



(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 I767948 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 21 日

(21) 申請案號：106136862 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 26 日

(51) Int. Cl. : **B32B17/06 (2006.01)** **C03C17/32 (2006.01)**
H05K1/03 (2006.01)

(30) 優先權：2016/10/31 美國 62/415,225

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

(72) 發明人：貝畢 許紐 BABY, SHINU (IN)；布克拜得 德納克雷格 BOOKBINDER, DANA
 CRAIG (US)；楚 寶利望達 CHU, POLLY WANDA (US)；葛羅斯 提摩西麥克
 GROSS, TIMOTHY MICHAEL (US)；庫羅許 尤瑟夫凱德 QAROUSH, YOUSEF
 KAYED (JO)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

| | | | |
|----|----------------|----|----------------|
| TW | 201412554A | US | 2015/0336357A1 |
| US | 2016/0009068A1 | WO | 2015/054098A1 |

審查人員：羅玉山

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：7 共 37 頁

(54) 名稱

層狀可彎曲耐刺穿玻璃物件及製造方法

(57) 摘要

玻璃物件具有第一玻璃層、設置鄰接第一玻璃層的第二玻璃層和滑動耦接第一玻璃層與第二玻璃層的界面。界面具有 2 奈米至 500 奈米的厚度。玻璃物件的特徵在於：(a) 當物件在 25°C 與 50% 相對濕度下保持呈 10 毫米的平行板分開距離，計 60 分鐘後無破損；(b) 當第二玻璃層由 (i) 彈性模數小於 1 吉帕的 50 微米厚感壓膠和 (ii) 彈性模數小於 10 吉帕的約 100 微米厚聚乙烯對苯二甲酸酯層支撐，且第一玻璃層裝載直徑 1 毫米的碳化鎢球時，耐刺穿性為大於約 6 公斤力。

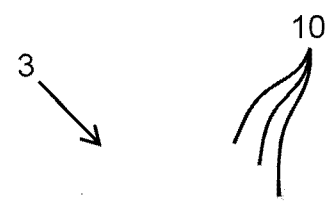
A glass article having a first glass layer, a second glass layer disposed adjacent to the first glass layer, and an interface slidably coupling the first glass layer to the second glass layer. The interface has a thickness of from 2 nm to 500 nm. The glass article is characterized by: (a) an absence of failure when the article is held at a parallel plate separation distance of 10 mm for 60 minutes at 25°C and 50% relative humidity; (b) a puncture resistance of greater than about 6 kgf when the second glass layer is supported by (i) an 50 μm thick pressure-sensitive adhesive having an elastic modulus of less than 1 GPa and (ii) an approximately 100 μm thick polyethylene terephthalate layer having an elastic modulus of less than 10 GPa, and the first glass layer is loaded with a tungsten carbide ball having a 1 mm diameter.

指定代表圖：

符號簡單說明：

3 . . . 堆疊

10 . . . 玻璃層



第2圖



I767948

【發明摘要】

【中文發明名稱】層狀可彎曲耐刺穿玻璃物件及製造方法

【英文發明名稱】LAYERED BENDABLE PUNCTURE RESISTANT GLASS

ARTICLE AND METHOD OF MAKING

【中文】

玻璃物件具有第一玻璃層、設置鄰接第一玻璃層的第二玻璃層和滑動耦接第一玻璃層與第二玻璃層的界面。界面具有2奈米至500奈米的厚度。玻璃物件的特徵在於：(a)當物件在25°C與50%相對濕度下保持呈10毫米的平行板分開距離，計60分鐘後無破損；(b)當第二玻璃層由(i)彈性模數小於1吉帕的50微米厚感壓膠和(ii)彈性模數小於10吉帕的約100微米厚聚乙烯對苯二甲酸酯層支撐，且第一玻璃層裝載直徑1毫米的碳化鎢球時，耐刺穿性為大於約6公斤力。

【英文】

A glass article having a first glass layer, a second glass layer disposed adjacent to the first glass layer, and an interface slidably coupling the first glass layer to the second glass layer. The interface has a thickness of from 2 nm to 500 nm. The glass article is characterized by: (a) an absence of failure when the article is held at a parallel plate separation distance of 10 mm for 60 minutes at 25°C and 50% relative humidity; (b) a puncture resistance of greater than about 6 kgf when the second glass layer is supported by (i) an 50 μm thick pressure-sensitive adhesive having an elastic modulus of less than 1 GPa and (ii) an approximately 100 μm thick polyethylene terephthalate layer

having an elastic modulus of less than 10 GPa, and the first glass layer is loaded with a tungsten carbide ball having a 1 mm diameter.

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

3 堆疊

10 玻璃層

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】層狀可彎曲耐刺穿玻璃物件及製造方法

【英文發明名稱】LAYERED BENDABLE PUNCTURE RESISTANT GLASS
ARTICLE AND METHOD OF MAKING

【0001】本申請案根據專利法法規主張西元2016年10月31日申請的美國臨時專利申請案第62/415225號的優先權權益，本申請案依賴該臨時申請案全文內容且該臨時申請案全文內容以引用方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】本發明大體係關於可彎曲玻璃物件和製造方法。

【先前技術】

【0003】傳統上本質剛性的產品和組件撓曲改型正概念化為新應用。例如，可撓電子裝置可提供薄、輕又可撓的性質，而提供新應用機會，例如彎曲顯示器和穿戴式裝置。許多可撓電子裝置需要可撓基板來支承及裝設裝置的電子部件。金屬箔有一些優點，包括熱穩定性和耐化學性，但成本高、缺乏透光度。聚合物箔有一些優點，包括抗疲勞破損，但具最低限度透光度、缺乏熱穩定性和有限氣密性的缺點。

【0004】一些電子裝置亦可利用可撓顯示器。透光度和熱穩定性通常是可撓顯示器應用的重要性質。此外，可撓

顯示器應具高疲勞與刺穿抗性，包括抗小彎曲半徑破損，特別係具觸控螢幕功能及/或可摺疊的可撓顯示器。

【0005】 習知可撓玻璃材料提供可撓基板及/或顯示器應用所需的許多性質。然將玻璃材料用於該等應用迄今仍未很成功。通常，玻璃基板可製造成非常低的厚度量級（ < 25 微米（ μm ）），以實現越來越小的彎曲半徑。然「薄」玻璃基板苦於有限的耐刺穿性。同時，厚玻璃基板（ > 150 μm ）可製造成具較佳耐刺穿性，但彎曲後，基板將無適當疲勞抗性和機械可靠性。

【0006】 因此，需要能可靠用於可撓基板及/或顯示器應用與功能的玻璃材料、部件和組件，特別係可撓電子裝置應用。

【發明內容】

【0007】 由超薄玻璃層堆疊構成的玻璃物件可像單一超薄玻璃層一樣彎曲成緊縮（tight）半徑，但具有如厚單塊玻璃般的耐刺穿性。本文所用「超薄」玻璃層一詞意指各玻璃層的厚度為約25微米（以下稱「微米」或「 μm 」）至約100微米。玻璃物件例如為蓋玻璃，用於含有薄膜電晶體（TFT）背板與有機發光二極體（OLED）裝置的可摺疊顯示器堆疊。

【0008】 本發明提供超薄玻璃層的層狀玻璃物件（「堆疊」）的實施例，此在結構完整性方面模擬單塊厚玻璃層（耐刺穿），卻像極超薄玻璃片能彎曲成緊縮半徑，同時仍可在蓋元件面向使用者側提供大於或等於8H的鉛筆硬

度。位於超薄玻璃層間的抗摩擦塗層及/或材料能讓超薄玻璃層在彎曲時滑過彼此(類似繞著平行封皮的軸彎曲厚平裝書的方式)。當處於非彎曲構造時，玻璃層例如因邊緣的永久邊緣密封連接或因受框架限制而重新對準，藉以使堆疊保持在裝置內。

