



(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 I505347 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：103122762

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 08 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/304 (2006.01)**C09J7/02 (2006.01)*

(30)優先權：2010/08/06 美國

61/371,517

2011/08/04 美國

13/198,294

(71)申請人：布魯爾科技公司 (美國) BREWER SCIENCE INC. (US)

美國

(72)發明人：普利加達 拉瑪 PULIGADDA, RAMA (US)；鍾幸福 ZHONG, XING-FU (US)；福雷 托尼 D FLAIM, TONY. D (US)；麥克庫雀恩 傑瑞米 MCCUTCHEON, JEREMY (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2006/0166464A1

US 2008/0081400A1

US 2009/0211791A1

US 2009/0256163A1

US 2010/0175914A1

審查人員：莊敏宏

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：9 共 46 頁

(54)名稱

用於薄晶圓處理之多重接合層

MULTIPLE BONDING LAYERS FOR THIN-WAFER HANDLING

(57)摘要

提供暫時聯接半導體基板之多重接合層方案。在本發明之接合方案中，至少一個層與該半導體基板直接接觸，且方案內之至少兩個層彼此直接接觸。由於在該多層結構內之不同層執行特定功能，本發明提供若干加工選擇。更重要的是，其將藉由提供較高熱穩定性、較高的與粗糙背面加工步驟之相容性、藉由囊封保護晶圓正面上之凸塊、脫裂步驟中之較低應力及正面上之較少缺陷以改良薄晶圓處理溶液之效能。

Multiple bonding layer schemes that temporarily join semiconductor substrates are provided. In the inventive bonding scheme, at least one of the layers is directly in contact with the semiconductor substrate and at least two layers within the scheme are in direct contact with one another. The present invention provides several processing options as the different layers within the multilayer structure perform specific functions. More importantly, it will improve performance of the thin-wafer handling solution by providing higher thermal stability, greater compatibility with harsh backside processing steps, protection of bumps on the front side of the wafer by encapsulation, lower stress in the debonding step, and fewer defects on the front side.

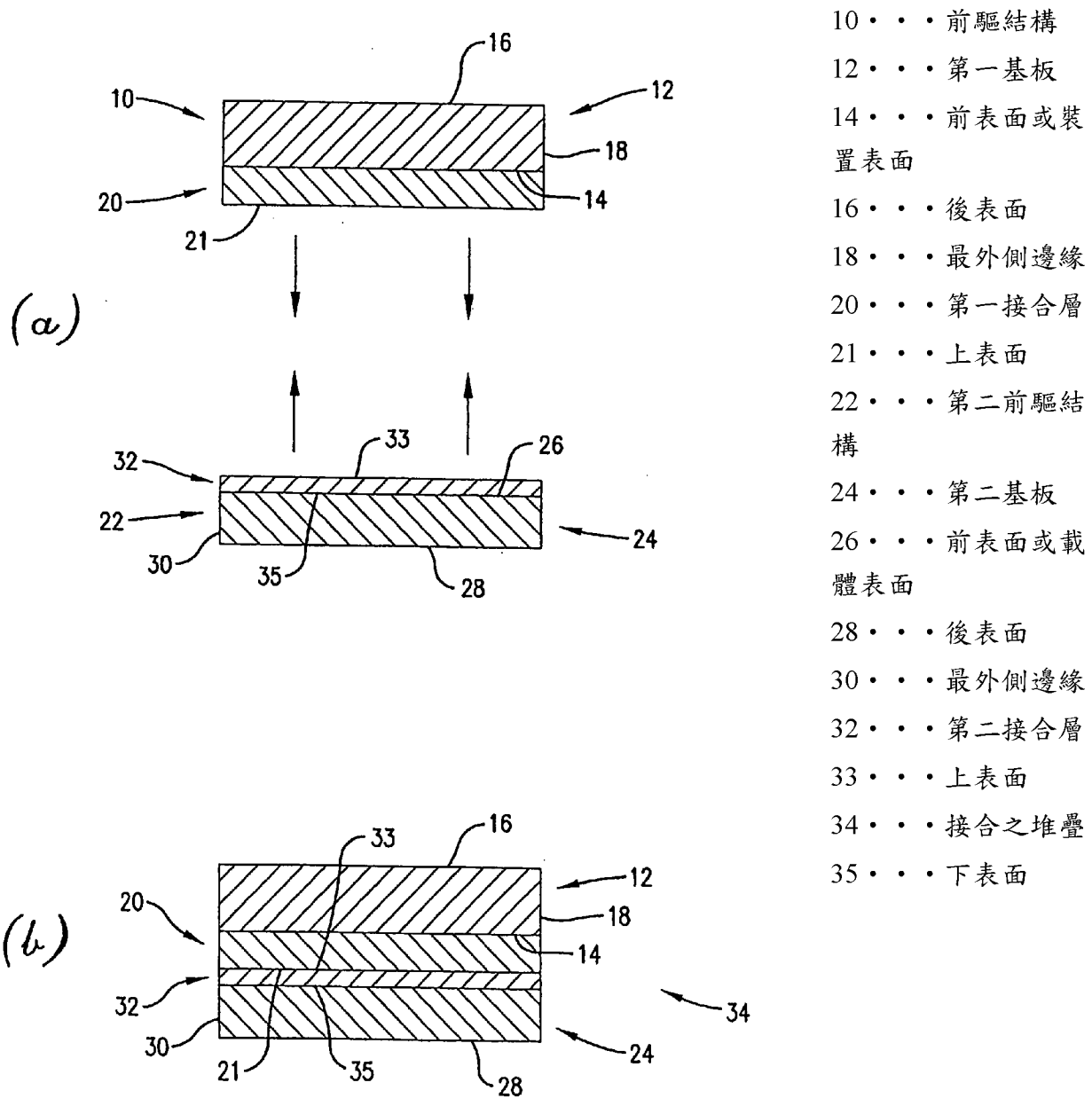


圖1

## 發明摘要

※ 申請案號：

103122762 (發明) 100128463 (專利)

※ 申請日：

100.8.8

※IPC 分類：H01L 21/304 (2006.01)

C09J 7/02 (2006.01)

## 【發明名稱】

用於薄晶圓處理之多重接合層

MULTIPLE BONDING LAYERS FOR THIN-WAFER HANDLING

## 【中文】

提供暫時聯接半導體基板之多重接合層方案。在本發明之接合方案中，至少一個層與該半導體基板直接接觸，且方案內之至少兩個層彼此直接接觸。由於在該多層結構內之不同層執行特定功能，本發明提供若干加工選擇。更重要的是，其將藉由提供較高熱穩定性、較高的與粗糙背面加工步驟之相容性、藉由囊封保護晶圓正面上之凸塊、脫裂步驟中之較低應力及正面上之較少缺陷以改良薄晶圓處理溶液之效能。

## 【英文】

Multiple bonding layer schemes that temporarily join semiconductor substrates are provided. In the inventive bonding scheme, at least one of the layers is directly in contact with the semiconductor substrate and at least two layers within the scheme are in direct contact with one another. The present invention provides several processing options as the different layers within the multilayer structure perform specific functions. More importantly, it will improve performance of the thin-wafer handling solution by providing higher thermal stability, greater compatibility with harsh backside processing steps, protection of bumps on the front side of the wafer by encapsulation, lower stress in the debonding step, and fewer defects on the front side.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

|    |          |
|----|----------|
| 10 | 前驅結構     |
| 12 | 第一基板     |
| 14 | 前表面或裝置表面 |
| 16 | 後表面      |
| 18 | 最外側邊緣    |
| 20 | 第一接合層    |
| 21 | 上表面      |
| 22 | 第二前驅結構   |
| 24 | 第二基板     |
| 26 | 前表面或載體表面 |
| 28 | 後表面      |
| 30 | 最外側邊緣    |
| 32 | 第二接合層    |
| 33 | 上表面      |
| 34 | 接合之堆疊    |
| 35 | 下表面      |

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

無

# 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】

用於薄晶圓處理之多重接合層

MULTIPLE BONDING LAYERS FOR THIN-WAFER HANDLING

聯邦補助研究/發展計畫

本發明藉空軍研究實驗室根據通用動力資訊科技公司 (General Dynamics Information Technology) 授予之主要合同號FA8650-05-D-5806配給的轉包契約在政府支持下進行。美國政府對本發明擁有某些權利。

本發明之背景

相關申請案

本申請案主張2010年8月6日申請之名稱為MULTIPLE BONDING LAYERS FOR THIN-WAFER HANDLING之臨時申請案第61/371,517號之優先權益，該申請案以引用的方式併入本文中。

## 【技術領域】

本發明大體關於利用多層接合系統之新穎暫時晶圓接合方法。在晶圓薄化及其他背面加工期間，本發明之方法可將裝置晶圓支撐於載體基板上。

## 【先前技術】

在直徑1至12吋範圍內之晶圓基板上共同以陣列形式製造積體電路、功率半導體、發光二極體、光子電路、微機電系統 (MEMS)、嵌入式被動陣列、封裝插入板 (packaging interposer) 及許多其他基於矽及基於化合物半導體之微裝置。接著將該等裝置分成個別裝置或晶粒，該等裝置或晶粒經封裝以例如藉由與印刷線路板互連而與宏觀

環境有效連接。在晶粒上或周圍建構裝置封裝已日益盛行，但其仍為晶圓陣列之一部分。稱為晶圓級封裝之此實踐使總體封裝成本降低且可在裝置與其微電子環境之間達成高於更傳統封裝之互連密度，傳統封裝之外部尺寸通常比實際裝置大若干倍。

直至最近，互連方案一般仍限於二維，意謂裝置與其所安裝之相應板封裝表面之間的電連接均處於水平面或x-y平面中。微電子工業目前已認識到裝置互連密度之顯著增加及信號延遲之相應降低（由於電連接點之間的距離縮短）可藉由垂直（亦即在Z軸方向上）堆疊及互連裝置來達成。用於裝置堆疊之兩個一般要求為：（1）裝置自背面在晶圓貫穿方向上之薄化；及（2）隨後形成終止於裝置背面之通常稱為矽穿孔或「TSV」之晶圓貫穿電連接。就此而言，目前半導體裝置薄化已成為標準實務，即使裝置並非以堆疊組態封裝，此係因為其利於熱耗散且在諸如蜂巢式電話之緊湊電子產品下允許達成小得多的外形尺寸。

使半導體裝置薄化至小於100微米以縮減其輪廓（尤其在堆疊其或其所存在之相應封裝時）及簡化裝置上背面電連接之形成日益受到關注。用於大容量積體電路製造中之矽晶圓直徑典型地為200 mm或300 mm且晶圓貫穿厚度為約750  $\mu\text{m}$ 。若不薄化，則幾乎不可能形成藉由使連接穿過晶圓與正面電路連接的背面電接觸。目前商業上使用基於機械研磨（背面研磨）及拋光以及化學蝕刻用於半導體級矽及化合物半導體之高效率薄化製程。此等製程允許將裝置晶圓厚度在幾分鐘內降至小於100微米，同時保持對整個晶圓厚度均一性之精確控制。

已薄化至小於100微米之裝置晶圓，且尤其薄化至小於60微米之裝置晶圓極易碎且必須在其整個尺寸上進行支撐以防止破裂及斷裂。已開發各種晶圓棒及夾盤用於轉移超薄裝置晶圓，但在包括以下步驟

之背面研磨及TSV形成製程期間仍存在如何支撐晶圓之問題：諸如化學機械拋光（CMP）、微影、蝕刻、沈積、退火及清潔，此係因為此等步驟會在裝置晶圓薄化時或薄化後在裝置晶圓上施加高熱及機械應力。超薄晶圓處理之日益盛行方法涉及將全厚度裝置晶圓面朝下安裝於具有聚合黏著劑之剛性載體上。接著自背面薄化或加工。接著在背面加工已完成後，藉由熱、熱機械或化學製程自載體移除或脫裂完全加工之超薄晶圓。

常見載體材料包括矽（例如空白裝置晶圓）、鹼石灰玻璃、硼矽酸鹽玻璃、藍寶石及各種金屬及陶瓷。載體可為正方形或矩形，但更通常為圓形，且大小與裝置晶圓匹配，以便可以習知加工工具及卡匣處理接合之總成。在使用液體化學試劑溶解或分解聚合黏著劑作為釋放手段時，有時將載體穿孔以加速脫裂製程。

用於暫時晶圓接合之聚合黏著劑典型地藉由自溶液旋塗或噴塗或層壓為乾膜膠帶來塗覆。旋轉或噴霧噴灑塗覆之黏著劑更佳，此係因為其形成厚度均一性高於膠帶可提供之厚度均一性的塗層。較高厚度均一性轉而使得可更好地控制薄化後整個晶圓之厚度均一性。聚合黏著劑展現對裝置晶圓及載體之高接合強度。

可視所需要之厚度及塗層平面性（平坦度）而定將聚合黏著劑旋轉塗覆於裝置晶圓、載體或兩者上。烘烤經塗佈之晶圓以自聚合黏著劑層移除所有塗層溶劑。接著將經塗佈之晶圓及載體接觸安置於熱機械壓力機中以進行接合。施加足夠溫度及壓力以使黏著劑流動且填充至裝置晶圓結構特徵中，且達成與裝置晶圓及載體表面之所有區域的密切接觸。

