



(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 I699510 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 21 日

(21) 申請案號：105130489 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 21 日

(51) Int. Cl. : **G01B11/06 (2006.01)** **G02B21/00 (2006.01)**
G02B27/00 (2006.01)

(30) 優先權：2015/09/21 美國 62/221,596
2016/09/19 美國 15/269,892

(71) 申請人：美商克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)
美國

(72) 發明人：李 緒方 LI, SHIFANG (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW	472132	JP	H5-87529A
US	4709139	US	2003/0169423A1

審查人員：邱元玠

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：3 共 25 頁

(54) 名稱

增加用於檢測和度量之高度感測器之動態範圍

(57) 摘要

一種系統包含一第一光束分離器、一第二光束分離器及一鏡。該第二光束分離器可產生兩行光，藉由至少一個感測器接收該兩行光。該兩行光具有晶圓上之不同焦點高度。該第二光束分離器與該鏡之間之一距離可經組態以改變該晶圓上之一焦點高度。可使用該兩行光判定該晶圓之一表面上之一經照明區域相對於該晶圓之一法向表面之一高度。

A system includes a first beam splitter, a second beam splitter, and a mirror. The second beam splitter can produce two lines of light, which are received by at least one sensor. The two lines of light have different focal heights on the wafer. A distance between the second beam splitter and the mirror can be configured to change a focal height on the wafer. A height of an illuminated region on a surface of the wafer relative to a normal surface of the wafer can be determined using the two lines of light.

指定代表圖：

符號簡單說明：

104 . . . 第一光束分離器

109 . . . 互補板

400 . . . 系統

401 . . . 中繼透鏡

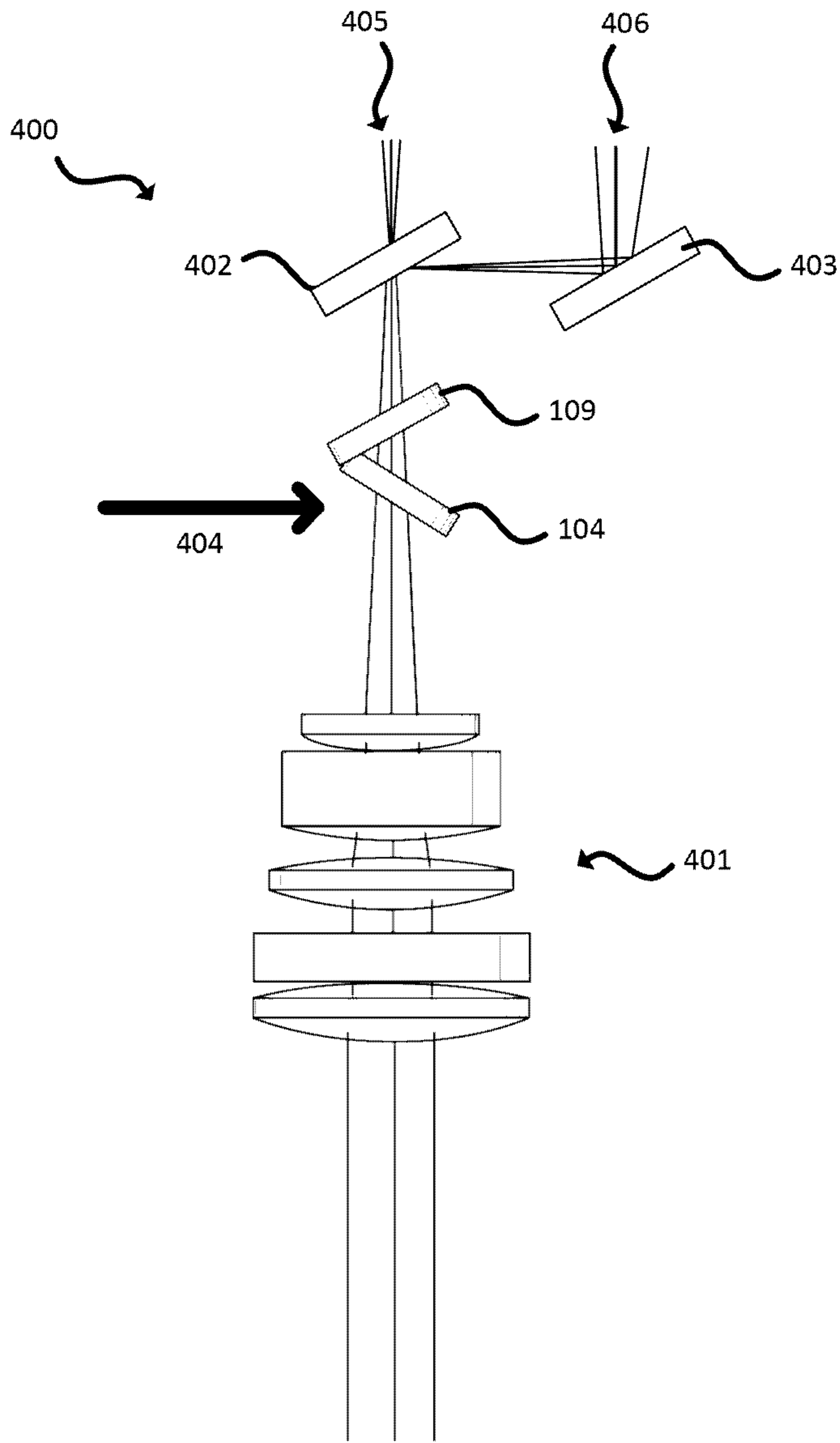
402 . . . 第二光束分離器

403 . . . 鏡

404 . . . 箭頭

405 . . . 第一線

406 . . . 第二線



【圖1】



申請日: 105年9月21日

I699510

【發明摘要】

IPC分類: G01B 11/06 (2006.01)

