



(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 I734761 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：106110247

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 28 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/66 (2006.01)* *G06T7/00 (2017.01)*

(30)優先權：2016/03/28 美國 62/314,276

2016/09/02 美國 15/255,605

(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)；妮可雷德思 蕾娜 NICOLAIDES, LENA (US)；霍恩 保羅 HORN, PAUL (US)；葛雷茲 理查 GRAETZ, RICHARD (CA)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200526925A

TW 200604491A

TW 200700694A

US 2009/0142673A1

US 2012/0026492A1

審查人員：邱迺軒

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：9 共 33 頁

(54)名稱

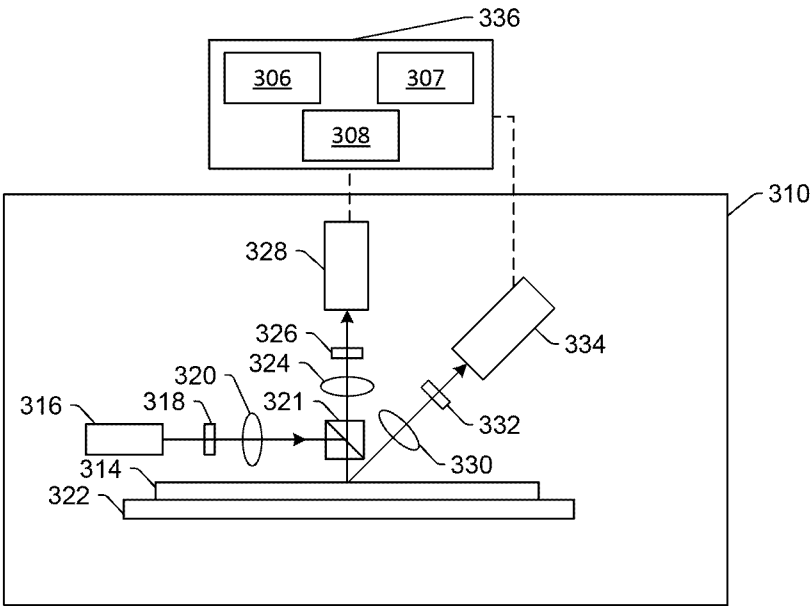
用於全表面薄膜度量之系統及方法

(57)摘要

本發明揭示一種系統，其經組態以對一晶圓之一前表面、與該前表面相對之一後表面及/或該前表面與該後表面之間的一邊緣執行度量。此可提供有關該晶圓之該後表面的全晶圓度量及/或薄膜之度量。在一實例中，可使用自一晶圓之一後表面出射之一亮場光之一灰階影像與一參考晶圓之灰階影像的一比率而判定受測試之該晶圓之該後表面上之一薄膜的厚度及/或光學性質。

A system is configured to perform metrology on a front surface, a back surface opposite the front surface, and/or an edge between the front surface and the back surface of a wafer. This can provide all wafer metrology and/or metrology of thin films on the back surface of the wafer. In an example, the thickness and/or optical properties of a thin film on a back surface of a wafer can be determined using a ratio of a greyscale image of a bright field light emerging from the back surface of the wafer under test to that of a reference wafer.

指定代表圖：



【圖7】

符號簡單說明：

- 306:處理器
- 307:儲存裝置
- 308:通信埠
- 310:輸出獲取子系統
- 314:晶圓
- 316:光源
- 318:光學元件
- 320:透鏡
- 321:光束分離器
- 322:載台
- 324:收集器
- 326:元件
- 328:偵測器
- 330:收集器
- 332:元件
- 334:偵測器



公告本

I734761

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於全表面薄膜度量之系統及方法

【英文發明名稱】

SYSTEM AND METHOD FOR ALL SURFACE FILM
METROLOGY

【中文】

本發明揭示一種系統，其經組態以對一晶圓之一前表面、與該前表面相對之一後表面及/或該前表面與該後表面之間的一邊緣執行度量。此可提供有關該晶圓之該後表面的全晶圓度量及/或薄膜之度量。在一實例中，可使用自一晶圓之一後表面出射之一亮場光之一灰階影像與一參考晶圓之灰階影像的一比率而判定受測試之該晶圓之該後表面上之一薄膜的厚度及/或光學性質。

【英文】

A system is configured to perform metrology on a front surface, a back surface opposite the front surface, and/or an edge between the front surface and the back surface of a wafer. This can provide all wafer metrology and/or metrology of thin films on the back surface of the wafer. In an example, the thickness and/or optical properties of a thin film on a back surface of a wafer can be determined using a ratio of a greyscale image of a bright field light emerging from the back surface of the wafer under test to that of a reference wafer.

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

306	處理器
307	儲存裝置
308	通信埠
310	輸出獲取子系統
314	晶圓
316	光源
318	光學元件
320	透鏡
321	光束分離器
322	載台
324	收集器
326	元件
328	偵測器
330	收集器
332	元件
334	偵測器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於全表面薄膜度量之系統及方法

【英文發明名稱】

SYSTEM AND METHOD FOR ALL SURFACE FILM
METROLOGY

【技術領域】

本發明係關於晶圓檢測及度量。

【先前技術】

晶圓檢測及度量系統藉由偵測在製造程序期間發生之缺陷而幫助一半導體製造商增加且維持積體電路(IC)晶片良率。檢測及度量系統之一個目的係監測一製造程序是否滿足規範。若該製造程序在既定規範範疇之外，則檢測及度量系統可指示問題及/或該問題之來源，接著該半導體製造商可解決該問題及/或該問題之來源。

半導體製造工業之演進對良率管理且尤其對度量及檢測系統的需求越來越大。臨界尺寸在縮小，而晶圓大小在增大。經濟性在驅動工業縮短達成高良率、高價值生產之時間。因此，最小化自偵測一良率問題至修復該問題之總時間判定該半導體製造商之投資回報。

半導體晶圓可包含厚度可小於1 nm至若干 μm 之薄膜，諸如氧化物或氮化物。在一晶圓上，該薄膜可存在於該前表面(其通常包含額外層或半導體裝置)、該前表面相對之後表面或該前表面與該後表面之間之一邊緣上。化學氣相沈積(CVD)、物理氣相沈積(PVD)、原子層沈積(ALD)及磊晶係可用來形成此一薄膜之四種技術，但其他技術亦係可行的。

此等薄膜之厚度可影響裝置效能或良率。半導體製造商通常想要檢

測或量測該薄膜且尤其判定該薄膜之厚度及性質。然而，判定厚度及(例如)光學性質可係具有挑戰性的。存在於一半導體晶圓之該邊緣或後表面上之薄膜尤為如此。當前，不存在尤其當該前表面經圖案化且無法放置於一晶圓卡盤上時，對一晶圓之該後表面進行度量之方法。亦不存在提供「全晶圓表面度量」或對該晶圓之全表面進行度量的方法。特定言之，無技術可在製造環境中提供後表面薄膜度量。因此，所需要的係經改良之度量硬體技術。

【發明內容】

在一第一實施例中，提供一種系統。該系統包括：一載台，其經組態以固持一晶圓；至少一個光源，其經組態以在該載台上之該晶圓之一前表面、與該前表面相對之一後表面及該前表面與該後表面之間之一邊緣處引導至少一個光束；至少三個偵測器，其等經組態以接收經反射離開該前表面、該後表面及該邊緣之該光束；及一控制器，其與感測器電子通信。該控制器經組態以對該前表面、該後表面及該邊緣執行度量。該系統可包含該等光源之三者。該光源可包含至少一個有色發光二極體。該控制器可經組態以基於使用該等偵測器判定之檢測結果而執行度量。

該控制器可包括一處理器，且該處理器可經程式化以藉由使用一硬體模型、一第一薄膜堆疊模型及一第二薄膜堆疊模型量測自該晶圓之該後表面出射之亮場光的一灰階影像與一參考晶圓之一比率而判定該晶圓之該後表面上的該薄膜之一厚度。該硬體模型包含一系統之硬體參數。該第一薄膜堆疊模型對應於該參考晶圓。該第二薄膜堆疊模型對應於該晶圓。

