

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97143566

※ 申請日期：97.11.11.

※IPC 分類：H01L 21/027 (2006.01)
21/3105 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

形成高密度圖案的方法

METHOD FOR FORMING HIGH DENSITY PATTERNS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商美光科技公司

MICRON TECHNOLOGY, INC.

代表人：(中文/英文)

羅素 史利佛

SLIFER, RUSSELL

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國愛達荷州鮑西市南菲德洛路8000號

8000 SOUTH FEDERAL WAY, BOISE, IDAHO 83707-0006, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 周葆所
ZHOU, BAOSUO
2. 高提傑 S 珊得胡
SANDHU, GURTEJ S.
3. 阿達凡 尼路曼德
NIROOMAND, ARDAVAN

國 籍：(中文/英文)

1. 中華人民共和國 P.R.C.
2. 英國 U.K.
3. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年12月06日；11/952,017

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭示方法，例如涉及在一積體電路(200)中增加隔離特徵之密度的彼等方法。在一個或多個實施例中，提供一種用於形成一具有一隔離特徵圖案之積體電路(200)的方法，該隔離特徵圖案具有一比積體電路(200)中之起始隔離特徵密度大兩倍或更多倍之最終隔離特徵密度。該方法可包含形成一具有一密度X之柱(122)之圖案，及在柱(122)之間形成一孔(140)之圖案，孔(140)具有一至少X之密度。可選擇性地移除柱(122)以形成一具有一至少2X密度之孔(141)之圖案。在某些實施例中，為提供一具有一密度2X之柱圖案，可在孔(141)之圖案中形成栓塞(150)，例如藉由基板(100)上之外延沈積。在其他實施例中，可藉由蝕刻將孔(141)之圖案轉移至基板(100)。

六、英文發明摘要：

Methods are disclosed, such as those involving increasing the density of isolated features in an integrated circuit (200). In one or more embodiments, a method is provided for forming an integrated circuit (200) with a pattern of isolated features having a final density of isolated features that is greater than a starting density of isolated features in the integrated circuit (200) by a multiple of two or more. The method can include forming a pattern of pillars (122) having a density X, and forming a pattern of holes (140) amongst the pillars (122), the holes (140) having a density at least X. The pillars (122) can be selectively removed to form a pattern of holes (141) having a density at least 2X. In some embodiments, plugs (150) can be formed in the pattern of holes (141), such as by epitaxial deposition on the substrate (100), in order to provide a pattern of pillars having a density 2X. In other embodiments, the pattern of holes (141) can be transferred to the substrate (100) by etching.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (10A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

130	間隔材料
141	孔
200	部分形成之積體電路

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例係關於半導體處理，且更特定言之係關於遮罩技術。

【先前技術】

存在對更快且更小之積體電路之一持續需求。可藉由縮小大小及縮小形成一積體電路之個別元件或電子裝置之間的分離距離來製造更快且更小之積體電路。此增加電路元件在一基板上之密度的製程通常被稱作"按比例縮放"。由於對更快且更小之積體電路之需求，因此存在對按比例縮放以形成具有高密度隔離特徵之方法的一持續需要。

【發明內容】

本文中所描述之實施例提供形成具有一高密度之隔離特徵圖案的方法。在一個或多個實施例中，提供一種用於形成一具有一特徵圖案之積體電路的方法，該特徵圖案具有比該積體電路中一起始特徵密度大兩倍或更多倍之最終特徵密度。該方法可包含形成一具有一密度 X 之隔離柱圖案。該方法可進一步包含在該等柱周圍形成間隔物，例如藉由將間隔材料毯覆沈積在該等柱上及周圍且然後各向同性地蝕刻該等間隔材料以形成一具有至少一大約 X 密度之孔圖案。可選擇性移除該等柱以形成具有至少一大約 $2X$ 密度之孔圖案。在某些實施例中，為提供具有一至少 $2X$ 密度之柱圖案，可在遮罩中之孔圖案中形成栓塞(例如藉由基板上之外延沈積)。在其他實施例中，可將遮罩中之孔圖

案蝕刻至基板內以在該基板上提供一孔圖案。

【實施方式】

現在將參照圖式，其中各圖中相同之編號表示相同之部分。

圖1A圖解說明根據本發明某些實施例之製程步驟之一大體序列。在圖1A之步驟1中，例如藉由蝕刻至形成於該基板上的一層或層堆疊中或藉由在一基板上將材料形成為一界定複數個柱之圖案而在一基板上形成複數個柱。例如，可藉由光微影、藉由選擇性地將光阻劑曝露於光然後顯影該光阻劑以留下一由該光阻劑形成之柱圖案來形成該等柱。如本文中所使用，"形成"一結構包含實施若干步驟以製作該結構或提供已預先製作之該結構。在步驟3中，在柱上或周圍形成間隔材料以填充該等柱之間的空間同時在該等柱之間留下一開口圖案。在步驟5中，蝕刻該間隔材料以形成一完全對一下伏材料打開之孔圖案，該等孔具有一至少與柱圖案之密度一樣大的密度。在步驟7中，將該等柱移除以形成進一步的孔，因此提供一密度至少為先前形成於基板上之柱圖案兩倍大的孔圖案。

圖1B-12B示意性地圖解說明根據本發明某些實施例之製程步驟之一詳細序列。在步驟10中，提供一基板100且在其上方形成一第一硬遮罩層110。(圖2圖解說明在已實施步驟12之後一部分形成之積體電路200。)基板100可包含用於半導體處理的各種適合工件中之一者或多者。例如，該基板可包含一矽晶圓。在一個或多個實施例中，第一硬

遮罩層 110 包含無定形碳(例如，透明碳)，已發現其對於所圖解說明之成像或遮罩堆疊之其它材料具有極佳的蝕刻選擇性。形成無定形碳之方法揭示於 A. Helmbold, D. Meissner 之 "薄固體薄膜 (Thin Solid Films)" 283(1996) 196-203 及於 2006 年 9 月 21 日出版的標題為 "PITCH REDUCED PATTERNS RELATIVE TO PHOTOLITHOGRAPHY FEATURES" 之美國專利申請公開案第 2006/0211260 號中，其全部揭示內容係以參考形式併入本文中。在經圖解說明之實施例中，亦在第一硬遮罩層 110 上方形成一第二硬遮罩層 112 以在稍後步驟中之蝕刻期間保護第一硬遮罩層 110 及/或增強藉由光微影形成之圖案的準確度。在一個或多個實施例中，第二硬遮罩層 112 包含一防反射塗層 (ARC)，例如 DARC 或 BARC/DARC，其可藉由防止不期望之光反射來促進光微影。

在步驟 12 中，在第二硬遮罩層 112 上形成一可選擇性界定層 120。可根據用於在半導體製作中提供遮罩之熟知製程使用一光阻劑形成可選擇性界定層 120。舉例而言，該光阻劑可係與以下系統相容之任一光阻劑：157 nm、193 nm、248 nm 或 365 nm 波長系統；193 nm 波長浸沒系統；極遠紫外系統(包含 13.7 nm 波長系統)或電子束微影系統。另外，無遮罩微影或無遮罩光微影可用以界定可選擇性界定層 120。較佳光阻劑材料之實例包含氟化氫 (ArF) 敏感光阻劑(即適合與一 ArF 光源一起使用之光阻劑)，及氟化氬 (KrF) 敏感光阻劑(即適合與一 KrF 光源一起使用之光阻

劑)。ArF光阻劑較佳與利用相對短波長光(例如193 nm)之光微影系統一起使用。KrF光阻劑較佳與較長波長光微影系統(例如248 nm系統)一起使用。在其他實施例中，可由一抗蝕劑形成可選擇性界定層120及任何後續抗蝕劑層，該抗蝕劑可藉由奈米壓印微影來圖案化，例如藉由使用一模具或機械力圖案化該抗蝕劑。圖2A及2B圖解說明在步驟12已實施之後一部分形成之積體電路200。如圖2A及2B中所顯示，可選擇性界定層120可包含一遮罩圖案，該圖案包含具有一大致圓形剖面之複數個柱121。可選擇性界定層120中柱121之寬度係 A ，可使用一光微影技術圖案化柱121。在一或多個實施例中， A 可大致上相等於可使用微影技術形成之最小特徵大小。在其他實施例中，為增強藉由光微影形成之圖案的準確度，可將柱121形成為其寬度 A 大於藉由光微影形成及隨後經修整之最小可形成特徵大小。將瞭解，光微影技術通常可更容易且更準確地形成其大小超出該技術之大小極限的特徵。

