



(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 I494703 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：098104877

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 16 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

G03B27/72 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/27 美國

61/064,313

2008/07/11 美國

61/129,689

(71)申請人：A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B. V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：索爾 華特 安東 SOER, WOUTER ANTHON (NL)；斑尼 維頂 維根維齊

BANINE, VADIM YEVGENYEVICH (NL)；姆爾司 喬和那司 哈伯司 喬瑟兵

那 MOORS, JOHANNES HUBERTUS JOSEPHINA (NL)；凡 哈本 馬丁 瑪莉

諾斯 強漢尼司 威和幕斯 VAN HERPEN, MAARTEN MARINUS JOHANNES

WILHELMUS (NL)；亞庫林 安卓 米克哈洛維奇 YAKUNIN, ANDREY

MIKHAILOVICH (RU)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200804970A

EP 1065568A2

US 2006/0145094A1

US 2007/0231713A1

US 2007/0285643A1

審查人員：陳穎慧

申請專利範圍項數：37 項 圖式數：19 共 58 頁

(54)名稱

光學元件、包括光學元件之微影裝置、器件製造方法以及從其製造之器件

OPTICAL ELEMENT, LITHOGRAPHIC APPARATUS INCLUDING SUCH AN OPTICAL ELEMENT,
DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND DEVICE MANUFACTURED THEREBY

(57)摘要

本發明揭示一種光學元件，該光學元件包括一第一層，該第一層包含一第一材料且經組態成對於一第一波長之輻射為大體上反射的且對於一第二波長之輻射為大體上透明的。該光學元件包括一第二層，該第二層包含一第二材料且經組態成對於該第二波長之該輻射為大體上吸收的或透明的。該光學元件包括在該第一層與該第二層之間的一第三層，該第三層包含一第三材料，且對於該第二波長之該輻射為大體上透明的且經組態以減少該第二波長之該輻射自該第二層之面向該第一層之一頂部表面的反射。該第一層相對於該第二層係位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良該第一波長之該輻射的光譜純度。

An optical element includes a first layer that includes a first material, and is configured to be substantially reflective for radiation of a first wavelength and substantially transparent for radiation of a second wavelength. The optical element includes a second layer that includes a second material, and is configured to be substantially absorptive or transparent for the radiation of the second wavelength. The optical element includes a third layer that includes a third material between the first layer and the second layer, and is

substantially transparent for the radiation of the second wavelength and configured to reduce reflection of the radiation of the second wavelength from a top surface of the second layer facing the first layer. The first layer is located upstream in the optical path of incoming radiation with respect to the second layer in order to improve spectral purity of the radiation of the first wavelength.

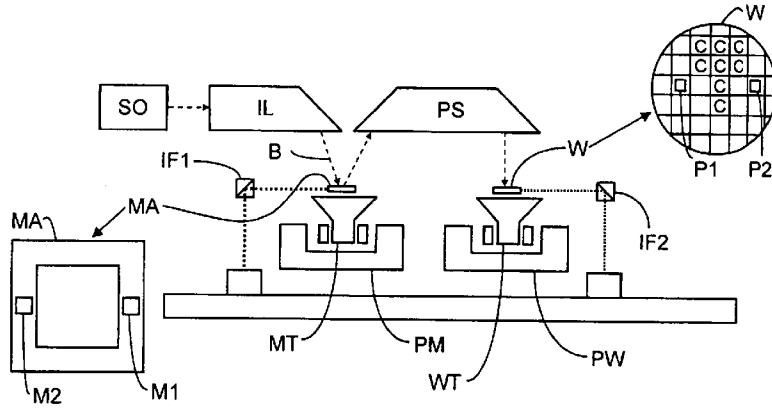


圖 1

- B . . . 輻射光束
- C . . . 目標部分
- IF1 . . . 位置感測器
- IF2 . . . 位置感測器
- IL . . . 照明系統
- M1 . . . 光罩對準標記
- M2 . . . 光罩對準標記
- MA . . . 圖案化器件
- MT . . . 支撐結構
- P1 . . . 基板對準標記
- P2 . . . 基板對準標記
- PM . . . 第一定位器
- PS . . . 投影系統
- PW . . . 第二定位器
- SO . . . 輻射源
- W . . . 基板
- WT . . . 基板台

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98704877

※申請日：98.2.16

※IPC 分類：G03F

G03F 7/50 (2006.01)

G03B 29/72 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光學元件、包括光學元件之微影裝置、器件製造方法以及從其製造之器件

OPTICAL ELEMENT, LITHOGRAPHIC APPARATUS INCLUDING SUCH AN OPTICAL ELEMENT, DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND DEVICE MANUFACTURED THEREBY

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種光學元件，該光學元件包括一第一層，該第一層包含一第一材料且經組態成對於一第一波長之輻射為大體上反射的且對於一第二波長之輻射為大體上透明的。該光學元件包括一第二層，該第二層包含一第二材料且經組態成對於該第二波長之該輻射為大體上吸收的或透明的。該光學元件包括在該第一層與該第二層之間的一第三層，該第三層包含一第三材料，且對於該第二波長之該輻射為大體上透明的且經組態以減少該第二波長之該輻射自該第二層之面向該第一層之一頂部表面的反射。該第一層相對於該第二層係位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良該第一波長之該輻射的光譜純度。

三、英文發明摘要：

An optical element includes a first layer that includes a first material, and is configured to be substantially reflective for radiation of a first wavelength and substantially transparent for radiation of a second wavelength. The optical element includes a second layer that includes a second material, and is configured to be substantially absorptive or transparent for the radiation of the second wavelength. The optical element includes a third layer that includes a third material between the first layer and the second layer, and is substantially transparent for the radiation of the second wavelength and configured to reduce reflection of the radiation of the second wavelength from a top surface of the second layer facing the first layer. The first layer is located upstream in the optical path of incoming radiation with respect to the second layer in order to improve spectral purity of the radiation of the first wavelength.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

B	輻射光束
C	目標部分
IF1	位置感測器
IF2	位置感測器
IL	照明系統
M1	光罩對準標記
M2	光罩對準標記
MA	圖案化器件
MT	支撐結構
P1	基板對準標記
P2	基板對準標記
PM	第一定位器
PS	投影系統
PW	第二定位器
SO	輻射源
W	基板
WT	基板台

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種光學元件及包括該光學元件之微影裝置、一種用於製造器件之方法，及從其製造之器件。更具體而言，光學元件可用作用於雷射產生之電漿(LPP)遠紫外線(EUV)源之反射掠入射光譜純度濾光器。

【先前技術】

微影裝置為將所要圖案施加至基板上(通常施加至基板之目標部分上)的機器。微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)之製造中。在此情況下，圖案化器件(其或者被稱作光罩或主光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上的電路圖案。可將此圖案轉印至基板(例如，矽晶圓)上之目標部分(例如，包含晶粒之一部分、一個晶粒或若干晶粒)上。圖案之轉印通常係經由成像至提供於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上。一般而言，單一基板將含有經順次圖案化之鄰近目標部分的網路。已知微影裝置包括：所謂的步進器，其中藉由一次性將整個圖案曝光至目標部分上來照射每一目標部分；及所謂的掃描器，其中藉由在給定方向("掃描"方向)上經由輻射光束而掃描圖案同時平行或反平行於此方向而同步地掃描基板來照射每一目標部分。亦有可能藉由將圖案壓印至基板上而將圖案自圖案化器件轉印至基板。

當使用LPP源時，雷射輻射自身表示藉由電漿處之散射及反射而發射至EUV微影工具中之大量不需要的輻射。通

常，使用具有約10.6微米之波長的CO₂雷射。因為EUV微影系統之光學器件在10.6微米下具有高反射率，所以雷射輻射以大量功率而傳播至微影工具中。此功率之一部分最終由晶圓吸收，此導致晶圓之不需要的加熱。

美國專利第7,196,343 B2號揭示一種用於對深紫外線(DUV)輻射進行濾光之反射掠入射光譜純度濾光器(SPF)。此SPF包含具有用於一偏振之DUV輻射之抗反射(AR)塗層的兩個垂直鏡面。藉由使用如圖5所示之兩個垂直反射，(大部分非偏振)DUV輻射藉由基板中之吸收而被有效地抑制。此外，AR塗層之特性在於：其對於EUV具有高反射率，使得EUV輻射被大部分反射。

此光譜純度濾光器主要由於兩個原因而不適合於抑制LPP源中之10.6微米輻射：針對10.6微米之AR塗層通常對於EUV具有極低反射率；及習知鏡面基板反射而非吸收10.6微米輻射。

【發明內容】

本發明之實施例可藉由提供一種光學元件來改良光譜純度，光學元件包括：第一層，第一層包含第一材料，第一層對於第一波長之輻射為反射的，其中第一層經組態成對於第二波長之輻射為大體上透明的或吸收的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上吸收的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，其中第一層相對於第二層而位於入射輻射之

光徑中的上游，以便改良EUV輻射之光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種光學元件，其包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上吸收的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種光學元件，其包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一方向上之第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二方向上之第二波長之輻射為大體上反射的，第一方向與第二方向彼此大體上不同；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種光學元件，其包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一方向上之第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二

層經組態成對於第二波長之輻射為大體上散射的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，其包含：照明系統，照明系統經組態以調節輻射光束；圖案化器件，圖案化器件經組態以圖案化輻射光束；支撐件，支撐件經組態以固持基板；及投影系統，投影系統經組態以將經圖案化輻射光束投影至基板之目標部分上，其中照明系統及/或投影系統包含光學元件，光學元件包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上吸收的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，其包含：照明系統，照明系統經組態以調節輻射光束；圖案化器件，圖案化器件經組態以圖案化輻射光束；支撐件，支撐件經組態以固持基板；及投影系統，投影系統經組態以將經圖案化輻射光束投影至基板之目標部分上，其中照明系統及/或投影系統包含光學元件，光學元件包含：第一層，第一

層包含第一材料，第一層經組態成對於第一方向上之第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二方向上之第二波長之輻射為大體上反射的，第一方向與第二方向彼此大體上不同；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，其包含：照明系統，照明系統經組態以調節輻射光束；圖案化器件，圖案化器件經組態以圖案化輻射光束；支撐件，支撐件經組態以固持基板；及投影系統，投影系統經組態以將經圖案化輻射光束投影至基板之目標部分上，其中照明系統及/或投影系統包含光學元件，光學元件包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一方向上之第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上散射的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種器件製造方法，其包

(9)

含：圖案化輻射光束以形成經圖案化輻射光束；將經圖案化輻射光束投影至基板上；及藉由至少一光學元件來反射輻射光束，光學元件包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上吸收的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種根據包含以下步驟之方法所製造的器件：圖案化輻射光束以形成經圖案化輻射光束；將經圖案化輻射光束投影至基板上；及藉由至少一光學元件來反射輻射光束，光學元件包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上吸收的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種器件製造方法，其包含：圖案化輻射光束以形成經圖案化輻射光束；將經圖案化輻射光束投影至基板上；及藉由至少一光學元件來反射

輻射光束，光學元件包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一方向上之第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二方向上之第二波長之輻射為大體上反射的，第一方向與第二方向彼此大體上不同；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