在一第二實施例中，提供一種方法。該方法包括校準用於一晶圓之一前表面、與該前表面相對之一後表面及該前表面與該後表面之間的一邊

緣之度量之一度量系統。使用該度量系統對該晶圓之該前表面、與該前表面相對之該後表面及該前表面與該後表面之間之該邊緣執行度量。可使用三個光源照明該晶圓，使得該等光源之一者用於該前表面、該等光源之一者用於該後表面及該等光源之一者用於該邊緣。可使用三個偵測器自該前表面、該後表面及該邊緣接收光。可使用該前表面、該後表面及該邊緣之檢測結果執行該度量。

在一第三實施例中，提供一種方法。該方法包括：提供包含一系統之硬體參數之一硬體模型；提供至少一第一薄膜堆疊模型及一第二薄膜堆疊模型；照明具有該後表面上之該薄膜的該晶圓；使用一感測器偵測自具有使用該薄膜之該晶圓之該後表面出射之一亮場光的一灰階影像；將該灰階影像傳達至一處理器；及使用該處理器，藉由將使用該硬體模型之自該晶圓之該後表面出射的該亮場光之該灰階影像之一量測比率與使用該第一薄膜堆疊模型及該第二薄膜堆疊模型之該灰階影像之一模擬比率匹配而判定該晶圓之該後表面上之該薄膜的一厚度。該第一薄膜堆疊模型對應於一參考晶圓且該第二薄膜堆疊模型對應於具有一後表面上之一薄膜之一晶圓。該等硬體參數可包含入射角、光之波長及一偏光調節元件之參數之至少一者。

可使用一裸晶圓或使用具有一已知厚度之一薄膜之一晶圓校準該系統。

該亮場光可包含來自一紅色發光二極體、一綠色發光二極體及一藍色發光二極體之光。該亮場光可包含來自一或多個二極體雷射之光。

使用該處理器，可判定該薄膜之光學性質。

在判定之前可已知一薄膜材料及該薄膜之光學性質。

【圖式簡單說明】

為更全面瞭解本發明之性質及目的，應對結合附圖進行之下文詳細描述進行參考，其中：

圖1係繪示根據本發明之一方法之一實施例的一流程圖；

圖2係在晶圓視圖下包含來自紅色、綠色及藍色通道之資料之一經蝕刻薄膜晶圓的一後表面上之一灰階比率之一系列例示性影像；

圖3係在晶粒視圖下具有來自紅色、綠色及藍色通道之資料之一經蝕刻薄膜晶圓的一後表面上之灰階比率之一系列例示性影像；

圖4係在晶圓視圖下使用根據本發明之一實施例自紅色、綠色及藍色通道的一灰階比率計算之一經蝕刻薄膜晶圓之該後表面上的薄膜厚度之一例示性影像；

圖5係在晶粒視圖下使用根據本發明之一實施例自紅色、綠色及藍色通道的一灰階比率計算之一經蝕刻薄膜晶圓之該後表面上的薄膜厚度之一例示性影像；

圖6係繪示根據本發明之一方法之一第二實施例的一流程圖；

圖7係根據本發明之一系統之一方塊圖；

圖8係繪示根據本發明之一薄膜堆疊模型之一實施例的一流程圖，其中資料以灰色方框展示且演算法特徵以白色方框展示；及

圖9係根據本發明之另一系統之一方塊圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

本申請案主張2016年3月28日申請且被指定為美國申請案第62/314,276號之臨時專利申請案，該案之揭示內容以引用方式併入本文

中。

儘管將就特定實施例描述所主張標的物，然其他實施例(包含未提供本文中所闡述之所有好處及特徵之實施例)亦在本發明之範疇內。可在不脫離本發明之範疇之情況下作出各種結構、邏輯、程序步驟及電子改變。相應地，僅藉由參考隨附發明申請專利範圍界定本發明之範疇。

如本文中所揭示之度量硬體可用來量測晶圓之全表面上之薄膜的厚度，全表面包含一晶圓之頂部表面、斜面、邊緣頂端及背側。儘管該晶圓之該邊緣頂端及後表面通常未經圖案化，然在頂部及上斜表面上之薄膜厚度可經圖案化或未經圖案化。

具有全表面處之高取樣密度之度量在半導體工業中越來越重要。在一空白晶圓之頂部表面上之一薄膜堆疊的絕緣體上矽(SOI)厚度係一臨界尺寸。一5埃厚度變動可導致高達15%之裝置時間變動，因此可需要在所有空間頻率下量測厚度。在執行化學機械拋光(CMP)時，該頂部表面處之剩餘厚度係裝置效能及產品良率之一臨界參數。邊緣厚度對尤其在微影步驟中理解及改良邊緣良率亦係越來越重要。此外，累積於一晶圓之該後表面上之薄膜可影響該晶圓良率，此係因為彼等薄膜可影響在電漿腔室中之蝕刻速率或當放置於一靜電卡盤(諸如，一ESD卡盤)上時出錯。在另一例項中，一晶圓之一後表面上之一薄膜歸因於在晶圓處置期間之粒子之產生而導致污染。

在一第一實施例中，量測一晶圓之後表面上之薄膜厚度。圖1係繪示此方法之一實施例之一流程圖。提供100包含一系統之硬體參數之一硬體模型。該硬體模型可包含描述該硬體之特性之參數，諸如入射角(AOI)、樣本上照明之該光源之波長、偏光調節元件之參數等。為建構該硬體模

型，以下步驟可能發生。第一，可建構一數學模型以描述其中引入系統參數(例如，AOI)之該系統。第二，可藉由一校準程序判定彼等參數。此校準程序可包含使已知樣本運行穿過該系統以找出系統參數(例如，AOI)之值。第三，進行量測。在受測試樣本上取得灰階資料且應用一系統模型(其可包含所儲存參數)以找出樣本參數(例如，薄膜厚度)。該等系統參數可在校準之後保存於系統電腦中，且可在需要時被讀取至該系統模型中以計算樣本參數。可在一校準程序(諸如，圖6中之校準200)期間提供此硬體模型。

返回至圖1，提供101至少一第一及第二薄膜堆疊模型。該第一薄膜堆疊模型對應於一參考晶圓且該第二薄膜堆疊模型對應於具有待判定或分析之一後表面上之一薄膜的一晶圓。例如，一個薄膜堆疊模型對應於一已知參考晶圓，諸如一裸矽晶圓或具有一已知厚度之一薄膜之晶圓。該第二薄膜堆疊模型對應於被測試晶圓。該等薄膜堆疊模型包含用來計算該等薄膜之厚度及薄膜及基板之光學性質的參數。轉換模型參數及物理樣本量(諸如厚度或光學性質)之公式係用戶可編輯之數學表達式，該等數學表達式可係一線性函數或一複雜非線性關係。圖8展示該等薄膜堆疊模型之程序流程之一實例。儘管圖8係關於一種SOI晶圓，然此技術可與其他薄膜或其他類型之晶圓一起使用。

返回至圖1，照明102該晶圓。使用一感測器，偵測103自該晶圓之該後表面出射之一亮場光的一灰階影像。可量測一晶圓之任何表面。照明待量測之表面且將經反射資料記錄為灰階資料。可取決於對該晶圓之頂部、邊緣或後表面之量測而夾緊該晶圓。硬體組態可包含美國專利案第7,782,452號之特徵，該案之全部內容以引用方式併入本文中。可將該灰

階影像傳達104至一處理器。

使用該處理器，藉由量測自具有該第二薄膜堆疊之受測試晶圓之該後表面出射的亮場光之灰階與具有該第一薄膜堆疊之一已知晶圓之灰階的一比率且使用該硬體模型、該第一薄膜堆疊模型及該第二薄膜堆疊模型而判定105該晶圓之該後表面上之該薄膜的一厚度。該比率可係一經數位化灰階值。

