



(21)申請案號：106111261 (22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 31 日

(51)Int. Cl. : *H01J37/10 (2006.01)* *H01J37/153 (2006.01)*
H01J37/20 (2006.01) *H01J37/244 (2006.01)*
H01J37/26 (2006.01) *H01J37/28 (2006.01)*

(30)優先權：2016/04/04 美國 62/318,078
2016/12/21 美國 15/387,388

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

(72)發明人：希迪 亞瓊 HEGDE, ARJUN (IN) ; 葛瑞拉 魯卡 GRELLA, LUCA (IT) ; 希爾斯
克里斯多福 SEARS, CHRISTOPHER (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	201532101A	TW	201621963A
US	6066849	US	2004/0000642A1
US	2005/0205800A1	US	2007/0235659A1
US	2010/0012838A1	US	2015/0364296A1
WO	2008/010777A1		

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：57 項 圖式數：5 共 38 頁

(54)名稱

掃描電子顯微鏡設備及用於成像浮動金屬結構之充電控制的方法

(57)摘要

本發明揭示一種掃描電子顯微鏡系統。該系統包含一樣本台，其經組態以固定具有安置於一絕緣基板上之導電結構的一樣本。該系統包含一電子光學柱，其包含：一電子源，其經組態以產生一初級電子束；及一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至該樣本之一部分上。該系統包含經組態以偵測自該樣本之表面放射之電子的一偵測器總成。該系統包含通信地耦合至該偵測器總成之一控制器。該控制器經組態以引導該電子光學柱及該台以使用該初級電子束來執行該樣本之該部分之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在該等成像掃描之一或多者之後執行該等泛射掃描之各者。

A scanning electron microscopy system is disclosed. The system includes a sample stage configured to secure a sample having conducting structures disposed on an insulating substrate. The system includes an electron-optical column including an electron source configured to generate a primary electron beam and a set of electron-optical elements configured to direct at least a portion of the primary electron beam onto a portion of the sample. The system includes a detector assembly configured to detect electrons emanating from the surface of the sample. The system includes a controller communicatively coupled to the detector assembly. The controller is configured to direct the electron-optical column and stage to perform, with the

primary electron beam, an alternating series of image scans and flood scans of the portion of the sample, wherein each of the flood scans are performed sequential to one or more of the imaging scans.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:電子光學系統

101:電子束

102:電子束源

103:聚光透鏡

104:掃描板/掃描元件

105:物鏡

106:控制器

107:偵測器總成

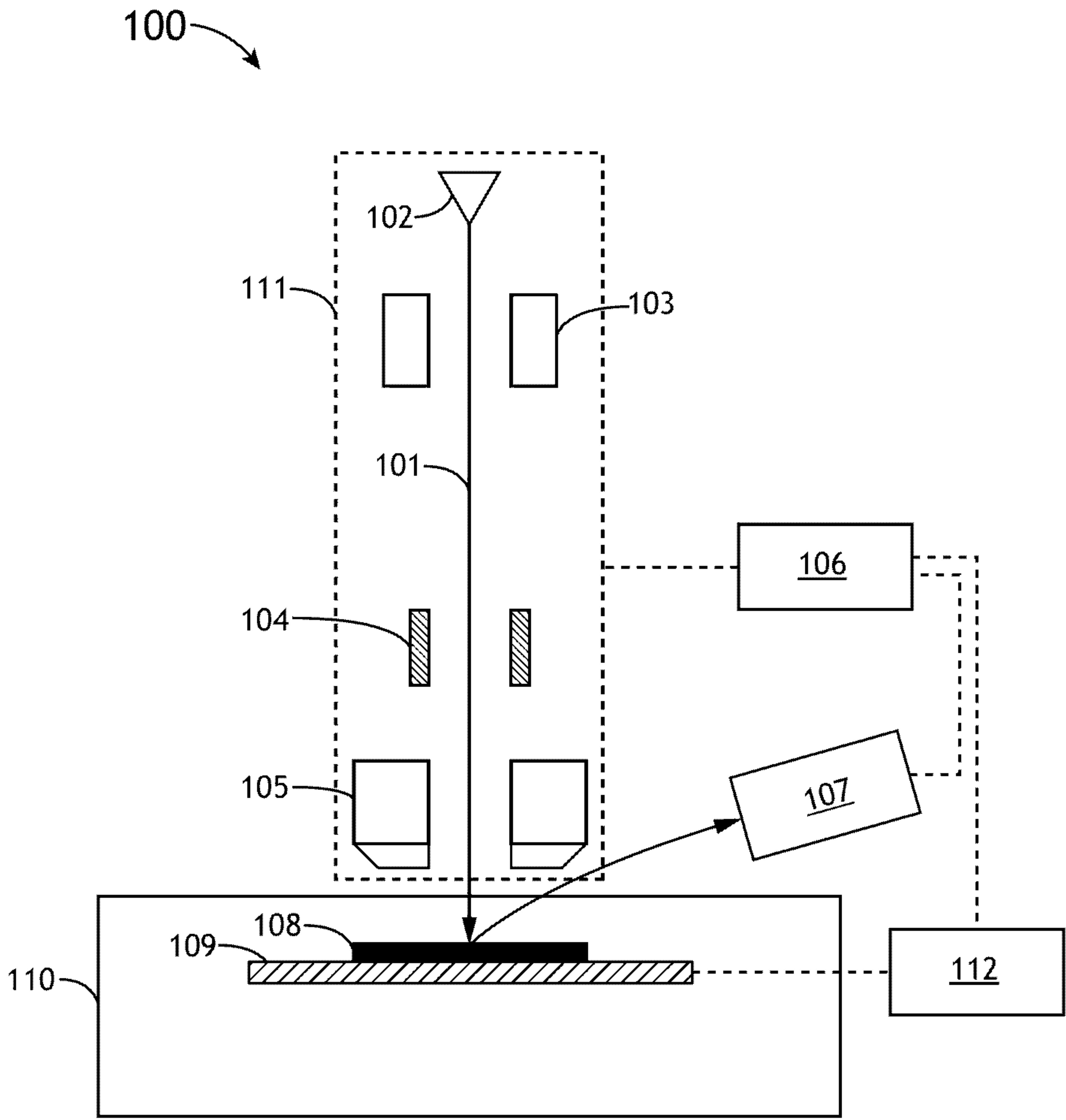
108:樣本

109:樣本台

110:真空系統

111:電子光學柱

112:偏壓控制電路



【圖1】



公告本

I716575

【發明摘要】

【中文發明名稱】

掃描電子顯微鏡設備及用於成像浮動金屬結構之充電控制的方法

【英文發明名稱】

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY APPARATUS AND
METHOD FOR CHARGE CONTROL FOR IMAGING FLOATING
METAL STRUCTURES

【中文】

本發明揭示一種掃描電子顯微鏡系統。該系統包含一樣本台，其經組態以固定具有安置於一絕緣基板上之導電結構的一樣本。該系統包含一電子光學柱，其包含：一電子源，其經組態以產生一初級電子束；及一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至該樣本之一部分上。該系統包含經組態以偵測自該樣本之表面放射之電子的一偵測器總成。該系統包含通信地耦合至該偵測器總成之一控制器。該控制器經組態以引導該電子光學柱及該台以使用該初級電子束來執行該樣本之該部分之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在該等成像掃描之一或多者之後執行該等泛射掃描之各者。

【英文】

A scanning electron microscopy system is disclosed. The system includes a sample stage configured to secure a sample having conducting structures disposed on an insulating substrate. The system includes an electron-optical column including an electron source configured to generate a primary electron beam and a set of electron-optical elements

configured to direct at least a portion of the primary electron beam onto a portion of the sample. The system includes a detector assembly configured to detect electrons emanating from the surface of the sample. The system includes a controller communicatively coupled to the detector assembly. The controller is configured to direct the electron-optical column and stage to perform, with the primary electron beam, an alternating series of image scans and flood scans of the portion of the sample, wherein each of the flood scans are performed sequential to one or more of the imaging scans.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100 電子光學系統
- 101 電子束
- 102 電子束源
- 103 聚光透鏡
- 104 掃描板/掃描元件
- 105 物鏡
- 106 控制器
- 107 偵測器總成
- 108 樣本
- 109 樣本台
- 110 真空系統

- 111電子光學柱
- 112偏壓控制電路

【發明說明書】

【中文發明名稱】

掃描電子顯微鏡設備及用於成像浮動金屬結構之充電控制的方法

【英文發明名稱】

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY APPARATUS AND
METHOD FOR CHARGE CONTROL FOR IMAGING FLOATING
METAL STRUCTURES

