



(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 I773030 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：109144852

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 18 日

(51)Int. Cl. : H01J37/28 (2006.01)

H01J37/04 (2006.01)

(30)優先權：2019/12/20 美國

62/951,850

(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：梅森 馬汀諾斯 傑拉杜斯 喬漢斯 瑪利亞 MAASSEN, MARTINUS GERARDUS
JOHANNES MARIA (NL)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW I288424

CN 101248505B

CN 105161393A

CN 108352292A

JP 6208653B2

US 7449701B2

US 9281162B2

US 9778377B2

US 2016/0155603A1

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：9 共 70 頁

(54)名稱

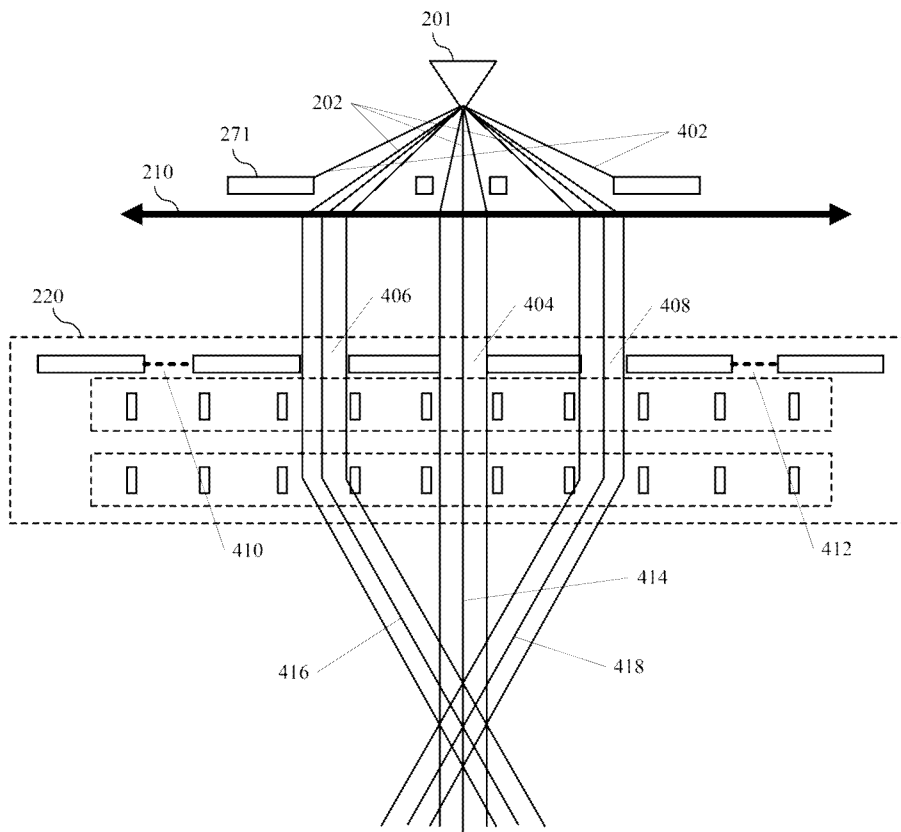
用於多射束檢測系統之多模操作

(57)摘要

本發明揭露用於一多射束檢測系統之多模操作的設備、系統及方法。一種用於產生多模小射束之設備可包括一孔隙陣列，該孔隙陣列包括具有一第一大小之孔隙之一第一群組及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二群組，該第二孔隙群組鄰接該第一孔隙群組，其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組處於不同的通過狀態或阻擋狀態。一種能夠進行多模檢測操作的多射束設備可包括前述設備、經組態以發射帶電粒子的一源、經組態以設定該等帶電粒子之一投影區域的一聚光器系統，及用於控制該第一孔隙群組及該第二孔隙群組的電路系統。

Apparatuses, systems, and methods for multi-modal operations of a multi-beam inspection system are disclosed. An apparatus for generating multi-modal beamlets may include an aperture array which includes a first group of apertures having a first size and a second group of apertures having a second size different from the first size, the second group of apertures adjoining the first group of apertures, in which the first group of apertures and the second group of apertures are in different pass-or-block statuses. A multi-beam apparatus of multi-modal inspection operations may include the aforementioned apparatus, a source configured to emit charged particles, a condenser system configured to set a projection area of the charged particles, and circuitry for controlling the first and second groups of apertures.

指定代表圖：



符號簡單說明：

201:電子源

202:初級電子射束

210:聚光器透鏡

220:源轉換單元

271:庫侖孔隙板/槍孔
隙板

402:周邊電子

404:孔隙

406:孔隙

408:孔隙

410:孔隙

412:孔隙

414:小射束

416:小射束

418:小射束

【圖4A】



I773030

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於多射束檢測系統之多模操作

【英文發明名稱】

MULTI-MODAL OPERATIONS FOR MULTI-BEAM INSPECTION
SYSTEM

【中文】

本發明揭露用於一多射束檢測系統之多模操作的設備、系統及方法。一種用於產生多模小射束之設備可包括一孔隙陣列，該孔隙陣列包括具有一第一大小之孔隙的第一群組及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二群組，該第二孔隙群組鄰接該第一孔隙群組，其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組處於不同的通過狀態或阻擋狀態。一種能夠進行多模檢測操作的多射束設備可包括前述設備、經組態以發射帶電粒子的一源、經組態以設定該等帶電粒子之一投影區域的一聚光器系統，及用於控制該第一孔隙群組及該第二孔隙群組的電路系統。

【英文】

Apparatuses, systems, and methods for multi-modal operations of a multi-beam inspection system are disclosed. An apparatus for generating multi-modal beamlets may include an aperture array which includes a first group of apertures having a first size and a second group of apertures having a second size different from the first size, the second group of apertures adjoining the first group of apertures, in which the first group of apertures and the second group of apertures are in different pass-or-block statuses. A multi-beam apparatus of multi-modal inspection operations may include

the aforementioned apparatus, a source configured to emit charged particles, a condenser system configured to set a projection area of the charged particles, and circuitry for controlling the first and second groups of apertures.

【指定代表圖】

圖4A

【代表圖之符號簡單說明】

201:電子源

202:初級電子射束

210:聚光器透鏡

220:源轉換單元

271:庫侖孔隙板/槍孔隙板

402:周邊電子

404:孔隙

406:孔隙

408:孔隙

410:孔隙

412:孔隙

414:小射束

416:小射束

418:小射束

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於多射束檢測系統之多模操作

【英文發明名稱】

MULTI-MODAL OPERATIONS FOR MULTI-BEAM INSPECTION
SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本文中之描述內容係關於帶電粒子射束系統的領域，且更明確而言係關於用於多射束檢測系統之多模操作的領域。

【先前技術】

【0002】 在積體電路(IC)之製造製程中，對未完成或已完成電路組件進行檢測以確保其係根據設計而製造且無缺陷。可採用利用光學顯微鏡或帶電粒子(例如，電子)射束顯微鏡，諸如掃描電子顯微鏡(SEM)的檢測系統。SEM將低能量電子(例如， $<1\text{ keV}$)傳遞至表面且使用偵測器記錄離開該表面的二次或反向散射電子。藉由針對表面上之不同激勵位置記錄此類電子，可產生具有奈米量級空間解析度的影像。

【0003】 SEM可為單射束系統或多射束系統。單射束SEM使用單電子射束掃描表面，而多射束SEM同時使用多電子射束掃描表面。多射束系統與單射束系統相比可達成較高的成像產出量。然而，歸因於多射束系統與單射束系統相比缺乏一些結構上的靈活性，多射束系統亦具有更複雜的結構。此外，歸因於多射束系統的較高複雜度，多射束SEM與單射束SEM相比更傾向於具有操作誤差及問題。

【發明內容】

【0004】 本揭露之實施例提供用於多波束檢測工具之多模操作的設備、系統及方法。在一些實施例中，一種用於產生多模式小射束之設備可包括：一孔隙陣列，該孔隙陣列包括具有一第一大小之孔隙的一第一群組及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二群組，其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以不同的通過狀態或阻擋狀態操作，且其中處於一通過狀態的一孔隙使得一射束能夠通過該孔隙，且處於一阻擋狀態的該孔隙阻止該射束通過該孔隙。

【0005】 在一些實施例中，一種關於多模式檢測操作的多射束設備可包括一源，其經組態以發射帶電粒子。該多射束設備亦可包括一聚光器系統，該聚光器系統經組態以設定該等帶電粒子的一投影區域。該多射束設備可進一步包括一孔隙陣列，該孔隙陣列經組態以在該投影區域中自該等帶電粒子產生小射束，其中該孔隙陣列可包括具有一第一大小之孔隙的一第一群組及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二群組。該多射束設備可進一步包括用於控制該第一孔隙群組及該第二孔隙群組以不同的通過狀態或阻擋狀態操作之電路系統，其中處於一通過狀態的一孔隙使得一射束能夠通過該孔隙，且處於一阻擋狀態的該孔隙阻止該射束通過該孔隙。

【0006】 在一些實施例中，一種用於一多射束檢測系統之多模操作的方法可包括在該多射束檢測系統中接收帶電粒子。該方法亦可包括基於該多射束檢測系統之一操作模式，藉由以下操作使用一孔隙陣列產生小射束：控制孔隙子集以一通過狀態操作，從而使得小射束能夠通過該孔隙子集；及控制該孔隙陣列中除該孔隙子集外的孔隙處於一阻擋狀態，以阻止小射束通過除該孔隙子集外的該等孔隙。

【0007】 在一些實施例中，揭露一種非暫時性電腦可讀媒體。該非暫時性電腦可讀媒體可儲存一指令集，該指令集藉由一設備之至少一個處理器可執行以使得該設備執行一種用於一多射束檢測系統之多模式操作的方法。該方法可包括選擇該多射束檢測系統的一操作模式。方法亦可包括基於該多射束檢測系統之該操作模式，藉由以下操作使用一孔隙陣列產生小射束：控制該孔隙陣列之第一組孔隙以一通過狀態操作，從而使得小射束能夠通過該第一組孔隙；及控制該孔隙陣列之第二組孔隙以一阻擋狀態操作，從而阻止小射束通過該第二組孔隙。

【0008】 在一些實施例中，揭露一種設備。該設備可包括一孔隙陣列。該孔隙陣列可包括具有一第一大之孔隙的第一群組，以使得第一組小射束各自具有一第一射束電流。該孔隙陣列亦可包括一第二孔隙群組，該第二孔隙群組具有一第二大以使得第二組小射束各自具有一第二射束電流，該第一射束電流及該第二射束電流為不同電流，且該第一大及該第二大為不同大小。該第一孔隙群組及該第二孔隙群組可經組態而以一通過狀態或一阻擋狀態操作，其中處於該通過狀態的一所選擇孔隙可使得一所選擇射束能夠通過該所選擇孔隙，且其中處於該阻擋狀態之該所選擇孔隙可防止該所選擇射束通過該所選擇孔隙。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖1為符合本揭露之實施例的說明例示性電子射束檢測(EBI)系統的示意圖。

【0010】 圖2為符合本揭露之實施例的說明例示性多射束系統的示意圖，該例示性多射束系統為圖1之例示性帶電粒子射束檢測系統之部分。

【0011】 圖3為符合本揭露之實施例的小射束的依據數值孔隙限制孔隙之不同大小的光點大小與電流之間的實例關係之示意說明。

【0012】 圖4A為符合本揭露之實施例的在多射束系統之第一操作模式下小射束產生的圖形說明。

【0013】 圖4B為符合本揭露之實施例的在多射束系統之第二操作模式下小射束產生的圖形說明。

【0014】 圖4C為符合本揭露之實施例的MEMS孔隙陣列之圖形說明。

【0015】 圖5A至圖5I為符合本揭露之實施例的用於產生小射束之實例孔隙陣列的圖形說明。

【0016】 圖6為符合本揭露之實施例的藉由具有多模操作能力之多射束系統支援的小射束之實例光點大小及電流的圖形說明。

【0017】 圖7為符合本揭露之實施例的藉由具有不同大小及間距之孔隙陣列支援的小射束之實例光點大小及電流的圖形說明。

【0018】 圖8為說明符合本揭露之實施例的用於多射束檢測系統之多模操作之例示性方法的流程圖。

【0019】 圖9A為符合本揭露之實施例的小射束在多射束系統之第二操作模式中之實例探測光點的圖形說明。

【0020】 圖9B至圖9E展示符合本揭露之實施例的針對圖9A中之小射束之實例掃描路徑的圖形說明。

【實施方式】

【0021】 現將詳細參考例示性實施例，其實例說明於附圖中。以下描述內容參考附圖，其中除非另外表示，否則不同圖式中之相同編號表示

相同或相似元件。例示性實施例之以下描述中所闡述之實施並不表示符合本揭露的所有實施。替代而言，其僅為符合關於如所附申請專利範圍中所敘述之標的物之態樣的設備及方法之實例。舉例而言，儘管一些實施例係在利用電子射束之內容背景中予以描述，但本揭露不限於此。可相似地應用其他類型之帶電粒子射束。另外，可使用其他成像系統，諸如光學成像、光偵測、x射線偵測或其類似者。

【0022】 電子裝置由形成於稱為基板之矽塊上之電路構成。許多電路可一起形成於同一矽塊上且被稱為積體電路或IC。此等電路之大小已顯著地減小，使得電路中之許多電路可安裝於基板上。舉例而言，智慧型手機中之IC晶片可小達拇指大小且仍可包括20億個以上電晶體，每一電晶體之大小可小達人類毛髮之大小的1/1000。

【0023】 製造此等極小IC為經常涉及數百個個別步驟之複雜、耗時且昂貴的製程。甚至一個步驟中之誤差具有導致成品IC中之缺陷的可能，該等缺陷使得成品IC為無用的。因此，製造製程之一個目標為避免此類缺陷以使在製程中製造之功能IC的數目最大化，即改良製程之總體良率。

【0024】 提高良率之一個組份為監視晶片製造製程，以確保其正生產足夠數目個功能積體電路。監視製程之一種方式為在該電路結構形成之各種階段處檢測晶片電路結構。可使用掃描電子顯微鏡(SEM)來進行檢測。SEM可用以實際上將此等極小結構成像，從而獲取晶圓之結構的「圖像」。影像可用於判定結構是否正常形成，且亦判定結構是否形成於適當方位中。若結構為有缺陷的，則製程可經調整，使得缺陷不大可能再次出現。

【0025】 SEM之工作原理與攝影機相似。攝影機藉由接收及記錄自

人類或物件所反射或發射之光的亮度及顏色來拍攝圖像。SEM藉由接收及記錄自結構反射或發射之電子的能量或數量來拍攝「圖像」。在拍攝此類「圖像」之前，可對結構提供「電子射束」，且在電子自結構反射或發射（「射出」）時，SEM之偵測器可接收及記錄彼等電子之能量或數量以產生影像。為了拍攝此「圖像」，一些SEM使用單個電子射束（被稱作「單束SEM」），而一些SEM使用多個電子射束（被稱作「多束SEM」）來拍攝晶圓之多個「圖像」。藉由使用多個電子射束，SEM可將更多電子射束提供至結構上以獲得此等多個「圖像」，從而導致更多電子自結構射出。因此，偵測器可同時接收更多射出電子，且以較高效率及較快速度產生晶圓結構之影像。

【0026】 在多個帶電粒子射束成像系統（例如，多射束SEM）中，孔隙陣列可以用於形成多個小射束。孔隙陣列可包括多個通孔（「孔隙」），該等通孔可將單個帶電粒子射束分裂成多個小射束。小射束之能量取決於兩個因數，單個帶電粒子射束之能量及孔隙的大小。單個帶電粒子射束之能量愈高，每一小射束便可具有更高的能量。又，孔隙愈大，每一小射束便可具有更高能量（歸因於較高射束電流）。

【0027】 小射束之能量可影響多個帶電粒子射束成像系統之兩個效能度，即產出量及解析度。產出量指示成像系統可在單位時間內完成檢測任務的快慢程度。解析度指示成像系統可執行檢測任務所處的品質。在檢測製程期間，成像系統可自掃描樣本之表面產生影像。為了缺陷檢測，影像可被要求以具有某位準的亮度。小射束具有的能量愈高（例如，孔隙愈大），影像可愈快地達成所要求亮度位準，因此成像系統可係更高產出量。又，影像之解析度取決於影像的像素大小。為了特定孔隙大小，存在

產生影像之最小像素大小的小射束能量，因此產生檢測結果的高解析度。高於(例如，藉由增大單個帶電粒子射束之能量)或低於(例如，藉由減低單個帶電粒子射束之能量)該小射束能量的任何小射束能量可使檢測結果之解析度惡化。

【0028】 在帶電粒子射束成像系統之不同應用中，使用者可具有產出量及解析度上的不同偏好。在使檢測產出量優先化的產出量首選模式中，成像系統可使用較大孔隙。在使檢測結果之解析度優先化的解析度首選模式中，成像系統可使用較小孔隙。為了適應不同應用，單個射束成像系統可使用可切換孔隙條帶，該可切換孔隙條帶具有對準成線的具有多個大小的多個孔隙。可切換孔隙條帶可為可機械地移動的以選擇使用者所要的針對不同應用的合適孔隙大小。

【0029】 然而，多個帶電粒子射束成像系統針對需要特定產出率及解析度的特定應用經典型地設計，且因此缺少在不同大小之孔隙之間切換的靈活性。與單個射束成像系統相比較，多個帶電粒子射束成像系統具有更多組件及更複雜設計。設計針對多個帶電粒子射束成像系統之多重大小孔隙陣列以在適應於多個應用的多模操作起作用保持為極其難以工程化的挑戰。

【0030】 本揭露描述針對多射束檢測系統之多模操作的方法及系統，外加其他。在一些實施例中，多射束系統可使用具有第一孔隙群組及第二孔隙群組的孔隙陣列，每一群組之孔隙在群組內具有相同大小及不同於其他群組的大小。多射束檢測系統可將帶電粒子射束投影於不同孔隙群組上。又，多射束檢測系統可控制第一孔隙群組及第二孔隙群組而在不同的通過狀態或阻擋狀態(或「模式」)操作，外加其他。處於「通過」狀態