在圖2及圖3中可見例示性灰階比率。在圖4及圖5中可見例示性經計算薄膜厚度。圖3包含圖2之一小截面面積，且圖5係圖4之一截面。該比率係針對三個不同照明色彩之未知樣本對一已知樣本之一逐像素基礎的灰階值。圖4及圖5中之厚度係在矽之頂部上之一例示性氧化物層，且圖4及圖5展示經計算例示性氧化物薄膜厚度。

一演算法可用來分析比率信號以提取薄膜參數，諸如薄膜之厚度及/或光學性質。例如，該演算法可不斷地調整一未知樣本之厚度以找出針對一經量測比率之最佳匹配模擬比率信號。在此實例中，可已知該薄膜之光學性質或材料。

量測自一晶圓之背側出射之亮場光的相對灰階以判定薄膜厚度。例如，此可係相對於一已知晶圓(諸如，一背側拋光裸矽晶圓)之來自一或多個受測試晶圓之後表面之灰階的比率。可使用相同硬體(諸如，由加利福尼亞州苗必達市KLA-Tencor公司製造之一BSI模組)進行兩個信號之量測。可使用由一配方(諸如，紅色、綠色及藍色LED照明器)設定之波長之任何組合來量測該比率。

一校準程序可用來判定該硬體模型之參數。該校準程序包含工具型(on-tool)及離線步驟兩者。離線程序可依組件級執行，諸如使用一工具光

譜儀量測LED波長。在組裝該模組之後執行工具型程序。一典型程序可係對一或多個已知(由參考工具量測或由廠商驗證)樣本之量測。該演算法之部分可用來將此等校準程序之結果轉換成該硬體模型之參數。該等硬體參數通常不依賴於受測試樣本。因此，當將該系統應用至新型應用(例如，具有一不同薄膜堆疊)時無需新的校準程序。

一資料提取演算法可用來分析該受測試晶圓之經量測灰階比率，且藉由使用本文中所提及之該硬體模型及校準參數輸出所需薄膜參數(關於厚度及/或光學性質)。在一實例中，若已知該薄膜厚度，則可判定光學性質。在另一實例中，若已知該等光學性質，則可判定薄膜厚度。可能難以在一個量測中判定三個以上未知參數(例如，厚度或光學性質)。該光學性質可係折射率、吸收係數或另一性質。

圖6係繪示此方法之一第二實施例之一流程圖。在此實施例中，可組態硬體提供針對一晶圓之頂部、邊緣及後表面之任何組合的度量能力。平台可經組態以提供全表面檢測及全表面度量，其中選用組態用來覆蓋一晶圓之頂部、邊緣及後表面上之所需表面的任何組合。特定言之，可執行後表面度量及檢測。

該檢測系統經修改以實現全表面同時監測及度量及/或同時後表面度量及檢測。例如，可將一或多個有色LED添加至該系統以覆蓋更多應用空間。一或多個模組之設計型態可經組態以改良度量效能，諸如光源及/或偵測器穩定性增強及雜訊位準減小。

在圖6之實施例中，校準200該檢測系統用於該前、後及邊緣表面之度量。接著使用一系統對該前、後及邊緣表面執行201度量以同時執行檢測及度量。該系統可具有包含用於該前表面之檢測之一者、用於該邊緣表

面之檢測之一者及用於該後表面之檢測之另一者的獨立模型。出於度量目的，可再使用來自檢測之資料。由於該三個模組係獨立的，故該系統可經組態以包含該三個模組之任何組合，以覆蓋前、邊緣及後表面應用之任何組合。

具有全表面同時度量及檢測之系統可大致類似於當前檢測及再檢測系統操作，但是可能需要檢測額外表面。例如，可使用美國專利案第8,422,010號或美國專利案第8,611,639號中所教示之技術或組件執行度量或檢測，該等專利案之揭示內容全文以引用方式併入本文中。在一例項中，度量係基於檢測結果。亦可執行額外校準程序，諸如圖1中可見之程序。

經操縱影像資料可變動。出於檢測目的，當僅使用一種色彩時，可逐刈幅處理資料。在一度量檢測(metropection)模式中，可需要多色彩影像來計算最終薄膜參數。在完成所有色彩之資料獲取之前，可需要資料緩衝器來保存中間影像。

一系統可包含本文中揭示之演算法以及提供量測結果之呈現。

本文中描述之實施例可包含一系統或可由該系統執行。圖7中展示此一系統之一個實施例。該系統包含一輸出獲取子系統，該輸出獲取子系統包含至少一能量源及一偵測器。該能量源經組態以產生被引導至一晶圓之能量。該偵測器經組態以偵測來自該晶圓之能量且回應於經偵測能量產生輸出。

在一實施例中，經引導至該晶圓之該能量包含光，且自該晶圓偵測之該能量包含光。例如，在圖7中所展示之該系統之實施例中，輸出獲取子系統310包含經組態以將光引導至晶圓314之一照明子系統。該照明子

系統包含至少一個光源。例如，如圖7中所展示，該照明子系統包含光源316。在一項實施例中，該照明子系統經組態以依一或多個入射角(其可包含一或多個斜角及/或一或多個垂直角)將該光引導至晶圓314。例如，如圖7中所展示，來自光源316之光被引導穿過光學元件318且接著透鏡320至光束分離器321，該光束分離器321依一垂直入射角將光引導至晶圓314。該入射角可包含任何適合入射角，其可取決於(例如)該晶圓之特性而變動。

如本文中所使用，術語「晶圓」大致係指由一半導體或非半導體材料形成之基板。此一半導體或非半導體材料之實例包含(但不限於)：單晶矽、氮化鎵、砷化鎵、磷化銮、藍寶石及玻璃。此等基板通常可見於半導體製造設施中及/或在半導體製造設施中予以處理。

一晶圓可包含形成於一基板上之一或多個層。例如，此等層可包含(但不限於)：一光阻劑、一介電材料、一導電材料及一半導體材料。此項技術中已知許多不同類型之此等層，且如本文中所使用之術語晶圓意欲涵蓋包含全部類型之此等層之一晶圓。

形成於一晶圓上之一或多個層可經圖案化或未經圖案化。例如，一晶圓可包含複數個晶粒，各晶粒具有可重複圖案化特徵或週期性結構。此等材料層之形成及處理可最終導致成品裝置。許多不同類型的裝置可形成於一晶圓上，且如本文中所使用之術語晶圓旨在涵蓋其上製造此項技術中熟知之任何類型的裝置之一晶圓。

儘管該系統使用經反射離開晶圓314之前表面之光展示一光源316及偵測器328、334，然額外光源及/或偵測器可與經反射離開該邊緣及後表面之光一起使用。因此，在具有至少一個光源之該系統中可存在三組偵測

器。例如，該系統中可存在三組光源及偵測器。圖9展示具有固持於一載台322之一晶圓314及三個模組401、402、403之一例示性系統。各模組401、402、403可包含一光源及一偵測器，諸如相對於圖7所描述之彼等。模組401照明晶圓314之一前表面且偵測來自晶圓314之該前表面之光。模組402照明晶圓314之一邊緣且偵測來自晶圓314之該邊緣之光。模組403照明晶圓314之一後表面且偵測來自晶圓314之該後表面之光。模組401、402、403之各者可與一控制器通信。

返回至圖7，該照明子系統可經組態以在不同時間依不同入射角將光引導至該晶圓。例如，該輸出獲取子系統可經組態以變更該照明子系統之一或多個元件之一或多個特性，使得該光可依不同於圖7中所展示之入射角之一入射角被引導至該晶圓。在一項此實例中，該輸出獲取子系統可經組態以移動光源316、光學元件318及透鏡320，使得該光依一不同入射角被引導至晶圓314。