背面加工後自載體脫裂裝置晶圓典型地以以下四種方式中之一種執行：

（1）化學方法-將接合之晶圓堆疊浸入溶劑或化學試劑中或噴灑

溶劑或化學試劑以溶解或分解聚合黏著劑。

(2) 光分解方法-用光源透過透明載體照射接合之晶圓堆疊以使與載體相鄰之黏著劑邊界層光分解。接著可使載體與堆疊分離，且自裝置晶圓剝除其餘聚合黏著劑，而裝置晶圓仍保留於夾盤上。

(3) 熱機械方法-加熱接合之晶圓堆疊超過聚合黏著劑之軟化溫度，且接著使裝置晶圓自載體滑脫或拉開，同時仍由全晶圓固持夾盤支撐。

(4) 熱分解方法-加熱接合之晶圓堆疊超過聚合黏著劑之分解溫度，從而使聚合黏著劑揮發且失去對裝置晶圓及載體之黏著性。

此等脫裂方法各自具有嚴重限制其在生產環境中使用之缺點。舉例而言，因為溶劑必須經由黏性聚合物介質擴散較大距離以實現釋放，所以藉由溶解聚合黏著劑進行化學脫裂為一緩慢過程。亦即，溶劑必須自接合基板之邊緣或自載體中之穿孔擴散至黏著劑之局部區域中。在任一情況下，溶劑擴散及滲透所需之最短距離為至少3至5 mm且可能更遠，即使在穿孔以增加溶劑與黏著劑層接觸之情況下。甚至在高溫（ $>60^{\circ}\text{C}$ ）下進行脫裂通常亦需要若干小時的處理時間，意謂晶圓產量將較低。

因為整個接合之基板不能同時曝光，所以光分解同樣為一緩慢過程。作為替代，曝光光源（通常為光束橫截面僅為數毫米之雷射）在某一時間必須聚焦於小面積上以傳遞足夠能量來使黏著劑接合線分解。接著使光束以連續方式在基板上掃描（或光柵處理）以脫裂整個表面，此舉導致脫裂時間較長。

儘管熱機械（TM）脫裂典型地可在數分鐘內執行，但其具有可能降低裝置產率之其他限制。暫時接合之裝置晶圓之背面加工通常涉及高於 $200^{\circ}\text{C}$ 或甚至 $300^{\circ}\text{C}$ 之工作溫度。用於TM脫裂之聚合黏著劑必須在工作溫度或接近工作溫度下既不會分解亦不會軟化，否則脫裂將

會提前發生。因此，黏著劑通常設計成在高於工作溫度 $20^{\circ}\text{C}$ 至 $50^{\circ}\text{C}$ 下充分軟化以發生脫裂。脫裂所需之高溫由於熱膨脹而對接合對施加顯著應力。同時，藉由滑動、升起或扭轉運動將裝置晶圓移離載體所需之高機械力亦產生額外應力，該額外應力可能導致裝置晶圓破壞或在個別裝置之微觀電路內部產生損傷，導致裝置失效及產率降低。

熱分解（TD）脫裂亦容易使晶圓遭到破壞。在聚合黏著劑分解時會產生氣體，且在大部分黏著劑移除前此等氣體可能截留於裝置晶圓與載體之間。所截留氣體之積聚可能使薄裝置晶圓發泡及破裂或甚至斷裂。TD脫裂之另一問題為聚合物分解通常伴隨形成不能藉由普通清潔程序自裝置晶圓移除之難處理的碳化殘餘物。

此等先前技術方法之限制產生對提供高晶圓產量且降低或消除裝置晶圓破壞及內部裝置損傷之可能性的新穎載體輔助薄晶圓處理模式之需要。

### 【發明內容】

本發明藉由提供暫時接合方法克服先前技術之問題，該方法包含提供包含以下之堆疊：

第一基板，其具有後表面及裝置表面；

第一接合層，其與裝置表面相鄰且具有軟化溫度；

第二接合層，其與第一接合層相鄰且具有軟化溫度，其中第一接合層之軟化溫度比第二接合層之軟化溫度高至少約 $20^{\circ}\text{C}$ ；及

第二基板，其具有載體表面，該第二接合層與該載體表面相鄰。接著使第一及第二基板分離。

本發明亦提供包含具有後表面及裝置表面之第一基板的物品。該物品進一步包含與裝置表面相鄰且具有軟化溫度之第一接合層。存在與第一接合層相鄰且具有軟化溫度之第二接合層，其中第一接合層之軟化溫度比第二接合層之軟化溫度高至少約 $20^{\circ}\text{C}$ 。該物品亦包括具

有載體表面之第二基板，其中第二接合層與載體表面相鄰。

在本發明之另一具體實例中，提供一種暫時接合方法。在該方法中，提供堆疊，且該堆疊包含：

第一基板，其具有後表面及裝置表面；

第一剛性層，其與裝置表面相鄰；

接合層，其與第一剛性層相鄰；及

第二基板，其具有載體表面，該接合層與該載體表面相鄰。該堆疊進一步包含以下一或兩者：

位於裝置表面與第一剛性層之間的升離層；或

位於接合層與載體表面之間的第二剛性層。接著使第一及第二基板分離。

本發明亦提供包含具有後表面及裝置表面之第一基板的物品。該物品進一步包含與裝置表面相鄰之第一剛性層、與第一剛性層相鄰之接合層、及具有載體表面之第二基板。接合層與載體表面相鄰，且該物品進一步包含以下一或兩者：

位於裝置表面與第一剛性層之間的升離層；或

位於接合層與載體表面之間的第二剛性層。

在本發明之又一具體實例中，提供一種暫時接合方法，其中該方法包含提供包含以下之堆疊：

第一基板，其具有後表面及裝置表面，該裝置表面具有周邊區域及中心區域；

第二基板，其具有載體表面；

邊緣接合物，其與周邊區域及載體表面相鄰；及

至少一個選自由以下組成之群的層：

位於邊緣接合物與裝置表面之間的升離層；

位於邊緣接合物與載體表面之間的升離層；

位於邊緣接合物與裝置表面之間的助黏劑層；  
位於邊緣接合物與載體表面之間的助黏劑層；  
位於該邊緣接合物與該裝置表面之間的接合層；及  
位於該邊緣接合物與該載體表面之間的接合層。  
接著使第一及第二基板分離。

在本發明之一最終具體實例中，提供一種物品。該物品包含具有後表面及裝置表面之第一基板，且該裝置表面具有周邊區域及中心區域。該物品進一步包含具有載體表面之第二基板、與周邊區域及載體表面相鄰之邊緣接合物、及至少一個選自由以下組成之群的層：

位於邊緣接合物與裝置表面之間的升離層；  
位於邊緣接合物與載體表面之間的升離層；  
位於邊緣接合物與裝置表面之間的助黏劑層；  
位於邊緣接合物與載體表面之間的助黏劑層；  
位於該邊緣接合物與該裝置表面之間的接合層；及  
位於該邊緣接合物與該載體表面之間的接合層。

#### 【圖式簡單說明】

圖1為展示如實施例5至實施例9中所進一步例示之本發明之較佳具體實例的示意圖之剖面圖；

圖2為說明如何確定厚度的示意圖之剖面圖；

圖3為描述如實施例10至實施例16中所進一步例示之本發明之另一具體實例的示意圖之剖面圖；

圖4為展示如實施例17中所進一步例示之本發明之替代具體實例的示意圖之剖面圖；

圖5為說明圖4中所示之本發明具體實例之變化的示意圖之剖面圖；

圖6為展示本發明之替代具體實例的示意圖之剖面圖；

圖7為描述圖6中所示之具體實例之變化的示意圖之剖面圖；

圖8為展示本發明之替代具體實例的示意圖之剖面圖；及

圖9為描繪圖6中所示之具體實例之變化的示意圖之剖面圖，其中此變化與實施例18中所例示之製程類似。

### 【實施方式】

更詳細而言，本發明提供使用多層接合方案形成微電子結構之方法。儘管圖式說明且說明書描述本發明之某些較佳具體實例，但應瞭解該等揭示內容僅為舉例。本文參考示意性說明本發明之理想化具體實例的剖面說明描述本發明之具體實例。因而，預期由於例如製造技術及/或公差所導致與所說明形狀的不同。不欲將本發明之原理限於所揭示之特定具體實例。舉例而言，在圖式中，可出於清晰之原因而誇大層及區域之尺寸及相對尺寸。另外，本發明之具體實例不應解釋為限於本文所說明之區域的特定形狀，而是包括例如由製造所產生之形狀偏差。舉例而言，說明為矩形之區域可具有圓形或彎曲特徵。因此，圖式中所說明之區域本質上僅具示意性，且其形狀不欲說明裝置區域或地形的精確形狀，且不欲限制本發明之範疇。

#### 1. 雙層接合方案I

參考圖1(a)，前驅結構10描繪於示意性剖面圖中。結構10包括第一基板12。基板12具有前表面或裝置表面14、後表面16及最外側邊緣18。儘管基板12可具有任何形狀，但其典型地為圓形。第一基板12較佳包括裝置晶圓，諸如裝置表面包含選自由以下組成之群的裝置之陣列（圖中未示）之裝置晶圓：積體電路、MEMS、微感測器、功率半導體、發光二極體、光子電路、插入板、嵌入式被動裝置及在矽及諸如矽-鍺、砷化鎵及氮化鎵之其他半導體材料上製造或由矽及諸如矽-鍺、砷化鎵及氮化鎵之其他半導體材料製造之其他微裝置。此等裝置之表面通常包含由一或多種以下材料形成之結構（圖中亦未示）：

矽、多晶矽、二氧化矽、(氧)氮化矽、金屬（例如銅、鋁、金、鎢、鉍）、低k介電質、聚合物介電質及各種金屬氮化物及矽化物。裝置表面14亦可包括至少一個選自由以下組成之群的結構：焊料凸塊；金屬樁；金屬柱；及由選自由以下組成之群的材料形成之結構：矽、多晶矽、二氧化矽、(氧)氮化矽、金屬、低k介電質、聚合物介電質、金屬氮化物及金屬矽化物。

如圖1(a)中所示，將組成物塗覆於第一基板12以在裝置表面14上形成第一接合層20。接合層20具有遠離第一基板12之上表面21，且較佳該第一接合層20與裝置表面14直接相鄰形成（亦即在第一接合層20與基板12之間無任何中間層）。組成物可由任何已知塗覆方法進行塗覆，其中一種較佳方法為以約500 rpm至約5,000 rpm（較佳約500 rpm至約2,000 rpm）之速度旋塗組成物持續約5秒至約120秒（較佳約30秒至約90秒）之時間。在塗覆組成物之後，較佳將其加熱至約80°C至約250°C之溫度，且更佳約170°C至約220°C之溫度且維持約60秒至約8分鐘（較佳約90秒至約6分鐘）之時間。視用以形成第一接合層20之組成物而定，烘烤亦可起始交聯反應以固化層20。在一些具體實例中，較佳視所用之組成物而定使該層經受多階段烘烤製程。此外，在一些情況下，可對組成物之另一等分試樣重複以上塗覆及烘烤製程，以便以多個步驟在第一基板12上「建立」第一接合層20。

第二前驅結構22亦描繪於圖1(a)中之示意性剖面圖中。第二前驅結構22包括第二基板24。在此具體實例中，第二基板24為載體晶圓。亦即，第二基板24具有前表面或載體表面26、後表面28及最外側邊緣30。儘管第二基板24可具有任何形狀，但其典型地為圓形且大小類似於第一基板12。較佳第二基板24包括矽、藍寶石、石英、金屬（例如鋁、銅、鋼）及各種玻璃及陶瓷。

如圖1(a)中所示，將第二組成物塗覆於第二基板24以在載體表面

26上形成第二接合層32。第二接合層32具有遠離第二基板24之上表面33及與第二基板24相鄰之下表面35。較佳第二接合層32與載體表面26直接相鄰形成（亦即在第二接合層32與第二基板24之間無任何中間層）。組成物可藉由任何已知塗覆方法進行塗覆，其中一種較佳方法為以約500 rpm至約5,000 rpm（較佳約500 rpm至約2,000 rpm）之速度旋塗組成物持續約5秒至約120秒（較佳約30秒至約90秒）之時間。在塗覆組成物之後，較佳將其加熱至約80℃至約250℃之溫度，且更佳約170℃至約220℃之溫度且維持約60秒至約8分鐘（較佳約90秒至約6分鐘）之時間。視用以形成第二接合層32之組成物而定，烘烤亦可起始交聯反應以固化層32。在一些具體實例中，較佳視所用之組成物而定使該層經受多階段烘烤製程。

第一及第二接合層20及32之厚度（以及如本文所述之其他層）可參考圖2進行最佳說明，其中使用類似編號來表示類似部件。圖2中已繪製裝置表面14以示意性描繪由於存在上述裝置以及裝置表面14上或其中所存在之凸起特徵、接觸孔、通孔、線、溝槽等而致的裝置表面14上地形之變化。裝置表面14上存在之各種特徵中包括最高特徵36及最低特徵38。（如本文所用，「最高（highest）」係指由第一基板12之後表面16延伸最遠的特徵，而「最低（lowest）」係指最低點最靠近第一基板12之後表面16的特徵。）最高特徵36具有最高表面36a，而最低特徵38具有最低表面或最低點38a。當提及已塗覆於地形（亦即非平坦）表面之層的厚度時，可提及兩個厚度。 $T_1$ 係指如圖2所例示由最低表面或最低點38a所界定之下平面40延伸至上表面21之距離。 $T_2$ 係指所量測高於最高表面36a之層厚度。特定言之且如圖2中所示，此厚度 $T_2$ 始於上平面42且延伸至上表面21。當提及已塗覆於平坦（或實質上平坦）表面之層的厚度時，彼厚度由圖2中之 $T_3$ 表示，且為層32之下表面35與上表面33之間的距離。最終，在一些情況下，使

