



(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 I678286 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：103131605 (22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 12 日

(51) Int. Cl. : B32B7/02 (2019.01) B32B17/06 (2006.01)

(30) 優先權：2013/09/13 美國 61/877,371

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

美國

(72) 發明人：安明傑盟 AMIN, JAYMIN (US)；梅歐雷特亞歷山卓麥可 MAYOLET, ALEXANDRE MICHEL (FR)；波森查爾斯安德魯 PAULSON, CHARLES ANDREW (US)；布萊斯詹姆士喬瑟夫 PRICE, JAMES JOSEPH (US)；雷曼凱文貝里 REIMAN, KEVIN BARRY (US)

(74) 代理人：蔡坤財；李世章

(56) 參考文獻：

TW	201226594A1	CN	102807330A
CN	102942308A	US	2002/0032073A1
US	2004/0028906A1	US	2006/0115651A1

審查人員：簡昭莢

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：15 共 98 頁

(54) 名稱

抗斷裂之分層基板及包括其之物品

(57) 摘要

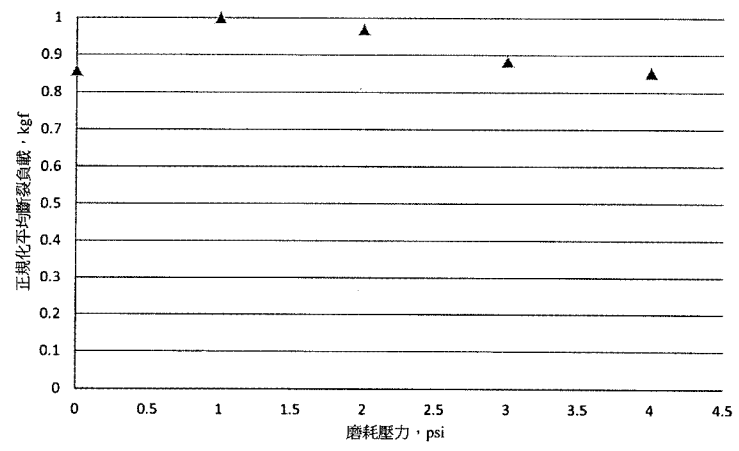
本發明揭示一種分層基板之實施例，該分層基板包含一基板及安置於該基板上的一層，其中當與自至少 100cm 之一高度掉落至一掉落表面上之一裝置一起組裝時，該分層基板能夠耐受斷裂。該分層基板可展現至少約 10GPa 或至少約 20GPa 之硬度。該基板可包括非晶形基板或結晶基板。非晶形基板之實例包括玻璃，該玻璃可選地經化學強化。結晶基板之實例包括單晶基板(例如，藍寶石)及玻璃陶瓷。本發明亦揭示包括此種分層基板之物品及/或裝置以及用於製作此等裝置之方法。

Embodiments of a layered-substrate comprising a substrate and a layer disposed thereon, wherein the layered-substrate is able to withstand fracture when assembled with a device that is dropped from a height of at least 100 cm onto a drop surface, are disclosed. The layered-substrate may exhibit a hardness of at least about 10 GPa or at least about 20 GPa. The substrate may include an amorphous substrate or a crystalline substrate. Examples of amorphous substrates include glass, which is optionally chemically strengthened. Examples of crystalline substrates include single crystal substrates (e.g. sapphire) and glass ceramics. Articles and/or devices including such layered-substrate and methods for making such devices are also disclosed.

指定代表圖：

第11圖

磨耗ROR - SiC



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)

抗斷裂之分層基板及包括其之物品

FRACTURE-RESISTANT LAYERED-SUBSTRATES AND
ARTICLES INCLUDING THE SAME

相關申請案之交互參照

【0001】 本申請案根據專利法主張 2013 年 9 月 13 日申請的美國臨時申請案序列號第 61/877,371 號之優先權權益，該臨時申請案之內容為本文之基礎且係以全文引用方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本揭示內容係關於抗斷裂之分層基板，包括此等分層基板之物品及裝置，以及用於製作此等分層基板、物品及/或裝置的方法。更特定言之，本揭示內容係關於包括基板及層的分層基板，當與掉落至掉落表面上或暴露於正掉落至該表面上的其他物體之物品(例如，電子裝置、建築結構、器具、汽車組件等)一起組裝時，該等分層基板能夠耐受斷裂。

【先前技術】

【0003】 諸如電子裝置(例如，行動電話、智慧型電話、平板、視訊播放器、資訊終端裝置、膝上型電腦等)、建築結構(例如，檯面(countertop)或牆壁)、器具(例如，爐灶台(cooktop)、冰箱門及洗碗機門等)、資訊顯示器(例如，白板)及汽車組件(例

如，儀錶板面板、擋風玻璃、窗戶組件等)之物品併入有各種基板來作為內部組件或外部組件。當在此等物品中使用時，基板可作為外殼或顯示器之部分。當在顯示器中使用時，基板可稱為覆蓋基板，且在一些情況下基板可形成觸控模組之部分。覆蓋基板通常係透明的且防刮的。用作外殼的基板可形成外殼之側面部分、背面部分及前面部分，且可展現防刮性及不透明性，而非展現透明性。

【0004】 由於一直不斷努力來使得一些物品或物品之組件更輕便及更薄並包括更好功能性，基板無論在用作覆蓋基板抑或用作外殼基板的情況下均愈來愈薄。隨著基板變得更薄，該等基板亦更易於受到可在併入此等基板之物品的正常使用期間發生的損壞影響。開發具有改良可倖存性之基板已變得愈加重要，尤其在該等基板經受在「真實世界」使用及應用中所經歷的由於與堅硬/尖銳表面接觸而引起的拉伸應力時尤為重要，該等表面諸如瀝青或混凝土及/或下落物體。

【0005】 此外，需要此等基板展現對引起磨耗損壞的刮痕及/或引起單一事件刮痕損壞的刮痕之抵抗性。單一事件刮痕損壞可與磨耗損壞形成對比。在一些狀況下，用作諸如電子裝置的裝置中之外部組件的基板通常不會經歷磨耗損壞，因為磨耗損壞大體上係由於與堅硬反作用面物體(例如，砂、礫石及砂紙等)之往復滑動接觸而引起。相反，覆蓋基板通常僅可承受與諸如手指的柔軟物體之往復滑動接觸。此外，在此等基板與層(或塗層)組合的情況下，磨耗損壞可產生熱量，從而可使此等層中之化學鍵降解且可引起剝脫及其他類型之損

壞。因為常常在較長時間期限內經歷磨耗損壞，所以安置於基板上的經歷磨耗損壞的層亦可氧化，從而進一步使得該層之耐受性降級且因而使得該分層基板降級。引起刮痕損壞的單一事件大體上不涉及與引起磨耗損壞之事件相同的條件，且因此，常常利用來防止磨耗損壞之解決方案可無法防止基板或分層基板中之單一事件刮痕損壞。此外，已知的刮痕損壞及磨耗損壞解決方案常常折衷光學性質，此折衷在基板、分層基板或併入有該等基板之物品的大多數用途中為不可接受的。

【發明內容】

【0006】 本揭示內容之一或多個實施例係關於一種包括抗斷裂之分層基板的裝置或物品，當該裝置或物品自至少 100 cm 之高度掉落至掉落表面(例如，瀝青或 180 粒度砂紙)上時，該抗斷裂之分層基板能夠耐受斷裂。該分層基板可包括具有相反主表面之基板，以及安置於第一相反主表面上的層。在一或多個實施例中，分層基板於磨耗之後展現第一平均撓曲強度且展現第二平均撓曲強度，其中該第二平均撓曲強度為該第一平均撓曲強度之至少 80%。分層基板可為大致上透明的及/或可展現至少 90%之透射率。在一或多個實施例中，分層基板可為大致上不透明的及/或展現小於 20%或小於 10%之透射率。

【0007】 在一或多個實施例中，該分層基板可展現對一或多個瑕疵自層至基板中之瑕疵穿透的抵抗性。該等瑕疵可因分層基板與掉落表面之間的接觸而引入層中，或該等瑕疵可在

經受衝擊試驗之前存在於層中。衝擊試驗包括掉落試驗及物體掉落至該分層基板上的試驗。在一或多個替代實施例中，該層可大致上防止新瑕疵引入基板中。

【0008】 在一或多個實施例中，該基板可為透明或不透明的，且可包括非晶形基板(例如，鈉鈣玻璃、鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃、含鹼金屬硼矽酸鹽玻璃及/或鹼金屬鋁硼矽酸鹽玻璃)、結晶基板(例如，諸如藍寶石的單晶基板及/或玻璃-陶瓷基板)或上述基板之組合。在一些實施例中，基板展現在約 1.45 至約 1.55 範圍內之折射率。在其他實施例中，基板展現在該等相反主表面之一或多者的表面處為 0.5%或更大的平均斷裂應變率。在利用非晶形基板的情況下，該基板可為可選地經強化或化學強化的玻璃。例如，一些玻璃基板可包括壓縮應力(CS)層，該壓縮應力層在化學強化玻璃內自化學強化玻璃之表面延伸至一層深度 DOL(以 μm 計)。該 CS 可為至少 250 MPa，且該 DOL 可為至少 10 μm 或甚至 $\geq 75 \mu\text{m}$ 。在一或多個特定實施例中，比率 CS_s/DOL 比率可 ≤ 15 ，其中 CS_s 為基板之表面處的壓縮應力。在甚至更特定實施例中，強化玻璃基板可具有一應力分佈，以使得該表面下方 50 μm 之中間臨界深度處的壓縮應力 CS_D 為 CS_s 之至少 5%。在一或多個替代實施例中，強化玻璃基板可在表面 CS_s 處展現壓縮應力之峰值。

【0009】 在一或多個實施例中，該分層基板包括單獨或與基板組合來為基板提供防刮性且可展現特定硬度之層，該硬度如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測(如本文所述)，該硬度諸如，例如沿約 100 nm 或更大(例如，約 100 nm 至約 300 nm、

約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm 或約 100 nm 至約 600 nm)之壓痕深度的大於約 8 GPa 之硬度。在一些實施例中，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，層或與基板(亦即，分層基板)組合的層沿約 100 nm 或更大(例如，約 100 nm 至約 300 nm、約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm 或約 100 nm 至約 600 nm)之壓痕深度的硬度為至少約 10 GPa、至少約 15 GPa、至少約 20 GPa 或至少約 23 GPa。該層可包括金屬氧化物、金屬氮化物、金屬氮氧化物、金屬碳化物、金屬硼化物、類金剛石碳或上述材料之組合。示範性金屬包括 B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、Ta 及 W。該層可藉由原子層沈積、化學氣相沈積、物理氣相沈積或熱蒸發來形成。在一或多個實施例中，該層亦可改良該分層基板之光學性質。在一個實例中，該層可降低基板之反射性。

【0010】 在一或多個實施例中，該分層基板可包括一或多個額外層。該額外層可安置於層上，安置於該層與基板之間或該額外層可既安置於層上又安置於層與基板之間。在一些實施例中，該一或多個額外層可管理該分層基板之一或多個光學性質(例如，反射性、透射性、反射率、透射率、反射率色彩及/或透射率色彩)。例如，該一或多個額外層可展現小於該層之折射率的折射率。在另一實施例中，該額外層可具有亦與該層之厚度不同或相同的厚度。該一或多個額外層之厚度及折射率可改質該分層基板之反射性、透射性、反射率、透射率、反射率色彩及/或透射率色彩。

【0011】 在一個變體中，該一或多個額外層可包括金屬氧化物、金屬氮化物、金屬氮氧化物及/或上述各者之組合。示範性金屬包括 B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、Ta 及 W。在一或多個特定實施例中，該層可包括 AlO_xN_y ，且該額外層可包括 SiO_2 或 Al_2O_3 。在另一變體中，該分層基板可包括兩個額外層，且該第一額外層可包括 SiO_2 或 Al_2O_3 之一者，且該第二額外層可包括 SiO_2 或 Al_2O_3 之另一者。該第一額外層及該第二額外層亦可包括相同分層基板。該第一額外層及該第二額外層可展現彼此相同或不同的厚度，或(各自或一起)與該層相同或不同的厚度。

【0012】 在一些實施例中，該額外層可包括裂紋緩和層，且此種層可安置於該層與該基板之間。裂紋緩和層之實例描述於 2013 年 10 月 11 日申請的美國專利申請案第 14/052,055 號、2013 年 10 月 14 日申請的美國專利申請案第 14/053,093 號以及 2013 年 10 月 14 日申請的美國專利申請案第 14/053,139 號中，該等申請案之內容係以全文引用方式併入本文中。

【0013】 亦提供裝置之方法。在一或多個實施例中，該方法包括以下步驟：提供包含相反主表面之基板；在第一相反主表面上安置如本文所述的層來形成分層基板，當與裝置一起組裝且該裝置在掉落試驗中自至少 100 cm 之高度掉落至掉落表面上時，該分層基板能夠耐受斷裂；以及將該分層基板與該裝置一起組裝。

【0014】 本發明之另一態樣係關於一種可攜式裝置，該裝置

包括：基板，該基板提供使用者介面且具有初始防刮性及初始抗衝擊性；及層，該層安置於該基板上以用於形成分層基板，該分層基板展現增強的防刮性及增強的抗衝擊性。在一或多個實施例中，增強的抗衝擊性包括磨耗該分層基板之後的平均撓曲強度，該平均撓曲強度為磨耗該分層基板之前的該分層基板之平均撓曲強度的至少 80%。如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，增強的防刮性可包括沿約 100 nm 或更大的壓痕深度的至少約 20 GPa 之硬度。

【0015】 其他特徵及優勢將在以下的詳述中闡述，且在部分程度上，熟習此項技術者將根據該描述而容易明白該等特徵及優勢，或藉由實踐本文(包括後續實施方式、申請專利範圍以及隨附圖式)所述的實施例來認識該等特徵及優勢。

【0016】 應理解，前述的一般描述及以下詳述僅僅為示範，且意欲提供用於理解申請專利範圍之性質及特徵的概述及框架。隨附圖式係納入來提供對本說明書的進一步理解，且併入本說明書中並構成本說明書之一部分。圖式例示一或多個實施例，且圖式與說明書一起用於解釋各種實施例之原理及操作。

【圖式簡單說明】

【0017】 第 1 圖為根據一或多個實施例的分層基板之側視圖圖解。

【0018】 第 1A 圖為根據一或多個實施例的層之頂視圖圖解。

【0019】 第 1B 圖為沿線 1B-1B 截取的第 1A 圖中所示的層之橫截面視圖圖解。

- 【0020】 第 1C 圖為根據一或多個實施例的層之頂視圖圖解。
- 【0021】 第 1D 圖為根據一或多個實施例的分層基板之側視圖圖解。
- 【0022】 第 1E 圖為根據一或多個實施例的分層基板之側視圖圖解。
- 【0023】 第 1F 圖為根據一或多個實施例的分層基板之側視圖圖解。
- 【0024】 第 2 圖為根據一或多個實施例的基板之圖解。
- 【0025】 第 3 圖為根據一或多個實施例的 1 mm 厚強化玻璃基板的應力分佈之圖形圖解，該玻璃基板具有 936 MPa 之 CS_s 及 80 μm 之 DOL。
- 【0026】 第 4 圖為根據一或多個實施例的 1 mm 厚強化玻璃基板的應力分佈之圖形圖解，該基板具有 897 MPa 之 CS_s 及 108 μm 之 DOL。
- 【0027】 第 5 圖為根據一或多個實施例的 1 mm 厚強化玻璃基板的應力分佈之圖形圖解，該基板具有 372 MPa 之 CS_s 及 80 μm 之 DOL。
- 【0028】 第 6 圖為根據一或多個實施例的 1 mm 厚強化玻璃基板的應力分佈之圖形圖解，該基板具有 225 MPa 之 CS_s 及 112 μm 之 DOL。
- 【0029】 第 7 圖為根據一或多個實施例的基板的壓縮應力分佈之示意圖示。
- 【0030】 第 8 圖為根據一或多個實施例的基板的壓縮應力分佈之示意圖示。

【0031】 第 9 圖展示根據一或多個實施例的分層基板以及已知基板之掉落實驗效能。

【0032】 第 10 圖例示根據一或多個實施例的分層基板之磨耗強度以及已知基板之磨耗強度。

【0033】 第 11 圖例示根據一或多個實施例的分層基板之磨耗強度以及已知基板之磨耗強度。

【0034】 第 12 圖例示根據實例 6 的行動電話樣本之倖存率 %。

【0035】 第 13 圖例示實例 6 之行動電話樣本中的一些樣本之高度對斷裂率。

【0036】 第 14 圖展示實例 N、O 及 P 以及裸結晶基板相較於裸玻璃基板的刮痕深度減小。

【0037】 第 15A 圖為根據實例 6 的所選基板及實例 N 之 $L^*a^*b^*$ 色空間中透射率色坐標 a^* 及 b^* 之圖表。

【0038】 第 15B 圖為根據實例 6 的所選基板及實例 O 之 $L^*a^*b^*$ 色空間中透射率色坐標 a^* 及 b^* 之圖表。

【0039】 第 15C 圖為根據實例 6 的所選基板及實例 P 之 $L^*a^*b^*$ 色空間中透射率色坐標 a^* 及 b^* 之圖表。

【實施方式】

【0040】 現將詳細參考一或多個實施例，該一或多個實施例之實例例示於隨附圖式中。在任何可能的情況下，整個圖式中將使用相同元件符號來指代相同或相似部件。

【0041】 本揭示內容之第一態樣涉及具有改良可倖存性之分層基板。如本文所使用，「可倖存性」係指分層基板在如本

文所述的掉落測試期間或在物體掉落於該分層基板上之後抵抗或耐受斷裂的能力。如第 1 圖中所示，分層基板 10 可包括：

- 基板 100，基板 100 可描述成覆蓋基板或外殼基板，取決於基板 100 在物品及/或裝置中之用途而定；以及安置於該基板上的層 200。基板 100 包括相反主表面 110、112 以及相反次表面(未圖示)。層 200 在第 1 圖中展示為安置於第一相反主表面 110 上；然而，除安置於第一相反主表面 110 上之外或取而代之，層 200 可安置於第二相反主表面 112 上及/或相反次表面之一者或兩者上。