【技術領域】

本發明大體上係關於基於電子束之檢測及檢視，且特定言之，本發明係關於掃描電子顯微鏡系統之充電控制。

【先前技術】

自動檢測及檢視系統在半導體及相關微電子工業之程序控制及產率管理中係很重要的。此等檢測及檢視系統可包含基於光學及電子束之系統。

半導體晶片製造係非常複雜的，此歸因於在最終裝置製成之前涉及數百個程序步驟的事實。製造晶片所需之程序步驟之數目隨著相關聯設計規則收緊而顯著增加。在半導體裝置之製造期間，製程中之實體缺陷及電性失效之早期偵測對縮短產品開發週期及提高產品產率及生產力而言已變得日益重要。使用自動檢測及檢視系統來捕獲損害產率缺陷以發現產率損失之原因。電子束檢測及檢視系統由於電子束系統之非常高解析度(與其光學對應物相比)而提供針對小缺陷之絕佳敏感度。

在一習知掃描電子顯微鏡中，在一樣本(例如一半導體晶圓)上掃描一電子束。通常在樣本之一區域上執行多次光柵掃描。電子束與樣本互動且

致使次級電子發射或自樣本反射為背向散射電子。接著，次級電子及/或背向散射電子由耦合至一電腦系統之一偵測器偵測。電腦系統產生儲存及/或顯示於電腦系統上之一影像。

通常，需要一特定量之電荷來提供一滿意影像。此電荷量有助於顯現樣本之對比特徵。儘管習知電子顯微鏡系統及技術通常在一些條件下產生具有一足夠品質位準之影像，但其針對一些應用產生樣本之不良品質影像。例如，就由一實質上絕緣材料(例如二氧化矽)製成之一樣本而言，在一小區域上執行一或多次掃描致使樣本在小區域中累積相對於樣本之剩餘區域之過量正電荷或負電荷。具有安置於一絕緣基板(其不具有至接地之導電路徑)上之金屬結構(浮動金屬)的樣本易於充電至大電壓，此會影響用於掃描樣本之初級電子束。歸因於局域電荷積聚之雜散電場可在浮動金屬結構上為極高的，此係因為電荷易於在浮動金屬之外表面附近累積且此等結構通常具有尖銳邊緣。通常，此導致歸因於散焦及/或散光之模糊影像且可導致樣本上之非所要電子束位置誤差，從而非常難以擷取多圖框影像。在掃描程序期間積聚之電荷可長時間存留且可致使後續運行中之失真。

用於校正由表面充電誘發之散焦、散光及電子束位置誤差的既有自動方法高度不可靠且易於歸因於充電之動態性而變慢。因此，可期望提供一種解決上文所識別之先前方法之缺點的方法及系統。

【發明內容】

根據本發明之一或多個實施例，揭示一種掃描電子顯微鏡設備。在一實施例中，該設備包含一樣本台，其經組態以固定包含安置於絕緣材料上之一或多個導電結構的一樣本。在另一實施例中，該設備包含一電子光

學柱。在另一實施例中，該電子光學柱包含：一電子源，其經組態以產生一初級電子束；及一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至該樣本之一部分上。在另一實施例中，該設備包含經組態以偵測自該樣本之表面放射之電子的一偵測器總成。在另一實施例中，該設備包含通信地耦合至該偵測器總成之一控制器，該控制器包含經組態以執行保存於記憶體中之程式指令的一或多個處理器，該等程式指令經組態以致使該一或多個處理器引導該電子光學柱使用該初級電子束來執行該樣本之該部分之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在該等成像掃描之一或多者之後執行該等泛射掃描之各者。

根據本發明之一或多個額外實施例，揭示一種掃描電子顯微鏡設備。在一實施例中，該設備包含一樣本台，其經組態以固定包含安置於絕緣材料上之一或多個導電結構的一樣本。在另一實施例中，該設備包含一電子光學柱。在另一實施例中，該電子光學柱包含：一電子源，其經組態以產生一初級電子束；及一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至該樣本之一部分上。在另一實施例中，該設備包含經組態以偵測自該樣本之表面放射之電子的一偵測器總成。在另一實施例中，該設備包含通信地耦合至該偵測器總成之一控制器，該控制器包含經組態以執行保存於記憶體中之程式指令的一或多個處理器，該等程式指令經組態以致使該一或多個處理器引導該電子光學柱使用該初級電子束來執行該樣本之該部分之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含依一第一電子導降能量(electron landing energy)執行之一第一組暴露及依小於該第一導降能量之一額外導降能量執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

根據本發明之一或多個額外實施例，揭示一種掃描電子顯微鏡設備。在一實施例中，該設備包含一樣本台，其經組態以固定包含安置於絕緣材料上之一或多個導電結構的一樣本。在另一實施例中，該設備包含一電子光學柱。在另一實施例中，該電子光學柱包含：一電子源，其經組態以產生一初級電子束；及一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至該樣本之一部分上。在另一實施例中，該設備包含經組態以偵測自該樣本之表面放射之電子的一偵測器總成。在另一實施例中，該設備包含通信地耦合至該偵測器總成之一控制器，該控制器包含經組態以執行保存於記憶體中之程式指令的一或多個處理器，該等程式指令經組態以致使該一或多個處理器引導該電子光學柱使用該初級電子束來執行該樣本之該部分之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含依一第一電子提取場執行之一第一組暴露及依一額外電子提取場執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

根據本發明之一或多個實施例，揭示一種方法。在一實施例中，該方法包含：使用一電子束來執行一樣本之一部分之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在該等成像掃描之一或多者之後執行該等泛射掃描之各者。

根據本發明之一或多個額外實施例，揭示一種方法。在一實施例中，該方法包含：使用一電子束來執行一樣本之一部分之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含依一第一電子導降能量執行之一第一組暴露及依小於該第一導降能量之一額外導降能量執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

根據本發明之一或多個額外實施例，揭示一種方法。在一實施例中，該方法包含：使用一電子束來執行一樣本之一部分之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含依一第一電子提取場執行之一第一組暴露及依一額外電子提取場執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

應瞭解，以上一般描述及以下詳細描述兩者僅供例示及說明且未必限制所主張之發明。併入於本說明書中且構成本說明書之一部分的附圖繪示本發明之實施例且與一般描述一起用於解釋本發明之原理。

【圖式簡單說明】

熟習此項技術者可藉由參考附圖來較佳理解本發明之諸多優點，其中：

圖1繪示根據本發明之一或多個實施例之一電子光學系統(其經配置以執行一樣本之掃描電子顯微術、檢測及/或檢視)之一簡化示意圖。

圖2繪示根據本發明之一或多個實施例之一程序流程圖，其描繪在一樣本之成像期間控制充電之一方法。

圖3繪示根據本發明之一或多個實施例之一系列擷取成像圖框及一系列泛射圖框之一概念圖。

圖4繪示根據本發明之一或多個實施例之依據導降能量而變化之電子產率之一曲線圖。

圖5繪示根據本發明之一或多個實施例之一負提取場對自樣本之表面散射或反射之電子之效應之一概念圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

本申請案依據35 U.S.C. § 119(e)主張名為Arjun Hegde、Luca Grellia及Christopher Sears之發明者於2016年4月4日申請之名稱為「CHARGE CONTROL METHODS FOR IMAGING FLOATING METAL STRUCTURES ON NON-CONDUCTING SUBSTRATES USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPE」之美國臨時申請案第62/318,078號之權利且構成該案之一正式(非臨時)專利申請案，該案之全文以引用方式併入本文中。

現將詳細參考附圖中所繪示之揭示標的。大體上參考圖1至圖5，描述根據本發明之用於掃描電子顯微鏡(SEM)成像期間之充電控制之一系統及方法。

本發明之實施例係針對形成於一非導電基板上之金屬結構之SEM成像期間之充電控制。本發明之實施例對一樣本之表面上之充電提供高效且有效控制以改良影像擷取速度及電子束檢測或檢視期間所獲得之影像之品質。本發明之實施例係針對：使用一SEM系統之初級電子束來循序擷取成像掃描及泛射掃描，使得一系列之N次掃描被擷取，藉此擷取程序包含成像掃描擷取與泛射掃描擷取之間的交替。

