



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I566302 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：100131613

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 01 日

(51)Int. Cl. : H01L21/329 (2006.01)

H01L29/861 (2006.01)

(30)優先權：2010/09/01	美國	61/379,225
2010/09/01	美國	61/379,284
2010/09/03	美國	61/379,830
2010/09/03	美國	61/379,820

(71)申請人：無限科技全球公司(美國) NTHDEGREE TECHNOLOGIES WORLDWIDE INC.
(US)
美國

(72)發明人：洛文索 馬克D LOWENTHAL, MARK D. (US)；雷 威廉 約翰斯頓 RAY, WILLIAM JOHNSTONE (US)；莎頓 尼爾 O SHOTTON, NEIL O. (US)；布蘭查德 理查 A BLANCHARD, RICHARD A. (US)；歐羅 布萊德 ORAW, BRAD (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW	I234298	TW	200818534
JP	07-142753	JP	08-116093
US	7622367	US	2003/0080341A1
US	2008/0237611		

審查人員：王榮華

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：111 共 287 頁

(54)名稱

用在可印組成物的二極體

DIODE FOR A PRINTABLE COMPOSITION

(57)摘要

二極體液體或膠體懸浮液之例示性可印組成物包含複數個二極體、第一溶劑及/或黏度調節劑。例示性二極體包含：發光或光吸收區域，其直徑為介於約 20 微米至 30 微米之間且高度為介於約 2.5 微米至 7 微米之間；在第一側上耦接至該發光區域之第一端子，該第一端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；及在與該第一側相對之第二側上耦接至該發光區域之第二端子，該第二端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間。

An exemplary printable composition of a liquid or gel suspension of diodes comprises a plurality of diodes, a first solvent and/or a viscosity modifier. An exemplary diode comprises: a light emitting or absorbing region having a diameter between about 20 and 30 microns and a height between about 2.5 to 7 microns; a first terminal coupled to the light emitting region on a first side, the first terminal having a height between about 1 to 6 microns; and a second terminal coupled to the light emitting region on a second side opposite the first side, the second terminal having a height between about 1 to 6 microns.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 第一二極體
- 105 . . . 基板
- 110 . . . n+型 GaN 層
- 115 . . . p+型 GaN 層
- 120A . . . 金屬層
- 120B . . . 金屬層
- 121 . . . 六角形側面
- 130 . . . 導孔

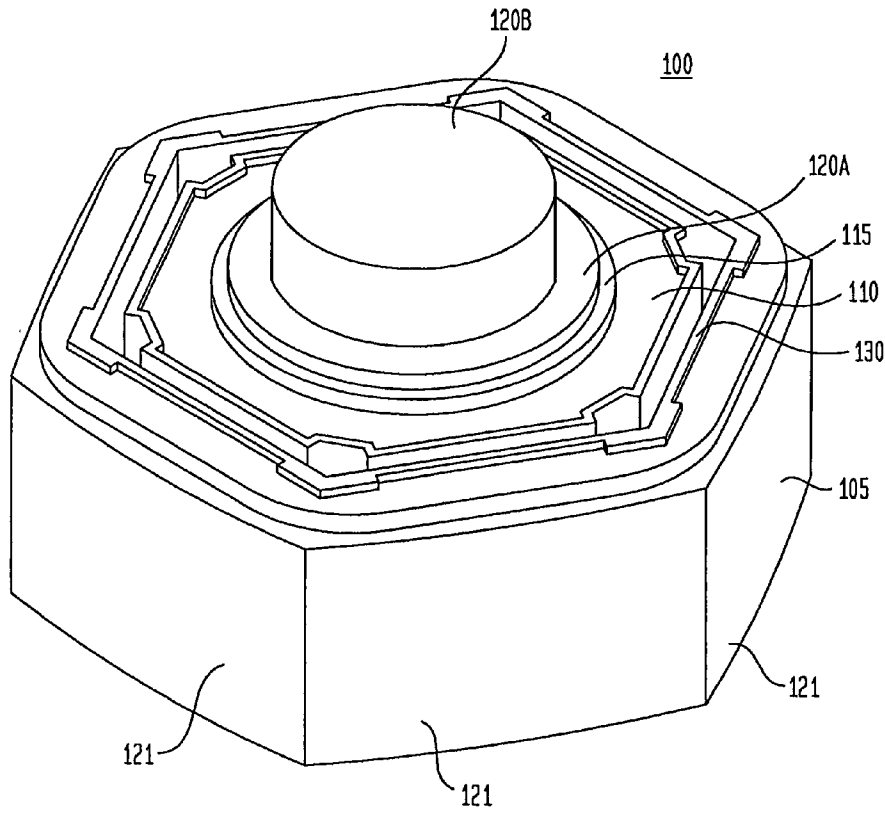


圖 1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100131613

※申請日：100.9.1 ※IPC 分類：H01L 21/329 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 29/186 (2006.01)

用在可印組成物的二極體

DIODE FOR A PRINTABLE COMPOSITION

二、中文發明摘要：

二極體液體或膠體懸浮液之例示性可印組成物包含複數個二極體、第一溶劑及/或黏度調節劑。例示性二極體包含：發光或光吸收區域，其直徑為介於約 20 微米至 30 微米之間且高度為介於約 2.5 微米至 7 微米之間；在第一側上耦接至該發光區域之第一端子，該第一端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；及在與該第一側相對之第二側上耦接至該發光區域之第二端子，該第二端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間。

三、英文發明摘要：

An exemplary printable composition of a liquid or gel suspension of diodes comprises a plurality of diodes, a first solvent and/or a viscosity modifier. An exemplary diode comprises: a light emitting or absorbing region having a diameter between about 20 and 30 microns and a height between about 2.5 to 7 microns; a first terminal coupled to

the light emitting region on a first side, the first terminal having a height between about 1 to 6 microns; and a second terminal coupled to the light emitting region on a second side opposite the first side, the second terminal having a height between about 1 to 6 microns.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：第一二極體

105：基板

110：n+型 GaN 層

115：p+型 GaN 層

120A：金屬層

120B：金屬層

121：六角形側面

130：導孔

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【版權聲明與許可】

此專利文件之一部分揭示內容含有受版權保護之材料。版權所有者不反對任何人傳真複製專利與商標局 (Patent and Trademark Office) 專利檔案或記錄中出現之該專利文件或該專利揭示內容，但在其他任何情況下均保留所有版權。以下聲明應適用於此文件、如下文所述之資料及內容，以及其圖式：Copyright © 2010-2011, NthDegree Technologies Worldwide 公司。

【交叉申請】

本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2010 年 9 月 1 日申請之題為「Printable Composition of a Liquid or Gel Suspension of Diodes」之美國臨時專利申請案第 61/379,225 號之轉換案且主張其優先權，該專利申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2010 年 9 月 1 日申請之題為「Light Emitting, Photovoltaic and Other Electronic Apparatus」之美國臨時專利申請案第 61/379,284 號之轉換案且主張其優先權，該專利申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2010 年 9 月 3 日申請之題為「Printable Composition of a Liquid or Gel Suspension of Diodes and Method of Making Same」之美國臨時專利申請案第 61/379,830 號之轉換案且主張其優先權，該專利申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

● 本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2010 年 9 月 3 日申請之題為「Light Emitting, Photovoltaic and Other Electronic Apparatus」之美國臨時專利申請案第 61/379,820 號之轉換案且主張其優先權，該專利申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

● 本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2007 年 5 月 31 日申請之題為「Method of Manufacturing Addressable and Static Electronic Displays」之美國專利申請案第 11/756,616 號之部分接續申請案且主張其優先權，該專利申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2009 年 11 月 22 日申請之題為「Method of Manufacturing

Addressable and Static Electronic Displays, Power Generating and Other Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 12/601,268 號之部分接續申請案且主張其優先權，美國專利申請案第 12/601,268 號為 William Johnstone Ray 等發明人在 2007 年 5 月 31 日申請之題為「Method of Manufacturing Addressable and Static Electronic Displays」之美國專利申請案第 11/756,616 號之部分接續申請案且主張其優先權，且為 William Johnstone Ray 等發明人在 2008 年 5 月 30 日申請之題為「Method of Manufacturing Addressable and Static Electronic Displays, Power Generating and Other Electronic Apparatus」之國際申請案 PCT/US2008/65237 遵循 35 U.S.C. 第 371 章節之美國國家階段申請案且主張其優先權，國際申請案 PCT/US2008/65237 主張 2007 年 5 月 31 日申請之美國專利申請案第 11/756,616 號之優先權，該等申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

本申請案亦為 William Johnstone Ray 等發明人在 2011 年 5 月 31 日申請之題為「Addressable or Static Light Emitting or Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 13/149,681 號之部分接續申請案且主張其優先權，美國專利申請案第 13/149,681 號為 William Johnstone Ray 等發明人在 2007 年 5 月 31 日申請且在 2011 年 7 月 5 日頒佈為美國

專利第 US 7,972,031 B2 號之題為「Addressable or Static Light Emitting or Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 11/756,619 號之接續申請案且主張其優先權，該等申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。本申請案為 William Johnstone Ray 等發明人在 2009 年 11 月 22 日申請之題為「Addressable or Static Light Emitting, Power Generating or Other Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 12/601,271 號之部分接續申請案且主張其優先權，美國專利申請案第 12/601,271 號為 William Johnstone Ray 等發明人在 2007 年 5 月 31 日申請之題為「Addressable or Static Light Emitting or Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 11/756,619 號之部分接續申請案且主張其優先權，且為 William Johnstone Ray 等發明人在 2008 年 5 月 30 日申請之題為「Addressable or Static Light Emitting, Power Generating or Other Electronic Apparatus」之國際申請案 PCT/US2008/65230 遵循 35 U.S.C. 第 371 章節之美國國家階段申請案且主張其優先權，國際申請案 PCT/US2008/65230 主張 2007 年 5 月 31 日申請之美國專利申請案第 11/756,619 號之優先權，該等申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權。

本申請案亦與隨其同時申請之下列專利申請案有關，該等申請案與本申請案共同讓渡，且其全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力且針對所有共同揭示之標的物主張優先權：(1) Mark D. Lowenthal 等發明人在 2011 年 8 月 31 日申請之題為「Printable Composition of a Liquid or Gel Suspension of Diodes」之美國專利申請案第 _____ 號；(2) Mark D. Lowenthal 等發明人在 2011 年 8 月 31 日申請之題為「Light Emitting, Power Generating or Other Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 _____ 號；(3) Mark D. Lowenthal 等發明人在 2011 年 8 月 31 日申請之題為「Method of Manufacturing a Printable Composition of a Liquid or Gel Suspension of Diodes」之美國專利申請案第 _____ 號；(4) Mark D. Lowenthal 等發明人在 2011 年 8 月 31 日申請之題為「Method of Manufacturing a Light Emitting, Power Generating or Other Electronic Apparatus」之美國專利申請案第 _____ 號；(5) Mark D. Lowenthal 等發明人在 2011 年 8 月 31 日申請之題為「Diode For a Printable Composition」之美國專利申請案第 _____ 號；以及 (6) Mark D. Lowenthal 等發明人在 2011 年 8 月 31 日申請之題為「Printable Composition of a Liquid or Gel Suspension of Two-Terminal Integrated Circuits and Apparatus」之美國專利申請案第 _____ 號。

【發明所屬之技術領域】

本發明大體關於發光及光電技術，且尤其關於發光或光電二極體或其他二端積體電路懸浮於液體或膠體中且能夠經印刷之組成物，以及製造發光、光電或其他二極體或二端積體電路懸浮於液體或膠體中之組成物的方法。

【先前技術】

具有發光二極體（「LED」）之照明器件通常需要使用積體電路製程步驟在半導體晶圓上形成LED。所得LED實質上呈平面且相當大，寬200微米或200微米以上之量級。每一此種LED為二端器件，通常在LED之同一側上具有兩個金屬端以為LED之p型部分與n型部分提供歐姆接觸（Ohmic contact）。接著通常經由機械製程（諸如鋸切）將LED晶圓分成個別LED。接著將個別LED置於反射外殼中，且將接線個別地附接至LED之兩個金屬端中之各者。此製程耗時、勞動密集且昂貴，使得基於LED之照明器件對於多數消費者應用而言一般過於昂貴。

同樣，能量生成器件（諸如光電面板）亦通常需要使用積體電路製程步驟在半導體晶圓或其他基板上形成光電二極體。接著封裝且組裝所得晶圓或其他基板以形成光電面板。此製程亦耗時、勞動密集且昂貴，使得光電器件在無第三方資助或無其他政府鼓勵下廣泛使用亦過於昂貴。

已運用各種技術試圖形成用於發光或能量生成目的的新型二極體或其他半導體器件。舉例而言，已提出可印刷經有機分子官能化或封端從而可混溶於有機樹脂及溶劑中之量子點以形成圖形，接著在該等圖形經第二光激發

(pump) 時發光。各種形成器件之方法亦已使用半導體奈米粒子，諸如處於約 1.0 nm 至約 100 nm (十分之一微米) 範圍內之粒子進行。另一方法已利用大量分散於溶劑-黏合劑載劑中之矽粉，其中利用所得矽粉膠態懸浮液形成印刷電晶體中之活性層。另一不同方法已使用形成於 GaAs 晶圓上之極平坦之 AlInGaP LED 結構，其中各 LED 具有至晶圓上之兩個相鄰 LED 中之每一者的脫離光阻錨，且接著取放各 LED 以形成所得器件。

其他途徑已使用「鎖與鑰 (lock and key)」流體自組裝，其中將梯形二極體置放於溶劑中，接著將其傾注於具有用以將梯形二極體捕獲且固持於適當位置之匹配之梯形孔之基板上。然而，溶劑中之梯形二極體並非懸浮及分散於溶劑內。反之，梯形二極體快速沉降成相互黏附之二極體塊，無法維持懸浮或分散於溶劑內，且在臨用前須要活性音波處理或攪拌。溶劑中之此種梯形二極體不能用作能夠儲存、封裝或用作墨水之基於二極體之墨水，且進一步不適用於印刷製程中。

此等方法均未利用真正分散且懸浮於液體或膠體介質中，諸如以形成墨水之含有二端積體電路或其他半導體器件之液體或膠體，其中該二端積體電路懸浮成粒子，完成半導體器件且其能夠起作用，且該含有二端積體電路或其他半導體器件之液體或膠體可使用印刷製程在非惰性大氣空氣環境中形成裝置或系統。

對於基於 LED 之器件以及光電器件而言，此等基於二

極體之技術的新近發展仍過於複雜且昂貴而無法達成商業上可行性。因此，仍須要經設計成在併入之組件以及製造簡便性方面成本較低的發光及/或光電裝置。亦仍需要使用成本較低且較穩固之製程製造該等發光或光電器件，從而產生可供廣泛使用且為消費者及商業所接受之基於 LED 之照明器件以及光電面板的方法。因此，對能夠經印刷以形成基於 LED 之器件及光電器件的完成之能夠起作用之二極體或其他二端積體電路的液體或膠體懸浮液、形成該等基於 LED 之器件及光電器件之印刷方法以及所得之印刷之基於 LED 之器件及光電器件仍有各種需求。

【發明內容】

例示性具體實例提供一種「二極體墨水」，即能夠諸如經由例如網版印刷或快乾印刷術印刷的二極體或其他二端積體電路的液體或膠體懸浮液及分散液。如下文所更詳細描述，二極體自身在包括於二極體墨水組成物中之前為完全成形之半導體器件，其在通電時能夠起作用以發光（在具體化為 LED 時）或在曝露於光源時提供電力（在具體化為光電二極體時）。例示性方法亦包含製造二極體墨水之方法，如下文所更詳細論述，該方法使複數個二極體分散及懸浮於溶劑及黏性樹脂或聚合物混合物中，且可印刷該二極體墨水以製造基於 LED 之器件及光電器件。亦揭示藉由印刷該種二極體墨水而形成之例示性裝置及系統。

雖然描述內容集中於作為一種類型之二端積體電路的二極體，然而熟習此項技術者應瞭解可等效地替換成其他

類型之半導體器件以形成更廣泛稱作「半導體器件墨水」之物，且所有該等變化應視作等效且處於本發明範疇內。因此，本文中任何對「二極體」之提及應理解為意謂且包括任何種類之任何二端積體電路，諸如電阻器、電感器、電容器、RFID 電路、感測器、壓電器件等，以及可使用兩個端子或電極操作之任何其他積體電路。

一例示性具體實例提供一種組成物，其包含：複數個二極體；第一溶劑；以及黏度調節劑。

在一例示性具體實例中，第一溶劑包含至少一種選自由以下組成之群的溶劑：水；醇，諸如甲醇、乙醇、正丙醇（包括 1-丙醇、2-丙醇（異丙醇）、1-甲氧基-2-丙醇）、丁醇（包括 1-丁醇、2-丁醇（異丁醇））、戊醇（包括 1-戊醇、2-戊醇、3-戊醇）、辛醇、正辛醇（包括 1-辛醇、2-辛醇、3-辛醇）、四氫糠醇、環己醇、松香醇；醚，諸如甲基乙基醚、乙醚、乙基丙基醚及聚醚；酯，諸如乙酸乙酯、己二酸二甲酯、丙二醇單甲醚乙酸酯、戊二酸二甲酯、丁二酸二甲酯、乙酸甘油酯；二醇，諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯；碳酸酯，諸如碳酸伸丙酯；甘油類，諸如甘油；乙腈、四氫呋喃（THF）、二甲基甲醯胺（DMF）、N-甲基甲醯胺（NMF）、二甲亞砜（DMSO）；及其混合物。第一溶劑可以例如約 0.3 重量%至 50 重量%或 60 重量%之量存在。

在各個例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體具有介於約 20 微米至 30 微米之間之直徑及介於約 5 微

米至 15 微米之間之高度；或具有介於約 10 微米至 50 微米之間之直徑及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度；或具有各自為介於約 10 微米至 50 微米之間之寬度及長度以及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度；或具有各自為介於約 20 微米至 30 微米之間之寬度及長度以及介於約 5 微米至 15 微米之間之高度。複數個二極體可為例如發光二極體或光電二極體。

例示性組成物可進一步包含複數個實質上光學透明且化學惰性之粒子，其尺寸範圍介於約 10 微米與約 50 微米之間且以約 0.1 重量%至 2.5 重量%之量存在。另一例示性組成物可進一步包含複數個實質上光學透明且化學惰性之粒子，其尺寸範圍介於約 10 微米與約 30 微米之間且以約 0.1 重量%至 2.5 重量%之量存在。

在一例示性具體實例中，黏度調節劑包含至少一種選自由以下組成之群的黏度調節劑：黏土，諸如鋰膨潤石黏土、膨潤土黏土 (garamite clay)、有機改質黏土；醣及多醣，諸如瓜爾膠 (guar gum)、三仙膠；纖維素及改質纖維素，諸如羥甲基纖維素、甲基纖維素、乙基纖維素、丙基甲基纖維素、甲氧基纖維素、甲氧基甲基纖維素、甲氧基丙基甲基纖維素、羥丙基甲基纖維素、羧甲基纖維素、羥乙基纖維素、乙基羥乙基纖維素、纖維素醚、纖維素乙醚、聚葡萄糖胺糖；聚合物，諸如丙烯酸酯及(甲基)丙烯酸酯聚合物及共聚物；二醇，諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯；煙霧狀二氧

化矽、二氧化矽粉；改質尿素；及其混合物。黏度調節劑可以例如約 0.30 重量%至 5 重量%或約 0.10 重量%至 3 重量%之量存在。

組成物可進一步包含不同於第一溶劑之第二溶劑。第二溶劑以例如約 0.1 重量%至 60 重量%之量存在。

在一例示性具體實例中，第一溶劑包含正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇或環己醇，或其混合物，且以約 5 重量%至 50 重量%之量存在；黏度調節劑包含甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其混合物，且以約 0.10 重量%至 5.0 重量%之量存在；且第二溶劑包含正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇或環己醇，或其混合物，且以約 0.3 重量%至 50 重量%之量存在。

在另一例示性具體實例中，第一溶劑包含正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇或環己醇，或其混合物，且以約 5 重量%至 30 重量%之量存在；黏度調節劑包含甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其混合物，且以約 1.0 重量%至 3.0 重量%之量存在；且第二溶劑包含正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇或環己醇，或其混合物，且以約 0.2 重量%至 8.0 重量%之量存在；且其中組成物之其餘部分進一步包含水。

在另一例示性具體實例中，第一溶劑包含正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇或環己醇，或其混合物，且以約 40 重量%至 60 重量%之量存在；黏度調節劑包含甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其混合物，且以約 0.10 重量%至 1.5 重量%之量存在；且第二溶劑包含正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇或環己醇，或其混合物，且以約 40 重量%至 60 重量%之量存在。

製備組成物之例示性方法可包含：混合複數個二極體與第一溶劑；將第一溶劑與複數個二極體之混合物添加至黏度調節劑中；添加第二溶劑；及在空氣氛圍中混合複數個二極體、第一溶劑、第二溶劑及黏度調節劑約 25 至 30 分鐘。例示性方法可進一步包含自晶圓釋放複數個二極體，且自晶圓釋放複數個二極體之步驟包含例如蝕刻晶圓之背面，研磨且拋光晶圓之背面，或自晶圓背面雷射剝離。

在各個例示性具體實例中，組成物在約 25°C 下具有實質上介於約 50 cps 與約 25,000 cps 之間的黏度，或在約 25°C 下具有實質上介於約 100 cps 與約 25,000 cps 之間的黏度，或在約 25°C 下具有實質上介於約 1,000 cps 與約 10,000 cps 之間的黏度，或在約 25°C 下具有實質上介於約 10,000 cps 與約 25,000 cps 之間的黏度。

在各個例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體可包含 GaN 且其中複數個二極體中之各二極體之 GaN 部

分為實質上六角形、正方形、三角形、矩形、葉形、星形或超環形。在一例示性具體實例中，複數個二極體之各二極體之發光或光吸收區域可具有選自由以下組成之群的表面紋理：複數個圓環、複數個實質上曲邊梯形、複數個平行條紋、星形圖案及其混合物。

在一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體在二極體之第一側上具有第一金屬端子且在二極體之第二側（背面）上具有第二金屬端子，且第一端子與第二端子之高度各自為介於約 1 至 6 微米之間。在另一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體具有介於約 20 微米至 30 微米之間之直徑及介於 5 微米至 15 微米之間之高度，且複數個二極體中之各二極體在第一側上具有複數個第一金屬端子且在第一側上具有一個第二金屬端子，第二金屬端子之接點與複數個第一金屬端子之接點在高度上間隔約 2 微米至 5 微米。在一例示性具體實例中，複數個第一金屬端子中之各第一金屬端子的高度為介於約 0.5 微米至 2 微米之間且第二金屬端子之高度為介於約 1 微米至 8 微米之間。在另一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體具有介於約 10 微米至 50 微米之間之直徑及介於 5 微米至 25 微米之間之高度，且複數個二極體中之各二極體在第一側上具有複數個第一金屬端子且在第一側上具有一個第二金屬端子，第二金屬端子之接點與複數個第一金屬端子之接點在高度上間隔約 1 微米至 7 微米。

在另一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極

體具有至少一個金屬導孔結構於二極體之第一側上之至少一個 p⁺型或 n⁺型 GaN 層與二極體之第二側（背面）之間延伸。金屬導孔結構包含例如中心導孔、周邊導孔或周圍導孔。

在各個例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體之任何尺寸均小於約 30 微米。在另一例示性具體實例中，二極體具有介於約 20 微米至 30 微米之間之直徑及介於約 5 微米至 15 微米之間之高度；或介於約 10 微米至 50 微米之間之直徑及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度；或在側向上實質上為六角形，具有介於約 10 微米至 50 微米之間之相對面對面量測之直徑，及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度；或在側向上實質上為六角形，具有介於約 20 微米至 30 微米之間之相對面對面量測之直徑，及介於約 5 微米至 15 微米之間之高度；或具有各自為介於約 10 微米至 50 微米之間之寬度及長度以及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度；或具有各自為介於約 20 微米至 30 微米之間之寬度及長度以及介於約 5 微米至 15 微米之間之高度。在各個例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體之側面的高度小於約 10 微米。在另一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體之側面的高度為介於約 2.5 微米至 6 微米之間。在另一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體之側面實質上為 S 形且終止於彎曲點。

在各個例示性具體實例中，黏度調節劑進一步包含黏著黏度調節劑。黏度調節劑在乾燥或固化時可實質上圍繞

複數個二極體中之各二極體周邊形成聚合物或樹脂網格或結構。組成物例如在濕潤時可為視覺上不透明的而在乾燥或固化時為實質上光學透明的。組成物之接觸角可大於約 25 度或大於約 40 度。組成物之相對蒸發率可小於 1，其中該蒸發率係相對於乙酸丁酯而言，後者之蒸發率為 1。使用組成物之方法可包含在基底上或在耦接至基底之第一導體上印刷組成物。

在一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體包含至少一種選自由以下組成之群的無機半導體：矽、砷化鎵 (GaAs)、氮化鎵 (GaN)、GaP、InAlGaP、InAlGaP、AlInGaAs、InGaNaAs 及 AlInGaSb。在另一例示性具體實例中，複數個二極體中之各二極體包含至少一種選自由以下組成之群的有機半導體： π 共軛聚合物、聚(乙炔)、聚(吡咯)、聚(噻吩)、聚苯胺、聚噻吩、聚(對苯硫醚)、聚(對伸苯基伸乙烯基) (PPV) 及 PPV 衍生物、聚(3-烷基噻吩)、聚吲哚、聚芘、聚吡啶、聚甘菊藍、聚氮呋、聚(萘)、聚萘、聚苯胺、聚苯胺衍生物、聚噻吩、聚噻吩衍生物、聚吡咯、聚吡咯衍生物、聚苯并噻吩、聚苯并噻吩衍生物、聚對伸苯基、聚對伸苯基衍生物、聚乙炔、聚乙炔衍生物、聚二乙炔、聚二乙炔衍生物、聚對伸苯基伸乙烯基、聚對伸苯基伸乙烯基衍生物、聚萘、聚萘衍生物、聚異苯并噻吩 (polyisothianaphthene, PITN)、伸雜芳基為噻吩、呋喃或吡咯之聚伸雜芳基伸乙烯基 (ParV)、聚苯硫 (PPS)、聚迫位萘 (polyperinaphthalene, PPN)、聚酞菁 (PPhc)，及其

衍生物、其共聚物及其混合物。

另一例示性具體實例提供一種組成物，其包含：複數個二極體；第一溶劑；及黏度調節劑；其中該組成物在約 25°C 下之黏度實質上為約 100 cps 至約 25,000 cps。另一例示性具體實例提供一種組成物，其包含：複數個二極體，複數個二極體中之各二極體之任何尺寸均小於約 50 微米；第一溶劑；不同於第一溶劑之第二溶劑；及黏度調節劑；其中該組成物在約 25°C 下之黏度實質上為約 50 cps 至約 25,000 cps。另一例示性具體實例提供一種組成物，其包含任何尺寸均小於約 50 微米之複數個二極體；及黏度調節劑，以使組成物在約 25°C 下之黏度實質上為介於約 100 cps 至約 20,000 cps 之間。另一例示性具體實例提供一種組成物，其包含：複數個二極體；選自由以下組成之群的第一溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；選自由以下組成之群的黏度調節劑：甲氧基丙基甲基纖維素樹脂、羥丙基甲基纖維素樹脂及其混合物；及不同於第一溶劑之第二溶劑，該第二溶劑選自由以下組成之群：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物。

另一例示性具體實例提供一種裝置，其包含：複數個二極體；至少痕量之第一溶劑；及至少部分圍繞複數個二極體中之各二極體的聚合物或樹脂膜。在一例示性具體實

例中，聚合物或樹脂膜包含厚度為介於約 10 nm 至 300 nm 之間之甲基纖維素樹脂。在另一例示性具體實例中，聚合物或樹脂膜包含甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其混合物。該裝置可進一步包含至少痕量之不同於第一溶劑之第二溶劑。

在一例示性具體實例中，聚合物或樹脂膜包含固化、乾燥或聚合之黏度調節劑，該黏度調節劑選自由以下組成之群：黏土，諸如鋰膨潤石黏土、膨潤土黏土、有機改質黏土；醣及多醣，諸如瓜爾膠、三仙膠；纖維素及改質纖維素，諸如羥甲基纖維素、甲基纖維素、乙基纖維素、丙基甲基纖維素、甲氧基纖維素、甲氧基甲基纖維素、甲氧基丙基甲基纖維素、羥丙基甲基纖維素、羧甲基纖維素、羥乙基纖維素、乙基羥乙基纖維素、纖維素醚、纖維素乙醚、聚葡萄胺糖；聚合物，諸如丙烯酸酯及(甲基)丙烯酸酯聚合物及共聚物；二醇，諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯；煙霧狀二氧化矽、二氧化矽粉；改質尿素；及其混合物。

例示性裝置可進一步包含複數個實質上光學透明且化學惰性之粒子，複數個實質上光學透明且化學惰性之粒子中之各惰性粒子介於約 10 微米與約 50 微米之間；其中聚合物或樹脂膜進一步至少部分圍繞複數個實質上光學透明且化學惰性之粒子中之各惰性粒子。

例示性裝置可進一步包含：基底；一或多個耦接至第一端子之第一導體；至少一個耦接至一或多個第一導體之

介電層；及一或多個耦接至第二端子且耦接至介電層的第二導體。在一例示性具體實例中，複數個二極體中之至少一個二極體具有耦接至至少一個第二導體之第一端子及耦接至至少一個第一導體之第二端子。在另一例示性具體實例中，第一部分複數個二極體具有耦接至至少一個第一導體之第一端子及耦接至至少一個第二導體之第二端子，且其中第二部分複數個二極體具有耦接至至少一個第二導體之第一端子及耦接至至少一個第一導體之第二端子。例示性裝置可進一步包含：耦接至一或多個第一導體且耦接至一或多個第二導體之介面電路，該介面電路進一步可耦接至電源。

在各個例示性具體實例中，一或多個第一導體可進一步包含：第一電極，其包含第一匯流排及自第一匯流排延伸之第一複數個延長導體；及第二電極，其包含第二匯流排及自第二匯流排延伸之第二複數個延長導體。第二複數個延長導體可與第一複數個延長導體相間錯雜。一或多個第二導體可進一步耦接至第二複數個延長導體。

在各個例示性具體實例中，該裝置可摺疊且可彎曲。該裝置可為實質上平坦的且總厚度小於約 3 mm。裝置可用刀模切割且摺疊成所選形狀。裝置之複數個二極體的平均表面積濃度可為每平方公分約 25 個至 50,000 個二極體。在各個例示性具體實例中，裝置不包括散熱片或散熱片組件。

在另一例示性具體實例中，裝置包含：基底；複數個二極體，複數個二極體中之各二極體具有第一端子及第二

端子，複數個二極體中之各二極體的任何尺寸均小於約 50 微米；實質上圍繞複數個二極體中之各二極體之膜，該膜包含聚合物或樹脂且厚度為介於約 10 nm 至 300 nm 之間；一或多個耦接至第一複數個第一端子之第一導體；耦接至一或多個第一導體之第一介電層；及一或多個耦接至第一複數個第二端子之第二導體。

在另一例示性具體實例中，裝置包含：基底；一或多個第一導體；耦接至一或多個第一導體之介電層；一或多個第二導體；複數個二極體，該複數個二極體中之各二極體的任何尺寸均小於約 50 微米，第一部分該複數個二極體以正向偏壓定向耦接至一或多個第一導體且耦接至一或多個第二導體，且複數個二極體中之至少一個二極體以反向偏壓定向耦接至一或多個第一導體且耦接至一或多個第二導體；及實質上圍繞複數個二極體中之各二極體的膜，該膜包含聚合物或樹脂且厚度為介於約 10 nm 至 300 nm 之間。

在各個例示性具體實例中，二極體包含：直徑為介於約 20 微米至 30 微米之間且高度為介於約 2.5 微米至 7 微米之間之發光或光吸收區域；在第一側上耦接至發光區域之第一端子，該第一端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；及在與第一側相對之第二側上耦接至發光區域的第二端子，該第二端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間。

在另一例示性具體實例中，二極體包含：直徑為介於約 6 微米至 30 微米之間且高度為介於約 1 微米至 7 微米之間之發光或光吸收區域；在第一側上耦接至發光區域的第

一端子，該第一端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；及在與第一側相對之第二側上耦接至發光區域的第二端子，該第二端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；其中該二極體在側向上實質上為六角形，具有介於約 10 微米至 50 微米之間之相對面對面量測之直徑及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度，且其中二極體之各側面之高度小於約 10 微米，二極體之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

在另一例示性具體實例中，二極體包含：直徑為介於約 6 微米至 30 微米之間且高度為介於約 1 微米至 7 微米之間之發光或光吸收區域；在第一側上耦接至發光區域的第一端子，該第一端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；及在與第一側相對之第二側上耦接至發光區域的第二端子，該第二端子之高度為介於約 1 微米至 6 微米之間；其中該二極體具有各自為介於約 10 微米至 50 微米之間之寬度及長度以及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度，且其中二極體之各側面之高度小於約 10 微米，二極體之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

在各個例示性具體實例中，二極體包含：直徑為介於約 6 微米至 30 微米之間且高度為介於約 2.5 微米至 7 微米之間之發光或光吸收區域；在第一側上耦接至發光區域的第一端子，該第一端子之高度為介於約 3 微米至 6 微米之間；及在與第一側相對之第二側上耦接至發光區域的第二端子，該第二端子之高度為介於約 3 微米至 6 微米之間；

其中該二極體具有各自為介於約 10 微米至 30 微米之間之寬度及長度以及介於約 5 微米至 15 微米之間之高度，且其中二極體之各側面之高度小於約 10 微米，二極體之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

在另一例示性具體實例中，二極體包含：直徑為介於約 20 微米至 30 微米之間且高度為介於 2.5 微米至 7 微米之間之發光或光吸收區域；在第一側上間隔開且周邊耦接至發光區域的複數個第一端子，複數個第一端子中之各第一端子的高度為約 0.5 微米至 2 微米；以及在第一側上中心耦接至發光區域之台面區域的一個第二端子，該第二端子之高度為 1 微米至 8 微米。

在另一例示性具體實例中，二極體包含：具有台面區域之發光或光吸收區域，該台面區域之高度為 0.5 微米至 2 微米且直徑為約 6 微米至 22 微米；在第一側上間隔開且耦接至發光區域且周邊耦接至台面區域之複數個第一端子，複數個第一端子中之各第一端子的高度為約 0.5 微米至 2 微米；以及在第一側上中心耦接至發光區域之台面區域的一個第二端子，該第二端子之高度為 1 微米至 8 微米；其中二極體之側向尺寸為約 10 微米至 50 微米且高度為約 5 微米至 25 微米。

在另一例示性具體實例中，二極體包含：直徑為介於約 20 微米至 30 微米之間且高度為介於 2.5 微米至 7 微米之間之發光或光吸收區域；在第一側上間隔開且周邊耦接至發光區域之複數個第一端子，各第一端子之高度為約 0.5 微

米至 2 微米；以及在第一側上中心耦接至發光區域之台面區域的一個第二端子，該第二端子之高度為 3 微米至 6 微米；其中該二極體在側向上實質上為六角形，具有約 20 至 30 微米之直徑及介於約 5 微米至 15 微米之間之高度，其中二極體之各側面之高度小於約 10 微米，二極體之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

在另一例示性具體實例中，二極體包含：具有台面區域之發光或光吸收區域，該台面區域之高度為 0.5 微米至 2 微米且直徑為約 6 微米至 22 微米；在第一側上間隔開且耦接至發光區域且周邊耦接至台面區域之複數個第一端子，複數個第一端子中之各第一端子之高度為約 0.5 微米至 2 微米；以及在第一側上中心耦接至發光區域之台面區域之一個第二端子，該第二端子之高度為 1 微米至 8 微米，該第二金屬端子具有一個接點，且第二端子之一個接點與複數個第一金屬端子之接點在高度上間隔約 1 微米至 7 微米；其中二極體在側向上實質上為六角形，具有介於約 10 微米至 50 微米之間之直徑及介於約 5 微米至 25 微米之間之高度，其中二極體之各側面之高度小於約 15 微米，二極體之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

製備供印刷之二極體液體或膠體懸浮液的例示性方法包含：將黏度調節劑添加至第一溶劑中之複數個二極體中；及混合複數個二極體、第一溶劑及黏度調節劑以形成含複數個二極體之液體或膠體懸浮液。

在另一例示性具體實例中，製備供印刷之二極體液體

或膠體懸浮液之方法包含：將第二溶劑添加至第一溶劑中之複數個二極體中，第二溶劑不同於第一溶劑；將黏度調節劑添加至複數個二極體、第一溶劑及第二溶劑中；將複數個實質上化學惰性的粒子添加至複數個二極體、第一溶劑、第二溶劑及黏度調節劑中；及混合複數個二極體、第一溶劑、第二溶劑、黏度調節劑及複數個實質上化學惰性的粒子直至在約 25°C 下量測之黏度為至少約 100 厘泊 (cps) 為止以形成含複數個二極體之液體或膠體懸浮液。

在另一例示性具體實例中，製備供印刷之二極體液體或膠體懸浮液之方法包含：將黏度調節劑添加至複數個二極體、第一溶劑及第二溶劑中，第二溶劑不同於第一溶劑，其中複數個二極體中之各二極體的側向尺寸為約 10 微米至 50 微米且高度為約 5 微米至 25 微米；將複數個實質上化學惰性的粒子添加至複數個二極體、第一溶劑、第二溶劑及黏度調節劑中，其中複數個實質上化學惰性的粒子中之各粒子之任何尺寸為約 10 微米至約 70 微米；以及混合複數個二極體、第一溶劑、第二溶劑、黏度調節劑及複數個實質上化學惰性的粒子直至在約 25°C 下量測之黏度為至少約 1,000 厘泊 (cps) 為止以形成含複數個二極體之液體或膠體懸浮液。

在一例示性具體實例中，製造電子器件之方法包含：沉積一或多個第一導體；以及沉積懸浮於第一溶劑與黏度調節劑之混合物中之複數個二極體。

在另一例示性具體實例中，方法包含：在光學透射性

基底之第一側上沉積懸浮於第一溶劑與黏度調節劑之混合物中之複數個二極體，複數個二極體中之各二極體在第一側上具有複數個第一端子且在第一側上具有一個第二端子，複數個二極體中之各二極體的側向尺寸為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；沉積一或多個耦接至第一端子之第一導體；沉積至少一個耦接至一或多個第一導體之介電層；沉積一或多個耦接至第二端子之第二導體；以及在光學透射性基底之第二側上沉積第一磷光體層。

在另一例示性具體實例中，方法包含：在基底之第一側上沉積一或多個第一導體；在一或多個第一導體上沉積懸浮於第一溶劑與黏度調節劑之混合物中之複數個二極體，複數個二極體中之各二極體在第一側上具有第一端子且在第二側上具有第二端子，複數個二極體中之各二極體的側向尺寸為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；在複數個二極體及一或多個第一導體上沉積至少一個介電層；在介電層上沉積一或多個光學透射性第二導體；以及沉積第一磷光體層。

在另一例示性具體實例中，組成物包含：複數個二端積體電路，複數個二端積體電路中之各二端積體電路的任何尺寸均小於約 75 微米；第一溶劑；不同於第一溶劑之第二溶劑；以及黏度調節劑；其中該組成物在約 25°C 下之黏度實質上為約 50 cps 至約 25,000 cps。在各個例示性具體實例中，複數個二端積體電路包含選自由以下組成之群的二端積體電路：二極體、發光二極體、光電二極體、電阻器、

電感器、電容器、RFID 積體電路、感測器積體電路以及壓電積體電路。

在另一例示性具體實例中，裝置包含：基底；複數個二端積體電路，複數個二端積體電路中之各二端積體電路的任何尺寸均小於約 75 微米；至少痕量之第一溶劑；實質上圍繞複數個二極體中之各二極體的膜，該膜包含甲基纖維素樹脂且具有約 10 nm 至 300 nm 之厚度；一或多個耦接至複數個二端積體電路之第一導體；耦接至一或多個第一導體之第一介電層；以及一或多個耦接至複數個二端積體電路之第二導體。

在另一例示性具體實例中，組成物包含：複數個二端積體電路，複數個二端積體電路中之各二端積體電路的任何尺寸均小於約 75 微米；第一溶劑；不同於第一溶劑之第二溶劑；複數個實質上化學惰性的粒子，其尺寸範圍介於約 10 微米至約 100 微米之間且以約 0.1 重量%至 2.5 重量%之量存在；以及黏度調節劑；其中該組成物在約 25°C 下之黏度實質上為約 50 cps 至約 25,000 cps。

本發明之多種其他優勢及特徵經由下列對本發明及其具體實例之詳細描述、申請專利範圍以及隨附圖式將容易地變得顯而易見。

【實施方式】

在連同隨附圖式一起考慮時參閱下列揭示內容後，將更容易地瞭解本發明之目的、特徵及優勢，其中在各個視圖中，使用相同參考數字來標識相同組件，且其中在各個

視圖中，利用帶有字母字符之參考數字來標識所選組件具體實例之其他類型、示例或變化形式。

雖然本發明容許有呈多種不同形式之具體實例，但僅其特定例示性具體實例展示於圖式中且在本文中將加以詳細描述，應瞭解本發明揭示內容應被視作本發明原理之例證而非意欲將本發明限於所說明之特定具體實例。就此而言，在詳細說明符合本發明之至少一個具體實例之前，應瞭解本發明在其應用方面並非限於上下文所闡述、圖式中所說明或如實施例中所述的組件之構造細節及配置。符合本發明之方法及裝置能夠達成其他具體實例且能夠以各種方式實踐及進行。亦應瞭解，本文所用之措辭及術語以及下文所包括之抽象名詞（abstract）係出於描述之目的，而不應被認為具限制性。

本發明之例示性具體實例提供二極體 100、100A、100B、100C、100D、100E、100F、100G、100H、100I、100J、100K、100L（在本文及圖中統稱作「二極體 100-100L」）之液體及/或膠體分散液及懸浮液，其能夠經印刷且在本文中可等效地稱作「二極體墨水」，應瞭解「二極體墨水」意謂且係指二極體或其他二端積體電路（諸如例示性二極體 100-100L）之液體及/或膠體懸浮液。如下文所更詳細描述，二極體 100-100L 自身在包括於二極體墨水組成物中之前為完全成形之半導體器件，其在通電時能夠起作用以發光（在具體化為 LED 時）或在曝露於光源時提供電力（在具體化為光電二極體時）。本發明之例示性方法亦包含製造二極體

墨水之方法，如下文所更詳細論述，該二極體墨水分散及懸浮複數個二極體 100-100L 於溶劑及黏性樹脂或聚合物混合物中，其中二極體 100-100L 或其他二端積體電路在室溫（25°C）或冷藏條件（5°C 至 10°C）下維持分散及懸浮達較長時段，諸如一或多個月，對於較高黏度、較呈膠體狀之組成物及冷凍誘導之膠體狀組成物尤其如此，且該液體或膠體懸浮液能夠經印刷以製造基於 LED 之器件及光電器件。雖然描述內容集中於作為一種類型二端積體電路之二極體 100-100L，但熟習此項技術者應瞭解可等效地替換為其他類型之半導體器件以形成更廣泛稱作「半導體器件墨水」之物，該等其他類型之半導體器件諸如（但不限於）任何類型之電晶體（場效電晶體（FET）、金屬氧化物半導體場效電晶體（MOSFET）、接面場效電晶體（JFET）、雙極接面電晶體（BJT）等）、二端交流開關（diac）、三端雙向可控矽元件（triac）、矽控整流器等。

二極體墨水（或半導體器件墨水）可經沉積、印刷或以其他方式塗覆以形成下文更詳細論述之各種產品中之任一者，諸如裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 具體實例或系統 350、375、800、810，或可經沉積、印刷或以其他方式塗覆至任何種類之任何產品或以形成任何種類之任何產品，包括用於產品封裝之標牌或標記，諸如消費產品、個人產品、商業產品、工業產品、建築產品、建設產品等。

圖 1 為說明例示性第一二極體 100 具體實例之透視

圖。圖 2 為說明例示性第一二極體 100 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 3 為說明例示性第一二極體 100 具體實例之橫截面圖 (穿過圖 2 之 10-10' 平面)。圖 4 為說明例示性第二二極體 100A 具體實例之透視圖。圖 5 為說明例示性第二二極體 100A 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 6 為說明例示性第三二極體 100B 具體實例之透視圖。圖 7 為說明例示性第三二極體 100B 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 8 為說明例示性第四二極體 100C 具體實例之透視圖。圖 9 為說明例示性第四二極體 100C 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 10 為說明例示性第二、第三及/或第四二極體 100A、100B、100C 具體實例之橫截面圖 (穿過圖 5、7、9 之 20-20' 平面)。圖 11 為說明例示性第五及第六二極體 100D、100E 具體實例之透視圖。圖 12 為說明例示性第五及第六二極體 100D、100E 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 13 為說明例示性第五二極體 100D 具體實例之橫截面圖 (穿過圖 12 之 40-40' 平面)。圖 14 為說明例示性第六二極體 100E 具體實例之橫截面圖 (穿過圖 12 之 40-40' 平面)。圖 15 為說明例示性第七二極體 100F 具體實例之透視圖。圖 16 為說明例示性第七二極體 100F 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 17 為說明例示性第七二極體 100F 具體實例之橫截面圖 (穿過圖 16 之 42-42' 平面)。圖 18 為說明例示性第八二極體 100G 具體實例之透視圖。圖 19 為說明例示性第八二極體 100G 具體實例之平面圖 (或俯視圖)。圖 20 為說明例示性第八二極體 100G 具體實例之橫截面圖 (穿過圖 19

之 43-43' 平面)。圖 21 為說明例示性第十二極體 100K 具體實例之透視圖。圖 22 為說明例示性第十二極體 100K 具體實例之橫截面圖（穿過圖 21 之 47-47' 平面）。圖 23 為說明例示性第十一二極體 100L 具體實例之透視圖。圖 24 為說明例示性第十一二極體 100L 具體實例之橫截面圖（穿過圖 23 之 48-48' 平面）。第九、第十二及第十三二極體 100H、100I 及 100J 具體實例之橫截面圖分別說明於圖 44、50 及 66 中，作為對例示性製造製程之說明的一部分。圖 110 為例示性第二二極體 100A 具體實例之掃描電子顯微照片。圖 111 為複數個例示性第二二極體 100A 具體實例之掃描電子顯微照片。

在透視圖及平面圖（或俯視圖）圖 1、2、4-9、11、12、15、16、18、19、21 及 23 中，省去對外部鈍化層 135 之說明以提供關於其他下伏層及結構的視圖，該等下伏層及結構否則將由該鈍化層 135 覆蓋（因此不可見）。在圖 3、10、13、14、17、20、22、24、44、50、57、62、63 及 66-69 橫截面圖中說明鈍化層 135，且熟習電子技術者應瞭解，所製造之二極體 100-100L 一般將包括至少一個該種鈍化層 135。另外，參考圖 1-69、74、76-85 及 87-103，熟習此項技術者亦應瞭解，各圖係出於描述及說明之目的，而非按比例繪製。

如下文所更詳細描述，例示性第一至第十三二極體具體實例 100-100L 主要在以下方面有所不同：可使用之基板 105 及晶圓 150、150A 之形狀、材料、摻雜及其他組成；所

製造之二極體發光區域形狀；導孔（130、131、132、133、134、136）之深度及位置（諸如淺或「盲」、深或「貫穿」、中心、周邊及周圍）；在第一側（頂面或前面）上具有第一端子 125 或具有第一端子及第二端子 125、127；為形成第一端子 125 或第二端子 127 之背面（第二側）金屬化層（122）的使用及尺寸；其他接點金屬之形狀、範圍及位置；且亦可在其他特徵之形狀或位置方面有所不同，如下文所更詳細描述。製造例示性二極體 100-100L 之例示性方法及方法變化形式亦描述於下文中。一或多個例示性二極體 100-100L 亦可自 Tempe, Arizona, USA 之 NthDegree Technologies Worldwide 公司得到且可經由其獲得。

參考圖 1 至 24，例示性二極體 100-100L 使用基板 105 形成，諸如重摻雜之 n+型或 p+型基板 105，例如重摻雜之 n+型或 p+型矽基板，其可為矽晶圓或可為更複雜之基板或晶圓，諸如包含例如（但不限於）絕緣體上之矽基板（105）（「SOI」），或藍寶石（106）晶圓 150A 上之氮化鎵（GaN）基板 105（圖 11 至 20 中所說明）。亦可等效地使用其他類型之基板（及/或形成或具有基板之晶圓）105，包括例如（但不限於）Ga、GaAs、GaN、SiC、SiO₂、藍寶石、有機半導體等，且如下文所更詳細論述。因此，對基板 105 或 105A 之提及應廣泛地理解為亦包括任何類型之基板，諸如 n+型或 p+型矽、n+型或 p+型 GaN，諸如使用矽晶圓 150 形成之 n+型或 p+型矽基板或在藍寶石晶圓 105A 上製造之 n+型或 p+型 GaN（下文參考圖 11-20 及 38-50 所述）。在圖 21 至

24 中所說明之具體實例中，在製造期間移除基板後，可忽略至無基板 105、105A（及緩衝層 145）保留（在適當位置留下複合 GaN 異質結構，下文更詳細論述），且可使用例如（但不限於）任一基板 105、105A。在使用矽具體化時，基板 105 通常具有 $\langle 111 \rangle$ 或 $\langle 110 \rangle$ 晶體結構或定向，儘管可等效地使用其他結晶結構。通常在矽基板 105 上製造視情況存在之緩衝層 145（諸如氮化鋁或氮化矽）以有助於後續製造具有不同晶格常數的 GaN 層。

在緩衝層 145 上，諸如經由磊晶成長來製造 GaN 層以形成複合 GaN 異質結構，一般性說明為 n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115。在其他具體實例中，不使用或可能不使用緩衝層 145，諸如當在 GaN 基板 105 上（或直接在藍寶石（106）晶圓 105A 上）製造複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）時，如圖 15-17 中作為更特定可選方案所說明。熟習電子技術者應瞭解，可能存在多個量子井（內部）及可能多個含多種摻雜劑之 p+型、n+型、其他 GaN 層，且可能存在含各種摻雜劑中之任一者之非 GaN 層以形成發光（或光吸收）區域 140，其中 n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115 僅具說明性且僅提供對形成一或多個發光（或光吸收）區域 140 之複合 GaN 異質結構或任何其他半導體結構之概括性或簡要描述。熟習電子技術者亦應瞭解，諸如對於使用 p+型矽或 GaN 基板 105 而言，n+型 GaN 層 110 及 p+型 GaN 層 115 之位置可能相同或可能等效地顛倒，且可

使用其他組成及材料形成一或多個發光（或光吸收）區域 140（其中多者描述於下文中），且所有該等變化處於本發明之範疇內。雖然參考 GaN 作為用以形成發光或光吸收區域 140 的一組具有不同化合物、摻雜劑及結構之例示性材料進行描述，但熟習此項技術者應瞭解可等效地使用任何其他適合之半導體材料且其處於本發明之範疇內。另外，熟習此項技術者應瞭解任何對 GaN 之提及不應視作「純」GaN，而應理解為意謂且包括所有各種其他可用以形成發光或光吸收區域 140 及/或允許發光或光吸收區域 140 沉積之化合物、摻雜劑及層，包括任何中間非 GaN 層。

亦應注意，雖然論述各種二極體（二極體 100-100L）中有多個二極體中矽及 GaN 可能為或為所選半導體，但可等效地使用其他無機或有機半導體且其處於本發明範疇內。無機半導體之實例包括（但不限於）：矽、鍺及其混合物；二氧化鈦、二氧化矽、氧化鋅、氧化銻錫、氧化銻錫及其混合物；第 II-VI 族半導體，其為含至少一種二價金屬（鋅、鎘、汞及鉛）及至少一種二價非金屬（氧、硫、硒及碲）之化合物，諸如氧化鋅、硒化鎘、硫化鎘、硒化汞及其混合物；第 III-V 族半導體，其為含至少一種三價金屬（鋁、鎵、銻及鉍）與至少一種三價非金屬（氮、磷、砷及銻）之化合物，諸如砷化鎵、磷化銻及其混合物；以及第 IV 族半導體，包括氫封端之矽、碳、鍺及 α -錫，及其組合。

除 GaN 發光/光吸收區域 140（例如，沉積於基板 105（諸如 n+型或 p+型矽）上或沉積於矽晶圓 150 或藍寶石

(106) 晶圓 150A 上之 GaN (105) 上的 GaN 異質結構) 之外, 複數個二極體 100-100L 亦可包含任何類型之半導體元件、材料或化合物, 諸如矽、砷化鎵 (GaAs)、氮化鎵 (GaN), 或任何無機或有機半導體材料, 且呈任何形式, 包括例如 (但不限於) GaP、InAlGaP、InAlGaP、AlInGaAs、InGaNAs、AlInGaSb。另外, 用以製造二端積體電路之晶圓亦可為任何類型或種類, 例如 (但不限於) 矽、GaAs、GaN、藍寶石、碳化矽。

本發明之範疇因此應理解為涵蓋半導體基板上之任何磊晶或化合物半導體, 包括 (但不限於) 使用半導體基板製造之此項技術中已知或即將知曉之任何種類之任何 LED 或光電半導體。

在各個例示性具體實例中, n+型或 p+型基板 105 傳導電流, 該電流如所說明流至 n+型 GaN 層 110。再次應注意, 發光或光吸收區域 140 之所說明之各個層中之任一者可等效地顛倒或不同排序, 諸如顛倒所說明之 n+型與 p+型 GaN 層 110、115 之位置。電流路徑亦穿過形成一或多個導孔 (130) 之金屬層 (其亦可用以提供介於 n+型或 p+型基板 105 與 n+型 GaN 層 110 之間的極薄 (約 25 埃) 緩衝層 145 的電旁路 (electrical bypass))。下文描述提供與導電層之其他連接的其他類型之導孔 131-134 及 136。一或多個金屬層 120 (說明為兩個 (或兩個以上) 各別沉積之金屬層 120A 及 120B) (其亦可用於形成導孔 (130、131、132、133、134、136)) 提供與 p+型 GaN 層 115、與第二其他金屬層 120B (諸

如用以形成「凸塊」或突出結構之模用金屬)、與形成各個二極體 100-100L 之第一電端子(或接點) 125 或第二端子 127 之金屬層 120A、120B 的歐姆接觸。如下文所論述亦可使用其他金屬層。對於所說明之例示性二極體 100、100A、100B、100C 具體實例,電端子 125 可為在製造期間形成於二極體 100、100A、100B、100C 上唯一之歐姆金屬端子以用於後續電力(電壓)輸送(對於 LED 應用)或接收(對於光電應用),n+型或 p+型基板 105 用以提供二極體 100、100A、100B、100C 之第二電端子以用於電力輸送或接收。應注意,電端子 125 與 n+型或 p+型基板 105 處於二極體 100、100A、100B、100C 各自之相對側(即頂面(第一側)與底面(或背面、第二側))上,而非處於同一側上。作為此等二極體 100、100A、100B、100C 具體實例之可選方案且如對於其他例示性二極體具體實例所說明,在二極體(例如二極體 100D、100F、100G、100J)之第二側(背面)上使用金屬層 122 形成視情況存在之第二歐姆金屬端子 127。作為圖 21 及 22 中所說明之二極體 100K 具體實例之可選方案,在二極體 100K 之第二側(背面)上使用金屬層 122 形成第一歐姆金屬端子 125,接著翻轉或反轉二極體 100K 以供使用。作為圖 23 及 24 中對於例示性二極體 100L 所說明之另一可選方案,第一端子 125 與第二端子 127 皆處於二極體 100L 之同一第一側(頂面)上。尤其使用氮化矽鈍化層 135(或任何其他等效鈍化層)以達成電絕緣、環境穩定及可能其他結構完整性。不作單獨說明,如下文所論述,

在製造期間沿二極體 100-100L 之側面形成複數個渠溝 155，其用以使二極體 100-100L 在晶圓 150、150A 上彼此分離（單體化）且用以使二極體 100-100L 與晶圓 150、150A 之其餘部分分離。

圖 1-24 亦說明一或多個發光（或光吸收）區域 140（其說明為 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115））之各種形狀及形態因數（form factor）以及基板 105 及/或複合 GaN 異質結構之各種形狀及形態因數中之一些形狀及形態因數。亦如所說明，雖然例示性二極體 100-100L 在 x-y 平面上實質上為六角形（具有彎曲或拱形側面 121、凹出或凸入（或兩者，形成更複雜之 S 形形狀），如下文所更詳細論述），以提供每個矽晶圓更大之器件密度，但其他二極體形狀及形態視作等效且處於所主張之本發明範疇內，諸如正方形、圓形、卵圓形、橢圓形、矩形、三角形、八角形、環形等。亦如例示性具體實例中所說明，六角形側面 121 亦可略微彎曲或呈拱形，諸如凸出（圖 1、2、4、5）或凹入（圖 6-9），以便在自晶圓釋放且懸浮於液體中時，二極體 100-100L 可避免彼此黏著或黏附。另外，對於裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 製造，使用厚度相對較小之二極體 100-100L 以防止個別晶粒（個別二極體 100-100L）在其側面或側緣（121）上豎立。亦如例示性具體實例中所說明，六角形側面 121 亦可略微彎曲或呈拱形以在各側面 121 之中心或中心部分周圍凸出而周邊/側

向凹入，從而形成更複雜之 S 形形狀（重疊之雙「S」形狀），產生比較尖銳或突出之頂點 114（圖 11 至 24），以便在自晶圓釋放且懸浮於液體中時，二極體 100-100L 亦可避免彼此黏著或黏附且可在相對於另一二極體滾動或移動時彼此推開。二極體 100-100L 之不同於平坦表面型態的變化（亦即非平坦表面型態）亦有助於防止晶粒在懸浮於液體或膠體中時彼此黏著。再次，亦對於裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 製造，厚度或高度相對較小之二極體 100-100L（或二極體 100K 及 100L 之發光區域）（與其側向尺寸（直徑或寬度/長度）相比）趨於防止個別晶粒（個別二極體 100-100L）在其側面或側緣（121）上豎立。

亦說明發光（或光吸收）區域 140（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）之各種形狀及形態因數，其中圖 1-3 說明實質上圓形或圓盤形發光（或光吸收）區域 140（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115），且圖 4 及 5 說明實質上圓環形（或超環形）發光（或光吸收）區域 140（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115），其中第二金屬層 120B 延伸至超環狀體中心（且可能提供反射表面）。在圖 6 及 7 中，發光（或光吸收）區域 140（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）具有實質上圓形內（側）表面及實質上葉形的外（側）表面，而在圖 8 及 9 中，發光（或光吸收）區域 140（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）亦具有實

質上圓形內（側）表面，而外（側）表面實質上為星形。在圖 11-24 中，一或多個發光（或光吸收）區域 140 具有實質上六角形（側）表面（其可能或可能不延伸至晶粒周圍）且可能具有（至少部分具有）實質上圓形或橢圓形內（側）表面。在未單獨說明之其他例示性具體實例中，可能存在多個發光（或光吸收）區域 140，其在晶粒上可為連續的或可間隔開。可建構具有圓形內表面之一或多個發光（或光吸收）區域 140（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）的此等各種組態以提高光輸出（對於 LED 應用而言）及光吸收（對於光電應用而言）之潛能。如下文所更詳細論述，n+型 GaN 層 110 或 p+型 GaN 層 115 中任一者之內表面及/或外表面亦可具有例如（但不限於）各種表面紋理或表面幾何形狀中之任一者。

在一例示性具體實例中，第一端子 125（或二極體 100K 之第二端子 127）包含一或多個金屬層 120A、120B 且具有凸塊或突出結構，以使二極體 100-100L 之一顯著部分由一或多個絕緣或介電層覆蓋（在由第一導體 310 或 310A 與 n+型或 p+型矽基板 105（或與由金屬層 122 形成之第二端子，或與由金屬層 128 形成之第二端子）形成電接觸之後），同時為一或多個其他導電層（諸如下文論述之第二導體 320）與電端子 125 接觸提供充足結構。另外，端子 125 之凸塊或突出結構可能亦可為除側面 121 之彎曲度及側面 121 之厚度（高度）之外影響二極體 100-100L 於二極體墨水內旋轉及其隨後在所製造之裝置 300、300A、300B、300C、300D、

700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 中之定向（頂部朝上（正向偏壓）或底部朝上（反向偏壓））的複數個因素中之一者。

參考圖 11-22，例示性二極體 100D、100E、100F、100G、100K 以各種組合說明若干其他及視情況存在之特徵。如所說明，通常由模用金屬製造之形成凸塊或突出結構的金屬層 120B 之周緣實質上為橢圓形（或卵圓形）（及圖 21 中之實質上六角形）而非實質上圓形，儘管端子 125 之其他形狀及形態因數亦處於本發明範疇內。另外，形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 可具有兩個或兩個以上延長延伸件 124，其在裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 製造中用於若干其他目的，諸如有助於與第二導體 320 形成電接觸及有助於絕緣介電質 315（及/或第一導體 310）遠離端子 125（金屬層 120B 或金屬 122）流動。橢圓形形態因數亦可允許沿形成凸塊或突出結構之橢圓形金屬層 120B 之長軸側自發光（或光吸收）區域 140 另外發光（或光吸收）或向發光（或光吸收）區域 140 另外發光（或光吸收）。對於所選具體實例而言，與 p+型 GaN 層 115 形成歐姆接觸之亦可在多個步驟中沉積為多層之金屬層 120A 在 p+型 GaN 層 115 上亦具有延長延伸件，其在圖 11、12、15、16、18 及 19 中說明為彎曲之金屬接點延伸件 126，有助於向 p+型 GaN 層 115 傳導電流，同時允許（而非過度阻遏）發光（或光吸收）區域 140 發光或光吸收之潛能。可等效地使用無數其他形狀

之金屬接點延伸件 126，諸如網格圖案、其他曲邊形狀等。雖然未單獨說明，但在圖 1-10 及 21-24 中所說明之其他具體實例中亦可使用該等延長金屬接點延伸件。亦可使用其他晶種或反射金屬層，如下文所更詳細描述。

圖 11-22 中亦說明除先前所描述之在所製造之二極體 100、100A、100B、100C 中延伸穿過緩衝層 145 且進入基板 105 中但並非比較深地進入或穿過基板 105 中之周邊(亦即偏心)比較淺或「盲」導孔 130 之外其他類型之導孔結構(131、132、133、134、136)。如圖 13 (及圖 44、66)中所說明，中心(或位於中心)之比較深之「貫穿」導孔 131 延伸完全穿過基板 105，且用以與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸且在第二側(背面)金屬層 122 與 n+型 GaN 層 110 之間傳導電流(或以其他方式形成電接觸)。如圖 22 中所說明，中心(或位於中心)之深度較小或較淺之「貫穿」導孔 136 延伸完全穿過複合 GaN 異質結構(115、185、110)，且用以與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸且在第二側(背面)金屬層 122 與 n+型 GaN 層 110 之間傳導電流(或以其他方式形成電接觸)。如圖 14 中所說明，中心(或位於中心)之比較淺或盲導孔 132 (亦稱為「盲」導孔 132) 延伸穿過緩衝層 145 且進入基板 105 中，且其用以與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸且在 n+型 GaN 層 110 與基板 105 之間傳導電流(或以其他方式形成電接觸)。如圖 15-17 及 49-50 中所說明，周圍之比較深或貫穿導孔 133 沿側面 121 (儘管由鈍化層 135 覆蓋)自 n+型 GaN 層 110 延伸且延伸至二極體 100F

之第二側（背面），在此具體實例中二極體 100F 亦包括第二側（背面）金屬層 122，完全圍繞基板 105 之側面，且其用以與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸且在第二側（背面）金屬層 122 與 n+型 GaN 層 110 之間傳導電流（或以其他方式形成電接觸）。如圖 18-20 中所說明，周邊之比較深之「貫穿」導孔 134 延伸完全穿過基板 105，且其用以與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸且在第二側（背面）金屬層 122 與 n+型 GaN 層 110 之間傳導電流（或以其他方式形成電接觸）。

● 在不使用第二側（背面）金屬層 122 的具體實例中，該等貫穿導孔結構（131、133、134、136）可用以與導體 310A 形成電接觸（在裝置 300、300A、300B、300C、300D、720、730、760 中）且在導體 310A 與 n+型 GaN 層 110 之間傳導電流（或以其他方式形成電接觸）。此等貫穿導孔結構（131、133、134、136）在製造期間，在經由背面研磨及拋光或雷射剝離（下文參考圖 64 及 65 所論述）單體化二極體後暴露於二極體 110D、100F、100G、100K 之第二側（背面）上，且可保持暴露或可由第二側（背面）金屬層 122 覆蓋（且與第二側（背面）金屬層 122 形成電接觸）（如圖 66 中所說明）。

貫穿導孔結構（131、133、134、136）比此項技術中已知之典型導孔窄得多。貫穿導孔結構（131、133、134）之深度（延伸穿過基板 105 之高度）大致為約 7 微米至 9 微米，且貫穿導孔結構 136 之深度（延伸穿過複合 GaN 異質結構之高度）大致為約 2 微米至 4 微米，且其寬度為約 3

微米至 5 微米，與傳統導孔約 30 微米或大於 30 微米之寬度比較。

圖 11-13、17、18、20-22、66 及 68 中亦說明視情況存在的形成第二端子或接點 127 或第一端子 125 (二極體 100K) 之第二側 (背面) 金屬層 122。該第二端子或接點 127 例如 (但不限於) 可用以有助於電流諸如經由各種貫穿導孔結構 (131、133、134、136) 傳導至 n+型 GaN 層 110，及/或有助於與導體 310A 形成電接觸。

參考圖 21-22，例示性二極體 100K 說明若干其他及視情況存在之特徵。圖 22 說明製造層橫截面，以說明如何製造例示性二極體 100K；接著翻轉或反轉例示性二極體 100K 以使其如圖 21 中所說明正面向上，以用於例示性裝置 300、300A、300B、300C、300D、720、730、760 具體實例中，其中光穿過上部 n+型 GaN 層 110 發射 (在 LED 具體實例中)。因此，第一端子 125 由第二側 (背面) 金屬 122 形成，n+型 GaN 層 110 與 p+型 GaN 層 115 之定向同樣可顛倒 (在圖 21 中 n+型 GaN 層 110 現為上層) (相較於其他具體實例 100-100J)，其中第二端子 127 由一或多個金屬層 120B 形成。說明極少甚至無基板 105、105A 或緩衝層 145，其在製造期間已經實質上移除，在適當位置留下複合 GaN 異質結構 (p+型 GaN 層 115、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115)，且可能亦移除一定量的其他 GaN 層或基板。側面或側緣 (121) 比其他所說明之具體實例相對較薄 (或厚度較小)，在例示性具體實例中為 10 微米以下，或更尤其為約 2 微米

至 8 微米，或更尤其為約 2 微米至 6 微米，或更尤其為約 2 微米至 4 微米，或更尤其為 2.5 微米至 3.5 微米，或為約 3 微米，亦用以防止個別二極體 100K 在裝置 300、300A、300B、300C、300D、720、730、760 製造期間在其側面或側緣 (121) 上豎立。

形成第一端子 125 之第二側 (背面) 金屬 122 比較厚，在例示性具體實例中為約 3 微米至 6 微米，或 4.5 微米至約 5.5 微米，或約 5 微米，以使二極體 100K 之高度為約 11 微米至 15 微米，或 12 微米至 14 微米，或約 13 微米，以允許介電層 315 沉積且與第二導體 320 接觸，且呈例如 (但不限於) 長軸為約 14 微米且短軸為約 6 微米之橢圓形形狀。形成第一端子 125 之第二側 (背面) 金屬 122 亦不延伸越過整個背面以便於背面對準及二極體 100K 單體化。第二端子 127 由金屬層 120B 形成，且在例示性具體實例中，其厚度一般亦為約 3 微米至 6 微米，或厚度為 4.5 微米至約 5.5 微米，或厚度為約 5 微米。亦如所說明，絕緣 (鈍化) 層 135A 亦用以使金屬層 120B 與導孔 136 電絕緣或電隔離，且可以獨立於圍繞周邊沉積鈍化 (氮化物) 層 135 的步驟沉積，因此說明為 135A。在例示性具體實例中，二極體 100K 之寬度 (一般呈六角形之形狀的面與面之間的距離而非頂點與頂點之間的距離) 為例如 (但不限於) 約 10 微米至 50 微米，或更尤其為約 20 微米至 30 微米，或更尤其為約 22 微米至 28 微米，或更尤其為約 25 微米至 27 微米，或更尤其為約 25.5 微米至 26.5 微米，或更尤其為約 26 微

米。未作單獨說明，在製造第二端子 127 過程中亦可包括金屬層 120A。在製造二極體 100K 期間（且在其他例示性二極體 100-100L 具體實例中），頂部 GaN 層（說明為 p+型 GaN 層 115，但亦可為其他類型之 GaN 層，如圖 25 中所說明）亦可經極薄之光學反射金屬層（在圖 25 中說明為銀層 103）及/或光學透射性金屬層（未作單獨說明）（諸如厚度約 100 埃之鎳-金或鎳-金-鎳）金屬化且與其形成合金，以有助於歐姆接觸形成（且可能提供朝向 n+型 GaN 層 110 之光反射），其中一些接著與其他 GaN 層一起諸如在形成 GaN 台面期間移除。

參考圖 23 及 24，例示性第十一二極體 100L 具體實例與所有其他所說明之二極體 100-100K 具體實例的不同之處在於在二極體 100L 之同一側（上面或頂面）上具有第一及第二端子 125、127。當用於例示性裝置 700、700A、700B、740、750、770 具體實例中時，光將穿過（下部）n+型 GaN 層 110，通常穿過實質上光學透明之基底 305A 發射（在 LED 具體實例中）或吸收（對於光電具體實例而言），如圖 80-82 中所說明。由於在二極體 100L 之同一側（上面或頂面）上具有第一及第二端子 125、127，所以此例示性二極體 100L 不使用任何第二側（背面）金屬 122，且一般不需要任何先前所論述之各種導孔結構。說明極少甚至無基板 105、105A 或緩衝層 145，其亦在製造期間已經實質上移除，在適當位置上留下複合 GaN 異質結構（p+型 GaN 層 115、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115），且可能亦移除一定量的其他 GaN。

側面或側緣(121)亦比其他所說明之具體實例相對較薄(或厚度較小),在例示性具體實例中為約2微米至4微米,或更尤其2.5微米至3.5微米,或約3微米,亦用以防止個別二極體100L在裝置700、700A、700B、740、750、770製造期間在其側面或側緣(121)上豎立。未作單獨說明,在製造二極體100L期間(及在其他例示性二極體100-100K具體實例中),頂部Ga_N層(說明為p+型Ga_N層115,但亦可為其他類型之Ga_N層,如圖25中所說明)亦可經極薄之光學反射金屬層(在圖25中說明為銀層103)及/或光學透射性金屬層(未作單獨說明)(諸如厚度約100埃之鎳-金或鎳-金-鎳)金屬化且與其形成合金,以有助於歐姆接觸形成(且可能提供朝向n+型Ga_N層110之光反射),其中一些接著與其他Ga_N層一起諸如在形成Ga_N台面期間移除。

如圖23及24中所說明,Ga_N台面(p+型Ga_N層115及量子井層185)一般呈非典型形狀,有點類似於頂部經修平之三角形(例如,藉由自六角形或圓形提供複數個(三個)劃出部分而形成),以在n+型Ga_N層110之上表面上為金屬接點128(說明三個金屬接點128)提供空間,該等金屬接點128在二極體100L之上表面或頂面上形成第二端子127。在各個例示性具體實例中,Ga_N台面之高度一般為約0.5微米至1.5微米,或更尤其為0.8微米至1.2微米,或更尤其為0.9至1.1微米,或更尤其為約1.0微米。金屬接點128可由導孔金屬形成,高度約為約0.75微米至1.5微米,

或高度更尤其為約 0.9 微米至 1.1 微米，或高度更尤其為約 1.0 微米，諸如約 100 埃之鈦、500 nm 之鋁、500 nm 之鎳及 100 nm 之金，且寬度為約 2.5 至 3.5 微米（徑向量測）。在各個例示性具體實例中，由金屬層 120A 及 120B 形成之第一端子 125 形狀類似於 GaN 台面但小於 GaN 台面，其高度一般為約 4 微米至 8 微米，或更尤其為 5 微米至 7 微米，或更尤其為約 6 微米，以允許沉積與金屬接點 128 接觸之第一導體 310A 且允許沉積介電層 315，繼而第一端子 125 與第二導體 320 接觸（圖 80-82 中所說明）。在此例示性具體實例中，由金屬層 120A 及 120B 形成之第一端子 125 亦經鈍化（135），該鈍化除提供絕緣及保護以免接觸第一導體 310 之外，亦可用以有助於第一端子 125 之結構完整性，適用於抵禦印刷製程中所施加之各種力。在例示性具體實例中，二極體 100L 之寬度（一般呈六角形之形狀之面與面之間的距離而非頂點與頂點之間的距離）為約 10 微米至 50 微米，或更尤其為約 20 微米至 30 微米，或更尤其為約 22 微米至 28 微米，或更尤其為約 25 微米至 27 微米，或更尤其為約 25.5 微米至 26.5 微米，或更尤其為約 26 微米。在例示性具體實例中，二極體 100L 之高度一般為約 8 微米至 15 微米，或更尤其為 9 微米至 12 微米，或更尤其為約 10.5 微米至 11.5 微米。

