



(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 I876082 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：110128548

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 03 日

(51)Int. Cl. : **B32B27/30 (2006.01)****B32B7/023 (2019.01)****G02B5/20 (2006.01)****G02F1/13357(2006.01)**

(30)優先權：2020/08/19 日本

2020-138751

(71)申請人：日商大日本印刷股份有限公司 (日本) DAI NIPPON PRINTING CO., LTD. (JP)
日本(72)發明人：中嶋達司 NAKAJIMA, TATSUJI (JP)；原田龍太郎 HARADA, RYUTARO (JP)；
坂本武士 SAKAMOTO, TAKESHI (JP)；田村修一 TAMURA, SHUICHI (JP)；春
木曉人 HARUKI, AKIHITO (JP)；山西祥多 YAMANISHI, SHOTA (JP)；安井涼
馬 YASUI, RYOMA (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 107817540A

JP WO2017/104332A1

JP 2019-171661A

審查人員：岑啟薇

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：10 共 69 頁

(54)名稱

障壁膜、以及使用其之波長轉換片材、背光及液晶顯示裝置

(57)摘要

本發明提供一種於應用於波長轉換片材時能夠抑制色調變化之障壁膜。

本發明之波長轉換片材用障壁膜係於透光性基材上依序具有無機氧化物層 A、有機被覆層 B、無機氧化物層 C、及有機被覆層 D，將上述無機氧化物層 A、上述有機被覆層 B、上述無機氧化物層 C 及上述有機被覆層 D 之折射率分別定義為 n_A 、 n_B 、 n_C 及 n_D ，將上述有機被覆層 B 及上述有機被覆層 D 之厚度分別定義為 t_B 及 t_D 時， n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D ，且下述式 1 所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為 2 ~ 13 之整數)。

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm} \quad (\text{式 1})$$



I876082

【發明摘要】

【中文發明名稱】

障壁膜、以及使用其之波長轉換片材、背光及液晶顯示裝置

【中文】

本發明提供一種於應用於波長轉換片材時能夠抑制色調變化之障壁膜。

本發明之波長轉換片材用障壁膜係於透光性基材上依序具有無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、及有機被覆層D，將上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C及上述有機被覆層D之折射率分別定義為 n_A 、 n_B 、 n_C 及 n_D ，將上述有機被覆層B及上述有機被覆層D之厚度分別定義為 t_B 及 t_D 時， n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D ，且下述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)。

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm} \quad (\text{式1})$$

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

障壁膜、以及使用其之波長轉換片材、背光及液晶顯示裝置

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種障壁膜、以及使用其之波長轉換片材、背光及液晶顯示裝置。

【先前技術】

【0002】 隨著攜帶用個人電腦等個人電腦之發展，液晶顯示裝置之需求增加。又，最近，家庭用液晶電視之普及率亦在提高，進而，智慧型手機、平板終端亦正在廣泛普及。因此，液晶顯示裝置之市場處於進一步擴大之狀況。

此種液晶顯示裝置通常包含具有彩色濾光片、液晶單元及背光之構成。又，液晶顯示裝置通常藉由利用液晶單元內之液晶層之快門功能來控制光之強弱，並利用彩色濾光片將各像素之顏色分成R、G、B之三原色進行顯示，從而顯示圖像。

【0003】 作為液晶顯示裝置之背光之光源，以往使用冷陰極管。但基於低耗電及省空間之觀點而言，將背光之光源由冷陰極管改換為LED(light-emitting diode，發光二極體)。

通常用作背光之光源的LED係使用將藍色LED與YAG(Yttrium Aluminum Garnet，鈮鋁石榴石)系黃色螢光體組合而成之被稱為白色LED者。該白色LED之發光波長之光譜分佈較寬，被稱為類白色。

【0004】 另一方面，近年來，亦進行使用量子點技術之背光之開發。量子點係指半導體之奈米尺寸之微粒子。

使用量子點之背光之基本構成係將產生一次光之光源(發出藍色光之藍色LED等)與量子點組合而成。

【0005】 量子點例如為奈米尺寸之化合物半導體微粒子，其包含：由CdSe核及ZnS殼構成之半導體微粒子；以及覆蓋殼之周邊之配體。量子點之粒徑小於化合物半導體之激子之波耳半徑，因此表現出量子封閉效應。因此，量子點之發光效率高於先前使用之以稀土類離子為活化劑之螢光體，能夠實現90%以上之高發光效率。

又，量子點之發光波長由如上所述量子化之化合物半導體微粒子之帶隙能決定，因此，藉由改變量子點之粒徑，能夠獲得任意之發光光譜。將該等量子點與藍色LED等組合而成之背光能夠以高發光效率實現高色純度(例如，參照專利文獻1～2)。

【0006】 量子點一方面具備上述優異特徵，另一方面存在容易受水分、氧等影響而劣化之問題。因此，較佳為利用障壁膜保護含量子點之層的兩側之面。

於專利文獻3及4中提出一種波長轉換片材，其利用具有基材、無機氧化物層及有機被覆層之障壁膜來保護含量子點之層。

先前技術文獻

專利文獻

【0007】 專利文獻1：國際公開第2012/132239號

專利文獻2：日本專利特開2015-18131號公報

專利文獻3：日本專利特開2019-126924號公報

專利文獻4：日本專利特開2020-19141號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0008】 但使用專利文獻3及4之波長轉換片材之液晶顯示裝置於連續使用期間，經常可見視認到色調與初始不同之圖像的情況。即，使用專利文獻3及4之波長轉換片材之液晶顯示裝置於將初始時點與任意時點比較時，經常可見色調顯著不同之情況。量子點之特徵在於提高色純度。因此，使用量子點之液晶顯示裝置之色調不穩定損害了液晶顯示裝置之特徵，為品質上極其重要之問題。

【0009】 鑒於上述問題，本發明之目的在於提供一種於應用於波長轉換片材時能夠抑制色調變化之障壁膜。又，本發明之目的在於提供一種使用上述障壁膜之波長轉換片材、背光及液晶顯示裝置。

[解決問題之技術手段]

【0010】 本發明人等為了解決上述課題而進行了銳意研究，結果發現，當應用有障壁膜之波長轉換片材暴露於高濕環境下時，障壁膜之有機被覆層膨潤，障壁膜之分光透射光譜之波形發生變化，從而使色調發生變化。

繼而，本發明人等進一步進行了銳意研究，結果發現考慮到背光之一次光之中心波長，而將構成障壁膜之有機被覆層之折射率及厚度設為特定關係，藉此能夠抑制應用有障壁膜之波長轉換片材等之色調變化。

【0011】 本發明提供以下之[1]至[18]。

[1]一種波長轉換片材用障壁膜，其於透光性基材上依序具有無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、及有機被覆層D，

將上述透光性基材、上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C、及上述有機被覆層D之折射率分別定義為 n_0 、 n_A 、 n_B 、

n_C 、及 n_D ，

將上述透光性基材、上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C、及上述有機被覆層D之厚度分別定義為 t_0 、 t_A 、 t_B 、 t_C 、及 t_D 時，

n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D ，且

上述無機氧化物層A與上述有機被覆層B之界面的反射率大於上述透光性基材與上述無機氧化物層A之界面的反射率，進而

下述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)：

(式1)

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}。$$

[2]如[1]中記載之障壁膜，其中上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

[3]如[1]中記載之障壁膜，其中上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \sim x + 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

【0012】 [4]如[1]中記載之障壁膜，其中

於上述有機被覆層D之與上述無機氧化物層C相反側具有底塗層E，
且

將上述底塗層E之折射率定義為 n_E ，將上述底塗層E之厚度定義為 t_E 時，

下述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為4~27之整數)：

(式2)

$$d_2 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm} + n_E \times t_E / 112.5 \text{ nm}。$$

[5]如[4]中記載之障壁膜，其中上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範

圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

[6]如[4]中記載之障壁膜，其中上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \sim y + 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

[7]如[4]至[6]中任一項中記載之障壁膜，其中 n_E/n_D 為0.95以上1.05以下。

[8]如[4]至[7]中任一項中記載之障壁膜，其中 t_E 為70 nm以上1000 nm以下。

【0013】 [9]如[1]至[8]中任一項中記載之障壁膜，其中 t_A 及 t_C 分別為6 nm以上25 nm以下。

[10]如[1]至[9]中任一項中記載之障壁膜，其中 t_B 及 t_D 分別為70 nm以上480 nm以下。

[11]如[1]至[10]中任一項中記載之障壁膜，其中 t_0 為5 μm 以上。

[12]如[1]至[11]中任一項中記載之障壁膜，其中上述無機氧化物層A及上述無機氧化物層C包含氧化鋁。

[13]如[1]至[12]中任一項中記載之障壁膜，其中上述有機被覆層B及上述有機被覆層D包含聚乙烯醇。

【0014】 [14]一種波長轉換片材，其具有：包含量子點的含量子點之層、及積層於上述含量子點之層之兩側的障壁膜，且以作為上述障壁膜之如[1]至[13]中任一項中記載之障壁膜的與透光性基材相反側之面朝向上述含量子點之層側的方式進行積層。

[15]如[14]中記載之波長轉換片材，其中上述障壁膜為如[1]至[3]中任一項中記載之障壁膜，上述障壁膜之與上述含量子點之層相接的層為上述有機被覆層D，將上述含量子點之層的折射率定義為 n_z 時，滿足下述(i-

1)：

$(i-1)n_D > n_Z$ 且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3～13之奇整數)。

[16]如[14]中記載之波長轉換片材，其中上述障壁膜為如[4]至[8]中任一項中記載之障壁膜，上述障壁膜之與上述含量子點之層相接的層為上述底塗層E，將上述含量子點之層的折射率定義為 n_Z 時，滿足下述(ii-1)：

(ii-1) $n_E > n_Z$ 且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

【0015】 [17]一種背光，其具備：發出一束光之至少1個光源、與上述光源相鄰配置的用於導光或擴散之光學板、及配置於上述光學板之光出射側之波長轉換片材，且上述波長轉換片材為如[14]至[16]中任一項中記載之波長轉換片材。

[18]一種液晶顯示裝置，其具備背光及液晶面板，且上述背光為如[17]中記載之背光。

[發明之效果]

【0016】 本發明之障壁膜、以及使用其之波長轉換片材、背光及液晶顯示裝置能夠抑制色調變化。

【圖式簡單說明】

【0017】 圖1係表示本發明之障壁膜之一實施方式的剖視圖。

圖2係表示本發明之障壁膜之另一實施方式的剖視圖。

圖3係表示本發明之波長轉換片材之一實施方式的剖視圖。

圖4係表示本發明之波長轉換片材之另一實施方式的剖視圖。

圖5係表示本發明之背光之一實施方式的剖視圖。

圖6係表示本發明之背光之另一實施方式的剖視圖。

圖7係表示實施例1之障壁膜之分光透過率的圖。

圖8係表示比較例1之障壁膜之分光透過率的圖。

圖9係表示自實施例1之障壁膜去除了底塗層的障壁膜之分光透過率的圖。

圖10係表示自比較例1之障壁膜去除了底塗層的障壁膜之分光透過率的圖。

【實施方式】

【0018】 以下，對本發明之實施方式進行說明。

再者，於本說明書中，「AA～BB」之記載係指AA以上BB以下。

又，於本說明書中，各層之折射率係指波長632.8 nm下之折射率。各層之折射率例如可藉由利用反射光度計測得的反射光譜與根據使用菲涅爾係數之多層薄膜之光學模型算出的反射光譜之擬合來算出。

【0019】 [障壁膜]

本發明之障壁膜係用於波長轉換片材者，其中

於透光性基材上依序具有無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、及有機被覆層D，

將上述透光性基材、上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C、及上述有機被覆層D之折射率分別定義為 n_0 、 n_A 、 n_B 、 n_C 、及 n_D ，

將上述透光性基材、上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C、及上述有機被覆層D之厚度分別定義為 t_0 、 t_A 、 t_B 、 t_C 、及 t_D 時，

n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D ，且

上述無機氧化物層A與上述有機被覆層B之界面的反射率大於上述透光性基材與上述無機氧化物層A之界面的反射率，進而，

下述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)。

(式1)

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}$$

【0020】圖1及圖2係表示本發明之障壁膜(100)之實施方式的剖視圖。圖1及圖2之障壁膜(100)於透光性基材(10)上依序具有無機氧化物層A(21)、有機被覆層B(31)、無機氧化物層C(22)、及有機被覆層D(32)。又，圖2之障壁膜(100)於有機被覆層D(32)之與無機氧化物層C(22)相反側具有底塗層E(40)。

【0021】 <透光性基材>

作為透光性基材，只要為應用於波長轉換片材時不會損害波長轉換片材之功能之樹脂膜即可，並無特別限制。

作為透光性基材，可例舉由選自聚酯、三乙醯纖維素(TAC)、二醋酸纖維素酯、醋酸丁酸纖維素、聚醯胺、聚醯亞胺、聚醚砜、聚砜、聚丙烯、聚甲基戊烯、聚氯乙烯、聚乙烯醇縮醛、聚醚酮、丙烯酸樹脂、聚碳酸酯、聚胺基甲酸酯及非晶質烯烴(COP(Cyclo-Olefin-Polymer，環烯烴聚合物))等中之1種以上之樹脂形成的樹脂膜。

該等樹脂膜之中，基於機械強度、尺寸穩定性及耐熱性之觀點而言，較佳為經延伸加工、尤其是經二軸延伸加工之聚酯膜。作為聚酯膜，可例舉聚對苯二甲酸乙二酯膜、聚萘二甲酸乙二酯膜等。

【0022】透光性基材可為樹脂膜之單層，亦可具有複數個樹脂膜。

於具有複數個樹脂膜之情形時，各樹脂膜可直接接著，亦可經由接著層而接著。

【0023】透光性基材之折射率 n_0 只要滿足「無機氧化物層A與有機被覆層B之界面的反射率大於透光性基材與無機氧化物層A之界面的反射率」之條件即可，並無特別限定，較佳為1.55以上1.70以下，更佳為1.57以上1.65以下，進而較佳為1.60以上1.65以下。例如，聚對苯二甲酸乙二酯膜之折射率為1.636。

為了容易滿足上述反射率之大小關係，較佳為以 n_A 與 n_B 之差之絕對值大於 n_0 與 n_A 之差之絕對值的方式選定透光性基材。

再者，於將 n_A 與 n_B 之差之絕對值定義為 Δn_{AB} ，並將 n_0 與 n_A 之差之絕對值定義為 Δn_{0A} 之情形時， $\Delta n_{AB} - \Delta n_{0A}$ 較佳為0.05以上，更佳為0.07以上。又， $\Delta n_{AB} - \Delta n_{0A}$ 之上限並無特別限定，較佳為0.20以下，較佳為0.15以下，進而較佳為0.12以下。

【0024】於本說明書中，任意2個層之界面的反射率 R 於將一個層之折射率定義為 n_1 並將另一個層之折射率定義為 n_2 時，由下述式i表示。

$$R(\%) = 100 \times (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2 \quad (\text{式i})$$

【0025】於透光性基材具有複數個樹脂膜之情形時，可將與無機氧化物層A相接之側之樹脂膜之折射率作為透光性基材之折射率，來算出透光性基材與無機氧化物層A之界面的反射率。

【0026】透光性基材之厚度 t_0 較佳為5 μm 以上，更佳為8 μm 以上，進而較佳為10 μm 以上。藉由將透光性基材之厚度設為5 μm 以上，能夠容易地使障壁膜之強度良好。又，藉由將透光性基材之厚度設為5 μm 以上，透光性基材之光程長度與可見光光線之波長相比足夠大，因此，能夠