用厚度 $T_4$ ，且其係指下平面40至上平面42之距離。所有厚度均指經五次量測所獲取之平均厚度。

在本發明之具體實例中，第一接合層20較佳具有至少等於 $T_4$ ，較佳為約 $1.1 T_4$ 至約 $1.5 T_4$ ，且更佳為約 $1.2 T_4$ 至約 $1.3 T_4$ 之厚度 $T$ 。此情形典型地產生至少約 $24 \mu\text{m}$ ，更佳約 $45 \mu\text{m}$ 至約 $200 \mu\text{m}$ ，且甚至更佳約 $50 \mu\text{m}$ 至約 $150 \mu\text{m}$ 之厚度 $T_1$ 。此外，第一接合層20較佳具有至少約 $5 \mu\text{m}$ ，更佳約 $5 \mu\text{m}$ 至約 $50 \mu\text{m}$ ，且甚至更佳約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $30 \mu\text{m}$ 之厚度 $T_2$ 。第二接合層32具有至少約 $35 \mu\text{m}$ ，較佳約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ ，更佳約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $25 \mu\text{m}$ ，且甚至更佳約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $15 \mu\text{m}$ 之厚度 $T_3$ 。

第一接合層20較佳具有比第二接合層32之軟化點高至少約 $20^\circ\text{C}$ ，更佳高約 $20^\circ\text{C}$ 至約 $200^\circ\text{C}$ ，且甚至更佳高約 $20^\circ\text{C}$ 至約 $100^\circ\text{C}$ 之軟化點（環及球）。此情形典型地將產生具有至少約 $100^\circ\text{C}$ ，較佳約 $150^\circ\text{C}$ 至約 $400^\circ\text{C}$ ，且更佳約 $200^\circ\text{C}$ 至約 $300^\circ\text{C}$ 之軟化點的第一接合層20。此外，第二接合層32之典型軟化點低於約 $220^\circ\text{C}$ ，較佳為約 $50^\circ\text{C}$ 至約 $220^\circ\text{C}$ ，且更佳為約 $100^\circ\text{C}$ 至約 $150^\circ\text{C}$ 。

形成第一及第二接合層20及32之材料應能夠分別與第一及第二基板12及24以及彼此形成強黏著接合。如ASTM D4541/D7234所測定黏著強度大於約50磅/平方吋，較佳約80磅/平方吋至約250磅/平方吋，且更佳約100磅/平方吋至約150磅/平方吋之任何材料對於用作第一及第二接合層20及32而言將為合意的。

用於形成第一及第二接合層20及32之組成物宜選自能夠形成為具有以上性質之層的市售接合組成物。典型此類組成物為有機物且將包含溶解或分散於溶劑系統中之聚合物或寡聚物。聚合物或寡聚物典型地選自由以下組成之群：環狀烯烴、環氧樹脂、丙烯酸系物、聚矽氧、苯乙烯、鹵乙烯、乙烯酯、聚醯胺、聚醯亞胺、聚砜、聚醚砜、環狀烯烴、聚烯烴橡膠及聚胺基甲酸酯、乙烯-丙烯橡膠、聚醯胺

酯、聚醯亞胺酯、聚縮醛及聚乙烯醇縮丁醛之聚合物及寡聚物。典型溶劑系統將視所選聚合物或寡聚物而定。以組成物之總重量視為100重量%計，組成物之典型固體含量將在約1重量%至約60重量%，且較佳約3重量%至約40重量%之範圍內。一些適合組成物描述於美國專利公開案第2007/0185310號、第2008/0173970號、第2009/0038750號及第2010/0112305號中，各文獻以引用的方式併入本文中。

接著將結構10及22以面對面關係按壓於一起，以便使第一接合層20之上表面21與第二接合層32之上表面33接觸（圖1(b)）。按壓的同時，施加足夠壓力及熱量持續足量時間以實現兩個結構10及22接合在一起以形成接合之堆疊34。接合參數將視形成接合層20及32之組成物而改變，但此步驟期間之典型溫度在約150°C至約375°C，且較佳約160°C至約350°C之範圍內，典型壓力在約1,000 N至約5,000 N，且較佳約2,000 N至約4,000 N之範圍內，持續約30秒至約5分鐘，且更佳約2分鐘至約4分鐘之時間。

在此階段，第一基板12可安全地處理及經受可能本來會損壞第一基板12而不能接合至第二基板24之其他製程。因此，結構可安全地經受背面加工，諸如背面研磨、CMP、蝕刻、金屬及介電質沈積、圖案化（例如光微影、通孔蝕刻）、鈍化、退火及其組合，而不會發生基板12與24之分離，且在此等後續加工步驟中不會滲入所遇到之任何化學物質。第一接合層20及第二接合層32不僅可經受得住此等製程，而且其亦可經受得住高達約450°C，較佳約200°C至約400°C，且更佳約200°C至約350°C之加工溫度。

一旦加工完成，則可藉由許多分離方法（圖中未示）分離基板12及24。一種方法涉及將第一及第二接合層20、32中之一或兩者溶解於溶劑（例如檸檬烯、十二烯、丙二醇單甲醚（PGME））中。或者，基板12及24亦可藉由使用雷射剝蝕、電漿蝕刻、水噴射或有效蝕

刻或分解第一及第二接合層20、32之其他高能量技術首先機械破壞或毀壞第一及第二接合層20、32中之一或兩者之周邊而分離。首先鋸開或切開第一及第二接合層20、32或藉由一些等效方法分開層20、32亦適合。無論利用上述何種方法，接著均可施加低機械力（例如手指壓力、輕緩楔入）來使基板12及24完全分離。

最佳分離方法涉及將接合之堆疊34加熱至至少約100℃，較佳約150℃至約220℃，且更佳約180℃至約200℃之溫度。應瞭解，在此等溫度下，第二接合層32將軟化，從而允許分離基板12及24（例如藉由滑動脫裂方法，諸如美國專利公開案第2008/0200011號中所述之方法，該文獻以引用的方式併入本文中）。在分離後，可用能夠溶解特定層20或32之溶劑移除任何剩餘第一或第二接合層20及32。在一些具體實例中，形成第一接合層20之組成物經選擇以便適當地在第一基板12上永久地留下一些或所有第一接合層20。在此等情況下，第一接合層20在後續晶圓加工步驟中將提供一些功能（例如間隙填充），亦即先前技術製程中所缺少之優勢。

應瞭解，此雙層具體實例提供許多優勢。結構之接合溫度及總體熱穩定性可因本發明之方法而受到控制。亦即，本發明之方法允許使用較高加工溫度，同時使得有可能在較低溫度下進行接合及脫裂。

## 2.雙層接合方案II

第二雙層接合方案展示於圖3中，其中類似編號表示類似部件。在此具體實例中，在裝置表面14上形成具有上表面46及下表面48之「清潔」或升離層44。升離層44可藉由任何已知塗覆方法形成，其中一種較佳方法為以約500 rpm至約5,000 rpm（較佳約500 rpm至約2,000 rpm）之速度旋塗用以形成層44之組成物持續約5秒至約120秒（較佳約30秒至約90秒）之時間。在塗覆組成物之後，較佳將其加熱至約60℃至約250℃之溫度，且更佳約80℃至約220℃之溫度且維持約

60秒至約4分鐘（較佳約90秒至約2分鐘）之時間。在一些具體實例中，較佳視所用之組成物而定使該層經受多階段烘烤製程。視用以形成升離層44之組成物而定，烘烤亦可起始交聯反應以固化層44。

升離層44之厚度 $T_1$ 較佳小於約3  $\mu\text{m}$ ，更佳為約0.5  $\mu\text{m}$ 至約3  $\mu\text{m}$ ，且甚至更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約1.5  $\mu\text{m}$ 。在其他具體實例中，升離層44為保形層，因此其將不具有以上厚度。

用以形成升離層44之組成物應經選擇以使層44可溶於選自由以下組成之群的溶液中：1%鹽酸水溶液、50%乙酸水溶液、異丙醇、1-十二烯、R-檸檬烯、環戊酮、PGME及氫氧化四甲基銨（TMAH）。更特定言之，升離層44在與特定去除劑溶液接觸約4至5小時後至少約95%，較佳至少約99%，且較佳100%被溶解/移除。

形成升離層44之較佳組成物可選自具有以上性質之市售組成物。該等組成物之實例包括選自由聚(乙烯基吡啶)及聚醯胺酸組成之群的彼等組成物。兩種較佳此類組成物為ProLIFT<sup>®</sup>及WGF系列濕式顯影材料（可獲自Brewer Science公司）。所用之尤其較佳組成物描述於美國專利公開案第2009/0035590號中，該文獻以引用的方式併入本文中。

接下來，在升離層44上形成接合層20（圖3(b)）。接合層20之厚度 $T_1$ 較佳如關於圖1所述，且厚度 $T_2$ 為至少約5  $\mu\text{m}$ ，更佳為約5  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ ，且甚至更佳為約10  $\mu\text{m}$ 至約30  $\mu\text{m}$ 。接著如先前所述使第二基板24接合於接合層20（圖3(c)）以形成接合之堆疊50。接著可使接合之堆疊50經受如上所述之進一步加工。

一旦準備分離第一及第二基板12及24，則將接合之堆疊50暴露於以上去除劑溶液之一（較佳持續約1分鐘至約5小時，且更佳約2分鐘至約60分鐘之時間），以便該溶液溶解升離層44，由此允許分離基板12及24。在升離層44充當「清潔」層之具體實例中，基板12及24宜

藉由加熱以軟化接合層20足以允許分離基板12及24而分離。一旦基板及24分離，則可利用去除劑溶液移除升離/清潔層44，且此舉同時將亦使接合層20之任何剩餘殘餘物被移除。

### 3.三層接合方案I

第一種三層接合方案展示於圖4中，其中類似編號表示類似部件。圖4中所示之具體實例與圖3中所示類似，其中例外為將圖3之第一接合層20變為第二接合層32且在「清潔」或升離層44與第二接合層32之間添加額外層。特定言之，在裝置表面14上形成升離層44之後（如先前所述，且參見圖4(a)），在升離層44之上表面46上形成具有上表面54及下表面56之剛性層52（圖4(b)）。如本文所用，「剛性（rigid）」係指層具有如流變儀所測定至少1 GPa之高剪切模數。此外，「剛性」係指層在製程溫度（典型地約150°C至約400°C，且較佳約200°C至約300°C）下不會流動。

用以形成剛性層52之組成物為與上文關於第一接合層20所討論相同類型之組成物。此外，剛性層52將以與上文關於第一接合層20所述類似的方式形成（若升離層44本質上為保形層，則包括與關於圖1所述類似之厚度）。剛性層52之厚度 $T_3$ （若升離層44本質上不保形）較佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約35  $\mu\text{m}$ ，更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 且甚至更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約15  $\mu\text{m}$ 。

參考圖4(c)，使用與先前所述相同之塗覆方法及相同類型之組成物在剛性層52之上表面54上形成第二接合層32。在此具體實例中，第二接合層32之厚度 $T_3$ 為約1  $\mu\text{m}$ 至約35  $\mu\text{m}$ ，更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ ，且甚至更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約15  $\mu\text{m}$ 。

剛性層52之軟化點較佳比第二接合層32之軟化點高至少約20°C，更佳高約20°C至約300°C，且甚至更佳高約20°C至約100°C。此情形典型地使剛性層52具有至少約100°C，較佳約150°C至約400°C，且

更佳約200℃至約300℃之軟化點。

如先前所述使第二基板24接合於接合層32形成接合之堆疊58（圖4(d)）。接著可使接合之堆疊58經受如上所述之進一步加工。一旦準備分離第一及第二基板12及24，則使接合之堆疊58暴露於先前所述去除劑溶液之一，以便溶液溶解升離層44，由此允許分離基板12及24。或者，分離可如先前描述藉由加熱堆疊58以便軟化接合層32來實現。在此藉由加熱分離之情況下，升離層44再次充當清潔層，且接合層殘餘物可藉由用去除劑溶液移除層44來移除。

#### 4.三層接合方案II

另一種三層接合方案展示於圖5(a)至圖5(d)中，其中類似編號表示類似部件。此具體實例與以上具體實例之不同之處在於多層接合系統包括兩個剛性層52，在兩個層52之間具有一層第二接合層32。組成物選擇、加工參數及步驟等與上文關於相應層所述相同。儘管圖中未示，但此具體實例可藉由使接合層32與一個剛性層52翻轉來改變（且剛性層52較佳最接近第二基板24）。

#### 5.基板邊緣之多層

本發明之其他具體實例展示於圖6及圖7中，其中類似部件以類似方式編號。對於此等具體實例，參考美國專利公開案第2009/0218560號，該文獻以引用的方式併入本文中。

參考圖6(a)，在此具體實例中，描繪結構55。第一基板12之裝置表面14包括周邊區域57、中心區域59及位於周邊區域57上之雙層接合系統60。系統60包括薄層62，其具有上表面64及下表面66；以及接合區段68，其包括外表面70、內表面72、下表面74及接合表面76。薄層62之下表面66與第一基板12之裝置表面14在周邊區域57相鄰，而接合區段68之下表面74與薄層62相鄰。