應注意，二端器件之尺寸更一般可為較大的，諸如直徑（寬度或長度，視形狀而定，亦為面對面量測）為約 10 微米至 75 微米，且高度為約 5 至 25 微米。

圖 25 為穿過一部分複合 GaN 異質結構 (或 GaN 台面) (n+型 GaN 層 110、量子井區 185、p+型 GaN 層 115) 及金屬層 120A、120B 之橫截面圖, 其說明複合 GaN 異質結構之外表面及/或內表面 (例如, p+型 GaN 層 115 或 n+型 GaN 層 110 或其他銀或鏡面層 (103) 之表面) 的視情況呈現之幾何形狀及紋理。圖 25 中所說明之各種特徵中之任一者可用作各種例示性二極體 100-100L 中之任一者的可選方案。如圖 1-24 中所說明, 複合 GaN 異質結構之外表面及/或內表面可比較平滑。如圖 25 中所說明, 複合 GaN 異質結構之各種外表面及/或內表面中之任一者可製造成具有各種紋理、幾何形狀、鏡面、反射器或其他表面處理中之任一者。舉例而言 (但不加以限制), 複合 GaN 異質結構之外表面 (上表面或頂表面) (說明為 n+型 GaN 層 110) 可經蝕刻以提供表面粗糙結構 112 (說明為鋸齒狀圓錐形或錐形結構), 諸如以減少內部反射且提高二極體 100-100L 具體實例內之光提取。另外, 複合 GaN 異質結構之外表面 (例如 p+型 GaN 層 115 或 n+型 GaN 層 110 之表面) 可經遮蓋且蝕刻或以其他方式製造成具有各種幾何結構, 亦例如 (但不限於) 穹隆形或透鏡形狀 116; 超環狀體、蜂巢或華夫餅乾 (waffle) 形狀 118; 條紋 113 或其他幾何形狀 (例如六角形、三角形等) 117。另外, 側面 121 亦可包括各種鏡面或反射器 109, 諸如介電反射器 (例如 $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$) 或金屬反射器。多種表面處理及反射器已描述於例如 Fujii 等人之美國專利第 7,704,763 號 (2010 年 4 月 27 日頒予)、Chu 等人之美國專

利第 7,897,420 號 (2011 年 3 月 1 日頒予)、Kang 等人之美國專利申請公開案第 2010/0295014 A1 號 (2010 年 11 月 25 日公開) 及 Shum 之美國專利第 7,825,425 號 (2010 年 11 月 2 日頒予) 中，上述所有專利均以引用方式併入本文中。其他表面紋理及幾何形狀說明於圖 104-108 中。

繼續參考圖 25，複合 GaN 異質結構 (或更一般，二極體 100-100L) 之內表面亦可製造成具有各種紋理、幾何形狀、鏡面、反射器或其他表面處理中之任一者。如所說明，舉例而言 (但不加以限制)，反射層 103 可用於諸如藉由使用在製造期間 (在製造金屬層 102A、102B 之前) 塗覆之銀層而提供朝向二極體 100-100L 之暴露表面向外之光反射且提高光提取，該反射層 103 可為平滑 (111) 或具有帶紋理 (107) 表面。亦舉例而言 (但不加以限制)，複合 GaN 異質結構之內表面亦可為平滑的或諸如藉由使用可為例如漫射 n 型 InGaN 材料之其他層 108 而具有帶紋理表面。另外，此等各種視情況呈現之表面幾何形狀及紋理中之任一者可單獨使用或彼此組合使用，諸如具有外表面紋理 112 與內表面紋理 (107) 及/或反射層 103 之複漫射結構。亦可出於其他原因使用各種視情況存在之層，諸如在層 108 中使用 n 型 InGaN 材料以提供較佳之歐姆接觸，與可能使用或可能不使用之任何表面處理無關。

二極體 100-100L 之所有尺寸一般小於約 450 微米，且所有尺寸更尤其小於約 200 微米，且所有尺寸更尤其小於約 100 微米，且所有尺寸更尤其小於 50 微米。在所說明之

例示性具體實例中，二極體 100-100L 之寬度一般大致為約 10 微米至 50 微米，或寬度更尤其為約 20 微米至 30 微米，且高度為約 5 微米至 25 微米，或高度更尤其為 5 微米至 15 微米，或直徑為約 25 微米至 28 微米（側面對側面而非頂點對頂點量測）且高度為 10 微米至 15 微米。在例示性具體實例中，二極體 100-100L 不包括形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 或 122 在內的高度（亦即，包括 GaN 異質結構之側面 121 之高度）視具體實例而定大致為約 2 微米至 15 微米，或更尤其為約 2 微米至 4 微米，或更尤其為 7 微米至 12 微米，或更尤其為 8 微米至 11 微米，或更尤其為 9 微米至 10 微米，或更尤其小於 10 微米至 30 微米，而形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 之高度一般大致為約 3 微米至 7 微米。由於二極體之尺寸經工程改造成處於器件製造期間之所選容許度範圍內，所以可例如（但不限於）使用光學顯微鏡（其亦可包括量測軟體）、掃描電子顯微鏡（SEM）或 Horiba LA-920（例如，在粒子處於稀溶液中，其可處於二極體墨水或任何其他液體或膠體中時使用夫朗和裴繞射（Fraunhofer diffraction）及光散射來量測粒徑（及粒徑分佈））來量測二極體之尺寸。二極體 100-100L 之所有尺寸或其他量測值應視作複數個二極體 100-100L 之平均值（例如平均值及/或中值），且將視所選具體實例而顯著變化（例如二極體 110-100J 或 100K 或 100L 一般將皆具有不同之各別尺寸）。

二極體 100-100L 可使用當前已知或將來開發之任何半

導體製造技術來製造。圖 26-66 說明製造例示性二極體 100-100L 之複數個例示性方法且說明若干其他例示性二極體 100H、100I 及 100J (在橫截面上)。熟習此項技術者應瞭解，製造二極體 100-100L 之各個步驟中之多個步驟可按各種次序中之任一者進行，在其他次序中可省去或納入，且可產生除所說明之結構之外的諸多二極體結構。舉例而言，圖 38-44 說明在視情況存在或不存在第二側(背面)金屬層 122 下分別包括中心及周邊貫穿(或深)導孔 131 及 134 的二極體 100H 之形成(組合二極體 100D 及 100G 之特徵)，而圖 45-50 說明在視情況存在或不存在第二側(背面)金屬層 122 下包括周圍導孔 133 之二極體 100I 的形成，且其可與其他所說明之製造步驟組合以包括中心或周邊貫穿導孔 131 及 134，例如以形成二極體 100F。

圖 26、27 及 29-37 為說明根據本發明之教示製造二極體 100、100A、100B、100C 之例示性方法的橫截面圖，其中圖 26-29 說明在晶圓 150 層級上製造且圖 30-37 說明在二極體 100、100A、100B、100C 層級上製造。所說明之各個製造步驟亦可用以形成其他二極體 100D-100L，圖 26-32 適用於任何二極體 100-100L，視所選基板 105、105A 而定。圖 26 及圖 27 為具有二氧化矽(或「氧化物」)層 190 之晶圓 150 (諸如矽晶圓)之橫截面圖。圖 28 為具有蝕刻成網格圖案之二氧化矽層 190 之矽晶圓 150 的平面圖(或俯視圖)。氧化物層 190 (厚度一般為約 0.1 微米)沉積或生長於晶圓 150 上，如圖 26 所示。如圖 27 中所說明，經由如

此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，已移除部分氧化物層 190，留下呈網格圖案（亦稱為「路狀物 (street)」）之氧化物 190，如圖 28 中所說明。

圖 29 為具有緩衝層 145、二氧化矽（或「氧化物」）層 190 及 GaN 層（在一例示性具體實例中，通常磊晶生長或沉積至約 1.25 微米至 2.50 微米之厚度，儘管較小或較大之厚度亦處於本發明範疇內）之晶圓 150（諸如矽晶圓）的橫截面圖，該等 GaN 層係說明為氧化物 190 上之多晶 GaN 195，以及如上所述形成複合 GaN 異質結構之 n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115。如上所示，將緩衝層 145（諸如氮化鋁或氮化矽且厚度一般為約 25 埃）沉積於矽晶圓 150 上以有助於後續 GaN 沉積。使用生長或沉積於氧化物 190 上之多晶 GaN 195 降低通常具有單晶結構之複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）中之應力及/或應變（例如因 GaN 與矽晶圓之熱失配所致）。處於本發明範疇內使該應力及/或應變降低之其他等效方法例如（但不限於）包括使矽晶圓 150 及/或緩衝層 145 所選區域之表面變粗糙，以使相應 GaN 區域不為單晶體，或在矽晶圓 150 中蝕刻渠溝以使得在整個晶圓 150 上亦不存在連續之 GaN 晶體。在其他例示性製造方法中，諸如當使用其他基板，諸如藍寶石晶圓 150A 上之 GaN（基板 105）時，可省去該路狀物形成及應力降低製造步驟。為形成複合 GaN 異質結構的 GaN 沉積或生長可經由如此項技術中已知或即將知曉之任何所選製程來提供及/或可為器

件製造者所專有。在一例示性具體實例中，包含 n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115 之複合 GaN 異質結構可自例如（但不限於）Walnut, California, USA 之 Blue Photonics 公司及其他供應商獲得。

圖 30 為根據本發明之教示具有緩衝層 145 及複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）之基板 105 之橫截面圖，其說明晶圓 150 之一極小部分（諸如圖 29 之區域 191）以說明單個二極體 100-100L 之製造。經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）經蝕刻以形成 GaN 台面結構 187，如圖 31 及 32 中所說明，其中圖 32 說明具有相對較傾斜之側面的 GaN 台面結構 187A，其可能會有助於光產生及/或吸收。亦可建構其他 GaN 台面結構 187，諸如部分或實質上超環形之 GaN 台面結構 187，如圖 10、13、14、17、20、22、39-44 及 66 中所說明。在蝕刻 GaN 台面（亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻）後，進行（淺或盲）導孔蝕刻，如圖 33 中所說明，形成穿過 GaN 層及緩衝層 145 且進入矽基板 105 中之比較淺之渠溝 186。

亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，接著沉積金屬化層，形成與 p+型 GaN 層 115 之金屬接點 120A 且形成導孔 130，如圖 34 中所說明。在例示性具體實例中，沉積若干層金屬，第一層或初始層與 p+型 GaN

層 115 形成歐姆接觸，其通常包含各自約 50 埃至 200 埃之兩個金屬層（鎳層，繼而金層），繼而在約 450°C 至 500°C 下於含約 20% 氧氣及 80% 氮氣之氧化氛圍中退火，使得鎳上升至頂部成為氧化鎳層，且形成與 p+ 型 GaN 層 115 具有比較優良之歐姆接觸的金屬層（作為 120A 之一部分）。作為另一實施例，在製造二極體 100L 期間（及在其他例示性二極體 100-100K 具體實例中），頂部 GaN 層（說明為 p+ 型 GaN 層 115，但亦可為其他類型之 GaN 層，如圖 25 中所說明）亦可經極薄之光學反射金屬層（在圖 25 中說明為銀層 103）及/或光學透射性金屬層（未作單獨說明）（諸如厚度約 100 埃之鎳-金或鎳-金-鎳）金屬化且與其形成合金，以有助於歐姆接觸形成（且可能提供朝向 n+ 型 GaN 層 110 之光反射），其中一些接著與其他 GaN 層一起諸如在形成 GaN 台面期間移除。亦可沉積另一金屬化層，諸如以形成較厚之互連金屬從而塑造且完全形成金屬層 120A（例如用於電流分佈）及形成導孔 130。在另一例示性具體實例（圖 45-50 中所說明）中，與 p+ 型 GaN 層 115 形成歐姆接觸之金屬接點 120A 可在 GaN 台面蝕刻之前形成，繼而進行 GaN 台面蝕刻、導孔蝕刻等。諸多其他金屬化製程及構成金屬層 120A 及 120B 之相應材料亦處於本發明範疇內，其中不同製造設施常使用不同製程及材料選擇。舉例而言（但不加以限制），任一或兩個金屬層 120A 及 120B 可藉由沉積鈦以形成厚度通常為 50 埃至 200 埃之黏著層或晶種層，繼而沉積 2 微米至 4 微米之鎳層及金薄層或「快閃層」（金「快閃層」

為厚度為約 50 埃至 500 埃之層)、沉積 3 微米至 5 微米之鋁，繼而沉積鎳（約 0.5 微米，物理氣相沉積或電鍍）及金「快閃層」，或藉由沉積鈦，繼而沉積金，繼而沉積鎳（對於 120B，厚度通常為 3 微米至 5 微米），繼而沉積金，或藉由沉積鋁，繼而沉積鎳，繼而沉積金等而形成。另外，形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 之高度亦可變化，在例示性具體實例中通常介於約 3.5 微米至 5.5 微米之間，視基板 105 之厚度而定（例如，約 7 微米至 8 微米之 GaN 相對於約 10 微米之矽），以使所得二極體 100-100L 具有實質上均勻之高度及形態因數。

對於後續將二極體 100-100L 彼此單體化及自晶圓 150 單體化，經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如圖 35 及其他圖 40 及 48 中所說明，圍繞各二極體 100-100L 周邊形成渠溝 155（例如，亦如圖 2、5、7 及 9 中所說明）。渠溝 155 之寬度一般為約 3 微米至 5 微米且其深度為 10 微米至 12 微米。接著亦使用此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如圖 36 中所說明，諸如藉由例如（但不限於）電漿增強化學氣相沉積（PECVD）氮化矽來生長或沉積氮化物鈍化層 135，一般達約 0.35 微米至 1.0 微米之厚度，繼而沉積光阻且進行蝕刻步驟以移除不必要之氮化矽區域。在其他例示性具體實例中，該等單體化渠溝之側壁可能經鈍化或可能未經鈍化。接著經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，形成具有凸塊或突出結構之金屬層 120B，其通常具

有 3 微米至 5 微米之高度，如圖 37 中所說明。在一例示性具體實例中，金屬層 120B 之形成以若干步驟，使用金屬晶種層，繼而使用電鍍或剝離製程再沉積金屬，移除抗蝕劑並清潔晶種層區域來進行。除後續自晶圓 150 單體化二極體（在此狀況下，二極體 100、100A、100B、100C）以外，如下文所述，以其他方式完成二極體 100、100A、100B、100C，且應注意，此等完成之二極體 100、100A、100B、100C 在各二極體 100、100A、100B、100C 之上表面上僅具有一個金屬接點或端子（第一端子 125）。作為可選方案，可如下文所述且如上文參考其他例示性二極體所提及，可製造第二側（背面）金屬層 122 以形成第二端子 127。

圖 38-44 說明製造二極體 100-100L 之另一例示性方法，其中圖 38 說明在晶圓 150A 層級上製造且圖 39-44 說明在二極體 100-100L 層級上製造。圖 38 為具有基板 105 且具有複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）之晶圓 150A 的橫截面圖。在此例示性具體實例中，於藍寶石（106）（藍寶石晶圓 150A 之藍寶石（106））上生長或沉積比較厚之 GaN 層（以形成基板 105），繼而沉積或生長 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）。

圖 39 為具有第三台面蝕刻之複合 GaN 異質結構之基板 105 的橫截面圖，其說明晶圓 150A 之一極小部分（諸如圖 38 之區域 192）以說明單個二極體（例如二極體 100H、100K）之製造。經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻

層及蝕刻，蝕刻複合 GaN 異質結構 (n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115) 以形成 GaN 台面結構 187B。在 GaN 台面蝕刻之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，進行 (貫穿或深) 導孔渠溝及單體化渠溝蝕刻，如圖 40 中所說明，形成一或多個穿過 GaN 異質結構之非台面部分 (n+型 GaN 層 110) 且穿過 GaN 基板 105 至晶圓 150A 之藍寶石 (106) 的比較深之導孔渠溝 188 且形成上文所述之單體化渠溝 155。如所說明，形成中心導孔渠溝 188 及複數個周邊導孔渠溝 188。對於二極體 100K 具體實例，亦可在台面結構 187B 中心處進行淺或盲導孔蝕刻，而不形成任何周邊導孔或渠溝。

接著亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，沉積金屬化層，形成中心貫穿導孔 131 及複數個周邊貫穿導孔 134，其亦與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸，如圖 41 中所說明。在例示性具體實例中，沉積若干層金屬以形成貫穿導孔 131、134。舉例而言，可濺鍍鈦及鎢以塗佈渠溝 188 之側面及底部，形成晶種層，繼而用鍍鎳，形成實心金屬導孔 131、134。

接著亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，沉積金屬化層，形成與 p+型 GaN 層 115 形成歐姆接觸之金屬層 120A，如圖 42 中所說明。在例示性具體實例中，可如先前所述沉積若干層金屬以形成金屬層 120A 且與 p+型 GaN 層 115 形成歐姆接觸。接著亦使用此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如圖 43 中所

說明，諸如藉由例如（但不限於）電漿增強化學氣相沉積（PECVD）氮化矽或氮氧化矽來生長或沉積氮化物鈍化層 135，一般達約 0.35 微米至 1.0 微米之厚度，繼而沉積光阻且進行蝕刻步驟以移除不必要之氮化矽區域。接著經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，形成具有凸塊或突出結構之金屬層 120B，如圖 44 中所說明。在一例示性具體實例中，亦如上文所述，金屬層 120B 之形成以若干步驟，使用金屬晶種層，繼而使用電鍍或剝離製程再沉積金屬，移除抗蝕劑並清潔晶種層區域來進行。除後續自晶圓 150A 單體化二極體（在此狀況下，二極體 100H）以外，如下文所述，以其他方式完成二極體 100H，且應注意，此等完成之二極體 100H 在各二極體 100H 之上表面上亦僅具有一個金屬接點或端子（亦為第一端子 125）。同樣作為可選方案，可如下文所述且如上文參考其他例示性二極體所提及，可製造第二側（背面）金屬層 122 以形成第二端子 127。

圖 45-50 說明製造二極體 100-100L 之另一例示性方法，其中圖 45 說明在晶圓 150 或 150A 層級上製造且圖 46-50 說明在二極體 100-100L 層級上製造。圖 45 為具有緩衝層 145、複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層（金屬層 120A）之基板 105 的橫截面圖。如上所述，當基板 105 為矽（例如，使用矽晶圓 150）時通常製造緩衝層 145，且對於其他基板（諸如 GaN 基板 105）而言，可省

去緩衝層 145。另外，藍寶石 106 說明為可選方案，諸如對於生長或沉積於藍寶石晶圓 150A 上之厚 GaN 基板 105。亦如上所述，在製造二極體之較早步驟中，在 GaN 異質結構 (n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115) 沉積或生長後，而非在較遲步驟中，沉積金屬層 119 (作為用於後續沉積金屬層 120A 之晶種層)。舉例而言，金屬層 119 可為鎳與金快閃層，其總厚度為約幾百埃，或可經極薄之光學反射金屬層 (在圖 25 中說明為銀層 103) 及/或光學透射性金屬層 (諸如厚度為約 100 埃之鎳-金或鎳-金-鎳) 金屬化且與其形成合金，以有助於歐姆接觸形成 (且可能提供朝向 n+型 GaN 層 110 之光反射)，其中一些接著與其他 GaN 層一起，諸如在 GaN 台面形成期間移除。

圖 46 為具有緩衝層、第四台面蝕刻之複合 GaN 異質結構及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層 (金屬層 119) 之基板的橫截面圖，其說明晶圓 150 或 150A 之一極小部分 (諸如圖 45 之區域 193)，以說明單個二極體 (例如二極體 100I) 之製造。經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，蝕刻複合 GaN 異質結構 (n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115) (連同金屬層 119 一起) 以形成 GaN 台面結構 187C (連同金屬層 119 一起)。在 GaN 台面蝕刻之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層，沉積金屬化層 (使用先前所述之任何製程及金屬，諸如鈦及鋁，繼而退火) 以形成金屬層 120A 且亦形成與 n+型 GaN 層 110 具有歐姆接觸之

金屬層 129，如圖 47 中所說明。

在金屬化之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如圖 48 中所說明，穿過 GaN 異質結構之非台面部分（n+型 GaN 層 110）且穿過或比較深地進入基板 105 中（例如如先前所述，穿過 GaN 基板 105 至晶圓 150A 之藍寶石（106）或穿過一部分矽基板 105）進行單體化渠溝蝕刻，且形成上文所述之單體化渠溝 155。

接著亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，在渠溝 155 內沉積金屬化層，形成貫穿或深之周圍導孔 133（圍繞二極體（100I）之整個外圍或側圍提供導電性），其亦與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸，如圖 49 中所說明。在例示性具體實例中，亦可沉積若干層金屬以形成周圍貫穿導孔 133。舉例而言，可濺鍍鈦及鎢以塗佈渠溝 155 之側面及底部，形成晶種層，繼而用鍍鎳，形成實心金屬周圍導孔 133。

接著再次亦使用此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如圖 50 中所說明，諸如藉由例如（但不限於）電漿增強化學氣相沉積（PECVD）氮化矽來生長或沉積氮化物鈍化層 135，一般達約 0.35 微米至 1.0 微米之厚度，繼而沉積光阻且進行蝕刻步驟以移除不必要之氮化矽區域。接著經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如先前所述形成具有凸塊或突出結構之金屬層 120B，如圖 50 中所說明。除後續自晶圓 150 或 150A 單

體化二極體（在此狀況下，二極體 100I）以外，如下文所述，以其他方式完成二極體 100I，且應注意，此等完成之二極體 100I 在各二極體 100I 之上表面上亦僅具有一個金屬接點或端子（亦為第一端子 125）。同樣作為可選方案，可如下文所述且如上文參考其他例示性二極體所提及，可製造第二側（背面）金屬層 122 以形成第二端子 127。

圖 51-57、67 及 68 說明在圖 45 中所說明之在晶圓 150 或 150A 層級上製造之後製造二極體 100K 之另一例示性方法。圖 51 為具有緩衝層、第五台面蝕刻之複合 GaN 異質結構 187D 及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。如上所述，當基板 105 為矽（例如，使用矽晶圓 150）時通常製造緩衝層 145，且對於其他基板（諸如 GaN 基板 105）而言，可省去緩衝層 145。另外，藍寶石 106 說明為可選方案，諸如對於生長或沉積於藍寶石晶圓 150A 上之厚 GaN 基板 105，在該狀況下可省去緩衝層 145。亦如上所述，在製造二極體之較早步驟中，在 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）沉積或生長後，而非在較遲步驟中，沉積金屬層 119（作為用於後續沉積金屬層 120A 之晶種層）。舉例而言，金屬層 119 可為鎳與金快閃層，其總厚度為約幾百埃，或可經極薄之光學反射金屬層（在圖 25 中說明為銀層 103）及/或光學透射性金屬層（諸如厚度為約 100 埃之鎳、鎳-金或鎳-金-鎳）金屬化且與其形成合金，以有助於與 p+型 GaN 層 115 形成歐姆接觸（且可能提供朝向 n+型 GaN 層 110 之光反射），

其中一些接著與其他 GaN 層一起，諸如在 GaN 台面形成期間移除。經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，蝕刻複合 GaN 異質結構 (n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115)(連同金屬層 119 一起)以形成深度為約 1 微米之 GaN 台面結構 187D(連同金屬層 119 一起)，其一般具有超環形形狀，內圓直徑為約 14 微米且外部一般六角形之直徑為約 26 微米 (側面對側面量測)。

在 GaN 台面蝕刻 (187D) 後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，進行盲或淺導孔渠溝蝕刻，如圖 52 中所說明，形成進入 GaN 異質結構之非台面部分 (n+型 GaN 層 110) 中之比較淺之中心導孔渠溝 211。如所說明，形成深度為約 2 微米且直徑為 6 微米之圓形中心導孔渠溝 211。

接著經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，沉積金屬化層，形成中心導孔 136，該中心導孔 136 亦與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸，如圖 53 中所說明。在例示性具體實例中，沉積若干層金屬 (例如導孔金屬) 以形成中心導孔 136。舉例而言，可濺鍍或電鍍約 100 埃之鈦及約 1.5 微米至 2 微米之鋁以塗佈渠溝 211 之側面、底部以及一部分頂部，繼而在約 550°C 下形成合金，以在 n+型 GaN 層 110 頂部上形成最大直徑為約 10 微米之實心金屬導孔 136。接著亦使用此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，如圖 54 中所說明，諸如藉由例如 (但不限於) 電漿增強化學氣相沉積 (PECVD) 氮化矽或氮氧化

矽來生長或沉積第一氮化物鈍化層 135A，一般達約 0.35 微米至 1.0 微米，或更尤其約 0.5 微米之厚度以及約 18 微米之最大直徑，繼而沉積光阻且進行蝕刻步驟以移除不必要之氮化矽區域。

接著亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，沉積金屬化層，形成如圖 55 中所說明與 p+型 GaN 層 115 形成接觸之通常使用模用金屬形成之具有凸塊或突出結構之金屬層 120B。在例示性具體實例中，可如本文先前所述沉積若干層金屬以形成用於與 p+型 GaN 層 115 形成接觸之金屬層 120A 及/或 120B，且出於簡要起見，此處將不重複。在一例示性具體實例中，金屬層 120B 之形狀一般為六角形且直徑為約 22 微米（側面對側面量測），且包含約 100 埃之鎳、約 4.5 微米之鋁、約 0.5 微米之鎳以及約 100 nm 之金。

在金屬化之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層以及蝕刻，如圖 56 中所說明，使用先前所述之方法，穿過一部分 GaN 異質結構（進入但不完全穿過 n+型 GaN 層 110）（在一例示性具體實例中深度一般為約 2 微米）進行單體化渠溝蝕刻，且形成上文所述之單體化渠溝 155。

如圖 57 中所說明，接著諸如藉由例如（但不限於）電漿增強化學氣相沉積（PECVD）氮化矽或氮氧化矽來生長或沉積第二氮化物鈍化層 135，一般達約 0.35 微米至 1.0 微米，或更尤其約 0.5 微米之厚度。接著使用此項技術中已

知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，移除不必要之氮化矽區域，諸如以清潔金屬層 102B 之頂部，其將形成第二端子 127。

下文參考圖 64、65、67 及 68 描述後續基板移除、第二側（背面）金屬層 122 之單體化及製造。

圖 58-63 及 69 說明在圖 45 中所說明之在晶圓 150 或 150A 層級上製造之後製造二極體 100L 之另一例示性方法。圖 58 為具有緩衝層、第六台面蝕刻之複合 GaN 異質結構 187E 及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。如上所述，當基板 105 為矽（例如，使用矽晶圓 150）時通常製造緩衝層 145，且對於其他基板（諸如 GaN 基板 105）而言，可省去緩衝層 145。另外，藍寶石 106 說明為可選方案，諸如對於生長或沉積於藍寶石晶圓 150A 上之厚 GaN 基板 105，在該狀況下可省去緩衝層 145。亦如上所述，在製造二極體之較早步驟中，在 GaN 異質結構（n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115）沉積或生長後，而非在較遲步驟中，沉積金屬層 119（作為用於後續沉積金屬層 120A 之晶種層）。舉例而言，金屬層 119 可為鎳與金快閃層，其總厚度為約幾百埃，或可經極薄之光學反射金屬層（在圖 25 中說明為銀層 103）及/或光學透射性金屬層（諸如厚度為約 100 埃至約 2.5 nm 之鎳、鎳-金或鎳-金-鎳）金屬化且與其形成合金，以有助於與 p+型 GaN 層 115 形成歐姆接觸（且可能提供朝向 n+型 GaN 層 110 之光反射），其中一些金屬層 119 接著與其他 GaN 層一起，諸

如在 GaN 台面形成期間移除。在一例示性具體實例中，沉積約 2 nm 至 3 nm，或更尤其約 2.5 nm 之鎳或鎳及金且在 500°C 下使其形成合金以形成與 p+型 GaN 層 115 歐姆接觸之金屬層 119。經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，蝕刻複合 GaN 異質結構 (n+型 GaN 層 110、量子井區 185 及 p+型 GaN 層 115) (連同金屬層 119 一起) 以形成深度為約 1 微米之 GaN 台面結構 187E (連同金屬層 119 一起)，其具有上文所論述之修平三角形形狀，至為接點 128 保留空間之切去區域的第一半徑為約 8 微米且至三角形頂點/側面之第二半徑為約 11 微米。

在 GaN 台面蝕刻 (187E) 之後，接著亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，沉積第一金屬化層，形成接點 128，該等接點 128 亦與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸，如圖 59 中所說明。在例示性具體實例中，沉積若干層導孔金屬以形成接點 128，該等接點 128 用作第二端子 127。舉例而言 (但不加以限制)，可濺鍍或電鍍約 100 埃之鈦、約 500 nm 之鋁、500 nm 之鎳及 100 nm 之金以形成實心金屬接點 128，其厚度各自為約 1.1 微米，徑向量測之寬度為約 3 微米，且如圖 23 中所說明圍繞 n+型 GaN 層 110 之周邊延伸。在一例示性具體實例中，亦如圖 23 中所說明，形成三個接點 128。

在沉積接點 128 之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層，沉積其他金屬化層 (使用先前所述之任何製程及金屬，諸如鈦及鋁，繼而退火)

以形成金屬層 120A 作為用於 p+型 GaN 層 115 之歐姆接觸的一部分，如圖 60 中所說明。舉例而言，在一例示性具體實例中，可濺鍍或電鍍約 200 nm 之銀（形成反射層或鏡面層）、200 nm 之鎳、約 500 nm 之鋁及 200 nm 之鎳，以形成位於中心之金屬層 120A，其厚度為約 1.1 微米且直徑為約 8 微米。

接著亦經由此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，沉積其他金屬化層，形成如圖 61 中所說明與 p+型 GaN 層 115 形成接觸之通常使用模用金屬形成之具有凸塊或突出結構之金屬層 120B。在例示性具體實例中，可如本文先前所述沉積若干層金屬以形成用於與 p+型 GaN 層 115 形成接觸之金屬層 120A 及/或 120B，且出於簡要起見，此處將不重複。在一例示性具體實例中，金屬層 120B 一般具有圖 23 中所說明之修平三角形形狀，其中至切去區域（用於接點 128）之第一半徑為約 6 微米，至三角形頂點/側面之第二半徑為約 9 微米，其寬度各自為約 3.7 微米，且其包含約 200 nm 之銀（亦在 p+型 GaN 層 115 上形成反射層或鏡面層）、約 200 nm 之鎳、約 200 nm 之鋁、約 250 nm 之鎳、約 200 nm 之鋁、約 250 nm 之鎳及約 100 nm 之金，上述金屬各自添加作為連續層，繼而在 550°C 下於氮氣環境中形成合金約 10 分鐘，以達成約 5 微米之總高度（除金屬層 120A 之約 1.1 微米高度之外）。應注意，此使第一端子與第二端子 125、127 之間在高度上隔開約 5 微米。

如圖 62 中所說明，接著諸如藉由例如（但不限於）電

漿增強化學氣相沉積 (PECVD) 氮化矽或氮氧化矽來生長或沉積第二氮化物鈍化層 135，一般達約 0.35 微米至 1.0 微米，或更尤其約 0.5 微米之厚度。接著使用此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，移除不必要之氮化矽區域，諸如以清潔金屬層 102B 之頂部，其將形成第一端子 125。

在鈍化之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層以及蝕刻，如圖 63 中所說明，使用先前所述之方法，穿過一部分 GaN 異質結構 (進入但未完全穿過 n+型 GaN 層 110)(在一例示性具體實例中深度一般為約 2 微米至 3.5 微米) 進行單體化渠溝蝕刻，且形成上文所述之單體化渠溝 155。

下文參考圖 64、65、67 及 69 描述後續基板移除及單體化。

製造二極體 100-100L 之方法之多種變化形式根據本發明之教示可顯而易見，所有變化形式皆視作等效且處於本發明範疇內。在其他例示性具體實例中，該渠溝 155 形成及 (氮化物) 鈍化層形成可在器件製造製程中較早或較遲進行。舉例而言，可在製造過程中較遲，在形成金屬層 120B 後形成渠溝 155，且可留下暴露之基板 105 或之後可進行第二次鈍化。亦舉例而言，可在製造過程中較早，諸如在 GaN 台面蝕刻後形成渠溝 155，繼而沉積 (氮化物) 鈍化層 135。在後一實施例中，為在器件製造製程之其餘部分期間維持平坦化，鈍化之渠溝 155 可用氧化物、光阻或其他材料填

充（沉積層，繼而使用抗光蝕遮罩及蝕刻或無遮罩蝕刻製程移除不必要區域）或可用抗蝕劑填充（且在金屬接點 120A 形成之後可能再填充）。在另一實施例中，氮化矽 135 沉積（繼之以遮罩及蝕刻步驟）可在 GaN 台面蝕刻之後且在金屬接點 120A 沉積之前進行。

圖 64 為說明黏著至固持裝置 160（諸如固持、操作或固持器晶圓）之具有複數個二極體 100-100L 之例示性矽晶圓 150 具體實例的橫截面圖。圖 65 為說明黏著至固持裝置 160 之例示性二極體藍寶石晶圓 150A 具體實例的橫截面圖。如圖 64 及 65 中所說明，使用任何已知之市售晶圓黏著劑或晶圓黏結劑 165 將含有複數個未釋放二極體 100-100L（出於解說之目的的一般性說明而無任何顯著之特徵細節）之二極體晶圓 150、150A 在二極體晶圓 150、150A 具有製造之二極體 100-100L 之第一側上黏著至固持裝置 160（諸如晶圓固持器）。如所說明且如上文所述，已在晶圓加工期間，諸如經由蝕刻在各二極體 100-100L 之間形成單體化或個別化渠溝 155，接著使用該等單體化或個別化渠溝 155 在不進行機械製程（諸如鋸切）下使各二極體 100-100L 與相鄰二極體 100-100L 分離。如圖 64 中所說明，在二極體晶圓 150 仍黏著至固持裝置 160 的同時，接著將二極體晶圓 150 之第二側（背面）180 蝕刻（例如，濕式或乾式蝕刻）或機械研磨且拋光至某一位準（以虛線說明），或蝕刻並機械研磨且拋光以暴露渠溝 155，或留下某些其他基板，該其他基板接著可經由例如（但不限於）蝕刻移除。

當充分蝕刻或研磨且拋光，或充分蝕刻並研磨且拋光（及/或連同任何其他蝕刻一起）時，各個別二極體 100-100L 已彼此釋放且自任何剩餘之二極體晶圓 150 釋放，而仍由黏著劑 165 黏著至固持裝置 160。如圖 65 中所說明，亦在二極體晶圓 150A 仍黏著至固持裝置 160 的同時，接著使二極體晶圓 150A 之第二側（背面）180 曝露於雷射光（說明為一或多個雷射束 162），該雷射光接著自晶圓 150A 之藍寶石 106 切割 GaN 基板 105（以虛線說明）（亦稱為雷射剝離），亦可繼而進行任何其他化學機械拋光及任何所需之蝕刻（例如濕式或乾式蝕刻），從而使各個別二極體 100-100L 彼此釋放且自晶圓 150A 釋放，而仍由黏著劑 165 黏著至固持裝置 160。在此例示性具體實例中，可接著研磨及/或拋光晶圓 150A 且再使用。

一般亦圍繞晶圓 150 之周邊塗覆環氧樹脂珠粒（未作單獨說明）以防止非二極體片段在下文所論述之二極體釋放製程期間自晶圓邊緣釋放至二極體（100-100L）流體中。

圖 66 為說明黏著至固持裝置之例示性二極體 100J 具體實例的橫截面圖。在單體化二極體 100-100K（如上文參考圖 64 及 65 所述）之後，且在二極體 100-100K 仍由黏著劑 165 黏著至固持裝置 160 的同時，暴露二極體 100-100K 之第二側（背面）。如圖 66 中所說明，可接著諸如經由氣相沉積（傾斜以避免填充渠溝 155）沉積金屬化層至第二側（背面），形成第二側（背面）金屬層 122 及二極體 100J 具體實例。亦如所說明，二極體 100J 具有與 n+型 GaN 層 110 形

成歐姆接觸且與第二側（背面）金屬層 122 形成接觸之一個中心貫穿導孔 131 以於 n+型 GaN 層 110 與第二側（背面）金屬層 122 之間傳導電流。例示性二極體 100D 與例示性二極體 100J 頗為相似，後者具有第二側（背面）金屬層 122 以形成第二端子 127。如先前所提及，第二側（背面）金屬層 122（或基板 105 或各個貫穿導孔 131、133、134 中之任一者）可用於在裝置 300、300A、300B、300C、300D、720、730、760 中與第一導體 310 形成電連接以對二極體 100-100K 通電。

圖 67 為說明在背面金屬化之前黏著至固持裝置 160 之例示性第十二極體具體實例的橫截面圖。如圖 67 中所說明，單體化例示性製程中二極體，其中如上文所述且亦以蝕刻步驟（例如濕式或乾式蝕刻）移除任何基板 105、105A，暴露 n+型 GaN 層 110 及導孔 136 之表面，留下深度為約 2 微米至 6 微米（或更尤其為約 2 微米至 4 微米，或更尤其為約 3 微米）之複合 GaN 異質結構。接著使用此項技術中已知之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻，諸如經由濺鍍、電鍍或氣相沉積沉積金屬化層至第二側（背面），形成第二側（背面）金屬層 122 及二極體 100K 具體實例，如圖 68 中所說明。在一例示性具體實例中，金屬層 122 呈橢圓形，如圖 21 中所說明，其長軸寬度一般為約 12 微米至 16 微米，短軸寬度為約 4 微米至 8 微米，且深度為約 4 微米至 6 微米，或其長軸寬度更尤其一般為約 14 微米，短軸寬度為約 6 微米，且深度為約 5 微米，且其包含約 100 埃之

鈦、約 4.5 微米之鋁、約 0.5 微米之鎳及 100 nm 之金。亦如對於二極體 100K 所說明，最初為比較淺之中心導孔者現為與 n+型 GaN 層 110 形成歐姆接觸且與第二側（背面）金屬層 122 形成接觸以於 n+型 GaN 層 110 與第二側（背面）金屬層 122 之間傳導電流的貫穿導孔 136。如先前所提及，對於此例示性二極體 100K 具體實例，接著翻轉或反轉二極體 100K，且第二側（背面）金屬層 122 形成第一端子 125 且可用於在裝置 300、300A、300B、300C、300D、720、730、760 中與第二導體 320 形成電連接以使二極體 100K 通電。

圖 69 為說明黏著至固持裝置之例示性第十一二極體 100L 具體實例的橫截面圖。如圖 69 中所說明，單體化例示性二極體 100L，其中如上文所述且以蝕刻步驟移除任何基板 105、105A，暴露 n+型 GaN 層 110 之表面，留下深度為約 2 微米至 6 微米（或更尤其為約 3 微米至 5 微米，或更尤其為約 4 微米至 5 微米，或更尤其為約 4.5 微米）之複合 GaN 異質結構。

在單體化二極體 100-100L 之後，可使用其形成二極體墨水，下文參考圖 74 及 75 進行論述。

亦應注意，亦可對於各個二極體 100-100L 中之任一者製造各種表面幾何形狀及/或紋理，以有助於在建構成 LED 時減少內部反射及提高光提取。此等各種表面幾何形狀中之任一者亦可具有先前參考圖 25 所論述之各種表面紋理中之任一者。圖 104 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第一表面幾何形狀的透視圖，其建構為二極體 100K 之上

部發光（或光吸收）表面上複數個同心環或超環形形狀。通常在添加背面金屬 122 之前或之後，經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻將該幾何形狀蝕刻至二極體 100K 之第二側（背面）中。圖 105 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第二表面幾何形狀的透視圖，其建構為二極體 100K 之上部發光（或光吸收）表面上複數個實質上曲邊梯形形狀。亦通常在添加背面金屬 122 之前或之後，亦經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻將該幾何形狀蝕刻至二極體 100K 之第二側（背面）中。

圖 106 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第三表面幾何形狀的透視圖，其建構為二極體 100L 之下部（或底部）發光（或光吸收）表面上複數個實質上曲邊梯形形狀。圖 107 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第四表面幾何形狀的透視圖，其建構為二極體 100L 之下部（或底部）發光（或光吸收）表面上實質上星形形狀。圖 108 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第五表面幾何形狀的透視圖，其建構為二極體 100L 之下部（或底部）發光（或光吸收）表面上複數個實質上平行桿狀或條紋形狀。亦通常經由此項技術中已知或即將知曉之適當或標準遮罩及/或光阻層及蝕刻將該等幾何形狀蝕刻至二極體 100L 之第二側（背面）中，作為先前參考圖 69 所論述之基板移除製程及/或二極體單體化製程的一部分。

圖 70、71、72 及 73 分別為說明用於製造二極體

100-100L 之例示性第一、第二、第三及第四方法具體實例的流程圖，且提供適用概述。應注意，此等方法中之多個步驟可按各種次序中之任一者進行，且一個例示性方法之步驟亦可用於其他例示性方法中。因此，各方法將一般性涉及二極體 100-100L 中任一者之製造，而非特定二極體 100-100L 具體實例之製造，且熟習此項技術者應知曉哪些步驟可「混合且配合」以形成任何所選之二極體 100-100L 具體實例。

參考圖 70，自起始步驟 240 開始，於半導體晶圓（諸如矽晶圓）上生長或沉積氧化物層（步驟 245）。蝕刻氧化物層（步驟 250）諸如以形成網格或其他圖案。生長或沉積緩衝層及發光或光吸收區域（諸如 GaN 異質結構）（步驟 255），接著蝕刻以形成各二極體 100-100L 之台面結構（步驟 260）。接著蝕刻晶圓 150 以在各二極體 100-100L 之基板 105 中形成導孔渠溝（步驟 265）。接著沉積一或多個金屬化層以形成各二極體 100-100L 之金屬接點及導孔（步驟 270）。接著在二極體 100-100L 之間蝕刻單體化渠溝（步驟 275）。接著生長或沉積鈍化層（步驟 280）。接著於金屬接點上沉積或生長凸塊或突出金屬結構（步驟 285）且方法可結束，返回步驟 290。應注意，此等製造步驟中之多個步驟可藉由不同實體及試劑進行，且該方法可包括上文所論述之步驟的其他變化形式及排序。

參考圖 71，自起始步驟 500 開始，於晶圓（諸如藍寶石晶圓 150A）上生長或沉積比較厚之 GaN 層（例如 7 微米

至 8 微米)(步驟 505)。生長或沉積發光或光吸收區域(諸如 GaN 異質結構)(步驟 510)，接著蝕刻以形成各二極體 100-100L 之台面結構(在各二極體 100-100L 之第一側上)(步驟 515)。接著蝕刻晶圓 150 以在各二極體 100-100L 之基板 105 中形成一或多個貫穿或深導孔渠溝及單體化渠溝(步驟 520)。接著通常藉由使用上文所述之任何方法沉積晶種層(步驟 525)，繼而進行其他金屬沉積來沉積一或多個金屬化層以形成各二極體 100-100L 之貫穿導孔，其可為中心、周邊或周圍貫穿導孔(分別為 131、134、133)。亦沉積金屬以形成一或多個與 GaN 異質結構(諸如與 p+型 GaN 層 115 或與 n+型 GaN 層 110)之金屬接點(步驟 535)及形成任何其他電流分佈金屬(例如 120A、126)(步驟 540)。接著生長或沉積鈍化層(步驟 545)，其中如先前所述及所說明蝕刻或移除一定區域。接著於金屬接點上沉積或生長凸塊或突出金屬結構(120B)(步驟 550)。接著將晶圓 150A 附接至固持晶圓(步驟 555)且移除藍寶石或其他晶圓(例如經由雷射切割)以單體化或個別化二極體 100-100L(步驟 560)。接著將金屬沉積於二極體 100-100L 之第二側(背面)上以形成第二側(背面)金屬層 122(步驟 565)，且該方法可結束，返回步驟 570。亦應注意，此等製造步驟中之多個步驟可藉由不同實體及試劑進行，且該方法可包括上文所論述之步驟的其他變化形式及排序。

參考圖 72，自起始步驟 600 開始，於晶圓 150(諸如藍寶石晶圓 150A)上生長或沉積比較厚之 GaN 層(例如 7

微米至 8 微米)(步驟 605)。生長或沉積發光或光吸收區域(諸如 GaN 異質結構)(步驟 610)。沉積金屬以形成一或多個與 GaN 異質結構(諸如與 p+型 GaN 層 115, 如圖 45 中所說明)之金屬接點(步驟 615)。接著蝕刻發光或光吸收區域(諸如 GaN 異質結構)與金屬接觸層(119), 形成各二極體 100-100L 之台面結構(在各二極體 100-100L 之第一側上)(步驟 620)。沉積金屬以形成一或多個與 GaN 異質結構之金屬接點(諸如與 n+型 GaN 層 110 之 n+型金屬接觸層 129, 如圖 47 中所說明)(步驟 625)。接著蝕刻晶圓 150A 以在各二極體 100-100L 之基板 105 中形成一或多個貫穿或深導孔渠溝及/或單體化渠溝(步驟 630)。接著使用上文所述之任何金屬沉積方法沉積一或多個金屬化層以形成各二極體 100-100L 之貫穿導孔, 其可為中心、周邊或周圍貫穿導孔(分別為 131、134、133)。亦沉積金屬以形成一或多個與 GaN 異質結構(諸如與 p+型 GaN 層 115 或與 n+型 GaN 層 110)之金屬接點, 及形成任何其他電流分佈金屬(例如 120A、126)(步驟 640)。若先前未形成單體化渠溝(在步驟 630 中), 則蝕刻單體化渠溝(步驟 645)。接著生長或沉積鈍化層(步驟 650), 其中如先前所述及所說明蝕刻或移除一定區域。接著於金屬接點上沉積或生長凸塊或突出金屬結構(120B)(步驟 655)。接著將晶圓 150、150A 附接至固持晶圓(步驟 660), 且移除藍寶石或其他晶圓(例如經由雷射切割或背面研磨及拋光)以單體化或個別化二極體 100-100L(步驟 665)。接著將金屬沉積於二極體 100-100L

之第二側（背面）上以形成第二側（背面）導電（例如金屬）層 122（步驟 670），且該方法可結束，返回步驟 675。亦應注意，此等製造步驟中之多個步驟可藉由不同實體及試劑進行，且該方法可包括上文所論述之步驟的其他變化形式及排序。

參考圖 73，自起始步驟 611 開始，於晶圓 150（諸如藍寶石晶圓 150A）或矽晶圓 150 之緩衝層 145 上生長或沉積比較厚之 GaN 層（例如 7 微米至 8 微米）（步驟 611）。生長或沉積發光或光吸收區域（諸如 GaN 異質結構）（步驟 616）。沉積金屬以形成一或多個與 GaN 異質結構（諸如與 p+型 GaN 層 115，如圖 45 中所說明）之金屬接點（步驟 621）。接著蝕刻發光或光吸收區域（諸如 GaN 異質結構）與金屬接觸層（119），形成各二極體 100-100L 之台面結構（在各二極體 100-100L 之第一側上）（步驟 626）。對於二極體 100K 具體實例，接著蝕刻 GaN 異質結構以形成各二極體 100K 之中心導孔渠溝（步驟 631），且在其他情況下可省去步驟 631。接著使用上文所述之任何金屬沉積方法沉積一或多個金屬化層以形成各二極體 100K 之中心導孔 136 或二極體 100L 之金屬接點 128（步驟 636）。對於二極體 100K 具體實例，接著生長或沉積鈍化層 135A（步驟 641），其中如先前所述且如所說明蝕刻或移除一定區域，且在其他情況下可省去步驟 641。亦沉積金屬以形成一或多個與 GaN 異質結構（諸如 p+型 GaN 層 115）之金屬接點，諸如金屬層 120B 或金屬層 120A 及 120B（步驟 646）。若先前未形成

單體化渠溝，則蝕刻單體化渠溝（步驟 651）。接著生長或沉積鈍化層（步驟 656），其中如先前所述及所說明蝕刻或移除一定區域。應注意，對於製造二極體 100L 而言，步驟 656 與 651 按相反次序進行，其中先進行鈍化，繼而蝕刻單體化渠溝。接著將晶圓 150、150A 附接至固持晶圓（步驟 661），且移除矽、藍寶石或其他晶圓（例如經由雷射切割或背面研磨及拋光）以單體化或個別化二極體 100-100L（步驟 666），諸如經由蝕刻移除任何其他 GaN。對於二極體 100K 具體實例，接著將金屬沉積於二極體 100K 之第二側（背面）上以形成第二側（背面）導電（例如金屬）層 122（步驟 671），且該方法可結束，返回步驟 676。亦應注意，此等製造步驟中之多個步驟可藉由不同實體及試劑進行，且該方法可包括上文所論述之步驟的其他變化形式及排序。舉例而言，步驟 611 及 612 可由專門供應商進行。

圖 74 為說明個別二極體 100-100L（亦出於解說之目的，一般性說明而無任何顯著之特徵細節）的橫截面圖，該等二極體不再在二極體晶圓 150、150A 上耦接在一起（由於二極體晶圓 150、150A 之第二側現已經研磨或拋光、切割（雷射剝離）及/或蝕刻至完全暴露單體化（個別化）渠溝 155），但由晶圓黏著劑 165 黏著至固持裝置 160 且懸浮或浸沒於含晶圓黏著劑溶劑 170 之器皿 175 中。可使用任何適合之器皿 175，諸如皮氏培養皿（petri dish），其中一例示性方法使用聚四氟乙烯（PTFE 或鐵氟龍（Teflon））器皿 175。晶圓黏著劑溶劑 170 可為任何市售之晶圓黏著劑溶劑

或晶圓黏結劑移除劑，包括（不限於）例如可自 Rolla, Missouri USA 之 Brewer Science 公司獲得之 2-十二烯晶圓黏結劑移除劑，或任何其他相對長鏈烷烴或烯烴或短鏈庚烷或庚烯。通常在室溫（例如約 65°F -75°F 或更高溫度）下將黏著至固持裝置 160 之二極體 100-100L 浸沒於晶圓黏著劑溶劑 170 中約 5 至約 15 分鐘，且在例示性具體實例中，亦可進行音波處理。隨著晶圓黏著劑溶劑 170 溶解黏著劑 165，二極體 100-100L 與黏著劑 165 及固持裝置 160 分離且大部分或一般個別地或以群組或團塊形式下沉至器皿 175 底部。當所有或大部分二極體 100-100L 已自固持裝置 160 釋放且沉澱至器皿 175 之底部時，自器皿 175 移出固持裝置 160 及一部分當前使用之晶圓黏著劑溶劑 170。接著再添加晶圓黏著劑溶劑 170（約 120 ml 至 140 ml），且通常在室溫或更高溫度下，攪拌晶圓黏著劑溶劑 170 與二極體 100-100L 之混合物（例如，使用音波處理器或葉輪混合器）約 5 至 15 分鐘，繼而再次使二極體 100-100L 沉澱至器皿 175 底部。接著一般至少再次重複此製程，以便當所有或大部分二極體 100-100L 已沉澱至器皿 175 之底部時，自器皿 175 移出一部分當前使用之晶圓黏著劑溶劑 170，接著再添加（約 120 ml 至 140 ml）晶圓黏著劑溶劑 170，繼而在室溫或更高溫度下攪拌晶圓黏著劑溶劑 170 與二極體 100-100L 之混合物約 5 至 15 分鐘，繼而再次使二極體 100-100L 沉澱至器皿 175 之底部且移出一部分剩餘晶圓黏著劑溶劑 170。在此階段，一般已自二極體 100-100L 移除

足量之任何殘留晶圓黏著劑 165，或重複晶圓黏著劑溶劑 170 製程，直至不再有可能干擾二極體 100-100L 之印刷或起作用為止。

可以各種方式中之任一者移除晶圓黏著劑溶劑 170 (含溶解之晶圓黏著劑 165) 或下文所論述之任何其他溶劑、溶液或其他液體。舉例而言，可藉由真空、抽氣、抽吸、抽汲等，諸如經由吸液管移除晶圓黏著劑溶劑 170 或其他液體。亦舉例而言，可藉由諸如使用具有適當開口或微孔尺寸之篩或多孔矽膜過濾二極體 100-100L 與晶圓黏著劑溶劑 170 (或其他液體) 之混合物來移除晶圓黏著劑溶劑 170 或其他液體。亦應提及的是，過濾二極體墨水 (及下文所論述之介電墨水) 中使用之所有各種流體以移除大於約 10 微米之粒子。

二極體墨水實施例 1：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及

溶劑。

接著移除實質上所有或大部分晶圓黏著劑溶劑 170。在一例示性具體實例中且舉例而言，將溶劑，且更尤其極性溶劑 (諸如異丙醇 (「IPA」)) 添加至晶圓黏著劑溶劑 170 與二極體 100-100L 之混合物中，繼而一般在室溫下 (儘管可等效地使用更高溫度) 攪拌 IPA、晶圓黏著劑溶劑 170 及二極體 100-100L 之混合物約 5 至 15 分鐘，繼而再次使二極體 100-100L 沉澱至器皿 175 之底部且移出一部分 IPA 與晶

圓黏著劑溶劑 170 之混合物。再添加 IPA (120 ml 至 140 ml)，且重複該製程兩次或兩次以上，即一般在室溫下攪拌 IPA、晶圓黏著劑溶劑 170 及二極體 100-100L 之混合物約 5 至 15 分鐘，繼而再次使二極體 100-100L 沉澱至器皿 175 之底部，移出一部分 IPA 與晶圓黏著劑溶劑 170 之混合物且再添加 IPA。在一例示性具體實例中，所得混合物為約 100 ml 至 110 ml IPA 與來自四吋晶圓之約 900 萬-1000 萬個二極體 100-100L (每個四吋晶圓 150 約 970 萬個二極體 100-100L)，接著將其轉移至另一較大容器 (諸如 PTFE 杯瓶) 中，可包括例如再用 IPA 再洗滌二極體至杯瓶中。可等效地使用一或多種溶劑，例如 (但不限於)：水；醇，諸如甲醇、乙醇、正丙醇(「NPA」)(包括 1-丙醇、2-丙醇(IPA)、1-甲氧基-2-丙醇)、丁醇(包括 1-丁醇、2-丁醇(異丁醇))、戊醇(包括 1-戊醇、2-戊醇、3-戊醇)、辛醇、正辛醇(包括 1-辛醇、2-辛醇、3-辛醇)、四氫糠醇(THFA)、環己醇、松香醇；醚，諸如甲基乙基醚、乙醚、乙基丙基醚及聚醚；酯，諸如乙酸乙酯、己二酸二甲酯、丙二醇單甲醚乙酸酯、戊二酸二甲酯、丁二酸二甲酯、乙酸甘油酯；二醇，諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯；碳酸酯，諸如碳酸伸丙酯；甘油類，諸如甘油；乙腈、四氫呋喃(THF)、二甲基甲醯胺(DMF)、N-甲基甲醯胺(NMF)、二甲亞砜(DMSO)；及其混合物。二極體 100-100L 與溶劑(諸如 IPA)之所得混合物為二極體墨水之第一實施例作為上述實施例 1，且可作為獨立組成

物提供，例如用於後續改質或亦例如用於印刷中。在下文論述之其他例示性具體實例中，二極體 100-100L 與溶劑(諸如 IPA) 之所得混合物為中間混合物，其如下文所述經進一步改質以形成用於印刷中之二極體墨水。

在各個例示性具體實例中，基於至少兩種特性或特徵來選擇第一 (或第二) 溶劑。溶劑之第一特徵為其溶於黏度調節劑或黏著黏度調節劑 (諸如羥丙基甲基纖維素樹脂、甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素樹脂或甲基纖維素樹脂) 中之能力或其溶解黏度調節劑或黏著黏度調節劑之能力。第二特徵或特性為其蒸發率，其蒸發率應足夠緩慢以允許二極體墨水充分網版滯留 (對於網版印刷) 或符合其他印刷參數。在各個例示性具體實例中，例示性蒸發率小於 1 (<1 ，與乙酸丁酯相比較之相對速率) 或更尤其為 0.0001 至 0.9999。

二極體墨水實施例 2：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及
黏度調節劑。

二極體墨水實施例 3：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及
溶劑化劑。

二極體墨水實施例 4：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及
濕潤溶劑。

二極體墨水實施例 5：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

溶劑；及

黏度調節劑。

二極體墨水實施例 6：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

溶劑；及

黏著黏度調節劑。

二極體墨水實施例 7：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

溶劑；及

黏度調節劑；

其中該組成物在濕潤時不透明而在乾燥時具實質上光
學透射性或另外為透明的。

二極體墨水實施例 8：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

第一極性溶劑；

黏度調節劑；及

第二非極性溶劑（或再濕潤劑）。

二極體墨水實施例 9：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，複數個二極體 100-100L 中之各二極體之任何尺寸均小於 450 微米；及
溶劑。

二極體墨水實施例 10：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及
至少一種實質上非絕緣載劑或溶劑。

二極體墨水實施例 11：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

溶劑；及

黏度調節劑；

其中該組成物之抗濕潤（dewetting）或接觸角大於 25 度或大於 40 度。

參考二極體墨水實施例 1-11，多種例示性二極體墨水組成物處於本發明範疇內。一般而言，如實施例 1 中，二極體（100-100L）之液體懸浮液包含複數個二極體（100-100L）及第一溶劑（諸如上文所論述之 IPA 或下文論述之正丙醇、1-甲氧基-2-丙醇、二丙二醇、1-辛醇（或更一般為正辛醇），或二乙二醇）；如實施例 2 中，二極體（100-100L）之液體懸浮液包含複數個二極體（100-100L）

及黏度調節劑（諸如下文所論述之黏度調節劑，其亦可為如實施例 6 中之黏著黏度調節劑）；且如實施例 3 及 4 中，二極體（100-100L）之液體懸浮液包含複數個二極體（100-100L）及溶劑化劑或濕潤溶劑（諸如下文所論述之第二溶劑中之一者，例如二元酯）。更特定而言，諸如在實施例 2、5、6、7 及 8 中，二極體（100-100L）之液體懸浮液包含複數個二極體（100-100L）（及 / 或複數個二極體（100-100L）及第一溶劑（諸如正丙醇、1-辛醇、1-甲氧基-2-丙醇、二丙二醇、松香醇或二乙二醇）），以及黏度調節劑（或等效地為黏性化合物、黏性劑、黏性聚合物、黏性樹脂、黏性黏合劑、增稠劑及 / 或流變改質劑）或黏著黏度調節劑（下文更詳細論述），以例如（但不限於）使二極體墨水在室溫（約 25°C）下之黏度為約 1,000 厘泊（cps）至 25,000 cps（或在冷藏溫度（例如 5°C 至 10°C）下之黏度為約 20,000 cps 至 60,000 cps），諸如下文所述之 E-10 黏度調節劑。視黏度而定，所得組成物可等效地稱作二極體或其他二端積體電路液體懸浮液或膠體懸浮液，且本文中任何對液體或膠體之提及應理解為意謂且包括另一者。

另外，二極體墨水之所得黏度一般將視欲使用之印刷製程之類型而變化且亦可視二極體組成（諸如矽基板 105 或 GaN 基板 105）而變化。舉例而言，二極體 100-100L 具有矽基板 105 之用於網版印刷之二極體墨水在室溫下可具有約 1,000 厘泊（cps）至 25,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 6,000 厘泊（cps）至 15,000 cps 之黏度，

或在室溫下可更尤其具有約 6,000 厘泊 (cps) 至 15,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 8,000 厘泊 (cps) 至 12,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 9,000 厘泊 (cps) 至 11,000 cps 之黏度。另外舉例而言，二極體 100-100L 具有 GaN 基板 105 之用於網版印刷之二極體墨水在室溫下可具有約 10,000 厘泊 (cps) 至 25,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 15,000 厘泊 (cps) 至 22,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 17,500 厘泊 (cps) 至 20,500 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 18,000 厘泊 (cps) 至 20,000 cps 之黏度。亦舉例而言，二極體 100-100L 具有矽基板 105 之用於快乾印刷之二極體墨水在室溫下可具有約 1,000 厘泊 (cps) 至 10,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 1,500 厘泊 (cps) 至 4,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 1,700 厘泊 (cps) 至 3,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 1,800 厘泊 (cps) 至 2,200 cps 之黏度。亦舉例而言，二極體 100-100L 具有 GaN 基板 105 之用於快乾印刷之二極體墨水在室溫下可具有約 1,000 厘泊 (cps) 至 10,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 2,000 厘泊 (cps) 至 6,000 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 2,500 厘泊 (cps) 至 4,500 cps 之黏度，或在室溫下可更尤其具有約 2,000 厘泊 (cps) 至 4,000 cps 之黏度。

可以多種方式量測黏度。出於比較之目的，本文所說明及/或主張之各種黏度範圍皆使用布氏黏度計 (Brookfield

viscometer) (可獲自 Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro Massachusetts, USA) 以約 200 帕 (或更一般為 190 帕至 210 帕) 之剪應力, 於水夾套中於約 25°C 下, 使用轉軸 SC4-27 以約 10 rpm (或更一般為 1 rpm 至 30 rpm, 尤其對於例如 (但不限於) 冷藏流體而言) 之速度來量測。

可使用一或多種增稠劑 (作為黏度調節劑), 例如 (但不限於): 黏土, 諸如鋰膨潤石黏土、膨潤土黏土、有機改質黏土; 醣及多醣, 諸如瓜爾膠、三仙膠; 纖維素及改質纖維素, 諸如羥甲基纖維素、甲基纖維素、乙基纖維素、丙基甲基纖維素、甲氧基纖維素、甲氧基甲基纖維素、甲氧基丙基甲基纖維素、羥丙基甲基纖維素、羧甲基纖維素、羥乙基纖維素、乙基羥乙基纖維素、纖維素醚、纖維素乙醚、聚葡萄糖胺糖; 聚合物, 諸如丙烯酸酯及(甲基)丙烯酸酯聚合物及共聚物; 二醇, 諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯; 煙霧狀二氧化矽 (諸如 Cabosil)、二氧化矽粉; 以及改質尿素, 諸如 BYK® 420 (可自 BYK Chemie GmbH 獲得); 及其混合物。可使用其他黏度調節劑, 以及添加粒子以控制黏度, 如 Lewis 等人之專利申請公開案第 US 2003/0091647 號中所述。亦可使用下文參考介電墨水所論述之其他黏度調節劑, 包括 (不限於) 聚乙烯吡咯啉酮、聚乙二醇、聚乙酸乙烯酯 (PVA)、聚乙烯醇、聚丙烯酸、聚氧化乙烯、聚乙烯醇縮丁醛 (PVB); 二乙二醇、丙二醇、2-乙基吡啶。

參考二極體墨水實施例 6, 二極體 (100-100L) 之液體

懸浮液可進一步包含黏著黏度調節劑，即具有另外黏著特性之任何上述黏度調節劑。該黏著黏度調節劑在製造（例如印刷）裝置（300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770）期間使二極體（100-100L）黏著至第一導體（例如310A）或黏著至基底305、305A，接著進一步提供將二極體（100-100L）固持於裝置（300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770）中之適當位置上的基礎結構（例如聚合物）（當乾燥或固化時）。在提供該黏著的同時，該黏度調節劑亦應具有某種使二極體（100-100L）之接點（諸如端子125及/或127）抗濕潤的能力。該等黏著、黏度以及抗濕潤特性為在各個例示性具體實例中使用甲基纖維素、甲氧基丙基甲基纖維素或羥丙基甲基纖維素樹脂的原因之一。亦可憑經驗選擇其他適合之黏度調節劑。

黏度調節劑或黏著黏度調節劑之其他特性亦適用且處於本發明範疇內。首先，該黏度調節劑應防止懸浮之二極體（100-100L）在所選溫度下沉澱出來。其次，該黏度調節劑應有助於在製造裝置（300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770）期間以均一方式定向二極體（100-100L）及印刷二極體（100-100L）。第三，在一些具體實例中，黏度調節劑亦應用以在印刷製程期間緩衝或以其他方式保護二極體（100-100L），而在其他具體實例中，另外添加惰性粒子（諸如玻璃珠粒）用以在印刷製程期間保護二極體100-100L（下

文所論述之二極體墨水實施例 17-19)。

參考二極體墨水實施例 3、4 及 8，二極體 (100-100L) 之液體懸浮液可進一步包含第二溶劑 (實施例 8) 或溶劑化劑 (實施例 3) 或濕潤溶劑 (實施例 4)，其中多個實施例更詳細論述於下文中。在後續器件製造期間在印刷二極體墨水且二極體墨水乾燥之後，選擇該 (第一或第二) 溶劑作為濕潤劑 (等效地為溶劑化劑) 或再濕潤劑以有助於第一導體 (例如 310A，其可包含導電聚合物，諸如銀墨水、碳墨水或銀墨水與碳墨水之混合物) 與二極體 100-100L (經由基板 105、貫穿導孔結構 (131、133、134) 及/或第二側 (背面) 金屬層 122，如圖 83 中所說明) 之間的歐姆接觸，諸如非極性樹脂溶劑，包括亦例如 (但不限於) 一或多種二元酯。舉例而言，當在第一導體 310 上印刷二極體墨水時，濕潤劑或溶劑化劑部分溶解第一導體 310；隨著濕潤劑或溶劑化劑隨後消散，第一導體 310 再硬化且與二極體 (100-100L) 形成接觸。

二極體 (100-100L) 液體或膠體懸浮液之其餘部分一般為另一第三溶劑，諸如去離子水，且本文對百分比之任何描述可假定二極體 (100-100L) 液體或膠體懸浮液之其餘部分為該第三溶劑 (諸如水)，且所有所述之百分比皆以重量計而非以體積或某種其他量度計。亦應注意，各種二極體墨水懸浮液皆可在典型大氣環境中混合，而無需任何特定之空氣組成或其他所含或過濾之環境。

亦可基於溶劑之極性選擇溶劑。在一例示性具體實例

中，第一溶劑（諸如醇）可選為極性或親水性溶劑以有助於在製造裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 期間二極體（100-100L）及其他導體（例如 310）抗濕潤，同時伴隨能夠溶於黏度調節劑中或溶解黏度調節劑。

例示性二極體墨水之另一適用特性由實施例 7 說明。對於此例示性具體實例，二極體墨水在印刷期間在濕潤時可為不透明的，以有助於各種印刷製程，諸如對齊。然而，當乾燥或固化時，乾燥或固化之二極體墨水在所選波長下具實質上光學透射性或另外為透明的，諸如以實質上不干擾由二極體（100-100L）產生之可見光發射。然而，在其他例示性具體實例中，二極體墨水亦可具實質上光學透射性或為透明的。

另一特性化例示性二極體墨水之方式基於二極體（100-100L）之尺寸，如實施例 9 所說明，其中二極體 100-100L 之任何尺寸一般小於約 450 微米，且其任何尺寸更尤其小於約 200 微米，且其任何尺寸更尤其小於約 100 微米，且其任何尺寸更尤其小於 50 微米，且其任何尺寸更尤其小於 30 微米。在所說明之例示性具體實例中，二極體 100-100L 之寬度一般大致為約 10 微米至 50 微米，或寬度更尤其為約 20 微米至 30 微米，且高度為約 5 微米至 25 微米，或直徑為約 25 微米至 28 微米（側面對側面而非頂點對頂點量測），且高度為 8 微米至 15 微米或高度為 9 微米至 12 微米。在一些例示性具體實例中，二極體 100-100L

不包括形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 在內的高度（亦即，包括 GaN 異質結構之側面 121 之高度）大致為約 5 微米至 15 微米，或更尤其為 7 微米至 12 微米，或更尤其為 8 微米至 11 微米，或更尤其為 9 微米至 10 微米，或更尤其小於 10 微米至 30 微米，而形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 之高度一般大致為約 3 微米至 7 微米。

在其他例示性具體實例中，二極體（例如 100L）不包括形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 及背面金屬 122 在內之高度（亦即，包括 GaN 異質結構之側面 121 之高度）大致為約小於約 10 微米，或更尤其小於約 8 微米，或更尤其為約 2 微米至 6 微米，或更尤其為約 3 微米至 5 微米，或更尤其為約 4.5 微米，而形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 之高度一般大致為約 3 微米至 7 微米，或更尤其大致為約 5 微米至 7 微米，而二極體 100L 之總高度大致為約小於約 15 微米，或更尤其小於約 12 微米，或更尤其為約 9 微米至 11 微米，或更尤其為約 10 微米至 11 微米，或更尤其為約 10.5 微米。

在其他例示性具體實例中，二極體（例如 100K）不包括形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 及背面金屬 122 在內之高度（亦即，包括 GaN 異質結構之側面 121 之高度）大致為約小於約 10 微米，或更尤其小於約 8 微米，或更尤其為約 2 微米至 6 微米，或更尤其為約 2 微米至 4 微米，或更尤其為約 3.0 微米，而形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 及背面金屬 122 之高度一般大致為約 3 微米至 7 微米，或

更尤其大致為約 4 微米至 6 微米，或更尤其為約 5 微米，而二極體 100K 之總高度大致為約小於約 15 微米，或更尤其小於約 14 微米，或更尤其為約 12 微米至 14 微米，或更尤其為約 13 微米。在其他例示性具體實例中，在不包括形成凸塊或突出結構之背面金屬 122 之高度但包括金屬層 120B 之高度下二極體 100K 之高度大致為約 5 微米至 10 微米。

二極體墨水亦可由其電學特性特性化，如實施例 10 中所說明。在此例示性具體實例中，二極體 (100-100L) 懸浮於至少一種實質上非絕緣的載劑或溶劑中，與例如絕緣黏合劑形成對比。

二極體墨水亦可由其表面特性特性化，如實施例 11 中所說明。在此例示性具體實例中，二極體墨水之抗濕潤或接觸角大於 25 度，或大於 40 度，視例如用於量測之基板的表面能 (諸如 34 達因至 42 達因) 而定。

二極體墨水實施例 12：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

第一溶劑，其包含約 5% 至 50% 之正丙醇、松香醇或乙二醇、乙醇、四氫糠醇及/或環己醇，或其混合物；

黏度調節劑，其包含約 0.75% 至 5.0% 之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

第二溶劑 (或再濕潤劑)，其包含約 0.5% 至 10% 之非極

性樹脂溶劑，諸如二元酯；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水。

二極體墨水實施例 13：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

第一溶劑，其包含約 15%至 40%之正丙醇、松香醇或二乙二醇、乙醇、四氫糠醇及/或環己醇，或其混合物；

黏度調節劑，其包含約 1.25%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

第二溶劑（或再濕潤劑），其包含約 0.5%至 10%之非極性樹脂溶劑，諸如二元酯；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水。

二極體墨水實施例 14：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

第一溶劑，其包含約 17.5%至 22.5%之正丙醇、松香醇或二乙二醇、乙醇、四氫糠醇及/或環己醇，或其混合物；

黏度調節劑，其包含約 1.5%至 2.25%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

第二溶劑（或再濕潤劑），其包含約 0.0%至 6.0%之至少一種二元酯；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水，其中該組成物在 25°C

下之黏度實質上為約 5,000 cps 至約 20,000 cps。

二極體墨水實施例 15：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

第一溶劑，其包含約 20%至 40%之正丙醇、松香醇或二乙二醇、乙醇、四氫糠醇及/或環己醇，或其混合物；

黏度調節劑，其包含約 1.25%至 1.75%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

第二溶劑（或再濕潤劑），其包含約 0%至 6.0%之至少一種二元酯；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水，其中該組成物在 25°C 下之黏度實質上為約 1,000 cps 至約 5,000 cps。

二極體墨水實施例 16：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

溶劑；及

黏度調節劑。

二極體墨水實施例 17：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

溶劑；

黏度調節劑；及

至少一種機械穩定劑或間隔劑。

二極體墨水實施例 18：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

溶劑；

黏度調節劑；及

複數個惰性粒子，其尺寸範圍為約 10 微米至 50 微米。

二極體墨水實施例 19：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 20 微米至 30 微米且高度為約 9 微米至 15 微米；

溶劑；

黏度調節劑；及

複數個實質上光學透明且化學惰性的粒子，其尺寸範圍為約 15 微米至約 25 微米。

二極體墨水實施例 20：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

第一溶劑，其包含醇；

第二溶劑，其包含二醇；

黏度調節劑，其包含約 0.10%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲

基纖維素樹脂，或其混合物；及

複數個實質上光學透明且化學惰性的粒子，其尺寸範圍為約 10 微米至約 50 微米。

二極體墨水實施例 21：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

至少第一溶劑與不同於第一溶劑之第二溶劑的混合物，其包含約 15%至 99.99%之至少兩種選自由以下組成之群之溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；及

