



(21) 申請案號：107144266 (22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 10 日

(51) Int. Cl. : **G01B11/27 (2006.01)** **G01N21/47 (2006.01)**
G01N21/956 (2006.01) **G03F7/20 (2006.01)**

(30) 優先權：2017/12/12 美國 62/597,900
2018/09/14 美國 16/132,157

(71) 申請人：美商克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)
美國

(72) 發明人：阿密特 伊蘭 AMIT, ERAN (IL)；馬那森 阿農 MANASSEN, AMNON (IL)；古
特曼 那達夫 GUTMAN, NADAV (IL)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：8 共 48 頁

(54) 名稱

增強度量目標資訊內容

ENHANCING METROLOGY TARGET INFORMATION CONTENT

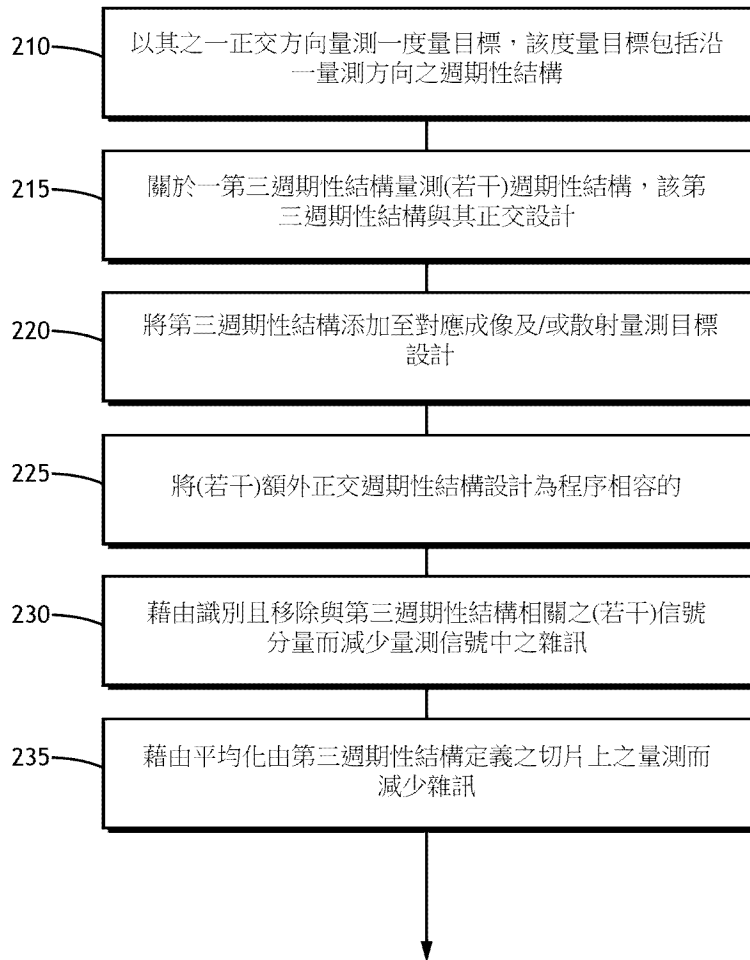
(57) 摘要

本發明提供減少雜訊且增強量測準確度之度量目標設計、設計方法及量測方法。所揭示之目標包括與量測方向正交之一額外週期性結構，給定目標結構沿該量測方向具週期性。例如，除成像或散射量測目標中之沿各量測方向之兩個或更多個週期性結構之外，亦可引入一第三正交週期性結構，此提供正交方向上之額外資訊而可用於減少雜訊、增強準確度且啟用機器學習演算法之應用以進一步增強準確度。可關於正交週期性結構逐切片分析信號，該正交週期性結構可以一程序相容方式整合於成像及散射量測目標兩者中。

Metrology targets designs, design methods and measurement methods are provided, which reduce noise and enhance measurement accuracy. Disclosed targets comprise an additional periodic structure which is orthogonal to the measurement direction along which given target structures are periodic. For example, in addition to two or more periodic structures along each measurement direction in imaging or scatterometry targets, a third, orthogonal periodic structure may be introduced, which provides additional information in the orthogonal direction, can be used to reduce noise, enhances accuracy and enables the application of machine learning algorithms to further enhance accuracy. Signals may be analyzed slice-wise with respect to the orthogonal periodic structure, which can be integrated in a process compatible manner in both imaging and scatterometry targets.