根據本發明之一態樣，提供一種器件製造方法，其包含：圖案化輻射光束以形成經圖案化輻射光束；將經圖案化輻射光束投影至基板上；及藉由至少一光學元件來反射輻射光束，光學元件包含：第一層，第一層包含第一材料，第一層經組態成對於第一方向上之第一波長之輻射為反射的且對於第二波長之輻射為至少部分地透明的；第二層，第二層包含第二材料，第二層經組態成對於第二波長之輻射為大體上散射的；及在第一層與第二層之間的第三層，第三層包括第三材料，第三層對於第二波長之輻射為至少部分地透明的，第一層相對於第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良第一波長之輻射的光譜純度。

舉例而言，在本發明之實施例中，第一波長之輻射可為 EUV 輻射，第二波長之輻射可為 CO₂ 或 鈮鋁石榴石 (YAG) 雷射輻射。

【實施方式】

現將參看隨附示意性圖式而僅藉由實例來描述本發明之實施例，在該等圖式中，對應參考符號指示對應部分。

圖1示意性地描繪根據本發明之一實施例的微影裝置。該裝置包含：一照明系統(照明器)IL，其經組態以調節一輻射光束B(例如，UV輻射、DUV輻射、EUV輻射或具有更小於EUV輻射之波長的波長之輻射)；一支撐結構(例如，一光罩台)MT，其經建構以支撐一圖案化器件(例如，一光罩)MA且連接至一經組態以根據某些參數來精確地定位該圖案化器件之第一定位器PM；一基板台(例如，一晶圓台)WT，其經建構以固持一基板(例如，一塗覆抗蝕劑之晶圓)W且連接至一經組態以根據某些參數來精確地定位該基板之第二定位器PW；及一投影系統(例如，一折射投影透鏡系統)PS，其經組態以將一由圖案化器件MA賦予至該輻射光束B之圖案投影至該基板W之一目標部分C(例如，包含一或多個晶粒)上。

該照明系統可包括用於引導、形塑或控制輻射之各種類型的光學組件，諸如折射、反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件，或其任意組合。

該支撐結構支撐該圖案化器件(亦即，承載其重量)。該支撐結構以取決於圖案化器件之定向、微影裝置之設計及其他條件(諸如，圖案化器件是否固持於真空環境中)的方式來固持圖案化器件。該支撐結構可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術來固持圖案化器件。該支撐結構可為(例如)一框架或一台，其可根據需要而為固定或可移動

的。該支撐結構可確保該圖案化器件(例如)相對於該投影系統而處於所要位置。可認為本文對術語"主光罩"或"光罩"之任何使用均與較通用之術語"圖案化器件"同義。

本文所使用之術語"圖案化器件"應被廣泛地解釋為指稱可用以在輻射光束之橫截面中向輻射光束賦予圖案以便在基板之一目標部分中形成圖案的任何器件。應注意，例如，若被賦予至輻射光束之圖案包括相移特徵或所謂的輔助特徵，則圖案可能不會精確地對應於基板之目標部分中的所要圖案。一般而言，被賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中所形成之器件(諸如，積體電路)中的一特定功能層。

該圖案化器件可為透射或反射的。圖案化器件之實例包括光罩、可程式化鏡面陣列，及可程式化LCD面板。光罩在微影術中為眾所熟知的，且包括諸如二元、交變相移及衰減相移之光罩類型，以及各種混合光罩類型。可程式化鏡面陣列之一實例使用小鏡面之矩陣配置，該等小鏡面中之每一者可個別地傾斜，以便以不同方向反射入射輻射光束。傾斜鏡面將圖案賦予於由鏡面矩陣所反射之輻射光束中。本文所使用之術語"投影系統"應被廣泛地解釋為涵蓋任何類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、磁性、電磁及靜電光學系統或其任意組合，其適合於所使用之曝光輻射，或適合於諸如浸沒液體之使用或真空之使用的其他因素。可認為本文對術語"投影透鏡"之任何使用均與較通用之術語"投影系統"同義。

如此處所描繪，該裝置為一反射類型(例如，使用一反射光罩)。或者，該裝置可為一透射類型(例如，使用一透射光罩)。

該微影裝置可為具有兩個(雙平台)或兩個以上基板台(及/或兩個或兩個以上光罩台)的類型。在此等"多平台"機器中，可並行地使用額外台，或可在一或多個台上進行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。

該微影裝置亦可為如下類型：其中基板之至少一部分可由具有相對較高折射率之液體(例如，水)覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將一浸沒液體應用於微影裝置中之其他空間，例如，光罩與投影系統之間。浸沒技術在此項技術中係眾所熟知用於增加投影系統之數值孔徑。如本文所使用之術語"浸沒"不意謂諸如一基板之一結構必須浸沒於液體中，而是僅意謂液體在曝光期間位於投影系統與基板之間。

參看圖1，該照明器IL自一輻射源SO接收一輻射光束。舉例而言，當輻射源為一準分子雷射器時，輻射源與微影裝置可為分開的實體。在此等情況下，不認為輻射源形成微影裝置之一部分，且輻射光束係借助於包含(例如)適當引導鏡面及/或一光束放大器之一光束傳送系統而自輻射源SO傳遞至照明器IL。在其他情況下，例如，當輻射源為一汞燈時，輻射源可為該微影裝置之一整合部分。輻射源SO及照明器IL連同光束傳送系統(在需要時)可被稱作一輻射系統。

該照明器IL可包含用於調整輻射光束之角強度分布的調整器。一般而言，可調整照明器之光瞳平面中之強度分布的至少外部徑向範圍及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作 σ 外部及 σ 內部)。此外，該照明器IL可包含各種其他組件，諸如，一積光器及一聚光器。該照明器可用以調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分布。

輻射光束B入射於被固持於支撐結構(例如，光罩台MT)上之圖案化器件(例如，光罩MA)上，且由圖案化器件圖案化。在橫穿光罩MA後，輻射光束B穿過投影系統PS，投影系統PS將光束聚焦至基板W之目標部分C上。借助於第二定位器PW及位置感測器IF2(例如，干涉量測器件、線性編碼器或電容性感測器)，基板台WT可精確地移動，例如，以便在輻射光束B之路徑中定位不同目標部分C。類似地，第一定位器PM及另一位置感測器IF1可用以(例如)在自光罩庫之機械擷取之後或在掃描期間相對於輻射光束B之路徑來精確地定位光罩MA。一般而言，可借助於形成第一定位器PM之一部分的長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現光罩台MT之移動。類似地，可使用形成第二定位器PW之一部分的長衝程模組及短衝程模組來實現基板台WT之移動。在步進器(與掃描器相對)之情況下，光罩台MT可僅連接至短衝程致動器，或可為固定的。可使用光罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準光罩MA及基板W。儘管如所說明之基板對準標記佔用專用目標部分，但其可位於目標部分之間的空間中

(此等被稱為切割道對準標記)。類似地，在一個以上晶粒提供於光罩MA上之情形中，光罩對準標記可位於該等晶粒之間。

所描繪裝置可用於以下模式中之至少一者中：

1. 在步進模式中，在將被賦予至輻射光束之整個圖案一次性投影至目標部分C上時，使光罩台MT及基板台WT保持基本上靜止(亦即，單重靜態曝光)。接著，使基板台WT在X及/或Y方向上移位，使得可曝光不同目標部分C。在步進模式中，曝光場之最大尺寸限制單重靜態曝光中所成像之目標部分C的尺寸。

2. 在掃描模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，同步地掃描光罩台MT及基板台WT(亦即，單重動態曝光)。可藉由投影系統PS之放大率(縮小率)及影像反轉特性來判定基板台WT相對於光罩台MT之速度及方向。在掃描模式中，曝光場之最大尺寸限制單重動態曝光中之目標部分的寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之高度(在掃描方向上)。

3. 在另一模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，使光罩台MT保持基本上靜止，從而固持可程式化圖案化器件，且移動或掃描基板台WT。在此模式中，通常使用脈衝式輻射源，且在基板台WT之每一移動之後或在掃描期間的順次輻射脈衝之間根據需要而更新可程式化圖案化器件。此操作模式可易於應用於利用可程式化圖案化器件(諸如，如以上所提及之類型的可程式

化鏡面陣列)之無光罩微影術。

亦可使用對以上所描述之使用模式之組合及/或變化或完全不同的使用模式。

在圖2中，描繪光學元件1之實施例。在所說明實施例中，光學元件1包含第一層4、第二層2及第三層3。在圖2之實施例中，第一層4相對於第二層2及第三層3而配置於入射輻射之光徑中的上游，且第三層3相對於第二層2而配置於入射輻射之光徑中的上游。在一實施例中，第一層4配置於第三層3之頂部上(例如，頂部表面上)，且第三層3配置於第二層2之頂部上(例如，頂部表面上)。

第一層4可包含適當非金屬，諸如，類鑽碳或 TiO_2 或其混合物，部分地因為金屬甚至在用作極薄層時亦將通常反射10.6微米輻射。在此實施例中，第一層4為EUV反射罩層。另外，第一層4可對於約100奈米至約300奈米之波長(其為通常被稱作深紫外線(DUV)輻射之波長範圍)之輻射為至少部分地透明的，藉此擔當針對DUV輻射之所謂的抗反射(AR)塗層。在一實施例中，第一層4對於DUV輻射為大體上透明的。第一層4對於EUV具有適當反射率。第一層可具有在約1奈米至約50奈米或約1奈米至約20奈米或約20奈米或約10奈米之範圍內的厚度。

第三層3可為所謂的抗反射塗層，且可經調諧成對於10.6微米之波長之輻射為透明的。第三層3之目的係進一步減少來自第二層2的10.6微米輻射之反射。最佳參數取決於第二層2之材料及應減少反射率所針對之掠入角範

圖。第三層3可包含一或多種材料(諸如，ZnSe、ZnS、GaAs及Ge)及/或低折射率鹵化物(諸如，ThF₄及YF₃)。

第二層2為對於具有10.6微米波長之輻射具有高吸收係數的材料層。第二層2可包含諸如陶瓷(例如，Al₂O₃或TiO₂)或某些玻璃(諸如，熔融矽石或SiO₂)之材料。材料可對於具有10.6微米波長之輻射具有低固有掠入射反射率。舉例而言，TiO₂具有非常低於Al₂O₃之反射率的反射率。選擇第二層2之厚度，使得具有10.6微米波長之基本上所有輻射均吸收於層中，使得減少或消除層之底側處的反射。第二層2之厚度可在約0.01毫米與約1毫米之間(例如，約0.05毫米)。

第三層3可經組態成對於10.6微米之波長之輻射為透明的，且第一層4(EUV反射罩層)可具有為針對DUV輻射之抗反射塗層的厚度。因此，光學元件可組合兩種類別之輻射的抑制，即，具有10.6微米之波長之輻射及DUV輻射：入射於光學元件上的具有10.6微米之波長之輻射可傳播穿過第一層4及第三層3且由第二層2吸收；及DUV輻射可由第一層4抑制，第一層4擔當針對DUV輻射之抗反射塗層。

在圖2之實施例中，總反射率之典型值對於EUV輻射為85.1%、對於DUV輻射為10%至40%，且對於具有10.6微米波長之輻射為10.7%。

光學元件1可提供於基板5上。此情況為圖5之實施例中的情況。第二層2可吸收大量熱(通常為大約100 W/cm²)。因此，光學元件1可沈積於具有高熱導率之基板5(例如，

Cu)上，自其中可有效地輸送掉熱。可應用另一冷卻方式(例如，水冷卻)以意圖甚至進一步增強冷卻。

在圖3中，描繪一實施例，其中兩個鏡面7配置於相對於彼此為橫向之方向上。此等鏡面7兩者均為雙面的，使得兩側面均包含如由圖2所揭示之光學元件。圖3之實施例可適當地置放於所謂的中間焦點處，中間焦點為藉由集光器來聚焦由源SO所發射之輻射的焦點。將圖3所示之光學器件置放於中間焦點處之潛在優點為：至少對於足夠薄之鏡面7，此實施例對源之成像所具有的影響極為有限。再者，入射角小，此導致高EUV反射率。

中間焦點處之入射的典型入射角可相對於光軸而在自約 2° 至約 9° 之範圍內。此對於AR塗層之設計為相關的，AR塗層在某一角度範圍內經最佳化。儘管自光軸之最小入射角可為約 2° ，但鏡面上之最小入射角可為約 0° 。因此，鏡面可針對自約 0° 至約 9° 之範圍而最佳化。

針對此角度範圍之光學元件1的實施例可經組態如下：第一層4係由具有20奈米之厚度的類鑽碳形成；中間層係由具有420奈米之厚度的Ge形成；第三層3係由具有5100奈米之厚度的 ThF_4 形成；另一中間層係由具有500奈米之厚度的Ge形成；及第二層2係由具有50微米之厚度的 a-SiO_2 形成。

類鑽碳層良好地黏附至碳形成之材料(諸如，Ge)，且可經製造為如為高EUV反射率所需要之次奈米粗糙度，如L. Tao、S. Ramachandran、C. T. Nelson、T. H. Lee、L. J.