在一些例項中，該輸出獲取子系統可經組態以同時依一個以上入射角將光引導至該晶圓。例如，該照明子系統可包含一個以上照明通道。該等照明通道之一者可包含如圖7中所展示之光源316、光學元件318及透鏡320，且該等照明通道之另一者(未展示)可包含類似元件，該等元件可經不同或相同組態，或可包含至少一光源且可包含一或多個其他組件(諸如本文中進一步描述之彼等組件)。若此光與另一光同時被引導至該晶圓，則依不同入射角被引導至該晶圓之光之一或多個特性(例如，波長、偏光等等)可不同，使得由依該等不同入射角之該晶圓之照明產生之光可在(若干)偵測器處彼此區別。

在另一例項中，該照明子系統可僅包含一個光源(例如，圖7中所展

示之源316)且來自該光源之光可藉由該照明子系統之一或多個光學元件(未展示)分離成不同光學路徑(例如，基於波長、偏光等)。接著，可將該等不同光學路徑之各者中之光引導至該晶圓。多個照明通道可經組態以同時或在不同時間(例如，當不同照明通道用來依序照明該晶圓時)將光引導至該晶圓。在另一例項中，相同照明通道可經組態以在不同時間使用不同特性將光引導至該晶圓。例如，在一些例項中，光學元件318可經組態為一光譜濾光器且該光譜濾光器之性質可以多種不同方式(例如，藉由換出該光譜濾光器)改變，使得不同波長之光可在不同時間被引導至該晶圓。該照明子系統可具有技術中已知之用於依序或同時將具有不同或相同特性之光依不同或相同入射角引導至該晶圓的任何其他適合組態。

在一項實施例中，光源316可包含一寬頻帶電漿(BBP)光源。依此方式，藉由該光源產生且被引導至該晶圓之光可包含寬頻帶光。然而，該光源可包含任何其他適合光源(諸如一雷射)。該雷射可包含技術中已知之任何適合雷射且可經組態以依技術中已知之任何適合波長或若干波長產生光。此外，該雷射可經組態以產生單色或幾乎單色之光。依此方式，該雷射可係一窄頻帶雷射。該光源亦可包含依多個離散波長或波帶產生光之一多色光源。光源316可係一寬光譜源(諸如一白光源)，或一更窄光譜源(諸如，一紅光、藍光或綠光源)。可使用一個以上光源，使得該系統可利用具有不同模態之影像。

可藉由透鏡320將來自光學元件318之光聚焦至光束分離器321。儘管透鏡320在圖7中被展示為一單一折射光學元件，但應瞭解實務上透鏡320可包含組合地將來自該光學元件光聚焦至該晶圓之數個折射及/或反射光學元件。圖7中展示及本文所描述之該照明子系統可包含任何其他適合光

學元件(未展示)。此等光學元件之實例包含但不限於(若干)偏光組件、(若干)光譜濾光器、(若干)空間濾光器、(若干)反射光學元件、(若干)變跡器、(若干)光束分離器、(若干)孔徑及類似者，其等可包含技術中已知之任何此等適合光學元件。此外，該系統可經組態以基於欲用於輸出獲取之照明之類型變更該照明子系統之元件之一或多者。

該輸出獲取子系統亦可包含經組態以引起光掃描遍及晶圓之一掃描子系統。例如，該輸出獲取子系統可包含載台322，在輸出獲取期間晶圓314被安置於該載台322上。該掃描子系統可包含可經組態以移動晶圓314，使得光可掃描遍及該晶圓之任何適合機械及/或機器人總成(其包含載台322)。此外或替代地，該輸出獲取子系統可經組態使得該輸出獲取子系統之一或多個光學元件執行光之某種掃描遍及晶圓314。該光可依任何適合方式掃描遍及該晶圓。

該輸出獲取子系統進一步包含一或多個偵測通道。該一或多個偵測通道之至少一者包含一偵測器，該偵測器經組態以偵測歸因於藉由該輸出獲取子系統照明晶圓314而來自晶圓314之光且回應於經偵測光產生輸出。例如，圖7中展示之該輸出獲取子系統包含兩個偵測通道，一個偵測通道藉由收集器324、元件326及偵測器328形成且另一個偵測通道藉由收集器330、元件332及偵測器334形成。如圖7中所示，兩個偵測通道經組態以依不同收集角度收集且偵測光。在一些例項中，一個偵測通道經組態以偵測鏡面反射光，且另一偵測通道經組態以偵測非自該晶圓鏡面反射(例如，散射、繞射等)之光。然而，該等偵測通道之兩者或更多者可經組態以偵測來自該晶圓之相同類型之光(例如，鏡面反射光)。儘管圖7展示包含兩個偵測通道之該輸出獲取子系統之一實施例，但該輸出獲取子系統

可包含一不同數目個偵測通道(例如，僅一個偵測通道或兩個或更多個偵測通道)。儘管該等收集器之各者在圖7中被展示為單一折射光學元件，但應瞭解該等收集器之各者可包含一或多個折射光學元件及/或一或多個反射光學元件。

該一或多個偵測通道可包含技術中已知之任何適合偵測器。例如，該等偵測器可包含光電倍增管(PMT)、CMOS裝置、電荷耦合裝置(CCD)及延時積分(TDI)攝影機。該等偵測器亦可包含技術中已知之任何其他適合偵測器。該等偵測器亦可包含非成像偵測器或成像偵測器。在一例項中，該等偵測器可組態為成像偵測器，該等成像偵測器經組態以產生成像信號或影像資料。因此，該系統可經組態以依數個方式產生本文中所描述之影像。

應注意，本文中提供圖7以大致繪示可包含於本文所描述之系統實施例中之一輸出獲取子系統之一組態。可變更本文中描述之輸出獲取子系統組態以使系統之效能最佳化，如在設計一商用系統時正常執行般。此外，本文所描述之該等系統可使用一現有輸出獲取子系統(例如，藉由將本文中所描述之功能性添加至一現有輸出獲取系統)(諸如可自加利福尼亞州苗必達市之KLA-Tencor公司購得之工具)實施。對於一些此等系統，本文所描述之方法可被提供為該輸出獲取系統之選用功能性(例如，除該輸出獲取系統之其他功能性外)。替代性地，本文所描述之該系統可經設計以提供一全新系統。

該系統之控制器336可依任何適合方式(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)耦合至該輸出獲取子系統之偵測器，使得在晶圓314之掃描期間，控制器336可接收由該等偵測器

產生之輸出。控制器336可經組態以使用如本文中所描述之該等偵測器之輸出來執行數個功能及本文中進一步描述之任何其他功能。此控制器可如本文中所描述般進一步組態。

若該系統包含一額外電腦子系統，則不同電腦子系統可耦合至彼此，使得可在如下文中進一步描述之電腦子系統之間發送影像、資料、資訊、命令等。例如，控制器336可藉由任何適合傳輸媒體(其可包含技術中已知之任何適合有線及/或無線傳輸媒體)耦合至另一(若干)電腦子系統(未繪示)。亦可藉由一共用電腦可讀儲存媒體(未展示)有效地耦合兩個或更多個此等電腦子系統。

控制器336可包含一處理器306、與處理器306電子通信之一儲存裝置307及與處理器306電子通信之一通信埠308。應瞭解，實務上可藉由硬體、軟體及韌體之任何組合實施控制器336。例如，通信埠308可係一網路埠，諸如一乙太網路埠或一無線乙太網路埠。在一例項中，通信埠308可係(例如)至輸出獲取子系統310之一序列介面。又，如本文中所描述之其功能可藉由一個單元執行，或在不同組件間劃分，不同組件之各者可繼而藉由硬體、軟體及韌體之任何組合而執行。供控制器336用來實施本文中所描述之各種方法及功能之程式碼或指令可儲存於控制器336內部、控制器336外部或其之組合之控制器可讀儲存媒體(諸如一記憶體)中。

控制器336可執行度量或判定薄膜厚度及/或光學性質。例如，控制器336可執行圖1、圖6或圖8之步驟。控制器336亦可執行本文中揭示之其他步驟或技術。

控制器336可依任何適合方式(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)耦合至該等偵測器，使得控制器

