



(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 I790585 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：110111943

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 31 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/786 (2006.01)****H01L23/14 (2006.01)****H01L23/498 (2006.01)**

(71)申請人：施鴻貴(中華民國) (TW)

高雄市左營區榮佑路 11 號 7 樓

廖忠儀(中華民國) (TW)

新北市三峽區大同路 5 巷 11 號 5 樓

廖九岳(中華民國) (TW)

新北市三峽區大同路 5 巷 11 號 5 樓

(72)發明人：施鴻貴(TW)；廖忠儀(TW)；廖九岳(TW)

(56)參考文獻：

TW 200507716

Charles W. Mossor, 「Electrical Breakdown of Thermal Spray Alumina Ceramic Applied to AlSiC Baseplates Used in Power Module Packaging」, 碩士論文, 1999 年出版。

審查人員：董柏昌

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：6 共 18 頁

(54)名稱

於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法

(57)摘要

本發明係為一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，包括下列步驟：a)加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態；b)噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層；c)冷卻及回火該絕緣沉積層以形成一絕緣層；d)於該絕緣層上設置一具有複數孔洞之遮罩；e)噴塗金屬粉末於該遮罩上，使該金屬粉末附著於該遮罩及位於該孔洞內之該絕緣層；及 f)移除該遮罩以形成一電路層。

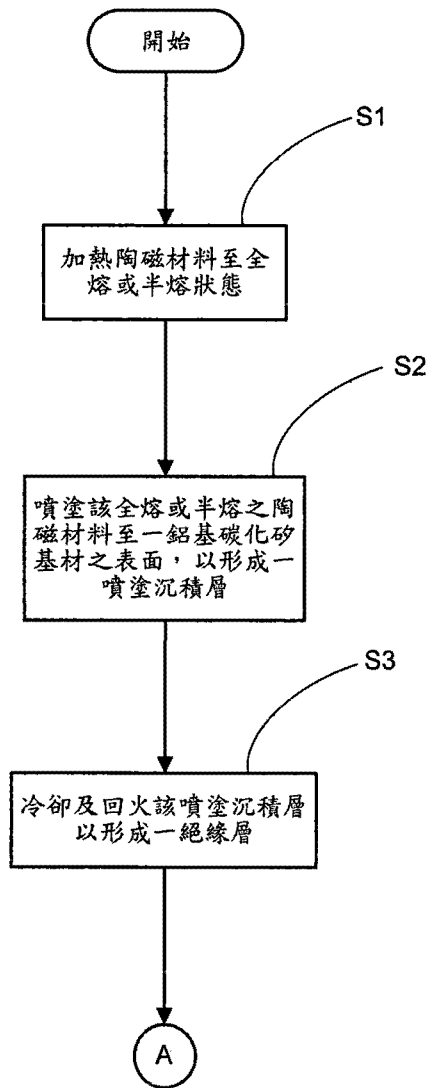
指定代表圖：

符號簡單說明：

S1:步驟(a)

S2:步驟(b)

S3:步驟(c)



第一圖

I790585

發明摘要

※ 申請案號：110111943

※ 申請日：110年3月31日

H01L 21/786 (2006.01)

※IPC 分類：H01L 23/14 (2006.01)

H01L 23/498 (2006.01)

【發明名稱】 於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法**【中文】**

本發明係為一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，包括下列步驟：a)加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態；b)噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層；c)冷卻及回火該絕緣沉積層以形成一絕緣層；d)於該絕緣層上設置一具有複數孔洞之遮罩；e)噴塗金屬粉末於該遮罩上，使該金屬粉末附著於該遮罩及位於該孔洞內之該絕緣層；及f)移除該遮罩以形成一電路層。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（一）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S1 步驟(a)

S2 步驟(b)

S3 步驟(c)

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法

【技術領域】

【0001】 本發明係與鋁基碳化矽材料有關，特別係與鋁基碳化矽之表面處理有關。

【先前技術】

【0002】 高功率或高性能半導體裝置需要一具有高導熱性之絕緣基板，以供一電路圖案設置於其上，習知之絕緣基板有以金屬基底與絕緣層所構成者，惟以金屬材料做為基底在電流容量上有所限制，一般限制在50A以下。另有以陶磁材料做為基底者，其雖可使附著於其上之電路電流超過50A，但陶磁基板與電路層之結合程序極為困難且成本高昂。

