



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201833357 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：107103454

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 31 日

(51)Int. Cl. : C23C14/22 (2006.01)

(30)優先權：2017/01/31 日本

2017-015266

(71)申請人：學校法人東海大學 (日本) TOKAI UNIVERSITY EDUCATIONAL SYSTEM (JP)

日本

日商精緻水晶股份有限公司 (日本) FINE CRYSTAL CO., LTD. (JP)

日本

日商新柯隆股份有限公司 (日本) SHINCRON CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：室谷裕志 MUROTANI, HIROSHI (JP)；堀口由紀夫 HORIGUCHI, YUKIO (JP)；

菅原卓哉 SUGAWARA, TAKUYA (JP)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：6 共 24 頁

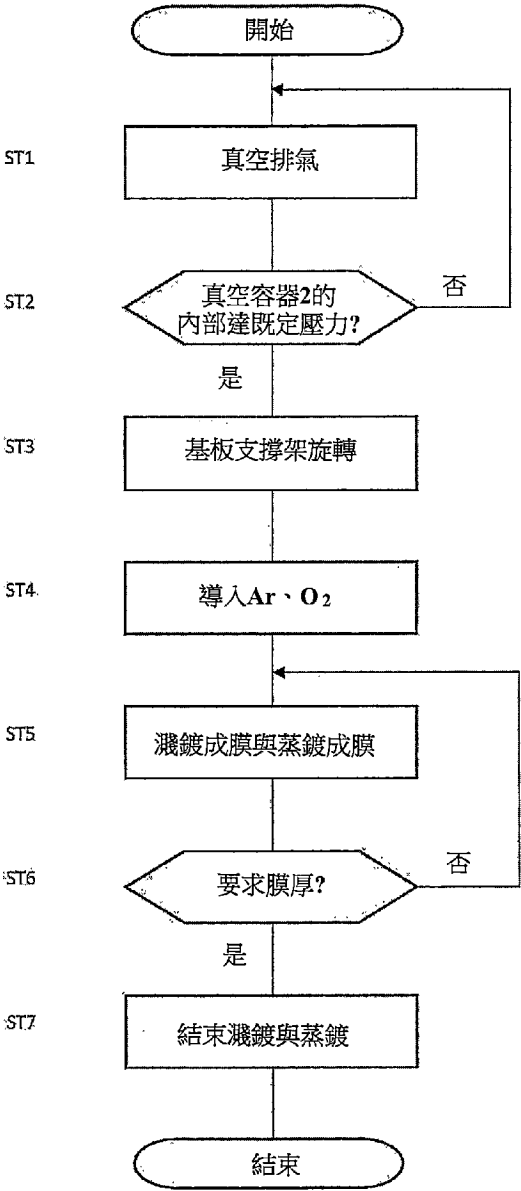
(54)名稱

成膜方法

(57)摘要

本發明係提供機械强度高、折射率低的表面層成膜方法。在基板 S 的表面上，重複施行：將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟、以及將靶材構成物質利用濺鍍施行成膜的步驟，而形成較成膜材料折射率更小折射率的膜。

指定代表圖：



【圖3】

【發明說明書】

【中文發明名稱】 成膜方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於低折射率的成膜方法。

【先前技術】

【0002】 使用為攝像元件的CCD、CMOS，相較於銀鹽底片之下，因為表面的光反射強，因而容易發生光影、鬼影。又，曲率半徑較小的透鏡，因為光線的入射角度會依照位置而有大幅差異，因而透鏡表面斜率較大之部分處並無法維持低反射率。又，如LCD之類的平面顯示器，因為顯示器表面的光反射所造成外光投影會構成問題，因而施行防眩處理，但若顯示器朝高密度化演進，則穿透過液晶的光會在經防眩處理過的表面進行漫反射，導致妨礙影像的高解析度化。為降低此種基板表面的反射，便必需成膜低折射率的表面層(非專利文獻1)。又，相關折射率較高於玻璃的成膜材料之例如： Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Nb_2O_5 或 HfO_2 等，針對不受現有材料折射率的約束，可自由選擇所需折射率設計光學薄膜的要求，期待能形成較該等成膜材料自體折射率更低折射率的薄膜。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [非專利文獻1]降低反射技術新發展(菊田久雄著、日本光學會會誌「光學」第40卷第1期、2011年1月)

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

【0004】 已知有在折射率1.5的玻璃上，使用例如折射率1.38之氟化鎂之類的低折射材料成膜表面層。然而，即便使用1.38的低折射率材料，但仍會殘留1.4%的反射。目前並無存在1.1~1.2的低折射率薄膜材料。又，亦已知有利用溶膠・凝膠法形成多孔質低折射率膜，但因為並無具有能承受超音波洗淨、手動擦拭等洗淨的機械強度，因而無法實用為基板的表面層。

【0005】 本發明所欲解決的課題係在於提供：低折射率的成膜方法。

(解決課題之手段)

【0006】 本發明係藉由在基板表面上，重複施行：將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟、以及將靶材構成物質利用濺鍍施行成膜的步驟，而形成較成膜材料折射率更小折射率的膜，藉此解決上述課題。

[發明效果]

【0007】 根據本發明可形成低折射率的膜。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖1係本發明成膜方法一實施形態所使用成膜裝置一例的概略縱剖面。

