



(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 I856144 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：109125351

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 28 日

(51)Int. Cl. : C03C17/23 (2006.01)

C03C17/34 (2006.01)

G02B1/113 (2015.01)

(30)優先權：2019/07/31 美國

62/881,045

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

美國

(72)發明人：哈特 尚登笛 HART, SHANDON DEE (US)；科赫三世 卡爾威廉 KOCH III, KARL WILLIAM (US)；威廉斯 卡洛安東尼科希 WILLIAMS, CARLO ANTHONY KOSIK (US)；林琳 LIN, LIN (CN)；布萊斯 詹姆士喬瑟夫 PRICE, JAMES JOSEPH (US)；沃克 尼可拉斯 M WALKER, NICHOLAS M (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 201546480A

審查人員：葉獻全

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：5 共 111 頁

(54)名稱

具有受控色彩的低反射率、防反射的膜結構及具有該等膜結構的製品

(57)摘要

本文中描述了一種製品，該製品包括：半透明基板，具有主要面；及防反射塗層，設置在該主要面上且形成防反射表面。該製品在該防反射表面處展現小於 0.35% 的單側平均明視光反射率。進一步地，該製品在該防反射表面處從 0 度到 60 度入射的入射角範圍內展現小於 6 的單側色偏 (ΔC)，其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 500 nm 的實體厚度。此外，該防反射塗層還包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層。進一步地，每個高折射率層均具有大於 2.0 的折射率，且每個低折射率層均具有小於 1.7 的折射率。

An article is described herein that includes: a translucent substrate having a major surface; and an anti-reflective coating disposed on the major surface and forming an anti-reflective surface. The article exhibits a single side average photopic light reflectance at the anti-reflective surface of less than 0.35%. Further, the article exhibits a single side color shift (ΔC) of less than 6 over an incident angle range from 0 degrees to 60 degrees incidence at the anti-reflective surface, wherein the anti-reflective coating comprises a physical thickness from about 50 nm to less than 500 nm. In addition, the anti-reflective coating comprises a plurality of layers that comprises at least one low refractive index layer and at least one high refractive index layer. Further, each high refractive index layer has a refractive index of greater than 2.0 and each low refractive index layer has a refractive index of less than 1.7.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:製品
- 110:基板
- 112:主要面
- 114:主要面
- 116:次要面
- 118:次要面
- 122:防反射表面
- 130:防反射塗層
- 130A:低 RI 層
- 130B:高 RI 層

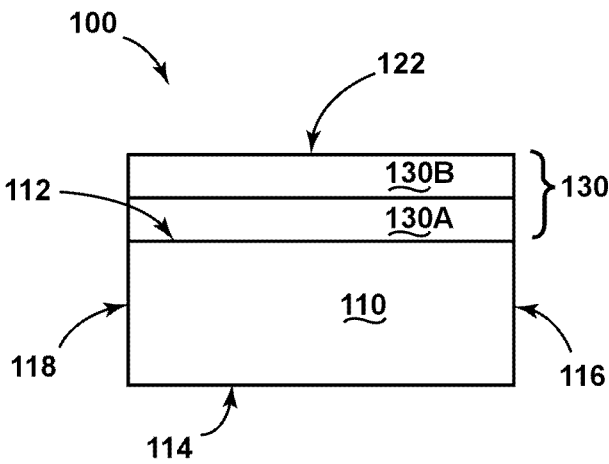


圖 1



I856144

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有受控色彩的低反射率、防反射的膜結構及具有該等膜結構的製品

【英文發明名稱】 LOW REFLECTANCE, ANTI-REFLECTIVE FILM
STRUCTURES WITH CONTROLLED COLOR AND ARTICLES WITH THE
SAME

【中文】

本文中描述了一種製品，該製品包括：半透明基板，具有主要面；及防反射塗層，設置在該主要面上且形成防反射表面。該製品在該防反射表面處展現小於0.35%的單側平均明視光反射率。進一步地，該製品在該防反射表面處從0度到60度入射的入射角範圍內展現小於6的單側色偏（ ΔC ），其中該防反射塗層包括從約50 nm到小於500 nm的實體厚度。此外，該防反射塗層還包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層。進一步地，每個高折射率層均具有大於2.0的折射率，且每個低折射率層均具有小於1.7的折射率。

【英文】

An article is described herein that includes: a translucent substrate having a major surface; and an anti-reflective coating disposed on the major surface and forming an anti-reflective surface. The article exhibits a single side average photopic light reflectance at the anti-reflective surface of less than 0.35%. Further, the article exhibits a single side color shift (ΔC) of less than 6 over an incident angle range from 0 degrees to 60 degrees incidence at the anti-reflective surface, wherein the anti-reflective

coating comprises a physical thickness from about 50 nm to less than 500 nm. In addition, the anti-reflective coating comprises a plurality of layers that comprises at least one low refractive index layer and at least one high refractive index layer. Further, each high refractive index layer has a refractive index of greater than 2.0 and each low refractive index layer has a refractive index of less than 1.7.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 : 製 品

1 1 0 : 基 板

1 1 2 : 主 要 面

1 1 4 : 主 要 面

1 1 6 : 次 要 面

1 1 8 : 次 要 面

1 2 2 : 防 反 射 表 面

1 3 0 : 防 反 射 塗 層

1 3 0 A : 低 R I 層

1 3 0 B : 高 R I 層

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有受控色彩的低反射率、防反射的膜結構及具有該等膜結構的製品

【英文發明名稱】LOW REFLECTANCE, ANTI-REFLECTIVE FILM
STRUCTURES WITH CONTROLLED COLOR AND ARTICLES WITH THE
SAME

【技術領域】

【0001】 此申請案依據專利法主張於2019年7月31日所提出的第62/881,045號的美國臨時專利申請案的優先權權益，該申請案的整體內容於本文中以引用方式併入本文中。

【0002】 本揭示內容與具有受控色彩的低反射率、防反射的結構及具有此類結構的製品相關，包括在一定範圍的視角內具有低平均可見光反射率及受控色彩以及高機械耐久性的此類製品及結構。

【先前技術】

【0003】 覆蓋製品通常用來保護電子產品內的元件，以提供使用者介面以用於輸入及/或顯示、及/或用於許多其他的功能。此類產品包括行動設備，例如智慧型手機、智慧型手錶、mp3播放器、及平板電腦。覆蓋製品也包括建築製品、運輸製品（例如汽車應用、火車、航空機、航海器等等中所使用的內部及外部顯示器及非顯示製品）、電器製品、或可以受益於某種透明度、刮擦抗性、磨蝕抗性、或上述項目的組合的任何製品。這些應用通常需要刮擦抗

性及強勢的光學性能特性（就最大光透射率及最小反射率而言）。並且，對於一些覆蓋應用而言，有益地，在反射及/或透射中所展現或感知的色彩不會隨著視角改變而明顯改變。在顯示應用中，這是因為，若反射或透射中的色彩隨著視角而改變達到可察覺的程度，則產品的使用者將感知到顯示器的色彩或亮度的改變，這可能降低感知到的顯示器品質。在其他的應用中，色彩的改變可能對設備的美觀或其他功能方面有負面影響。

【0004】 這些顯示及非顯示製品通常用在具有封裝約束的應用（例如行動設備）中。詳細而言，許多這些應用可以明顯受益於整體厚度的減少，即使是幾個百分比的減少。此外，例如透過最小化原料成本、最小化工序複雜度、及產率改良，採用此類顯示及非顯示製品的許多應用受益於低製造成本。具有與現有的顯示及非顯示製品相當的光學及機械性質性能屬性的較小的封裝也可以滿足減少製造成本的需要（例如透過較少的原料成本、透過減少防反射結構中的層數等等來滿足）。

【0005】 可以藉由使用各種防反射塗層來改善覆蓋製品的光學性能；然而，已知的防反射塗層易受磨損及磨蝕。此類磨蝕可能危害由防反射塗層所實現的任何光學性能改良。例如，濾光器通常由具有不同折射率的多層塗層製成且由光學透明的介電材料（例如氧化物、氮化物、及氟化物）製成。用於此類濾光器的大部分的典型氧化物是寬帶隙材料，其不具有用於行動裝置、建築製品、運輸製品、

或電器製品中的必要機械性質（例如硬度）。大部分氮化物及類金鋼石的塗層可以展現高的硬度值，這可能與改善的磨蝕抗性相關，但此類材料並不展現此類應用所需的透射率。

【0006】 磨蝕損傷可以包括來自配合端面物體（例如手指）的來回滑動接觸。此外，磨蝕損傷可以產生熱，這可能使膜材料中的化學鍵劣化及對覆蓋玻璃造成剝落及其他類型的損傷。因為與造成刮痕的單次事件相比，通常是較長期地經歷磨蝕損傷，所以所設置的經歷磨蝕損傷的塗覆材料也可能氧化，這進一步劣化了塗層的耐久性。

【0007】 因此，需要具有受控色彩及高機械耐久性的低反射率、防反射的結構，包括具有此類結構的製品。

【發明內容】

【0008】 依據本揭示內容的一些實施例，提供了一種製品，該製品包括：半透明基板，具有主要面；及防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成防反射表面，其中該製品在該防反射表面處展現小於0.35%的單側平均明視光反射率。該製品在該防反射表面處從0度到60度入射的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現小於6的單側色偏(ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標。進一步地，該防反射塗層包括從約50 nm到小於500 nm的實體厚度。此外，該防反射塗層

包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層，其中該至少一個高折射率層具有大於2.0的折射率且該至少一個低折射率層具有小於1.7的折射率。

【0009】 依據本揭示內容的一些實施例，提供了一種製品，該製品包括：半透明基板，具有主要面；及防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成防反射表面。該製品在該防反射表面處展現小於0.5%的單側平均明視光反射率。進一步地，該製品在該防反射表面處從0度到60度入射的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現小於8的單側色偏（ ΔC ），其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標。此外，該防反射塗層還包括從約50 nm到小於500 nm的實體厚度。進一步地，該防反射塗層包括大於7 GPa的最大硬度，該最大硬度是在該防反射表面上藉由 Berkovich 壓痕器硬度測試沿著約100 nm及更大的壓痕深度測量到的。該防反射塗層包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層，其中該至少一個高折射率層具有大於2.0的折射率且該至少一個低折射率層具有小於1.7的折射率。

【0010】 將在隨後的詳細說明中闡述額外的特徵及優點，且本領域中的技術人員將藉由該說明容易理解該等特徵及優點的一部分，或藉由實行如本文中所述的實施例來認識

該等特徵及優點，該等實施例包括了隨後的詳細說明、請求項、以及附圖。

【0011】 要瞭解，以上的概括說明及以下的詳細說明僅是示例性的，且旨在提供概觀或架構以瞭解請求項的本質及特質。

【0012】 包括了附圖以提供進一步的瞭解，且該等附圖被併入及構成此說明書的一部分。該等附圖繪示了一或更多個實施例，且與本說明書一起用來藉由示例的方式解釋本揭示內容的原理及操作。要瞭解，可以用任何及所有組合使用此說明書中及附圖中所揭露的揭示內容的各種特徵。藉由非限制性示例的方式，可以依據以下實施例將本揭示內容的各種特徵彼此結合。

【圖式簡單說明】

【0013】 在參照附圖閱讀本揭示內容的以下詳細說明時，會更佳地瞭解本揭示內容的這些及其他的特徵、態樣、及優點，在該等附圖中：

【0014】 圖 1 是依據一或更多個實施例的製品的側視圖；

【0015】 圖 1 A 是依據一或更多個實施例的製品的側視圖；

【0016】 圖 1 B 是依據一或更多個實施例的製品的側視圖；

【0017】 圖 1 C 是依據一或更多個實施例的製品的側視圖；

【0018】 圖 2 A 為併入本文中所揭露的製品中的任一者的示例性電子設備的平面圖；

【0019】 圖 2 B 是圖 2 A 的示例性電子設備的透視圖；

【0020】 圖 3 是具有載具內部系統的載具內部的透視圖，該載具內部系統可以併入本文中所揭露的製品中的任一者；

【0021】 圖 4 是在本文中所揭露的製品經受磨蝕測試時，該等製品的反射霧度的圖，該磨蝕測試利用 Taber Abrader 系統利用 350 g 的負載達 500 次磨蝕循環來進行；

【0022】 圖 4 A 提供了圖 4 的磨蝕的試樣的數位攝影機散射光影像；

【0023】 圖 5 是在本文中所揭露的製品經受磨蝕測試時，該等製品的反射霧度的圖，該磨蝕測試利用 Taber Abrader 系統利用 350 g 的負載達 1500 次磨蝕循環來進行；及

【0024】 圖 5 A 提供了圖 5 的磨蝕的試樣的數位攝影機散射光影像。

【實施方式】

【0025】 在以下的詳細說明中，出於解釋而非限制的目的，闡述了揭露具體細節的示例實施例以提供對本揭示內容的各種原理的透徹瞭解。然而，已受益於本揭示內容的本領域中的一般技術人員將理解，本揭示內容可以實行在脫離本文中所揭露的具體細節的其他實施例中。並且，可以省略眾所周知的元件、方法、及材料的說明，以便不模糊本揭示內容的各種原理的說明。最後，在可適用的地方，類似的參考標號指類似的構件。

【0026】 在本文中可以将範圍表示為從「約」一個特定值及/或到「約」另一個特定值。如本文中所使用的，用語「約」意味著，數量、尺寸、配方、參數、及其他量及特性是不

準確或不需要是準確的，而是依需要可以是近似及/或較大或較小的反射容差、轉換因素、捨入、測量誤差等等、及本領域中的技術人員所習知的其他因素。在將用語「約」用於描述值或範圍的端點時，應將本揭示內容瞭解為包括所指稱的特定值或端點。無論本說明書中的數值或範圍端點是否記載「約」，數值或範圍端點都是要包括兩種實施例：一種被「約」修飾，而一種不被「約」修飾。將進一步瞭解，範圍中的每一者的端點與另一個端點相比是有意義的（significant）且是與另一個端點無關地有意義的。

【0027】 如本文中所使用的用語「實質」、「實質上」、及其變型旨在敘述，所述特徵等於或幾乎等於一個值或描述。例如，「實質平坦」的表面旨在指示平坦或幾乎平坦的表面。並且，「實質」旨在指示兩個值是相等或幾乎相等的。在一些實施例中，「實質上」可以指示在彼此相差約10%內的值，例如在彼此相差約5%內的值，或在彼此相差約2%內的值。

【0028】 如本文中所使用的方向性用語（例如上、下、右、左、前、後、頂、底）是僅參照如所繪製的圖式而作出的，且不旨在暗示絕對的定向。

【0029】 除非另有明確表明，否則絕不要將本文中所闡述的任何方法解讀為需要用特定的順序執行其步驟。因此，若方法請求項實際上並不記載要由其步驟所遵循的順序或在請求項或說明書中並未另有具體表明將步驟限於特定順序，則絕不要在任何方面推斷順序。這對於用於解譯的任

何可能的非明示基礎都是如此，包括：針對操作流程的步驟的佈置的邏輯事項；推導自文法組織或標點符號的一般意義；說明書中所述的實施例的數量或類型。

【0030】 如本文中所使用的，除非上下文另有明確指出，否則單數形式「一」及「該」包括了複數的指涉對象。因此，除非上下文另有明確指示，否則例如對於一個「部件」的指稱包括了具有二或更多個此類部件的實施例。

【0031】 本揭示內容的實施例與具有受控色彩的低反射率、防反射的結構及具有此類結構的製品相關，且更詳細而言是與具有薄、多層的防反射塗層的製品相關，該等防反射塗層展現磨蝕抗性、低反射率、及無色的透射及/或反射。這些製品的實施例擁有防反射的光學結構，該等結構具有小於500 nm的總實體厚度，同時維持與這些製品的預期應用（例如作為顯示裝置的罩、殼體、及基板、內部及外部汽車部件等等）相關聯的硬度、磨蝕抗性、及光學性質。

【0032】 參照圖1，依據一或更多個實施例的製品100可以包括基板110及設置在基板上的防反射塗層130（在本文中也稱為「光學膜結構」）。基板110包括相對的主要面112、114及相對的次要面116、118。防反射塗層130在圖1中示為設置在第一相對的主要面112上；然而，附加於或替代於設置在第一相對的主要面112上，可以將防反射塗層130設置在第二相對的主要面114上及/或相對的次要面

116、118中的一或兩者上。防反射塗層130形成防反射表面122。

【0033】 防反射塗層130包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層。用語「層」可以包括單個層或可以包括一或更多個子層。此類子層可以彼此直接接觸。子層可以由相同的材料或二或更多種不同的材料所形成。在一或更多個替代性的實施例中，此類子層可以具有設置在該等子層之間的不同材料的中介層。在一或更多個實施例中，層可以包括一或更多個連續及不中斷的層及/或一或更多個不連續及中斷的層（即具有被形成為彼此相鄰的不同材料的層）。層或子層可以藉由離散沉積或連續沉積工序來形成。在一或更多個實施例中，可以僅使用連續的沉積工序來形成層，或者，可以僅使用離散的沉積工序來形成層。

【0034】 如本文中所使用的，用語「設置」包括將材料塗覆、沉積、及/或形成到表面上。所設置的材料可以構成層，如本文中所界定的。語句「設置在...上」包括了以下情況：將材料形成到表面上，使得材料與表面直接接觸；且也包括以下情況：將材料形成於表面上，其中一或更多種中介材料介於設置的材料與表面之間。中介材料可以構成層，如本文中所界定的。

【0035】 依據一或更多個實施例，製品100的防反射塗層130（例如如圖1所示及與圖1結合描述）可以用依據氧化鋁SCE測試的磨蝕抗性表徵。如本文中所使用的，「氧化

鋁 SCE 測試」藉由以下步驟來進行：使用由 Taber Industries 5750 線性磨蝕器提供動力的約 1 英吋的衝程長度用 60 循環/分鐘使試樣經受總重量為 0.35 kg (350 g) 的商用 800 粒度氧化鋁砂紙 (10 mm x 10 mm) 達 500 或 1500 次的磨蝕循環。接著依據氧化鋁 SCE 測試藉由以下步驟來表徵磨蝕抗性：依據由本揭示內容的領域中的一般技術人員所瞭解的原理從磨蝕的試樣測量反射鏡面分量排除 (SCE) 的值 (在本文中 also 稱為「反射霧度」)。更詳細而言，SCE 是使用具有 6 mm 直徑的孔的 Konica-Minolta CM700D 來測量的離開防反射塗層 130 的表面的漫射反射的量度。依據一些實施方式，製品 100 的防反射塗層 130 可以展現從氧化鋁 SCE 測試所獲得的小於 2%、小於 1.8%、小於 1.6%、小於 1.4%、小於 1.2%、小於 1%、小於 0.8%、小於 0.6%、小於 0.4%、或甚至小於 0.2% 的 SCE 值。磨蝕誘發的損傷增加了表面粗糙度，從而導致漫射反射 (即 SCE 值) 增加。較低的 SCE 值指示損傷較不嚴重，這指示磨蝕抗性改善了。

【0036】 可以從由 Berkovich 壓痕器硬度測試所測量到的硬度的角度描述防反射塗層 130 及製品 100。進一步地，本領域中的一般技術人員可以認識到，防反射塗層 130 及製品 100 的磨蝕抗性可以與這些構件的硬度相關。如本文中所使用的，「Berkovich 壓痕器硬度測試」包括以下步驟：在材料的表面上測量該材料的硬度，該測量藉由用金剛石 Berkovich 壓痕器對表面進行壓痕來進行。

Berkovich 壓痕器硬度測試包括以下步驟：用金剛石 Berkovich 壓痕器對製品 100 的防反射表面 122 或防反射塗層 130 的表面（或防反射塗層中的層中的任一者或更多者的表面）進行壓痕，以將壓痕形成到從約 50 nm 到約 1000 nm 的範圍中的壓痕深度（或防反射表面或層的整個厚度，取較小者），及一般使用以下文獻中所闡述的方法來沿著此壓痕深度的指定節段（例如在從約 100 nm 到約 500 nm 的深度範圍中）或在特定的壓痕深度處（例如在 100 nm 的深度處、在 500 nm 的深度處等等），在沿著整個壓痕深度範圍的各種點處從此壓痕測量硬度：Oliver, W.C. 及 Pharr, G. M. 所著的「An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments」（參照 Materials Research 期刊 1992 年第 7 卷第 6 號第 1564-1583 頁）；及 Materials Research 期刊 2004 年第 19 卷第 1 號第 3-20 頁由 Oliver, W.C. 及 Pharr, G. M. 所著的「Measurement of Hardness and Elastic Modulus by Instrument Indentation : Advances in Understanding and Refinements to Methodology」。進一步地，在在壓痕深度範圍內（例如在從約 100 nm 到約 500 nm 的深度範圍中）測量硬度時，可以將結果報告為指定範圍內的最大硬度，其中最大值選自在該範圍內的每個深度處截取的測量值。如本文中

所使用的，「硬度」及「最大硬度」都指所測量到的硬度值，而不是硬度值的平均。類似地，在一定壓痕深度處測量硬度時，針對該特定的壓痕深度給定根據 **Berkovich** 壓痕器硬度測試所獲得的硬度的值。

