



(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 I746788 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：107103930

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 05 日

(51)Int. Cl. : G03F1/44 (2012.01)

G03F1/70 (2012.01)

(30)優先權：2017/02/05 美國

62/454,807

2018/01/24 美國

15/879,120

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

美國

(72)發明人：海尼斯 羅伯特 HAYNES, ROBERT (US)；區利塞 法藍克 CHILESE, FRANK

(US)；普瑞歐 摩西 E PREIL, MOSHE E. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201423462A

CN 104701194A

WO 2006/088141A1

WO 2016/125864A1

審查人員：蔡宏鑫

申請專利範圍項數：項 圖式數： 共頁

(54)名稱

表徵工具，多重柱掃描電子顯微鏡系統，及檢測一樣本的方法

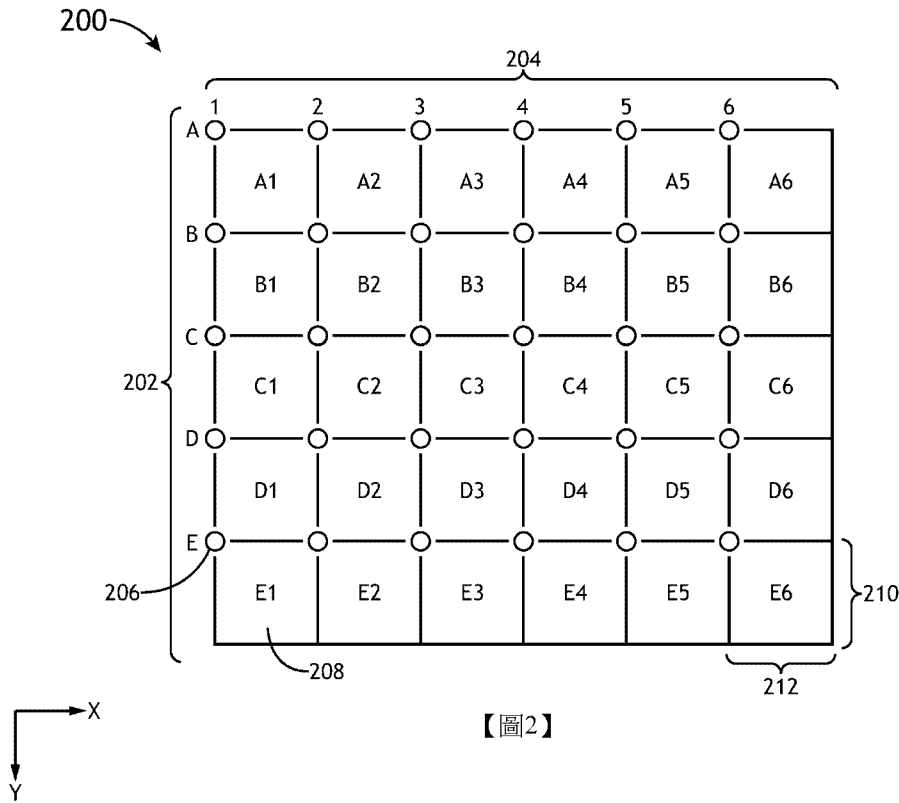
(57)摘要

本發明揭示一種用於一掃描電子顯微鏡(SEM)系統之多重柱總成。該多重柱總成包含配置成以一或多個間隔界定之一陣列之複數個電子光學柱。每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。該複數個電子光學柱經組態以表徵固定於一載台上之一樣本之一表面上之一或多個場區。該複數個電子光學柱中之電子光學柱之數目等於該一或多個場區中之一場區中之檢測區之一整數數目。該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸。

A multi-column assembly for a scanning electron microscopy (SEM) system is disclosed. The multi-column assembly includes a plurality of electron-optical columns arranged in an array defined by one or more spacings. Each electron-optical column includes one or more electron-optical elements. The plurality of electron-optical columns is configured to characterize one or more field areas on a surface of a sample secured on a stage. The number of electron-optical columns in the plurality of electron-optical columns equals an integer number of inspection areas in a field area of the one or more field areas. The one or more spacings of the plurality of electron-optical columns correspond to one or more dimensions of the inspection areas.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 200:全場
 - 202:y 分量
 - 204:x 分量
 - 206:電子光學柱
 - 208:檢測區/第一檢測區/第二檢測區
 - 210:y 分量
 - 212:x 分量



【圖2】



I746788

【發明摘要】

【中文發明名稱】

表徵工具，多重柱掃描電子顯微鏡系統，及檢測一樣本的方法

【英文發明名稱】

CHARACTERIZATION TOOL, MULTI-COLUMN SCANNING ELECTRON MICROSCOPY SYSTEM, AND METHOD FOR INSPECTING A SAMPLE

【中文】

本發明揭示一種用於一掃描電子顯微鏡(SEM)系統之多重柱總成。該多重柱總成包含配置成以一或多個間隔界定之一陣列之複數個電子光學柱。每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。該複數個電子光學柱經組態以表徵固定於一載台上之一樣本之一表面上之一或多個場區。該複數個電子光學柱中之電子光學柱之數目等於該一或多個場區中之一場區中之檢測區之一整數數目。該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸。

【英文】

A multi-column assembly for a scanning electron microscopy (SEM) system is disclosed. The multi-column assembly includes a plurality of electron-optical columns arranged in an array defined by one or more spacings. Each electron-optical column includes one or more electron-optical elements. The plurality of electron-optical columns is configured to characterize one or more field areas on a surface of a sample secured on a stage. The number of electron-optical columns in the plurality of electron-optical columns equals an integer number of

inspection areas in a field area of the one or more field areas. The one or more spacings of the plurality of electron-optical columns correspond to one or more dimensions of the inspection areas.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

200	全場
202	y分量
204	x分量
206	電子光學柱
208	檢測區/第一檢測區/第二檢測區
210	y分量
212	x分量

【發明說明書】

【中文發明名稱】

表徵工具，多重柱掃描電子顯微鏡系統，及檢測一樣本的方法

【英文發明名稱】

CHARACTERIZATION TOOL, MULTI-COLUMN SCANNING ELECTRON MICROSCOPY SYSTEM, AND METHOD FOR INSPECTING A SAMPLE

【技術領域】

本發明一般而言係關於光罩/標線片及晶圓檢測及再檢測，且更特定而言，係關於一種光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之多重柱間隔。

【先前技術】

諸如邏輯裝置及記憶體裝置等半導體裝置之製作通常包含使用大量半導體製作及計量程序來處理一半導體裝置以形成半導體裝置之各種特徵及多個層。精選製作程序利用光罩/標線片來印刷一半導體裝置(諸如一晶圓)上之特徵。隨著半導體裝置在橫向上變得愈來愈小且垂直地延伸，開發增強型檢測及再檢測裝置及程序以增加光罩/標線片及晶圓檢測程序之敏感性及輸送量變得至關重要。

半導體裝置在製作程序期間可能產生缺陷。在半導體製造程序期間在各個步驟處執行檢測程序來偵測一樣品上之缺陷。檢測程序係製作例如積體電路之半導體裝置之一重要部分。隨著半導體裝置之尺寸減小，此等檢測程序對於成功地製造可接受半導體裝置變得更加重要。隨著半導體裝置之尺寸減小，缺陷偵測已變得非常需要，此乃因甚至相對小之缺陷亦可導致半導體裝置中之不希望偏差。

一種檢測技術包含基於電子束之檢測，諸如掃描電子顯微鏡(SEM)。在某些例項中，掃描電子顯微鏡經由次級電子束收集(例如，一次級電子(SE)成像系統)而執行。在其他例項中，掃描電子顯微鏡藉由將一單個電子束分裂成眾多射束且利用一單個電子光學柱來個別地調諧及掃描眾多射束(例如，一多射束SEM系統)而執行。在其他例項中，掃描電子顯微鏡經由包含增大之數目個電子光學柱之一SEM系統(例如，一多重柱SEM系統)而執行。

在一多重柱SEM系統中，一特定電子光學柱所覆蓋之全場區之部分愈小，將自每一電子光學柱收集之影像往回拼接在一起所需之總重疊愈大。另外，一多重柱SEM系統可不包含掃描一光罩/標線片及一晶圓兩者之能力。此外，針對一光罩/標線片或晶圓之高解析度表徵，一多重柱SEM系統需要之總時間係取決於多個電子光學柱之數目及多個電子光學柱之間的間隔。舉例而言，若多個電子光學柱經間隔開使得所有柱之總檢測區大於光罩/標線片之全場區，則檢測全場區所需之時間量增加，此乃因場區內之柱必須檢測更大表面積以彌補場區外之非檢測柱。以另一實例方式，取決於SEM系統之周圍材料，一光罩/標線片或晶圓之表面可因在光罩/標線片或晶圓全場外之電子光學柱之曝露而被充電，此又可干擾毗鄰場內電子光學柱。

因此，提供一種消除上文所闡述之缺點之系統及方法將係有利的。

【發明內容】

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種用於一掃描電子顯微鏡(SEM)系統之多重柱總成。在一項實施例中，該多重柱總成包含配置成以一或多個間隔界定之一陣列之複數個電子光學柱。在另一實施例中，每一

電子光學柱包含一或多個電子光學元件。在另一實施例中，該複數個電子光學柱經組態以表徵固定於一載台上之一樣本之一表面上之一或多個場區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之電子光學柱之數目等於該一或多個場區中之一場區中之檢測區之一整數數目。在另一實施例中，該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種用於一掃描電子顯微鏡 (SEM) 系統之多重柱總成。在一項實施例中，該多重柱總成包含配置成以一或多個間隔界定之一陣列之複數個電子光學柱。在另一實施例中，每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。在另一實施例中，一特定場之兩個或多於兩個例項印刷於固定於一載台上之一樣本之一表面上。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之一第一電子光學柱經組態以表徵該特定場之一第一例項內之一第一檢測區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之至少一額外電子光學柱經組態以表徵該特定場之至少一額外例項內之至少一額外檢測區。在另一實施例中，該至少該額外檢測區係不同於該第一檢測區的該特定場之一部分。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種多重柱掃描電子顯微鏡 (SEM) 系統。在一項實施例中，該多重柱SEM系統包含一電子束源總成，該電子束源總成包含經組態以產生複數個電子束之複數個電子束源。在另一實施例中，該多重柱SEM系統包含經組態以固定一樣本之一載台。在另一實施例中，該多重柱SEM系統包含一多重柱總成。在另一實施例中，該多重柱總成包含配置成以一或多個間隔界定之一陣列之複數個電子光學柱。在另一實施例中，每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。在另一實施例中，該複數個電子光學柱經組態以表徵固定於該載台上之該樣本

之一表面上之一或多個場區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之電子光學柱之數目等於該一或多個場區中之一場區中之檢測區之一整數數目。在另一實施例中，該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之每一電子光學柱接收該複數個電子束中之一電子束。在另一實施例中，該複數個電子光學柱將該複數個電子束引導至該樣本之該表面。在另一實施例中，該樣本回應於該複數個電子束中之至少一個電子束而發射或散射電子。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之至少一個電子光學柱偵測該等所發射或所散射電子之至少一部分。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種多重柱掃描電子顯微鏡 (SEM) 系統。在一項實施例中，該多重柱SEM系統包含一電子束源總成，該電子束源總成包含經組態以產生複數個電子束之複數個電子束源。在另一實施例中，該多重柱SEM系統包含經組態以固定一樣本之一載台。在另一實施例中，該多重柱SEM系統包含一多重柱總成。在另一實施例中，該多重柱總成包含配置成以一或多個間隔界定之一陣列之複數個電子光學柱。在另一實施例中，每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。在另一實施例中，一特定場之兩個或多於兩個例項印刷於固定於該載台上之該樣本之一表面上。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之一第一電子光學柱經組態以表徵該特定場之一第一例項內之一第一檢測區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之至少一額外電子光學柱經組態以表徵該特定場之至少一額外例項內之至少一額外檢測區。在另一實施例中，該至少該額外檢測區係不同於該第一檢測區的該特定場之一部分。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之每一電子光學柱接收該複數個電子束中之

一電子束。在另一實施例中，該複數個電子光學柱將該複數個電子束引導至該樣本之該表面。在另一實施例中，該樣本回應於該複數個電子束中之至少一個電子束而發射或散射電子。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之至少一個電子光學柱偵測該等所發射或所散射電子之至少一部分。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種方法。在一項實施例中，該方法可包含但不限於：經由一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之複數個電子光學柱而表徵一樣本之一表面上之一或多個場區，該複數個電子光學柱配置成以一或多個間隔界定之一陣列。在另一實施例中，每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之電子光學柱之數目等於該一或多個場區中之一場區中之檢測區之一整數數目。在另一實施例中，該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種方法。在一項實施例中，該方法可包含但不限於：經由一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之複數個電子光學柱而表徵印刷於一樣本之一表面上之一特定場之兩個或多於兩個例項，該複數個電子光學柱配置成以一或多個間隔界定之一陣列。在另一實施例中，每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之一第一電子光學柱經組態以表徵該特定場之一第一例項內之一第一檢測區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之至少一額外電子光學柱經組態以表徵該特定場之至少一額外例項內之至少一額外檢測區。在另一實施例中，該至少該額外檢測區係不同於該第一檢測區的該特定場之一部分。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種方法。在一項實施例中，

該方法可包含但不限於：判定樣本之一表面上之一或多個場區之一或多個尺寸。在另一實施例中，該方法可包含但不限於：基於該一或多個場區之該一或多個尺寸而判定一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之複數個電子光學柱之一或多個間隔。在另一實施例中，該方法可包含但不限於：在該一或多個場區中界定整數數目個檢測區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之電子光學柱之數目等於該一或多個場區中之一場區中之檢測區之一整數數目。在另一實施例中，該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸。

根據本發明之一或多項實施例，揭示一種方法。在一項實施例中，該方法可包含但不限於：判定印刷於樣本之一表面上之一特定場之兩個或多於兩個例項之一或多個尺寸。在另一實施例中，該方法可包含但不限於：基於印刷於該樣本之該表面上之該一或多個場之該一或多個尺寸而判定一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之複數個電子光學柱之一或多個間隔。在另一實施例中，該方法可包含但不限於：在印刷於該樣本之該表面上之一特定場之該兩個或多於兩個例項中界定複數個檢測區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之一第一電子光學柱經組態以表徵該特定場之一第一例項內之一第一檢測區。在另一實施例中，該複數個電子光學柱中之至少一額外電子光學柱經組態以表徵該特定場之至少一額外例項內之至少一額外檢測區。在另一實施例中，該至少該額外檢測區係不同於該第一檢測區的該特定場之一部分。

【圖式簡單說明】

熟習此項技術者可藉由參考附圖更佳地理解本發明之眾多優點，在附圖中：

圖1A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示一多重柱間隔圖案之一簡化方塊圖；

圖1B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示一多重柱間隔之一簡化方塊圖；

圖1C圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示一多重柱間隔之一簡化方塊圖；

圖2圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一簡化方塊圖；

圖3圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一簡化方塊圖；

圖4A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一簡化方塊圖；

圖4B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之自晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔產生之一合成場之一簡化方塊圖；

圖5A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於判定光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一方法之一程序流程圖；

圖5B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於判定光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一方法之一程序流程圖；

圖5C圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於判定晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一方法之一程序流程圖；

圖5D圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於用一掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具來檢測一光罩/標線片場之一方法之一程序流程圖，該SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔；

圖5E圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於用一掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具來檢測一光罩/標線片場之一方法之一程序流程圖，該SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔；

圖5F圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於自經由一掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具而獲得之一或多個檢測影像產生一合成場之一方法之一程序流程圖，該SEM再檢測工具包含晶圓印刷檢查驗證之一精選多重柱間隔；

圖6A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於產生一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之一方法之一程序流程圖，該多重柱SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔；

圖6B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於產生一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之一方法之一程序流程圖，該多重柱SEM再檢測工具包含晶圓印刷檢查驗證之一精選多重柱間隔；

圖6C圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示用於產生一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之一方法之一程序流程圖，該多重柱SEM再檢測工具包含晶圓印刷檢查驗證之一精選多重柱間隔；

圖7A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之經組態具有光罩/標線片檢測或晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一表徵工具之一電子光學柱之一簡化方塊圖；

圖7B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之經組態具有光罩/標線片檢測或晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一表徵工具之一簡化方塊圖；

圖7C圖解說明根據本發明之一或多項實施例之經組態具有光罩/標線

片檢測或晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一表徵工具之一簡化方塊圖；

圖7D圖解說明根據本發明之一或多項實施例之經組態具有光罩/標線片檢測或晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一表徵工具之一簡化方塊圖；且

圖7E圖解說明根據本發明之一或多項實施例之包含一控制器及一表徵工具之一表徵系統之一簡化方塊圖，該表徵工具經組態具有光罩/標線片檢測或晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔。

【實施方式】

相關申請案交叉參考

本申請案依據35 U.S.C. § 119(e)主張美國臨時專利申請案第62/454,807號之權益，該美國臨時專利申請案於2017年2月5日提出申請、標題為「遮罩檢測之最佳多重柱間距間隔及印刷檢查驗證之晶圓佈局(OPTIMUM MULTI-COLUMN PITCH SPACING FOR MASK INSPECTION AND WAFER LAYOUT FOR PRINT CHECK VERIFICATION)」、發明人為Robert Haynes、Frank Chilese及Moshe Preil，該美國臨時專利申請案以全文引用方式併入本文中。

現在將詳細參考在附圖中所圖解說明之所揭示標的物。

大體參考圖1A-7E，根據本發明之一或多項實施例，闡述一種光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之多重柱間隔。

本發明之實施例針對於一種光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之多重柱間隔。本發明之實施例亦針對於一種判定光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之方法。本發明之實施例亦針對於經組

