



(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 I872283 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：110136643

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 10 月 01 日

(51)Int. Cl. : G01B11/00 (2006.01)

G06T7/33 (2017.01)

(30)優先權：2020/10/01 美國

17/060,372

(71)申請人：美商科磊股份有限公司 (美國) KLA CORPORATION (US)
美國(72)發明人：拉伯特 伊塔 LAVERT, ETAY (IL)；馬那森 阿農 MANASSEN, AMNON (IL)；
西門 由西 SIMON, YOSSI (IL)；山可 德思米特瑞 SANKO, DZMITRY (US)；
莎弗蘭妮 阿布納 SAFRANI, AVNER (IL)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201702588A

TW 201918806A

US 2016/0025650A1

US 2019/0228518A1

US 2019/0310080A1

US 2019/0378737A1

審查人員：曾錦豐

申請專利範圍項數：42 項 圖式數：4 共 44 頁

(54)名稱

用於疊對量測之系統及方法

(57)摘要

本發明揭示一種計量系統，其包含通信地耦合至一控制器之一或多個離焦成像計量子系統，該控制器具有經組態以接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像之一或多個處理器。該一或多個處理器可基於該複數個訓練影像產生一機器學習分類器。該一或多個處理器可接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇。該一或多個處理器可使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置。該一或多個處理器可：接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該等目標影像包含目標樣品之該一或多個目標特徵；及基於該一或多個目標影像判定疊對。

A metrology system includes one or more through-focus imaging metrology sub-systems communicatively coupled to a controller having one or more processors configured receive a plurality of training images captured at one or more focal positions. The one or more processors may generate a machine learning classifier based on the plurality of training images. The one or more processors may receive one or more target feature selections for one or more target overlay measurements corresponding to one or more target features. The one or more processors may determine one or more target focal positions based on the one or more target feature selections using the machine learning classifier. The one or more processors may receive one or more target images captured at the one or more target focal positions, the target images including the one or more target features of the target specimen, and determine overlay based thereon.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:疊對計量系統

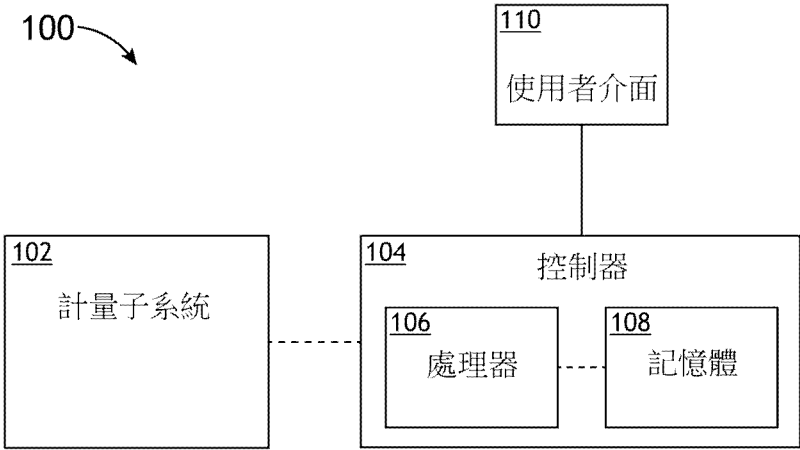
102:計量子系統/光學
檢測子系統

104:控制器

106:處理器

108:記憶體

110:使用者介面



【圖1】



公告本

I872283

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於疊對量測之系統及方法

【英文發明名稱】

SYSTEM AND METHOD OF OVERLAY MEASUREMENT

【中文】

本發明揭示一種計量系統，其包含通信地耦合至一控制器之一或多個離焦成像計量子系統，該控制器具有經組態以接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像之一或多個處理器。該一或多個處理器可基於該複數個訓練影像產生一機器學習分類器。該一或多個處理器可接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇。該一或多個處理器可使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置。該一或多個處理器可：接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該等目標影像包含目標樣品之該一或多個目標特徵；及基於該一或多個目標影像判定疊對。

【英文】

A metrology system includes one or more through-focus imaging metrology sub-systems communicatively coupled to a controller having one or more processors configured receive a plurality of training images captured at one or more focal positions. The one or more processors may generate a machine learning classifier based on the plurality of training images. The one or more processors may receive one or more

target feature selections for one or more target overlay measurements corresponding to one or more target features. The one or more processors may determine one or more target focal positions based on the one or more target feature selections using the machine learning classifier. The one or more processors may receive one or more target images captured at the one or more target focal positions, the target images including the one or more target features of the target specimen, and determine overlay based thereon.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100: 疊對計量系統
- 102: 計量子系統/光學檢測子系統
- 104: 控制器
- 106: 處理器
- 108: 記憶體
- 110: 使用者介面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於疊對量測之系統及方法

【英文發明名稱】

SYSTEM AND METHOD OF OVERLAY MEASUREMENT

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於疊對計量，且更特定言之係關於目標特徵焦點之機器學習。

【先前技術】

【0002】 基於影像之疊對計量通常可包含基於不同所關注層中之一疊對目標之特徵之相對經成像位置來判定一樣本上之兩個或更多個層之間的相對偏移。因此，疊對量測之準確度可對與各樣本層上之經成像特徵相關聯之影像品質敏感，影像品質可基於諸如平面(例如，焦點位置)相對於樣本之一景深或位置之因素而變化。因此，疊對計量程序通常包含特定樣本層處之影像品質與處理量之間的權衡。例如，情況可為基於各樣本層之各別影像之疊對量測可提供疊對目標特徵之最高品質影像。然而，每目標捕捉多個影像可降低處理量。藉由另一實例，基於捕捉多個層上之特徵之一單一影像的疊對量測可提供相對較高處理量，但可需要基於外部工具之參考量測或全晶圓量測以提供一所要量測準確度。因此，期望提供一種用於解決諸如上文所識別之缺陷之缺陷的系統及方法。

【發明內容】

【0003】 根據本發明之一或多項實施例，揭示一種計量系統。在一

項實施例中，該計量系統包含通信地耦合至一或多個離焦(through-focus)成像計量子系統之一控制器，其中該控制器包含經組態以執行儲存於記憶體中之一程式指令集之一或多個處理器，且其中該程式指令集經組態以引起該一或多個處理器：接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；基於在一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵的一或多個目標特徵選擇；使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【0004】 根據本發明之一或多項實施例，揭示一種計量系統。在一項實施例中，該計量系統包含一或多個離焦成像計量子系統。在另一實施例中，該計量系統包含通信地耦合至該一或多個計量子系統之一控制器，其中該控制器包含經組態以執行儲存於記憶體中之一程式指令集之一或多個處理器，且其中該程式指令集經組態以引起該一或多個處理器：接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；基於在一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵的一或多個目標特徵選擇；使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及基於該一或多個目標

影像判定一或多個疊對量測。

【0005】 根據本發明之一或多項實施例，揭示一種使用一或多個離焦成像計量子系統量測疊對之方法。在一項實施例中，該方法包含接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵。在另一實施例中，該方法包含基於在一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器。在另一實施例中，該方法包含接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵的一或多個目標特徵選擇。在另一實施例中，該方法包含使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置。在另一實施例中，該方法包含接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵。在另一實施例中，該方法包含基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【0006】 應理解，前文一般描述及下文[實施方式]兩者僅為例示性的及說明性的，且不一定限制如所主張之本發明。併入於本說明書中且構成本說明書之一部分之隨附圖式繪示本發明之實施例且連同一般描述一起用於說明本發明之原理。

【圖式簡單說明】

【0007】 熟習此項技術者藉由參考附圖可更佳理解本發明之許多優點，其中：

圖1係繪示根據本發明之一或多項實施例之一計量系統之一概念圖。

圖2係繪示根據本發明之一或多項實施例之一計量系統之一簡化示意圖。

圖3係繪示根據本發明之一或多項實施例之在用於量測疊對之一方法中執行的步驟之一流程圖。

圖4係繪示根據本發明之一或多項實施例之在用於量測疊對之一方法中執行的步驟之一流程圖。

【實施方式】

【0008】 現將詳細參考繪示於隨附圖式中之所揭示標的物。已關於特定實施例及其等之特定特徵特別展示及描述本發明。本文中所闡述之實施例應被視為闡釋性的而非限制性的。一般技術者應容易明白，可在不脫離本發明之精神及範疇之情況下作出形式及細節方面之各種改變及修改。現將詳細參考繪示於隨附圖式中之所揭示標的物。