如圖2A中所顯示，最近的相鄰柱121之中心之間(例如柱121a與柱121b之間)的距離係 B 。在所圖解說明之實施例中， B 大致等於寬度 A 之兩倍，此有利於如本文中所描述形成以行及列佈置之孔圖案。在其中寬度 A 大於 $1/2$ 距離 B 之實施例中，為達成如下文中所描述之尺寸 C 、 D 及 E ，在修整步驟14期間修整可選擇性界定層120之柱121。儘管圖2A及2B中所顯示之遮罩圖案包含中心位於一正方形之角點之柱121，但如下文中將更全面描述，其他圖案亦係可能。

圖 3A 及 3B 圖解說明在已實施圖 1B 之步驟 14 之後部分形成之積體電路 200。在步驟 14 中，修整可選擇性界定層 120，例如藉由使可選擇性界定層 120 經受 O_2/Cl_2 或 O_2/HBr 電漿。圖 3B 顯示在修整步驟 14 之後可選擇性界定層 120 之柱 121 具有一小於寬度 A 之寬度 C 。因此，修整步驟 14 可有利地提供一較可藉由使用用於圖案化可選擇性界定層 120 之微影技術所形成之最小特徵大小為小之特徵大小。在一或多個實施例中，寬度 C 大致等於

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)Y。$$

圖 3B 亦顯示在修整步驟 14 之後可選擇性界定層 120 之兩個遠距離柱 121 之間(例如柱 121a 與柱 121c 之間)的距離係 E 。在一或多個實施例中，距離 E 大致等於

$$\left(\frac{3\sqrt{2}}{2}\right)Y。$$

圖 3A 亦顯示在修整步驟 14 之後可選擇性界定層 120 之毗鄰柱 121 之間(例如柱 121a 與柱 121b 之間)的距離係 D 。在一或多個實施例中，距離 D 大致等於

$$\left(2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right)Y。$$

Y 在本文中用作一具有一距離尺寸的乘數，以闡明在一或多個實施例之圖案中各種尺寸之間的關係。儘管 C 大致等於

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^A$$

但在圖 3A 及 3B 中， Y 可係大於 0 之任一實數 (包含可使用已知微影技術形成之最小特徵大小)，且在步驟 12 之後未必與柱 121 之寬度 A 有關。

具有一此等尺寸之圖案之可選擇性界定層 120 可在稍後步驟中產生一間隔物界定孔之圖案，該圖案有利地與可選擇性界定層 120 中柱 121 之圖案對準。特定而言，圖 3A 中所顯示之可選擇性界定層 120 之圖案可被描述為以行及列形成的一組柱 121，其中最左邊之柱 121a 係定位在第一行及第一第二列中，最上邊之柱 121b 係定位在第二行及第一列中，最下邊之柱 121d 係定位在第二行及第一第三列中且最右邊之柱 121c 定位在第三行及第二列中。當使用上述尺寸形成遮罩圖案時，在稍後步驟中形成的孔可有利地定位在相同行及列之空缺位置中，使得孔圖案與柱圖案對準。下文更全面描述之圖 8A 顯示孔 140 之一圖案，其中一孔 140a 定位在第一行及第一列中，另一孔 140d 定位在第一行及第三列中，另一孔 140c 定位在第二行及第二列中，另一孔 140b 定位在第三行及第一列中，且另一孔 140e 定位在第三行及第三列中。

在圖 1B 之步驟 16 中，將可選擇性界定層 120 之柱 121 之圖案轉移至第二硬遮罩層 112，例如藉由各向異性地蝕刻第二硬遮罩層 112 穿過可選擇性界定層 120。

圖 4A 及 4B 圖解說明在已實施圖 1B 之步驟 20 之後部分形

成之積體電路200。在步驟20中，藉由各向異性地蝕刻第一硬遮罩層110穿過可選擇性界定層120及第二硬遮罩層112而在第一硬遮罩層110中形成柱122。如圖4A及4B中所顯示，在步驟20中形成之柱122可具有與可選擇性界定層120中之圖案大致相同的圖案。在蝕刻步驟20期間或之後，可移除可選擇性界定層120。在包含第二硬遮罩層112之實施例中，可在步驟22中移除第二硬遮罩層112，例如藉由實施一濕剝除蝕刻。在其他實施例中，藉由用於在第一硬遮罩層110中界定柱122之相同蝕刻移除可選擇性界定層120。圖5A及5B圖解說明在移除可選擇性界定層120之後部分形成之積體電路200。

在圖1B之步驟30中，在柱122上沈積間隔材料130(圖6A, 6B)。圖6A及6B圖解說明同時實施圖1B之步驟30時部分形成之積體電路200。該間隔材料可包含一絕緣材料，例如一氧化物(例如氧化矽)，特定而言一可相當於柱122之材料及其他曝露表面選擇性蝕刻之材料。其他間隔材料之實例包含氮化矽、 Al_2O_3 、TiN，等等。在一或多個實施例中，沈積步驟30包含均勻地將間隔材料130沈積在柱122及基板100上，例如藉由化學汽相沈積而毯覆沈積間隔材料130。

圖6A及6B顯示，當將間隔材料130沈積在柱122上時，當間隔材料130形成一具有一厚度 F 之層時，間隔材料130填充毗鄰柱122之間的一空間。在一或多個實施例中，厚度 F 係大致等於

$$\left(1 - \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)\right)^Y。$$

較佳地，繼續沈積間隔材料130使其超出填充毗鄰柱122之間的空間，使得包圍最近毗鄰柱122之間隔材料130收斂且形成具有大致圓形剖面之空隙。有利地，由於角具有一相對較高之表面區域用於與前體互動，已發現由該收斂形成之角處之沈積率大於柱122之間的其他部分處，從而致使柱122之間打開空間之角變成圓形。

圖7A及7B圖解說明在已實施沈積步驟30之後部分形成之積體電路200。如圖7A及7B中所顯示，已沈積充足的間隔材料130以形成具有大致圓形剖面之孔140。如上所述，孔140出現在一與柱122之圖案對準的圖案中，且該等孔之密度大於部分形成之積體電路之所圖解說明部分中的柱122之密度。

為達成孔140之一圓形橫斷面，可能有必要沈積如此多的間隔材料130以使得孔140之寬度小於柱之寬度 C 。在圖1B之步驟32中，可修整間隔材料130，例如藉由各向同性蝕刻以均勻地擴展孔140之寬度。圖8A及8B圖解說明部分在已實施圖1B之步驟32之後形成之積體電路200。如圖8B中所顯示，在用以擴展孔140之任一蝕刻之後，間隔材料130之層具有一厚度 G 且孔140已被擴展而形成具有一寬度 H 之孔141。在一或多個實施例中，寬度 H 及厚度 G 皆大致等於柱122之寬度 C ，從而有利地提供大致相同大小之孔141及柱122之一圖案。為達成所期望形狀及大小之孔

141，可根據需要重複圖 1B 之步驟 30 及 32。

在圖 1B 之步驟 34 中，各向異性地蝕刻間隔材料 130(圖 9A，9B)以曝露柱 122 及基板 100 之上表面。圖 9A 及 9B 圖解說明在已實施圖 1B 之步驟 34 之後部分形成之積體電路 200。孔 141 之寬度 H 及孔 141 與柱 122 之間間隔材料 130 之厚度 G 大致與步驟 34 之前保持相同。在某些實施例中，可顛倒步驟 32 與 34 之次序，以使得在藉由例如一各向同性蝕刻修整間隔材料 130 之前先對其進行各向異性蝕刻。在此等實施例中，可形成具有不同寬度之孔。

在圖 1B 之步驟 40 中，例如藉由相對於間隔材料 130 選擇性地蝕刻第一硬遮罩層 110 來蝕刻柱 122(圖 9A，9B)，以移除柱 122。圖 10A 及 10B 圖解說明在已實施圖 1B 之步驟 40 之後部分形成之積體電路 200。在此階段，已達成孔 141 之一圖案，其具有一大於或等於約兩倍於在可選擇性界定層 120 中形成之特徵之密度。另外，孔 141 具有一較首先藉由光微影在可選擇性界定層 120 中形成之柱 121 之特徵大小為小之特徵大小，且孔 141 出現在一與可選擇性界定層 120 中之柱 121 之圖案對準的圖案中。

