



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202309599 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：111124424

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : G02B26/10 (2006.01)

G02B5/20 (2006.01)

(30)優先權：2021/08/25 美國

17/411,539

(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：希爾 安卓 V HILL, ANDREW V. (US)；馬那森 阿農 MANASSEN, AMNON
(IL)；戈列里克 迪米特里 GORELIK, DMITRY (IL)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：31 項 圖式數：4 共 51 頁

(54)名稱

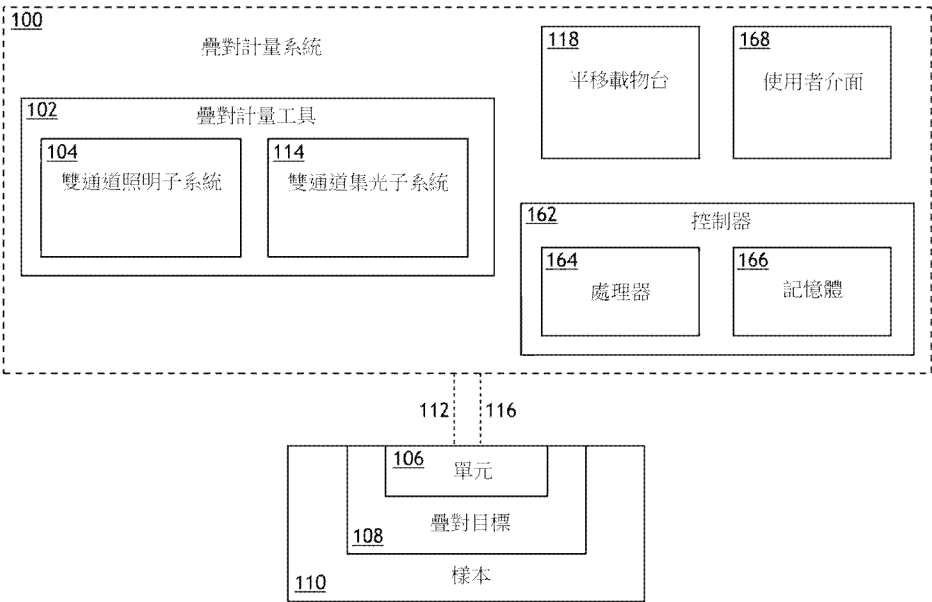
平行散射量測之疊對計量

(57)摘要

一種疊對計量工具可包含：一照明源，其用於產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布；一照明子系統，其用於依序照明具有正交定向之光柵疊置結構之一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對；一集光子系統，其具有用於捕獲來自一經照明單元對之經收集光之兩個集光通道；及濾波光學器件，其等用於將來自一經照明單元對中之不同單元之光引導至不同集光通道以供偵測。該工具可進一步包含用於產生該兩個或更多個單元對中之正交定向之光柵疊置結構之分開的疊對量測之一控制器。

An overlay metrology tool may include an illumination source to generate a first illumination beam distribution with a first linear polarization and a second illumination beam distribution with a second linear polarization orthogonal to the first linear polarization, an illumination sub-system to sequentially illuminate two or more cell pairs of an overlay target on a sample having orthogonally oriented grating-over-grating structures, a collection sub-system with two collection channels to capture collected light from an illuminated cell pair and filtering optics to direct light from different cells in an illuminated cell pair to different collection channels for detection. The tool may further include a controller to generate separate overlay measurements for orthogonally-oriented grating-over-grating structures in the two or more cell pairs.

指定代表圖：



【圖1A】

符號簡單說明：

- 100: 疊對計量系統
- 102: 疊對計量工具
- 104: 雙通道照明子系統
- 106: 單元
- 108: 疊對目標
- 110: 樣本
- 112: 照明光束
- 114: 雙通道集光子系統
- 116: 經收集光
- 118: 樣本載物台
- 162: 控制器
- 164: 處理器
- 166: 記憶體裝置
- 168: 使用者介面

【發明摘要】

【中文發明名稱】

平行散射量測之疊對計量

【英文發明名稱】

PARALLEL SCATTEROMETRY OVERLAY METROLOGY

【中文】

一種疊對計量工具可包含：一照明源，其用於產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布；一照明子系統，其用於依序照明具有正交定向之光柵疊置結構之一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對；一集光子系統，其具有用於捕獲來自一經照明單元對之經收集光之兩個集光通道；及濾波光學器件，其等用於將來自一經照明單元對中之不同單元之光引導至不同集光通道以供偵測。該工具可進一步包含用於產生該兩個或更多個單元對中之正交定向之光柵疊置結構之分開的疊對量測之一控制器。

【英文】

An overlay metrology tool may include an illumination source to generate a first illumination beam distribution with a first linear polarization and a second illumination beam distribution with a second linear polarization orthogonal to the first linear polarization, an illumination sub-system to sequentially illuminate two or more cell pairs of an overlay target on a sample having orthogonally oriented grating-over-grating structures, a collection sub-system with two collection channels to capture collected light from an illuminated cell pair and

filtering optics to direct light from different cells in an illuminated cell pair to different collection channels for detection. The tool may further include a controller to generate separate overlay measurements for orthogonally-oriented grating-over-grating structures in the two or more cell pairs.

【指定代表圖】

圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

- 100: 疊對計量系統
- 102: 疊對計量工具
- 104: 雙通道照明子系統
- 106: 單元
- 108: 疊對目標
- 110: 樣本
- 112: 照明光束
- 114: 雙通道集光子系統
- 116: 經收集光
- 118: 樣本載物台
- 162: 控制器
- 164: 處理器
- 166: 記憶體裝置
- 168: 使用者介面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

平行散射量測之疊對計量

【英文發明名稱】

PARALLEL SCATTEROMETRY OVERLAY METROLOGY

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於疊對計量且更特定言之，係關於基於散射量測之疊對計量。

【先前技術】

【0002】 疊對計量通常係指一樣本(諸如(但不限於)半導體裝置)上之層之相對對準之量測。一疊對量測或疊對誤差之一量測通常係指一或多個樣本層上之經製造特徵之錯位之一量測。在一般意義上，多個樣本層上之經製造特徵之適當對準對於裝置之適當起作用係必要的。對於減小特徵大小且增加特徵密度之需求導致對於準確且有效的疊對計量之對應增加之需求。許多現有疊對量測技術需要一疊對目標之多個單元之分開的量測步驟以產生針對一特定方向之疊對資料且進一步需要額外組之量測步驟以產生針對額外方向之疊對資料。然而，執行此等量測步驟所需之時間可提供對一疊對計量系統之處理能力之一限制。因此，需要開發用於克服此等缺陷之系統及方法。

【發明內容】

【0003】 根據本發明之一或多項闡釋性實施例，揭示一種疊對計量工具。在一項闡釋性實施例中，該工具包含用於產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之

一第二照明光束分布之一照明源。在另一闡釋性實施例中，該工具包含用於依序照明一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對之一照明子系統。該兩個或更多個單元對之一特定者可包含具有具備沿著一第一方向之週期性之一光柵疊置結構之一第一方向單元及具有具備沿著正交於該第一方向之一第二方向之週期性之一光柵疊置結構之一第二方向單元。在另一闡釋性實施例中，該照明子系統同時使用一第一照明光束分布照明該第一方向單元且使用一第二照明光束分布照明該第二方向單元。在另一闡釋性實施例中，該工具包含一集光子系統，該集光子系統具有：一第一集光通道，其包含在一第一通道偵測平面處之一或多個第一通道偵測器；一第二集光通道，其包含在一第二通道偵測平面處之一或多個第二通道偵測器；一物鏡，其用於收集來自該樣本之光作為經收集光；及一或多個濾波光學器件，其或其等或用於將該經接收光之與該兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至該第一集光通道，且將該經接收光之與該兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之部分引導至該第二集光通道。在另一闡釋性實施例中，該工具包含一控制器以基於來自該一或多個第一通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元相關聯之資料沿著該第一方向產生一第一疊對量測，且基於來自該一或多個第二通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元相關聯之資料沿著該第二方向產生一第二疊對量測。

【0004】 根據本發明之一或多項闡釋性實施例，揭示一種疊對計量工具。在一項闡釋性實施例中，該工具包含用於產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布之一照明源。在另一闡釋性實施例中，該工具包含用

於依序照明一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對之一照明子系統。該兩個或更多個單元對之一特定者可包含具有具備沿著一第一方向之週期性之一光柵疊置結構之一第一方向單元及具有具備沿著正交於該第一方向之一第二方向之週期性之一光柵疊置結構之一第二方向單元。在另一闡釋性實施例中，該照明系統包含一第一照明通道以將一第一照明光束分布引導至該兩個或更多個單元對之一者之該第一方向單元，其中該第一照明光束分布包含具有一第一線性偏振之一或多個第一照明光束。在另一闡釋性實施例中，該照明子系統進一步包含一第二照明通道以與該第一照明光束分布同時將一第二照明光束分布引導至該兩個或更多個單元對之一者之該第二方向單元，其中該第二照明光束分布包含具有一第一線性偏振之一或多個第二照明光束。在另一闡釋性實施例中，該工具包含一集光子系統，該集光子系統具有：一第一集光通道，其包含在一第一通道偵測平面處之一或多個第一通道偵測器；一第二集光通道，其包含在一第二通道偵測平面處之一或多個第二通道偵測器；一物鏡，其用於收集來自該樣本之光作為經收集光；及一偏振光束分離器，其用於將該經接收光之與具有該第一線性偏振之第一方向單元相關聯之部分引導至該第一集光通道，且將該經接收光之與該兩個或更多個單元對之具有該第二線性偏振之第二方向單元相關聯之部分引導至該第二集光通道。在另一闡釋性實施例中，該工具包含一控制器以基於來自該一或多個第一通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元相關聯之資料沿著該第一方向產生一第一疊對量測，且基於來自該一或多個第二通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元相關聯之資料沿著該第二方向產生一第二疊對量測。