容易地忽略透光性基材對障壁膜之分光透射光譜之波形造成的影響。

又，基於薄膜化及容易抑制水蒸氣及氧自端部滲入之觀點而言，透光性基材之厚度 t_0 較佳為200 μm 以下，更佳為150 μm 以下，更佳為100 μm 以下，更佳為50 μm 以下，更佳為25 μm 以下。

【0027】於本說明書中，透光性基材之厚度 t_0 等構成障壁膜之各層之厚度、以及含量子點之層的厚度例如可根據使用掃描式透射透過電子顯微鏡(STEM)拍攝之剖面圖像，測定20處之厚度，根據20處之值之平均值而算出。

【0028】於本說明書中，測定各層之厚度、分光透過率、全光線透過率、色調(Y_{xy} 表色系統之 x 值及 y 值)等各種參數時，若未作特別說明，則係於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍下進行測定。進而，測定各種參數前，將樣品於上述氛圍中暴露30分鐘以上。

【0029】再者，關於本說明書中所示之構成要件，於數值之上限選項及下限選項分別示出有複數個之情形時，可將選自上限選項中之一個與選自下限選項中之一個組合來作為數值範圍之實施方式。例如，於上述透光性基材之厚度 t_0 之情形時，可例舉5 μm 以上200 μm 以下、5 μm 以上25 μm 以下、8 μm 以上50 μm 以下、10 μm 以上50 μm 以下、10 μm 以上25 μm 以下等數值範圍之實施方式。

【0030】於以2片樹脂膜構成透光性基材之情形時，接近無機氧化物層A之側之第1樹脂膜之厚度較佳為5 μm 以上50 μm 以下，更佳為8 μm 以上25 μm 以下，進而較佳為10 μm 以上20 μm 以下。若第1樹脂膜為上述厚度，則能夠容易地使無機氧化物層之製造效率良好，並且能夠容易地使處理性良好。

又，遠離無機氧化物層A之側之第2樹脂膜之厚度較佳為5 μm 以上150 μm 以下，更佳為8 μm 以上100 μm 以下，進而較佳為10 μm 以上50 μm 以下。若第2樹脂膜為上述厚度，則能夠容易地使障壁膜之處理性及剛性之平衡良好。

於以2片樹脂膜構成透光性基材之情形時，可將2片樹脂膜經由接著層貼合之後形成無機氧化物層A等，亦可於第1樹脂膜上形成無機氧化物層A等後，將第2樹脂膜經由接著層貼合於第1樹脂膜之與無機氧化物層A等相反側之面。接著層之厚度較佳為3 μm 以上100 μm 以下，更佳為3 μm 以上50 μm 以下，進而較佳為4 μm 以上8 μm 以下。關於接著層，若厚度過薄，則存在發生塗敷不良之情況，若厚度過厚，則存在硬化不足之情況。

【0031】 透光性基材之JIS K7361-1：1997之全光線透過率較佳為80%以上，更佳為85%以上，進而較佳為87%以上。

【0032】 亦可預先對透光性基材之供設置無機氧化物層A之側之表面實施所需之表面處理，以提高密接性等。作為表面處理，例如可例舉電暈放電處理、臭氧處理、使用氧氣或氮氣等之低溫電漿處理、輝光放電處理、使用化學藥品等進行處理之氧化處理等。

【0033】 <無機氧化物層>

本發明之障壁膜具有無機氧化物層A及無機氧化物層C作為無機氧化物層。如此，藉由具有2層無機氧化物層，能夠使障壁膜對氧及水蒸氣之障壁性良好，而容易抑制量子點之劣化。又，若欲以1層無機氧化物層使障壁性良好，則無機氧化物層之厚度變厚，無機氧化物層容易產生龜裂，因此，難以長期使障壁性良好。但，藉由設為2層無機氧化物層，能夠抑制各無機氧化物層之厚度變厚，不易產生龜裂，容易長期使障壁性良好。

再者，存在即便減薄無機氧化物層之厚度亦會產生龜裂或針孔之情況。但，即便2層無機氧化物層分別產生龜裂或針孔，只要龜裂或針孔之位置於面方向上不一致，就能夠以積層體方式賦予特定障壁性。即，藉由設為2層無機氧化物層，即便於無機氧化物層產生龜裂或針孔之情形時，亦容易賦予特定障壁性，故而較佳。

【0034】關於本發明之障壁膜，於將無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、及有機被覆層D之折射率分別定義為 n_A 、 n_B 、 n_C 、及 n_D 時， n_A 及 n_C 須大於 n_B 及 n_D 。

折射率較大之無機氧化物層有障壁性良好之傾向。因此，藉由使用 n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D 者作為無機氧化物層A及無機氧化物層C，能夠使障壁膜之障壁性良好，而容易抑制量子點之劣化。又，藉由使用 n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D 者作為無機氧化物層A及無機氧化物層C，即便減薄無機氧化物層之厚度，亦容易賦予特定障壁性，因此，能夠容易地將無機氧化物層薄膜化至幾乎不會對障壁膜之分光透射光譜之波形造成影響之水準。

【0035】無機氧化物層A及無機氧化物層C可例示包含選自氧化鋁、氧化鎂、及氧化銦錫(ITO)中之1種或該等之混合物之層。

【0036】基於充分之障壁性、透明性及生產性等之觀點而言，無機氧化物層A及無機氧化物層C較佳為包含氧化鋁之層。又，無機氧化物層A及無機氧化物層C中之氧化鋁之含有比率以質量基準計，較佳為80質量%以上，更佳為90質量%以上，進而較佳為95質量%以上。

【0037】無機氧化物層A之折射率 n_A 及無機氧化物層C之折射率 n_C 各者之下限較佳為1.65以上，更佳為1.70以上，進而較佳為1.73以上。又， n_A 及 n_C 之上限較佳為1.90以下，較佳為1.86以下，更佳為1.82以下，

進而較佳為1.80以下。

藉由將 n_A 及 n_C 設為上述範圍，能夠容易地使無機氧化物層A及無機氧化物層C之障壁性及透明性良好，且容易滿足「無機氧化物層A與有機被覆層B之界面的反射率大於透光性基材與無機氧化物層A之界面的反射率」之條件。

【0038】 折射率 n_A 與折射率 n_C 較佳為大致相同。具體而言， n_A/n_C 較佳為0.98以上1.02以下，更佳為0.99以上1.01以下，進而較佳為1.00。

【0039】 無機氧化物層A之厚度 t_A 、及無機氧化物層C之厚度 t_C 各者之下限較佳為6 nm以上，更佳為7 nm以上。藉由將 t_A 及 t_C 設為6 nm以上，能夠容易地使障壁性良好。

又， t_A 及 t_C 各者之上限較佳為25 nm以下，更佳為20 nm以下，更佳為15 nm以下，更佳為12 nm以下，更佳為10 nm以下。藉由將 t_A 及 t_C 設為25 nm以下，能夠容易地抑制無機氧化物層A及無機氧化物層C產生損傷及龜裂。又， t_A 及 t_C 越薄，則越能夠容易地將無機氧化物層A及無機氧化物層C對障壁膜之分光透射光譜之波形造成的影響減輕至能夠忽略之水準(基於分光透射光譜之波形之觀點而言，無機氧化物層A及無機氧化物層C之厚度較佳為12 nm以下，更佳為10 nm以下)。

【0040】 t_A 與 t_C 可為不同之值，較佳為大致相同。 t_A 與 t_C 大致相同係指 t_A/t_C 為0.95以上1.05以下，較佳為0.97以上1.03以下，更佳為0.99以上1.01以下。

【0041】 無機氧化物層例如可藉由真空蒸鍍法、濺鍍法、及離子鍍覆法等物理氣相生長法、或電漿化學氣相生長法、熱化學氣相生長法、及光化學氣相生長法等化學氣相生長法等來形成。其中，較佳為蒸鍍速度

快、生產性良好之真空蒸鍍法。

【0042】 <有機被覆層>

本發明之障壁膜具有有機被覆層B及有機被覆層D作為有機被覆層。藉由與無機氧化物層並用地具有有機被覆層，能夠使障壁膜之障壁性良好，而容易抑制量子點之劣化。又，有機被覆層與無機氧化物層相比，可撓性良好，因此，利用有機被覆層B及有機被覆層D，能夠容易地抑制無機氧化物層A及無機氧化物層C產生損傷及龜裂。

【0043】 有機被覆層B及有機被覆層D較佳為包含選自水溶性高分子及金屬烷氧化物系化合物中之1種以上。又，有機被覆層B及有機被覆層D更佳為包含水溶性高分子及金屬烷氧化物系化合物中選自水溶性高分子中之1種以上，進而較佳為包含選自水溶性高分子中之1種以上、及選自金屬烷氧化物系化合物中之1種以上。

【0044】 作為水溶性高分子，可例舉聚乙烯醇、聚乙烯吡咯啉酮、及乙烯-乙醇共聚物等。其中，基於障壁性之觀點而言，較佳為聚乙烯醇及乙烯-乙醇共聚物，更佳為聚乙烯醇。即，有機被覆層B及有機被覆層D較佳為包含選自聚乙烯醇及乙烯-乙醇共聚物中之1種以上，更佳為包含聚乙烯醇。

【0045】 於有機被覆層B及有機被覆層D含有水溶性高分子及金屬烷氧化物系化合物之情形時，相對於金屬烷氧化物系化合物之合計量100質量份，水溶性高分子之含量較佳為5質量份以上500質量份以下，更佳為7質量份以上100質量份以下，進而較佳為8質量份以上50質量份以下。

【0046】 作為金屬烷氧化物系化合物，可例舉金屬烷氧化物、金屬烷氧化物水解物及金屬烷氧化物聚合物。

金屬烷氧化物係通式 $M(OR)_n$ 所表示之化合物。式中， M 表示Si、Ti、Al及Zr等金屬， R 表示甲基及乙基等烷基。作為金屬烷氧化物之具體例，可例舉四甲氧基矽烷、四乙氧基矽烷及異丙氧基鋁等。

【0047】 有機被覆層例如可藉由將包含構成有機被覆層之成分之塗佈液塗佈於無機氧化物層上並加以乾燥而形成。上述塗佈液中亦可含有矽烷偶合劑、硬化劑及分散劑等添加劑。

【0048】 有機被覆層B之折射率 n_B 及有機被覆層D之折射率 n_D 各者之下限較佳為1.45以上，更佳為1.50以上，進而較佳為1.52以上。又， n_B 及 n_D 之上限分別較佳為1.64以下，更佳為1.60以下，進而較佳為1.57以下。

【0049】 折射率 n_B 與折射率 n_D 較佳為大致相同。具體而言， n_B/n_D 較佳為0.98以上1.02以下，更佳為0.99以上1.01以下，進而較佳為1.00。

【0050】 有機被覆層B之厚度 t_B 、及有機被覆層D之厚度 t_D 各者之下限較佳為70 nm以上，更佳為85 nm以上，進而較佳為100 nm以上。藉由將 t_B 及 t_D 設為70 nm以上，能夠容易地使障壁性良好。

又， t_B 及 t_D 各者之上限較佳為480 nm以下，更佳為400 nm以下，更佳為300 nm以下，更佳為230 nm以下，更佳為195 nm以下。藉由將 t_B 及 t_D 設為480 nm以下，能夠將障壁膜薄膜化，並且能夠抑制有機被覆層B及有機被覆層D之過度膨潤，更容易發揮滿足式1及式2時之效果。又，若 t_B 及 t_D 過厚，則存在塗佈有機被覆層並加以乾燥時所產生之應力變大，上述應力使無機氧化物層產生龜裂，而使障壁性降低的情況。因此，藉由將 t_B 及 t_D 設為480 nm以下，能夠容易地使初始障壁性良好。

作為 t_B 及 t_D 之範圍之實施方式，例如可例舉70 nm以上480 nm以下、

70 nm以上400 nm以下、70 nm以上300 nm以下、70 nm以上230 nm以下、70 nm以上195 nm以下、85 nm以上480 nm以下、85 nm以上400 nm以下、85 nm以上300 nm以下、85 nm以上230 nm以下、85 nm以上195 nm以下、100 nm以上480 nm以下、100 nm以上400 nm以下、100 nm以上300 nm以下、100 nm以上230 nm以下、100 nm以上195 nm以下。

【0051】 t_B 與 t_D 可為不同之值，較佳為大致相同。 t_B 與 t_D 大致相同係指 t_B/t_D 為0.95以上1.05以下，較佳為0.97以上1.03以下，更佳為0.99以上1.01以下。

【0052】 < 折射率及式1 >

本發明之障壁膜須 n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D ，且

上述無機氧化物層A與上述有機被覆層B之界面的反射率大於上述透光性基材與上述無機氧化物層A之界面的反射率，進而，

下述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)。

(式1)

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}$$

【0053】 上述式1所表示之 d_1 較佳為顯示 $x \pm 0.07$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)，更佳為顯示 $x \pm 0.05$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)，進而較佳為顯示 $x \pm 0.03$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)，進而更佳為顯示 $x \pm 0.01$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)。

又，關於上述式1所表示之 d_1 ，「 x 」較佳為整數3~12，更佳為整數9~11。

【0054】 首先，對使得本發明人等將折射率及式1之 d_1 設為特定範圍之背景進行說明。

如圖3所示，障壁膜(100a、100b)配置於含量子點之層(50)之兩側，用作波長轉換片材(200)之構成構件。而且，於包含波長轉換片材之背光中，自背光之一次光源射出的光(通常係以波長450 nm為中心之藍色光)入射至波長轉換片材(200)之下側的障壁膜(100b)之透光性基材(10)。

於一次光源之光入射至圖3之波長轉換片材(200)之下側的障壁膜(100b)之透光性基材(10)之情形時，光之大部分透過透光性基材(10)、無機氧化物層A(21)、有機被覆層B(31)、無機氧化物層C(22)、及有機被覆層D(32)而到達含量子點之層(50)。

繼而，到達含量子點之層(50)的一次光源之光中與量子點碰撞之光被轉換成波長與一次光源不同之光(以下，將與量子點碰撞而轉換成之光稱為L2)，併入射至上側之障壁膜(100a)之有機被覆層D(32)。L2例如可例舉綠色光及紅色光。另一方面，到達含量子點之層(50)的一次光源之光中未與量子點碰撞之光原樣地以一次光源之波長之光的形式入射至上側之障壁膜(100a)之有機被覆層D(32)。以下，將未與量子點碰撞而未經轉換之光稱為L1。L1例如可例舉藍色光。

繼而，入射至上側之障壁膜(100a)之光(L1及L2)之大部分透過有機被覆層D(32)、無機氧化物層C(22)、有機被覆層B(31)、無機氧化物層A(21)、及透光性基材(10)而朝向配置於較波長轉換片材(200)更靠視認者側之構件(例如，角柱薄片等亮度增強片材)。

應用有包含障壁膜之波長轉換片材的液晶顯示裝置之色調藉由L1與L2之平衡而實現。由此，認為應用有波長轉換片材之液晶顯示裝置之色調經時變化係因為L1與L2之平衡發生變化。

【0055】 本發明人等對L1與L2之平衡發生變化之原因進行了銳意研

究。首先，認為L2之光量隨著量子點之劣化而逐漸降低。但由於障壁膜等之存在，抑制了量子點之劣化，因此，僅藉由量子點之劣化，無法說明色調之變化。又，於一次光源劣化之情形時，不僅L1相對減少，L2亦相對減少，因此，亦難以將一次光源之劣化作為原因。