圖2係沿圖1的II-II線之剖視圖。

圖3係本發明成膜方法一實施形態的步驟圖。

圖4係由實施例1、比較例1及比較例2所獲得薄膜的SEM照片。

圖5係由實施例1、比較例1及比較例2所獲得薄膜的X射線繞射圖。

圖6係由實施例、比較例1及比較例2所獲得薄膜以及基板的穿透率圖。

【實施方式】

【0009】 以下，針對本發明一實施形態，根據圖式進行說明。圖1所示係

本發明成膜方法一實施形態可使用成膜裝置1之一例的概略縱剖視圖，圖2所示係沿圖1的II-II線之剖視圖。另外，本發明成膜方法的實施並不僅侷限於使用圖1與圖2所示成膜裝置1實施，舉凡在能實現本發明構成要件的成膜裝置前提下，均全部涵蓋在內。本例的成膜裝置1係包括：真空容器2、排氣裝置3、圓板狀基板支撐架5、差壓容器6、濺鍍機構7、氣體導入系統8、以及真空蒸鍍機構9。而，該排氣裝置3係供將真空容器2的內部施行減壓。該基板支撐架5係能以利用驅動部4a進行旋轉的旋轉軸4b為中心進行旋轉，在基板保持面5a上保持著基板S。該差壓容器6係設計呈依基板支撐架5的基板保持面5a其中一部分，相對向於濺鍍部5b的狀態。該濺鍍機構7係設置於差壓容器6的內部。該氣體導入系統8係將濺鍍氣體導入差壓容器6的內部。該真空蒸鍍機構9係真空蒸鍍用，在真空容器2的內部設計呈對向於基板保持面5a的狀態。

【0010】 本例的基板支撐架5係如圖1、圖2所示，形成圓板狀，在圓板的中心固定著利用驅動部4a朝單一方向旋轉的旋轉軸4b。基板支撐架5的下面係設為固定並保持基板S用的基板保持面5a。利用基板支撐架5進行的基板S的裝設一例係如圖2所示，惟本發明的成膜方法並不僅侷限於此種裝設形態，亦可採用各種形態。

【0011】 本例係在基板支撐架5的基板保持面5a、與差壓容器6上方端面6a之間，為能在差壓容器6內部的差壓區域B、與差壓容器6外的高真空區域A中，設置僅可連通些微氣體の間隙G，便將基板支撐架5形成可輕易調整間隙G適當間隔的圓板狀。惟，在能適當調整間隙G之前提下，並不僅侷限於圓板狀，亦可構成圓頂狀、旋轉木馬式的旋轉式成膜裝置所使用的圓筒狀。

【0012】 成膜對象物的基板S並無特別的限定，除玻璃基板之外，亦可適用壓克力、其他的塑膠基板。其中，若使用因為折射率大因而需要抑制反射率，且因為會有手觸摸、洗淨等機會因而需求機械強度的光學用途基板，便可更加

發揮本發明的效果。

【0013】 差壓容器6係由形成圓筒狀，且軸方向其中一端面6b(圖1的下面)被阻塞，另一端面6a(圖1的上面)則呈開放的容器體構成。利用差壓容器6，真空容器2內部便被分離為差壓容器6外部的高真空區域A、與差壓容器6內部的差壓區域B。

【0014】 差壓容器6呈開放的端面6a係設為例如圓形，距基板支撐架5的基板保持面5a隔開既定間隙G配置。該間隙G係當從氣體導入系統8將濺鍍氣體導入於差壓區域B時，藉由濺鍍氣體通過間隙G並洩漏於高真空區域A，便成為可將差壓區域B調整於較高真空區域A更低既定壓力的間隔。較佳間隙G的大小主要係利用差壓容器6的容積、濺鍍氣體流量、以及所調整高真空區域A與差壓區域B的壓力便可決定。

【0015】 另外，差壓容器6係與基板支撐架5其中一部分呈相對向，且在與真空容器2內部的另一高真空區域A之間，包括僅有些微氣體可連通的孔、間隙等連通部，只要能物理性隔離的形狀便可，並不僅侷限於圖示圓筒體。例如藉由在真空容器2內壁設置遮蔽壁等，亦可形成差壓區域B。又，亦可取代在端面6a與基板保持面5a之間設置間隙G，改為靠近端面6a與基板保持面5a配置，且在差壓容器6上設置氣體連通孔。

【0016】 在差壓容器6中設有濺鍍機構7。本例的濺鍍機構7係包括：在差壓容器6內部配置的靶材7a、保持靶材7a的濺鍍電極7b、對濺鍍電極7b供應電力的濺鍍電源7c、以及配置於靶材7a與基板支撐架5之間且將靶材7a予以被覆或開放的閘門7d。本例的濺鍍機構7係利用DC(直流)或RF(高頻)濺鍍法進行。

【0017】 靶材7a係將膜原料物質形成平板狀，在差壓容器6的內部配置呈與基板支撐架5的基板保持面5a呈相對向狀態。靶材7a係可使用Si、Zr、Al、Ti、Ta、Nb、Hf等金屬靶材，除該等之外，尚亦可使用例如SiO₂之類該等的金屬氧

化物靶材等。

【0018】 在差壓容器6的內部設有將濺鍍氣體導入於差壓區域B內的氣體導入系統8。氣體導入系統8係包括：儲存濺鍍氣體的氣體鋼瓶8a、8d、對應於氣體鋼瓶8a、8d設置的閥8b、8e、調整濺鍍氣體流量的質量流量控制器8c、8f、以及當作濺鍍氣體供應路用的配管8g。

【0019】 氣體鋼瓶8a、閥8b、質量流量控制器8c係使用於氧氣供應，而氣體鋼瓶8d、閥8e、質量流量控制器8f係使用於氬氣供應。本例中，濺鍍氣體係導入氬、氮等惰性氣體、以及氧、氮等反應性氣體。

【0020】 為能在濺鍍成膜時提高成膜速度，使用金屬靶材的DC(直流)濺鍍便屬有效方法。當欲獲得介電膜、氧化膜時，必需與氧、氮等進行反應，但未必一定會進行反應，會有處於不完全狀態。

