



(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 I688315 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 11 日

(21) 申請案號：105134903 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 28 日
 (51) Int. Cl. : **H05K1/03 (2006.01)** **H05K3/40 (2006.01)**
 (30) 優先權：2015/10/30 美國 62/248,823
 (71) 申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)
 美國
 (72) 發明人：沙烏 里納谷馬立 SAHOO, LEENA KUMARI (IN)
 (74) 代理人：李世章；彭國洋
 (56) 參考文獻：
 CN 102498432B US 2014/0196854A1
 審查人員：謝濠全
 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：7 共 35 頁

(54) 名稱

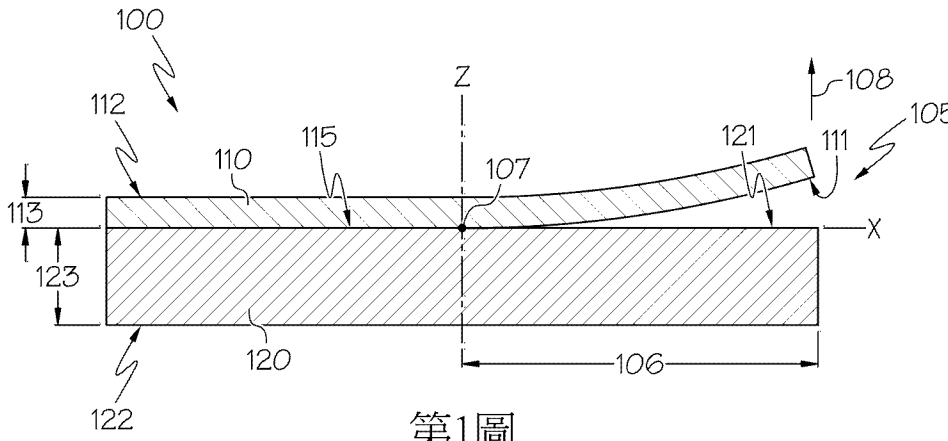
用於處理結合至第二基板之第一基板的方法

(57) 摘要

處理結合至第二基板之第一基板的方法包括沿著界面移動線材以拓展脫離前線並使第一基板脫離第二基板。在某些實施例中，該第一基板包括小於或等於約 300 微米的厚度。在進一步實施例中，該線材的抗拉強度小於該第一基板的臨界破壞應力。在又進一步實施例中，於移動線材的步驟期間，使該線材配置成符合該脫離前線的形狀，使得該第一基板的一或更多個邊緣先脫離該第二基板之後，才使該第一基板的對應內部部分脫離該第二基板。

Methods of processing a first substrate bonded to a second substrate include moving a wire along an interface to propagate a debonding front and debond the first substrate from the second substrate. In some embodiments, the first substrate includes a thickness less than or equal to about 300 μm . In further embodiments, the wire includes a tensile strength less than a critical failure stress of the first substrate. In still further embodiments, the wire is configured to conform to a shape of the debonding front during the step of moving the wire such that one or more edges of the first substrate are debonded from the second substrate prior to a debonding of a corresponding interior portion of the first substrate from the second substrate.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 複合基板
- 105 . . . 開口
- 106 . . . 有效裂縫前端長度
- 107 . . . 脫離前線
- 108 . . . 力
- 110 . . . 第一基板
- 111 . . . 第一主要表面
- 112 . . . 第二主要表面
- 113 . . . 平均厚度
- 115 . . . 界面
- 120 . . . 第二基板
- 121 . . . 第一主要表面
- 122 . . . 第二主要表面
- 123 . . . 平均厚度
- X . . . 方向
- Z . . . 方向

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於處理結合至第二基板之第一基板的方法

【英文發明名稱】METHODS FOR PROCESSING A FIRST SUBSTRATE

BONDED TO A SECOND SUBSTRATE

【0001】 此申請案依據專利法主張享有2015年10月30號申請之美國專利臨時申請案第62/248823號的優先權，本案仰賴該案件內容且該案內容以引用方式全文併入本案。

【技術領域】

【0002】 本發明大體上有關用於處理結合至第二基板之第一基板的方法，且更明確言之，是有關使第一基板脫離第二基板的方法。

【先前技術】

【0003】 玻璃基板普遍用於例如包括液晶顯示器(LCD)、電泳顯示器(EPD)、有機發光二極體(OLED)顯示器、電漿顯示器面板(PDP)或諸如此類者的顯示器應用中。通常使用各種帶狀玻璃形成技術(例如，流孔拉製法、浮式法、下拉法、融合下拉法及上拉法)將大量熔融材料拉製成帶狀玻璃(glass ribbon)，並由該帶狀玻璃製成此種玻璃基板。玻璃基板可與第二基板(例如，載體基板)結合以當處理該玻璃基板時有利於操作該玻璃基板。一旦該玻璃基板的處理作業完成，可使該玻璃基板脫離該第二基板。然而，某些習知的脫離技術可能困難又耗時且甚至可能造成玻璃基板受損。事實上，典型的脫離技

術可能導致玻璃基板故障(例如,玻璃基板破裂)、導致玻璃基板龜裂及/或因引入邊緣缺陷而使該玻璃基板強度下降。

【發明內容】

【0004】本發明提出用於使第一基板脫離第二基板的方法及設備。在某些實例中,本發明提出利用細小(*thin*)的柔韌線材使第一基板脫離第二基板,該線材可使第一基板在脫離過程中減少彎曲。當第一基板在脫離過程中減少彎曲,在脫離製程期間內導入該第一基板中的彎曲應力會相對較少。此外,該線材的可撓性能使該線材順從該脫離前線,從而減輕應力,否則會因與玻璃缺陷所造成之急劇轉變的交互作用而導致應力增大。因此,相較於其他的習知脫離技術,本發明的脫離技術在使第一基板脫離第二基板的技術上帶來了減少玻璃基板受損(例如,龜裂、破裂,等等)的益處。文中所使用的「玻璃基板(*glass substrate*)」一詞可包括玻璃、玻璃-陶瓷、陶瓷或矽晶圓。

【0005】在第一實施例中,處理結合至第二基板之第一基板的方法包括在該第一基板與該第二基板之間的界面處開啟開口,將線材(*wire*)插入該開口中,及沿著該界面移動該線材以拓展脫離前線(*debonding front*)並使該第一基板脫離該第二基板。在第一實施例的一實例中,該第一基板包括小於或等於約300微米的厚度。在第一實施例的另一實例中,該線材包括約50微米至約300微米