【0042】 在一個實施例中，分層基板可包括基板 100 及層 200、彼此黏合的不同層(包括層 200、其他分層基板層及/或薄膜層)、如本文所述的基板及不連續層 200，及/或層 200 及不連續的其他層。

【0043】 術語「層」可包括單層或可包括一或多個子層。此等子層可彼此直接接觸。該等子層可由相同材料或一種以上的不同材料形成。在一或多個替代實施例中，此等子層可具有安置於此等子層之間的不同材料之中介層。在一或多個實施例中，層可包括一或多個相連且不間斷的層，及/或一或多個不連續且間斷的層(亦即，形成為彼此鄰近的具有不同材料之層)。層或子層可藉由此項技術中已知的任何方法形成，該等方法包括離散沈積或連續沈積製程。在一或多個實施例中，層可僅使用連續沈積製程形成，或替代地僅使用離散沈積製程形成。

【0044】 如本文所使用，術語「安置」包括使用此項技術中

已知的任何方法將材料塗佈、沈積及/或形成至表面上。所安置材料可構成一層，如本文所定義。片語「安置於…上」包括將材料形成至表面上以使得材料與表面直接接觸的情況，且亦包括其中將材料形成至表面上同時使一或多種中介材料位於所安置材料與表面之間的情況。一或多種中介材料可構成一層，如本文所定義。

【0045】 就「不連續層」而言，此等層可包括未覆蓋基板 100 之整個表面的一或多個層，或包括其中基板 100 未由一或多個層覆蓋的一或多個區域。例如，如第 1A 圖及第 1B 圖中所示，層 200 可作為彼此可未連接的離散材料島狀物安置於基板 100 上，從而在基板 100 上、於層 200 之島狀物之間的留下未覆蓋空間 210。或者，如第 1C 圖中所示，層 200 可安置跨於基板 100 之表面的離散線中，以使得層 200 之線之間存在未覆蓋空間 210。在一些情況下，層 200 之離散線可相交，以使得層 200 在基板 100 上形成內聚層，不管該等線之間未覆蓋空間 210 的存在。

【0046】 基板

【0047】 如本文另外所述，基板 100 可在物品及/或裝置中用作外殼基板或用作覆蓋基板(例如，顯示器中)。當在顯示器中使用時，基板 100 可形成觸控模組之部分。用作物品及/或裝置中之外殼基板的基板 100 可至少形成該外殼之側表面、背表面及/或前表面之一部分。

【0048】 基板 100 可包括非晶形基板、結晶基板或上述基板之組合。基板 100 可由人造材料及/或天然存在的材料形成。

在一些特定實施例中，基板 100 可確切地排除塑膠基板及/或金屬基板。在一或多個實施例中，基板展現在約 1.45 至約 1.55 範圍內之折射率。在特定實施例中，基板 100 可於一或多個相反主表面上之表面處展現 0.5%或更大、0.6%或更大、0.7%或更大、0.8%或更大、0.9%或更大、1%或更大、1.1%或更大、1.2%或更大、1.3%或更大、1.4%或更大、1.5%或更大，或甚至 2%或更大的平均斷裂應變率，如使用至少 5 個、至少 10 個、至少 15 個、至少 20 個樣本的球對環測試(ball-on-ring)所量測。在特定實施例中，基板 100 可於其一或多個相反主表面上之表面處展現約 1.2%、約 1.4%、約 1.6%、約 1.8%、約 2.2%、約 2.4%、約 2.6%、約 2.8%或約 3%或更大的平均斷裂應變率。

【0049】 在一或多個實施例中，非晶形基板可包括玻璃，該玻璃可為強化或非強化的。適合玻璃之實例包括鈉鈣玻璃、鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃、含鹼金屬硼矽酸鹽玻璃及鹼金屬鋁硼矽酸鹽玻璃。在一些變體中，玻璃可不含氧化鋰。在一或多個替代實施例中，基板 100 可包括諸如玻璃陶瓷基板(該基板可為強化或非強化)的結晶基板，或可包括諸如藍寶石的單晶結構。在一或多個特定實施例中，基板 100 包括非晶形基底(例如，玻璃)及結晶覆層(例如，藍寶石層、多晶氧化鋁層及/或尖晶石($MgAl_2O_4$)層)。

【0050】 基板 100 可為大致上平坦或片狀，儘管其他實施例可利用彎曲成形或以其他方式成形或雕刻的基板。基板 100 可大致上光學清晰、透明且無光散射。在此等實施例中，基

板可在可見光譜(例如, 380nm-780nm)範圍內展現約 85%或更大、約 86%或更大、約 87%或更大、約 88%或更大、約 89%或更大、約 90%或更大、約 91%或更大, 或約 92%或更大的平均透射率。在一或多個替代實施例中, 基板 100 可為不透明的, 或在可見光譜(例如, 380 nm-780 nm)範圍內展現小於約 10%、小於約 9%、小於約 8%、小於約 7%、小於約 6%、小於約 5%、小於約 4%、小於約 3%、小於約 2%、小於約 1%或小於約 0%的平均透射率。基板 100 中可選地展現諸如白色、黑色、紅色、藍色、綠色、黃色、橙色等的色彩。如本文所使用, 術語「光透射量」係指經由介質透射的光之量。光透射量之量度為進入介質的光之量與退出介質(亦即未受介質反射或吸收)的光之量之間的差。術語「平均光透射量」係指光透射量之光譜均數乘以發光效率函數, 如 CIE 標準觀測者所描述。如本文所使用, 術語「透射率」係定義為給定波長範圍內經由一材料(例如, 物品、無機氧化物基板或分層基板或上述各者之部分)透射的入射光功率之百分比。術語「反射率」類似地定義為給定波長範圍內經由一材料(例如, 物品、無機氧化物基板或分層基板或上述各者之部分)反射的入射光功率之百分比。透射率及反射率係使用特定線寬來量測。在一或多個實施例中, 表徵透射率及反射率之光譜解析度小於 5 nm 或 0.02 eV。

【0051】 另外或替代地, 出於美學原因及/或功能性原因, 基板 100 之厚度可隨該基板 100 之尺寸之一或多者而變化。例如, 相較於基板 100 之較為中心的區域, 基板 100 之邊緣可

較厚。基板 100 之長度、寬度及厚度尺寸亦可根據分層基板 10 之應用或用途而變化。

【0052】 基板 100 可使用各種不同的製程來提供。例如，在基板 100 包括諸如玻璃的非晶形基板的情況下，各種形成方法可包括浮製玻璃製程及諸如熔融拉伸及狹槽拉伸之下拉製程。

【0053】 藉由浮製玻璃製程製備的玻璃基板之特徵可在於平滑表面，且藉由在熔融金屬(通常為錫)床層上浮動熔融玻璃來製成均勻厚度。在例示性製程中，進料至熔融錫床之表面上的熔融玻璃形成浮動玻璃帶。隨著玻璃帶沿著錫浴流動，溫度逐步降低直至玻璃帶固化成固體玻璃基板，該固體玻璃基板可自錫提升至滾筒上。一旦離開浴槽，玻璃基板即可進一步冷卻並經退火來降低內部應力。

【0054】 下拉製程產生具有均勻厚度之玻璃基板，該玻璃基板擁有相對原始的表面。因為玻璃基板之平均撓曲強度係藉由表面瑕疵之量及大小控制，所以有過最小接觸的相對原始的表面具有較高的初始強度。當此高強度玻璃基板接著經進一步強化(例如，化學強化)時，所得強度可高於具有已研磨及拋光的表面之玻璃基板的強度。下拉玻璃基板可拉伸至小於約 2 mm 的厚度。此外，下拉玻璃基板具有非常平坦、平滑的表面，該表面可在該基板之最終應用中使用而無需昂貴的磨光及拋光。

【0055】 熔融拉伸製程例如使用拉伸槽，該拉伸槽具有用於接收熔融玻璃原料之通道。通道具有堰口，該等堰口在通道

之兩側上沿通道之長度於頂部處敞開。當通道充滿熔融材料時，熔融玻璃溢出堰口。由於重力，熔融玻璃作為兩個流動的玻璃膜沿拉伸槽之外表面向下流動。拉伸槽之此等外表面向下延伸且向內延伸，以使得此等表面在拉伸槽下方的邊緣處會合。兩個流動玻璃膜在此邊緣處會合以便熔合併形成單個流動玻璃基板。熔融拉伸方法提供的優點在於：因為在通道上方流動的兩個玻璃膜熔合在一起，所以所得玻璃基板之任一外表面均不與設備之任何部分接觸。因此，熔融拉伸玻璃基板之表面性質不受此種接觸影響。

【0056】 狹槽拉伸製程不同於熔融拉伸方法。在狹槽拉伸製程中，熔融原料玻璃係提供至拉伸槽。拉伸槽之底部具有敞開狹槽，該狹槽具有沿狹槽之長度延伸的噴嘴。熔融玻璃流動穿過狹槽/噴嘴且熔融玻璃作為連續基板向下拉伸並進入退火區域。

【0057】 一旦形成，玻璃基板可經強化來形成強化玻璃基板。如本文所使用，術語「強化玻璃基板」可指已經化學強化的玻璃基板，例如已經由將玻璃基板之表面中的較小離子交換成較大離子的離子交換而強化。然而，可利用此項技術中已知的其他強化方法來形成強化玻璃基板，該等方法諸如熱回火，或利用基板之數個部分之間的熱脹係數之不匹配來產生壓縮應力及中心張力區域。

【0058】 玻璃基板可藉由離子交換製程而獲化學強化。在此方法中，玻璃基板之表面層中的離子由具有相同原子價或氧化狀態的較大離子置換或與該等較大離子交換。在其中玻璃

基板包含鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃的彼等實施例中，玻璃之表面層中的離子及較大離子為單價鹼金屬陽離子，諸如 Li^+ (當存在於玻璃中時)、 Na^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 及 Cs^+ 。或者，表面層中的單價陽離子可使用不同於鹼金屬陽離子之單價陽離子 (諸如 Ag^+ 或類似離子) 置換。

【0059】 離子交換製程通常藉由將玻璃基板浸沒於含有較大離子的熔融鹽浴中來進行，該等較大離子欲與玻璃基板中之較小離子交換。熟習此項技術者將瞭解的是，用於離子交換製程之參數包括但不限於浴組成及溫度、浸沒時間、玻璃於(一或多個)鹽浴中之浸沒次數、多個鹽浴之使用、額外步驟(諸如，退火、洗滌)及類似參數，該等參數大體上由玻璃基板之組成及壓縮層之所要深度以及因強化操作而產生的玻璃基板之壓縮應力決定。舉例而言，含鹼金屬玻璃基板之離子交換可藉由浸沒於含有鹽的至少一個熔融浴中來達成，該浴諸如但不限於較大鹼金屬離子之硝酸鹽、硫酸鹽及氯化物。熔融鹽浴之溫度通常在約 380°C 至多約 450°C 的範圍內，而浸沒時間在約 15 分鐘至多約 40 小時的範圍變化。然而，亦可使用與以上所述之彼等溫度及浸沒時間不同的溫度及浸沒時間。

【0060】 此外，其中將玻璃基板浸沒於多個離子交換浴中同時在浸沒處理之間進行洗滌及/或退火步驟的離子交換製程之非限制性實例描述於以下案件中：由 Douglas C. Allan 等人於 2009 年 7 月 10 日申請的名稱為「用於消費者應用的具有壓縮表面之玻璃(Glass with Compressive Surface for Consumer Applications)」的美國專利申請案第 12/500,650 號，且該申請

案主張 2008 年 7 月 11 日申請的美國臨時專利申請案第 61/079,995 號之優先權，在該申請案第 61/079,995 號中玻璃基板係藉由在多次、連續、離子交換處理中浸沒於具有不同濃度的鹽浴中來強化；以及由 Christopher M. Lee 等人於 2012 年 11 月 20 日申請且名稱爲「用於玻璃之化學強化的雙級離子交換(Dual Stage Ion Exchange for Chemical Strengthening of Glass)」的美國專利 8,312,739，且該專利主張 2008 年 7 月 29 日申請的美國臨時專利申請案第 61/084,398 號的優先權，在該申請案第 61/084,398 號中玻璃基板係藉由在使用流出離子(effluent ion)稀釋的第一浴中進行離子交換，接著浸沒於相較第一浴而言具有較小濃度流出離子之第二浴中來強化。美國專利申請案第 12/500,650 號及美國專利第 8,312,739 號之內容以全文引用方式併入本文。

【0061】 藉由離子交換達成的化學強化之程度可基於中心張力(CT)、壓縮應力(CS)、層深度(DOL)以及壓縮層深度(DOC)的參數而量化。壓縮應力、DOL 及 DOC 係使用此項技術中已知的手段來量測。此等手段包括但不限於使用諸如由 Luceo 有限公司(日本東京)製造的 FSM-6000 的市售儀器或類似儀器的表面應力量測(FSM)，且量測壓縮應力及層深度之方法描述於：名稱爲「用於化學強化平板玻璃之標準規範(Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass)」的 ASTM 1422C-99 及名稱爲「用於退火、熱強化及完全回火平板玻璃之邊緣應力，及表面應力的非破壞性光彈性量測的標準實驗方法(Standard Test Method for Non-Destructive

Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass)」的 ASTM 1279.19779 中，兩者之內容以全文引用方式併入本文。表面應力量測依賴於應力光學係數(SOC)之精確量測，該應力光學係數與玻璃基板之雙折射性相關。SOC 又藉由此項技術中已知的彼等方法來量測，該等方法諸如光纖彎曲法及四點彎曲法，兩種方法均描述於名稱為「用於玻璃應力-光學係數之量測的標準實驗方法(Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient)」的 ASTM 標準 C770-98 (2008)中，該標準之內容係以全文引用方式併入本文；以及主體圓柱(bulk cylinder)方法。

【0062】 CS 可於靠近表面處量測，或在強化玻璃內之各種深度處量測。最大壓縮應力值可包括在強化玻璃基板之表面處量測的壓縮應力(CS_s)。表徵為 DOL 的壓縮應力層之厚度可藉由使用諸如 FSM-6000 的市售儀器的表面應力計(FSM)量測值來測定。壓縮應力亦可就 DOC 來表徵，DOC 係指玻璃內之應力自壓縮應力改變為張應力所處的深度。在 DOC 處，應力自正(壓縮)應力跨至負(張力)應力，且因此應力具有零值。在一些情況下，針對鄰近玻璃基板內之壓縮應力層的內部區域來計算的 CT 可由壓縮應力 CS、厚度 t 及 DOL 算出。CS 與中心張力 CT 之間的關係藉由表達式(1)給出：

$$CT = (CS \cdot DOL)/(t-2 DOL) \quad (1),$$

其中 t 為玻璃物品之厚度，表示為微米(μm)。在本揭示內容之各部分中，中心張力 CT 及壓縮應力 CS 在本文表示為百萬帕

(MPa)，厚度 t 表示為微米(μm)或毫米(mm)，且層深度 DOL 表示為微米(μm)。在利用 DOC 的情況下，DOC 亦可表示為微米(μm)。

【0063】 在一個實施例中，強化玻璃基板 100 可具有 250 MPa 或更大、300 MPa 或更大，例如 400 MPa 或更大、450 MPa 或更大、500 MPa 或更大、550 MPa 或更大、600 MPa 或更大、650 MPa 或更大、700 MPa 或更大、750 MPa 或更大，或 800 MPa 或更大的表面壓縮應力。強化玻璃基板可具有 10 μm 或更大、15 μm 或更大、20 μm 或更大(例如，25 μm 、30 μm 、35 μm 、40 μm 、45 μm 、50 μm 或更大)之壓縮層深度，及/或 10 MPa 或更大、20 MPa 或更大、30 MPa 或更大、40 MPa 或更大(例如，42 MPa、45 MPa 或 50 MPa 或更大)但小於 100 MPa (例如 95 MPa、90 MPa、85 MPa、80 MPa、75 MPa、70 MPa、65 MPa、60 MPa、55 MPa 或 55 Mpa 以下)之中心張力。在一或多個特定實施例中，強化玻璃基板具有以下一或多者：大於 500 MPa 之表面壓縮應力、大於 15 μm 之壓縮層深度以及大於 18 MPa 之中心張力。