指定代表圖：

200



符號簡單說明：

200 . . . 方法

210 . . . 階段/量測

215 . . . 階段/量測

220 . . . 階段

225 . . . 階段

230 . . . 階段

235 . . . 階段

240 . . . 階段

242 . . . 階段

245 . . . 階段

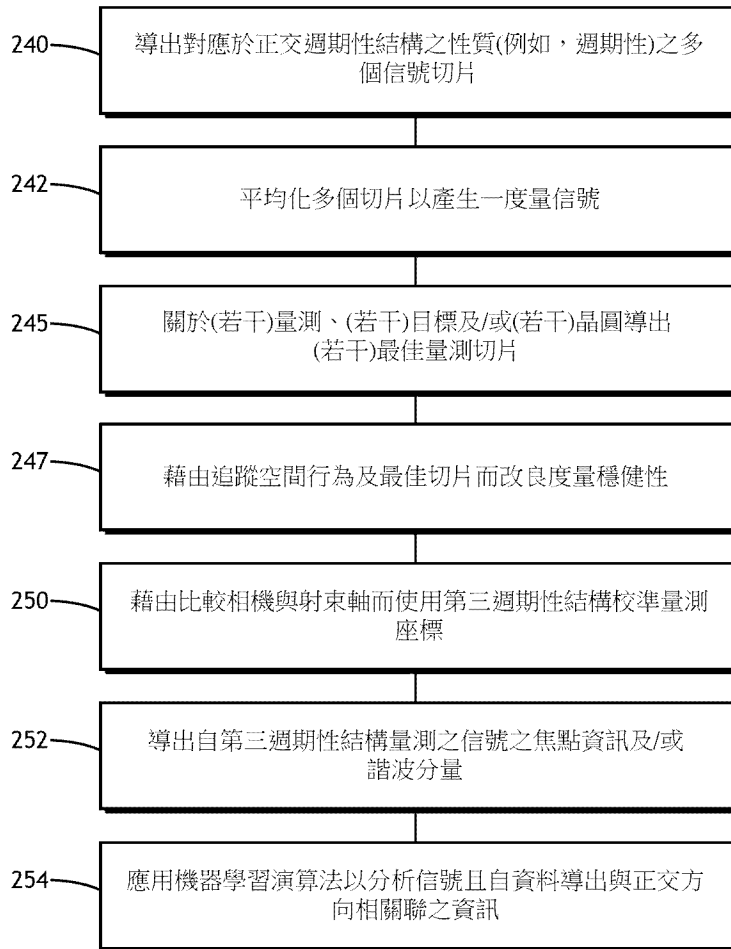
247 . . . 階段

250 . . . 階段

252 . . . 階段

254 . . . 階段

【圖7】

200

【圖7】(接續)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

增強度量目標資訊內容

【英文發明名稱】

ENHANCING METROLOGY TARGET INFORMATION CONTENT

【技術領域】

【0001】 本發明係關於半導體度量自領域，且更特定言之係關於目標設計及量測方法。

【先前技術】

【0002】 半導體度量包含數種場成像技術，諸如場共軛平面(例如，成像)或光瞳共軛平面(例如，散射量測)中之基於光學之方法，以及掃描電子顯微鏡(SEM)方法。傳統上，當針對此等度量設計目標時，目的是使跨目標之信號均勻以平均掉量測期間之雜訊。在此方法中，可改良度量品質之一些資訊被濾除。

【0003】 例如，在美國專利第8,913,237號中建議使用多個目標之量測及/或相同目標上之多個量測條件來提取更多資訊，該案之全文以引用的方式併入本文中。在美國專利申請案第15/442,111號(其之全文以引用的方式併入本文中)中，建議例如藉由修改光之相位(已知其在光學度量中具有巨大影響)而在微影步驟中設計不具有當前度量量測所關注之參數的圖案。所建議之相位調變在如上文論述之相同均勻性約束下。

【發明內容】

【0004】 下文係提供對本發明之一初步理解之一簡化概述。該概述不一定識別關鍵要素亦不限制本發明之範疇，而是僅用作以下描述之一引

言。

【0005】 本發明之一個態樣提供一種度量量測方法，其包括以一正交方向關於一第三週期性結構量測一度量目標，該度量目標包括沿至少一個量測方向之至少兩個週期性結構，該第三週期性結構與該各自量測方向正交。

【0006】 本發明之此等、額外及/或其他態樣及/或優點闡述於以下詳細描述中；可自詳細描述推導；及/或可藉由實踐本發明而習得。

【圖式簡單說明】

【0007】 為更佳理解本發明之實施例且展示可如何實現該等實施例，現將純粹藉由實例參考隨附圖式，其中在各處，相同數字指定對應元件或區段。

【0008】 在隨附圖式中：

【0009】 圖1係根據本發明之一些實施例之度量目標、自度量目標導出之信號及其等使用之一高階示意圖。

【0010】 圖2係根據本發明之一些實施例之成像度量目標的一實例之一高階示意圖。

【0011】 圖3A及圖3B示意性地繪示根據本發明之一些實施例之信號切片之導出且提供使用信號切片調整量測之一示意性實例。

【0012】 圖4係根據本發明之一些實施例之散射量測度量目標之一個單元的實例之一高階示意圖。

【0013】 圖5係根據本發明之一些實施例之具有對應信號之對稱及不對稱散射量測度量目標之一高階示意圖。

【0014】 圖6係根據本發明之一些實施例之度量目標之週期性結構

的程序相容設計之一高階示意圖。

【0015】 圖7係繪示根據本發明之一些實施例之一方法之一高階流程圖。

【0016】 圖8A繪示根據本發明之一些實施例之一度量系統之一高階示意圖。

【0017】 圖8B繪示根據本發明之一些實施例之度量系統之一光學度量量子系統之一高階示意圖。

【0018】 圖8C繪示根據本發明之一些實施例之度量系統之粒子束度量量子系統之一高階示意圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0019】 本申請案主張於2017年12月12日申請之美國臨時專利申請案第62/597,900號之權利，該案之全文以引用的方式併入本文中。

【0020】 在以下描述中，描述本發明之各種態樣。為說明之目的，闡述特定組態及細節以提供對本發明之一透徹理解。然而，熟習此項技術者亦將明白，可在無本文中呈現之特定細節之情況下實踐本發明。此外，可能已省略或簡化熟知特徵以免使本發明不清楚。特定參考圖式，強調所展示之細節僅係作為實例且用於本發明之闡釋性論述之目的，且為了提供據信為本發明之原理及概念態樣之最有用且容易理解之描述而呈現。在此方面，未嘗試比基本理解本發明所必需更詳細地展示本發明之結構細節，結合圖式進行之描述使熟習此項技術者明白本發明之若干形式可如何在實踐中具體實施。

【0021】 在詳細說明本發明之至少一項實施例之前，應瞭解本發明

在其應用方面不限於在以下描述中闡述或在圖式中繪示之構造細節及組件配置。本發明適用於可以各種方式實踐或實行之其他實施例以及所揭示實施例之組合。同樣地，應瞭解，本文中所採用之片語及術語用於描述之目的且不應被視為限制性的。

【0022】 除非另有明確陳述，否則如從以下論述明白，應瞭解，在說明書各處，利用諸如「處理」、「運算」、「計算」、「判定」、「增強」、「導出」或類似者之術語的論述指代一電腦或運算系統或類似電子運算裝置(其操縱及/或將表示為運算系統之暫存器及/或記憶體內之物理(諸如電子)量的資料轉換為類似表示為運算系統之記憶體、暫存器或其他此等資訊儲存、傳輸或顯示裝置內之物理量的其他資料)之行動及/或程序。在特定實施例中，照明技術可包括在可視範圍內之電磁輻射、紫外線或甚至更短波輻射(諸如x射線)及可能甚至粒子束。