的孔隙可使電子射束通過。處於「阻擋」狀態的孔隙可阻擋電子射束。處於其他狀態之孔隙可使電子射束聚焦或彎曲外加其他。當多射束檢測系統將帶電粒子射束投影於第一孔隙群組及第二孔隙群組上時，第一孔隙群組可以通過狀態操作，且第二孔隙群組可以阻擋狀態操作。當多射束檢測系統將帶電粒子射束投影於第一孔隙群組及第二孔隙群組上時，第一孔隙群組可處於阻擋狀態，且第二孔隙群組可以通過狀態操作。因為第一孔隙群組及第二孔隙群組中孔隙的不同大小，多射束檢測系統可具有多個操作模式，且適應於在產出率及解析度上具有多個偏好的多個應用。使用者可使用此系統來涵蓋各種應用而不引起顯著成本。

【0031】 出於清楚起見，可誇示圖式中之組件之相對尺寸。在以下圖式描述內容內，相同或類似參考數字係指相同或類似組件或實體，且僅描述關於個別實施例之差異。

【0032】 如本文中所使用，除非另外特定陳述，否則術語「或」涵蓋所有可能組合，除非不可行。舉例而言，若陳述組件可包括A或B，則除非另外具體陳述或不可行，否則組件可包括A，或B，或A及B。作為第二實例，若陳述組件可包括A、B或C，則除非另外特定陳述或不可行，否則組件可包括A，或B，或C，或A及B，或A及C，或B及C，或A及B及C。

【0033】 圖1說明符合本揭露之實施例的例示性電子射束檢測(EBI)系統100。EBI系統100可用於成像。如圖1中所展示，EBI系統100包括主腔室101、裝載/鎖定腔室102、電子射束工具104，及裝備前端模組(EFEM) 106。電子射束工具104位於主腔室101內。EFEM 106包括第一裝載埠106a及第二裝載埠106b。EFEM 106可包括額外裝載埠。第一裝載

埠106a及第二裝載埠106b收納含有待檢測之晶圓(例如,半導體晶圓或由其他材料製成之晶圓)或樣本(晶圓及樣本可互換使用)的晶圓前開式單元匣(FOUP)。一「批次」為可裝載以供批量處理之複數個晶圓。

【0034】 EFEM 106中之一或多個機器人臂(未圖示)可將晶圓運送至裝載/鎖定腔室102。裝載/鎖定腔室102連接至裝載/鎖定真空泵系統(未圖示),該系統移除裝載/鎖定腔室102中之氣體分子以達到低於大氣壓之第一壓力。在達到第一壓力之後,一或多個機器人臂(未圖示)可將晶圓自裝載/鎖定腔室102運送至主腔室101。主腔室101連接至主腔室真空泵系統(未圖示),該系統移除主腔室101中之氣體分子以達到低於第一壓力之第二壓力。在達到第二壓力之後,藉由電子射束工具104對晶圓進行檢測。電子射束工具104可為單射束系統或多射束系統。

【0035】 控制器109電子地連接至電子射束工具104。控制器109可為經組態以執行對EBI系統100之各種控制的電腦。雖然控制器109在圖1中被展示為在包括主腔室101、裝載/鎖定腔室102及EFEM 106之結構外部,但應瞭解,控制器109可為該結構之一部分。

【0036】 在一些實施例中,控制器109可包括一或多個處理器(未展示)。處理器可為能夠操控或處理資訊之通用或特定電子裝置。舉例而言,處理器可包括任何數目個中央處理單元(或「CPU」)、圖形處理單元(或「GPU」)、光學處理器、可程式化邏輯控制器、微控制器、微處理器、數位信號處理器、智慧財產(IP)核心、可程式化邏輯陣列(PLA)、可程式化陣列邏輯(PAL)、通用陣列邏輯(GAL)、複合可程式化邏輯裝置(CPLD)、場可程式化閘陣列(FPGA)、系統單晶片(SoC)、特殊應用積體電路(ASIC)及具有資料處理能力之任何類型電路的任何組合。處理器亦

可為虛擬處理器，其包括在經由網路耦接的多個機器或裝置上分佈的一或多個處理器。

【0037】 在一些實施例中，控制器109可進一步包括一或多個記憶體(未展示)。記憶體可為能夠儲存可由處理器(例如，經由匯流排)存取之程式碼及資料的通用或特定電子裝置。舉例而言，記憶體可包括任何數目個隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、光碟、磁碟、硬碟機、固態機、隨身碟、安全數位(SD)卡、記憶棒、緊湊型快閃(CF)卡或任何類型之儲存裝置的任何組合。程式碼可包括作業系統(operating system；OS)及用於特定任務的一或多個應用程式(或「應用程式(app)」)。記憶體亦可為虛擬記憶體，其包括在經由網路耦接的多個機器或裝置上分佈的一或多個記憶體。

【0038】 現參考符合本揭露之實施例的圖2，其為說明例示性電子射束工具104的示意圖，該例示性電子射束工具包括係圖1之EBI系統100之部分的多射束電子檢測工具。多射束電子射束工具104 (在本文中亦被稱作設備104)包含電子源201、庫侖孔隙板(或「槍孔隙板」)271、聚光器透鏡210、源轉換單元220、初級投影系統230、機動載物台209，及樣本固持器207，該樣本固持器藉由機動載物台209支撐以固持待檢測的樣本208 (例如，晶圓或光罩)。多射束電子射束工具104可進一步包含次級投影系統250及電子偵測裝置240。初級投影系統230可包含接物鏡231。電子偵測裝置240可包含複數個偵測元件241、242及243。射束分離器233及偏轉掃描單元232可定位於初級投影系統230內部。

【0039】 電子源201、庫侖孔隙板271、聚光器透鏡210、源轉換單元220、射束分離器233、偏轉掃描單元232及初級投影系統230可與設備

104之主光軸204對準。次級投影系統250及電子偵測裝置240可與設備104之次光軸251對準。

【0040】 電子源201可包含陰極(未圖示)及提取器或陽極(未圖示)，其中在操作期間，電子源201經組態以自陰極發射初級電子且藉由提取器及/或陽極提取或加速初級電子以形成初級電子射束202，該初級電子射束形成初級射束交越(虛擬或真實的) 203。初級電子射束202可被視覺化為自初級射束交越203發射。

【0041】 源轉換單元220可包含影像形成元件陣列(未圖示)、像差補償器陣列(未圖示)、射束限制孔隙陣列(未圖示)及預彎曲微偏轉器陣列(未圖示)。在一些實施例中，預彎曲微型偏轉器陣列偏轉初級電子射束202之複數個初級小射束211、212、213以正常進入射束限制孔隙陣列、圖像形成元件陣列及像差補償器陣列。在一些實施例中，聚光器透鏡210經設計以將初級電子射束202聚焦成為平行射束且正入射至源轉換單元220上。影像形成元件陣列可包含複數個微型偏轉器或微透鏡以影響初級電子射束202之複數個初級小射束211、212、213且形成初級射束交越203之複數個平行影像(虛擬或真實的)，一個影像係關於初級小射束211、212及213中之每一者。在一些實施例中，像差補償器陣列可包含場彎曲補償器陣列(未圖示)及像散補償器陣列(未圖示)。場彎曲補償器陣列可包含複數個微透鏡以補償初級小射束211、212及213之場彎曲像差。像散補償器陣列可包含複數個微型像散校正器以補償初級小射束211、212及213之散光畸變。射束限制孔隙陣列可經組態以限制個別初級小射束211、212及213之直徑。圖2展示三個初級小射束211、212及213作為一實例，且應瞭解，源轉換單元220可經組態以形成任何數目個初級小射束。控制器109可連

接至圖1之EBI系統100之各種部件，諸如源轉換單元220、電子偵測裝置240、初級投影系統230或機動載物台209。在一些實施例中，如下文將進一步詳細地解釋，控制器109可執行各種影像及信號處理功能。控制器109亦可產生各種控制信號以管控帶電粒子射束檢測系統之操作。

【0042】 聚光器透鏡210經組態以聚焦初級電子射束202。聚光器透鏡210可經進一步組態以藉由使聚光器透鏡210之聚焦倍率變化而調整源轉換單元220下游的初級小射束211、212及213之電流。替代地，可藉由更改射束限制孔隙陣列內之對應於個別初級小射束的射束限制孔隙之徑向大小來改變電流。可藉由變更射束限制孔隙之徑向大小及聚光器透鏡210之聚焦倍率兩者來改變電流。聚光器透鏡210可為可經組態以使得其第一主面之位置為可移動的可調整聚光器透鏡。可調整聚光器透鏡可經組態為磁性的，此可導致離軸小射束212及213以旋轉角照明源轉換單元220。旋轉角隨著可調整聚光器透鏡之聚焦倍率或第一主面之位置而改變。聚光器透鏡210可為反旋轉聚光器透鏡，其可經組態以在改變聚光器透鏡210之聚焦倍率時保持旋轉角不變。在一些實施例中，聚光器透鏡210可為可調整反旋轉聚光器透鏡，其中當聚光器透鏡210之聚焦倍率以及第一主面之位置變化時，旋轉角並不改變。

【0043】 接物鏡231可經組態以將小射束211、212及213聚焦於樣本208上以供檢測，且在當前實施例中在樣本208之表面上形成三個探測光點221、222及223。庫侖孔隙板271在操作中經組態以阻止初級電子射束202之周邊電子以減小庫侖效應。庫侖效應可放大初級小射束211、212、213之探測光點221、222、223中之每一者的大小，且因此使檢測解析度惡化。

【0044】 射束分離器233可例如為韋恩濾波器(Wien filter)，其包含產生靜電偶極子場及磁偶極子場(在圖2中未展示)之靜電偏轉器。在操作中，射束分離器233可經組態以由靜電偶極子場對初級小射束211、212及213之個別電子施加靜電力。靜電力與由射束分離器233之磁偶極子場對個別電子施加之磁力的量值相等但方向相反。初級小射束211、212及213可因此以至少大體上零偏轉角至少大體上筆直地通過射束分離器233。

【0045】 偏轉掃描單元232在操作中經組態以使初級小射束211、212及213偏轉以越過樣本208之表面之區段中的個別掃描區域來掃描探測光點221、222及223。回應於初級小射束211、212及213或探測光點221、222及223在樣本208上的入射，電子自樣本208顯現且產生三個次級電子射束261、262及263。次級電子射束261、262及263中之每一者通常包含次級電子(具有 ≤ 50 eV之電子能量)及反向散射電子(具有介於50 eV與初級小射束211、212及213之導降能量之間的電子能量)。射束分離器233經組態以使次級電子射束261、262及263朝向次級投影系統250偏轉。次級投影系統250隨後將次級電子射束261、262及263聚焦於電子偵測裝置240之偵測元件241、242及243上。偵測元件241、242及243經配置以偵測對應次級電子射束261、262及263且產生對應信號，該等信號經發送至控制器109或信號處理系統(未圖示)，例如以構建樣本208之對應經掃描區域的影像。

【0046】 在一些實施例中，偵測元件241、242及243分別偵測對應次級電子射束261、262及263，且產生對應強度信號輸出(未圖示)至影像處理系統(例如，控制器109)。在一些實施例中，每一偵測元件241、242及243可包含一或多個像素。偵測元件之強度信號輸出可為由偵測元件內

之所有像素產生的信號之總和。

【0047】 在一些實施例中，控制器109可包含影像處理系統，該影像處理系統包括影像獲取器(未圖示)、儲存器(未圖示)。影像獲取器可包含一或多個處理器。舉例而言，影像獲取器可包含電腦、伺服器、大型電腦主機、終端機、個人電腦、任何種類之行動計算裝置及類似者，或其組合。影像獲取器可經由諸如以下各者之媒體通信耦接至設備104之電子偵測裝置240：電導體、光纖纜線、可攜式儲存媒體、IR、藍牙、網際網路、無線網路、無線電，以及其他，或其組合。在一些實施例中，影像獲取器可自電子偵測裝置240接收信號，且可構建影像。影像獲取器可因此獲取樣本208之影像。影像獲取器亦可執行各種後處理功能，諸如產生輪廓線、疊加指示符於所獲取影像上，及類似者。影像獲取器可經組態以執行對所獲取影像之亮度及對比度等的調整。在一些實施例中，儲存器可為諸如以下各者之儲存媒體：硬碟、隨身碟、雲端儲存器、隨機存取記憶體(random access memory；RAM)、其他類型之電腦可讀記憶體，及其類似者。儲存器可與影像獲取器耦接，且可用於保存作為原始影像之經掃描原始影像資料以及後處理影像。

【0048】 在一些實施例中，影像獲取器可基於接收自電子偵測裝置240之成像信號獲取樣本之一或多個影像。成像信號可對應於用於進行帶電粒子成像之掃描操作。所獲取影像可為包含複數個成像區域之單個影像。單個影像可儲存於儲存器中。單個影像可為可劃分成複數個區之原始影像。區中之每一者可包含含有樣本208之特徵的一個成像區域。所獲取影像可包含按一時間序列取樣多次的樣本208之單個成像區域的多個影像。可將多個影像儲存於儲存器中。在一些實施例中，控制器109可經組

態以使用樣本208之同一方位之多個影像來執行影像處理步驟。

【0049】 在一些實施例中，控制器109可包括量測電路(例如，類比對數位轉換器)以獲得偵測到之次級電子的分佈。在偵測時間窗期間收集之電子分佈資料與入射於晶圓表面上之初級小射束211、212及213中之每一者之對應掃描路徑資料結合可用以重建構受檢測晶圓結構的影像。經重建構影像可用以顯露樣本208之內部或外部結構的各種特徵，且藉此可用以顯露可能存在於晶圓中的任何缺陷。

【0050】 在一些實施例中，控制器109可控制機動載物台209以在樣本208之檢測期間移動樣本208。在一些實施例中，控制器109可使得機動載物台209能夠在一方向上以一恆定速度連續地移動樣本208。在其他實施例中，控制器109可使得機動載物台209能夠依據掃描製程之步驟隨時間改變樣本208之移動的速度。

【0051】 儘管圖2展示設備104使用三個初級電子射束，但應瞭解，設備104可使用兩個或兩個以上數目個初級電子射束。本揭露並不限制用於設備104中之初級電子射束的數目。

【0052】 與單個帶電粒子射束成像系統(「單射束系統」)相比較，多帶電粒子射束成像系統(「多射束系統」)可經設計用於具有特定產出量及解析度偏好的應用，且可能缺少適應於產出率及解析度之不同要求的靈活性。為了克服彼等挑戰，本揭露之實施例提供具有適應於不同產出率及解析度需求之能力的多射束系統。在本揭露之一些實施例中，多射束系統(例如，電子射束工具104)之小射束產生裝置(例如，源轉換單元220)的數值孔隙限制孔隙的大小可為可調整的。為易於解釋而無模糊，數值孔隙限制孔隙的大小下文中可被稱為「孔隙大小」。數值孔隙限制孔隙可係關於

小射束產生裝置之孔隙的實體大小。本揭露之實施例可藉由如下操作提供可適應孔隙大小的能力：提供孔隙的不同實體大小及將可適應孔隙大小用於產生小射束的機構。

【0053】 圖3為符合本揭露之實施例的數值孔隙限制孔隙之不同大小下小射束之光點大小與小射束之電流之間的實例關係之示意說明。在圖3中，水平軸線指示射束電流的強度，該等射束電流指示小射束的能量。圖3中之垂直軸線指示探測光點的大小(「光點大小」，例如，探測光點221、222及223的大小)。

【0054】 大體而言，小射束之光點大小與掃描影像的像素大小成比例。像素大小愈小，掃描影像可具有愈高的解析度。又，給定相同孔隙情況下，射束電流與光點大小之間的關係並非為單調成比例的。大體而言，隨著射束電流自零增大(亦即，小射束能量增大)，小射束之光點大小可首先減低，但可在射束電流超出某值之後再次增大。射束電流可取決於至少源201之發射功率及圖2中聚光器透鏡210的聚焦倍率。電源201施加之發射愈高，或聚光器透鏡210施加之聚焦倍率愈高，則射束電流可愈高。

【0055】 圖3展示六個孔隙大小(亦即，大小50、60、70、76、80及90)，其中數值與孔隙之大小成比例。即，較大數值可表示較大孔隙大小，且較小數值可表示較小孔隙大小。對於給定孔隙大小(例如，大小50、60、70、76、80及90中的任一者)，存在在給定孔隙大小下產生最小光點大小的射束電流，此情形相較於其他光點大小可產生較高解析度。此類射束電流可係在曲線中之局部極值(例如，最小值)點處或附近，該曲線表示給定孔隙大小下光點大小與射束電流之間的關係，如圖3中所展示。為易於解釋而不引起模糊，此射束電流可被稱作「最佳」電流。在相同孔

隙大小情況下，高於或低於最佳射束電流的任何射束電流可增大光點大小，因此使檢測結果的解析度惡化。

【0056】 「高解析度曲線」可判定為最小可達成光點大小在不同孔隙大小下的包絡，如圖3中所展示。沿著高解析度曲線，可達成之最佳射束電流可隨著孔隙大小增大而增大，且可達成的最小光點大小隨著孔隙大小減低而減低。高解析度曲線展示多射束系統在孔隙大小可調整情況下可理想地達成的最佳解析度。

【0057】 對於產出量首選應用，較高射束電流可為首選的，且可使用較大孔隙大小，如藉由高解析度曲線的右上端所指示。對於解析度首選應用，較小射束光點可為較佳的，且可使用較小孔隙大小，如藉由高解析度曲線的左下端來指示。然而，習知多射束系統中之孔隙大小可能並非為可調整的，因此限制其對於不同適應於不同應用，包括產出量首選應用及解析度首選應用的多模操作之能力。

【0058】 在本揭露之一些實施例中，設備(例如，實施為源轉換單元220之組件)可用於產生用於多射束檢測系統的多模小射束。設備可包括孔隙陣列，該孔隙陣列包括不同孔隙大小。具有不同大小的孔隙可經配置，使得初級帶電粒子射束(例如，初級電子射束202)可一次照射具有相同大小之孔隙的至少一群組。藉由調整初級帶電粒子射束之一或多個參數(例如，投影區域)，初級帶電粒子射束可根據不同應用之需求而入射於具有不同大小之一或多個不同孔隙群組上，其中可選擇最佳孔隙大小，且針對每一應用之最佳檢測結果可被獲得。在一些情況下，初級帶電粒子射束入射於具有不同大小的所有不同孔隙群組上。圖4A至圖4B說明包括此類設備之多射束系統的多個操作模式中的小射束產生。在如圖4A至圖4B中所

