



(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 202405413 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：112101473

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 13 日

(51) Int. Cl.:

G01N21/956 (2006.01)

G03F7/20 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

(30) 優先權：2022/01/24

美國

63/302,214

(71) 申請人：荷蘭商 A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭

(72) 發明人：尹昶植 YOON, CHANGSIK (KR)；柯蘭 愛曼德 尤金尼 愛博特 KOOLEN,

ARMAND EUGENE ALBERT (NL)；霍格維爾德 賈斯珀 尼科 瑪麗亞

HOOGVELD, JASPER NIKO MARIA (NL)；哈克 斯喬德 亞瑟 HACK, SJOERD

ARTHUR (NL)

(74) 代理人：林嘉興；張哲倫；蔡亦強

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 41 頁

(54) 名稱

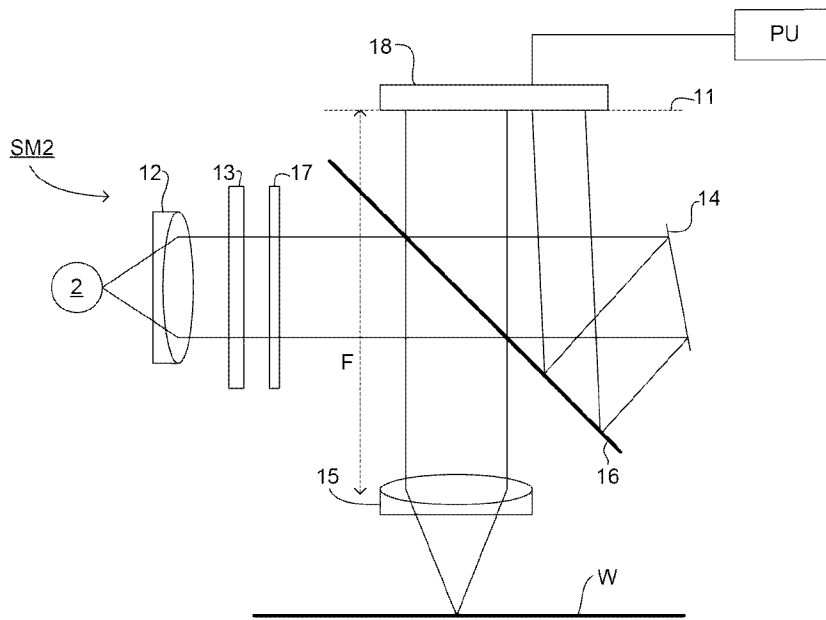
用於照明調整之方法及設備

(57) 摘要

本發明係關於系統及方法，其提供減輕一度量衡工具之一物鏡中存在之線性彗形像差及/或偏移彗形像差的能力。一種縮減一度量衡設備中之偏移彗形像差之一效應之方法包括旋轉該度量衡設備之一物鏡元件，直至判定針對一度量衡目標之實體上分離之第一部分及第二部分之一最佳對比度。一種縮減一度量衡設備中之線性彗形像差之一效應之方法包括：判定該度量衡裝置之一透鏡系統中存在之一軸向對稱彗形像差之一量；及在一軸向 z 方向上移動該透鏡系統之一光學元件以縮減該經判定軸向對稱彗形像差。可在該 z 方向上移動一透鏡光闌或其他透鏡元件以縮減彗形像差。可組合該兩種方法。

Systems and methods provide the ability to mitigate linear and/or offset coma present in an objective of a metrology tool. A method of reducing an effect of offset coma in a metrology apparatus includes rotating an objective lens element of the metrology apparatus until a best contrast for physically separated first and second portions of a metrology target is determined. A method of reducing an effect of linear coma in a metrology apparatus includes determining an amount of an axially symmetric coma aberration present in a lens system of the metrology device, and moving an optical element of the lens system in an axial z-direction to reduce the determined axially symmetric coma. A lens stop or other lens element may be moved in the z-direction to reduce coma. The two approaches may be combined.

指定代表圖：



【圖4】

符號簡單說明：

- 2:輻射源
- 11:背向投影式光瞳平面
- 12:透鏡系統
- 13:濾光器
- 14:鏡面
- 15:物鏡
- 16:反射表面
- 17:偏振器
- 18:偵測器
- PU:處理單元
- SM2:散射計
- W:基板

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

用於照明調整之方法及設備

### 【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR ILLUMINATION ADJUSTMENT

### 【中文】

本發明係關於系統及方法，其提供減輕一度量衡工具之一物鏡中存  
在之線性彗形像差及/或偏移彗形像差的能力。一種縮減一度量衡設備中  
之偏移彗形像差之一效應之方法包括旋轉該度量衡設備之一物鏡元件，直  
至判定針對一度量衡目標之實體上分離之第一部分及第二部分之一最佳對  
比度。一種縮減一度量衡設備中之線性彗形像差之一效應之方法包括：判  
定該度量衡裝置之一透鏡系統中存在之一軸向對稱彗形像差之一量；及在  
一軸向z方向上移動該透鏡系統之一光學元件以縮減該經判定軸向對稱彗  
形像差。可在該z方向上移動一透鏡光闌或其他透鏡元件以縮減彗形像  
差。可組合該兩種方法。

### 【英文】

Systems and methods provide the ability to mitigate linear and/or  
offset coma present in an objective of a metrology tool. A method of  
reducing an effect of offset coma in a metrology apparatus includes  
rotating an objective lens element of the metrology apparatus until a best  
contrast for physically separated first and second portions of a metrology  
target is determined. A method of reducing an effect of linear coma in a  
metrology apparatus includes determining an amount of an axially

symmetric coma aberration present in a lens system of the metrology device, and moving an optical element of the lens system in an axial z-direction to reduce the determined axially symmetric coma. A lens stop or other lens element may be moved in the z-direction to reduce coma. The two approaches may be combined.

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

2:輻射源

11:背向投影式光瞳平面

12:透鏡系統

13:濾光器

14:鏡面

15:物鏡

16:反射表面

17:偏振器

18:偵測器

PU:處理單元

SM2:散射計

W:基板

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

用於照明調整之方法及設備

### 【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR ILLUMINATION ADJUSTMENT

### 【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於用於微影設備中之度量衡方法及工具，且更特定地係關於允許減輕檢測工具之物鏡中存在之線性彗形像差及/或偏移彗形像差之方法及系統。

### 【先前技術】

【0002】 微影設備為將所要圖案施加至基板上(通常施加至基板之目標部分上)之機器。微影設備可用於例如積體電路(IC)之製造中。在彼情況下，圖案化裝置(其被替代地稱作遮罩或倍縮光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上之電路圖案。此圖案可轉印至基板(例如矽晶圓)上之目標部分(例如包括晶粒之部分、一個晶粒或若干晶粒)上。通常經由成像至設置於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上來進行圖案之轉印。一般而言，單一基板將含有經逐次地圖案化之鄰近目標部分之網路。已知的微影設備包括：所謂的步進器，其中藉由一次性將整個圖案曝光至目標部分上來輻照各目標部分；及所謂的掃描器，其中藉由在給定方向(「掃描」方向)上經由輻射光束掃描圖案同時平行或反平行於此方向同步地掃描基板來輻照各目標部分。亦有可能藉由將圖案壓印至基板上而將圖案自圖案化裝置轉印至基板。

### 【發明內容】

【0003】 為了允許數個經圖案化層定位於基板上，需要相對於輻射光束及圖案化裝置準確地設定基板之位置。此可藉由將基板準確地定位於基板台上且相對於輻射光束及圖案化裝置定位基板台而執行。

【0004】 可執行基板之對準。在一個對準系統中，量測基板上之數個對準標記以導出座標系統，比較座標系統與經模型化柵格以導出基板上之特徵之位置。基板台上之基板之夾持或非微影程序步驟中發生之晶圓畸變可造成基板之畸變，此可藉由量測與柵格之比較而監測。可產生描述晶圓柵格之模型，其在曝光晶圓時被使用以便補償畸變。

【0005】 特別關注之一個性質為疊對(overlay)，亦即形成於基板上之逐次層之對準。可使用如上文所描述之經模型化柵格進行疊對之量測。可產生描述基板上方相對於先前層之疊對誤差之柵格模型且將其用於控制迴路中以確保批次間一致性。

【0006】 為了提供針對橫越基板之基板性質之有用模型，可需要可進行量測之數個位置。因此，當規劃基板之佈局，即待形成於基板上之圖案之配置時，提供數個樣本位置。可在各樣本位置處量測或自在各樣本位置處進行之量測導出必需的基板性質。

【0007】 本發明係關於用於在例如圖案化裝置圖案及圖案化裝置之一或多個照明性質之最佳化中、在圖案化裝置上之一或多個結構層之設計中及/或在計算微影中使用圖案化裝置誘發性相位的方法及設備。

【0008】 在一態樣中，存在一種縮減一度量衡設備中之偏移彗形像差之一效應之方法，其中對於具有彼此分離之第一部分及第二部分的一基於繞射之疊對目標，在一第一基板 $z$ 位置處獲得針對該第一部分之一最佳對比度，且在不同於該第一基板 $z$ 位置之一第二基板 $z$ 位置處獲得針對該第

二分之一最佳對比度，該方法包含，該方法包括旋轉該度量衡設備之一物鏡元件，直至在不同於該第一基板 $z$ 位置及該第二基板 $z$ 位置之一單一基板 $z$ 位置處達成針對該第一部分及該第二部分之一最佳對比度。

**【0009】** 在一態樣中，一種縮減一度量衡設備中之線性彗形像差之一效應之方法包括：判定該度量衡裝置之一透鏡系統中存在之一軸向對稱彗形像差之一量；及在一軸向 $z$ 方向上移動該透鏡系統之一光學元件以縮減該經判定軸向對稱彗形像差。

**【0010】** 在一態樣中，一種度量衡設備經組態以縮減彗形像差之一效應，且包括：一成像透鏡系統，其經組態及配置以對一基板上之微觀繞射圖案進行成像；及至少一個致動器，其安置於該成像透鏡系統內，且經組態及配置以移動該成像透鏡系統之至少一個光學元件以縮減該成像透鏡系統中之偏移彗形像差及/或線性彗形像差之該效應。