Overzet、M. J. Goeckner、M. J. Kim、G. S. Lee及W. Hu之"Nanofabrication of Diamond-like Carbon Templates for Nanoimprint Lithography"(Mater. Res. Soc. Symp. Proc., Diamond Electronics-Fundamentals to Applications (2007), 243)中所展示。

圖4展示對於p偏振(R_p)及s偏振(R_s)而言光學元件之一實施例在13.5奈米下之反射率的實例。在此波長下，藉由作為第一層4之類鑽碳來單獨地判定反射率。偏振之效應極小，且在整個角度範圍內之反射率為 $>80\%$ 。

然而，在10.6微米下，如圖5所示，對於p偏振(R_p)及s偏振(R_s)而言存在較大反射率差。AR塗層之目的係抑制p偏振輻射。接著，藉由另一鏡面來抑制s偏振輻射，針對另一鏡面，其再次進行p偏振(見圖3)。對於此實例，AR塗層之抗反射性質在 4.5° 之角度下為最佳的，其中p偏振反射率小於 0.5% ($R_p < 0.5\%$)。朝向角度範圍之高端，p偏振反射率可增加至約 10% ；在零入射角下，其接近 100% 。

圖3之光學器件之兩個鏡面7在任何入射角下的組合反射率係由 $[R_p(\theta)R_s(\varphi)+R_s(\theta)R_p(\varphi)]/2$ 給出，其中 θ 為第一鏡面上之入射角，且 φ 為第二鏡面上之入射角。

為了獲得光學器件之總反射率，在適當角度範圍(θ, φ)內之積分係由以下方程式計算：

$$R = \frac{\int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} \left[\int_{\varphi_{\min}(\theta)}^{\varphi_{\max}(\theta)} \frac{1}{2} (R_p(\theta)R_s(\varphi) + R_s(\theta)R_p(\varphi)) \cos \varphi \, d\varphi \right] d\theta}{\int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} \left[\int_{\varphi_{\min}(\theta)}^{\varphi_{\max}(\theta)} \cos \varphi \, d\varphi \right] d\theta} \quad (1)$$

在方程式(1)中，假定輻射強度分布在積分範圍內為恆定的。強度分布通常取決於集光器幾何形狀。對於典型橢圓形集光器，強度朝向光軸略微增加，但計算展示此對反射率僅具有較小效應。在此等邊界條件的情況下，總反射率之典型值在13.5奈米下為85.1%且在10.6微米下為10.7%，亦即，總光譜純度增加8倍。

如以上所提及，選擇EUV反射罩層(第一層)4之厚度，使得限制DUV輻射之反射。如圖6所示，厚度可為大約10奈米或更大，以便維持高EUV反射率。圖7展示p偏振在DUV狀態中之反射率，其取決於類鑽碳層之厚度(通常為12奈米至36奈米(120 Å至360 Å))。圖例值以埃(Å)來指示類鑽碳層之厚度。對於圖2中具有20奈米之類鑽碳層厚度的實施例，根據方程式(1)所計算的光學器件之總DUV反射率在10%與40%之間(如在圖8中可見)。標繪圖8所針對之層為具有20奈米厚度之類鑽碳層。

光學元件1之總厚度應儘可能地低，以便最小化源影像之失真。在圖9中，說明將點源IF拉伸至由以下方程式所給出之尺寸s：

$$s = 2d \frac{\tan \theta_{\max} - \tan \theta_{\min}}{\tan \theta_{\max} + \tan \theta_{\min}} \quad (2)$$

舉例而言，在具有總厚度 $d=200$ 微米之典型實施例(100微米Cu冷卻基板+兩側面上之 2×50 微米多層)中，虛擬源尺寸 $s=173$ 微米。此與實際EUV捏縮尺寸相比為較小的，且因此，不期望具有200微米之厚度 d 之光學元件的實施例

導致光展量之顯著增加。

在圖2之實施例中，在小角度下(特別在垂直鏡面處)反射某些輻射，其中歸因於視障而不存在對入射角之下限。如圖5所示，在此等低角度下，針對10.6微米之AR塗層的效能相對較差。此導致高非均一IR遠場圖案及在總光譜純度方面的次最佳效能。

在一實施例中，藉由阻塞在極小角度下所入射之輻射來增加針對兩個鏡面之最小入射角。舉例而言，光學器件可在使用中具備分別針對第一鏡面及第二鏡面之 $\theta_{\min}=2^\circ$ 及 $\phi_{\min}=2^\circ$ 之最小入射角。對於此等參數，10.6微米波長輻射之總反射率自10.7%減少至3.52%，而在13.5奈米下之總反射率幾乎不受影響(自85.1%減少至83.2%)。因此，光譜純度與圖2之實施例中之8倍相比增加24倍。然而，歸因於額外視障，產出率減少至基本實施例之72%，因為EUV輻射之一部分現被阻塞。

對於某些應用，不允許特定方向上之視障。舉例而言，在掃描器工具中，在某一方向(亦即，平行於掃描線)上不允許視障。因此，在另一實施例中，旋轉鏡面，使得其仍彼此大體上垂直，但其均不平行於掃描線(例如，兩個鏡面均可自掃描線傾斜 45°)。

在一實施例中，一或兩個鏡面7之反射表面7'及7''不平行(如在圖10a中)，而朝向源為錐形(如在圖10b中)，或朝向源為彎曲的(如在圖10c中)。錐形或楔形鏡面之潛在優點為：可將入射角範圍移位至更高值，在更高值下，可更好

地抑制10.6微米輻射。舉例而言，若錐形半角為 3° ，則將入射角範圍自 0° 至 10° 移位至 3° 至 13° 。圖12描繪點源作為具有 10° 之入射的光學元件之錐形實施例之半角之函數的虛擬源尺寸及虛擬立體角。

可將AP塗層之參數重新最佳化至針對圖10b之光學元件之入射角範圍。舉例而言，總多層可如下：

針對此角度範圍之光學元件1的實施例可經組態如下：第一層4係由具有20奈米之厚度的類鑽碳形成；中間層係由具有715奈米之厚度的Ge形成；第三層3係由具有1400奈米之厚度的 ThF_4 形成；及第二層2係由具有50微米之厚度的 a-SiO_2 形成。

圖11展示此鏡面在10.6微米下之反射率。針對p偏振輻射之反射率非常低於在基本實施例中之反射率，其中對於所有入射角， $R_p < 13\%$ 。對於根據本發明之光學元件的某些實施例(器件由兩個錐形鏡面組成)，總反射率可對於10.6微米變為5.66%且對於13.5奈米變為74.6%。因此，光譜純度與圖2之實施例中之8倍相比可增加13倍。此處，忽略以下事實：對於兩個錐形鏡面，兩個反射不再精確地垂直。舉例而言，對於 3° 之楔形半角，兩個表面之間的角度為 89.84° 而非 90° ，因此，此效應確實有可能極小。

具有楔形鏡面之實施例以不同於圖2中具有平坦鏡面之實施例的方式而改變源影像。對於楔形半角 α 及厚度 d ，將點源拉伸至由以下方程式所給出之虛擬源尺寸：

$$s = 2d \left(\frac{\sin(\theta_{\min} + \alpha) \cos \alpha}{\sin \theta_{\min}} \right) \left(\frac{\tan(\theta_{\max} + 2\alpha) - \tan(\theta_{\min} + 2\alpha)}{\tan(\theta_{\max} + 2\alpha) + \tan(\theta_{\min} + 2\alpha)} \right) \quad (3)$$

其對於 $\alpha=0^\circ$ 而言簡化為方程式(2)。錐形亦影響立體角，其中輻射相對於中間焦點而發射於光徑中之下游。立體角 Ω 自 $2\pi(1-\cos\theta_{\max})$ 增加至 $2\pi[1-\cos(\theta_{\max}+2\alpha)]$ 。圖11展示作為 α 之函數的兩個效應。對於具有 $\alpha=3^\circ$ 之典型實施例，光展量($\sim\Omega s^2$)增加2.4之估計因數，其可視光展量需求及源之原始光展量而為可接受的。

在一實施例中，如圖10c所示，光學元件(例如，鏡面)為彎曲的。鏡面表面之至少一部分的曲率可使得：對於由源SO所發射且由集光器CO聚焦至中間焦點上之輻射，中間焦點相對於光學元件而定位於預定位置處，入射角無關於輻射入射之位置而為相同的，且光展量受到最少影響。此為可能的，因為輻射自光軸之角度歸因於鏡面之有限厚度而隨著鏡面上之位置而變化。舉例而言，鏡面可經製造成使得所有輻射均在 4.5° 掠入射下反射。在此情況下，經反射輻射自光軸在 5° 內發射，亦即，立體角減少。虛擬源尺寸亦將視鏡面之精確形狀而改變。此將判定光展量之最終增加。

在 4.5° 之反射角下，圖2之實施例的AR塗層具有其對10.6微米輻射之最大抑制(見圖5)。因此，總反射率在10.6微米下低至0.05%且在13.5奈米下高至84.3%。藉由降低輻射反射之角度，可甚至進一步增加總EUV反射率(對於 2° 而言高達92.8%)。應注意，此實例係針對點源之理想情況而給出。在有限源尺寸的情況下，在鏡面表面之每一點處通

常存在非零入射角範圍。因此，AR塗層可能不針對單一角度而最佳化，而針對一角度範圍而最佳化，且因此，針對10.6微米輻射之總反射率可能實務上更高。

在一實施例中，塗層之參數作為鏡面上之橫向位置的函數而變化。每一位置處之塗層可具有使得p偏振10.6微米輻射之反射率對於對應於該位置之入射角為最小的參數。此通常為可能的，因為在鏡面上之任一給定位置處，輻射僅在一入射角下進入。可針對降至大約 2° 之所有角度而達成低於0.05%之 R_p 值。舉例而言，可針對具有以下組態之光學元件而達成在 10° 入射角下之 $R_p=0.04\%$ ：第一層4係由具有20奈米之厚度的類鑽碳形成；中間層係由具有730奈米之厚度的Ge形成；第三層3係由具有980奈米之厚度的 ThF_4 形成；另一中間層係由具有1500奈米之厚度的Ge形成；及第二層2係由具有50微米之厚度的 a-SiO_2 形成。

