



(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 I495030 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：099123354

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 15 日

(51)Int. Cl. : H01L21/67 (2006.01)

H01L21/304 (2006.01)

(30)優先權：2010/06/21 美國

12/819,680

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

美國

(72)發明人：麥克庫雀恩 傑瑞米 MCCUTCHEON, JAREMY W. (US) ; 布朗 勞勃特 BROWN, ROBERT D. (US)

(74)代理人：陳慧玲

(56)參考文獻：

US 6110999

US 6235818B1

US 6343784B1

US 6589855B2

US 7713369B2

審查人員：李景松

申請專利範圍項數：34 項 圖式數：13 共 45 頁

(54)名稱

自載體底材上移除反向載置元件晶圓之方法和裝置

METHOD AND APPARATUS FOR REMOVING A REVERSIBLY MOUNTED DEVICE WAFER FROM A CARRIER SUBSTRATE

(57)摘要

提供新的卸除方法和裝置，其係用於對黏合底材作暫時、永久、或半永久分離，以及提供用該方法和裝置所形成之物件。該方法包含把一元件晶圓自載底晶圓或底材上卸除，且該元件晶圓與載體晶圓或底材僅於其最外邊界強力黏合。邊緣黏合係以化學方式、機械方式、聽覺方式或溫度方式，予以軟化、溶解或瓦解，以使晶圓於製造過程適當階段，在室溫或接近室溫的情況下，能以很小的力量而輕易分離。同時亦提供一個促進黏合底材分離之夾。

New demounting methods and apparatuses for separating temporarily, permanently, or semi-permanently bonded substrates and articles formed from those methods and apparatuses are provided. The methods comprise demounting a device wafer from a carrier wafer or substrate that have only been strongly bonded at their outer perimeters. The edge bonds are chemically, mechanically, acoustically, or thermally softened, dissolved, or disrupted to allow the wafers to be easily separated with very low forces and at or near room temperature at the appropriate stage in the fabrication process. A clamp for facilitating separation of the bonded substrates is also provided.

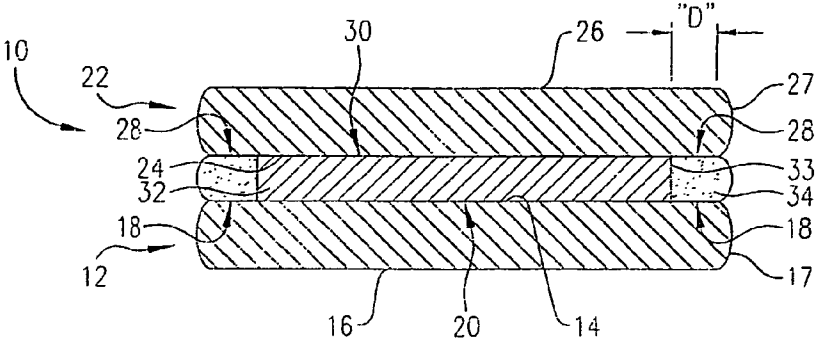


圖 1

- 10 . . . 堆疊
- 12 . . . 第一底材
- 14、16 . . . 表面
- 17 . . . 邊緣
- 18 . . . 邊界區域
- 20 . . . 中央區域
- 22 . . . 第二底材
- 24 . . . 載體表面
- 26 . . . 背側表面
- 27 . . . 最外邊緣
- 28 . . . 邊界區域
- 30 . . . 中央區域
- 32 . . . 填充材料
- 33 . . . 最外邊緣
- 34 . . . 邊緣黏合

公告本

103年4月7日修正本

金份

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：99123354

※申請日：99.7.15

※IPC 分類：H01L 21/67 (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

自載體底材上移除反向載置元件晶圓之方法和裝置 / METHOD AND APPARATUS FOR REMOVING A REVERSIBLY MOUNTED DEVICE WAFER FROM A CARRIER SUBSTRATE

二、中文發明摘要：

提供新的卸除方法和裝置，其係用於對黏合底材作暫時、永久、或半永久分離，以及提供用該方法和裝置所形成之物件。該方法包含把一元件晶圓自載底晶圓或底材上卸除，且該元件晶圓與載體晶圓或底材僅於其最外邊界強力黏合。邊緣黏合係以化學方式、機械方式、聽覺方式或溫度方式，予以軟化、溶解或瓦解，以使晶圓於製造過程適當階段，在室溫或接近室溫的情況下，能以很小的力量而輕易分離。同時亦提供一個促進黏合底材分離之夾。

三、英文發明摘要：

New demounting methods and apparatuses for separating temporarily, permanently, or semi-permanently bonded substrates and articles formed from those methods and apparatuses are provided. The methods comprise demounting a device wafer from a carrier wafer or substrate that have only been strongly bonded at their outer perimeters. The edge bonds are chemically, mechanically, acoustically, or thermally softened, dissolved, or disrupted to allow the wafers to be easily separated with very low forces and at or near room temperature at the appropriate stage in the fabrication process. A clamp for facilitating separation of the bonded substrates is also provided.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 堆疊	12 第一底材
14、16 表面	17 邊緣
18 邊界區域	20 中央區域
22 第二底材	24 載體表面
26 背側表面	27 最外邊緣
28 邊界區域	30 中央區域
32 填充材料	33 最外邊緣
34 邊緣黏合	

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致上係關於一個新式的暫時晶圓分離方法，以及一個可以在晶圓薄化和其他背側處理後，自載體底材移除元件晶圓之裝置。

【先前技術】

積體電路、功率半導體、發光二極體、光子電路、微電機系統 (MEMS)、嵌式被動陣列、封裝中介片以及其他許多矽和化合物半導體為基礎之微元件，係在直徑介於 1-12 英吋之晶圓底材上，以陣列方式集體製造。然後這些元件再被分離成個別元件或鑄模，這些元件和鑄模封裝的方式，使其可以跟肉眼可見環境做實際接合，例如，可以跟印刷電路板做相互連結。愈來愈普遍之作法是；當元件封裝依舊是晶圓陣列一部分時，就在鑄模上或附近建構出該元件封裝。這作法被稱為晶圓層級封裝，降低了整體封裝成本，並允許元件及其微電子環境間達到比傳統封裝還要更高的互連密度，傳統封裝通常外部尺寸會比實際元件還要大好幾倍。

直到最近，互連架構一般都被限制在二元空間，也就是說，元件與其所架設之對應板或封裝表面的電連結，均是以水平面方式或是說 X-Y 軸平面方式擺放。微電子業目前已認定，元件互連密度之提高，及相對應訊號延遲的降低（因為電連結點間距離之縮減），可以透過以垂直方式堆疊及互連來達到，亦即，以 z 軸的方向。元件堆疊的兩個常見要求為：(1) 自後側貫穿晶圓方向對元件之薄化；(2) 後續形成貫穿晶圓電連結，通常稱之為矽導通孔或 TSVs，此連結於元件後側終止。由於這個原因，半導體元件薄化，目前已經變成標準作法，即便元件並未以堆疊組態封裝，因為這麼做可便利熱散逸，並且可以達到更小的形狀因子，有更壓縮之電子產品，例如蜂巢式電話。

把半導體元件薄化到小於 100 微米的趨勢愈來愈高，以便縮小其輪廓，特別是當半導體元件或其所在之相對封裝包係為堆疊，同時以便簡化元件背側電連結之形成。用於高產量積體電路生產之矽晶圓，一般直徑為 200 或 300mm，且有大約 750 微米的貫穿晶圓厚度。若未經薄化，幾乎不可能形成背側電接觸，藉由穿過晶圓的連結，與前側電路連結。基於機械式研磨（晶背研磨）和拋光和化學蝕刻，而對半導體等級矽和化合物半導體所為之高效率薄化程序，目前已用於商業用途。這種程序讓元件晶圓厚度在幾分鐘內，就可以降低到少於 100 微米，同時又能維持對橫貫晶圓厚度均勻性的準確控制。

已被薄化到少於 100 微米的元件晶圓，特別是少於 60 毫米者，極為脆弱，必須在完整直徑上予以支撐，以避免裂開或破損。各種晶圓棒和晶圓吸盤被開發出來，以傳輸超薄元件晶圓，但是如何在背研磨和 TSV 形成過程（包含像是化學-機械拋光(CMP)、平版印刷、蝕刻、沈積、回火和清潔等步驟）中支撐晶圓的問題依舊存在，因為這些步驟在元件晶圓薄化時和薄化後，會對元件晶圓產生高溫 and 機械壓力。有種愈來愈普遍的處理超薄晶圓方式，亦即用高分子接著劑，把完整

厚度的元件晶圓，朝下架設到一個堅固載體上。然後再從背側對其薄化和處理。接著在背側處理完成後，再把經過完整處理之超薄晶圓，以熱傳、熱機或化學程序的方式，從載體上取下或脫除。

普通載體材料包括矽（例如空白元件晶圓）、鈉鈣玻璃、硼砂玻璃、藍寶石及各種金屬和陶瓷。載體可以為正方形或矩形，但是最常見的是圓形，且尺寸配合元件晶圓大小，以使黏結之組件，可以用傳統處理工具和卡式磁帶予以處理。有時候會把對載體作打孔，以便在使用液體化學劑作為釋放工具，以溶解或分解高分子接著劑時，可以加速脫除過程。

用於暫時晶圓結合之高分子接著劑，一般都以溶劑旋轉塗布或噴霧塗布，或透過乾膜膠帶貼合，予以施用。旋轉和噴霧施用之接著劑，愈來愈受到偏好，因為它們所形成之塗布，比膠帶更能提供更高的厚度均勻性。更高的厚度均勻性，在經過薄化後，可以對橫貫晶圓厚度均勻性有更大的控制。高分子接著劑對元件晶圓和載體表現出高度黏合力。

高分子接著劑可以用旋轉塗布方式塗到元件晶圓、載體或兩者上，取決於所需厚度和塗布平面性（平度）。塗布晶圓經烘烤，以把一切塗布溶劑自移除多分子接著劑層中移除。塗布晶圓和載體接著被放到加熱機力壓機中相互接觸以黏合。施予足夠溫度和壓力，以使接著劑流動並填滿元件晶圓結構特點，並且與元件晶圓和載體表面所有區域達到緊密接觸。

經過背側處理後，一般會以下列四種方式之一，把元件晶圓自載體脫除：

- (1) 化學 - 把黏合的晶圓堆疊浸入或噴上一種溶劑或化學試劑，以溶解或分解高分子接著劑。
- (2) 光解 - 黏合晶圓堆疊藉由透明載體接受一光源的照射，以對載體旁邊的接著劑邊界層進行光解。然後載體就能與堆疊分離，而且剩餘的高分子接著劑，就會自元件晶圓上移除，同時還能維持在一吸盤上。
- (3) 熱機械 - 對黏合的晶圓堆疊加熱至高於高分子接著劑之軟化溫度，接著把元件晶圓從載體上滑開或抽離，同時用一個完整晶圓支撐吸盤把予以支撐。
- (4) 熱分解 - 把黏合晶圓堆疊加熱至高於高分子接著劑之分解溫度，使其揮發，失去對元件晶圓和載體之黏性。

以上各種脫除方式均有缺點，對其在生產環境中之使用造成嚴重限制。例如，透過溶解高分子接著劑之化學脫除，是種緩慢的程序，因為溶劑必須穿過該黏性高分子媒介，在很長的距離中擴散，以便產生釋放效果。也就是說，溶劑必須從黏合底材的邊緣，或載體的穿孔擴散至接著劑區域部位。不管適用哪種方式，溶劑擴散和穿透所需的最小距離至少為 3-5 mm，而且可能會更高，即便以穿孔增加溶劑與接著劑層的接觸。即使在溫度提高的情況下 ($> 60^{\circ}\text{C}$)，處理時間通常需要好幾個小時，脫除才會發生，亦即晶圓生產量會很低。

光解同樣也是緩慢的程序，因為黏合的底材無法同時整個暴露在光源下。暴露光源（通常是雷射，其光束截面只有幾公釐）必須一次對焦在一小區域，以傳達足夠的能量，讓接著劑接合線之分解產生。接著光束依序在底材上進行掃描（或光柵掃描），以讓整個表面脫除，如此會導致很長的脫除時間。

儘管熱機（TM）脫除一般可以在數分鐘內實施，但是也有其他會降低元件產量的限制。對暫時黏合元件晶圓進行背側處理，經常涉及高於 200°C 或甚至 300°C 的工作溫度。用於 TM 脫除之高分子接著劑，不可以在或接近工作溫度時分解或過度軟化，不然脫除會太早發生。因此，接著劑正常會設計在高於工作溫度 $20-50^{\circ}\text{C}$ 時才軟化充足，以便讓脫除發生。脫除所需的高溫，因為會發生熱膨脹的緣故，對黏合的兩組件造成相當重大壓力。同時，透過滑動、抬升或扭動把元件晶圓自載體移動所需的高機械力，會造成額外的壓力，可能導致元件晶圓破損，或在個別元件之微細電路裡產生損害，如此會導致元件故障或產量損失。

熱分解(TD)脫除也容易發生晶圓破損。當高分子接著劑被分解時，會產生氣體，而這些氣體在接著劑主體被移除之前，可能會被困在元件和載體之間。累積的受困氣體可能會導致薄薄的元件晶圓起泡和裂開，甚至破損。TD 脫除還有另一個問題，就是高分子分解經常會伴隨著棘手碳化殘餘物的形成，無法利用一般清潔程序予以自元件晶圓移除。

這些先前技術對高分子接著劑之脫除方法的限制，造成了對載體輔助薄晶圓處理新模態的需求，提供高晶圓生產量，並降低或去除元件晶圓破損和內部元件損害的機會。

【發明內容】

本發明大致提供一個用來分離黏結底材之新環夾。該環夾具有一平面主體，大致上為環形且有中央開口。該主體含有一環形內部側牆；

一個環形外部側牆；一個在內部側牆和外部側牆間延伸之頂表面；一個放置晶圓表面，從內部側牆向外伸展，大體上跟頂表面呈平行排列，其中該放置晶圓表面在主體上之終止點，與外部側牆有所間隔；以及一個朝內延伸之環形隆脊，自該點往內傾斜，遠離放置晶圓表面。該放置晶圓表面和環形隆脊共同形成一個環形晶圓接收槽。

本發明亦有關於下列之組合：一個具有平面主體之夾，大體為圓形，含有一個環狀晶圓接收槽；以及一個平面底材，有一個界定底材邊界之最外邊緣，其中至少有一部分邊界係被接收到晶圓接收槽裡。

本發明亦大致提供了一個新的暫時黏結方法。該方法包含提供一個堆疊，含有一第一底材以及黏合到第一底材的第二底材，並利用剝離動作把第一底材和第二底材分離。第一底材有一個背側表面和一個元件表面，其中元件表面具有一邊界區域和中央區域。第二底材有一載體表面、一背側表面和一個界定第二底材邊界的最外邊緣，其中載體表面具有一邊界區域和一中央區域。把第一底材和第二底材分離的方式，係藉由對第二底材邊界一部份施予壓力，致使第二底材以遠離堆疊的角度彎曲，藉此根據本發明方法把第一底材和第二底材分離。

本發明亦大致關於一個暫時晶圓黏合結構之形成方法。該方法包含提供一個具有前側和背側表面的第一底材；在第一底材前側形成一個黏合層；提供具有前側和背側表面的第二底材，其前側具有一表面改質區域、一未改質區域以及一選擇性遮罩緊鄰未改質區域；並且把第二底材的前側表面與第一底材的黏合層接觸，藉此形成暫時黏合結構。有利的是，黏合層及第二底材之表面改質區域之間形成一低黏合介面。

本發明亦提供一個圓盤形夾，用於把黏合的底材分離。該夾具有堅固、平面主體，大體上為圓形。其主體包含一環形外部側牆，界定出主體之外部直徑；一個頂表面，在外部側牆之間延伸整個直徑；一個放置晶圓表面，自主體中的一終止點間延伸而出，該點與外部側牆有所間隔；以及一個朝內延伸之環形隆脊，自前述點朝內傾斜，並遠離放置晶圓表面。有利的是，該放置晶圓表面和環形隆脊一同形成一個環形晶圓接收槽。

【實施方式】

詳細說來，本發明提供新的卸除方法和裝置，對於如在晶圓堆疊中之黏合底材，以剝離的動作，作暫時、永久、或半永久的分離。本申請書中，所有提到「剝離」、「被剝離」、或「剝離動作」，係指被分離之底材黏合表面之連續分開動作，從底材邊界一部份之最外邊緣開始，並持續橫向沿著底材表面到底材的另一相對邊/側。本申請書中，

所有提到邊界「一部分」，係指比整個邊界還要少之一部分邊界（較佳情況是少於邊界之 $\frac{1}{2}$ 或少於約 $\frac{1}{4}$ ），而且在發生剝離之底材上，可以包含一個以上之邊界地點（較佳情況為四個以下，更佳情況為二個以下，最好的情況為一個地點）。一般而言，把底材剝離開來，要對底材邊界一部份施予向上力，導致底材以遠離堆疊的角度彎曲和偏轉，一開始，於最外邊緣之該部份，把底材從堆疊分離，接著以連續方式，把底材從最初邊緣分離至底材相對邊緣，直到整個底材表面自堆疊分離開來（亦即剝離開）。以下說明了各種方法和裝置，包括一個新式環狀夾，以便利此剝離動作，還有用於本發明之數個暫時、永久、或半永久黏合底材之合適形成方法。

圖 1 描述兩塊反向黏合晶圓之堆疊 10 之實施例。形成該堆疊的合適方法，於 2009 年 1 月 23 日申請之美國專利 2009/0218560 號案中揭露，並透過參酌方式，把未與本發明不一致之處，併入本說明書整體。應被瞭解的是，用來形成晶圓堆疊 10 之組裝或施作零件順序，會有所差別，正如美國專利申請公開 2009/0218560 案號所揭露，而且可以以任何適當順序執行，以達成堆疊 10，如圖 1 所示。