【0064】 第 2 圖中展示強化玻璃基板之一或多個特定實施例的橫截面示意圖。強化玻璃基板 300 具有厚度 t 、第一表面 310 以及第二表面 312。強化玻璃基板 300 具有第一壓縮層 320，該第一壓縮層自第一表面 310 延伸至玻璃基板 300 之主體中的層深度 DOC_1 。在第 2 圖中所示的實施例中，強化玻璃基板 300 亦具有第二壓縮層 322，該第二壓縮層自第二表面 312 延伸至第二層深度 DOL_2 。強化玻璃基板 300 亦具有介於壓縮層

320 與層 322 之間的中心區域 330。中心區域 330 處於張應力或中心張力(CT)下，該張應力或中心張力分別平衡或抵消層 320 及層 322 之壓縮應力。

【0065】 在第 2 圖中所示的實施例中，強化玻璃基板 300 包括壓縮應力層 320 及 322 中的中間臨界深度 CD_1 及 CD_2 。在不受理論束縛的情況下，此等中間臨界深度 CD_1 及 CD_2 以及處於此等臨界深度處的壓縮應力可足以增加具有或不具有層 200(未圖示)的強化玻璃基板 300 之可倖存性。

【0066】 在一或多個實施例中，強化玻璃基板 300 可包括表面 CS (CS_s)以及大於或等於 $75\ \mu\text{m}$ 的 DOL，其中比率 $CS_s/\text{DOL} \leq 15$ 或甚至 ≤ 12 。在一些情況下，比率 CS_s/DOL 可在約 0.1 至約 12 的範圍內。在特定實施例中，強化玻璃基板 300 可包括一應力分佈，以使得表面下方 $50\ \mu\text{m}$ 之中間臨界深度處的壓縮應力 CS_D 為 CS_s 之至少 5%、 CS_s 之至少 10%、 CS_s 之至少 25%或在 CS_s 之約 25%至約 75%的範圍內。在一些實施例中，DOL 可在約 $80\ \mu\text{m}$ 至約 $120\ \mu\text{m}$ 的範圍內。 CS_s 可 $\geq 250\ \text{MPa}$ 或在約 $350\ \text{MPa}$ 至約 $500\ \text{MPa}$ 的範圍內。在一些情況下， CS_s 可 $\geq 500\ \text{MPa}$ (例如，約 $700\ \text{MPa}$ 至約 $1200\ \text{MPa}$)。在一或多個實施例中， CS_D 可在約 $70\ \text{MPa}$ 至約 $200\ \text{MPa}$ 的範圍內。

【0067】 如進一步的例示，第 3 圖至第 6 圖展示具有深 DOL (亦即， $\text{DOL} \geq 75\ \mu\text{m}$)的 $1\ \text{mm}$ 厚強化鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃基板之應力分佈。如第 3 圖中所示，具有 $936\ \text{MPa}$ 之 CS_s 以及 $80\ \mu\text{m}$ 之 DOL 的強化玻璃基板在玻璃基板之表面處具有壓縮應力之峰值或增加。在 $50\ \mu\text{m}$ 之中間深度處，存在大約 $100\ \text{MPa}$ 之

壓縮應力 CS_D 。與第 3 圖中描繪的玻璃基板類似，第 4 圖描繪在表面上具有壓縮應力峰值的強化玻璃基板。具有 897 MPa 之 CS_s 以及 108 μm 之 DOL 的強化玻璃基板在 50 μm 之深度處具有約 100 MPa 之壓縮應力。第 5 圖及第 6 圖描繪在表面處不包括壓縮應力峰值的強化玻璃基板。第 5 圖中所示的強化玻璃基板具有 372 MPa 之 CS_s 以及 80 μm 之 DOL，且該強化玻璃基板包括在 50 μm 之 CD 處約 100 MPa 之 CS_D 。第 6 圖之強化玻璃基板具有 225 MPa 之 CS_s 以及 112 μm 之 DOL，且該強化玻璃基板包括在 50 μm 之 CD 處約 110 MPa 之 CS_D 。

【0068】 在一或多個實施例中，強化玻璃基板可具有至少一個深壓縮層，該深壓縮層自基板之表面延伸至基板內至少約 45 μm 之 DOC。在一個實施例中，強化玻璃基板之壓縮應力分佈包括自表面延伸至壓縮深度 DOC 的單個線性區段。或者，強化玻璃基板之壓縮應力分佈包括兩個大致線性部分：第一部分，該第一部分自表面延伸至相對較淺深度且具有陡坡；以及第二部分，該第二部分自淺深度延伸至壓縮深度。在實施例中，本文所述的強化玻璃基板具有至少約 150 MPa 的最大壓縮應力 CS_s 。在一些實施例中，最大壓縮應力 CS_s 為至少約 210 MPa，且在其他實施例中為至少約 300 MPa。在一些實施例中，最大壓縮應力 CS_s 位於表面(第 2 圖中之 310、312)處。然而在其他實施例中，最大壓縮 CS_s 可位於壓縮區域(320、322)處，該壓縮區域(320、322)處於強化玻璃基板之表面下方某一深度處。壓縮區域自強化玻璃基板之表面延伸至至少約 45 微米(μm)之壓縮深度 DOC。在一些實施例中，DOC

為至少約 $60\ \mu\text{m}$ 。在其他實施例中，DOC 為至少約 $70\ \mu\text{m}$ ，在一些實施例中為至少約 $80\ \mu\text{m}$ ，且在其他實施例中，DOC 為至少約 $90\ \mu\text{m}$ 。在某些實施例中，壓縮深度 DOC 為至少約 $100\ \mu\text{m}$ ，且在一些實施例中為至少約 $140\ \mu\text{m}$ 。在某些實施例中，壓縮深度具有為約 $100\ \mu\text{m}$ 之最大值。

【0069】 壓縮應力隨著強化玻璃基板之表面下方的深度變化而變化，在壓縮區域(第 2 圖中之 330)中產生壓縮應力分佈。強化玻璃基板可展現特定壓縮應力，如 2014 年 6 月 19 日申請的名稱為「具有深壓縮深度之強化玻璃(Strengthened Glass with Deep Depth of Compression)」的美國專利申請案第 62/014,464 號中所描述，該申請案以引用方式併入本文。在一些實施例中，壓縮應力分佈在壓縮區域中大致上為線性的，如第 7 圖中示意性所示。在第 7 圖中，壓縮應力大致上表現出線性行為，產生具有斜率 m_a 之直線 **a**，表示為 $\text{MPa}/\mu\text{m}$ ，該直線於 CS_s 處與垂直 y (CS) 軸相交。CS 分佈線 **a** 在壓縮深度 DOC 處與 x 軸相交。在此點處，總應力為零。在 DOC 下方，玻璃物品處於張力 CT 中，達到中心值 CT。在一個非限制性實例中，可存在：一子區域，張力在該子區域範圍內自 0 變化至至多等於 CT 的最大(絕對值)張力；以及一區域，張力在該區域範圍內為大致上恆定地等於 CT。

【0070】 在一些實施例中，本文所述的玻璃物品之壓縮應力分佈線 **a** 具有在指定範圍內之斜率 m_a 。在第 7 圖中，例如線 **a** 之斜率 m_a 位於上邊界 δ_2 與下邊界 δ_1 之間； $\delta_2 \geq m_a \geq \delta_1$ 。在一些實施例中， $2\ \text{MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 200\ \text{MPa}/\mu\text{m}$ 。在一些實施例中，

$2 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 8 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ ；在一些實施例中 $3 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 6 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ ；且在其他實施例中， $2 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 4.5 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 。

【0071】 在某些實施例中，斜率 m_a 小於約 $1.5 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ ，且在一些實施例中， m_a 為約 $0.7 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 至約 $2 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 。當斜率 m_a 具有此等值且壓縮深度 DOC 為至少約 $100 \mu\text{m}$ 時，強化玻璃對至少一種類型的斷裂模式(例如，極深擊穿)的抵抗性為尤其有利的，該等斷裂模式在現場斷裂某些裝置的設計中可為普遍的。

【0072】 在其他實施例中，壓縮應力分佈為一個以上大致上線性函數之組合，如第 8 圖中示意性地所示。如在第 8 圖中所見，壓縮應力分佈具有第一區段或第一部分 a' 以及第二區段或第二部分 b 。第一部分 a 自玻璃物品之強化表面至深度 d_a 展現大致上線性行為。部分 a' 具有斜率 $m_{a'}$ ，且 y 與 CS_s 相交。壓縮應力分佈之第二部分 b 自大約深度 d_a 延伸至壓縮深度 DOC，且該第二部分 b 具有斜率 m_b 。深度 d_a 處的壓縮應力 $CS(d_a)$ 藉由以下表達式給出

$$CS(d_a) \approx CS_s - d_a(m_{a'}) \quad (7)$$

在一些實施例中，深度 d_a 在約 $3 \mu\text{m}$ 至約 $8 \mu\text{m}$ 的範圍內；亦即， $3 \mu\text{m} \leq d_a \leq 8 \mu\text{m}$ 。在其他實施例中， $3 \mu\text{m} \leq d_a \leq 10 \mu\text{m}$ 。在其他實施例中， $3 \mu\text{m} \leq d_a \leq 12 \mu\text{m}$ 。

【0073】 在一些實施例中，壓縮應力分佈可包括額外區段。在一些實施例中，壓縮應力分佈之不同線性部分或區段可藉由過渡區域(未圖示)連結，在該過渡區域中，分佈之斜率自第一斜率過渡至第二斜率(例如，自 $m_{a'}$ 過渡至 m_b)。

【0074】 如第 8 圖中所示，壓縮應力分佈之部分 **a'** 之斜率比部分 **b** 之斜率陡得多-亦即， $|m_{a'}| \geq |m_b|$ 。此相應於一條件，其中在玻璃物品之表面處具有「峰值」之壓縮應力分佈係藉由連續進行的多次離子交換製程來產生，以便提供具有足夠壓縮應力之表面，從而耐受經由衝擊產生的一些瑕疵之引入或生長。

【0075】 在一些實施例中，本文所述的玻璃物品之壓縮應力分佈線 **a** 及 **b** 分別具有在指定範圍內之斜率 m_a 及 m_b 。在第 8 圖中，例如線 **a'** 之斜率 $m_{a'}$ 位於上邊界 δ_3 與下邊界 δ_4 之間，且線 **b** 之斜率 m_b 位於上邊界 δ_5 與下邊界 δ_6 之間；亦即， $\delta_4 \geq m_{a'} \geq \delta_3$ 且 $\delta_6 \geq m_b \geq \delta_5$ 。在一些實施例中， $40 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_{a'} \leq 200 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ ，且 $2 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_b \leq 8 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 。在一些實施例中， $40 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_{a'} \leq 120 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ ，且在一個實施例中， $50 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_{a'} \leq 120 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 。

【0076】 在一些實施例中，玻璃基板在玻璃物品之表面處具有壓縮應力 CS_s 為至少約 150 MPa 之壓縮區域，其中該壓縮區域自該表面延伸至至少約 45 μm 之壓縮深度 DOC 且該壓縮區域具有壓縮應力分佈，該壓縮應力分佈具有：第一部分 **a**，該第一部分延伸至離表面至少約 45 μm 之深度 d_a 且具有斜率 m_a ，其中 $2 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 8 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ ；以及可選的第二部分 **a'**，該第二部分自該表面延伸至至少約 3 μm 之深度 $d_{a'}$ ，其中 $40 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_{a'} \leq 200 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ (或 $40 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_{a'} \leq 120 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 或 $3 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_{a'} \leq 6 \text{ MPa}/\mu\text{m}$)。在一些實施例中，壓縮應力分佈包含：第一部分 **a**，該第一部分自該表面延伸至深度 d_a 且具

有斜率 m_a ，其中 $3 \mu\text{m} \leq d_a \leq 8 \mu\text{m}$ 且 $40 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 200 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ (或 $40 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 120 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 或 $50 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_a \leq 120 \text{ MPa}/\mu\text{m}$)；以及第二部分 b ，該第二部分自 d_a 延伸至多壓縮深度 DOC 且具有斜率 m_b ，其中 $2 \text{ MPa}/\mu\text{m} \leq m_b \leq 8 \text{ MPa}/\mu\text{m}$ 。

【0077】 深度 d_a 可等於壓縮深度，且第一部分 a 自表面延伸至 d_a 。在一些實施例中，第二部分 a' 自表面延伸至深度 d_a ，且該第一部分 a 自 d_a 延伸至多深度 d_a 。厚度可在約 0.1 mm 至約 1.5 mm 的範圍內。

【0078】 可用於本文所述的強化玻璃基板中的示範性離子可交換玻璃可包括鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物或鹼金屬鋁硼矽酸鹽玻璃組成物，然而可涵蓋其他玻璃組成物。如本文所使用，「可離子交換」意指玻璃基板能夠使位於或靠近玻璃基板之表面處的陽離子與大小較大或較小的具有相同原子價之陽離子交換。在一或多個實施例中，利用來形成玻璃基板之玻璃組成物可展現至少 130 千泊的液相黏度。一種示範性玻璃組成物包含 SiO_2 、 B_2O_3 及 Na_2O ，其中 $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3) \geq 66 \text{ mol. \%}$ ，且 $\text{Na}_2\text{O} \geq 9 \text{ mol. \%}$ 。在一實施例中，強化玻璃基板包括具有至少 6 wt. \% 氧化鋁之玻璃組成物。在另一實施例中，強化玻璃基板(或非強化玻璃基板)包括具有一或多種鹼土金屬氧化物之玻璃組成物，以使得鹼土金屬氧化物之含量為至少 5 wt. \% 。在一些實施例中，適合玻璃組成物進一步包含 K_2O 、 MgO 及 CaO 中之至少一者。在特定實施例中，用於強化玻璃基板(或非強化玻璃基板)之玻璃組成物可包含 $61\text{-}75 \text{ mol. \% SiO}_2$ ； $7\text{-}15 \text{ mol. \% Al}_2\text{O}_3$ ； $0\text{-}12 \text{ mol. \% B}_2\text{O}_3$ ； $9\text{-}21 \text{ mol. \% Na}_2\text{O}$ ；

0-4 mol.% K₂O ; 0-7 mol.% MgO ; 以及 0-3 mol.% CaO 。

【0079】 適用於強化玻璃基板或非強化玻璃基板之另一例示性玻璃組成物包含：60-70 mol.% SiO₂ ; 6-14 mol.% Al₂O₃ ; 0-15 mol.% B₂O₃ ; 0-15 mol.% Li₂O ; 0-20 mol.% Na₂O ; 0-10 mol.% K₂O ; 0-8 mol.% MgO ; 0-10 mol.% CaO ; 0-5 mol.% ZrO₂ ; 0-1 mol.% SnO₂ ; 0-1 mol.% CeO₂ ; 小於 50 ppm As₂O₃ ; 以及小於 50 ppm Sb₂O₃ ; 其中 $12 \text{ mol.}\% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20 \text{ mol.}\%$ 且 $0 \text{ mol.}\% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 10 \text{ mol.}\%$ 。

【0080】 適用於強化玻璃基板或非強化玻璃基板之又一例示性玻璃組成物包含：63.5-66.5 mol.% SiO₂ ; 8-12 mol.% Al₂O₃ ; 0-3 mol.% B₂O₃ ; 0-5 mol.% Li₂O ; 8-18 mol.% Na₂O ; 0-5 mol.% K₂O ; 1-7 mol.% MgO ; 0-2.5 mol.% CaO ; 0-3 mol.% ZrO₂ ; 0.05-0.25 mol.% SnO₂ ; 0.05-0.5 mol.% CeO₂ ; 小於 50 ppm As₂O₃ ; 以及小於 50 ppm Sb₂O₃ ; 其中 $14 \text{ mol.}\% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 18 \text{ mol.}\%$ 且 $2 \text{ mol.}\% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 7 \text{ mol.}\%$ 。

【0081】 在特定實施例中，適用於強化玻璃基板或非強化玻璃基板之鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物包含氧化鋁、至少一種鹼金屬，且在一些實施例中大於 50 mol.% SiO₂，在其他實施例中至少 58 mol.% SiO₂，且在其他實施例中至少 60 mol.% SiO₂，其中比率 $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3}{\sum \text{改質劑}} > 1$ ，在該比率中，組分係表示為 mol.%，且改質劑為鹼金屬氧化物。在特定實施例中，此玻璃組成物包含：58-72 mol.% SiO₂ ; 9-17 mol.% Al₂O₃ ; 2-12 mol.% B₂O₃ ; 8-16 mol.% Na₂O ; 以及 0-4 mol.% K₂O，其中比率

$$\frac{Al_2O_3 + B_2O_3}{\sum \text{改質劑}} > 1。$$

【0082】 在另一實施例中，強化玻璃基板或非強化玻璃基板可包括鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物，該組成物包含：64-68 mol.% SiO₂；12-16 mol.% Na₂O；8-12 mol.% Al₂O₃；0-3 mol.% B₂O₃；2-5 mol.% K₂O；4-6 mol.% MgO；以及 0-5 mol.% CaO，其中：
 $66 \text{ mol.\%} \leq SiO_2 + B_2O_3 + CaO \leq 69 \text{ mol.\%}$ ；
 $Na_2O + K_2O + B_2O_3 + MgO + CaO + SrO > 10 \text{ mol.\%}$ ；
 $5 \text{ mol.\%} \leq MgO + CaO + SrO \leq 8 \text{ mol.\%}$ ；
 $(Na_2O + B_2O_3) - Al_2O_3 \leq 2 \text{ mol.\%}$ ；
 $2 \text{ mol.\%} \leq Na_2O - Al_2O_3 \leq 6 \text{ mol.\%}$ ；以及
 $4 \text{ mol.\%} \leq (Na_2O + K_2O) - Al_2O_3 \leq 10 \text{ mol.\%}$ 。