【0005】 根據本發明之一或多項闡釋性實施例，揭示一種疊對計量方法。在一項闡釋性實施例中，該方法包含產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布。在另一闡釋性實施例中，該方法包含依序照明一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對，其中該兩個或更多個單元對之各者包含具有具備沿著一第一方向之週期性之一光柵疊置結構之一第一方向單元及具有具備沿著正交於該第一方向之一第二方向之週期性之一光柵疊置結構之一第二方向單元，且其中該照明子系統同時使用一第一照明光束分布照明該第一方向單元且使用一第二照明光束分布照明該第二方向單元。在另一闡釋性實施例中，該方法包含收集來自該樣本之光作為經收集光。在另一闡釋性實施例中，該方法包含將該經收集光之與該兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至第一集光通道。在另一闡釋性實施例中，該方法包含將該經收集光之與該兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之部分引導至第二集光通道。在另一闡釋性實施例中，該方法包含基於與該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元相關聯之資料沿著該第一方向產生一第一疊對量測。在另一闡釋性實施例中，該方法包含基於與該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元相關聯之資料沿著該第二方向產生一第二疊對量測。

【0006】 應理解，前文概述及下文詳細描述兩者僅係例示性及說明性的且未必限制如主張之本發明。併入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與概述一起用於解釋本發明之原理。

【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。

圖1A係根據本發明之一或多項實施例之一疊對計量系統之一方塊圖。

圖1B係根據本發明之一或多項實施例之繪示兩個照明通道及兩個集光通道之疊對計量工具之一示意圖。

圖1C係根據本發明之一或多項實施例之繪示具有可基於線性變化之濾波器分開地組態之照明條件之兩個照明通道之疊對計量工具之一部分之一示意圖。

圖2A係根據本發明之一或多項實施例之一疊對目標之一單一單元中之一光柵疊置結構之一側視圖。

圖2B係根據本發明之一或多項實施例之一疊對目標之一俯視圖。

圖3A係根據本發明之一或多項實施例之繪示來自圖2B中之疊對目標之一X方向單元之繞射級之一分布之一光瞳平面之一俯視圖。

圖3B係根據本發明之一或多項實施例之繪示來自圖2B中之疊對目標108之一Y方向單元之繞射級之一分布之一光瞳平面之一俯視圖。

圖4係繪示根據本發明之一或多項實施例之在用於疊對計量之一方法中執行之步驟之一流程圖。

【實施方式】

【0008】 現將詳細參考在隨附圖式中繪示之所揭示標的物。已關於某些實施例及其等之特定特徵特別展示且描述本發明。將本文中闡述之實施例視為闡釋性而非限制性。一般技術者應容易瞭解，可作出形式及細節上之各種改變及修改而不脫離本發明之精神及範疇。

【0009】 本發明之實施例係關於用於使用散射量測技術產生一疊對

目標之單元之平行量測之系統及方法。在一些實施例中，同時照明與沿著兩個不同(例如，正交)方向之疊對量測相關聯之一疊對目標之兩個單元，同時收集來自兩個經照明單元之光，且將與經照明單元相關聯之經收集光引導至分開的偵測路徑。以此方式，可平行執行一疊對目標之多個單元之量測，此可有益地增加有關目標上之各單元之循序量測之量測處理能力。額外實施例係關於適用於同時照明一疊對目標之多個單元且將來自多個單元之光分離至分開的偵測通道中之一多通道散射量測疊對工具。

【0010】 為了本發明之目的，術語疊對通常用於描述藉由兩個或更多個微影圖案化步驟製造之一樣本上之特徵之相對位置，其中術語疊對誤差描述特徵自一標稱配置之一偏差。例如，一多層裝置可包含針對各層使用不同微影步驟在多個樣本層上圖案化之特徵，其中層之間之特徵之對準通常必須經緊密控制以確保所得裝置之恰當效能。因此，一疊對量測可特性化兩個或更多個樣本層上之特徵之相對位置。藉由另一實例，可使用多個微影步驟以在一單一樣本層上製造特徵。此等技術(通常稱為雙圖案化或多圖案化技術)可促進接近微影系統之解析度之高度密集特徵之製造。在此背景內容中，一疊對量測可特性化來自不同微影步驟之特徵在此單一層上之相對位置。應理解，貫穿本發明與疊對計量之一特定應用相關之實例及圖解僅係為了闡釋性目的提供且不應被解釋為限制本發明。

【0011】 雖然在一些應用中，可直接對一經製造裝置之特徵(例如，裝置特徵)執行疊對量測，但通常對使用與裝置特徵相同之微影步驟列印之專屬疊對目標執行疊對量測。以此方式，一疊對目標之特徵(例如，目標特徵)可經特殊設計以促進疊對量測。此外，在一個製造步驟(例如，在一或多個樣本層之製造之後)量測之疊對可用於產生用於精確地對準用於

在一後續製造步驟中製造一額外樣本層之一程序工具(例如，一微影工具或類似者)之可校正項。

【0012】 在一些實施例中，如本文中揭示之適用於散射量測計量之一疊對目標可包含具有一光柵疊置結構之一或多個單元，其中一光柵疊置結構包含在兩個或更多個所關注層之重疊區域上之週期性特徵(例如，光柵特徵)。以此方式，所關注層上之各種光柵特徵可貢獻於入射照明之繞射且可基於經繞射光之分析產生一疊對量測。例如，可基於光瞳平面資料(例如，與一光瞳平面中之選定繞射級之間之相對強度差相關聯)產生一疊對量測。藉由另一實例，可基於場平面資料(例如，與使用選定繞射級產生之目標之單元之影像之相對強度相關聯)產生一疊對量測。

【0013】 如貫穿本發明使用，術語「樣本」通常係指由一半導體或非半導體材料形成之一基板(例如，一晶圓或類似者)。例如，一半導體或非半導體材料可包含(但不限於)單晶矽、砷化鎵及磷化銦。一樣本可包含一或多個層。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電材料。許多不同類型之此等層在此項技術中已知，且如本文中使用的術語樣本旨在涵蓋其上可形成全部類型之此等層之一樣本。形成於一樣本上之一或多個層可經圖案化或未經圖案化。例如，一樣本可包含各具有可重複圖案化特徵之複數個晶粒。此等材料層之形成及處理可最終產生成品裝置。許多不同類型之裝置可形成於一樣本上，且如本文中使用的術語樣本旨在涵蓋在其上製造此項技術中已知之任何類型之裝置之一樣本。此外，為了本發明之目的，術語樣本及晶圓應被解釋為可互換的。另外，為了本發明之目的，術語圖案化裝置、遮罩及倍縮光罩應被解釋為可互換的。

【0014】 在一些實施例中，一疊對計量工具同時使用兩個照明光束照明一疊對目標之兩個單元，其中兩個單元包含其中一個單元中之光柵之定向正交於另一單元中之光柵之定向之光柵疊置結構。例如，疊對計量工具可同時使用一第一照明光束照明包含具有沿著一X方向之週期性之一光柵疊置結構之一X方向單元且使用一第二照明光束照明包含具有沿著一Y方向之週期性之一光柵疊置結構之一Y方向單元。應理解，僅為了闡釋性目的在本文中使用X及Y方向之描述以指代一樣本上之任意正交方向。此外，可使用具有正交線性偏振之光照明兩個單元(例如，使用沿著X方向之線性偏振光照明一個單元且使用沿著Y方向之線性偏振光照明一個單元)。特定言之，疊對計量工具可使用一或多個照明光束之一分布(例如，一照明光束分布)照明兩個單元之各者，其中各單元上之照明光束分布小於單元使得單元未填滿。另外，可個別地控制或調整各單元上之照明光之各種態樣，諸如(但不限於)光譜(例如，光譜頻寬及/或中心波長)、強度、照明角、照明之一角度分布或焦點位置。

【0015】 在一些實施例中，一疊對計量工具同時將來自經照明單元之經收集光分離至各單元之分開的偵測通道中。以此方式，儘管同時收集，然與經照明單元相關聯之量測資料可彼此隔離。可在本發明之精神及範疇內使用用於將經收集光分離至分開的偵測通道中之各種技術。例如，可基於諸如(但不限於)偏振、光瞳光闌濾波器(例如，一光瞳平面中用於傳遞選定繞射級之空間濾波器)或場光闌濾波器(例如，一場平面中用於傳遞來自一選定單元之光之空間濾波器)之參數分離來自經照明單元之經收集光。

【0016】 在一些實施例中，一疊對計量工具包含依據照明光或經收

集光之各種態樣之照明及/或集光路徑中之光束控制光學器件。例如，疊對計量工具可包含一或多個掃描鏡以在一量測期間跨各自單元掃描照明光束，此可減少與目標缺陷相關聯之雜訊。藉由另一實例，疊對計量工具可包含光束控制光學器件以控制或調整兩個照明光束之間之分離，此可用於匹配照明光束分離與一特定疊對目標中之單元之布局。此外，疊對計量工具可基於一選定照明光束分離調整照明及/或集光場光闌。

【0017】 本發明之額外實施例係關於適用於藉由一疊對計量工具進行平行量測之疊對目標。在一些實施例中，一疊對目標包含沿著一第一列分布之X方向單元及沿著一第二列分布之Y方向單元。以此方式，可僅藉由沿著列掃描疊對目標而以相同或類似照明條件(例如，偏振、光譜、強度、照明之角度分布、照明期間樣本之焦點位置或類似者)依序照明與一特定方向相關聯之單元。例如，一些疊對量測技術可需要來自具有光柵疊置結構之不同預期偏移之多個單元之資料擷取。因此，配置具有沿著列之週期性之共同方向之單元可減少對疊對計量工具之負擔，使得照明條件可與沿著列方向掃描目標相同或實質上相同。

【0018】 現參考圖1A至圖4，用於使用散射量測技術產生一疊對目標之單元之平行量測之系統及方法。

【0019】 圖1A係根據本發明之一或多項實施例之一疊對計量系統100之一方塊圖。

【0020】 在一些實施例中，疊對計量系統100包含一疊對計量工具102，該疊對計量工具102具有用於使用具有正交線性偏振之一或多個照明光束112之空間上分離分布(例如，照明光束分布)分開地照明一樣本110上之一疊對目標108之兩個單元106之一雙通道照明子系統104及用於分開

