



(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 I604948 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：102131083

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 29 日

(51)Int. Cl. : **B32B17/10 (2006.01)****B32B38/18 (2006.01)**

(30)優先權：2012/08/31 美國

61/695,781

(71)申請人：康寧公司(美國) CORNING INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：江桔釗 KANG, KIAT CHYAI (MY)；納塔拉詹戈文達拉詹 NATARAJAN, GOVINDARAJAN (US)；肖宇 XIAO, YU (CN)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

US 5811361

US 2009/0226671

US 2012/0128952A1

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 43 頁

(54)名稱

玻璃-聚合物積層板結構以及形成彼之方法

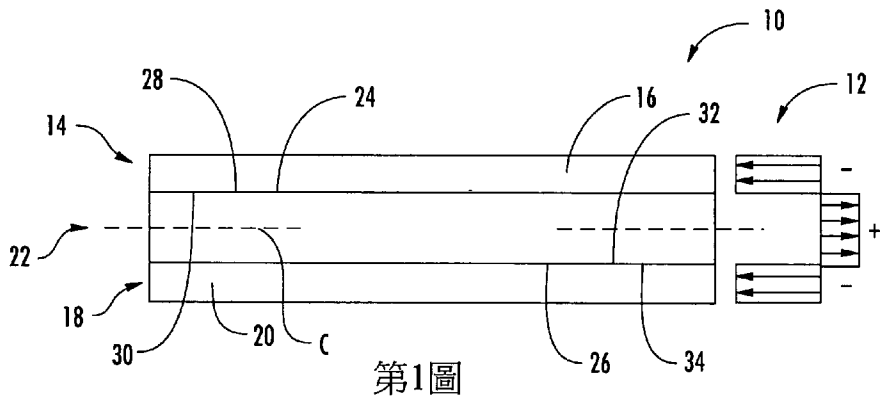
GLASS-POLYMER LAMINATE STRUCTURE AND METHOD OF FORMING THE SAME

(57)摘要

一種玻璃-聚合物積層板結構包括可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板具有不超過約 0.3mm 之厚度。聚合物層經層壓至可撓性玻璃基板之表面，該聚合物層具有熱膨脹係數(CTE)，該 CTE 為可撓性玻璃基板之 CTE 之至少約 2 倍。在熱膨脹聚合物層之後，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之表面，以沿可撓性玻璃基板之厚度向可撓性玻璃基板提供至少約 30MPa 之面內壓縮應力。

A glass-polymer laminate structure includes a flexible glass substrate having a thickness of no more than about 0.3 mm. A polymer layer is laminated to a surface of the flexible glass substrate having a coefficient of thermal expansion (CTE) that is at least about 2 times a CTE of the flexible glass substrate. The polymer layer is laminated to the surface of the flexible glass substrate after thermally expanding the polymer layer to provide the flexible glass substrate with an in-plane compressive stress of at least about 30 MPa along a thickness of the flexible glass substrate.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 10 . . . 可撓性玻璃-
聚合物積層板結構
 - 12 . . . 應力圖
 - 14 . . . 第一最外玻
璃層
 - 16 . . . 可撓性玻璃
基板
 - 18 . . . 第二最外玻
璃層
 - 20 . . . 可撓性玻璃
基板
 - 22 . . . 聚合物層
 - 24 . . . 黏合劑層
 - 26 . . . 黏合劑層
 - 28 . . . 寬表面
 - 30 . . . 寬表面
 - 32 . . . 寬表面
 - 34 . . . 寬表面
 - C . . . 中心面

發明摘要

※ 申請案號：102131083

※ 申請日：2013 年 8 月 29 日

※IPC 分類：B32B 17/10 (2006.01)
B32B 38/18 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

玻璃-聚合物積層板結構以及形成彼之方法

GLASS-POLYMER LAMINATE STRUCTURE AND
METHOD OF FORMING THE SAME

【中文】

一種玻璃-聚合物積層板結構包括可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板具有不超過約 0.3 mm 之厚度。聚合物層經層壓至可撓性玻璃基板之表面，該聚合物層具有熱膨脹係數（CTE），該 CTE 為可撓性玻璃基板之 CTE 之至少約 2 倍。在熱膨脹聚合物層之後，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之表面，以沿可撓性玻璃基板之厚度向可撓性玻璃基板提供至少約 30 MPa 之面內壓縮應力。

【英文】

A glass-polymer laminate structure includes a flexible glass substrate having a thickness of no more than about 0.3 mm. A polymer layer is laminated to a surface of the flexible glass substrate having a coefficient of thermal expansion (CTE) that is at least about 2 times a CTE of the flexible glass substrate. The polymer layer is laminated to the surface of the flexible glass substrate after thermally expanding the polymer layer to provide the flexible glass

substrate with an in-plane compressive stress of at least about 30 MPa along a thickness of the flexible glass substrate.

【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 可撓性玻璃-聚合物積層板結構

12 應力圖

14 第一最外玻璃層

16 可撓性玻璃基板

18 第二最外玻璃層

20 可撓性玻璃基板

22 聚合物層

24 黏合劑層

26 黏合劑層

28 寬表面

30 寬表面

32 寬表面

34 寬表面

C 中心面

【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】(中文/英文)

玻璃-聚合物積層板結構以及形成彼之方法

GLASS-POLYMER LAMINATE STRUCTURE AND
METHOD OF FORMING THE SAME

【相關申請案之交叉引用】

【0001】本申請案根據專利法規定主張 2012 年 8 月 31 日申請之美國臨時申請案第 61/695781 號之優先權權利，本文依賴該案之內容且該案之內容全文以引用之方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】本發明係關於玻璃-聚合物積層板結構，且更特定言之，係關於強化之薄片玻璃-聚合物積層板結構。

【先前技術】

【0003】使用層壓有一或多個聚合物膜之聚合物基材製造可撓性聚合物基板。由於基板堆疊之低成本及經證實之效能，該等層壓之基板堆疊通常用於與 PV、OLED、LCD 及圖案化薄膜電晶體 (TFT) 電子設備相關聯之可撓性封裝。

【0004】為了促進可撓性玻璃結構作為替代技術選擇，必須克服且證實與玻璃、脆性材料相關聯之機械可靠性效能的實際及感知限制。可撓性玻璃基板提供優於可撓性聚合物技術之許多技術優點。一個技術優點為玻璃用作濕氣或氣體障壁(戶外電子設備之主要老化機制)的能力。第二個優點為可撓性玻璃基板可能經由減少或消除一或多個封裝基板層來減少總

體封裝大小（厚度）及重量。另一優點為具有與可輕易清洗之玻璃相關聯之優良表面品質。因此，若可克服與玻璃相關聯之機械可靠性效能之實際及感知限制，則可推進可撓性玻璃結構之使用。

【發明內容】

【0005】改良可撓性裸玻璃之機械可靠性之一種技術為用一或多個薄膜聚合物層壓可撓性玻璃基板。視最終應用之機械強度要求及預期彎曲應力及方向而定，根據本文中揭示之概念，可撓性玻璃-聚合物積層基板可經設計以滿足機械要求。當適當使用時，層壓結構將提供優於可撓性未層壓（裸玻璃）結構之經改良機械可靠性效能。

【0006】將在隨後的詳細描述中闡述額外特徵和優點，且對於熟習此項技術者而言，額外特徵和優點將部分地自描述中顯而易見或藉由實踐書面描述中所例示之本發明及附圖來認識到。應理解，前文一般描述及以下詳細描述兩者僅為本發明之例示且意欲提供用於理解本發明所主張之本發明之性質與特性的概述或框架。

【0007】包括隨附圖式以提供本發明之原理之進一步理解，且隨附圖式併入本說明書中並構成本說明書的一部分。圖式說明一或多個實施例，並與描述一起用於以實例之方式解釋本發明的原理及操作。應理解，本說明書及圖式中所揭示之本發明之各種特徵結構可用於任何及所有組合中。根據以下態樣，本發明之各種特徵結構可以非限制實例之方式彼此組合。

【0008】根據第一態樣，提供一種玻璃-聚合物積層板結構，

該玻璃-聚合物積層板結構包含：

可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板具有不超過約 0.3 mm 之厚度；及

聚合物層，該聚合物層經層壓至可撓性玻璃基板之表面，該聚合物層具有熱膨脹係數（CTE），該 CTE 為可撓性玻璃基板之 CTE 之至少 2 倍，在熱膨脹聚合物層之後，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之表面，以向可撓性玻璃基板提供在可撓性玻璃基板之厚度內之至少約 30 MPa 的壓縮應力。

【0009】 根據第二態樣，一種玻璃-聚合物積層板結構包含：
可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板具有不超過約 0.3 mm 之厚度；及

聚合物層，該聚合物層經層壓至可撓性玻璃基板之表面，該聚合物層具有熱膨脹係數（CTE），該 CTE 為可撓性玻璃基板之 CTE 之至少約 3 ppm/°C，在熱膨脹聚合物層之後，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之表面，以向可撓性玻璃基板提供在可撓性玻璃基板之厚度內之至少約 30 MPa 的壓縮應力。