【0023】 本發明提供減少雜訊且增強量測準確度之度量目標設計、設計方法及量測方法。所揭示之目標包括與量測方向正交之一額外週期性結構，給定目標結構沿該量測方向具週期性。例如，除成像或散射量測目標中之沿各量測方向之兩個或更多個週期性結構之外，亦可引入一第三正交週期性結構，此提供正交方向上之額外資訊而可用於減少雜訊、增強準確度且啟用機器學習演算法之應用以進一步增強準確度。可關於正交週期性結構逐切片分析信號，該正交週期性結構可以一程序相容方式整合於成像及散射量測目標兩者中。

【0024】 有利地，所揭示之目標及方法克服先前技術度量難點以打破光柵不對稱性與疊對之間的關聯(其降低準確度)。所揭示之目標設計之經誘發指定空間變動有助於改良雜訊濾波，且額外資訊可基於理論模型解

釋以進一步改良量測準確度及程序穩健性。

【0025】圖1係根據本發明之一些實施例之度量目標100、自度量目標100導出之信號102及其等使用之一高階示意圖。在圖7中繪示之方法200中進一步描述目標使用。

【0026】除沿至少一個量測方向(在圖1中表示為「X」)之至少兩個週期性結構110、120之外，度量目標100亦可包括與各自量測方向「X」正交(在圖1中表示為「Y」)之一或多個第三週期性結構130。在特定實施例中，週期性結構130可設定為與量測方向X成一角度，例如，相對於量測方向X按不同於90°之一角度(例如，45°，或可能10°、20°、30°、50°、60°、70°、80°或中間值之任一者)傾斜。在特定實施例中，度量目標100可組態為成像目標(例如，其等具有至少兩對週期性結構，其中至少一對沿兩個量測方向之各者)及/或組態為散射量測目標(例如，其等具有沿各量測方向彼此疊置或並排之至少兩對週期性結構，其中各對之週期性結構具有相反之刻意偏移)。成像目標之實例包括如本文中揭示般藉由額外週期性結構130修改之AIM(先進成像度量)目標。例如，美國專利第7,068,833號及第9,709,903號(其等之全文以引用的方式併入本文中)中揭示之AIM目標可如本文中揭示般修改以產生目標100之實例。

【0027】來自週期性結構110、120之一者之關於(若干)第三週期性結構130之信號102(可關於第三週期性結構130在分層堆疊中之位置及層110、120、130之順序導出信號102)可用於例如藉由實現關於由(若干)第三週期性結構130定義之切片104對信號102進行逐切片分析而減少與週期性結構110、120之各自者相關聯之雜訊及/或改良有關週期性結構110、120之度量量測之準確度，如下文說明。例如，在一單一量測內138及/或

其他參數亦可用於導出切片相關量測對其之相依性。

【0043】 在特定實施例中，機器學習演算法可應用於自目標100導出之信號以相對於先前技術目標利用藉此提供之額外資訊。機器學習演算法可使用藉由例如沿y軸平均化以導出一個二維信號(而非先前技術之一維核心)而用以改良準確度及/或減少雜訊，可對該二維信號應用各種演算法(諸如PCA (主分量分析)、傅立葉分析或其他方法)以導出分析未來信號、應用類神經網絡、線性回歸或其他技術、應用學習演算法等之一基礎。

【0044】 發明者注意到，使用(若干)週期性結構130 (其等與目標週期性結構110、120正交)提供對週期性結構130之不對稱程序效應與對週期性結構110、120之不對稱程序效應的解耦，如在方程式5中繪示。

【0045】 在特定實施例中，可例如按目標、晶粒、晶圓、批次或批量導出最佳切片以例如改良準確度及/或增強對程序變動之度量穩健性。與不同切片相關之信號可被視為在對應信號接近最佳信號但歸因於堆疊性質之小變動而稍有修改時相對於最佳切片之信號的擾動。可在運用標稱堆疊之配方設置期間找到或選擇最佳切片。在不同晶圓之量測期間，堆疊性質可改變且影響目標內之最佳切片位置，例如，新的最佳切片可相對於週期性結構130具有一不同y值。可藉由研究最佳切片與其他切片之度量性質之間的關係而識別此位置變化。由於假定變動較小，故在逐漸改變切片量測之對比度及不準確度時且如上文說明，新的最佳切片可具有相對於其他切片類似之度量性質，如圖3B中展示。在特定實施例中，可擬合或內插兩個或更多個多維曲線以避免使用來自一單一切片之(若干)值且藉此減少相關聯雜訊。在特定實施例中，使用散射量測度量作為一非限制性實

Y方向兩者部分延伸(表示為選項5)及在不同X及Y範圍內之不同CD (表示為選項6))或此等選項之任何組合。可根據(若干)週期性結構130之延伸及參數調適量測及對應演算法。在特定實施例中，(若干)額外「第三」週期性結構130可沿並非與量測方向正交之一方向具週期性。

【0054】 圖5係根據本發明之一些實施例之具有對應信號之對稱及不對稱散射量測量目標100B之一高階示意圖。圖5提供對應於對稱及不對稱散射量測目標100B之場OVL信號的側視(橫截面)圖、俯視圖，作為不對稱性之一非限制性實例，目標100B展現SWA 115。對於對稱情況，信號對應於方程式10，且對於不對稱情況，信號對應於方程式4。

【0055】 應注意，方程式10適用於理想對稱目標100B。假使存在不對稱性，如在圖5中示意性地繪示，則OVL (135B)具有空間相依性(不同於對稱目標100B之OVL 135A)，此係因為不準確度取決於堆疊性質，如在方程式4中表達。因此，上文關於成像目標100A揭示之改良信號對雜訊比、量測準確度及程序穩健性之方法類似適用於散射量測目標100B。

