



(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 I862840 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：110118397

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 21 日

(51)Int. Cl. : **G01B11/27 (2006.01)****G01N21/27 (2006.01)****H01L21/027 (2006.01)**

(30)優先權：2020/05/22 美國

63/028,568

2020/10/12 美國

17/068,328

(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：馬那森 阿農 MANASSEN, AMNON (IL)；希爾 安卓 V HILL, ANDREW V.

(US)；拉列多 吉拉 LAREDO, GILAD (IL)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 9140998B2

US 9632424B2

US 9719920B2

US 10401738B2

US 2017/0082932A1

US 2020/0124408A1

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：35 項 圖式數：8 共 64 頁

(54)名稱

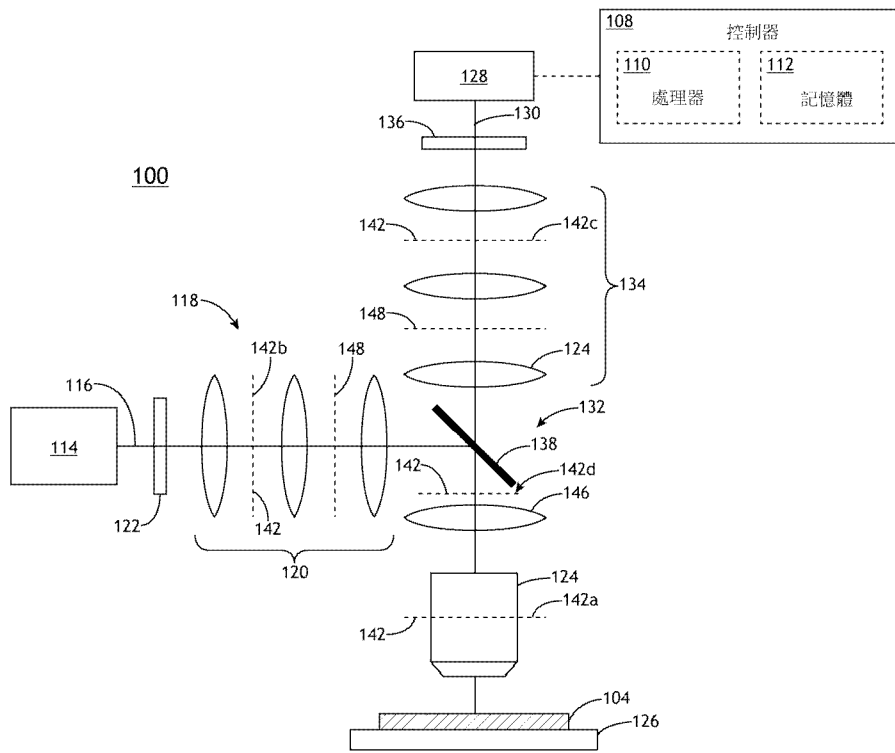
用於重疊之測量模式

(57)摘要

一種重疊度量工具可包含：一照射源；照射光學器件，其用以使一或多個照射束照射具有週期性特徵之一重疊目標；聚集光學器件，其用以將繞射光自該重疊目標之該等週期性特徵引導至一偵測器；一可調整光瞳遮罩，其位於一光瞳面處；及一控制器。該可調整光瞳遮罩可包含一或多個可個別定址控制區帶，該一或多個可個別定址控制區帶跨越該光瞳面之一或多個部分分佈以提供一可調整光瞳透射率分佈。該控制器可引導該可調整光瞳遮罩以提供與一選定重疊度量方案對應之一選定光瞳透射率分佈，其中該選定光瞳透射率分佈對應於提供一組選定繞射級自該目標至該偵測器之透射的該一或多個控制區帶之一選定組態。

An overlay metrology tool may include an illumination source, illumination optics to illuminate an overlay target having periodic features with one or more illumination beams, collection optics to direct diffracted light from the periodic features of the overlay target to a detector, an adjustable pupil mask located at a pupil plane, and a controller. The adjustable pupil mask may include one or more individually-addressable control zones distributed across the one or more portions of the pupil plane to provide an adjustable pupil transmissivity distribution. The controller may direct the adjustable pupil mask to provide a selected pupil transmissivity distribution corresponding to a selected overlay metrology recipe, where the selected pupil transmissivity distribution corresponds to a selected configuration of the one or more control zones providing transmission of a selected set of diffraction orders from the target to the detector.

指定代表圖：



【圖1E】

符號簡單說明：

100:重疊度量系統

104:樣本

108:控制器

110:處理器

112:記憶體媒體

114:照射源

116:照射束/多波瓣照射束

118:照射路徑

120:照射路徑透鏡

122:照射路徑光學器件

124:物鏡

126:樣本載台

128:偵測器

130:所聚集光

132:聚集路徑

134:聚集路徑透鏡

136:聚集路徑光學器件

138:束分離器

142:光瞳面/中繼光瞳面

142a:遠心光瞳面/內部光瞳面/內部遠心光瞳面

142b:光瞳面

142c:光瞳面

142d:光瞳面

146:中繼透鏡

148:場平面



I862840

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於重疊之測量模式

【英文發明名稱】

MEASUREMENT MODES FOR OVERLAY

【中文】

一種重疊度量工具可包含：一照射源；照射光學器件，其用以使一或多個照射束照射具有週期性特徵之一重疊目標；聚集光學器件，其用以將繞射光自該重疊目標之該等週期性特徵引導至一偵測器；一可調整光瞳遮罩，其位於一光瞳面處；及一控制器。該可調整光瞳遮罩可包含一或多個可個別定址控制區帶，該一或多個可個別定址控制區帶跨越該光瞳面之一或多個部分分佈以提供一可調整光瞳透射率分佈。該控制器可引導該可調整光瞳遮罩以提供與一選定重疊度量方案對應之一選定光瞳透射率分佈，其中該選定光瞳透射率分佈對應於提供一組選定繞射級自該目標至該偵測器之透射的該一或多個控制區帶之一選定組態。

【英文】

An overlay metrology tool may include an illumination source, illumination optics to illuminate an overlay target having periodic features with one or more illumination beams, collection optics to direct diffracted light from the periodic features of the overlay target to a detector, an adjustable pupil mask located at a pupil plane, and a controller. The adjustable pupil mask may include one or more individually-addressable control zones distributed across the one or

more portions of the pupil plane to provide an adjustable pupil transmissivity distribution. The controller may direct the adjustable pupil mask to provide a selected pupil transmissivity distribution corresponding to a selected overlay metrology recipe, where the selected pupil transmissivity distribution corresponds to a selected configuration of the one or more control zones providing transmission of a selected set of diffraction orders from the target to the detector.

【指定代表圖】

圖1E

【代表圖之符號簡單說明】

- 100: 重疊度量系統
- 104: 樣本
- 108: 控制器
- 110: 處理器
- 112: 記憶體媒體
- 114: 照射源
- 116: 照射束/多波瓣照射束
- 118: 照射路徑
- 120: 照射路徑透鏡
- 122: 照射路徑光學器件
- 124: 物鏡
- 126: 樣本載台
- 128: 偵測器

- 130: 所聚集光
- 132: 聚集路徑
- 134: 聚集路徑透鏡
- 136: 聚集路徑光學器件
- 138: 束分離器
- 142: 光瞳面/中繼光瞳面
- 142a: 遠心光瞳面/內部光瞳面/內部遠心光瞳面
- 142b: 光瞳面
- 142c: 光瞳面
- 142d: 光瞳面
- 146: 中繼透鏡
- 148: 場平面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於重疊之測量模式

【英文發明名稱】

MEASUREMENT MODES FOR OVERLAY

【技術領域】

【0001】本發明大體而言係關於重疊度量，且更確切而言係關於在利用一可調整光瞳遮罩之多種重疊測量技術之間轉換之系統及方法。

【先前技術】

【0002】重疊度量系統通常藉由測量位於所關注層上之重疊目標特徵之相對位置來表徵一樣本之多個層之重疊對準。隨著所製作特徵之大小減小且特徵密度增大，對表徵此等特徵所需之重疊度量系統之要求提高。不同重疊度量技術可提供在準確性、可重複性或處理量之間的不同折衷。因此，對一樣本之各個部分或在一批次中之不同樣本之間利用不同重疊度量技術可係有利的。然而，不同重疊度量技術可在一測量期間需要光照射及來自樣本之光聚集的不同規格。因此，可期望提供用一單個重疊度量工具使用不同重疊技術來測量重疊之系統及方法且進一步提供不同重疊技術之間的高效切換。

【發明內容】

【0003】根據本發明之一或多個說明性實施例揭示一種重疊度量工具。在一項說明性實施例中，該重疊度量工具包含一照射源。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含用以使來自該照射源之一或多個照射束照射一重疊目標的一或多個照射光學器件，其中該重疊目標包含沿著一或

多個測量方向之週期性特徵。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含將繞射光自該重疊目標之該等週期性特徵引導至一偵測器之一或多個聚集光學器件。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含位於一光瞳面處之一可調整光瞳遮罩，其中該光瞳面對應於一聚集光瞳面。在另一說明性實施例中，該可調整光瞳遮罩包含跨越該光瞳面之該一或多個部分分佈之一或多個控制區帶，其中該一或多個控制區帶可個別定址以提供一可調整光瞳透射率分佈，且其中該可調整光瞳透射率分佈提供對繞射光在該光瞳面之各別該一或多個部分中穿行至該偵測器的選擇性控制。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含通信耦合至該可調整光瞳遮罩之一控制器。在另一說明性實施例中，該控制器可引導該可調整光瞳遮罩以提供與一選定重疊度量方案對應之一選定光瞳透射率分佈，其中該選定光瞳透射率分佈對應於提供一組選定繞射級自該目標至該偵測器之透射之該一或多個控制區帶之一選定組態。在另一說明性實施例中，該控制器可基於來自該偵測器之測量資料判定沿著該一或多個測量方向之重疊測量。

【0004】 根據本發明之一或多個說明性實施例揭示一種重疊度量工具。在一項說明性實施例中，該重疊度量工具包含一照射源。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含用以使來自該照射源之一或多個照射束照射一重疊目標之一或多個照射光學器件，其中該重疊目標包含沿著一或多個測量方向之週期性特徵。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含用以將繞射光自重疊目標引導至一偵測器之一或多個聚集光學器件。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含位於一光瞳面處之一可調整光瞳遮罩，其中該光瞳面對應於一聚集光瞳面。在另一說明性實施例中，該可調整光瞳遮罩包含跨越該光瞳面之該一或多個部分分佈之一或多個控制

區帶，其中該一或多個控制區帶可個別定址以提供一可調整光瞳透射率分佈，且其中該可調整光瞳透射率分佈提供對繞射光在該光瞳面之各別該一或多個部分中穿行至該偵測器的選擇性控制。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含通信耦合至該可調整光瞳遮罩之一控制器。在另一說明性實施例中，該控制器可接收用於樣本上之複數個重疊目標之重疊度量方案。在另一說明性實施例中，該控制器可接收用於樣本上之複數個重疊目標之重疊度量方案。在另一說明性實施例中，該控制器可根據各別的該等重疊度量方案引導該可調整光瞳遮罩調整該光瞳透射率分佈以測量該樣本上之該複數個重疊目標。在另一說明性實施例中，該控制器可基於來自該偵測器之測量資料判定沿著該一或多個測量方向的對該樣本上之該複數個重疊目標之重疊測量。

【0005】 根據本發明之一或多個說明性實施例揭示一種方法。在一項說明性實施例中，該方法包含接收用於一樣本上之一或多個重疊目標之重疊度量方案。在另一說明性實施例中，該方法包含根據各別的該等重疊度量方案引導一可調整光瞳遮罩以調整一光瞳透射率分佈，以利用一重疊度量工具測量該樣本上之該一或多個重疊目標。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含經組態以使來自一照射源之一或多個照射束照射一重疊目標的一或多個照射光學器件，其中該重疊目標包含沿著一或多個測量方向之週期性特徵。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含用以將繞射光自重疊目標引導至一偵測器之一或多個聚集光學器件。在另一說明性實施例中，該重疊度量工具包含位於一光瞳面處之可調整光瞳遮罩，其中該光瞳面對應於一聚集光瞳面。在另一說明性實施例中，該可調整光瞳遮罩包含跨越該光瞳面之該一或多個部分分佈之一或多個控制區帶，其中

該一或多個控制區帶可個別定址以提供一可調整光瞳透射率分佈，且其中該可調整光瞳透射率分佈提供對繞射光在該光瞳面之各別該一或多個部分中穿行至該偵測器的選擇性控制。在另一說明性實施例中，該方法包含基於來自該偵測器之測量資料判定沿著該一或多個測量方向的對該樣本上之該一或多個重疊目標之重疊測量。

【0006】應理解，前述大體說明及以下詳細說明兩者皆僅為例示性及解釋性的，未必限制所主張之本發明。併入本說明書中並構成本說明書之一部分之附圖圖解說明本發明之實施例，且與大體說明一起用於闡釋本發明之原理。

【圖式簡單說明】

【0007】熟習此項技術者可藉由參考附圖而更好地理解本發明之諸多優點。

圖1A係圖解說明根據本發明之一或多個實施例之一重疊度量系統之一概念圖。

圖1B係圖解說明根據本發明之一或多個實施例之重疊度量工具之一概念圖。

圖1C係根據本發明之一或多個實施例之一重疊度量工具之一部分之一概念圖，該概念圖圖解說明透鏡外照射。

圖1D係根據本發明之一或多個實施例的包含透過罩殼中之一或多個狹縫直接通達一內部光瞳面之一物鏡之一概念圖。

圖1E係根據本發明之一或多個實施例之一重疊度量工具之一概念圖，該概念圖圖解說明多個光瞳面。

圖2係根據本發明之一或多個實施例的具有不重合特徵之一重疊目標

之一俯視圖。

圖3係根據本發明之一或多個實施例的具有重合結構之一重疊目標之一透視圖。

圖4A係根據本發明之一或多個實施例的在光瞳面中提供一經成形控制區帶之一可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖4B係根據本發明之一或多個實施例的提供一環形控制區帶之一可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖4C係根據本發明之一或多個實施例提供組合以形成一環形之兩個控制區帶之一可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖5A係根據本發明之一或多個實施例的圖4C中按照一第一方案組態以提供一第一測量之可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖5B係根據本發明之一或多個實施例的圖4C中按照一第二方案組態以提供一第二測量之可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖5C係根據本發明之一或多個實施例的按照圖4B中組態以用於同時重疊度量之可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖6A係根據本發明之一或多個實施例之一可調整光瞳遮罩之一示意圖，該可調整光瞳遮罩經組態以放置於照射路徑及聚集路徑共同之一光瞳面中以提供基於影像之散射測量或灰度場散射測量。