【0010】 根據第三態樣，提供態樣 1 或態樣 2 之積層板結構，其中可撓性玻璃基板具有在可撓性玻璃基板之厚度內之至少約 80 MPa 的面內壓縮應力。

【0011】 根據第四態樣，提供態樣 1 至態樣 3 中任一態樣之積層板，其中聚合物層具有 CTE，該 CTE 為可撓性玻璃基板之 CTE 的至少約 10 倍。

【0012】 根據第五態樣，提供態樣 1 至態樣 4 中任一態樣之積

層板，該積層板進一步包含黏合劑層，該黏合劑層將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板。

【0013】根據第六態樣，提供態樣 5 之積層板，其中黏合劑層經熱活化，該黏合劑層具有大於約 50℃ 之活化溫度。

【0014】根據第七態樣，提供態樣 5 之積層板，其中黏合劑層為壓感黏合劑。

【0015】根據第八態樣，提供態樣 5 之積層板，其中黏合劑層經 UV 活化。

【0016】根據第九態樣，提供態樣 1 至態樣 8 之積層板，其中可撓性玻璃基板為第一可撓性玻璃基板，積層板結構進一步包含第二可撓性玻璃基板，該第二可撓性玻璃基板經層壓至聚合物層，該聚合物層在第一可撓性玻璃基板與第二可撓性玻璃基板之間。

【0017】根據第十態樣，提供態樣 9 之積層板，其中聚合物層由液體聚合物形成。

【0018】根據第十一態樣，提供態樣 10 之積層板，其中聚合物層延伸超出第一可撓性玻璃基板及第二可撓性玻璃基板中之至少一者之外邊緣。

【0019】根據第十二態樣，提供態樣 1 至態樣 11 之積層板，其中聚合物層為第一聚合物層，積層板結構進一步包含第二聚合物層，該第二聚合物層經層壓至可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板在第一聚合物層與第二聚合物層之間。

【0020】根據第十三態樣，提供一種形成可撓性玻璃-聚合物積層板結構之方法，該方法包含以下步驟：

將可撓性玻璃-聚合物積層板結構之聚合物層加熱至大於 20 °C 之升高溫度，該聚合物層具有熱膨脹係數 (CTE)，該 CTE 為可撓性玻璃-聚合物積層板結構之可撓性玻璃基板之 CTE 的至少 2 倍；

在升高溫度下，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板；及
將聚合物層冷卻至升高溫度以下，以引入在可撓性玻璃基板之厚度內之至少約 30 MPa 的壓縮應力。

【0021】 根據第十四態樣，一種形成可撓性玻璃-聚合物積層板結構之方法包含以下步驟：

將可撓性玻璃-聚合物積層板結構之聚合物層加熱至大於 20 °C 之升高溫度，該聚合物層具有熱膨脹係數 (CTE)，該 CTE 為大於可撓性玻璃-聚合物積層板結構之可撓性玻璃基板之 CTE 的至少約 3 ppm/°C；

在升高溫度下，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板；及
將聚合物層冷卻至升高溫度以下，以引入在可撓性玻璃基板之厚度內之至少約 30 MPa 的壓縮應力。

【0022】 根據第十五態樣，提供態樣 12 或態樣 13 之方法，其中可撓性玻璃基板具有在可撓性玻璃基板之厚度內之至少約 80 MPa 的面內壓縮應力。

【0023】 根據第十六態樣，提供態樣 13 至態樣 15 之方法，其中聚合物層具有 CTE，該 CTE 為可撓性玻璃基板之 CTE 的至少約 10 倍。

【0024】 根據第十七態樣，提供態樣 11 至態樣 13 之方法，該方法包含以下步驟：當聚合物層加熱至升高溫度時，相對於

可撓性玻璃基板膨脹聚合物層。

【0025】根據第十八態樣，提供態樣 13 至態樣 17 之方法，該方法進一步包含以下步驟：在可撓性玻璃基板與聚合物層之間塗覆黏合劑層，該黏合劑層將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板。

【0026】根據第十九態樣，提供態樣 18 之方法，該方法包含以下步驟：在聚合物層達到升高溫度之後，熱活化黏合劑層。

【0027】根據第二十態樣，提供態樣 18 之方法，該方法包含以下步驟：在聚合物層達到升高溫度之後，壓力活化黏合劑層。

【0028】根據第二十一態樣，提供態樣 18 之方法，該方法包含以下步驟：在聚合物層達到升高溫度之後，UV 活化黏合劑層。

【0029】根據第二十二態樣，提供一種形成可撓性玻璃-聚合物積層板結構之方法，該方法包含以下步驟：

將可撓性玻璃-聚合物積層板結構之聚合物層加熱至大於 20 °C 之升高溫度，該聚合物層具有熱膨脹係數 (CTE)，該 CTE 為大於可撓性玻璃-聚合物積層板結構之可撓性玻璃基板之 CTE 的至少約 3 ppm/°C；

在升高溫度下，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板；及

將聚合物層冷卻至升高溫度以下以彎曲可撓性玻璃基板，同時提供在可撓性玻璃基板之厚度內的壓縮應力。

【0030】根據第二十三態樣，提供態樣 22 之方法，其中加熱聚合物層之步驟包含以下步驟：

在將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之前，將聚合物層加熱到至少約 50°C 之溫度。

【0031】 根據第二十四態樣，一種可撓性玻璃-聚合物積層板結構包含：

可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板具有不超過約 0.3 mm 之厚度；及

聚合物層，該聚合物層經層壓至可撓性玻璃基板之表面，該聚合物層具有熱膨脹係數（CTE），該 CTE 為大於可撓性玻璃基板之 CTE 之至少約 3 ppm/°C，在熱膨脹聚合物層之後，將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之表面，從而向可撓性玻璃基板提供彎曲配置，同時沿可撓性玻璃之至少一部分厚度提供壓縮應力。

【圖式簡單說明】

【0032】 第 1 圖為對稱可撓性玻璃-聚合物積層板結構之實施例之示意圖；

【0033】 第 2 圖為對稱可撓性玻璃-聚合物積層板結構之另一實施例之示意圖；

【0034】 第 3 圖為具有邊緣保護特徵之可撓性玻璃-聚合物積層板結構之另一實施例的示意圖；

【0035】 第 4 圖示意性圖示具有非對稱配置之可撓性玻璃-聚合物積層板結構之另一實施例；

【0036】 第 5 圖為具有中性彎曲軸之玻璃片之示意圖；

【0037】 第 6 圖圖示示例性熱彎曲積層板之拉伸應力降低。

【0038】 第 7 圖為可撓性玻璃-聚合物積層板結構之另一實施

例之示意圖；及

【0039】第 8 圖為可撓性玻璃-聚合物積層板結構之另一實施例之示意圖。

【實施方式】

【0040】在以下詳細描述中，出於解釋及非限制之目的，闡述揭示具體細節之示例性實施例以提供對本發明之各種原理的透徹理解。然而，將對受益於本揭示案之一般技術者顯而易見的是，可在脫離本文中揭示之具體細節之其他實施例中實踐本發明。此外，可省略對熟知裝置、方法及材料之描述，以免模糊本發明之各種原理之描述。最終，在任何適用的情況下，相同元件符號係指相同元件。

【0041】範圍在本文中可表示為「約」一個特定值及/或至「約」另一特定值。當表示此範圍時，另一實施例包括自一個特定值及/或至另一特定值。類似地，當值表示為近似值時，藉由使用先行詞「約」，將理解，特定值形成另一實施例。將進一步理解，範圍中之每一範圍的端點明顯與其他端點相關且與其他端點無關。

【0042】如本文中所使用之方向術語（例如，上、下、右、左、前、後、頂部、底部）僅參考圖示圖式作出且不意欲暗示絕對定向。

【0043】儘管玻璃為固有強健材料，但玻璃之強度（可靠性）為玻璃之表面缺陷或瑕疵大小密度分佈及應力對材料隨時間之累積曝露的函數。在整個產品生命週期期間，可撓性玻璃-聚合物積層板將經受各種類型之靜態及動態機械應力。本文

中描述之實施例大體上係關於使用聚合物層強化之可撓性玻璃基板。藉由在升高溫度下將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板隨後緩慢冷卻來使用聚合物層與可撓性玻璃基板之間的相對較大的熱膨脹係數（CTE）失配。一旦冷卻積層板結構，此升高溫度層壓方法則可產生在可撓性玻璃基板之厚度內之均勻分佈之剩餘壓縮應力。

