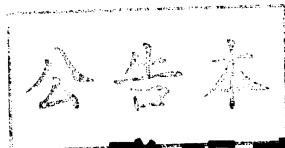


(此處由本局於收
文時黏貼條碼)



I236542
752920

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93113360

※申請日期：93 年 05 月 12 日

※IPC 分類：G02B 1/10 ;

H01L 21/02

壹、發明名稱：

(中) 投射光學系統

(外) Projection optical system

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英)

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 川島春名

(英) KAWASHIMA, HARUNA

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號佳能股份有限公司內

(英) 日本国東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/05/14 ; 2003-135578 ☒ 有主張優先權

玖、發明說明

此申請案基於在五年 2003 年 5 月 14 日提出之日本專利申請案第 2003-135578 號主張外國優先權之利益，其據此全部以引用的方式併入本文中，好像在此完全提出般。

【發明所屬之技術領域】

本發明大致上有關一種投射光學系統，且更特別有關一種具有高數值孔徑（“NA”）之投射光學系統，其用於曝光一物體，諸如半導體晶圓用之單晶基板及液晶顯示器（“LCD”）用之玻璃板。

【先前技術】

傳統上採用一減少投射曝光設備，其使用一投射光學系統以將一光罩（遮罩）上之電路圖案當作第一表面投射及轉印在一當作第二表面之晶圓等上，以於該微影技術中製造諸如半導體記憶體及邏輯電路之精細半導體裝置。待由該投射曝光設備所轉印之最小之臨界尺寸（“CD”）、亦稱為一解析度係與用於曝光之光線波長成正比，並與該投射光學系統之 NA 成反比。該解析度品質在較短之波長係較佳。

已提昇減少該曝光光線波長及增加該投射光學系統之 NA，以滿足近來對於更精細半導體裝置之需求。一早期曝光設備以一 g-線步進機開始顯影，該步進機使用一 g-線超高壓水銀燈（具有約 436 奈米之波長）當作一光源

，並包含一設有大約 0.3 NA 之投射光學系統；然後用一 i- 線步進機，該步進機使用一 i- 線超高壓水銀燈（具有約 365 奈米之波長）當作一光源；及一使用氟化氬準分子雷射（具有約 248 奈米之波長）且包含一設有大約 0.65 NA 之投射光學系統之步進機。現在普及之投射曝光設備以掃描器取代這些步進機，該掃描器使用一氟化氬準分子雷射及氟化氬準分子雷射（具有約 193 奈米之波長）當作一光源，及能包含一高 NA 投射光學系統。當前市售設有最高 NA 之投射光學系統具有一 $NA = 0.8$ 。該步進機係一步進及重複曝光設備，對於胞元投射在該晶圓上之每一射域，其逐步地移動一晶圓至下一射域用之曝光區。該掃描器係一步進及掃描曝光設備，其藉著相對該光罩連續地掃描該晶圓、及藉著在該曝光射域之後逐步地移動該晶圓至待拍攝之下一曝光區將一光罩圖案曝光至一晶圓上。

吾人已廣泛地研究使用氟分子雷射（具有約 157 奈米之波長）當作一光源以及該氟化氬及氟化氬準分子雷射、且包含一設有 $NA = 0.85$ 之投射光學系統之掃描器。在此需要開發一種設有 $NA = 0.90$ 之投射光學系統。

隨著此投射光學系統之開發，已開發一抗反射塗層供於該投射光學系統中之光學元件之應用。用於傳統照相機等之可見光所應用之抗反射塗層技術能顯影一抗反射塗層，而對一使用 g- 線超高壓水銀燈當作光源之曝光設備不會有任何顯著之問題。用於使用 g- 線超高壓水銀燈之曝光設備之抗反射塗層設計幾乎適用於一使用 i- 線超高壓

水銀燈之曝光設備，雖然一些塗層材料係由於光吸收而不適用於該抗反射塗層。

為使用氟化氬及氟化氫準分子雷射當作一光源之曝光設備，吾人已提出沒有高折射率之材料（設有 2.0 或更高之折射率），其對於光具有 300 奈米或更小之一波長具有優異之透射特性（或一優異之透射比）。因此，抗反射塗層材料係受限於低折射率材料（設有 1.4 至 1.45 之折射率），諸如二氧化矽及氟化鎂；及中間折射率材料（設有約 1.6 之折射率），諸如 Al_2O_3 及 LaF_3 。由於該塗層設計及控制該塗層厚度之問題，其很難以開發該抗反射塗層。

與電腦開發有關而用於該抗反射塗層之改善多層設計技術已解決該塗層設計問題，且對由低及中間折射率材料製成之抗反射塗層提供傳統上可接受之設計值。既然此架構用一由低及中間折射率材料製成之塗層取代一原始由高折射率材料製成之塗層，以形成一同等塗層，所設計之塗層厚度在使用 g-線及 i-線當作一光源之曝光設備中係小於該抗反射塗層之厚度。

該塗層厚度控制問題之一解決方法係最近提出之塗層厚度監控法，其除了傳統上使用之塗層厚度之光學監控以外使用一石英諧振器。已建立該濺鍍塗層形成法，其於控制塗層厚度及塗層品質一致性中優於該真空蒸氣塗層形成法。

現在，可設計及製成一具有高達 $\text{NA} = 0.8$ 之優異反射特性之抗反射塗層（譬如看日本專利申請案公告第

2001-4803 及 2000-357654 號)。

然而，一使用氟分子雷射當作光源之曝光設備不能使用氧化物當作塗層材料，因為氧氣強烈地吸收具有接近 157 奈米波長之光線，且具有有限之塗層材料，譬如低折射率材料（設有約 1.4 至 1.55 之折射率），諸如氟化鎂及氟化鋁，及中間折射率材料（設有約 1.70 至 1.75 之折射率），而使該抗反射塗層之設計及製造變複雜。

此外，由於藉著該抗反射塗層於該氟化氬準分子雷射及氟分子雷射之一波段中之光學吸收，一透射損失增加或該透射比降低。由於該氟分子雷射波段中之光線擴散、降低該產量、及使該解析度惡化，一塗層中之傳統上可以忽略之透射損失變成有問題的。

如所討論者，該抗反射塗層之設計及製造於開發一設有 $NA = 0.8$ 之投射光學系統中不會造成問題，反之當 NA 變成 0.85 或更高時，其變得難以設計及製造具有優異反射特性之抗反射塗層。其結果是，其不能提供一具有 0.85 或更大 NA 及優異光學性能兩者之投射光學系統。

【發明內容】

據此，本發明之一示範目的提供一新穎及高 NA 之投射光學系統，其具有優異之光學性能，諸如一產量及一解析度。

根據本發明一論點之投射光學系統將第一表面上之圖案投射於第二表面上，及具有 0.85 或更高之數值孔徑，

該投射光學系統包含一光學元件，且一抗反射塗層塗至該光學元件，該抗反射塗層包含複數層，一終止層具有 $\tan\{\sin^{-1}(NA)\}$ 或更大之折射率，在此 NA 係該投射光學系統之數值孔徑。根據本發明另一論點之投射光學系統將第一表面上之圖案投射於第二表面上，且具有 0.85 或更高之數值孔徑，並包含複數光學元件，該元件包含一最接近該第二表面之最後光學元件；及一抗反射塗層，其塗至該最後之光學元件，該抗反射塗層對於入射之 p-偏振光及 s-偏振光具有百分之 2.5 或更小之平均反射比。根據本發明另一論點之投射光學系統將第一表面上之圖案投射於第二表面上，且具有 0.90 或更高之數值孔徑，並包含複數光學元件，該元件包含一最接近該第二表面之最後光學元件；及一抗反射塗層，其塗至該最後之光學元件，該抗反射塗層對於入射之 p-偏振光及 s-偏振光具有百分之 3.5 或更小之平均反射比。

該折射率譬如係 1.6 或更大。該光學元件係一透光元件，諸如透鏡、繞射光柵、稜鏡或一密封件。該光學元件可為最接近至該投射光學系統中之第二表面。

根據本發明另一論點之曝光設備包含上面之投射光學系統，及藉著經過該投射光學系統將光線照射於一物體上曝光該物體。該光線可譬如具有 250 奈米或更小之波長。

根據本發明另一論點而使用一包含設有 0.85 或更高數值孔徑之投射光學系統之曝光設備曝光一物體之曝光方法包含在該物體上形成多層之步驟，該多層包含一光阻層

，且對於入射之 p -偏振光及 s -偏振光，該多層具有 $\tan\{\sin^{-1}(NA)\}$ 或更高折射率之最上層，或該多層具有一百分之 10 或更小之平均反射比之最上層，並使用該曝光設備曝光該物體。該最上層係譬如該抗蝕劑層或一透光層。

本發明另一論點之裝置製造方法包含以下步驟：藉著使用上面之曝光設備曝光一板材，及為該已曝光物體施行一預定製程。用於施行與上面曝光設備類似操作之裝置製造方法之申請專利範圍涵蓋當作中間及最後產品之裝置。此等裝置包含半導體晶片，像 LSI 及 VLSI、CCDs、LCDs、磁性感測器、薄膜磁頭等。

本發明之其他目的及進一步特色將由較佳具體實施例參考所附圖面之以下敘述輕易變得明顯。

【實施方式】

參考所附圖面，現在將敘述根據本發明之一示範論點之抗反射塗層及光阻蝕刻劑。於每一圖面中，該類似元件係標以類似之參考數字，且將省略一重複之敘述。

研究抗反射塗層之結果是提供新穎及高 NA 之投射光學系統，其具有優異之光學性能，諸如產量及解析度，本發明家已發現即使當該電腦輔助設計 (CAD) 技術增加該抗反射塗層中之層數時，因為該抗反射塗層之入射角關係曲線，該反射比由接近 55 度之入射角急劇地增加。

圖 3 顯示該抗反射塗層 A 及 B 對不同光波長之反射

比特性。於圖 3 中，橫坐標係該光線之波長，且縱座標係該反射比。該抗反射塗層 A 大致上具有複數層，亦即三層，如圖 3 所示，用以對設有幾乎 0 度入射角之光線減少該反射比下達約百分之 0.2。然而，該抗反射塗層 A 不考慮在該光線之一大入射角之反射比。該抗反射塗層 B 具有一般複數、亦即六層，如圖 3 所示，藉著確保該反射比之此一 70 奈米之寬廣波段在百分之 1 以下，用以減少在大入射角之反射比，雖然該反射比對設有幾乎 0 度入射角之光線係減輕至大約百分之 0.5。

圖 4 顯示平均反射比對入射在圖 3 所示抗反射塗層 A 及 B 上之 p-偏振光及該 s-偏振光之入射角關係曲線。於圖 4 中，橫坐標係該光線之入射角，且縱座標係對該 p-偏振光之反射比及對該 s-偏振光之反射比間之一平均值。參考圖 4，該抗反射塗層 B 維持在 0 度入射角之反射比及在大入射角之反射比間之差值比該抗反射塗層 A 較小，但該抗反射塗層 A 及 B 兩者在 55 度或更大之入射角同樣地增加該反射比。該抗反射塗層 B 在 0 度入射角之反射比係譬如百分之 0.2（對應於 0 之 NA），並少於在 40 度入射角之百分之 0.5（對應於 0.65 之 NA），少於在 53 度入射角之百分之 1.8（對應於 0.80 之 NA），在 58 度入射角之百分之 3.2（對應於 0.85 之 NA），及在 64 度入射角之百分之 5.5（對應於 0.90 之 NA）。此結果證明設計以甚至在大入射角維持一低反射比之抗反射塗層 B 不會達成其目的。

現在將敘述於一設有 0.90 NA (對應於 64 度) 之投射光學系統中，當該抗反射塗層之反射比在 55 度或更大之入射角急劇地增加時之問題。該投射光學系統將當作第一表面之光罩 (或遮罩) 圖案投射於一當作第二表面之物體 (或基板、諸如晶圓) 上，且包含複數、譬如二十至三十片透鏡及鏡片。該投射光學系統可為一僅只包含複數透鏡之折光學系統，或一包含複數透鏡及至少一鏡片等之兼反射及折射光學系統。

該投射光學系統大致上具有由四至五倍之縮放比，及在轉印圖案之一晶圓側面具有此一 0.90 之高 NA。因此於該投射光學系統中在該晶圓側面，光線通過複數透鏡之入射或離開角度應等同於 $NA = 0.90$ (對應於 64 度) 或更大。

圖 5 顯示一最接近至該晶圓側面之透光光學元件 OM 之一概要剖視圖，其於該投射光學表面中形成一最後表面。為簡化該敘述，該光學元件 OM 係一密封玻璃，如一平行板。參考圖 5，該抗反射塗層 B 係塗至該透光光學元件 OM 之兩表面，且一光阻蝕刻劑 PR 係塗至一晶圓 WP 上。光束 "a" 係一在該晶圓 WP 上具有 0 度入射角之光束，且光束 "b"，"c"，"d" 及 "e" 係那些在該晶圓 WP 上分別具有 40 度、53 度、58 度及 60 度入射角之光束。這些光束 "b"，"c"，"d" 及 "e" 係那些具有對應於 0.65、0.80、0.85 及 0.90 之 NA 之最大入射角之光束。

當該投射光學系統係一折光學系統 (包含僅只透光元

件、諸如透鏡)時，於該晶圓 WP 側面上具有 0 度入射角之光束 "a" (或 $NA = 0$) 大致上通過該投射光學系統中所有透鏡之中心。在另一方面，當在該投射光學系統中之晶圓 WP 側面通過複數透鏡時，於該晶圓 WP 側面上具有 64 度入射角之光束 "e" (或 $NA = 0.90$) 形成等於或大於 64 度 (或 $NA = 0.90$) 之入射及離開角度。