間的直徑。在第一實施例的又另一實例中，該線材包括約 25 MPa 至約 10 GPa 的抗拉強度 (tensile strength)。在第一實施例的又另一實例中，該線材是柔韌的。例如，該柔韌線材可包括聚四氟乙烯 (PTFE)、尼龍 (nylon) 及氟碳化合物 (fluorocarbon) 之其中至少一者。在第一實施例的進一步實例中，該方法進一步包括使該第一基板的已脫離部分與該第二基板的對應部分之間保持至少一最小間隔距離。在一實例中，該最小間隔距離大於或等於該線材的直徑。在另一實例中，在該第一基板的整個已脫離長度上皆保持該最小間隔距離。在第一實施例的又進一步實例中，該線材包括第一抗拉強度，且該第一抗拉強度小於該第一基板的臨界破壞應力 (critical failure stress)。在一實例中，該方法進一步包括移除該線材的步驟及在該第一基板與該第二基板之間插入新線材的步驟。在此一實例中，該方法進一步包括沿著該界面移動該新線材以進一步拓展該脫離前線並使該第一基板進一步脫離該第二基板的步驟，其中該新線材包括第二抗拉強度，該第二抗拉強度大於該第一抗拉強度且小於該第一基板的臨界破壞應力。可單獨提供該第一實施例，或該第一實施例可與以上所論述之第一實施例的任一個或更多個實例組合。

【0006】 在第二實施例中，處理結合至第二基板之第一基板的方法包括沿著該第一基板與該第二基板之間的界面來移動線材以拓展脫離前線並使該第一基板脫離該第

二基板。該第一基板包括小於或等於約300微米的厚度，及其中該線材包括抗拉強度，且該抗拉強度小於該第一基板的臨界破壞應力。在第二實施例的一實例中，該方法進一步包括在移動該線材的步驟期間內使脫離角度 (debond angle) 保持實質恆定。在第二實施例的另一實例中，在移動該線材的步驟之前，該方法包括藉著升高該第一基板及該第二基板的溫度達到至少約150°C的溫度來提高該第一基板與該第二基板之間的結合強度 (bond strength)。在第二實施例的又另一實例中，在移動該線材的步驟之前，該方法包括在該第一基板的主要表面施用功能元件，且該第一基板的該主要表面背對著與該第一基板結合之該第二基板。在第二實施例的又另一實例中，移動該線材的步驟使該第一基板完全脫離該第二基板。可單獨提供該第二實施例，或該第二實施例可與以上所論述之第二實施例的任一個或更多個實例組合。

【0007】 在第三實施例中，處理結合至第二基板之第一基板的方法包括在該第一基板與該第二基板之間的界面處開啟開口。該方法進一步包括將線材插入該開口中的步驟及沿著該界面移動該線材以拓展脫離前線並使該第一基板脫離該第二基板的步驟。在移動該線材的步驟期間，該線材配置成符合該脫離前線的形狀，使得該第一基板的一或更多個邊緣先脫離該第二基板之後，才使該第一基板的對應內部部分脫離該第二基板。在第三實施例的一實例中，相對於該脫離前線的拓展方向而言，該脫離前線的形

狀呈凹形。在第三實施例的另一實施例中，該線材配置成可在該第一基板受損之前，先出現以下至少一種情形：屈服(yield)及斷裂(fail)。在第三實施例的又另一實施例中，該脫離前線的結合強度至少部分是根據以下至少一者來界定：第一基板與第二基板之間的晶圓結合作用(wafer bonding)及第一基板與第二基板之間的黏合劑。可單獨提供該第三實施例，或該第三實施例可與以上所論述之第三實施例的任一個或更多個實施例組合。

【0008】 可將第一實施例、第二實施例及/或第三實施例單獨進行任意組合，或使第一實施例、第二實施例及/或第三實施例結合該等相應實施例的一或更多個實施例進行任意組合來提供更多的實施例。

【圖式簡單說明】

【0009】 當配合附圖閱讀以下的本發明實施方式時，可更佳地瞭解上述及其他的特徵、態樣與優點，該等附圖：

【0010】 第1圖示出在第一基板與第二基板之間的界面處開啟開口以使第一基板脫離第二基板的示例性初始步驟；

【0011】 第2圖示出懸臂樑的概要圖；

【0012】 第3圖是沿第2圖之線段3-3所繪示的懸臂樑截面圖；

【0013】 第4圖根據本發明態樣示出利用線材使第一基板脫離第二基板的示例性概要剖面圖；

【0014】 第5圖根據本發明態樣示出利用線材使第一基板脫離第二基板的另一示例性概要剖面圖；

【0015】 第6圖根據本發明態樣示出利用線材使第一基板脫離第二基板的又另一個示例性概要剖面圖；及

【0016】 第7圖根據本發明態樣示出利用線材使第一基板脫離第二基板的概要視圖。

【實施方式】

【0017】 現將於以下文中參照附圖來更完整地描述示例性實施例。且在所有圖式中儘可能地使用相同元件符號來代表相同或相似的部位。然而，該等請求項所包含的請求標的可實施成諸多不同的形式且不應受限於文中所舉出的該等實施例。

【0018】 文中使用的方向性用語(例如，上、下、右、左、前、後、頂部、底部)僅是參照所繪圖式而言且不欲暗示絕對方向。

【0019】 可使用實施例來幫助移除與第二基板結合的第一基板。例如，某些實施例可有助於使第一基板(例如，玻璃基板)初步脫離、部分脫離或甚至完全脫離第二基板(例如，載體基板)。

【0020】 在一些實施例中，本發明的第一基板可包括可撓性玻璃基板，但本發明的第一基板亦可包括其他類型的基板。可撓性(flexible)玻璃基板通常用來製造液晶顯示器(LCD)、電泳顯示器(EPD)、有機發光二極體(OLED)顯示器、電漿顯示器面板(PDP)、觸控感應器、

光電裝置，等等。為了能在處理期間操作可撓性玻璃基板，可利用黏合劑使可撓性玻璃基板與相對剛性的第二基板結合，黏合劑可例如為聚合物黏合劑或如 WO 2014/093775、WO 2014/093193、WO 2015/113020、WO 2015/113023、WO 2015/112958、WO 2015/157202、US 62/185,095 或 US 62/201,245 中所論述的黏合劑。

【0021】 在某些實施例中，第二基板及與該第二基板結合的第一基板可各自包括由該等基板各自之主要表面之間所界定出的厚度。視情況需要可藉著提供厚度比該第一基板之厚度要大的第二基板，且以可卸除的方式將該第一基板結合至該第二基板而使該第二基板導入期望程度的剛性 (*rigidity*)。在某些實施例中，可額外或擇一使用的是，可選擇該第二基板的厚度，其中該第二基板及與該第二基板結合之該第一基板的總厚度落在可與目前設計用來處理相對厚之玻璃基板(該等相對厚之玻璃基板的厚度在該第二基板及與該第二基板結合之該第一基板的總厚度範圍內)的處理機械搭配使用的範圍內。在此等情況中，第二基板可比第一基板薄，且仍可為該組合的物件提供期望的厚度及/或剛性而可進行處理。