【0003】 鋁基碳化矽(AlSiC)是一種金屬基複合材料，由鋁和碳化矽顆粒所組成。其具有高熱導性，並且可以調節其熱膨脹係數以匹配其他材料，例如矽、碳化矽、砷化鎵、晶片以及各種陶磁。鋁基碳化矽主要用作功率半導體元件和高功率模組之基板，藉由其高導熱性而幫助散熱，極為適合做為絕緣基板。

【0004】 由於鋁基碳化矽具有導電性，若欲使其表面具有絕緣效果，即必需進行表面改質(surface modification)工程，以在鋁基碳化矽表面形成一絕緣層。現有技術係採用硬焊(brazing)工法，其主要係將乾性焊料(如銅粉或錫粉)或濕性焊料(如銅膏或銀膏)塗布於鋁基碳化矽基板表面，並將陶磁材料設置於焊料上方，再以夾具固定後進行加熱，以使陶磁材料附著於鋁基

碳化矽之表面。其附著之原理乃將環境溫度加熱至焊料熔點附近，焊料由固態轉為液態或準液態，以滲入鋁基碳化矽及陶磁材料表面之微細孔洞中，待回溫後即可藉由焊料以將陶磁材料黏著於鋁基碳化矽基板之表面。

【0005】 惟此種硬焊工法之工序繁雜，除塗布焊料外，尚需進行加熱及降溫程序，極為費時，而鋁基碳化矽與陶磁材料間尚有一層焊料，鋁基碳化矽之熱膨脹係數雖可與陶磁材料一致，但焊料則不然，使得陶磁材料之附著強度不足，進而導致可靠度降低。再者，硬焊製程容易發生分布的厚度不均勻，影響鋁基碳化矽與陶磁材料間之熱傳導效率。

【0006】 於絕緣基板上形成電路圖案之程序，一般係於一陶磁板上先形成銅箔線路，再焊接於絕緣基板上，惟此種兩段式工法應用於高功率半導體裝置時，易造成電路層因局部高熱而自絕緣基板剝落之情形，且其製作成本亦偏高。

【發明內容】

【0007】 本發明之主要目的，係在於提供一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其於形成絕緣基板之部份，可省去焊料之使用，而使陶磁材料直接附著於鋁基碳化矽表面上，除可避免因使用焊料所造成熱膨脹係數不一致以及妨礙導熱之問題外，更可達到減化工序及縮短工時之功效。

【0008】 本發明之另一目的，係在於提供一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其於形成電路層之部份，可直接於絕緣基板上形成電路層，無需使用焊接程序，可大幅提高電流容量，並可簡化工序及降低製作成本。

【0009】 為達成上述目的，本發明之一種於鋁基碳化矽基板形成電路

圖案之方法係包括下列步驟：(a)加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態；(b)噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層；(c)冷卻及回火該絕緣沉積層以形成一絕緣層；(d)於該絕緣層上設置一具有複數孔洞之遮罩；(e)加熱金屬材料至2000°C到5000°C之間，以形成半熔金屬粉末；(f)噴塗該半熔金屬粉末於該遮罩上，使該金屬粉末附著於該遮罩及位於該孔洞內之該絕緣層；(g)移除該遮罩以於該絕緣層上形成一金屬沉積層；及(h)冷卻及回火將該金屬沉積層，以形成一電路層。

【0010】 為達成上述目的，本發明之一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法係包括下列步驟：(a)加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態；(b)噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層；(c)冷卻及回火該絕緣沉積層以形成一絕緣層；(d)於該絕緣層上設置一具有複數孔洞之遮罩；(e)加熱工作氣體至450°C到850°C之間；(f)將金屬粉末送入已加熱之該工作氣體中；(g)將該工作氣體及金屬粉末以超音速噴嘴噴向遮罩，使該金屬粉末附著於該遮罩及位於該孔洞內之該絕緣層；(h)移除該遮罩以於該絕緣層上形成一電路層。

【圖式簡單說明】

【0011】

第一圖係本發明之方法流程圖；

第二圖係本發明之絕緣沉積層形成示意圖；

第三圖係第二圖中圓圈 A 之放大圖；

第四圖係本發明之電路層形成示意圖；

第五圖係本發明之熱噴法流程圖；

第六圖係本發明之冷噴法圖。

【實施方式】

【0012】 茲就本發明之細節及特徵，配合圖式，詳細說明如後，俾使更加明瞭。

【0013】 本發明之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法可概分為兩階段，第一階段為以鋁基碳化矽為基材而形成一絕緣基板，其所採取之技術手段可稱為熔射(thermal spray)，而第二階段係為於絕緣基板上形成一電路層，其所採取之技術手段分為為熱噴(hot spray)及冷噴(cold spray)兩種。請參閱第一圖，本發明之以鋁基碳化矽形成一絕緣基板之方法係包括下列步驟：