【0009】 本發明之實施例係關於對一樣本上之一疊對目標進行離焦成像以提供用於該樣本上之額外疊對目標之自我參考疊對量測配方以及晶圓之間之程序監測的系統及方法。

【0010】 半導體裝置通常形成為一基板上之經圖案化材料之多個經圖案化層。各經圖案化層可透過一系列程序步驟來製造，諸如但不限於一或多個材料沈積步驟、一或多個微影步驟或一或多個蝕刻步驟。此外，各經圖案化層內之特徵通常必須在選定容限內製造以正確地構造最終裝置。例如，與不同樣本層上之特徵之相對偏移(misregistration)相關聯之疊對誤差必須在各層內且相對於先前製造之層進行良好特性化及控制。

【0011】 因此，可在一或多個樣本層上製造疊對目標以實現層之間之特徵疊對之高效特性化。例如，一疊對目標可包含經配置以促進準確疊對量測之多個層上之經製造特徵。在此方面，對跨一樣本分佈之一或多個疊對目標之疊對量測可用於判定與所製造之一半導體裝置相關聯之對應裝

置特徵之疊對。

【0012】 基於影像之疊對計量工具通常捕捉一疊對目標之一或多個影像且基於所關注層上之疊對目標之經成像特徵之相對位置來判定樣本層之間的一疊對。例如，定位於不同樣本層上之適用於基於影像之疊對的疊對目標(例如，框中框(box-in-box)目標、先進成像計量(AIM)目標或類似者)之特徵可(但不要求)經配置使得所有所關注層上之特徵同時可見。在此方面，可基於疊對目標之一或多個影像內所關注層上之特徵的相對位置來判定疊對。此外，疊對目標可經設計以促進在一單一量測步驟抑或多個量測步驟中在任何數目個樣本層之間進行疊對量測。例如，對於所有樣本層之間之一單次量測疊對判定，任何數目個樣本層內之特徵可同時可見。在另一例項中，一疊對目標可具有不同區段(例如，單元或類似者)以促進選定層之間之疊對量測。在此方面，所有所關注層之間之疊對可基於疊對目標之多個部分之量測進行判定。

【0013】 基於影像之疊對之準確度可取決於與影像品質相關聯之多種因素，諸如但不限於解析度或像差。例如，系統解析度可影響可判定特徵之位置(例如，邊緣位置、對稱中心或類似者)之準確度。藉由另一實例，一成像系統中之像差可使特徵之大小、形狀及間距失真，使得基於一影像之位置量測可能無法準確地表示實體樣本。此外，影像品質可依據焦點位置而變化。例如，在一成像系統之一焦體積(focal volume)外部之特徵可顯得模糊及/或可具有低於在焦體積內之特徵之疊對目標特徵與背景空間之間的一對比度，此可影響位置量測(例如，邊緣量測或類似者)之準確度。

【0014】 因此，情況可為捕捉一樣本之不同層上(例如，定位於樣本

中之不同深度處)之特徵的各別影像可提供準確疊對計量量測。例如，可調整一基於影像之疊對計量系統之一焦點位置(例如，一物件平面)以對應於各所關注層上之經成像特徵之深度。在此方面，可在經設計以減輕焦點位置相依效應之條件下對各所關注層上之特徵進行成像。

【0015】 然而，本文中應認識到，在變化深度處捕捉一疊對目標之多個影像可能對系統之處理量產生負面影響，此可抵消與多個影像相關聯之準確度增益。本發明之實施例係關於在多個焦點位置處進行疊對量測，其中多個焦點位置係由計量系統即時判定且可對應於一或多個計量目標之一或多個部分所定位之一或多個變化深度。例如，可針對一疊對目標基於在多個焦點位置(例如，包含對應於疊對目標特徵之位置之焦深)處捕捉之多個影像來產生一疊對量測，其中計量系統即時地判定多個焦點位置(舉例而言，諸如透過使用一機器學習分類器)。

【0016】 本發明之額外實施例係關於使計量系統之一或多個部分沿著一或多個調整軸平移。例如，情況可為於其處進行一特定疊對量測之一最佳座標位置可不同於一後續疊對量測之最佳座標位置。

【0017】 本發明之額外實施例係關於基於提供至程序工具(例如，微影工具、計量工具或類似者)之跨樣本之疊對量測來產生控制信號作為回饋及/或前饋資料。

【0018】 圖1係繪示根據本發明之一或多項實施例之一疊對計量系統100之一概念圖。系統100可包含但不限於一或多個計量子系統102。系統100可額外地包含但不限於一控制器104，其中該控制器包含一或多個處理器106、一記憶體108及一使用者介面110。

【0019】 一或多個計量子系統102可包含此項技術中已知之任何計

量子系統，包含但不限於一光學計量子系統。例如，計量子系統102可包含但不限於一基於光學之計量系統、一寬頻計量系統(例如，寬頻電漿計量系統)或一窄頻檢測系統(例如，基於雷射之計量系統)。在另一例項中，計量子系統102可包含一基於散射量測之計量系統。藉由另一實例，一或多個計量子系統102可包含任何離焦成像計量子系統(例如，經組態以建構一樣品之一或多個影像之一成像計量子系統，其中該一或多個影像具有一所要焦點且係使用在不同焦點位置處捕捉之樣本之複數個影像來建構)。

【0020】 在一項實施例中，控制器104通信地耦合至一或多個計量子系統102。在此方面，控制器104之一或多個處理器106可經組態以產生並提供經組態以對一或多個計量子系統102之一或多個部分進行一或多個調整的一或多個控制信號。

【0021】 在另一實施例中，控制器104經組態以接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，其中該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵。例如，控制器104可經組態以自一或多個計量子系統102接收複數個訓練影像。

【0022】 在另一實施例中，控制器104可經組態以基於複數個訓練影像產生一機器學習分類器。例如，控制器104可經組態以使用複數個訓練影像作為至機器學習分類器之輸入。

【0023】 在另一實施例中，控制器104可經組態以接收針對一或多個目標疊對量測之一或多個目標特徵選擇，其中該一或多個目標特徵選擇對應於目標樣品之一或多個目標特徵。例如，控制器104可經組態以經由使用者介面110自一使用者接收一或多個目標特徵選擇。

【0024】 在另一實施例中，控制器104可經組態以基於一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置。例如，控制器104可經組態以使用機器學習分類器來判定一或多個目標焦點位置。

【0025】 在另一實施例中，控制器104可經組態以接收在一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像。例如，控制器104可經組態以接收一或多個目標焦點位置處之包含一或多個目標特徵之一或多個目標影像。

【0026】 在另一實施例中，控制器104可經組態以基於一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。例如，控制器104可經組態以基於形成於目標樣品之一第一層及目標樣品之一第二層之各者上的一或多個目標特徵來判定第一層與第二層之間的疊對。

【0027】 圖2繪示根據本發明之一或多項實施例之系統100之一簡化示意圖。特定言之，如圖2中所描繪之系統100包含一光學計量子系統102，使得系統100作為一光學檢測系統操作。

【0028】 光學檢測子系統102可包含此項技術中已知之任何基於光學之檢測。計量子系統102可包含但不限於一照明源112、一照明臂111、一收集臂113及一偵測器總成126。

【0029】 在一項實施例中，計量子系統102經組態以檢測及/或量測安置於載物台總成122上之樣品120。照明源112可包含此項技術中已知之用於產生照明101之任何照明源，包含但不限於經組態以提供包含但不限於真空紫外線輻射(VUV)、深紫外線輻射(DUV)、紫外線(UV)輻射、可見光輻射或紅外線(IR)輻射之光波長的一照明源。在另一實施例中，計量子系統102可包含經組態以將照明101引導至樣品120之一照明臂111。應

注意，計量子系統102之照明源112可以此項技術中已知之任何定向組態，包含但不限於一暗場定向、一光場定向及類似者。例如，可選擇性地調整一或多個光學元件114、124以便依一暗場定向、一明場定向及類似者組態計量子系統102。

【0030】 樣品120可包含此項技術中已知之任何樣品，包含但不限於一晶圓、一倍縮光罩、一光罩及類似者。樣品120可包含具有此項技術中已知之適用於基於影像之疊對計量之一或多個疊對計量目標的任何樣品。例如，樣品120可包含一疊對計量目標，該疊對計量目標包含可能已在一或多個微影相異之曝光中印刷之一或多個層中的目標特徵。目標及/或目標特徵可擁有各種對稱性，諸如雙重或四重旋轉對稱性、反射對稱性。

【0031】 在一項實施例中，樣品120安置於一載物台總成122上，其中載物台總成122經組態以促進樣品120之移動(例如，沿著一x方向、一y方向或一z方向之一或多者之移動)。在另一實施例中，載物台總成122係一可致動載物台。例如，載物台總成122可包含但不限於適於使樣品120沿著一或多個線性方向(例如，x方向、y方向及/或z方向)可選擇地平移之一或多個平移載物台。藉由另一實例，載物台總成122可包含但不限於適於使樣品120沿著一旋轉方向選擇性地旋轉之一或多個旋轉載物台。藉由另一實例，載物台總成122可包含但不限於適於使樣品120沿著一線性方向可選擇地平移及/或使樣品120沿著一旋轉方向旋轉的一旋轉載物台及一平移載物台。本文中應注意，系統100可以此項技術中已知之任何計量模式操作。

