



(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 I742226 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 10 月 11 日

- (21)申請案號：107101805 (22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 18 日
- (51)Int. Cl. : **H01J37/073 (2006.01)** **H01J37/28 (2006.01)**
G03F7/20 (2006.01)
- (30)優先權：2017/01/19 美國 62/447,917
2017/05/12 美國 15/593,900
- (71)申請人：美商克萊譚克公司(美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)
美國
- (72)發明人：何登 勞倫斯 S HORDON, LAURENCE S. (US)；葛瑞拉 魯卡 GRELLA, LUCA (IT)；朱邦 尼可雷 CHUBUN, NIKOLAI (RU)；姜 辛容 JIANG, XINRONG (US)；希爾斯 克里斯多福 SEARS, CHRISTOPHER (US)；布 丹尼爾 BUI, DANIEL (US)；佛羅倫度 奧斯卡 G FLORENDO, OSCAR G. (US)；庫明斯 凱文 CUMMINGS, KEVIN (US)
- (74)代理人：陳長文
- (56)參考文獻：
- | | | | |
|----|----------------|----|----------------|
| TW | 200912985A | TW | 201344373A |
| CN | 105144336A | JP | 2013-178880A |
| US | 2005/0150601A1 | US | 2011/0240855A1 |
| US | 2016/0064260A1 | | |
- 審查人員：王志成
- 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 30 頁

(54)名稱

提取設備及系統，電子束系統，以及掃描電子顯微鏡

(57)摘要

提取器及提取器系統最小化與初級電子束相互作用且使該初級電子束降級之次級電子之產生。此可改良諸如一掃描電子顯微鏡之一電子束系統之效能。該提取器可包含隨著距該電子束之源之距離之增加而變寬之一截頭圓錐形孔隙。至該截頭圓錐形孔隙中之入口亦可包含一彎曲邊緣。

Extractors and extractor systems minimize the generation of secondary electrons which interact with and degrade the primary electron beam. This can improve the performance of an electron beam system, such as a scanning electron microscope. The extractor may include a frustoconical aperture that widens as distance from the source of the electron beam increases. The entrance into the frustoconical aperture also can include a curved edge.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:提取器電極/提取器

