



(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 I849875 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：112116185

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 01 日

(51)Int. Cl. : **C03C17/36 (2006.01)** **G02B5/20 (2006.01)**
G02B5/26 (2006.01) **G02B5/28 (2006.01)**
H01L27/14 (2006.01)

(30)優先權：2017/05/22 美國 15/601,773

(71)申請人：美商菲爾薇解析公司 (美國) VIAVI SOLUTIONS INC. (US)
美國

(72)發明人：奧肯福斯 喬治 J OCKENFUSS, GEORG J. (DE)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

US 2015/0369980A1

審查人員：葉猷全

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 48 頁

(54)名稱

誘發透射濾光片

(57)摘要

一種光學濾光片可包括一第一層群組。該第一層群組可包括一介電材料群組中之一第一介電材料與該介電材料群組中之一第二介電材料的交替層。該光學濾光片可包括一第二層群組。該第二層群組可包括該介電材料群組中之一第三介電材料與該介電材料群組中之一第四介電材料的交替層。該光學濾光片可包括一第三層群組。該第三層群組可包括該介電材料群組中之一第五介電材料與該介電材料群組中之一第六介電材料的交替層，及一金屬材料。該第三層群組可設置於該第一層群組與該第二層群組之間。

An optical filter may include a first group of layers. The first group of layers may include alternating layers of a first dielectric material, of a group of dielectric materials, and a second dielectric material of the group of dielectric materials. The optical filter may include a second group of layers. The second group of layers may include alternating layers of a third dielectric material, of the group of dielectric materials, and a fourth dielectric material of the group of dielectric materials. The optical filter may include a third group of layers. The third group of layers may include alternating layers of a fifth dielectric material, of the group of dielectric materials, a sixth dielectric material, of the group of dielectric materials, and a metal material. The third group of layers may be disposed between the first group of layers and the second group of layers.

指定代表圖：

100 →

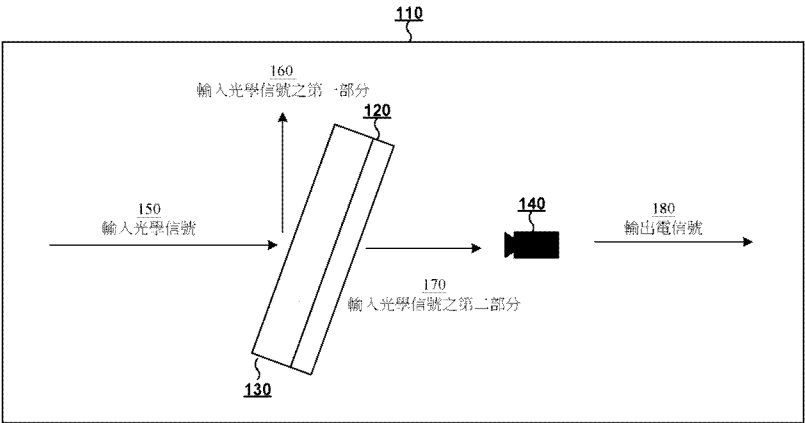


圖1A

符號簡單說明：

100:實例實施

110:感測系統

120:光學濾光片結構/
基板

130:光學濾光片

140:光學感測器/感測
元件陣列

150:參考數字

160:參考數字/第一部
分

170:參考數字/第二部
分

180:參考數字/輸出電
信號



I849875

【發明摘要】

【中文發明名稱】 誘發透射濾光片

【英文發明名稱】 INDUCED TRANSMISSION FILTER

【中文】

一種光學濾光片可包括一第一層群組。該第一層群組可包括一介電材料群組中之一第一介電材料與該介電材料群組中之一第二介電材料的交替層。該光學濾光片可包括一第二層群組。該第二層群組可包括該介電材料群組中之一第三介電材料與該介電材料群組中之一第四介電材料的交替層。該光學濾光片可包括一第三層群組。該第三層群組可包括該介電材料群組中之一第五介電材料與該介電材料群組中之一第六介電材料的交替層，及一金屬材料。該第三層群組可設置於該第一層群組與該第二層群組之間。

【英文】

An optical filter may include a first group of layers. The first group of layers may include alternating layers of a first dielectric material, of a group of dielectric materials, and a second dielectric material of the group of dielectric materials. The optical filter may include a second group of layers. The second group of layers may include alternating layers of a third dielectric material, of the group of dielectric materials, and a fourth dielectric material of the group of dielectric materials. The optical filter may include a third group of layers. The third group of layers may include alternating layers of a fifth dielectric material, of the group of dielectric materials, a sixth dielectric material, of the group of dielectric materials, and a metal material. The third group of layers may be disposed between the first group of layers and the second group of layers.

【指定代表圖】 圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

100:實例實施

110:感測系統

120:光學濾光片結構/基板

130:光學濾光片

140:光學感測器/感測元件陣列

150:參考數字

160:參考數字/第一部分

170:參考數字/第二部分

180:參考數字/輸出電信號

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 誘發透射濾光片

【英文發明名稱】 INDUCED TRANSMISSION FILTER

【技術領域】

本發明關於誘發透射濾光片。

【先前技術】

【0001】 光學感測器裝置可用以擷取資訊。舉例而言，光學感測器裝置可擷取關於一組電磁頻率之資訊。光學感測器裝置可包括擷取資訊之一組感測元件（例如，光學感測器、頻譜感測器及/或影像感測器）。舉例而言，一感測元件陣列可用以擷取關於多個頻率的資訊。在一個實例中，一感測元件陣列可用以擷取關於光之一組色彩頻帶的資訊，諸如，該感測元件陣列中之第一感測元件擷取關於光之紅頻帶的資訊；該感測元件陣列中之第二感測元件擷取關於光之綠頻帶的資訊；該感測元件陣列中之第三感測元件擷取關於光之藍頻帶的資訊，或類似者。

【0002】 該感測元件陣列中之一感測元件可與一濾光片相關聯。該濾光片可包括與傳遞至該感測元件的光之第一頻譜範圍相關聯之一通帶。該濾光片可與阻擋光之第二頻譜範圍傳遞至感測元件相關聯。在一個實例中，一感測元件陣列可與包括不同色彩通帶（諸如，紅通帶、藍通帶、綠通帶或類似者（例如，紅-綠-藍（RGB）濾光片））之一濾光片相關聯。在其他實例中，感測元件陣列與近紅外線（NIR）阻擋濾光片、紅外線（IR）阻擋濾光片、長波通（LWP）濾光片、短波通（SWP）濾光片、適光(photopic)濾光片、三色刺激(tristimulus)濾光片或類似者相關聯。

【發明內容】

【0003】 根據一些可能實施，一種光學濾光片可包括一第一層群組。該第一層群組可包括一介電材料群組中之一第一介電材料與該介電材料群組中之一第二介電材料的交替層。該光學濾光片可包括一第二層群組。該第二層群組可包括該介電材料群組中之一第三介電材料與該介電材料群組中之一第四介電材料的交替層。該光學濾光片可包括一第三層群組。該第三層群組可包括該介電材料群組中之一第五介電材料與該介電材料群組中之一第六介電材料的交替層，及一金屬材料。該第三層群組可設置於該第一層群組與該第二層群組之間。

【0004】 根據一些可能實施，一種誘發透射濾光片可包括包括一第一介電層集合之一第一全介電部分。該誘發透射濾光片可包括包括一第二介電層集合之一第二全介電部分。該誘發透射濾光片可包括包括一第三介電層集合及一或多個金屬層之一金屬/介電部分。該金屬/介電部分可設置於該第一全介電部分與該第二全介電部分之間。

【0005】 根據一些可能實施，一種混合金屬/介電光學濾光片可包括一基板。該混合金屬/介電光學濾光片可包括一第一全介電部分，其包括交替的二氧化矽層與氧化鋯鈦層。該混合金屬/介電光學濾光片可包括一第二全介電部分，其包括交替的二氧化矽層與氧化鋯鈦層。該混合金屬/介電光學濾光片可包括一金屬/介電部分，其包括一或多個層群組。該一或多個層群組中之一層群組可包括一銀層、兩個氧化鋅層及兩個氧化鋯鈦層。該銀層可設置於該兩個氧化鋅層之間。該兩個氧化鋅層可設置於該兩個氧化鋯鈦層之間。該金屬/介電部分可設置於該第一全介電部分與該第二全介電部分之間。

【圖式簡單說明】**【0006】**

[圖1A]至[圖1C]為本文中描述的一實例實施之概述之圖；

[圖2A]至[圖2C]為本文中描述的全介電光學濾光片之特性之圖；

[圖3A]至[圖3C]為本文中描述的低角度偏移誘發透射光學濾光片（ITF）之特性之圖；

[圖4A]至[圖4C]為本文中描述的混合金屬/介電光學濾光片之特性之圖；

[圖5A]至[圖5C]為本文中描述的混合金屬/介電光學濾光片之特性之圖；

[圖6A]及[圖6B]為本文中描述的一組光學濾光片之特性之圖；及

[圖7A]至[圖7G]為本文中描述的一組光學濾光片之特性之圖。

【實施方式】

【0007】 以下實例實施之詳細描述參看附圖。不同圖式中之相同元件符號可識別相同或類似元件。

【0008】 一光學感測器裝置可包括感測元件之一感測元件陣列以接收自一光源（諸如，光學傳輸器、燈泡、周圍光源或類似者）起始之光。該光學感測器裝置可利用一或多個感測器技術，諸如，互補金屬氧化物半導體（CMOS）技術、電荷耦合裝置（CCD）技術或類似者。該光學感測器裝置中之一感測元件（例如，光學感測器）可獲得關於一組電磁頻率之資訊。

【0009】 感測元件可與濾光片相關聯，該濾光片對至該感測元件之光進行濾波以使該感測元件能夠獲得關於電磁頻率之特定頻譜範圍之資訊。舉例而言，該感測元件可與紅-綠-藍（RGB）濾光片、近紅外線（NIR）阻擋濾光片、紅外線（IR）阻擋濾光片、長波通（LWP）濾光片、短波通（SWP）濾光片、適光濾光片、三色刺激濾光片或類似者對準以使光之引向該感測元件之一

部分被濾光。一濾光片可包括介電層之集合以對光之部分進行濾光。舉例而言，一濾光片可包括交替的高折射率層與低折射率層之介電濾光片堆疊，諸如，氧化鈮鈦 (NbTiO_x) 與二氧化矽 (SiO_2) 之交替層。然而，全介電類型之濾光片可與在增大入射角下之一臨限角度偏移相關聯。舉例而言，全介電濾光片可與20度之入射角下大於大約10 nm、在30度之入射角下大於大約20 nm、在40度之入射角下大於大約40 nm、在50度之入射角下大於大約50 nm或類似者之一角度偏移相關聯。

【0010】 可選擇具有高折射率介電質、低折射率介電質與金屬之交替層的低角度偏移 (LAS) 濾光片以減小相對於全介電濾光片的角度偏移。舉例而言，低角度偏移濾光片可利用氧化鈮鈦、氧化鋅及銀層來減小相對於全介電濾光片之角度偏移。然而，該低角度偏移濾光片可與低角度偏移濾光片之通帶中的不滿足一臨限值之一透射率相關聯。舉例而言，低角度偏移濾光片可與在自0度至50度之入射角範圍下小於大約70%之一透射率相關聯。

【0011】 本文中描述之一一些實施提供具有夾在介電層之一部分與金屬層之間的交替介電層之部分的一混合介電質/金屬濾光片。舉例而言，一光學濾光片可包括具有交替的氧化鈮鈦之高折射率層與二氧化矽之低折射率層之一集合的一第一部分、具有交替的氧化鈮鈦之高折射率層與二氧化矽之低折射率層之另一集合的一第二部分及氧化鈮鈦之高折射率層與氧化鋅之低折射率層與金屬銀層之交替層的設置於該第一部分與該第二部分之間的一第三部分。以此方式，該濾光片可對具有小於臨限角度偏移且具有大於臨限透射率等級之光進行濾光。舉例而言，一混合介電質/金屬濾光片可與在自0度至50度之入射角下小於大約30 nm之一角度偏移、在自0度至40度之入射角下小於大約20 nm之一角度偏移、在自0度至20度之入射角下小於大約10 nm之一角度偏移或類似者相關聯。類似地，一混合介電質/金屬濾光片可與在自0度至50度之入射角下大於大

約70%之一透射率、在自0度至50度之入射角下大於大約75%之一透射率或類似者相關聯。

【0012】 圖1A至圖1C為本文中描述的實例實施100/100'/100"之概述之圖。如圖1A中所展示，實例實施100包括感測系統110。感測系統110可為光學系統之一部分，且可提供對應於感測器判定之電輸出。感測系統110包括：光學濾光片結構120，其包括光學濾光片130；及光學感測器140。舉例而言，光學濾光片120可包括執行通帶濾光功能性之光學濾光片130。在另一實例中，光學濾光片130可對準光學感測器140之感測元件陣列。

【0013】 儘管本文中所描述之實施可關於感測系統中之光學濾光片來描述，但本文中所描述之實施可在另一類型之系統中使用，可在感測系統外部使用，或類似情況。

【0014】 如在圖1A中且藉由參考數字150進一步展示，將輸入光學信號引向光學濾光片結構120。輸入光學信號可包括但不限於可見光譜（VIS）及NIR光（例如，來自正利用感測系統110之環境的周圍光）。在另一實例中，該光學傳輸器可引導另一頻譜範圍之光以用於另一功能性，諸如測試功能性、量測功能性、通信功能性或類似者。

