



(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 I709547 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：108113089

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 15 日

(51)Int. Cl. : C04B37/00 (2006.01)

B23K20/02 (2006.01)

B23K35/22 (2006.01)

B23K35/28 (2006.01)

H05B3/06 (2006.01)

H01L21/683 (2006.01)

(30)優先權：2018/04/17 美國

15/955,431

(71)申請人：美商瓦特洛威電子製造公司 (美國) WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY (US)

美國

(72)發明人：馬格維奧 派翠克 MARGAVIO, PATRICK (US)；英格利 庫特 ENGLISH, KURT (US)；威爾森 雅各 WILSON, JACOB (US)；皮札拉 米蘭達 PIZZELLA, MIRANDA (US)；布魯克 陶德 BROOKE, TODD (US)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

US 2015108203A1

審查人員：傅俊中

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 24 頁

(54)名稱

具有接合溝槽的陶瓷鋁總成

(57)摘要

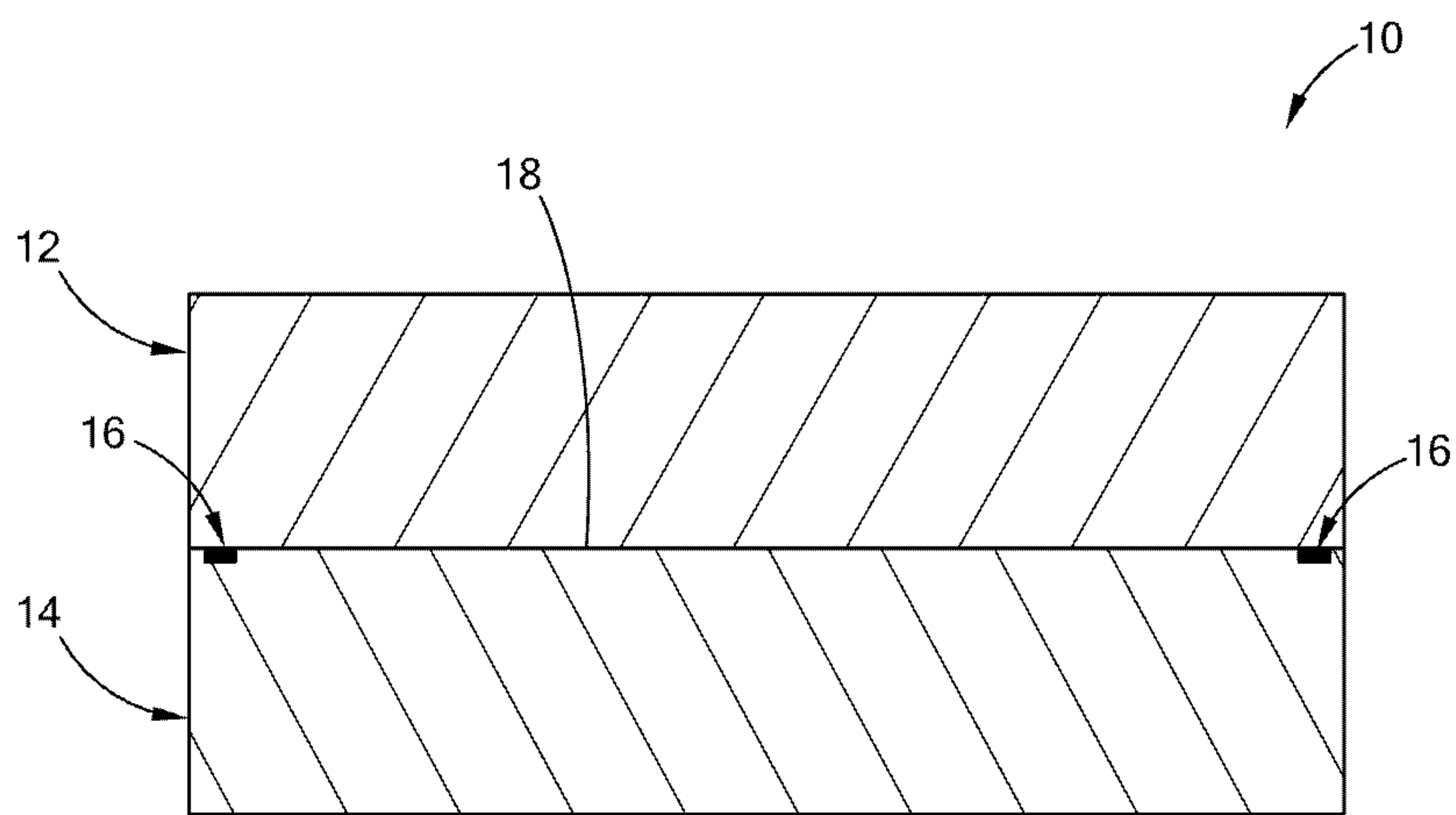
一種總成包括：一第一構件；一第二構件，其與該第一構件相鄰；及一鋁材料。該第一構件及該第二構件中之至少一構件界定至少一溝槽。該鋁材料設置在該溝槽內且沿著相鄰面接合該第一構件及該第二構件。在一形態中，在該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於 5  $\mu\text{m}$ 。

An assembly includes a first member, a second member adjacent to the first member, and an aluminum material. At least one of the first member and the second member defines at least one trench. The aluminum material is disposed within the trench and bonds the first member to the second member along adjacent faces. In one form, a spacing between the first member and the second member along the adjacent faces is less than 5  $\mu\text{m}$ .

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 10 . . . 結合總成
- 12 . . . 第一構件
- 14 . . . 第二構件
- 16 . . . 鋁材料
- 18 . . . 相鄰面



【圖1】



I709547

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

具有接合溝槽的陶瓷鋁總成

### 【英文發明名稱】

CERAMIC-ALUMINUM ASSEMBLY WITH BONDING TRENCHES

### 【中文】

一種總成包括：一第一構件；一第二構件，其與該第一構件相鄰；及一鋁材料。該第一構件及該第二構件中之至少一構件界定至少一溝槽。該鋁材料設置在該溝槽內且沿著相鄰面接合該第一構件及該第二構件。在一形態中，在該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 。

### 【英文】

An assembly includes a first member, a second member adjacent to the first member, and an aluminum material. At least one of the first member and the second member defines at least one trench. The aluminum material is disposed within the trench and bonds the first member to the second member along adjacent faces. In one form, a spacing between the first member and the second member along the adjacent faces is less than 5  $\mu\text{m}$ .

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 10...結合總成
- 12...第一構件
- 14...第二構件
- 16...鋁材料
- 18...相鄰面

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

具有接合溝槽的陶瓷鋁總成

### 【英文發明名稱】

CERAMIC-ALUMINUM ASSEMBLY WITH BONDING  
TRENCHES

### 【技術領域】

【0001】本申請案主張2018年4月17日申請之美國申請案第15/955,431號的優先權及利益。上述申請案之揭示在此加入作為參考。

【0002】本揭示大致有關於結合物體之方法，且更特別有關於結合陶瓷材料之方法及生成之結合總成。

### 【先前技術】

【0003】在這章節中之說明只提供關於本揭示之背景資訊且不構成習知技術。

【0004】在半導體加工中經常使用支持基架。一支持基架通常包括用於支持一晶圓之一板構件及設置在該板構件下方之一空心軸。該板構件可包括一陶瓷基材及埋在該陶瓷基材中之多數功能元件，例如一加熱元件。

【0005】該陶瓷基材可藉由熱壓形成。熱壓係一高壓、低應變製程以促進在高溫下粉末及緊緻預形體之緻密化。通常，將該粉末及緊緻預形體放入一模，且施加高溫及壓力以便緻密化及燒結。