【0032】 照明臂111可包含此項技術中已知之任何數目及類型之光

學組件。在一項實施例中，照明臂111包含一或多個光學元件114、一光束分離器116及一物鏡118。在此方面，照明臂111可經組態以將來自照明源112之照明101聚焦至樣品120之表面上。一或多個光學元件114可包含此項技術中已知之任何光學元件，包含但不限於一或多個鏡面、一或多個透鏡、一或多個偏光器、一或多個光束分離器、波片及類似者。

【0033】 在另一實施例中，計量子系統102包含經組態以收集自樣品120反射或散射之照明之一收集臂113。在另一實施例中，收集臂113可經由一或多個光學元件124將反射及散射光引導及/或聚焦至一偵測器總成126之一或多個感測器。一或多個光學元件124可包含此項技術中已知之任何光學元件，包含但不限於一或多個鏡面、一或多個透鏡、一或多個偏光器、一或多個光束分離器、波片及類似者。應注意，偵測器總成126可包含此項技術中已知之用於偵測自樣品120反射或散射之照明的任何感測器及偵測器總成。

【0034】 在另一實施例中，計量子系統102之偵測器總成126經組態以基於自樣品120反射或散射之照明收集樣品120之檢測資料。在另一實施例中，偵測器總成126經組態以將經收集/經獲取之影像及/或計量資料傳輸至控制器104。

【0035】 計量系統100可經組態以在任何選定量測平面處(例如，在沿著一 z 方向之任何位置處)對樣品120進行成像。例如，可使用計量系統100之組件之任何組合來調整與在偵測器總成126上產生之一影像相關聯之一物件平面相對於樣品120的一位置。例如，可藉由控制載物台總成122相對於物鏡118之一位置來調整與在偵測器總成126上產生之一影像相關聯之物件平面相對於樣品120的位置。藉由另一實例，可藉由控制物鏡

118相對於樣品120之一位置來調整與在偵測器總成126上產生之一影像相關聯之物件平面相對於樣品120的位置。例如，物鏡118可安裝於經組態以沿著一或多個調整軸(例如，一x方向、一y方向或一z方向)調整物鏡118之一位置的一平移載物台上。藉由另一實例，可藉由控制偵測器總成126之一位置來調整與在偵測器總成126上產生之一影像相關聯之物件平面相對於樣品120的位置。例如，偵測器總成126可安裝於經組態以沿著一或多個調整軸調整偵測器總成126之一位置的一平移載物台上。藉由另一實例，可藉由控制一或多個光學元件124之一位置來調整與在偵測器總成126上產生之一影像相關聯之物件平面相對於樣品120的位置。例如，一或多個光學元件124可安裝於經組態以沿著一或多個調整軸調整一或多個光學元件124之位置的平移載物台上。本文中應明確注意，控制器104可經組態以藉由將一或多個控制信號提供至計量子系統102之一或多個部分而執行前述調整之任何者。

【0036】如本文中先前所提及，系統100之控制器104可包含一或多個處理器106及記憶體108。記憶體108可包含經組態以引起一或多個處理器106實行在本發明各處所描述之各種程序步驟的程式指令。例如，程式指令經組態以引起一或多個處理器106調整計量子系統102之一或多個特性以便執行本發明之程序步驟之一或多者。此外，控制器104可經組態以自偵測器總成126接收資料，包含但不限於與樣品120相關聯之影像資料。

【0037】控制器104之一或多個處理器106可包含此項技術中已知之任何處理器或處理元件。出於本發明之目的，術語「處理器」或「處理元件」可被廣泛定義為涵蓋具有一或多個處理或邏輯元件之任何裝置(例

如，一或多個微處理器裝置、一或多個特定應用積體電路(ASIC)裝置、一或多個場可程式化閘陣列(FPGA)或一或多個數位信號處理器(DSP))。在此意義上，一或多個處理器106可包含經組態以執行演算法及/或指令(例如，儲存於記憶體中之程式指令)之任何裝置。在一項實施例中，一或多個處理器106可體現為一桌上型電腦、大型電腦系統、工作站、影像電腦、平行處理器、網路化電腦，或經組態以執行經組態以操作計量系統100或結合計量系統100一起操作之一程式的任何其他電腦系統，如在本發明各處所描述。

【0038】此外，系統100之不同組件可包含適於實行本發明中所描述之步驟之至少一部分的一處理器或邏輯元件。因此，上文描述不應被解釋為對本發明之實施例之一限制，而僅為一繪示。此外，在本發明各處所描述之步驟可藉由一單一控制器104或替代地多個控制器來實行。另外，控制器104可包含容置於一共同外殼中或在多個外殼內之一或多個控制器。以此方式，任何控制器或控制器組合可單獨地封裝為適於整合至計量系統100中之一模組。此外，控制器104可分析自偵測器總成126接收之資料且將該資料饋送至在計量系統100內或在計量系統100外部之額外組件。

【0039】記憶體108可包含此項技術中已知之適於儲存可由相關聯之一或多個處理器106執行之程式指令的任何儲存媒體。例如，記憶體108可包含一非暫時性記憶媒體。藉由另一實例，記憶體108可包含但不限於一唯讀記憶體(ROM)、一隨機存取記憶體(RAM)、一磁性或光學記憶體裝置(例如，磁碟)、一磁帶、一固態硬碟及類似者。進一步應注意，記憶體108可與一或多個處理器106一起容置於一共同控制器外殼中。在

一項實施例中，記憶體108可相對於一或多個處理器106及控制器104之實體位置遠端定位。例如，控制器104之一或多個處理器106可存取可透過一網路(例如，網際網路、內部網路及類似者)存取之一遠端記憶體(例如，伺服器)。

【0040】 在一項實施例中，使用者介面110通信地耦合至控制器104。使用者介面110可包含但不限於一或多個桌上型電腦、膝上型電腦、平板電腦及類似者。在另一實施例中，使用者介面110包含用於向一使用者顯示系統100之資料之一顯示器。使用者介面110之顯示器可包含此項技術中已知之任何顯示器。例如，顯示器可包含但不限於一液晶顯示器(LCD)、一基於有機發光二極體(OLED)之顯示器或一CRT顯示器。熟習此項技術者應認識到，能夠與一使用者介面110整合之任何顯示裝置適用於本發明中之實施方案。在另一實施例中，一使用者可回應於向使用者顯示之資料而經由使用者介面110之一使用者輸入裝置輸入選擇及/或指令。

【0041】 在另一實施例中，控制器104通信地耦合至計量系統100之一或多個元件。在此方面，控制器104可自計量系統100之任何組件傳輸及/或接收資料。此外，控制器104可藉由針對相關聯組件產生一或多個控制信號而引導或以其他方式控制計量系統100之任何組件。例如，控制器104可通信地耦合至偵測器總成126以自偵測器總成126接收一或多個影像。

【0042】 圖3繪示根據本發明之一或多項實施例之量測疊對之一方法300。

【0043】 在步驟302中，接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個

訓練影像。例如，複數個訓練影像125可由控制器104自計量子系統102接收。在此方面，複數個訓練影像125可包含光學訓練影像。在額外及/或替代實施例中，控制器104可經組態以自除一或多個計量子系統102以外之一來源接收一或多個訓練影像125。例如，控制器104可經組態以自一外部儲存裝置及/或記憶體108接收一樣品120之特徵之一或多個訓練影像125。在另一實施例中，控制器104可進一步經組態以將經接收之訓練影像125儲存於記憶體108中。

【0044】 複數個訓練影像125可包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵。例如，複數個訓練影像125可包含在訓練樣品之多個深度處捕捉之影像。在此方面，訓練樣品之一或多個訓練特徵可包含在訓練樣品之不同層處形成之一或多個訓練目標特徵。計量子系統102可經組態以在對應於一特定訓練特徵之深度之一或多個焦點位置(例如，沿著z方向之位置)處捕捉複數個訓練影像125。在一項實施例中，計量子系統102可經組態以在一焦點訓練範圍內捕捉複數個訓練影像125，其中該焦點訓練範圍包括對應於一或多個訓練特徵之複數個深度之複數個焦點位置。焦點訓練範圍可由一使用者經由使用者介面110提供。

【0045】 在步驟304中，基於複數個訓練影像產生一機器學習分類器。例如，控制器104可經組態以基於複數個訓練影像產生一機器學習分類器。控制器104可經組態以經由此項技術中已知之任一或多種技術(包含但不限於監督式學習、無監督學習及類似者)產生機器學習分類器。