薄層62可為與上文關於升離層44所述類似之升離層，或薄層62

可為助黏劑層。在其為助黏劑層之情況下，任何市售助黏劑組成物均可用於此目的。該等組成物之一些實例包括有機矽烷（ProTEK<sup>®</sup>底漆，可獲自Brewer Science公司）。

薄層62可由諸如旋塗之習知方法形成，之後在適於特定組成物之溫度下烘烤。舉例而言，可使用如上所述形成升離層44所遵循之方法形成薄層62。另外，儘管圖6(a)將此層描繪為僅存在於周邊區域57，但薄層62亦可在整個裝置表面14上延伸，以使其亦存在於中心區域59中。周邊區域57中薄層62之厚度 $T_3$ 較佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約35  $\mu\text{m}$ ，更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ ，且甚至更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約15  $\mu\text{m}$ 。在薄層62在整個裝置表面14上延伸之情況下，其厚度 $T_1$ 將為約0.1  $\mu\text{m}$ 至約20  $\mu\text{m}$ ，較佳為約0.25  $\mu\text{m}$ 至約10  $\mu\text{m}$ ，且更佳為約1  $\mu\text{m}$ 至約3  $\mu\text{m}$ 。在其他情況下，薄層62可為保形層，且因此不具有以上厚度。

接合區段68可由任何市售接合組成物形成，包括以上關於第一及第二接合層20及32所討論之彼等組成物。接合區段68之寬度「D」典型地為約2 mm至約15 mm，較佳為約2 mm至約10 mm，且更佳為約2 mm至約5 mm。此外，接合區段68之厚度 $T_3$ 較佳為約5  $\mu\text{m}$ 至約100  $\mu\text{m}$ ，更佳為約5  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ ，且甚至更佳為約10  $\mu\text{m}$ 至約30  $\mu\text{m}$ 。

此時，如先前具體實例所述，結構55可接合至第二基板24，或如圖6(b)中所示，在裝置表面14之中心區域59可形成填充層78。填充層78之厚度與上文關於接合區段68所述相同。填充層78典型地由包含分散或溶解於溶劑系統中之單體、寡聚物及/或聚合物之材料形成。若填充層78經由旋塗塗覆，則此材料之固體含量較佳為約1 wt%至約50 wt%，更佳為約5 wt%至約40 wt%，且甚至更佳為約10 wt%至約30 wt%。適合單體、寡聚物及/或聚合物之實例包括選自由以下組成之群者：環狀烯烴聚合物及共聚物及具有高原子氟含量（大於約30 wt%）之非晶形氟聚合物，諸如氟化矽氧烷聚合物、氟化乙烯-丙烯共聚

物、具有側接全氟烷氧基之聚合物，且四氟乙烯及2,2-雙-三氟甲基-4,5-二氟-1,3-間二氧雜環戊烯之共聚物尤其較佳。應瞭解，此等材料之接合強度將視其特定化學結構及用於塗覆其之塗佈及烘烤條件而定。

在此具體實例中，填充層78較佳不形成強黏著接合，因此利於稍後進行分離。一般而言，需要具有以下性質之非晶形聚合材料：

(1) 具有低表面自由能；(2) 無黏著性且已知不強烈接合至玻璃、矽及金屬表面（亦即典型地具有極低羥基或羧酸基團濃度，且較佳無該等基團）；(3) 可由溶液鑄造或形成為薄膜以供層壓；(4) 在典型接合條件下流動以填充裝置晶圓表面地形，從而在基板之間形成無空隙接合線；及(5) 在背面加工期間所遭遇之機械應力下，甚至在高溫下或在高真空條件下進行加工時亦不會破裂、流動或再分佈。如本文所用，低表面自由能定義為如接觸角量測法所測定，聚合材料與水之接觸角呈至少約90°且臨界表面張力小於約40達因/公分，較佳小於約30達因/公分，且更佳為約12達因/公分至約25達因/公分。

低接合強度係指聚合材料不黏著或可僅用諸如可用以脫裂黏著便條紙之輕微手壓力自基板剝除。因此，需要黏著強度小於約50磅/平方吋，較佳小於約35磅/平方吋，且更佳為約1磅/平方吋至約30磅/平方吋之任何材料用作填充層22。展現以上性質之適合聚合材料之實例包括由Mitsui以APEL<sup>®</sup>銷售、由Ticona以TOPAS<sup>®</sup>銷售及由Zeon以ZEONOR<sup>®</sup>商標銷售之一些環狀烯烴聚合物及共聚物、及溶劑可溶性氟聚合物，諸如由Asahi Glass銷售之CYTOP<sup>®</sup>聚合物及由DuPont銷售之TEFLON<sup>®</sup> AF聚合物。此等材料之接合強度將視用以塗覆其之塗佈及烘烤條件而定。

此時，可使用關於先前具體實例所述之步驟使第二基板接合至結構55，以形成如圖6(c)中所示之接合之堆疊82。在堆疊82上完成所

需加工後，可容易地使第一基板12及第二基板24分離。在一種分離方法中，首先藉助於溶劑或其他化學試劑溶解接合區段68。此舉可藉由浸漬於溶劑中或藉由將一股溶劑噴灑於接合區段68上以將其溶解來完成。若欲使用溶劑溶解破壞接合區段68，則使用熱塑性材料尤其合乎需要。在此移除製程中典型地可使用之溶劑包括選自由以下組成之群的彼等溶劑：乳酸乙酯、環己酮、甲基吡咯啉酮、脂族溶劑（例如己烷、癸烷、十二烷及十二烯）及其混合物。

基板12及24亦可藉由首先使用雷射剝蝕、電漿蝕刻、水噴射或有效蝕刻或分解接合區段68之其他高能量技術機械破壞或毀壞接合區段68之連續性而分離。首先鋸開或切開接合區段68或藉由一些等效方法分開接合區段68亦適合。

無論利用上述何種方法，接著均可施加低機械力（例如手指壓力、輕緩楔入）來使基板12及24完全分離。有利的是，分離無需克服填充層78與基板12或24之間的強黏著接合。實情為，僅需要釋放周邊區域57中接合區段68之黏著接合來進行分離。接著可視需要用適當溶劑沖洗乾淨基板12及/或24之表面以移除任何殘餘材料。

關於以上具體實例，應注意在形成填充層78之前形成接合區段68為僅有的一種可能的形成順序。亦可首先形成填充層78，之後形成接合系統60或接合區段68。形成順序對於本發明並不關鍵且可由一般技術者改變。

參考圖7，展示本發明之另一具體實例，其中類似編號表示類似部件。此具體實例與圖6類似，其中例外為在結構55'及結合之堆疊82'中第一及第二基板12及24已轉換。亦即薄層62與第二基板24之載體表面26而非與第一基板12之裝置表面14接觸，且接合區段68之接合表面76接合至第一基板12之裝置表面14。因此，視特定應用之需要而定，薄層62可與接合區段68之下表面74或接合表面76或兩者相鄰。在

此具體實例中，薄層62具有關於圖6具體實例所述之厚度 $T_3$ ，且此等厚度適用於整個薄層62。

#### 6. 基板邊緣之具有區域之多層

圖8描繪本發明之另一具體實例，其中類似編號表示類似部件。參考圖8(a)，僅在第一基板12之周邊區域57形成第二接合層32。塗覆方法、所需性質（包括軟化點）及用作第二接合層32之可能組成物如先前所述。參考圖8(b)，如上文關於圖6及圖7所述，在裝置表面14之中心區域59中形成填充層78。

接下來且如圖8(c)中所示，在第二接合層32之上表面33上及填充層78之上表面80上形成第一接合層20以形成結構84。此外，塗覆方法、所需性質及用作第一接合層20之可能組成物如先前所述。可使用關於先前具體實例所述之步驟使第二基板24接合至結構84，以形成如圖8(d)中所示之接合之堆疊86。（或者，如實施例18所述，可替代地在第二基板24之載體表面21上形成第一接合層20，且接著可將兩個結構按壓於一起以形成接合之堆疊86，與圖1中所示之步驟順序類似。）

接著可使接合之堆疊86經受如上所述之進一步加工。一旦準備分離第一及第二基板12及24，則使接合之堆疊86暴露於去除劑溶液（例如檸檬烯、十二烯、PGME），以使溶液溶解第二接合層32，因此允許分離基板12及24。或者，如先前所述，分離可藉由加熱堆疊86以便使第二接合層32軟化來實現，該第二接合層32具有低於第一接合層20之軟化點，以使基板12及24可分離。

參考圖9，展示本發明之另一具體實例，其中類似編號表示類似部件。此具體實例與圖8類似，其中例外為在結構84'及結合之堆疊86'中第一及第二基板12及24已轉換。亦即，第二接合層32及填充層78與第二基板24之載體表面26而非與第一基板12之裝置表面14接觸，

且第一接合層20接合至第一基板12之裝置表面14。因此，第二接合層32及填充層78之位置可視特定應用之需要而進行調整。

對於展示各種接合、升離及剛性層實質上且甚至完全覆蓋特定基板表面的以上各接合方案，應瞭解一或多個此等層可進行修改以僅覆蓋特定基板之一部分（即使圖中未示）。換言之，特定基板表面之僅一部分與特定層接觸，且此情形仍處於本發明之範疇內。

此外，甚至在各層顯示在第一基板（裝置）上上下下依次形成接著與第二基板（載體）接合而形成之情況下，所有層可替代地在第二基板上上下下依次形成且接著與第一基板接合。或者，可在第一基板上形成一或多層，同時在第二基板上形成其他層，且接著使兩個基板接合於一起。順序並不關鍵，只要所得結構具有本文所示及/或所述之層系統即可。

#### 實施例

以下實施例闡述本發明之較佳方法。然而，應瞭解，此等實施例以說明之方式提供且不應將其中任一者視為對本發明之總體範疇造成限制。

實施例1至實施例9說明本發明之改良之接合效能。實施例10至實施例16說明接合組成物在脫裂後即可清潔的改良之能力。

#### 實施例1

##### 環狀烯烴共聚物（COC）接合組成物A之組成

在此調配物中，將250公克乙烯-降冰片烯共聚物（APL 8008T，獲自Mitsui Chemicals America公司，Rye Brook, NY）及3.125公克酚系抗氧化劑（IRGANOX 1010，獲自BASF, Germany）溶解於373.45公克R-檸檬烯（獲自Florida Chemical公司，Winter Haven, FL）及373.45公克環辛烷（獲自Sigma-Aldrich,公司，St. Louis, MO）中。在室溫下攪拌混合物直至所有組分溶解。最終溶液具有25.31%固體。

## 實施例2

### COC接合組成物B之組成

在此調配物中，將210.31公克乙烷-降冰片烯共聚物（Topas 8007，獲自Topas Advanced Polymers, Florence, KY）及62.4公克低分子量COC聚合物（Topas TM,獲自Topas Advanced Polymers, Florence, KY）溶解於706公克R-檸檬烯以及4.0公克酚系抗氧化劑（Irganox 1010）及14.5公克分子量為2,800道爾頓（Dalton）之聚異丁烯（獲自Scientific Polymer Products公司, Ontario, NY）中。在室溫下攪拌混合物直至所有成分溶解。溶液具有29%固體。

## 實施例3

### COC接合組成物B之組成

在此調配物中，將50公克來自實施例2之COC接合組成物B與50公克R-檸檬烯混合。在室溫下攪拌混合物以形成溶液。溶液具有14.5%固體。

## 實施例4

### 接合組成物D之組成

在此調配物中，將120公克WaferBOND<sup>®</sup> HT-10.10材料（獲自Brewer Science公司）與80公克1-十二烯（Sigma-Aldrich, St. Louis, MO）混合。在室溫下攪拌混合物以形成溶液。

## 實施例5

### 裝置晶圓上之厚COC接合組成物A層及載體晶圓上之薄COC接合組成物C層

在此程序中，將10 mL實施例1之COC接合組成物A旋塗於200 mm矽晶圓上且烘烤（使用下文所述之旋轉及烘烤參數）以形成COC接合組成物A之膜，該COC接合組成物A為經設計以在270°C下充分流動以達成經塗佈基板與第二基板之間有效接合的環狀烯烴聚合物塗

層。用10 mL實施例1之COC接合組成物A之第二等分試樣精確重複此製程，其中使用此第二等分試樣以在第一膜之頂部上形成膜。兩個塗覆步驟後之最終膜厚度為96  $\mu\text{m}$ 。

將實施例3之COC接合組成物C旋塗於另一200 mm矽晶圓上，該COC接合組成物C為經設計以在220°C下充分流動以達成經塗佈基板與第二基板之間有效接合的環狀烯烴聚合物塗層。COC接合組成物C之厚度為約3  $\mu\text{m}$ 。COC接合組成物A及COC接合組成物C之旋塗及烘烤參數相同且如下。

- 旋塗條件：800 rpm旋塗60秒，加速度為每秒10,000 rpm。
- 烘烤條件依序為：80°C維持2分鐘，110°C維持2分鐘，160°C維持2分鐘且220°C維持6分鐘。

在真空下在220°C下在熱真空中在5,800 N接合壓力之壓力室中使兩個塗有如上所述COC接合組成物A及COC接合組成物C之矽晶圓以面對面關係接合3分鐘。接著在220°C下與以引用的方式併入本文中之美國專利公開案第2010/0206479號中所述類似使用滑動製程之脫裂器（獲自Brewer Science公司, Rolla, MO）使接合之晶圓分離。