【0014】 於步驟S1，加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態，係以電漿焰(plasma torch)對陶磁材料進行瞬間加熱，陶磁材料之熔點約在2000°C左右，本發明所採用之大氣熔射設備之電漿焰溫度約為12000°C，因此，陶磁材料被送入電漿焰加熱後理論上都會成為全熔狀態(fully-melted)，但若陶磁材料送入電漿焰之輸送速度較快，也可能導致陶磁材料只有半熔(semi-melted)或部份半熔(partially-semi-melted)，但即使陶磁材料只達到半熔狀態，本發明之熔射製程亦可完成。

【0015】 於步驟S2，噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層。請參閱第二圖，於步驟(a)中所形成之全熔或半熔狀態之陶磁材料，經由噴槍1以高速氣流噴出以高速撞擊鋁基碳化矽基板2之表面，該高壓氣流之噴射速度係大於 280m/sec，並附著於其上而形成一孔隙率小於1.5%之絕緣沉積層3，如第三圖所示，由噴槍1所噴出之

陶磁材料粉末4於撞擊鋁基碳化矽基板2之表面後，即形成扁平狀之顆粒，並附著於鋁基碳化矽基板2之表面，同時搭配鋁基碳化矽基板2相對於噴槍1之橫向移動，即可使陶磁材料粉末4堆疊於鋁基碳化矽基板2之表面，以使該絕緣沉積層3形成所需之均勻厚度。

【0016】 於步驟S3，冷卻及回火該絕緣沉積層3，以使該絕緣沉積層3形成堅固緻密的平整絕緣層3'，而可進行後續之電路圖案製程，冷卻回火速度以-3°C/min為最佳。步驟S3即完成絕緣基板之製作，即如第四A圖所示，絕緣基板係由絕緣層3'與鋁基碳化矽基板2所組成。

【0017】 續請參閱第五圖，其係為本發明之熱噴法之流程圖，於絕緣基板製作完成後，於步驟S4中，將一遮罩5貼附於絕緣層3'上，該遮罩5係設有對應於所需電路圖案之複數孔洞51，該孔洞51係貫穿遮罩5，以使該絕緣層3'之部分表面露出於該孔洞51內。

【0018】 於步驟S5，將用以形成電路圖案之金屬粉末加熱至2000°C到5000°C之間，以形成半熔金屬粉末。

【0019】 於步驟S6，將該半熔金屬粉末噴塗至遮罩5，該半熔金屬粉末將附著於該遮罩5表面，並穿過孔洞51而附著於絕緣層3'之部分表面以形成一金屬沉積層，即如第四B圖所示。

【0020】 於步驟S7，將該遮罩5自絕緣層3'上移除，以將附著於遮罩5上之金屬粉末移除，並將附著於絕緣層3'表面之金屬沉積層留下。

【0021】 於步驟S8，將該金屬沉積層冷卻及回火，以形成一穩定之電路層6，即如第四C圖所示。

【0022】 續請參閱第六圖，其係為本發明之冷噴法之流程圖，於絕緣

基板製作完成後，於步驟S9中，將一遮罩5貼附於絕緣層3' 上，該遮罩5係設有對應於所需電路圖案之複數孔洞51，該孔洞51係貫穿遮罩5，以使該絕緣層3' 之部分表面露出於該孔洞51內。

【0023】 於步驟S10，將工作氣體加熱至450°C到850°C之間。依材質不同，該工作氣體係包含氮氣及氬氣等等。

【0024】 於步驟S11，將用以形成電路圖案之金屬粉末送入已加熱之該工作氣體中，該金屬粉末之粒徑係小於50 μm 。

【0025】 於步驟S12，將該工作氣體及金屬粉末以超音速噴嘴噴向遮罩5，並穿過遮罩5之孔洞51而附著於絕緣層3' 之部分表面以形成一金屬沉積層，即如第四B圖所示，工作氣體及金屬粉末之噴射速度約為700m/s。

【0026】 於步驟S13，將該遮罩5自絕緣層3' 上移除，以將附著於遮罩5上之金屬粉末移除，並將附著於絕緣層3' 表面之金屬沉積層留下，以形成一電路層6，即如第四C圖所示。