本發明人等進一步進行了銳意研究，結果發現，由於上側之障壁膜100a的L1之透過率之變化(≡自上側之障壁膜出射的L1之光量變化)和由量子點劣化引起之L2之光量變化的協同作用，使應用有包含障壁膜之波長轉換片材的液晶顯示裝置之色調發生了變化。

而且，本發明人等發現上側之障壁膜100a的L1之透過率(≡自上側之障壁膜100a出射之L1之光量)發生經時變化的主要原因係因濕度引起之有機被覆層B及有機被覆層D之膨潤。

【0056】 其次，對將折射率及式1之 d_1 設為特定範圍之技術意義進行說明。

首先，L1於透過上側之障壁膜100a前，通過6個界面。6個界面係含量子點之層與有機被覆層D之界面(界面1)、有機被覆層D與無機氧化物層C之界面(界面2)、無機氧化物層C與有機被覆層B之界面(界面3)、有機被覆層B與無機氧化物層A之界面(界面4)、無機氧化物層A與透光性基材之界面(界面5)、透光性基材與空氣之界面(界面6)。

含量子點之層的折射率 n_z 通常小於有機被覆層D之折射率 n_D 。因此，界面1之反射通常為固定端反射。L1之透過率(%)大致為「100(%)－反射率(%)」。而且，L1之反射率必須考慮界面1之反射與其他界面之反射的干涉。具體而言，於界面1之反射由於與其他界面之反射的干涉而減少之情形時，L1之透過率變高，反之，於界面1之反射由於與其他界面之反射的

干涉而增加之情形時，L1之透過率變低。

【0057】 當研究界面1之反射(通常為固定端反射)與界面2~6之反射的干涉時，必須研究界面2~6之反射之性質。

於本發明中，以 n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D 為必需要件。由此，界面2之反射為固定端反射，界面3之反射為自由端反射，界面4之反射為固定端反射。於 n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D 之情形時，即便無機氧化物層之厚度較薄，障壁性亦較良好，因此，通常將無機氧化物層之厚度設計得較薄。因此，可認為界面2之固定端反射中之光學距離與界面3之自由端反射中之光學距離大致相同。進而，通常 $n_A \div n_C$ 且 $n_B \div n_D$ ，因此，界面2及界面3之反射率大致相同。由此，可認為界面2之固定端反射與界面3之自由端反射相互抵消，而不會對界面1之固定端反射造成影響。

又，於通常之設計中，無機氧化物層A之折射率 n_A 高於透光性基材之折射率 n_0 。由此，界面5之反射為自由端反射。如上所述，於 n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D 之情形時，通常將無機氧化物層之厚度設計得較薄，因此，可認為界面4之固定端反射中之光學距離與界面5之自由端反射中之光學距離大致相同。進而，於本發明中，以無機氧化物層A與有機被覆層B之界面(界面4)的反射率大於透光性基材與無機氧化物層A之界面(界面5)的反射率為必需要件。由此可謂，作為會對界面1之固定端反射造成影響的反射，可考慮界面4而不考慮界面5。

最後，對界面6之反射進行了研究。通常將透光性基材之厚度設計為與光之波長相比足夠厚。由此，界面6之反射係作為所謂之薄膜干涉而言能夠忽略之反射。

根據以上，作為對界面1之反射(通常為固定端反射)造成干涉之反

射，應考慮之主要反射係界面4之固定端反射。

【0058】若以界面1及界面4之反射均為固定端反射為前提，則關於波長 λ 之光，於滿足下述式x-1之關係時，界面4之反射弱化界面1之反射，反射率降低。而且，反射率降低意味著透過率提高。由此，若以界面1及界面4之反射均為固定端反射為前提，則自含量子點之層出射的波長 λ 之光於滿足下述式x-1之關係時，透過率最高。再者，無機氧化物層A及無機氧化物層C之厚度可謂薄至不會對干涉產生影響之程度，因此，於下述式x-1中，未考慮無機氧化物層之厚度。

$$2 \times n_B \times t_B + 2 \times n_D \times t_D = \lambda/2 \quad (\text{式x-1})$$

【0059】式x-1可變化為下述式x-2。

$$n_B \times t_B + n_D \times t_D = \lambda/4 \quad (\text{式x-2})$$

根據式x-2，於以界面1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當滿足「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ 」=「 $\lambda/4$ 」時，可謂波長 λ 之透過率最高。又，分光透過率具有週期性，因此，於以界面1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ 」為「 $\lambda/4$ 」之奇數倍時，亦可謂波長 λ 之透過率最高。而且，「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ 」為「 $\lambda/4$ 」之多少倍可藉由用式x-2之左邊除以右邊而算出。

使用量子點的背光之一次光之中心波長大致為450 nm。若將 λ 設為450 nm，則式x-2之「 $\lambda/4$ 」為「112.5 nm」。

即，本發明之式1係表示「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ 」為「 $112.5 \text{ nm}(\lambda/4)$ 」之多少倍之式。

而且，於以界面1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當式1之 d_1 為 $2x+1$ 時(x 為0以上之整數)，波長450 nm之光之透過率最高，

當式1之 d_1 為 $2x$ 時(x 為1以上之整數)，波長450 nm之光之透過率最低。換言之，於以界面1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當式1之 d_1 為奇數時，波長450 nm之光之透過率顯示出峰，當式1之 d_1 為偶數時，波長450 nm之光之透過率顯示出谷。波長450 nm之光可視為上述L1。

【0060】 界面1之反射通常為固定端反射，於界面1之反射為自由端反射之情形時，可如下考慮。

於該情形時，作為會對作為自由端反射之界面1之反射造成干涉的反射，應考慮之主要反射仍為界面4之固定端反射。而且，於該情形時，當式1之 d_1 為 $2x+1$ 時(x 為0以上之整數)，波長450 nm之透過率最低，當式1之 d_1 為 $2x$ 時(x 為1以上之整數)，波長450 nm之透過率最高。

【0061】 本發明之障壁膜須式1之 d_1 之值為 $x \pm 0.10$ (其中， x 為2~13之整數)。即，本發明之障壁膜顯示 d_1 之值為整數2~13之附近。換言之， d_1 之值為整數2~13之附近的本發明之障壁膜顯示透過障壁膜之光之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰或谷。

如此，藉由使障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰或谷，能夠抑制暴露於高濕環境下時之色調變化。關於產生該效果之原因，認為如下。

首先，若障壁膜暴露於高濕環境下，則障壁膜之有機被覆層膨潤。而且，若當有機被覆層膨潤，則有機被覆層之厚度增加，因此，障壁膜之分光透過率之波形發生偏移(主要偏移至長波長側)。而且，障壁膜之分光透過率雖於峰或谷附近變化較小，但於峰或谷以外之區域有變化增大之傾向。由此認為，藉由將障壁膜之波長450 nm之透過率設為峰附近或谷附

近，能夠抑制於有機被覆層膨潤而使分光透射光譜之波形發生偏移時450 nm之透過率發生變化。使用量子點的背光之一次光之中心波長大致為450 nm，因此，認為抑制障壁膜之450 nm之透過率之變化，能夠抑制到達含量子點之層(50)的一次光源之光中未與量子點碰撞之光(L1)之透過率之變化，從而能夠抑制使用量子點之背光之色調變化。

再者，L2(綠及紅)之波長區域與L1(藍)相比，分光透射光譜之波形之週期變長，因此不易受到由有機被覆層膨潤造成之影響。

【0062】 如上所述，本發明之障壁膜藉由使式1之 d_1 之值顯示2~13之整數附近，能夠抑制高濕環境下所引起之色調變化。

於即便 d_1 之值為整數，但為0或1之情形時，意味著有機被覆層B及D之厚度較薄。於該情形時，障壁性變得不充分，因此，會由於量子點本身之劣化而導致色調發生變化。

又，於 d_1 之值超過14附近之情形時，意味著有機被覆層B及D之厚度較厚。於該情形時，有機被覆層過度膨潤，有機被覆層之厚度顯著變化，因此，無法抑制色調變化。又，於 d_1 之值超過14附近之情形時，分光透過率之波形之週期變短，不易抑制色調變化。

【0063】 <較佳實施方式1A>

本發明之障壁膜較佳為式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \pm 0.07$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \pm 0.05$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \pm 0.03$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \pm 0.01$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

【0064】 含量子點之層的折射率 n_z 通常小於有機被覆層D之折射率

n_D ，因此，界面1之反射通常為固定端反射。而且，於界面1之反射為固定端反射之情形時，當式1所表示之 d_1 為奇數倍時，障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰。

因此，若以界面1之反射為固定端反射為前提，則如較佳實施方式1A般，藉由將式1所表示之 d_1 設為奇數附近之值，能夠提高到達含量子點之層(50)的一次光源之光中未與量子點碰撞之光(L1)之透過率，故而較佳。

又，於較佳實施方式1A中，式1所表示之 d_1 中之「 x 」較佳為3~11之奇整數，更佳為9~11之奇整數。

【0065】 <較佳實施方式1B>

又，本發明之障壁膜較佳為式1所表示之 d_1 顯示 $x \sim x + 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \sim x + 0.07$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \sim x + 0.05$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \sim x + 0.03$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)，更佳為顯示 $x \sim x + 0.01$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

【0066】 較佳實施方式1B中，式1所表示之 d_1 為奇數附近之值，因此，可謂障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰。又，於較佳實施方式1B中，式1所表示之 d_1 顯示出比整奇數靠正側之值。由此，關於滿足較佳實施方式1B之障壁膜，於有機被覆層膨潤而使障壁膜之分光透過率之波形偏移至長波長側時，波長450 nm之透過率降低。即，於較佳實施方式1B中，當有機被覆層膨潤時，L1之透過率減少。

另一方面，藉由量子點而轉換成之光(L2)由於量子點之劣化而光量逐漸降低。

由此，於較佳實施方式1B中，由於量子點之劣化而使L2之光量降

低，且L1之透過率亦降低，因此，L1及L2不易失去平衡，能夠進一步抑制色調變化，故而較佳。

又，於較佳實施方式1B中，式1所表示之 d_1 中之「 x 」較佳為3~11之奇整數，更佳為9~11之奇整數。

【0067】 <底塗層>

本發明之障壁膜亦可於上述有機被覆層D之與上述無機氧化物層C相反側具有底塗層E。藉由具有底塗層，能夠使障壁膜與含量子點之層的密接性良好，故而較佳。

底塗層較佳為配置於有機被覆層D之與無機氧化物層C相反側且與有機被覆層D相接之位置。又，底塗層較佳為配置於障壁膜之最外層。

【0068】 《式2》

本發明之障壁膜較佳為於上述有機被覆層D之與上述無機氧化物層C相反側具有底塗層E，將上述底塗層E之折射率定義為 n_E ，將上述底塗層E之厚度定義為 t_E 時，下述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為4~27之整數)。

(式2)

$$d_2 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm} + n_E \times t_E / 112.5 \text{ nm}$$

【0069】 上述式2所表示之 d_2 較佳為顯示 $y \pm 0.07$ 之範圍(其中， y 為4~27之整數)，更佳為顯示 $y \pm 0.05$ 之範圍(其中， y 為4~27之整數)，進而較佳為顯示 $y \pm 0.03$ 之範圍(其中， y 為4~27之整數)，進而更佳為顯示 $y \pm 0.01$ 之範圍(其中， y 為4~27之整數)。

又，關於上述式2所表示之 d_2 ，「 y 」較佳為5~20之整數，更佳為9~15之整數，進而較佳為11~13之整數。

【0070】 式2之技術思想與式1之技術思想大致相同。

於有機被覆層D之與無機氧化物層C相反側具有底塗層E時，L1於透過上側之障壁膜100a前，通過7個界面。7個界面係含量子點之層與底塗層E之界面(界面1-1)、底塗層E與有機被覆層D之界面(界面1-2)、有機被覆層D與無機氧化物層C之界面(界面2)、無機氧化物層C與有機被覆層B之界面(界面3)、有機被覆層B與無機氧化物層A之界面(界面4)、無機氧化物層A與透光性基材之界面(界面5)、透光性基材與空氣之界面(界面6)。

含量子點之層的折射率 n_z 通常小於底塗層E之折射率 n_E 。因此，界面1-1之反射通常為固定端反射。

當研究界面1-1之反射(通常為固定端反射)與界面1-2、2~6之反射的干涉時，必須研究界面1-2、2~6之反射之性質。

關於界面1-2之反射，考慮固定端反射之情形及自由端反射之情況。此處，通常為了降低界面1-2之反射率，將底塗層E之折射率 n_E 與有機被覆層D之折射率 n_D 的折射率差設計得較小。由此，能夠忽略反射率較小之界面1-2之反射。

可認為與不具有底塗層E之情形同樣地，界面2之反射與界面3之反射相互抵消而不會對界面1-1之固定端反射造成影響。

界面4之反射與界面5之反射的關係亦與不具有底塗層E之情形相同。界面6之反射係作為所謂之薄膜干涉而言能夠忽略之反射。

由此，作為會對界面1-1之反射(通常為固定端反射)造成干涉之反射，應考慮之主要反射係界面4之固定端反射。而且，作為界面4之固定端反射之光學距離，需要考慮底塗層之光學距離($n_E \times t_E$)。

【0071】 若以界面1-1及界面4之反射均為固定端反射為前提，則關

於波長 λ 之光，於滿足下述式y-1之關係時，界面4之反射弱化界面1-1之反射，反射率降低。而且，反射率降低意味著透過率提高。由此，若以界面1-1及界面4之反射均為固定端反射為前提，則自含量子點之層出射的波長 λ 之光於滿足下述式y-1之關係時，透過率最高。再者，無機氧化物層A及無機氧化物層C之厚度可謂薄至不會對干涉產生影響之程度，因此，於下述式y-1中，未考慮無機氧化物層之厚度。

$$2 \times n_B \times t_B + 2 \times n_D \times t_D + 2 \times n_E \times t_E = \lambda/2 \quad (\text{式y-1})$$

【0072】 式y-1可變化為下述式y-2。

$$n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E = \lambda/4 \quad (\text{式y-2})$$

根據式y-2，於以界面1-1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當滿足「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ 」=「 $\lambda/4$ 」時，可謂波長 λ 之透過率最高。又，分光透過率具有週期性，因此，於以界面1-1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ 」為「 $\lambda/4$ 」之奇數倍時，亦可謂波長 λ 之透過率最高。而且，「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ 」為「 $\lambda/4$ 」之多少倍可藉由用式y-2之左邊除以右邊而算出。

使用量子點的背光之一次光之中心波長大致為450 nm。若將 λ 設為450 nm，則式y-2之「 $\lambda/4$ 」為「112.5 nm」。

即，式2係表示「 $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ 」為「112.5 nm($\lambda/4$)」之多少倍之式。

而且，於以界面1-1及界面4之反射均為固定端反射為前提之情形時，當式2之 d_2 為 $2y+1$ 時(y 為0以上之整數)，波長450 nm之光之透過率最高，當式2之 d_2 為 $2y$ 時(y 為1以上之整數)，波長450 nm之光之透過率最低。波長450 nm之光可視為上述L1。

【0073】 界面1-1之反射通常為固定端反射，於界面1-1之反射為自由端反射之情形時，可如下考慮。

於該情形時，作為會對作為自由端反射之界面1-1之反射造成干涉的反射，應考慮之主要反射仍為界面4之固定端反射。而且，於該情形時，當式2之 d_2 為 $2y + 1$ 時(y 為0以上之整數)，波長450 nm之透過率最低，當式2之 d_2 為 $2y$ 時(y 為1以上之整數)，波長450 nm之透過率最高。

【0074】 如上所述，式2之技術思想與式1之技術思想大致相同。由此，藉由式2之 d_2 之值表示整數4~27之附近，能夠容易地抑制處於高濕環境下所引起之色調變化。再者，式2之 d_2 之值大於式1之 d_1 係因為底塗層E之光學厚度起作用。