態具有光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一表徵工具及表徵系統。

圖1A-1C大體圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示一多重柱間隔之一簡化方塊圖。

在一項實施例中，經由兩個或多於兩個電子光學柱102之一陣列而檢測一光罩/標線片或晶圓之一場。舉例而言，如圖1A中所圖解說明，兩個或多於兩個電子光學柱102之一陣列100可包含一 $m \times 1$ 圖案。以另一實例方式，如圖1B中所圖解說明，兩個或多於兩個電子光學柱102之一陣列110可包含一 $1 \times n$ 圖案。以另一實例方式，如圖1C中所圖解說明，兩個或多於兩個電子光學柱102之一陣列120可包含一 $m \times n$ 圖案。本文中指明，出於本發明之目的，「電子光學柱」及「電子束柱」可被視為同義的。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱102分開達一選定間隔。舉例而言，毗鄰電子光學柱102之間的選定間隔在一第一方向及/或不同於第一方向之一第二方向上可相等。以另一實例方式，毗鄰電子光學柱102之間的選定間隔在一第一方向及/或不同於第一方向之一第二方向上可實質上相等。以另一實例方式，至少一組毗鄰電子光學柱102之間的選定間隔在一第一方向及/或不同於第一方向之一第二方向上可不同於至少一第二組毗鄰電子光學柱102之間的間隔。本文中指明，出於本發明之目的，「間隔」及「間距間隔」可被視為同義的。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱102之陣列將光罩/標線片或晶圓之場分成兩個或多於兩個檢測區104。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區104包含具有一y分量及一x分量之一組一或多個尺寸。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區104之大小可相等。以另一實例方式，

兩個或多於兩個檢測區104之大小可實質上相等。以另一實例方式，一第一檢測區104之大小可不同於一第二檢測區104。一般而言，兩個或多於兩個電子光學柱102之陣列可包含將光罩/標線片或晶圓之場分成任何數目個檢測區104之任何數目個電子光學柱102。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在另一實施例中，在第一方向上及/或在第二方向上之選定間隔對應於兩個或多於兩個檢測區104之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上之選定間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區104之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向上之選定間隔對應於兩個或多於兩個檢測區104 (例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

本文中指明，兩個或多於兩個電子光學柱102之列及/或行可經標示使得兩個或多於兩個檢測區104可基於一特定列-行交叉而繪製及/或配置。另外，儘管本發明之實施例針對於基於分別賦予電子光學柱102之標籤而標示之特定檢測區104，但本文中指明，特定檢測區104可經由此項技術中已知之任何標示方案而標示。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱102中之每一者檢測兩個或多於兩個檢測區104中之一特定檢測區104。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區104可不包含任何重疊，使得兩個或多於兩個電子光學柱102中之每一者單獨地檢測一特定區。以另一實例方式，兩個或多於兩個檢測區104可包含一選定量之重疊，使得兩個或多於兩個電子光學柱102中之

至少兩者可再次掃描光罩/標線片之場之一部分。就此而言，檢測區104可在影像之後處理期間往回拼接在一起。本文中指明，重疊量可經選擇而使在檢測之影像收集階段及/或檢測之一影像後處理階段期間之檢測時間最小化。

本文中指明，兩個或多於兩個電子光學柱102可同時、實質上同時或以一順序次序檢測兩個或多於兩個檢測區104。另外，本文中指明，兩個或多於兩個電子光學柱102可經由此項技術中已知之任何圖案而檢測一特定檢測區104。此外，儘管本發明之實施例針對於分別在一特定檢測區104之左上處開始之電子光學柱102，但本文中指明，電子光學柱102可在一特定檢測區104內之任何位置處開始。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

圖2圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一簡化方塊圖。在一項實施例中，一光罩/標線片之一全場200包含具有一y分量202及一x分量204之一組一或多個尺寸。在另一實施例中，全場200作為一單個場由兩個或多於兩個電子光學柱206之一陣列檢測。在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱206之陣列將光罩/標線片之全場200分成兩個或多於兩個檢測區208。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區208包含具有一y分量210及一x分量212之一組一或多個尺寸，其中y分量210及x分量212係取決於兩個或多於兩個電子光學柱206之間的間隔。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區208之大小可相等。以另一實例方式，兩個或多於兩個檢測區208之大小可實質上相等。以另一實例方式，一第一檢測區208之大小可不同於一第二檢測區208。

在另一實施例中，在一第一方向上及/或在一第二方向上兩個或多於

兩個電子光學柱206之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區208之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱206之間的間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區208之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱206之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區208 (例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在一個例項中，光罩/標線片之全場200可包含但不限於具有為104.0 mm之一y分量202及為132.0 mm之一x分量204之一組一或多個尺寸。陣列可包含但不限於將光罩/標線片之全場200分成三十個檢測區208之三十個電子光學柱206之一5 × 6柵格。三十個檢測區208可包含但不限於具有為20.8 mm (例如，104.0 mm/5個電子光學柱206)之一y分量210及為22.0 mm (例如，132.0 mm/6個電子光學柱206)之一x分量212之一組一或多個尺寸。本文中指明，三十個電子光學柱206之5列可標示為A-E，且三十個電子光學柱206之6行可標示為1-6，使得三十個檢測區208可標示為A1至E6。

儘管本發明之實施例圖解說明電子光學柱206之陣列內之間隔經選擇使得由每一電子光學柱206檢測之檢測區208不包含任何重疊，但本文中指明，可實施某些重疊以將檢測區208之影像拼接在一起。舉例而言，具有一20 mm間隔之每一電子光學柱206可檢測一20.1 mm正方形區，其中超出之0.1 mm正方形區被至多四個毗鄰檢測區208分割及重疊。然而，預期，在不使用重疊部分之情況下將檢測區208之影像拼接在一起可係可能的。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一

圖解。

圖3圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一簡化方塊圖。在一項實施例中，光罩/標線片之全場200被分成兩個或多於兩個場區，其中依序檢測兩個或多於兩個場區。舉例而言，兩個或多於兩個場區之大小可相等。以另一實例方式，兩個或多於兩個場區之大小可實質上相等。以另一實例方式，一第一場區之大小可不同於一第二場區。在一個例項中，全場200可被分段成(但不限於)四個場區(或象限) 300、320、340、360。本文中指明，針對於全場200之場區300之以下實施例可針對於全場200之場區320、340、360中任一者。

在另一實施例中，全場200之場區300由兩個或多於兩個電子光學柱306之一陣列檢測。在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱306之陣列將光罩/標線片之場區300分成兩個或多於兩個檢測區308。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區308包含具有一y分量310及一x分量312之一組一或多個尺寸，其中y分量310及x分量312係取決於兩個或多於兩個電子光學柱306之間的間隔。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區308之大小可相等。以另一實例方式，兩個或多於兩個檢測區308之大小可實質上相等。以另一實例方式，一第一檢測區308之大小可不同於一第二檢測區308。

在另一實施例中，在一第一方向上及/或在一第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱306之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區308之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱306之間的間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區308之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向

上兩個或多於兩個電子光學柱306之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區308 (例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在一個例項中，全場200之場區300可包含但不限於具有為52.0 mm (例如，全場200之y分量202之一半)之一y分量302及為66.0 mm (例如，全場200之x分量204之一半)之一x分量304之一組一或多個尺寸。陣列可包含但不限於將全場200之場區300分成三十個檢測區308之三十個電子光學柱306之一5 × 6柵格。三十個檢測區308可包含但不限於具有為10.4 mm (例如，52.0 mm/5個電子光學柱306)之一y分量310及為11.0 mm (例如，66.0 mm/6個電子光學柱306)之一x分量312之一組一或多個尺寸。本文中指明，三十個電子光學柱306之5列可標示為A-E，且三十個電子光學柱306之6行可標示為1-6，使得三十個檢測區308可經標示為自A1至E6。

儘管本發明之實施例圖解說明電子光學柱306之陣列內之間隔經選擇使得每一柱306所檢測之檢測區308不包含任何重疊，但本文中指明，可實施某些重疊以將檢測區308之影像拼接在一起。舉例而言，具有一20 mm間隔之一電子光學柱306可檢測一20.1 mm正方形區，其中超出之0.1 mm正方形區被至多四個毗鄰檢測區308分割及重疊。然而，預期，在不使用重疊部分之情況下將檢測區308之影像拼接在一起可係可能的。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在另一實施例中，一旦場區300被電子光學柱306之陣列檢測，電子光學柱306之陣列便依序檢測其他場區。舉例而言，電子光學柱306之陣列可檢測場區300、然後檢測場區320、然後檢測場區340、然後檢測場區360。以另一實例方式，電子光學柱306之陣列可以一替代次序檢測場區

300、320、340及360。

圖4A及圖4B大體圖解說明根據本發明之一或多項實施例之繪示晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一簡化方塊圖。

在一項實施例中，一晶圓之印刷區400包含具有一y分量402及一x分量404之一組一或多個尺寸。在另一實施例中，一光罩/標線片場基於一縮減比在印刷區400中被印刷一或多次。舉例而言，縮減比可包含但不限於1:1、2:1、4:1或諸如此類。舉例而言，一光罩/標線片場可以一4:1縮減比在印刷區400中被印刷十六次。在另一實施例中，將光罩/標線片場印刷至印刷區400中產生兩個或多於兩個場區406。在另一實施例中，兩個或多於兩個場區406包含具有一y分量408及一x分量410之一組一或多個尺寸。舉例而言，兩個或多於兩個場區406之大小可相等。以另一實例方式，兩個或多於兩個場區406之大小可實質上相等。以另一實例方式，一第一場區406之大小可不同於一第二場區406。本文中指明，兩個或多於兩個場區506可等同或實質上類似。

在另一實施例中，印刷區400由兩個或多於兩個電子光學柱412之一陣列檢測。在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱412之陣列將印刷區400之分成兩個或多於兩個檢測區414。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區414包含具有一y分量416及一x分量418之一組一或多個尺寸，其中y分量416及x分量418係取決於兩個或多於兩個電子光學柱412之間的間隔。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區414之大小可相等。以另一實例方式，兩個或多於兩個檢測區414之大小可實質上相等。以另一實例方式，一第一檢測區414之大小可不同於一第二檢測區414。

在另一實施例中，在一第一方向上及/或在一第二方向上兩個或多於

兩個電子光學柱412之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區414之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱412之間的間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區414之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱412之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區414 (例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱412之陣列實質上同時表徵在一第一印刷區406內的兩個或多於兩個檢測區414中之精選檢測區及在至少一第二場區406內之兩個或多於兩個檢測區414中之精選檢測區。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區414中之每一檢測區414位於一特定印刷區406之邊界內(例如，其不與毗鄰印刷區406之間的一邊界線交叉)。然而，本文中指明，兩個或多於兩個檢測區414中之至少一個檢測區414可與毗鄰印刷區406之間的邊界交叉。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

圖4B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之填充有兩個或多於兩個檢測區414之一合成全場420，該兩個或多於兩個檢測區由兩個或多於兩個電子光學柱412掃描且跨越晶圓之印刷區400內之兩個或多於兩個場區406而擴展。在一項實施例中，合成全場420包含具有一y分量408及一x分量410之一組一或多個尺寸，此乃因檢測區414之總面積等於一單個場區406之尺寸。在另一實施例中，三十個所檢測區414基於其在場區406內之位置而組織成合成全場420，其中每一檢測區414包含具有一y分量408及一x分量410之一組一或多個尺寸。

儘管本發明之實施例圖解說明電子光學柱412之陣列內之間隔經選擇使得由每一電子光學柱412檢測之檢測區414不包含任何重疊，但本文中指明，可實施某些重疊以將檢測區414之影像拼接在一起。舉例而言，具有一20 mm間隔之一電子光學柱412可檢測一20.1 mm正方形區，其中超出之0.1 mm正方形區被至多四個毗鄰檢測區208分割及重疊。然而，預期，在不使用重疊部分之情況下將檢測區414之影像拼接在一起可係可能的。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在一個例項中，印刷區400可包含但不限於具有為104.0 mm之一y分量402及為132.0 mm之一x分量404之一組一或多個尺寸。具有為104.0 mm之一y分量及為132.0 mm之x分量之一光罩/標線片場區可以一4:1縮減比印刷至印刷區400上，使得光罩/標線片場區在印刷區400中印刷為十六個場區406。每一場區406可包含為26.0 mm之一y分量408及為32.0 mm之一x分量410。陣列可包含但不限於三十個電子光學柱412之一5 × 6柵格。十六個場區406各自可分裂成三十個檢測區414，其中每一檢測區414可包含但不限於具有為5.2 mm (例如，26.0 mm/5個電子光學柱)之一y分量416及為5.3 mm (例如，32.0 mm/6個電子光學柱)之一x分量418之一組一或多個尺寸。

三十個檢測區414可經擴展遍佈十六個場區406。三十個電子光學柱412中之每一者可檢測三十個檢測區414中之一不同檢測區414，不包含將多個檢測影像拼接在一起成為一單個影像所需之重疊。本文中指明，三十個電子光學柱412之5列可標示為A-E，且三十個電子光學柱412之6行可標示為1-6，使得三十個區414可經標示為自A1至E6。

三十個檢測區414可基於其在所印刷圖案中之位置而組織成合成全場420。舉例而言，由於三十個電子光學柱412在十六個場區406內之配置，如圖4A中所圖解說明，因此檢測區B4係圖4B中之合成全場420之左上隅角(作為比較，檢測區A1係所檢測場之左上隅角，如圖2及圖3中所圖解說明)。

圖5A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於判定光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一方法500。

在步驟502中，判定一光罩/標線片場之一或多個尺寸。在一項實施例中，一或多個尺寸包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，自光罩/標線片之設計資料獲取一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而獲取一或多個尺寸。

在步驟504中，選擇若干電子光學柱。在一項實施例中，若干電子光學柱包含兩個或多於兩個電子光學柱。在另一實施例中，選擇用於兩個或多於兩個電子光學柱之一圖案。舉例而言，該圖案可包含但不限於一 $1 \times m$ 陣列、一 $n \times 1$ 陣列或一 $m \times n$ 陣列。在另一實施例中，該圖案經選擇以使檢測光罩/標線片場所需之時間量最小化。在另一實施例中，該圖案經選擇符合光罩/標線片場之一或多個尺寸內之兩個或多於兩個電子光學柱。

在步驟506中，基於光罩/標線片場之一或多個尺寸而判定若干電子光學柱之一間隔。在一項實施例中，毗鄰電子光學柱之間の間隔在一第一方向及/或一第二方向上相等或實質上相等。在另一實施例中，一第一組毗鄰電子光學柱之間の間隔不等於一第二組毗鄰電子光學柱之間の間隔。在另一實施例中，在第一方向上之間隔等於、實質上等於或不等於在第二

方向上之間隔。在另一實施例中，經由一或多個量測而判定間隔。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定間隔。

在步驟508中，在光罩/標線片場中界定兩個或多於兩個檢測區。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測區中之每一者對應於兩個或多於兩個電子光學柱中之一特定電子光學柱。在另一實施例中，基於在第一方向及/或第二方向上之間隔而界定兩個或多於兩個檢測區。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間的間隔可對應於兩個或多於兩個檢測區之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間的間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間的間隔對應於兩個或多於兩個檢測區(例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在步驟510中，判定兩個或多於兩個檢測區之一或多個尺寸。在一項實施例中，一或多個尺寸包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區之大小相等及/或形狀類似。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區之大小實質上相等及/或形狀實質上類似。在另一實施例中，一第一檢測區之大小不等於及/或形狀不等於一第二檢測區。在另一實施例中，依據光罩/標線片之設計資料而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定一或多個尺寸。

圖5B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於判定光罩/標線片檢測之一多重柱間隔之一方法520。

在步驟522中，判定一光罩/標線片場之一或多個尺寸。在一項實施例中，一或多個尺寸包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，自光罩/標線片之設計資料獲取一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而獲取一或多個尺寸。

在步驟524中，在光罩/標線片場中界定兩個或多於兩個場區。在步驟526中，判定光罩/標線片場中之兩個或多於兩個場區中之一場區之一或多個尺寸。在一項實施例中，一或多個尺寸各自包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，兩個或多於兩個場區之大小相等及/或形狀類似。在另一實施例中，兩個或多於兩個場區之大小實質上相等及/或形狀實質上類似。舉例而言，可將光罩/標線片場分成實質上相等場區(例如，象限)。在另一實施例中，一第一場區之大小不等於及/或形狀不等於一第二場區。在另一實施例中，依據光罩/標線片之設計資料而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定一或多個尺寸。

在步驟528中，選擇若干電子光學柱。在一項實施例中，若干電子光學柱包含兩個或多於兩個電子光學柱。在另一實施例中，選擇用於兩個或多於兩個電子光學柱之一圖案。舉例而言，該圖案可包含但不限於一 $1 \times m$ 陣列、一 $n \times 1$ 陣列或一 $m \times n$ 陣列。在另一實施例中，該圖案經選擇以使檢測光罩/標線片場之一場區所需之時間量最小化。在另一實施例中，該圖案經選擇以符合光罩/標線片場之場區之一或多個尺寸內之兩個或多於兩個電子光學柱。

在步驟530中，基於光罩/標線片場之兩個或多於兩個場區中之場區之尺寸而判定一間隔。在一項實施例中，毗鄰電子光學柱之間的間隔在一

第一方向及/或一第二方向上相等或實質上相等。在另一實施例中，一第一組毗鄰電子光學柱之間的時間隔不等於一第二組毗鄰電子光學柱之間的時間隔。在另一實施例中，在第一方向上之時間隔等於、實質上等於或不等於在第二方向上之時間隔。在另一實施例中，經由一或多個量測而判定時間隔。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定時間隔。

在步驟532中，針對兩個或多於兩個電子光學柱在光罩/標線片場之兩個或多於兩個場區中界定兩個或多於兩個檢測區。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測區中之每一者對應於兩個或多於兩個電子光學柱中之一特定電子光學柱。在另一實施例中，基於在第一方向及/或第二方向上之時間隔而界定兩個或多於兩個檢測區。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間的時間隔可對應於兩個或多於兩個檢測區之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間的時間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間的時間隔對應於兩個或多於兩個檢測區(例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在步驟534中，判定兩個或多於兩個檢測區之一或多個尺寸。在一項實施例中，一或多個尺寸各自包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區之大小相等及/或形狀類似。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區之大小實質上相等及/或形狀實質上類似。在另一實施例中，一第一檢測區之大小不等於及/或形狀不等於一第二檢測區。在另一實施例中，依據光罩/標線片之設計資料而判定一或多個尺寸。在另

一實施例中，經由一或多個量測而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定一或多個尺寸。

圖5C圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於判定晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之一方法540。