G02B 21/00 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

【中文發明名稱】

增加用於檢測和度量之高度感測器之動態範圍

【英文發明名稱】

INCREASING DYNAMIC RANGE OF A HEIGHT SENSOR FOR
INSPECTION AND METROLOGY

【中文】

一種系統包含一第一光束分離器、一第二光束分離器及一鏡。該第二光束分離器可產生兩行光，藉由至少一個感測器接收該兩行光。該兩行光具有晶圓上之不同焦點高度。該第二光束分離器與該鏡之間之一距離可經組態以改變該晶圓上之一焦點高度。可使用該兩行光判定該晶圓之一表面上之一經照明區域相對於該晶圓之一法向表面之一高度。

【英文】

A system includes a first beam splitter, a second beam splitter, and a mirror. The second beam splitter can produce two lines of light, which are received by at least one sensor. The two lines of light have different focal heights on the wafer. A distance between the second beam splitter and the mirror can be configured to change a focal height on the wafer. A height of an illuminated region on a surface of the wafer relative to a normal surface of the wafer can be determined using the two lines of light.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 104 第一光束分離器
- 109 互補板
- 400 系統
- 401 中繼透鏡
- 402 第二光束分離器
- 403 鏡
- 404 箭頭
- 405 第一線
- 406 第二線

【發明說明書】

【中文發明名稱】

增加用於檢測和度量之高度感測器之動態範圍

【英文發明名稱】

INCREASING DYNAMIC RANGE OF A HEIGHT SENSOR FOR
INSPECTION AND METROLOGY

【技術領域】

本發明係關於半導體晶圓檢測及度量。

【先前技術】

半導體產業需要用於矽晶圓之三維(「3D」)檢測及/或度量程序。結構或粒子高度檢測及度量可用來測試(舉例而言)產線中段(MEOL)應用中之柱及凸塊結構或用於極紫外(EUV)微影應用之晶圓之一背側上之粒子形狀(例如,大小及高度)。用於檢測或度量之典型技術包含:(1)三角量測;(2)幾何陰影;(3)各種共焦顯微技術;及(4)白光(或寬頻光)干涉量測。特別地隨著結構之特性大小變得較小,現存三角量測及幾何陰影技術通常不提供MEOL或產線後段(BEOL)應用之所需準確度及精度。舉例而言,當目標結構高度縮小至10 μm以下時,現存三角量測及幾何陰影技術可缺乏針對3D檢測之所需準確度及精度。共焦及干涉量測方法往往不提供所需處理量或對於MEOL及BEOL中之3D檢測而言過於昂貴。因此,需要一種可為小結構提供較好準確度之更具成本效率之檢測及度量技術。

【發明內容】

在一第一實施例中,提供一種系統。該系統包括:一光源,其經組態以提供光;一載物台,其經組態以固持一晶圓以接收來自光源之光;一第

一光束分離器，其安置在來自光源之光之一路徑中；一互補板，其安置在從晶圓反射穿過第一光束分離器之光之一路徑中；一第二光束分離器，其安置在來自第一光束分離器及互補板之光之一路徑中；至少一個感測器；及一鏡，其安置在第二光束分離器與感測器之間之光之一路徑中。感測器接收兩行光。第二光束分離器與鏡之間之一距離經組態以改變晶圓上之一焦點高度。第二光束分離器經組態以產生兩行光。該兩行光具有晶圓上之不同焦點高度。

第二光束分離器與鏡之間之光之一路徑之一距離可為1 mm或更小。

互補板可由與光束分離器相同之材料製成且可具有與光束分離器相同之厚度。

可按相對於光之一軸之與光束分離器角度相反之一角度定位互補板。

系統可進一步包含與感測器電通信之一處理器。該處理器可經組態以判定晶圓之一表面上之一經照明區域相對於該晶圓之一法向表面之一高度。該處理器可經組態以使用兩行光之各自高度及該兩行光之一焦點偏移來判定高度。該處理器可判定從晶圓反射之光是否欠聚焦或過聚焦。

感測器可為一光電二極體陣列。

載物台可經組態以相對於來自光源之光掃描晶圓。

投射至晶圓上之光可經組態以塑形成一線。

系統可進一步包含經組態以塑形光之一狹縫。

至少一個感測器可包含兩個感測器。該兩個感測器可各自分別接收兩行光之一者。該兩個感測器之各者可為一光電二極體陣列。

在一第二實施例中，提供一種方法。該方法包括：使光反射離開一第一光束分離器；使光反射離開一晶圓之一表面；使光行進穿過第一光束分

離器及一互補板；使光從互補板行進穿過一第二光束分離器；運用第二光束分離器產生兩行光；運用一鏡反射來自第二光束分離器之兩行光之一者；及運用至少一個感測器接收兩行光之各者。兩行光具有晶圓上之不同焦點高度。

方法可進一步包含使用與感測器電子通信之一處理器，使用兩行光來判定晶圓之一表面上之一經照明區域相對於該晶圓之一法向表面之一高度。判定高度可包含使用兩行光之各自高度及該兩行光之一焦點偏移。

方法可進一步包含調整第二光束分離器與鏡之間之一距離，藉此改變晶圓上之焦點高度。

方法可進一步包含使用來自感測器之一讀取判定光是否欠聚焦或過聚焦。

方法可進一步包含將投射至晶圓上之光塑形成一線。

可藉由複數個感測器之一者接收兩行光之各者。

【圖式簡單說明】

為了本發明之本質及目的之一更全面理解，應參考結合隨附圖式獲取之下列詳細描述，其中：

圖1係根據本發明之兩個光束分離器之一實施例；

圖2係根據本發明之一實施例；且

圖3係根據本發明之一流程圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

本申請案主張於2015年9月21日申請且指定為美國申請案第62/221,596號之臨時專利申請案之優先權，該案之揭示內容據此以引用的

方式併入。

雖然將根據某些實施例描述所主張之標的，但其他實施例(包含不提供本文中提出之所有優點及特徵之實施例)亦在本發明之範疇內。可作出各種結構、邏輯、處理步驟及電子變化而不背離本發明之範疇。相應地，僅藉由參考隨附申請專利範圍定義本發明之範疇。