【0046】 例如，在監督式學習之內容背景中，複數個訓練影像125可包含基於在其處捕捉複數個訓練影像之各者之焦點位置而變化之聚焦度(例如，複數個訓練影像可包含樣本之一或多個特徵之複數個離焦影像)。

在此方面，控制器104可接收一或多個最佳焦點容限，使得控制器104可判定落在該一或多個最佳焦點容限內之複數個訓練影像之一或多個訓練影像。因此，複數個訓練影像125及一或多個最佳焦點容限可作為輸入用於訓練機器學習分類器。控制器104可進一步經組態以將複數個訓練影像125、最佳焦點容限及所產生之機器學習分類器儲存於記憶體108中。

【0047】 一或多個最佳焦點容限可經組態使得機器學習分類器可經組態以針對一或多個目標疊對量測判定一或多個目標焦點位置。在此方面，一或多個最佳焦點容限可經組態以確保隨後可在一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像具有足夠品質以由控制器104進行疊對量測。一或多個最佳焦點容限可由一使用者經由使用者介面110提供。在另一實施例中，控制器104可經組態以使用此項技術中已知之任何技術判定一或多個最佳焦點容限。例如，控制器104可經組態以基於一對比度精度函數(例如，經組態以基於在多個焦點位置處捕捉之複數個影像判定其處雜訊最小之一焦點的一函數)判定一或多個最佳焦點容限。在一替代實施例中，控制器104可經組態以使用整合至計量子系統102之一或多個部分中或由計量子系統102之一或多個部分產生的一林尼克(Linnik)干涉儀來判定一或多個最佳焦點容限。藉由另一實例，計量子系統102之一或多個部分(例如，照明源112及/或照明臂111之一或多個部分)可經組態以照明樣本，其中控制器104可經組態以基於由偵測器總成126收集之照明產生一林尼克干涉圖(例如，一低同調性干涉圖)。在此方面，控制器104可經組態以判定干涉圖之一峰值(例如，具有所有經收集影像之最大對比度之一點)且可使該峰值與沿著樣本之一 z 軸之離焦位置相關聯。

【0048】 應明確注意，本發明之實施例不限於控制器104產生或參

考一林尼克干涉圖以便判定一或多個最佳焦點容限。例如，控制器104可經組態以基於使用指示自各種焦點位置及/或位置(例如，一x軸及/或一y軸上之一座標位置，其中可在沿著此等軸之一者或兩者之各種座標位置處(諸如經由一平移載物台)捕捉複數個訓練影像)發出之照明(例如，由一明場及/或暗場顯微鏡裝置產生之照明)之一或多個信號產生的複數個訓練影像來產生經組態以判定最佳焦點及/或最佳位置之一機器學習分類器。在至少前述實施例中，控制器104可經組態以基於複數個訓練影像之影像對比度及/或對比度精度來判定最佳焦點及/或最佳位置。在此方面，機器學習分類器可經組態以基於複數個訓練影像判定一或多個最佳焦點容限，其中複數個訓練影像構成在沿著樣本之一z軸之各種焦點位置處產生之焦點圖塊影像，且其中控制器104可經組態以基於焦點圖塊影像之影像對比度及/或對比度精度對具有一對應最佳焦點之各焦點圖塊影像進行分類及/或標記。以此方式，控制器104可經組態以藉由基於複數個訓練影像進行內插來判定一或多個最佳焦點容限。

【0049】 在另一實施例中，機器學習分類器可經組態以基於複數個訓練影像判定一或多個最佳焦點容限，其中複數個訓練影像包含在沿著樣本之一z軸之各種焦點位置處捕捉之影像，且其中複數個訓練影像之焦點係使用一粗聚焦機構來改變。應明確注意，一粗聚焦機構(或此項技術中已知之適用於本發明所預期之目的之任何其他一般聚焦機構)可允許機器學習分類器以一更準確方式(例如，相對於本文中所描述或此項技術中已知之其他焦點調整方法更準確)判定一或多個最佳焦點容限。舉例而言，諸如在步驟308中(在下文中所描述)，粗聚焦機構可經組態以允許控制器104判定及/或設定一粗焦點(例如，一般焦點位置，其稍後可進行精細調

整(參見下文步驟308))。應注意，粗聚焦系統可包含此項技術中已知之適用於本發明所預期之目的之任何粗聚焦機構，包含但不限於透鏡三角量測機構、雙單元偵測器設備及/或任何測距系統。

【0050】本文中應注意，在步驟304中產生之機器學習分類器可包含此項技術中已知之任何類型之機器學習演算法/分類器及/或深度學習技術或分類器，包含但不限於一隨機森林分類器、一支援向量機(SVM)分類器、一整體學習分類器、一人工神經網路(ANN)及類似者。藉由另一實例，機器學習分類器可包含一深度卷積(convolutional)神經網路(CNN)。例如，在一些實施例中，機器學習分類器可包含ALEXNET及/或GOOGLNET。在此方面，機器學習分類器可包含任何演算法、分類器或預測模型，包含但不限於經組態以產生一林尼克干涉圖且使用林尼克干涉圖針對一或多個目標疊對量測判定一或多個目標焦點位置的任何演算法、分類器或預測模型。在一些實施例中，機器學習分類器可包括具有多個層及接收器之一神經網路。例如，機器學習分類器可包括具有大約五個層及大約五十個接收器之一神經網路。

【0051】在步驟306中，接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇。例如，控制器104可經組態以經由使用者介面110自一使用者接收針對一或多個目標疊對量測之一或多個目標特徵選擇。一或多個目標特徵選擇可包含經組態以引導系統100捕捉包含目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標影像之一或多個信號。在接收一或多個目標特徵選擇時，控制器104可經組態以判定一或多個目標特徵在目標樣品內之一或多個預期深度。例如，可由一使用者經由使用者介面110對控制器104提供用於疊對量測之一或多個

目標特徵之一或多個預期深度。在另一實施例中，控制器104可藉由參考儲存於記憶體108中之對應於目標樣品之一或多個設計檔案或其他資料來判定用於疊對量測之一或多個目標特徵之一或多個預期深度。在另一實施例中，控制器104可基於林尼克干涉圖來判定用於疊對量測之一或多個目標特徵之一或多個預期深度。例如，控制器104可藉由參考與沿著樣本之 z 軸之離焦位置相關聯之林尼克干涉圖的峰值來判定一或多個預期深度。

【0052】 在步驟308中，使用機器學習分類器來基於一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置。例如，控制器104可經組態以使用機器學習分類器來基於一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置。藉由另一實例，控制器104可提供目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個預期深度作為至機器學習分類器之一輸入。在此方面，機器學習分類器可經組態以基於複數個訓練影像125及最佳焦點容限來提供一或多個目標焦點位置。應注意，機器學習分類器可經組態以藉由判定在由本文中所描述之對比度精度函數、林尼克干涉圖函數或任何其他方法提供之一焦點位置之1微米內的一或多個焦點位置而針對一或多個目標疊對量測判定一或多個目標焦點位置。

【0053】 在一些實施例中，在基於一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置時，控制器104可經組態以對一或多個計量子系統102之一或多個部分判定及/或提供一或多個控制信號，其中該一或多個控制信號經組態以引起一或多個計量子系統102之一或多個部分沿著一或多個調整軸(例如，一 x 方向、一 y 方向及/或一 z 方向)平移。例如，控制器104可經組態以將一或多個控制信號提供至載物台總成122及/或偵測器總成126，使得將目標樣品定位於一或多個經判定目標焦點位置之一者處。在

另一實施例中，控制器104可經組態以將一或多個控制信號提供至光學元件114、光束分離器116、物鏡118或光學元件124，以便使計量子系統102能夠在一或多個目標焦點位置處捕捉一或多個目標影像。

【0054】 在經組態以使用一粗聚焦機構來基於複數個訓練影像判定一或多個最佳焦點容限之一機器學習分類器之情況中，機器學習分類器可經組態以對粗聚焦系統判定(且控制器104可經組態以對其提供)一或多個控制信號，其中該一或多個控制信號可經組態以引起粗聚焦系統將焦點調整至在目標焦點位置之 ± 2 微米內的一焦點位置。在此方面，機器學習分類器可經組態以藉由判定一或多個精細焦點調整以修改由粗聚焦系統判定之焦點位置來判定一或多個最佳焦點容限。

【0055】 在步驟310中，接收在一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標特徵之一或多個目標影像。例如，控制器104可經組態以自計量子系統102接收一或多個目標影像135。如本文中所使用，術語「目標影像」可指代在一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標特徵之影像且將用該等影像判定一或多個疊對量測。因此，術語「目標影像」可區別於可被視為訓練特徵之影像(其等可作為輸入用於訓練機器學習分類器)之「訓練影像」。