圖6B係根據本發明之一或多個實施例的按照圖4B中組態之一可調整光瞳遮罩之一示意圖，該可調整光瞳遮罩放置於專用於聚集路徑之一光瞳面中以提供基於影像之散射測量或灰度場散射測量來進行重疊度量。

圖7係根據本發明之一或多個實施例的按照圖4A中組態以提供灰度成像重疊度量之一可調整光瞳遮罩之一示意圖。

圖8係圖解說明根據本發明之一或多個實施例之一重疊度量方法中實行之步驟之流程圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0008】本申請案基於35 U.S.C.§ 119(e)主張2020年5月22日提出申請的標題為「MEASUREMENT MODES FOR OVERLAY」且發明人為 Amnon Manassen、Andy Hill及Gilad Laredo之美國臨時申請案第 63/028,568號之權益，該美國臨時申請案全文以引用方式併入本文中。

【0009】現在將詳細參考附圖中所圖解說明之所揭示標的物。已關於一些實施例及其特定特徵特定展示且闡述本發明。本文中所陳述之實施例被視為說明性的而非限制性的。熟習此項技術者應容易瞭解，可做出形式及細節上之各種改變及修改，而此並不背離本發明之精神及範疇。

【0010】本發明實施例係關於用於以一共同重疊度量工具使用多種重疊度量技術在兩個或更多個微影圖案化步驟之間測量重疊(例如，重疊誤差)的系統及方法。額外實施例係關於在測量期間高效地修改對樣本之照射及/或來自樣本之光之聚集以提供重疊度量技術之間的高效切換。

【0011】出於本發明之目的，術語重疊通常用於闡述藉由兩個或更多個微影圖案化步驟製作之一樣本上之特徵之相對位置，其中術語「重疊誤差」闡述特徵與一標稱配置之一偏差。舉例而言，一多層裝置可包含針對每一層使用不同微影步驟而在多個樣本層圖案化之特徵，其中層之間的特徵對準通常必須加以緊密控制以確保所得裝置具有恰當效能。因此，一重疊測量可表徵樣本層中之兩者或更多者上之特徵之相對位置。舉另一實例，可在一個樣本層上使用多個微影步驟製作特徵。此等技術通常被稱

為雙圖案化或多圖案化技術，可便於製作接近微影系統之解析度之高密度特徵。在此內容脈絡中，一重疊測量可表徵在此單個層上出自不同微影步驟之特徵之相對位置。應理解，提供本發明通篇與重疊度量之一特定應用相關之實例及圖解說明以僅達到說明性目的，不應解釋為限制本發明。

【0012】雖然在某些應用中可直接對一所製作裝置之特徵(例如，裝置特徵)實行重疊測量，但通常對使用與裝置特徵相同之微影步驟印刷之專用重疊目標實行重疊測量。如此一來，一重疊目標之特徵(例如，目標特徵)可經專門設計以便於重疊測量。此外，在一個製作步驟處(例如，在製作一或多個樣本層之後)測量之重疊可用於產生校正項以精確地對準用於在一後續製作步驟中製作一額外樣本層之一製程工具(例如，一微影工具等)。

【0013】已開發出各種重疊度量目標設計、測量技術及對應重疊度量工具。舉例而言，基於影像之重疊度量工具可照射一重疊目標(例如，一進階成像度量(AIM)目標、一盒中盒度量目標等)且基於各種成像技術(包含但不限於亮場成像或暗場成像)擷取包含重疊目標之一影像之一重疊信號。因此，可藉由測量所擷取影像中之重疊目標特徵之相對位置(例如，一場平面分佈)來判定重疊。舉另一實例，基於散射測量之重疊度量工具可照射一重疊目標(例如，一光柵疊光柵度量目標等)且擷取一重疊信號，該重疊信號包含自重疊目標發出的與照射束之繞射、散射及/或反射相關聯之光之一角分佈。在此種情形中，可基於所擷取光之角分佈(例如，一光瞳面分佈)判定重疊。此外，可基於成像或散射測量之各種繞射式重疊技術可利用藉由利用受控角照射型態照射具有週期性特徵之重疊目標而產生之特定繞射級。另外，一些度量技術可適合於表徵靜態目標，而

其他技術可適合於表徵處於運動中之一重疊目標。

【0014】然而，使用重疊目標之一主要挑戰係確保由重疊目標產生之重疊測量準確地表示裝置特徵之上之實際重疊。一基於目標之重疊測量可由於各種原因而偏離裝置特徵之一實際重疊。舉例而言，目標特徵與裝置特徵之間在大小、定向、密度或實體位點上之差異可造成製作偏差，該等製作偏差表現為重疊測量之系統誤差。另外，不同重疊技術及目標設計可在大小、準確性、照射源要求及測量複雜性或速度之間具有不同折衷。因此，可期望基於一給定測量之特定需要在不同重疊度量技術之間高效地切換。

【0015】本發明實施例係關於一重疊度量工具，該重疊度量工具包含位於至少一聚集光瞳中以動態地調整光自樣本至一偵測器之透射之一可調整光瞳遮罩。就此而言，可調整光瞳遮罩可便於在系統中動態控制光之角分佈，且可進一步便於在可在聚集光瞳之不同區中利用光之不同重疊度量技術之間切換。

【0016】可以各種方式來對可調整光瞳掩模進行組態。在某些實施例中，可調整光瞳遮罩提供光透過光瞳之一空間可調整透射率。就此而言，可單獨地控制光穿過光瞳之各個部分之透射率。此外，可調整光瞳遮罩可以一透射模式或一反射模式操作。

【0017】本發明之額外實施例係關於一種重疊度量工具，該重疊度量工具另外包含在重疊度量工具之一照射光瞳中之一可調整光瞳遮罩以在一測量期間動態地調整照射於樣本上之角分佈。在某些實施例中，重疊度量工具包含位於不重合的照射光瞳與聚集光瞳面中之單獨可調整光瞳遮罩。在某些實施例中，重疊度量工具包含位於一重合的照射光瞳與聚集光

瞳面中之一單個可調整光瞳遮罩。舉例而言，用於同時照射樣本且聚集來自樣本之光之一物鏡之一內部光瞳面可對應於一照射光瞳及一聚集光瞳兩者。舉另一實例，可使用一或多個中繼光學器件來將一物鏡之內部光瞳面中繼至一所期望位點(例如，在物鏡之罩殼之外)以便於放置可調整光瞳遮罩。

【0018】 本發明之額外實施例係關於包含一共同照射與聚集光瞳(例如但不限於，用於同時照射樣本且聚集來自樣本之光之一物鏡之一內部光瞳面)中之結構化照射之一重疊度量工具。舉例而言，重疊度量工具可包含在輸出端位於共同光瞳處之一或多個光纖中提供照射之一照射源。此外，重疊度量工具可包含位於光瞳的未被光纖遮擋之部分之一可調整光瞳遮罩。

【0019】 本文中涵蓋，在至少一聚集光瞳中包含一可調整光瞳遮罩之一重疊度量工具可適合於使用各種重疊度量技術測量一樣本之重疊。舉例而言，此一重疊度量工具可經組態以基於影像之重疊技術與基於散射測量之重疊技術之間切換。此外，此一重疊度量工具可基於可調整光瞳遮罩來組態以在透過一測量場掃描時在一靜態樣本之測量或一運動樣本之測量之間切換。

【0020】 因此，本文中所揭示的包含一可調整光瞳遮罩之一重疊度量工具可提供用於實行各種重疊測量技術之一靈活平台。此一工具可因此提供優於現有工具之諸多益處。舉例而言，此一工具可利用可選擇測量方案提供對跨越一樣本分佈之重疊目標之大規模取樣。此可使得能夠針對一樣本之不同部分使用具有一高測量處理量之不同重疊方案(且潛在地不同目標幾何形狀)。相比之下，使用各自使用單個專用技術或方案提供重疊

測量的一或多個重疊度量工具將需要在各種工具之間實體地移動樣本以施行不同測量，此將實質上減小處理量。

【0021】如本發明通篇所使用，術語「樣本」通常指代由一半導體材料或非半導體材料形成之一基板(例如，一晶圓等)。舉例而言，一半導體材料或非半導體材料包含但不限於單晶矽、砷化鎵及磷化銮。一樣本可包含一或多個層。舉例而言，此等層可包含但不限於抗蝕劑、一介電材料、一導電材料及一半導電材料。此項技術中已知諸多不同類型之此等層，且如本文中所使用之術語樣本旨在囊括上面可形成有所有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。舉例而言，一樣本可包含複數個晶粒，每一晶粒皆具有可重複的經圖案化特徵。此等材料層之形成及處理可最終產生完整裝置。可在一樣本上形成諸多不同類型之裝置，且本文中所使用之術語「樣本」旨在囊括上面製作有本技術中已知之任何類型裝置之一樣本。此外，出於本發明目的，術語樣本及晶圓應被解釋為可互換。另外，出於本發明目的，術語將裝置、遮罩及倍縮光罩圖案化應被解釋為可互換。

【0022】本發明之額外實施例係關於為一重疊度量工具提供適合於提供針對任何選定重疊測量技術對重疊度量工具進行組態所需之參數的方案。一重疊度量工具通常可根據包含用於控制對一樣本之照射以及來自樣本之光之聚集的一組參數之一方案來組態。本文中認識到，不同重疊度量技術可需要在樣本上有不同光照射型態且可進一步利用來自聚集光瞳之不同部分之光來進行一測量。舉例而言，一重疊度量工具之一方案可包含照射參數，例如但不限於一照射波長、一照射光瞳分佈(例如，照射角度之一分佈及在冊等角度下之相關聯照射強度)、入射照射之一極化、照射之

一空間分佈或一樣本高度。舉另一實例，一重疊度量工具之一方案可包含若干聚集參數，例如但不限於一聚集光瞳分佈(例如，來自樣本的用於進行一測量之角光之一所期望分佈及在此等角度下之相關聯濾光強度)、用以選擇所關注樣本之部分之聚集視場光闌設定、所聚集光之極化或波長濾光。

【0023】 在某些實施例中，重疊度量方案可包含至少聚集光瞳中之可調整光瞳遮罩之各種設定以便於選擇一所期望重疊測量技術。在某些實施例中，針對跨越一樣本或一系列樣本之不同目標提供不同重疊度量方案。如此一來，可在樣本上之不同位點處利用不同重疊度量技術。

【0024】 舉一說明性實例，基於繞射重疊度量技術可藉由以一選定入射角度進行照射來照射具有週期性特徵之一重疊目標，此使得週期性重疊目標產生相異繞射級。然後，可聚集選定繞射級來使用判定重疊。使用此方法，繞射級之發射角度係基於以下因素，例如度量目標之週期性、照射波長及照射角度。此外，不同技術可利用照射與聚集組態之不同組合。在某些實施例中，可動態地調整(例如，在運行時間期間)在至少一聚集光瞳中包含一可調整光瞳遮罩之一單個重疊度量工具以使用各種重疊度量技術提供重疊測量。

【0025】 本發明之額外實施例係關於為一或多個製程工具提供重疊資料。來自一重疊度量工具之重疊資料可通常包含一重疊度量工具的具有足以判定重疊(或重疊誤差)與各種微影步驟相關聯之資訊的任何輸出。舉例而言，重疊資料可包含但不需要包含一或多個資料集、一或多個影像、一或多個偵測器讀數等。然後，可使用此重疊資料達到各種目的，包含但不限於微影工具之診斷資訊或產生製程控制校正項。舉例而言，一批次中

之樣本之重疊資料可用於產生回饋校正項來控制同一批次中之後續樣本之微影曝光。在另一例項中，一批次中之樣本之重疊資料可用於產生前饋校正項，以在後續微影步驟中控制相同樣本或類似樣本之微影曝光從而消除當前曝光之任何偏差。

【0026】 現在參考圖1至圖8，根據本發明之一或多個實施例更詳細地圖解說明經由可選擇技術進行重疊度量之系統及方法。

【0027】 圖1A係圖解說明，根據本發明之一或多個實施例之一重疊度量系統100之一概念圖。

【0028】 在一項實施例中，重疊度量系統100包含一重疊度量工具102，重疊度量工具102用以基於任何數目個重疊方案自重疊目標獲取重疊信號。舉例而言，重疊度量工具102可將照射引導至一樣本104且可進一步聚集自樣本104發出之光或其他輻射以產生適合於判定兩個或更多個樣本層之重疊之一重疊信號。重疊度量工具102可係此項技術中已知的適合於產生適合於判定與一樣本104上之重疊目標相關聯之重疊重疊信號的任何類型重疊度量工具。重疊度量工具102可選擇性地以一成像模式或非成像模式操作。舉例而言，在一成像模式中，可在樣本上之所照射光斑內解析出個別重疊目標元素(例如，作為一亮場影像、一暗場影像之一部分等)。舉另一實例，重疊度量工具102可用作一基於散射測量之重疊度量工具，其中在一光瞳面處分析來自樣本之輻射以表徵來自樣本104之輻射之角分佈(例如，與樣本104對輻射之散射及/或繞射相關聯)。

【0029】 此外，重疊工具可經組態以基於任何數目個方案產生重疊信號，該等方案界定用於獲取適合於判定一重疊目標之重疊之一重疊信號之測量參數。舉例而言，一重疊度量工具之一方案可包含但不限於一照射

波長、自樣本發出之光之一所偵測波長、樣本上之照射之一光斑大小或形狀、一入射照射角度、一入射照射極化、所聚集光之一極化、一重疊目標上之一入射照射束之一位置、重疊度量工具之焦體積之一重疊目標之一位置等。

【0030】 在另一實施例中，重疊度量工具102包含一可調整光瞳遮罩106，可調整光瞳遮罩106位於重疊度量工具102之至少一聚集路徑之一光瞳面中。一聚集光瞳中之一可調整光瞳遮罩106可隨著光瞳面中之空間位置變化而動態地調整朝向偵測器引導之光之強度。就此而言，可調整光瞳遮罩106可用於動態地選擇及/或拒斥由樣本104上之一重疊目標產生之特定繞射級以用於進行一特定測量。類似地，一照射光瞳中之一可調整光瞳遮罩106可隨著光瞳面中之空間位置變化而動態地調整朝向樣本引導之光之強度。就此而言，可調整光瞳遮罩106可用於動態地控制入射於樣本上之照射之角度及在每一角度下之相關聯強度。

【0031】 可調整光瞳遮罩106可包含此項技術中已知之任何空間可定址光學元件。此外，可調整光瞳遮罩106可以一反射模式或一透射模式操作。就此而言，由光瞳傳遞之光可係來自可調整光瞳遮罩106之反射光及/或透射光。舉例而言，可調整光瞳遮罩106可包含具有空間可定址像素之一空間可定址裝置，例如但不限於液晶裝置、一微機電系統(MEMS)裝置或一可程式化鏡陣列。舉另一實例，可調整光瞳遮罩106可形成為可選擇性地插入至光瞳中之一或多個固體組件(例如，圓盤)。