在步驟542中，判定印刷有一或多個光罩/標線片場之一晶圓之一或多個尺寸。在一項實施例中，接收預先印刷有一或多個光罩/標線片場之一晶圓。在另一實施例中，接受並印刷一空白晶圓。舉例而言，空白晶圓可包含一印刷區。以另一實例方式，可選擇一光罩/標線片圖案之一印刷縮減比。舉例而言，該縮減比可包含但不限於1:1、2:1、4:1或諸如此類。以另一實例方式，光罩/標線片圖案可基於縮減比在晶圓之印刷區中被印刷兩次或多於兩次。在另一實施例中，自晶圓之設計資料獲取一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而獲取一或多個尺寸。

在步驟544中，判定印刷於晶圓上之一或多個光罩/標線片場之一或多個尺寸。在一項實施例中，一或多個尺寸包含一x分量及一y分量。舉例而言，印刷於晶圓上之一或多個光罩/標線片場之大小可相等。以另一實例方式，印刷於晶圓上之一或多個光罩/標線片場之大小可實質上相等。此外，印刷於晶圓上之一第一光罩/標線片場之大小可不同於印刷於晶圓上之一第二光罩/標線片場。在另一實施例中，一或多個尺寸包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，自晶圓之設計資料獲取一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而獲取一或多個尺寸。

在步驟546中，選擇若干電子光學柱。在一項實施例中，若干電子光學柱包含兩個或多於兩個電子光學柱。在另一實施例中，選擇用於兩個或多於兩個電子光學柱之一圖案。舉例而言，該圖案可包含但不限於一1 ×

m陣列、一 $n \times 1$ 陣列或一 $m \times n$ 陣列。在另一實施例中，該圖案經選擇以使檢測晶圓所需之時間量最小化。在另一實施例中，該圖案經選擇以符合晶圓之一或多個尺寸內之兩個或多於兩個電子光學柱。

在步驟548中，基於印刷於晶圓上之光罩/標線片場之尺寸而判定一間隔。在一項實施例中，毗鄰電子光學柱之間の間隔在一第一方向及/或一第二方向上相等或實質上相等。在另一實施例中，一第一組毗鄰電子光學柱之間の間隔不等於一第二組毗鄰電子光學柱之間の間隔。在另一實施例中，在第一方向上之間隔等於、實質上等於或不等於在第二方向上之間隔。在另一實施例中，經由一或多個量測而判定間隔。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定間隔。

在步驟550中，針對兩個或多於兩個電子光學柱在印刷於晶圓上之光罩/標線片場中界定兩個或多於兩個檢測區。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測區中之每一者對應於兩個或多於兩個電子光學柱中之一特定電子光學柱。在另一實施例中，基於在第一方向及/或第二方向上之間隔而界定兩個或多於兩個檢測區。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間の間隔可對應於兩個或多於兩個檢測區之該組尺寸。舉例而言，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間の間隔可等於或實質上等於兩個或多於兩個檢測區之該組一或多個尺寸。然而，本文中指明，在第一方向上及/或在第二方向上兩個或多於兩個電子光學柱之間の間隔對應於兩個或多於兩個檢測區(例如，其係不同的)之該組尺寸。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在步驟552中，判定兩個或多於兩個檢測區之一或多個尺寸。在一項

實施例中，一或多個尺寸各自包含一x分量及一y分量。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區之大小相等及/或形狀類似。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測區之大小實質上相等及/或形狀實質上類似。在另一實施例中，一第一檢測區之大小不等於及/或形狀不等於一第二檢測區。在另一實施例中，依據光罩/標線片之設計資料而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個量測而判定一或多個尺寸。在另一實施例中，經由一或多個計算而判定一或多個尺寸。

圖5D圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於用一SEM再檢測工具來檢測一光罩/標線片場之一方法560，該SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔。

在步驟562中，獲得一光罩/標線片場之兩個或多於兩個檢測區之兩個或多於兩個檢測影像。在一項實施例中，經由包含兩個或多於兩個電子光學柱之一SEM再檢測工具而獲得兩個或多於兩個檢測影像。在另一實施例中，SEM再檢測工具經組態在兩個或多於兩個電子光學柱之間具有一精選間隔，其中該精選間隔係經由方法500之步驟中之某些或全部步驟而判定。

在步驟564中，自光罩/標線片場之兩個或多於兩個檢測影像產生一完整影像。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測影像係基於一或多個重疊區而對準及組合。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測影像係基於重疊區而不對準及組合。

圖5E圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於用一SEM再檢測工具來檢測一光罩/標線片場之一方法570，該SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔。

在步驟572中，選擇一光罩/標線片場之一場區。在一項實施例中，將光罩/標線片場分成兩個或多於兩個場區。在步驟574中，用包含兩個或多於兩個電子光學柱之一SEM再檢測工具來獲得場區中之兩個或多於兩個檢測區之兩個或多於兩個檢測影像。在一項實施例中，經由包含兩個或多於兩個電子光學柱之一SEM再檢測工具而獲得兩個或多於兩個檢測影像。在另一實施例中，SEM再檢測工具經組態在兩個或多於兩個電子光學柱之間具有一精選間隔，其中該精選間隔係經由方法520之步驟中之某些或全部步驟而判定。

在步驟576中，將場區之兩個或多於兩個檢測影像組合。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測影像係基於一或多個重疊區而對準及組合。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測影像係基於重疊區而不對準。

在步驟578中，選擇光罩/標線片場之至少一第二場區。在步驟580中，用SEM再檢測工具來獲得至少第二場區中之兩個或多於兩個檢測區之兩個或多於兩個檢測影像。在步驟582中，將至少第二場區之兩個或多於兩個檢測影像組合。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測影像係基於一或多個重疊區而對準及組合。在另一實施例中，兩個或多於兩個檢測影像係基於重疊區而不對準。

在步驟584中，自場區之經組合檢測影像及至少第二場區之經組合檢測影像產生一完整影像。在一項實施例中，場區之經組合檢測影像與至少第二場區之經組合檢測影像係基於重疊區而不對準。

圖5F圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於自經由一SEM再檢測工具而獲得之一或多個檢測影像產生一合成場之一方法590，該SEM再檢測工具包含晶圓印刷檢查驗證之一精選多重柱間隔。

在步驟592中，獲得印刷於一晶圓上之一或多個光罩/標線片場中之兩個或多於兩個檢測區之兩個或多於兩個檢測影像。在一項實施例中，經由包含兩個或多於兩個電子光學柱之一SEM再檢測工具而獲得兩個或多於兩個檢測影像。在另一實施例中，SEM再檢測工具經組態在兩個或多於兩個電子光學柱之間具有一精選間隔，其中該精選間隔係經由方法540之步驟中之某些或全部步驟而判定。

在步驟594中，自印刷於晶圓上之一或多個光罩/標線片場中之兩個或多於兩個檢測區之兩個或多於兩個檢測影像產生一合成場。在一項實施例中，兩個或多於兩個檢測影像基於其在所印刷圖案中之位置而組織成合成場。

圖6A圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於產生一多重柱SEM再檢測工具之一方法600，該多重柱SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔。

在步驟602中，判定一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之兩個或多於兩個電子光學柱之一間隔以表徵一光罩/標線片場中之兩個或多於兩個檢測區。在一項實施例中，經由方法500之一或多個步驟而判定間隔。

在步驟604中，在多重柱SEM再檢測工具之製作期間基於所判定間隔而定位兩個或多於兩個電子光學柱。

圖6B圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於產生一多重柱SEM再檢測工具之一方法610，該多重柱SEM再檢測工具包含光罩/標線片檢測之一精選多重柱間隔。

在步驟612中，判定一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之兩

個或多於兩個電子光學柱之一間隔以表徵一光罩/標線片場之一或多個場區中之兩個或多於兩個檢測區。在一項實施例中，經由方法520之一或多個步驟而判定間隔。

在步驟614中，在多重柱SEM再檢測工具之製作期間基於所判定間隔而定位兩個或多於兩個電子光學柱。

圖6C圖解說明根據本發明之一或多項實施例之用於產生一多重柱SEM再檢測工具之一方法620，該多重柱SEM再檢測工具包含晶圓印刷檢查驗證之一精選多重柱間隔。

在步驟622中，判定用於晶圓印刷檢查驗證之一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之兩個或多於兩個電子光學柱之一間隔。在一項實施例中，經由方法540之一或多個步驟而判定間隔。

在步驟624中，在多重柱SEM再檢測工具之製作期間基於所判定間隔而定位兩個或多於兩個電子光學柱。

在一項實施例中，檢測一光罩/標線片場及晶圓印刷檢查驗證係在單獨SEM再檢測工具上完成之程序。舉例而言，在同一真空系統內檢測一光罩/標線片及執行晶圓印刷檢查驗證可並非較佳的。然而，本文中指明，一單個SEM再檢測工具可經實施既用於檢測一光罩/標線片場又用於檢測晶圓印刷檢查驗證。舉例而言，經組態以用於光罩/標線片檢測之一多重柱SEM再檢測工具可經重新組態以藉由調整、添加或移除多重柱SEM再檢測工具之一或多個組件而進行晶圓印刷檢查驗證。以另一實例方式，經組態以用於晶圓印刷檢查驗證之一多重柱SEM再檢測工具可經重新組態以藉由調整、添加或移除多重柱SEM再檢測工具之一或多個組件而用於光罩/標線片檢測。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，

而是僅為一圖解。

本文中指明，方法500、520、540、560、570、590、600、610、620不限於所提供之步驟。舉例而言，方法500、520、540、560、570、590、600、610、620替代地可包含更多或更少步驟。以另一實例方式，方法500、520、540、560、570、590、600、610、620可按除所提供之外的一次序執行步驟。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

圖7A-7E大體圖解說明根據本發明之一或多項實施例之一表徵工具700。表徵工具700可包含此項技術中已知之任何適當表徵工具。在一般意義上，表徵工具700可包含適於表徵一或多個光罩/標線片或晶圓之任何表徵工具。

在一項實施例中，表徵工具700包含一或多個表徵組件，該一或多個表徵組件經組態以表徵一或多個光罩/標線片或晶圓，且基於一選定及/或所判定間隔而配置成一選定及/或所判定圖案。在另一實施例中，如圖7A-7E中大體圖解說明，表徵工具700係一掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具。舉例而言，SEM再檢測工具可包含但不限於一次級電子(SE)再檢測工具700、一多射束SEM再檢測工具700、一多重柱SEM再檢測工具700或諸如此類。

在另一實施例中，多重柱SEM再檢測工具700包含兩個或多於兩個電子光學柱702之一陣列。在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱702各自包含一或多個電子光學元件704。在另一實施例中，一或多個電子光學元件704包含一或多個孔隙706。在另一實施例中，一或多個電子光學元件704包含一或多個聚光透鏡708。在另一實施例中，一或多個電

子光學元件704包含一或多個射束偏轉器710或掃描線圈710。在另一實施例中，一或多個電子光學元件704包含一或多個物鏡712。在另一實施例中，一或多個電子光學元件通常包含一或多個靜電透鏡及/或一或多個電磁透鏡。

本文中指明，在一設計、製作及/或製造階段期間判定多重柱SEM再檢測工具700內之兩個或多於兩個電子光學柱702之配置。舉例而言，兩個或多於兩個電子光學柱702之配置可係基於一晶圓之光罩/標線片及/或印刷區之特定大小，而非基於由多重柱SEM再檢測工具700之組件之尺寸(例如，電子光學柱702之尺寸)設定之製作約束。

在另一實施例中，一或多個電子光學元件704包含一或多個經反向散射電子偵測器714。本文中指明，多重柱SEM再檢測工具700可包含定位在一電子光學柱702外側(例如，定位在至少一個外環電子光學柱702外側，其中兩個或多於兩個電子光學柱702配置成一外環及至少一個內環)之一或多個次級電子偵測器。

在一項實施例中，多重柱SEM再檢測工具700包含兩個或多於兩個電子束源716。在另一實施例中，兩個或多於兩個電子束源716各自包含一發射器718。舉例而言，兩個或多於兩個電子束源716可包含但不限於一肖特基(Schottky)發射器裝置、一碳奈米管(CNT)發射器、一奈米結構碳膜發射器、一穆勒(Muller)類型發射器或諸如此類。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子束源716各自包含一或多個源電子光學元件。舉例而言，一或多個源電子光學元件可將由發射器718產生之一電子束之至少一部分引導至一電子光學柱702。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子束源716耦合至經組態以沿一

或多個方向致動兩個或多於兩個電子束源716之一組定位器。舉例而言，該組定位器可沿一x方向、一y方向及/或一z方向中之一或多者平移兩個或多於兩個電子束源716。本文中指明，該組定位器可經組態以作為將兩個或多於兩個電子束源716中之至少某些電子束源分群在一起之一部分單元個別地或作為將兩個或多於兩個電子束源716中之全部電子束源分群在一起之一完整單元而致動兩個或多於兩個電子束源716。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子束源716產生兩個或多於兩個電子束720。舉例而言，兩個或多於兩個電子束源716可產生特定用於一特定電子光學柱702之一電子束720。以另一實例方式，兩個或多於兩個電子束源716可產生一電子束720，該電子束經由位於兩個或多於兩個電子束源716與兩個或多於兩個電子光學柱702之間的一或多個電子光學元件而分裂及/或引導至兩個或多於兩個電子光學柱702。

在另一實施例中，兩個或多於兩個電子光學柱702將兩個或多於兩個電子束720引導至固定於一樣本載台724上之一樣本722上。在另一實施例中，樣本722可回應於兩個或多於兩個電子束720而反向散射、發射、輻射及/或偏轉一或多個電子726。在另一實施例中，一或多個經反向散射電子偵測器714可偵測自樣本722之表面反向散射、輻射及/或偏轉之一或多個電子726。

樣本722可包含適於檢測及/或再檢測之任何樣本。在一項實施例中，樣本722包含一光罩、標線片、半導體晶圓或諸如此類。如本發明通篇所使用，術語「晶圓」通常係指由一半導體及/或一非半導體材料形成之一基板。舉例而言，在一半導體材料之情形中，晶圓可由(但不限於)單晶矽、砷化鎵及/或磷化銮形成。因此，術語「晶圓」及術語「樣本」在

本發明中可互換地使用。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在另一實施例中，在樣本722係一晶圓之情況下，晶圓722係使用一或多組晶圓設計資料而製造。在另一實施例中，該等組晶圓設計資料包含一或多組層。舉例而言，此等層可包含但不限於一抗蝕劑、一介電材料、一導電材料及一半導體材料。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晶圓意欲囊括其上可形成所有類型之此等層之一晶圓。以另一實例方式，形成於晶圓上之層在該晶圓內可被重複一或多次。此類材料層之形成及處理最終可產生完成裝置。可在一晶圓上形成諸多不同類型之裝置，且如本文中所使用之術語晶圓意欲囊括其上正製作此項技術中已知之任何類型之裝置之一晶圓。

雖然本文中所闡述之製作、量測及對準技術大體對應於為一半導體晶圓之樣本722，但應理解，該等技術亦適用於其他類型之薄經拋光板。舉例而言，一或多個薄經拋光板可包含但不限於一或多個磁碟基板、一或多個塊規或諸如此類。因此，術語「晶圓」及術語「薄經拋光板」在本發明中可互換地使用。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

樣本載台724可包含電子束顯微鏡之此項技術中已知之任何適當機械及/或機器人總成。在一項實施例中，樣本載台724係一可致動載台。舉例而言，樣本載台724可包含但不限於適於沿著一或多個線性方向(例如，x方向、y方向及/或z方向)選擇性地平移樣本722之一或多個平移載台。以另一實例方式，樣本載台724可包含但不限於適於沿著一旋轉方向選擇性地旋轉樣本722之一或多個旋轉載台。以另一實例方式，樣本載台724可

包含但不限於適於沿著一線性方向選擇性地平移樣本722及/或沿著一旋轉方向選擇性地旋轉樣本722之一旋轉載台及一平移載台。以另一實例方式，樣本載台724可經組態以平移或旋轉樣本722以用於根據一選定檢測或計量演算法而進行定位、聚焦及/或掃描，其中之數者係此項技術中已知的。

本文中指明，多重柱SEM再檢測工具700可經組態以既檢測一光罩/標線片且又執行晶圓印刷檢查驗證。舉例而言，在自檢測一光罩/標線片及執行晶圓印刷檢查驗證進行切換時可調整、添加或移除多重柱SEM再檢測工具700之一或多個組件。舉例而言，兩個或多於兩個電子光學柱702之陣列在自檢測一光罩/標線片及執行晶圓印刷檢查驗證進行切換時可保持未調整。另一選擇為，本文中指明，單獨多重柱SEM再檢測工具700可用於檢測一光罩/標線片與執行晶圓印刷檢查驗證。舉例而言，在同一真空系統內檢測一光罩/標線片及執行晶圓印刷檢查驗證可並非較佳的。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在一項實施例中，如圖7B中所圖解說明，兩個或多於兩個電子光學柱702經間隔開使得樣本722之整個表面被檢測(例如，兩個或多於兩個電子光學柱702可檢測一全場200之兩個或多於兩個檢測區208，如圖2中所圖解說明)。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區208可在具有或不具有用於將影像拼接在一起成為一單個經組合影像之影像重疊之情況下間隔開。以另一實例方式，兩個或多於兩個電子光學柱702可經間隔開使得無電子光學柱702定位於樣本722之表面之邊界之外。

在另一實施例中，如圖7C中所圖解說明，兩個或多於兩個電子光學柱702經間隔開使得樣本722之表面之一場區被檢測(例如，兩個或多於兩

個電子光學柱702可檢測樣本722之表面之一場區(或象限) 300內之兩個或多於兩個檢測區308，如圖3中所圖解說明)。舉例而言，兩個或多於兩個檢測區308可在具有或不具有用於將影像拼接在一起成為一單個經組合影像之影像重疊之情況下間隔開。以另一實例方式，兩個或多於兩個電子光學柱702可經間隔開使得無電子光學柱702定位於場區300之邊界之外。在另一實施例中，在檢測場區300之後檢測樣本722之表面之其餘部分(例如，場區(或象限) 320、340、360，如圖3中所圖解說明)。舉例而言，場區300、320、340、360可在具有或不具有用於將影像拼接在一起成為一單個經組合影像之影像重疊之情況下間隔開。