【0021】 本例中，使用金屬靶材，在相對於氬氣等惰性氣體量，將氧等反應性氣體量設為例如反應性氣體：惰性氣體=1：80程度的微量狀態下進行成膜。藉此，藉由利用後述施行真空蒸鍍成膜的高真空區域A供應完全氧化物，便可獲得全體近似完全氧化物的膜。結果，可獲得成膜速度快、密接性高、低應力、且沒有光學性吸收的膜。另外，導入於差壓區域B中，反應性氣體相對於惰性氣體的比率係0.5%~15%、較佳係0.5%~8%。

【0022】 真空蒸鍍機構9係由電子束蒸鍍源構成，包括：填充蒸鍍材料的坩堝9a、以及對坩堝9a中所填充蒸鍍材料照射電子束的電子槍9b。又，在坩堝9a的上方設有可移動而將該坩堝9a上部開口進行開閉用的閘門9c。蒸鍍材料係可使用例如： SiO_2 、 MgF_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Nb_2O_5 或 HfO_2 等。此情況，可使用與構成靶材7a的金屬或金屬氧化物為相同金屬的氧化物，又，亦可使用與構成靶材7a的金屬或金屬氧化物為不同金屬的氧化物。

【0023】 本例所使用的成膜裝置1係在單一真空容器2的內部設置濺鍍機

構7與真空蒸鍍機構9。該成膜裝置1中，為兼顧所要求真空度迥異的濺鍍法與真空蒸鍍法等二種成膜方法的構成，便設有儲存濺鍍機構7之靶材7a用的差壓容器6。

【0024】 藉由在差壓容器6的內部導入濺鍍氣體，便可將差壓容器6的差壓區域B之壓力，設為較高於真空容器2內部的高真空區域A，藉此便形成可施行濺鍍的真空度 $1\sim 10^{-1}\text{Pa}$ 。此時，藉由調整濺鍍氣體的流量與間隙G的尺寸，便可控制差壓區域B的壓力。即，若將間隙G設定為微小寬度，便不會從差壓容器6朝真空容器2內部的高真空區域A流入大量氣體，因而可將真空蒸鍍機構9的蒸發源附近之真空度設為可進行真空蒸鍍的真空度 $10^{-1}\sim 10^{-6}\text{Pa}$ 。藉此構成便可在同一真空容器2的內部施行濺鍍成膜與真空蒸鍍成膜。且不同於習知技術，在切換濺鍍成膜與真空蒸鍍成膜之間，不需要將真空容器2的內部壓力調整為適於各成膜方法之壓力的步驟。

【0025】 再者，本例所使用的成膜裝置1係包括：保持著基板S並旋轉的旋轉式基板支撐架5。所以，基板S在成膜中，會以旋轉軸4b為中心在真空容器2內部進行旋轉。藉此，基板S便在濺鍍成膜的差壓區域B與真空蒸鍍成膜的高真空區域A之間移動，若控制由驅動部4a進行的基板支撐架5之旋轉速度，便可將在各區域A、B中滯留的時間調整為任意時間。此現象表示利用濺鍍法施行成膜的膜、與利用真空蒸鍍法施行成膜的膜，係可由同一真空容器2施行成膜。

【0026】 再者，根據本例，利用基板支撐架5的旋轉，一邊使基板S通過較適於濺鍍法壓力更高真空的高真空區域A，一邊施行濺鍍成膜，因而可抑制成膜粒子以外的雜質附著於基板S，俾可製作良質膜。

【0027】 再者，當濺鍍成膜與真空蒸鍍成膜係同時(即交錯重複)施行時，藉由調整基板S在濺鍍成膜的差壓區域B與真空蒸鍍成膜的高真空區域A中的滯留時間、濺鍍機構7或真空蒸鍍機構9的成膜條件等，便可將利用濺鍍所形成的

膜重量與利用真空蒸鍍所形成的膜重量的比率、以及總成膜量(膜厚)設定於所需值。

【0028】 習知為實現真空度不同的區域便需要差動排氣裝置，而當使用差動排氣裝置時，排氣系統便需要2套系統，導致配管系統亦趨於複雜。相對於此，本例中，利用差壓容器6的簡單構造便可實現真空度不同的區域A、B，使裝置全體單純化與小型化。

【0029】 其次，針對本發明成膜方法的實施形態進行說明。圖3所示係本發明成膜方法一實施形態的步驟圖。本實施形態係在玻璃製基板S的單面上，交錯重複施行：利用使用濺鍍機構7的濺鍍法施行SiO₂膜形成的步驟、以及利用使用真空蒸鍍機構9的真空蒸鍍法施行SiO₂膜成膜的步驟之成膜方法一例。另外，本發明的成膜方法係未必需要濺鍍成膜與蒸鍍成膜各僅交錯重複施行1次，亦可其中任一者先重複施行複數次之後，才施行另一者。

【0030】 事前準備係在基板支撐架5上安裝基板S，並將其安裝於真空容器2中。又，安裝作為靶材7a的Si靶材，在坩堝9a填充蒸鍍材料的SiO₂之後，便開始圖3所示處理。

【0031】 在步驟ST1中，將真空容器2予以密閉，使用排氣裝置3對真空容器2的內部施行真空排氣(減壓)。在步驟ST2中，使用依瀕臨真空容器2之高真空區域A的方式所設置之壓力計10，判斷真空容器2的內部是否已達既定壓力(例如 7×10^{-4} Pa)。若真空容器2的內部尚未達既定壓力(例如 7×10^{-4} Pa)時，便返回步驟ST1，重複施行真空排氣直到達 7×10^{-4} Pa為止。

【0032】 若真空容器2的內部已達既定壓力，便已減壓至適合利用真空蒸鍍機構9施行真空蒸鍍的真空度，然後朝步驟ST3前進，開始基板支撐架5的旋轉。另外，本實施形態中，步驟ST3的基板支撐架5之旋轉係較步驟ST4中的氣體導入更早開始，但亦可在氣體導入途中或氣體導入後才開始基板S的旋轉。但，