堆疊結構 10 包括一個第一底材 12。在這個實施例中，第一底材 12 為一個元件晶圓。也就是說，底材 12 具有一個前側或元件表面 14、一個背側表面 16 及一個最外邊緣 17，界定出底材邊界（周圍）。雖然底材 12 可以為任何形狀，但是一般來說是圓形的，不過晶圓平坦邊一樣可以使用（環形晶圓在其最外周圍有一或多處的直邊）。無論形狀為何，前側或元件表面 14 具有一邊界區域 18 和一個中央區域 20。邊界區域 18 在較佳情況下，具有約 0.05mm 到 10mm 之寬度，更佳情況為 0.5mm 到 5mm，最佳情況為 1mm 到 2.5mm，

較佳之第一底材 12 包含元件晶圓，其元件表面含有由積體電路、MEMS、微感應器、功率半導體、發光二極體、光子迴路、中介層、嵌式被動元件及其他在矽或其他半導體材料（如矽鍺、砷化鎵和氮化鎵）上製造或以其製造之微元件所組成之群組中所選定之元件之陣列。這些元件的表面一般包含自下列一種或多種材料所形成之結構：矽、多晶矽、二氧化矽、氮（氧）化矽、金屬（例如銅、鋁、金、鎢、鉭）、低 k 介電質、高分子介電質和各種金屬氮化物和金屬矽化物。元件表面 14 亦可以包含提高的結構，例如鉅錫突塊和金屬柱和桿。

堆疊 10 也包含一第二底材 22。在這特定實施例中，第二底材 22 是載體底材。第二底材 22 包括一載體表面 24 和一背側表面 26，以及界定出底材 22 邊界之最外邊緣 27。正如第一底材 12 之情況，第二底材 22 可以是任何形狀，不過一般而言是圓形且/或至少具有一平坦部份。此外，第二底材 22 在較佳情況下，會把尺寸調整到與第一底材 22 大約相等大小，以便讓第二底材 22 的最外邊緣 27 大體沿著第一底材

12 最外邊緣 17 之相同平面放置。無論形狀為何，載體表面 24 具有一邊界區域 28 以及一中央區域 30。邊界區域 28 在較佳情況中，有大約 0.05mm 到約 10mm 之寬度，更佳情況是約 0.5mm 到約 5mm，而最佳情況是有 1mm 到約 2.5mm。

較佳的第二底材 22 含有由矽、藍寶石、石英、金屬（例如鋁、銅、鋼）和各種玻璃和陶瓷所組成群組中所選定之一材料。底材 22 也可以包括沈積在其表面 24 之其他材料。例如，氮化矽可以沈積在一個矽晶圓上，以改變表面 24 之黏合特性。

在第一底材 12 和第二底材 22 之間的中介層中，是一層 32 填充材料，緊鄰各個底材之元件平面 14 和載體平面 24。層 32 之厚度（於其最厚點測量）將取決於第一底材 12 佈局的高度，而且範圍可介於大約 5 μ m 到大約 150 μ m 之間。在某些實施例中，較佳厚度範圍介於大約 5 μ m 到大約 100 μ m 之間，更佳情況是介於大約 5 μ m 到大約 50 μ m 之間，最佳情況是介於大約 10 μ m 到大約 30 μ m 之間。

在形成堆疊 10 時，填充材料可以透過任何傳統方式，施予在底材 12 或底材 22 上，前述傳統方式包括旋轉塗布、溶劑澆鑄（亦即彎曲式塗布或滾輪式塗布）、噴墨和噴霧塗布。較佳情況是，施予填充層 32 的方式，使其具有介於大約 5 μ m 到大約 100 μ m 的厚度（於最厚處測量），較佳情況是介於大約 5 μ m 到大約 50 μ m，最佳情況是介於大約 10 μ m 到大約 30 μ m。在透過旋轉塗布時，形成填充層 32 的材料一般會以介於大約 100rpm 到大約 5,000rpm 的速度做旋轉塗布，時間持續大約 15 秒到大約 300 秒。該層接著會在接近或超過填充層 32 中溶劑的沸點（例如從大約 80°C 到大約 250°C）烘烤，持續時間從大約 1 分鐘到大約 15 分鐘，以便把填充層 32 中的殘餘溶劑量降低到少於 1% 重量百分比。

一般構成填充層 32 的材料，含有散佈或溶解在一溶劑系統的單分子、寡聚合物、及/或聚合物。如果填充層 32 將透過旋轉塗布施用，較佳方式為此材料之固體部份介於大約 1% 重量百分比到大約 50% 重量百分比，更佳情況是介於大約 5% 重量百分比到大約 40% 重量百分比，最佳情況是介於大約 10% 重量百分比到大約 30% 重量百分比。合適的單分子、寡聚合物、及/或聚合物的例子包括，由環烯烴聚合物和共聚物，及具有高原子氟含量（大於 30% 重量百分比）之非結晶氟聚合物所組成之群組中所選定者，前述高原子氟含量之非結晶氟聚合物例如氟化矽氧烷聚合物、氟化乙烯-丙烯共聚物、有懸掛氟烷氧基團的聚合物、以及四氟乙烯和 2,2-二-三氟甲基-4,5-二氟-1,3-二氧環戊烯，均特別受到偏好。會被瞭解的是，這些才之黏合強度，會取決於這些材料的特定化學結構，以及用來施予該材料之塗布和烘烤情況。

環烯烴聚合物和共聚物之合適溶劑系統例子包括由脂（肪）族溶劑，如六烷、癸烷、十二烷和十二烯；烴基取代芳香溶劑，如三甲苯；及前述項目之混合物所組成之群組中所選定之溶劑。非結晶氟聚合物之合適溶劑系統包括氟碳溶劑，例如 3M 公司所販賣且品牌為 FLUORINERT® 之氟碳溶劑。

在另一實施例中，填充層 32 亦可以由含有散佈奈米粒子的高分子材料所形成。合適的奈米粒子包括由氧化鋁、二氧化銻、二氧化鈦、二氧化矽、氧化鋯、石墨、及前述項目混合物所組成之群組中所選定者。

形成填充層 32 的材料，應在介於大約 150°C 到約 350°C 之溫度維持穩定，較佳情況是介於約 200°C 到約 300°C 之間。此外，這個材料在其將接受特定背側處理時，會遭遇之化學暴露情況中，應該能保持穩定。填充層 32 在這些情況下，不應分解（例如低於 1% 之重量喪失），或失去其機械完整性，例如因融化。填充層 32 亦不應顯露排氣性能，可能導致該薄元件晶圓起泡或變形，特別是在接受高真空程序，例如在 CVD 介電質層沈積的時候。

在此實施例中，填充層 32 在較佳情況下，並未形成堅固之接著黏合，因此便利了稍後之分離。一般而言，意欲之材料包括符合下列條件之非結晶高分子材料：(1) 具有低表面自由能量；(2) 不會剝落且已知不會強力黏合在玻璃、矽和金屬表面（即一般具有相當低濃度之氫氧基烴基或羧酸基，而最佳情況是完全沒有）；(3) 可以由溶劑鑄成或形成一用於層合之薄膜；(4) 會流入典型黏合情況，以填滿元件晶圓表面布局，在底材之間形成一個無空泡黏合線；和(5) 在背側處理時遭遇機械壓力不會裂開、流動或重分佈，即便是在高溫或高真空情況下執行。本說明書中，低表面自由能量係定義為一種高分子材料或表面，其水接觸角至少約 90°，其臨界表面張力小於約 40 dynes/cm，較佳情況為小於約 30 dynes/cm，更佳情況為介於約 12 dynes/cm 至約 25 dynes/cm 之間，正如接觸角測量值所判定。

低黏合強度係指不黏之高分子材料或表面，或可以僅用手輕施壓力而剝離者，例如用來脫除黏性筆記紙之力量。因此，凡是接著強度小於約 50 psig，都適合作為填充層 32，較佳情況是小於 35psig，最佳情況是介於 1psig 到 30psig 之間。本說明書中，接著強度係由 ASTM D4541/D7234 所判定。具有上述特質之合適高分子材料之例子，包括環烯烴聚合物和共聚物，其係由 Mitsui 以 APEL® 品牌出售、由 Ticona 以 TOPAS® 品牌出售，由 Zeon 以 ZEONOR® 品牌出售，以及可溶解於溶劑之氟聚合物，例如 Asahi Glass 出售之 CYTOP® 聚合物，以及 DuPont 出售之 TEFLON® AF 聚合物。這些材料之黏合強度，會取決於施予材料時之塗布和烘烤狀況。

如圖 1 所示，填充層 32 最外部份已經被移除，而且僅與元件表面 14 和載體表面 24 各自之中央區域 20 和 30 接鄰。任何可以移除意欲量又不會損壞第一底材 12 的工具都可以達成這一點，包括使用一種已知為填充層 32 形成原料之最佳溶劑之溶劑，對最外部份予以溶解。該種溶劑例子包括由脂肪族溶劑（例如己烷、癸烷、十二烷和十二烯）、碳氟化合物溶劑及其混和物所組成之群組中所選定者。在移除邊緣後，填充層 32 具有最外邊緣 33，其係與第一底材 12 最外邊緣 17 所界定之平面，相距「D」距離之空間。「D」一般介於約 0.05mm 到約 10mm，較佳情況是介於 0.5mm 到約 5mm，最佳情況是約 1mm 到約 2.5mm 之間。與邊緣移除溶劑之接觸，可以維持足夠之時間，以溶解填充層 32 之意欲量，以達到意欲之距離「D」，但典型之接觸時間，介於大約 5 秒至約 60 秒。

填充層 32 之最外部份，可以在底材 12 和 22 以面對面黏合在一起之前或之後移除。如其係在之前移除，堆疊 10 係透過把第二底材 22 與填充層 32 接觸而形成，在第一底材 12 之邊界區域 18 和第二底材 22 之邊界區域 28 之間留下空隙。此接觸在較佳情況下，係在高溫和高壓中進行，以致使形成該填充層 32 之材料大體並均勻沿著第一底材 12 之前側表面 14 及沿著第二底材 22 之載體表面散佈。壓力和溫度係依據填充層 32 之化學成份做調整，而且其選擇條件，係會讓距離「D」在把第二底材 22 壓到第一底材 12 後之距離，大體上跟壓在一起前之距離相同。亦即，填充層 32 僅會有少量流入或無流入被移除層之空隙，且壓在一起後之距離「D」會跟壓在一起前之距離「D」差異少於 10%。此步驟之典型溫度範圍係約 150°C 至約 375°C 之間，較佳情況係介於約 160°C 至約 350°C 之間。典型之壓力係介於約 1,000N 到約 5,000N 之間，較佳情況係介於 2,000N 到約 4,000N 之間。如果在底材 12 和 22 面對面黏合後，才把填充層 32 最外部份被移除，堆疊 10 係透過把第二底材 22 跟填充層 32 在前述溫度和壓力下接觸而形成。填充層 32 之最外部份，接著被移除，在第一底材 12 邊界區域 18 和第二底材 22 之邊界區域 28 之間留下空隙。

另外，填充層 32 係提供作為護板，黏到第一底材 12 上，其黏接時的溫度、壓力及/或真空條件，均必須能讓該材質能確保填充層 32 和前測表面 14 之間沒有空隙。護板預先剪裁為適當形狀（例如圓形），或在貼合後用機械方式修裁，以便創造出前述之適當長度之距離「D」。

在填充層 32 之最外部份被移除後，在填充層 32 最外邊緣 33 的邊界附近，有個黏合材料會在第一底材 12 和第二底材 22 之間形成一個邊緣黏合 34，其係具有前述與填充層 32 相對之厚度。邊緣黏合 34 會被限制在第一底材 12 和第二底材 22 最外邊界上（亦即接鄰於元件表面 14 和載體表面 24 各自之邊界區域 18 和 28）。在底材 12 為圓形之情

況下，邊緣黏合 34 會是環形的。因此，在此實施例中，在底材 12 和 22 上會有不均勻之材料散佈。

再次提到的是，就跟把填充層 32 之最外部份移除一樣，邊緣黏合 34 可以在底材 12 和 22 被面對面相互黏合之前或之後予以實施。舉例來說，填充層係由低黏合力材料組成者，例如 TEFLON[®] AF，較有利的方法是，在施予及部份移除填充層 32 之後，但在第二底材 22 與填充層 32 接觸以黏合兩款底材之前，再施予邊緣黏合。這種安排方式特別有利，因為塗覆底材 12 可在第一底材 12 提供作為載體晶圓時被製造。然後此底材 12 可以提供給一最終使用者，他會把一元件晶圓黏合在塗覆底材 12 上，並把產生的堆疊 10 接受進一步處理。因此，就可以向最終使用者提供塗好接著劑之載體，提高便利性，並為最終使用者去除處理的步驟。儘管填充層 32 和邊緣黏合 34，係在把底材 12 和 22 黏合之前施予，但填充層 32 和邊緣黏合 34 可以施予在如前所述之相同底材上。另外，亦可以施予填充層 32，然後自其中一個底材（例如第一底材 12）移除最外部份，而邊緣黏合 34 則可以施予在另一個底材（例如第二底材 22）之邊界區域（28），例如透過旋轉塗布。底材 12 和 22 然後就可以面對面的方式黏合，邊緣黏合材料可以用任何數量之工具予以導入。例如，在底材面對面黏合後才進行施予者，有一個適當的機制，係使用針、針筒、或尖端分配工具，以把材料分配至第一底材 12 邊界區域 18 和第二底材 22 邊界區域 28 之間的空隙中，同時結構 10 緩緩旋轉，直到邊界區域被填滿黏合材料，並因此形成邊緣黏合 34。邊緣何黏合 34 亦可以透過對空隙 44 之毛細管填充或是化學氣相澱積法，予以施予。在進一步之施予程序中，在把底材 12 和 22 互相接觸前，可以利用一種邊緣包裹系統，把一種液體（100%固體或溶劑）、邊緣黏合材料，旋轉施予到載體或元件邊緣上。有一個這種系統經 Dalvi-Malhotra 等人揭露：「在矽晶圓上使用矽烷基引發物，以加強溼式蝕刻時邊緣保護性塗布之黏合度：TALON Wrap[™]程序之應用」Proceedings of SPIE, vol. 6462, 2007, pp. 64620B-1 - 64620B-7，其係以參酌方式納入本說明書。接著再讓邊緣黏合 34 接受適當之固化或硬化程序（例如紫外線固化）。

邊緣黏合 34 所形成之材料，應該能夠與底材 12 和 22 形成一種強力的黏性接合。凡是接著強度大於約 50psig 者，較佳情況是介於約 80psig 至約 250psig，更佳情況是介於約 100psig 到 150psig 間，適合作為邊緣黏合 34 使用。此外，邊緣黏合之接著強度至少為約 0.5psig，較佳情況是至少約 20psig，更佳情況是介於約 50psig 到約 250psig 間，比填充層 32 之黏合強度還大。再者，形成邊緣黏合 34 之材料，必須符合背側處理之溫度和化學穩定度要求。邊緣黏合 34 應在溫度介於約 150°C 到 350°C 間保持穩定，較佳情況是介於約 200°C 到 300°C 間。此外，此材料應該在背側處理過程接受之化學材料中保持穩定，該背

側處理係黏合堆疊將接受之過程。邊緣黏合 34 在前述背側處理溫度中，不應分解（亦即少於 1% 之重量損失）或失去其機械完整性。這些材料亦不應釋放可能導致薄元件晶圓起泡之揮發性化合物，特別是當受到如 CVD 介電質沈積之高真空過程。

較佳邊緣密封或邊緣黏合材料，包括商業性暫時晶圓黏合成份，例如 WaferBOND[®] 材料（可自 Brewer Science Inc., Rolla, MO 取得）、一切商業性抗光蝕合成物，以及對半導體材料、玻璃和金屬有高度接著強度之其他樹脂和聚合物。特別佳的是：(1) 高固形之紫外線固化樹脂系統，如反應性環氧類樹脂和丙烯酸；(2) 相關熱凝性樹脂系統，如兩段式環氧類樹脂和矽接著劑；(3) 熱塑性丙烯酸、苯乙烯、乙烯基鹵化物（未含氟化物）及乙烯酯樹脂聚合物和共聚物，再加上以熔化液方式施予或溶劑塗布之聚醯胺、聚醯亞胺、聚乙二醇、聚乙醚磺基和聚氨基酯，在施予後予以烘烤乾，使邊界區域 18 和 28 更密集；以及(4) 環烯烴、聚烯烴橡膠（例如聚異丁烯）和碳氫化合物基之增黏樹脂。就跟用於形成填充層 32 之材料一樣的，應該知道的是，邊緣黏合材料之黏合強度，也取決於其特定化學結構以及用來予以施予之塗布和烘烤狀況。

在另外的實施例中，只有邊緣黏合 34 可以用於第一底材 12 和第二底材 22 之間。也就是，除了前述之填充材料外，圖 1 之填充層 32 所代表的層，也可以是空的（亦即空氣）。因此，緊鄰第一底材 12 之中央區域 20 和第二底材 22 之中央區域 30 的只有空氣而已。

參考圖 2，另一種形成堆疊 10 之方法中，表面改質可以用來改變黏合材料與第一底材 12 或第二底材 22 之間黏合強度介面，而不是中介層中低黏合強度之填充材料。參考圖 2(a)-(d)，其中相似部份編號跟圖 1 一樣，對第二底材 22 之載體表面 24 之邊界區域 28 施予保護混和物，以在邊界區域 28 旁邊形成一層遮罩 36。因此，如果第二底材 22 為圓形，則遮罩 36 則為環形。有多種適當之混和物可以用來形成遮罩 36。此遮罩 36 應該能抵抗表面改質所使用之溶劑以及後續其他處理過程，但是較佳情況係其混和物，係可自載體表面 24 輕易移除或溶解，又不會損及表面處理或影響第二底材 22。遮罩 36 一般係由散布在或溶解於溶劑系統中之單體、寡聚合體和/或聚合體之材料所形成。合適之單體、寡聚合體和/或聚合體例子包括由環氧類樹脂、聚醯胺、乙醚、酯、環烯烴聚合體和共聚體，非結晶氟聚合物及前述項目混合物所組成之群組中所選定者。較佳之混合物係選自前述邊緣黏合材料組成之群組（例如商業性暫時晶圓黏合混合物，如 WaferBOND[®]），如前述之填充材料，以及抗光蝕混和物（例如 SU-8 2002, Microchem, Newton, MA）。較佳情況是，遮罩 36 具有寬度介於約 0.05mm 至約 10mm，更佳情況是介於 0.5mm 至 5mm，最佳情況是介於約 1mm 至約 2.5mm。