【0056】 在散射量測之特定實施例中，所收集信號處於一光瞳共軛平面中且空間資訊經迴旋。在特定實施例中，可藉由在目標100B內之數個不同位置中量測信號且自多個量測提取具有增強準確度之度量量度(例如，疊對)而復原如上文論述之類似資訊。例如，在光瞳散射量測中，可藉由相對於場平面處之多個位置執行晶圓之多個量測而導出與一或多個切片104 (或週期性結構130)相關之多個信號。

【0057】 替代地或互補地，來自正交週期性結構130之資訊可如在美国專利申請案第15/159,009號中教示般使用，該案之全文以引用的方式併入本文中。例如，由美國專利申請案第15/159,009號教示之單一單元量

測可藉由來自添加至由美國專利申請案第15/159,009號描述之單一單元設計之(若干)額外正交週期性結構130的量測擴充(參見例如其中之段落148、149及153至155)，且此同樣被視為本發明之部分。

【0058】 在所揭示實施例之任一者中，可以一程序相容方式產生額外「第三」週期性結構130。圖6係根據本發明之一些實施例之度量目標100之週期性結構130的程序相容設計之一高階示意圖。例如，可藉由改變週期性130之元件132的CD (如在變動130A中繪示)而調整週期性結構130之工作週期，或可藉由維持子元件132A之一均勻CD且應用具有變化切割CD之一切割遮罩140以產生週期性結構130之(複合)元件132 (其等具有一可變複合CD (cCD)) (如在變動130B中繪示)而以一程序相容方式調整週期性結構130之工作週期。與變動130A中繪示之元件132相比，子元件132A可具有較小CD及較小節距以使其等程序相容。對子元件132A之分段可應用於上文呈現之實施例之任一者。所揭示之設計可應用於例如電子束成像中以增強目標100之程序相容性。

【0059】 有利地，所揭示之實施例可使用一或多個額外微影步驟以產生具有已知空間變異性之(若干)結構。藉由將經量測信號與已知空間特徵擬合，可藉由移除不像已知結構所表現之雜訊而改良度量信號品質；可藉由使用空間光柵中心及/或疊對分佈以移除不準確度而改良度量準確度；可關於來自週期性結構130及110及/或120之信號的量測以及來自週期性結構130本身之量測最佳化量測條件；可增強程序監測及度量穩健性。在特定實施例中，機器學習演算法(其等由藉由使用週期性結構130而提供之更豐富信號啟用)可用於進一步增強準確度及穩健性。所揭示之實施例適用於光學成像、光學散射量測(使用場及光瞳共軛平面兩者)以及使用照

明輻射或粒子(x射線、粒子束)之成像。所揭示之實施例可例如使用多個微影步驟而設計為程序相容的，如上文揭示。

【0060】 圖7係繪示根據本發明之一些實施例之一方法200的一高階流程圖。可關於上文描述之目標100實行方法階段，其等可視情況經組態以實施方法200。方法200可至少部分藉由例如一度量模組中之至少一個電腦處理器實施。特定實施例包括包含一電腦可讀儲存媒體之電腦程式產品，該電腦可讀儲存媒體具有隨其具體實施且經組態以實行方法200之相關階段的電腦可讀程式。特定實施例包括藉由方法200之實施例設計之各自目標之目標設計檔案。方法200可包括以下階段而不管其等順序如何。

【0061】 方法200可包括一度量量測方法，其包括：以一正交方向(階段210)關於一第三週期性結構(階段215)量測一度量目標，該度量目標包括沿至少一個量測方向之至少兩個週期性結構，該第三週期性結構與各自量測方向正交。特定實施例包括藉由度量量測方法導出之度量量測。

【0062】 方法200可包括一度量目標設計方法，其包括：將一額外(「第三」)週期性結構添加至包括沿至少一個量測方向之至少兩個週期性結構之一目標設計中，其中第三週期性結構與各自量測方向正交(階段220)。目標設計可為一成像目標(例如，AIM (先進成像度量目標))或一散射量測目標之目標設計，且方法200可進一步包括設計第三週期性結構使其包括以下之至少一者：一均勻CD (臨界尺寸)、一單調變化之CD、一週期性單調變化之CD、及兩個或更多個週期性子結構，如上文揭示。在特定實施例中，第三週期性結構可沿並非與量測方向正交(例如，傾斜)之一方向具週期性。方法200可進一步包括例如使用以下之至少一者將第三週期性結構設計為程序相容的(階段225)：第三週期性結構之元件之分段、

第三週期性結構之元件之分段的均勻CD、具有均勻或可變CD之一切割遮罩的應用，如上文揭示。特定實施例包括根據度量目標設計方法設計之目標之目標設計檔案以及根據度量目標設計方法設計之目標之度量量測。

【0063】 方法200可進一步包括藉由識別且移除與第三週期性結構相關之一信號分量(階段230) (例如，藉由例如使用方程式3平均化由第三週期性結構定義之切片上之量測(階段235))而減少由量測210、215導出之一信號中之雜訊。

【0064】 方法200可進一步包括例如使用方程式5自藉由量測對應於第三正交週期性結構之性質(例如，一週期性)之切片而導出的一信號導出多個切片(階段240)。方法200可進一步包括平均化多個切片以產生一度量信號(階段242)。在特定實施例中，方法200可進一步包括藉由關於至少一個準確度參數比較多個切片而選擇一最佳切片信號及可能針對連續目標、晶圓及/或批量重複選擇(階段245)，及/或藉由追蹤空間行為及最佳切片而改良度量穩健性(階段247)。

【0065】 方法200可進一步包括藉由比較相機與射束軸而使用第三週期性結構校準量測座標(階段250)。

【0066】 方法200可進一步包括導出自第三週期性結構量測之一信號之焦點資訊及/或諧波分量(階段252)。

【0067】 方法200可進一步包括應用機器學習演算法以分析自第三週期性結構量測之一信號且自資料導出與正交方向相關聯之資訊(階段254)。

【0068】 方法200可應用於成像或散射量測度量及目標。當應用於成像度量及目標時，方法200可進一步包括使用方程式2自量測導出至少

一個度量量度。當應用於場平面散射量測度量及目標時，方法200可進一步包括使用方程式10自量測導出至少一個度量量度。當應用於光瞳平面散射量測度量及目標時，方法200可進一步包括在目標內之數個不同位置中實行量測且自多個量測提取具有增強準確度之一度量量度。