可針對以下組態而達成在 2° 入射角下之 $R_p=0.04\%$ ：第一層4係由具有20奈米之厚度的類鑽碳形成；中間層係由具有710奈米之厚度的Ge形成；第三層3係由具有2500奈米之厚度的 ThF_4 形成；另一中間層係由具有700奈米之厚度的Ge形成；及第二層2係由具有50微米之厚度的 a-SiO_2 形成。

圖14中展示作為針對此等兩個多層之入射角之函數的反射率。圖15展示：甚至僅藉由改變一參數(亦即，Ge層中之一者的厚度)，可達成塗層在大角度範圍內之最佳化。

對於在10.6微米下之總反射率的計算，採取具有類似於

第一實施例之組態之平坦鏡面的光學元件，且使用對於小於或等於 2° 之角度而言 R_p 值等於0.04%且對於 $>2^\circ$ 之角度而言 $R_p=0.05\%$ 的塗層。

假定針對s偏振之反射率 R_s 對於所有角度均為1。此導致在10.6微米下3.29%及在13.5奈米下85.1%之總反射率。因此，光譜純度增加26倍。再次，此僅可在點源之理想情況下成立。在有限源尺寸的情況下，在鏡面表面之每一點處通常存在非零入射角範圍。因此，AR塗層可能不針對單一角度而最佳化，而針對一角度範圍而最佳化，且因此，針對10.6微米輻射之總反射率可能實務上更高。

同樣地，第一層4(EUV反射罩層)之厚度亦可作為橫向位置之函數而變化，以便在每一入射角下最佳化DUV抑制。在一實施例中，第一層4之厚度的範圍為約10奈米至約50奈米。在更低厚度下，EUV反射率可顯著地下降(見圖6)，而在更高厚度下，IR反射率可開始增加。

原子氫可存在於中間焦點處(特別在LPP源中)。此氫可用以進一步冷卻光學元件。在一實施例中，保護罩層可沈積於第一層4上之頂部上以保護光學元件免於氫誘發之損壞。舉例而言，可使用具有若干奈米厚度之 Si_3N_4 層，而無對反射率之可感知效應。當將類鑽碳層用作第一層4(如在以上所描述之實施例中)時，可能不需要保護層，因為類鑽碳未受到原子氫顯著影響。

在一實施例中，光學元件無需配置為交叉形狀及/或配置於中間焦點處，而以另一對之兩個垂直鏡面進行配置。

舉例而言，可將光學元件實施為保護光學器件中之兩個垂直掠入射鏡面。再者，此處所揭示之第三層3可代替中間焦點處之鏡面或除了中間焦點處之鏡面以外而應用於其他掠入射鏡面(例如，g鏡面)上以增強光譜純度。

光學元件之另一實施例包含如圖16所示之以下組件：在10.6微米下具有高反射率之材料的反射層5、在10.6微米下為透明之材料的第二層2、針對10.6微米所調諧之第三層3，及EUV反射第一層4。

反射層5之材料經選擇成在10.6微米下具有高反射率。大多數金屬(例如，Mo)屬於此種類。此層之厚度理想地僅與為鏡面之機械穩固性最低程度地所需要之厚度一樣大(例如，0.2毫米)。或者，層可更薄且安裝於支撐基板上。

第二層2之目的係將10.6微米輻射透射至反射層1，同時向EUV反射第一層4提供平坦基礎。因此，此層之厚度可能不均一。此第二層2理想地係由CO₂雷射窗材料(諸如，ZnSe、ZnS、GaAs及Ge)製成。

第三層3可進一步減少自第二層2之反射率。此塗層之最佳參數取決於應減少反射率所針對之掠入角範圍。第三層3可包含(例如)CO₂雷射窗材料(諸如，ZnSe、ZnS、GaAs及Ge)及/或低折射率鹵化物(諸如，ThF₄及YF₃)。

第一層4對於EUV具有高反射率，對於EUV，通常需要大約10奈米之厚度。因為金屬甚至在用作極薄層時亦將通常反射10.6微米輻射，所以第一層4理想地係由非金屬材料(例如，類鑽碳(DLC)或TiO₂)製成。

因為第一層4亦擔當針對DUV之抗反射(AR)塗層，所以其厚度經調諧，以便在DUV範圍內給出所要抑制。

在此實施例中，兩個鏡面經配置為交叉形狀且置放於中間焦點處(亦見圖1)。將圖16所示之結構應用於每一鏡面之兩側面上。

可假定中間焦點處之典型入射角在自光軸之 2° 至 9° 的範圍內。此對於AR塗層之設計為相關的，AR塗層在某一角度範圍內經最佳化。再者，其對於選擇IR反射表面與EUV反射表面之間的角度為相關的。儘管自光軸之最小入射角為 2° ，但鏡面上之最小入射角為(接近於) 0° 。因此，鏡面應針對自 0° 至 9° 之範圍而最佳化。

針對此角度範圍之典型實施例可如下：

DLC[20奈米]/Ge[420奈米]/ThF₄[5100奈米]/Ge[500奈米]/ZnSe[變化]/Mo。

此處，DLC為EUV反射單層，Ge/ThF₄/Ge堆疊為AR塗層，ZnSe為分離層，且Mo為傾斜紅外線反射層。

考慮到自 0° 至 9° 之角度範圍，層1之表面理想地與第一層4之表面形成至少 5° 之角度，使得紅外線輻射自光軸反射至少 10° 且因此與EUV輻射分離。通常，沿著光軸之鏡面長度將為大約1毫米。因此，若反射層1之表面為連續的，則圖16所示之堆疊的所要厚度將為大約1毫米，且雙面鏡面之總厚度將為約2毫米。為了維持可接受光展量，需要具有更低厚度。此可藉由使用如圖16所示之鋸齒形狀反射層1而達成。舉例而言，鋸齒可具有1毫米之週期，使

得堆疊之厚度減少至約0.1毫米。

在另一實施例中，反射層1之週期變為大約紅外線波長(10.6微米)(例如，小於0.1毫米)。在此實施例中，反射層1可擔當反射光柵，反射光柵可繞射CO₂或YAG雷射輻射(將CO₂或YAG雷射輻射反射成多個繞射級)。可最佳化表面剖面，以便在EUV光束外部之繞射級中引導大部分輻射。

圖4展示對於p偏振及s偏振而言圖16之實施例在13.5奈米下的反射率。圖5展示在10.6微米下之反射率。在13.5奈米之波長下，藉由DLC單層來單獨地判定反射率。偏振之效應極小，且在整個角度範圍內之反射率為>80%。在10.6微米之波長下，對於p偏振及s偏振而言存在較大反射率差。AR塗層之目的係抑制p偏振輻射。接著，藉由另一鏡面來抑制s偏振輻射，針對另一鏡面，其再次進行p偏振。對於此實例，AR塗層之抗反射性質在4.5°之角度下為最佳的，其中Rp<0.5%。朝向角度範圍之高端，反射率增加至約10%；朝向零入射角，其(不可避免地)接近100%。

另一實施例包含如圖17所示之以下組件：在10.6微米下為大體上透明之材料的層2、針對10.6微米所調諧之抗反射塗層3，及EUV反射罩層4。

層2之材料經選擇成在10.6微米下具有高透射率。此層理想地係由類鑽碳(DLC)或CO₂雷射窗材料(諸如，ZnSe、ZnS、GaAs及Ge)製成。

AR塗層3進一步減少層1之紅外線掠入射反射率。此塗層之最佳參數取決於應減少反射率所針對之掠入角範圍。

AR塗層可包含(例如)CO₂雷射窗材料(諸如，ZnSe、ZnS、GaAs及Ge)及/或低折射率鹵化物(諸如，ThF₄及YF₃)。

罩層4對於EUV具有高反射率，對於EUV，通常需要大約10奈米之厚度。因為金屬甚至在用作極薄層時亦將通常反射10.6微米輻射，所以罩層4理想地係由非金屬材料(例如，類鑽碳(DLC)或TiO₂)製成。

因為罩層4亦擔當針對DUV之AR塗層，所以其厚度經調諧，以便在DUV範圍內給出所要抑制。

在此實施例中，兩個鏡面可配置為如圖3所示之交叉形狀且置放於中間焦點處。如圖18所示，將圖17所示之結構應用於每一鏡面之兩側面上。為了確保在透射穿過鏡面之後在EUV光束外部引導紅外線輻射，根據本發明之態樣來圖案化層2之背部。

在一實施例中，如圖17(a)所示，背部可具有相對於EUV反射罩層3而整體傾斜之表面定向。接著，在立體角外部繞射紅外線輻射，其中反射EUV。倘若圖17(a)中之鋸齒剖面的週期非常大於紅外線波長，則僅藉由表面法線及司乃耳定律(Snell's law)而給出輻射被引導至之角度。

在一實施例中，背部上之圖案具有大約紅外線輻射之週期，使得其擔當透射光柵。可最佳化光柵剖面，以便在EUV光束外部之繞射級中引導大部分輻射。

在圖17(b)所示之實施例中，背部具有高表面粗糙度，其中長度標度為大約紅外線波長(10.6微米)。在此情況下，散射紅外線輻射，使得在EUV光束外部引導大部分紅

外線輻射。此實施例可具有特定優點，此在於：其可易於製造。舉例而言，層2之材料可為如前文所提及之鑽，其可生長於平坦基板(例如，Si)上。藉由選擇適當生長參數，可將所要粗糙度自動地引入鑽層之頂部表面中，如圖19所示。因此，在自基板之起離之後，如圖17(b)所描繪，層具有一平滑側及一粗糙側。剩下待進行之所有步驟為在層之平滑側上沈積塗層3及4。

在基於前述實施例中之任一者的實施例中，層2之經圖案化背部亦可塗覆有類似於AR塗層3之抗反射塗層(但通常具有不同參數)。此額外AR塗層可降低層2內之內部反射，且藉此增加總堆疊之透射率。額外AR塗層為任選的，因為只要在EUV光束外部反射或繞射光，內部反射通常就並非問題。

在一實施例中，層2之背部未經圖案化或為粗糙的，但相對於EUV反射表面而連續地傾斜。此可能不為較佳實施例，因為需要大體上傾斜角(例如， 5°)以在EUV光束外部繞射輻射。此將產生相對較厚鏡面，其可在SPF置放於IF處之情況下(如圖3所示)導致光展量之不良增加。因此，可能需要以若干梯階分裂傾斜表面，此導致如圖17(a)所描述之鋸齒圖案。

可假定中間焦點處之入射角在自光軸之 2° 至 9° 的範圍內。此對於AR塗層之設計為相關的，AR塗層在某一角度範圍內經最佳化。儘管自光軸之最小入射角為 2° ，但鏡面上之最小入射角為(接近於) 0° 。因此，鏡面應針對自 0° 至

9°之範圍而最佳化。

針對此角度範圍之實施例如下：

DLC[20奈米]/Ge[420奈米]/ThF₄[5100奈米]/Ge[500奈米]/ZnSe[變化]。

此處，DLC層為EUV反射罩層，Ge/ThF₄/Ge堆疊為AR塗層，且ZnSe層為具有經圖案化背部之紅外線透明層。

圖4展示針對p偏振及s偏振而言典型實施例在13.5奈米下之反射率。在此波長下，藉由DLC罩層來單獨地判定反射率。偏振之效應極小，且在整個角度範圍內之反射率為>80%。