在圖 1B 之步驟 50 中，於孔 141 中形成栓塞 150(圖 11A，11B)。圖 11A 及 11B 圖解說明在已實施圖 1B 之步驟 50 之後部分形成之積體電路 200。可用與基板 100 相同之材料形成栓塞 150。將間隔材料 130 選擇為可相對於形成栓塞 150 之材料選擇性地蝕刻。在一或多個實施例中，栓塞 150 由多晶矽形成且間隔材料 130 由氧化矽形成。可根據包含但不

限於化學汽相沈積 (CVD)、電漿增強化學汽相沈積 (PECVD) 或旋塗在內之熟知沈積製程實施沈積步驟 50。在某些實施例中，可藉由外延生長形成栓塞 150 (圖 11A 及 11B)。

在步驟 60 中，例如藉由選擇性地蝕刻間隔材料 130 來移除間隔材料 130 (圖 11A, 11B)。在步驟 50 中在使用旋塗、CVD 或 PECVD 沈積栓塞 150 之製程中，可能有必要例如藉由一化學機械拋光製程首先使表面平面化，或實施一栓塞材料回蝕製程以便曝露間隔材料 130。

圖 12A 及 12B 圖解說明在已實施步驟 60 之後部分形成之積體電路 200。已在基板 100 上形成栓塞 150 之一圖案，其密度大於或等於約兩倍於在可選擇性界定層 120 上形成之柱之密度。另外，栓塞 150 具有一較首先在可選擇性界定層 120 上形成之柱 121 為小之特徵大小，且栓塞 150 出現在一與可選擇性界定層 120 中之柱 121 之圖案對準之圖案中。

雖然上述方法可提供密度大於或等於約兩倍於在可選擇性界定層 120 上形成之特徵之密度的一栓塞圖案，亦可重複該方法以製成一特徵密度大於或等於約四倍於原始圖案之密度的圖案。然後可重複該方法以達成一特徵密度大於或等於約八倍於原始圖案之密度的圖案如此等等，直至達到所期望之密度。例如，應瞭解，使用層 130 (圖 10A 及 10B) 作為一遮罩而在基板 100 中經圖案化之栓塞 150 或柱可在該方法之後續重複中用作柱 122。例如，在形成此等柱之後可重複步驟 30-60。因此，可形成具有一密度 2^n 之隔離

特徵，其中n係重複圖1A及1B之方法之次數。

本文中所描述之實施例之諸多變化皆可能。例如，雖然在上述方法中孔141與柱122具有相同大小，但在某些應用中可能期望形成大於或小於柱之孔。因此，可調整間隔材料之厚度以達成所期望之結果。

另外，雖然上述方法提供具有一大體圓形剖面之柱及孔，但其他形狀亦係可能。例如，柱及孔可具有一大體正方形、長方形或橢圓形之剖面。

進一步，雖然上述方法在一與柱122之圖案對準之圖案中提供孔140，但亦可藉由以除上述柱圖案外的一圖案(例如一其中柱之中心出現在一正方形之角處的圖案)開始將孔放置在相對於柱之其他位置中。可使用的另一圖案之一個實例係一三個柱之圖案，其可用於在三個柱之間形成一孔。

另外，上述實施例可用於選擇性地產生在積體電路之某些區域中具有較高密度而在其他區域中不具有較高密度之圖案。在其中將形成一新穎、較高密度圖案之區域中，可將特徵間隔開一可由間隔材料之厚度填充的足夠小之距離。在其中不期望有一較高密度圖案之區域中，可將特徵間隔開一大至無法由間隔材料填充的距離及/或可選擇性地使用一保護性遮罩來防止將一由間隔材料形成之圖案轉移至基板110，或防止在由間隔材料130形成之相同開口處形成沈積。以此方式，可在積體電路之某些區域(而非其他區域中)選擇性地提供一高密度圖案。

此外，應瞭解可有利地應用一包含光阻劑、一ARC及無定形碳之成像堆疊之使用來促進間隔材料之沈積。通常用於間隔材料之化學汽相沈積的溫度可能不合意地使光阻劑變形，因此，使用無定形碳形成其上沈積間隔材料的柱。在其中使用低溫沈積製程(例如，原子層沈積)沈積間隔材料的其他實施例中，可省略ARC及無定形碳層，且可將該間隔材料沈積在由光阻劑形成之柱上。

根據上述實施例，提供一種方法。此一方法可包含，例如提供一基板及在該基板上形成一第一組柱。該方法可進一步包含在該第一組柱上沈積間隔材料以形成一第一孔圖案，其中該等孔中之至少一者位於該第一組之柱之間，且其中在沈積之後，間隔材料填充該第一組之一第一柱與該第一組之一最近毗鄰柱之間的空間。

在其他實施例中，提供一種方法。該方法可包含提供一基板及在該基板上形成複數個柱，該等柱具有一密度X。該方法可進一步包含將材料毯覆沈積在柱上以在該等柱之一位準上形成一孔圖案，該等孔具有一至少X之密度。

在其他實施例中，提供一種方法。該方法可包含提供一基板及在該基板上形成一組柱，其中該等柱具有一大約為下式之寬度

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^Y,$$

且其中一第一柱與一第二柱分開一大約為下式之距離

$$\left(2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right)^Y,$$

且其中該第一柱與一第三柱分開一大約為下式之距離

$$\left(\frac{3\sqrt{2}}{2}\right)^Y。$$

該方法可進一步包含在該組柱上沈積材料。該方法可進一步包含蝕刻該材料以形成一孔圖案，其中該圖案包括第一柱與第三柱之間的一孔。

在其他實施例中，提供一種方法。該方法可包含在一基板上提供一組柱，該等柱佈置成兩列或更多列及兩行或更多行。該方法可進一步包含在該組柱上毯覆沈積間隔材料以形成一鄰近於該等柱之孔圖案。該方法可進一步包含各向同性地蝕刻間隔材料以擴大該等孔之寬度。該方法可進一步包含各向異性地蝕刻間隔材料以曝露該等柱。

熟習此項技術者應瞭解，可對上述方法及結構作出各種其他省略、添加及修改而不背離本發明之範圍。希望所有此類改變均在如所附權利要求書所界定之本發明之範圍內。

【圖式簡單說明】

附圖係示意性，未必按比例繪製，且意欲圖解說明而非限制本發明之實施例。

圖 1A 係一圖解說明根據本發明之一或多個實施例之製程之流程圖。

圖 1B 係另一圖解說明一根據本發明之一或多個實施例之

製程之流程圖。

圖2圖解說明一根據本發明之一或多個實施例之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖2A圖解說明一根據本發明之一或多個實施例之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖2B圖解說明沿圖2A中所示剖切線2B的圖2A之部分經形成之積體電路的剖面圖。

圖3A圖解說明在根據本發明之一或多個實施例已修整柱圖案之後的圖2A的部分形成之積體電路的俯視圖。

圖3B圖解說明沿圖3A中所示剖切線3B的圖3A之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖4A圖解說明在根據本發明之一或多個實施例將柱圖案轉移至下伏遮罩層之後的圖3A之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖4B圖解說明沿圖4A中所示剖切線4B的圖4A之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖5A圖解說明在根據本發明之一或多個實施例已移除遮罩層中之一者之後的圖4A之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖5B圖解說明沿圖5A中所示剖切線5B的圖5A之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖6A圖解說明根據本發明之一或多個實施例在柱上沈積一間隔材料期間圖5A的部分形成之積體電路的俯視圖。

圖6B圖解說明沿圖6A中所示剖切線6B的圖6A之部分形

成之積體電路的剖面圖。

圖 7A 圖解說明在根據本發明之一或多個實施例沈積間隔材料之後的圖 6A 之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖 7B 圖解說明沿圖 7A 中所示剖切線 7B 的圖 7A 之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖 8A 圖解說明在根據本發明之一或多個實施例蝕刻該間隔材料之後的圖 7A 之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖 8B 圖解說明沿圖 8A 中所示剖切線 8B 的圖 8A 之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖 9A 圖解說明在根據本發明之一或多個實施例進一步蝕刻該間隔材料之後的圖 8A 之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖 9B 圖解說明沿圖 9A 中所示剖切線 9B 的圖 9A 之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖 10A 圖解說明在根據本發明之一或多個實施例蝕刻該等柱之後的圖 9A 之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖 10B 圖解說明沿圖 10A 中所示剖切線 10B 的圖 10A 之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖 11A 圖解說明在根據本發明之一或多個實施例形成栓塞之後的圖 10A 之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖 11B 圖解說明沿圖 11A 中所示剖切線 11B 的圖 11A 之部分形成之積體電路的剖面圖。