在另一實施例中，如圖7D中所圖解說明，兩個或多於兩個電子光學柱702經間隔開使得其可用於檢測經分開介於樣本722之表面上之兩個或多於兩個場區406之間的兩個或多於兩個檢測區414 (例如，如圖4A中所圖解說明)。舉例而言，一圖案在樣本722之表面上之兩個或多於兩個場區406內可被印刷兩次或多於兩次。以另一實例方式，兩個或多於兩個場區406可在具有或不具有用於將影像拼接在一起成為一單個經組合影像之影像重疊之情況下間隔開。以另一實例方式，兩個或多於兩個電子光學柱702可經間隔開使得無電子光學柱702定位於樣本722之表面之邊界之外。

圖7E圖解說明根據本發明之一或多項實施例之包含表徵工具700及一控制器732之一表徵系統730。在一項實施例中，控制器732可操作地耦合至表徵工具700之一或多個組件。舉例而言，控制器732可操作地耦合至兩個或多於兩個電子光學柱702及/或兩個或多於兩個電子光學柱702之組件(例如，偵測器714)、兩個或多於兩個電子束源716及/或兩個或多於兩個電子束源716之組件及/或樣本載台724。就此而言，控制器732可指導表

徵工具700之組件中之任一者實施本發明通篇中所闡述之各種功能中之任一或多者。

在另一實施例中，控制器732包含一或多個處理器734及記憶體736。在另一實施例中，記憶體736儲存一組程式指令738。在另一實施例中，該組程式指令738經組態以致使一或多個處理器734實施本發明通篇中所闡述之一或多個程序步驟中之任一者(例如，檢測樣本722，或諸如此類)。

控制器732可經組態以藉由可包含有線及/或無線部分之一傳輸媒體而接收及/或獲取來自表徵工具700之其他系統或工具之資料或資訊(例如，來自兩個或多於兩個電子光學柱702及/或兩個或多於兩個電子光學柱702之組件(例如，偵測器714)、兩個或多於兩個電子束源716及/或兩個或多於兩個電子束源716之組件及/或樣本載台724之一或多組資訊)。另外，控制器732可經組態以藉由可包含有線及/或無線部分之一傳輸媒體將資料或資訊(例如，本文中所揭示之發明性概念之一或多個程序之輸出)傳輸至表徵工具700之一或多個系統或工具(例如，來自兩個或多於兩個電子光學柱702及/或兩個或多於兩個電子光學柱702之組件(例如，偵測器714)、兩個或多於兩個電子束源716及/或兩個或多於兩個電子束源716之組件及/或樣本載台724之一或多組資訊)。就此而言，傳輸媒體可充當控制器732與表徵工具700之其他子系統之間的一資料鏈路。另外，控制器732可經組態以經由一傳輸媒體(例如，網路連接)將資料發送至外部系統。

一或多個處理器734可包含此項技術中已知之任何一或多個處理元件。在此意義上，一或多個處理器734可包含經組態以執行演算法及/或程式指令之任何微處理器裝置。舉例而言，一或多個處理器734可由一桌上

型電腦、大型電腦系統、工作站、影像電腦、平行處理器、手持式電腦(例如，平板電腦、智慧電話或平板手機)或其他電腦系統(例如，網路連接型電腦)組成。一般而言，術語「處理器」可廣義地定義為囊括具有執行來自一非暫時性記憶體媒體(例如，記憶體736)之該組程式指令738之一或多個處理元件之任何裝置。此外，表徵工具700之不同子系統(例如，來自兩個或多於兩個電子光學柱702及/或兩個或多於兩個電子光學柱702之組件(例如，偵測器714)、兩個或多於兩個電子束源716及/或兩個或多於兩個電子束源716之組件及/或樣本載台724之一或多組資訊)可包含適於實施本發明通篇中所闡述之步驟之至少一部分(例如，檢測樣本722或諸如此類)之處理器或邏輯元件。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之一限制，而是僅為一圖解。

記憶體736可包含此項技術中已知之適用於儲存可由相關聯之一或多個處理器734執行之程式指令738之任何儲存媒體。舉例而言，記憶體736可包含一非暫時性記憶體媒體。舉例而言，記憶體736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、一固態磁碟機以及諸如此類。記憶體736可經組態以將顯示資訊提供至一使用者介面之一顯示裝置。另外，記憶體736可經組態以儲存來自使用者介面之一使用者輸入裝置之使用者輸入資訊。記憶體736可容納於容納一或多個處理器734之一共同控制器732中。另一選擇為或另外，記憶體736可相對於處理器734及/或控制器732之空間位置遠端地定位。舉例而言，一或多個處理器734及/或控制器732可存取可透過一網路(例如，網際網路、內部網路及諸如此類)存取之一遠端記憶體736(例如，伺服器)。

在一項實施例中，表徵工具700包含一使用者介面。在另一實施例中，使用者介面耦合至控制器732 (例如，實體耦合、通信地耦合或者既實體耦合又通信地耦合)。在另一實施例中，使用者介面包含一顯示器。在另一實施例中，使用者介面包含一使用者輸入裝置。在另一實施例中，顯示裝置耦合至使用者輸入裝置。舉例而言，顯示裝置可藉由可包含有線及/或無線部分之一傳輸媒體而耦合至使用者輸入裝置。

顯示裝置可包含此項技術中已知之任何顯示裝置。舉例而言，顯示裝置可包含但不限於一液晶顯示器(LCD)。以另一實例方式，顯示裝置可包含但不限於一基於有機發光二極體(OLED)之顯示器。以另一實例方式，顯示裝置可包含但不限於一CRT顯示器。熟習此項技術者應認識到，多種顯示裝置可適於在本發明中實施且顯示裝置之特定選擇可係取決於多種因素，包含但不限於外觀尺寸、成本及諸如此類。在一般意義上，能夠與一使用者輸入裝置(例如，觸控螢幕、嵌框安裝介面、鍵盤、滑鼠、追蹤墊及諸如此類)整合之任何顯示裝置皆適於在本發明中實施。

使用者輸入裝置可包含此項技術中已知之任何使用者輸入裝置。舉例而言，使用者輸入裝置可包含但不限於一鍵盤、一小鍵盤、一觸控螢幕、一控制桿、一旋鈕、一滾輪、一軌跡球、一開關、一調撥轉盤、一滑動條、一捲軸、一滑塊、一手柄、一觸控墊、一操縱板、一操縱盤、一操縱桿、一嵌框輸入裝置或諸如此類。在一觸控螢幕介面之情形中，熟習此項技術者應認識到，大量觸控螢幕介面可適於在本發明中實施。例如，顯示裝置可與一觸控螢幕介面(諸如但不限於一電容性觸控螢幕、一電阻性觸控螢幕、一基於表面聲波之觸控螢幕、一基於紅外線之觸控螢幕或諸如此類者)整合。在一般意義上，能夠與一顯示裝置之顯示部分整合之任何

觸控螢幕介面適於在本發明中實施。在另一實施例中，使用者輸入裝置可包含但不限於一嵌框安裝介面。

雖然本發明之實施例圖解說明控制器732可耦合至表徵工具700或作為一組件而整合至表徵工具700中，但控制器732並非係表徵系統730或表徵工具700之一組成或所需組件。另外，雖然本發明之實施例圖解說明一使用者介面可耦合至控制器732或作為一組件而整合至控制器732中，但使用者介面並非係控制器732、表徵系統730或表徵工具700之一組成或所需組件。因此，以上說明不應解釋為係對本發明之範疇之一限制，而是僅為一圖解。

在一項實施例中，儘管未展示，但表徵工具700係包含將樣本722之一全場分成兩個或多於兩個檢測區之兩個或多於兩個照明路徑之一光學檢測工具。舉例而言，光學檢測工具可包含能夠產生表示一樣本722之電目的之一或多個高解析度影像之一光學檢測工具。以另一實例方式，光學檢測工具可包含一寬頻檢測工具，包含但不限於一基於雷射持續電漿(LSP)之檢測工具。以另一實例方式，光學檢測工具可包含一窄頻檢測工具，包含但不限於一雷射掃描檢測工具。以另一實例方式，光學檢測工具可包含但不限於一亮視野檢測工具或一暗視野檢測工具。本文中指明，表徵工具700可包含經組態以收集且分析自樣本722反射、散射、繞射及/或輻射之照明之任何光學工具。

在一項實施例中，光學檢測工具包含一或多個照明源。一或多個照明源可包含此項技術中已知之經組態以產生輻射之任何照明源。舉例而言，照明源可包含但不限於一寬頻照明源(例如，一氙燈)或一窄頻照明源(例如，一雷射)。以另一實例方式，照明源可經組態以產生DUV、UV、

VUV及/或EUV照明。舉例而言，EUV照明源可包含經組態以產生介於EUV範圍內之照明之一放電產生電漿(DPP)照明源或一雷射產生電漿(LPP)照明源。以另一實例方式，照明源可經組態以產生X射線輻射。在另一實施例中，照明源可操作地耦合至經組態以沿一或多個方向致動照明源之一組定位器。

在另一實施例中，一或多個照明源產生照明(例如，一照明射束)且將照明(例如，一照明射束)引導至樣本722之表面。舉例而言，照明源可經組態以經由一或多組光學元件將照明引導至安置於樣本載台上之樣本722之表面。本文中指明，一或多組光學元件可包含此項技術中已知之適於聚焦、抑制、提取及/或引導照明之任何光學元件。另外，本文中指明，出於本發明之目的，一或多組光學元件可被視為一組聚焦光學器件。

在另一實施例中，樣本回應於來自照明源之照明而反射、散射、繞射及/或輻射照明(例如，一照明射束)。在另一實施例中，來自樣本之照明被引導至一或多個光學偵測器。一或多個光學偵測器可包含此項技術中已知之任何光學偵測器。舉例而言，一或多個偵測器可包含但不限於光電倍增管(PMT)、電荷耦合裝置(CCD)、時間延遲積分(TDI)相機或諸如此類。

在另一實施例中，來自樣本之照明經由一或多組光學元件而被引導至一或多個光學偵測器。本文中指明，一或多組光學元件可包含此項技術中已知之適於聚焦、抑制、提取及/或引導照明之任何光學元件。另外，本文中指明，出於本發明之目的，一或多組光學元件可被視為一組收集光學器件。此外，本文中指明，該組聚焦光學器件及該組收集光學器件可共用一或多組光學元件中之至少某些光學元件。

在另一實施例中，光學檢測工具(例如，一或多個照明源、載台、一或多個偵測器或諸如此類)之一或多個組件耦合至控制器732。

本發明之優點針對於一種光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之多重柱間隔。本發明之優點亦針對於一種判定光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之方法。本發明之優點亦針對於一種經組態具有光罩/標線片檢測以及晶圓印刷檢查驗證之一多重柱間隔之表徵工具及表徵系統。

熟習此項技術者將認識到，目前技術水平已發展到在系統之各態樣之硬體、軟體及/或韌體實施方案之間幾乎沒有區別之程度；硬體、軟體及/或韌體之使用大體係(但並非總是，此乃因在某些情景中，硬體與軟體之間的選擇可變得重要)表示成本與效率折衷之一設計選擇。熟習此項技術者將瞭解，存在本文中所闡述之程序及/或系統及/或其他技術可受其影響之各種載具(例如，硬體、軟體及/或韌體)，且較佳載具將隨其中部署該等程序及/或系統及/或其他技術之情景而變化。舉例而言，若一實施者判定速度及準確度係最重要的，則該實施者可選擇一主要硬體及/或韌體載具；另一選擇為，若靈活性係最重要的，則該實施者可選擇一主要軟體實施方案；或者，又另一選擇為，該實施者可選擇硬體、軟體及/或韌體之某一組合。因此，存在本文中所闡述之程序及/或裝置及/或其他技術可受其影響之數種可能載具，該等載具中沒有一者固有地優於另一者，此乃因欲利用之任一載具係取決於其中將部署該載具之情景及實施者之具體關注問題(例如，速度、靈活性或可預測性)(其中任一者皆可變化)之一選擇。熟習此項技術者將認識到，實施方案之光學態樣通常將採用經光學定向之硬體、軟體及/或韌體。

在本文中所闡述之某些實施方案中，邏輯及類似實施方案可包含軟體或其他控制結構。舉例而言，電子電路可具有經構造且經配置以實施如本文中所闡述之各種功能之一或多個電流路徑。在某些實施方案中，當一或多個媒體保持或傳輸可操作以執行之裝置可偵測指令時，此類媒體可經組態以產生一裝置可偵測實施方案，如本文中所闡述。舉例而言，在某些變體中，實施方案可包含對現有軟體或韌體或者對閘陣列或可程式化硬體之一更新或修改，諸如藉由執行與本文中所闡述之一或多個操作有關之一或多個指令之一接收或一傳輸。另一選擇為或另外，在某些變體中，一實施方案可包含特殊用途硬體、軟體、韌體組件，及/或執行或以其他方式調用特殊用途組件之一般用途組件。規格或其他實施方案可藉由如本文中所闡述之有形傳輸媒體之一或多個例項而傳輸，視情況藉由封包傳輸而傳輸或以其他方式藉由在各個時間通過分佈式媒體而傳輸。

另一選擇為或另外，實施方案可包含執行用於啟用、觸發、協調、請求或以其他方式導致本文中所闡述之事實上任何功能操作之一或多個發生之一特殊用途指令序列或調用電路。在某些變體中，本文中之操作或其他邏輯說明可表達為原始碼且編譯或以其他方式調用為一可執行指令序列。舉例而言，在某些情景中，實施方案可全部或部分地由原始碼(諸如 C++)或其他碼序列提供。在其他實施方案中，使用此項技術中商業上可獲得技術，原始碼或其他碼實施方案可編譯/實施/轉譯/轉換成一高階描述符語言(例如，首先以 C、C++、python、Ruby on Rails、Java、PHP、.NET 或 Node.js 程式設計語言實施所闡述技術，且此後將程式設計語言實施方案轉換成一邏輯可合成語言實施方案、一硬體描述語言實施方案、一硬體設計模擬實施方案及/或其他此類類似表達模式)。舉例而言，

一邏輯表達(例如，電腦程式設計語言實施方案)中之某些或全部可顯現為一Verilog類型硬體描述(例如，經由硬體描述語言(HDL)及/或極高速積體電路硬體描述符語言(VHDL))或其他電路模型，該電路模型然後可用於產生具有硬體之一實體實施方案(例如，一特殊應用積體電路)。熟習此項技術者將認識到如何依據此等教示而獲得、組態及最佳化適合傳輸或計算元件、材料供應、致動器或其他結構。

前述詳細說明已經由使用方塊圖、流程圖及/或實例陳述裝置及/或程序之各項實施例。只要此等方塊圖、流程圖及/或實例含有一或多個功能及/或操作，熟習此項技術者即將理解，可藉由一寬廣範圍之硬體、軟體、韌體或事實上其任一組合來個別地及/或共同地實施此等方塊圖、流程圖或實例內之每一功能及/或操作。在一項實施例中，本文中所闡述之標的物之數個部分可經由特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)、數位信號處理器(DSP)或其他經整合格式而實施。然而，熟習此項技術者將認識到，本文中所揭示之實施例之某些態樣可作為一或多個電腦上運行之一或多個電腦程式(例如，作為在一或多個電腦系統上運行之一或多個程式)、作為一或多個處理器上運行之一或多個程式(作為一或多個微處理器上運行之一或多個程式)、作為韌體或作為事實上其任何組合而全部或部分地等效實施於積體電路中，且依據本發明，針對軟體及/或韌體之設計電路及/或寫入碼將恰好在熟習此項技術者之技能範圍內。另外，熟習此項技術者將瞭解，本文中所闡述之標的物之機構能夠分佈為呈多種形式之一程式產品，且本文中所闡述之標的物之一說明性實施例同樣適用而不論用於實際上實施分佈之信號承載媒體之特定類型如何。一信號承載媒體之實例包含但不限於以下各項：一可記錄類型媒體，諸如一軟

碟、一硬碟機、一壓縮碟片(CD)、一數位視訊磁碟(DVD)、一數位磁帶、一電腦記憶體等；及一傳輸類型媒體，諸如一數位及/或一類比通信媒體(例如，一光纖電纜、一波導、一有線通信鏈路、一無線通信鏈路(例如，傳輸器、接收器、傳輸邏輯、接收邏輯等)等)。

在一般意義上，熟習此項技術者將認識到，本文中所闡述之各種實施例可由各種類型之機電系統個別地及/或共同地實施，該等機電系統具有一寬範圍之電組件(諸如，硬體、軟體、韌體及/或事實上其任何組合)及可賦予機械力或運動之一寬範圍之組件(諸如，剛性主體、彈簧或扭轉主體、水力、電磁致動裝置及/或事實上其任何組合)。因此，如本文中所使用，「機電系統」包含但不限於：與一傳感器可操作地耦合之電路(例如，一致動器、一馬達、一壓電晶體、一微機電系統(MEMS)等)；具有至少一個離散電路之電路；具有至少一個積體電路之電路；具有至少一個特殊應用積體電路之電路；形成由一電腦程式組態之一個一般用途計算裝置之電路(例如，由至少部分地實施本文中所闡述之程序及/或裝置之一電腦程式組態之一個一般用途電腦，或由至少部分地實施本文中所闡述之程序及/或裝置之一電腦程式組態之一微處理器)；形成一記憶體裝置之電路(例如，多種形式之記憶體(例如，隨機存取記憶體、快閃記憶體、唯讀記憶體等))；形成一通信裝置之電路(例如，一數據機、通信交換機、光電設備等)；及/或對機電系統之任何非電類比，諸如光學或其他類比。熟習此項技術者亦將瞭解，機電系統之實例包含但不限於多種消費性電子產品系統、醫療裝置以及其他系統，諸如電動運輸系統、工廠自動化系統、安全系統及/或通信/計算系統。熟習此項技術者將認識到，如本文中所使用，機電不一定限於既具有電致動又具有機械致動之一系統，除非內容脈

絡中另有規定。

在一般意義上，熟習此項技術者將認識到，本文中所闡述之可由一寬範圍之硬體、軟體、韌體及/或其任何組合個別地及/或共同地實施之各種態樣可被視為係由各種類型之「電路」構成。因此，如本文中所使用，「電路」包含但不限於：具有至少一個離散電路之電路；具有至少一個積體電路之電路；具有至少一個特殊應用積體電路之電路；形成由一電腦程式組態之一個一般用途計算裝置之電路(例如，由至少部分地實施本文中所闡述之程序及/或裝置之一電腦程式組態之一個一般用途電腦，或由至少部分地實施本文中所闡述之程序及/或裝置之一電腦程式組態之一微處理器)；形成一記憶體裝置之電路(例如，多種形式之記憶體(例如，隨機存取記憶體、快閃記憶體、唯讀記憶體等))；及/或形成一通信裝置之電路(例如，一數據機、通信交換機、光電設備等)。熟習此項技術者將認識到，本文中所闡述之標的物可以一類比或數位方式或其某一組合實施。