**【0011】** 在一態樣中，提供一種製造裝置之方法，其中使用一微影程序將一裝置圖案施加至一系列基板，該方法包括使用本文中所描述之一方法製備該裝置圖案，及將該裝置圖案曝光至該等基板上。

**【0012】** 在一態樣中，提供一種非暫時性電腦程式產品，其包含經組態以使一處理器執行本文中所描述之一方法之機器可讀指令。

**【0013】** 在一態樣中，提供一種製造裝置之方法，其中使用一微影程序將一裝置圖案施加至一系列基板，該方法包括使用本文中所描述之方法調適圖案化裝置之設計。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0014】** 現在將參考隨附圖式而僅作為實例來描述實施例，在隨附圖式中：

【0015】 圖1示意性地描繪微影設備之實施例；

【0016】 圖2示意性地描繪微影單元或微影叢集之實施例；

【0017】 圖3示意性地描繪用作度量衡裝置之散射計之實施例；

【0018】 圖4示意性地描繪用作度量衡裝置之散射計之另一實施例；

【0019】 圖5描繪形成於基板上之複合度量衡目標；

【0020】 圖6a至圖6f為展示來自度量衡標記之正像及互補影像中之各者之對比度及最佳焦點條件的影像；

【0021】 圖7a至圖7c為針對受檢測之理論基板的對比度相對於z位置之關係，其繪示用於物鏡之不同旋轉之焦點偏移；且

【0022】 圖8為用於控制物鏡之元件之位置以校正線性彗形像差之系統的示意性圖示。

#### 【實施方式】

【0023】 在詳細地描述實施例之前，有指導性的是呈現可供實施實施例之實例環境。

【0024】 圖1示意性地描繪微影設備LA。該設備包含：

- 照明系統(照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B (例如DUV輻射或EUV輻射)；

- 支撐結構(例如遮罩台) MT，其經建構以支撐圖案化裝置(例如遮罩) MA且連接至第一定位器PM，該第一定位器經組態以根據某些參數準確地定位該圖案化裝置；

- 基板台(例如晶圓台) WTa，其經建構以固持基板(例如抗蝕劑塗佈晶圓) W且連接至第二定位器PW，該第二定位器經組態以根據某些參數準



確地定位該基板；及

- 投影系統(例如折射投影透鏡系統) PS，其經組態以將由圖案化裝置MA賦予至輻射光束B之圖案投影至基板W之目標部分C (例如包含一或多個晶粒)上。

**【0025】** 照明系統可包括用於導向、塑形或控制輻射的各種類型之光學組件，諸如折射、反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件，或其任何組合。

**【0026】** 圖案化裝置支撐結構以取決於圖案化裝置之定向、微影設備之設計及其他條件(諸如圖案化裝置是否固持於真空環境中)的方式來固持圖案化裝置。圖案化裝置支撐結構可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化裝置。圖案化裝置支撐結構可為例如框架或台，其可根據需要而固定或可移動。圖案化裝置支撐結構可確保圖案化裝置例如相對於投影系統處於所要位置。可認為本文中對術語「倍縮光罩」或「遮罩」之任何使用皆與更一般的術語「圖案化裝置」同義。

**【0027】** 本文中所使用之術語「圖案化裝置」應被廣泛地解譯為係指可用以在輻射光束之橫截面中向輻射光束賦予圖案以便在基板之目標部分中產生圖案的任何裝置。應注意，舉例而言，若賦予至輻射光束之圖案包括相移特徵或所謂的輔助特徵，則該圖案可不確切地對應於基板之目標部分中之所要圖案。通常，賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中產生之裝置(諸如積體電路)中之特定功能層。

**【0028】** 圖案化裝置可為透射的或反射的。圖案化裝置之實例包括遮罩、可程式化鏡面陣列及可程式化LCD面板。遮罩在微影中為吾人所熟知，且包括諸如二元、交變相移及衰減式相移之遮罩類型，以及各種混合

遮罩類型。可程式化鏡面陣列之實例使用小鏡面之矩陣配置，該等小鏡面中之各者可個別地傾斜，以便使入射輻射光束在不同方向上反射。傾斜鏡面在由鏡面矩陣反射之輻射光束中賦予圖案。

**【0029】** 本文中所使用之術語「投影系統」應廣泛地解譯為涵蓋適於所使用之曝光輻射或適於諸如浸潤液體之使用或真空之使用之其他因素的任何類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、磁性、電磁及靜電光學系統，或其任何組合。可認為本文中對術語「投影透鏡」之任何使用皆與更一般的術語「投影系統」同義。

**【0030】** 如此處所描繪，設備屬於透射類型(例如使用透射遮罩)。替代地，設備可屬於反射類型(例如使用上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列，或使用反射遮罩)。

**【0031】** 微影設備可屬於具有兩個(雙載物台)或多於兩個台(例如兩個或多於兩個基板台、兩個或多於兩個圖案化裝置支撐結構，或基板台及度量衡台)之類型。在此類「多載物台」機器中，可並行地使用額外台，或可對一或多個台實行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。

**【0032】** 微影設備亦可屬於如下類型：其中基板之至少一部分可由具有相對高折射率之液體(例如水)覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將浸潤液體施加至微影設備中之其他空間，例如遮罩與投影系統之間的空間。浸潤技術在此項技術中已為吾人所熟知用於增加投影系統之數值孔徑。如本文中所使用之術語「浸潤」並不意謂諸如基板之結構必須浸沒於液體中，而是僅意謂液體在曝光期間位於投影系統與基板之間。

**【0033】** 參看圖1，照明器IL自輻射源SO接收輻射光束。舉例而言，當源為準分子雷射時，源及微影設備可為分離的實體。在此類狀況

下，不認為源形成微影設備之部分，且輻射光束係藉助於包括例如合適導向鏡面及/或擴束器之光束遞送系統BD而自源SO傳遞至照明器IL。在其他狀況下，舉例而言，當源為水銀燈時，源可為微影設備之整體部分。源SO及照明器IL連同光束遞送系統BD (在需要時)可被稱作輻射系統。

【0034】 照明器IL可包括用於調整輻射光束之角強度分佈之調整器AD。通常，可調整照明器之光瞳平面中之強度分佈之至少外部徑向範圍及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作 $\sigma$ 外部及 $\sigma$ 內部)。另外，照明器IL可包括各種其他組件，諸如積光器IN及聚光器CO。照明器可用以調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

【0035】 輻射光束B入射於被固持於圖案化裝置支撐件(例如遮罩台MT)上之圖案化裝置(例如遮罩) MA上，且係由該圖案化裝置圖案化。在已橫穿圖案化裝置(例如遮罩) MA的情況下，輻射光束B傳遞通過投影系統PS，該投影系統將該光束聚焦至基板W之目標部分C上。憑藉第二定位器PW及位置感測器IF (例如干涉量測裝置、線性編碼器、2-D編碼器或電容性感測器)，可準確地移動基板台WTa，例如以便使不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中。相似地，例如在自遮罩庫進行機械擷取之後或在掃描期間，可使用第一定位器PM及另一位置感測器(圖1中未明確地描繪)以相對於輻射光束B之路徑準確地定位圖案化裝置(例如遮罩) MA。一般而言，可憑藉形成第一定位器PM之部分之長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT之移動。相似地，可使用形成第二定位器PW之部分之長衝程模組及短衝程模組來實現基板台WTa之移動。在步進器(相對於掃描器)之狀況下，圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT可僅連接至短衝程致動器，或可固定。

【0036】 可使用遮罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準圖案化裝置(例如遮罩) MA及基板W。儘管如所繪示之基板對準標記佔據專用目標部分，但該等標記可位於目標部分之間的空間中(此等標記被稱為切割道對準標記)。相似地，在將多於一個晶粒設置於圖案化裝置(例如遮罩) MA上之情形中，遮罩對準標記可位於該等晶粒之間。小對準標記亦可包括於裝置特徵當中之晶粒內，在此狀況下，需要使標記儘可能地小且無需與鄰近特徵不同的任何成像或程序條件。下文進一步描述偵測對準標記之對準系統。

【0037】 所描繪設備可用於以下模式中之至少一者中：

- 在步進模式中，在將賦予至輻射光束之整個圖案一次性投影至目標部分C上(亦即單次靜態曝光)時，使圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT及基板台WTa保持基本上靜止。接著使基板台WTa在X方向及/或Y方向上移位，使得可曝光不同目標部分C。在步進模式中，曝光場之最大大小限制單次靜態曝光中所成像之目標部分C之大小。

- 在掃描模式中，在將賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上(亦即單次動態曝光)時，同步地掃描圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT及基板台WTa。可藉由投影系統PS之放大率(縮小率)及影像反轉特性判定基板台WTa相對於圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT之速度及方向。在掃描模式中，曝光場之最大大小限制單次動態曝光中之目標部分之寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之高度(在掃描方向上)。

- 在另一模式中，在將賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，使圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT保持基本上靜止，從而固持可

程式化圖案化裝置，且移動或掃描基板台WTa。在此模式中，通常使用脈衝式輻射源，且在基板台WTa之各移動之後或在掃描期間之逐次輻射脈衝之間根據需要而更新可程式化圖案化裝置。此操作模式可容易應用於利用可程式化圖案化裝置(諸如上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列)之無遮罩微影。

