



(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 201923126 A

(43) 公開日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 16 日

(21) 申請案號：107138021

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 26 日

(51) Int. Cl. :

C23C14/35 (2006.01)

C23C14/06 (2006.01)

C23C14/58 (2006.01)

H01J37/32 (2006.01)

G02B1/10 (2015.01)

G02B5/28 (2006.01)

(30) 優先權：2017/11/01 中國大陸

201711061130.6

(71) 申請人：大陸商浙江水晶光電科技股份有限公司 (中國大陸) ZHEJIANG CRYSTAL-OPTECH CO., LTD. (CN)

中國大陸

(72) 發明人：張睿智 ZHANG, RUIZHI (CN)；唐健 TANG, JIAN (CN)；王迎 WANG, YING (CN)；余輝 YU, HUI (CN)；陸張武 LU, ZHANGWU (CN)；徐征馳 XU, ZHENGCHI (CN)；張啟斌 ZHANG, QIBIN (CN)

(74) 代理人：賴正健；張耀暉

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 54 頁

(54) 名稱

高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片

(57) 摘要

本發明揭露一種高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片。該製備方法包括以下步驟：(a)藉由磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，形成矽薄膜；(b)矽薄膜在含有活性氫、氧下形成含氧的氮化矽薄膜，活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的 4~99%，或矽薄膜在含有活性氫、氮下形成含氮的氮化矽薄膜，活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的 5~20%。本發明將濺射與反應分開進行，先藉由磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，再藉由活性氫和活性氧/氮的電漿與矽發生反應獲得含氧或含氮 SiH，避免靶材中毒，且 SiH 薄膜具有高折射率和低吸收。

指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 基片

200 . . . 轉動機構

300 . . . 濺射源

400 . . . 反應源

500 . . . 鍍膜腔室

600 . . . 擋板

700 . . . 氣體混合腔

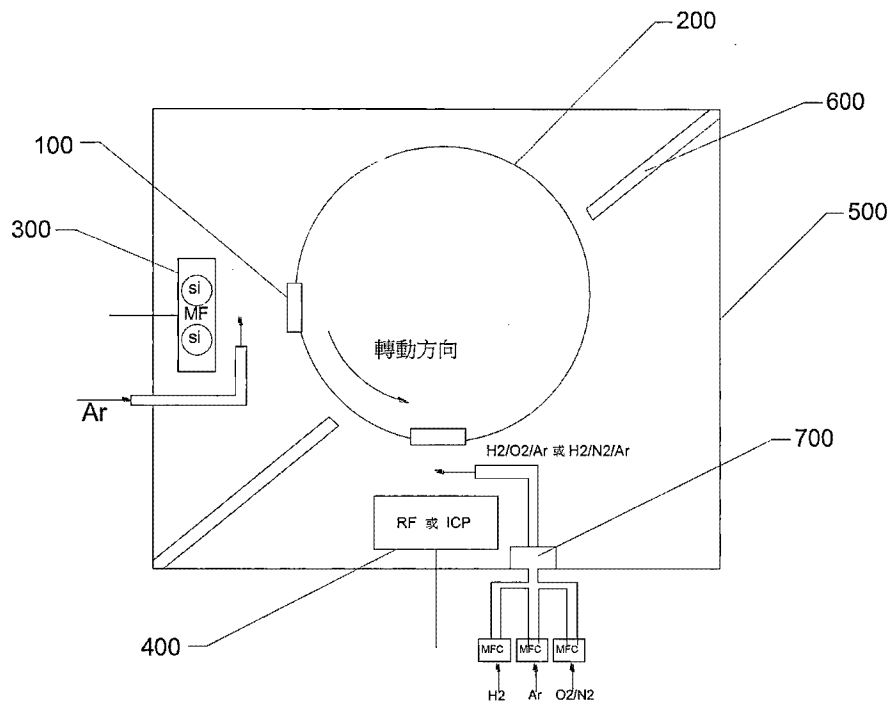


圖2

發明專利說明書

【發明名稱】

高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片

【相關申請的交叉引用】

【0001】 本申請要求於2017年11月01日提交中國專利局的申請號為2017110611306、名稱為“高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片”的中國專利申請的優先權，其全部內容藉由引用結合在本申請中。

【技術領域】

【0002】 本發明關於光學薄膜技術領域，具體而言，關於一種高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片。

【先前技術】

【0003】 氮化矽薄膜由於在紅外成像感測器、太陽能電池及薄膜電晶體等微電子器件中有著廣泛應用前景而備受關注。氮化矽的製備製程主要分為化學沉積法，如電漿增強化學氣相沉積等；物理沉積法，如射頻濺射等。

【0004】 在3D等近紅外成像系統中，會用到一種窄帶帶通濾光片，要求即使光線大角度入射，其中心波長隨角度偏移量儘量的小，這樣才能保證在一個較廣的視場角內訊號損失少、訊噪比高。而製作這樣的窄帶帶通濾光片，需要用到超高折射率的鍍膜材料和較低折射率的相互疊加

鍍製而成，一般的膜系結構在幾十層甚至到上百層，總厚度超過 $8\mu\text{m}$ 。

【0005】 先前技術中JDS優尼弗思公司在2013年申請的公開號為CN 104471449 A的中國專利中提到一種高折射率、低消光係數氮化矽，結果顯示每個氮化矽層在800nm至1100nm波長範圍內的折射率均大於3，在800nm至1100nm波長範圍內的消光係數均小於0.0005。這種高折射率的氮化矽層是在該公司具有專利的鍍膜設備(濺射沉積系統)上實現的，濺射沉積系統結構如圖1所示。濺射沉積系統藉由電漿激發源(PAS)460對通入的氮氣進行活化，與濺射的矽材料(矽靶)431重疊，使氮化矽層以相對較高的沉積速率和相對較低的氮含量被沉積到基底420上。該技術屬於反應濺射，即在反應氣體的環境下濺射靶材(矽靶)時，靶材與氣體發生反應形成化合物氮化矽。而這種技術採用反應濺射原理，可能存在靶材“中毒”的情況，即靶材容易被氮氣污染，造成生產不穩定等問題。

【0006】 為製作具有低偏效應的濾光片，一般的濺射設備難以製備超過2.5以上的高折射率、低於0.0005的消光係數的氮化矽，必須使用複雜的、專用的鍍膜設備。而利用先前技術製作的鍍膜機，其生產效率較低，這就造成單片的成本高居不下。

【0007】 有鑑於此，特提出本發明。

【發明內容】

【0008】 本發明的目的之一在於提供一種高折射率氮

化矽薄膜的製備方法，該方法使生產效率得到提升，降低了成本，獲得的含氧或含氮的氮化矽薄膜具有較高的折射率和更低的吸收。

【0009】 本發明的目的之二在於提供一種採用所述的高折射率氮化矽薄膜的製備方法得到的高折射率氮化矽薄膜，該薄膜折射率高、吸收低。

【0010】 本發明的目的之三在於提供一種濾光疊層，以所述含氧或含氮的氮化矽薄膜作為高折射率材料製得，其透過率高，且具有中心波長偏移量較小，訊號損失少、訊噪比高等優勢。

【0011】 本發明的目的之四在於提供一種包含所述濾光疊層的濾光片，該濾光片具有與上述濾光疊層相同的優勢，使得製成的濾光片具有較高的透過率且中心波長偏移量小。

【0012】 為了實現本發明的上述目的，特採用以下技術方案。

【0013】 第一方面，提供了一種高折射率氮化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)藉由磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)矽薄膜在含有活性氫和活性氧的環境中形成含氧的氮化矽薄膜，活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的4~99%，或

矽薄膜在含有活性氫和活性氮的環境中形成含氮的氮化矽薄膜，活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的