為敘述方便，於該晶圓 WP 側面上具有 64 度入射角之光束 "e" (或 $NA = 0.90$) 在該投射光學系統中之晶圓 WP 側面以 64 度 (或 $NA = 0.90$) 之入射及離開角度通過複數 (六片) 透鏡表面。同理，於該晶圓 WP 側面上具有 58 度 (或 $NA = 0.85$)、53 度 (或 $NA = 0.80$)、及 40 度 (或 $NA = 0.65$) 入射角之光束 "d"，"c" 及 "b" 以 58 度、53 度及 40 度之入射及離開角度通過複數 (六片) 透鏡表面。

這些 (全部六片) 透鏡表面對該光束 "a" 至 "e" 之透射比係藉著由 100 減去該反射比 (百分比) 計算之。根據上文參考圖 4 所敘述之抗反射塗層 B 之反射比，既然每透鏡之透射比係百分之 99.8，由該六表面至在該晶圓 WP 側面上具有 0 度入射角之光束 "a" (或 $NA = 0$) 之總透射比係大約百分之 99。同理，由該六表面至在該晶圓 WP 側面上具有 40 度入射角之光束 "b" (或 $NA = 0.65$) 之總透射比係大約百分之 97，因為每透鏡之透射比係百分之 99.5。由該六表面至在該晶圓 WP 側面上具有 53 度入射角之光束 "c" (或 $NA = 0.80$) 之總透射比係大約百分

之 90，因為每透鏡之透射比係百分之 98.2。由該六表面至在該晶圓 WP 側面上具有 58 度入射角之光束“d”（或 $NA = 0.85$ ）之總透射比係大約百分之 80，因為每透鏡之透射比係百分之 96.8。由該六表面至在該晶圓 WP 側面上具有 64 度入射角之光束“e”（或 $NA = 0.90$ ）之總透射比係大約百分之 70，因為每透鏡之透射比係百分之 94.5。

如所討論者，當該抗反射塗層之反射比在 55 度或更大之入射或離開角度（ $NA = 0.82$ ）急劇地增加時，該投射光學系統對應於 64 度具有 0.90 NA 之透射比顯示在不同 NA 值之不同透射比。

當根據該 NA 值具有不同透射比之投射光學系統係用於同時將在一光罩上具有不同節距之二圖案型式轉印至塗有抗蝕劑之晶圓上時，該投射光學系統之透射比根據該圖案之節距而不同，因為該繞射光之方向或角度根據該圖案之節距而不同。這造成至該抗蝕劑之曝光劑量變化，並使該 CD 一致性惡化。

甚至用於相同之圖案節距，在一重複圖案上之中心及周邊部份於不同方向中產生繞射光，於對該中心部分及該周邊部份間之抗蝕劑之最佳曝光劑量中造成一差值，並使該 CD 一致性惡化。

上面之討論僅只處理該投射光學系統中之軸上光線（通過該投射屏幕之中心）。將敘述該離軸光線（通過該投射屏幕之周邊）。當在該投射光學系統中之晶圓 WP 側面

通過複數透鏡時，圖 5 所示具有 64 度入射角（對應於 $NA = 0.90$ ）之光束“e”及具有 -64 度入射角（對應於 $NA = 0.90$ ）之光束“e'”具有不同之入射及離開角度，並於該投射光學系統之透射比中造成一差值。換句話說，在具有 64 度入射角（對應於 $NA = 0.90$ ）之光束“e”及具有 -64 度入射角（對應於 $NA = 0.90$ ）之光束“e'”之間，於抵達該抗蝕劑之光線強度中有一差值，且該轉印圖案具有一不對稱性，諸如一慧形象差。

透射比對該投射光學系統 NA 中之差值不只根據光罩圖案而不同，而且亦根據用於照明該光罩圖案之照明光之相干因數 σ 而不同。當該照明光具有一大相干因數 σ 時，諸如 $\sigma = 0.85$ ，該繞射光環繞著由該圖案之節距所決定之方向或角度以對應於該照明光之相干因數 σ 之一數量寬廣地散佈。因此，該照明光之大相干因數 σ 可由於該投射光學系統之 NA 消除及減輕透射比中之差值之影響。

在另一方面，當該照明光具有小相干因數 σ 時，諸如 $\sigma = 0.30$ ，或當該照明光係修正照明，諸如環狀照明、四極照明、及偶極照明時，該繞射光狹窄地散佈及由於該投射光學系統之 NA 遭受透射比中之一差值。

設有 0.85 或更高 NA 、據稱該微影限制之投射光學系統必需利用該修正照明技術及相位偏移及半色調光罩技術（具有小 σ 之照明光），以改善該臨界之解析能力。因此，透射比中之 NA 導致之差值於具有 0.85 或更高 NA 之投射光學系統中變成一更重要之問題。雖然大 σ 照明條件能

使該 CD 差值及圖案不對稱性向下減少至數個百分比，具有小 σ 之照明條件及一修正照明可盡可能地造成該 CD 差值及圖案不對稱性之百分之 20 之影響。

據此，本發明家首先研究為什麼該反射比於該抗反射塗層之入射角關係曲線中由 55 度之入射角急劇地增加。圖 6 顯示反射比對入射在圖 3 所示抗反射塗層 A 及 B 之 p-偏振光之入射角關係曲線。圖 7 顯示反射比對入射在圖 3 所示抗反射塗層 A 及 B 之 s-偏振光之入射角關係曲線。於圖 6 中，橫坐標係光之入射角，且縱座標係對該 p-偏振光之反射比。於圖 7 中，橫坐標係光之入射角，且縱座標係對該 s-偏振光之反射比。

參考圖 6，當該 p-偏振光具有 0 度入射角時，該抗反射塗層 A 具有大約百分之 0.2 之反射比，且該抗反射塗層 B 具有大約百分之 0.5 之反射比。當該入射角增加時，與在 0 度入射角之反射比作比較，該反射比傾向於降低。譬如，該抗反射塗層 A 接近 35 度之入射角具有百分之 0 之反射比，而該抗反射塗層 B 接近 45 度之入射角具有百分之 0 之反射比。

當該入射角進一步增加時，該反射比亦增加。譬如，該抗反射塗層 A 接近 55 度之入射角之反射比係百分之 1，且該抗反射塗層 B 接近 58 度入射角之反射比係百分之 1。該反射比接近 64 度之入射角（對應於 $NA = 0.90$ ）急劇地增加。譬如，該抗反射塗層 A 及 B 之反射比分別變成百分之 4 及百分之 3。

在另一方面，參考圖 7，當該 s-偏振光具有 0 度入射角時，該抗反射塗層 A 具有大約百分之 0.2 之反射比，且該抗反射塗層 B 具有大約百分之 0.5 之反射比。當該入射角增加時，該抗反射塗層 A 及 B 之反射比傾向於完全增加：該抗反射塗層 A 接近 42 度之入射角具有百分之 1 之反射比，而該抗反射塗層 B 接近 30 度之入射角具有百分之 1 之反射比。當該入射角進一步增加至 64 度（對應於 $NA = 0.90$ ）時，該反射比顯示一較大趨勢以增加：該抗反射塗層 A 及 B 兩者之反射比變成大約百分之 9。

根據上面之結果，對增加該 s-偏振光之入射角之反射比特徵上遵循一簡單之增加，及比對該 p-偏振光之入射角之反射比具有對該入射角較大之反射比。在另一方面，對增加該 p-偏振光之入射角之反射比特徵上首先減少，及顯著地增加超出一最小值。對該 p-偏振光之反射比比對該 s-偏振光之反射比更大幅地增加超過該最小值。

現在將敘述該反射比之最小值對該 p-偏振光之可變入射角之研究。圖 8 顯示當該光線由空氣進入具有 1.45 折射率之媒介 Y 時，對 p-偏振光及 s-偏振光之反射比。於圖 8 中，橫坐標係光線由該空氣層進入該低折射率層之一入射角，且縱座標係在該空氣層及該低折射率層間之介面之反射比。

參考圖 8，該反射比對增加入射角之行爲係類似於那些在圖 6 及 7 中所示者。當該反射比對該 p-偏振之角度係 0 度時，該入射角係稱爲一布魯斯特（Brewster）角度

或一偏振角度。

方程式 1 表示該布魯斯特角 θ ，在此 n_1 及 n_2 係媒介 X 及 Y 之折射率：

$$\theta = \tan^{-1} (n_2/n_1) \quad (1)$$

當然由方程式 1 當該媒介 X 及 Y 之折射率間之比值較小時，該布魯斯特角變得較小。

現在將敘述為何圖 6 所示之抗反射塗層 A 及 B 不具有相同之最小值（或該反射比對該 p-偏振光之角度），雖然唯一地決定由當作媒介 X 之空氣至 1.45 折射率之媒介 Y 之布魯斯特角。

該抗反射塗層係由形成在諸如二氧化矽及氟化鈣之玻璃基板上之數層製成之薄膜層。為單純故，現在將敘述單層之抗反射塗層之範例。由於該單層薄膜之一光學路徑長度，發生在該空氣及該單層薄膜間之介面之反射、及發生在該單層薄膜及玻璃基板間之介面之反射在某一角度互相抵消，而向下減少該反射比至約百分之 0，但在其他角度不會完全互相抵消，並留下譬如大約百分之 1 之反射比。當然該抗反射塗層 A 及 B 具有不同光學路徑長度，且如此其對圖 6 所示 p-偏振光之反射比在不同角度變成 0 度。

因此當然該抗反射塗層 A 及 B 之厚度之改變能夠將反射比對該 p 偏振光之一最小值設定至一任意之入射角。據此，現在將敘述多少該最小值能轉變至一較大入射角之一報告。

如所討論者，於氟化氬準分子雷射（具有約 248 奈米

之波長)、氟化氫準分子雷射(具有約 193 奈米之波長)、及氟分子雷射(具有約 157 奈米之波長)之範圍中,該低折射率材料(具有大約 1.4 及大約 1.55 間之折射率)及中間折射率材料(具有大約 1.60 及大約 1.75 間之折射率)能使用當作該抗反射塗層之一材料。於以下之敘述中,一由該低折射率材料製成之薄膜層將稱為一低折射率層,及一由該中間折射率材料製成之薄膜層將稱為一高折射率層。

一抗反射塗層之傳統設計大致上製成一低折射率層之最後層(或接觸空氣之最上層)。此架構比較有助於該抗反射薄膜之一設計:譬如,一低折射率之最後層能減少在該最後層及該空氣間之介面之反射,及以一具有少數層之塗層減少在寬廣入射角之反射比。因此,除了該抗反射塗層及該空氣間之介面以外,該傳統抗反射薄膜具有以下四種介面:

圖 9 至 12 於該抗反射塗層中之四種介面顯示對 p-偏振光及 s-偏振光之反射比。當具有 $NA = 0.90$ (對應於 64 度之入射角)之光線進入該抗反射塗層時,計算在每一介面之入射角及在每一介面所決定之布魯斯特角,在此該低折射率、該高折射率、該透鏡板材係設定至 1.45、1.75 及 1.50。

圖 9 顯示在一介面之反射比,在此該光線由一低折射率層進入一高折射率層。於圖 9 中,橫坐標係由該低折射率層進入該高折射率層之光線之入射角,且縱座標係在該

介面之反射比。參考圖 9，在該介面，該最大入射角係 38.4 度及該布魯斯特角係 50.4 度。

圖 10 顯示在一介面之反射比，在此該光線由一高折射率層進入一低折射率層。於圖 10 中，橫坐標係由該高折射率層進入該低折射率層之光線之入射角，且縱座標係在該介面之反射比。參考圖 10，在該介面，該最大入射角係 30.9 度及該布魯斯特角係 39.6 度。

圖 11 顯示在一介面之反射比，在此該光線由一低折射率層進入一透鏡板材。於圖 11 中，橫坐標係由該低折射率層進入該透鏡板材之光線之入射角，且縱座標係在該介面之反射比。參考圖 11，在該介面，該最大入射角係 38.4 度及該布魯斯特角係 46.9 度。

圖 12 顯示當該光線由一高折射率層進入一透鏡板材時在一介面之反射比。於圖 12 中，橫坐標係由該高折射率層進入該透鏡板材之光線之入射角，且縱座標係在該介面之反射比。參考圖 12，在該介面，該最大入射角係 30.9 度及該布魯斯特角係 41.5 度。

上面抗反射塗層中之所有這四種介面指示用於具有 $NA = 0.90$ 之光線之最大入射角係比該布魯斯特角較小。僅只該空氣及該抗反射塗層中之最後層間之介面具有 $NA = 0.90$ 之光線之最大入射角係比該布魯斯特角較大。為比較之目的，當具有 $NA = 0.65$ （對應於 40 度之入射角）之光線進入該抗反射塗層時，計算在每一介面之入射角。當該光線由該空氣進入該低折射率氣層時，該介面之最大入

射角係 40 度。當該光線由該低折射率進入該高折射率層時，該介面之最大入射角係 26.3 度。當該光線由該高折射率進入該低折射率層時，該介面之最大入射角係 21.5 度。當該光線由該低折射率進入該透鏡板材時，該介面之最大入射角係 26.3 度。當該光線由該低折射率進入該透鏡板材時，該介面之最大入射角係 21.5 度。

當一光束具有 $NA = 0.65$ 之最大入射角、及如圖 8 所示由該空氣進入該低折射率氣層時，在該介面對該 p 偏振光之反射比僅只在 0 度及 40 度間之入射光範圍中減少。同理，當該光束由該低折射率層進入該高折射率層或該透鏡板材時，如圖 9 及 11 所示，在該介面對該 p 偏振光之反射比僅只在 0 度及 26.3 度間之入射光範圍中減少。當該光束由該高折射率層進入該低折射率層或該透鏡板材時，如圖 10 及 12 所示，在該介面對該 p 偏振光之反射比僅只在 0 度及 21.5 度間之入射光範圍中減少。