**【0038】** 亦可使用對上文所描述之使用模式的組合及/或變化或完全不同的使用模式。

**【0039】** 微影設備LA屬於所謂的雙載物台類型，其具有兩個台WTa、WTb (例如兩個基板台)以及兩個站(曝光站及量測站)在該兩個站之間可交換該等台。舉例而言，在曝光站處曝光一個台上之基板的同時，可在量測站處將另一基板裝載至另一基板台上且實行各種預備步驟。預備步驟可包括使用位階感測器LS來映射基板之表面控制，及使用對準感測器AS來量測基板上之對準標記之位置，該等感測器兩者皆由參考框架RF支撐。若位置感測器IF在台處於量測站以及處於曝光站時不能夠量測台之位置，則可提供第二位置感測器以使能夠在兩個站處追蹤台之位置。作為另一實例，在曝光站處曝光一個台上之基板的同時，不具有基板之另一台在量測站處等待(其中視情況可發生量測活動)。此另一台具有一或多個量測裝置且可視情況具有其他工具(例如清潔設備)。當基板已完成曝光時，不具有基板之台移動至曝光站以執行例如量測，且具有基板之台移動至卸載該基板且裝載另一基板之位置(例如量測站)。此等多台配置實現設備之產出量之相當大的增加。

**【0040】** 如圖2中所展示，微影設備LA可形成微影單元(lithographic cell) LC (有時亦被稱作微影單元(lithocell)或微影叢集)之部

分，該微影單元亦包括用以對基板執行一或多個曝光前程序及曝光後程序之設備。習知地，此等設備包括用以沈積抗蝕劑層之一或多個旋塗器SC、用以顯影經曝光抗蝕劑之一或多個顯影器DE、一或多個冷卻板CH，及一或多個烘烤板BK。基板處置器或機器人RO自輸入/輸出埠I/O1、I/O2拾取基板，在不同程序裝置之間移動基板，且將基板遞送至微影設備之裝載區LB。常常被集體地稱作塗佈顯影系統(track)之此等裝置係在塗佈顯影系統控制單元TCU之控制下，該塗佈顯影系統控制單元自身受到監督控制系統SCS控制，該監督控制系統亦經由微影控制單元LACU控制微影設備。因此，不同設備可經操作以最大化產出量及處理效率。

**【0041】** 為了正確且一致地曝光由微影設備曝光之基板，需要檢測經曝光基板以量測一或多個性質，諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、關鍵尺寸(CD)等。若偵測到誤差，則可對一或多個後續基板之曝光進行調整。此例如在可不久且足夠快速地進行檢測以使得同一批量之另一基板仍待曝光的情況下可特別有用。又，可剝離及重做已經曝光之基板(以改良產率)，或捨棄已經曝光之基板，藉此避免對已知為有缺陷的基板執行曝光。在基板之僅一些目標部分有缺陷的狀況下，可僅對良好的彼等目標部分執行進一步曝光。另一可能性係調適後續程序步驟之設定以補償誤差，例如可調整修整蝕刻步驟之時間以補償由微影程序步驟引起的基板間CD變化。

**【0042】** 在一實施例中，圖案化裝置MA可具備功能圖案(亦即將形成操作裝置之部分之圖案)。替代地或另外，圖案化裝置可具備量測圖案，量測圖案不形成功能圖案之部分。量測圖案可例如定位至功能圖案之一側。量測圖案可用以例如量測圖案化裝置相對於微影設備之基板台WT

(參見圖1)之對準，或可用以量測某一其他參數(例如疊對)。本文中所描述之技術可應用於此類量測圖案。

**【0043】** 根據本發明之各種實施例，經量測或經模擬之晶圓特徵及微影設備屬性可用以更新倍縮光罩之設計以改良效能。在一個實例中，可根據晶圓之經量測及/或經模擬特徵定位度量衡目標(量測圖案)之位置，使得晶圓特徵及設備屬性之效應縮減。替代地，晶圓及/或微影系統之相似特徵可用以更新功能圖案之位置及/或定向。

**【0044】** 作為介紹，描述使用度量衡目標之檢測設備之操作。一檢測設備用以判定基板之一或多個性質，且尤其係判定不同基板或同一基板之不同層之一或多個性質如何在不同層間變化及/或橫越基板而變化。檢測設備可整合至微影設備LA或微影單元LC中，或可為單機裝置。為了實現最快速量測，理想狀況係使檢測設備緊接地在曝光之後量測經曝光抗蝕劑層中之一或多個性質。然而，抗蝕劑中之潛影具有極低對比度，在已曝光於輻射的抗蝕劑之部分與尚未曝光於輻射的抗蝕劑之部分之間僅存在極小折射率差，且並非所有檢測設備皆具有足夠敏感度來進行潛影之有用量測。因此，可在曝光後烘烤步驟(PEB)之後採取量測，曝光後烘烤步驟通常為對經曝光基板實行之第一步驟且增加抗蝕劑之經曝光部分與未經曝光部分之間的對比度。在此階段，抗蝕劑中之影像可被稱作半潛影(semi-latent)。亦有可能對經顯影抗蝕劑影像進行量測，此時已移除抗蝕劑之經曝光部分或未經曝光部分，或在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後對經顯影抗蝕劑影像進行量測。後一可能性限制有缺陷的基板之重做之可能性，但例如出於程序控制之目的而仍可提供有用資訊。

**【0045】** 圖3描繪散射計SM1之實施例。該散射計包含將輻射投影

至基板6上之寬頻(白光)輻射投影儀2。反射輻射傳遞至光譜儀偵測器4，該光譜儀偵測器量測鏡面反射輻射之光譜10 (亦即依據波長而變化的強度之量測)。自此資料，可由處理單元PU重新建構產生經偵測光譜之結構或剖面，例如藉由嚴密耦合波分析及非線性回歸，或藉由與圖3之底部處所展示之經模擬光譜庫的比較。一般而言，對於重新建構，結構之一般形式係已知的，且根據用來製造結構之程序之知識來假定一些參數，使得結構之僅幾個參數自散射量測資料予以判定。此類散射計可被組態為正入射散射計或斜入射散射計。

**【0046】** 圖4中展示散射計SM2之另一實施例。在此裝置中，由輻射源2發射之輻射係使用透鏡系統12而聚焦通過干涉濾光器13及偏振器17、由部分反射表面16反射且經由顯微鏡物鏡15聚焦至基板W上，該顯微鏡物鏡具有高數值孔徑(NA)，理想地為至少0.9或至少0.95。浸潤散射計可甚至具有數值孔徑高於1之透鏡。反射輻射接著通過部分反射表面16透射至偵測器18中，以便使散射光譜被偵測。偵測器可位於背向投影式光瞳平面11中，該背向投影式光瞳平面處於透鏡15之焦距，然而，光瞳平面可代替地運用輔助光學件(未圖示)而再成像至偵測器18上。光瞳平面為輻射之徑向位置界定入射角且角位置界定輻射之方位角的平面。偵測器理想地為二維偵測器，使得可量測基板目標之二維角散射光譜(亦即依據散射角而變化的強度之量測)。偵測器18可為例如CCD或CMOS感測器陣列，且可具有為例如每圖框40毫秒之積分時間。除鏡面輻射以外或代替鏡面輻射，亦可使用非鏡面輻射(亦即量值 $\pm 1$ 或更高之繞射階)。

**【0047】** 常常使用參考光束來例如量測入射輻射之強度。為了進行此量測，當輻射光束入射於部分反射表面16上時，輻射光束之部分朝向參



考鏡面14作為參考光束而透射通過該表面。參考光束接著投影至同一偵測器18之不同部分上。

**【0048】** 一或多個干涉濾光器13可用以選擇在比如405 nm至790 nm或甚至更低(諸如200 nm至300 nm)之範圍內的所關注波長。干涉濾光器可為可調諧的，而非包含一組不同濾光器。代替一或多個干涉濾光器或除一或多個干涉濾光器以外，亦可使用光柵。

**【0049】** 偵測器18可量測散射輻射在單一波長(或窄波長範圍)下之強度、分離地在多個波長下之強度，或遍及波長範圍而積分之強度。另外，偵測器可分離地量測橫向磁(TM)偏振輻射及橫向電(TE)偏振輻射之強度，及/或橫向磁偏振輻射與橫向電偏振輻射之間的相位差。

**【0050】** 使用寬頻輻射源2 (亦即具有廣泛範圍之輻射頻率或波長且因此具有廣泛範圍之顏色的輻射源)係可能的，其給出大的光展量(etendue)，從而允許多個波長之混合。寬頻中之複數個波長理想地各自具有為 $\delta\lambda$ 之頻寬及為至少 $2\delta\lambda$  (亦即波長頻寬之兩倍)之間距。若干輻射「源」可為已使用例如光纖束分裂的延伸型輻射源之不同部分。以此方式，可並行地在多個波長下量測角度解析散射光譜。可量測3-D光譜(波長及兩個不同角度)，其相比於2-D光譜含有更多資訊。此情形允許量測更多資訊，此增加度量衡程序穩固性。此更詳細地描述於美國專利申請公開案第US 2006-0066855號中，此文件之全文特此以引用之方式併入。

**【0051】** 藉由比較光束在其已由目標重新導向之前及之後的一或多個性質，可判定基板之一或多個性質。此可例如藉由比較經重新導向光束與使用基板之模型計算之理論的經重新導向光束並搜尋給出經量測之經重新導向光束與經計算之經重新導向光束之間的最佳擬合之模型來進行。通

常，使用參數化通用模型，且使該模型之參數(例如圖案之寬度、高度及側壁角)變化直至獲得最佳匹配。

**【0052】** 使用兩種主要類型之散射計。光譜散射計將寬頻輻射光束導向至基板上且量測散射至特定窄角度範圍中之輻射之光譜(依據波長而變化的強度)。角解析散射計使用單色輻射光束且量測依據角度而變化的散射輻射之強度(或在橢圓量測組態之狀況下為強度比率及相位差)。替代地，可分離地量測且在分析階段組合不同波長之量測信號。偏振輻射可用以自同一基板產生多於一個光譜。