圖5展示用於鏡面反射(亦即，不為由層2之背部所反射的部分，其通常在EUV光束外部被引導)之鏡面的紅外線反射率。在10.6微米下，對於p偏振及s偏振而言存在較大反射率差。AR塗層之目的係抑制p偏振輻射。接著，藉由另一鏡面來抑制s偏振輻射，針對另一鏡面，其再次進行p偏振。對於此實例，AR塗層之抗反射性質在4.5°之角度下為最佳的，其中R_p<0.5%。朝向角度範圍之高端，反射率增加至約10%；朝向零入射角，其(不可避免地)接近100%。

基本實施例之經計算總反射率在13.5奈米下為85.1%且在10.6微米下為10.7%，亦即，總光譜純度增加達8之因數。藉由使用橫向分級塗層，在10.6微米下之反射率可理想地減少至3.29%，此假定：在SPF上之每一位置處，輻射僅在一個角度下進入。因為實務上存在入射角範圍(取決

於源尺寸及SPF鏡面之厚度)，所以減少將通常更小。

儘管在此本文中可特定地參考微影裝置在IC製造中之使用，但應理解，本文所描述之微影裝置可具有其他應用，諸如，製造積體光學系統、用於磁域記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭，等等。熟習此項技術者應瞭解，在該等替代應用之情境中，可認為本文對術語"晶圓"或"晶粒"之任何使用分別與更通用之術語"基板"或"目標部分"同義。可在曝光之前或之後在(例如)軌道(通常將抗蝕劑層施加至基板且顯影經曝光抗蝕劑之工具)、度量衡工具及/或檢測工具中處理本文所提及之基板。適用時，可將本文之揭示應用於該等及其他基板處理工具。另外，可將基板處理一次以上，(例如)以便形成多層IC，使得本文所使用之術語基板亦可指代已經含有多個經處理層之基板。

儘管以上可特定地參考在光學微影術之情境中對本發明之實施例的使用，但應瞭解，本發明可用於其他應用(例如，壓印微影術)中，且在情境允許時不限於光學微影術。在壓印微影術中，圖案化器件中之構形界定形成於基板上之圖案。可將圖案化器件之構形壓入被供應至基板之抗蝕劑層中，在基板上，抗蝕劑藉由施加電磁輻射、熱、壓力或其組合而固化。在抗蝕劑固化之後，將圖案化器件移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

本文所使用之術語"輻射"及"光束"涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外線(UV)輻射(例如，具有為或為約365奈

米、355奈米、248奈米、193奈米、157奈米或126奈米之波長)及遠紫外線(EUV)輻射(具有在為5奈米至20奈米之範圍內的波長);以及粒子束(諸如,離子束或電子束)。

術語"透鏡"在情境允許時可指代各種類型之光學組件中之任一者或組合,包括折射、反射、磁性、電磁及靜電光學組件。

儘管以上已描述本發明之特定實施例,但應瞭解,可以與所描述之方式不同的其他方式來實踐本發明。舉例而言,本發明可採取如下形式:電腦程式,其含有描述如以上所揭示之方法之機器可讀指令的一或多個序列;或資料儲存媒體(例如,半導體記憶體、磁碟或光碟),其具有儲存於其中之該電腦程式。

以上描述意欲為說明性而非限制性的。因此,對於熟習此項技術者而言將顯而易見的為,可在不脫離以下所闡明之申請專利範圍之範疇的情況下對如所描述之本發明進行修改。

【圖式簡單說明】

圖1描繪根據本發明之一實施例的微影裝置;

圖2描繪圖1之微影裝置之光學元件的實施例;

圖3描繪根據本發明之光學器件的實施例;

圖4描繪對於p偏振(R_p)及s偏振(R_s)而言圖2之光學元件對於具有13.5奈米之波長之輻射的反射率;

圖5描繪對於p偏振(R_p)及s偏振(R_s)而言圖2之光學元件對於具有10.6微米之波長之輻射的反射率;

圖 6 描繪圖 2 之光學元件在 5° 之入射角下作為層厚度之函數的 EUV 反射率；

圖 7 描繪圖 2 之光學元件之 p 偏振在 5° 之入射角下的 DUV 反射率；

圖 8 描繪圖 3 之光學器件在 DUV 狀態中的總反射率；

圖 9 說明歸因於非零鏡面厚度之光展量增加；

圖 10a 至圖 10c 描繪光學元件之實施例的示意性橫截面圖；

圖 11 描繪對於 p 偏振 (R_p) 及 s 偏振 (R_s) 而言 3° 錐形光學元件在 10.6 微米下之反射率；

圖 12 描繪點源作為具有 10° 之入射的光學元件之錐形實施例之半角之函數的虛擬源尺寸及虛擬立體角；

圖 13 描繪具有彎曲鏡面之實施例的三維印象；

圖 14 描繪針對 2° 入射角、針對 10° 入射角而最佳化之多層光學元件及針對區域入射角而最佳化之分級多層光學元件的反射率曲線；

圖 15 描繪類鑽碳/Ge/ThF₄/Ge/a-SiO₂ 多層光學元件在 10.6 微米下作為第二 Ge 層之入射角及厚度之函數的反射率 R_p ；

圖 16 描繪圖 1 之微影裝置之光學元件的實施例；

圖 17(a) 及圖 17(b) 描繪根據本發明之光學元件的實施例；

圖 18 描繪根據本發明之光學元件的實施例；且

圖 19(a) 及圖 19(b) 描繪鑽生長之實例。

【主要元件符號說明】

1	光學元件
2	第二層
3	第三層
4	第一層
5	反射層
7	鏡面
7'	反射表面
7''	反射表面
B	輻射光束
C	目標部分
d	厚度
IF	點源
IF1	位置感測器
IF2	位置感測器
IL	照明系統
M1	光罩對準標記
M2	光罩對準標記
MA	圖案化器件
MT	支撐結構
P1	基板對準標記
P2	基板對準標記
PM	第一定位器
PS	投影系統
PW	第二定位器

Rp	p偏振反射率
Rs	s偏振反射率
s	虛擬源尺寸
SO	輻射源
W	基板
WT	基板台

七、申請專利範圍：

年 月 日 修(更)正本
102. 10. 31

1. 一種光學元件，其包含：

一第一層，該第一層包含一第一材料，該第一層經組態成對於一第一方向上之一第一波長之輻射為實質上反射的且對於一第二波長之輻射為實質上透明的 (transparent)；

一第二層，該第二層包含一第二材料，該第二層經組態成對於該第二波長之該輻射為實質上吸收的 (absorptive) 或透明的；及

在該第一層與該第二層之間的一第三層，該第三層包含一第三材料，該第三層對於該第二波長之該輻射為實質上透明的，且經組態以減少該第二波長之該輻射自該第二層之面向該第一層之一頂部表面的反射，

該第一層相對於該第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良該第一波長之該輻射的光譜 (spectral) 純度。

2. 如請求項1之光學元件，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態成對於一第二方向上之該第二波長之輻射為實質上反射的，該第一方向與該第二方向彼此實質上不同。

3. 如請求項1之光學元件，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態成對於該第二波長之輻射為實質上繞射的。

4. 如請求項1之光學元件，其中背對該第一層的該第二層

- 之一底部表面經組態以實質上散射該第二波長之輻射。
5. 如請求項4之光學元件，其中該第二層之該底部表面具有一表面粗糙度，其長度標度為大約該第二波長之等級。
 6. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其進一步包含一第四層，其中該第四層係相抵於該第二層之該底部表面而提供。
 7. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第一材料包含選自由類鑽碳及TiO₂組成之群組的至少一材料。
 8. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第三材料包含選自由ZnSe、ZnS、GaAs、Ge、ThF₄及YF₃組成之群組的至少一材料。
 9. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第一波長之該輻射為EUV輻射。
 10. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第二波長之該輻射為紅外線輻射。
 11. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第一層之厚度使得該第一層經組態以擔當針對一第三波長之一輻射的一抗反射塗層。
 12. 如請求項11之光學元件，其中該第一層之厚度在1奈米至20奈米之範圍內。
 13. 如請求項11之光學元件，其中該第三波長之該輻射為DUV輻射。
 14. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中實質上僅EUV

輻射經反射。

15. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第一波長之該輻射的約70%至約95%經反射。
16. 如請求項15之光學元件，其中該第三波長之該輻射的約0%至約50%經反射。
17. 如請求項12之光學元件，其中該第二波長之該輻射的約0%至約20%經反射。
18. 如請求項1至5中任一項之光學元件，其中該第一層經組態成對於該第二波長之該輻射為實質上透明的。
19. 一種光學器件，其包含至少兩個如請求項1至18中任一項之光學元件。
20. 如請求項19之光學器件，其中該等光學元件中之至少兩者的反射表面彼此背對。
21. 如請求項19之光學器件，其中該等光學元件中之至少兩者的該等反射表面相對於彼此而橫向地定向。
22. 如請求項21之光學器件，其中該等反射表面相對於彼此而至少實質上垂直地定向。
23. 一種微影裝置，其包含至少一個如請求項1至18中任一項之光學元件。
24. 一種微影裝置，其包含至少兩個如請求項1至18中任一項之光學元件，其中該等各別光學元件之反射表面相對於彼此而實質上垂直地定向(oriented)。
25. 如請求項23之微影裝置，其中該微影裝置進一步包含：

- 一照明系統，該照明系統經組態以調節一輻射光束；
- 一圖案化器件，該圖案化器件經組態以圖案化該輻射光束；
- 一支撐件，該支撐件經組態以固持一基板；及
- 一投影系統，該投影系統經組態以將該經圖案化輻射光束投影至該基板之一目標部分上。

26. 一種微影裝置，其包含：

- 一照明系統，該照明系統經組態以調節一輻射光束；
- 一圖案化器件，該圖案化器件經組態以圖案化該輻射光束；
- 一支撐件，該支撐件經組態以固持一基板；及
- 一投影系統，該投影系統經組態以將該圖案化輻射光束投影至該基板之一目標部分上，

其中該照明系統及/或該投影系統包含一光學元件，該光學元件包含：

- 一第一層，該第一層包含一第一材料，該第一層經組態成對於一第一方向上之一第一波長之輻射為實質上反射的且對於一第二波長之輻射為實質上透明的；
- 一第二層，該第二層包含一第二材料，該第二層經組態成對於該第二波長之該輻射為實質上吸收的或透明的；及

在該第一層與該第二層之間的一第三層，該第三層包含一第三材料，該第三層對於該第二波長之該輻射為實質上透明的，且經組態以減少該第二波長之該輻

射自該第二層之面向該第一層之一頂部表面的反射，

該第一層相對於該第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良該第一波長之該輻射的光譜純度。

27. 如請求項26之微影裝置，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態成對於一第二方向上之該第二波長之輻射為實質上反射的，該第一方向與該第二方向彼此實質上不同。
28. 如請求項26之微影裝置，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態成對於該第二波長之輻射為實質上繞射的。
29. 如請求項26之微影裝置，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態以實質上散射該第二波長之輻射。
30. 如請求項29之微影裝置，其中該第二層之該底部表面包含一表面粗糙度，其長度標度為大約該第二波長之等級。
31. 如請求項27至30中任一項之微影裝置，其進一步包含一第四層，其中該第四層係相抵於該底部表面而提供。
32. 一種器件製造方法，其包含：
 - 圖案化一輻射光束以形成一經圖案化輻射光束；
 - 將該經圖案化輻射光束投影至一基板上；及
 - 藉由至少一光學元件來反射該輻射光束，該光學元件包含：
 - 一第一層，該第一層包含一第一材料，該第一層經組態成對於一第一方向上之一第一波長之輻射為實質