【0027】 透過以上所述之冷噴或熱噴法，即可於鋁基碳化矽絕緣基板上直接形成電路層，無需經由兩段式之焊接手法，除可大幅提高電流容量外，並可簡化工序及降低製作成本。

【0028】 以上所述者乃本發明之較佳實施例之具體說明，非用以侷限本發明之專利範圍，其他運用本發明之創作精神所為之一切等效變換，均應俱屬本發明之專利範圍。

【符號說明】

【0029】

S1 步驟(a)

S2 步驟(b)

S3 步驟(c)

S4 步驟(d)

S5 步驟(e)

S6 步驟(f)

S7 步驟(g)

S8 步驟(h)

1 噴槍

2 鋁基碳化矽基板

3 絕緣沉積層

3' 絕緣層

4 陶磁材料粉末

5 遮罩

51 孔洞

6 電路層

申請專利範圍

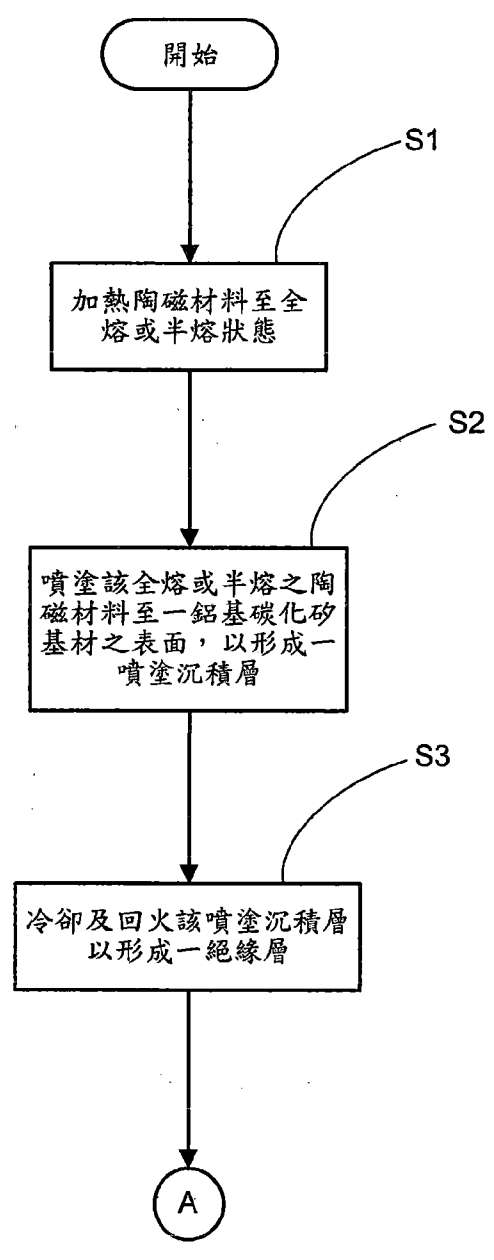
1. 一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，包括：
 - (a)加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態；
 - (b)噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層；
 - (c)冷卻及回火該絕緣沉積層以形成一絕緣層；
 - (d)於該絕緣層上設置一具有複數孔洞之遮罩；
 - (e)加熱金屬材料至 2000°C 到 5000°C 之間，以形成半熔金屬粉末；
 - (f)噴塗該半熔金屬粉末於該遮罩上，使該金屬粉末附著於該遮罩及位於該孔洞內之該絕緣層；
 - (g)移除該遮罩以於該絕緣層上形成一金屬沉積層；及
 - (h)冷卻及回火將該金屬沉積層，以形成一電路層。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中步驟 a)係以電漿炬(plasma torch)實施。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中步驟 b)係以一噴槍實施。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中該噴槍係以高速氣流將已加熱之陶磁材料噴出。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中該高速氣流之噴射速度係大於 280m/sec。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中步驟 c)中之冷卻回火速度為-3°C/min。