因為藉由基板支撐架5的旋轉，會影響及從基板支撐架5與差壓容器6間之間隙G，朝差壓容器6外部所洩漏出氣體的流量，因而基板支撐架5的旋轉最好在氣體導入前、或氣體導入中便開始。

【0033】 在步驟ST4中，開啟閥8b、8e，而從氣體鋼瓶8a、8d分別朝差壓容器6內部的差壓區域B導入氧氣與氬氣。若在差壓區域B中導入氧氣與氬氣，則截至目前利用排氣裝置3施行減壓至 7×10^{-4} Pa程度的差壓區域B內，便被局部性導入氧氣與氬氣，呈現該等氣體通過間隙G，僅有微量依一定流量洩漏於差壓容器6外部的狀態。

【0034】 若朝差壓區域B的氣體導入量、與通過間隙G從差壓區域B的氣體洩漏量呈既定均衡時，差壓區域B的壓力便成為所需壓力(本實施形態中，成為適於濺鍍成膜的 $1 \sim 10^{-1}$ Pa)。差壓區域B的壓力係可利用在差壓容器6內部所設置的壓力計進行檢測，且利用實驗確認到當壓力達 $1 \sim 10^{-1}$ Pa時便會產生電漿。所以，本實施形態中，當差壓容器6內部有產生電漿時，便判斷已到達既定壓力的 $1 \sim 10^{-1}$ Pa。另外，在步驟ST4中，當即便短暫等待仍沒有產生電漿時，因為相對於從間隙G的氣體洩漏速度之下，氧氣與氬氣的導入速度較慢，因而可預測差壓容器6內部的壓力尚未被充分提高。所以，藉由調整質量流量控制器8c、8f，便可提升氧氣與氬氣的流量。

【0035】 在步驟ST5中，開放均被靶材7a被覆的閘門7d，施行濺鍍成膜，同時開啟截至目前為止阻塞住坩堝9a的閘門9c，從電子槍9b朝坩堝9a照射電子束，而施行真空蒸鍍成膜。

【0036】 在步驟ST6中，利用非接觸式膜厚偵測器11，判定在基板S上所形成薄膜的膜厚是否已達預定的要求膜厚。當在基板S上所形成薄膜的膜厚尚未到達預定要求膜厚時，便重複步驟ST5直到達要求膜厚為止。

【0037】 當在基板S上所形成薄膜的膜厚已到達預定的要求膜厚時，便在

步驟ST7中，利用閘門7d被覆著靶材7a，並關閉閥8b、8e，而結束濺鍍成膜，同時關閉電子槍9b，且關閉閘門9c，而結束真空蒸鍍成膜。然後，使真空容器2的內部壓力返回大氣壓，再從真空容器2中取出基板支撐架5。

【0038】 依如上述，本實施形態的成膜方法係在基板S的表面上，重複施行：將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟、以及將靶材構成物質利用濺鍍施行成膜的步驟，而形成較成膜材料折射率更小折射率的膜。該成膜材料的折射率係指利用蒸鍍步驟與濺鍍步驟所形成膜的材料本身折射率。例如所形成薄膜係SiO₂，便指加工前的SiO₂材料之原本具有折射率(對632.8nm波長光為1.457)。

【0039】 然後，所獲得膜的折射率，當成膜材料係SiO₂的情況，較佳係較小於SiO₂自身折射率1.457、更佳係1.41以下、特佳係1.35以下。又，當成膜材料係MgF₂的情況，則所獲得膜的折射率最好較小於MgF₂自身折射率1.38。又，當將所獲得膜適用於例如基板表面層等需求機械強度的用途時，最好鉛筆硬度達B以上。

【0040】 為能獲得此種低折射率且高強度的膜，最好利用濺鍍形成的膜重量較小於利用真空蒸鍍法形成的膜重量，例如利用濺鍍所形成的膜重量相對於所獲得總膜重量係0.2~1.4%。

【0041】 本實施形態的蒸鍍材料較佳係使用SiO₂、MgF₂、Al₂O₃、ZrO₂、Ta₂O₅、TiO₂、Nb₂O₅或HfO₂，靶材構成物質較佳係使用Si、Al、Zr、Ta、Ti、Nb、Hf或該等的金屬氧化物。此情況，亦可使用蒸鍍材料、與不同於該蒸鍍材料材質的靶材構成物質，控制著所形成膜的折射率。

【0042】 就從本實施形態的其他觀點，在基板的表面上，重複施行：在既定真空度環境中，將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟，以及暴露於較既定真空度更低真空度的電漿環境之步驟，亦可形成較成膜材料折射率更小折

射率的膜。

【0043】 根據本實施形態的成膜方法，因為可抑制基板表面的光反射，因而能防止發生光影與鬼影、以及外光投影等情形。又，相關較玻璃更高折射率的成膜材料，因為可獲得所需折射率的薄膜，因而不受現有材料的折射率約束均可自由地選擇所需折射率，可提高光學薄膜的設計自由度。

[實施例]

【0044】 《實施例及比較例》使用圖1、圖2所示成膜裝置，利用圖3所示方法，在玻璃製基板S(SCHOTT公司製N-BK7、板厚1.0mm、40×40mm、折射率 n_d : 1.5168)的單面上，形成目標膜厚之500nm的SiO₂膜，使用分光光度計(日本分光公司製V-570)測定分光穿透率，從該穿透率計算出成膜後的膜折射率，同時針對相同的膜施行十字割痕測試(根據JIS B7080-4 光學及光子學-光學被覆-第4部：特定測試方法 7.十字割痕測試(條件方法03)))、及鉛筆硬度測試(根據JIS K5600 塗料一般測試方法4.4 劃割硬度(鉛筆法))。此時成膜裝置的成膜條件係如下：