即便 d_2 之值為整數，但於0~3之情形時，有機被覆層B、有機被覆層D及底塗層E之厚度較薄，存在障壁性及與含量子點之層的密接性降低之情況，故而不佳。

又，於 d_2 之值超過27附近之情形時，存在有機被覆層過度膨潤之情況，存在障壁膜變厚之情況，故而不佳。又，於 d_2 之值超過27附近之情形時，分光透過率之波形之週期變短，而不易抑制色調變化。

【0075】 <較佳實施方式2A>

本發明之障壁膜較佳為式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \pm 0.07$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \pm 0.05$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \pm 0.03$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \pm 0.01$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)。

【0076】 含量子點之層的折射率 n_z 通常小於底塗層E之折射率 n_E ，

因此，界面1-1之反射通常為固定端反射。而且，於界面1-1之反射為固定端反射之情形時，當式2所表示之 d_2 為奇數倍時，障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰。

因此，若以界面1-1之反射為固定端反射為前提，則如較佳實施方式2A般，藉由將式2所表示之 d_2 設為奇數附近之值，能夠提高到達含量子點之層(50)的一次光源之光中未與量子點碰撞之光(L1)之透過率，故而較佳。

又，於較佳實施方式2A中，式2所表示之 d_2 中之「 y 」較佳為5~19之奇整數，更佳為9~15之奇整數，進而較佳為11~13之奇整數。

【0077】 <較佳實施方式2B>

又，本發明之障壁膜較佳為式2所表示之 d_2 顯示 $y \sim y + 0.10$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \sim y + 0.07$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \sim y + 0.05$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \sim y + 0.03$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)，更佳為顯示 $y \sim y + 0.01$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)。

【0078】 較佳實施方式2B中，式2所表示之 d_2 為奇數附近之值，因此，可謂障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰。又，於較佳實施方式2B中，式2所表示之 d_2 顯示出比整奇數靠正側之值。因此，關於滿足較佳實施方式2B之障壁膜，於有機被覆層膨潤而使障壁膜之分光透過率之波形偏移至長波長側時，波長450 nm之透過率降低。即，於較佳實施方式2B中，若有機被覆層膨潤，則L1之透過率減少。

另一方面，藉由量子點而轉換成之光(L2)由於量子點之劣化而光量逐漸降低。

因此，於較佳實施方式2B中，由於量子點之劣化而使L2之光量降低，且L1之透過率亦降低，因此，L1及L2不易失去平衡，能夠進一步抑制色調變化，故而較佳。

又，於較佳實施方式2B中，式2所表示之 d_2 中之「y」較佳為5~19之奇整數，更佳為9~15之奇整數，進而較佳為11~13之奇整數。

【0079】底塗層E之折射率 n_E 與有機被覆層D之折射率 n_D 的比 n_E/n_D 較佳為0.95以上1.05以下，更佳為0.97以上1.03以下，進而較佳為0.98以上1.02以下。

【0080】底塗層E之折射率 n_E 之下限較佳為1.47以上，更佳為1.52以上，進而較佳為1.55以上。又， n_E 之上限較佳為1.66以下，更佳為1.62以下，進而較佳為1.60以下。

【0081】底塗層E之厚度 t_E 較佳為70 nm以上1000 nm以下，更佳為100 nm以上500 nm以下，進而較佳為120 nm以上300 nm以下。

【0082】《組成》

底塗層E較佳為包含聚胺基甲酸酯系樹脂組合物等樹脂成分。聚胺基甲酸酯系樹脂容易使底塗層與含量子點之層的密接性良好，且起到緩和使含量子點之層游離輻射硬化或熱硬化時所產生之應力，使上述應力不易傳遞至無機氧化物層及有機被覆層的作用。進而，聚胺基甲酸酯系樹脂藉由提高底塗層E之伸長率，能夠容易地抑制無機氧化物層等構成障壁膜之層產生龜裂。

【0083】作為聚胺基甲酸酯系樹脂組合物，可例舉藉由多官能異氰酸酯與含羥基之化合物之反應而獲得的一液或二液型聚胺基甲酸酯系樹脂組合物。多官能異氰酸酯及含羥基之化合物分別可僅使用1種，亦可使用

複數種。

具體而言，作為多官能異氰酸酯，可例舉：甲苯二異氰酸酯、二苯基甲烷二異氰酸酯、苯二甲基二異氰酸酯、多亞甲基多苯基多異氰酸酯等芳香族多異氰酸酯；或六亞甲基二異氰酸酯、異佛爾酮二異氰酸酯等脂肪族多異氰酸酯等。

又，作為含羥基之化合物，可例舉聚醚多元醇、聚酯多元醇、聚酯聚胺基甲酸酯多元醇、聚丙烯酸酯多元醇等。於本發明中，基於與含量量子點之層的密接性、及耐久性之觀點而言，尤佳為聚酯聚胺基甲酸酯多元醇。聚酯聚胺基甲酸酯多元醇例如可藉由日本專利特開2001-288408號公報、日本專利特開2003-26996號公報中記載之方法製造。

【0084】以底塗層E之總量為基準，聚胺基甲酸酯系樹脂組合物之含量較佳為40質量%以上，更佳為70質量%以上。

【0085】底塗層E亦可進而含有矽烷偶合劑。藉由包含矽烷偶合劑，能夠容易地提高底塗層E與有機被覆層D之密接性。關於矽烷偶合劑，位於其分子一端之官能基(通常為氯、烷氧基、或乙醯氧基等)水解而形成矽烷醇基(Si-OH)。藉此，底塗層E之樹脂組合物被共價鍵等修飾而形成牢固之鍵。又，利用位於矽烷偶合劑之另一端之乙烯基、甲基丙烯醯氧基、胺基系、環氧系、或巰基等有機官能基，能夠容易地使底塗層E與有機被覆層D、及底塗層E與含量量子點之層的密接性良好。

【0086】作為矽烷偶合劑，例如可例舉 γ -氯丙基三甲氧基矽烷、乙烯基三氯矽烷、乙烯基三乙氧基矽烷、乙烯基-三(β -甲氧基乙氧基)矽烷、 γ -甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、 β -(3,4-環氧環己基)乙基三甲氧基矽烷、 γ -縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、乙烯基三乙醯氧基矽烷、 γ -巰

基丙基三甲氧基矽烷、N-β(胺乙基)-γ-胺丙基三甲氧基矽烷、N-β(胺乙基)-γ-胺丙基甲基二甲氧基矽烷、γ-脲丙基三乙氧基矽烷、雙(β-羥乙基)-γ-胺丙基三乙氧基矽烷、及γ-胺丙基矽酮等，可使用其中1種或2種以上。

【0087】 以底塗層E之總量為基準，矽烷偶合劑之含量較佳為1質量%以上，更佳為3質量%以上。若矽烷偶合劑之含量為上述範圍，則能夠更容易地提高底塗層E與有機被覆層D、及底塗層E與含量子點之層的密接性。

再者，為了使底塗層E之伸長性良好並且抑制底塗層E產生龜裂，以底塗層E之總量為基準，矽烷偶合劑之含量較佳為30質量%以下，更佳為20質量%以下。

【0088】 底塗層E亦可進而包含填充劑。填充劑具有調整用於形成底塗層之塗佈液之黏度等以提高塗佈適性等之作用。作為填充材，例如可使用碳酸鈣、硫酸鋇、氧化鋁白、二氧化矽、滑石、玻璃料、樹脂粉末等。

【0089】 底塗層亦可進而視需要包含穩定劑、交聯劑、潤滑劑、紫外線吸收劑等添加劑。

【0090】 <物性>

《水蒸氣透過度》

關於障壁膜，依據JIS K7129-2：2019所得之水蒸氣透過度之值較佳為0.20 g/m²·day以下，更佳為0.15 g/m²·day以下。再者，測定水蒸氣透過度時，溫度及濕度之條件設為40℃、相對濕度90%。又，於測定水蒸氣透過度之前，將測定用之樣品於溫度23℃±5℃、相對濕度40%以上65%以下之氛圍中暴露30分鐘以上。

水蒸氣透過度例如可利用MOCON公司製造之水蒸氣透過度測定裝置(商品名：PERMATRAN)進行測定。

【0091】 《氧透過度》

關於障壁膜，依據JIS K7126-2：2006所得之氧透過度之值較佳為 $0.5 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下。再者，測定氧透過度時，溫度及濕度之條件設為 23°C 、相對濕度90%。又，於測定氧透過度之前，將測定用之樣品於溫度 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍中暴露30分鐘以上。

氧透過度例如可利用MOCON公司製造之氧透過度測定裝置(商品名：OX-TRAN)進行測定(MOCON法)。

【0092】 《b*值》

關於障壁膜， $L^*a^*b^*$ 表色系統之 b^* 值較佳為1.0以下，更佳為-1.5以上0.8以下。再者， b^* 值係透射之 b^* 值。又，測定 b^* 值時之光入射面設為與透光性基材相反側之面。

$L^*a^*b^*$ 表色系統基於1976年由國際照明委員會(CIE)標準化之 $L^*a^*b^*$ 表色系統，於JIS Z8781-4：2013中被採用。

【0093】 《全光線透過率》

關於障壁膜，JIS K7361-1：1997之全光線透過率較佳為80%以上，更佳為85%以上，進而較佳為87%以上。再者，測定全光線透過率時之光入射面設為與透光性基材相反側之面。

【0094】 <積層構成>

作為本發明之障壁膜之積層構成，例如可例舉下述(1)及(2)。於下述(1)及(2)中，「/」係指層之界面。

(1)透光性基材/無機氧化物層A/有機被覆層B/無機氧化物層C/有機被

覆層D

(2)透光性基材/無機氧化物層A/有機被覆層B/無機氧化物層C/有機被覆層D/底塗層E

【0095】 於不會阻礙本發明之效果之範圍內，障壁膜亦可具有上述以外之層。

再者，作為障壁膜之積層構成，亦考慮下述(3)之構成。但，下述(3)之積層構成與上述(1)及(2)相比，界面數較多，因此基於光學特性之方面而言不利，又，總厚亦增加。因此，較佳為上述(1)及(2)之積層構成。

(3)第一透光性基材/無機氧化物層A/有機被覆層B/無機氧化物層C/有機被覆層D/第二透光性基材/底塗層

【0096】 無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C及有機被覆層D之合計厚度較佳為150 nm以上1500 nm以下，更佳為200 nm以上800 nm以下，進而較佳為300 nm以上650 nm以下。藉由將上述合計厚度設為150 nm以上，能夠容易地使障壁性良好。又，藉由將上述合計厚度設為1500 nm以下，能夠抑制分光透過率之波形之週期變得過短，能夠容易地發揮由於滿足式1所產生之效果。

【0097】 無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、有機被覆層D及底塗層E之合計厚度較佳為250 nm以上1700 nm以下，更佳為300 nm以1000 nm以下，進而較佳為400 nm以上700 nm以下。藉由將上述合計厚度設為250 nm以上，能夠容易地使障壁性良好。又，藉由將上述合計厚度設為1700 nm以下，能夠抑制分光透過率之波形之週期變得過短，能夠容易地發揮由於滿足式2所產生之效果。

【0098】 <製造方法>

障壁膜例如可藉由在透光性基材上依序形成無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、及有機被覆層D來製造。於障壁膜具有底塗層E之情形時，於有機被覆層D上形成底塗層E即可。

如上所述，無機氧化物層A及無機氧化物層C可藉由真空蒸鍍法等物理氣相生長法、或電漿化學氣相生長法等化學氣相生長法等來形成。

有機被覆層B、有機被覆層D及底塗層E可藉由塗佈溶解或分散有構成各層之組合物之塗佈液並加以乾燥，並視需要進行硬化而形成。

【0099】 <用途>

本發明之波長轉換片材用障壁膜例如可用於面光源之波長轉換片材用障壁膜。作為面光源，可例舉液晶顯示裝置之背光光源、檢查機器之背光光源等。即，本發明之波長轉換片材用障壁膜可用於「液晶顯示裝置之背光光源之波長轉換片材用之障壁膜」、「檢查機器之背光光源之波長轉換片材用之障壁膜」等。

進而，本發明之波長轉換片材用障壁膜亦可用於「園藝之波長轉換片材用之障壁膜」。作為園藝之波長轉換片材，例如可例舉具備將紫外線轉換為適於植物生長之波長之功能的片材。作為適於植物生長之波長，可例舉適於光合作用之波長。園藝之波長轉換片材例如可設置於塑膠棚及玻璃室之園藝設施之頂棚等。

【0100】 [波長轉換片材]

本發明之波長轉換片材具有：包含量子點的含量子點之層、及積層於上述含量子點之層之兩側的障壁膜，且以作為上述障壁膜之上述本發明之障壁膜之與透光性基材相反側之面朝向上述含量子點之層側的方式進行積層。

【0101】 圖3及圖4係表示本發明之波長轉換片材(200)之實施方式的剖視圖。圖3及圖4之波長轉換片材(200)具有：包含量子點的含量子點之層(50)、及積層於含量子點之層之兩側的障壁膜(100a、100b)。又，圖3及圖4之波長轉換片材(200)係以障壁膜(100a、100b)之與透光性基材(10)相反側之面朝向含量子點之層(50)側的方式進行積層。

【0102】 波長轉換片材較佳為如圖3及圖4般具有以含量子點之層為中心上下對稱之構成。換言之，積層於含量子點之層之兩側的障壁膜較佳為使用相同構成之障壁膜。藉由具有上述構成，應變均等分散，能夠容易地使波長轉換片材之平面性良好，並且能夠容易地使波長轉換片材之各界面之密接性良好。

【0103】 <含量子點之層>

含量子點之層包含量子點及黏合劑樹脂。

【0104】 量子點(Quantum dot)係半導體之奈米尺寸之微粒子，藉由電子或激子被封閉於奈米尺寸之較小結晶內的量子封閉效應(量子尺寸效應)，而顯示出特異性之光學、電性質，被稱為半導體奈米粒子或半導體奈米結晶。

量子點為半導體之奈米尺寸之微粒子，只要為產生量子封閉效應(量子尺寸效應)之材料即可，並無特別限定。作為量子點，可例舉利用自身粒徑限制發光顏色之半導體微粒子及具有摻雜劑之半導體微粒子。

【0105】 量子點藉由其粒徑之不同，而使發光顏色不同，例如，於僅由包含CdSe之核構成的量子點之情形時，粒徑為2.3 nm、3.0 nm、3.8 nm、4.6 nm時之螢光光譜之峰值波長為528 nm、570 nm、592 nm、637 nm。即，發出峰值波長637 nm之二次光的量子點之粒徑為4.6 nm，發出

峰值波長528 nm之二次光的量子點之粒徑為2.3 nm。

量子點較佳為包含選自發出波長與紅色對應之二次光的量子點、及發出波長與綠色對應之二次光的量子點之1種以上，更佳為包含發出波長與紅色對應之二次光的量子點、及發出波長與綠色對應之二次光的量子點。

量子點亦可含有除發出波長與紅色對應之二次光的量子點、及發出波長與綠色對應之二次光的量子點以外之量子點。

【0106】 量子點之含量根據含量子點之層的厚度、背光中之光之再利用率、目標色調等進行適當調整。含量子點之層的厚度只要為下述範圍即可，相對於含量子點之層的黏合劑樹脂100質量份，量子點之含量為0.01質量份以上1.0質量份以下左右。