【0056】 本文中應注意，除非本文中另有提及，否則關於訓練影像125之獲取之任何論述可被視為適用於目標影像135之獲取。在額外及/或替代實施例中，控制器104可經組態以自除一或多個計量子系統102以外之一來源接收一或多個目標影像135。例如，控制器104可經組態以自一外部儲存裝置及/或記憶體108接收一樣品120之一或多個目標影像135。

【0057】 在步驟312中，基於一或多個目標影像判定一或多個疊對

量測。例如，控制器104可經組態以基於對應於形成於目標樣品之一第一層上之一或多個目標特徵的一第一疊對量測及對應於形成於目標樣品之一第二層上之一或多個目標特徵的一第二疊對量測來判定目標樣品之第一層與目標樣品之第二層之間的一疊對。在此方面，控制器104可經組態以判定第一層與第二層之間的一偏移(例如，PPE)。一或多個疊對量測可包含此項技術中已知之適用於本發明所預期之目的之任何疊對量測，包含經組態以與一樣品之特定目標特徵一起使用之疊對量測。在此方面，控制器104可經組態以利用儲存於記憶體108或以其他方式提供至控制器104之一或多個疊對演算法以便判定一或多個疊對量測。

【0058】 在一些實施例中，方法300可包含一步驟314。在步驟314中，提供一或多個控制信號。例如，提供用於調整一或多個程序工具(例如，微影工具)之一或多個控制信號。作為一額外實例，控制器104可將一或多個控制信號(或對控制信號之校正)提供至一或多個程序工具之一或多個部分以用於調整一或多個程序工具之一或多個參數(例如，製造設定、組態及類似者)，使得調整一或多個程序工具之一或多個參數。控制器104可基於樣品之一或多個疊對量測判定一或多個控制信號。可由控制器104提供控制信號(或對控制信號之校正)作為一回饋及/或前饋控制迴路之部分。控制器104可引起一或多個程序工具基於控制信號執行對程序工具之一或多個參數之一或多個調整，或控制器104可警示一使用者對一或多個參數進行一或多個調整。在此意義上，一或多個控制信號可補償一或多個程序工具之一或多個製程之誤差，且因此可使一或多個程序工具能夠跨相同或不同批次中之後續樣本上之多次曝光將疊對維持於選定容限內。

【0059】 圖4繪示根據本發明之一或多項實施例之用於量測疊對之

一方法400。

【0060】在步驟402中，接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇。例如，控制器104可經組態以經由使用者介面110自一使用者接收針對一或多個目標疊對量測之一或多個目標特徵選擇。一或多個目標特徵選擇可包含經組態以引導系統100捕捉包含目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標影像之一或多個信號。在接收一或多個目標特徵選擇時，控制器104可經組態以判定一或多個目標特徵在目標樣品內之一或多個預期位置(例如，沿著一x方向、一y方向及/或一z方向之位置)。例如，可由一使用者經由使用者介面110對控制器104提供用於疊對量測之一或多個目標特徵之一或多個預期位置。在另一實施例中，控制器104可藉由參考儲存於記憶體108中之對應於目標樣品之一或多個設計檔案或其他資料來判定用於疊對量測之一或多個目標特徵之一或多個預期深度。

【0061】在步驟404中，判定基於一或多個目標特徵選擇之一或多個目標焦點位置。例如，控制器104可經組態以使用機器學習分類器基於一或多個目標特徵選擇來判定一或多個目標焦點位置，其中一或多個目標特徵選擇對應於用於一或多個疊對量測之一或多個目標特徵。藉由另一實施例，控制器104可提供目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個預期深度作為至機器學習分類器之一輸入。在此方面，機器學習分類器可經組態以基於複數個訓練影像125及最佳焦點容限來提供一或多個目標焦點位置。

【0062】在一些實施例中，如步驟406中所展示，在基於一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置時，控制器104可經組態以對一或多個計量子系統102之一或多個部分判定及/或提供一或多個控制信號，

其中該一或多個控制信號經組態以引起一或多個計量子系統102之一或多個部分沿著一或多個調整軸(例如，一x方向、一y方向及/或一z方向)平移。例如，在一項實施例中，控制器104可經組態以將一或多個控制信號提供至載物台總成122及/或偵測器總成，使得使用於疊對量測之一或多個目標特徵居中於計量子系統102之一或多個組件之一視野內。在此方面，控制器104可經組態以將一或多個控制信號提供至計量子系統102之一或多個部分，使得目標影像135包含在目標影像135之一或多個中心處之一或多個目標特徵。在另一實施例中，控制器104可經組態以將一或多個控制信號提供至載物台總成122，使得將目標樣品定位於一或多個經判定目標焦點位置之一者處。在另一實施例中，控制器104可經組態以將一或多個控制信號提供至光學元件114、光束分離器116、物鏡118或光學元件124，以便使計量子系統102能夠在一或多個目標焦點位置處捕捉一或多個目標影像。

【0063】 應明確注意，控制器104可經組態以將一或多個控制信號同時提供至一或多個計量子系統102之一或多個部分。例如，控制器104可經組態以提供一或多個控制信號，該一或多個控制信號經組態以引起對載物台總成122沿著一x方向及/或一y方向及對計量子系統102之一或多個其他部分(例如，偵測器總成126及/或物鏡118)沿著一z方向的同時調整。

【0064】 另外，應明確注意，控制器104可經組態以使用機器學習分類器來判定經組態以引起一或多個計量子系統102之一或多個部分之平移的一或多個控制信號。例如，機器學習分類器可經組態以使一或多個位置(例如，沿著一x軸及/或一y軸之位置)與所要之一或多個目標特徵相關聯。在此方面，機器學習分類器可經組態以判定使一或多個目標特徵自動

居中於一視野內之一位置(例如，在一x軸及/或一y軸上之一座標位置)。

【0065】 在步驟408中，接收在一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標特徵之一或多個目標影像。例如，控制器104可經組態以自計量子系統102接收一或多個目標影像135。

【0066】 本文中所描述之所有方法可包含將方法實施例之一或多個步驟之結果儲存於記憶體中。結果可包含本文中所描述之結果之任何者且可依此項技術中已知之任何方式儲存。記憶體可包含本文中所描述之任何記憶體或此項技術中已知之任何其他合適儲存媒體。在已儲存結果之後，該等結果可在記憶體中存取且由本文中所描述之方法或系統實施例之任何者使用；經格式化以向一使用者顯示；由另一軟體模組、方法或系統使用，及類似者。此外，結果可「永久地」、「半永久地」、「暫時地」儲存或儲存一段時間。例如，記憶體可為隨機存取記憶體(RAM)，且結果可能不一定無期限地留存於記憶體中。

【0067】 應進一步審慎考慮，上文所描述之方法之實施例之各者可包含本文中所描述之任何(若干)其他方法之任何(若干)其他步驟。另外，上文所描述之方法之實施例之各者可藉由本文中所描述之系統之任何者執行。

【0068】 熟習此項技術者將認識到，為概念上清楚起見，本文中所描述之組件操作、裝置、物件及伴隨其等之論述係用作實例，且預期各種組態修改。因此，如本文中所使用，所闡述之特定範例及隨附論述旨在表示其等之更一般類別。一般而言，使用任何特定範例旨在表示其類別，且不包含特定組件、操作、裝置及物件不應被視為限制性。

【0069】 如本文中所使用，方向性術語(諸如「頂部」、「底部」、

「上方」、「下方」、「上」、「向上」、「下」、「向下」及「往下」)旨在出於描述目的提供相對位置，且並不意欲指定一絕對參考系。熟習此項技術者將明白對所描述實施例之各種修改，且本文中所定義之一般原理可應用於其他實施例。

【0070】 關於本文中對實質上任何複數及/或單數術語之使用，熟習此項技術者可視上下文及/或應用來將複數轉化成單數及/或將單數轉化成複數。為清楚起見，本文中未明確闡述各種單數/複數排列。

【0071】 本文中所描述之標的物有時繪示含於其他組件內或與其他組件連接之不同組件。應理解，此等所描繪架構僅為例示性的，且事實上可實施達成相同功能性之許多其他架構。在概念意義上，用於達成相同功能性之任何組件配置經有效「相關聯」使得達成所要功能性。因此，本文中經組合以達成一特定功能性之任何兩個組件可被視為彼此「相關聯」使得達成所要功能性，不論架構或中間組件如何。同樣地，如此相關聯之任何兩個組件亦可被視為彼此「連接」或「耦合」以達成所要功能性，且能夠如此相關聯之任何兩個組件亦可被視為彼此「可耦合」以達成所要功能性。可耦合之特定實例包含但不限於可實體配合及/或實體互動組件、及/或可無線互動及/或無線互動組件、及/或邏輯互動及/或可邏輯互動組件。