【0022】 該第二基板的剛性性質及尺寸允許在製程中操控該已結合的第一基板而沒有明顯彎折情形，反之若出現明顯彎折情形可能造成第一基板(例如，可撓性玻璃基板及/或安裝於該可撓性玻璃基板上的功能元件)受損。經

處理(例如,於操作、添加元件、處理,等等)之後,某些實施例可用來初步或完全地從該第一基板(例如,玻璃基板或矽晶圓)上移除該第二基板,或從該第二基板上移除該(等)第一基板。

【0023】如第1圖中所示,複合基板**100**可包括第一基板**110**,例如玻璃基板(例如,薄的可撓性玻璃基板)、矽晶圓或其他相對薄的基板。該第一基板**110**可由任何合適的材料(包括例如,玻璃、玻璃-陶瓷或陶瓷)所形成且可為透明或不透明。當該第一基板**110**由玻璃所製成時,視該第一基板**110**的最終應用而定,該第一基板**110**可為任何適當的組成(包括鋁矽酸鹽、硼矽酸鹽、硼鋁矽酸鹽、鈉鈣矽酸鹽)且可為含鹼(alkali containing)玻璃或無鹼(alkali free)玻璃。

【0024】第一基板**110**包括第一主要表面**111**及與該第一主要表面**111**平行的第二主要表面**112**。該第一基板**110**的第一主要表面**111**可結合至第二基板**120**的第一主要表面**121**。此外,依據預期的應用用途及製程條件其中至少一者而定,該一基板**110**的第二主要表面**112**可視情況需要而塗有薄膜。

【0025】平均厚度**113**將第一基板**110**的第一主要表面**111**與第二主要表面**112**彼此隔開。在一實施例中,第一基板**110**的平均厚度**113**小於或等於約300微米(例如,超薄),例如約40微米至約300微米、例如約40微米至約280微米、例如約40微米至約260微米、例如約40

微米至約240微米、例如約40微米至約220微米、例如約40微米至約200微米、例如約40微米至約180微米、例如約40微米至約160微米、例如約40微米至約140微米、例如約40微米至約120微米、例如約40微米至約100微米、例如約40微米至約80微米、例如約40微米至約60微米、例如約60微米至約300微米、例如約80微米至約300微米、例如約90微米至約300微米、例如約100微米至約300微米、例如約110微米至約300微米、例如約120微米至約300微米、例如約130微米至約300微米、例如約140微米至約300微米、例如約150微米至約300微米、例如約160微米至約300微米、例如約170微米至約300微米、例如約180微米至約300微米、例如約190微米至約300微米、例如約200微米至約300微米、例如約210微米至約300微米、例如約220微米至約300微米、例如約230微米至約300微米、例如約240微米至約300微米、例如約250微米至約300微米、例如約260微米至約300微米、例如約270微米至約300微米、例如約280微米至約300微米、例如約290微米至約300微米、例如約50微米至約300微米、例如約60微米至約290微米、例如約70微米至約280微米、例如約80微米至約270微米、例如約90微米至約260微米、例如約100微米至約250微米、例如約110微米至約240微米、例如約120微米至約230微米、例如約130微米至約220微米、例如約140微米至約210微米、例如約150微米至約200微米、

例如約160微米至約190微米、例如約170微米至約180微米及介於上述範圍間的所有平均厚度子範圍。

【0026】如第1圖中進一步所示般，複合基板**100**可包括第二基板**120**，例如玻璃基板，該第二基板**120**可由任何合適的材料(包括玻璃、玻璃-陶瓷、陶瓷及有機材料與無機材料的複合物)所形成且可為透明或不透明。若由玻璃製成時，視該第二基板**120**的最終應用而定，該第二基板**120**可為任何適當的組成(包括鋁矽酸鹽、硼矽酸鹽、硼鋁矽酸鹽、鈉鈣矽酸鹽)且可為含鹼玻璃或無鹼玻璃。在某些實施例中，該第二基板可由能夠承受高溫處理技術的材料(例如以上所述之材料)所形成，在高溫處理技術中該第一基板及該第二基板的溫度可能達到至少約150°C的溫度，例如約150°C至約900°C、例如約150°C至約700°C、例如約150°C至約600°C及上述範圍之間的所有子範圍。第二基板**120**可由一層或複數層(包括複數個薄片)結合在一起所製成以形成該複合基板**100**的一部分。第二基板**120**的尺寸及/或形狀與第一基板**110**的尺寸及/或形狀可能相同、或相似或不同。

【0027】第二基板**120**包括第二主要表面**122**，該第二主要表面**122**與該第一主要表面**121**平行。平均厚度**123**將該第二基板**120**的第一主要表面**121**與第二主要表面**122**彼此隔開。在某些實施例中，平均厚度**123**可大於該第一基板**110**的厚度。提供相對較厚的第二基板可幫助提高該複合基板**100**的有效硬挺度(stiffness)及厚度，而

容許使用設計用來處理具有相對較大厚度及 / 或相對較大硬挺度之基板 (相對於第一基板 **110** 的厚度及 / 或硬挺度而言) 的機器來處理該第一基板。在某些實施例中，第二基板 **120** 所具有的剛性高於該第一基板 **110**。

【0028】 在某些實施例中，第二基板 **120** 的平均厚度 **123** 可為約 200 微米至約 700 微米，例如約 250 微米至約 700 微米、例如約 300 微米至約 700 微米、例如約 350 微米至約 700 微米、例如約 400 微米至約 700 微米、例如約 450 微米至約 700 微米、例如約 500 微米至約 700 微米、例如約 550 微米至約 700 微米、例如約 600 微米至約 700 微米、例如約 650 微米至約 700 微米及介於上述範圍之間的所有平均厚度子範圍。

【0029】 在進一步實施例中，第二基板 **120** 的平均厚度 **123** 可為約 200 微米至約 650 微米、例如約 200 微米至約 600 微米、例如約 200 微米至約 550 微米、例如約 200 微米至約 500 微米、例如約 200 微米至約 450 微米、例如約 200 微米至約 400 微米、例如約 200 微米至約 350 微米、例如約 2000 微米至約 3000 微米、例如約 200 微米至約 250 微米及介於上述範圍之間的所有平均厚度子範圍。

【0030】 在又進一步實施例中，第二基板 **120** 的平均厚度 **123** 可為約 250 微米至約 600 微米，例如約 300 微米至約 550 微米、例如約 350 微米至約 500 微米、例如約 400 微米至約 450 微米及介於上述範圍之間的所有平均厚度子範圍。