上反射的且對於一第二波長之輻射為實質上透明的；

一第二層，該第二層包含一第二材料，該第二層經組態成對於該第二波長之該輻射為實質上吸收的或透明的；及

在該第一層與該第二層之間的一第三層，該第三層包含一第三材料，該第三層對於該第二波長之該輻射為實質上透明的，且經組態以減少該第二波長之該輻射自該第二層之面向該第一層之一頂部表面的反射，

該第一層相對於該第二層而位於入射輻射之光徑中的上游，以便改良該第一波長之該輻射的光譜純度。

33. 如請求項32之器件製造方法，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態成對於一第二方向上之該第二波長之輻射為實質上反射的，該第一方向與該第二方向彼此實質上不同。
34. 如請求項32之器件製造方法，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態成對於該第二波長之輻射為實質上繞射的。
35. 如請求項32之器件製造方法，其中背對該第一層的該第二層之一底部表面經組態以實質上散射該第二波長之輻射。
36. 如請求項35之器件製造方法，其中該第二層之該底部表面包含一表面粗糙度，其長度標度為大約該第二波長之等級。
37. 如請求項33至36中任一項之器件製造方法，其進一步包

含一第四層，其中該第四層係相抵於該底部表面而提供。

八、圖式：

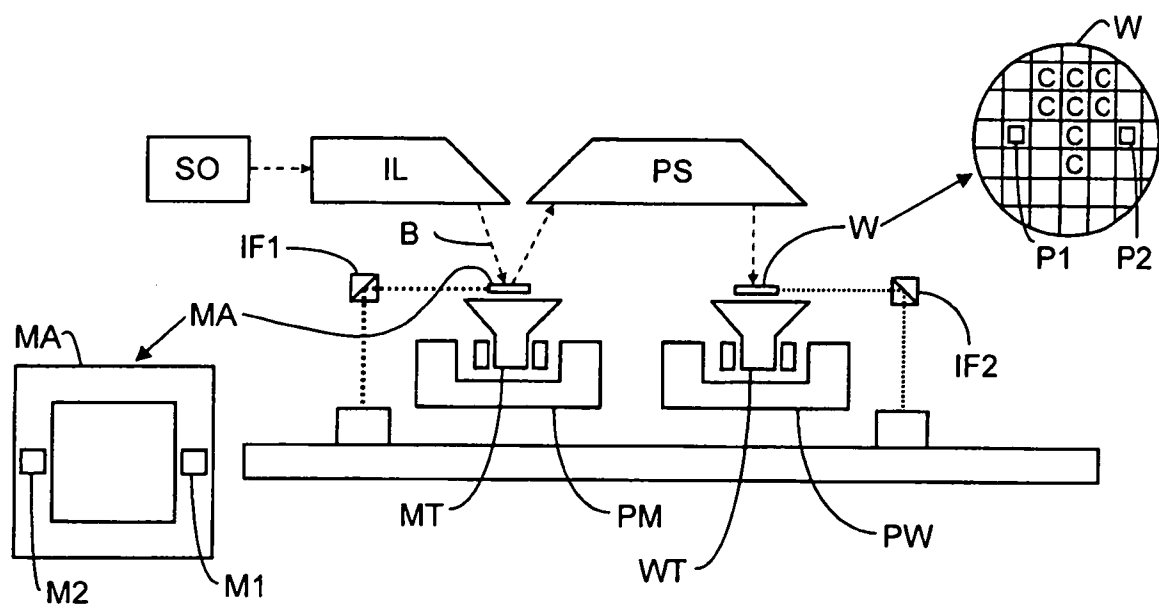


圖 1

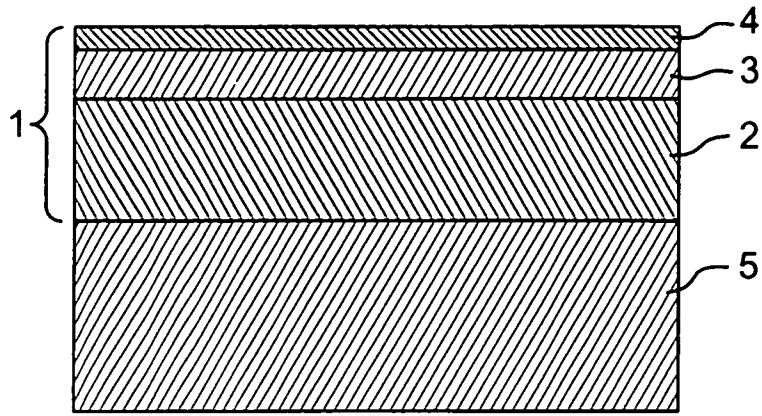


圖 2

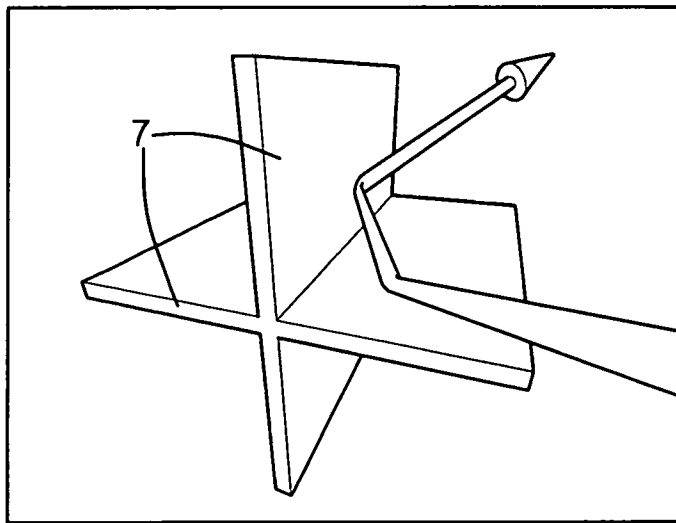


圖 3

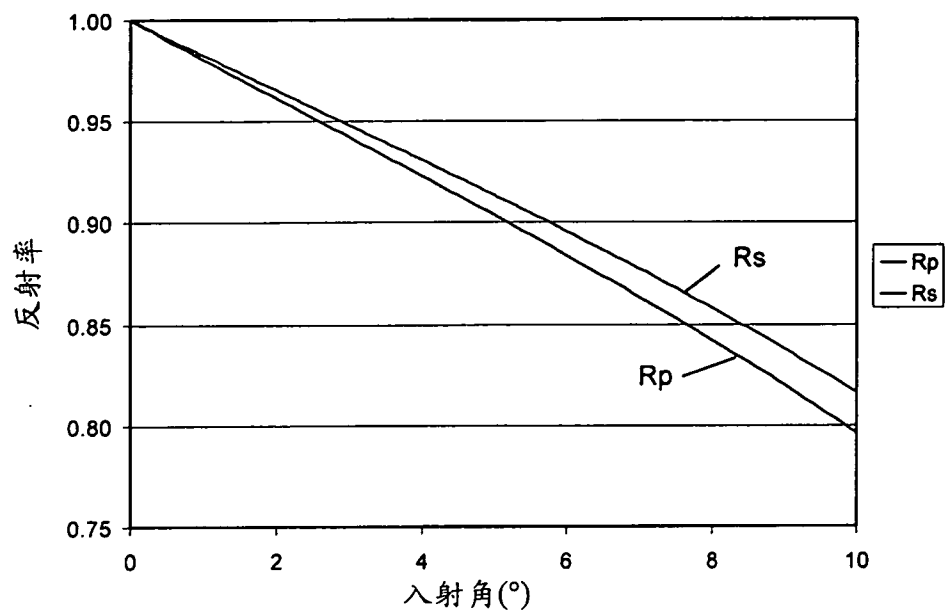


圖 4

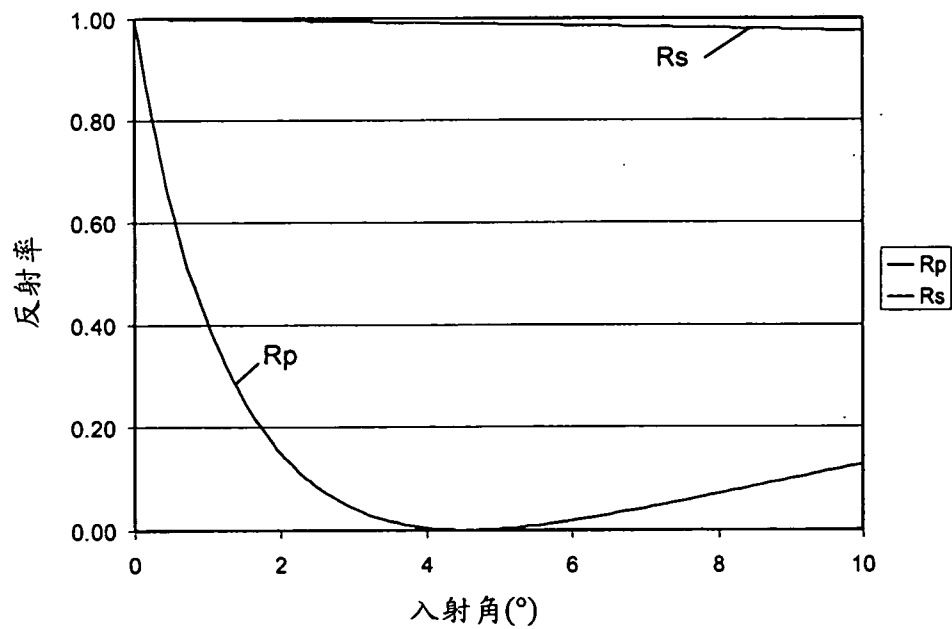


圖 5

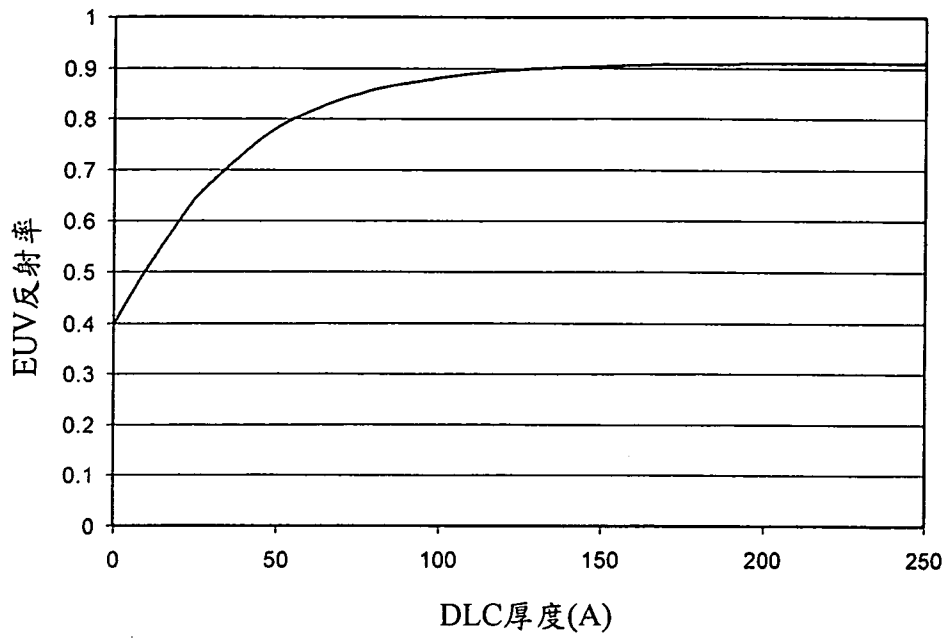


圖 6

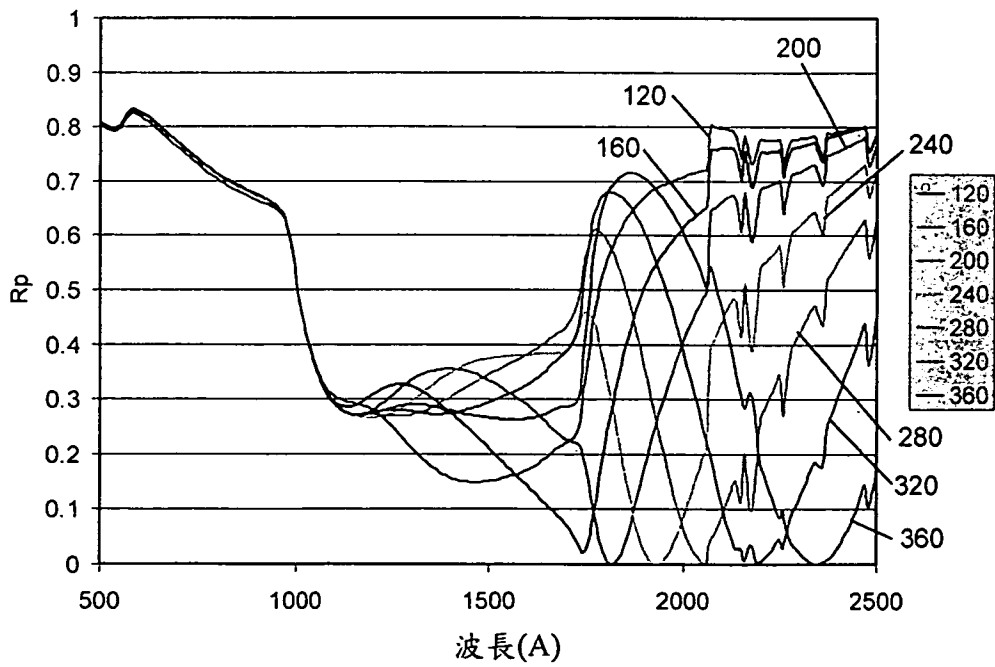


圖 7

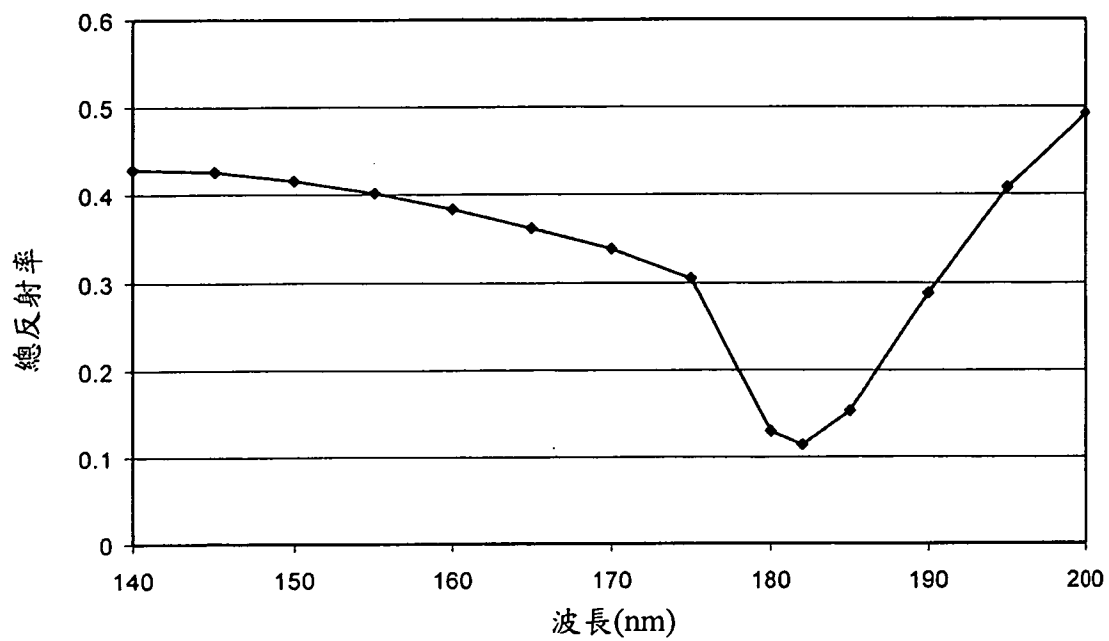


圖 8

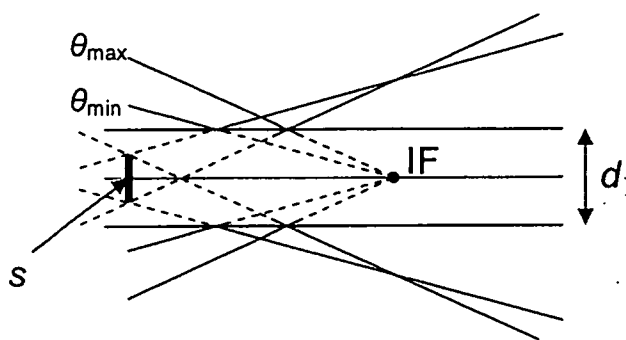


圖 9

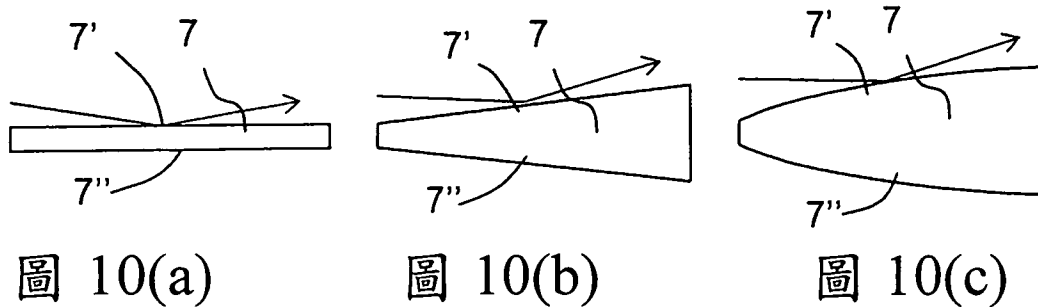


圖 10(a)

圖 10(b)

圖 10(c)