5~20%。

【0014】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，步驟(b)中活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的4~70%，或活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的5~18%。

【0015】 較佳地，步驟(b)中活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的5~20%，或活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的5~10%。

【0016】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，高折射率氮化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)在存在惰性氣體的條件下藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)在存在氫氣、氧氣和惰性氣體混合氣體的條件下藉由RF或ICP對混合氣體活化，形成電漿，電漿與矽薄膜反應，形成含氧的氮化矽薄膜，其中，氧氣占氫氣和氧氣混合氣體的體積百分比為4~99%，較佳4~70%，進一步較佳5~20%，或

在存在氫氣、氮氣和惰性氣體混合氣體的條件下藉由RF或ICP對混合氣體活化，形成電漿，電漿與矽薄膜反應，形成含氮的氮化矽薄膜，其中，氮氣占氫氣和氮氣混合氣體的體積百分比為5~20%，較佳5~18%，進一步較佳5~10%。

【0017】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，步驟(a)中Si靶濺射功率為額定功率的5%-80%，較佳20%-80%，進一步較佳40%-80%，進一步較佳40%-70%，進一步較佳50%-70%；和/或步驟(b)中藉由RF或ICP對混合氣體活化的

功率為額定功率的5%-80%，較佳5%-50%，進一步較佳15%-50%，進一步較佳20%-50%。

【0018】 較佳地，一種典型的高折射率氫化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；鍍膜腔室內真空度高於 10^{-3} Pa時，開啟濺射源並通氫氣，藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)隨著轉動機構轉動，基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氧氣和氮氣，形成電漿，與矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜，反應源為RF或ICP電漿激發源；

其中，濺射源的功率為額定功率的5%-80%，反應源的功率為額定功率的5%-80%，通入的氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為4~99%。

【0019】 較佳地，另一種典型的高折射率氫化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；鍍膜腔室內真空度高於 10^{-3} Pa時，開啟濺射源並通氫氣，藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)隨著轉動機構轉動，基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氮氣和氫氣，形成電漿，與矽薄膜發生反應，形成含氮的氫化矽薄膜，反應源為RF或ICP電漿激

發源；

其中，濺射源的功率為額定功率的5%-80%，反應源的功率為額定功率的5%-80%，通入的氫氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為5~20%。

【0020】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，轉動機構選自轉盤、滾筒、轉架桿中的一種。

【0021】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，鍍膜腔室設置有用於將鍍膜腔室分割為第一腔室和第二腔室的擋板，濺射源位於第一腔室內，反應源位於第二腔室內。

【0022】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，鍍膜腔室設置有氣體混合腔，氫氣、氧氣和氫氣分別通入氣體混合腔，混合均勻後通入鍍膜腔室進行活化；或

氫氣、氮氣和氫氣分別通入氣體混合腔，混合均勻後通入鍍膜腔室進行活化。

【0023】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，在步驟(a)中，在開啟濺射源之前，還包括加熱基體至基體溫度為100-300°C，接著通入氫氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗；清洗完畢後，關閉氫氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至高於 10^{-3} Pa；

較佳地，轟擊清洗的時間為1~5min，轟擊功率為額定功率的5%-80%。

【0024】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，在步驟(b)結束後，還包括將含氧的氫化矽薄膜或含氮的氫化矽薄膜在退火爐內100-300°C退火60-180min。

【0025】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，對含氧的氮化矽薄膜或含氮的氮化矽薄膜在退火爐內退火包括：

以升溫速率為 $1-15^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升溫至 $100-300^{\circ}\text{C}$ ，時間為 $30-60\text{min}$ ；

接著保持恆溫在 $100-300^{\circ}\text{C}$ ，時間為 $30-120\text{min}$ ；

接著以降溫速度為 $10-30^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度降溫至室溫。

【0026】 第二方面，提供了一種採用上述高折射率氮化矽薄膜的製備方法得到的高折射率氮化矽薄膜，所述高折射率氮化矽薄膜在 $800\sim 1100\text{nm}$ 波長範圍內的折射率為 $1.46\sim 3.7$ ，所述高折射率氮化矽薄膜在 $800\sim 1100\text{nm}$ 波長範圍內的消光係數小於 0.0001 。

【0027】 協力廠商面，提供了一種濾光疊層，包括多個上述高折射率氮化矽薄膜和多個低折射率薄膜，多個高折射率氮化矽薄膜和多個低折射率薄膜交替堆疊，其中，所述低折射率薄膜為在 $800\sim 1100\text{nm}$ 波長範圍內折射率小於所述高折射率氮化矽薄膜在 $800\sim 1100\text{nm}$ 波長範圍內折射率的薄膜。

【0028】 較佳地，在本發明技術方案的基礎上，所述低折射率薄膜為二氧化矽薄膜。

【0029】 較佳地，所述低折射率薄膜為低折射率氮化矽薄膜，所述低折射率薄膜為在 $800\sim 1100\text{nm}$ 波長範圍內折射率小於所述高折射率氮化矽薄膜在 $800\sim 1100\text{nm}$ 波長範圍內折射率的薄膜。

【0030】 較佳地，濾光疊層的層數為10~100層。

【0031】 較佳地，濾光疊層的厚度為1~10 μm 。

【0032】 第四方面，提供了一種濾光片，其包含上述濾光疊層。

【0033】 與已有技術相比，本發明具有如下有益效果：

(1)本發明高折射率氫化矽薄膜的製備方法首先利用磁控濺射法，磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜，然後在含有活性氫的環境中藉由氫化反應形成氫化矽薄膜，濺射過程和反應過程是分開的，相對獨立的，濺射過程靶材不易被反應氣體污染，有效避免靶材中毒問題。同時，在含有活性氫的環境中加入特定比例的活性氧或活性氮，在氫化反應的同時發生氧化反應或氮化反應，形成高折射率、低吸收的含氧氫化矽薄膜或含氮氫化矽薄膜，此外，藉由該方法使生產效率得到提升，降低了成本。

(2)本發明高折射率氫化矽薄膜的製備方法得到的氫化矽薄膜在800~1100nm波長範圍內的折射率為1.46~3.7，在800~1100nm波長範圍內的消光係數小於0.0001，其薄膜折射率高，吸收低。

(3)本發明的濾光疊層以所述含氧或含氮的氫化矽薄膜作為高折射率材料，與諸如氧化矽、高含氧的氫化矽等低於上述折射率的較低折射率材料交替堆疊，形成高透射率的濾光疊層，濾光疊層鍍製在玻璃、樹脂基板之上，形成光學干涉薄膜帶通、長波通、短波通等濾光片，使光線在大角度入射時濾光片的中心波長偏移量較小，進而使感

測器在大視場角範圍內具有訊號損失少、訊噪比高等優勢，可應用在夜視，3D成像、3D建模、人臉識別、虹膜識別、手勢識別等所有需要低偏移效應的濾光器、感測器系統中。

(4)本發明的濾光片，包含了上述濾光疊層，因此具有與上述濾光疊層相同的優勢，使得製成的濾光片具有較高的透過率且中心波長偏移量小。

【圖式簡單說明】

【0034】

圖1為先前技術濺射沉積系統的結構示意圖；

圖2為本發明一種實施方式的真空濺射反應鍍膜系統的結構示意圖；

圖3為940nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率和消光係數的影響((a)為940nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率的影響，(b)為940nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜消光係數的影響)；

圖4為850nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率和消光係數的影響((a)為940nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率的影響，(b)為940nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜消光係數的影響)；