熟習此項技術者將認識到，本文中所闡述之裝置及/或程序之至少一部分可整合至一資料處理系統中。熟習此項技術者將認識到，一資料處理系統通常包含以下各項中之一或多者：一系統單元外殼；一視訊顯示裝置；記憶體，諸如揮發性或非揮發性記憶體；處理器，諸如微處理器或數位信號處理器；計算實體，諸如作業系統、驅動器、圖形使用者介面及應用程式；一或多個互動裝置，諸如一觸控墊、一觸控螢幕、一天線等；及/或控制系統，其包含回饋環路及控制馬達(例如，用於感測位置及/或速度之回饋；用於移動及/或調整組件及/或數量之控制馬達)。可利用適合之商業上可獲得組件(諸如，通常發現於資料計算/通信及/或網路計算/通信系統中之彼等組件)實施一資料處理系統。

熟習此項技術者將認識到，本文中所闡述組件(例如，操作)、裝置、物件及伴隨其之論述係為概念上清晰起見而用作實例，且涵蓋各種組態修改形式。因此，如本文中所使用，所陳述之特定實例及伴隨論述意欲表示其更一般類別。一般而言，任何特定範例之使用意欲表示其類別，且不包含特定組件(例如，操作)、裝置及物件不應被視為具限制性。

儘管一使用者在本文中闡述為一單個人，但熟習此項技術者將瞭解，使用者可表示一人類使用者、一機器人使用者(例如，計算實體)及/或實質上其任何組合(例如，一使用者可由一或多個機器人代理來輔助)，除非內容脈絡中另有規定。熟習此項技術者將瞭解，一般而言，在本文中使用「發送者」及/或其他實體導向術語時可對此等術語進行相同說明，除非內容脈絡中另有規定。

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適於情景及/或應用時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/複數置換。

本文中所闡述之標的物有時圖解說明含納於不同其他組件內或與不同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，且實際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」以使得達成所要功能性。因此，可將本文中經組合以達成一特定功能性之任何兩個組件視為彼此「相關聯」以使得達成所要功能性，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「以可操作方式連接」或「以可操作方式耦合」以達成所要功能性，且能夠如此相關聯之任何兩個組件亦可被視為彼此「可以可操作方式耦合」以達成所要功能性。可以可操作方

式耦合之特定實例包括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。

在某些例項中，一或多個組件在本文中可稱為「經組態以」、「可組態以」、「可操作/操作以」、「適於/可適於」、「能夠」、「可符合/符合」等。熟習此項技術者將認識到，此等術語(例如，「經組態以」)可大體囊括作用狀態組件及/或非作用狀態組件及/或待用狀態組件，除非內容脈絡中另有要求。

雖然已展示並闡述了本文中所闡述之本標的物之特定態樣，但熟習此項技術者將明瞭：可在不背離本文中所闡述之標的物及其更廣泛態樣之情況下基於本文中之教示做出改變及修改，且因此，隨附申請專利範圍欲將所有此等改變及修改囊括於其範疇內，如同此等改變及修改歸屬於本文中所闡述之標的物之真實精神及範疇內一般。熟習此項技術者將理解，一般而言，本文中所使用且尤其在隨附申請專利範圍(例如，隨附申請專利範圍之主體)中之術語通常意欲為「開放式」術語(例如，術語「包含(including)」應解釋為「包含但不限於」，術語「具有(having)」應解釋為「至少具有」，術語「包含(includes)」應解釋為「包含但不限於」等)。熟習此項技術者將進一步理解，若意欲使一所引入申請專利範圍陳述為一特定數目，則將在申請專利範圍中明確陳述此一意圖，且在無此陳述之情況下，則不存在此意圖。舉例而言，作為對理解之一輔助，以下隨附申請專利範圍可含有使用引入性片語「至少一個(at least one)」及「一或多個(one or more)」來引入申請專利範圍陳述。然而，此等片語之使用不應解釋為暗指由不定冠詞「一(a)」或「一(an)」引入之一申請專利範圍

陳述將含有此所引入申請專利範圍陳述之任何特定申請專利範圍限制於僅含有一個此類陳述之申請專利範圍，甚至當相同申請專利範圍包含引入性片語「一或多個」或「至少一個」及諸如「一(a)」或「一(an)」之不定冠詞(例如，「一(a)」及/或「一(an)」通常應解釋為意指「至少一個」或「一或多個」)時亦如此；相同情況適用於用於引入申請專利範圍陳述之不定冠詞之使用。另外，即使明確陳述一所引入申請專利範圍陳述之一特定數目，熟習此項技術者亦將認識到，此陳述通常應解釋為意指至少所陳述數目(例如，在不具有其他修飾語之情況下，「兩個陳述」之無修飾陳述通常意指至少兩個陳述或者兩個或兩個以上陳述)。此外，在其中使用類似於「A、B及C中之至少一者等」之一慣例之彼等例項中，一般而言，此一構造意欲指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中之至少一者等」之一慣例之彼等例項中，一般而言，此一構造意欲指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)。熟習此項技術者將進一步理解，通常表示兩個或多於兩個替代術語之一轉折字及/或片語(無論係在說明中、申請專利範圍中還是在圖式中)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，除非內容脈絡中另有規定。舉例而言，片語「A或B」通常將理解為包含「A」或「B」或「A及B」之可能性。

關於隨附申請專利範圍，熟習此項技術者將瞭解，其中所述之操作通常可以任何次序執行。此外，儘管依次呈現各種操作流程，但應理解，各種操作可以除所圖解說明之次序之外的其他次序執行，或可同時執行。此等替代排序之實例可包含重疊、交錯、中斷、重新排序、漸進式、預備、補充、同時、反向或其他變體排序，除非內容脈絡中另有規定。此外，如「對...作出回應」、「與...相關」或其他過去式形容詞等術語通常並非意欲將此等變體排除在外，除非內容脈絡中另有規定。

儘管已圖解說明本發明之特定實施例，但應明瞭，熟習此項技術者可在不背離前述揭示內容之範疇及精神之情況下做出本發明之各種修改及實施例。據信，藉由前述說明將理解本發明及諸多其伴隨優點，且將明瞭可在不背離所揭示標的物或不犧牲所有其材料優點之情況下在組件之形式、構造及配置方面做出各種改變。所闡述之形式僅係解釋性的，且以下申請專利範圍意欲囊括並包含此等改變。因此，本發明之範疇應僅受附加於其之申請專利範圍限制。

【符號說明】

100	陣列
102	電子光學柱
104	檢測區/第一檢測區/第二檢測區/特定檢測區
110	陣列
120	陣列
200	全場
202	y分量
204	x分量

206	電子光學柱
208	檢測區/第一檢測區/第二檢測區
210	y分量
212	x分量
300	場區(或象限)
302	y分量
304	x分量
306	電子光學柱/柱
308	檢測區/第一檢測區/第二檢測區
310	y分量
312	x分量
320	場區(或象限)
340	場區(或象限)
360	場區(或象限)
400	印刷區
402	y分量
404	x分量
406	場區/第一場區/第二場區/第一印刷區/特定印刷區/印刷區
408	y分量
410	x分量
412	電子光學柱
414	檢測區/第一檢測區/第二檢測區/所檢測區/區

416	y分量
418	x分量
420	合成全場
700	表徵工具/次級電子再檢測工具/多射束掃描電子顯微鏡再檢測工具/多重柱掃描電子顯微鏡再檢測工具
702	電子光學柱/外環電子光學柱
704	電子光學元件
706	孔隙
708	聚光透鏡
710	射束偏轉器/掃描線圈
712	物鏡
714	經反向散射電子偵測器/偵測器
716	電子束源
718	發射器
720	電子束
722	樣本/晶圓
724	樣本載台
726	電子
730	表徵系統
732	控制器
734	處理器
736	記憶體
738	程式指令

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於一掃描電子顯微鏡(SEM)系統之表徵工具，其包括：

複數個電子光學柱（electron-optical columns），其配置成以一或多個間隔界定之一陣列，其中每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件，

其中該複數個電子光學柱經組態以表徵（characterize）固定於一載台上之一樣本之一表面上之一場區（field area），

其中該複數個電子光學柱中之電子光學柱之一數目等於該場區中之檢測區之一整數數目，

其中該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸（one or more dimensions），

其中該等電子光學柱被間隔開，使得該複數個電子光學柱之一總檢測區與該樣本之一全場（full field）匹配，

其中該電子光學柱被間隔開，使得由每一電子光學柱檢測之面積為相等，其中該整數數目個檢測區之至少一組毗鄰檢測區至少部分重疊。

【請求項2】

如請求項1之表徵工具，其中該一或多個間隔包含一第一方向上之一第一間隔及至少一第二方向上之至少一第二間隔。

【請求項3】

如請求項2之表徵工具，其中該第一方向上之該第一間隔與該至少該第二方向上之該至少該第二間隔不同。

【請求項4】

如請求項2之表徵工具，其中該第一方向上之該第一間隔與該至少該

第二方向上之該至少該第二間隔相等。

【請求項5】

如請求項1之表徵工具，其中該整數數目個檢測區中之該等毗鄰檢測區不重疊。

【請求項6】

如請求項1之表徵工具，其中該樣本之該表面上之該場區包含該樣本之該表面上之一單個場區，其中該單個場區被分成該整數數目個檢測區。

【請求項7】

如請求項1之表徵工具，其中該樣本之該表面上之該場區包含一第一場區及至少一第二場區，其中該第一場區及該至少該第二場區各自包含該整數數目個檢測區。

【請求項8】

如請求項7之表徵工具，其中該複數個電子光學柱經組態以依序表徵該第一場區及該至少該第二場區。

【請求項9】

如請求項8之表徵工具，其中該複數個電子光學柱經組態以在表徵該第一場區中之該整數數目個檢測區之後表徵該至少該第二場區中之該整數數目個檢測區。

【請求項10】

如請求項7之表徵工具，其中該第一場區與該至少該第二場區不重疊。

【請求項11】

如請求項7之表徵工具，其中該第一場區與該至少該第二場區至少部

分地重疊。

【請求項12】

如請求項7之表徵工具，其中該第一場區與該至少該第二場區之大小實質上相等。

【請求項13】

如請求項7之表徵工具，其中該第一場區之大小不同於該至少該第二場區。

【請求項14】

如請求項1之表徵工具，其中該複數個電子光學柱接收由複數個電子束源產生之複數個電子束。

【請求項15】

如請求項14之表徵工具，其中該複數個電子光學柱中之每一電子光學柱接收該複數個電子束中之一電子束。

【請求項16】

如請求項14之表徵工具，其中該複數個電子光學柱將該複數個電子束引導至該樣本之該表面。

【請求項17】

如請求項16之表徵工具，其中該樣本回應於該複數個電子束中之至少一個電子束而發射或散射電子。

【請求項18】

如請求項17之表徵工具，其中該複數個電子光學柱中之至少一個電子光學柱偵測該等所發射或所散射電子之至少一部分。

【請求項19】

如請求項1之表徵工具，其中該樣本包括：

一光罩或一標線片中之至少一者。

【請求項20】

一種多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)系統，其包括：

一電子束源總成，其包括經組態以產生複數個電子束之複數個電子束源；

一載台，其經組態以固定一樣本；及

一多重柱總成，其包括：

複數個電子光學柱，其配置成以一或多個間隔界定之一陣列，其中每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件，

其中該複數個電子光學柱經組態以表徵固定於該載台上之該樣本之一表面上之一場區，

其中該複數個電子光學柱中之電子光學柱之一數目等於該場區中之檢測區之一整數數目，

其中該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸，

其中該等電子光學柱被間隔開，使得該複數個電子光學柱之一總檢測區與該樣本之一全場匹配，

其中該電子光學柱被間隔開，使得由每一電子光學柱檢測之面積為相等，其中該整數數目個檢測區之至少一組毗鄰檢測區至少部分重疊。

【請求項21】

一種檢測一樣本的方法，其包括：

經由一多重柱掃描電子顯微鏡(SEM)再檢測工具之複數個電子光學柱而表徵該樣本之一表面上之一場區，該複數個電子光學柱配置成以一或多個間隔界定之一陣列，其中每一電子光學柱包含一或多個電子光學元件，

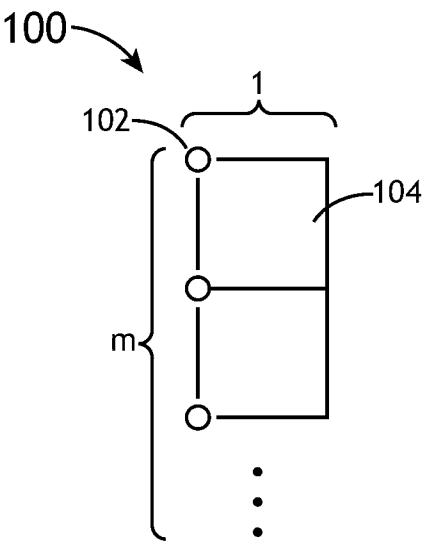
其中該複數個電子光學柱中之電子光學柱之一數目等於該場區中之檢測區之一整數數目，

其中該複數個電子光學柱之該一或多個間隔對應於該等檢測區之一或多個尺寸，

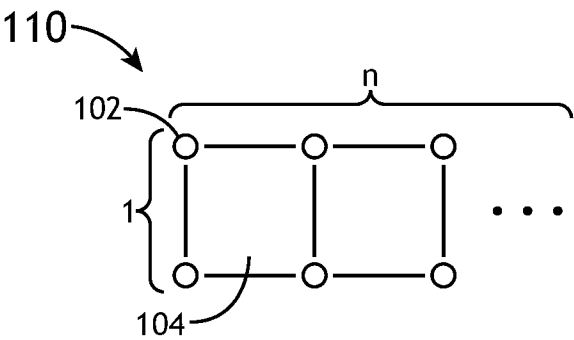
其中該等電子光學柱被間隔開，使得該複數個電子光學柱之一總檢測區與該樣本之一全場匹配，