【0037】 一般而言，在比下伏基板硬的塗層的奈米壓痕測量法（例如藉由使用 **Berkovich** 壓痕器來進行）中，測量到的硬度可能由於淺壓痕深度處的塑性區的發展而起初似乎增加，然後在較深的壓痕深度處增加及達到最大值或平穩狀態。此後，由於下伏基板的效應，硬度在更深的壓痕深度處開始減少。若利用與塗層相比具有增加的硬度的基板，則可以看到相同的效果；然而，由於下伏基板的效應，硬度在較深的壓痕深度處增加。

【0038】 可以將壓痕深度範圍及某個（某些）壓痕深度範圍處的硬度值選定為在沒有下伏基板的效應的情況下識別本文中所述的光學膜結構及其層的特定硬度響應。在用 **Berkovich** 壓痕器測量光學膜結構（在設置在基板上時）的硬度時，材料的永久變形（塑性區）的區域與材料的硬度相關聯。在壓痕期間，彈性應力場延伸得遠遠超出了此永久變形區域。隨著壓痕深度增加，表觀硬度及模量受到與下伏基板的應力場交互作用的影響。基板對硬度的影響發生在較深的壓痕深度處（即一般是在大於光學膜結構或層的厚度的約 10 % 的深度處）。並且，進一步的複雜性是，硬度響應利用一定的最小負載來在壓痕工序期間發展完全可塑性。在該最小負載之前，硬度顯示大致增加的趨勢。

【0039】 在小的壓痕深度（其也可以表徵為小的負載）（例如高達約 50 nm）處，材料的表觀硬度似乎相對於壓痕深度急劇增加。此小的壓痕深度範圍並不表示硬度的真實度量，而是反映了上述塑性區的發展，其與壓痕器的有限曲率半徑相關。在中間的壓痕深度處，表觀硬度接近最大水平。在較深的壓痕深度處，隨著壓痕深度增加，基板的影響變得更加明顯。一旦壓痕深度超過光學膜結構厚度或層厚度的約 30%，硬度就可能開始急劇下降。

【0040】 如上所述，本領域中的一般技術人員可以在確保根據 Berkovich 壓痕器硬度測試所獲得的塗層 130 及製品 100 的硬度及最大硬度值指示這些元素而不是例如過度地受到基板 110 的影響時，考慮各種測試相關的考量。進一步地，本領域中的一般技術人員也可以認識到，儘管塗層 130 的厚度相對地小（即 < 500 nm），本揭示內容的實施例仍然令人驚訝地展示與防反射塗層 130 相關聯的高硬度值。實際上，如由下文在後續的章節中詳述的實例所證明的，防反射塗層內的高 RI 層 130B（參照例如圖 1B 及 1C）中的某些的硬度，儘管與這些層相關聯的厚度值相對地小，仍然可以明顯影響防反射塗層 130 及製品 100 的整體硬度及最大硬度。因為上述測試相關的考量（其詳述了測量到的硬度如何直接受到塗層（例如防反射塗層 130）的厚度的影響），所以這是令人驚訝的。一般而言，隨著塗層（在較厚的基板上）的厚度減少，及隨著塗層中的較硬的材料（例如與塗層內的具有較低硬度的其他層相比）的體

積減少，會預期塗層的測量到的硬度將趨向下伏基板的硬度。儘管如此，在包括防反射塗層 130 時（且也如由下文詳細概述的實例所例示），與下伏基板相比，本揭示內容的製品 100 的實施例令人驚訝地展現了明顯高的硬度值，因此展示了塗層厚度（ $< 500\text{ nm}$ ）、較高硬度材料的體積分數、與光學性質的獨特組合。

【0041】 在一些實施例中，製品 100 的防反射塗層 130 可以展現在防反射表面 122 上在約 100 nm 的壓痕深度處藉由 Berkovich 壓痕器硬度測試所測量到的大於約 8 GPa 的硬度。藉由約 100 nm 的壓痕深度處的 Berkovich 壓痕器硬度測試，防反射塗層 130 可以展現約 6 GPa 或更大、 6.5 GPa 或更大、 7 GPa 或更大、約 7.5 GPa 或更大、約 8 GPa 或更大、約 9 GPa 或更大、或約 10 GPa 或更大、約 11 GPa 或更大、約 12 GPa 或更大、約 13 GPa 或更大、約 14 GPa 或更大、約 15 GPa 或更大的硬度、或前述範圍內的任何硬度值或硬度值範圍。如本文中所述的製品 100（包括防反射塗層 130 及任何額外的塗層）可以展現在防反射表面 122 上在約 100 nm 或更大的壓痕深度處藉由 Berkovich 壓痕器硬度測試所測量到的約 8 GPa 或更大、約 10 GPa 或更大、或約 12 GPa 或更大的硬度。此類測量到的硬度值可以由防反射塗層 130 及 / 或製品 100 在約 50 nm 或更大或約 100 nm 或更大（例如從約 100 nm 到約 300 nm 、從約 100 nm 到約 400 nm 、從約 100 nm 到約 500 nm 、從約 100 nm 到約 600 nm 、從約 200 nm 到約 300 nm 、從約 200 nm

到約400 nm、從約200 nm到約500 nm、或從約200 nm到約600 nm)的壓痕深度內所展現。類似地，藉由Berkovich壓痕器硬度測試約6 GPa或更大、約6.5 GPa或更大、約7 GPa或更大、約7.5 GPa或更大、約8 GPa或更大、約9 GPa或更大、約10 GPa或更大、約11 GPa或更大、約12 GPa或更大、約13 GPa或更大、約14 GPa或更大、約15 GPa或更大、或前述範圍內的任何硬度值或硬度值範圍的最大硬度值可以由防反射塗層及/或製品在約50 nm或更大或約100 nm或更大(例如從約100 nm到約300 nm、從約100 nm到約400 nm、從約100 nm到約500 nm、從約100 nm到約600 nm、從約200 nm到約300 nm、從約200 nm到約400 nm、從約200 nm到約500 nm、或從約200 nm到約600 nm)的壓痕深度內展現。

【0042】 此外，顯然，例如如圖1-1C中所描繪且依據以下實例用實驗室級濺射設備製成的製品100的防反射塗層130中的某些在100 nm的壓痕深度處展示了範圍從6.2 GPa到8.3 GPa的硬度值。雖然不被現有理論束縛，但也據信，可以採用生產級濺射設備(例如直列式(in-line)反應濺射或金屬模式反應濺射設備)來產生依據以下實例來製成的比得上的製品100的防反射塗層130，該等防反射塗層具有約9 GPa或更大、約10 GPa或更大、約11 GPa或更大、約12 GPa或更大、約13 GPa或更大、約14 GPa或更大、或甚至約15 GPa或更大的硬度值。進一步地，據

信，與示例的防反射塗層 130 相關聯的硬度結果在利用生產級濺射設備的情況下可能趨於明顯較高，因為據瞭解，與實驗室級濺射設備相比，生產級設備可以用較高的功率密度沉積防反射塗層。

【0043】 在製品 100 的一些實施方式中，防反射塗層 130 可以具有至少一個層，該至少一個層由本身具有（在此類層的表面（例如圖 1B 或 1C 的第二高 RI 層 130B 中的一或更多者的表面）上所測量到的）約 18 GPa 或更大、約 19 GPa 或更大、約 20 GPa 或更大、約 21 GPa 或更大、約 22 GPa 或更大、約 23 GPa 或更大、約 24 GPa 或更大、約 25 GPa 或更大、及其間的所有硬度值的最大硬度的材料製成，該最大硬度是由 Berkovich 壓痕器硬度測試在從約 100 nm 到約 500 nm 的壓痕深度內所測量到的。這些測量是在硬度測試堆疊上進行的，該硬度測試堆疊包括設置在基板 110 上的實體厚度為約 2 微米的防反射塗層 130 的指定層，以最小化先前所述的厚度相關的硬度測量效應。如由 Berkovich 壓痕器硬度測試在從約 100 nm 到約 500 nm 的壓痕深度內所測量到的，此類層的最大硬度可以是在從約 18 GPa 到約 26 GPa 的範圍中。此類最大硬度值可以由至少一個層（例如如圖 1B 或 1C 中所示的高 RI 層 130B 中的一或更多者）的材料在約 50 nm 或更大或 100 nm 或更大（例如從約 100 nm 到約 300 nm、從約 100 nm 到約 400 nm、從約 100 nm 到約 500 nm、從約 100 nm 到約 600 nm、從約 200 nm 到約 300 nm、從約 200 nm 到約 400

nm、從約200 nm到約500 nm、或從約200 nm到約600 nm)的壓痕深度內展現。在一或更多個實施例中，製品100展現大於基板的硬度(其可以在與防反射表面相對的表面上測量到)的硬度。類似地，最大硬度值可以由至少一個層(例如如圖1B或1C中所示的高RI層130B中的一或更多者)的材料在約50 nm或更大或約100 nm或更大(例如從約100 nm到約300 nm、從約100 nm到約400 nm、從約100 nm到約500 nm、從約100 nm到約600 nm、從約200 nm到約300 nm、從約200 nm到約400 nm、從約200 nm到約500 nm、或從約200 nm到約600 nm)的壓痕深度內展現。此外，也可以在所測量的壓痕深度範圍內的特定壓痕深度處(例如在100 nm、200 nm處等等)觀察與該至少一個層(例如高RI層130B)相關聯的這些硬度及/或最大硬度值。

【0044】 來自防反射塗層130與空氣之間的界面的反射波與來自防反射塗層130與基板110之間的界面的反射波之間的光學干擾可能導致在製品100中產生表觀色彩的鏡面反射率及/或透射率振盪。如本文中所使用的，用語「透射率」被界定為透射通過材料(例如製品、基板、或光學膜、或上述項目的一部分)的給定波長範圍內的人射光功率的百分比。用語「反射率」類似地被界定為從材料(例如製品、基板、或光學膜、或上述項目的一部分)反射的給定波長範圍內的人射光功率的百分比。在一或更多個實施例中，透射率及反射率的表徵的光譜解析度小於5 nm或0.02

e V。色彩在反射中可能會更加明顯。反射中隨著視角變化的角度色偏是由於光譜反射率振盪隨著入射照明角變動引起的。透射中與視角有關的角度色偏也是由光譜透射率振盪的與入射照明角有關的相同變動引起的。與入射照明角有關的觀察到的色彩及角度色偏通常對於裝置使用者而言是令人分心或令人不快的，特別是在具有清晰光譜特徵的照明（例如螢光燈及一些LED燈）下。透射中的角度色偏也可能影響反射中的角度色偏，反之亦然。透射及/或反射中的角度色偏的因素也可能包括由視角引起的角度色偏或偏離某個白點的色偏，該色偏可能由特定的光源或測試系統所界定的材料吸收（某種程度上與角度無關）所造成。

【0045】 可以根據幅度來描述振盪。如本文中所使用的，用語「幅度」包括反射率或透射率的峰到谷改變。

【0046】 語句「平均幅度」包括在光學波長範圍內取平均的反射率或透射率的峰到谷改變。除非另有指出，否則「光學波長範圍」包括從約400 nm到約800 nm（且更具體而言是從約450 nm到約650 nm）的波長範圍。在一些實施方式中，本揭示內容的製品100也可以在從約900 nm到1000 nm的紅外線波長範圍中展示高平均透射率。

【0047】 從在不同的光源下在相對於法向入射用變化的入射照明角檢視時的無色及/或較小的角度色偏的角度而言，此揭示內容的實施例包括防反射塗層（例如防反射塗層130或光學膜結構130）以提供改善的光學性能。

【0048】 此揭示內容的一個態樣涉及一種製品，該製品即使在光源下用不同的入射照明角檢視時，也展現反射率及/或透射率的無色。在一或更多個實施例中，在參考照明角與入射照明角之間（例如從0度的參考照明角到60度的入射照明角），該製品在反射率及/或透射率中展現約8或更小、約7或更小、約6或更小、約5或更小、約4或更小、約3或更小、約2.5或更小、或約2或更小的角度色偏。如本文中所使用的，語句「角度色偏」指的是在反射率及/或透射率中的CIE L*、a*、b*比色系統下，a*及b*的改變。應瞭解，除非另有指出，否則本文中所述的製品的L*座標在任何角度或參考點下都相同，且不影響色偏。例如，可以使用以下等式(1)來決定角度色偏：

$$\text{【0049】} \quad (1) \quad \sqrt{((a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2)}$$

【0050】 其中a*₁及b*₁表示在用參考照明角（其可以包括法向入射）檢視時製品的a*及b*座標，而a*₂及b*₂表示在用入射照明角檢視時製品的a*及b*座標，條件是入射照明角與參考照明角不同，且在一些情況下與參考照明角的差異為約1度或更大、2度或更大、或約5度或更大、或約10度或更大、或約15度或更大、或約20度或更大。在一些情況下，在光源下相對於參考照明角用各種入射照明角檢視時，製品展現出反射率及/或透射率的角度色偏為約10或更小（例如5或更小、4或更小、3或更小、2.5或更小、或2或更小）。在一些情況下，反射率及/或透射率的角度

色偏為約1.9或更小、1.8或更小、1.7或更小、1.6或更小、1.5或更小、1.4或更小、1.3或更小、1.2或更小、1.1或更小、1或更小、0.9或更小、0.8或更小、0.7或更小、0.6或更小、0.5或更小、0.4或更小、0.3或更小、0.2或更小、或0.1或更小。在一些實施例中，角度色偏可以為約0。光源可以包括由CIE所決定的標準光源，包括A光源（表示鎢絲燈）、B光源（日照模擬光源）、C光源（日照模擬光源）、D系列光源（表示自然日照）、及F系列光源（表示各種類型的螢光燈）。在具體的實例中，在CIE F2、F10、F11、F12、或D65光源下或更具體而言是在CIE F2光源下相對於參考照明角用入射照明角檢視時，製品在反射率及/或透射率中展現約2或更小的角度色偏。

【0051】 參考照明角可以包括法向入射（即0度）、或相對於法向入射5度、相對於法向入射10度、相對於法向入射15度、相對於法向入射20度、相對於法向入射25度、相對於法向入射30度、相對於法向入射35度、相對於法向入射40度、相對於法向入射50度、相對於法向入射55度、或相對於法向入射60度，條件是參考照明角之間的差異及入射照明角與參考照明角之間的差異為約1度或更大、2度或更大、或約5度或更大、或約10度或更大、或約15度或更大、或約20度或更大。相對於參考照明角，入射照明角可以是在從約5度到約80度、從約5度到約70度、從約5度到約65度、從約5度到約60度、從約5度到約55度、從約5度到約50度、從約5度到約45度、從約5度到約40度、從約5度到

約 35 度、從約 5 度到約 30 度、從約 5 度到約 25 度、從約 5 度到約 20 度、從約 5 度到約 15 度的範圍、及其間偏離法向入射的所有範圍及子範圍中。在參考照明角是法向入射時，製品可以在以下範圍中的所有入射照明角下及沿著該等入射照明角都展現本文中所述的反射率及 / 或透射率的角度色偏：從約 2 度到約 80 度、或從約 5 度到約 80 度、或從約 10 度到約 80 度、或從約 15 度到約 80 度、或從約 20 度到約 80 度。在一些實施例中，在入射照明角與參考照明角之間的差異為約 1 度或更大、2 度或更大、或約 5 度或更大、或約 10 度或更大、或約 15 度或更大、或約 20 度或更大時，製品可以在以下範圍中的所有入射照明角下及沿著該等入射照明角都展現本文中所述的反射率及 / 或透射率的角度色偏：從約 2 度到約 80 度、或從約 5 度到約 80 度、或從約 10 度到約 80 度、或從約 15 度到約 80 度、或從約 20 度到約 80 度。在一個實例中，製品可以相對於等於法向入射的參考照明角在從約 2 度到約 60 度、從約 5 度到約 60 度、或從約 10 度到約 60 度的範圍中的任何入射照明角下均展現出反射率及 / 或透射率的角度色偏為 2 或更小。在其他的實例中，在參考照明角為 10 度而入射照明角相對於參考照明角為從約 12 度到約 60 度、從約 15 度到約 60 度、或從約 20 度到約 60 度範圍中的任何角度時，製品可以展現出反射率及 / 或透射率的角度色偏為 2 或更小。

【0052】 在一些實施例中，可以在參考照明角（例如法向入射）與入射照明角之間的在從約 0 度到約 60 度的範圍中

的所有角度下測量角度色偏（ ΔC ）。在此類實施方式中，可以使用以下等式（1A）來決定角度色偏（ ΔC ）：

【0053】 (1A) $\sqrt{\hspace{1.5cm}}$

$$((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)$$

【0054】 其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是在從約 0 度到約 60 度的範圍中的入射照明角內的相應 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大及最小色彩座標。換言之，角度色偏（ ΔC ）可以被測量，且在從約 0 度到約 20 度、從約 0 度到約 30 度、從約 0 度到約 40 度、從約 0 度到約 50 度、或從約 0 度到約 60 度的範圍中的所有入射角下可以為約 8 或更小、約 7 或更小、約 6 或更小、約 5 或更小、約 4 或更小、約 3 或更小、約 2.5 或更小、或約 2 或更小。

【0055】 在一或更多個實施例中，在光源（其可以包括由 CIE 所決定的標準光源，包括 A 光源（表示鎢絲燈）、B 光源（日照模擬光源）、C 光源（日照模擬光源）、D 系列光源（表示自然日照）、及 F 系列光源（表示各種類型的螢光燈））下，製品 100 展現反射率及 / 或透射率中的 CIE L^* 、 a^* 、 b^* 比色系統中的色彩，使得相對於參考點的透射率色彩或反射率座標之間的距離或參考點色偏為約 8 或更小、約 7 或更小、約 6 或更小、約 5 或更小、約 4 或更小、約 3 或更小、約 2.5 或更小、或約 2 或更小。在具體的實例中，在 CIE F2、F10、F11、F12、或 D65 光源下或更具體而言是在 CIE F2 光源下相對於參考照明角用入射照明角檢視時，製品展現出反射率及 / 或透射率的色偏為約 8 或更小、約 7 或更

小、約 6 或更小、約 5 或更小、約 4 或更小、約 3 或更小、或約 2 或更小。換言之，製品可以展現在防反射表面 122 處測量到的透射率色彩（或透射率色彩座標）及 / 或反射率色彩（或反射率色彩座標），其如本文中所界定地相對於參考點具有約 8 或更小、約 7 或更小、約 6 或更小、約 5 或更小、約 4 或更小、約 3 或更小、或約 2 或更小的參考點色偏。除非另有指出，否則透射率色彩或透射率色彩座標是在製品的兩個表面上測量到的，該等表面包括製品的防反射表面 122 及相對的裸露表面（即 114）。除非另有指出，否則反射率色彩或反射率色彩座標是僅在製品的防反射表面 122 上測量到的。

【0056】 在一或更多個實施例中，參考點可以是 CIE L^* 、 a^* 、 b^* 比色系統中的原點 (0, 0)（或色彩座標 $a^* = 0$ 、 $b^* = 0$ ）、色彩座標 (-2, -2)、或基板的透射率或反射率色彩座標。應瞭解，除非另有指出，否則本文中所述的製品的 L^* 座標與參考點相同且不影響色偏。若製品的參考點色偏是相對於基板而界定的，則將製品的透射率色彩座標與基板的透射率色彩座標相比，且將製品的反射率色彩座標與基板的反射率色彩座標相比。

【0057】 在一或更多個具體實施例中，透射率色彩及 / 或反射率色彩的參考點色偏可以小於 1 或甚至小於 0.5。在一或更多個具體實施例中，透射率色彩及 / 或反射率色彩的參考點色偏可以為 1.8、1.6、1.4、1.2、0.8、0.6、0.4、

0.2、0、及其間的所有範圍及子範圍。若參考點是色彩座標 $a^* = 0$ 、 $b^* = 0$ ，則藉由等式(2)來計算參考點色偏：

【0058】

【0059】 (2) 參考點色偏 = $\sqrt{((a^*_{\text{製品}})^2 + (b^*_{\text{製品}})^2)}$ 。

【0060】

【0061】 若參考點是色彩座標 $a^* = -2$ 、 $b^* = -2$ ，則藉由等式(3)來計算參考點色偏：

【0062】

【0063】 (3) 參考點色偏 = $\sqrt{((a^*_{\text{製品}} + 2)^2 + (b^*_{\text{製品}} + 2)^2)}$ 。

【0064】

【0065】 若參考點是基板的色彩座標，則藉由等式(4)來計算參考點色偏：

【0066】 (4) 參考點色偏 = $\sqrt{((a^*_{\text{製品}} - a^*_{\text{基板}})^2 + (b^*_{\text{製品}} - b^*_{\text{基板}})^2)}$ 。

【0067】 在一些實施例中，製品100可以展現透射率色彩（或透射率色彩座標）及反射率色彩（或反射率色彩座標），使得在參考點是基板的色彩座標、 $a^* = 0$ 、 $b^* = 0$ 的色彩座標、及 $a^* = -2$ 、 $b^* = -2$ 的座標中的任一者時，參考點色偏小於2。