【0107】 作為成為量子點之核之材料，具體而言，可例示含有如下半導體化合物或半導體之半導體結晶：MgS、MgSe、MgTe、CaS、CaSe、CaTe、SrS、SrSe、SrTe、BaS、BaSe、BaTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、HgS、HgSe及HgTe之類的II-VI族半導體化合物；AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaAs、GaP、GaN、GaSb、InN、InAs、InP、InSb、TiN、TiP、TiAs及TiSb之類的III-V族半導體化合物；Si、Ge及Pb之類的IV族半導體等。又，亦可使用包含InGaP之類的含3種以上之元素之半導體化合物的半導體結晶。

進而，作為包含具有摻雜劑之半導體微粒子之量子點，亦可使用在上述半導體化合物中摻雜有 Eu^{3+} 、 Tb^{3+} 、 Ag^+ 、 Cu^+ 之類的稀土類金屬之陽離子或過渡金屬之陽離子的半導體結晶。

作為成為量子點之核之材料，基於容易製作、獲得可見光區域之發

光之粒徑的控制性、螢光量子產率之觀點而言，較佳為CdS、CdSe、CdTe、InP、InGaP等半導體結晶。

【0108】 量子點可僅由1種半導體化合物構成，亦可包含2種以上之半導體化合物，例如亦可具有核殼型構造，該核殼型構造具有：包含半導體化合物之核、及包含與上述核不同之半導體化合物之殼。

於使用核殼型之量子點之情形時，作為構成殼之半導體，使用帶隙高於形成核之半導體化合物之材料，以將激子封閉於核中，藉此，能夠提高量子點之發光效率。

作為具有此種帶隙大小關係之核殼構造(核/殼)，例如可例舉CdSe/ZnS、CdSe/ZnSe、CdSe/CdS、CdTe/CdS、InP/ZnS、Gap/ZnS、Si/ZnS、InN/GaN、InP/CdSSe、InP/ZnSeTe、InGaP/ZnSe、InGaP/ZnS、Si/AlP、InP/ZnSTe、InGaP/ZnSTe、InGaP/ZnSSe等。

【0109】 可利用構成量子點之材料來適當控制量子點之尺寸，以獲得所期望之波長之光。隨著量子點之粒徑變小，能帶隙增大。即，隨著結晶尺寸變小，量子點之發光移向藍色側、即高能側。因此，藉由改變量子點之尺寸，能夠於紫外線區域、可見光區域、紅外線區域之光譜之波長全域調節其發光波長。

一般而言，量子點之粒徑(直徑)較佳為0.5 nm以上20 nm以下之範圍，尤佳為1 nm以上10 nm以下之範圍。再者，隨著量子點之尺寸分佈變窄，能夠獲得更清晰之發光顏色。

量子點之形狀並無特別限定，例如可為球狀、棒狀、圓盤狀、其他形狀。於量子點非球狀之情形時，量子點之粒徑可設為具有相同體積之真球狀之值。

量子點亦可經樹脂被覆。

【0110】 作為含量子點之層的黏合劑樹脂，可例舉熱塑性樹脂、熱固性樹脂組合物之硬化物、游離輻射硬化性樹脂組合物之硬化物。其中，基於耐久性之觀點而言，較佳為熱固性樹脂組合物之硬化物、游離輻射硬化性樹脂組合物之硬化物，更佳為游離輻射硬化性樹脂組合物之硬化物。

【0111】 熱固性樹脂組合物係至少包含熱固性樹脂之組合物，係藉由加熱而硬化之樹脂組合物。熱固性樹脂組合物除包含熱固性樹脂以外，較佳為包含下述硫醇化合物，更佳為包含多官能硫醇化合物。

作為熱固性樹脂，可例舉丙烯酸樹脂、胺基甲酸酯樹脂、酚系樹脂、尿素三聚氰胺樹脂、環氧樹脂、不飽和聚酯樹脂、矽酮樹脂等。於熱固性樹脂組合物中，視需要於該等硬化性樹脂中添加硬化劑。

【0112】 游離輻射硬化性樹脂組合物係包含具有游離輻射硬化性官能基之化合物(以下，亦稱為「游離輻射硬化性化合物」)之組合物。游離輻射硬化性樹脂組合物除包含游離輻射硬化性化合物以外，較佳為包含下述硫醇化合物，更佳為包含多官能硫醇化合物。

【0113】 作為游離輻射硬化性官能基，可例舉(甲基)丙烯醯基、乙烯基、烯丙基等乙烯性不飽和鍵結基、及環氧基、氧雜環丁基等，其中較佳為乙烯性不飽和鍵結基。又，乙烯性不飽和鍵結基之中，較佳為(甲基)丙烯醯基。以下，將具有(甲基)丙烯醯基之游離輻射硬化性化合物稱為(甲基)丙烯酸酯系化合物。即，黏合劑樹脂較佳為包含含有(甲基)丙烯酸酯系化合物之組合物之硬化物。

再者，於本說明書中，「(甲基)丙烯酸酯」係指甲基丙烯酸酯及丙烯酸酯。又，於本說明書中，「游離輻射」係指電磁波或荷電粒子束中具有

能夠使分子聚合或交聯之能量子者，通常使用紫外線或電子束，此外亦可使用X射線、 γ 射線等電磁波、 α 射線、離子束等荷電粒子束。

【0114】游離輻射硬化性化合物可為僅具有1個上述官能基之單官能游離輻射硬化性化合物，亦可為具有2個以上之上述官能基之多官能游離輻射硬化性化合物，亦可為該等之混合物。其中，較佳為多官能游離輻射硬化性化合物，更佳為具有2個以上之(甲基)丙烯酸酯基之多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物。即，黏合劑樹脂較佳為包含多官能游離輻射硬化性化合物之硬化物，更佳為包含多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物之硬化物。進而，黏合劑樹脂較佳為包含含有多官能游離輻射硬化性化合物及硫醇化合物之組合物之硬化物，更佳為包含含有多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物及硫醇化合物之組合物之硬化物。

【0115】多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物亦可具有伸烷基氧基。

作為伸烷基氧基，例如，較佳為碳數2～4之伸烷基氧基，更佳為碳數2或3之伸烷基氧基，進而較佳為碳數2之伸烷基氧基。

【0116】具有伸烷基氧基之多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物亦可為具有多伸烷基氧基之多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物，該多伸烷基氧基包含複數個伸烷基氧基。

於多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物具有伸烷基氧基之情形時，一分子中之伸烷基氧基之數較佳為2個以上30個以下，更佳為2個以上20個以下，進而較佳為3個以上10個以下，進而更佳為3個以上5個以下。

【0117】於多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物具有伸烷基氧基之情形時，較佳為具有雙酚結構。藉此，有硬化物之耐熱性提高之傾向。作為雙酚結構，例如可例舉雙酚A結構及雙酚F結構，其中較佳為雙酚A結構。

作為具有伸烷基氧基之多官能(甲基)丙烯酸酯化合物，其中，較佳為乙氧基化雙酚A型二(甲基)丙烯酸酯、丙氧基化雙酚A型二(甲基)丙烯酸酯及丙氧基化乙氧基化雙酚A型二(甲基)丙烯酸酯，更佳為乙氧基化雙酚A型二(甲基)丙烯酸酯。

【0118】 又，游離輻射硬化性化合物可為單體，亦可為低聚物，亦可為低分子量之聚合物，亦可為該等之混合物。

【0119】 如上所述，熱固性樹脂組合物及游離輻射硬化性樹脂組合物較佳為包含硫醇化合物。

硫醇化合物係具有一個以上之由R-SH表示之單元(R為有機基)的化合物。於本說明書中，將具有一個由R-SH表示之單元的化合物稱為單官能硫醇化合物，將具有二個以上之由R-SH表示之單元的化合物稱為多官能硫醇化合物。

【0120】 硫醇化合物雖亦可為單官能硫醇化合物，但基於使含量量子點之層的強度良好之觀點而言，較佳為多官能硫醇化合物。又，多官能硫醇化合物之中，更佳為3官能硫醇化合物或4官能硫醇化合物。

【0121】 硫醇化合物於自由基聚合起始劑之存在下，與具有自由基聚合性官能基之化合物發生下述式之硫醇-烯反應。硫醇-烯反應能夠抑制聚合收縮，因此緩和含量量子點之層硬化時所產生之應力，結果更容易提高波長轉換片材之層間密接性，故而較佳。又，藉由硫醇-烯反應而獲得之硬化物容易使耐熱性良好，故而較佳。進而，硫醇化合物之折射率(約1.53)高於多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物之折射率(約1.45)，因此，能夠提高含量量子點之層的折射率調整自由度。

再者，下述反應係單官能硫醇化合物與具有一個自由基聚合性官能

基之化合物的反應例。認為多官能硫醇化合物與具有二個以上之自由基聚合性官能基之化合物的反應物容易形成樹枝狀聚合物結構。而且，認為於形成樹枝狀聚合物結構之情形時，含量子點之層的柔軟性增加，含量子點之層本身容易發揮優異之應力緩和性。作為自由基聚合性官能基，可例舉(甲基)丙烯醯基、乙烯基、烯丙基等含有乙烯性不飽和鍵之基。

【0122】 [化1]



[式中， R^1 及 R^2 為有機基]

【0123】 作為單官能硫醇化合物之具體例，可例舉己硫醇、1-庚硫醇、1-辛硫醇、1-壬硫醇、1-癸硫醇、3-巰基丙酸、巰基丙酸甲酯、巰基丙酸甲氧基丁酯、巰基丙酸辛酯、巰基丙酸十三烷基酯、3-巰基丙酸2-乙基己酯、3-巰基丙酸正辛酯等。

【0124】 作為多官能硫醇化合物之具體例，可例舉乙二醇雙(3-巰基丙酸酯)、二乙二醇雙(3-巰基丙酸酯)、四乙二醇雙(3-巰基丙酸酯)、1,2-丙二醇雙(3-巰基丙酸酯)、二乙二醇雙(3-巰基丁酸酯)、1,4-丁二醇雙(3-巰基丙酸酯)、1,4-丁二醇雙(3-巰基丁酸酯)、1,8-辛二醇雙(3-巰基丙酸酯)、1,8-辛二醇雙(3-巰基丁酸酯)、己二醇雙巰基乙酸酯、三羥甲基丙烷三(3-巰基丙酸酯)、三羥甲基丙烷三(3-巰基丁酸酯)、三羥甲基丙烷三(3-巰基異丁酸酯)、三羥甲基丙烷三(2-巰基異丁酸酯)、三羥甲基丙烷三巰基乙酸酯、三-[(3-巰基丙醯氧基)-乙基]-異氰尿酸酯、三羥甲基乙烷三(3-巰基丁酸酯)、季戊四醇四(3-巰基丙酸酯)、季戊四醇四(3-巰基丁酸酯)、季戊四醇四(3-巰基異丁酸酯)、季戊四醇四(2-巰基異丁酸酯)、二季戊四醇

六(3-巰基丙酸酯)、二季戊四醇六(2-巰基丙酸酯)、二季戊四醇六(3-巰基丁酸酯)、二季戊四醇六(3-巰基異丁酸酯)、二季戊四醇六(2-巰基異丁酸酯)、季戊四醇四巰基乙酸酯、二季戊四醇六巰基乙酸酯等。

【0125】 於游離輻射硬化性樹脂組合物(或熱固性樹脂樹脂組合物)中，游離輻射硬化性化合物(或熱固性樹脂)與硫醇化合物之質量比較佳為80：20～35：65，更佳為70：30～40：60。

【0126】 於游離輻射硬化性化合物為紫外線硬化性化合物之情形時，游離輻射硬化性組合物較佳為包含光聚合起始劑或光聚合促進劑等添加劑。

【0127】 含量子點之層中亦可包含內部擴散粒子。

內部擴散粒子可使用有機粒子及無機粒子之任一者。作為有機粒子，可例舉包含聚甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸-苯乙烯共聚物、三聚氰胺樹脂、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、苯并胍胺-三聚氰胺-甲醛縮合物、矽酮樹脂、氟系樹脂及聚酯等之粒子。作為無機微粒子，可例舉包含二氧化矽、氧化鋁、氧化鋅及氧化鈦等之微粒子。

內部擴散粒子之形狀可例舉球形、圓盤狀、橄欖球狀、不定形等形狀。又，內部擴散粒子可為中空粒子、多孔質粒子及實心粒子之任一者。

【0128】 相對於黏合劑樹脂100質量份，內部擴散粒子之含量較佳為1質量份以上40質量份以下，更佳為3質量份以上30質量份以下。

【0129】 內部擴散粒子之平均粒徑較佳為1 μm 以上7 μm 以下，更佳為1 μm 以上3 μm 以下。

【0130】 含量子點之層的厚度較佳為10 μm 以上200 μm 以下，更佳為20 μm 以上150 μm 以下，進而較佳為30 μm 以上130 μm 以下。

【0131】 含量子點之層的折射率 n_z 較佳為1.40以上1.55以下，更佳為1.43以上1.52以下，進而較佳為1.46以上1.50以下。

含量子點之層的折射率 n_z 大體上受黏合劑樹脂之折射率支配。其原因在於：含量子點之層中，量子點之含量較少，又，即便加入內部擴散劑，內部擴散劑之粒徑亦大於光之波長，而不會對層之折射率造成影響。

【0132】 <於與含量子點之層相接的層為機被覆層D之情形時>

於障壁膜之與含量子點之層相接的層為機被覆層D之情形時，例如可例舉下述(i-1)~(i-4)之實施方式。再者， n_z 係指含量子點之層的折射率。

【0133】 (i-1) $n_D > n_z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

(i-2) $n_D > n_z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~12之偶整數)。

(i-3) $n_D < n_z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

(i-4) $n_D < n_z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~12之偶整數)。

【0134】 於(i-1)~(i-4)之實施方式中，基於使障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰之觀點而言，較佳為(i-1)及(i-4)。又，基於容易滿足折射率之大小關係之觀點而言，更佳為(i-1)。

再者，於(i-1)~(i-4)中，「 $x \pm 0.10$ 」更佳為 $x \pm 0.07$ ，更佳為 $x \pm 0.05$ ，更佳為 $x \pm 0.03$ ，更佳為 $x \pm 0.01$ 。

又，於(i-1)及(i-3)中，式1所表示之 d_1 中之「 x 」較佳為3~11之奇整數，更佳為9~11之奇整數。

又，於(i-2)及(i-4)中，式1所表示之 d_1 中之「 x 」較佳為4～12之偶整數，更佳為10～12之偶整數。

【0135】 又，(i-1)～(i-4)之實施方式較佳為下述(i-1A)～(i-4A)之實施方式。

(i-1A) $n_D > n_Z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \sim x + 0.10$ 之範圍(其中， x 為3～13之奇整數)。

(i-2A) $n_D > n_Z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x - 0.10 \sim x$ 之範圍(其中， x 為2～12之偶整數)。

(i-3A) $n_D < n_Z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x - 0.10 \sim x$ 之範圍(其中， x 為3～13之奇整數)。

(i-4A) $n_D < n_Z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \sim x + 0.10$ 之範圍(其中， x 為2～12之偶整數)。

【0136】 關於(i-1A)～(i-4A)之實施方式，由於量子點之劣化而使L2之光量降低，且L1之透過率亦降低，因此，L1及L2不易失去平衡，能夠進一步抑制色調變化，故而較佳。

(i-1A)～(i-4A)之實施方式中，基於使障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰之觀點而言，較佳為(i-1A)及(i-4A)，基於容易滿足折射率之大小關係之觀點而言，更佳為(i-1A)。

【0137】 又，於(i-1A)及(i-4A)中，「 $x \sim x + 0.10$ 」更佳為 $x \sim x + 0.07$ ，更佳為 $x \sim x + 0.05$ ，更佳為 $x \sim x + 0.03$ ，更佳為 $x \sim x + 0.01$ 。