【0032】 在一項實施例中，可調整光瞳遮罩106選擇性地阻擋光或使光穿過光瞳。在另一實施例中，可調整光瞳遮罩106提供對穿過光瞳之光之強度之選擇性控制。舉例而言，一可調整光瞳遮罩106包含與一極化器

耦合的提供空間可選擇極化之一液晶裝置，該可調整光瞳遮罩106可提供穿過光瞳之光之一空間可選擇強度型態。

【0033】在另一實施例中，重疊度量系統100包含一控制器108。控制器108可包含

【0034】控制器108可包含經組態以執行記憶體媒體112或記憶體上所維持之程式指令之一或多個處理器110。就此而言，控制器108之該一或多個處理器110可執行本發明通篇所闡述之各種製程步驟中之任一者。此外，控制器108可通信耦合至重疊度量工具102或重疊度量工具102中之任何組件。

【0035】一控制器108之一或多個處理器110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」可廣泛地界定為囊括為具有一或多個處理或光學元件(例如，一或多個微處理器裝置、一或多個應用特定積體電路(ASIC)裝置、一或多個場可程式化閘陣列(FPGA)或者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110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110可體現為：一桌上型電腦、大型電腦系統、工作站、影像電腦、並行處理器、網絡連接電腦或經組態以程式之任何其他電腦系統，該程式經組態以與重疊度量系統100結合操作，如本發明通篇所闡述。

【0036】此外，重疊度量系統100之不同子系統可包含適合用於施行本發明中所闡述之步驟之至少一部分之一處理器或邏輯元件。因此，以上說明不應解釋為對本發明實施例之一限制，而僅係一圖解說明。此外，本

發明通篇所闡述之步驟可由一單個控制器108或另一選擇為多個控制器施行。另外，控制器108可包含容納於一共同殼體中或容納於多個殼體內之一或多個控制器。如此一來，任何控制器或控制器組合可單獨封裝為適合於整合至重疊度量系統100中之一模組。

【0037】 記憶體媒體112可包含此項技術中已知的適用於儲存可由相關聯的一或多個處理器110執行之程式指令之任何儲存媒體。舉例而言，記憶體媒體112可包含一非暫時性記憶體媒體。舉另一實例，記憶體媒體112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、一固態磁碟機等。亦應注意，記憶體媒體112可裝納於具有一或多個處理器110之一共同控制器殼體中。在一項實施例中，記憶體媒體112可相對於一或多個處理器110及控制器108之實體位置而位於遠端。例如，控制器108之一或多個處理器110可存取可經由一網路(例如，網際網路、內部網路等)存取之一遠端記憶體(例如，伺服器)。

【0038】 圖1B係圖解說明根據本發明之一或多個實施例之重疊度量工具102之一概念圖。在一項實施例中，重疊度量工具102包含經組態以產生至少一個照射束116之一照射源114。來自照射源114之照射可包含一或多個選定光波長，包含但不限於紫外線(UV)輻射、可見光輻射或紅外線(IR)輻射。舉例而言，重疊度量工具102可包含一或多個孔徑，該一或多個孔徑位於一照射光瞳面處以將來自照射源114之照射劃分成一或多個照射束116或照射波瓣。就此而言，重疊度量工具102可提供偶極照射、四極照射等。此外，該一或多個照射束116在樣本104上之空間型態可由一場平面光闌控制以具有任何選定空間型態。

【0039】照射源114可包含適合於提供至少一個照射束116之任何類型之照射源。在一項實施例中，照射源114係一雷射源。舉例而言，照射源114可包含但不限於一或多個窄頻雷射源、一寬頻雷射源、一超連續光譜雷射源、一白色光雷射源等。就此而言，照射源114可提供具有高同調(例如，高空間同調及/或時間同調)之一照射束116。在另一實施例中，照射源114包含一雷射維持電漿(LSP)源。舉例而言，照射源114可包含但不限於適合於容納一或多個元件之一LSP燈、一LSP燈泡或一LSP室，該一或多個元件在由一雷射源激發成一電漿狀態時可發射寬頻照射。在另一實施例中，照射源114包含一燈源。舉例而言，照射源114可包含但不限於一弧光燈、一放電燈、一無電極燈等。就此而言，照射源114可提供具有低同調(例如，低空間同調及/或時間同調)之一照射束116。在另一實施例中，照射源114包含由多個同調源形成為一單個輸出分佈之一高亮度照射源。舉例而言，2019年6月4日提出申請的美國專利申請案第16,430,861號中大體闡述包含經組態而以一共同展度提供一單個輸出分佈之多個同調源之一高亮度照射源，該美國專利申請案全文以引用方式併入本文中。

【0040】照射源114可使用自由空間技術及/或光纖提供一照射束116。在一項實施例中，照射源114藉由在兩個或更多個光纖中提供光來產生一多波瓣照射束116，其中自每一光纖輸出之光係照射束116之一照射波瓣。在另一實施例中，照射源114藉由將一光源繞射成兩個或更多個繞射級來產生一多波瓣照射束116，其中照射束116之照射波瓣由光源之繞射級中之至少某些繞射級形成。2019年3月14日公開且標題為

「Efficient Illumination Shaping for Scatterometry Overlay」之美國專利公開案第US2020/0124408號中大體闡述透過受控繞射高效產生多個照

射波瓣，該美國專利公開案全文以引用方式併入本文中。

【0041】在另一實施例中，重疊度量工具102經由一照射路徑118將照射束116引導至樣本104。照射路徑118可包含適合於修改及/或調節照射束116以及將照射束116引導至樣本104之一或多個光學組件。在一項實施例中，照射路徑118包含一或多個照射路徑透鏡120 (例如，用以校準照射束116、用以中繼光瞳及/或場平面等)。在另一實施例中，照射路徑118包含用以將照射束116成形或者以其他方式控制照射束116之一或多個照射路徑光學器件122。舉例而言，照射路徑光學器件122可包含但不限於一或多個場光闌、一或多個光瞳光闌、一或多個極化器、一或多個濾光器、一或多個束分離器、一或多個擴散器、一或多個均質器、一或多個切趾器、一或多個束成形器或者一或多個鏡(例如，靜態鏡、可平移鏡、掃描鏡等)。

【0042】在另一實施例中，重疊度量工具102包含將照射束116聚焦至樣本104 (例如，重疊目標元素位於樣本104之兩個或更多個層上之一重疊目標)上之一物鏡124。在另一實施例中，樣本104安置於適合於固定樣本104且進一步經組態以相對於照射束116定位樣本104之一樣本載台126上。

【0043】在另一實施例中，重疊度量工具102包含一或多個偵測器128，該一或多個偵測器128經組態以透過一聚集路徑132擷取自樣本104 (例如，樣本104上之一重疊目標)發出之光或其他(例如，所聚集光130)。聚集路徑132可包含適合於來自樣本104之修改及/或調節所聚集光130之一或多個光學元件。在一項實施例中，聚集路徑132包含一或多個聚集路徑透鏡134 (例如，用以校準照射束116、用以中繼光瞳及/或場平面等)，其

可包含但不需要包含物鏡124。在另一實施例中，聚集路徑132包含用以使所聚集光130成形或以其他方式控制所聚集光130之一或多個聚集路徑光學器件136。舉例而言，聚集路徑光學器件136可包含但不限於一或多個場光闌、一或多個光瞳光闌、一或多個極化器、一或多個濾光器、一或多個束分離器、一或多個擴散器、一或多個均質器、一或多個切趾器、一或多個束成形器或者一或多個鏡(例如，靜態鏡、可平移鏡、掃描鏡等)。

【0044】一偵測器128可位於聚集路徑132內之任何選定位點處。在一項實施例中，重疊度量工具102包含位於一場平面(例如，與樣本104共軛之一平面)處以產生樣本104之一影像之一偵測器128。在另一實施例中，重疊度量工具102包含位於一光瞳面(例如，一繞射平面)以產生一光瞳影像之一偵測器128。就此而言，光瞳影像可對應於自樣本104至偵測器128之光之一角分佈。舉例而言，與來自樣本104(例如，樣本104上之一重疊目標)之照射束116之繞射相關聯之繞射級可被成像或以其他方式在光瞳面中觀測到。一般而言，一偵測器128可擷取來自樣本104之反射(或透射)光、散射光或繞射光之任何組合。

【0045】重疊度量工具102可通常包含適合於擷取來自樣本104的指示重疊之光的任何數目或類型之偵測器128。在一項例中，偵測器128包含適合於表徵一靜態樣本之一或多個偵測器128。就此而言，重疊度量工具102可以在一測量期間樣本104係靜態之一靜態模式操作。舉例而言，一偵測器128可包含二維像素陣列，例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。就此而言，偵測器128在一單次測量中產生二維影像(例如，一場平面影像或一光瞳平面影像)。

【0046】在一項實施例中，偵測器128包含適合於表徵一移動樣本

(例如，一經掃描樣本)之一或多個偵測器128。就此而言，重疊度量工具102可在於一測量期間相對於一測量場對樣本104進行掃描之一掃描模式中操作。舉例而言，偵測器128可包含一2D像素陣列，該2D像素陣列具有足以在一掃描期間在選定影像容差內(例如，影像模糊、對比度、銳度等)擷取一或多個影像的一擷取時間及/或一再新率。舉另一實例，偵測器128可包含一線掃描偵測器以一次在像素之線上連續地產生一影像。舉另一實例，偵測器128可包含一時間延遲積分(TDI)偵測器。當樣本104之運動與TDI偵測器中之電荷轉移時脈信號同步時，一TDI偵測器可產生樣本104之一連續影像。確切而言，一TDI偵測器自對若干行像素進行之光曝光獲取電荷，且包含沿著一掃描方向在毗鄰像素行之間轉移電荷之時脈脈衝。當樣本104沿著掃描方向之運動與TDI偵測器中之電荷轉移同步時，電荷在掃描期間連續地累積。此製程繼續，直至電荷到達一最終像素行且隨後被自偵測器讀出。如此一來，對象之影像在比一簡單線掃描相機將可能實現之時框長之一時框內累積。此相對較長獲取時間減小影像中之光子雜訊位準。此外，影像與電荷同步運動能防止所記錄影像模糊。

【0047】 在另一實施例中，重疊度量工具102包含在一度量測量期間相對於測量場對樣本104進行掃描之一掃描子系統。舉例而言，樣本載台126可將樣本104定位及定向於物鏡124之一焦體積內。在另一實施例中，樣本載台126包含一或多個可調整載台，例如但不限於一線性平移載台、一旋轉載台或一傾斜/俯仰載台。在另一實施例中，儘管未展示，掃描子系統包含一或多個束掃描光學器件(例如，可旋轉鏡、電流計等)以使照射束116相對於樣本104)進行掃描。

【0048】 可將重疊度量工具102之照射路徑118及聚集路徑132定向

成適合於使照射束116照射樣本104且回應於入射照射束116而聚集自樣本104發出之光的各種組態。舉例而言，如圖1B中所圖解說明，重疊度量工具102可包含一束分離器138，束分離器138經定向以使得一共同物鏡124可同時將照射束116引導至樣本104且自樣本104聚集光。舉另一實例，照射路徑118及聚集路徑132可含有不重合光學途徑。

【0049】圖1C係根據本發明之一或多個實施例之一重疊度量工具102之一部分之一概念圖，該概念圖圖解說明透鏡外照射。在一項實施例中，照射源114提供一或多個照射束116，該一或多個照射束116自一或多個光纖140之輸出及照射路徑透鏡120，照射路徑透鏡120用以按照大於用於接收所聚集光130之一物鏡124之數值孔徑之角度將照射束116引導至樣本104。在此組態中，物鏡124不聚集來自樣本104之鏡面反射(例如，0級繞射)。

【0050】現在參考圖1D及圖1E，本文中涵蓋重疊度量工具102可包含任何數目個光瞳面142且一可調整光瞳遮罩可放置於任何數目個光瞳面處。

【0051】在一項實施例中，一遠心光瞳面142a位於物鏡124內部。本文中認識到，一物鏡124之光瞳面可係但不限於位於物鏡124之罩殼144內。圖1D係根據本發明之一或多個實施例的包含透過罩殼144中之一或多個狹縫直接通達內部光瞳面142a之一物鏡124之一概念圖。在此配置下，光瞳面142a位於照射路徑118及聚集路徑132兩者中以使得位於此位點處之一可調整光瞳遮罩106將同時影響樣本104之角照射型態及引導至偵測器128之所聚集光130之角型態兩者。

【0052】圖1E係根據本發明之一或多個實施例中一重疊度量工具

102之一概念圖，該概念圖圖解說明多個光瞳面142。重疊度量工具102可進一步包含位於照射路徑118及聚集路徑132之任何組合中之一或多個中繼光瞳面142。舉例而言，照射路徑透鏡120可經組態以將物鏡124之內部遠心光瞳面142a中繼至照射路徑118中之光瞳面142b。此位點處之一可調整光瞳遮罩106將操作以僅操控樣本104之照射。舉另一實例，聚集路徑透鏡134可經組態以將物鏡124之內部遠心光瞳面142a中繼至聚集路徑132中之光瞳面142c。此位點處之一可調整光瞳遮罩106將操作以僅操控自樣本104傳遞至偵測器128之所聚集光130。舉另一實例，重疊度量工具102可包含一或多個中繼透鏡146，該一或多個中繼透鏡146經組態以將物鏡124之內部遠心光瞳面142a中繼至照射路徑118及聚集路徑132兩者共同之一光瞳面142d。此位點處之一可調整光瞳遮罩106將同時影響樣本104之角照射型態及引導至偵測器128之所聚集光130之角型態。

【0053】另外，重疊度量工具102可包含經組態以產生照射路徑118及/或聚集路徑132中之一或多個場平面148的一或多個光學元件。

【0054】如本文中先前所闡述，重疊度量工具102可組態以使用任何數目個重疊方案(例如，若干組測量參數)產生與樣本104上之重疊目標相關聯之重疊信號。此外，重疊度量工具102可提供測量參數之迅速調諧以使得可基於不同方案迅速地獲取多個重疊信號。舉例而言，重疊度量系統100之控制器108可與重疊度量工具102之一或多個可調整組件通信耦合以根據一重疊方案對可調整組件進行組態。