【0015】 如在圖1A中且藉由參考數字160進一步所展示，光學信號之具有第一頻譜範圍的第一部分未穿過光學濾光片130及光學濾光片結構120。舉例而言，可包括高折射率材料層及低折射率材料層之介電濾光片堆疊及光學濾光片130之銀/介電濾光片堆疊可使光之第一部分在第一方向上反射、被吸收或類似者。如藉由參考數字170展示，光學信號之第二部分穿過光學濾光片130及光學濾光片結構120。舉例而言，光學濾光片130可使光之具有第二頻譜範圍的第二部分在朝向光學感測器140之第二方向上穿過。

【0016】 如在圖1A中且藉由參考數字180進一步所展示，基於光學信號

之第二部分傳遞至光學感測器140，光學感測器140可提供用於感測系統110之一輸出電信號，諸如，用於在成像、周圍光感測、偵測物件之存在、執行量測、促進通信或類似者中使用。在一些實施中，可利用光學濾光器130及光學感測器140之另一配置。舉例而言，並不與輸入光學信號共線地傳遞光學信號之第二部分，光學濾光片130可在另一方向上朝向不同位置處之光學感測器140引導光學信號之第二部分。

【0017】 如圖1B中所展示，一類似實例實施100'包括整合至光學濾光片結構之基板120內的感測元件陣列140之一組感測元件。在此情況下，光學濾光片130設置至基板120上。輸入光學信號150-1及150-2按一組角度接收，且輸入光學信號150-1及150-2之第一部分按另一組角度反射。在此情況下，輸入光學信號150-1及150-2之第二部分經由光學濾光片130傳遞至提供輸出電信號180之感測元件陣列140。

【0018】 如圖1C中所展示，另一類似實例實施100"包括與光學濾光片結構120分開的感測元件陣列140之一組感測元件，且光學濾光片130設置至光學濾光片結構130上。在此情況下，光學濾光片結構130與感測元件陣列140可由自由空間或類似者分開。輸入光學信號150-1及150-2按一組角度在光學濾光片130處接收。輸入光學信號150-1及150-2之第一部分160經反射，且第二部分170由光學濾光片130及光學濾光片結構120傳遞至提供一輸出電信號180之感測元件陣列140。

【0019】 如上所指示，圖1A至圖1C僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖1A至圖1C所描述之內容。

【0020】 圖2A至圖2C為關於一光學濾光片的特性之圖。圖2A至圖2C展示一全介電濾光片之一實例。

【0021】 如在圖2A中且藉由圖表200展示，濾光片210可包括一基板及一

組介電質堆疊。該基板可包括氮化矽（ Si_3N_4 且展示為 Si_3N_4 ）、玻璃基板、聚合物基板、另一透明基板或類似者。在一些實施中，該基板可使用環氧樹脂（例如，透明膠水）、氣隙（例如，其中環氧樹脂在光學路徑之外）或類似者附著至該組介電質堆疊。另外或替代地，該組介電質堆疊可直接設置至可形成用於該組介電質堆疊之基板的一偵測器、偵測器陣列、感測元件陣列或類似者上。舉例而言，一感測元件陣列可包括該組介電質堆疊可附著至之一頂部氮化矽層。在另一實例中，諸如針對背射偵測器，可使用另一類型之基板，諸如，矽基板。在一些實施中，該基板可為用於該組介電質堆疊之進入介質、退出介質或類似者。該組介電質堆疊包括氧化鈮鈦（ NbTiO_5 且展示為 NbTiO_5 ）與二氧化矽（ SiO_2 且展示為 SiO_2 ）之交替層。舉例而言，濾光片210可包括沉積至基板上的具有99.8奈米（nm）之厚度的第一氧化鈮鈦，及沉積至氧化鈮鈦層上的具有172.1 nm之厚度的第一二氧化矽層。類似地，濾光片210可包括被沉積至第一二氧化矽上的具有105.2 nm之厚度的第二氧化鈮鈦，以及被沉積至第二氧化鈮鈦層上的具有180.5 nm之厚度的第二二氧化矽層。在此情況下，濾光片210與大約5.36微米（ μm ）之總厚度相關聯，此可導致過多之沉積時間以及與增加之沉積時間相關的過多成本。此外，總厚度可導致臨限量的壓縮應力，此可能造成具有小於一臨限厚度的基板之翹曲並且可能造成當分配其上沉積有多個濾光片之基板以形成多個離散濾光片時之過多困難性及良率損失。

【0022】 如在圖2B中且藉由圖表220展示，提供對於暴露於空氣之退出介質的濾光片210之濾光片回應。舉例而言，濾光片210與在0度之入射角（AOI）下的大約660 nm之截止波長（例如，濾光片210之透射率按臨限速率減小之波長）相關聯。相比之下，在10度、20度、30度、40度及50度之入射角下，濾光片210分別與大約5 nm、大約12 nm、大約25 nm、大約42及大約52 nm之截止波長中的臨限位移相關聯。此外，對於30度、40度及50度之入射角，濾

光片210與在大約880 nm下之大約4%、在大約850 nm下之大約31%及在大約805 nm下之大約14%的透射率相關聯。此外，濾光片210與在50度之AOI下在大約480 nm與大約505 nm之間的透射率下降至低於一臨限透射率（例如，下降至在大約58%與大約68%之間的透射率）相關聯，且濾光片210與對於50度之AOI在大於大約1000 nm之一頻譜範圍下的透射率增大至大於一臨限透射率（例如，增大至大於大約1%之一透射率）相關聯。對於使用濾光片210提供大約420 nm與大約620 nm之間的通帶，臨限角度偏移及臨限透射率下降及增大導致相對不良的濾光片效能。

【0023】 如圖2C中且藉由圖表230展示，提供濾光片210之色彩曲線（例如，國際照明委員會（CIE）1931色彩曲線）。如藉由參考數字232展示，濾光片210與指示在自0度AOI至50度AOI之位移下在大約（0.33, 0.33）至大約（0.30, 0.33）之間的臨限色彩位移相關聯。該臨限色彩位移導致相對不良的濾光片效能。

【0024】 如上所指示，圖2A至圖2C僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖2A至圖2C所描述之內容。

【0025】 圖3A至圖3C為關於一光學濾光片的特性之圖。圖3A至圖3C展示具有介電質/金屬濾光片堆疊的低角度偏移誘發透射光學濾光片（ITF）之一實例。

【0026】 如在圖3A中且藉由圖表300展示，濾光片310可包括一基板、一介電層集合及一金屬層集合。該基板可包括一氮化矽基板。該介電層集合及該金屬層集合包括氧化銦銦、氧化鋅（ZnO）及銀（Ag）之交替層。舉例而言，具有28.0 nm之厚度的第一氧化銦銦層沉積至氮化矽基板上，具有2.0 nm之厚度的第二氧化鋅層沉積至第一層上，具有11.3 nm之厚度的第三銀層沉積至第二層上，具有2.0 nm之厚度的第四氧化鋅層沉積至第三層上，且具有53.8 nm之厚度

的第五氧化鋯鈦層沉積至第四層上。在此情況下，第五氧化鋯鈦層可為氧化鋯鈦之多層。換言之，第五層之第一部分可夾在第二層至第四層與第一層之間，且第五層之第二部分可夾在第六層至第八層與第九層之一部分之間。雖然描述具有一組特定層厚度之濾光片310，但其他層厚度係可能的，且可與在圖3A中所展示不同。

【0027】 如在圖3B中且藉由圖表320展示，提供對於暴露於空氣之退出介質的濾光片310之濾光片回應。如藉由參考數字322展示，濾光片310與相對於濾光片210的減小之角度偏移相關聯。舉例而言，與針對自0度至30度、40度或50度的入射角之改變大於20 nm之角度偏移相比，針對自0度至10度、20度、30度、40度或50度的入射角之改變，濾光片310與小於大約20 nm之截止波長之角度偏移相關聯。然而，如藉由參考數字324展示，濾光片310與相對於濾光片210的減小之透射率相關聯。舉例而言，對於在大約420 nm與大約620 nm之間的通帶之頻譜範圍中在0度與50度之間的入射角，濾光片310與在大約62%與65%之間的平均透射率相關聯。在此情況下，大約750 nm至大約1100 nm之紅外線（IR）阻擋頻譜範圍中之透射率對於0度之AOI為大約0.41%，且對於40度之AOI為大約0.37%。

【0028】 如在圖3C中且藉由圖表330展示，提供濾光片310之CIE 1931色彩曲線。如藉由參考數字332展示，對於自0度入射角至50度入射角之位移，濾光片310與相對於濾光片210的減小之色彩位移相關聯。舉例而言，濾光片310與小於一臨限值（例如，小於0.2、小於0.1、小於0.05等）之一色彩位移相關聯。

【0029】 如上所指示，圖3A至圖3C僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖3A至圖3C所描述之內容。

【0030】 圖4A至圖4C為關於混合金屬/介電光學濾光片的特性之圖。圖

4A至圖4C展示具有高折射率層及低折射率層之介電濾光片堆疊且具有設置於介電濾光片堆疊之間的金屬（例如，銀）介電濾光片堆疊的光學濾光片之一實例。

【0031】 如在圖4A中且藉由圖表400展示，濾光片410可包括一基板、一介電層集合及一金屬層集合。如藉由參考數字412展示，濾光片410之第一部分（例如，第一全介電部分）包括交替的高折射率層與低折射率層之全介電層。在此情況下，交替的高折射率層與低折射率層分別為氧化鈮鈦層及二氧化矽層。舉例而言，沉積至氮化矽基板上之第一層為具有95.5 nm之厚度的氧化鈮鈦層（展示為層1），沉積至第一層上之第二層為具有48.3 nm之厚度的二氧化矽（展示為層2）等。在一些實施中，可使用另一類型之基板，諸如，玻璃基板或類似者。在一些實施中，可使用另一高折射率材料，諸如，具有大於大約2.0、大於大約2.5、大於大約3.0、大於大約3.5、大於大約3.6、大於大約3.7等之一折射率的材料。在一些實施中，可使用另一低折射率材料，諸如，具有小於大約3.0、小於大約2.5、小於大約2.0、小於大約1.5等之一折射率的材料。在一些實施中，一或多個層可利用以下各材料作為介電材料：氧化物材料，諸如，二氧化矽（ SiO_2 ）、五氧化鈮（ Nb_2O_5 ）、五氧化鉭（ Ta_2O_5 ）、二氧化鈦（ TiO_2 ）、氧化鋁（ Al_2O_3 ）、氧化鋯（ ZrO_2 ）、氧化釔（ Y_2O_3 ）、二氧化鉛（ HfO_2 ）或類似者；氮化物材料，諸如，氮化矽（ Si_3N_4 ）；氟化物材料，諸如，氟化鎂（ MgF ）；硫化物材料，諸如，硫化鋅（ ZnS ）；硒化物材料，諸如，硒化鋅（ ZnSe ）；經氫化材料，諸如，氫化矽或氫化鍺；經氮化材料，諸如，氮化鍺；其組合；或類似者。

【0032】 如進一步在圖4A中且藉由參考數字414展示，濾光片410之第二部分包括混合金屬/介電層。在此情況下，濾光片410之第二部分包括一或多個氧化鈮鈦層、一或多個氧化鋅層及一或多個銀層之多個層群組。舉例而言第一

層群組（層7至11）包括具有139.1 nm之厚度的氧化銻鈦層（例如，展示為層7，其第一部分可為濾光片410的第一部分之一部分，且其第二部分可為濾光片410的第二部分之一部分）、具有2.0 nm之厚度的氧化鋅層（展示為層8）、具有9.9 nm之厚度的銀層（展示為層9）、具有2.0 nm之厚度的氧化鋅層（展示為層10）及具有51.9 nm之厚度的氧化銻鈦層（展示為層11，其第一部分可為第一層群組之一部分，其第二部分可為第二層群組之一部分）。對該實例補充一下，第二層群組（層11至15）包括氧化銻鈦之層11之第二部分、氧化鋅之層12、銀層13、氧化鋅之層14及氧化銻鈦之層15之第一部分（例如，其第二部分可為第三層群組之部分）。在另一實例中，可利用另一金屬材料。

【0033】 如進一步在圖4A中且藉由參考數字416展示，濾光片410之第三部分（例如，第二全介電部分）包括交替的高折射率層與低折射率層之全介電層。在此情況下，交替的高折射率層與低折射率層分別為氧化銻鈦層及二氧化矽層。舉例而言，第一層為氧化銻鈦之層23之一部分，第二層為二氧化矽之層24，第三層為氧化銻鈦之層25，第四層為二氧化矽之層26等。在此情況下，濾光片410利用三種不同介電材料。在另一實例中，濾光片410可利用兩種不同介電材料。在一些實施中，可使濾光片410匹配空氣之退出介質。在一些實施中，可使濾光片410匹配另一退出介質，諸如，聚合物材料、色彩染料、RGB染料、環氧樹脂材料、玻璃材料或類似者。在一些實施中，濾光片410可為RGB濾光片（例如，具有對應於紅頻譜範圍之光、綠頻譜範圍之光或藍頻譜範圍之光的通帶之濾光片）、NIR阻擋器、LWP濾光片、SWP濾光片、適光濾光片、周圍光感測濾光片、三色刺激濾光片或類似者。雖然描述具有一組特定層厚度之濾光片410，但其他層厚度係可能的，且可與在圖4A中所展示不同。