【0083】 在替代實施例中，強化玻璃基板或非強化玻璃基板可包含鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物，該組成物包含：2 mol% 或 2 mol% 以上的 Al₂O₃ 及/或 ZrO₂，或 4 mol% 或 4 mol% 以上的 Al₂O₃ 及/或 ZrO₂。

【0084】 在一些實施例中，用於玻璃基板之組成物可用 0-2 mol.% 的至少一種澄清劑分批處理，該至少一種澄清劑選自包括以下者之群：Na₂SO₄、NaCl、NaF、NaBr、K₂SO₄、KCl、KF、KBr 及 SnO₂。

【0085】 在當基板 100 包括結晶基板的情況下，該基板可包括單晶，該單晶可包括 Al₂O₃。此種單晶基板係稱為藍寶石。用於結晶基板之其他適合材料包括多晶氧化鋁層及/或尖晶石 (MgAl₂O₄)。

【0086】 可選地，結晶基板 100 可包括可強化或非強化玻璃陶瓷基板。適合玻璃陶瓷之實例可包括 Li₂O-Al₂O₃-SiO₂ 系統

(亦即，LAS-系統)玻璃陶瓷、 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系統(亦即，MAS-系統)玻璃陶瓷及/或包括優勢晶體相的玻璃陶瓷，該優勢晶體相包括 β -石英固溶體、 β -鋰輝石固溶體、堇青石以及二矽酸鋰。玻璃陶瓷基板可使用本文所揭示的玻璃基板強化製程來強化。在一或多個實施例中，MAS-系統玻璃陶瓷基板可在 Li_2SO_4 熔鹽中強化，藉以可發生 2Li^+ 與 Mg^{2+} 的交換。

【0087】 根據一或多個實施例的基板 100 可具有在約 $100\ \mu\text{m}$ 至約 $5\ \text{mm}$ 範圍變化的厚度。例示性基板 100 之厚度在約 $100\ \mu\text{m}$ 至約 $500\ \mu\text{m}$ (例如， $100\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ 、 $300\ \mu\text{m}$ 、 $400\ \mu\text{m}$ 或 $500\ \mu\text{m}$) 的範圍變化。另一例示性基板 100 之厚度在約 $500\ \mu\text{m}$ 至約 $1000\ \mu\text{m}$ (例如， $500\ \mu\text{m}$ 、 $600\ \mu\text{m}$ 、 $700\ \mu\text{m}$ 、 $800\ \mu\text{m}$ 、 $900\ \mu\text{m}$ 或 $1000\ \mu\text{m}$) 的範圍變化。基板 100 可具有大於約 $1\ \text{mm}$ (例如，約 $2\ \text{mm}$ 、 $3\ \text{mm}$ 、 $4\ \text{mm}$ 或 $5\ \text{mm}$) 的厚度。在一或多個特定實施例中，基板 100 可具有 $2\ \text{mm}$ 或 $2\ \text{mm}$ 以下或小於 $1\ \text{mm}$ 的厚度。基板 100 可經酸拋光或以其他方式處理來移除或減少表面瑕疵之效應。

【0088】 層

【0089】 本文所述的層 200 之實施例可利用來將防刮性、抗斷裂性或抗損壞性賦予至基板 100 及/或分層基板 10。可選地，層 200 可利用來改良基板 100 及/或分層基板 10 之光學性質。層 200 之此等屬性可組合使用。因此，層 200 可在本文稱為「防刮」層、「抗斷裂」層或更一般而言稱為「抗損壞」層。層 200 可為連續層或不連續的層。

【0090】 在一或多個實施例中，分層基板 10 及/或層 200 及/

或形成該層的子層中一或多者之硬度可藉由其量測硬度來表徵。如本文所使用，硬度係使用「Berkovich 壓頭硬度試驗」量測，該試驗包括藉由使用金剛石 Berkovich 壓頭對表面進行壓痕來量測於表面上材料之硬度。Berkovich 壓頭硬度試驗包括使用金剛石 Berkovich 壓頭對表面進行壓痕來形成壓痕，該壓痕之壓痕深度在約 50 nm 至約 1000 nm(或材料或層之整個厚度，以較小者為準)範圍內；以及沿整個壓痕深度範圍或此壓痕深度之一區段，大體上使用以下中闡明的方法來量測此壓痕之最大硬度：Oliver, W.C.; Pharr, G. M. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments *J. Mater. Res.*, 第 7 卷, 第 6 期, 1992, 1564-1583；以及 Oliver, W.C.; Pharr, G.M. Measurement of Hardness and Elastic Modulus by Instrument Indentation: Advances in Understanding and Refinements to Methodology *J. Mater. Res.*, 第 19 卷, 第 1 期, 2004, 3-20。壓痕深度自表面材料或層製成或量測。如本文所使用，硬度係指最大硬度，而非平均硬度。

【0091】 通常，在比下伏基板更硬的塗層之奈米壓痕量測方法(諸如藉由使用 Berkovich 壓頭)中，量測硬度最初可由於在淺壓痕深度處塑性區之產生而出現增加，且接著增加並在較深壓痕深度處達到最大值或平台值(plateau)。此後，由於下伏基板之效應，硬度開始在更深壓痕深度處降低。

【0092】 壓痕深度範圍及一或多個特定壓痕深度處之硬度值經選擇來識別如本文所述的材料或層的不具有下伏基板之效

應的特定硬度回應。當使用 Berkovich 壓頭量測材料或層(當安置於基板上時)之硬度時，材料之永久變形區域(塑性區)與材料之硬度相關聯。壓痕期間，彈性應力場延伸遠遠超出此永久變形區域。隨著壓痕深度增加，表觀硬度及模數受應力場與下伏基板相互作用的影響。基板對硬度的影響發生在較深壓痕深度處(亦即，通常在大於材料厚度或層厚度之約 10% 的深度處)。此外，另一難題在於，硬度回應需要特定最小負載來在壓痕方法期間產生完全塑性。在彼特定最小負載之前，硬度展示大體增加的趨勢。

【0093】 在小壓痕深度(該小壓痕深度亦可表徵為小負載)處(例如，至多約 100 nm 或小於約 70 nm)，材料之表觀硬度相對於壓痕深度呈現出急劇增加。此小壓痕深度型式(*regime*)並不表示硬度之真實度量，但相反，此小壓痕深度型式反映出前述塑性區之產生，此與壓頭之有限曲率半徑有關。在中間壓痕深度處，表觀硬度達到最大位準。在較深壓痕深度處，隨著壓痕深度增加，基板之影響變得愈加明顯。一旦壓痕深度超過層厚度之約 30%，硬度即開始急劇下降。

【0094】 已觀察到，在中間壓痕深度處(此深度處硬度接近並維持於最大位準)及較深壓痕深度處之量測值取決於材料厚度或層之厚度。當使用 Berkovich 壓頭硬度試驗來評估具有不同厚度(例如，500 nm、1000 nm、1500 nm 及 2000 nm)的相同材料之四個層的硬度回應時，500 nm 厚的層在約 100 nm 至 180 nm 之壓痕深度處展現該層之最大硬度，接著在約 180 nm 至約 200 nm 之壓痕深度處硬度急劇下降(指示基板之硬度影響

硬度量測值)；1000 nm 厚的層在約 100 nm 至約 300 nm 之壓痕深度處展現最大硬度，接著在大於約 300 nm 之壓痕深度處硬度急劇下降；1500 nm 厚的層在約 100 nm 至約 550 nm 之壓痕深度處展現最大硬度；且 2000 nm 厚的層在約 100 nm 至約 600 nm 之壓痕深度處展現最大硬度。

【0095】 在一些實施例中，在大於約 200 nm 之壓痕深度處具有最大硬度提供一材料或層，該材料或層具有足夠硬度來提供不受基板影響的防刮性。在一些實施例中，在此等壓痕深度處具有最大硬度提供對特定刮痕之抵抗性，諸如對微延性刮痕(microductile scratch) (該刮痕通常具有約 200 nm 至約 400 nm 之深度)之抵抗性。如本文所使用，片語「微延性刮痕」包括材料中具有延伸長度之單個凹槽。例如，因為物品沿特定壓痕深度展現本文所闡述的硬度值，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，所以物品(或物品之表面)可抵抗微延性刮痕。

【0096】 在一或多個特定實施例中，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，層 200 具有沿約 50 nm 或更大或約 100 nm 或更大(例如，約 100 nm 至約 300 nm、約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm、約 100 nm 至約 600 nm、約 200 nm 至約 300 nm、約 200 nm 至約 400 nm、約 200 nm 至約 500 nm 或約 200 nm 至約 600 nm)之壓痕深度約大於 8 GPa 之硬度。在一或多個實施例中，層 200 具有沿此等壓痕深度約 16 GPa 或更大、約 17 GPa 或更大、約 18 GPa 或更大、約 19 GPa 或更大、約 20 GPa 或更大、約 22 GPa 或更大的硬度。層 200

可具有至少一個子層，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，該至少一個子層具有沿約 50 nm 或更大或約 100 nm 或更大(約 100 nm 至約 300 nm、約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm、約 100 nm 至約 600 nm、約 200 nm 至約 300 nm、約 200 nm 至約 400 nm、約 200 nm 至約 500 nm 或約 200 nm 至約 600 nm)之壓痕深度約 16 GPa 或更大、約 17 GPa 或更大、約 18 GPa 或更大、約 19 GPa 或更大、約 20 GPa 或更大、約 22 GPa 或更大之硬度。在一或多個特定實施例中，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，層 200(或形成該層之至少一個子層)可具有沿約 50 nm 或更大或約 100 nm 或更大(約 100 nm 至約 300 nm、約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm、約 100 nm 至約 600 nm、約 200 nm 至約 300 nm、約 200 nm 至約 400 nm、約 200 nm 至約 500 nm 或約 200 nm 至約 600 nm)之壓痕深度在以下範圍內之硬度：約 15 GPa 至約 25 GPa、約 16 GPa 至約 25 GPa、約 18 GPa 至約 25 GPa、約 20 GPa 至約 25 GPa、約 22 GPa 至約 25 GPa、約 23 GPa 至約 25 GPa 及上述值之間的所有範圍及子範圍。如將於以下所述，層 200 將硬度賦予至分層基板 10。層 200 之硬度可經選擇大於基板 100 之硬度。

【0097】 本文所述的層 200 之實施例可藉由該層之模數及/或形成該層之子層之一或多者的模數來表徵。如本文所使用，「模數」係指楊氏模數。在一或多個特定實施例中，層 200 具有 150 GPa 或更大之模數。在一或多個實施例中，如根據已知方法(包括使用利用金剛石 Berkovich 壓頭之奈米壓痕方

法)所量測，層 200 具有約 160 GPa 或更大、約 170 GPa 或更大、約 180 GPa 或更大、約 190 GPa 或更大、約 200 GPa 或更大、約 220 GPa 或更大之模數。在一或多個實施例中，層 200 展現在約 100 GPa 至約 250 GPa 或約 150 GPa 至約 240 GPa 範圍內及上述值之間的所有範圍及子範圍內之模數。

【0098】 在一些實施例中，層 200 可展現藉由刮痕深度及/或刮痕寬度之減小所量測的防刮性。以此方式，根據一或多個實施例的層 200 特定地藉由減小刮痕寬度及/或深度來防止或緩和單一事件刮痕損壞。當與藉由不具有層 200 之基板 100(經歷相同刮痕條件)所展現的刮痕深度及/或刮痕寬度比較時，包括層 200 的分層基板 10 可展現刮痕深度及/或刮痕寬度之減小。不論基板 100 為非晶形及/或結晶，及/或不不論基板 100 經強化或未強化，適用時均可展現刮痕深度及/或寬度之此種減小。

【0099】 在一或多個實施例中，當使用金剛石 Berkovich 壓頭、使用 160mN 之負載、以 10 μ m/s 之速度沿分層基板 10 之表面(分層基板的安置有層 200 之側面)對該分層基板刮擦至少 100 μ m 之長度時，所得刮痕具有一深度，該深度比在基板上未安置層 200 之該基板 100 上同樣形成(亦即，使用相同壓頭、負載、速度及長度)的刮痕之深度小至少 20%，且在一些狀況下小至少 30%。當負載降至 120mN、60mN 或 30mN 時，刮痕深度減小增加甚至更多。換言之，在較低負載下，根據一或多個實施例的分層基板 10 中的所得刮痕深度可甚至比基板上未安置層 200 之基板 100 所展現的刮痕深度更淺。此外，

當使用金剛石 Berkovich 壓頭、以 $10\mu\text{m/s}$ 之速度對分層基板 10 刮擦至少 1mm、至少 2mm、至少 3mm、至少 4mm 或至少 5mm 之長度時，可展現此防刮性。在一或多個實施例中，層 200 展現防刮性，以使得當藉由金剛石 Berkovich 壓頭、使用 160mN 之負載、以 $10\mu\text{m/s}$ 之速度沿包括層 200 之分層基板 10 之表面對該分層基板刮擦至少 $100\mu\text{m}$ 之長度時，所得刮痕具有以下刮痕深度：小於 300nm、小於 290nm、小於 280nm、小於 270nm、小於 260nm、小於 250nm、小於 240nm、小於 230nm、小於 220nm、小於 210nm、小於 200nm、小於 180nm、小於 170nm、小於 160nm、小於 150nm、小於 140nm、小於 130nm、小於 120nm、小於 110nm、小於 100nm、小於 90nm、小於 80nm、小於 70nm、小於 60nm、小於 50nm、小於 40nm、小於 30nm、小於 20nm、小於 10nm 及上述值之間的所有範圍及子範圍。本文所述的刮痕深度可自層 200 之原始及未受干擾的表面量測。換言之，刮痕深度不包括層 200 中可由於藉由金剛石 Berkovich 壓頭穿透至層中所引起的層材料之位移而堆積於刮痕之邊緣周圍的任何量。

【0100】 在一或多個實施例中，當使用金剛石 Berkovich 壓頭、使用 160mN 之負載、以 $10\mu\text{m/s}$ 之速度沿分層基板 10 之表面(分層基板的安置有層 200 之側面)對該分層基板刮擦至少 $100\mu\text{m}$ 之長度時，所得刮痕具有一寬度，該寬度比基板上未安置層 200 之基板 100 上同樣形成(亦即，使用相同壓頭、負載、速度及長度)的刮痕之寬度小至少 10%，且在一些狀況下小至少 30%或小甚至 50%。當負載降至 120mN、60mN 或

30mN 時，刮痕寬度減小增加甚至更多。換言之，在較低負載下，根據一或多個實施例的分層基板 10 中的所得刮痕寬度可甚至比基板上未安置層 200 之基板 100 所展現的刮痕寬度更窄。此外，當使用金剛石 Berkovich 壓頭、以 $10\mu\text{m/s}$ 之速度對分層基板 10 刮擦至少 1mm、至少 2mm、至少 3mm、至少 4mm 或至少 5mm 之長度時，可展現此防刮性。在一或多個實施例中，層 200 展現防刮性，以使得當藉由金剛石 Berkovich 壓頭、使用 160mN 之負載、以 $10\mu\text{m/s}$ 之速度沿包括層 200 之分層基板 10 之表面對該分層基板刮擦至少 $100\mu\text{m}$ 之長度時，所得刮痕具以下刮痕寬度：小於 10nm、小於 9.5nm、小於 9nm、小於 8.5nm、小於 8nm、小於 7.5nm、小於 7nm、小於 6.5nm、小於 6nm、小於 5.5nm、小於 5nm、小於 4.5nm、小於 4nm、小於 3.5nm、小於 3nm、小於 2.5nm、小於 2nm、小於 1.5nm、小於 1nm、小於 0.5nm 及上述值之間的所有範圍及子範圍。本文所述的刮痕寬度可自層 200 之原始及未受干擾的表面量測。換言之，刮痕寬度不包括層 200 中可由於藉由金剛石 Berkovich 壓頭穿透至層中所引起的層材料之位移而堆積於刮痕之邊緣周圍的任何量。

【0101】 在一或多個實施例中，當使用石榴石砂紙試驗評估時，本文所述的層 200 可展現防刮性。石榴石砂紙試驗意欲複製或模擬當本文所述的材料併入諸如行動電話的行動電子裝置中時材料之日常使用條件。在一或多個實施例中，在已使用 150 粒度石榴石砂紙(由 3M 供應)手動地對表面進行單次擦抹之後用肉眼觀察時，本文所述的材料在包括層的表面

大致上不含任何刮痕。

【0102】 層 200 可具有 0.05 μm 或 0.1 μm 或更大之厚度。在一或多個特定實施例中，層 200 之厚度可為 2 μm 或更大，或 3 μm 或更大。特定層 200 可具有以下厚度：0.05 μm 、0.06 μm 、0.07 μm 、0.08 μm 、0.09 μm 、0.1 μm 、0.2 μm 、0.3 μm 、0.4 μm 、0.5 μm 、0.6 μm 、0.7 μm 、0.8 μm 、0.9 μm 、1.0 μm 、1.1 μm 、1.3 μm 、1.4 μm 、1.5 μm 、1.6 μm 、1.7 μm 、1.8 μm 、1.9 μm 、2.1 μm 、2.2 μm 、2.3 μm 、2.4 μm 、2.5 μm 、2.6 μm 、2.7 μm 、2.8 μm 、2.9 μm 、3.0 μm 及上述值之間所有範圍及子範圍。層 200 之厚度可為大致上均勻。