圖5為940nm下氮氣占氫氮混合氣體的比例對含氮氫化矽薄膜折射率和消光係數的影響((a)為940nm下氮氣占

氫氮混合氣體的比例對含氮氫化矽薄膜折射率的影響，(b) 為 940nm 下氮氣占氫氮混合氣體的比例對含氮氫化矽薄膜消光係數的影響)；

圖 6 為使用實施例 28 的濾光疊層鍍製的 940nm 中心波長的帶通濾光片 0-30° 入射的實測光譜曲線；

圖 7 為使用實施例 28 的濾光疊層鍍製的 850nm 中心波長的帶通濾光片 0-30° 入射的實測光譜曲線；

圖 8 為使用實施例 29 的濾光疊層鍍製的 940nm 中心波長的帶通濾光片 0-30° 入射的實測光譜曲線；

圖 9 為使用 TiO₂ 濾光疊層鍍製的 940nm 中心波長的帶通濾光片 0-30° 入射的實測光譜曲線。

【實施方式】

【0035】 下面將結合實施例對本發明的實施方案進行詳細描述，但是本案所屬技術領域中具有通常知識者將會理解，下列實施例僅用於說明本發明，而不應視為限制本發明的範圍。實施例中未注明具體條件者，按照常規條件或製造商建議的條件進行。所用試劑或儀器未注明生產廠商者，均為可以藉由市售購買獲得的常規產品。

【0036】 根據本發明的第一個方面，提供了一種高折射率氮化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a) 藉由磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，形成矽薄膜；

(b) 矽薄膜在含有活性氮和活性氧的環境中形成含氧的氮化矽薄膜，活性氧的數量占活性氮和活性氧總數量的 4~99%，或

【0037】 矽薄膜在含有活性氫和活性氮的環境中形成含氮的氮化矽薄膜，活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的5~20%。

【0038】 步驟(a)中，Si靶上為單晶或多晶形態的半導體高純矽材料。

【0039】 典型但非限制性的基體例如為單晶Si片、玻璃片或樹脂片。

【0040】 首先利用磁控濺射法，磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜。

【0041】 磁控濺射是物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition, PVD)的一種，具有設備簡單、易於控制、鍍膜面積大和附著力強等優點。磁控濺射可以在真空鍍濺射鍍膜機中進行，Si靶安裝在中頻(MF, Medium Frequency)或射頻(RF, Radio Frequency)陰極上，真空室內通入惰性氣體(典型但非限制性的例如氬氣)，氬氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上，形成矽薄膜。

【0042】 步驟(b)中，活性氫可以藉由活化氬氣獲得，活性氫的原子和分子形式均被認為存在於電漿中，活性氫更具化學活性，因此可與Si生成Si-H鍵。

【0043】 同理活性氧可以藉由活化氧氣獲得，可生成Si-O鍵，活性氮可以藉由活化氮氣獲得，可生成Si-N鍵。

【0044】 較佳可以藉由射頻(RF)或ICP((Inductive Coupled Plasma Emission Spectrometer, 電感耦合電漿)電

漿激發源激發氫氣和氧氣，或者激發氫氣和氮氣，以獲得活性氫和活性氧，或者，活性氫和活性氮，從而與矽反應得到含氧的氮化矽或含氮的氮化矽。

【0045】 氮化矽中含氧量或含氮量對薄膜的折射率和吸收具有重要影響，為了獲得高折射率和吸收小的氮化矽薄膜，需要控制氮化矽中含氧量或含氮量。

步驟(b)中，當矽薄膜在含有活性氫和活性氧的環境中形成含氧的氮化矽薄膜時，控制活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的4~99%，例如4%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%和99%中的一者或任意兩者之間的範圍值。

【0046】 步驟(b)中，當矽薄膜在含有活性氫和活性氮的環境中形成含氮的氮化矽薄膜，控制活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的5~20%，例如5%、6%、8%、10%、12%、14%、15%、16%、18%和20%中的一者或任意兩者之間的範圍值。

【0047】 藉由調節活性氧在活性氫和活性氧中的占比，從而控制含氧的氮化矽薄膜的含氧量，可以獲得800-1100nm的折射率1.46-3.7、消光係數小於0.0001的高折射率、低吸收的氮化矽薄膜。藉由調節活性氮在活性氫和活性氮中的占比，從而控制含氮的氮化矽薄膜的含氮量，可以獲得800-1100nm的折射率3.0-3.3、消光係數小於0.0001的高折射率、低吸收的氮化矽薄膜。

【0048】 活性氧/氮含量過低，不好控制，當活性氮含

量過高時，雖然折射率相對比較高，但是消光係數較大，不能獲得需要的膜層。

【0049】 形成矽薄膜後藉由氫化反應獲得氫化矽薄膜，並且在氫化反應的同時發生一定量的氧化反應或氮化反應，形成高折射率、低吸收的含氧氫化矽薄膜或含氮氫化矽薄膜。

【0050】 較佳地，該過程可以與上述步驟(a)過程在同一真空鍍濺射鍍膜機中進行，但需要注意的是兩個過程是獨立分開進行的。

【0051】 先前技術中獲得氫化矽的方法是藉由反應濺射方式，濺射與反應是同時進行的，在反應氣體的環境下濺射靶材，靶材容易被氫氣污染，造成生產不穩定等問題。

【0052】 本發明中採用擋板將鍍膜腔室分割為第一腔室和第二腔室，濺射源位於第一腔室內，反應源位於第二腔室內。本實施例中的分割並非完全獨立和密封，轉動機構上的基片藉由轉動機構的轉動帶動基片進入第一腔室進行濺射，濺射完成後進入第二腔室與混合氣體進行反應。本發明中藉由擋板對濺射源和反應源進行物理上的區分，同時在設置濺射源和反應源的位置時，盡可能的擴大濺射源和反應源的位置距離，實現相對獨立，濺射過程靶材不易被反應氣體污染，有效避免靶材中毒問題。

【0053】 本發明的製備方法首先利用磁控濺射法，磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜，然後在含有活性氫的環境中藉由氫化反應形成氫化矽薄膜，濺射過程

和反應過程是分開的，相對獨立的，濺射過程靶材不易被反應氣體污染，有效避免靶材中毒問題。同時，在含有活性氫的環境中加入特定比例的活性氧或活性氮，在氫化反應的同時發生氧化反應或氮化反應，形成含氧氫化矽薄膜或含氮氫化矽薄膜，該含氧氫化矽薄膜或含氮氫化矽薄膜具有較高的折射率和更低的吸收。此外，該方法在常規簡單的真空濺射鍍膜設備或系統即可實現，使生產效率得到提升，降低了生產成本。

【0054】 較佳地，步驟(b)中活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的4~70%，或活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的5~18%。

【0055】 進一步較佳地，步驟(b)中活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的5~20%，或活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的5~10%。

【0056】 藉由進一步優化活性氧/活性氮在活性氫和活性氧/活性氮中的占比，從而控制氫化矽的含氧量/含氮量，具有較低含氧量/含氮量的氫化矽薄膜具有更高的折射率和更低的吸收。

【0057】 在一種較佳的實施方式中，高折射率氫化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)在存在惰性氣體的條件下藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)在存在氫氣、氧氣和惰性氣體混合氣體的條件下藉由RF或ICP對混合氣體活化，形成電漿，電漿與矽薄膜反

應，形成含氧的氮化矽薄膜，其中，氧氣占氫氣和氧氣混合氣體的體積百分比為4~99%，較佳4~70%，進一步較佳5~20%，或

在存在氫氣、氮氣和惰性氣體混合氣體的條件下藉由RF或ICP對混合氣體活化，形成電漿，電漿與矽薄膜反應，形成含氮的氮化矽薄膜，其中，氮氣占氫氣和氮氣混合氣體的體積百分比為5~20%，較佳5~18%，進一步較佳5~10%。