【0034】 如在圖4B中且藉由圖表420及在圖4C中且藉由圖表430展示，濾光片410與相對於濾光片210的減小之角度偏移及色彩位移及相對於濾光片310

改良之透射率相關聯。舉例而言，如在圖4B中藉由參考數字432展示，濾光片410與在大約420 nm及0度之入射角下的大約80%之透射率相關聯，且對於在0度與50度之間的入射角，對於在大約420 nm與550 nm之間的頻譜範圍，與大於70%之透射率相關聯。類似地，如在圖4B中藉由參考數字434展示，對於在大約400 nm與大約1100 nm之間的頻譜範圍及在0度與50度之間的入射角，濾光片410與小於大約40 nm之角度偏移相關聯。

【0035】 如在圖4C中且藉由圖表430展示，提供濾光片310之CIE 1931色彩曲線。如藉由參考數字436展示，對於自0度入射角至50度入射角之位移，濾光片410與相對於濾光片210的減小之色彩位移相關聯。舉例而言，濾光片410與小於一臨限值（例如，小於0.2、小於0.1、小於0.05等）之一色彩位移相關聯。

【0036】 如上所指示，圖4A至圖4C僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖4A至圖4C所描述之內容。

【0037】 圖5A至圖5C為關於另一混合金屬/介電光學濾光片的特性之圖。圖5A至圖5C展示具有高折射率層與低折射率層之介電濾光片堆疊且具有金屬（例如，銀）介電濾光片堆疊的一誘發透射光學濾光片之另一實例。

【0038】 如在圖5A中且藉由圖表500展示，濾光片510可包括一基板、一介電層集合及一金屬層集合。如藉由參考數字512展示，層1至10的濾光片510之第一部分包括交替的高折射率層與低折射率層之全介電層。在此情況下，交替的高折射率層與低折射率層分別為氧化鈮鈦層及二氧化矽層。如藉由參考數字514展示，層10至25的濾光片510之第二部分包括金屬介電層。在此情況下，濾光片510之第二部分包括一或多個氧化鈮鈦層、一或多個氧化鋅層及一或多個銀層之多個層群組。如藉由參考數字516展示，層25至30的濾光片510之第三部分包括交替的高折射率層與低折射率層之全介電層。在此情況下，交替的高

折射率層與低折射率層分別為氧化鋯鈦層及二氧化矽層。雖然描述具有一組特定層厚度之濾光片510，但其他層厚度係可能的，且可與在圖5A中所展示不同。

【0039】 如在圖5B中且藉由圖表520及在圖5C中且藉由圖表530展示，濾光片510與相對於濾光片210的減小之角度偏移及色彩位移及相對於濾光片310改良之透射率相關聯。舉例而言，如在圖5B中藉由參考數字532展示，濾光片510與在大約500 nm下及在0度至50度之入射角下的大約80%之透射率相關聯，且對於在0度與50度之間的入射角下在大約460 nm與590 nm之間的頻譜範圍，與大於70%之透射率相關聯。類似地，如藉由參考數字534展示，對於在大約400 nm與大約1100 nm之間的頻譜範圍及在0度與50度之間的入射角，濾光片510與小於大約30 nm之角度偏移相關聯。

【0040】 如在圖5C中且藉由圖表530展示，提供濾光片510之CIE 1931色彩曲線。如藉由參考數字536展示，對於自0度入射角至50度入射角之位移，濾光片510與相對於濾光片210的減小之色彩位移相關聯。舉例而言，濾光片510與小於一臨限值（例如，小於0.2、小於0.1、小於0.05等）之一色彩位移相關聯。

【0041】 如上所指示，圖5A至圖5C僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖5A至圖5C所描述之內容。

【0042】 圖6A及圖6B為關於一組光學濾光片的特性之圖。圖6A及圖6B展示本文中描述的濾光片之特性之比較。

【0043】 如在圖6A中且藉由圖表600展示，提供濾光片210、濾光片310、濾光片410與濾光片510的截止波長之角度偏移之比較。在此情況下，濾光片410及濾光片510與在自0度至50度之每一入射角下截止波長相對於濾光片210之減小的角度偏移相關聯。舉例而言，在40度之入射角下，濾光片410與大

約18 nm之截止波長之角度偏移相關聯。類似地，在40度之入射角下，濾光片510與大約20 nm之截止波長之角度偏移相關聯。相比之下，在20度之入射角下，濾光片210與大約42 nm之截止波長的改變相關聯。

【0044】 如在圖6B中且藉由圖表610展示，提供濾光片210、濾光片310、濾光片410及濾光片510的大約420 nm至大約620 nm之頻譜範圍之通帶之平均透射率之比較。在此情況下，濾光片410及濾光片510與相對於濾光片310的改良之透射率相關聯。在自0度至50度之每一入射角下。舉例而言，在40度之入射角下，濾光片410及濾光片510分別與大約72%及大約75%之平均透射率相關聯。相比之下，在40度之入射角下，濾光片310與大約63%之平均透射率相關聯。

【0045】 如上所指示，圖6A及圖6B僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖6A及圖6B所描述之內容。

【0046】 圖7A至圖7G為關於一組光學濾光片的特性之圖。圖7A至圖7G展示本文中描述的濾光片之綠色類型之特性之比較。

【0047】 如圖7A中所展示，提供濾光片702之實例層疊。濾光片702可為包括二氧化矽（ SiO_2 ）與氧化鈮鈦（ NbTiO_5 ）之交替層的綠色濾光片。濾光片702可與氮化矽（ Si_3N_4 ）之進入介質及空氣之退出介質相關聯。濾光片702可為全介電類型之濾光片，且可類似於圖2A中展示之濾光片210。

【0048】 如圖7B中所展示，提供濾光片704之實例層疊。濾光片704可為包括氧化鈮鈦（ NbTiO_5 ）、氧化鋅（ ZnO ）及銀（ Ag ）之層、氮化矽（ Si_3N_4 ）之進入介質及空氣之退出介質的綠色濾光片。濾光片704可類似於圖3A中展示之濾光片310。

【0049】 如圖7C中所展示，提供濾光片706之實例層疊。濾光片706可為包括氧化鈮鈦（ NbTiO_5 ）、二氧化矽（ SiO_2 ）、氧化鋅（ ZnO ）及銀（ Ag ）之

層、氮化矽 (Si_3N_4) 之進入介質及空氣之退出介質的綠色濾光片。濾光片 706 可類似於圖 4A 中展示之濾光片 410。舉例而言，濾光片 706 可包括第一部分，諸如層 1 至 13，其包括交替的介電層；第二部分，諸如層 13 至 25，其包括交替的介電層及金屬層；及第三部分，諸如層 25 至 37，其包括交替的介電層。

【0050】 如在圖 7D 中且藉由圖表 708 及 710 展示，提供濾光片 702 之濾光片回應。舉例而言，濾光片 702 與在介於大約 450 nm 與大約 575 nm 之間的頻譜範圍下的針對自大約 0 度至大約 50 度之入射角 (AOI) 改變的在大約 50 nm 與大約 80 nm 之間的角度偏移相關聯。此外，濾光片 702 與自在大約 0 度之入射角下大約 100% 至在大約 50 度之入射角下大約 90% 的通帶中之峰值透射率之下降相關聯。此外，濾光片 702 與自大約 [0.08, 0.47] 至大約 [0.25, 0.69] 的 CIE 1931 色彩曲線中之色彩位移相關聯。

【0051】 如在圖 7E 中且藉由圖表 712 及 714 展示，提供濾光片 704 之濾光片回應。舉例而言，對於，濾光片 704 與在介於大約 450 nm 與大約 575 nm 之間的頻譜範圍下的針對自大約 0 度至大約 50 度之入射角 (AOI) 改變的在大約 25 nm 與大約 40 nm 之間的角度偏移相關聯。此外，濾光片 704 與自在大約 0 度之入射角下大約 72% 至在大約 50 度之入射角下大約 66% 的通帶中之峰值透射率之下降相關聯。此外，濾光片 704 與自大約 [0.17, 0.58] 至大約 [0.26, 0.63] 的 CIE 1931 色彩曲線中之色彩位移相關聯。

【0052】 如在圖 7F 中且藉由圖表 716 及 718 展示，提供濾光片 706 之濾光片回應。舉例而言，濾光片 706 與在介於大約 450 nm 與大約 575 nm 之間的頻譜範圍下的針對自大約 0 度至大約 50 度之入射角 (AOI) 改變的在大約 25 nm 與大約 40 nm 之間的角度偏移相關聯。此外，濾光片 706 與自在大約 0 度之入射角下大約 78% 至在大約 50 度之入射角下大約 70% 的通帶中之峰值透射率之下降相關聯。此外，濾光片 706 與自大約 [0.18, 0.62] 至大約 [0.26, 0.65] 的 CIE 1931 色彩曲

線中之色彩位移相關聯。以此方式，濾光片 706 與相對於濾光片 702 的減小之角度偏移及減小之色彩位移及相對於濾光片 704 的改良之透射率相關聯。

【0053】 如在圖 7G 中且藉由圖表 720 及 722 展示，分別針對濾光片 702、濾光片 704 及濾光片 706，提供中心波長的改變之比較及大約 510 nm 至大約 550 之通帶中的平均透射率之比較。如在圖表 720 中展示，對於大約 10 度至大約 50 度之入射角，濾光片 706 與相對於濾光片 702 的中心波長之減小之改變相關聯。如在圖表 722 中展示，對於大約 0 度至大約 50 度之入射角，相對於濾光片 704，濾光片 706 與通帶中的改良之平均透射率相關聯，且對於自大約 40 度至大約 50 度的通帶中之入射角，相對於濾光片 706，與改良之平均透射率相關聯。

【0054】 如上所指示，圖 7A 至圖 7G 僅作為實例提供。其他實例係可能的且可不同於關於圖 7A 至圖 7G 所描述之內容。

【0055】 以此方式，包括介電層之第一部分、混合介電質及金屬層之第二部分及介電層之第三部分的濾光片之利用提供具有相對於全介電濾光片或 LAS ITF 濾光片的減小之角度偏移及改良之透射率的濾光。基於減小角度偏移及改良透射率，由對準濾光片之感測元件獲得的資料之準確度相對於由對準另一類型之濾光片之感測元件獲得的資料之準確度得以改良。

【0056】 前述揭示內容提供說明及描述，但不意欲為詳盡的或將實施限於所揭示之精確形式。依據以上揭示內容，修改及變化係可能的，或修改及變化可自實施之實踐獲取。

【0057】 本文中結合臨限值描述一些實施。如本文中所使用，滿足臨限值可指值大於臨限值、多於臨限值、高於臨限值、大於或等於臨限值、小於臨限值、少於臨限值、低於臨限值、小於或等於臨限值、等於臨限值等。

【0058】 即使在申請專利範圍中敘述及/或在本說明書中揭示特徵之特定組合，此等組合仍不意欲限制可能實施之揭示內容。事實上，許多此等特徵可

按在申請專利範圍中未具體地敘述及/或本說明書中未具體地揭示之方式組合。儘管下文所列出之每一附屬項可直接取決於僅一個技術方案，但可能實施之揭示內容包括每一附屬項連同技術方案集合中之每一其他技術方案。

【0059】 本文中所使用之元件、動作或指令不應視為至關重要或必不可少的，除非如此明確地描述。又，如本文中所使用，詞「一（a及an）」意欲包括一或多個項，且可與「一或多個（one or more）」互換地使用。此外，如本文中所使用，術語「集合（set）」意欲包括一或多個項目（例如，相關項目、不相關項目、相關項目與不相關項目之組合等），且可與「一或多個」互換地使用。在僅意欲有一個項目之情況下，使用術語「一個（one）」或類似語言。又，如本文中所使用，術語「具有（has/have/having）」或類似者意欲為開放式術語。另外，除非另外明確地陳述，否則片語「基於」意欲意謂「至少部分地基於」。

【符號說明】

【0060】

100:實例實施

100':實例實施

100":實例實施

110:感測系統

120:光學濾光片結構/基板

130:光學濾光片

140:光學感測器/感測元件陣列

150:參考數字

150-1:輸入光學信號

150-2:輸入光學信號
160:參考數字/第一部分
170:參考數字/第二部分
180:參考數字/輸出電信號
200:圖表
210:濾光片
220:圖表
230:圖表
232:參考數字
300:圖表
310:濾光片
322:參考數字
324:參考數字
330:圖表
332:參考數字
400:圖表
410:濾光片
412:參考數字
414:參考數字
416:參考數字
420:圖表
430:圖表
432:參考數字
434:參考數字

436:參考數字

500:圖表

510:濾光片

512:參考數字

514:參考數字

516:參考數字

520:圖表

530:圖表

532:參考數字

534:參考數字

536:參考數字

600:圖表

610:圖表

702:濾光片

704:濾光片

706:濾光片

708:圖表

710:圖表

712:圖表

714:圖表

716:圖表

718:圖表

720:圖表

722:圖表

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種濾光片，所述濾光片包括：

第一多層，所述第一多層包含介電層，該介電層包含高折射率介電層及低折射率介電層；以及

第二多層，所述第二多層包含金屬層，該高折射率介電層、該低折射率介電層及該金屬層為交替的，

其中所述濾光片與自在大約0度之入射角下大約78%至在大約50度之入射角下大約70%的通帶中之峰值透射率之下降相關聯。

【請求項2】如請求項1所述之濾光片，其中所述濾光片與在介於大約450 nm與大約575 nm之間的頻譜範圍下的針對自大約0度至大約50度之入射角(AOI)改變的角度偏移相關聯。

