



(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 I616640 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(21) 申請案號：105122096 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 13 日

(51) Int. Cl. : G01B11/06 (2006.01) G01B11/24 (2006.01)

(30) 優先權：2015/07/13 美國 62/191,789

2015/07/14 美國 62/192,533

2016/07/11 美國 15/207,261

(71) 申請人：耐諾股份有限公司 (美國) NANOMETRICS INCORPORATED (US)

美國

(72) 發明人：赫卓克 凱文 愛德華 HEIDRICH, KEVIN EDUARD (US)；歐蓋爾 約翰

ALLGAIR, JOHN (US)；皮克 強納森 PEAK, JONATHAN (US)；強森 提摩西

安德魯 JOHNSON, TIMOTHY ANDREW (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

JP 2002-228594A WO 2015/065726A1

J. Raja et al., "Recent advances in separation of roughness, waviness and form", Precision Engineering, Volume 26, Issue 2, April 2002, Pages 222~235

Lei Wang et al., "Texture classification using multiresolution Markov random field models", Pattern Recognition Letters, Volume 20, Issue 2, February 1999, Pages 171~182

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：13 共 28 頁

(54) 名稱

表面拓撲之干涉特徵化

INTERFEROMETRIC CHARACTERIZATION OF SURFACE TOPOGRAPHY

(57) 摘要

一干涉計量裝置藉由以下操作而在不同長度尺度下將一樣本之一表面拓撲特徵化：將干涉資料組合至不同長度尺度之區塊中，或在不同長度尺度下對該干涉資料進行濾波且然後在該等不同長度尺度下判定該表面拓撲之統計動差或表面性質。該干涉計量裝置基於不同長度尺度及/或基於加權函數判定一處理工具之一最佳焦點位置，該等加權函數基於結構相依焦點預算及一可變局部拓撲。另外，該拓撲資料可被單獨使用或與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合以界定所關注區域以用於利用一不同計量裝置之額外特徵化。

An interferometric metrology device characterizes a surface topography of a sample at different length scales by combining the interferometric data into blocks of different length scales or by filtering the interferometric data at different length scales and then determining statistical moments or surface properties of the surface topography at the different length scales. The interferometric metrology device determines a best focus position for a processing tool based on different length scales and/or based on weighting functions that are based on the structure-dependent focus budget and a variable local topography. Additionally, the

topography data may be used by itself or combined with design data, design simulation depth-of-focus data and lithography scanner focus data to define regions of interest for additional characterization with a different metrology device.

指定代表圖：

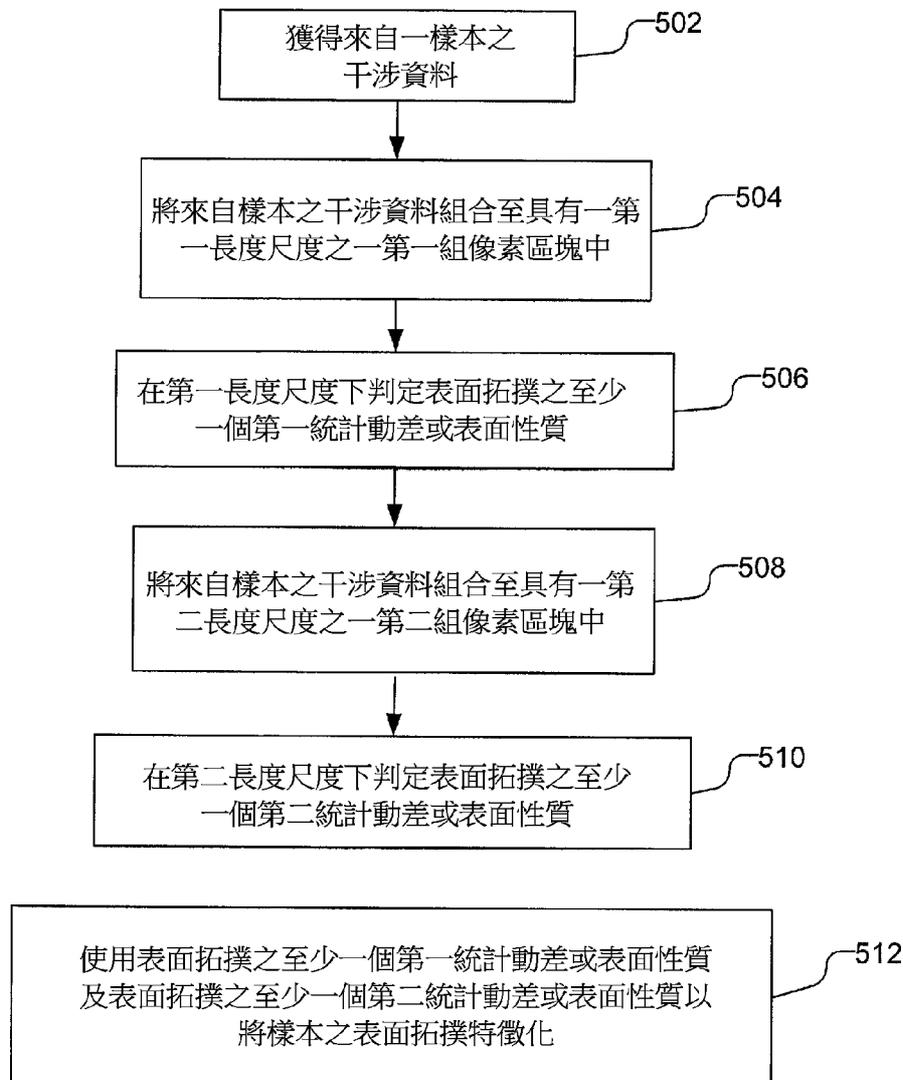


圖 5

發明摘要

公告本

※ 申請案號： 105122096

※ 申請日： 105/07/13

※IPC 分類： G01B 11/06 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)

【發明名稱】

表面拓撲之干涉特徵化

INTERFEROMETRIC CHARACTERIZATION OF SURFACE
TOPOGRAPHY

【中文】

一干涉計量裝置藉由以下操作而在不同長度尺度下將一樣本之一表面拓撲特徵化：將干涉資料組合至不同長度尺度之區塊中，或在不同長度尺度下對該干涉資料進行濾波且然後在該等不同長度尺度下判定該表面拓撲之統計動差或表面性質。該干涉計量裝置基於不同長度尺度及/或基於加權函數判定一處理工具之一最佳焦點位置，該等加權函數基於結構相依焦點預算及一可變局部拓撲。另外，該拓撲資料可被單獨使用或與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合以界定所關注區域以用於利用一不同計量裝置之額外特徵化。

【英文】

An interferometric metrology device characterizes a surface topography of a sample at different length scales by combining the interferometric data into blocks of different length scales or by filtering the interferometric data at different length scales and then determining statistical moments or surface properties of the surface topography at the different length scales. The interferometric metrology device determines a best focus position for a processing tool based on different length scales and/or based on weighting functions that are based on the structure-dependent focus budget and a variable local topography. Additionally, the topography data may be used by itself or combined with design data, design simulation depth-of-focus data and lithography scanner focus data to define regions of interest for additional characterization with a different metrology device.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（5）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

表面拓撲之干涉特徵化

INTERFEROMETRIC CHARACTERIZATION OF SURFACE
TOPOGRAPHY

相關申請案交叉參考

本申請案根據35 USC §119主張2015年7月13日提出申請之標題為「Interferometric Characterization Of Surface Topography」之美國臨時申請案第62/191,789號及2015年7月14日提出申請之標題為「High Resolution Topographic Inspection Mapping for Critical Patterning Defectivity Prediction and Detection」之美國臨時申請案第62/192,533號之權益及優先權，該兩個美國臨時申請案以全文引用之方式併入本文中。