## 實施例6

### 厚COC接合組成物A及薄COC接合組成物C

在此程序中，將10 mL實施例1之COC接合組成物A旋塗於200 mm矽晶圓上且烘烤（使用下文所述之旋轉及烘烤參數）以形成COC接合組成物A之膜，該COC接合組成物A為經設計以在270°C下充分流動以達成經塗佈基板與第二基板之間有效接合的環狀烯烴聚合物塗層。用10 mL實施例1之COC接合組成物A之第二等分試樣精確重複此製程，其中使用此第二等分試樣以在第一膜之頂部上形成膜。兩個塗覆步驟後之最終膜厚度為93  $\mu\text{m}$ 。

將實施例3之COC接合組成物C旋塗於COC接合組成物A膜之頂部

上，該COC接合組成物C為經設計以在220℃下充分流動以達成經塗佈基板與第二基板之間有效接合的環狀烯烴聚合物塗層。COC接合組成物C膜之厚度為8 μm。COC接合組成物A及COC接合組成物C之旋塗及烘烤參數相同且如下：

- 旋塗條件：800 rpm旋塗60秒，加速度為每秒10,000 rpm。
- 烘烤條件依序為：110℃維持4分鐘，160℃維持2分鐘且220℃維持6分鐘。

將另一200 mm矽晶圓之中心用氟化矽烷（十七氟-1,1,2,2-四氫癸基三氯矽烷）塗佈，同時保留沿晶圓之外邊緣3 mm區域無氟化矽烷。用於塗佈氟化矽烷之詳細製程描述於美國專利公開案第2009/10218560號之實施例1中，該文獻以引用的方式併入本文中。

在220℃下、在熱真空中且在接合壓力為5,800 N之壓力下使上述晶圓對以面對面關係接合3分鐘。將晶圓對強力接合於一起，且使其經歷使裝置晶圓薄化為50 μm之研磨製程。將接合之晶圓對於R-檸檬烯中浸泡24小時，且接著使用剝除脫裂器（ZoneBOND™分離工具，獲自Brewer Science公司，Rolla, MO）藉由剝除製程來脫裂晶圓。在剝除脫裂製程中，藉由真空將裝置晶圓固持於平坦表面上，且藉由金屬夾鉗緊緊固持載體晶圓（矽烷化晶圓）。接著藉由剝除該夾鉗使裝置晶圓與載體晶圓分離。

#### 實施例7

具有薄接合組成物D之厚聚砜

在此調配物中，將280公克聚砜（Ultrason E2020P；BASF, Flortham Park, NJ）溶解於520公克二甲基乙醯胺（Sigma-Aldrich, St. Louis, MO）中。在室溫下攪拌混合物直至聚砜溶解以形成溶液。溶液具有35%固體。

以600 rpm之旋轉速度將以上聚砜溶液旋塗於200 mm矽晶圓上60

秒。在80°C下烘烤經塗佈晶圓2分鐘，且接著在150°C下烘烤2分鐘，且接著在180°C下烘烤5分鐘。所得聚矽膜之厚度為51.64  $\mu\text{m}$ 。接著以1400 rpm之旋轉速度將實施例4之接合組成物D旋塗於聚矽膜之頂部上60秒。在80°C下烘烤該晶圓2分鐘，接著在150°C下烘烤2分鐘，且接著在180°C下烘烤5分鐘。稀WaferBOND® HT-10.10膜之總厚度為約2  $\mu\text{m}$ 。

在室溫下將晶圓對於R-檸檬烯中浸泡24小時，且接著使用剝除脫裂器（ZoneBOND™分離工具）分離晶圓。

#### 實施例8

具有薄COC接合組成物C之厚聚矽

在此調配物中，將280公克聚矽（Ultrason E2020P）溶解於520公克二甲基乙醯胺（Sigma-Aldrich, St. Louis, MO）中。在室溫下攪拌混合物直至聚矽溶解以形成溶液。

以600 rpm之旋轉速度將以上聚矽溶液旋塗於200 mm矽晶圓上60秒。在80°C下烘烤經塗佈晶圓2分鐘，接著在150°C下烘烤2分鐘，且接著在180°C下烘烤5分鐘以完全移除鑄造溶劑。所得聚矽膜之厚度為52.9  $\mu\text{m}$ 。接著以1,400 rpm之旋轉速將實施例3之COC接合組成物C旋塗於聚矽膜之頂部上60秒。在80°C下烘烤該晶圓2分鐘，接著在150°C下烘烤2分鐘，且接著在180°C下烘烤5分鐘。COC接合組成物C之總厚度為約2  $\mu\text{m}$ 。

在室溫下將以上晶圓對於R-檸檬烯中浸泡24小時，且接著使用剝除脫裂器（ZoneBOND™分離工具）分離。

#### 實施例9

用於滑動脫裂之厚COC接合組成物A及>20  $\mu\text{m}$ 之COC接合組成物B膜

在此實施例中，將10 mL實施例1之COC接合組成物A之等分試樣旋塗於200 mm矽晶圓上兩次，該COC接合組成物A為經設計以在270

℃下充分流動以達成經塗佈基板與第二基板之間有效接合的環狀烯烴聚合物塗層。第一次旋塗以600 rpm進行60秒，且第二次旋塗以800 rpm進行60秒。在各塗佈之後，在80℃下烘烤晶圓2分鐘，接著在150℃下烘烤2分鐘，且接著在220℃下烘烤5分鐘。所得COC接合組成物A膜之厚度為99.14  $\mu\text{m}$ 。

將實施例2之COC接合組成物B旋塗於塗有COC接合組成物A之同一晶圓上，該COC接合組成物B為經設計以在220℃下充分流動以達成經塗佈基板與第二基板之間有效接合的環狀烯烴聚合物塗層。以1500 rpm之旋轉速度塗佈COC接合組成物B 60秒。在80℃下烘烤晶圓2分鐘，接著在150℃下烘烤2分鐘，且接著在220℃下烘烤5分鐘。所得COC接合組成物B膜之厚度為29  $\mu\text{m}$ 。

在熱真空下、在220℃下、在接合壓力為5,800 N之壓力室中使上述晶圓與另一200 mm矽晶圓以面對面關係接合3分鐘。

使用滑動脫裂器（獲自Brewer Science公司）之滑動脫裂製程分離接合之晶圓對。脫裂製程在每秒2 mm之脫裂速率及220℃之溫度下進行。

#### 實施例10

用HCl溶液清潔之聚(乙烷基吡啶)及COC接合組成物B

在此調配物中，將2公克聚(乙烷基吡啶)（獲自Sigma-Aldrich, St. Louis, MO）溶解於環戊酮中。在室溫下攪拌混合物直至聚合物溶解。環戊酮中聚(乙烷基吡啶)之總重量濃度為2%。溶液經由1.0  $\mu\text{m}$ 過濾器過濾。

以2,000 rpm之旋轉速度將以上聚(乙烷基吡啶)組成物旋塗於100 mm矽晶圓上60秒。在80℃下烘烤經塗佈晶圓2分鐘且接著在220℃下烘烤2分鐘。所得聚(乙烷基吡啶)膜之厚度為0.0579  $\mu\text{m}$  (57.9 nm)。接著以1,100 rpm之旋轉速將COC接合組成物B旋塗於聚(乙烷基

吡啶)膜之頂部上60秒。在80℃下烘烤晶圓2分鐘，接著在160℃下烘烤2分鐘，且接著在220℃下烘烤6分鐘。所得聚合物膜之總厚度為約22 μm。

在室溫下將經塗佈晶圓於1%氯化氫(HCl)水溶液中浸漬約4至5小時直至COC接合組成物B膜自晶圓升離。目測晶圓為潔淨的，但其在顯微鏡下觀測時仍明顯有一些殘餘物。

#### 實施例11

用乙酸溶液清潔之聚(乙烯基吡啶)及COC接合組成物B

用與實施例10相同之組成物及相同之方式製備晶圓。在室溫下將經塗佈晶圓於50%乙酸水溶液中浸漬約4至5小時直至COC接合組成物B膜自晶圓升離。

目測用乙酸溶液清潔之晶圓為潔淨的，但其在顯微鏡下觀測時仍明顯有一些殘餘物。

#### 實施例12

用R-檸檬烯、環戊酮及異丙醇清潔之聚(乙烯基吡啶)及COC接合組成物B

使經與實施例10相同之調配物及以與實施例10相同之方式塗佈之另一晶圓在室溫下以900 rpm之速度旋轉，同時施與R-檸檬烯作為第一清潔溶劑持續400秒以移除COC接合組成物B膜。接著在室溫下藉由以900 rpm之旋轉速度施與環戊酮持續400秒以移除聚(乙烯基吡啶)聚合物膜進行進一步清潔。以900 rpm之旋轉速度用異丙醇旋轉沖洗晶圓120秒。藉由以1200 rpm之速度旋轉晶圓60秒進行最終乾燥。藉由此製程清潔之晶圓目測無缺陷。

#### 實施例13

用R-檸檬烯及異丙醇清潔之聚(乙烯基吡啶)及COC接合組成物B

使經與實施例10相同之調配物及以與實施例10相同之方式塗佈

之另一晶圓在室溫下以900 rpm之速度旋轉，同時施與R-檸檬烯作為第一清潔溶劑持續400秒以移除COC接合組成物B膜。接著在室溫下藉由以900 rpm之旋轉速度施與異丙醇持續400秒以移除聚(乙烯基吡啶)聚合物膜進行進一步清潔。藉由以1,200 rpm之速度旋轉晶圓60秒進行最終乾燥。藉由此製程清潔之晶圓目測無缺陷。

#### 實施例14

ProLIFT® 100-16塗料及WaferBOND® HT-10.10材料

以3,000 rpm將ProLIFT® 100-16塗料（獲自Brewer Science公司, Rolla, MO）旋塗於200 mm矽晶圓上90秒。在120℃下烘烤經塗佈晶圓90秒，且接著在205℃下烘烤90秒以產生厚約1 μm之層。以1,500 rpm將WaferBOND® HT-10.10材料旋塗於ProLIFT® 100-16膜之頂部上30秒。在120℃下烘烤該晶圓2分鐘，且接著在160℃下烘烤2分鐘以產生厚約16 μm之層。在220℃下使另一200 mm矽晶圓與經塗佈晶圓以面對面關係接合3分鐘，在15磅/平方吋之壓力下維持1分鐘。使接合之晶圓對冷卻至160℃維持1分鐘且逐漸冷卻至室溫。藉由使用滑動脫裂器在每秒2.00 mm之速率及200℃之溫度下分離接合之晶圓對。

經脫裂晶圓上之塗層藉由以下來清潔：首先以250 rpm之旋轉速度施與1-十二烯60秒以移除WaferBOND® HT-10.10聚合物膜，且接著藉由以300 rpm之旋轉速度施與ProLIFT®去除劑（獲自Brewer Science公司, Rolla, MO）10秒以清潔ProLIFT®膜。藉由以1,400 rpm之速度旋轉15秒乾燥晶圓。在清潔之後晶圓目測無缺陷。

#### 實施例15

ProLIFT® 100塗料及COC接合組成物B

以3,000 rpm將ProLIFT® 100-16塗料旋塗於200 mm矽晶圓上90秒。在100℃下烘烤經塗佈晶圓120秒，且接著在245℃下烘烤60秒。以300 rpm將實施例2之COC接合組成物B旋塗於ProLIFT® 100-16膜之

頂部上5秒。使速度勻升，且晶圓以1,200 rpm旋轉60秒。在60℃下烘烤經塗佈晶圓60秒，接著在80℃下烘烤60秒，且接著在220℃下烘烤120秒。

晶圓藉由以下來進行清潔：首先使用R-檸檬烯以移除COC接合組成物B聚合物膜，且接著藉由施與PD523-AD顯影劑（JSR Microelectromics, Sunnyvale, CA）以移除ProLIFT® 100-16膜。特定清潔程序如下：

清潔COC接合組成物B：

1. 覆液R-檸檬烯：0 rpm持續60秒
2. 旋轉：2,000 rpm持續5秒
3. 手動施與R-檸檬烯：500 rpm持續60秒
4. 旋轉：2,000 rpm持續5秒
5. 手動施與異丙醇進行沖洗：500 rpm持續30秒
6. 旋轉乾燥：2,000 rpm持續15秒

清潔ProLIFT® 100-16塗層：

1. 覆液PD523-AD顯影劑：0 rpm持續20秒
2. 旋轉：2,000 rpm持續5秒
3. 手動施與去離子水：500 rpm持續20秒
4. 手動施與異丙醇進行沖洗：500 rpm持續5秒
5. 旋轉乾燥：2,000 rpm持續15秒

使用Candela CS20工具（獲自KLA Tencor, Milpitas, CA）藉由缺陷檢驗確定晶圓為潔淨的。

## 實施例16

WGF 300-310材料及COC接合組成物B

以3,000 rpm將WGF 300-310材料（顯影劑可溶性間隙填充組成物，獲自Brewer Science公司, Rolla, MO）旋塗於200 mm矽晶圓上90

秒。在100℃下烘烤經塗佈晶圓120秒，且接著在245℃下烘烤60秒以產生厚約720 Å之膜。以300 rpm將實施例2之COC接合組成物B旋塗於WGF 300-310膜之頂部上5秒，且接著使速度勻升且以1,200 rpm旋轉晶圓60秒。接著在60℃下烘烤經塗佈晶圓60秒，接著在80℃下烘烤60秒，且接著在220℃下烘烤120秒。