展示的實例實施例中，多射束系統可調整用於產生小射束的孔隙大小，因此可具有用於適應於不同應用，包括產出量首選應用及解析度首選應用的多模操作的能力。

【0059】 圖4A為符合本揭露之實施例的在多射束系統之第一操作模式下小射束產生的圖形說明。舉例而言，第一操作模式可為產出量首選模式。在圖4A中，電子源201可發射電子。庫侖孔隙板271可阻止初級電子射束202之周邊電子402以減小庫侖效應。聚光器透鏡210可聚焦初級電子射束202以變成平行射束且在法向方向上入射於源轉換單元220上。聚光器透鏡210可為可調整聚光器透鏡，如在與圖2相關聯之部分中所描述。在圖4A中，可調整聚光器透鏡210之第一主面可經調整以靠近於電子源201，其中初級電子射束202之投影區域可經減小。即，聚光器透鏡210之聚焦倍率在圖4A中予以增強。

【0060】 源轉換單元220可包括孔隙陣列。孔隙陣列可包括孔隙404、406、408、410及412。因為聚光器透鏡210減小初級電子射束202的投影區域，所以初級電子射束202可僅入射於孔隙陣列之孔隙的部分上。舉例而言，在圖4A中，僅孔隙404、406及408藉由初級電子射束202投影。孔隙陣列之孔隙或關聯組件可經控制而以不同的通過狀態或阻擋狀態操作，以使得來自初級電子射束202之電子能夠通過所選擇孔隙或禁止來自初級電子射束202的電子通過所選擇孔隙。處於通過狀態之孔隙及關聯組件可使得射束能夠通過孔隙，且處於阻擋狀態之孔隙或關聯組件可阻止射束通過孔隙。

【0061】 在一些實施例中，孔隙陣列可為微機電系統(MEMS)孔隙陣列，或關聯組件可為MEMS，該MEMS可為MEMS陣列，諸如MEMS孔

隙陣列的部分。MEMS孔隙陣列之每一孔隙可包括偏轉結構(例如，電磁線圈、電板或任何電磁射束偏轉裝置)，及在偏轉結構下游的截斷孔隙。圖4C為符合本揭露之實施例的MEMS孔隙陣列400C之圖形說明。孔隙陣列400C可包括分別對應於截斷孔隙430、432及434的多個偏轉結構，包括偏轉結構424、426及428。如圖4C中所展示，每一截斷孔隙可具有與對應偏轉結構之開口中心對準的孔。截斷孔隙之孔可小於偏轉結構的開口。孔隙陣列400C之孔隙可經獨立且個別地控制以處於通過狀態或阻擋狀態。舉例而言，截斷孔隙424經控制以處於通過狀態，其中偏轉結構424導向進入偏轉結構424之電子射束436以筆直通過，且電子射束436可脫離截斷孔隙430。對於另一實例，截斷孔隙432經控制為處於阻擋狀態，其中偏轉結構426導向電子射束438經毯覆(例如，偏轉遠離進入方向且命中截斷孔隙432的壁)，且電子射束438可被阻止而不通過截斷孔隙432的孔。在一些實施例中，偏轉結構424、426及428為與孔隙陣列相關聯的組件，該孔隙陣列包括孔隙430、432及434。另外，偏轉結構424可與孔隙430相關聯，偏轉結構426可與孔隙432相關聯，且偏轉結構428可與孔隙434相關聯。在此類實施例中，偏轉結構可為與孔隙陣列分離之一組件或數個組件的部分。

【0062】 返回參看圖4A，因為初級電子射束202具有對其總能量的上限，所以當初級電子射束202之投影區域減低時，輻射至每一孔隙上的能量強度可增大。即，孔隙404、406及408可接收圖4A中的高射束電流。孔隙404、406及408相較於孔隙410及412可具有不同孔隙大小，而孔隙404、406及408可以通過狀態操作以分別產生小射束414、416及418，且孔隙410及412可處於阻擋狀態(藉由圖4A中之水平黑色點線表示)以阻擋

初級電子射束202的周邊部分。舉例而言，孔隙410及412可經控制以處於類似於圖4C中的偏轉結構426及截斷結構432之組態的阻擋狀態。孔隙404、406及408可經控制以處於類似於圖4C中偏轉結構424及截斷結構430之組態的通過狀態。在孔隙404、406及408具有較大孔隙大小且射束電流經調整以在其孔隙大小下針對最佳解析度達成最佳射束電流時，多射束系統可經最佳化而以產出量首選模式起作用。即，藉由多射束系統可達成的最佳解析度可達成圖3中高解析度曲線的右上端。在產出量首選模式中，小射束之射束電流為較高的，且小射束之光點大小為大的，因此允許較高檢測產出量。為了此目的，孔隙404、406及408之孔隙大小可經設計為大於孔隙陣列的其他孔隙，諸如孔隙410及412。

【0063】 應注意，在圖4A中產生之小射束的數目藉由初級電子射束202之出射角度及藉由初級電子射束202投影之孔隙的通過狀態或阻擋狀態來判定。舉例而言，在圖4A中，初級電子射束202可投影且覆蓋孔隙404、406及408。若所有孔隙404、406及408以通過狀態操作，則所產生之小射束的數目為3。若孔隙404、406及408的僅一部分以通過狀態操作(例如，僅孔隙404以通過狀態操作)，則所產生之小射束的數目小於3(例如，1)。然而，所產生小射束之數目的上限可受初級電子射束202的出射角度限制。舉例而言，如圖4A中所展示，若初級電子射束202僅覆蓋其最大出射角度中的孔隙404、406及408，則所產生之小射束的數目之上限可為3。

【0064】 圖4B為符合本揭露之實施例的在多射束系統之第二操作模式下小射束產生的圖形說明。舉例而言，第二操作模式可為解析度首選模式。圖4B中電子源201、庫侖孔隙板271、聚光器透鏡210及源轉換單元

220的組態及功能可類似於圖4A中的組態及功能，除了可調整聚光器透鏡210之第一主面可經移動以遠離電子源201，其中初級電子射束202的投影區域可經增大。即，聚光器透鏡210的聚焦倍率在圖4B中經減弱。

【0065】 因為聚光器透鏡210增大初級電子射束202的投影區域，所以初級電子射束202相較於圖4A可入射於孔隙陣列之孔隙的較大部分上。舉例而言，在圖4B中，孔隙404、406、408、410及412藉由初級電子射束202投影。

【0066】 因為初級電子射束202具有關於其總能量的上限，所以當初級電子射束202之投影區域增大時，輻射於每一孔隙上的能量強度可減低。即，圖4B中之孔隙404至412相較於藉由圖4A中之孔隙404、406及408接收之射束電流可接收較低射束電流。孔隙410及412可分別以通過狀態操作以產生小射束420及422，且孔隙404、406及408可處於阻擋狀態(藉由圖4A中之水平黑色點線所表示)以阻擋初級電子射束202的中心部分。舉例而言，孔隙410及412可經控制以處於類似於在圖4C中的偏轉結構424及截斷結構430之組態的通過狀態。孔隙404、406及408可經控制以處於類似於圖4C中偏轉結構426及截斷結構432之組態的阻擋狀態。當孔隙410及412具有較小孔隙大小且射束電流經調整以依據其孔隙大小針對更好解析度來達成最佳射束電流時，多射束系統可經最佳化而以解析度首選模式起作用。即，藉由多射束系統可達成的解析度可達成圖3中高解析度曲線的左下端。在解析度首選模式中，小射束之射束電流為較低的，且小射束之光點大小為較小的，因此允許檢測結果的更高解析度。為了此目的，孔隙410及412之孔隙大小可經設計為小於孔隙陣列的其他孔隙，諸如孔隙404、406及408。

【0067】 應注意，在圖4B中產生之小射束的數目藉由初級電子射束202之出射角度及藉由初級電子射束202投影之孔隙的通過狀態或阻擋狀態來判定。舉例而言，在圖4B中，初級電子射束202可投影且覆蓋孔隙404至412。若孔隙410及412兩者以通過狀態操作，則所產生之小射束的數目為2。若孔隙410及412中的僅一者以通過狀態操作(例如，僅孔隙410以通過狀態操作)，則所產生之小射束的數目小於2 (例如，1)。又，與圖4A相反，所產生之小射束的數目之上限可能不受初級電子射束202的出射角度限制。舉例而言，藉由調整聚光器透鏡210之第一主面，初級電子射束202可投影於寬於其出射角度准許的區域上(例如，2)。因此，所產生小射束的數目之上限可為更大的(例如，大於2)。

【0068】 作為實例實施例，圖4A至圖4B展示，藉由控制初級電子射束202之投影區域以調整射束電流且控制孔隙陣列上之不同方位處具有不同大小之孔隙的通過狀態或阻擋狀態以調整光點大小，多射束系統可在適應於各種應用之產出率及解析度之不同需求的不同操作模式之間切換。藉由使用處於產出量首選模式的大型孔隙，射束電流可最大程度地用以增大產出量。即，待用於產出量首選模式中的孔隙大小可經設計以具有任何大小，使得孔隙大小不再為達成高射束電流的限制因數。藉由在解析度首選模式中使用僅小的孔隙，射束電流可經有效地減小達低於藉由大型孔隙允許之最低射束電流的位準。即，產出量首選模式中之孔隙大小不再為達成低射束電流的限制因數。此設計並不顯著地增大多射束系統的複雜度，且在單個解決方案中為使用者提供更多應用選項而不誘發顯著成本。

【0069】 如圖4A至圖4B中所展示，源轉換單元220可包括射束聚焦、導向或偏轉組件，該等組件可使得小射束414、416及418 (圖4A中)

或小射束420及422 (圖4B中)彙聚且與源轉換單元220下游的公用區交叉。應注意，圖4A至圖4B僅為用於解釋原理且描述本揭露之實例實施例的圖形說明，且實際設備及系統可包括比如圖所示組件更多、更少或準確地相同的組件，或以相同或不同方式具有組件之組態及配置。

【0070】 本揭露提議用於多射束系統之多模操作的設備及方法。在一些實施例中，設備可實施為係源轉換單元220之部分或與該源轉換單元相關聯的一或多個組件。舉例而言，源轉換單元220可包括孔隙陣列，該孔隙陣列包括具有第一大之孔隙的第一群組，及具有不同於第一大之第二大之孔隙之第二群組。第一孔隙群組之第一大可賦予第一組小射束，該等小射束中的每一者可與第一射束電流相關聯。第二孔隙群組的第二大可賦予第二組小射束，該等小射束中之每一者可係與不同於第一射束電流的第二射束電流相關聯。在一些實施例中，第二孔隙群組可鄰接第一孔隙群組(例如，第二孔隙群組的部分皆不藉由第一孔隙群組的任何部分隔離)。第一孔隙群組及第二孔隙群組可經組態而以相同的通過狀態或阻擋狀態或不同的通過狀態或阻擋狀態操作。處於通過狀態之孔隙可使得射束能夠通過孔隙，且處於阻擋狀態的孔隙可阻止射束通過孔隙。舉例而言，第一孔隙群組及第二孔隙群組可皆處於通過狀態或皆處於阻擋狀態。對於另一實例，第一孔隙群組及第二孔隙群組中的一者可處於通過狀態，且第一群組及第二群組中的另一者可處於阻擋狀態。對於另一實例，第一孔隙群組、第二孔隙群組或兩者可進一步經組態而以不同於通過狀態或阻擋狀態的第三狀態操作。在第三狀態下，孔隙可使電子射束聚焦或彎曲外加其他。在一些實施例中，孔隙之通過狀態或阻擋狀態可藉由源轉換單元220的電路系統獨立地控制。在一些實施例中，孔隙陣列可為微機電系統

(MEMS)孔隙陣列。在一些實施例中，電路系統可為處理器(例如，圖1之控制器109的處理器)、儲存可執行體指令之記憶體(例如，圖1之控制器109的記憶體)，或其一組合。

【0071】 在一些實施例中，第一孔隙群組之第一大小可大於第二孔隙群組的第二大小。舉例而言，第一孔隙群組可用於多射束設備的產出量首選模式中，其中較大孔隙大小及較大射束電流為較佳的。第二孔隙群組可用於多射束設備之解析度首選模式中，其中較小光點大小(且因此孔隙大小)及較小小射束電流為較佳的。舉例而言，如圖4A至圖4B中所展示，第一孔隙群組可包括孔隙404、406及408，且第二孔隙群組可包括孔隙410及412。在一些實施例中，第二孔隙群組可包圍第一孔隙群組。在一些實施例中，第一孔隙群組可處於孔隙陣列的中心。

【0072】 藉由將初級帶電粒子射束(例如，初級電子射束202)投影於具有不同大小的不同孔隙群組上，多射束系統可在孔隙大小與射束電流之不同組合之間切換，且因此針對不同應用以不同模式操作，該等應用具有產出率與檢測解析度上的不同偏好。舉例而言，當多射束檢測系統經組態而以第一模式(例如，產出量首選模式)操作時，初級帶電粒子射束可投影於第一孔隙群組上，且第一孔隙群組可經組態而以通過狀態操作且第二孔隙群組可經組態而以阻擋狀態操作。對於另一實例，當多射束檢測系統經組態而以第二模式(例如，解析度首選模式)操作時，初級帶電粒子射束可投影於第二孔隙群組上，且第一孔隙群組可經組態而以阻擋狀態操作，且第二孔隙群組可經組態而以通過狀態操作。應注意，初級帶電粒子射束之投影區域可能不能準確地覆蓋群組(例如，第一群組或第二群組)孔隙。在不同模式下控制孔隙之通過狀態或阻擋狀態可確保僅具有所選擇大小的孔

隙可用於對應模式，且具有非選擇大小的孔隙不可予以使用，藉此防止控制小射束之射束電流及光點大小上的錯誤。

【0073】 在一些實施例中，多射束系統可以兩個以上模式起作用。舉例而言，多射束系統可以產出量首選模式、解析度首選模式及「平衡模式」起作用，該「平衡模式」偏好產出量與解析度之間的平衡。應注意，多射束系統可以任何數目個任何模式來起作用。對應地，設備之孔隙陣列可包括具有兩個以上大小的孔隙。舉例而言，孔隙陣列可包括具有第三大小之孔隙的第三群組，該第三大小不同於第一大小及第二大小。在一些實施例中，第三大小可小於第二大小。在一些實施例中，第三孔隙群組可鄰接第二孔隙群組。在一些實施例中，第三孔隙群組可包圍第二孔隙群組。

【0074】 對應地，當孔隙陣列包括具有兩個以上大小的孔隙且多射束系統能夠以兩個以上模式起作用時，不同孔隙群組可經組態而因此以不同的通過狀態或阻擋狀態來操作。在一些實施例中，不同孔隙群組之通過狀態或阻擋狀態可藉由源轉換單元220的電路系統獨立地控制。舉例而言，當孔隙陣列包括第一、第二及第三孔隙群組且多射束檢測系統經組態而以第一模式(例如，產出量首選模式)操作時，第一孔隙群組可經組態而以通過狀態操作，且第二及第三孔隙群組可經組態而以阻擋狀態操作。當多射束檢測系統經組態而以第二模式(例如，平衡模式)操作時，第二孔隙群組可經組態而以通過狀態操作，且第一及第三孔隙群組可經組態而以阻擋狀態操作。當多射束檢測系統經組態而以第三模式(例如，解析度首選模式)操作時，第三孔隙群組可經組態而以通過狀態操作，且第一孔隙群組及第二孔隙群組可經組態而以阻擋狀態操作。

【0075】 設備之孔隙陣列的孔隙群組之大小、方位及配置可係呈任

何組態，只要初級帶電粒子射束可經控制以在多射束系統的每一操作模式中大體上投影於一個群組中。圖5A至圖5I為符合本揭露之實施例的用於產生小射束之實例孔隙陣列的圖形說明。孔隙陣列可用於圖2及圖4A至圖4B中的源轉換單元220中。在一些實施例中，展示於圖5A至圖5I中之孔隙序列可為MEMS孔隙陣列。

【0076】 圖5A展示可用於源轉換單元220中的實例孔隙陣列500A。孔隙陣列500A包括兩個孔隙群組。第一孔隙群組具有較大孔隙大小，包括孔隙502。第二孔隙群組具有較小孔隙大小，包括孔隙504。如圖5A中所展示，第二孔隙群組包圍第一孔隙群組，且第一孔隙可處於孔隙陣列的中心。當多射束系統以產出量首選模式起作用時，初級帶電粒子射束可經控制以大體上投影於第一孔隙群組上。源轉換單元220可控制第一孔隙群組而以通過狀態操作且第二孔隙群組處於阻擋狀態。又，初級帶電粒子射束之射束電流可經增大。如此做，多射束系統可達成用於增大檢測產出量同時在給定射束電流情況下達成更高解析度之能力的較大射束電流，即藉由多射束系統可達成之更高解析度可達成圖3中的高解析度曲線的右上端。當多射束系統以解析度首選模式起作用時，初級帶電粒子射束可經控制以投影於第二孔隙群組上。初級帶電粒子射束在此狀況下亦可覆蓋第一孔隙群組，但源轉換單元220可控制第一孔隙群組處於通過狀態，且第二孔隙群組處於阻擋狀態。又，初級帶電粒子射束之射束電流可被減少。如此做，多射束系統可達成較小射束電流，該較小射束電流用於增大檢測解析度超出在使用第一孔隙群組時可達成的最高解析度，即藉由多射束系統可達成之解析度可達成圖3中之高解析度曲線的左下端。