【0006】埋在該陶瓷基材中之該等功能元件必須耐受該熱壓製程中之高熱及高壓。因此，用於形成該等功能

元件之材料受限。此外，熱壓需要高溫及高壓設備，因此增加製造成本。

【0007】在某些情形中，二或二以上陶瓷基材可藉由硬焊接合在一起。但是，因為該等陶瓷材料之不良濕潤性及該硬焊金屬與該等陶瓷材料間之不一致熱膨脹係數(CTE)，所以該硬焊結合並非沒有問題。因為其明顯不同之熱膨脹，所以在高溫下在該等硬焊金屬與該等陶瓷基材之間會產生裂縫及分層。

【0008】本揭示可解決在製造陶瓷支持基架時之這些問題及其他問題。

### 【發明內容】

【0009】在一形態中，提供一種總成，其包括：一第一構件；一第二構件，其與該第一構件相鄰；及一鋁材料。該第一構件及該第二構件中之至少一構件界定至少一溝槽。該鋁材料設置在該溝槽內且沿著相鄰面接合該第一構件及該第二構件。在一形態中，在該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 。

【0010】在另一形態中，提供一種接合之方法，其包括以下步驟：製備一第一構件；製備一第二構件；在該第一構件或該第二構件中之至少一構件中形成至少一溝槽；將一條固體鋁材料放在該第一構件與該第二構件之間且通過該溝槽；合置該第一構件及該第二構件以接觸該固體鋁材料並形成一總成；施加一力至該總成且加熱該總成超過該固體鋁材料之一熔點，使得該固體鋁材料流入該溝槽；

施加另外之熱至該總成而達到或超過了形成有該溝槽之該構件的一濕潤溫度，以便沿著相鄰面接合該第一構件及該第二構件；及冷卻該總成。在該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 。

【0011】在又一形態中，提供一種總成，其包括：一第一陶瓷構件；一第二陶瓷構件，其設置成與該第一構件相鄰；及一鋁材料。該第一陶瓷構件及該第二陶瓷構件中之至少一陶瓷構件界定分開小於2 mm之一距離的多數溝槽。該鋁材料設置在該等多數溝槽內且沿著相鄰面接合該第一陶瓷構件及該第二陶瓷構件。該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 。

【0012】其他可應用領域可由在此提供之說明了解。應了解的是該說明及特定例子只是意圖達成說明之目的且非意圖限制本揭示之範疇。

### 【圖式簡單說明】

【0013】本揭示可由詳細說明及附圖更完整地了解，其中：

【0014】圖1係依據本揭示之教示構成的一結合總成的橫截面圖；

【0015】圖2係圖1之結合總成之一第二構件的側視圖；

【0016】圖3係圖2之部份A的放大圖；

【0017】圖4係依據本揭示之教示的接合材料之一方法的流程圖；

【0018】圖5A至5E顯示使用圖4之方法接合材料的步驟，其中：

【0019】圖5A顯示將一固體鋁材料放在一第一構件與一第二構件間之一步驟；

【0020】圖5B顯示熔化固體鋁材料及使該熔融鋁材料流入該第二構件之溝槽中的一步驟；

【0021】圖5C顯示使該第一構件及該第二構件互相抵壓以減少其間之間距的一步驟；

【0022】圖5D顯示將該總成加熱至一濕潤溫度以上使得該熔融鋁材料與該等溝槽之幾何形狀一致的一步驟；

【0023】圖5E係圖5D之部份B的放大圖；

【0024】圖6係依據本揭示之教示構成的一結合總成之一變化例的示意圖；及

【0025】圖7係依據本揭示之教示構成的一結合總成之另一變化例的示意圖。

【0026】在該等圖式之數個圖中的對應符號都表示對應部件。

### 【實施方式】

【0027】以下說明在本質上只是示範而非意圖限制本揭示、應用或用途。

【0028】請參閱圖1，依據本揭示之教示構成的一結合總成10包括一第一構件12及一第二構件14，且該第一構件12及第二構件14藉由鋁材料16沿著該等第一與第二構件12與14接合。該第一構件12及該第二構件14可由例如氮

化鋁(AIN)、氧化鋁、氧化鋯及碳化矽(SiC)之陶瓷材料形成。當在半導體加工中使用該結合總成10來形成一支持基架時，該第一構件12及該第二構件14都可由氮化鋁(AIN)形成且多數功能層(未圖示)可設置在該等第一與第二構件12、14間之界面。

【0029】該等第一與第二構件12、14在這形態中各具有一板構態且界定相向之相鄰面18。在一形態中，該等相鄰面18具有小於5  $\mu\text{m}$ 之一表面平坦度及小於3  $\mu\text{m}$ 之一表面粗度。在一應用中，該等相鄰面18之表面粗度可在100 nm與5  $\mu\text{m}$ 間之範圍內。在本揭示之一形態中，該第一構件12與該第二構件14之間沿著該等相鄰面18的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 。

【0030】請參閱圖2與3，該等第一與第二構件12與14中之至少一構件沿著其周邊且在該相鄰面18上界定一接合形貌體20。該接合形貌體20可如圖所示地呈一或多數溝槽22之形式。該鋁材料16如以下更詳細所述地填充在該等溝槽22中。比較靠近該第二構件14之一中心的其中一溝槽22可比其他溝槽22深。雖然在所示形態中在該第二構件14中顯示總共四個溝槽22，但在不偏離本揭示之範疇的情形下，該接合形貌體20可具有任何數目之溝槽且可形成在該第一構件12及/或該第二構件14中。此外，該等溝槽22可依據應用要求採用沿著該等第一及/或第二構件12/14之各構件的任何路徑，且該路徑可為圓形、正弦、或直線路徑等。

【0031】在圖3中顯示該固體鋁材料16以顯示當該固體鋁材料16放在該第一構件12與第二構件14之間時，該固體鋁材料16相對該等溝槽22之位置。在這形態中，該固體鋁材料16放置成與該等二最外溝槽22重疊。在這形態中，比較靠近該第一構件12之中心的最深溝槽係用於防止該熔融鋁材料朝向該中心及該接合區域外流動。

【0032】當形成多數溝槽22時，該等多數溝槽22可組配成互相平行且分開小於2 mm之一距離。使該等溝槽22互相靠近可減少該接合區域之大小至小於2 mm。一較小接合區域具有減少需要加熱至該濕潤溫度之區域及在該接合製程期間在該接合區域中達成均一之加熱的優點，這將在以下更詳細地說明。此外，該較小接合區域減少鋁流入設置如通路、布置電路及終端等之功能元件的相鄰區域的風險。該等溝槽22亦組配成可限制鋁或除了鋁以外可使用之其他接合材料流入該接合區域。

【0033】在一形態中，該等溝槽22之數目係至少三個或至少五個。各溝槽22之深寬比(即，寬度/深度)係在5至20之間。換言之，各溝槽之寬度係在各溝槽20之深度的5與20倍之間。一較淺溝槽22有助於達成小於 $10^{-9}$  mbar-l/秒之一所需密封性。該接合區域之寬度可小於3 mm。該等溝槽22之深度小於50  $\mu\text{m}$ ，且在一形態中小於20  $\mu\text{m}$ 以減少因該接合材料(即，鋁)與該陶瓷構件(即，AlN)間之熱膨脹差而產生的熱應力。當使用一較深溝槽(例如，大於100  $\mu\text{m}$ )時，該溝槽22應作成較寬以便達成所需密封性。

【0034】當該等第一與第二構件12、14係圓形構件時，該等多數溝槽22係組配成具有沿著該等第一與第二構件12、14之周邊的一環形。但是，當在本揭示之範疇內時，該等溝槽22之形狀(路徑)可依據應用要求改變且可進一步具有一變化寬度(而非如在此所示之一固定寬度)。

【0035】以下請參閱圖4，結合構件，特別是陶瓷構件以形成圖1之結合總成10的一方法50在步驟52中開始製備一第一構件12及一第二構件14且在相鄰面18中具有一預定表面粗度。該第一構件12及該第二構件14可由氮化鋁( $\text{AlN}$ )、氧化鋁、氧化鋯及碳化矽( $\text{SiC}$ )形成。該等第一與第二構件之相鄰面18各具有在100 nm與5  $\mu\text{m}$ 間之一表面粗度。