【0058】 典型但非限制性的惰性氣體為氫氣。

【0059】 該步驟可以在真空濺射反應鍍膜機內進行，使用例如氫氣的電漿對單晶或多晶形態的半導體矽材料做濺射，使矽材料以納米級尺寸被濺射到玻璃基片上。再使用具有ICP或RF功能的反應源，通以不同比例的氫氣、氧氣和氮氣混合氣體或氫氣、氮氣和氫氣混合氣體形成電漿，對矽材料做氮氧化或氮氮化處理，最終形成一定含量的含氧或含氮的氮化矽薄膜。

【0060】 其中，鍍膜腔室設置有氣體混合腔，氫氣、氧氣和氮氣分別通入氣體混合腔，混合均勻後通入鍍膜腔室進行活化；或氫氣、氮氣和氫氣分別通入氣體混合腔，混合均勻後通入鍍膜腔室進行活化。本發明藉由設置氣體混合腔能夠將氫氣、氧氣和氮氣分散混合均勻，從而在利用RF或ICP對混合氣體進行活化時，效果更佳，避免未經混合，直接通入氫氣、氧氣和氮氣而導致的活化效果不均一的情況發生。

【0061】 當通入氫氣、氧氣和惰性氣體混合氣體時，

氧氣占氫氣和氧氣混合氣體的體積百分比為4~99%，例如4%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%和99%中的任一者或者任意兩者之間的範圍值，例如較佳4~70%，進一步例如較佳5~20%。

【0062】 當通入氫氣、氮氣和惰性氣體混合氣體時，氮氣占氫氣和氮氣混合氣體的體積百分比為5~20%，例如5%、6%、8%、10%、12%、14%、15%、16%、18%和20%中的任一者或者任意兩者之間的範圍值，例如較佳5~18%，進一步例如較佳5~10%。

【0063】 通入的氧氣或氮氣過低，不好控制，當氮氣體積過高時，雖然折射率相對比較高，但是消光係數較大，不能獲得需要的膜層。

【0064】 在鍍製高折射率的氮化矽薄膜時充入了少量的氧氣或氮氣，從而降低了膜層的消光係數，進而可以提高膜層的透過率。

【0065】 在一種較佳的實施方式中，步驟(a)中Si靶濺射功率為額定功率的5%-80%，較佳20%-80%，進一步較佳40%-80%，進一步較佳40%-70%，進一步較佳50%-70%。

【0066】 Si靶濺射的額定功率例如為15KW，此時步驟(a)中Si靶濺射功率典型但非限制性的例如為0.75KW、1.5 KW、3 KW、6KW、7KW、8 KW、9 KW、10 KW、11 KW和12 KW中的任一者或者任意兩者之間的範圍值。

【0067】 在一種較佳的實施方式中，步驟(b)中藉由RF或ICP對混合氣體活化的功率為額定功率的5%-80%，較佳

5%-50%，進一步較佳15%-50%，進一步較佳20%-50%。

【0068】 藉由RF或ICP對混合氣體活化的功率典型的指具有ICP或RF功能的反應源功率，反應源功率的額定功率例如為10KW，此時反應源功率典型但非限制性的例如為0.5KW、1KW、2KW、3 KW、4KW、5KW、6KW、7KW和8KW中的任一者或者任意兩者之間的範圍值。

【0069】 藉由調整濺射功率和反應功率對薄膜折射率和吸收也會有一定影響，因此，要獲得高折射率和吸收小的薄膜，還需要配合調整相應的濺射功率和反應功率等參數，需要注意的是，不同機台的參數具體數值可能會稍有不同，根據實際情況調整即可。

【0070】 較佳地，一種典型的高折射率含氧的氫化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；鍍膜腔室內真空度高於 10^{-3} Pa時，開啟濺射源並通氫氣，藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)隨著轉動機構轉動，基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氧氣和氫氣，形成電漿，與矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜，反應源為RF或ICP電漿激發源；

其中，濺射源的功率為額定功率的5%-80%，反應源的功率為額定功率的5%-80%，通入的氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為4~99%。

【0071】 濺射源的額定功率例如為15KW，此時濺射源的功率典型但非限制性的例如為0.75KW、1.5 KW、3 KW、6KW、7KW、8 KW、9 KW、10 KW、11 KW和12 KW中的任一者或者任意兩者之間的範圍值，反應源的額定功率例如為10KW，此時反應源的功率典型但非限制性的例如為0.5KW、1KW、2KW、3 KW、4KW、5KW、6KW、7KW和8KW中的任一者或者任意兩者之間的範圍值，通入的氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比例如為4%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%和99%中的任一者或者任意兩者之間的範圍值。

【0072】 通入的氧氣占通入氫氣和氧氣混合氣體的體積百分比可以藉由調節各氣體流量(sccm)實現。

【0073】 進一步地，一種典型的高折射率含氧的氫化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；鍍膜腔室內真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為100-300℃，接著通入氫氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗；清洗完畢後，關閉氫氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至高於 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氫氣，藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)隨著轉動機構轉動，基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氧氣和氫氣，形成電漿，與矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜，反應源為RF或ICP電漿激

發源；

(c)將含氧的氮化矽薄膜在退火爐內100-300℃退火60-180min。具體地，以升溫速率為1-15℃/min的速度升溫至100-300℃，時間為30-60min；接著保持恆溫在100-300℃，時間為30-120min；接著以降溫速度為10-30℃/min的速度降溫至室溫，取出。其中，轟擊清洗的時間為1~5min，轟擊功率為額定功率的5%-80%。

【0074】 本發明中以特定的退火製程和參數對含氧的氮化矽薄膜進行退火處理，限定特定的升溫速度、降溫速度、退火時間等參數，有利於提高其結構和光學特性顯示出較好的熱穩定性。較佳地，一種典型的高折射率含氮的氮化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；鍍膜腔室內真空度高於 10^{-3} Pa時，開啟濺射源並通氬氣，藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)隨著轉動機構轉動，基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氬氣、氮氣和氫氣，形成電漿，與矽薄膜發生反應，形成含氮的氮化矽薄膜，反應源為RF或ICP電漿激發源；

其中，濺射源的功率為額定功率的5%-80%，反應源的功率為額定功率的5%-80%，通入的氮氣占通入氬氣和氮氣總和的體積百分比為5~20%。

【0075】 濺射源的額定功率例如為15KW，此時濺射源

的功率典型但非限制性的例如為0.75KW、1.5 KW、3 KW、6KW、7KW、8 KW、9 KW、10 KW、11 KW和12 KW中的任一者或者任意兩者之間的範圍值，反應源的額定功率例如為10KW，此時反應源的功率典型但非限制性的例如為1.5KW、2KW、3 KW、4KW、5KW、6KW、7KW和8KW中的任一者或者任意兩者之間的範圍值，通入的氫氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比例如為5%、6%、8%、10%、12%、14%、15%、16%、18%和20%中的任一者或者任意兩者之間的範圍值。

【0076】 通入的氮氣占通入氫氣和氮氣混合氣體的體積百分比可以藉由調節各氣體流量(sccm)實現。

進一步地，一種典型的高折射率含氮的氮化矽薄膜的製備方法包括以下步驟：

(a)乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；鍍膜腔室內真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為100-300°C，接著通入氫氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗；清洗完畢後，關閉氫氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至高於 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氫氣，藉由MF磁控Si靶濺射，在基體上沉積Si，形成矽薄膜；

(b)隨著轉動機構轉動，基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氮氣和氫氣，形成電漿，與矽薄膜發生反應，形成含氮的氮化矽薄膜，反應源為RF或ICP電漿激發源；