本發明之一些實施例係針對：依不同導降能量循序地執行一系列暴露，使得一系列之N次暴露之執行，藉此暴露程序包含在該暴露系列期間使SEM系統之初級電子束之導降能量在一第一導降能量與一額外或第二導降能量之間交替。就此而言，本發明之一些實施例可涉及：使用具有高能量之電子束來循序地暴露一樣本之一所要區域，且接著使用具有非常低能量之電子束來暴露該樣本之該所要區域。回應於較高能量初級電子束而自樣本散射及/或反射之電子可用於形成對應影像，而低能量束抹除由較高

能量束在樣本上產生之正電荷，藉此維持電荷平衡。

本發明之實施例係針對：依不同提取場循序地執行一系列暴露，使得一系列之N次暴露被執行，藉此暴露程序包含在該暴露系列期間使SEM系統之提取場在一第一提取場與一額外或第二提取場之間交替。就此而言，本發明之一些實施例可涉及：使用一高能量電子束來掃描樣本以形成一影像且藉由使提取場正值與負值之間交替來中和電荷。

圖1繪示根據本發明之一實施例之一電子光學系統100之一簡化示意圖，電子光學系統100經配置以執行一樣本之掃描電子顯微術、檢測及/或檢視。2016年5月6日申請之美國專利公開案第2016/0329189號中描述一電子光學系統，該案之全文以引用方式併入本文中。

在一實施例中，電子光學系統100產生一入射電子束101且將入射電子束101引導向一樣本108上之一關注區域以使其用於產生該區域之一影像。

在一實施例中，系統100包含用於產生一或多個初始電子束101之一電子束源102。電子束源102可包含此項技術中已知之任何電子源。例如，電子束源102可包含(但不限於)一或多個電子槍。例如，電子束源102可包含適於在使陰極(例如發射極/發射端)通電之後發射電子之一或多個陰極。此外，電子束源102可包含用於產生一單個電子束101之一單個電子槍。在另一例項中，電子束源102可包含用於產生多個電子束101之多個電子槍。在另一例項中，電子束源102可包含一單個電子槍及一孔隙板，該孔隙板包含用於將一單個電子束分離成多個電子束101之多個孔隙。2016年9月16日申請之美國專利申請案第15/267,223號中描述一多射束電子光學系統，該案之全文以引用方式併入本文中。

在另一實施例中，系統100包含一樣本台109。樣本台109固定樣本108。樣本108可包含適於使用電子束顯微鏡來檢測/檢視之任何樣本，諸如(但不限於)一基板。例如，樣本可包含安置於一絕緣基板上之一或多個金屬或金屬結構。基板可包含(但不限於)一矽晶圓。

在另一實施例中，樣本台109係一可致動台。例如，樣本台109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)可選擇地平移樣本108之一或多個平移台。舉另一實例，樣本台109可包含(但不限於)適於沿著一旋轉方向選擇性地旋轉樣本108之一或多個旋轉台。舉另一實例，樣本台109可包含(但不限於)適於沿著一線性方向可選擇地平移樣本及/或沿著一旋轉方向可選擇地旋轉樣本108之一旋轉台及一平移台。在本文中應注意，系統100可在此項技術中已知之任何掃描模式中操作。例如，當使初級電子束101掃描樣本108之整個表面時，系統100可在一行跡模式中操作。就此而言，當樣本移動時，系統100可使初級電子束101掃描整個樣本108，其中掃描方向通常垂直於樣本運動方向。舉另一實例，當使初級電子束101掃描樣本108之整個表面時，系統100可在一步進掃描模式中操作。就此而言，系統100可使初級電子束101掃描整個樣本108 (其在被電子束101掃描時通常為靜止的)。

在另一實施例中，系統100包含一偵測器總成107。例如，偵測器總成107可為一次級電子偵測器及/或一背向散射電子偵測器。應注意，偵測器總成107可包含此項技術中已知之任何類型之電子偵測器。在一實施例中，偵測器總成107可包含用於自樣本108收集電子之一基於閃爍器之偵測器，諸如(但不限於)一Everhart-Thornley偵測器。在另一實施例中，偵測器總成107可包含用於自樣本108收集電子之一微通道板(MCP)。在另一

實施例中，偵測器總成107可包含用於自樣本108收集電子之一PIN或p-n接面偵測器，諸如二極體或二極體陣列。在另一實施例中，偵測器總成107可包含用於自樣本108收集電子之一或多個突崩光二極體(APD)。

在另一實施例中，系統100包含一或多個電子光學柱111。出於簡化目的，圖1中描繪一單個電子光學柱。在本文中應注意，此組態不應被解釋為對本發明之範疇之一限制。例如，系統100可包含多個電子光學柱。

電子光學柱111可包含用於將初級電子束101引導至樣本108之一表面上的任何數目個組件。在一實施例中，電子光學柱111包含一組電子光學元件。電子光學柱111之該組電子光學元件可將初級電子束101之至少一部分引導至樣本108之一選定部分上。該組電子光學元件可包含此項技術中已知之任何電子光學元件，其適於將初級電子束101聚焦及/或引導至樣本108之一選定部分上。

例如，電子光學柱111之該組電子光學元件可包含一或多個電子光學透鏡。在一實施例中，儘管圖中未展示，但該組電子光學元件包含沿著電子光學柱111之光軸安置之一源透鏡或一槍透鏡。在另一實施例中，電子光學柱111之該組電子光學元件包含沿著電子光學柱111之光軸安置之一聚光透鏡103。聚光透鏡103經組態以使由源102發射之電子束聚集成具有比初始電子束緊密之一橫截面且因此具有比初始電子束高之密度的一電子束。

在另一實施例中，電子光學柱111之該組電子光學元件包含一組掃描元件104。例如，該組掃描元件可包含一組偏轉器或掃描板104。例如，可使用掃描板104來可控地偏轉電子束101以使電子束101掃描樣本108之整個所要區域。例如，一或多個電子束掃描元件104可包含(但不限於)適

於控制初級電子束101相對於樣本108之表面之一位置的一或多個電磁掃描線圈或靜電偏轉器。就此而言，一或多個掃描元件104可用於使電子束101依一選定圖案掃描整個樣本108。

在另一實施例中，電子光學柱111之該組電子光學元件包含沿著電子光學柱111之光軸安置之一物鏡105。物鏡105可將電子束101聚焦至樣本108上。

在另一實施例中，系統100包含偏壓控制電路112。偏壓控制電路112包含用於控制台109上之偏壓的一或多個偏壓控制裝置。例如，偏壓控制電路112可包含(但不限於)一電壓源。在一實施例中，偏壓控制電路112與樣本台109整合以在樣本台109與樣本108之間建立一或多個電連接。

在另一實施例中，系統100包含一真空系統110。真空系統110用於抽空含有樣本108、台109及電子光學柱111之一腔室。

在另一實施例中，系統100包含一控制器106。在一實施例中，控制器106包含一或多個處理器及記憶體。在一實施例中，該一或多個處理器經組態以執行程式指令，該等程式指令適於致使該一或多個處理器執行本發明中所描述之一或多個步驟。在一實施例中，該一或多個處理器可與一記憶體媒體(例如非暫時性記憶體)通信，該記憶體媒體含有經組態以致使控制器106之一或多個處理器實施本發明中所描述之各種步驟的程式指令。應認識到，本發明中所描述之各種處理步驟可由一單個電腦系統或替代地多個電腦系統實施。控制器106可包含(但不限於)一個人電腦系統、一主機電腦系統、一工作站、一影像電腦、一並行處理器或此項技術中已知之任何其他裝置。一般而言，術語「電腦系統」可經廣泛地定義以涵蓋具有一或多個處理器、處理元件或邏輯元件(其執行來自記憶體之指令)之

任何裝置。此外，系統100之不同子系統可包含用於實施上文所描述之步驟之至少一部分的一電腦系統或邏輯元件。

在一實施例中，控制器106通信地耦合至偵測器總成107之一輸出端，使得成像或其他資料自偵測器總成107傳輸至控制器106。就此而言，控制器106可儲存經由偵測器總成107所擷取之影像資料來用於處理、分析及/或後續使用。

在另一實施例中，回應於自偵測器總成107接收之資料，控制器106可控制或調整電子光學柱111之一或多個組件及/或台109之一或多個條件或組態。例如，控制器106可控制或調整電子源102、聚光透鏡103、掃描元件104、物鏡105或台109之一或多者之一或多個條件或組態。

在一實施例中，控制器106經組態以引導電子光學柱執行樣本之部分之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在該等成像掃描之一或多者之後執行該等泛射掃描之各者。

在另一實施例中，控制器106經組態以引導電子光學柱使用初級電子束來執行樣本之部分之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含依一第一電子導降能量執行之一第一組暴露及依小於該第一導降能量之一額外導降能量執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