【0009】 相較於單一超薄玻璃層，本發明的實施例具有厚單塊玻璃的耐刺穿性。

【0010】 相較於厚度與堆疊中所有超薄玻璃層總厚度相仿的單塊玻璃，本發明的一些實施例達成更緊縮的彎曲半徑，近乎類似單層超薄玻璃所能達成者。

【0011】 相較於僅有塑膠或塑膠做為消費性電子裝置面向消費者的蓋表面，根據本發明一些實施例的玻璃物件具有：增強的表面硬度，耐磨鉛筆硬度大於或等於8H，例如大於或等於9H；更高的穿透率；更高的化學耐久性；及更高的隨彎曲翹曲抗性。

【0012】 所含附圖提供對所述原理的進一步瞭解，故當併入及構成說明書的一部分。圖式描繪一或更多實施例，並連同實施方式說明一起用來舉例解釋實施例的原理和操作。應理解說明書和圖式所述各種特徵結構可以任何和所有結合方式使用。

【0013】 本文所述實施例和實施例的特徵乃示例呈現，在不脫離本發明範圍內，可單獨提供或以任何方式結合所述其他實施例的任一或更多特徵。再者，應理解以上概要說明和下述詳細說明乃示例描述本發明實施例，及擬

提供概觀或架構以對實施例主張本質和特性有所瞭解。所含附圖提供對實施例的進一步瞭解，故當併入及構成說明書的一部分。圖式描繪本發明的不同實施例，並連同實施方式說明一起用來解釋實施例的原理和操作。

【圖式簡單說明】

【0014】 第1圖係根據一些實施例，在不彎曲構造下的堆疊側視圖。

【0015】 第2圖係根據一些實施例，在彎曲構造下的堆疊側視圖。

【0016】 第3A圖至第3F圖係根據一些實施例，各種堆疊的側視圖。

【0017】 第3G圖係使用第1圖的測試裝配進行耐刺穿試驗的模型化結果曲線圖，並包括最大主應力（縱軸，兆帕（MPa））對負載（橫軸，牛頓（N））。

【0018】 第4圖係模型化堆疊構造A-F各自的底限刺穿負載（縱軸，公斤力（kgf））模型化結果曲線圖。

【0019】 第5圖係測試裝配的側視圖。

【0020】 第6圖係堆疊A-C（沿橫軸）的耐刺穿測試實驗結果曲線圖，包括底限刺穿負載（縱軸，kgf）。

【0021】 第7圖係筆落試驗（pen drop test）的實驗結果曲線圖，包括破損高度（縱軸，公分（cm））對玻璃厚度（橫軸，微米，以下稱「微米」或「 μm 」）。

【實施方式】

【0022】 以下詳細說明出於解釋而非限制目的提及揭示特定細節的示例性實施例，以對各種原理和態樣有更徹底的瞭解。然一般技術人士將明白，利用本發明的優勢，主張標的當可以脫離所述特定細節的其他實施例實行。再者，在此將省略已知裝置、方法和材料的敘述，以免讓所述各種原理變得晦澀難懂。最後，盡可能以相同的元件符號表示相仿的元件。

【0023】 現將參照附圖，更完整描述方法和裝置如下，其中附圖圖示本發明的示例性實施例。盡可能在各圖中以相同的元件符號表示相同或相仿的零件。然本發明得以許多不同形式體現，故不應解釋成限定在所述實施例。

【0024】 根據一些實施例，層狀玻璃物件（「堆疊」）可做為用於電子裝置的蓋元件。層狀玻璃堆疊實施例將描述為電子裝置的蓋元件，但不一定為此例。可彎曲玻璃堆疊可用於任何環境，其中材料具有下列任一或更多者係有利的：可彎曲成小半徑；耐穿刺性；氣密性；及/或耐刮性，例如鉛筆硬度大於或等於8H、或大於或等於9H。

【0025】 如第1圖所示，堆疊3包括二或更多玻璃層10，玻璃層彼此鄰接設置橫跨界面12。玻璃層10相互解交連（decouple）（即在整個區域或整個周邊周圍彼此不接合），從而容許相對彼此滑動。由於玻璃層10可相對彼此滑動，堆疊可彎曲成緊縮半徑。即如第2圖所示，三個玻璃層10的堆疊在彎曲時可相對彼此滑動，故於玻璃層10之一誘發的應力基本上與在相鄰玻璃層10誘發的

應力無關。從第2圖可知，沿堆疊3的曲率半徑往外掃視，在曲率中心側的玻璃層10彎曲成最小曲率半徑，相繼玻璃層則彎曲成越來越大的曲率半徑。故彎曲時，比起最靠近堆疊3的曲率中心的玻璃層，於較大曲率半徑處的玻璃層具有較小的彎曲誘發應力。又，最內側的玻璃層將沿曲率半徑延伸超過下一相鄰玻璃層10的周邊等。無論如何，由於玻璃層10相互解交連，在一玻璃層10誘發的應力基本上與相鄰玻璃層內應力無關。當堆疊3不彎曲時，玻璃層10再次相對彼此滑動及回到實質平面狀態。為使玻璃層保持相對彼此對準，可如元件符號13所示，將玻璃層黏接在一起。玻璃層10可利用黏著劑、夾具、膠帶、扣件或其他適合材料或裝置黏接，以將玻璃層10一起箝住於一處（黏接或以其它方式相對彼此固定或縛緊），較佳為層邊緣，又較佳為沿著供堆疊3繞著彎曲的軸線。實際上，將層一起黏接在尚包括樞軸的部分係有利的，如此層可相對彼此固定，在彎曲、摺疊或捲繞包括堆疊3的電子裝置期間，層可繞著樞軸彎曲。或者或此外，框架元件（未圖示，但可設在部分堆疊3的周圍、上面及/或下面）可限制部分玻璃層10移動，而以適當對準方式維持玻璃層。此方式面臨的挑戰為在層間獲得充分耦接，使得從一玻璃層到下一玻璃層有足夠能量傳遞/吸收來增加耐刺穿性，同時維持充分解交連及使層相對彼此抗摩擦滑動，以免一或更多層因滑動而遭摩擦破壞。故防止相鄰玻璃層間直接接觸係有益的。然即使層不直接接觸，玻璃層相對彼

此滑動時，各層間的外來顆粒也會造成破壞。因此，玻璃層間的潤滑性和清潔度有利於防止摩擦破壞玻璃層。

【0026】 玻璃層10可各自為10微米至125微米厚，例如10微米、20微米、30微米、40微米、50微米、60微米、70微米、80微米、90微米、100微米、110微米、120微米、125微米和介於前述值間的子範圍。任一堆疊3的各玻璃層10可具相同厚度或具不同厚度。例如，在一些情況下，期具有厚玻璃層（例如100微米厚、或110微米厚、或120微米厚或125微米厚）做為最頂層，因為在其他條件不變下，厚度較薄的最頂層（例如50微米厚或以下）比厚層更易刺穿。就現實考量，此現象的確可能導致界面12無法在玻璃層間完美地傳遞能量。又，在一些情況下，為使堆疊達相同總玻璃厚度，具有較少厚層比具有較多薄層佳。例如，就預定玻璃厚度200微米而言，在一些情況下，較佳使用兩層100微米厚玻璃，而非使用四層50微米厚玻璃。各玻璃層10可由無鹼或含鹼的鋁矽酸鹽、硼矽酸鹽、硼鋁矽酸鹽或矽酸鹽玻璃組成製成。例如，玻璃層10可由無鹼的鋁矽酸鹽、硼矽酸鹽、硼鋁矽酸鹽和矽酸鹽玻璃組成製成。玻璃層10亦可由含鹼的鋁矽酸鹽、硼矽酸鹽、硼鋁矽酸鹽和矽酸鹽玻璃組成製成。在某些實施例中，鹼土改質劑可加入前述玻璃層10的任一組成。玻璃層10可由玻璃、玻璃陶瓷、陶瓷材料或上述複合物形成。任一堆疊3的玻璃層10可由和堆疊3的其他玻璃層10一樣或不同的材料製成。任何適當數量的玻璃層10都可用於任

一給定堆疊3。例如，堆疊可使用2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12或更多玻璃層10。除了其他考量，玻璃層數量還取決於預定耐刺穿性和各層厚度。