地偵測自樣本110發出之與兩個單元106相關聯之光或其他輻射(例如，經收集光116)之一雙通道集光子系統114。

【0021】 在一些實施例中，樣本110安置於適用於固定樣本110且進一步經組態以相對於疊對計量工具102定位樣本110之一樣本載物台118上。例如，樣本載物台118可包含適用於以任何選定定向定位樣本110之線性、旋轉或角度(例如，翻轉/傾斜)致動器之任何組合。

【0022】 疊對計量工具102可係此項技術中已知之適用於產生適用於判定與一樣本110上之疊對目標相關聯之疊對之疊對信號之任何類型之疊對計量工具。例如，疊對計量工具102可收集光瞳平面資料(例如，一或多個光瞳平面影像或其或其等之部分)，其中在一光瞳平面處分析經收集光116以特性化來自單元106之輻射之一角度分布(例如，與由單元106對輻射之散射及/或繞射相關聯)。藉由另一實例，疊對計量工具102可基於來自單元106之選定繞射級收集場平面資料(例如，一或多個場平面影像或其或其等之部分)。另外，在樣本110係靜態(例如，在一靜態或移動並量測(MAM)模式中)時或在樣本110在運動中(例如，在一掃描模式中)時，疊對計量工具102可特性化單元106。

【0023】 現參考圖2A至圖2B，根據本發明之一或多項實施例更詳細描述適用於構成單元106之平行特性化之一疊對目標108之各種組態。

【0024】 圖2A係根據本發明之一或多項實施例之一疊對目標108之一單一單元106中之一光柵疊置結構之一側視圖。在一些實施例中，各單元106中之一光柵疊置結構包含定位於樣本110之一第一層204上之第一層光柵特徵202及定位於樣本110之一第二層208上之第二層光柵特徵206，其等經定向使得包含第一層光柵特徵202及第二層光柵特徵206之區域重

疊。以此方式，第一層光柵特徵202及第二層光柵特徵206可各將入射照明光束112繞射成離散繞射級。一般言之，任何數目個額外層(未展示)可定位於第一層204、第二層208及一基板210上方、下方或之間。

【0025】 在一般意義上，第一層光柵特徵202及第二層光柵特徵206可具有相同或不同分布且可有意地彼此偏移達任何選定預期偏移212。在一些實施例中，第一層光柵特徵202及第二層光柵特徵206具有沿著相同方向之相同節距，使得相關聯繞射級在一光瞳平面中重疊。在一些實施例中，第一層光柵特徵202及第二層光柵特徵206具有沿著一特定方向之不同節距，此可導致與大於第一層光柵特徵202及第二層光柵特徵206之節距之一摩爾(Moiré)節距相關聯之摩爾條紋。在以下案中大體上描述利用摩爾效應之疊對計量技術：2015年11月10日發布之美國專利9,182,219；2008年10月21日發布之美國專利7,440,105；2008年3月25日發布之美國專利7,349,105；2020年2月4日發布之美國專利10,551,749；2021年3月11日發表之美國專利公開案2021/0072650；2020年7月21日申請之美國專利申請案 16/935,117；及2020年7月16日申請之美國專利申請案 16/931,078，該等案全部以全文引用的方式完整併入本文中。

【0026】 圖2B係根據本發明之一或多項實施例之一疊對目標108之一俯視圖。在一些實施例中，一疊對目標包含與各所關注量測方向相關聯之兩個或更多個單元106。例如，與一特定量測方向相關聯之不同單元106可包含具有不同預期偏移212之光柵疊置結構。

【0027】 圖2B繪示具有具備用於沿著X方向之疊對量測之沿著X方向之週期性之兩個單元106 (例如，X方向單元106)及具備用於沿著Y方向之疊對量測之沿著Y方向之週期性之兩個單元106 (例如，Y方向單元106)

之一疊對目標108。各種單元106通常可以任何適合分布配置。在一些實施例中，如圖2B中繪示，具有相同週期性方向之單元106以列分布。例如，圖2B繪示沿著一第一列214之X方向單元106及沿著一第二列216之Y方向單元。如下文將更詳細描述，此組態可促進以相同或類似照明條件對具有相同週期性方向之單元進行有效循序照明。

【0028】 然而，應理解，圖2A至圖2B中之疊對目標108及相關聯描述僅係為了闡釋性目的提供且不應被解釋為限制性。實情係，疊對目標108可包含任何適合光柵疊置疊對目標設計。例如，疊對目標108通常可包含適用於沿著兩個方向進行量測之任何數目個單元106。此外，單元106可以任何圖案或配置分布。例如，在2019年10月10日申請之美國專利申請案16/598,146中大體上描述適用於掃描計量之計量目標設計，該案以引用的方式完整併入本文中。

【0029】 現大體上參考圖1A至圖3B，根據本發明之一或多項實施例更詳細描述一疊對目標108之多個單元106之平行特性化。

【0030】 圖1B係根據本發明之一或多項實施例之繪示兩個照明通道120及兩個集光通道122之疊對計量工具102之一示意圖。以此方式，疊對計量工具102可同時特性化一疊對目標108（諸如(但不限於)圖2A至圖2B中繪示之疊對目標108)之兩個單元106。在一些實施例中，疊對計量工具102同時特性化具有正交週期性方向之兩個單元106（例如，一個X方向單元106及一個Y方向單元106）。

【0031】 在一些實施例中，疊對計量工具102包含經組態以產生適用於形成待引導至單元106之照明光束分布之照明126之至少一個照明源124。

【0032】 來自照明源124之照明126可包含光之一或多個選定波長，包含(但不限於)紫外線(UV)輻射、可見光輻射或紅外線(IR)輻射。

【0033】 照明源124可包含此項技術中已知之任何類型之照明源。在一些實施例中，照明源124係一雷射源。例如，照明源124可包含(但不限於)一或多個窄頻雷射源、一寬頻雷射源、一超連續雷射源、一白光雷射源或類似者。在此方面，照明源124可提供具有高相干性(例如，高空間相干性及/或時間相干性)之照明。在一些實施例中，照明源124包含一雷射持續電漿(LSP)源。例如，照明源124可包含(但不限於)適用於裝納在藉由一雷射源激發成一電漿狀態時可發射寬頻照明之一或多個元件之一LSP燈、一LSP燈泡或一LSP腔室。在一些實施例中，照明源124包含一燈源。例如，照明源124可包含(但不限於)一弧光燈、一放電燈、一無電極燈或類似者。在此方面，照明源124可提供具有低相干性(例如，低空間相干性及/或時間相干性)之照明。

【0034】 各照明通道120可將一或多個照明光束112之一分布(例如，一照明光束分布)引導至樣本110上之一特定位置。一照明光束分布通常可包含經引導至一特定單元106之具有照明參數(諸如(但不限於)入射角(例如，方位角及極入射角)、光譜或偏振)之一選定分布之一或多個照明光束112或照明瓣。例如，一照明光束分布可包含(但不限於)以一選定入射角之一單一照明光束112、照明光束112之一偶極分布或照明光束112之一四極分布。以此方式，照明通道120可同時為疊對目標108上之不同單元106提供不同照明條件。此外，在其中一照明光束分布包含多個照明光束112之情況中，可在一單元106之一給定量測中同時或依序提供此等照明光束112。

【0035】 在一些實施例中，照明通道120提供具有正交線性偏振之照明光束112。例如，一個照明通道120可提供具有沿著一第一方向(例如，一X方向)之一線性偏振之一或多個照明光束112之一分布且另一照明通道120可提供具有沿著正交於第一方向之一第二方向(例如，一Y方向)之一線性偏振之一或多個照明光束112之一分布。本文中經審慎考慮，提供照明通道120中之正交線性偏振可具有各種益處，諸如(但不限於)有效地利用來自照明源124之可用功率，藉由各單元106中之光柵疊置結構提供良好受控繞射及/或促進將經照明單元106之經收集光146分離至具有一高消光比之不同集光通道122中以防止信號之交叉污染。

【0036】 此外，可使用任何選定偏振方向照明疊對目標108之各種單元106。例如，疊對計量工具102可使用沿著X方向之線性偏振光照明一X方向單元106且使用沿著Y方向之線性偏振光照明一Y方向單元106或反之亦然。

【0037】 疊對計量工具102通常可包含用於同時產生多個照明光束分布之光學組件之任何組合。

【0038】 在一些實施例中，疊對計量工具102可包含用於產生用於各照明通道120之照明126之一單一照明源124。例如，疊對計量工具102可包含用於將照明126分離成經引導至不同照明通道120之正交線性偏振之一偏振光束分離器。在一些實施例中，疊對計量工具102包含用於一或多個照明通道120之一分開的照明源124。

【0039】 疊對計量工具102可進一步包含用於產生用於各照明通道120之選定照明光束分布之各種光學組件。在一些實施例中，如圖1B中繪示，各照明通道120可包含一或多個照明透鏡128或一或多個照明控制光

學器件130以控制各種照明參數。例如，照明控制光學器件130可包含(但不限於)一或多個場光闌或濾波器、一或多個光瞳光闌或濾波器、一或多個偏振器、一或多個光譜濾波器、一或多個空間濾波器、一或多個光束分離器、一或多個漫射器、一或多個均質器、一或多個變跡器、一或多個光束整形器或一或多個鏡(例如，靜態鏡、可平移鏡、掃描鏡或類似者)。作為一圖解，各照明通道120可包含用於產生一或多個照明光束112之一分布之一孔徑光闌及/或用於將該通道中之照明光束112之一空間範圍限制至等於或小於一單元106之一區域，使得單元未被照明填滿之一場光闌。

【0040】 在一般意義上，各照明通道120可提供一或多個照明光束112之照明參數之獨立控制。在一些實施例中，雖然在圖1B中未明確展示，但疊對計量工具102可包含照明透鏡128及/或照明控制光學器件130以在照明126進入照明通道120之前操縱照明126。以此方式，照明光束分布之選定態樣可在照明通道120之間一致。