在另一實施例中，控制器106經組態以引導電子光學柱使用初級電子束來執行樣本之部分之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含依一第一電子提取場執行之一第一組暴露及依一額外電子提取場執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

圖2繪示根據本發明之一或多個實施例之一程序流程圖，其描繪用於在一樣本之成像期間控制充電之一方法200。應注意，方法200之步驟可由電子光學系統100全部或部分實施。然而，應進一步認識到，方法200不受限於電子光學系統100，此係因為額外或替代系統級實施例可實施方法200之全部或部分步驟。

在步驟201中，柱111經組態以用於一或多個成像掃描。例如，控制器106調整電子光學柱111之一或多個組件，使得系統100適於執行一或多次成像掃描。例如，控制器106可(但不限於)建立電子束導降能量、電子束電流及/或提取能量。

在步驟202中，執行一或多次成像掃描。例如，控制器106可引導電子光學柱111及台109執行一或多次成像掃描。就此而言，一旦柱111經組態(如同步驟201)，則樣本108經掃描以收集一成像圖框。接著，在步驟203中，將自成像掃描收集之資料儲存於控制器106之記憶體(或另一記憶體)中以供後續處理及/或分析。

在步驟204中，判定特定成像掃描是否為第N次掃描。若特定成像掃描係第N次掃描，則方法200行進至步驟208。在步驟208中，組合及處理方法200中所獲得之全部成像掃描。接著，方法結束。若一特定成像掃描並非為第N次掃描，則方法200行進至步驟205。

在步驟205中，柱經組態(或經重新組態)以用於一或多次泛射掃描。例如，控制器106可調整電子光學柱111之一或多個組件，使得系統100適於執行一或多次泛射掃描。例如，控制器106可(但不限於)增大電子束電流，增大電子束101之光點大小(相較於成像電子束)。在一實施例中，柱組態步驟包含：相對於成像電子束(即，成像步驟202期間之電子束)來調

整電子束101之導降能量。應注意，可藉由調整施加於台109之偏壓來調整電子束101之導降能量。例如，控制器106可引導偏壓控制電路112調整固持樣本108之台109上之偏壓。

在另一實施例中，柱組態步驟包含：相對於成像步驟202中所使用之提取場來調整提取場。應注意，可藉由變動施加於台109及/或物鏡105之電壓來調整提取場。

在步驟206中，執行一或多次泛射掃描。例如，控制器106可引導電子光學柱111及台109執行一或多次泛射掃描。此外，步驟206中所執行之泛射掃描可包含一或多次快速泛射掃描。就此而言，一旦柱111經組態成一泛射掃描組態(如同步驟205)，則樣本108可經掃描以收集泛射掃描資料。在步驟207中，可捨棄自泛射掃描收集之資料。

接著，方法200返回至步驟201以重複成像掃描程序。例如，系統100之控制器106可經程式化以重複步驟201、202、203、205、206及/或207總共N次(例如，循序地執行步驟N次)，其中N係可被輸入至控制器106中(例如，經由控制器106之使用者介面來輸入)之一可程式化數。如先前所提及，在成像掃描步驟202之後，在步驟204中判定是否已總共重複成像掃描步驟N次。此外，一旦已總共重複成像掃描202 N次，則處理自全部N次成像掃描202 (或N次掃描之至少一部分)收集之資料且完成流程。

應注意，方法200之組態/重新組態步驟201及205可經快速執行以導致成像掃描與泛射掃描之間之一短時間間隔。應進一步注意，因為電子光學柱111可在控制器106之電子控制下經組態，所以此等重新組態201及205可被非常快速完成(例如，在數十毫秒內)。

圖3繪示根據本發明之一或多個實施例之一系列擷取成像圖框301a至

301d及一系列泛射圖框302a至302d之一概念圖300。影像擷取涉及：多次掃描樣本108之一選定區域，直至達成所要信雜比(SNR)。使用一單個柱組態來擷取成像圖框且不介入泛射圖框可導致歸因於表面充電之非所要影像失真，如本發明中所描述。在一實施例中，如圖3中所展示，透過泛射掃描(例如圖2之步驟206)來收集泛射圖框302a至302d且透過成像掃描(例如圖2之步驟202)來收集成像圖框301a至301d。此外，可使用非常低電子導降能量(例如，小於1 eV)來執行泛射掃描。相比而言，可依高導降能量(諸如(但不限於)高於50 eV之一導降能量(例如100 eV至300 eV))擷取成像圖框。

應注意，使用兩個不同導降能量來掃描樣本108用於抗衡兩種狀態中之充電效應，使得表面充電之一動態平衡被獲得。

圖4繪示根據本發明之一或多個實施例之依據導降能量而變化之電子產率之一曲線圖400。電子產率曲線401展示具有安置於一非導電基板上之浮動金屬之一樣本之電子產率針對低於1 eV之導降能量(泛射方案)至實質上高於1 eV之導降能量(成像方案)的變動。泛射方案403中之較低能量掃描用於使表面歸因於對撞擊表面之電子之一部分由表面吸收(其他部分自表面反射)而帶負電。成像方案402中之較高能量掃描使表面歸因於發射散射電子(例如次級及/或背向散射電子)而帶正電，其中一產率大於1。應注意，大於1之一產率指示自基板移除之電子比由基板吸收之電子多，而小於1之一產率指示由基板吸收之電子比自基板移除之電子多。在本文中應認識到，使用兩種導降能量(或兩種以上導降能量)來掃描一樣本導致樣本之表面處之電位變成大致鎖定為較低能量束之電位(即，接近零伏特)。

在一實施例中，在影像擷取期間由系統100調變初級電子束101之導

降能量。在另一實施例中，在影像擷取期間由系統100調變提取場(即，樣本108與物鏡105之間之電場)。圖5繪示根據本發明之一或多個實施例之一負提取場對自樣本108之表面散射或反射之電子之效應之一概念圖500。應注意，一正提取場牽引電子束101掃描樣本108期間所產生之電子遠離樣本108之表面，而負提取場(亦稱為一阻滯場)排斥電子且使較低能量電子502返回至樣本，如圖5中所描繪。

在另一實施例中，影像擷取包含：依正提取場收集成像圖框及使用一負提取場來收集泛射圖框。當提取場係負的時，物鏡105處於比樣本108大之一負電壓。在此情況中，物鏡105排斥低能量散射電子且使其返回至樣本108之表面。此等電子由表面吸收以導致電荷中和。在此實施例中，樣本之表面電壓可鎖定為自物鏡105返回之電子之電位。

應注意，系統100及方法200之各種實施例可實施於一自動檢測或檢視系統內以在一生產環境中執行水、光罩、X射線光罩、電子束近接光罩、模板光罩及其類似基板之檢測或檢視。

此外，樣本108之檢測或檢視之結果可由控制器106 (或另一控制器、一使用者或一遠端伺服器)用於將回饋或前饋資訊提供至一半導體裝置生產線之一或多個處理工具。就此而言，由系統100觀測或量測之一或多個結果可用於調整半導體裝置生產線之先前階段(回饋)或後續階段(前饋)中之程序條件。

本文所描述之全部方法可包含：將方法實施例之一或多個步驟之結果儲存於一儲存媒體中。結果可包含本文所描述之結果之任何者且可依此項技術中已知之任何方式被儲存。儲存媒體可包含本文所描述之任何儲存媒體或此項技術中已知之任何其他適合儲存媒體。在已儲存結果之後，結

果可存取於儲存媒體中且由本文所描述之方法或系統實施例之任何者使用，經格式化以對一使用者顯示，由另一軟體模組、方法或系統使用，等等。此外，結果可被「永久」、「半永久」、臨時儲存或被儲存一段時間。例如，儲存媒體可為隨機存取記憶體(RAM)，且結果未必無限期地存留於儲存媒體中。

熟習此項技術者應認識到，最先進技術已發展至系統之態樣之硬體實施方案與軟體實施方案之間幾乎無區別的程度；硬體或軟體之使用一般為(但非總是，此係因為在特定背景中，硬體與軟體之間之選擇會變得很重要)表示成本與效率權衡之一設計選擇。熟習此項技術者應瞭解，存在可實現本文所描述之程序及/或系統及/或其他技術的各種載體(例如硬體、軟體及/或韌體)，且較佳載體將隨其中部署程序及/或系統及/或其他技術之背景而變動。例如，若一實施者判定速度及準確性係最重要的，則實施者可主要選擇一硬體及/或韌體載體；替代地，若靈活性係最重要的，則實施者可主要選擇一軟體實施方案；或替代地，實施者可選擇硬體、軟體及/或韌體之某一組合。因此，存在可實現本文所描述之程序及/或裝置及/或其他技術的若干可行載體，該等載體之任何者不是天生優於另一者，此係因為被利用之任何載體係取決於其中將部署載體之背景及實施者之特定關注(例如速度、靈活性或可預測性)的一選擇，該等載體之任何者可有所不同。熟習此項技術者應認識到，實施方案之光學態樣通常將採用光學定向之硬體、軟體及/或韌體。