【0044】參看第 1 圖及第 2 圖，圖示兩個示例性可撓性玻璃-聚合物積層板結構 10 及 40，連同兩個示例性可撓性玻璃-聚合物積層板結構 10 及 40 之相應應力圖 12 及 42。首先參看第 1 圖，可撓性玻璃-聚合物積層板結構 10 包括：第一最外玻璃層 14，該第一最外玻璃層 14 由第一可撓性玻璃基板 16（具有 E_g 、 V_g 、 α 、 $t_g/2$ ）形成；第二最外玻璃層 18，該第二最外玻璃層 18 由第二可撓性玻璃基板 20（具有 E_g 、 V_g 、 α 、 $t_g/2$ ）形成；及聚合物層 22（具有 E_p 、 V_p 、 α_p 、 t_p ），該聚合物層 22 夾在第一可撓性玻璃基板 16 與第二可撓性玻璃基板 20 之間且層壓至第一可撓性玻璃基板 16 及第二可撓性玻璃基板 20。黏合劑層 24 及黏合劑層 26 可用於在黏合劑層 24 及黏合劑層 26 之各別寬表面 28、30 與寬表面 32、34 之間的介面處將第一可撓性玻璃基板 16 及第二可撓性玻璃基板 20 層壓至聚合物層 22。

【0045】當第 1 圖圖示最外玻璃層 14 及最外玻璃層 18 時，第 2 圖圖示具有可撓性玻璃基板 44（具有 E_g 、 V_g 、 α 、 t_g ）之替代實施例，該可撓性玻璃基板 44 夾在最外聚合物層 50 與最外聚合物層 52（各自具有 E_p 、 V_p 、 α_p 、 $t_p/2$ ）之間。此外，

黏合劑層 54 及黏合劑層 56 可用於在黏合劑層 54 及黏合劑層 56 之各別寬表面 58、60 與寬表面 62、64 之間的介面處將第一聚合物層 50 及第二聚合物層 52 層壓至可撓性玻璃基板 44。

【0046】第 1 圖及第 2 圖之應力圖 12 及應力圖 42 圖示剩餘面內壓縮應力在可撓性玻璃-聚合物積層板結構 10 之可撓性玻璃基板 16 及可撓性玻璃基板 20 的厚度及可撓性玻璃-聚合物積層板結構 40 之可撓性玻璃基板 44 的厚度內產生，該等應力由可撓性玻璃-聚合物積層板結構 10 之聚合物層 22 的拉伸應力及可撓性玻璃-聚合物積層板結構 40 之聚合物層 50 及聚合物層 52 的拉伸應力補償。首先參看第 1 圖，可撓性玻璃-聚合物積層板結構 10 之可撓性玻璃基板 16 及可撓性玻璃基板 20 中之剩餘壓縮應力可實質上在可撓性玻璃基板 16 及可撓性玻璃基板 20 的厚度內均勻地分佈且可藉由在升高溫度下將聚合物層 22 層壓至可撓性玻璃基板 16 及可撓性玻璃基板 20 且隨後冷卻至室溫而產生。類似地，參看第 2 圖，可撓性玻璃-聚合物積層板結構 40 之可撓性玻璃基板 44 中之剩餘壓縮應力可實質上在可撓性玻璃基板 44 之厚度內均勻地分佈且可藉由在升高溫度下將聚合物層 50 及聚合物層 52 層壓至可撓性玻璃基板 44 且隨後冷卻至室溫而產生，此情況將於下文更詳細描述。進一步地，儘管第 1 圖及第 2 圖圖示三層積層板結構，但層數目可大於或小於三層且根據（例如）最終使用及處理要求而加以選擇。將在本文中描述各種其他層狀積層板實例。

【0047】可撓性玻璃基板 16、20 及 44 可係「超薄」的，具有

約 0.3 mm 或更小之厚度 t_g ，包括（但不限於）（例如）約 0.01 mm 至 0.05 mm 之厚度、約 0.05 mm 至 0.1 mm 之厚度、約 0.1 mm 至 0.15 mm 之厚度及約 0.15 mm 至 0.3 mm 之厚度。可撓性玻璃基板 16、20 及 44 可由玻璃、玻璃陶瓷、陶瓷材料或以上各者之複合物形成。形成高品質薄玻璃片之融合製程（例如，下拉製製程）可用於各種裝置（諸如，平板顯示器）中。當與由其他方法產生之玻璃片相比時，融合製程中產生之玻璃片具有擁有高平面度及光滑度之表面。美國專利第 3,338,696 號及第 3,682,609 號中描述融合製程。其他適當玻璃片形成方法包括浮式製程、上拉製法及狹縫拉製法。

強化對稱可撓性玻璃-聚合物積層板

【0048】開發一種用於強化可撓性玻璃基板之製程，該製程藉由在升高溫度下層壓聚合物層及可撓性玻璃基板（例如，如第 1 圖及第 2 圖中所示）且隨後緩慢冷卻來使用聚合物層與可撓性玻璃基板之間的大 CTE 失配（例如，約 2 倍或更大，諸如約 5 倍或更大、諸如約 10 倍或更大）以產生在可撓性玻璃基板之厚度內的剩餘壓縮應力。在一些實施例中，CTE 失配可為至少約 3 ppm/°C 或更大，諸如約 6 ppm/°C 或更大、諸如約 9 ppm/°C 或更大、諸如約 12 ppm/°C 或更大、諸如約 15 ppm/°C 或更大、諸如約 20 ppm/°C 或更大、諸如約 27 ppm/°C 或更大、諸如約 50 ppm/°C 或更大。可撓性玻璃-聚合物積層板可分類為對稱的及非對稱的。建構對稱積層板結構，以使得在積層板結構之中心面 C（第 1 圖及第 2 圖）以下的層形成中心面 C 之上的層的鏡像，且非對稱積層板不具有關於非

對稱積層板之中心面的鏡像。對於由兩種不同材料形成且具有在升高溫度下積以不同 CTE 層壓之三個或三個以上層的對稱可撓性玻璃-聚合物積層板，（假設雙軸變形）在室溫下在可撓性玻璃基板之厚度內的壓縮應力由以下公式給出：

$$\sigma_g = \frac{E_g}{(1-\nu_g) + E_g t_g (1-\nu_p) / E_p t_p} (\alpha_p - \alpha_g) (T_{\text{cure}} - T_{\text{room}})$$

其中：

E 為楊氏模量； α 為線性熱膨脹係數；t 為一種類型材料之總厚度； ν 為泊松比；及下標「g」及下標「p」分別指「玻璃」及「聚合物」。T_{積層}係指層壓製程中使用之黏合劑的固化溫度。

因此，可撓性玻璃基板之壓縮應力可由以下步驟中之一或更多者增加：

1. 減小玻璃層厚度；
2. 增加可撓性玻璃基板之楊氏模量；
3. 增加聚合物層之楊氏模量；
4. 增加聚合物層之厚度；
5. 增加可撓性玻璃基板與聚合物層之間的熱膨脹係數差；及
6. 增加層壓溫度。

【0049】 儘管在可撓性玻璃基板之厚度內需要較大壓縮應力（例如，30 MPa 或更大，諸如 50 MPa 或更大、諸如 60 MPa 或更大、諸如約 70 MPa 或更大、諸如約 80 MPa 或更大、諸如約 90 MPa 或更大、諸如約 100 MPa 或更大、諸如約 110 MPa

或更大)，但限制了可引入之壓縮應力的量。舉例而言，為達成可撓性玻璃基板中之大壓縮應力，一種方法為將層壓溫度設置得盡可能高。然而，該層壓溫度之上端不應超過可撓性玻璃-聚合物積層板材料之特殊性質所設置的限制，諸如所使用之任何黏合劑之工作溫度限制。應考慮材料及結構完整性以保證產品可靠性。因此，各種限制可影響可引入至可撓性玻璃基板之壓縮應力的量。

形成強化之對稱可撓性玻璃-聚合物積層板

【0050】 任何數目之層壓製程可用於達成可撓性玻璃基板中之所需高壓縮應力。重要的是，由於可撓性玻璃基板與聚合物層之間的大 CTE 失配，應允許在將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之前，至少在某種程度上相對於可撓性玻璃基板熱膨脹聚合物層。一旦經層壓，則可允許將可撓性玻璃-聚合物積層板結構可控地冷卻（例如，約 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 至 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 或更小）回室溫，此舉將壓縮應力引入至可撓性玻璃基板中。

【0051】 以下描述由於聚合物層與可撓性玻璃基板之間的大 CTE 失配而在增加之溫度下層壓用於產生壓縮應力的實例。該等實例本質上為例示性的且不意謂係限制性的。舉例而言，儘管聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）之聚合物層可用於下文論述之許多實例中，但可使用聚碳酸酯之聚合物層，以及下文論述之具有與可撓性玻璃基板相對較大的 CTE 失配之許多其他聚合物材料。在可撓性玻璃-聚合物積層板之最終使用的透明度係較佳的情況下，PMMA 及聚碳酸酯聚合物材料可係理想的。