換句話說，用於設有 $0.65 NA$ 之投射光學系統之抗反射塗層指示在每一介面對該 p-偏振光之反射比中之一簡單減少，及每一介面對該 s-偏振光之反射比中之一簡單增加。由在該介面之反射特徵，藉著最佳化層數及該多層中之每一層之厚度，該抗反射塗層能在每一介面於由 0 度至最大入射角之一入射角範圍中對該 p-偏振光及該 s-偏振光維持低反射比。

在另一方面，用於設有 $NA = 0.90$ 之投射光學系統之抗反射塗層在每一介面遵循對該 s-偏振光之反射比之一

簡單增加，及在異於該空氣及該最後層間之介面對該 p -偏振光之反射比之一簡單減少。在該最後層上對該 p -偏振光之反射比僅只減少至該布魯斯特角，但顯著地增加超過該布魯斯特角。對於此一在該介面之反射特徵，即使當每一層中之層數及厚度係在該多層中最佳化，用於該最後層之反射比不能於超過該布魯斯特角之入射角範圍中維持低。

如所討論者，譬如，爲了使用於設有 $NA = 0.90$ 之投射光學系統之抗反射塗層之反射特徵與使用於設有 $NA = 0.65$ 之投射光學系統之抗反射塗層之反射特徵變相等，其已發現需要對該最後層提供一高折射率及 $NA = 0.90$ 或更大之布魯斯特角。

現在將敘述對圖 4 所示抗反射塗層 A 及 B 之 p -偏振光及 s -偏振光對該入射角之一平均反射比。該抗反射塗層 A 及 B 製成其設有 $n = 1.45$ 之低折射率層之最後層，且如此該最後層具有 55.4 度之布魯斯特角。

既然該抗反射塗層 A 及 B 用於其最後層具有相同之折射率 $n = 1.45$ ，該抗反射塗層 A 及 B 在 55.4 度之布魯斯特角對該 p -偏振光及 s -偏振光分別具有百分之 2.2 及百分之 2.5 之大約類似平均反射比。此外，該抗反射塗層 A 及 B 超過 55.4 度之布魯斯特角急劇地增加對該 p 偏振光及該 s -偏振光之平均反射比，而不管不同之塗層設計值。

如所討論者，其熟知形成該抗反射塗層之結構，以致

該最後層係該低折射率層。該低折射率層具有一於大約 1.40 及 2.5 大約 1.55 間之折射率。於氟化氬準分子雷射（具有約 248 奈米之波長）、氟化氬準分子雷射（具有約 193 奈米之波長）、及氟分子雷射（具有約 157 奈米之波長）之波段中，藉著製成該低折射率層之最後層所決定之布魯斯特角係於大約 55 度及大約 57 度之間。

因此當然該抗反射塗層之傳統設計（將該最後層製成低折射率層）係可適用，而對一包含設有高達 0.8 NA（對應於 53 度之最大入射角）之投射光學系統之曝光設備沒有任何問題，因為一入射角決不會超過該布魯斯特角。然而，於一包含具有 0.80 至 0.85 NA 之投射光學系統之曝光設備中，一入射角可能超過布魯斯特角。特別地是，一包含具有 0.85（對應於 58 度之最大入射角）或更大 NA 之投射光學系統之曝光設備，一入射角能超過該布魯斯特角，如所討論者，且該抗反射塗層之傳統設計係不可適用。以其它方式，該解析度將由於該降級之 CD 一致性及不對稱之轉印圖案等而惡化。

據此，於一具有 0.85 或更大 NA 之高 NA 投射光學系統中，本發明之抗反射塗層 100 係如圖 1 所示塗至一光學元件 OM 以致下面之方程式 2 應用於該多層 110 中之一最後層 112 之折射率 n 及該投射光學系統之 NA 之間。該光學元件 OM 係一透光構件，諸如一透鏡、繞射光柵、稜鏡及密封玻璃。該最後層 112 係一層接觸該空氣層氬氣，除了空氣以外，其能包含氧氣、二氧化碳、氮氣、氬、水等

。在此，圖 1 係根據本發明一論點之抗反射塗層 100 之一概要剖視圖。

$$\tan\{\sin^{-1}(0.85)\} \leq n \quad (2)$$

換句話說，下面之方程式 3 應用於該多層 110 中之一最後層 112 之折射率 n 及該抗反射塗層 100 之間。

$$1.6 \leq n \quad (3)$$

當一高折射率材料係可用於具有 0.85 或更大 NA 之高 NA 投射光學系統中之抗反射塗層 100 時，下面之方程式 4 最好應用於該多層 110 中之一最後層 112 之折射率 n 及該投射光學系統 NA 之間：

$$\tan\{\sin^{-1}(NA)\} \leq n \quad 0.85 \leq NA \quad (4)$$

圖 2 顯示當該光線由該空氣層氬氣進入該抗反射塗層 100 中之最後層 112 時，該最後層 112 對該 p-偏振光之反射比。於圖 2 中，橫坐標係由該空氣層氬氣進入該抗反射塗層 100 中之最後層 112 之光線之入射角，且縱座標係在該最後層 112 上之反射比。圖 2 亦顯示用於每一折射率之布魯斯特角及對應於該布魯斯特角之投射光學系統之 NA。本具體實施例將該抗反射塗層 100 中之最後層 112 之折射率設定至 1.60、1.75 及 2.05。

圖 4 所示抗反射塗層具有 1.45 折射率之最後層。當該光線由該空氣層進入該最後層時，該布魯斯特角係 55.4 度。在由此最後層所決定之大約 55 度之布魯斯特角，該 PS 平均反射比係維持大約百分之 2.5 或更小。因此，當設計該抗反射塗層，以致該最後層之折射率具有 1.6、

1.75 及 2.05 時，如圖 2 所示，該 PS 平均反射比能在對應於個別最後層之折射率之約 58 度、60 度及 64 度之布魯斯特角維持百分之 2.5 或更小。

既然對應於 0.85、0.87 及 0.90 之 NA 值之最大入射角分別係 58 度、60 度及 64 度，當該抗反射塗層係用於具有 $NA = 0.85$ 或更大之投射光學系統時，及假如根據該投射光學系統之 NA 選擇該抗反射塗層 100 中之最後層之反射比，該反射比能維持小至該最大 NA。

換句話說，該最後層之最佳化反射比能對該投射光學系統分別提供 0.85、0.87 及 0.90 之 NA 值，具有如於該投射光學系統中之抗反射塗層特性，該投射光學系統具有 0.82 之 NA 及使用該傳統光學薄膜。

然而，在此無具有 2 或更大折射率之高折射率材料存在於該氟分子及氟化氫波段中，且其不可能根據該投射光學系統之 NA 最佳化該最後層之折射率。此案例使用具有可用於該波長、諸如 1.6 及 2 之間之最大折射率之薄膜材料。

當一設有 $NA = 0.9$ （對應於 64 度之入射角）之投射光學系統係用作一範例，且該最後層使用一具有 1.75 折射率之薄膜材料時，該布魯斯特角變成 60 度，並與在 0.9 NA 之 64 度之最大入射角相差 4 度。在此於圖 4 中，既然該布魯斯特角係 55 度，其中該最後層具有 1.45 之折射率，於圖 4 中在 59 度之百分之 3.5 之 PS 平均反射比對應於當該折射率係 1.75 時在 64 度之 PS 平均反射比。當使用

本發明時，設有 $NA = 0.9$ 之投射光學系統能獲得等同於具有 0.86 之 NA 及使用一傳統光學薄膜之投射光學系統之抗反射塗層特性。

在使用於設有 0.85 或更大 NA 之高 NA 投射光學系統之本發明抗反射塗層 100 中，不需要將其塗至在所有光學元件上之透光表面。反之，該抗反射塗層 100 可僅只塗至一表面，入射於該光學元件上之光線在該表面之最大入射角超過 0.85 （對應於 87 度）之 NA 。單層薄膜係可適用。即使當該空氣層氬氣係以氮氣、氦、及另一氣體取代時，該抗反射塗層 100 呈現類似效果。

雖然上面之敘述處理用於高 NA 投射光學系統中之一光學元件之抗反射塗層（或光學薄膜），本發明係有效地當作一用於轉印圖案之光阻蝕刻劑。

圖 13 顯示反射比對入射在一塗有光阻蝕刻劑之晶圓上之光線之入射角關係曲線。於圖 13 中，橫坐標係入射於該光阻蝕刻劑上之光線之入射角，且縱座標係該反射比。該光阻蝕刻劑塗佈製程大致上將該抗反射塗層塗至該晶圓，且然後塗上該抗蝕劑，以便減少來自一晶圓基板之反射。既然該正加工抗蝕劑大致上具有一高折射率，譬如大約 1.73 （雖然圖 13 中之光阻蝕刻劑具有 1.71 之折射率），該布魯斯特角變成大約 60 度。因此於 0 度及 60 度間之一寬廣入射角範圍中，其可能將該 p -偏振光及該 s -偏振光間之平均反射比減少至百分之 10 或更小。沒有一抗反射塗層，依該光阻蝕刻劑之一厚度而定，該 p -偏振光

及該 s- 偏振光間之平均反射比可抵達大約百分之 40。

因此，當該投射光學系統之 NA 變成 0.85（對應於 58 度之最大入射角）或更大時，本發明之光阻蝕刻劑係有效的。如圖 14 所示，該光阻蝕刻劑 200 係塗佈至一晶圓 WP 上，以致下面之方程式 5 滿足該光阻蝕刻劑 200 之折射率 n' 及該投射光學系統 NA 之間。在此，圖 14 係根據本發明另一論點之光阻蝕刻劑 200 之一概要剖視圖。

$$\tan\{\sin^{-1}(0.85)\} \leq n' \quad (5)$$

換句話說，該光阻蝕刻劑 200 之折射率 n' 滿足下面方程式 6：

$$1.6 \leq n' \quad (6)$$

圖 14A 直接將該光阻蝕刻劑 200 塗佈至該晶圓 WP 上，且該光阻蝕刻劑 200 滿足方程式 5 及 6。

圖 14B 將該抗反射塗層 210 塗佈至該晶圓 WP 上，且然後塗上一抗蝕劑層 220，以形成該光阻蝕刻劑 200。於此案例中，該抗蝕劑層 220 中之最上層（配置成最接近至該光線入射側及接觸該空氣層氬氣之層）滿足方程式 5 及 6。

另一選擇係，該抗反射塗層 210 係塗佈至該晶圓 WP 上，然後塗上該抗蝕劑層 220、及一滿足方程式 5 及 6 之上層 230，如圖 14C 所示。於此案例中，該上層 230 不會呈現一抗蝕劑特色，及可為一高折射率之透光層。在曝光之後，該高折射率之上層 230 係剝除，及對於該抗蝕劑層 220 進行一普通之顯影製程。當然，只要該上層 230 在該

通常之顯影劑中溶解，該上層 230 不須剝除。此案例需要該光阻蝕刻劑 200 中之上層塗佈至該晶圓 WP 上，並接觸該空氣層氬氣，以滿足方程式 5 及 6。該光阻蝕刻劑 200 呈現類似效果，即使當該空氣層氬氣係以諸如氮氣及氦之氣體取代時。

當一高折射率材料係可用於該光阻蝕刻劑 200 時，下面之方程式 7 最好係滿足一接觸該光阻蝕刻劑 200 中空氣層氬氣之層之折射率 n' 及設有 0.85 或更大 NA 之高 NA 投射光學系統之 NA 之間：

$$\tan\{\sin^{-1}(NA)\} \leq n' \quad 0.85 \leq NA \quad (7)$$

如此，本發明之抗反射塗層 100 及／或光阻蝕刻劑 200 能對具有 0.85 或更大 NA 之投射光學系統提供抗反射特性，及實現一改善 CD 一致性及圖案對稱性之曝光設備。

參考圖 15，現在將敘述一包含投射光學系統 530 之曝光設備 500，該投射光學系統 530 具有一光學元件，而本發明之抗反射塗層 100 係塗佈至該光學元件上。圖 15 係根據本發明一論點之曝光設備 500 之概要結構。如圖 15 所示，該曝光設備 500 包含一照明設備 510、將由一照明光罩圖案所產生之繞射光投射於該晶圓 WP 上之投射光學系統 530、及一用以支撐該晶圓 WP 之晶圓架台 545。

該曝光設備 500 係一譬如以步進及重複或步進及掃描之方式將該光罩 520 上之電路圖案曝光至該晶圓 WP 上之投射曝光設備。此曝光設備係適合用於一次微米或四分之

一微米之微影蝕刻製程，及此具體實施例示範地敘述一步進及掃描曝光設備（亦稱為“掃描器”）。

該照明設備 510 照明形成一待轉印電路圖案之光罩 520，及包含一光源單元 512 及一照明光學系統 514。

該光源單元 512 使用當作一光源，譬如一具有 193 奈米波長之氟化氬準分子雷射、及一具有 248 奈米波長之氟化氬準分子雷射。該光源型式不限於該準分子雷射，及能使用一具有大約 153 奈米波長之氟分子準分子雷射。不限制雷射單元之數目。一用於減少散斑之光學系統可線性地或旋轉式移動。當該光源單元 512 使用一雷射時，其想要的是採用一波束成形光學系統，其將來自一雷射光源之平行波束成形至一想要之波束形狀，及一把相干雷射光束轉變成不相干之不相干轉動光學系統。適用於該光源單元 512 之一光源不限於一雷射，及可使用一或多個燈泡，諸如水銀燈及氙氣燈。

該照明光學系統 514 係一照明該光罩 520 之光學系統，且包含一透鏡、一鏡片、一光學積分器、一光闌等，並以此順序配置譬如一聚光透鏡、一復眼透鏡、一孔徑光闌、一聚光透鏡、一狹縫、及一成像光學系統。該照明光學系統 514 能使用任何光線，不論其是否軸上或離軸光線。該光學積分器可包含一復眼透鏡或一藉著堆疊二組圓柱形透鏡列陣板（或雙凸透鏡）所形成之積分器，及可用一光學桿或一繞射元件取代。