熟習此項技術者應認識到，在此項技術內通常依本文所闡述之方式描述裝置及/或程序，且其後使用工程實務來將此等描述裝置及/或程序整合至資料處理系統中。即，本文所描述之裝置及/或程序之至少一部分可

經由合理實驗量來整合至一資料處理系統中。熟習此項技術者應認識到，一典型資料處理系統一般包含以下之一或多者：一系統單元外殼、一視訊顯示裝置、一記憶體(諸如揮發性記憶體及非揮發性記憶體)、處理器(諸如微處理器及數位信號處理器)、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(諸如一觸控墊或觸控螢幕)及/或控制系統(其包含回饋迴路及控制馬達(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))。可利用任何適合市售組件(諸如常見於資料計算/通信及/或網路計算/通信系統中之組件)來實施一典型資料處理系統。

據信，將藉由以上描述來理解本發明及其諸多伴隨優點，且應明白，可在不背離所揭示之標的或不犧牲其全部材料優點之情況下對組件之形式、構造及配置作出各種改變。所描述之形式僅供說明，且以下申請專利範圍意欲涵蓋及包含此等改變。

【符號說明】

100	電子光學系統
101	電子束
102	電子束源
103	聚光透鏡
104	掃描板/掃描元件
105	物鏡
106	控制器
107	偵測器總成
108	樣本

109	樣本台
110	真空系統
111	電子光學柱
112	偏壓控制電路
200	方法
201	步驟
202	步驟
203	步驟
204	步驟
205	步驟
206	步驟
207	步驟
208	步驟
300	概念圖
301a至301d	成像圖框
302a至302d	泛射圖框
400	曲線圖
401	電子產率曲線
402	成像方案
403	泛射方案
500	概念圖
502	較低能量電子

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種掃描電子顯微鏡設備，其包括：

一樣本台，其經組態以固定一樣本；

一電子光學柱，其包括：

一電子束源，其經組態以產生一初級電子束；及

一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至安置於該樣本之絕緣材料上方之一或多個電浮動金屬結構上；

一偵測器總成，其經組態以偵測自該樣本之一表面放射之電子；及

一控制器，其通信地耦合至該偵測器總成，該控制器包含經組態以執行保存於記憶體中之程式指令的一或多個處理器，該等程式指令經組態以致使該一或多個處理器：

引導該電子光學柱使用該初級電子束來執行安置於該樣本之該絕緣材料上方之該一或多個電浮動金屬結構之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在一第一範圍導降能量上執行該等成像掃描及低於該等成像掃描之該第一範圍導降能量之一額外導降能量執行該等泛射掃描，其中該等泛射掃描經由該一或多個電浮動金屬結構之一表面通過該等泛射掃描之電子之吸收而使該一或多個電浮動金屬結構之該表面帶負電，其中該等成像掃描通過該等成像掃描之電子之發射而使該一或多個電浮動金屬結構之該表面帶正電，其中該等泛射掃描經組態以在該一或多個電浮動金屬結構上建立表面充電之一動態平衡，使得在一泛射狀態中之一充電效應抗衡在一成像狀態

中之一充電效應。

【第2項】

如請求項1之設備，其中該等成像掃描之交替系列用於形成一最終影像。

【第3項】

如請求項1之設備，其中捨棄自該等泛射掃描之交替系列所收集之資料。

【第4項】

如請求項1之設備，其中該組電子光學元件包括：
一聚光透鏡。

【第5項】

如請求項1之設備，其中該組電子光學元件包括：
一物鏡。

【第6項】

如請求項1之設備，其中該組電子光學元件包括：
一組掃描元件。

【第7項】

如請求項1之設備，其中該電子束源包括：
一或多個電子槍。

【第8項】

如請求項1之設備，其中該偵測器總成包括：
一次級電子偵測器或一背向散射電子偵測器之至少一者。

【第9項】

如請求項1之設備，其進一步包括：

偏壓控制電路，其經組態以控制該樣本台之一偏壓。

【第10項】

如請求項9之設備，其中該控制器經組態以調整該電子光學柱之一或多個組件或該偏壓控制電路之至少一者來執行該等成像掃描及該等泛射掃描之至少一者。

【第11項】

如請求項1之設備，其進一步包括：

一真空系統。

【第12項】

如請求項1之設備，其中該等泛射掃描經組態以藉由維持該一或多個電浮動金屬結構之該表面之一電位至大致等於該額外導降能量之一電位之一電位而在該一或多個電浮動金屬結構上建立表面充電之該動態平衡。

【第13項】

一種掃描電子顯微鏡設備，其包括：

一樣本台，其經組態以固定一樣本；

一電子光學柱，其包括：

一電子束源，其經組態以產生一初級電子束；及

一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至安置於該樣本之絕緣材料上方之一或多個電浮動金屬結構上；

一偵測器總成，其經組態以偵測自該樣本之一表面放射之電子；及

一控制器，其通信地耦合至該偵測器總成，該控制器包含經組態以執行保存於記憶體中之程式指令的一或多個處理器，該等程式指令經組態以致使該一或多個處理器：

引導該電子光學柱使用該初級電子束來執行安置於該樣本之該絕緣材料上方之該一或多個電浮動金屬結構之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含在一第一範圍電子導降能量上執行之一第一組暴露及依小於該第一範圍電子導降能量之一額外導降能量執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

【第14項】

如請求項13之設備，其中該一或多個電浮動金屬結構之該交替暴露系列包含在該第一範圍電子導降能量與該額外導降能量之間交替之一系列之N次暴露。

【第15項】

如請求項13之設備，其中該樣本之該部分之該交替暴露系列致使該樣本之一表面處之表面電荷中和。

【第16項】

如請求項13之設備，其中該第一範圍電子導降能量等於或大於50 eV。

【第17項】

如請求項13之設備，其中該額外導降能量小於1 eV。

【第18項】

如請求項13之設備，其中該控制器引導該電子光學柱藉由使該樣本

維持於比該電子束源之一陰極之一電壓大至少5 kV之一正電壓處來達成該初級電子束之該第一範圍電子導降能量。

【第19項】

如請求項13之設備，其中該控制器引導該電子光學柱藉由使該樣本維持於比該電子束源之一陰極之一電壓大小於10 V之一正電壓處來達成該初級電子束之該額外導降能量。

【第20項】

如請求項13之設備，其中依該第一範圍電子導降能量擷取一或多個成像圖框。

【第21項】

如請求項13之設備，其中依該額外導降能量擷取一或多個泛射圖框。

【第22項】

如請求項13之設備，其中該電子束源之一單個陰極產生具有該第一範圍電子導降能量之該初級電子束及具有該額外導降能量之該初級電子束。

【第23項】

如請求項13之設備，其中該組電子光學元件包括：

一聚光透鏡。

【第24項】

如請求項13之設備，其中該組電子光學元件包括：

一物鏡。

【第25項】

如請求項13之設備，其中該組電子光學元件包括：

一組掃描元件。

【第26項】

如請求項13之設備，其中該電子束源包括：

一或多個電子槍。

【第27項】

如請求項13之設備，其中該偵測器總成包括：

一次級電子偵測器或一背向散射電子偵測器之至少一者。

【第28項】

如請求項13之設備，其進一步包括：

偏壓控制電路，其經組態以控制該樣本台之一偏壓。

【第29項】

如請求項28之設備，其中該控制器經組態以調整該電子光學柱之一或多個組件或該偏壓控制電路之至少一者來建立該第一範圍電子導降能量或該額外導降能量之至少一者。

【第30項】

如請求項13之設備，其進一步包括：

一真空系統。

【第31項】

如請求項13之設備，其中該交替暴露系列經組態以維持該一或多個電浮動金屬結構之該表面之一電位至大致等於該額外導降能量之一電位之一電位。

【第32項】

一種掃描電子顯微鏡設備，其包括：

一樣本台，其經組態以固定一樣本；

一電子光學柱，其包括：

一電子束源，其經組態以產生一初級電子束；及

一組電子光學元件，其等經組態以將該初級電子束之至少一部分引導至該樣本之一部分上；

一偵測器總成，其經組態以偵測自該樣本之一表面放射之電子；及

一控制器，其通信地耦合至該偵測器總成，該控制器包含經組態以執行保存於記憶體中之程式指令的一或多個處理器，該等程式指令經組態以致使該一或多個處理器：

引導該電子光學柱使用該初級電子束來執行安置於該樣本之絕緣材料上方之一或多個電浮動金屬結構之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含在一第一範圍電子提取場執行之一第一組暴露及依一額外電子提取場執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