102:截頭圓錐形孔隙

103:側壁

104:第一表面

105:第二表面

106:彎曲邊緣

107:成角度邊緣

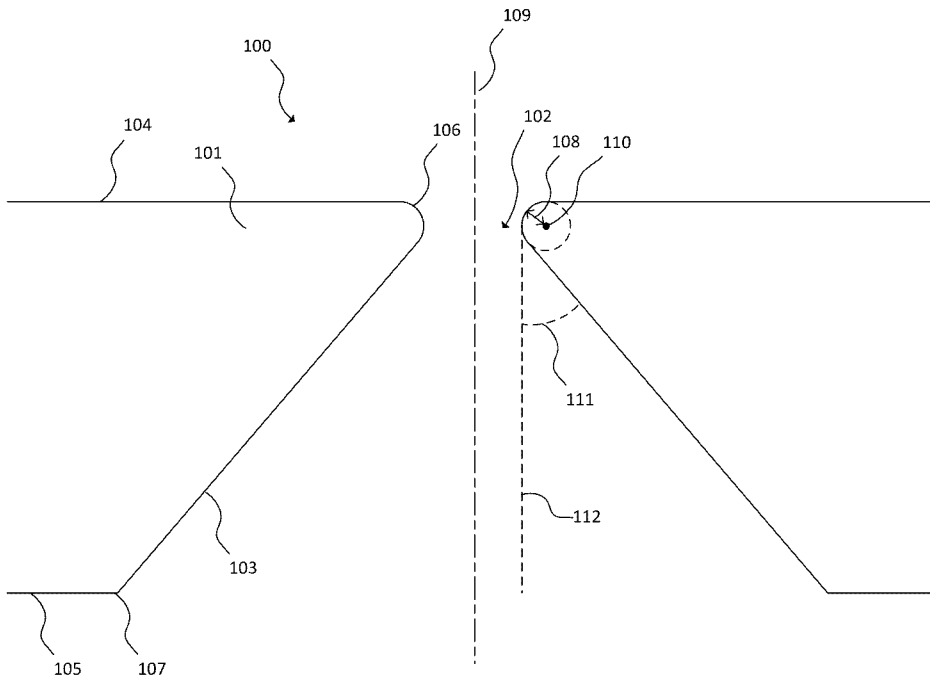
108:半徑

109:虛線

110:中心點

111:角度

112:線



【圖1】



公告本

I742226

【發明摘要】

【中文發明名稱】

提取設備及系統，電子束系統，以及掃描電子顯微鏡

【英文發明名稱】

EXTRACTION APPARATUS AND SYSTEM, ELECTRON BEAM SYSTEM, AND SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

【中文】

提取器及提取器系統最小化與初級電子束相互作用且使該初級電子束降級之次級電子之產生。此可改良諸如一掃描電子顯微鏡之一電子束系統之效能。該提取器可包含隨著距該電子束之源之距離之增加而變寬之一截頭圓錐形孔隙。至該截頭圓錐形孔隙中之入口亦可包含一彎曲邊緣。

【英文】

Extractors and extractor systems minimize the generation of secondary electrons which interact with and degrade the primary electron beam. This can improve the performance of an electron beam system, such as a scanning electron microscope. The extractor may include a frustoconical aperture that widens as distance from the source of the electron beam increases. The entrance into the frustoconical aperture also can include a curved edge.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100 提取器電極/提取器

102 截頭圓錐形孔隙

- 103 側壁
- 104 第一表面
- 105 第二表面
- 106 彎曲邊緣
- 107 成角度邊緣
- 108 半徑
- 109 虛線
- 110 中心點
- 111 角度
- 112 線

【發明說明書】

【中文發明名稱】

提取設備及系統，電子束系統，以及掃描電子顯微鏡

【英文發明名稱】

EXTRACTION APPARATUS AND SYSTEM, ELECTRON BEAM SYSTEM, AND SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

【技術領域】

本發明係關於用於一電子源之電極。

【先前技術】

在諸如一掃描電子顯微鏡(SEM)之電子顯微鏡裝置中，一電子束銳利地聚焦(sharply focus)至像一半導體晶圓之一樣品上。用束掃描樣品上之一所要區域。對樣品之電子束輻照產生所偵測之次級電子。所得信號可顯示為一影像。

一電子光學柱用於電子顯微鏡中。用於電子顯微鏡之習知電子光學柱通常包含具有一電子發射體之一電子源(諸如呈一肖特基(Schottky)發射槍或一場發射槍)以產生一電子束。電子束可用以產生一掃描探針或使用可為磁性或靜電式之一系列電子束透鏡來照射一樣本或一孔隙。一電子光學柱通常亦包含使電子束聚焦之一靜電前加速器(pre-accelerator)透鏡及使源孔隙或樣本重新聚焦且成像至目標上之一系列透鏡。

具有一電子發射體之一電子源(諸如呈一肖特基發射槍或場發射槍)通常包含鄰近於發射體之一電極，該電極稱為一提取器電極或提取器。提取器可經組態以在發射體處產生一靜電場，藉此引起自發射體至電子源之其餘部分及最終電子光學柱中之電子發射及加速。

在先前提取器設計中，提取器孔側壁對初級電子束呈現一大的表面

積。此一大的表面積產生大量次級電子。次級電子與初級電子束強烈地相互作用而防止該束在電子光學柱中進一步向下以達成一小的光斑大小。

一較大光斑大小可能對電子束系統有負面影響。此在一電子源使用一磁透鏡來使初級束聚焦之情況下可尤其如此。與初級電子相比，次級電子較緩慢地移動，且來自透鏡之磁場趨於使該等次級電子陷留在初級電子束附近達一相對較長時間。

先前測試具有經修圓邊緣之一提取器。在一個此情況中，電子源使用一靜電透鏡而非磁透鏡。然而，製造方法在提取器上表面處產生約100 μm 之一曲率半徑。此超過可有效地最小化次級電子之產生之一值。