又，於(i-2A)及(i-3A)中，「 $x - 0.10 \sim x$ 」更佳為 $x - 0.07 \sim x$ ，更佳為 $x - 0.05 \sim x$ ，更佳為 $x - 0.03 \sim x$ ，更佳為 $x - 0.01 \sim x$ 。

又，於(i-1A)及(i-3A)中，式1所表示之 d_1 中之「 x 」較佳為3～11之

奇整數，更佳為9～11之奇整數。

又，於(i-2A)及(i-4A)中，式1所表示之 d_1 中之「 x 」較佳為4～12之偶整數，更佳為10～12之偶整數。

【0138】 <於與含量子點之層相接的層為底塗層E之情形時>

於障壁膜之與含量子點之層相接的層為底塗層E之情形時，例如可例舉下述(ii-1)～(ii-4)之實施方式。再者， n_z 係指含量子點之層的折射率。

【0139】 (ii-1) $n_E > n_z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

(ii-2) $n_E > n_z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為4～26之偶整數)。

(ii-3) $n_E < n_z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

(ii-4) $n_E < n_z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為4～26之偶整數)。

【0140】 於(ii-1)～(ii-4)之實施方式中，基於使障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰之觀點而言，較佳為(ii-1)及(ii-4)。又，基於容易滿足折射率之大小關係之觀點而言，更佳為(ii-1)。

再者，於(ii-1)～(ii-4)中，「 $y \pm 0.10$ 」更佳為 $y \pm 0.07$ ，更佳為 $y \pm 0.05$ ，更佳為 $y \pm 0.03$ ，更佳為 $y \pm 0.01$ 。

又，於(ii-1)及(ii-3)中，式2所表示之 d_2 中之「 y 」較佳為5～19之奇整數，更佳為9～15之奇整數，進而較佳為11～13之奇整數。

又，於(ii-2)及(ii-4)中，式2所表示之 d_2 中之「 y 」較佳為6～20之偶整數，更佳為10～16之偶整數，進而較佳為12～14之偶整數。

【0141】 又，(ii-1)～(ii-4)之實施方式較佳為下述(ii-1A)～(ii-4A)之實施方式。

(ii-1A) $n_E > n_Z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \sim y + 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

(ii-2A) $n_E > n_Z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y - 0.10 \sim y$ 之範圍(其中， y 為4～26之偶整數)。

(ii-3A) $n_E < n_Z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y - 0.10 \sim y$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

(ii-4A) $n_E < n_Z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \sim y + 0.10$ 之範圍(其中， y 為4～26之偶整數)。

【0142】 關於(ii-1A)～(ii-4A)之實施方式，由於量子點之劣化而使L2之光量降低，且L1之透過率亦降低，因此，L1及L2不易失去平衡，能夠進一步抑制色調變化，故而較佳。

(ii-1A)～(ii-4A)之實施方式中，基於使障壁膜之分光透射光譜之波形於450 nm附近具有峰之觀點而言，較佳為(ii-1A)及(ii-4A)，基於容易滿足折射率之大小關係之觀點而言，更佳為(ii-1A)。

【0143】 又，於(ii-1A)及(ii-4A)中，「 $y \sim y + 0.10$ 」更佳為 $y \sim y + 0.07$ ，更佳為 $y \sim y + 0.05$ ，更佳為 $y \sim y + 0.03$ ，更佳為 $y \sim y + 0.01$ 。

又，於(ii-2A)及(ii-3A)中，「 $y - 0.10 \sim y$ 」更佳為 $y - 0.07 \sim y$ ，更佳為 $y - 0.05 \sim y$ ，更佳為 $y - 0.03 \sim y$ ，更佳為 $y - 0.01 \sim y$ 。

又，於(ii-1A)及(ii-3A)中，式2所表示之 d_2 中之「 y 」較佳為5～19之奇整數，更佳為9～15之奇整數，進而較佳為11～13之奇整數。

又，於(ii-2A)及(ii-4A)中，式2所表示之 d_2 中之「 y 」較佳為6～20之

偶整數，更佳為10～16之偶整數，進而較佳為12～14之偶整數。

【0144】 [背光]

本發明之背光具備：發出一次光之至少1個光源、與上述光源相鄰配置的用於導光或擴散之光學板、及配置於上述光學板之光出射側之波長轉換片材，且上述波長轉換片材為上述本發明之波長轉換片材。

【0145】 作為本發明之背光300，作為一例，可例舉如圖5所示之邊緣照明型之背光301、或如圖6所示之正下方型之背光302。

【0146】 圖5之邊緣照明型之背光301所用的光學板220係用於引導由光源210發出之一次光之光學構件，係所謂之導光板221。導光板221例如包含大致平板狀之形狀，其以將至少一個面作為光入射面，將與該光入射面大致正交之一面作為光出射面的方式成形。

【0147】 導光板主要包含選自聚甲基丙烯酸甲酯等高透明樹脂中之基質樹脂。導光板中亦可視需要添加折射率與基質樹脂不同之樹脂粒子。導光板之各面亦可具有複雜之表面形狀而非均勻之平面，亦可設置有點圖案等。

【0148】 圖6之正下方型之背光302所用的光學板220係具有光擴散性之光學構件(光擴散板222)，用於使光源210之圖案不易被視認。作為光擴散板222，例如可例舉厚度為1 mm以上3 mm以下左右之乳白色樹脂板。

【0149】 邊緣照明型及正下方型之背光中除具有上述光源、光學板及障壁膜以外，亦可根據目的而具備選自反射板、光擴散膜、角柱薄片、亮度增強膜(BEF)及反射型偏光膜(DBEF)等之一種以上之構件。

反射板配置於光學板之與光出射面側相反側。光擴散膜、角柱薄

片、亮度增強膜及反射型偏光膜配置於光學板之光出射面側。藉由設為具備選自反射板、光擴散膜、角柱薄片、亮度增強膜及反射型偏光膜等之一種以上之構件的構成，能夠製成正面亮度、視角等之平衡優異之背光。

【0150】 於邊緣照明型及正下方型之背光中，光源210係發出一光之發光體，較佳為使用發出波長與藍色對應之一次光的發光體。波長與藍色對應之一次光較佳為峰值波長為380 nm以上480 nm以下之範圍。峰值波長之範圍更佳為 $450\text{ nm}\pm 7\text{ nm}$ ，更佳為 $450\text{ nm}\pm 5\text{ nm}$ ，更佳為 $450\text{ nm}\pm 3\text{ nm}$ ，更佳為 $450\text{ nm}\pm 1\text{ nm}$ 。

作為光源210，基於供設置背光之裝置能夠簡化及小型化之觀點而言，較佳為LED光源，更佳為藍色單色之LED光源。光源210至少為1個，基於發出充足之一次光之觀點而言，較佳為複數個。

【0151】 作為包含波長轉換片材之背光，關於國際照明委員會(CIE)之 Y_{xy} 表色系統，較佳為下述高溫高濕試驗前後之 x 值的差(Δx)及 y 值的差(Δy)均為0.020以下，更佳為均為0.010以下。藉由將 Δx 及 Δy 設為0.020以下，能夠抑制色調變化。

高溫高濕試驗：於60℃、相對濕度90%之氛圍中暴露1000小時之試驗

再者，高溫高濕試驗後之 x 值及 y 值係自高溫高濕試驗之環境中取出測定用樣品後，迅速於溫度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍下進行測定所得。

【0152】 [液晶顯示裝置]

本發明之液晶顯示裝置具備背光及液晶面板，且上述背光為上述本發明之背光。

【0153】 液晶面板並無特別限定，可使用作為液晶顯示裝置之液晶面板所通用者。例如，可使用具有用玻璃板夾著液晶層之上下之通常構造的液晶面板，具體而言，可使用TN(Twisted Nematic，扭轉向列)、STN(Super Twisted Nematic，超扭轉向列)、VA(Vertical Alignment，垂直排列)、IPS(In-Plane Switching，共平面切換)及OCB(Optically Compensated Birefringence，光學補償雙折射)等顯示方式者。

【0154】 液晶顯示裝置進而具備偏光板及彩色濾光片等。偏光板及彩色濾光片可使用通用者。

【0155】 液晶顯示裝置之顯示圖像藉由自背光照射之白色光透過彩色濾光片而實現彩色顯示。液晶顯示裝置藉由使用與利用量子點之背光之光譜相匹配的彩色濾光片，能夠實現亮度及效率優異並生成非常鮮明之顏色的顯示器。

實施例

【0156】 其次，藉由實施例更詳細地說明本發明，但本發明不受該等例之任何限定。再者，「份」及「%」若未作特別說明，則以質量為基準。

【0157】 1.測定及評價

針對實施例及比較例之障壁膜或波長轉換片材，進行下述測定及評價。將結果示於表1或2中。

【0158】 1-1.水蒸氣透過度

針對實施例及比較例之障壁膜，依據JIS K7129-2：2019測定水蒸氣透過度之值。測定裝置係使用MOCON公司製造之商品名「PERMATRAN」。測定水蒸氣透過度時，溫度及濕度之條件設為40℃、

相對濕度90%。又，於測定水蒸氣透過度之前，將測定用之樣品於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍中暴露30分鐘以上。以此方式測得之水蒸氣透過度係指初始階段之水蒸氣透過度。水蒸氣透過度為 $0.20 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下者為合格水準。

【0159】 1-2.全光線透過率

針對實施例及比較例之障壁膜，測定全光線透過率。光入射面設為與透光性基材相反側之面。測定裝置係使用霧度計(HM-150，村上色彩技術研究所製造)。全光線透過率為85%以上者為合格水準。

再者，全光線透過率係於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍下進行測定。又，測定前，將樣品於上述氛圍中暴露30分鐘以上。以此方式測得之全光線透過率係指初始階段之全光線透過率。

【0160】 1-3.b*值

針對實施例及比較例之障壁膜，測定 $L^*a^*b^*$ 表色系統之 b^* 值(透射之 b^* 值)。光入射面設為與透光性基材相反側之面。測定裝置係使用日本分光公司製造之分光光度計(商品名：V670)。 b^* 值為1.0以下者為合格水準。

再者， b^* 值係於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍下進行測定。又，測定前，將樣品於上述氛圍中暴露30分鐘以上。以此方式測得之 b^* 值係指初始階段之 b^* 值。

【0161】 1-4.分光透過率

針對實施例1及比較例1之障壁膜，將與透光性基材相反側之面作為光入射面，測定波長380 nm以上780 nm以下之分光透過率(測定波長間隔：1 nm)。測定裝置係使用日本分光公司製造之分光光度計(商品名：

V670)，作為附屬單元等，使用下述者。

- ・附屬單元：積分球單元(日本分光股份有限公司製造，商品號：ISN-723)

- ・光源：氙燈(190 nm～350 nm)、鹵素燈(330 nm～2700 nm)

- ・測定點徑：2 mm～20 mm

將實施例1之障壁膜之分光透過率示於圖7中，將比較例1之障壁膜之分光透過率示於圖8中。又，作為參考例，將自實施例1之障壁膜去除了底塗層的障壁膜之分光透過率示於圖9中，將自比較例1之障壁膜去除了底塗層的障壁膜之分光透過率示於圖10中。再者，圖7～圖10中，橫軸為波長(單位為「nm」)，縱軸為透過率(「%」)。

再者，分光透過率係於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍下進行測定。又，測定前，將樣品於上述氛圍中暴露30分鐘以上。以此方式測得之分光透過率係指初始階段之分光透過率。

【0162】 1-5. Δx 、 Δy

<測定用之正下方型背光之準備>

將具備正下方型背光之市售之液晶電視(VIZIO公司製造，PQ65-F1)拆開，取出正下方型背光。上述正下方型背光中搭載有發光中心波長為450 nm、半峰全幅值為20 nm之正下方型之藍色LED作為光源。又，於上述光源之光出射側，依序配置有光擴散板、含有含量子點之層的波長轉換片材、角柱薄片及反射偏光板(亮度提高膜，3M公司製造，DBEF(註冊商標))。又，於光源之光出射側之相反側具備反射片材。

將上述正下方型背光中之波長轉換片材變更為實施例及比較例之波長轉換片材，獲得「初始階段之x值及y值測定用之正下方型背光」。再

者，實施例及比較例之波長轉換片材於組入至正下方型背光之前，於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍中暴露30分鐘以上。

又，將上述正下方型背光中之波長轉換片材變更為經實施高溫高濕試驗(於 60°C 、相對濕度90%之氛圍中暴露1000小時之試驗)的實施例及比較例之波長轉換片材，獲得「高溫高濕試驗後之x值及y值測定用之正下方型背光」。將經實施高溫高濕試驗之實施例及比較例之波長轉換片材組入至正下方型背光的作業係於溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下之氛圍中迅速進行。

繼而，針對上述測定用之正下方型背光，於以下測定環境下實施測定。

< 初始階段之x值及y值 >

將初始階段之x值及y值測定用之正下方型背光點亮，於暗室環境下，自離開500 mm之正面方向，測定國際照明委員會(CIE)之 Y_{xy} 表色系統之x值及y值。測定氛圍設為溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下。又，測定前，將樣品於上述氛圍中暴露30分鐘以上。測定裝置係使用TOPCON TECHNOHOUSE公司製造之分光輻射計(商品名：SR-3AR)。

< 高溫高濕試驗後之x值及y值 >

將高溫高濕試驗後之x值及y值測定用之正下方型背光點亮，於暗室環境下，自離開500 mm之正面方向，測定國際照明委員會(CIE)之 Y_{xy} 表色系統之x值及y值。測定氛圍設為溫度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度40%以上65%以下。測定裝置係使用TOPCON TECHNOHOUSE公司製造之分光輻射計(商品名：SR-3AR)。

< Δx 、 Δy >

算出初始階段之 x 值與高溫高濕試驗後之 x 值的差(Δx)、及初始階段之 y 值與高溫高濕試驗後之 y 值的差(Δy)。 Δx 及 Δy 均0.020以下者為合格水準。

【0163】 2.量子點分散液之製作

於以氧濃度成為300 ppm以下之方式進行了氮氣沖洗之手套箱內，將量子點及胺基改性矽酮以下述所示之組成比加以混合，於90℃下隔水加熱，同時利用磁力攪拌器攪拌4小時。然後，利用孔徑0.2 μm 之聚丙烯性過濾器進行過濾，獲得CdSe/ZnS核殼型量子點分散液。

- 量子點 0.9質量份

(發光峰：540 nm，製造編號：748056，Sigma-Aldrich公司製造)

- 量子點 0.9質量份

(發光峰：630 nm，製造編號：790206，Sigma-Aldrich公司製造)

- 胺基改性矽酮 99質量份

(Genesee公司製造，商品號：GP-344，黏度：670 mPa·s)

【0164】 3.障壁膜之製作、及波長轉換片材之製作

[實施例1]

於二軸延伸PET(polyethylene terephthalate，聚對苯二甲酸乙二酯)膜(折射率 n_0 ：1.636，厚度 t_0 ：12 μm)之一面上，藉由真空蒸鍍法蒸鍍氧化鋁，形成無機氧化物層A(折射率 n_A ：1.77，厚度 t_A ：8 nm)。

繼而，於無機氧化物層A上，藉由凹版印刷塗佈下述有機被覆層形成用塗佈液，於180℃下加熱處理60秒鐘，形成有機被覆層B(折射率 n_B ：1.55，厚度 t_B ：251 nm)。