該光罩 520 係由石英製成，譬如，形成一待轉印之電

路圖案（或影像），及係藉著一光罩架台（未示出）所支撐及驅動。由該光罩 520 所放射之繞射光線通過該投射光學系統 530，如此及然後係投射於該晶圓 WP 上。該光罩 520 及該晶圓 WP 係位於一光學配對之關係中。既然該具體實施例之曝光設備 500 係一掃描器，該光罩 520 及該晶圓 WP 係在該投射光學系統 530 之一縮微倍率之速度比下掃描，如此將該光罩 520 上之圖案轉印至該晶圓 WP。假如其係一步進及重複曝光設備（稱為“步進器”），該光罩 520 及該晶圓 WP 仍然保留供曝光。

該投射光學系統 530 將反射該光罩 520 上之一圖案、當作一物體表面之光線投射於該晶圓 WP 上當作一影像表面，且具有 0.85 之 NA。色象差之任何需要修正能使用由具有不同色散值（Abbe 值）之玻璃材料製成之複數透鏡單元，或能配置一繞射之光學元件，使得其在一相向於該透鏡元件之方向中分散。

本發明之抗反射塗層 100 係塗至一光學元件，如該投射光學系統 530 中之一透鏡。該抗反射塗層 100 能減少具有甚至 0.85 或更大 NA 之投射光學系統 530 中之透射比之擴散，及對該解析度提供優異之 CD 一致性及圖案對稱性

該晶圓 WP 可為一液晶面板及另一待曝光之物體。該光阻蝕刻劑係塗至該晶圓 WP 上。該光阻蝕刻劑能使用本發明之光阻蝕刻劑 200，藉此減少該曝光光線在該晶圓 WP 上之反射，及以優異之解析度轉印該光罩 520 上之圖

案。

該晶圓架台 545 支撐該晶圓 WP。該晶圓架台 WP 可使用該技藝中習知之任何結構，且其結構及操作之一詳細敘述係省略。該架台 545 可例如使用一線性馬達，以於 XY 方向中移動該晶圓 WP。該光罩 520 及晶圓 WP 係譬如同步掃描，且監控該晶圓架台 545 及一光罩架台（未示出）之位置，譬如藉著一雷射干擾儀等，以致兩者係在一不變之速度比下驅動。該晶圓架台 545 係譬如經由一阻尼器安裝在一支撐在該地板等上之架台托板上。該光罩架台及該投射光學系統 530 係安裝在一透鏡鏡筒托板（未示出）上，且譬如經由一阻尼器支撐至放在該地板上之基座機架。

於曝光中，由該光源單元 512、例如 Koehler 所放射之光線經由該照明光學系統 514 照明該光罩 520。通過該光罩 520 及反射該光罩圖案之光線係藉著該投射光學系統 530 成像於該晶圓 WP 上。滿足方程式 4 之一材料係選擇用於塗至該曝光設備 500 之投射光學系統 530 中之一光學元件上之抗反射塗層，且配置成最接近至該曝光光線之入射側面。如此，該曝光設備 500 能提供高品質裝置（諸如半導體裝置、LCD 裝置、攝影裝置（諸如 CCDs 等）、薄膜磁頭等）。同理，滿足方程式 7 之一材料係選擇用於塗至該曝光設備 500 中之晶圓 WP 上之光阻蝕刻劑，且配置成最接近至該曝光光線之入射側面。

現在參考圖 16 及 17，將敘述一使用上面曝光設備

500 之裝置製造方法之具體實施例。圖 16 係一流程圖，用以說明裝置（亦即半導體晶片，諸如 IC 及 LSI、LCDs、CCDs 等）之製造。現在將敘述半導體晶片之製造當作一範例。步驟 1（電路設計）設計一半導體裝置電路。步驟 2（光罩製造）形成一具有設計電路圖案之光罩。步驟 3（晶圓製備）使用諸如矽之材料製造一晶圓。步驟 4（晶圓處理）在該晶圓上經由微影術使用該光罩及晶圓形成實際電路圖，其稱為一預處理。步驟 5（組裝）將步驟 4 所形成之晶圓形成一半導體晶片及包含一組裝步驟（例如晶粒切割、接合）、一封裝步驟（晶片密封）等，其亦稱為一後處理。步驟 6（檢查）對於步驟 5 中所製成之半導體裝置施行各種測試，諸如一有效性測試及耐用性測試。經過這些步驟，一半導體裝置係完成及裝運（步驟 7）。

圖 17 係圖 16 步驟 4 中之晶圓處理之一詳細流程圖。步驟 11（氧化作用）氧化該晶圓之表面。步驟 12（CVD）在該晶圓之表面上形成一絕緣薄膜。步驟 13（電極形成）在該晶圓上藉著蒸氣沈積等形成電極。步驟 14（離子植入）將離子植入該晶圓。步驟 15（曝光）將上面具體實施例中所敘述之感光性材料塗至該晶圓上，並使用該曝光設備 500 以將該光罩上之一電路圖案曝光於該晶圓上。步驟 16（曝光）使該曝光之晶圓顯影。步驟 17（蝕刻）蝕刻異於一已顯影抗蝕劑影像之部份。步驟 18（抗蝕劑剝除）在蝕刻之後移除該不使用之抗蝕劑。這些步驟係重複，且多層電路圖案係形成在該晶圓上。此製造方法能

比該傳統方法製造較高品質之裝置。如此，使用該曝光設備 500 及該裝置當作合成產品之裝置製造方法構成根據本發明之一論點。

再者，本發明不限於這些較佳具體實施例，但可作各種修改及變化，卻未脫離本發明之精神及範圍。譬如，本發明之抗反射塗層係適用於具有 0.85 或更高 NA 之照明光學系統中之光學元件。

如此，本發明能提供一具有優異光學性能、諸如產量及解析度之新穎及高 NA 投射光學系統。

【圖式簡單說明】

圖 1 係根據本發明一論點之抗反射塗層之概要剖視圖。

圖 2 係一曲線圖，其顯示當該光線由一空氣層進入該最後層時，一抗反射塗層中之最後層對該 p- 偏振光之反射比。

圖 3 係一曲線圖，其顯示抗反射塗層 A 及 B 對不同光波長之反射比特性。

圖 4 係一曲線圖，其顯示平均反射比對該抗反射塗層 A 及 B 中之 p- 偏振光及 s- 偏振光之入射角關係曲線。

圖 5 係一概要剖視圖，其顯示於投射光學系統中最接近至一晶圓之最後表面上之透光光學元件。

圖 6 係該反射比對入射於圖 3 所示抗反射塗層 A 及 B 上之 p- 偏振光之入射角關係曲線之一曲線圖。

圖 7 係該反射比對入射於圖 3 所示抗反射塗層 A 及 B 上之 s- 偏振光之入射角關係曲線之一曲線圖。

圖 8 係一曲線圖，其顯示當該光線由空氣（媒介 X）進入設有 1.45 折射率之媒介 Y 時對 p- 偏振光及 s- 偏振光之反射比。

圖 9 係一曲線圖，其顯示當該光線由一低折射率層進入一高折射率層時在一介面之反射比。

圖 10 係一曲線圖，其顯示當該光線由一高折射率層進入一低折射率層時在一介面之反射比。

圖 11 係一曲線圖，其顯示當該光線由一低折射率層進入一透鏡板材時在一介面之反射比。

圖 12 係一曲線圖，其顯示當該光線由一高折射率層進入一透鏡板材時在一介面之反射比。

圖 13 係一曲線圖，其顯示該反射比對入射於塗有光阻蝕刻劑晶圓上之入射角關係曲線。

圖 14 係當作根據本發明一論點之光阻蝕刻劑之概要剖視圖。

圖 15 係當作根據本發明一論點之曝光設備之概要結構。

圖 16 係一用以說明如何製造裝置（諸如半導體晶片、諸如 ICs 及 LCD、CCDs 等）之流程圖。

圖 17 係如圖 16 所示步驟 4 之晶圓製程之一詳細流程圖。

主要元件對照表

A	塗層
a	光束
b	光束
c	光束
d	光束
e	光束
e'	光束
OM	光學元件
PR	光阻蝕刻劑
WP	晶圓
X	媒介
Y	媒介
100	塗層
110	多層
112	最後層
200	光阻蝕刻劑
210	塗層
220	抗蝕劑層
230	上層
500	曝光設備
510	照明設備
512	光源單元
514	照明光學系統

I236542

(32)

520 光 罩

530 投 射 光 學 系 統

545 晶 圓 架 台

伍、中文發明摘要

發明名稱：投射光學系統

本發明揭示一種投射光學系統，其將第一表面上之圖案投射於第二表面上，及具有 0.85 或更高之數值孔徑，該投射光學系統包含一光學元件；及一抗反射塗層，其塗至該光學元件，該抗反射塗層包含複數層，一終止層具有 $\tan\{\sin^{-1}(NA)\}$ 或更大之折射率，在此 NA 係該投射光學系統之數值孔徑。

陸、英文發明摘要

發明名稱：**PROJECTION OPTICAL SYSTEM**

A projection optical system that projects a pattern on a first surface onto a second surface, and has a numerical aperture of 0.85 or higher includes an optical element, and an antireflection coating applied to the optical element, the antireflection coating including plural layers, an end layer having a refractive index of $\tan\{\sin^{-1}(NA)\}$ or greater, where NA is the numerical aperture of the projection optical system.

柒、（一）、本案指定代表圖為：第 1 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100 塗層

110 多層

112 最後層

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

圖 1

100

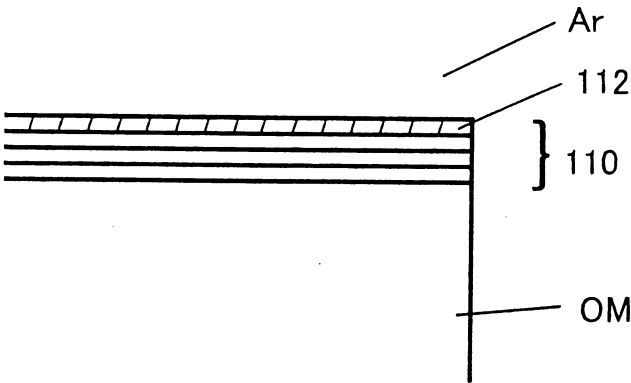


圖2
對由空氣層至高折射率層之P-偏振光之反射比

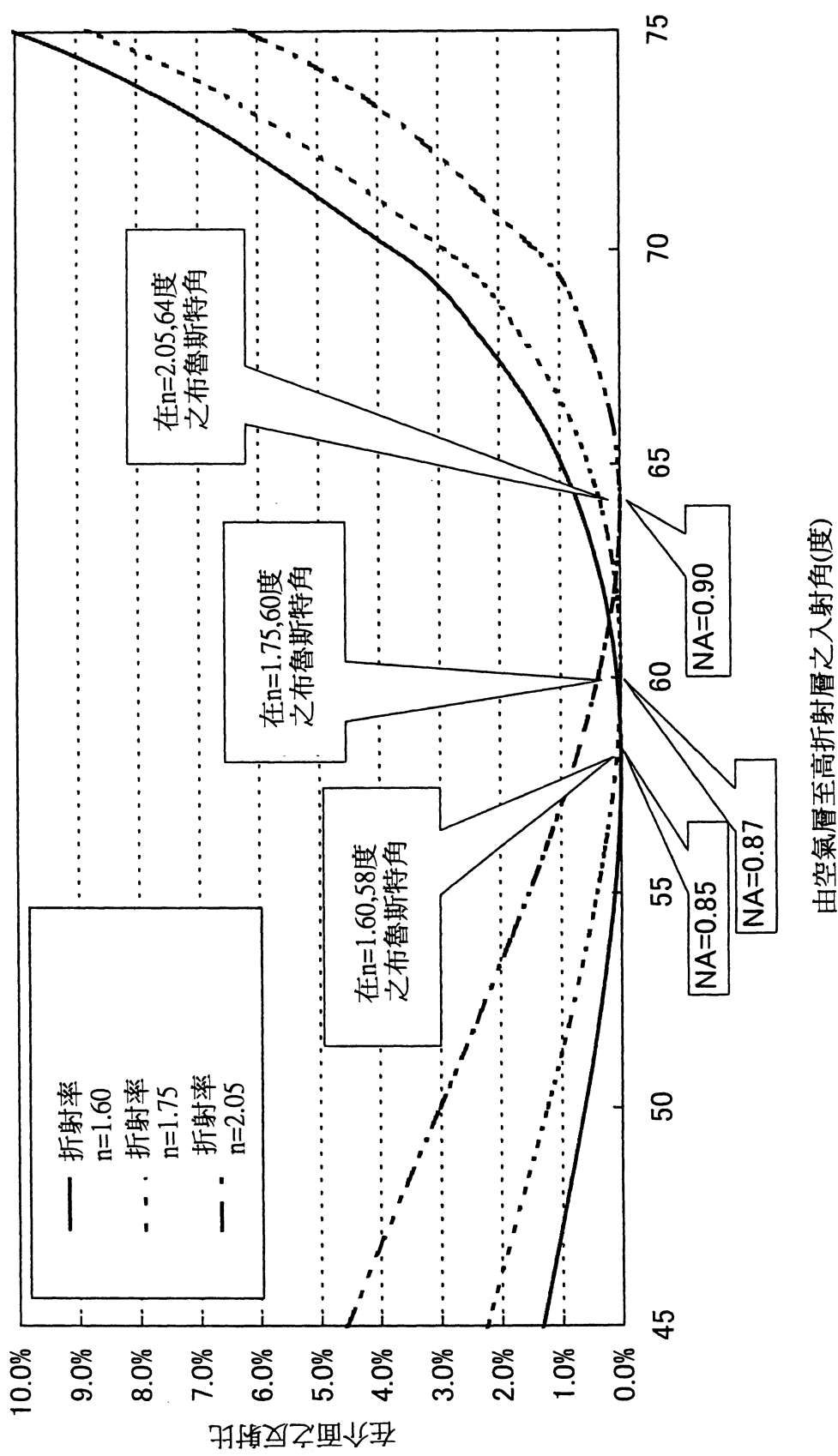


圖3

反射比特性(具有0度入射角)