其中該電子光學柱被間隔開，使得由每一電子光學柱檢測之面積為相等，其中該整數數目個檢測區之至少一組毗鄰檢測區至少部分重疊。

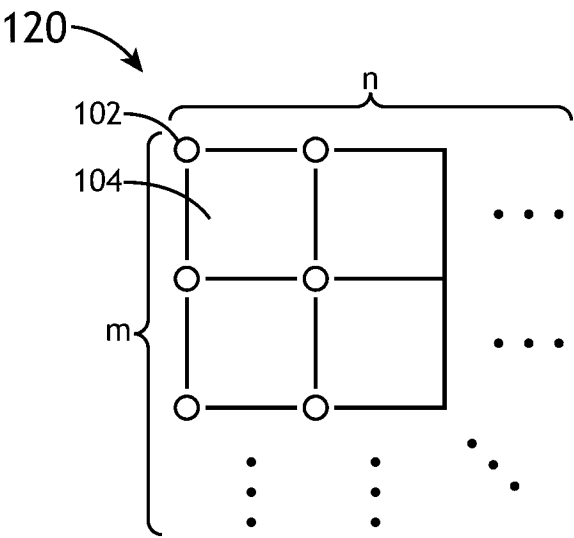
【發明圖式】



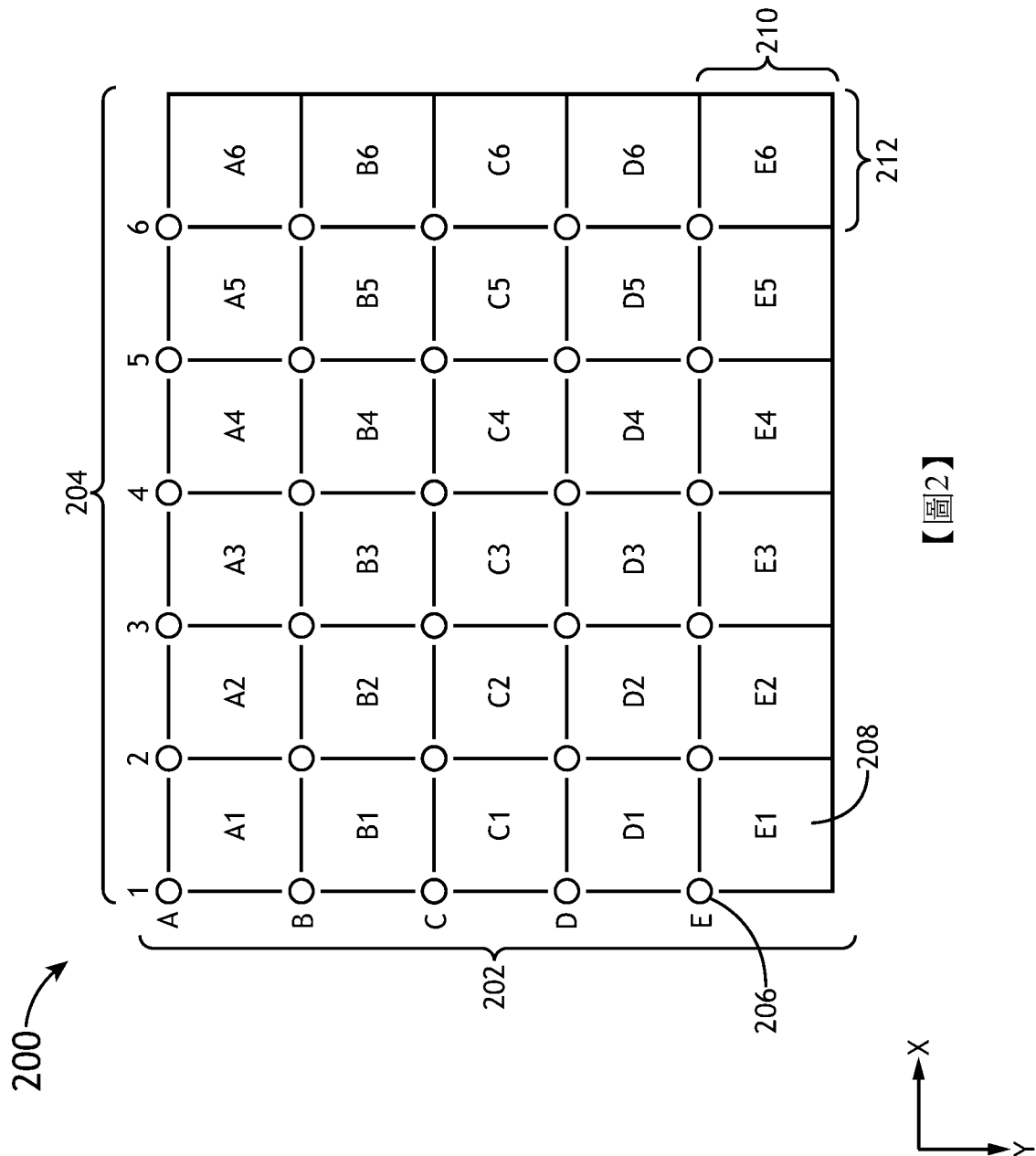
【圖1A】



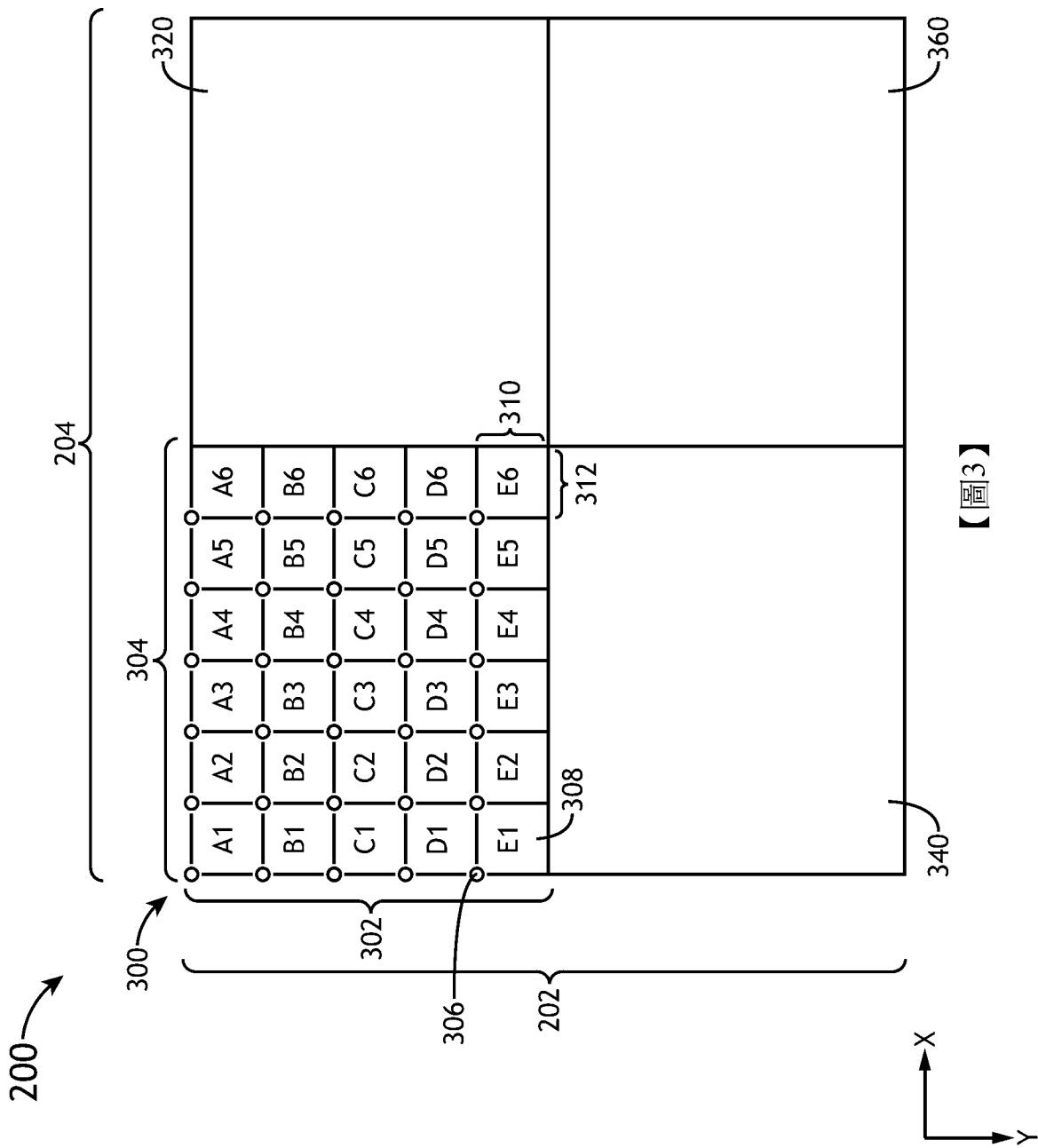
【圖1B】



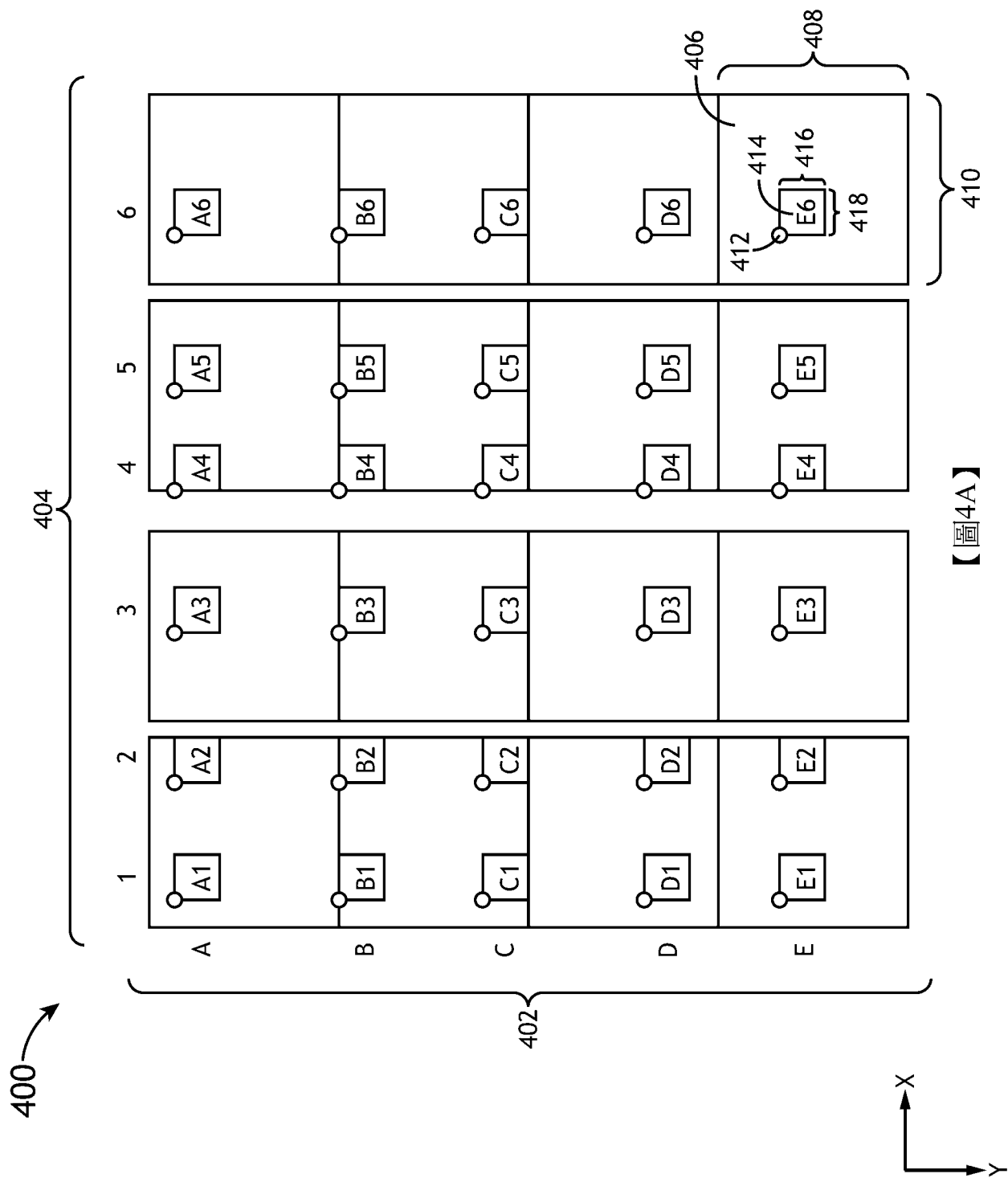
【圖1C】



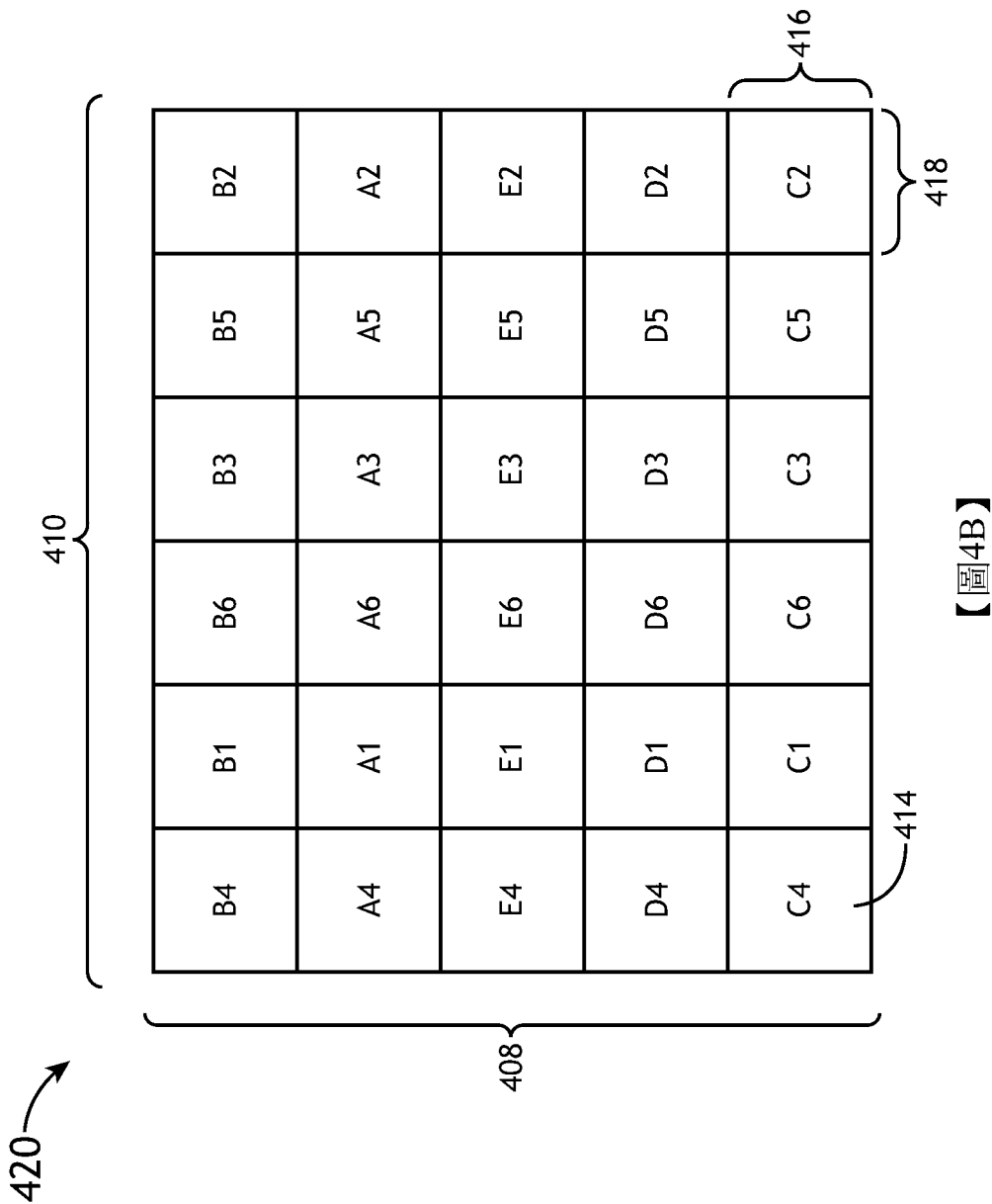
【圖2】



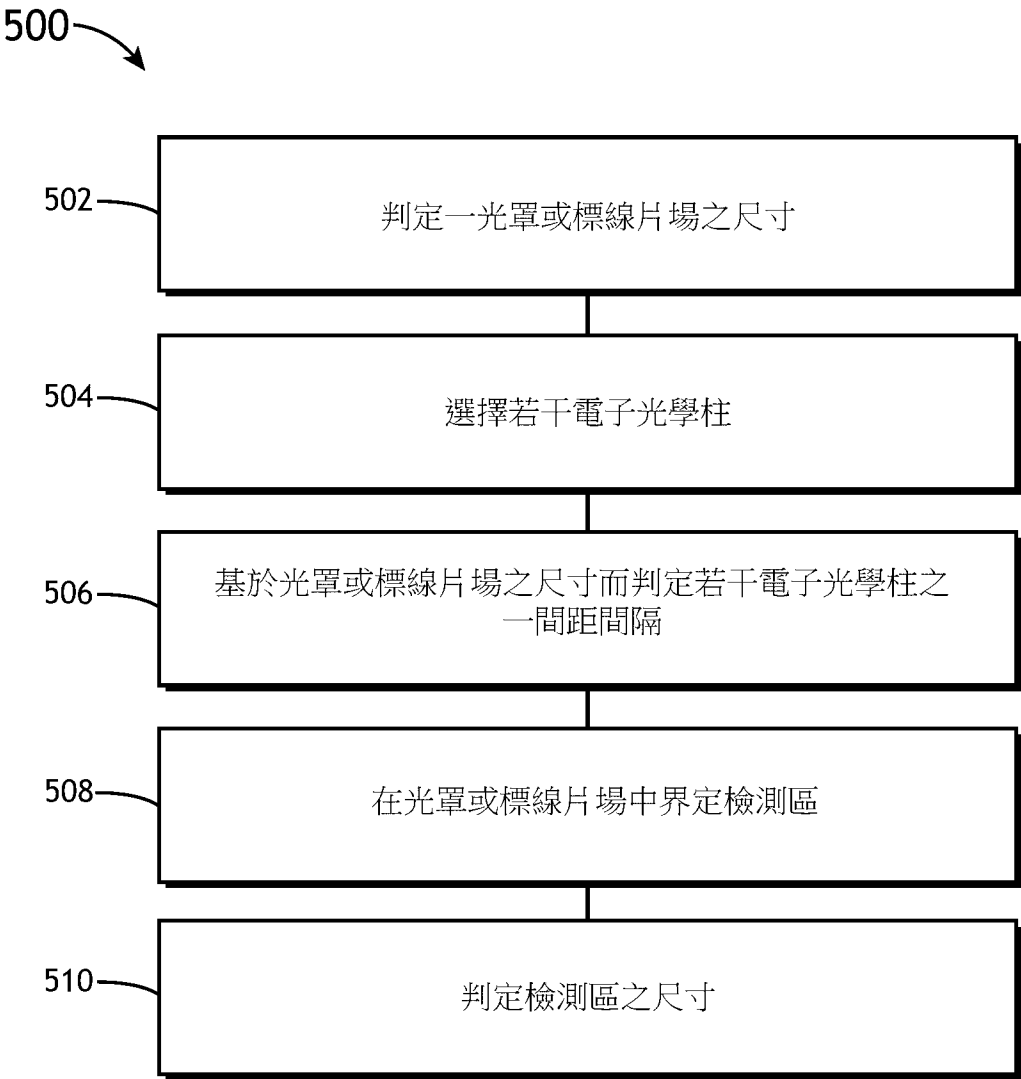