【0077】 應注意，每一群組中孔隙的數目、方位、大小、中心至中

心距離(「間距」)可不同於孔隙陣列500A展示的彼等。圖5B至圖5C分別展示實例孔隙陣列500B及500C，類似於圖5A之孔隙陣列500A中的第一孔隙群組及第二孔隙群組，其包括具有兩個大小的兩個孔隙群組。孔隙陣列500B的具有較大大小且藉由第二孔隙群組包圍的第一孔隙群組相較於圖5A之孔隙陣列500A中的第一群組具有更多數目個孔隙。具有較大大小且藉由第二孔隙群組包圍的孔隙陣列500C之第一孔隙群組相較於圖5A之孔隙陣列500A中的矩形配置經配置成菱形形狀。

【0078】圖5D展示實例孔隙陣列500D，其包括分別具有最大、中間及最小大小的第一、第二及第三孔隙群組。第二孔隙群組包圍第一孔隙群組且藉由第三孔隙群組包圍。

【0079】圖5E展示實例孔隙陣列500E，類似於圖5B之孔隙陣列500B中的第一孔隙群組及第二孔隙群組，其包括具有兩個大小的兩個孔隙群組。圖5E中之第一孔隙群組具有較大大小且藉由第二孔隙群組包圍，且孔隙陣列500E中孔隙的間距大於圖5B之孔隙陣列500B的孔隙之間距。

【0080】圖5F至圖5I分別展示實例孔隙陣列500F、500G、500H及500I，類似於圖5A之孔隙陣列500A中的第一孔隙群組及第二孔隙群組，該等孔隙陣列中之每一者包括具有兩個大小的兩個孔隙群組。分別具有較大大小且定位於孔隙陣列500F及500G之左上部分處的孔隙陣列500F及500G之第一孔隙群組鄰接第二孔隙群組而不藉此被包圍。具有較大大小且定位於孔隙陣列500H之右上部分處的孔隙陣列500H之第一孔隙群組藉由孔隙陣列之對角線鄰接第二孔隙群組。具有較大大小且大體上定位於孔隙陣列500I之下部部分處的孔隙陣列500I之第一孔隙群組藉由孔隙陣列之

不規則線鄰接第二孔隙群組。

【0081】 應注意，孔隙陣列之更多實例實施例為可能的，其不受本揭露中呈現之實例限制。

【0082】 為了控制將初級帶電粒子射束投影於所提議設備中孔隙陣列之孔隙群組上，可使用各種方法。彼等方法可取決於孔隙陣列中孔隙的組態。

【0083】 在一些實施例中，當不同孔隙群組以閉合線彼此鄰接(例如，如圖5A至圖5E中所展示包圍彼此)時，初級帶電粒子射束之投影區域可經由調整其投影區域來控制，如圖4A至圖4B中所展示並描述。

【0084】 使用圖5A之孔隙陣列500A作為一實例，當多射束系統以產出量首選模式起作用時，如圖4A中所展示，可調整聚光器透鏡210之第一主面可經調整以靠近於電子源201以減小初級電子射束202的投影區域。初級電子射束202可投影於至少孔隙陣列500A中的第一孔隙群組(例如，包括圖4A中之孔隙404、406及408，或包括圖5A中的孔隙502)。舉例而言，聚光器系統(例如，聚光器透鏡210)可經組態以設定投影區域為覆蓋至少該第一孔隙群組的第一投影區域。又，設備(例如，設備之電路系統)可經組態以控制第一孔隙群組處於通過狀態，且第二孔隙群組處於阻擋狀態，使得初級電子射束202可通過第一孔隙群組以形成小射束且藉由第二孔隙群組阻擋。

【0085】 在使用孔隙陣列500A的同一實例中，當多射束系統以解析度首選模式起作用時，如圖4B中所展示，可調整聚光器透鏡210之第一主面可經調整遠離電子源201以增大初級電子射束202的投影區域。初級電子射束202可投影於孔隙陣列500A中之第一孔隙群組及第二孔隙群組(例

如，包括圖4B中之孔隙404至412，或包括圖5A中的孔隙502及504)上。舉例而言，聚光器系統可經組態以設定投影區域為大於第一投影區域的第二投影區域，其中第二投影區域覆蓋至少第二孔隙群組。又，設備(例如，設備之電路系統)可經組態以控制第一孔隙群組處於阻擋狀態，且第二孔隙群組處於通過狀態，使得初級電子射束202可通過第二孔隙群組以形成小射束且藉由第一孔隙群組阻擋。

【0086】 在一些實施例中，當不同孔隙群組以斷開線彼此鄰接(例如，如圖5F至圖5I中所展示)時，初級帶電粒子射束之投影區域可經由諸如藉由使用偏轉器(未圖示)偏轉或導引投影方向來控制。應注意，用於導引初級帶電粒子射束以投影於孔隙陣列中具有不同孔隙大小之不同孔隙群組的方法不限於本文中所展示且描述的實例實施例，且可使用其他方法及裝置。

【0087】 圖6為符合本揭露之實施例的藉由具有多模操作能力之多射束系統支援的小射束之實例光點大小及電流的圖形說明。舉例而言，多射束系統可裝備有如圖5A中所展示的孔隙陣列500A。在圖6中，水平軸線指示所產生小射束的射束電流，且垂直軸線指示小射束的光點大小。實線及點線可分別表示多射束系統的在第一模式(例如，產出量首選模式)及第二模式(例如，解析度首選模式)中產生之小射束的光點大小及射束電流的範圍。舉例而言，實線及點線可分別對應於使用圖5A之孔隙陣列500A之第一孔隙群組及第二孔隙群組產生的小射束。與僅裝備有具有單個大小之孔隙的多射束系統相比較，所提議的多射束系統可使其可提供之光點大小及射束電流的範圍擴展。

【0088】 圖6中之實線及點線在右端處具有藉由垂直短劃線所指示

的截止值。彼等截止值被稱為「源均一半角限值」，且表示多射束系統歸因於源均一半角的限值在每一模式下可提供的射束電流的上限。如圖4A至圖4B中所展示，源可以錐體形狀發射帶電粒子(「帶電粒子錐體」)。為了確保均一檢測結果，僅帶電粒子錐體的均一部分可用以形成初級帶電粒子射束且進一步形成小射束。帶電粒子錐體之均一部分的範圍可藉由「源均一半角」指示。隨著源之發射功率增大，射束電流可增大，且源均一半角可命中起最大範圍，藉此限制可提供的最大射束電流。與習知多射束系統相比較，本揭露之時實例可藉由在檢測期間將切換以使用較大大小孔隙的能力而推動射束電流之上限至較高源均一半角限值。

【0089】具有不同大小及間距的孔隙陣列可具有不同的源均一半角限值。圖7為符合本揭露之實施例的藉由具有不同大小及間距之孔隙陣列支援的小射束之實例光點大小及電流的圖形說明。為易於說明而不引起模糊，圖7僅展示在第一模式(例如，產出量首選模式)下藉由多射束系統支援的小射束之光點大小及電流。圖7展示兩個間距大小(亦即，大小500及600)，其中數值與間距的大小成比例。即，較大數值可表示較大間距，且較小數值可表示較小間距。在圖7中，實線對應於具有具600間距之 5×5 孔隙的孔隙陣列。點線對應於具有具500間距之 7×7 孔隙的孔隙陣列。中空虛線對應於具有具600間距之 7×7 孔隙的孔隙陣列。源均一半角限值藉由垂直虛線指示。具有具600間距之 5×5 孔隙的孔隙陣列可為具有 2400×2400 ($2400=600\times 4$)之外形大小的正方形。類似地，具有具500間距之 7×7 孔隙的孔隙陣列可具有 3000×3000 的外形大小。具有具600間距之 7×7 孔隙的孔隙陣列可具有 $1.8\times 1.8\text{ mm}^2$ 的外形大小。如圖7中所展示，隨著孔隙陣列之外形大小增大，源均一半徑限值可減低。本揭露之實施例可進一步提供孔

隙陣列的各種外形大小、間距及數目，因此為不同應用提供各種源均一半角限值的能力。

【0090】 圖8為說明符合本揭露之實施例的用於多射束檢測系統之多模操作之例示性方法800的流程圖。方法800可藉由多射束檢測系統(例如，EBI系統100)之小射束產生模組來執行。舉例而言，小射束產生模組可為圖2中的源轉換單元220。小射束產生模組之控制器可經程式化以實施方法800。舉例而言，控制器可為內部控制器或與小射束產生模組耦接的外部控制器(例如，圖1至圖2中的控制器109)。方法800可連接至如圖3至圖7中所展示及描述之操作及步驟。

【0091】 在步驟802處，多射束檢測系統可接收多射束檢測系統中的帶電粒子。舉例而言，可自源(例如，圖2或圖4A至圖4B中之源201)發射帶電粒子。

【0092】 在步驟804處，基於操作模式，多射束檢測系統可使用孔隙陣列產生小射束。多射束檢測系統(例如，控制器)可控制孔隙子集以通過狀態操作，從而使得小射束能夠通過孔隙子集，且控制孔隙陣列中除該孔隙子集外的孔隙處於阻擋狀態以阻止小射束通過除該孔隙子集外的孔隙。舉例而言，孔隙陣列可為孔隙陣列500A至500I中的任一者。

【0093】 舉例而言，孔隙陣列可包括具有第一大小之孔隙的第一子集，及具有不同於第一大小之第二大小的孔隙之第二子集。第一大小可大於第二大小。在一些實施例中，第二孔隙子集可鄰接第一孔隙子集，諸如分別展示於圖5A至圖5I中的第二孔隙群組及第一孔隙群組。在一些實施例中，第二孔隙子集可包圍第一孔隙子集，諸如分別展示於圖5A至圖5E中的第二孔隙群組及第一孔隙群組。在一些實施例中，第一孔隙子集可處

於孔隙陣列之中心，諸如展示於圖5A至圖5E中的第一孔隙群組。

【0094】 在一些實施例中，孔隙陣列可包括具有兩個以上大小的孔隙。舉例而言，孔隙陣列可包括具有小於第二大之一第三大的孔隙之一第三子集。第二大可小於第一大小。在一些實施例中，第三孔隙子集可鄰接第二孔隙子集。在一些實施例中，第三孔隙子集可包圍第二孔隙子集，其中第二孔隙子集可包圍第一孔隙子集，諸如分別展示於圖5D中的第三、第二及第一孔隙群組。

【0095】 在一些實施例中，多射束檢測系統可控制聚光器系統以設定帶電粒子的投影區域以覆蓋該孔隙子集。舉例而言，如圖4A至圖4B中所展示並描述，多射束檢測系統可朝向且遠離源201移動聚光器透鏡210的第一主面以設定投影區域。

【0096】 多射束檢測系統可以不同模式操作。使用圖5A之孔隙陣列500A作為一實例，當多射束檢測系統經組態而以第一操作模式(例如，產出量首選模式)操作時，多射束檢測系統可控制(例如，使用圖4A中之聚光器透鏡210)投影區域為覆蓋至少第一孔隙子集的第一投影區域。舉例而言，第一孔隙子集可包括圖5中之孔隙502或圖4A至圖4B中的孔隙404、406及408。多射束檢測系統可進一步控制第一孔隙子集處於通過狀態且第二孔隙子集處於阻擋狀態。舉例而言，第二孔隙子集可包括圖5中之孔隙504或圖4A至圖4B中的孔隙410及412。當多射束檢測系統經組態而以第二操作模式(例如，解析度首選模式)操作時，多射束檢測系統可控制(例如，使用如圖4B中所展示且描述的聚光器透鏡210)投影區域為覆蓋至少第二孔隙子集的第二投影區域。多射束檢測系統可進一步控制第一孔隙子集處於阻擋狀態且第二孔隙子集處於通過狀態。舉例而言，第二投影區

域可大於第一投影區域，諸如包覆整個第一投影區域，如圖4A至圖4B中所展示並描述。

【0097】 在一些實施例中，當孔隙陣列包括具有兩個以上大小的孔隙時，多射束檢測系統可以兩個以上不同模式操作。舉例而言，孔隙陣列可包括第一、第二及第三孔隙子集(例如，如圖5D中所展示)。當多射束檢測系統經組態而以第一模式(例如，產出量首選模式)操作時，多射束檢測系統可控制投影區域為第一投影區域，且控制第一孔隙子集處於通過狀態且第二孔隙子集及第三孔隙子集處於阻擋狀態。當多射束檢測系統經組態而以第二模式(例如，如先前描述之平衡模式)操作時，多射束檢測系統可控制投影區域為第二投影區域，且控制第二孔隙子集處於通過狀態，且第一孔隙子集及第三孔隙子集處於阻擋狀態。當多射束檢測系統經組態而以一第三模式(例如，解析度首選模式)操作時，多射束檢測系統可控制投影區域為覆蓋至少第三孔隙子集的一第三投影區域，且控制第三孔隙子集處於通過狀態且第一孔隙子集及第二孔隙子集處於阻擋狀態。在一些實施例中，第三投影區域可大於第二投影區域，其中第二投影區域可大於第一投影區域，諸如圖5D中所展示。

【0098】 在一些實施例中，若第二孔隙子集(具有較小孔隙大小)包圍第一孔隙子集(具有較大孔隙大小)，諸如圖5A之孔隙陣列500A，則當多射束檢測系統以解析度首選模式起作用時，小射束之探測光點在中心處可具有未覆蓋部分「間隙」)。為了確保掃描區域運用具有間隙之探測光點的完整掃描，執行檢測之一種方式為對掃描區域進行掃描多次，且每次探測光點可歸因於間隙移位以使用其覆蓋部分來掃描未經掃描區域。以此方式，掃描區域之一些子區域相較於其其他子區域可經掃描更多次。

【0099】 在一些實施例中，為了節省掃描時間且確保掃描區域之每一子區域經掃描歷時相同時間量，多射束檢測系統可以預定掃描型樣使用小射束掃描樣本的表面。遵循掃描型樣，小射束之掃描區域的每一子區域可經掃描歷時相同時間量。

【0100】 圖9A為符合本揭露之實施例的小射束在多射束系統之第二操作模式中之實例探測光點的圖形說明。如圖9A中所展示，每一圓可表示單個小射束的探測光點，且實線可表示第二操作模式(例如，圖4B之解析度首選模式)中小射束之探測光點的邊界(例如，使用圖5A之孔隙陣列500A產生)。小射束之探測光點在中心處具有間隙902。

【0101】 圖9B至圖9E展示符合本揭露之實施例的針對圖9A中之小射束之實例掃描路徑的圖形說明。在圖9B至圖9E中，藉由粗線圍封的正方形指示待檢測的掃描區域。掃描區域可經劃分成多個子區域(例如，圖9B至圖9E中的9個子區域)。中空箭頭連接掃描路徑的個別步驟。在每一步驟處，在中心處具有間隙的小射束之探測光點可經投影以覆蓋掃描區域的不同部分，每一部分包括子區域中的一或多者。應注意，小射束可以步進器(「跳變掃描」)方式或連續掃描方式遵循掃描路徑執行檢測。

【0102】 遵循圖9B至圖9E中的掃描路徑，每一子區域可經掃描兩次。當子區域經第一次掃描時，該子區域以淺著色展示。當子區域經第二次掃描時，該子區域以深著色展示。應注意，展示於圖9B至圖9E中之掃描路徑僅為一個實例實施例，且可使用掃描路徑的其他實施例。舉例而言，圖9B至圖9E中掃描子區域的次序可經重新配置以達成相同結果。亦應注意，掃描區域之子區域可經掃描兩次以上，只要其經掃描歷時相同時間量，其不受本揭露限制。

【0103】 當多射束檢測系統完成掃描第一掃描區域之每一子區域歷時相同時間量時，其可進行以掃描第二掃描區域。對於第一掃描區域之每一子區域，自每一掃描收集的偵測到之信號可經處理(例如，經平均或運用加權進行平均)，且第一掃描區域的檢測影像可藉由對所有其子區域的經處理偵測信號進行合成來產生。如此做，檢測影像可以較高均一性產生，且檢測影像之解析度可經進一步改良，其符合多射束檢測系統之解析度首選模式的目標。即，在解析度首選模式中，多射束檢測系統不僅可提供較小光點大小及較低射束電流從而改良檢測影像的解析度，而且可藉由針對掃描區域執行多個掃描來進一步改良解析度。

【0104】 可使用以下條項進一步描述實施例：

1. 一種設備，其包含：

一孔隙陣列，其包含：

具有一第一大小之孔隙的一第一群組，及

具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二群組；且

其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以不同的通過狀態或阻擋狀態操作，且其中處於一通過狀態的一孔隙使得一射束能夠通過該孔隙，且處於一阻擋狀態的該孔隙阻止該射束通過該孔隙。

2. 如條項1之設備，其中該孔隙陣列為一微機電系統孔隙陣列。

3. 如前述條項中任一項之設備，其中該第一孔隙群組之該第一大於該第二孔隙群組之該第二大。

4. 如前述條項中任一項之設備，其中該第二孔隙群組包圍該第一孔隙群組。

5. 如前述條項中任一項之設備，其中該第一孔隙群組處於該孔隙

陣列的一中心。

6. 如前述條項中任一項之設備，其中當該多射束檢測系統經組態而以一第一模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第二孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作。

7. 如前述條項中任一項之設備，其中當該多射束檢測系統經組態而以一第二模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，且該第二孔隙群組經組態而以該通過狀態操作。

8. 如前述條項中任一項之設備，其中該孔隙陣列包含具有不同於該第二大之一第三大的孔隙之一第三群組。

9. 如條項8之設備，其中該第三孔隙群組包圍該第二孔隙群組。

10. 如條項8至9中任一項之設備，其中當該多射束檢測系統經組態而以該第一模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第二孔隙群組及該第三孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，

當該多射束檢測系統經組態而以該第二模式操作時，該第二孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第一孔隙群組及該第三孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，且

當該多射束檢測系統經組態而以一第三模式操作時，該第三孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作。

11. 一種能夠進行多模檢測操作之多射束設備，該多射束設備包含：

一源，其經組態以發射帶電粒子；

一聚光器系統，該聚光器系統經組態以設定該等帶電粒子的一投影

區域；

一孔陣列，該孔陣列經組態以在該投影區域中自該帶電粒子產生小射束，該孔陣列包含具有一第一大小之孔陣之一第一群組及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔陣之一第二群組；及