【0041】 此外，各照明通道120中之照明參數可係靜態或可調諧的。可使用此項技術中已知之任何技術提供可調諧照明參數。在2019年8月6日發布之美國專利10,371,626及2020年10月21日申請之美國專利申請案17,076,312中大體上描述可調諧照明參數之產生，該兩個案以引用的方式完整併入本文中。

【0042】 在一些實施例中，藉由將照明126選擇性地引導至具有一或多個靜態濾波器(例如，光譜濾波器、中性密度濾波器或類似者)之多個可用光學路徑之一者而提供可調諧照明參數。在一些實施例中，藉由調整一或多個可調諧濾波器(例如，光譜濾波器、中性密度濾波器或類似者)在一照明通道120中之位置而提供可調諧照明參數。在一些實施例中，藉由

選擇性地控制來自照明源124之照明126在一或多個空間上變化之濾波器(例如，光譜濾波器、中性密度濾波器或類似者)上之一位置而提供可調諧照明參數。

【0043】 圖1C係根據本發明之一或多項實施例之繪示具有可基於線性變化之濾波器分開地組態之照明條件之兩個照明通道120之疊對計量工具102之一部分之一示意圖。線性變化之濾波器可包含具有沿著一線性濾波方向變化之濾波性質之濾波器。例如，一線性變化之中性密度濾波器可基於一輸入光束沿著線性軸之空間位置提供不同量之寬頻強度減小。藉由另一實例，一線性變化之低通(或高通)濾波器可提供具有基於輸入光束沿著線性濾波方向之空間位置變化之一截止波長之低通濾波。藉由另一實例，一線性變化之濾波器可形成為一偏振器，其中由線性變化之濾波器傳遞之偏振之方向可在沿著線性濾波方向之不同方向上不同。本文中經審慎考慮，本文中揭示之系統及方法可利用修改一輸入光束之任何選定性質之線性變化之濾波器。

【0044】 在一些實施例中，疊對計量工具102包含具有覆蓋一所關注波長範圍之一光譜頻寬之一照明源124及用於沿著與兩個照明通道120相關聯之兩個路徑分離來自照明源124之照明126之一偏振器132。例如，偏振器132可係用於在兩個照明通道120中提供正交線性偏振之一偏振光束分離器。

【0045】 各照明通道120可包含提供一或多個照明參數之可調諧控制之至少一個可調諧濾波器134。在一些實施例中，一可調諧濾波器134包含呈一4-f組態之一對聚焦光學器件136、定位於一光瞳平面(例如，為聚焦光學器件136所共有之一焦平面)處之一線性變化之濾波器138及定位

於聚焦光學器件136之其他焦平面處作為至可調諧濾波器134之輸入及/或輸出耦合器之角度掃描器140。以此方式，可藉由調整用於接收照明126之一輸入角度掃描器140之一角度而控制照明126在線性變化之濾波器138上之位置及因此，對照明126之所得濾波效應。此外，無關於輸入角度掃描器140之角度及線性變化之濾波器138上之相關聯位置，照明126將被重新引導至一輸出可調諧濾波器134上之一共同位置，該輸出可調諧濾波器134可沿著任何所要光學路徑引導經濾波照明126。例如，可同時調整輸入及輸出角度掃描器140以提供可調諧濾波而無需修改輸出光束路徑且因此不影響疊對計量系統100之額外光學器件之對準。

【0046】 此外，多個可調諧濾波器134可經串聯配置以提供多個照明參數之調諧。例如，圖1C繪示各照明通道120中之三個可調諧濾波器134。此一組態可適用於(但不限於)調整各照明通道120內之照明126之強度及光譜。例如，一個線性變化之濾波器138可係一線性變化之強度濾波器，一個線性變化之濾波器138可係一線性變化之低通光譜濾波器，且一個線性變化之濾波器138可係一線性變化之高通光譜濾波器。

【0047】 在一些實施例中，疊對計量工具102包含用於調整或控制一或多個照明光束112在一或多個照明通道120中之一焦點位置之一或多個焦點控制光學器件142。本文中經審慎考慮，焦點位置調整對於(但不限於)使用不同波長之量測或在不同深度處之特徵之量測可尤其有用。例如，在不同照明通道120中之照明光束112可具有不同光譜範圍。藉由另一實例，可藉由擷取在多個不同波長下來自各單元106之資料而改良量測穩健性。在任一情況中，樣本110及/或疊對計量系統100中之色差可導致不同波長下之不同聚焦或成像條件，使得可需要一或多個照明通道120中

之焦點校正。

【0048】 作為一圖解，圖1B包含在各照明通道120中之焦點控制光學器件142以提供針對相關聯照明光束112之獨立焦點控制。焦點控制光學器件142可包含適用於修改至少一個照明光束112之一焦點位置之任何類型或組合之光學元件，諸如(但不限於)一或多個可變形反射鏡、一或多個聲光透鏡、一或多個音圈或一或多個可平移透鏡(例如，任何照明透鏡128)。在一些實施例中，焦點控制光學器件142可經設計以在調諧一或多個額外照明參數(例如，光譜、強度、照明之角度分布或類似者)所需之一時間內提供焦點切換以促進高量測處理能力。以此方式，焦點控制光學器件142可操作為快速焦點控制器。

【0049】 再次參考圖1A至圖1C，疊對計量工具102可使用此項技術中已知之任何技術產生或以其他方式控制照明光束分布(例如，構成照明光束112之數目及入射角)。

【0050】 在一些實施例中，疊對計量系統100包含在一照明光瞳平面處以界定一或多個照明光束112之一或多個孔隙(例如，照明控制光學器件130)。在一些實施例中，疊對計量系統100藉由在兩個或更多個光纖中提供光而產生照明光束112，其中自各光纖輸出之光提供於一照明光瞳處或被引導至一照明光瞳以提供一照明光束112。在一些實施例中，疊對計量系統100藉由將來自照明源124之照明126繞射成兩個或更多個繞射級而產生一或多個照明光束112，其中至少一個繞射級形成至少一個照明光束112。在2020年4月23日發表之美國專利公開案US2020/0124408中大體上描述多個照明光束透過受控繞射之有效產生，該案以引用的方式完整併入本文中。

【0051】 在一些實施例中，疊對計量工具102包含用於捕獲自兩個經照明單元106發出之光或其他輻射(例如，經收集光146)之一物鏡144。此外，來自任何照明通道120之一照明光束112通常可透過物鏡144 (例如，在一透過透鏡(TTL)組態中)或在物鏡144之一數值孔徑之外(例如，在一透鏡外(OTL)組態中)引導至樣本110。例如，圖1B繪示一TTL組態。

【0052】 在一些實施例中，疊對計量工具102包含用於將來自兩個經照明單元106之經收集光146分離至不同集光通道122中之一或多個濾波光學器件。例如，濾波光學器件可將與X方向單元106相關聯之經收集光116之部分選擇性地引導至一個集光通道122且將與Y方向單元106相關聯之經收集光116引導至另一集光通道122。

【0053】 一或多個濾波光學器件可使用任何技術或技術之組合(包含(但不限於)偏振濾波、光瞳平面濾波或場平面濾波)分離與兩個經照明單元106相關聯之經收集光116。

【0054】 在一些實施例中，濾波光學器件包含用於實施偏振濾波之一或多個偏振濾波器，諸如(但不限於)一或多個線性偏振器或一或多個偏振光束分離器。本文中經審慎考慮，當照明通道120提供具有正交線性偏振之照明光束分布時，偏振濾波可尤其有效，此係因為經收集光116通常可保持照明之偏振方向。

【0055】 例如，如圖1B中繪示，疊對計量工具102包含在為照明126及經收集光116所共有之一位置中之一偏振光束分離器148。在此組態中，偏振光束分離器148可接收來自各照明通道120之經正交線性偏振照明126且將此光接收至物鏡144。此偏振光束分離器148可接著接收來自兩個經照明單元106之經收集光116且基於偏振將此經收集光116分離至兩個

集光通道122中。圖1B進一步繪示兩個非偏振光束分離器150，每一個與各偏振方向相關聯以針對該偏振方向分離照明126及經收集光116。

【0056】藉由另一實例，雖然未明確展示，但疊對計量工具102可包含在集光通道122之一者或兩者中之一或多個線性偏振器。例如，一個集光通道122可包含沿著X方向對準之一線性偏振器且一個集光通道122可包含沿著Y方向對準之一線性偏振器。在此組態中，線性偏振器可實施偏振濾波，即使照明光束分布不具有正交線性偏振，仍可達成該偏振濾波。此外，一集光通道122中之偏振器可提供高於由偏振光束分離器148提供之一消光比且因此進一步減少與不同單元106相關聯之經收集光116之間之串擾。

【0057】在一些實施例中，濾波光學器件包含一或多個光瞳平面中之一或多個空間濾波器(例如，光瞳平面濾波器)。本文中經審慎考慮，一光柵疊置結構將產生在週期性方向上分布之繞射級。因此，來自具有正交週期性方向之單元106之繞射級將在一光瞳平面中之正交方向上分布且因此，可使用光瞳平面濾波器進行濾波。

【0058】圖3A至圖3B繪示根據本發明之一或多項實施例之來自圖2B之疊對目標108之經照明單元106之繞射級之空間分布。圖3A係根據本發明之一或多項實施例之繪示來自圖2B中之疊對目標108之一X方向單元106之繞射級之一分布之一光瞳平面之一俯視圖。特定言之，圖3A繪示回應於按一法向入射角之一單一照明光束112之在一光瞳邊界308內之0級繞射302 (例如，鏡面反射)、X方向-1級繞射304及X方向+1級繞射306。圖3B係根據本發明之一或多項實施例之繪示來自圖2B中之疊對目標108之一Y方向單元106之繞射級之一分布之一光瞳平面之一俯視圖。特定言之，