【0068】 在一些實施例中，在接近法向的人射角下（即在約0度下，或在法向的10度內）在CIE L*、a*、b*比色系統中，製品100可以展現從約-6到約+3、從約-5到約

+ 2、從約 - 4 到約 + 1 的範圍中的反射率 b^* 值（如僅在防反射表面 122 處所測量到的）、或前述範圍內的任何 b^* 值或子範圍。在其他的實施方式中，在從約 0 到約 60 度（或從約 0 度到約 40 度、或從約 0 度到約 30 度）的範圍中的所有入射照明角下在 CIE L^* 、 a^* 、 b^* 比色系統中，製品 100 可以展現從約 - 10 到約 + 6、從約 - 8 到約 + 4、從約 - 6 到約 + 2 的範圍中的反射率 b^* 值（如僅在防反射表面 122 處所測量到的）、或前述範圍內的任何 b^* 值或子範圍。

【0069】 在一些實施例中，在接近法向的入射角下（即在約 0 度下，或在法向的 10 度內）在 CIE L^* 、 a^* 、 b^* 比色系統中，製品 100 可以展現從約 - 4 到約 + 3、從約 - 3 到約 + 2、從 - 2 到約 + 1 的範圍中的反射率 a^* 值（如僅在防反射表面 122 處所測量到的）、或前述範圍內的任何 a^* 值或子範圍。在其他的實施方式中，在從約 0 到約 60 度（或從約 0 度到約 40 度、或從約 0 度到約 30 度）的範圍中的所有入射照明角下在 CIE L^* 、 a^* 、 b^* 比色系統中，製品 100 可以展現從約 - 8 到約 + 4、從約 - 6 到約 + 3、從約 - 4 到約 + 2、從約 - 2 到約 + 2 的範圍中的反射率 a^* 值（如僅在防反射表面 122 處所測量到的）、或前述範圍內的任何 a^* 值或子範圍。

【0070】 一或更多個實施例的製品 100、或一或更多個製品的防反射表面 122 在從約 400 nm 到約 800 nm 的範圍中的光學波長範圍內可以展現約 94 % 或更大（例如約 94 % 或更大、約 95 % 或更大、約 96 % 或更大、約 96.5 % 或更大、約 97 % 或更大、約 97.5 % 或更大、約 98 % 或更大、約 98.5 %

或更大、或約99%或更大)的平均光透射率。在一些實施方式中,一或更多個實施例的製品100、或一或更多個製品的防反射表面122可以在從約900 nm到約1000 nm、或從930 nm到950 nm的範圍中的紅外線波長範圍內展現約88%或更大、88.5%或更大、89%或更大、89.5%或更大、90%或更大、90.5%或更大、91%或更大、及前述範圍內的所有透射率值及範圍的平均光透射率。

【0071】 在一些實施例中,製品100、或一或更多個製品的防反射表面122可以在從約400 nm到約800 nm的範圍中的光學波長範圍內展現約2%或更小、約1.5%或更小、約1%或更小、約0.75%或更小、約0.5%或更小、約0.45%或更小、約0.4%或更小、約0.35%或更小、約0.30%或更小、約0.25%或更小、約0.2%或更小、約0.15%或更小、或約0.12%或更小的平均光反射率。可以在整個光學波長範圍內或在光學波長範圍的選定範圍(例如光學波長範圍內的100 nm波長範圍、150 nm波長範圍、200 nm波長範圍、250 nm波長範圍、280 nm波長範圍、或300 nm波長範圍)內觀察到這些光透射率及光反射率值。在一些實施例中,這些光反射率及透射率值可以是總反射率或總透射率(考慮到防反射表面122及相對的主要面114上的反射率或透射率)。除非另有指定,否則平均反射率或透射率是在0度的入射照明角下測量的(然而,可以在45度或60度的入射照明角下提供此類測量)。

【0072】 在一些實施例中，一或更多個實施例的製品 100、或一或更多個製品的防反射表面 122 可以在光學波長範圍內展現約 2 % 或更小、約 1 % 或更小、約 0.9 % 或更小、約 0.8 % 或更小、約 0.7 % 或更小、約 0.6 % 或更小、約 0.5 % 或更小、約 0.45 % 或更小、約 0.4 % 或更小、約 0.35 % 或更小、約 0.3 % 或更小、約 0.25 % 或更小、約 0.2 % 或更小、約 0.15 % 或更小、或約 0.12 % 或更小的可見明視平均反射率。可以在從 0° 到約 20°、從約 0° 到約 40°、或從約 0° 到約 60° 的範圍中的入射照明角下展現這些明視平均反射率值。如本文中所使用的，「明視平均反射率」藉由依據人眼的靈敏度相對於波長光譜對反射率加權來模仿人眼的響應。依據已知的常規（例如 CIE 色彩空間常規），也可以將明視平均反射率界定為反射光的亮度、或三刺激（tristimulus）Y 值。明視平均反射率在等式 (5) 中界定為與眼睛的光譜響應相關地將光譜反射率（ $R(\lambda)$ ）乘以光源光譜（ $I(\lambda)$ ）及 CIE 的色彩匹配函數 $\bar{y}(\lambda)$ ：

【0073】 (5) $\langle R_p \rangle = \int_{380\text{ nm}}^{720\text{ nm}} R(\lambda) \times I(\lambda) \times \bar{y}(\lambda) d\lambda$

【0074】 在一些實施例中，一或更多個製品的防反射表面 122（即在通過單側測量僅測量防反射表面 122 時）可以展現約 2 % 或更小、1.8 % 或更小、1.5 % 或更小、1.2 % 或更小、1 % 或更小、0.9 % 或更小、0.7 % 或更小、約 0.5 % 或更小、約 0.45 % 或更小、約 0.4 % 或更小、約 0.35 % 或更小、約 0.3 % 或更小、約 0.25 % 或更小、約 0.2 % 或更小、約 0.15 % 或更小、或約 0.12 % 或更小的可見明視平均反射

率。在如在此揭示內容中所述的此類「單側測量」中，藉由將此表面耦接到折射率匹配的吸收體來移除來自第二主要面（例如圖1中所示的表面114）的反射率。在一些情況下，使用D65照明在從約5度到約60度的整個入射照明角範圍內（其中參考照明角是法向入射），展現了該等可見明視平均反射率範圍，同時展現了小於約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1.5、或小於約1.25的最大反射率色偏（即如上文在等式1A中所描述的 ΔC ）。這些最大反射率色偏值表示從在相對於法向入射從約5度到約60度的任何角度下所測量到的最高色點值，再減去在相同範圍中的任何角度下所測量到的最低色點值。

【0075】 基板

【0076】 基板110可以包括半透明的基板材料，例如無機氧化物材料。進一步地，基板100可以包括非晶基板、結晶基板、或上述項目的組合。在一或更多個實施例中，基板展現從約1.45到約1.55的範圍中（例如1.45、1.46、1.47、1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、1.54、1.55、及其間的所有折射率）的折射率。

【0077】 合適的基板110可以展現從約30 GPa到約120 GPa的範圍中的彈性模量（或楊氏模量）。在一些情況下，基板的彈性模量可以是在從約30 GPa到約110 GPa、從約30 GPa到約100 GPa、從約30 GPa到約90 GPa、從約30 GPa到約80 GPa、從約30 GPa到約70 GPa、從

約 40 GPa 到約 120 GPa、從約 50 GPa 到約 120 GPa、從約 60 GPa 到約 120 GPa、從約 70 GPa 到約 120 GPa 的範圍、及其間的所有範圍及子範圍中。此揭示內容中所記載的基板本身的楊氏模量值指的是藉由標題為「Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts」的 ASTM E2001-13 中所闡述的一般類型共振超音波光譜技術所測量到的值。

【0078】 在一或更多個實施例中，非晶基板可以包括玻璃，該玻璃可以是強化過的或未強化的。合適的玻璃的實例包括鈉鈣玻璃、鹼鋁矽酸鹽玻璃、含鹼硼矽酸鹽玻璃、及鹼鋁硼矽酸鹽玻璃。在一些變型中，玻璃可以不含氧化鋰。在一或更多個替代性實施例中，基板 110 可以包括結晶基板，例如玻璃陶瓷（或陶瓷）基板（其可以是強化過或未強化的），或可以包括單晶結構，例如藍寶石。在一或更多個具體實施例中，基板 100 包括非晶基底（例如玻璃）或結晶包層（例如藍寶石層、多晶氧化鋁層、及 / 或尖晶石（ $MgAl_2O_4$ ）層）。

【0079】 基板 110 可以是實質平坦或片狀的，然而其他的實施例也可以利用彎曲的或用其他方式塑形或雕刻的基板。基板 110 可以實質上是光學無色的、透明的、且沒有光散射。在此類實施例中，基板可以在光學波長範圍內展現約 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 % 或更大的平均光透射。在一或更多個替代性實施例中，基板 110 在光學波長範圍內可以是不透明的或展現小於約 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 % 的平均光透射。在一些實施例中，這些光反射率及透射率值可以是總反射率或總透射率（考慮到基板的兩個主要面上的反射率或透射率），或可以在基板的單個側面上（即僅在防反射表面 122 上，且不考慮相對的表面）觀察到。除非另有指定，否則平均反射率或透射率是在 0 度的入射照明角下測量的（然而，可以在 45 度或 60 度的入射照明角下提供此類測量）。基板 110 可以可選地展現色彩，例如白色、黑色、紅色、藍色、綠色、黃色、橘色等等。

【0080】 附加性或替代性地，出於審美及 / 或功能的原因，基板 110 的實體厚度可以沿著其尺度中的一或更多者變化。例如，與基板 110 較中心的區域相比，基板 110 的邊緣可以較厚。基板 110 的長度、寬度、及實體厚度尺度也可以依據製品 100 的應用或用途而變化。

【0081】 可以使用各種不同的工序來提供基板 110。例如，若基板 110 包括非晶基板（例如玻璃），則各種形成方法可以包括浮製玻璃工序、軋製工序、上拉工序、及下拉工序，例如熔融拉製及狹槽拉製。

【0082】 一旦形成，就可以強化基板 110 以形成強化的基板。如本文中所使用的，用語「強化基板」可以指已經化學強化過的基板，例如透過將較大的離子與基板的表面中的較小的離子進行離子交換來化學強化。然而，也可以利用本領域中習知的其他強化方法（例如熱回火，或利用基板的部分之間的熱膨脹係數的失配來產生壓縮應力及中心張力區域）來形成強化基板。

【0083】 若基板是藉由離子交換工序來化學強化，則基板的表面層中的離子被具有相同的價態或氧化態的較大離子替換或交換。離子交換工序一般是藉由以下步驟來實現：將基板浸入在熔融鹽浴中，該熔融鹽浴含有要與基板中的較小離子交換的較大離子。本領域中的技術人員將理解，離子交換工序的參數（包括但不限於浴組成及溫度、浸入時間、將基板浸入在一或更多種鹽浴中的次數、多種鹽浴的使用、額外的步驟（例如退火、洗滌、等等））一般是由基板的組成及由強化操作生成的基板所需的壓縮應力（CS）、壓縮應力（CS）層的深度（或層深）來決定的。藉由示例的方式，含鹼金屬的玻璃基板的離子交換可以藉由以下步驟來實現：浸入在含有鹽的至少一種熔融浴中，該鹽例如但不限於較大的鹼金屬離子的硝酸鹽、硫酸鹽、及氯化物。熔融鹽浴的溫度一般是在從約 380 °C 到約 450 °C 的範圍中，同時浸入時間的範圍從約 15 分鐘到約 40 小時。然而，也可以使用與上述的彼等溫度及浸入時間不同的溫度及浸入時間。

【0084】 此外，將玻璃基板浸入在多種離子交換浴中且在浸入之間進行洗滌及/或退火步驟的離子交換工序的非限制性實例被描述於在2009年7月10日由Douglas C. Allan等人所提出的標題為「Glass with Compressive Surface for Consumer Applications」的第12/500,650號的美國專利申請案中，該美國專利申請案主張於2008年7月11日所提出的第61/079,995號的美國臨時專利申請案的優先權，其中藉由在多種相繼的離子交換處理中浸入在不同濃度的鹽浴中來強化玻璃基板；及Christopher M. Lee等人的於2012年11月20日公告且標題為「Dual Stage Ion Exchange for Chemical Strengthening of Glass」的美國專利8,312,739，該美國專利主張於2008年7月29日所提出的第61/084,398號的美國臨時專利申請案的優先權，其中藉由以下步驟來強化玻璃基板：在用流出離子稀釋的第一浴中進行離子交換，然後浸入在與第一浴相比具有較小濃度的流出離子的第二浴中。第12/500,650號的美國專利申請案及第8,312,739號的美國專利的整體內容以引用方式併入本文中。

【0085】 可以基於中心張力（CT）、峰值CS、壓縮線深度（DOC，其是沿著厚度的一個點，在該點中，壓縮改變為伸張）、及離子層深度（DOL）的參數來量化由離子交換所實現的化學強化的程度。可以在基板110的表面附近或在強化玻璃內在各種深度處測量到峰值CS（其是觀察到

的最大壓縮應力)。峰值CS值可以包括強化基板的表面處的測量到的CS(CS_s)。在其他的實施例中，峰值CS是在強化基板的表面下方測量到的。壓縮應力(包括表面CS)是由使用例如FSM-6000(由Orihara Industrial有限公司(日本)製造)的市售儀器的表面應力計(FSM)所測量的。表面應力測量依賴應力光學係數(SOC)的準確測量，該應力光學係數與玻璃的雙折射率相關。SOC轉而是依據標題為「Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient」的ASTM標準C770-16中所描述的程序C(玻璃碟法)來測量的，其整體內容以引用方式併入本文中。如本文中所使用的，DOC意指本文中所述的化學強化鹼鋁矽酸鹽玻璃製品中的應力從壓縮改變成伸張的深度。取決於離子交換處理，可以藉由FSM或散射光偏光鏡(SCALP)來測量DOC。若玻璃製品中的應力是藉由將鉀離子交換到玻璃製品中來產生的，則使用FSM來測量DOC。若應力是藉由將鈉離子交換到玻璃製品中來產生的，則使用SCALP來測量DOC。若玻璃製品中的應力是藉由將鉀及鈉離子兩者交換到玻璃中來產生的，則由SCALP測量DOC，因為據信鈉的交換深度指示DOC而鉀離子的交換深度指示壓縮應力數值的改變(但不是從壓縮到伸張的應力的改變)；此類玻璃製品中的鉀離子的交換深度是由FSM測量的。最大CT值是使用本領域中習知的散射光偏振鏡(SCALP)技術來測量的。可以使用折射近場

(RNF)法或SCALP來測量(繪製、視覺描繪、或用其他方式在地圖上標出)完整的應力分佈。在利用RNF法來測量應力分佈時,在RNF法中利用了由SCALP所提供的最大CT值。詳細而言,由RNF所測量到的應力分佈是力平衡的且校準到由SCALP測量所提供的最大CT值。RNF法被描述在標題為「Systems and methods for measuring a profile characteristic of a glass sample」的第8,854,623號的美國專利中,其整體內容以引用方式併入本文中。詳細而言,RNF法包括以下步驟:將玻璃製品安置在參考試塊附近;產生偏振切換的光束,該光束用從1 Hz到50 Hz之間的速率在正交偏振之間切換;測量偏振切換的光束中的功率量;及產生偏振切換的參考訊號,其中正交偏振中的每一者中所測量到的功率量是在彼此的50%內。該方法更包括以下步驟:針對不同的進入玻璃試樣的深度將偏振切換的光束透射通過玻璃試樣及參考試塊,接著使用中繼光學系統將透射的偏振切換的光束轉傳到訊號光偵測器,其中訊號光偵測器產生偏振切換的偵測訊號。該方法也包括以下步驟:將偵測訊號除以參考訊號以形成標準化偵測訊號,及從標準化的偵測訊號決定玻璃試樣的分佈特性。

【0086】 在一些實施例中,強化基板110可以具有250 MPa或更大、300 MPa或更大、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 或更大的峰值 CS。強化基板可以具有 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）的 DOC 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、90、85、80、75、70、65、60、55 MPa 或更小）的 CT。在一或更多個具體實施例中，強化基板具有以下項目中的一或更多者：大於 500 MPa 的峰值 CS、大於 15 μm 的 DOC、及大於 18 MPa 的 CT。

【0087】 可以在基板中的示例玻璃可以包括鹼鋁矽酸鹽玻璃組成或鹼鋁硼矽酸鹽玻璃組成，然而也考慮其他的玻璃組成。此類玻璃組成能夠藉由離子交換工序來化學強化。一個示例玻璃組成包括 SiO_2 、 B_2O_3 、及 Na_2O ，其中 $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3) \geq 66$ 莫耳百分比，且 $\text{Na}_2\text{O} \geq 9$ 莫耳百分比。在一些實施例中，玻璃組成包括約 6 重量百分比的氧化鋁或更多。在一些實施例中，基板包括具有一或更多種鹼土金屬氧化物的玻璃組成，使得鹼土金屬氧化物的含量為約 5 重量百分比或更大。在一些實施例中，合適的玻璃組成更包括 K_2O 、 MgO 、或 CaO 中的至少一者。在一些實施例中，基板中所使用的玻璃組成可以包括 61-75 莫耳百分比的 SiO_2 ；7-15 莫耳百分比的 Al_2O_3 ；0-12 莫耳百分比的 B_2O_3 ；9-21 莫耳百分比的 Na_2O ；0-4 莫耳百分比的 K_2O ；0-7 莫耳百分比的 MgO ；及 0-3 莫耳百分比的 CaO 。

【0088】 適於基板的另外的示例玻璃組成包括：60-70莫耳百分比的 SiO_2 ；6-14莫耳百分比的 Al_2O_3 ；0-15莫耳百分比的 B_2O_3 ；0-15莫耳百分比的 Li_2O ；0-20莫耳百分比的 Na_2O ；0-10莫耳百分比的 K_2O ；0-8莫耳百分比的 MgO ；0-10莫耳百分比的 CaO ；0-5莫耳百分比的 ZrO_2 ；0-1莫耳百分比的 SnO_2 ；0-1莫耳百分比的 CeO_2 ；小於50 ppm的 As_2O_3 ；及小於50 ppm的 Sb_2O_3 ；其中12莫耳百分比 $\leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$ 莫耳百分比且0莫耳百分比 $\leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 10$ 莫耳百分比。

【0089】 適於基板的又另外的示例玻璃組成包括：63.5-66.5莫耳百分比的 SiO_2 ；8-12莫耳百分比的 Al_2O_3 ；0-3莫耳百分比的 B_2O_3 ；0-5莫耳百分比的 Li_2O ；8-18莫耳百分比的 Na_2O ；0-5莫耳百分比的 K_2O ；1-7莫耳百分比的 MgO ；0-2.5莫耳百分比的 CaO ；0-3莫耳百分比的 ZrO_2 ；0.05-0.25莫耳百分比的 SnO_2 ；0.05-0.5莫耳百分比的 CeO_2 ；小於50 ppm的 As_2O_3 ；及小於50 ppm的 Sb_2O_3 ；其中14莫耳百分比 $\leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 18$ 莫耳百分比且2莫耳百分比 $\leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 7$ 莫耳百分比。

【0090】 在一些實施例中，適於基板110的鹼鋁矽酸鹽玻璃組成包括氧化鋁、至少一種鹼金屬，且在一些實施例中包括大於50莫耳百分比的 SiO_2 、在其他的實施例中包括58莫耳百分比的 SiO_2 或更多、且在又其他的實施例中包括60莫耳百分比的 SiO_2 或更多，其中比率 $(\text{Al}_2\text{O}_3 +$

B_2O_3)/ Σ 改性劑（即改性劑的總和）大於 1，其中成分的比率是用莫耳百分比表示的且改性劑為鹼金屬氧化物。在詳細的實施例中，此種玻璃組成包括：58-72 莫耳百分比的 SiO_2 ；9-17 莫耳百分比的 Al_2O_3 ；2-12 莫耳百分比的 B_2O_3 ；8-16 莫耳百分比的 Na_2O ；及 0-4 莫耳百分比的 K_2O ，其中比率 $(Al_2O_3 + B_2O_3)/\Sigma$ 改性劑（即改性劑的總和）大於 1。

【0091】 在一些實施例中，基板 110 可以包括鹼鋁矽酸鹽玻璃組成，該組成包括：64-68 莫耳百分比的 SiO_2 ；12-16 莫耳百分比的 Na_2O ；8-12 莫耳百分比的 Al_2O_3 ；0-3 莫耳百分比的 B_2O_3 ；2-5 莫耳百分比的 K_2O ；4-6 莫耳百分比的 MgO ；及 0-5 莫耳百分比的 CaO ，其中：66 莫耳百分比 $\leq SiO_2 + B_2O_3 + CaO \leq 69$ 莫耳百分比； $Na_2O + K_2O + B_2O_3 + MgO + CaO + SrO > 10$ 莫耳百分比；5 莫耳百分比 $\leq MgO + CaO + SrO \leq 8$ 莫耳百分比； $(Na_2O + B_2O_3) - Al_2O_3 \leq 2$ 莫耳百分比；2 莫耳百分比 $\leq Na_2O - Al_2O_3 \leq 6$ 莫耳百分比；且 4 莫耳百分比 $\leq (Na_2O + K_2O) - Al_2O_3 \leq 10$ 莫耳百分比。