【0031】 複合基板**100**可經過設計，使其可與基於製造製程會用到的目前現有基礎結構或未來基礎結構所構成的裝置及設備搭配使用。第一基板**110**與第二基板**120**可在界面**115**處結合。例如，第一基板**110**的第一主要表面**111**可在界面**115**處結合至第二基板**120**的第一主要表面**121**。第一基板**110**與第二基板**120**之間的結合可至少部分依賴以下至少一者：晶圓接合、黏合劑(例如，可使基板暫時黏合在一起以供進行處理並在處理之後允許基板彼此分離的溫和黏合劑)及熱退火循環。因此第一基板**110**與第二基板**120**之間的結合可至少部分是依賴界面**115**處的化學性結合。

【0032】 為了使第一基板**110**與第二基板**120**之間達到期望的結合強度，黏合材料可經加熱、冷卻、乾燥、與其他材料混合或進行反應，且可對第一基板**110**及第二基板**120**施加壓力。文中所使用的「結合強度(bond strength)」一詞意指動態剪力強度(dynamic shear strength)、動態剝離強度(dynamic peel strength)、靜態剪力強度、靜態剝離強度及上述強度之組合的其中任意一者或更多者。剝離強度可例如是在剝離模式(peeling mode)中藉著對第一基板**110**或第二基板**120**其中一者或兩者施加應力的方式而引起損壞(例如，靜態)及/或維持指定損壞速率(例如，動態)時每單位寬度所需要的力。剪力強度為在剪力模式(shear mode)中藉著對第一基板**110**或第二基板**120**其中一者或兩者

施加應力的方式而引起損壞(例如，靜態)及/或維持指定損壞速率(例如，動態)時每單位寬度所需要的力。可使用任何合適的方法來測定結合強度，包括任何合適的剝離強度試驗及/或剪力強度試驗。例如，可利用雙懸臂樑法或楔形試驗來量測兩表面之間的附著能(即，結合能或結合強度)。該等試驗以定性方式來模擬在改質層(modification layer)/第一板材界面處的黏結接合處上的力及作用效果。楔形試驗常用來量測結合能。例如，ASTM D5041(在黏結接合處中之黏著劑開裂時的斷裂強度標準試驗法)及ASTM D3762(以黏著劑黏合之鋁表面的耐久度標準試驗法)為利用楔形物量測基板結合作用的標準試驗方法。例如，在2015年8月申請之美國專利臨時申請案US62/201,245中亦描述了一種量測結合強度的方法。

【0033】 第一基板**110**(玻璃基板形式)可用於各種應用中，包括但不限於顯示器應用及觸控應用。此外，第一基板**110**可為可撓性且順服性(conformable)並能伴隨第二基板**120**一同承受高溫。例如，在處理第一基板**110**期間，該第一基板及該第二基板可加熱至達到至少約150°C的溫度，達到例如約150°C至約900°C、例如約150°C至約700°C、例如約150°C至約600°C及介於上述範圍間之所有子範圍的溫度。在某些實施例中，第一基板**110**包括玻璃基板，且在進行例如於該玻璃基板上添加功能元件的處理技術期間，該玻璃基板連同第二基板一起

加熱到至少約 150°C 的溫度。在進一步實施例中，至少約 150°C 的溫度為約 150°C 至約 700°C ，例如約 400°C 至約 700°C 、例如約 550°C 至約 650°C 及介於上述範圍間的所有子範圍。為了提供用來操作及支撐第一基板**110**的方法，可使第一基板**110**結合至第二基板**120**，該第二基板**120**可能比第一基板**110**厚及/或該第二基板**120**所提供的剛性可能高於第一基板**110**獨自具有的剛性。一旦完成處理後，第一基板**110**可脫離第二基板**120**。

【0034】使第一基板**110**脫離第二基板**120**的示例性方法包括在第一基板**110**與第二基板**120**之間的界面**115**處開啟開口**105**。藉著於界面**115**處在與第一基板**110**和第二基板**120**間之結合作用呈相反的方向上施加力**108**(例如，剝離力)可開啟該開口**105**。可額外或擇一使用的是，可使用剃刀或至少一銳利且薄的扁平物件，並將該剃刀或該至少一銳利且薄之扁平物件的邊緣插入介於第一基板**110**之第一主要表面**111**與第二基板**120**之第一主要表面**121**之間的界面處**115**來開啟該開口**105**。當該開口**105**開啟時，會形成脫離前線**107**。在某些實施例中可建立出有效裂縫前端長度(effective crack tip length)**106**，就本發明而言，該有效裂縫前端長度**106**界定為該脫離前線**107**與該力**108**之間的距離，如第**1**圖及第**4**圖至第**7**圖中所示般。

【0035】在全部的本發明揭示內容中，該脫離前線**107**意指該界面**115**的邊界(periphery)，於該邊界處，在界

面 115 的其中一側上，第一基板 110 與第二基板 120 結合在一起；且在界面 115 之邊界的另一側上，第一基板 110 與第二基板 120 彼此分開。如第 7 圖的俯視圖中所示，脫離前線 107 呈彎曲狀輪廓地展開，例如圖示的彎曲形狀在該脫離前線 107 的拓展方向 130 上可呈曲線狀（例如，凹形）。如以下所論述般，該脫離前線 107 的曲線形狀可降低在該第一基板（例如，玻璃基板）邊緣上的應力，從而降低該第一基板因在邊緣處具有缺陷而導致損壞的可能性，在邊緣處的缺陷可能導致該等邊緣相較於該第一基板的對應內部部分而言相對容易受損。儘管圖示的脫離前線 107 具有凹形形狀，但亦可提供其他的曲線形狀。可額外或擇一選用的是，該脫離前線 107 可至少部分或全部呈筆直狀（straight）、直線形（rectilinear，例如，階梯狀）或其他合適的形狀。

【0036】 應理解並繼續參閱第 1 圖及第 4 圖至第 7 圖，在某些實施例中，第一基板 110 與第二基板 120 之間的界面 115 在尺寸上可少於數奈米，使得在理解該第一基板 110 及第二基板 120 在該脫離前線 107 處或在靠近該脫離前線 107 之處的物理行為及特性的方面，有至少部分是建立在對於第一基板 110 與第二基板 120 間之結合性質的理論性或假設性的認識上。此種對於第一基板 110 與第二基板 120 間之結合性質的理論性或假設性的認識可能與該第一基板 110 及第二基板 120 在該脫離前線 107 處或在靠近該脫離前線 107 之處實際的物理行為及特性相同或

不同。此外，由於界面 **115** 具有相對小的厚度，因此當第一基板 **110** 脫離第二基板 **120** 時，用例如人類肉眼所能察覺到在該脫離前線 **107** 處的脫離特性可與在該脫離前線 **107** 處實際發生的脫離特性不相同。