【0027】 界面12可包括任一或更多材料14和塗層16。材料14通常用於界面12，以減少此處折射率不同於玻璃層10的材料量。例如，當玻璃層10具有不同於空氣的折射率時，材料14置於界面12，以減少此處的空氣量，因為折射率差異會造成觀看堆疊時出現牛頓環、反射或其他不當光學作用。另外，期望材料14為光學澄清，以便清楚看到設在堆疊3底下的顯示器。材料14可包括折射率匹配油（例如礦物油或凝膠）或氣隙。塗層16可存於設置橫跨任何特定界面的某一玻璃層10、二玻璃層10，或不存於任何玻璃層10。若有，則塗層16可包括抗摩擦性，以協助相鄰玻璃層10相對彼此滑動，而不會導致互相破壞。塗層16可包括：已知具低表面能的碳氟化物材料，包括熱塑性塑膠，例如聚四氟乙烯（PTFE）、FEP、PVDF和非晶碳氟化物（包括Teflon AF（DuPont）、Cytop（Asahi），此通常仰賴機械聯鎖機制附接，或矽烷，例如DC2634（Dow Corning）或其他氟或全氟矽烷（或烷基矽烷），此可沉積成單層或多層（在50°C - 80°C、50 RH下固化）；矽酮樹脂、蠟、聚乙烯（氧化）可單獨使用或結合熱端塗層，例如氧化錫（改善黏著性及減小表面接觸面積），或氣相沉積塗層，例如聚對二甲苯，DLC（類鑽石塗層）亦可用於提供低摩擦疏水性塗層；

低摩擦塗層亦可利用氧化鋅、二硫化鉬（或鎢）、六方氮化硼，或者硼化鋁鎂可單獨使用或當作添加劑加入黏合劑；其他塗層，例如聚醯亞胺、聚酯或聚丙烯酸酯亦可施用於一或更多玻璃層。塗層 16 可為幾奈米（nm）厚，例如 2 nm、3 nm、4 nm、5 nm、6 nm、7 nm、8 nm、9 nm、10 nm、12 nm、15 nm、20 nm 和介於前述值間的所有範圍與子範圍。當塗層 16 不存於橫跨界面 12 的任一玻璃層時，界面 12 可包括具折射率匹配特性和抗摩擦特性的材料 14。例如，界面 12 的厚度可為約 5 微米或以下，例如 4.5 微米、4.0 微米、3.5 微米、3.0 微米、2.5 微米、2.0 微米、1.5 微米、1.0 微米、0.5 微米和介於前述值間的所有範圍與子範圍。另一方面，為在層間提供足夠潤滑力讓層相互滑動，界面應至少為幾奈米厚，例如 2 nm、3 nm、4 nm、5 nm、6 nm、7 nm、8 nm、9 nm、10 nm、11 nm、12 nm、15 nm、20 nm 和介於前述值間的所有範圍與子範圍。

【0028】 薄玻璃耐刺穿斷裂的原因為玻璃底表面的雙軸破損，特別係玻璃下面有軟性材料時。較厚玻璃具有較高的刺穿破損高度，且於頂表面破損，但難以或無法彎曲成預定緊縮半徑。

【0029】 堆疊 3 的特性（包括：玻璃層 10 的厚度與數量；界面 12 的厚度；材料 14 的存在、材料與厚度；及一或更多塗層 16 的存在與材料）乃選擇使堆疊得適當彎曲成預定彎曲半徑及具適當耐刺穿性。根據一些實施例，由

於玻璃層 10 內的應力隨玻璃層 10 的厚度立方變化，各玻璃層 10 的厚度可選擇夠小，以耐受堆疊 3 的預定彎曲半徑，即厚度為小於或等於 125 微米，例如 120 微米、110 微米、100 微米、90 微米、80 微米、70 微米、60 微米、50 微米、40 微米、30 微米、20 微米、10 微米和介於前述值間的所有範圍與子範圍。於是為提供堆疊適當耐刺穿性，例如耐刺穿性近似厚玻璃層，即厚度為 150 微米或以上，例如 160 微米、170 微米、180 微米、190 微米、200 微米、210 微米、220 微米、230 微米、240 微米或 250 微米和介於前述值間的所有範圍與子範圍，如上所述，一些薄層堆疊在彼此頂部且各層間具有界面。

【0030】 第 7 圖圖示對不同厚度的單塊玻璃施行筆落試驗。筆落試驗進行如下：用一片 3M 471、0.14 毫米（mm）膠帶，將測試樣品黏貼在底部而包含斷裂片；接著把樣品以膠帶面朝下放到 5 mm 厚的 ABS/PVC 板頂部，然後放到 26 mm 厚的 Epoxyn 支撐件頂部；用筆為 0.8 毫米球（Flex Grip Elite M，Paper Mate®），重 6.45 克，針對每種不同樣品，每落下 5 次後即更換筆；每個筆對每種厚度測試 10 個試樣，除了 67 微米厚玻璃測試 16 個試樣，及針對 150 微米和 200 微米厚玻璃測試 3 個試樣；管子設置實質垂直玻璃樣品的主表面，用以將筆導向樣品；筆的高度由止動銷控制，並從樣品上方 2 公分（cm）處開始；若樣品通過特定筆落高度，則移動管子，將下一筆落導向樣品主面的不同點，高度增加 2 cm，直

到玻璃龜裂破損；根據第7圖發現，50至100微米厚玻璃的最大測試高度為小於90 cm；就150與200微米厚的玻璃樣品而言，通過90 cm的筆落高度後，使每樣品於150 cm和300 cm各落下3次，未發現破損；記錄最大落下高度為300 cm，試驗結束，無樣品破損。如第7圖所示，厚玻璃片（例如150微米和200微米）的耐刺穿性比100微米與更薄的玻璃片佳。然如此領域所知，由於玻璃堅度以非線性方式隨厚度立方增加，故薄玻璃片（例如125微米或以下）可達成的彎曲半徑遠小於厚玻璃片（例如200微米或以上）能達成的彎曲半徑。因此，有益的是玻璃物件達成類似200微米厚（或更厚）玻璃片的耐刺穿性，同時還維持125微米厚（或更薄）玻璃片的彎曲性。

【0031】是以堆疊3的各種構造乃設計為維持可彎曲成預定緊縮彎曲半徑（例如100微米厚單塊玻璃的彎曲性，其中玻璃藉由蝕刻、離子交換及蝕刻製備，如美國專利案第9,321,677號所述並可取自美國紐約州Corning的康寧公司），同時能達成適當耐刺穿性，例如耐刺穿性近乎類似200微米厚的單塊玻璃。

【0032】堆疊A繪示於第3A圖，並且包括100微米厚玻璃層10。現將配合第5圖的測試設備描述如下，藉由選擇底下材料來模擬堆疊3下面的裝置性能，以模型化及測試堆疊。特別地，所有堆疊（堆疊A-F）的共同底下材料係實心鋁台架2，台架頂部設置100微米厚聚乙炔對苯二甲酸酯（PET）層4，PET層頂部設置50微米厚光學膠

(OCA) 或感壓膠 (PSA) 層 6。堆疊 3 則置於 50 微米的 OCA 或 PSA 層頂部。堆疊 3 的材料性質如下表 1 所示。類似第 5 圖及第 6 圖的測試結果，第 3 圖及第 4 圖的模型化採取由直徑 1 mm 的碳化鎢球施加負載。在多層堆疊中，各層 (OCA/PSA 層以外的層和與之鄰接的層) 模型化為在整個表面彼此不直接「硬性」接合，而是在彎曲時能夠滑動。甚至連 OCA/PSA 層即使有黏性，也模型化為相對彼此滑動，因為 OCA/PSA 層具有夠低的堅度讓各層朝剪切方向相對彼此移動。模型化玻璃經離子交換而於表面達約 850 兆帕 (MPa) 的壓縮應力，其中壓縮應力的壓縮深度為約 10 至 15 微米 (其中壓縮深度定義為應力從壓縮變成拉伸之處)。模型化假設當頂上玻璃層下側的最大主應力達實質 3000 兆帕時將破損，參見第 3 G 圖的虛線 300。此數字一致用於所有樣品，然實際上，此數字可能因各種因素而偏上或偏下，包括玻璃組成和強化。另外，第 4 圖圖示第 3 G 圖的模型化結果 (第 3 A 圖至第 3 F 圖的堆疊)，破損負載轉換成公斤力 (Kgf)。如第 3 G 圖所示，其中線 310 A 橫跨虛線 300，堆疊 A 模型化為達到約 24 牛頓 (N) 的破損負載；如第 4 圖所示，此對應約 2.4 公斤力的負載。