7. 一種於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，包括：
 - (a)加熱陶磁材料至全熔或半熔狀態；
 - (b)噴塗該全熔或半熔之陶磁材料至一鋁基碳化矽基板之表面，以形成一絕緣沉積層；
 - (c)冷卻及回火該絕緣沉積層以形成一絕緣層；
 - (d)於該絕緣層上設置一具有複數孔洞之遮罩；
 - (e)加熱工作氣體至 450°C 到 850°C 之間；
 - (f)將金屬粉末送入已加熱之該工作氣體中；
 - (g)將該工作氣體及金屬粉末以超音速噴嘴噴向遮罩，使該金屬粉末附著於該遮罩及位於該孔洞內之該絕緣層；
 - (h)移除該遮罩以於該絕緣層上形成一電路層。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中步驟 b)係以一噴槍實施。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中該噴槍係以高速氣流將已加熱之陶磁材料噴出。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中該高速氣流之噴射速度係大於 280m/sec。
11. 如申請專利範圍第 7 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中步驟 c)中之冷卻回火速度為-3°C/min。
12. 如申請專利範圍第 7 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，其中該工作氣體係包含氮氣及氬氣。

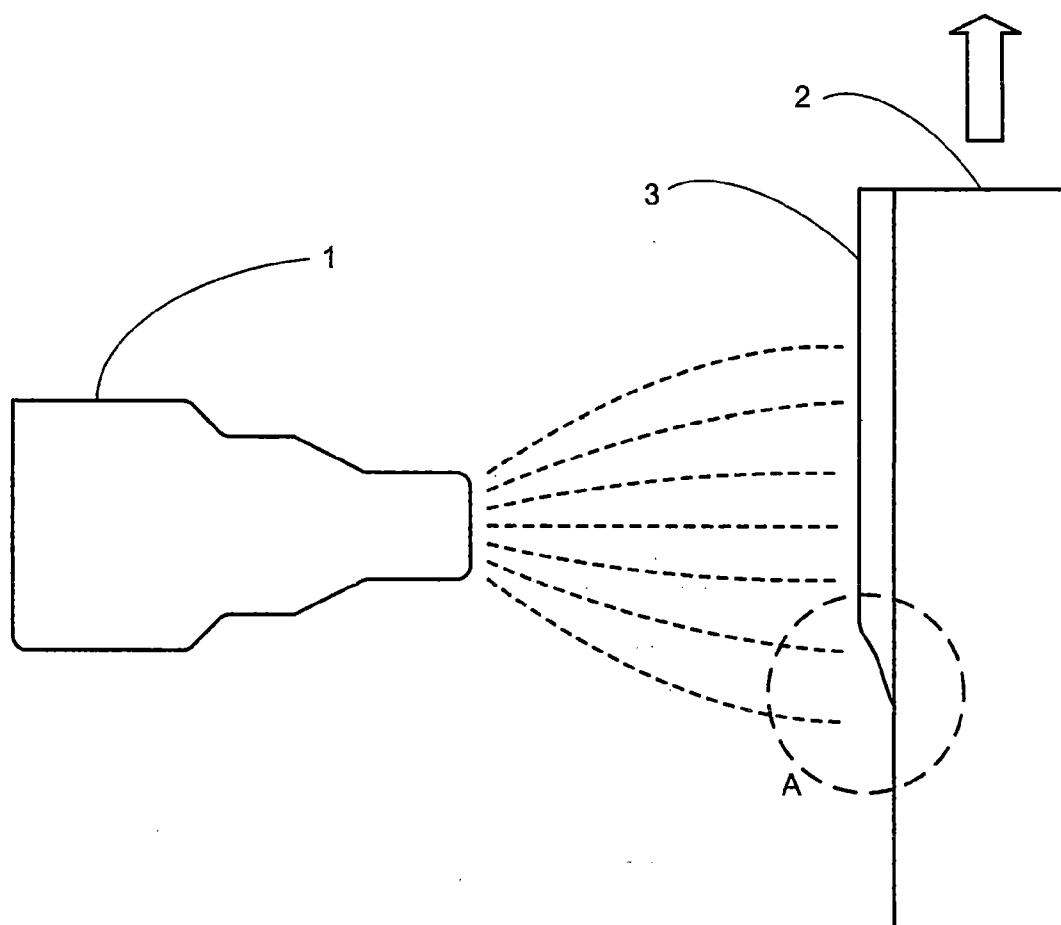
13.如申請專利範圍第 7 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，
其中該金屬粉末之粒徑係小於 $50\ \mu\text{m}$ 。