【0055】一重疊方案可包含入射於樣本上之照射束116之頻譜之一或多個態樣(例如但不限於照射束116之波長(例如，中心波長)、頻寬及光譜型態)作為測量參數。

【0056】一重疊方案可進一步包含一取樣模式。舉例而言，方案可包含一特定測量是否應包含擷取一場平面影像、一光瞳面或場平面影像與光瞳面兩者。因此，控制器108可通信耦合至位於重疊度量工具102中之各種平面處之一或多個偵測器128以根據重疊方案調整影像平面。舉另一實例，方案可包含可以一靜態操作模式還是以一掃描操作模式產生一特定測量。因此，控制器108可通信耦合至掃描子系統(例如，一或多個偵測器128、樣本載台126等)以在一測量期間根據重疊方案調整樣本104之位置及/或運動。

【0057】現在參考圖2A至圖3，根據本發明之一或多個實施例更詳細地闡述適合於利用重疊度量工具102表徵之重疊目標。

【0058】重疊度量工具102可通常適合於表徵具有任何設計之任何類型之重疊目標。確切而言，重疊度量工具102之各種組件(例如但不限於照射源114、可調整光瞳遮罩106或偵測器128)可基於待測量重疊目標之特定設計根據一重疊方案來加以調整。在某些實施例中，一重疊目標包含使入射照射束116繞射之至少一個樣本層上之週期性特徵。因此，由物鏡124聚集之光可包含來自重疊目標之一或多個繞射級。

【0059】圖2係根據本發明之一或多個實施例的具有不重合特徵之一重疊目標202之一俯視圖。舉例而言，圖2中之重疊目標202可適合於基於影像之重疊方法或各種基於繞射之重疊方法。在一項實施例中，重疊目標202包含四個單元204a至204d，該四個單元204a至204d在此以重疊目標202之象限表示。每一單元204a至204d可包含位於樣本104之一第一層208上之第一層印刷元件206及位於樣本104之一第二層212上之第二層印刷元件210。

【0060】此外，單元204b及單元204d可經組態以提供沿著X方向之重疊測量，如圖2中所圖解說明。舉例而言，可藉由直接比較每一單元內或單元204b與單元204d之間的第一層印刷元件206與第二層印刷元件210的相對位置來進行沿著X方向之一重疊測量。在另一例項中，可藉由比較跨越單元204b及單元204d分佈之第一層印刷元件206之間的一旋轉或徑向(radial)對稱(例如，旋轉對稱、反射對稱、鏡像對稱等)點與跨越單元204b及單元204d分佈之第二層印刷元件210之間的一對稱點來進行沿著X方向之一重疊測量。類似地，單元204a及單元204c可經組態以提供沿著Y方向之重疊測量，如圖2中所圖解說明。

【0061】圖3係根據本發明之一或多個實施例的具有重合結構之一重疊目標202之一透視圖。舉例而言，圖3中之重疊目標202可適合於散射重疊測量。在一項實施例中，第二層印刷元件210之至少一部分與第一層印刷元件206重合。

【0062】此外，一重疊目標202可包含但不需要包含週期性特徵。就此而言，如本文中先前所闡述，使一照射束116以一單個人射角度(或窄的人射角度範圍)照射重疊目標202可基於來自週期性特徵之繞射產生相異繞射級。舉例而言，圖2A至圖3中之第一層印刷元件206及第二層印刷元件210在X及/或Y方向上全部皆具有週期性。

【0063】應理解，僅出於說明性目的提供圖2及圖3，且不應被解釋為具限制性。如本文中先前所闡述，重疊度量工具102可通常以一成像模式(例如，利用位於一場平面處之一偵測器128)或以散射測量模式(例如，利用一光瞳面中之一偵測器128)表徵具有任何圖案元件設計之一重疊目標。此外，重疊度量工具102可通常以一靜態獲取模式或在重疊目標在運

動時表徵重疊目標。因此，圖2及圖3B中所圖解說明之特定圖案元件配置僅係例示性的。

【0064】 現在參考圖4A至圖4C，根據本發明之一或多個實施例更詳細地闡述一可調整光瞳遮罩106之各種組態。

【0065】 可調整光瞳遮罩106可包含此項技術中已知之任何類型之空間可定址光學元件，包含但不限於一或多個機械快門、一或多個中性密度濾光器、一或多個光電快門、一或多個空間光調變器、一或多個可變性鏡、一或多個液晶裝置或者一或多個極化器。此外，可調整光瞳遮罩106可以一反射或一透射模式操作。就此而言，由光瞳傳遞之光可係來自可調整光瞳遮罩106之反射光及/或透射光。應理解，本發明中提及光穿過一光瞳面142之透射或透射率僅出於說明性目的提供，並不應解釋為具限制性。而是，此等實例應被解釋為廣泛地涉及以一反射模式或一透射模式之操作。

【0066】 可調整光瞳遮罩106可以任何選定程度之空間解析度控制光穿過光瞳面142之透射。舉例而言，可調整光瞳遮罩106可具有一或多個可獨立控制區域，可藉由該一或多個可獨立控制區域單獨地控制光穿過光瞳面142之透射。舉例而言，可調整光瞳遮罩106可包含具有可定址像素之一空間可定址裝置，例如但不限於液晶裝置、一微機電系統(MEMS)裝置或一可程式化鏡陣列。就此而言，可調整光瞳遮罩106可藉由空間可定址裝置之空間解析度控制光穿過光瞳面142之透射。在另一例項中，可調整光瞳遮罩106可包含可選擇性地插入至光瞳中之一或多個固體組件(例如，快門)。

【0067】 另外，可調整光瞳遮罩106可使用各種機構控制光之透射。

在一項實施例中，可調整光瞳遮罩106在光瞳面142中之一給定位點處選擇性地阻擋所有光或使所有光通過(例如，二元操作)。舉例而言，可通常透過使用任何類型之快門或空間可定址裝置達成二元操作。本文中涵蓋，二元操作可適合於在光瞳面142之一些區中選擇性地阻擋光，包含但不限於阻擋光之選定繞射級以達成一所期望重疊度量技術。在另一實施例中，可調整光瞳遮罩106提供穿過光瞳面142之光之可控衰減或濾光。舉例而言，可藉由但不限於耦合至一極化旋轉器(例如，一光電極化旋轉器、一空間光調變器、一液晶裝置等)之一極化器達成可控衰減。就此而言，極化旋轉器可在光瞳面142之所有或一部分中選擇性地旋轉光之一極化以透過極化器提供一可調整透射率。

【0068】 可調整光瞳遮罩106可進一步控制光跨越光瞳面142之任何選定部分之透射。出於本發明之目的，將可調整光瞳遮罩106闡述為控制光穿過跨越光瞳面142之一或多個控制區帶402之透射。就此而言，可獨立地控制光穿過每一控制區帶402之透射。每一控制區帶402可對應於與可調整光瞳遮罩106或其部分相關聯之一或多個空間可定址裝置。舉例而言，一控制區帶402可對應於一快門(例如，一機械快門、一光電快門等)之一形狀。舉另一實例，一控制區帶402可對應於被控制為一群組之一像素群組。舉例而言，在一可調整光瞳遮罩106由具有耦合至一極化器之多個像素之一液晶裝置形成之情形中，一控制區帶402可形成為被控制為一群組的液晶裝置之一像素群組。

【0069】 圖4A至圖4C圖解說明一可調整光瞳遮罩106可如何經組態以提供對分佈於整個光瞳面142上之各個控制區帶402之控制的三個非限制性實例。本文中涵蓋，可調整光瞳遮罩106之任何組態皆可用於一重疊

度量工具102中之任何光瞳面142 (例如，圖1E中所圖解說明之光瞳面142a至142d中之任一者)處。應理解，以下特定實例僅出於說明性目的而提供以作為可能組態並不應解釋為具限制性。此外，盡將管圖4A至圖4C圖解說明為單獨組態，但在某些實施例中，可調整光瞳遮罩106包含所有控制區帶402a至402d。就此而言，可選擇性地調整一單個可調整光瞳遮罩106以提供圖4A至圖4C中之組態中之任一者。

【0070】圖4A係根據本發明之一或多個實施例的提供光瞳面142中之一經成形控制區帶402a之一可調整光瞳遮罩106之一示意圖。如圖4A中所圖解說明，控制區帶402a可位於與穿過重疊度量工具102之光之最大角展對應的光瞳邊界404內。控制區帶402a可具有任何大小或形狀，包含但不限於圖4A中所圖解說明之一圓形。此外，控制區帶402a可係但不限於在光瞳邊界404內處於中心。圖4A中之可調整光瞳遮罩106可非常適合於但不限於需要阻擋來自樣本104之選定繞射級或使來自樣本104之0級光衰減之灰色模式成像的重疊度量技術。舉例而言，2019年1月3日公開之美國專利公開案第2012/0004439號中大體闡述了灰色模式散射測量度量，該美國專利公開案全文以引用方式併入本文中。

【0071】圖4B係根據本發明之一或多個實施例的提供一環形控制區帶402之一可調整光瞳遮罩106之一示意圖。環形控制區帶402可具有任何寬度406且可進一步位於光瞳邊界404內之任何位置處。舉例而言，如圖4B中所圖解說明，控制區帶402b處於光瞳邊界404之中心且自光瞳邊界404向內延伸，從而留下一無阻礙中心區408。圖4B之可調整光瞳遮罩106可非常適合於但不限於在光瞳面142中之已知徑向位置處阻擋選定繞射級或使選定繞射級衰減。

【0072】一可調整光瞳遮罩106 (例如，圖4A及圖4B中所圖解說明之可調整光瞳遮罩106)可非常適合於但不限於放置於專用於照射路徑118或聚集路徑132之一光瞳面142 (例如，圖1E中之光瞳面142b、142c)中。舉例而言，一聚集光瞳中之一對稱可調整光瞳遮罩106可在光瞳面142中之選定半徑處沿著正交方向(例如，X方向及Y方向)阻擋繞射級或使繞射級衰減，以便於在任何照射條件下(包含但不限於法向照射或對稱照射(例如，偶極照射、四極照射、環形照射等))同時在X方向及Y方向上進行重疊測量。

【0073】然而，可期望某些重疊度量技術使相對對稱照射束116沿著一測量方向提供依序照射。舉例而言，可期望實行具有一偶極或其他對稱分佈之相反束依序照射樣本的兩次測量。

【0074】圖4C係根據本發明之一或多個實施例的提供組合而形成一環形之兩個控制區帶402之一可調整光瞳遮罩106之一示意圖。在一項實施例中，如圖4C中所圖解說明，可調整光瞳遮罩106包含一第一控制區帶402c及一第二控制區帶402d，該第一控制區帶402c與第二控制區帶402d組合而形成與圖4B中所圖解說明之環形類似的一環形。然而，在此種情形中，兩個控制區帶402c、402d可單獨控制。圖4C中之可調整光瞳遮罩106可非常適合於放置於照射路徑118與聚集路徑132共用之一光瞳面142 (例如，圖1E中之光瞳面142a、142d)中。就此而言，可調整光瞳遮罩106可適合於但不限於使具有一偶極或其他對稱分佈之相反束依序照射。

【0075】此外，控制區帶402c、402d可定向成任何選定角度。在一項實施例中，如圖4C中所圖解說明，控制區帶402c、402d相對於正交測量方向(例如，X方向及Y方向)被定向成一45度的角度以便於使正交照射

束116同時照射樣本。

【0076】圖5A及圖5B圖解說明使用位於照射路徑118與聚集路徑132共同之一光瞳面142(例如，圖1E中之光瞳面142a或142d)中具有多個控制區帶402之一可調整光瞳遮罩106以依序照射。圖5A係根據本發明之一或多個實施例的按照一第一方案組態以提供一第一測量之圖4C中可調整光瞳遮罩106之一示意圖。圖5B係按照一第二方案組態以提供一第二測量之圖4C中可調整光瞳遮罩106之一示意圖，根據本發明之一或多個實施例。

【0077】在圖5A至圖5C中，照射路徑118提供四個照射束116a至116d，其中照射束116a、116b沿著X方向提供偶極照射，且照射束116c、116d沿著Y方向提供偶極照射。此外，圖5A至圖5C圖解說明存在在X方向及Y方向兩者上照射具有週期性特徵之一重疊度量目標產生之離散繞射級，例如但不限於圖2或圖3中之重疊目標202。

【0078】在圖5A中，第一控制區帶402c係透明的以允許照射束116a、116c(例如，X方向及Y方向中之每一者上之一個束)照射樣本104，且第二控制區帶402d係完全不透明的以阻擋另外的照射束116b、116d。可調整光瞳遮罩106進一步控制可穿過至偵測器128之所聚集光130之分佈。舉例而言，不透明第二控制區帶402d可阻擋來自照射束116a之0級繞射502a，但非零繞射級504a、506a可穿過無阻礙中心區408。類似地，不透明第二控制區帶402d可阻擋來自照射束116c之0級繞射502c，但非零繞射級504c、506c可穿過無阻礙中心區408。

【0079】在圖5B中，將控制區帶402c、402d之性質反轉以使得第一控制區帶402c係不透明以阻擋或衰減照射束116a、116c，且第二控制區帶402d係透明的以允許照射束116b、116d照射樣本104。在此種情形中，

不透明第一控制區帶402c將阻擋來自照射束116b之0級繞射502b，但非零繞射級504b、506b可穿過無阻礙中心區408。類似地，不透明第二控制區帶402c可阻擋來自照射束116d之0級繞射502d，但非零繞射級504d、506d可穿過無阻礙中心區408。

【0080】如圖5A及圖5B中所圖解說明，將具有多個控制區帶402之一可調整光瞳遮罩106放置於一照射路徑118及一聚集路徑132兩者共同之一光瞳面142中可提供對照射束116及所聚集光130兩者之靈活控制。此外，此一可調整光瞳遮罩106允許以不同的照射型態及/或聚集型態進行依序照射，以使得可使用一單個系統實行各種各樣之重疊度量技術。然而應理解，本文中僅出於說明性目的提供圖5A及圖5B，並不應被解釋為限制性。本文中涵蓋，一可調整光瞳遮罩106可具有被定向成各種組態以適應一或多個所關注重疊度量技術的任何數目個控制區帶402。

【0081】本文中涵蓋，可使用此項技術中已知之任何技術施行依序照射(例如，如圖5A及圖5B中所圖解說明)。舉例而言，若一樣本104係靜止的，則可在移動樣本104以測量另一目標之前對一重疊目標施行多個依序測量。此外，可實施提供對一移動樣本104上之重疊目標之多次測量之各種技術。舉例而言，可掃描一目標兩次。舉另一實例，在一重疊目標位於重疊度量工具102之一視場內時可調整掃描速度及一資料擷取率以提供多次測量。舉另一實例，一掃描重疊度量工具102可使用兩個或更多個測量條件產生交錯資料(例如，交錯影像)。舉例而言，2019年9月27日提出申請之美國專利申請案第16/586,504號中大體闡述了產生交錯影像以進行基於掃描之度量，該美國專利申請案之全文以引用方式併入。