圖 12A 圖解說明在根據本發明之一或多個實施例移除該間隔材料之後的圖 11A 之部分形成之積體電路的俯視圖。

圖 12B 圖解說明沿圖 12A 中所示剖切線 12B 的圖 12A 之部分形成之積體電路的剖面圖。

【主要元件符號說明】

100	基板
110	第一硬遮罩層
112	第二硬遮罩層
120	可選擇性界定層
121	柱
121a	柱
121b	柱
121c	柱
121d	柱
122	柱
130	間隔材料
140	孔
141	孔
141a	孔
141b	孔
141c	孔
141d	孔
141e	孔
150	栓塞
200	部分形成之積體電路

十、申請專利範圍：

104. 3. 16

1. 一種形成高密度圖案之方法，其包括：
 - 提供一基板；
 - 在該基板上形成一第一組隔離之特徵，其中形成該第一組特徵包含：
 - 提供一可選擇性界定層，該可選擇性界定層包括一特徵圖案；
 - 修整該特徵圖案，其中經修整之該等特徵係該該等隔離之特徵；及
 - 將間隔材料沈積在該第一組特徵上以形成一第一孔圖案，該等孔之至少一者於所有側上橫向結合，其中該等孔中之至少一者位於該第一組之特徵之間，且其中，在沈積之後，間隔材料填充在該第一組之一第一特徵與該第一組之一最近毗鄰特徵之間的一空間。
2. 如請求項 1 之方法，其中該第一組特徵包括至少一行及至少一列，該至少一行橫向於該至少一列定向，該至少一行及該至少一列中之每一者包括複數個特徵。
3. 如請求項 2 之方法，其中該第一孔圖案包括至少三行及至少三列。
4. 如請求項 1 之方法，其中該第一組特徵包括具有一大體圓形剖面之若干特徵。
5. 如請求項 1 之方法，其中該第一孔圖案包括具有一大體圓形剖面之若干孔。
6. 如請求項 1 之方法，其中該間隔材料係一絕緣材料。

7. 如請求項1之方法，其中該間隔材料係一半導體材料或一導電材料。
8. 如請求項1之方法，其中形成一第一組特徵包括：
於提供該可選擇性界定層之前在該基板上方形形成一第一硬遮罩層；及
蝕刻該第一硬遮罩層穿過該可選擇性界定層以將該經修整特徵之圖案轉移至該第一硬遮罩層。
9. 如請求項1之方法，其中修整該可選擇性界定層之該等特徵包括濕蝕刻該可選擇性界定層。
10. 如請求項8之方法，其進一步包括：
在形成該可選擇性界定層之前在該第一硬遮罩層上方形成一第二硬遮罩層，其中在該第二硬遮罩層上方形成該可選擇性界定層；及
在蝕刻該第一硬遮罩層之前，蝕刻該第二硬遮罩層穿過該可選擇性界定層。
11. 如請求項1之方法，其進一步包括，在沈積該間隔材料之後，各向同性地蝕刻該間隔材料以增加該等孔之一寬度。
12. 如請求項11之方法，其中，在各向同性地蝕刻之後，該等孔之該寬度係在該等特徵之一寬度之大約50%與大約150%之間。
13. 如請求項1之方法，其進一步包括，在沈積該間隔材料之後，各向異性地蝕刻該間隔材料以曝露該第一組之該等特徵。

14. 如請求項13之方法，其進一步包括，在曝露該第一組之該等特徵之後，選擇性地蝕刻該第一組特徵以形成一第二孔圖案，該第二孔圖案包括該第一孔圖案之孔及藉由選擇性地蝕刻該第一組特徵產生之孔。
15. 如請求項14之方法，其進一步包括藉由將特徵沈積在該第二孔圖案中來形成一第二組特徵。
16. 如請求項1之方法，其中該第一組隔離之特徵包括若干柱。
17. 一種形成高密度圖案之方法，其包括：
 - 提供一基板；
 - 在該基板上形成複數個特徵，該等特徵具有一密度X，其中形成該複數個特徵包含：
 - 提供一可選擇性界定層，該可選擇性界定層包括一柱之圖案；
 - 修整該柱之圖案；
 - 轉移該柱之圖案至該基板上之一硬遮罩層，從而在該硬遮罩層中形成該複數個特徵；及
 - 將材料毯覆沈積在該等特徵上以在該等特徵之一位準上形成一孔圖案，該等孔之至少一者於所有側上橫向結合，該等孔具有一至少為X之密度。
18. 如請求項17之方法，其中形成該複數個特徵包括形成具有一大體圓形剖面之若干特徵。
19. 如請求項17之方法，其中該複數個特徵包括透明碳。
20. 如請求項17之方法，其中形成該複數個特徵包括使用一

遮罩蝕刻該等特徵。

21. 如請求項20之方法，其中該遮罩係由一光阻劑形成。
22. 如請求項17之方法，其中該圖案中之該等孔具有一大體圓形剖面。
23. 如請求項17之方法，其進一步包括將該複數個特徵移除以形成密度至少為2X的一孔圖案。
24. 如請求項23之方法，其進一步包括在密度至少為2X的該孔圖案中形成栓塞。
25. 如請求項24之方法，其中形成栓塞包括將栓塞在該等孔內部外延沈積在該基板上。
26. 一種形成高密度圖案之方法，其包括：

提供一基板；

在該基板上形成一組特徵，其中該等特徵具有一大約為 $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^Y$ 的寬度，且其中一第一特徵與一第二特徵分開一大約為 $\left(2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right)^Y$ 的距離，且其中該第一特徵與一第三特徵分開一大約為 $\left(\frac{3\sqrt{2}}{2}\right)^Y$ 的距離；

在該組特徵上沈積材料以形成一孔圖案，其中該圖案包括該第一特徵與該第三特徵之間的一孔，其中Y係一大於0之實數；及

在該孔內沈積材料。

27. 如請求項26之方法，其中形成一組特徵包括形成具有一大體圓形剖面之若干特徵。
28. 如請求項26之方法，其中沈積包括填充該第一特徵與該

第二特徵之間的一空間。

29. 如請求項26之方法，其中該圖案包括具有一大體圓形剖面之若干孔。

30. 如請求項29之方法，其中該等孔具有一大約為 $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^Y$ 的直徑。