【請求項3】如請求項2所述之濾光片，其中所述濾光片與針對自大約0度至大約50度之AOI改變的在大約25 nm與大約40 nm之間的角度偏移相關聯。

【請求項4】如請求項1所述之濾光片，其中所述第二多層還包括與所述金屬層交替的額外介電層。

【請求項5】如請求項1所述之濾光片，

其中所述介電層是第一交替介電層，並且

其中所述濾光片還包括：

第三多層，所述第三多層包括第二交替介電層。

【請求項6】如請求項1所述之濾光片，還包括：

氮化矽（ Si_3N_4 ）之進入介質。

【請求項7】如請求項1所述之濾光片，其中該高折射率介電層包括氧化鈮鈦（ NbTiO_5 ），且該低折射率介電層包括二氧化矽（ SiO_2 ）。

【請求項8】如請求項1所述之濾光片，其中所述濾光片與自大約[0.18,

第1頁，共 3 頁(發明申請專利範圍)

0.62]至大約[0.26, 0.65]的國際照明委員會(CIE)色彩曲線之色彩位移相關聯。

【請求項9】如請求項1所述之濾光片，其中所述濾光片與CIE 1931色彩曲線中之色彩位移相關聯。

【請求項10】一種濾光片，該濾光片包括：

第一部分，所述第一部分包括具有高折射率的第一介電層與具有低折射率的第二介電層交替；以及

第二部分，所述第二部分包括具有低折射率的第三介電層與金屬層交替，

其中所述濾光片還與自大約[0.18, 0.62]至大約[0.26, 0.65]的CIE色彩曲線之色彩位移相關聯。

【請求項11】如請求項10所述之濾光片，其中所述CIE色彩曲線是CIE 1931色彩曲線。

【請求項12】如請求項10所述之濾光片，其中所述濾光片與在介於大約450 nm與大約575 nm之間的頻譜範圍下的針對自大約0度至大約50度之入射角(AOI)改變的角度偏移相關聯。

【請求項13】如請求項10所述之濾光片，其中所述濾光片與自在大約0度之入射角下大約78%至在大約50度之入射角下大約70%的通帶中之峰值透射率之下降相關聯。

【請求項14】如請求項10所述之濾光片，

其中所述第一介電層包含氧化鈮鈦(NbTiO_5)之層；並且

其中所述第二介電層包含二氧化矽(SiO_2)之層。

【請求項15】如請求項10所述之濾光片，

其中所述第三介電層包括氧化鋅(ZnO)；並且

其中所述金屬層包括銀(Ag)之層。

【請求項16】如請求項10所述之濾光片，其進一步包括：

第2頁，共 3 頁(發明申請專利範圍)

第三部分，所述第三部分包括第四介電層與第五介電層交替，
其中所述第二部分在所述第一部分和所述第三部分之間。

【請求項17】如請求項16所述之濾光片，
其中所述第一介電層的材料與所述第四介電層的材料相同，並且
其中所述第二介電層的材料與所述第五介電層的材料相同。

【請求項18】一種濾光片，該濾光片包括：
第一部分，所述第一部分包括具有高折射率的第一介電層；
第二部分，所述第二部分包括具有低折射率的第二介電層與金屬層交替；
第三部分，所述第三部分包括具有低折射率的第三介電層，
其中所述第二部分在所述第一部分和所述第三部分之間，並且
其中所述濾光片與自大約78%至大約70%的通帶中之峰值透射率之下
降相關聯。

【請求項19】如請求項18所述之濾光片，其中在大約0度之入射角下之峰
值透射率之所述下降是大約78%。

【請求項20】如請求項18所述之濾光片，其中在大約50度之入射角下之峰
值透射率之所述下降是大約70%。

【發明圖式】

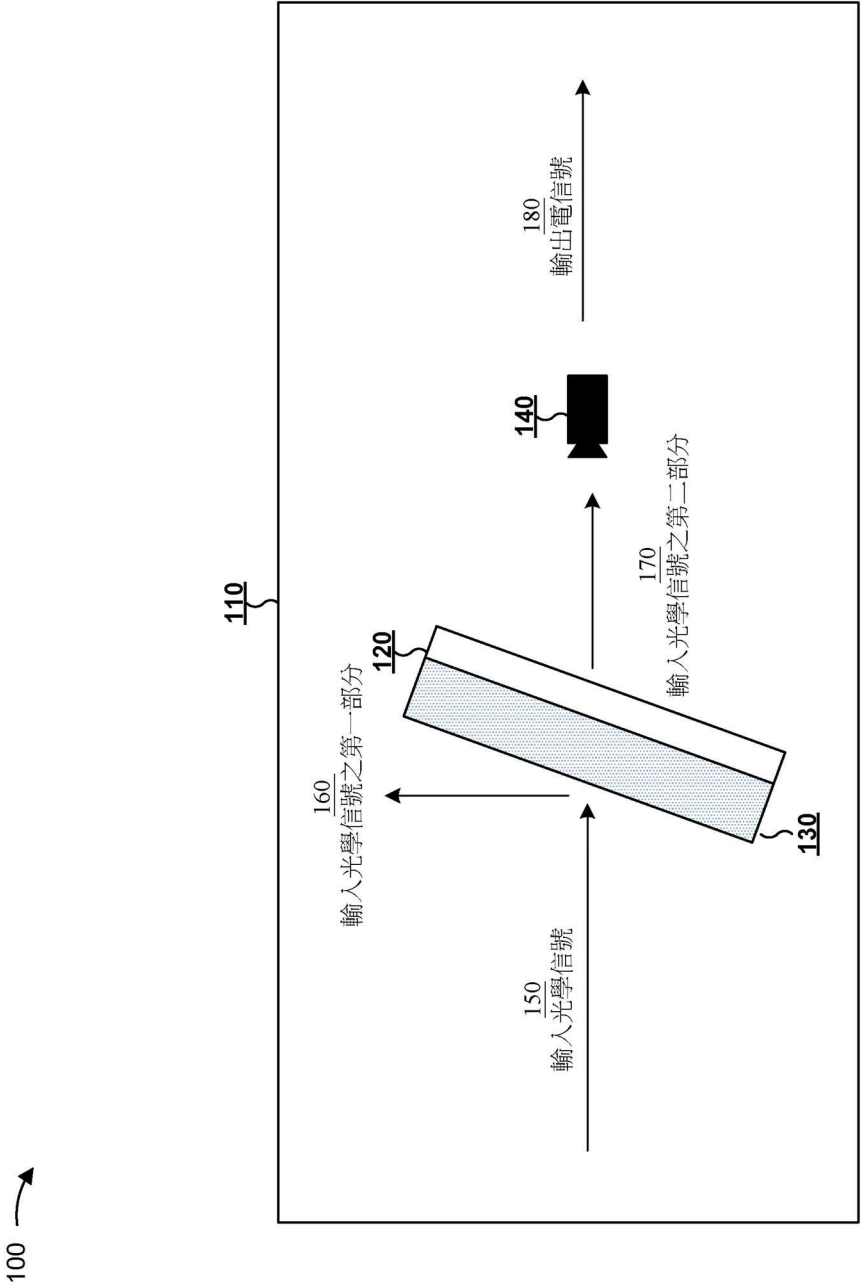


圖1A

100' →

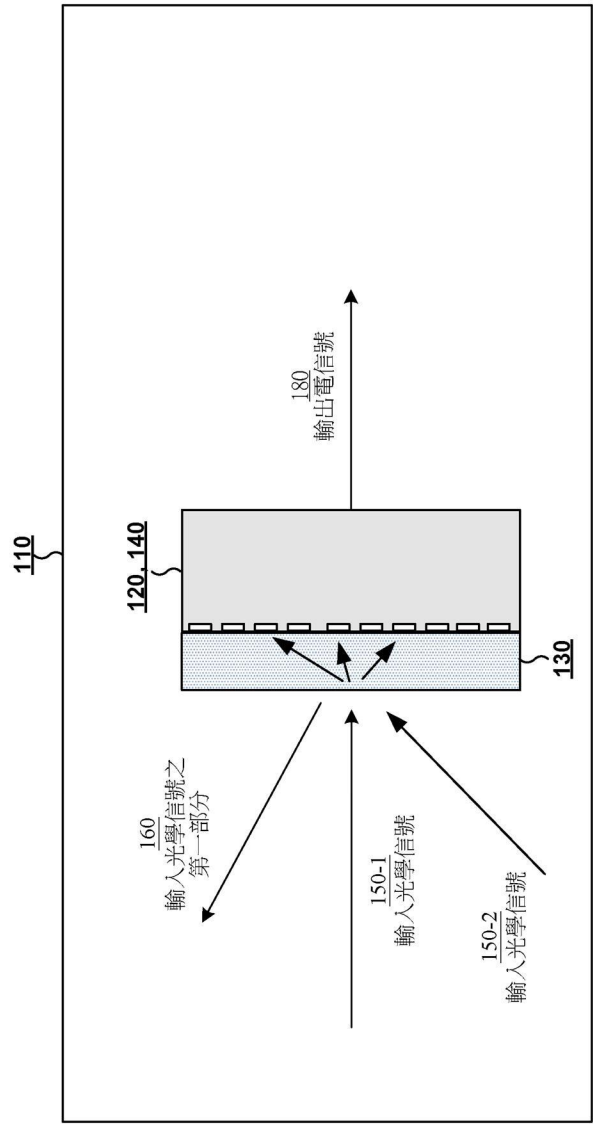


圖1B

100" →

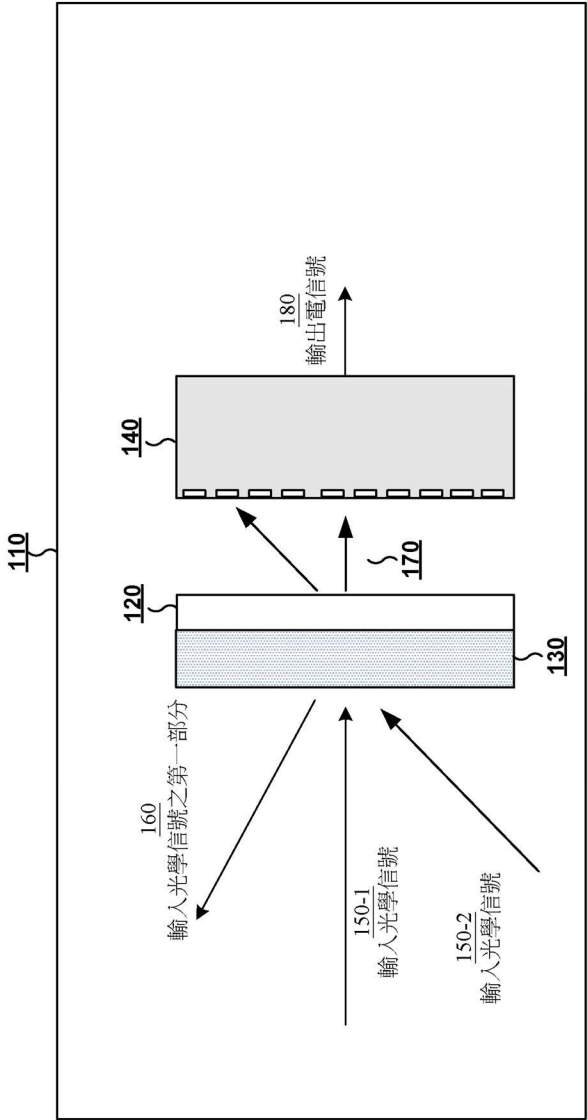


圖1C

200 

210 

層號	材料	厚度
基板	Si3N4	[nm]
1	NbTiO5	99.8
2	SiO2	172.1
3	NbTiO5	105.2
4	SiO2	180.5
5	NbTiO5	108.8
6	SiO2	178.8
7	NbTiO5	109.3
8	SiO2	180.7
9	NbTiO5	108.9
10	SiO2	180.7
11	NbTiO5	108.7
12	SiO2	179.3
13	NbTiO5	108.7
14	SiO2	178.3
15	NbTiO5	106.8
16	SiO2	175.7
17	NbTiO5	101.3
18	SiO2	160.0
19	NbTiO5	91.2
20	SiO2	160.3
21	NbTiO5	99.1
22	SiO2	164.0
23	NbTiO5	90.2
24	SiO2	144.1
25	NbTiO5	80.4
26	SiO2	137.6
27	NbTiO5	77.0
28	SiO2	135.3
29	NbTiO5	75.6
30	SiO2	134.9
31	NbTiO5	75.2
32	SiO2	134.1
33	NbTiO5	75.3
34	SiO2	134.0
35	NbTiO5	75.4
36	SiO2	134.3
37	NbTiO5	75.8
38	SiO2	134.8
39	NbTiO5	76.7
40	SiO2	137.2
41	NbTiO5	78.5
42	SiO2	142.5
43	NbTiO5	80.9
44	SiO2	70.5
退出介質	空氣	