【0092】 在一些實施例中，基板 110 可以包括鹼鋁矽酸鹽玻璃組成，該組成包括：2 莫耳百分比或更多的 Al_2O_3 及 / 或 ZrO_2 、或 4 莫耳百分比或更多的 Al_2O_3 及 / 或 ZrO_2 。

【0093】 若基板 110 包括結晶基板，則基板可以包括單晶，其可以包括 Al_2O_3 。此類單晶體基板稱為藍寶石。用

於結晶基板的其他合適的材料包括多晶氧化鋁層及/或尖晶石 (MgAl_2O_4)。

【0094】 可選地，結晶基板110可以包括玻璃陶瓷基板，其可以是強化過的或未強化的。合適的玻璃陶瓷的實例可以包括 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統（即LAS系統）玻璃陶瓷、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統（即MAS系統）玻璃陶瓷、及/或包括一種主要晶相的玻璃陶瓷，該主要晶相包括 β -石英固溶體、 β -鋰輝石、堇青石、及二矽酸鋰。可以使用本文中所揭露的化學強化工序來強化玻璃陶瓷基板。在一或更多個實施例中，可以在 Li_2SO_4 熔鹽中強化MAS系統玻璃陶瓷基板，由此可以發生 2Li^+ 與 Mg^{2+} 的交換。

【0095】 依據一或更多個實施例，基板110可以具有範圍從約 $50\ \mu\text{m}$ 到約 $5\ \text{mm}$ 的實體厚度。示例基板110的實體厚度的範圍從約 $50\ \mu\text{m}$ 到約 $500\ \mu\text{m}$ （例如 50 、 100 、 200 、 300 、 400 、或 $500\ \mu\text{m}$ ）。另外的示例基板110的實體厚度的範圍從約 $500\ \mu\text{m}$ 到約 $1000\ \mu\text{m}$ （例如 500 、 600 、 700 、 800 、 900 、或 $1000\ \mu\text{m}$ ）。基板110可以具有大於約 $1\ \text{mm}$ （例如約 2 、 3 、 4 、或 $5\ \text{mm}$ ）的實體厚度。在一或更多個具體實施例中，基板110可以具有 $2\ \text{mm}$ 或更小或小於 $1\ \text{mm}$ 的實體厚度。可以將基板110酸拋光或用其他方式處理以除去或減小表面瑕疵的效應。

【0096】 防反射塗層

【0097】 如圖1中所示，製品100的防反射塗層130包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率（低RI）層

130 A 及至少一個高折射率（高 RI）層 130 B。進一步地，低 RI 層 130 A 具有小於 1.7 的折射率，而高 RI 層 130 B 具有大於 2.0 的折射率。在一些實施例中，可以將一或更多個層設置在基板 110 的與防反射塗層 130 相對的側面上（即主要面 114 上）（未示出）。在圖 1 中所描繪的製品 100 的一些實施例中，如圖 1 A - 1 C 中所示的額外層 130 C 可以用作蓋頂層。

【0098】 防反射塗層 130 的實體厚度可以是在從約 50 nm 到小於 500 nm 的範圍中。在一些情況下，防反射塗層 120 的實體厚度可以是在從約 10 nm 到小於 500 nm、從約 50 nm 到小於 500 nm、從約 75 nm 到小於 500 nm、從約 100 nm 到小於 500 nm、從約 125 nm 到小於 500 nm、從約 150 nm 到小於 500 nm、從約 175 nm 到小於 500 nm、從約 200 nm 到小於 500 nm、從約 225 nm 到小於 500 nm、從約 250 nm 到小於 500 nm、從約 300 nm 到小於 500 nm、從約 350 nm 到小於 500 nm、從約 400 nm 到小於 500 nm、從約 450 nm 到小於 500 nm、從約 200 nm 到約 450 nm 的範圍、及其間的所有範圍及子範圍中。例如，防反射塗層 120 的實體厚度可以從 10 nm 到 490 nm、或從 10 nm 到 480 nm、或從 10 nm 到 475 nm、或從 10 nm 到 460 nm、或從 10 nm 到 450 nm、或從 10 nm 到 450 nm、或從 10 nm 到 430 nm、或從 10 nm 到 425 nm、或從 10 nm 到 420 nm、或從 10 nm 到 410 nm、或從 10 nm 到 400 nm、或從 10 nm 到 350 nm、或從 10 nm 到 300

nm、或從 10 nm 到 250 nm、或從 10 nm 到 225 nm、或從 10 nm 到 200 nm、或從 15 nm 到 490 nm、或從 20 nm 到 490 nm、或從 25 nm 到 490 nm、或從 30 nm 到 490 nm、或從 35 nm 到 490 nm、或從 40 nm 到 490 nm、或從 45 nm 到 490 nm、或從 50 nm 到 490 nm、或從 55 nm 到 490 nm、或從 60 nm 到 490 nm、或從 65 nm 到 490 nm、或從 70 nm 到 490 nm、或從 75 nm 到 490 nm、或從 80 nm 到 490 nm、或從 85 nm 到 490 nm、或從 90 nm 到 490 nm、或從 95 nm 到 490 nm、或從 100 nm 到 490 nm、或從 10 nm 到 485 nm、或從 15 nm 到 480 nm、或從 20 nm 到 475 nm、或從 25 nm 到 460 nm、或從 30 nm 到 450 nm、或從 35 nm 到 440 nm、或從 40 nm 到 430 nm、或從 50 nm 到 425 nm、或從 55 nm 到 420 nm、或從 60 nm 到 410 nm、或從 70 nm 到 400 nm、或從 75 nm 到 400 nm、或從 80 nm 到 390 nm、或從 90 nm 到 380 nm、或從 100 nm 到 375 nm、或從 110 nm 到 370 nm、或從 120 nm 到 360 nm、或從 125 nm 到 350 nm、或從 130 nm 到 325 nm、或從 140 nm 到 320 nm、或從 150 nm 到 310 nm、或從 160 nm 到 300 nm、或從 170 nm 到 300 nm、或從 175 nm 到 300 nm、或從 180 nm 到 290 nm、或從 190 nm 到 280 nm、或從 200 nm 到 275 nm。

【0099】 在一或更多個實施例中，如圖 1A、1B、及 1C 中所示，製品 100 的防反射塗層 130 可以包括週期 132，該週期包括二或更多個交替層。在一或更多個實施例中，可以

將該二或更多個層表徵為具有彼此不同的折射率。在一些實施例中，週期 132 包括第一低 RI 層 130A 及第二高 RI 層 130B。第一低 RI 層 130A 及第二高 RI 層 130B 的折射率的差異可以為約 0.01 或更大、0.05 或更大、0.1 或更大、或甚至 0.2 或更大。在一些實施方式中，低 RI 層 130A 的折射率是在基板 110 的折射率內，使得低 RI 層 130A 的折射率小於約 1.7，而高 RI 層 130B 具有大於 2.0 的折射率。

【0100】 如圖 1A、1B、及 1C 中所示，防反射塗層 130 可以包括複數個週期（132）。對於圖 1A 中所描繪的製品 100 而言，單個週期 132 包括第一低 RI 層 130A 及第二高 RI 層 130B，使得在提供複數個週期時，第一低 RI 層 130A（為了說明標誌為「L」）及第二高 RI 層 130B（為了說明標誌為「H」）用以下的層序交替：L/H/L/H 或 H/L/H/L，使得第一低 RI 層及第二高 RI 層似乎沿著防反射塗層 130 的實體厚度交替。在圖 1A 中的實例中，防反射塗層 130 包括三個週期 132，使得存在三對的低 RI 層 130A 及高 RI 層 130B。在圖 1A 中所描繪的製品 100 的一些實施方式中，防反射塗層 130 可以具有從 1 到 20 個週期（即週期 132）、從 1 到 10 個週期、或從 1 到 4 個週期。在一些實施例中，防反射塗層 130 可以包括高達 25 個週期（即週期 132）。例如，防反射塗層 130 可以包括從約 2 到約 20 個週期、從約 2 到約 15 個週期、從約 2 到約 10 個週期、從約 2 到約 12 個週期、從約 3 到約 8 個週期、從約 3 到約 6 個週期（即週期 132）。

【0101】 參照圖 1 B 中所描繪的製品 100，防反射塗層 130 包括兩個週期 132，使得存在基板 100 上的第一對的低 RI 層 130 A 及高 RI 層 130 B，及第二組的低 RI 層 130 A 及兩個高 RI 層 130 B。參照圖 1 C 中所描繪的製品 100，防反射塗層 130 包括兩個週期 130，使得存在基板 100 上的第一組的低 RI 層 130 A 及三個高 RI 層 130 B，及第二組的低 RI 層 130 A 及兩個高 RI 層 130 B。如圖 1 B 及 1 C 中所描繪，週期 132 中的每一者均包括至少一個低 RI 層 130 A 及至少一個高 RI 層 130 B。進一步地，本揭示內容的領域中的一般技術人員將認識，圖 1 B 及 1 C 中所示的防反射塗層 130 中所描繪的週期 132 中的每一者中的低 RI 層 130 A 及高 RI 層 130 B 的可能的組合及序列不限於這些圖式中所示的彼等組合及序列。進一步地，在圖 1 B 及 1 C 中所描繪的製品 100 的一些實施方式中，防反射塗層 130 可以具有從 1 到 20 個週期（即週期 132）、從 1 到 10 個週期、或從 1 到 4 個週期。在一些實施例中，防反射塗層 130 可以包括高達 25 個週期（即週期 132）。例如，防反射塗層 130 可以包括從約 2 到約 20 個週期、從約 2 到約 15 個週期、從約 2 到約 10 個週期、從約 2 到約 12 個週期、從約 3 到約 8 個週期、從約 3 到約 6 個週期（即週期 132）。

【0102】 在圖 1 A、1 B、及 1 C 中所示的製品 100 的實施例中，防反射塗層 130 可以包括額外的蓋頂層 130 C，其可以包括折射率比高 RI 層 130 B 低的材料。在一些實施方式

中，蓋頂層 130C 的折射率與低 RI 層 130A 的折射率相同或實質相同。

【0103】 如本文中所使用的，用語「低 RI」及「高 RI」指的是防反射塗層 130 內的每個層的 RF 相對於另一個層的 RF 的相對值（例如低 RI < 高 RI）。在一或更多個實施例中，用語「低 RI」在與低 RI 層 130A 或蓋頂層 130C 一起使用時，包括從約 1.3 到約 1.7、或從約 1.3 到小於 1.7 的範圍。在一或更多個實施例中，用語「高 RI」在與高 RI 層 130B 一起使用時，包括從約 2.0 到約 2.5、或大於 2.0 的範圍。

【0104】 適用於防反射塗層 130 中的示例性材料包括： SiO_2 、 Al_2O_3 、 GeO_2 、 SiO 、 AlO_xN_y 、 AlN 、摻氧的 SiN_x 、 SiN_x 、 SiO_xN_y 、 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 TiN 、 MgO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_3 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、類金鋼石碳、及 MgAl_2O_4 。

【0105】 用於低 RI 層 130A 中的合適材料的一些實例包括 SiO_2 、 Al_2O_3 、 GeO_2 、 SiO 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、 MgO 、及 MgAl_2O_4 。可以將用於第一低 RI 層 130A（即與基板 110 接觸的層 130A）中的材料的氮含量最小化（例如在例如為 Al_2O_3 及 MgAl_2O_4 的材料中最小化）。在一些實施例中，防反射塗層 130 中的低 RI 層 130A 及蓋頂層 130C（若存在的話）可以包括以下項目中的一或更多者：含矽氧化物（例如二氧化矽）、含矽氮化物（例如摻氧的氮化矽、氮化矽等等）、及含矽的氮氧化物（例

如氮氧化矽)。在製品100的一些實施例中，低RI層130A及蓋頂層130C包括含矽氧化物，例如 SiO_2 。

【0106】如本文中所使用的，本揭示內容中的「 AlO_xN_y 」、「 SiO_xN_y 」、及「 $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 」材料包括各種氮氧化鋁、氮氧化矽、及氮氧化矽鋁材料，其如由本揭示內容的領域中的一般技術人員所瞭解地依據下標（「 u 」、「 x 」、「 y 」、及「 z 」）的特定數值及範圍來描述。也就是說，通常用「整數式」描述來描述固體，例如 Al_2O_3 。也通常使用等效的「原子分數式」描述來描述固體，例如 $\text{Al}_{0.4}\text{O}_{0.6}$ ，其等同於 Al_2O_3 。在原子分數式中，式中的所有原子的總和為 $0.4 + 0.6 = 1$ ，且式中的Al及O的原子分數分別為0.4及0.6。原子分數描述被描述於許多通用教科書中，且原子分數描述通常用來描述合金。例如參照：(i) Charles Kittel，「Introduction to Solid State Physics」，第七版，紐約Wiley & Sons公司，1996年，第611-627頁；(ii) Smart及Moore，「Solid State Chemistry, An introduction」，倫敦Chapman & Hall出版社的大學及專業部，1992年，第136-151頁；及(iii) James F. Shackelford，「Introduction to Materials Science for Engineers」，第六版，新澤西Pearson Prentice Hall出版社，2005年，第404-418頁。

【0107】再次參照本揭示內容中的「 AlO_xN_y 」、「 SiO_xN_y 」、及「 $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 」材料，下標允許本領域

中的一般技術人員將這些材料稱呼為一類的材料，而不需要指定特定的下標值。一般而言，關於合金（例如氧化鋁），在不指定特定下標值的情況下，我們可以說 $Al_v O_x$ 。描述 $Al_v O_x$ 可以表示 $Al_2 O_3$ 或 $Al_{0.4} O_{0.6}$ 中的任一者。若選擇 $v + x$ 的總和為 1（即 $v + x = 1$ ），則式會是原子分數描述。類似地，可以描述更複雜的混合物（例如 $Si_u Al_v O_x N_y$ ），其中再次地，若總和 $u + v + x + y$ 等於 1，則我們會有原子分數描述的情況。

【0108】 再次參照本揭示內容中的「 $Al O_x N_y$ 」、「 $Si O_x N_y$ 」、及「 $Si_u Al_x O_y N_z$ 」材料，這些表示法允許本領域中的一般技術人員容易將這些材料與其他材料進行比較。也就是說，原子分數式有時候較容易用於比較。例如，由 $(Al_2 O_3)_{0.3} (AlN)_{0.7}$ 組成的示例合金接近地等同於式描述 $Al_{0.448} O_{0.31} N_{0.241}$ 且也接近地等同於式描述 $Al_{367} O_{254} N_{198}$ 。由 $(Al_2 O_3)_{0.4} (AlN)_{0.6}$ 組成的另一個示例合金接近地等同於式描述 $Al_{0.438} O_{0.375} N_{0.188}$ 及 $Al_{37} O_{32} N_{16}$ 。原子分數式 $Al_{0.448} O_{0.31} N_{0.241}$ 及 $Al_{0.438} O_{0.375} N_{0.188}$ 相對易於彼此比較。例如，Al 的原子分數減少 0.01，O 的原子分數減少 0.065，而 N 的原子分數減少 0.053。比較整數式描述 $Al_{367} O_{254} N_{198}$ 及 $Al_{37} O_{32} N_{16}$ 需要更詳細的計算及考慮。因此，有時候最好使用固體的原子分數式描述。儘管如此， $Al_v O_x N_y$ 的使用很普遍，因為它包含了含有 Al、O、及 N 原子的任何合金。

【0109】 如由本揭示內容的領域中的一般技術人員關於光學膜80的前述材料中的任一者（例如AlN）所瞭解的，下標中的每一者（「u」、「x」、「y」、及「z」）均可以從0到1變化，下標的總和將小於或等於一，且組成的剩餘部分是材料中的第一元素（例如Si或Al）。此外，本領域中的技術人員可以認識到，可以將「 $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 」配置為使得「u」等於零，且可以將材料描述為「 AlO_xN_y 」。又進一步地，光學膜80的前述組成排除會造成純元素形式（例如純矽、純鋁金屬、氧氣等等）的下標組合。最後，本領域中的一般技術人員也將認識到，前述組成可以包括未明確表示的其他元素（例如氫），其可以造成非化學計量組成（例如與 Si_3N_4 相比， SiN_x ）。因此，取決於前述組成表示中的下標的值，光學膜的前述材料可以指示 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiN}_x\text{-AlN}$ 或 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Si}_3\text{N}_4\text{-AlN}$ 相圖內的可用空間。

【0110】 用於高RI層130B中的合適材料的一些實例包括 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、AlN、摻氧的 SiN_x 、 SiN_x ， Si_3N_4 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_3 、 HfO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、及類金鋼石碳。可以將高RI層130B的材料氧含量最小化，特別是在 SiN_x 或 AlN_x 材料中。可以將前述材料氫化到高達約30重量百分比。在一些實施例中，防反射塗層130中的高RI層130B可以包括以下項目中的一或更多者：含矽氧化物（例如二氧化矽）、含矽氮化物（例如摻氧的氮化矽、氮化矽等等）、

及含矽的氮氧化物（例如氮氧化矽）。在例如圖 1 及 1 A 中所描繪的製品 100 的一些實施例中，防反射塗層 130 的高 RI 層 130 B 包括 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 、及 HfO_2 中的一或更多者。在例如圖 1 B 及 1 C 中所描繪的製品 100 的一些實施例中，防反射塗層 130 的高 RI 層 130 B 包括 SiN_x 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 $\text{SiAl}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 、及 HfO_2 中的一或更多者。若在高 RI 與低 RI 之間需要具有中等折射率的材料，則一些實施例可以利用 AlN 及 / 或 SiO_xN_y 。可以具體表徵高 RI 層 130 B 中的一或更多者的硬度。在一些實施例中，在從約 100 nm 到約 500 nm 的壓痕深度內（即例如在硬度測試堆疊上，其中層 130 B 的材料的 2 微米厚的層設置在基板 110 上）由 Berkovich 壓痕器硬度測試所測量到的高 RI 層 130 B 中的一或更多者的最大硬度可以為約 18 GPa 或更大、約 20 GPa 或更大、約 22 GPa 或更大、約 24 GPa 或更大、約 26 GPa 或更大、及其間的所有值。

【0111】 在一或更多個實施例中，製品 100 的防反射塗層 130 的層中的至少一者可以包括特定的光學厚度範圍。如本文中所使用的，用語「光學厚度」是由 $(n * d)$ 所決定的，其中「n」指的是子層的 RI，而「d」指的是層的實體厚度。在一或更多個實施例中，防反射塗層 130 的層中的至少一者可以包括從約 2 nm 到約 200 nm、從約 10 nm 到約 100 nm、或從約 15 nm 到約 100 nm 的範圍中的光學厚度。在一些實施例中，防反射塗層 130 中的所有層都可以各自具

有從約 2 nm 到約 200 nm、從約 10 nm 到約 100 nm、或從約 15 nm 到約 100 nm 的範圍中的光學厚度。在一些情況下，防反射塗層 130 的至少一個層具有約 50 nm 或更大的光學厚度。在一些情況下，低 RI 層 130A 中的每一者均具有從約 2 nm 到約 200 nm、從約 10 nm 到約 100 nm、或從約 15 nm 到約 100 nm 的範圍中的光學厚度。在其他情況下，高 RI 層 130B 中的每一者均具有從約 2 nm 到約 200 nm、從約 10 nm 到約 100 nm、或從約 15 nm 到約 100 nm 的範圍中的光學厚度。在一些實施例中，高 RI 層 130B 中的每一者均具有從約 2 nm 到約 500 nm、或從約 10 nm 到約 490 nm、或從約 15 nm 到約 480 nm、或從約 25 nm 到約 475 nm、或從約 25 nm 到約 470 nm、或從約 30 nm 到約 465 nm、或從約 35 nm 到約 460 nm、或從約 40 nm 到約 455 nm、或從約 45 nm 到約 450 nm 的範圍、及這些值之間的任何及所有子範圍中的光學厚度。在一些實施例中，蓋頂層 130C（參照圖 1A、1B、及 1C）（或對於不具有蓋頂層 130C 的配置而言是最外面的低 RI 層 130A）具有小於約 100 nm、小於約 90 nm、小於約 85 nm、或小於約 80 nm 的實體厚度。

【0112】 如先前所述，例如圖 1-1C 中所描繪的製品 100 的實施例被配置為使得防反射塗層 130 的層中的一或更多者的實體厚度最小化。在一或更多個實施例中，高 RI 層 130B 及 / 或低 RI 層 130A 的實體厚度被最小化，使得它們總共小於 500 nm。在一或更多個實施例中，高 RI 層 130B、低