此遮罩在較佳情況下，其厚度係介於約 $0.05\mu\text{m}$ 至約 $5\mu\text{m}$ ，更佳情況是介於 $0.5\mu\text{m}$ 至約 $2.5\mu\text{m}$ ，最佳情況是介於約 $0.5\mu\text{m}$ 至約 $1\mu\text{m}$ 。

如圖 2(b)所示，第二底材 22 之載體表面 24 上未塗布遮罩 36 之區域，然後再以化學方式予以改質，使其具有低黏合表面（亦即不沾粘之表面，或是填充物或黏合材料無法強力黏合之表面）。較佳情況是，載體 24 之中央區域 30，係為接受表面改質之區域，以便在與黏合材料接觸時提供低接著強度介面。適當的表面改質可以包括，例如用疏水性溶劑對底材表面 24 進行化學處理，該疏水性溶劑能夠與底材表面 24 產生反應，降低其表面自由能量，如前所述。更佳情況是，使用疏水性有機矽烷溶劑。尤其是較佳表面改質混和物 38，係由（氟）烴基矽烷（例如全氟烷基三氯矽烷）、（氟）烴基磷酸鹽、異氰酸矽烷、丙烯酸矽烷、以及前述項目之組合物所組成之群組中所選定者。表面改質混和物 38 可以用任何適當方法，予以施予，例如用旋轉塗布，其速度至少約 1,000rpm，持續約 100 秒（較佳情況為 2,000rpm，並持續約 60 秒）。因此，表面改質混和物 38 在施予在底材表面 24 之前，可以用溶劑稀釋，例如 FLUORINERT® (3M Corp.)。第二底材 22 接著可以被烘烤，以讓溶劑蒸發，溫度介於約 50°C 至約 150°C ，持續時間介於約 30 秒至 5 分鐘（較佳情況是約 100°C ，持續約 1 分鐘）。底材 22 接著可以用額外溶劑清洗，再一次烘烤讓溶劑蒸發，正如前所述，以去除未反應之表面改質溶劑 38，並沖掉遮罩 36 上之表面改質溶劑 38，如圖 2(c)所示。較佳情況是，在此實施例中，遮罩 36 並未與表面改質混和物產生反應，如此遮罩 36 不會也被表面改質變成「不沾粘」。此表面改質方法之優點，係可以為達到任何性質之組合（例如厚度、溶解度、溫度穩定度）而挑選中介層，而不只是提供跟底材之不沾粘或低黏度介面，如參考圖 1 之前述內容。另外一個優點就是，整個中介層可以使用一種均質的黏合混和物，而不是分開的填充材料 32 和邊緣黏合 34。

第一底材 12（元件晶圓）的表面 14，接著再塗上一種黏合混合物，以便在整個表面 14 上創造出一黏合層 40，接著再把第一底材 12 和處理過的第二底材 22 以面對面的方式黏合，如圖 2(d)所示，第二底材 22 係位於堆疊 10 之上方。在較佳情況下，此接觸方式係在高溫及高壓下進行，以致使形成黏合層 40 之材料能大體並均勻地沿著第一底材 12 前側表面 14 和第二底材 22 的載體表面 24 分佈。更佳情況是，底材 12 和 22 係在真空且加溫、加壓室中黏合（較佳情況係介於約 100 到約 300°C ，持續約 1 到 10 分鐘；更佳情況是介於 100 到約 200°C ，持續約 2 到 5 分鐘）。在此實施例中，把兩底材 12 和 22 面對面黏合之前，並未移除遮罩 36。因此，用來形成遮罩 36 之保護性材料，最好是由同於形成黏合材料之材料製成，或是由其相似或可相容材料製成，以便在如前述之底材 12 和 22 被黏合時，遮罩 36 和黏合材料會回流在一起，形成均勻的黏合層 40，正如圖 2(d)所示。黏合層 40 之厚度會取決於元件

晶圓 12 上布局的高度，而且可以介於約 $5\mu\text{m}$ 至約 $150\mu\text{m}$ 之間。在某些實施例中，較佳的厚度範圍介於約 $5\mu\text{m}$ 至約 $100\mu\text{m}$ 之間，更佳情況是介於約 $5\mu\text{m}$ 至約 $50\mu\text{m}$ 之間，最佳情況是介於約 $10\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 之間。

形成黏合層 40 之材料，應能與底材 12 和 22 形成強力接著黏合，但經表面改質混和物 38 處理過除外。合適的黏合材料包括任何接著強度大於約 50psig 者，較佳情況是介於約 80psig 至約 250psig，更佳情況是介於 200psig 至約 150psig 之間。再者，形成黏合層 40 之材料，必須符合背側處理之溫度和化學穩定度要求。黏合層 40 應在溫度介於約 150°C 至 350°C 間保持穩定，較佳情況是介於約 200°C 至約 300°C 。此外，此材料在黏合堆疊會接受之背側處理所而遭遇之化學暴露中，應維持穩定。黏合層 40 在前述背側處理溫度中，不應分解（即少於 1% 之重量損失），或失去其機械完整性。這些材料亦不應釋放可能導致薄元件晶圓起泡之揮發性化合物，特別是當受到如 CVD 介電質沈積之高真空過程。

較佳黏合材料包括商業性暫時晶圓黏合混和物，例如 WaferBOND[®] 材料（可取自 Brewer Science Inc., Rolla, MO），一些商業性抗光蝕合成物，以及對半導體材料、玻璃和金屬有高度接著強度之其他樹脂和聚合物。特別佳的是：(1) 高固形之紫外線固化樹脂系統，如反應性環氧類樹脂和丙烯酸；(2) 相關熱凝性樹脂系統，可在加熱時固化或交聯，如兩段式環氧類樹脂和矽接著劑、具有熱觸媒啟發劑之環烯烴聚合物和共聚物，以及 CYCLOTENE[®] (Dow Chemical)；(3) 熱塑性丙烯酸、苯乙烯、乙烯基鹵化物（未含氟化物）及乙烯酯樹脂聚合物和共聚物，再加上以熔化液方式施予或溶劑塗布之聚醯胺、聚醯亞胺、聚乙二醇、聚乙醚磺基和聚氨酯，在施予後予以烘烤乾；以及(4) 環烯烴、聚烯烴橡膠（例如聚異丁烯）和碳氫化合物基之增黏樹脂。熱凝材料也需要在系統中使用到交聯劑和潛在觸媒，以及誘發交聯之步驟，如本說明書以更詳細之方式所述。前述材料對於本實施例中形成遮罩 36 亦有助益。

在產生的堆疊 10 中，黏合層 40 接觸載體表面 24 之改質中央區域 30 和未改質邊界區域 28。有利的是，黏合層 40 和載體表面 24 之中央區域 30 間的黏合介面，比黏合層 40 和載體表面 24 邊界區域 28 間之黏合介面還弱。因此，在黏合層 40 中形成了高黏結強度區域“B”和低黏結強度區域“b”。高黏結強度區域“B”和低黏結強度區域“b”之間沿黏合層 40 和載體表面 24 間之介面的變化，表示這兩塊底材 12 和 22 在分離時，會開始剝離的最初地點。應知道的是，在處理時，遮罩 36 之寬度，取決於高黏結強度區域“B”之意欲尺寸和位置，而有所變化。同樣地，尤其是在遮罩 36 係由抗光蝕合成物或其他可成圖像層所形成者，此遮罩 36 亦可以施予在載體表面 24 作為一個均勻層，然後以任

何數量之方式成形或發展（例如形成一柵格、線條、形狀等等）。後續之表面改質會導致成形狀之不沾粘表面處理。因此，底材 12 和 22 分離之地方和方式，可以依照使用者意欲之規格客製化。

參考圖 3，描述的是本發明另一實施例，其相同部份係與圖 2 做相同編號。如本圖所示，底材 12 和 22、遮罩 36 和黏合層 40，均由關於圖 2 之前述相同材料所組成，除了在圖 3 之步驟(c)，遮罩 36 係自載體表面 24 移除，藉此暴露出載體表面 24 之邊界區域 28，該處持續未受表面改質合成物 38 處理過。遮罩 36 可以透過溶劑溶解、酸或鹼溼式發展過程，或電漿蝕刻。第一底材 12 和受處理過之第二底材 22，接著以面對面方式黏合，在圖 3(d)中第二底材位在上方。較佳情況是，此接觸係在高溫和壓力中進行，以致使形成黏合層 40 之材料能大體並均勻地沿著第一底材 12 前側表面 14 和第二底材 22 的載體表面 24 分佈，以便讓黏合層 40 接觸到載體表面 24 的改質中央區域 30 和未改質邊界區域 28，正如前所述。本實施例中的遮罩 36 可以如前述方式形成圖像，然後再對遮罩 36 進行表面改質及移除，一旦遮罩 36 移除後，就產生有形狀之不沾粘表面處理。因為遮罩 36 被移除，遮罩 36 可以由任何適合遮罩的材料製成，不需要與形成黏合層 40 之材料具相容性。同樣地，遮罩 36 可以對表面改質混合物 38 具有反應性，只要其依舊還能自載體表面 24 移除即可，以顯露出第二底材 22 之未經處理邊界區域 28。

圖 4 說明了依本發明形成堆疊 10 之另一實施例。把黏合混和物施予在第二底材 2 的表面 24 上，以形成黏合層 40。黏合層 40 可以由任何合適的材料形成，正如圖二之前述內容，不過較佳的材料為熱凝性材料。黏合層 40 的厚度，將取決於第一底材 12 上布局的高度，而且可以介於大約 $5\mu\text{m}$ 至約 $150\mu\text{m}$ 。在某些實施例中，較佳厚度介於約 $5\mu\text{m}$ 至約 $100\mu\text{m}$ ，較佳情況是介於約 $5\mu\text{m}$ 至約 $50\mu\text{m}$ ，最佳情況是介於約 $10\mu\text{m}$ 至約 $30\mu\text{m}$ 。在黏合層 40 上施予一層填充材料，以形成如圖 2(b) 所示之填充層 32。填充層 32 具有之厚度，介於約 $0.5\mu\text{m}$ 至約 $5\mu\text{m}$ ，較佳情況是介於約 $0.5\mu\text{m}$ 至約 $2.5\mu\text{m}$ ，最佳情況是介於約 $0.5\mu\text{m}$ 至約 $1\mu\text{m}$ 。在此實施例中，填充層 32 並未形成強力的接著黏合，且較佳情況是低黏合力材料製成，如圖一所述。因此，於本發明中，形成填充層 32 之合適的材料包括具有前述性質之混和物，包括環烯烴聚合物和共聚物，以 APEL[®] by Mitsui、TOPAS[®] by Ticona、及 ZEONOR[®] by Zeon 的品牌銷售，以及可溶於溶劑之氟聚合物，例如 Asahi Glass 所銷售之 CYTOP[®] 聚合物，及 DuPont 銷售之 TEFLON[®] AF 聚合物。不過，會被瞭解的是，這些材料的黏合強度，將會取決於用來施予這些材料的塗布和烘烤情況。

接著，如圖 4(c)所示，最外部份填充層 32 被移除。凡是可以移除意欲量，又不會損害填充層 40 之完整性者，就可以達成這一點，包括利用適合溶解填充層 32 形成物的溶劑，把最外部份溶解。該等溶劑之例子包括由脂族溶劑（例如己烷、癸烷、十二烷、十二烯）、氟碳溶劑、以及前述成份之混和物所組成之群組中所選定者。移除邊緣後，填充層 32 具有一最外邊緣 33，其與第二底材 22 最外邊緣 27 所界定之平面距離為「D」。「D」一般介於約 0.05mm 至約 10mm，較佳情況是介於約 0.5mm 至約 5mm，最佳情況是介於約 1mm 至約 2.5mm。與邊緣移除溶劑之接觸，可以維持足夠之時間，以把意欲之填充層 32 量溶解，以達到意欲之距離「D」，不過一般的接觸時間會介於約 5 秒至 120 秒。

參考圖 4(d)，第二底材 22 與第一底材 12 是以面對面的方式黏合。較佳情況下，該接觸是在高溫和高壓力下進行，以致使形成黏合層 40 之材料回流入填充層 32 和邊緣移除過程所留之空間，以便能均勻地接觸第一底材 12 前側表面 14 之邊界區域 18。較佳情況是，底材 12 和 22 在真空以及在一加熱加壓室（較佳情況是介於約 100 至約 300°C，持續約 1 至 10 分鐘，更佳情況是介於約 100 至約 200°C，持續約 2 至約 5 分鐘）中黏合。在此實施例中，黏合層 40 可以由因加熱而固化或交聯之混和物形成，例如以環氧類樹脂為基礎之抗光蝕混合物。因此，在某一方面而言，在高溫和高壓力中把第一底材 12 和第二底材 22 接觸後，再把堆疊 10 曝露在輻射（亦即光線）中，以啟動層 40 之交聯（固化），接著再進行曝光後烘烤（PEB），溫度介於約 75°C 至約 300°C，較佳情況是介於約 100°C 至 250°C，更佳情況是介於約 100°C 至約 175°C，持續時間揭於約 15 秒至約 120 秒。因此，在本實施例中，用於形成黏合層 40 之材料，會含有一個交聯劑，以及系統中選擇性之觸媒。

有利的是，元件表面 14 中央區域 20 和填充層之黏合介面，比填充層 40 與元件表面 14 之邊界區域 18 還要弱。因此，形成了高黏合強度區域「B」及低黏合強度區域「b」。高黏結強度區域「B」和低黏結強度區域「b」之間，沿第一底材 12 前側表面 14 和黏結層 40 和填充層 32 間之介面的變化，表示這兩塊底材 12 和 22 在分離時，會開始剝離的最初地點。

參考於圖 1、2(d)、3(d)、4(d)所形成之堆疊，在這階段，堆疊 10 之第一底材 12，可以被安全處理，並接受進一步的處理，且如果未與第二底材 22 黏合，該處理會對第一底材 12 造成傷害。因此，結構 10 之第一底材 12，可以安全接受背側處理，例如背側研磨、CMP、蝕刻、金屬和介電質沈積、成像（例如透過蝕刻之光刻）、形成護層、回火和前述項目之組合，且不會發生底材 12 和 22 之分離情況，而且在後續處理步驟中，任何遭遇之化學物質不會滲入底材 12 和 22 之間之中央區域 20 和 30。

有利的是，本實施例及所有實施例中，堆疊結構 10 之乾燥或固化層，會擁有許多高度意欲之性質。例如，該層會表現出在加熱及/或真空沈澱程序中之低去氣性。也就是，在大約 150-300°C 烘烤至多約 60 分鐘，導致填充層 32 和邊緣黏合 34 產生少於約 5% 之薄膜厚度變化，較佳情況是少於約 2%，更佳情況是少於約 1.0%。乾燥層亦可以被加熱到最高約 350°C 的溫度，較佳情況是最高約 320°C，更佳情況是最高約 300°C，且層中未發生化學反應。在某些實施例中，黏合堆疊中的數層，亦可以被曝露在溫度約 80°C 的極性溶劑（例如：N-甲基吡咯酮）約 15 分鐘，且未產生反應或溶解。

邊緣黏合 34 或黏合層 40 之黏合完整性，甚至可以再曝露在酸或鹼時予以維持。也就是說，厚度約 15 μ m 之乾燥邊緣黏合 34，可以在室溫中浸入酸性媒介（例如濃縮硫酸）大約 10 分鐘，或是在大約 85°C 中浸入鹼性媒介（例如 30 wt. % 之氫氧化鉀）大約 45 分鐘，且維持期完整性。黏合完整性可以用玻璃載體底材評估，可以透過玻璃載體底材，以視覺觀察邊緣黏合 34，檢查是否有泡泡、孔洞等等。

一旦意欲之處理完成後，第一底材 12 和第二底材 22 即可分離了。雖然黏合層 40 的邊緣黏合 34 或邊界區域（對應「B」），可以用較佳方式在底材 12 和 22 分離前維持完整無缺，但是黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域「B」，首先是以化學方式、機械方式、聽覺方式或溫度方式，予以軟化、溶解或瓦解，以使晶片能在約室溫的溫度（ $\sim 23^{\circ}\text{C}$ ），以很小的力量而輕易分離。例如，黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域，先藉由溶劑或其他化學試劑的協助而溶解。可以透過把黏合層 40 的邊緣黏合 34 或邊界區域浸入溶劑，或在上面噴灑溶劑，以予以溶解來達到這一點。如果要使用溶劑予以溶解，以瓦解邊緣黏合 34 或黏合層 40，則熱塑性材料之使用特別受喜愛。通常可用於此移除程序之溶劑，包括由乳酸乙酯、環己酮、N-甲基吡咯酮、脂族溶劑（例如己烷、癸烷、十二烷、十二烯）及前述成份混和物所組成之群組中所選定者。黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域，在較佳情況下，係被該溶劑移除至少一部分（約 50%），在更佳情況下，係為移除大部分（約 85%）。

底材 12 和 22 亦可以先藉由下列方式分離：機械方式瓦解，或使用雷射剝離、電漿蝕刻、沖水法或可有效蝕刻或分解黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域之其他高能量技術，以毀壞黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域之連續性。同樣適合的是，先以下列方式把黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域切斷，破裂或折斷，或使用相等功用之工具，對黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域鋸開或切開或劈開。

不管使用前揭何種方式，可以接著施予低機械力（例如手指壓力、輕柔擠力），以把底材 12 和 22 完全分離。有利的是，第一底材 12 和第二底材 22 可以利用剝離動作予以分離，以使底材 12 或 22 其中之一，