圖2A

220 →

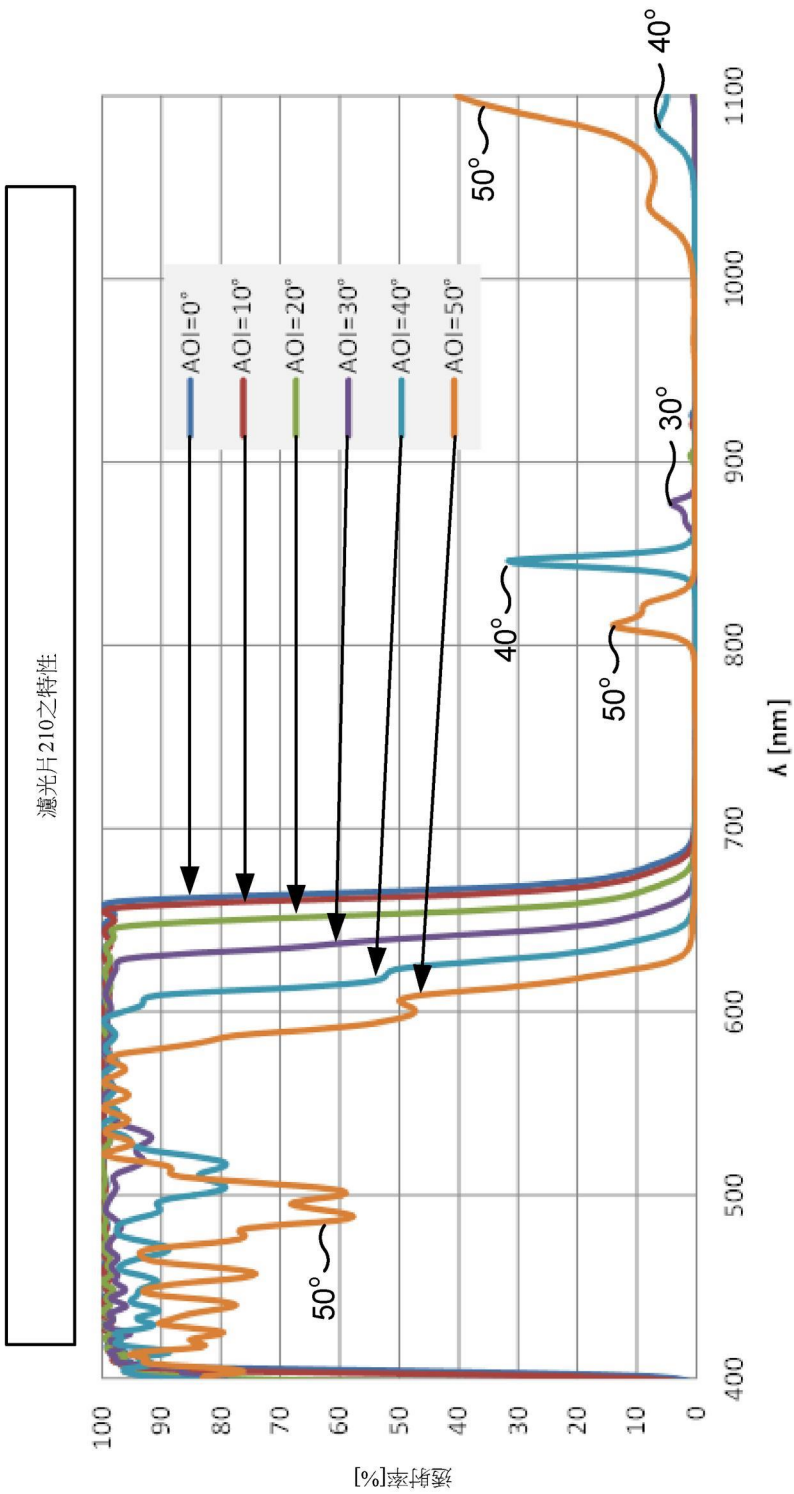


圖2B

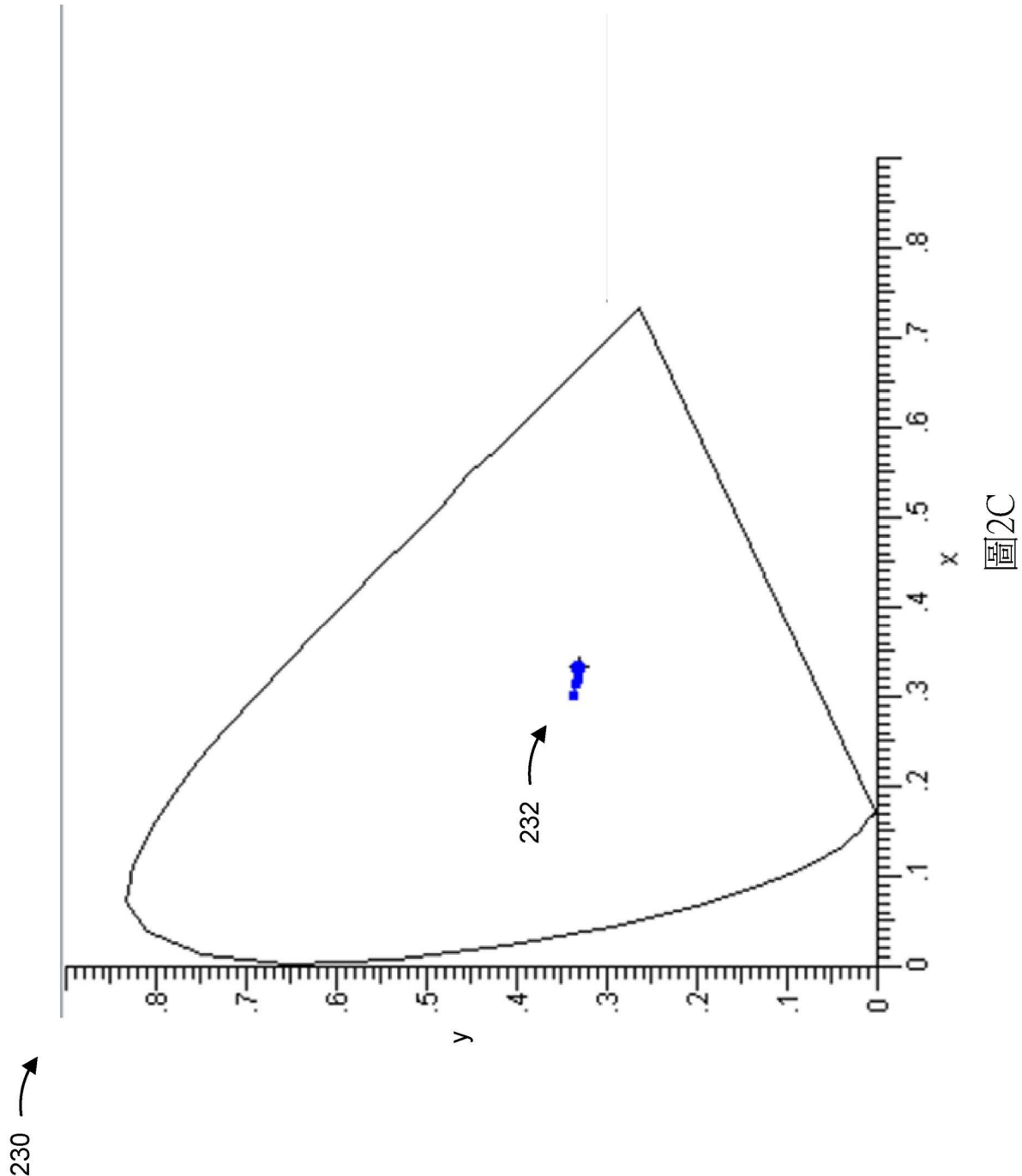


圖2C

300 

層號	材料	厚度
基板	Si3N4	[nm]
1	NbTiO5	28.0
2	ZnO	2.0
3	Ag	11.3
4	ZnO	2.0
5	NbTiO5	53.8
6	ZnO	2.0
7	Ag	15.8
8	ZnO	2.0
9	NbTiO5	53.1
10	ZnO	2.0
11	Ag	16.6
12	ZnO	2.0
13	NbTiO5	50.7
14	ZnO	2.0
15	Ag	10.2
16	ZnO	2.0
17	NbTiO5	132.1
退出介質	空氣	

310 

圖3A

300 →

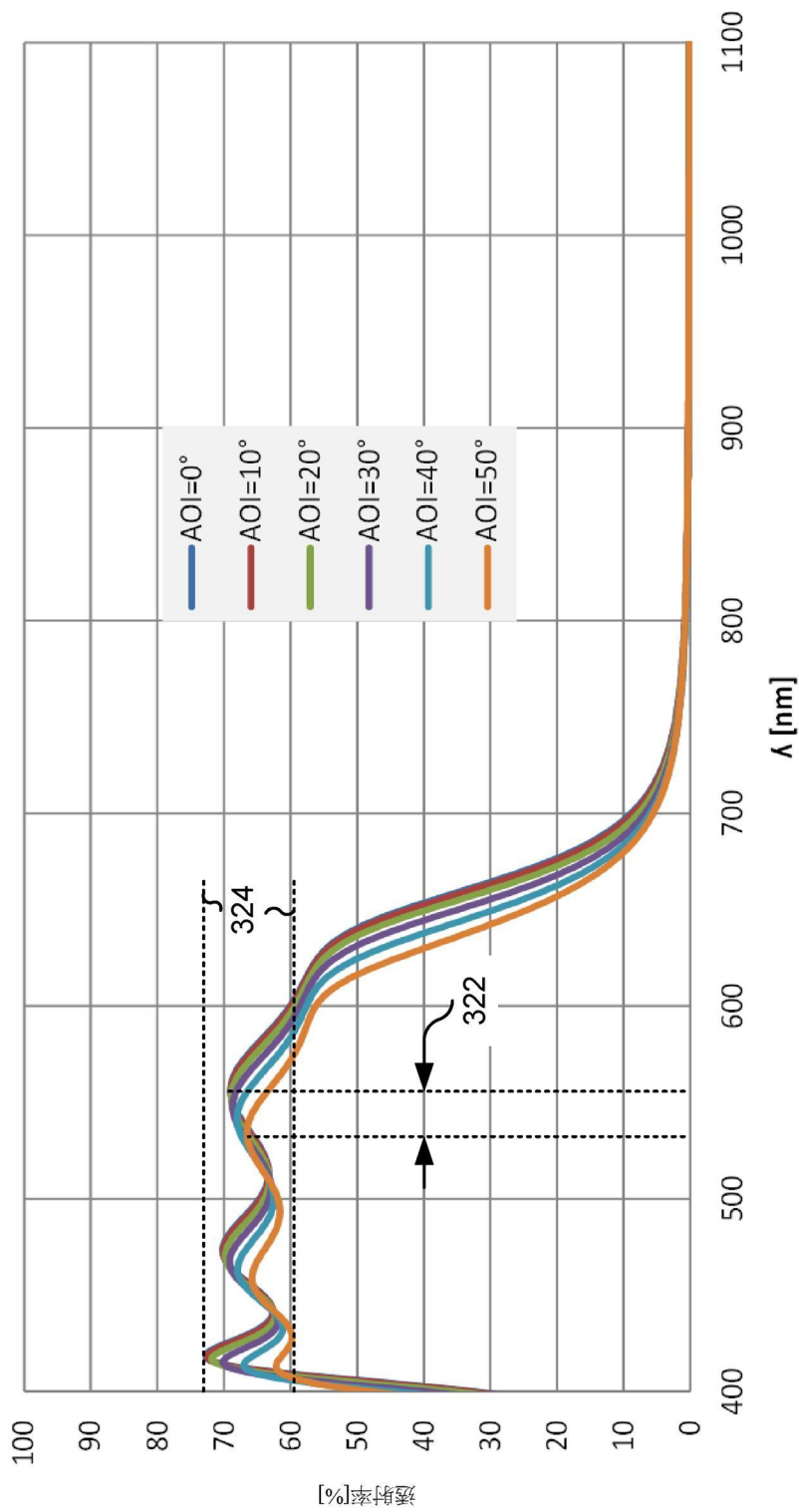


圖3B

330 →

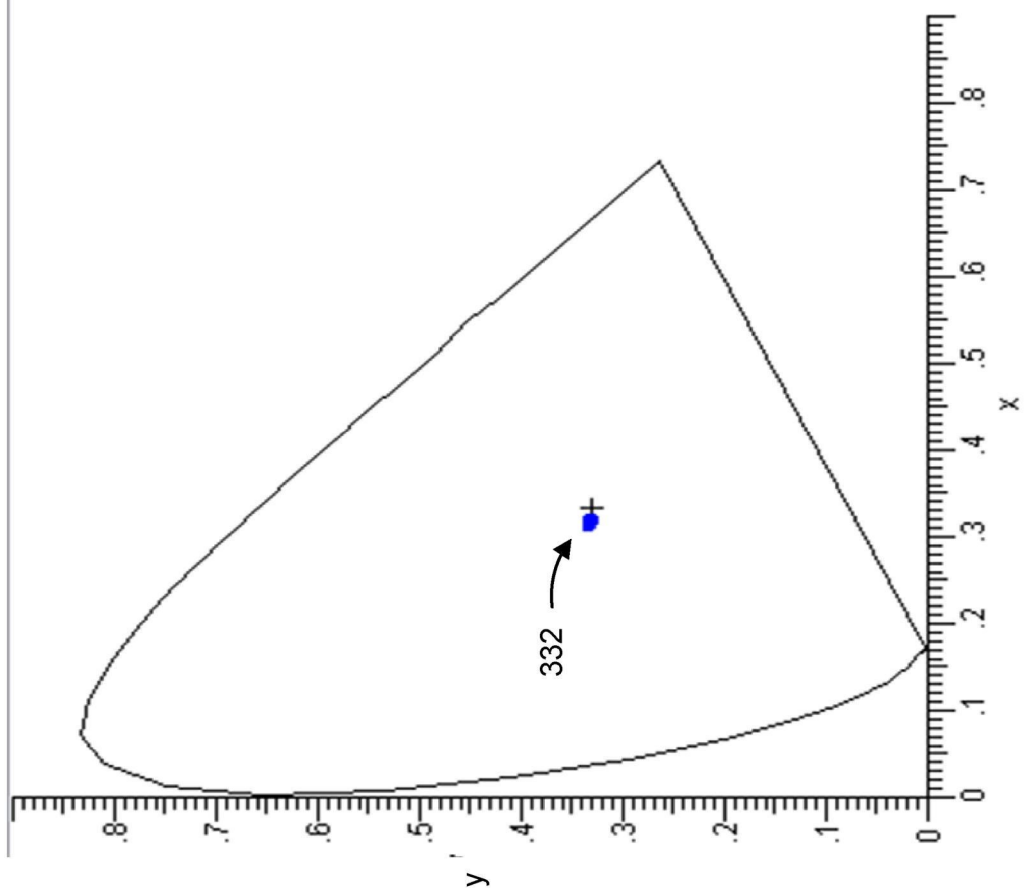


圖3C

400 →

層號	材料	厚度
基板	Si3N4	[nm]
1	NbTiO5	95.5
2	SiO2	48.3
3	NbTiO5	12.7
4	SiO2	63.3
5	NbTiO5	116.3
6	SiO2	25.2
7	NbTiO5	139.1
8	ZnO	2.0
9	Ag	9.9
10	ZnO	2.0
11	NbTiO5	51.9
12	ZnO	2.0
13	Ag	16.3
14	ZnO	2.0
15	NbTiO5	53.4
16	ZnO	2.0
17	Ag	15.8
18	ZnO	2.0
19	NbTiO5	53.1
20	ZnO	2.0
21	Ag	9.9
22	ZnO	2.0
23	NbTiO5	72.7
24	SiO2	1.7
25	NbTiO5	50.8
26	SiO2	164.1
27	NbTiO5	97.4
28	SiO2	58.8
29	NbTiO5	9.8
30	SiO2	59.2
31	NbTiO5	94.9
32	SiO2	76.6
退出介質	空氣	