【0069】 額外正交(「第三」)週期性結構可包括以下之至少一者：一均勻CD (臨界尺寸)、一單調變化之CD、一週期性單調變化之CD及兩個或更多個週期性子結構。

【0070】 圖8A至圖8C繪示根據本發明之一或多項實施例之一度量系統800。度量系統800可經組態以實行本文中先前描述之各種實施例之任一者，且可自本文中描述之各種度量目標之任一者量測度量參數。在一項實施例中，疊對度量系統800包含一度量子系統802或工具，其適於基於可光學解析之特徵產生疊對量測及/或臨界尺寸量測。在另一實施例中，樣本804安置於一樣本台806上。

【0071】 在另一實施例中，度量系統800包含一控制器808。控制器808可包含經組態以執行維持於一記憶媒體812上之程式指令之一或多個處理器810。在此方面，控制器808之一或多個處理器810可執行在本發明各處描述之各種程序步驟之任一者。例如，控制器808可自光學度量子系統802a之任一者接收資料且可基於來自光學度量工具802之資料產生疊對可校正值。

【0072】 此外，控制器808可通信地耦合至一或多個半導體程序或製造工具813，諸如但不限於一微影工具。在此方面，控制器808可利用本文中先前描述之各種輸出來對程序工具組態進行調整，此繼而對在製造線上製造之一或多個半導體晶圓執行調整。例如，控制器808可作為適於

控制程序工具之輸入以將一製造線上之半導體裝置製造中之疊對維持在選定疊對容限內的一程序控制器操作。可提供疊對可校正值作為一回饋及/或一前饋控制迴路之部分。在一項實施例中，與一當前程序步驟相關聯之在一樣本上量測的疊對量測用於補償一或多個製造程序之漂移且因此可跨相同或不同批次中之後續樣本上之多個曝光將疊對維持在選定容限內。在另一實施例中，可前饋與一當前程序步驟相關聯之疊對量測以調整後續程序步驟而補償任何經量測疊對誤差。例如，可調對整後續層上之圖案的曝光以匹配後續層之經量測疊對。在另一實施例中，可將一當前程序步驟之疊對量測回饋至度量系統800本身以改良或增強後續層上之度量程序。

【0073】 一控制器808之一或多個處理器810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810可包含經組態以執行演算法及/或指令之任何微處理器型裝置。在一項實施例中，一或多個處理器810可包含一桌上型電腦、主機電腦系統、工作站、影像電腦、平行處理器或經組態以執行經組態以操作疊對度量系統800之一程式的任何其他電腦系統(例如，網路電腦)，如在本發明各處描述。進一步應認知，術語「處理器」可廣泛定義為涵蓋具有執行來自一非暫時性記憶媒體812之程式指令之一或多個處理元件的任何裝置。此外，在本發明各處描述之步驟可藉由一單一控制器808或者多個控制器實行。另外，控制器808可包含容置於一共同外殼中或在多個外殼內之一或多個控制器。以此方式，任何控制器或控制器組合可單獨封裝為適於整合至疊對度量系統800中之一模組。

【0074】 記憶媒體812可包含此項技術中已知之適於儲存可藉由相關聯之一或多個處理器810執行之程式指令的任何儲存媒體。例如，記憶

媒體812可包含一非暫時性記憶媒體。藉由另一實例，記憶媒體812可包含但不限於一唯讀記憶體、一隨機存取記憶體、一磁性或光學記憶體裝置(例如，磁碟)、一磁帶、一固態硬碟及類似者。進一步應注意，記憶媒體812可與一或多個處理器810容置於一共同控制器外殼中。在一項實施例中，記憶媒體812可相對於一或多個處理器810及控制器808之實體位置遠端定位。例如，控制器808之一或多個處理器810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)。因此，上文描述不應被解釋為限制本發明，而是僅為一繪示。

【0075】 現參考圖8B，在一項實施例中，度量系統800包含一光學度量量子系統802a。光學度量量子系統802a或工具可包含此項技術中已知之適於產生與一樣本之兩個或更多個層相關聯之疊對資料的任何類型之光學疊對度量工具，諸如但不限於一基於影像光學度量工具或一基於散射量測之光學度量工具。

【0076】 在一項實施例中，光學度量量子系統802a包含產生一光學照明束816之一光學照明源814。光學照明束816可包含一或多個選定波長之光，包含但不限於紫外(UV)光、可見光或紅外(IR)光。光學照明源814可包含適於提供一光學照明束816之任何類型之照明源。在一項實施例中，光學照明源814係一雷射源。例如，光學照明源814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，光學照明源814可提供具有高同調性(例如，高空間同調性及/或時間同調性)之一光學照明束816。在另一實施例中，光學照明源814包含一雷射維持電漿(LSP)源。例如，光學照明源814可包含但不限於一LSP燈、一LSP燈泡或適於容納一或多個元件之一LSP腔室，其在由一雷

射源激發為一電漿狀態時可發射寬頻照明。在另一實施例中，光學照明源814包含一燈源。例如，光學照明源814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，光學照明源814可提供具有低同調性(例如，低空間同調性及/或時間同調性)之一光學照明束816。

【0077】 在另一實施例中，光學照明源814經由一照明路徑820將光學照明束816引導至樣本804。照明路徑820可包含適於修改及/或調節光學照明束816之一或多個照明路徑透鏡822或額外光學組件824。例如，一或多個光學組件824可包含但不限於一或多個偏光器、一或多個濾光片、一或多個光束分離器、一或多個漫射體、一或多個均質器、一或多個變跡器或一或多個射束整形器。照明路徑820可進一步包含經組態以將光學照明束816引導至樣本804之一物鏡826。

【0078】 在另一實施例中，樣本804安置於一樣本台828上。樣本台828可包含適於定位及/或掃描光學度量系統802a內之樣本804的任何裝置。例如，樣本台828可包含線性平移台、旋轉台、翻轉/傾斜台或類似者之任何組合。