【0036】接著，在步驟54中，在該等第一與第二構件12、14之至少一構件的相鄰面18中形成至少一溝槽22。請參閱圖5A，在步驟56中，該第一構件12及該第二構件14係相鄰地設置且一固體鋁材料設置在其間。該固體鋁材料可為一鋁箔且設置成與該至少一溝槽22相鄰。這步驟係在室溫下實行。或者，可藉由例如物理蒸氣沈積(PVD)將該鋁材料濺鍍至該至少一溝槽22中。

【0037】然後，在步驟58中，施加力該等第一與第二構件12、14及該固體鋁材料之總成，且加熱該總成超過該固體鋁材料之一熔點。該固體鋁材料之熔點係大約660 $^{\circ}\text{C}$ 。該力施加在該等第一與第二構件12、14上以便將該等第一與第二構件互相壓抵在一起。在這步驟中，該固體

鋁材料熔化且該熔融鋁材料流入該等溝槽22，如圖5B所示。當力繼續施加在該等第一與第二構件12與14上時，該等第一與第二構件12與14間之間距減少直到大部份熔融鋁材料配置在該等溝槽22中為止。但是，如圖5C所示，因為該第一或第二構件12、14之陶瓷材料的不良濕潤性，所以該熔融鋁材料形成球形且未與該溝槽壁之幾何形狀一致。在一形態中，該第一構件12與該第二構件14之間沿著該等相鄰面18的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 。

【0038】該熱可局部地施加至該等第一與第二構件12、14之接合區域以減少破壞設置在該等第一與第二構件12、14之其他區域的功能元件的風險。

【0039】接著，在步驟60中，施加另外之熱至該總成而達到或超過了形成有該溝槽22之該第一構件12或該第二構件14之一濕潤溫度，以便沿著相鄰面18接合該第一構件12及該第二構件14。對氮化鋁而言，該濕潤溫度係在850°C以上。在這步驟中，氧化鋁天然氧化物破裂以獲得該陶瓷材料之濕潤性。當鋁之純度大於或等於大約97%，溫度在大約800°C以上，壓力係大約0.1 MPa至6.5 MPa且一真空條件係大約 $10^{-3}$ 托耳並在一真空值以下時，可獲得該等陶瓷材料之濕潤性。真空值及溫度係平衡成可依據本揭示之教示獲得濕潤性。濕潤性可在 $10^{-3}$ 托耳且在1100°C之溫度，或在 $10^{-6}$ 托耳且在800°C之溫度獲得。當該熱製程實行1至10小時之間時，該鋁開始擴散至氮化鋁中並與該氮化鋁之幾何形狀一致。因此，由於該熔融鋁材料與該第一構

件12或該第二構件14之溝槽壁間之濕潤，即使以一微尺度來說，該熔融鋁材料之形狀亦形成為與該等溝槽22之幾何形狀一致，如圖5D所示。

【0040】類似地，該另外之熱可局部地施加至該接合區域而非整個總成，以便減少破壞設置在該等第一與第二構件12、14之其他區域的功能元件。

【0041】如圖5E所示，熔融鋁材料具有良好濕潤性使得鋁可用於將二陶瓷材料，特別是氮化鋁接合在一起以便在其間產生一密封接合。

【0042】在步驟62中，在該第一構件12及該第二構件14接合後，冷卻該總成。

【0043】請參閱圖6，依據本揭示之教示構成之一接合總成70的一變化例可包括一第一構件72及一第二構件74，且該第一構件72及該第二構件74藉由一鋁材料76透過直接表面對表面接合(direct surface to surface bonding)來接合，而未在該第一構件72或該第二構件74中形成任何溝槽。該等第一與第二構件72、74在這形態中在接合前藉由多數填隙片78暫時地分開，且該鋁材料76具有大於2 mm之一寬度以獲得密封性。

【0044】請參閱圖7，依據本揭示之教示構成之一接合構件90的另一變化例可包括一第一構件92、一第二構件94及一鋁材料96，該鋁材料96填充在該等第一與第二構件92、94中之一構件的一單一溝槽中。當使用在這形態中為弧形之一單一溝槽時，該溝槽應具有大於6 mm之

寬度及大於20  $\mu\text{m}$ 之深度以獲得密封性。

【0045】應了解的是該等溝槽可採用在此所示形狀以外的任何形狀，舉例而言，包括錐形(向內或向外)、鳩尾或多邊形狀等。此外，在此使用及請求的該溝槽之「寬度」係對該溝槽之任何既定幾何形狀，例如圖7中之弧形而言，通過該溝槽之最大尺寸。此外，當在本揭示之範疇內時，該等溝槽可更包括在與形成該溝槽之該構件之一表面的一相交處的角半徑。

【0046】利用本揭示之接合方法，可比較容易地接合陶瓷材料。這方法可用於在半導體加工時製造一陶瓷基架，但是，依據本揭示之教示可想到其他應用。因此，各種功能層可形成在多數陶瓷構件上且接著藉由鋁材料結合在一起以形成該加熱板。因此，不需要用於一熱壓操作之高溫及高壓設備來形成一單體基材，藉此可減少製造成本。

【0047】此外，依據本揭示之接合方法使用比較低溫度及比較低壓力。因此，有較多材料選擇可用來在該陶瓷基材中形成各種功能層。例如，藉由一厚薄膜、薄薄膜、熱噴塗或溶膠-凝膠製程形成之一分層加熱器可在使用本揭示之接合方法將該等第一與第二構件接合在一起前施加在該等第一與第二構件中之一構件上。**TiNiHf**終端硬焊、**鎳**終端電鍍或**Aremco®**固定糊可在使用本揭示之方法接合該等第一與第二構件前施加在該第一構件及/或該第二構件上。

【0048】該接合方法亦可用於接合一加熱板及該支持基架之一空心軸以提供熱電偶袋隔離。該接合方法可用於製造包括AlN靜電吸盤總成之在各種應用中的一薄(厚度在10與50 mm之間)平坦(表面粗度小於10  $\mu\text{m}$ )AlN加熱器總成。

【0049】此外，藉由本揭示之接合方法製成之一支持基架容許修理及更換該加熱板，因此可增加該支持基架之壽命。

【0050】應注意的是本揭示不限於作為例子之所述及所示形態。在此已說明多種修改且更多修改係所屬技術領域中具有通常知識者知道的一部分。在不偏離本揭示及本專利之保護範圍的情形下，這些及其他修改以及技術等效物之任何替換可加入該說明及圖中。

### 【符號說明】

#### 【0051】

10... 結合總成

12、72、92... 第一構件

14、74、94... 第二構件

16、76、96... 鋁材料

18... 相鄰面

20... 接合形貌體

22... 溝槽

50... 方法

52、54、56、58、60、62... 步驟

70... 接合總成

78... 填隙片

90... 接合構件

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種經接合而形成之總成，其包含：

一第一構件；

一第二構件，其設置成與該第一構件相鄰，

其中該第一構件及該第二構件中之至少一構件界定至少一溝槽；及

一鋁材料，其設置在該溝槽內且沿著數個相鄰面接合該第一構件及該第二構件，

其中在該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ 且其中該等第一與第二構件之該等相鄰面的一表面粗度係在5  $\mu\text{m}$ 與100奈米之間。

【請求項2】 如請求項1之總成，其中該溝槽界定一正方形、矩形、弧形及多邊形幾何形狀中之至少一形狀。

【請求項3】 如請求項1之總成，其中該溝槽界定一深度及一寬度，且該溝槽之該寬度係在該溝槽之該深度的5與20倍之間。

【請求項4】 如請求項1之總成，更包含了分開小於2 mm之一距離的多數溝槽。

【請求項5】 如請求項4之總成，其中該等多數溝槽互相平行。

【請求項6】 如請求項1之總成，其中該第一構件及該第二構件選自於由氮化鋁( $\text{AlN}$ )、氧化鋁、氧化鋯及碳化矽( $\text{SiC}$ )構成之群組。