【0082】圖5C係根據本發明之一或多個實施例的按照圖4B中組態以

進行同時重疊度量之可調整光瞳遮罩106之一示意圖。在圖5C中，可調整光瞳遮罩106位於專用於聚集路徑132之一光瞳面142中。圖5C中所圖解說明之繞射級與圖5A及圖5B相同，以使得可使用圖5A及圖5B之依序照射方法或圖5C之同時照射方法進行類似重疊測量。在圖5C中，所有四個照射束116a至116d可同時照射樣本。單個控制區帶402b係不透明的以阻擋所有0級繞射502a至502d或使所有0級繞射502a至502d衰減。此外，中心區408允許來自所有照射束116a至116d之-1級繞射504a至504d及-2級繞射506a至506d傳遞至偵測器128。

【0083】 在某些實施例中，一可調整光瞳遮罩106可經組態以用於雙級散射(DOS)重疊度量。在DOS重疊度量中，一週期性重疊目標係利用偶極照射(例如，兩個照射束116以相反方位角照射樣本)來照射，且測量係基於與照射束116中之每一者相關聯之兩個非零繞射級。在一項實施例中，DOS係利用依序照射實行。舉例而言，可使用圖5A及圖5B之組態實行依序DOS重疊度量。在此組態中，非零繞射504a至504d對應於-1繞射級，且非零繞射506a至506d對應於-2繞射級。舉另一實例，可使用圖5C之組態實行同時DOS重疊度量，其中重申非零繞射504a至504d對應於-1繞射級且非零繞射506a至506d對應於-2繞射級。

【0084】 在某些實施例中，一可調整光瞳遮罩106可經組態以用於光學疊紋(OM)重疊度量。在OM重疊度量中，一重疊目標包含位於兩個或更多個層上(例如，如圖3中所圖解說明)具有重合光柵結構之一或多個單元，其中光柵結構具有不同週期。因此，所聚集光130可包含與基於兩個光柵之間週期性之差異之一疊紋效應相關聯的一或多個疊紋繞射級。舉例而言，可使用圖5A及圖5B之組態實行依序OM重疊度量。在此組態中，

非零繞射504a至504d對應於-1繞射級，且非零繞射506a至506d對應於疊紋繞射級。舉另一實例，可使用圖5C之組態實行同時OM重疊度量，其中重申非零繞射504a至504d對應於-1繞射級，且非零繞射506a至506d對應於疊紋繞射級。

【0085】另外，可實行灰色模式OM度量，在灰色模式OM度量中，可調整光瞳遮罩106之控制區帶402a至402c經組態以衰減而非完全阻擋來自照射束116a至116d之0級繞射502a至502d。

【0086】在某些實施例中，一可調整光瞳遮罩106可經組態以利特羅重疊度量。在利特羅重疊度量中，利用偶極照射來照射一週期性重疊目標，其中週期性及照射波長經調整，以使得一繞射級(通常，一級繞射)沿著與入射角相同之角度回復反射回去。可利用經組態以完全透射以使得所有光可無阻礙穿過光瞳面142之可調整光瞳遮罩106實施利特羅重疊度量。

【0087】圖6A係根據本發明之一或多個實施例的經組態以放置於照射路徑118與聚集路徑132共同之一光瞳面142中以提供基於影像之散射測量或灰度場散射測量之一可調整光瞳遮罩106之一示意圖。第一控制區帶402c係透明的以允許照射束116a照射樣本104，且第二控制區帶402d係不透明以阻擋或衰減0級繞射502a。此外，一非零繞射級508(通常一級繞射)可穿過無阻礙中心區408。

【0088】圖6B係根據本發明之一或多個實施例之一可調整光瞳遮罩106之一示意圖，可調整光瞳遮罩106按照圖4B中組態以放置於專用於聚集路徑132之一光瞳面142中以提供基於影像之散射測量或灰度場散射測量從而進行重疊度量。在圖6B中，單個控制區帶402b可阻擋或衰減0級繞射

射502a，且一非零繞射級508 (通常一級繞射)可穿過無阻礙中心區408。

【0089】圖7係根據本發明之一或多個實施例的按照圖4A中組態以提供灰度成像重疊度量之一可調整光瞳遮罩106之一示意圖。在圖7中，可調整光瞳遮罩106放置於專用於聚集路徑132之一光瞳面142中。利用一單個照射束116 (未展示)以一法向入射角照射一週期性重疊目標。可調整光瞳遮罩106具有一單個控制區帶402a，該單個控制區帶402a位於光瞳邊界404之一中心部分中以阻擋或衰減0級繞射502e，其中非零繞射510 (例如， ± 1 級繞射)可無阻礙穿過光瞳面142。

【0090】如圖4A至圖7中所圖解說明，放置於至少聚集光瞳面142中且具有分佈於整個光瞳面142上之一或多個可個別調整控制區帶402的一可調整光瞳遮罩106可便於高度可定製資料收集以進行重疊度量。因此，一單個重疊度量工具可經組態以使用各種各樣之技術提供重疊度量測量。在某些實施例中，一單個重疊度量工具可動態地經組態以針對一單個樣本或一組樣本上之不同目標在多個重疊度量技術之間切換。就此而言，可達成大規模取樣。

【0091】圖8係圖解說明根據本發明之一或多個實施例的在一重疊度量方法800中實行之步驟之一流程圖。申請人注意，本文中先前在重疊度量系統100之內容脈絡中所闡述之實施例及促成技術應被解釋為擴展至方法800。然而，應進一步注意，方法800並不僅限於重疊度量系統100之架構。

【0092】在一項實施例中，方法包含一步驟802：接收用於一樣本上之一或多個重疊目標之重疊度量方案。舉例而言，一方案可包含適合於對一度量工具(例如但不限於重疊度量系統100)進行組態之測量參數。因

此，一方案可包含參數例如但不限於一或多個照射束116之波長、與一或多個照射束116相關聯之一或多個照射角度、一或多個照射束116之一極化，兩個或更多個照射束116是同時還是依序照射一重疊目標或在一測量期間重疊目標是靜止還是移動。舉另一實例，一方案可包含用於基於來自偵測器128之測量資料沿著一或多個測量方向產生一重疊測量之一或多個處理步驟(例如，將由控制器108實行)。因此，一方案可通常提供使用一特定重疊度量技術自一重疊目標產生一重疊測量所需之參數或步驟。

【0093】在另一實施例中，方法800包含一步驟804：根據各別重疊度量方案引導一可調整光瞳遮罩(例如，可調整光瞳遮罩106)以調整一光瞳透射率分佈以利用一重疊度量工具(例如，重疊度量系統100)測量樣本上之一或多個重疊目標。在另一實施例中，方法800包含一步驟806：基於來自一偵測器(例如，偵測器128)之測量資料判定樣本上之一或多個重疊目標的沿著一或多個測量方向的重疊測量。就此而言，可調整光瞳遮罩106可使得重疊度量系統100使用任何數目個重疊技術產生關於任何數目個重疊目標之重疊測量。

【0094】本文中所闡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。該等結果可包含本文中所闡述之結果中之任一者，且可以此項技術中已知之任何方式儲存。記憶體可包含本文中所闡述之任何記憶體或此項技術中已知之任何其他適合儲存媒體。在已儲存該等結果之後，該等結果可在記憶體中存取及由本文中所闡述之方法或系統實施例中之任一者使用、經格式化以顯示給一使用者、由另一軟體模組、方法或系統使用等等。此外，可「永久地」、「半永久地」、「暫時地」或在某些時間週期內儲存該等結果。舉例而言，記憶體可係隨機存取記憶體

(RAM)，且結果可不必無限期地存留於記憶體中。

【0095】 進一步預期，以上所闡述之方法之實施例中之每一者可包含本文中所闡述之任何其它方法之任何其它步驟。另外，以上所闡述之方法之實施例中之每一者可由本文中所闡述之系統中之任一者實行。

【0096】 熟習此項技術者將認識到，本文中所闡述之組件操作、裝置、目標及對其論述用作實例以使概念清晰，且涵蓋各種組態修改。因此，如本文中所使用，所陳述之特定例示及隨附論述旨在表示其更一般類別。通常，使用任何特定模範旨在表示其類別，且不包含特定組件、操作、裝置及目標不應被視為具限制性。

【0097】 如本文中所使用，諸如「頂部」、「底部」、「上方」、「下方」、「上部」、「向上」、「下部」、「朝下」及「向下」等方向性術語旨在出於闡述目的提供相對位置，並非旨在指定一絕對參考架構。熟習此項技術者將瞭解對所闡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。

【0098】 關於本文中實質上任何複數及/或單數術語之使用，熟習此項技術者可在內容脈絡及/或應用之適當情況下自複數轉變成單數及/或自單數轉變成複數。為清晰起見，可明確地陳述各種單數/複數排列。

【0099】 本文中所闡述之標的物有時圖解說明含於其他組件內或與其他組件連接之不同組件。應理解，此等所繪示架構僅係例示性的，且事實上可實施達成相同功能性之諸多其他架構。在一概念意義上，達成相同功能性之任一組件配置係有效地「相關聯」以使得達成所期望之功能性。因此，可將經組合以達成一特定功能性之本文中任何兩個組件視為彼此「相關聯」，以使得達成所期望之功能性，而無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」以達成所期望功能性，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」以達成所期望功能性。可耦合之具體實例包含但不限於可實體配合及/或實體相互作用之組件及/或可以無線方式相互作用及/或以無線方式相互作用之組件及/或以邏輯方式相互作用及/或可以邏輯方式相互作用之組件。

【0100】此外，應理解，本發明由隨附申請專利範圍界定。熟習此項技術者將理解，通常本文所使用及尤其在隨附申請專利範圍(例如，隨附申請專利範圍之主體)中所使用之術語通常旨在作為「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(having)」應被解釋為「至少具有」，術語「包含(includes)」應被解釋為「包含但不限於」等等)。熟習此項技術者應進一步理解，若旨在將一所介紹請求項敘述表述為一特定數目，則將在請求項中明確地敘述此一意圖，且在無此敘述時，不存在此意圖。舉例而言，為輔助理解，以下隨附申請專利範圍可含有為介紹請求項敘述而使用之引述性片語「至少一個」及「一或多個」。然而，此等片語之使用不應被解釋為暗示藉由不定冠詞「一(a/an)」介紹之請求項表述將含有此等所介紹請求項表述之任何特定請求項限制於僅含有一個此表述之本發明，甚至當相同請求項包含介紹性片語「一或多個」或「至少一個」以及例如「一(a/an)」等不定冠詞(例如，「一(a/an)」通常應被解釋為意指「至少一個」或「一或多個」)時，同樣適用於用於介紹請求項表述之定冠詞之使用。另外，即使明確地列述一所介紹請求項表述之一特定數目，熟習此項技術者亦將認識到，此表述通常應解釋為意指至少所列表述之數目(例如，「兩個敘述」之明瞭列表述，而無

其他修飾語，通常意指至少兩個敘述，或者兩個或更多個敘述)。此外，在其中使用類似於「A、B及C等中之至少一者」之一慣例之彼等例項中，一般而言，此一構造旨在具有熟習此項技術者將理解該慣例之含義(例如，「具有A、B及C中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等之系統)。在其中使用類似於「A、B或C等中之至少一者」之一慣例之彼等例項中，一般而言，此一構造旨在具有熟習此項技術者將理解該慣例之含義(例如，「具有A、B或C中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等之系統)。熟習此項技術者應進一步理解，實質上表示兩個或更多個替代術語之任一轉折詞及/或片語(無論是在說明書中、申請專利範圍中還是在圖式中)皆應被理解為涵蓋包含該等術語中之一者、該等術語中之任一者或兩個術語之可能性。舉例而言，片語「A或B」將被理解為包含「A或B」或者「A及B」之可能性。

【0101】 據信，藉由前述闡述將理解本發明及其諸多隨附優點，且將明瞭，可在組件之形式、構造及配置上作出各種改變，而此並不背離所揭示標的物且並不犧牲所有其實質優點。所闡述形式僅係解釋性的，且隨附申請專利範圍之意圖係囊括且包含此類改變。此外，應理解，本發明由隨附申請專利範圍界定。

【符號說明】

【0102】

100: 重疊度量系統

- 102: 重疊度量工具/掃描重疊度量工具
- 104: 樣本
- 106: 可調整光瞳遮罩
- 108: 控制器
- 110: 處理器
- 112: 記憶體媒體
- 114: 照射源
- 116: 照射束/多波瓣照射束
- 116a: 照射束
- 116b: 照射束
- 116c: 照射束
- 116d: 照射束
- 118: 照射路徑
- 120: 照射路徑透鏡
- 122: 照射路徑光學器件
- 124: 物鏡
- 126: 樣本載台
- 128: 偵測器
- 130: 所聚集光
- 132: 聚集路徑
- 134: 聚集路徑透鏡
- 136: 聚集路徑光學器件
- 138: 束分離器

- 140: 光纖
- 142: 光瞳面/中繼光瞳面
- 142a: 遠心光瞳面/內部光瞳面/內部遠心光瞳面
- 142b: 光瞳面
- 142c: 光瞳面
- 142d: 光瞳面
- 144: 罩殼
- 146: 中繼透鏡
- 148: 場平面
- 202: 重疊目標
- 204a: 單元
- 204b:
- 204c: 單元
- 204d: 單元
- 206: 第一層印刷元件
- 208: 第一層
- 210: 第二層印刷元件
- 212: 第二層
- 402: 控制區帶/環形控制區帶
- 402a: 控制區帶
- 402b: 控制區帶
- 402c: 第一控制區帶/控制區帶
- 402d: 控制區帶/第二控制區帶

404: 光瞳邊界
408: 無阻礙中心區/中心區
502a: 0級繞射
502b: 0級繞射
502c: 0級繞射
502d: 0級繞射
502e: 0級繞射
504a: 非零繞射級/-1級繞射
504b: 非零繞射級
504c: 非零繞射級
504d: 非零繞射級/-1級繞射/非零繞射
506a: 非零繞射級/-2級繞射/非零繞射
506b: 非零繞射級
506c: 非零繞射級
506d: 非零繞射級/-2級繞射/非零繞射
508: 非零繞射級
510: 非零繞射
800: 方法
802: 步驟
804: 步驟
806: 步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種重疊度量工具，其包括：