【技術領域】

本發明係關於光學計量且特定而言係關於干涉計量。

【先前技術】

半導體及其他類似工業通常使用光學計量設備以在處理期間提供基板之非接觸評估。一種類型之光學計量係干涉法。

【發明內容】

一干涉計量裝置藉由以下操作而在不同長度尺度下將一樣本之一表面拓撲特徵化：將干涉資料組合至不同長度尺度之區塊中，或在不同長度尺度下對該干涉資料進行濾波且然後在該等不同長度尺度下判定該表面拓撲之統計動差或表面性質。該干涉計量裝置基於不同長度尺度及/或基於加權函數判定一處理工具之一最佳焦點位置，該等

加權函數基於結構基於焦點預算及一可變局部拓撲。另外，該拓撲資料可被單獨使用或與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合以界定所關注區域以用於利用一不同計量裝置之額外特徵化。

在一項實施方案中，一種在不同長度尺度下將一樣本之表面拓撲特徵化之方法包括：自該樣本獲得干涉資料，該干涉資料包括來自一偵測器之每一像素之一高度值；將來自該樣本之該干涉資料組合至具有一第一長度尺度之一第一組像素區塊中；使用具有該第一長度尺度之該第一組像素區塊在該第一長度尺度下判定一表面拓撲之至少一個第一統計動差或表面性質；將來自該樣本之該干涉資料組合至具有不同於該第一長度尺度之一第二長度尺度之一第二組像素區塊中；使用具有該第二長度尺度之該第二組像素區塊在該第二長度尺度下判定該表面拓撲之至少一個統計動差或表面性質；及使用該第一長度尺度下之該表面拓撲之該至少一個第一統計動差或表面性質及該第二長度尺度下之該表面拓撲之該至少一個第二統計動差或表面性質以將該樣本之該表面拓撲特徵化。

在一項實施方案中，一種在不同長度尺度下將一樣本之表面拓撲特徵化之方法包括：自該樣本獲得干涉資料，該干涉資料包括來自一偵測器之每一像素之一高度值；在一第一長度尺度下對來自該樣本之該干涉資料進行濾波；使用在該第一長度尺度下濾波之來自該樣本之該干涉資料在該第一長度尺度下判定一表面拓撲之至少一個第一統計動差或表面性質；在一第二長度尺度下對來自該樣本之該干涉資料進行濾波；使用在該第二長度尺度下濾波之來自該樣本之該干涉資料在該第二長度尺度下判定該表面拓撲之至少一個統計動差或表面性質；及使用該第一長度尺度下之該表面拓撲之該至少一個第一統計動差或表面性質及該第二長度尺度下之該表面拓撲之該至少一個第二統

計動差或表面性質以將該樣本之該表面拓撲特徵化。

在一項實施方案中，一種方法包括：依據由一干涉計量裝置獲取之一樣本之一表面圖而在一所要長度尺度下產生該樣本之一表面之一模型，該所要長度尺度大於或等於該干涉計量裝置之一最佳解析度；依據該所要長度尺度下之該樣本之該表面之該模型而判定一微影程序工具之一焦點位置；及將依據該所要長度尺度下之該樣本之該表面之該模型而判定之該焦點位置用作該微影程序工具之該焦點位置。

在一項實施方案中，一種方法包括：產生具有一經加權拓撲表面之一樣本之一表面之一模型，其中用於該經加權拓撲表面之一加權函數取決於將用於處理該樣本及由一干涉計量裝置獲取之該樣本之可變局部拓撲之一微影程序工具的一結構相依焦點預算；依據具有該經加權拓撲表面之該樣本之該表面之該模型而判定該微影程序工具之一焦點位置；及將依據具有該經加權拓撲表面之該樣本之該表面之該模型而判定之該焦點位置用作該微影程序工具之該焦點位置。

在一項實施方案中，一種方法包括：使用一干涉計量裝置自一樣本獲得拓撲資料；依據來自該樣本之該拓撲資料而識別所關注區域以用於額外特徵化；及將依據該拓撲資料而識別之該等所關注區域提供至一不同計量裝置，其中使用該不同計量裝置執行對該樣本之僅該等所關注區域之一額外檢驗。

【圖式簡單說明】

圖1展示可用於判定一樣本之實體特徵之一計量裝置之一示意圖。

圖2圖解說明可用作圖1之計量裝置之一白光干涉計。

圖3A圖解說明三個波長之非相干疊加。

圖3B圖解說明來自圖3A之光之經組合波長之經量測強度。

圖4A圖解說明量測基板上之多個位置。

圖4B圖解說明基於針對不同像素之經偵測強度信號判定一高度差。

圖5係圖解說明在不同長度尺度下將表面拓撲特徵化之一程序之一流程圖。

圖6係圖解說明在不同長度尺度下將表面拓撲特徵化之另一程序之一流程圖。

圖7係圖解說明相對於長度尺度之拓撲範圍之變化之一圖表。

圖8圖解說明判定一程序工具之一標稱最佳焦點位置且將該最佳焦點位置饋送至將在處理期間使用之程序工具之一干涉計量裝置。

圖9係圖解說明使用干涉資料將一程序工具之一最佳焦點位置特徵化之一程序之一流程圖。

圖10係圖解說明使用干涉資料將一程序工具之一最佳焦點位置特徵化之另一程序之一流程圖。

圖11圖解說明判定一樣本之一所關注區域且將該所關注區域饋送至一不同計量裝置以進行檢驗之一干涉計量裝置。

圖12係圖解說明使用干涉資料識別用於額外特徵化之所關注區域之一程序之一流程圖。

圖13係圖解說明使用干涉資料識別用於額外特徵化之所關注區域之另一程序之一流程圖。

【實施方式】

圖1展示可用於量測一樣本110之實體特徵之一光學計量裝置100之一示意圖，如本文中所論述。計量裝置100包含安裝於一載台122上之卡盤120。載台122能夠在笛卡爾(Cartesian)座標(亦即，X及Y) (如由箭頭123及124所指示)或極座標(亦即，R及 θ)或者該兩種座標之某一組合中進行水平運動。載台亦可能夠進行垂直運動。

計量裝置100包含耦合至一電腦26 (諸如一工作站、一個人電

腦、中央處理單元或其他恰當電腦系統或多個系統)之一光學頭102。若需要，可將多個光學頭(亦即，不同計量裝置)組合於同一計量裝置100中。電腦26可控制載台122及光學頭102之移動，以及控制卡盤120之操作。在一項實施例中，卡盤120可在光學器件相對於樣本110移動時保持靜止或兩者可相對於彼此移動。舉例而言，光學頭102或光學頭102之一部分(例如，一物鏡透鏡)可在垂直方向上(如由箭頭122b所指示)係可移動的。

在一項實施例中，光學頭102可為一白光干涉計102。圖2圖解說明產生兩個量測光束103之一白光干涉計102之一方塊圖。干涉計102包含一寬頻光源130及一分束器132。來自分束器132之光朝向一干涉物鏡134反射，該干涉物鏡包含一參考鏡136。干涉物鏡134耦合至由電腦26控制之一致動器138以調整干涉物鏡134之垂直位置。干涉物鏡產生一光束103，該光束入射於樣本110上且自樣本110反射、往回通過干涉物鏡134及分束器132且藉由成像透鏡140聚焦至耦合至電腦26之偵測器142上。

在操作中，如由箭頭135所指示，白光干涉計102掃描干涉物鏡134，從而收集影像平面中之干涉型樣。白光干涉係多個波長干涉型樣之疊加，如圖3A及圖3B中所圖解說明。舉例而言，圖3A圖解說明三個波長 λ_1 、 λ_2 及 λ_3 之非相干疊加。圖3B圖解說明來自圖3A之在偵測器142中之一單個像素處組合之光之經量測強度，其中垂直軸表示強度且水平軸表示距樣本110之表面之Z位置(亦即，高度)。當波長之峰值相等且所有型樣具有一共同相位時，偵測到表面(L=0)。藉由量測照明點中之多個位置(亦即，藉由在偵測器142中偵測針對不同像素之強度信號)，可判定不同位置處之高度差。舉例而言，圖4A圖解說明來自干涉物鏡134之照明點之細光束103a及103b，該等細光束入射於樣本110上之不同位置處。藉由在與細光束103a及103b相關聯之偵測

