



(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 I597491 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：102135080

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 27 日

(51)Int. Cl. : G01N21/95 (2006.01)

G01B11/06 (2006.01)

(30)優先權：2012/09/28 美國

61/707,662

(71)申請人：魯道夫科技股份有限公司 (美國) RUDOLPH TECHNOLOGIES, INC. (US)
美國

(72)發明人：周威 ZHOU, WEI (HK)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201007116A

US 7428063B2

US 2010/0182589A1

審查人員：涂公遠

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 33 頁

(54)名稱

光學系統、晶圓檢測系統以及光學檢測的方法

OPTICAL SYSTEM, WAFER INSPECTION SYSTEMS AND METHODS FOR OPTICAL
INSPECTION

(57)摘要

揭示一種檢測系統。光學組零件在光源與偵測器間建立光學路徑。光學組零件具有相對大數量的縱向色像差，以使得在第一波長處的光聚焦在該光學路徑中基板的一區域上，同時在第二波長處的光同步的聚焦在該基板的另一區域。系統能在校準模式中操作以判定符合在該基板中有關的區域之一或更多光的波長以及在成像模式中用以成像在基板中有關的區域。

An inspection system is disclosed. An optical assembly establishes an optical path between a light source and a detector. The optical assembly has a relatively large amount of longitudinal chromatic aberration, so that light at a first wavelength focuses on one region of a substrate in the optical path, while light at a second wavelength simultaneously focuses on another region of the substrate. The system can operate in a calibration mode to determine one or more wavelengths of light corresponding to regions of interest in the substrate and in an imaging mode to image regions of interest in the substrate.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 10 . . . 光學系統
 - 12 . . . 基板
 - 14 . . . 光源
 - 16 . . . 光學組件
 - 18 . . . 偵測器

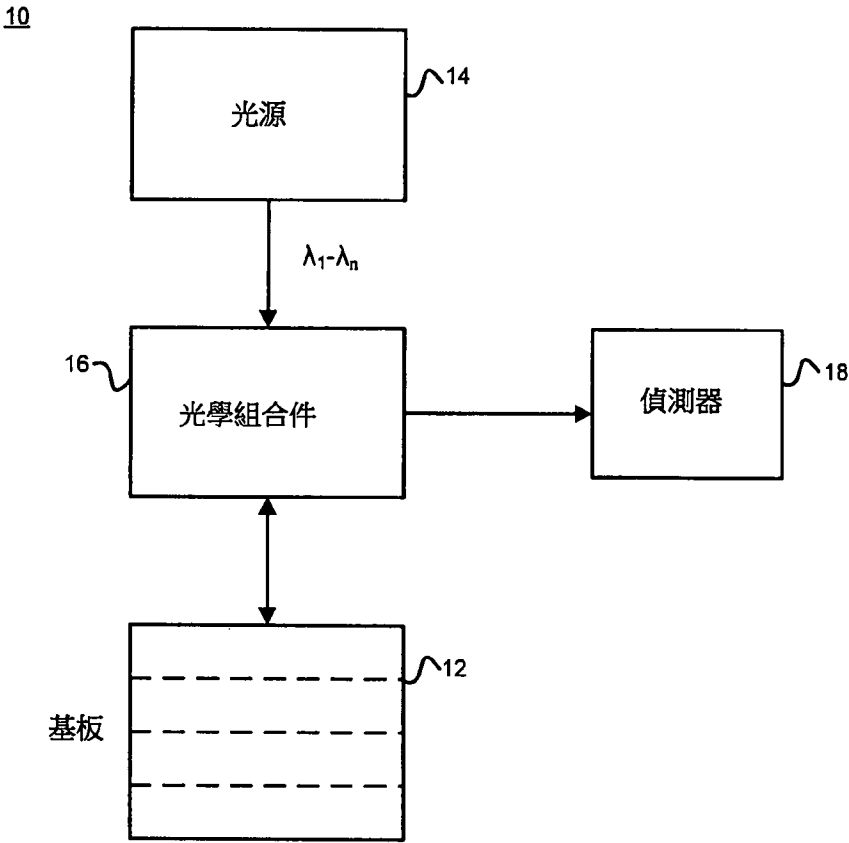


圖 1

第 102135080 號

發明摘要

※申請案號：102135080

※申請日：102 年 09 月 27 日

※IPC 分類：G01N 21/95 (2006.01)
G01B 11/06 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

光學系統、晶圓檢測系統以及光學檢測的方法

Optical system, wafer inspection systems and methods for optical inspection

【中文】

揭示一種檢測系統。光學組件在光源與偵測器間建立光學路徑。光學組件具有相對大數量的縱向色像差，以使得在第一波長處的光聚焦在該光學路徑中基板的一區域上，同時在第二波長處的光同步的聚焦在該基板的另一區域。系統能在校準模式中操作以判定符合在該基板中有關的區域之一或更多光的波長以及在成像模式中用以成像在基板中有關的區域。

【英文】

An inspection system is disclosed. An optical assembly establishes an optical path between a light source and a detector. The optical assembly has a relatively large amount of longitudinal chromatic aberration, so that light at a first wavelength focuses on one region of a substrate in the optical path, while light at a second wavelength simultaneously focuses on another region of the substrate. The system can operate in a calibration mode to determine one or more wavelengths of light corresponding to regions of interest in the substrate and in an imaging mode to image regions of interest in the substrate.

第 102135080 號

民國 106 年 3 月 27 日修正

【代表圖】**【本案指定代表圖】**：第(1)圖。**【本代表圖之符號簡單說明】**：

10：光學系統

12：基板

14：光源

16：光學組零件

18：偵測器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

第 102135080 號

民國 106 年 3 月 27 日修正

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

光學系統、晶圓檢測系統以及光學檢測的方法

Optical system, wafer inspection systems and methods for optical inspection

【技術領域】

[0001] 本揭露係關於檢測半導體晶圓。

【先前技術】

[0002] 目前，檢測半導體晶圓包含照明半導體晶圓之一側、收集自此一側所反射的光並且針對缺陷及針對其它準則分析已收集的光。當針對此一側相當良好的運作的同時，其未提供關於在晶圓內的區域或關於對於受檢測的一側之對側的資訊。據此，存在有對於能測量及檢測晶圓的或晶圓內之層或區域的需要。

【發明內容】

[0003] 於此所揭示的實施例係為一種晶圓檢測系統。晶圓檢測系統包括用於引導光上至晶圓之上的光學系統。光具有包括複數個波長的光譜。在檢測期間，光學系統同步的將光的第一波長聚焦上至第一層(晶圓的容積(volume)或區域)之上，以及將第二波長聚焦上至第二層(晶圓的容積或區域)之上。

第 102135080 號

民國 106 年 3 月 27 日修正

[0004] 於此揭示的進一步實施例係為一種檢測晶圓的方法。晶圓包括一或更多面表、層、容積或區域。此方法包括將處在第一波長的光聚焦上至晶圓的第一表面之上。此方法更包括將具有第二波長的光聚焦上至晶圓的第二表面之上。

【圖式簡單說明】

[0005] 當以所附圖式闡述時，在其中遍及不同的視圖之相似的特性參照至相同的部分，於此揭示之先前所述及其它用途、特徵及益處將由下列於此揭示特定實施例之說明而更顯而易見。圖式非必然要縮放，改以置於闡述於此揭示之原理之上來強調。