【第33項】

如請求項32之設備，其中該一或多個電浮動金屬結構之該交替暴露系列包含在該第一範圍電子提取場與該額外電子提取場之間交替之一系列之N次暴露。

【第34項】

如請求項32之設備，其中在影像擷取期間使一導降能量保持恆定。

【第35項】

如請求項32之設備，其中該樣本之該部分之該交替暴露系列致使該

樣本之一表面處之表面電荷中和。

【第36項】

如請求項32之設備，其中該第一範圍電子提取場大於該額外電子提取場。

【第37項】

如請求項36之設備，其中該第一範圍電子提取場係介於100伏特/毫米至3000伏特/毫米之間。

【第38項】

如請求項36之設備，其中該額外電子提取場小於0伏特/毫米。

【第39項】

如請求項32之設備，其中藉由使該電子光學柱之一物鏡維持於實質上比該樣本之一電壓更正之一電壓處來建立該第一範圍電子提取場。

【第40項】

如請求項32之設備，其中藉由使該電子光學柱之一物鏡維持於比該樣本之一電壓更負之一電壓處來建立該額外電子提取場。

【第41項】

如請求項40之設備，其中該物鏡維持於比該樣本排斥來自該物鏡之電子且致使該樣本之表面電荷中和的電壓更負之一電壓處。

【第42項】

如請求項32之設備，其中依該第一範圍電子提取場擷取一或多個成像圖框。

【第43項】

如請求項32之設備，其中依該額外電子提取場擷取一或多個泛射圖

框。

【第44項】

如請求項32之設備，其中該組電子光學元件包括：

一聚光透鏡。

【第45項】

如請求項32之設備，其中該組電子光學元件包括：

一物鏡。

【第46項】

如請求項32之設備，其中該組電子光學元件包括：

一組掃描元件。

【第47項】

如請求項32之設備，其中該電子束源包括：

一或多個電子槍。

【第48項】

如請求項32之設備，其中該偵測器總成包括：

一次級電子偵測器或一背向散射電子偵測器之至少一者。

【第49項】

如請求項32之設備，其進一步包括：

偏壓控制電路，其經組態以控制該樣本台之一偏壓。

【第50項】

如請求項32之設備，其進一步包括：

一真空系統。

【第51項】

如請求項32之設備，其中該交替暴露系列經組態以維持該一或多個電浮動金屬結構之該表面之一電位至大致等於該額外電子提取場之一電位之一電位。

【第52項】

一種用於浮動金屬結構之充電控制的方法，其包括：

使用一電子光學柱的一電子束源來產生一電子束

使用該電子光學柱之一組電子光學元件來引導該電子束之至少一部分至安置於一樣本之一絕緣材料上方之一或多個電浮動金屬結構上；

使用一偵測器總成來偵測自該樣本之一表面放射之電子；及

使用通信地耦合至該偵測器總成之一控制器來引導該電子光學柱以執行掃描，該控制器包含經組態以執行維持於一記憶體中之程式指令之一或多個處理器，該等掃描包含安置於該樣本之該絕緣材料上方之該一或多個電浮動金屬結構之成像掃描及泛射掃描之一交替系列，其中在該等成像掃描之一或多者之後執行該等泛射掃描之各者，其中在一第一範圍導降能量上執行該等成像掃描及依小於該第一範圍導降能量之一額外導降能量執行該等泛射掃描。

【第53項】

如請求項52之方法，其中該等成像掃描及泛射掃描之該交替系列經組態以維持該一或多個電浮動金屬結構之一表面之一電位至大致等於與該泛射掃描相關聯之一電位之一電位。

【第54項】

一種用於浮動金屬結構之充電控制的方法，其包括：

使用一電子光學柱之一電子束源來產生一電子束，

使用該電子光學柱之一組電子光學元件來引導該電子束支至少一部分至安置於一樣本之一絕緣材料上方之一或多個電浮動金屬結構上；

使用一偵測器總成來偵測自該樣本之一表面放射之電子；及

使用通信地耦合至該偵測器總成之一控制器來引導該電子光學柱以執行暴露，該控制器包含經組態以執行維持於一記憶體中之程式指令之一或多個處理器，該等暴露包含安置於該樣本之該絕緣材料上方之該一或多個電浮動金屬結構之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含在一第一範圍電子導降能量上執行之一第一組暴露及依小於該第一範圍電子導降能量之一額外導降能量執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

【第55項】

如請求項54之方法，其中該交替暴露系列經組態以維持該一或多個電浮動金屬結構之一表面之一電位至大致等於該額外導降能量之一電位之一電位。

【第56項】

一種用於浮動金屬結構之充電控制的方法，其包括：

使用一電子光學柱之一電子束源來產生一電子束；

使用該電子光學柱之一組電子光學元件來引導該電子束之至少一部分至安置於一樣本之一絕緣材料上方一或多個電浮動金屬結構上；

使用一偵測器總成來偵測自該樣本之一表面放射之電子；及

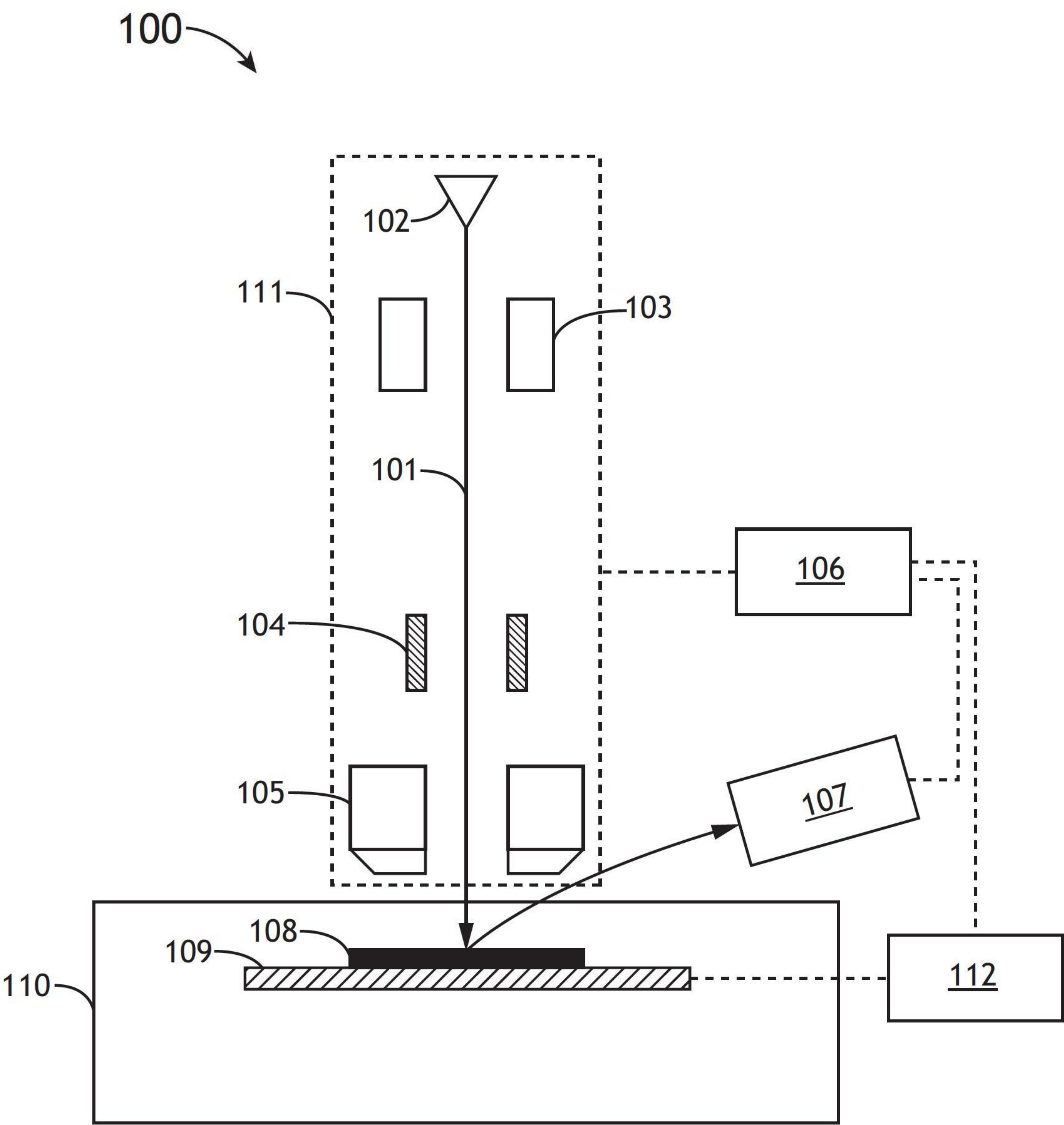
使用通信地耦合至該偵測器總成之一控制器來引導該電子光學柱以執行暴露，該控制器包含經組態以執行維持於一記憶體中之程式指令之一或多個處理器，該等暴露包含安置於該樣本之該絕緣材料上方之該一或多個電浮動金屬結構之一交替暴露系列，其中該交替暴露系列包含在