本文中揭示之系統及技術為(舉例而言) MEOL或BEOL空間中之結構高度檢測及度量提供一可變且大動態範圍且提供一快速且具成本效率的解決方案。如本文中揭示之實施例可與一高度感測器組合以判定一晶圓上之一結構之高度。因此，本文中揭示之系統及方法之實施例可用於半導體高度檢測及度量。此系統可依一大動態範圍及高靈敏度為結構高度檢測及度量提供一快速且具成本效率的解決方案。

在圖1中展示增加動態範圍之一系統400之一例示性實施方案。在圖1中，原始光束被分成兩個部分光束，一個部分光束穿過第二光束分離器402且另一部分光束由一鏡403重新導向。兩個光束行進穿過下游光學器件且在一或多個感測器上形成兩條分離線。此兩條線可為圖1中之第一線405及第二線406。

一第一光束分離器104接收來自一光源之光(由箭頭404表示)。若干光行進穿過中繼透鏡401至一晶圓(未圖解說明)。反射離開晶圓之光行進穿過中繼透鏡401至第一光束分離器104及互補板109。投射在晶圓處且反射離開該晶圓之光亦可行進穿過一物鏡或其他透鏡。雖然圖解說明為重疊，但互補板109及第一光束分離器104可彼此分離或可彼此毗連。

互補板109可由與第一光束分離器104相同之材料製成且可具有與該第一光束分離器104相同之厚度。互補板109及第一光束分離器104之厚度

依0.1 mm、0.01 mm或0.001 mm之容限可為相同的。舉例而言，互補板109可由經組態以透射一應用波長範圍中之光之一光學玻璃製成。用於互補板109之一典型厚度可在從近似1 mm至3 mm之一範圍中，其包含其間精確到0.1 mm之所有值。在一例項中，互補板109及第一光束分離器104兩者皆具有2 mm之厚度。互補板109及第一光束分離器104之相對厚度可依據至互補板空間之光束分離器處之數值孔徑(NA)或依據自晶圓之放大率。

可按與第一光束分離器104相同之角度設定互補板109。通常，互補板109之角度被設定成相對於入射光之路徑(例如，箭頭404)之 45° ，但是其他角度可行。亦可按 45° 設定第一光束分離器104，但是可跨一虛軸或入射光之路徑相對配置互補板109及第一光束分離器104。在一例項中，在互補板109與第一光束分離器104之表面之間存在一 90° 角。互補板109及第一光束分離器104之角度之設計容限可為接近零。

對於一些設計考量，互補板109之角度可不同於 45° 。舉例而言，該互補板109可被設定為非 45° 之一角度以提供達到所要像散之一可行厚度或以將該互補板109配合在系統中之其他組件之中。

在一項實施例中，互補板109可在材料、厚度及/或角度方面不同於第一光束分離器，但仍可經設計以提供所要效能。

在一例項中，第一光束分離器104及互補板109可經封裝在相同子總成中。

圖1中之中繼透鏡401可使射線從晶圓上之一點偏轉至一焦點或影像點。舉例而言，該中繼透鏡401可使射線偏轉至圖1中之頂部會聚點。該中繼透鏡401可包含一或多個透鏡。亦可能存在經組態以在射線到達中繼透鏡401之前操縱該等射線之其他光學器件，在圖1中未展示該等器件。

在無互補板109之情況下，色像差及像散兩者在系統400中可為明顯的。像散可用來同時最佳化橫向解析度及靈敏度，但第一光束分離器104及第二光束分離器402中之色像差需經移除或平衡以確保系統準確度。互補板109可引入所要像散並移除色像差。舉例而言，可使用互補板109來平衡第一光束分離器104及第二光束分離器402之色像差。像散可提供設計具有高橫向解析度(藉由沿著狹縫聚焦)及最大靈敏度(藉由垂直於狹縫散焦故其位於一最大斜率點上)之一系統之一方式。有限共軛系統中之光束分離器可引起可降低效能之色像差及像散像差。舉例而言，在無互補板109之情況下，針對一超薄光束分離器之最大橫向解析度點係在其中靈敏度恰好為零之焦點處。若工作點被設定在一焦點曲線之斜率處(例如，經散焦以獲得可接受靈敏度)，則橫向解析度將降低達至少兩倍。第二線406之光行進穿過第二光束分離器402。該第二線406之光在第二光束分離器402上行進穿過之區域可經塗佈以提供最大透射。

在另一實例中，若第一光束分離器104及第二光束分離器402具有相同厚度、具有相同角度，且由相同材料製成，則可減少對於一互補板109之需求。

在一例項中，色像差之全部移除使用互補板來發生。在另一實例中，色像差之近全部移除使用互補板來發生。舉例而言，0.1%或更少之色像差可保留且互補板可經組態以移除將在無互補板之情況下存在之至少99.9%之色像差。

第二光束分離器402形成第一線405及第二線406。舉例而言，穿過互補板109之一半光子藉由第二光束分離器402形成在第二線406中。來自第二線406之光行進穿過第二光束分離器402。該第二光束分離器402之厚度

或其他參數可經控制以提供所要效應。該第二光束分離器402最靠近晶圓及/或互補板109之下表面可為反射的。該第二光束分離器402之部分可經塗佈以提供最大透射。

原始光束穿過第二光束分離器402且經由下游光學器件(未展示)在一或多個感測器上形成一第一線405。反射離開第二光束分離器402之光束傳播至一鏡403。該鏡403重新導向光束且形成第二線406，該第二線406經投射在另一感測器處或與第一線405相同之感測器之一不同區域上。

第一線405及第二線406可具有晶圓上之不同焦點高度。焦點高度之差可經調整或可藉由調整第二光束分離器402與鏡403之間之距離而為配方相依的。運用系統400，第一線405可經設定以聚焦於晶圓之一表面上且第二線406可經設定以聚焦於晶圓之表面上之一柱或其他特徵之一頂部上。在此組態中，晶圓表面與柱或其他特徵之間之一法向高度差被第一線405與第二線406之間之焦點差抵銷。可由第一線405量測晶圓圍繞其法向表面高度之變動，且可由第二線406量測圍繞其法線之柱或其他特徵高度變動。由於圍繞法線之變動小得多且通常在系統之景深(DOF)內，故此技術之實施例可導致增加之動態範圍。