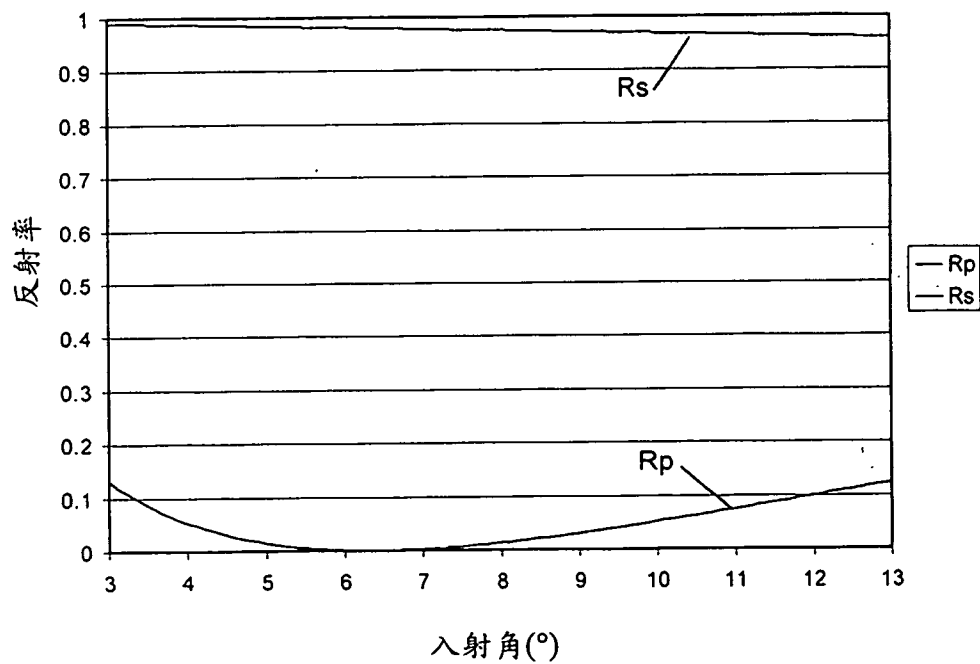


圖 11

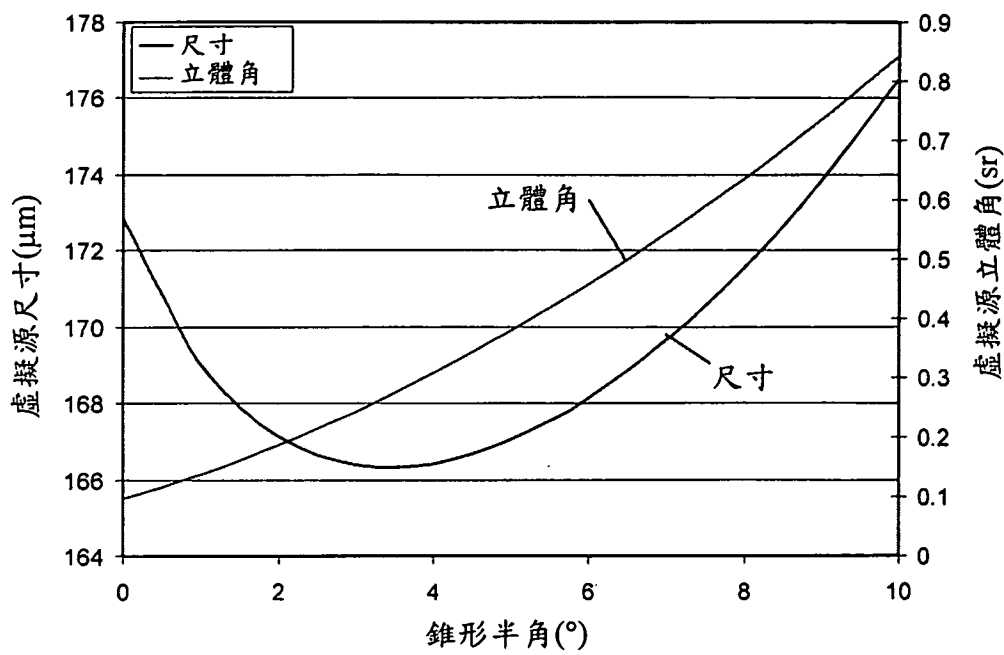


圖 12

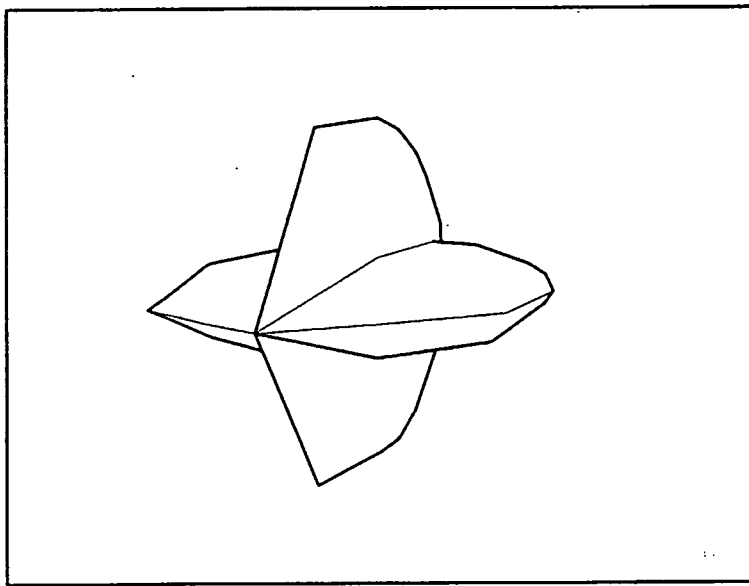


圖 13

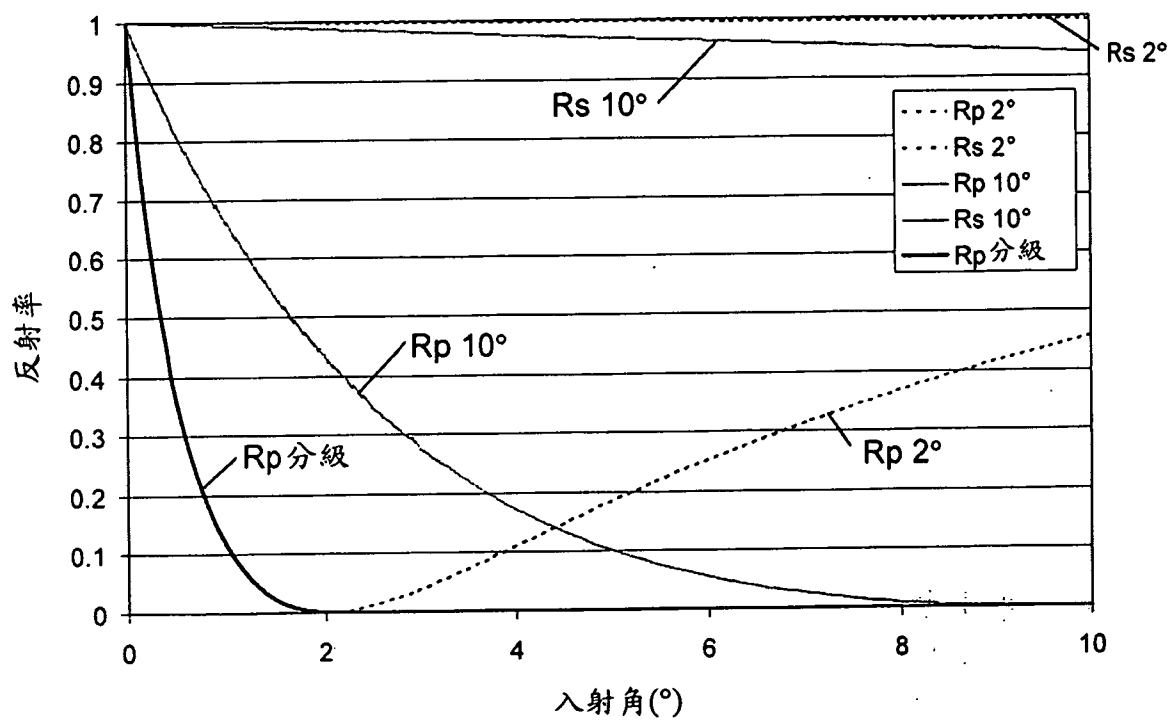


圖 14

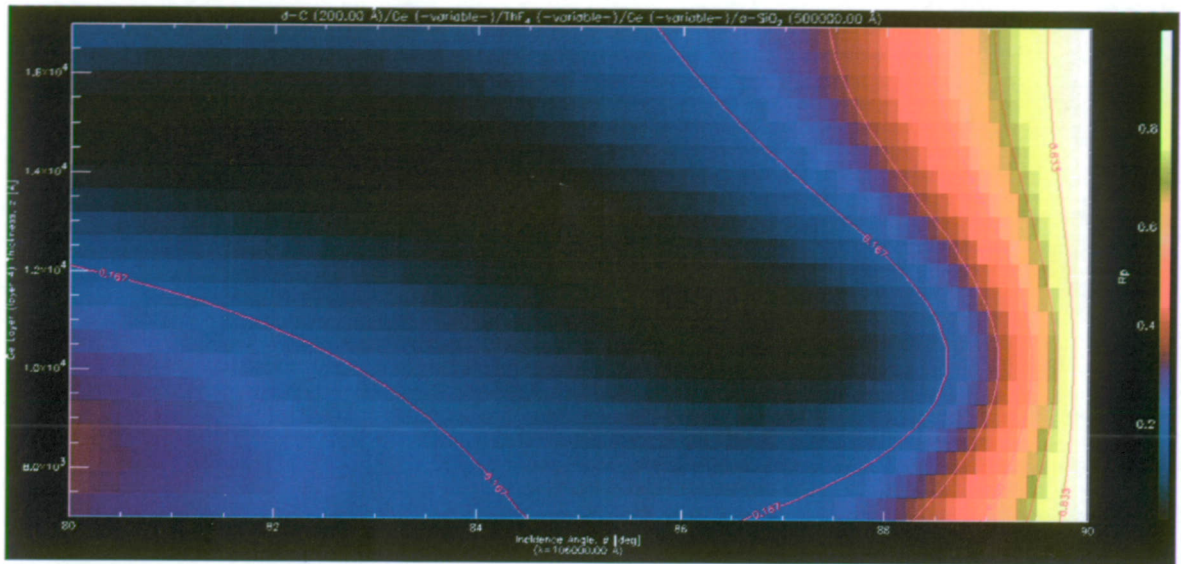


圖 15

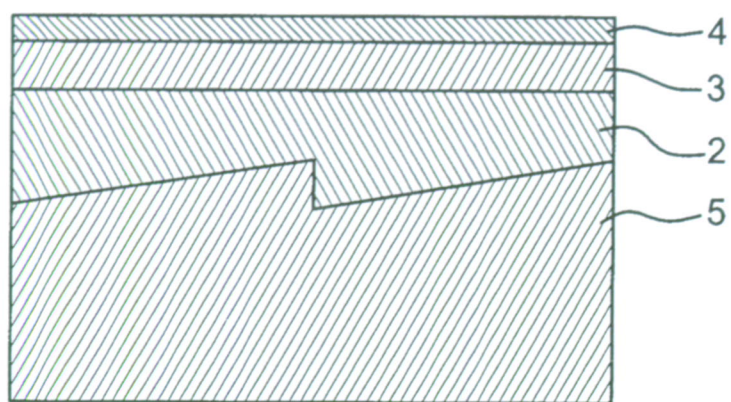


圖 16

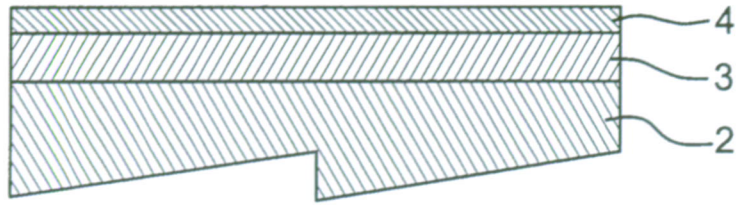


圖 17(a)

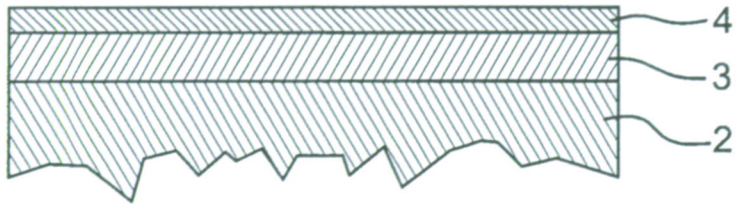


圖 17(b)

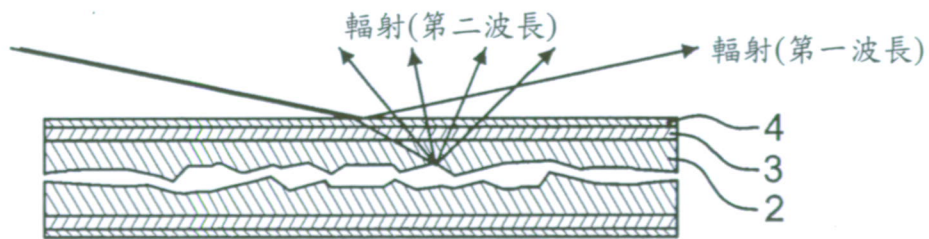


圖 18

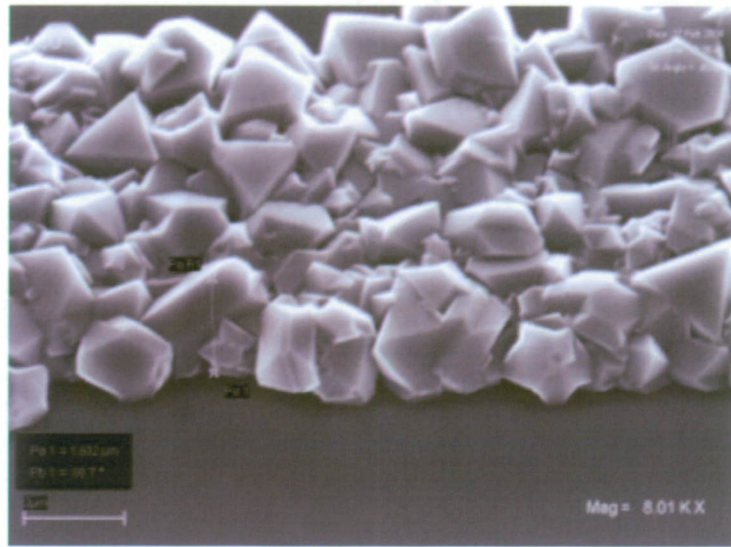


圖 19(a)

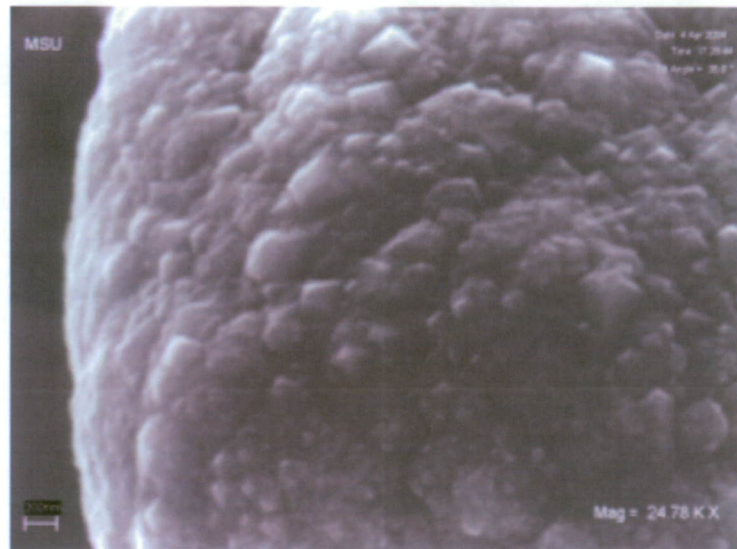


圖 19(b)