**【0053】** 為了判定基板之一或多個參數，通常在自基板之模型產生之理論光譜與由經重新導向光束產生的依據波長(光譜散射計)或角度(角解析散射計)而變化的經量測光譜之間找到最佳匹配。為了找到最佳匹配，存在可組合之各種方法。舉例而言，第一方法為反覆搜尋方法，其中使用第一組模型參數以計算第一光譜，與經量測光譜進行比較。接著選擇第二組模型參數，計算第二光譜，且將第二光譜與經量測光譜進行比較。重複此等步驟，其目標為找到給出最佳匹配光譜之一組參數。通常，使用來自比較之資訊以操控一組後續參數之選擇。此程序被稱為反覆搜尋技術。具有給出最佳匹配之一組參數之模型被視為經量測基板之最佳描述。

**【0054】** 第二方法係產生光譜庫，各光譜對應於一組特定模型參數。通常，選擇多組模型參數以涵蓋基板性質之所有或幾乎所有可能變化。比較經量測光譜與庫中之光譜。相似於反覆搜尋方法，具有對應於給出最佳匹配之光譜之一組參數之模型被視為經量測基板之最佳描述。可使用內插技術以在此庫搜尋技術中更準確地判定一組最佳參數。

**【0055】** 在任何方法中，應使用經計算光譜中之足夠資料點(波長及

/或角度)以便實現準確匹配，通常針對各光譜使用80個直至800個之間的資料點或更多資料點。使用反覆方法，用於各參數值之各反覆將涉及在80個或更多資料點處之計算。將此計算乘以獲得正確剖面參數所需之反覆之數目。因此可需要許多計算。實務上，此導致處理之準確度與速度之間的折衷。在庫方法中，在設置庫所需之準確度與時間之間存在相似折衷。

**【0056】** 在上文所描述之散射計中之任一者中，基板W上之目標可為光柵，其經印刷使得在顯影之後，長條(bar)係由固體抗蝕劑線形成。長條可替代地蝕刻至基板中。目標圖案經選擇為對諸如微影投影設備中之焦點、劑量、疊對、色像差等所關注參數敏感，使得相關參數之變化將表現為經印刷目標之變化。舉例而言，目標圖案可對微影投影設備(特別係投影系統PL)中之色像差敏感，且照明對稱性及此類像差之存在將使其自身表現為經印刷目標圖案之變化。因此，經印刷目標圖案之散射量測資料用以重新建構目標圖案。根據印刷步驟及/或其他散射量測程序之知識，可將目標圖案之參數(諸如線寬及形狀)輸入至由處理單元PU執行之重新建構程序。目標中之線可由子單元構成，該等子單元包括一起界定光柵之線之近解析度特徵或次解析度特徵，諸如美國專利第7,466,413號中所描述。

**【0057】** 雖然本文中已描述散射計之實施例，但在一實施例中可使用其他類型之度量衡設備。舉例而言，可使用諸如美國專利第8,797,554號中所描述之暗場度量衡設備，該美國專利之全文以引用之方式併入本文中。另外，彼等其他類型之度量衡設備可使用與散射量測完全不同的技術。

**【0058】** 如本文中所描述之目標可為例如經設計以用於Yieldstar單

機或整合式度量衡工具中之疊對目標，及/或諸如通常與TwinScan微影系統一起使用之對準目標的對準目標，該等度量衡工具及微影系統兩者皆可購自荷蘭Veldhoven之ASML。

【0059】 一般而言，用於與此類系統一起使用之度量衡目標應印刷於晶圓上，其中尺寸符合用於待成像於彼晶圓上之特定微電子裝置之設計規格。隨著程序繼續推斥進階程序節點中之微影裝置成像解析度之限制，設計規則及程序相容性要求著重於適當目標之選擇。隨著目標自身變得愈來愈進階，從而常常需要使用解析度增強技術，諸如相移遮罩及光學近接校正，程序設計規則內之目標之可印刷性變得愈來愈不確定。因此，可使所提出之標記經受測試以便自可印刷性及可偵測性觀點兩者確認其可行性。在商用環境中，良好疊對標記可偵測性可被視為低總量測不確定度以及短移動-獲取-移動時間之組合，此係因為慢獲取對生產線之總產出量不利。現代的以微繞射為基礎之疊對目標( $\mu$ DBO)可在一側上為大約10  $\mu\text{m}$ ，此相比於 $40 \times 160 \mu\text{m}^2$ 之目標(諸如用於監測晶圓之內容背景中之目標)提供固有較低的偵測信號。

【0060】 另外，一旦已選擇符合上述準則之標記，就存在可偵測性將相對於程序變化而改變之可能性，程序變化係諸如膜厚度變化、各種蝕刻偏置，及由蝕刻及/或拋光程序誘發之幾何形狀不對稱性。因此，可能有用的是選擇針對各種程序變化具有低可偵測性變化及低疊對/對準變化之目標。同樣地，一般而言，用以產生待成像微電子裝置之特定機器之指紋(fingerprint) (印刷特性，包括例如透鏡像差)將影響目標標記之成像及產生。因此可能有用的是確保標記抵抗指紋效應，此係因為一些圖案將多多少少地受特定微影指紋影響。

【0061】圖5描繪根據已知實務而形成於基板上之複合度量衡目標。複合目標包含四個光柵32、33、34、35，該等光柵緊密地定位在一起，使得其將皆在由度量衡設備之照明光束形成之量測光點31內。該四個目標因此皆被同時照明且同時成像於感測器4、18上。在專用於疊對量測之實例中，光柵32、33、34、35自身為由在形成於基板W上之半導體裝置之不同層中圖案化之上覆光柵形成的複合光柵。光柵32、33、34、35可具有不同偏置之疊對偏移，以便促進形成有複合光柵之不同部分之層之間的疊對之量測。光柵32、33、34、35亦可在其定向上不同，如所展示，以便使入射輻射在X方向及Y方向上繞射。在一個實例中，光柵32及34為分別具有+d、-d之偏置之X方向光柵。此意謂光柵32使其上覆組件配置成使得若該等上覆組件皆確切地印刷於其標稱位置處，則該等組件之一者將相對於另一者偏移達距離d。光柵34使其組件配置成使得若被極佳地印刷，則將存在為d但在與第一光柵等相反之方向上之偏移。光柵33及35可為分別具有偏移+d及-d之Y方向光柵。雖然繪示四個光柵，但另一實施例可包括較大矩陣以獲得所要準確度。舉例而言，九個複合光柵之3×3陣列可具有偏置-4d、-3d、-2d、-d、0、+d、+2d、+3d、+4d。可在由感測器4、18捕捉之影像中識別此等光柵之分離的影像。

【0062】量測產品晶圓上之焦點、疊對及CD可用以在產生產品晶圓時判定程序誤差。另一方面，因為標記位置通常位於不同於功能結構之位置處，且彼等位置經受不同處理且以其他方式具有影響確保標記位置處之量測與實際功能結構屬性充分相關之能力的不同屬性。舉例而言，在目標位於切割道中時，其可處於不同於經產生之功能電路之當前功能層之高度的高度。同樣地，在量測遠離臨界焦點、疊對或臨界尺寸均一性約束

時，量測可不反映其意欲反映之資訊。

【0063】 圖6a繪示繞射光柵之第一部分在最佳焦點(灰色圓)中的條件。在所繪示狀況下，此為正像，且焦距為近距離。亦即，焦平面相比於預期最佳焦點距離相對接近，預期最佳焦點距離對應於最佳焦點平面在z方向上較接近物鏡之最終元件的位移。

【0064】 圖6b繪示第二部分在最佳焦點(灰色圓)中的條件。在此狀況下，此為互補影像，且焦距為遠距離。亦即，焦平面相比於預期最佳焦點距離相對遠，預期最佳焦點距離對應於最佳焦平面在z方向上較遠離物鏡之最終元件的位移。

【0065】 圖6a及圖6b中所繪示之情形進一步展示於圖7a中。在圖7a中，針對兩個影像中之各者展示對比度相對於z位置之關係，且對應於正像之最佳焦點之z位置100被展示為相比於對應於互補影像之最佳焦點平面之z位置102較接近。可判定兩個焦點距離 $F_0$  (焦點偏移)之間的差。

【0066】 一個可能的解決方案(未圖示)係選擇中間焦點距離，在中間焦點距離處，正像及互補影像中之各者相等地或近似相等地散焦。然而，此在被檢測之層為所必要的散焦量可導致不盡人意的量測之臨界層的情況下並非最佳的。

【0067】 本發明人已判定，正像及互補影像在不同方向上位移的此類型之焦平面位移的潛在原因為徑向不對稱畸變，諸如偏移彗形像差。此類偏移彗形像差可由例如物鏡之若干透鏡元件中之一者偏心引起，或由物鏡自身與量測裝置之參考框架未對準引起。即使物鏡幾乎極佳地組裝，亦存在透鏡設計中存在偏移彗形像差之可能性，此係因為所有透鏡系統具有某種程度之像差。潛在解決方案係改良物鏡設計，或測試製造後物鏡且僅

選擇符合所提高準則之物鏡，然而，此等中之任一者似乎在製造之內容背景中皆不實務，此係因為調換物鏡以找到足夠好的物鏡表示資源之顯著浪費。

**【0068】** 本發明人因此已判定，有可能旋轉物鏡以減輕問題。圖6c、圖6d及圖7b皆幫助繪示此解決方案。圖6c及圖6d各自展示針對給定旋轉可在最佳焦點中獲得正像及互補影像兩者。相似地，圖7b展示針對正像及互補影像中之各者的最佳焦點之z位置之接近重疊。焦點偏移 $F_0'$ 顯著地較小。應瞭解，此表示焦點偏移之縮減而非完全消除。因此，在考慮兩個影像之最佳對比度的情況下，應理解，縮減程度之焦點偏移仍可保持於系統中。在各種實施例中，可選擇旋轉以移除至少99%、95%、90%、70%或50%之焦點偏移，舉例而言，所有焦點偏移可被視為獲得兩個位置之最佳對比度的單一位置。

**【0069】** 圖6e及圖6f繪示繼續旋轉超過所選最佳旋轉量之結果。自該等圖顯而易見，且如在圖7c中所見，正像之最佳焦點平面之z位置100"為已移位至相對於互補影像之最佳焦點平面之z位置102"的遠位置。焦點偏移 $-F_0''$ 在與圖6a、圖6b及圖7a中所描繪之原始情形之方向相反的方向上。