鏡403可用來定位第一線405及第二線406在晶圓上之相對焦點。舉例而言，第一線405可經定位在一晶圓上之具有一法向高度之一點處且第二線406可經定位在位於晶圓上之一凸塊或其他特徵上。一配方可用來針對晶圓上之一特定高度或一預期高度定位鏡403。舉例而言，一使用者可能具有或可能知道凸塊與鏡403之位置可設定至之晶圓表面之間之一預期高度差。

舉例而言，當需相對於一晶圓表面量測一柱高度時，可能存在100 μm 以上高度差。此可能大於系統之DOF。為提供經改良效能，鏡位置可被設

定在第一線405之焦點經由一配方設置不同於第二線406達100 μm 之一位置處。第一線405上之沿著線方向銳聚焦於一晶圓表面上之點可經分析以藉由量測垂直於該等點之線之寬度而發現高度。類似地，第二線406上之銳聚焦於柱之頂部上之點經分析以發現柱之高度。從第一線405之高度、第二線406之高度，及該第一線405及該第二線406之焦點偏移計算晶圓表面與柱頂部之間之最終高度差。

第二光束分離器402與鏡403之間之距離可能與系統NA相關。在一實例中，第二光束分離器402與鏡403之間之光之一路徑之一距離係近似1 mm或更小，包含其間精確至0.01 mm之所有值及範圍。在另一實例中，第二光束分離器402與鏡403之間之光之路徑大於1 mm。

雖然本文中論述為一第一線405及第二線406，但從晶圓反射之光可為一單行光子。一物鏡或一些其他透鏡系統可將光聚焦為晶圓上之一線。

在一特定實施例中，第一光束分離器104可具有2.5 mm之一厚度，互補板109可具有1.5 mm之一厚度，第二光束分離器402可具有1 mm之一厚度，且鏡403可具有0.5 mm之一厚度。其他厚度或尺寸係可行的。

系統400可用於圖2中展示之系統100中。除圖2之系統以外之其他系統亦可受益於如系統400中描述之一第二光束分離器及鏡之使用。

互補板109、第二光束分離器402及鏡403可經定位在圖2中展示之針孔或狹縫下游之光束中。互補板109之精確位置可變化，但是其通常在如圖1中展示之範圍中。然而，該互補板109可能不太靠近焦點以避免由(若干)光束分離器或互補板上之缺陷造成之光散射或波前變形。互補板109、第二光束分離器402及鏡403之位置亦可基於其等之實體尺寸及大小而變化，使得各自可被放置在系統中。在一例項中，第二光束分離器402及鏡403可在

焦點前方。第一線405之焦點可接近光電二極體112。

圖2中之系統100具有經組態以提供具有波長範圍之一光譜之光102之一光源101。在一些實施例中，該光源101可經組態以提供白光(即，可見光譜中之寬頻光)或部分或完全在可見光譜外之光。在一例示性實施例中，由光源101提供之光102包含從400 nm至800 nm之波長(λ)。若調整鏡403之位置，則可移動光電二極體陣列114。若調整鏡403之位置，則一光學系統亦可提供光至一固定光電二極體陣列114。一光學系統亦可運用一固定鏡403提供光至可調整光電二極體陣列112、114。可在光軸方向(例如，z方向)上或在其他方向上移動光電二極體陣列112、114。雖然圖解說明為兩個光電二極體陣列112、114，但可使用一單一光電二極體陣列。舉例而言，可使用一二維互補金屬氧化物半導體(CMOS)或電荷耦合裝置(CCD)陣列且第一線405及第二線406將出射至二維陣列之不同區域。在此實例中，第二線406可穿過其中最大透射發生之第二光束分離器402之一不同部分。鏡403可能可運用一單一二維陣列進行調整，該陣列接收第一線405及第二線406兩者。

一雷射光源可用作光源101，該雷射光源可提供與諸如用於白光干涉量測及色共焦顯微術之一習知非同調光源相比更高之一亮度。諸如二極體雷射之雷射光源可改良光源之壽命、穩定性及熱控制。光源101可為(舉例而言)一可見二極體雷射。

光102經投射朝向一源狹縫103及一第一光束分離器104，該第一光束分離器104將光102分成兩個量，如圖2中所見。接著，光102經投射穿過一物鏡105，該物鏡105可為一高放大倍數物鏡。物鏡可經組態以運用來自光源101之光照明晶圓且收集從晶圓106反射之光。一些或所有光102行進穿

過物鏡105至一照明線107處之一樣本之至少一部分上。樣本可為(舉例而言)一晶圓106。照明線107處之光102之寬度可為繞射限制的。

將晶圓106安置在經組態以固持該晶圓106以接收光102之一載物台117上。該載物台117可固定或可在x方向、y方向及/或z方向上掃描。在一例項中，晶圓106可諸如透過機械及/或靜電夾箝夾箝至載物台117。舉例而言，載物台117可在垂直於光102或物鏡105之軸之一平面(例如，x-y平面)中平移晶圓106。

反射光108行進穿過第一光束分離器104及互補板109至一第二光束分離器402。一些光接著從第二光束分離器402行進至一第一光電二極體陣列112，而一些光接著從該第二光束分離器402出射至一鏡403及一第二光電二極體陣列114。雖然圖解說明為分開，但第一光電二極體陣列112及第二光電二極體陣列114可為相同二維陣列之部分。第一線405及第二線406可經導向在二維陣列之不同部分處。

系統100可根據在由光電二極體陣列112、114偵測時第一線405及第二線406之線寬或其他線尺寸來區分晶圓106上之經偵測特徵是否在該晶圓106之法向表面上方或下方。光電二極體陣列112、114之哪個接收由從一樣本反射之光所形成之影像線可用來藉由分析線之寬度或其他尺寸而判定反射光108是否欠聚焦或過聚焦。舉例而言，若光電二極體陣列112、114未接收針對晶圓表面之反射光108之一法向線寬，則可判定晶圓106上之經偵測特徵在該晶圓106之法向表面上方或下方。