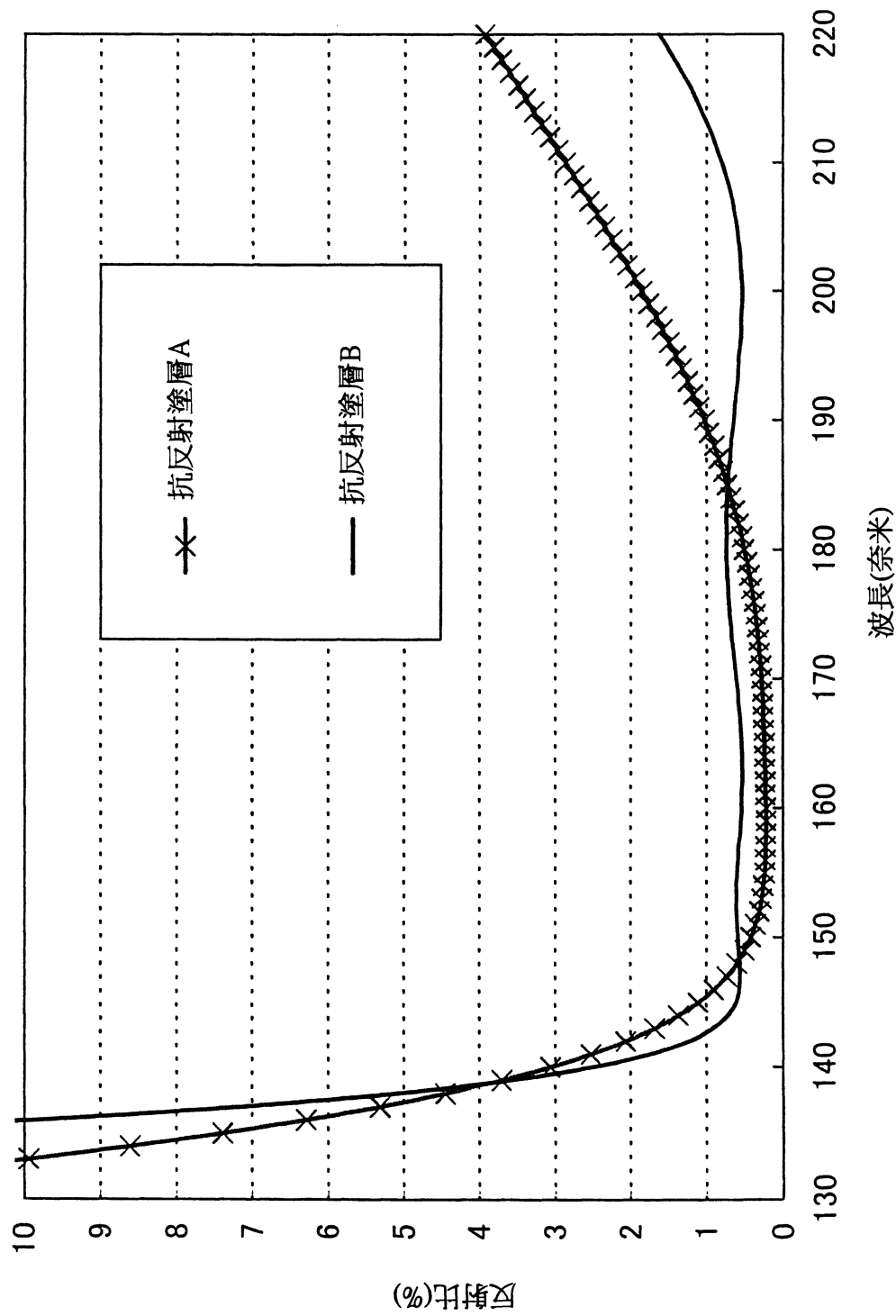


圖4

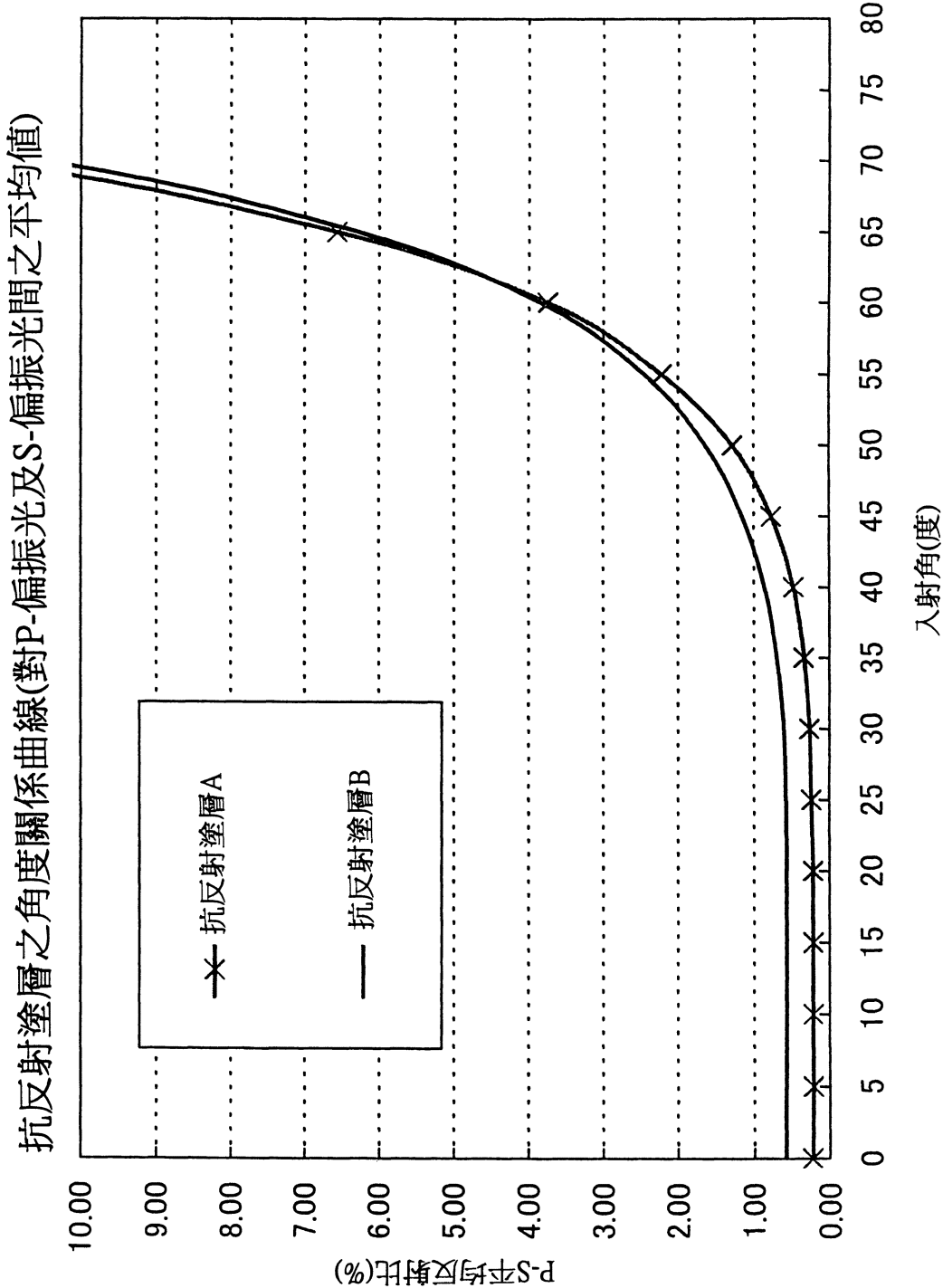


圖5

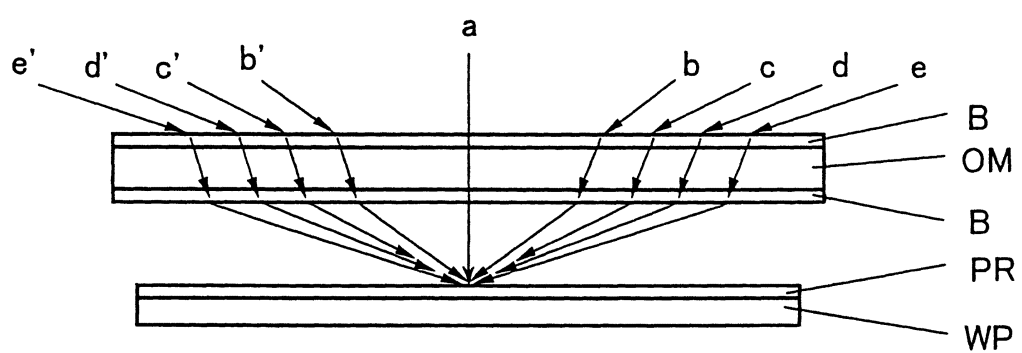


圖6

抗反射塗層(對P-偏振光)之角度關係曲線

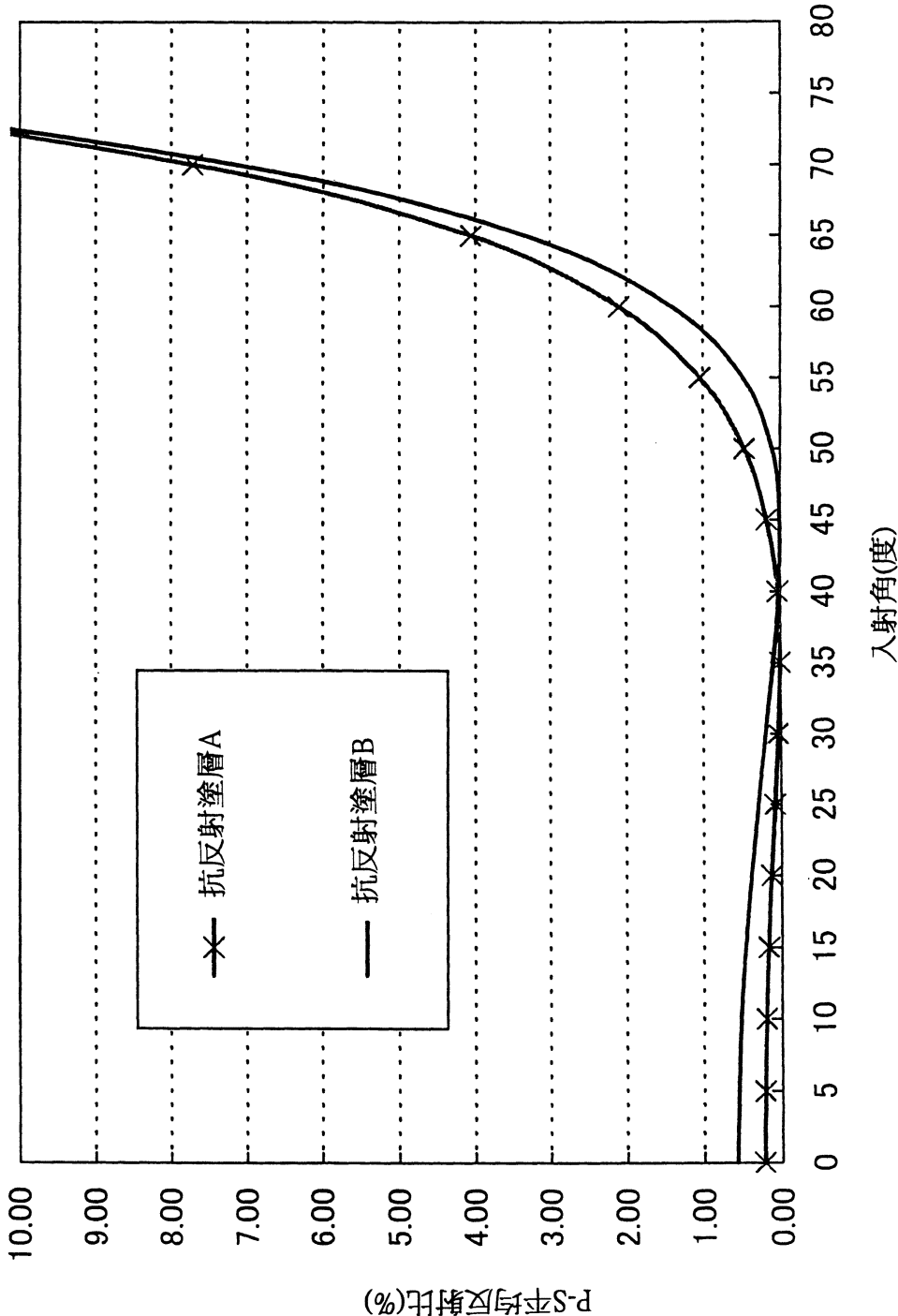


圖7

抗反射塗層(對S-偏振光)之角度關係曲線

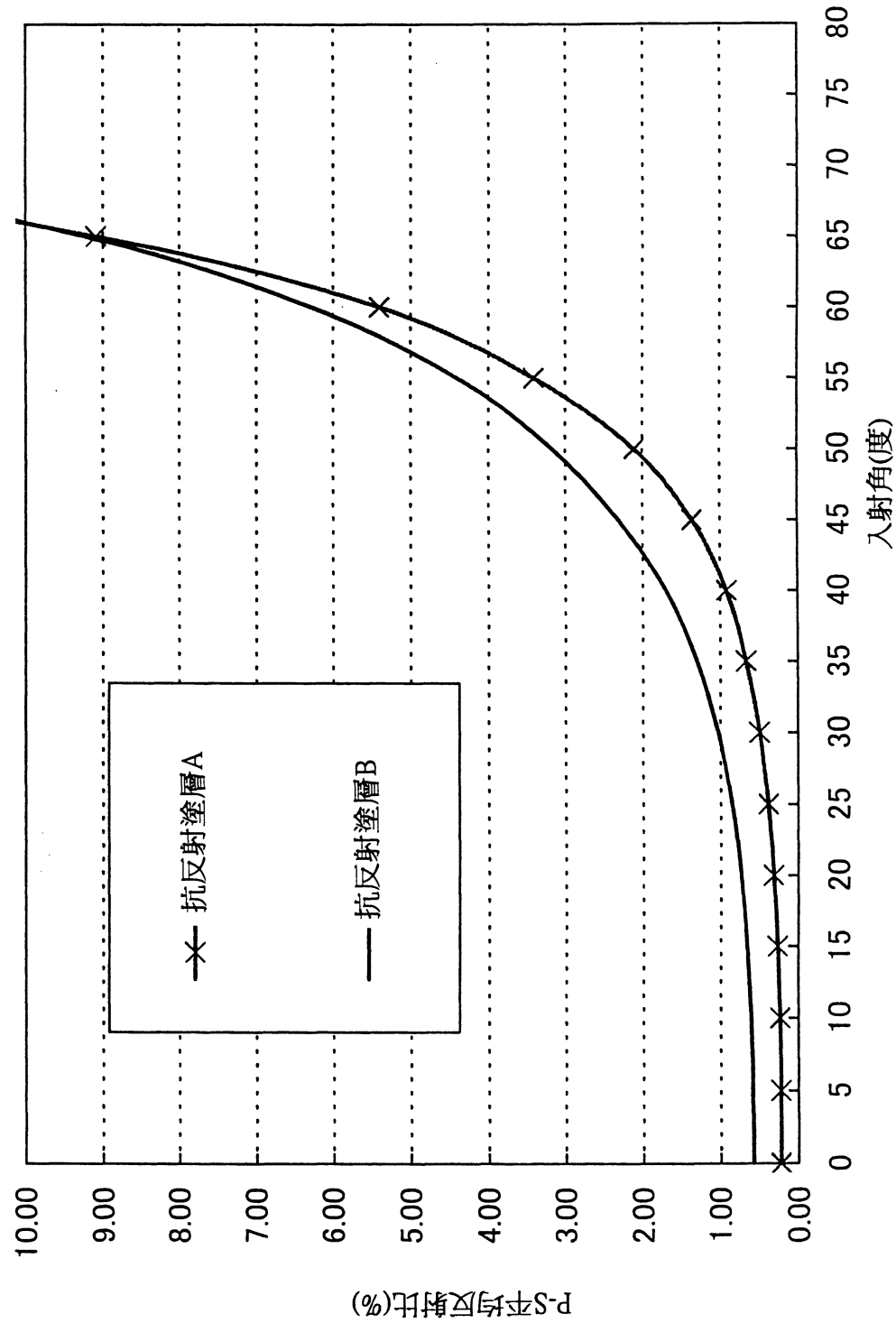