**【0070】** 在一實施例中，在一區間內旋轉物鏡，且對最佳焦點進行新量測以判定最佳焦點平面是否在指定焦點偏移內。舉例而言，各區間可為所選度數，其可為一度或若干度(或弧度)之分數。在一實施例中，各旋轉區間可多達45度。可重複此程序直至達成所要焦點偏移或最小焦點偏移。

**【0071】** 在一個實施例中，在製造或設置操作期間，將物鏡之旋轉

調整一次，且接著將物鏡牢固地安裝至適當位置中。在另一方法中，可週期性地執行調整。在第二方法中，可包括致動器，其允許回應於控制信號改變設定而將精確旋轉應用於物鏡。

**【0072】** 用於各種層設計之各成像程序可具有不同「指紋」，從而引起不同焦點偏移。在此狀況下，一實施例可允許在度量衡裝置結合具有不同指紋之不同程序而使用時進一步調整旋轉。指紋隨時間推移之差異可由漂移引起，或由程序參數改變引起。

**【0073】** 舉例而言，差異可涉及在繞射輻射中引入變化的堆疊層之不同度量衡目標、不同厚度及組合物，及/或針對引入不同繞射效應之不同臨界尺寸而設計的目標。就此而言，有可能藉由重複旋轉以改變 $z$ 位置來更新旋轉，在 $z$ 位置處，基於度量衡設備之成像程序之指紋隨時間推移之改變而達成最佳對比度。

**【0074】** 在一實施例中，解決了一種縮減線性彗形像差之效應之方法。應瞭解，上文所描述之物鏡之旋轉可解決並非軸向對稱之像差(諸如偏移彗形像差)，但不能解決軸向對稱像差，諸如線性彗形像差。

**【0075】** 當以四邊形孔徑或楔形模式操作度量衡裝置時，此類彗形像差可為特定問題。另外，其特別係對於非鏡面操作模式可為問題。此情形可在疊對量測中引入誤差，此會降低度量衡裝置提供關於疊對之有用資訊的能力。

**【0076】** 如同偏移彗形像差，可能不實務的是重新設計物鏡以縮減線性彗形像差之存在。因為此類像差之縮減通常採取增加透鏡元件之數目之形式，且常常需要使用進階玻璃材料及複雜表面，所以可極大地增大物鏡之成本及大小。此外，對於特定透鏡設計，受檢測之晶圓程序之改變可



改變指紋，如上文所論述。不實務的是針對待檢測之各程序引入新設計之物鏡。

**【0077】** 本發明人已判定，一種用以縮減物鏡200 (圖8中所展示)中之線性彗形像差之效應之解決方案係包括可運用致動器204在z方向上移動之孔徑光闌202。

**【0078】** 致動器204可屬於任何合適類型，但熟習此項技術者應理解，該致動器應具有高精確度，引入最少污染或熱及最小振動。致動器204可由一或多個個別致動器構成，該一或多個個別致動器經配置以在z方向上以一個自由度(亦即在不圍繞x或y軸引入旋轉的情況下)均一地將孔徑光闌202移動至孔徑光闌。此類致動器包括例如線性馬達、壓電致動器及/或形狀記憶致動器。

**【0079】** 致動器可為單載物台致動器，或可為精細/粗略致動器組合，使得第一粗略致動器使孔徑光闌202以較低精確度移動達相對大距離，例如幾毫米，且第二精細致動器負責精確地定位在較短距離內，例如一毫米之分數。一般而言，移動將為大約數毫米。

**【0080】** 孔徑光闌202之此移動產生光瞳散焦改變，光瞳散焦改變在存在球面像差的情況下導致線性彗形像差改變，且可針對特定成像任務選擇適當z位置。因為線性彗形像差之量可至少部分地取決於受檢測之度量衡目標，所以預期到可在每工作基礎上需要z位置之改變，且因此一可調整致動器而非單一經校準定位可提供改良之可調適性。

**【0081】** 原則上，可在不移動孔徑光闌的情況下獲得光瞳在物鏡內之移動。在此方法中，可在z方向上致動物鏡之不同光學元件以達成相同結果。舉例而言，可使用相似致動器系統來控制中繼透鏡或中繼透鏡群組

以移動光瞳在物鏡內之位置以改善線性彗形像差。

**【0082】** 因此，縮減彗形像差之一般方法涉及包括安置於成像透鏡系統內之至少一個致動器。致動器經配置以移動成像透鏡系統之至少一個光學元件以縮減成像透鏡系統中之偏移彗形像差及/或線性彗形像差之效應。此可採取以下各者之形式：一致動器，其經組態以旋轉物鏡以縮減偏移彗形像差；或一致動器，其經組態以在軸向 $z$ 方向上移動至少一個透鏡元件以縮減線性彗形像差。

**【0083】** 應瞭解，特定度量衡裝置可經歷線性彗形像差與偏移彗形像差之組合，使得存在混合原因。在此類情形中，可使用實施例之組合，其中物鏡之旋轉及物鏡之一或多個元件之 $z$ 移動兩者可一起用以縮減彗形像差之總體效應。

**【0084】** 如本文中所論述之對比度針對空中影像包括影像對數斜率(ILS)及/或正規化影像對數斜率(NILS)，且針對抗蝕劑包括劑量敏感度及/或曝光寬容度。

**【0085】** 如本文中所使用之術語「最佳化(optimize/optimizing/optimization)」意謂調整微影程序參數，使得微影之結果及/或程序具有更理想的特性，諸如設計佈局在基板上之投影之較高準確度、較大程序窗口等。

**【0086】** 本發明之一實施例可採取以下各者之形式：一電腦程式，其含有描述如本文中所揭示之方法的機器可讀指令之一或多個序列；或一資料儲存媒體(例如半導體記憶體、磁碟或光碟)，其具有儲存於其中之此類電腦程式。另外，可以兩個或多於兩個電腦程式來體現機器可讀指令。兩個或多於兩個電腦程式可儲存於一或多個不同記憶體及/或資料儲存媒

體上。

**【0087】** 此電腦程式可例如與圖1之成像設備包括在一起或包括於該成像設備內，及/或與圖2之控制單元LACU包括在一起或包括於該控制單元內。在例如圖1及圖2中所展示之類型之現有設備已經在生產中及/或在使用的情况下，可藉由提供經更新電腦程式產品以用於使設備之處理器執行如本文中所描述之方法來實施實施例。

**【0088】** 本文中所描述之任何控制器可各自或組合地在一或多個電腦程式由位於微影設備之至少一個組件內之一或多個電腦處理器讀取時操作。該等控制器可各自或組合地具有用於接收、處理及發送信號之任何合適組態。一或多個處理器經組態以與控制器中之至少一者通信。舉例而言，各控制器可包括用於執行包括用於上文所描述之方法之機器可讀指令之電腦程式之一或多個處理器。控制器可包括用於儲存此類電腦程式之資料儲存媒體，及/或用以收納此類媒體之硬體。因此，該(等)控制器可根據一或多個電腦程式之機器可讀指令而操作。

**【0089】** 可使用以下條項進一步描述實施例：

1. 一種縮減一度量衡設備中之偏移彗形像差之一效應之方法，其中對於具有彼此分離之第一部分及第二部分之一基於繞射之疊對目標，在第一基板 $z$ 位置處獲得針對該第一部分之一最佳對比度，且在不同於該第一基板 $z$ 位置之一第二基板 $z$ 位置處獲得針對該第二部分之一最佳對比度，該方法包含；

旋轉該度量衡設備之一物鏡元件，直至在不同於該第一基板 $z$ 位置及該第二基板 $z$ 位置之一單一基板 $z$ 位置處達成針對該第一部分及該第二部分之一最佳對比度。

2. 如條項1之方法，其中該方法進一步包含在複數個區間內執行該旋轉，且在各區間之後，量測針對該第一部分及該第二部分中之各者之最佳對比度之一 $z$ 位置。

3. 如條項1之方法，其中該疊對目標之該第一部分及該第二部分經組態及配置以用於該度量衡裝置之一非鏡面操作模式中。

4. 如條項1之方法，其中該方法進一步包含重複該旋轉以改變該 $z$ 位置，在該 $z$ 位置處，基於該度量衡設備之一成像程序之一指紋隨時間推移之改變而達成最佳對比度。

5. 一種縮減一度量衡設備中之線性彗形像差之一效應之方法，該方法包含：

判定該度量衡裝置之一透鏡系統中存在之一軸向對稱彗形像差之一量；及

在一軸向 $z$ 方向上移動該透鏡系統之一光學元件以縮減該經判定軸向對稱彗形像差。

6. 如條項5之方法，其中該移動該光學元件包含在該 $z$ 方向上移動一孔徑光闌。

7. 如條項5之方法，其中該移動該光學元件包含在該 $z$ 方向上移動一透鏡元件以改變該透鏡系統之一光瞳之一 $z$ 位置。

8. 一種經組態以縮減彗形像差之一效應之度量衡設備，其包含：  
一成像透鏡系統，其經組態及配置以對一基板上之微觀繞射圖案進行成像；

至少一個致動器，其安置於該成像透鏡系統內，且經組態及配置以移動該成像透鏡系統之至少一個光學元件以縮減該成像透鏡系統中之偏移

彗形像差及/或線性彗形像差之該效應。

9. 如條項8之度量衡設備，其中該致動器經組態及配置以旋轉該成像透鏡系統之該至少一個光學元件以縮減偏移彗形像差之一效應。

10. 如條項8之度量衡設備，其中該致動器經組態及配置以在一軸向z方向上移動該成像透鏡系統之該至少一個光學元件以縮減線性偏移彗形像差之一效應。

11. 如條項10之度量衡設備，其中該至少一個光學元件係選自由以下各者組成之群組：一場光闌，及一透鏡元件，其中該透鏡元件在該軸向z方向上移動時使該成像透鏡系統之一光瞳在該軸向z方向上移位。