【請求項7】 如請求項1之總成，其中該第一構件及

該第二構件各為氮化鋁(A1N)。

【請求項8】 如請求項1之總成，其中該第一構件及該第二構件各為一平板。

【請求項9】 如請求項1之總成，更包含接合至該第一構件及該第二構件中之至少一構件的一空心軸。

【請求項10】一種結合構件之方法，其包含以下步驟：  
製備一第一構件；  
製備一第二構件；  
在該第一構件或該第二構件中之至少一構件中形成至少一溝槽；

將一條固體鋁材料放在該第一構件與該第二構件之間且通過該溝槽；

合置該第一構件及該第二構件以接觸該固體鋁材料並形成一總成；

施加一力至該總成且加熱該總成超過該固體鋁材料之一熔點，使得該固體鋁材料流入該溝槽；

施加另外之熱至該總成而達到或超過了形成有該溝槽之該構件的一濕潤溫度，以便沿著數個相鄰面接合該第一構件及該第二構件；及

冷卻該總成，

其中在該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ ，及製備該等第一與第二構件之步驟包含：產生該等第一與第二構件之該等相鄰面之表面粗度在5  $\mu\text{m}$ 與100奈米之間。

【請求項11】如請求項10之方法，其中該第一構件及該第二構件選自於由氮化鋁(A1N)、氧化鋁、氧化鋇及碳化矽(SiC)構成之群組。

【請求項12】如請求項10之方法，其中該第一構件及該第二構件各為氮化鋁(A1N)。

【請求項13】如請求項10之方法，其中該固體鋁材料係鋁箔。

【請求項14】如請求項10之方法，其中該固體鋁材料係藉由一物理蒸氣沈積(PVD)製程施加。

【請求項15】一種陶瓷鋁總成，其包含：

一第一陶瓷構件；

一第二陶瓷構件，其設置成與該第一構件相鄰，

其中該第一陶瓷構件及該第二陶瓷構件中之至少一陶瓷構件界定了分開小於2 mm之一距離的多數溝槽；及

一鋁材料，其設置在該等多數溝槽內且沿著數個相鄰面接合該第一陶瓷構件及該第二陶瓷構件，

其中該第一構件與該第二構件之間沿著該等相鄰面的一間距小於5  $\mu\text{m}$ ，及該等第一與第二構件之該等相鄰面的一表面粗度係在5  $\mu\text{m}$ 與100奈米之間。

【請求項16】如請求項15之陶瓷鋁總成，其中該等多數溝槽各界定一深度及一寬度，且各溝槽之該寬度係在各溝槽之該深度的5與20倍之間。

【請求項17】如請求項15之陶瓷鋁總成，其中該第一及該第二陶瓷構件各為氮化鋁(A1N)。

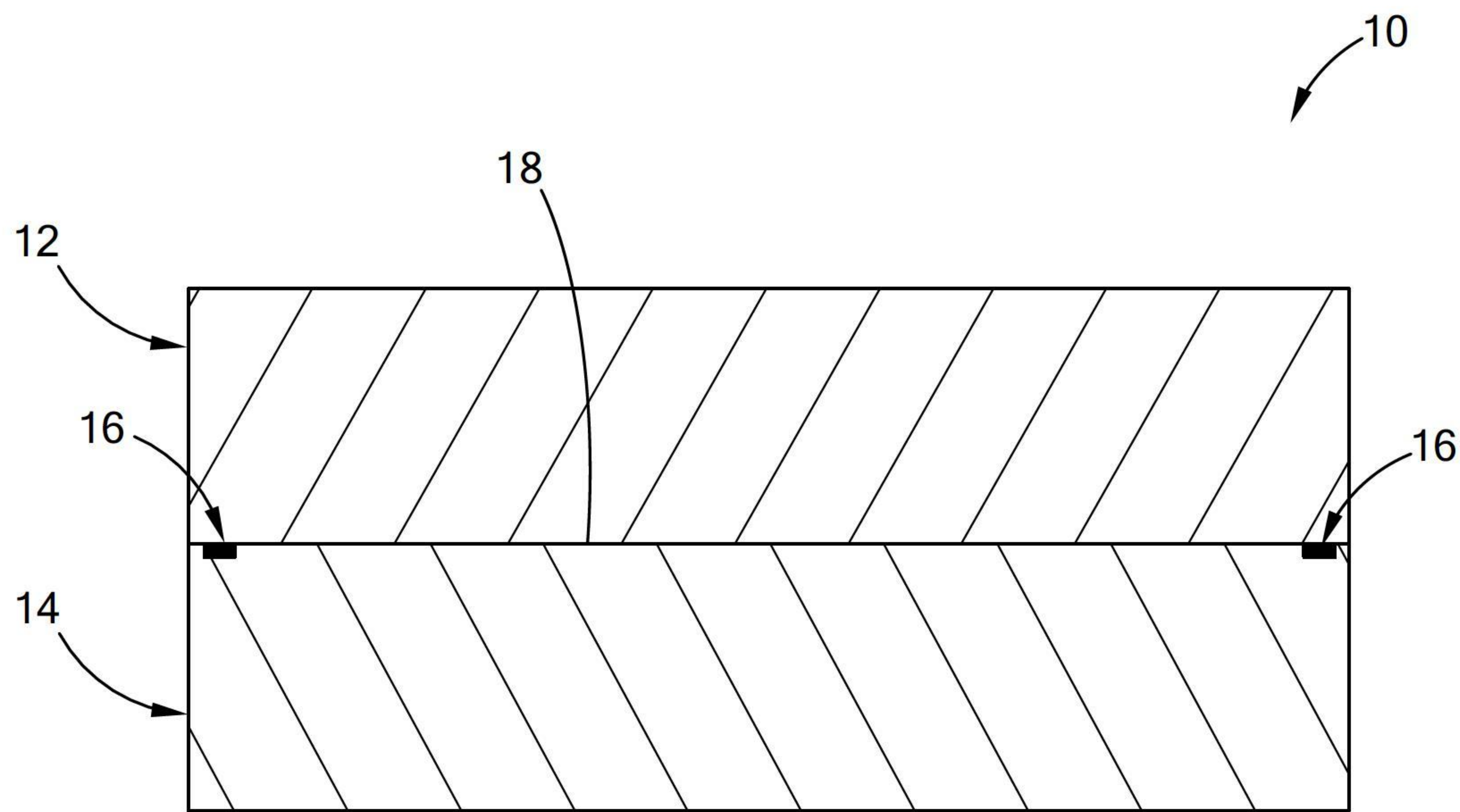
第 108113089 號專利申請案 申請專利範圍替換本 日期：109 年 4 月