14.如申請專利範圍第 7 項所述之於鋁基碳化矽基板形成電路圖案之方法，
其中步驟 g)中該工作氣體及金屬粉末之噴射速度約為 700m/s 。

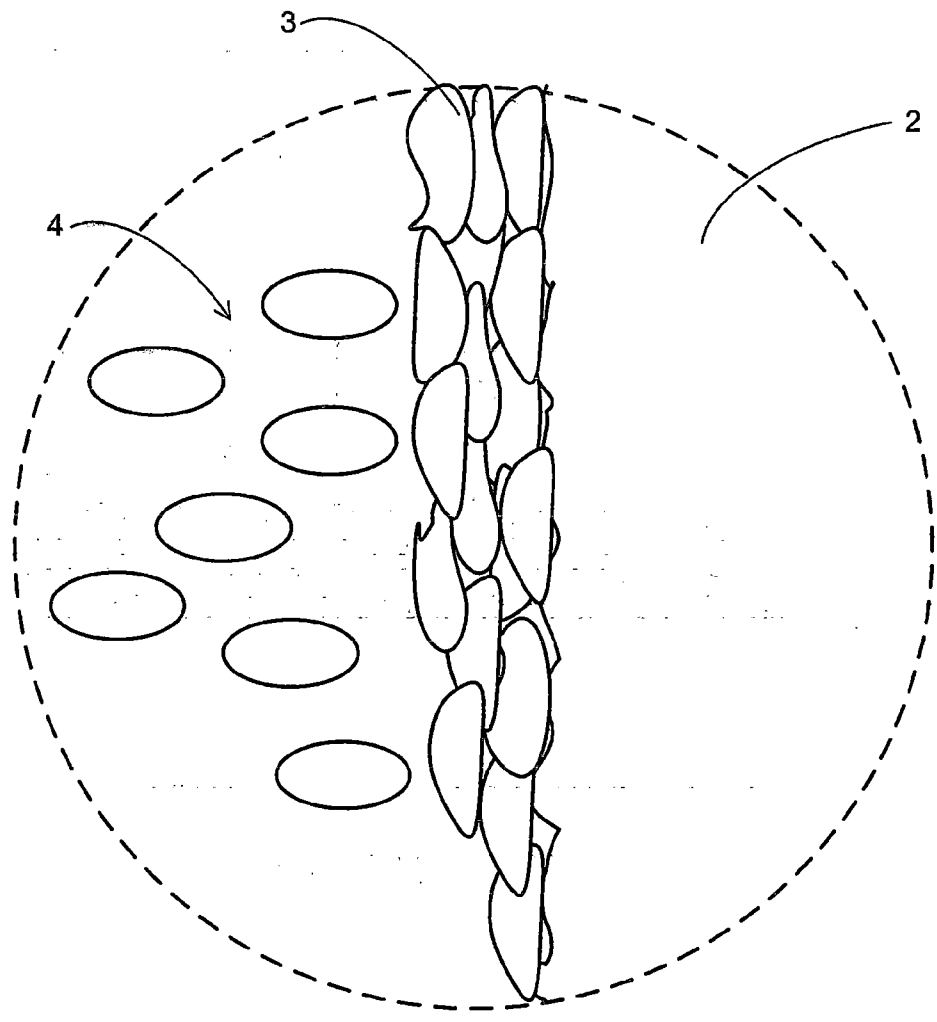
圖式