圖3B繪示回應於按一法向入射角之一單一照明光束112之在光瞳邊界308內之0級繞射302、Y方向-1級繞射310及Y方向+1級繞射312。如圖3A及圖3B中繪示，來自X方向單元106及Y方向單元106之非零繞射級在光瞳平面中不重疊且可使用光瞳平面濾波器隔離。例如，一個集光通道122可包含具有經定向以至少傳遞X方向-1級繞射304及X方向+1級繞射306以隔離來自經照明X方向單元106之經收集光116之孔隙之一光瞳平面濾波器，且一個集光通道122可包含具有經定向以至少傳遞Y方向-1級繞射310及Y方向+1級繞射312以隔離來自經照明Y方向單元106之經收集光116之孔隙之一光瞳平面濾波器。

【0059】 在一些實施例中，濾波光學器件包含一或多個場平面中之一或多個空間濾波器(例如，場平面濾波器)。例如，圖1B繪示在各集光通道122中之場光闌152。特定言之，在一集光通道122中之一場光闌152可將該通道中之一集光區域限制為一特定單元106。

【0060】 在一些實施例中，各集光通道122包含經組態以捕獲通道中之經收集光116之一或多個偵測器154。各集光通道122可進一步包含適用於修改及/或調節來自樣本110之經收集光146之一或多個光學元件。在一些實施例中，一集光通道122包含一或多個集光路徑透鏡156 (例如，用於準直照明，用於中繼光瞳及/或場平面或類似者)，該一或多個集光路徑透鏡156可包含(但不需要包含)物鏡144。在一些實施例中，一集光通道122包含用於整形或以其他方式控制經收集光146之一或多個集光路徑光學器件158。例如，集光路徑光學器件158可包含(但不限於)一或多個場光闌、一或多個孔徑光闌、一或多個偏振器、一或多個光譜濾波器、一或多個強度濾波器、一或多個光束分離器、一或多個漫射器、一或多個均質

器、一或多個變跡器、一或多個光束整形器或一或多個鏡(例如，靜態鏡、可平移鏡、掃描鏡或類似者)。

【0061】 一偵測器154可定位於一集光通道122內之任何選定位置處。在一些實施例中，疊對計量工具102包含在一光瞳平面(例如，一繞射平面)處以產生一光瞳影像之一偵測器154。在此方面，光瞳影像可對應於來自樣本110之光在一偵測器154上之一角度分布。例如，可在光瞳平面中成像或以其他方式觀察與來自一單元106中之光柵疊置結構之繞射相關聯之繞射級。在一般意義上，一偵測器154可捕獲來自樣本110之反射(或透射)、散射或繞射光之任何組合。在一些實施例中，疊對計量工具102包含在一場平面(例如，與樣本110共軛之一平面)處以基於來自單元106之選定繞射級產生樣本110之一影像之一偵測器154。

【0062】 疊對計量工具102通常可包含適用於捕獲來自樣本110之指示疊對之光之任何數目或類型之偵測器154。在一些實施例中，偵測器154包含適用於特性化一靜態樣本之一或多個偵測器154。在此方面，疊對計量工具102可在其中樣本110在一量測期間係靜態之一靜態模式中操作。例如，一偵測器154可包含一二維像素陣列，諸如(但不限於)一電荷耦合裝置(CCD)或一互補金屬氧化物半導體(CMOS)裝置。在此方面，偵測器154可在一單一量測中產生一二維影像(例如，一場平面影像或一光瞳平面影像)。

【0063】 在一些實施例中，偵測器154包含適用於特性化一移動樣本(例如，一經掃描樣本)之一或多個偵測器154。在此方面，疊對計量工具102可在其中在一量測期間相對於一量測場掃描樣本110之一掃描模式中操作。例如，偵測器154可包含具有足以在一掃描期間在選定影像容限

(例如，影像模糊、對比度、清晰度或類似者)內擷取一或多個影像之一擷取時間及/或一再新率之一2D像素陣列。藉由另一實例，偵測器154可包含用於一次一行像素地連續產生一影像之一線掃描偵測器。藉由另一實例，偵測器154可包含一延時積分(TDI)偵測器。一TDI偵測器可在樣本110之運動與TDI偵測器中之電荷轉移時脈信號同步時產生樣本110之一連續影像。

【0064】 在一些實施例中，疊對計量系統100包含用於控制一或多個照明光束112 (或照明光束分布)在樣本110上之一位置之一或多個光束掃描光學器件160。作為一圖解，圖1B包含在各照明通道120中之光束掃描光學器件160。

【0065】 本文中經審慎考慮，可根據本發明之一或多項實施例以各種方式利用光束掃描光學器件160。

【0066】 在一些實施例中，定位於兩個照明通道120中之光束掃描光學器件160可以一同步型樣掃描以掃描跨單元106之各自照明分布。此同步掃描可有益地緩解與光柵疊置結構之缺陷相關聯之雜訊及/或緩解與相干照明126相關聯之散斑之影響。然而，本文中經審慎考慮，可另外或替代地使用其他技術緩解此散斑。例如，相干照明126可掃描遍及一多模式光纖之一輸入面，其中多模式光纖之輸出經成像至樣本110上。此一多模式光纖可定位於任何照明通道120前方或內。

【0067】 在一些實施例中，一或多個照明通道120中之光束掃描光學器件160用於調整或以其他方式控制相關聯照明光束分布之一分離。以此方式，來自各照明通道120之照明光束分布可在不同單元106上居中。此外，此組態可靈活地提供對具有任何選定單元分離之目標之量測。例

如，在圖1B中，光束掃描光學器件160可在一圖解平面中傾斜以使樣本110上之相關聯照明光束分布在圖解平面中偏離。

【0068】本文中經進一步審慎考慮，可期望確保照明126及/或經收集光116在任何場光闌中居中以避免照明或集光之任一者期間之不對稱繞射。在一些實施例中，疊對計量系統100包含可(但不需要)與其他組件同步之一或多個可調整場光闌(例如，安裝至致動器之場光闌或類似者)。例如，圖1B繪示可視情況與光束掃描光學器件160同步之在照明通道120及集光通道122兩者中之可調整場光闌152。以此方式，即使在調整照明光束分布在樣本110上之位置時，照明126及經收集光116仍可保持在各自光闌中居中。

【0069】再次參考圖1A，根據本發明之一或多項實施例更詳細描述疊對計量系統100之各種額外組件。

【0070】在一些實施例中，疊對計量系統100包含通信地耦合至疊對計量工具102及/或其中之任何組件之一控制器162。在一些實施例中，控制器162包含一或多個處理器164。例如，一或多個處理器164可經組態以執行維持於一記憶體裝置166或記憶體中之一組程式指令。一控制器162之一或多個處理器164可包含此項技術中已知之任何處理元件。在此意義上，一或多個處理器164可包含經組態以執行演算法及/或指令之任何微處理器類型裝置。

【0071】一控制器162之一或多個處理器164可包含此項技術中已知之任何處理器或處理元件。為了本發明之目的，術語「處理器」或「處理元件」可被廣泛地定義以涵蓋具有一或多個處理或邏輯元件(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))之任何裝置。在此意義上，一或多個處理器164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。在一些實施例中，一或多個處理器164可體現為一桌上型電腦、主機電腦系統、工作站、影像電腦、平行處理器、網路連結電腦或經組態以執行一程式(其經組態以操作疊對計量系統100或結合疊對計量系統100操作)之任何其他電腦系統，如貫穿本發明所描述。再者，疊對計量系統100之不同子系統可包含適用於實行本發明中描述之步驟之至少一部分之一處理器或邏輯元件。因此，上文之描述不應被解釋為對本發明之實施例之一限制而僅為一圖解。此外，貫穿本發明描述之步驟可藉由一單一控制器或替代地多個控制器實行。另外，控制器162可包含容置於一共同外殼中或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之組合可被分開地封裝為適用於整合至疊對計量系統100中之一模組。

【0072】 記憶體裝置166可包含此項技術中已知之適用於儲存可由相關聯之一或多個處理器164執行之程式指令之任何儲存媒體。例如，記憶體裝置166可包含一非暫時性記憶體媒體。藉由另一實例，記憶體裝置166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。應進一步注意，記憶體裝置166可與一或多個處理器164一起容置於一共同控制器外殼中。在一些實施例中，記憶體裝置166可相對於一或多個處理器164及控制器162之實體位置遠端定位。例如，控制器162之一或多個處理器164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)。

【0073】 控制器162可(例如，透過控制信號)引導或接收來自疊對計量工具102或其中之任何組件之資料。控制器162可進一步經組態以執行貫穿本發明描述之各種程序步驟之任一者。

【0074】 在一些實施例中，疊對計量系統100包含通信地耦合至控制器162之一使用者介面168。在一些實施例中，使用者介面168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。在一些實施例中，使用者介面168包含用於將疊對計量系統100之資料顯示給一使用者之一顯示器。使用者介面168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知，能夠與一使用者介面168整合之任何顯示裝置適用於本發明中之實施方案。在一些實施例中，一使用者可回應於經由使用者介面168之一使用者輸入裝置顯示給使用者之資料而輸入選擇及/或指令。

【0075】 現參考圖4，圖4係繪示根據本發明之一或多項實施例之在用於疊對計量之一方法400中執行之步驟之一流程圖。申請者應注意，本文中先前在疊對計量系統100之背景內容中描述之實施例及實現技術應被解釋為擴展至方法400。然而，應進一步注意，方法400不限於疊對計量系統100之架構。

【0076】 在一些實施例中，方法400包含同時使用具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布照明一疊對目標上之一單元對之一第一方向單元且使用具有正交於第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布照明單元對之一第二方向單元之一步驟402。例如，一疊對目標可包含具有在正交方向上定向之光柵疊置結構之兩個或更多個單元對，如圖2A

至圖2B中繪示。

【0077】 步驟402可包含使用任何數目或組態之照明光束照明第一方向及第二方向單元，其中可分開地控制第一及第二照明光束分布。在一些實施例中，步驟404可包含使用第一及第二照明光束分布未充滿第一方向及第二方向單元兩者。此外，步驟402可包含跨第一方向及第二方向單元同時掃描第一及第二照明光束分布，此可緩解目標雜訊及/或散斑。