410

412

414

416

圖4A

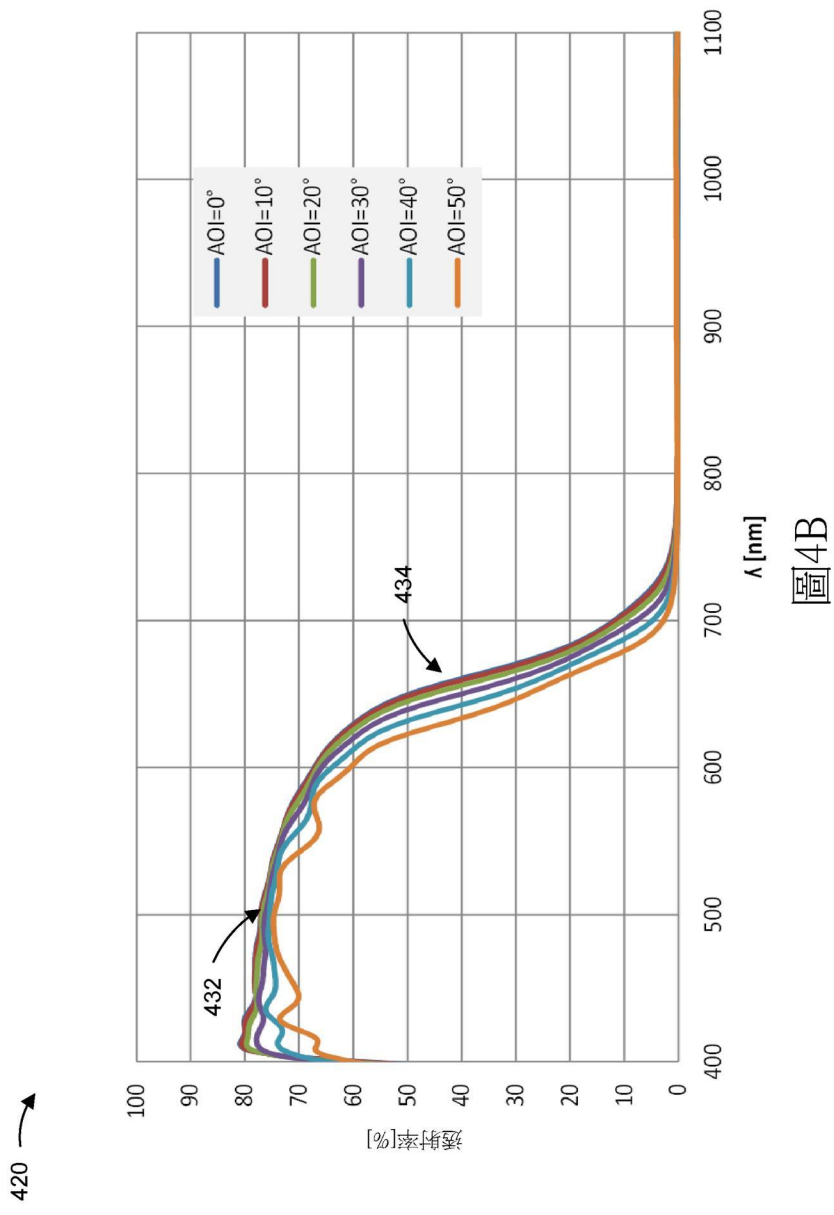


圖4B

430 →

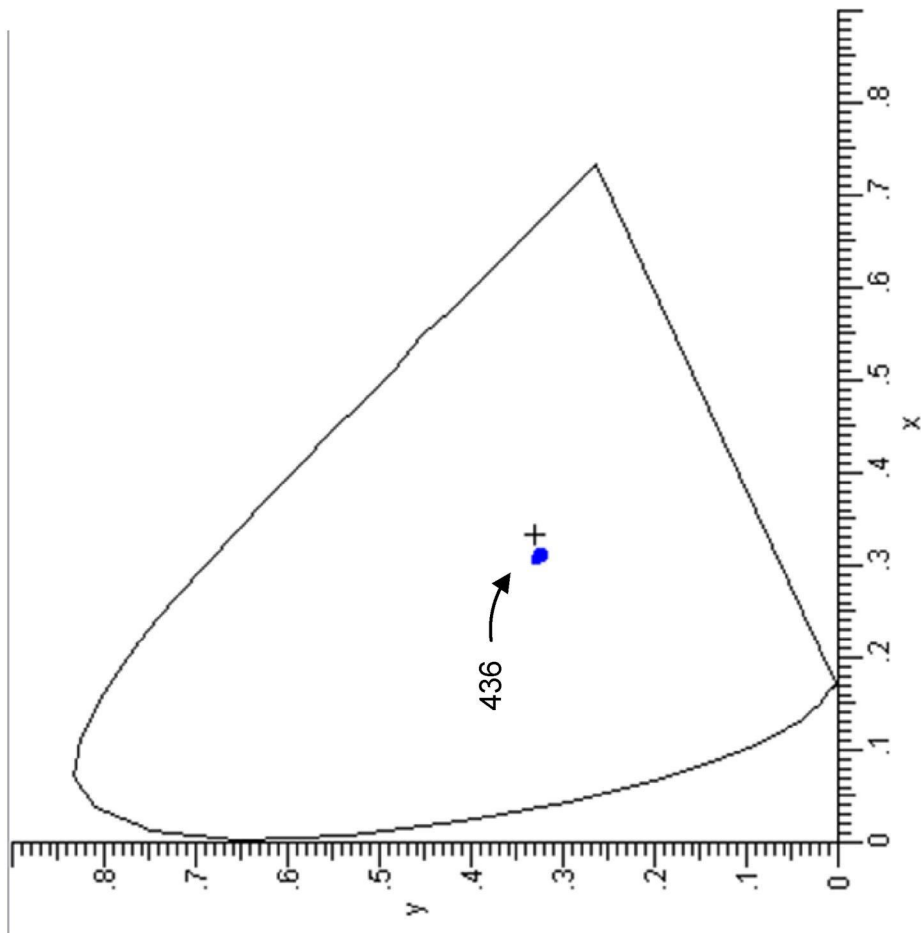


圖4C

500 →

層號	材料	厚度
基板	Si3N4	[nm]
1	SiO2	169.5
2	NbTiO5	95.1
3	SiO2	26.0
4	NbTiO5	19.0
5	SiO2	31.3
6	NbTiO5	94.4
7	SiO2	16.3
8	NbTiO5	22.2
9	SiO2	27.6
10	NbTiO5	134.2
11	ZnO	2.0
12	Ag	11.8
13	ZnO	2.0
15	NbTiO5	52.3
16	ZnO	2.0
17	Ag	15.5
18	ZnO	2.0
20	NbTiO5	53.1
21	ZnO	2.0
22	Ag	12.2
23	ZnO	2.0
25	NbTiO5	129.8
26	SiO2	161.0
27	NbTiO5	92.0
28	SiO2	159.2
29	NbTiO5	93.8
30	SiO2	73.5
退出介質	空氣	