(c)將含氮的氮化矽薄膜在退火爐內100-300℃退火60-180min。具體地，以升溫速率為1-15℃/min的速度升溫至100-300℃，時間為30-60min；接著保持恆溫在100-300℃，時間為30-120min；接著以降溫速度為10-30℃/min的速度降溫至室溫，取出。其中，轟擊清洗的時間為1~5min，轟擊功率為額定功率的5%-80%。轟擊的額定功率例如為10KW，此時，在本實施方案中，轟擊功率例如可以為0.5-8KW。

【0077】本發明中以特定的退火製程和參數對含氮的氮化矽薄膜進行退火處理，限定特定的升溫速度、降溫速度、退火時間等參數，有利於提高其結構和光學特性顯示出較好的熱穩定性。該典型的含氮的氮化矽薄膜或含氮的氮化矽薄膜的製備方法可以在真空濺射反應鍍膜系統中進行，圖2為本發明一種實施方式的真空濺射反應鍍膜系統的結構示意圖。

【0078】結合圖2說明含氮的氮化矽薄膜的製備過程：

A·乾淨的基片100放在轉動機構200上，鍍膜面朝向靶材；

B·轉動機構200在鍍膜腔室500內勻速旋轉；

C·當真空度在高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為100-300℃，接著通入氮氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗；清洗完畢後，關閉氮氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至高於 10^{-3} Pa；開啟位於第一腔室內的濺射源300並通氮氣，氮氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純

矽靶，矽材料被濺射到基片100上；

D· 隨著轉動機構200的轉動，基片100被帶往位於第二腔室內的反應源(RF/ICP)區域，濺射源300和反應源400被擋板600間隔開；

E· 反應源400區域通入氫氣、氧氣和氬氣，氫氣、氧氣和氬氣在氣體混合腔700內混合均勻後排出，形成電漿，在電場的作用下向基片100高速運動，最終與基片100上的矽薄膜發生反應，化合成含氧的氫化矽薄膜。

F· 將含氧的氫化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為1-15°C/min的速度升溫至100-300°C，時間為30-60min；接著保持恆溫在100-300°C，時間為30-120min；接著以降溫速度為10-30°C/min的速度降溫至室溫，取出。濺射源的功率參數範圍為額定功率的5%-80%，反應源的功率參數範圍為額定功率的5%-80%，通入的氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為4~99%。轟擊清洗的時間為1~5min，轟擊功率為額定功率的5%-80%。轉動機構200可以選自轉盤、滾筒、轉架桿中的一種。

【0079】 結合圖2說明含氮的氫化矽薄膜的製備過程：

A· 乾淨的基片100放在轉動機構200上，鍍膜面朝向靶材；

B· 轉動機構200在鍍膜腔室500內勻速旋轉；

C· 當真空度在高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為100-300°C，接著通入氬氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗；清洗完畢後，關閉氬氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽

至高於 10^{-3}Pa ；開啟位於第一腔室內的濺射源300並通氫氣，氫氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片100上；

D· 隨著轉動機構200的轉動，基片100被帶往位於第二腔室內的反應源(RF/ICP)區域，濺射源300和反應源400被擋板600間隔開；

E· 反應源400通以氫氣、氮氣和氫氣，氫氣、氮氣和氫氣在氣體混合腔內混合均勻後排出，形成電漿，在電場的作用下向基片100高速運動，最終與基片100上的矽薄膜發生反應，化合成含氮的氮化矽薄膜。

F· 將含氮的氮化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為1-15 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升溫至100-300 $^{\circ}\text{C}$ ，時間為30-60min；接著保持恆溫在100-300 $^{\circ}\text{C}$ ，時間為30-120min；接著以降溫速度為10-30 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度降溫至室溫，取出。

【0080】 濺射源的功率參數範圍為額定功率的5%-80%，反應源的功率參數範圍為額定功率的5%-80%，通入的氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為5~20%。轟擊清洗的時間為1~5min，轟擊功率為額定功率的5%-80%。轉動機構200可以選自轉盤、滾筒、轉架桿中的一種。

【0081】 玻璃基片被排列在轉動機構球罩上，隨轉動機構球罩逆時針轉動，轉速可調，被鍍膜的基片先經過濺射源，被沉積一層很薄的矽薄後，旋轉到反應源，被由氫氧氫，或氫氮氫離子和電子等組成的電漿化合成所需特性

的光學薄膜。在製備高折射率的薄膜時，反應源充入的混合氣體中，藉由調節氫氣和氧氣、氫氣和氮氣的比例(流量)，可以製備800~1100nm的最低折射率從1.46~3.7逐漸變化、消光係數可小於0.0001的薄膜。當反應源充入的氣體是氧氣占比高的氫、氧和氫的混合氣體，或是純氧氣、氫和氫的混合氣體，可以製備800~1100nm的折射率從1.46~1.7逐漸變化、消光係數可小於0.0001的薄膜。

【0082】 需要特別指出的是，反應源的混合氣體中氧氣或氮氣占比是重要參數，並且，如果要獲得高折射率、吸收小的薄膜，還需要配合調整相應的濺射功率、反應功率等參數，不同機台的參數具體數值會不相同。

【0083】 在鍍製高折射率的氮化矽薄膜時充入了少量的氧氣或氮氣，從而降低了膜層的消光係數，進而可以提高多層膜的透過率。

【0084】 根據本發明的第二個方面，提供了一種採用上述高折射率氮化矽薄膜的製備方法得到的高折射率氮化矽薄膜。

【0085】 該高折射率氮化矽薄膜在800~1100nm波長範圍內的折射率為1.46~3.7，該高折射率氮化矽薄膜在800~1100nm波長範圍內的消光係數小於0.0001。

【0086】 根據本發明的第三個方面，提供了一種濾光疊層，包括多個上述高折射率氮化矽薄膜和多個低折射率薄膜，多個高折射率氮化矽薄膜和多個低折射率薄膜交替堆疊。

【0087】 低折射率薄膜指在800~1100nm波長範圍內折射率小於本發明高折射率氮化矽薄膜在800~1100nm波長範圍內折射率的薄膜。

【0088】 在一種較佳的實施方式中，低折射率薄膜為二氧化矽薄膜。

【0089】 二氧化矽薄膜的折射率一般在1.46-1.50之間，屬於較低折射率薄膜，與本發明高於此折射率的氮化矽薄膜交替堆疊，構成濾光疊層。

【0090】 在一種較佳的實施方式中，低折射率薄膜為低折射率氮化矽薄膜。

【0091】 低折射率氮化矽薄膜這裡所指的低折射率是一個相對量，指疊層膜系結構中這個氮化矽薄膜的折射率小於本發明高折射率氮化矽薄膜的折射率。例如採用本發明方法得到的氮化矽薄膜的折射率為3，那麼低折射率氮化矽薄膜就指折射率低於3的所有氮化矽薄膜，可以是採用常規方法得到的氮化矽薄膜，也可以是採用本發明方法具有高含氧量的氮化矽薄膜。

【0092】 較佳地，濾光疊層的層數為10~100層。

【0093】 較佳地，濾光疊層的厚度為1~10 μm 。

【0094】 濾光疊層包括用作高折射率層的多個氮化矽薄膜和多個低折射率層，多個氮化矽薄膜與多個低折射率層交替堆疊。通常，濾光疊層可以由以(高/低) n 、(高/低) n 高或低(高/低) n 順序堆疊的多個氮化矽層和多個低折射率層組成。通常，濾光疊層總共包括10至100層，即 $5 \leq n \leq 50$ 。