【0033】 堆疊 B 繪示於第 3 B 圖，並且包括 200 微米厚玻璃層 10。如第 3 G 圖所示，其中線 310 B 橫跨虛線 300，堆疊 B 模型化為達到約 123 N 的破損負載；如第 4 圖所示，此對應約 12.3 kgf 的負載。

【0034】堆疊C繪示於第3C圖，並且包括兩個100微米厚的玻璃層10設置橫跨界面12。界面12包括塗層16於各玻璃層上和在二者間的材料14。界面12的厚度為約50 nm。如第3G圖所示，其中線310C橫跨虛線300，堆疊C模型化為達到約62 N的破損負載；如第4圖所示，此對應約6.2 kgf的負載。

【0035】堆疊D繪示於第3D圖，並且包括兩個100微米厚的玻璃層10，50微米的OCA或PSA層設在二者之間。如第3G圖所示，其中線310D橫跨虛線300，堆疊D模型化為達到約19 N的破損負載；如第4圖所示，此對應約1.9 kgf的負載。

【0036】堆疊E繪示於第3E圖，並且包括兩個100微米厚的玻璃層10，50微米的聚醯亞胺（PI）層20設在二者之間。此堆疊模型化為使PI層與相鄰玻璃層解交連，即不附接。如第3G圖所示，其中線310E橫跨虛線300，堆疊E模型化為達到約47 N的破損負載；如第4圖所示，此對應約4.7 kgf的負載。

【0037】堆疊F繪示於第3F圖，並且包括六個100微米厚的玻璃層10設置橫跨界面12，界面位於鄰接玻璃層對之間。各界面12包括塗層16於各玻璃層上和在二者間的材料14。各界面12的厚度為約50 nm。如第3G圖所示，其中線310F橫跨虛線300，堆疊F模型化為達到約128 N的破損負載；如第4圖所示，此對應約12.8 kgf的負載。

【0038】大體上可知，玻璃的下層將限制頂上玻璃出於點負載的局部彎曲，從而提高頂上玻璃和整個堆疊的耐刺穿性。然更特定言之，比較堆疊A與堆疊D可知，單純增加堆疊的玻璃厚度並無效果。即，堆疊D（具有兩層100微米厚玻璃）具有約和堆疊A一樣的耐刺穿性，堆疊A只具一個100微米厚的玻璃層（如第4圖所示，1.9對2.4公斤力）。此係因為50微米厚OCA/PSA層位在堆疊D的玻璃層之間，在第二層提供任何益處前，該層容許頂層撓曲至破損位置。故在低堅度或低模數玻璃間的層可能被推開，使得玻璃在下層提供任何支撐前經受雙軸彎曲。因此，堆疊的玻璃層需要更直接相互支撐（即提供玻璃層間更多耦接，以增加從一層到下一層的能量傳遞/吸收）。

【0039】比較堆疊D與堆疊E可知，增加玻璃層間的層堅度，可讓底下玻璃層更直接支撐頂上玻璃層。更特定言之，類似堆疊D，堆疊E具有兩個100微米厚的玻璃層且由50微米厚的中介層隔開。然在堆疊E的例子中，中介層係聚醯亞胺（PI），PI的堅度比堆疊D的OCA/PSA大。故堅硬的PI中介層能更緊密耦接玻璃層，使堆疊E具有約4.7公斤力的刺穿負載，即大於堆疊D（1.9公斤力）和堆疊A（2.4公斤力）。例如參見第4圖。雖未模型化，但根據本發明的原理，堆疊D的PI薄層可改善耐刺穿性。

【0040】比較堆疊E與堆疊C可知，薄中介層可提供更直接支撐頂上玻璃層。更特定言之，堆疊C採用在玻璃層間的界面，如第1圖所示，各玻璃層10於表面具有抗摩擦

塗層 16 (約 2 奈米 (nm) 的矽烷) 和在二者間的材料 14 (約 50 nm 的礦物油)。堆疊 C 可達成約 6.2 公斤力的耐刺穿性，即大於堆疊 E (4.7 公斤力)、堆疊 D (1.9 公斤力) 和堆疊 A (2.4 公斤力)。例如參見第 4 圖。故界面 12 的厚度為奈米級至高達數微米有利底下玻璃層更直接支撐玻璃層。然堆疊 C 的耐刺穿性 (6.2 公斤力) 僅為堆疊 B (12.3 公斤力) 的一半左右，堆疊 B 係 200 微米厚的單塊玻璃。例如參見第 4 圖。

【0041】 故當堆疊的玻璃厚度分成一層以上時 (即 200 微米單塊玻璃的玻璃厚度和具兩個 100 微米單塊玻璃的堆疊一樣)，更多玻璃厚度似乎將用於達成相似的耐刺穿性。實際上，比較堆疊 F 與堆疊 B 可知，6 層 100 微米厚的單塊玻璃可用於達成約和一個 200 微米厚單塊玻璃一樣的耐刺穿性。即，堆疊 F 的耐刺穿性為 12.8 公斤力，此非常類似堆疊 B (12.3 公斤力)。例如參見第 4 圖。

【0042】 接著構建及測試堆疊 3 的各種構造。第 5 圖係測試設備的側視圖，用於測試堆疊 3 的耐刺穿性。蓋元件底下的材料會影響蓋元件的撓性和耐刺穿力。因此，堆疊係使用底下材料測試，底下材料乃選擇為模擬蓋下面的行動顯示裝置中的材料性質。

【0043】 測試設備包括實心鋁台架 2，台架頂部設置基底 8。基底 8 的材料乃選擇為具有模擬蓋元件下面的顯示裝置中的材料性質。更特定言之，基底 8 包括 100 微米 PET 層 4，PET 層頂部設置 50 微米 PSA 層 6。50 微米厚

OCA層可用來取代50微米PSA，只要OCA的性質類似PSA。100微米PET 4、50微米PSA/OCA 6和玻璃層10的各種材料性質列於表1。

表 1

| 材料 | 密度(公斤/公尺 ³) | 彈性模數(兆帕) | 帕松比 |
|-----------------|-------------------------|-----------|---------|
| 玻璃 | 2 4 5 0 | 7 1 0 0 0 | 0 . 2 2 |
| P I | 1 4 2 0 | 3 1 0 0 0 | 0 . 3 4 |
| P E T | 1 0 3 8 | 1 9 2 0 | 0 . 3 8 |
| O C A (P S A) | 1 0 8 0 | 1 | 0 . 4 9 |

【0044】為測試任一特定堆疊3，把堆疊3放到基底8上。接著利用Instron拉力機，以1毫米/分鐘的速率將直徑1毫米的碳化鎢球9朝方向7按壓於堆疊3上，直到堆疊的最頂玻璃層10出現裂痕，裂痕代表堆疊3破損。堆疊3破損時施加至球9的負載記為堆疊3的耐刺穿性。

【0045】特定言之，利用第5圖的設備，構建及測試堆疊A、C和B。測試結果繪示於第6圖，第6圖係堆疊A、堆疊B和堆疊C的構造的底限刺穿負載（破損負載，公斤力）。在實驗結果方面，玻璃未經離子交換或如美國專利案第9,321,677號所述製造處理。而是玻璃為顯示器等級、無鹼、融合下拉的100微米厚玻璃。如第6圖所示，堆疊A（具一層100微米厚玻璃）的刺穿底限（4公斤力）遠小於具200微米厚玻璃層的堆疊B（12公斤力）。相較

於堆疊 A (約 4 公斤力)，堆疊 C 使用兩層 100 微米厚玻璃可提高刺穿底限 (約 6 公斤力)，但未達到和堆疊 B 一樣的量級 (約 12 公斤力)。結果十分吻合模型化結果。如上所述，儘管實驗結果係在非強化玻璃上進行，而模型化結果係使用強化玻璃取得。然若在強化玻璃上進行，則預期實驗結果會稍微往上偏移，因為強化會增加玻璃屈曲力，即在破損前可於下側達更高應力。然強化及如美國專利案第 9,321,677 號所述製程對玻璃達成緊縮彎曲半徑的能力有很大的影響，在此方面，此類製程即可用於使堆疊的各玻璃層達成特定彎曲半徑。在任何情況下，相較於僅有一個 100 微米厚玻璃層，使用兩層 100 微米厚玻璃的確可使堆疊所能承受的底限刺穿負載提高約 1.5 至 1.6 倍。