一照射源；

一或多個照射光學器件，其經組態以使來自該照射源之一或多個照射束照射一樣本上之一重疊目標，其中該重疊目標包含沿著一或多個測量方向之週期性特徵；

一或多個聚集光學器件，其經組態以將繞射光自該重疊目標之該等週期性特徵引導至一偵測器；

一可調整光瞳遮罩，其位於一光瞳面處，其中該光瞳面對應於一聚集光瞳面，其中該可調整光瞳遮罩包含跨越該光瞳面之一或多個部分分佈之一或多個徑向對稱的控制區帶，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶可個別定址以提供一可調整光瞳透射率分佈，其中該可調整光瞳透射率分佈提供對繞射光在該光瞳面之各別該一或多個部分中穿行至該偵測器的選擇性控制，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶利用不同的光瞳透射率分佈根據二或更多個測量模式來提供該重疊度量工具之可操作性（operability）；
及

一控制器，其通信耦合至該可調整光瞳遮罩，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使得該一或多個處理器：

引導該可調整光瞳遮罩以提供與一選定重疊度量方案對應之一選定光瞳透射率分佈，其中該選定光瞳透射率分佈對應於提供一組選定繞射級自該目標至與該二或更多個測量模式相關聯的該偵測器之

透射的該一或多個徑向對稱的控制區帶之一選定組態；且

基於來自該偵測器之測量資料判定沿著與該一或多個測量模式相關聯的該一或多個測量方向之重疊測量。

【請求項2】

如請求項1之重疊度量工具，其進一步包括：

一物鏡，其中該一或多個照射光學器件使該一或多個照射束穿過該物鏡而照射該重疊目標，其中該一或多個聚集光學器件將由該物鏡聚集之該繞射光引導至該偵測器，其中包含該可調整光瞳遮罩之該光瞳面進一步對應於一照射光瞳面。

【請求項3】

如請求項2之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶可個別定址以使該一或多個照射束中之選定數目個照射束照射該重疊目標，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少某些控制區帶放置於該光瞳面的與該一或多個照射束對應之部分中以在該樣本上提供對該一或多個照射束之選擇性控制。

【請求項4】

如請求項2之重疊度量工具，其中該照射源包括沿著該光瞳面中之兩個正交方向提供對稱照射束之一四極照射源，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶包含經配置以在該光瞳面中形成一環形之兩個徑向對稱的控制區帶，其中該兩個徑向對稱的控制區帶中之每一者對應於該環形之一半，其中該兩個徑向對稱的控制區帶中之每一者經定向以使該一或多個照射束中之兩個正交照射束之光通過，回應於來自該兩個正交照射束之該光而使來自該樣本之光之一或多個非零繞射級通過，且回應於來自該兩個正交照射

束之該光而對來自該樣本之零級繞射進行阻擋或光學衰減中之至少一者。

【請求項5】

如請求項4之重疊度量工具，其中該兩個徑向對稱的控制區帶之透射率可依序交替以利用相對照射束提供對該重疊目標之依序測量。

【請求項6】

如請求項2之重疊度量工具，其中該一或多個照射光學器件包含輸出端安置於該光瞳面處之一或多個光纖。

【請求項7】

如請求項2之重疊度量工具，其中該光瞳面對應於該物鏡之一內部光瞳面。

【請求項8】

如請求項2之重疊度量工具，其中該光瞳面對應於與該物鏡之一內部光瞳面共軛之中繼平面。

【請求項9】

如請求項1之重疊度量工具，其中該一或多個照射束中之一者經配置而以法向入射照射該重疊目標，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶包含處於該光瞳面中心之一圓形控制區帶，其中該圓形控制區帶經定向以回應於來自呈法向入射之該照射束之該光而使來自該樣本之光之一或多個非零繞射級通過，且對來自呈法向入射之該照射束之零級繞射進行阻擋或光學衰減中之至少一者。

【請求項10】

如請求項1之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶包含一環形控制區帶，其中該環形控制區帶經定向以回應於來自該一或多個

照射束中之每一者之該光而使來自該樣本之光之一或多個非零繞射級通過，且回應於來自該一或多個照射束中之每一者之該光而對來自該樣本之零級繞射進行阻擋或光學衰減中之至少一者。

【請求項11】

如請求項1之重疊度量工具，其進一步包括：

一物鏡，其中該一或多個聚集光學器件將由該物鏡聚集之該繞射光引導至該偵測器，其中該一或多個照射光學器件使用靠近該物鏡之一或多個聚焦透鏡以傾斜角將該一或多個照射束自該照射源引導至該樣本。

【請求項12】

如請求項1之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少一者包括：

一機械快門。

【請求項13】

如請求項1之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少一者包括：

一光電衰減器。

【請求項14】

如請求項1之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少一者包括：

提供一可調整透射率之一空間光調變器。

【請求項15】

如請求項1之重疊度量工具，其中該偵測器包括：

用以對一靜態樣本上之一或多個位點進行成像之一靜態成像偵測器。

【請求項16】

如請求項1之重疊度量工具，其中該偵測器包括：

用以對一移動樣本上之一或多個位點進行成像之一掃描偵測器。

【請求項17】

一種重疊度量工具，其包括：

一照射源；

一或多個照射光學器件，其經組態以使來自該照射源之一或多個照射束照射一樣本上之一重疊目標，其中該重疊目標包含沿著一或多個測量方向之週期性特徵；

一或多個聚集光學器件，其經組態以將繞射光自該重疊目標引導至一偵測器；

一可調整光瞳遮罩，其位於一光瞳面處，其中該光瞳面對應於一聚集光瞳面，其中該可調整光瞳遮罩包含跨越該光瞳面之一或多個部分分佈之一或多個徑向對稱的控制區帶，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶可個別定址以提供一可調整光瞳透射率分佈，其中該可調整光瞳透射率分佈提供對繞射光在該光瞳面之各別該一或多個部分中穿行至該偵測器的選擇性控制，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶利用不同的光瞳透射率分佈根據二或更多個測量模式來提供該重疊度量工具之可操作性（operability）；及

一控制器，其通信耦合至該可調整光瞳遮罩，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使得該一或多個處理器：

接收用於與該二或更多個測量模式的多個經選定測量模式相關聯

的該樣本上之複數個重疊目標之重疊度量方案；

根據與該二或更多個測量模式的多個經選定測量模式相關聯的各別的該等重疊度量方案引導該可調整光瞳遮罩以調整該光瞳透射率分佈，從而測量該樣本上之該複數個重疊目標；且

基於來自該偵測器之測量資料判定沿著與該二或更多個測量模式的多個經選定測量模式相關聯的該一或多個測量方向的對該樣本上之該複數個重疊目標之重疊測量。

【請求項18】

如請求項17之重疊度量工具，其中該複數個重疊目標包含兩個或更多個目標設計，其中該兩個或更多個目標設計包括：

至少一個成像目標設計，其基於需要一第一重疊度量方案之一影像提供一重疊測量；及

至少一個散射測量目標設計，其基於需要一第二重疊度量方案之一繞射光分佈提供一重疊測量。

【請求項19】

如請求項17之重疊度量工具，其中該複數個重疊目標包含需要藉由不同重疊度量方案得到之兩個或更多個測量之至少一個目標。

【請求項20】

如請求項17之重疊度量工具，其中該偵測器包括：

一靜態成像偵測器，其用以對一靜態樣本上之一或多個位點進行成像，其中該等重疊度量方案中之至少一者在該樣本係靜態時提供一測量。

【請求項21】

如請求項17之重疊度量工具，其中該偵測器包括：

一掃描偵測器，其用以對一移動樣本上之一或多個位點進行成像，其中該等重疊度量方案中之至少一者在該樣本移動時提供一測量。

【請求項22】

如請求項17之重疊度量工具，其進一步包括：

一物鏡，其中該一或多個照射光學器件使該一或多個照射束穿過該物鏡而照射該重疊目標，其中該一或多個聚集光學器件將由該物鏡聚集之該繞射光引導至該偵測器，其中包含該可調整光瞳遮罩之該光瞳面進一步對應於一照射光瞳面。

【請求項23】

如請求項22之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶可個別定址以使該一或多個照射束之該一者之選定數目個照射束照射該重疊目標，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少某些控制區帶放置於該光瞳面的與該一或多個照射束對應之部分中以在該樣本上提供對該一或多個照射束之選擇性控制。

【請求項24】

如請求項22之重疊度量工具，其中該照射源包括沿著該光瞳面中之兩個正交方向提供對稱照射束之一四極照射源，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶包含經配置以在該光瞳面中形成一環形之兩個徑向對稱的控制區帶，其中該兩個徑向對稱的控制區帶中之每一者對應於該環形之一半，其中該兩個徑向對稱的控制區帶中之每一者經定向以使來自該一或多個照射束中之兩個正交照射束之光通過，回應於來自該兩個正交照射束之該光而使來自該樣本之光之一或多個非零繞射級通過，且回應於來自該兩個正交照射束之該光而對來自該樣本之零級繞射進行阻擋或光學衰減中之至少一

者。

【請求項25】

如請求項24之重疊度量工具，其中該兩個徑向對稱的控制區帶之透射率可依序交替以利用相對照射束提供對該重疊目標之依序測量。

【請求項26】

如請求項22之重疊度量工具，其中該一或多個照射光學器件包含輸出端安置於該光瞳面處之一或多個光纖。

【請求項27】

如請求項22之重疊度量工具，其中該光瞳面對應於該物鏡之一內部光瞳面。

【請求項28】

如請求項22之重疊度量工具，其中該光瞳面對應於與該物鏡之一內部光瞳面共軛之中繼平面。

【請求項29】

如請求項17之重疊度量工具，其中該一或多個照射束中之一者經配置而以法向入射照射該重疊目標，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶包含處於該光瞳面中心之一圓形控制區帶，其中該圓形控制區帶經定向以回應於來自呈法向入射之該照射束之該光而使來自該樣本之光之一或多個非零繞射級通過，且對來自呈法向入射之該照射束之零級繞射進行阻擋或光學衰減中之至少一者。

【請求項30】

如請求項17之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶包含一環形控制區帶，其中該環形控制區帶經定向以回應於來自該一或多個

照射束中之每一者之該光而使來自該樣本之光之一或多個非零繞射級通過，且回應於來自該一或多個照射束中之每一者之該光而對來自該樣本之零級繞射進行阻擋或光學衰減中之至少一者。

【請求項31】

如請求項17之重疊度量工具，其進一步包括一物鏡，其中該一或多個聚集光學器件將由該物鏡聚集之該繞射光引導至該偵測器，其中該一或多個照射光學器件使用靠近該物鏡之一或多個聚焦透鏡以傾斜角將該一或多個照射束自該照射源引導至該樣本。

【請求項32】

如請求項17之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少一者包括：

一機械快門。

【請求項33】

如請求項17之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少一者包括：

一光電衰減器。

【請求項34】

如請求項17之重疊度量工具，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶中之至少一者包括：

提供一可調整透射率之一空間光調變器。

【請求項35】

一種重疊度量之方法，其包括：

接收用於一樣本上之一或多個重疊目標之重疊度量方案；

根據各別的該等重疊度量方案引導一可調整光瞳遮罩以調整一光瞳透射率分佈，以利用一重疊度量工具測量該樣本上之該一或多個重疊目標，其中該重疊度量工具包括：

一或多個照射光學器件，其經組態以使來自一照射源之一或多個照射束照射一重疊目標，其中該重疊目標包含沿著一或多個測量方向之週期性特徵；

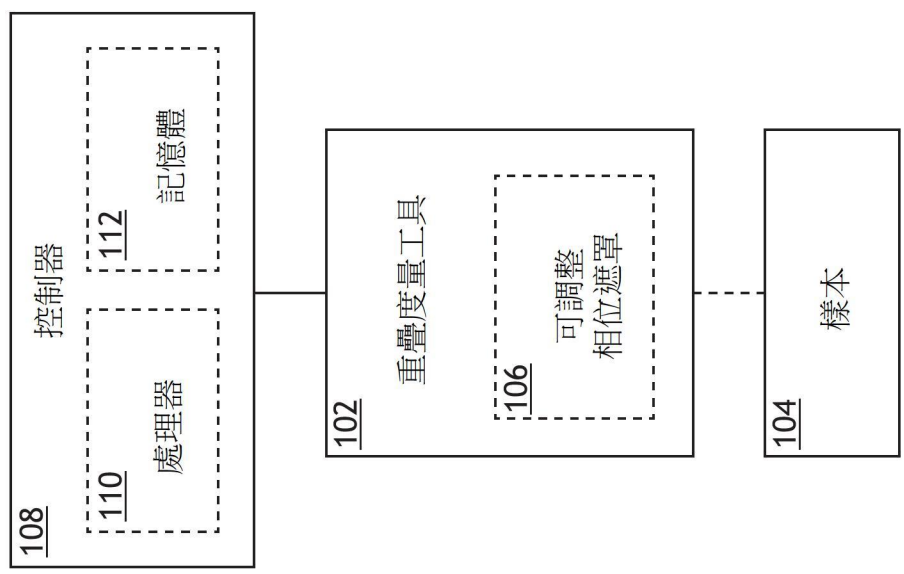
一或多個聚集光學器件，其經組態以將繞射光自該重疊目標引導至一偵測器；及

該可調整光瞳遮罩，其位於一光瞳面處，其中該光瞳面對應於一聚集光瞳面，其中該可調整光瞳遮罩包含跨越該光瞳面之一或多個部分分佈之一或多個徑向對稱的控制區帶，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶可個別定址以提供一可調整光瞳透射率分佈，其中該可調整光瞳透射率分佈提供對繞射光在該光瞳面之各別該一或多個部分中穿行至該偵測器的選擇性控制，其中該一或多個徑向對稱的控制區帶利用不同的光瞳透射率分佈根據二或更多個測量模式來提供該重疊度量工具之可操作性（operability）；且