【0079】 在另一實施例中，光學度量系統802a包含經組態以透過一收集路徑832捕獲自樣本804放射之光的一偵測器830。收集路徑832可包含但不限於用於收集來自樣本804之光的一或多個收集路徑透鏡834。例如，一偵測器830可經由一或多個收集路徑透鏡834接收自樣本804反射或散射(例如，經由鏡面反射、漫反射及類似者)之光。藉由另一實例，一偵測器830可接收藉由樣本804產生之光(例如，與光學照明束816之吸收相關聯之發光或類似者)。藉由另一實例，一偵測器830可接收來自樣本804之一或多個繞射級之光(例如，0級繞射、 ± 1 級繞射、 ± 2 級繞射及類似

者)。

【0080】偵測器830可包含此項技術中已知之適於量測自樣本804接收之照明的任何類型之偵測器。例如，一偵測器830可包含但不限於一CCD偵測器、一TDI偵測器、一光電倍增管(PMT)、一雪崩光二極體(APD)或類似者。在另一實施例中，一偵測器830可包含適於識別自樣本804放射之光之波長的一光譜偵測器。。

【0081】收集路徑832可進一步包含引導及/或修改自樣本804收集之照明的任何數目個光學元件，包含但不限於一或多個收集路徑透鏡834、一或多個濾光片、一或多個偏光器或一或多個光束擋板。

【0082】在一項實施例中，偵測器830定位成近似法向於樣本804之表面。在另一實施例中，光學度量量子系統802a包含一光束分離器836，其經定向使得物鏡826可同時將光學照明束816引導至樣本804及收集自樣本804放射之光。此外，照明路徑820及收集路徑832可共用一或多個額外元件(例如，物鏡826、孔隙、濾光片或類似者)。

【0083】光學度量量子系統802a可基於此項技術中已知之任何技術量測疊對，該等技術諸如但不限於基於成像之技術或基於散射量測之技術。例如，在一成像模式中操作之光學度量量子系統802a可照明樣本804之一部分且在一偵測器830上捕獲樣本804之經照明部分之一影像。經捕獲影像可為此項技術中已知之任何類型之影像，諸如但不限於一亮場影像、一暗場影像、一相位對比影像或類似者。此外，經捕獲影像可拼接在一起(例如，藉由光學度量量子系統802a、藉由控制器808或類似者)以形成樣本804之一複合影像。藉由另一實例，光學度量量子系統802a可用一聚焦光學照明束816跨樣本804掃描且在一或多個偵測器830上以一或多個量測角捕獲自

樣本804放射之光及/或粒子以逐像素產生一影像。因此，可基於定位於兩個或更多個樣本層上之特徵之相對位置判定與兩個或更多個層相關聯之疊對。

【0084】 藉由另一實例，光學度量量子系統802a可藉由基於回應於光學照明束816而自樣本804散射及/或繞射之光的圖案判定疊對而作為一基於散射量測之度量工具操作。例如，光學度量量子系統802a可捕獲(例如，運用偵測器830) (例如，一疊對目標之不同區之)一或多個光瞳平面影像，包含自樣本放射之光之角度分佈。因此，可針對各層基於來自具有已知大小及分佈之疊對目標特徵的模型化散射及/或繞射而自光瞳平面影像判定兩個或更多個樣本層之間的疊對。

【0085】 現參考圖8C，在一項實施例中，度量系統800包含一粒子束度量量子系統802b。粒子束度量量子系統802b可包含適於解析裝置特徵或裝置級特徵之任何類型之度量工具，諸如但不限於一電子束度量工具(例如，一SEM、一CD-SEM或類似者)或一離子束度量工具(例如，一聚焦離子束(FIB)度量工具)。

【0086】 在一項實施例中，粒子束度量量子系統802b包含一粒子源838 (例如，一電子束源、一離子束源或類似者)以產生一粒子束840 (例如，一電子束、一粒子束或類似者)。粒子源838可包含此項技術中已知之適於產生一粒子束840之任何粒子源。例如，粒子源838可包含但不限於一電子槍或一離子槍。在另一實施例中，粒子源838經組態以提供具有一可調諧能量之一粒子束840。

【0087】 在另一實施例中，粒子束度量量子系統802b包含一或多個粒子聚焦元件842。例如，一或多個粒子聚焦元件842可包含但不限於形成

一複合系統之一單一粒子聚焦元件或一或多個粒子聚焦元件。在另一實施例中，一或多個粒子聚焦元件842包含經組態以將粒子束840引導至定位在一樣本台846上之樣本804的一粒子物鏡844。此外，一或多個粒子源838可包含此項技術中已知之任何類型之電子透鏡，包含但不限於靜電、磁性、單電位或雙電位透鏡。

【0088】 在另一實施例中，粒子束度量系統802b包含至少一個粒子偵測器848以成像或以其他方式偵測自樣本804放射之粒子。在一項實施例中，粒子偵測器848包含一電子收集器(例如，一個二次電子收集器、一反向散射電子偵測器或類似者)。在另一實施例中，粒子偵測器848包含用於偵測來自樣本表面之電子及/或光子之一光子偵測器(例如，一光偵測器、一x射線偵測器、耦合至光電倍增管(PMT)偵測器之一閃爍元件或類似者)。

【0089】 應瞭解，如圖8C中描繪之一粒子束度量系統802b之描述及上文相關聯描述僅經提供用於闡釋性目的且不應被解釋為限制性的。例如，粒子束度量系統802b可包含適於同時訊問一樣本804之一多射束及/或一多柱系統。在又一實施例中，粒子束度量系統802b可包含經組態以將一或多個電壓施加至樣本804之一或多個位置之一或多個組件(例如，一或多個電極)。在此方面，粒子束度量系統802b可產生電壓對比成像資料。

【0090】 上文參考根據本發明之實施例之方法、設備(系統)及電腦程式產品之流程圖繪示及/或部分圖描述本發明之態樣。將瞭解，可藉由電腦程式指令實施流程圖繪示及/或部分圖之各部分及流程圖繪示及/或部分圖中之部分之組合。可將此等電腦程式指令提供至一通用電腦、專用電