RI層130A、與任何蓋頂層130C的組合實體厚度小於500 nm、小於490 nm、小於480 nm、小於475 nm、小於470 nm、小於460 nm、小於約450 nm、小於440 nm、小於430 nm、小於425 nm、小於420 nm、小於410 nm、小於約400 nm、小於約350 nm、小於約300 nm、小於約250 nm、或小於約200 nm，且所有總厚度值都小於500 nm且大於10 nm。例如，高RI層130B、低RI層130A、與任何蓋頂層130C的組合實體厚度可以從10 nm到490 nm、或從10 nm到480 nm、或從10 nm到475 nm、或從10 nm到460 nm、或從10 nm到450 nm、或從10 nm到450 nm、或從10 nm到430 nm、或從10 nm到425 nm、或從10 nm到420 nm、或從10 nm到410 nm、或從10 nm到400 nm、或從10 nm到350 nm、或從10 nm到300 nm、或從10 nm到250 nm、或從10 nm到225 nm、或從10 nm到200 nm、或從15 nm到490 nm、或從20 nm到490 nm、或從25 nm到490 nm、或從30 nm到490 nm、或從35 nm到490 nm、或從40 nm到490 nm、或從45 nm到490 nm、或從50 nm到490 nm、或從55 nm到490 nm、或從60 nm到490 nm、或從65 nm到490 nm、或從70 nm到490 nm、或從75 nm到490 nm、或從80 nm到490 nm、或從85 nm到490 nm、或從90 nm到490 nm、或從95 nm到490 nm、或從100 nm到490 nm、或從10 nm到485 nm、或從15 nm到480 nm、或從20 nm到475 nm、或從25 nm到460 nm、或

從 30 nm 到 450 nm、或從 35 nm 到 440 nm、或從 40 nm 到 430 nm、或從 50 nm 到 425 nm、或從 55 nm 到 420 nm、或從 60 nm 到 410 nm、或從 70 nm 到 400 nm、或從 75 nm 到 400 nm、或從 80 nm 到 390 nm、或從 90 nm 到 380 nm、或從 100 nm 到 375 nm、或從 110 nm 到 370 nm、或從 120 nm 到 360 nm、或從 125 nm 到 350 nm、或從 130 nm 到 325 nm、或從 140 nm 到 320 nm、或從 150 nm 到 310 nm、或從 160 nm 到 300 nm、或從 170 nm 到 300 nm、或從 175 nm 到 300 nm、或從 180 nm 到 290 nm、或從 190 nm 到 280 nm、或從 200 nm 到 275 nm。

【0113】 在一或更多個實施例中，可以表徵高 RI 層 130B 的組合實體厚度。例如，在一些實施例中，高 RI 層 130B 的組合實體厚度可以為約 90 nm 或更大、約 100 nm 或更大、約 150 nm 或更大、約 200 nm 或更大、約 250 nm 或更大、或約 300 nm 或更大，但小於 500 nm。即使存在中介的低 RI 層 130A 或其他的層，組合實體厚度也是防反射塗層 130 中個別的高 RI 層 130B 的實體厚度的計算組合。在一些實施例中，高 RI 層 130B（其可以包括高硬度材料（例如氮化物或氮氧化物）的一或更多個層）的組合實體厚度可以大於防反射塗層 130 的總實體厚度的 35%（或者其替代性地是在體積的上下文中指稱的）。例如，高 RI 層 130B 的組合實體厚度（或體積）可以為防反射塗層 130 的總實體厚度（或體積）的約 35% 或更大、約 40% 或更大、約 45%

或更大、約 50 % 或更大、約 55 % 或更大、或甚至約 60 % 或更大。

【0114】 在一些實施例中，在防反射表面 122 處測量時（例如在例如透過在製品 100 的耦接到吸收體的未塗覆的背表面（例如圖 1 中的 114）上使用折射率匹配的油或其他已知的方法，來從該背表面移除反射時），防反射塗層 130 在光學波長範圍內展現 1 % 或更小、0.9 % 或更小、0.8 % 或更小、0.7 % 或更小、0.6 % 或更小、0.5 % 或更小、0.4 % 或更小、0.35 % 或更小、0.3 % 或更小、0.25 % 或更小、0.2 % 或更小、0.15 % 或更小、或 0.12 % 或更小的明視平均光反射率。在一些情況下，防反射塗層 130 可以在其他波長範圍（例如從約 450 nm 到約 650 nm、從約 420 nm 到約 680 nm、從約 420 nm 到約 700 nm、從約 420 nm 到約 740 nm、從約 420 nm 到約 850 nm、或從約 420 nm 到約 950 nm）內展現此類平均光反射率。在一些實施例中，防反射表面 122 在光學波長範圍內展現約 90 % 或更大、92 % 或更大、94 % 或更大、96 % 或更大、或 98 % 或更大的明視平均光透射。除非另有指定，否則平均反射率或透射率是在 0 度的入射照明角下測量的（然而，可以在 45 度或 60 度的入射照明角下提供此類測量）。

【0115】 依據圖 1-1C 中所描繪的製品 100 的一些實施方式，塗覆的製品（即例如包括防反射塗層 130）可以展現從約 30 GPa 到約 120 GPa 的範圍中的彈性模量（或楊氏模量）。在一些情況下，製品 100 的彈性模量可以是在從

約 30 GPa 到約 110 GPa、從約 30 GPa 到約 100 GPa、從約 30 GPa 到約 90 GPa、從約 30 GPa 到約 80 GPa、從約 30 GPa 到約 70 GPa、從約 40 GPa 到約 120 GPa、從約 50 GPa 到約 120 GPa、從約 60 GPa 到約 120 GPa、從約 70 GPa 到約 120 GPa 的範圍、及其間的所有範圍及子範圍中。依據一些實施例，製品 100 的彈性模量可以大於 80 GPa、大於 85 GPa、大於 90 GPa、大於 95 GPa、或前述值之間的任何模量值或值的子範圍。

【0116】 圖 1-1C 中所描繪的製品 100 可以包括設置在防反射塗層 130 上的一或更多個額外塗層（未示於圖式中）。在一或更多個實施例中，額外的塗層可以包括容易清潔的塗層。合適的容易清潔的塗層的實例被描述於 2012 年 11 月 30 日所提出的第 13/690,904 號標題為「PROCESS FOR MAKING OF GLASS ARTICLES WITH OPTICAL AND EASY-TO-CLEAN COATINGS」的美國專利申請案中，其整體內容以引用方式併入本文中。容易清潔的塗層可以具有從約 5 nm 到約 50 nm 的範圍中的實體厚度，且可以包括已知的材料，例如氟化矽烷。在一些實施例中，容易清潔的塗層可以具有從約 1 nm 到約 40 nm、從約 1 nm 到約 30 nm、從約 1 nm 到約 25 nm、從約 1 nm 到約 20 nm、從約 1 nm 到約 15 nm、從約 1 nm 到約 10 nm、從約 5 nm 到約 50 nm、從約 10 nm 到約 50 nm、從約 15 nm 到約 50 nm、從約 7 nm 到約 20 nm、從約 7 nm 到約 15 nm、從約 7 nm 到約 12 nm、或從約 7 nm

到約 10 nm 的範圍、及其間的所有範圍及子範圍中的實體厚度。

【0117】 上文所概述的額外塗層（未示於圖 1-1C 中）可以包括抗刮塗層。抗刮塗層中所使用的示例性材料可以包括無機碳化物、氮化物、氧化物、類金鋼石材料、或這些項目的組合。抗刮塗層的合適材料的實例包括金屬氧化物、金屬氮化物、金屬氮氧化物、金屬碳化物、金屬碳氧化物、及/或上述項目的組合。示例性金屬包括 B、Al、Si、Ti、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Sn、Hf、Ta、及 W。可以用於抗刮塗層中的材料的具體實例可以包括 Al_2O_3 、 AlN 、 AlO_xN_y 、 Si_3N_4 、 SiO_xN_y 、 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、金剛石、類金鋼石碳、 Si_xC_y 、 $\text{Si}_x\text{O}_y\text{C}_z$ 、 ZrO_2 、 TiO_xN_y 、及上述項目的組合。

【0118】 在一些實施例中，額外的塗層（未示於圖 1-1C 中）包括容易清潔的材料與抗刮材料的組合。在一個實例中，該組合包括容易清潔的材料及類金鋼石碳。此類額外的塗層可以具有從約 5 nm 到約 20 nm 的範圍中的實體厚度。可以將額外的塗層的成分提供在單獨的層中。例如，可以將類金鋼石碳材料設置為第一層，而可以將容易清潔的材料設置為類金鋼石碳的第一層上的第二層。第一層及第二層的實體厚度可以是在上文針對額外的塗層所提供的範圍中。例如，類金鋼石碳的第一層可以具有約 1 nm 到約 20 nm 或從約 4 nm 到約 15 nm（或更具體而言為約 10 nm）的實體厚度，而容易清潔的第二層可以具有約 1 nm 到約 10

n m (或更具體而言為約 6 n m) 的實體厚度。類金鋼石的塗層可以包括四面體非晶碳 (T a - C)、T a - C : H、及 / 或 a - C - H。

【0119】 此揭示內容的另外的態樣涉及一種形成本文中所述的製品 100 (例如如圖 1 - 1 C 中所示) 的方法。在一些實施例中，該方法包括以下步驟：在塗覆腔室中提供具有主要面的基板；在該塗覆腔室中形成真空；在該主要面上形成具有約 500 n m 或更小的實體厚度的耐久的防反射塗層；可選地在該防反射塗層上形成額外的塗層，該額外的塗層包括容易清潔的塗層或抗刮塗層中的至少一者；及從該塗覆腔室移除該基板。在一或更多個實施例中，在相同的塗覆腔室中形成防反射塗層及額外的塗層，或在不破壞真空的情況下在單獨的塗覆腔室中形成防反射塗層及額外的塗層。

【0120】 在一或更多個實施例中，該方法可以包括以下步驟：將該基板裝載在載體上，該等載體接著用來在裝載鎖氣條件下將該基板移動進及出不同的塗覆腔室，使得在該基板移動時保持真空。

【0121】 防反射塗層 130 (即例如包括層 130 A、130 B、及光學層 130 C) 及 / 或任何額外的塗層 (例如圖 1 - 1 C 中未示出的額外塗層) 可以使用各種沉積方法來形成，例如真空沉積技術，例如化學氣相沉積 (例如電漿增強化學氣相沉積 (P E C V D)、低壓化學氣相沉積、大氣壓化學氣相沉積、及電漿增強的大氣壓化學氣相沉積)、物理氣相沉積

(例如反應性或非反應性濺射或雷射燒蝕)、熱或電子束蒸發、及/或原子層沉積。也可以使用基於液體的方法,例如噴塗或狹槽塗覆。若利用真空沉積,則可以使用直列式工序來在一次沉積行程中形成防反射塗層130及/或額外的塗層。在一些情況下,可以藉由線性PECVD源來進行真空沉積。在該方法的一些實施方式中(且製品100是依據該方法製成),可以使用濺射工序(例如反應性濺射工序)、化學氣相沉積(CVD)工序、電漿增強化學氣相沉積工序、或這些工序的某種組合來備製防反射塗層130。在一個實施方式中,可以依據反應性濺射工序來備製包括低RI層130A及高RI層130B的防反射塗層130。依據一些實施例,在旋轉鼓式塗覆器中使用金屬模式的反應性濺射來製造製品100的防反射塗層130(包括低RI層130A、高RI層130B、及蓋頂層130C)。透過仔細實驗來界定反應性濺射工序條件,以實現硬度、折射率、光學透明度、低色度、與受控的膜應力的所需組合。

【0122】 在一些實施例中,方法可以包括以下步驟:控制防反射塗層130(例如包括其層130A、130B、及130C)及/或額外的塗層的實體厚度,使該實體厚度沿著防反射表面122的約80%或更大的面積不變化達大於4%,或在沿著基板面積的任何點處相對於每個層的目標實體厚度均不變化達大於4%。在一些實施例中,防反射塗層130及/或額外的塗層的實體厚度被控制為使得該實體厚度沿著防反射表面122的約95%或更大的面積不變化達大於約4%。

【0123】 在圖 1 - 1 C 中所描繪的製品 1 0 0 的一些實施例中，防反射塗層 1 3 0 由小於約 + 5 0 M P a (伸張)到約 - 1 0 0 0 M P a (壓縮)的殘餘應力所表徵。在製品 1 0 0 的一些實施方式中，防反射塗層 1 3 0 由從約 - 5 0 M P a 到約 - 1 0 0 0 M P a (壓縮)、從約 - 7 5 M P a 到約 - 8 0 0 M P a (壓縮)的殘餘應力所表徵。除非另有指出，否則防反射塗層 1 2 0 中的殘餘應力是藉由以下步驟來獲得：在沉積防反射塗層 1 2 0 之前及之後測量基板 1 1 0 的曲率，然後依據本揭示內容的領域中的一般技術人員所習知及瞭解的原理依據 S t o n e y 等式來計算殘餘膜應力。

【0124】 可以將本文中所揭露(例如如圖 1 - 1 C 中所示)的製品 1 0 0 合併到設備製品中，例如具有顯示器的設備製品(或顯示設備製品)(例如消費電子設備，包括行動電話、平板電腦、電腦、導航系統、可穿戴式設備(例如手錶)等等)、增強實境顯示器、頭戴式顯示器、基於玻璃的顯示器、建築設備製品、運輸設備製品(例如汽車、火車、航空機、航海器等等)、電器設備製品、或受益於某種透明度、刮擦抗性、磨蝕抗性、或上述項目的組合的任何設備製品。併入本文中所揭露的製品中的任一者的示例性設備製品(例如如與圖 1 - 1 C 中所描繪的製品 1 0 0 一致的設備製品)示於圖 2 A 及 2 B 中。具體而言，圖 2 A 及 2 B 示出了消費電子設備 2 0 0，該消費電子設備包括：殼體 2 0 2，具有前表面 2 0 4、後表面 2 0 6、及側表面 2 0 8；電元件(未示出)，至少部分地位在殼體內部或全部在殼體內，且至少包括控

制器、記憶體、及位在殼體的前表面處或附近的顯示器 210；及覆蓋基板 212，位在殼體的前表面處或上方，使其位在顯示器上方。在一些實施例中，覆蓋基板 212 可以包括本文中所揭露的製品中的任一者。在一些實施例中，殼體的一部分或覆蓋基板中的至少一者包括本文中所揭露的製品。

【0125】 依據一些實施例，可以將製品 100（例如如圖 1-1C 中所示）合併於具有載具內部系統的載具內部內，如圖 3 中所描繪。更詳細而言，製品 100 可以與各種載具內部系統結合使用。描繪了載具內部 340，該載具內部包括載具內部系統 344、348、352 的三個不同的實例。載具內部系統 344 包括中心控制台基部 356，該中央控制台基部具有包括顯示器 364 的表面 360。載具內部系統 348 包括儀表板基部 368，該儀表板基部具有包括顯示器 376 的表面 372。儀表板基部 368 一般包括儀表面板 380，該儀表面板也可以包括顯示器。載具內部系統 352 包括具有表面 388 及顯示器 392 的儀表方向盤基部 384。在一或更多個實例中，載具內部系統可以包括基部，該基部是臂架、柱狀物、座椅靠背、地板、頭枕、門面板、或載具內部的包括表面的任何部分。將瞭解，可以在載具內部系統 344、348、及 352 中的每一者中可互換地使用本文所述的製品 100。

【0126】 依據一些實施例，可以將製品 100（例如如圖 1-1C 中所示）用於被動光學構件（例如透鏡、窗口、照明

罩、眼鏡、或太陽眼鏡)中，該被動光學構件可以或可以不與電子顯示器或電氣主動設備集成在一起。

【0127】 再次參照圖3，顯示器364、376、及392可以各自包括殼體，該殼體具有前表面、後表面、及側表面。至少一個電氣元件至少部分地位在殼體內。顯示構件位於殼體的前表面處或附近。製品100(參照圖1-1C)設置在顯示構件上。將瞭解，如上文所解釋的，也可以將製品100用在以下項目上或與以下項目結合使用：臂架、柱狀物、座椅靠背、地板、頭枕、門面板、或載具的內部的包括表面的任何部分。依據各種實例，顯示器364、376、及392可以是載具視覺顯示系統或載具資訊娛樂系統。將瞭解，可以將製品100合併於自動載具的各種顯示器及結構元件中，且本文中所提供的關於常規載具的說明並不是限制性的。

【0128】

【0129】 實例

【0130】 將藉由以下實例進一步闡明各種實施例。

【0131】 實例1

【0132】 實例1的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有69莫耳百分比 SiO_2 、10莫耳百分比的 Al_2O_3 、15莫耳百分比的 Na_2O 、及5莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有五(5)個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖1A及以下的表格1中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層(例如如

與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致) 均使用反應性濺射工序來沉積。

【0133】 實例 1 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 1 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 1 A 及 1 B 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0134】 從表格 1 - 1 B 可以明顯看出，實例 1 明視平均反射率在接近法向的入射下小於 0.12% 且對於某些角度而言甚至小於 0.10%。色彩受到良好控制，其中 a* 及 b* 在接近法向的入射下落在 $-1 < a^* < 1$ 及 $-3 < b^* < 0$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-1 < a^* < 1$ 及 $-3 < b^* < 2$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 1 的這些色彩值與 $\Delta C < 2.5$ 的 $\Delta C = \text{sqrt}((a_{\text{max}} - a_{\text{min}})^2 + (b_{\text{max}} - b_{\text{min}})^2)$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射 (AR) 塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0135】 表格 1：實例 1 的防反射塗層屬性

--	--	--	--	--

層	材料	550 nm下的折射率	550 nm下的消光係數	實體厚度（nm）
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	88.08
2	Nb ₂ O ₅	2.34534	0	113.23
3	SiO ₂	1.44773	0	37.95
4	Nb ₂ O ₅	2.34534	0	12.4
5	SiO ₂	1.44773	0	25
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				276.66

【0136】 表格 1 A：建模的實例 1 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.1004	0.9067	-0.2904	-0.9431
5	0.0999	0.902	-0.2759	-0.8802
10	0.0996	0.8997	-0.2341	-0.6965
15	0.1037	0.9367	-0.1711	-0.4053
20	0.1192	1.0764	-0.0999	-0.0275
25	0.1566	1.4147	-0.041	0.4071
30	0.2316	2.092	-0.0188	0.8551
35	0.3672	3.3172	-0.054	1.2511
40	0.5994	5.4145	-0.155	1.501
45	0.9863	8.8765	-0.2892	1.4257
50	1.6246	13.3793	-0.3227	0.7068
55	2.6785	18.7074	-0.2905	0.0134

60	4.4275	25.0373	-0.1976	-0.5852
----	--------	---------	---------	---------

【0137】 表格 1 B：實例 1 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L *	a *	b *
6	0 . 0 8	0 . 7 5	0 . 1 9	- 2 . 5 1

【0138】 實例 2

【0139】 實例 2 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有五（5）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖 1 A 及以下的表格 2 中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0140】 實例 2 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 2 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 2 A 及 2 B 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0141】 從表格 2 - 2 B 可以明顯看出，實例 2 明視平均反射率在接近法向的入射下小於 0.22 % 且對於某些角度而言甚

至小於 0.20 %。色彩受到良好控制，其中 a^* 及 b^* 在接近法向的入射下落在 $-2 < a^* < 0$ 及 $-3.5 < b^* < 0$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-2 < a^* < 0$ 及 $-3.5 < b^* < 0$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 2 的這些色彩值與 $\Delta C < 2.0$ 的 $\Delta C = \text{sqrt}((a_{\text{max}} - a_{\text{min}})^2 + (b_{\text{max}} - b_{\text{min}})^2)$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射 (AR) 塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0142】 表格 2：實例 2 的防反射塗層屬性

		折射	消光	實體
層	材料	550nm下的折射率	550 nm下的係數	厚度 (nm)
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	91.27
2	Nb ₂ O ₅	2.34534	0	114.04
3	SiO ₂	1.44773	0	40.29
4	Nb ₂ O ₅	2.34534	0	11.81
5	SiO ₂	1.44773	0	25
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				282.42

【0143】 表格 2 A：建模的實例 2 的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
0	0.2029	1.8331	-1.2799	-1.7398
5	0.1985	1.7933	-1.2807	-1.6782
10	0.1867	1.6864	-1.2768	-1.5045
15	0.1717	1.5507	-1.254	-1.2486
20	0.1608	1.4528	-1.1989	-0.9499
25	0.1653	1.493	-1.1093	-0.65
30	0.2012	1.817	-0.999	-0.391
35	0.2921	2.6389	-0.8958	-0.2247
40	0.4745	4.2857	-0.8317	-0.2255
45	0.8059	7.28	-0.8299	-0.5033
50	1.3825	11.8406	-0.6668	-0.8805
55	2.3666	17.3042	-0.5153	-1.2774
60	4.0365	23.7918	-0.3807	-1.6385

【0144】 表格 2 B：實例 2 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
6	0.15	1.33	-1.93	-3.26