實例 1：UV 敏感黏合劑

使用厚度為 0.1 mm 之兩個可撓性玻璃基板及由聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、透明熱塑性塑膠形成之厚度為 1.3 mm 之聚合物層形成如第 1 圖中所示之可撓性玻璃-聚合物積層板結構。UV 敏感黏合劑（可購自 Norland Products 之 NOA 68）塗覆在聚合物層與可撓性玻璃基板層之間厚度為約 20 nm。可撓性玻璃-聚合物積層板結構置放於熱電加熱板上且自保持於 80℃ 之一個側面加熱，該溫度低於 UV 敏感黏合劑之 90℃ 的工作限制。隨後使用自與熱電加熱板相對之可撓性玻璃-聚合物積層板結構之一側應用於 UV 敏感黏合劑之 UV 光來固化 UV 敏感黏合劑，以在升高溫度下將聚合物層接合至可撓性玻璃基板，且允許以 3℃/min 速率冷卻該 UV 敏感黏合劑。使用雙折射量測（FSM）確定可撓性玻璃基板中之約 110 MPa 之壓縮應力。下表 I 突出該例示性可撓性玻璃-聚合物積層板結構之材料性質，且下表 II 使用上文所闡述之壓縮應力公式圖示應力估計值。

材料：	楊氏模 量 (Gpa)	泊松比	熱膨脹 係數 (10 ⁻⁶ / ℃)	厚度 (mm)	層壓溫 度/室溫 (°C)
PMMA	2.5	0.37	90	1.3	80/20

玻璃基 板	73.6	0.23	3.17	0.1 (總 共 0.2)	
----------	------	------	------	-------------------	--

表 I：材料

	玻璃基板中之剩餘 壓縮應力 (MPa)	PMMA 之剩餘拉伸 應力 (MPa)
估計值	105.8	16.3

表 II：應力估計值

實例 2：熱敏感黏合劑

【0052】 使用厚度為 0.1 mm 之兩個可撓性玻璃基板及由 PMMA 形成之厚度為 1.3 mm 之聚合物層形成如第 1 圖中所示之可撓性玻璃-聚合物積層板結構。熱敏感黏合劑（可購自 Norland Products 之 NOA 68H）塗覆在聚合物層與可撓性玻璃基板層之間厚度為約 20 nm。可撓性玻璃-聚合物積層板結構在對流烘箱中加熱至層壓溫度（在冷卻至室溫之前，在 100℃ 下以 3℃ /min 上升速率、1℃ /min 冷卻速率固化 3 小時，在 50℃ 下老化 12 小時），該積層壓溫度低於 PMMA 之軟化溫度（91℃ 至 115℃），從而允許聚合物層在達到層壓溫度時膨脹，以在升高溫度下將聚合物層接合至可撓性玻璃基板層。

實例 3：壓敏黏合劑

【0053】 使用厚度為 0.1 mm 之兩個可撓性玻璃基板及由 PMMA 形成之厚度為 1.3 mm 之聚合物層形成如第 1 圖中所示

之可撓性玻璃-聚合物積層板結構。壓敏感黏合劑（可購自 3M 之 8211 OCA）塗覆在聚合物層與可撓性玻璃基板層之間（厚度約 50 μm ）。可撓性玻璃-聚合物積層板結構在高壓釜中加熱至層壓溫度，該層壓溫度低於 PMMA 之軟化溫度（91°C 至 115°C），從而允許聚合物層在達到層壓溫度時膨脹，以在升高溫度下將聚合物層接合至可撓性玻璃基板層（在 90 psi 及 85°C 下以 3 °F/min 上升速率及冷卻速率固化 1 小時）。

【0054】 儘管以上實例使用中間黏合劑層來接合聚合物層及可撓性玻璃基板，其他實施例可包括直接接合至可撓性玻璃基板的聚合物層而不使用任何中間黏合劑層。舉例而言，聚合物層可經加熱至高於塑膠軟化溫度（玻璃轉化溫度）但低於聚合物之熔化溫度的溫度。例如，對於 PMMA，軟化溫度為 91°C 至 115°C，且熔化溫度為 160°C。熱及壓力之組合可用以（例如，使用高壓器）將聚合物層加熱至軟化溫度與熔化溫度之間的溫度。在一些情況下，加熱溫度可保持預選時間段，且隨後可撓性玻璃-聚合物積層板結構可以預定速率（例如，小於約 3 °F/min）冷卻。

【0055】 作為聚合物層之另一實例，液體聚合物溶液可注入可撓性玻璃基板之間的空間中。簡略參看第 3 圖，在升高溫度下，可藉由（例如）使用間隔片（由虛線 76 表示）分離可撓性玻璃基板 72 與可撓性玻璃基板 74 而形成可撓性玻璃-聚合物積層板 70。液體聚合物溶液 78 可注入形成在可撓性玻璃基板 72 與可撓性玻璃基板 74 之間的空間 80 中。將聚合物層 82 層壓至可撓性玻璃基板 72 與可撓性玻璃基板 74 可經由聚合

物凝固（例如，固化）及受控冷卻步驟完成。液體聚合物溶液 78 在加熱期間之毛細力、黏性流及膨脹可迫使液體聚合物溶液 78 超出可撓性玻璃基板 72 之外邊緣 84 及可撓性玻璃基板 74 之外邊緣 86，此可舉導致封裝及覆蓋外邊緣 84 及外邊緣 86。一旦形成聚合物層 82，外邊緣 84 及外邊緣 86 之該封裝則可為可撓性玻璃基板 72 及可撓性玻璃基板 74 邊緣保護特徵結構 88。當可撓性基板 72 及可撓性基板 74 之邊緣處之壓縮應力可能相對較低或甚至不存在時，甚至在形成聚合物層 82 之後，該邊緣保護可為有利的，且相比於整塊玻璃，邊緣可具有相對較低之強度。為促進結合，黏合促進劑可添加至聚合物溶液 78。物理接合，且在一些情況下化學接合發生在聚合物層 82 與可撓性玻璃基板 72 及可撓性玻璃基板 74 之間。

【0056】 除上述加熱器及烘箱之外，非接觸式加熱器（諸如，輻射加熱器（及微波加熱））可用於加熱本文中論述之聚合物層。輻射加熱器發出紅外線輻射，該紅外線輻射可由材料吸收，從而導致至經加熱主體之熱傳遞。相比於對流加熱或傳導加熱，輻射加熱可為高效且快速的，且不需要接觸經加熱主體之表面。作為實例 1 之加熱的一個替代，可撓性玻璃-聚合物積層板結構可在 UV 光源與輻射加熱器之間穿過，以使得在所需溫度下獲得黏合劑材料之 UV 固化，該溫度可由輻射加熱維持。進一步地，作為實例 2 之變化，對流烘箱可由兩個輻射加熱器取代，一個輻射加熱器位於可撓性玻璃-聚合物積層板結構之任一側上。製程可藉由控制饋送速率及加熱器

功率繼續進行，以達成加熱、層壓溫度及冷卻。多個輻射加熱器可用以控制加熱速率、停留速率及冷卻速率。

非對稱可撓性玻璃-聚合物積層板

【0057】層壓方法亦可用於操作或影響非對稱可撓性玻璃-聚合物積層板結構之應力剖面。在該等實施例中，由於可撓性玻璃基板與聚合物層之間的大 CTE 失配，應允許在將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之前，相對於可撓性玻璃基板熱膨脹聚合物層。然而，由於可撓性玻璃-聚合物積層板結構之非對稱性質，彎曲、單軸或雙軸可引入可撓性玻璃基板及聚合物層中。

【0058】參看第 4 圖，由非對稱可撓性玻璃-聚合物積層板結構 90 中之 CTE 失配誘發之單軸彎曲曲率由以下公式給出(假定平面應力且可撓性玻璃基板 96 及聚合物層 98 具有相同寬度及長度尺寸)：

$$\kappa = \frac{6(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{壓}} - T_{\text{室內}})t_g t_p (t_g + t_p)}{E_g t_g^4 / E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + E_p t_p^3 / E_g}$$

其中：

κ 為彎曲曲率；E 為楊氏模量； α 為線性熱膨脹係數；t 為一種類型材料之總厚度；及下標「g」及下標「p」分別指「玻璃」及「聚合物」。T_壓係指層壓製程中使用之黏合劑的固化溫度。

彎曲曲率 κ 藉由以下公式與自中心 C 至中性軸 A 量測之半徑 R 有關：

$$R = 1/\kappa$$

且彎曲曲率 κ 藉由以下公式亦與在可撓性玻璃-聚合物積層板結構 90 之末端 92 與末端 94 之間量測之角度 θ 有關：

$$\theta = L/R = \kappa L。$$

中性軸之高度 h 可由以下公式決定：

$$h = R(1 - \cos(\frac{\theta}{2})) = \frac{1}{\kappa}(1 - \cos(\frac{\kappa L}{2})).$$