【請求項18】如請求項15之陶瓷鋁總成，其中該等多數溝槽互相平行。

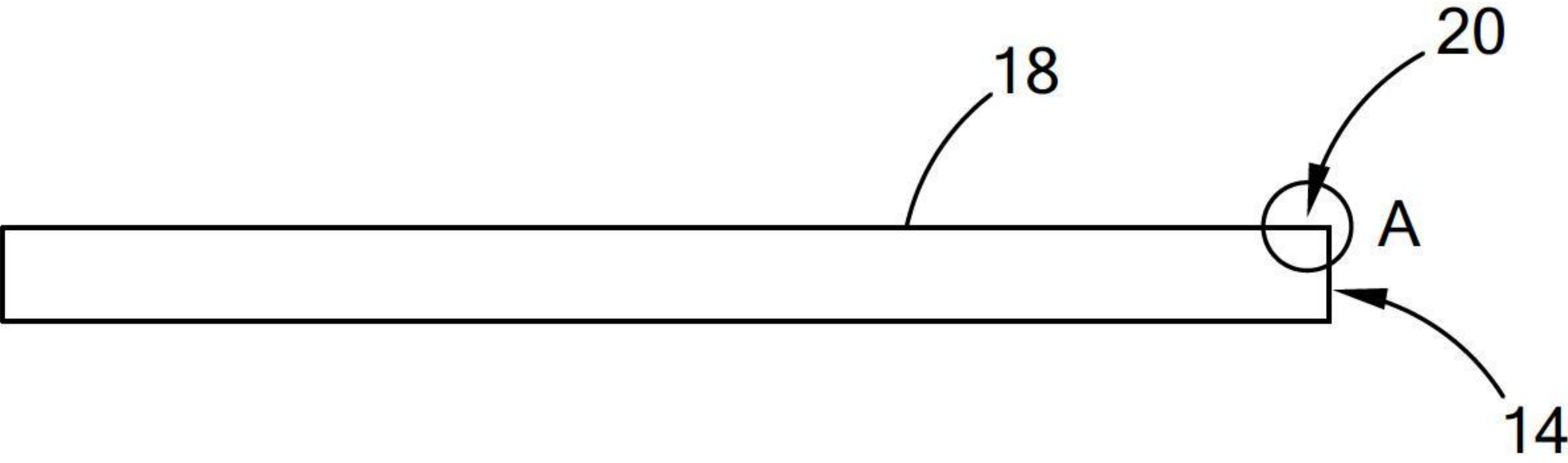
【請求項19】如請求項15之陶瓷鋁總成，其中該等多數溝槽係至少三個。

【請求項20】如請求項19之陶瓷鋁總成，其中該等多數溝槽係五個。