【0078】 在一些實施例中，方法400包含收集來自樣本(例如，第一方向及第二方向單元)之光作為經收集光之一步驟404。在一些實施例中，方法400包含將經收集光之與兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至第一集光通道之一步驟406。在一些實施例中，方法400包含將經收集光之與兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之部分引導至第二集光通道之一步驟408。以此方式，可平行收集指示第一方向單元及第二方向單元之疊對之經收集光。例如，可使用偏振濾波器、光瞳平面濾波器或場平面濾波器(諸如(但不限於)在疊對計量系統100之背景內容中繪示之該等濾波器)之任何組合實施步驟406及/或步驟408。

【0079】 在一些實施例中，方法400包含基於與兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之資料(例如，基於針對兩個或更多個單元對重複步驟402至408)沿著第一方向產生一第一疊對量測之一步驟410。在一些實施例中，方法400包含基於與兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之資料沿著第二方向產生一第二疊對量測之一步驟412。

【0080】 本文中經審慎考慮，方法400可有益地以經收集光之最小或可忽略串擾提供目標單元之平行量測。以此方式，相對於其中依序量測全部單元之技術，方法400可將一給定疊對目標之循序量測之所需數目減

少兩倍。此外，此處理能力增加可不犧牲量測之準確度或靈敏度。

【0081】本文中描述之標的物有時繪示其他組件內含有或與其他組件連接之不同組件。應理解，此等所描繪之架構僅僅係例示性，且事實上可實施達成相同功能性之許多其他架構。在一概念意義上，用於達成相同功能性之組件之任何配置有效「相關聯」，使得達成所要功能性。因此，在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而不考慮架構或中間組件。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互動及/或實體互動組件及/或可無線互動及/或無線互動組件及/或可邏輯互動及/或邏輯互動組件。

【0082】據信本發明及許多其伴隨優點將藉由前述描述理解，且將明白，可對組件之形式、構造及配置做出多種改變而不脫離所揭示之標的物或不犧牲全部其重要優點。所描述之形式僅僅係解釋性，且以下發明申請專利範圍之意圖係涵蓋且包含此等改變。此外，應理解，本發明係由隨附發明申請專利範圍界定。

【符號說明】

【0083】

100: 疊對計量系統

102: 疊對計量工具

104: 雙通道照明子系統

106: 單元

- 108: 疊對目標
- 110: 樣本
- 112: 照明光束
- 114: 雙通道集光子系統
- 116: 經收集光
- 118: 樣本載物台
- 120: 照明通道
- 122: 集光通道
- 124: 照明源
- 126: 照明/相干照明
- 128: 照明透鏡
- 130: 照明控制光學器件
- 132: 偏振器
- 134: 可調諧濾波器
- 136: 聚焦光學器件
- 138: 線性變化之濾波器
- 140: 角度掃描器
- 142: 焦點控制光學器件
- 144: 物鏡
- 146: 經收集光
- 148: 偏振光束分離器
- 150: 非偏振光束分離器
- 152: 場光闌

154: 偵測器

156: 集光路徑透鏡

158: 集光路徑光學器件

160: 光束掃描光學器件

162: 控制器

164: 處理器

166: 記憶體裝置

168: 使用者介面

202: 第一層光柵特徵

204: 第一層

206: 第二層光柵特徵

208: 第二層

210: 基板

212: 預期偏移

214: 第一列

216: 第二列

302: 0級繞射

304: X方向-1級繞射

306: X方向+1級繞射

308: 光瞳邊界

400: 方法

402: 步驟

404: 步驟

406: 步驟

408: 步驟

410: 步驟

412: 步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種疊對計量工具，其包括：

一照明源，其經組態以產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布；

一照明子系統，其用於依序照明一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對，其中該兩個或更多個單元對之一特定者包含具有具備沿著一第一方向之週期性之一光柵疊置結構之一第一方向單元及具有具備沿著正交於該第一方向之一第二方向之週期性之一光柵疊置結構之一第二方向單元，其中該照明子系統同時使用該第一照明光束分布照明該第一方向單元且使用該第二照明光束分布照明該第二方向單元；

一集光子系統，其包括：

一第一集光通道，其包含在一第一通道偵測平面處之一或多個第一通道偵測器；

一第二集光通道，其包含在一第二通道偵測平面處之一或多個第二通道偵測器；

一物鏡，其用於收集來自該樣本之光作為經收集光；及

一或多個濾波光學器件，其或其等用於將該經接收光之與該兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至該第一集光通道，且將該經接收光之與該兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之部分引導至該第二集光通道；及

一控制器，其通信地耦合至該等第一及第二集光通道，該控制器包含一或多個處理器，該一或多個處理器經組態以執行程式指令，從而引起該一或多個處理器：

基於來自該一或多個第一通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元相關聯之資料沿著該第一方向產生一第一疊對量測；且

基於來自該一或多個第二通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元相關聯之資料沿著該第二方向產生一第二疊對量測。

【請求項2】

如請求項1之疊對計量工具，其進一步包括：

一或多個光束掃描光學器件，其或其等經組態以調整該等第一與第二照明光束分布之一分離。

【請求項3】

如請求項2之疊對計量工具，其中該一或多個光束掃描光學器件調整該等第一與第二照明光束分布之間之該分離以使該等第一及第二照明光束分布在該等單元對之一經照明者之該第一方向單元及該第二方向單元上居中。

【請求項4】

如請求項2之疊對計量工具，其進一步包括：

一第一照明場光闌，其用於界定該第一照明光束分布之一空間範圍；及

一第二照明場光闌，其用於界定該第二照明光束分布之一空間範圍

圍，其中該等第一或第二照明場光闌之至少一者係可調整的且與該一或多個光束掃描光學器件同步以提供，在調整該等第一與第二照明光束分布之間之該分離時，該等第一及第二照明光束分布在該等第一及第二照明場光闌中居中。

【請求項5】

如請求項2之疊對計量工具，其進一步包括：

一第一集光場光闌，其用於界定該第一集光通道之一集光場；及
一第二照明場光闌，其用於界定該第二集光通道之一集光場，其中該等第一或第二集光場光闌之至少一者係可調整的且與該一或多個光束掃描光學器件同步以提供，在調整該等第一與第二照明光束分布之間之該分離時，該等第一及第二集光場與該等第一及第二照明光束分布對準。

【請求項6】

如請求項1之疊對計量工具，其進一步包括：

一或多個光束掃描光學器件，其或其等經組態以在一量測期間調變跨該等單元對之一經照明者之該第一方向單元及該第二方向單元之該等第一及第二照明光束分布。

【請求項7】

如請求項1之疊對計量工具，其中該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元中之該等光柵疊置結構沿著該疊對目標之一第一列配置，其中該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元中之該等光柵疊置結構沿著該疊對目標之一第二列配置。

【請求項8】

如請求項1之疊對計量工具，其中該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元中之該等光柵疊置結構具有沿著該第一方向之不同預期疊對偏移，其中該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元中之該等光柵疊置結構具有沿著該第二方向之不同預期疊對偏移。

【請求項9】

如請求項1之疊對計量工具，其中該兩個或更多個單元對包括：

一第一單元對及一第二單元對，其中該第一單元對之一第一方向單元及該第二單元對之一第一方向單元具有沿著該第一方向之相等且相反預期偏移，其中該第一單元對之一第二方向單元及該第二單元對之一第二方向單元具有沿著該第二方向之相等且相反預期偏移。

【請求項10】

如請求項1之疊對計量工具，其中該第二照明光束分布等於該第一照明光束分布。

【請求項11】

如請求項1之疊對計量工具，其中該第二照明光束分布不同於該第一照明光束分布。

【請求項12】

如請求項1之疊對計量工具，其中該第二照明光束分布基於照明光束之一數目、一或多個照明光束之一波長或一或多個照明光束之一入射角之至少一者而不同於該第一照明光束分布。

【請求項13】

如請求項1之疊對計量工具，其中該等第一或第二照明光束分布之至

少一者包括：

一單一照明光束。

【請求項14】

如請求項1之疊對計量工具，其中該第一照明光束分布包括：

呈沿著該第一方向對準之一偶極分布之兩個照明光束，其中該第二照明光束分布包括：

呈沿著該第二方向對準之一偶極分布之兩個照明光束。

【請求項15】

如請求項1之疊對計量工具，其中該一或多個濾波光學器件包括：

一或多個偏振濾波光學器件、一或多個光瞳平面濾波器或一或多個場平面濾波器之至少一者。

【請求項16】

如請求項15之疊對計量工具，其中該一或多個偏振濾波光學器件包括：

一或多個偏振光束分離器，其或其等用於將該經收集光之具有該第一線性偏振之部分引導至該第一集光通道且將該經收集光之具有該第二線性偏振之部分引導至該第二集光通道。

【請求項17】

如請求項15之疊對計量工具，其中該一或多個偏振濾波光學器件包括：

該第一集光通道中經定向以傳遞該第一線性偏振之一第一偏振器或該第二集光通道中經定向以傳遞該第二線性偏振之一第二偏振器之至少一者。

【請求項18】

如請求項15之疊對計量工具，其中該一或多個光瞳平面濾波器包括：

該第一集光通道之一光瞳平面中用於傳遞該經收集光之與沿著該第一方向之繞射相關聯之部分之一第一孔隙、該第二集光通道之一光瞳平面中用於傳遞該經收集光之與沿著該第二方向之繞射相關聯之部分之一第二孔隙或在為該等第一及第二集光通道所共有之一光瞳平面中之用於將該經收集光之與沿著該第一方向之繞射相關聯之該等部分引導至該第一集光通道且將該經收集光之與沿著該第二方向之繞射相關聯之該等部分引導至該第二集光通道之一光束分離器之至少一者。

【請求項19】

如請求項15之疊對計量工具，其中該一或多個場平面濾波器包括：

在該第一集光通道之一場平面中用於傳遞該經收集光之與該等第一方向單元相關聯之部分之一孔隙或在該第二集光通道之一場平面中用於傳遞該經收集光之與該等第二方向單元相關聯之部分之一孔隙之至少一者。