同樣在通常情況下，每個氫化矽層和低折射率層的厚度在3~300nm之間，濾光疊層的厚度為1~10 μ m。一般而言，層數和厚度根據具體光學設計進行選擇。

【0095】 根據本發明的第四個方面，提供了一種包含上述濾光疊層的濾光片。

【0096】 典型但非限制性的濾光片例如為帶通、長波通或短波通濾光片。

【0097】 本發明的濾光疊層以所述含氧或含氮的氫化矽薄膜作為高折射率材料，與諸如氧化矽、高含氧的氫化矽等低於上述折射率的較低折射率材料交替堆疊，形成高透射率的濾光疊層，濾光疊層鍍製在玻璃、樹脂基板之上，形成光學干涉薄膜帶通、長波通、短波通等濾光片，使光線在大角度入射時濾光片的中心波長偏移量較小，進而使感測器在大視場角範圍內具有訊號損失少、訊噪比高等優勢，可應用在夜視，3D成像、3D建模、人臉識別、虹膜識別、手勢識別等所有需要低偏移效應的濾光器、感測器系統中。

【0098】 下面藉由具體的實施例和對比例進一步說明本發明，但是，應當理解為，這些實施例僅是用於更詳細地說明之用，而不應理解為用於以任何形式限制本發明。本發明涉及的各原料均可藉由商購獲取。

【0099】 實施例的高折射率含氧/氮的氫化矽薄膜的製備方法採用光馳科技有限公司NSP1650濺射鍍膜系統(如圖2所示)實施，基片為玻璃基片。

【0100】 實施例1

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)滾筒在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3} Pa時，開啟濺射源並通氫氣，濺射源功率為8KW，氫氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d)隨著滾筒的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入氫氣、氧氣和氫氣，調節氣體流量，使通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為6%，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜。

【0101】 實施例2

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為14%，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0102】 實施例3

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為23%，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0103】 實施例4

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中

通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為58%，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0104】 實施例5

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為62%，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0105】 實施例6

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為67%，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0106】 實施例7

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為71%，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0107】 實施例8

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(c)中濺射源功率為6KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0108】 實施例9

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(c)中濺射源功率為12KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0109】 實施例10

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(c)中濺射源功率為1KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0110】 實施例11

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(c)中濺射源功率為20KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0111】 實施例12

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中反應源功率為0.5KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0112】 實施例13

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中反應源功率為5KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0113】 實施例14

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中反應源功率為10KW，其餘步驟和參數與實施例1相同。

【0114】 實施例15

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)轉盤在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為160℃，接著通入氫氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗，轟擊清洗的時間為3min，轟擊功率為2.3KW；清洗完畢後，關閉氫氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氫氣，濺射源功率為8KW，氫氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d)隨著轉盤的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入氫氣、氧氣和氬氣，調節氣體流量，使通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為6%，氫氣、氧氣和氬氣在氣體混合腔內混合均勻後排出，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜。

(f)將含氧的氫化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為10°C/min的速度升溫至200°C，時間為30min；接著保持恆溫在200°C，時間為30min；接著以降溫速度為15°C/min的速度降溫至室溫，取出。

【0115】 實施例16

一種高折射率含氧氫化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)轉盤在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為100°C，接著通入氬氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗，轟擊清洗的時間為1min，轟擊功率為0.6KW；清洗完畢後，關閉氬氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氬氣，濺射源功率為8KW，氬氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d)隨著轉盤的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入

氫氣、氧氣和氬氣，調節氣體流量，使通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為6%，氫氣、氧氣和氬氣在氣體混合腔內混合均勻後排出，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氧的氮化矽薄膜。

(f)將含氧的氮化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升溫至 100°C ，時間為60min；接著保持恆溫在 100°C ，時間為120min；接著以降溫速度為 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度降溫至室溫，取出。

【0116】 實施例17

一種高折射率含氧氮化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)轉盤在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3}Pa 時，加熱基體至基體溫度為 300°C ，接著通入氬氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗，轟擊清洗的時間為5min，轟擊功率為4KW；清洗完畢後，關閉氬氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至 10^{-3}Pa ；開啟濺射源並通氬氣，濺射源功率為8KW，氬氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d)隨著轉盤的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入氫氣、氧氣和氬氣，調節氣體流量，使通入氧氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為6%，氫氣、氧氣和氬氣在氣

體混合腔內混合均勻後排出，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜。

(f)將含氧的氫化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為15℃/min的速度升溫至300℃，時間為40min；接著保持恆溫在300℃，時間為80min；接著以降溫速度為30℃/min的速度降溫至室溫，取出。

【0117】 對比例1

一種二氧化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氧氣和氫氣，不通氫氣，其餘步驟和參數與實施例1相同，得到二氧化矽薄膜。

【0118】 試驗例1

對實施例1-21以及對比例1方法得到的含氧氫化矽薄膜在940nm進行折射率和消光係數測定，測定方法採用本領域的常規方式測定。

【0119】 測試結果如表1所示。

表1

實施例或對比例	折射率 n	消光係數 k
實施例 1	3.499	6.30×10^{-04}
實施例 2	3.463	2.75×10^{-04}
實施例 3	3.045	1.26×10^{-04}
實施例 4	2.173	4.92×10^{-06}
實施例 5	2.061	3.33×10^{-06}
實施例 6	1.846	1.2×10^{-05}
實施例 7	1.711	3.42×10^{-06}
實施例 8	3.502	6.30×10^{-04}
實施例 9	3.486	6.24×10^{-04}
實施例 10	3.268	1.68×10^{-04}
實施例 11	3.363	3.75×10^{-04}

實施例 12	3.436	5.82×10^{-04}
實施例 13	3.517	6.64×10^{-04}
實施例 14	3.180	2.85×10^{-04}
實施例 15	3.526	4.16×10^{-04}
實施例 16	3.483	6.41×10^{-04}
實施例 17	3.557	5.72×10^{-04}
對比例 1	1.488	8.94×10^{-07}

【0120】由表1可以看出，藉由採用本發明方法(氧氣占氫氧混合氣體比例4~99%)得到的含氧氫化矽薄膜在940nm的折射率在1.46-3.7。

【0121】圖3為940nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率和消光係數的影響。

【0122】如圖3所示，氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率和消光係數有影響，隨著氧氣比例的增大氫化矽薄膜的折射率和消光係數逐漸下降。當氧氣占比最大達到100%時，也就是對比例1的情況，這時沒有氫氣存在，生成的薄膜為二氧化矽薄膜，二氧化矽薄膜具有較低的折射率。

【0123】實施例10與實施例1相比，濺射源功率較小，實施例11與實施例1相比，濺射源功率較大，實施例14與實施例1相比，反應源功率較大，結果表明在該系統下採用實施例1的濺射參數能夠獲得更好的效果。

【0124】實施例15-17與實施例1相比，增加了對基體溫度的限定以及對退火製程的限定，能夠有利於提升折射率和穩定性。

【0125】圖4為850nm下氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氫化矽薄膜折射率和消光係數的影響。

如圖 4 所示，氧氣占氫氧混合氣體的比例對含氧氮化矽薄膜在 850nm 的折射率和消光係數的影響與在 940nm 下的結果類似。

【0126】 實施例 18

一種高折射率含氮氮化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a) 乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b) 滾筒在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c) 當真空度高於 10^{-3} Pa 時，開啟濺射源並通氫氣，濺射源功率為 8KW，氫氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d) 隨著滾筒的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e) 開啟反應源，反應源功率為 3KW，反應源區域通入氮氣、氫氣和氧氣，調節氣體流量，使通入氮氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為 5%，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氮的氮化矽薄膜。

【0127】 實施例 19

一種高折射率含氮氮化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氮氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為 8%，其餘步驟和參數與實施例 15 相同。

【0128】 實施例 20

一種高折射率含氮氮化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氮氣占通入氫氣和氧氣總和的體積百分比為 12%，其

餘步驟和參數與實施例15相同。

【0129】 實施例21

一種高折射率含氮氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為20%，其餘步驟和參數與實施例15相同。

【0130】 實施例22

一種高折射率含氮氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中反應源功率為1.5KW，其餘步驟和參數與實施例15相同。