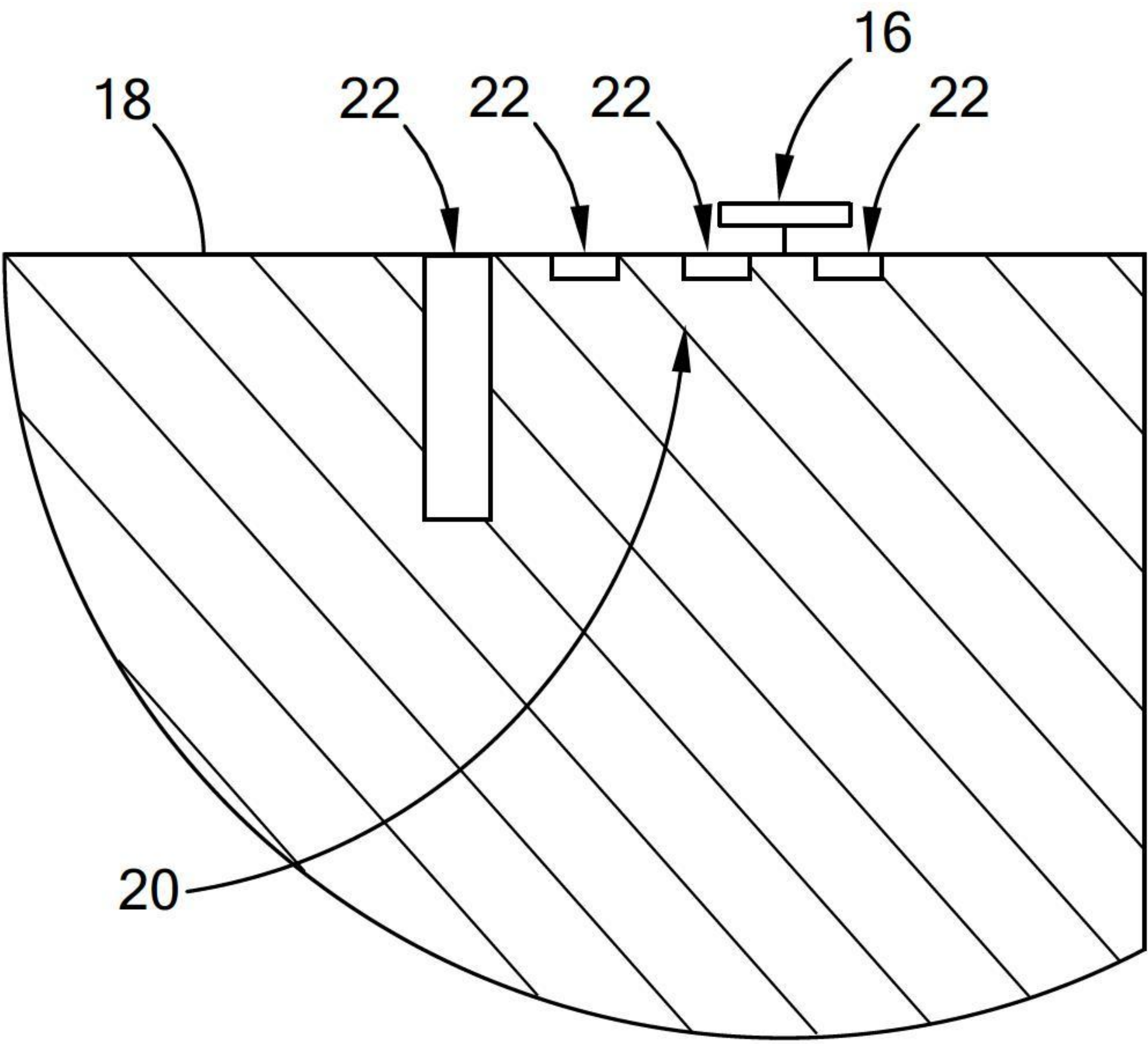
【發明圖式】



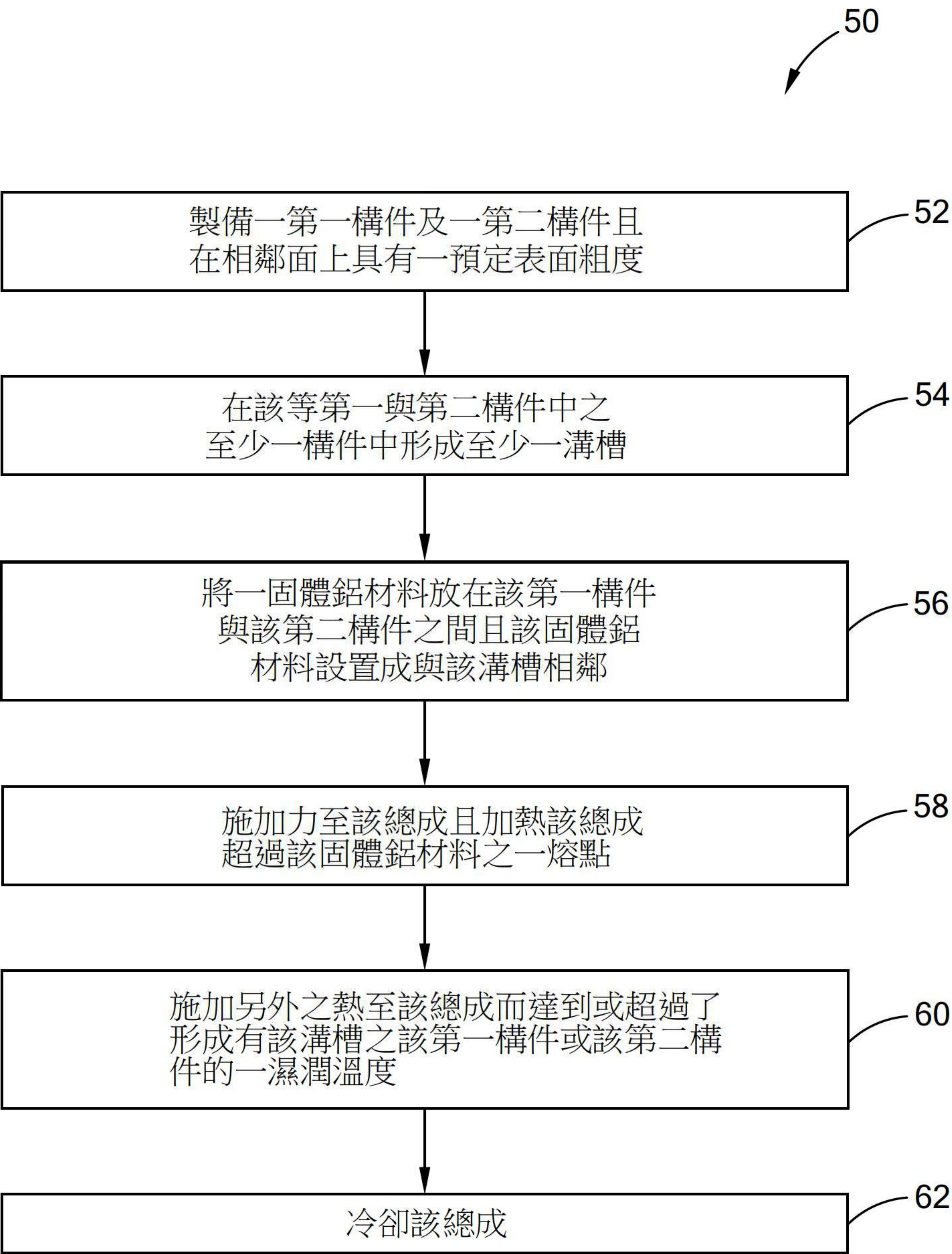
【圖1】



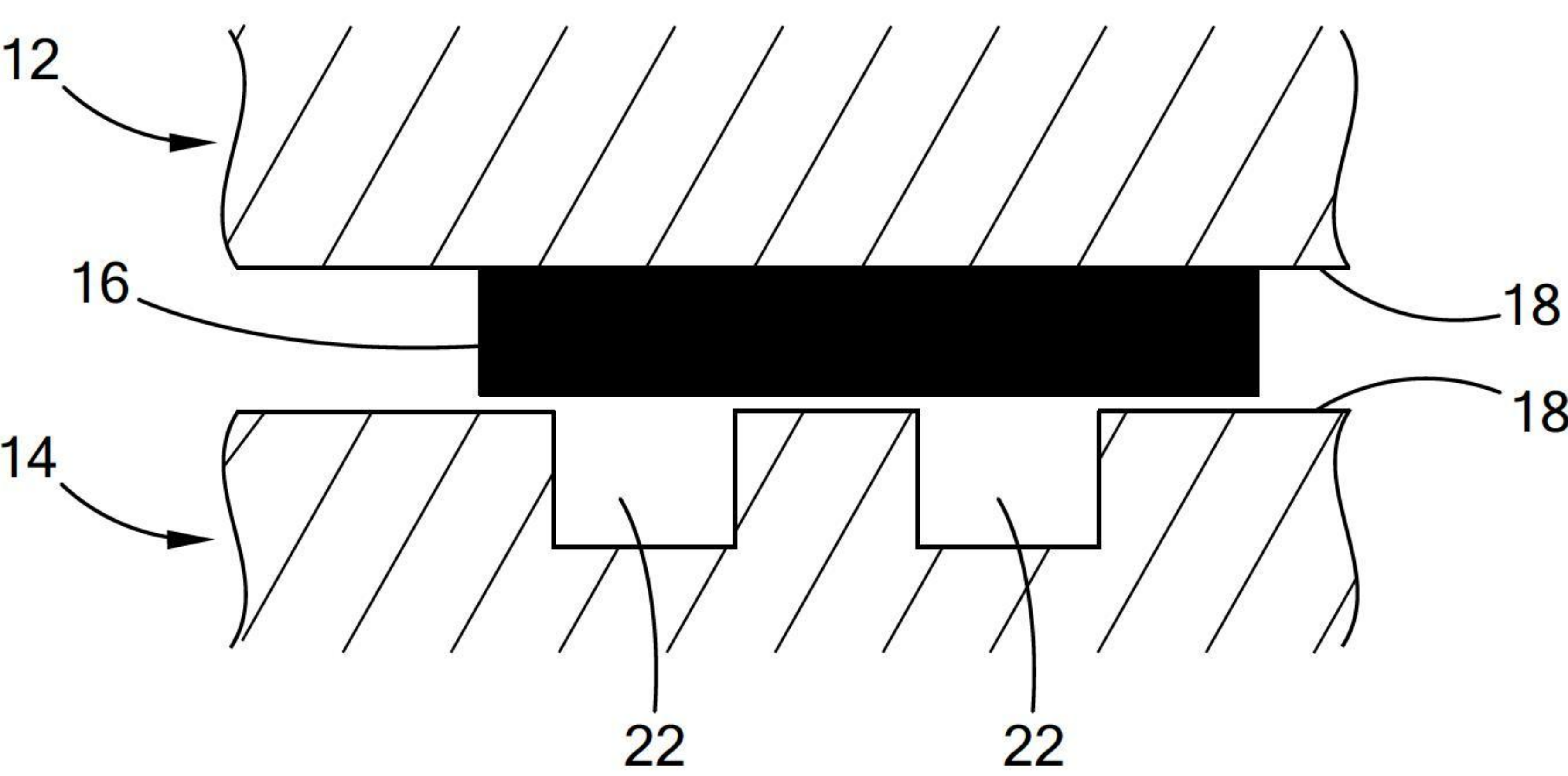