[0006] 圖 1 為範例檢測系統的示意圖式。

[0007] 圖 2A 為使用分束器所結合的多個光源之示意圖式。

[0008] 圖 2B 為使用光纖所結合的多個光源之示意圖式。

[0009] 圖 3A 為用於在校準模式中測量晶圓厚度之圖 1 的檢測系統之代表性實行之示意圖式。

[0010] 圖 3B 為用於在成像模式中圖 1 之檢測系統的另一代表性實行之示意圖式。

[0011] 圖 4A 為採用攝影機與分光計的示範檢測器之示意圖式。

[0012] 圖 4B 為採用多個攝影機之示範檢測器的示意

圖式。

[0013] 圖 5 為用於測量剩餘矽厚度及矽穿孔之圖 3A 之實行的示意圖式。

[0014] 圖 6 為用於評估結構之對準之圖 3B 之實行的示意圖示。

【實施方式】

[0015] 圖 1 為用於檢測基板 12(像是晶圓)的示範性光學系統 10 的側視示意圖式。有能以目前系統 10 檢測/測量的各種定量。一種定量為在受測試或檢測的基板 12 之上或之中針對性的(例如,半導體裝置的一部分)或非針對性的(例如,諸如切屑(chip)、破裂(crack)、刮痕(scratch)或粉塵(particle)之缺陷)檢測結構。一類針對性的結構係為進入或通過半導體基板 12 形成的穿孔。另一種定量為在一或更多半導體基板 12 上頭形成之結構的對準(alignment)。在一定點中以更遠離成像器而聚焦的紅外(IR)光及更接近成像器而聚焦的較短波長之掃描色彩共焦配置(scanning chromatic confocal arrangement)能施行對準。第三種定量為晶圓厚度,其能包括在各種位置或實質上在其總體表面之上的晶圓的輪廓。

[0016] 基板 12 能由一或更多不同的特徵所形成,諸如在基板 12 上或之內形成的層及/或結構。範例之基板包括半導體晶圓、堆疊的晶圓、晶粒、堆疊的晶粒、嵌合的晶圓級球格陣列(eWLB)基板、砷化鎵陣列等。雖然如具

有複數個層所示意的說明，基板 12 能由單一層形成。在基板 12 上頭的特徵可包括(但不限於)矽層、氧化層、介電層、金屬層、聚合物層(polymer layer)、接合墊(bond pad)、對準特徵、高深寬比孔洞(high aspect ratio via)、矽穿孔(TSV)、阻層(resist layer)、鈍化層(passivation layer)、主動電路、凸塊以及剩餘矽厚度(RST; remaining silicon thickness)，亦為已知為晶圓覆蓋層(wafer overburden)。應注意者，這些特徵包括蝕刻結構，其容納位於基板 12 上頭的特徵。在一範例中，蝕刻結構包括裸露的或是在以導電材料填充 TSV 之前具有形成於其中的 TSV 之部分處理的晶圓。

[0017] 特別關於檢測做為半導體晶圓的基板 12，值得注意的是半導體晶圓具有特性帶隙(characteristic bandgap)，其定出在其中光學的不透明與透明之間晶圓過渡處的特性波長(characteristic wavelength)。帶隙僅取決於晶圓形成自其的此種材料或多種材料。例如，矽具有約 1.1 eV(電子伏特)的帶隙，其符合約 1.13 μm (微米)的特性波長。對於大於此特性波長的波長，矽晶圓一般為透明的，而對於短於此特性波長的波長通常是不透明的。在近紅外線波長的 1.2 μm ，矽通常被認為是透明的，對於在 0.4 μm 與 0.7 μm 之間之可見光譜的波長是不透明的，並且對於在 0.7 μm 到約 1.1 μm 之間的近紅外線波長是不透明的。除了純矽及其合成物以外，本系統 10 可具有對檢測基板 12 的應用，基板 12 以鎵(gallium)、砷(arsenic)、硼

(boron)、銦(indium)、鎘(cadmium)、鋅(zinc)、銅(copper)、鉛(lead)、錫(tin)、銻(bismuth)、鈦(titanium)、鈾(uranium)、鋇(barium)、鐳(lanthanum)、汞(mercury)、鉑(platinum)、銀(silver)、鐵(iron)及硒(selenium)以及其合成物。

[0018] 在施行厚度測量上，本光學系統 10 使用近紅外線波長以在晶圓的底部表面反射出，並且同步使用可見波光以在晶圓的頂部表面反射出。在其中特性帶隙知悉用於基板 12 的情況中，近紅外線波長能以特性帶隙為依據而選定(亦即，大於相應的特性波長)。藉同時收集來自兩個反射的光，光學系統可獲得厚度資訊，平均厚度與在晶圓之表面上的厚度變量。光學系統 10 亦可獲得用於在晶圓頂部與底部表面上的特定特徵之對準資訊。此外，光學系統 10 亦可同時針對缺陷檢測晶圓之頂部與底部表面。在進一步的實施例中，能使用三、四、五或更多的波長偵測多個層與特徵以個別的描繪基板 12 的層。

[0019] 不論基板 12 的特定結構為何，光源 14 將具有至少兩個波長的光提供至基板 12。波長在圖 1 中標誌為 λ_1 - λ_n 並且沿著光軸最終引導上至基板 12。如在此所參照的，光軸能參照為 Z 軸，其中 XY 位置係在垂直於 Z 軸的平面內並且實質上與基板 12 的頂部表面平行。下列段落描述這類光如何能被產生以及其如何能被遞送至晶圓。

[0020] 光源 14 能為單一光源，像是寬帶、白光發光二極體(LED)，或者多個源，以各個源覆蓋電磁光譜的不

同部分。在一些情形中，光源 14 包括近紅外線光源，像是具有在紅外線中之中央波長(像是 $1.2\ \mu\text{m}$)的專屬 LED(亦即，非寬帶 LED)。光源 14 亦可包括可見光源，像是寬帶 LED(亦即，白光 LED)，其具有張拓橫過可見波長的範圍之發射光譜。在其它情形中，光源 14 能包括白熾光燈炮，或其它適合的長絲式(filament-based)光源。在效果上，任何寬帶或基本上單色源或者是也可使用諸如氙(xenon)、鹵素(halogen)、白熾、LED、弧光或相似者的源之結合。

[0021] 一旦包括多個波長 λ_1 - λ_n 的光由光源 14 產生，其直接引導朝向基板 12。來自源 14 的光可經由空氣、經由光纖或經由液體光導(light guide)朝向基板行進。當源 14 包括單一寬帶光的發射器，光直接朝向基板發射。當光的多個發射器使用為源 14 的部分，可使用包括一或更多光學元件的光學組套件 16 將這些多個源結合上至單一光學路徑。例如，如圖 2A 所闡述，其中光源包括第一源 14A 及第二源 14B，光學組套件 16 能包括波長敏感的(wavelength-sensitive)分光鏡(beamsplitter)16A，其安置於不透明的人射角處，像是 45 度。具有在某截止波長(cutoff wavelength)以下波長的光由分光鏡 16A 發送(或反射)，同時具有截止波長的以上波長的光被反射(或發送)。這類分光鏡在本領域為已知的，且可形成為板、為立方體，或在任何其它適合的外形上。在替代的實施例中，來自源 14A 及 14B 的光係由光纖引導至耦合器 16B，