【0046】 第 3 圖及第 4 圖的模型化結果和第 6 圖的實驗結果顯示堆疊耐受半靜態負載的能力。即，碳化鎢球移動非常緩慢 (每分鐘 1 毫米)。然儘管為半靜態，一般預期定向假定堆疊組件的材料特性和厚度，是以測試表示堆疊吸收能量而不破損的能力。即，堆疊組件比另一堆疊組件能耐受較高靜態負載通常也表示將可耐受較高動態負載，例如其他耐刺穿試驗的動態負載，例如筆落試驗。

【0047】 從以上結果可知，適當耦接玻璃層來增加堆疊的玻璃層數量可提高堆疊的耐刺穿性。根據一些實例，例如比較堆疊 A 與堆疊 C 和堆疊 F 可知，從一增加玻璃層數量對破損負載有加乘作用。更特定言之，假設相同厚度的

玻璃層，玻璃層數量從一（堆疊A）增加為二（堆疊C）將提高破損負載兩倍以上，即從2.4公斤力變成6.2公斤力。同樣地，玻璃層數量從一（堆疊A）增加為六（堆疊F）將使破損負載提高近乎六倍，即從2.4公斤力變成12.8公斤力。

【0048】 至於堆疊彎曲力，堆疊F的變型可建構具有三層100微米玻璃（其中玻璃依蝕刻、離子交換及蝕刻製程製造，如美國專利案第9,321,677號所述），其中鄰接界面的玻璃層各面塗覆C-18矽烷。玻璃層在彎曲區域（轉樞區域）黏接在一起。此樣品能在分開10毫米距離的平行板間倖免彎曲。平行板彎曲試驗係在25℃和50%相對濕度下進行60分鐘。

【0049】 根據預示實例，堆疊F的變型可設計為彎曲成2 mm的平行板距離，且在25℃和50%相對濕度的環境下經過60分鐘後不會斷裂。堆疊可配置具有三層70微米玻璃，每層具有700兆帕或以上的表面壓縮應力，相鄰玻璃層間的界面為2 nm至500 nm厚，其中設有折射率匹配材料（以匹配玻璃層的折射率）和塗層（如上所述）於各玻璃層表面而定義界面。另外，由於有多層70微米玻璃，當一外部玻璃層由(i)彈性模數小於1吉帕（GPa）的50 μm厚感壓膠和(ii)彈性模數小於10 GPa的約100 μm厚聚乙烯對苯二甲酸酯層支撐，且另一外部玻璃層裝載直徑1 mm的碳化鎢球時，堆疊的耐刺穿性亦可大於約6公斤力。

【0050】 彎曲應力：

【0051】 緊縮彎曲半徑將造成大拉伸應力。由於玻璃表面存有預先存在的裂縫，玻璃傾向以災難性方式或延遲破損方式破損（因循環負載導致疲勞破損）。以下方程式可用於估計玻璃片因恆定曲率半徑造成的最大彎曲應力，

$$\sigma_{\max} = \frac{E}{1-\nu^2} \frac{h}{2R} \quad (0.1)$$

其中E係楊氏模數， ν 係帕松比（Poisson's Ratio），h係玻璃厚度，R係曲率半徑。利用此方程式可預測模數、玻璃厚度和曲率半徑對玻璃彎曲引起最大拉伸應力的影響，如第1圖所示。顯然，最大彎曲應力與玻璃厚度、玻璃模數線性相依，並與曲率半徑成反比。因此，為最小化最大彎曲應力，較佳為既薄又低模數的玻璃。

【0052】 由於玻璃表面存有裂縫（裂縫可在製造製程期間引入或由後處理或操縱製程引起），受拉伸彎曲應力作用下，基於斷裂機制，可按照裂縫尖端估計應力強度因子為：

$$K = Y\sigma\sqrt{\pi a} = \frac{YE}{1-\nu^2} \frac{h}{2R} \sqrt{\pi a} \quad (0.2)$$

其中a係裂縫尺寸，Y係幾何因子（以邊緣龜裂為例，通常假定為1.12）。此方程式假設沿龜裂面的拉伸應力為恆定，就薄玻璃而言，當裂縫尺寸很小（小於1微米）時，此係合理假設。

【0053】 應力強度因子係量化裂痕尖端的龜裂嚴重程度的量值。當應力強度因子為：

$$K = K_{IC} \quad (0.3)$$

玻璃將猝然破損。 K_{Ic} 係玻璃的斷裂韌度（測量材料的裂痕增長抗性）。就玻璃而言，斷裂韌度通常為約0.7兆帕*公尺^{0.5}。當應力強度因子為：

$$K_{\text{底限}} \leq K < K_{Ic} \quad (0.4)$$

玻璃將慢慢破損（以循環負載或其他應力驅動現象導致疲勞的方式）。 $K_{\text{底限}}$ 係臨界應力強度因子值，小於該值時不會發生疲勞破損。 $K_{\text{底限}}$ 可依產品使用壽命要求由實驗特徵具體測定。在此假設 $K_{\text{底限}}$ 為約0.2兆帕*公尺^{0.5}。理想上， $K_{\text{底限}}$ 應近似於零、或甚至為負值（物理上，負應力強度因子值意味著裂痕尖端處於壓縮應力狀態），所以可排除疲勞破損模式。

【0054】 依據先前實驗結果和經驗，就典型融合形成玻璃表面而言，裂縫尺寸 a 為次微米級。在此假設裂縫尺寸為400 nm。非強化玻璃具不同曲率半徑以致模數、厚度和曲率半徑對應力強度因子的影響繪示於第2圖。顯然，拉伸彎曲應力越高，強度因子越大。對非強化玻璃來說，就5 mm曲率半徑要求而言，各種厚度與模數的玻璃可能處於猝然折斷狀態或疲勞裂痕增長狀態。因此，需要強化玻璃來達成緊縮彎曲半徑要求。

【0055】 在此考慮兩種可能強化機制。一為披覆與核心玻璃間的CTE失配造成分層強化，另一為典型離子交換強化。在此假設CTE不匹配有150兆帕的表面壓縮，離子交換為700兆帕的表面壓縮。彎曲及強化壓縮造成的淨應力可估計為：

$$\sigma = \frac{E}{1-\nu^2} \frac{h}{2R} - CS \quad (0.5)$$

其中CS係強化引起的表面壓縮。第3圖圖示曲率半徑5mm的強化玻璃致使模數、厚度和曲率半徑對最大拉伸應力的影響。顯然，僅150兆帕的表面壓縮不足以減輕5mm緊縮彎曲半徑產生的所有拉伸應力。若玻璃表面受到拉伸，則玻璃可能因疲勞而以猝然或延遲方式破損，如第4圖所示。

【0056】 依據方程式(0.5)估計淨應力，假設裂縫尺寸為2微米（可於客戶使用期間引入），裂痕尖端的應力強度可利用加權函數法併入沿整個龜裂表面的不同應力狀態來進行數值估算（Tada, H.、P.C. Paris與G.R. Irwin 之「The Stress Analysis of Cracks Handbook 2000: ASM International」）。此應力強度因子估算亦包括有限試樣厚度。

【0057】 彎曲時，堆疊的各層將遭受不同彎曲半徑。例如，折彎時（第5圖及第10圖），比起朝向內曲面的各層，最外層將遭受更大的彎曲半徑。摺疊多層玻璃堆疊。彼此永久附接層將表現得像單塊玻璃單元又耐彎曲。各層需在彎曲時滑過彼此，接著在彎曲後重新對準。例如參見第1圖及第2圖和以上敘述。