31. 如請求項26之方法，其中該組特徵包括若干柱。

32. 一種形成高密度圖案之方法，其包括：

在一基板上提供一組特徵，該等特徵佈置成兩列或更多列及兩行或更多行；

在該組特徵上毯覆沈積間隔材料以形成鄰近於該等特徵的一孔圖案；

各向同性地蝕刻該間隔材料以擴大該等孔之寬度，該等孔之至少一者於所有側上橫向結合；及

各向異性地蝕刻該間隔材料以曝露該等特徵。

33. 如請求項32之方法，其中該組特徵具有一密度X且沈積間隔材料形成由該間隔材料界定的一孔圖案，其中該等孔具有一至少為X之密度。

34. 如請求項33之方法，其進一步包括選擇性移除該等特徵以形成具有一密度至少為2X的一孔圖案。

35. 如請求項32之方法，其中該等特徵具有一大體圓形剖面。

36. 如請求項32之方法，其中，在各向同性地蝕刻之後，該等孔具有一大體圓形剖面。

37. 如請求項32之方法，其中在各向異性地蝕刻該間隔材料之前，實施各向同性地蝕刻該間隔材料。
38. 如請求項32之方法，其中該組特徵包括若干柱。

十一、圖式：

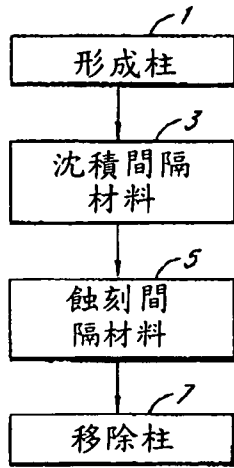


圖 1A

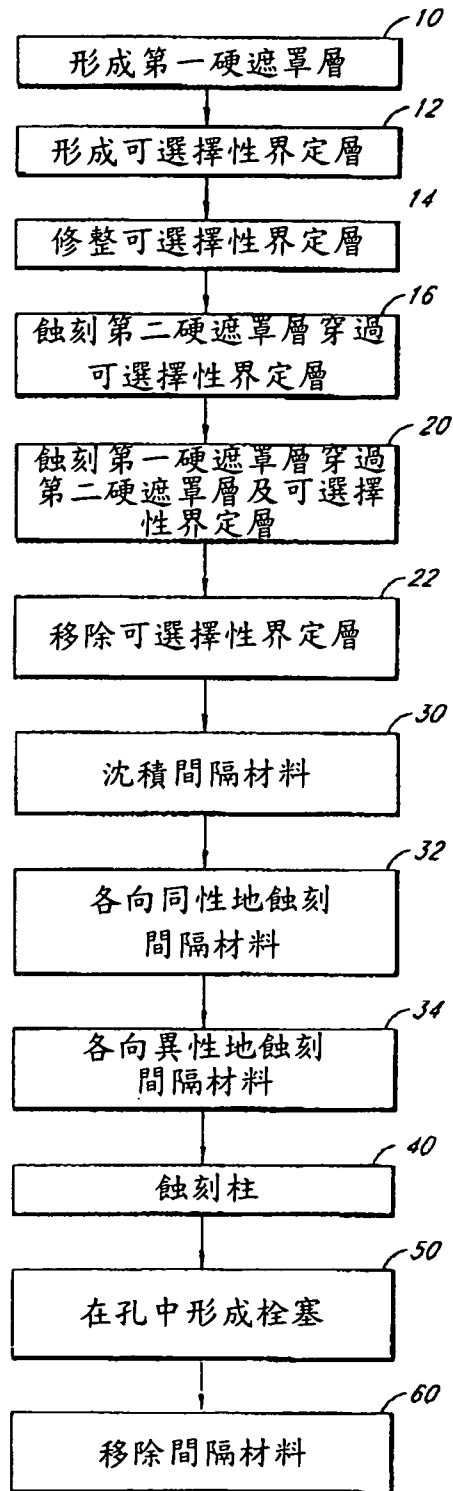


圖 1B

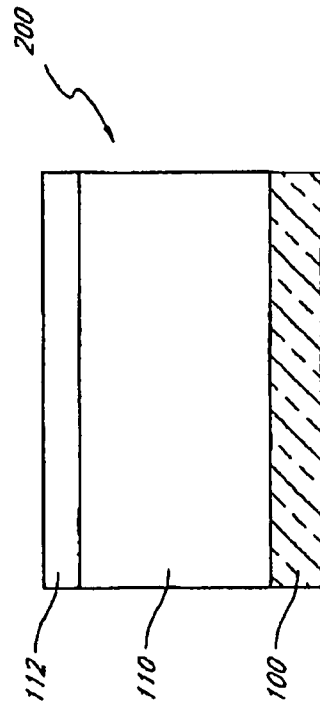


圖 2

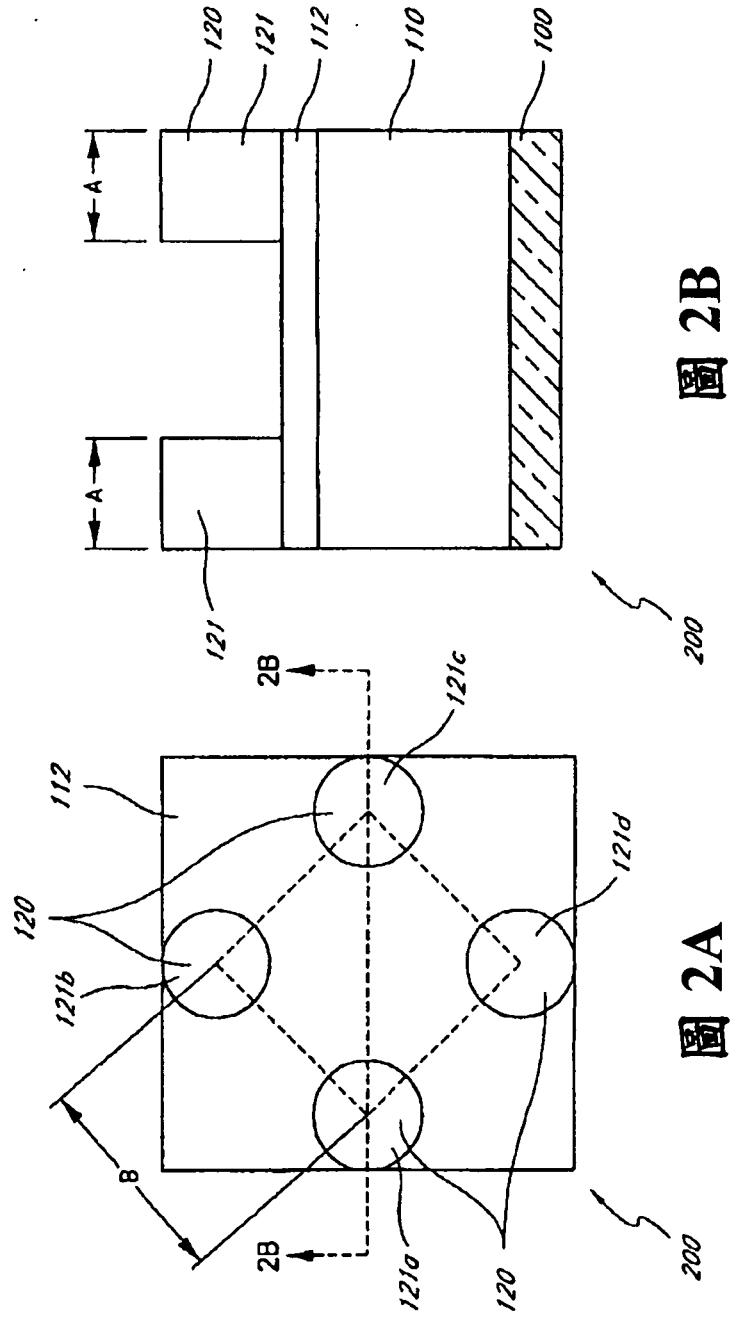


圖 2B

圖 2A

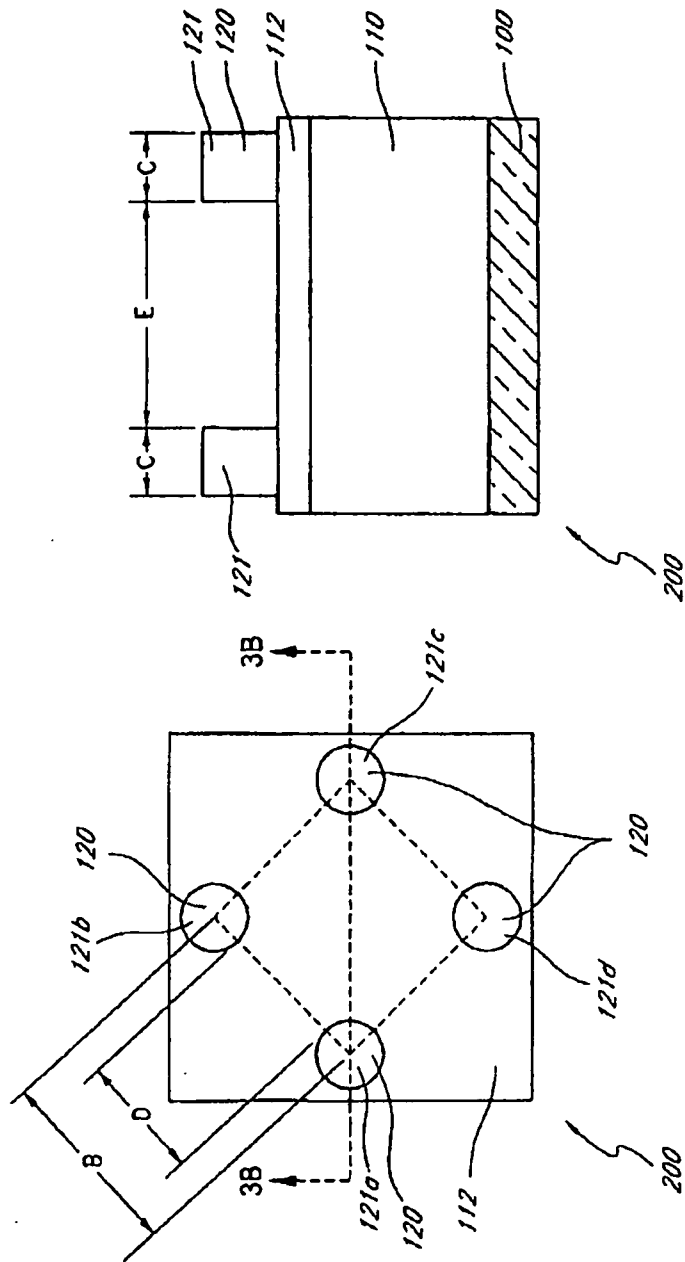


圖 3B

圖 3A