【0037】 回到第 2 圖，第 2 圖提供承受末端加載負荷 **P** 之懸臂樑 **210** 的概要圖 **200**，藉以圖解說明於脫離製程期間，在第一基板 **110** 中之脫離前線 **107** (例如，大約相當於該懸臂樑 **210** 的位置 **207**) 處所產生的應力估計值 (approximation)。第一基板 **110** 可為原始狀態且無缺陷。然而，在某些實施例中，由於第一基板 **110** 的本質是薄，導致第一基板 **110** 可能容易受到高彎曲應力的影響。在該複合基板 **100** 經歷一或更多個製程處理 (包括使第一基板 **110** 脫離第二基板 **120** 的製程) 期間可能產生高彎曲應力。例如，可使用以下方程式估算出在懸臂樑 **210** 之位置 **207** 處中所產生的應力 (σ)，其中 **P** 代表該末端加載負荷，**L** 代表懸臂樑 **210** 的跨距，**b** 代表懸臂樑 **210** 的寬度 (見第 3 圖)，及 **h** 代表懸臂樑 **210** 的高度 (見第 3 圖)：

$$\text{【0038】} \quad \sigma = \frac{PL}{Z} \quad (1)$$

$$\text{【0039】} \quad \Delta = \frac{PL^3}{3EI} \quad (2)$$

$$\text{【0040】} \quad I = \frac{bh^3}{12} \quad (3)$$

$$\text{【0041】} \quad Z = \frac{bh^2}{6} \quad (4)$$

$$\text{【0042】} \quad \sigma = \frac{6P}{b} \times \frac{L}{h^2} \quad (5)$$

【0043】 上述在懸臂樑**210**之位置**207**處的應力(σ)之估計值表示當跨距**L**增加時，在位置**207**處的彎曲應力(σ)會隨之提高，且當高度**h**減少時，在位置**207**處的彎曲應力(σ)會以較高的速度來提高。此外，當跨距**L**增加時，脫離或層離(例如，單純從第二基板**120**上揭起第一基板**110**)的初期模式(例如，模式I)會轉變成兼具模式I及剪力模式(例如，模式II)兩種模式。因此，可提高該加載負荷**P**以拓展(propagate)該脫離前線**107**。此外，由於在該脫離前線**107**處的應力將會與該加載負荷**P**的方向呈反方向，故可能阻礙該脫離前線**107**的拓展。此種情況導致該第一基板**110**中的彎曲應力(σ)呈單調遞增及在該脫離前線**107**處的拉伸應力(tensile stress)提高。彎曲應力(σ)可與存在於第一基板**110**中(例如，沿著第一基板**110**邊緣存在)的裂紋或其他缺陷相互作用且可造成第一基板**110**故障(例如，龜裂、破裂、碎裂或毀滅性地損壞)。因此，本發明的方法及設備能使第一基板**110**脫離第二基板**120**且同時使彎曲應力(σ)保持低於可能造成第一基板**110**受損的水平(例如，臨界水平或臨界限值)。該臨界水平可至少部分視以下至少一者而定：第一基板**110**中的裂紋或缺陷、第一基板**110**的厚度(例如以平均厚度**113**來界定)、第一基板**110**的品質(包括第一基板的邊緣品質及第一基板**110**的邊緣切割品質)。

【0044】 如第4圖中所示，使第一基板**110**脫離第二基板**120**的方法及設備可包括將線材(wire)**125**插入該開

□ **105** 中。該方法進一步包括沿著界面 **115** (例如, 沿著該脫離前線 **107** 的拓展方向 **130**) 移動該線材 **125** 以拓展該脫離前線 **107** 並使第一基板 **110** 脫離第二基板 **120**, 如第 **5** 圖及第 **6** 圖中所示般。應明白, 該線材 **125** 的任何移動動作在本發明中皆為可預期的且視為落入本發明範圍中, 該移動動作包括但不限於以單獨方向或組合方向地的方式沿著任意一個或更多個方向 (例如, **X**、**Y**、**Z** 方向) 進行移動 (例如, 平移及旋轉其中至少一種)。再者, 可採手動方式 (例如, 用手) 或自動方式 (例如, 利用機器、裝置或設備) 沿著第一基板 **110** 與第二基板 **120** 之間的界面 **115** 在任意一個或更多個縱向、橫向或平面方向上拉動該線材 **125**。線材 **125** (例如, 該線材的移動) 藉著給予能分開第一基板 **110** 與第二基板 **120** 的力 **108** 來打破第一基板 **110** 與第二基板間之界面 **115** 處的結合作用。在其他實施例中, 亦可利用外來的輔助 (例如, UV 照射、熱能、音波能量、空氣壓力) 來降低或弱化第一基板 **110** 與第二基板 **120** 間之界面 **115** 處的結合強度。

【**0045**】 在某些實施例中, 線材 **125** 的直徑可包括約 **50** 微米至約 **300** 微米的直徑, 例如約 **50** 微米至約 **250** 微米、例如約 **50** 微米至約 **200** 微米、例如約 **50** 微米至約 **150** 微米、例如約 **50** 微米至約 **100** 微米、例如約 **100** 微米至約 **300** 微米、例如約 **150** 微米至約 **300** 微米、例如約 **200** 微米至約 **300** 微米、例如約 **250** 微米至約 **300** 微米、例如約 **75** 微米至約 **300** 微米、例如約 **100** 微米至約 **250** 微米、例

如約 150 微米至約 200 微米及介於上述範圍間的所有平均厚度子範圍。

【0046】 在另一實施例中，線材 125 可為含有彈性聚合物的柔韌線材。在某些實施例中，該柔韌線材可包括選自以下至少一者的彈性聚合物：聚四氟乙烯 (PTFE)、尼龍及氟碳化合物。在其他實施例中，該線材可包括其他材料，例如金屬、棉、毛、玻璃或橡膠。文中所使用的線材一詞欲涵蓋其他類似的結構，例如纜線、鏈、索帶 (cord)、纖維、細絲、桿、繩、絞索、撚線、紗線股、多元件型構件或單元件型構件及由上述結構經編織或撚合而成的構件。在其他實施例中，該線材 (或該線材的組成部分) 可能具有核心及包覆層式的結構，其中這些部位個別由相同或不同的材料所製成。

【0047】 在某些實施例，線材 125 可包括範圍在約 25 MPa 至 10 GPa 間的抗拉強度 (tensile strength)。可額外或擇一選用的是，視情況需要該線材 125 所包含的抗拉強度可小於該第一基板 110 的臨界破壞應力。就本發明而言，可利用四點彎曲試驗來量測該第一基板的臨界破壞應力。在進行四點彎曲試驗期間，可以兩個平行的頂部內側滾軸對該第一基板施加負荷，同時以兩個平行的外側滾軸來支撐該第一基板。該臨界破壞應力是在該第一基板進行四點彎曲試驗下使該第一基板失效 (fail) 時的應力。在某些實施例中，第一基板 110 (例如，玻璃基板) 的臨界破壞應力可能大於 25 MPa 且甚至大於 10 GPa。