【0058】 在方程式(0.1)中，假設R為恆定，玻璃層繞著在二平行板間的假想完美圓柱形心軸彎曲。不侷限於理論，此領域一般技術人士亦將理解，在彎曲過程中，無論

出於應用相關彎曲或在二平行板間測試，半徑 R 可為非恆定。以下方程式 (1 A) 計及此不均一性：

$$\sigma_{\max} = 1.198 \frac{E}{1 - \nu^2} \left[\frac{t}{(D-t)} \right] \quad (1 A)$$

其中 E 係材料的模數（吉帕）， ν 係材料的帕松比， t 係材料的厚度（mm）， D 係平行板的分開距離（mm）。方程式 (1 A) 係平行板彎曲設備的最大應力，且不同於方程式 (0.1)，因為此計及平行板測試設備無法達到均一恆定彎曲半徑（如方程式 (0.1) 所假設）、而是具有較小最小半徑的事實。最小半徑（ R ）定義為 $D - h = 2.396 R$ ，其中 h 係玻璃元件厚度（mm）且和 t 一樣。針對給定板分離距離測定的最小半徑 R 可用於方程式 (0.1)，以決定最大應力。更大體而言，從方程式 (0.1) 和 (1 A) 可知，最大彎曲應力與玻璃層的厚度和彈性模數線性相依，並與玻璃層的彎曲曲率半徑成反比。

【0059】 在此所用「約」一詞意指用量、尺寸、配方、參數和其他數量與特性並不且未必精確，而是近似值及/或視反映容差、轉換因子、四捨五入、測量誤差等和熟諳此技術者已知其他因素要求為更大或更小。以「約」一詞描述數值或範圍端點時，本發明應視為包括所述特定值或端點。在說明書中，不論數值或範圍端點是否提及「約」字，數值或範圍端點擬包括兩個實施例：其一有「約」字修飾，另一無「約」字修飾。更應理解各範圍的終點相對另一終點係有意義的，並且獨立於另一終點。

【0060】 在此所用「實質」、「實質上」和變體字等用語擬指所述特徵等於或近乎等於某一數值或敘述。例如，「實質平面」的表面擬指表面為平面或近乎平面。再者，「實質上」擬指二數值相等或近乎相等。在一些實施例中，「實質上」表示數值彼此相差不超過約10%，例如彼此相差不超過約5%或彼此相差不超過約2%。

【0061】 在此所用方向用語僅參考繪圖使用，例如上、下、右、左、前、後、頂部、底部，而無意隱射絕對位向。

【0062】 除非清楚指明，否則在此所用「該」或「一」等用語意指「至少一個」且不應限於「只有一個」。故例如，除非內文清楚指出，否則指稱「一部件」包括具二或更多部件的實施例。

【0063】 熟諳此技術者將明白，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可對本發明作各種更動與潤飾。是以若落在後附申請專利範圍和均等物內，本發明擬涵蓋這些修改例與變化例。例如，所述不同概念可結合以下未盡臚列實施例清單。

【0064】 實施例1。一種玻璃物件，包含：

第一玻璃層；

第二玻璃層，設置鄰接第一玻璃層；及

界面，滑動耦接第一玻璃層與第二玻璃層，界面包含2 nm至500 nm的厚度；

玻璃物件的特徵在於：(a)當物件在25°C與50%相對濕度下保持呈10 mm的平行板分開距離，計60分鐘後無破

損；(b)當第二玻璃層由(i)彈性模數小於1 GPa的50 μm 厚感壓膠和(ii)彈性模數小於10 GPa的約100 μm 厚聚乙烯對苯二甲酸酯層支撐，且第一玻璃層裝載直徑1 mm的碳化鎢球時，耐刺穿性為大於約6 kgf。

【0065】 實施例2。如實施例1之玻璃物件，進一步包含折射率匹配材料置於界面。

【0066】 實施例3。如實施例1或實施例2之玻璃物件，進一步包含塗層於第一和第二玻璃層的至少一者上，塗層設在界面。

【0067】 實施例4。如實施例3之玻璃物件，其中在第一和第二玻璃層的至少一者上的塗層包含聚醯亞胺材料。

【0068】 實施例5。如實施例1-4中任一實施例之玻璃物件，其中第二玻璃層為10微米至125微米厚。

【0069】 實施例6。如實施例1-5中任一實施例之玻璃物件，其中第一玻璃層為10微米至125微米厚。

【0070】 實施例7。如實施例1-5中任一實施例之玻璃物件，其中第一玻璃層具有大於第二玻璃層的厚度。

【0071】 實施例8。如實施例7之玻璃物件，其中第一玻璃層為100微米至125微米厚。

【0072】 實施例9。如實施例1-8中任一實施例之玻璃物件，進一步包含樞軸，且第一與第二玻璃層彼此相對固定於樞軸。

【0073】 實施例10。如實施例1-9中任一實施例之玻璃物件，進一步包含框架元件設置圍繞第一和第二玻璃層。

【0074】 實施例11。一種玻璃物件，包含：

第一玻璃層，具有10微米至70微米的厚度；

第二玻璃層，設置鄰接第一玻璃層，第二玻璃層具有10微米至70微米的厚度；

第一界面，滑動耦接第一玻璃層與第二玻璃層，界面包含2 nm至500 nm的厚度；

第三玻璃層，設置鄰接第二玻璃層，第三玻璃層具有10微米至70微米的厚度；及

第二界面，滑動耦接第二玻璃層與第三玻璃層，第二界面包含2 nm至500 nm的厚度；

玻璃物件的特徵在於：(a)當物件在25℃與50%相對濕度下保持呈2 mm的平行板分開距離，計60分鐘後無破損；(b)當第三玻璃層由(i)彈性模數小於1 GPa的50 μm厚感壓膠和(ii)彈性模數小於10 GPa的約100 μm厚聚乙炔對苯二甲酸酯層支撐，且第一玻璃層裝載直徑1 mm的碳化鎢球時，耐穿刺性為大於約6 kgf。

【0075】 實施例12。如實施例11之玻璃物件，進一步包含折射率匹配材料置於第一到第二界面的至少一者。

【0076】 實施例13。如實施例11或實施例12之玻璃物件，進一步包含塗層於第一和第二玻璃層的至少一者上，塗層設在界面。

【0077】 實施例14。如實施例13之玻璃物件，其中在第一和第二玻璃層的至少一者上的塗層包含聚醯亞胺材料。

【0078】 實施例15。如實施例11-14中任一實施例之玻璃物件，其中第一玻璃層具有大於第二到第三玻璃層中任一層的厚度。

【0079】 實施例16。如實施例11-15中任一實施例之玻璃物件，進一步包含樞軸，且第一與第二玻璃層彼此相對固定於樞軸。

【0080】 實施例17。如實施例11-16中任一實施例之玻璃物件，進一步包含框架元件設置圍繞第一和第二玻璃層。

【符號說明】

【0081】

2 台架

3 堆疊

4 P E T

6 O C A / P S A

7 方向

8 基底

9 碳化鎢球

10 玻璃層

12 界面

13 黏接處

14 材料

16 塗層

300 虛線

3 1 0 A - 3 1 0 F 線

【生物材料寄存】

【 0 0 8 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 8 3 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種玻璃物件，包含：

一第一玻璃層；

一第二玻璃層，設置鄰接該第一玻璃層；及

一界面，滑動耦接該第一玻璃層與該第二玻璃層，該界面包含 2 nm 至 500 nm 的一厚度；

該玻璃物件的特徵在於：(a)當該物件在 25 °C 與 50 % 相對濕度下保持呈 10 mm 的一平行板分開距離，計 60 分鐘後無破損；(b)當該第二玻璃層由(i)一彈性模數小於 1 GPa 的一 50 μm 厚感壓膠和(ii)一彈性模數小於 10 GPa 的一約 100 μm 厚聚乙炔對苯二甲酸酯層支撐，且該第一玻璃層裝載一 1 mm 直徑的一碳化鎢球時，一耐刺穿性為大於約 6 kgf。