黏度調節劑，其包含約 0.10%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物。

二極體墨水實施例 22：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

至少第一溶劑與不同於第一溶劑之第二溶劑的混合物，其包含約 15%至 99.99%之至少兩種選自由以下組成之群之溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

黏度調節劑，其包含約 0.10%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

約 0.01%至 2.5%之複數個實質上光學透明且化學惰性的粒子，其尺寸範圍為約 10 微米至約 50 微米。

二極體墨水實施例 23：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

至少第一溶劑與不同於第一溶劑之第二溶劑的混合物，其包含約 15%至 50.0%之至少兩種選自由以下組成之群之溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

黏度調節劑，其包含約 1.0%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

約 0.01%至 2.5%之複數個實質上光學透明且化學惰性的粒子，其尺寸範圍為約 10 微米至約 50 微米；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水。

二極體墨水實施例 24：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

第一溶劑，其包含約 15%至 40%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

第二溶劑，其不同於第一溶劑且包含約 2%至 10%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

第三溶劑，其不同於第一溶劑及第二溶劑且包含約 0.01%至 2.5%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

黏度調節劑，其包含約 1.0%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水。

二極體墨水實施例 25：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

第一溶劑，其包含約 15%至 30%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

第二溶劑，其不同於第一溶劑且包含約 3%至 8%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

第三溶劑，其不同於第一溶劑及第二溶劑且包含約 0.01%至 2.5%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

黏度調節劑，其包含約 1.25%至 2.5%之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；

約 0.01%至 2.5%之複數個實質上光學透明且化學惰性的粒子，其尺寸範圍為約 10 微米至約 50 微米；及

其餘部分包含第三溶劑，諸如水。

二極體墨水實施例 26：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

第一溶劑，其包含約 40%至 60%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

第二溶劑，其不同於第一溶劑且包含約 40%至 60%之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、

二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、正辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；及

黏度調節劑，其包含約 0.10% 至 1.25% 之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物。

二極體墨水實施例 27：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L，其直徑（寬度及/或長度）為約 10 微米至 50 微米且高度為 5 微米至 25 微米；

第一溶劑，其包含約 40% 至 60% 之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

第二溶劑，其不同於第一溶劑且包含約 40% 至 60% 之選自由以下組成之群的溶劑：正丙醇、異丙醇、二丙二醇、二乙二醇、丙二醇、1-甲氧基-2-丙醇、1-辛醇、乙醇、四氫糠醇、環己醇及其混合物；

黏度調節劑，其包含約 0.10% 至 1.25% 之甲氧基丙基甲基纖維素樹脂或羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂，或其混合物；及

約 0.01% 至 2.5% 之複數個實質上光學透明且化學惰性的粒子，其尺寸範圍為約 10 微米至 50 微米。

參考二極體墨水實施例 12-27，在一例示性具體實例中，作為第一溶劑之另一醇，即正丙醇（「NPA」）（及/或正

辛醇（例如 1-辛醇（或各種二級或三級辛醇異構體中之任一者）、1-甲氧基-2-丙醇、松香醇、二乙二醇、二丙二醇、四氫糠醇或環己醇）替換實質上全部或大部分 IPA。在二極體 100-100L 一般或大部分沉澱於容器底部的情況下，移出 IPA，添加 NPA，在室溫下攪拌或混合 IPA、NPA 及二極體 100-100L 之混合物，繼而再次使二極體 100-100L 沉澱至容器底部，且移出一部分 IPA 與 NPA 之混合物，且再添加 NPA（約 120 ml 至 140 ml）。一般重複此添加 NPA 及移出 IPA 與 NPA 之混合物的製程兩次，產生主要含 NPA、二極體 100-100L、痕量或少量 IPA 以及可能一般亦以痕量或少量殘留之晶圓黏著劑及晶圓黏著劑溶劑 170 的混合物。在一例示性具體實例中，殘留之 IPA 之殘留或痕量少於約 1%，且更一般為約 0.4%。亦在一例示性具體實例中，例示性二極體墨水中可能存在之 NPA 之最終百分比為約 0.5% 至 50%，或更尤其為約 1.0% 至 10%，或更尤其為約 3% 至 7%，或在其他具體實例中，更尤其為約 15% 至 40%，或更尤其為約 17.5% 至 22.5%，或更尤其為約 25% 至約 35%，視欲使用之印刷類型而定。當連同 NPA 一起或替代 NPA 使用松香醇及/或二乙二醇時，松香醇之典型濃度為約 0.5% 至 2.0%，且二乙二醇之典型濃度為約 15% 至 25%。亦可以約 25 微米或 25 微米以下過濾 IPA、NPA、再濕潤劑、去離子水（及用於形成例示性二極體墨水之其他化合物及混合物），以移除比二極體 100-100L 大或與二極體 100-100L 處於相同尺寸等級之粒子污染物。

接著將實質上 NPA 或另一第一溶劑與二極體 100-100L 之混合物添加至黏度調節劑中且與其一起混合或短暫攪拌，該黏度調節劑例如甲氧基丙基甲基纖維素樹脂、羥丙基甲基纖維素樹脂或其他纖維素或甲基纖維素樹脂。在一例示性具體實例中，使用 E-3 及 E-10 甲基纖維素樹脂（可自 The Dow Chemical 公司（www.dow.com）及 Hercules Chemical Company 公司（www.herchem.com）獲得），以使得在例示性二極體墨水中之最終百分比為約 0.10% 至 5.0%，或更尤其為約 0.2% 至 1.25%，或更尤其為約 0.3% 至 0.7%，或更尤其為約 0.4% 至 0.6%，或更尤其為約 1.25% 至 2.5%，或更尤其為 1.5% 至 2.0%，或更尤其小於或等於 2.0%。在一例示性具體實例中，使用約 3.0% 之 E-10 調配物且用去離子且過濾之水稀釋以達成於完成組成物中之最終百分比。可等效地使用其他黏度調節劑，包括上文所論述之黏度調節劑及下文參考介電墨水所論述之黏度調節劑。黏度調節劑為二極體 100-100L 提供充足黏度以使其尤其在冷藏下實質上分散且維持懸浮而不自液體或膠體懸浮液中沉澱出來。

如上所述，接著可添加第二溶劑（或對於實施例 3 及 4，添加第一溶劑），其一般為非極性樹脂溶劑，諸如一或多種二元酯。在一例示性具體實例中，使用兩種二元酯之混合物以達到約 0.0% 至約 10%，或更尤其約 0.5% 至約 6.0%，或更尤其約 1.0% 至約 5.0%，或更尤其約 2.0% 至約 4.0%，或更尤其約 2.5% 至約 3.5% 之最終百分比，諸如戊二酸二甲酯

或諸如約三分之二(2/3)戊二酸二甲酯與約三分之一(1/3)丁二酸二甲酯之混合物，最終百分比為約3.73%，例如分別使用DBE-5或DBE-9(可自Invista USA, Wilmington, Delaware, USA獲得)，其亦具有痕量或少量雜質，諸如約0.2%之己二酸二甲酯及0.04%水。可能需要或必要時，亦添加第三溶劑(諸如去離子水)以調節相對百分比且降低黏度。除二元酯之外，可等效使用之其他第二溶劑亦包括例如(但不限於)水；醇，諸如甲醇、乙醇、正丙醇(包括1-丙醇、2-丙醇(異丙醇)、1-甲氧基-2-丙醇)、異丁醇、丁醇(包括1-丁醇、2-丁醇)、戊醇(包括1-戊醇、2-戊醇、3-戊醇)、正辛醇(包括1-辛醇、2-辛醇、3-辛醇)、四氫糠醇、環己醇；醚，諸如甲基乙基醚、乙醚、乙基丙基醚及聚醚；酯，諸如乙酸乙酯、己二酸二甲酯、丙二醇單甲醚乙酸酯(及如上所述之戊二酸二甲酯及丁二酸二甲酯)；二醇，諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯；碳酸酯，諸如碳酸伸丙酯；甘油類，諸如甘油；乙腈、四氫呋喃(THF)、二甲基甲醯胺(DMF)、N-甲基甲醯胺(NMF)、二甲亞砜(DMSO)；及其混合物。在一例示性具體實例中，第一溶劑之量與第二溶劑之量的莫耳比處於至少約2:1之範圍內，且更尤其處於至少約5:1範圍內，且更尤其處於至少約12:1或12:1以上之範圍內；在其他情況下，兩種溶劑之功能可組合於單一試劑中，在一例示性具體實例中，使用一種極性或非極性溶劑。亦除上文所論述之二元酯之外，例如(但不限於)

例示性溶解劑、濕潤劑或溶劑化劑亦如下文所提及包括丙二醇單甲醚乙酸酯 ($C_6H_{12}O_3$) (由 Eastman 以名稱「PM 乙酸酯 (PM Acetate)」出售), 其與 1-丙醇 (或異丙醇) 以約 1:8 莫耳比 (或 22:78 重量比) 使用以形成懸浮介質; 以及多種二元酯, 及其混合物, 諸如丁二酸二甲酯、己二酸二甲酯及戊二酸二甲酯 (其不同混合物可自 Invista 以產品名稱 DBE、DBE-2、DBE-3、DBE-4、DBE-5、DBE-6、DBE-9 及 DBE-IB 獲得)。在一例示性具體實例中, 使用 DBE-9。溶劑之莫耳比將基於所選溶劑而變化, 其中 1:8 及 1:12 為典型比率。

參考二極體墨水實施例 17-20、22、25 及 27, 包括一或多種機械穩定劑或間隔劑, 諸如化學惰性粒子及/或光學透明的粒子, 諸如通常包含例如 (但不限於) 矽酸鹽或硼矽酸鹽玻璃之玻璃珠粒。在各個例示性具體實例中, 使用約 0.01 重量%至 2.5 重量%, 或更尤其約 0.05 重量%至 1.0 重量%, 或更尤其約 0.1 重量%至 0.3 重量%之玻璃球, 其平均尺寸或尺寸範圍為約 10 微米至 30 微米, 或更尤其為約 12 微米至 28 微米, 或更尤其為約 15 微米至 25 微米。此等粒子在印刷製程期間提供機械穩定性及/或間隔, 諸如在將印刷薄板饋送至印刷機中時充當薄板間隔物, 因為二極體 100-100L 最初僅經由由乾燥或固化之二極體墨水形成之比較薄之膜固持於適當位置上 (如圖 89 及 90 中所說明)。一般而言, 惰性粒子之濃度足夠低以使得每單位面積 (裝置面積, 在沉積之後) 惰性粒子之數目小於每單位面積二極

體 100-100L 之密度。惰性粒子提供機械穩定性及間隔，趨於防止二極體 100-100L 在沉積導電層 (310) 及/或介電層 (315) 時將印刷薄板送至印刷機中時印刷薄板彼此滑過時移位且丟失，類似於滾珠軸承提供穩定性。在沉積導電層 (310) 及/或介電層 (315) 之後，二極體 100-100L 被有效地固持或鎖定於適當位置上，移位之可能性顯著降低。惰性粒子亦被固持或鎖定於適當位置上，但在完成之裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 中不發揮其他功能且實際上具電學及化學惰性。在圖 94 中之橫截面中說明複數個惰性粒子 292，且儘管未在其他圖中單獨說明，但可包括於任何其他所說明之裝置中。

說明二極體墨水實施例 20-27 以提供有效用於製造各種裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 具體實施例之二極體墨水組成物之其他且更特定的實施例。具有纖維素或甲基纖維素樹脂（諸如羥丙基甲基纖維素樹脂）之二極體墨水實施例 20 及其他實施例亦可包括未各別提及之其他溶劑，例如（但不限於）水或 1-甲氧基-2-丙醇。

雖然一般按上文所述之次序混合各種二極體墨水，但亦應注意可按其他次序將各種第一溶劑、黏度調節劑、第二溶劑及第三溶劑（諸如水）添加或混合在一起，任何及所有次序均處於本發明範疇內。舉例而言，可首先添加去離子水（作為第三溶劑），繼而添加 1-丙醇及 DBE-9，繼而添加黏度調節劑，接著可能需要時繼而再添加水以調節例如相對百分比及黏度。

接著在室溫下於空氣氛圍中，諸如藉由使用葉輪混合器以比較低之速度（以避免將空氣併入混合物中）混合或攪拌實質上第一溶劑（諸如 NPA）、二極體 100-100L、黏度調節劑、第二溶劑及第三溶劑（若存在）（諸如水）之混合物約 25 分鐘至 30 分鐘。在一例示性具體實例中，二極體墨水之所得體積通常大致為約二分之一公升至一公升（每晶圓）含有 900 萬至 1000 萬個二極體 100-100L，且可視需要向上或向下調節二極體 100-100L 之濃度，諸如視下文所述之所選印刷 LED 或光電器件所需之濃度而定，其例示性黏度範圍為上文對於不同類型之印刷及不同類型之二極體 100-100L 所述。第一溶劑（諸如 NPA）亦趨於充當防腐劑且抑制細菌及真菌生長以用於儲存所得二極體墨水。在欲使用其他第一溶劑時，亦可添加各別防腐劑、抑制劑或殺真菌劑。對於一例示性具體實例，可使用用於印刷之其他界面活性劑或消泡劑作為可選方案，但並非為適當起作用及例示性印刷所需。

可根據裝置需要調節二極體 100-100L 之濃度。舉例而言，對於照明應用，較低表面亮度燈每平方公分可使用約 25 個二極體 100-100L，使用二極體 100-100L 之濃度為每毫升 (cm^3) 約 12,500 個二極體之二極體墨水。對於另一例示性具體實例，一個晶圓 150 可含有約 720 萬個二極體 100-100L 以得到約 570 ml 之二極體墨水。每毫升二極體墨水在印刷時可用於覆蓋約 500 平方公分，570 ml 二極體墨水覆蓋約 28.8 平方公尺。亦舉例而言，對於每平方公分使

用約 100 個二極體 100-100L 之極高表面亮度燈，其需要每毫升 (cm^3) 約 50,000 個二極體 100-100L 之濃度。

圖 75 為說明製造二極體墨水之例示性方法具體實例的流程圖且提供適用概述。該方法開始 (起始步驟 200)，自晶圓 150、150A 釋放二極體 100-100L (步驟 205)。如上文所論述，此步驟涉及用晶圓黏結黏著劑使晶圓之第一側 (二極體側) 黏著至晶圓固持器，使用雷射剝離、研磨及/或拋光及/或蝕刻晶圓之第二側 (背面) 以暴露單體化渠溝且視需要或視規定移除任何其他基板或 GaN，且溶解晶圓黏結黏著劑以釋放二極體 100-100L 至溶劑 (諸如 IPA) 或另一溶劑 (諸如 NPA) 或本文所述之任何其他溶劑中。當使用 IPA 時，該方法包括視情況選用之步驟 210，將二極體 100-100L 轉移至 (第一) 溶劑 (諸如 NPA) 中。該方法接著將於第一溶劑中之二極體 100-100L 添加至黏度調節劑 (諸如甲基纖維素) 中 (步驟 215) 且添加一或多種第二溶劑，諸如一或兩種二元酯，諸如戊二酸二甲酯及/或丁二酸二甲酯 (步驟 220)。可使用第三溶劑 (諸如去離子水) 調節任何重量百分比 (步驟 225)。在步驟 230 中，該方法接著在室溫下 (約 25°C) 於空氣氛圍中混合複數個二極體 100-100L、第一溶劑、黏度調節劑、第二溶劑 (及複數個化學及電學惰性粒子，諸如玻璃珠粒) 及任何其他去離子水約 25 至 30 分鐘，所得黏度為約 1,000 cps 至約 25,000 cps。接著該方法可結束，返回步驟 235。亦應注意，如上文所述，步驟 215、220 及 225 可按其他次序進行，且需要時可重複，

且亦可使用視情況選用之其他混合步驟。

圖 76 為例示性裝置 300 具體實例之透視圖。圖 77 為說明例示性裝置具體實例之第一導電層之例示性電極結構的平面圖（或俯視圖）。圖 78 為例示性裝置 300 具體實例之第一橫截面圖（穿過圖 76 之 30-30' 平面）。圖 79 為例示性裝置 300 具體實例之第二橫截面圖（穿過圖 76 之 31-31' 平面）。圖 80 為例示性第二裝置 700 具體實例之透視圖。圖 81 為例示性第二裝置 700 具體實例之第一橫截面圖（穿過圖 80 之 88-88' 平面）。圖 82 為例示性第二裝置 700 具體實例之第二橫截面圖（穿過圖 80 之 87-87' 平面）。圖 83 為耦接至第一導體 310A 之例示性二極體 100J、100K、100D 及 100E 之第二橫截面圖。圖 87 為自兩側發光之例示性第三裝置 300C 具體實例之橫截面圖。圖 88 為自兩側發光之例示性第四裝置 300D 具體實例之橫截面圖。圖 89 為例示性第一裝置具體實例之更詳細部分橫截面圖。圖 90 為例示性第二裝置具體實例之更詳細部分橫截面圖。圖 91 為例示性第五裝置 720 具體實例之透視圖。圖 92 為例示性第五裝置 720 具體實例之橫截面圖（穿過圖 91 之 57-57' 平面）。圖 93 為例示性第六裝置 730 具體實例之透視圖。圖 94 為例示性第六裝置 730 具體實例之橫截面圖（穿過圖 93 之 58-58' 平面）。圖 95 為例示性第七裝置 740 具體實例之透視圖。圖 96 為例示性第七裝置 740 具體實例之橫截面圖（穿過圖 95 之 59-59' 平面）。圖 97 為例示性第八裝置 750 具體實例之透視圖。圖 98 為例示性第八裝置 750 具體實例之橫截面

圖（穿過圖 97 之 61-61' 平面）。圖 99 為說明例示性裝置具體實例之第一導電層之例示性第二電極結構的平面圖（或俯視圖）。圖 101 為通常用於圖 100 中所說明之系統 800、810 具體實例的例示性第九及第十裝置 760、770 具體實例之平面圖（或俯視圖）。圖 102 為例示性第九裝置 760 具體實例之橫截面圖（穿過圖 101 之 63-63' 平面）。圖 103 為例示性第十裝置 770 具體實例之橫截面圖（穿過圖 101 之 63-63' 平面）。圖 109 為發光之通電例示性裝置 300A 具體實例之照片。

參考圖 76-79，在裝置 300 中，於基底 305 上第一側上沉積一或多個第一導體 310，繼而沉積複數個二極體 100-100K（使第二端子 127 耦接至導體 310）、介電層 315、第二導體 320（一般為耦接至第一端子之透明導體），視情況繼而沉積穩定化層 335、發光（或發射）層 325 及保護層或塗層 330。在此裝置 300 具體實例中，若使用光學不透明之基底 305 及第一導體 310，則光主要穿過裝置 300 之頂部第一側發射或吸收，且若使用光學透射性基底 305 及第一導體 310，則光自裝置 300 之兩側發射或吸收或發射或吸收至裝置 300 之兩側（尤其若用 AC 電壓通電以使具有第一或第二定向之二極體 100-100K 通電）。

參考圖 80-83，在裝置 700 中，於具光學透射性且因此在本文中稱作基底 305A 之基底 305 之第一側上沉積複數個二極體 100L，繼而沉積一或多個第一導體 310（使導體 310 耦接至第二端子 127）、介電層 315、第二導體 320（耦接至

第一端子)(其可能或可能不具光學透射性),且視情況繼而沉積穩定化層 335 及保護層或塗層 330。在基底 305 之第一側上進行任何沉積步驟之前或之後,視情況存在之發光(或發射)層 325 可連同任何其他保護層或塗層 330 一起塗覆至基底 305 之第二側。在此裝置 700 具體實例中,若使用一或多個光學不透明之第二導體 320,則光主要在第二側上穿過裝置 700 之基底 305A 發射或吸收,且若使用一或多個光學透射性第二導體 320,則光在裝置 700 之兩側上發射或吸收。

各種裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 具體實例可印刷為基於 LED 之照明之可撓性薄板或其他照明器具,例如,其可經捲曲、摺疊、扭曲、盤旋、修平、纏結、皺折及以其他方式成型為任何種類之各種形式及設計中之任一者,包括例如(但不限於)建築形狀、其他藝術或想像設計之摺疊及皺折折紙手工形狀、愛迪生(Edison)燈泡形狀、螢光燈泡形狀、枝形吊燈形狀,其中一種該皺折及摺疊之愛迪生燈泡形狀在圖 100 中說明為系統 800、810。各種裝置 300、700 具體實例亦可以各種方式組合(諸如背對背)以使光自所得器件之兩側發射或吸收。舉例而言(但不加以限制),兩個裝置 300 可在各別基板 305 之第二側上背對背組合以形成裝置 300C 具體實例,或裝置 300 可印刷於基板 305 之兩側上以形成裝置 300D 具體實例,裝置 300C 具體實例與裝置 300D 具體實例分別在圖 87 及 88 中以橫截面說明。亦舉例而言(但不加以限制),未作單獨

說明，兩個裝置 700 亦可背對背組合於非基板 305(第一側)上，亦自所得器件之兩側發光。

參考圖 91-92，在裝置 720 中，在基底 305 上第一側上沉積一或多層第一導體 310，繼而沉積碳接點 322A 以耦接至導體 310，繼而沉積複數個二極體 100-100K (使第二端子 127 耦接至導體 310)、介電層 315、亦沉積一或多層第二導體 320 (一般為耦接至第一端子之透明導體)，繼而沉積碳接點 322B 以耦接至導體 320，視情況繼而沉積穩定化層 335、發光 (或發射) 層 325 及保護層或塗層 330。在此裝置 300 具體實例中，光主要穿過裝置 720 之頂部第一側發射或吸收，且若使用光學透射性基底 305 及第一導體 310，則光自裝置 720 之兩側發射或吸收或發射或吸收至裝置 720 之兩側 (尤其若用 AC 電壓通電)。

參考圖 93-94，在裝置 730 中，在光學透射性基底 305A 上第一側上沉積一或多層實質上光學透射性第一導體 310，繼而沉積碳接點 322A 以耦接至導體 310，繼而沉積複數個二極體 100-100K (使第二端子 127 耦接至導體 310) 連同複數個惰性粒子 292、介電層 315、亦沉積一或多層第二導體 320 (亦一般為耦接至第一端子之透明導體)，繼而沉積碳接點 322B 以耦接至導體 320，視情況繼而沉積穩定化層 335、第一發光 (或發射) 層 325 及保護層或塗層 330，繼而在基底 305A 之第二側上沉積第二發光 (或發射) 層 325 及保護層或塗層 330。在此裝置 730 具體實例中，光穿過裝置 730 之頂部第一側及底部第二側兩者發射或吸收。另外，

使用第二發光（或發射）層 325 亦可使穿過第二側發射之光的波長移位（除使穿過第一側所發射之光之光譜移位的第一發光（或發射）層 325 之外）。

參考圖 95-96，在裝置 740 中，於具光學透射性且亦在本文中稱作基底 305A 之基底 305 之第一側上沉積複數個二極體 100L，繼而沉積一或多層第一導體 310（使導體 310 耦接至第二端子 127），繼而沉積碳接點 322A 以耦接至導體 310，沉積介電層 315，亦沉積一或多層第二導體 320（耦接至第一端子），繼而沉積碳接點 322B 以耦接至導體 320，且視情況繼而沉積穩定化層 335 及保護層或塗層 330。在基底 305 之第一側上進行任何沉積步驟之前或之後，視情況存在之發光（或發射）層 325 可連同任何其他保護層或塗層 330 一起塗覆至基底 305 之第二側。在此裝置 740 具體實例中，光主要在第二側上穿過裝置 740 之基底 305A 發射或吸收（亦經第一發光（或發射）層 325 發生任何波長移位），且若使用一或多個光學透射性第二導體 320，則光在裝置 740 之兩側上發射或吸收。

參考圖 97-98，在裝置 750 中，於具光學透射性且亦在本文中稱作基底 305A 之基底 305 之第一側上沉積複數個二極體 100L，繼而沉積一或多層第一導體 310（使導體 310 耦接至第二端子 127），繼而沉積碳接點 322A 以耦接至導體 310，沉積介電層 315，亦沉積一或多層實質上光學透射性第二導體 320（耦接至第一端子），繼而沉積碳接點 322B 以耦接至導體 320，且視情況繼而沉積穩定化層 335、視情況

存在之第一發光（或發射）層 325 及保護層或塗層 330。在基底 305 之第一側上進行任何沉積步驟之前或之後，視情況存在之第二發光（或發射）層 325 可連同任何其他保護層或塗層 330 一起塗覆至基底 305A 之第二側。在此裝置 750 具體實例中，光穿過裝置 750 之頂部第一側及底部第二側兩者發射或吸收，亦經第一及第二發光（或發射）層 325 發生任何波長移位。

下文將參考圖 100-103 更詳細描述裝置 760 及 770，且其與其他所說明之裝置的不同之處在於使用亦通常沉積為一或多層之第三導體 312。另外，亦說明裝置 770 使用下文更詳細論述之障壁層 318。

如上所述，裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 藉由以下步驟形成：在基底 305 上（即對於裝置 300、720、730、750 而言）沉積（例如印刷）複數層，在基底 305 上沉積一或多個第一導體 310，呈導體 310 層狀物或複數個導體 310 形式，繼而在二極體 100-100L 處於液體或膠體懸浮液中時沉積二極體 100-100L（達約 18 微米至 20 微米或 20 微米以上之濕膜厚度）（亦即二極體墨水），且蒸發或以其他方式分散懸浮液之液體/膠體部分，而對於裝置 700，740，750 而言，在光學透射性基底 305A 之第一側上在二極體 100-100L 處於液體或膠體懸浮液中時沉積二極體 100-100L（達約 18 微米至 20 微米或 20 微米以上之濕膜厚度）（亦即二極體墨水）且蒸發或以其他方式分散懸浮液之液體/膠體部分，繼而沉積一或多個第一導體 310。

隨著二極體 100-100L 液體或膠體懸浮液乾燥或固化，二極體墨水之組分（尤其如上所述之黏度調節劑或黏著黏度調節劑）圍繞二極體 100-100L 形成比較薄之膜、塗層、網格或網孔，其有助於將二極體 100-100L 固持於基底 305 或第一導體 310 上的適當位置上，其在圖 89 及 90 中說明為膜 295，厚度通常大致為約 50 nm 至約 300 nm（當完全固化或乾燥時），視所使用之黏度調節劑的濃度而定，諸如對於較低黏度調節劑濃度而言，厚度為約 50 至 100 nm，而對於較高黏度調節劑濃度而言，厚度為約 200 至 300 nm。所沉積之膜 295 可連續地圍繞二極體 100-100L，如圖 89 中所說明，或可為間斷的，留有間隙且僅部分圍繞二極體 100-100L，如圖 90 中所說明。雖然端子 125、127 通常塗佈有二極體墨水膜 295，但端子 125、127 一般存在足夠之表面粗糙度以使膜 295 不干擾與第一及第二導體 310、320 形成電連接。膜 295 通常包含固化或乾燥形式之黏度調節劑，且可能亦包含少量或痕量之各種溶劑，諸如第一或第二溶劑，如下文參考固化或乾燥之二極體墨水具體實例所提及。亦如下文所更詳細論述，黏度調節劑亦可用於形成下文參考圖 103 所論述之障壁層 318。

對於裝置 300，二極體 100-100K 物理且電耦接至一或多個第一導體 310A，且對於裝置 700，二極體 100K 物理耦接至基底 305，隨後耦接至一或多個第一導體 310，且在裝置 300、700 具體實例中，由於二極體 100-100L 在以任何定向懸浮於液體或膠體中時沉積，所以二極體 100-100L 可呈

第一定向（第一端子 125 呈向上方向）、呈第二定向（第一端子 125 呈向下方向）或可能呈第三定向（第一端子 125 橫向）。另外，由於二極體 100-100L 在懸浮於液體或膠體中時沉積，所以二極體 100-100L 在裝置 300、700 內一般相當不規則地間隔。另外，如上所述，在例示性具體實例中，二極體墨水可包括複數個化學惰性之通常具光學透射性的粒子，諸如玻璃珠粒，其尺寸範圍為約 10 微米至 30 微米，或更尤其為約 12 微米至 28 微米，或更尤其為約 15 微米至 25 微米。

在第一向上定向或方向下，如圖 83 中所說明，第一端子 125（二極體 100-100J 之形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 或二極體 100K 之金屬層 122）向上定向，且二極體 100-100K 經由第二端子 127（其可為二極體 100K 之金屬層 120B 或如對於二極體 100J 所說明之背面金屬層 122），或經由如對於二極體 100D 所說明之中心導孔 131（在無二極體 100J 之視情況存在之背面金屬層 122 下具體化），或經由周邊導孔 134（未作單獨說明），或經由如對於二極體 100E 所說明之基板 105 耦接至一或多個第一導體 310A。在第二向下定向或方向下，如圖 78 及 79 中所說明，第一端子 125 向下定向，且二極體 100-100K 經由或可經由第一端子 125（例如二極體 100-100J 之形成凸塊或突出結構之金屬層 120B 或二極體 100K 之金屬層 122）耦接至一或多個第一導體 310A。

對於二極體 100L，二極體 100L 可以圖 81 及 82 中所說

明之第一向上定向或方向定向，其中第一及第二端子 125、127 向上定向，且未單獨說明，二極體 100L 可以第二向下定向或方向定向，其中第一及第二端子 125、127 向下定向。對於該向下定向，應注意，雖然第一端子 125 可與一或多個第一導體 310 電接觸，但第二端子 127 很可能處於介電層 135 內且將不與第二導體 320 接觸，使得二極體 100L 在具有第二定向時電隔離且無功能，此在許多具體實例中可能合乎需要。

就二極體 100-100L 在懸浮於液體或膠體中時在其之間間距不確定下且以任何 360 度定向沉積而言，預先不能準確地以任何確定性知曉（例如最高品質製造之平均值之 4σ - 6σ 無缺陷率範圍內）任何特定二極體 100-100L 將落在基板 305A 或一或多個第一導體 310 上之何處及呈何種定向。實際上，二極體 100-100L 彼此之間間距及二極體 100-100L 之定向（第一向上或第二向下）存在統計分佈。可以很確定地說，在可能數百萬個沉積於基板 305、305A 薄板或一系列薄板上之二極體 100-100L 中，至少一個該種二極體 100-100L 將以第二定向豎立，因為其在分散及懸浮於液體或膠體中時沉積。

因此，二極體 100-100L 在裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 中之分佈及定向可以統計學方式描述。舉例而言，雖然在沉積之前可能不能準確地知曉或不確定任何特定二極體 100-100L 將落於且適當固持於基板 305A 或一或多個第一導體 310 上之何處且呈何種定向，但平均

一定數目之二極體 100-100L 將以每單位面積某一二極體 100-100L 濃度，例如（但不限於）每平方公分 25 個二極體 100-100L 呈特定定向。

因此，二極體 100-100L 可被認為將或已以實際上隨機或偽隨機定向且以不規則間距沉積，且可以第一定向向上（第一端子 125 向上），該第一定向通常為二極體 100-100J 之正向偏壓電壓及二極體 100K 之反向偏壓之方向（視施加電壓之極性而定），或可以第二定向向下（第一端子 125 向下），該第二定向通常為二極體 100-100J 之反向偏壓電壓及二極體 100K 之正向偏壓之方向（亦視施加電壓之極性而定）。同樣對於二極體 100L 而言，其可以第一定向向上（第一及第二端子 125、127 向上），該第一定向通常為二極體 100L 之正向偏壓電壓之方向，或可以第二定向向下（第一及第二端子 125、127 向下），該第二定向通常為二極體 100L 之反向偏壓電壓之方向（亦視施加電壓之極性而定），儘管如上所述且如下文所更詳細描述，呈第二定向之二極體 100L 通常不完全電耦接且不發揮功能。二極體 100-100L 亦有可能以第三定向（二極體側面 121 向下而另一二極體側面 121 向上）橫向沉積或豎立。

二極體墨水之流體動力學、黏度或流變學、網孔計數、網孔開口、網孔材料（網孔材料之表面能）、印刷速度、第一導體 310 之相間錯雜或梳狀結構之尖齒之定向（尖齒垂直於基底 305 通過印刷機移動之方向）、上面沉積有二極體 100-100L 之基底 305 或第一導體 310 之表面能、二極體

100-100L 之形狀及尺寸、所印刷或沉積之二極體 100-100L 密度、二極體側面 121 之形狀、尺寸及/或厚度，以及在二極體墨水固化或乾燥之前二極體 100-100L 液體或膠體懸浮液之音波處理或其他機械振動似乎會影響一第一、第二或第三定向相較於另一第一、第二或第三定向之優勢。舉例而言，二極體側面 121 之高度（或垂直厚度，垂直係關於第一或第二定向）小於約 10 微米，且高度更尤其小於約 8 微米，以使得二極體 100-100L 具有比較薄之側面或側緣，顯著降低具有第三定向之二極體 100-100L 之百分比。

同樣，流體動力學、較高黏度及較低篩孔計數以及上述其他因素對二極體 100-100L 之定向提供一定程度之控制，從而針對既定應用調諧或調節呈第一或第二定向之二極體 100-100L 之百分比。舉例而言，可調節上文列舉之因素以提高第一定向之出現率，使得多達 80% 至 90% 或 90% 以上之二極體 100-100L 呈第一定向。亦舉例而言，可調節上文所列舉之因素以平衡第一定向與第二定向之出現率，使得二極體 100-100L 之第一定向與第二定向大致或實質上平均分配，例如 40% 至 60% 之二極體 100-100L 呈第一定向且 60% 至 40% 之二極體 100-100L 呈第二定向。

應注意，即使顯著較高百分比之耦接至第一導體 310A 或基底 305 之二極體 100-100L 呈第一向上定向或方向，但在統計學上仍很有可能至少一或多個二極體 100-100L 將具有第二向下定向或方向，且在統計學上，二極體 100-100L 亦將展現不規則間距，其中一些二極體 100-100J 間距相對

較近，而至少一些二極體 100-100J 間距遠得多。

換言之，視施加電壓之極性而定，雖然顯著較高百分比之二極體 100-100L 會或將會以第一正向偏壓定向或方向耦接，但在統計學上，至少一或多個二極體 100-100L 將具有第二反向偏壓定向或方向。若發光或光吸收區域 140 不同定向，則熟習此項技術者應瞭解亦視施加電壓之極性而定，第一定向應為反向偏壓定向，且第二定向應為正向偏壓定向。

舉例而言，不同於使用抓放機定位電組件（諸如二極體）以在所選容許度內表面黏著至電路板上之預定位置且呈預定定向的傳統電子學製造，在任何既定情況下，二極體 100-100L 在裝置 300、700 中不存在該等預定或確定之位置（在 x-y 平面中）及定向（z 軸）（亦即，至少一個二極體 100-100L 於裝置 300、700 中將呈第二定向）。

此顯著不同於現有裝置結構，在現有裝置結構中，所有該等二極體（諸如 LED）相對於電壓軌道具有單一定向，即所有二極體之相應陽極耦接至較高電壓且其陰極耦接至較低電壓。由於統計定向，視具有第一或第二定向之二極體 100-100L 之百分比而定且視各種二極體特徵（諸如對反向偏壓之容許度）而定，可使用 AC 或 DC 電壓或電流使二極體 100-100L 通電而不另外轉換電壓或電流。

參考圖 77 及 99，可使用複數個第一導體 310，形成至少兩個各別電極結構，其說明為第一（第一）導體電極或接點 310A 以及第二（第一）導體電極或接點 310B 之相間

錯雜或梳狀電極結構。如圖 77 中所說明，導體 310A 與 310B 具有相同寬度，且在圖 76 及 78 中，其說明為具有不同寬度，其中所有該等變化皆處於本發明範疇內。對於例示性裝置 300 具體實例，二極體墨水或懸浮液（具有二極體 100-100K）沉積於導體 310A 上。第二透明導體 320（具光學透射性，如下文所論述）隨後沉積（於介電層上，如下文所論述）以與導體 310B 形成單獨電接觸，如圖 78 中所說明。儘管未作單獨說明，但作為可選方案，例示性裝置 700 具體實例亦可具有此等 310A、310B 電連接：在二極體墨水或懸浮液（具有二極體 100L）沉積於基底 305A 上之後，可沉積一或多個導體 310A 及 310B（呈相間錯雜或梳狀結構），繼而在導體 310A 上沉積介電層 315。無需具光學透射性之第二導體 320 隨後沉積（於介電層 315 上，如下文所論述），且亦可具有相間錯雜或梳狀結構，以與導體 310B 形成單獨電接觸，如圖 78 中對於裝置 300 所說明。如圖 80-82 對於裝置 700 所說明，為說明另一結構替代方案，第二端子 127 耦接至一或多個第一導體 310 且第一端子 125 耦接至一或多個第二導體 320。圖 81 及 91-98 亦說明另一適用於裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 具體實例中之任一者的結構可選方案，其中碳電極 322A 及 322B 分別耦接至第一導體 310 與第二導體 320 且延伸至保護塗層 330 以外，以為裝置 300、700 提供電連接或耦接。

應注意，當第一導體 310 具有圖 77 中所說明之相間錯雜或梳狀結構時，可使用第一導體 310B 使第二導體 320 通

電。第一導體之相間錯雜或梳狀結構提供電流平衡，以使得通過第一導體 310A、二極體 100-100L、第二導體 320 及第一導體 310B 之每個電流路徑實質上處於預定範圍內。此用以使電流須穿過第二透明導體之距離減至最小，從而降低電阻及熱生成，且一般同時且在預定電流位準範圍內向所有或大部分二極體 100-100L 提供電流。

另外，第一導體 310 之多個相間錯雜或梳狀結構亦可串聯耦接，諸如以產生具有所需多個二極體 100-100J 正向電壓之總器件電壓，諸如（但不限於）高達典型家用電壓。舉例而言，如圖 99 中所說明，對於第一區域 711（其中二極體 100-100L 並聯耦接），導體 310B 可耦接至第二區域 712（其二極體 100-100L 亦並聯耦接）之導體 310A 或與第二區域 712 之導體 310A 沉積成整體層，且對於第二區域 712（其中二極體 100-100L 並聯耦接），導體 310B 可耦接至第三區域 713（其二極體 100-100L 亦並聯耦接）之導體 310A 或與第三區域 713 之導體 310A 沉積成整體層，諸如此類，以使第一、第二及第三區域（711、712、713）串聯耦接，其中每一該種區域所具有之二極體 100-100L 並聯耦接。此串聯連接亦可用於圖 100-103 中所說明之系統 800、810 及裝置 760、770 具體實例。

亦如圖 99 中所說明，可藉由對耦接至所有各別尖齒（310A、310B）之匯流排 714 施加電壓位準來使任何相間錯雜或梳狀電極結構通電。匯流排 714 通常經訂定尺寸以具有比較低之薄層電阻或阻抗。

對於相對較小區域或對於其他應用（諸如繪圖術（graphical art）），不需要該等電流平衡及阻抗匹配（薄層電阻匹配）結構，且可使用較簡單之第一及第二導體 310、320 結構，諸如圖 91-98、102、103 中所說明之層狀結構。舉例而言，當第一導體與第二導體 310、320 之薄層電阻佔第一及第二導體 310、320 連同二極體 100-100L 之總電阻之比例比較或相對小時，可使用該等層狀結構。亦如圖 102 及 103 中所說明，亦可使用第三導電層 312，諸如以沿比較長之裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 條狀物提供並聯匯流排連接。

接著將一或多個介電層 315 以留下暴露之第一端子 125（呈第一定向時）或二極體 100-100K 之第二側（背面）（或二極體 100L 之 GaN 異質結構）（呈第二定向時）或兩者的方式，以足以在一或多個第一導體 310（耦接至二極體 100-100L）與沉積於一或多個介電層 315 上且與第一端子 125 或二極體 100-100K 之第二側（背面）（視定向而定）形成相應物理及電接觸的一或多個第二導體 320 之間提供電絕緣的量沉積於二極體 100-100L 上。對於裝置 300，可接著沉積視情況存在之發光（或發射）層 325，繼而沉積視情況存在之穩定化層 335 及/或任何透鏡化、分散或密封層 330。舉例而言，該視情況存在之發光（或發射）層 325 可包含斯托克斯移位磷光體（stokes shifting phosphor）層以產生發射所需色彩或其他所選波長範圍或光譜之燈或其他裝置。此等各個層、導體及其他所沉積之化合物在下文中

更詳細論述。對於裝置 700，透鏡化、分散或密封層 330 一般在第一側上沉積於一或多個第二導體 320 上，且視情況存在之發光（或發射）層 325 接著可在第二側上沉積於基板 305 上，繼而沉積視情況存在之穩定化層 335 及/或任何透鏡化、分散或密封層 330。視第一及第二導體 310、320 之位置而定，可在沉積相應第一及第二導體之後或在任何透鏡化、分散或密封層 330 沉積之後塗覆碳電極 322A、322B。此等各個層、導體及其他所沉積之化合物在下文中更詳細論述。

基底 305 可由任何適合材料形成或包含任何適合材料，諸如（但不限於）塑膠、紙、紙板或塗料紙或紙板。基底 305 可包含任何可撓性材料，其具有可經受預期使用條件之強度。在一例示性具體實例中，基底 305、305A 包含實質上光學透射性聚酯或塑膠薄板，諸如經處理以達成印刷可接受性且可自 Denver, Colorado, USA 之 MacDermid 公司之 MacDermid Autotype 公司購得之 CT-5 或 CT-7 5 或 7 密耳聚酯（Mylar）薄板，或例如 Coveme 酸處理之 Mylar。在另一例示性具體實例中，基底 305 包含例如聚醯亞胺膜，諸如可自 Wilmington Delaware, USA 之 DuPont 公司購得之 Kapton。亦在一例示性具體實例中，基底 305 包含介電常數能夠或適用於針對所選擇之激發電壓提供足夠電絕緣的材料。基底 305 可包含例如以下任一或多者：紙、塗料紙、塑膠塗佈紙、纖維紙、紙板、廣告紙、廣告板、書、雜誌、報紙、木板、膠合板及其他呈任何所選形式之基於紙或木

材之產品；呈任何所選形式之塑膠或聚合物材料（薄板、膜、板等）；呈任何所選形式之天然及合成橡膠材料及產品；呈任何所選形式之天然及合成織物，包括聚合不織布（梳織、熔噴及紡結不織布）；擠出聚烯烴膜，包括 LDPE 膜；呈任何所選形式之玻璃、陶瓷及其他源自矽或二氧化矽之材料及產品；混凝土（固化）、石料及其他建築材料及產品；或當前現有或將來產生之任何其他產品。在第一例示性具體實例中，可選擇如下基底 305、305A，其提供一定程度之電絕緣（亦即，具有足以使沉積或塗覆於基底 305 之第一側（前面）上之一或多個第一導體 310 電絕緣（彼此電絕緣或與其他裝置或系統組件電絕緣）的介電常數或絕緣特性）。舉例而言，雖然玻璃薄板或矽晶圓為比較昂貴之選擇，但其亦可用作基底 305。然而，在其他例示性具體實例中，使用塑膠薄板或塗有塑膠之紙產品來形成基底 305，諸如上述聚酯或可自 Sappi 有限公司獲得之專利紙料及 100 lb. 覆蓋紙料，或自其他紙製造商（諸如 Mitsubishi Paper Mills、Mead）獲得之類似塗料紙，及其他紙產品。在另一例示性具體實例中，使用亦可自 Sappi 有限公司獲得之具有複數個凹槽之軋花塑膠薄板或塗有塑膠之紙產品，其中該等凹槽用於形成導體 310。在其他例示性具體實例中，可使用任何類型之基底 305，包括（不限於）具有其他密封或囊封層（諸如塑膠、漆及乙烯樹脂）沉積至基底 305 之一或多個表面的基底。基底 305、305A 亦可包含上述任何材料之層壓物或其他黏結物。

在一例示性具體實例中，展佈於基板 305、305A 上之二極體 100-100L 之比較小之尺寸提供比較快速之熱耗散而無需散熱片，且使廣泛材料適用作基底 305、305A，包括驟燃溫度相對較低之材料。此等溫度可包括例如（但不限於） 50°C 或 50°C 以上，或 75°C 或 75°C 以上，或 100°C ，或 125°C 或 150°C ，或 200°C ，或 300°C ，且可使用例如（但不限於）ISO 871:2006 標準量測。裝置 300、700 之操作溫度亦一般相對較低，例如，其平均操作溫度低於約 150°C ，或低於約 125°C ，或低於約 100°C 或低於約 75°C ，或低於約 50°C 。該平均操作溫度一般應在例如（但不加以限制）裝置 300、700 已開啟且升溫，諸如提供其最大光輸出至少約 10 分鐘之後測定，且可使用市售之紅外溫度計在典型環境條件（諸如約 20°C 至 30°C 之環境溫度）下，在裝置 300、700 之最外層表面量測操作溫度增量（且計算算術平均值）。

如各個圖中所說明之例示性基底 305、305A 具有總體而言實質上平坦之形態因數，諸如包含例如（但不限於）可饋送穿過印刷機之由所選材料（例如紙或塑膠）形成之薄板，且其可在第一表面（或側面）上具有包括表面粗糙度、凹穴、通道或凹槽之型態或具有在預定容許度內實質上平滑之第一表面（而不包括凹穴、通道或凹槽）之型態。熟習此項技術者應瞭解，諸多其他形狀及表面型態可用，其視作等效且處於本發明範疇內。

對於裝置 300、720、730 具體實例，接著諸如經由印刷製程將一或多個第一導體 310 塗覆或沉積（於基底 305

之第一側或表面上)，或塗覆於裝置 700、740、750 具體實例之二極體 100L 上達一定厚度，視導電墨水或聚合物之類型而定，諸如達約 0.1 至 15 微米（例如對於典型銀墨水或奈米粒子銀墨水而言，約 10 微米至 12 微米濕膜厚度，乾燥或固化膜厚度為約 0.2 微米或 0.3 微米至 1.0 微米）。在其他例示性具體實例中，視所塗覆之厚度而定，第一導體 310 亦可經砂磨以使表面平滑且亦可經壓延以壓縮導電粒子（諸如銀）。在製造例示性裝置 300、700、720、730、740、750、760、770 之例示性方法中，諸如經由印刷或其他沉積製程將導電墨水、聚合物或其他導電液體或膠體（諸如銀（Ag）墨水或聚合物、奈米粒子或奈米纖維銀墨水組成物、碳奈米管墨水或聚合物，或銀/碳混合物，諸如分散於銀墨水中之非晶形奈米碳（其粒徑為約 75 nm 至 100 nm））沉積於基底 305 上或沉積於二極體 100L 上，隨後可使其固化或部分固化（諸如經由紫外線（uv）固化製程），形成一或多個第一導體 310。在另一例示性具體實例中，可藉由濺鍍、旋轉澆鑄（或旋塗）、氣相沉積或電鍍導電化合物或元素（諸如金屬（例如鋁、銅、銀、金、鎳））形成一或多個第一導體 310。亦可使用不同類型之導體及/或導電化合物或材料（例如墨水、聚合物、元素金屬等）之組合產生一或多個複合第一導體 310。多層及/或多種類型之金屬或其他導電材料可組合形成一或多個第一導體 310，諸如第一導體 310 包含例如（但不限於）鎳上之鍍金層。舉例而言，可使用氣相沉積之鋁或銀或混合之碳-銀墨水。在各個例示性具體實

例中，沉積複數個第一導體 310，且在其他具體實例中，第一導體 310 可沉積為單個導電薄板或以其他方式附接（例如，耦接至基底 305 之鋁薄板）（未作單獨說明）。亦在各個具體實例中，可用於形成一或多個第一導體 310 之導電墨水或聚合物在沉積複數個二極體 100-100K 之前可能未固化或可能僅部分固化，接著在與複數個二極體 100-100K 接觸時完全固化，諸如以與複數個二極體 100-100K 形成歐姆接觸。在一例示性具體實例中，一或多個第一導體 310 在沉積複數個二極體 100-100K 之前完全固化，其中二極體墨水之其他化合物使一或多個第一導體 310 發生一定程度的溶解，其隨後在與複數個二極體 100-100K 接觸時再固化，且對於裝置 700 具體實例，一或多個第一導體 310 在沉積之後完全固化。亦對於裝置 700 具體實例，亦可使用導電粒子濃度較低之導電墨水以形成一或多個第一導體 310，從而有助於第一端子 125 抗濕潤。視所選具體實例而定，亦可使用光學透射性導電材料來形成一或多個第一導體 310。

亦可使用其他導電墨水或材料形成一或多個第一導體 310、第二導體 320、第三導體（未作單獨說明）以及下文所論述之任何其他導體，諸如銅、錫、鋁、金、貴金屬、碳、碳黑、碳奈米管（「CNT」）、單壁或雙壁或多壁 CNT、石墨薄膜、石墨薄膜薄片、奈米石墨薄膜薄片、奈米碳以及奈米碳與銀之組成物、具有優良或可接受之光學透射性之奈米粒子及奈米纖維銀組成物，或其他有機或無機導電聚合物、墨水、膠體或其他液體或半固體材料。在一例示

性具體實例中，將碳黑（其粒徑為約 100 nm）添加至銀墨水中以使所得碳濃度處於約 0.025% 至 0.5% 範圍內，從而增強二極體 100-100L 與第一導體 310 之間的歐姆接觸及黏著。另外，可等效地使用任何其他可印或可塗佈導電物質形成第一導體 310、第二導體 320 及/或第三導體，且例示性導電化合物包括：(1) 來自 Conductive Compounds (Londonberry, NH, USA) 之 AG-500、AG-800 及 AG-510 銀導電墨水，其亦可包括其他塗料 UV-1006S 紫外線可固化介電質（諸如第一介電層 125 之一部分）；(2) 來自 DuPont 之 7102 碳導體（若套印 5000 Ag）、7105 碳導體、5000 銀導體、7144 碳導體（連同 UV 囊封劑）、7152 碳導體（連同 7165 囊封劑）以及 9145 銀導體；(3) 來自 SunPoly 公司之 128A 銀導電墨水、129A 銀及碳導電墨水、140A 導電墨水以及 150A 銀導電墨水；(4) 來自 Dow Corning 公司之 PI-2000 系列高導電銀墨水；(5) 來自 Henkel/Emerson & Cumings 之 Electrodag 725A；(6) 可自 Boston, Massachusetts, USA 之 Cabot 公司獲得之 Monarch M120，其用作碳黑添加劑諸如以添加至銀墨水中從而形成碳與銀墨水之混合物；(7) Acheson 725A 導電銀墨水（可自 Henkel 獲得）單獨或與其他銀奈米纖維組合；以及 (8) 可自 Gyeonggi-do, Korea 之 Inktec. 獲得之 Inktek PA-010 或 PA-030 奈米粒子或奈米纖維可網版印刷銀導電墨水。如下文所論述，亦可使用此等化合物形成其他導體（包括第二導體 320）及任何其他導電跡線或連接件。另外，導電墨水及化合物可自多種其他

來源獲得。

亦可使用具實質上光學透射性之導電聚合物形成一或多個第一導體 310 以及第二導體 320 及/或第三導體。舉例而言，除下文所論述之其他任何透射性導體及其等效物之外，亦可使用聚乙烯-二氧噻吩，諸如可以商標名「Orgacon」自 Ridgefield Park, New Jersey, USA 之 AGFA 公司購得之聚乙烯-二氧噻吩。可等效使用之其他導電聚合物包括例如（不限於）聚苯胺及聚吡咯聚合物。在另一例示性具體實例中，使用已懸浮或分散於可聚合離子液體或其他流體中之碳奈米管形成具實質上光學透射性或透明之各種導體，諸如一或多個第二導體 320。應注意，對於裝置 300 具體實例，一或多個第二導體 320 一般具實質上光學透射性以在裝置之第一側上提供較大光發射或吸收，且對於裝置 700 具體實例，除非在第一側上亦需要光輸出，否則一或多個第二導體 320 一般不明顯具有光學透射性以提供相對較低之電阻抗。在一些例示性裝置 700 具體實例中，一或多個第二導體 320 具高度不透明性及反射性以充當鏡面且提高自裝置 700 之第二側的光輸出。

已用於形成一或多個第二導體 320 之光學透射性導電墨水包括可自 Tempe, Arizona, USA 之 NthDegree Technologies Worldwide 公司購得之透明導電墨水，且已描述於 Mark D. Lowenthal 等人於 2011 年 2 月 28 日申請且題為「Metallic Nanofiber Ink, Substantially Transparent Conductor, and Fabrication Method」之美國臨時專利申請案

第 61/447,160 號中，該專利申請案之全部內容以引用方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力。另一透明導體包括於諸如 1-丁醇、環己醇、冰乙酸之溶劑（約 1 重量%）與聚乙烯吡咯啉酮（MW 為約 100 萬）（約 2 重量%至 4 重量%，或更尤其約 3 重量%）之混合物中之銀奈米纖維（約 3 重量%至 50 重量%，或更尤其約 4 重量%至 40 重量%，或更尤其約 5 重量%至 30 重量%，或更尤其約 6 重量%至 20 重量%，或更尤其約 5 重量%至 15 重量%，或更尤其約 7 重量%至 13 重量%，或更尤其約 9 重量%至 11 重量%，或更尤其約 10 重量%）。另一導電墨水亦可包含與複數種其他溶劑（諸如與約 50 重量%至 65 重量%之丙二醇及約 1 重量%至 10 重量%之正丙醇或 1-甲氧基-2-丙醇）混合之奈米粒子或奈米纖維銀墨水（諸如 Inktek PA-010 或 PA-030 奈米粒子或奈米纖維可網版印刷銀導電墨水）（約 30 重量%至 50 重量%）。另一導電墨水亦可包含與複數種如上所述之其他溶劑混合之奈米粒子或奈米纖維銀墨水（諸如 Inktek PA-010 或 PA-030 奈米粒子或奈米纖維可網版印刷銀導電墨水），銀濃度為約 0.30 重量%至 3.0 重量%。

有機半導體（另稱為 π 共軛聚合物、導電聚合物或合成金屬）因碳原子之間沿聚合物主鏈之 π 共軛而固有地具半導體性。其結構含有一維有機主鏈，由此在 n-型或 p+型摻雜之後能夠導電。經充分研究之有機導電聚合物之類別包括聚(乙炔)、聚(吡咯)、聚(噻吩)、聚苯胺、聚噻吩、聚(對

苯硫醚)、聚(對伸苯基伸乙烯基)(PPV)及PPV衍生物、聚(3-烷基噻吩)、聚吡啶、聚芘、聚吡嗪、聚甘菊藍、聚氮呷、聚(萘)及聚萘。其他實例包括聚苯胺、聚苯胺衍生物、聚噻吩、聚噻吩衍生物、聚吡咯、聚吡咯衍生物、聚苯并噻吩、聚苯并噻吩衍生物、聚對伸苯基、聚對伸苯基衍生物、聚乙炔、聚乙炔衍生物、聚二乙炔、聚二乙炔衍生物、聚對伸苯基伸乙烯基、聚對伸苯基伸乙烯基衍生物、聚萘、及聚萘衍生物、聚異苯并噻吩(PITN)、伸雜芳基可為例如噻吩、呋喃或吡咯之聚伸雜芳基伸乙烯基(ParV)、聚苯硫(PPS)、聚迫位萘(PPN)、聚酞菁(PPhc)等，及其衍生物、其共聚物及其混合物。如本文所用之術語衍生物意謂該聚合物由經側鏈或基團取代之單體形成。

使導電聚合物聚合之方法不受特定限制，且適用方法包括例如(但不限於)uv或其他電磁聚合、熱聚合、電解氧化聚合、化學氧化聚合及催化聚合。由聚合方法獲得之聚合物常呈中性且不具導電性直至經摻雜為止。因此，對聚合物進行p型摻雜或n型摻雜以使其轉化為導電聚合物。半導體聚合物可經化學摻雜或電化學摻雜。用於摻雜之物質不受特定限制；一般使用能夠接受電子對之物質，諸如路易斯酸(Lewis acid)。實例包括鹽酸、硫酸、有機磺酸衍生物(諸如對磺酸、聚苯乙烯磺酸、烷基苯磺酸、樟腦磺酸、烷基磺酸、磺柳酸等)、氯化鐵、氯化銅及硫酸鐵。

應注意，對於「顛倒」之裝置300構造，選擇具光學

透射性之基底 305 及一或多個第一導體 310 以使光穿過基底 305 之第二側進入及/或離開。另外，當第二導體 320 亦透明時，光可自裝置 300 之兩側或在裝置 300 之兩側上發射或吸收。

一或多個第一導體 310 可具有各種紋理，諸如具有比較平滑之表面，或相反具有粗糙或有尖端之表面，或具有工程改造之微軋花結構（例如可自 Sappi 有限公司獲得）以潛在地改良其他層（諸如介電層 315）之黏著及/或有助於後續與二極體 100-100L 形成歐姆接觸。亦可在沉積二極體 100-100L 之前對一或多個第一導體 310 進行電暈處理，該電暈處理趨於移除可能已形成之任何氧化物且亦有助於後續與複數個二極體 100-100L 形成歐姆接觸。熟習電子或印刷技術者應想到可形成一或多個第一導體 310 之方式的諸多變化，其中所有該等變化視作等效且處於本發明範疇內。舉例而言（但不加以限制），亦可經由濺鍍或氣相沉積來沉積一或多個第一導體 310。另外，對於其他各個具體實例，可諸如經由塗佈、印刷、濺鍍或氣相沉積以單個或連續層形式沉積一或多個第一導體 310。

因此，如本文所用之「沉積」包括此項技術中已知之衝擊式或非衝擊式之任何及所有印刷、塗佈、輥軋、噴霧、層鋪、濺鍍、電鍍、旋轉澆鑄（或旋塗）、氣相沉積、層合、貼附及/或其他沉積製程。「印刷」包括此項技術中已知之衝擊式或非衝擊式之任何及所有印刷、塗佈、輥軋、噴霧、層鋪、旋塗、層合及/或貼附製程，且尤其包括例如（但不

限於) 網版印刷、噴墨印刷、電光印刷、電墨印刷、光阻及其他抗蝕劑印刷、熱感印刷、雷射噴印、磁性印刷、移印、快乾印刷、混合平版微影、凹板印刷 (Gravure) 及其他凹紋印刷。所有該等製程在本文中視作沉積製程且可供使用。例示性沉積或印刷製程不需要顯著生產控制或限制。不需要特定溫度或壓力。可能使用某種清潔室或經過濾空氣，但其程度可能與已知印刷或其他沉積製程之標準一致。然而，對於一致性而言，諸如為使形成各個具體實例之各個依次沉積之層正確對準 (對齊)，可能需要相對恆溫 (可能有例外，如下文論述) 及濕度。另外，所用之各種化合物可含於各種聚合物、黏合劑或其他分散劑中，其可經熱固化或乾燥，在環境條件下空氣乾燥，或 IR 或 uv 固化。

亦應注意，一般對於諸如經由印刷或其他沉積對本文中之各種化合物進行任何塗覆，亦可諸如經由使用抗蝕劑塗層或藉由以其他方式改良該表面之「可濕性」，例如藉由改良表面 (諸如基底 305 之表面、各個第一或第二導體 (分別為 310、320) 之表面及/或二極體 100-100L 之表面) 的例如親水性、疏水性或電學 (正電荷或負電荷) 特徵來控制表面特性或表面能。連同所沉積之化合物、懸浮液、聚合物或墨水之特徵 (諸如表面張力)，可使所沉積之化合物黏著至所需或所選位置，且有效避開其他區域。

舉例而言 (但不加以限制)，使用任何蒸發性或揮發性有機或無機化合物 (諸如水、醇、醚等) 使複數個二極體

100-100L 懸浮於液體、半液體或膠體載劑中，亦可包括黏著劑組分（諸如樹脂）及/或界面活性劑或其他助流劑。在一例示性具體實例中，舉例而言（但不加以限制）複數個二極體 100-100L 如上文在實施例中所述而懸浮。亦可使用界面活性劑或助流劑，諸如辛醇、甲醇、異丙醇或去離子水，且亦可使用黏合劑，諸如含有實質上或比較小之鎳珠粒（例如 1 微米）之各向異性導電黏合劑（其例如在壓縮及固化之後提供導電性且可用以改良或增強歐姆接觸之形成），或任何其他可 uv、熱或空氣固化之黏合劑或聚合物，包括下文更詳細論述者（且其亦可與介電化合物、透鏡等一起使用）。

另外，各個二極體 100-100L 可組態為例如具有各種色彩（諸如紅色、綠色、藍色、黃色、琥珀色等）中之任一者之發光二極體。具有不同色彩之發光二極體 100-100L 接著可混合於例示性二極體墨水中，以便在裝置 300、300A 中通電時，產生所選色溫。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 1：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及

固化或聚合之樹脂或聚合物。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 2：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及

固化或聚合之樹脂或聚合物，其形成至少部分圍繞各

二極體且厚度為約 10 nm 至 300 nm 之膜。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 3：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；及

至少痕量之固化或聚合之樹脂或聚合物。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 4：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

固化或聚合之樹脂或聚合物；及

至少痕量之溶劑。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 5：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

至少痕量之固化或聚合之樹脂或聚合物；及

至少痕量之溶劑。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 6：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

固化或聚合之樹脂或聚合物；

至少痕量之溶劑；及

至少痕量之界面活性劑。

乾燥或固化之二極體墨水實施例 7：

包含以下之組成物：

複數個二極體 100-100L；

至少痕量之固化或聚合之樹脂或聚合物；

至少痕量之溶劑；及

至少痕量之界面活性劑。

接著諸如藉由使用 280 目塗有聚酯或 PTFE 之網進行印刷使二極體墨水（懸浮之二極體 100-100L 及視情況存在之惰性粒子）沉積於裝置 700 具體實例之基底 305A 上或沉積於裝置 300 具體實例之一或多個第一導體 310 上，且諸如經由例如加熱、uv 固化或任何乾燥製程使揮發性或蒸發性組分消散以留下二極體 100-100L 實質上或至少部分接觸且黏著至基底 305A 或一或多個第一導體 310。在一例示性具體實例中，在約 110°C 下使沉積之二極體墨水固化通常 5 分鐘或不到 5 分鐘。如乾燥或固化之二極體墨水實施例 1 及 2 中殘留之乾燥或固化之二極體墨水一般包含複數個二極體 100-100L 及固化或聚合之樹脂或聚合物（至少以痕量存在）（其如上所述可一般將二極體 100-100L 固定或固持於適當位置上），且如先前所論述形成膜 295。雖然揮發性或蒸發性組分（諸如第一及/或第二溶劑及/或界面活性劑）實質上消散，但可殘留痕量或更多量，如乾燥或固化之二極體墨水實施例 3-6 中所說明。如本文所用之「痕量」之成分應理解為相較於初始沉積於第一導體 310 及/或基底 305、305A 上時二極體墨水中最初存在之成分之量大於零但小於或等於 5% 之量。

完成之裝置（300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770）中所得二

極體 100-100L 密度或濃度（例如每平方公分二極體 100-100L 之數目）將視二極體墨水中二極體 100-100L 之濃度而定。當二極體 100-100L 之尺寸處於 20 微米至 30 微米之範圍內時，可使用極高密度但仍僅覆蓋較小百分比之表面積（一優勢在於允許較大程度的熱耗散而不另外需要散熱片）。舉例而言，當使用尺寸處於 20 微米至 30 微米範圍內之二極體 100-100L 時，一平方吋中 10,000 個二極體僅覆蓋約 1% 之表面積。亦舉例而言，在一例示性具體實例中，對於在裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 中使用，多種二極體密度可用且處於本發明範疇內，包括（不限於）：每平方公分 2 至 10,000 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 5 至 10,000 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 5 至 1,000 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 5 至 100 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 5 至 50 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 10 至 8,000 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 15 至 5,000 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 20 至 1,000 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 25 至 100 個二極體 100-100L；或更尤其，每平方公分 25 至 50 個二極體 100-100L。

亦可使用其他步驟或若干步驟製程將二極體 100-100L 沉積於一或多個第一導體 310 上。亦舉例而言（但不加以

限制)，可首先沉積黏合劑，諸如甲氧基化二醇醚丙烯酸酯單體（其亦可包括水溶性光引發劑，諸如 TPO（(2,4,6-三甲基苯甲醯基)二苯基氧化膦（triphenyl phosphine oxide）），或各向異性導電黏合劑，繼而如上文所論述沉積已懸浮於液體或膠體中之二極體 100-100L。

在一例示性具體實例中，對於裝置 300、720、730、760 具體實例，二極體 100-100K 之懸浮介質亦可包含溶解溶劑或其他反應劑，諸如一或多種二元酯，其最初溶解或再濕潤一或多個第一導體 310 中之一些第一導體 310。當沉積複數個二極體 100-100K 之懸浮液且一或多個第一導體 310 之表面接著變得部分溶解或未固化時，複數個二極體 100-100K 可略微或部分包埋於一或多個第一導體 310 內，亦有助於形成歐姆接觸，且使複數個二極體 100-100K 與一或多個第一導體 310 之間形成黏著黏結或黏著耦接。由於溶解劑或反應劑諸如經由蒸發而消散，所以一或多個第一導體 310 在實質接觸複數個二極體 100-100K 時再硬化（或再固化）。除上文所論述之二元酯之外，例示性溶解劑、濕潤劑或溶劑化劑例如（但不限於）亦如上所述包括丙二醇單甲醚乙酸酯（ $C_6H_{12}O_3$ ）（由 Eastman 以名稱「PM 乙酸酯」出售），其與 1-丙醇（或異丙醇）以約 1:8 莫耳比（或 22:78 重量比）用於形成懸浮介質；以及多種二元酯，及其混合物，諸如丁二酸二甲酯、己二酸二甲酯及戊二酸二甲酯（其不同混合物可自 Invista 以產品名稱 DBE、DBE-2、DBE-3、DBE-4、DBE-5、DBE-6、DBE-9 及 DBE-IB 獲得）。在一例

示性具體實例中，使用 DBE-9。溶劑之莫耳比將基於所選溶劑而變化，其中 1:8 及 1:12 為典型比率。亦可使用各種化合物或其他試劑來控制此反應：例如，1-丙醇與水之組合或混合物可明顯抑制一或多個第一導體 310 經 BE-9 溶解或再濕潤直至在固化製程中相對較遲在二極體墨水之各種化合物已蒸發或以其他方式消散且二極體墨水之厚度小於二極體 100-100K 之高度為止，因此第一導體 310 之任何溶解之材料（諸如銀墨水樹脂及銀墨水粒子）不沉積於二極體 100-100K 之上表面上（該等二極體 100-100K 接著能夠與第二導體 320 形成電接觸）。

介電墨水實施例 1：

包含以下之組成物：

介電樹脂，其包含約 0.5% 至約 30% 甲基纖維素樹脂；

第一溶劑，其包含醇；及

界面活性劑。

介電墨水實施例 2：

包含以下之組成物：

介電樹脂，其包含約 4% 至約 6% 甲基纖維素樹脂；

第一溶劑，其包含約 0.5% 至約 1.5% 辛醇；

第二溶劑，其包含約 3% 至約 5% IPA；及

界面活性劑。

介電墨水實施例 3：

包含以下之組成物：

約 10% 至約 30% 之介電樹脂；

第一溶劑，其包含二醇醚乙酸酯；

第二溶劑，其包含二醇醚；及

第三溶劑。

介電墨水實施例 4：

包含以下之組成物：

約 10% 至約 30% 之介電樹脂；

第一溶劑，其包含約 35% 至 50% 乙二醇單丁醚乙酸酯；

第二溶劑，其包含約 20% 至 35% 二丙二醇單甲醚；及

第三溶劑，其包含約 0.01% 至 0.5% 甲苯。

介電墨水實施例 5：

包含以下之組成物：

約 15% 至約 20% 之介電樹脂；

第一溶劑，其包含約 35% 至 50% 乙二醇單丁醚乙酸酯；

第二溶劑，其包含約 20% 至 35% 二丙二醇單甲醚；及

第三溶劑，其包含約 0.01% 至 0.5% 甲苯。

介電墨水實施例 6：

包含以下之組成物：

約 10% 至約 30% 之介電樹脂；

第一溶劑，其包含約 50% 至 85% 二丙二醇單甲醚；及

第二溶劑，其包含約 0.01% 至 0.5% 甲苯。

介電墨水實施例 7：

包含以下之組成物：

約 15% 至約 20% 之介電樹脂；

第一溶劑，其包含約 50% 至 90% 乙二醇單丁醚乙酸酯；

及

第二溶劑，其包含約 0.01%至 0.5%甲苯。

介電墨水實施例 8：

包含以下之組成物：

約 15%至約 20%之介電樹脂；

第一溶劑，其包含約 50%至 85%二丙二醇單甲醚；及

其餘部分，其包含第二溶劑，該第二溶劑包含約 0.01%至 8.0%丙二醇或去離子水。

接著在沉積第二導體 320 之前，諸如經由印刷或塗佈製程將絕緣材料（稱為介電墨水，諸如描述為介電墨水實施例 1-8 之介電墨水）沉積於二極體 100-100L 上或二極體 100-100L 之周邊或側向部分上以形成絕緣或介電層 315。介電層 315 之濕膜厚度大致為約 30 微米至 40 微米且乾燥或固化膜厚度大致為約 5 微米至 7 微米。絕緣或介電層 315 可包含懸浮於如上下文所論述之各種任何介質中之任何絕緣或介電化合物。在一例示性具體實例中，絕緣或介電層 315 包含甲基纖維素樹脂，其量處於約 0.5%至 15%範圍內，或更尤其處於約 1.0%至約 8.0%範圍內，或更尤其處於約 3.0%至約 6.0%範圍內，或更尤其處於約 4.5%至約 5.5%範圍內，諸如可自 Dow Chemical 獲得之 E-3「甲基纖維素 (methocel)」；以及界面活性劑，其量處於約 0.1%至 1.5%範圍內，或更尤其處於約 0.2%至約 1.0%範圍內，或更尤其處於約 0.4%至約 0.6%範圍內，諸如來自 BYK Chemie GmbH 之 0.5% BYK 381；懸浮於以下溶劑中：第一溶劑，其量處

於約 0.01%至 0.5%範圍內，或更尤其處於約 0.05%至約 0.25%範圍內，或更尤其處於約 0.08%至約 0.12%範圍內，諸如約 0.1%辛醇；及第二溶劑，其量處於約 0.0%至 8%範圍內，或更尤其處於約 1.0%至約 7.0%範圍內，或更尤其處於約 2.0%至約 6.0%範圍內，或更尤其處於約 3.0%至約 5.0%範圍內，諸如約 4% IPA，其餘部分為第三溶劑，諸如去離子水。用 E-3 調配物沉積 4 至 5 個塗層，以形成總厚度大致為 6 微米至 10 微米之絕緣或介電層 315，其中各塗層在約 110°C 下固化約 5 分鐘。在其他例示性具體實例中，介電層 315 可經 IR（紅外光）固化、uv 固化或兩者。在其他例示性具體實例中，不同介電調配物可塗覆成不同層以形成絕緣或介電層 315；舉例而言（但不加以限制），塗覆由可自 Dusseldorf, Germany 之 Henkel 公司獲得之基於溶劑之透明介電質形成之第一層，諸如 Henkel BIK-20181-40A、Henkel BIK-20181-40B 及/或 Henkel BIK-20181-24B，繼而塗覆上文所述之基於水之 E-3 調配物，形成介電層 315。在其他例示性具體實例中，其他介電化合物可自 Henkel 購得且可等效地使用，諸如於介電墨水實施例 8 中。介電層 315 可為透明的，但亦可包括例如（而不限於）比較低濃度之光漫射、散射或反射性粒子以及導熱粒子（諸如氧化鋁）。在各個例示性具體實例中，介電墨水亦將使二極體 100-100L 之上表面抗濕潤，使二極體 100-100K 之至少一些第一端子 125 或第二側（背面）（視定向而定）暴露以後續接觸第二導體 320。

在例示性介電墨水中可使用一或多種例示性溶劑，例如（但不限於）：水；醇，諸如甲醇、乙醇、正丙醇（包括1-丙醇、2-丙醇（異丙醇）、1-甲氧基-2-丙醇）、異丁醇、正丁醇（包括1-丁醇、2-丁醇）、正戊醇（包括1-戊醇、2-戊醇、3-戊醇）、正辛醇（包括1-辛醇、2-辛醇、3-辛醇）；醚，諸如甲基乙基醚、乙醚、乙基丙基醚及聚醚；酯，諸如乙酸乙酯、己二酸二甲酯、丙二醇單甲醚乙酸酯、戊二酸二甲酯、丁二酸二甲酯、乙酸甘油酯、二元酯（例如 Invista DBE-9）；酯，諸如乙酸乙酯；二醇，諸如乙二醇、二乙二醇、聚乙二醇、丙二醇、二丙二醇、二醇醚、二醇醚乙酸酯、PM 乙酸酯（丙二醇單甲醚乙酸酯）、二丙二醇單甲醚、乙二醇單丁醚乙酸酯；碳酸酯，諸如碳酸仲丙酯；甘油類，諸如甘油；乙腈、四氫呋喃（THF）、二甲基甲醯胺（DMF）、N-甲基甲醯胺（NMF）、二甲亞砜（DMSO）；及其混合物。除水溶性樹脂之外，亦可使用其他基於溶劑之樹脂。可使用一或多種增稠劑，例如黏土，諸如鋰膨潤石黏土、膨潤土黏土、有機改質黏土；醣及多醣，諸如瓜爾膠、三仙膠；纖維素及改質纖維素，諸如羥甲基纖維素、甲基纖維素、乙基纖維素、丙基甲基纖維素、甲氧基纖維素、甲氧基甲基纖維素、甲氧基丙基甲基纖維素、羥丙基甲基纖維素、羧甲基纖維素、羥乙基纖維素、乙基羥乙基纖維素、纖維素醚、纖維素乙醚、聚葡萄糖胺糖；聚合物，諸如丙烯酸酯及（甲基）丙烯酸酯聚合物及共聚物、聚乙烯吡咯啉酮、聚乙二醇、聚乙酸乙烯酯（PVA）、聚乙烯醇、聚丙烯酸、聚氧