【0048】 提供其抗拉強度小於第一基板**110**之臨界破壞強度的線材**125**可使該線材在引起該第一基板損壞之前就先行失效，從而保護該第一基板免於因該線材所產生的應力而嚴重受損。此外，在脫離製程期間所使用的線材相對較不昂貴而可替換。因此，即使該線材**125**失效(例如，屈服(yield)或斷裂(fail)其中至少一種情形)，該方法可進一步包括在該第一基板**110**與該第二基板**120**之間插入新線材，及沿著界面**115**移動該新線材以進一步拓展該脫離前線**107**而使該第一基板**110**繼續脫離該第二基板**120**。在某些實施例中，該新線材可包括第二抗拉強度，該第二抗拉強度大於該第一抗拉強度且小於該第一基板**110**的臨界破壞應力。因此，相較於原來的線材而言，該新線材較不易斷裂且同時仍可保護該第一基板免於因該新線材所產生的應力而嚴重受損。

【0049】 由於該線材**125**具有相對小的直徑，使得該有效裂縫前端長度**106**可能相對小。亦因如此，即使在用來打破第一基板**110**與第二基板間之結合作用的力**108**的作用下，在脫離前線**107**處的彎曲應力亦保持在相對低的程度。脫離角度**109**定義為在該脫離前線**107**後方的有效裂縫前端長度**106**處所測得該第一基板**110**之已脫離部分與該第二基板**120**之對應部分之間的夾角，在移動該線材**125**的步驟期間，該脫離角度**109**可保持大致恆定。因此，在該脫離製程期間，在該脫離前線**107**處的彎曲應力可保持實質恆定。回到第**5**圖及第**6**圖，可移動該線材**125**

以拓展該脫離前線 107 並使該第一基板 110 脫離第二基板 120。第一基板 110 的已脫離部分包括在該線材 125 後方延伸的已脫離長度 104。如第 5 圖中所示，在一實施例中，該已脫離長度 104 可包括下垂長度，在該下垂長度中，第一基板 110 的該已脫離長度 104 中有一部分的已脫離長度可能下垂並與該第二基板 120 接觸。該第一基板 110 之該部分的已脫離長度與第二基板 120 之間的後續接觸可能發生該第一基板與該第二基板再次結合這種令人不樂見的結果。或者，該已脫離長度 104 可能具有懸空長度 (overhang length，即，不會導致第一基板與第二基板之間發生接觸的長度)。藉由懸空長度來避免第一基板與第二基板之間發生接觸可防止該第一基板與該第二基板之間發生令人不樂見的再次結合情形。然而，懸空長度如同下垂長度一樣未受到支撐，導致因加上該已脫離長度的重量而使得該懸空長度可能對線材 125 造成不必要的壓力且甚至在該線材 125 上產生槓桿作用。因此，當利用線材 125 使該第一基板脫離該第二基板時，該線材 125 上不必要的壓力可能提高該線材 125 上的拉伸應力。不必要地提高該線材 125 上的拉伸應力可能導致在該脫離製程的過程中發生線材 125 不幸損毀的情形。

【0050】 為了降低該線材上的壓力，第 6 圖圖示一實施例，在該實施例中，該方法可視情況需要而包括以懸空長度的方式來提供該已脫離長度 104 且同時支撐著該懸空長度，以使該第一基板 110 之已脫離部分與該第二基板

120之對應部分之間保持最小間隔距離**103**的步驟。支撐該懸空長度可減少(例如,消除)該線材**125**上的附加壓力。因此,當該線材上的壓力降低時,可以降低或消除該未受支撐之懸空長度施加在該線材上的附加拉伸應力。在某些實施例中,使該最小間隔距離**103**大於或等於該線材**125**的直徑,藉以降低(例如,消除)該線材因在第一基板與第二基板之間受到槓桿作用的夾擠(*leveraged pinching*)而在該線材上所造成的壓力。為了更進一步降低(例如,消除)該線材上的壓力,可使整個懸空長度皆保持該最小間隔距離**103**。實際上,如第**6**圖中所示,在從該脫離前線**107**之後開始起算,該線材**125**至該第一基板**110**的最外側已脫離邊緣之間的整段懸空長度內皆保持最小間隔距離**103**。可藉著在與重力方向相反之方向上具有力分量(*force component*)的方式施力來支撐該懸空長度。可以各種不同方式來支撐該懸空長度以維持該最小間隔距離**103**。例如,可使用一或更多個吸盤(*suction cup*)**135**來支撐該已脫離長度**104**。在進一步實施例中,可使用非接觸式支撐裝置(例如,白努利氣動夾頭,等等)來支撐該已脫離長度**104**。提供非接觸式支撐可有利於避免損害該第一基板的原始表面。

【**0051**】第**7**圖中示出該複合基板**100**的俯視圖。在移動該線材**125**的步驟之前,第一基板**110**及第二基板**120**可能經歷一或更多個高溫製程(例如,在約**150°C**進行退火及其他溫度在約**150°C**至約**700°C**、**250°C**至約

600°C或甚至高於700°C之範圍間的製程)，該等高溫製程會提高第一基板110與第二基板120之間的結合強度。在某些實施例中，該結合強度可能高達800 mJ/m²、1000 mJ/m²或更高。在某些實施例中，在移動該線材125的步驟之前，可於第一基板110的第二主要表面112上施用功能元件145(概要圖示於第7圖中)。該等功能元件145可包括薄膜式電晶體(TFT)、光電(PV)元件、有機發光二極體(OLED)及液晶顯示器(LCD)。在另一實施例中，該方法進一步包括進行該移動線材125的步驟，直到第一基板110完全脫離該第二基板120為止，使得該第一基板110及施用在該第一基板110上的該等功能元件可與該第二基板120分離。

【0052】如第7圖中所示，在該移動線材125的步驟期間，使該線材配置成符合(conform)該脫離前線107的形狀，使得該第一基板110的一或更多個邊緣118(例如，位置117所標示之處)先脫離該第二基板120，之後才使該第一基板110的對應內部部分(例如，位置119所標示之處)脫離該第二基板120。就本申請案而言，該內部部分視為沿著連接位於該脫離前線107處之兩個位置117的虛線116(在該等位置117處的邊緣已剝離的)且包括位置119在內的部分。如圖所示，該內部部分亦可視為包括所圖示之位置119的部分(該位置119是連接該兩個位置117之虛線的中點)。使該兩個位置117比該對應內部部分更早脫離可降低加諸在該第一基板之該等邊緣