因此，非對稱可撓性玻璃-聚合物積層板結構之彎曲特徵可在材料性質及層壓溫度為已知的情況下決定。舉例而言，對於 100 μm /500 μm /100 μm 之玻璃/聚碳酸酯/玻璃積層板，在聚碳酸酯具有 2.377 GPa 之楊氏模量 E 、 $67.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 之 CTE α 及 80 $^\circ\text{C}$ 之層壓溫度 $T_{\text{層壓}}$ 的情況下，一旦冷卻至室溫，則高度 h 為約 11.3 mm。

【0059】參看第 5 圖，當一塊未經塗覆之玻璃 100（玻璃片或玻璃帶）經彎曲至半徑 R 曲線（諸如，當玻璃在處理期間保持在裝置中或繞捲筒彎曲時），在玻璃中產生應力。當該塊玻璃 100 經受彎曲力矩，以使得玻璃達成彎曲半徑 R 時，在位置（ y ）處相對於 x 軸（中性軸）之應力可由以下公式計算：

$$\sigma = \frac{E_g y}{R(1-\nu_g^2)} (\text{平面應變})$$

或

$$\sigma = \frac{E_g y}{R} (\text{平面應力})$$

其中：

σ 為應力；

E_g 為玻璃之楊氏模量；

ν_g 為玻璃之泊松比；

y 為 y 軸方向上之位置，在該位置處計算應力 σ ；

R 為玻璃之彎曲半徑。

【0060】 最大拉伸應力發生與玻璃 100 之任一側上，且視彎曲方向而定將為表面 102 或表面 104。亦即，若玻璃 100 經彎曲以使得表面 102 為凸狀，則最大拉伸應力將在表面 102 上；然而若玻璃 100 經彎曲以使得表面 104 為凸狀，則最大拉伸應力將在表面 104 上。在任一情況下，藉由用 $\frac{1}{2} t_g$ 替代 y ，最大應力 σ_{max} 之絕對值由以下公式界定：

$$|\sigma_{\max}| = \frac{E_g t_g}{2R} (\text{平面應變})$$

或

$$|\sigma_{\max}| = \frac{E_g t_g}{2R} (\text{平面應力})$$

【0061】 相比於第 5 圖之未經塗覆之玻璃，如第 4 圖中所示，在升高溫度下將聚合物層 98 層壓至可撓性玻璃基板 96（例如）允許操作應力剖面。詳言之，層壓具有高 CTE 失配之聚合物層 98 與可撓性玻璃基板 96 以導致彎曲且將壓縮應力引入可撓性玻璃基板中可減小或甚至消除拉伸應力，該拉伸應力將預期在彎曲玻璃中且可用於強化整體彎曲之可撓性玻璃積層板結構 90（第 4 圖）。

【0062】 以下論述說明可撓性玻璃-聚合物積層板中之可撓性玻璃基板中之拉伸應力之減小。對於由兩種不同材料形成之

非對稱可撓性玻璃-聚合物積層板，由 CTE 失配誘發之曲率
（假定單軸平面應力彎曲）為（如上所述）：

$$\kappa_0 = \frac{6(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{腔壁}} - T_{\text{腔內}})t_g t_p (t_g + t_p)}{E_g t_g^4 / E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + E_p t_p^4 / E_g}$$

中性軸由以下公式給出：

$$y_0 = \frac{\alpha_p (E_p t_p^4 / E_g + 6t_p^3 t_g + 9t_p^2 t_g^2 + 4t_p t_g^3) + \alpha_g (E_g t_g^4 / E_p - 3t_g^2 t_p^2 - 2t_g t_p^3)}{6(\alpha_p - \alpha_g)t_g t_p (t_g + t_p)}$$

且在室溫下在可撓性玻璃基板之厚度內的彎曲應力由以下公
式給出：

$$\sigma = E_g (\kappa_0 (y - y_0) + \alpha_g (T_{\text{腔壁}} - T_{\text{腔內}}))$$

【0063】 在可撓性玻璃基板之頂表面處之彎曲應力由以下公
式給出：

$$\sigma_{\text{玻璃-頂面}} = \frac{(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{腔壁}} - T_{\text{腔內}})t_p (2E_g t_g^3 + 3E_g t_g^2 t_p - E_p t_p^3)}{E_g t_g^4 / E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + 4t_g t_p^3 + E_p t_p^4 / E_p}$$

且底表面（亦即，具有聚合物層之介面表面）處之彎曲應力
由以下公式給出：

$$\sigma_{\text{玻璃-底部}} = \frac{(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{腔壁}} - T_{\text{腔內}})t_p (4E_g t_g^3 + 3E_g t_g^2 t_p - E_p t_p^3)}{E_g t_g^4 / E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + 4t_g t_p^3 + E_p t_p^4 / E_p}$$

其中：

E_g 、 ν_g 為可撓性玻璃基板之楊氏模量及泊松比；

E_p 、 ν_p 為聚合物層之楊氏模量及泊松比；

t_g 為可撓性玻璃基板之厚度；

t_p 為塑膠層之厚度；

α_g 為可撓性玻璃基板之熱膨脹係數；

α_p 為聚合物層之熱膨脹係數；

$T_{\text{壓}}$ 為層壓溫度；

$T_{\text{室內}}$ 為室溫；

κ_0 為由 CTE 失配誘發之彎曲曲率；

σ 為彎曲應力；及

y_0 為經彎曲積層板之中性軸。

【0064】 參看第 6 圖及尤其針對彎曲應力之上述方程式，可見熱彎曲之可撓性玻璃基板內之拉伸應力遠小於機械彎曲之可撓性玻璃基板。拉伸應力之該減小可遍及可撓性玻璃基板之厚度自底側至頂側見到。然而，應注意，由於可撓性玻璃基板之彎曲，在可撓性玻璃基板之整個厚度內的應力不均勻，如第 1 圖及第 2 圖中所描繪。在此實施例中，僅可撓性玻璃之一部分厚度更接近可撓性玻璃基板之底側而處於或高於 30 MPa。

一般考慮

【0065】 用於本文中所述之積層板結構中之聚合物層可包括各種聚合物，例如以下各物中之任何一或多者：聚對苯二甲酸伸乙酯（PET）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）、乙烯四氟乙烯（ETFE）或熱聚合聚烯烴（TPOTM-聚乙烯、聚丙烯、嵌段

共聚物聚丙烯 (BCPP) 或橡膠之聚合物/填料摻合物)、聚酯、聚碳酸酯、聚丁酸乙烯、聚氰乙烯、聚乙烯及取代聚乙烯、聚羥基丁酸酯、聚羥基丁酸乙烯酯、聚醚醯亞胺、聚醯胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚醯亞胺、聚醚、聚砜、聚乙烯基乙炔、透明熱塑性塑膠、透明聚丁二烯、聚氰基丙烯酸酯、纖維素基聚合物、聚丙烯酸酯及聚甲基丙烯酸酯、聚乙烯醇、多硫化物、聚乙烯醇縮丁醛、聚甲基丙烯酸甲酯及聚矽氧烷。亦可能使用可經沉積/塗覆為預聚合物或預化合物且隨後經轉換之聚合物，諸如，環氧樹脂、聚胺酯、酚醛樹脂及三聚氰胺-甲醛樹脂。許多顯示器及電氣應用可優選丙烯酸基聚合物、矽樹脂及該等結構協助層，例如，可購自 BuPont 之 SentryGlas®。對於一些應用，聚合物層可為透明的，但對於其他應用，聚合物層不必為透明的。

【0066】 用於在升高溫度下將聚合物層層壓至可撓性玻璃基板之黏合劑材料的非限制性實例包括 UV 可固化光學黏合劑或光學膠合劑，諸如，由 Norland™ Optical Adhesives (NOA60、NOA61、NOA63、NOA65、NOA68、NOA68T、NOA71、NOA72、NOA73、NOA74、NOA75、NOA76、NOA78、NOA81、NOA84、NOA88、NOA89)、Dow Corning™ (Sylgard 184 及其他熱固化矽樹脂)、Dymax™ 及其他公司製造之彼等 UV 可固化光學黏合劑或光學膠合劑。對於熱活化黏合劑材料 (例如，NOA83H)，具有大於預選溫度之活化溫度 (例如，約 50°C 或更大，諸如約 70°C 或更大、諸如 80°C 或更大、諸如 1000°C 或更大) 之黏合劑材料可用於允許聚合物層在聚合物

層層壓至可撓性玻璃基板之前相對於可撓性玻璃基板膨脹之機會。

【0067】另外，聚合物層中之每一聚合物層本身可為層壓或複合結構，該結構由具有不同楊氏模量、不同泊松比及/或層厚度之不同類型之聚合物製成。在此情況下，熟習此項技術者將能夠使化合物層均勻，以發現整體層之有效值，包括有效厚度、有效楊氏模量及有效泊松比，該等有效值如本文所述可用於有利地配置玻璃-組合物積層板。例如，複合物可由以上材料及/或金屬（諸如，不銹鋼、鎳、銅、貴金屬等）之任何組合形成。