有限共軛系統100中之光束分離器104及402可引起可降低效能之色像差及像散像差。此外，在於一線掃描方案中實施時焦點偏移及橫向解析度之取捨可提供一限制橫向解析度。像散可能來自在圖2之平面中散開之射

線，該等射線具有第一光束分離器104之有限玻璃板上之一不同入射角，及因此，不同於垂直於平面散開之射線之一光學路徑差異(ODP)。因此，在平面中散開之射線具有不同於垂直於平面散開之射線之一焦點。此像散可在一線掃描佈局中提供一優勢，其中沿著線之點係沿著線方向對焦以提供橫向解析度且垂直於掃描線失焦，此可提供對晶圓106上之高度的最大靈敏度。然而，此像散量值可依據第一光束分離器104之折射率及依據光源101之波長。此色行為會妨礙此技術之有效性。

為解決色問題，提供一互補板109。來自晶圓106之反射光108經投射穿過物鏡105及互補板109。舉例而言，若互補板109具有與第一光束分離器104相同之厚度及材料，且如圖2中展示般設定為一相反正負號之相同傾斜角度，則一射線軌跡分析展示互補板109之色行為用第一光束分離器104抵消，且保留所要像散。用於互補板109之其他組態係可行的。

一柱或其他特徵之一頂部與一晶圓之一表面之間之高度差可大至使得照明線無法同時對焦。在此情況中，使用如圖1中所見之第二光束分離器402及鏡403之一光學梯形物可應用於圖2中之照明路徑。舉例而言，用於圖2之系統之照明路徑可在源狹縫103與圖1中之第一光束分離器104之間之空間中。因此，兩個照明線可產生在晶圓106上。此等照明線之一者聚焦於柱或其他特徵之頂部上且另一者聚焦於晶圓106之一表面上。可藉由兩個光電二極體陣列112、114同時偵測此兩個照明線。

在另一例項中，可在無一狹縫之情況下使用一二維陣列。該二維陣列可具有針對沿著狹縫之高橫向解析度之沿著照明線方向之更多像素，及垂直於照明線方向之更少像素。舉例而言，可使用10個像素。沿著此等像素(例如，10個像素)之強度分佈可提供晶圓上之一點之高度之量測。其他操

作模式係可行的。

由於像散作為一射線從一個點散開至垂直於狹縫之多個像素上且可從沿著此等像素之強度分佈計算特徵相對於晶圓表面之高度，故可不必使用一差分偵測模式。取而代之，無一狹縫之一個二維感測器陣列可在使用本文中揭示之像散技術時判定一晶圓表面之一經照明區域之一高度。

圖2中揭示之一些或所有感測器(例如，光電二極體、雙電池光電二極體、光電二極體陣列、CMOS或CCD)可電子連接至一控制器115。該控制器115可包含：一處理器116；一電子資料儲存單元117，其與處理器116電子通信；及一通信埠118，其與處理器116電子通信。處理器116可以任何適合方式(例如，經由一或多個傳輸媒體，其可包含「有線」及/或「無線」傳輸媒體)從感測器接收讀取，使得控制器115可接收由感測器產生之輸出。該控制器115可經組態以使用輸出來執行若干功能。使用來自感測器之讀取，處理器116可經組態以判定晶圓表面(例如，點或線)之一經照明區域之一高度或一缺陷是否存在於晶圓表面上或晶圓表面中。在另一實例中，控制器115可經組態以在不對輸出執行缺陷檢視之情況下將該輸出發送至一電子資料儲存單元117或另一儲存媒體。可如本文中描述般進一步組態控制器115。

應瞭解，實踐中可藉由硬體、軟體及韌體之任何組合實施控制器115。再者，其如本文中描述之功能可由一個單元執行，或在不同組件之中分割，其等之各者繼而可藉由硬體、軟體及韌體之任何組合實施。用於供控制器115實施本文中描述之各種方法及功能之程式碼或指令可儲存在控制器可讀儲存媒體(諸如電子資料儲存單元117中、控制器115內、控制器115外部之一記憶體或其組合)中。

一額外實施例係關於一種儲存程式指令之非暫時性電腦可讀媒體，該等程式指令可在一控制器上實行以執行用於如本文中揭示之判定一經照明區域在一晶圓之一表面上之一高度之一電腦實施方法。特定言之，如圖2中所展示，電子資料儲存單元117或其他儲存媒體可含有非暫時性電腦可讀媒體，該非暫時性電腦可讀媒體包含可在控制器115上實行之程式指令。電腦實施方法可包含本文中描述之(若干)任何方法之(若干)任何步驟。

實施諸如本文中描述之方法之程式指令可儲存在電腦可讀媒體上，諸如在電子資料儲存單元117或其他儲存媒體中。電腦可讀媒體可為一儲存媒體，諸如一磁碟或光碟、一磁帶或此項技術中已知之任何其他適合非暫時性電腦可讀媒體。

可以各種方式(包含基於程序之技術、基於組件之技術及/或物件導向技術等等)之任意者實施程式指令。舉例而言，可視需要使用ActiveX控制項、C++物件、JavaBeans、微軟基礎類別(「MFC」)、SSE(串流SIMD擴充)或其他技術或方法論來實施程式指令。

雖然未在圖2中圖解說明，但系統100可包含一中繼透鏡，諸如圖1之中繼透鏡401。

圖3係一方法之一流程圖。在方法300中，光經反射離開一第一光束分離器301。光經反射離開一晶圓之一表面302。反射離開晶圓之表面之光行進穿過第一光束分離器及一互補板303。行進穿過第一光束分離器及互補板之光行進穿過一第二光束分離器304。運用第二光束分離器產生兩行光305。運用一鏡反射此兩行光之一者306。運用至少一個感測器接收兩行光307。舉例而言，可能存在兩個感測器且該兩個感測器之各者可分別接收兩行光之一者。兩行光具有晶圓上之不同焦點高度。