自堆疊中剝離開來。為開始剝離，要對欲分離之底材邊界之一部分（例如少於 $\frac{1}{2}$ 部分，較佳為少於 $\frac{1}{3}$ ，更佳為少於 $\frac{1}{4}$ ，最佳為少於 $\frac{1}{10}$ ）施予力量。如前所討論，最初分離位置，將取決於高黏合強度區域「B」及低黏合強度區域「b」沿著黏合及/或填充層和底材表面尖的介面改變之地點。當底材邊界之最初部分被掀起或進一步向上推時，底材彎曲地點會自施力的邊界最初部分，逐漸沿著底材表面及黏合和/或填充層移動，直到底材整個表面自堆疊分離。為便利分離過程，此堆疊可以同時移開（亦即向下降低），同時對欲分離之底材施予力量，較佳情況是朝上的方向。對底材邊界施予力之數量會有所變化，不過較佳範圍是介於約 0.25 牛頓至約 100 牛頓，較佳情況是介於約 2 牛頓至約 75 牛頓，最佳情況是介於約 5 牛頓至約 50 牛頓，其係在受到施力之底材邊界部分上測量。

在較佳方法中，係以隙環夾之形式提供環夾 41，以便把底材 12 和 22 分離。參考圖 5(a)，環夾 41 具有平面主體 42，且大致上為環狀形體，界定出邊界和中央開孔 43。較佳情況是，環夾主體 42 為一體成形，其上一點有裂開，形成兩個自由端點 44a 和 44b，較佳情況是肩形。本說明書所稱「單一成形」與「一體成形」可交互使用，意思即該單一成型組件係構成主體一部分，並非在不同步驟相互結合，或是可拆卸，而是由單一塊材料所形成。適合做環形主體 42 之材料，係由金屬、陶瓷、聚合物、合成物和前述項目組合所組成之群組中所選定者。端點 44a 和 44b 可以開放配置，向彼此遠離（亦即分開），亦可以密合配置，向彼此靠近，以使用壓縮的方式把晶圓自堆疊 10 分離。亦即自由端點 44a 和 44b 被改為在近距離夾住，以便讓環可以符合晶圓的圓周（邊界）。較佳情況是，在密合配置中，端點 44a 和 44b 被驅使向彼此移動，但是卻維持未接合之情況（亦即端點之間依舊有間隙，而該環形成了不連續的環形主體），然端點 44a 和 44b 可以接合，以形成無間隙之連續環。使用時，端點 44a 和 44b 之相吸或相離，會導致中央開孔 43 變小或變大，以致使主體 42 繞著欲自堆疊 10 分離之晶圓做箝夾動作，並且允許各種尺寸晶圓之適用，同時又能對晶圓圓周（邊界）被環接合之處，施予平均壓力。在另一實施例中，環夾 41 可以是多組件之系統，每一組件均為單一成型。把這些組件組在一起，以在前述晶圓之圓周上形成環。此多組件系統可以含有約 2 至約 25 件之組件，較佳情況是約 2 至 10 件，更佳情況是約 2 至 4 件，最佳情況是約 2 件。有利的是，無論實施例為何，環夾 41 並不需要與底材邊界做 360° 完全接合，就可以使堆疊有效分離。此環夾主體 42 適合與擁有一個或多個平面邊緣之晶圓平盤一起使用，以下會有更多細節說明。

參考圖 6(a)，環夾主體 42 具有一環形內部側牆 45，界定出環主體 42 之內部直徑「 d 」以及一環形外部側牆 46，界定出環主體 42 之外部直徑「 D 」。內部直徑「 d 」範圍介於約 10mm 至約 400mm，較佳情況

是介於約 75mm 至約 350mm，最佳情況是介於約 100mm 至約 275mm。外部直徑範圍「 D 」介於約 25mm 至約 550mm，較佳情況是介於約 100mm 至約 400mm，更佳情況是介於 250mm 至約 350mm。然而，應知悉的是，實際上，環主體 42 可以取決於欲分離晶圓之尺寸，而為各種尺寸。內部側牆 45 及外部側牆 46 大體上相互平行。環主體 42 具有從內部側牆 45 量至外部側牆 46 之寬度「 W 」，範圍介於約 0.1 至約 50mm，較佳情況是介於約 0.5 至約 25mm，更佳情況是介於約 1 至約 12mm。內部側牆 45 亦有厚度「 t 」，範圍介於約 0.1mm 至約 15mm，較佳情況是介於 0.5mm 至約 10mm，更佳情況是介於約 1 至約 5mm。外部側牆具有厚度「 T 」，其較佳情況範圍介於約 0.15 至約 16mm，更佳情況介於約 0.55mm 至約 11mm，更佳情況介於約 1.5 至約 6mm。 t 與 T 之比例，較佳情況介於約 1:20 至 1:1 之間，更佳情況介於約 1:10 至 1:5 之間，最佳情況為約 2:3。

環主體 42 也有一個頂表面 48，延伸於內部側牆 45 和外部側牆 46 之間，還有一個放置晶圓表面 50，自內部側牆 45 向外延伸，且大致與頂表面 48 做平行排列。放置晶圓表面 50 並未完全延伸至外部側牆 46，而是終止在「 p 」點，「 p 」點則與外部側牆間隔了寬度「 w 」，該寬度沿著「 p 」點至外部側牆 46 測量。寬度「 w 」範圍介於約 0.01 至約 45mm，較佳情況係介於約 0.1 至約 20mm，更佳情況係介於約 0.5 至約 10mm。環主體 42 具有一朝內延伸之環形脊 52，其係自放置晶圓表面 50 之「 p 」點朝內並朝下傾斜，遠離由頂表面 48 和放置晶圓表面 50 所界定之平面，然後於自由邊緣 54 終止。脊 52 具有一傾斜的肩表面 56，延伸於自由邊緣 54 與「 p 」點之間，而放置晶圓表面 50 於環主體之終止點亦在此。因此，向外延伸的放置晶圓表面 50 和朝內朝下延伸之環形脊 52，共同形成一銳角形（ θ ）之環形晶圓接收槽 58。較佳情況是，自放置晶圓表面測量至肩表面之槽角度（ θ ），係介於約 10° 至約 90° ，較佳情況係介於約 20° 至約 75° ，更佳情況是介於約 30° 至約 60° 。環形脊 52 亦有一底端表面 60，在較佳情況下，其延伸方向，係與放置晶圓表面 50 和頂表面 48 所界定平面平行。環脊主體 42 亦有個底層表面 62，其係向下傾斜，遠離頂表面 48 所界定之表面，延伸於環形脊 52 之外部側牆 46 和底面側牆 60 之間。

環形脊 52 之自由邊緣 54，在較佳情況下，朝內延伸並未超過由內部側牆 45 所界定之平面「 P 」。因此，環形脊 52 和槽 58 均自內部側牆 45 向外並列，所以當槽 58 接收晶圓時，該晶圓之背側表面 26 會被置於環主體 42 之放置晶圓表面 50，而且晶圓之最外邊緣 27 和邊界區域 28，會被置於脊 52 之肩 56 和自由邊緣 54 上。此係展示於圖 6(b) 上，並以第二底材 22 作例子。環夾 42 接著被移動至密閉配置，並藉此把晶圓 22 固定在槽 58 上。更具體言之，至少晶圓邊界之一部分係被槽 58 所接受。晶圓邊緣 27 係圓形或斜面者，肩 56 和自由邊緣 54

把晶圓上由晶圓邊緣 27 和邊界區域 28 所製程之圓形角固定住，並標示為「x」。

在本發明另一實施例中，如圖 5(b)所示，夾的主體 42 無中央開孔 43。相對應於圖 5(a)和 6(a)所示中央開孔 43 之孔洞處，而是實心，而且夾的主體 42 係為圓盤形。因此，如圖 5(b)和 6(c)所示，頂表面 48 延伸於外部側牆 46 間之整個直徑「 D 」，而放置晶圓表面 50 延伸於「 p 」點間之完整距離。

參考圖 7，使用時，堆疊 10 被放置在吸盤 64 上，該吸盤能提供適當之固定力量，在後續步驟中讓第一底材 12 穩固。吸盤 64 可以使用真空力、靜電力、磁力、機械力、物理約束、或其他任何能提供適當固定力量之適當方式，同時又能對第一底材 12 提供支撐，不會造成損害。環夾主體 42 被置放於第二底材 22 邊界附近，以使第二底材 22 能被接收到晶圓接收槽 58 中，如前所述。主體 42 之自由端點 44a 和 44b，互相靠近，以對第二底材 22 之邊界壓緊固定（未顯示）。在較佳情況下，此環夾 41 對第二底材 22 的圓周提供了均勻的壓力，但如實施例中之第二底材 22 為晶圓平盤除外。在這種情況中，晶圓邊界（平盤邊）之一部分並未受到該夾之固定。如前所述，環夾並不需要固定住底材整個 360° 之邊界（圓周），就能有效分離堆疊 10。而且適當的是，該環夾只要固定住底材 22 之邊界約 1° ，即可做有效分離。更具體而言，在較佳情況下，環夾會固定住底材邊界至少約 25° 的範圍，更佳情況是約 45° 至約 90° ，最佳情況是約 90° 至約 180° 。使用晶圓平盤時，平坦邊緣係在遠離最初剝離地點的那邊，亦即平坦邊緣是脫除步驟中，晶圓上最後剝離的部分。

重要的是，環夾主體 42 在夾住時，僅固定住第二底材 22，而未接觸第一底材 12。因此，當第一底材 12 係為元件晶圓時，本發明方法和裝置極允許對堆疊 10 做有效的分離，而不需要對元件晶圓施予任何機械力或壓力，降低破損或毀壞元件的風險。如前所說明，黏合層 40 的邊緣黏合 34 或邊界區域，在較佳情況下，係在底材分離前即部分或大體移除。然而，黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域，並不需要被移除。因此，黏合層的邊緣黏合 34 或邊界區域所在之處，環夾主體 42 亦得跟黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域做接觸。

如圖 8 所示之另一實施例中，有一層接著薄膜或膠帶 66 被施予在吸盤 64 旁邊，以把第一底材 12 固定到吸盤 64 上。然後堆疊 10 被放置在靠近接著薄膜層 66 旁邊。適合作為接著薄膜或膠帶層 66 的材料，包括具有下列特質之物質：相對低黏性，雙面膠、具延展性且不會破損。較佳情況是，此接著薄膜層 66 係使用切割膠帶以形成，一般而言，切割膠帶會被使用在本技術中，以便暫時支撐元件底材，可以在低溫操作時對底材進行處理。此圖中，此接著薄膜層 66，為分離後的第一

底材 12 提供額外的支撐，特別是當元件底材 12 上建製了脆弱的特徵，或是元件底材 12 已經被薄化者。較佳的切割膠帶，係選由聚氯乙烯、聚乙烯、聚炔烯和前述成份之組合所組成之群組中所選定者。此接著薄膜層 66 在較佳情況下，厚度介於約 0.01mm 至約 3mm，更佳情況下係介於約 0.05mm 至 1mm，最佳情況下係介於約 0.07mm 至約 0.2mm。

參考圖 9，無論實施例為何，在分離過程中，僅對環夾主體 42 邊界之一部分（例如：小於 $\frac{1}{2}$ ，較佳情況係小於 $\frac{1}{3}$ ，更佳情況係小於 $\frac{1}{4}$ ，最佳情況係小於 $\frac{1}{10}$ ）施予力量（偏好向上之力量），並藉此自底材 22 之邊界區域 28 開始，拉起第二底材 22 邊界上之對應部分（由邊緣 27 所界定），其拉動方向係遠離元件晶圓 12。對底材邊緣所施予之力量會有所變化，不過較佳情況係介於約 0.25 牛頓至約 100 牛頓，更佳情況係介於約 2 牛頓至約 75 牛頓，最佳情況係介於約 5 牛頓至約 50 牛頓，其係於底材邊緣測量。因此，如前所述，第二底材 22 係藉由剝離動作自堆疊 10 分離。應知悉的是，圖 9 所述之最初分離地點，僅供作為例子，且實際分離地點將取決於如前所述之用於形成堆疊之材料和表面處理方式（如有者），包括無黏性表面改質或堆疊所包括之低強度黏結層之位置及/或圖像。如前所說明，黏結失效的位置（將會判定分離之最初位置），可以按最終使用者意欲方式而修改。

此外，環主體 42 在較佳情況下係有彈性，以便在環夾 41 的邊界部分升起時，該部位之主體 42 隨著施力而屈曲或彎曲，較佳情況係向上。環主體 42 如此之偏斜，導致底材 22 邊界相對部分隨著朝遠離堆疊 10 之角度而彎曲或偏斜。也就是說，如圖 9 所示，當環主體 42 邊界一部分被抬升時，在較佳情況下，環主體 42 的相對部分，大體維持穩定，不隨著其他部分被抬起而朝堆疊 10 形成向下壓力。

有利的是，而且不同於先前黏合技術的是，分離步驟並不需要克服填充層 32、邊緣黏合 34 或黏合層 40，與底材 12 或底材 22 完整表面之間的強力接著黏合。而僅需要釋放與邊界區域 18 和 28 接觸之邊緣黏合 34 或黏合層 40 邊界區域之接著黏合，就能讓分離發生。一旦分離後，就可以接著用適當溶劑或其他任何濕式或乾式蝕刻技術，清洗第一底材 12 之表面，以移除殘留之邊界黏合 34、填充層 32 或黏合層 40 之材料。

如圖 10 所述之另一實施例中，相同部位具有相同編號，環夾 42 被具有邊界之彈性吸盤 68 所取代。彈性吸盤能提供適當拉力，讓第二底材 22 在後續步驟中固定。彈性吸盤 68 可以使用真空力、靜電力、或其他任何適當方式，可以對第二底材 22 提供支撐，又可以同時提供適當力量，而不會造成損害，而且依舊能運許底材剝離，以製造剝離動作。彈性吸盤 68 之適當材料，包括由矽膠、聚亞醯胺、聚醯胺、環炔炔、含氟聚合物、亞硝酸鹽、其他橡膠和其他任何彈性材料所組成。

之群組中所選定者。如環夾實施例，亦可以用一接著薄膜 66 來支撐堆疊中之第一底材 12，正如圖 11 所示。無論在哪個實施例中，接著都是向彈性吸盤 68 邊界一部分施予力量，並藉此抬升第二底材邊界上相對應部分，並且以剝離動作把它自堆疊 10 移除，正如前所述。邊界區域 28 和底材 22 之中央區域材料之間之最初分離地點，仍然取決於所使用之材料和表面處理地點（如有者）、填充層 32、邊緣黏合 34、及/或黏合層 40。然後可以用必要之適當溶劑清洗第一底材 12，以便依適用情況，移除殘餘之邊緣黏合 34、填充層 32 或黏合層 40 之材料。有利的是，如第一底材 12 係元件元者，在新式分離方法中，並未對元件晶圓施予機械力或壓力，降低在分離過程中損傷或破壞晶圓之風險。

如圖 12 所示之另一實施例中，以接著薄膜 70 取代環夾 42，該薄膜係能提供適當之拉力，以便在分離步驟中，固定第二底材 22。此接著薄膜 70 可含有一系列之背襯材料和高接著力至低接著力之接著劑，並且含有能提供適當固定力道之各種支撐力，以克服在中央區域 30 和邊界區域 28 所創造之黏合力，同時又能對第二底材 22 提供無限制之支撐，而又不導致損壞，並且還能允許它彎曲，以製造剝離動作。接著薄膜 70 之較佳材料，包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚烴烯、及前述成份之組合。接著薄膜 70，在較佳情況下，其厚度係介於 0.01 至約 3mm，更佳情況係介於約 0.05 至 1mm，最佳情況係介於約 0.07 至約 0.2mm。正如環夾實施例，亦可以使用一接著薄膜 66 來支持堆疊中之第一底材 12，如圖 13 所示。無論在哪個實施例中，要對接著薄膜 70 邊界之一部分施予力量，以抬升第二底材 22 邊界相對應部分，並藉此以剝離動作把它自堆疊 10 移除，正如前所述。邊界區域 28 和底材之中央區域 30 材料之間之最初分離地點，仍然取決於所使用之材料和表面處理地點（如有者）、填充層 32、邊緣黏合 34、及/或黏合層 40。

儘管前揭內容描述了執行本發明之主要方式，不過本發明還有數種其他實施例。例如，前揭實施例把第一底材 12 描述為元件晶圓，把第二底材描述為載體底材。如第一底材 12 作為載體底材，第二底材 22 作為元件晶圓，亦可接受。在這情況下，第一底材 12 前側表面 14 將不會是元件表面，而是載體表面。另外，第二底材 22 之表面 24，將不會作為載體表面，而是元件表面。也就是說，填充層 32 可以被施予在載體上，而非元件晶圓，或是說表面處理 38 可以在元件晶圓上進行，而非載體上，如此以可以在後續黏合步驟中形成同樣品質之堆疊結構 10。此外，雖然圖 7-13 的實施例所描寫之堆疊 10，其黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域均已移除，但黏合層 40 之邊緣黏合 34 或邊界區域，並不需要在進行晶圓分離前就移除。

此外，除了可以按照順序對同一塊底材 12 施予填充層 32、邊緣黏合 34、表面改質 38 及/或黏合層 40 之外，亦可以對第一底材施予填

充層 32、邊緣黏合 34、表面改質 38 及/或黏合層 40，對第二底材施予另外的填充層 32、邊緣黏合 34、表面改質 38 及/或黏合層 40。然後第一底材和第二底材就可以如前所述，在高溫和壓力下，以面對面的方式壓合一起，以黏合這兩塊底材。

最後，儘管在某些實施例中，較佳情況是填充層 32 不會與元件表面 14 或載體表面 24，形成強力的接著黏合，但是在另一實施例中，較理想方式可能適合先調配填充層 32，使其不會在僅對元件表面 14 或載體表面 24 形成強力接著黏合。正如前所討論之實施例案例，底材 12 和 22 可以對調，讓第一底材 12 作為載體底材，第二底材作為元件晶圓。在這種情況下，第一底材 12 之前側表面 14，一就不會是元件表面，而是載體表面。而且第二底材 22 之表面 24，亦不會是載體表面，而是元件表面。

應知悉的是，使這些材料硬化或固化之機制，可以由精於此技藝者予以立即挑選和調整。例如，在某些實施例中，較合適之作法，係使用非固化成份，以便在稍後之移除和清理程序中更容易溶解。就前述各種材料而言，熱塑性或類似橡膠之成份（一般具有至少約 5,000 達爾頓之重量平均分子量），樹脂或松脂類之成份（一般具有至少約 5,000 達爾頓之重量平均分子量），以及前述成份之混合，均適當作為該等材料。