【第2項】 如請求項 1 所述之玻璃物件，進一步包含一折射率匹配材料置於該界面。

【第3項】 如請求項 1 所述之玻璃物件，進一步包含一塗層於該第一玻璃層和該第二玻璃層的至少一者上，該塗層設在該界面。

【第4項】 如請求項 3 所述之玻璃物件，其中在該第一玻璃層和該第二玻璃層的至少一者上的該塗層包含一聚醯亞胺材料。

【第5項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之玻璃物件，

其中該第二玻璃層為 10 微米至 125 微米厚。

【第 6 項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之玻璃物件，
其中該第一玻璃層為 10 微米至 125 微米厚。

【第 7 項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之玻璃物件，
其中該第一玻璃層具有大於該第二玻璃層的一厚度。

【第 8 項】 如請求項 7 所述之玻璃物件，其中該第一玻璃層為 100 微米至 125 微米厚。

【第 9 項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之玻璃物件，
進一步包含一樞軸，且該第一玻璃層與該第二玻璃層彼此相對固定於該樞軸。

【第 10 項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之玻璃物件，
進一步包含一框架元件設置圍繞該第一玻璃層和該第二玻璃層。

【第 11 項】 一種玻璃物件，包含：

一第一玻璃層，具有 10 微米至 70 微米的一厚度；

一第二玻璃層，設置鄰接該第一玻璃層，該第二玻璃層具有 10 微米至 70 微米的一厚度；

一第一界面，滑動耦接該第一玻璃層與該第二玻璃層，該界面包含 2 nm 至 500 nm 的一厚度；

一第三玻璃層，設置鄰接該第二玻璃層，該第三玻璃層具有 10 微米至 70 微米的一厚度；及

一第二界面，滑動耦接該第二玻璃層與該第三玻璃

層，該第二界面包含 2 nm 至 500 nm 的一厚度；

該玻璃物件的特徵在於：(a)當該物件在 25 °C 與 50 % 相對濕度下保持呈 2 mm 的一平行板分開距離，計 60 分鐘後無破損；(b)當該第三玻璃層由(i)一彈性模數小於 1 GPa 的一 50 μm 厚感壓膠和(ii)一彈性模數小於 10 GPa 的一約 100 μm 厚聚乙烯對苯二甲酸酯層支撐，且該第一玻璃層裝載一 1 mm 直徑的一碳化鎢球時，一耐刺穿性為大於約 6 kgf。

【第 12 項】 如請求項 11 所述之玻璃物件，進一步包含一折射率匹配材料，置於該第一到該第二界面的至少一者。

【第 13 項】 如請求項 11 所述之玻璃物件，進一步包含一塗層於該第一玻璃層和該第二玻璃層的至少一者上，該塗層設在該界面。

【第 14 項】 如請求項 13 所述之玻璃物件，其中在該第一玻璃層和該第二玻璃層的至少一者上的該塗層包含一聚醯亞胺材料。

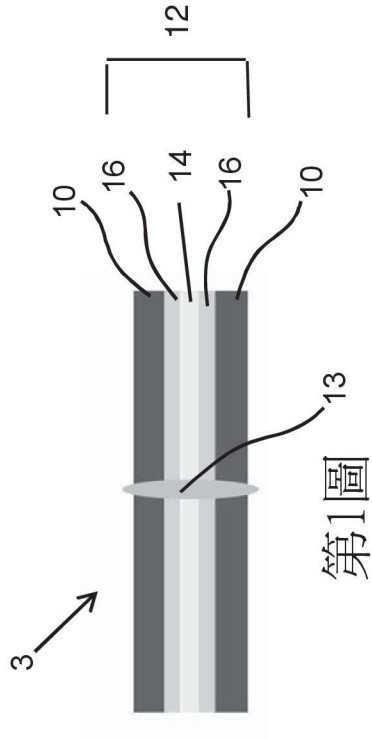
【第 15 項】 如請求項 11 至 14 中任一項所述之玻璃物件，其中該第一玻璃層具有大於該第二到該第三玻璃層中任一層的一厚度。