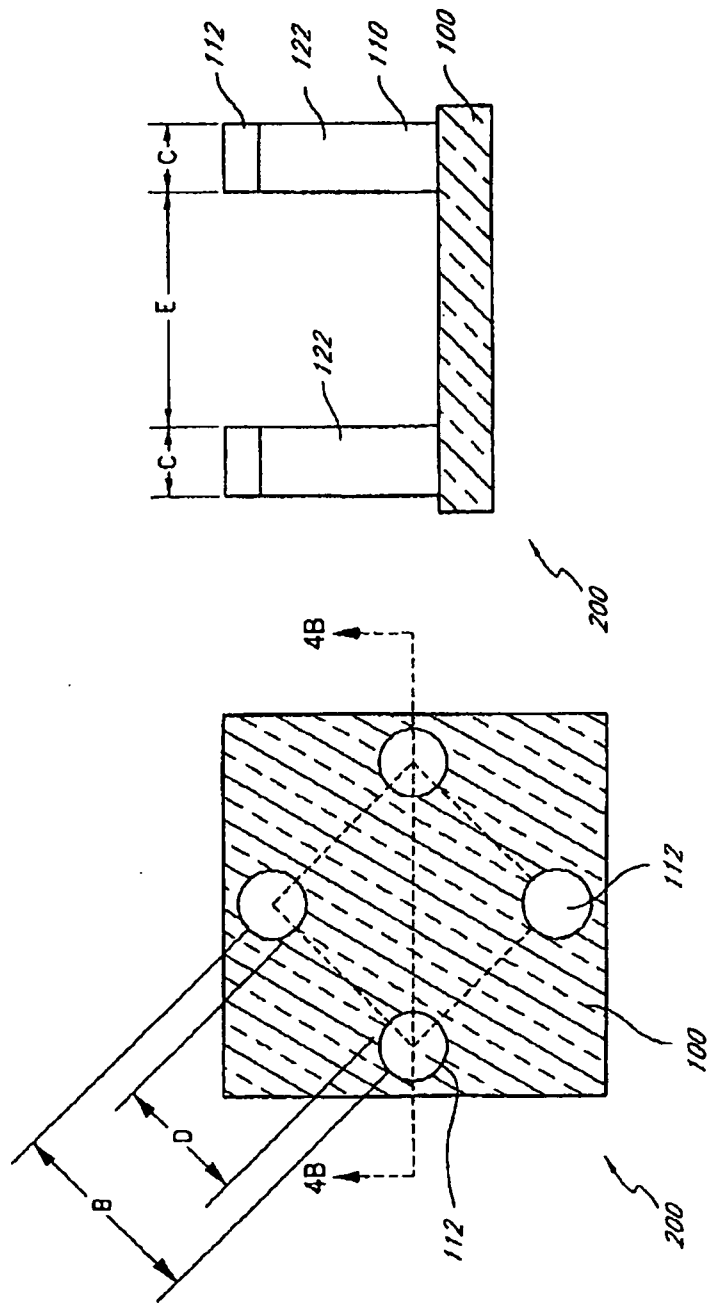


圖 4B

圖 4A

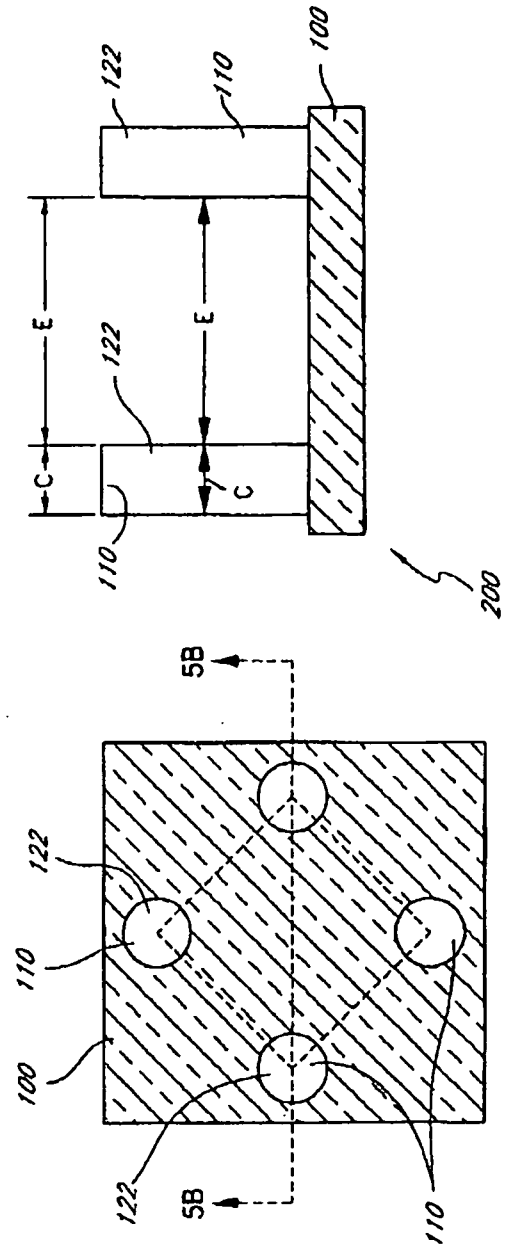


圖 5B

圖 5A

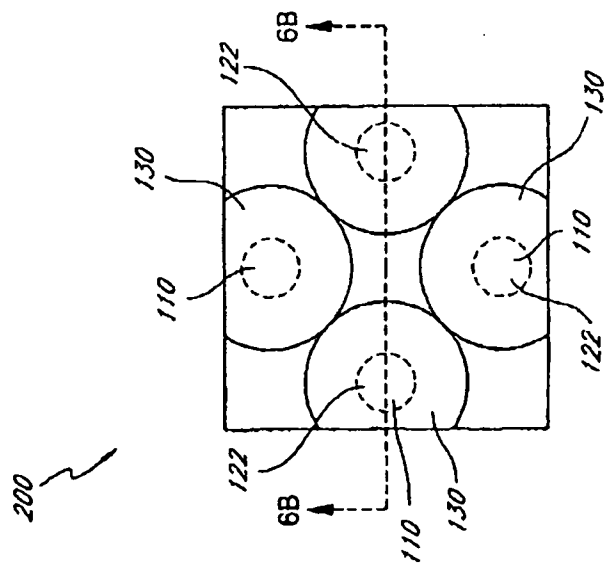


圖 6A

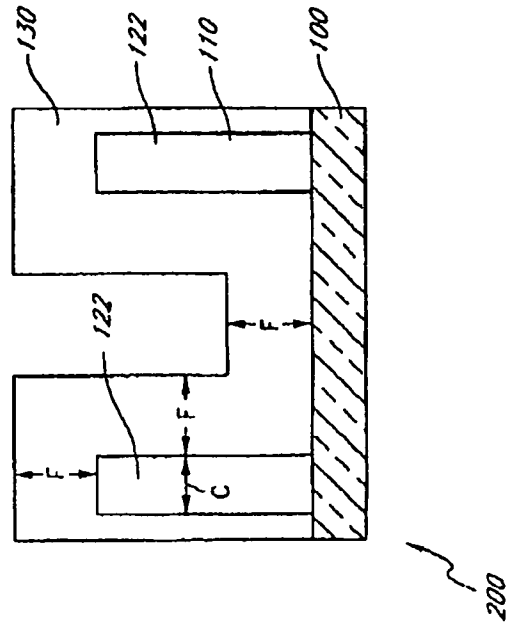


圖 6B

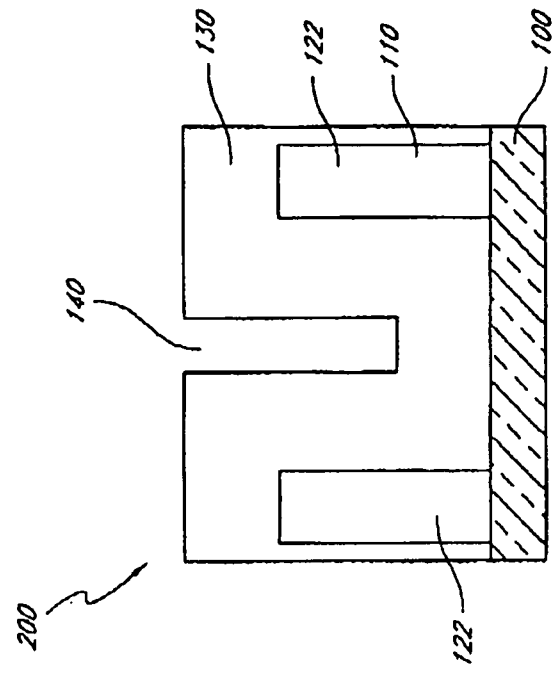


圖 7B

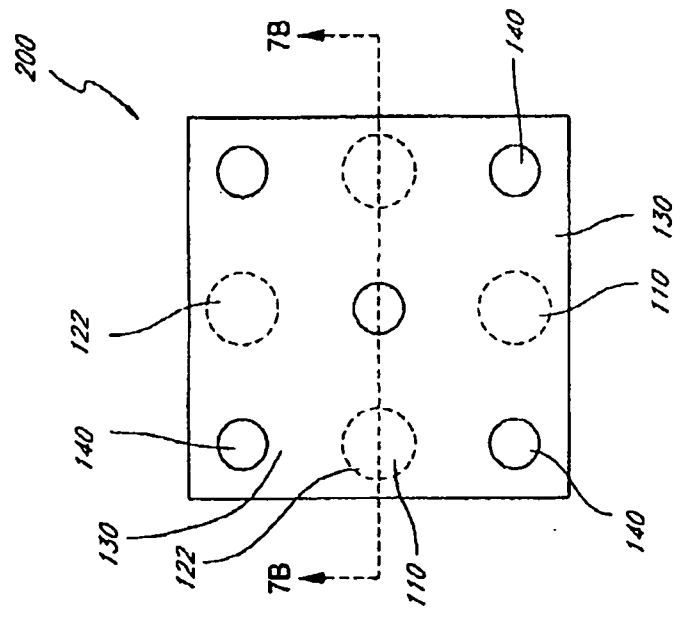


圖 7A

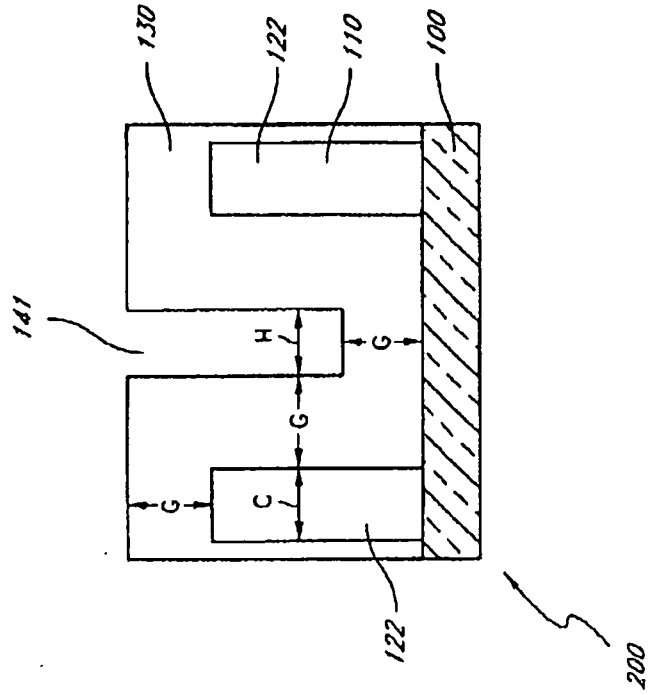


圖 8B