【0145】 實例 3

【0146】 實例 3 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有七（7）個層的防反射塗

層設置在玻璃基板上，如圖 1 A 及以下的表格 3 中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0147】 實例 3 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 3 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 3 A 及 3 B 中所概述的此示例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0148】 從表格 3 - 3 B 可以明顯看出，實例 3 明視平均反射率在接近法向的入射下小於 0.15 % 且對於某些角度而言甚至小於 0.12 %。色彩受到良好控制，其中 a^* 及 b^* 在接近法向的入射下落在 $0 < a^* < 1.5$ 及 $-2 < b^* < 0$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-1 < a^* < 1.5$ 及 $-2 < b^* < 1$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 3 的這些色彩值與 $\Delta C < 2.1$ 的 $\Delta C = \text{sqrt}((a_{\text{max}} - a_{\text{min}})^2 + (b_{\text{max}} - b_{\text{min}})^2)$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射（AR）塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0149】

【0150】 表格 3：實例 3 的防反射塗層屬性

層	材料	550nm下的折射率	550nm下的消光係數	厚度（nm）
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	90.39
2	TiO ₂	2.49345	0.00264	35.02
3	SiO ₂	1.44773	0	8
4	TiO ₂	2.49345	0.00264	57.54
5	SiO ₂	1.44773	0	35.66
6	TiO ₂	2.49345	0.00264	12.81
7	SiO ₂	1.44773	0	25.7
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				265.1

【0151】 表格 3 A：建模的實例 3 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.107	0.9669	0.0406	-1.5922
5	0.1061	0.9581	0.0486	-1.533
10	0.1045	0.944	0.0686	-1.359
15	0.1065	0.9624	0.0892	-1.0812
20	0.1194	1.0787	0.0934	-0.7209
25	0.1541	1.3918	0.0634	-0.3163
30	0.2266	2.0467	-0.0108	0.0688
35	0.3608	3.2595	-0.1234	0.3383

40	0.5939	5.3648	-0.2495	0.3649
45	0.9854	8.8693	-0.3256	0.0029
50	1.6341	13.4363	-0.2488	-0.5866
55	2.7062	18.8266	-0.1296	-1.141
60	4.4836	25.2097	0.0074	-1.5767

【0152】 表格 3 B：實例 3 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
6	0.08	0.74	1.24	-0.54

【0153】 實例 4

【0154】 實例 4 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有六（6）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖 1 B 及以下的表格 4 中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0155】 實例 4 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 4 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 4 A 及 4 B 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0156】 從表格 4 - 4 B 可以明顯看出，實例 4 明視平均反射率在接近法向的入射下小於 0.25 % 且對於某些角度而言甚至小於 0.21 %。色彩受到良好控制，其中 a^* 及 b^* 在接近法向的入射下落在 $-1 < a^* < 2$ 及 $-4 < b^* < 0$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-2 < a^* < 2$ 及 $-4 < b^* < 1$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 4 的這些色彩值與 $\Delta C < 5$ 的 $\Delta C = \text{sqrt}((a_{\text{max}} - a_{\text{min}})^2 + (b_{\text{max}} - b_{\text{min}})^2)$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射 (AR) 塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0157】

【0158】 表格 4：實例 4 的防反射塗層屬性

層	材料	550nm下的折射率	550nm下的消光係數	厚度 (nm)
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	98.53
2	TiO ₂	2.49345	0.00264	14.37
3	SiN	2.05427	0.00145	106.90
4	SiO ₂	1.44773	0	43.31
5	SiN	2.05427	0.00145	12.91

6	SiO ₂	1.44773	0	25.00
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				301.78

【0159】 表格 4 A：建模的實例 4 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.2072	1.8715	0.2659	-3.4156
5	0.2056	1.8574	0.1918	-3.254
10	0.2022	1.8267	-0.0147	-2.7965
15	0.2009	1.8148	-0.31	-2.1182
20	0.2086	1.8839	-0.6349	-1.3255
25	0.2356	2.1286	-0.9298	-0.5367
30	0.2975	2.6872	-1.1463	0.131
35	0.4166	3.7635	-1.2521	0.5635
40	0.6275	5.6685	-1.2246	0.6385
45	0.985	8.8662	-0.9724	0.1964
50	1.5802	13.1089	-0.4265	-0.6076
55	2.5681	18.2237	0.0511	-1.4015
60	4.2171	24.3764	0.458	-2.072

【0160】 表格 4 B：實例 4 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
6	0.36	3.27	1.83	-1.87

【0161】 實例 5

【0162】 實例 5 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有六（6）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖 1B 及以下的表格 5 中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0163】 實例 5 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 5 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 5A 及 5B 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0164】 從表格 5 - 5B 可以明顯看出，實例 5 明視平均反射率在接近法向的入射下小於 0.15% 且對於某些角度而言甚至小於 0.10%。色彩受到良好控制，其中 a^* 及 b^* 在接近法向的入射下落在 $2 < a^* < 3$ 及 $-5 < b^* < -2$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-1 < a^* < 3$ 及 $-3 < b^* < 3$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 5 的這些色彩值與 $\Delta C < 7.5$ 的 $\Delta C = \text{sqrt}((a_{\text{max}} - a_{\text{min}})^2 + (b_{\text{max}} - b_{\text{min}})^2)$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射（AR）塗層而言，相對於改變

的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0165】 表格 5：實例 5 的防反射塗層屬性

層	材料	550nm下的折射率	550nm下的消光係數	厚度（nm）
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	97.61077
2	TiO ₂	2.49345	0.00264	15.45836
3	SiN	2.05427	0.00145	101.1361
4	SiO ₂	1.44773	0	39.26754
5	SiN	2.05427	0.00145	13.62717
6	SiO ₂	1.44773	0	25
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				292.1

【0166】 表格 5 A：建模的實例 5 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.0991	0.8949	2.2865	-4.6425
5	0.0986	0.8906	2.2604	-4.4588
10	0.0985	0.8902	2.188	-3.9252
15	0.1032	0.932	2.0854	-3.0921
20	0.1198	1.0818	1.9757	-2.0371
25	0.1591	1.4369	1.8848	-0.8587

30	0.2365	2.136	1.8408	0.3281
35	0.3742	3.3803	1.8767	1.393
40	0.6061	5.4752	2.0368	2.1902
45	0.9864	8.8774	2.1774	2.5014
50	1.6054	13.2628	2.0035	1.6101
55	2.6181	18.4446	1.9588	0.6324
60	4.2934	24.6185	1.98	-0.2445

【0167】 表格 5 B：實例 5 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
6	0.15	1.32	2.47	-2.64

【0168】 實例 6

【0169】 實例 6 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有八（8）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖 1 C 及以下的表格 6 中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0170】 實例 6 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 6 中所示的層材料及實體厚度。除非另

有指出，否則如表格 6 A 及 6 B 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0171】 從表格 6 - 6 B 可以明顯看出，實例 6 明視平均反射率在接近法向的入射下小於 0.35 % 且對於某些角度而言甚至小於 0.32 %。色彩受到良好控制，其中 a^* 及 b^* 在接近法向的入射下落在 $-1 < a^* < 5$ 及 $-6 < b^* < -3$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-1 < a^* < 5$ 及 $-6 < b^* < 1$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 6 的這些色彩值與 $\Delta C < 7.0$ 的 $\Delta C = \text{sqrt}((a_{\text{max}} - a_{\text{min}})^2 + (b_{\text{max}} - b_{\text{min}})^2)$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射 (AR) 塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0172】 表格 6：實例 6 的防反射塗層屬性

層	材料	550nm下的折射率	550nm下的消光係數	厚度 (nm)
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0.00	94.7
2	TiO ₂	2.49345	0.00264	15.95
3	SiN	2.05427	0.00145	100.27
4	SiO ₂	1.44773	0.00	31.5

5	SiN	2.05427	0.00145	72.6
6	TiO ₂	2.49345	0.00264	43.15
7	SiN	2.05427	0.00145	60.5
8	SiO ₂	1.44773	0	25
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				443.6

【0173】 表格 6 A：建模的實例 6 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.3102	2.8019	-0.4915	-3.4834
5	0.3082	2.7844	-0.368	-3.4029
10	0.3042	2.748	-0.0295	-3.1589
15	0.3033	2.7395	0.4345	-2.7498
20	0.3136	2.8331	0.9018	-2.1889
25	0.3464	3.1287	1.2647	-1.5261
30	0.4158	3.7556	1.5001	-0.8689
35	0.5418	4.894	1.7381	-0.3801
40	0.7554	6.8239	2.2887	-0.2288
45	1.1093	9.8706	2.9999	-0.407
50	1.6954	13.7999	3.782	-0.5966
55	2.6748	18.6913	4.5149	-0.4876
60	4.3262	24.7217	4.9104	0.0425

【0174】 表格 6 B：實例 6 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
-----	------------	----	----	----

6	0.19	1.73	4.80	-5.00
---	------	------	------	-------

【0175】 實例 7

【0176】 實例 7 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有六（6）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖 1B 及以下的表格 7 中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層 130 一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0177】 實例 7 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 7 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 7A 及 7B 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。此外，針對實例 7 的試樣對透射率資料進行建模及測量透射率資料。建模的資料在 930 nm、935 nm、940 nm、945 nm、及 950 nm 的波長下分別包括 91.28%、91.10%、90.92%、90.74%、及 90.57% 的 1 側透射率值。測量到的資料在 930 nm、934 nm、938 nm、942 nm、946 nm、及 950 nm 的波長下分別包括 88.40%、88.29%、88.17%、88.04%、87.91%、及 87.77% 的 1 側透射率值。

【0178】 從表格 7 - 7 B 可以明顯看出，實例 7 在接近法向的入射下具有小於 0.25 % 的明視平均反射率。色彩受到良好控制，其中 a* 及 b* 在接近法向的入射下落在 $0 < a^* < 2$ 及 $-6 < b^* < -2$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於 0 到 60 度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-2 < a^* < 2$ 及 $-6 < b^* < 1$ 的範圍內。對於 0 到 60 度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例 7 的這些色彩值與 $\Delta C < 5.0$ 的 $\Delta C = \sqrt{(a_{max} - a_{min})^2 + (b_{max} - b_{min})^2}$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射 (AR) 塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0179】 表格 7：實例 7 的防反射塗層屬性

層	材料	550nm下的折射率	550nm下的消光係數	厚度 (nm)
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	96.72
2	Nb ₂ O ₅	2.34534	0	22.37
3	SiN	2.05427	0.00145	99.97
4	SiO ₂	1.44773	0	44.67
5	SiN	2.05427	0.00145	11.6
6	SiO ₂	1.44773	0	25
基板	玻璃	1.50628	0	0.7毫米

總塗層厚度				300.33
-------	--	--	--	--------

【0180】 表格 7 A：建模的實例 7 的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
0	0.199	1.798	0.4045	-3.6503
5	0.1978	1.7868	0.3211	-3.4763
10	0.1953	1.7639	0.0888	-2.9839
15	0.1952	1.7633	-0.243	-2.2539
20	0.2042	1.8443	-0.6059	-1.4007
25	0.2323	2.0985	-0.9284	-0.5506
30	0.2947	2.6617	-1.1502	0.1745
35	0.4137	3.7366	-1.2283	0.6597
40	0.6239	5.6354	-1.1326	0.787
45	0.9807	8.8293	-0.7827	0.393
50	1.576	13.0832	-0.1851	-0.4236
55	2.5664	18.2161	0.3148	-1.2319
60	4.2218	24.3917	0.7172	-1.9184

【0181】 表格 7 B：實例 7 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
6	0.22	2.01	1.99	-5.02

【0182】 實例 8

【0183】 實例 8 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO_2 、10 莫耳百分比的 Al_2O_3 、15 莫耳百分比的 Na_2O 、及 5 莫耳百分比的 MgO

的標稱組成的玻璃基板，及將具有五（5）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如圖1A及以下的表格8中所示。此實例中的所製造的試樣中的每一者的防反射塗層（例如如與本揭示內容中所概述的防反射塗層130一致）均使用反應性濺射工序來沉積。

【0184】 實例8的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格8中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格8A及8B中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模或用其他方式測量。

【0185】 從表格8-8B可以明顯看出，實例8在接近法向的入射下具有小於0.25%的明視平均反射率。色彩受到良好控制，其中 a^* 及 b^* 在接近法向的入射下落在 $2 < a^* < 4$ 及 $-5 < b^* < 0$ 的範圍之內。建模實例說明，入射角改變的情況下的色彩對於0到60度的範圍內的所有視角而言都保持在 $-2 < a^* < 4$ 及 $-5 < b^* < 2$ 的範圍內。對於0到60度的此種相同的角度範圍而言，建模的實例8的這些色彩值與 $\Delta C < 7.5$ 的 $\Delta C = \sqrt{(a_{max} - a_{min})^2 + (b_{max} - b_{min})^2}$ 值對應。對於具有此類低平均反射率的防反射（AR）塗層而言，相對於改變的入射角，這是受到非常嚴格控制的色彩範圍。與此處所示的所有實驗實例一樣，可以微調實驗實例的光學件，以利用充分的濺射沉積配方最佳化來更緊密地匹配建模結果。

【0186】 表格 8：實例 8 的防反射塗層屬性

層	材料	550nm下的折射率	550nm下的消光係數	厚度（nm）
介質	空氣	1	0	
1	SiO ₂	1.44773	0	86.14
2	TiO ₂	2.49345	0.00264	104.65
3	SiO ₂	1.44773	0	32.84
4	TiO ₂	2.49345	0.00264	12.16
5	SiO ₂	1.44773	0	25.7
基板	玻璃	1.51718	0	0.7毫米
總塗層厚度				261.49

【0187】 表格 8 A：建模的實例 8 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.0998	0.9012	3.6423	-4.2001
5	0.104	0.9397	3.5867	-4.0521
10	0.1181	1.067	3.4169	-3.6209
15	0.146	1.3188	3.1253	-2.9456
20	0.1945	1.7566	2.7027	-2.091
25	0.2737	2.4722	2.1438	-1.1466
30	0.3986	3.6003	1.453	-0.2232
35	0.5917	5.3445	0.6486	0.5539
40	0.8886	8.0264	-0.2388	1.058
45	1.3477	11.6052	-0.8918	0.9051
50	2.0672	15.836	-1.2084	0.4652

55	3.2129	20.8773	-1.2797	-0.0446
60	5.0663	26.9227	-1.1796	-0.5095

【0188】 表格 8 B：實例 8 的測量到的光學性質

入射角	明視平均反射率 (Y)	L*	a*	b*
6	0.21	1.87	3.20	-0.90

【0189】 比較實例 1

【0190】 比較實例 1 的所製造的試樣是藉由以下步驟來形成的：提供具有 69 莫耳百分比 SiO₂、10 莫耳百分比的 Al₂O₃、15 莫耳百分比的 Na₂O、及 5 莫耳百分比的 MgO 的標稱組成的玻璃基板，及將具有五（5）個層的防反射塗層設置在玻璃基板上，如以下的表格 9 中所示。使用反應性濺射工序來沉積此比較實例中的所製造的試樣的防反射塗層。

【0191】 比較實例 1 的試樣也被建模，且假設採用具有與此實例的所製造的試樣中所採用的玻璃基板相同的組成的玻璃基板。進一步地，建模的試樣中的每一者的防反射塗層均假設具有如以下的表格 9 中所示的層材料及實體厚度。除非另有指出，否則如表格 9 A 中所概述的此實例的光學性質在接近法向的入射下被建模。

【0192】 表格 9：比較實例 1 的反射塗層屬性

		折射	消光	實體
層	材料	550 nm 下的折射率	550 nm 下的係數	厚度 (nm)
介質	空氣	1	0	

1	SiO ₂	1.47599	0	100.27
2	Nb ₂ O ₅	2.37406	0	32
3	SiO ₂	1.47599	0	29
4	Nb ₂ O ₅	2.37406	0	32
5	SiO ₂	1.47599	0	50.28
6	Nb ₂ O ₅	2.37406		10.03
7	SiO ₂	1.47599		25
基板	玻璃	1.50694	0	0.7毫米
總塗層厚度				278.58

【0193】 表格 9 A：建模的比較實例 1 的光學性質

入射角	明視平均反射率（Y）	L*	a*	b*
0	0.3079	2.7816	-0.2891	-2.2076
2	0.3077	2.7793	-0.2825	-2.1959
4	0.3069	2.7725	-0.2632	-2.1607
6	0.3058	2.7622	-0.2316	-2.1014
8	0.3044	2.7499	-0.1888	-2.0172
10	0.3031	2.7376	-0.1362	-1.9068
12	0.302	2.728	-0.0754	-1.7689
14	0.3016	2.7246	-0.0085	-1.6018
16	0.3024	2.7315	0.0622	-1.4038
18	0.3049	2.7539	0.1344	-1.1732
20	0.3097	2.7976	0.2057	-0.9084
22	0.3177	2.8698	0.2738	-0.6082

24	0.3298	2.9789	0.3368	-0.272
26	0.347	3.1347	0.3933	0.1004
28	0.3707	3.3488	0.4422	0.508
30	0.4024	3.6352	0.4836	0.9494
32	0.444	4.0104	0.518	1.4218
34	0.4975	4.494	0.5469	1.9217
36	0.5657	5.1097	0.5728	2.4449
38	0.6516	5.8861	0.5986	2.9864
40	0.7592	6.8576	0.6279	3.5407
42	0.893	8.066	0.6572	4.102
44	1.0586	9.4706	0.6304	4.5066
46	1.263	11.0144	0.6122	4.5536
48	1.5146	12.7003	0.6028	4.4192
50	1.8235	14.5321	0.6015	4.2261
52	2.2023	16.515	0.6067	3.9918
54	2.6665	18.6556	0.617	3.731
56	3.235	20.9615	0.6305	3.4551
58	3.931	23.442	0.6455	3.1731
60	4.7831	26.1076	0.6604	2.8918

【0194】 現參照圖4及5，針對先前實例（具體而言為實例1、6、8、比較實例1、及玻璃基板對照組（即不具有防反射塗層）（「玻璃」））提供了鏡面分量排除（SCE）的值的圖，該等值分別是從經受氧化鋁SCE測試達500及

1500次循環的試樣所獲得的。值得注意的是，從圖4及5以及圖4A及5A中的散射光影像可以明顯看出，來自本揭示內容的實例1、6、及8的試樣展現了SCE值，使得實例6（其包括SiN_x層及較高的硬度）具有比實例1及8（其不包括SiN_x層）高的磨蝕抗性。一般而言，較低的反射霧度值與較高的磨蝕抗性及較少的可見磨蝕對應。控制玻璃試樣（「玻璃」）在此集合中具有最高的磨蝕抗性，但此試樣不具有AR塗層，且因此與所有發明性試樣的<0.25%的第一表面反射率值相比具有約4%的第一表面反射率。

【0195】 現參照以下的表格10，針對先前實例的某些試樣提供了實驗測量到的Berkovich奈米壓痕硬度值。針對每個堆疊，在100nm壓痕深度下報告硬度且將硬度報告為最大（峰值）硬度值。最大硬度對於每個實例而言可以發生在不同的深度處，且一般取決於總塗層堆疊厚度。來自以下所示的彼等值的值得注意的值包括大於75GPa、或大於80GPa的彈性模量（例如實例4-6）。進一步地，這些試樣在100nm的壓痕深度下展現了大於7.0、或大於7.5GPa的硬度值。此外，這些試樣展現了大於7.0GPa、或大於8.0GPa的最大硬度值。

【0196】 表格10：先前實例中的一些的機械性質

實例	標記	厚度 (nm)	彈性模量 (GPa)	100nm下的硬度 (GPa)	最大硬度 (GPa)
2	5L Nb ₂ O ₅ /SiO ₂	283	70	6.2	6.2
3	7L TiO ₂ / SiO ₂	265	73	6.5	6.5

4	6L TiO ₂ /SiN/ SiO ₂	301	85.1	7.7	7.7
5	6L TiO ₂ /SiN/ SiO ₂	292	87.7	8.2	8.2
6	8L TiO ₂ /SiN/ SiO ₂	443	98.4	8.3	9.2
8	5L TiO ₂ / SiO ₂	261	61	6.5	6.5

【0197】 可以在不實質脫離本揭示內容的精神及各種原理的情況下對上述的本揭示內容的實施例作出變化及修改。旨在將所有此類修改及變化在本文中包括在此揭示內容的範圍內且由以下的請求項保護。例如，可以依據以下的實施例結合本揭示內容的各種特徵。

【0198】 依據第一態樣，一種製品包括：半透明基板，具有主要面；及防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成防反射表面，其中該製品在該防反射表面處展現小於0.35%的單側平均明視光反射率，其中該製品在該防反射表面處從0度到60度入射的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現小於6的單側色偏（ ΔC ），其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的（ L^* ， a^* ， b^* ）比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標，其中該防反射塗層包括從約50 nm到小於500 nm的實體厚度，及進一步地其中該防反射塗層包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層，其

中該至少一個高折射率層具有大於2.0的折射率且該至少一個低折射率層具有小於1.7的折射率。

【0199】 依據第二態樣，提供了該第一態樣，其中該至少一個高折射率層包括 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 、及 HfO_2 中的一或更多者。

【0200】 依據第三態樣，提供該第一態樣及該第二態樣中的任一者，其中該製品在該防反射表面處在從0度到10度的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +1$ 及 $-4 < b^* < +1$ 的範圍內的單側色彩座標。