用於控制該第一孔陣群組及該第二孔陣群組處於不同的通過狀態或阻擋狀態之電路系統，其中一孔陣的一通過狀態使得一射束能夠通過該孔陣，且該孔陣的一阻擋狀態阻止該射束通過該孔陣。

12. 如條項10之多射束設備，其中該孔陣陣列為一微機電系統孔陣陣列。

13. 如條項11至13中任一項之多射束設備，其中該第二孔陣群組包圍該第一孔陣群組。

14. 如條項11至14中任一項之多射束設備，其中該第一孔陣群組處於該孔陣陣列的一中心。

15. 如條項11至14中任一項之多射束設備，其中該多射束設備以一第一模式操作，且其中

該聚光器系統經組態以設定該投影區域為覆蓋至少該第一孔陣群組的一第一投影區域，且

該電路系統經組態以控制該第一孔陣群組處於該通過狀態且該第二孔陣群組處於該阻擋狀態。

16. 如條項11至15中任一項之多射束設備，其中該第一孔陣群組之該第一大小大於該第二孔陣群組的該第二大小。

17. 如條項16之多射束設備，其中該多射束設備以一第二模式操作，且其中

該聚光器系統經組態以設定該投影區域為覆蓋至少該第二孔隙群組的一第二投影區域，且

該電路系統經組態以控制該第一孔隙群組處於該阻擋狀態且該第二孔隙群組處於該通過狀態。

18. 如條項17之多射束設備，其中該第二投影區域大於該第一投影區域。

19. 如條項11至18中任一項之多射束設備，其中該孔隙陣列包含一第三孔隙群組，該第三孔隙群組具有不同於該第二大的一第三大小。

20. 如條項19之多射束設備，其中該第三孔隙群組包圍該第二孔隙群組。

21. 如條項19至20中任一項之多射束設備，其中

當該多射束設備經組態而以該第一模式操作時，該聚光器系統經組態以設定該投影區域為該第一投影區域，且該電路系統控制該第一孔隙群組處於該通過狀態且該第二孔隙群組及該第三孔隙群組處於該阻擋狀態，

當該多射束設備經組態而以該第二模式操作時，該聚光器系統經組態以設定該投影區域為該第二投影區域，且該電路系統控制該第二孔隙群組處於該通過狀態，且該第一孔隙群組及該第三孔隙群組處於該阻擋狀態，且

當該多射束設備經組態而以一第三模式操作時，該聚光器系統經組態以設定該投影區域為覆蓋至少該第三孔隙群組的一第三投影區域，且電路系統控制該第三孔隙群組處於該通過狀態，且該第一孔隙群組及該第二孔隙群組處於該阻擋狀態。

22. 如條項21之多射束設備，其中該第三投影區域大於該第二投影

區域。

23. 如條項11至22中任一項之多射束設備，其中該等帶電粒子包含電子。

24. 一種用於一多射束檢測系統之多模操作的方法，該方法包含：
在該多射束檢測系統中接收帶電粒子；及

基於該多射束檢測系統之一操作模式，藉由以下操作使用一孔隙陣列產生小射束：控制孔隙子集處於一通過狀態，從而使得小射束能夠通過該孔隙子集；及控制該孔隙陣列中除該孔隙子集外的孔隙處於一阻擋狀態，從而阻止小射束通過除該孔隙子集外的該等孔隙。

25. 如條項24之方法，其進一步包含：

控制一聚光器系統以設定該等帶電粒子的一投影區域以覆蓋該孔隙子集。

26. 如條項24至25中任一項之方法，其中該孔隙陣列包含具有一第一大小之孔隙的一第一子集，及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二子集。

27. 如條項26之方法，其中該第二孔隙子集包圍該第一孔隙子集。

28. 如條項26至27中任一項之方法，其中該第一孔隙子集處於該孔隙陣列的一中心。

29. 如條項26至28中任一項之方法，其中該第一孔隙子集之該第一大小大於該第二孔隙子集的該第二大小。

30. 如條項26至29中任一項之方法，其中產生該等小射束包含：

當該多射束檢測系統經組態而以一第一操作模式操作時，控制該投影區域為覆蓋至少該第一孔隙子集的一第一投影區域，且

控制該第一孔隙子集處於該通過狀態且該第二孔隙子集處於該阻擋狀態。

31. 如條項26至29中任一項之方法，其中產生該等小射束包含：

當該多射束檢測系統經組態而以一第二操作模式操作時，控制該投影區域為覆蓋至少該第二孔隙子集的一第二投影區域，且

控制該第一孔隙子集處於該阻擋狀態且該第二孔隙子集處於該通過狀態。

32. 如條項31之方法，其中該第二投影區域大於該第一投影區域。

33. 如條項31至32中任一項之方法，其進一步包含：

以一預定掃描型樣使用該等小射束掃描一樣本的一表面，其中該等小射束之一掃描區域的每一子區域經掃描歷時相同量的時間。

34. 如條項24至33中任一項之方法，其中該孔隙陣列進一步包含具有小於該第二大之一第三大小的孔隙之一第三子集。

35. 如條項34之方法，其中該第三孔隙子集包圍該第二孔隙子集。

36. 如條項34至35中任一項之方法，其中產生該等小射束包含：

當該多射束檢測系統經組態而以該第一模式操作時，控制該投影區域為該第一投影區域，且控制該第一孔隙子集處於該通過狀態且該第二孔隙子集及該第三孔隙子集處於該阻擋狀態；

當該多射束檢測系統經組態而以該第二模式操作時，控制該投影區域為該第二投影區域，且控制該第二孔隙子集處於該通過狀態且該第一孔隙子集及該第三孔隙子集處於該通過狀態；且

當該多射束檢測系統經組態而以一第三模式操作時，控制該投影區域為覆蓋至少該第三孔隙子集的一第三投影區域，且控制該第三孔隙子集

處於該通過狀態且該第一孔隙子集及該第二孔隙子集以及第二孔隙子集處於該阻擋狀態。

37. 如條項36之方法，其中該第三投影區域大於該第二投影區域。

38. 如條項24至37中任一項之方法，其中該等帶電粒子為電子。

39. 一種儲存一指令集的非暫時性電腦可讀取媒體，該指令集藉由一設備之至少一個處理器可執行以使得該設備執行一種用於一多射束檢測系統之多模操作的方法，該方法包含：

選擇該多射束檢測系統的一操作模式；及

基於該多射束檢測系統之該所選擇操作模式，藉由以下操作使用一孔隙陣列產生小射束：控制該孔隙陣列之一第一組孔隙以一通過狀態操作，從而使得小射束能夠通過該第一組孔隙；及控制該孔隙陣列之一第二組孔隙以一阻擋狀態操作，從而阻止小射束通過該第二組孔隙。

40. 一種設備，其包含：

一孔隙陣列，其包含：

一第一孔隙群組，該第一孔隙群組具有一第一大小以使得第一組小射束各自具有一第一射束電流，且

一第二孔隙群組，該第二孔隙群組具有一第二大小以使得第二組小射束各自具有一第二射束電流，該第一射束電流及該第二射束電流為不同電流，且該第一大小及該第二大小為不同大小；

其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以一通過狀態或一阻擋狀態操作，其中處於該通過狀態的一所選擇孔隙使得一所選擇射束能夠通過該所選擇孔隙，且其中處於該阻擋狀態之該所選擇孔隙防止該所選擇射束通過該所選擇孔隙。

41. 如條項40之設備，其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組兩者處於該通過狀態或該阻擋狀態中的一者。

42. 如條項40之設備，其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組中的一者處於該通過狀態，且該第一群組及該第二群組中的另一者處於該阻擋狀態。

43. 如條項40之設備，其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組進一步經組態而以不同於該通過狀態或該阻擋狀態的一第三狀態操作。

44. 如條項40至43中任一項之設備，其中該等小射束為帶電粒子射束。

45. 如條項44中任一項之設備，其中該等帶電粒子為電子。

46. 如條項40至45之設備，其中該孔隙陣列為一微機電系統孔隙陣列。

47. 如條項40至46中任一項之設備，其中該第一孔隙群組之該第一大小大於該第二孔隙群組的該第二大小。

48. 如條項40至47中任一項之設備，其中該第二孔隙群組包圍該第一孔隙群組。

49. 如條項40至48中任一項之設備，其中該第一孔隙群組處於該孔隙陣列的一中心。

50. 如前述條項中任一項之設備，其中該設備用於產生用於一多射束檢測系統的多模小射束，且其中當該多射束檢測系統經組態而以一第一模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第二孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作。

51. 如前述條項中任一項之設備，其中該設備用於產生用於一多射

束檢測系統的多模小射束，且其中當該多射束檢測系統經組態而以一第二模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以阻擋狀態操作，且該第二孔隙群組經組態而以通過狀態操作。

52. 如條項40至51中任一項之設備，其中該孔隙陣列包含一第三孔隙群組，該第三孔隙群組具有不同於該第二大的一第三大小。

53. 如條項52之設備，其中該第三孔隙群組包圍該第二孔隙群組。

54. 如條項52至53中任一項之設備，其中該設備用於產生用於一多射束檢測系統的多模小射束，且其中

當該多射束檢測系統經組態而以一第一模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第二孔隙群組及該第三孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，

當該多射束檢測系統經組態而以第二模式操作時，該第二孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第一孔隙群組及該第三孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，且

當該多射束檢測系統經組態而以一第三模式操作時，該第三孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作。

【0105】 可提供一種非暫時性電腦可讀媒體，該非暫時性電腦可讀媒體儲存用於處理器(例如，圖1至圖2之控制器109的處理器)的指令，以實行影像處理、資料處理、小射束掃描、資料庫管理、圖形顯示器、帶電粒子射束設備或另一成像裝置的操作，或類似者。常見形式之非暫時性媒體包括例如：軟碟、可撓性磁碟、硬碟、固態磁碟機、磁帶或任何其他磁性資料儲存媒體；CD-ROM；任何其他光學資料儲存媒體；具有孔圖案

之任何實體媒體；RAM、PROM及EPROM；FLASH-EPROM或任何其他快閃記憶體；NVRAM；快取記憶體；暫存器；任何其他記憶體晶片或卡匣；及其網路化版本。

【0106】 諸圖中之方塊圖說明根據本揭露之各種例示性實施例之系統、方法及電腦硬體或軟體產品之可能實施的架構、功能性及操作。就此而言，流程圖或方塊圖中之每一區塊可表示模組、區段或程式碼之部分，該程式碼包括用於實施指定邏輯功能之一或多個可執行指令。應理解，在一些替代性實施中，區塊中所指示之功能可不按圖中所提及之次序出現。舉例而言，視所涉及之功能性而定，連續展示的兩個區塊可大體上同時執行或實施，或兩個區塊有時可以相反次序執行。亦可省略一些區塊。亦應理解，方塊圖之每一區塊及該等區塊之組合可由執行指定功能或動作的基於專用硬體之系統，或由專用硬體及電腦指令之組合來實施。

【0107】 應瞭解，本揭露之實施例不限於已在上文所描述及在隨附圖式中所說明之確切建構，且可在不背離本揭露之範疇的情況下作出各種修改及改變。

【符號說明】

【0108】

100: 例示性電子射束檢測(EBI)系統

101: 主腔室

102: 裝載/鎖定腔室

104: 電子射束工具/設備

106: 裝備前端模組(EFEM)

106a: 第一裝載埠

106b: 第二裝載埠
109: 控制器
201: 電子源
202: 初級電子射束
203: 初級射束交越
204: 主光軸
207: 樣本固持器
208: 樣本
209: 機動載物台
210: 聚光器透鏡
211: 初級小射束
212: 初級小射束
213: 初級小射束
220: 源轉換單元
221: 探測光點
222: 探測光點
223: 探測光點
230: 初級投影系統
231: 接物鏡
232: 偏轉掃描單元
233: 射束分離器
240: 電子偵測裝置
241: 偵測元件

- 242: 偵測元件
- 243: 偵測元件
- 250: 次級投影系統
- 251: 次光軸
- 261: 次級電子射束
- 262: 次級電子射束
- 263: 次級電子射束
- 271: 庫侖孔隙板/槍孔隙板
- 400C: 微機電系統(MEMS)孔隙陣列
- 402: 周邊電子
- 404: 孔隙
- 406: 孔隙
- 408: 孔隙
- 410: 孔隙
- 412: 孔隙
- 414: 小射束
- 416: 小射束
- 418: 小射束
- 420: 小射束
- 422: 小射束
- 424: 偏轉結構
- 426: 偏轉結構
- 428: 偏轉結構

- 430: 截斷孔隙
- 432: 截斷孔隙
- 434: 截斷孔隙
- 436: 電子射束
- 438: 電子射束
- 500A: 實例孔隙陣列
- 500B: 實例孔隙陣列
- 500C: 實例孔隙陣列
- 500D: 實例孔隙陣列
- 500E: 實例孔隙陣列
- 500F: 實例孔隙陣列
- 500G: 實例孔隙陣列
- 500H: 實例孔隙陣列
- 500I: 實例孔隙陣列
- 502: 孔隙
- 504: 孔隙
- 800: 用於多射束檢測系統之多模操作之例示性方法
- 802: 步驟
- 804: 步驟
- 902: 間隙

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種多射束檢測(multi-beam inspection)設備，其包含：

一孔隙陣列(an aperture array)，其包含：

具有一第一大之孔隙的一第一群組，及

具有不同於該第一大之一第二大之孔隙之一第二群組；且

其中該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以不同的通過狀態或阻擋狀態(pass-or-block statuses)操作，且其中處於一通過狀態的一孔隙使得一射束能夠通過該孔隙，且處於一阻擋狀態的該孔隙阻止該射束通過該孔隙。

【請求項2】

如請求項1之多射束檢測設備，其中該孔隙陣列為一微機電系統孔隙陣列。

【請求項3】

如請求項1之多射束檢測設備，其中該第一孔隙群組之該第一大於該第二孔隙群組之該第二大。

【請求項4】

如請求項1之多射束檢測設備，其中該第二孔隙群組包圍該第一孔隙群組。

【請求項5】

如請求項1之多射束檢測設備，其中該第一孔隙群組處於該孔隙陣列的一中心。

【請求項6】

如請求項1之多射束檢測設備，其中當多射束檢測系統經組態而以第一模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第二孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作。

【請求項7】

如請求項1之多射束檢測設備，其中當多射束檢測系統經組態而以第二模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，且該第二孔隙群組經組態而以該通過狀態操作。

【請求項8】

如請求項1之多射束檢測設備，其中該孔隙陣列包含具有小於該第二大之一第三大小的孔隙之一第三群組。

【請求項9】

如請求項8之多射束檢測設備，其中該第三孔隙群組包圍該第二孔隙群組。

【請求項10】

如請求項8之多射束檢測設備，其中當多射束檢測系統經組態而以第一模式操作時，該第一孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第二孔隙群組及該第三孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，

當該多射束檢測系統經組態而以第二模式操作時，該第二孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第一孔隙群組及該第三孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作，且

當該多射束檢測系統經組態而以一第三模式操作時，該第三孔隙群組經組態而以該通過狀態操作，且該第一孔隙群組及該第二孔隙群組經組態而以該阻擋狀態操作。

【請求項11】

一種用於一多射束檢測系統之多模操作的方法，該方法包含：

接收該多射束檢測系統中的帶電粒子；及

基於該多射束檢測系統之一操作模式，藉由以下操作使用一孔隙陣列產生小射束：控制孔隙子集處於一通過狀態，從而使得小射束能夠通過該孔隙子集；及控制該孔隙陣列中除該孔隙子集外的孔隙處於一阻擋狀態，從而阻止小射束通過除該孔隙子集外的該等孔隙。

【請求項12】

如請求項11之方法，其進一步包含：

控制一聚光器系統以設定該等帶電粒子的一投影區域，以覆蓋該孔隙子集。

【請求項13】

如請求項11或12之方法，其中該孔隙陣列包含：具有一第一大小之孔隙的一第一子集；及具有不同於該第一大小之一第二大小的孔隙之一第二子集。

【請求項14】

如請求項13之方法，其中該第二孔隙子集包圍該第一孔隙子集。

【請求項15】

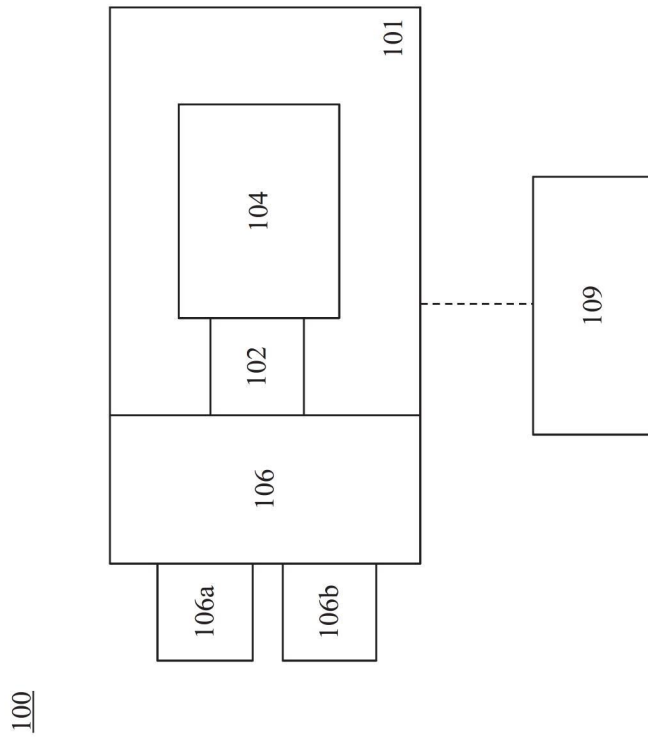
一種儲存一指令集的非暫時性電腦可讀取媒體，該指令集可藉由一設備之至少一個處理器執行以使得該設備執行用於一多射束檢測系統之多模操作的一方法，該方法包含：