【圖3】



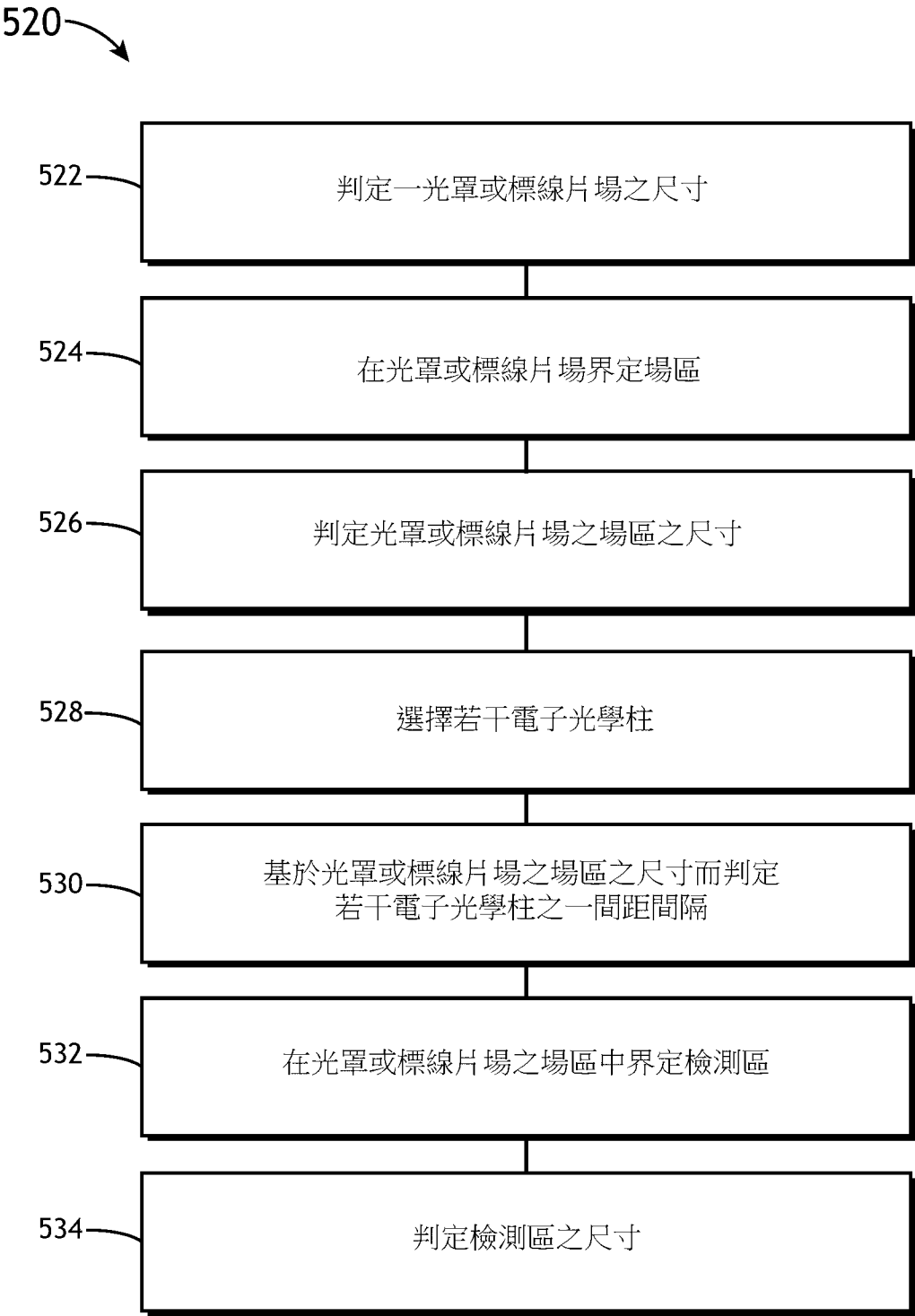
【圖4A】



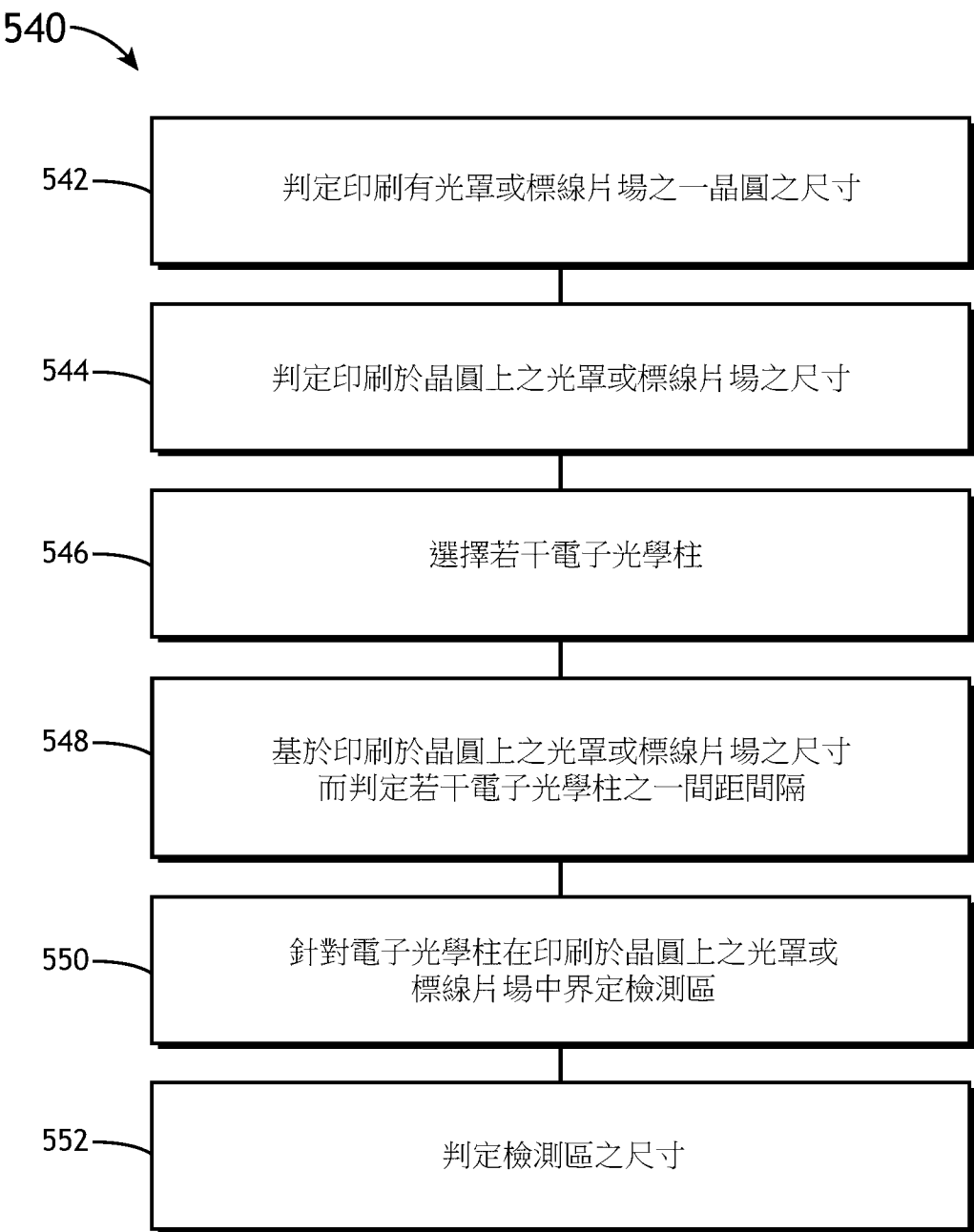
【圖4B】



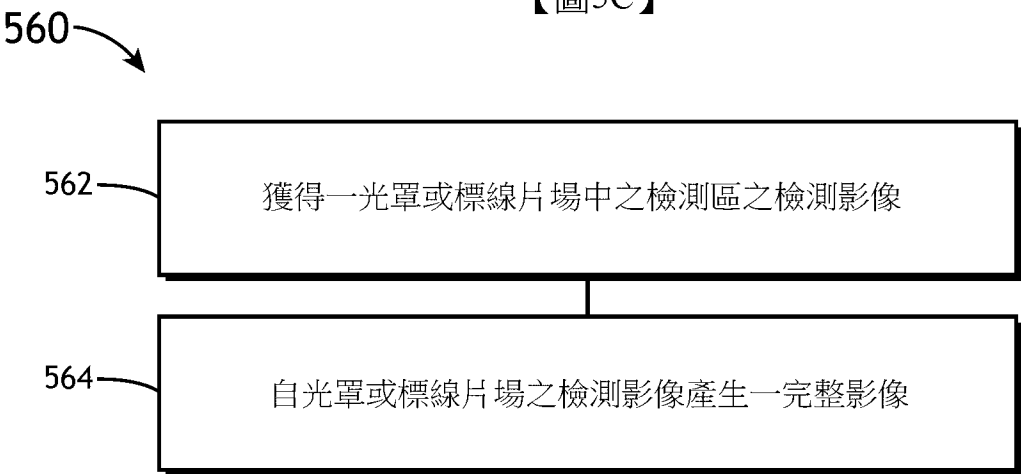
【圖5A】



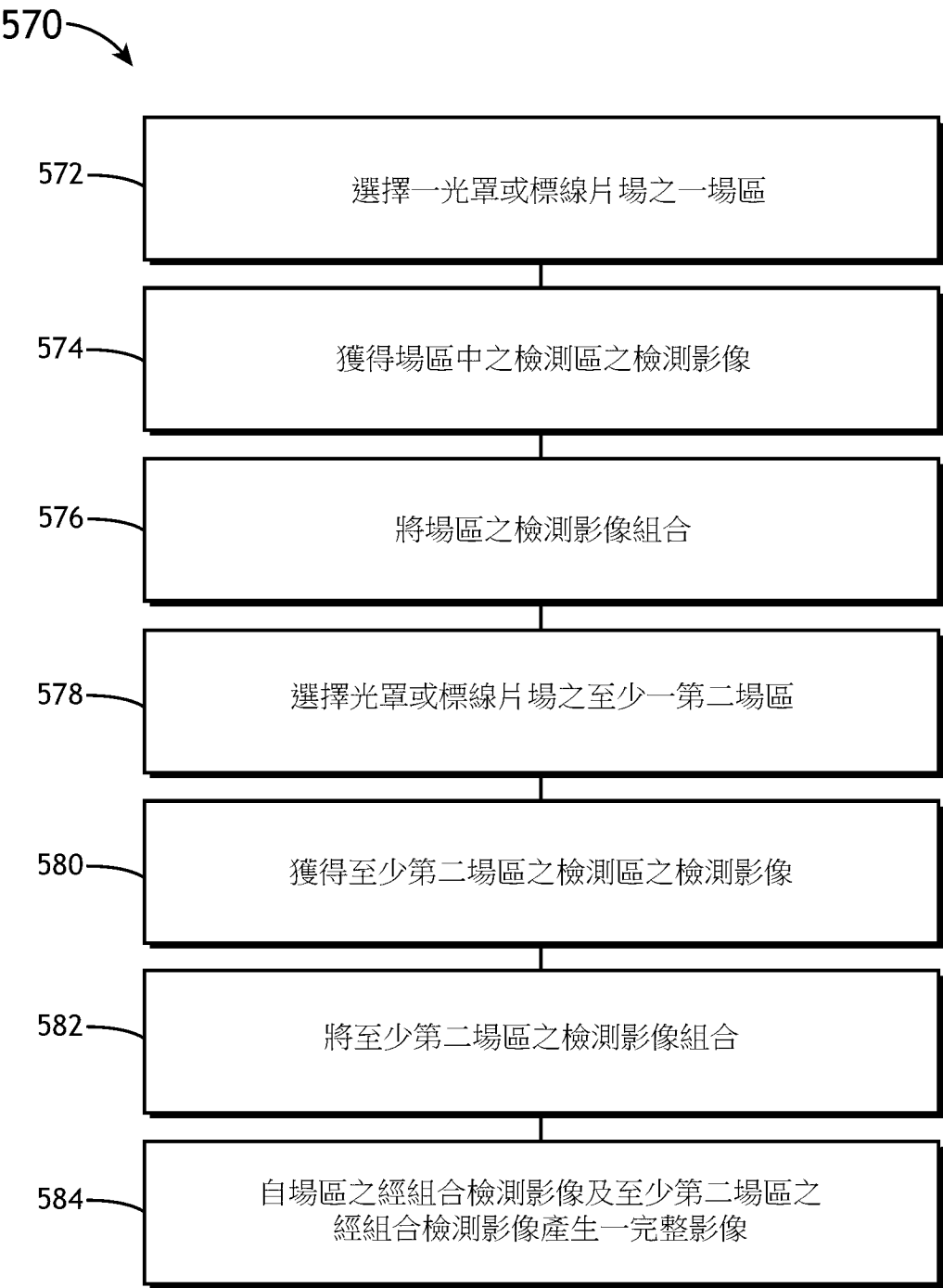
【圖5B】



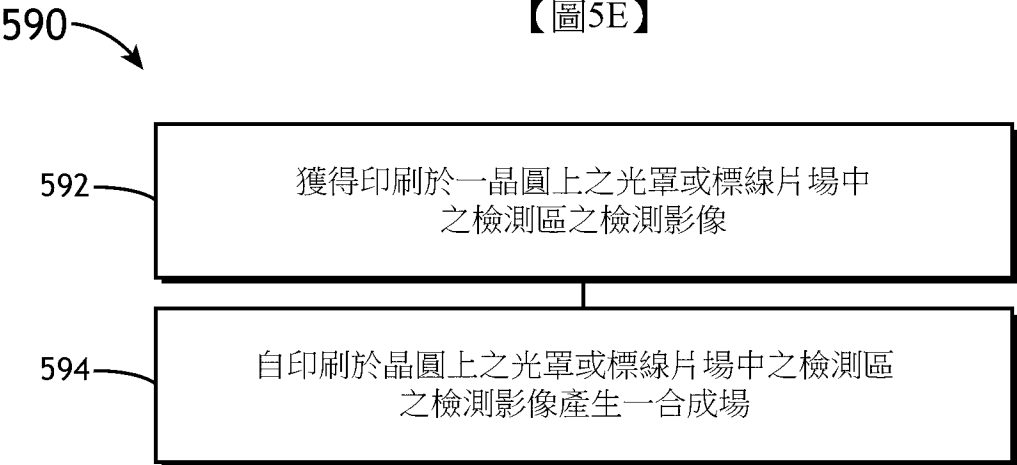
【圖5C】



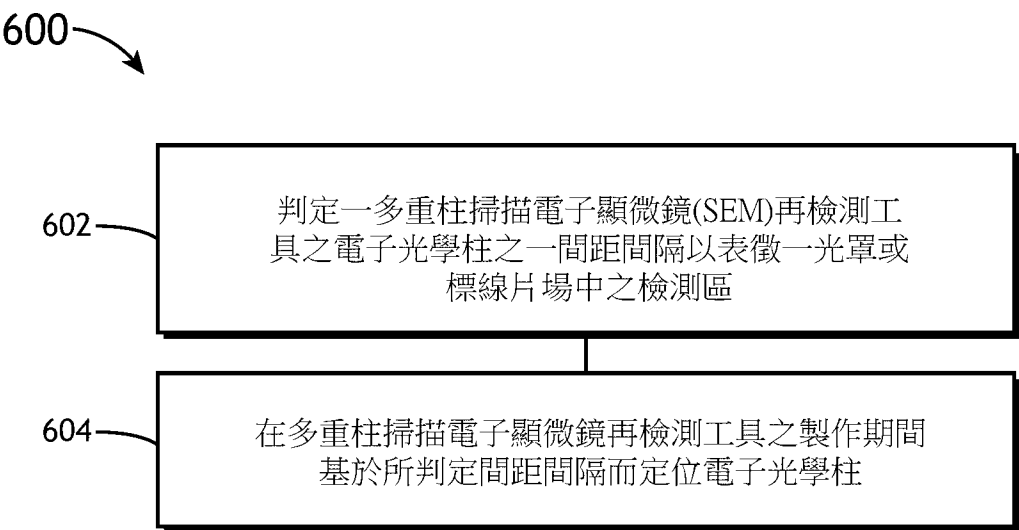
【圖5D】



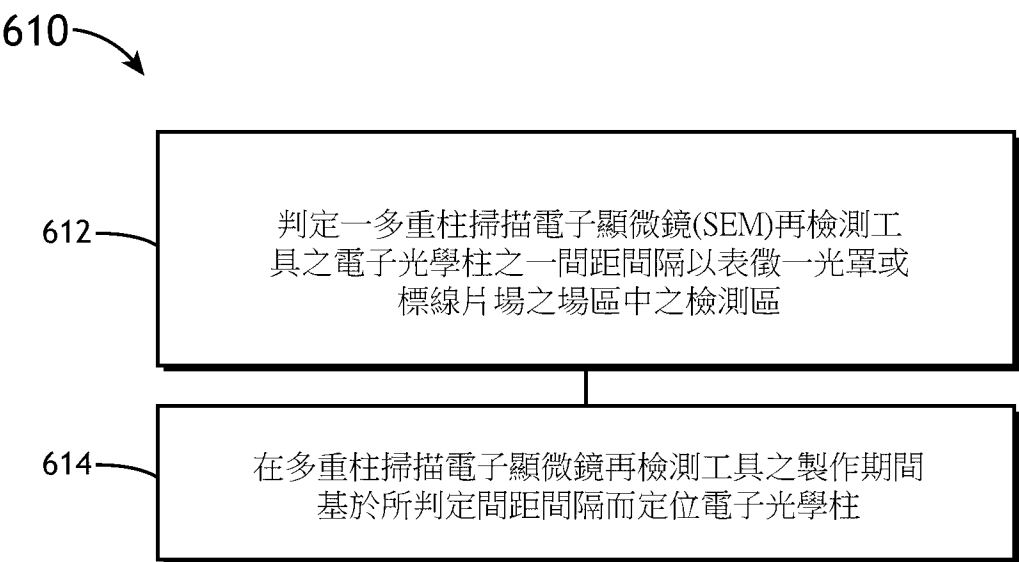