【0201】 依據第四態樣，提供了該第一態樣到該第三態樣中的任一者，其中該製品在該防反射表面處在從0度到60度的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +2$ 及 $-6 < b^* < +2$ 的範圍內的單側色彩座標。

【0202】 依據第五態樣，提供了該第一態樣到該第四態樣中的任一者，其中該製品在該防反射表面處在從0度到60度的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現小於5的單側色偏 (ΔC) ，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{\text{max}} - a^*_{\text{min}})^2 + (b^*_{\text{max}} - b^*_{\text{min}})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標。

【0203】 依據第六態樣，提供了該第一態樣到該第四態樣中的任一者，其中該製品在該防反射表面處在從0度到60

度的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現小於 2.5 的單側色偏 (ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標。

【0204】 依據第七態樣，提供了該第一態樣到該第六態樣中的任一者，其中該防反射塗層包括蓋頂層及複數個週期，使得每個週期均包括交替的低折射率層及高折射率層，其中該等低折射率層中的一者與該基板的該主要面接觸，且進一步地其中該蓋頂層包括該複數個週期上的低折射率層。

【0205】 依據第八態樣，提供了該第七態樣，其中該複數個週期是從 1 個到 4 個週期。

【0206】 依據第九態樣，提供了該第七態樣或該第八態樣中的任一者，其中該至少一個高折射率層包括至少 100 nm 的總實體厚度。

【0207】 依據第十態樣，提供了該第七態樣到該第九態樣中的任一者，其中該至少一個高折射率層包括該防反射塗層的實體厚度的至少 35 % 的總實體厚度。

【0208】 依據第十一態樣，提供了該第一態樣到該第十態樣中的任一者，其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 450 nm 的實體厚度。

【0209】 依據第十二態樣，提供了該第七態樣到該第十一態樣中的任一者，其中每個高折射率層均選自由 Nb_2O_5 、

TiO_2 、 Ta_2O_3 、及 HfO_2 所組成的群組，且每個低折射率層均包括 SiO_2 。

【0210】 依據第十三態樣，提供了該第一態樣到該第十態樣中的任一者，其中該製品展現小於 0.25 % 的單側平均明視光反射率。

【0211】 依據第十四態樣，提供了該第一態樣到該第十態樣中的任一者，其中該製品展現小於 0.15 % 的單側平均明視光反射率。

【0212】 依據第十五態樣，一種製品包括：半透明基板，具有主要面；及防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成防反射表面，其中該製品在該防反射表面處展現小於 0.5 % 的單側平均明視光反射率，其中該製品在該防反射表面處從 0 度到 60 度入射的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現小於 8 的單側色偏 (ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{\text{max}} - a^*_{\text{min}})^2 + (b^*_{\text{max}} - b^*_{\text{min}})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標，其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 500 nm 的實體厚度，其中該防反射塗層包括大於 7 GPa 的最大硬度，該最大硬度是在該防反射表面上藉由 Berkovich 壓痕器硬度測試沿著約 100 nm 及更大的壓痕深度測量到的，及進一步地其中該防反射塗層包括複數個層，該複數個層包括至少一個低折射率層及至少一個高折射率層，其中該至少一個

高折射率層具有大於2.0的折射率，且該至少一個低折射率層具有小於1.7的折射率。

【0213】 依據第十六態樣，提供了該第十五態樣，其中該至少一個高折射率層包括以下項目中的一或更多者： SiN_x 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、 $\text{SiAl}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 、及 HfO_2 。

【0214】 依據第十七態樣，提供了該第十五態樣或該第十六態樣中的任一者，其中該製品在該防反射表面處在從0度到10度的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +1$ 及 $-4 < b^* < +1$ 的範圍內的單側色彩座標。

【0215】 依據第十八態樣，提供了該第十五態樣到該第十七態樣中的任一者，其中該製品在該防反射表面處在從0度到60度的入射角範圍內在國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +2$ 及 $-6 < b^* < +2$ 的範圍內的單側色彩座標。

【0216】 依據第十九態樣，提供了該第十五態樣到該第十八態樣中的任一者，其中該防反射塗層包括蓋頂層及複數個週期，使得每個週期均包括交替的低折射率層及至少一個高折射層，其中該等低折射率層中的一者與該基板的該主要面接觸，且進一步地其中該蓋頂層包括該複數個週期上的低折射率層。

【0217】 依據第二十態樣，提供了該第十九態樣，其中該複數個週期是從1個到4個週期。

【0218】 依據第二十一態樣，提供了該第十九態樣或該第二十態樣中的任一者，其中該至少一個高折射率層包括至少 100 nm 的總實體厚度。

【0219】 依據第二十二態樣，提供了該第十九態樣到該第二十一態樣中的任一者，其中該至少一個高折射率層包括該防反射塗層的實體厚度的至少 40 % 的總實體厚度。

【0220】 依據第二十三態樣，提供了該第十五態樣到該第二十二態樣中的任一者，其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 450 nm 的實體厚度。

【0221】 依據第二十四態樣，提供了該第十九態樣到該第二十三態樣中的任一者，其中每個低折射率層均包括 SiO_2 ，及進一步地其中該等高折射率層中的至少一者包括 SiN_x 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 、或 $\text{SiAl}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 。

【0222】 依據第二十五態樣，提供了該第二十四態樣，其中該等週期中的至少一者包括交替的低折射率層、選自由 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 、及 HfO_2 所組成的群組的高折射率層、及 SiN_x 或 AlO_xN_y 的高折射率層。

【0223】 依據第二十六態樣，提供了該第二十五態樣，其中該製品在 8° 的接近法向的入射下從 930 nm 到 950 nm 展現大於 88 % 的單側平均透射率。

【0224】 依據第二十七態樣，提供了該第十五態樣到該第二十六態樣中的任一者，其中該防反射塗層包括 8 GPa 或更大的最大硬度，該最大硬度是在該防反射表面上藉由

Berkovich 壓痕器硬度測試沿著約 100 nm 及更大的壓痕深度測量到的。

【0225】 依據第二十八態樣，提供了該第十五態樣到該第二十七態樣中的任一者，其中該製品展現小於 0.35 % 的單側平均明視光反射率。

【0226】 依據第二十九態樣，提供了該第十五態樣到該第二十七態樣中的任一者，其中該製品展現小於 0.25 % 的單側平均明視光反射率。

【0227】 依據第三十態樣，提供了該第十五態樣到該第二十七態樣中的任一者，其中該製品展現小於 0.15 % 的單側平均明視光反射率。

【0228】 依據第三十一態樣，提供了一種消費電子產品，該消費電子產品包括：殼體，具有前表面、後表面、及側表面；電部件，至少部分地提供在該殼體內，該等電部件至少包括控制器、記憶體、及顯示器，該顯示器被提供在該殼體的該前表面處或附近；及覆蓋玻璃，設置在該顯示器上，其中該殼體或該覆蓋玻璃中的至少一者包括如態樣 1-14 中的任一者所述的製品。

【0229】 依據第三十二態樣，提供了一種消費電子產品，該消費電子產品包括：殼體，具有前表面、後表面、及側表面；電部件，至少部分地提供在該殼體內，該等電元部件包括控制器、記憶體、及顯示器，該顯示器被提供在該殼體的該前表面處或附近；及覆蓋玻璃，設置在該顯示

器上，其中該殼體或該覆蓋玻璃中的至少一者包括如態樣 15-30 中的任一者所述的製品。

【符號說明】

【0230】

100：製品

110：基板

112：主要面

114：主要面

116：次要面

118：次要面

122：防反射表面

130：防反射塗層

132：週期

200：消費電子設備

202：殼體

204：前表面

206：後表面

208：側表面

210：顯示器

212：覆蓋基板

340：載具內部

344：載具內部系統

348：載具內部系統

352：載具內部系統

3 5 6 : 中 心 控 制 台 基 部

3 6 0 : 表 面

3 6 4 : 顯 示 器

3 6 8 : 儀 表 板 基 部

3 7 2 : 表 面

3 7 6 : 顯 示 器

3 8 0 : 儀 表 面 板

3 8 4 : 儀 表 方 向 盤 基 部

3 8 8 : 表 面

3 9 2 : 顯 示 器

1 3 0 A : 低 R I 層

1 3 0 B : 高 R I 層

1 3 0 C : 蓋 頂 層

【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

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種覆蓋製品，包括：

一基板，具有一主要面；及

一防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成一防反射表面，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處展現小於 0.35% 的一單側平均明視光反射率，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處從 0 度到 60 度入射的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小於 6 的一單側色偏(ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標，

其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 450 nm 的一實體厚度，其中該防反射塗層包括複數個層，

其中該防反射塗層包括一蓋頂層及複數個週期，使得每個週期均包括一交替的低折射率層及一或多個高折射率層，其中該等低折射率層中之一者與該基板的該主要面接觸，其中該蓋頂層包含位於該等週期上方之一低折射率層，

其中該一或多個高折射率層中之至少一個高折射率層具有大於 2.0 的一折射率，且各低折射率層具有小於 1.7 的一折射率，

其中該複數個週期中之至少一個週期包含至少兩個

高折射率層，該至少兩個高折射率層包含一第一層和一第二層，該第一層包含 SiN_x 或 SiO_xN_y ，且該第二層包含 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 或 HfO_2 ，且該第一層比該第二層更厚，且

進一步其中該防反射塗層的該等高折射率層的一組合實體厚度為該防反射塗層的一總實體厚度之約 40% 或更大。

【請求項 2】 如請求項 1 所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品在該防反射表面處在從 0 度到 10 度的一入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +1$ 及 $-4 < b^* < +1$ 的範圍內的單側色彩座標。

【請求項 3】 如請求項 1 所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品在該防反射表面處在從 0 度到 60 度的一入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +2$ 及 $-6 < b^* < +2$ 的範圍內的單側色彩座標。

【請求項 4】 如請求項 1 所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品在該防反射表面處在從 0 度到 60 度的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小於 5 的一單側色偏 (ΔC) ，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{\text{max}} - a^*_{\text{min}})^2 + (b^*_{\text{max}} - b^*_{\text{min}})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標。

【請求項5】 如請求項1所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品在該防反射表面處在從0度到60度的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小於2.5的一單側色偏 (ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標。

【請求項6】 如請求項1所述的覆蓋製品，其中該基板係一半透明基板。

【請求項7】 如請求項1所述的覆蓋製品，其中該基板係一透明基板。

【請求項8】 如請求項1所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品展現小於0.25%的一單側平均明視光反射率。

【請求項9】 如請求項1所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品展現小於0.15%的一單側平均明視光反射率。

【請求項10】 如請求項1所述的製品，其中該第一層具有大於50 nm的實體厚度。

【請求項11】 一種覆蓋製品，包括：

一基板，具有一主要面；及

一防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成一防反射表面，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處展現小於0.5%的一單側平均明視光反射率，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處從0度到60度

入射的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小於 8 的一單側色偏(ΔC), 其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$, 其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的(L^* , a^* , b^*)比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標,

其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 450 nm 的一實體厚度,

其中該防反射塗層包括大於 7 GPa 的一最大硬度, 該最大硬度是在該防反射表面上藉由一 Berkovich 壓痕器硬度測試沿著約 100 nm 及更大的一壓痕深度測量到的,

其中該防反射塗層包括複數個層,

其中該防反射塗層包括一蓋頂層及複數個週期, 使得每個週期均包括一交替的低折射率層及一或多個高折射率層, 其中該等低折射率層中之一者與該基板的該主要面接觸, 其中該蓋頂層包含位於該複數個週期上方之一低折射率層,

其中該一或多個高折射率層中之至少一個高折射率層具有大於 2.0 的一折射率, 且各低折射率層具有小於 1.7 的一折射率,

其中該複數個週期中之至少一個週期包含至少兩個高折射率層, 該至少兩個高折射率層包含一第一層和一第二層, 該第一層包含 SiN_x 或 SiO_xN_y , 且該第二層包含 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 或 HfO_2 , 且該第

一層比該第二層更厚，且

進一步其中該防反射塗層的該等高折射率層的一組合實體厚度為該防反射塗層的一總實體厚度之約40%或更大。

【請求項12】如請求項11所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品在該防反射表面處在從0度到10度的一入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +1$ 及 $-4 < b^* < +1$ 的範圍內的單側色彩座標。

【請求項13】如請求項11所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品在該防反射表面處在從0度到60度的一入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現該 (L^*, a^*, b^*) 比色系統中 $-2 < a^* < +2$ 及 $-6 < b^* < +2$ 的範圍內的單側色彩座標。

【請求項14】如請求項11所述的覆蓋製品，其中該防反射塗層包括8 GPa或更大的一最大硬度，該最大硬度是在該防反射表面上藉由一Berkovich壓痕器硬度測試沿著約100 nm及更大的一壓痕深度測量到的。

【請求項15】如請求項11所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品展現小於0.35%的一單側平均明視光反射率。

【請求項16】如請求項11所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品展現小於0.25%的一單側平均明視光反射率。

【請求項17】如請求項11所述的覆蓋製品，其中該覆蓋製品展現小於0.15%的一單側平均明視光反射率。

【請求項18】如請求項11所述的製品，其中該第一層具有大於50 nm的實體厚度。

【請求項19】一種消費電子產品，包括：

一殼體，具有一前表面、一後表面及側表面；

電元件，至少部分地提供在該殼體內，該等電元件包括至少一控制器、一記憶體及一顯示器，該顯示器被提供在該殼體的該前表面處或附近；及

一覆蓋玻璃，設置在該顯示器上方，其中該殼體的一部分或該覆蓋玻璃中的至少一者包括如請求項1所述的覆蓋製品。

【請求項20】一種消費電子產品，包括：

一殼體，具有一前表面、一後表面及側表面；

電元件，至少部分地提供在該殼體內，該等電元件包括至少一控制器、一記憶體及一顯示器，該顯示器被提供在該殼體的該前表面處或附近；及

一覆蓋玻璃，設置在該顯示器上方，其中該殼體的一部分或該覆蓋玻璃中的至少一者包括如請求項11所述的覆蓋製品。

【請求項21】一種覆蓋製品，包括：

一基板，具有一主要面；及

一防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成一防反射表面，

其中該製品在該防反射表面處展現小於0.5%的一單側平均明視光反射率，

其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 500 nm 的一實體厚度，

其中該防反射塗層包括大於 7 GPa 的一最大硬度，該最大硬度是在該防反射表面上藉由一 Berkovich 壓痕器硬度測試沿著約 100 nm 及更大的一壓痕深度測量到的，

其中該防反射塗層包含複數個層，

其中該防反射塗層包括一蓋頂層及複數個週期，使得每個週期包括一交替的低折射率層及一或多個高折射率層，其中該等低折射率層中之一者與該基板的該主要面接觸，且其中該蓋頂層包含位於該複數個週期上方之一低折射率層，且

其中該複數個週期中之至少一者包含至少兩個高折射率層，該至少兩個高折射率層包含一第一層和一第二層，該第一層包含 SiN_x 或 SiO_xN_y ，且該第二層包含 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 或 HfO_2 ，且該第一層比該第二層更厚，

其中該一或多個高折射率層中之至少一個高折射率層具有大於 2.0 的一折射率，且各低折射率層具有小於 1.7 的一折射率，且

進一步其中該防反射塗層的該等高折射率層的一組合實體厚度為該防反射塗層的一總實體厚度之約 40% 或更大。

【請求項 22】如請求項 21 所述的製品，其中該製品在氧
PITW-33866_202406 第 7 頁(發明申請專利範圍)

化鋁 S C E 測試中經受以 350 g 負載進行 500 次磨蝕循環後，進一步展現小於 2 % 的反射霧度，或在氧化鋁 S C E 測試中經受以 350 g 負載進行 1500 次磨蝕循環後，進一步展現小於 2.5 % 的反射霧度。

【請求項 23】如請求項 21 所述的製品，其中該防反射塗層包括大於 8 G P a 的一最大硬度，該最大硬度是在該防反射表面上藉由一 B e r k o v i c h 壓痕器硬度測試沿著約 100 n m 及更大的一壓痕深度測量到的。

【請求項 24】如請求項 21 所述的製品，其中該第一層具有大於 50 n m 的實體厚度。

【請求項 25】如請求項 21 所述的製品，其中該製品展現小於 0.25 % 的一單側平均明視光反射率。

【請求項 26】一種覆蓋製品，包括：

一基板，具有一主要面；及

一防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成一防反射表面，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處展現小於 0.35 % 的一單側平均明視光反射率，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處從 0 度到 60 度入射的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小於 6 的一單側色偏 (ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標，

其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 500 nm 的一實體厚度，

其中該防反射塗層從該基板的該主要面依序包含：一個低折射率層、三個高折射率層、一個低折射率層、兩個高折射率層，及一個低折射率層，

其中至少一個高折射率層具有大於 2.0 的一折射率，且至少一個低折射率層具有小於 1.7 的一折射率，

其中該三個高折射率層包含一第一層和一第二層，該第一層包含 SiN_x 或 SiO_xN_y ，且該第二層包含 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Ta_2O_3 或 HfO_2 ，且該第一層比該第二層更厚，且

進一步其中該防反射塗層的該等高折射率層的一組合實體厚度為該防反射塗層的一總實體厚度之約 40% 或更大。

【請求項 27】如請求項 26 所述的覆蓋製品，其中該低折射率層包含 SiO_2 。

【請求項 28】一種覆蓋製品，包括：

一基板，具有一主要面；及

一防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成一防反射表面，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處展現小於 0.35% 的一單側平均明視光反射率，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處從 0 度到 60 度入射的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小

於 6 的一單側色偏 (ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標，

其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 500 nm 的一實體厚度，

其中該防反射塗層從該基板的該主要面依序包含：三對的一低折射率層及一高折射率層，及一個低折射率層，

其中至少一個高折射率層具有大於 2.0 的一折射率，且至少一個低折射率層具有小於 1.7 的一折射率，

其中該低折射率層包含 SiO_2 ，且該高折射率層包含 TiO_2 ，且

進一步其中該防反射塗層的該等高折射率層的一組合實體厚度為該防反射塗層的一總實體厚度之約 40% 或更大。

【請求項 29】一種覆蓋製品，包括：

一基板，具有一主要面；及

一防反射塗層，設置在該基板的該主要面上且形成一防反射表面，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處展現小於 0.35% 的一單側平均明視光反射率，

其中該覆蓋製品在該防反射表面處從 0 度到 60 度入射的入射角範圍內在一國際照明委員會的光源下展現小

於 6 的一單側色偏 (ΔC)，其中 $\Delta C = \sqrt{((a^*_{max} - a^*_{min})^2 + (b^*_{max} - b^*_{min})^2)}$ ，其中 a^*_{max} 、 a^*_{min} 、 b^*_{max} 、及 b^*_{min} 是相應的 a^* 及 b^* 座標的 (L^* ， a^* ， b^*) 比色系統中的最大色彩座標及最小色彩座標，