圖8

反射比:空氣層至低折射率層($n=1.45$)

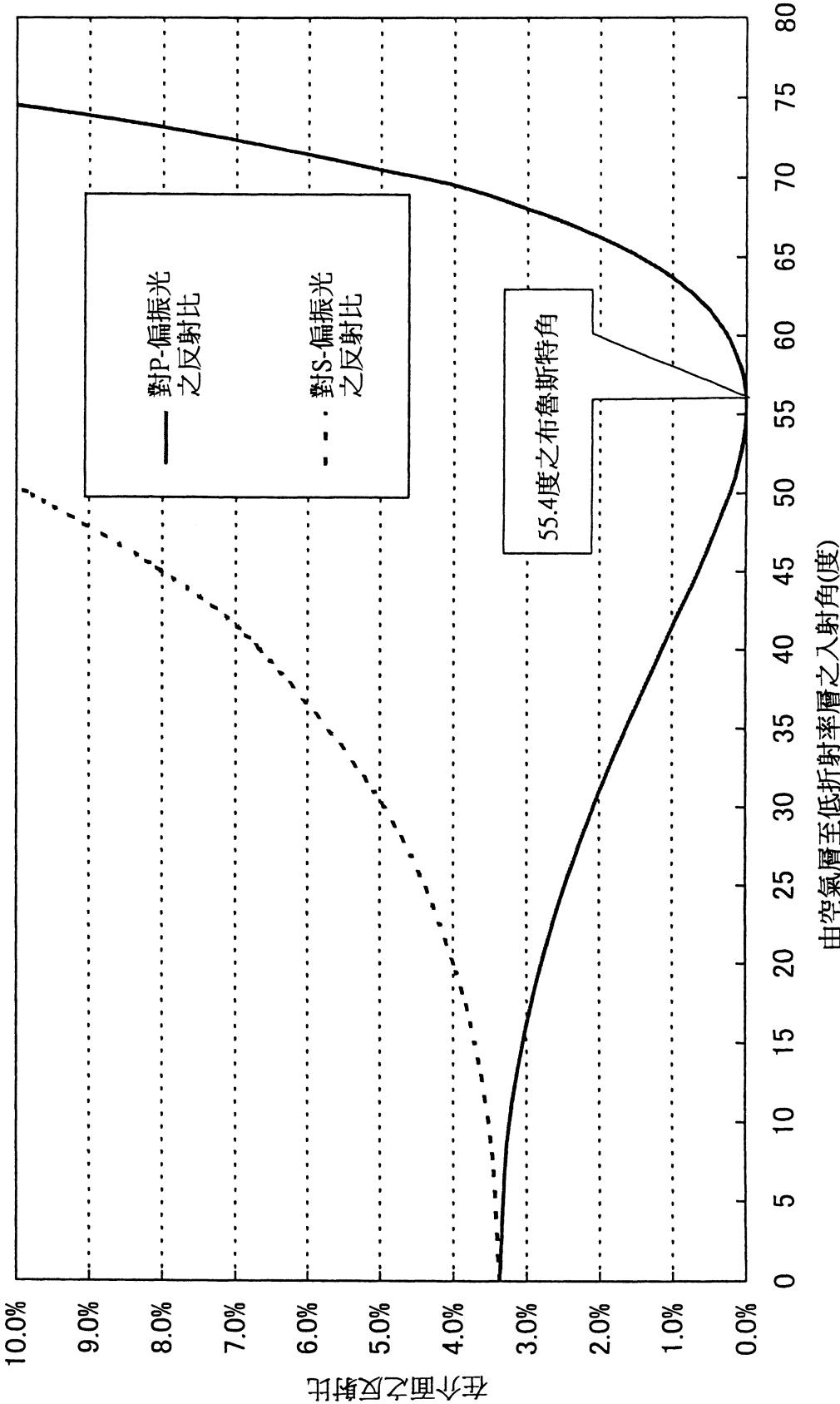


圖9

反射比:低折射率層至高折射率層($n=1.45, 1.75$)

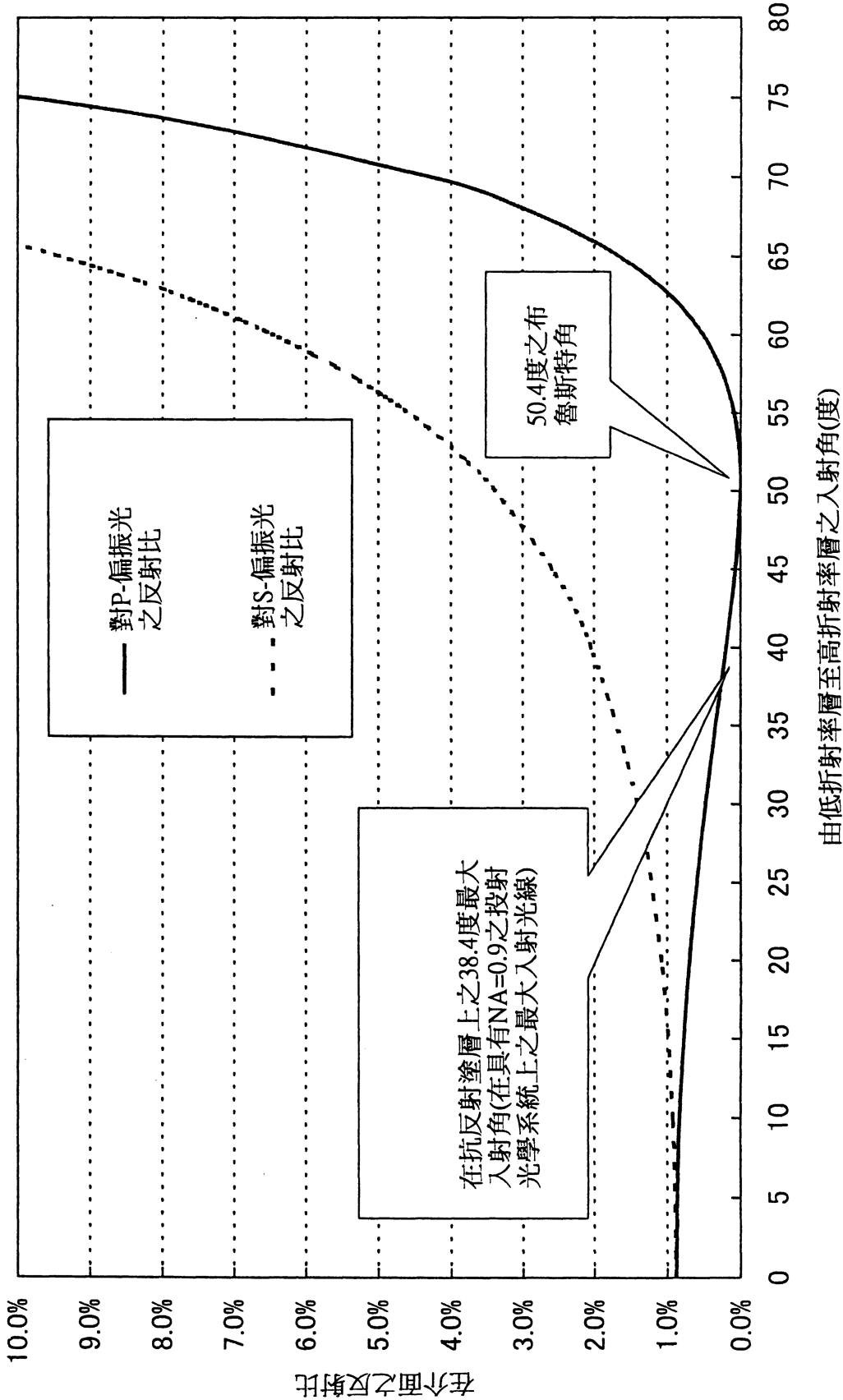


圖10

反射比:高折射率層之低折射率層($n=1.75,1.45$)

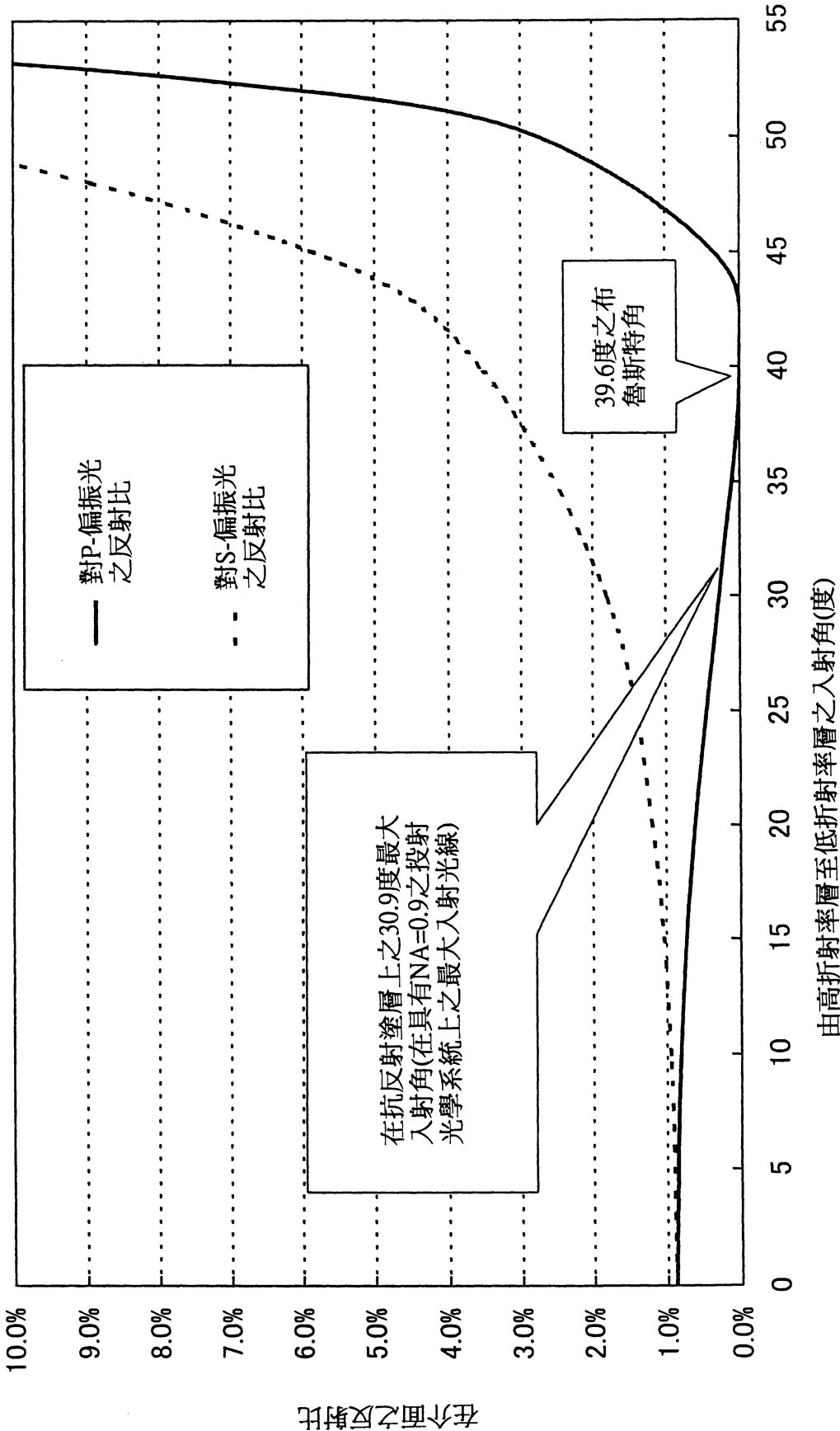


圖11

反射比:低折射率層至透鏡板材($n=1.45, 1.55$)