【請求項20】

如請求項1之疊對計量工具，其進一步包括：

一平移載物台，其用於依序放置該兩個或更多個單元對以使用該照明子系統進行照明。

【請求項21】

如請求項1之疊對計量工具，其進一步包括：

一或多個焦點控制光學器件，其或其等用於調整該等第一或第二照明光束分布之至少一者之一焦點位置。

【請求項22】

如請求項1之疊對計量工具，其中該等第一或第二偵測平面之至少一者包括：

一光瞳平面。

【請求項23】

如請求項1之疊對計量工具，其中該等第一或第二偵測平面之至少一者包括：

一場平面。

【請求項24】

一種疊對計量工具，其包括：

一照明源，其經組態以產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布；

一照明子系統，其用於依序照明一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對，其中該兩個或更多個單元對之一特定者包含具有具備沿著一第一方向之週期性之一光柵疊置結構之一第一方向單元及具有具備沿著正交於該第一方向之一第二方向之週期性之一光柵疊置結構之一第二方向單元，該照明系統包括：

一第一照明通道，其用於將一第一照明光束分布引導至該兩個或更多個單元對之一者之該第一方向單元，其中該第一照明光束分布包含具有一第一線性偏振之一或多個第一照明光束；及

一第二照明通道，其用於與該第一照明光束分布同時將一第二照明光束分布引導至該兩個或更多個單元對之一者之該第二方向單元，其中該第二照明光束分布包含具有一第一線性偏振之一或多個第二照明光束；

一集光子系統，其包括：

一第一集光通道，其包含在一第一通道偵測平面處之一或多個第一通道偵測器；

一第二集光通道，其包含在一第二通道偵測平面處之一或多個第二通道偵測器；

一物鏡，其用於收集來自該樣本之光作為經收集光；及

一偏振光束分離器，其用於將該經接收光之與具有該第一線性偏振之第一方向單元相關聯之部分引導至該第一集光通道，且將該經接收光之與該兩個或更多個單元對之具有該第二線性偏振之第二方向單元相關聯之部分引導至該第二集光通道；及

一控制器，其通信地耦合至該等第一及第二集光通道，該控制器包含一或多個處理器，該一或多個處理器經組態以執行程式指令，從而引起該一或多個處理器：

基於來自該一或多個第一通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元相關聯之資料沿著該第一方向產生一第一疊對量測；且

基於來自該一或多個第二通道偵測器之與該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元相關聯之資料沿著該第二方向產生一第二疊對量測。

【請求項25】

如請求項24之疊對計量工具，其進一步包括：

該第一集光通道之一光瞳平面中用於傳遞該經收集光之與沿著該第一方向之繞射相關聯之部分之一第一孔隙、該第二集光通道之一光瞳平面中用於傳遞該經收集光之與沿著該第二方向之繞射相關聯之部分之一第二孔隙或在為該等第一及第二集光通道所共有之一光瞳平面中之用於將該經收集光之與沿著該第一方向之繞射相關聯之該等部分引導至該第一集光通道且將該經收集光之與沿著該第二方向之繞射相關聯之該等部分引導至該第二集光通道之一光束分離器之至少一者。

【請求項26】

如請求項24之疊對計量工具，其進一步包括：

在該第一集光通道之一場平面中用於傳遞該經收集光之與該等第一方向單元相關聯之部分之一孔隙或在該第二集光通道之一場平面中用於傳遞該經收集光之與該等第二方向單元相關聯之部分之一孔隙之至少一者。

【請求項27】

如請求項24之疊對計量工具，其進一步包括：

一或多個光束掃描光學器件，其經組態以調整該等第一與第二照明光束分布之一分離。

【請求項28】

如請求項27之疊對計量工具，其中該一或多個光束掃描光學器件調整該等第一與第二照明光束分布之間之該分離以使該等第一及第二照明光

束分布在該等單元對之一經照明者之該第一方向單元及該第二方向單元上居中。

【請求項29】

如請求項27之疊對計量工具，其進一步包括：

一第一照明場光闌，其用於界定該第一照明光束分布之一空間範圍；及

一第二照明場光闌，其用於界定該第二照明光束分布之一空間範圍，其中該等第一或第二照明場光闌之至少一者係可調整的且與該一或多個光束掃描光學器件同步以提供，在調整該等第一與第二照明光束分布之間之該分離時，該等第一及第二照明光束分布在該等第一及第二照明場光闌中居中。

【請求項30】

如請求項27之疊對計量工具，其進一步包括：

一第一集光場光闌，其用於界定該第一集光通道之一集光場；及

一第二照明場光闌，其用於界定該第二集光通道之一集光場，其中該等第一或第二集光場光闌之至少一者係可調整的且與該一或多個光束掃描光學器件同步以提供，在調整該等第一與第二照明光束分布之間之該分離時，該等第一及第二集光場與該等第一及第二照明光束分布對準。

【請求項31】

一種疊對計量方法，其包括：

產生具有一第一線性偏振之一第一照明光束分布及具有正交於該第一線性偏振之一第二線性偏振之一第二照明光束分布；

使用一照明系統依序照明一樣本上之一疊對目標之兩個或更多個單元對，其中該兩個或更多個單元對之各者包含具有具備沿著一第一方向之週期性之一光柵疊置結構之一第一方向單元及具有具備沿著正交於該第一方向之一第二方向之週期性之一光柵疊置結構之一第二方向單元，其中該照明系統同時使用該第一照明光束分布照明該第一方向單元且使用該第二照明光束分布照明該第二方向單元；