**【0090】** 儘管上文已特定地參考在使用輻射之微影之內容背景中對實施例之使用，但應瞭解，本發明之一實施例可用於其他應用(例如壓印微影)中，且在內容背景允許時不限於使用輻射之微影。在壓印微影中，圖案化裝置中之構形(topography)界定產生於基板上之圖案。可將圖案化裝置之構形壓入被供應至基板之抗蝕劑層中，在基板上，抗蝕劑係藉由施加電磁輻射、熱、壓力或其組合而固化。在抗蝕劑固化之後將圖案化裝置移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

**【0091】** 另外，儘管在本文中可特定地參考微影設備在IC製造中之使用，但應理解，本文中所描述之微影設備可具有其他應用，諸如製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭等。熟習此項技術者應瞭解，在此類替代性應用之內容背景中，可認為本文中對術語「晶圓」或「晶粒」之任何使用分別與更一般的術語「基板」或「目標部分」同義。可在曝光之前或之後在例如塗佈顯影系統(通常將抗蝕劑層施加至基板且顯影經曝光抗蝕劑之工具)、

度量衡工具及/或檢測工具中處理本文中所提及之基板。在適用時，可將本文中之揭示內容應用於此類及其他基板處理工具。另外，可將基板處理多於一次，例如以便產生多層IC，使得本文中所使用之術語基板亦可指已經含有多個經處理層之基板。

**【0092】** 本文中所描述之圖案化裝置可被稱作微影圖案化裝置。因此，術語「微影圖案化裝置」可被解譯為意謂適合於供微影設備中使用之圖案化裝置。

**【0093】** 本文中所使用之術語「輻射」及「光束」涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外線(UV)輻射(例如具有為或為約365 nm、355 nm、248 nm、193 nm、157 nm或126 nm之波長)及極紫外線(EUV)輻射(例如具有在5 nm至20 nm之範圍內之波長)，以及粒子束，諸如離子束或電子束。

**【0094】** 術語「透鏡」在內容背景允許的情況下可指各種類型之光學組件中之任一者或其組合，包括折射、反射、磁性、電磁及靜電光學組件。

**【0095】** 所描述之實施例及本說明書中對「實施例」、「實例」等之參考指示所描述之實施例可包括特定特徵、結構或特性，但每一實施例可能未必包括該特定特徵、結構或特性。此外，此類片語未必係指同一實施例。另外，當結合實施例描述特定特徵、結構或特性時，應理解，無論是否予以明確地描述，結合其他實施例來實現此類特徵、結構或特性皆係在熟習此項技術者之認識範圍內。

**【0096】** 以上描述意欲係說明性的，而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者而言將顯而易見，可在不脫離下文所闡明之申請專利範圍之

範疇的情況下對如所描述之本發明進行修改。舉例而言，一或多個實施例之一或多個態樣可在適當時與一或多個其他實施例之一或多個態樣組合或由一或多個其他實施例之一或多個態樣取代。因此，基於本文中所呈現之教示及指導，此類調適及修改意欲在所揭示實施例之等效者之含義及範圍內。應理解，本文中之措辭或術語係出於藉由實例進行描述而非限制之目的，使得本說明書之術語或措辭應由熟習此項技術者鑒於該等教示及該指導進行解譯。本發明之廣度及範疇不應由上述例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及其等效者進行界定。

### 【符號說明】

#### 【0097】

2:輻射源

4:光譜儀偵測器/感測器

6:基板

10:光譜

11:背向投影式光瞳平面

12:透鏡系統

13:濾光器

14:鏡面

15:物鏡

16:反射表面

17:偏振器

18:偵測器/感測器

31:光柵

32:光柵

33:光柵

34:光柵

35:光柵

100:正像之最佳焦點平面之z位置

100':正像之最佳焦點平面之z位置

100'':正像之最佳焦點平面之z位置

102:互補影像之最佳焦點平面之z位置

102':互補影像之最佳焦點平面之z位置

102'':互補影像之最佳焦點平面之z位置

200:物鏡

202:孔徑光闌

204:致動器

AD:調整器

AS:對準感測器

B:輻射光束

BD:光束遞送系統

BK:烘烤板

C:目標部分

CH:冷卻板

CO:聚光器

F<sub>0</sub>:焦點偏移

F<sub>0</sub>':焦點偏移



-F<sub>0</sub>'':焦點偏移  
IF:位置感測器  
IL:照明系統/照明器  
IN:積光器  
I/O1:輸入/輸出埠  
I/O2:輸入/輸出埠  
LA:微影設備  
LACU:微影控制單元  
LB:裝載區  
LC:微影單元  
LS:位階感測器  
M<sub>1</sub>:遮罩對準標記  
M<sub>2</sub>:遮罩對準標記  
MA:圖案化裝置  
MT:圖案化裝置支撐件/支撐結構  
P<sub>1</sub>:基板對準標記  
P<sub>2</sub>:基板對準標記  
PM:第一定位器  
PU:處理單元  
PS:投影系統  
PW:第二定位器  
RF:參考框架  
RO:基板處置器或機器人

SC:旋塗器

SCS:監督控制系統

SM1:散射計

SM2:散射計

SO:輻射源

TCU:塗佈顯影系統控制單元

W:基板

WTa:基板台

WTb:基板台

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種縮減一度量衡設備中之偏移彗形像差之一效應之方法，其中對於具有彼此分離之第一部分及第二部分之一基於繞射之疊對目標，在第一基板z位置處獲得針對該第一部分之一最佳對比度，且在不同於該第一基板z位置之一第二基板z位置處獲得針對該第二部分之一最佳對比度，該方法包含；

旋轉該度量衡設備之一物鏡元件，直至在不同於該第一基板z位置及該第二基板z位置之一單一基板z位置處達成針對該第一部分及該第二部分之一最佳對比度。

### 【請求項2】

如請求項1之方法，其中該方法進一步包含在複數個區間內執行該旋轉，且在各區間之後，量測針對該第一部分及該第二部分中之各者之最佳對比度之一z位置。

### 【請求項3】

如請求項1之方法，其中該疊對目標之該第一部分及該第二部分經組態及配置以用於該度量衡裝置之一非鏡面操作模式中。

### 【請求項4】

如請求項1之方法，其中該方法進一步包含重複該旋轉以改變該z位置，在該z位置處，基於該度量衡設備之一成像程序之一指紋(fingerprint)隨時間推移之改變而達成最佳對比度。