晶圓藉由以下來清潔：首先使用R-檸檬烯移除COC接合組成物B聚合物膜，且接著施與PD523-AD顯影劑以移除WGF 300-310膜。特定清潔程序如下：

#### 清潔COC接合組成物B

1. 覆液R-檸檬烯：0 rpm持續60秒
2. 旋轉：1,500 rpm持續5秒
3. 手動施與R-檸檬烯：500 rpm持續60秒
4. 旋轉：1,500 rpm持續5秒
5. 手動施與異丙醇進行沖洗：500 rpm持續0秒
6. 旋轉乾燥：2,000 rpm持續15秒

#### 清潔WGF 300-310塗層：

1. 覆液PD523-AD顯影劑：0 rpm持續20秒
2. 旋轉：1,500 rpm持續5秒
3. 手動施與去離子水：500 rpm持續20秒
4. 手動施與異丙醇進行沖洗：500 rpm持續5秒
5. 旋轉乾燥：2,000 rpm持續15秒

使用Candela CS20工具藉由缺陷檢驗確定晶圓為潔淨的。

#### 實施例17

#### WGF 300-310材料、COC接合組成物A及COC接合組成物B

以3,000 rpm將WGF 300-310材料旋塗於100 mm矽晶圓上90秒。在100℃下烘烤經塗佈晶圓120秒，且接著在245℃下烘烤60秒。WGF

300-310膜之厚度為0.0632  $\mu\text{m}$  (63.2 nm)。以600 rpm之速度將實施例1之COC接合組成物A旋塗於WGF 300-310膜之頂部上60秒。接著在80℃下烘烤晶圓2分鐘，接著在150℃下烘烤2分鐘，且接著在220℃下烘烤5分鐘。COC接合組成物A層之厚度為41  $\mu\text{m}$ 。以1,400 rpm之速度將實施例2之COC接合組成物B旋塗於COC接合組成物A之頂部上60秒。接著在80℃下烘烤晶圓2分鐘，接著在150℃下烘烤2分鐘，且接著在220℃下烘烤5分鐘。COC接合組成物B層之厚度為8.2  $\mu\text{m}$ 。

上述晶圓首先藉由將其於R-檸檬烯中浸漬24小時以移除COC接合組成物A及B聚合物層來清潔。接著如下進行用PD523-AD顯影劑清潔WGF 300-310膜之第二步驟：

1. 覆液PD523-AD顯影劑：0 rpm持續20秒
2. 旋轉：2,000 rpm持續5秒
3. 手動施與去離子水：500 rpm持續20秒
4. 手動施與異丙醇進行沖洗：500 rpm持續5秒
5. 旋轉乾燥：2,000 rpm持續15秒

晶圓目測為潔淨的。

## 實施例18

使用多層以輔助ZoneBOND™邊緣切割

將厚約1  $\mu\text{m}$ 之WaferBOND® HT-10.10層塗佈於200 mm矽載體晶圓之表面邊緣周圍3至5 mm寬之環上。在110℃下烘烤此晶圓2分鐘，之後在160℃下進行第二次烘烤2分鐘。使用FC-40溶劑（獲自3M）將氟化矽烷（(十七氟-1,1,2,2-四氫癸基)三氯矽烷，一種主要為C<sub>12</sub>之全氟化合物，以名稱Fluorinert由3M銷售）稀釋成1%溶液。將溶液旋塗於載體之中心部分上。在熱板上在100℃下烘烤載體1分鐘，在旋轉塗佈機中用FC-40溶劑沖洗，且在熱板上在100℃下再烘烤1分鐘。

用COC接合組成物經由旋塗塗佈另一200 mm矽裝置晶圓之表

面。在80℃下烘烤此晶圓2分鐘，之後在120℃下烘烤2分鐘，且最終在220℃下烘烤2分鐘。在真空下、在220℃下、在熱真空及壓力室中使裝置及載體晶圓以面對面關係接合3分鐘。

將總成於1-十二烯中浸泡約1小時以軟化及部分溶解載體邊緣處之WaferBOND® HT-10.10薄層。1-十二烯不影響大部分實驗接合黏著劑，僅影響WaferBOND® HT-10.10。使用ZoneBOND™分離工具使載體自總成分離。

### 【符號說明】

|     |          |
|-----|----------|
| 10  | 前驅結構     |
| 12  | 第一基板     |
| 14  | 前表面或裝置表面 |
| 16  | 後表面      |
| 18  | 最外側邊緣    |
| 20  | 第一接合層    |
| 21  | 上表面      |
| 22  | 第二前驅結構   |
| 24  | 第二基板     |
| 26  | 前表面或載體表面 |
| 28  | 後表面      |
| 30  | 最外側邊緣    |
| 32  | 第二接合層    |
| 33  | 上表面      |
| 34  | 接合之堆疊    |
| 35  | 下表面      |
| 36  | 最高特徵     |
| 36a | 最高表面     |

|     |          |
|-----|----------|
| 38  | 最低特徵     |
| 38a | 最低表面或最低點 |
| 40  | 下平面      |
| 42  | 上平面      |
| 44  | 「清潔」或升離層 |
| 46  | 上表面      |
| 48  | 下表面      |
| 50  | 接合之堆疊    |
| 52  | 剛性層      |
| 54  | 上表面      |
| 55  | 結構       |
| 55' | 結構       |
| 56  | 下表面      |
| 57  | 周邊區域     |
| 58  | 接合之堆疊    |
| 59  | 中心區域     |
| 60  | 雙層接合系統   |
| 62  | 薄層       |
| 64  | 上表面      |
| 66  | 下表面      |
| 68  | 接合區段     |
| 70  | 外表面      |
| 72  | 內表面      |
| 74  | 下表面      |
| 76  | 接合表面     |
| 78  | 填充層      |

|                |       |
|----------------|-------|
| 80             | 上表面   |
| 82             | 接合之堆疊 |
| 82'            | 接合之堆疊 |
| 84             | 結構    |
| 84'            | 結構    |
| 86             | 接合之堆疊 |
| 86'            | 接合之堆疊 |
| T <sub>1</sub> | 距離    |
| T <sub>2</sub> | 厚度    |
| T <sub>3</sub> | 距離    |
| T <sub>4</sub> | 距離    |
| D              | 寬度    |

## 申請專利範圍

1. 一種暫時接合方法，其包含：  
於第一基板之裝置表面塗佈一升離層；  
於該升離層上形成一接合層；  
將第二基板接合至該接合層以形成一接合堆疊。
2. 如請求項1之方法，其中該升離層係以旋塗塗佈。
3. 如請求項1之方法，其中該升離層具有小於約 $3\mu\text{m}$ 之厚度 $T_1$ 。
4. 如請求項1之方法，其中該升離層為保形層。
5. 如請求項1之方法，其中用於形成升離層之組合物係經選擇以使該升離層可溶於選自由以下組成之群的溶液中：1%鹽酸水溶液、50%乙酸水溶液、異丙醇、1-十二烯、R-檸檬烯、環戊酮、PGME及氫氧化四甲基銨。
6. 如請求項1之方法，其中該裝置表面包含至少一個選自由以下組成之群的結構：焊料凸塊；金屬樁；金屬柱；及由選自由以下組成之群的材料形成之結構：矽、多晶矽、二氧化矽、(氧)氮化矽、金屬、低k介電質、聚合物介電質、金屬氮化物及金屬矽化物。
7. 如請求項1之方法，其中該第二基板包括下列材料之一者：矽、藍寶石、石英、金屬（例如鋁、銅、鋼）及各種玻璃及陶瓷。
8. 如請求項3之方法，其中該厚度 $T_1$ 係約 $0.5\mu\text{m}$ 至約 $3\mu\text{m}$ 。
9. 如請求項8之方法，其中該厚度 $T_1$ 係約 $1.0\mu\text{m}$ 至約 $1.5\mu\text{m}$ 。