【0068】本文中描述之玻璃-聚合物積層板可用作用於安裝裝置功能層之基板，或可用於裝置內之密封劑層或障壁層。裝置可為電子裝置，例如，顯示器螢幕（包括例如液晶顯示器、電漿顯示器、有機發光二極體顯示器、平板顯示器）、發光裝置或太陽電池模組。功能層可包括（例如）薄膜電晶體（TFTs）、二極體、光電二極體、三極體、光伏電池、光耦合器、透明電極、彩色濾光片或導電層。玻璃-聚合物積層板可用作層壓至顯示螢幕上之罩蓋。玻璃-聚合物積層板可用作基板/密封劑，該基板/密封劑不僅用於 OLED（小分子螢光（SMF）及（LEP）發光聚合物），亦用於其他裝置，包括電活性層，例如，有機光電偵測器、有機太陽能電池、薄膜電晶體（TFT）陣列及用於 OLED 之 TFT。另一用途為用於 LEP 產品，諸如，未經圖案化之背光及其他光源或圖案化裝置（諸如，標誌、字母-數字顯示器或點陣及其他高解析度顯示器）。

【0069】 玻璃-聚合物積層板可為實質上透明可成形及/或可撓性結構，以用作電子裝置中之保護元件，其中玻璃-聚合物積層板為複合結構，該複合結構包含厚度自 5 微米至 300 微米之玻璃層及厚度範圍在自 50 微米至 1 cm 或更大之聚合物層。在此點上，玻璃-聚合物積層板之可成形性藉由彎曲及/或扭曲允許玻璃-聚合物積層板偏離完全平面度，故玻璃-聚合物積層板可適應一些其他物體之形狀或形式。玻璃-聚合物積層板之可撓性性允許彎曲玻璃-聚合物積層板而沒有不利地影響玻璃-聚合物積層板之障壁性質。

【0070】 玻璃-聚合物積層板可構成用於電子裝置之基板，且同樣地可塗覆有透明電極層。層可為陽極且可為氧化銦錫或銀基導體。作為替代，玻璃-聚合物積層板可構成用於發光裝置或其他電子裝置之封裝膜。

【0071】 具有玻璃-聚合物積層板之電子裝置可以一系列整合步驟製造，該等步驟包括：建構玻璃-聚合物積層板、沉積透明電極層、沉積電活化層或每一電活性層及沉積第二電極層。分批製程、半連續製程或連續製程可經考慮用於製造完整裝置。可提供第二電極層上之進一步封裝層。根據不同實施例，用於製造玻璃-聚合物積層板之各種技術係可能的。

【0072】 根據一個實施例，提供承載第一透明電極(例如，ITO)之塗層之聚合物層。然後，沉積至少一個電活性(例如，有機電致發光)材料層，接著沉積第二電極層。然後，將完整結構層壓至玻璃層。根據另一實施例，聚合物層及玻璃層以前述順序交換。根據進一步實施例，玻璃-聚合物積層板經預

製且隨後用作沉積第一電極層、至少一個電活性材料層及第二電極層之基礎。

【0073】 根據分批製程，玻璃層及聚合物層可以片形式提供。或者，玻璃層可以片形式提供，且聚合物層來自連續輥軋。作為進一步可能性，玻璃層及聚合物層兩者來自連續輥軋。例如，根據分批製程、連續捲軸式製程或半連續製程，複合結構可藉由層壓玻璃層及聚合物層而形成，，聚合物層借此為連續膜且玻璃層為片形式。

【0074】 對於聚合物層，可能使用可經沉積/塗覆為預聚合物或預化合物且隨後經轉換之聚合物，諸如，環氧樹脂、聚胺酯、酚醛樹脂及三聚氰胺-甲醛樹脂。可用膠/黏合劑將玻璃層及聚合物層層壓在層之間。在此情況下，在層壓製程期間，黏合劑可在室溫或升高溫度下且在有或無壓力的情況下預塗覆至兩個基板中之一個基板上或預塗覆至兩個基板上。UV 固化膠亦係適用的。聚合物層可為以聚合物片的形式，該等聚合物片用熱封膠預塗覆。將聚合物層層壓及/或沉積至玻璃層上可整合於玻璃之製造製程中，亦即，玻璃脫離製造線且隨後（仍為熱的或溫暖或冷的）用聚合物塗覆。

【0075】 作為層壓形成之替代，複合物之聚合物層藉由分批製程或連續製程塗覆至玻璃層上。將聚合物塗覆至玻璃上可係藉由浸塗、噴塗、溶液旋塗、溶液刮塗、彎月塗覆或藉由將熔融聚合物塗覆至玻璃層上。亦即，可能考慮以下不同情況：

（i）在聚合物已作為薄膜存在且聚合物經層壓至玻璃的情況下；及（ii）在聚合物不為薄膜形式但藉由浸漬、噴射等塗覆

至玻璃上的情況下；等等。例如，上述預聚合物適用於情況（ii）。然而，對於情況（ii），亦可塗覆上述許多其他聚合物。在此情況下，聚合物可主要藉由自溶液塗覆、自熔化物塗覆或作為預聚合物塗覆至玻璃上。

【0076】 在電子裝置製造中，通常需要使一些或所有層經受處理步驟。舉例而言，若存在有機電致發光材料，該材料為半導體共軛聚合物，諸如，聚伸苯基伸乙烯基（PPV），則該層之沉積將通常藉由將前驅體沉積至溶劑中之聚合物（例如，藉由旋塗）且隨後使該層經受後續處理步驟以將前驅體轉換成最終聚合物而發生。因此，若底層玻璃-聚合物積層板在該等處理步驟期間存在，則該積層板必須能夠耐受用於旋塗前驅體層之溶劑及用於餾出溶劑且將前驅體轉換成聚合物之後續溫度。因此，玻璃-聚合物積層板之聚合物層需要具有適當品質。舉例而言，若玻璃-聚合物積層板將經受高溫，則聚合物層之玻璃轉化溫度（及任何所使用之黏合劑的工作溫度）應高於彼等溫度。舉例而言，超過 150°C 之溫度係可能的。此外，在某些情況下，聚合物層應對對用於聚合物之溶劑層（諸如，混合二甲苯）、用於可溶共軛聚合物之 THF（諸如，MEH PPV）有抵抗性。

【0077】 玻璃-聚合物積層板可包含多於兩個或三個之層。參看第 7 圖，可撓性玻璃-聚合物積層板結構 120 包括多於三個之層，在此情況下，為七個層 122、124、126、128、130、132 及 134，其中層 122 及層 134 標記為玻璃 1，層 126 及層 130 標記為玻璃 2，層 124 及層 132 標記為聚合物 2 且層 128 標記

為聚合物 1。在此，玻璃層 122 及玻璃層 134 形成最外層。玻璃 1 及玻璃 2 可具有相同或不同玻璃組合物（包括 E_g 、 V_g 、 α 、 t_g ）且可各自為單一均質片或為玻璃積層板。聚合物 1 及聚合物 2 可為相同或不同材料（包括 E_p 、 V_p 、 α_p 、 t_p ）且可為單一均質聚合物片或為具有不同聚合物之積層板。

【0078】參看第 8 圖，另一可撓性玻璃-聚合物積層板結構 140 包括七個層 142、144、146、148、150、152 及 154，其中層 142 及層 154 標記為聚合物 2，層 146 及層 150 標記為聚合物 1，層 144 及層 152 標記為玻璃 2 且層 148 標記為玻璃 1。在此，聚合物層 142 及聚合物層 154 形成最外層（具有 E_{p2} 、 V_{p2} 、 α_{p2} 、 $t_{p2}/2$ ）。玻璃 1 及玻璃 2（分別包括： E_{g1} 、 V_{g1} 、 α_{g1} 、 t_{g1} 及 E_{g2} 、 V_{g2} 、 α_{g2} 、 $t_{g2}/2$ ）可具有相同或不同玻璃組合物且可各自為單一均質片或為玻璃積層板。聚合物 1 及聚合物 2（分別包括： E_{p1} 、 V_{p1} 、 α_{p1} 、 $t_{p1}/2$ ；及 E_{p2} 、 V_{p2} 、 α_{p2} 、 $t_{p2}/2$ ）可為相同或不同材料且可為單一均質聚合物片或為具有不同聚合物之積層板。

【0079】上述可撓性玻璃-聚合物積層板結構為超薄可撓性玻璃基板提供增加之強度。近似恆定之均勻壓縮應力可穿過對稱積層板結構之玻璃厚度提供。聚合物層可提供破裂保護且在發生任何破裂的情況下將可撓性玻璃基板固持在一起。可撓性玻璃-聚合物積層板結構可提供觸控及蓋玻璃，該玻璃可用於替代化學強化玻璃。可提供彎曲顯示器玻璃，諸如，上文連同非對稱可撓性玻璃-聚合物積層板結構論述之彼玻璃。可撓性玻璃-聚合物積層板結構可為薄膜 PV（諸如，BIPV 應