其中該防反射塗層包括從約 50 nm 到小於 500 nm 的一實體厚度，

其中該防反射塗層從該基板的該主要面依序包含：兩對的一低折射率層及一第一高折射率層、一第二高折射率層，及一個低折射率層，

其中至少一個高折射率層具有大於 2.0 的一折射率，且至少一個低折射率層具有小於 1.7 的一折射率，

其中該低折射率層包含 SiO_2 ，且該第一高折射率層包含 SiN ，且該第二高折射率層包含 TiO_2 或 Nb_2O_5 ，且

進一步其中該防反射塗層的該等高折射率層的一組合實體厚度為該防反射塗層的一總實體厚度之約 40% 或更大。

【發明圖式】

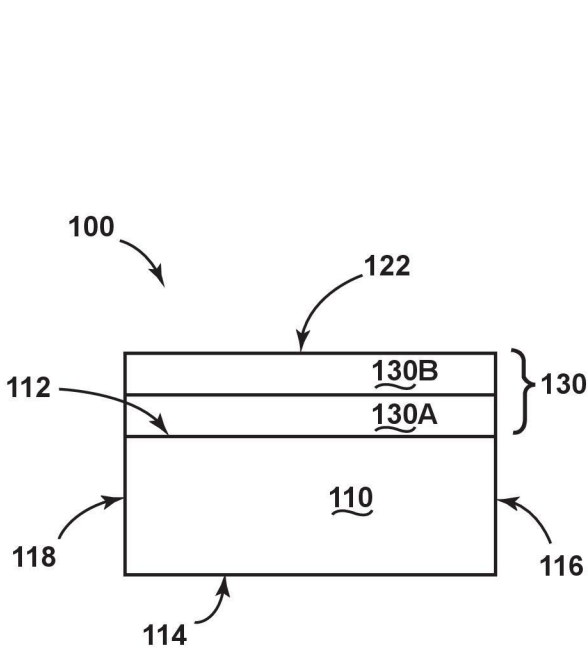


圖 1

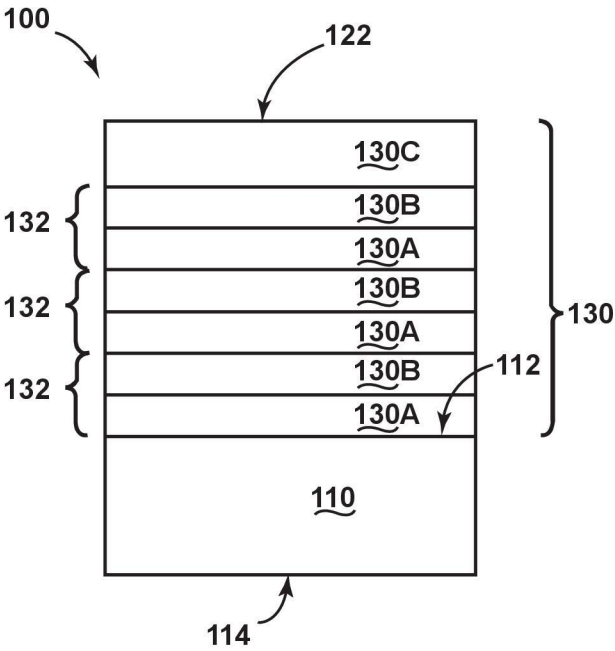


圖 1A

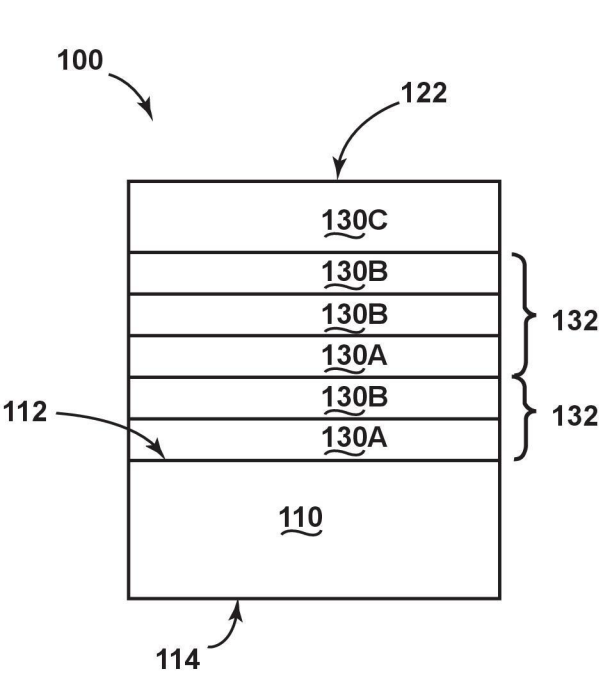


圖 1B

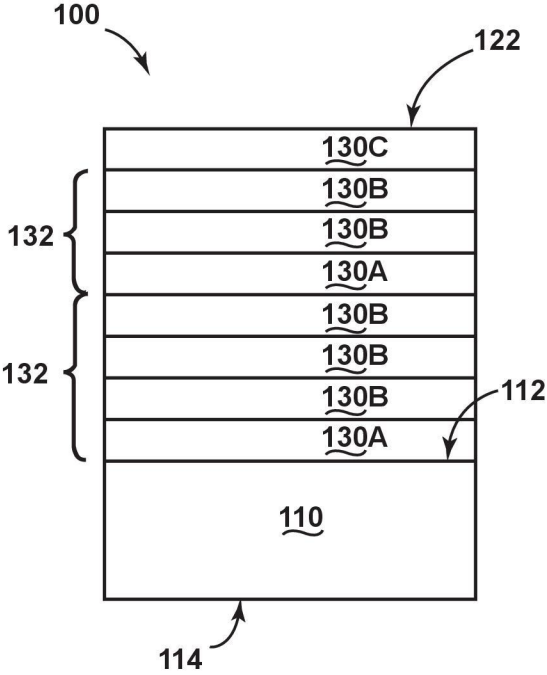


圖 1C

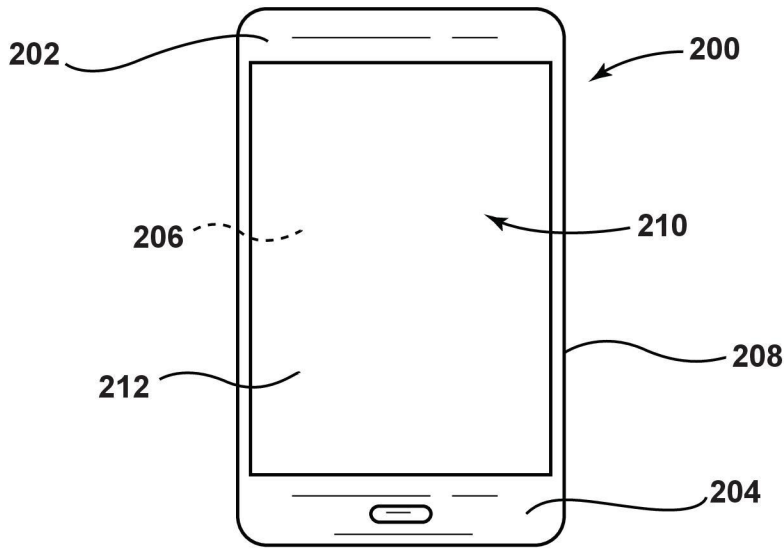


圖2A

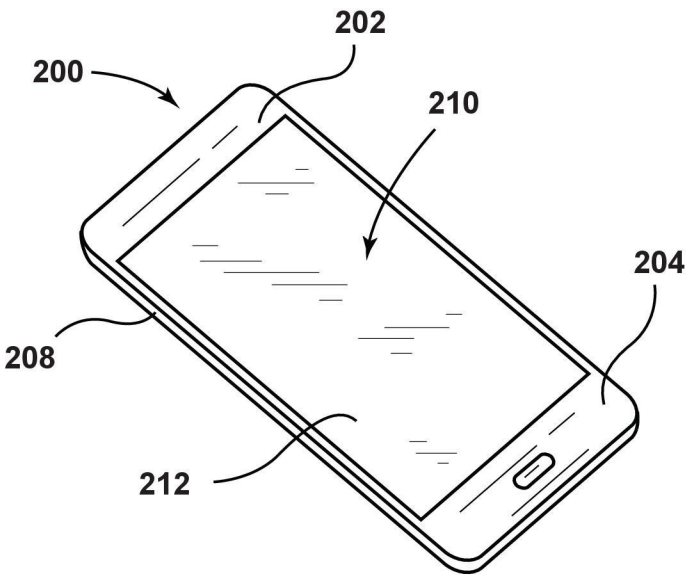


圖2B

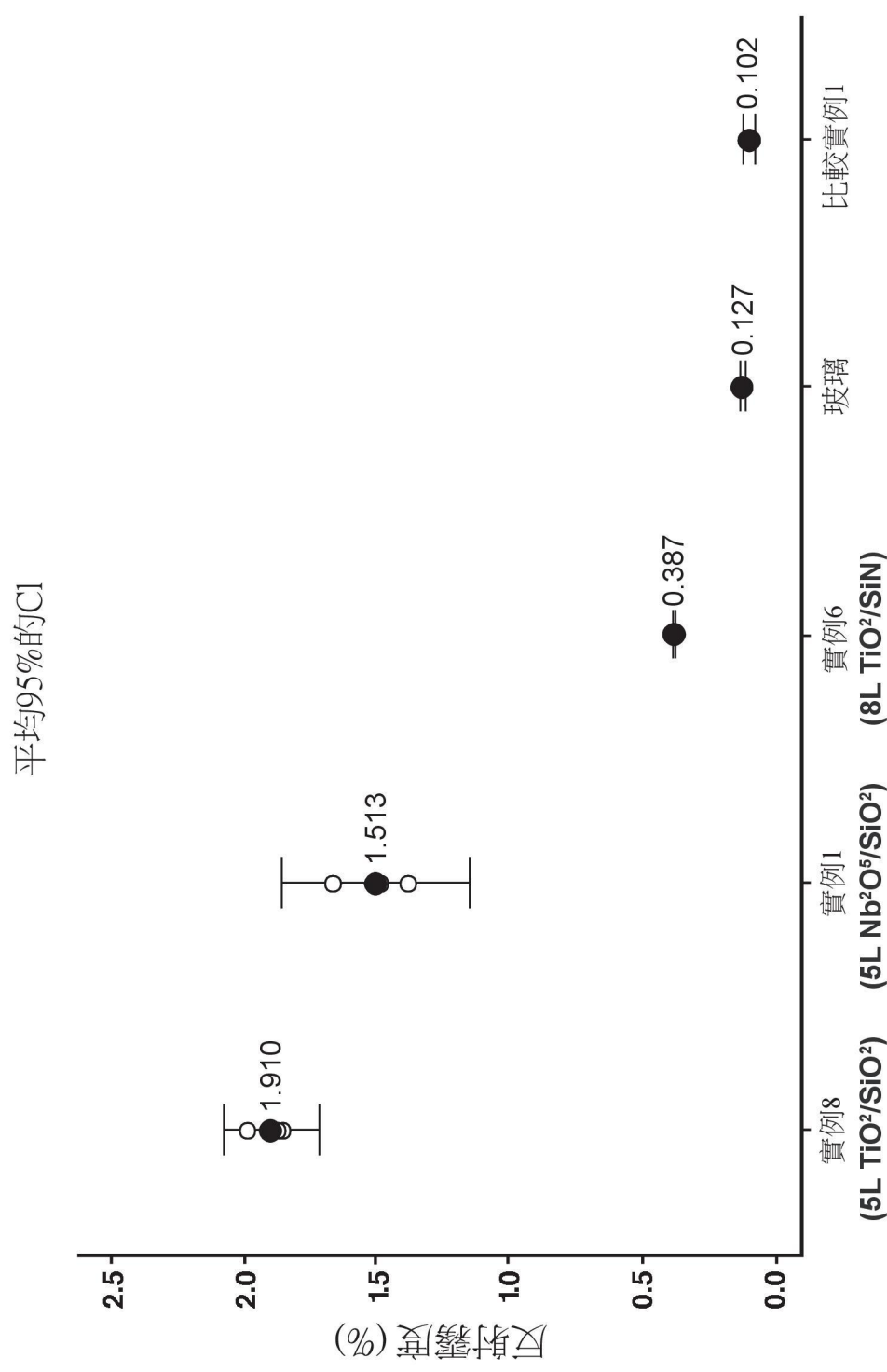
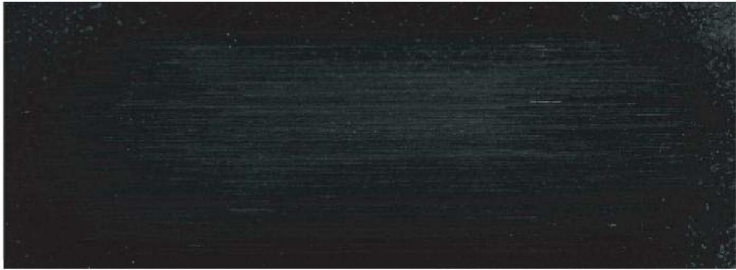
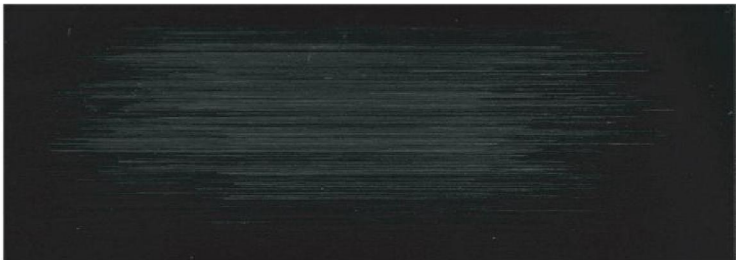


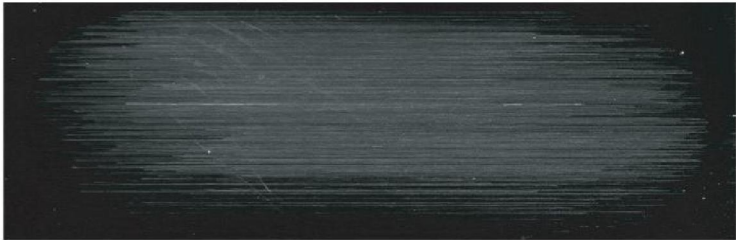
圖4



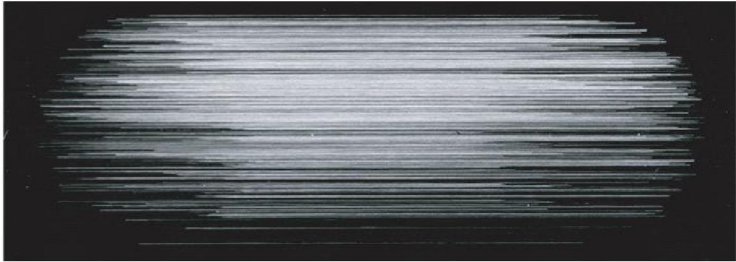
比較實例1



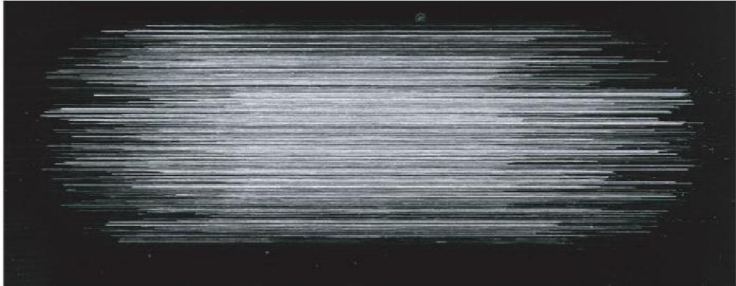
玻璃



實例6
(8L TiO₂/SiN)



實例1
(5L Nb₂O₅/SiO₂)



實例8
(5L TiO₂/SiO₂)

圖4A

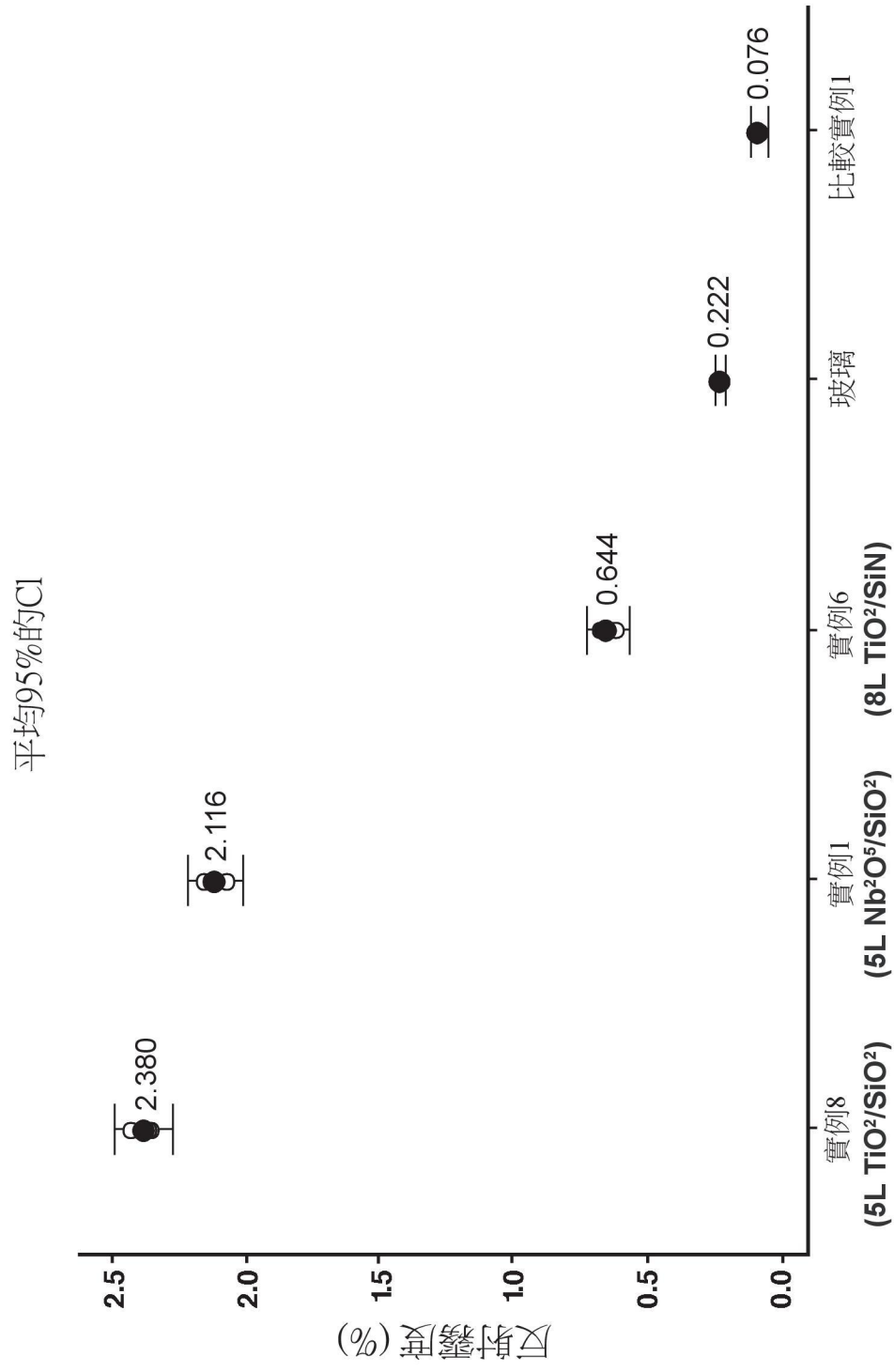


圖5

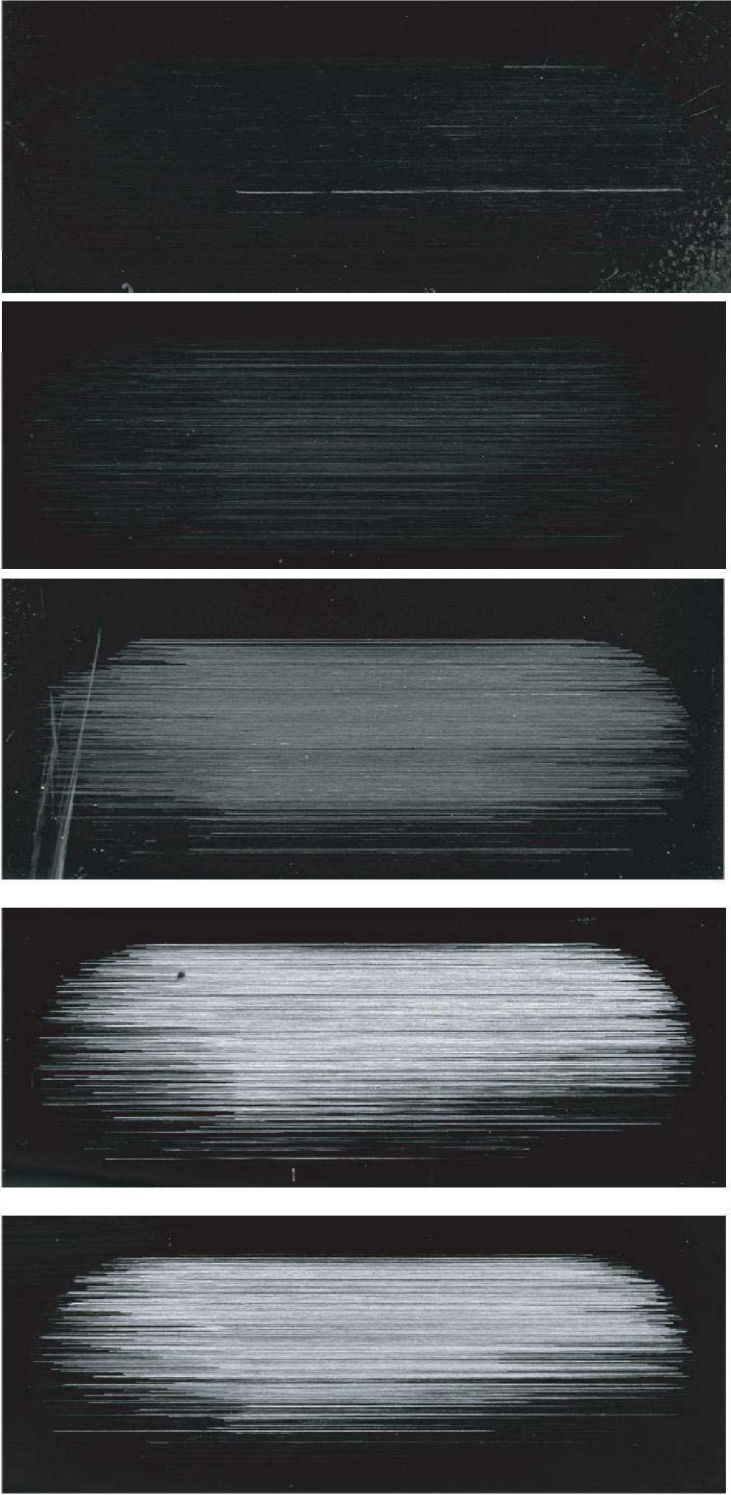


圖5A