【0103】 根據一或多個實施例的層 200 在光學範圍(亦即，約 380nm 至約 780nm 之波長範圍)中可為大致上清晰或透明的。在一或多個實施例中，層 200 維持或降低分層基板 10 之反射性，且層 200 不包括用於特意增加分層基板 10 之反射性的任何材料。在一或多個替代實施例中，層 200 可為大致上不透明的。在一或多個實施例中，層 200 具有在約 1.8 至 2.2 範圍內之平均折射率。在一或多個實施例中，層 200 及/或分層基板 10 不提供反射率色調或透射率色調(或換言之，所提供的反射率色調為中性或無色)。在一或多個實施例中，分層基板 10 具有以透射率計的 CIELAB 色空間坐標所呈現的色彩，該 CIELAB 色空間坐標係根據使用分光光度計、利用施照體 D65 之鏡面反射率量測來測定為：在約 -2 至約 2 (例如，-1.5 至 1.5、-1 至 1、-0.5 至 0.5、-0.25 至 0.25、-0.1 至 0.1 及上述值之間的所有範圍及子範圍)範圍內之 CIE a^* ；在約 -4 至約 4 (例

如，約-3.5至3.5、-3至3、-2.5至2、-2至2、-1.5至1.5、-1至1、-0.5至0.5、-0.1至0.1、-0.05至0.05及上述值之間的所有範圍及子範圍)範圍內之 CIE b*；以及在約90至約100 (例如，91至100、92至100、93至100、94至100、95至100、96至100、97至100、98至100及上述值之間的所有範圍及子範圍)範圍內之 CIE L*。在一或多個實施例中，分層基板10具有以 CIELAB 色空間坐標所呈現的反射率色彩，該 CIELAB 色空間坐標係根據使用分光光度計、利用施照體 D65 的鏡面反射率量測來測定為：在約-2至約2 (例如，-1.5至1.5、-1至1、-0.5至0.5、-0.25至0.25、-0.1至0.1及上述值之間的所有範圍及子範圍)範圍內之 CIE a*；在約-4至約4 (例如，約-3.5至3.5、-3至3、-2.5至2、-2至2、-1.5至1.5、-1至1、-0.5至0.5、-0.1至0.1、-0.05至0.05及上述值之間的所有範圍及子範圍)範圍內之 CIE b*；以及為50或50以下(例如，45或45以下、40或40以下、35或35以下、30或30以下、25或25以下、20或20以下，或15或15以下及上述值之間的所有範圍及子範圍)的 CIE L*。

【0104】 在一或多個實施例中，層200可包括金屬氧化物、金屬氮化物、金屬碳化物、金屬硼化物、類金剛石碳或上述材料之組合。在一些實施例中，層200可包括金屬氮氧化物及/或碳氧化物。在一或多個特定實施例中，用於金屬氧化物、金屬氮化物、金屬氮氧化物、金屬碳化物、金屬碳氧化物及/或金屬硼化物的一或多種金屬可包括 B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、Ta、W 及上述金屬之組合。可包

括在層 200 中的適合材料之實例包括 Si_3N_4 、 AlN 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 $\text{Al}_x\text{Si}_y\text{N}$ 、 SiC 及其他類似材料。在一或多個實施例中，層 200 包括遍及該層之相同材料。

【0105】 在一或多個實施例中，層 200 可包括氧含量梯度、氮含量梯度、矽含量梯度及鋁含量梯度及上述含量梯度之各種組合。如本文所使用，術語「梯度」係指層之組成物中元素之原子%的變化。元素之原子%的變化可在層 200 之複數個子層(未圖示)中發生。在一些情況下，可利用彼此具有元素之不同原子%的至多 10 個、20 個、30 個、40 個、50 個、60 個、70 個、80 個、90 個、100 個、110 個、120 個或甚至 130 個子層來形成具有梯度之層。在包括氧梯度的層中，位於或靠近該層與基板 100 之間的界面處的層之組成物中的氧之量(原子%)可不同於位於或靠近該層之相對側(或靠近層 200 與如本文所述的額外層之間的界面)處及該層與基板 100 之間的其他區域處的層之組成物中的氧之量(原子%)。

【0106】 在一或多個實施例中，層 200 中之組成梯度可包括矽/鋁組成梯度，其中矽及鋁之原子%彼此獨立或彼此相關地沿層之厚度變化。在其他實施例中，組成梯度可包括氧/氮組成梯度，其中氧及氮之原子%彼此獨立或彼此相關地沿層之厚度變化。在一或多個實施例中，位於或靠近基板 100 與層 200 之間的界面處的氧與氮之比率可大於位於層 200 之相對側(或靠近層 200 與如本文所述的額外層之間的界面)處及該基板 100 與層 200 之間的其他區域處的氧與氮之比率。例如，在位於或靠近基板 100 與層 200 之間的界面處，層 200 中可存在

很少的氮或不存在氮，及/或在位於層 200 之相對側(或靠近層 200 與如本文所述的額外層之間的界面)處，層 200 中可存在很少的氧或不存在氧。在一或多個實施例中，位於或靠近基板 100 與層 200 之間的界面處的矽與鋁之比率可大於位於層 200 之相對側(或靠近層 200 與如本文所述的額外層之間的界面)處的矽與鋁之比率。例如，在位於或靠近基板 100 與層 200 之間的界面處，層 200 中可存在很少的鋁或不存在鋁，及/或在位於層 200 之相對側(或靠近層 200 與如本文所述的額外層之間的界面)處，層中可存在很少的矽或不存在矽。

【0107】 在一或多個實施例中，氧含量梯度及/或氮含量梯度可藉由引入沈積製程中(亦即，引入層 200 藉以沈積至基板 100 上之沈積腔室中)的氧氣及/或氮氣之流率來控制。為增加氧含量或氮含量，使氧或氮之流率增加。在一些實施例中，可藉由控制導向鋁及/或矽源材料的功率(例如，在使用濺鍍來形成層的情況下，控制導向鋁及/或矽濺鍍靶的功率)來控制鋁及/或矽梯度。為增加鋁含量或矽含量，使導向鋁及/或矽源材料的功率增加。

【0108】 在一或多個實施例中，分層基板 10 可包括一或多個額外層 300。額外層 300 可安置於層 200 上(第 1D 圖中所示)，或安置於層 200 與基板 100 之間(第 1E 圖中所示)。在利用多個層的情況下，第一額外層 310 可安置於層 200 與基板 100 之間(第 1F 圖中所示)，且第二額外層 320 可安置於層 200 上。在一些實施例中，一或多個額外層 300 可管理分層基板之一或多個光學性質(例如，平均光反射性、平均光透射量、反射

率、透射率、反射率色彩及/或透射率色彩)及/或一或多個額外層 300 可將防刮性質賦予至分層基板。例如，一或多個額外層 300 可展現一折射率，該折射率小於該層之折射率。在另一實施例中，一或多個額外層 300 可具有一厚度，該厚度亦與該層之厚度不同或相同，與該層之折射率組合，該一或多個額外層可改質該分層基板之平均光反射性、平均光透射量、反射率、透射率、透射率色彩及/或反射率色彩。在另一實施例中，一或多個額外層可具有特定硬度及/或厚度來改質該分層基板之防刮性。

【0109】 在一個變體中，一或多個額外層 300 可包括金屬氧化物、金屬氮化物、金屬氮氧化物或上述物質之組合。示範性金屬包括 B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、Ta 及 W。在一或多個特定實施例中，層 200 可包括 AlO_xNy ，且額外層 300 可包括 SiO_2 或 Al_2O_3 。在另一變體中，分層基板可包括 SiO_2 或 Al_2O_3 之第一額外層，以及包括 SiO_2 及 Al_2O_3 中另一者的第二額外層。第一額外層及該第二額外層可包括不同材料或相同材料。第一額外層及第二額外層可展現彼此相同或不同的厚度，或(各自或一起)與該層相同或不同的厚度。

【0110】 在一些實施例中，額外層可包括裂紋緩和層，且此種層可安置於該層與該基板之間。裂紋緩和層之實例描述於 2013 年 10 月 11 日申請的美國專利申請案第 14/052,055 號、2013 年 10 月 14 日申請的美國專利申請案第 14/053,093 號以及 2013 年 10 月 14 日申請的美國專利申請案第 14/053,139 號

中，該等申請案之內容係以全文引用方式併入本文中。

【0111】 在一或多個實施例中，用於層 200 中的材料可經選擇來最佳化該層之各種性質。在一些實施例中，層 200 之氧含量可經改質來調節該層之光學性質及/或機械性質(例如，硬度、模數等)。諸如 Al_2O_3 、 SiO_2 、 SiO_xN_y 、 AlO_xN_y 的含氧材料可利用來最小化在視角自垂直入射(亦即，0 度)變化為傾斜入射(例如，70 度或更大、75 度或更大、80 度或更大、85 度或更大、86 度或更大、87 度或更大、88 度或更大、89 度或更大，或 89.5 度或更大；然而傾斜入射可小於 90 度)時反射率色點之變化。在一或多個特定實施例中，層 200 中或層 200 之子層之任一者中的氧之量可經調節來控制層 200 之折射率及/或該層之其他性質。

【0112】 在一或多個實施例中，用於層 200 中的材料可經選擇最佳化層之防刮性。例如， Si_3N_4 、 AlN 、 SiC 及類似物可用於特定性質(例如，硬度)，且可佔用於層 200 中的材料之至少 50 重量%。此等材料可選地佔用於層 200 中的材料之 55 重量%或 55 重量%以上、60 重量%或 60 重量%以上、65 重量%或 65 重量%以上、70 重量%或 70 重量%以上，或 75 重量%或 75 重量%以上。

【0113】 層 200 可使用此項技術中已知的方法形成。例如，適合的方法包括不連續或連續真空沈積製程，諸如化學氣相沈積(例如，電漿增強化學氣相沈積)、物理氣相沈積(例如，反應性或非反應性濺鍍或雷射剝蝕)、熱蒸發或電子束蒸發及/或原子層沈積。在一或多個特定實施例中，層 200 可藉由不

同於原子層沈積的方法形成。層 200 可比層係藉由原子層沈積形成的情況保形性小，或層 200 可比藉由原子層沈積形成的其他層保形性小。在一些情況下，基板 100 可包括微裂紋；然而，層 200 並不填補在玻璃中發現的大量微裂紋。

【0114】 分層基板

【0115】 在一或多個實施例中，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，分層基板 10 具有沿約 50 nm 或更大或約 100 nm 或更大(例如，約 100 nm 至約 300 nm、約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm、約 100 nm 至約 600 nm、約 200 nm 至約 300 nm、約 200 nm 至約 400 nm、約 200 nm 至約 500 nm 或約 200 nm 至約 600 nm)之壓痕深度約大於 8 GPa 之硬度。在一或多個實施例中，分層基板 10 具有沿此等壓痕深度約 16 GPa 或更大、約 17 GPa 或更大、約 18 GPa 或更大、約 19 GPa 或更大、約 20 GPa 或更大、約 22 GPa 或更大之硬度。在一或多個特定實施例中，如藉由 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，分層基板 10 可展示沿約 50 nm 或更大或約 100 nm 或更大(例如，約 100 nm 至約 300 nm、約 100 nm 至約 400 nm、約 100 nm 至約 500 nm、約 100 nm 至約 600 nm、約 200 nm 至約 300 nm、約 200 nm 至約 400 nm、約 200 nm 至約 500 nm 或約 200 nm 至約 600 nm)之壓痕深度在以下範圍內之量測硬度：約 15 GPa 至約 25 GPa、約 16 GPa 至約 25 GPa、約 18 GPa 至約 25 GPa、約 20 GPa 至約 25 GPa、約 22 GPa 至約 25 GPa、約 23 GPa 至約 25 GPa 及上述值之間的所有範圍及子範圍。在一些情況下，由於層 200 之存在，分層基板 10 之硬度大於

下伏基板 100 之硬度。

【0116】 在一或多個實施例中，分層基板可藉由該基板之平均撓曲強度來表徵。如本文所使用，術語「平均撓曲強度」意欲指分層基板(例如，分層基板 10 及/或基板 100)之撓曲強度，或分層基板在撓曲負載下斷裂或破裂的強度，如經由諸如環對環測試、球對環測試或落球測試的方法所測試。「平均撓曲強度」係使用至少 5 個樣本、至少 10 個樣本或至少 15 個樣本或至少 20 個樣本來量測。「平均撓曲強度」亦可包括就負載、應力或此項技術中已知的其他量測參數而言的數學平均值。更寬泛而言，「平均撓曲強度」亦可藉由諸如落球測試的其他試驗來定義，其中表面撓曲強度藉由在可耐受而不斷裂的落球高度來表徵。分層基板表面強度亦可以一裝置組態來測試，其中含有分層基板(例如，分層基板 10 及/或基板 100)的器具或裝置物品在可產生表面撓曲應力的不同定向上掉落(亦即，掉落試驗)。在一些狀況下，「平均撓曲強度」亦可併入如藉由此項技術中已知的其他方法測試的強度，該等其他方法諸如 3 點彎曲測試或 4 點彎曲測試。在一些狀況下，此等試驗方法可受物品(例如，分層基板 10 及/或基板 100)之邊緣強度的顯著影響。

【0117】 在一或多個實施例中，如藉由環對環測試所量測及如本文所述，分層基板於磨耗之後展現平均撓曲強度，該平均撓曲強度與分層基板於磨耗之前的平均撓曲強度大致上相同。分層基板或基板磨耗之後的平均撓曲強度可稱為「磨耗強度」。如本文所使用，術語「磨耗」包括基板或分層基板

之表面藉以經受磨耗之過程。此種磨耗基板或分層基板之平均撓曲強度可在基板或分層基板已使用之後提供對該基板或分層基板之強度的指示。換言之，磨耗強度提供對基板或分層基板耐受瑕疵或表面損壞的程度之指示，以使得基板或分層基板之平均撓曲強度在瑕疵或表面損壞的引入之後保留在目標使用位準以上。如本文所使用，磨耗基板或分層基板之表面的一種方法描述於 ASTM 方法 C158-02 中，該 ASTM 方法 C158-02 中大體上提供一種方法，該方法使用空氣來加速粒子(例如，SiC)，以使得該等粒子與基板或分層基板之表面碰撞。分層基板之平均撓曲強度係藉由環對環斷裂測試來量測。

【0118】 環對環斷裂測試包括將基板或分層基板置放在負載環與支撐環之間。在測試分層基板的狀況下，分層基板的安置有層 200 之側面在張力下固持於負載環與支撐環之間。在本文所述的實施例中，負載環具有 0.5 吋之直徑，且支撐環具有 1 吋之直徑。此等實施例之測試參數包括為約 1.6 mm 之接觸半徑及 1.2mm/min 之十字頭速度。為量測平均撓曲強度，將負載施加至負載環以測定基板或分層基板斷裂或破裂時的應力。執行試驗之前，可在基板或分層基板之兩側上置放黏著膜以便黏住破裂的玻璃碎片。

【0119】 在一或多個實施例中，分層基板 10 於磨耗之前展現第一平均撓曲強度，且於磨耗之後展現第二平均撓曲強度，其中第二平均撓曲強度與第一平均撓曲強度大致上相同，或為第一平均撓曲強度之至少 80%、至少 82%、至少 84%、至

少 86%、至少 88%、至少 90%、至少 92%、至少 94%、至少 96%、至少 98%或至少 99%。

【0120】 當經受重複掉落試驗或當經受物體掉落至分層基板之主表面上的重複試驗時，本文揭示的分層基板 10 之實施例證明改良抗斷裂性。儘管一般技藝人士可考量用於掉落試驗的各種實驗參數，但是當在掉落試驗中自至少 100 cm 之高度或自至少 150 mm 之高度，或自至少 200 mm 之高度或自約 220 mm 之高度掉落至掉落表面上時，本文所述的分層基板 10 能夠耐受斷裂。在一或多個實施例中，儘管一般技藝人士可考量用於其中物品掉落至分層基板之主表面上的試驗之各種實驗參數，但是當此等物體自至少 10cm、20cm、30cm、40cm、50cm、60cm、70cm、80cm、90cm、100cm、110cm、120cm、130cm、140cm、150cm、160cm、170cm、180cm、190cm、200cm、210cm 或 220cm 及上述值之間的所有範圍及子範圍的高度掉落至分層基板上時，本文所述的分層基板 10 能夠耐受斷裂。此試驗可與落球試驗類似或相同，或此試驗可使用經選擇來模擬可衝擊分層基板之表面的「真實世界」物體的特定物體(例如，該物體可具有特定硬度及/或鋸齒狀或粗糙表面)。如本文所使用，術語「斷裂」包括層 200、基板 100 及/或分層基板 10 中的裂紋、碎屑或甚至機械瑕疵。

【0121】 進一步證明分層基板之改良可倖存性，當分層基板 10 以平角、非平角或兩者兼有接觸掉落表面時，分層基板能夠耐受斷裂。如本文所使用，「平角」意指相對於掉落表面的 180°。「非平角」涵蓋相對於掉落表面的各種角度。在以