【0072】 此外，應理解，本發明係由隨附發明申請專利範圍定義。此項技術者將理解，一般而言，在本文中及尤其是在隨附發明申請專利範圍(例如，隨附發明申請專利範圍之主體)中所使用之術語一般意欲為「開放式」術語(例如，術語「包含(including)」應被解釋為「包含但不限於」，術語「具有」應被解釋為「至少具有」，術語「包括(includes)」應被解釋為「包括但不限於」及類似者)。此項技術者進一步將理解，若

預期所引入請求項敘述之特定數目，則將在請求項中明確敘述此一意圖，且在缺乏此敘述之情況下不存在此意圖。例如，為了輔助理解，下文隨附發明申請專利範圍可含有引入性片語「至少一個」及「一或多個」之使用以引入請求項敘述。然而，此等片語之使用不應被解釋為暗含：由不定冠詞「一」或「一個」引入一請求項敘述將含有此經引入請求項敘述之任何特定請求項限於僅含有一個此敘述之本發明，即使在相同請求項包含引入性片語「一或多個」或「至少一個」及諸如「一」或「一個」之不定冠詞(例如，「一」及/或「一個」通常應被解釋為意謂「至少一個」或「一或多個」)時亦如此；用來引入請求項敘述之定冠詞之使用同樣如此。另外，即使明確敘述所引入請求項敘述之特定數目，熟習此項技術者仍將認識到，此敘述通常應被解釋為意謂至少所敘述數目(例如，「兩條敘述」之純粹敘述而沒有其他修飾詞通常意謂至少兩條敘述，或兩條或更多條敘述)。此外，在其中使用類似於「A、B及C之至少一者及類似者」之一慣用表述的例項中，一般意欲在熟習此項技術者將理解該慣用表述之意義上預期此一構造(例如，「具有A、B及C之至少一者之一系統」將包含但不限於僅具有A、僅具有B、僅具有C、同時具有A及B、同時具有A及C、同時具有B及C及/或同時具有A、B及C及類似者之系統)。在其中使用類似於「A、B或C之至少一者及類似者」之一慣用表述的例項中，一般在熟習此項技術者將理解該慣用表述之意義上預期此一構造(例如，「具有A、B或C之至少一者之一系統」將包含但不限於僅具有A、僅具有B、僅具有C、同時具有A及B、同時具有A及C、同時具有B及C及/或同時具有A、B及C及類似者之系統)。此項技術者將進一步理解，無論在描述、發明申請專利範圍或圖式中，呈現兩個或更多個替代項之實際上任何轉折詞及/或

片語應被理解為審慎考慮包含該等項之一者、該等項之任一者或兩項之可能性。例如，片語「A或B」將被理解為包含「A」或「B」或「A及B」之可能性。

【0073】據信，將藉由前文描述來理解本發明及其許多伴隨優點，且將顯而易見的是，可在不脫離所揭示標的物或不犧牲其全部材料優點之情況下對組件之形式、構造及配置進行各種改變。所描述之形式僅為說明性的，且下文發明申請專利範圍意欲涵蓋及包含此等改變。此外，應理解，本發明係由隨附發明申請專利範圍定義。

【符號說明】

【0074】

- 100: 疊對計量系統
- 101: 照明
- 102: 計量子系統/光學檢測子系統
- 104: 控制器
- 106: 處理器
- 108: 記憶體
- 110: 使用者介面
- 111: 照明臂
- 112: 照明源
- 113: 收集臂
- 114: 光學元件
- 116: 光束分離器
- 118: 物鏡

120: 樣品
122: 載物台總成
124: 光學元件
125: 訓練影像
126: 偵測器總成
135: 目標影像
300: 方法
302: 步驟
304: 步驟
306: 步驟
308: 步驟
310: 步驟
312: 步驟
400: 方法
402: 步驟
404: 步驟
406: 步驟
408: 步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於疊對量測(overlay measurement)之系統，其包括：

一控制器，其通信地耦合至一或多個離焦(through-focus)成像計量子系統(imaging metrology sub-systems)，其中該控制器包含經組態以執行儲存於記憶體中之一程式指令集之一或多個處理器，且其中該程式指令集經組態以引起該一或多個處理器：

接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；

基於在該一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；

接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵的一或多個目標特徵選擇；

使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；

接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及

基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【請求項2】

如請求項1之系統，其中該一或多個離焦成像計量子系統包括以下之至少一者：一基於光學之計量子系統或一基於散射量測(scatterometry)之計量子系統。

【請求項3】

如請求項1之系統，其中該一或多個焦點位置包括在一焦點訓練範圍內之複數個焦點位置。

【請求項4】

如請求項1之系統，其中藉由使該等計量子系統之一或多個部分沿著一或多個調整軸平移而在該一或多個焦點位置處捕捉該複數個訓練影像。

【請求項5】

如請求項4之系統，其中該程式指令集進一步經組態以引起該一或多個處理器：

將一或多個控制信號提供至該一或多個計量子系統之該一或多個部分，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個計量子系統之該一或多個部分沿著該一或多個調整軸平移。

【請求項6】

如請求項5之系統，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分居中(centered)。

【請求項7】

如請求項1之系統，其中基於該一或多個目標特徵之該一或多個目標影像判定該一或多個疊對量測包括：

基於對應於形成於該目標樣品之一第一層上之一或多個目標特徵的一第一疊對量測及對應於形成於該目標樣品之一第二層上之一或多個目標特徵的一第二疊對量測來判定該目標樣品之該第一層與該目標樣品之該第二層之間的一疊對。

【請求項8】

如請求項1之系統，其中用於該一或多個疊對量測之該一或多個目標

特徵選擇係由一使用者經由一使用者介面提供。

【請求項9】

如請求項1之系統，其中該程式指令集進一步經組態以引起該一或多個處理器：

將一或多個控制信號提供至一或多個程序工具。

【請求項10】

如請求項1之系統，其中該機器學習分類器包括一深度學習分類器、一卷積神經網路、一整體學習分類器、一隨機森林分類器或一人工神經網路之至少一者。

【請求項11】

一種用於疊對量測之系統，其包括：

一或多個離焦成像計量子系統；及

一控制器，其通信地耦合至該一或多個離焦成像計量子系統，其中該控制器包含經組態以執行儲存於記憶體中之一程式指令集之一或多個處理器，且其中該程式指令集經組態以引起該一或多個處理器：

接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；

基於在該一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；

接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵的一或多個目標特徵選擇；

使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；

接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及
基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【請求項12】

一種使用一或多個離焦成像計量子系統進行疊對量測之方法，其包括：

接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該複數個訓練影像包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；

基於在該一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；

接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇；

使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；

接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及

基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【請求項13】

如請求項12之方法，其中藉由該一或多個離焦成像計量子系統來捕捉該複數個訓練影像及該一或多個目標影像，該一或多個離焦成像計量子系統包括以下之至少一者：一基於光學之計量子系統或一基於散射量測之計量子系統。

【請求項14】

如請求項12之方法，其中該一或多個焦點位置包括在一焦點訓練範圍內之複數個焦點位置。

【請求項15】

如請求項13之方法，其中藉由使該等計量子系統之一或多個部分沿著一或多個調整軸平移而在該一或多個焦點位置處捕捉該複數個訓練影像。

【請求項16】

如請求項15之方法，其進一步包括：

將一或多個控制信號提供至該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分沿著該一或多個調整軸平移。

【請求項17】

如請求項16之方法，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分居中。

【請求項18】

如請求項12之方法，其中基於該一或多個目標特徵之該一或多個目標影像判定該一或多個疊對量測包括：

基於對應於形成於該目標樣品之一第一層上之一或多個目標特徵的一第一疊對量測及對應於形成於該目標樣品之一第二層上之一或多個目標特徵的一第二疊對量測來判定該目標樣品之該第一層與該目標樣品之該第二層之間的一疊對。

【請求項19】

如請求項12之方法，其中用於該一或多個疊對量測之該一或多個目標特徵選擇係由一使用者經由一使用者介面提供。

【請求項20】

如請求項12之方法，其進一步包括：

將一或多個控制信號提供至一或多個程序工具。

【請求項21】

如請求項12之方法，其中該機器學習分類器包括一深度學習分類器、一卷積神經網路、一整體學習分類器、一隨機森林分類器或一人工神經網路之至少一者。

【請求項22】

一種用於疊對量測之系統，其包括：

一控制器，其通信地耦合至一或多個離焦成像計量子系統，其中該控制器包含經組態以執行儲存於記憶體中之一程式指令集之一或多個處理器，且其中該程式指令集經組態以引起該一或多個處理器：