器142中偵測針對像素之強度信號，可判定細光束103a及103b入射於其上之位置之間的高度差。舉例而言，圖4B圖解說明信號A（例如，來自細光束103a）與一信號B（例如，來自細光束103b）之一比較，其中信號A與信號B之強度之間的差與細光束103a及103b入射於其上之位置之間的高度差直接相關。藉由掃描平行於樣本110之表面之干涉物鏡134，可將樣本110之表面之拓撲映射為一個三維影像。美國專利第5,398,113號中更詳細地闡述白光干涉計102及其一般操作，該美國專利以全文引用之方式併入本文中。

儘管本文中將一白光干涉計102闡述為提供樣本之實體特徵，但應理解，可單獨地或以組合形式使用其他類型之計量裝置來特徵化樣本之實體特徵，如本文中所闡述。舉例而言，可在計量裝置100內單獨地或以某種組合形式使用計量裝置(諸如共焦顯微鏡、反射計、橢圓偏光計或其他干涉計(包含剪切干涉計))。

返回參考圖1，電腦26控制載台122及光學頭102。電腦26亦收集且分析來自光學頭102之資料以判定樣本之實體特徵。一電腦26較佳地包含於光學頭102中或連接至光學頭102或者以其他方式與光學頭102相關聯以用於處理由光學頭102偵測到之資料。電腦26包含具有記憶體28之一處理器27，以及包含(例如)一顯示器29及輸入裝置30之一使用者介面。具有所體現電腦可讀程式碼之一非暫時性電腦可用儲存媒體42可由電腦26使用以用於致使處理器控制計量裝置100且執行本文中所闡述之包含分析之功能。用於自動地實施在此詳細說明中所闡述之一或多個動作之資料結構及軟體碼可由熟習此項技術者鑒於本發明實施且儲存於(例如)一電腦可用儲存媒體42上，該電腦可用儲存媒體可為可儲存供由諸如處理器27之一電腦系統使用之碼及/或資料之任何裝置或媒體。電腦可用儲存媒體42可為(但不限於)諸如磁碟機、磁帶、壓縮光碟及DVD(數位多功能光碟或數位視訊光碟)之磁性及光

學儲存裝置。一通信埠44亦可用於接收用於程式化電腦26以執行本文中所述之功能中之任何一或多者之指令且可表示諸如至網際網路或任何其他電腦網路之任何類型之通信連接。另外，本文中所闡述之功能可全部地或部分地體現於一特殊應用積體電路(ASIC)或一可程式化邏輯裝置(PLD)之電路內，且該等功能可以可用於建立如本文中所闡述而操作之一ASIC或PLD之一電腦可理解描述符語言來體現。

在製造期間，不同程序工具在不同長度尺度下相互作用於晶圓拓撲。干涉計量裝置100可具有一單個解析度位準或多個解析度位準(例如，自可解析大致0.5 μm 之結構之一最高解析度至可解析大致9 μm 之結構之一最低解析度)。因此，取決於針對計量裝置100而選擇之解析度位準，表面之一影像將解析不同特性。

因此，將一製造程序(諸如化學機械拋光(CMP)程序或任何其他程序)特徵化之一重要方式係以反映不同長度尺度下之效應之一方式量測拓撲變化。以實例方式，圖5係圖解說明可由計量裝置100執行之在不同長度尺度下將表面拓撲特徵化之一程序之一流程圖。表面拓撲可為直接經量測拓撲或殘餘拓撲(亦即，一差動拓撲量測，其係樣本之一表面之一拓撲量測與一標稱表面(諸如一模型表面、一校準樣本之一表面或樣本之表面之一均值)之一拓撲之間的一差)。

如圖5中所圖解說明，獲得來自一樣本之干涉資料(502)。如上文所論述，干涉資料可為來自一偵測器之每一像素之一高度值。將來自樣本之干涉資料組合至具有一第一長度尺度之一第一組像素區塊中(504)。舉例而言，可藉由將來自偵測器之像素分群成具有對應於第一長度尺度之經定義數目個像素之區塊而組合來自樣本之干涉資料。換言之，若來自偵測器之每一像素對應於10 nm，且所要長度尺度係100 nm，則干涉資料將分群成10x10像素。使用具有第一長度尺度之第一組像素區塊在第一長度尺度下判定表面拓撲之至少一個第一統計

動差或表面性質(506)。舉例而言，表面拓撲之至少一個第一統計動差或表面性質可為一組統計動差或表面性質。可藉由以下操作判定表面拓撲之至少一個第一統計動差或表面性質：針對第一組像素區塊中之每一區塊計算一統計值(諸如一範圍、標準偏差等)；及依據針對第一組像素區塊中之每一區塊之統計值而判定至少一個第一統計動差或表面性質(諸如一範圍(最大(RMS_i)至最小(RMS_i))；其中 i 係跨區塊進行索引))。統計動差之實例包含(舉例而言)偏態及峰度，而表面性質之實例包含(舉例而言)階梯(step)高度、粗糙度及凹陷。

類似地，來自樣本之干涉資料組合至具有不同於第一長度尺度之一第二長度尺度之一第二組像素區塊中(508)且使用具有第二長度尺度之第二組像素區塊在第二長度尺度下判定表面拓撲之至少一個第二統計動差或表面性質(510)。舉例而言，表面拓撲之至少一個第二統計動差或表面性質可為一組統計動差或表面性質。然後，使用第一長度尺度下之表面拓撲之至少一個第一統計動差或表面性質及第二長度尺度下之表面拓撲之至少一個第二統計動差或表面性質以將樣本之表面拓撲特徵化(512)。在一個實例中，第一長度尺度及第二長度尺度下之表面拓撲之表面性質可為在表面上之不同位置處之階梯高度(例如，一巨集對一場)。可將不同長度尺度下之階梯高度用作一計量來將相同表面拓撲特徵化。應理解，表面拓撲之特徵化可基於第一長度尺度下之表面拓撲之第一統計動差或表面性質與第二長度尺度下之表面拓撲之第二統計動差或表面性質之任何組合。舉例而言，可將第一長度尺度下之一或多個統計動差與第二長度尺度下之相同或不同之一或多個統計動差一起使用。另一選擇係，可將第一長度尺度下之一或多個表面性質與第二長度尺度下之相同或不同之一或多個表面性質一起使用。另外，若需要，可將第一長度尺度下之一或多個統計動差與第二長度尺度下之一或多個表面性質一起使用，或反之亦然，可將

第一長度尺度下之一或多個表面性質與第二長度尺度下之一或多個統計動差一起使用。若需要，可將樣本之表面拓撲之特徵化儲存至或提供給一終端使用者。若需要，可針對兩個以上長度尺度執行該程序。

另一選擇係或另外，可藉由對干涉資料進行濾波(例如，藉由用一規定範圍內之周圍像素之一統計值(例如，均值或平均值)來替換每一像素值)而模擬較低解析度量測之結果。圖6係圖解說明可由計量裝置100執行之在不同長度尺度下將表面拓撲特徵化之另一程序之一流程圖。表面拓撲可為直接經量測拓撲或殘餘拓撲。

如圖6中所圖解說明，獲得來自一樣本之干涉資料(602)。如上文所論述，干涉資料可為來自一偵測器之每一像素之一高度值。在第一長度尺度下對來自樣本之干涉資料進行濾波(604)。舉例而言，可藉由用像素之一規定範圍內之所有像素之一平均或均值高度值的一值來替換每一像素之一高度值而執行在第一長度尺度下對來自樣本之干涉資料進行濾波，其中像素之規定範圍對應於第一長度尺度。另一選擇係，可對干涉資料使用一帶通濾波器或低通濾波器而執行在第一長度尺度下對來自樣本之干涉資料進行濾波。使用在第一長度尺度下濾波之來自樣本之干涉資料在第一長度尺度下判定表面拓撲之一第一組統計動差或表面性質(606)。