圖式

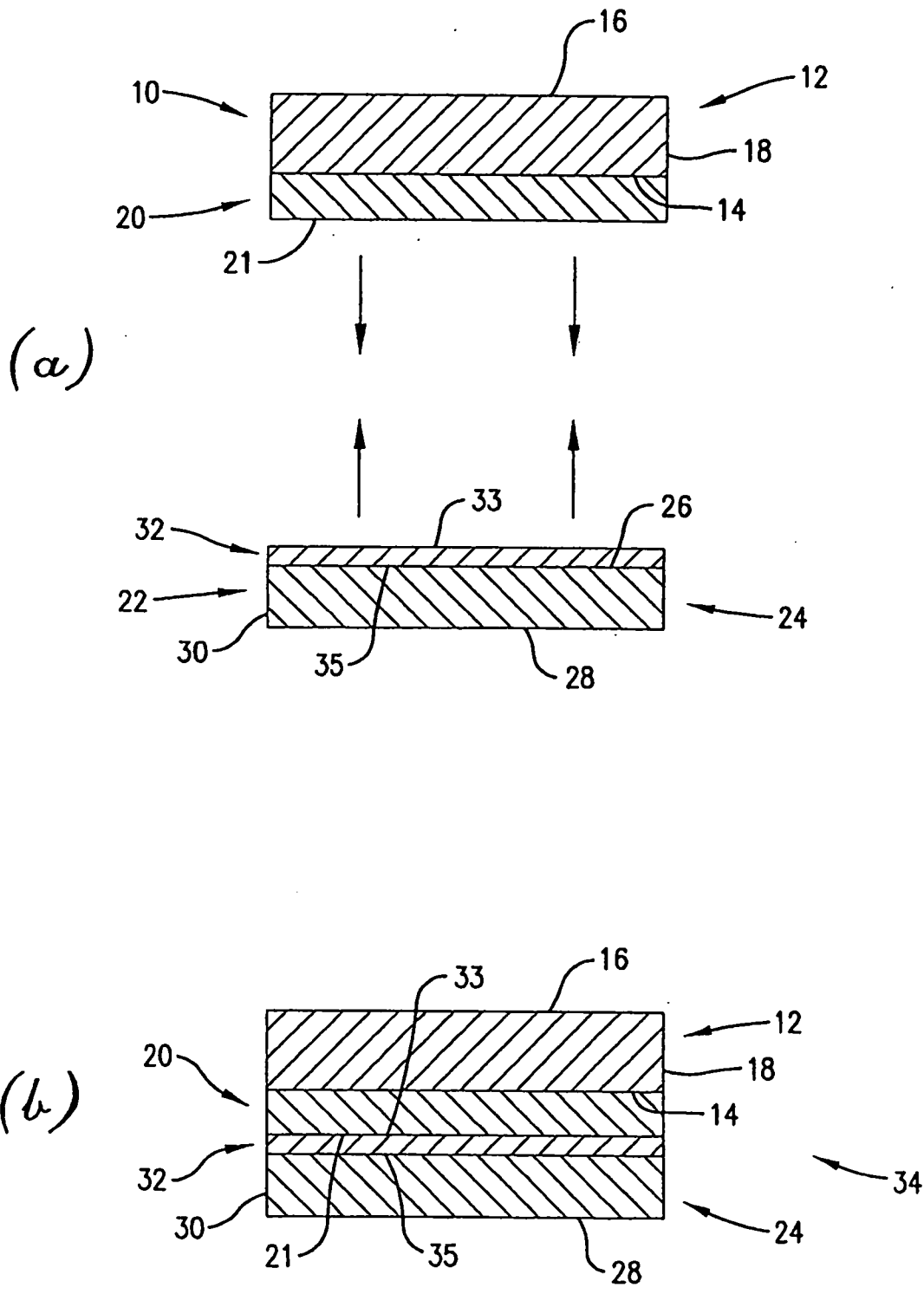


圖1

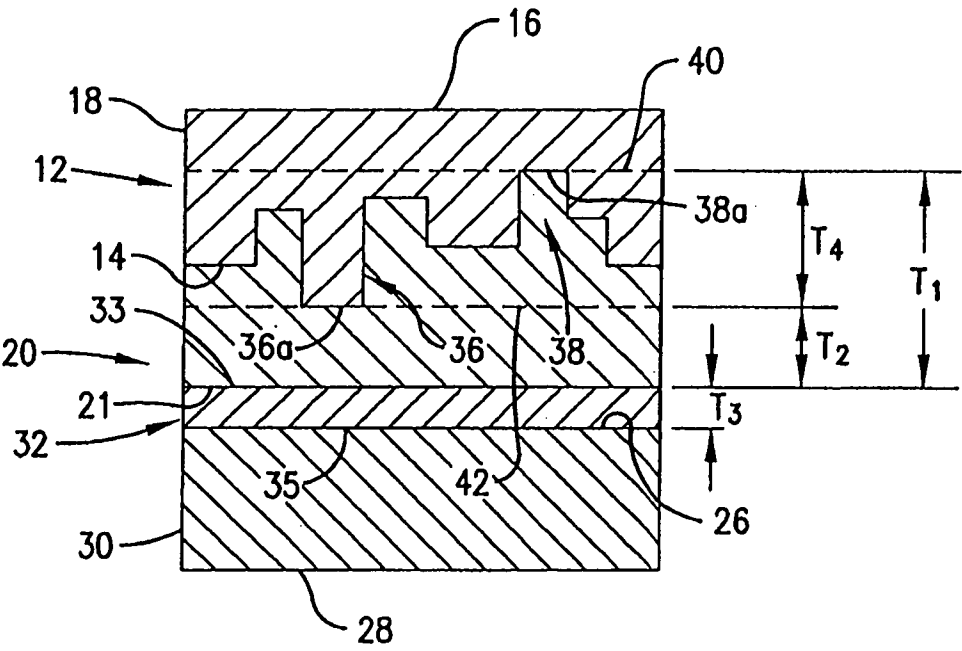


圖2

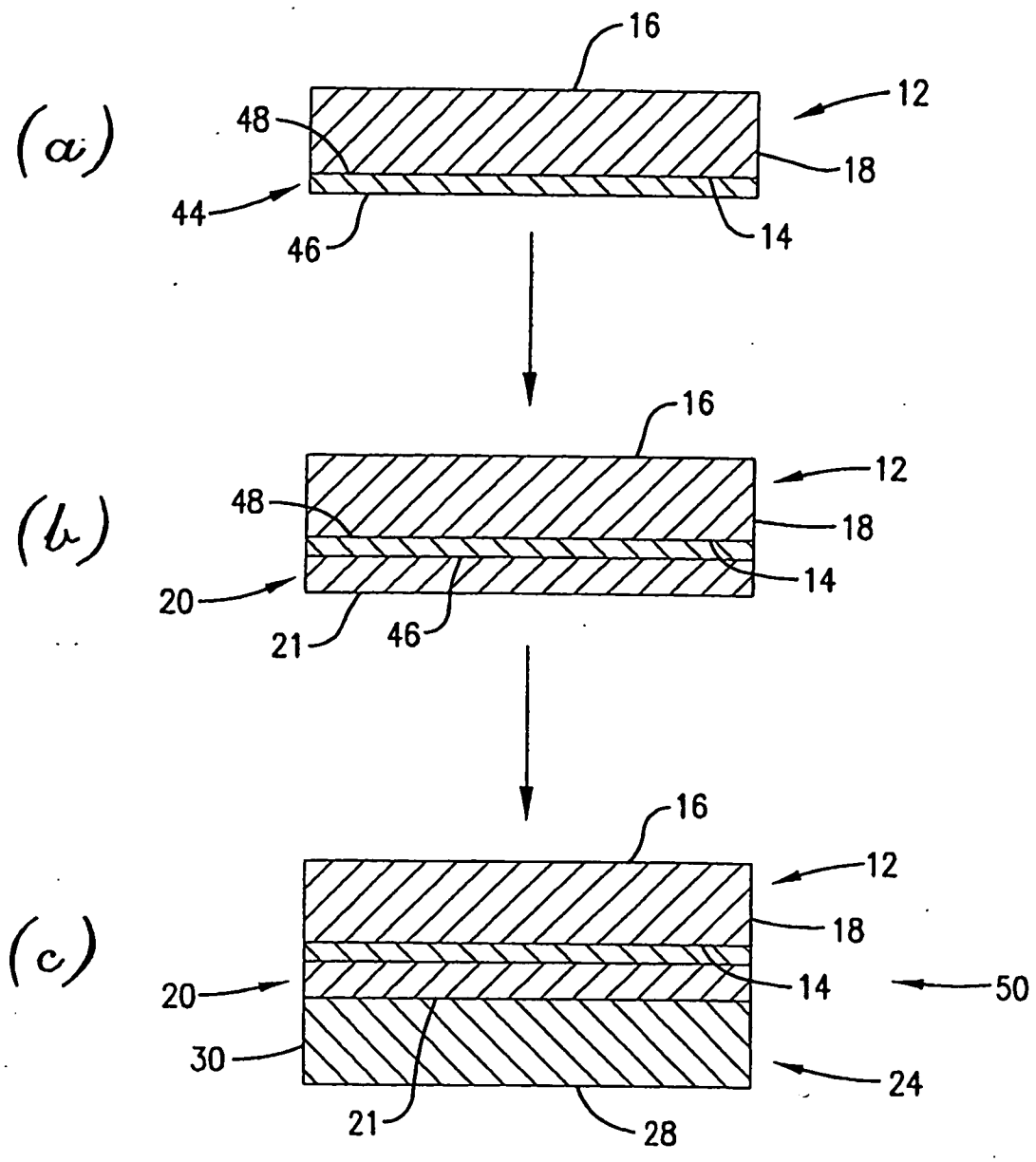


圖3

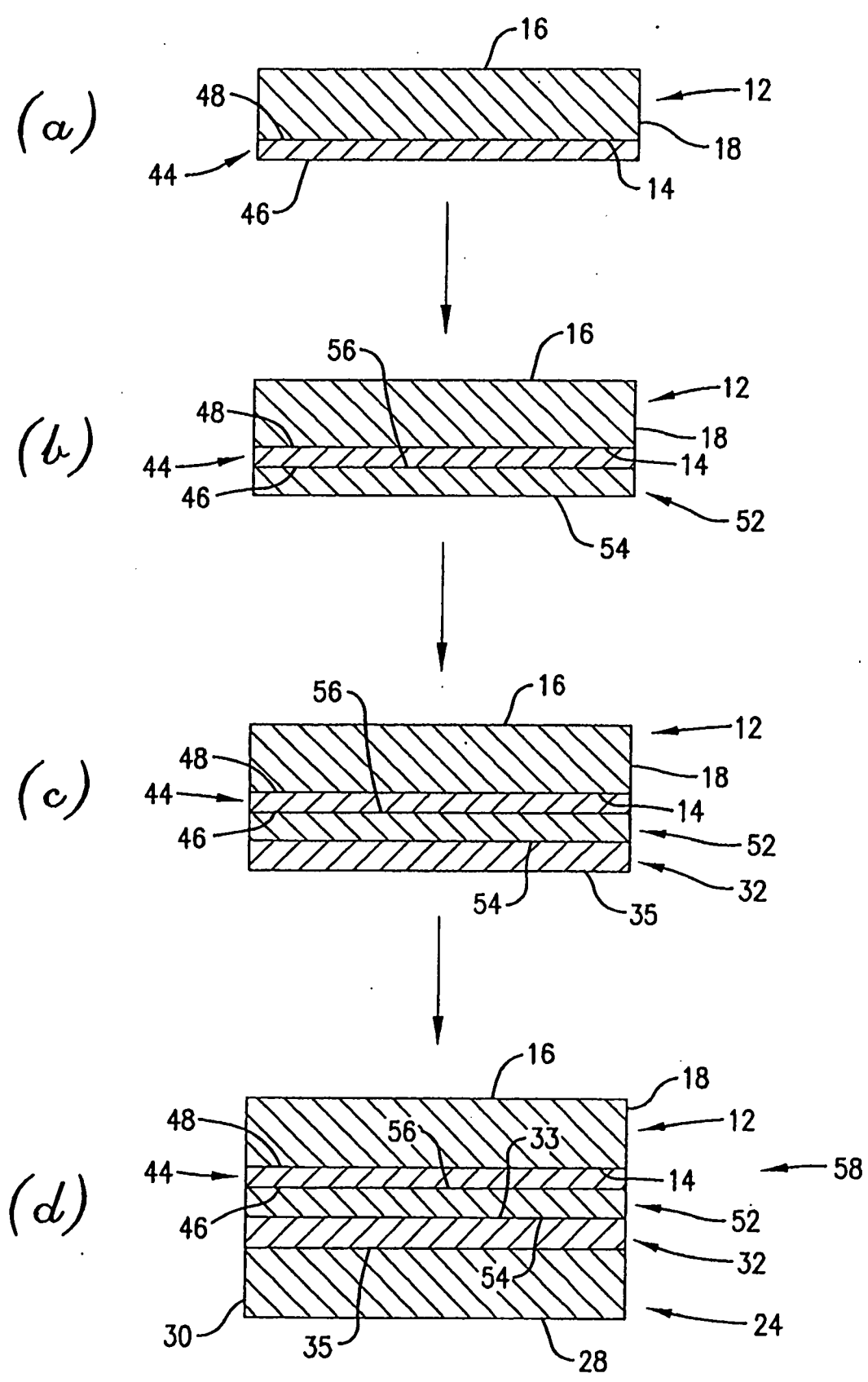


圖4