應知悉的是，前述成份可用來製造許多整合微元件，且亦包括由矽基半導體元件、複合半導體基元件、嵌式被動元件陣列（例如電阻器、電容器、感應器）、微機電元件、微感應器、光子電路元件、發光二極體、熱管理元件、以及平面包裝底材（例如中介片）所組成之群組中所選定，且該底材上已經或將裝置一種或多種前述元件。

實例

以下例子提出了依本發明所為之較佳方法。不過應該要瞭解的是，這些例子均以圖解的方式提供，而且其內容均不得被視為對本發明整體範圍之限制。

例 1

利用手動剝離器，把黏合材料自最外邊緣移除，以分離有改質中央表面之邊緣黏合晶圓

在此程序中，晶圓堆疊係依本發明之方法製作，然後再使用手動剝離分離器予以分離。在把兩塊晶圓黏合前，其中一塊晶圓的中央接觸

表面，先以化學方式用氟化矽烷溶劑予以改質，以在晶圓表面中創造出黏合強度差異。在一個 200-mm 的矽晶圓（晶圓 1）表面最外邊緣上灑佈一種黏合材料（WaferBOND[®] HT10.10，可自 Brewer Science, Inc., Rolla, MO 取得），以在晶圓表面之邊界區域形成一種很薄的塗布，約 2.5mm 寬，0.5 μ m 厚。用 FC-40 溶劑（擁有主要 C₁₂ 之全氟複合物，以名稱 FLUORINETY 出售，取自 AMS 材料 LLC. Jacksonvilles, FL）把氟化矽烷（（十七氟-1,1,2,2-三氫氧癸脂）三氟矽烷；Gelest Inc., Morrisville, PA）稀釋至 1%。結果產生之溶劑，再以旋轉塗布方式塗布至晶圓 1 之表面，接著再於 100°C 之熱板上烘烤一分鐘。然後再用額外的 FC-40 溶劑，以旋轉塗布機清洗晶圓，以把未反應之矽烷自中央表面移除，然後以 100°C 再烘烤一分鐘。黏合材料讓表面改質成份不會接觸到晶圓 1 之邊緣，使其不會受到加工，而中央部位則會受到加工。黏合材料未與矽烷產生反應，而矽烷則在清理步驟中被沖掉，因此黏合材料之表面亦維持未受加工。在後續處理步驟中，黏合材料可以繼續停留在晶圓 1 邊緣（亦即未在黏合晶圓前予以移除）。

接著，另外一個 200-mm 之矽晶圓（晶圓 2）之表面，以旋轉塗布方式，被塗布了同樣的黏合成份（WaferBOND[®] HT10.10），其厚度約 15 μ m。晶圓 2 接著再以 110°C 烘烤二分鐘，然後以 160°C 再烘烤二分鐘。然後該被塗布之晶圓在加熱加壓之真空室中，以持續三分鐘之 220°C 溫度和 15 psig 壓力，面對面黏合，以便、晶圓 1 上之黏合材料，與晶圓 2 上之黏合材料，可以回流，以形成一個黏合層。

接下來，為移除黏合層之邊界邊緣，把被黏合晶圓浸泡在黏合材料移除劑（WaferBOND[®] Remover，可取自 Brewer Science, Inc., Rolla, MO）約一小時，以把黏合材料自最外區域移除。一旦移除過程到達晶圓 1 中央之氟化矽烷塗布時，移除過程即完成。移除時間長短，會隨著黏合層厚度有所不同，可以依經驗判定。一般而言，黏合層愈厚，因為晶圓之間的空間愈大，讓溶劑接觸面愈大，所以移除率愈快。有利的是，因為受加工之中央表面亦具疏水性，所以溶劑一旦抵達中央，即會有效地停止把該層浸濕。理想情況是，會發生黏合層邊緣部分之完整移除，然而僅有必要沿著黏合層邊緣對該層做側向切開（即創造間隙），就可以讓晶圓有效分離。因此，晶圓 1 和晶圓 2 邊界邊緣上殘留依切黏合材料，係可接受。

其所產生之堆疊晶圓，然後即利用環夾（見圖 5(a)）予以分離，把一手把接到自由端點上，以進行手動分離。晶圓 2 係以真空吸盤固定住，再把環夾之固定環以圓周方向置於晶圓 1 之邊界，該環之端點係以近距離關係夾住，以對晶圓邊緣提供平均壓力（亦即貫穿晶圓之圓周）。然後再把連接至環夾之手把斜彎，使手把之自由端點向上升起，遠離堆疊之橫向平面，造成環夾偏斜，並藉此以剝離動作，把晶圓 1

之邊緣拉升離開晶圓 2。在分離後，晶圓 1 上唯一的黏合成份殘留物，係在晶圓 1 之邊界區域（2.5mm 之未加工表面）。黏合材料不可移轉至晶圓 1 之加工過之中央表面。黏合材料塗布維持在晶圓 2 之中央，其殘餘物則為在邊界區域。本例子中任一塊晶圓，皆可被視為元件晶圓或載體晶圓。

例 2

用手動剝離分離器把黏合之晶圓堆疊分離

在此程序中，晶圓堆疊係依本發明另一實施例製作，然後再用手動剝離分離器予以分離。在把兩片晶圓黏合前，其中一片矽晶圓的中央表面先用一種氟化矽烷溶劑，以化學方式改質，以在晶圓表面上創造出黏合強度差異。為對晶圓中央表面改質，先用環氧類樹脂基之抗光蝕劑（(SU-8 2002, Microchem, Newton, MA)塗布，對晶圓邊緣做遮罩。抗光蝕劑成份被灑佈至一片 200-mm 矽晶圓（晶圓 1）之最外邊緣表面，對晶圓表面之邊界環形部分予以塗布，大約 2.5mm 寬。

然後，用 FC-40 溶劑（擁有主要 C_{12} 之全氟複合物，以名稱 FLUORINETY 出售，取自 AMS 材料 LLC. Jacksonvilles, FL）把氟化矽烷（（十七氟-1,1,2,2-三氫氧癸脂）三氟矽烷；Gelest Inc., Morrisville, PA）稀釋成 1% 溶液。稀釋之溶液以旋轉塗布方式塗布至晶圓 1 之表面。把晶圓於 100°C 之熱板上烘烤一分鐘，然後再用 FC-40 溶劑，以旋轉塗布機清洗，然後以 100°C 再烘烤一分鐘。於是，就可以用丙酮以旋轉塗布機，移除環氧類樹脂基抗光蝕劑遮罩，顯露出晶圓上未受加工之邊緣。因此，只有晶圓 1 之中央部分受到氟化矽烷之處理，成為「無黏性」，而晶圓之邊緣依舊為可黏合之表面。

另外一片 200-mm 矽晶圓（晶圓 2）之表面，透過旋轉塗布方式，塗了黏合成份（WaferBOND® HT10.10）。此晶圓再以 110°C 烘烤 2 分鐘，然後以 160°C 烘烤 2 分鐘。然後再於加熱、真空之加壓室中，以持續 3 分鐘的 220°C 和 10psig 之情況下，以面對面的方式把經塗布之晶圓壓合。

接下來，用環夾（見圖 5(a)）把產生的之堆疊晶圓分離，其中一把手連結至自由端點，以進行手動分離。在此程序中，黏合成份之邊界區域並未在分離前移除。晶圓 2 係以真空吸盤固定住，再把環夾之固定環以圓周方向置於晶圓 1 之邊界，該環之端點相互夾住，以對晶圓邊緣提供平均壓力（亦即貫穿晶圓之圓周）。然後再把連接至環夾之把手斜彎，使把手之自由端點向上升起，遠離堆疊之橫向平面，造成環夾偏斜，並藉此以剝離動作，把晶圓 1 之邊緣拉升離開晶圓 2。在分離

後，僅有約 2.5mm 寬之環形黏合成份塗布，轉移至晶圓 1 之邊緣，其他之黏合成份則持續留在晶圓 2。亦即，黏合成份僅黏結至晶圓 1 之最外邊緣表面，並未黏至晶圓 1 經化學處理之中央表面。本例子中任一塊晶圓，皆可被視為元件晶圓或載體晶圓。

例 3

用於把中央接觸表面塗布釋放材料之晶圓堆疊分離之手動剝離分離器

在此程序中，一晶圓堆疊係依本發明另一方法製作，然後再用手動剝離分離器予以分離。在把兩片晶圓黏合前，其中一片晶圓之中央表面先予以塗布釋放材料，以在晶圓表面-中央層介面上，創造出黏合強度差異。首先，環氧類樹脂基之負抗光蝕劑（以 SU-8 2010 之名稱出售；可自 MicroChem 取得），以旋轉塗布方式塗布至一片 200-mm 玻璃晶圓（晶圓 1）之整個表面，然後再以 110°C 烘烤 2 分鐘，以讓進行溶劑之移除。然後再把 Teflon[®] AF 溶劑（Teflon[®] AF2400 in FC-40；取自 DuPont）旋轉塗布在抗光蝕層，以創造一個無黏性層。接下來，把 FC-40 溶劑灑佈至晶圓表面之最外邊緣，以把約 1-3mm 寬之 Teflon[®] AF 塗布部分，自晶圓表面之邊界區域移除，然後再以 110°C 烘烤 2 分鐘，以移除溶劑。

然後把晶圓以面對面的方式，在加溫真空及加壓室中，在 120°C 和 10psig 之情況中持續 3 分鐘，以便與一片 200-mm 之空白矽晶圓（晶圓 2）黏合。在此步驟中，抗光蝕層在 Teflon[®] 層中回流，以填滿晶圓最外邊緣 Teflon[®] 層被移除後之空隙，並因此與晶圓 2 之邊界邊緣黏合。然後經黏合之晶圓，透過玻璃晶圓的最外側，被暴露在寬頻紫外線下，然後再以 120°C 烘烤 2 分鐘，讓 SU-8 2010 塗布交聯或固化。

接下來，用環夾（見圖 5(a)）把產生的之堆疊晶圓分離，其中一把手連結至自由端點，以進行手動分離。晶圓 2 係以真空吸盤固定住，再把環夾之固定環以圓周方向置於晶圓 1 之邊界，該環之端點相互夾住，以對晶圓邊緣提供平均壓力（亦即貫穿晶圓之圓周）。然後再把連接至環夾之把手抬升，造成環夾偏斜，並藉此以剝離動作，把晶圓 1 之邊緣拉升離開晶圓 2，正如例 1 所述。在此程序中，黏合成份之邊界區域並未在分離前移除。而是抗光蝕層基於環夾偏斜動作之自然結果，於最初分離點側向裂開，以便讓一些抗光蝕材料停留在玻璃晶圓（晶圓 1）上，同時該層部分被移轉至矽晶圓（晶圓 2）上未處理區域。在分離後，晶圓 2 在最外僅有一寬 1-3mm 之環形材料，在晶圓中央區域跟 Teflon[®] 晶圓 1 釋放層接觸之處，並沒有材料轉移。本例子中任一塊晶圓，皆可被視為元件晶圓或載體晶圓。

例 4

用於分離晶圓堆疊之手動剝離分離器（該晶圓中央表面填充之材料，對其中一片底材具有低黏合度）

在此程序中，一個晶圓堆疊係依本發明之另一方法製作，且再使用手動剝離分離器予以分離。在把兩片晶圓黏合前，先其中一片晶圓之中央表面先塗布釋放材料，以在晶圓表面創造出黏合強度差異。用於例 3 之 Teflon[®] AF 溶液，被旋轉塗布至一片 200-mm 矽晶圓（晶圓 1）之表面，以形成厚度約 10 μ m 之塗布。然後，再對晶圓表面最外邊緣灑佈 FC-40 溶劑，以自晶圓表面移除寬約 3-5mm 之 Teflon[®] AF 塗布部分。然後該晶圓以 110°C 烘烤 2 分鐘。然後，晶圓的邊緣透過旋轉塗布方式，被塗布了 WaferBOND[®] HT10.10 黏合成份，且該材料僅被灑佈在邊緣，以在晶圓表面邊界區域形成一層寬約 3-5mm 且厚度約 10 μ m 之黏合層。因此，Teflon[®] 塗布及黏合材料，在晶圓表面形成一片單一且不均質之材料。然後在加熱真空及加壓室中，以持續 2 分鐘的 220°C 和 10psig 的情況下，把該晶圓以面對面方式與一片 200-mm 之空白矽晶圓（晶圓 2）黏合。

接下來，用環夾（見圖 5(a)）把產生的之堆疊晶圓分離，其中一把手連結至自由端點，以進行手動分離。晶圓 2 係以真空吸盤固定住，再把環夾之固定環以圓周方向置於晶圓 1 之邊界，該環之端點相互夾住，以對晶圓邊緣提供平均壓力（亦即貫穿晶圓之圓周）。然後再把連接至環夾之把手抬升，造成環夾偏斜，並藉此以剝離動作，把晶圓 1 之邊緣拉升離開晶圓 2，正如例 1 所述。在此程序中，黏合成份之邊界區域並未在分離前移除。在分離後，晶圓 2 在最外僅有一寬 3-5mm 之環形黏合材料，同時中央並沒有材料轉移。晶圓 1 在最外 3-5mm 處有一環形黏合材料，而 Teflon[®] AF 塗布則持續留在中央。黏合材料之截面早已裂開，並且在兩片晶圓上分成兩半。本例子中任一塊晶圓，皆可被視為元件晶圓或載體晶圓。

【圖式簡單說明】

- 圖 1 為一晶圓堆疊之示意截面圖；
- 圖 2 為一示意圖，顯示出依本發明黏合底材之另一實施例；
- 圖 3 為一示意圖，顯示出依本發明黏合底材之另一實施例；
- 圖 4 為一示意圖，顯示出依本發明黏合底材之另外一種實施例；
- 圖 5(a) 為環夾的頂端正視圖，該環夾係用於依本發明實施例，把黏合的底材分離；

- 圖 5(b) 為一個圓盤形夾的頂端正視圖，該夾係用於依本發明另一實施例，把黏合的底材分離；
- 圖 6(a) 為一環夾裝置沿著圖 5(a)中剖面線 6(a)之局部截面圖，該環夾係用於依本發明一實施例，把黏合的底材分離；
- 圖 6(b) 為一取自圖 6(a)之環夾之加大剖視截面圖，該環夾係依本發明一實施例，對黏合堆疊之一晶圓進行接合；
- 圖 6(c) 為一圓盤形夾裝置沿著圖 5(b)之剖面線 6(c)之局部截面圖，該夾係用於依本發明另一實施例，把黏合之底材分離；
- 圖 7 為本發明實施例之截面示意圖，利用環夾和真空吸盤，把黏合的底材分離；
- 圖 8 為本發明一實施例的截面示意圖，利用環夾和接著薄膜覆蓋吸盤，把黏合的底材分離；
- 圖 9 為本發明一實施例之截面示意圖，描述依本發明之分離程序；
- 圖 10 為本發明實施例之截面示意圖，利用一彈性吸盤和一真空吸盤，把黏合的底材分離；
- 圖 11 為本發明實施例之截面示意圖，利用一彈性吸盤和接著劑覆蓋吸盤，把黏合之底材分離；
- 圖 12 為本發明實施例之一截面示意圖，利用一個接著薄膜和一個真空吸盤，把黏合的底材分離；
- 圖 13 為本發明實施例之截面示意圖，利用一個接著薄膜和一個接著薄膜覆蓋吸盤，把黏合的底材分離。

【主要元件符號說明】

七、申請專利範圍：

1 一種暫時黏合方法，包含：

提供一堆疊，包含：

一第一底材，具有一背側表面和一元件表面，前述元件表面具有一邊界區域和一中央區域；

一第二底材，黏合至前述第一底材，前述第二底材具有一載體表面，一背側表面，和一最外邊緣，其係界定出第二底材之邊界，前

述載體表面具有一邊界區域和一中央區域並包含一表面改質，前述載體表面包含表面改質部分及未改質部分，其中前述表面改質部分具有一低黏合表面；及

一均質黏合層，其介於前述第一底材與前述第二底材之間，前述均質黏合層係以一種高分子接著劑形成；及

把第一底材和第二底材分離，透過對前述第二底材之邊界之一部分施予力量之剝離動作，造成前述第二底材朝遠離堆疊的角度彎曲，藉此把前述第一底材和第二底材分離。

2. 專利申請範圍第 1 項之方法，前述黏合層被黏合至前述元件表面及前述載體表面之前述邊界區域，其中前述黏合層及前述載體表面之前述中央區域之間含有一低黏度介面。
3. 專利申請範圍第 2 項，其中該低黏度介面含有該述載體表面之前述中央區域之表面改質。
4. 專利申請範圍第 1 項的方法，進一步含有以機械方式或化學方式瓦解緊鄰前述邊界區域之前述黏合層之方法，以在前述分離前，先移除至少前述黏合層之一部分。
5. 專利申請範圍第 1 項之方法，前述黏合層被黏合至前述元件表面和前述載體表面之未改質部分，其中前述黏合層和前述載體表面之前述表面改質部分之間還有一低黏合介面。
6. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中前述元件表面含有由積體電路；MEMS；微感應器；功率半導體；發光二極體；光子迴路；中介片；嵌式被動元件；及在矽、矽鍺、砷化鎵及氮化鎵上製造或以其製造之微元件所組成之群組中所選定之元件之陣列。
7. 專利申請範圍第 1 項之方法，前述元件表面含有由鐳錫突塊；金屬柱；金屬桿所組成之群組中所選定之至少一結構；以及由矽、多晶矽、二氧化矽、氮（氧）化矽、金屬、低 k 介電質、高分子介電質、金屬氮化物和金屬矽化物所組成之群組中所選定之一材料所構成之一結構。
8. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中前述第二底材含有由矽、藍寶石、石英、金屬、玻璃和陶瓷所組成之群組中所選定之一材料。
9. 專利申請範圍第 1 項之方法，進一步含有在第一和第二底材分離前，使前述堆疊接受由背磨、化學機械拋光、蝕刻、金屬和介電質