一第一範圍電子提取場上執行之一第一組暴露及依一額外電子提取場執行之一組額外暴露，其中在該第一組暴露之一或多次暴露之後執行該組額外暴露之各暴露。

【第57項】

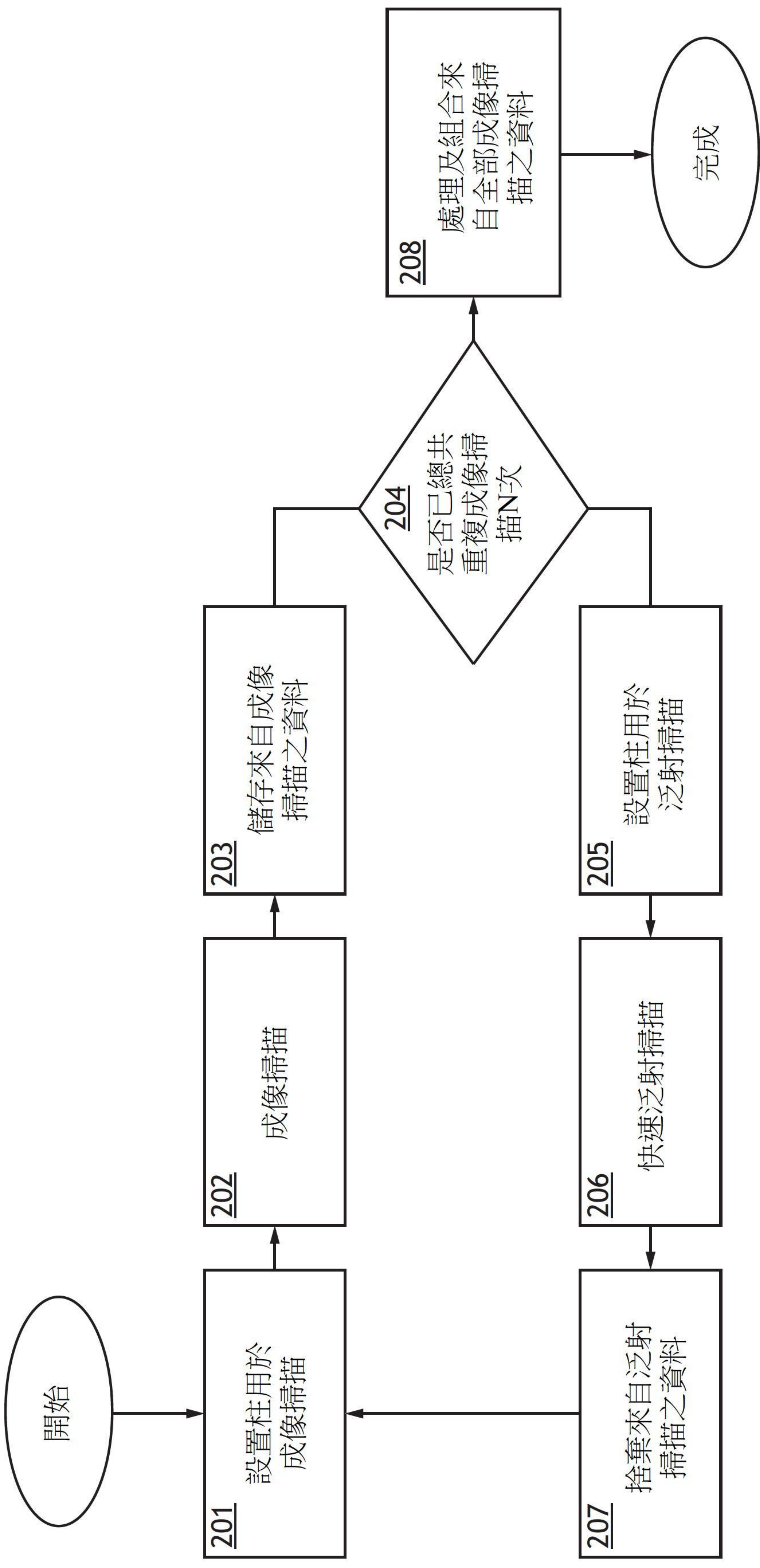
如請求項56之方法，其中該交替暴露系列經組態以維持該一或多個電浮動金屬結構之一表面之一電位至大致等於該額外電子提取場之一電位之一電位。