晶圓可使用本文中揭示之實施例中之載物台相對於x方向及/或y方向上之光掃描。此可提供針對晶圓之表面之一區域之表面構形資訊。此區域可為(舉例而言)一拼貼影像、一完整晶圓檢測或作為一凸塊高度檢測之所要點。

應注意，本文中揭示之實施例可在不在z方向上掃描之情況下判定一晶圓之一表面高度輪廓，但是載物台可能能夠出於其他目的而在z方向上移動。

可能需要校準本文中揭示之系統之實施例。校準可包含判定一感測器上之線寬與一已知高度差之關係。可藉由在z方向上掃描晶圓位置而校準可調整鏡之位置以針對一系列可調整鏡位置獲得一感測器上之一所要線寬。

可(諸如)透過調變或脈動控制至雷射光源的功率，其可實現頻閃。在一例項中，在本文中揭示之實施例之操作期間，光學器件可被保持穩定或以其他方式固定且晶圓可與一光感測器之讀出計時器同步在垂直於照明線之一方向上移動。諸如藉由調變雷射且使該雷射與感測器讀出同步所引起之頻閃技術可提供進一步空間改良，此係因為頻閃可減少歸因於一載物台(諸如載物台117)之運動之模糊。

本文中揭示之系統之實施例可用於一晶圓之檢測或度量。晶圓表面之一高度或缺陷是否存在於晶圓表面上或晶圓表面中可用作半導體製造期間的回饋。

可最佳化本文中揭示之系統之實施例之多個設計參數。舉例而言，與一感測器上之線寬相對於焦點之變化相關之高度靈敏度與物鏡NA之平方成反比。可調整相對較高NA，但是許多應用需要大於0.25之一NA。一高NA物鏡通常提供一較小視域，其導致較高空間(x及y)解析度及較慢操作。

雖然已相對於一或多個特定實施例描述本發明，但將瞭解，可實現本發明之其他實施例而不背離本發明之範疇。因此，認為本發明僅由隨附申請專利範圍及其合理解釋限制。

【符號說明】

100	有限共軛系統
101	光源
102	光
103	源狹縫
104	第一光束分離器
105	物鏡
106	晶圓
107	照明線
108	反射光
109	互補板
112	光電二極體/第一光電二極體陣列
114	第二光電二極體陣列
115	控制器
116	處理器
117	電子資料儲存單元/載物台
118	通信埠
300	方法
301	步驟
302	步驟

- 303 步驟
- 304 步驟
- 305 步驟
- 306 步驟
- 307 步驟
- 400 系統
- 401 中繼透鏡
- 402 第二光束分離器
- 403 鏡
- 404 箭頭
- 405 第一線
- 406 第二線

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於晶圓檢測和度量之系統，該系統包括：

一光源，其經組態以提供光；

一載物台，其經組態以固持一晶圓以接收來自該光源之該光；

一第一光束分離器，其安置在來自該光源之該光之一路徑中；

一互補板，其安置在從該晶圓反射穿過該第一光束分離器之該光之一路徑中；

一第二光束分離器，其安置在來自該第一光束分離器及該互補板之該光之一路徑中，其中該第二光束分離器經組態以產生兩行光，且其中該兩行光具有該晶圓上之不同焦點高度；

至少一個感測器，其中該感測器接收該兩行光；及

一鏡，其安置在該第二光束分離器與該感測器之間之光之一路徑中，其中該第二光束分離器與該鏡之間之一距離經組態以改變該晶圓上之一焦點高度；及

一處理器，其與該感測器電通信，其中該處理器經組態以判定該晶圓之一表面上之一經照明區域相對於該晶圓之一法向表面之一高度，其中該處理器經組態以使用該兩行光之各自高度及該兩行光之一焦點偏移來判定該高度，其中該處理器經組態以基於該兩行光之一尺寸來判定該表面上之該經照明區域是否低於該法向表面，且其中該處理器經組態以基於該兩行光之該尺寸來判定該表面上之該經照明區域是否高於該法向表面。

【第2項】

如請求項1之系統，其中該第二光束分離器與該鏡之間之光之一路徑

之一距離係1 mm或更小。

【第3項】

如請求項1之系統，其中該互補板由與該光束分離器相同之材料製成且具有與該光束分離器相同之厚度。

【第4項】

如請求項1之系統，其中按相對於該光之一軸之與該光束分離器角度相反之一角度定位該互補板。

【第5項】

如請求項1之系統，其中該處理器經組態以判定從該晶圓反射之該光是否欠聚焦或過聚焦。

【第6項】

如請求項1之系統，其中該感測器係一光電二極體陣列。

【第7項】

如請求項1之系統，其中該載物台經組態以相對於來自該光源之該光掃描該晶圓。

【第8項】

如請求項1之系統，其中投射至該晶圓上之該光經組態以塑形成一線。

【第9項】

如請求項1之系統，其進一步包括經組態以塑形該光之一狹縫。

【第10項】

如請求項1之系統，其中該至少一個感測器包含兩個感測器，且其中該兩個感測器各自分別接收該兩行光之一者。

【第11項】

如請求項10之系統，其中該兩個感測器之各者係一光電二極體陣列。

【第12項】

一種用於晶圓檢測和度量之方法，該方法包括：

使光反射離開一第一光束分離器；

使該光反射離開一晶圓之一表面；

使該光行進穿過該第一光束分離器及一互補板；

使該光從該互補板行進穿過一第二光束分離器；

運用該第二光束分離器產生兩行光；

運用一鏡反射來自該第二光束分離器之該兩行光之一者；

運用至少一個感測器接收該兩行光之各者，其中該兩行光具有該晶圓上之不同焦點高度；

使用與該感測器電子通信之一處理器，使用該兩行光來判定該晶圓之一表面上之一經照明區域相對於該晶圓之一法向表面之一高度，其中該判定該高度包含使用該兩行光之各自高度及該兩行光之一焦點偏移；