沈積、成像、形成護層、回火、及其組合組成之方法群組中所選定之處理。

10. 專利申請範圍第 1 項，其中前述之分離，係使用一環夾執行，該環夾具有一平面主體且大致為環形，其係界定出前述環夾之邊界，以及一中央開孔，前述環夾係被固定在第二底材之邊界，且其中前述力量僅對前述環夾邊界之一部分施予，並藉此以前述剝離動作，抬升第二底材邊界相對應部分遠離堆疊。
11. 專利申請範圍第 10 項之方法，前述主體含有：
 - 一環形內部側牆；
 - 一環形外部側牆；
 - 一頂表面延伸於內部側牆和外部側牆之間；
 - 一放置晶圓表面，自內部側牆向外延伸，前述放置晶圓表面在主體上之一點終止，該點與外部側牆有所間隔；與
 - 一朝內延伸之環形脊，其係自該點向內傾斜，遠離放置晶圓表面，其中前述放置晶圓表面及環形脊共同形成一環形晶圓接收槽，至少前述第二底材之邊界之一部分被前述槽所接收。
12. 專利申請範圍第 11 項之方法，其中前述主體係為具有兩個自由端點的隙環夾。
13. 專利申請範圍第 12 項之方法，其中前述環夾係以下列方式固定在前述第二底材之邊界附近：
 - 把前述自由端點互相分開，藉此擴大前述主體之中央開孔；
 - 把前述環夾置於第二底材之邊界；且
 - 把前述自由端點相互靠近，以壓縮固定第二底材，此係在前述分離前進行，
 - 其中前述環夾之環形脊終止於一個自由端點，並具有一傾斜肩部表面，延伸於脊的自由端點和放置晶圓表面於主體之終止點之間，第二底材之背側表面由主體之放置晶圓表面固定住，第二底材的最外邊緣和邊界區域，由脊之肩部和自由端點固定住。
14. 專利申請範圍第 13 項之方法，其中前述環夾固定住前述第二底材邊界至少約 1° 。
15. 專利申請範圍第 11 項之方法，其中前述環夾未接觸前述第一底材。

16. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中在分離前述底之前，前述堆疊之第一底材係固定在一吸盤上。
17. 專利申請範圍第 16 項之方法，前述第一底材透過靜電力、真空力、磁力、機械力、物理約束、或前述吸盤和前述第一底材間的接著薄膜層，被固定在前述吸盤上。
18. 專利申請範圍第 16 項，其中前述吸盤在前述分離過程中，被移離第二底材。
19. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中前述分離方式，係使用具有邊界之一彈性吸盤進行，前述第二底材被固定在前述彈性吸盤，前述力量僅被施予在前述彈性吸盤邊界之一部分，以藉此抬升前述第二底材邊界之對應部分，以剝離動作使其遠離堆疊。
20. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中前述分離方式係使用具有邊界之一接著薄膜進行，前述第二底材被固定在前述接著薄膜，前述力量僅被施予在前述接著薄膜邊界之一部分，藉此把第二底材邊界之相對部分抬升，以前述剝離動作使其遠離堆疊。
21. 專利申請範圍第 1 項之方法，前述表面改質部分包含一圖像。
22. 專利申請範圍第 21 項之方法，其中前述圖像係為由柵格、線條和形狀所組成之群組中所選定者。
23. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中前述黏合層與前述載體表面之間之該黏合介面具有高黏結強度區域及低黏合強度區域。
24. 一種暫時黏合方法，包含：
提供一堆疊，包含：
一第一底材，具有一背側表面和一元件表面，前述元件表面具有一邊界區域和一中央區域；
一第二底材，黏合至前述第一底材，前述第二底材具有一載體表面，一背側表面，和一最外邊緣，其係界定出第二底材之邊界，前述載體表面具有一邊界區域和一中央區域；及
一中介層，其包含介於前述第一底材與前述第二底材間之一均質黏合層，前述黏合層係由對半導體材料、玻璃和金屬有高度接著強度之樹脂或聚合物形成，前述中介層被黏合至前述元件表面及前述載體表面之前述邊界區域，其中前述中介層及前述載體表面

之前述中央區域之間含有一低黏度介面，其中該低黏度介面含有前述載體表面之前述中央區域之表面改質；及
把前述第一和第二底材分離，透過對前述第二底材之邊界之一部分施予力量之剝離動作，造成前述第二底材朝遠離堆疊的角度彎曲，藉此把前述第一底材和第二底材分離。

25. 一種暫時黏合方法，包含：

提供一堆疊，包含：

一第一底材，具有一背側表面和一元件表面，前述元件表面具有一邊界區域和一中央區域；

一第二底材，黏合至前述第一底材，前述第二底材具有一載體表面，一背側表面，和一最外邊緣，其係界定出第二底材之邊界，前述載體表面具有一邊界區域和一中央區域；及

一中介層，其包含介於前述第一底材與前述第二底材間之一均質黏合層，前述黏合層係由對半導體材料、玻璃和金屬有高度接著強度之樹脂或聚合物形成

以機械方式或化學方式瓦解緊鄰前述邊界區域之前述中介層，以移除至少前述中介層之一部分，及

把前述第一和第二底材分離，透過對前述第二底材之邊界之一部分施予力量之剝離動作，造成前述第二底材朝遠離堆疊的角度彎曲，藉此把前述第一底材和第二底材分離。

26. 一種暫時黏合方法，包含：

提供一堆疊，包含：

一第一底材，具有一背側表面和一元件表面，前述元件表面具有一邊界區域和一中央區域；

一第二底材，黏合至前述第一底材，前述第二底材具有一載體表面，一背側表面，和一最外邊緣，其係界定出第二底材之邊界，前述載體表面具有一邊界區域和一中央區域並包含一表面改質，前述載體表面包含表面改質部分及未改質部分，其中前述表面改質部分具有一低黏合表面；及

把前述第一和第二底材分離，透過對前述第二底材之邊界之一部分施予力量之剝離動作，造成前述第二底材朝遠離堆疊的角度彎曲，藉此把前述第一底材和第二底材分離；

其中前述之分離，係使用一環夾執行，該環夾具有一平面主體且大致為環形，其係界定出前述環夾之邊界，以及一中央開孔，前述環夾係被固定在第二底材之邊界，且其中前述力量僅對前述環

夾邊界之一部分施予，並藉此以前述剝離動作，抬升第二底材邊界相對應部分遠離堆疊。

27. 專利申請範圍第 26 項之方法，前述主體含有：
 - 一環形內部側牆；
 - 一環形外部側牆；
 - 一頂表面延伸於內部側牆和外部側牆之間；
 - 一放置晶圓表面，自內部側牆向外延伸，前述放置晶圓表面在主體上之一點終止，該點與外部側牆有所間隔；與
 - 一朝內延伸之環形脊，其係自該點向內傾斜，遠離放置晶圓表面，其中前述放置晶圓表面及環形脊共同形成一環形晶圓接收槽，至少前述第二底材之邊界之一部分被前述槽所接收。
28. 專利申請範圍第 27 項之方法，其中前述主體係為具有兩個自由端點的隙環夾。
29. 專利申請範圍第 28 項之方法，其中前述環夾係以下列方式固定在前述第二底材之邊界附近：
 - 把前述自由端點互相分開，藉此擴大前述主體之中央開孔；
 - 把前述環夾置於第二底材之邊界；且
 - 把前述自由端點相互靠近，以壓縮固定第二底材，此係在前述分離前進行，
 - 其中前述環夾之環形脊在一自由邊緣終止，前述環形脊具有一傾斜肩部，延伸於脊之自由邊緣和放置晶圓表面在主體之終止點之間，前述底材之背側表面係由主體之放置晶圓表面所固定，底材之最外邊緣和邊界區域，由脊之肩部和自由邊緣固定。
30. 專利申請範圍第 29 項之方法，其中前述環夾固定住前述第二底材邊界至少約 1° 。
31. 專利申請範圍第 27 項之方法，其中前述環夾未接觸前述第一底材。
32. 專利申請範圍第 1 項之方法，其中前述高分子接著劑具有之接著強度係從大約 80 psi 至大約 250 psi。
33. 專利申請範圍第 24 項之方法，其中前述樹脂或聚合物具有之接著強度係從大約 80 psi 至大約 250 psi。