【0045】 真空容器2的容積與差壓容器6的容積比係1：0.02，圖1所示真空蒸發機構9的坩堝9a與基板S之垂直方向距離H係35~50cm，高真空區域A的目標真空度係設為 7×10^{-4} Pa、差壓區域B的目標真空度係設為 $1 \sim 10^{-1}$ Pa。又，相關濺鍍成膜，施行濺鍍電源7c係使用RF電源的RF濺鍍。靶材7a係使用Si靶材，濺鍍氣體係導入氧(5、20、35sccm)、氬(45、60、75sccm)，合計氣體流量設為80sccm。濺鍍電源7c的RF功率係設為100、200、300W。

【0046】 再者，相關真空蒸鍍成膜，蒸鍍材料係使用SiO₂，電子槍9b的電流量係設為70、120mA。又，在高真空區域A中並未導入氧等反應性氣體。又，基板S被加熱至200℃。另外，下表1中的濺鍍膜重量比率(%)係從(濺鍍速率/蒸鍍速率)×100換算。又，比較例1係使用相同成膜裝置1，僅依真空蒸鍍施行成膜(RF

功率設為0、濺鍍氣體流量設為0)的例子，比較例2係使用相同成膜裝置1，僅依濺鍍施行成膜(蒸鍍電子槍電流設為0)的例子，比較例3係使用相同成膜裝置1，將RF功率設為0，並將濺鍍氣體合計流量設為80sccm，僅流通濺鍍氣體而無利用濺鍍施行成膜的例子。

【0047】 [表1]

表1

	基板支撐架 旋轉數(rpm)	基板溫度 (℃)	RF 功率 (W)	濺鍍氣體 合計流量 (sccm)	蒸鍍電子 槍電流 (mA)	濺鍍膜 重量比率 (%)	折射率	十字割痕測試 (殘留數/ 測試數)	鉛筆硬度 測試
實施例 1	10	200	100	80	70.	0.7	1.31	25/25	B
實施例 2	10	200	200	80	70	1.4	1.33	25/25	H
實施例 3	10	200	300	80	70	2.1,	1.33	25/25	H
實絡例 4	10	200	100	80	120	0.2	1.35	25/25	H
實施例 5	10	200	200	80	120	0.4	1.37	25/25	H
實施例 6	10	200	300	80	120	0.6	1.39	25/25	2H
實施例 7	5	200	200	80	120	0.4	1.41	25/25	2H
實施例 8	20	200	200	80	120	0.4	1.37	25/25	H
比較例 1	10	200	0	0	120	0	1.46	25/25	5H
比較例 2	10	200	200	80	0	100	1.47	25/25	9H 以上
比較例 3	10	200	0	80	120	0	1.32.	0/25	6B 以下

【0048】 將由實施例1、比較例1、比較例2所獲得的膜切斷，使用掃描式電子顯微鏡觀察，結果如圖4所示。又，針對由實施例1、比較例1、比較例2所獲得膜的結晶構造，利用X射線繞射法進行分析，結果如圖5所示。又，針對實施例1、比較例1、比較例2的膜及基板S之穿透率，使用分光光度計(日本分光公司製V-570)進行測定，結果如圖6所示。

【0049】 《考察》

(1)如比較例1與2，若僅利用真空蒸鍍法或僅利用濺鍍法，在玻璃基板的表面形成SiO₂膜，將形成大致相等於成膜材料SiO₂的折射率1.457的膜。相對於此，如實施例1~8，若重複施行真空蒸鍍法與濺鍍法，將形成較成膜材料SiO₂折射率1.457更低之1.31~1.41折射率膜。同時，實施例1~8的低折射率膜相較於比較例3的低折射率(1.32)膜之下，經利用十字割痕測試與鉛筆硬度測試等所確認的機械

強度特別大。

【0050】 (2)雖相關依此低折射率與高強度兼顧性的詳細機制尚未明確，但能獲得如實施例1~8的低折射率且高強度薄膜的原因，可推測係受下述事由影響。即，如比較例3，將濺鍍成膜設為零，僅形成真空蒸鍍成膜時，雖可獲得1.32左右的低折射率膜，但如十字割痕測試與鉛筆硬度測試的結果，強度尚未充足，故因從差壓容器6(差壓區域B)洩漏的氣體，導致高真空區域A的真真空度降低，導致膜的緻密性降低、並多孔質化，因而造成折射率降低。此現象吻合於SEM觀察。然後，該利用真空蒸鍍形成的多孔質化的膜，因在濺鍍成膜時的濺鍍粒子碰撞等而賦予物理性能量，便使多孔質膜出現壓縮或凝聚，藉此便將原本低強度的多孔質膜高強度化。此現象係與即便利用濺鍍成膜所形成的膜重量比0.2~2.1%左右，仍可獲得如實施例1~8的低折射率且高強度薄膜相吻合。又，由圖5所示X射線繞射分析的結果，因為並無觀察到因結晶面繞射造成的強尖峰，因而此現象亦與所獲得薄膜為非晶質，且膜高強度並非由結晶化造成的情形吻合。

【0051】 (3)順帶一提，即便利用濺鍍成膜所形成的膜重量比0.2~2.1%程度，仍可獲得如實施例1~8的低折射率且高強度的薄膜，因而判斷濺鍍步驟的電漿能量亦會影響薄膜的高強度化。

(4)實施例1所獲得薄膜係如圖6所示，橫跨包含可見光360~830nm在內的300~2000nm波長域，均呈現達91%以上的穿透率。

(5)使基板支撐架5的旋轉數變化為5、10、20rpm的實施例7、5、8，若比較折射率，則為1.41、1.37、1.37，獲得旋轉數對折射率的影響不大的結果。

(6)若將蒸鍍電子槍電流設為70mA與120mA、且RF功率設為同值的實施例1與4、實施例2與5、實施例3與6之折射率分別進行比較，則當蒸鍍電子槍電流設定為相對低的70mA時，比較能形成較低折射率的膜。