使用該處理器基於該兩行光之一尺寸來判定該表面上之該經照明區域是否低於該法向表面；及

使用該處理器基於該兩行光之該尺寸來判定該表面上之該經照明區域是否高於該法向表面。

【第13項】

如請求項12之方法，其進一步包括調整該第二光束分離器與該鏡之間之一距離，藉此改變該晶圓上之焦點高度。

【第14項】

如請求項12之方法，其進一步包括使用來自該感測器之一讀取來判定

該光是否欠聚焦或過聚焦。

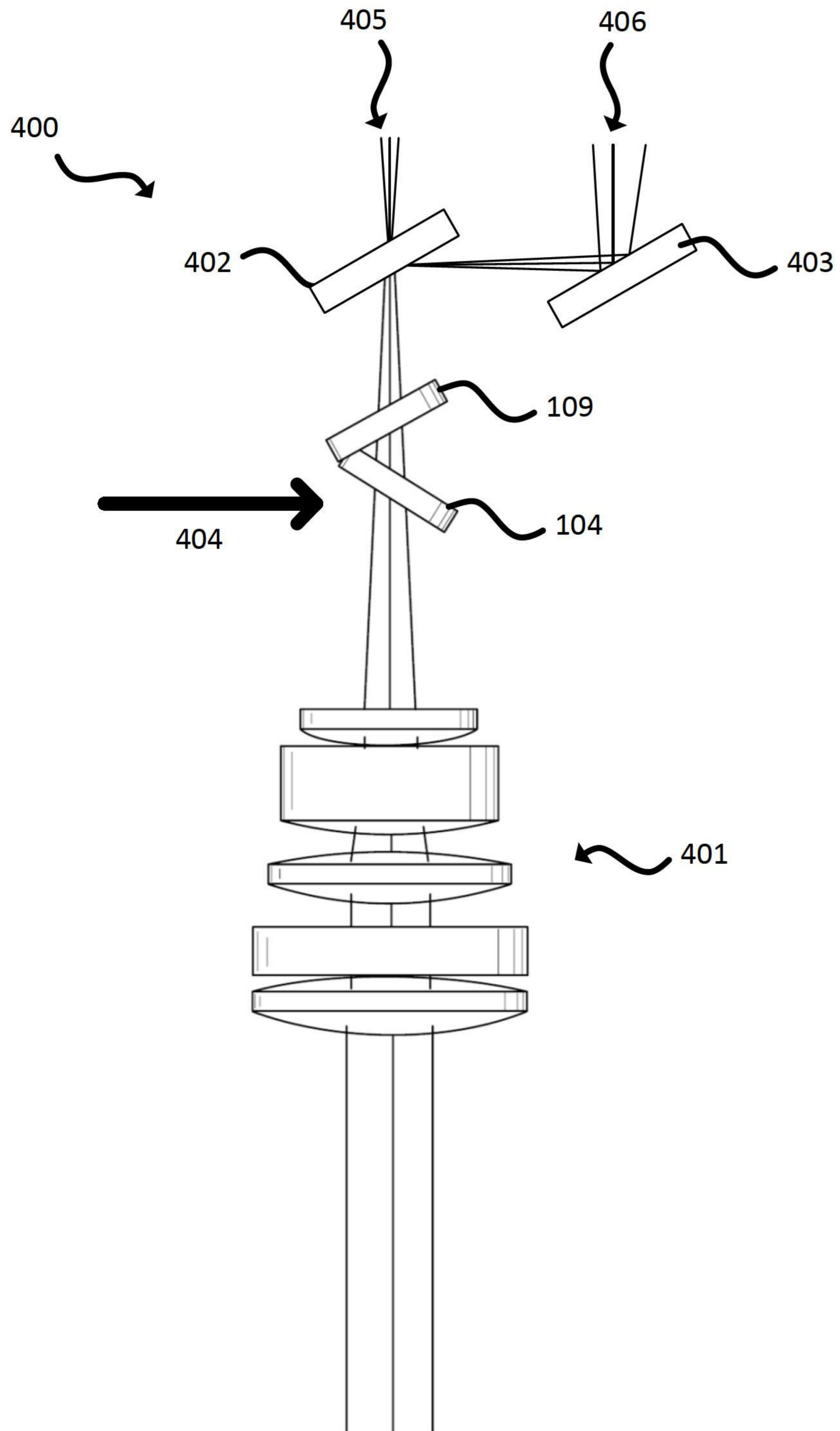