上的應力(該第一基板特別容易遭受因邊緣缺陷所導致的邊緣損壞)。為了使該等位置**117**比該對應內部部分能更早脫離，可相對於該脫離前線**107**的拓展方向**130**而言，使該脫離前線**107**的形狀呈凹形。此外，由於線材**125**對該脫離前線**107**的形狀具有順服(*conformity*)的性質，因此該第一基板**110**脫離第二基板**120**的行為維持主要以模式I(已於上文中做出說明)來進行。例如相較於模式II而言，模式I具有較低的脫離能或層離能。因此，在脫離製程期間，該線材**125**及該脫離前線**107**傾向於趨使或遵從模式I最大化且模式II最小化(例如，使第一基板**110**中的不良應力減至最小)的形狀或輪廓。

【0053】然而，在該線材**125**與該第一基板**110**(例如沿著該第一基板**110**之一或更多個邊緣**118**上)的任何急劇轉變、裂紋或缺陷進行互動，或與該第一基板**110**與第二基板**120**間之界面**115**處具有更高或更牢固之接合強度的位置進行互動的情況下，使該線材**125**配置成可在該第一基板**110**受損之前，先做出屈服(*yield*)及斷裂(*fail*)其中至少一種反應，藉以防止第一基板**110**及第二基板**120**受到任何損傷。正由於該線材**125**具有柔韌性質，亦因此該線材**125**能減輕或重新分佈該第一基板**110**中的應力。如上文所述般，若線材**125**做出屈服及斷裂其中至少一種反應，則可使用具有逐漸提高之抗拉強度及逐漸加大之直徑其中至少一者的新線材**125**來繼續進行該脫離製程或重複進行該脫離製程一或更多次。

【0054】 在實質上不偏離本案中所描述之精神及各種原理的情況下，當可對上述實施例做出諸多變化及修飾。所有此等修飾及變化應納入本發明及後附請求項的範圍內。因此，所屬技術領域中之熟悉技藝者應明白可在不偏離後附請求項的精神與範圍下做出各種修飾及變化。

【符號說明】

【0055】

- 100 複合基板
- 103 最小間隔距離
- 104 已脫離長度
- 105 開口
- 106 有效裂縫前端長度
- 107 脫離前線
- 108 力
- 109 脫離角度
- 110 第一基板
- 111 第一主要表面
- 112 第二主要表面
- 113 平均厚度
- 115 界面
- 116 虛線
- 117 位置
- 118 邊緣
- 119 位置

1 2 0 第二基板

1 2 1 第一主要表面

1 2 2 第二主要表面

1 2 3 平均厚度

1 2 5 線材

1 3 0 拓展方向

1 3 5 吸盤

1 4 5 功能元件

2 0 0 概要圖

2 0 7 位置

2 1 0 懸臂樑

b 寬度

h 高度

L 跨距

P 末端加載負荷

X 方向

Y 方向

Z 方向

【生物材料寄存】

【 0 0 5 6 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 7 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無



申請日：105/10/28

IPC分類：*H05K 1/03* (2006.01)
H05K 3/40 (2006.01)

I688315

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於處理結合至第二基板之第一基板的方法

【英文發明名稱】METHODS FOR PROCESSING A FIRST SUBSTRATE

BONDED TO A SECOND SUBSTRATE

【中文】

處理結合至第二基板之第一基板的方法包括沿著界面移動線材以拓展脫離前線並使第一基板脫離第二基板。在某些實施例中，該第一基板包括小於或等於約300微米的厚度。在進一步實施例中，該線材的抗拉強度小於該第一基板的臨界破壞應力。在又進一步實施例中，於移動線材的步驟期間，使該線材配置成符合該脫離前線的形狀，使得該第一基板的一或更多個邊緣先脫離該第二基板之後，才使該第一基板的對應內部部分脫離該第二基板。

【英文】

Methods of processing a first substrate bonded to a second substrate include moving a wire along an interface to propagate a debonding front and debond the first substrate from the second substrate. In some embodiments, the first substrate includes a thickness less than or equal to about 300 μm . In further embodiments, the wire includes a tensile strength less than a critical failure stress of the first substrate. In still further embodiments, the wire is configured to conform to a shape of the debonding front during the step of moving the wire such that one or more edges of the first substrate are debonded from the second substrate prior to a

申請案號:

申請日:

IPC 分類:

debonding of a corresponding interior portion of the first substrate from the second substrate.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 複合基板