選擇該多射束檢測系統之一操作模式；及

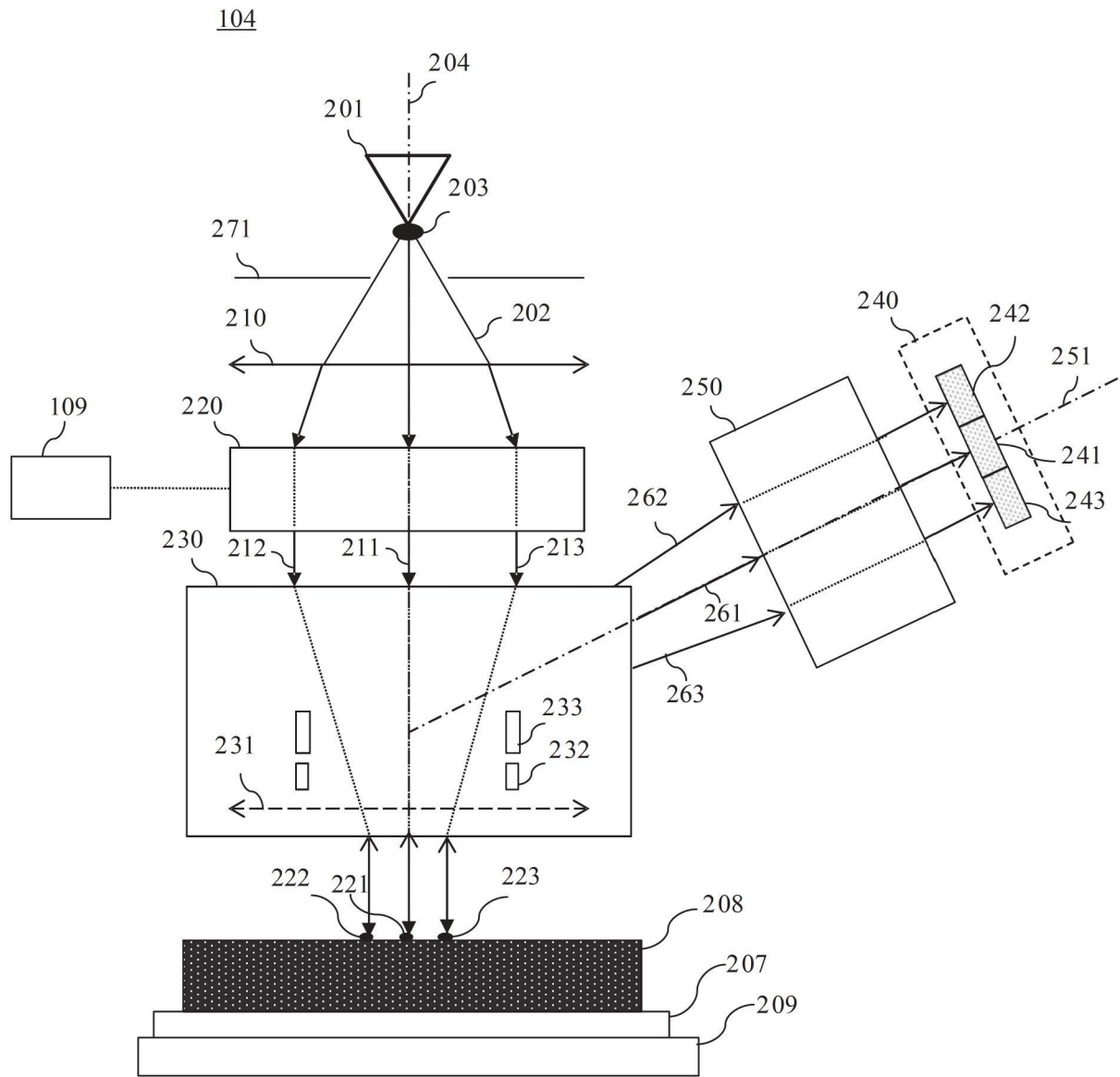
基於該多射束檢測系統之所選擇操作模式，藉由以下操作使用一孔

隙陣列產生小射束：控制該孔隙陣列之第一組孔隙以一通過狀態操作，從而使得小射束能夠通過該第一組孔隙；及控制該孔隙陣列之第二組孔隙以一阻擋狀態操作，從而阻止小射束通過該第二組孔隙。