如圖 2B 所闡述。

[0022] 光學組零件 16 能更包括一或更多透鏡，例如准直透鏡(collimating lens)及/或用於沿著光軸將光引導上至基板 12 的物鏡。從光源 14 遞送光至一或更多透鏡能通過自由空間(free space)，其像是在空中傳播，或者通過耦合器，其像是如圖 2B 所闡述的光纖或一束光纖。對於光纖遞送，光纖或一束光纖的遞送端以一或更多透鏡接收自此束(光纖)脫出的光而能放置於距一或更多透鏡預定的距離。或者，光纖束的之端耦合器之端可直接在基板 12 的方向發射光。

[0023] 在一實施例中，將光聚焦上至基板 12 的物鏡能選定以產生特定數量的色像差(chromatic aberration)。光學材料，像是典型玻璃及塑膠，具有特性折射率(characteristic refractive index)，其為測量光在特定材料中多快的行進。在大部分或所有已知的玻璃及塑膠中，折射率變化為波長的函數。在折射率上隨波長的變量則數值地展開為所知為色散(dispersion)的量。若一者自彎曲的這些玻璃或塑膠的部件形成透鏡或透鏡元件，一者則尋找隨折射率變化的焦距，其係由於相應的玻璃或塑膠材料的非零色散(non-zero dispersion)。例如，典型的雙凸(bi-convex)透鏡在較短的波長處將具有較高的折射率，且將具有較高的本領(power)因而在較短波長處有較短焦距。此在焦距或位置的變量，如波長函數，係為所知的色像差。將色像差體現為用於測量表面構形(topography)的工

具之各種光學系統的範例係給予在對於 Stern 們之美國專利第 5,790,242 號，其專利在此藉參照/引用將其整體內容併入。

[0024] 在一實施例中，於此說明在系統 10 中的物鏡能有意的選擇來包括相對大的色像差之值。由於這大的色像差，第一波長的光(例如，可見光)能來到於基板 12 的一表面或區域(例如，晶圓的頂部)處聚焦，同時第二波長的光在基板 12 之不同的表面或區域(例如，晶圓的底部或隨後晶圓的頂部表面)處聚焦，其實質上配置遠離第一波長的聚焦平面。在一實施例中，可見光用以測量及/或映像晶圓的頂部表面，同時紅外線光同步的用以測量及/或映像晶圓的底部。藉同步的形成多個影像，或不移動任何光學元件的快速演替中，系統 10 可蒐集比在晶圓之兩側上具有光學元件的可比較的系統更多的資訊。在替代實施例中，光的波長不需要同步的透過物鏡傳送，但以順序的方式施行。在任何事件中，能對於物鏡與基板 12 之間的單一距離進行檢測，而不需要沿著光軸掃描(例如，機械的)物鏡。

[0025] 提供從基板 12 反射的光予偵測器 18，其能包括一或更多所欲的感測器。偵測器 18 能耦合至處理器、電腦或類似的裝置(未繪示)以分析由偵測器 18 所接收的光。在一實施例中，偵測器 18 能為分光計(spectrometer)，其使用光柵或其它裝置以將光分離進入構成零件(constituent part)、使用波長特定濾波器(wavelength

specific filter)的感測器(例如，攝影機)或者一或更多使用波長特定分光鏡的感測器等使得僅分析選定的波長。在一特定的範例中，偵測器 18 能包括熱鏡(hot mirror)及冷鏡(cold mirror)以將所接收的光分別引導至矽攝影機(一般在可見光範圍中)及紅外線攝影機(一般在紅外線光範圍中)。在進一步實施例中，分光計用以在偵測器 18 處所接收的光中解析強度峰值。

[0026] 可使用標準 CMOS(互補式金屬氧化物半導體；complementary metal-oxide semiconductor)或 CCD(電荷耦合元件；charged coupled device)類型感測器或攝影機來形成偵測器 18。這些類型的感測器通常對約 800nm(奈米)至約 1000nm 之波長的 IR 敏感，但此敏感度在此波長之範圍以上趨於下降。使用在約 1000nm 以上的較長 IR 波長改善系統 10 的能力以窺視透過或進入由像是矽之材料形成的基板，但不需使用對這些較長波長敏感的感測器，像是由砷化鎵等所製成的該些者。不幸的是，當砷化鎵類型感測器對 IR 波長更敏感的同時，他們對在可見波長中的光較不敏感。在一些情形中，使用 CCD 或 CMOS 攝影機而在接近 1000 nm 的範圍(更像是在由約 750/800 nm 至 1000 nm 的範圍中)具有至少剩餘的敏感度。這類攝影機亦接著將對較短、可見波長為敏感的。此色像差係足以分別在全部晶圓的頂部表面處與底部表面處的目前波長之至少一者聚焦。伴隨出現在光源 14 中的波長之色像差將張拓一個全部晶圓的厚度加上(但非必然的需要)額外的

晶圓厚度的片段。對於典型矽晶圓，全部厚度晶圓係約 0.75mm 厚以用於 300 mm 直徑的晶圓且約 1mm 以用於 450mm 直徑的晶圓。

[0027] 如於下更細節的討論，系統 10 可操作在校準模式與成像模式中。光學組套件 16 建立自光源 14 到偵測器 18 的光學路徑以評估基板 12 的特性。在校準模式中，系統 10 使用共焦原理(confocal principle)操作以判定一或更多在基板 12 中有關的位置。在一實施例中，校準模式包含沿著光學路徑安置的一對共軛光圈，且組態以聚焦一或更多光的波長上至在晶圓內有關的位置。例如，校準模式可判定基板 12 的構形及/或厚度。在成像模式中，一對光圈中之一或兩者自光學路徑移除。在一實施例中，一或更多光圈能與引動器(actuator)耦合或其它適合的機構，其組態以移動在光學路徑中的第一位置與自光學路徑移除的第二位置之間的光圈。移除所述一或兩個光圈允許更廣闊的晶圓之區域來被成像使得能施行檢測基板 12。在一範例中，偵測器 18 能同步的擷取基板 12 的上部及下部表面的影像。

[0028] 隨上述原理僅記在心，圖 3A 為範例的色彩共焦檢測系統 20，其實行提出於上述參考用於測量受支撐在階台 24 上的晶圓 22 之圖 1 的概念。使用系統 20，其能判定光的波長之何者相關於在晶圓 22 中的有關位置(例如，頂部、底部、TSV 深度)。系統 20 亦能施行共焦厚度與構形檢測/度量衡於分散、可選可操作的模式中。在

系統 20 中，光點或狹縫掃描系統係用以產生在檢測之下晶圓 22 之 2D/3D 影像。藉掃描在於檢測之下使用階台 24 的 2D 表面之上一或更多光圈或狹縫，吾人可獲得關於在掃描位置處的晶圓 22 的色彩編碼的輪廓或高度資訊。在任何事件中，裝備系統 20 以提供在晶圓 22 與系統 20 之間到不同的 XY 位置的相對移動(例如，使用階台 24)以使得檢測所欲的晶圓 22 之部分。