【圖2】



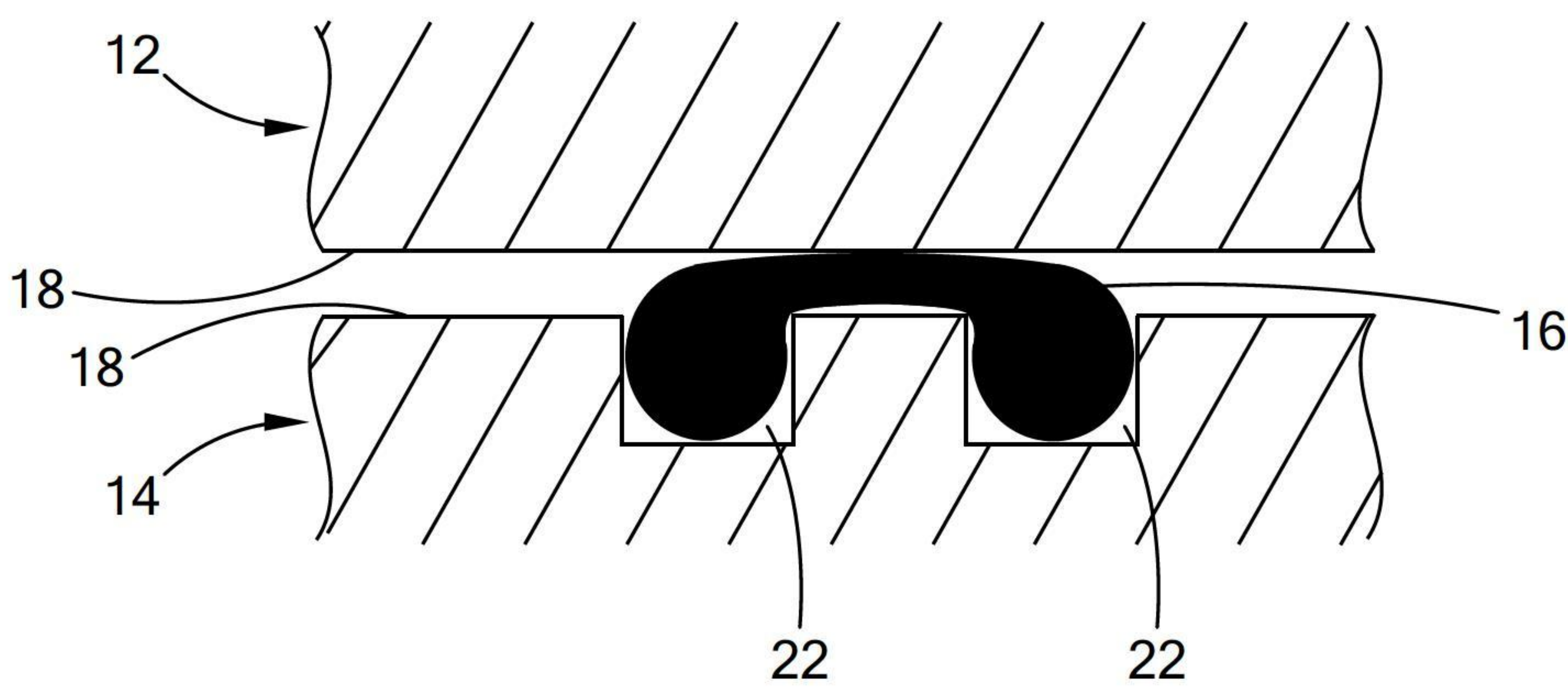
【圖3】



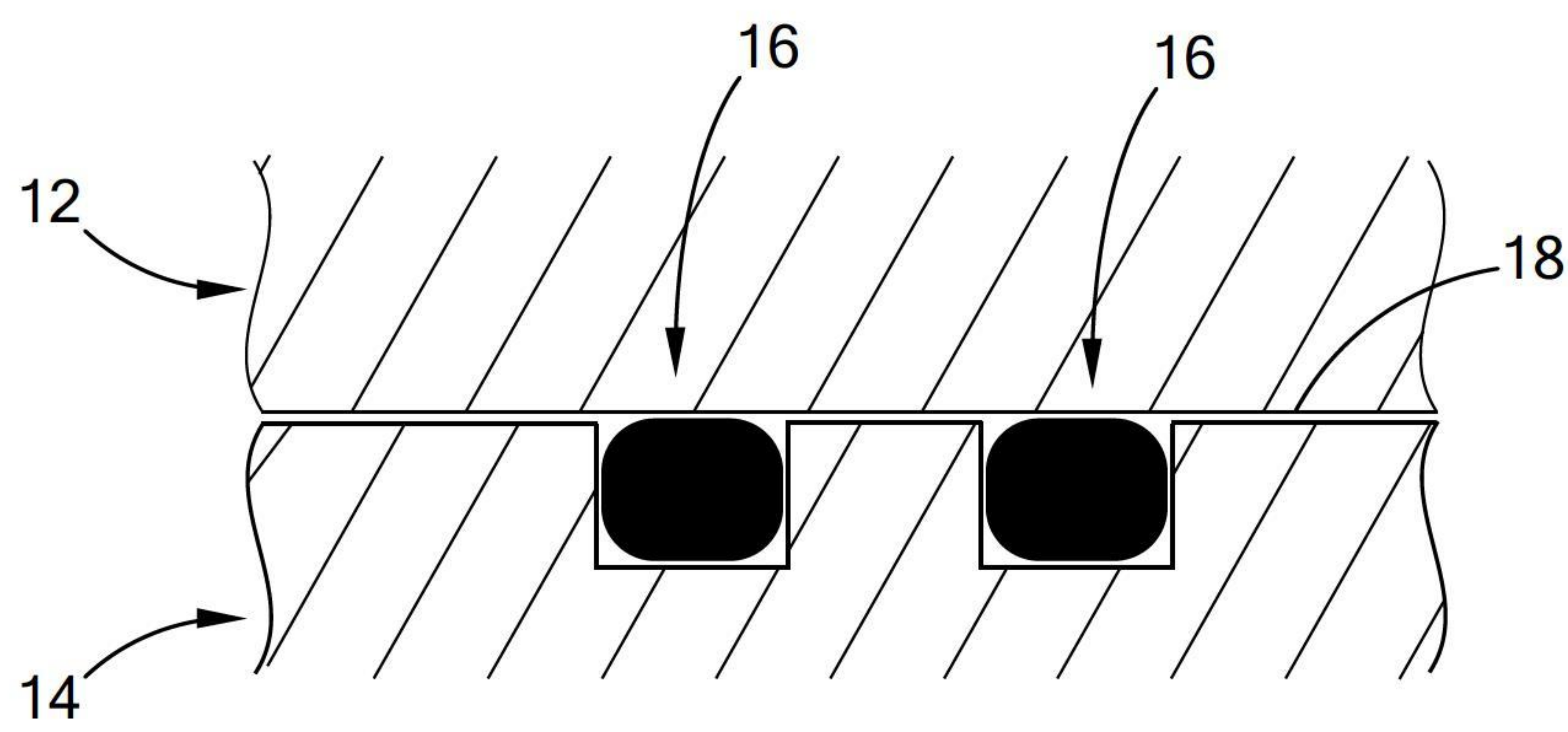
【圖4】



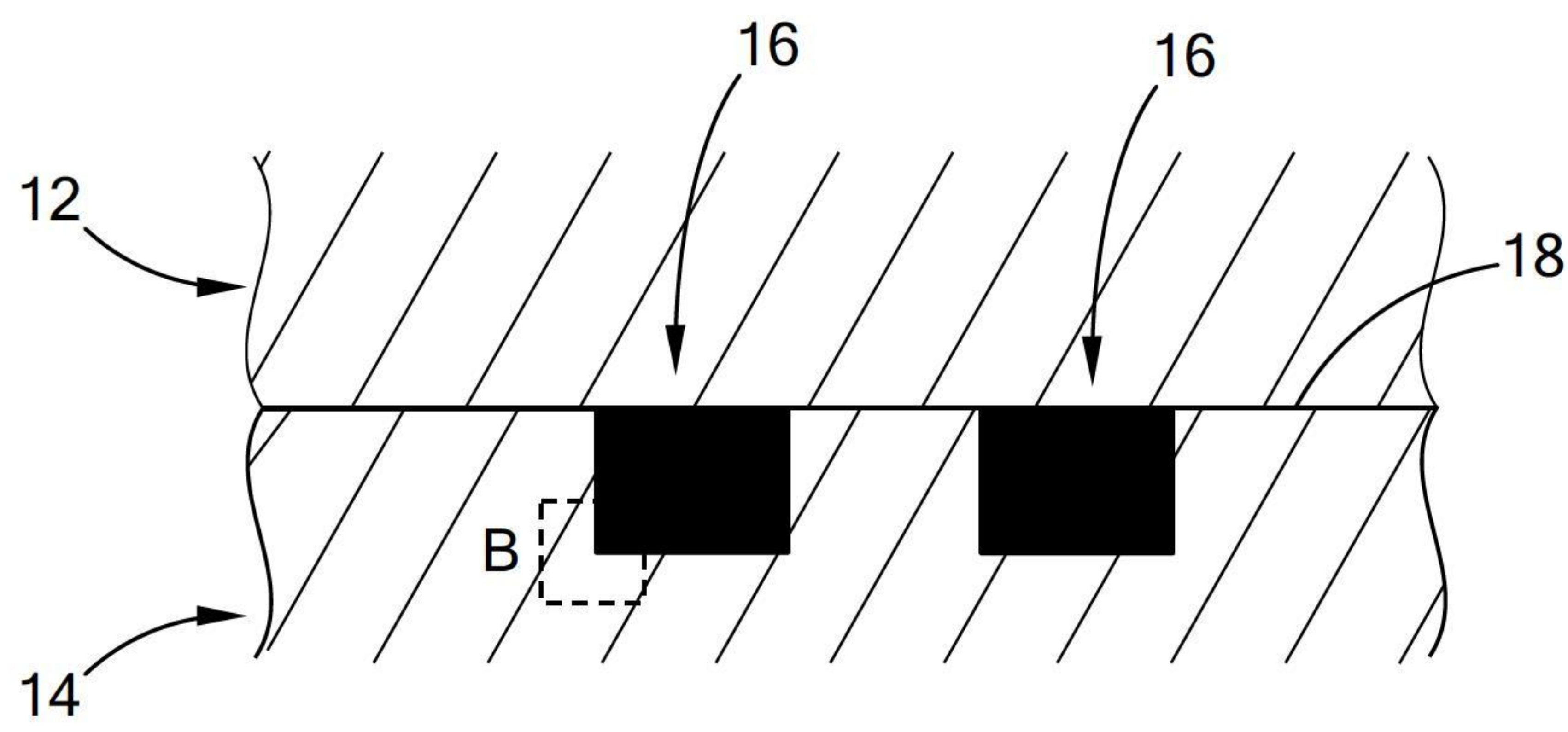