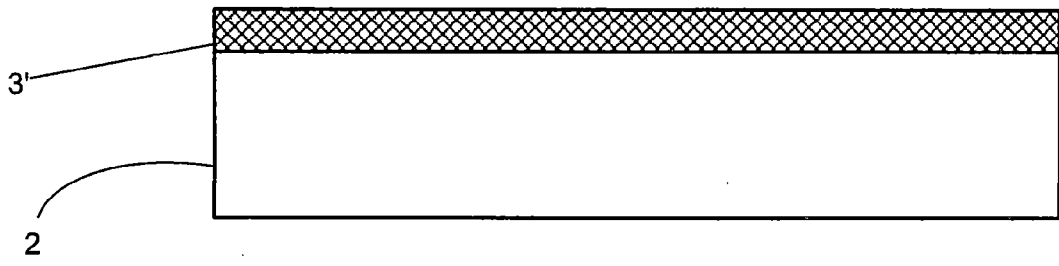
第一圖



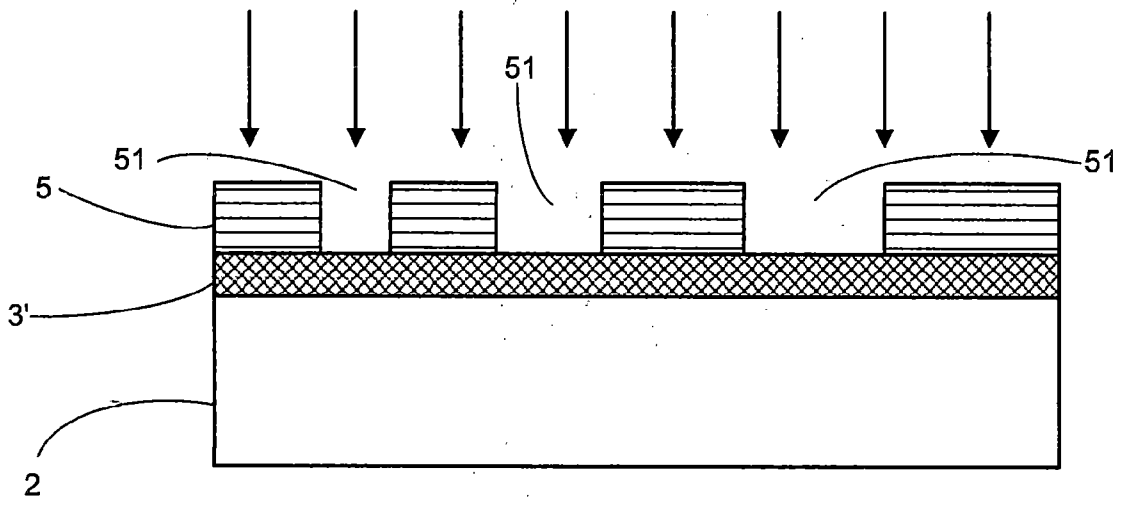
第二圖



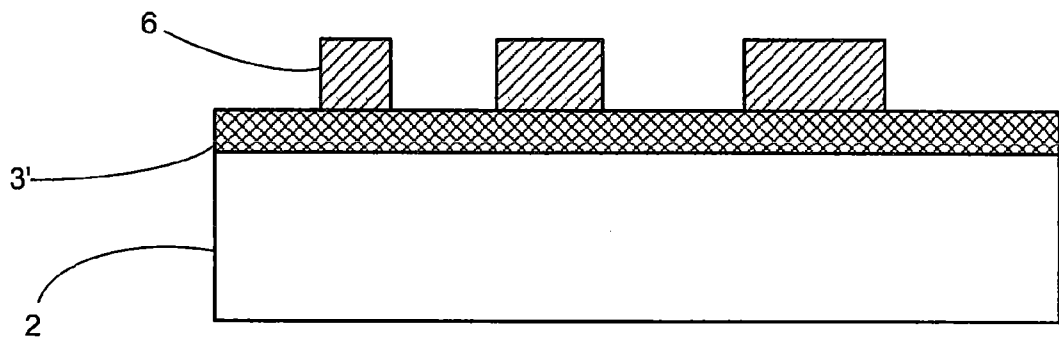