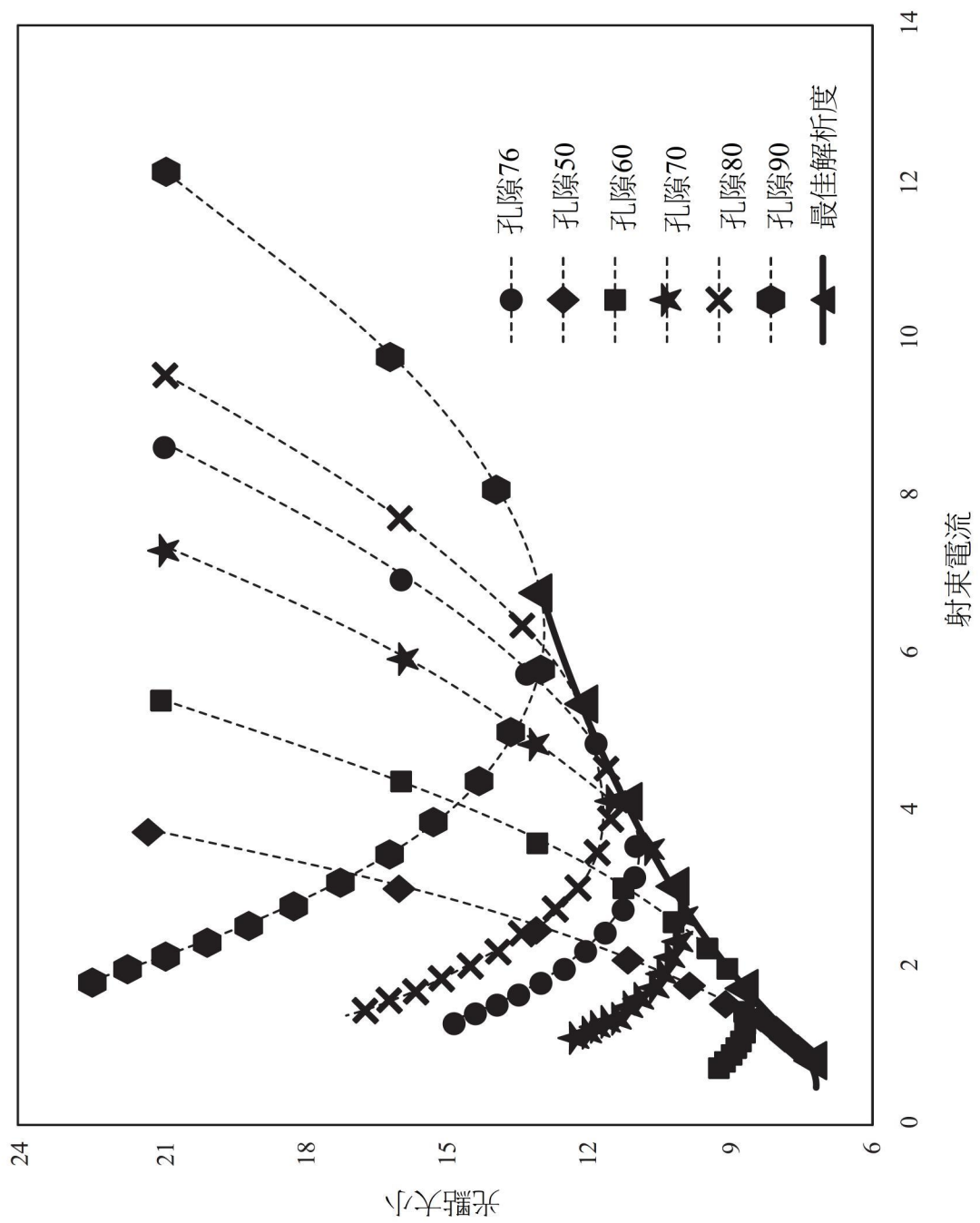
【發明圖式】



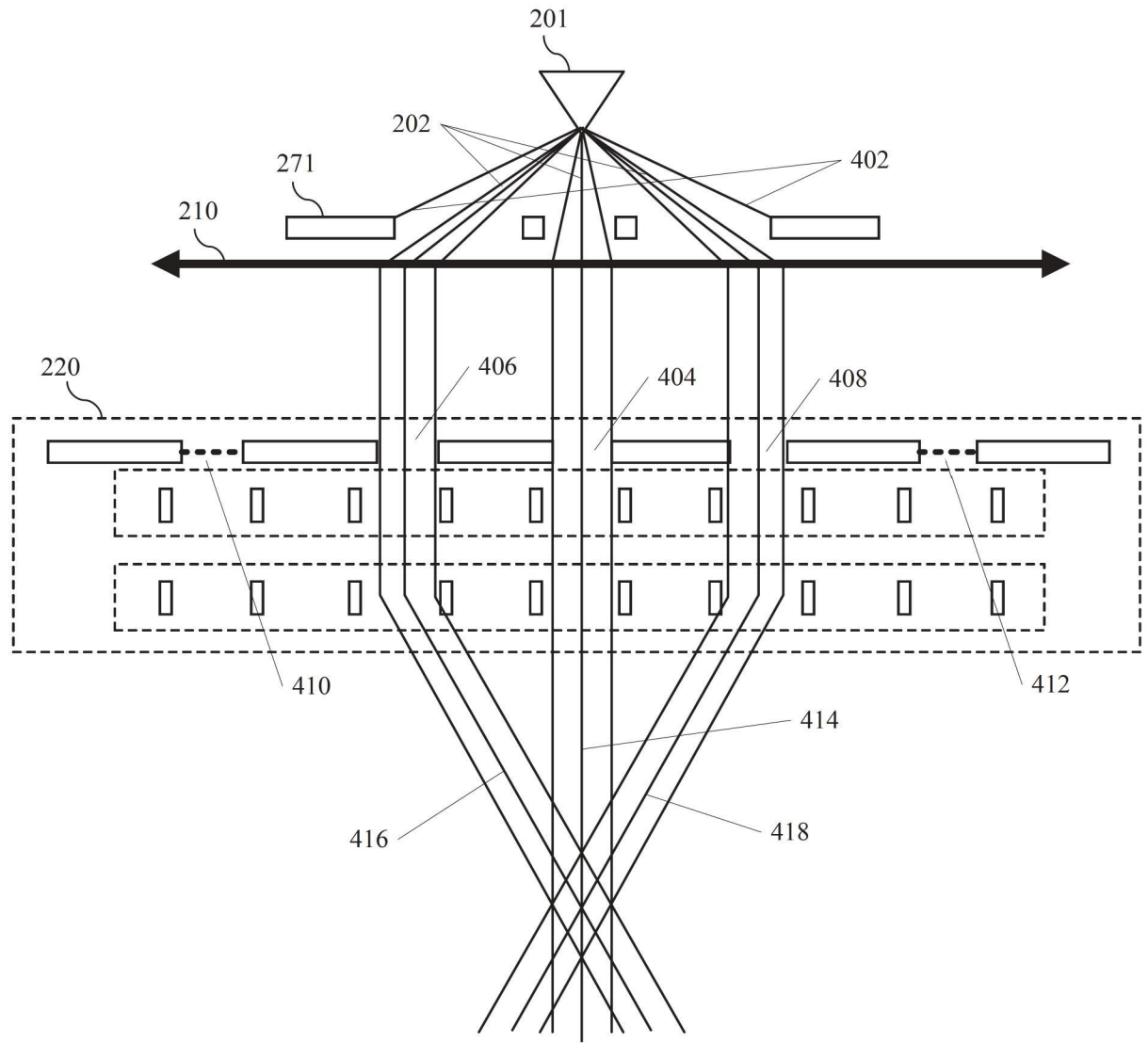
【圖1】



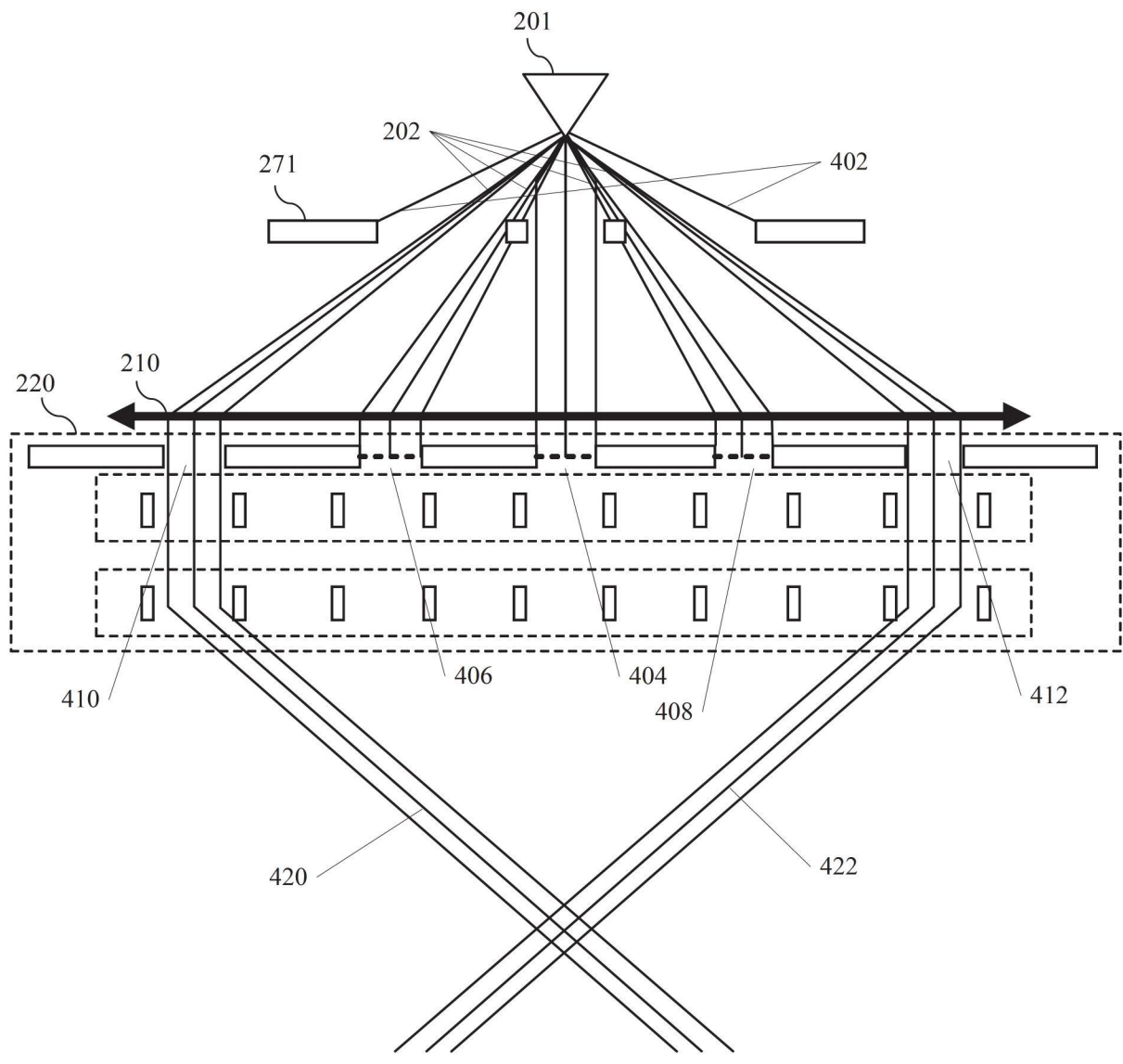
【圖2】



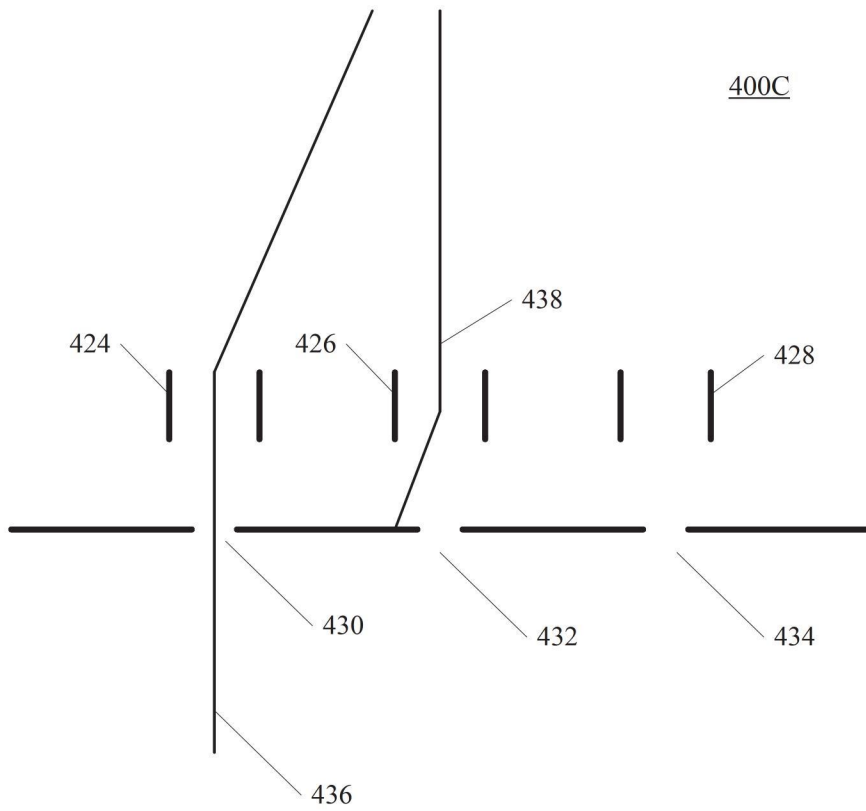
【圖3】



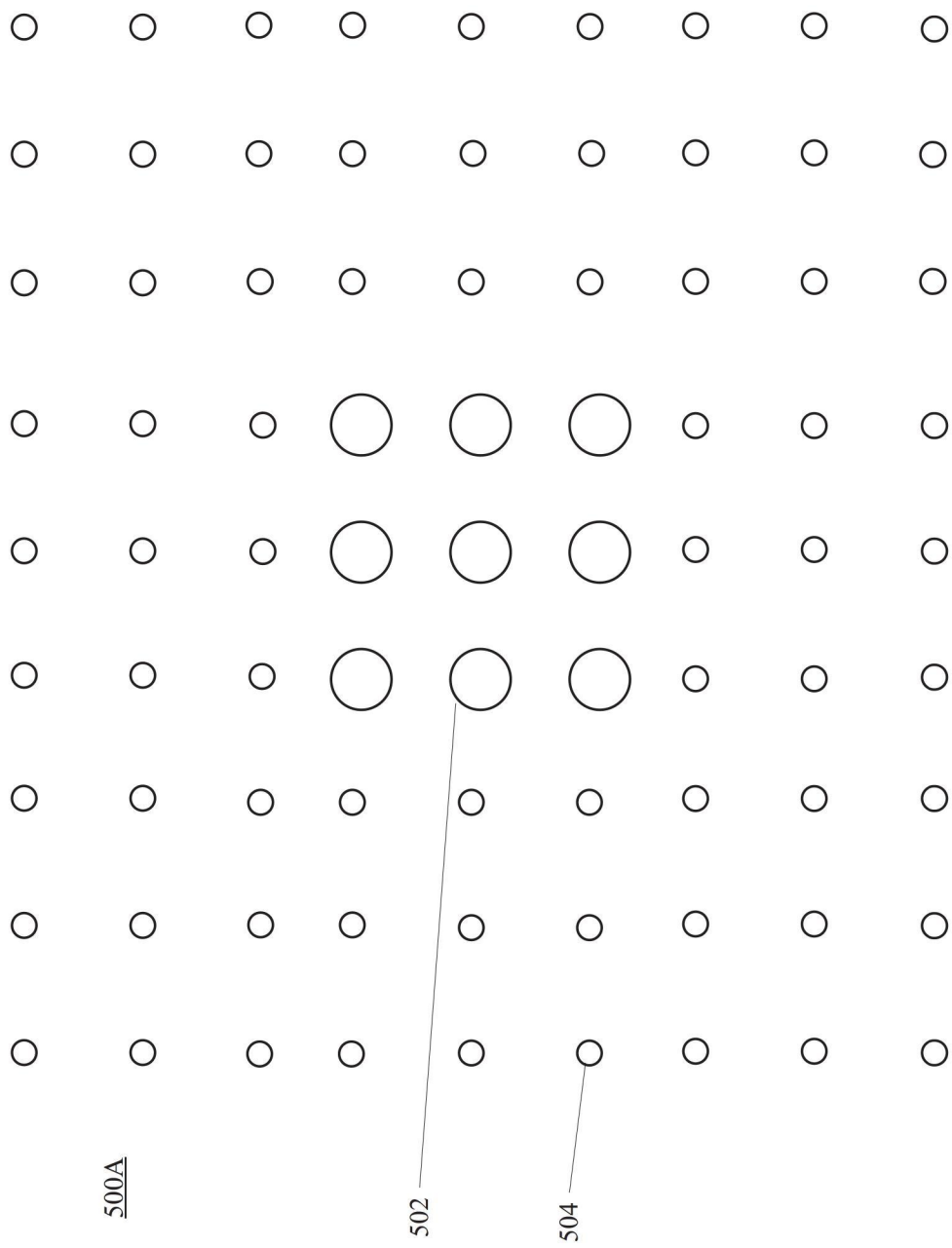
【圖4A】



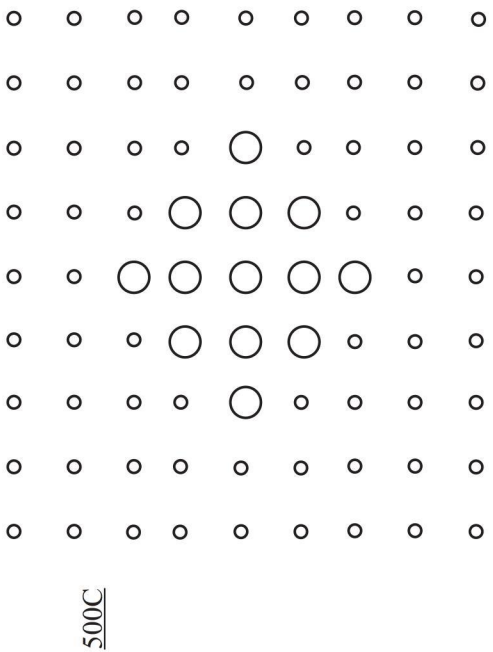
【圖4B】



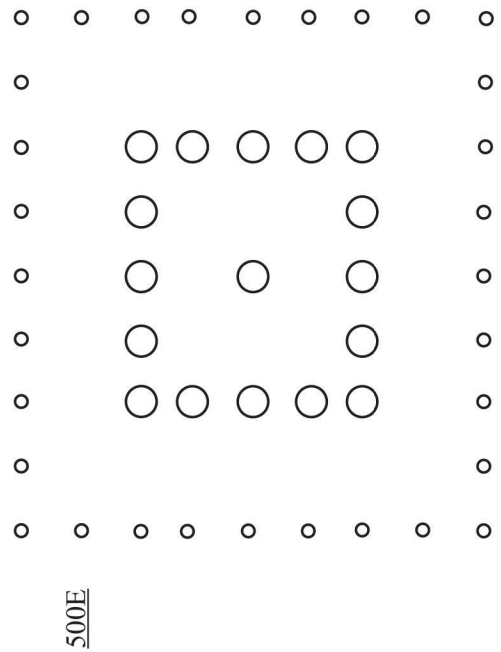
【圖4C】



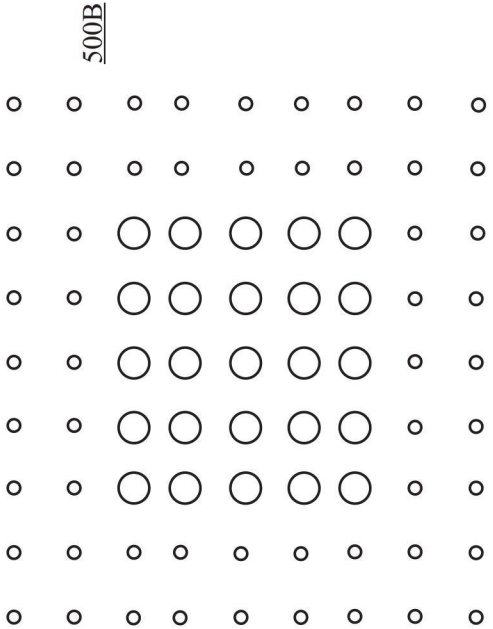
【圖5A】



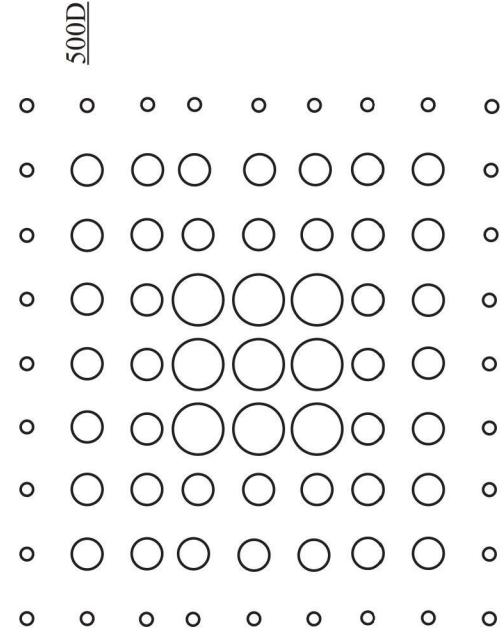
【圖5C】



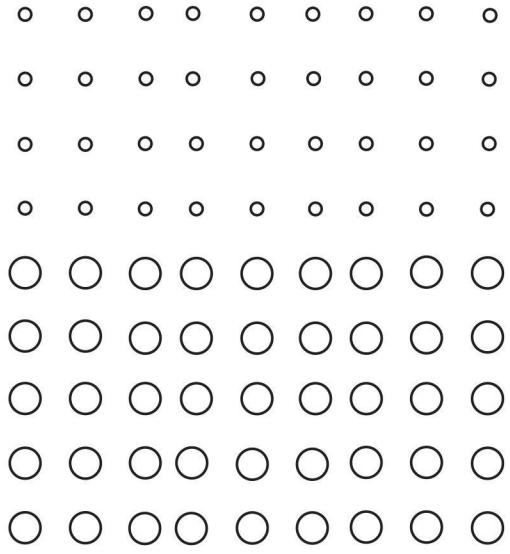
【圖5E】



【圖5B】

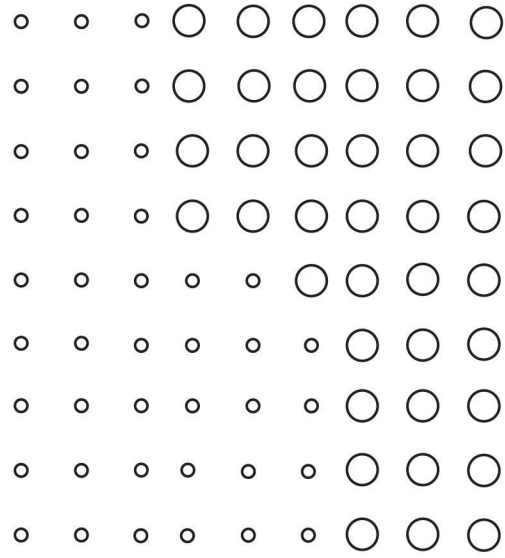