化乙烯、聚乙烯醇縮丁醛 (PVB)；二乙二醇、丙二醇、2-乙基噁唑啉、煙霧狀二氧化矽 (諸如矽石粉)、二氧化矽粉；以及改質尿素，諸如 BYK® 420 (可自 BYK Chemie 獲得)。可使用其他黏度調節劑，以及添加粒子以控制黏度，如 Lewis 等人之專利申請公開案第 US 2003/0091647 號中所述。亦可使用例如助流劑或界面活性劑，諸如辛醇及埃默拉爾德高效能材料公司 (Emerald Performance Materials) 之 Foamblast 339。在其他例示性具體實例中，一或多種絕緣體 135 可為聚合物，諸如在去離子水中包含通常 12% 以下之 PVA 或 PVB。

在沉積絕緣或介電層 315 之後，沉積一或多個第二導體 320 (例如經由印刷導電墨水、聚合物或其他導體，諸如金屬)，其可為上文所論述之任何類型之導體、導電墨水或聚合物，或可為光學透射性 (或透明) 導體，以與二極體 100-100L 之暴露或非絕緣部分 (一般為二極體 100-100L 之第一端子 125，呈第一定向) 形成歐姆接觸。一或多個光學透射性第二導體 320 之濕膜厚度大致為約 6 微米至 18 微米且乾燥或固化之膜厚度大致為約 0.1 微米至 0.4 微米，且光學不透明之一或多個第二導體 320 (諸如 Acheson 725A 導電銀) 之濕膜厚度一般大致為約 14 微米至 18 微米且乾燥或固化之膜厚度大致為約 5 微米至 8 微米。舉例而言，光學透射性第二導體可沉積為單個連續層 (形成單個電極)，諸如用於照明或光電應用。對於上述顛倒構造，且對於裝置 700 具體實例，第二導體 320 無需具光學透射性 (儘管

其可具光學透射性) 以允許光自裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 之頂面及底面進入或離開。光學透射性第二導體 320 可包含如下任何化合物，該化合物：(1) 具有足夠導電性以使裝置 300 通電或自其第一或上端部分接收能量（且可能必要或需要時，一般具有足夠低之電阻或阻抗以降低或最小化功率損耗及熱生成）；且（2）對於所選波長之電磁輻射（諸如可見光譜之部分）具有至少預定或所選之透明度或透射度。形成光學透射性或非透射性第二導體 320 之材料的選擇可視裝置 300、700 之所選應用且視視情況存在之一或多個第三導體之利用而不同。諸如藉由使用如印刷或塗佈技術中已知或即將知曉之印刷或塗佈製程將一或多個第二導體 320 沉積於二極體 100-100L 之暴露及/或非絕緣部分上，及/或亦沉積於任何絕緣或介電層 315 上，其中可能必要或需要時，提供適當控制以達成任何所選之對準或對齊。

舉例而言，用於形成一或多個第二導體 320 之例示性透明導電墨水可包含約 0.4%至 3.0%銀奈米纖維（或 3.0%以上，在其他具體實例中）、約 2%至 4%聚乙烯吡咯啉酮（MW 為 100 萬）、0.5%至 2%冰乙酸，其餘部分為 1-丁醇及/或環己醇。

在一例示性具體實例中，除上文所述之導體之外，可使用碳奈米管（CNT）、奈米粒子或奈米纖維銀、聚乙烯-二氧噻吩（例如 AGFA Orgacon）、聚-3,4-伸乙二氧基噻吩

與聚苯乙烯磺酸之組合（以 Baytron P 出售且可自 Leverkusen, Germany 之 Bayer AG 獲得）、聚苯胺或聚吡咯聚合物、氧化銦錫（ITO）及/或氧化銻錫（ATO）（其中 ITO 或 ATO 通常以粒子形式懸浮於先前所論述之各種黏合劑、聚合物或載劑中之任一者中）來形成光學透射性第二導體 320。在一例示性具體實例中，碳奈米管懸浮於含界面活性劑之揮發性液體中，諸如可自 Norman, Oklahoma, USA 之 SouthWest NanoTechnologies 公司獲得之碳奈米管組成物。另外，阻抗或電阻相對較低之一或多個第三導體（未作單獨說明）併入或可併入相應透射性第二導體 320 中。舉例而言，為形成一或多個第三導體，可使用印刷於透射性第二導體 320 之相應部分或層上之導電墨水或聚合物（例如銀墨水、CNT 或聚乙烯-二氧噻吩聚合物）形成一或多個精細導線，或可使用印刷於較大顯示器中之較大整體透明第二導體 320 上之導電墨水或聚合物形成一或多個精細導線（例如具有網格或梯形圖案）。

可等效地用於形成實質上光學透射性第二導體 320 之其他化合物包括如上所述之氧化銦錫（ITO），及此項技術中當前已知或可能即將知曉之其他透射性導體，包括一或多種上文所論述之導電聚合物，諸如可以商標名「Orgacon」得到之聚乙烯-二氧噻吩，及各種基於碳及/或碳奈米管之透明導體。代表性透射性導電材料可例如得自 DuPont，諸如 7162 及 7164 ATO 半透明導體。透射性第二導體 320 亦可與各種黏合劑、聚合物或載劑組合，包括先前所論述之黏合

劑、聚合物或載劑，諸如在各種條件下可固化（諸如暴露於紫外線輻射可固化（uv可固化））之黏合劑。

可能必要或需要時，視情況存在之穩定化層 335 可沉積於第二導體 320 上，且用於保護第二導體 320 以防止發光（或發射）層 325 或任何插入保形塗層使第二導體 320 之導電性降級。可使用由下文（參考保護塗層 330）論述之任何墨水、化合物或塗料形成之一或多個比較薄之塗層，諸如 Nazdar 9727 透明基質或 DuPont 5018 或紅外光可固化樹脂，諸如於環己醇中之約 7% 聚乙炔醇縮丁醛。另外，穩定化層 335 中亦可視情況包括熱耗散及/或光散射粒子。例示性穩定化層呈乾燥或固化形式時通常為約 10 微米至 40 微米。

作為可選方案，可使用碳電極 322（說明為 322A 及 322B）在密封或保護層 330 外部與一或多個第一導體 310 及一或多個第二導體 320 形成接觸，如對於各個例示性具體實例所說明，且有助於保護一或多個第一導體 310 及一或多個第二導體 320 免遭腐蝕及磨損。在一例示性具體實例中，使用碳墨水，諸如 Acheson 440A，其濕膜厚度大致為約 18 微米至 20 微米且乾燥或固化之膜厚度大致為約 7 微米至 10 微米。

亦作為圖 102 及 103 中所說明之可選方案，可使用視情況存在之第三導電層 312，且可包含本文對於一或多個第一導體 310 及/或一或多個第二導體 320 所述之任何導電材料。

一或多個發光（或發射）層 325（例如包含一或多個磷光體層或塗層）可沉積於穩定化層 335 上（或當不使用穩定化層 335 時，沉積於第二導體 320 上），或直接沉積於裝置 700 具體實例之基底 305A 之第二側上。亦可使用多個發光（或發射）層 325，如所說明，諸如裝置 300、300A、300C、300D、700、700A、720、730、740、750、760、770 之各側上一個發光（或發射）層 325。在一例示性具體實例（諸如 LED 具體實例）中，例如（但不加以限制），可諸如經由上文所論述之印刷或塗佈製程將一或多個發射層 325 沉積於裝置 300 具體實例之穩定化層 335 之整個表面上（或當不使用穩定化層 335 時，沉積於第二導體 320 上），或直接沉積於裝置 700 具體實例之基底 305A 之第二側上，或兩者。一或多個發射層 325 可由任何能夠或適於回應於自二極體 100-100L 所發射之光（或其他電磁輻射）發射可見光譜中之光或使發射光之頻率（或任何所選頻率之其他電磁輻射）移位（例如斯托克斯移位）的物質或化合物形成。舉例而言，基於黃色磷光體之發射層 325 可與發射藍光之二極體 100-100L 一起使用以產生實質上白光。該等發光化合物包括各種磷光體，其可以各種形式中之任一者且與各種摻雜劑中之任一者一起提供。形成一或多個發射層 325 之發光化合物或粒子可以具有各種黏合劑之聚合物形式使用或懸浮，且亦可單獨與各種黏合劑（諸如可自 DuPont 或 Conductive Compounds 獲得之磷光體黏合劑）組合，有助於印刷或其他沉積製程，且使磷光體黏著至下伏層及後續

上覆層。亦可以 uv 可固化或熱可固化形式提供一或多個發射層 325。

多種等效之發光或其他光發射性化合物可用且處於本發明範疇內，包括（不限於）：（1）G1758、G2060、G2262、G3161、EG2762、EG 3261、EG3560、EG3759、Y3957、EY4156、EY4254、EY4453、EY4651、EY4750、O5446、O5544、O5742、O6040、R630、R650、R6733、R660、R670、NYAG-1、NYAG-4、NYAG-2、NYAG-5、NYAG-3、NYAG-6、TAG-1、TAG-2、SY450-A、SY450-B、SY460-A、SY460-B、OG450-75、OG450-27、OG460-75、OG460-27、RG450-75、RG450-65、RG450-55、RG450-50、RG450-45、RG450-40、RG450-35、RG450-30、RG450-27、RG460-75、RG460-65、RG460-55、RG460-50、RG460-45、RG460-40、RG460-35、RG460-30 及 RG460-27，可自 Fremont, California, USA 之 Intematix 獲得；（2）13C1380、13D1380、14C1220 及 GG-84，可自 Towanda, Pennsylvania, USA 之 Global Tungsten & Powders 公司獲得；（3）FL63/S-D1、HPL63/F-F1、HL63/S-D1、QMK58/F-U1、QUMK58/F-D1、KEMK63/F-P1、CPK63/N-U1、ZMK58/N-D1 及 UKL63/F-U1，可自 Herts, England 之 Phosphor Technology 有限公司獲得；（4）BYW01A/PTCW01AN、BYW01B/PTCW01BN、BUVOR02、BUVG01、BUVR02、BUVY02、BUVG02、BUVR03/PTCR03 及 BUVY03，可自 Lithia Springs, Georgia, USA 之 Phosphor Tech 公司獲得；以及（5）Hawaii655、Maui535、Bermuda465

及 Bahama560，可自 Princeton, New Jersey, USA 之 Lightscape Materials 公司獲得。另外，視所選具體實例而定，在任何該種發光（或發射）層 325 內可包括著色劑、染料及/或摻雜劑。在一例示性具體實例中，使用鈮鋁石榴石（「YAG」）磷光體，其可自 Phosphor Technology 有限公司及 Global Tungsten & Powders 公司獲得，諸如含 40% YAG 之 uv 可固化樹脂（其濕膜及乾燥/固化膜厚度為約 40 至 100 微米），或含 70% YAG 之紅外光可固化樹脂-溶劑系統（諸如約 5% 聚乙烯醇縮丁醛於約 95% 環己醇中）（其濕膜厚度為約 15 微米至 17 微米且乾燥/固化膜厚度為約 13 微米至 15 微米）。另外，用於形成發射層 325 之磷光體或其他化合物可包括在特定光譜（諸如綠色或藍色）內發射之摻雜劑。在彼等狀況下，發射層可經印刷以界定任何既定或所選色彩（諸如 RGB 或 CMYK）之像素以提供彩色顯示。熟習此項技術者應瞭解任何裝置 300 具體實例亦可包含該一或多個發射層 325 耦接至或沉積於穩定化層 335 或第二導體 320 上。

視用於形成一或多個第二導體 320 之溶劑而定，可使用視情況存在之一或多個障壁層 318，如圖 103 中所說明，諸如以防止一或多個第二導體 320 之化合物穿透介電層 315 至一或多個第一導體 310。在一例示性具體實例中，使用黏度調節劑，諸如 E-10 黏度調節劑或上文所論述之任何其他黏度調節劑，使其沉積以形成約 100 nm 至 200 nm 之固化或乾燥膜或薄膜厚度。亦可使用任何用於形成保護或密封

塗層 330 或穩定化層 335 之材料來形成一或多個障壁層 318。

裝置 300 亦可包括視情況存在之保護或密封塗層 330 (其亦可與視情況存在之穩定化層 335 組合)，其亦可包括任何類型之透鏡化或光漫射或分散結構或濾光片，諸如實質上透明之塑膠或其他聚合物以提供保護而免受各種因素 (諸如天氣、空氣傳播之腐蝕性物質等) 影響，或該種密封及/或保護功能可由發射層 325 所用之聚合物 (樹脂或其他黏合劑) 提供。為便於說明，圖 76、78-82、87、88、91-98、102 及 103 使用虛線說明該種形成保護或密封塗層 330 之聚合物 (樹脂或其他黏合劑) 以指示實質透明度。在一例示性具體實例中，使用基於胺基甲酸酯之材料 (諸如可以 NAZDAR 9727 (www.nazdar.com) 獲得之專用樹脂或可自 Dusseldorf, Germany 之 Henkel 公司獲得之 uv 可固化丙烯酸胺基甲酸酯 PF 455 BC) 沉積保護或密封塗層 330 作為一或多個保形塗層，達約 10 微米至 40 微米之厚度。在另一例示性具體實例中，藉由層合裝置 300 達成保護或密封塗層 330。未作單獨說明但如相關美國專利申請案 (美國專利申請案第 12/560,334 號、美國專利申請案第 12/560,340 號、美國專利申請案第 12/560,355 號、美國專利申請案第 12/560,364 號及美國專利申請案第 12/560,371 號，以全文引用之方式併入本文中，具有如同在本文中闡述其全文一般之相同完全效力) 中所論述，複數個透鏡 (懸浮於聚合物 (樹脂或其他黏合劑) 中) 亦可直接沉積於一或多個發

射層 325 及其他特徵上，形成各種發光裝置 300 具體實例中之任一者。

熟習此項技術者應瞭解在所主張之本發明範疇內可使用任何數目之第一導體 310、絕緣體 315、第二導體 320 等。另外，除所說明之定向之外，任何裝置 300 之複數個第一導體 310、一或多個絕緣體（或介電層）315 及複數個第二導體 320（以及任何併入之相應及視情況存在之一或多個第三導體）可能存在多種定向及組態，諸如實質上平行定向。舉例而言，複數個第一導體 310 可皆實質上彼此平行，且複數個第二導體 320 亦可皆實質上彼此平行。隨後，複數個第一導體 310 與複數個第二導體 320 可彼此垂直（界定列及行），因此其重疊區域可用於界定像元（「像素」）且可各別且獨立地定址。當複數個第一導體 310 及複數個第二導體 320 中之任一者或兩者可建構成具有預定寬度之間隔開且實質上平行之線（兩者皆界定列或兩者皆界定行）時，其亦可由列及/或行定址，例如（但不限於）對各列接連地進行順序定址）。另外，複數個第一導體 310 及複數個第二導體 320 中之任一者或兩者可建構成如上所述之層狀物或薄板。

如可自本發明所顯而易見，視複合材料（諸如基底 305）之選擇而定，例示性裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 可經設計並製造成具有高度可撓性及可變形性，可能甚至可摺疊、可拉伸且可能可穿著，而非硬質的。舉例而言（但不

加以限制)，例示性裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 可包含可撓性、可摺疊及可穿著之衣服或可撓性燈或壁紙燈。例示性裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 因具有該可撓性而可經輓軋（諸如海報），或如紙張一樣摺疊且在再打開時發揮完全功能。亦舉例而言，例示性裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 因具有該可撓性而可具有多種形狀及尺寸，且可經組態以用於多種任何風格及其他美學目標。該例示性裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 亦比先前技術器件具有顯著更大之彈性，易破碎性及脆性比（例如）典型之大螢幕電視小得多。

如上所示，複數個二極體 100-100L 可經組態（經由材料選擇及相應摻雜）為例如（但不限於）光電（PV）二極體或 LED。圖 84 為第一例示性系統 350 具體實例之方塊圖，其中複數個二極體 100-100L 建構成任何類型或色彩之 LED。系統 350 包含發光裝置 300A、300C、300D、300C、300D、700A（及二極體為 LED 之任何裝置 720、730、740、750、760、770）、可耦接至電源 340（諸如 AC 線或 DC 電池組）之介面電路 355 及視情況存在之控制器 345（具有控制邏輯電路 360 及視情況存在之記憶體 365）。（裝置 300A 在其他方面一般與裝置 300 相同，但具有複數個建構成 LED

之二極體 100-100L，且對於裝置 300C、300D 具體實例，具有雙側，且同樣，裝置 700A 在其他方面一般與裝置 700 相同，但具有複數個建構成 LED 之二極體 100-100L。) 當諸如經由施加相應電壓 (例如，自電源 340) 使一或多個第一導體 310 及一或多個第二導體 320 (或第三導體 312) 通電時，能量將供應至複數個 LED (二極體 100-100L) 中之一或多者，完全越過裝置 300A、300C、300D、300C、300D、700A、720、730、740、750、760、770 (當導體及絕緣體各自建構成單個層時)，或於通電之第一導體 310 與第二導體 320 之相應相交處 (重疊區)，該等相交處視其定向及組態界定例如像素、薄板或列/行。因此，藉由選擇性地使第一導體 310 及第二導體 320 通電，裝置 300A (及/或系統 350) 提供像素可定址性動態顯示器或照明器件或標牌等。舉例而言，複數個第一導體 310 可包含相應複數列，且複數個透射性第二導體 320 包含相應複數行，其中各像素由相應列與相應行之相交或重疊所界定。當複數個第一導體 310 及複數個第二導體 320 中之任一者或兩者可建構為如圖 76-82、87、88、91-98、102、103 中所說明時，亦例如，使導體 310、320 通電將為實質上所有 (或大部分) 複數個 LED (二極體 100-100L) 提供電力，諸如以使照明器件或靜態顯示器 (諸如標牌) 發光。該像素計數可能相當高，遠高於典型高清晰度水準。

繼續參考圖 84，裝置 300A、300C、300D、300C、300D、700A、720、730、740、750、760、770 經由介面電路 355

耦接至電源 340，且亦視情況耦接至控制器 345，該電源 340 可為 DC 電源（諸如電池組或光電電池）或 AC 電源（諸如家用或建築電力）。介面電路 355 可以多種方式具體化，諸如全波整流器或半波整流器、阻抗匹配電路、減少 DC 漣波之電容器、耦接至 AC 線之開關電源等，且可包括例如（但不限於）多種控制二極體 100-100L 之通電的組件（未作單獨說明）。當控制器 345 經建構諸如用於可定址發光顯示系統 350 具體實例及/或動態發光顯示系統 350 具體實例時，控制器 345 可如電子技術中已知或即將知曉用於控制二極體 100-100L 之通電（經由各種複數個第一導體 310 及複數個透射性第二導體 320），且通常包含控制邏輯電路 360（其可為組合邏輯電路、有限狀態機、處理器等）及記憶體 365。亦可使用其他輸入/輸出（I/O）電路。當未建構控制器 345，諸如用於各種照明系統 350 具體實例（其通常不可定址及/或為非動態發光顯示系統 350 具體實例）時，系統 350 通常耦接至電開關或電子開關（未作單獨說明），該電開關或電子開關可包含任何適合類型之開關佈置，諸如用於照明系統開啟、關閉及/或減光。下文在論述圖 100-103、85 及 86 之後更詳細論述控制邏輯電路 360、記憶體 365。

介面電路 355 可如此項技術中已知或可能即將知曉來建構，且可包括阻抗匹配能力、電壓整流電路、使低電壓處理器與例如較高電壓控制匯流排成介面之電壓轉換、回應於自控制邏輯電路 360 之傳信開啟或關閉各種線或連接器之各種開關機構（例如電晶體）及/或物理耦接機構。另

外，介面電路 355 亦可經調適例如以諸如經由硬連線或 RF 傳信以自系統 350 外部接收及/或傳輸信號，例如以接收即時資訊來控制動態顯示器，或亦例如以控制光輸出之亮度（減光）。介面電路 355A 亦可為獨立器件（例如模組）且可由例如與經組態以搭扣連接至、旋擰至、鎖接至或以其他方式耦接至介面電路 355A 之裝置 760、770 再使用，因此介面電路 355A 可隨時間推移由多個替換裝置 760、770 重複使用。

舉例而言，如圖 100 中所說明，例示性系統具體實例 800、810 包含裝置 760（若使用二極體 100-100K 建構）或裝置 770（若使用二極體 100L 建構）（其中複數個二極體 100-100L 為發光二極體），及介面電路 355 以配合燈泡之各種標準淺圓螺紋插座（Edison socket）中之任一者。繼續舉例而言（但不加以限制），介面電路 355 可訂定尺寸且成型以符合一或多個標準化螺旋組態，諸如 E12、E14、E26 及/或 E27 螺旋座標準，諸如中型螺旋座（E26）或燭台形螺旋座（candelabra screw base）（E12），及/或由例如美國國家標準協會（American National Standards Institute，「ANSI」）及/或照明工程學會（Illuminating Engineering Society）所發佈之其他各種標準。在其他例示性具體實例中，介面電路 355 可訂定尺寸且成型以符合例如（但不限於）標準螢光燈泡插座或雙插塞插座，諸如 GU-10 插座。該種例示性系統具體實例亦可等效地視作另一類型之裝置，當具有適於插入例如（但不限於）淺圓螺紋插座或螢光插座中之形

態因數時尤其如此。

舉例而言，基於 LED 之「燈泡」可形成為具有類似於傳統白熾電燈泡之設計，具有螺旋型連接件作為介面電路 355 之一部分，諸如 E5、E27、SES 或 E14，其可經調適以與任何電源插座類型連接，例如（但不限於）L1、PL-2 插腳、PL-4 插腳、G9 鹵素膠囊燈（halogen capsule）、G4 鹵素膠囊燈、GU10、GU5.3、卡口、小卡口或此項技術中已知之任何其他連接件。

裝置 300A、300C、300D、700 及第一系統 350 可用於形成多種照明器件或其他照明產品，用於多種目的，用作燈泡及燈管、燈、照明器具、室內及室外照明、經組態以具有燈罩形態因數之燈、建築照明、工作或作業照明、裝飾或情調照明、頂部照明、安全照明、可減光照明、彩色照明、劇場及/或色彩可變照明、顯示照明及具有本文所提及之各種裝飾或想像形式中之任一者的照明。未作單獨說明，第一系統 350 一般亦包括處於系統 350 內之呈任何所需形狀或形式的各種機械結構以提供對裝置 300A、300C、300D 之足夠物理支撐。

參考圖 100，例示性系統 800 包含裝置 760 及介面電路 355A，且例示性系統 810 包含裝置 770 及介面電路 355A。介面電路 355A 經組態以配合於標準愛迪生燈泡螺旋型插座中以耦接至標準 AC 電源（諸如 AC 總線）（未作單獨說明）。該介面電路 355A 通常包含整流電路以使 AC 電壓轉換為 DC 電壓，且亦可包括阻抗匹配電路及各種電容器及/或電阻器

(且常包括使用電晶體建構之開關)以減少 DC 電壓之漣波，如 LED 照明及 LED 電力供應領域中已知。如圖 102 及 103 中所說明，裝置 760 包含複數個二極體 100-100K，而裝置 770 包含複數個二極體 100L，裝置結構及材料之相應差異如上文所論述且如下文所更詳細論述。圖 100 亦用以說明例示性裝置 (300、300A、300B、300C、300D、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770) 之極薄且可撓的形態因數，其已扭轉並摺疊成奇特之裝飾形式。

圖 101 為說明裝置 760、770 之印刷佈局的平面圖。如所說明，裝置 760、770 印刷成具有極薄形態因數之平坦薄板，接著在區域 716 中進行刀模切割，形成比較窄之燈條 717 (串聯耦接，如上文所述)。電極 (說明為碳電極 322A、322B) 提供於各末端處。接著捲曲裝置 760、770 且使燈條 717 之末端 718 聚集於一起且彼此重疊呈環形，通向電極 322A 及 322B 以經由介面電路 355A 向裝置 760、770 提供電力，且燈條 717 彼此間存在一定間隔，如圖 100 中所說明。

參考圖 102，裝置 760 類似於其他所說明之裝置，其中再增加兩層，即一或多個第三導體 312 (其亦可使用本文所論述之任何透明或不透明導電墨水及化合物沉積為單層) 及在一或多個第三導體 312 與一或多個第一導體 310 之間的另外介電層 (說明為 315A 以使其區別於說明為 315B 之另一介電層)。使用一或多個第三導體 312 以沿燈條 717 之

邊緣提供電力（例如電壓位準）且耦接至一或多個第二導體 320（其可沉積為如上文所論述之透明導電材料層），且提供降低裝置 760 之總阻抗、電流位準及功率消耗之方法，有效地充當沿各燈條 717 之長度的並聯匯流排。

參考圖 103，裝置 770 亦類似於其他所說明之裝置，其中再增加三層：(1) 一或多個第三導體 312（其亦可使用本文論述之任何透明或不透明導電墨水及化合物沉積為單層）；(2) 在一或多個第三導體 312 與一或多個第二導體 320 之間的另外介電層（說明為 315A 以使其區別於說明為 315B 之另一介電層）；及 (3) 如上所述沉積於介電層 315B 與一或多個第二導體 320 之間的一或多個障壁層 318。使用一或多個第三導體 312 以沿燈條 717 之邊緣提供電力（例如電壓位準）且耦接至一或多個第一導體 310，且亦提供降低裝置 770 之總阻抗、電流位準及功率消耗之方法，亦有效地充當沿各燈條 717 之長度的並聯匯流排。

各種光輸出水準中之任一者可由裝置 300A、300C、300D、300C、300D、700A、720、730、740、750、760、770 提供，且一般將基於所用二極體 100-100L 之濃度、第一系統 350 中所用之裝置 300A、300C、300D、300C、300D、700A、720、730、740、750、760、770 之數目、所選或允許之功率消耗及施加電壓及/或電流位準而變化。在一例示性具體實例中，裝置 300A、300C、300D、300C、300D、700A、720、730、740、750、760、770 可提供例如（但不限於）約 25 流明至 1300 流明範圍內之光輸出，視功率消

耗、二極體 100-100L 之濃度或密度、二極體 100-100L 之電流位準（亦即驅動二極體 100-100L 之難度）、總阻抗位準等而定。

如上所示，複數個二極體 100-100L 亦可經組態（經由材料選擇及相應摻雜）為光電（PV）二極體。圖 85 為第二例示性系統 375 具體實例之方塊圖，其中二極體 100-100L 建構成光電（PV）二極體。系統 375 包含裝置 300B、700B（其在其他方面一般與裝置 300、700（或任何其他所說明之裝置）相同，但具有複數個建構成光電（PV）二極體之二極體 100-100L），且包含能量儲存器件 380（諸如電池組）或介面電路 385 中之任一者或兩者以將電力或能量傳遞至另一系統（未作單獨說明），例如機動器件或電力設施。（在不包含介面電路 385 之其他例示性具體實例中，可使用其他電路組態以直接向該能量使用裝置或系統抑或能量分配裝置或系統提供能量或電力。）在系統 375 內，裝置 300B、700B 之一或多個第一導體 310（或電極 322A）耦接形成第一端子（諸如負或正端子），且裝置 300B、700B 之一或多個第二導體 320（或電極 322B）耦接形成第二端子（諸如相應正或負端子），其接著可耦接以連接至能量儲存器件 380 或介面電路 385 中之任一者或兩者。當光（諸如日光）入射至裝置 300B、700B 上時，光可集中於一或多個光電（PV）二極體 100-100L 上，其隨後將入射光子轉換成電子電洞對，使得第一端子及第二端子上產生輸出電壓且輸出至能量儲存器件 380 或介面電路 385 中之任一者或兩者。

應注意，當第一導體 310 具有圖 77 中所說明之相間錯雜或梳狀結構時，可使用第一導體 310B 使第二導體 320 通電，或同樣，可接收第一導體 310A 及 310B 上所產生之電壓。

圖 86 為說明用於製造裝置 300、300A、300B、300C、300D、700、700A、700B、720、730、740、750、760、770 之例示性方法具體實例的流程圖，且提供適用概述。自起始步驟 400 開始，諸如藉由印刷導電墨水或聚合物或用一或多種金屬氣相沉積、濺鍍或塗佈基底 (305)，繼而固化或部分固化導電墨水或聚合物，或可能移除不必要位置上沉積之金屬 (視具體實施而定) 將一或多個第一導體 (310) 沉積於基底 (305) 上 (步驟 405)。接著亦通常經由印刷或塗佈將已通常懸浮於液體、膠體或其他化合物或混合物 (亦可包括複數個惰性粒子 292) 中 (例如懸浮於二極體墨水中) 之複數個二極體 100-100L 沉積於一或多個第一導體上 (步驟 410)，以在複數個二極體 100-100L 與一或多個第一導體之間形成歐姆接觸 (其亦可涉及例如 (但不限於) 各種化學反應、壓縮及/或加熱)。對於裝置 700 具體實例，如上文所論述，步驟 405 與 410 按相反次序進行。

接著將介電或絕緣材料 (諸如介電墨水) 沉積於複數個二極體 100-100L 上或周圍，諸如圍繞二極體 100-100L 周邊 (且固化或加熱) (步驟 415)，形成一或多個絕緣體或介電層 315。對於裝置 760 具體實例，未作單獨說明，可沉積一或多個第三導體 312 及介電層 315A (作為步驟 405 及

415)，接著繼而進行另一步驟 405 及步驟 410。對於裝置 770 具體實例，亦可沉積障壁層 318，其亦未作單獨說明。其次，接著將一或多個第二導體 320（其可能具或可能不具光學透射性）沉積於複數個二極體 100-100L 上且與複數個二極體 100-100L 形成接觸，諸如沉積於介電層 315 上且圍繞二極體 100-100L 之上表面且固化（或加熱）（步驟 420），亦在一或多個第二導體（320）與複數個二極體 100-100L 之間形成歐姆接觸。在例示性具體實例中，諸如對於可定址顯示器，複數個（透射性）第二導體 320 經定向成實質上垂直於複數個第一導體 310。對於裝置 770 具體實例，未作單獨說明，可沉積介電層 315A（作為步驟 415），繼而沉積一或多個第三導體 312（作為步驟 405）。

作為另一可選方案，在步驟 420 之前或期間，可進行測試，其中移除或停用無功能或另外有缺陷之二極體 100-100L。舉例而言，對於 PV 二極體，可用雷射或其他光源掃描部分完成之裝置的表面（第一側）且當區域（或個別二極體 100-100L）不提供預期之電響應時，可使用高強度雷射或其他移除技術將其移除。亦舉例而言，對於已通電之發光二極體，可用光感測器掃描表面（第一側），且當區域（或個別二極體 100-100L）不提供預期之光輸出及/或汲取過量電流（亦即電流超過預定量）時，亦可使用高強度雷射或其他移除技術將其移除。視具體實施而定，諸如視如何移除無功能或有缺陷之二極體 100-100L 而定，該測試步驟實際上可在下文論述之步驟 425、430 或 435 之後進

行。接著將穩定化層 335 沉積於一或多個第二導體 320 或如對於各個裝置所說明之其他層上（步驟 425），繼而於穩定化層上沉積發射層 325（步驟 430）。在裝置 700 具體實例中，如上所述，層 325 通常沉積於基底 305A 之第二側上。接著亦通常經由印刷將亦通常已懸浮於聚合物、黏合劑或其他化合物或混合物中以形成透鏡化或透鏡粒子墨水或懸浮液之複數個透鏡（未作單獨說明）置於或沉積於發射層上，或將包含懸浮於聚合物中之複數個透鏡的預成型透鏡面板附接至部分完成之裝置之第一側（諸如經由層合製程），繼而視情況沉積保護塗層（及/或所選色彩）（諸如經由印刷）（步驟 355），且該方法可結束，返回步驟 440。

再參考圖 84，控制邏輯電路 360 可為任何類型之控制器、處理器或控制邏輯電路，且可具體化為一或多個處理器以執行本文論述之功能性。由於本文使用術語處理器，所以處理器 360 可包括使用單個積體電路（「IC」），或可包括使用複數個積體電路或其他連接、排列或會集在一起之組件，諸如控制器、微處理器、數位信號處理器（「DSP」）、並行處理器、多核處理器、定製積體電路、特殊應用積體電路（「ASIC」）、現場可程式陣列（「FPGA」）、自適應計算 IC、相關記憶體（諸如 RAM、DRAM 及 ROM）以及其他 IC 及組件。因此，如本文所用之術語處理器應理解為等效地意謂且包括單個 IC，或定製積體電路、ASIC、處理器、微處理器、控制器、FPGA、自適應計算 IC 或一些其他執行下文所論述之功能的積體電路群組之配置，及相關記憶

體，諸如微處理器記憶體或其他 RAM、DRAM、SDRAM、SRAM、MRAM、ROM、FLASH、EPROM 或 E²PROM。處理器及其相關記憶體可經調適或組態（經由程式化、FPGA 互連或硬連線）以執行本發明之方法，諸如對於動態顯示器具體實例進行選擇性像素定址，或諸如對於標牌具體實例進行列/行定址。舉例而言，方法可處理器及其相關記憶體（及/或記憶體 365）及其他等效組件中程式化且儲存為一組程式指令或其他編碼（或等效組態或其他程式）用於後續在處理器可操作（亦即通電且起作用）時執行。等效地，當控制邏輯電路 360 可完全或部分建構成 FPGA、定製積體電路及/或 ASIC 時，該等 FPGA、定製積體電路或 ASIC 亦可經設計、組態及/或硬連線以執行本發明之方法。舉例而言，控制邏輯電路 360 可建構成處理器、控制器、微處理器、DSP 及/或 ASIC 之配置，統稱為「控制器」或「處理器」，其分別經程式化、設計、調適或組態以連同記憶體 365 一起執行本發明之方法。

控制邏輯電路 360 及其相關記憶體可經組態（經由程式化、FPGA 互連或硬連線）以控制向各種複數個第一導體 310 及複數個第二導體 320（及視情況存在之一或多個第三導體 312）通電（施加電壓），以相應控制正在顯示之資訊。舉例而言，靜態或時變顯示資訊可在控制邏輯電路 360 及其相關記憶體（及/或記憶體 365）及其他等效組件中程式化並儲存、組態及/或硬連線為一組程式指令（或等效組態或其他程式）用於後續在控制邏輯電路 360 可操作時執行

形式。

可包括資料儲存庫（或資料庫）之記憶體 365 可以多種形式具體化，包括於當前已知或將來可得之任何電腦或其他機器可讀資料儲存媒體、記憶體器件或其他用於資訊儲存或通信之儲存或通信器件內，包括（但不限於）記憶體積體電路（「IC」）或積體電路之記憶體部分（諸如處理器內之常駐記憶體），其可為揮發性或非揮發性、可卸除式或不可卸除式記憶體，包括（不限於）RAM、FLASH、DRAM、SDRAM、SRAM、MRAM、FeRAM、ROM、EPROM 或 E²PROM，或任何其他記憶體器件形式，諸如磁性硬碟機、光碟機、磁碟或磁帶機、硬碟機、其他機器可讀儲存或記憶體媒體，諸如軟碟、CDROM、CD-RW、數位多功能光碟（DVD）或其他光記憶體，或已知或即將知曉之任何其他類型之記憶體、儲存媒體或資料儲存裝置或電路，視所選具體實例而定。另外，該種電腦可讀媒體包括任何通信媒體形式，其可使電腦可讀指令、資料結構、程式模組或其他資料具體化成資料信號或調變信號，諸如電磁或光學載波或其他傳送機構，包括任何資訊傳輸媒體，其可以有線或無線方式將資料或其他資訊編碼成信號，包括電磁、光學、聲學、RF 或紅外信號等。記憶體 365 可經調適以儲存各種查找表、參數、係數、其他資訊及資料、（本發明軟體之）程式或指令，及其他類型之表格，諸如資料庫表。

如上文所示，使用例如本發明之軟體及資料結構使處理器 360 程式化以執行本發明之方法。因此，本發明之系

統及方法可具體化為提供上文所論述之該等程式化或其他指令（諸如具體化於電腦可讀媒體內之一組指令及/或元資料）的軟體。另外，元資料亦可用於定義查找表或資料庫之各種資料結構。該軟體可呈例如（但不限於）原始碼或目標碼形式。原始碼進一步可編譯成某種形式之指令或目標碼（包括組合語言指令或組態資訊）。本發明之軟體、原始碼或元資料可具體化為任何類型之編碼，諸如 C、C++、SystemC、LISA、XML、Java、Brew、SQL 及其變化形式，或執行本文中所論述之功能性的任何其他類型之程式化語言，包括各種硬體定義或硬體模型化語言（例如 Verilog、VHDL、RTL）及所得資料庫檔案（例如 GDSII）。因此，如本文中所等效使用之「構造」、「程式構造」、「軟體構造」或「軟體」意謂且指具有任何語法或簽名之任何種類之任何程式化語言，其提供或可經解譯以提供所指定之相關功能性或方法（當具現化或載入處理器或電腦（包括例如處理器 360）中且執行時）。

本發明之軟體、元資料或其他原始碼以及任何所得位元檔案（目標碼、資料庫或查找表）可於任何有形儲存媒體（諸如任何電腦或其他機器可讀資料儲存媒體）內具體化為電腦可讀指令、資料結構、程式模組或其他資料，諸如上文對於記憶體 365 所述者，例如如上所述之軟碟、CDROM、CD-RW、DVD、磁性硬碟機、光碟機或任何其他類型之資料儲存裝置或媒體。

除圖 84 中所說明之控制器 345 之外，熟習此項技術者

應瞭解存在此項技術中已知之諸多等效組態、佈局、種類及類型之控制電路，其處於本發明範疇內。

儘管已關於特定具體實例描述本發明，但此等具體實例僅具說明性而非限制本發明。在本文之描述中，提供許多特定細節，諸如電子組件、電子及結構連接、材料及結構變化形式之實例以充分瞭解本發明之具體實例。然而，熟習相關技術者應瞭解本發明之具體實例可在無一或多個特定細節下或以其他裝置、系統、總成、組件、材料、零件等實踐。在其他情況下，不特定展示或詳細描述熟知結構、材料或操作以避免使本發明之具體實例之態樣不明確。熟習此項技術者應進一步瞭解可使用其他或等效方法步驟，或可與其他步驟組合，或可按不同次序進行，其任何及所有者皆處於所主張之本發明範疇內。另外，各圖不按比例描繪且不應視作具限制性。

在本發明說明書中通篇對「一個具體實例」、「一具體實例」或一特定「具體實例」之提及意謂關於該具體實例所述之特定特徵、結構或特性包括於至少一個具體實例中而未必包括於所有具體實例中，且此外，未必指同一具體實例。此外，任何特定具體實例之特定特徵、結構或特性可與一或多個其他具體實例以任何適合方式組合且組合成任何適合組合，包括使用所選特徵而不相應使用其他特徵。另外，可作出多種修改以使特定應用、情況或材料適於本發明之基本範疇及精神。應瞭解，根據本文中之教示有可能對本文中所描述及說明之本發明明具體實例作出其他

變化及修改，且該等變化及修改將視作本發明精神及範疇的一部分。

亦應瞭解，圖中所描繪之一或多個元件亦可以較各別或完整之方式建構，或甚至在某些狀況下可移除或使其不可操作，根據特定應用可能適用。整體成形之組件組合亦在本發明範疇內，尤其對於個別組件分離或組合不清楚或難辨別之具體實例。另外，本文中使用的術語「耦接」（包括其各種形式，諸如「可耦接」）意謂且包括任何直接或間接電、結構或磁耦接、連接或附接，或該直接或間接電、結構或磁耦接、連接或附接之適合性或能力，包括整體成形之組件及經或經由另一組件耦接之組件。

如本文中出於本發明之目的所用，術語「LED」及其複數形式應理解為包括任何電致發光二極體或能夠回應於電信號產生輻射之其他類型之基於載子注入或接合之系統，包括（但不限於）回應於電流或電壓發光之各種基於半導體或碳之結構、發光聚合物、有機 LED 等，該輻射包括可見光譜或其他光譜（諸如紫外光或紅外光）內、任何帶寬或任何色彩或色溫之輻射。亦如本文中出於本發明之目的所用，術語「光電二極體（或 PV）」及其複數形式應理解為包括任何光電二極體或能夠回應於入射能量（諸如光或其他電磁波）產生電信號（諸如電壓）之其他類型之基於載子注入或接合之系統，包括（但不限於）回應於光產生提供電信號之各種基於半導體或碳之結構，該光包括可見光譜或其他光譜（諸如紫外光或紅外光）內，任何帶寬或光

譜之光。

本文中所揭示之尺寸及值不應理解為嚴格限於所述之精確數值。實際上，除非另作說明，否則每一該種尺寸意謂所述值及圍繞該值之功能等效範圍。舉例而言，揭示為「40 mm」之尺寸意謂「約 40 mm」。

【實施方式】中所引用之所有文獻在相關部分中以引用方式併入本文中；對任何文獻之引用不應視作承認其為關於本發明之先前技術。若本發明中之術語之任何意義或定義與以引用方式併入本文中之一文獻中同一術語之任何意義或定義相矛盾，則應以本發明中賦予該術語之意義或定義為準。

此外，除非另外特定說明，否則圖式/圖中之任何信號箭頭應視作僅具例示性，而不具限制性。步驟之組成部分的組合亦應視作處於本發明範疇內，尤其在不清楚或可預見能夠分離或組合的情況下。除非另外指示，否則如本文中且貫穿隨附之申請專利範圍所用之轉折術語「或」一般意謂「及/或」，具有連接及轉折兩種意義（而非限於「排他性或」之意義）。除非上下文另外明確規定，否則如本文描述中及貫穿隨附之申請專利範圍所用之「一」及「該」包括複數個參考物。除非上下文另外明確規定，否則亦如本文描述中及貫穿隨附之申請專利範圍所用之「於…中」之意義包括「於…中」及「於…上」。

上文對所說明之本發明具體實例的描述（包括【發明內容】或【發明摘要】中所述者）不意欲為詳盡的或使本

發明限於本文所揭示之精確形式。自上文，可觀察到，預期作出多種變化、修改及替換且可在不背離本發明新穎概念之精神及範疇下達成。應瞭解，不應預期或不應推斷對於本文所說明之特定方法及裝置的限制。當然，所有該等修改意欲由隨附之申請專利範圍涵蓋而屬於申請專利範圍範疇內。

【圖式簡單說明】

圖 1 為說明例示性第一二極體具體實例之透視圖。

圖 2 為說明例示性第一二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 3 為說明例示性第一二極體具體實例之橫截面圖。

圖 4 為說明例示性第二二極體具體實例之透視圖。

圖 5 為說明例示性第二二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 6 為說明例示性第三二極體具體實例之透視圖。

圖 7 為說明例示性第三二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 8 為說明例示性第四二極體具體實例之透視圖。

圖 9 為說明例示性第四二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 10 為說明例示性第二、第三及/或第四二極體具體實例之橫截面圖。

圖 11 為說明例示性第五及第六二極體具體實例之透視圖。

圖 12 為說明例示性第五及第六二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 13 為說明例示性第五二極體具體實例之橫截面圖。

圖 14 為說明例示性第六二極體具體實例之橫截面圖。

圖 15 為說明例示性第七二極體具體實例之透視圖。

圖 16 為說明例示性第七二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 17 為說明例示性第七二極體具體實例之橫截面圖。

圖 18 為說明例示性第八二極體具體實例之透視圖。

圖 19 為說明例示性第八二極體具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 20 為說明例示性第八二極體具體實例之橫截面圖。

圖 21 為說明例示性第十二極體具體實例之透視圖。

圖 22 為說明例示性第十二極體具體實例之橫截面圖。

圖 23 為說明例示性第十一二極體具體實例之透視圖。

圖 24 為說明例示性第十一二極體具體實例之橫截面圖。

圖 25 為說明一部分複合 GaN 異質結構及金屬層之橫截面圖，其說明複合 GaN 異質結構之外表面及/或內表面之視情況呈現之幾何形狀及紋理。

圖 26 為具有氧化物層（諸如二氧化矽）之晶圓的橫截面圖。

圖 27 為具有蝕刻成網格圖案之氧化物層之晶圓的橫截面圖。

圖 28 為具有蝕刻成網格圖案之氧化物層之晶圓的平面圖（或俯視圖）。

圖 29 為具有緩衝層（諸如氮化鋁或氮化矽）、呈網格圖案之二氧化矽層及氮化鎵（GaN）層之晶圓的橫截面圖。

圖 30 為具有緩衝層及複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層、量子井區及 p+型 GaN 層）之基板的橫截面圖。

圖 31 為具有緩衝層及第一台面蝕刻之複合 GaN 異質結構之基板的橫截面圖。

圖 32 為具有緩衝層及第二台面蝕刻之複合 GaN 異質結構之基板的橫截面圖。

圖 33 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構以及用於導孔連接之經蝕刻基板之基板的橫截面圖。

圖 34 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層以及形成導孔之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 35 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成導孔之金屬化層以及側向蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 36 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成導孔之金屬化層、側向蝕刻之渠溝及鈍化層（諸如氮化矽）之基板的橫截面圖。

圖 37 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成導孔之金屬

化層、側向蝕刻之渠溝、鈍化層及形成突出或凸塊結構之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 38 為具有複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層、量子井區及 p+型 GaN 層）之基板的橫截面圖。

圖 39 為具有第三台面蝕刻之複合 GaN 異質結構之基板的橫截面圖。

圖 40 為具有台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、用於導孔連接之經蝕刻基板及側向蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 41 為具有台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸且形成貫穿導孔之金屬化層以及側向蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 42 為具有台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸且形成貫穿導孔之金屬化層、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層以及側向蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 43 為具有台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸且形成貫穿導孔之金屬化層、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、側向蝕刻之渠溝及鈍化層（諸如氮化矽）之基板的橫截面圖。

圖 44 為具有台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸且形成貫穿導孔之金屬化層、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、側向蝕刻之渠溝、鈍化層（諸如氮化矽）及形成突出或凸塊結構之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 45 為具有緩衝層、複合 GaN 異質結構（n+型 GaN 層、量子井區及 p+型 GaN 層）及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 46 為具有緩衝層、第四台面蝕刻之複合 GaN 異質結構及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 47 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 48 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及側向蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 49 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及具有形成周圍貫穿導孔之金屬化層之側向蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 50 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及具有形成周圍貫穿導孔之金屬化層之側向蝕刻之渠溝、鈍化層（諸如氮化矽）以及形成突出或凸塊結構之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 51 為具有緩衝層、第五台面蝕刻之複合 GaN 異質結構以及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 52 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層以及用於中心導孔連接之經蝕刻 GaN 異質結構之基板的橫截面圖。

圖 53 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及形成中心導孔且與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 54 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成中心導孔且與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及第一鈍化層（諸如氮化矽）之基板的橫截面圖。

圖 55 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成中心導孔且與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、第一鈍化層（諸如氮化矽）及形成突出或凸塊結構之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 56 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成中心導孔且與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、第一鈍化層（諸如氮化矽）、形成突出或凸塊結構之金屬化層及側向（或周圍）蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 57 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、形成中心導孔且與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、第一鈍化層（諸

如氮化矽)、形成突出或凸塊結構之金屬化層、側向(或周圍)蝕刻之渠溝及第二鈍化層(諸如氮化矽)之基板的橫截面圖。

圖 58 為具有緩衝層、第六台面蝕刻之複合 GaN 異質結構以及與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 59 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 60 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層及與 p+型 GaN 層形成接觸之其他金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 61 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 p+型 GaN 層形成接觸之其他金屬化層及形成突出或凸塊結構之金屬化層之基板的橫截面圖。

圖 62 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 p+型 GaN 層形成接觸之其他金屬化層、形成突出或凸塊結構之金屬化層及鈍化層(諸如氮化矽)之基板的橫截面圖。

圖 63 為具有緩衝層、台面蝕刻之複合 GaN 異質結構、

與 p+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 n+型 GaN 層形成歐姆接觸之金屬化層、與 p+型 GaN 層形成接觸之其他金屬化層、形成突出或凸塊結構之金屬化層、鈍化層（諸如氮化矽）及側向（或周圍）蝕刻之渠溝之基板的橫截面圖。

圖 64 為說明黏著至固持裝置之例示性二極體晶圓具體實例之橫截面圖。

圖 65 為說明黏著至固持裝置之例示性二極體晶圓具體實例之橫截面圖。

圖 66 為說明黏著至固持裝置之例示性第十二極體具體實例之橫截面圖。

圖 67 為說明在背面金屬化之前黏著至固持裝置之例示性第十二極體具體實例之橫截面圖。

圖 68 為說明黏著至固持裝置之例示性二極體具體實例之橫截面圖。

圖 69 為說明黏著至固持裝置之例示性第十一二極體具體實例之橫截面圖。

圖 70 為說明用於製造二極體之例示性第一方法具體實例之流程圖。

圖 71 分成圖 71A 及圖 71B，為說明用於製造二極體之例示性第二方法具體實例之流程圖。

圖 72 分成圖 72A 及圖 72B，為說明用於製造二極體之例示性第三方法具體實例之流程圖。

圖 73 分成圖 73A 及圖 73B，為說明用於製造二極體之

例示性第四方法具體實例之流程圖。

圖 74 為說明黏著至固持裝置且懸浮於含黏著劑溶劑之器皿中之例示性經研磨及拋光二極體晶圓具體實例之橫截面圖。

圖 75 為說明用於製造二極體懸浮液之例示性方法具體實例之流程圖。

圖 76 為例示性第一裝置具體實例之透視圖。

圖 77 為說明例示性裝置具體實例之第一導電層之例示性第一電極結構之平面圖（或俯視圖）。

圖 78 為例示性第一裝置具體實例之第一橫截面圖。

圖 79 為例示性第一裝置具體實例之第二橫截面圖。

圖 80 為例示性第二裝置具體實例之透視圖。

圖 81 為例示性第二裝置具體實例之第一橫截面圖。

圖 82 為例示性第二裝置具體實例之第二橫截面圖。

圖 83 為耦接至第一導體之例示性二極體之第二橫截面圖。

圖 84 為第一例示性系統具體實例之方塊圖。

圖 85 為第二例示性系統具體實例之方塊圖。

圖 86 為說明用於製造裝置之例示性方法具體實例之流程圖。

圖 87 為自兩側發光之例示性第三裝置具體實例之橫截面圖。

圖 88 為自兩側發光之例示性第四裝置具體實例之橫截面圖。

圖 89 為例示性第一裝置具體實例之更詳細的部分橫截面圖。

圖 90 為例示性第二裝置具體實例之更詳細的部分橫截面圖。

圖 91 為例示性第五裝置具體實例之透視圖。

圖 92 為例示性第五裝置具體實例之橫截面圖。

圖 93 為例示性第六裝置具體實例之透視圖。

圖 94 為例示性第六裝置具體實例之橫截面圖。

圖 95 為例示性第七裝置具體實例之透視圖。

圖 96 為例示性第七裝置具體實例之橫截面圖。

圖 97 為例示性第八裝置具體實例之透視圖。

圖 98 為例示性第八裝置具體實例之橫截面圖。

圖 99 為說明例示性裝置具體實例之第一導電層之例示性第二電極結構之平面圖（或俯視圖）。

圖 100 為第三及第四例示性系統具體實例之透視圖。

圖 101 為例示性第九及第十裝置具體實例之平面圖（或俯視圖）。

圖 102 為例示性第九裝置具體實例之橫截面圖。

圖 103 為例示性第十裝置具體實例之橫截面圖。

圖 104 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第一表面幾何形狀之透視圖。

圖 105 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第二表面幾何形狀之透視圖。

圖 106 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第三

表面幾何形狀之透視圖。

圖 107 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第四表面幾何形狀之透視圖。

圖 108 為說明例示性發光或光吸收區域之例示性第五表面幾何形狀之透視圖。

圖 109 為發光之通電例示性裝置具體實例之照片。

圖 110 為例示性第二二極體具體實例之掃描電子顯微照片。

圖 111 為複數個例示性第二二極體具體實例之掃描電子顯微照片。

【主要元件符號說明】

- 100：第一二極體
- 100A：第二二極體
- 100B：第三二極體
- 100C：第四二極體
- 100D：第五二極體
- 100E：第六二極體
- 100F：第七二極體
- 100G：第八二極體
- 100H：第九二極體
- 100K：第十二極體
- 100L：第十一二極體
- 100I：第十二二極體
- 100J：第十三二極體

- 102A : 金屬層
- 102B : 金屬層
- 103 : 反射層
- 105 : 基板
- 105A : 基板
- 106 : 藍寶石
- 107 : 表面紋理
- 108 : 其他層
- 109 : 反射器
- 110 : n+型 GaN 層
- 111 : 平滑表面
- 112 : 外表面紋理
- 113 : 條紋
- 114 : 頂點
- 115 : p+型 GaN 層
- 116 : 透鏡形狀
- 117 : 其他幾何形狀
- 118 : 超環狀體、蜂巢或華夫餅乾形狀
- 119 : 金屬層
- 120 : 金屬層
- 120A : 金屬層
- 120B : 金屬層
- 121 : 六角形側面
- 122 : 金屬層

- 124 : 延長延伸件
- 125 : 第一端子
- 126 : 金屬接點延伸件
- 127 : 第二端子
- 128 : 接點
- 129 : 金屬層
- 130 : 導孔
- 131 : 導孔結構
- 132 : 導孔結構
- 133 : 導孔結構
- 134 : 導孔結構
- 135 : 介電層
- 135A : 鈍化層
- 136 : 導孔結構
- 140 : 發光區域
- 145 : 緩衝層
- 150 : 晶圓
- 150A : 晶圓
- 155 : 渠溝
- 160 : 固持裝置
- 162 : 雷射束
- 165 : 黏著劑
- 170 : 晶圓黏著劑溶劑
- 175 : 器皿

- 180：背面
- 185：量子井區
- 186：相對淺渠溝
- 187：GaN 台面結構
- 187A：GaN 台面結構
- 187B：GaN 台面結構
- 187C：GaN 台面結構
- 187D：GaN 台面結構
- 187E：GaN 台面結構
- 188：渠溝
- 190：二氧化矽層
- 191：區域
- 192：區域
- 193：區域
- 195：多晶 GaN
- 200：起始步驟
- 205：釋放二極體步驟
- 211：中心導孔渠溝
- 215：將於第一溶劑中之二極體添加至黏性劑中步驟
- 220：添加一或多種第二溶劑步驟
- 225：使用添加之第三溶劑（例如去離子水）調節任何重量百分比步驟
- 230：在室溫（25°C）下於空氣氛圍中混合複數個二極體、第一溶劑、黏性劑、第二溶劑及任何添加之第三溶劑

25-30 分鐘步驟

235：返回步驟

240：起始步驟

245：於半導體晶圓上生長或沉積氧化物層步驟

250：蝕刻氧化物層以形成網格或其他圖案步驟

255：生長或沉積緩衝層及發光或光吸收區域步驟

260：蝕刻及發光或光吸收區域以形成各二極體之台面

結構步驟

265：蝕刻晶圓以在各二極體之基板中形成導孔渠溝步驟

270：沉積一或多個金屬化層以形成各二極體之金屬接點及導孔步驟

275：在二極體之間蝕刻單體化渠溝步驟

280：生長或沉積鈍化層步驟

285：於金屬接點上沉積或生長凸塊或突出金屬結構步驟

290：返回步驟

292：惰性粒子

295：膜

300：裝置

300A：裝置

300B：裝置

300C：裝置

300D：裝置

- 305：基板
- 305A：基底
- 310：第一導體
- 310A：導體
- 310B：導體
- 312：導體
- 315：絕緣介電層
- 315A：介電層
- 315B：介電層
- 318：障壁層
- 320：導體
- 322A：碳接點
- 322B：碳接點
- 325：發光（或發射）層
- 330：保護層
- 335：穩定化層
- 340：電源
- 345：控制器
- 350：照明系統
- 355：介面電路
- 355A：介面電路
- 360：控制邏輯電路
- 365：記憶體
- 375：系統

- 380：能量儲存器件
- 385：介面電路
- 400：起始步驟
- 405：在基板上沉積一或多個第一導體步驟
- 410：在至少一個第一導體上沉積具有複數個二極體之二極體墨水步驟
- 415：使用介電墨水，在複數個二極體上及/或周圍沉積介電層步驟
- 420：沉積一或多個第二導體以接觸複數個二極體步驟
- 425：在一或多個第二導體上沉積穩定化層步驟
- 427：在穩定化層上第一側上沉積保護塗層步驟
- 430：在穩定化層上或在基板之第二側上沉積發射層步驟
- 435：沉積透鏡化及/或保護塗層步驟
- 440：返回步驟
- 500：起始步驟
- 505：於藍寶石或其他晶圓上生長或沉積 GaN 基板步驟
- 510：生長或沉積發光或光吸收區域步驟
- 515：蝕刻發光或光吸收區域以形成各二極體之一或多個台面步驟
- 520：蝕刻穿過 GaN 或其他基板以形成一或多個深導孔及單體化渠溝步驟
- 525：沉積晶種層
- 530：沉積金屬以形成深導孔步驟

- 535：沉積金屬接點步驟
- 540：沉積電流分佈金屬步驟
- 545：生長或沉積鈍化層步驟
- 550：在金屬接點上沉積凸塊或突出金屬結構步驟
- 555：附接固持晶圓步驟
- 560：移除藍寶石或其他晶圓以單體化二極體步驟
- 565：在各二極體之第二側（背面）上沉積金屬接點步
驟
- 570：返回步驟
- 600：起始步驟
- 605：於藍寶石或其他晶圓上生長或沉積 GaN 基板步驟
- 610：生長或沉積發光或光吸收區域步驟
- 615：沉積金屬接點步驟
- 620：蝕刻發光或光吸收區域以形成各二極體之一或多
個台面步驟
- 625：沉積金屬接點步驟
- 630：蝕刻穿過 GaN 或其他基板以形成一或多個深導孔
步驟
- 635：沉積金屬以形成深導孔步驟
- 640：沉積或圖案化互連步驟
- 645：蝕刻單體化渠溝步驟
- 650：生長或沉積鈍化層步驟
- 655：在金屬接點上沉積凸塊或突出金屬結構步驟
- 660：附接固持晶圓步驟

665：移除藍寶石或其他晶圓以單體化二極體步驟

670：在各二極體之第二側（背面）上沉積金屬接點步

驟

675：返回步驟

700：裝置

700A：裝置

700B：裝置

711：第一區域

712：第二區域

713：第三區域

714：匯流排

716：區域

717：燈條

718：燈條末端

720：裝置

730：裝置

740：裝置

750：裝置

760：裝置

770：裝置

800：系統

810：系統

810：系統

七、申請專利範圍：

1. 一種二極體，其包含：

發光或光吸收區域，其側向尺寸為小於或等於 50 微米且高度為介於 2 微米至 7 微米之間；

在第一側上耦接至該發光或光吸收區域之第一導電端子，該第一導電端子之高度為至少 3 微米；及

在與該第一側相對之第二側上耦接至該發光或光吸收區域之一或多個第二導電端子，該一或多個第二導電端子每一者之高度為小於或等於 2 微米；

其中該二極體為單體化，其側向尺寸為介於 10 微米至 50 微米之間且高度為介於 5 微米至 25 微米之間；且

其中該發光或光吸收區域包含至少一種選自實質上由以下組成之群的無機半導體：矽、砷化鎵 (GaAs)、氮化鎵 (GaN)、GaP、InAlGaP、AlInGaAs、InGaNAs 及 AlInGaSb。

2. 如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該發光或光吸收區域進一步包含高度為介於約 0.5 微米至 2 微米之間之台面區域。

3. 如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該二極體及該第一導電端子各者在側向上實質上為六角形且其中該二極體及該第一導電端子之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

4. 如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該第一導電端子包含模用金屬。

5. 如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該發光或光吸

收區域之該第二側在製造期間藉由自晶圓之第二側、背面移除基板而形成。

6.如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該一或多個第二導電端子中之至少一者包含一或多種金屬且在側向上具有橢圓形形狀，其長軸之長度為約 10 微米至 20 微米且短軸之寬度為約 4 微米至 10 微米。

7.如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該一或多個第二導電端子進一步包含複數個第二導電端子，其各者的高度為 0.5 微米至 2 微米。

8.如申請專利範圍第 1 項之二極體，其進一步包含在該發光區域和該第一導電端子之間的反射金屬層。

9.如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該二極體之該發光或光吸收區域實質上為六角形、正方形、三角形、矩形、葉形、星形或超環形(toroidal)。

10.如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該二極體之該發光或光吸收區域具有表面紋理。

11.如申請專利範圍第 10 項之二極體，其中該二極體之各側面具有實質上 S 形彎曲且終止於彎曲點。

12.如申請專利範圍第 1 項之二極體，其中該二極體進一步包含至少一個金屬導孔結構於該發光或光吸收區域之該第一側與該發光或光吸收區域之該第二側之間延伸。

八、圖式：

(如次頁)

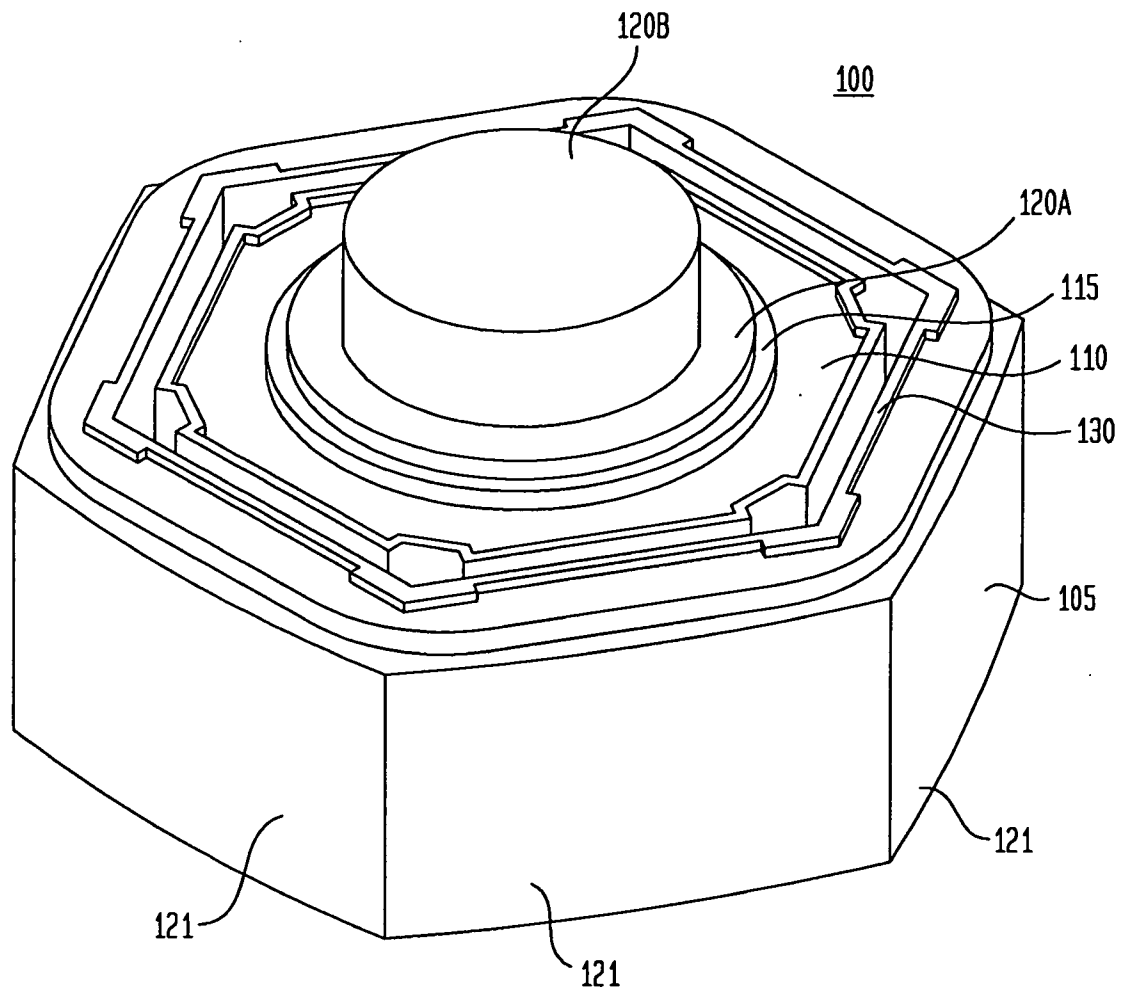


圖1

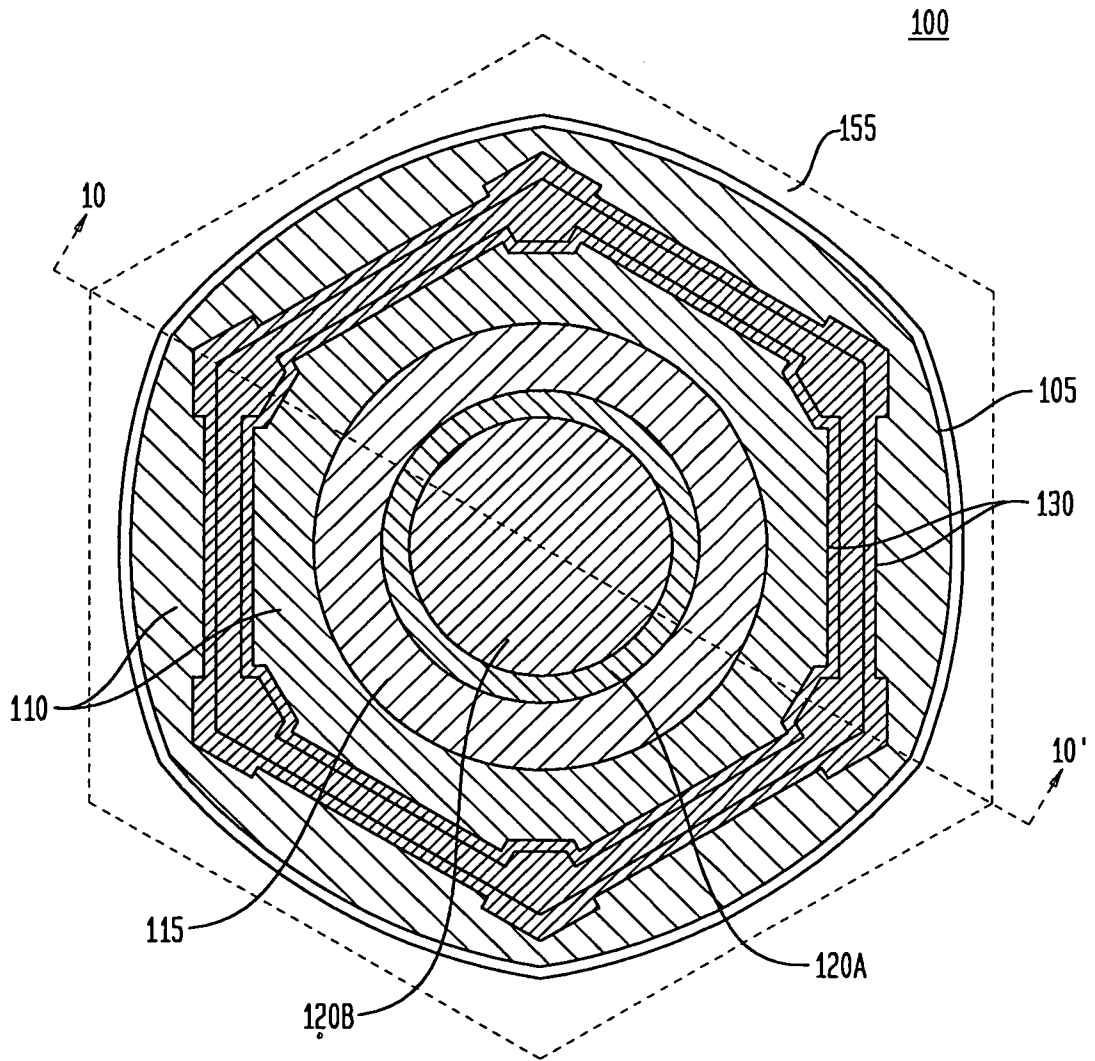


圖2

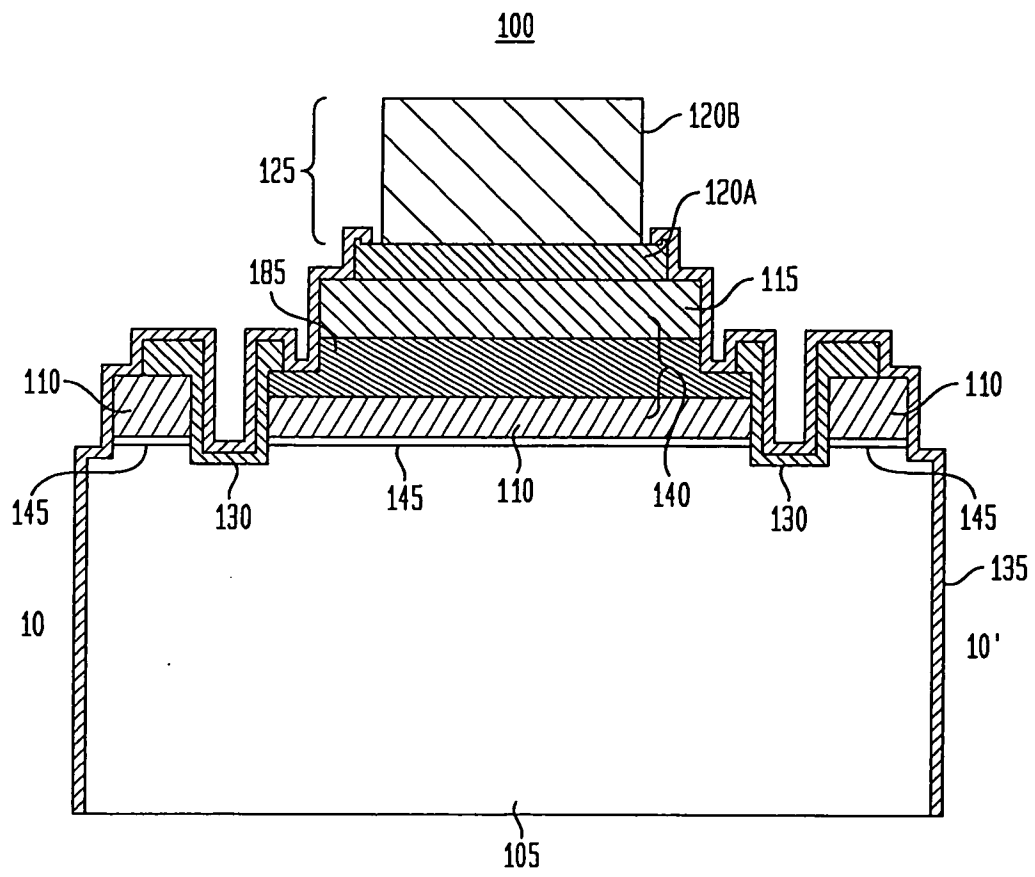


圖3

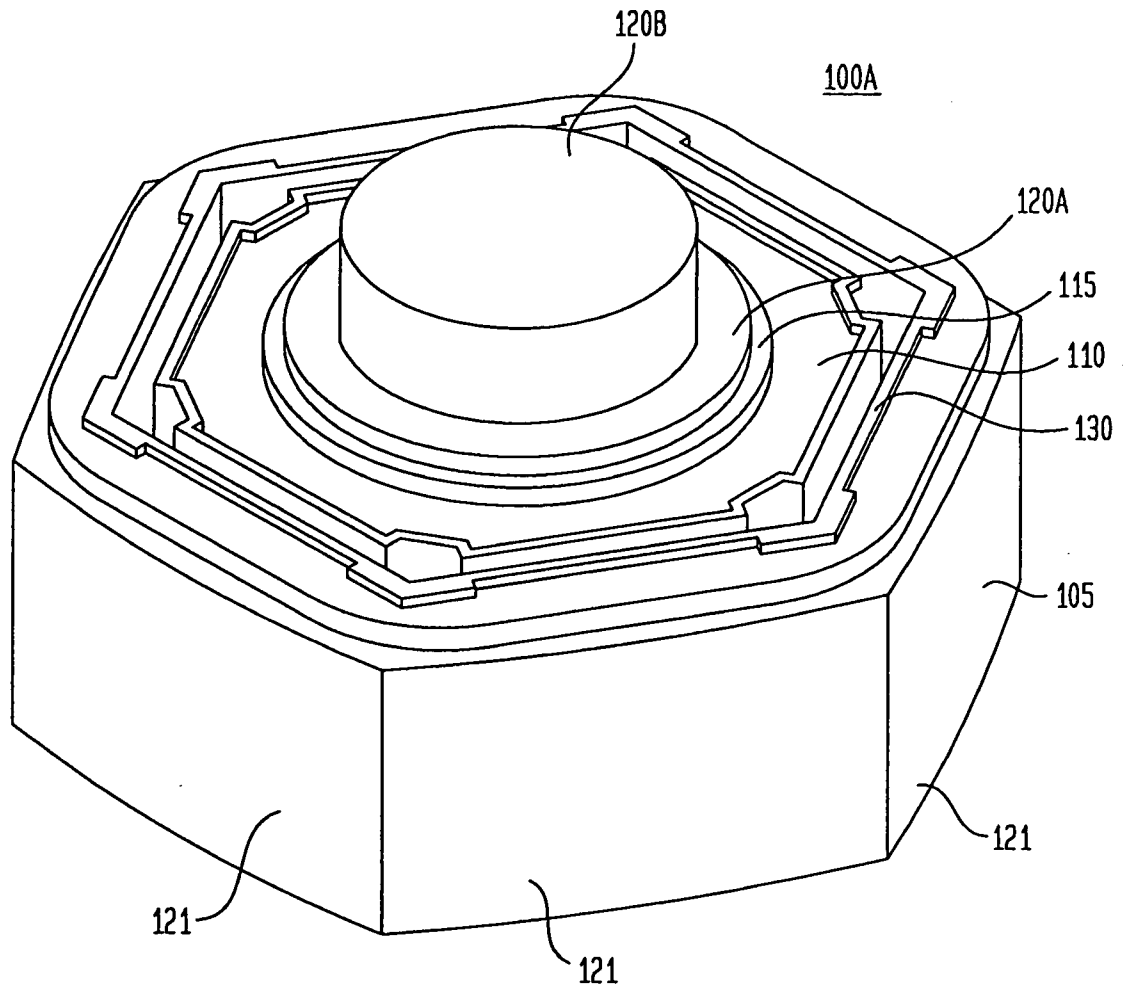


圖4

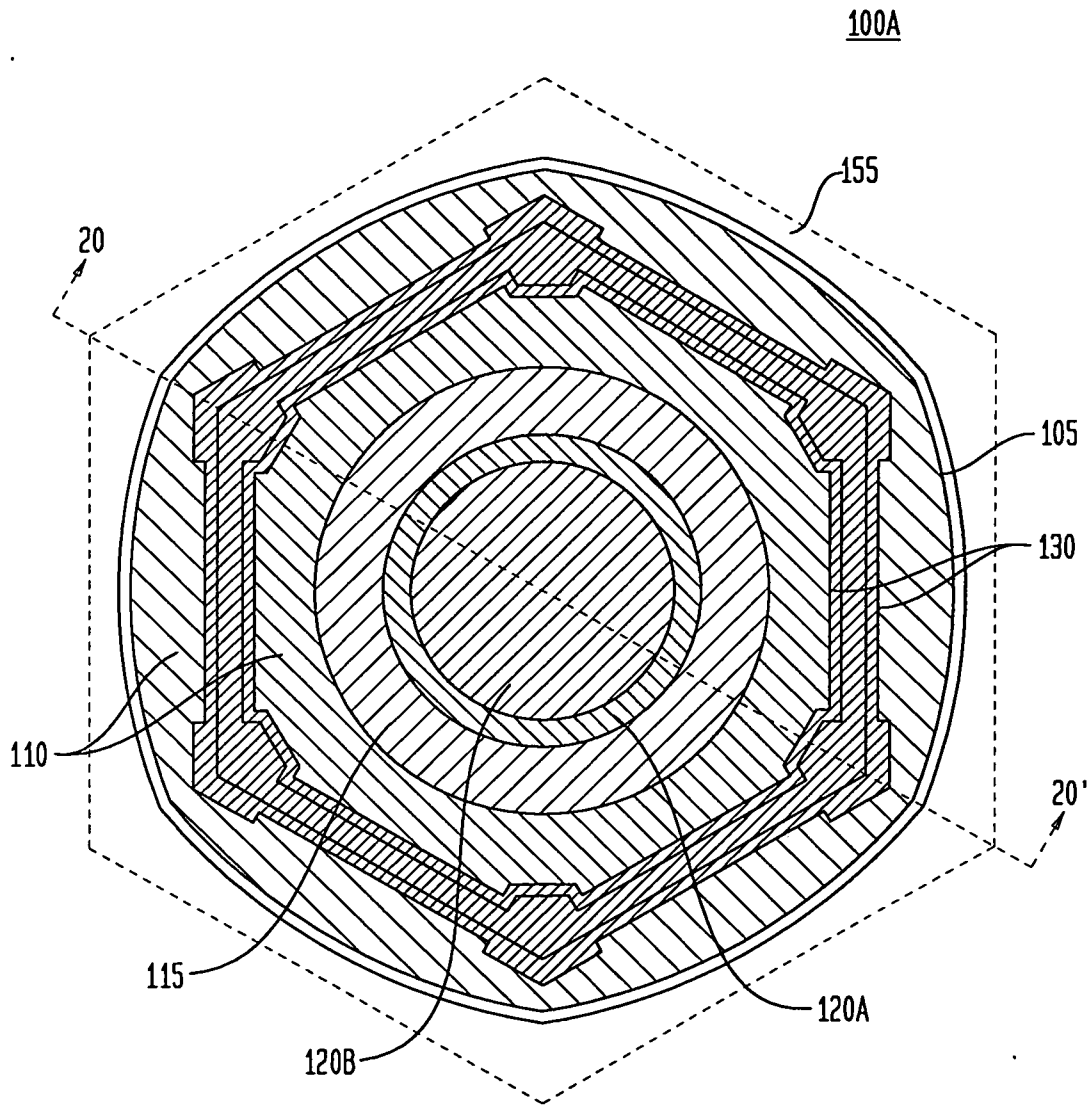
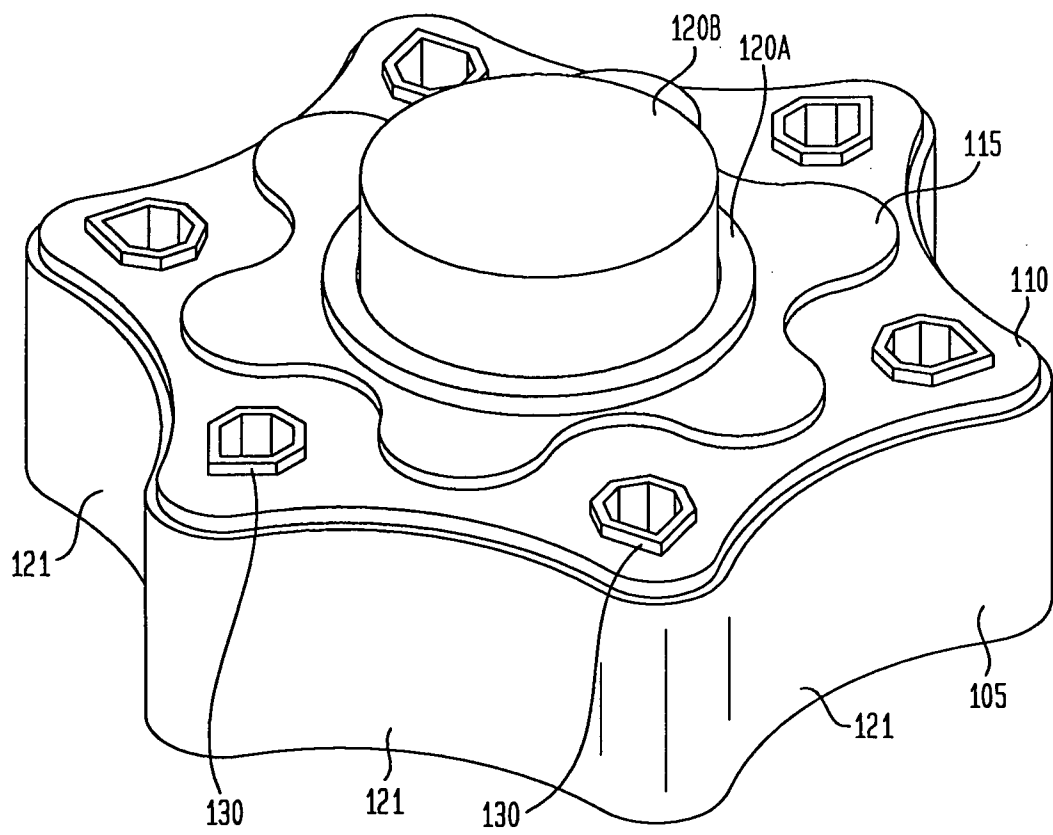