【圖5A】



【圖5B】



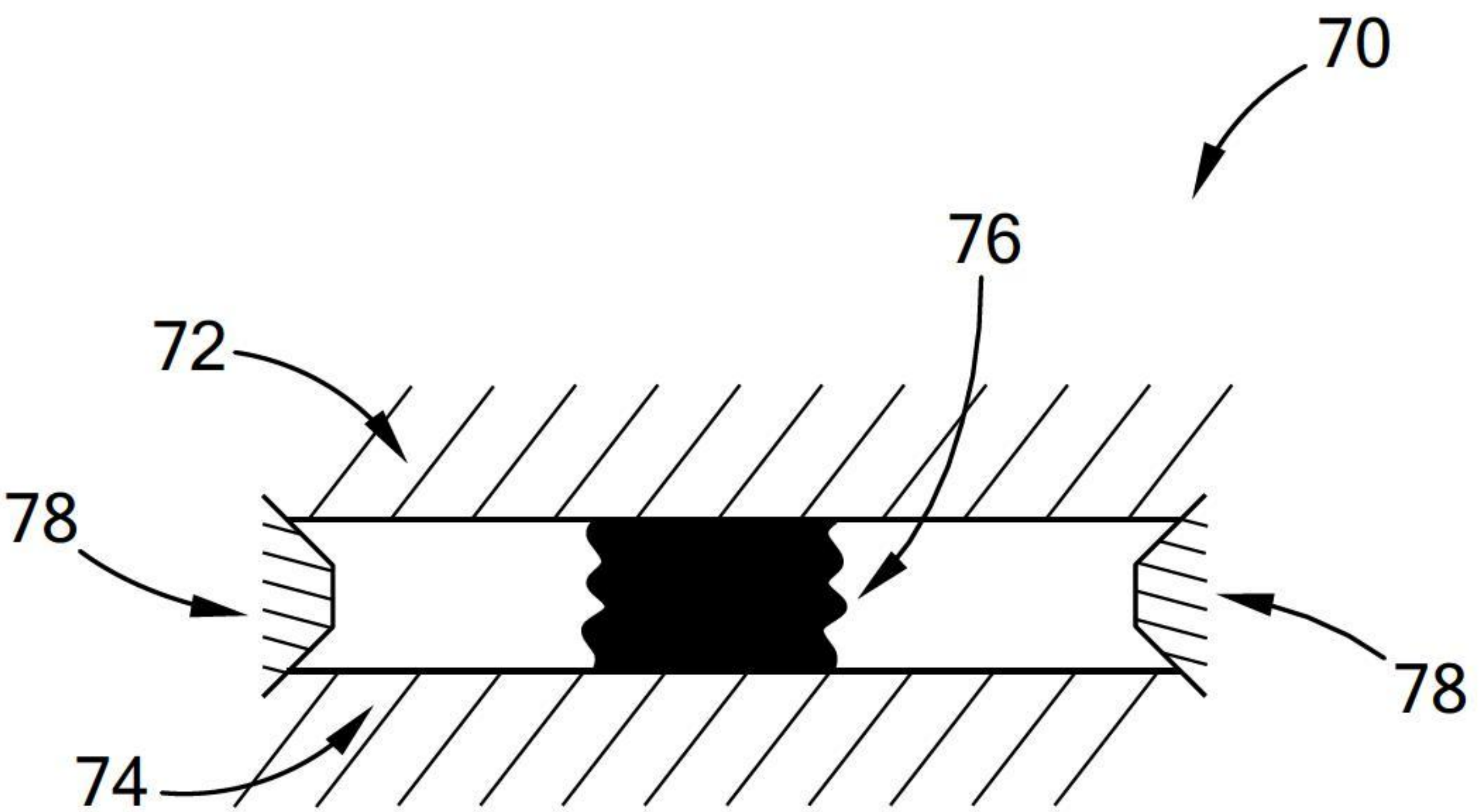
【圖5C】



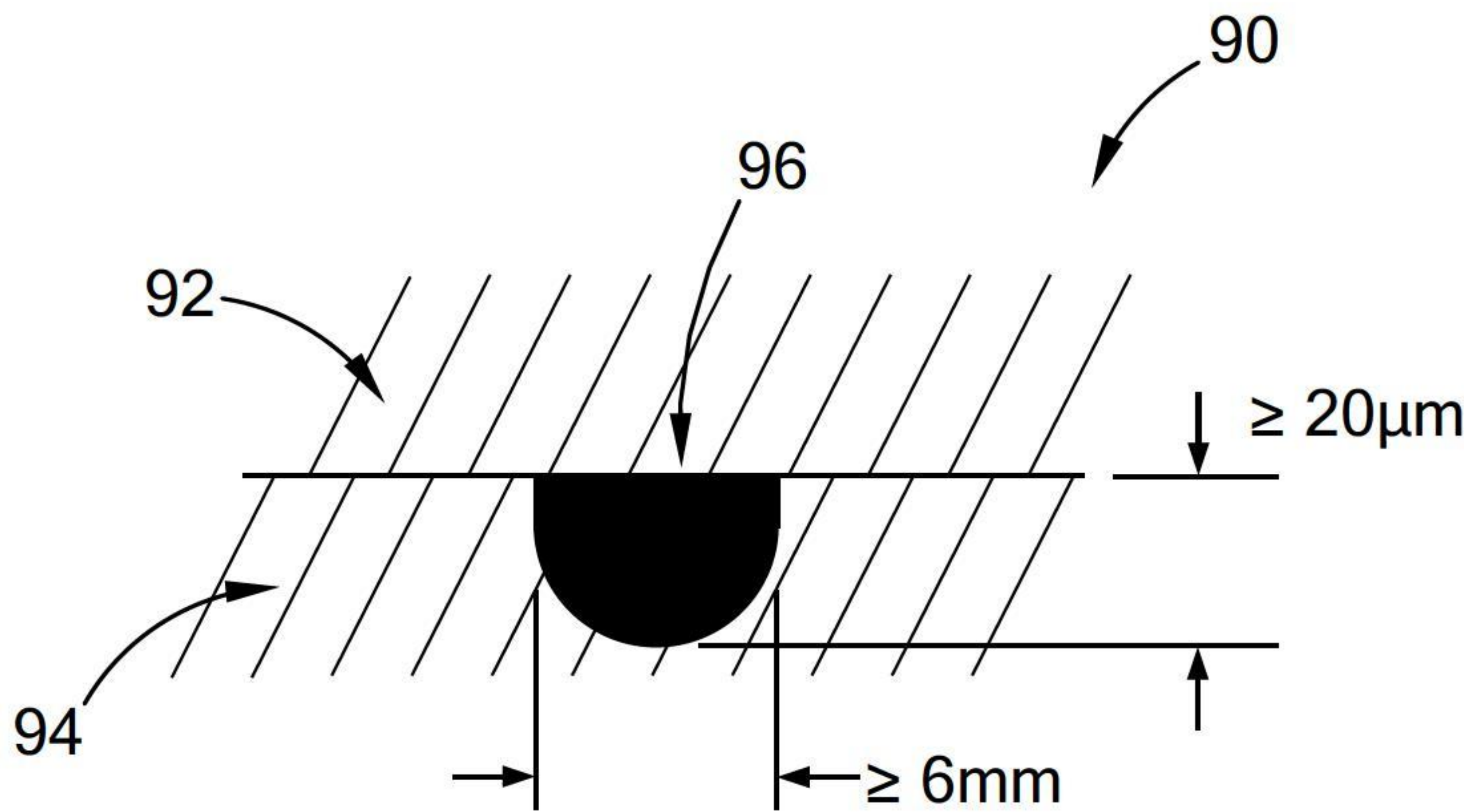
【圖5D】



【圖5E】



【圖6】



【圖7】