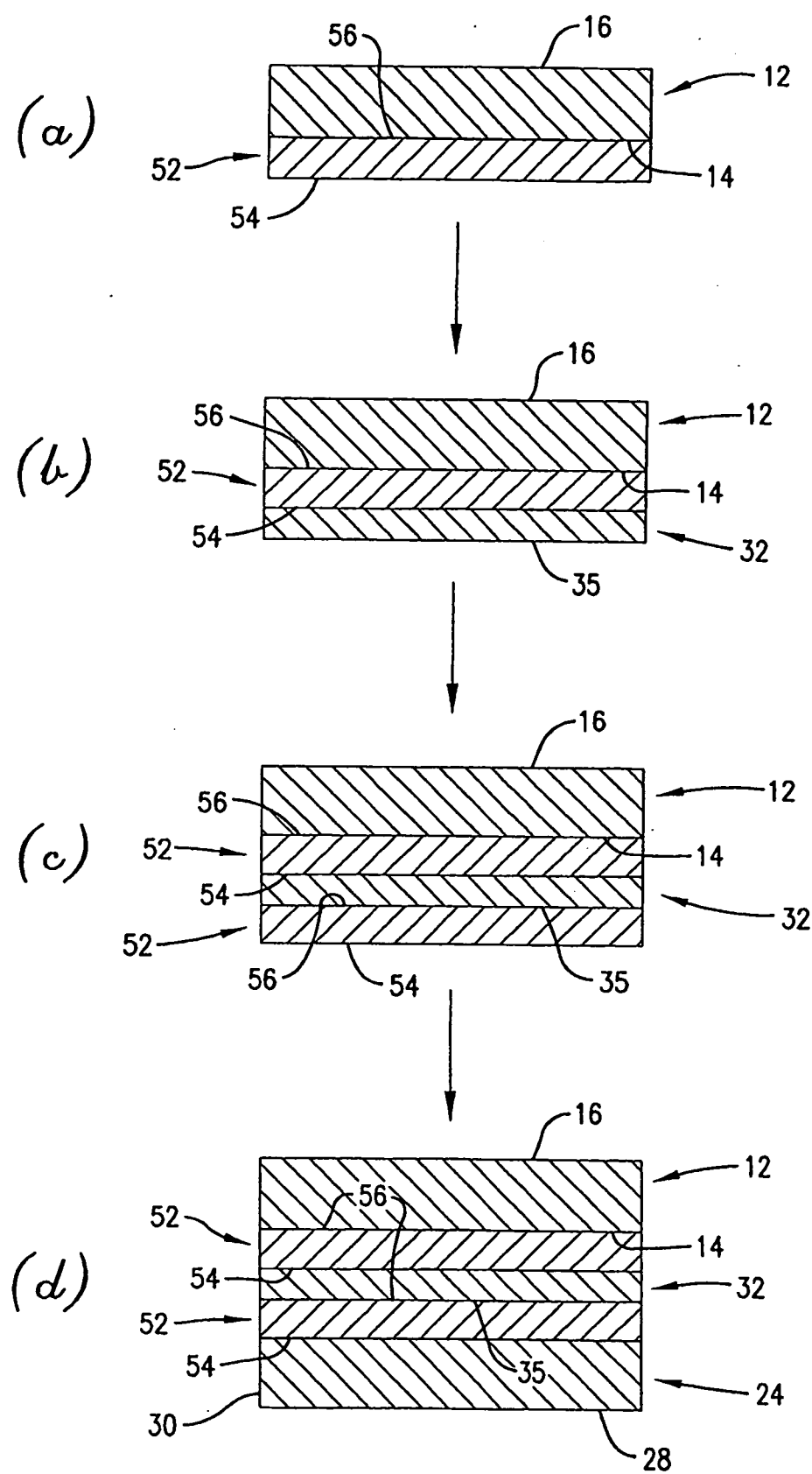


圖5

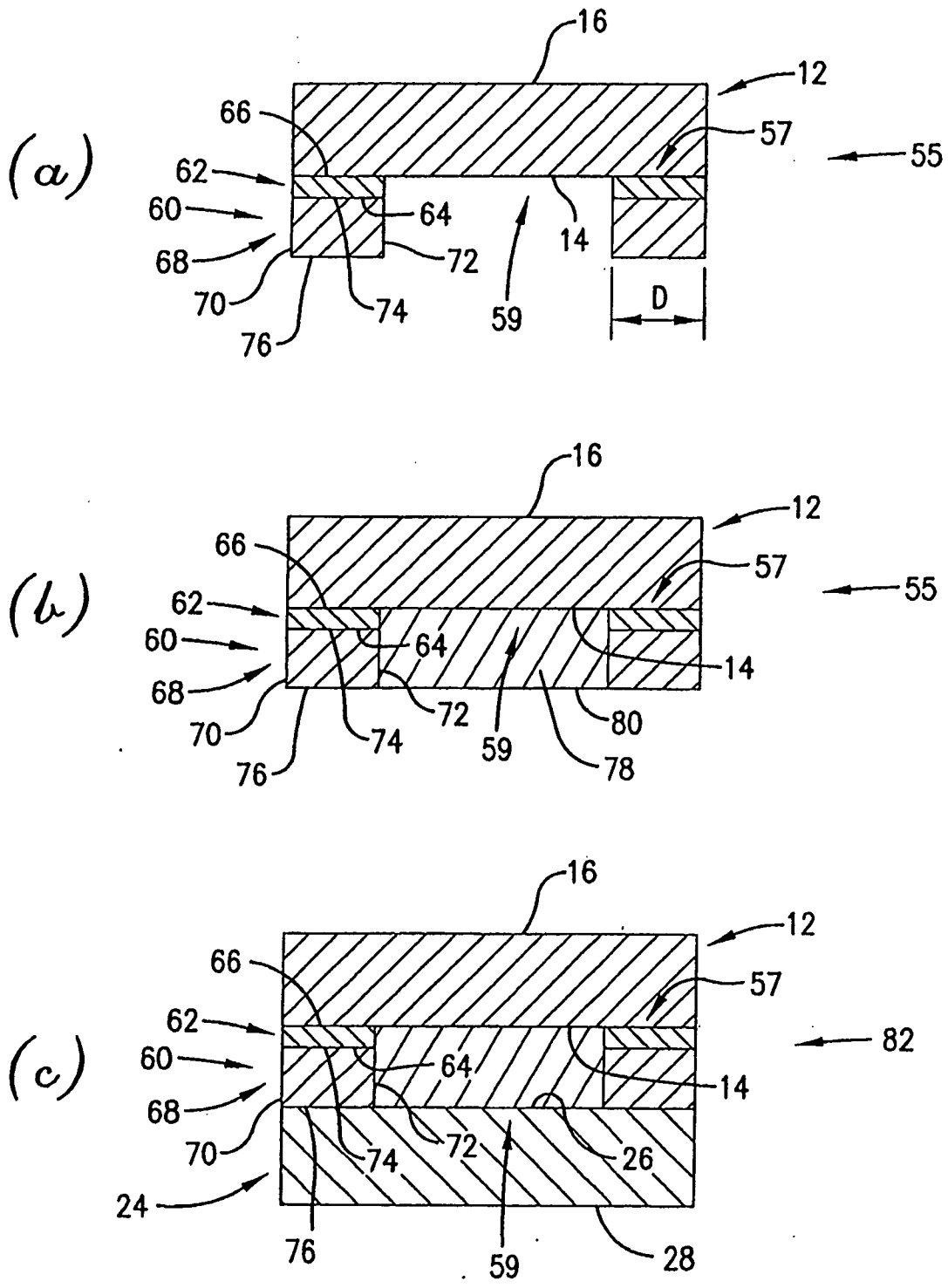


圖6

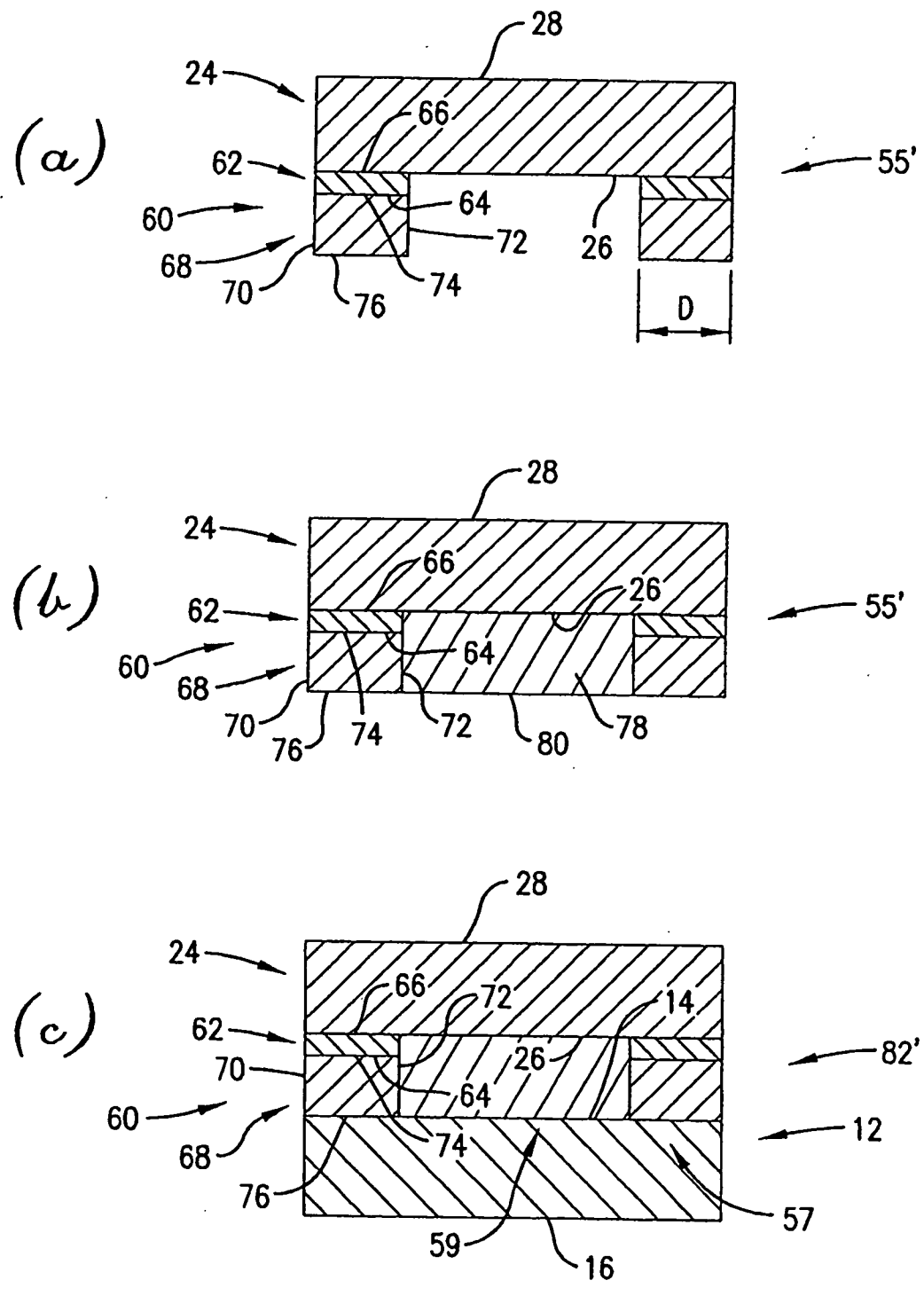


圖7

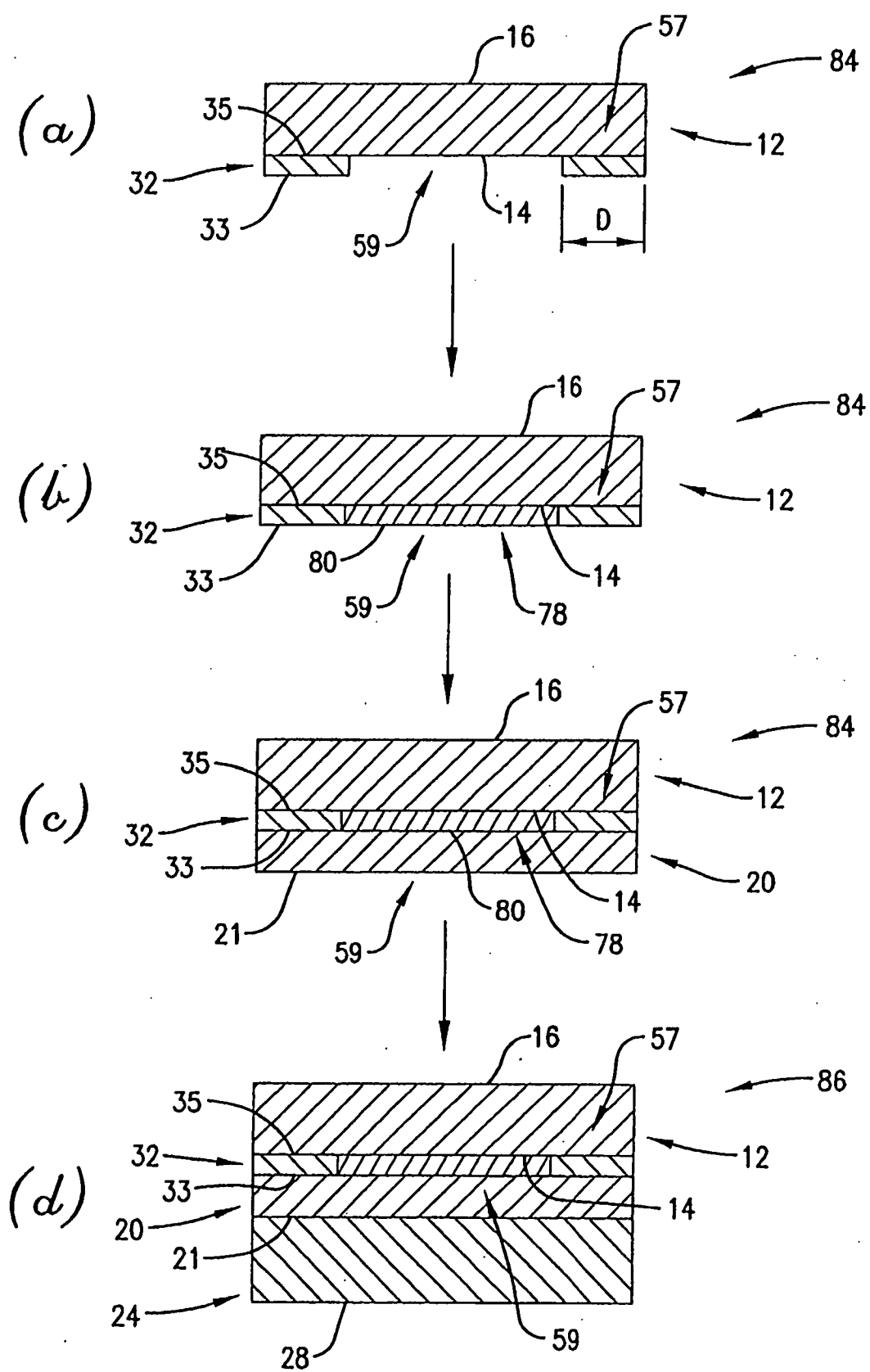


圖 8

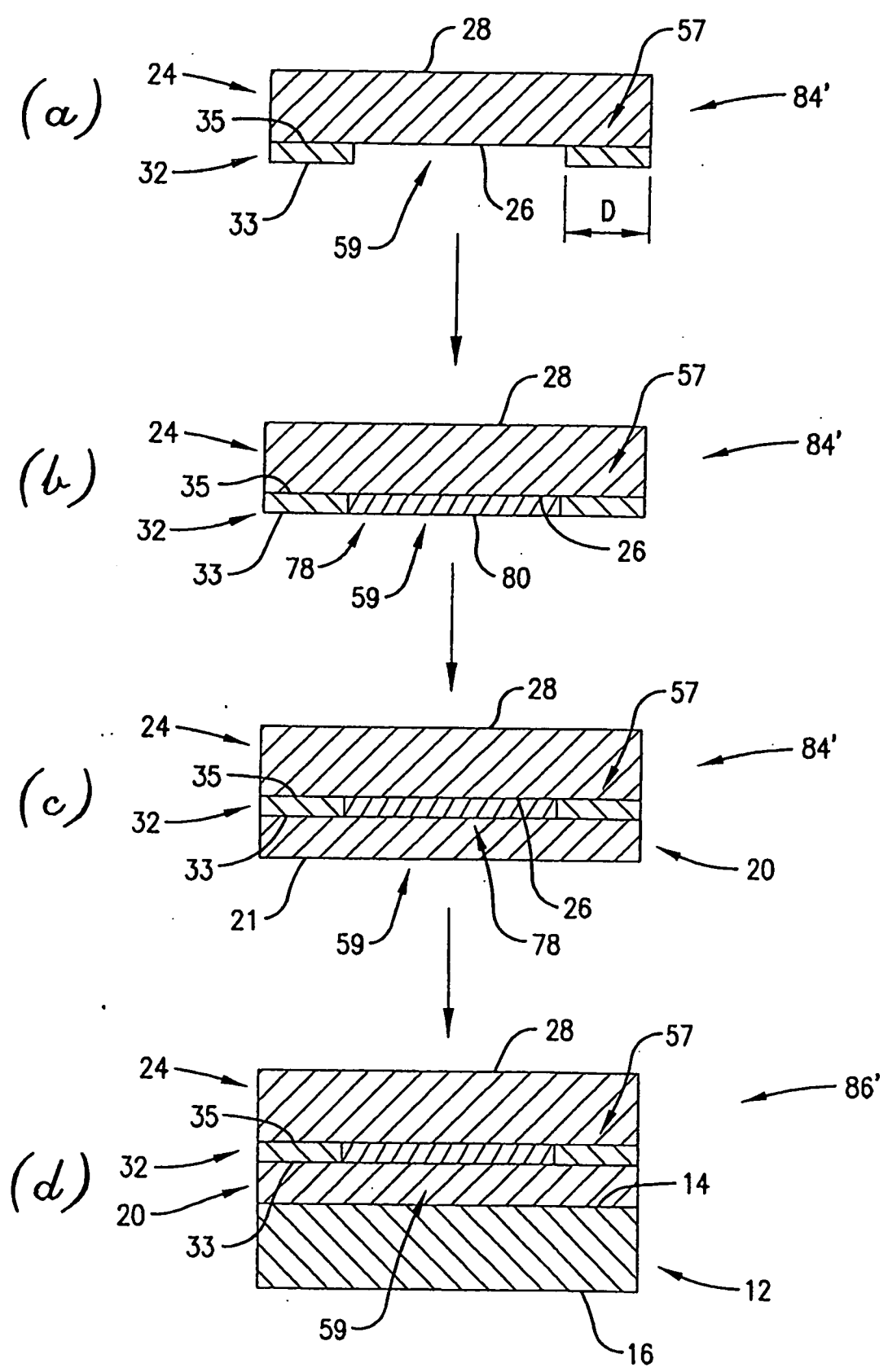


圖9