【第 16 項】 如請求項 11 至 14 中任一項所述之玻璃物件，進一步包含一樞軸，該第一玻璃層與該第二玻璃

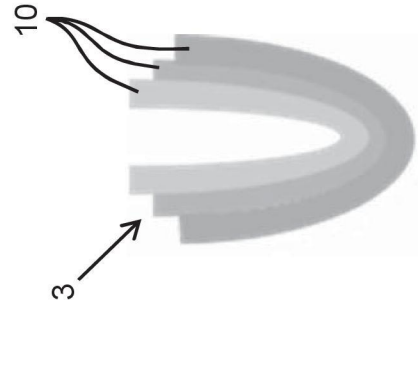
層彼此相對固定於該樞軸。

【第17項】 如請求項11至14中任一項所述之玻璃物件，進一步包含一框架元件，設置圍繞該第一玻璃層和該第二玻璃層。

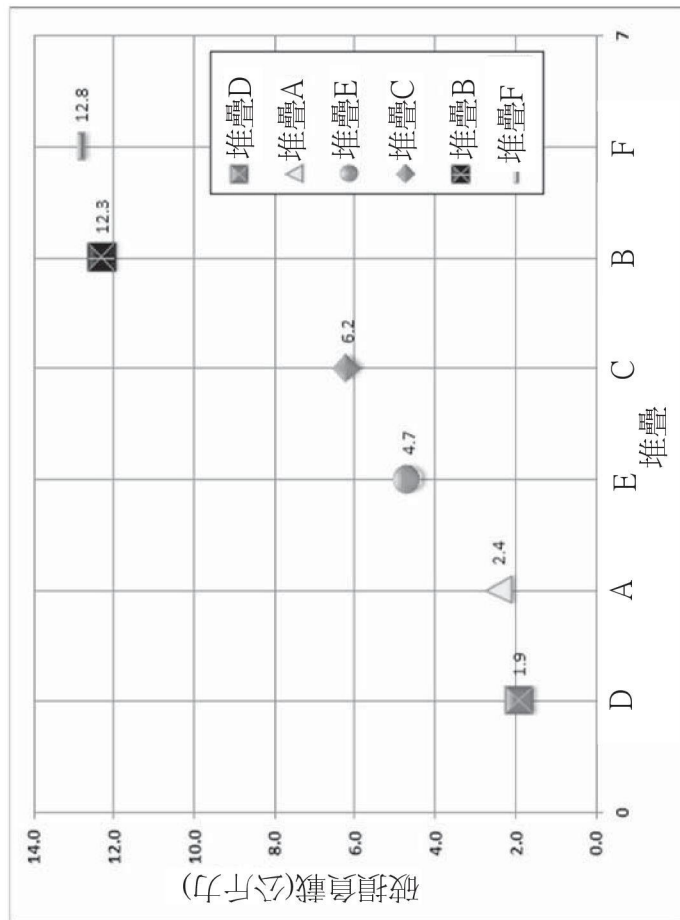
【發明圖式】



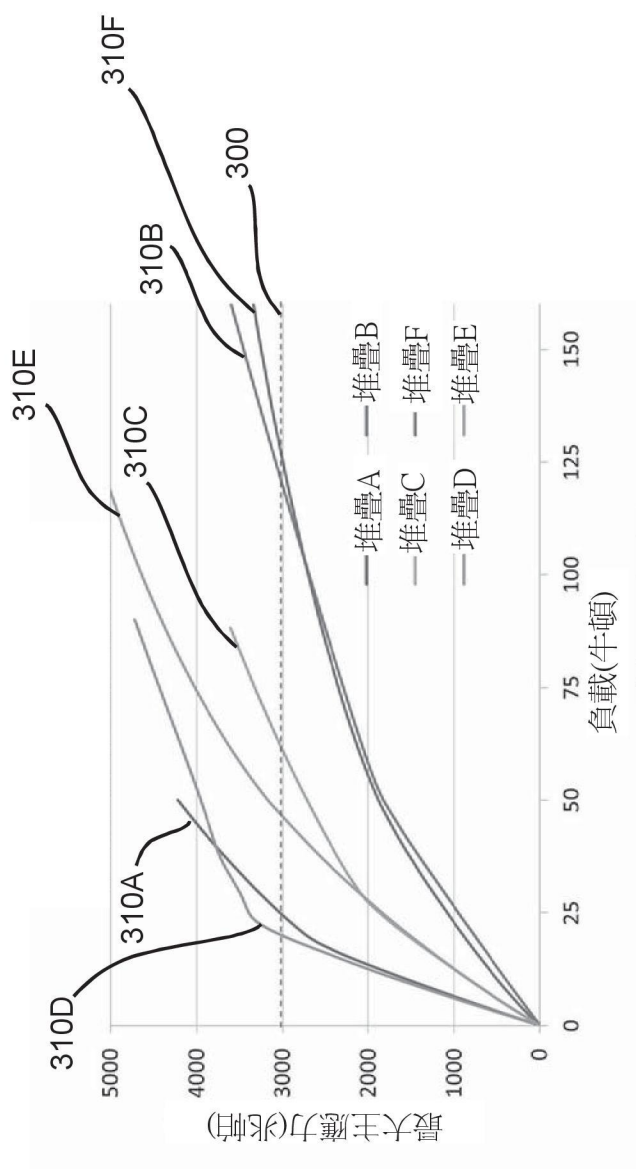
第1圖



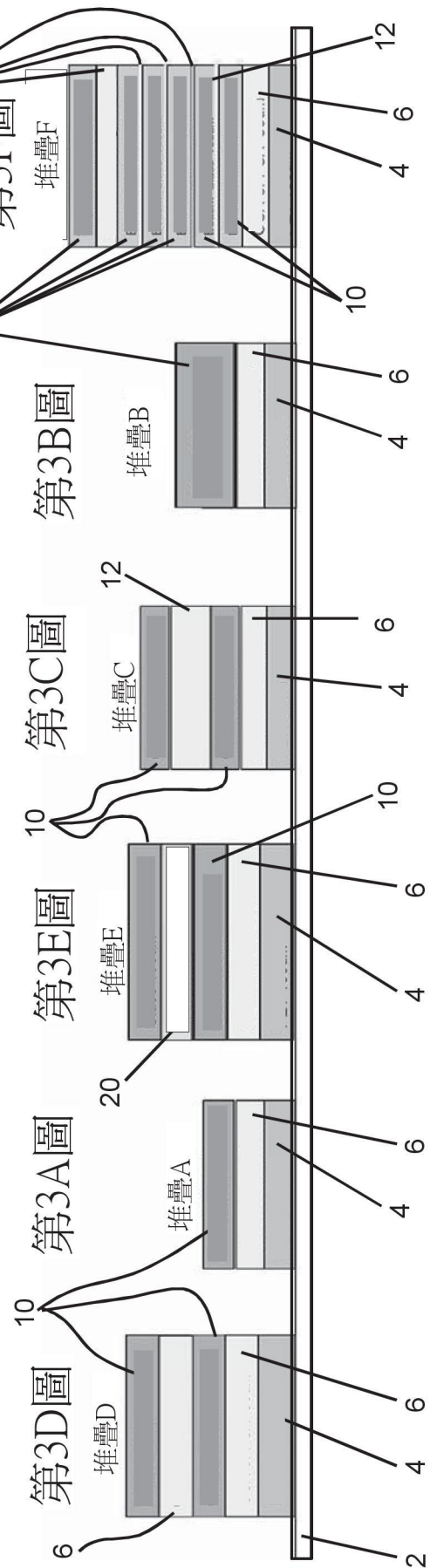
第2圖

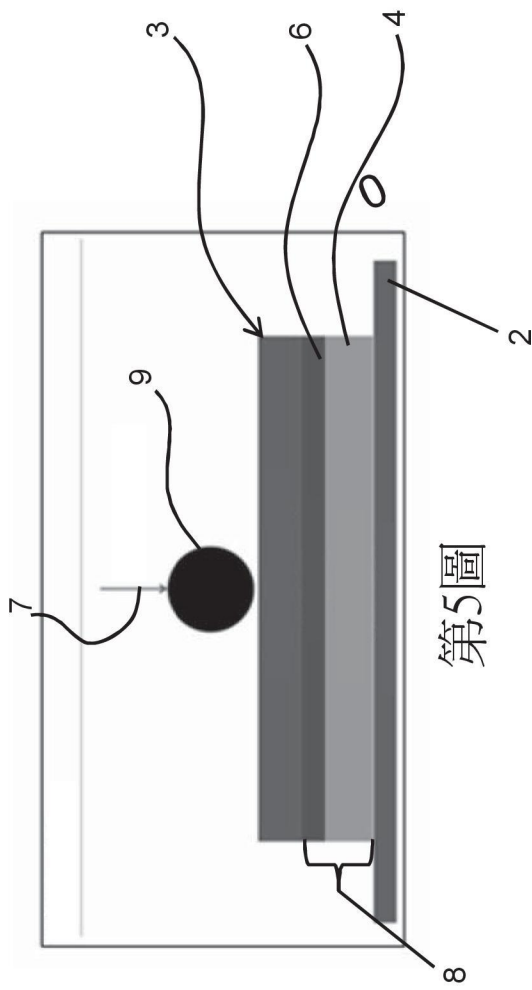


第4圖



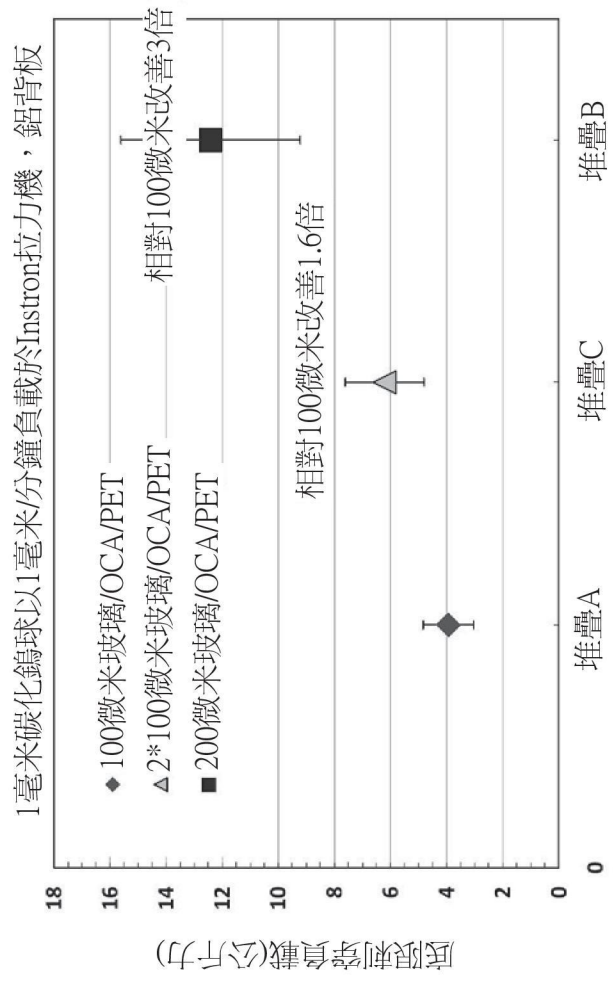
第3G圖

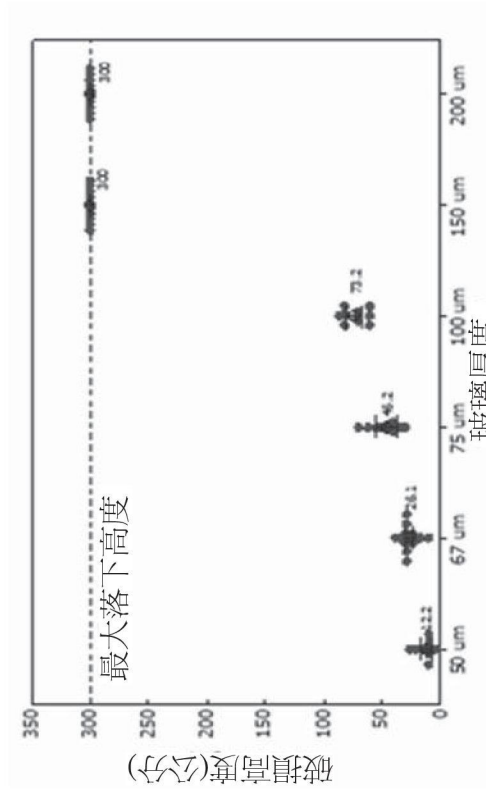




第5圖

第6圖





第7圖