336可接收由輸出獲取子系統310產生之輸出。控制器336可經組態以使用該等偵測器之輸出執行數個功能。可由控制器336藉由將一些程序控制或相符演算法及/或方法應用至由該等偵測器產生之輸出而執行晶圓303之檢測或度量。例如，可判定薄膜厚度或光學性質。

本文中所描述之控制器336、其他(若干)系統或其他(若干)子系統可採用各種形式，包含一個人電腦系統、影像電腦、主機電腦系統、工作站、網路器具、網際網路器具或其他裝置。一般言之，術語「處理器」可經寬泛地定義以涵蓋具有一或多個處理器之任何裝置，該一或多個處理器執行來自一記憶體媒體之指令。該(等)子系統或該(等)系統亦可包含技術中已知之任何適合處理器，諸如，一平行處理器)。此外，該(等)子系統或該(等)系統可包含具有高速處理及軟體之一平台，作為一獨立或一網路化工具。

若該系統包含一個以上子系統，則不同子系統可耦合至彼此，使得可在該等子系統之間發送影像、資料、資訊、指令等。例如，一個子系統可藉由任何適合傳輸媒體(其可包含技術中已知之任何適合有線及/或無線傳輸媒體)耦合至額外(若干)子系統。亦可藉由一共用電腦可讀儲存媒體(未展示)有效地耦合此等子系統之兩者或更多者。

一額外實施例係關於非暫時性電腦可讀媒體，其儲存可在一控制器上執行以執行用於識別一晶圓上之異常性或偵測相符或不相符之一電腦實施方法之程式指令，如本文中所揭示。特定言之，如圖7中所展示，儲存裝置307或其他儲存媒體可含有包含可在控制器336上執行之程式指令之非暫時性電腦可讀媒體。該電腦實施方法可包含本文中所描述之任何(若干)方法之任何(若干)步驟。

實施方法(諸如本文中所描述之彼等方法)之程式指令可儲存於電腦可讀媒體(諸如儲存裝置307中)或其他儲存媒體上。該電腦可讀媒體可係一儲存媒體(諸如，一磁碟或一光碟、一磁帶或技術中已知之任何其他適合非暫時性電腦可讀媒體)。

該等程式指令可依各種方式之任一者實施，其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。例如，可視需要使用ActiveX控制項、C++物件、JavaBeans、微軟基礎類別(「MFC」)、SSE(資料流SIMD延伸)或其他技術或方法來實施程式指令。

控制器336可根據本文中所描述之實施例之任一者組態。在一例項中，處理器306經程式化以執行本文中所描述之方法之任一者。

儘管已關於一或多個特定實施例描述本發明，但將瞭解，在可不脫離本發明之範疇之情況下製作本發明之其他實施例。因此，本發明被視為僅受隨附發明申請專利範圍及其等之合理解釋限制。

【符號說明】

100	提供
101	提供
102	照明
103	偵測
104	傳達
105	判定
200	校準
201	執行
306	處理器

307	儲存裝置
308	通信埠
310	輸出獲取子系統
314	晶圓
316	光源
318	光學元件
320	透鏡
321	光束分離器
322	載台
324	收集器
326	元件
328	偵測器
330	收集器
332	元件
334	偵測器
401	模組
402	模組
403	模組

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於全晶圓表面度量之系統，其包括：

一載台，其經組態以固持一晶圓；

至少一個光源，其經組態以在該載台上之該晶圓之一前表面、與該前表面相對之一後表面及該前表面與該後表面之間的一邊緣處引導至少一個光束；

至少三個偵測器，其等經組態以接收經反射離開該前表面、該後表面及該邊緣之該至少一個光束並產生影像資料；及

一控制器，其與該等三個偵測器電子通信，其中該控制器經組態以使用該影像資料對該前表面、該後表面及該邊緣執行度量，其中該控制器包括一處理器，且該處理器經程式化以藉由使用一硬體模型、一第一薄膜堆疊模型及一第二薄膜堆疊模型量測自該晶圓之該後表面出射之亮場光的一灰階影像與一參考晶圓之一比率而判定該晶圓之該後表面上之一薄膜之一厚度，其中該硬體模型係以數學表達並包含該系統之硬體參數，該等硬體參數包含入射角、光之波長及一偏光調節元件之參數之至少一者且係建構自在受測試樣本上取得之灰階資料，其中該第一薄膜堆疊模型係以數學表達並對應於該參考晶圓，其中該第二薄膜堆疊模型係以數學表達並對應於該晶圓，且其中該第一薄膜堆疊模型及該第二薄膜堆疊模型之各者包含用以計算該薄膜之該厚度及該薄膜及該晶圓之光學性質之一參數。

【第2項】

如請求項1之系統，其中該系統包含該等光源之三者。

【第3項】

如請求項1之系統，其中該光源包含至少一個有色發光二極體。

【第4項】

如請求項1之系統，其中該控制器經組態以基於使用該三個偵測器判定之檢測結果而執行度量。

【第5項】

如請求項1之系統，其中該三個偵測器之各者係一光電倍增管、一CMOS裝置、一電荷耦合裝置或延時積分攝影機之一者。

【第6項】

如請求項1之系統，其中該控制器進一步經組態以使用該影像資料執行該晶圓之一檢測，且其中該檢測係與該度量同時被執行。

【第7項】

一種用於全晶圓表面度量之方法，該方法包括：

提供一硬體模型，其係以數學表達並包含一系統之硬體參數，其中該等硬體參數包含入射角、光之波長及一偏光調節元件之參數之至少一者，且其中該硬體模型係建構自在受測試樣本上取得之灰階資料；

提供至少一第一薄膜堆疊模型及一第二薄膜堆疊模型，其中該第一薄膜堆疊模型係以數學表達並對應於一參考晶圓且該第二薄膜堆疊模型係以數學表達並對應於具有一後表面上之一薄膜之一晶圓，其中該第一薄膜堆疊模型及該第二薄膜堆疊模型之各者包含用以計算該薄膜之該厚度及該薄膜及該晶圓之光學性質之一參數；

照明具有該後表面上之該薄膜的該晶圓；

使用一感測器偵測自具有使用該薄膜之該晶圓之該後表面出射之一亮場光的一灰階影像；

將該灰階影像傳達至一處理器；及

使用該處理器，藉由將使用該硬體模型之自該晶圓之該後表面出射的該亮場光之該灰階影像之一量測比率與使用該第一薄膜堆疊模型及該第二薄膜堆疊模型之該灰階影像之一模擬比率匹配而判定該晶圓之該後表面上之該薄膜的一厚度。