用) 提供障壁層且為 PV 模組提供改良之衝擊保護。可撓性玻璃基板亦可充當防濕層且阻擋不需要的 UV 光。潛在應用為用於 OLED 之密封劑。

【0080】 額外功能性可併入聚合物層中。舉例而言，聚合物層可包含聚合物偏光片、對比度增強濾光片積層板，具有抗反射性質、彩色濾光片性質或顏色轉換性質。舉例而言，將可能具有一裝置，在該裝置中，發光層發出藍光，且在該裝置中，積層板含有(例如)紅色螢光分子或綠色螢光分子，該等分子吸收藍色且以紅色或綠色再發射。或者或另外，聚合物層可經設計以阻擋不需要的環境光及/或具有散射粒子，以使得降低波導且增加裝置之亮度。該等額外功能性可併入玻璃層中。在第三聚合物層提供於複合結構中的情況下，此情況允許兩種不同類型之聚合物層的可能性，從而提供將不同額外功能性併入不同層中的可能性。

【0081】 除電子裝置之外，上述可撓性玻璃-聚合物積層板結構可用於其他領域(諸如，建築表面裝飾、保護塗層、電致變色窗、耐火表面)且用於要求滿足發射式玻璃裝備要求之多堆疊結構之各種配置中。類似地，針對有機膜/薄膜、PV、OLED 顯示器及照明之應用，可撓性玻璃-聚合物積層板結構可充當障壁材料，以保護薄膜、結構及/或結構免於氧氣及濕氣進入/滲透的影響。

【0082】 可撓性玻璃-聚合物積層板結構可利用來自兩種類型(有機及無機)之材料之屬性。聚合物材料易於自環境元素(包括日光暴露)而劃傷、降解且提供不良濕氣/氧氣障壁性

質。另一方面，玻璃係耐劃傷、耐用的且因優良濕氣/氧氣障壁性質而著稱。然而，與聚合物相比，玻璃具有較高密度且為脆性材料，其中玻璃之強度由缺陷及瑕疵影響。上述可撓性玻璃-聚合物積層板結構及製造該等可撓性玻璃-聚合物積層板結構之方法利用該等兩種類型之材料且將該等材料組合成一種積層板結構，與裸薄片玻璃堆疊相比，該積層板結構具有改良之障壁性質、輕重量及較高機械可靠性。

結論

【0083】 應強調，本發明之上述實施例，特別是任何「較佳」實施例僅為實施之可能實例，僅闡述用於清楚理解本發明之各種原理。在實質上不脫離本發明之精神及各種原理的情況下，可對本發明之上述實施例作出各種變化及修改。在本文中，所有此等修改及變化意欲包括於本揭示案及本發明之範疇內且受以下申請專利範圍保護。

【符號說明】

【0084】

- 10 可撓性玻璃-聚合物積層板結構
- 12 應力圖
- 14 第一最外玻璃層
- 16 第一可撓性玻璃基板
- 18 第二最外玻璃層
- 20 第二可撓性玻璃基板
- 22 聚合物層
- 24 黏合劑層

- 26 黏合劑層
- 28 寬表面
- 30 寬表面
- 32 寬表面
- 34 寬表面
- 40 可撓性玻璃-聚合物積層板結構
- 42 應力圖
- 44 可撓性玻璃基板
- 50 聚合物層
- 52 聚合物層
- 54 黏合劑層
- 56 黏合劑層
- 58 寬表面
- 60 寬表面
- 62 寬表面
- 64 寬表面
- 70 可撓性玻璃-聚合物積層板
- 72 可撓性玻璃基板
- 74 可撓性玻璃基板
- 76 虛線
- 78 液體聚合物溶液
- 80 空間
- 82 聚合物層
- 84 外邊緣

- 86 外邊緣
- 88 邊緣保護特徵結構
- 90 可撓性玻璃-聚合物積層板結構
- 92 末端
- 94 末端
- 96 可撓性玻璃基板
- 98 聚合物層
- 100 玻璃
- 102 表面
- 104 表面
- 120 可撓性玻璃-聚合物積層板結構
- 122 層
- 124 層
- 126 層
- 128 層
- 130 層
- 132 層
- 134 層
- 140 可撓性玻璃-聚合物積層板結構
- 142 層
- 144 層
- 146 層
- 148 層
- 150 層

152 層

154 層

C 中心面

h 高度

R 半徑

X X 軸

Y Y 軸

θ 角度

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

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

申請專利範圍

1. 一種玻璃-聚合物積層板結構，該玻璃-聚合物積層板結構包含：

一可撓性玻璃基板，該可撓性玻璃基板具有不超過約 0.3 mm 之一厚度；及

一聚合物層，該聚合物層經層壓至該可撓性玻璃基板之一表面，該聚合物層具有一熱膨脹係數（CTE），該 CTE 為該可撓性玻璃基板之一 CTE 之至少 2 倍，或該聚合物層具有大於該可撓性玻璃基板之一 CTE 之至少 3 ppm/°C 的一 CTE，其中在大於 20°C 之一升高溫度熱膨脹該聚合物層之後，該聚合物層經層壓至該可撓性玻璃基板之該表面且冷卻至該升高溫度以下，以在該可撓性玻璃基板之一厚度內向該可撓性玻璃基板提供至少約 30 MPa 的一壓縮應力。

2. 如請求項 1 所述之積層板結構，其中該可撓性玻璃基板具有在該可撓性玻璃基板之該厚度內之至少約 80 MPa 的一壓縮應力。

3. 如請求項 1 所述之積層板結構，其中該聚合物層具有一 CTE，該 CTE 為該可撓性玻璃基板之該 CTE 之至少約 10 倍。

4. 如請求項 1 至 3 中之任一項所述之積層板結構，該積層板結構進一步包含一黏合劑層，該黏合劑層將該聚合物層層壓至該可撓性玻璃基板。

5. 如請求項 1 至 3 中之任一項所述之積層板結構，該積層板結構進一步包含一彎曲配置。

6. 一種形成一可撓性玻璃-聚合物積層板結構之方法，該方法

包含以下步驟：

將該可撓性玻璃-聚合物積層板結構之一聚合物層加熱至大於 20°C 之一升高溫度，該聚合物層具有一熱膨脹係數 (CTE)，該 CTE 為該可撓性玻璃-聚合物積層板結構之一可撓性玻璃基板之一 CTE 的至少 2 倍，或該聚合物層具有一熱膨脹係數 (CTE)，該 CTE 為大於該可撓性玻璃-聚合物積層板結構之該可撓性玻璃基板之一 CTE 的至少約 3 ppm/°C；

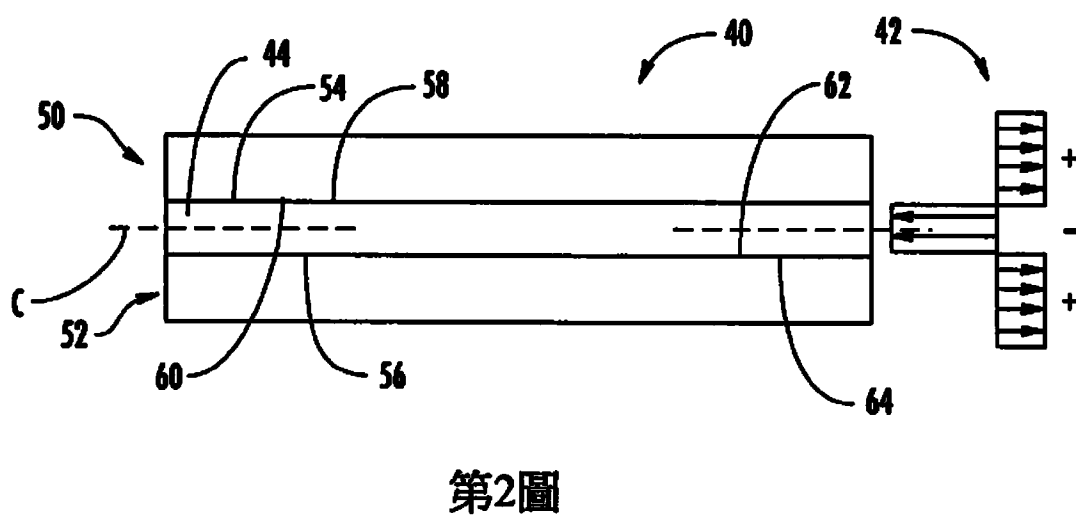
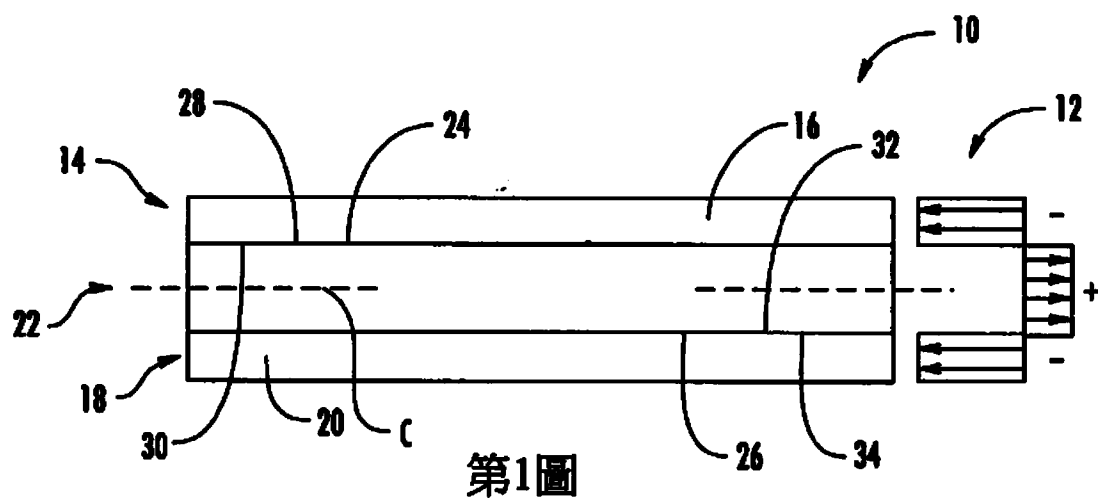
在該升高溫度下，將該聚合物層層壓至該可撓性玻璃基板；及