【圖5D】



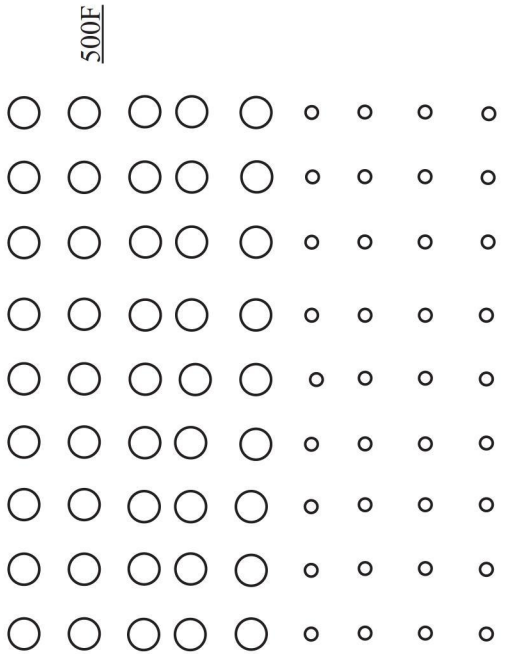
500G

【圖5G】



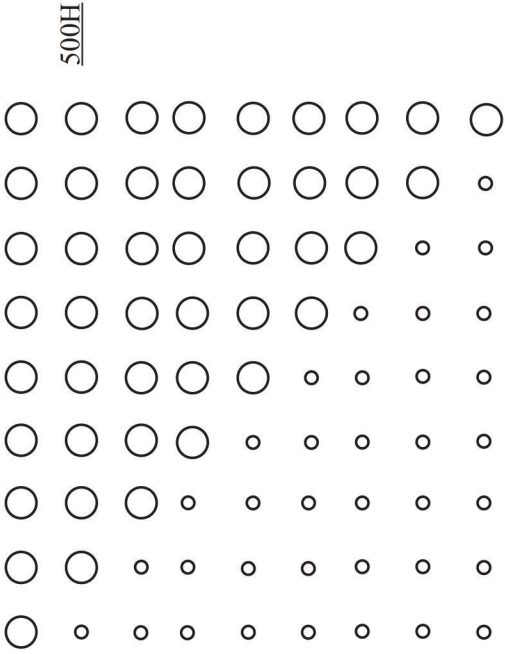
500I

【圖5I】



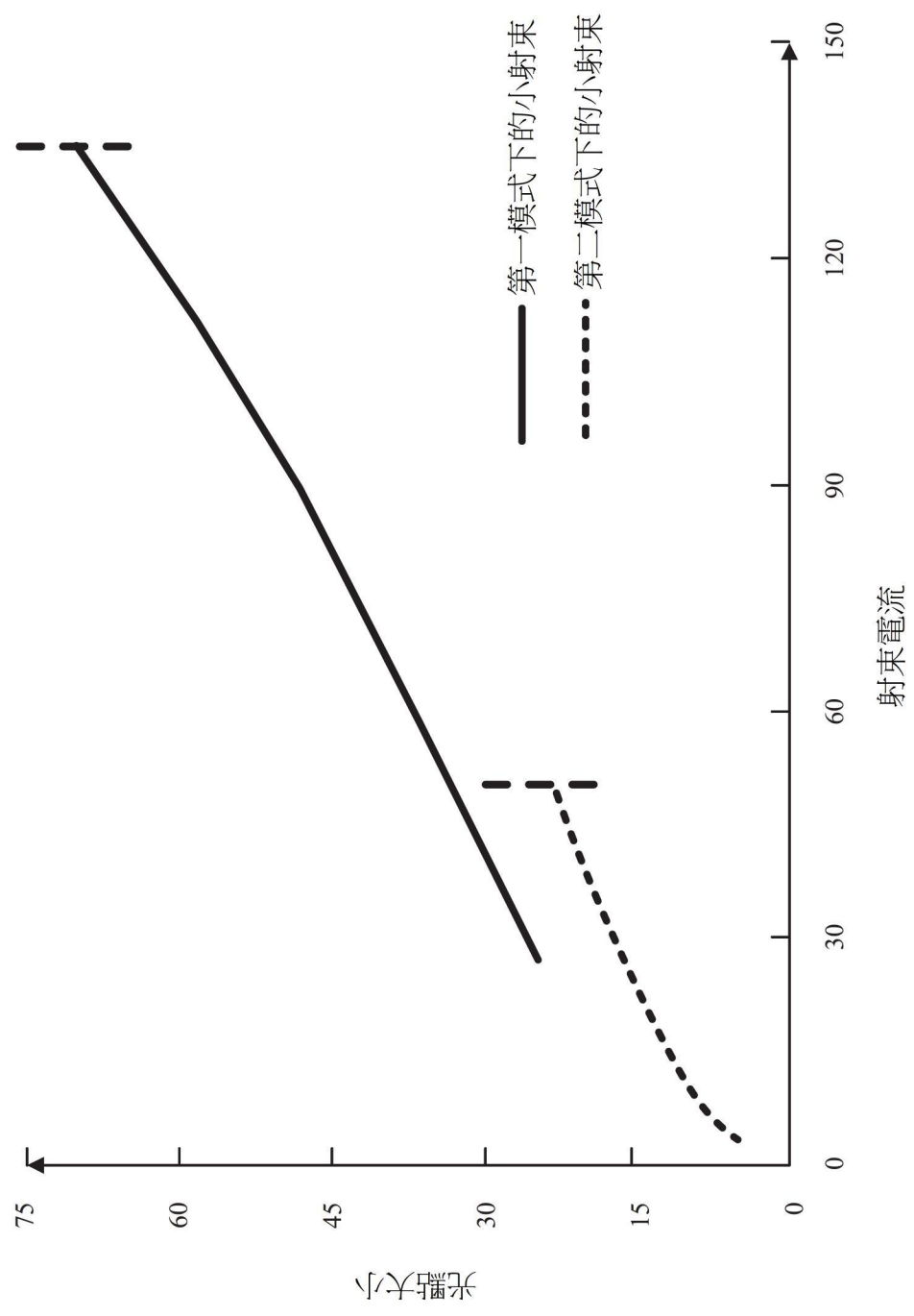
500F

【圖5F】

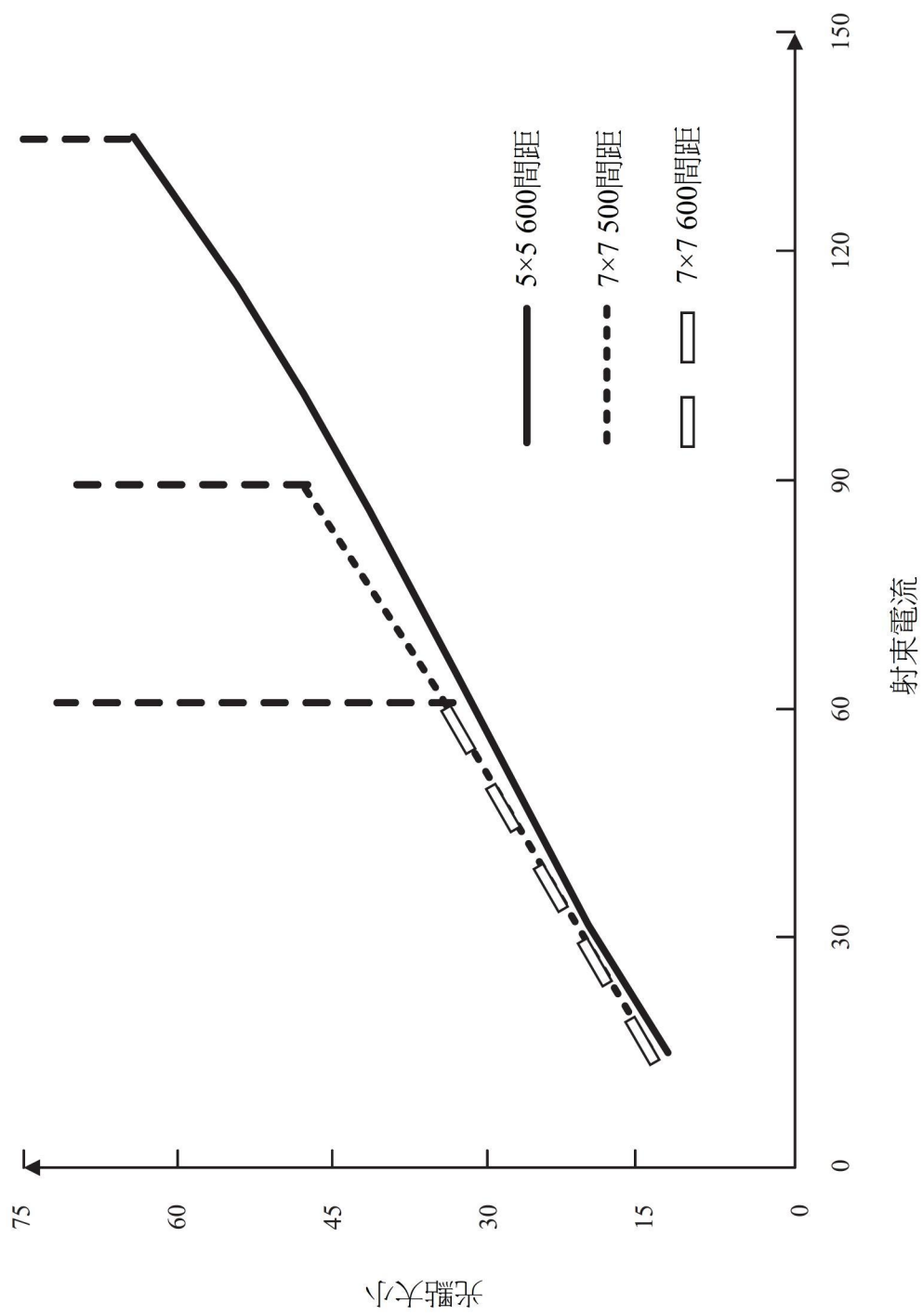


500H

【圖5H】

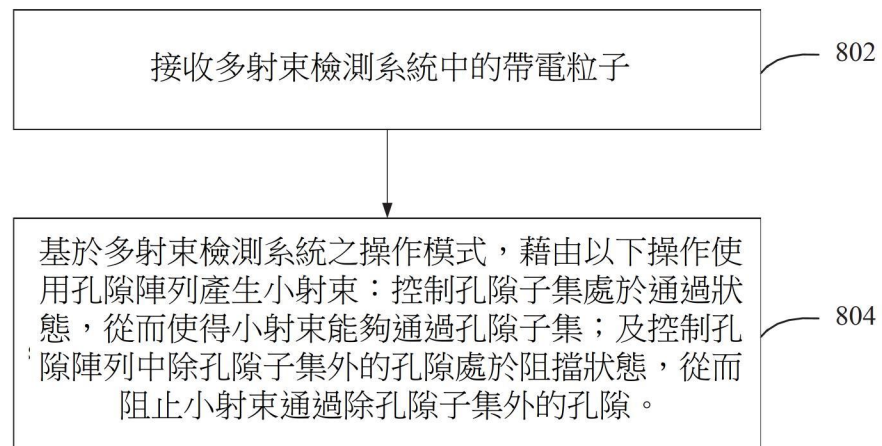


【圖6】

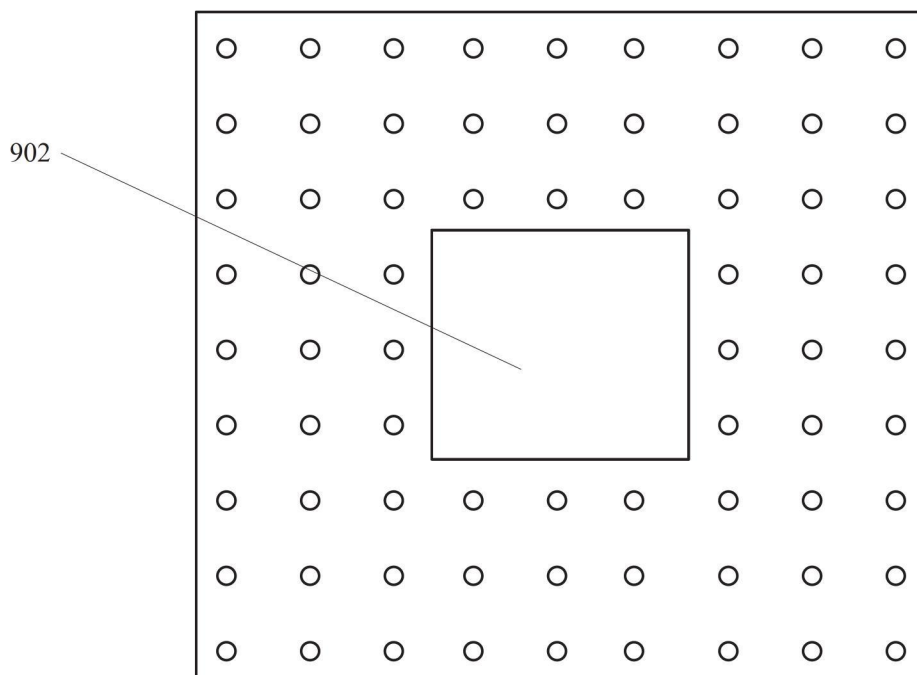


【圖7】

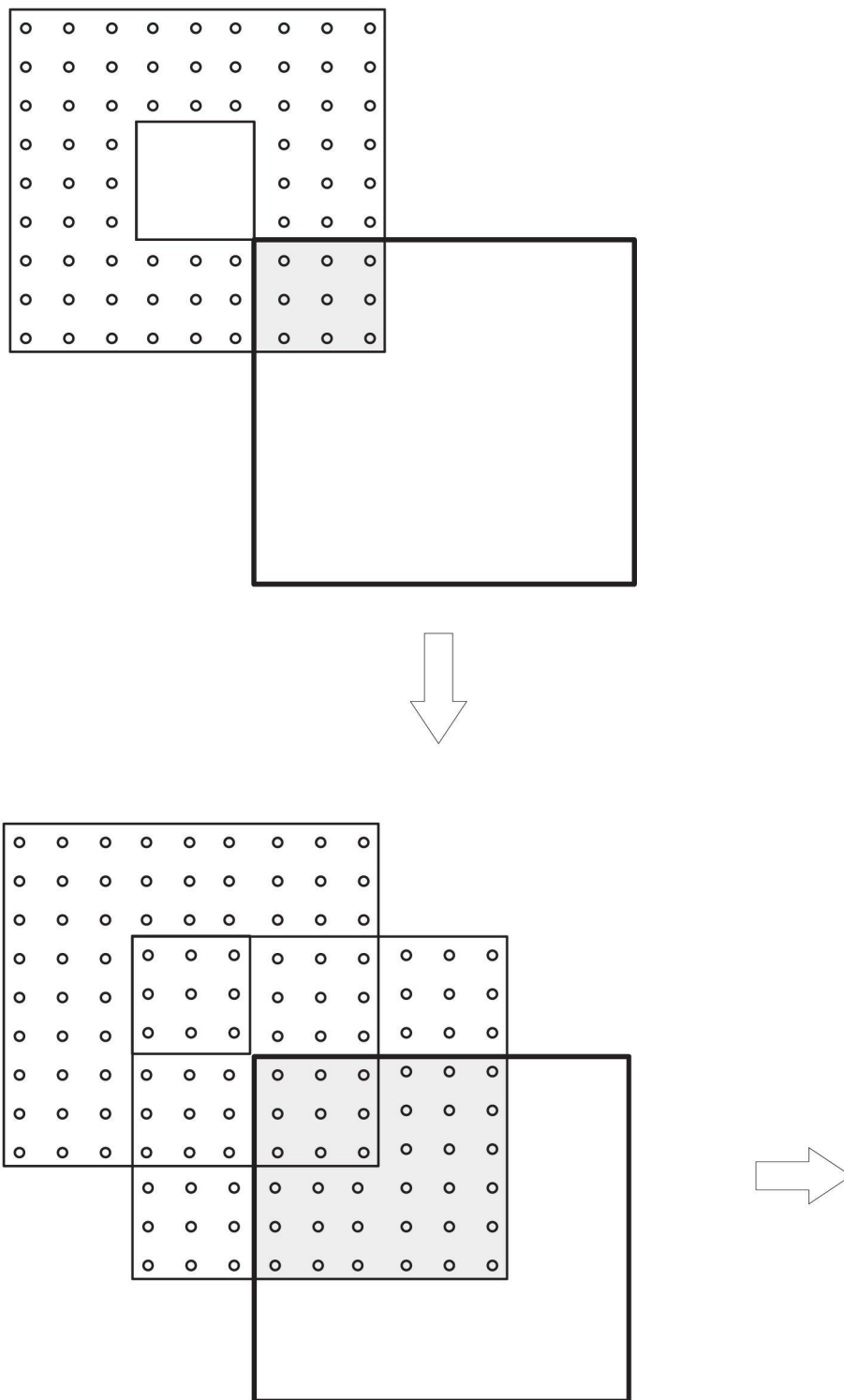
800



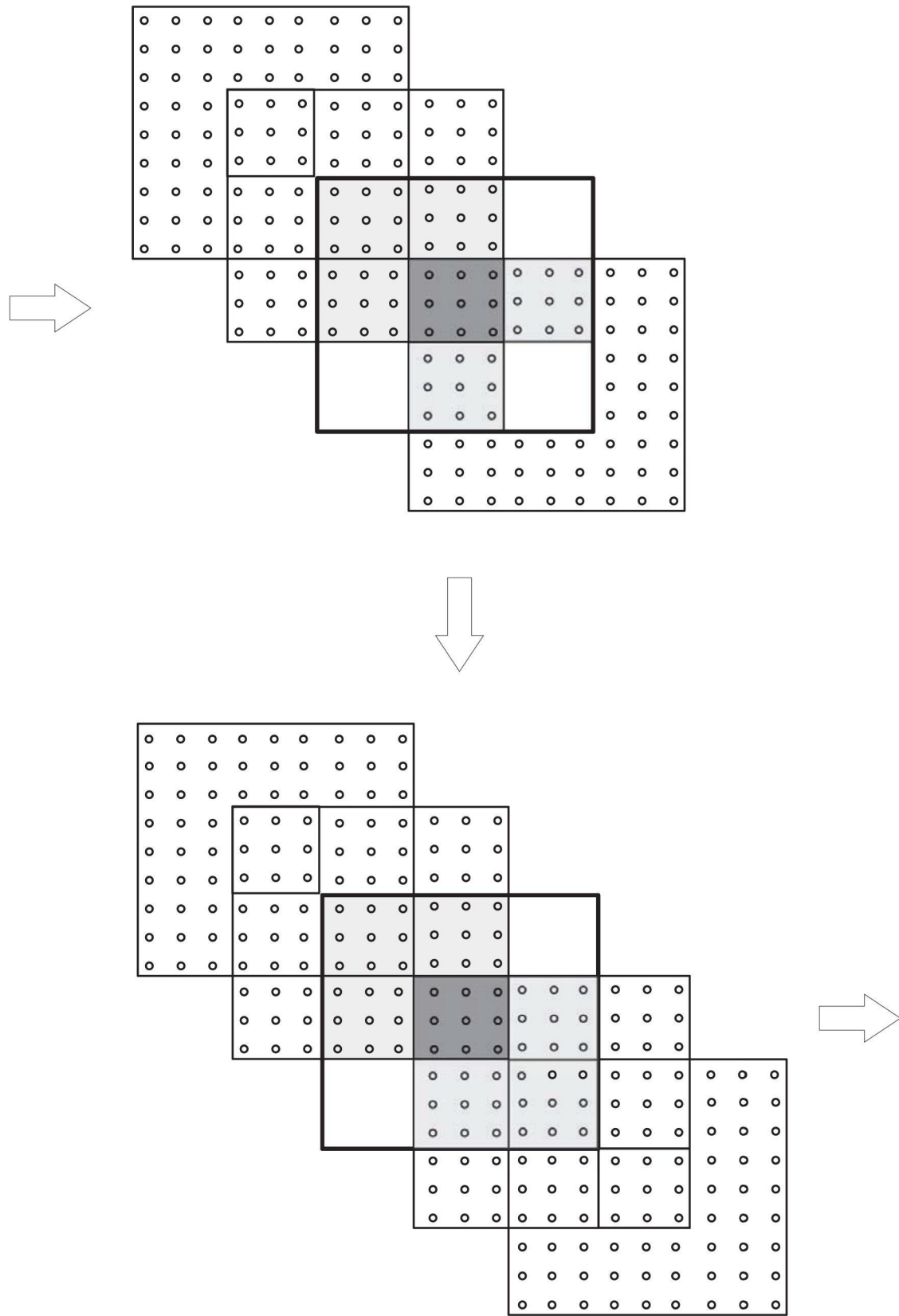
【圖8】



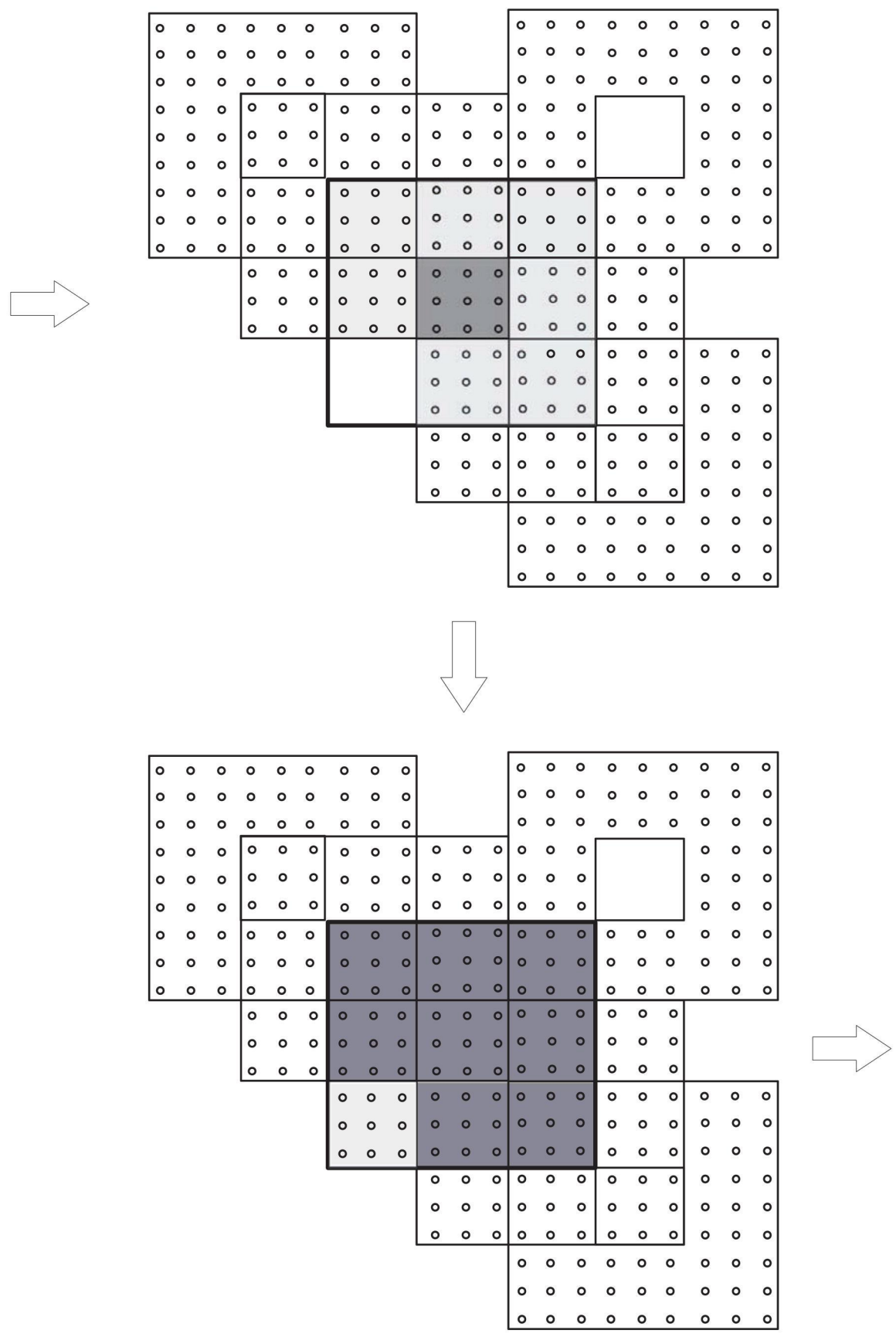
【圖9A】



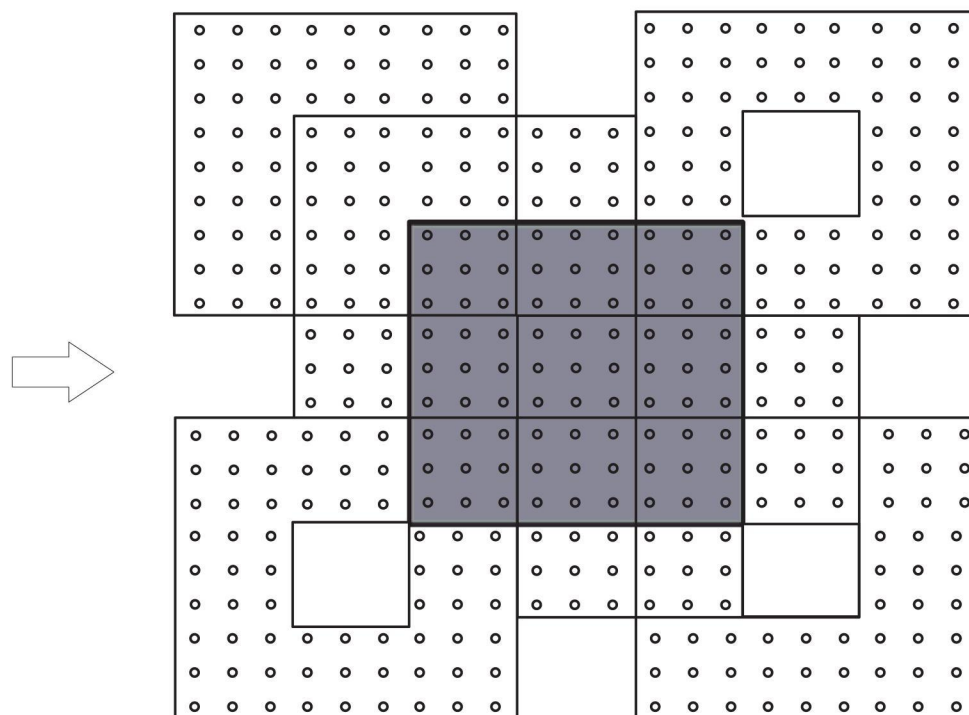
【圖9B】



【圖9C】



【圖9D】



【圖9E】