腦或其他可程式化資料處理設備之一處理器以產生一機器，使得經由電腦或其他可程式化資料處理設備之處理器執行的指令產生用於實施流程圖及/或部分圖或其等之部分中指定之功能/動作的手段。

【0091】 此等電腦程式指令亦可儲存於一電腦可讀媒體中而可引導一電腦、其他可程式化資料處理設備或其他裝置依一特定方式運作，使得儲存於電腦可讀媒體中之指令產生包含實施流程圖及/或部分圖或其等之部分中指定之功能/動作之指令的一製品。

【0092】 電腦程式指令亦可載入至一電腦、其他可程式化資料處理設備或其他裝置上以引起在電腦、其他可程式化設備或其他裝置上執行一系列操作步驟而產生一電腦實施程序，使得在電腦或其他可程式化設備上執行之指令提供用於實施流程圖及/或部分圖或其等之部分中指定之功能/動作的程序。

【0093】 前述流程圖及圖繪示根據本發明之各種實施例之系統、方法及電腦程式產品之可能實施方案的架構、功能性及操作。在此方面，流程圖或部分圖中之各部分可表示程式碼之一模組、區段或部分，其包括用於實施(若干)指定邏輯功能之一或多個可執行指令。亦應注意，在一些替代實施方案中，在部分中提及之功能可不按圖中提及之順序發生。例如，事實上，取決於所涉及之功能性，連續展示之兩個部分可實質上同時執行，或該等部分有時可按相反順序執行。亦將注意，可藉由執行指定功能或動作之基於專用硬體之系統或專用硬體及電腦指令之組合來實施部分圖及/或流程圖繪示之各部分及部分圖及/或流程圖繪示中之部分之組合。

【0094】 在上文描述中，一實施例係本發明之一實例或實施方案。

「一項實施例」、「一實施例」、「特定實施例」或「一些實施例」之各種出

現不一定皆指代相同實施例。儘管本發明之各種特徵可在單一實施例之內容背景中描述，然該等特徵亦可單獨或以任何適合組合提供。相反地，儘管本文中為清楚起見在單獨實施例之內容背景中描述本發明，然本發明亦可在單一實施例中實施。本發明之特定實施例可包含來自上文揭示之不同實施例之特徵，且特定實施例可併有來自上文揭示之其他實施例之元件。在一特定實施例之內容背景中對本發明之元件之揭示不應被視為限制其等僅用於該特定實施例。此外，應瞭解，可以各種方式實行或實踐本發明且可在除上文描述中概述之實施例外之特定實施例中實施本發明。

【0095】 本發明不限於該等圖或對應描述。例如，流程不需要進行過各所繪示之方塊或狀態或按與所繪示且描述完全相同之順序進行。除非另有定義，否則本文中使用的技術及科學術語之含義應如本發明所屬技術之一般技術者所通常理解。雖然已關於有限數目個實施例描述本發明，但此等實施例不應被解釋為對本發明之範疇之限制，而是作為一些較佳實施例之例示。其他可能變動、修改及應用亦在本發明之範疇內。因此，本發明之範疇不應受限於目前為止已描述之內容，而是由隨附發明申請專利範圍及其等合法等效物限制。

【符號說明】

【0096】

90	層材料
100	度量目標
100A	成像目標/成像度量目標
100B	散射量測目標/散射量測度量目標/目標設計
101	目標層

102	信號(圖1)/目標層(圖2)
104	信號切片
110	週期性結構/層
115	側壁角不對稱性(SWA)
120	週期性結構/層/「先前」目標結構
130	週期性結構/層
130A	變動
130B	變動
132	元件
132A	子元件
135A	疊對(OVL)
135B	疊對(OVL)
136	平均化
137	選擇
138	在單一量測內
139	關於不同量測
140	切割遮罩
200	方法
210	階段/量測
215	階段/量測
220	階段
225	階段
230	階段

235	階段
240	階段
242	階段
245	階段
247	階段
250	階段
252	階段
254	階段
800	度量系統/疊對度量系統
802	度量子系統/光學度量工具
802a	光學度量子系統
802b	粒子束度量子系統
804	樣本
806	樣本台
808	控制器
810	處理器
812	記憶媒體
813	製造工具
814	光學照明源
816	光學照明束
820	照明路徑
822	照明路徑透鏡
824	光學組件

826	物鏡
828	樣本台
830	偵測器
832	收集路徑
834	收集路徑透鏡
836	光束分離器
838	粒子源
840	粒子束
842	粒子聚焦元件
844	粒子物鏡
846	樣本台
848	粒子偵測器



201934958

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

增強度量目標資訊內容

【英文發明名稱】

ENHANCING METROLOGY TARGET INFORMATION CONTENT

【中文】

本發明提供減少雜訊且增強量測準確度之度量目標設計、設計方法及量測方法。所揭示之目標包括與量測方向正交之一額外週期性結構，給定目標結構沿該量測方向具週期性。例如，除成像或散射量測目標中之沿各量測方向之兩個或更多個週期性結構之外，亦可引入一第三正交週期性結構，此提供正交方向上之額外資訊而可用於減少雜訊、增強準確度且啟用機器學習演算法之應用以進一步增強準確度。可關於正交週期性結構逐切片分析信號，該正交週期性結構可以一程序相容方式整合於成像及散射量測目標兩者中。

【英文】

Metrology targets designs, design methods and measurement methods are provided, which reduce noise and enhance measurement accuracy. Disclosed targets comprise an additional periodic structure which is orthogonal to the measurement direction along which given target structures are periodic. For example, in addition to two or more periodic structures along each measurement direction in imaging or scatterometry targets, a third, orthogonal periodic structure may be introduced, which provides additional information in the orthogonal

direction, can be used to reduce noise, enhances accuracy and enables the application of machine learning algorithms to further enhance accuracy. Signals may be analyzed slice-wise with respect to the orthogonal periodic structure, which can be integrated in a process compatible manner in both imaging and scatterometry targets.