接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該等訓練影像之一或多者包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；

基於在該一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；

接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇；

使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；

接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該

一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及
基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【請求項23】

如請求項22之系統，其中該一或多個離焦成像計量子系統包括以下之至少一者：一基於光學之計量子系統或一基於散射量測之計量子系統。

【請求項24】

如請求項22之系統，其中該一或多個焦點位置包括在一焦點訓練範圍內之複數個焦點位置。

【請求項25】

如請求項22之系統，其中藉由使該等計量子系統之一或多個部分沿著一或多個調整軸平移而在該一或多個焦點位置處捕捉該複數個訓練影像。

【請求項26】

如請求項25之系統，其中該程式指令集進一步經組態以引起該一或多個處理器：

將一或多個控制信號提供至該一或多個計量子系統之該一或多個部分，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個計量子系統之該一或多個部分沿著該一或多個調整軸平移。

【請求項27】

如請求項26之系統，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分居中。

【請求項28】

如請求項22之系統，其中基於該一或多個目標特徵之該一或多個目

標影像判定該一或多個疊對量測包括：

基於對應於形成於該目標樣品之一第一層上之該一或多個目標特徵的一第一疊對量測及對應於形成於該目標樣品之一第二層上之該一或多個目標特徵的一第二疊對量測來判定該目標樣品之該第一層與該目標樣品之該第二層之間的一疊對。

【請求項29】

如請求項22之系統，其中用於該一或多個疊對量測之該一或多個目標特徵選擇係由一使用者經由一使用者介面提供。

【請求項30】

如請求項22之系統，其中該程式指令集進一步經組態以引起該一或多個處理器：

將一或多個控制信號提供至一或多個程序工具。

【請求項31】

如請求項22之系統，其中該機器學習分類器包括一深度學習分類器、一卷積神經網路、一整體學習分類器、一隨機森林分類器或一人工神經網路之至少一者。

【請求項32】

一種用於疊對量測之系統，其包括：

一或多個離焦成像計量子系統；及

一控制器，其通信地耦合至該一或多個離焦成像計量子系統，其中該控制器包含經組態以執行儲存於記憶體中之一程式指令集之一或多個處理器，且其中該程式指令集經組態以引起該一或多個處理器：

接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該等訓練影

像之一或多者包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；

基於在該一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；

接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇；

使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；

接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及

基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【請求項33】

一種使用一或多個離焦成像計量子系統進行疊對量測之方法，其包括：

接收在一或多個焦點位置處捕捉之複數個訓練影像，該等訓練影像之一或多者包含一訓練樣品之一或多個訓練特徵；

基於在該一或多個焦點位置處捕捉之該複數個訓練影像產生一機器學習分類器；

接收針對一或多個目標疊對量測之對應於一目標樣品之一或多個目標特徵之一或多個目標特徵選擇；

使用該機器學習分類器來基於該一或多個目標特徵選擇判定一或多個目標焦點位置；

接收在該一或多個目標焦點位置處捕捉之一或多個目標影像，該一或多個目標影像包含該目標樣品之該一或多個目標特徵；及

基於該一或多個目標影像判定一或多個疊對量測。

【請求項34】

如請求項33之方法，其中藉由該一或多個離焦成像計量子系統來捕捉該複數個訓練影像及該一或多個目標影像，該一或多個離焦成像計量子系統包括以下之至少一者：一基於光學之計量子系統或一基於散射量測之計量子系統。

【請求項35】

如請求項33之方法，其中該一或多個焦點位置包括在一焦點訓練範圍內之複數個焦點位置。

【請求項36】

如請求項34之方法，其中藉由使該等計量子系統之一或多個部分沿著一或多個調整軸平移而在該一或多個焦點位置處捕捉該複數個訓練影像。

【請求項37】

如請求項36之方法，其進一步包括：

將一或多個控制信號提供至該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分沿著該一或多個調整軸平移。

【請求項38】

如請求項37之方法，其中該一或多個控制信號經組態以引起該一或多個離焦成像計量子系統之該一或多個部分居中。

【請求項39】

如請求項33之方法，其中基於該一或多個目標特徵之該一或多個目標影像判定該一或多個疊對量測包括：

基於對應於形成於該目標樣品之一第一層上之該一或多個目標特徵的一第一疊對量測及對應於形成於該目標樣品之一第二層上之該一或多個目標特徵的一第二疊對量測來判定該目標樣品之該第一層與該目標樣品之該第二層之間的一疊對。