下實例中，非平角相對於掉落表面為 30° 。類似地證明分層基板之改良可倖存性，當物體(例如，堅硬及/或尖銳物體)以如本文所定義的平角、非平角或兩者兼有接觸分層基板 10 時，分層基板能夠耐受斷裂。

【0122】 在一或多個實施例中，當考量掉落測試時，掉落表面為磨耗表面，該磨耗表面係配置來模擬當物品及/或裝置(例如，電子裝置)掉落至諸如瀝青的「真實世界」表面上時可產生的損壞。重複掉落至磨耗表面上依然倖存為在瀝青以及其他表面(例如，混凝土或花崗岩)上較好效能之指示。磨耗表面涵蓋各種材料。在特定實施例中，磨耗表面為砂紙，諸如 SiC 砂紙、工程化砂紙；或磨耗表面為一般技藝人士已知的具有相當硬度及/或銳度之任何磨耗材料，該磨耗材料係安置於支撐件(例如，鋼板)上。可使用為 180 粒度且具有約 $80\ \mu\text{m}$ 之平均粒徑之 SiC 砂紙，因為該砂紙具有已知的粒子銳度範圍、比混凝土或瀝青更為一致的表面形貌以及產生所需的試樣表面損壞程度的粒徑及銳度。可用於本文所述的掉落試驗中的市售 180 粒度 SiC 砂紙之一個非限制性實例為由 Indasa 生產的 Rhynowet® 180 粒度 SiC 砂紙。

【0123】 在試驗中，可於每次掉落之後更換砂紙，以避免已在混凝土或瀝青掉落表面之重複使用中觀察到的「老化」效應。除老化之外，不同瀝青形態及/或不同溫度及濕度可影響瀝青之效能。與混凝土或瀝青不同，砂紙磨耗表面在所有樣本中提供一致量之損壞。

【0124】 此外，在掉落試驗(以下提供的掉落試驗之實例)

中，利用各種掉落高度。例如，掉落試驗可利用最小掉落高度(例如，約 1 公尺之掉落高度)。約 20 個分層基板之樣本組隨後各自自此掉落高度掉落，以觀察各樣本是否斷裂。一旦分層基板(或受測試的基板或其他材料)斷裂，則停止試驗。如本文所使用，術語「斷裂」包括裂紋之存在，該裂紋穿透分層基板或單獨基板(其中掉落試驗在裸基板上執行)之整個厚度。若分層基板在自掉落高度的掉落之後並未斷裂，則亦可停止掉落試驗，或分層基板(或受測試的基板或其他材料)可自最大高度重複掉落。以上掉落試驗程序可為相同的，其中分層基板、基板或其他材料包括於裝置中，隨後該裝置以與分層基板、基板及/或其他材料相同的方式經受掉落試驗。分層基板之定向可經控制來控制分層基板與掉落表面之間發生衝擊的表面。確切而言，分層基板之定向可經控制，以使得衝擊發生在表面上安置有層的該表面上。

【0125】 在其中物體掉落至分層基板之表面上的試驗中，包括層 200 的分層基板之表面暴露於掉落的物體。換言之，包括層 200 的分層基板 10 之表面經歷掉落的物體所施加的撓曲應力。如本文另外所述，可根據已知的落球試驗方法選擇物體，及/或可針對特定硬度及/或一或多個尖銳及/或鋸齒狀表面來選擇物體，以便在分層基板 10 之表面上施加撓曲應力的同時或直接於施加該撓曲應力之前，將損壞(例如，刮痕)施加至表面上。在此等實施例中，包括層 200 的分層基板 10 之表面經歷表面損壞及撓曲應力。

【0126】 可利用試驗之其他變化形式，在該試驗中分層基板

10 之表面在撓曲應力施加至分層基板的同時或直接在施加該撓曲應力之前損壞。例如，可藉由以下步驟損壞分層基板之表面：沿表面磨擦砂紙，使砂粒掉落或砂蝕至表面上及類似處理，接著使分層基板經受撓曲應力試驗(例如，落球、環對環或球對環)。

【0127】 在其中物體掉落至分層基板 10 之表面上的試驗中，對物體利用各種掉落高度。例如，其中物體掉落至分層基板 10 上的試驗可利用最小掉落高度(例如，約 10 cm 至 20 cm 之掉落高度)來開始，且該試驗可藉由對連續的掉落將高度增加設定增量或可變增量。一旦分層基板(或受測試的基板或其他材料)破裂，則停止試驗。或者，若掉落高度達到最大掉落高度(例如，約 220 cm 之高度)，且分層基板(或受測試的基板或其他材料)在物體已掉落至該分層基板之表面上之後並未斷開，則亦可停止試驗，或分層基板(或受測試的基板或其他材料)可經受自最大高度的重複物體掉落。此等掉落試驗程序可為相同的，其中分層基板、基板或其他材料包括在裝置或物品中，隨後該裝置或物品以與分層基板、基板及/或其他組件相同的方式經受試驗。

【0128】 在一或多個實施例中，樣本之至少約 60%在本文所述的掉落試驗中倖存。在其他實施例中，樣本之至少約 65%、至少約 70%、至少約 75%、至少約 80%、至少約 85%或至少約 90%在本文所述的掉落試驗中倖存。在此等實施例中，分層基板 10 之特徵為具有至少 60%的可倖存性(或至少 65%的可倖存性、至少 70%的可倖存性、至少 75%的可倖存性、至

少 80%的可倖存性、至少 85%的可倖存性或至少 90%的可倖存性)。

【0129】 在一或多個實施例中，本文的分層基板 10 展現改良防刮性，與所利用的下伏基板 100 無關。此外，亦觀察到分層基板 10 之抗斷裂性，其中該基板包括強化玻璃或未強化的玻璃。無論基板包括結晶基板及/或非結晶基板(包括或不包括玻璃)，皆可觀察到分層基板 10 之抗斷裂性。此等改良指示層 200 在防止層 200 中存在的瑕疵(例如，由於沈積條件或過程或其他原因而存在)或引入至層中的瑕疵(例如，藉由分層基板 10 與掉落表面之間的衝擊而引入)被引入或穿透至基板 100 中方面起作用。

【0130】 在一或多個實施例中，基板 100 之強度尤其在基板包括玻璃基板的情況下在抗斷裂性水平方面起作用。如以上所述，即使未強化且與層 200 組合的玻璃基板在掉落試驗中展現改良抗斷裂性；然而，強化基板與層 200 之組合在掉落試驗中證明抗斷裂性之甚至更大改良(超過裸玻璃基板及/或未強化但與層 200 組合的基板)。在一或多個實施例中，包括具有深的層深度(例如， $>50\mu\text{m}$)及/或經強化以使得在特定 DOC 處存在某種 CS 之玻璃基板的材料在掉落試驗中證明甚至更大的抗斷裂性。

【0131】 在一或多個實施例中，分層基板 10 展現在可見光範圍(例如，380nm-780nm)內測定的 70%或更大、75%或更大、80%或更大、85%或更大、90%或更大的平均透射率。在一些特定實施例中，分層基板 10 展現約 90.5%或更大、91%或更

大、91.5%或更大、92%或更大、92.5%或更大、93%或更大、93.5%或更大、94%或更大、94.5%或更大或 95%或更大的平均透射率。在一些變體中，分層基板 10 為大致上不透明的及/或分層基板 10 可在可見光範圍(例如，380 nm-780nm)內展現約 10%或 10%以下的平均透射率。例如，平均透射率可為約 9%或 9%以下、約 8%或 8%以下、約 7%或 7%以下、約 6%或 6%以下、約 5%或 5%以下、約 4%或 4%以下、約 3%或 3%以下、約 2%或 2%以下、約 1%或 1%以下，或甚至為 0%，及上述值之間的所有範圍及子範圍。

【0132】 在一或多個實施例中，分層基板 10 在可見光範圍(例如，380 nm-780 nm)內具有 10%或 10%以下的平均總反射性。例如，分層基板 10 可具有為 9%或 9%以下、8%或 8%以下、7%或 7%以下、6%或 6%以下的總反射性。在一些特定實施例中，分層基板 10 展現 6.9%或 6.9%以下、6.8%或 6.8%以下、6.7%或 6.7%以下、6.6%或 6.6%以下、6.5%或 6.5%以下、6.4%或 6.4%以下、6.3%或 6.3%以下、6.2%或 6.2%以下、6.1%或 6.1%以下、6.0%或 6.0%以下、5.9%或 5.9%以下、5.8%或 5.8%以下、5.7%或 5.7%以下、5.6%或 5.6%以下、5.5%或 5.5%以下的平均總反射性。根據一或多個實施例，分層基板 10 具有總反射性，該總反射性與基板 100 之總反射性相同或比基板 100 之總反射性更小。

【0133】 分層基板 10 可包括一或多個功能層，該一或多個功能層安置於層 200 上或安置於基板 100 的與層 200 相對的表面上(例如，安置於第 1 圖中所示的第二相對主表面 112 上)。

此一或多個功能層可包括 IR 阻擋層、UV 阻擋層、導電層、半導層、電子設備層、薄膜電晶體層、觸控感測層、影像顯示層、螢光層、磷光層、發光層、波長選擇性反射層、抬頭顯示器層、防反射層、防眩光層、抗污層、自清潔層、障壁層、鈍化層、密封層、擴散阻擋層、抗指紋層或上述層之組合。

【0134】 本揭示內容之第二態樣係關於包括本文所述的分層基板 10 之裝置及/或物品。分層基板 10 可用作裝置及/或物品之外殼的部分或全部。分層基板 10 亦可用作裝置及/或物品中包括的顯示器之罩蓋。示範性裝置包括電子裝置(例如，行動電話、智慧型電話、平板、視訊播放器、資訊終端裝置、膝上型電腦等)、建築結構(例如，台面或牆壁)、器具(例如，爐灶台、冰箱門及洗碗機門等)、資訊顯示器(例如，白板)及汽車組件(例如，儀錶板面板、擋風玻璃、窗戶組件等)及類似物。

【0135】 本揭示內容之另一態樣係關於一種用於形成如本文所述的物品及/或裝置的方法。在一或多個實施例中，該方法包括以下步驟：提供如本文所述的基板，該基板包含相反主表面；以及在第一相反主表面上安置層 200 來形成分層基板，當與物品及/或裝置一起組裝且該裝置在掉落試驗中自至少 100 cm 之高度掉落至掉落表面上或該裝置經受物體自至少 100 cm 之高度掉落至分層基板上的試驗時，該分層基板能夠耐受斷裂。該方法亦包括以下步驟：將該分層基板與該裝置一起組裝。在一或多個實施例中，該方法包括以下步驟：藉由原子層沈積、化學氣相沈積、物理氣相沈積、熱蒸發或上

述各者之組合來安置該層。在一些實施例中，該方法包括以下步驟：藉由不同於原子層沈積之方法來安置該層。在一或多個特定實施例中，所得層不如藉由原子層沈積形成的層一樣保形。

實例

【0136】 將藉由以下實例進一步闡明各種實施例。

實例 1

【0137】 如表 1 中所示，製備實例 A 及 B 以及比較實例 C 及 D。藉由提供各自具有 1 mm 之厚度、110 mm 之長度以及 56 mm 之寬度的五個強化玻璃基板來製作根據實例 A 的五個樣本。玻璃基板包括鋁硼矽酸鹽玻璃，該鋁硼矽酸鹽玻璃具有包括以下者的組成：至少約 50 mol% SiO_2 ；約 12 mol% 至約 22 mol% Al_2O_3 ；約 4.5 mol% 至約 10 mol% B_2O_3 ；約 10 mol% 至約 20 mol% Na_2O ；0 mol% 至約 5 mol% K_2O ；至少約 0.1 mol% MgO 、 ZnO 或上述各者之組合，其中 $0 \text{ mol}\% \leq \text{MgO} \leq 6$ 且 $0 \leq \text{ZnO} \leq 6 \text{ mol}\%$ 。玻璃基板係使用離子交換製程強化來展現至少約 700MPa 之 CS 以及至少約 40 μm 之 DOL，在該離子交換製程中，玻璃基板浸沒於熔融硝酸鉀(KNO_3)浴中，該浴加熱至在約 350°C 至 450°C 範圍內之溫度歷時 3-8 小時之持續時間。 Si_3N_4 層係使用 DC 磁控管系統經由離子輔助 DC 濺鍍製程沈積至玻璃基板中每一者的一個側面上。層係在以約 60 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 0.5 mTorr 之壓力及約 109.6°C 之溫度下自靶濺鍍，其中 DC 功率以 2.1 kW 來供應。離子束係使用 100 sccm 之氮，以 0.2kW 之功率來產生。實例 A 之樣本

上的所得 Si_3N_4 層具有約 $2\ \mu\text{m}$ 之厚度。

【0138】 藉由提供具有與實例 A 之基板相同組成及尺寸之 10 個玻璃基板來製作根據實例 B 的 10 個樣本。玻璃基板未強化。與用於實例 A 之樣本的層相同的 Si_3N_4 層係以與實例 A 相同的方式形成於實例 B 之玻璃基板中每一者的一個側面上。實例 B 之樣本上的所得 Si_3N_4 層具有約 $2\ \mu\text{m}$ 之厚度。

【0139】 藉由提供組成、尺寸、CS 及 DOL 與實例 A 之玻璃基板相同的 10 個玻璃基板來製作根據比較實例 C 的 10 個樣本。用於比較實例 C 之樣本之玻璃基板未與任何層或塗層組合。

【0140】 藉由提供具有與實例 A 之基板相同組成及尺寸之玻璃基板來製作根據比較實例 D 的一個樣本。玻璃基板未強化或未與任何層或塗層組合。

【0141】 表 1：實例 A 及 B 及比較實例 C 及 D

	實例 A	實例 B	比較實例 C	比較實例 D
基板	強化玻璃	未強化玻璃	強化玻璃	未強化玻璃
層	Si_3N_4	Si_3N_4	無	無

【0142】 將根據實例 A、實例 B、比較實例 C 及比較實例 D 之樣本中之每一者組裝於行動電話中。行動電話係使用掉落試驗、使用瀝青掉落表面來測試。第 9 圖例示在使用不同定向或位置將各行動電話樣本自 1 公尺之高度掉落之後，在掉落試驗中倖存的樣本之百分比(沿 x 軸)，該等不同定向或位置包括其中分層基板或基板接觸掉落表面的至少一個定向。

【0143】 當掉落在如上提供的瀝青掉落表面上時，比較實例

D 試驗失敗。當掉落在瀝青掉落表面上時，比較實例 C 之樣本中一半試驗失敗。當掉落在瀝青表面上時，實例 B 之樣本中百分之二十倖存。當掉落在瀝青掉落表面上時，根據實例 A 的全部樣本皆倖存。

實例 2

【0144】 實例 E 製備成九個樣本，其中八個樣本如以下指示使用伯克利砂(Berkeley Sand)及 SiC 粒子來磨耗。藉由提供各自具有 1 mm 之厚度、50 mm 之長度及 50 mm 之寬度的九個強化玻璃基板來製備該等九個樣本。所利用的玻璃基板具有與實例 1 相同的組成，且所利用的玻璃基板以與實例 1 之玻璃基板相同的方式強化，且展現相同的 CS 及 DOL。Si₃N₄ 層係使用 DC 磁控管系統經由 DC 濺鍍製程形成於玻璃基板中每一者的一個側面上。層係在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 6.9×10^{-4} 托之壓力下自靶濺鍍，其中 DC 功率以 4 kW 來供應。離子束係在以 115 sccm 流動的氮存在下，以 0.310kW 之功率來產生。沈積速率為 1.4 Å/s，且總沈積時間為 230 分鐘。所得 Si₃N₄ 層具有約 2 μm 之厚度。

【0145】 實例 E 之樣本 1 的平均撓曲強度係使用環對環強度測試量測，而不予以磨耗來提供基線平均撓曲強度。將實例 E 之樣本 2-9 磨耗，且隨後經受環對環強度測試，如表 2 中所示。所使用的環對環強度測試程序揭示於本揭示內容中。使用伯克利砂來磨耗樣本 2-5，且該伯克利砂來源於 Berkeley Springs, WV 的 U.S. Silica 且篩分至 70-100 目。樣本 6-9 係使用可以商標名 Carborex C-6 自 Niagara Falls, NY 之 Washington Mills

購得的 90 粒度 SiC 粒子來磨耗。

【0146】 表 2：使用伯克利砂及 SiC 粒子的磨耗強度

實例 E			
樣本	磨耗壓力 (psi)	磨耗材料	磨耗材料體積
1	未磨耗 (藉由第 10 圖中的 0 psi 指示)	無	
2	1	伯克利砂	1 毫升
3	2	伯克利砂	1 毫升
4	3	伯克利砂	1 毫升
5	4	伯克利砂	1 毫升
6	1	SiC 粒子	1 毫升
7	2	SiC 粒子	1 毫升
8	3	SiC 粒子	1 毫升
9	4	SiC 粒子	1 毫升