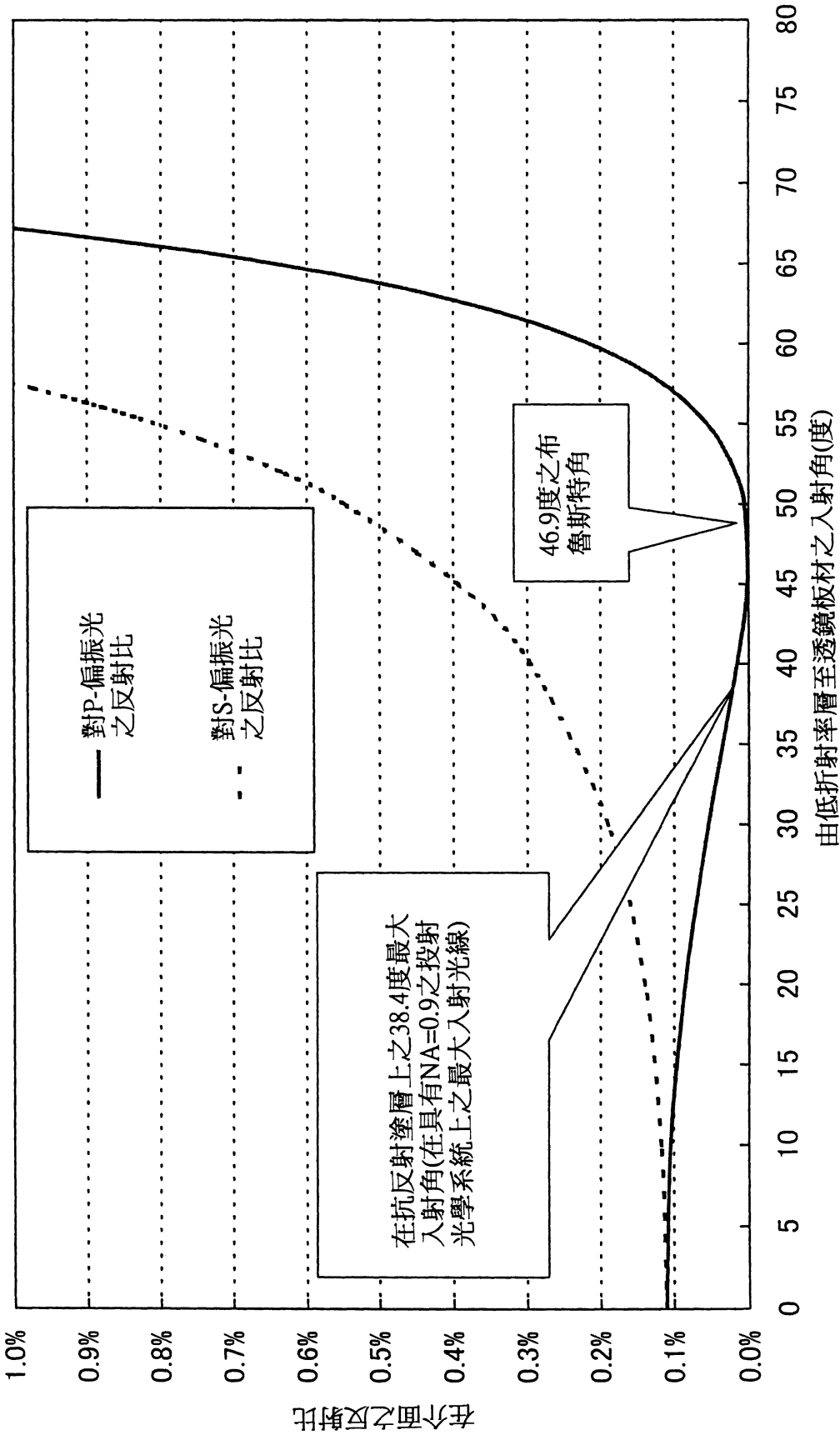


圖12

反射比:高折射率層至透鏡板材($n=1.75,1.55$)