[0029] 光起源自於光源 26，帶有具有至少波長 λ_1 及 λ_2 。在兩波長 λ_1 、 λ_2 的光係結合進入單一路徑、通過光圈 28 以及結合進入光學組合作件 30，其於此包括分光鏡 31 與物鏡 32。但是光學組合作件 30 為一範例的組合作件且能包括一或更多透鏡、分光鏡或任何其它適合的光學元件或光學元件的結合。例如，光圈 28 能為針孔光圈或狹縫而形成線掃描機構。物鏡 32 具有相對大的縱向色像差(longitudinal chromatic aberration)的數量，其引導且實質上聚焦一波長 λ_1 上至晶圓 22 的頂部表面 34 且其它波長 λ_2 上至晶圓 22 的底部表面 36。物鏡 32 收集來自晶圓的反射光，透過分光鏡 31、光圈或狹縫 37 反射光且上至偵測器 38。光圈 37 隨光圈 28 操作在光學的共軛平面中以提供聚焦的光至偵測器 38。

[0030] 使用上述的光學配置，判定晶圓厚度是可能的。在一實施例中，近紅外線波長 λ_2 (例如，大約 $1.2\mu\text{m}$) 輕易的傳送通過晶圓 22，而帶來聚焦在晶圓的底部 36 上。同時地，由於透鏡 32(或光學組合作件 30)的色像差，

較短波長 λ_1 係帶來聚焦於遠離晶圓之底部表面 36 的特定平面處、朝向晶圓 22 之頂部表面 34。在一些實施例中，此平面為晶圓 22 之上部表面。使用偵測器 38，聚焦在上部表面 34 上的波長 λ_1 能被解析或解碼(例如，藉由顏色譯碼、光譜術(spectrometry))，同時聚焦在底部表面 36 上的波長 λ_2 能同樣的解析，並且可判定相關於波長 λ_1 及 λ_2 的相對位置。當偵測器 38 包括分光計之情況下，由偵測器 38 感測的光中的峰值能識別 λ_1 與 λ_2 以及相關於其的分別的距離。

[0031] 在校準模式中，在選定的波長所偵測的強度能與臨界值或期望的值作比較以判定在觀察下之面域的特性。例如，若 λ_1 與 λ_2 等於或大約為期望的值，在觀察下之面域處晶圓 22 的厚度會為如在校準模式中所判定的計算的厚度。在另一方面，若 λ_1 、 λ_2 或兩者波長的強度非為期望的值時，在觀察下之面域能假定為缺陷或其他結構。

[0032] 在並未利用分光計作為偵測器 38 的部分的另一實施例中，系統 20 可包括波長敏感濾波器 40(圖 3B)，像是帶通濾波器，以選擇特定波長，亦即，由於透鏡 32 之色像差，帶來聚焦於晶圓 22 之選定表面、區域或層。波長敏感濾波器可安置於入射路徑(亦即，在物鏡 32 之前)、回程路徑(亦即，在從晶圓 22 的反射之後)或兩者。藉改變濾波器以使不同的波長通過，吾人可選擇在光聚焦處之晶圓 22 之內或上不同的垂直位置(表面、區域或層)。藉包括在可變載體中的濾波器 40，像是濾光輪

(filter wheel)或轉塔(turret)(未繪示)，吾人可成功的於多個波長 λ_1, λ_n 之間切換。

[0033] 在任何事件中，由 λ_1 減去從解碼的波長 λ_2 所得到的位置能提供用於晶圓 22 的厚度測量。計算厚度取決於光學組件 30 的色像差之數量。關於物鏡 32，其能滿意的增大縱向色像差同時壓縮橫向色像差(transverse chromatic aberration)。此配置降低在用於不同晶圓厚度在橫向放大率(lateral magnification)中的改變。

[0034] 注意，對於物鏡 32 每波長聚焦的深度相關於可被測量之晶圓厚度中的解析。聚焦的較小深度可能需要用於物鏡 32 較大數值的光圈，其可輪流產生用於檢測系統 20 之較大放大率。當在放大率的增加典型的造成較小的視界時，此情況可損害現存的系統 20 之流通量的性能。施行檢測於僅一波長或窄波長帶處可迫使對於現存攝影機的較長曝光時間。為了此原因，在一些情形中，可滿意的使用具有直流(DC)(非閃控(strobe)或脈衝的)光源的時延積分(TDI; Time Delay Integration)攝影機，其可改善系統流通量且可增加系統的信號雜訊比(signal-to-noise ratio)。

[0035] 在一實施例中，系統 20 能操作在校準模式與成像模式兩者中。在校準模式中，複數個光的波長自光源 26 沿著入射路徑發送、通過光圈 28、分光鏡 31 而到物鏡 32。物鏡 32 在晶圓 22 上特定 XY 位置處沿著光軸將光聚焦，如由透鏡 32 的色像差所指定。接著判定波長 λ_1 及 λ_2

的識別以用於特定 XY 位置(例如，藉使用分光計、其它波長敏感感測器、感測器配置)，其接著能用以計算晶圓 22 的厚度。階台 24 接著能用以移動晶圓 22 至複數個用於晶圓 22 的其它 XY 位置。在各 XY 位置處，能夠記錄厚度。基於這些厚度測量(亦即，藉計算產生峰值之識別的波長之間的差)，能計算晶圓 22 之各種的平坦度規格。如所暗示的，「平坦度規格(flatness specification)」提供用於晶圓 22 之平面性(planarity)的指示，其能在全域或區域的尺度上計算。這些規格包括上部與下部兩者之表面弓曲度(bow)、彎曲(warp)、全部厚度變量、全部指示的讀數(在最大與最小計算之間的差)、球形參考測量、區域聚焦平面偏差(當其它表面假設為平坦時之一表面的偏差)、區域厚度變量等的構形。

[0036] 如校準模式的部分，二或更多波長能選定以檢測在成像模式中的晶圓 22。在成像模式中，波長對晶圓 22 之垂直位置的關聯係用以選擇將晶圓 22 之何處位置被成像。所擷取的影像能對其它影像、對臨界值或對模型、片段或藉整體影像比較影像。在施行此比較中，能識別晶圓 22 的特性。示範的檢測技術進一步揭示於美國專利第 6,826,298 號，其內容在此藉參照/引用將其整體內容併入。擷取的影像能進一步用於對準，其中能判定及評估在多個擷取的影像中所識別的特徵之相對位置。

[0037] 配置在成像模式中的系統 20 之範例係在圖 3B 中示意的闡述。為在校準與成像模式之間轉換系統

20，光圈 28、37 之一者或兩者從系統 20 的光學路徑移除。此將系統 20 從在共焦原理上操作之者轉換到能擷取晶圓 22 的面域的影像之者。判定光圈 28 及/或 37 之何者要被移除係取決於選定用於光學組合作件 30 的光學設計。光圈 28、37 能與引動器或其它機構(未繪示)耦合，其從系統 20 的光學路徑移除光圈 28、37。