【符號說明】

【0052】

A	高真空區域
B	差壓區域
G	間隙
S	基板
1	成膜裝置
2	真空容器
3	排氣裝置
4a	驅動部
4b	旋轉軸
5	基板支撐架
5a	基板保持面
5b	濺鍍部
6	差壓容器
6a	端面
7	濺鍍機構
7a	靶材
7b	濺鍍電極
7c	濺鍍電源
7d	閘門
8	氣體導入系統
8a、8d	氣體鋼瓶

8b、8e	閥
8c、8f	質量流量控制器
8g	配管
9	真空蒸鍍機構
9a	坩堝
9b	電子槍
9c	閘門
10	壓力計
11	膜厚偵測器

【發明摘要】

【中文發明名稱】 成膜方法

【中文】

〔課題〕本發明係提供機械强度高、折射率低的表面層成膜方法。

〔解決手段〕在基板S的表面上，重複施行：將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟、以及將靶材構成物質利用濺鍍施行成膜的步驟，而形成較成膜材料折射率更小折射率的膜。

【指定代表圖】 圖3。

【代表圖之符號簡單說明】 無。

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種成膜方法，係藉由在基板表面上，重複施行：

將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟、以及將靶材構成物質利用濺鍍施行成膜的步驟，

而形成較成膜材料折射率更小折射率的膜。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之成膜方法，其中，上述成膜材料係SiO₂，形成折射率小於1.46的膜。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之成膜方法，其中，上述成膜材料係MgF₂，形成折射率小於1.38的膜。

【第4項】 如申請專利範圍第2項之成膜方法，其中，形成折射率1.41以下的膜。

【第5項】 如申請專利範圍第1至4項中任一項之成膜方法，其中，形成鉛筆硬度達B以上的膜。

【第6項】 如申請專利範圍第1至4項中任一項之成膜方法，其中，上述利用濺鍍所形成的膜重量，係較小於上述利用真空蒸鍍法所形成的膜重量。

【第7項】 如申請專利範圍第6項之成膜方法，其中，上述利用濺鍍所形成的膜重量，相對於所獲得的總膜重量係0.2~1.4%。

【第8項】 如申請專利範圍第1至4項中任一項之成膜方法，其中，上述蒸鍍材料係SiO₂、MgF₂、Al₂O₃、ZrO₂、Ta₂O₅、TiO₂、Nb₂O₅或HfO₂；上述靶材構成物質係Si、Al、Zr、Ta、Ti、Nb、Hf或該等的金屬氧化物；上述基板係玻璃基板或塑膠基板。

【第9項】 如申請專利範圍第1至4項中任一項之成膜方法，其中，上述蒸鍍材料係使用不同於上述蒸鍍材料材質的靶材構成物質，對所形成膜的折射率進行控制。

【第10項】如申請專利範圍第1至4項中任一項之成膜方法，係使用成膜裝置，其包括：

真空容器；

基板支撐架，其係可旋轉地設置於上述真空容器的內部，且由基板保持面保持著上述基板；

差壓容器，其係與上述真空容器內部的上述基板保持面其中一部分呈相對向設置，且在與上述真空容器內部另一區域間呈透過些微間隙相連通狀態的物理性分離；

濺鍍機構，其係設置於上述差壓容器6的內部；

氣體導入系統，其係朝上述差壓容器的內部導入濺鍍氣體；以及

真空蒸鍍機構，其係在上述真空容器的內部設置呈與基板保持面相對向狀態，

在上述真空容器內，於上述基板的表面上形成薄膜之成膜方法，

將上述真空容器內予以減壓，調整至第1壓力；

一邊使保持著上述基板的基板支撐架進行旋轉，一邊朝上述差壓容器導入濺鍍氣體，藉由調整濺鍍氣體流量與上述間隙的間隔，而將上述差壓容器的內部壓力調整於較上述第1壓力更高的第2壓力後，重複施行：

濺鍍步驟，其係在上述差壓容器內部的氣體通過上述間隙，依經利用上述濺鍍氣體流量與上述間隙的間隔進行調整過的流量洩漏出之狀態，使上述差壓容器內部產生電漿，而在上述基板保持面其中一部分處，利用濺鍍在上述基板的表面上施行成膜；以及

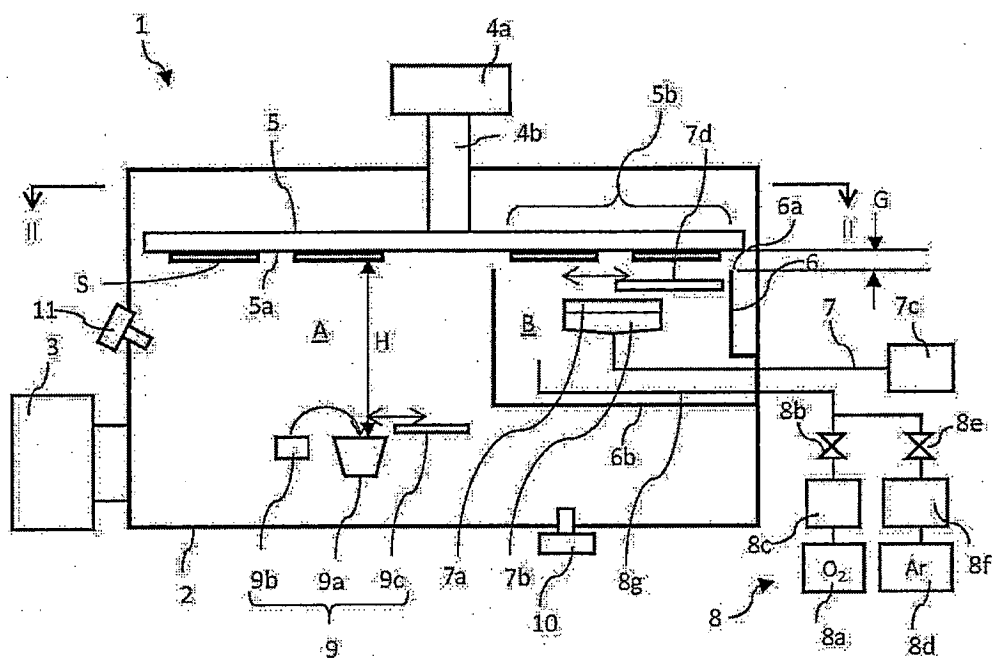
蒸鍍步驟，其係一邊使上述基板支撐架進行旋轉，一邊針對上述基板保持面中未與上述差壓容器呈相對向的部分，利用真空蒸鍍法於上述基板的表面上施行成膜。