類似地，在不同於第一長度尺度之一第二長度尺度下對來自樣本之干涉資料進行濾波(608)且使用在第二長度尺度下濾波之來自樣本之干涉資料在第二長度尺度下判定表面拓撲之一第二組統計動差或表面性質(610)。然後，使用第一長度尺度下之表面拓撲之第一統計動差或表面性質及第二長度尺度下之表面拓撲之第二統計動差或表面性質以將樣本之表面拓撲特徵化(612)。如上文所論述，可將第一長度尺度下之一或多個統計動差與第二長度尺度下之相同或不同之一或多個統計動差一起使用，或可將第一長度尺度下之一或多個表面性質

與第二長度尺度下之相同或不同之一或多個表面性質一起使用。另外，若需要，可將第一長度尺度下之一或多個統計動差與第二長度尺度下之一或多個表面性質一起使用，或反之亦然，可將第一長度尺度下之一或多個表面性質與第二長度尺度下之一或多個統計動差一起使用。若需要，可將樣本之表面拓撲之特徵化儲存至或提供給一終端使用者。若需要，可針對兩個以上長度尺度執行該程序。

以實例方式，圖7係圖解說明相對於長度尺度之拓撲範圍之變化(如使用圖5之程序(以曲線702展示)及利用圖6之程序(以曲線704展示)所判定)之一圖表。因此，如圖7中所圖解說明，相依於此等統計動差之長度尺度之一曲線圖可作為樣本之表面拓撲之特徵化而產生。

如上文所論述，在不同長度尺度下，一樣本之表面拓撲可顯現為不同的。因此，在不同長度尺度下，用於一處理工具(諸如一微影工具)之最佳焦點之高度可為不同的。因此，藉由改變如由計量裝置100量測之拓撲表面之長度尺度，可依據一所要長度尺度判定用於一程序工具之標稱「最佳焦點」之位置。舉例而言，如圖8中所圖解說明，藉由計量裝置100判定在一所要長度尺度下之一標稱最佳焦點801之位置且將該標稱最佳焦點之位置饋送至一程序工具802並用作程序工具802之焦點位置。

圖9係圖解說明使用來自計量裝置100之干涉資料將一程序工具之一最佳焦點位置特徵化之一程序之一流程圖。如所圖解說明，依據由干涉計量裝置獲取之樣本之一表面圖而在一所要長度尺度下產生一樣本之一表面之一模型，該所要長度尺度大於或等於一干涉計量裝置之一最佳解析度(902)。所要長度尺度可隨一微影程序工具之解析度而變。依據所要長度尺度下之樣本之表面之模型而判定微影程序工具之一焦點位置(904)。以一模型之實例之方式，可針對散焦判定一誤差函數作為被成像結構中之誤差預算與歸因於表面拓撲之影像之散焦

之一迴旋。在此實例中，可依據該模型將微影程序工具之焦點位置判定為使誤差函數最小化之高度。將依據所要長度尺度下之樣本之表面之模型而判定之焦點位置用作微影程序工具之焦點位置(906)。

另外，可期望判定用於具有一結構相依焦點預算之一程序工具之最佳焦點且存在一可變局部拓撲。可基於一經加權拓撲表面(其中加權函數取決於結構相依焦點預算及一可變局部拓撲)而判定最佳焦點。舉例而言，圖10係圖解說明使用來自計量裝置100之干涉資料將一程序工具之一最佳焦點位置特徵化之另一程序之一流程圖。如所圖解說明，產生具有一經加權拓撲表面之一樣本之一表面之一模型(1002)。所使用之加權函數取決於將用於處理樣本及由一干涉計量裝置獲取之樣本之可變局部拓撲之一微影程序工具之一結構相依焦點預算。依據具有經加權拓撲表面之樣本之表面之模型而判定微影程序工具之一焦點位置(1004)。將依據具有經加權拓撲表面之樣本之表面之模型而判定之焦點位置用作微影程序工具之焦點位置(1006)。類似於上文論述，一模型之一實例可為針對散焦而判定作為被成像結構中之誤差預算與歸因於表面拓撲之影像之散焦之一迴旋之一誤差函數，其中將焦點位置判定為使誤差函數最小化之高度。

另外，可藉由識別樣本之展示非預期拓撲或回應之區域而將由計量裝置100產生之拓撲資料用作其他計量或檢驗工具之目標使用之一導引。然後，可將額外計量或檢驗工具之使用限制於經識別區域以減少檢驗時間。舉例而言，如圖11中所圖解說明，可藉由計量裝置100判定一樣本之一所關注區域(RoI) 1101且將該關注區域饋送至一不同計量裝置1102並用於僅檢驗樣本上之所關注區域。所關注區域之額外特徵化可藉由(例如)明場/暗場檢驗、AFM檢驗、SEM/X-SEM檢驗而執行。偏離區域或殘餘拓撲資料(亦即，差動拓撲資料)可用於界定用於額外特徵化之所關注區域。以實例方式，圖12係圖解說明使用來

自計量裝置100之干涉資料識別用於額外特徵化之所關注區域之一程序之一流程圖。

如所圖解說明，使用一干涉計量裝置自一樣本獲得拓撲資料(1202)。依據來自樣本之拓撲資料而識別所關注區域以用於額外特徵化(1204)。可基於拓撲資料或差動拓撲資料中之偏離區域來識別所關注區域，其中差動拓撲資料係樣本之一表面之一拓撲減去一標稱表面之一拓撲，其中標稱表面係以下各項中之一者：一模型表面、一校準樣本之一表面或樣本之表面之一均值。將依據拓撲資料而識別之所關注區域提供至一不同計量，其中使用不同計量裝置執行對樣本之僅所關注區域之一額外檢驗(1206)。不同計量裝置可為(例如)一明場計量裝置、暗場計量裝置、原子力顯微鏡、掃描電子顯微鏡或一X射線螢光掃描電子顯微鏡。

另外，可將拓撲資料與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合以界定用於額外特徵化之所關注區域。以實例方式，圖13係類似於圖12之一流程圖，但如所展示，在自樣本獲得拓撲資料(1302)之後，將該拓撲資料與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料中之至少一者組合(1304)。以實例方式，可藉由將設計巨集資料覆疊於拓撲資料或差動拓撲資料中之偏離區域上而將拓撲資料與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合，其中所關注區域係設計巨集。可藉由將針對個別設計佈局之全場經模擬景深資料覆疊於拓撲資料或差動拓撲資料中之偏離區域上而將來自樣本之拓撲資料與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合。可在一微影曝光之後將來自樣本之拓撲資料與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料組合，在該微影曝光中將掃描器資料日誌(其可包含焦點資料)覆疊於拓撲資料或差動拓撲資料中之偏離區域上。

使用與設計資料、設計模擬景深資料及微影掃描器焦點資料中之至少一者組合之拓撲資料來識別用於額外特徵化之所關注區域(1306)。將依據拓撲資料而識別之所關注區域提供至一不同計量，其中使用不同計量裝置執行對樣本之僅所關注區域之一額外檢驗(1308)。

雖然出於指導性目的結合特定實施例圖解說明本發明，但本發明不限於此。可在不背離本發明之範疇之情況下做出各種更改及修改。因此，隨附申請專利範圍之精神及範疇不應限於前述說明。

【符號說明】

26	電腦
27	處理器
28	記憶體
29	顯示器
30	輸入裝置
42	非暫時性電腦可用儲存媒體/電腦可用儲存媒體
44	通信埠
100	光學計量裝置/計量裝置/干涉計量裝置
102	光學頭/白光干涉計/干涉計
103	量測光束/光束
103a	細光束
103b	細光束
110	樣本
120	卡盤
122	載台
122b	箭頭
123	箭頭

124	箭頭
130	寬頻光源
132	分束器
134	干涉物鏡
135	箭頭
136	參考鏡
138	致動器
140	成像透鏡
142	偵測器
702	曲線
704	曲線
801	標稱最佳焦點
802	程序工具
1101	所關注區域
1102	不同計量裝置
λ_1	波長
λ_2	波長
λ_3	波長