[0038] 在其成像模式中，系統 20 能夠擷取晶圓 22 的 2D 影像。因此能施行在成像模式中的檢測以用於晶圓 22 之寬闊的 XY 面域且較佳的用於實質上晶圓 22 的全體。由於當在其成像模式中時系統 20 保留透鏡 32，適合配置的偵測器可同步的擷取多個垂直分開選定的表面、層或區域之影像，各個這類位置藉使用利用系統 20 之校準模式所識別的波長來選定。光學組合作件 30(遭受到色像差)在晶圓 22 內及上沿著光軸將分散的波長聚焦為分散的位置。在偵測器 38 中一或更多感測器係配置以在分散的波長處且據此在晶圓 22 之內或上於分散的位置處擷取影像。

[0039] 圖 4A 及 4B 闡述兩個偵測器 38 的示範實行。在圖 4A 中，分光鏡 44 將光引導至單色攝影機 45 及分光計 46。單色攝影機 45 對可見光之總體範圍及至少一些 IR 為敏感的。帶通濾波器 47 引導選定的光至攝影機 45 以於晶圓 22 上或之內在選定垂直位置處擷取影像。分光計 46 偵測提供至偵測器 38 之波長的強度。在圖 4B 中，分光計未繪示，但參考第一及第二單色攝影機 48 及 49 係可移動

的以為系統 20 在校準模式中操作。攝影機 48 及 49 接收來自分光鏡 50 及相應的濾波器 51 及 52 的光。濾波器 51 及 52 限制分別的攝影機 48 及 49 以感測選定的波長。改變濾波器 51 及 52 能改變由攝影機 48 及 49 所接收之選定的波長及在晶圓之內或上被成像的位置。

[0040] 在其中選定兩波長的實施例中(例如，一者用於頂部表面而一者用於晶圓 22 的底部表面)能快速且在比較準模式更大的面域之上提供在成像模式中的晶圓 22 之檢測。在替代實施例中，能選定三或更多波長以用於如所欲的成像模式。選擇所欲的波長的一個方式係為使用一或更多波長特定濾波器 40。當利用使給定波長通過之濾波器 40 之情形下，可獲得在相應於給定波長之晶圓 22 的垂直位置處晶圓 22 的影像。如藉使用濾光輪或轉塔(未繪示)改變濾波器 40 允許吾人選擇在用於成像之晶圓 22 上或之內分散垂直位置。注意，使用濾波器 40 允許使用對波長(包括選定的波長)之範圍敏感的單色感測器作為偵測器 38。偵測器 38 能依次的記錄在選定波長 λ_1 、 λ_2 處所接收的光的強度且形成相應於波長中之各者的表面的影像。如圖 3B 所見，選定相應於晶圓 22 之頂部表面 34 與底部表面 36 的波長 λ_1 與 λ_2 。本領域具有通常知識者將理解能選定其它波長因而選定表面。

[0041] 除了使用於此提出之概念測量晶圓厚度之外，用於測量之進一步特徵包括剩餘矽厚度(RST；remaining silicon thickness)及矽穿孔(TSV；through

silicon via)。圖 5 為在校準模式中系統 20 之示意圖以用於在晶圓 22 中檢測 RST 54 及 TSV。RST 54 係界定為於製造 3D 積體電路(3DIC)及 TSV 期間介於孔底部 76 及晶圓 22 之底部表面 34 之間的剩餘矽。如圖 5 所示，晶圓 22 具有如先前所討論的頂部表面 34 與底部表面 36、延伸進入晶圓 22 之 TSV 60、附著層 62 及載體 64。載體 64 係耦合至平移階段 24 以用於相對於系統 20 而移動晶圓 22。

[0042] 在校準模式中使用系統 20 能快速的判定到在晶圓 22 上及內的各種特徵的距離。若偵測器 38 包括分光計時，波長之峰值符合在晶圓 22 中不同的垂直位置。為計算晶圓 22 之厚度，峰值發生在分光計的輸出中，發生在晶圓 22 之頂部表面 34 與底部表面 36。當光學組套件 30 在 TSV 60 以上的位置中時，在分光計之輸出中的峰值將發生在頂部表面 34 及晶圓 22 內中間位置處。在裸露或部分處理的晶圓 22，峰值亦能發生在底部表面 36 處。在任何事件中，能基於頂部表面 34 及中間位置之間的差計算 RST 54。能在總體晶圓 22 或其位置之上掃描光學組套件 30。若在晶圓 22 內的 TSV 之位置為已知，能針對一、多個或全部 TSV 施行 RST 厚度測量。

[0043] 為測量 RST 54 及 TSV 60，來自光源 26 之光通過光圈 28、分光鏡 31 而由物鏡 32 聚焦上至晶圓 22。第一光波長 λ_1 在頂部表面 34 被反射出、第二光波長 λ_2 在 TSV 60 之表面 76 被反射出及第三光波長 λ_3 在底部表面

36 被反射出。 λ_1 、 λ_2 及 λ_3 能由偵測器 38 識別為如上所述。一旦波長 λ_1 、 λ_2 及 λ_3 被識別，RST 54 能藉解碼 λ_1 、 λ_2 及 λ_3 且由 λ_1 減去 λ_2 計算出，其中晶圓 22 的厚度能藉解碼 λ_1 、 λ_2 及 λ_3 且由 λ_1 減去 λ_3 計算出。一旦在校準模式中識別出波長，系統 20 能操作在成像模式中以進一步檢測晶圓 22、TSV 60、層 62、載體 64 及/或彼等的結合。

[0044] 在孔 60 對波長 λ_3 為非透明的事件中，能針對直接在孔 60 上面的 XY 位置計算 RST 54。隨後，平移階段 24 能移動晶圓 22 至後續的 XY 位置使得孔 60 不受達到底部表面 36 而干擾波長 λ_3 。

[0045] 在替代實施例中，能從晶圓 22 之反向側施行檢測晶圓 22，例如，通過階段 24、載體 64 及附著層 62。在這類實施例中，載體 64 及附著層 62 之厚度能如上述討論般計算。此外，亦能計算孔 60 的存在。此外，能使用多個系統 20，一者引導於頂部表面 34 處，而一者安置在台階 24 的下面且引導於載體 64 處。

[0046] 圖 6 為系統 20 之實行以用於在成像模式中對準在一或更多基板上的結構。如所闡述者，晶圓 22 包括安置在頂部表面 34 處的第一對準結構 80 且安置在底部表面 36 處的對準結構 82。此外，第二晶圓 84 係安置在階段 24 上且包括安置在其頂部表面 88 的對準結構 86，帶有附著層 90 於晶圓 22 與 84 之間。在檢測期間，偵測器 38 能形成對準結構 80、82 及 86 的影像以判定參考晶圓 22 之晶圓 84 的相對位置。此資訊在評估於晶圓 22 與晶

圖 84 之間的接合中能為有用的。例如，若對準結構 80、82 及 86 時，其能判定已充分的施行接合。

[0047] 雖然特定實施例已於此闡述及說明，由本領域具有通常知識的該些者可理解，各種替代及/或等效實行可代替所繪示且不悖離本發明的範圍之說明的特定實施例。此應用打算涵蓋於此所討論特定實施例的任何改作或變異。因此，所打算的是，此發明僅由申請專利範圍及其均等所侷限。

【符號說明】

[0048]