【請求項40】

如請求項33之方法，其中用於該一或多個疊對量測之該一或多個目標特徵選擇係由一使用者經由一使用者介面提供。

【請求項41】

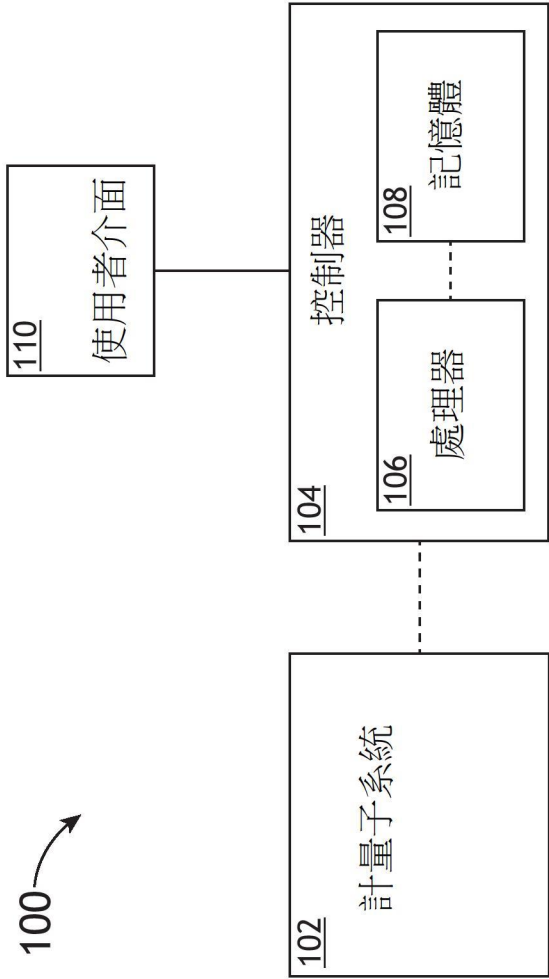
如請求項33之方法，其進一步包括：

將一或多個控制信號提供至一或多個程序工具。

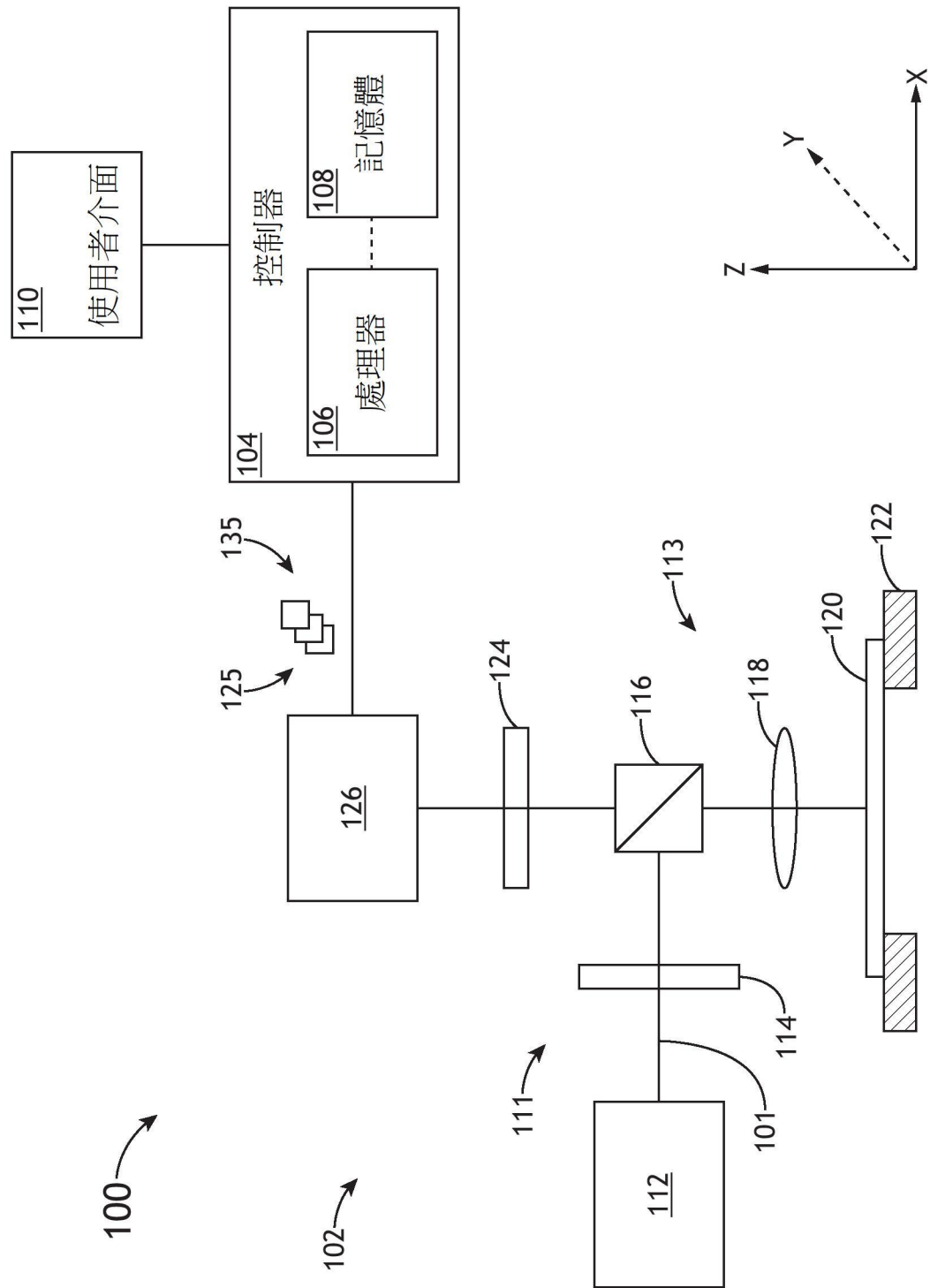
【請求項42】

如請求項33之方法，其中該機器學習分類器包括一深度學習分類器、一卷積神經網路、一整體學習分類器、一隨機森林分類器或一人工神經網路之至少一者。

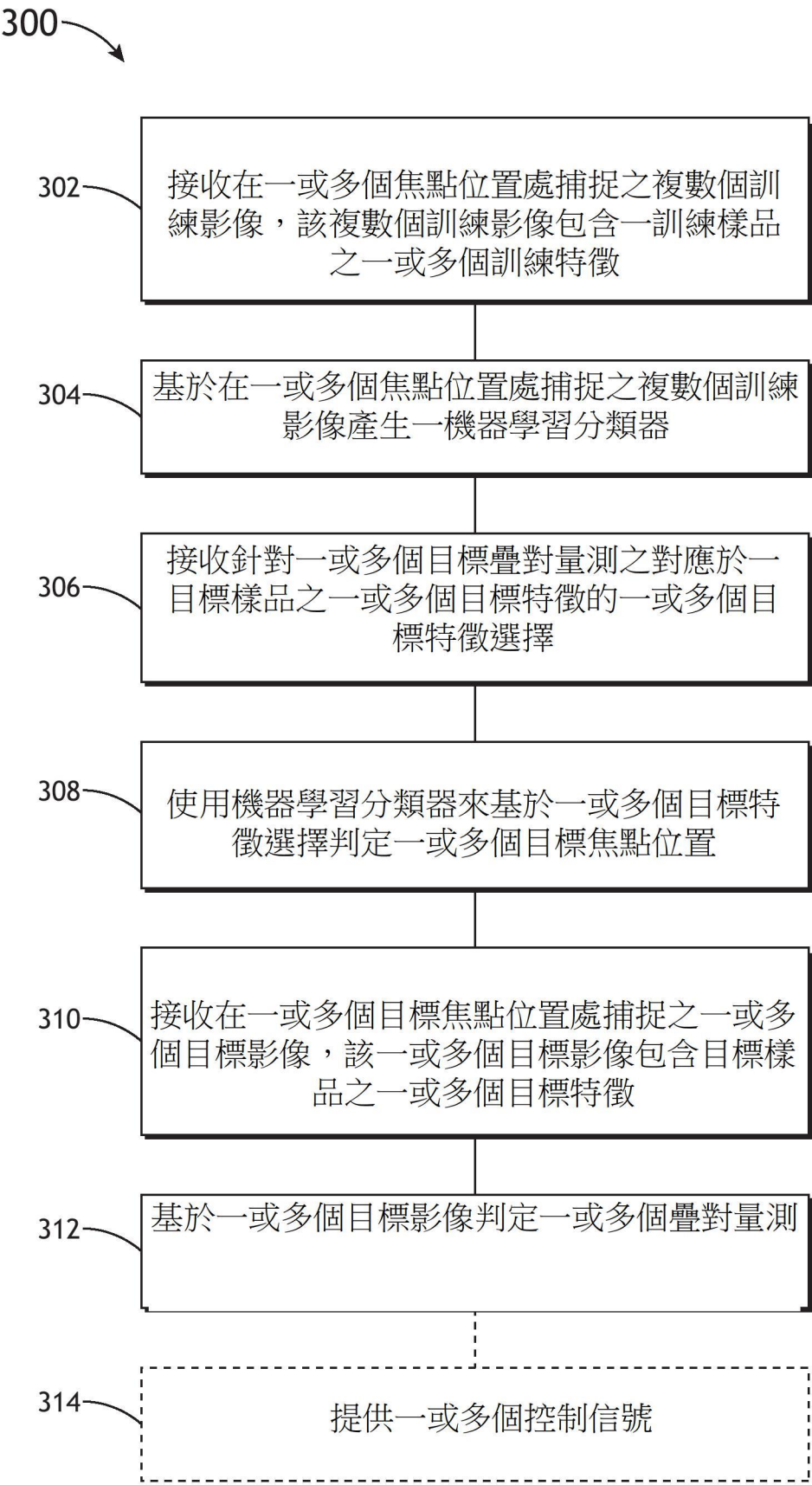
【發明圖式】



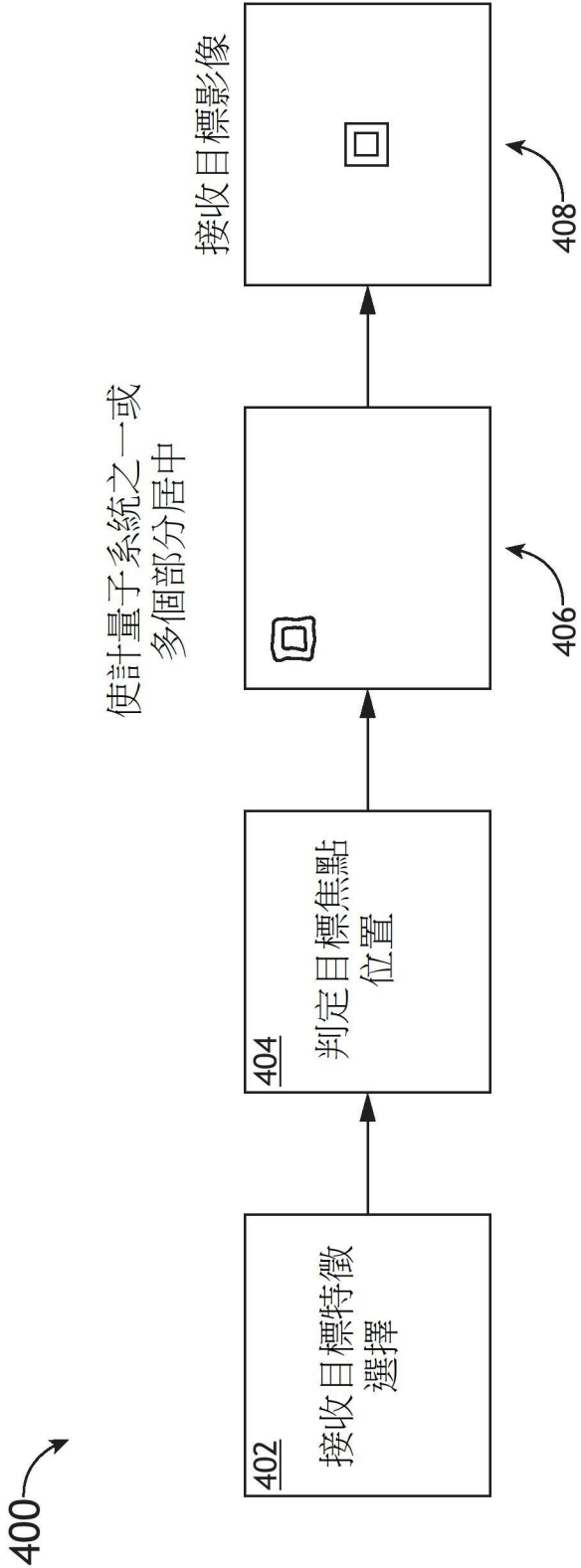
【圖1】



【圖2】



【圖3】



【圖4】