申請專利範圍

1. 一種在不同長度尺度下將一樣本之表面拓撲特徵化之方法，其與一程序工具一起使用，該方法包括：
 - 自該樣本獲得干涉資料，該干涉資料包括來自一偵測器之每一像素之一高度值；
 - 將來自該樣本之該干涉資料組合至具有一第一長度尺度之一第一組像素區塊中；
 - 使用具有該第一長度尺度之該第一組像素區塊在該第一長度尺度下判定一表面拓撲；
 - 將來自該樣本之該干涉資料組合至具有不同於該第一長度尺度之一第二長度尺度之一第二組像素區塊中；
 - 使用具有該第二長度尺度之該第二組像素區塊在該第二長度尺度下判定一表面拓撲；
 - 在該第一長度尺度下或該第二長度尺度下依據由該干涉計量裝置獲取之該樣本之該表面拓撲之一表面圖而產生一樣本之該表面之一模型；
 - 依據該樣本之該表面之該模型而判定該程序工具之一焦點位置；及
 - 將依據該樣本之該表面之該模型而判定之該焦點位置用作該程序工具之該焦點位置。
2. 如請求項1之方法，其中將來自該樣本之該干涉資料組合至具有該第一長度尺度之該第一組像素區塊中包括：將來自該偵測器之該等像素分群成具有對應於該第一長度尺度之經定義數目個像素之區塊。
3. 如請求項1之方法，其中使用具有該第一長度尺度之該第一組像

素區塊在該第一長度尺度下判定該表面拓撲包括：針對該第一組像素區塊中之每一區塊計算一統計值及依據針對該第一組像素區塊中之每一區塊之該統計值而判定一表面性質。

4. 如請求項1之方法，其中該樣本之該表面之該模型具有一經加權拓撲表面，其中用於該經加權拓撲表面之一加權函數取決於該程序工具之一結構相依焦點預算及由一干涉計量裝置獲取之該樣本之可變局部拓撲。
5. 一種在不同長度尺度下將一樣本之表面拓撲特徵化之方法，其與一程序工具一起使用，該方法包括：

自該樣本獲得干涉資料，該干涉資料包括來自一偵測器之每一像素之一高度值；

在一第一長度尺度下對來自該樣本之該干涉資料進行濾波；

使用在該第一長度尺度下濾波之來自該樣本之該干涉資料在該第一長度尺度下判定一表面拓撲；

在一第二長度尺度下對來自該樣本之該干涉資料進行濾波；

使用在該第二長度尺度下濾波之來自該樣本之該干涉資料在該第二長度尺度下判定一表面拓撲；

在該第一長度尺度下或該第二長度尺度下依據由該干涉計量裝置獲取之該樣本之該表面拓撲之一表面圖而產生一樣本之該表面之一模型；

依據該樣本之該表面之該模型而判定該程序工具之一焦點位置；及

將依據該樣本之該表面之該模型而判定之該焦點位置用作該程序工具之該焦點位置。

6. 如請求項5之方法，其中在該第一長度尺度下對來自該樣本之該干涉資料進行濾波包括：針對每一像素用一像素之一規定範圍

內之所有像素之一平均高度值的一值來替換該像素之該高度值。

7. 如請求項5之方法，其中在該第一長度尺度下對來自該樣本之該干涉資料進行濾波包括：對該干涉資料使用一帶通濾波器或低通濾波器。
8. 如請求項5之方法，其中該樣本之該表面之該模型具有一經加權拓撲表面，其中用於該經加權拓撲表面之一加權函數取決於該程序工具之一結構相依焦點預算及由一干涉計量裝置獲取之該樣本之可變局部拓撲。