圖5



100B

圖6

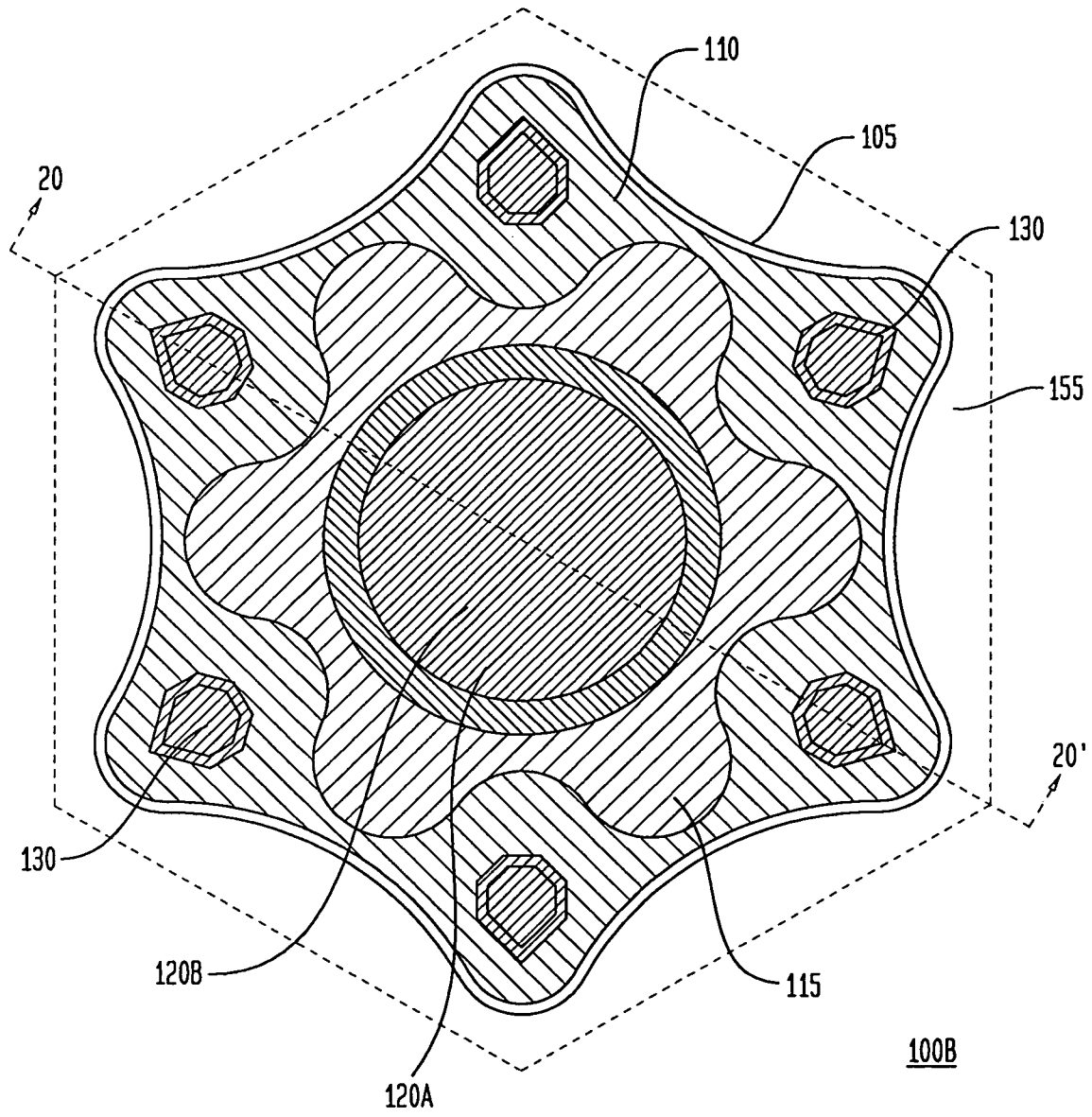


圖7

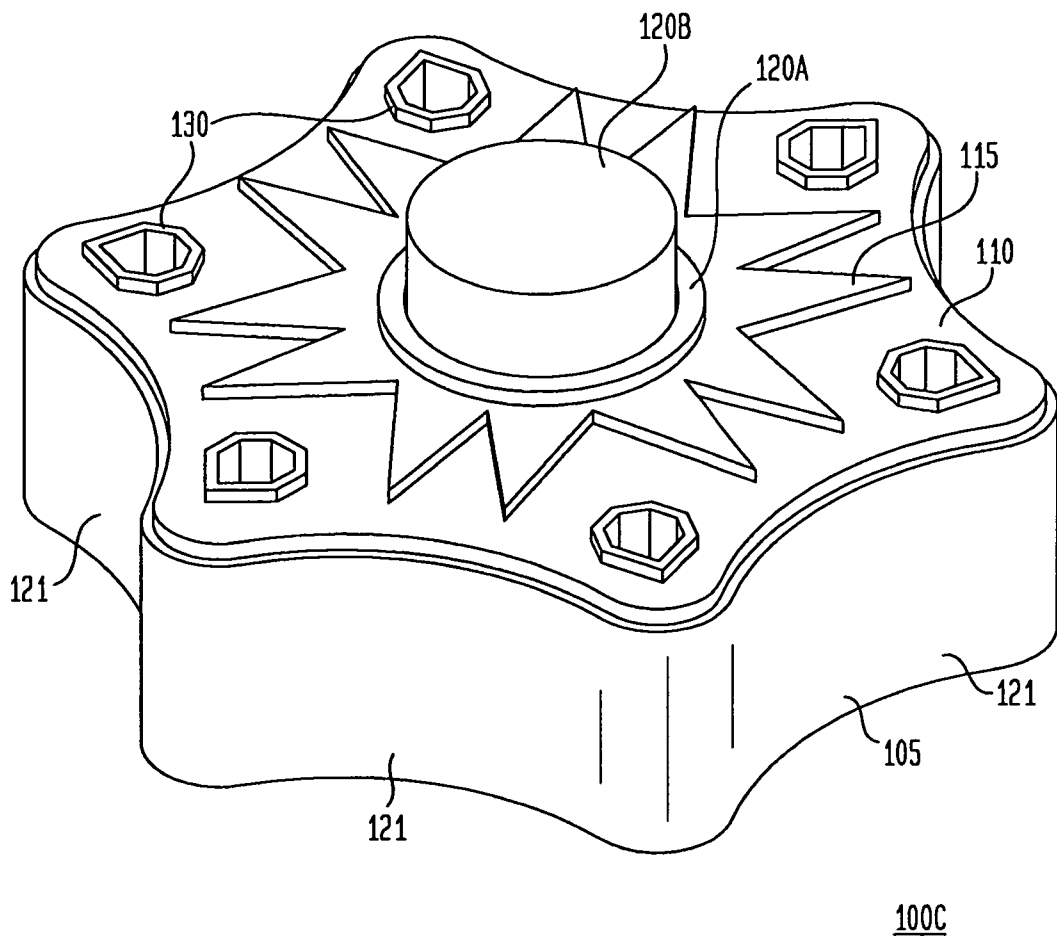


圖8

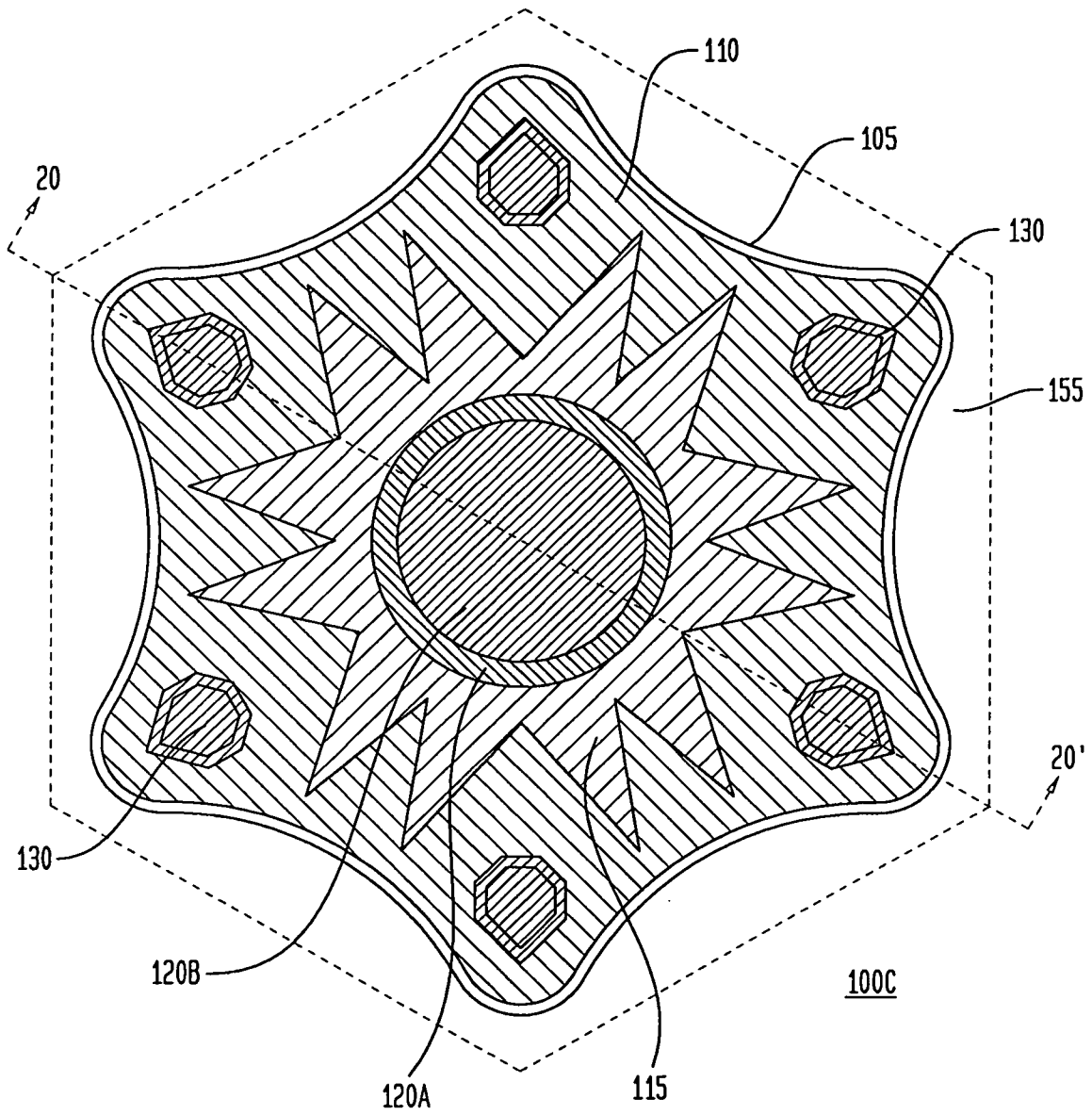


圖 9

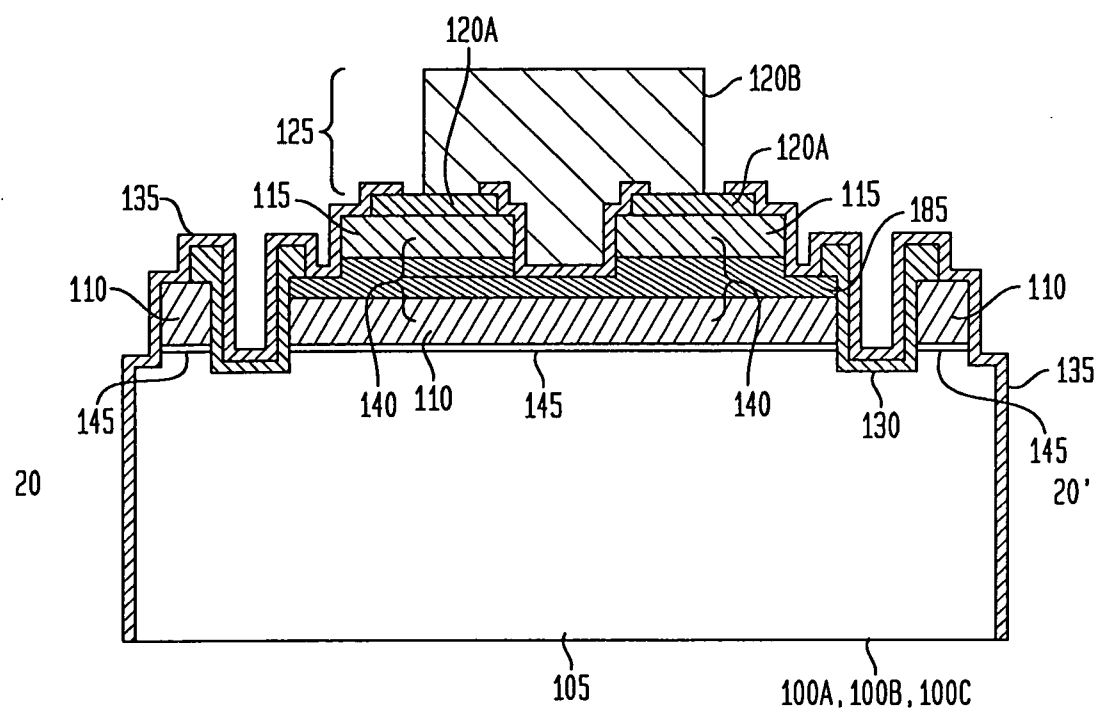


圖 10

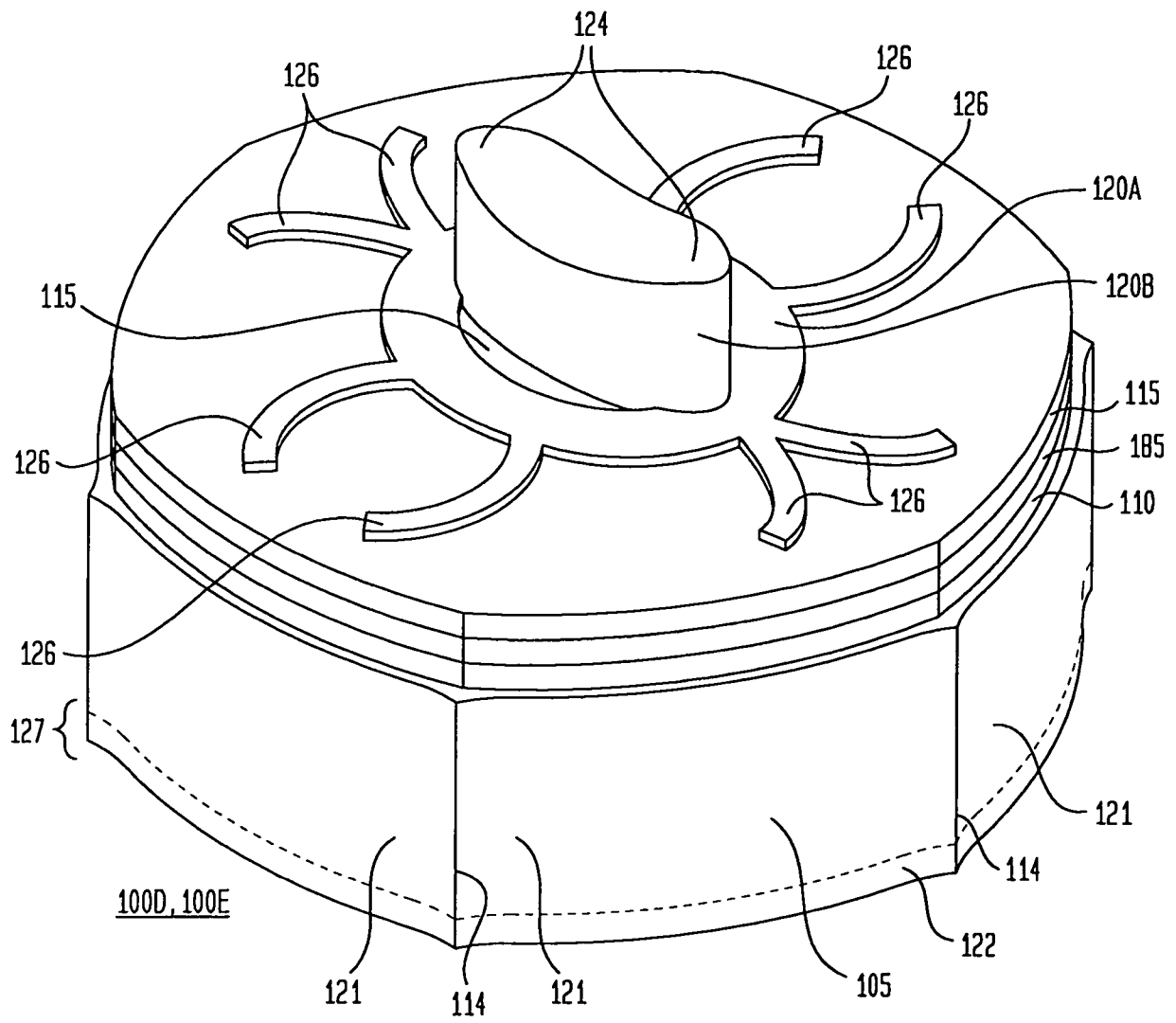


圖 11

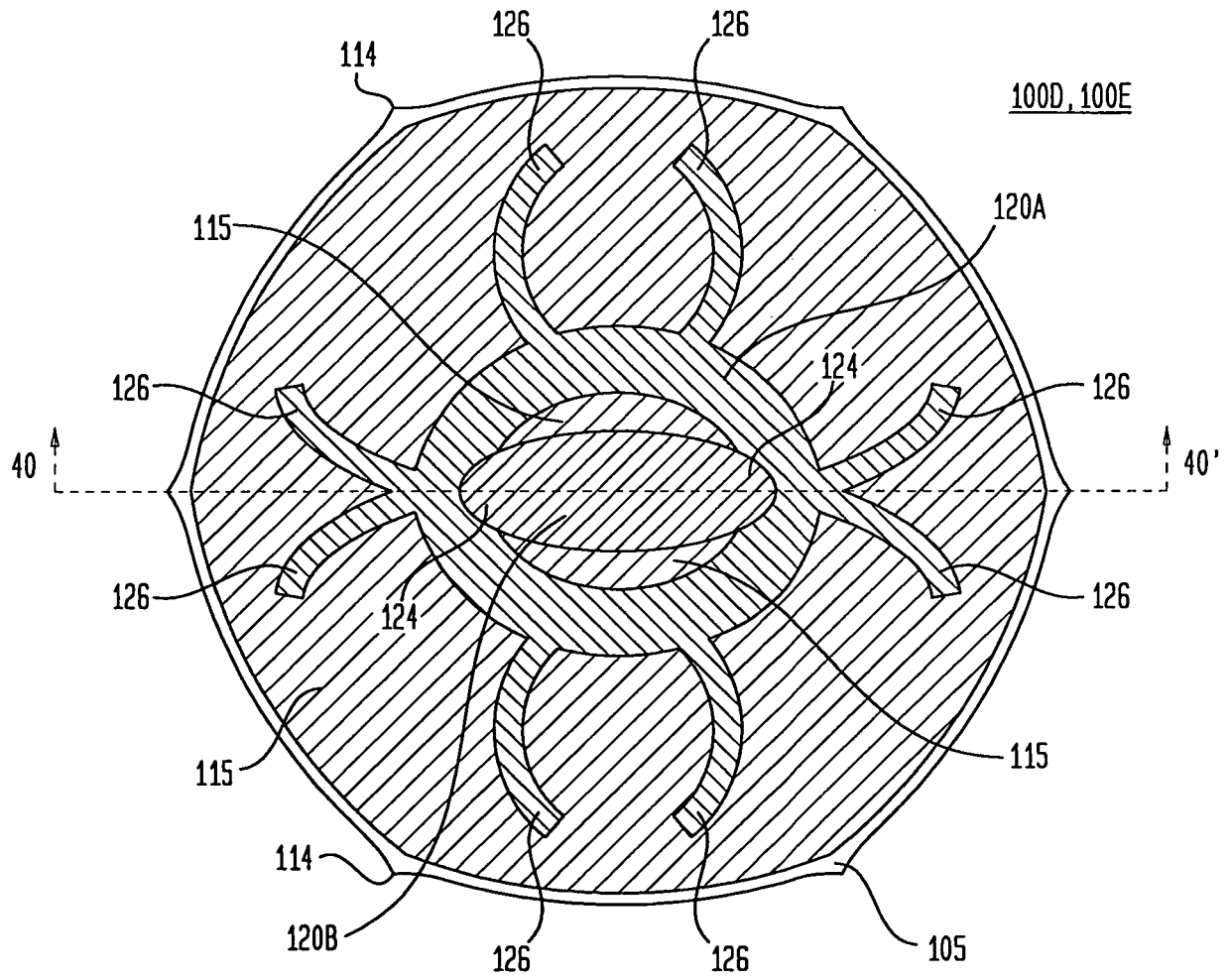


圖12

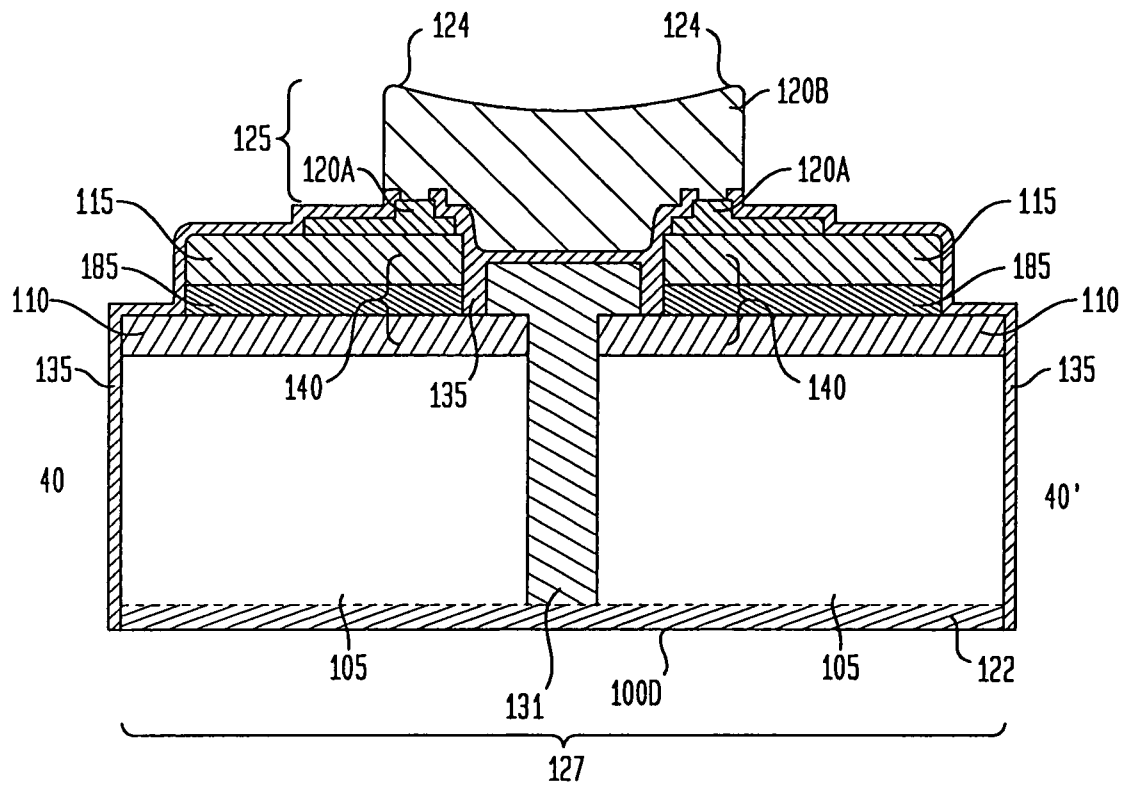


圖 13

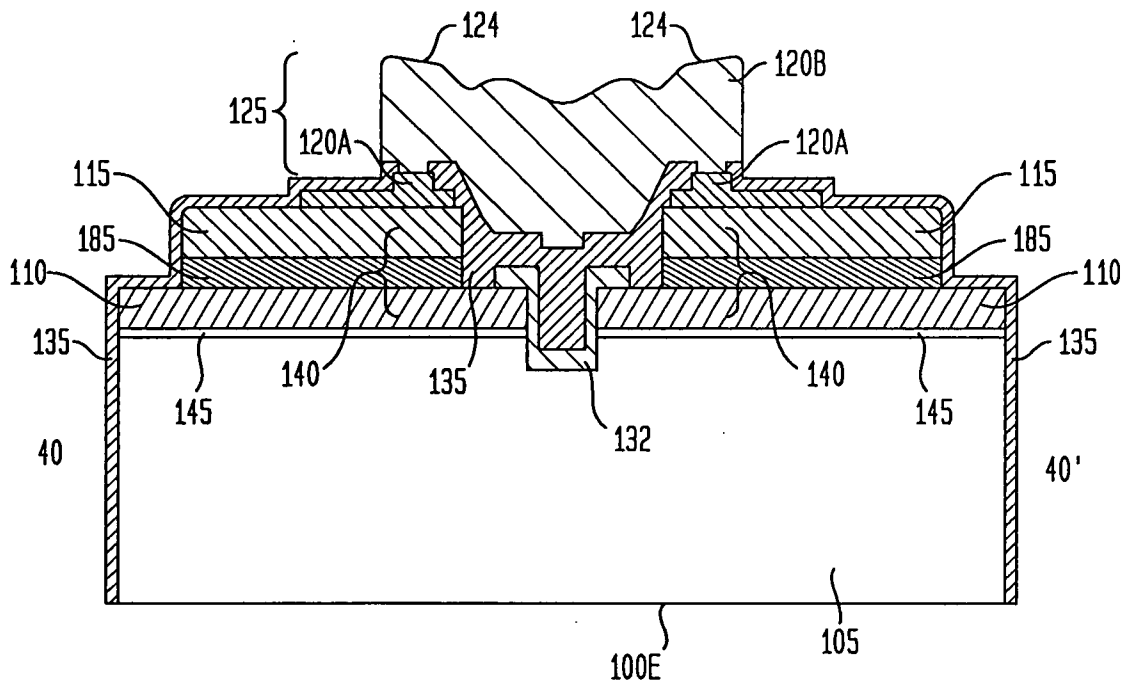


圖 14

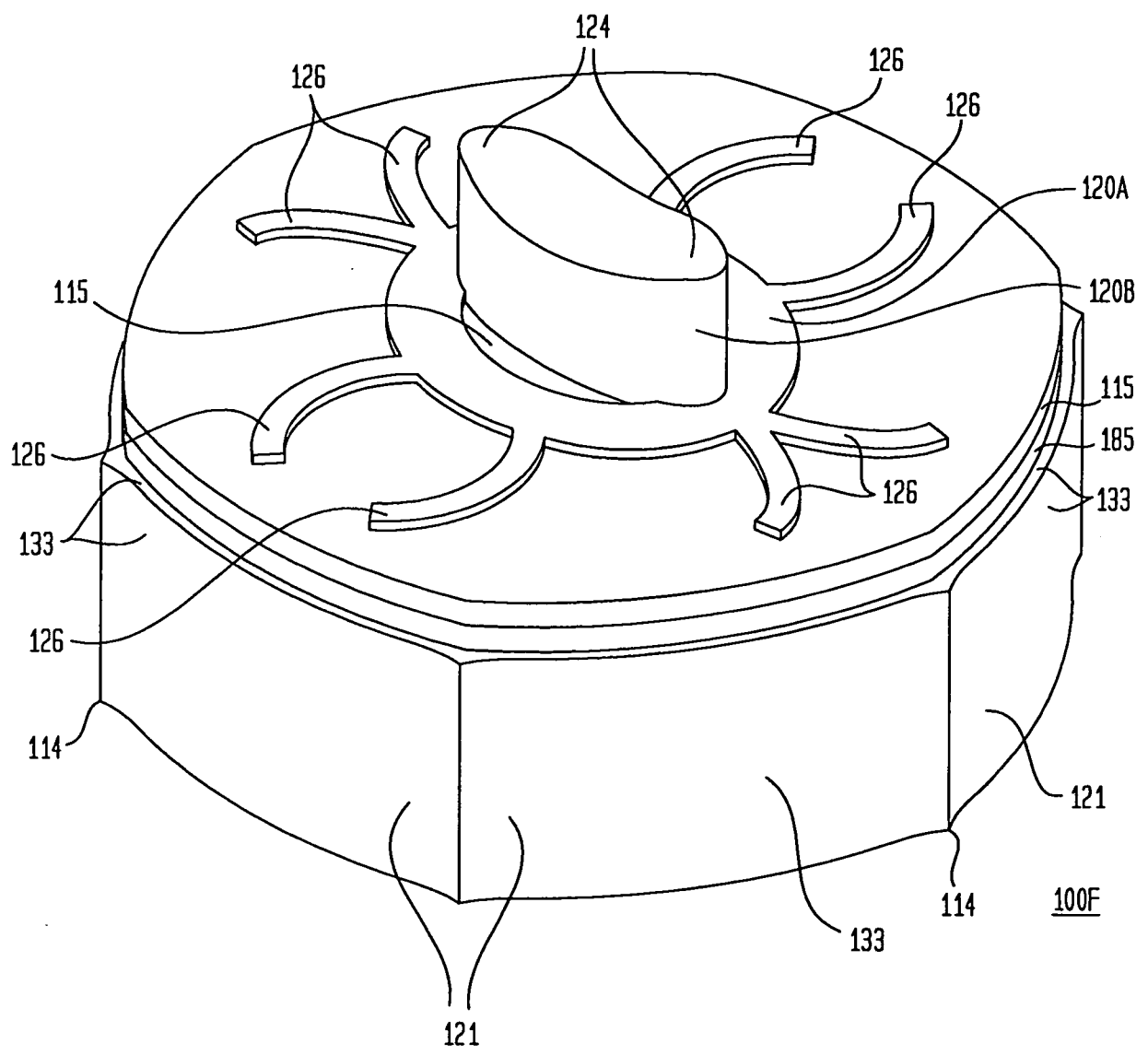


圖15

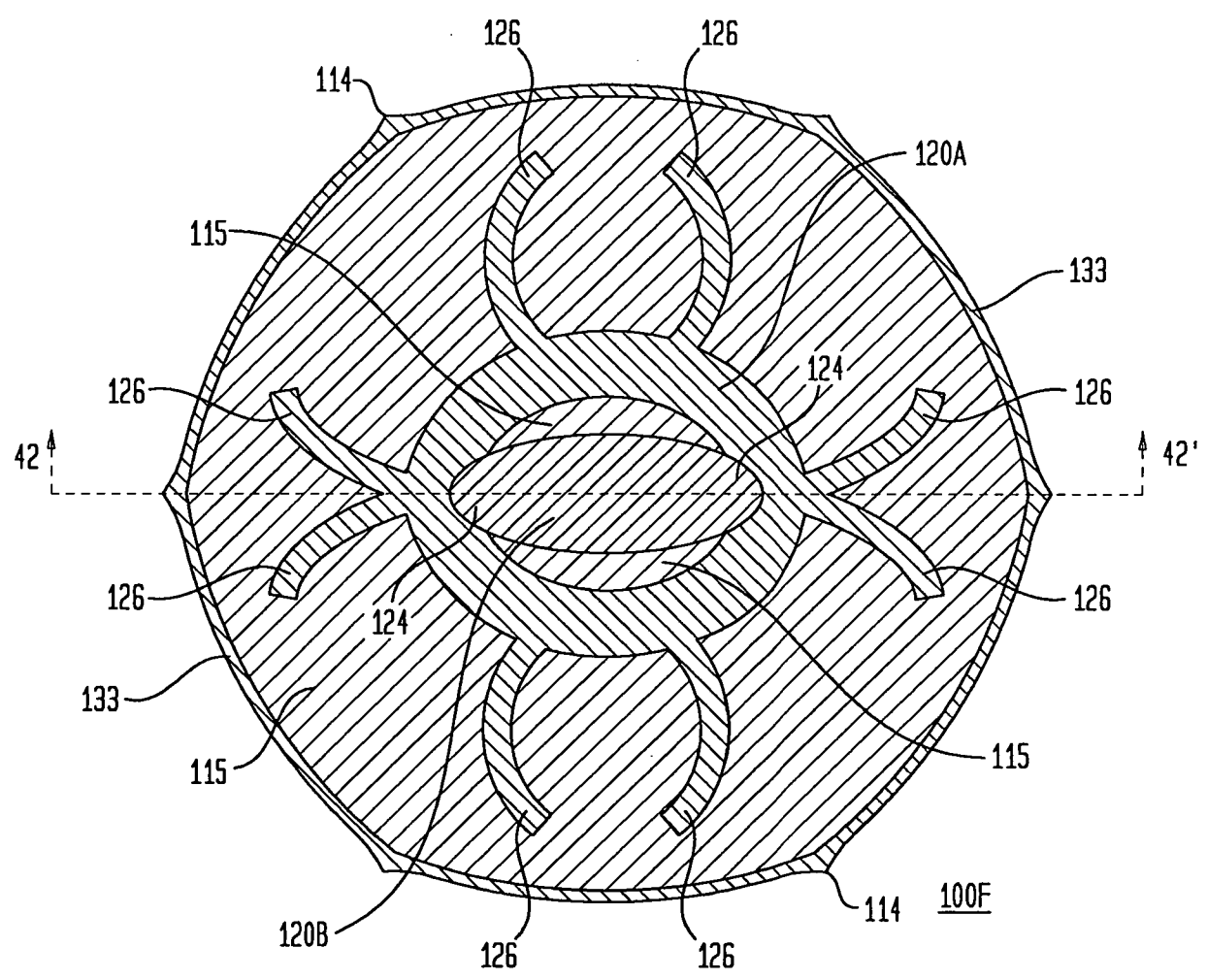


圖 16

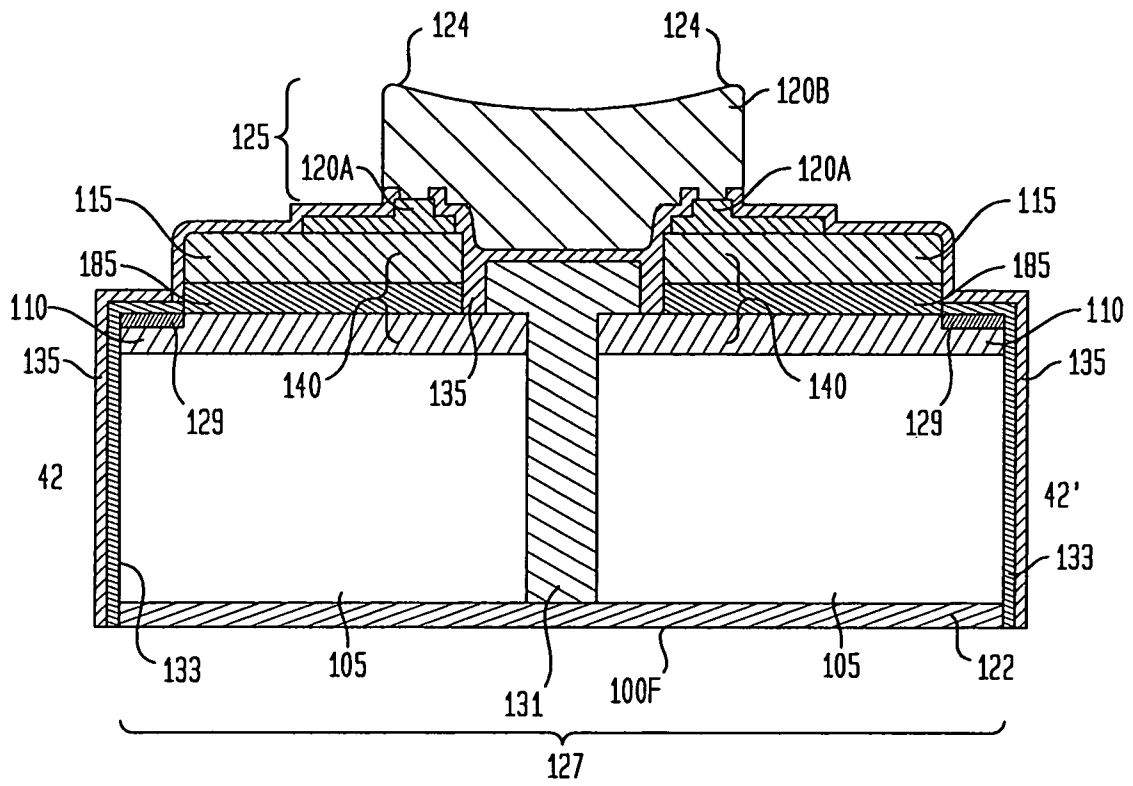


圖 17

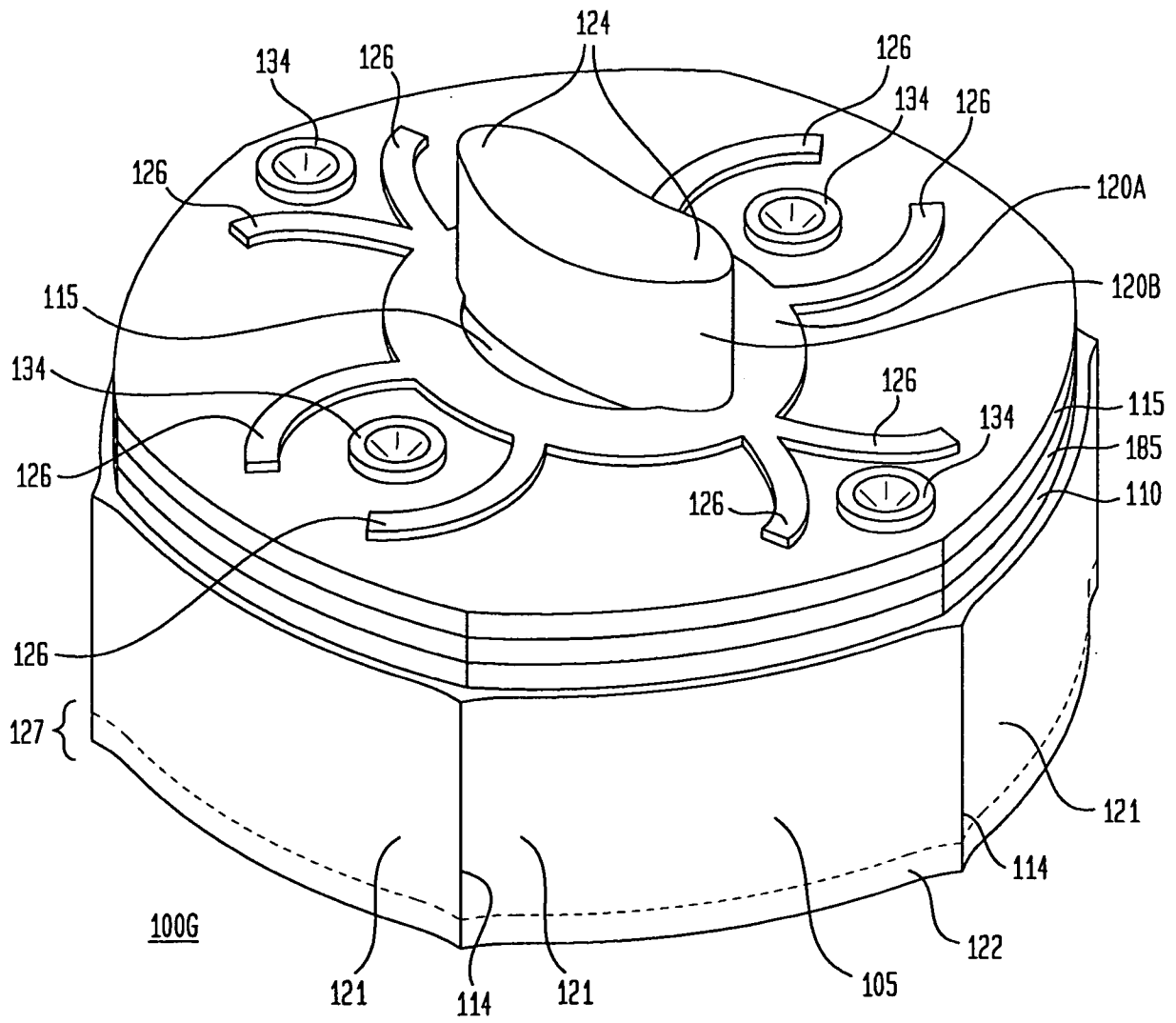


圖18

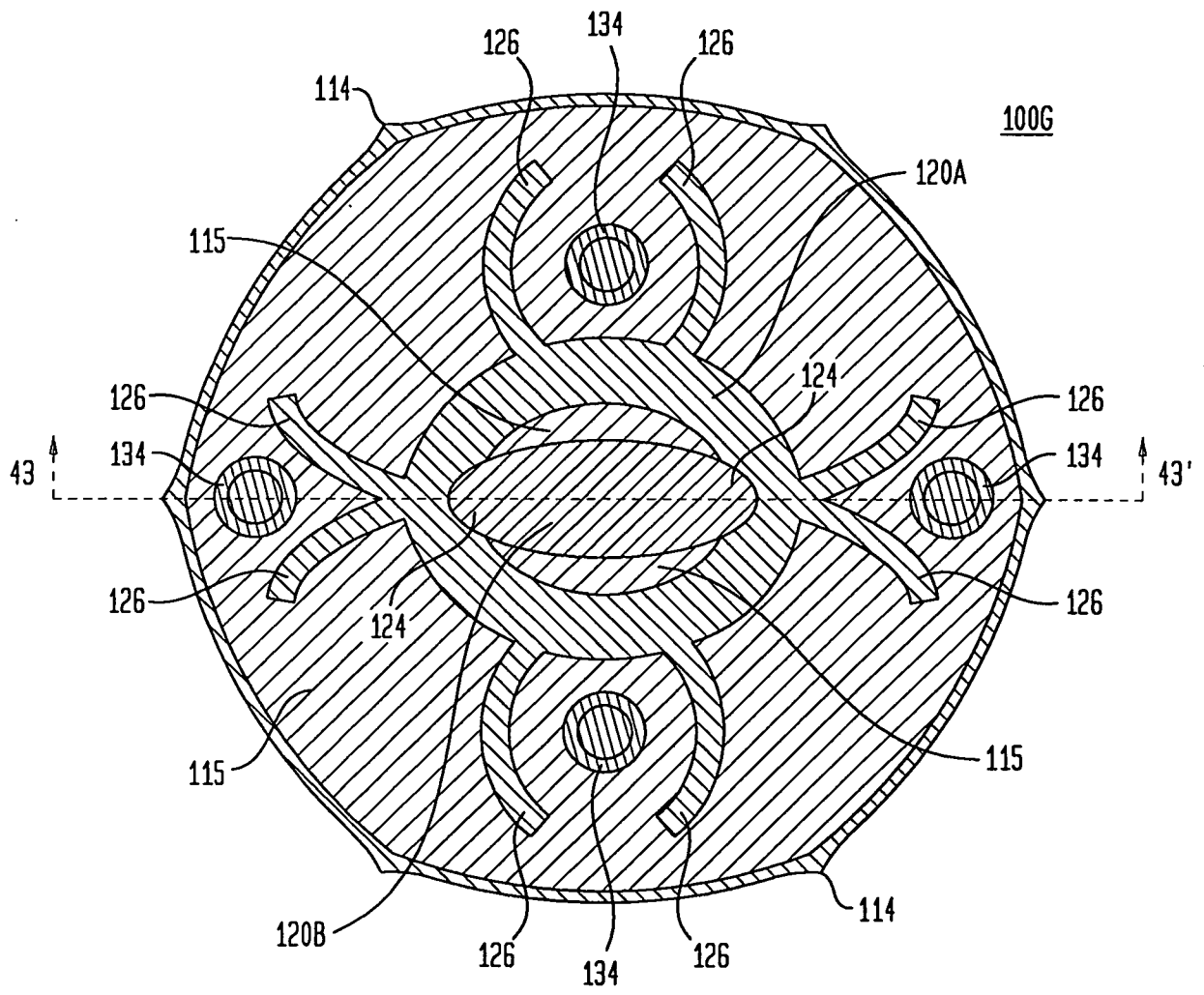


圖 19

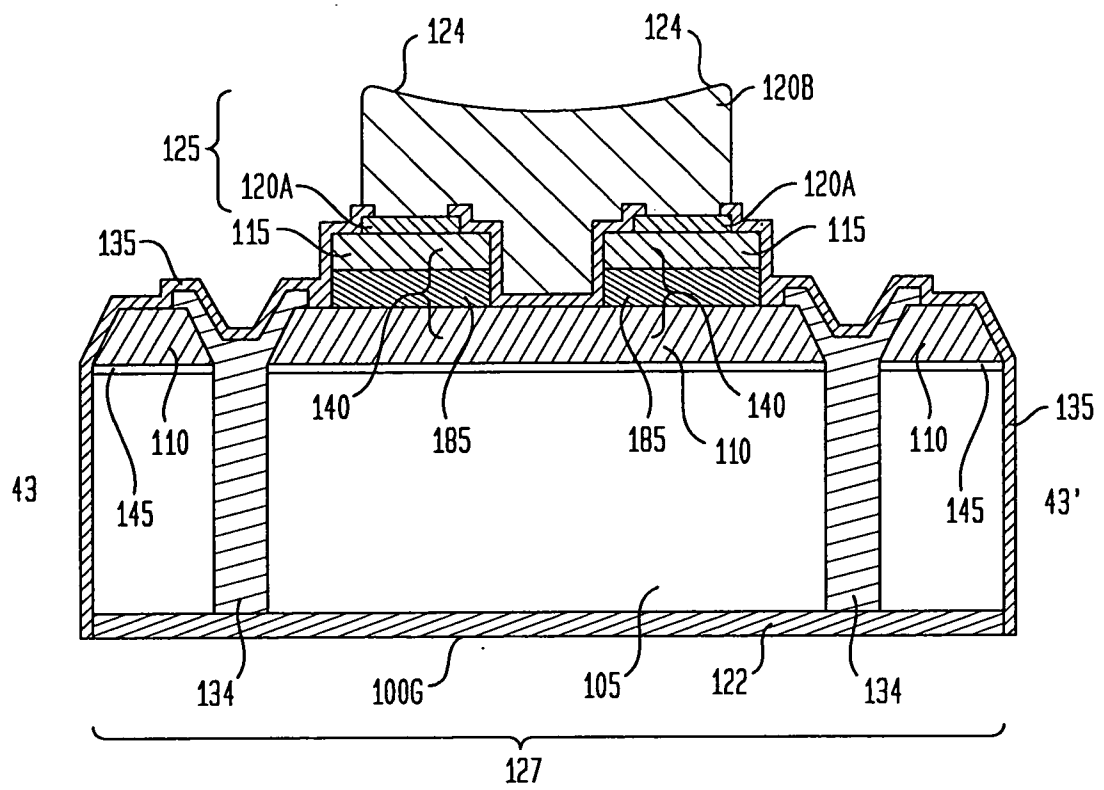


圖 20

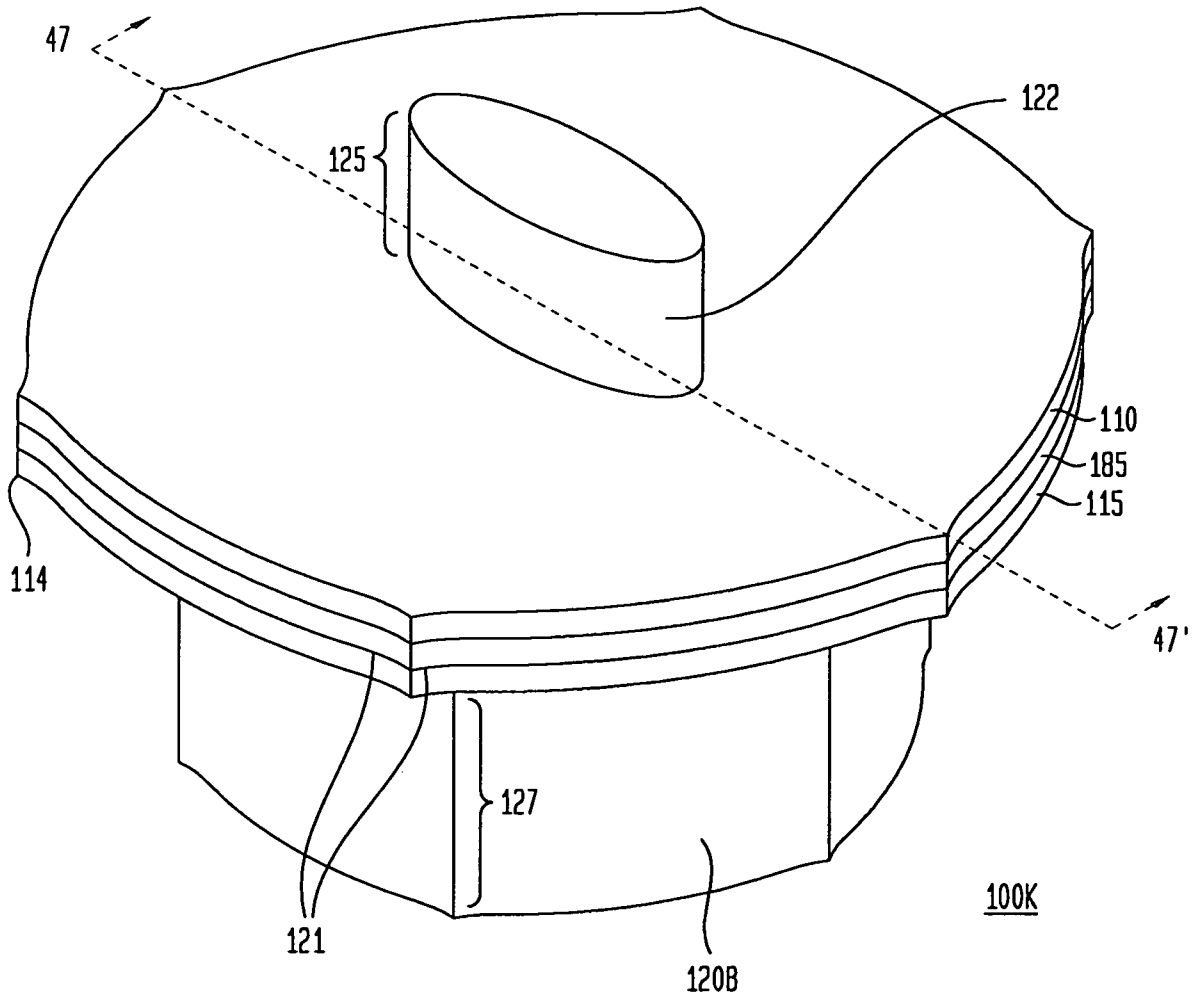


圖21

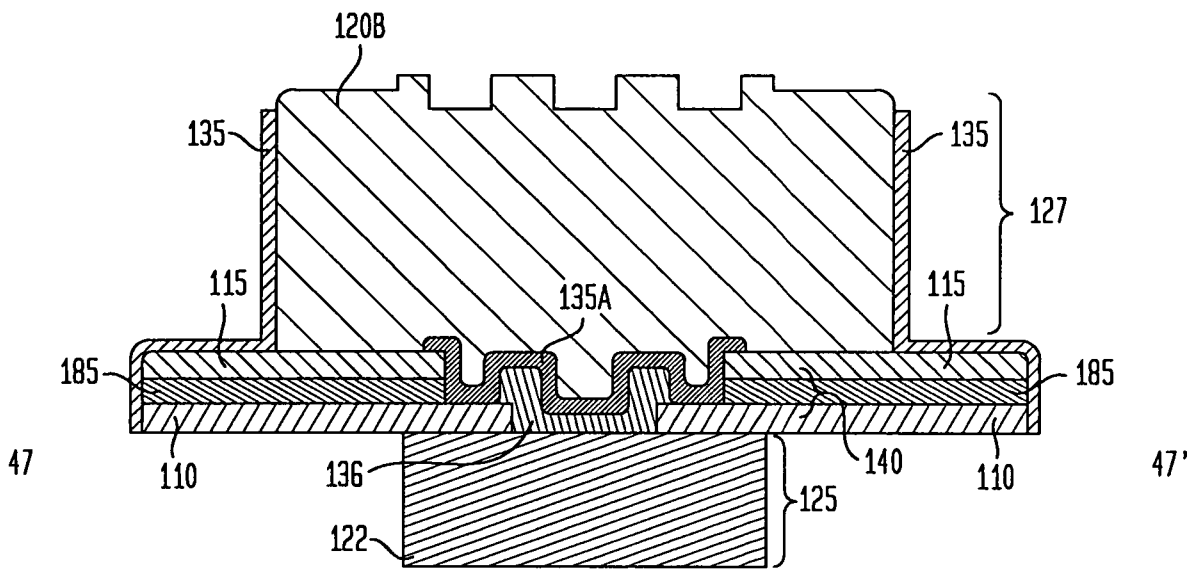


圖 22

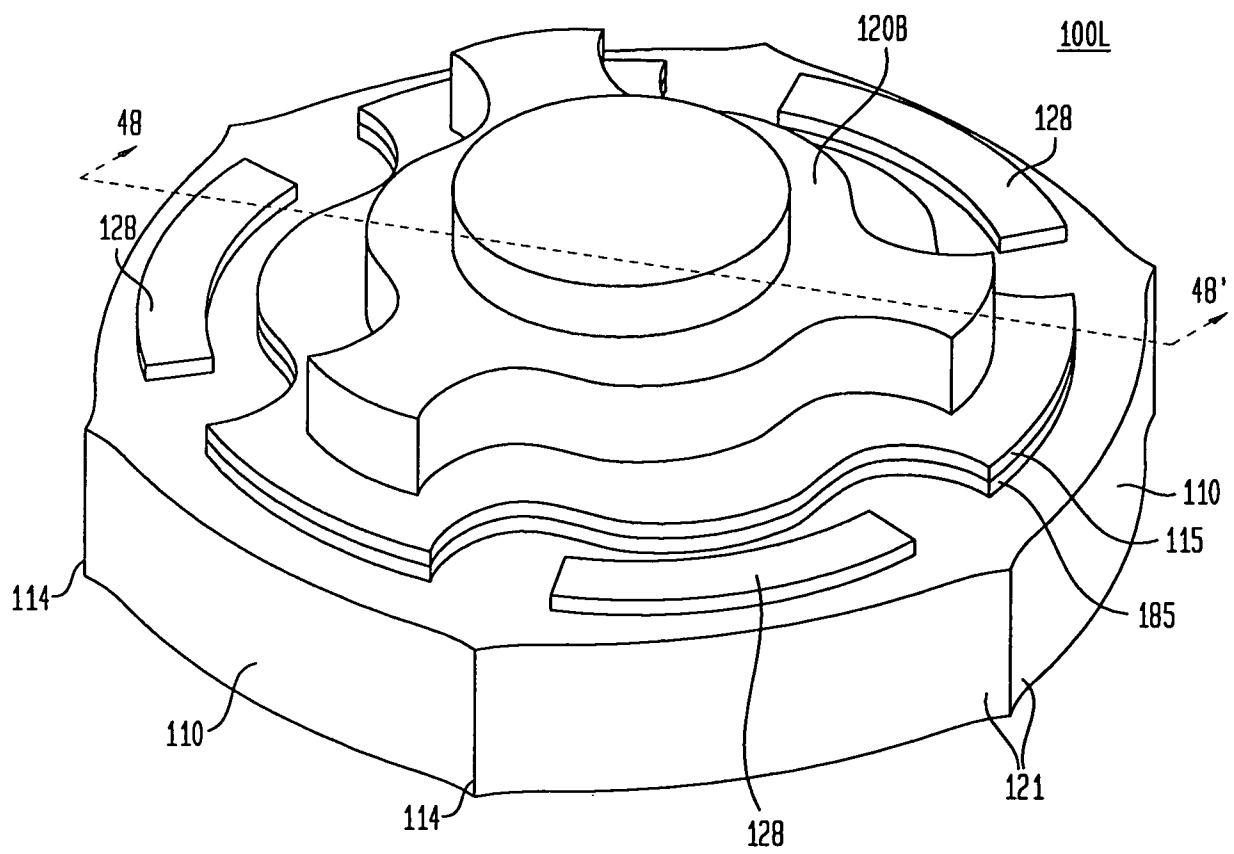


圖23

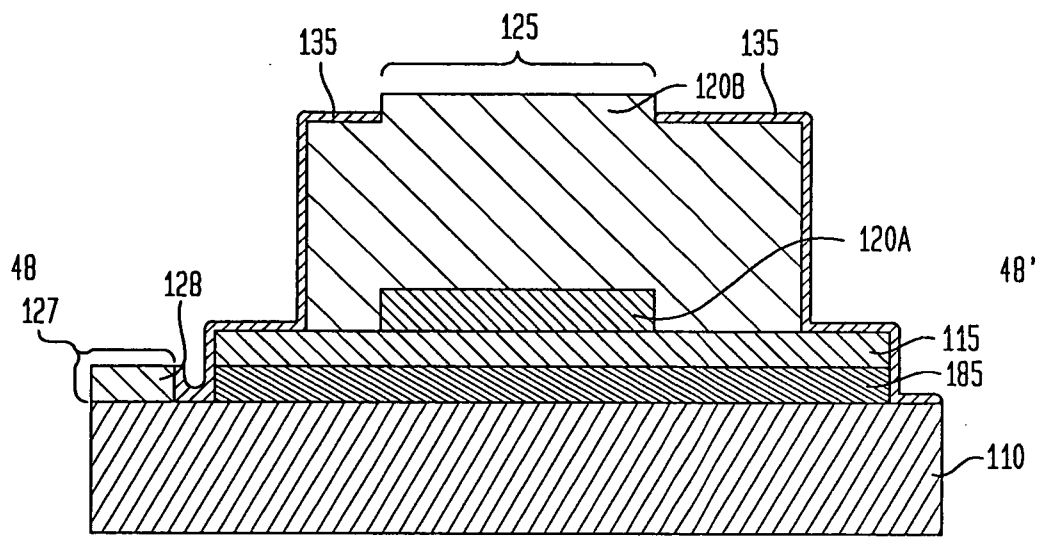


圖 24

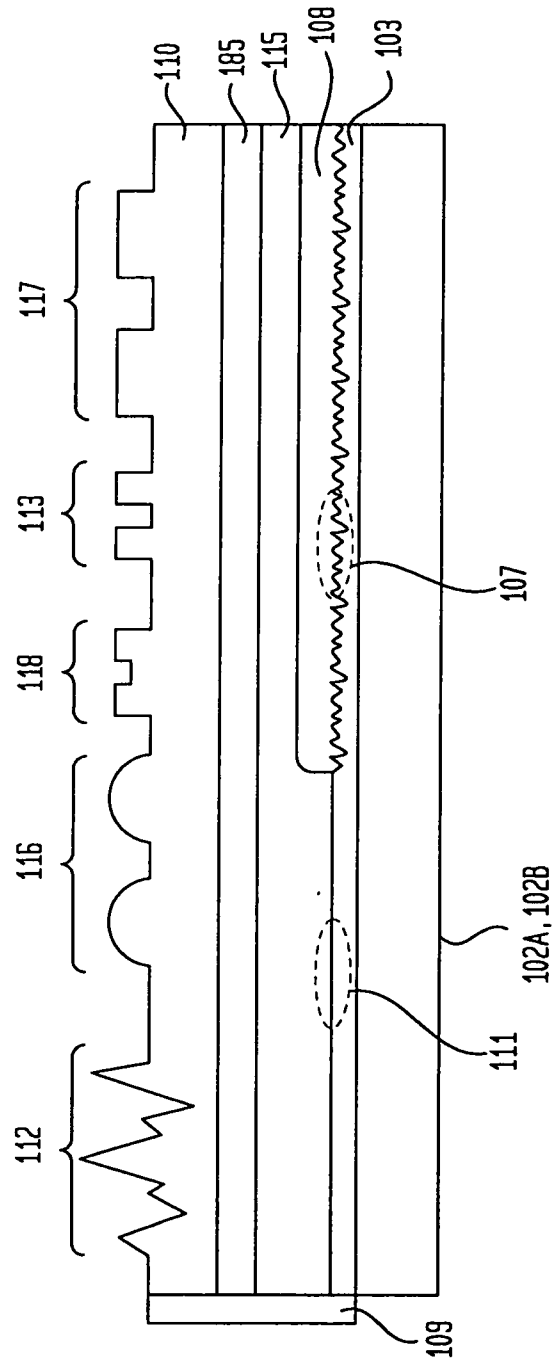


圖25

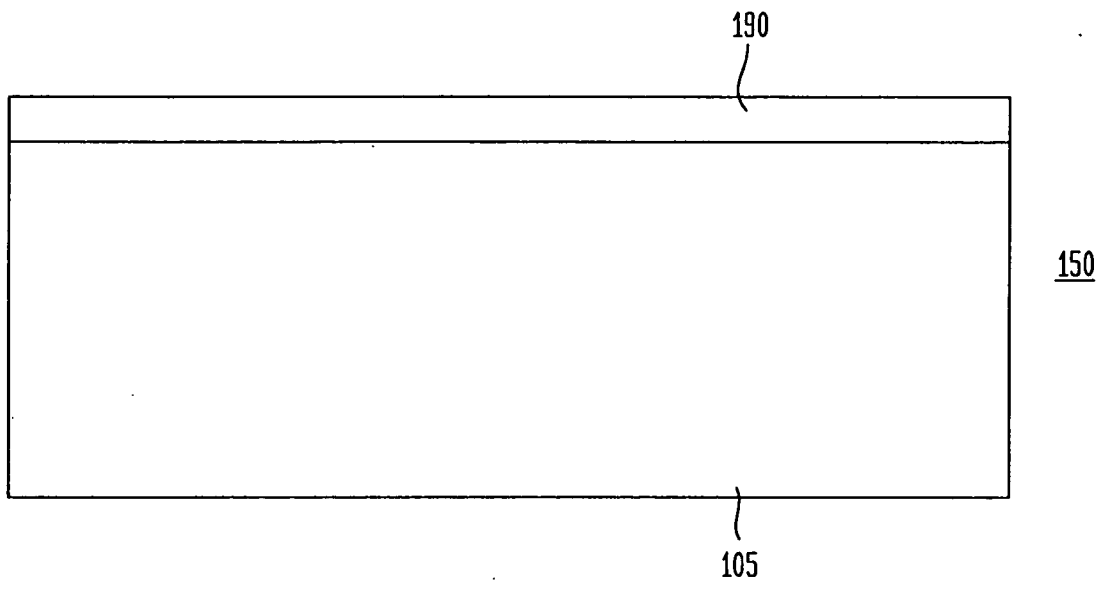


圖26

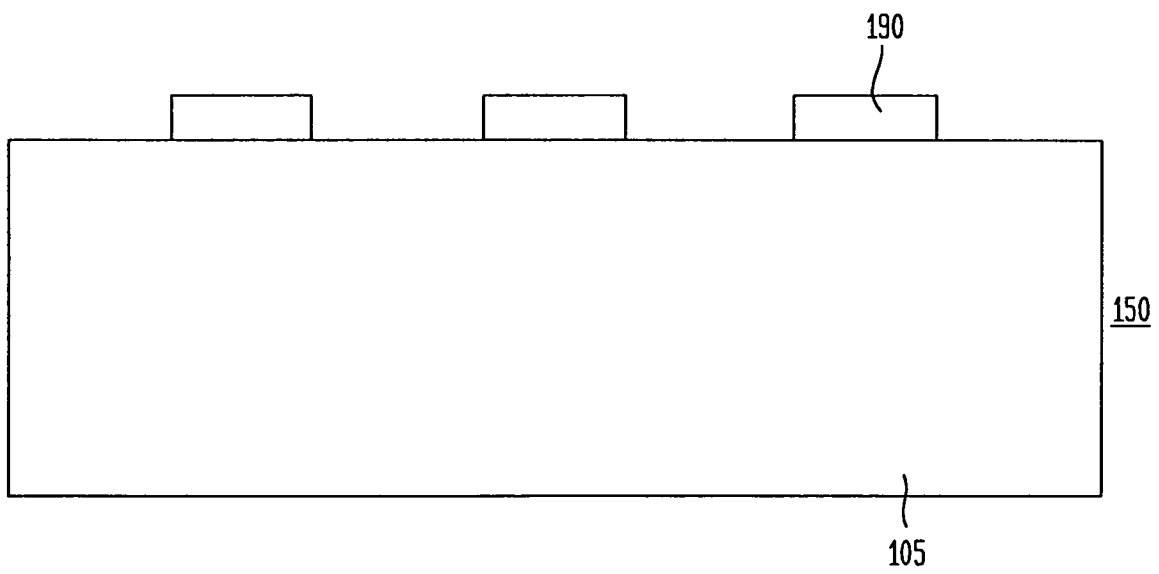


圖27

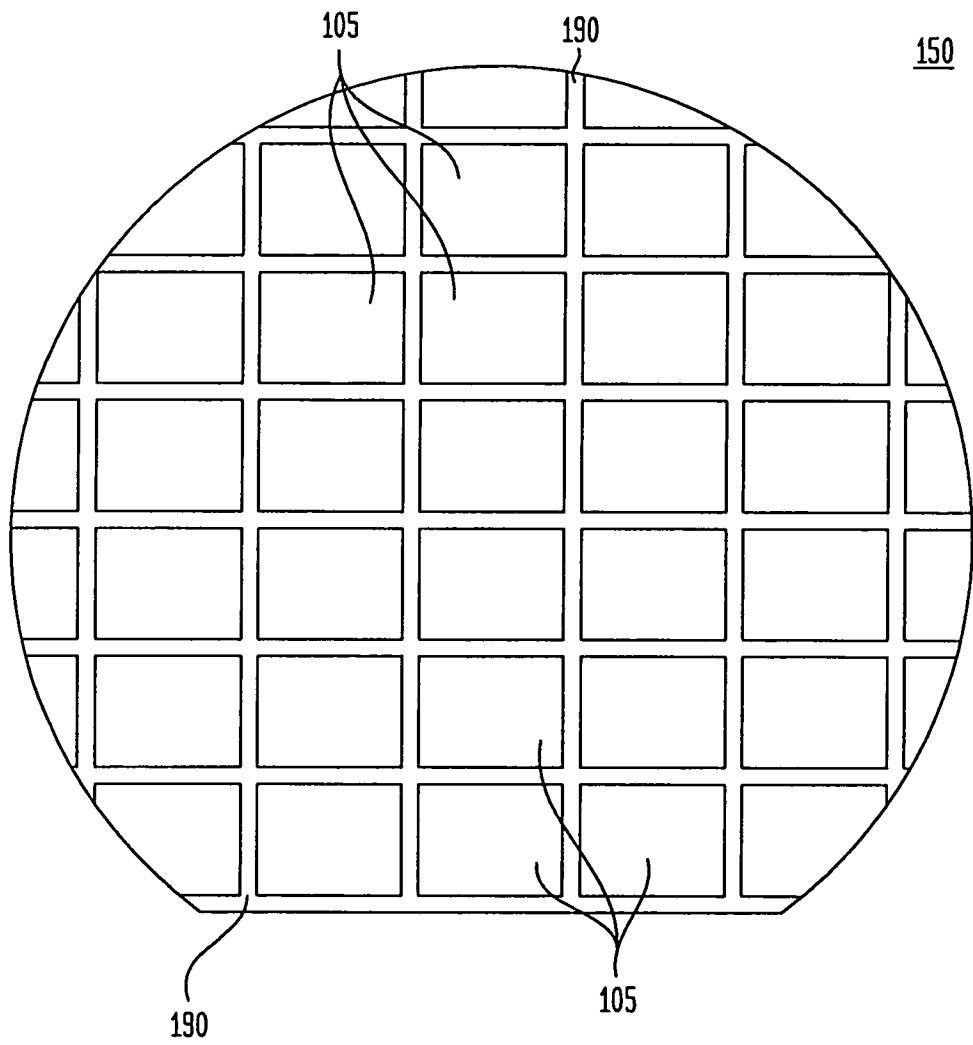


圖 28

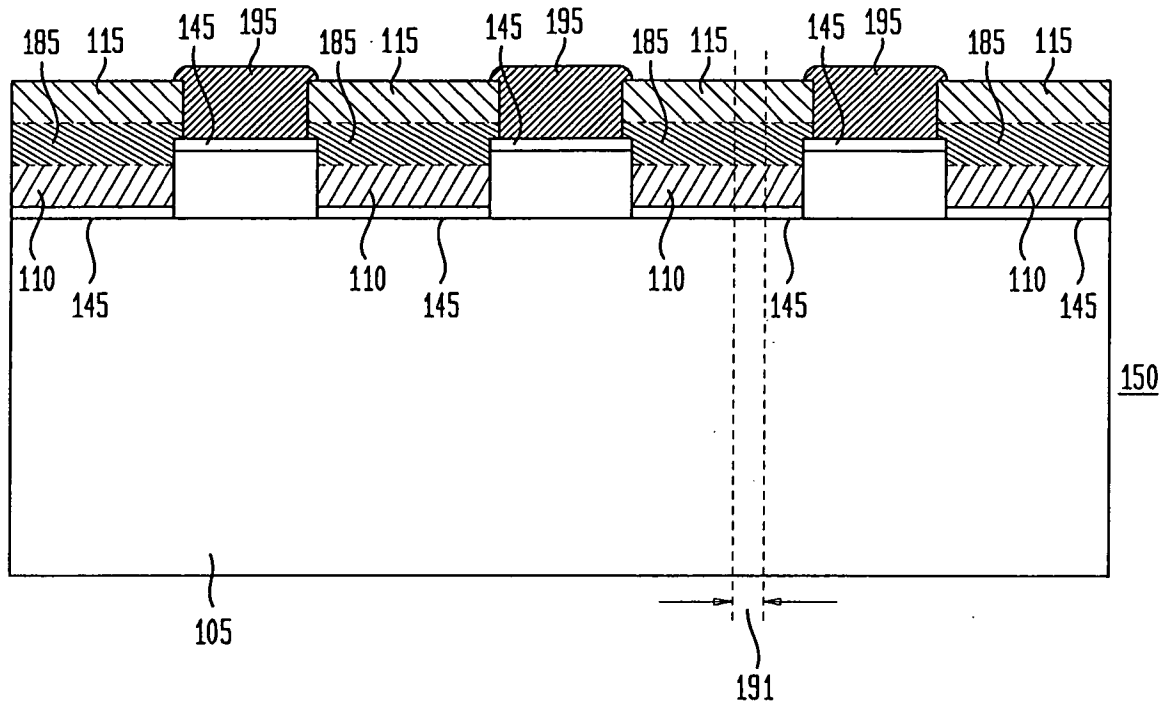


圖 29

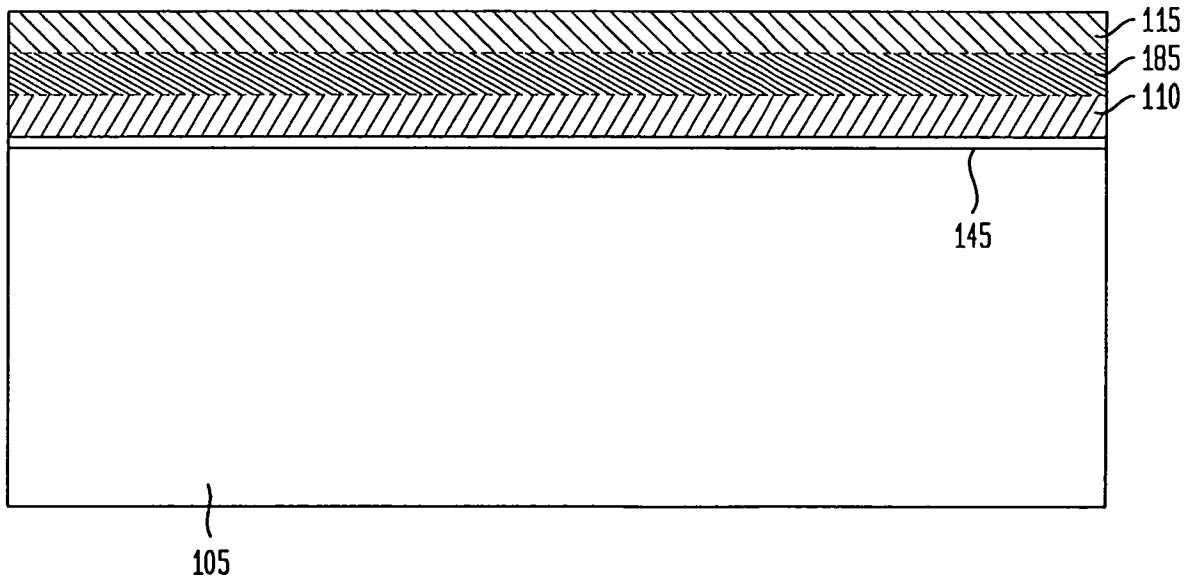


圖 30

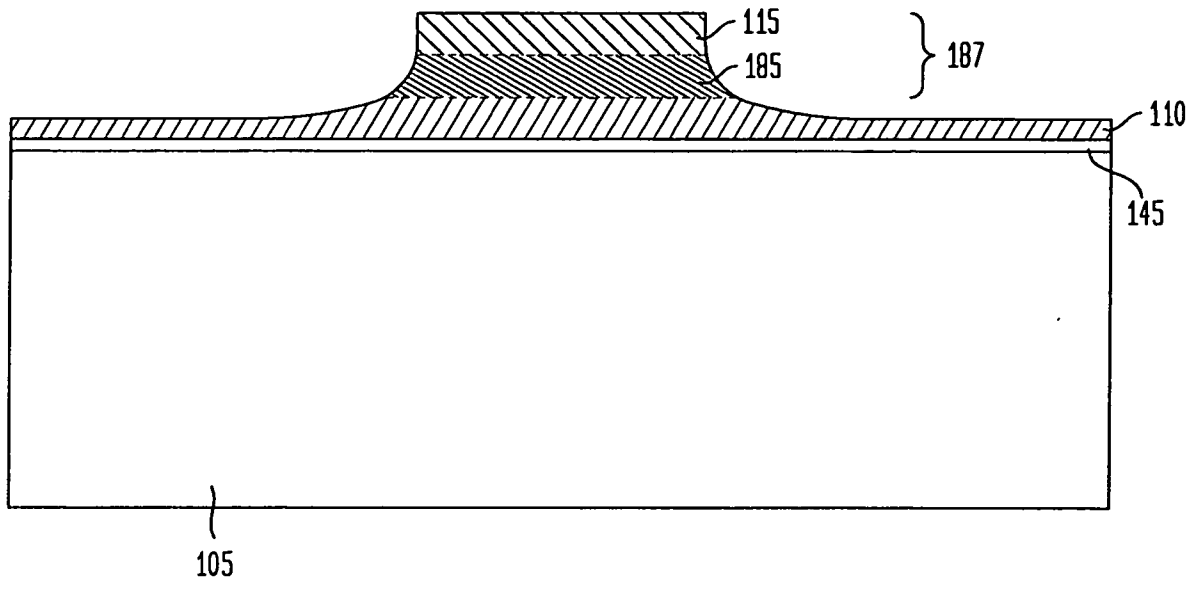


圖31

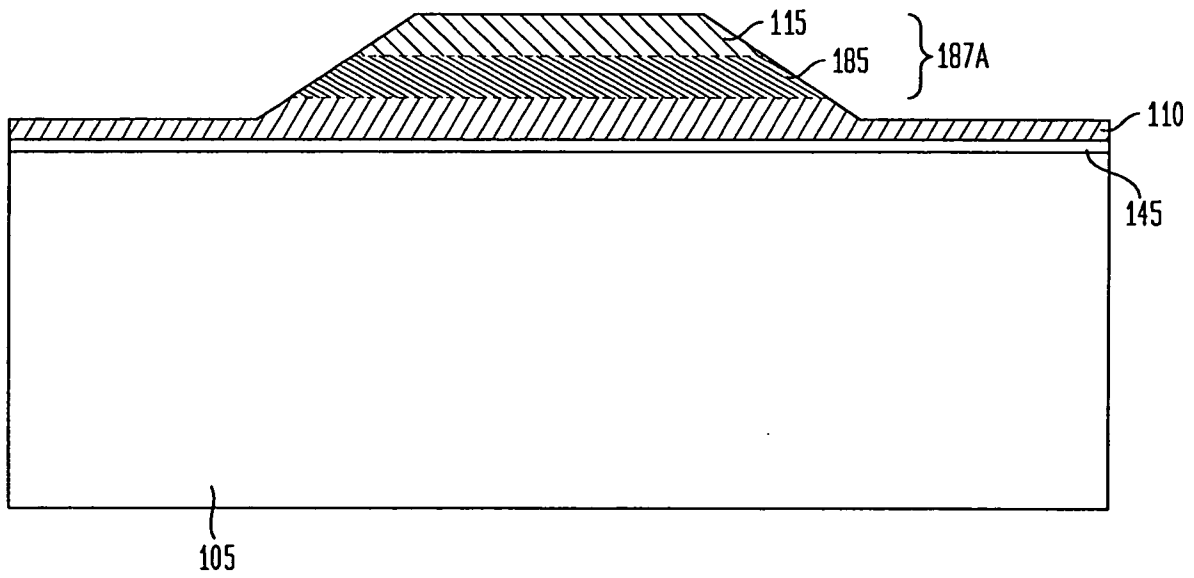


圖32