### 【請求項5】

一種縮減一度量衡設備中之線性彗形像差之一效應之方法，該方法

包含：

判定該度量衡裝置之一透鏡系統中存在之一軸向對稱彗形像差之一量；及

在一軸向 $z$ 方向上移動該透鏡系統之一光學元件以縮減該經判定軸向對稱彗形像差。

**【請求項6】**

如請求項5之方法，其中該移動該光學元件包含在該 $z$ 方向上移動一孔徑光闌。

**【請求項7】**

如請求項5之方法，其中該移動該光學元件包含在該 $z$ 方向上移動一透鏡元件以改變該透鏡系統之一光瞳之一 $z$ 位置。

**【請求項8】**

一種經組態以縮減彗形像差之一效應之度量衡設備，其包含：

一成像透鏡系統，其經組態及配置以對一基板上之微觀繞射圖案進行成像；

至少一個致動器，其安置於該成像透鏡系統內，且經組態及配置以移動該成像透鏡系統之至少一個光學元件以縮減該成像透鏡系統中之偏移彗形像差及/或線性彗形像差之該效應。

**【請求項9】**

如請求項8之度量衡設備，其中該致動器經組態及配置以旋轉該成像透鏡系統之該至少一個光學元件以縮減偏移彗形像差之一效應。

**【請求項10】**

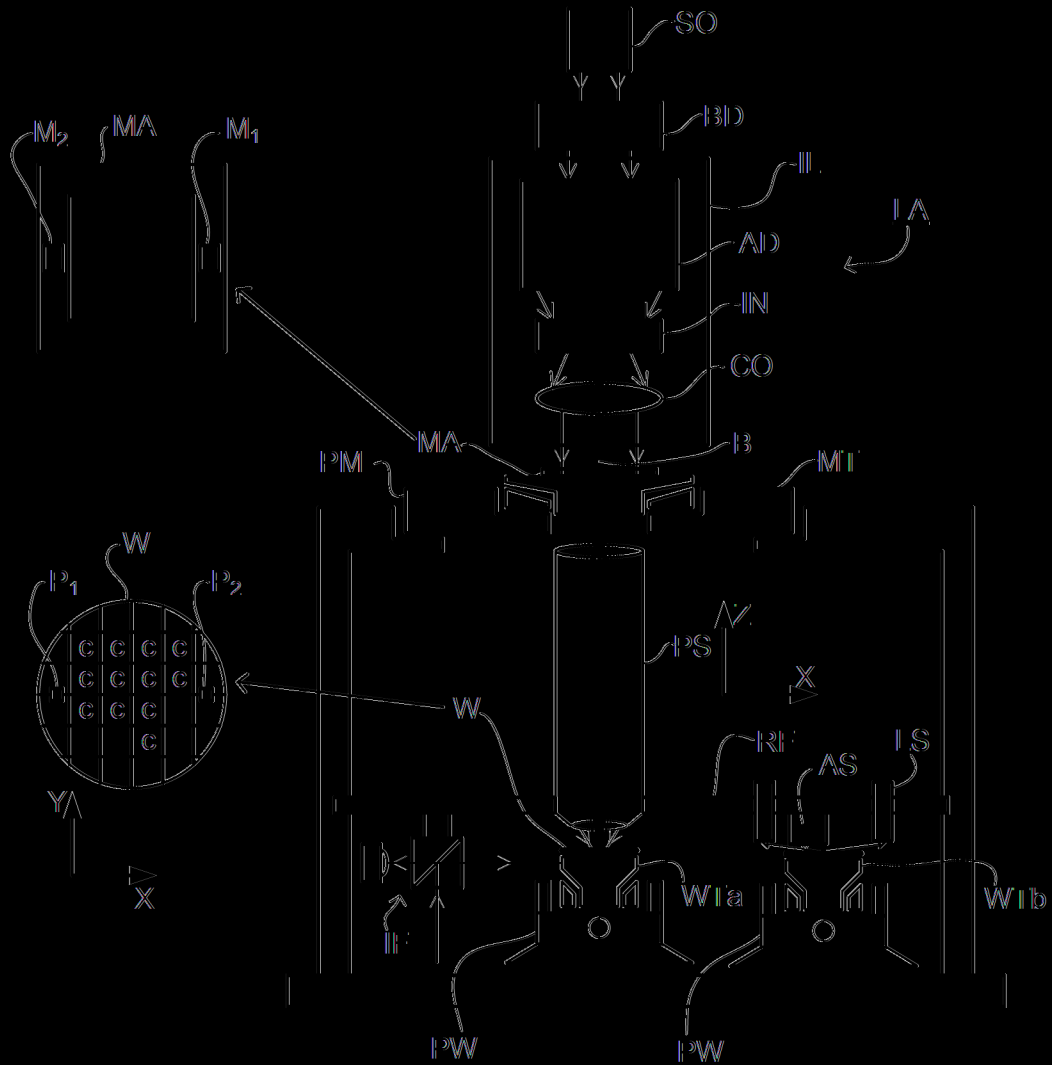
如請求項8之度量衡設備，其中該致動器經組態及配置以在一軸向 $z$

方向上移動該成像透鏡系統之該至少一個光學元件以縮減線性偏移彗形像差之一效應。

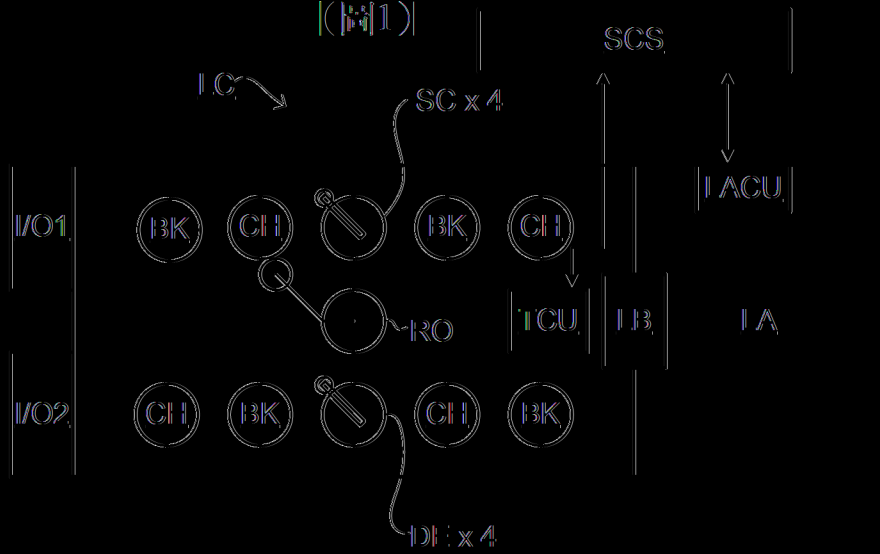
**【請求項11】**

如請求項10之度量衡設備，其中該至少一個光學元件係選自由以下各者組成之群組：一場光闌，及一透鏡元件，其中該透鏡元件在該軸向 $z$ 方向上移動時使該成像透鏡系統之一光瞳在該軸向 $z$ 方向上移位。

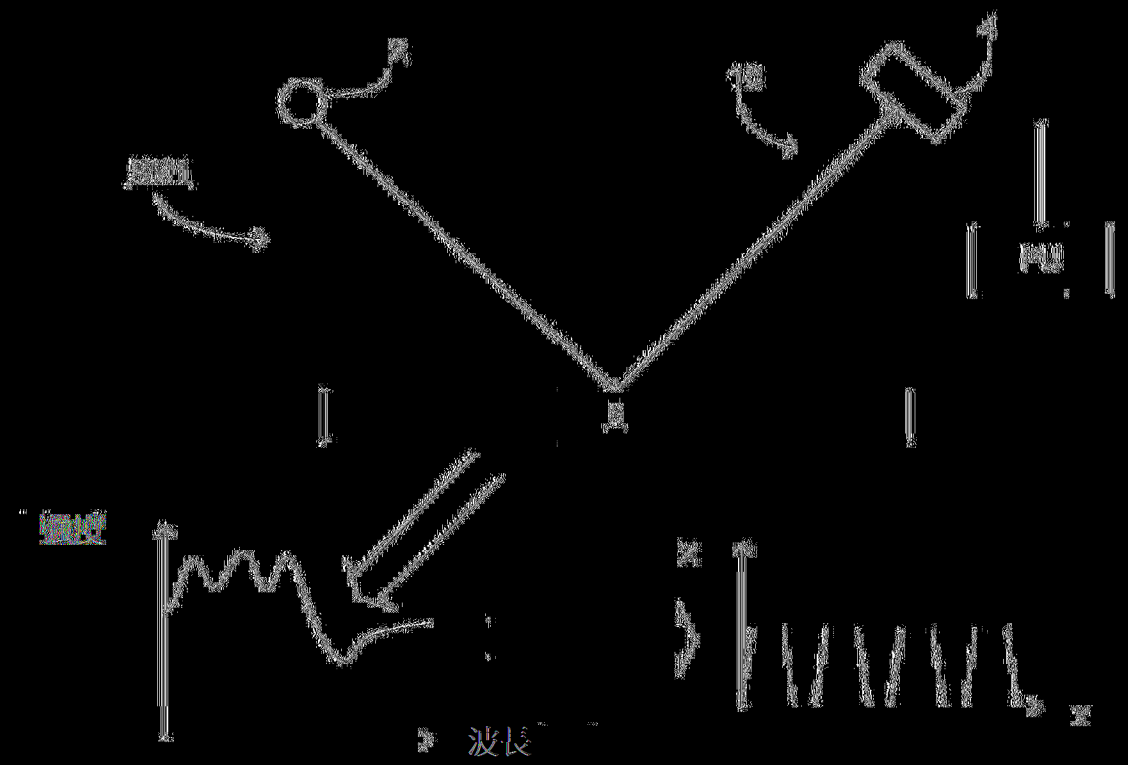
(發明圖式)



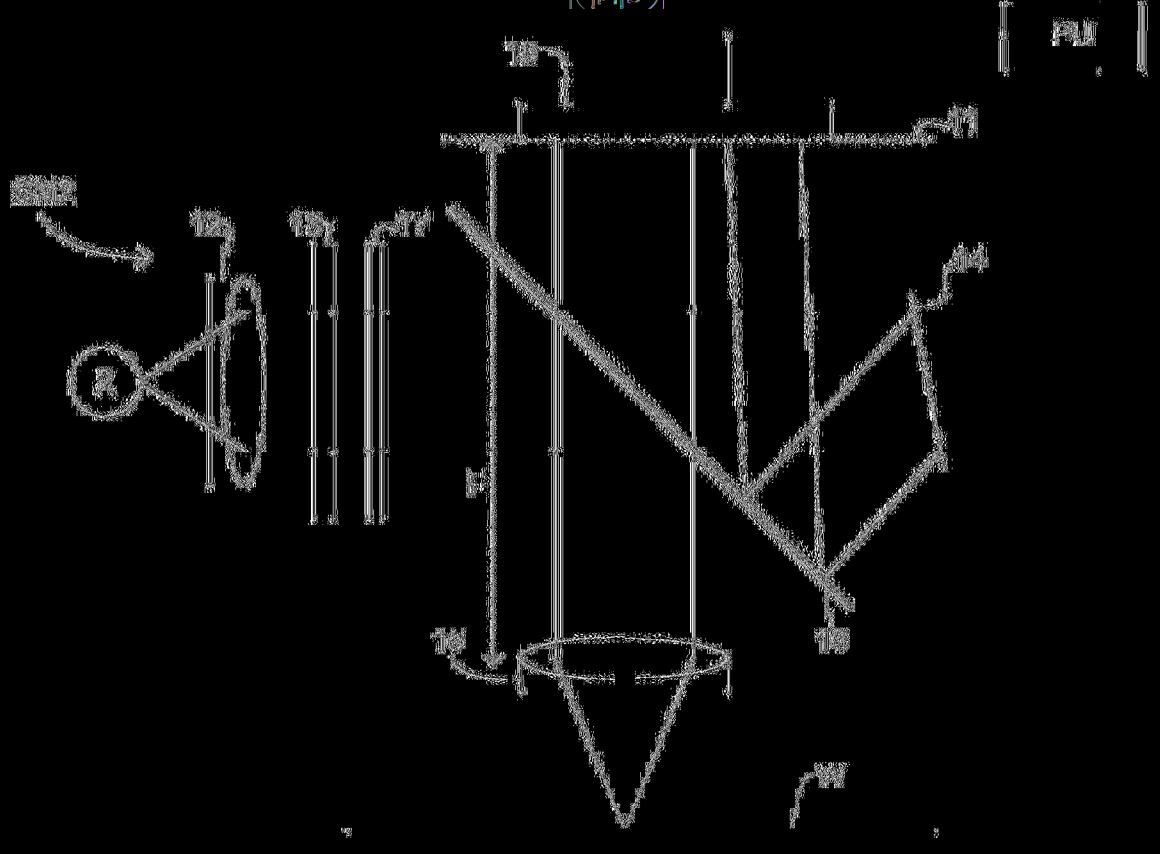
(圖1)