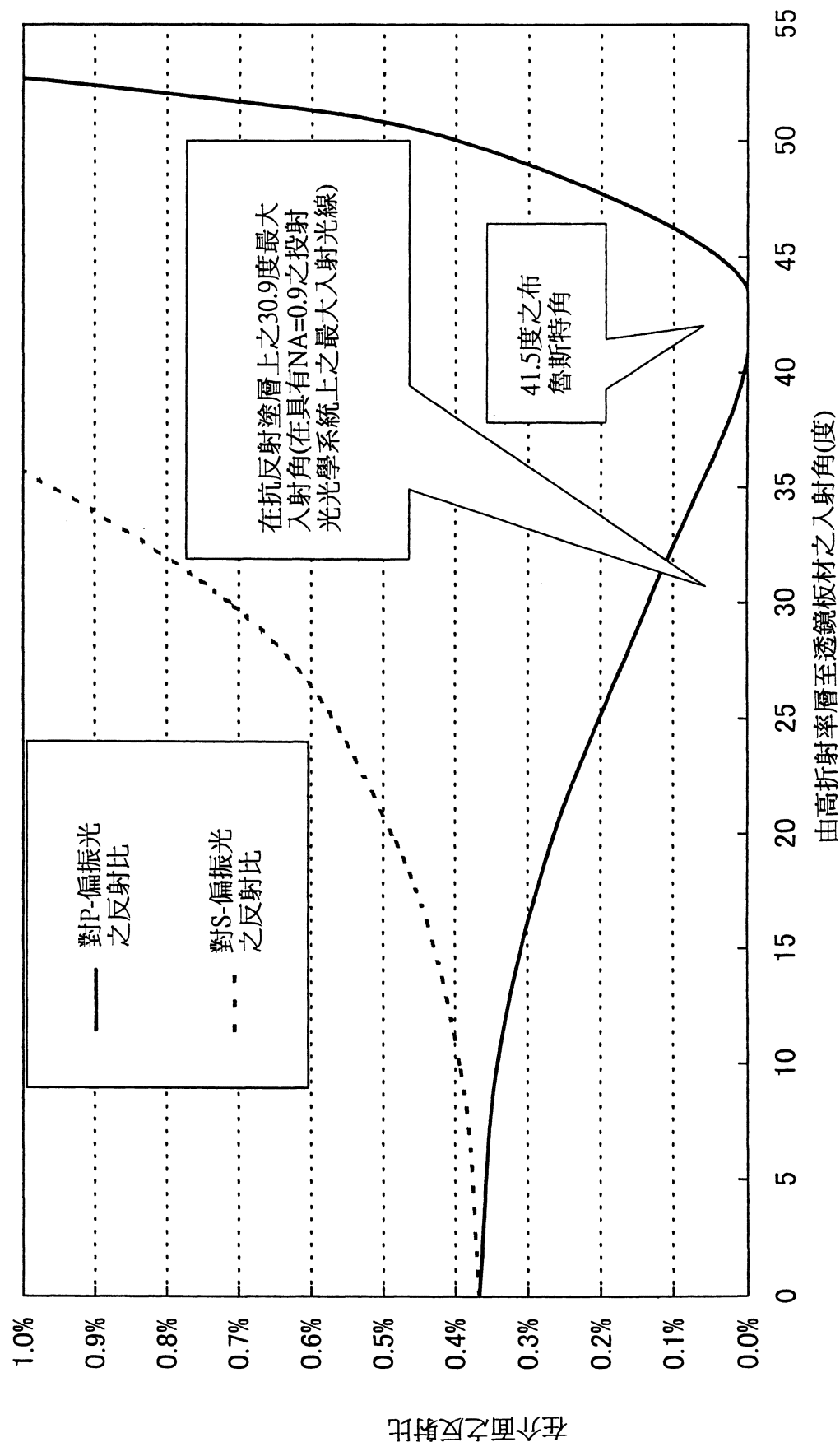


圖13

在塗有抗蝕劑之晶圓上之反射比

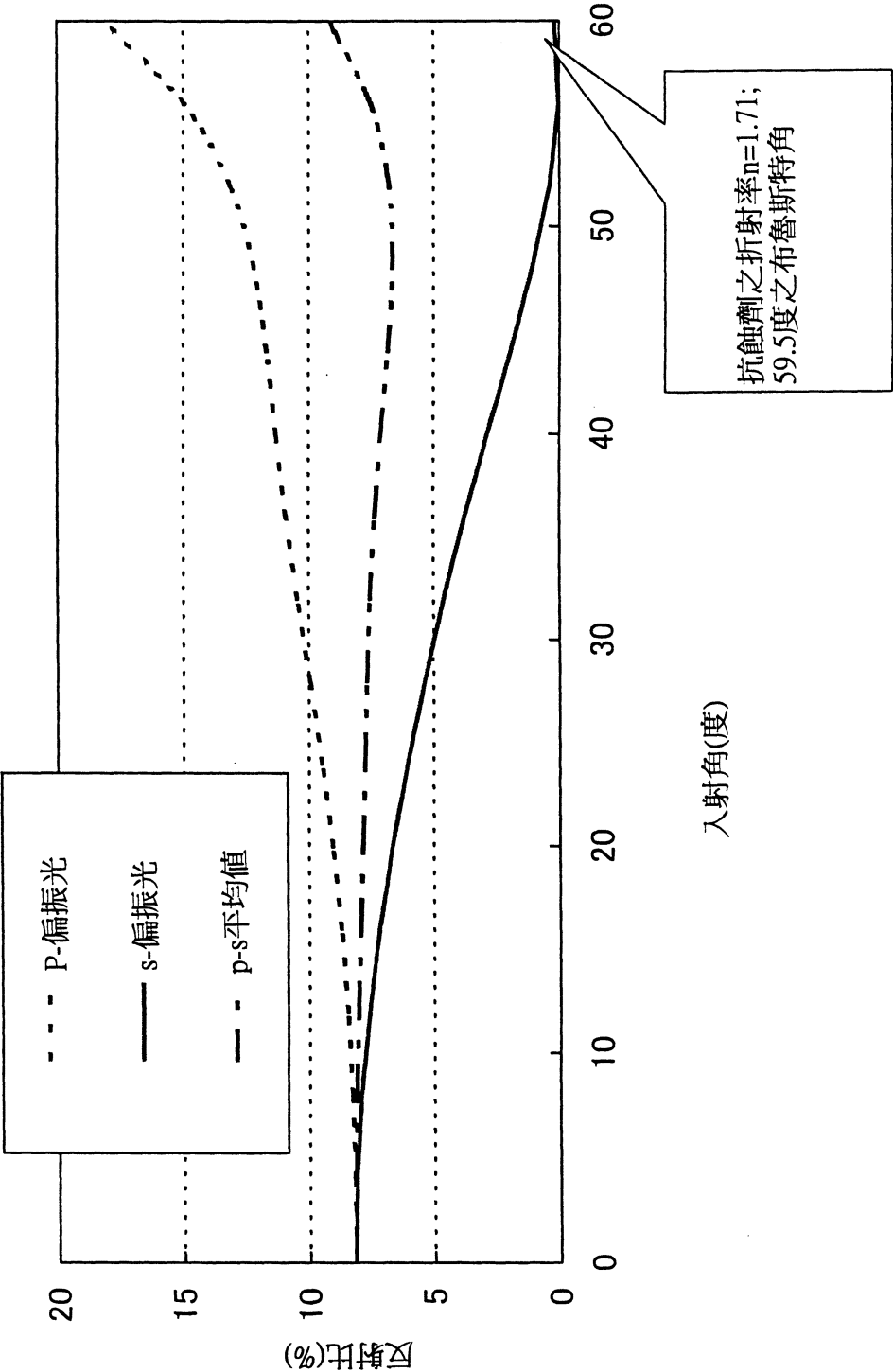


圖 14A

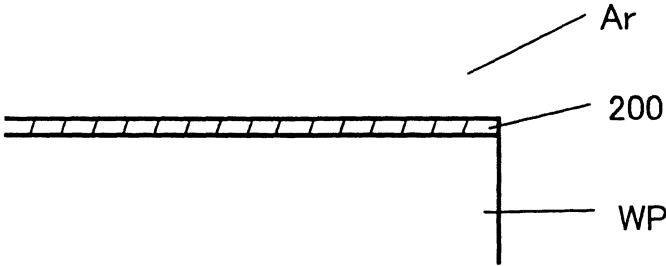


圖 14B

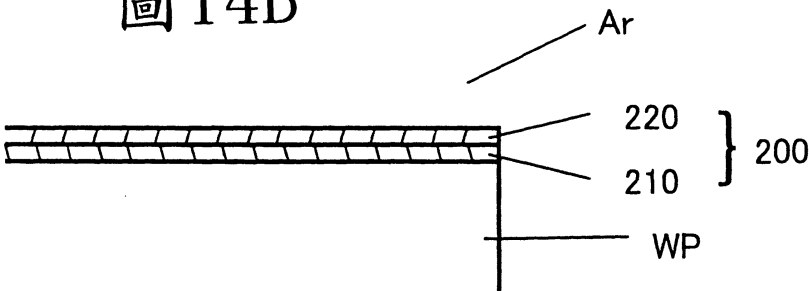


圖 14C

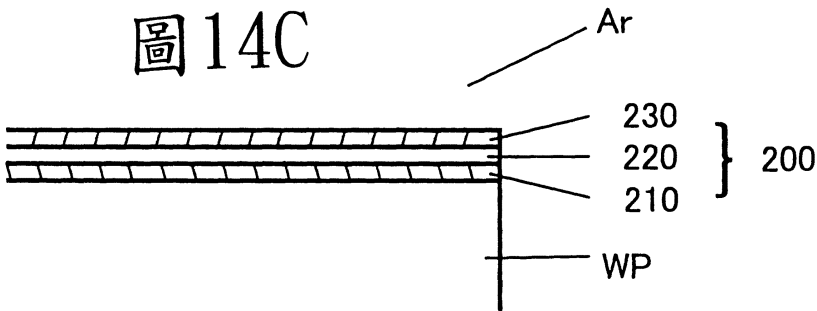


圖 15

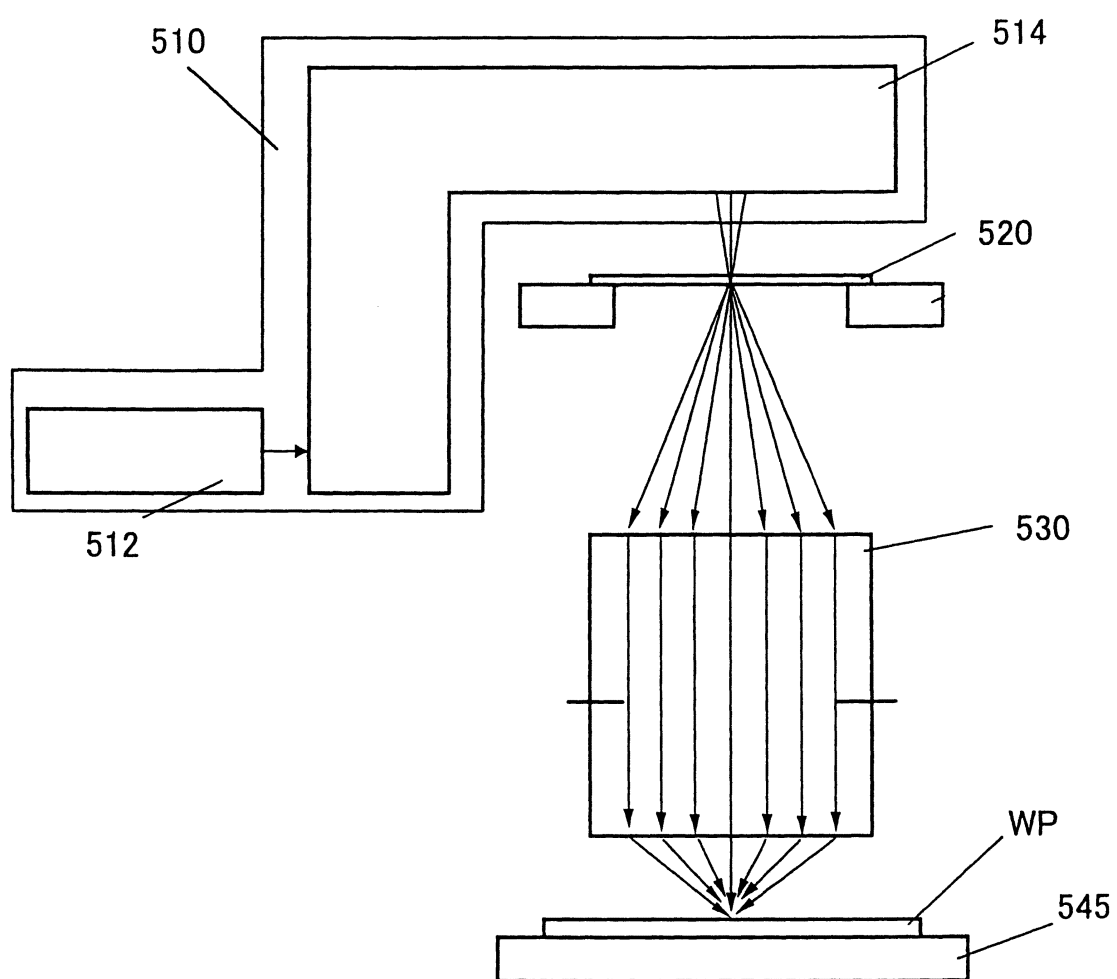
500

圖 16

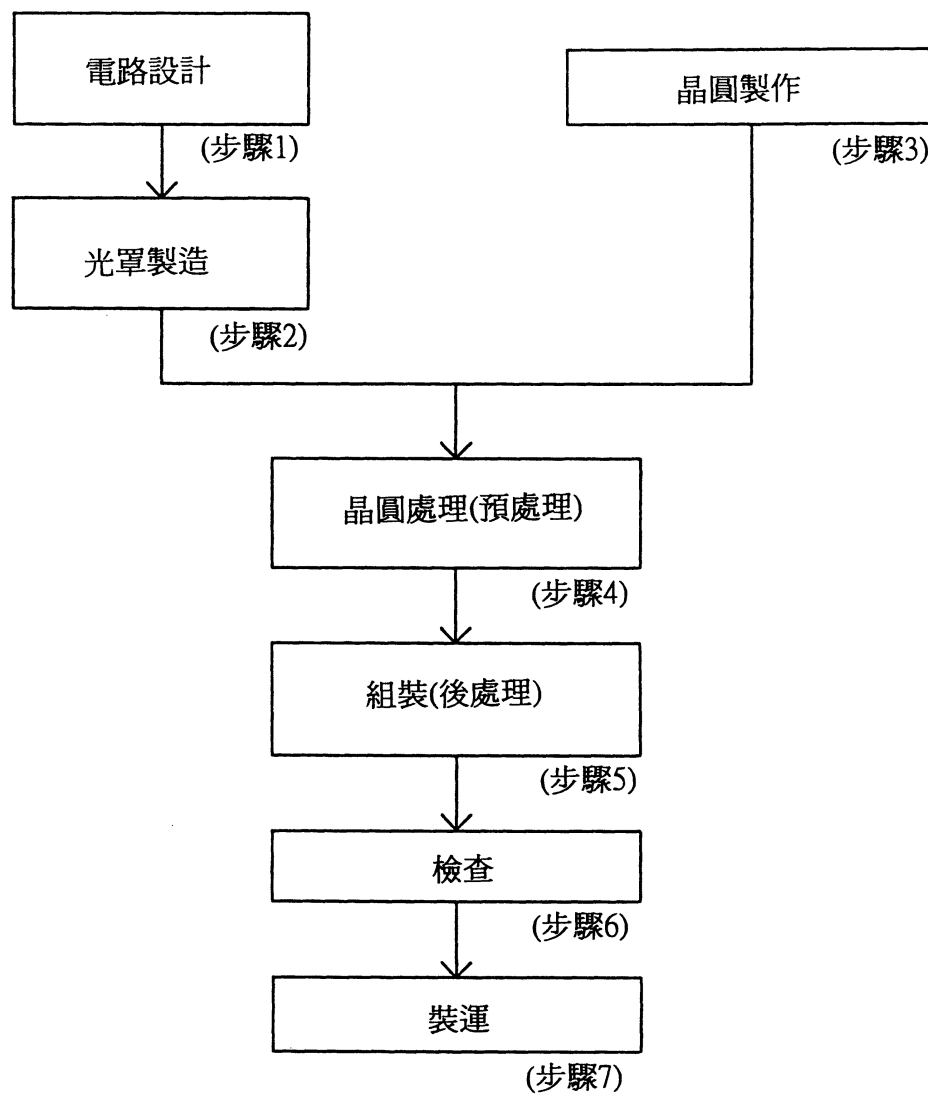
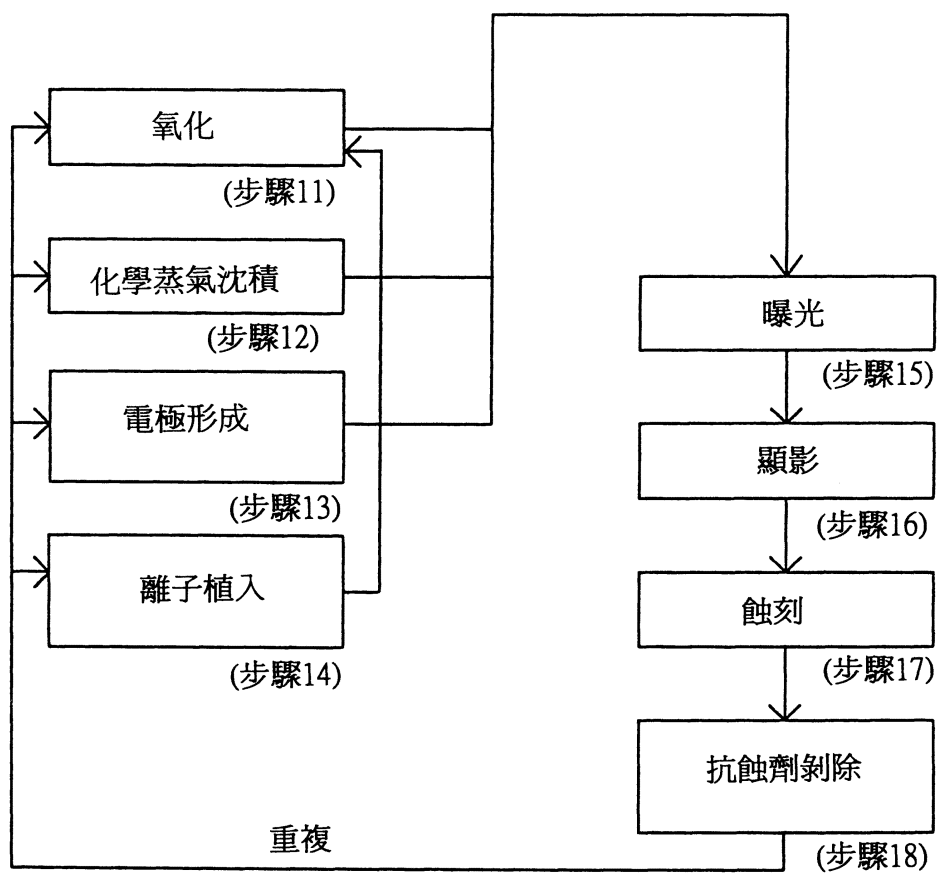
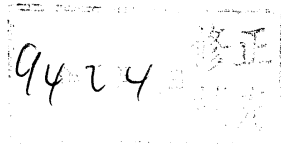


圖17





拾、申請專利範圍

第 93113360 號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國 94 年 2 月 4 日修正

1. 一種投射光學系統，其將第一表面上之圖案投射於第二表面上，及具有 0.85 或更高之數值孔徑，該投射光學系統包含：

一光學元件；及

一抗反射塗層，其塗至該光學元件，該抗反射塗層包含複數層，一終止層具有 $\tan\{\sin^{-1}(NA)\}$ 或更大之折射率，在此 NA 係該投射光學系統之數值孔徑。

2. 如申請專利範圍第 1 項之投射光學系統，其中該折射率係 1.6 或更大。

3. 如申請專利範圍第 1 項之投射光學系統，其中該光學元件係一透光元件。

4. 如申請專利範圍第 1 項之投射光學系統，其中該光學元件係透鏡、繞射光柵、稜鏡及密封玻璃之一。

5. 如申請專利範圍第 1 項之投射光學系統，其中該光學元件係最接近至該投射光學系統中之第二表面。

6. 一種投射光學系統，其將第一表面上之圖案投射於第二表面上，及具有 0.85 或更高之數值孔徑，該投射光學系統包含：

複數光學元件，其包含一最接近該第二表面之最後光學元件；及

一抗反射塗層，其塗至該最後光學元件，該抗反射塗層對於入射之 p-偏振光及 s-偏振光具有百分之 2.5 或更小之平均反射比。

7. 一種投射光學系統，其將第一表面上之圖案投射於第二表面上，及具有 0.90 或更高之數值孔徑，該投射光學系統包含：

複數光學元件，其包含一最接近該第二表面之最後光學元件；及

一抗反射塗層，其塗至該最後光學元件，該抗反射塗層對於入射之 p-偏振光及 s-偏振光具有百分之 3.5 或更小之平均反射比。

8. 一種曝光設備，包含如申請專利範圍第 1、6 及 7 項中任一項之投射光學系統，其藉著經過該投射光學系統將光線照射於一物體上而曝光該物體。

9. 如申請專利範圍第 8 項之曝光設備，其中該光線具有 250 奈米或更小之波長。

10. 一種曝光物體的曝光方法，其使用包含設有 0.85 或更高數值孔徑之投射光學系統之曝光設備，該方法包含下列步驟：

在該物體上形成多層，該多層包含一光阻蝕刻劑層，且該多層具有 $\tan\{\sin^{-1}(NA)\}$ 或更高折射率之最上層；及

使用該曝光設備曝光該物體。

11. 如申請專利範圍第 10 項之曝光方法，其中該最

上層係該抗蝕劑層。

12. 如申請專利範圍第 10 項之曝光方法，其中該最上層係一透光層。

13. 一種曝光物體的曝光方法，其使用包含設有 0.85 或更高數值孔徑之投射光學系統之曝光設備，該方法包含下列步驟：

在該物體上形成多層，該多層包含一光阻蝕刻劑層，且該多層對於入射之 p-偏振光及 s-偏振光具有百分之 10 或更小之平均反射比之最上層；及

使用該曝光設備曝光該物體。

14. 如申請專利範圍第 13 項之曝光方法，其中該最上層係該抗蝕劑層。

15. 如申請專利範圍第 13 項之曝光方法，其中該最上層係一透光層。

16. 一種半導體裝置製造方法，其包含下列步驟：

使用如申請專利範圍第 8 項之曝光設備曝光一物體；
及

使已曝光之物體顯影。