【第11項】一種成膜方法，係在基板的表面上，重複施行：

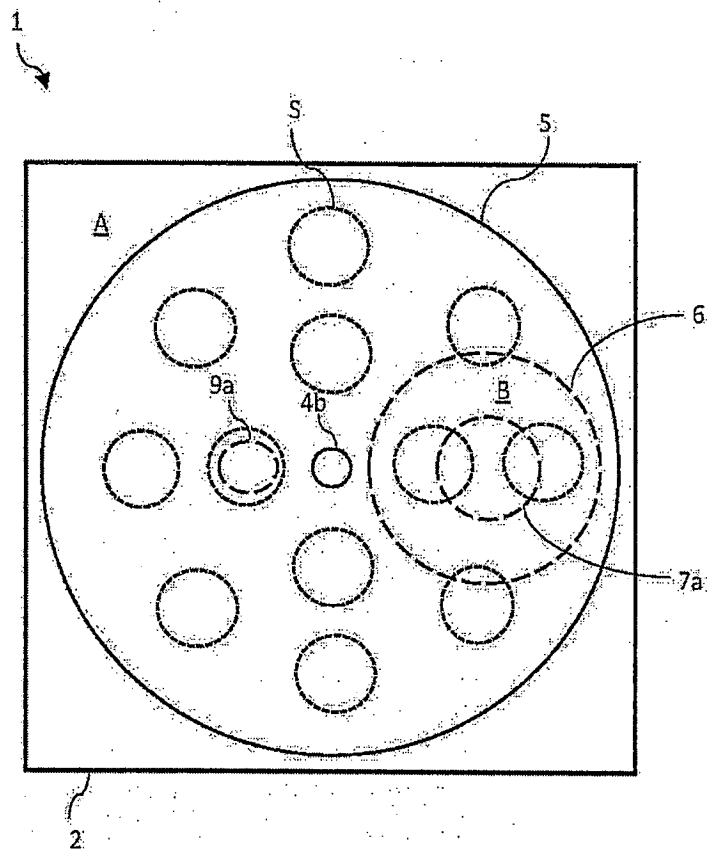
在既定真空度環境下，將蒸鍍材料利用真空蒸鍍法施行成膜的步驟，以及
暴露於較上述既定真空度更低真空度的電漿環境之步驟；