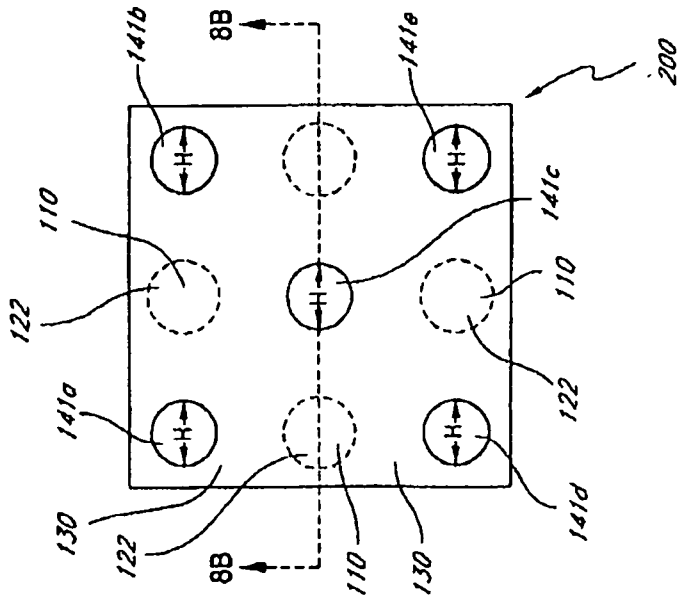


圖 8A

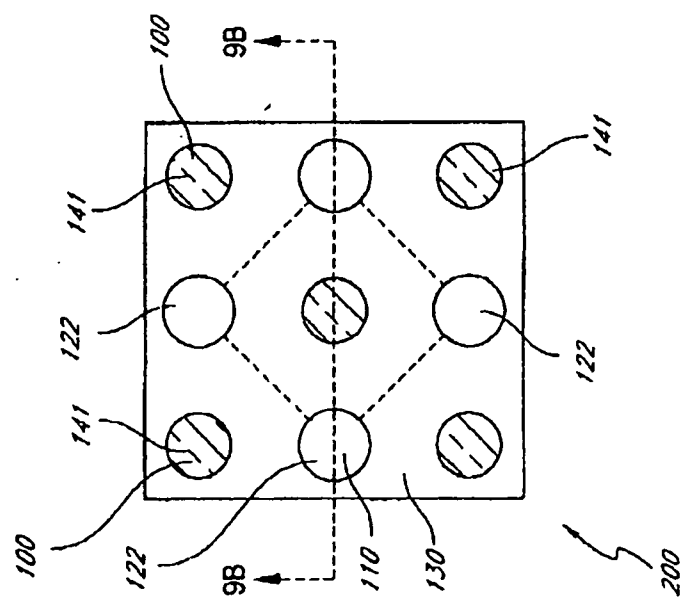


圖 9A

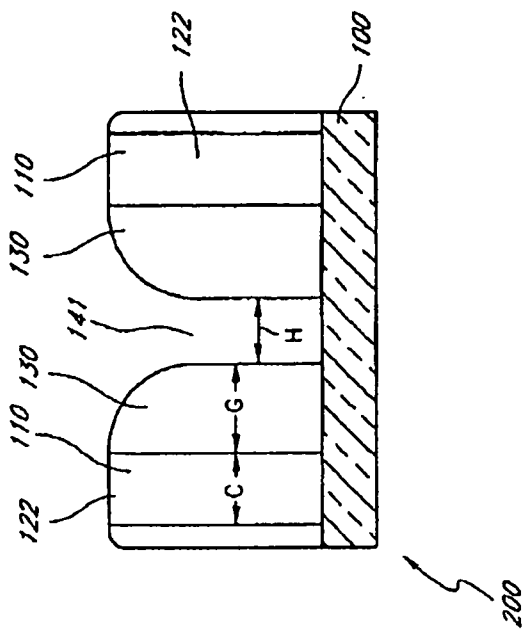


圖 9B

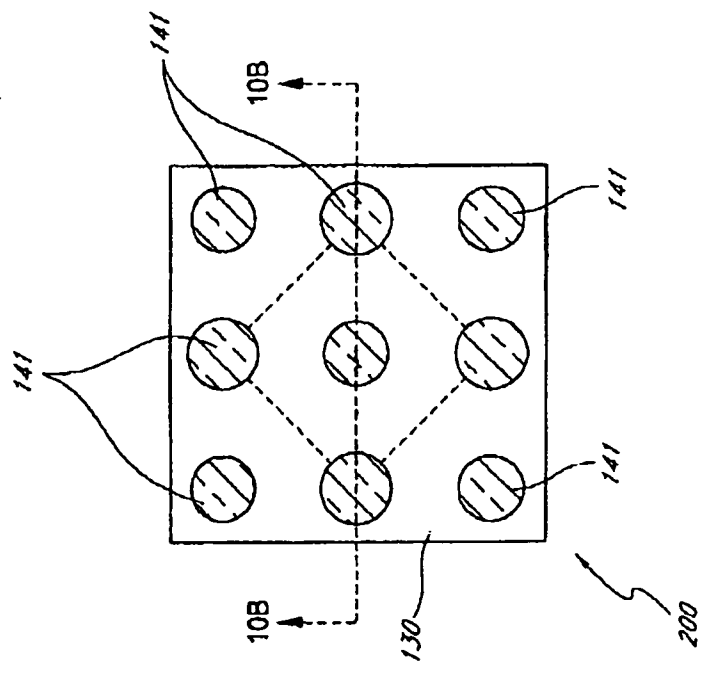


圖 10A

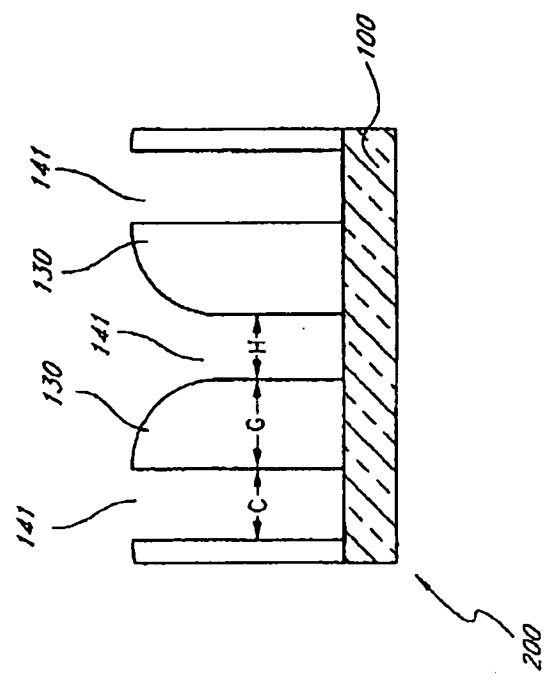


圖 10B

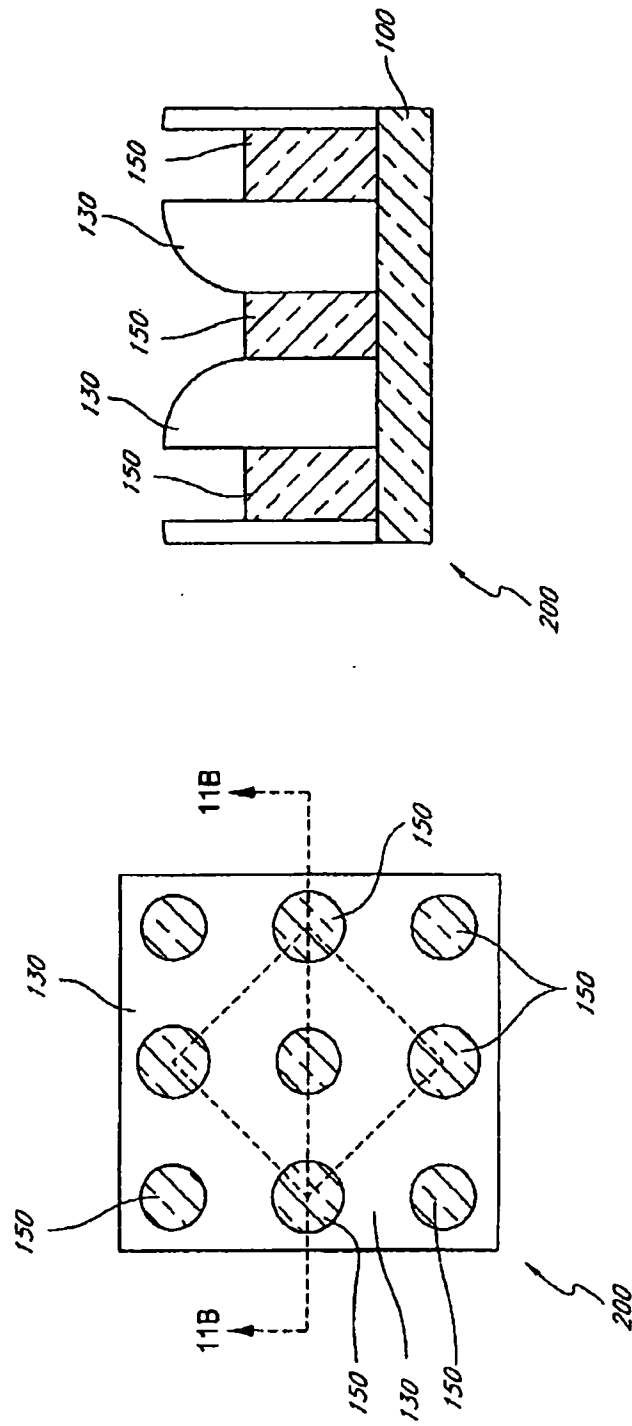


圖 11B

圖 11A

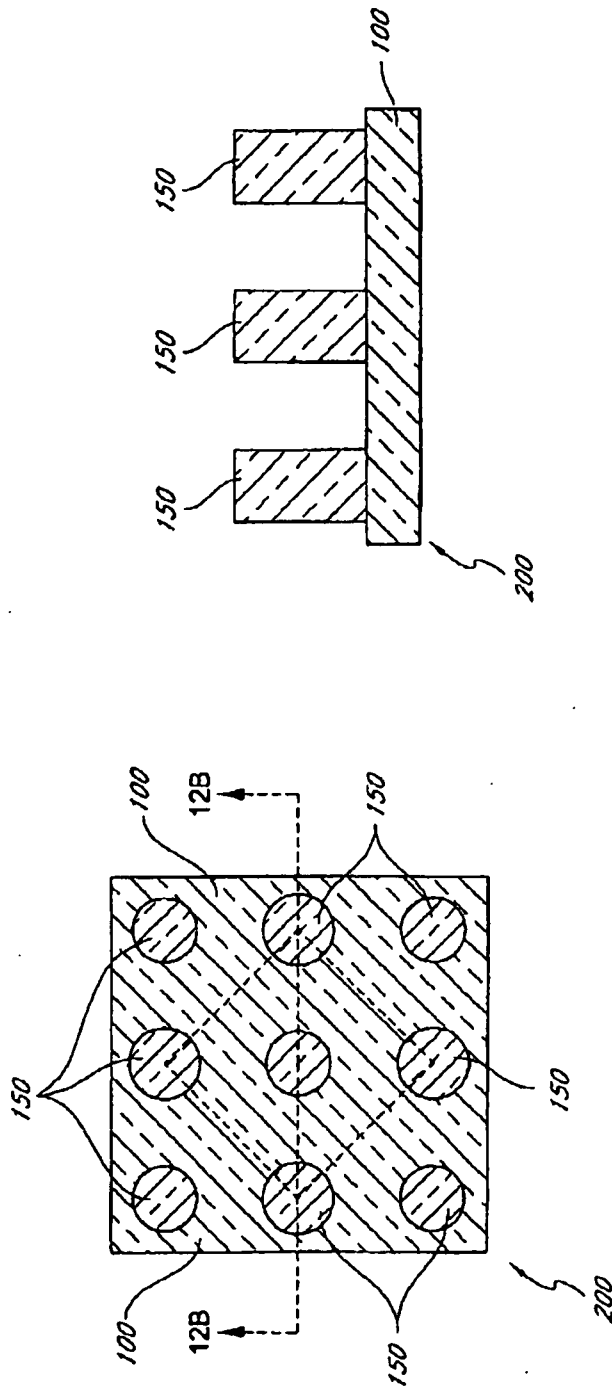


圖 12B

圖 12A