圖式

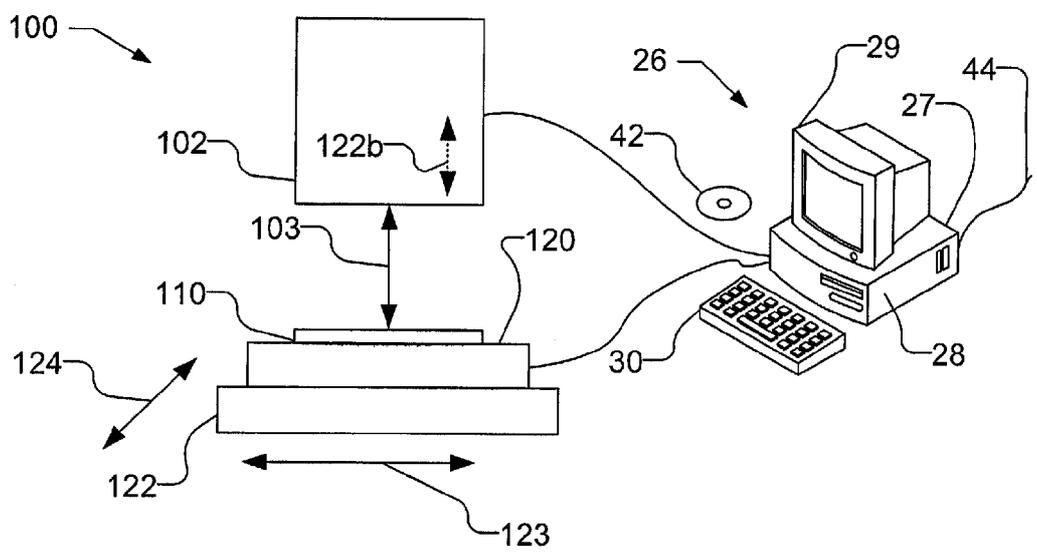


圖 1

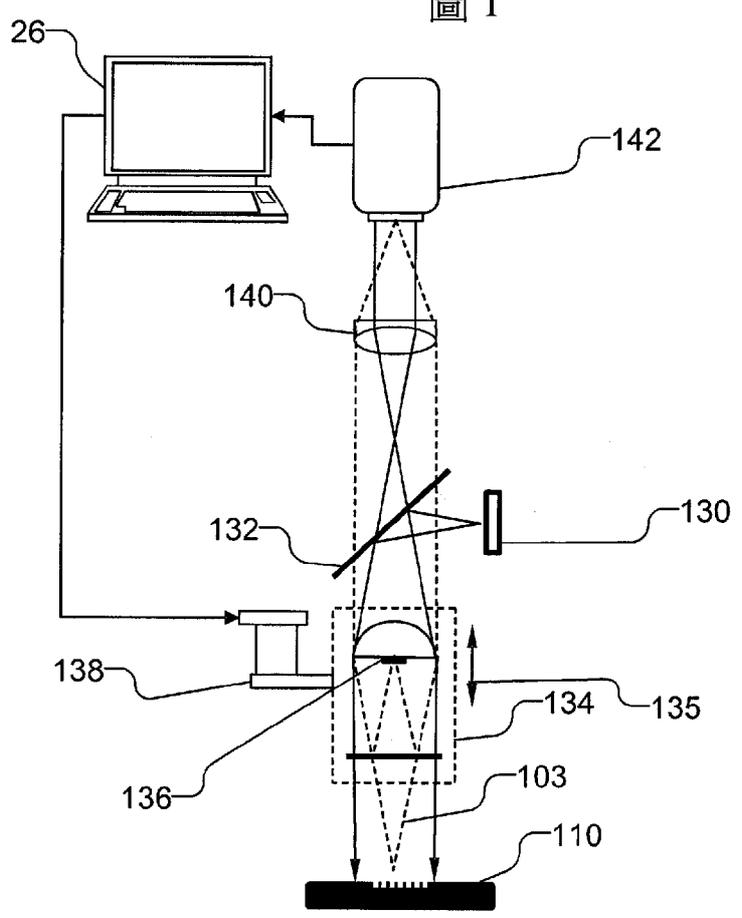


圖 2

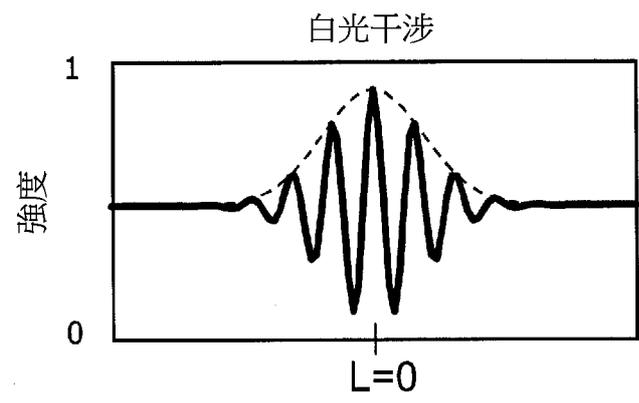
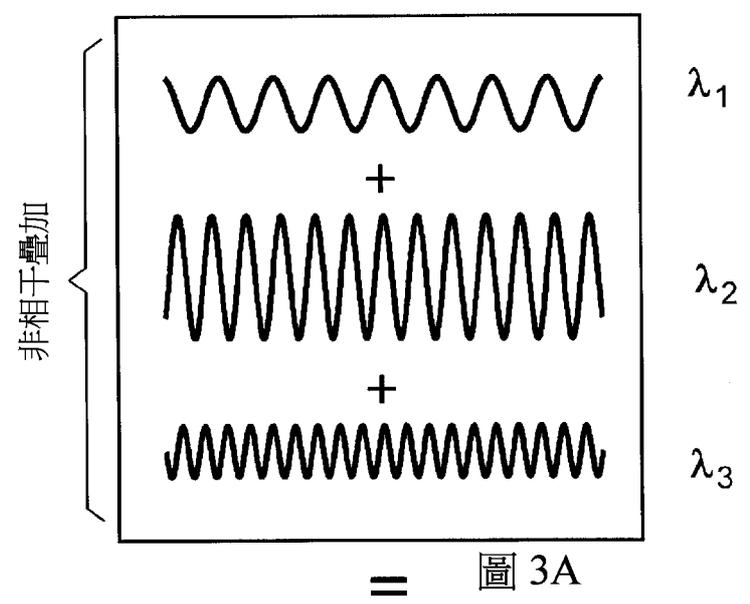