1 0 5 開口

1 0 6 有效裂縫前端長度

1 0 7 脫離前線

1 0 8 力

1 1 0 第一基板

1 1 1 第一主要表面

1 1 2 第二主要表面

1 1 3 平均厚度

1 1 5 界面

1 2 0 第二基板

1 2 1 第一主要表面

1 2 2 第二主要表面

1 2 3 平均厚度

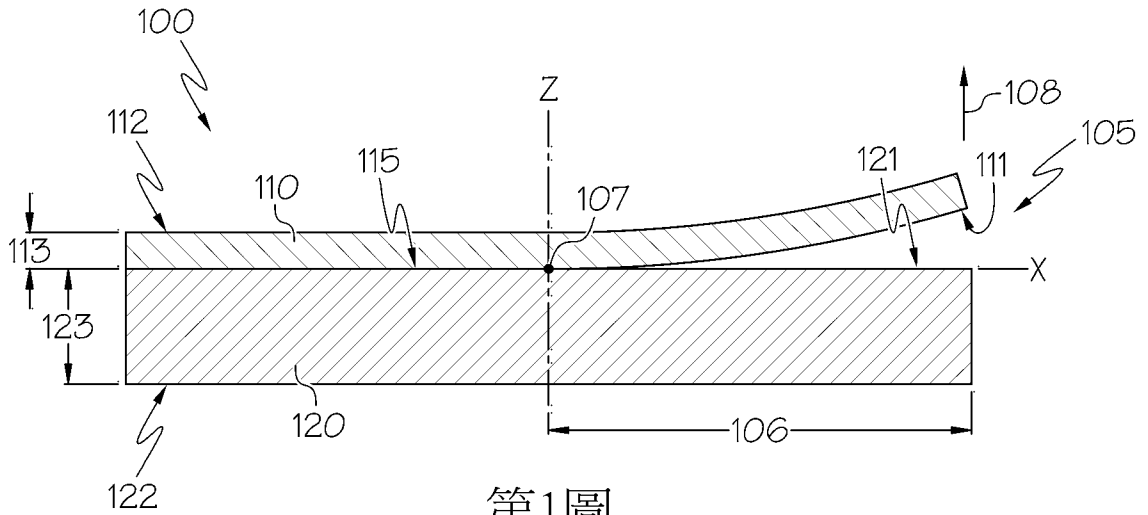
X 方向

Z 方向

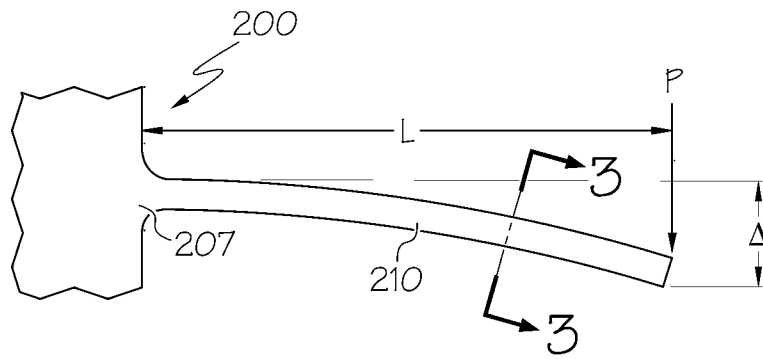
【特徵化學式】

無

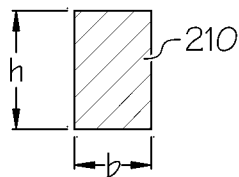
【發明圖式】



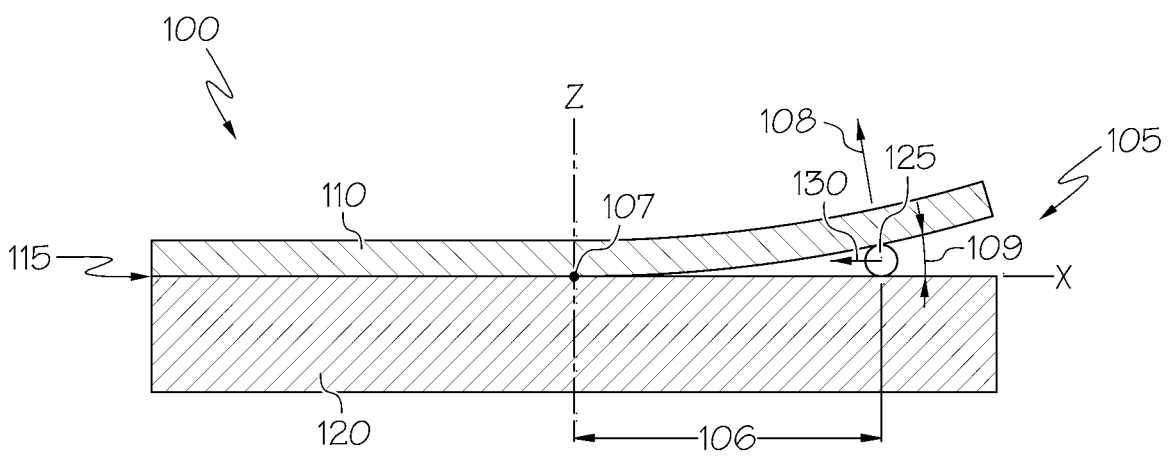
第1圖



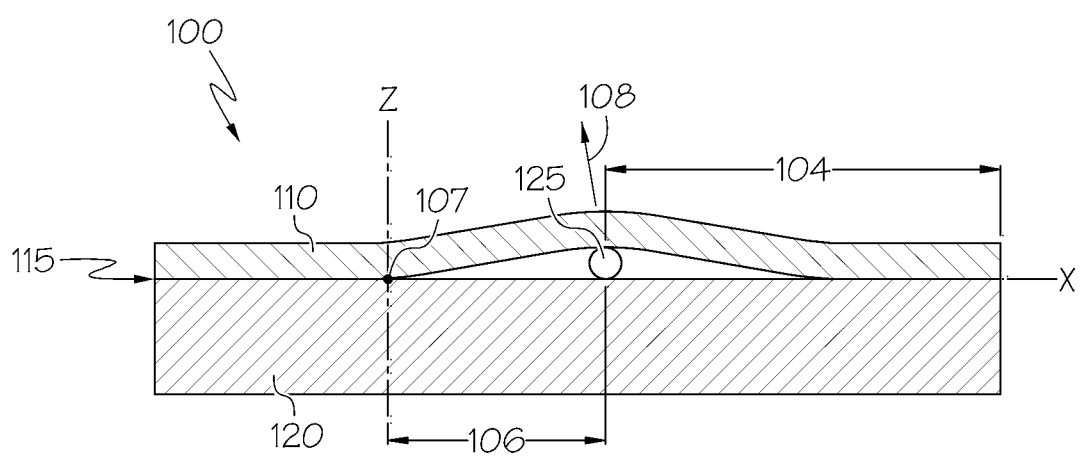
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種處理結合至一第二基板之一第一基板的方法，該方法包括以下步驟：

在該第一基板與該第二基板之間的一界面處開啟一開口；

將一線材插入該開口中；

沿著該界面移動該線材以拓展一脫離前線並使該第一基板脫離該第二基板；及

繼續拓展該脫離前線，同時藉由施加一力至已脫離的長度的一懸空長度，在該脫離前線與該第一基板的一最外側已脫離邊緣之間的整個已脫離的長度上保持該第一基板與該第二基板之間的一最小間隔距離，其中該力包括與重力方向相反之一力分量，以支撐該懸空長度以降低該線材上的應力。

【第2項】 一種處理結合至一第二基板之一第一基板的方法，該方法包括以下步驟：

沿著該第一基板與該第二基板之間的一界面移動一線材以拓展一脫離前線並使該第一基板脫離該第二基板；及

繼續拓展該脫離前線，同時藉由施加一力至已脫離的長度的一懸空長度，在該脫離前線與該第一基板的一最外側已脫離邊緣之間的整個已脫離的長度上保持

該第一基板與該第二基板之間的一最小間隔距離，其中該力包括與重力方向相反之一力分量，以支撐該懸空長度以降低該線材上的應力，

其中該第一基板包括小於或等於約 300 微米的一厚度，及其中該線材包括一抗拉強度，且該抗拉強度小於該第一基板的一臨界破壞應力。

【第3項】如請求項 1 或請求項 2 所述之方法，其中該線材包括聚四氟乙烯 (PTFE)、尼龍及氟碳化合物之其中至少一者。

【第4項】如請求項 1 或請求項 2 所述之方法，其中該最小間隔距離大於或等於該線材的一直徑。

【第5項】如請求項 1 所述之方法，其中該線材包括一第一抗拉強度，且該第一抗拉強度小於該第一基板的一臨界破壞應力。

【第6項】如請求項 1 或請求項 2 所述之方法，進一步包括在該移動該線材的步驟期間使一脫離角度保持恆定。

【第7項】如請求項 1 或請求項 2 所述之方法，其中在移動該線材的步驟之前，先在該第一基板的一主要表面施用功能元件，該第一基板的該主要表面背對著與該第一基板結合之該第二基板。

【第8項】如請求項 1 或請求項 2 所述之方法，其中在移動該線材的步驟期間，使該線材配置成符合該脫離前線的形狀，使得該第一基板的一或更多個邊緣先脫離該第二基板之後，才使該第一基板的一對應內部部分脫離該第二基板。

【第9項】如請求項 8 所述之方法，其中相對於該脫離前線的拓展方向而言，該脫離前線的形狀呈凹形。