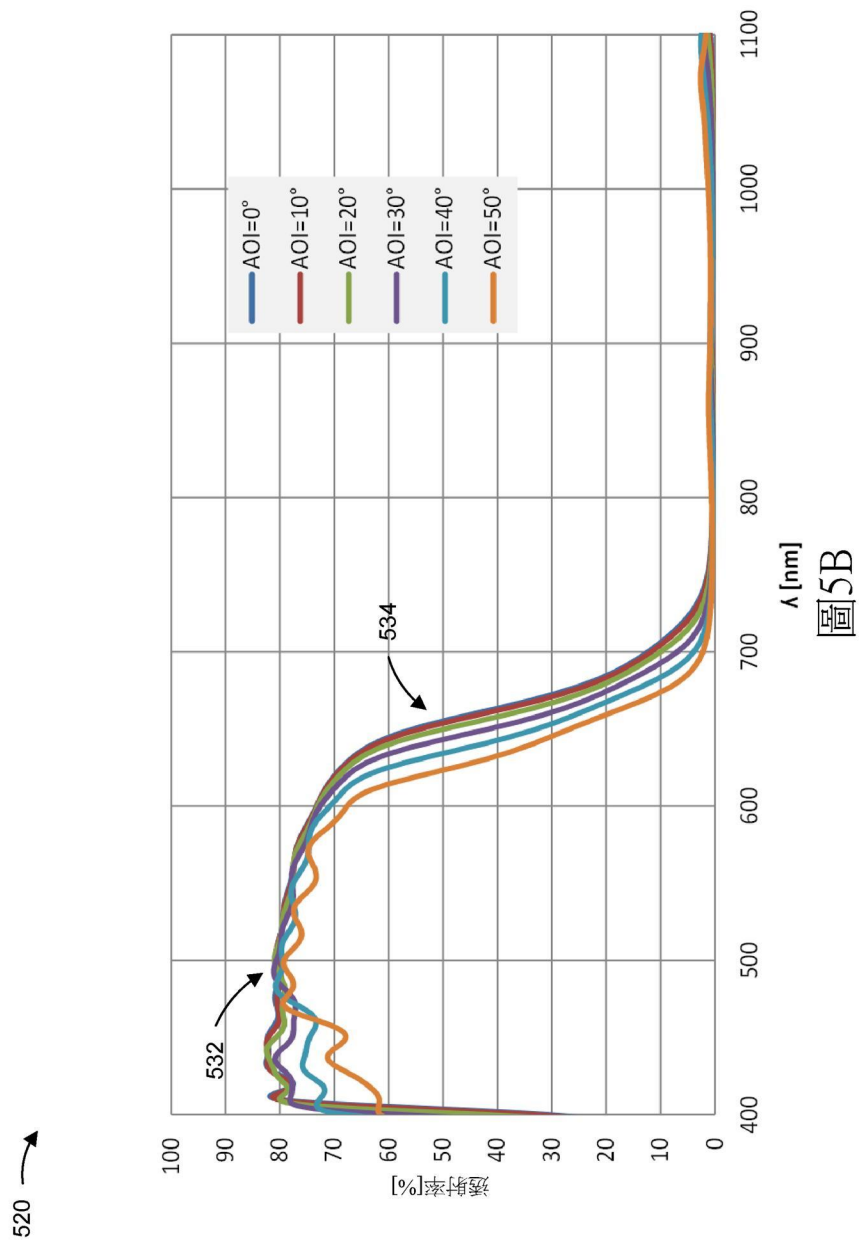
510 ~

512

514

516

圖5A



530 →

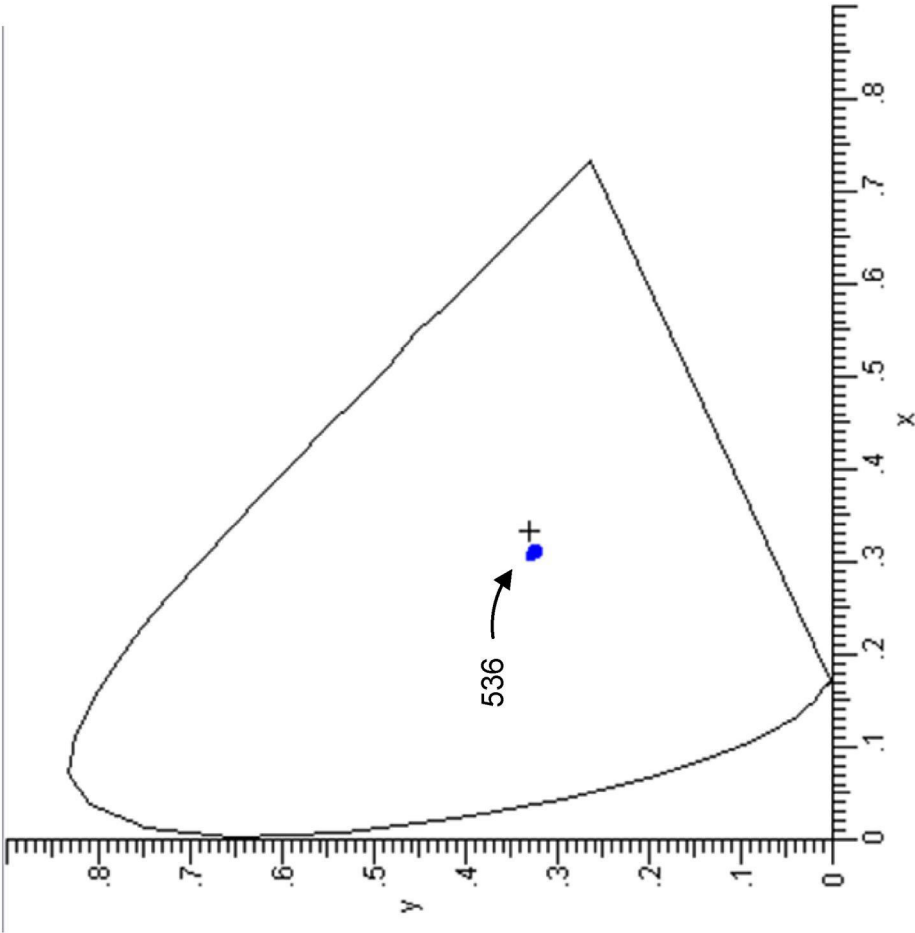


圖5C

600 ↗

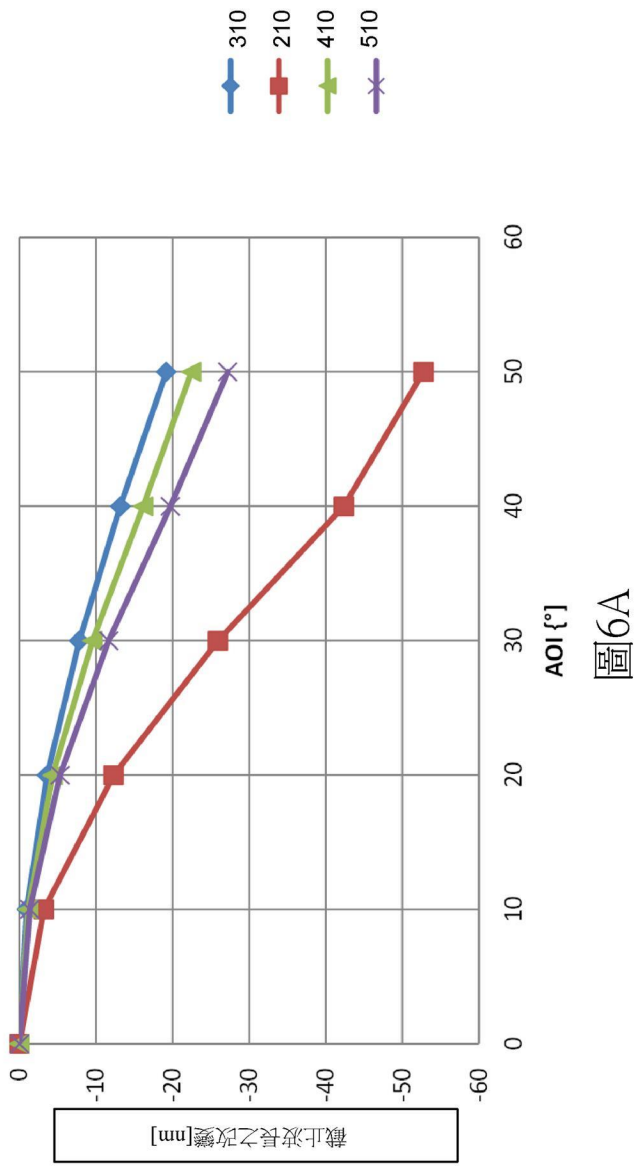
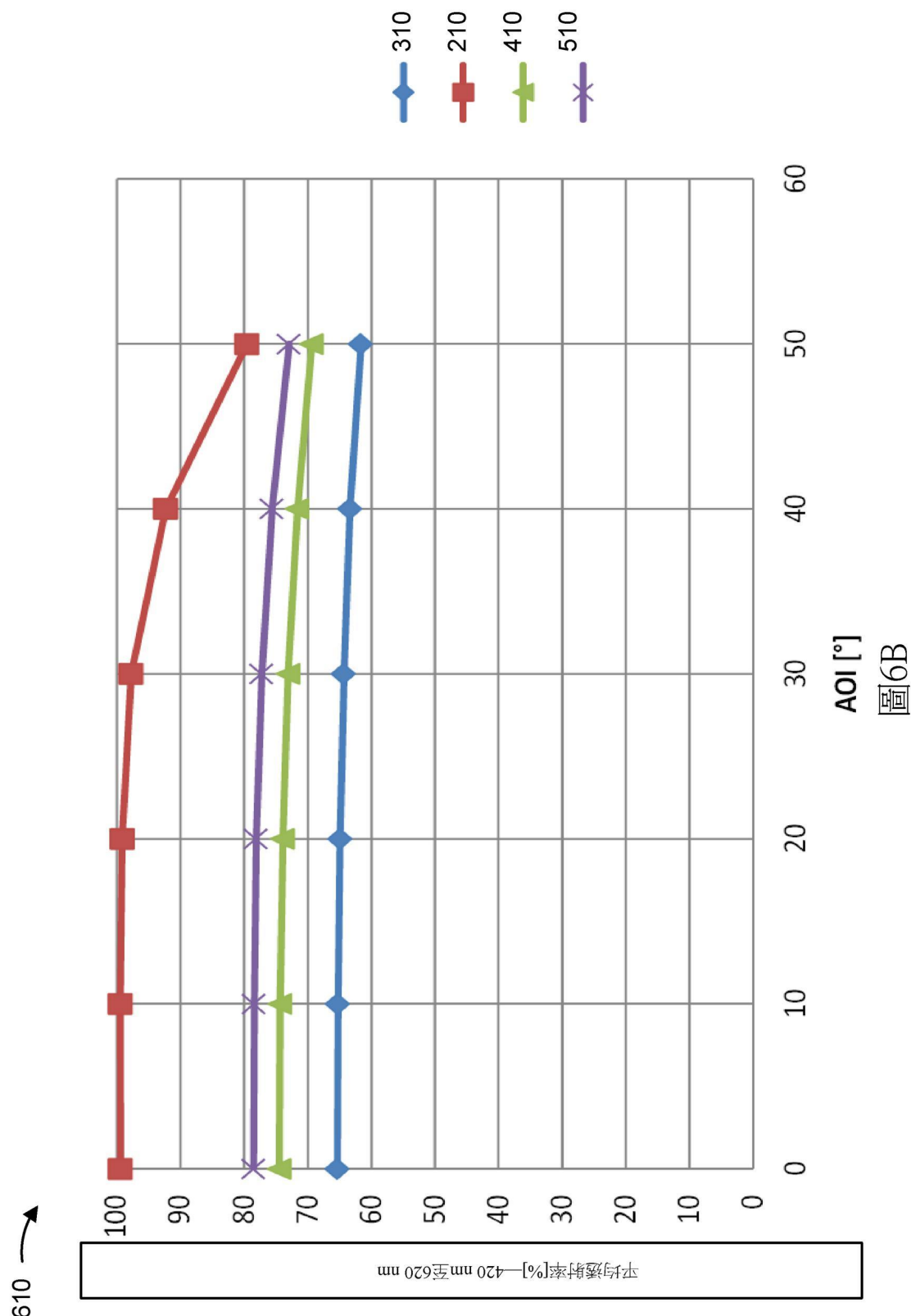


圖 6A



702 →

層號	材料	厚度
進入介質		[nm]
	Si3N4	
1	NbTiO5	101.3722
2	SiO2	178.5148
3	NbTiO5	121.1471
4	SiO2	188.9079
5	NbTiO5	123.6429
6	SiO2	199.0849
7	NbTiO5	120.7057
8	SiO2	163.2265
9	NbTiO5	104.3593
10	SiO2	184.6303
11	NbTiO5	113.9985
12	SiO2	189.0945
13	NbTiO5	103.5926
14	SiO2	184.4878
15	NbTiO5	100.8384
16	SiO2	181.5068
17	NbTiO5	119.5891
18	SiO2	166.8945
19	NbTiO5	108.9438
20	SiO2	162.7463
21	NbTiO5	96.59057
22	SiO2	158.4722
23	NbTiO5	102.0726
24	SiO2	135.7411
25	NbTiO5	75.75209
	● ● ●	
26	SiO2	153.1318
27	NbTiO5	77.12584
28	SiO2	165.8563
29	NbTiO5	89.27684
30	SiO2	133.718
31	NbTiO5	101.3882
32	SiO2	141.2259
33	NbTiO5	84.22379
34	SiO2	139.3229
35	NbTiO5	65.88022
36	SiO2	133.9357
37	NbTiO5	101.6078
38	SiO2	140.4364
39	NbTiO5	75.26797
40	SiO2	135.3618
41	NbTiO5	67.03955
42	SiO2	103.3118
43	NbTiO5	64.67312
44	SiO2	111.3177
45	NbTiO5	73.80789
46	SiO2	120.2145
47	NbTiO5	66.48728
48	SiO2	103.7685
49	NbTiO5	59.38034
50	SiO2	109.7655
	● ● ●	
51	NbTiO5	75.30574
52	SiO2	123.8606
53	NbTiO5	68.29442
54	SiO2	94.23718
55	NbTiO5	54.24409
56	SiO2	117.9016
57	NbTiO5	80.85207
58	SiO2	132.7389
59	NbTiO5	60.7634
60	SiO2	87.33624
61	NbTiO5	39.85941
62	SiO2	62.54093
63	NbTiO5	38.0491
64	SiO2	65.15651
65	NbTiO5	41.44068
66	SiO2	71.38425
67	NbTiO5	45.54467
68	SiO2	74.48081
69	NbTiO5	42.83867
70	SiO2	67.87901
71	NbTiO5	39.95208
72	SiO2	64.41866
73	NbTiO5	40.94706
74	SiO2	72.90298
75	NbTiO5	43.66155
	● ● ●	
76	SiO2	71.85895
77	NbTiO5	40.80151
78	SiO2	46.44424
79	NbTiO5	44.50196
80	SiO2	132.1424
退出介質 空氣		

圖7A

704 →

層號	材料	厚度
進入介質		[nm]
	Si3N4	
1	NbTiO5	49.9786
2	ZnO	2
3	Ag	25.1725
4	ZnO	2
5	NbTiO5	64.3768
6	ZnO	2
7	Ag	36.6817
8	ZnO	2
9	NbTiO5	176.9518
10	ZnO	2
11	Ag	20.5595
12	ZnO	2
13	NbTiO5	145.1848
退出介質	空氣	

圖7B

706 

層號	材料	厚度 [nm]
進入介質		
	Si3N4	
1	NbTiO5	32.9427
2	SiO2	40.51529
3	NbTiO5	5.6656
4	SiO2	128.8695
5	NbTiO5	89.03001
6	SiO2	64.89786
7	NbTiO5	30.79714
8	SiO2	52.48192
9	NbTiO5	29.5647
10	SiO2	71.12218
11	NbTiO5	73.74213
12	SiO2	69.43324
13	NbTiO5	48.11909
14	ZnO	2
15	Ag	20.12676
16	ZnO	2
17	NbTiO5	68.63259
18	ZnO	2
19	Ag	33.57801
20	ZnO	2
21	NbTiO5	172.4038
22	ZnO	2
23	Ag	20.21844
24	ZnO	2
25	NbTiO5	41.54023

● ● ●

圖7C

● ● ●

26	SiO2	32.23493
27	NbTiO5	60.32596
28	SiO2	31.36405
29	NbTiO5	42.88839
30	SiO2	61.04701
31	NbTiO5	103.1638
32	SiO2	34.28876
33	NbTiO5	43.06593
34	SiO2	27.94947
35	NbTiO5	107.891
36	SiO2	26.41392
37	NbTiO5	111.111
退出介質		空氣