【圖5E】



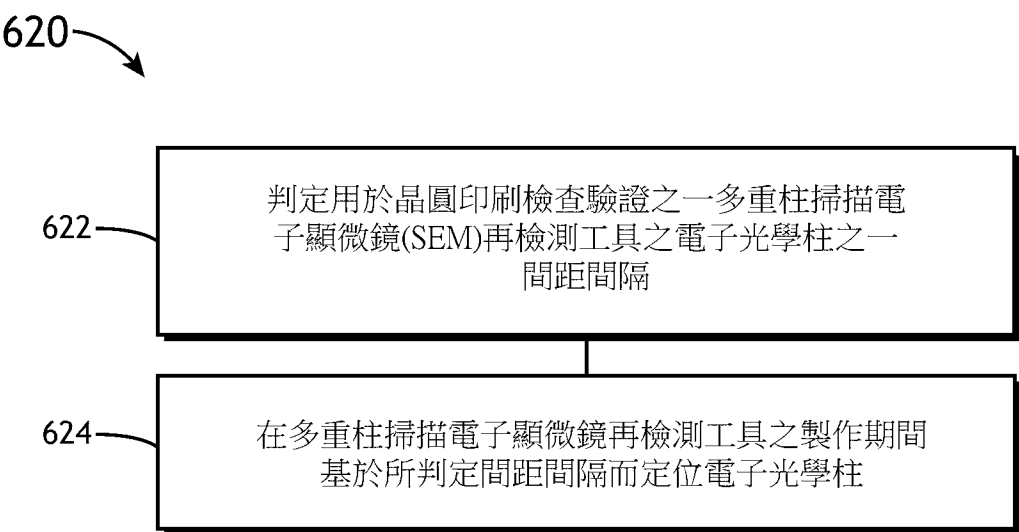
【圖5F】



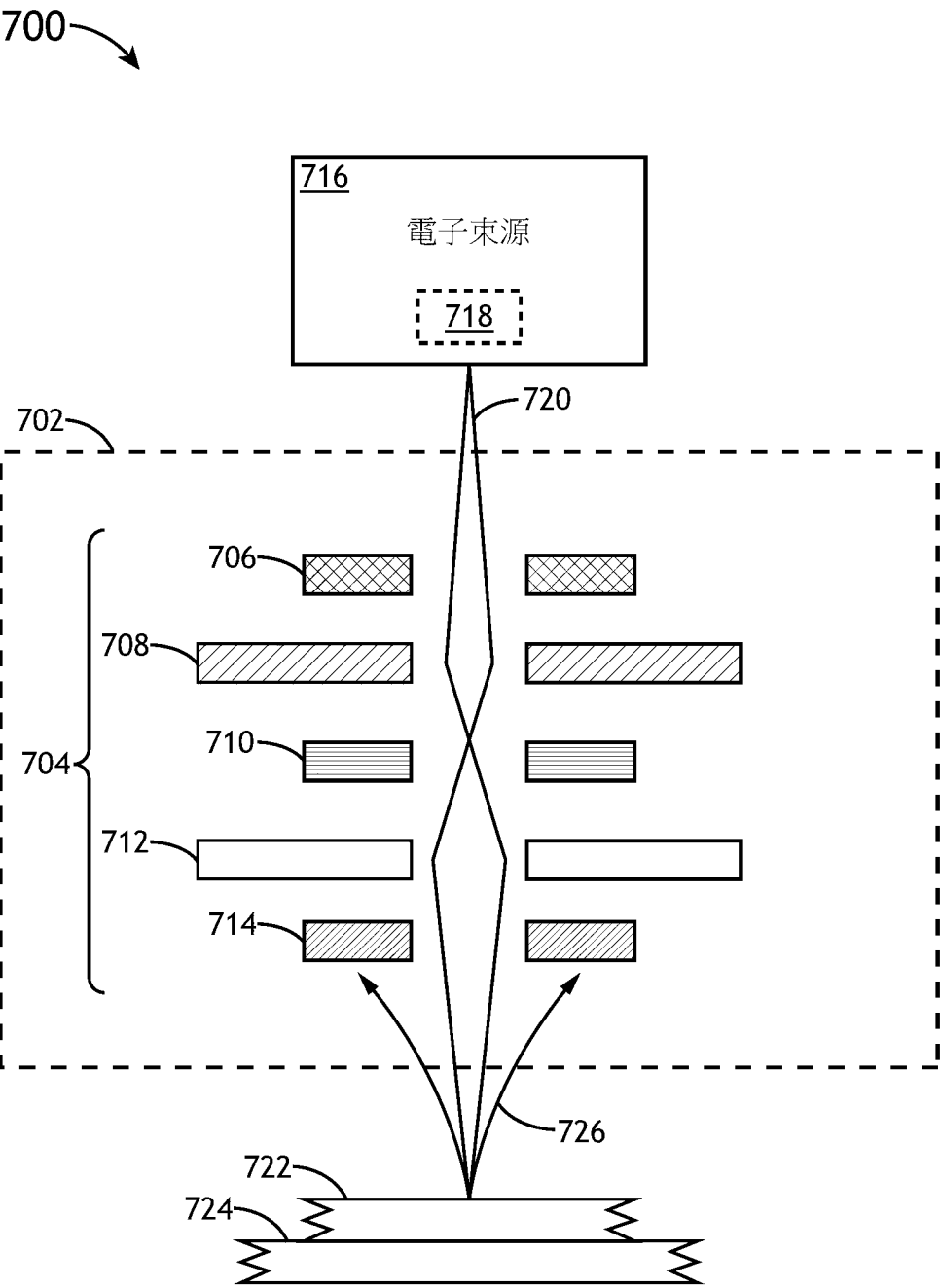
【圖6A】



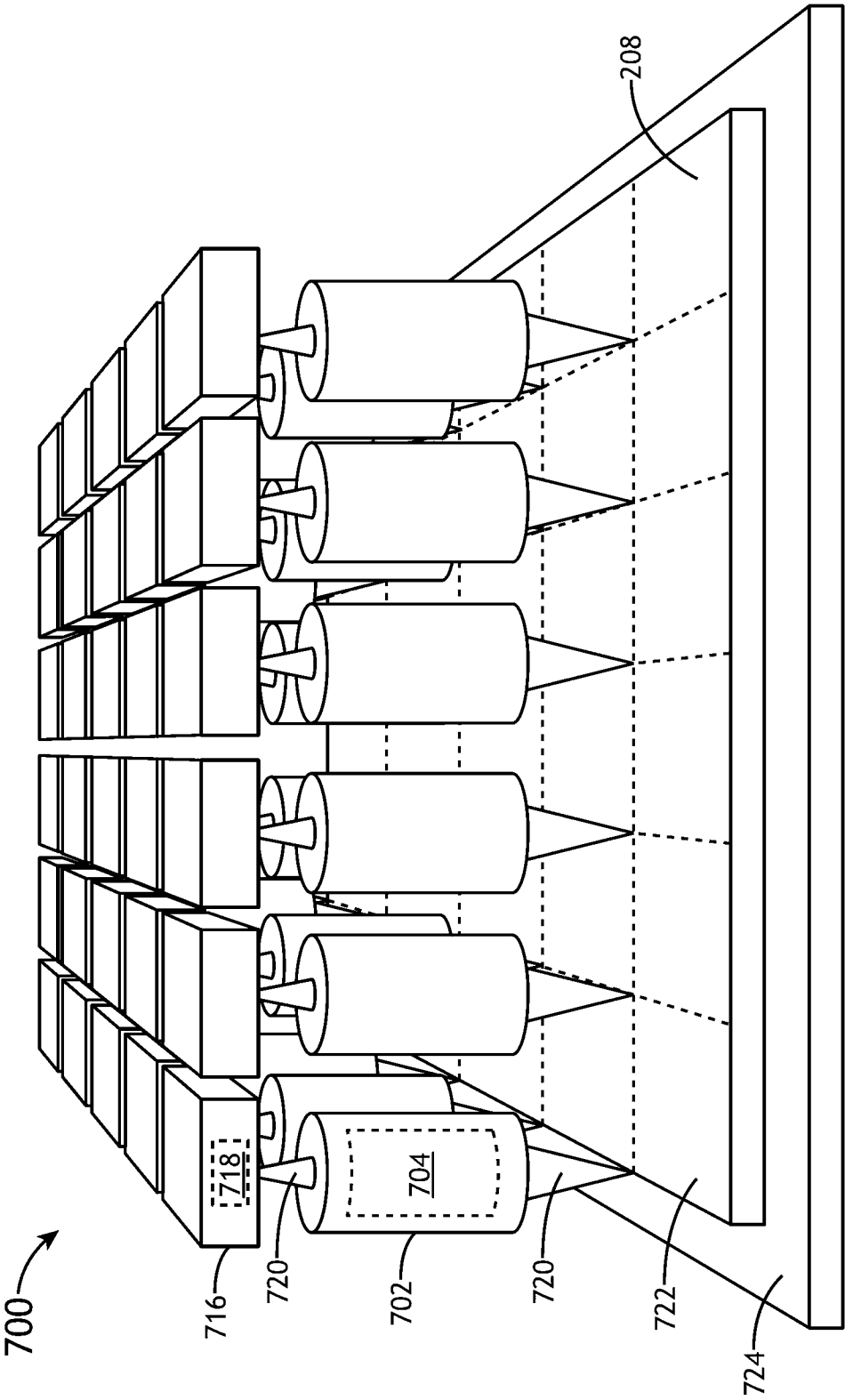
【圖6B】



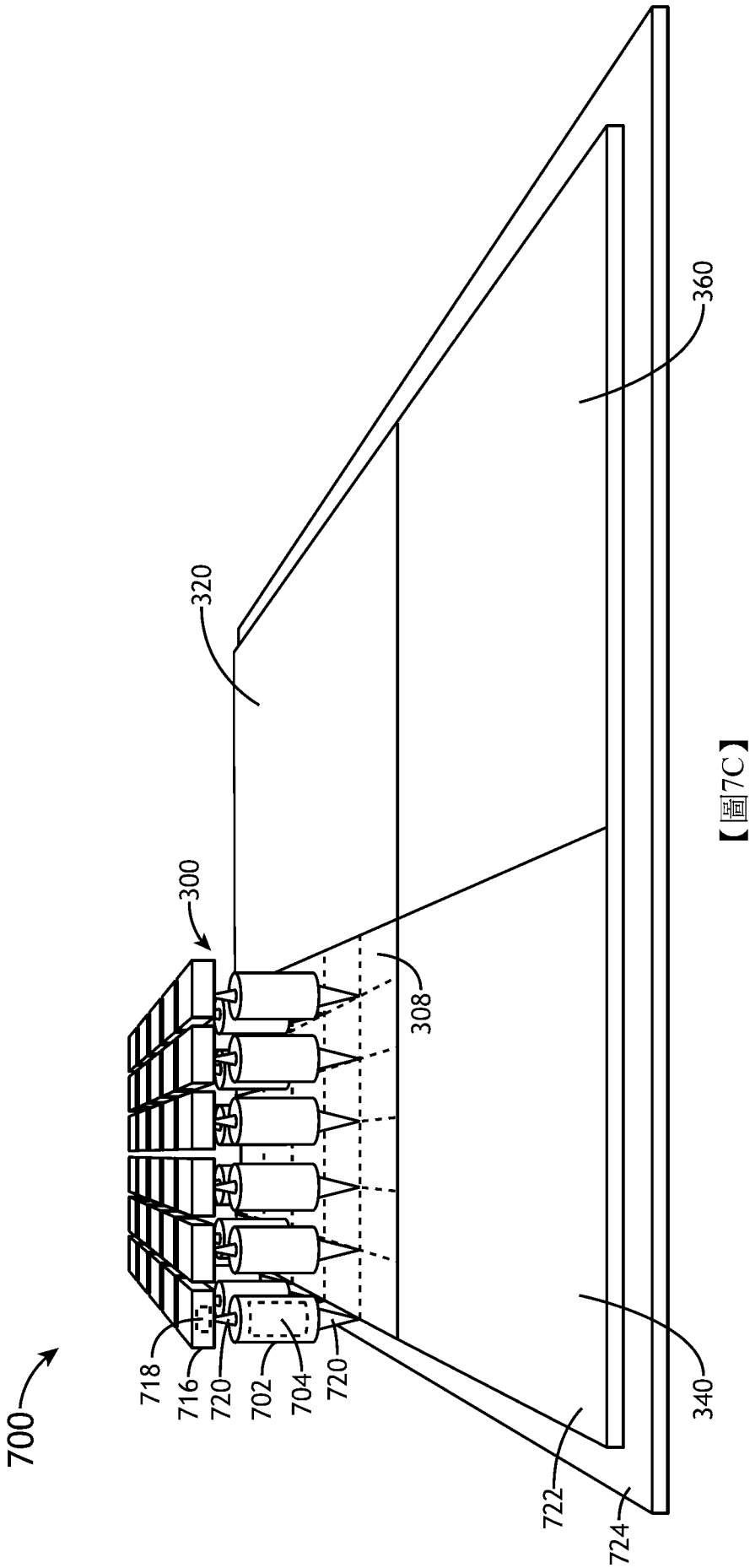
【圖6C】



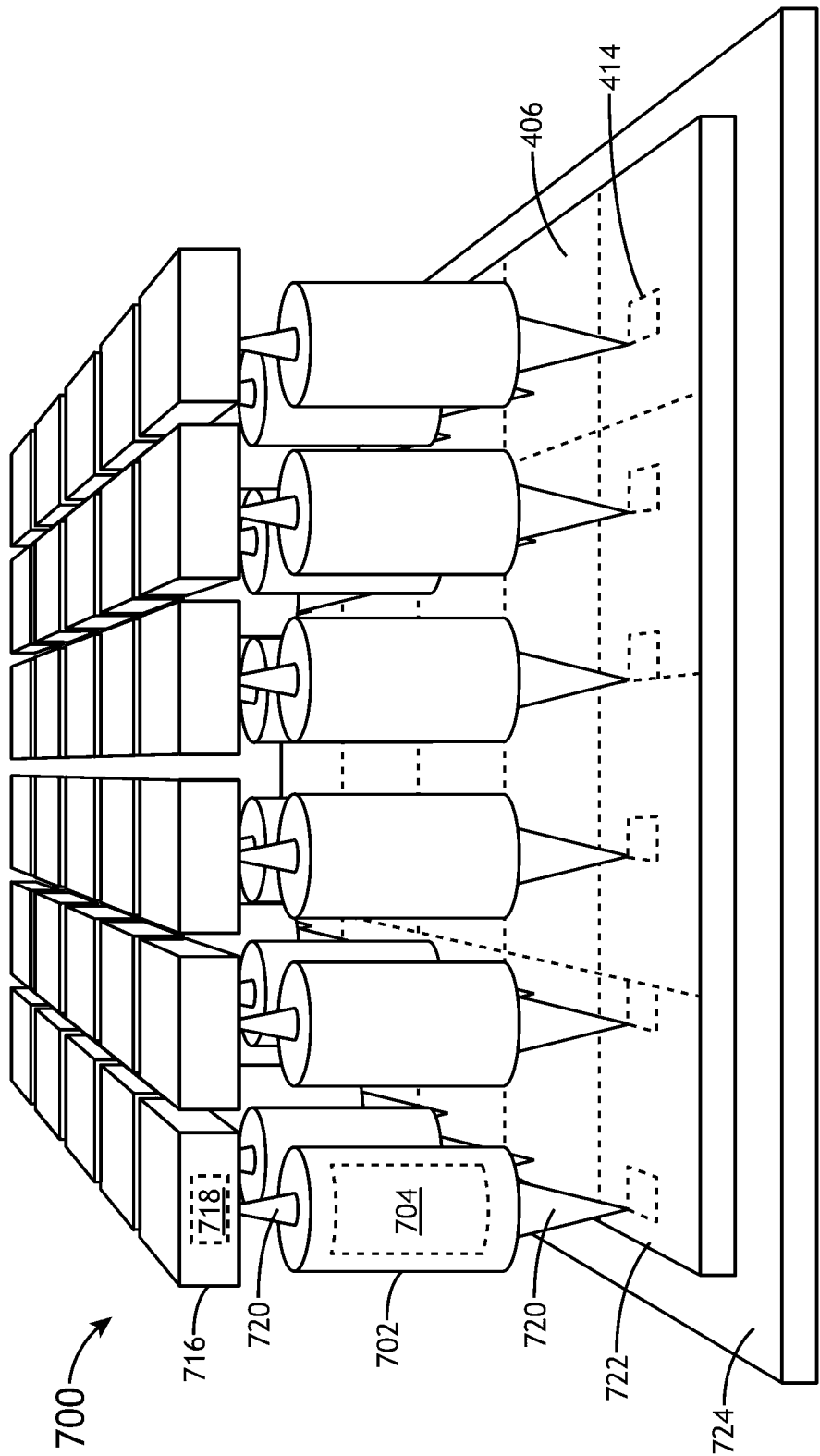
【圖7A】



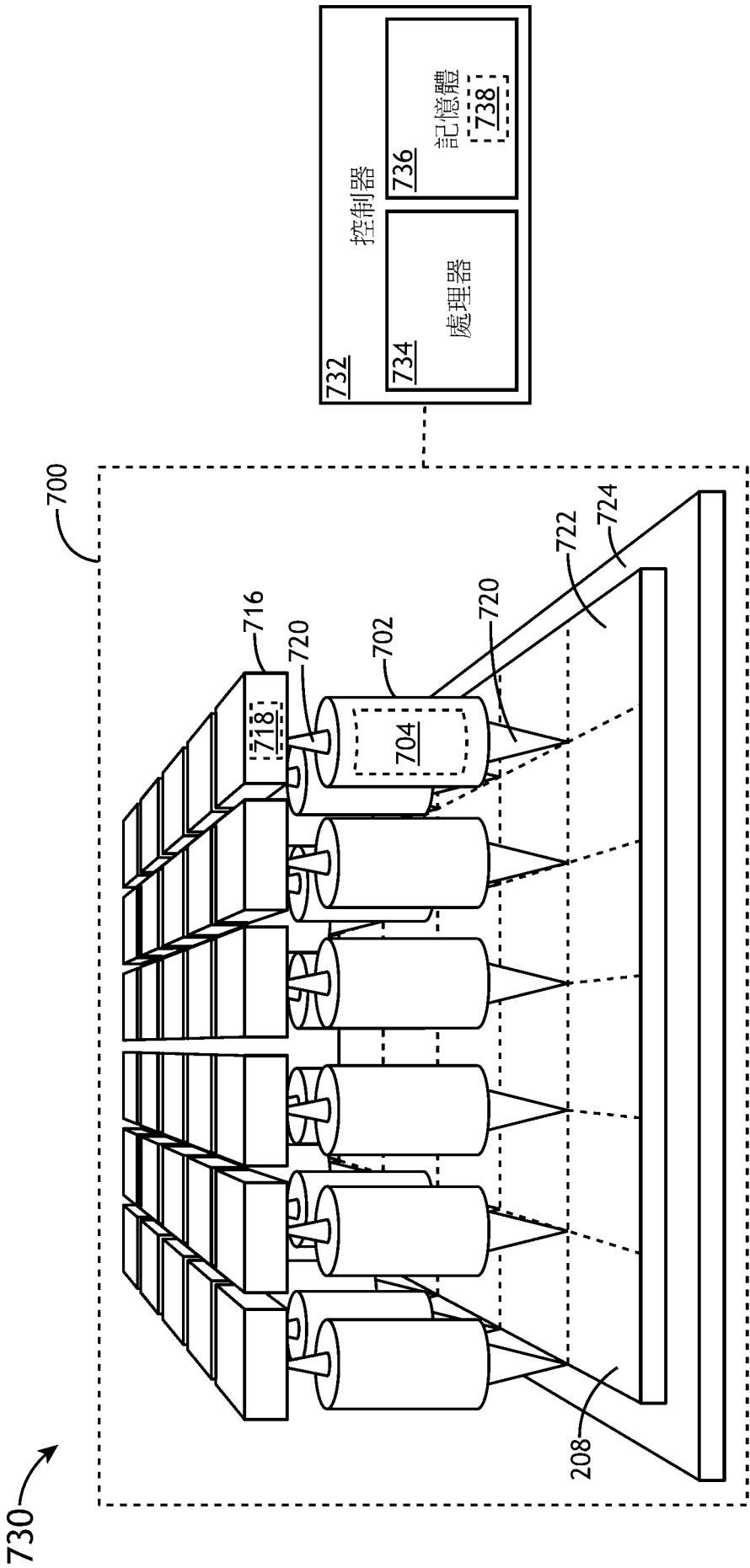
【圖7B】



【圖7C】



【圖7D】



【圖7E】