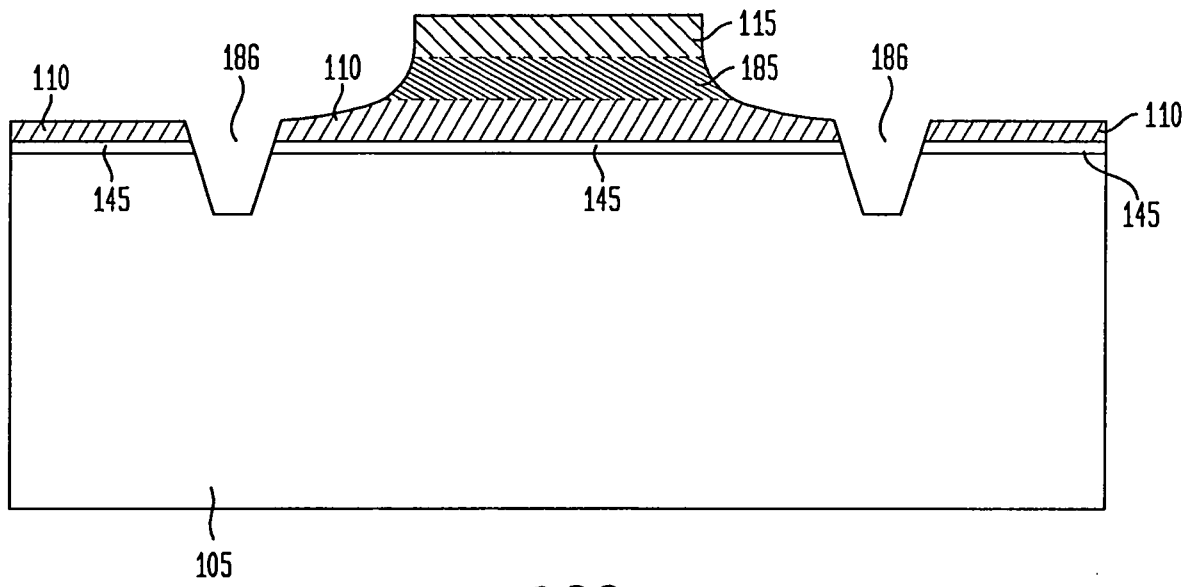


圖 33

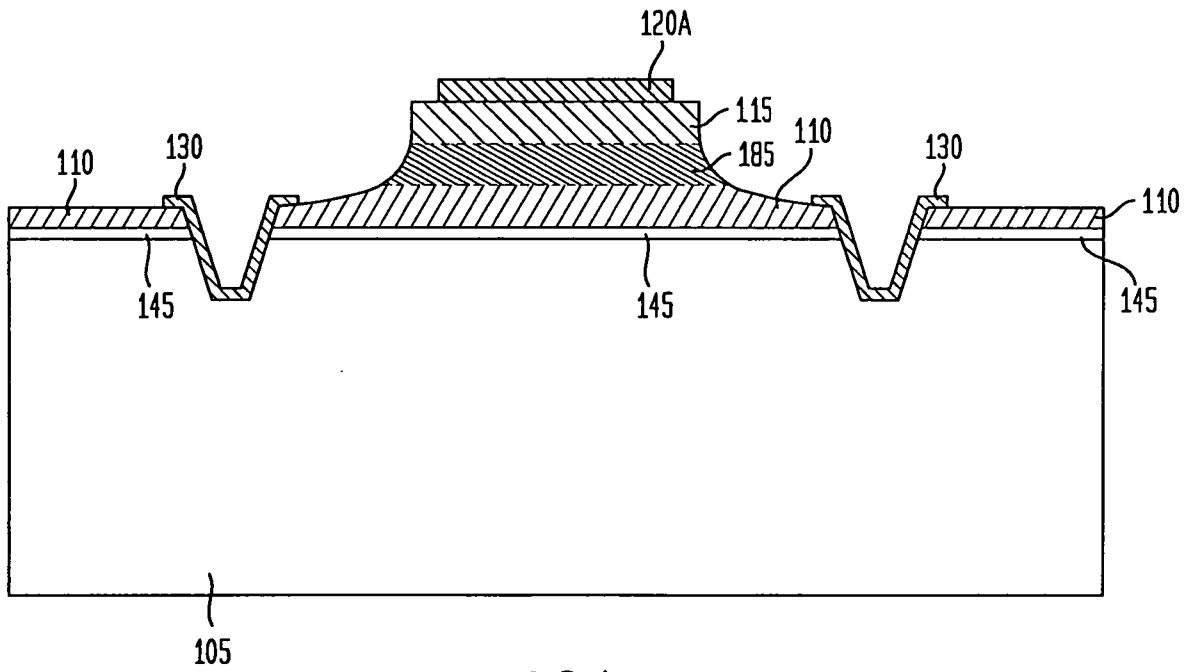


圖 34

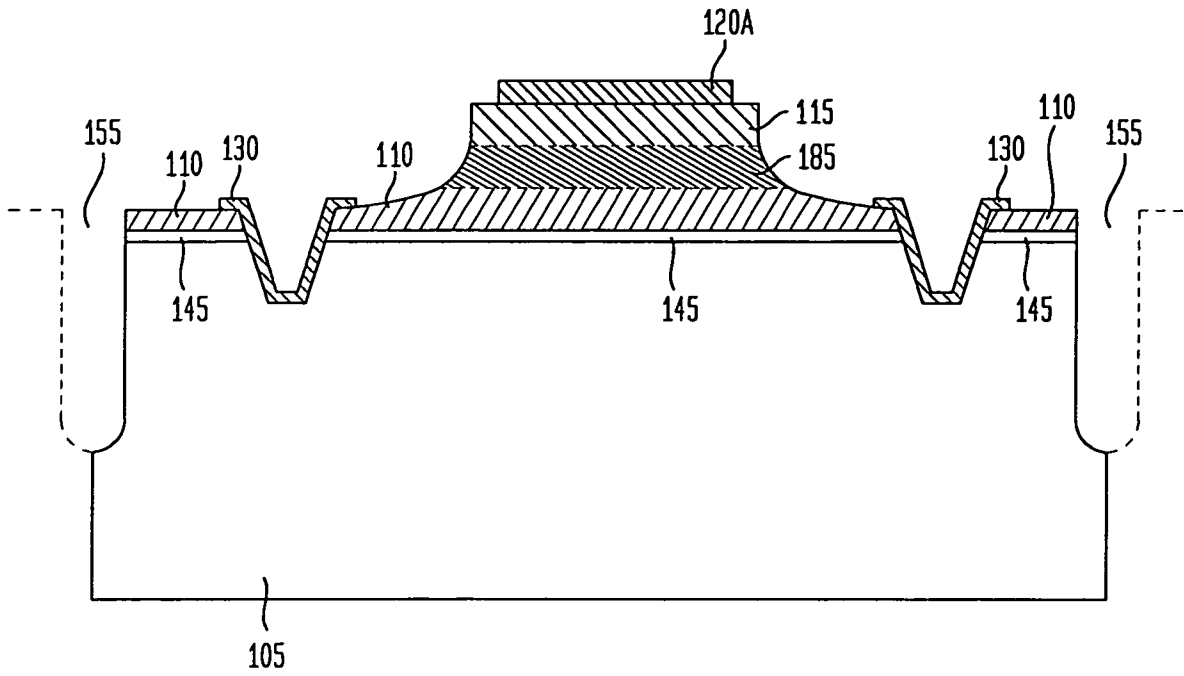


圖 35

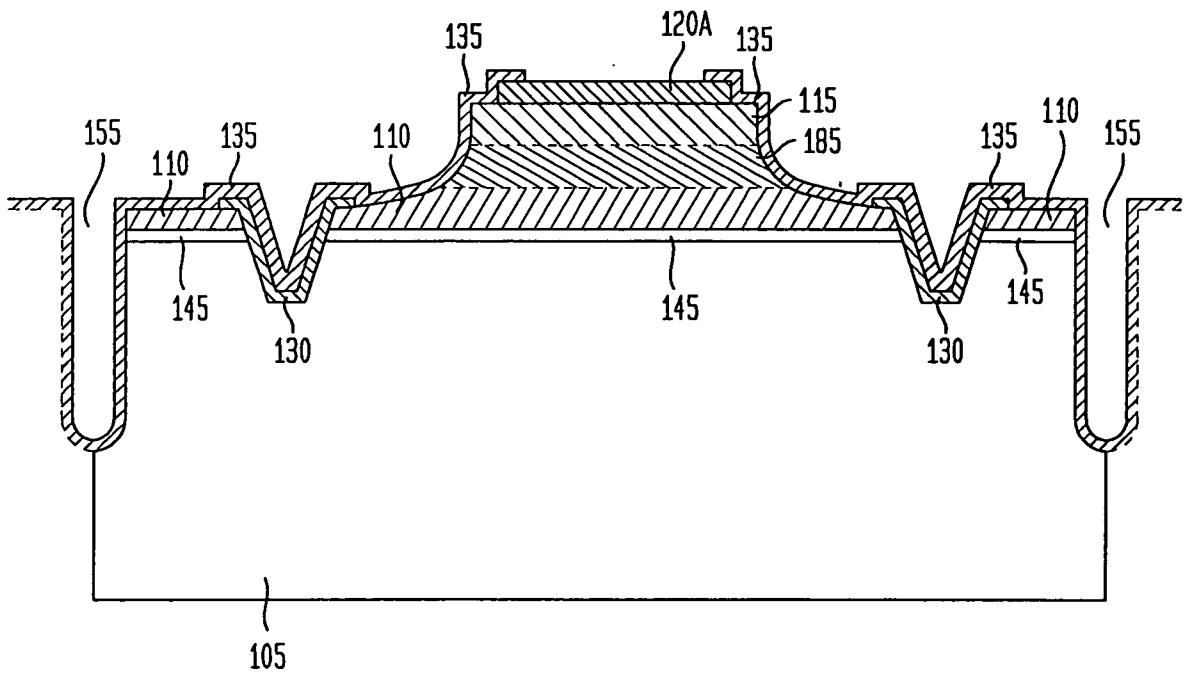


圖 36

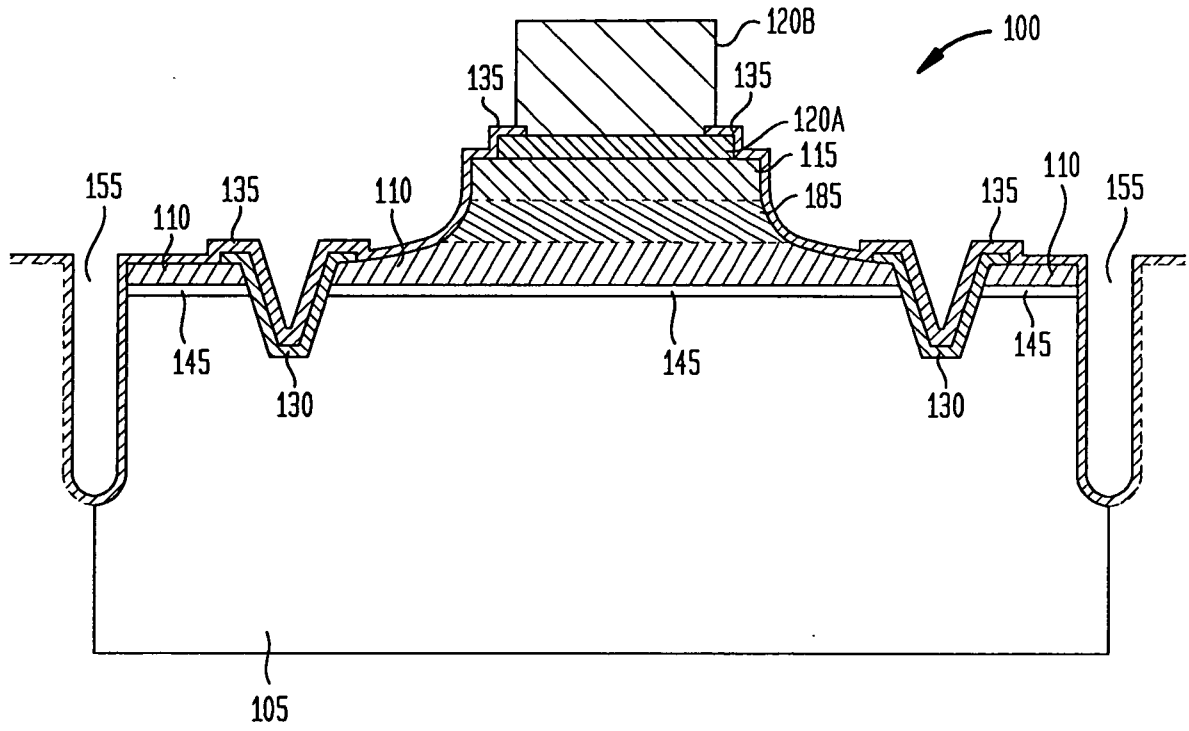


圖 37

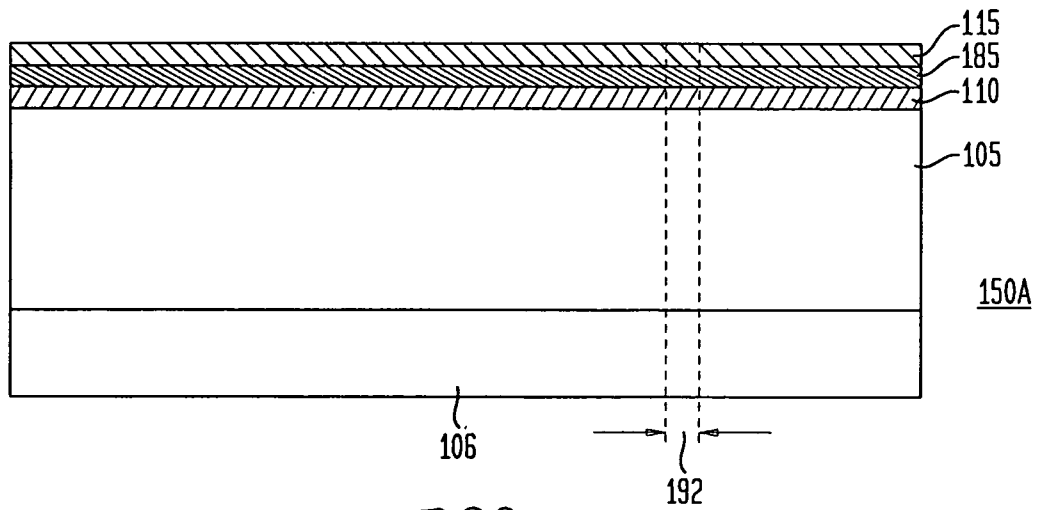


圖 38

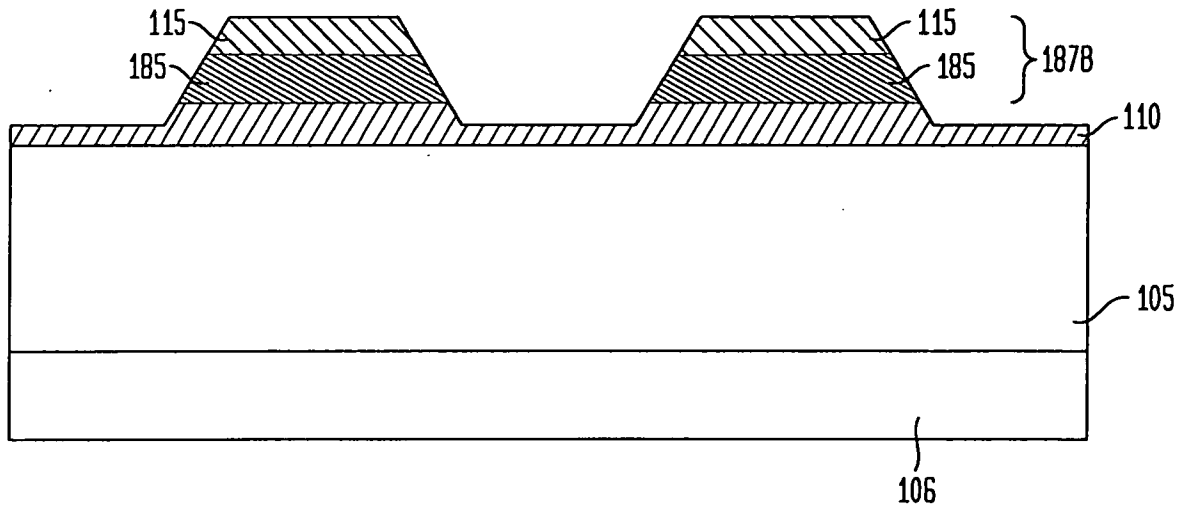


圖39

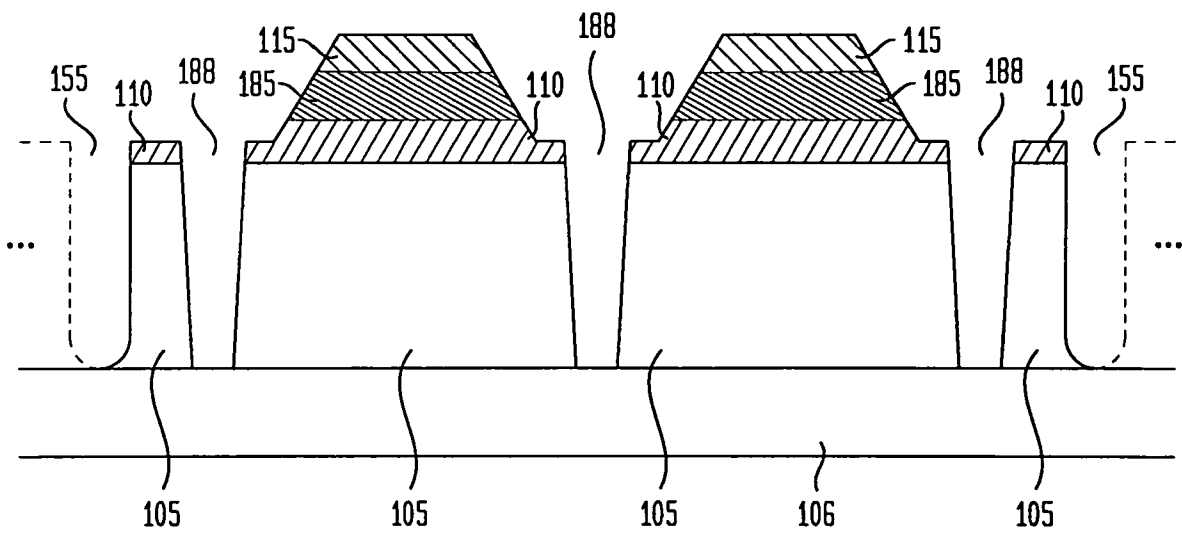


圖40

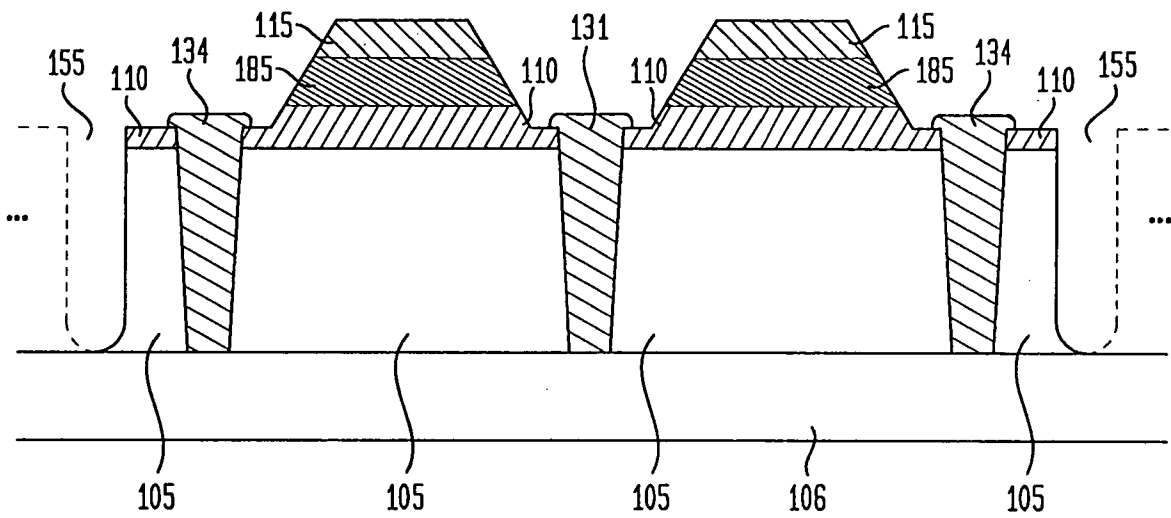


圖41

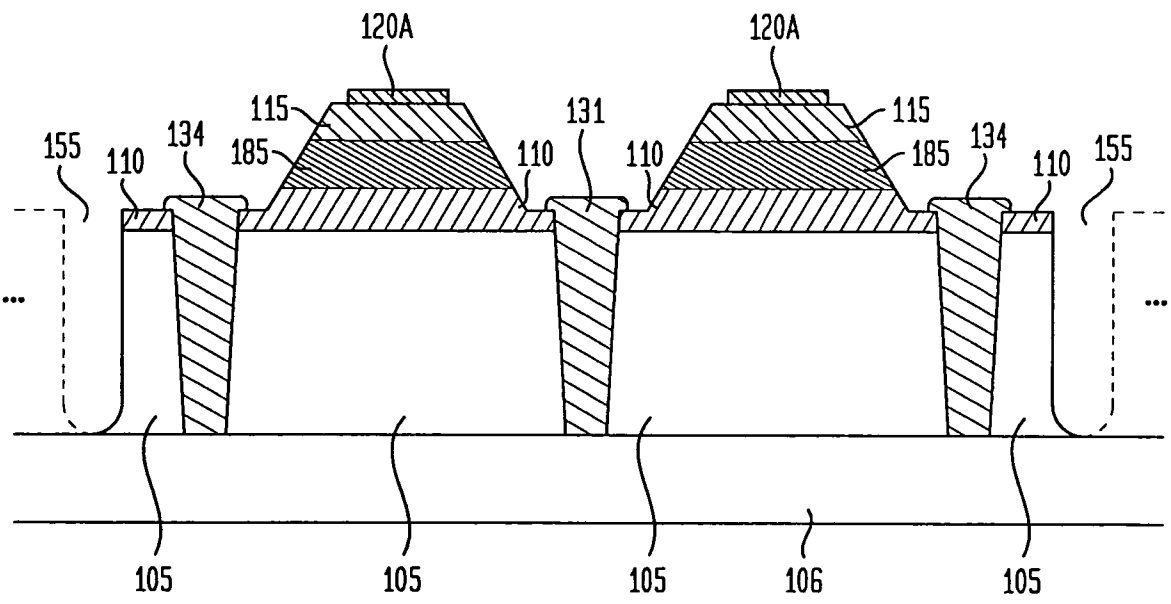


圖42

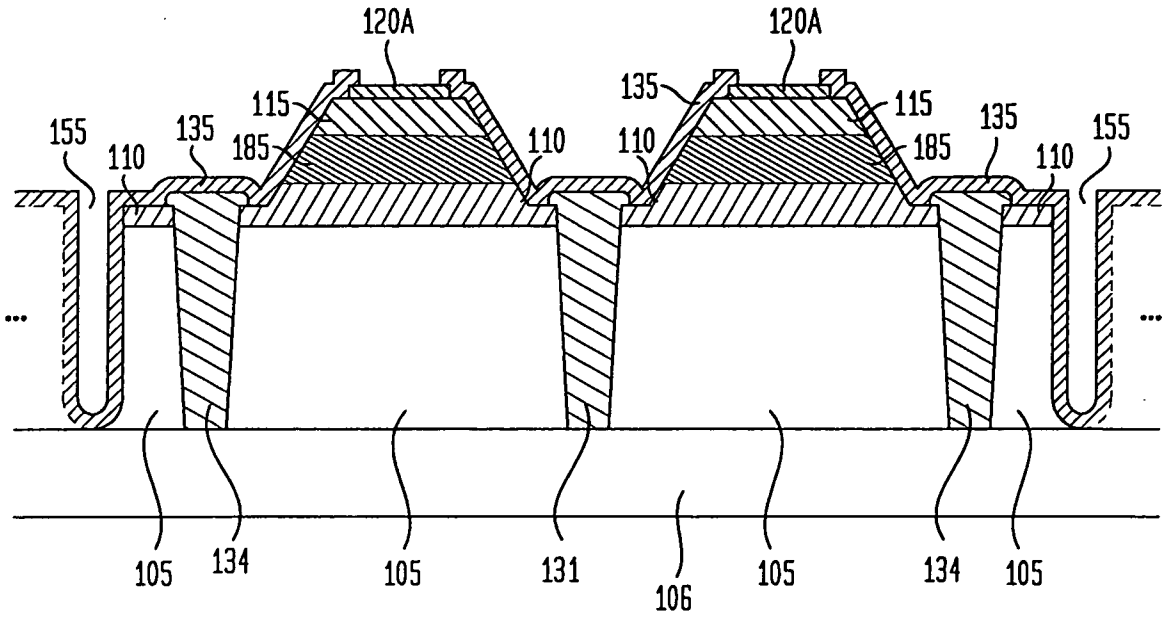


圖 43

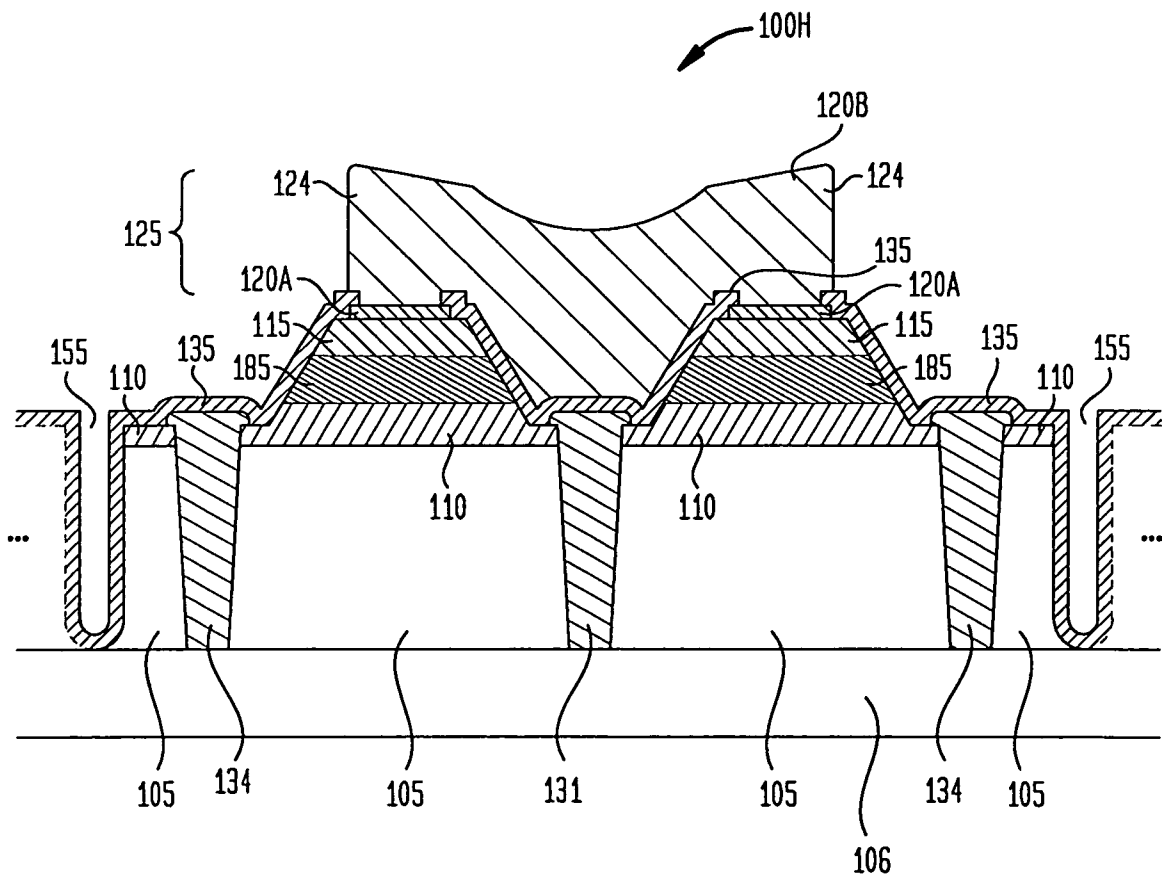


圖 44

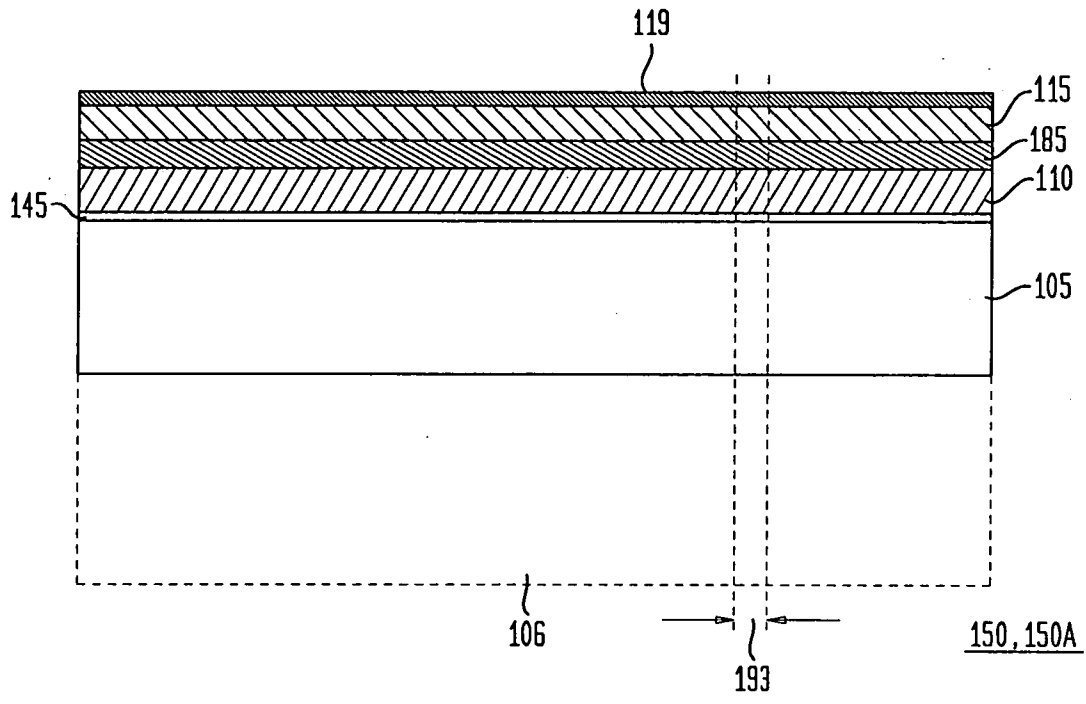


圖45

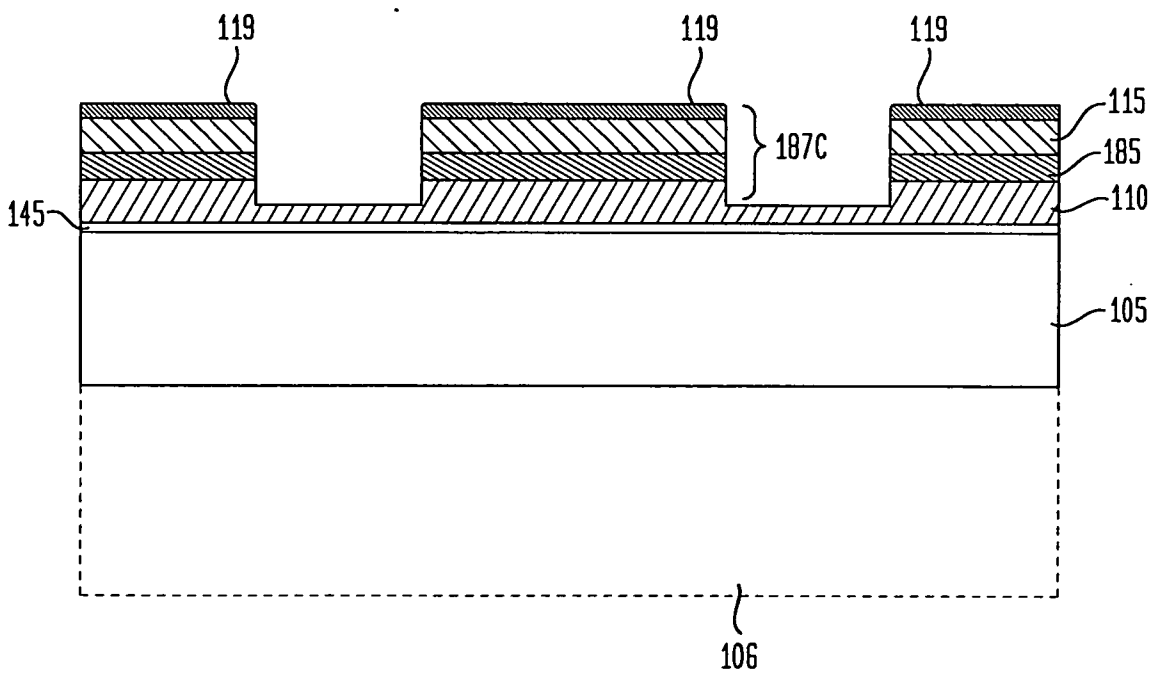


圖46

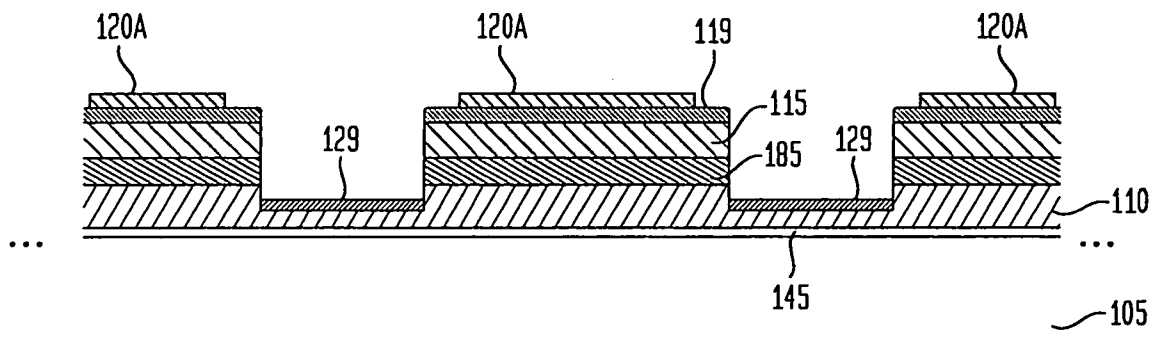


圖 47

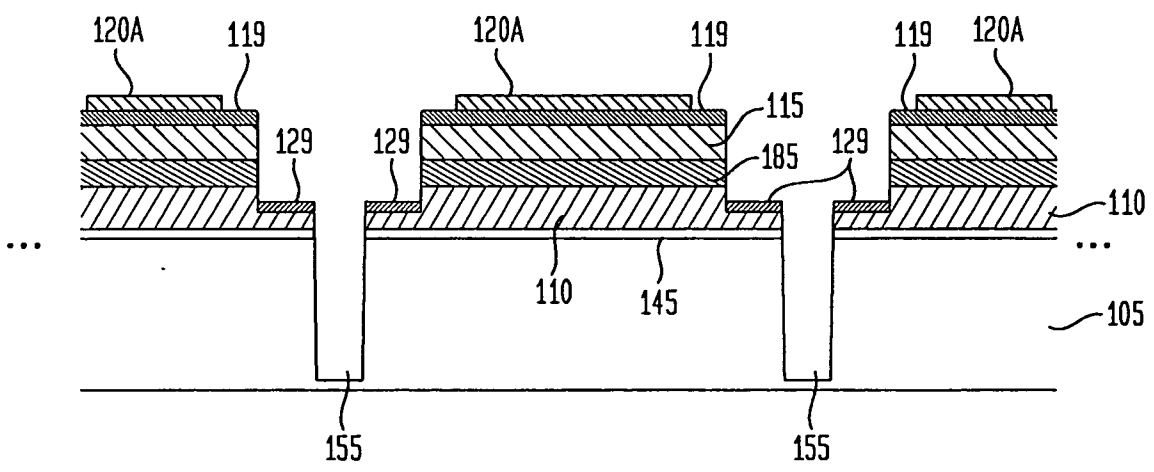


圖 48

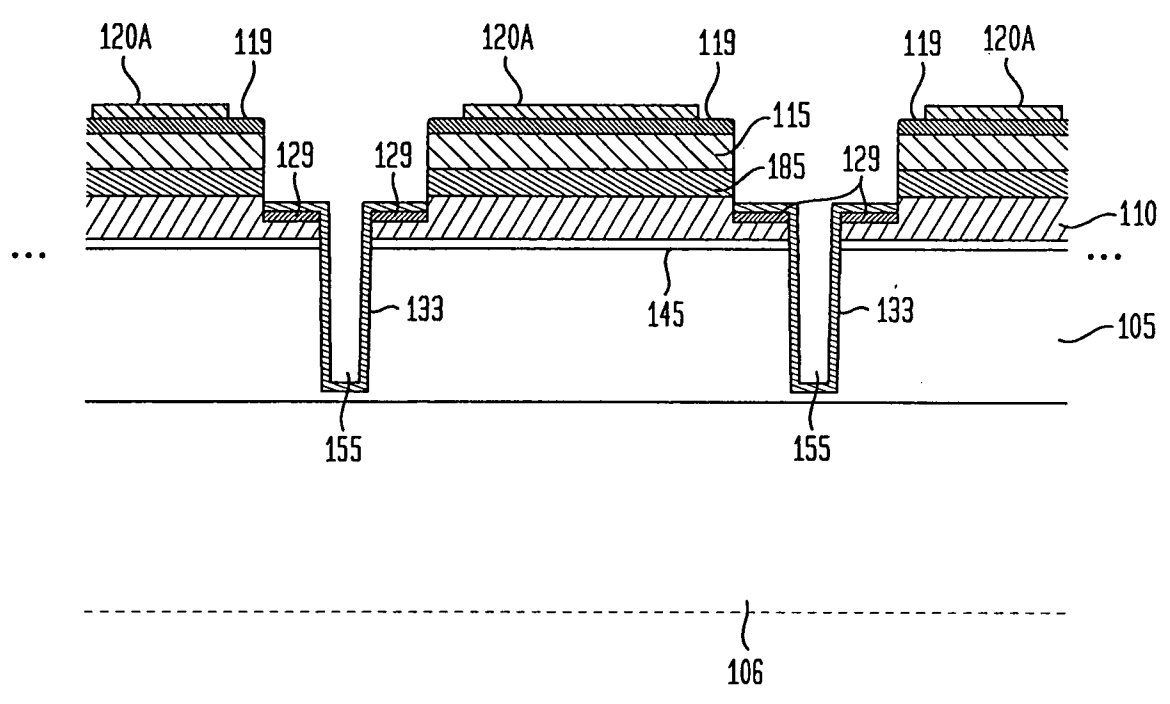


圖 49

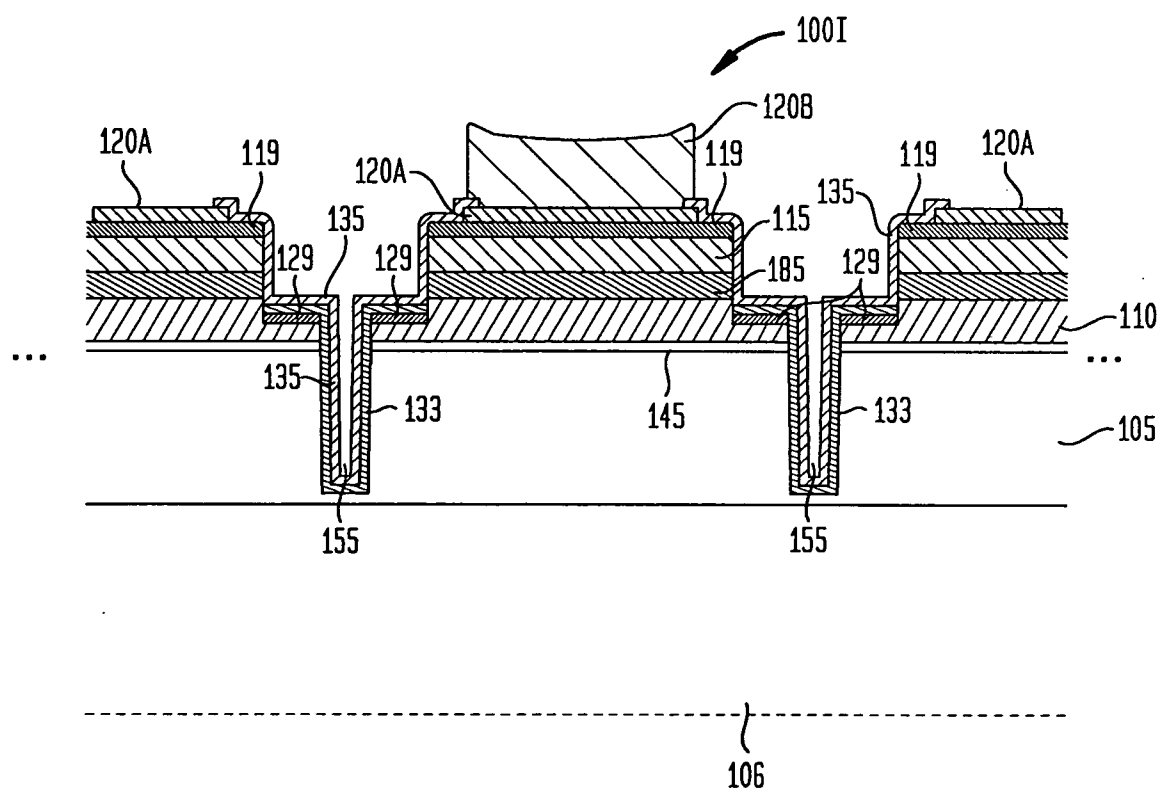


圖 50

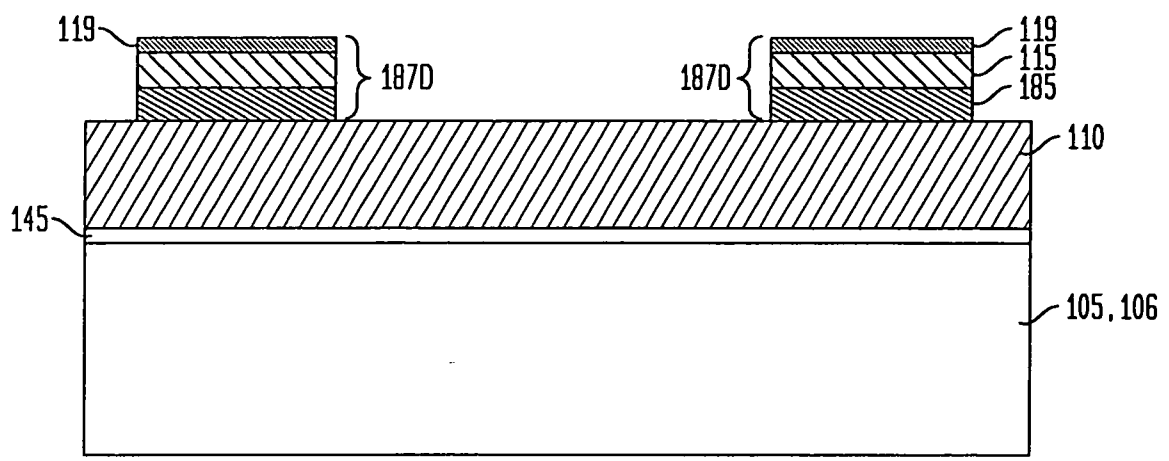


圖51

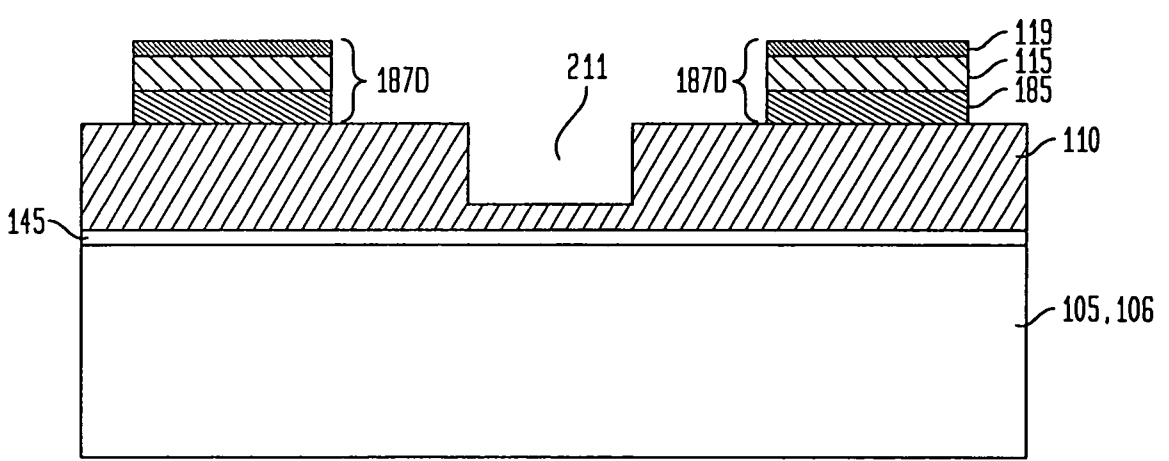


圖52

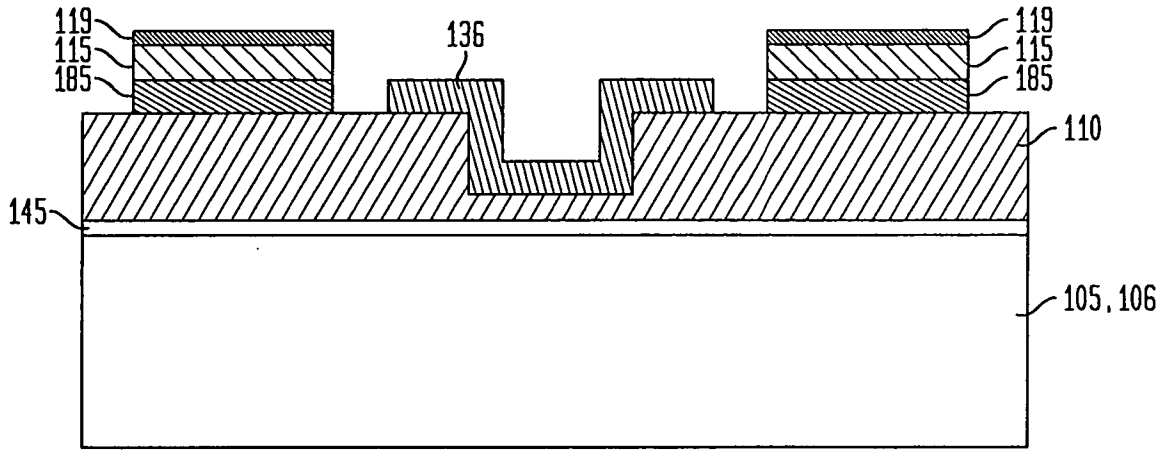


圖53

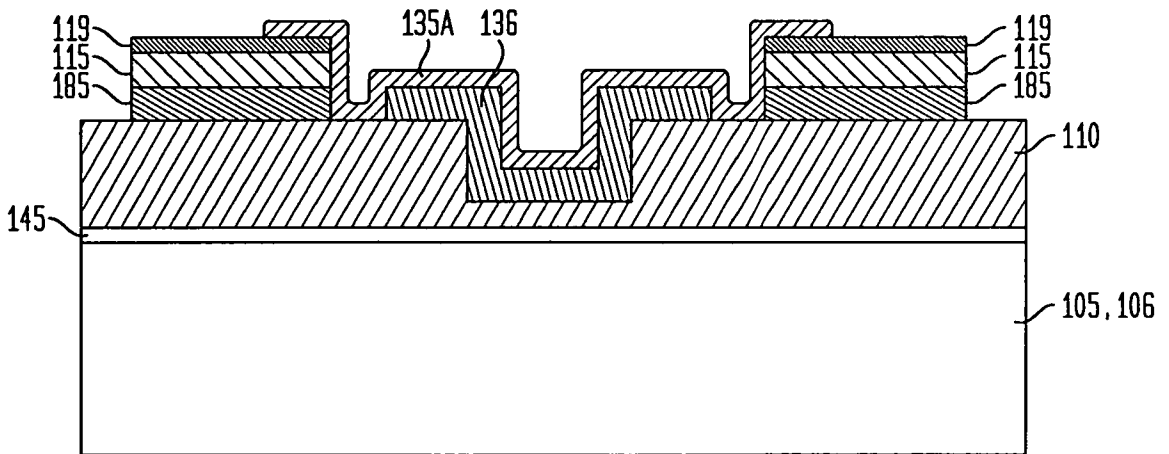


圖54

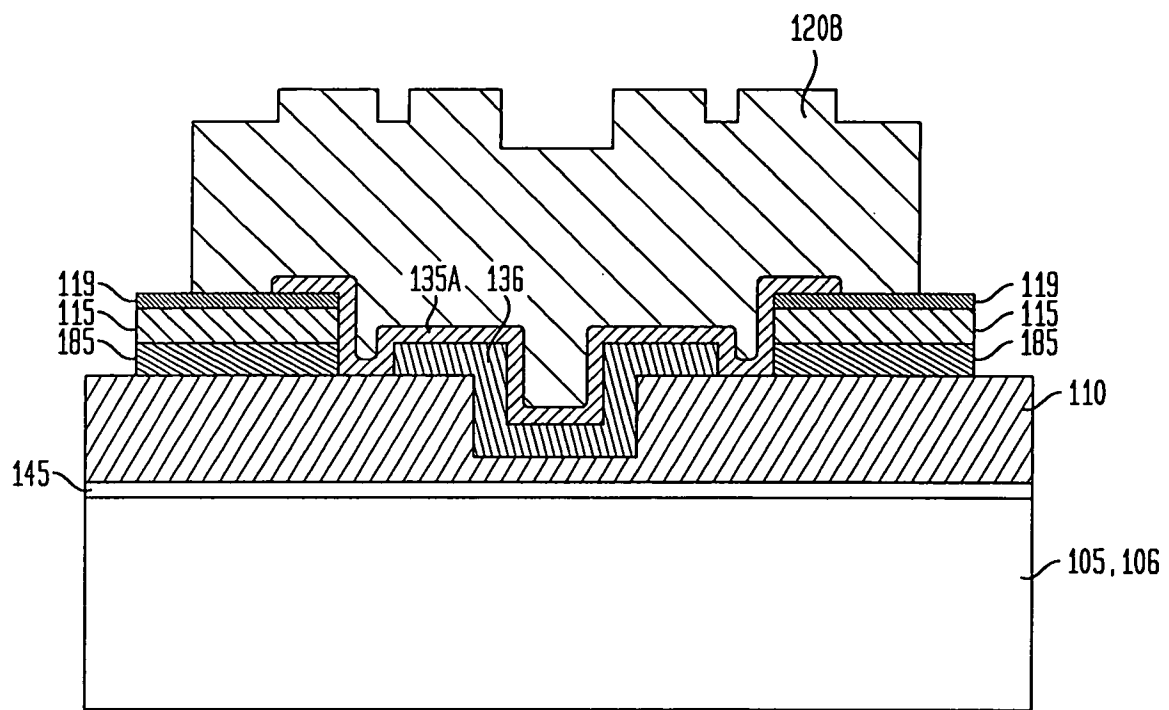


圖 55

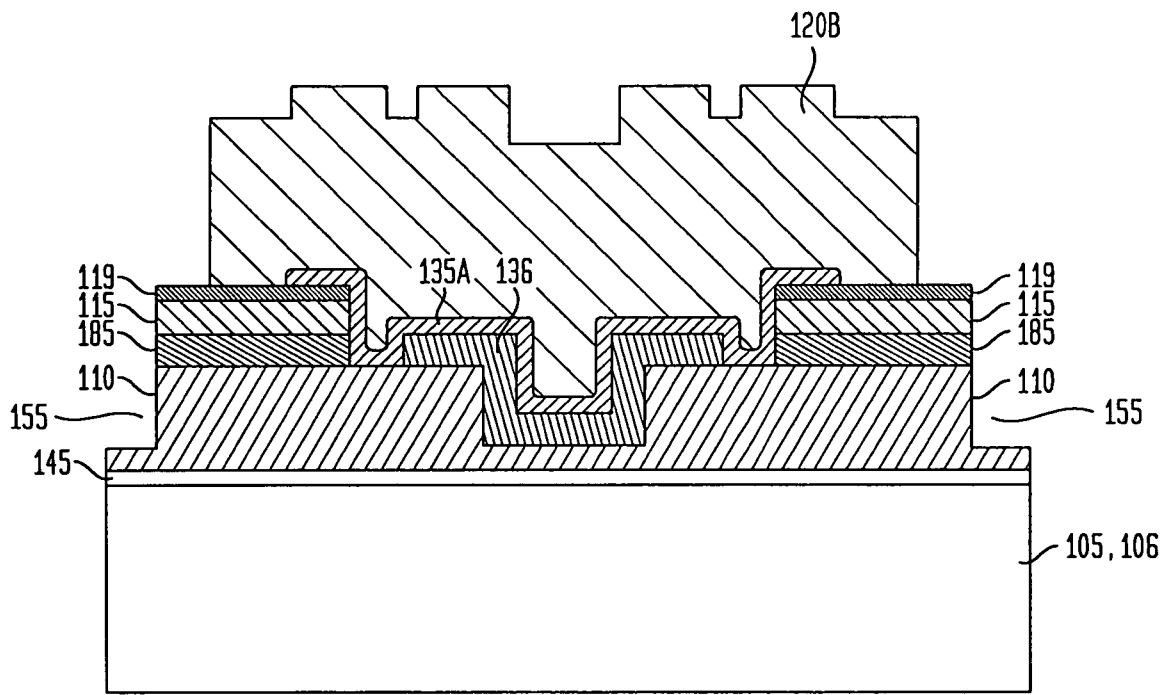


圖56

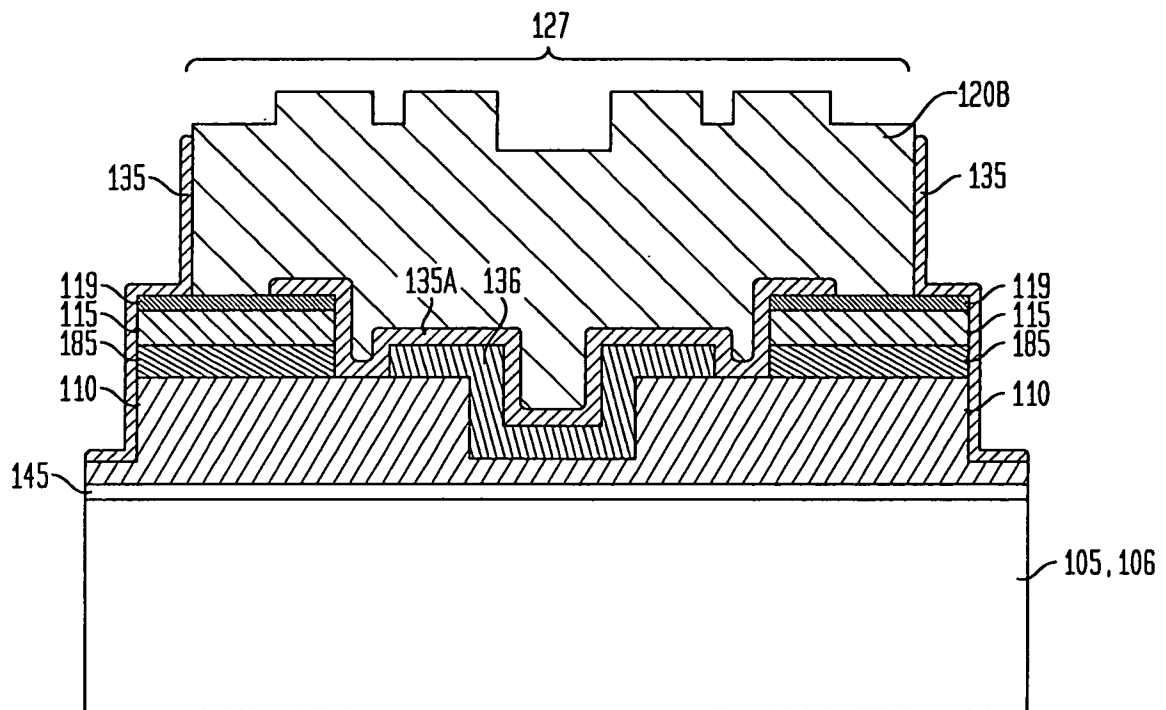


圖 57

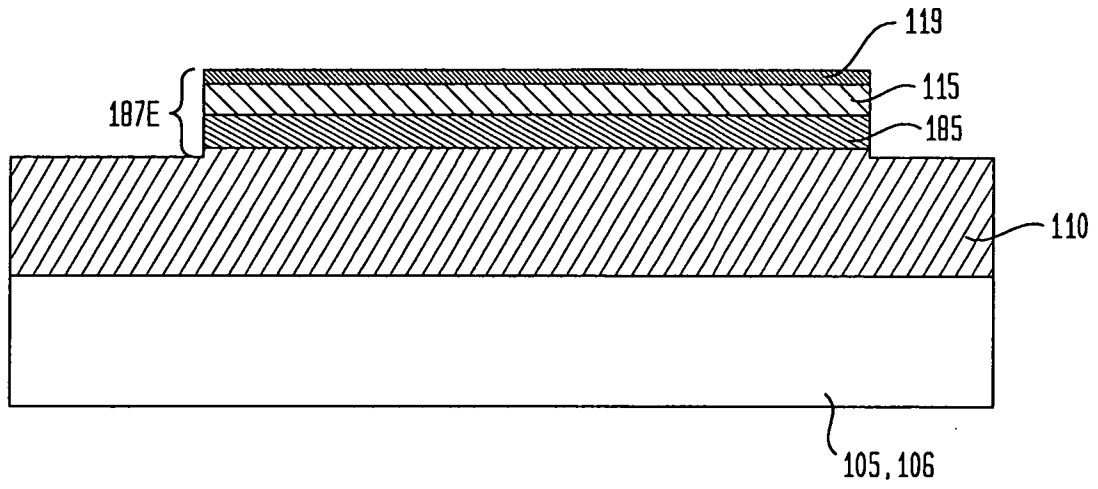


圖58

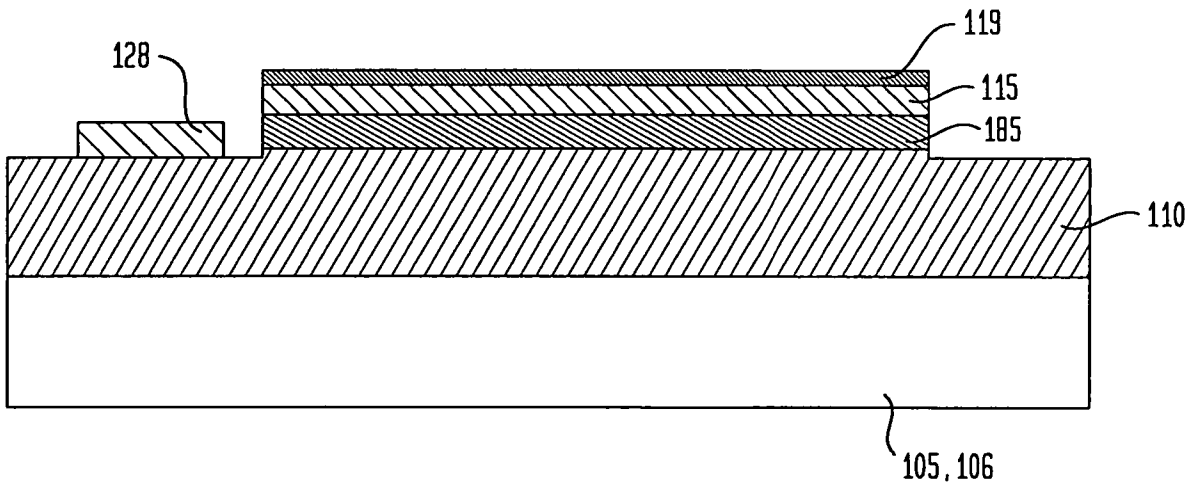