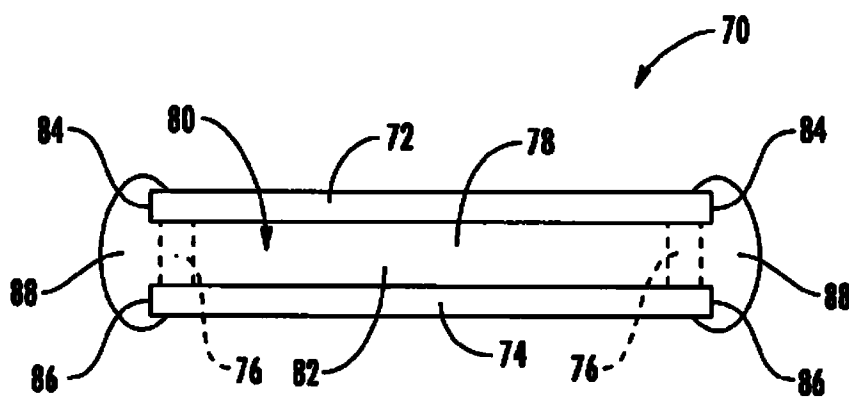
可控地以小於或等於 3°C /分鐘的速率將該聚合物層冷卻至該升高溫度以下，以引入在該可撓性玻璃基板之一厚度內之至少約 30 MPa 的一壓縮應力。

7. 如請求項 6 所述之方法，其中該可撓性玻璃基板具有在該可撓性玻璃基板之一厚度內之至少約 80 MPa 的一壓縮應力。
8. 如請求項 6 所述之方法，其中該聚合物層具有一 CTE，該 CTE 為該可撓性玻璃基板之該 CTE 之至少約 10 倍。
9. 如請求項 6 至 8 中任一項所述之方法，該方法包含以下步驟：當該聚合物層加熱至該升高溫度時，相對於該可撓性玻璃基板膨脹該聚合物層。
10. 如請求項 6 至 8 中任一項所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：在該可撓性玻璃基板與該聚合物層之間塗覆一黏合劑層，該黏合劑層將該聚合物層層壓至該可撓性玻璃基板。

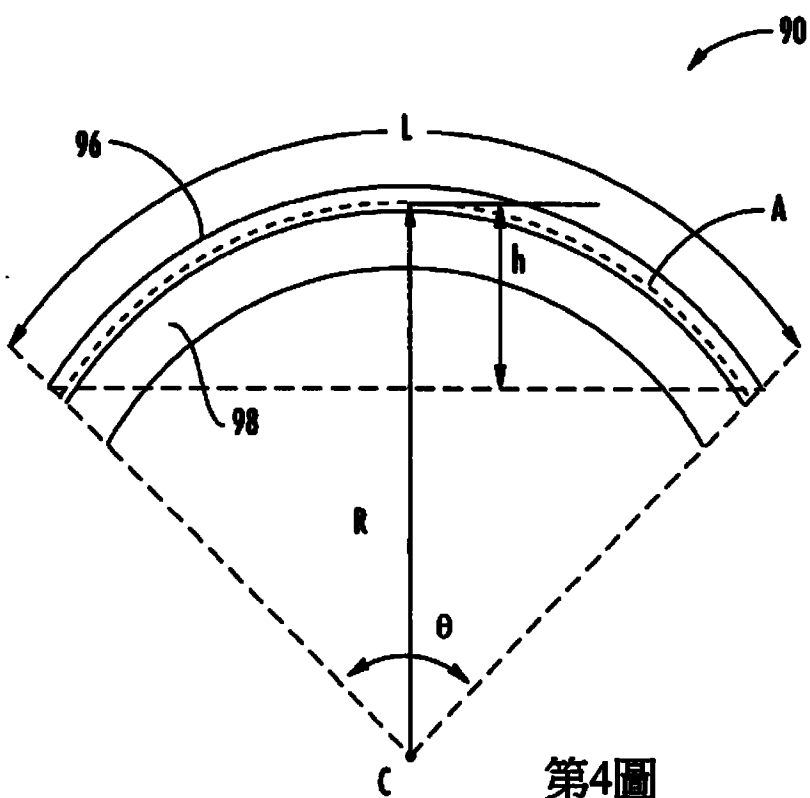
11. 如請求項 6 至 8 中任一項所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：將該聚合物層冷卻至該升高溫度以下以彎曲該可撓性玻璃基板，同時提供在該可撓性玻璃基板之至少一部分厚度內之一壓縮應力。

圖式

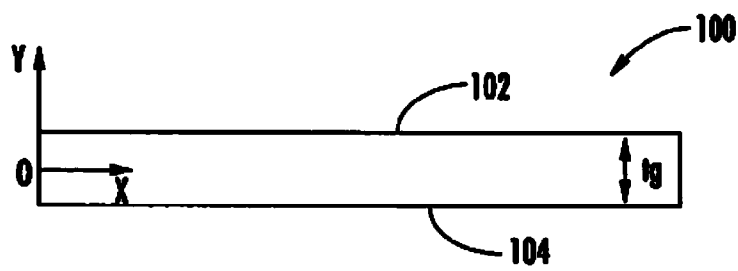




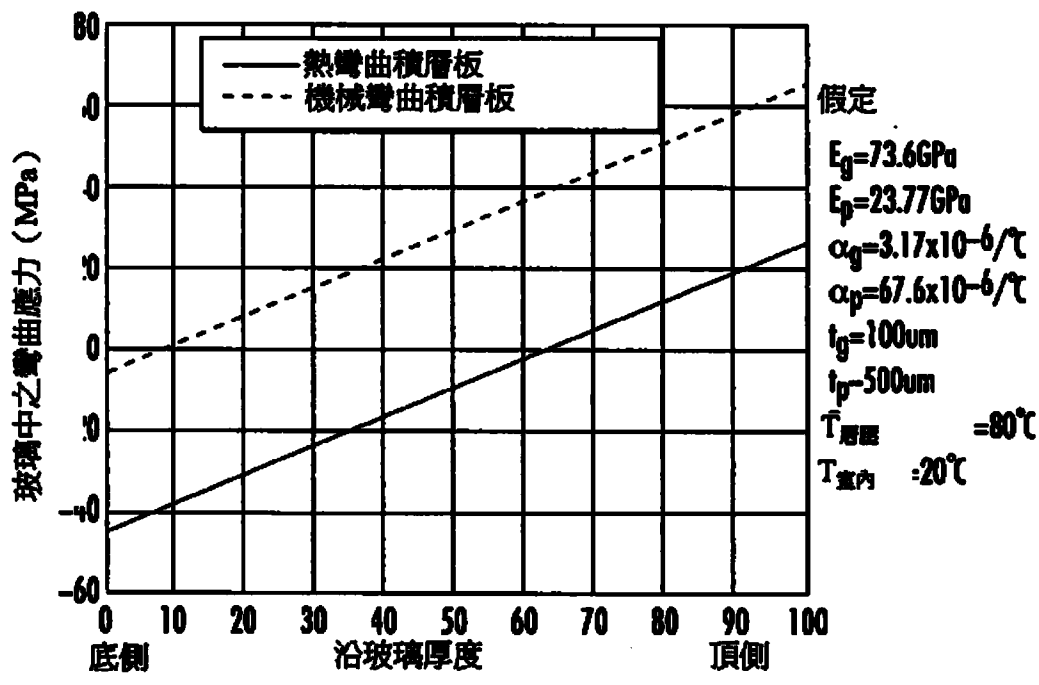
第3圖



第4圖



第5圖



第6圖