【第15項】

如請求項12之方法，其進一步包括將投射至該晶圓上之該光塑形成一線。

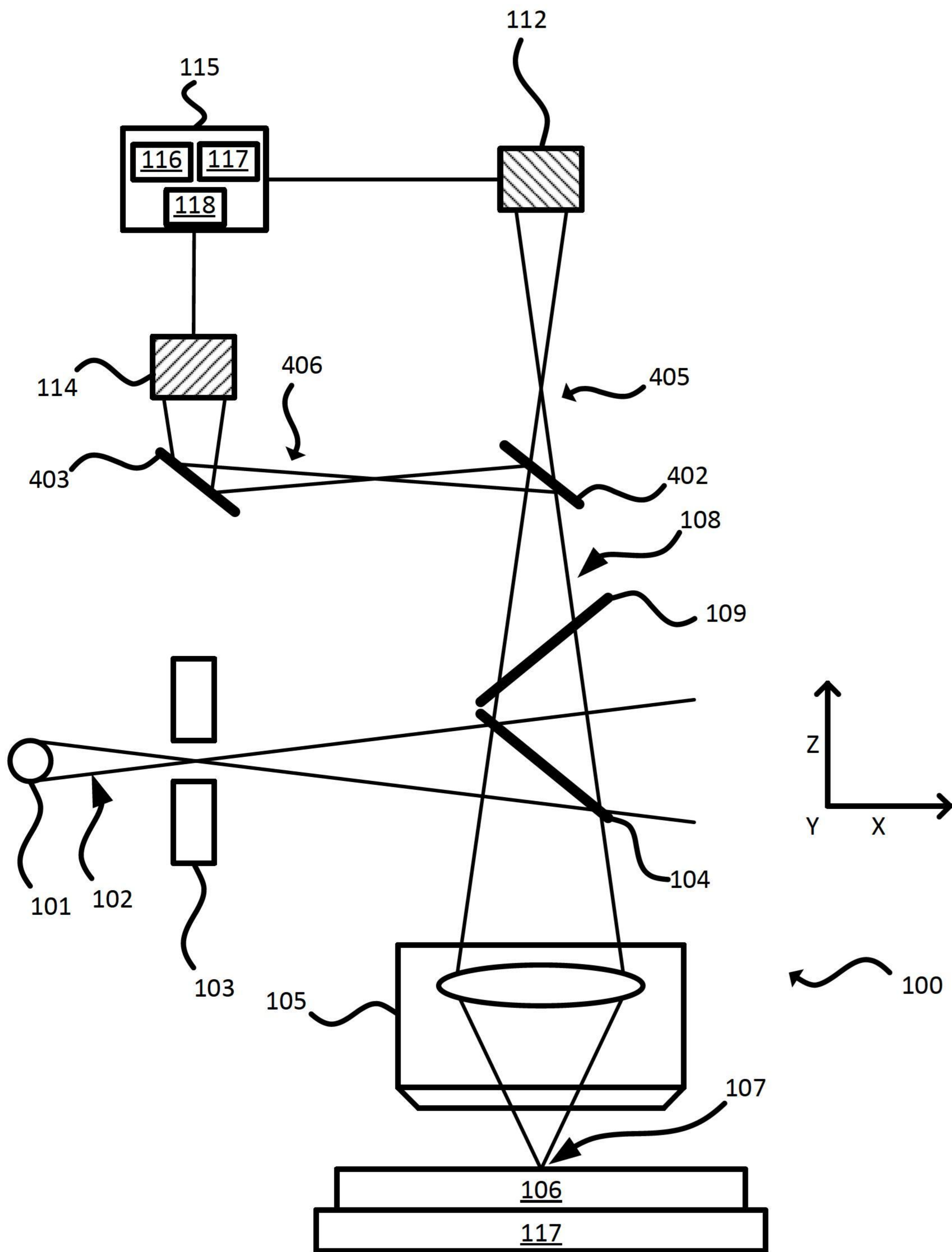
【第16項】

如請求項12之方法，其中藉由複數個該等感測器之一者接收該兩行光之各者。

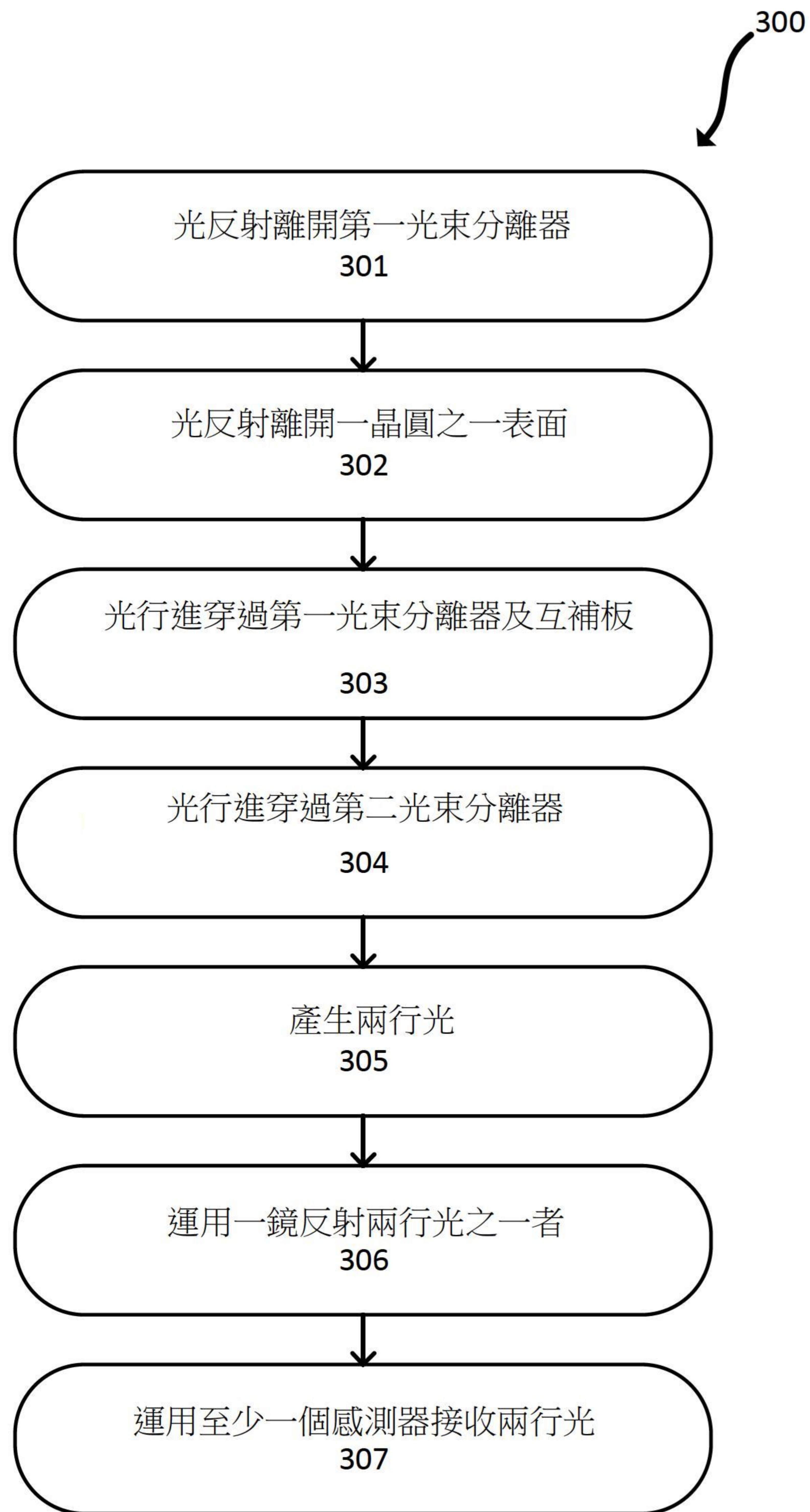
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



【圖3】