圖 3B

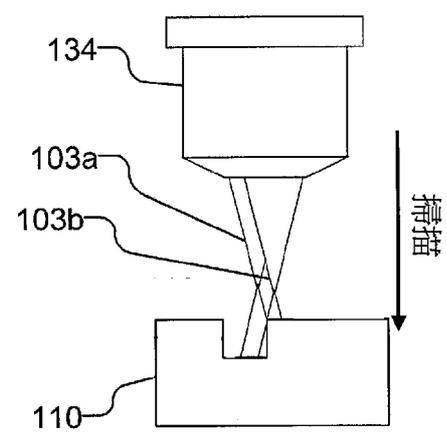


圖 4A

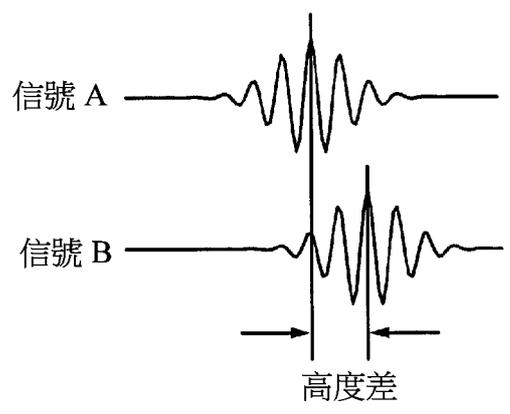


圖 4B

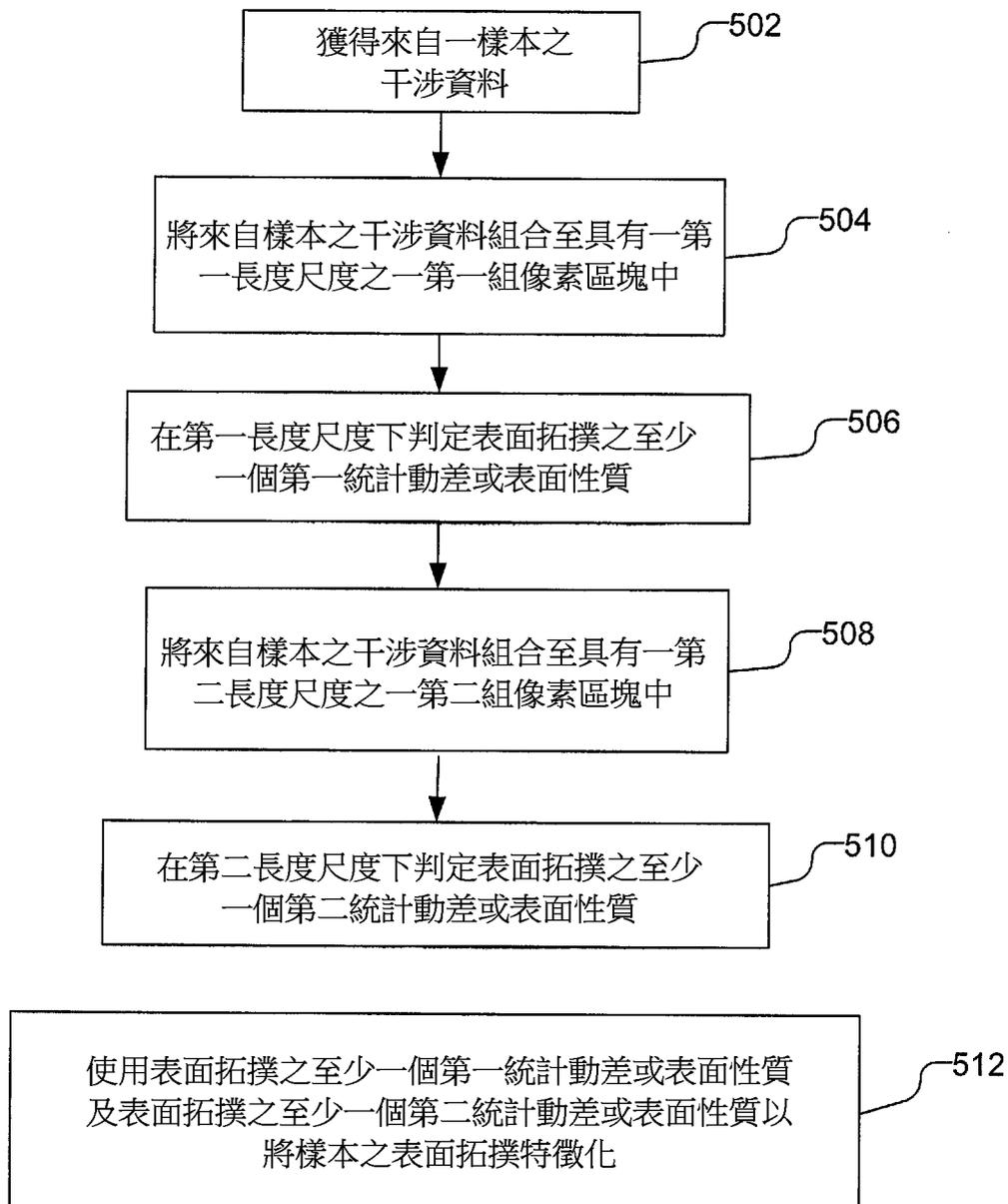


圖 5

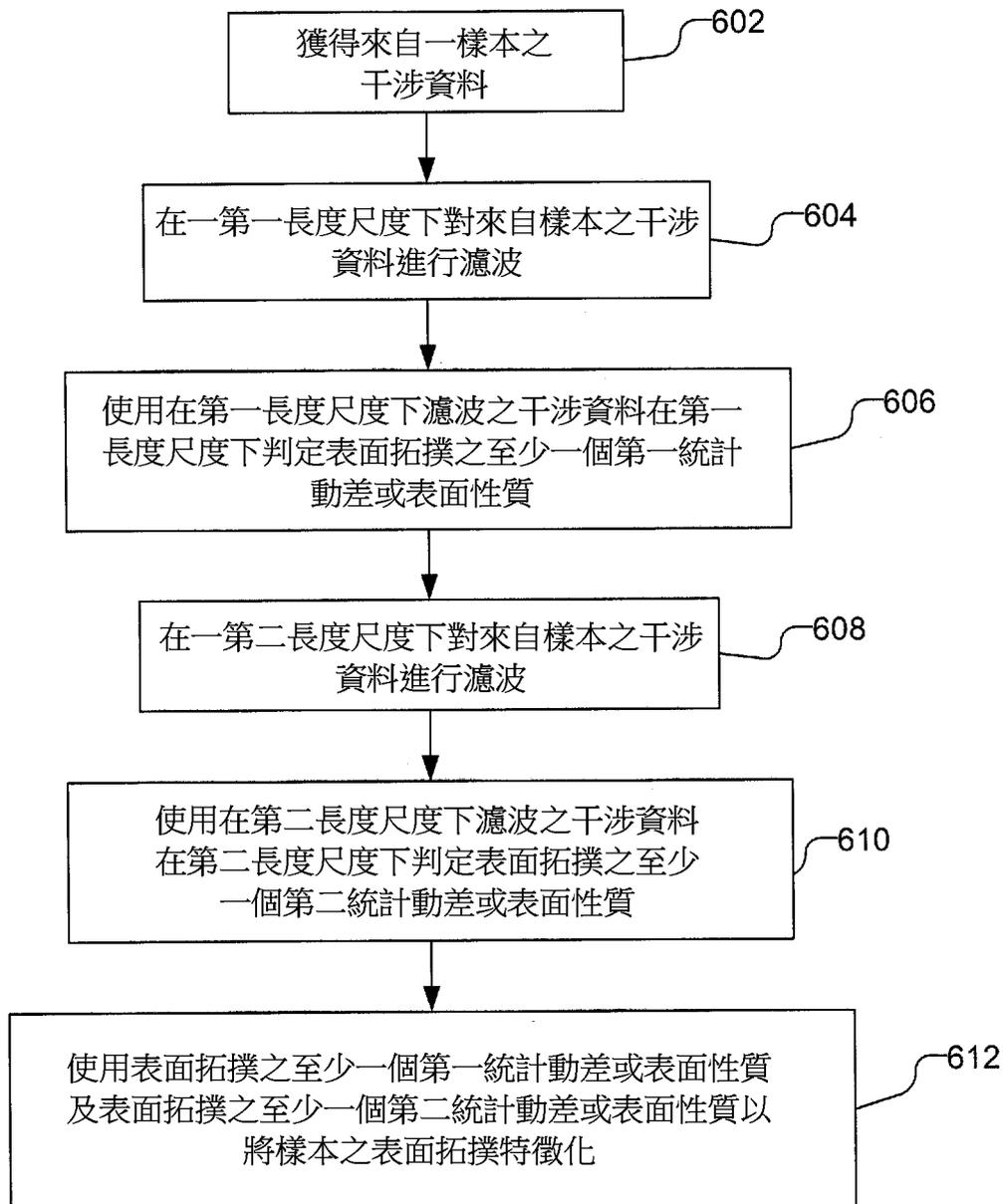


圖 6

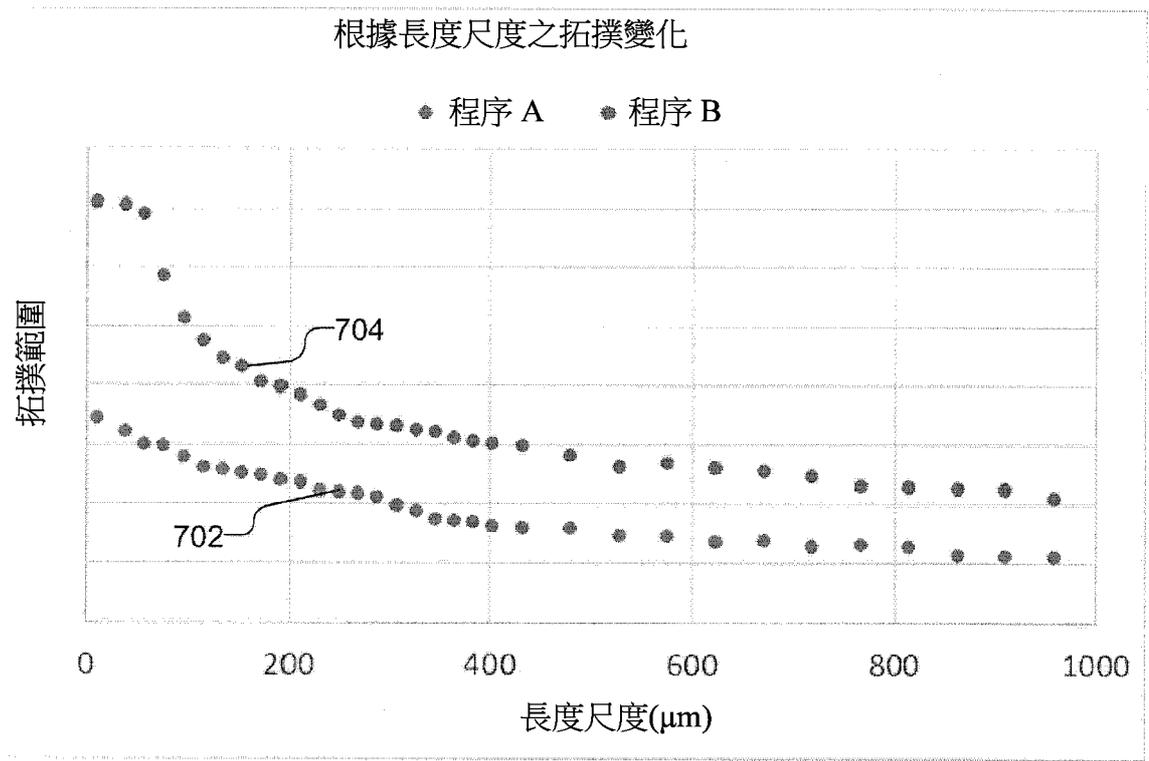


圖 7