圖59

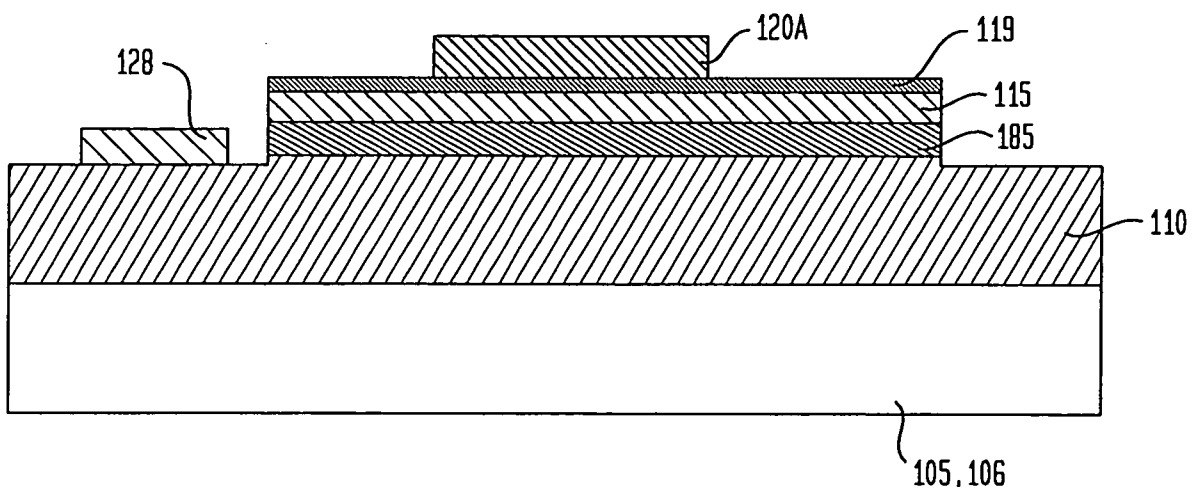


圖 60

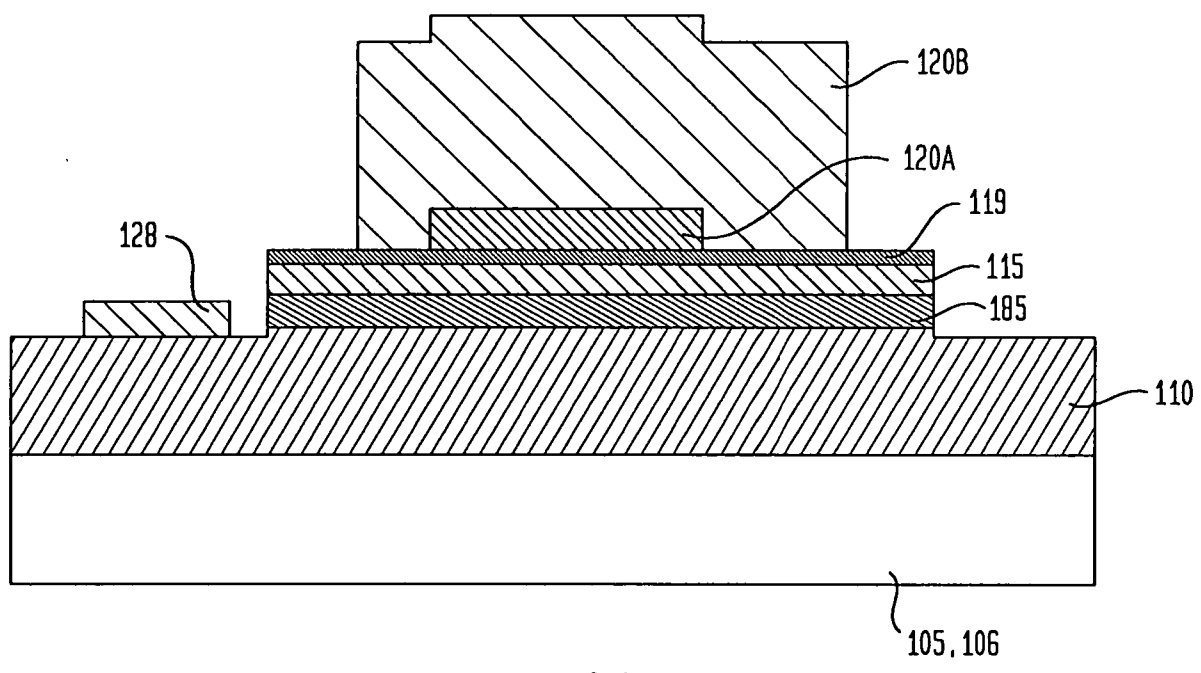


圖61

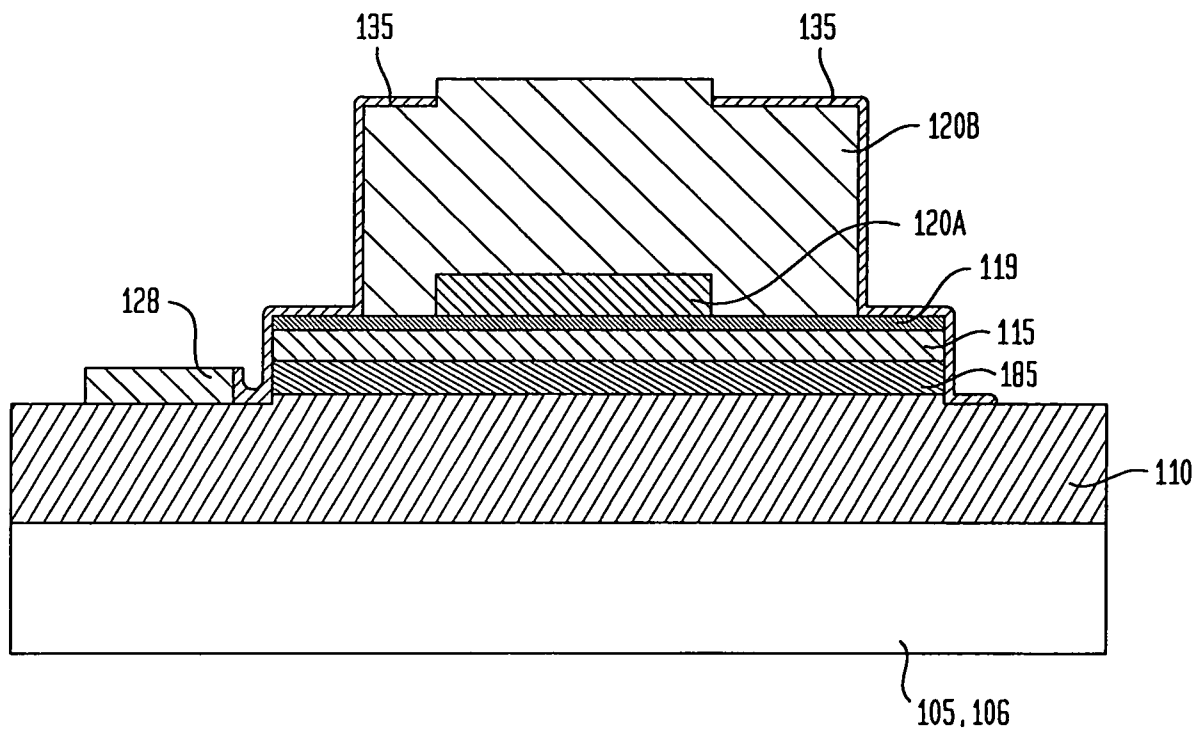


圖62

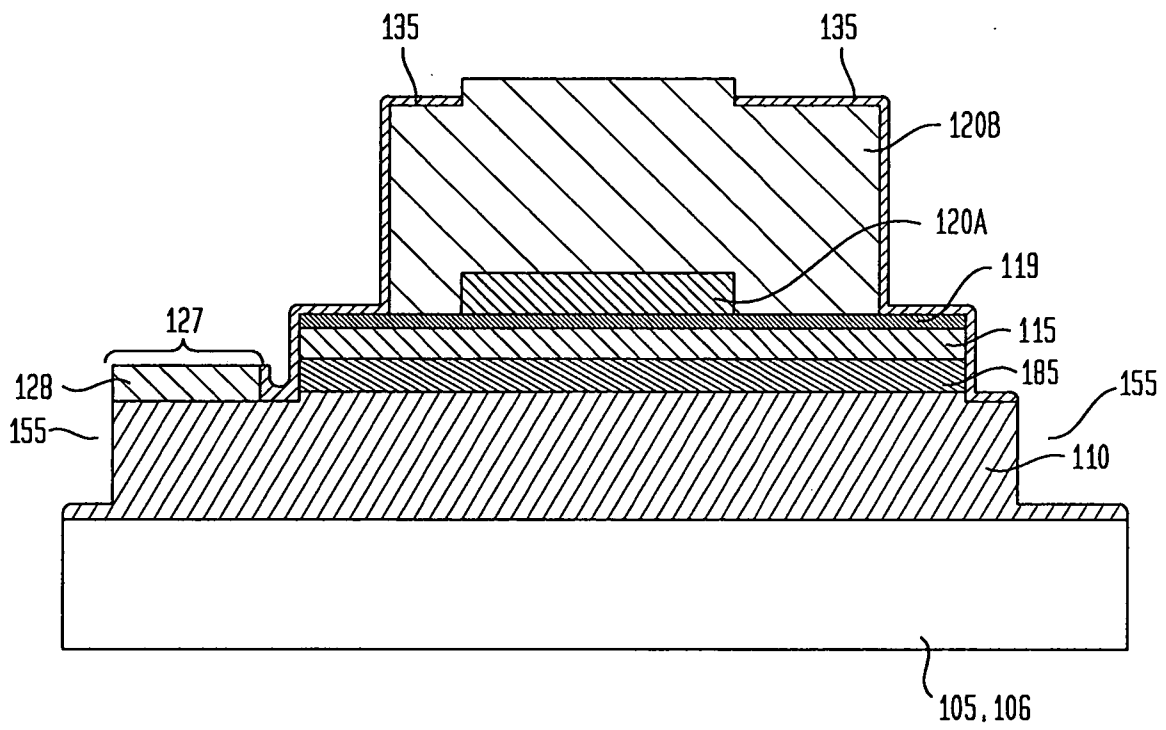


圖63

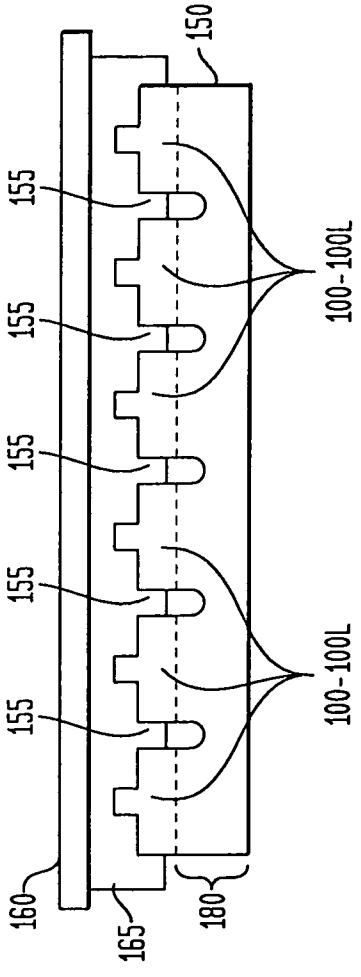


圖64

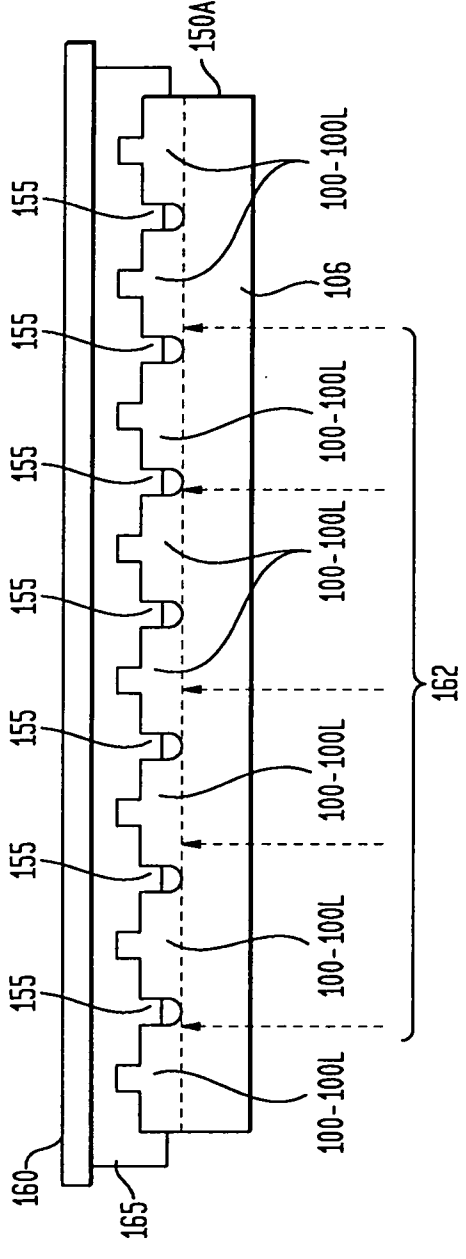


圖65

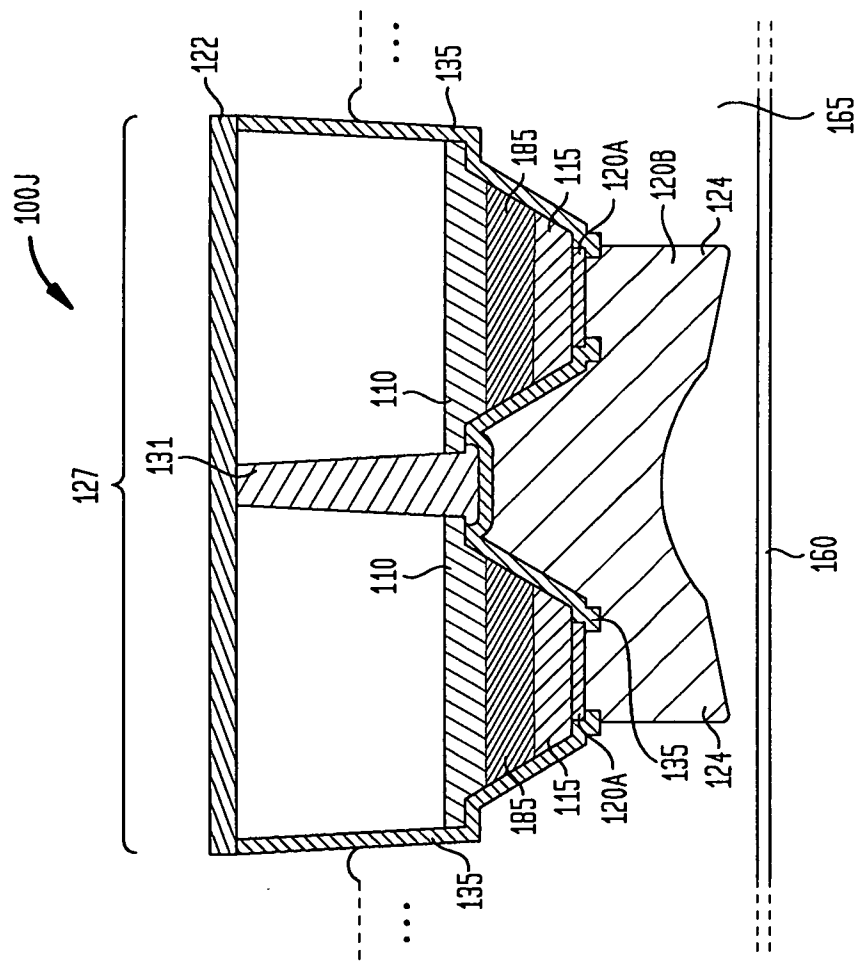


圖66

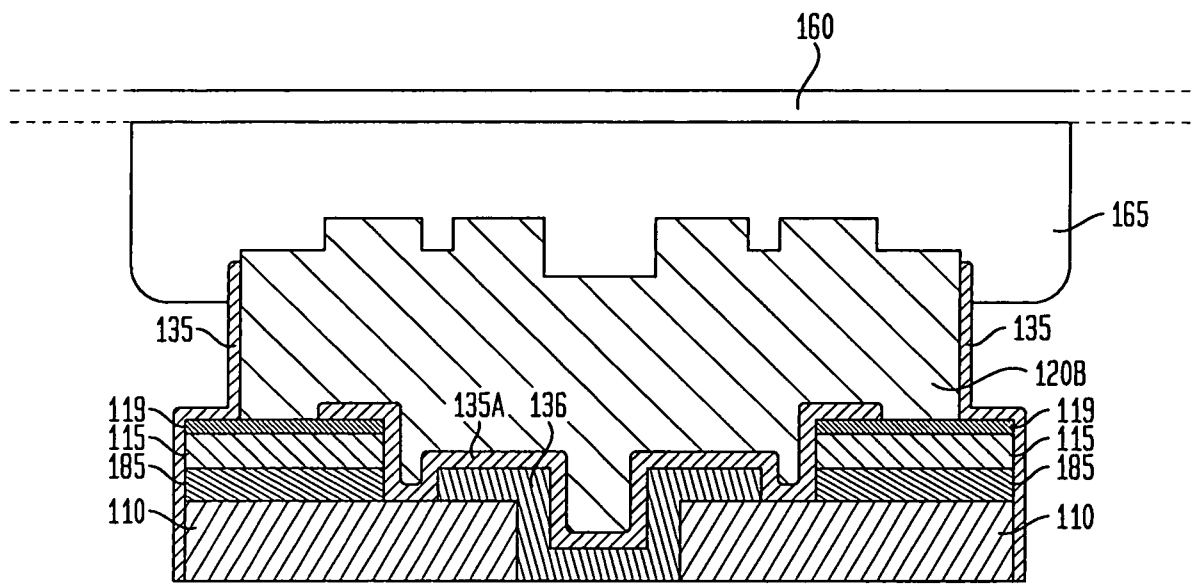


圖67

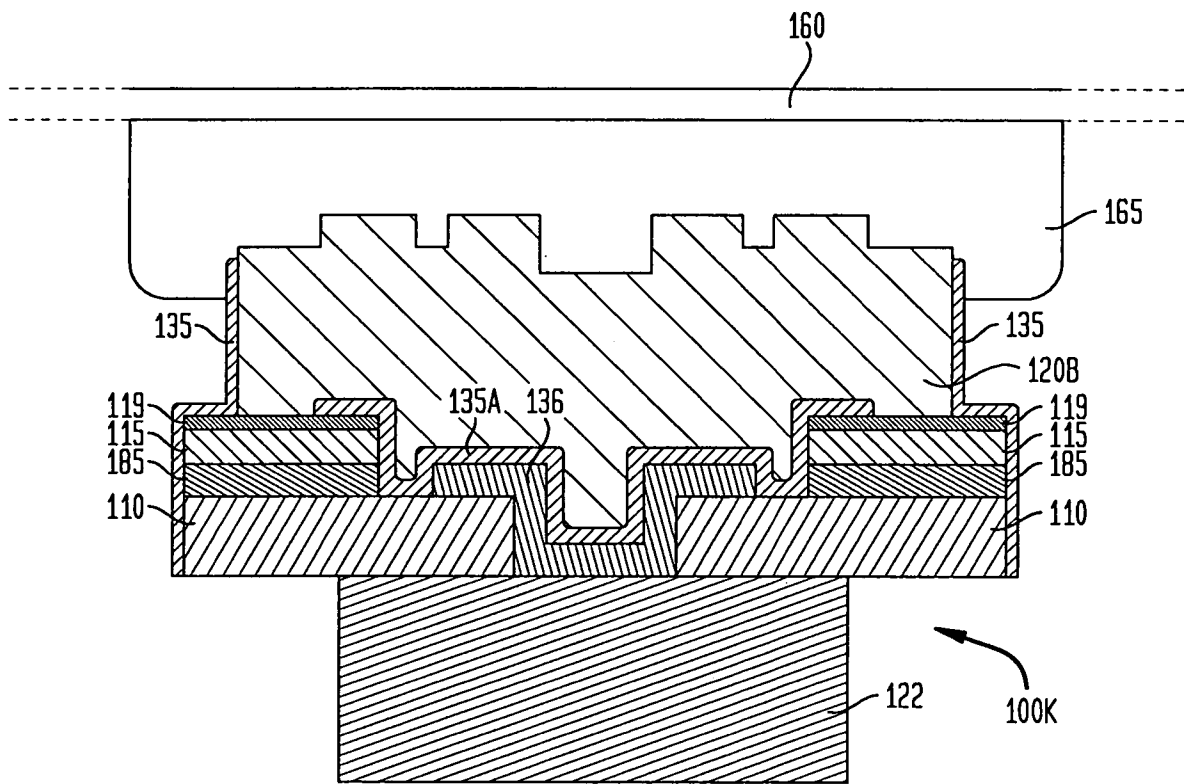


圖 68

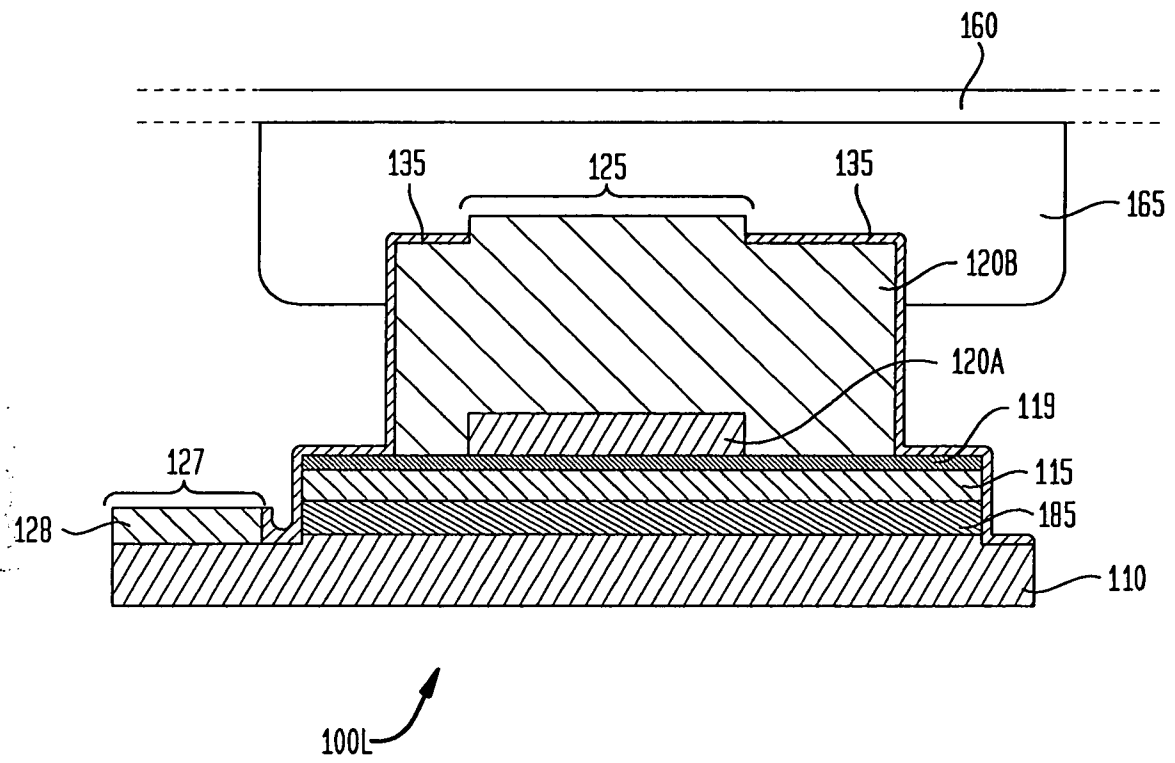


圖69

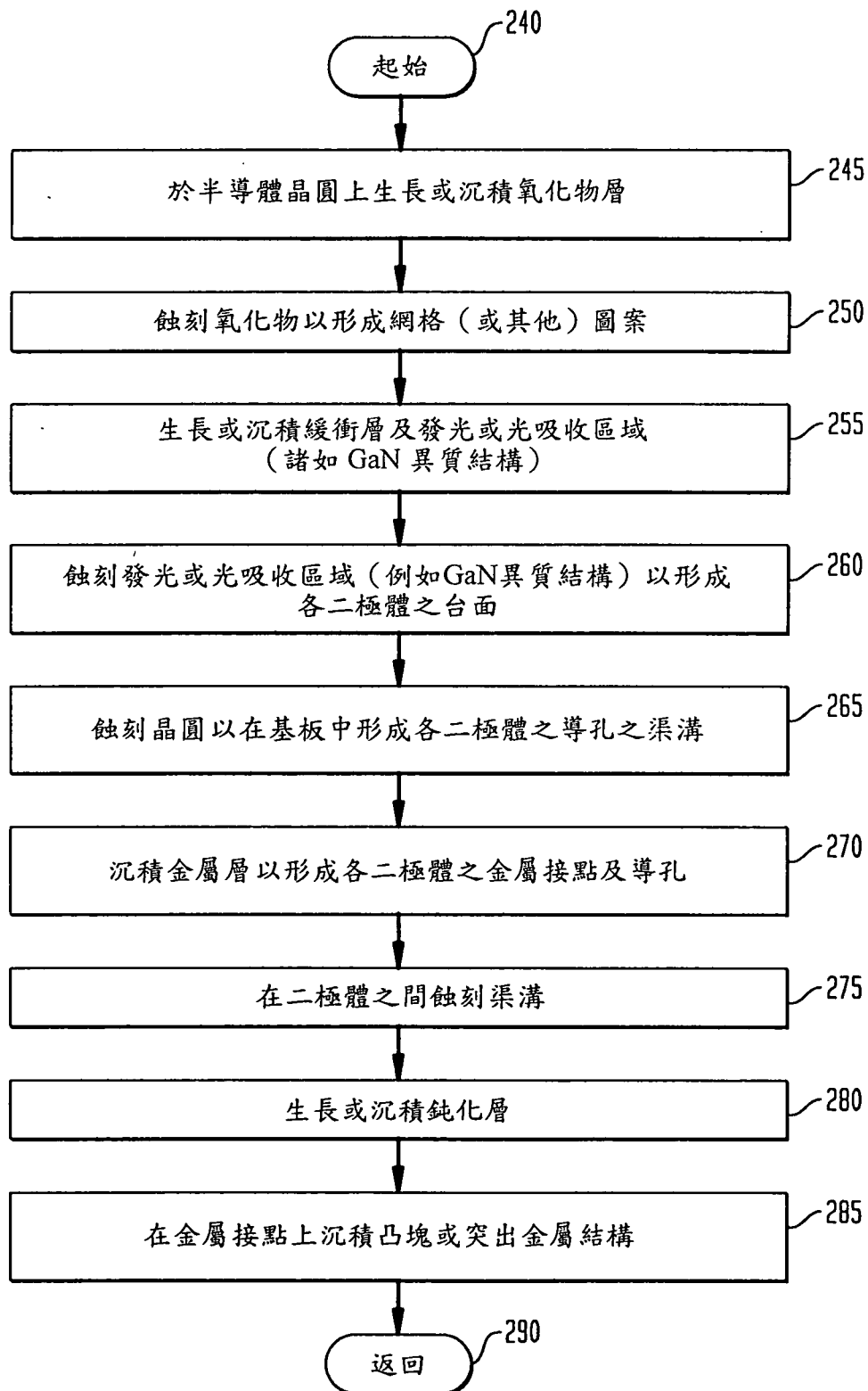


圖 70

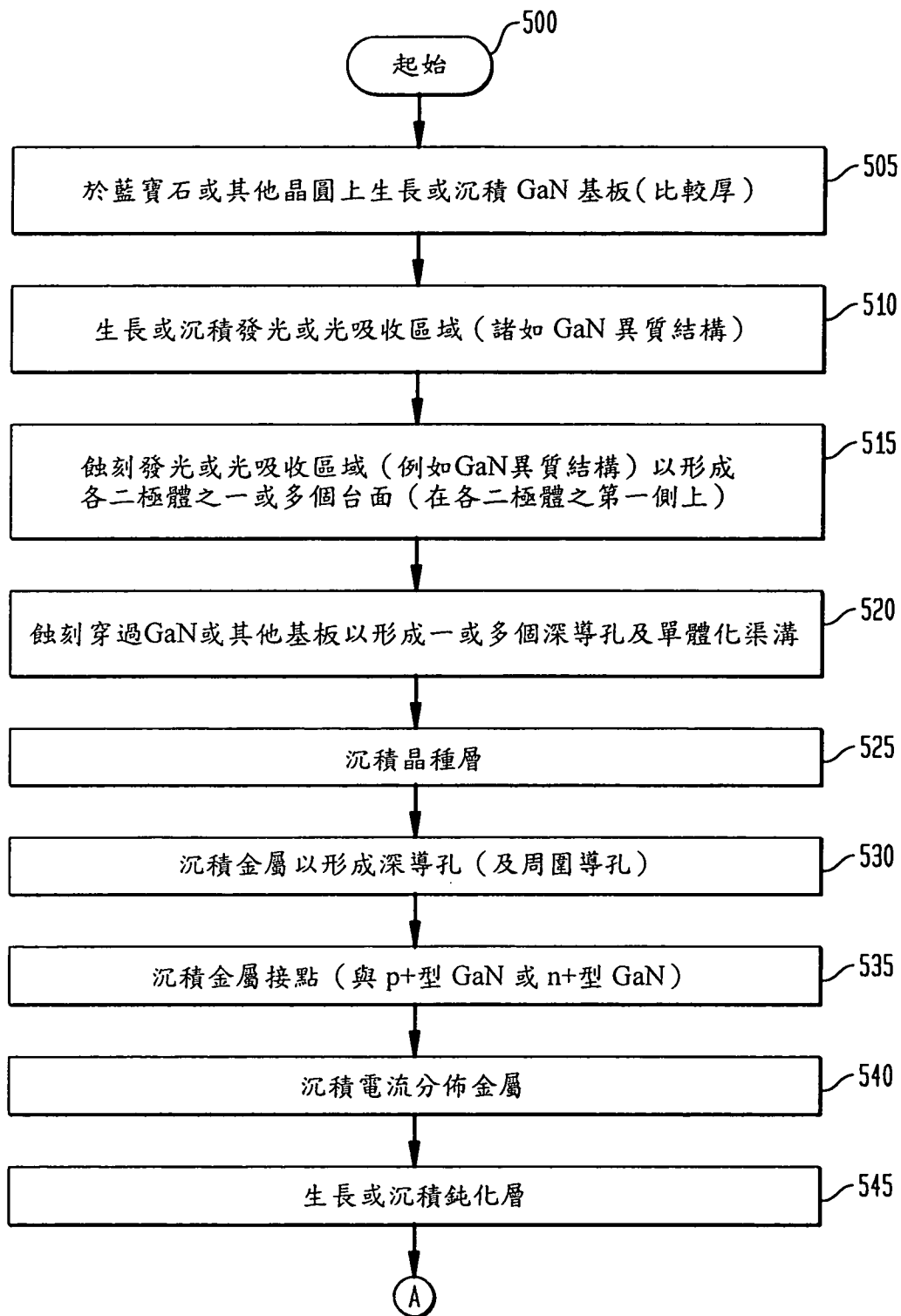


圖 71A

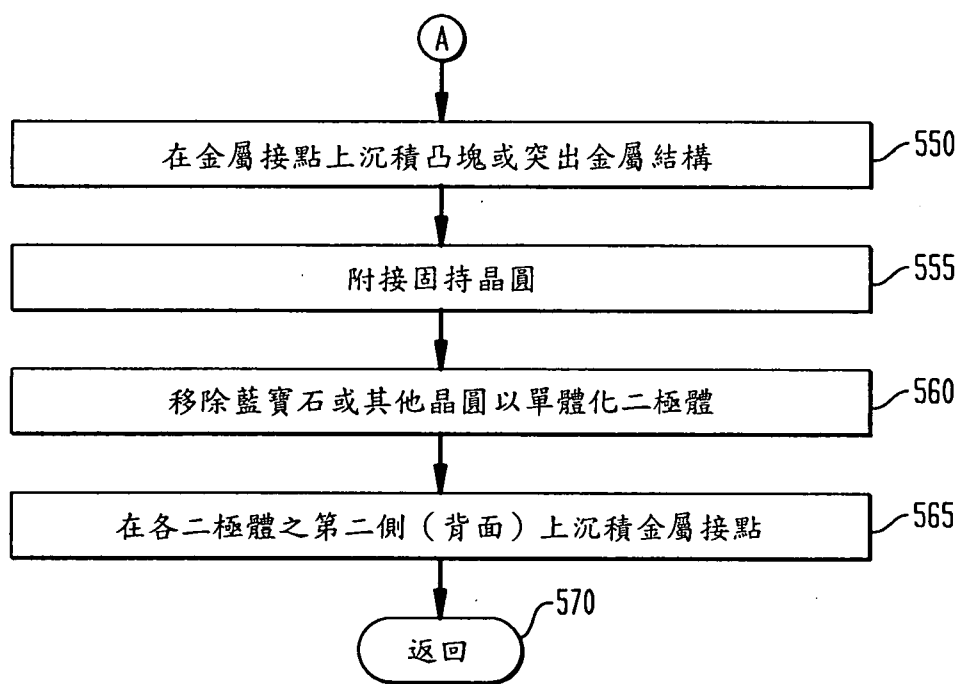


圖 71B

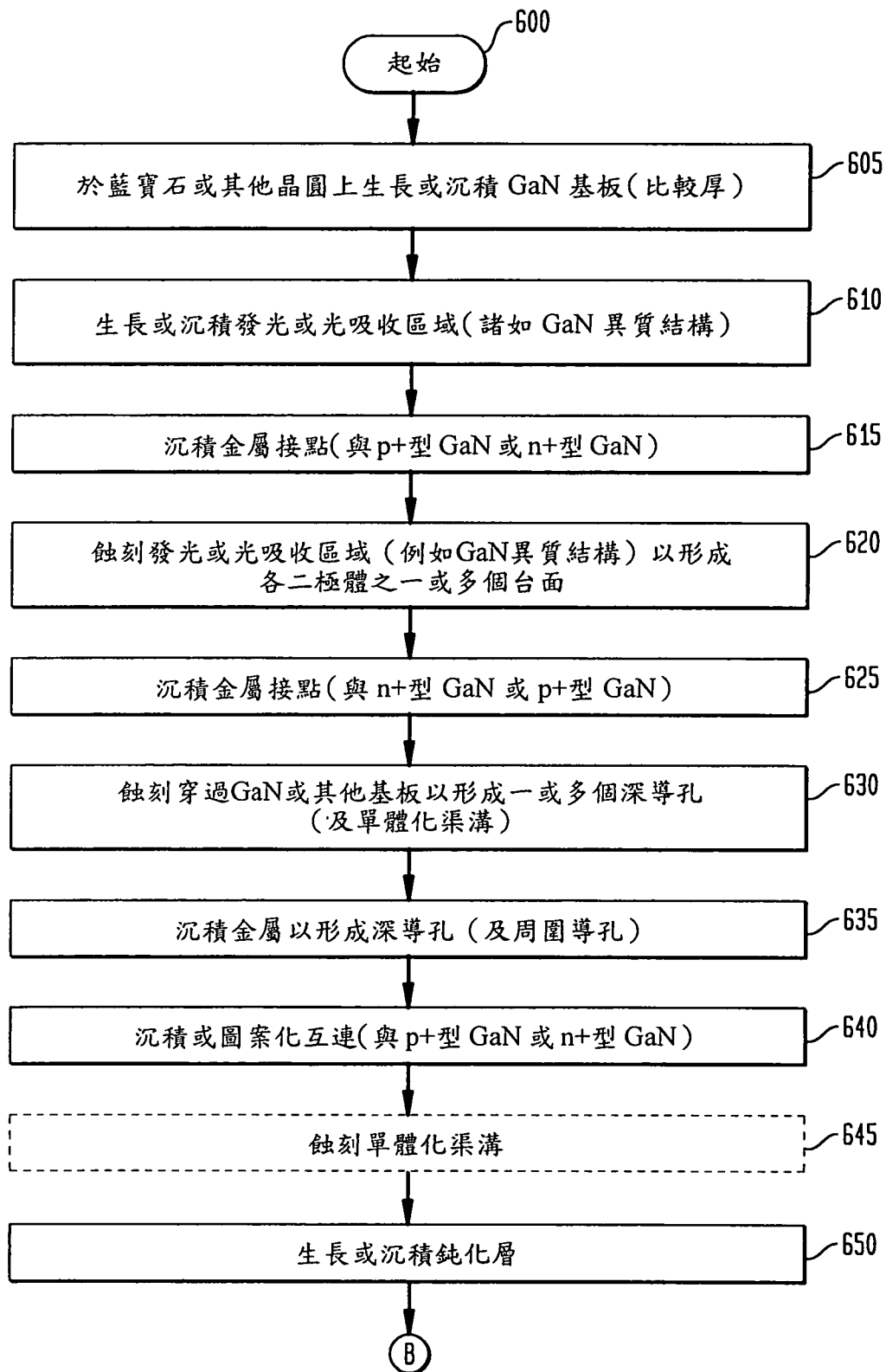


圖 72A

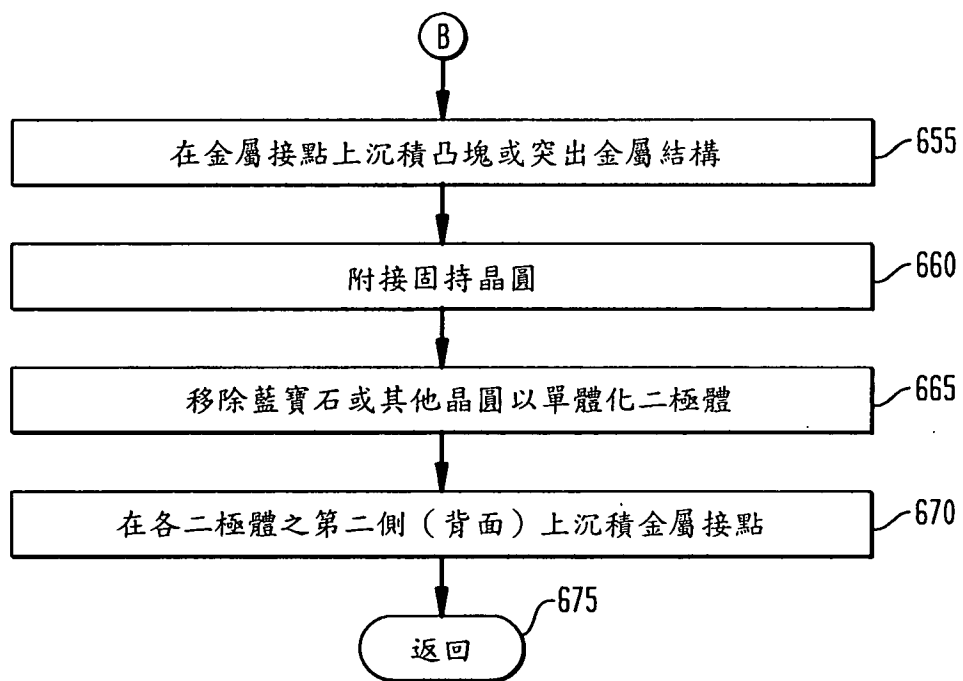


圖 72B

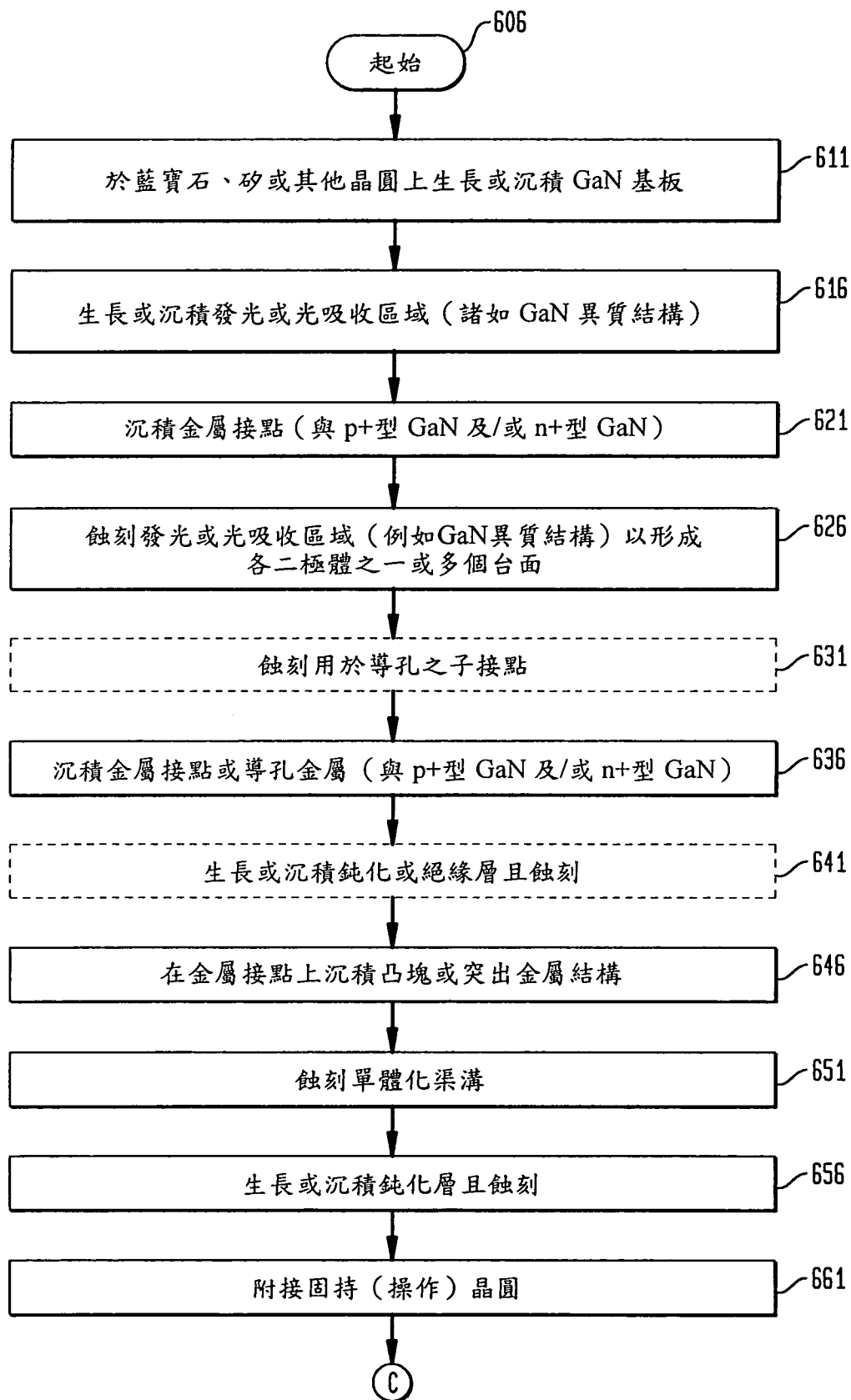


圖 73A

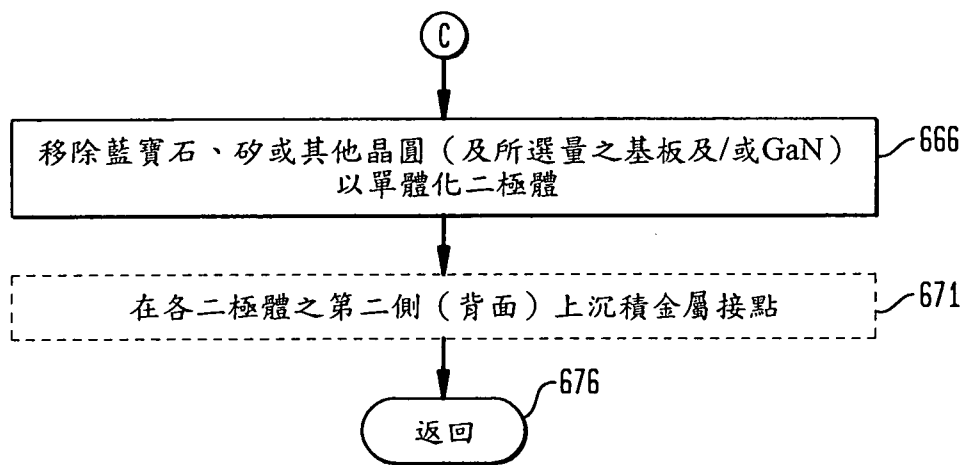


圖 73B

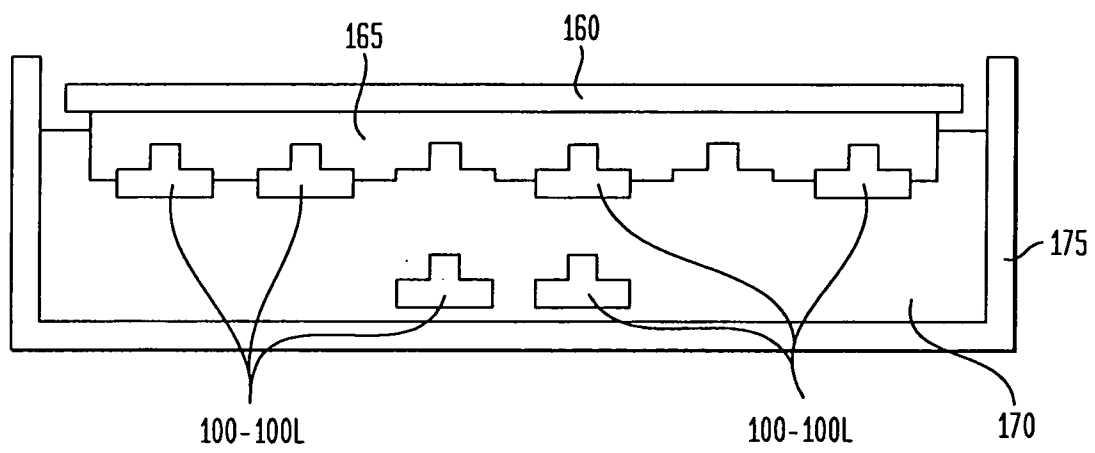


圖74

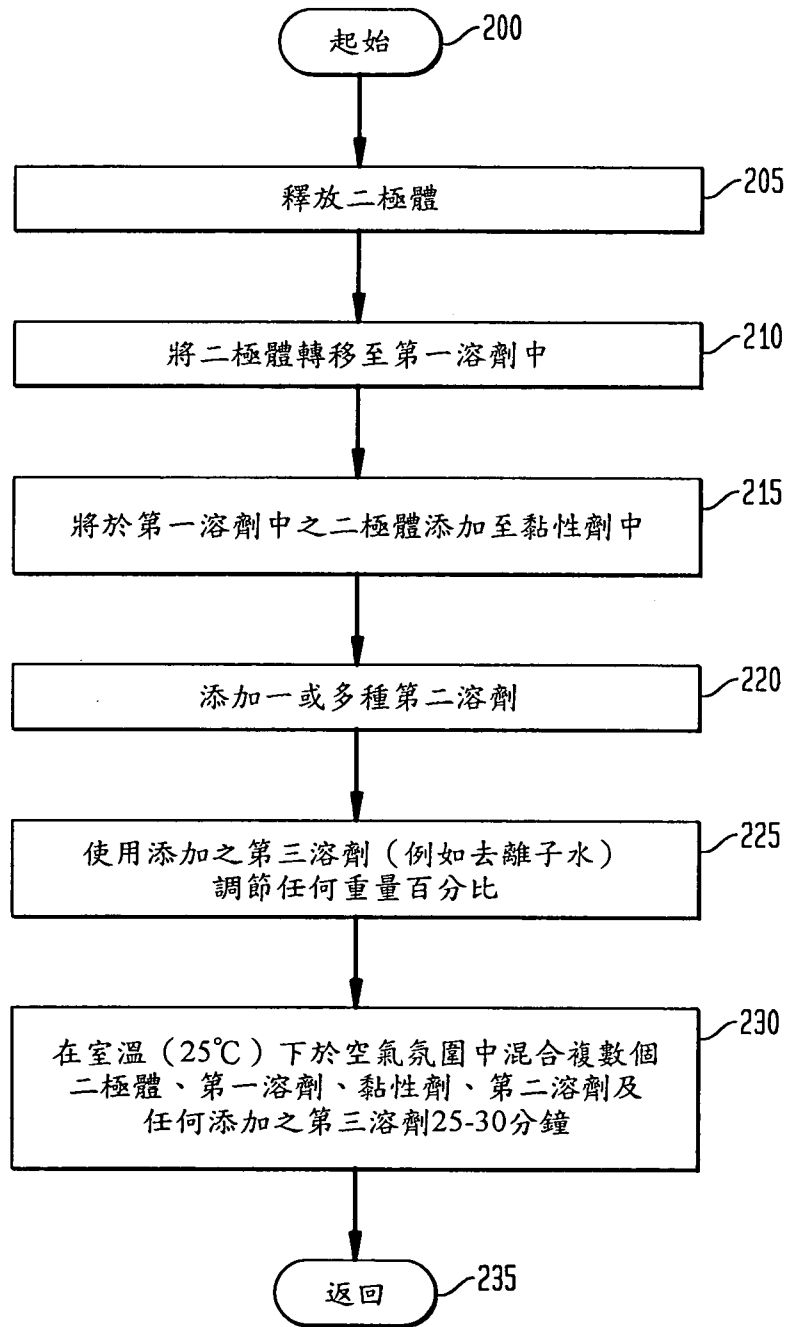


圖 75

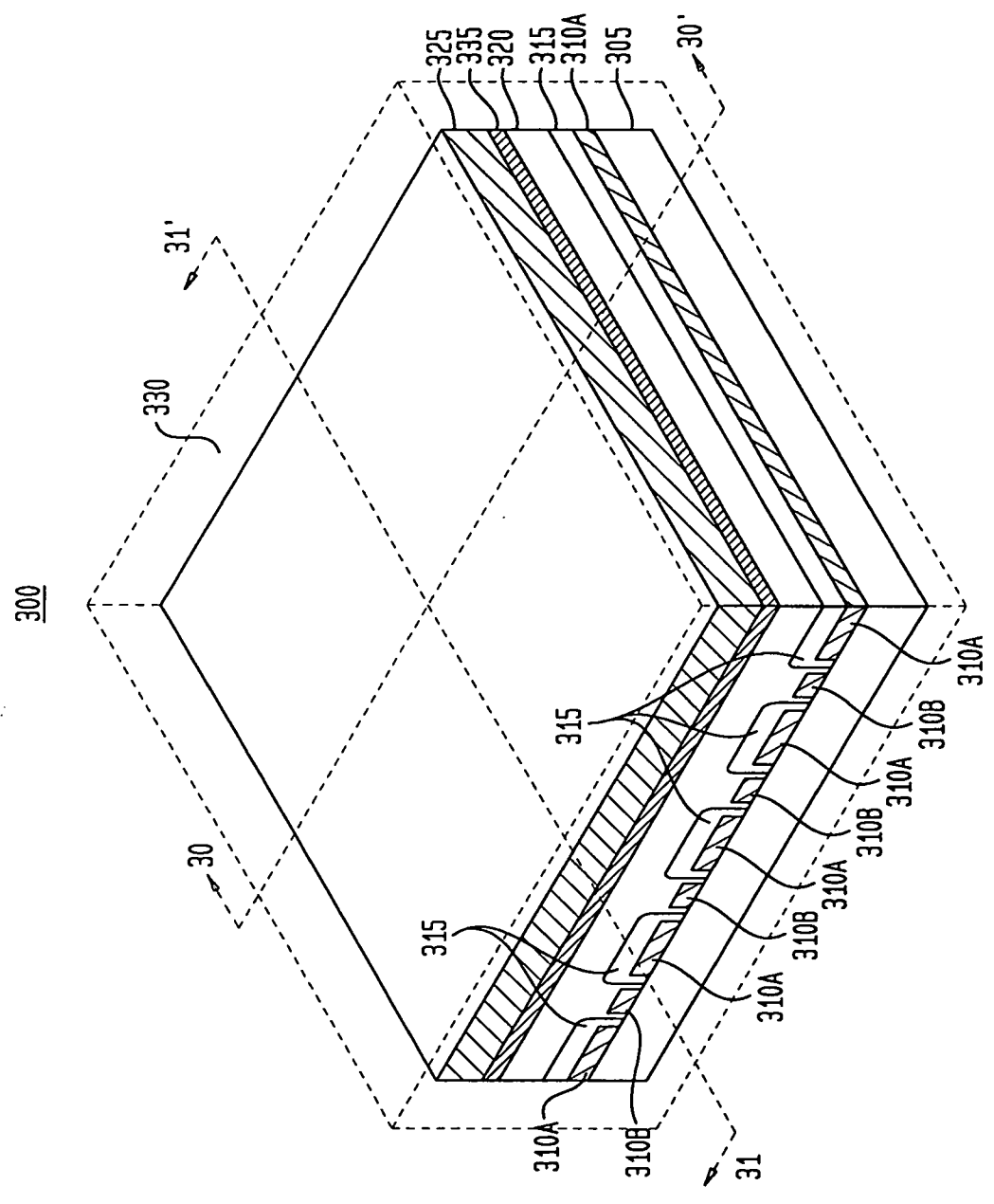


圖76

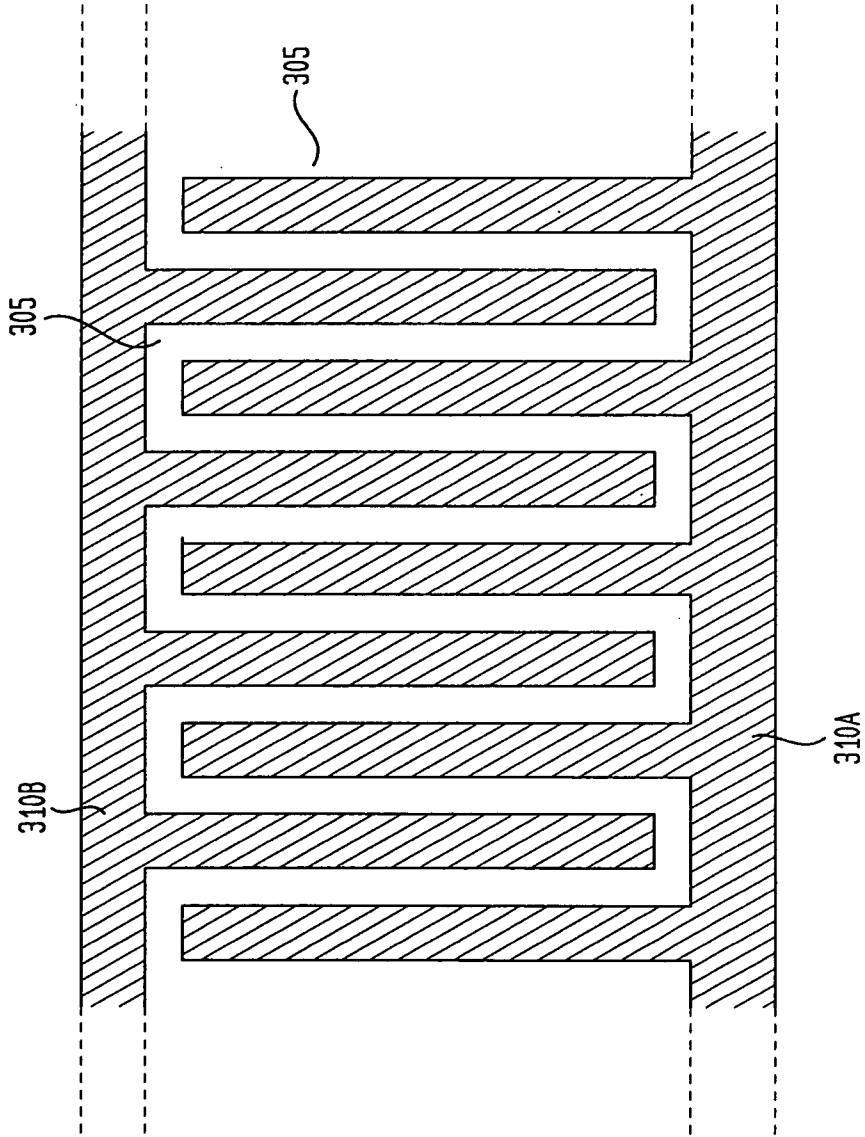


圖77

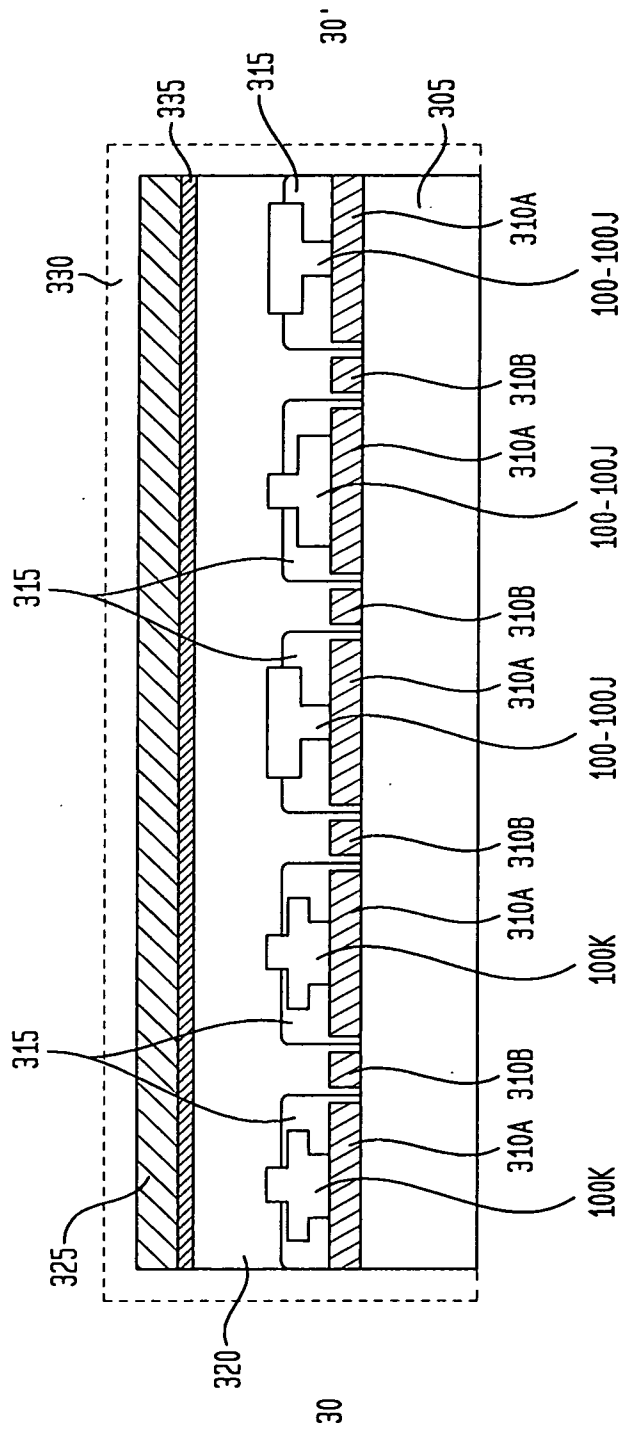


圖78

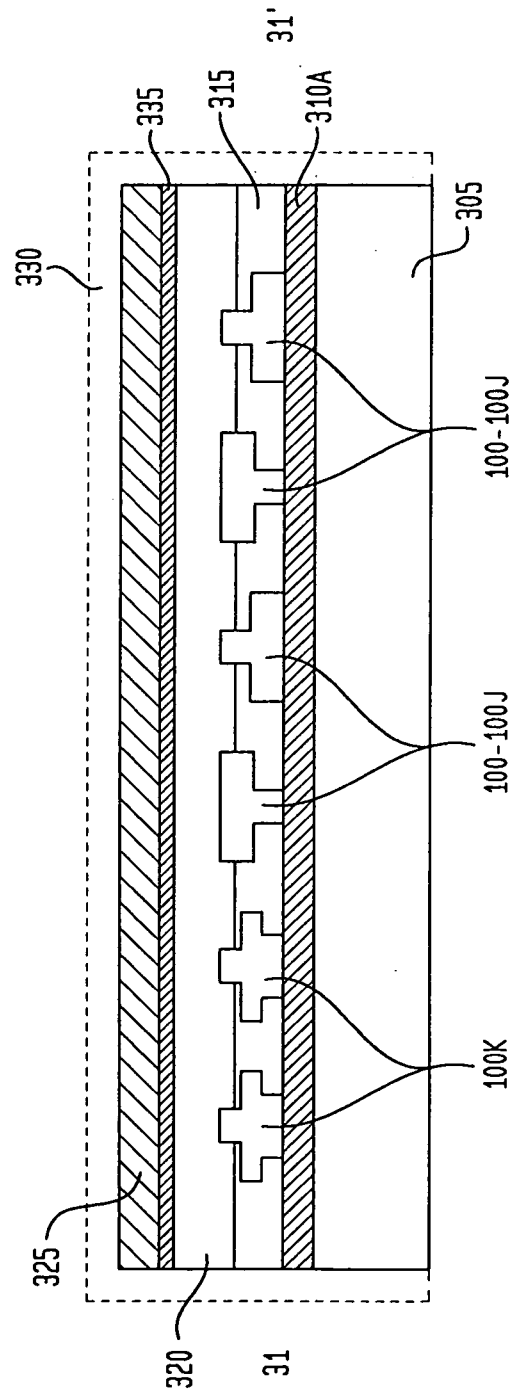


圖79

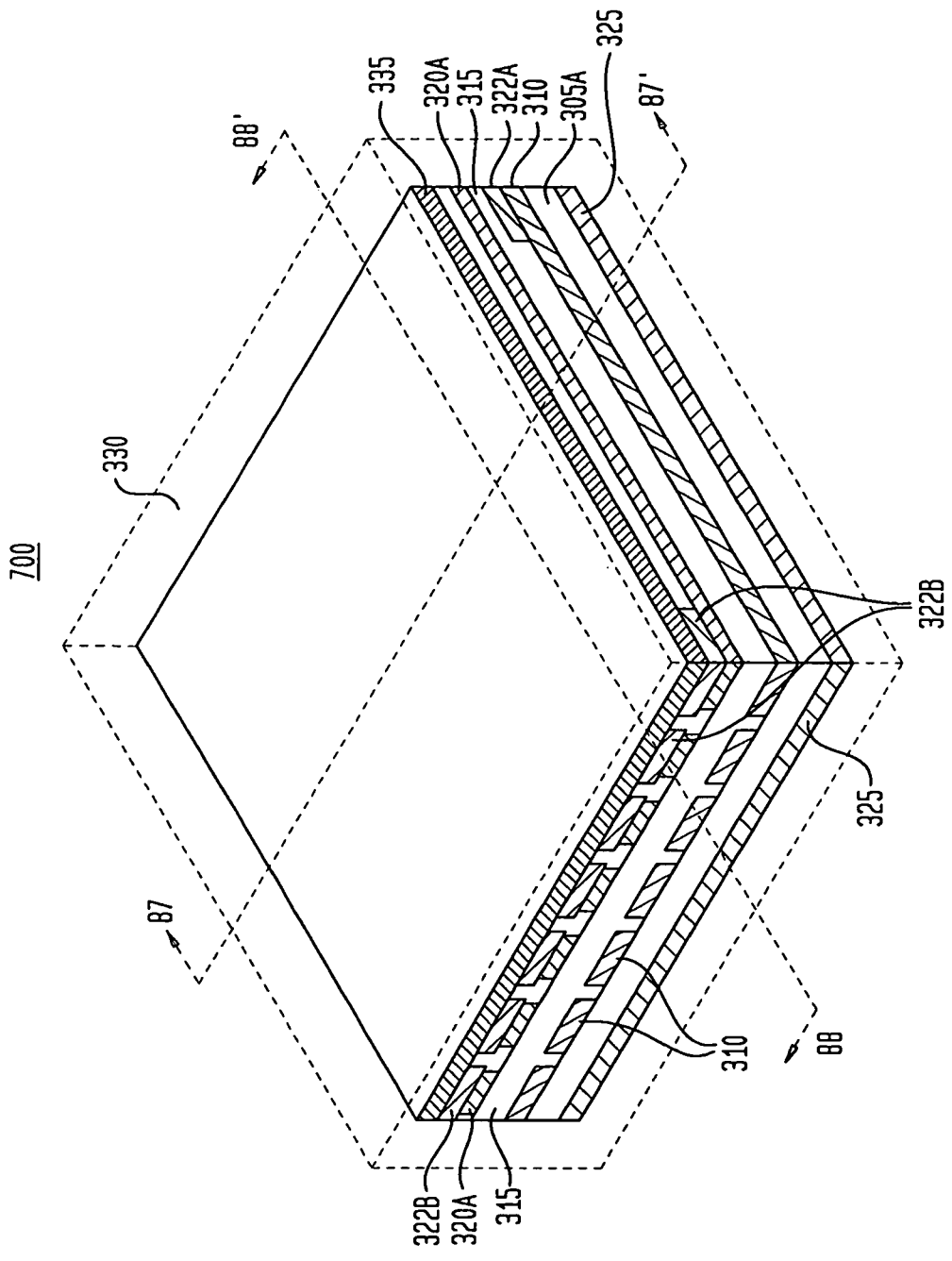


圖80

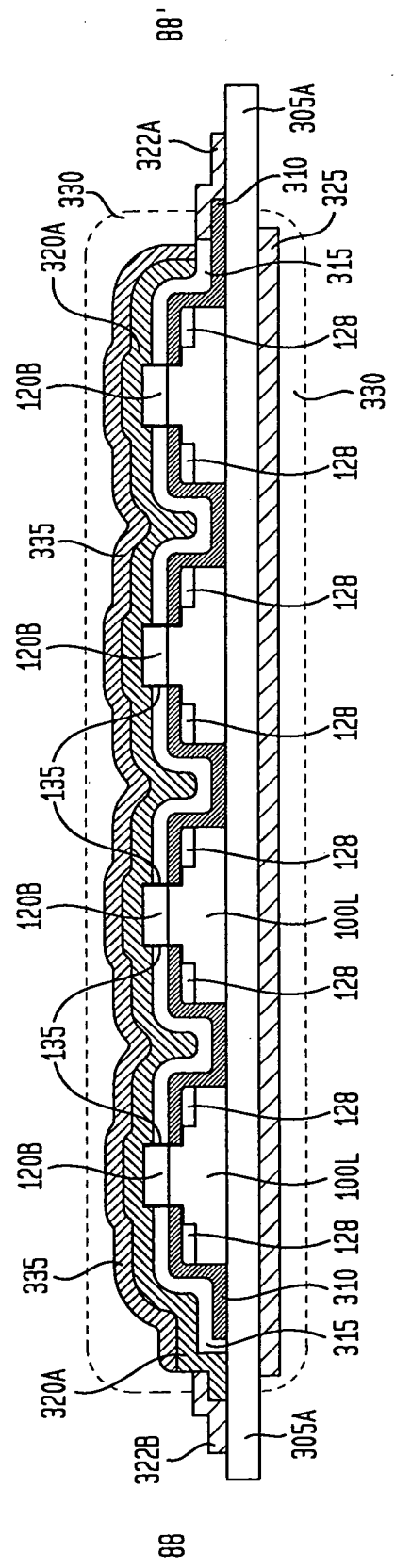


圖81

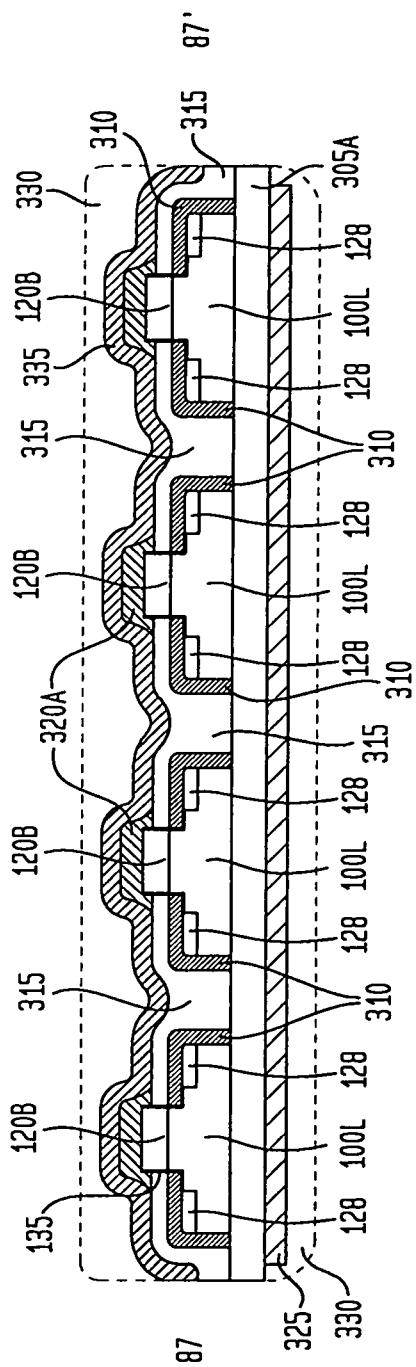