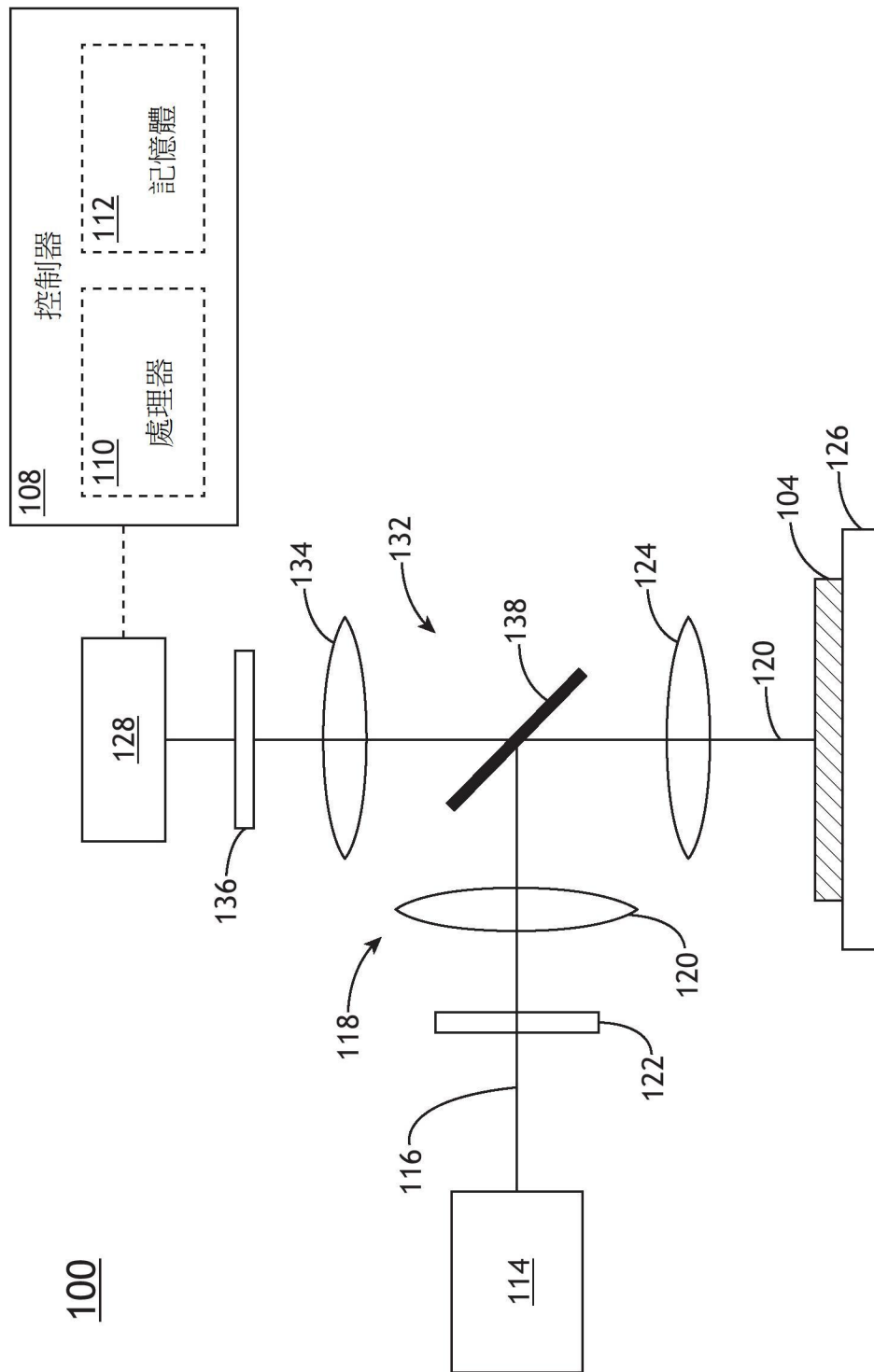
基於來自該偵測器之測量資料判定沿著與該一或多個度量模式之該一者相關聯的該一或多個測量方向的對該樣本上之該一或多個重疊目標之重疊測量。