34. 專利申請範圍第 25 項之方法，其中前述樹脂或聚合物具有之接著強度係從大約 80 psi 至大約 250 psi。

八、圖式：

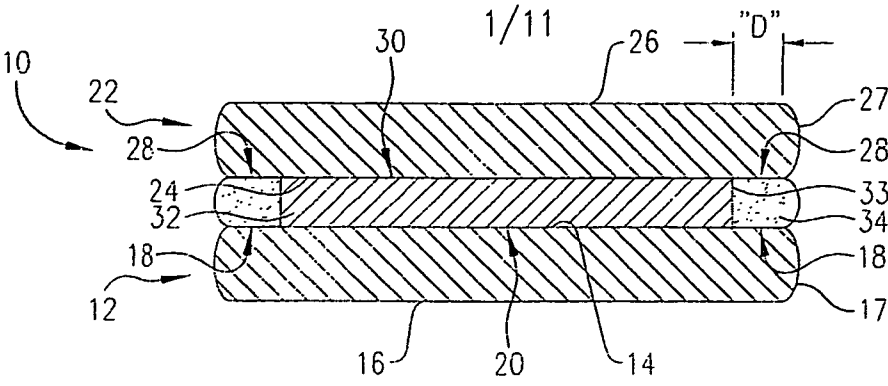


圖 1

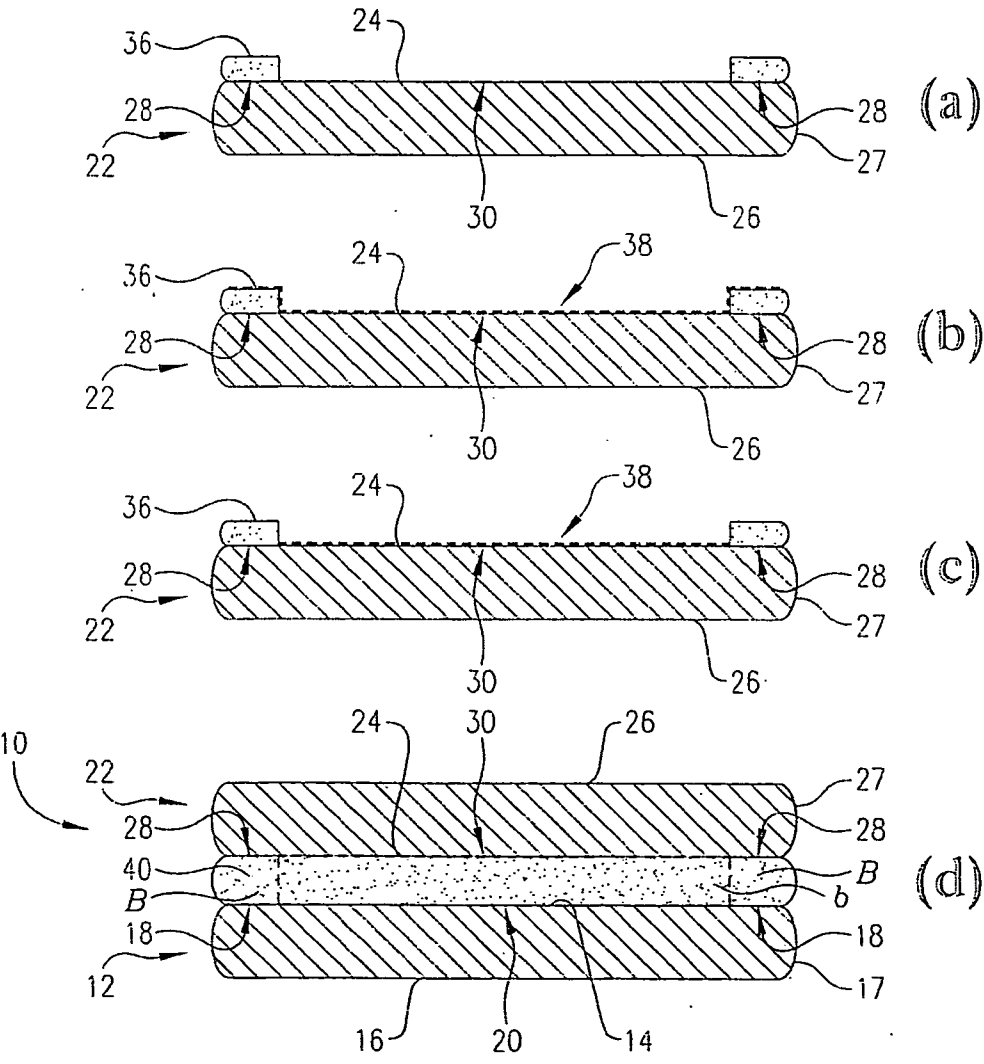


圖 2

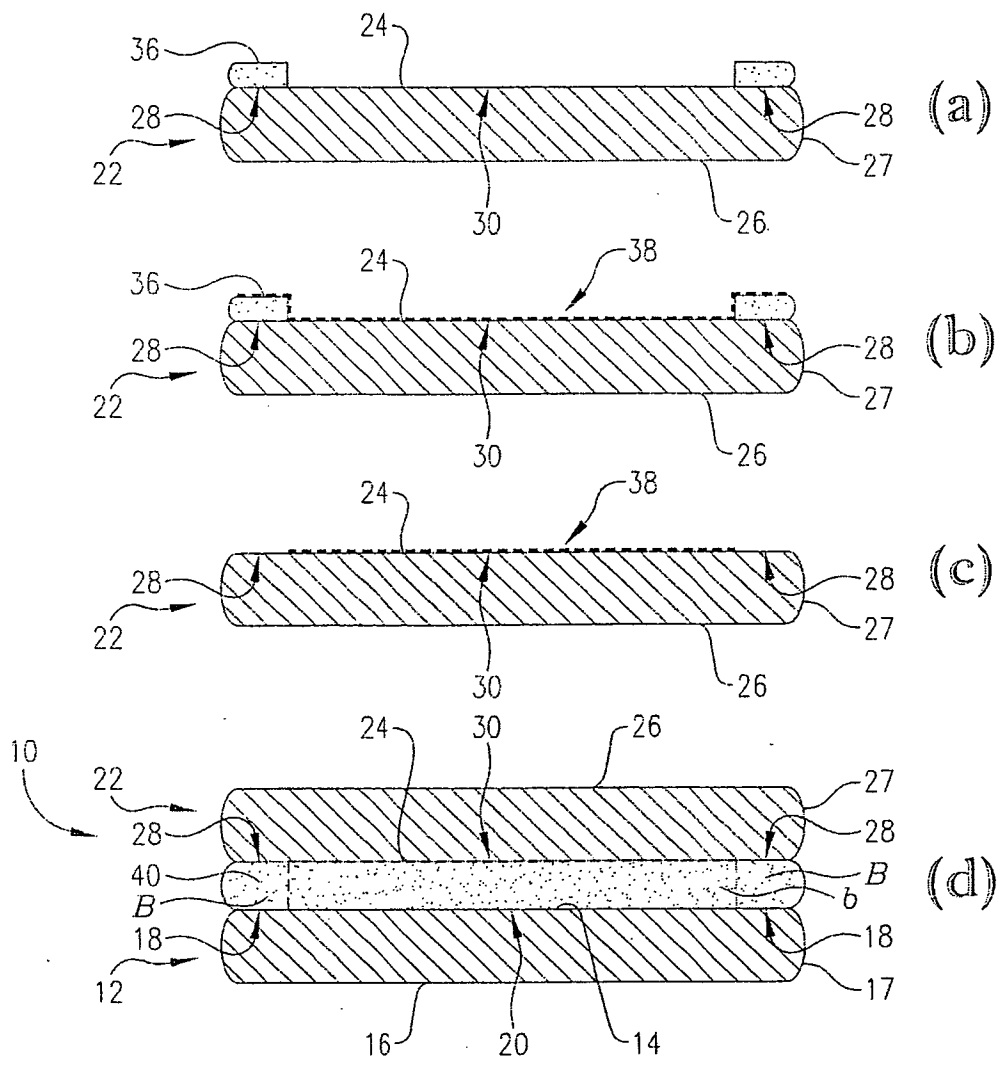


圖 3

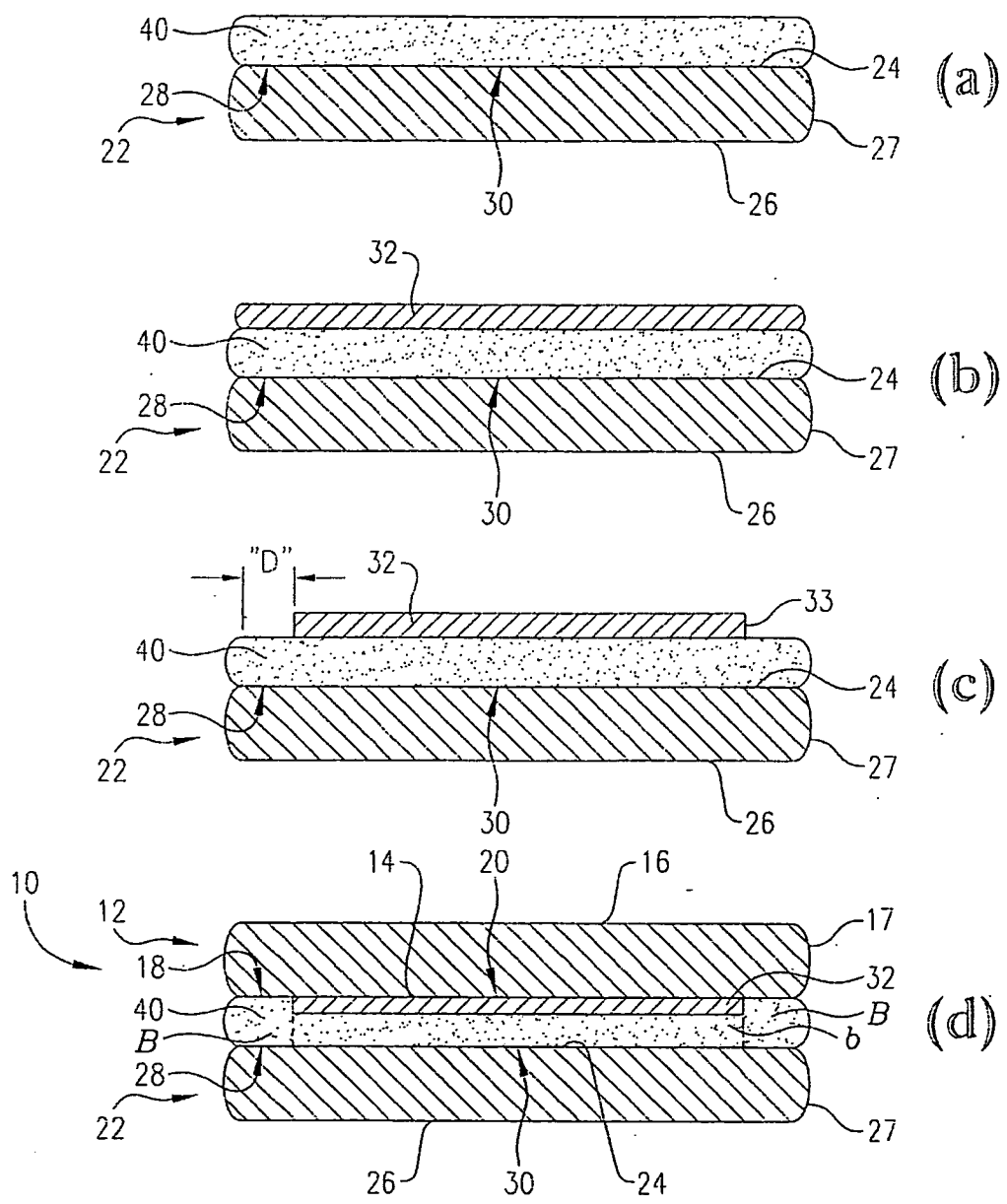


圖 4

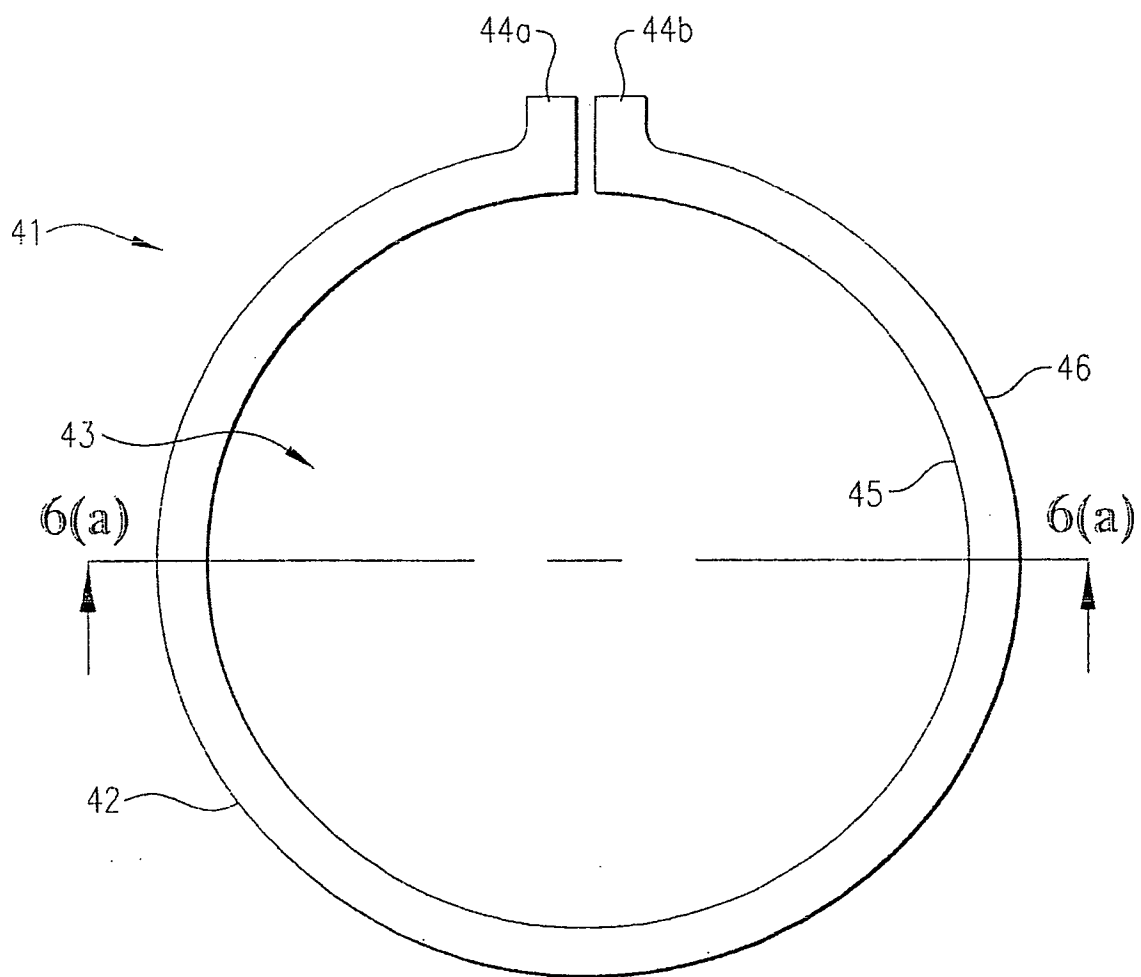


圖 5 (a)

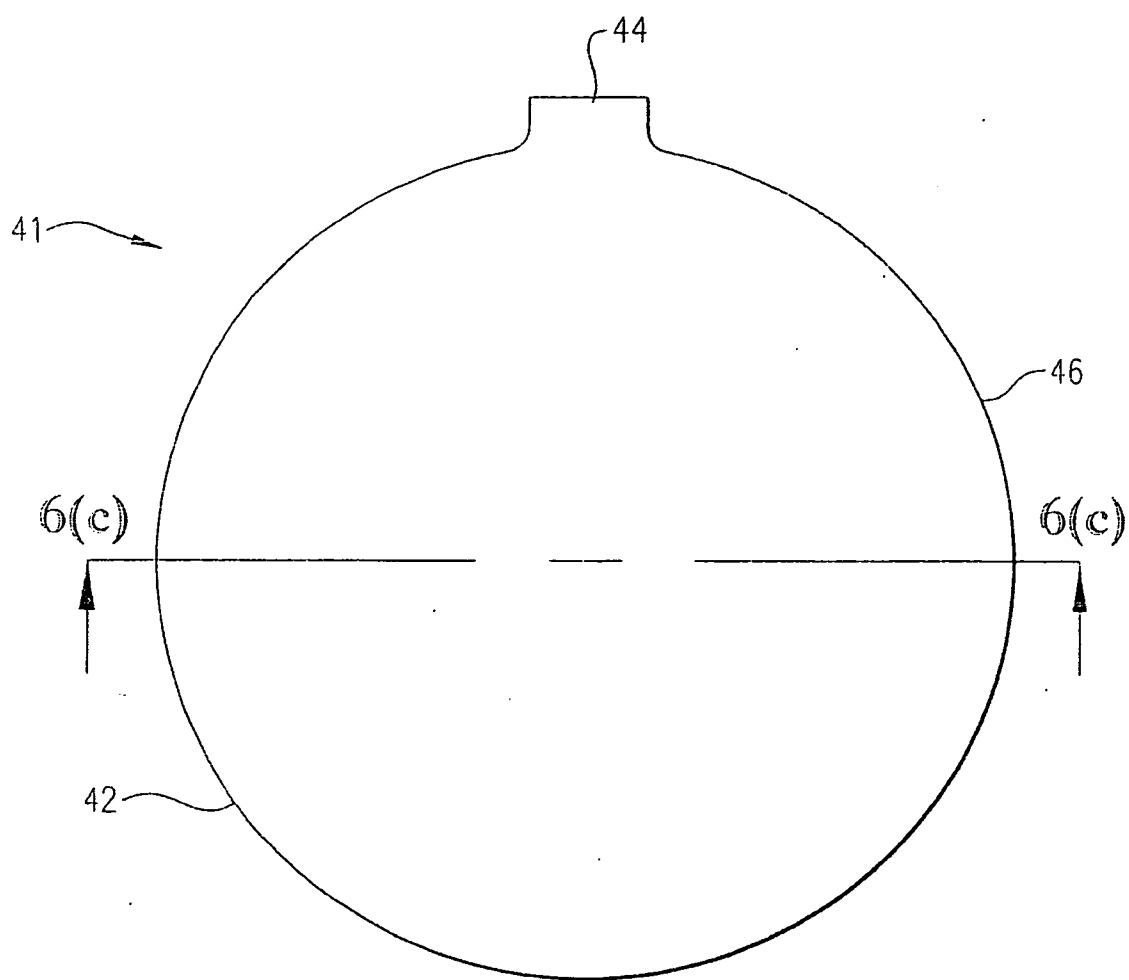


圖 5 (b)

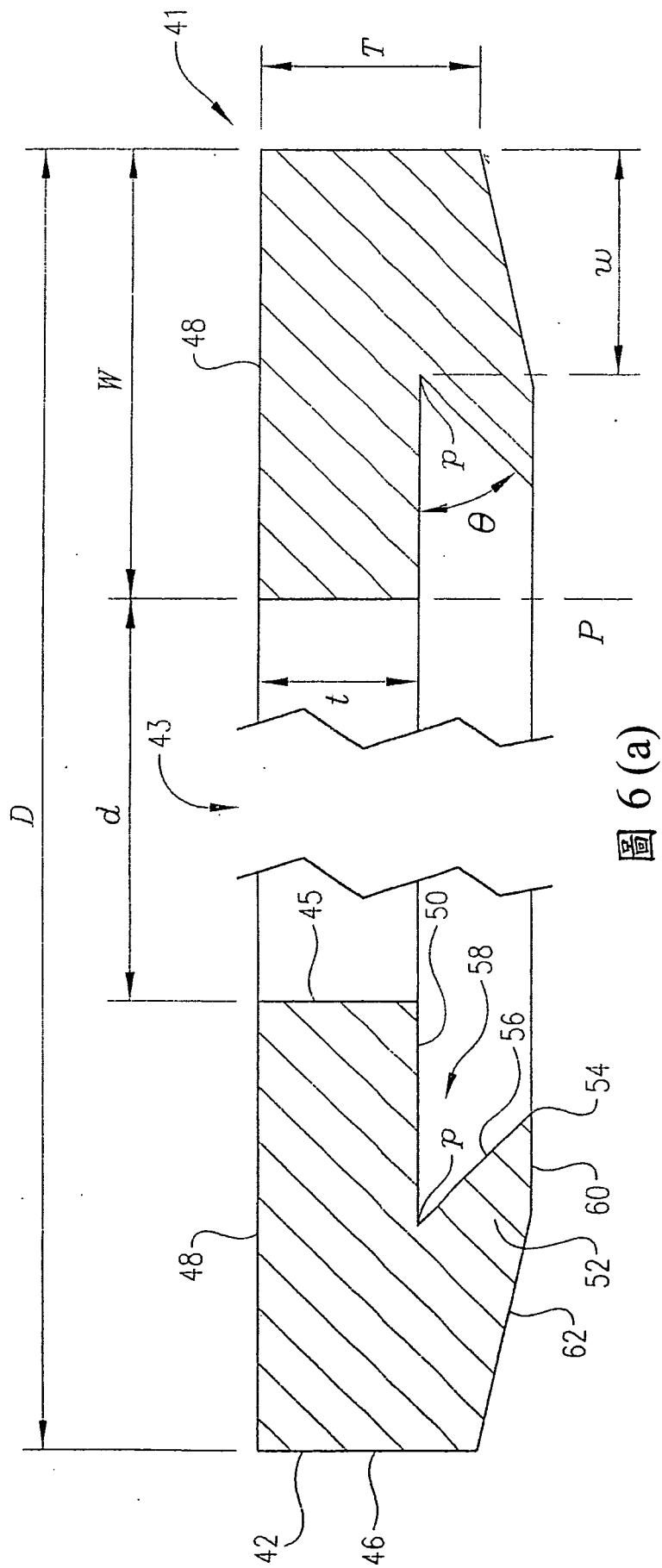


圖 6 (a)

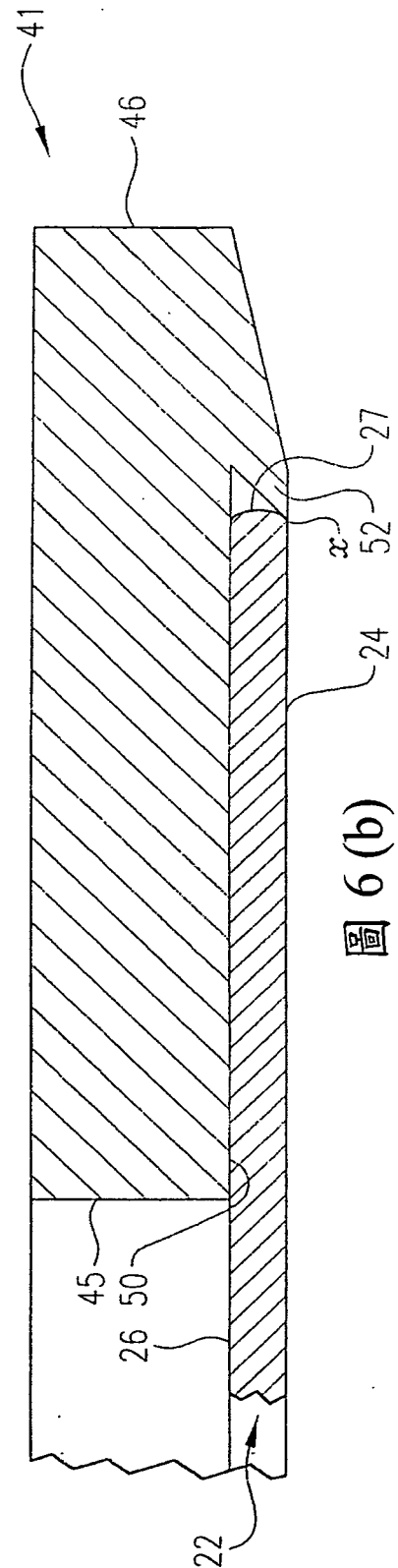


圖 6 (b)