繼而，於有機被覆層B上，藉由真空蒸鍍法蒸鍍氧化鋁，形成無機氧

化物層C(折射率 n_c ：1.77，厚度 t_c ：8 nm)。

繼而，於無機氧化物層C上，藉由凹版印刷塗佈下述有機被覆層形成用塗佈液，於180℃下加熱處理60秒鐘，形成有機被覆層D(折射率 n_D ：1.55，厚度 t_D ：251 nm)。

繼而，於有機被覆層D上，藉由凹版印刷塗佈下述底塗層形成用塗佈液，於80℃下加熱處理60秒鐘，形成底塗層E(折射率 n_E ：1.575，厚度 t_E ：143 nm)，從而獲得實施例1之障壁膜。再者，將相同構成之障壁膜製作2個。

【0165】 <有機被覆層形成用塗佈液之製備>

於混合有水、異丙醇及0.5 N鹽酸之溶液(pH值2.2)中，一邊混合四乙氧基矽烷一邊冷卻至10℃，製備溶液A。另外，製備混合有皂化值99%以上之聚乙烯醇、異丙醇之溶液B。將溶液A與溶液B加以混合，製備有機被覆層形成用塗佈液(固形物成分：5質量%)。於有機被覆層形成用塗佈液中，四乙氧基矽烷與聚乙烯醇之質量比為29：4。

【0166】 <底塗層形成用塗佈液>

・聚酯聚胺基甲酸酯多元醇 50質量份

(η 值：62 mgKOH/g，固形物成分20質量%)

・矽烷偶合劑 1質量份

(3-縮水甘油氧基丙基甲基二甲氧基矽烷)

・二氧化矽填料 1質量份

(平均粒徑5 μ m)

・硬化劑 1質量份

(1,6-六亞甲基二異氰酸酯，固形物成分35%)

- 溶劑 50質量份

(甲基乙基酮)

【0167】 於以上製作之2個障壁膜中的一個障壁膜之底塗層側之面，塗佈下述配方之含量子點之層的塗佈液並加以乾燥，獲得形成有未照射游離輻射之含量子點之層的積層體A。

繼而，將積層體A之未照射游離輻射的含量子點之層側之面、與另一個障壁膜之底塗層側之面以對向之方式進行積層後，照射紫外線，使含量子點之層的游離輻射硬化性樹脂組合物硬化，獲得實施例1之波長轉換片材。含量子點之層的厚度為100 μm ，折射率為1.48。

【0168】 <含量子點之層的塗佈液>

- 多官能丙烯酸酯系化合物 58.11質量份

(乙氧基化雙酚A二丙烯酸酯；新中村化學工業公司之商品名「ABE-300」)

- 多官能硫醇化合物 38.74質量份

(季戊四醇四(3-巰基丙酸酯)；SC有機化學公司之商品名「PEMP」)

- 光聚合起始劑 0.5質量份

(IGM Resins B.V.公司之商品名「Omnirad TPO H」)

- 上述「2」中製作之量子點分散液 1.61質量份

- 乙酸 0.79質量份

- 氧化鈦 0.25質量份

(Chemours公司之商品名「Ti-Pure R-706」；粒徑0.36 μm)

【0169】 [實施例2～13]

將有機被覆層B、有機被覆層D及底塗層E之厚度變更為表1之值，除

此以外，以與實施例1相同之方式獲得實施例2～13之障壁膜及波長轉換片材。

【0170】 [實施例14]

將有機被覆層B及有機被覆層D之厚度變更為表1之值，且不在有機被覆層D上形成底塗層E，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得實施例14之障壁膜及波長轉換片材。

【0171】 [比較例1～3]

將有機被覆層B、有機被覆層D及底塗層E之厚度變更為表2之值，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得比較例1～3之障壁膜及波長轉換片材。

【0172】 [比較例4]

於有機被覆層B上形成底塗層E且不形成無機氧化物層C及有機被覆層D，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得比較例4之障壁膜及波長轉換片材。

【0173】 [比較例5]

將無機氧化物層A及無機氧化物層C變更為氧化矽之蒸鍍膜(折射率：1.457)，將有機被覆層B、有機被覆層D及底塗層E之厚度變更為表2之值，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得比較例5之障壁膜及波長轉換片材。

【0174】 [表1]

表1

		實施例													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
式1之d ₁		6.92	2.95	4.96	6.92	6.92	8.93	9.00	9.00	10.91	13.00	6.01	12.00	4.96	4.96
式2之d ₂		8.92	4.95	6.96	8.92	8.92	10.93	11.00	11.00	12.91	15.00	8.01	14.00	8.96	-
厚度 [nm]	底塗層E	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	286	-
	有機被覆層D	251	107	180	322	180	324	395	253	396	472	218	436	180	180
	無機氧化物層C	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	有機被覆層B	251	107	180	180	322	324	253	395	396	472	218	436	180	180
	無機氧化物層A	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
無機氧化物層之材質		AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x
測定及評價	水蒸氣透過度 [g/m ² ・day]	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15
	全光線透過率 [%]	89.1	89.6	88.4	89.8	89.0	90.1	89.2	89.5	89.1	89.7	89.4	89.3	89.5	88.4
	b*值	-1.2	-1.3	-0.8	0.3	-0.1	0.8	-0.8	-0.7	-0.7	0.7	0.8	0.4	0.2	-0.8
	Δx	-0.004	-0.005	-0.006	-0.004	-0.004	-0.004	-0.002	-0.001	-0.002	-0.005	-0.010	-0.012	-0.002	0.000
	Δy	-0.006	-0.010	-0.008	-0.008	-0.007	-0.010	-0.005	-0.005	-0.004	-0.008	-0.019	-0.020	-0.006	-0.008

【0175】 [表2]

表2

		比較例				
		1	2	3	4	5
式1之d ₁		12.40	0.99	14.00	-	5.00
式2之d ₂		14.40	2.99	16.00	-	7.00
厚度[nm]	底塗層E	143	143	143	143	143
	有機被覆層D	500	36	508	-	180
	無機氧化物層C	15	8	8	-	30
	有機被覆層B	400	36	508	300	180
	無機氧化物層A	15	8	8	8	30
無機氧化物層之材質		AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	SiO _x
測定及評價	水蒸氣透過度[g/m ² ・day]	0.10	0.30	12.00	0.50	0.10
	全光線透過率[%]	89.7	89.8	89.3	90.1	89.4
	b*值	0.6	-0.1	0.4	1.6	1.5
	Δx	-0.02	-0.012	-0.166	-0.02	-0.008
	Δy	-0.042	-0.021	-0.293	-0.040	-0.016

【0176】 由表1之結果可確認，實施例之障壁膜於應用於波長轉換片材時能夠抑制色調變化。尤其是可確認式1所表示之d₁、及式2所表示之d₂為奇整數附近的實施例1～10、13～14與d₁及d₂為偶整數附近的實施例11～12相比，能夠進一步抑制色調變化。

另一方面，由表2之結果可確認，比較例之障壁膜於應用於波長轉換片材時，無法抑制色調變化。比較例1之障壁膜由於式1所表示之d₁、及式2所表示之d₂顯示出遠離整數附近之值，故無法抑制色調變化。關於比較例2之障壁膜，雖d₁及d₂為奇整數附近，但d₁及d₂之值未達2(≡有機被覆層B及D等之厚度過薄)，因此，障壁性差，而無法抑制色調變化。關於比較例3之障壁膜，雖d₁及d₂為偶整數附近，但d₁及d₂之值超過13(≡有機被覆層B及D等之厚度過厚)，因此，於高濕環境下，有機被覆層B及D過度膨潤，無法抑制色調變化。比較例4之障壁膜由於無機氧化物層僅為1層，故障壁性差，無法抑制色調變化。比較例5之障壁膜中，無機氧化物層為厚

度30 nm之二氧化矽之層。二氧化矽若欲獲得與氧化鋁同等之障壁特性，則必須增加厚度，而比較例5之障壁膜由於二氧化矽之層之厚度厚達30 nm，故障壁性充分。但由於為厚度較厚之二氧化矽，故初始階段之 b^* 值較高。又，關於比較例5之障壁膜，雖有機被覆層及底塗層之組成及厚度與實施例3相同，但無機氧化物層為厚度較厚之二氧化矽層，因此，二氧化矽之無機氧化物層對障壁膜之分光透射光譜之波形造成影響，與實施例3相比，無法抑制色調變化。

又，根據圖7與圖8之比較可確認，藉由將式2所表示之 d_2 設為奇整數附近，能夠使障壁膜之分光透過率於450 nm附近顯示出峰。又，根據圖9與圖10之比較可確認，藉由將式1所表示之 d_1 設為奇整數附近，能夠使障壁膜之分光透過率於450 nm附近顯示出峰。

【符號說明】

【0177】

10:透光性基材

21:無機氧化物層A

22:無機氧化物層C

31:有機被覆層B

32:有機被覆層D

40:底塗層

50:含量子點之層

100:障壁膜

100a:障壁膜

100b:障壁膜

200:波長轉換片材

210:光源

220:光學板

221:導光板

222:擴散板

230:反射板

240:角柱薄片

300:背光

301:邊緣照明型背光

302:正下方型背光

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種波長轉換片材用障壁膜，其於透光性基材上依序具有無機氧化物層A、有機被覆層B、無機氧化物層C、及有機被覆層D，

將上述透光性基材、上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C、及上述有機被覆層D之折射率分別定義為 n_0 、 n_A 、 n_B 、 n_C 、及 n_D ，

將上述透光性基材、上述無機氧化物層A、上述有機被覆層B、上述無機氧化物層C、及上述有機被覆層D之厚度分別定義為 t_0 、 t_A 、 t_B 、 t_C 、及 t_D 時，

n_A 及 n_C 大於 n_B 及 n_D ，且

上述無機氧化物層A與上述有機被覆層B之界面的反射率大於上述透光性基材與上述無機氧化物層A之界面的反射率，進而

下述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為2~13之整數)：

(式1)

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}。$$

【請求項2】

如請求項1之障壁膜，其中上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

【請求項3】

如請求項1之障壁膜，其中上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \sim x + 0.10$ 之範圍(其中， x 為3~13之奇整數)。

【請求項4】

如請求項1之障壁膜，其中於上述有機被覆層D之與上述無機氧化物層C相反側具有底塗層E，且

將上述底塗層E之折射率定義為 n_E ，將上述底塗層E之厚度定義為 t_E 時，

下述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為4～27之整數)：

(式2)

$$d_2 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm} + n_E \times t_E / 112.5 \text{ nm}。$$

【請求項5】

如請求項4之障壁膜，其中上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

【請求項6】

如請求項4之障壁膜，其中上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \sim y + 0.10$ 之範圍(其中， y 為5～27之奇整數)。

【請求項7】

如請求項4至6中任一項之障壁膜，其中 n_E/n_D 為0.95以上1.05以下。

【請求項8】

如請求項4至6中任一項之障壁膜，其中 t_E 為70 nm以上1000 nm以下。

【請求項9】

如請求項1至4中任一項之障壁膜，其中 t_A 及 t_C 分別為6 nm以上25 nm以下。

【請求項10】

如請求項1至4中任一項之障壁膜，其中 t_B 及 t_D 分別為70 nm以上480

nm以下。

【請求項11】

如請求項1至4中任一項之障壁膜，其中 t_0 為5 μm 以上。

【請求項12】

如請求項1至4中任一項之障壁膜，其中上述無機氧化物層A及上述無機氧化物層C包含氧化鋁。

【請求項13】

如請求項1至4中任一項之障壁膜，其中上述有機被覆層B及上述有機被覆層D包含聚乙烯醇。

【請求項14】

一種波長轉換片材，其具有：包含量子點的含量子點之層、及積層於上述含量子點之層之兩側的障壁膜，且以作為上述障壁膜之如請求項1至4中任一項之障壁膜的與透光性基材相反側之面朝向上述含量子點之層側的方式進行積層。

【請求項15】

如請求項14之波長轉換片材，其中上述障壁膜為如請求項1之障壁膜，上述障壁膜之與上述含量子點之層相接的層為上述有機被覆層D，將上述含量子點之層的折射率定義為 n_z 時，滿足下述(i-1)：

(i-1) $n_D > n_z$ ，且上述式1所表示之 d_1 顯示 $x \pm 0.10$ 之範圍(其中， x 為3～13之奇整數)。

【請求項16】

如請求項14之波長轉換片材，其中上述障壁膜為如請求項4之障壁膜，上述障壁膜之與上述含量子點之層相接的層為上述底塗層E，將上述

含量子點之層的折射率定義為 n_z 時，滿足下述(ii-1)：

(ii-1) $n_E > n_z$ ，且上述式2所表示之 d_2 顯示 $y \pm 0.10$ 之範圍(其中， y 為5~27之奇整數)。

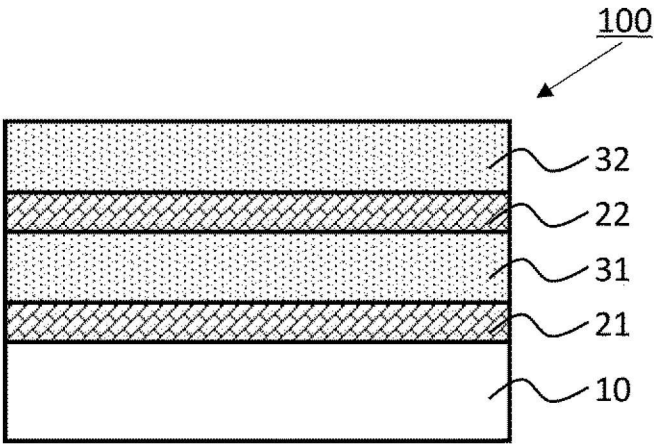
【請求項17】

一種背光，其具備：發出一束光之至少1個光源、與上述光源相鄰配置的用於導光或擴散之光學板、及配置於上述光學板之光出射側之波長轉換片材，且上述波長轉換片材為如請求項14之波長轉換片材。