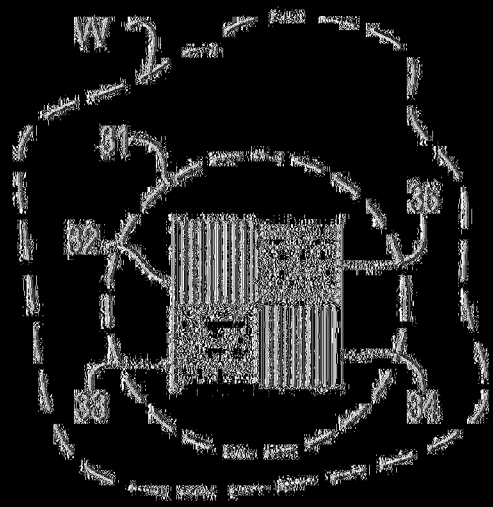
(圖2)



〔圖3〕

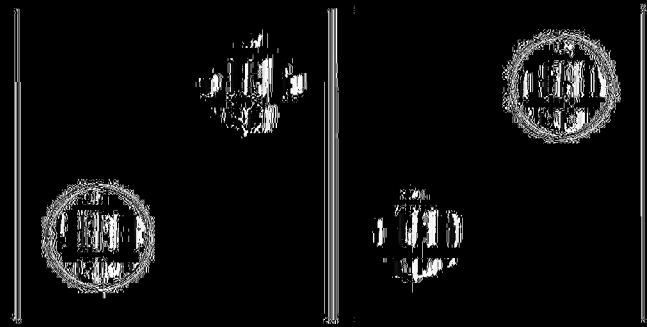


〔圖4〕



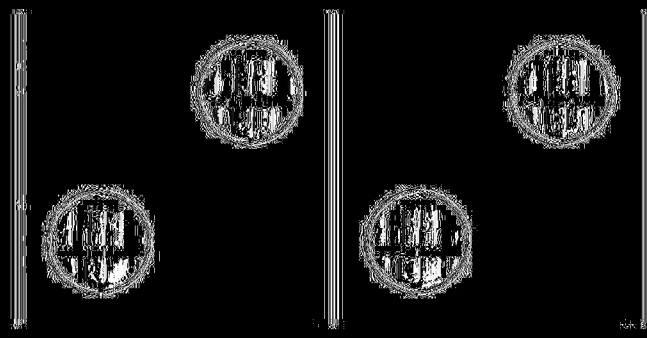
(5)





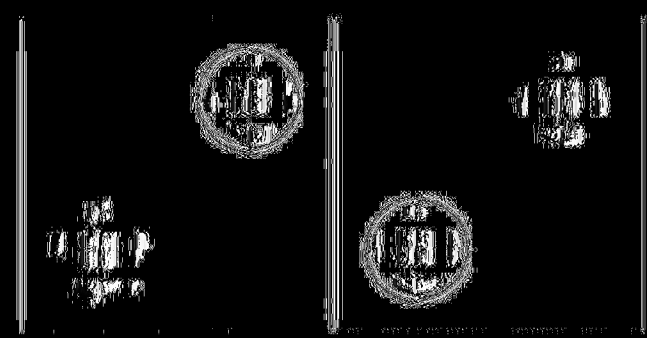
(圖)6a)

(圖)6b)



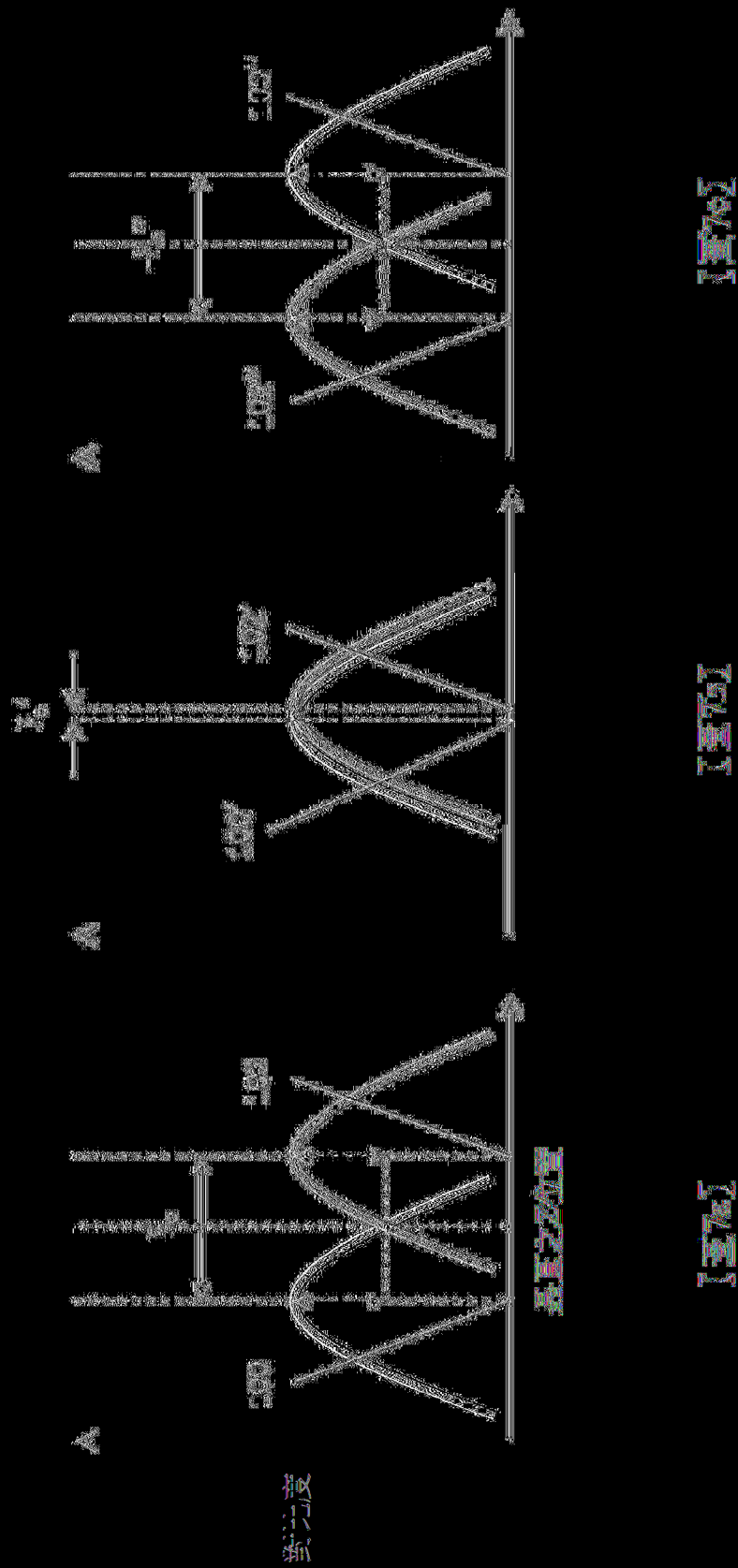
(圖)6c)

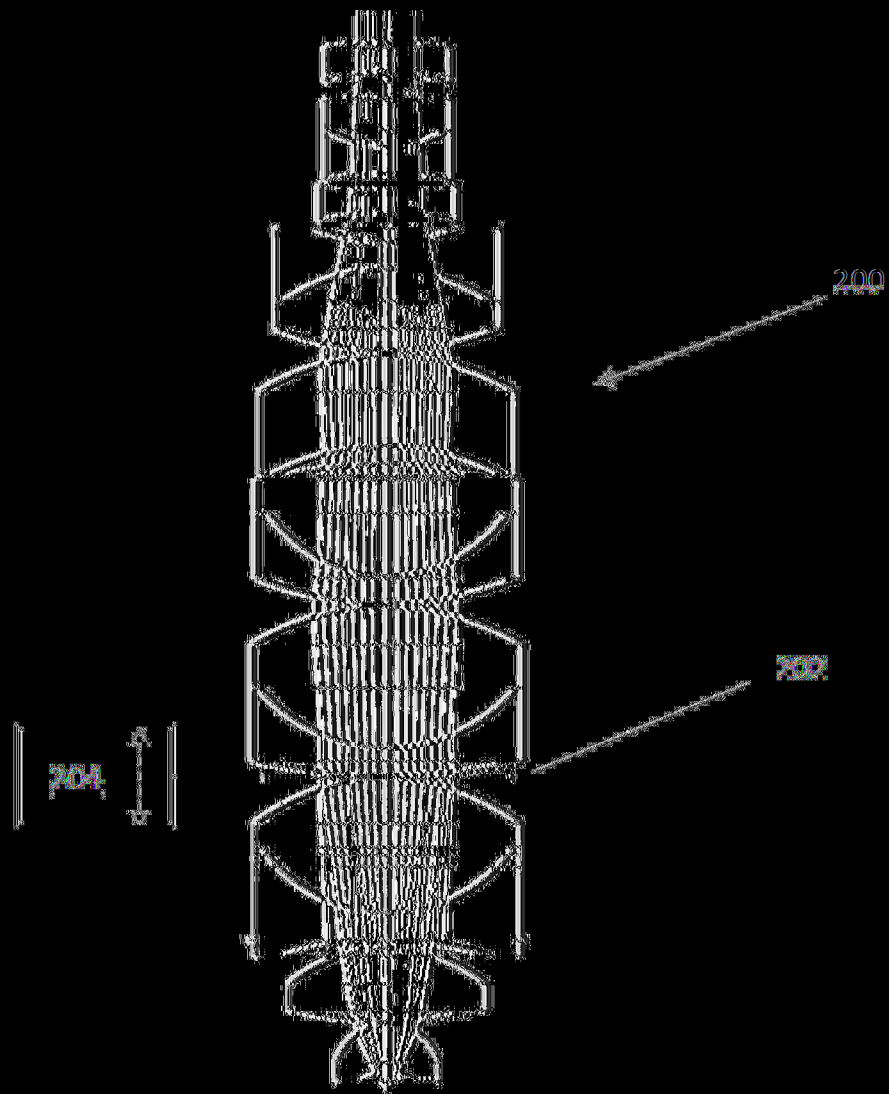
(圖)6d)



(圖)6e)

(圖)6f)





|(18)|