而形成較上述蒸鍍材料的折射率或上述靶材構成物質的折射率更小折射率
的膜。

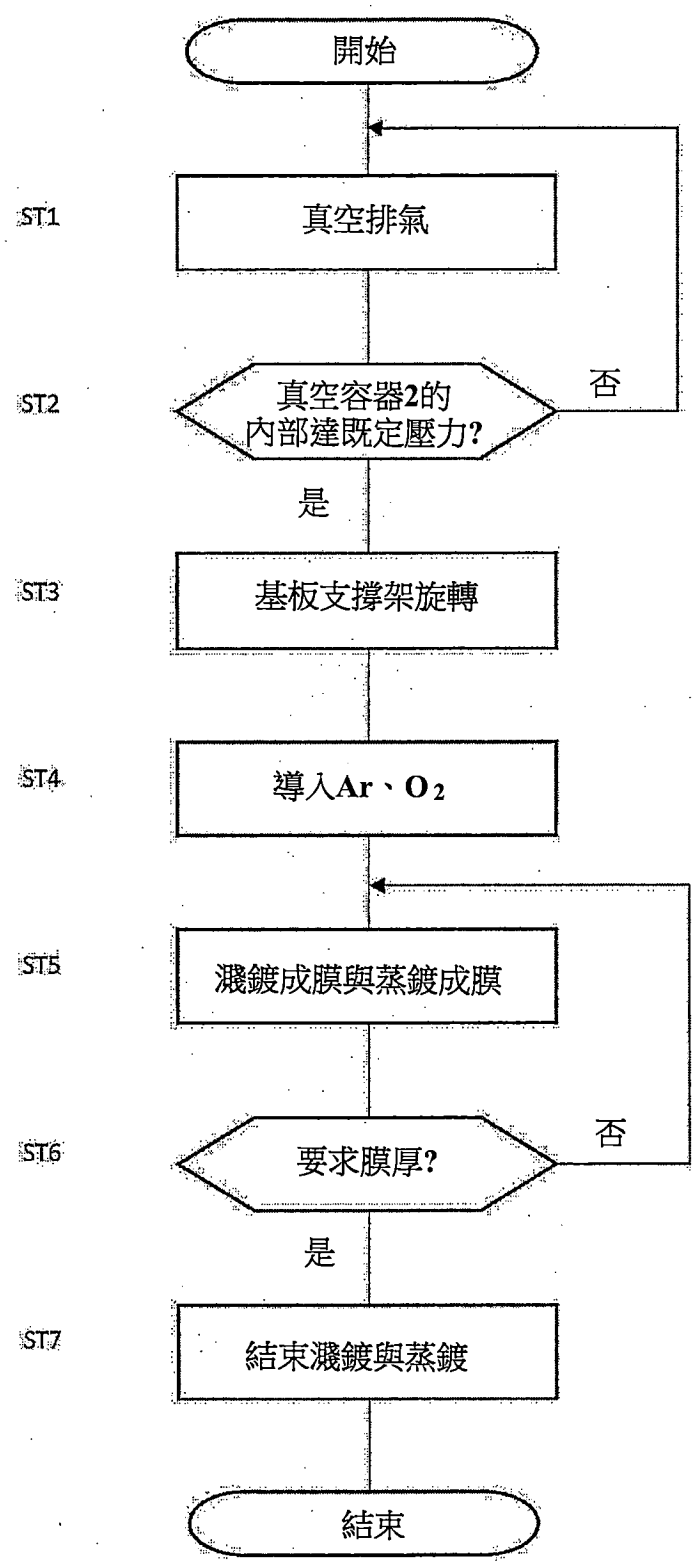
【發明圖式】



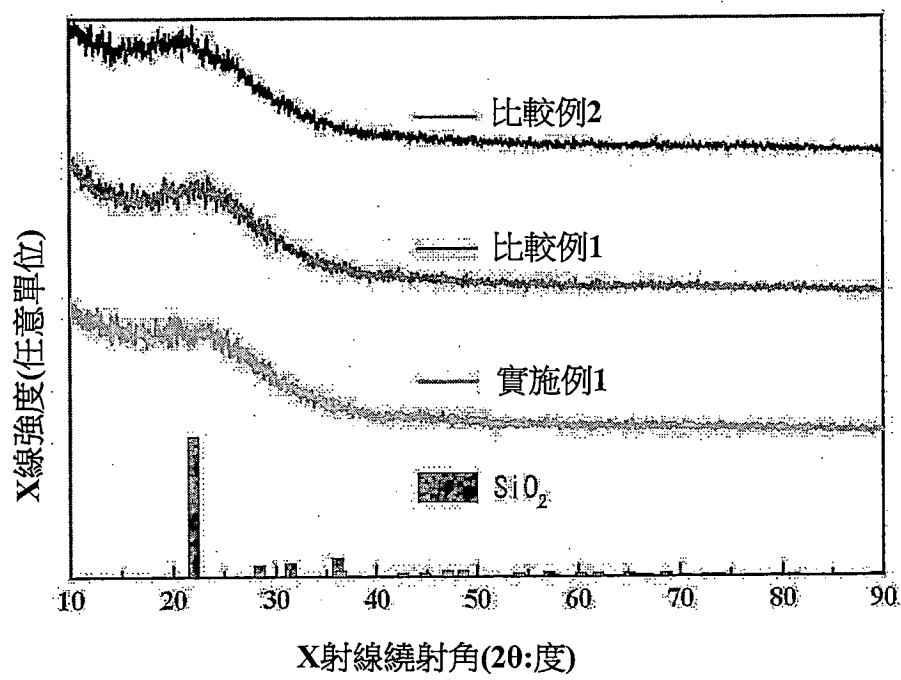
【圖1】



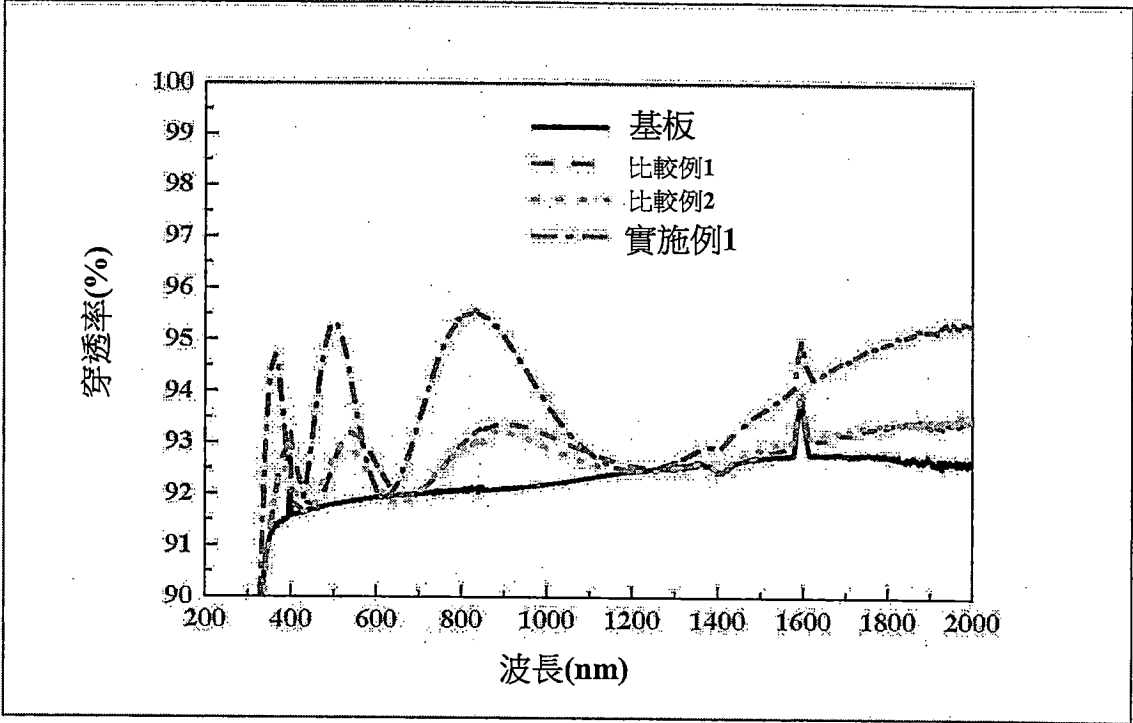
【圖2】



【圖3】



【圖5】



【圖6】