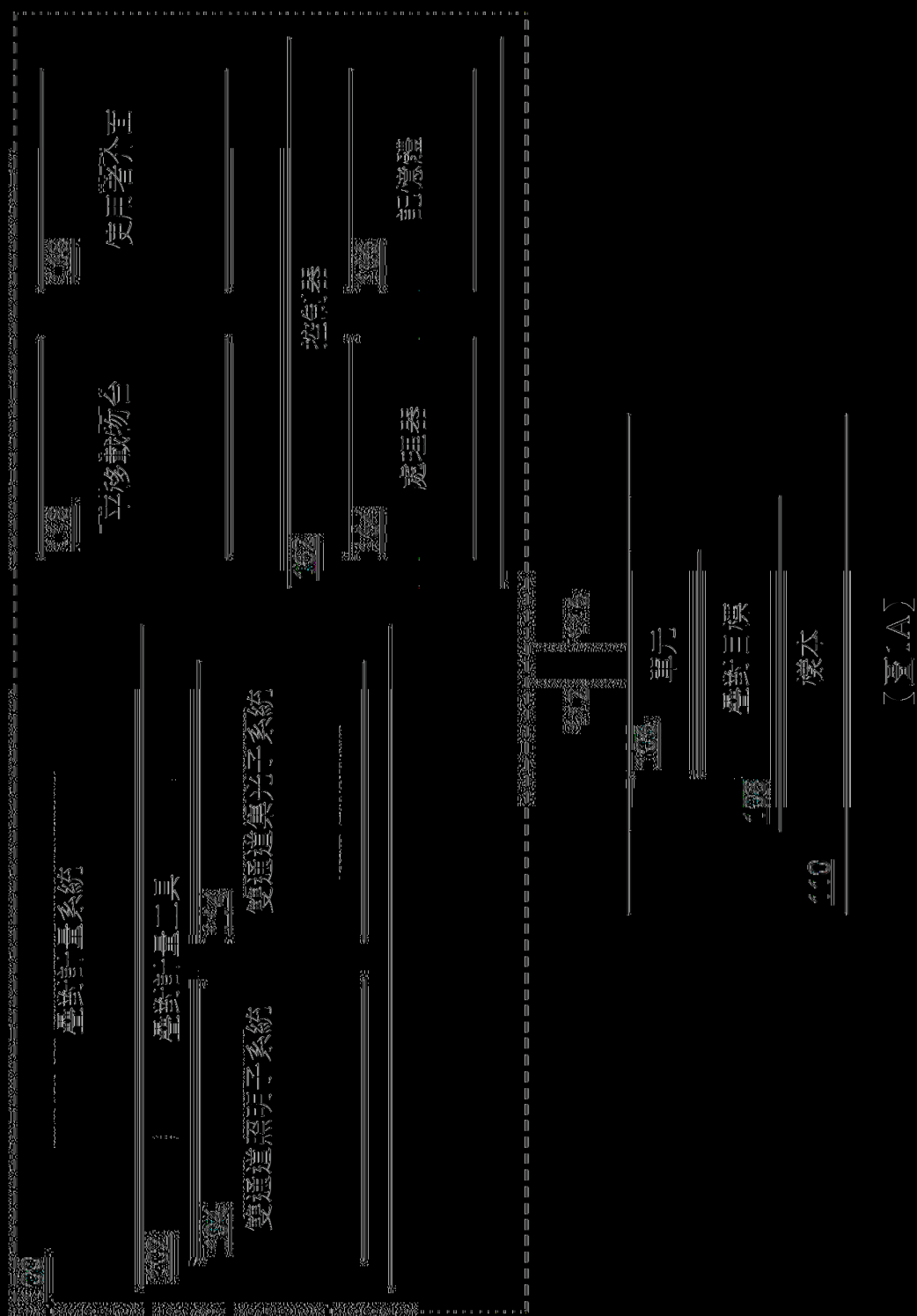
收集來自該樣本之光作為經收集光；

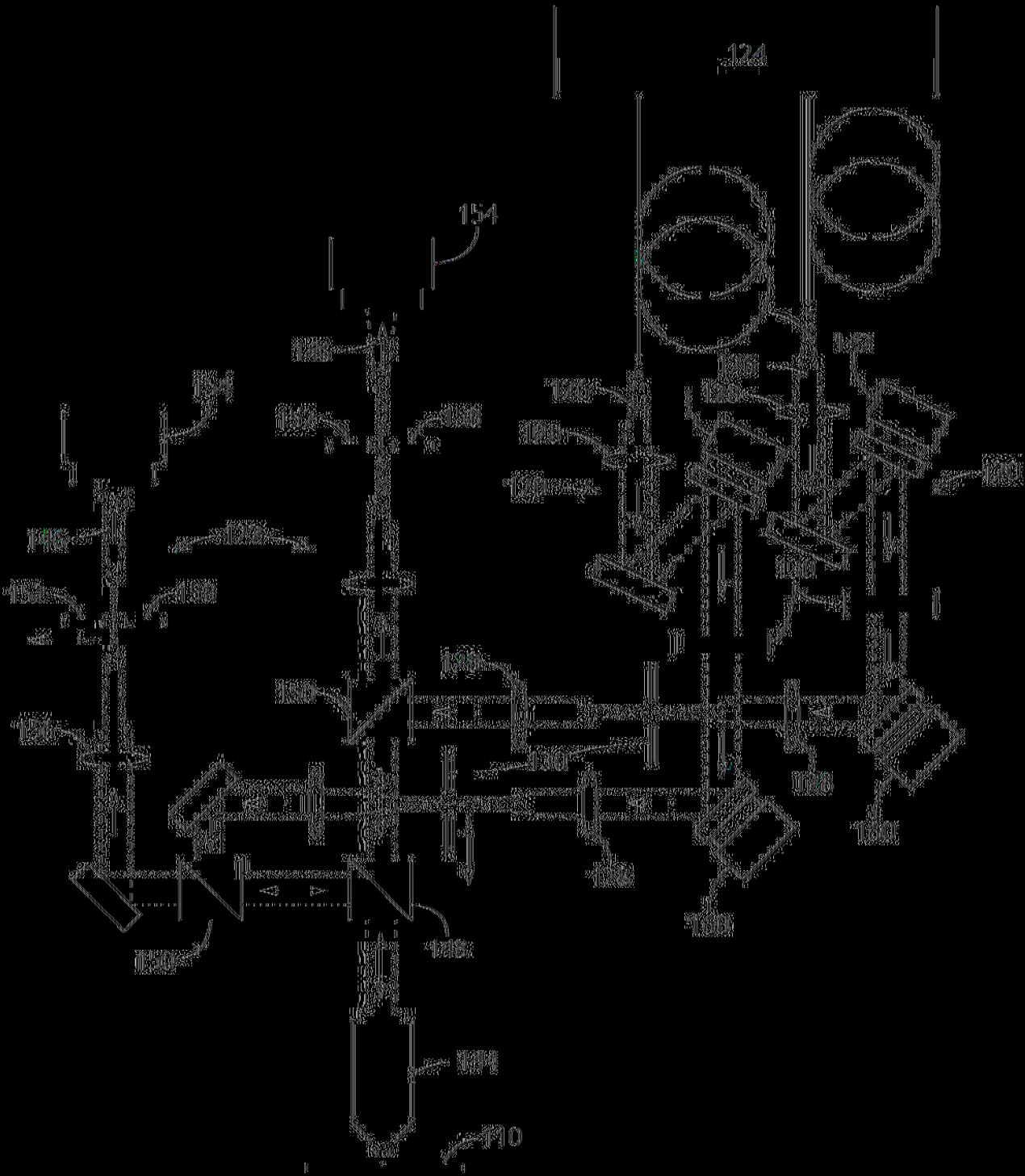
將該經收集光之與該兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至一第一集光通道；

將該經收集光之與該兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之部分引導至一第二集光通道；

基於與該兩個或更多個單元對之該等第一方向單元相關聯之資料沿著該第一方向產生一第一疊對量測；及

基於與該兩個或更多個單元對之該等第二方向單元相關聯之資料沿著該第二方向產生一第二疊對量測。

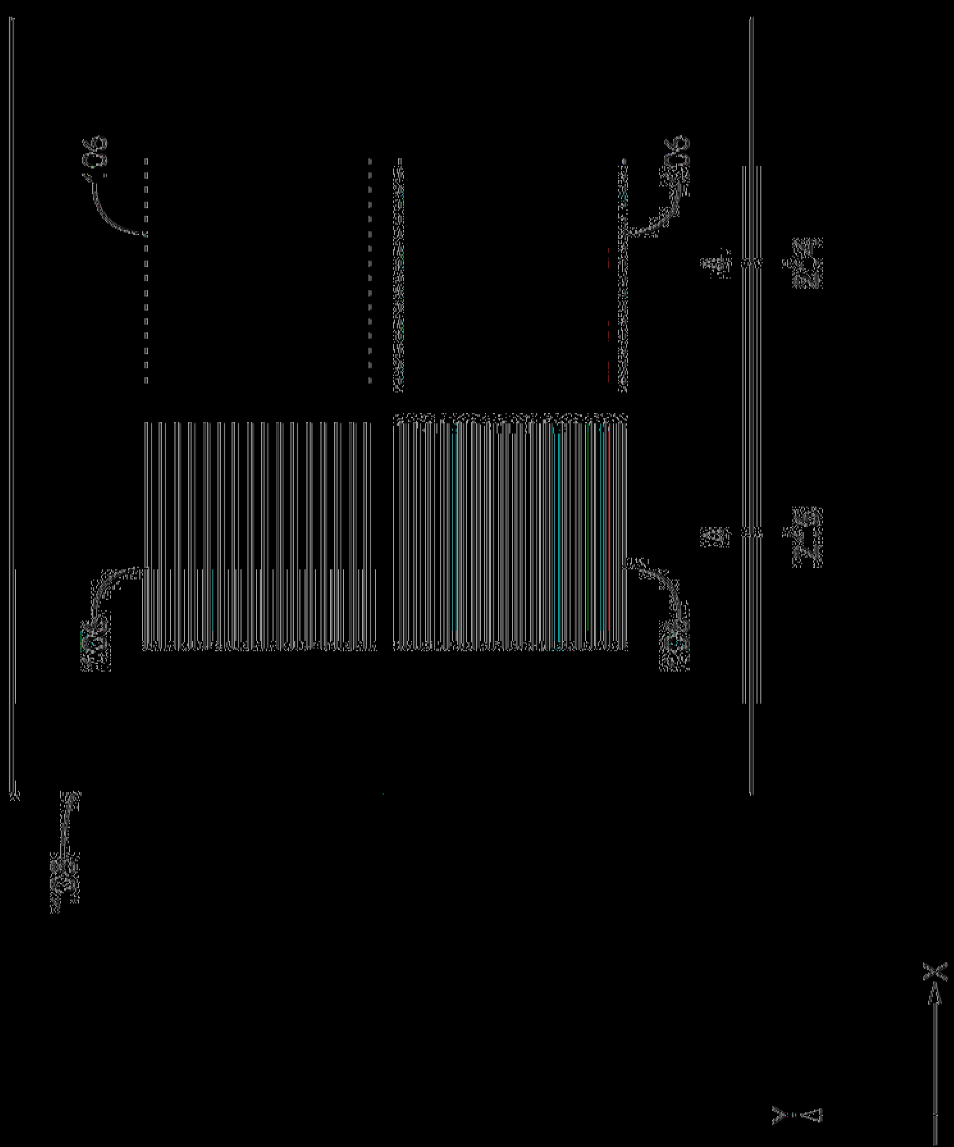




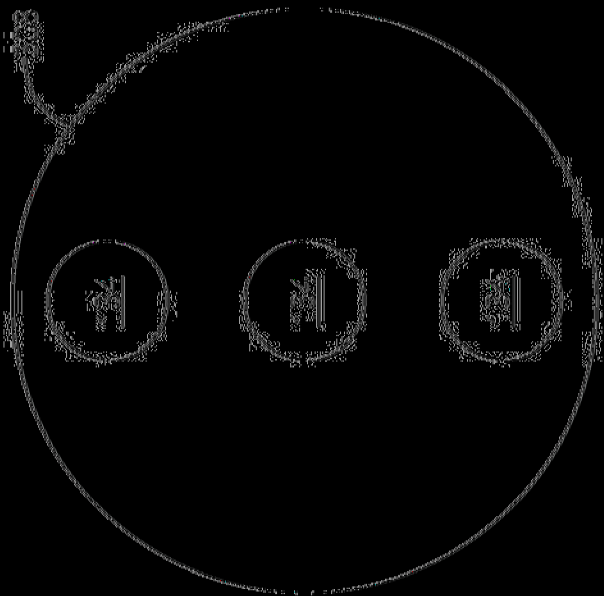
(圖1B)



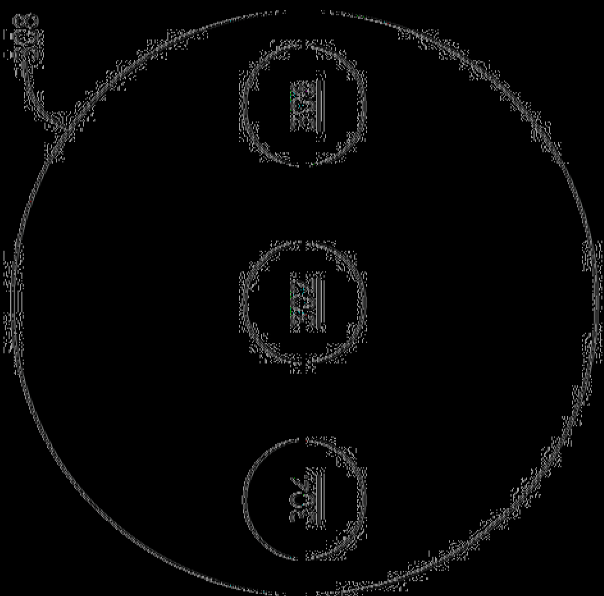
[2A]



[圖23]



[圖33]



[圖3A]



同時使用具有「第一線性偏振之」第一照明光束分布照明一相對目標上之一單元對之「第一方向單元」且使用具有正交於第一線性偏振之「第二線性偏振之」第二照明光束分布照明單元對之「第二方向單元」

將經收集光之與兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至第一集光通道

收集來自樣本之光作為經收集光



將經收集光之與兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之部分引導至第一集光通道



將經收集光之與兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之部分引導至第二集光通道



基於與兩個或更多個單元對之第一方向單元相關聯之資料沿著第一方向產生「第一疊對量測」



基於與兩個或更多個單元對之第二方向單元相關聯之資料沿著第二方向產生「第二疊對量測」

(圖4)