【發明圖式】

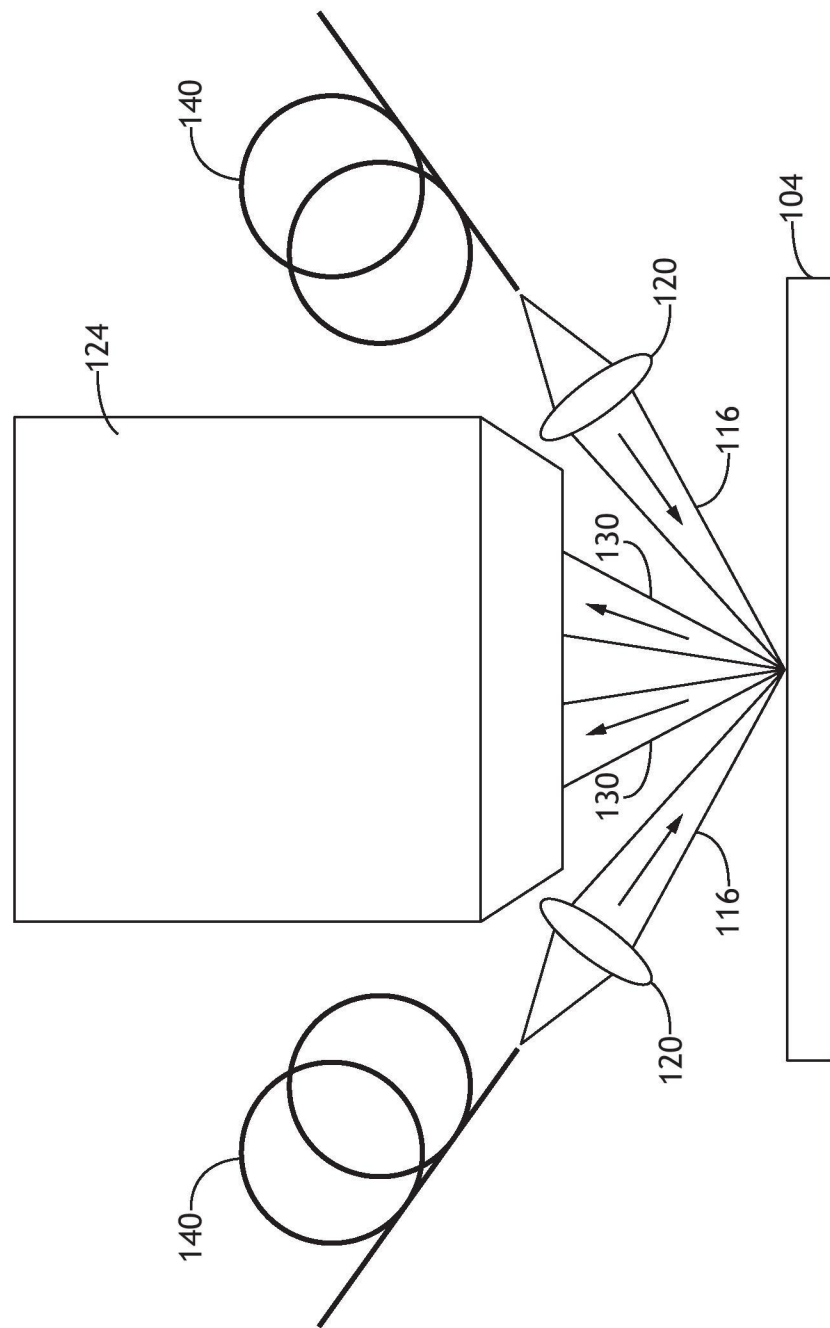
100



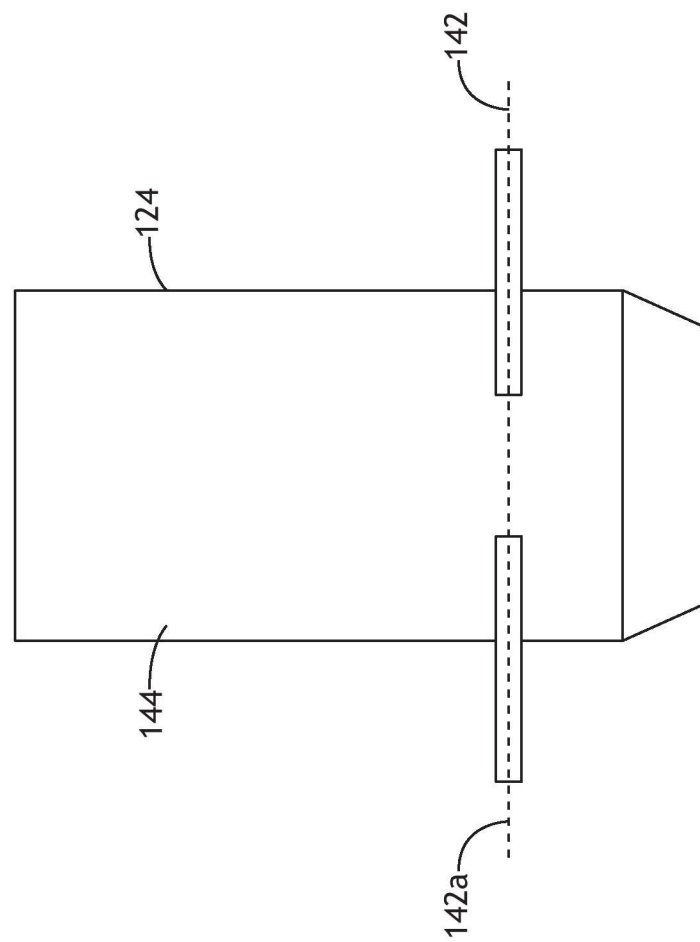
【圖1A】



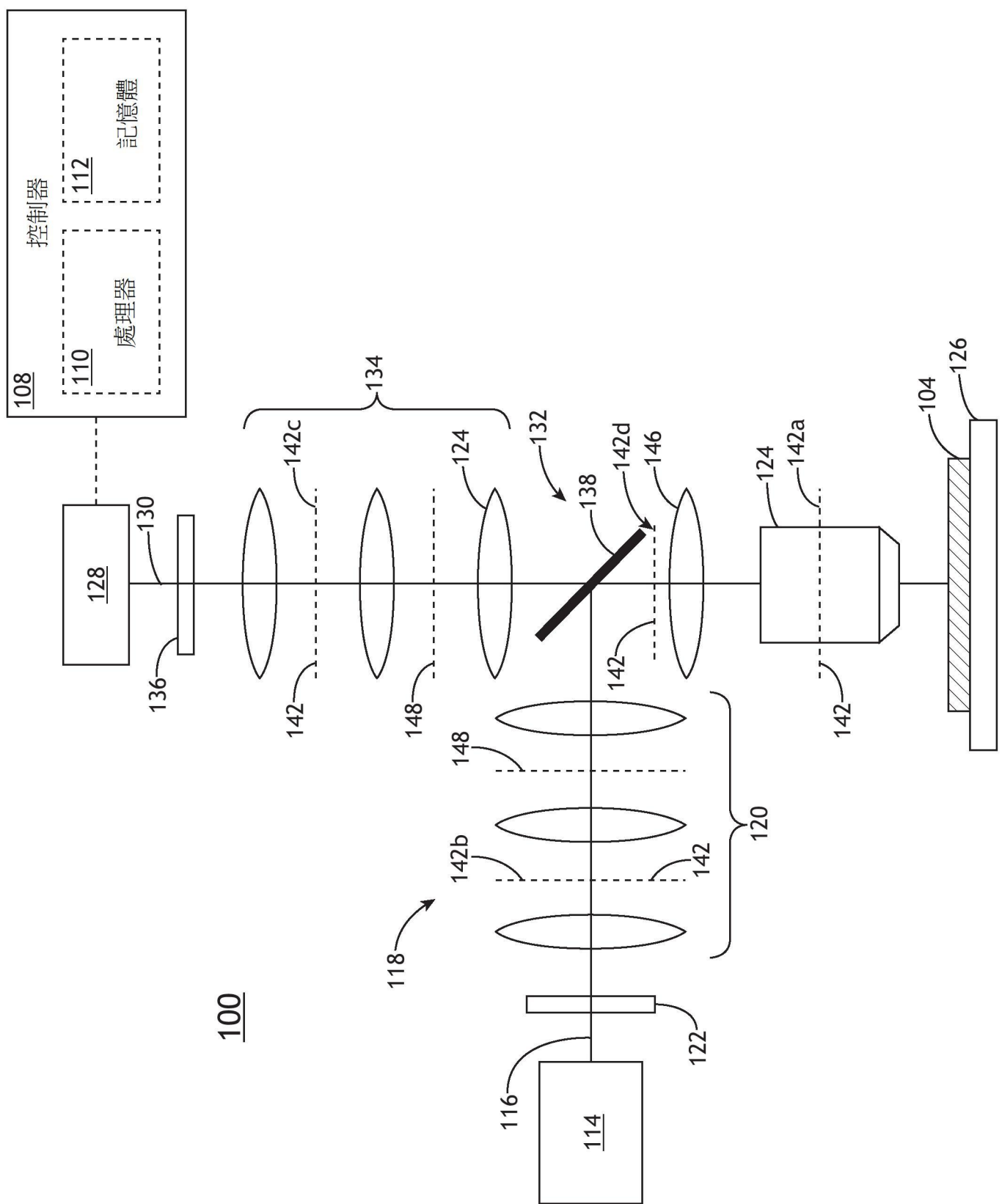
【圖1B】



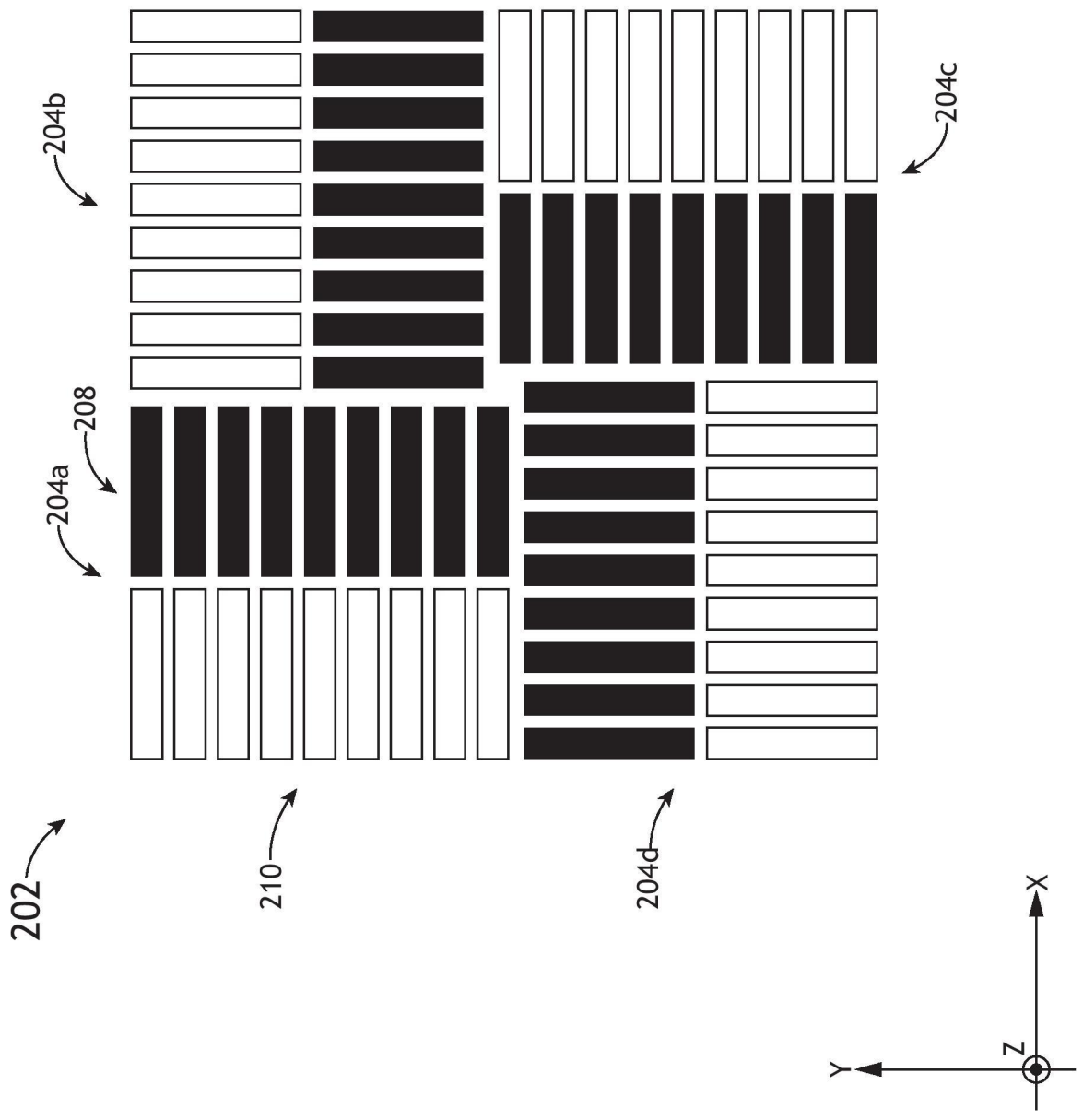
【圖1C】



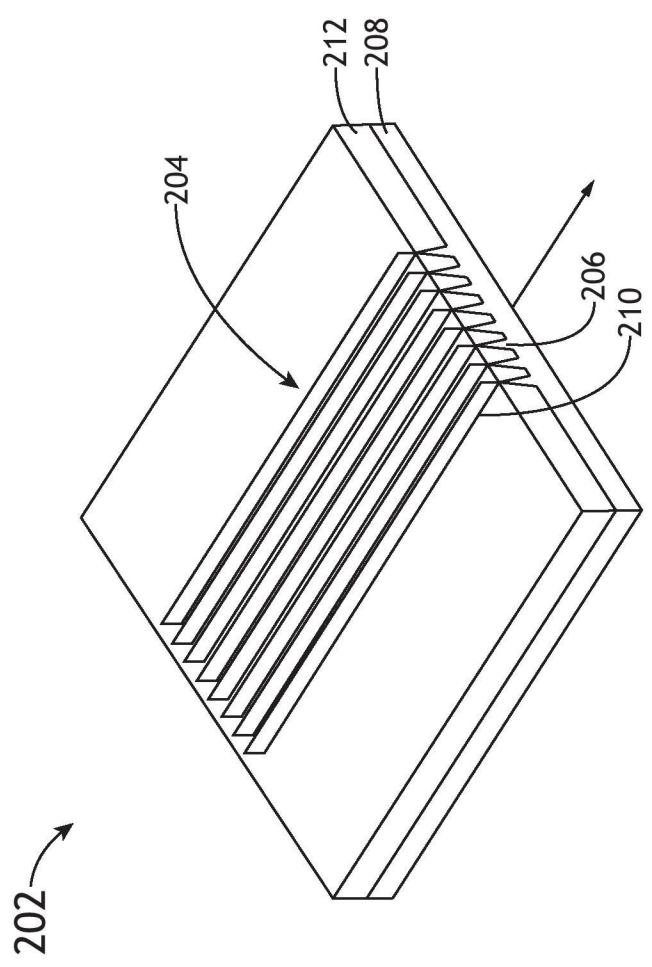
【圖1D】



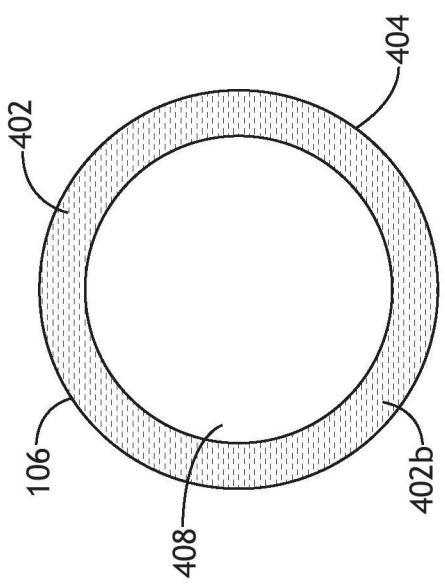
【圖1E】



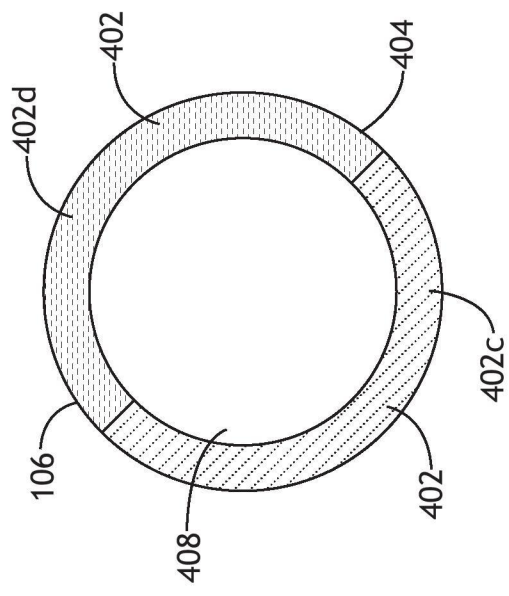
【圖2】



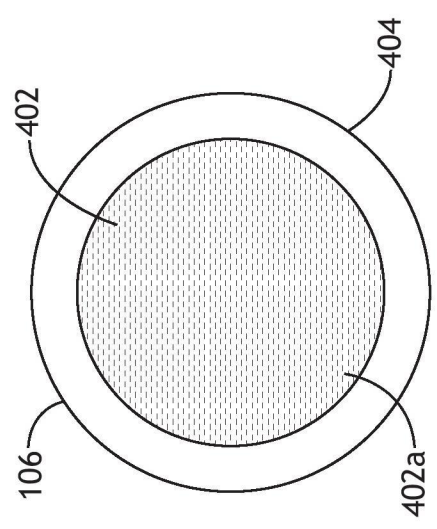
【圖3】



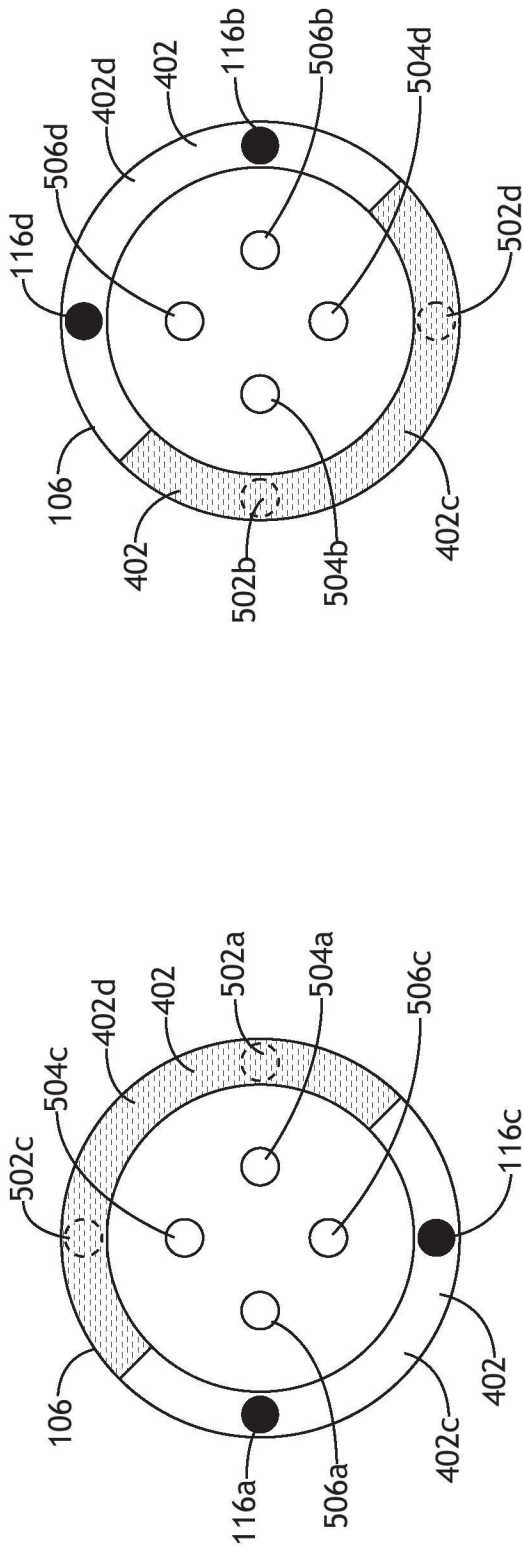
【圖4B】



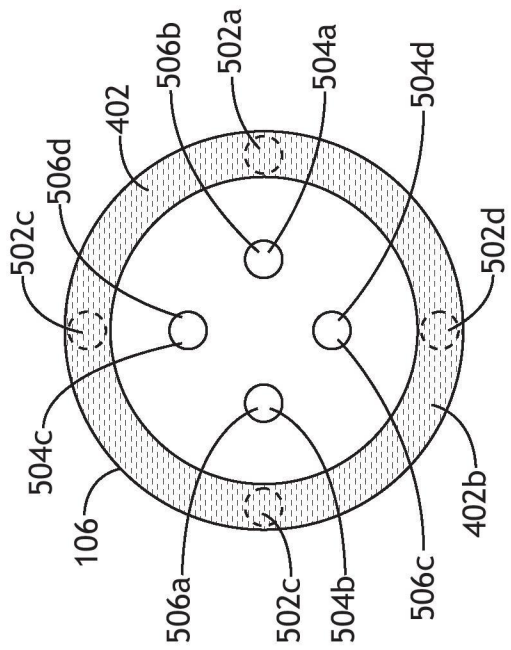
【圖4C】



【圖4A】

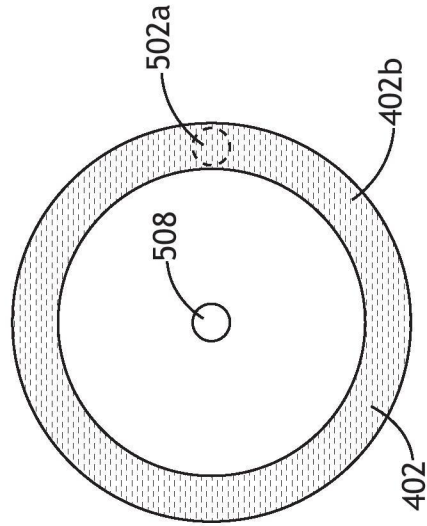


【圖5B】

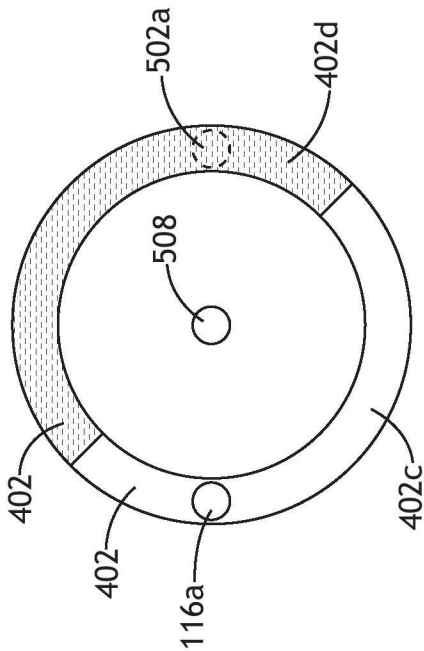


【圖5A】

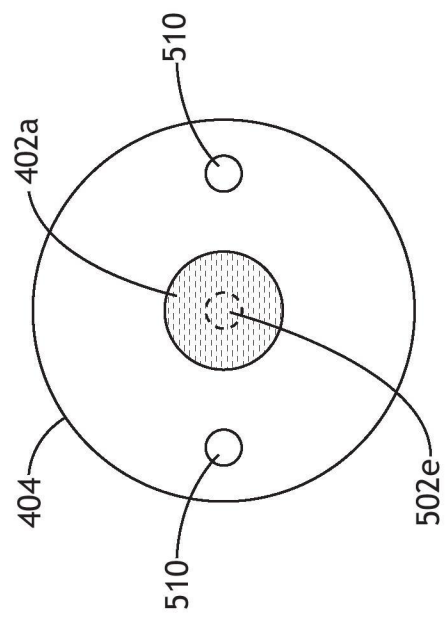
【圖5C】



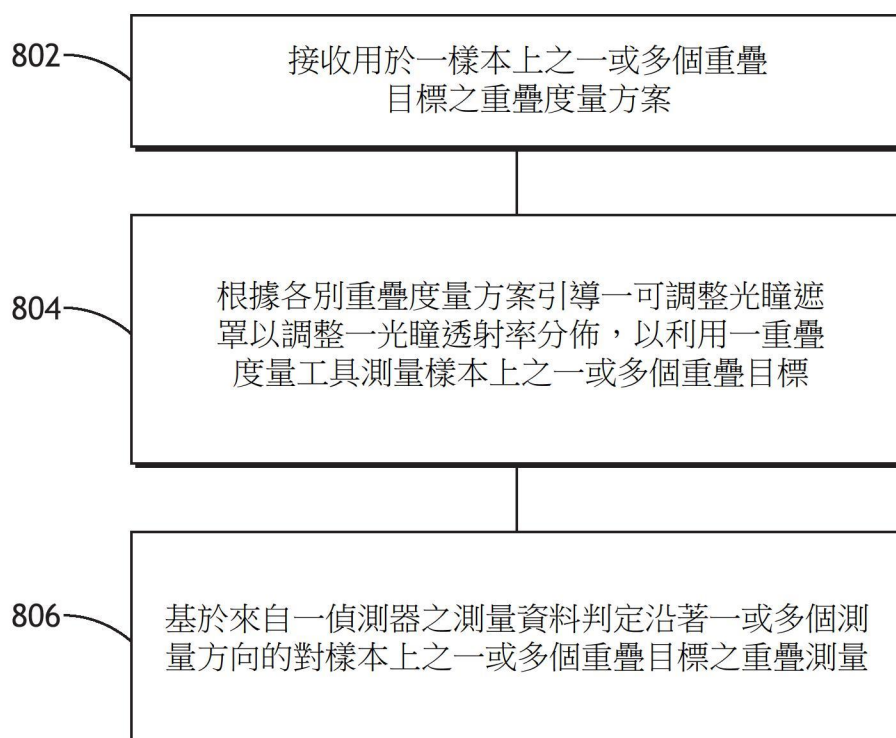
【圖6B】



【圖6A】



【圖7】

800

【圖8】