圖82

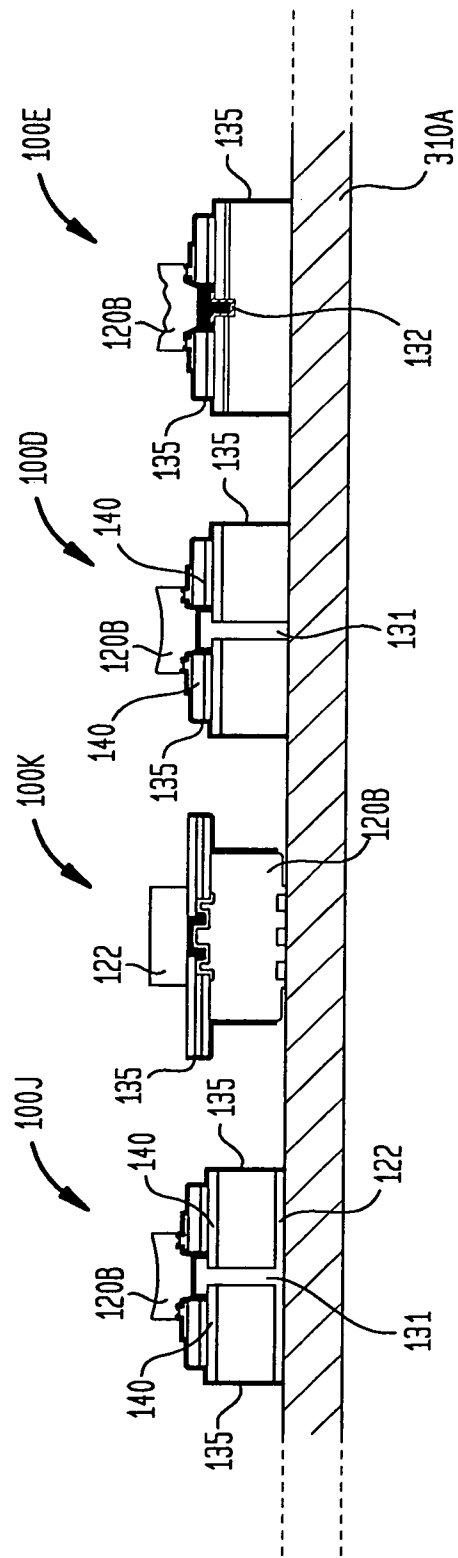


圖 83

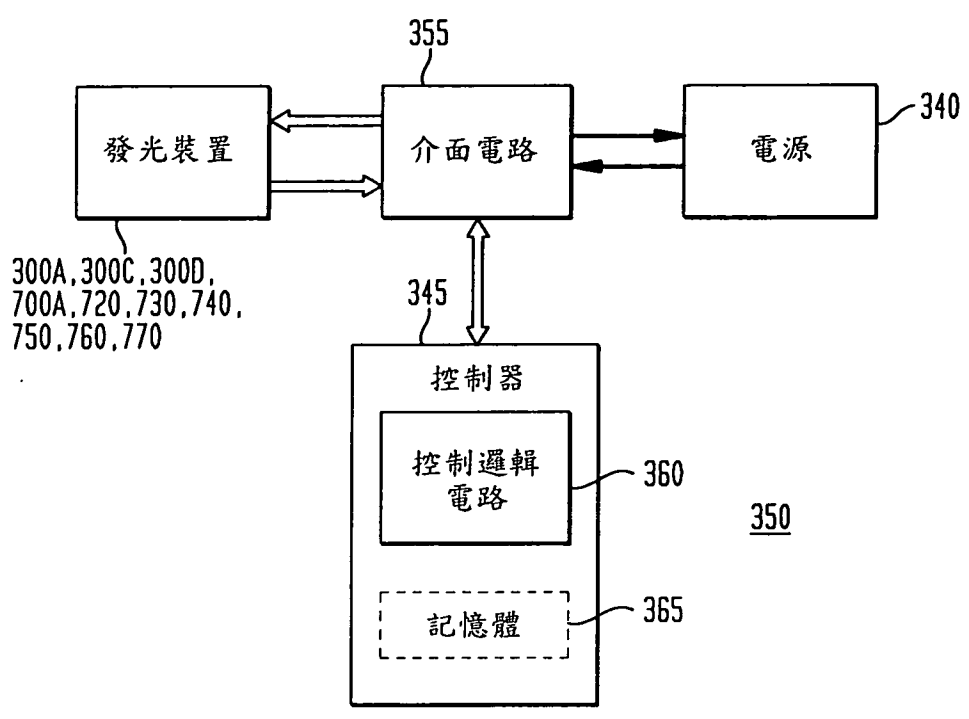


圖 84

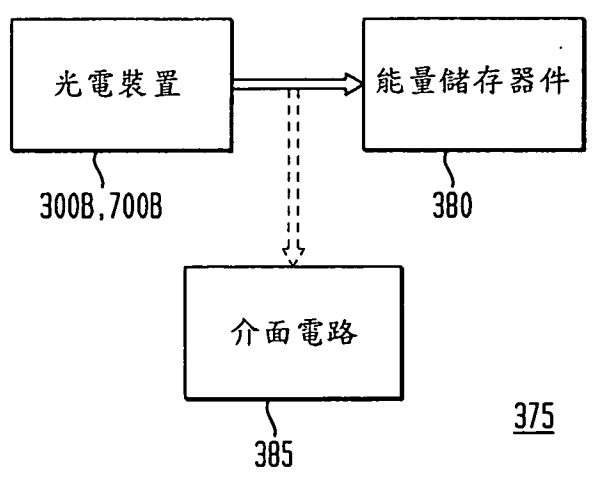


圖 85

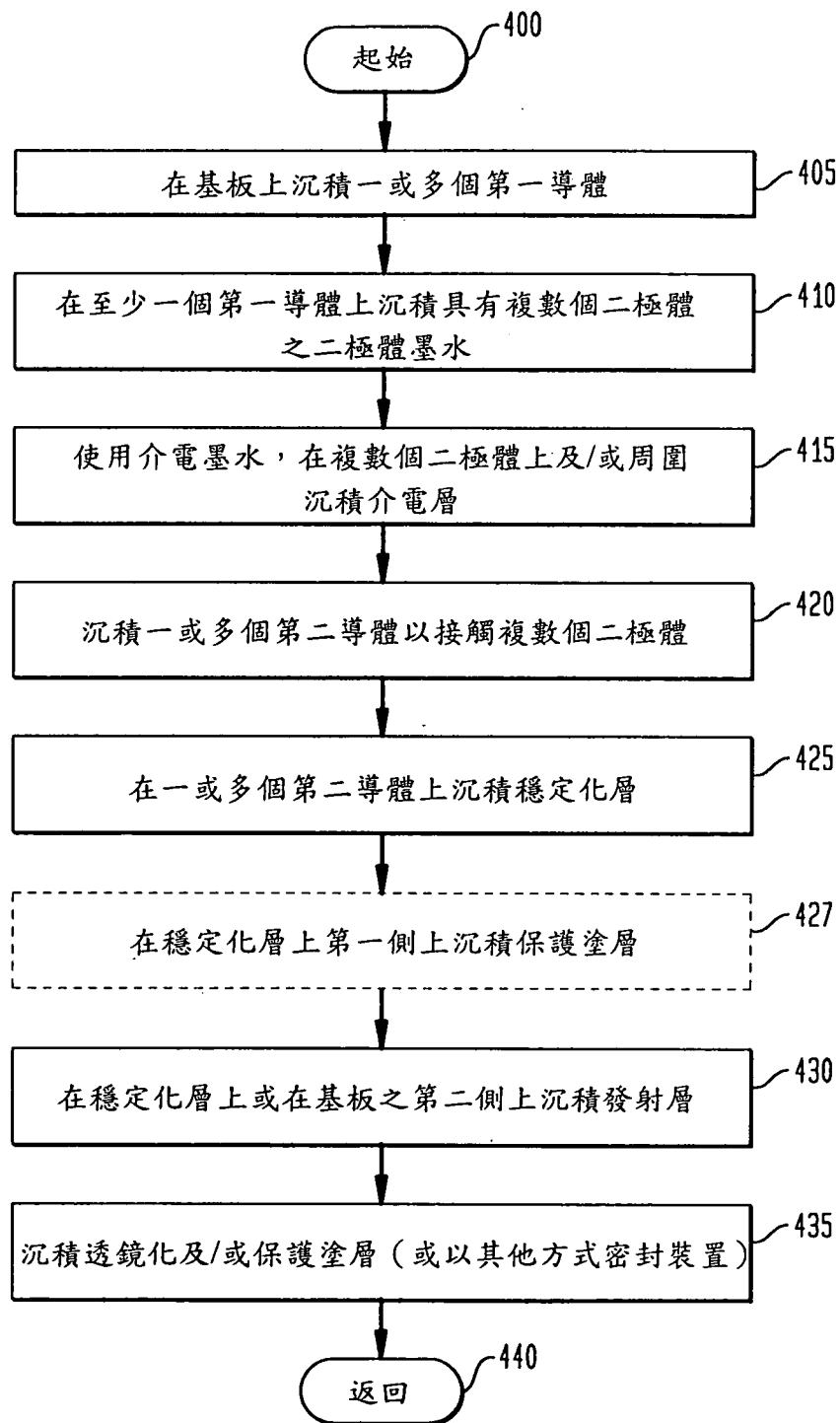


圖 86

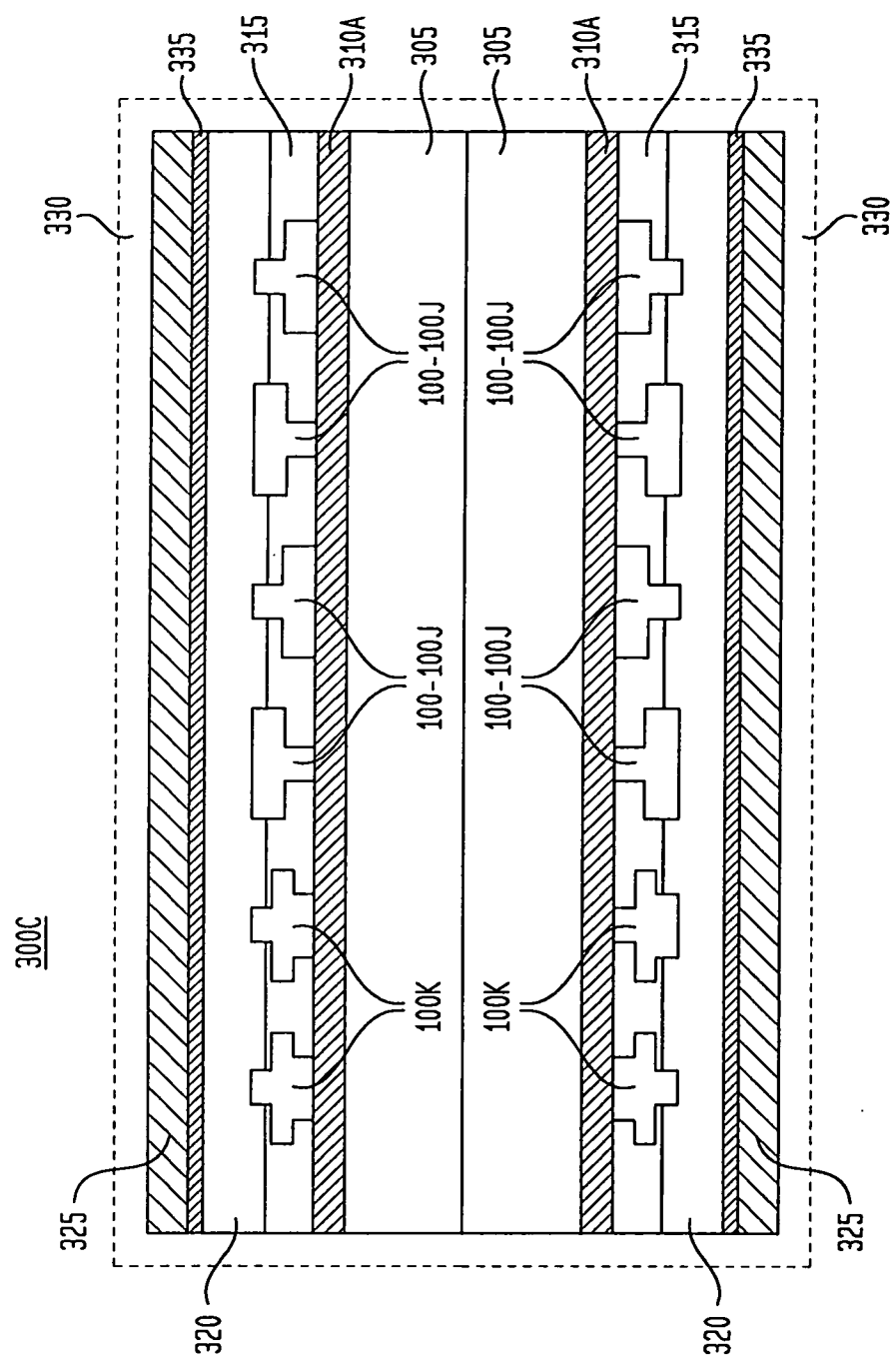


圖87

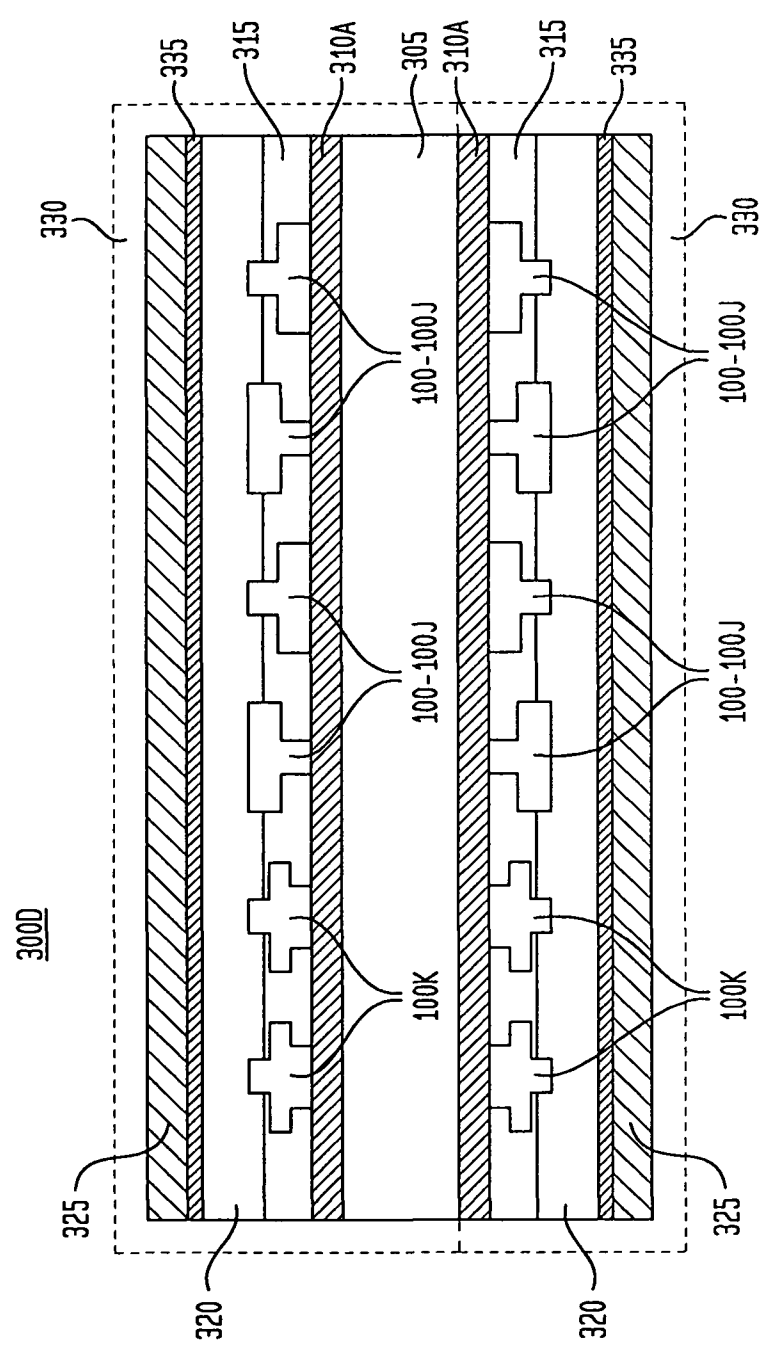


圖 88

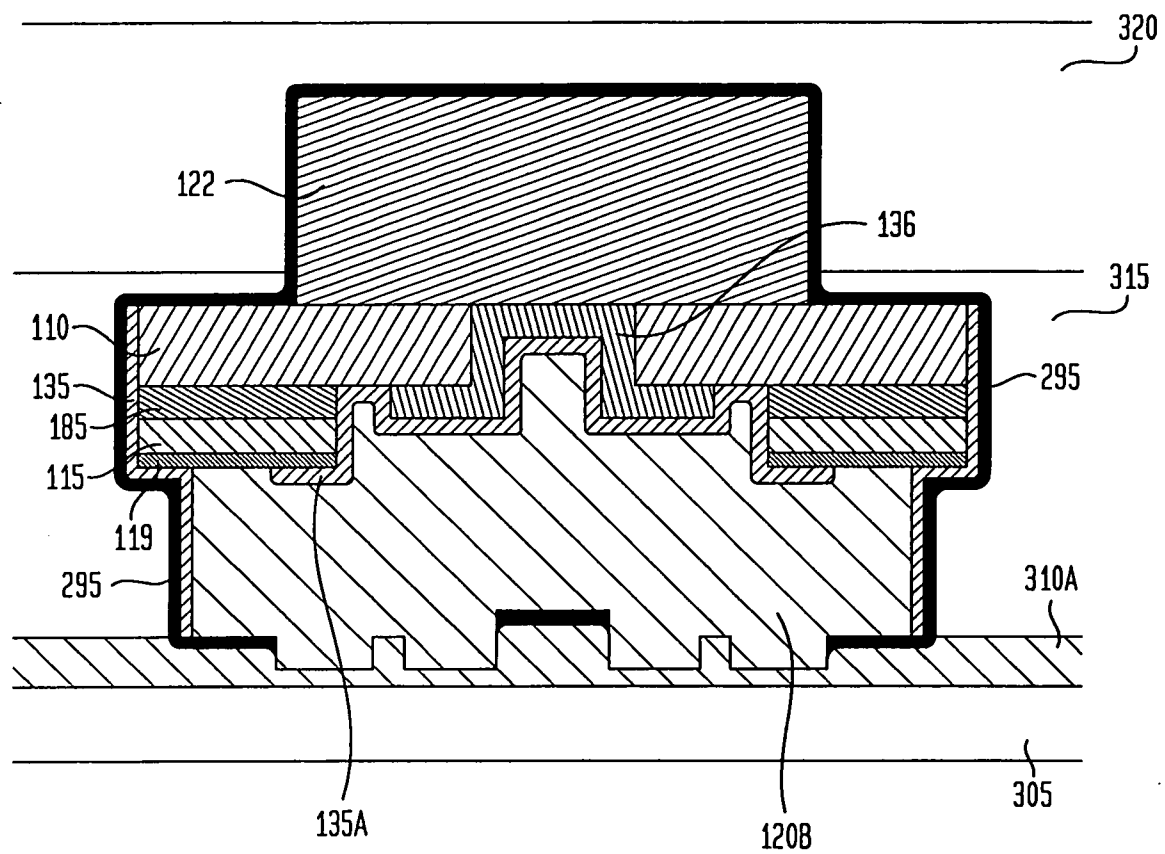


圖 89

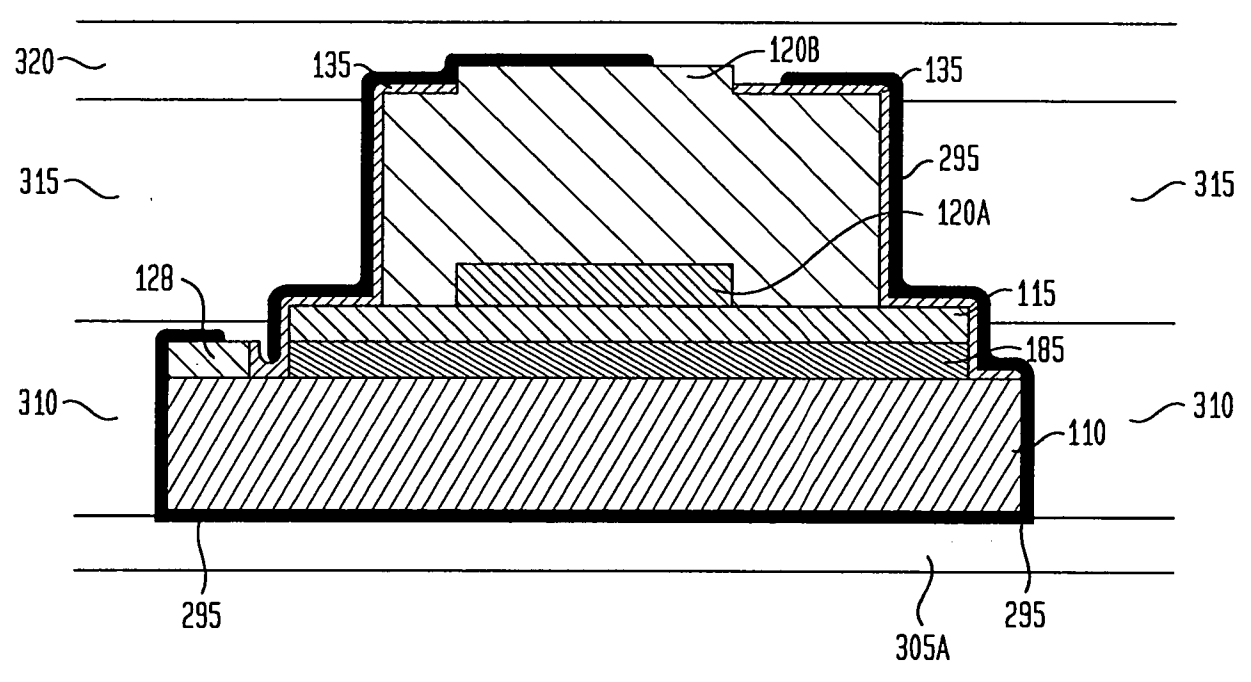


圖90

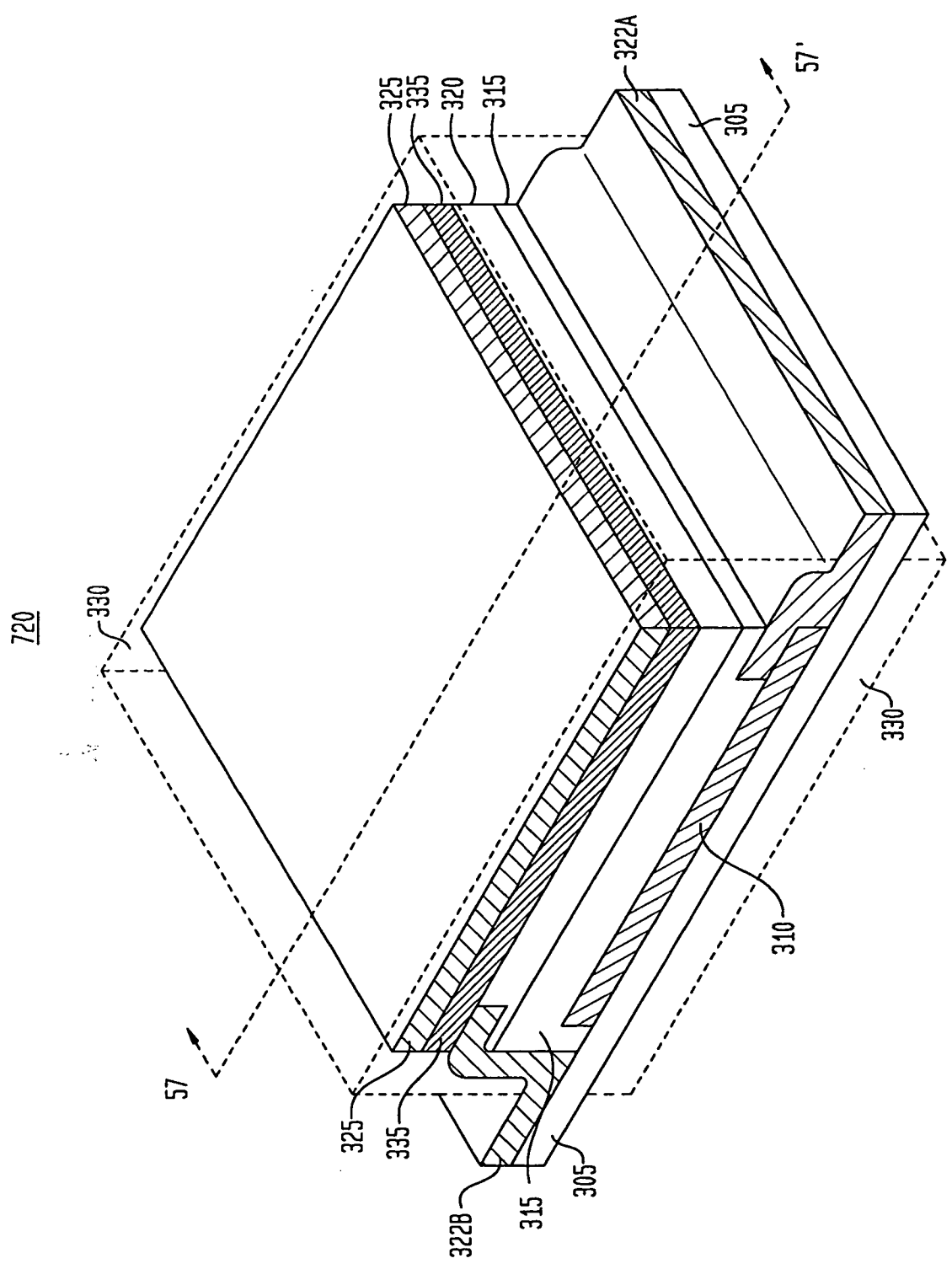


圖91

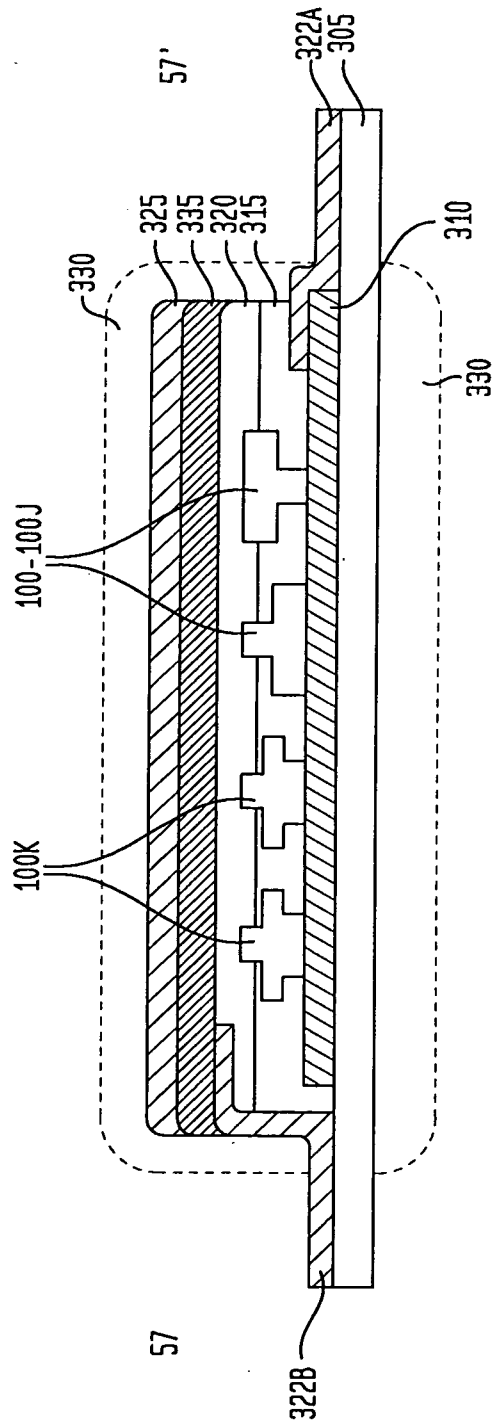


圖92

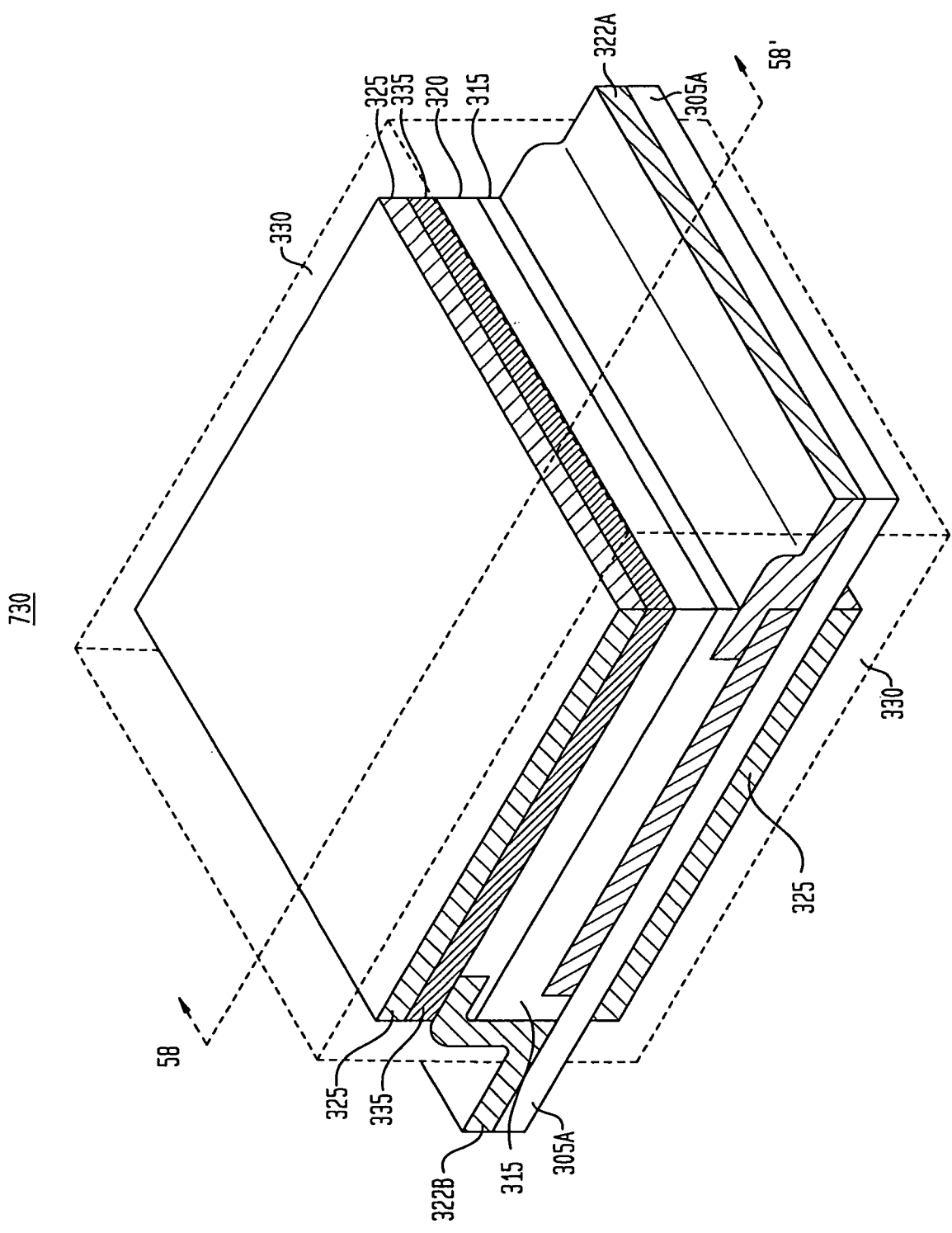


圖 93

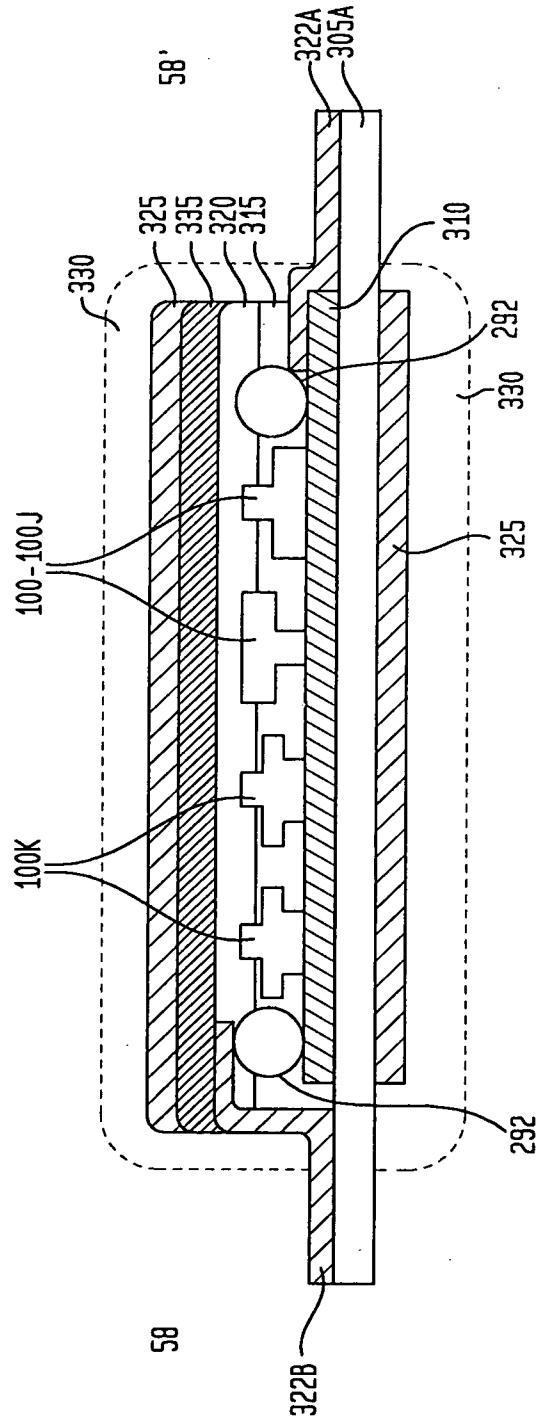


圖94

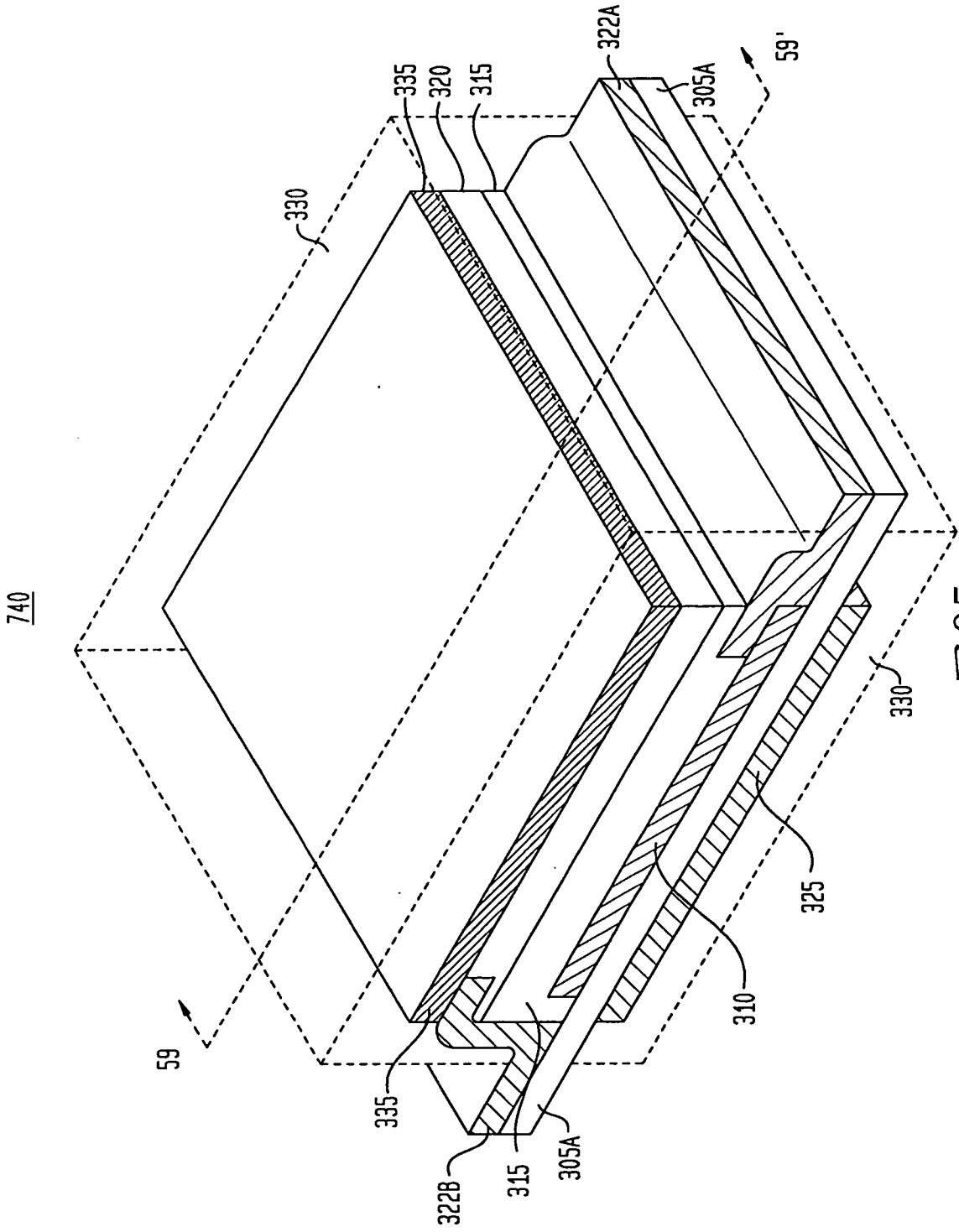


圖95

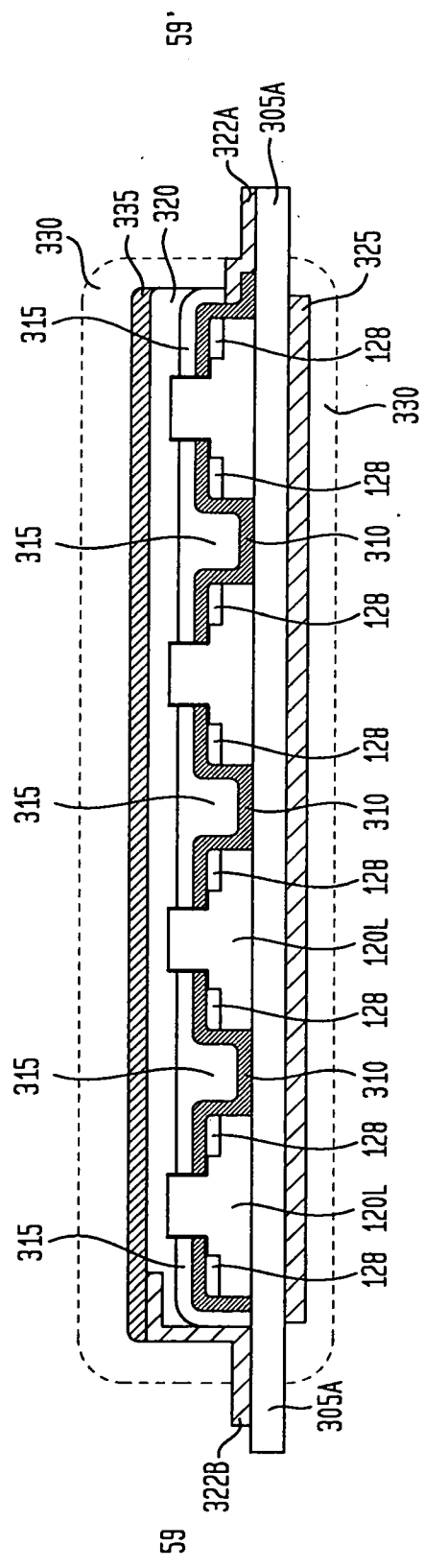


圖96

750

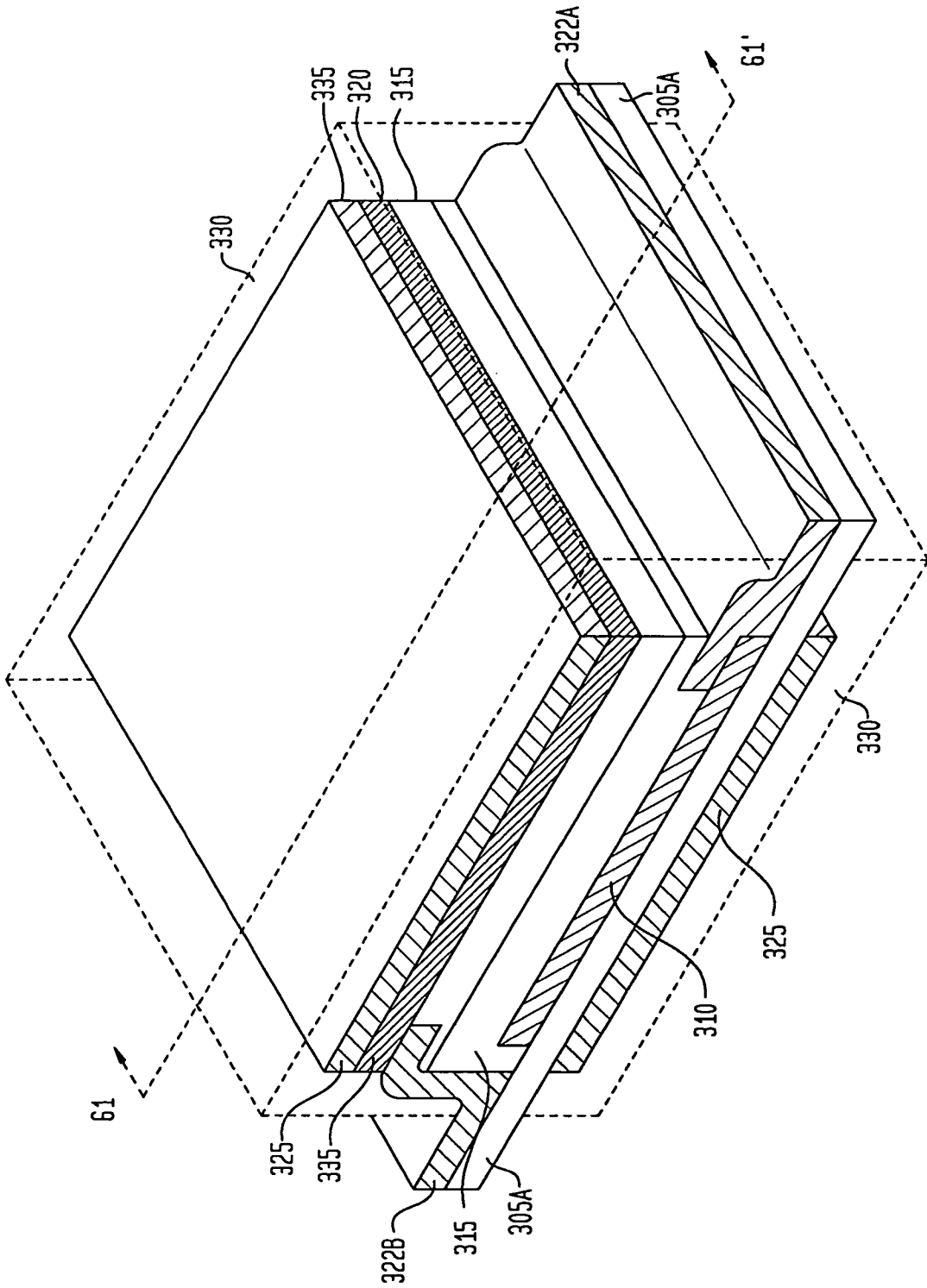


圖97

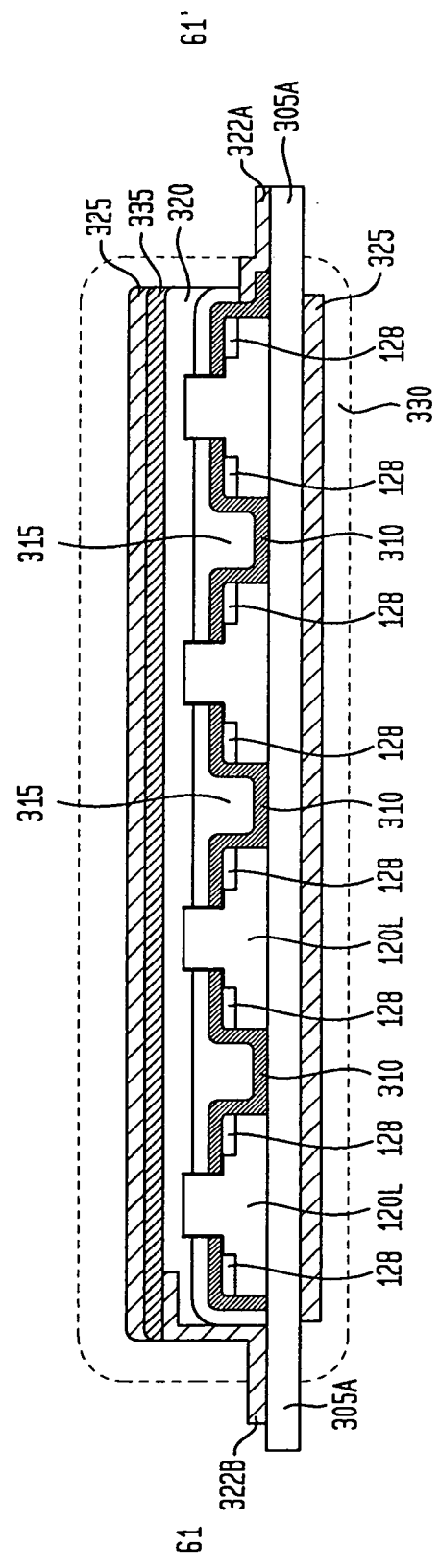


圖 98

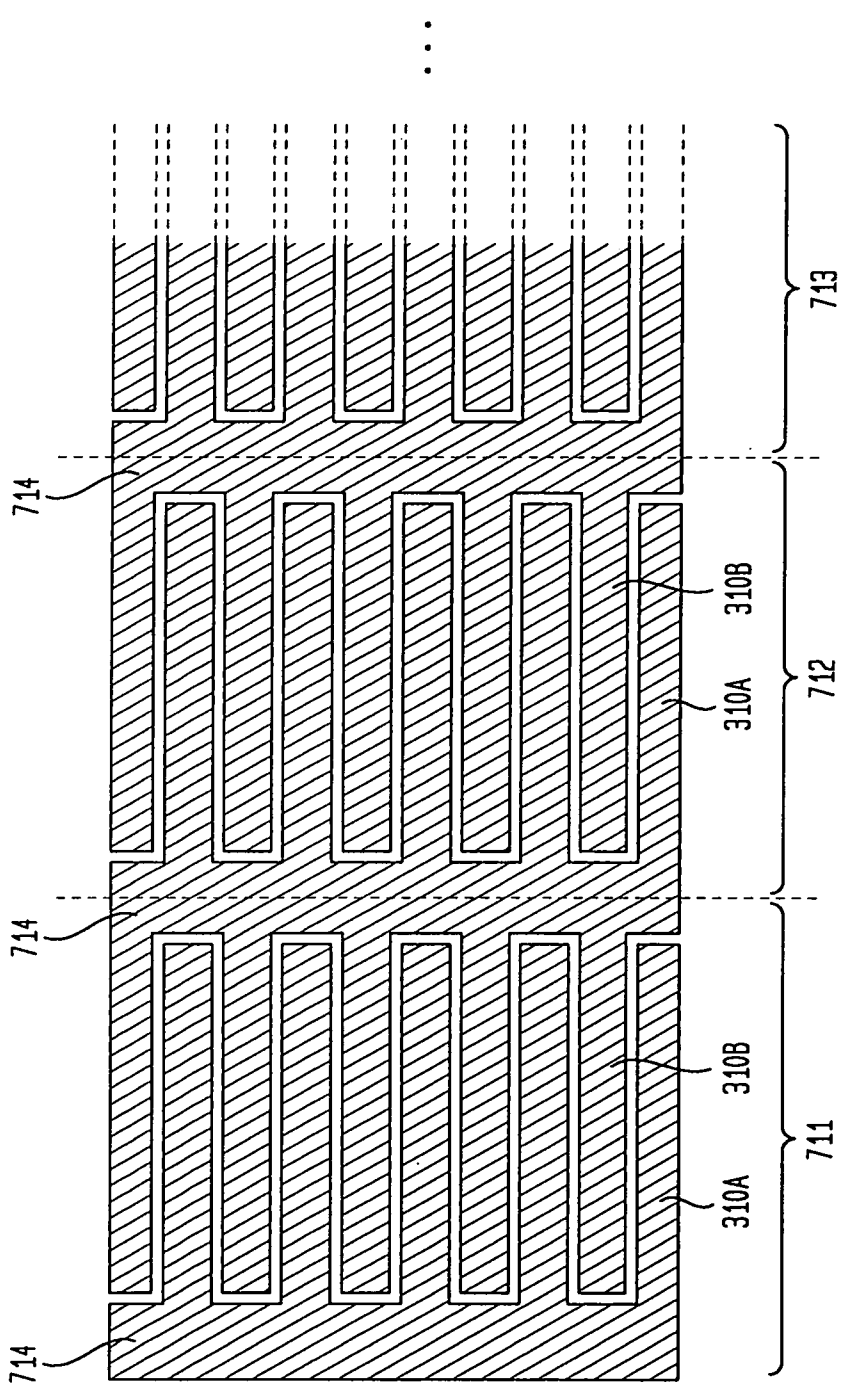


圖 99

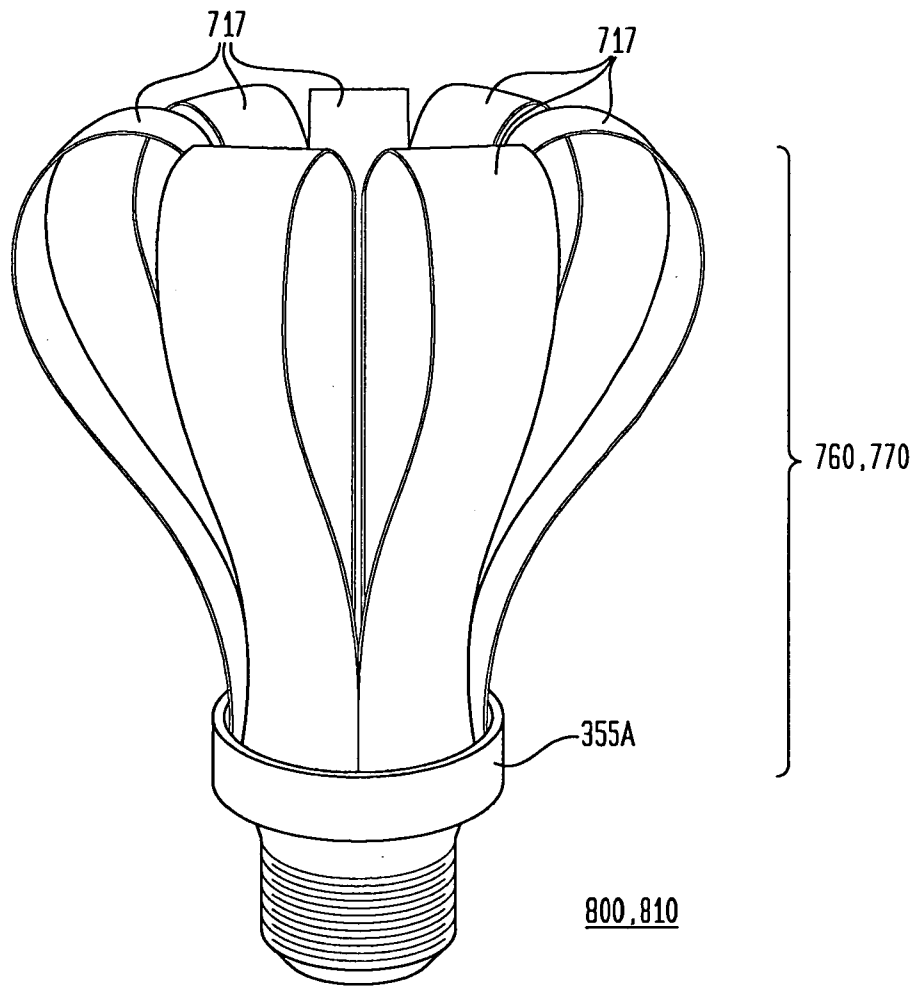


圖 100

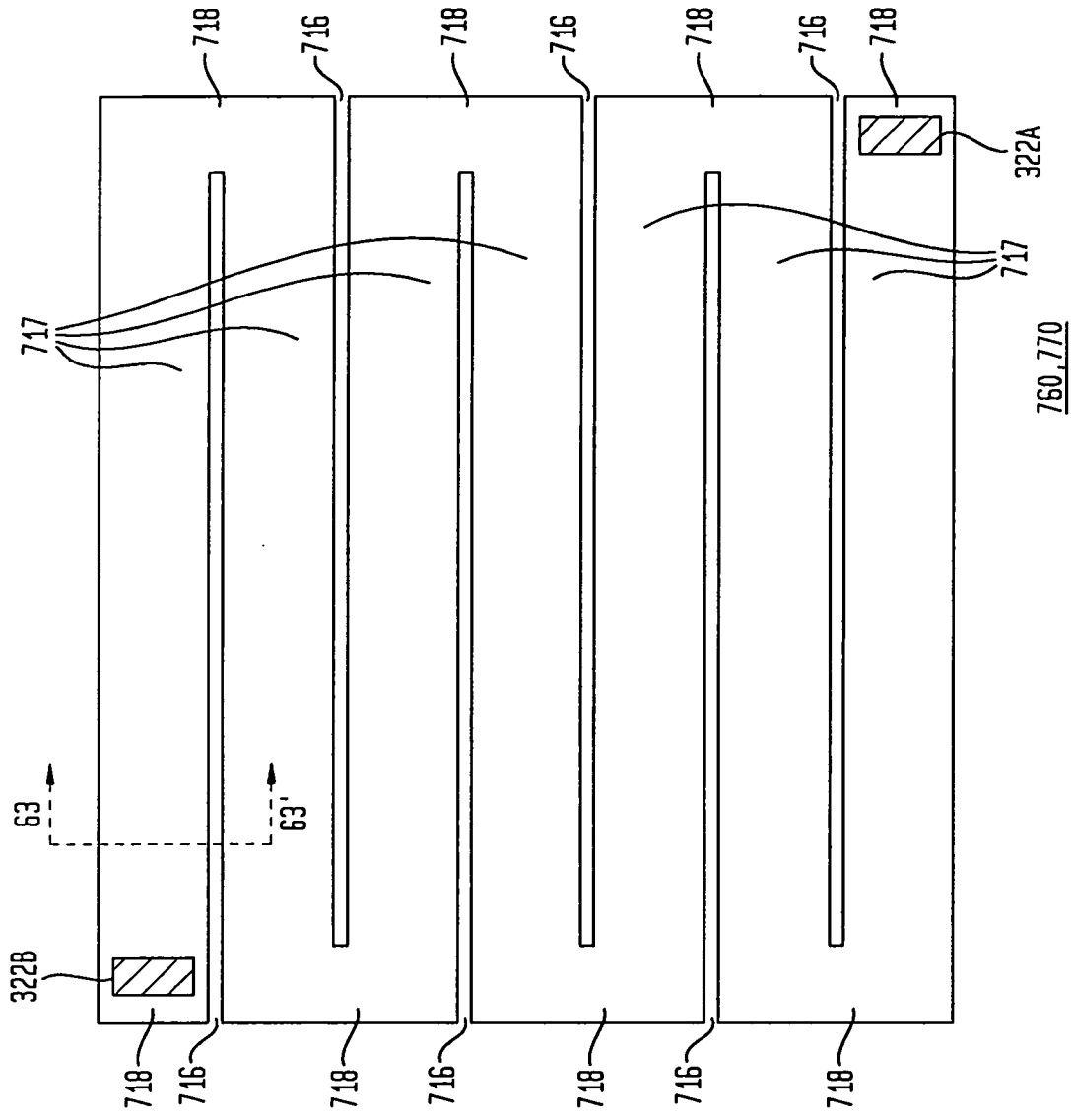


圖101

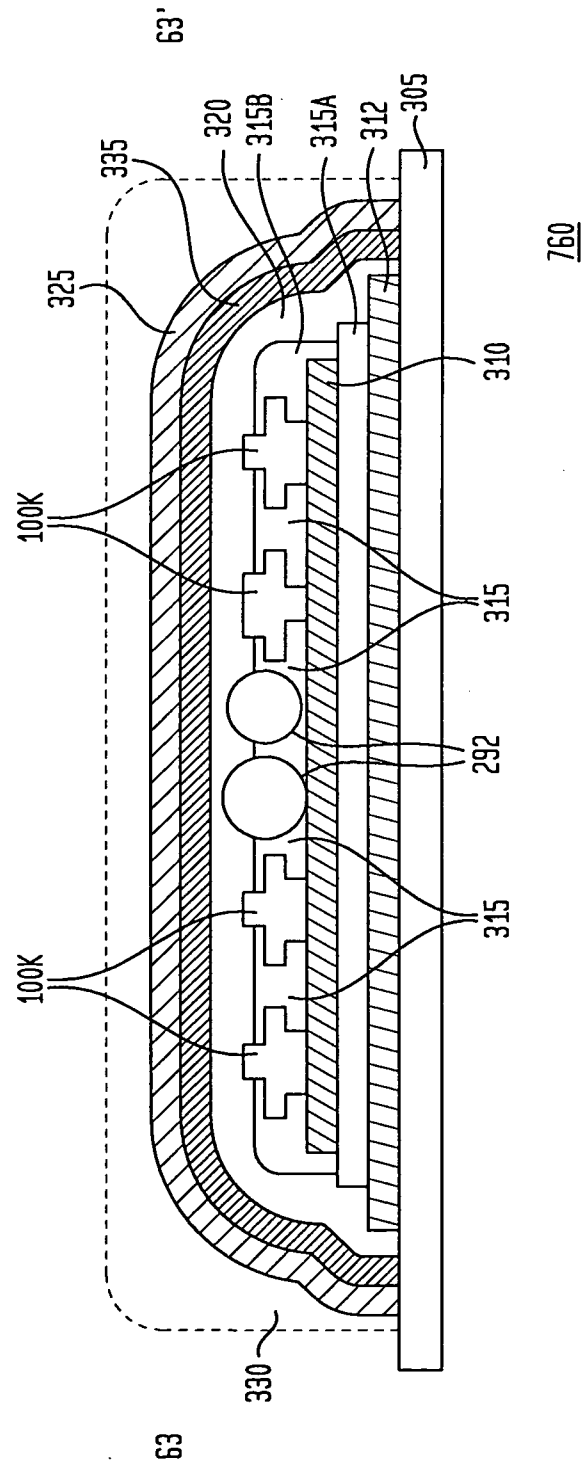
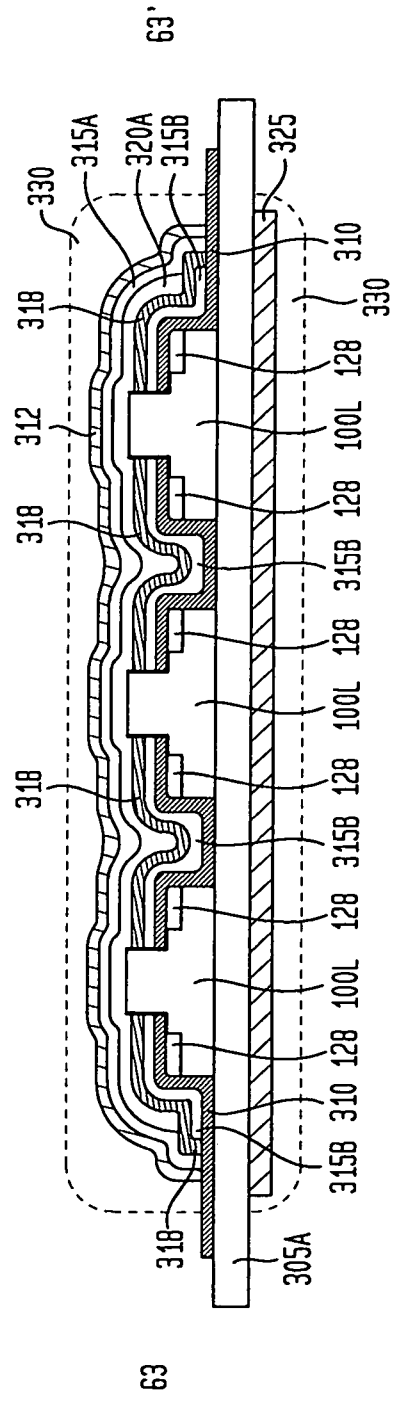


圖102



770

圖103

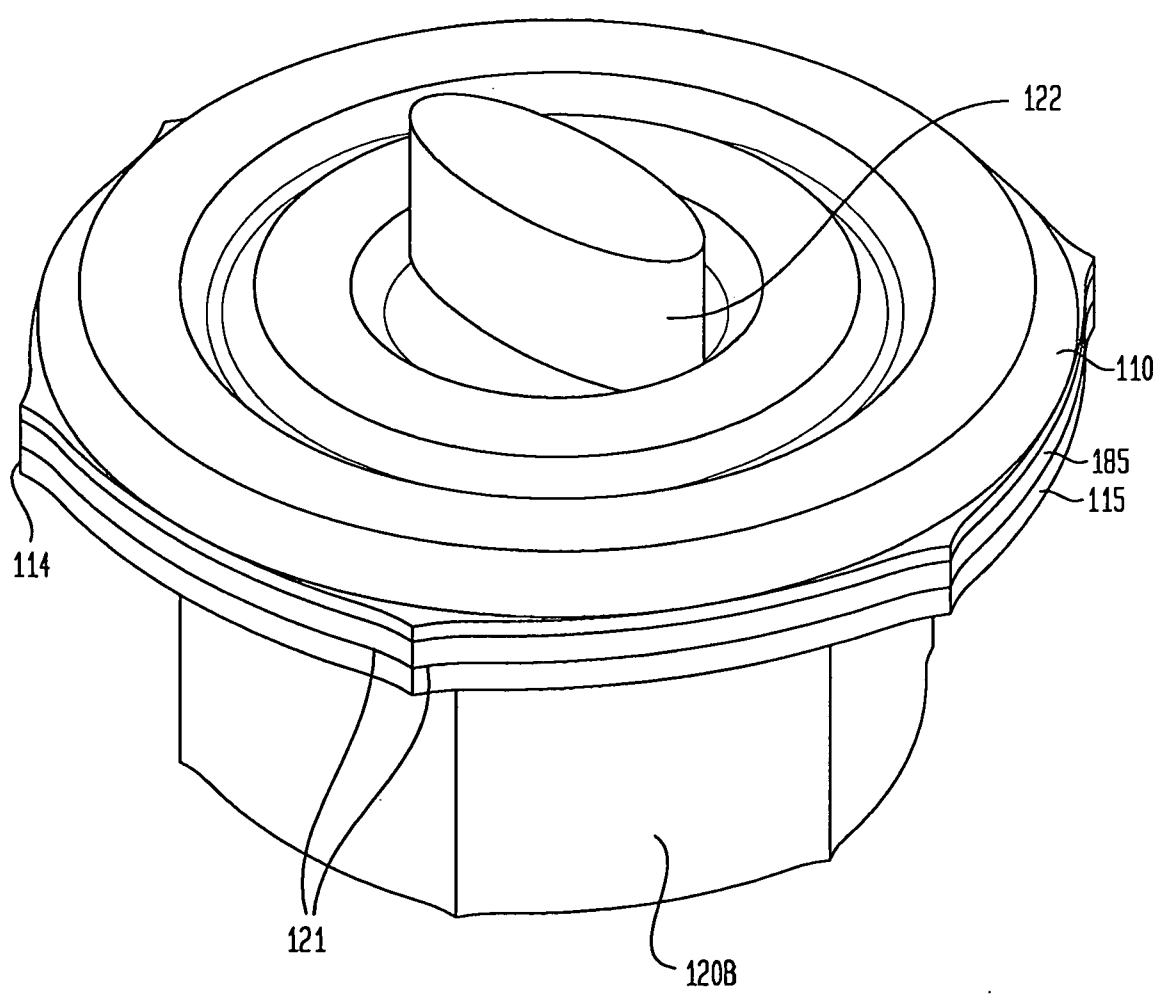


圖 104

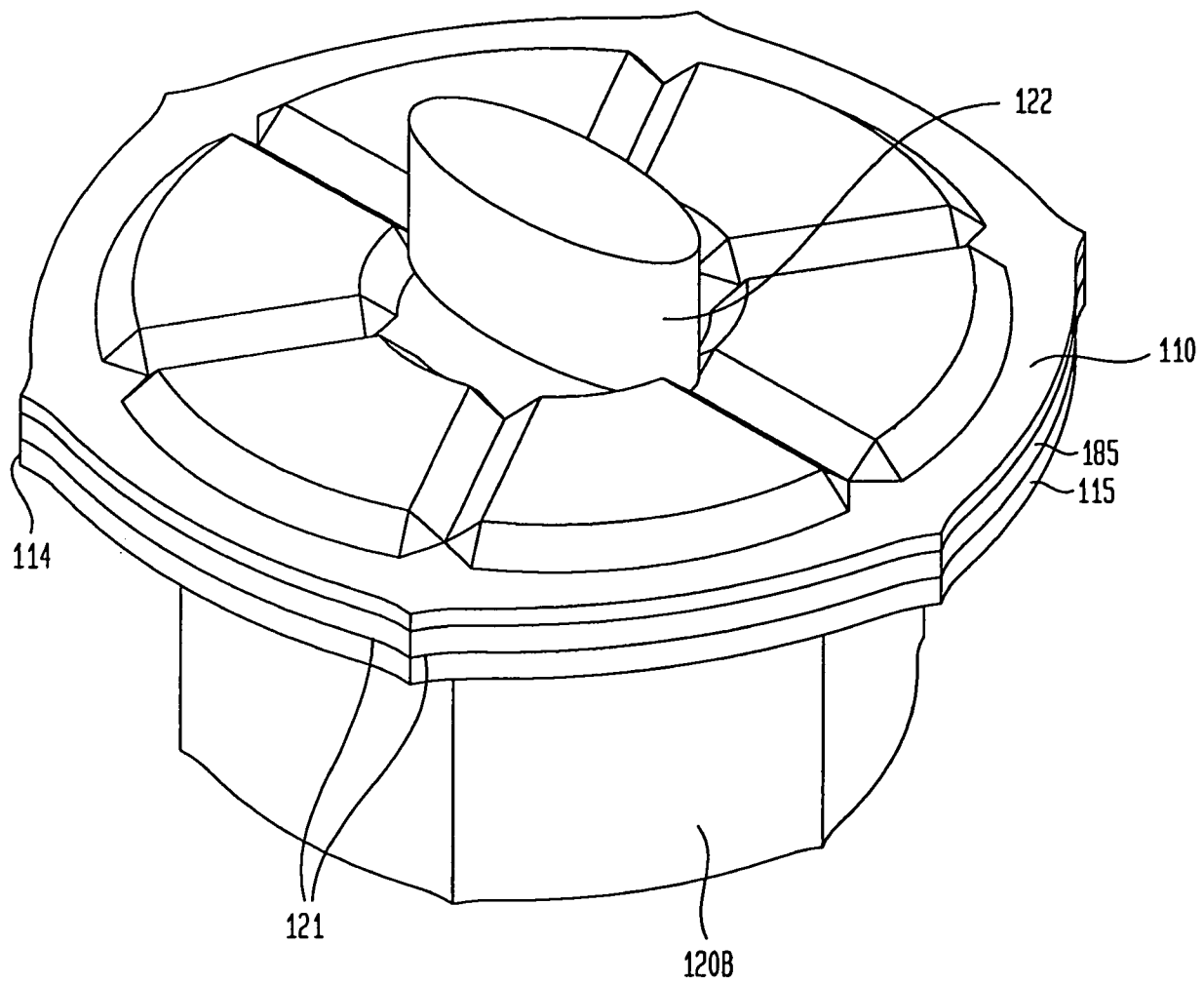


圖105

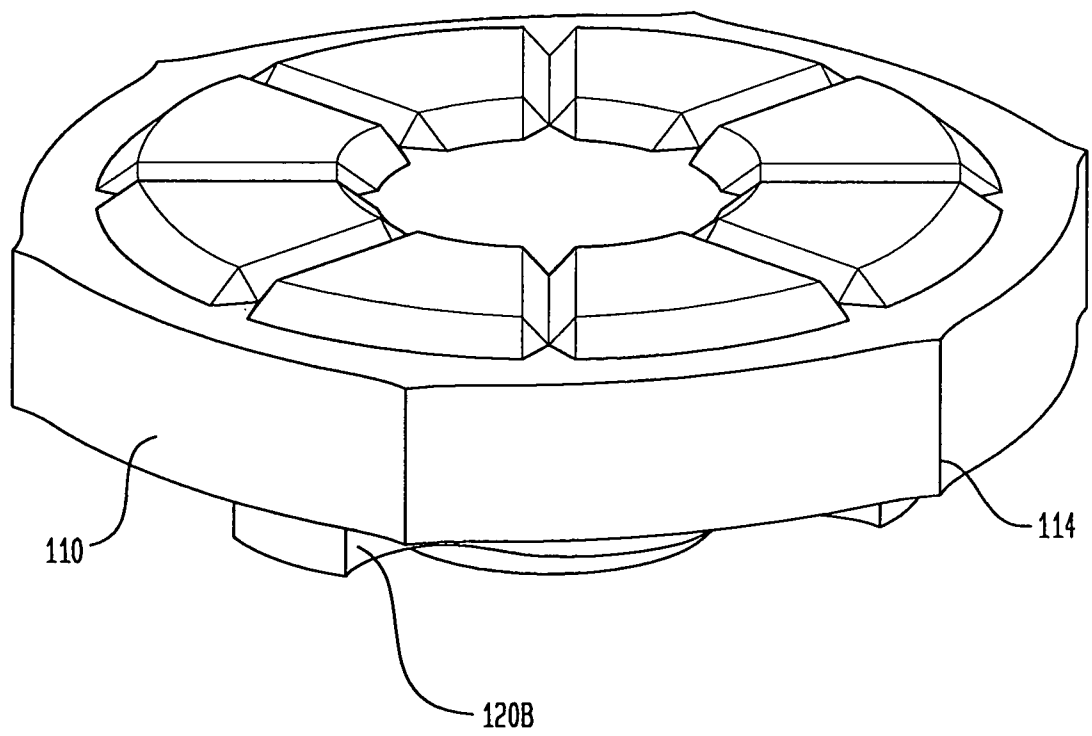


圖 106

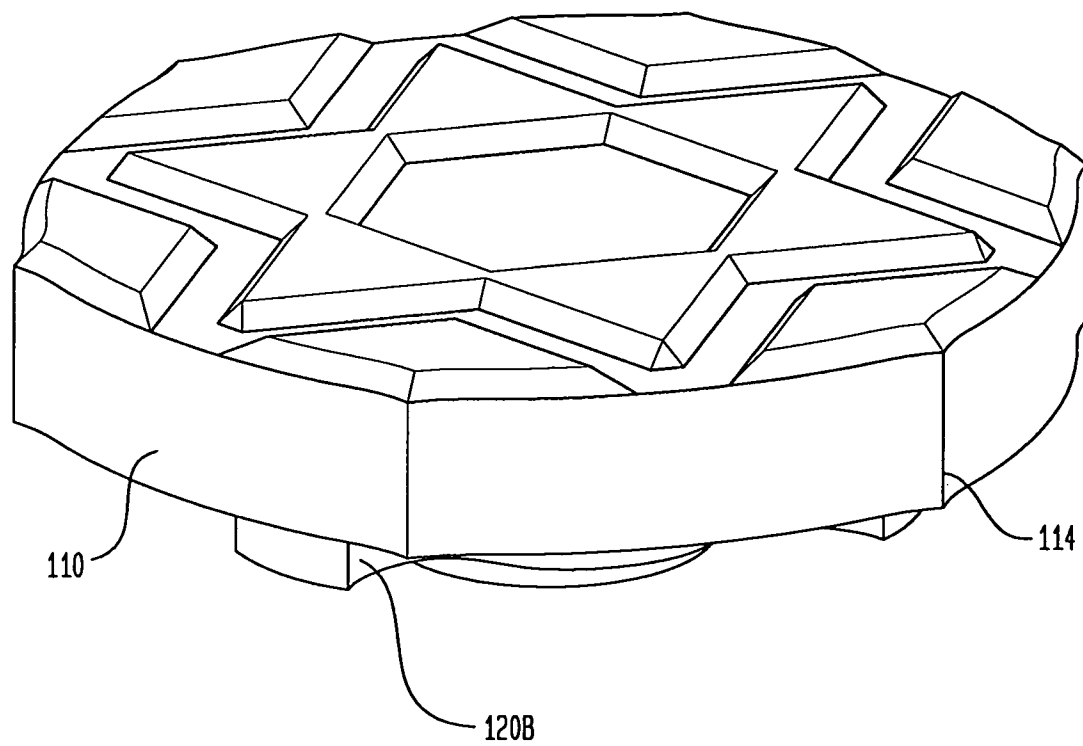


圖107

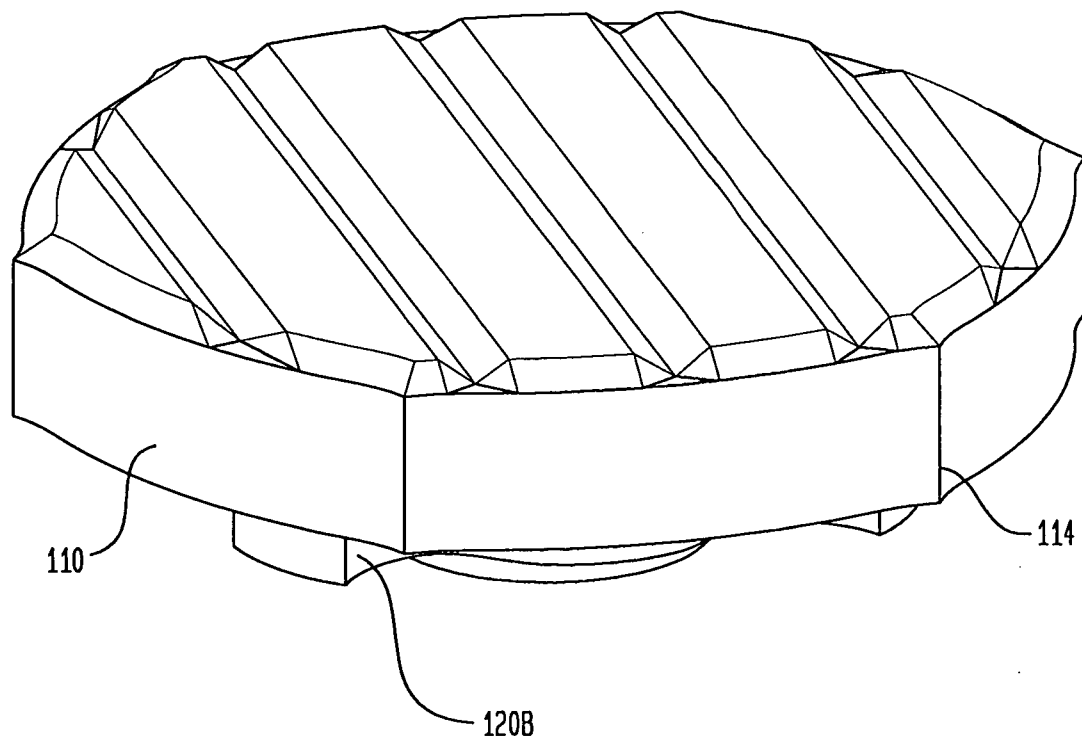


圖 108