10：光學系統

12：基板

14：光源

16：光學組合作

18：偵測器

14A：第一源

14B：第二源

16A：分光鏡

16B：耦合器

20：色彩共焦檢測系統

22：晶圓

24：階台

26：光源

- 28：光圈
- 30：光學組合件
- 31：分光鏡
- 32：物鏡
- 34：頂部表面
- 36：底部表面
- 37：光圈
- 38：偵測器
- 40：濾波器
- 44：分光鏡
- 45：攝影機
- 46：分光計
- 47：帶通濾波器
- 48：攝影機
- 49：攝影機
- 50：分光鏡
- 51：濾波器
- 52：濾波器
- 54：剩餘矽厚度
- 60：矽穿孔
- 62：附著層
- 64：載體
- 76：孔底部/表面
- 80：對準結構

82：對準結構

84：晶圓

86：對準結構

88：頂部表面

90：附著層

第 102135080 號

民國 106 年 3 月 27 日修正

申請專利範圍

1. 一種光學系統，包含：

光源；

偵測器，安置以接收來自該光源的光且在選定的波長上判定所接收光的強度；

光學組零件，安置以建立從該光源至該偵測器的光學路徑；

一對光圈，其彼此共軛且安置在該光學路徑中；及

引動器，耦合至該對光圈之至少一者，該引動器組態以將該對光圈之該至少一者移進入及移出該光學路徑；

其中該光學系統組態以在校準模式與成像模式中操作，該成像模式具有自該光學路徑移除的該對光圈中至少一者。

2. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，在其中該校準模式允許該偵測器同步的判定基板的上部表面之構形與該基板的厚度。

3. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該成像模式允許該偵測器同步擷取基板之上部表面的影像以及該基板之下部表面的影像。

4. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該成像模式包括自該光學路徑所移除的兩個光圈。

5. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該光源產生具有在可見光譜中至少一波長及為近紅外線的至少一波長。