【0131】 實施例23

一種高折射率含氮氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中反應源功率為5KW，其餘步驟和參數與實施例15相同。

【0132】 實施例24

一種高折射率含氮氫化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中反應源功率為10KW，其餘步驟和參數與實施例15相同。

【0133】 實施例25

一種高折射率含氮氫化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)轉盤在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為160℃，接著通入氫氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗，轟擊清洗的時間為3min，轟擊功率為2.3KW；清洗完畢後，關閉氫氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氫氣，濺射源功率為8KW，氫氣被電離形成電漿，

在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d)隨著轉盤的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入氫氣、氮氣和氬氣，調節氣體流量，使通入氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為6%，氫氣、氮氣和氬氣在氣體混合腔內混合均勻後排出，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氮的氮化矽薄膜。

(f)將含氮的氮化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為10℃/min的速度升溫至200℃，時間為30min；接著保持恆溫在200℃，時間為30min；接著以降溫速度為15℃/min的速度降溫至室溫，取出。

【0134】 實施例26

一種高折射率含氮氮化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)轉盤在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為100℃，接著通入氬氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗，轟擊清洗的時間為1min，轟擊功率為0.6KW；清洗完畢後，關閉氬氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氬氣，濺射源功率為8KW，氬氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片

上；

(d)隨著轉盤的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入氫氣、氮氣和氬氣，調節氣體流量，使通入氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為6%，氫氣、氮氣和氬氣在氣體混合腔內混合均勻後排出，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氮的氮化矽薄膜。

(f)將含氮的氮化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為2°C/min的速度升溫至100°C，時間為60min；接著保持恆溫在100°C，時間為120min；接著以降溫速度為10°C/min的速度降溫至室溫，取出。

【0135】 實施例27

一種高折射率含氮氮化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：

(a)乾淨的基片放在滾筒上，鍍膜面朝向靶材；

(b)轉盤在鍍膜腔室內勻速旋轉；

(c)當真空度高於 10^{-3} Pa時，加熱基體至基體溫度為300°C，接著通入氬氣對鍍膜腔室和基體進行轟擊清洗，轟擊清洗的時間為5min，轟擊功率為4KW；清洗完畢後，關閉氬氣，再次將鍍膜腔室內真空度抽至 10^{-3} Pa；開啟濺射源並通氬氣，濺射源功率為8KW，氬氣被電離形成電漿，在電、磁場的作用下轟擊高純矽靶，矽材料被濺射到基片上；

(d)隨著轉盤的轉動，基片被帶往反應源區域；

(e)開啟反應源，反應源功率為2KW，反應源區域通入氫氣、氮氣和氬氣，調節氣體流量，使通入氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為6%，氫氣、氮氣和氬氣在氣體混合腔內混合均勻後排出，氣體被激發形成電漿，在電場的作用下向基片高速運動，最終與基片上的矽薄膜發生反應，形成含氮的氮化矽薄膜。

(f)將含氮的氮化矽薄膜在退火爐內以升溫速率為15°C/min的速度升溫至300°C，時間為40min；接著保持恆溫在300°C，時間為80min；接著以降溫速度為30°C/min的速度降溫至室溫，取出。

【0136】 對比例2

一種高折射率含氮氮化矽薄膜的製備方法，步驟(e)中通入氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為23%，其餘步驟和參數與實施例22相同。

【0137】 試驗例2

對實施例15-21以及對比例2方法得到的含氮氮化矽薄膜進行折射率和消光係數測定，具體測定方法與試驗例1中相同。

【0138】 測試結果如表2所示。

表2

實施例或對比例	折射率 n	消光係數 k
實施例 18	3.220	5.12×10^{-05}
實施例 19	3.194	6.21×10^{-05}
實施例 20	3.117	7.95×10^{-05}
實施例 21	2.995	9.14×10^{-05}
實施例 22	3.206	5.58×10^{-05}
實施例 23	3.186	4.96×10^{-05}
實施例 24	3.048	2.21×10^{-05}

實施例 25	3.292	4.55×10^{-05}
實施例 26	3.214	5.36×10^{-05}
實施例 27	3.317	5.09×10^{-05}
對比例 2	2.838	4.81×10^{-06}

【0139】 由表2可以看出，藉由採用本發明方法(氮氣占氫氮混合氣體比例5~20%)得到的含氧氮化矽薄膜在940nm的折射率在3.0-3.3，可獲得高折射率、吸收小的薄膜。

【0140】 圖5為940nm下氮氣占氫氮混合氣體的比例對含氧氮化矽薄膜折射率和消光係數的影響。

【0141】 如圖5所示，氮氣占氫氮混合氣體的比例對含氧氮化矽薄膜折射率和消光係數有影響，隨著氮氣比例的增大氮化矽薄膜的折射率下降，而消光係數逐漸上升，當氮氣占比超過20%時，消光係數上升明顯。

【0142】 對比例2與實施例18相比，通入氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為23%，雖然折射率較高，但消光係數也較高，不能滿足需要。

【0143】 實施例22、實施例23與實施例18相比，雖然反應源功率不同，但折射率和消光係數相差不大，實施例24與實施例18相比，反應源功率較大，而結果表明在該濺射系統下採用實施例1的濺射參數能夠獲得更好的效果。

【0144】 實施例25與實施例18相比，增加了對基體溫度的限定以及對退火製程的限定，能夠有利於提升穩定性。

【0145】 實施例28

一種濾光疊層，包括多個實施例3的高折射率含氧氮化矽薄膜和多個SiO₂薄膜，多個實施例3的高折射率氮化矽薄

膜和多個SiO₂薄膜交替堆疊，實施例3的高折射率氮化矽薄膜厚度為100nm，SiO₂薄膜厚度為200nm，濾光疊層厚度為5μm。

【0146】 實施例29

一種濾光疊層，包括多個實施例17的高折射率含氮氮化矽薄膜和多個低折射率含氧氮化矽薄膜(實施例7)，兩者交替堆疊，高折射率含氮氮化矽薄膜厚度為100nm，低折射率含氧氮化矽薄膜厚度為100nm，濾光疊層厚度為3μm。

【0147】 試驗例3

使用實施例28的濾光疊層鍍製的940nm中心波長的帶通濾光片0-30°入射的實測光譜曲線，如圖6所示。

【0148】 使用實施例28的濾光疊層鍍製的850nm中心波長的帶通濾光片0-30°入射的實測光譜曲線，如圖7所示。

【0149】 使用實施例29的濾光疊層鍍製的940nm中心波長的帶通濾光片0-30°入射的實測光譜曲線，如圖8所示。

【0150】 使用TiO₂濾光疊層鍍製的940nm中心波長的帶通濾光片0-30°入射的實測光譜曲線，如圖9所示。

【0151】 結果表明，圖6中偏移量小於14nm，最大透過率大於94%，圖7中偏移量小於11nm，最大透過率大於94%。圖8中偏移量小於12nm，最大透過率大於94%。

【0152】 使用TiO₂、Ta₂O₅、Nb₂O₅等傳統高折射率設計940nm的帶通濾光片，其中心波長隨角度偏移較大(約30nm)，並且膜系總厚度厚(是本發明的厚度的2-3倍)，意味著生產效率較低。如圖9所示，相比可知，用本發明材料

鍍製的濾光片具有更好的光譜特性。

【0153】 儘管已用具體實施例來說明和描述了本發明，然而應意識到，在不背離本發明的精神和範圍的情況下可作出許多其它的更改和修改。因此，這意味著在所附申請專利範圍中包括屬於本發明範圍內的所有這些變化和修改。