【第8項】

如請求項7之方法，其進一步包括使用一裸晶圓校準該系統。

【第9項】

如請求項7之方法，其進一步包括使用具有一已知厚度之一薄膜之一晶圓校準該系統。

【第10項】

如請求項7之方法，其中該亮場光包含來自一紅色發光二極體、一綠色發光二極體及一藍色發光二極體之光。

【第11項】

如請求項7之方法，其中該亮場光包含來自一或多個二極體雷射之光。

【第12項】

如請求項7之方法，其進一步包括使用該處理器判定該薄膜之光學性質。

【第13項】

如請求項7之方法，其中在該判定之前已知一薄膜材料及該薄膜之光學性質。

【第14項】

如請求項7之方法，其進一步包括在判定該厚度同時使用該處理器檢測該晶圓。

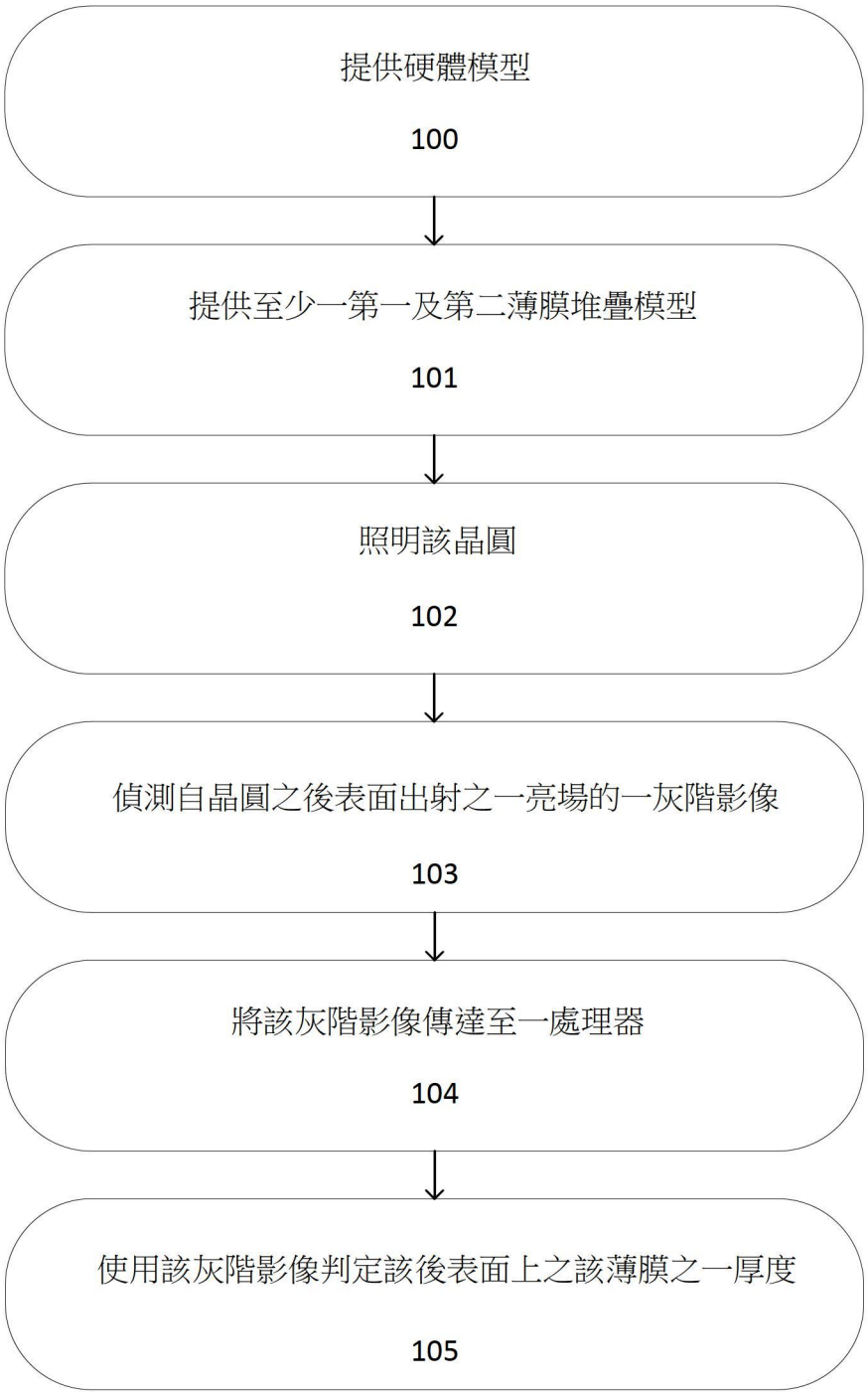
【第15項】

如請求項7之方法，其進一步包括在該後表面、一頂部表面及該晶圓之該前表面及該後表面之間之一邊緣上執行度量。

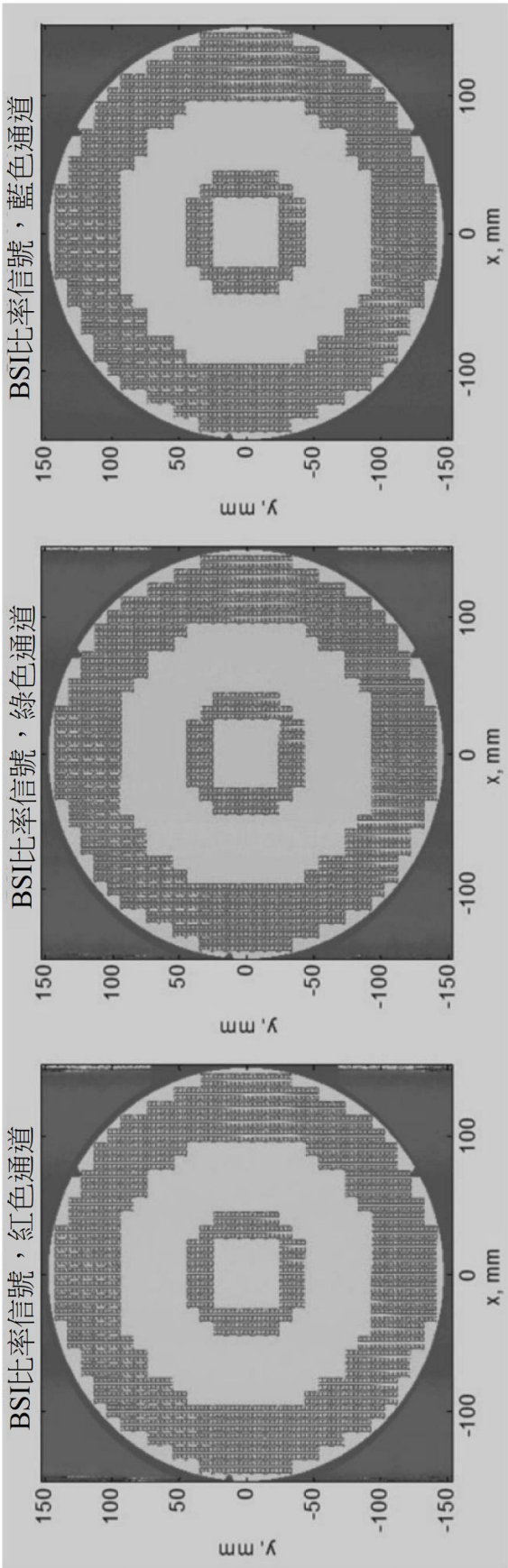
【第16項】

如請求項7之方法，其中該照明包含在該晶圓之一後表面、與該後表面相對之一前表面及該前表面與該後表面之間之一邊緣之各者處引導一光束。

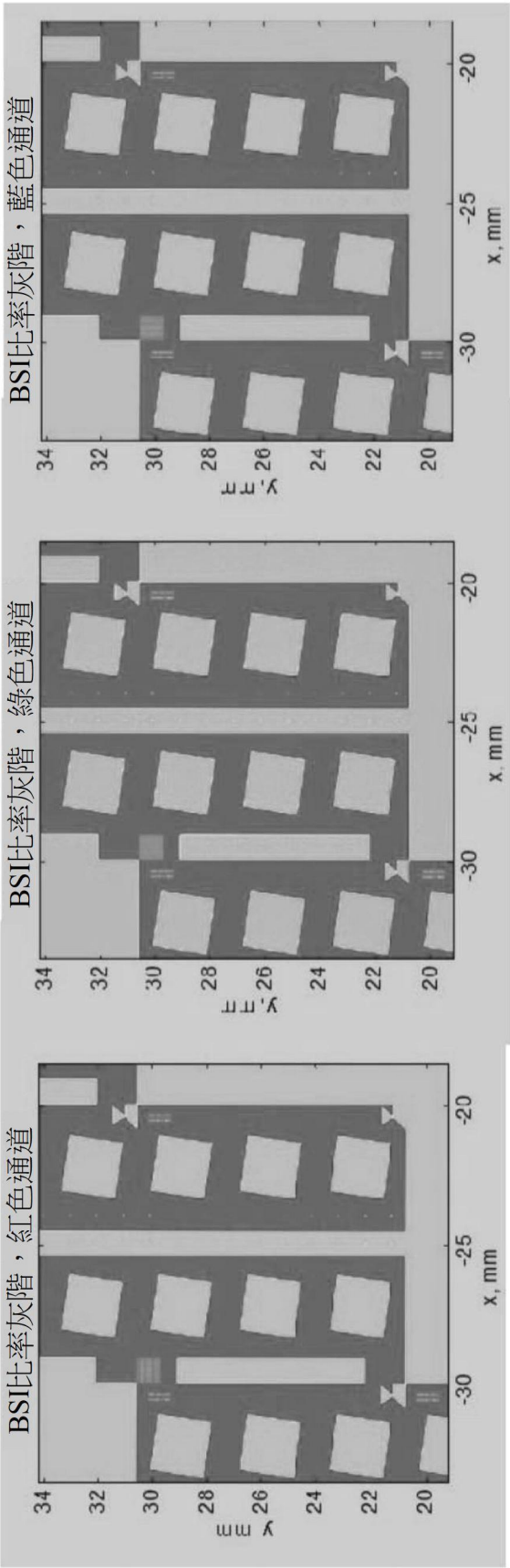
【發明圖式】