第 102135080 號

民國 106 年 3 月 27 日修正

6. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該偵測器對可見光與對近紅外線光為敏感的。

7. 一種晶圓檢測系統，可操作在校準模式與成像模式中，包含：

光源，組態以產生具有複數個波長的光；

光學組套件，安置以將光自該光源引導至該晶圓上，該光學組套件包括具有色像差的物鏡，足以將光自該光源聚焦至該晶圓的第一表面與第二表面上；

偵測器，安置以接收來自該光學組合件的光；

其中在該校準模式中，該偵測器判定在實質上對應該第一表面的該可見光譜中光的第一光波長以及在實質上對應該第二表面的該近紅外線光譜中光的第二光波長，及

進一步其中在該成像模式中，該偵測器形成該第一表面的影像與該第二表面的影像。

8. 一種光學檢測的方法，包含：

建立從光源到偵測器的光學路徑；

判定實質上對應該沿著該光學路徑安置的基板之第一區域的第一波長；

判定實質上對應該基板之第二區域的第二波長；

至少部分基於引導光上至該基板的透鏡的該色像差的特性分析，判定在該第一與第二表面之間的距離。

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該距離為晶圓厚度與剩餘矽厚度之其中之一者。

10. 如申請專利範圍第 8 項的方法，更包含：

第 102135080 號

民國 106 年 3 月 27 日修正

自該光學路徑移除光圈；

同步的擷取在該第一波長上的影像與在該第二波長上的影像。

圖式

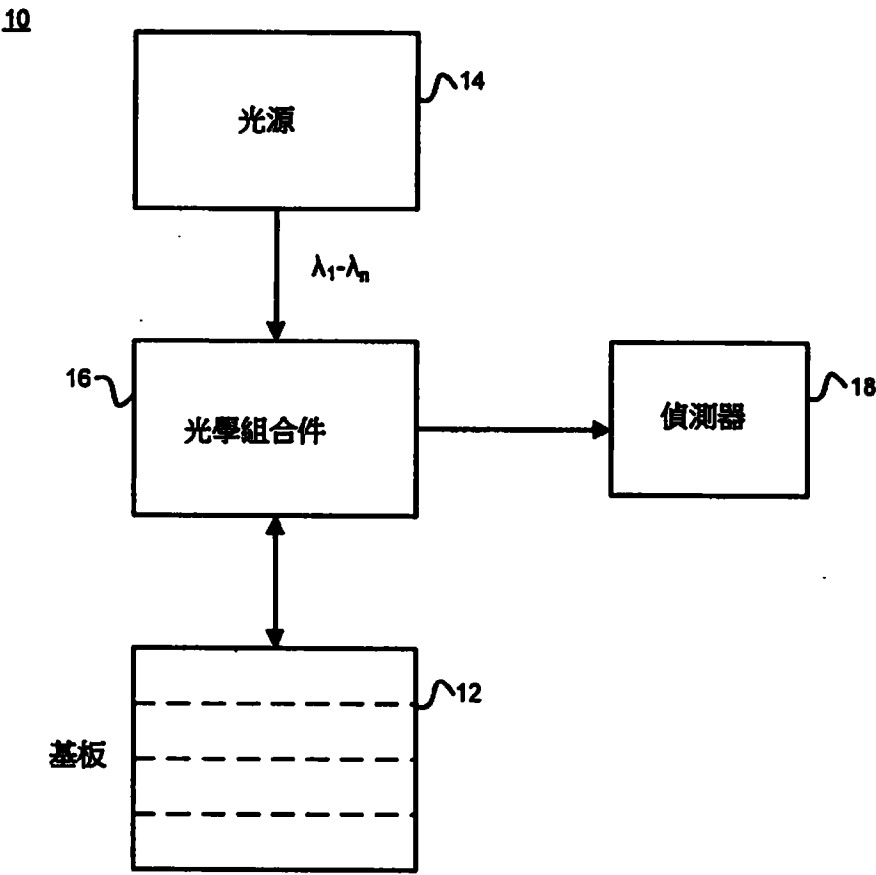


圖 1

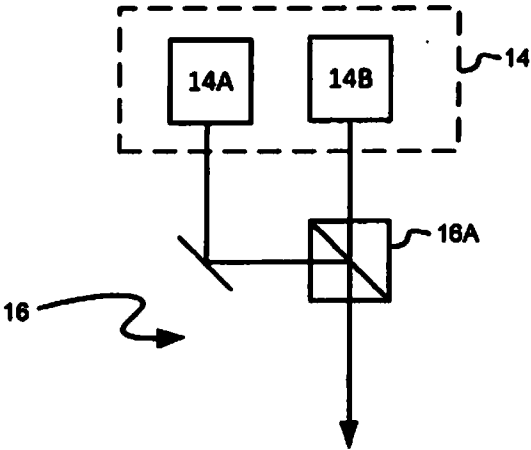


圖 2A

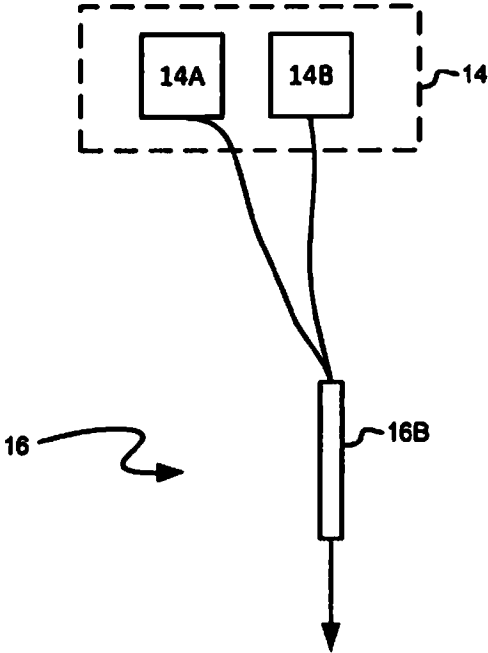


圖 2B

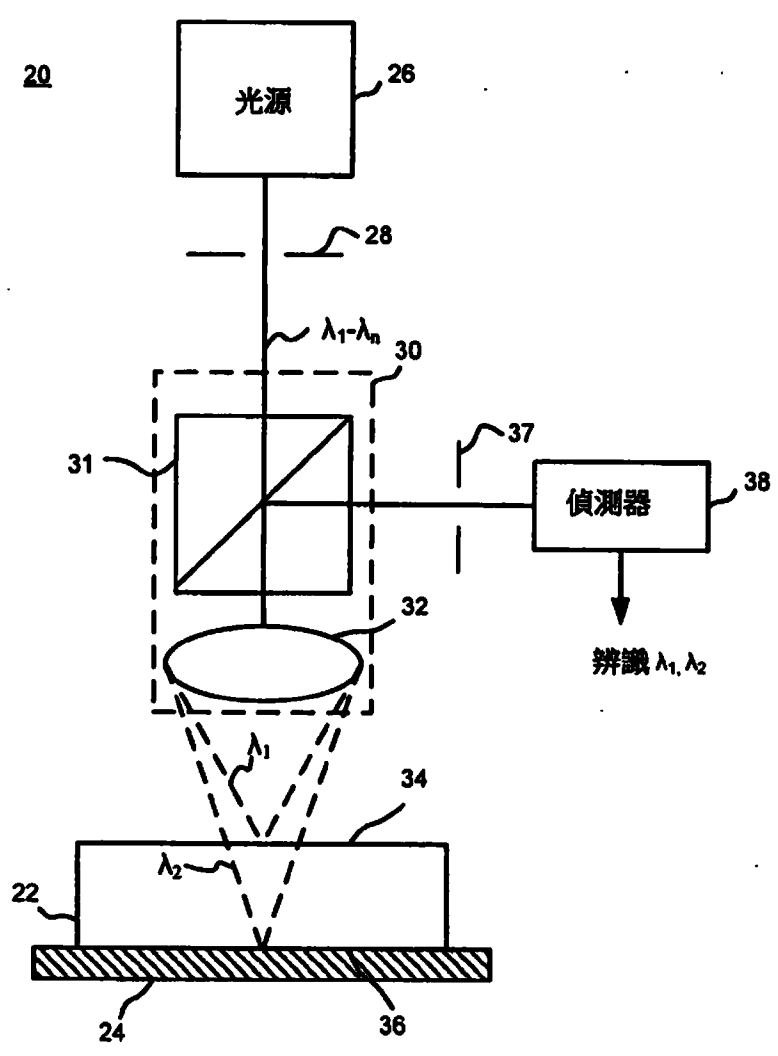


圖 3A

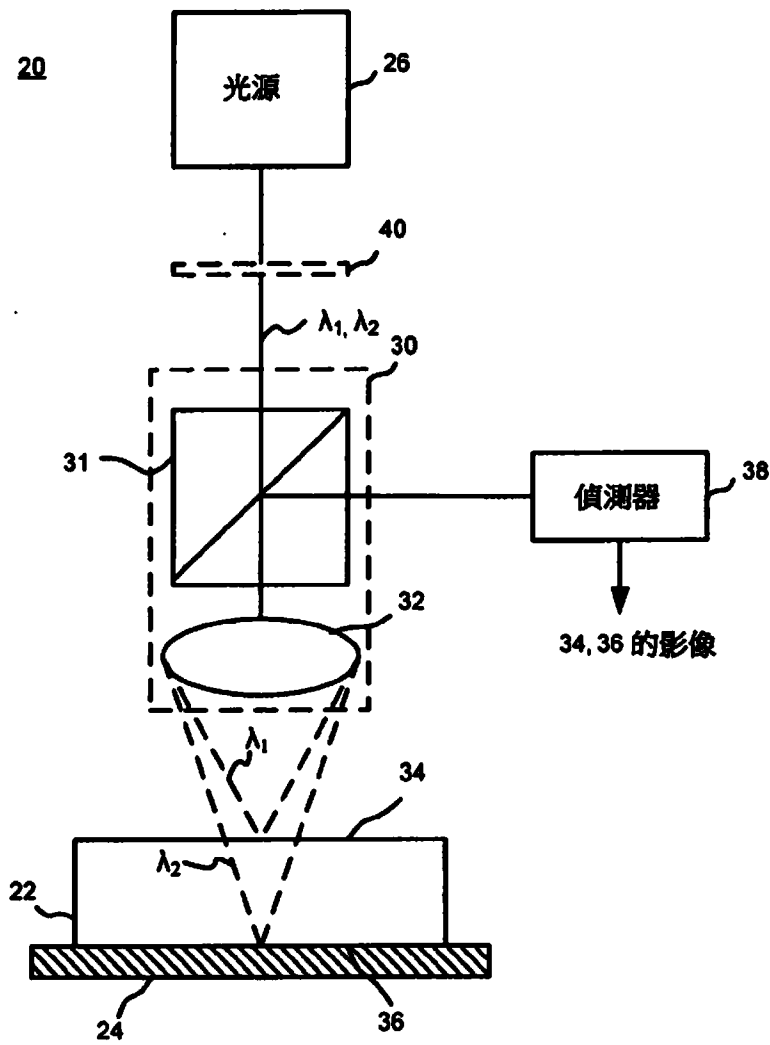


圖 3B

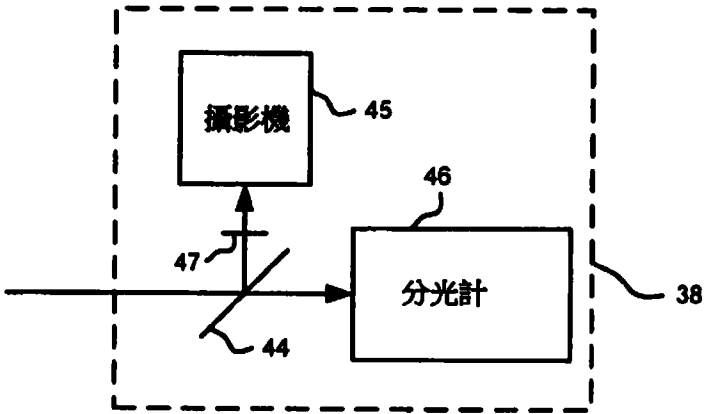


圖 4A

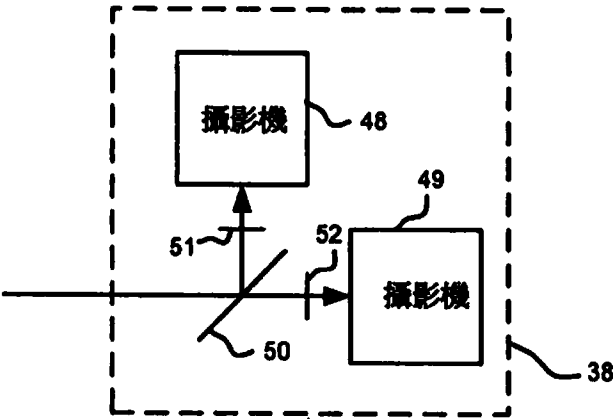


圖 4B

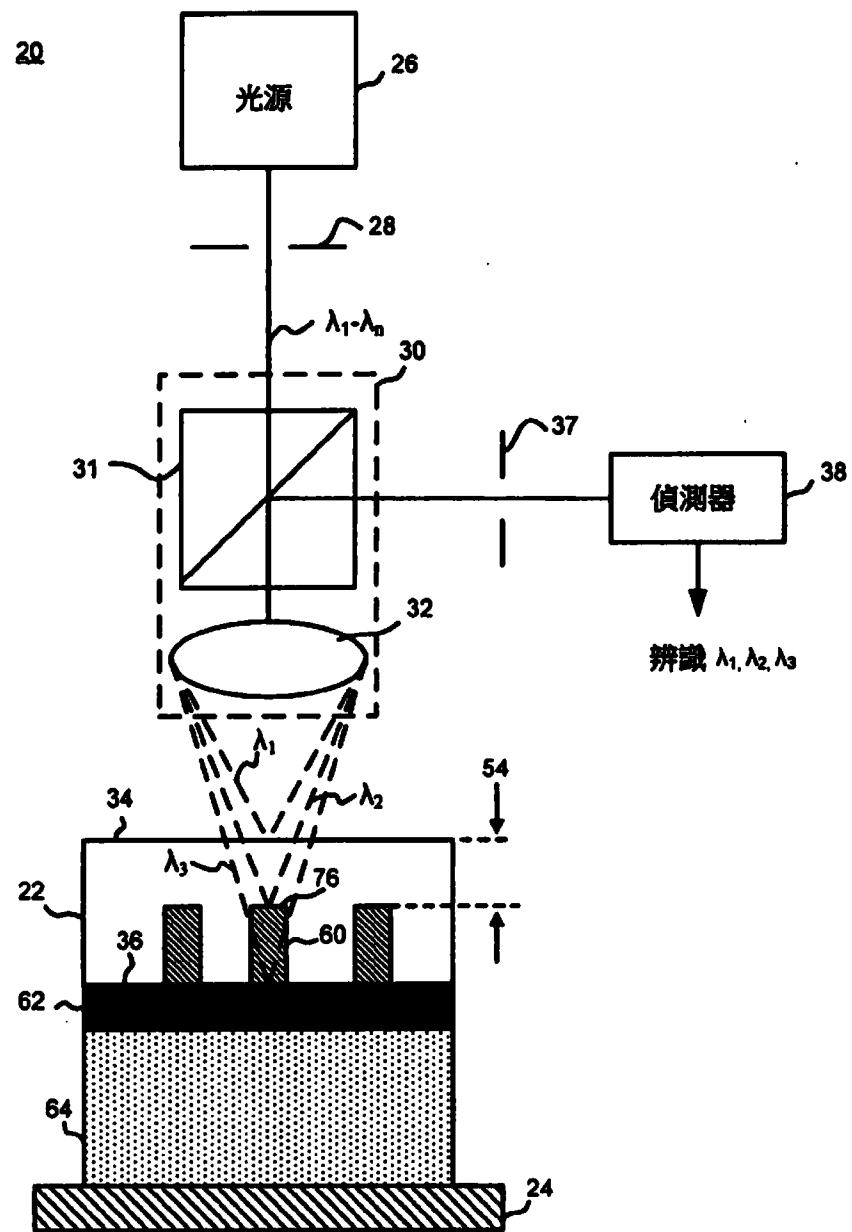


圖 5

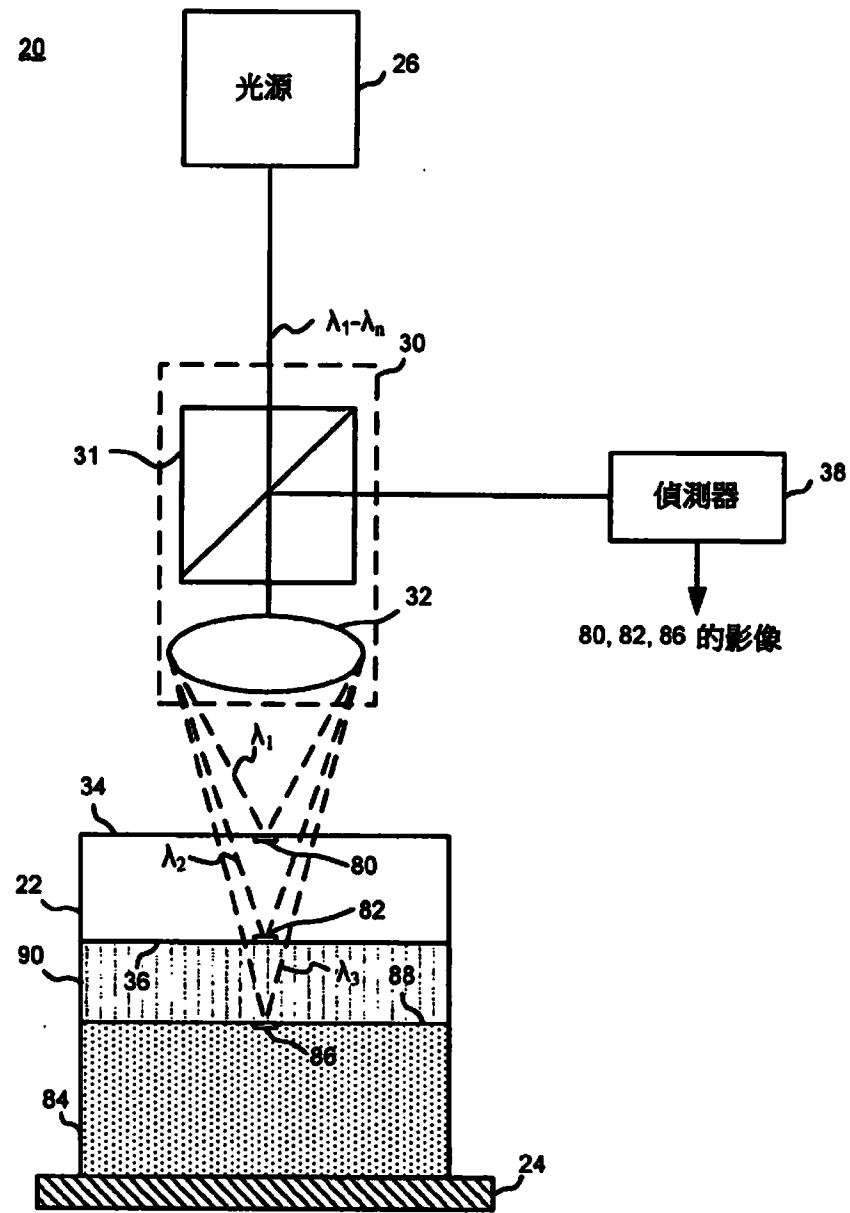


圖 6