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

200	方法
210	階段/量測
215	階段/量測
220	階段
225	階段
230	階段
235	階段
240	階段
242	階段
245	階段
247	階段
250	階段
252	階段
254	階段

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種度量量測方法，其包括量測一度量目標，其中該度量目標包括沿至少一個量測方向之至少兩個週期性結構，該度量目標進一步包括與該各自量測方向正交之一第三週期性結構。

【第2項】

如請求項1之度量量測方法，其進一步包括藉由識別且移除與該第三週期性結構相關之一信號分量而減少藉由該量測導出之一信號中之雜訊。

【第3項】

如請求項1之度量量測方法，其進一步包括自藉由該量測導出之一信號導出多個切片，該等切片對應於該第三週期性結構之性質。

【第4項】

如請求項3之度量量測方法，其進一步包括平均化該多個切片以產生一度量信號。

【第5項】

如請求項3之度量量測方法，其進一步包括藉由關於至少一個準確度參數比較該多個切片而選擇一最佳切片信號。

【第6項】

如請求項5之度量量測方法，其進一步包括針對連續目標、晶圓或批量之至少一者重複該選擇。

【第7項】

如請求項5之度量量測方法，其進一步包括藉由追蹤度量之一空間行為及該最佳切片而改良一度量穩健性。

【第8項】

如請求項1之度量量測方法，其進一步包括藉由比較相機與射束軸而使用該第三週期性結構校準量測座標。

【第9項】

如請求項1之度量量測方法，其進一步包括導出自該第三週期性結構量測之一信號之焦點資訊或諧波分量之至少一者。

【第10項】

如請求項1之度量量測方法，其進一步包括應用一或多個機器學習演算法以分析自該第三週期性結構量測之一信號，及自資料導出與該正交方向相關聯之資訊。

【第11項】

如請求項1之度量量測方法，其中該度量目標包括一成像度量目標或一散射量測度量目標之至少一者。

【第12項】

如請求項11之度量量測方法，其中該成像目標具有至少兩對週期性結構，其中至少一對沿兩個量測方向之各者。

【第13項】

如請求項1之度量量測方法，其中該度量目標包括一光瞳平面散射量測度量目標，其中該量測該度量目標包括：在該度量目標內之複數個位置中量測該度量目標及自該複數個量測提取具有增強準確度之一度量量度。

【第14項】

如請求項1之度量量測方法，其中該第三週期性結構包括一均勻臨界尺寸、一單調變化之臨界尺寸、一週期性單調變化之臨界尺寸或兩個或更

多個週期性子結構之至少一者。

【第15項】

如請求項1之度量量測方法，其中該方法至少部分藉由至少一個電腦處理器實行。

【第16項】

一種系統，其包括：

一控制器，該控制器包含一或多個處理器及記憶體，該記憶體儲存程式指令，該等程式指令經組態以引起該一或多個處理器：

接收一度量目標之一或多個量測，其中該度量目標包括沿至少一個量測方向之至少兩個週期性結構，該度量目標進一步包括與該各自量測方向正交之一第三週期性結構；及

基於該等經接收之一或多個量測判定一或多個度量量度。

【第17項】

如請求項16之系統，其中該一或多個處理器進一步經組態以藉由識別且移除與該第三週期性結構相關之一信號分量而減少自該一或多個量測導出之一信號中之雜訊。

【第18項】

如請求項16之系統，其中該一或多個處理器進一步經組態以自從該一或多個量測導出之一信號導出複數個切片，該等切片對應於該第三週期性結構之性質。

【第19項】

如請求項18之系統，其中該一或多個處理器進一步經組態以平均化該複數個切片以產生一度量信號。

【第20項】

如請求項16之系統，其中該一或多個處理器進一步經組態以藉由比較相機及射束軸而使用該第三週期性結構校準一或多個量測座標。

【第21項】

如請求項16之系統，其中該一或多個處理器進一步經組態以導出自該第三週期性結構量測之一信號之焦點資訊或諧波分量之至少一者。

【第22項】

如請求項16之系統，其中該一或多個處理器進一步經組態以應用一或多個機器學習演算法以分析自該第三週期性結構量測之一信號，且自資料導出與該正交方向相關聯之資訊。

【第23項】

如請求項16之系統，其中該度量目標包括一成像度量目標或一散射量測量目標之至少一者。

【第24項】

如請求項23之系統，其中該成像目標具有至少兩對週期性結構，其中至少一對沿兩個量測方向之各者。

【第25項】

如請求項16之系統，其中該度量目標包括一光瞳平面散射量測量目標，其中在該度量目標內之複數個位置中獲取該一或多個量測，其中該一或多個處理器進一步經組態以自該複數個量測提取具有增強準確度之一度量量度。

【第26項】

如請求項16之系統，其中該第三週期性結構包括一均勻臨界尺寸、

一單調變化之臨界尺寸、一週期性單調變化之臨界尺寸或兩個或更多個週期性子結構之至少一者。

【第27項】

一種度量目標，其包括沿至少一個量測方向之至少兩個週期性結構，該度量目標進一步包括與該各自量測方向正交之一第三週期性結構。

【第28項】

如請求項27之度量目標，其中該度量目標組態為一成像目標或一散射量測目標之至少一者。

【第29項】

如請求項28之度量目標，其中該度量目標組態為具有至少兩對週期性結構之一成像目標，其中至少一對沿兩個量測方向之各者。

【第30項】

如請求項27之度量目標，其中該第三週期性結構包括一均勻臨界尺寸、一單調變化之臨界尺寸、一週期性單調變化之臨界尺寸或兩個或更多個週期性子結構之至少一者。

【第31項】

如請求項27之度量目標，其中該第三週期性結構係程序相容的。

【第32項】

如請求項31之度量目標，其中該程序相容性包括該第三週期性結構之元件之分段、該第三週期性結構之元件之分段的均勻臨界尺寸或具有均勻或可變臨界尺寸之一切割遮罩的一應用之至少一者。