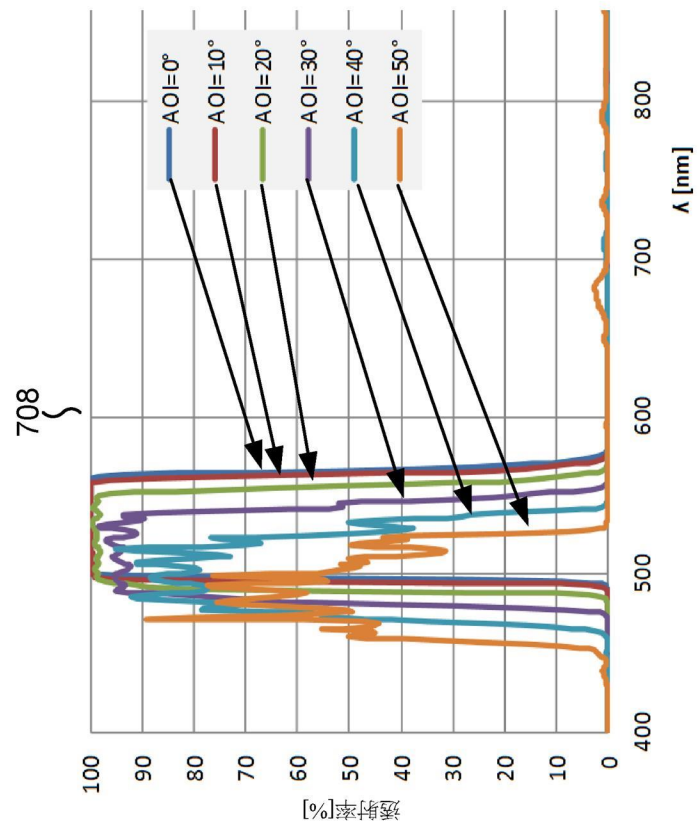
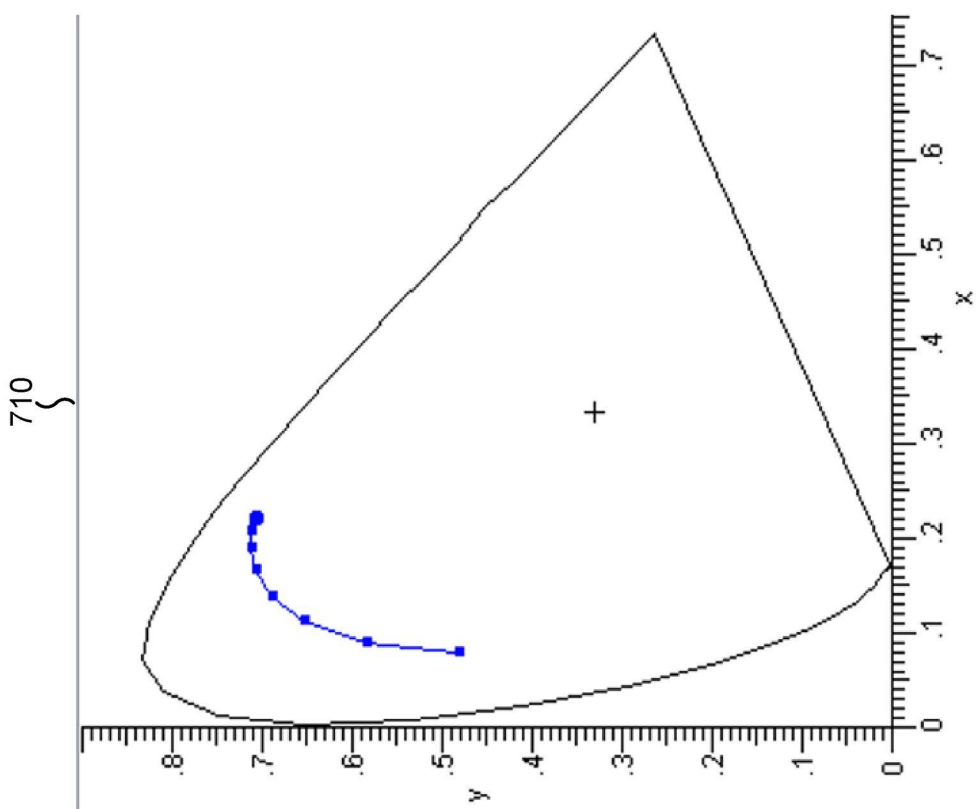


圖7D

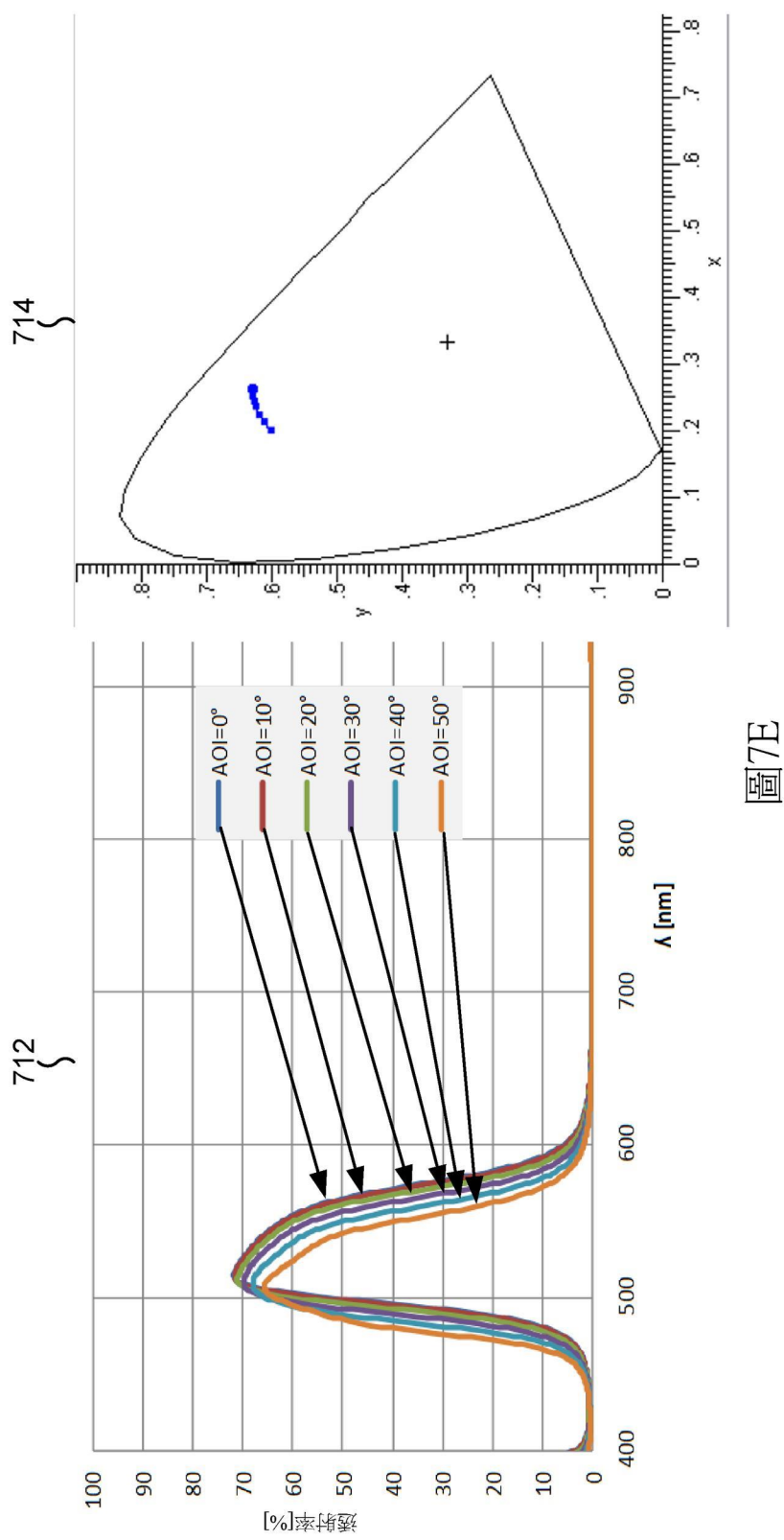


圖7E

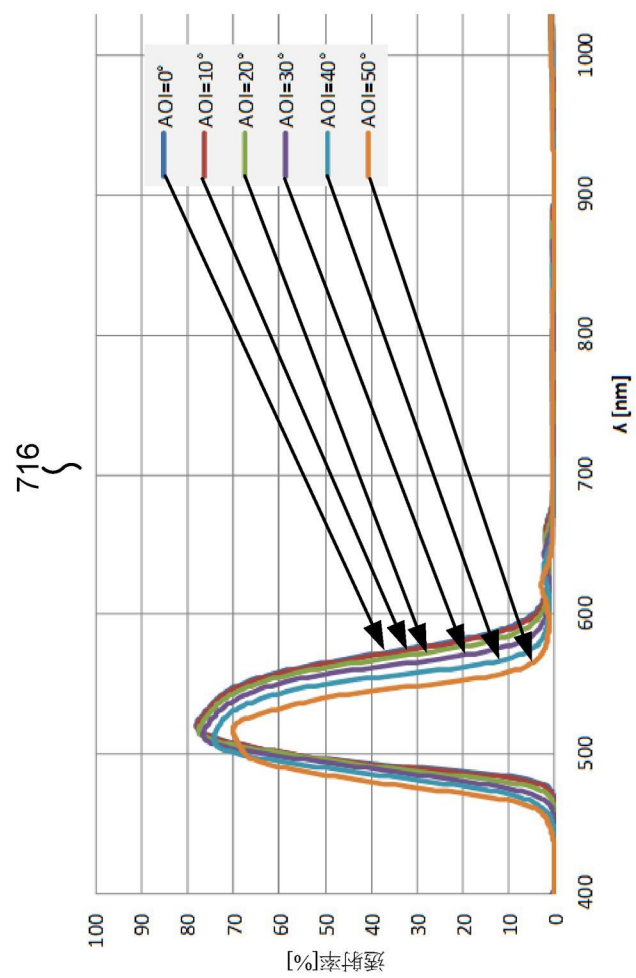
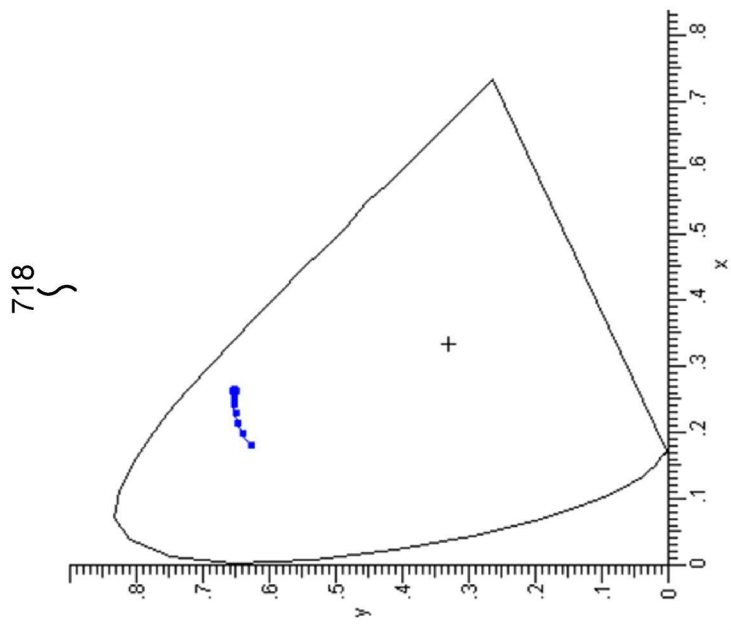


圖7F

700 →

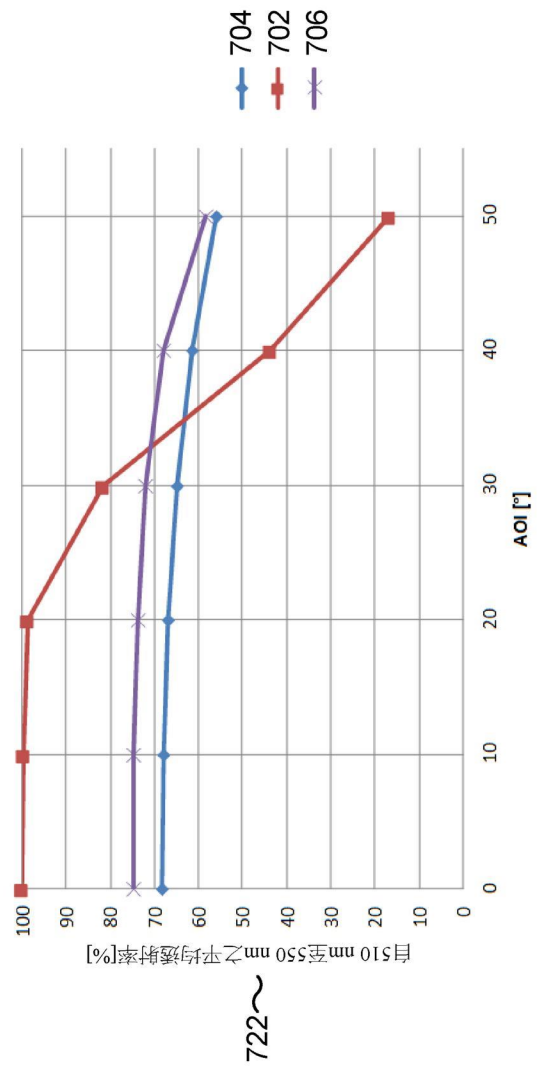
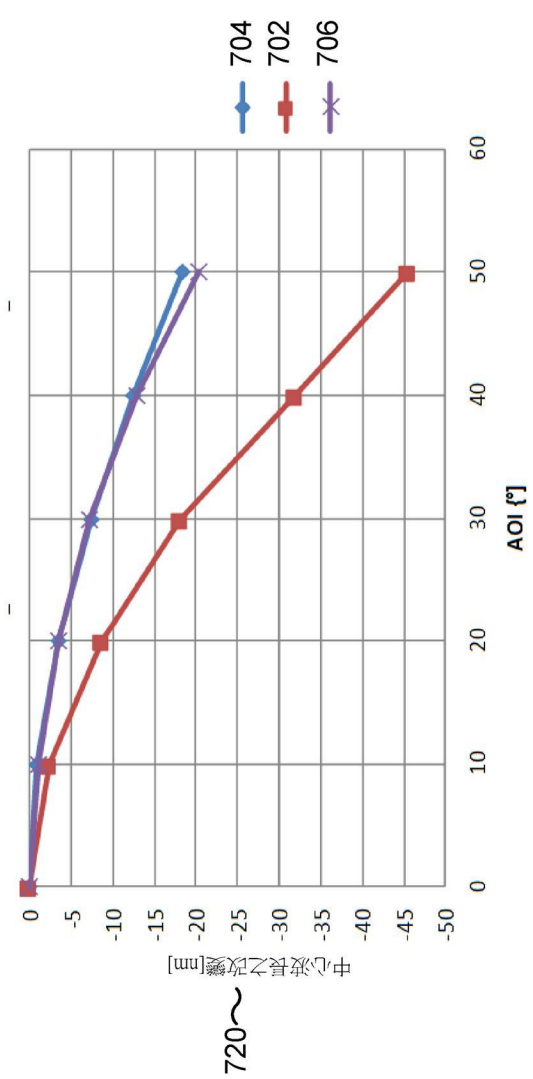


圖7G