【0147】 第 10 圖例示實例 E 之樣本 1-5 的平均撓曲強度。第 11 圖例示實例 E 之樣本 1 及樣本 6-9 的平均撓曲強度。對於第 10 圖及第 11 圖兩者而言，平均斷裂負載(kgf)已針對樣本 1(未磨耗樣本)來正規化。換言之，將磨耗樣本(例如，樣本 2-9)中每一者的平均斷裂負載除以樣本 1(未磨耗樣本)之平均斷裂負載。第 10 圖及第 11 圖中所示的正規化圖例示當樣本未經磨耗及隨後使用不同磨料及磨耗壓力進行磨耗時平均斷裂負載之相對變化。第 10 圖及第 11 圖亦例示樣本經受使用不同磨料及磨耗壓力的磨耗之後所維持的強度之百分比。如第 10 圖及第 11 圖中所示，根據實例 E 的樣本之平均撓曲強度在磨耗前後為大致上相同的。

實例 3

【0148】 製備實例 F 及比較實例 G 中每一者的三個樣本，以在與裸基板比較時，就展現較淺刮痕深度及較窄刮痕寬度而

言，說明本文所揭示的分層基板之改良防刮性。

【0149】 藉由提供各自具有相反主表面的三個化學強化玻璃基板且在各樣本之一個主表面上形成包含 SiO_xN_y 的層來製備實例 F 之四個樣本中之每一者。該等玻璃基板包括與用於實例 1 及 2 的玻璃基板相同的組成，且該等玻璃基板經化學強化來展現至少約 700 MPa 之 CS 及至少約 40 μm 之 DOL。該等玻璃基板具有約 1 mm 之厚度、約 50 mm 之長度以及約 50 mm 之寬度。 SiO_xN_y 層具有約 2 μm 之厚度，且 SiO_xN_y 層係使用 DC 磁控管系統、經由離子輔助 DC 濺鍍製程，使用與用來形成實例 2 之 SiO_xN_y 層相同的條件來沈積。藉由提供具有與用於實例 F 之樣本的玻璃基板相同組成、尺寸、壓縮應力及壓縮應力層厚度(DOL)的三個化學強化玻璃基板來製備比較實例 G 之四個樣本中之每一者。使用金剛石 Berkovich 壓頭，以 10 $\mu\text{m}/\text{s}$ 之速度，在四個不同負載下，沿實例 F 及比較實例 G 之樣本中每一者的表面對該等樣本刮擦至少 100 μm 或至少約 1 mm 之長度。對於實例 F 之樣本而言，刮擦玻璃基板的包括層的側面。量測樣本中每一者上的刮痕之寬度及深度且該寬度及深度提供於表 3 中。

【0150】 表 3: 包括 SiO_xN_y 層的分層基板之刮痕負載及寬度與深度量測值。

	樣本#	寬度 (μm)	深度 (nm)	寬度 減小	深度 減小
實例 F	1 (160mN 負載)	6.67	270	37%	40%
比較實例 G	1 (160mN 負載)	10.61	451		

實例 F	2 (120 mN 負載)	5.46	218	39%	42%
比較實例 G	2 (120 mN 負載)	9.00	374		
實例 F	3 (60mN 負載)	3.81	130	31%	40%
比較實例 G	3 (60mN 負載)	5.56	216		
實例 F	4 (30mN 負載)	2.72	83	34%	39%
比較實例 G	4 (30mN 負載)	4.15	135		

實例 4

【0151】 製備根據實例 H 及比較實例 I 的四個樣本，以在與裸基板比較時，就展現較淺刮痕深度及較窄刮痕寬度而言，說明本文所揭示的分層基板之改良防刮性。

【0152】 藉由提供各自具有相反主表面的四個化學強化玻璃基板且在各樣本之一個主表面上形成包含 AlN 的層來製備實例 H 之四個樣本中之每一者。該等玻璃基板包括與用於實例 1 及 2 的玻璃基板相同的組成，且該等玻璃基板經化學方式強化來展現至少約 700 MPa 之 CS 及至少約 40 μm 之 DOL。該等玻璃基板具有約 1 mm 之厚度、約 50mm 之長度以及約 50 mm 之寬度。安置於玻璃基板中每一者上的 AlN 層具有約 2 μm 之厚度，且該 AlN 層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程來沈積。AlN 層係在以約 74.91 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 5.88×10^{-4} 托之壓力及約 160°C 之溫度下自靶濺鍍，其中 DC 功率係以 3.9 kW 供應。離子束係在分別以 98.84 sccm 及 24.66 sccm 流動的氮及氬存在下，以 0.224 kW

之功率來產生。沈積速率為 1.4 \AA/s ，且總沈積時間為 113 分鐘。實例 H 之樣本上的所得 AlN 層具有約 $1.175 \mu\text{m}$ 之厚度。

【0153】 藉由提供具有與用於實例 H 之樣本的玻璃基板相同組成、尺寸、壓縮應力及壓縮應力層厚度的四個化學強化玻璃基板來製備比較實例 I 之四個樣本中之每一者。使用金剛石 Berkovich 壓頭，以 $10 \mu\text{m/s}$ 之速度，在四個不同負載下，沿實例 H 及比較實例 I 之樣本中每一者的表面對該等樣本刮擦至少 $100 \mu\text{m}$ 或至少約 1 mm 之長度。對於實例 H 之樣本而言，刮擦玻璃基板的包括 AlN 層的側面。量測樣本中每一者上的刮痕之寬度及深度且該寬度及深度提供於表 4 中。

【0154】 表 4：包括 AlN 層的分層基板之刮痕負載及寬度與深度量測值。

	樣本	寬度 (μm)	深度 (nm)	寬度 減小	深度 減小
實例 H	1 (160mN 負載)	4.42	145	12%	23%
比較實例 I	1 (160mN 負載)	5.05	189		
實例 H	2 (120 mN 負載)	3.71	130	22%	20%
比較實例 I	2 (120 mN 負載)	4.74	163		
實例 H	3 (60mN 負載)	2.45	65	26%	40%
比較實例 I	3 (60mN 負載)	3.32	108		
實例 H	3 (30mN 負載)	0.95	33	57%	45%
比較實例 I	3 (30mN 負載)	2.21	60		

實例 5

【0155】 製備實例 J 及實例 K 來說明本文所揭示的分層基板之改良機械性質(例如，刮痕深度減小)及相關聯光學性質(例如，無色透射率及/或反射率)。結果在表 5 及表 6 中展示。

【0156】 製備根據實例 J 之兩個樣本且該兩個樣本包括玻璃基板，該玻璃基板具有：包含 AlN 之層，該層具有約 $2\mu\text{m}$ 之厚度(實例 J1)；及包含 SiO_xNy 之層，該層具有約 $2\mu\text{m}$ 之厚度(實例 J2)，如以下表 5 所示。用來形成兩個樣本的基板與用於實例 1 及 2 的基板相同。該等基板具有 2" x 2" 之長度及寬度，且包括約 1 mm 之厚度。

【0157】 藉由使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程沈積 AlN 層來製備實例 J1。AlN 層係在以約 100 sccm 之速率流動的氬存在下，在 1.7 mTorr 之壓力下自靶濺鍍，其中 DC 功率以約 4 kW 來供應。離子束係使用分別以約 50 sccm 及 75 sccm 之速率流動的氬氣及氮氣之混合物，以在約 0.434kW 至約 0.345kW 範圍內之功率來產生。沈積時間為 120 分鐘，且沈積速率為約 $3\text{ \AA}/\text{s}$ 。

【0158】 藉由使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程沈積層來製備根據實例 J2 的包括 SiO_xNy 層的樣本。 SiO_xNy 層係在以約 60 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 0.5 mTorr 之壓力下自靶濺鍍，其中 DC 功率以 6 kW 來供應。離子束係使用氮氣及氧氣之混合物，以 0.18 kW 之功率來產生。

【0159】 製備實例 K1 及 K2 中每一者的一個樣本且利用與用於實例 1 及 2 的基板相同的基板(具有 2"x2"之長度及寬度及約 1 mm 之厚度)。實例 K1 之基板隨後與 AlO_xNy 層、安置於

AlO_xNy 層與基板之間的第一 Al₂O₃ 額外層以及安置於 AlO_xNy 層上的第二 SiO₂ 額外層結合。Al₂O₃ 額外層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程形成。Al₂O₃ 額外層係在以約 50 sccm 之速率流動的氬存在下，在 0.4 mTorr 之壓力下自靶濺鍍，其中 DC 功率以約 4 kW 來供應；離子束係使用氬(以約 10 sccm 之速率流動)及氧(以約 40 sccm 之速率流動)之混合物，以約 0.6kW 之功率來產生。用於 Al₂O₃ 層之沈積速率為約 3Å/s，且所得厚度為 300 nm。AlO_xNy 層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程形成於 Al₂O₃ 額外層上。AlO_xNy 層係在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 0.95 mTorr 之壓力下自靶濺鍍，其中 DC 功率以約 4 kW 來供應；離子束係使用氬(以約 25 sccm 之速率流動)、氧(以約 2 sccm 之速率流動)及氮(以約 50 sccm 之速率流動)之混合物，以約 0.18 kW 之功率來產生。用於 AlO_xNy 層之沈積速率為約 1.6 Å/s，且所得層具有約 2 μm 之厚度。SiO₂ 額外層係藉由在分別以 30 sccm 及 15 sccm 之速率流動的氬及氧存在下，使用約 0.8 kW 之功率的電子束來形成。用於 SiO₂ 額外層之沈積速率為 5 Å/s，且厚度為 83 nm。

【0160】 實例 K2 之基板與使用 DC 磁控管，經由離子輔助 DC 濺鍍製程形成的 SiO_xNy 層組合。SiO_xNy 層以 14 個連續沈積循環來形成，其中各循環藉由清潔步驟分開，該清潔步驟使用在氬(以 40 sccm 流動)及氮(以 20 sccm 流動)存在下，在約 0.76 mTorr 之壓力產生的離子束。第一沈積循環包括在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 0.86 mTorr 之壓

力下自靶濺鍍 SiO_xN_y 層，其中 DC 功率以約 4 kW 來供應；離子束係在氧(以約 10 sccm 之速率流動)及氮(以約 115 sccm 之速率流動)存在下產生。第一沈積循環具有約 1.4 Å/s 之沈積速率及 10 分鐘之總沈積時間。接下來的十個沈積循環包括在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 0.75 mTorr 至約 8.88 mTorr 範圍內之壓力下自靶濺鍍 SiO_xN_y 層，其中 DC 功率以約 4 kW 供應；離子束係在氧(以約 5 sccm 之速率流動)及氮(以約 115 sccm 之速率流動)存在下產生。此等十個沈積循環中之每一循環具有約 1.3 Å/s 之沈積速率及 28 分鐘之沈積時間。第十二個及第十四個沈積循環包括在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，分別在約 0.84 mTorr 及 0.82 mTorr 之壓力下自靶濺鍍 SiO_xN_y 層，其中 DC 功率以約 4 kW 來供應；離子束係在氧(以約 2 sccm 之速率流動)及氮(以約 115 sccm 之速率流動)存在下產生。第十二個及第十四個沈積循環分別具有約 1.3 Å/s 之沈積速率及各自為 21 分鐘及 4 分鐘之沈積時間。第十三個沈積循環包括在以約 60 sccm 之速率流動的氬存在下，在約 0.68 mTorr 之壓力下自靶濺鍍 SiO_xN_y 層，其中 DC 功率以約 4 kW 來供應；離子束係在氧(以約 100 sccm 之速率流動)存在下產生。第十三個沈積循環具有約 0.5 Å/s 之沈積速率及 10 分鐘之總沈積時間。所得 SiO_xN_y 層具有約 2.434 μm 之厚度。

【0161】 表 5：實例 J 之機械性質。

實例 J	實例 J1-層：AlN • 如相較於裸基板而言，160 mN 之 Berkovich 壓頭	實例 J2-層：SiO _x N _y • 如相較於裸基板而言，160 mN 之 Berkovich 壓頭
------	--	--

	負載產生 28%的刮痕深度減小 • 如相較於裸基板而言，60 mN 之 Berkovich 壓頭力產生 35%的刮痕深度減小	負載產生 35%的深度減小 • 如相較於裸基板而言，60 mN 之 Berkovich 壓頭力產生 63%的刮痕深度減小
--	---	---

表 6：實例 K 之機械性質及光學性質。

實例 K	實例 K1-層：AlOxNy；安置於基板與 AlOxNy 層之間的額外 Al ₂ O ₃ 層及安置於 AlOxNy 層上的額外 SiO ₂ 層。 • 如相較於裸基板而言，160 mN 之 Berkovich 壓頭負載產生 28%的刮痕深度減小 • 如相較於裸基板而言，60 mN 之 Berkovich 壓頭負載產生 46%的刮痕深度減小	實例 K2-層：SiOxNy • 如相較於裸基板而言，160 mN 之 Berkovich 壓頭負載產生 48%的刮痕深度減小。 • 如相較於裸基板而言，60mN 之 Berkovich 壓頭負載產生 65%的刮痕深度減小
	CIELAB 色坐標(以透射率計)：L* 96.4、A*0.079、B* 0.0071	CIELAB 色坐標(以透射率計)： L* 95.2、A* 0.20、B* 2.82
	CIELAB 色坐標(以反射率計)：L* 42.8、A*0.203、B*0.70	CIELAB 色坐標(以反射率計)：L* 36.0、A* -0.87、B* -3.82

【0162】 就表 5 及表 6 中所示的刮痕深度減小量測值而言，藉由根據實例 J 及 K 之樣本展現的刮痕深度減小係與裸基板相比較。將理解的是，裸基板與用來製備根據實例 J 及 K 的樣本的基板相同；然而，此等比較裸基板不包括層。此外，以與根據實例 J 及 K 的樣本相同的方式刮擦此等比較裸基板來提供基線量測值，根據實例 J 及 K 的樣本上形成的刮痕係與該基線量測值相比較。刮痕深度的減小係使用對裸基板獲得的基線刮痕深度量測值及對根據實例 J 及 K 的樣本獲得的

刮痕深度量測值來計算。

【0163】 表 6 中所示的 CIELAB 色空間坐標係根據使用分光光度計、利用施照體 D65 進行的鏡面反射率量測來測定。

實例 6

【0164】 製備一百四十三(143)個行動電話樣本來測定各種基板及分層基板在組裝於行動電話中時的抗斷裂性。表 7 描述各樣本之屬性。

【0165】 總計 143 個樣本中的十個樣本(比較實例 L1-L10)為市售行動電話，其中不對行動電話進行改進。

【0166】 行動電話樣本中三十三個樣本(實例 M1-M33)為市售行動電話，該等行動電話與比較實例 L1-L10 相同，但行動電話中每一者的覆蓋玻璃由包括一玻璃組成物的玻璃基板加以更換或改裝，該玻璃組成物包括約 60.1 mol% SiO₂、約 15.6 mol% Al₂O₃、約 16 mol% Na₂O、約 3 mol% MgO、約 5.1 mol% P₂O₅ 及約 0.1 mol% SnO₂。玻璃基板分別具有 110mm 及 56mm 之長度及寬度，以及約 1 mm 之厚度。改裝成實例 M1-M33 之行動電話的玻璃基板中之每一者於組裝在行動電話中之前經化學強化，且該等玻璃基板中之每一者展現約 900 MPa 之 CS 以及在約 40μm 至約 45 μm 範圍內之 DOL。

【0167】 藉由提供就組成、大小、CS 及 DOL 而言與用於實例 M1-M33 的玻璃基板相同的十五個玻璃基板來製備十五個行動電話樣本(實例 N1-N15)。實例 N1-N15 之十五個玻璃基板塗佈有具有 100 nm 之厚度的氮化矽層來形成十五個玻璃分層基板。Si₃N₄ 層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC

濺鍍製程沈積至實例 N1-N15 之玻璃基板中每一者的一個側面上。該層係在以約 59.92 sccm 之速率流動的氫存在下，在約 5.73×10^{-4} 托之壓力及約 99.9°C 之溫度下自靶濺鍍，其中 DC 功率以 2.04 kW 來供應。離子束係使用 98.81 sccm 之氮，以 0.186 kW 之功率來產生。十五個玻璃分層基板係改裝成與比較實例 L1-L10 之行動電話相同的十五個行動電話。

【0168】 藉由提供組成及大小與用於實例 M1-M33 的玻璃基板相同的五十八個玻璃基板來製備五十八個行動電話樣本(實例 O1-O58)。此等玻璃基板與表 7 中提供的層及可選的一或多個額外層組合來形成分層基板，該等分層基板中之每一者係改裝於與比較實例 L1-L10 之行動電話相同的行動電話中。

【0169】 十五個玻璃基板(用於實例 O1-O15)以與實例 M1-M33 相同的方式化學強化，且該等玻璃基板展現約 900 MPa 之 CS 及在約 40 μ m 至約 45 μ m 範圍內之 DOL。實例 O1-O15 與單個 AlO_xN_y 層組合。AlO_xN_y 層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程沈積至玻璃基板中每一者的一個側面上。該層係在以約 75 sccm 之速率流動的氫存在下，在約 7.4×10^{-4} 托之壓力及 200°C 之溫度下自靶濺鍍，其中 DC 功率以 4 kW 來供應。離子束係在分別以 2 sccm、25 sccm 及 50 sccm 之速率流動的氧、氫及氮存在下，以 0.15 kW 之功率來產生。沈積速率為 1.3 Å/s，且沈積時間為 275 分鐘。AlO_xN_y 層具有約 2 微米之厚度。