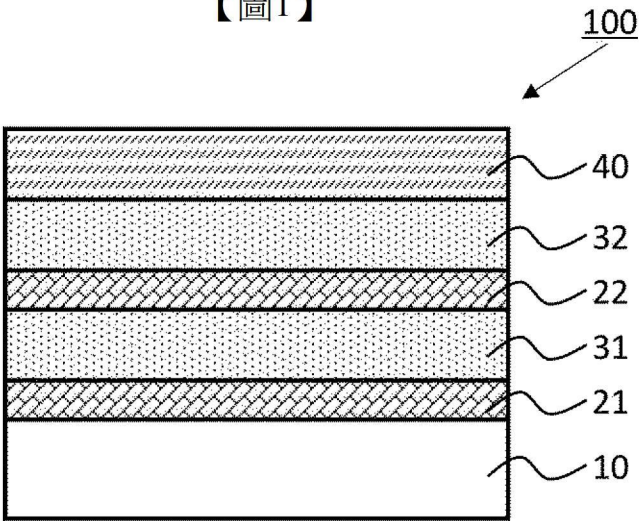
【請求項18】

一種液晶顯示裝置，其具備背光及液晶面板，且上述背光為如請求項17之背光。

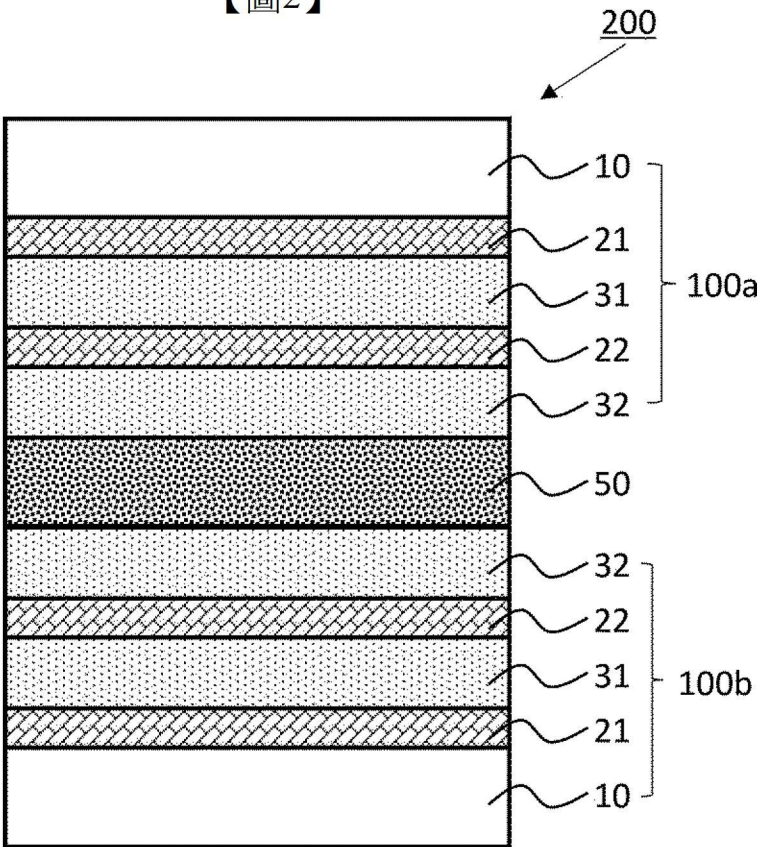
【發明圖式】



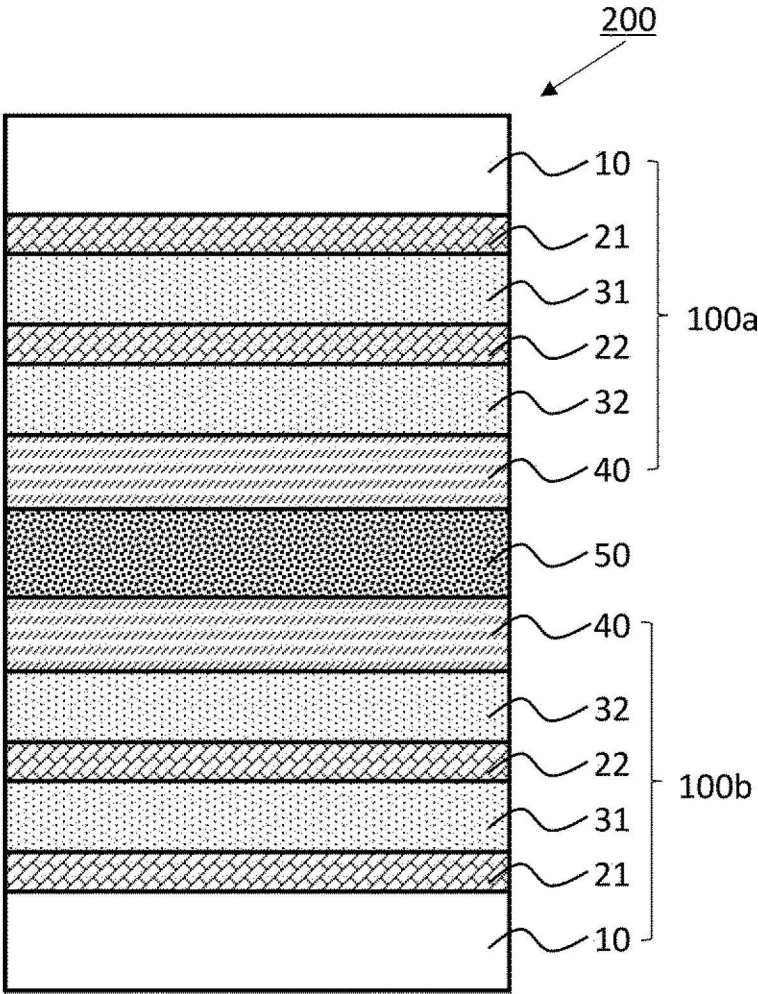
【圖1】



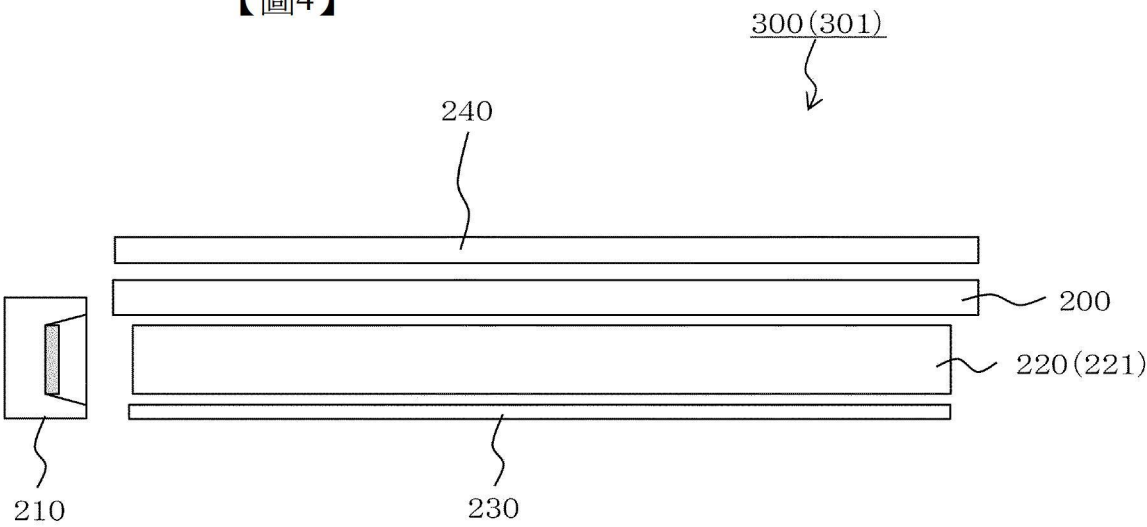
【圖2】



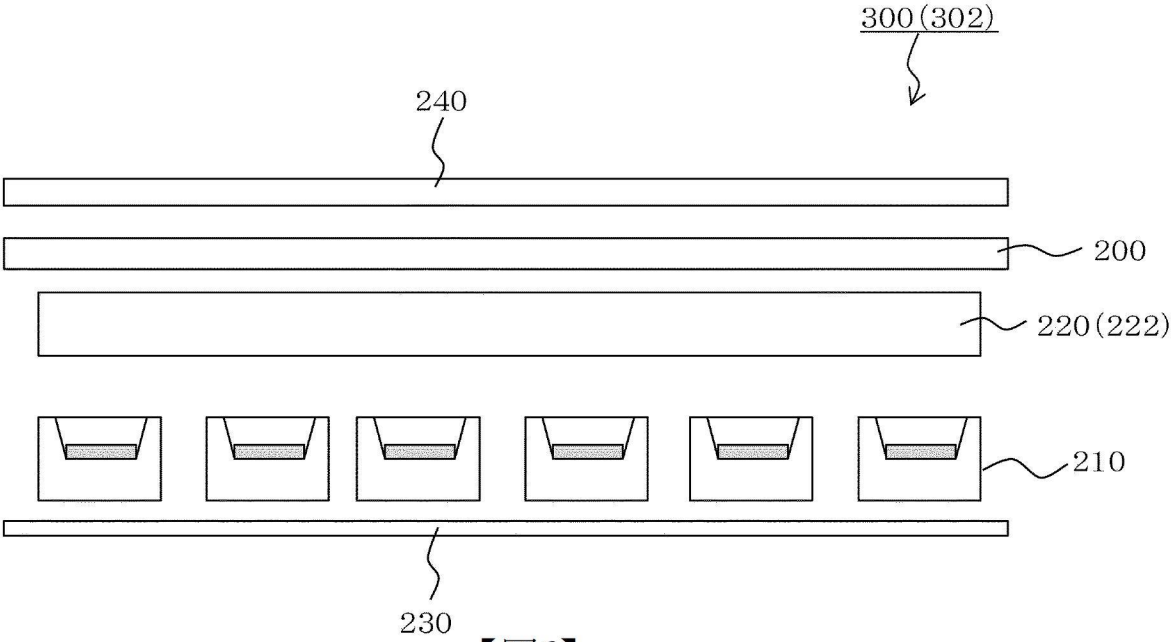
【圖3】



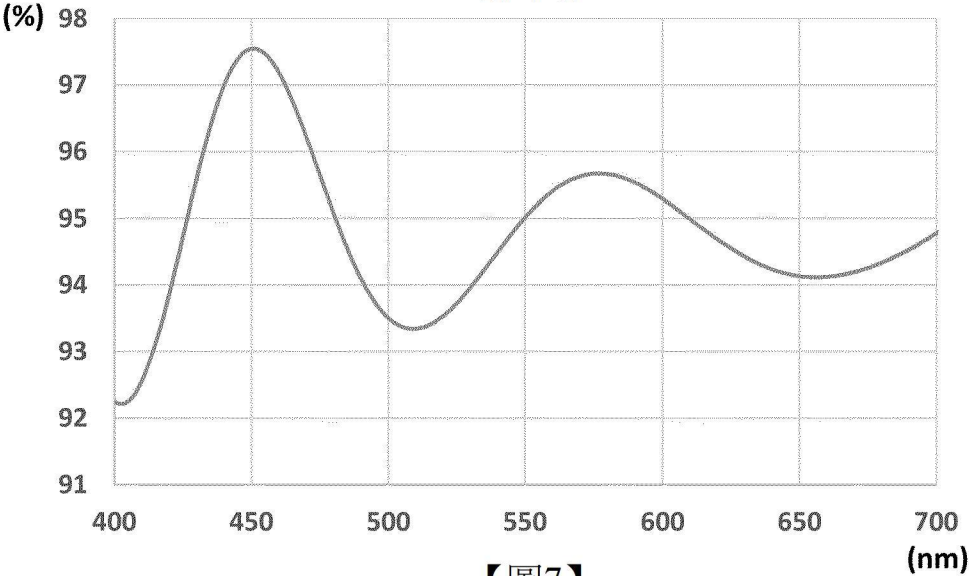
【圖4】



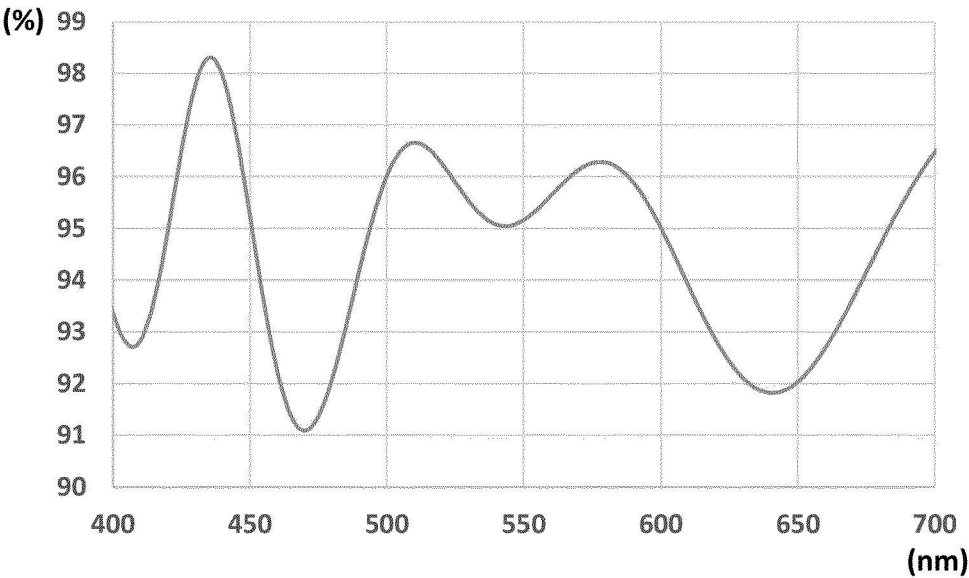
【圖5】



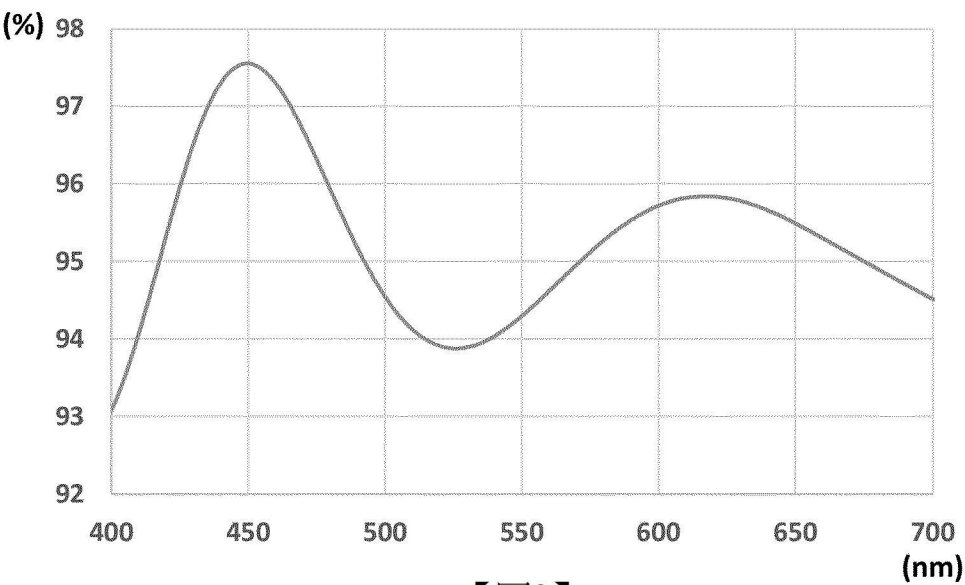
【圖6】



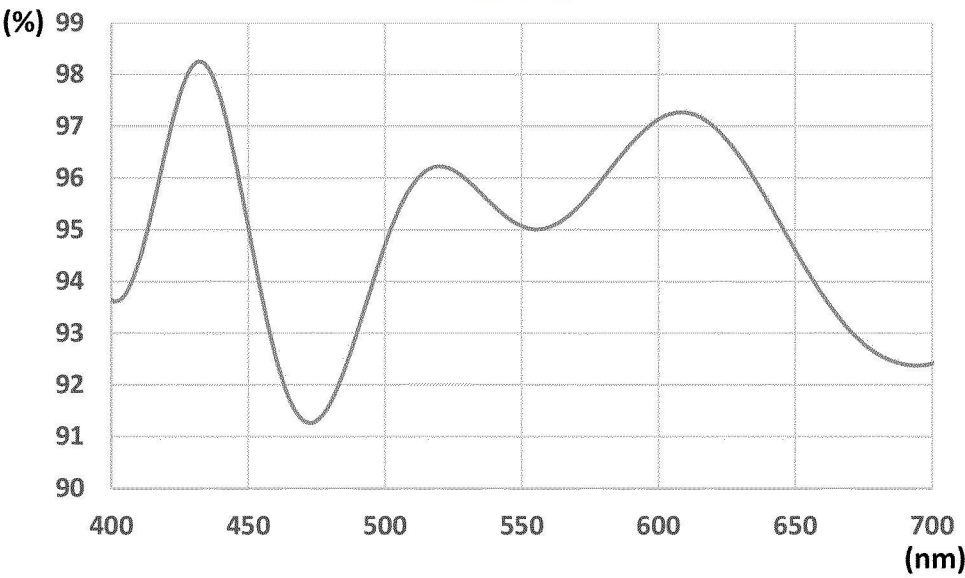
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】