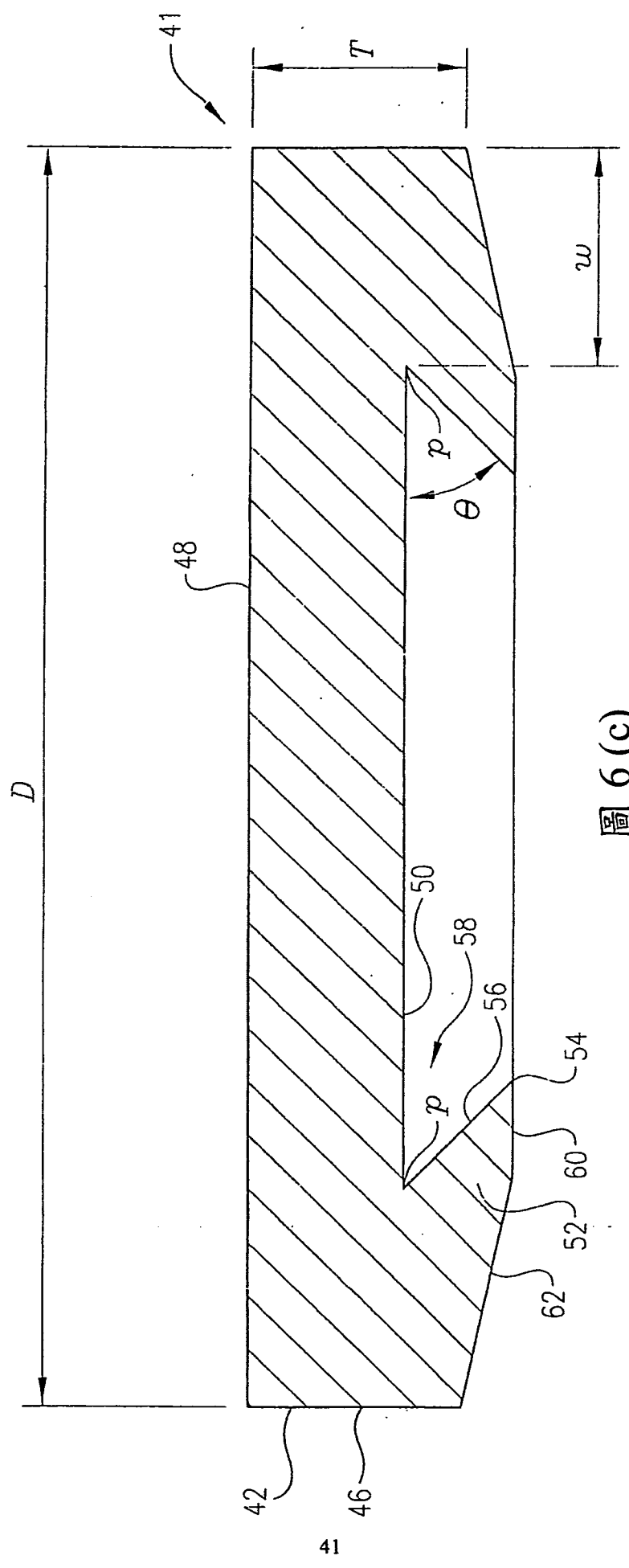
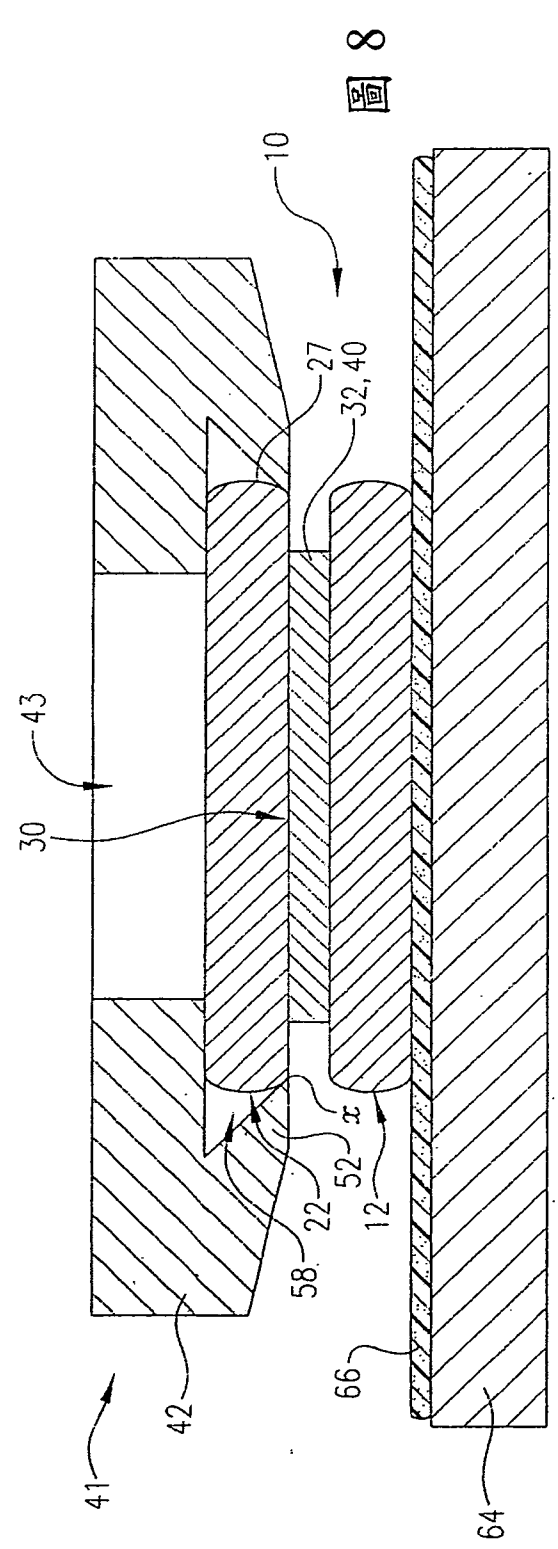
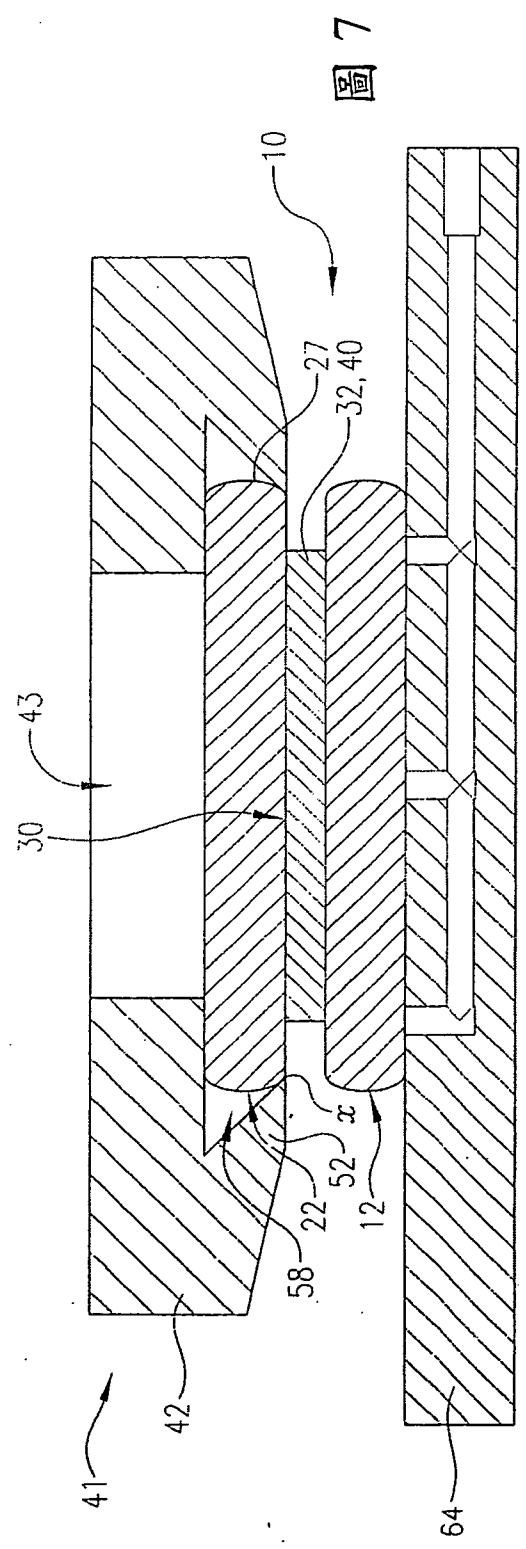
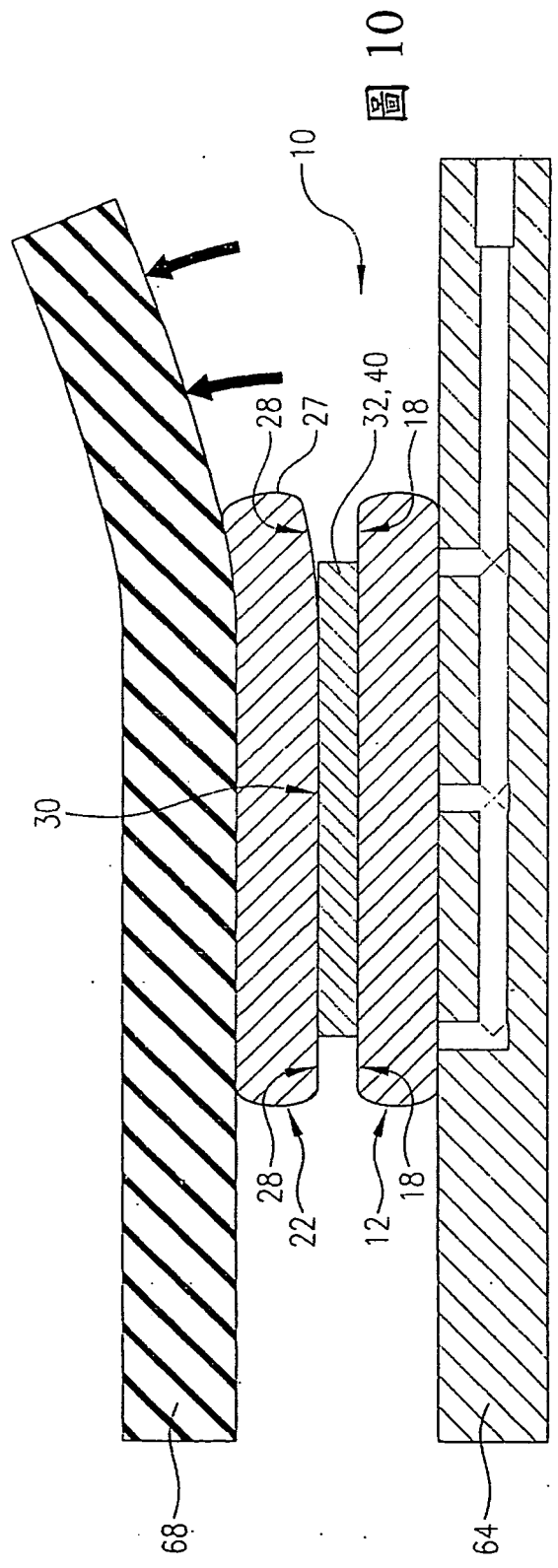
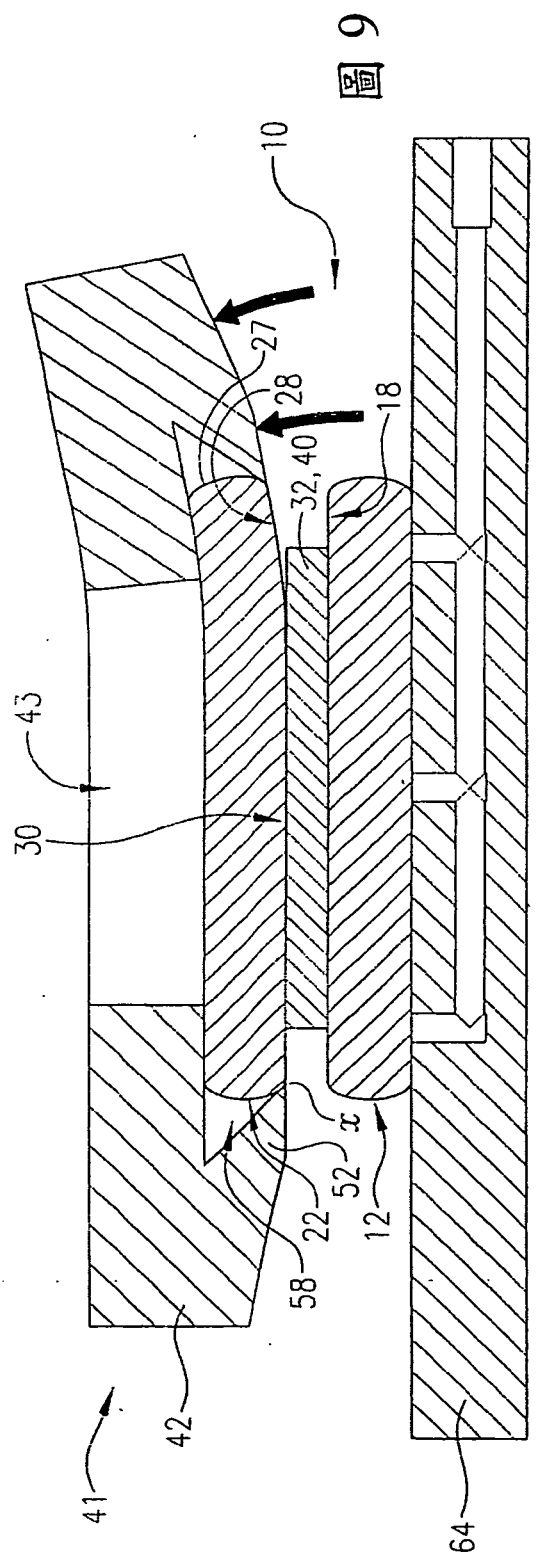
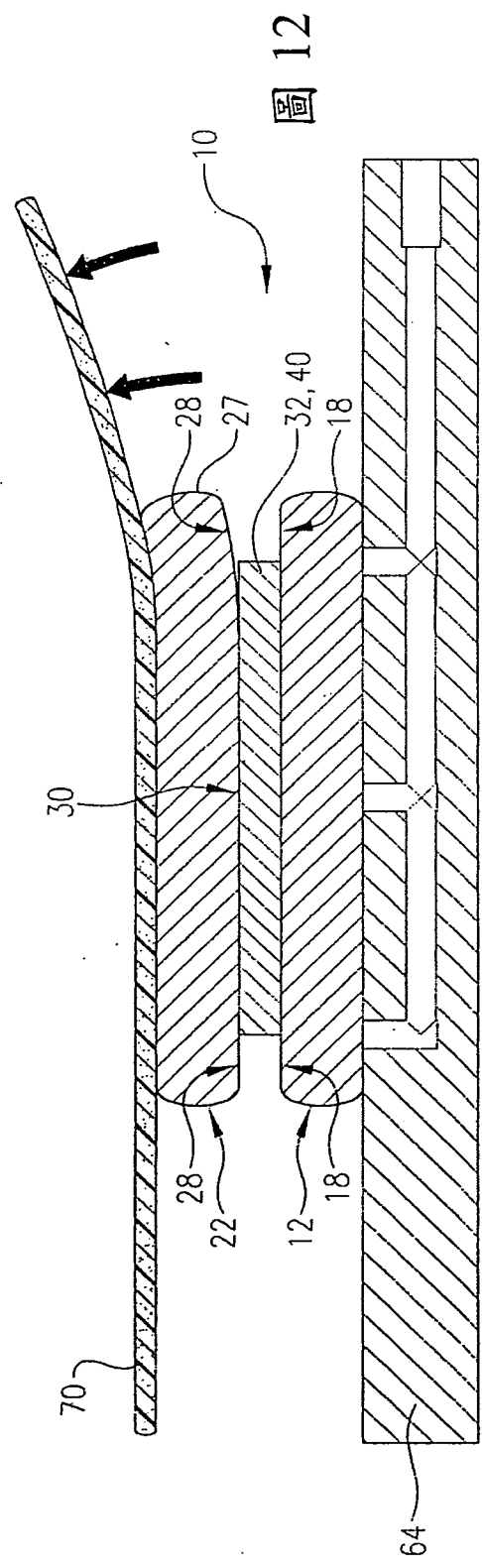
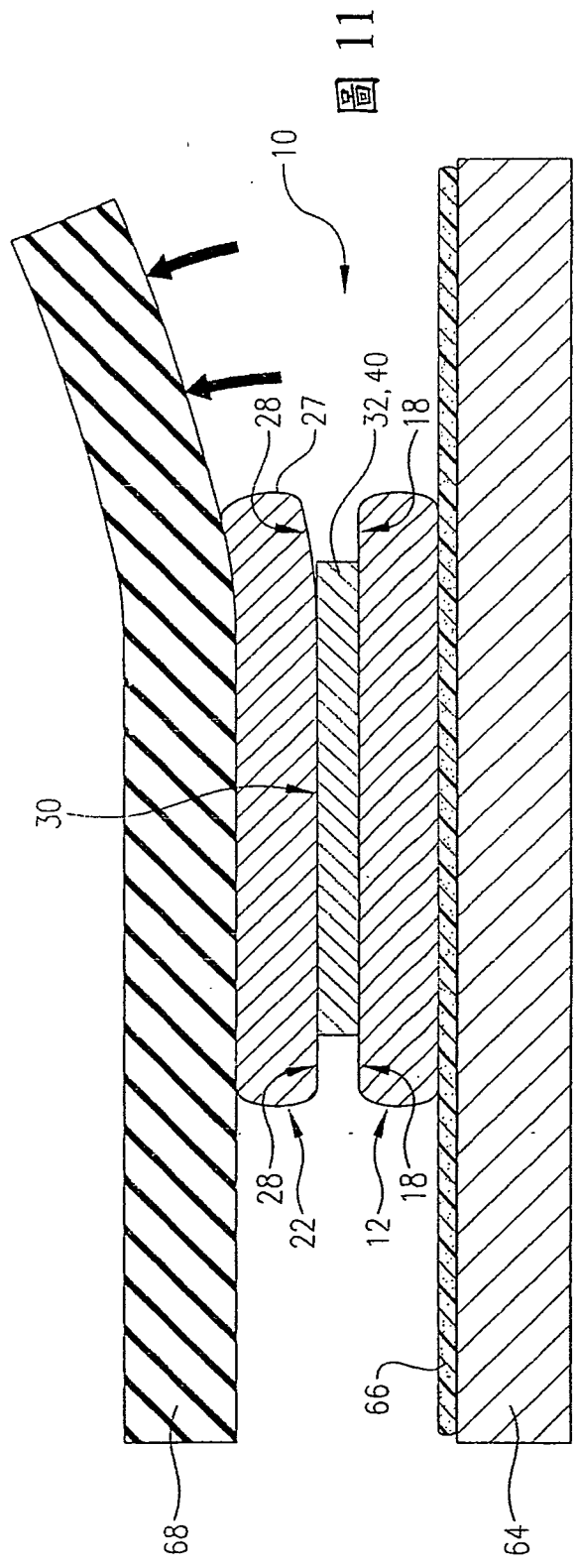


圖 6 (c)







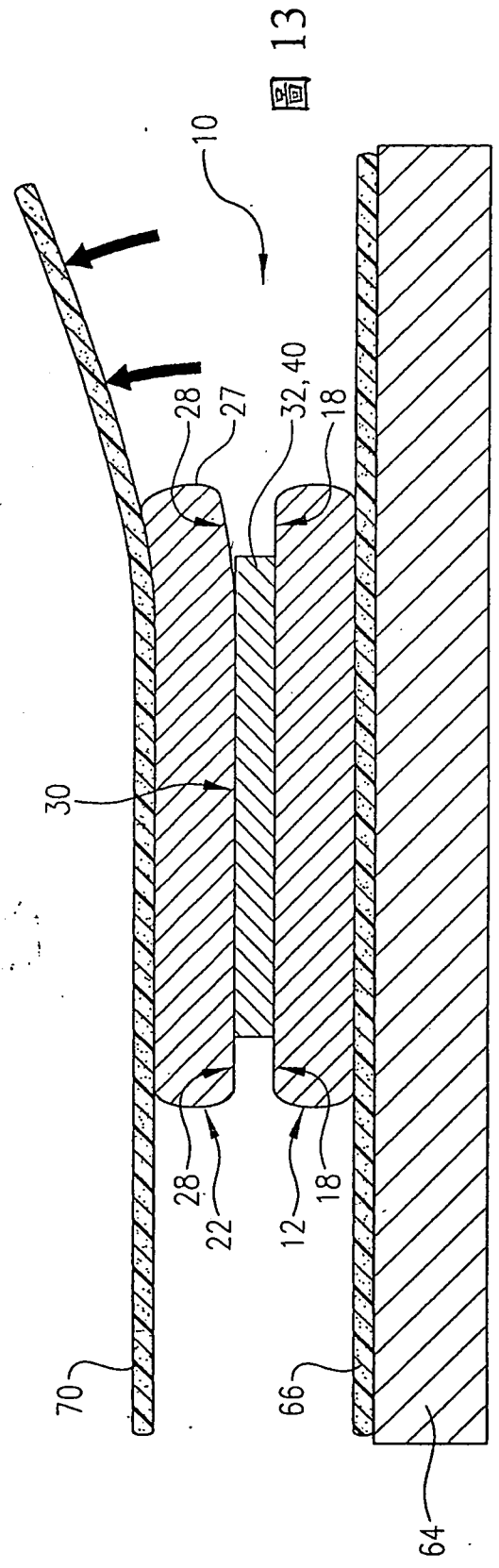


圖 13