【0170】 十五個玻璃基板(用於實例 O16-O30)在 450°C 下，在具有約 29 wt% 之 Na⁺離子濃度的 KNO₃ 浴中化學強化 27 個小

時，以提供 375 MPa 之 CS 以及約 100 μm 之 DOL。實例 O16-O30 與使用與實例 O1-O15 相同的製程形成於玻璃基板上的單個 AlOxNy 層組合。所得 AlOxNy 層具有約 2 微米之厚度。

【0171】 玻璃基板中之九個基板(用於實例 O31-O39)以與實例 O16-O30 相同的方式化學強化，然而此後，將玻璃基板浸沒於第二浴中來提供約 375 MPa 之 CS、約 75 μm 之 DOL 以及在玻璃基板之表面處的 CS 峰值。用於實例 O31-O39 的玻璃基板中之每一者與 AlOxNy 層、安置於 AlOxNy 層與玻璃基板之間的第一 Al_2O_3 額外層以及安置於 AlOxNy 層上的第二 SiO_2 額外層組合。該層、該第一 Al_2O_3 額外層以及該第二 SiO_2 額外層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程形成於玻璃基板中每一者的一個側面上。該第一額外層係在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在 6.5×10^{-4} 托之壓力及 200°C 之溫度下濺鍍，其中 DC 功率以 4 kW 來供應。離子束係在分別以 20 sccm 及 40 sccm 之速率流動的氬及氧存在下，以 0.155 kW 之功率來產生。沈積速率為 3 $\text{\AA}/\text{s}$ ，且沈積時間為 8 分鐘。 Al_2O_3 層具有 88.7 nm 之厚度。 AlOxNy 層係在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在 7.6×10^{-4} 托之壓力及 200°C 之溫度下濺鍍，其中 DC 功率以 4 kW 來供應。離子束係在分別以 25 sccm、4 sccm 及 50 sccm 之速率流動的氬、氧及氮存在下，以 0.180 kW 之功率來產生。沈積速率為 1.5 $\text{\AA}/\text{s}$ ，且沈積時間為 217 分鐘。 AlOxNy 層具有約 2 微米之厚度。 SiO_2 之第二額外層係藉由在分別以 30 sccm 及 15 sccm 之速率流動的氬及氧存在下，使用約 0.8 kW 之功率的電子束來形成。用

於 SiO_2 額外層之沈積速率為 5 \AA/s ，沈積時間為 3 分鐘且厚度為 33 nm 。

【0172】 玻璃基板中之九個基板(用於實例 O40-O48)以與實例 O31-O39 相同的方式化學強化；然而，一或多次離子交換製程之持續時間及/或浴之組成經修改來提供約 375 MPa 之 CS、約 $125 \text{ }\mu\text{m}$ 之 DOL 以及在玻璃基板之表面處的 CS 峰值。玻璃基板隨後與 AlOxNy 層、安置於 AlOxNy 層與玻璃基板之間的第一 Al_2O_3 額外層以及安置於 AlOxNy 層上的第二 SiO_2 額外層組合。 AlOxNy 層、第一額外層及第二額外層係使用與實例 O31-O39 相同的條件形成於各玻璃基板上。該層、該第一額外層及該第二額外層之所得厚度亦與實例 O31-O39 相同。

【0173】 十個玻璃基板(用於實例 O49-O58)之組成、CS 及 DOL 與實例 O1-O15 相同。用於實例 O49-O58 的玻璃基板中之每一者與 AlOxNy 層、安置於 AlOxNy 層與玻璃基板之間的第一 Al_2O_3 額外層以及安置於 AlOxNy 層上的第二 SiO_2 額外層結合。該層、該第一額外層以及該第二額外層係使用 DC 磁控管系統，經由離子輔助 DC 濺鍍製程形成於玻璃基板中每一者的一個側面上。該第一額外層係在以約 75 sccm 之速率流動的氬存在下，在 7.5×10^{-4} 托之壓力及 200°C 之溫度下濺鍍，其中 DC 功率以 4 kW 來供應。離子束係在分別以 20 sccm 及 40 sccm 之速率流動的氬及氧存在下，以 0.2 kW 之功率來產生。沈積速率為 2.5 \AA/s ，且沈積時間為 8 分鐘。 Al_2O_3 層具有 88.6 nm 之厚度。 AlOxNy 層係在以約 75 sccm 之速率流動的

氫存在下，在 7.5×10^{-4} 托之壓力及 200°C 之溫度下濺鍍，其中 DC 功率以 4 kW 來供應。離子束係在分別以 25 sccm、4 sccm 及 50 sccm 之速率流動的氫、氧及氮存在下，以 0.180 kW 之功率來產生。沈積速率為 $1.6 \text{ \AA}/\text{秒}$ 。AlO_xN_y 層具有約 2 微米之厚度。第二 SiO₂ 額外層係藉由在分別以 30 sccm 及 15 sccm 之速率流動的氫及氧存在下，使用約 0.8 kW 之功率的電子束來形成。用於 SiO₂ 額外層之沈積速率為 $5 \text{ \AA}/\text{s}$ ，沈積時間為 3 分鐘且厚度為 33 nm。

【0174】 藉由提供組成、大小、CS 及 DOL 與實例 O16-O30 相同的玻璃基板來製備二十七個行動電話樣本(實例 P1-P27)。玻璃基板未與層或額外層組合。玻璃基板中之每一者改裝於與比較實例 L1-L10 之行動電話相同的行動電話中。

【0175】 表 7：實例 6 之基板及塗層屬性。

樣本	CS	DOL	峰值	層/(一或多個)額外層組成	層/(一或多個)額外層厚度
L1-L10	未知	未知	未知	未知	未知
M1-M33	900 MPa	40-45 μm	無	無	N/A
N1-N15	900 MPa	40-45 μm	無	Si ₃ N ₄ 單層	100nm
O1-O15	900 MPa	40-45 μm	無	AlO _x N _y 單層	2 μm
O16-O30	375 MPa	100 μm	無	AlO _x N _y 單層	2 μm
O31-O39	375 MPa	75 μm	有	AlO _x N _y 層、第一 Al ₂ O ₃ 額外層及第二 SiO ₂ 額外層	AlO _x N _y : 2 μm Al ₂ O ₃ : 88.7 nm SiO ₂ : 33 nm

O40-O48	375 MPa	125 μm	有	AlOxNy 層、第一 Al ₂ O ₃ 額外層及第二 SiO ₂ 額外層	AlOxNy: 2 μm Al ₂ O ₃ : 88.7 nm SiO ₂ : 33 nm
O49-O58	900 MPa	40-45 μm	無	AlOxNy 層、第一 Al ₂ O ₃ 額外層及第二 SiO ₂ 額外層	AlOxNy: 2 μm Al ₂ O ₃ : 88.6 nm SiO ₂ : 33 nm
P1-27	375 MPa	100 μm	無	無	N/A

【0176】 實例 L、M、N、O 及 P 之行動電話樣本中之每一者隨後以不同定向自 1 m 之高度掉落至瀝青掉落表面上。表 8 包括倖存樣本之百分比，該百分比包括及排除經歷邊緣斷裂的樣本。包括經歷邊緣斷裂的樣本之倖存樣本之百分比(「倖存% (包括經歷邊緣斷裂的樣本)」)包括其中玻璃基板或分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)經歷任何類型斷裂之行動電話樣本。排除經歷邊緣斷裂的樣本之倖存樣本之百分比(「倖存% (排除經歷邊緣斷裂的樣本)」)係藉由將經歷邊緣斷裂的樣本之數量自以下排除來計算：1)所測試樣本之總數量，及 2)倖存樣本之數量，因為邊緣處的斷裂並不歸因於玻璃基板或分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)之抗斷裂性。因此，排除經歷邊緣斷裂的樣本之倖存%指示在亦排除經歷邊緣斷裂的行動電話樣本之群體中玻璃基板或分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)之主表面上不經歷斷裂的行動電話樣本之數量。就 58 個行動電話樣本之實例 O1-O58 而言，8 個行動電話樣本經歷邊緣

斷裂，使得行動電話樣本之總數減少至 50，且玻璃基板或分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)之主表面上不經歷斷裂的彼等樣本之數量為 44。因此，實例 O1-O58 之倖存% (44/50)為 88%。在「包括經歷邊緣斷裂的樣本之倖存%」與「排除經歷邊緣斷裂的樣本之倖存%」相同的情況下，則斷裂均不為邊緣斷裂。

【0177】 表 8：來自實例 L、M、N、O 及 P 之掉落試驗結果。

樣本	所測試樣本之總數	倖存% (包括經歷邊緣斷裂的樣本)	倖存% (排除經歷邊緣斷裂的樣本)
L1-L10	10	50%	50%
M1-M33	33	59%	59%
N1-N15	15	73%	100%
O1-O15	15	73%	100%
O16-O30	15	73%	100%
O31-O39	9	67%	75%
O40-O48	9	78%	100%
O49-O58	10	90%	90%
P1-27	27	86%	86%

【0178】 第 12 圖以圖表方式例示實例 L、M、N、O 及 P 之倖存% (排除邊緣斷裂)。

【0179】 在 1 m 處掉落至瀝青表面上的掉落試驗中倖存之行動電話樣本隨後以 30 cm 處開始自不斷增加的高度掉落至瀝青表面上。此等行動電話樣本掉落，以使得分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)或玻璃基板首先且直接接觸瀝青表面。各倖存行動電話樣本之掉落高度以 10 cm 之增量增加。所測試樣本之平均斷裂高度提供在以下表 9 中且在第 13 圖中以圖表方式例示。

樣本	高度 (cm)
比較實例 L1-L10	92
實例 M1-M33	94
實例 N1-N15	115
實例 O1-O58	148
實例 P1-P27	135

【0180】 實例 N、O 及 P 以及裸結晶基板之防刮性與裸玻璃基板相比較。用於實例 N 及 O 的至少一個分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)、用於實例 P 的至少一個玻璃基板、至少一個裸藍寶石基板以及至少一個裸玻璃基板係使用 Berkovich 壓頭、使用相同程序來刮擦。將分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)、藍寶石基板及玻璃基板中每一者中的所得刮痕之深度相比較。刮痕之深度係藉由原子力顯微鏡(AFM)、使用此項技術中已知方法來量測。在第 14 圖中，將實例 N、O 及 P 之刮痕深度的減小與裸玻璃基板相比較。此外，將藍寶石基板之刮痕深度的減小與相同玻璃基板相比較。如第 14 圖中所展示，相較於裸玻璃基板而言，藍寶石基板展現刮痕深度的 35%-38%減小。實例 N 展現在約 5%至約 10%範圍內之刮痕深度減小。實例 O 展現在約 45%至約 75%範圍內之刮痕深度減小。當相較於比較裸玻璃基板時，亦為裸玻璃基板的實例 P 不展現任何刮痕深度減小。

【0181】 將用於實例 N 及 O 的分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)、用於實例 P 的玻璃基板以及藍寶石基板之透射率色彩與第一玻璃基板(參考 1)及第二玻璃基板(參考 2)之透射率色彩相比較。該第一玻璃基板具有約 65

mol% SiO₂、約 14 mol% Al₂O₃、約 5 mol% B₂O₃、約 14 mol% Na₂O 以及約 2.5 mol% MgO 之標稱組成物。該第一玻璃基板亦經強化來展現至少約 700MPa 之 CS 以及至少約 40 μm 之 DOL。該第二玻璃基板(參考 2)具有約 65 mol.% SiO₂；約 14 mol.% Al₂O₃；約 7 mol.% B₂O₃；約 14 mol.% Na₂O 以及約 0.5 mol.% K₂O 之標稱組成物。將用於實例 N 及 O 的分層基板(包括玻璃基板、層及可選的一或多個額外層)、用於實例 P 的玻璃基板、藍寶石基板、第一玻璃基板及第二玻璃基板之透射率色彩在以透射率計的 CIELAB 色空間坐標中呈現，該 CIELAB 色空間坐標係根據使用分光光度計、利用施照體 D65 進行的鏡面反射率量測來測定，如第 15A 圖、第 15B 圖及第 15C 圖中所例示。

【0182】 熟習此項技術者將明白，可在不脫離本發明之精神或範疇的情況下做出各種修改及變化。

【符號說明】

【0183】

1B-1B 線

10 分層基板

100 基板

110 相反主表面/第一相反主表面

112 相反主表面/第二相反主表面

200 層/不連續層

210 未覆蓋空間

300 強化玻璃基板/玻璃基板/額外層

310 第一表面/第一額外層

312 第二表面

320 第一壓縮層/壓縮區域/第二額外層/壓縮應力層/壓縮層/
層

322 第二壓縮層/壓縮區域/壓縮應力層/層

330 中心區域

CD₁ 中間臨界深度

CD₂ 中間臨界深度

DOL 層深度

DOL2 層深度

【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

I678286

發明摘要

※ 申請案號：103131605

※ 申請日：2014 年 9 月 12 日

※IPC 分類：**B32B 7/02** (2019.01)
B32B 17/06 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

抗斷裂之分層基板及包括其之物品

FRACTURE-RESISTANT LAYERED-SUBSTRATES AND
ARTICLES INCLUDING THE SAME

【中文】

本發明揭示一種分層基板之實施例，該分層基板包含一基板及安置於該基板上的一層，其中當與自至少 100 cm 之一高度掉落至一掉落表面上的一裝置一起組裝時，該分層基板能夠耐受斷裂。該分層基板可展現至少約 10 GPa 或至少約 20 GPa 之硬度。該基板可包括非晶形基板或結晶基板。非晶形基板之實例包括玻璃，該玻璃可選地經化學強化。結晶基板之實例包括單晶基板(例如，藍寶石)及玻璃陶瓷。本發明亦揭示包括此種分層基板之物品及/或裝置以及用於製作此等裝置之方法。

【英文】

Embodiments of a layered-substrate comprising a substrate and a layer disposed thereon, wherein the layered-substrate is able to withstand fracture when assembled with a device that is dropped from a height of at least 100 cm onto a drop surface, are disclosed. The

layered-substrate may exhibit a hardness of at least about 10 GPa or at least about 20 GPa. The substrate may include an amorphous substrate or a crystalline substrate. Examples of amorphous substrates include glass, which is optionally chemically strengthened. Examples of crystalline substrates include single crystal substrates (e.g. sapphire) and glass ceramics. Articles and/or devices including such layered-substrate and methods for making such devices are also disclosed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(11)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種分層基板，包含：
 - 一基板，包含一面向外表面；
 - 一層，安置於該面向外表面上，其中該層包含 55 重量% 或更多的金屬氮氧化物，以及其中用於該金屬氮氧化物中的金屬包含 Al 或 Si；以及
 - 一額外層，安置於該層上或安置於該層與該基板之間，其中該額外層包含 SiO_2 及 Al_2O_3 中之至少一者，其中藉由一 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，該分層基板展現沿約 100 nm 或更大的一壓痕深度至少約 12 GPa 之一硬度，且
 - 其中當該分層基板組裝於一裝置中且該裝置自至少 100 cm 之一高度掉落至一掉落表面上時，該分層基板能夠耐受斷裂。
2. 如請求項 1 所述之分層基板，其中該基板包含選自一非晶形基板或一結晶基板之一透明或不透明基板。
 3. 如請求項 1 或請求項 2 所述之分層基板，其中該面向外表面包含該基板的至少一相反主表面，以及該基板在該至少一相反主表面之一或多者之一表面處展現 0.5% 或更大的一平均斷裂應變率。
 4. 如請求項 3 所述之分層基板，其中該非晶形基板包含選

自由以下群組所組成的玻璃：鈉鈣玻璃、鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃、含鹼金屬硼矽酸鹽玻璃及鹼金屬鋁硼矽酸鹽玻璃，其中該玻璃可選地經化學強化且該玻璃可選地包含一壓縮應力 (CS) 層，該壓縮應力層具有至少 250 MPa 之一 CS 並自該化學強化玻璃之一表面延伸至該化學強化玻璃中至少 10 μm 的一層深度 (DOL)。

5. 如請求項 3 所述之分層基板，其中該結晶基板包含一單晶基板或一玻璃-陶瓷基板。

6. 如請求項 3 所述之分層基板，其中藉由一 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，該層展現沿約 100 nm 或更大的一壓痕深度至少約 20 GPa 之一硬度。

7. 如請求項 1 所述之分層基板，其中該金屬選自由以下所組成之群組：B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、Ta 及 W。

8. 如請求項 3 所述之分層基板，其中該分層基板展現至少約 85% 或小於約 10% 的一透射率。

9. 一種抗斷裂之物品，包含：
一基板，包含相反主表面；
一層，安置於該基板之一第一相反主表面上，其中該層

包含 55 重量%或更多的金屬氮氧化物，以及其中用於該金屬氮氧化物中的金屬包含 Al 或 Si；以及

一額外層，安置於該層上或安置於該層與該基板之間，其中該額外層包含 SiO_2 及 Al_2O_3 中之至少一者，

其中藉由一 Berkovich 壓頭硬度試驗所量測，該物品展現沿約 100 nm 或更大的一壓痕深度至少約 10 GPa 之一硬度，且

其中當該物品與在一掉落試驗中自至少 100 cm 之一高度掉落至一掉落表面上的一裝置一起組裝時，該物品能夠耐受斷裂，該掉落表面包含瀝青或 180 粒度砂紙。