第三圖



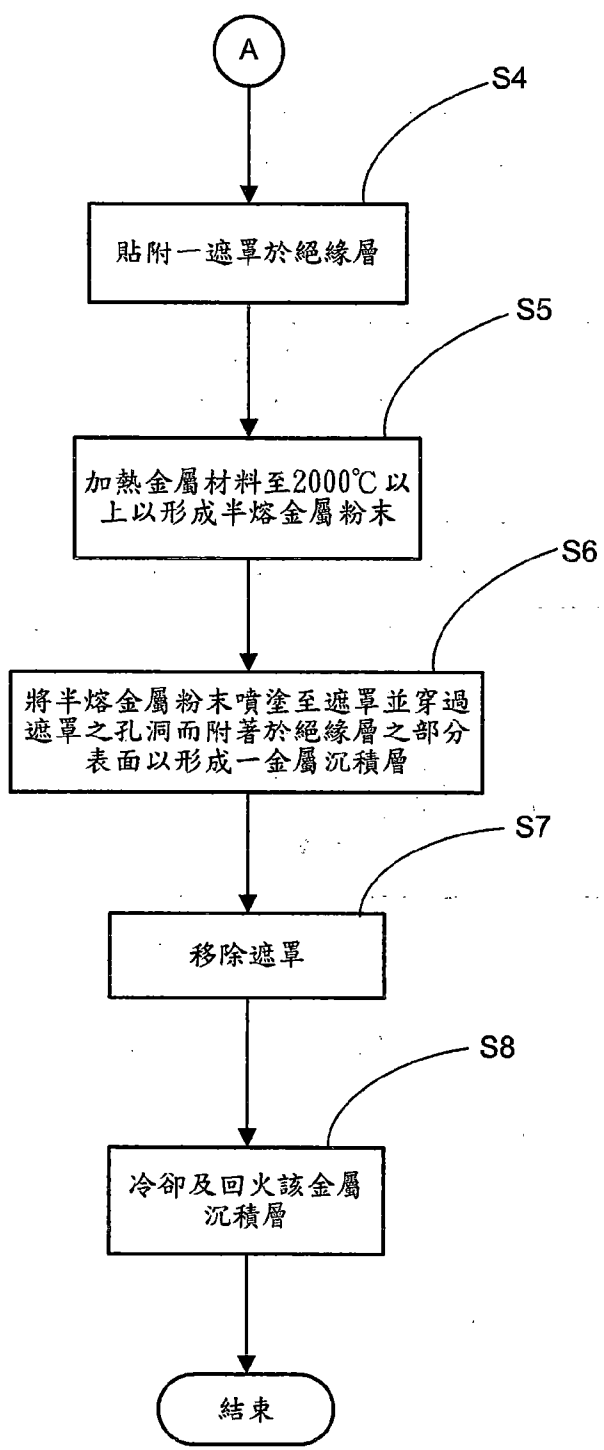
第四A圖



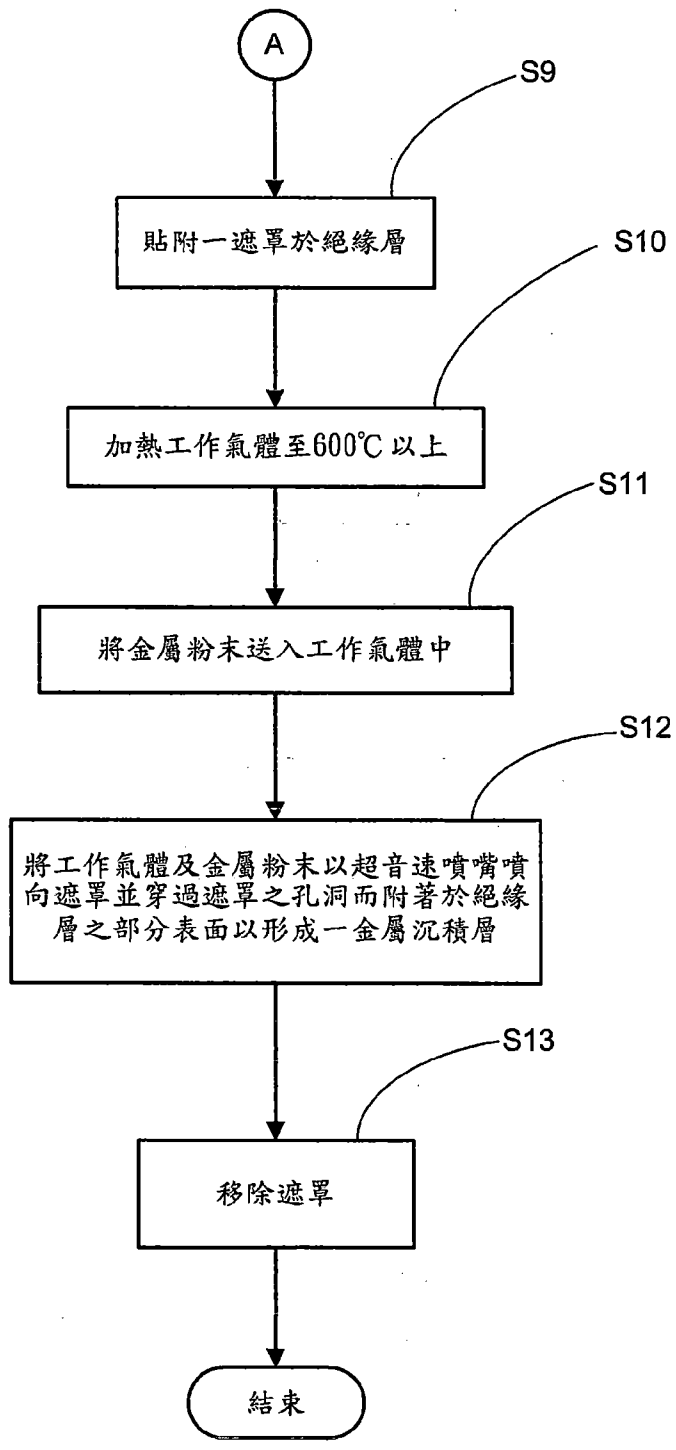
第四B圖



第四C圖



第五圖



第六圖