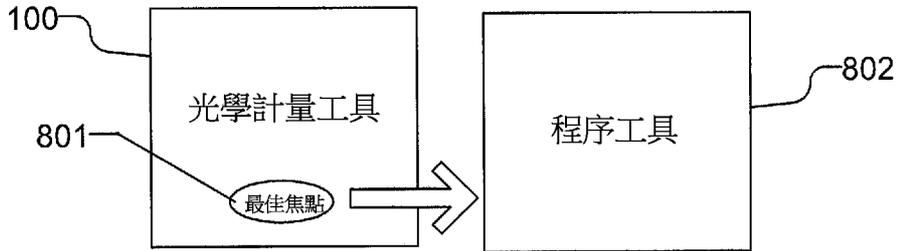


圖 8

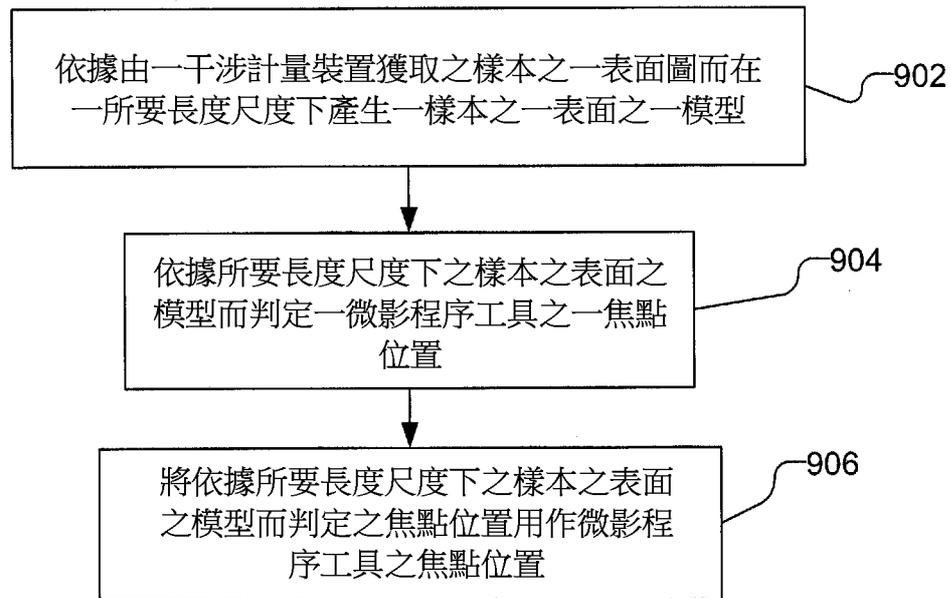


圖 9

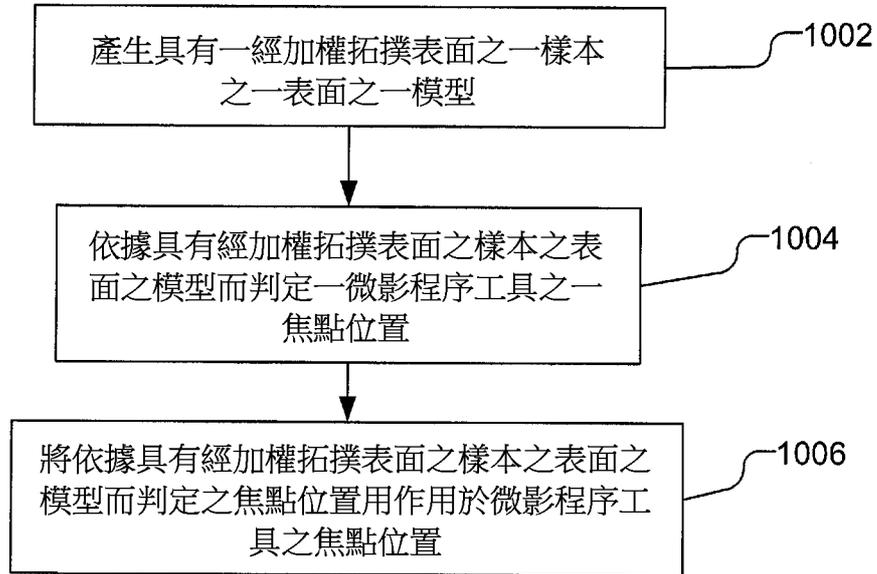


圖 10

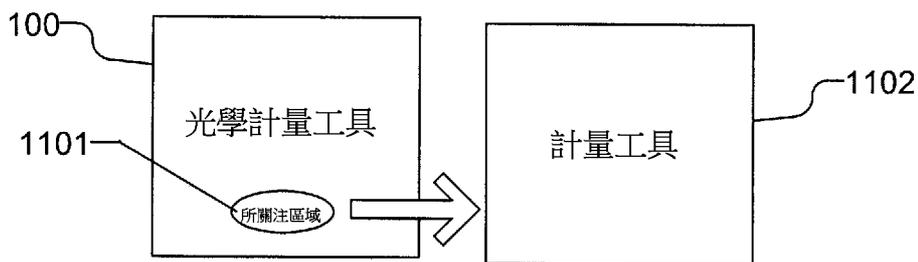


圖 11

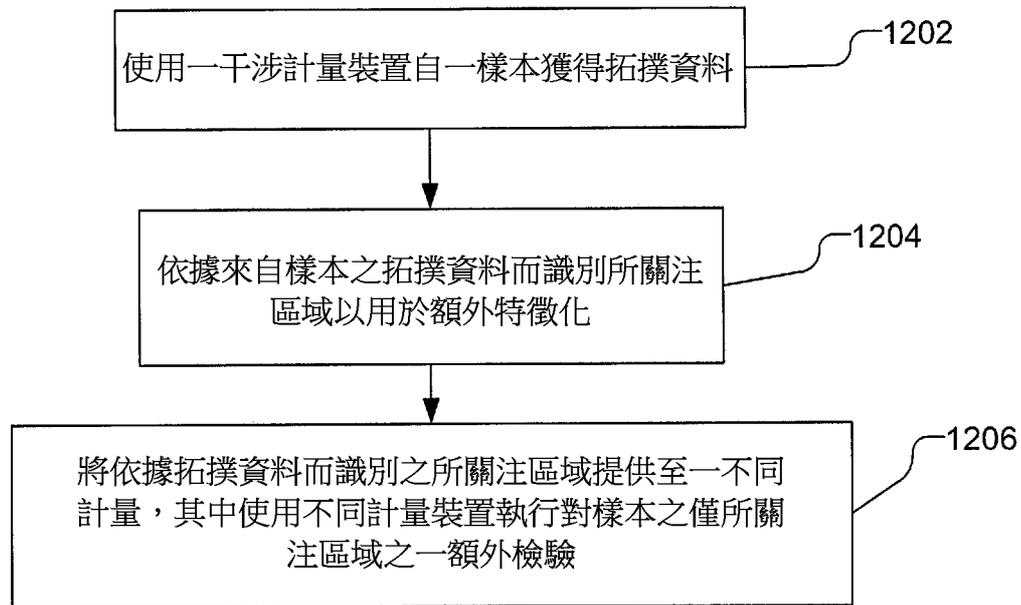


圖 12

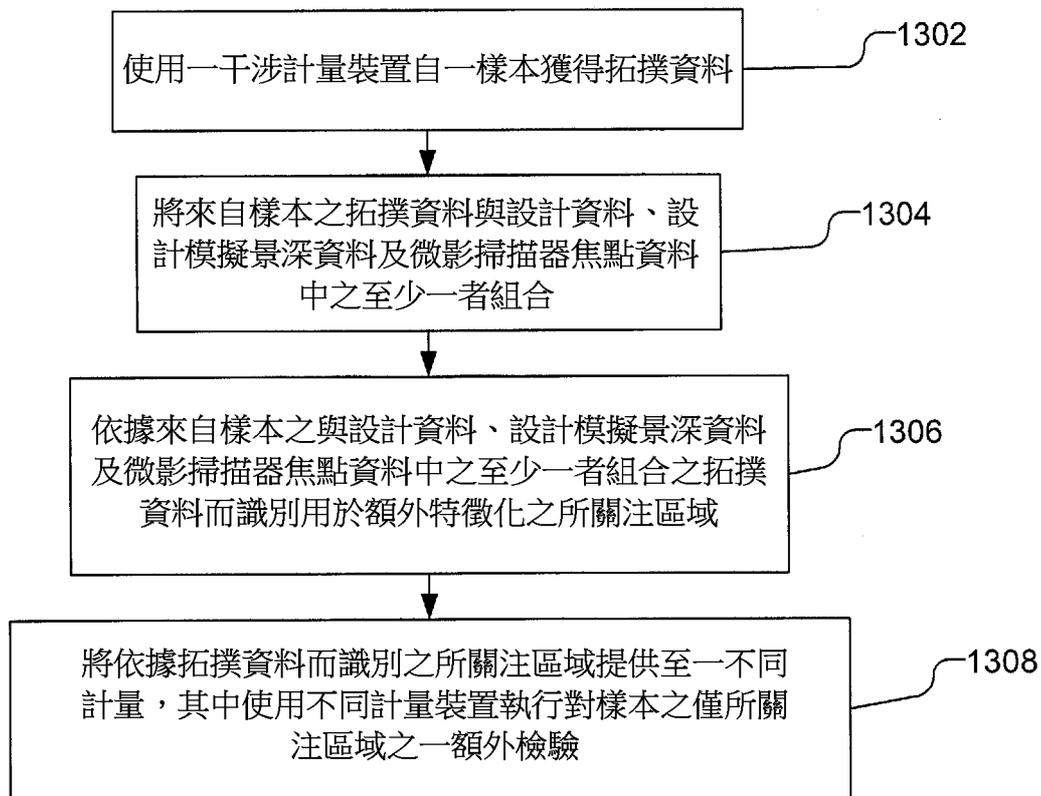


圖 13