【發明圖式】

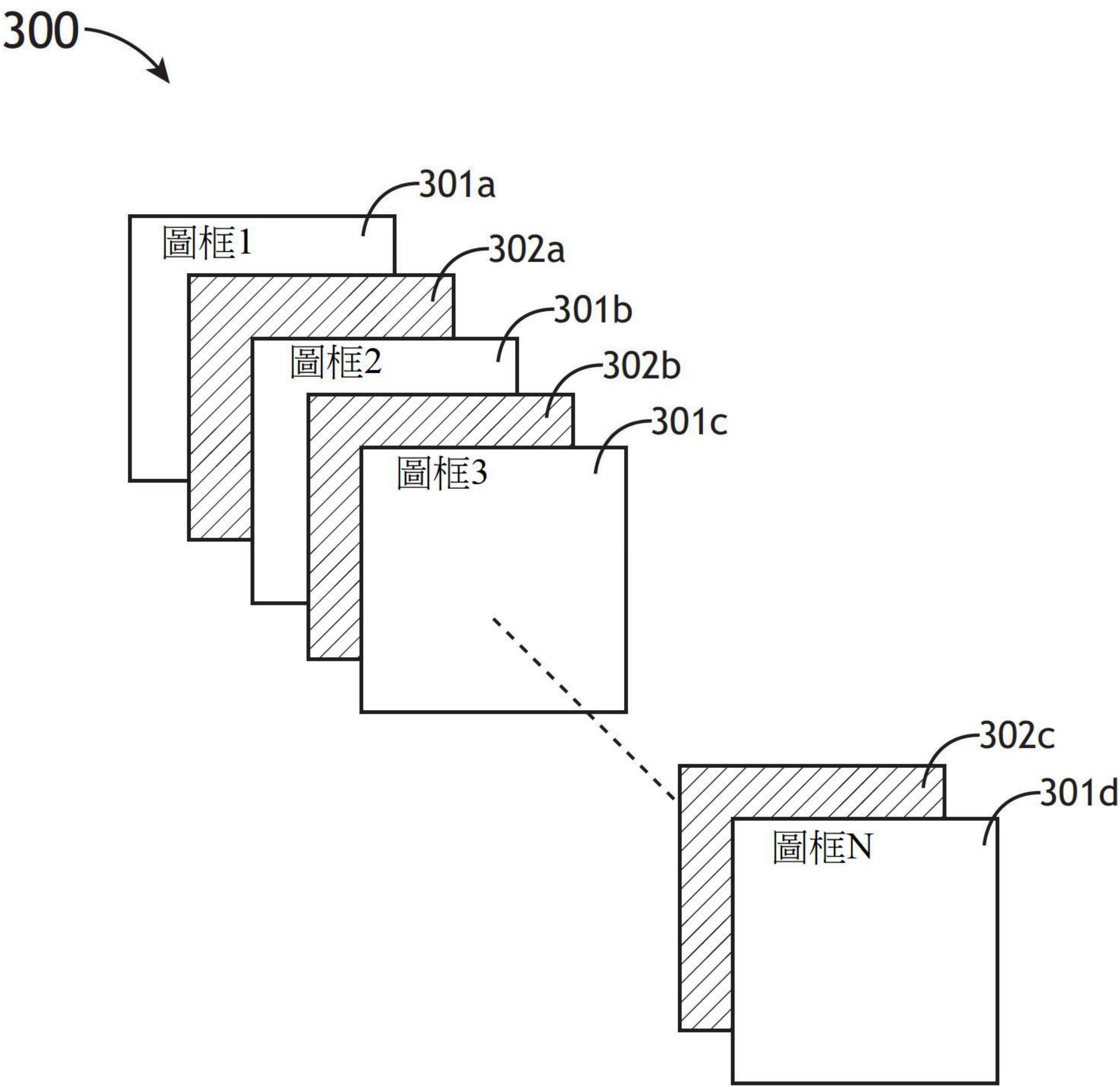


【圖1】

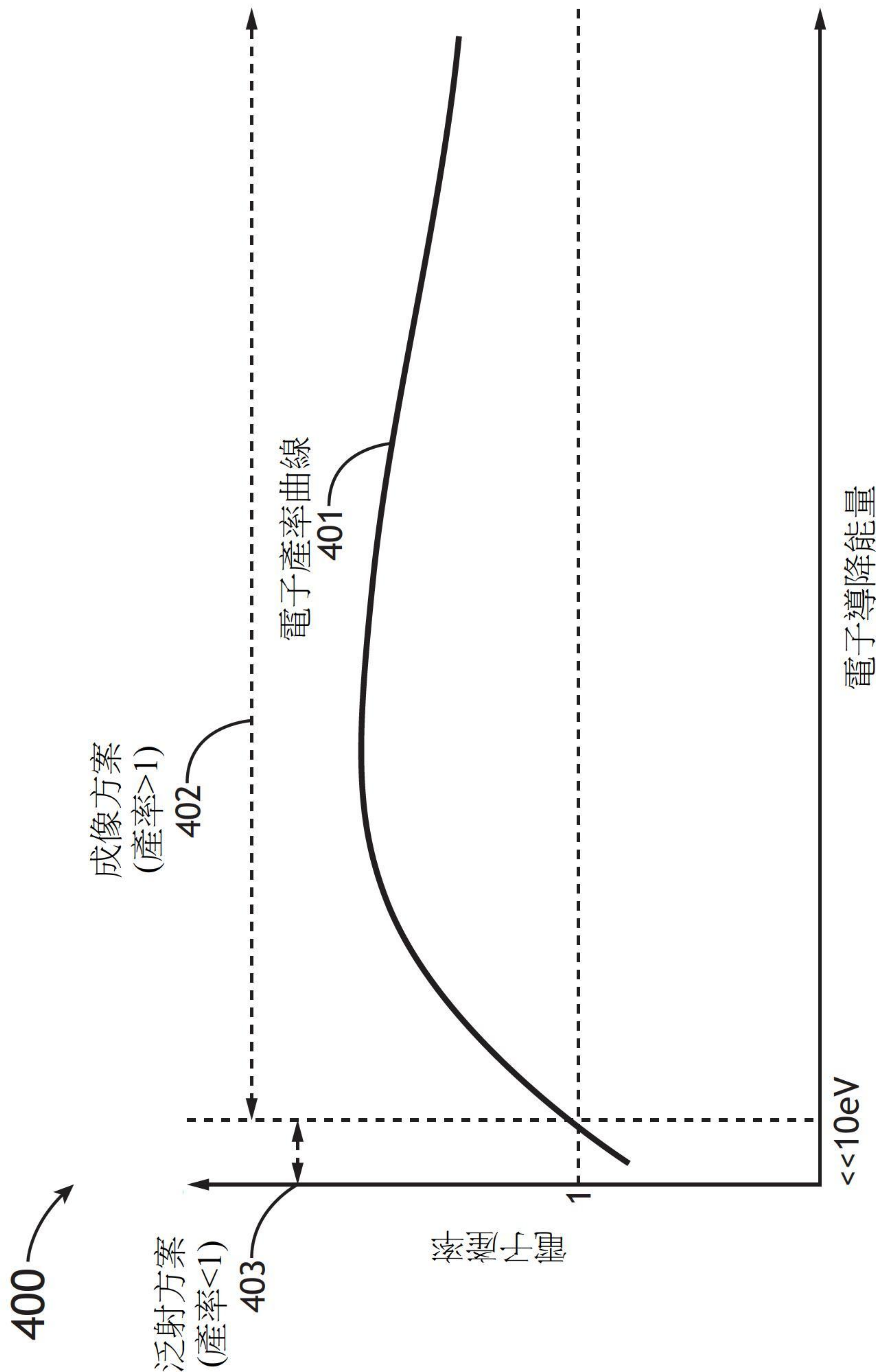
200



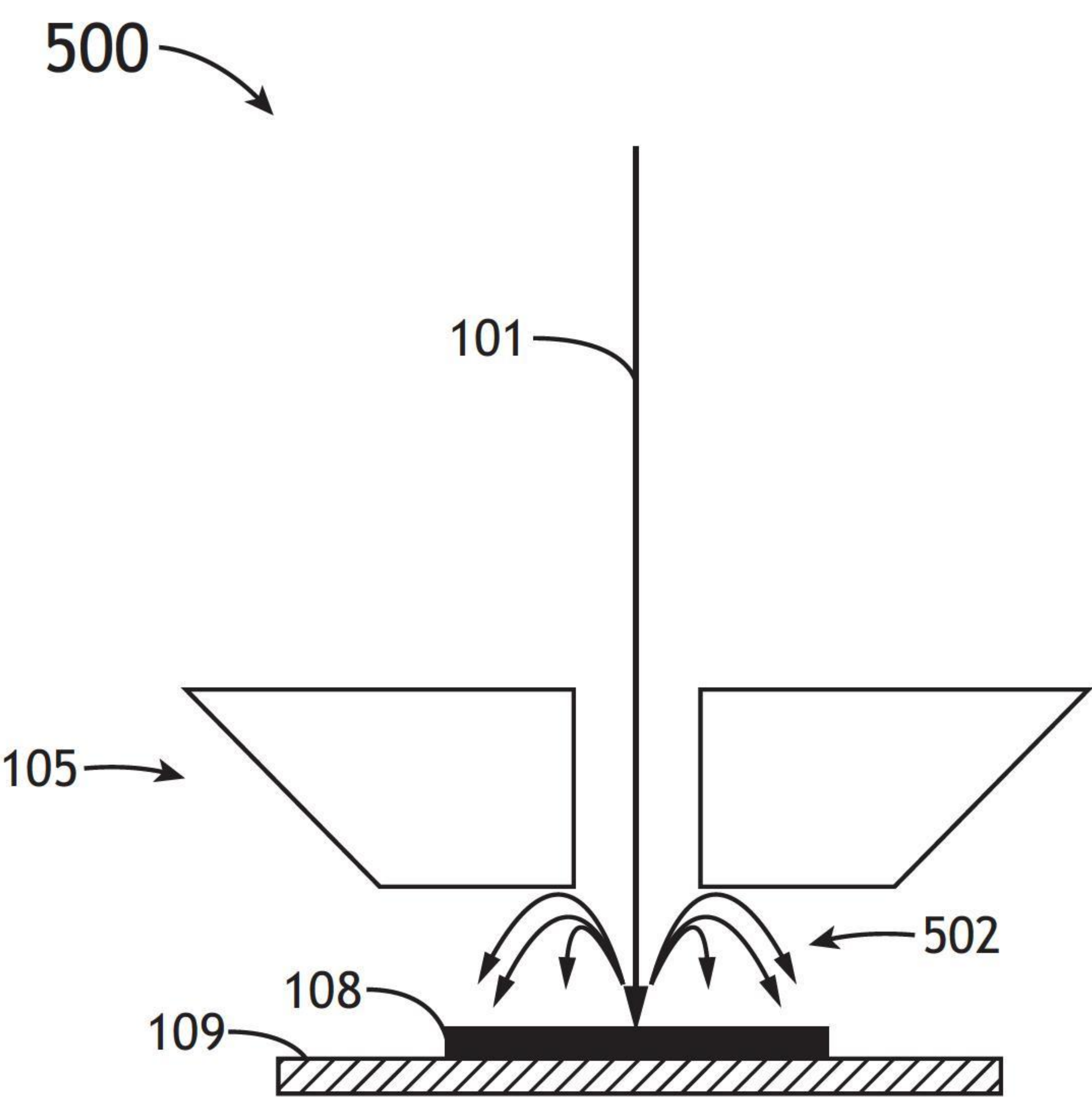
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】