【0154】 產業利用性

(1)本發明高折射率氮化矽薄膜的製備方法的濺射過程和反應過程是分開的，相對獨立的，濺射過程靶材不易被反應氣體污染，有效避免靶材中毒問題。該方法使生產效率得到提升，降低了成本。獲得的含氧或含氮的氮化矽薄膜具有較高的折射率和更低的吸收。

(2)本發明高折射率氮化矽薄膜的製備方法得到的氮化矽薄膜，其薄膜折射率高，吸收低。

(3)本發明的濾光疊層以所述含氧或含氮的氮化矽薄膜作為高折射率材料製得，其透過率高，且具有中心波長偏移量較小，訊號損失少、訊噪比高等優勢。

(4)本發明的濾光片，包含了上述濾光疊層，因此具有與上述濾光疊層相同的優勢，使得製成的濾光片具有較高的透過率且中心波長偏移量小。

【符號說明】

【0155】

100	基片
200	轉動機構

300	濺射源
400	反應源
500	鍍膜腔室
600	擋板
700	氣體混合腔

發明摘要

【發明名稱】

高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片

【中文】

本發明揭露一種高折射率氮化矽薄膜的製備方法、高折射率氮化矽薄膜、濾光疊層和濾光片。該製備方法包括以下步驟：(a)藉由磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，形成矽薄膜；(b)矽薄膜在含有活性氫、氧下形成含氧的氮化矽薄膜，活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的 4~99%，或矽薄膜在含有活性氫、氮下形成含氮的氮化矽薄膜，活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的 5~20%。本發明將濺射與反應分開進行，先藉由磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，再藉由活性氫和活性氧/氮的電漿與矽發生反應獲得含氧或含氮 SiH，避免靶材中毒，且 SiH 薄膜具有高折射率和低吸收。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	基片
200	轉動機構
300	濺射源
400	反應源
500	鍍膜腔室
600	擋板
700	氣體混合腔

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

申請專利範圍

1. 一種高折射率氫化矽薄膜的製備方法，包括以下步驟：
 - (a)藉由磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，形成矽薄膜；
 - (b)前述矽薄膜在含有活性氫和活性氧的環境中形成含氧的氫化矽薄膜，活性氧的數量占活性氫和活性氧總數量的 4~99%；或
前述矽薄膜在含有活性氫和活性氮的環境中形成含氮的氫化矽薄膜，活性氮的數量占活性氫和活性氮總數量的 5~20%。
2. 如請求項1所記載之高折射率氫化矽薄膜的製備方法，其中，包括以下步驟：
 - (a)在存在惰性氣體的條件下藉由 MF 磁控 Si 靶濺射，在基體上沉積 Si，形成矽薄膜；
 - (b)在存在氫氣、氧氣和惰性氣體混合氣體的條件下藉由 RF 或 ICP 對混合氣體活化，形成電漿，前述電漿與前述矽薄膜反應，形成含氧的氫化矽薄膜，其中，氧氣占氫氣和氧氣混合氣體的體積百分比為 4~99%，較佳 4~70%，進一步較佳 5~20%；或
在存在氫氣、氮氣和惰性氣體混合氣體的條件下藉由 RF 或 ICP 對混合氣體活化，形成電漿，前述電漿與前述矽薄膜反應，形成含氮的氫化矽薄膜，其中，氮氣占氫氣和氮氣混合氣體的體積百分比為 5~20%，較佳 5~18%，進一步較佳 5~10%。

3. 如請求項2所記載之高折射率氫化矽薄膜的製備方法，其中，包括以下步驟：

(a)將乾淨的基體放在真空濺射反應鍍膜機的轉動機構上，鍍膜面朝向靶材，使前述轉動機構在鍍膜腔室內勻速旋轉；前述鍍膜腔室內的真空度高於 10^{-3} Pa 時，開啟濺射源並通氫氣，藉由 MF 磁控 Si 靶濺射，在前述基體上沉積 Si，形成矽薄膜；以及

(b)隨著前述轉動機構轉動，前述基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氧氣和氫氣，形成電漿，與前述矽薄膜發生反應，形成含氧的氫化矽薄膜，前述反應源為 RF 或 ICP 電漿激發源；

其中，前述濺射源的功率為額定功率的 5%-80%，前述反應源的功率為額定功率的 5%-80%，通入的氧氣占通入的氫氣和氧氣總和的體積百分比為 4~99%；或

隨著轉動前述機構轉動，前述基體被帶往反應源區域，開啟反應源並通氫氣、氮氣和氫氣，形成電漿，與前述矽薄膜發生反應，形成含氮的氫化矽薄膜，前述反應源為 RF 或 ICP 電漿激發源；

其中，前述濺射源的功率為額定功率的 5%-80%，前述反應源的功率為額定功率的 5%-80%，通入的氮氣占通入氫氣和氮氣總和的體積百分比為 5~20%。

4. 如請求項3所記載之高折射率氫化矽薄膜的製備方法，其中，前述轉動機構選自轉盤、滾筒和轉架桿中的一種。

5. 如請求項3所記載之高折射率氫化矽薄膜的製備方法，其中，前述鍍膜腔室設置有用於將前述鍍膜腔室分割為第一腔室和第二腔室的擋板，前述濺射源位於前述第一腔室內，前述反應源位於前述第二腔室內；

前述鍍膜腔室設置有氣體混合腔，氫氣、氧氣和氫氣分別通入前述氣體混合腔，混合均勻後通入前述鍍膜腔室進行活化；或

氫氣、氮氣和氫氣分別通入前述氣體混合腔，混合均勻後通入前述鍍膜腔室進行活化；

在步驟(a)中，在開啟前述濺射源之前，還包括加熱前述基體至基體溫度為 100-300°C，接著通入氫氣對前述鍍膜腔室和前述基體進行轟擊清洗；清洗完畢後，關閉氫氣，再次將前述鍍膜腔室內的真空度抽至高於 10^{-3} Pa；

前述轟擊清洗的時間為 1~5min，轟擊功率為額定功率的 5%-80%。

6. 如請求項3所記載之高折射率氫化矽薄膜的製備方法，其中，在步驟(b)結束後，還包括將前述含氧的氫化矽薄膜或前述含氮的氫化矽薄膜在退火爐內100-300°C退火60-180min；

對前述含氧的氫化矽薄膜或前述含氮的氫化矽薄膜在退火爐內退火包括以下步驟：

以升溫速率為 1-15°C/min 的速度升溫至 100-300°C，時間為 30-60min；

接著保持恆溫在 100-300°C，時間為 30-120min；

接著以降溫速度為 10-30°C/min 的速度降溫至室溫。

7. 一種採用請求項1至6中任一項所記載之高折射率氮化矽薄膜的製備方法得到的高折射率氮化矽薄膜，其中，前述高折射率氮化矽薄膜在800~1100nm波長範圍內的折射率為 1.46~3.7，前述高折射率氮化矽薄膜在 800~1100nm波長範圍內的消光係數小於0.0001。

8. 一種濾光疊層，包括多個請求項7所記載之高折射率氮化矽薄膜和多個低折射率薄膜，多個前述高折射率氮化矽薄膜和多個前述低折射率薄膜交替堆疊；

其中，前述低折射率薄膜為在 800~1100nm 波長範圍內折射率小於前述高折射率氮化矽薄膜在 800~1100nm 波長範圍內折射率的薄膜。

9. 如請求項8所記載之濾光疊層，其中，前述低折射率薄膜為二氧化矽薄膜；

前述低折射率薄膜為低折射率氮化矽薄膜，前述低折射率薄膜為在 800~1100nm 波長範圍內折射率小於前述高折射率氮化矽薄膜在 800~1100nm 波長範圍內折射率的薄膜；

前述濾光疊層的層數為 10~100 層；

前述濾光疊層的厚度為 1~10 μm 。

10. 一種濾光片，其包含如請求項8或9所記載之濾光疊層。