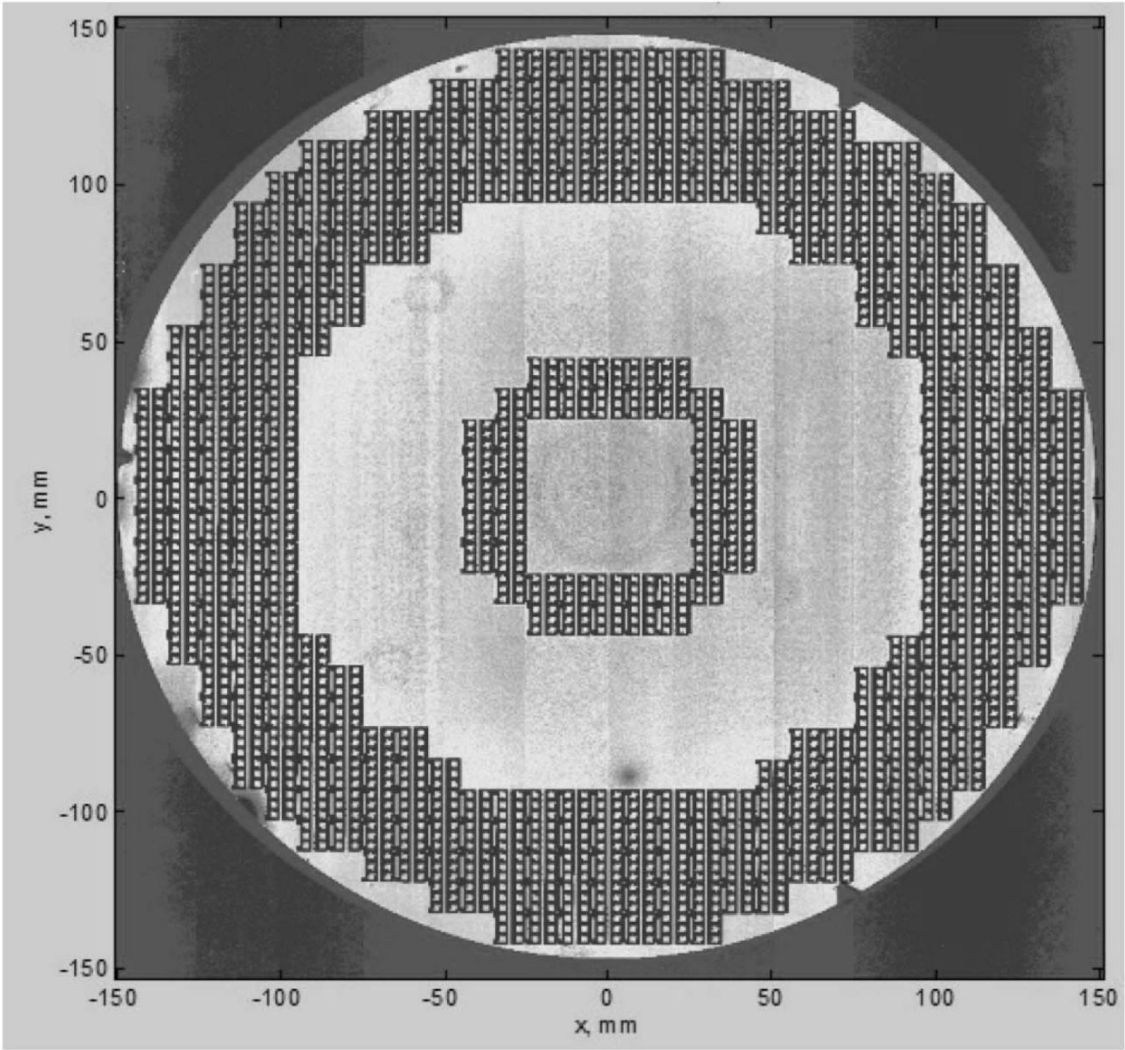
【圖1】



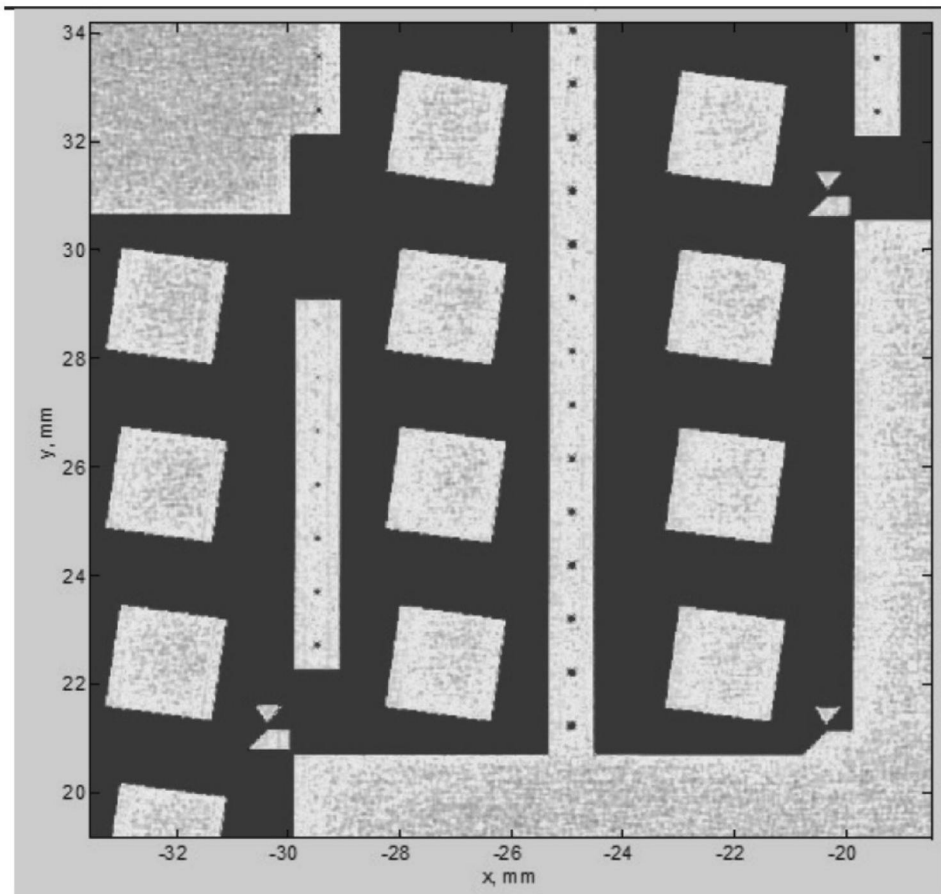
【圖2】



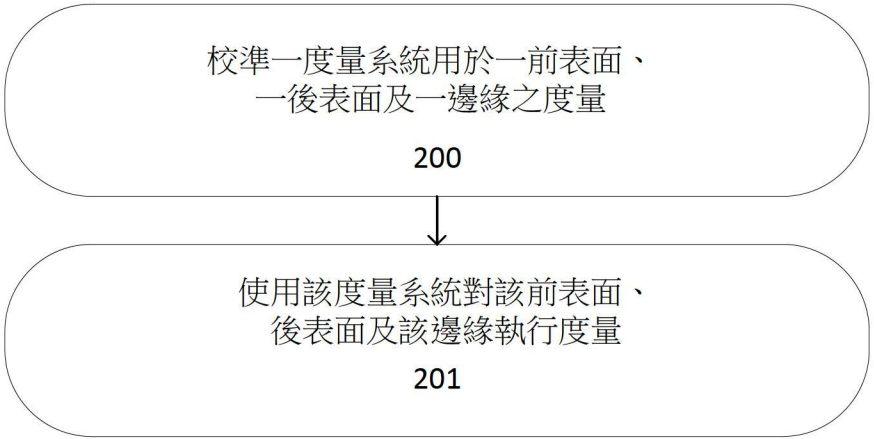
【圖3】



【圖4】

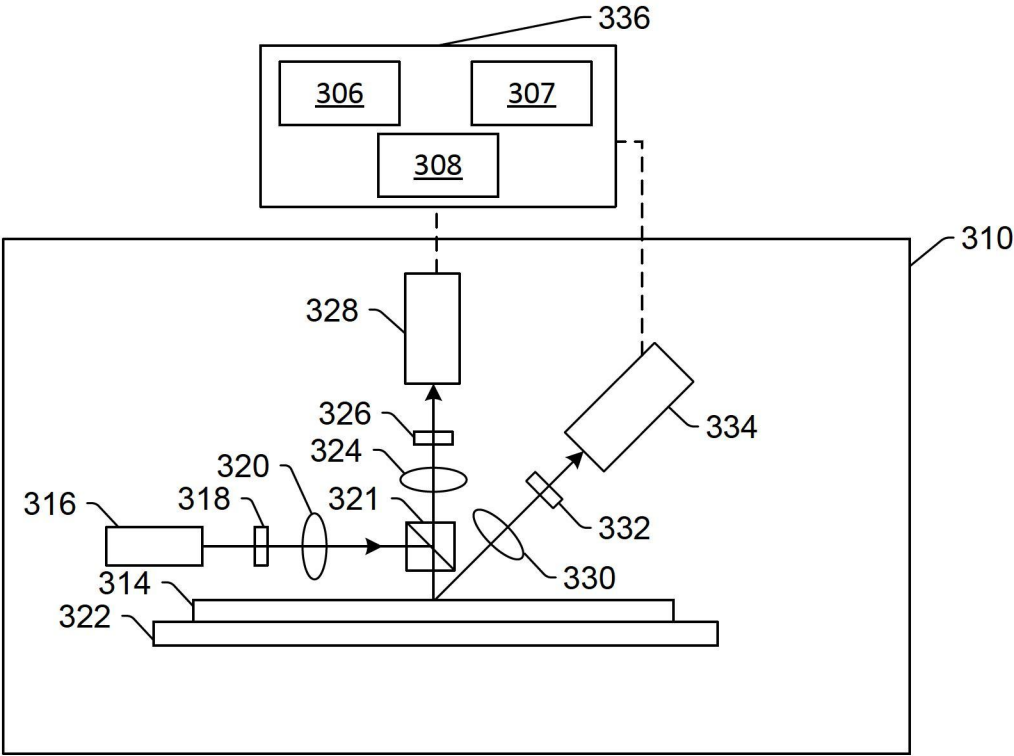


【圖5】

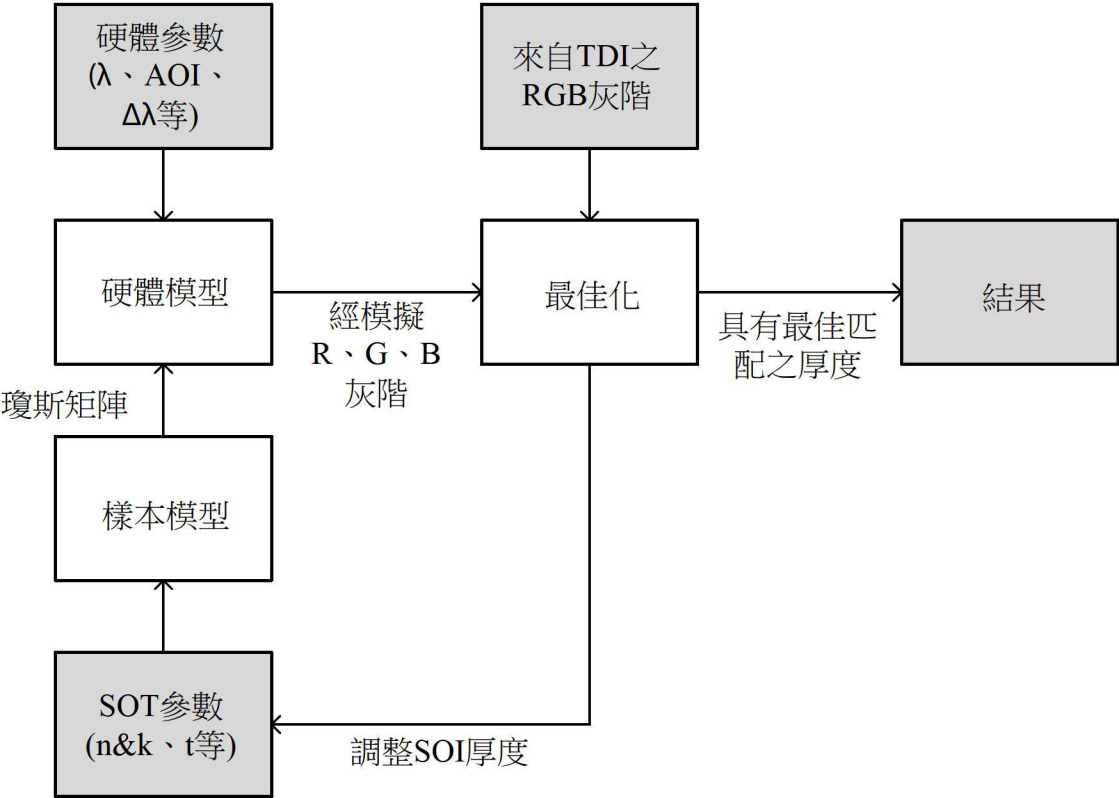


【圖6】

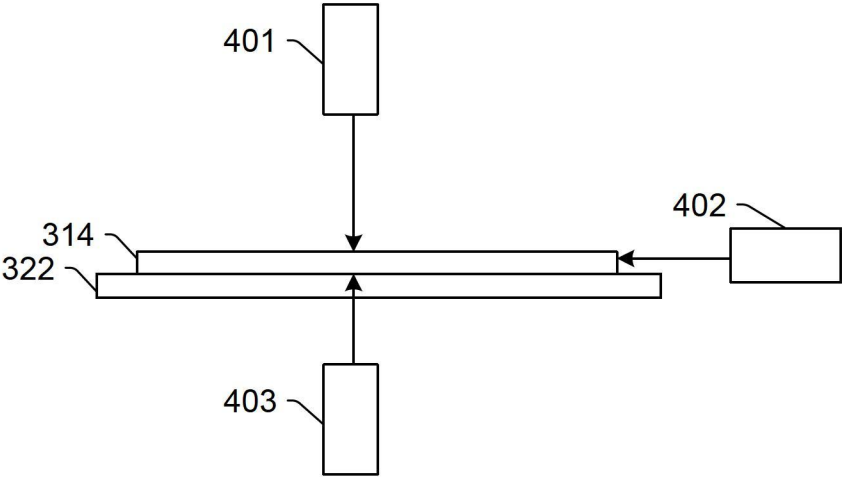
- -



【圖7】



【圖8】



【圖9】