因此，需要一種減少次級電子產生之經改良提取器。

【發明內容】

在一第一實施例中，提供一種設備。該設備包括一提取器。該提取器具有一第一表面及與該第一表面相對之一第二表面。該提取器具有界定該第一表面與該第二表面之間之一截頭圓錐形孔隙之一側壁。該截頭圓錐形孔隙從該第一表面至該第二表面變寬。該截頭圓錐形孔隙之該側壁以一彎曲邊緣與該第一表面相交。該彎曲邊緣具有自5 μm 至50 μm 之一半徑。

該設備進一步可包含一發射體。該提取器相對於一電子束之方向定位於該發射體之下游。該提取器可經組態以在發射體處產生一靜電場，藉此引起電子發射及加速。

該孔隙可在該提取器之該第一表面之中心。

該側壁可以一成角度邊緣與該第二表面相交。

該側壁可相對於該截頭圓錐形孔隙之一中心成自5°至75°之角度。

該截頭圓錐形孔隙可具有自100 μm 至500 μm 之一直徑。

該截頭圓錐形孔隙可具有自0.3 mm至2.0 mm之一深度。

該提取器可為一磁透鏡之部分。

在一例項中，該側壁界定一第一區段及一第二區段。該第一區段可對應於該截頭圓錐形孔隙。該第二區段可界定按比該截頭圓錐形孔隙更大之一速率變寬的一第二截頭圓錐形孔隙。該第二區段可安置於該第一區段上且與該第二表面相交。

該等側壁可塗覆有碳。

一掃描電子顯微鏡包含前述實施例之任一項之設備。

在一第二實施例中，提供一種電子束系統。該電子束系統包括一電子源及一提取器。該電子源包含一電子發射體。該提取器具有一第一表面及與該第一表面相對之一第二表面。該提取器具有界定該第一表面與該第二表面之間之一截頭圓錐形孔隙之一側壁。該截頭圓錐形孔隙從該第一表面至該第二表面變寬。該截頭圓錐形孔隙之該側壁以一彎曲邊緣處與該第一表面相交。該彎曲邊緣具有自5 μm 至50 μm 之一半徑。該電子源可經組態以在肖特基發射模式中操作。該提取器可為一磁透鏡之部分。

在一第三實施例中，提供一種提取器系統。該提取器系統包括一第一電極、一第二電極及一第三電極。該第一電極具有一第一表面、一第二表面，及界定該第一表面與該第二表面之間之一圓柱形孔隙之一側壁。該第二電極安置成鄰近於該第一電極且與該第一電極隔開。該第二電極具有一第二電極第一表面及與該第二電極第一表面相對之一第二電極第二表面。該第二電極具有界定該第二電極第一表面與該第二電極第二表面之間之一第二電極截頭圓錐形孔隙之一第二電極側壁。該第二電極截頭圓錐形孔隙從該第二電極第一表面至該第二電極第二表面變寬。該第二電極截頭

圓錐形孔隙之該第二電極側壁以一彎曲邊緣與該第二電極第一表面相交。該第三電極安置成鄰近於該第二電極且與該第二電極隔開。該第三電極具有一第三電極第一表面及與該第三電極第一表面相對之一第三電極第二表面。該第三電極具有界定該第三電極第一表面與該第三電極第二表面之間之一第三電極截頭圓錐形孔隙之一第三電極側壁。該第三電極截頭圓錐形孔隙從該第三電極第一表面至該第三電極第二表面變寬。該第三電極截頭圓錐形孔隙之該第三電極側壁以一第二彎曲邊緣與該第三電極第一表面相交。

可以一第一電壓加偏壓於該第一電極及該第三電極兩者。可以不同於該第一電壓之一第二電壓加偏壓於該第二電極。

該第一電極之該圓柱形孔隙可具有一第一直徑。該第二電極之該第二電極截頭圓錐形孔隙可具有該第二電極第一表面處之一第二直徑及該第二電極第二表面處之一第三直徑。該第三電極之該第三電極截頭圓錐形孔隙可具有該第三電極第一表面處之一第四直徑及該第三電極第二表面處之一第五直徑。該第一直徑與該第二直徑可為相等的，且該第三直徑與該第四直徑可為相等的。

該提取系統進一步可包括安置成鄰近於該第一電極且與該第一電極隔開而與該第二電極相對之一抑制器。

一掃描電子顯微鏡包含該提取器系統之先前實施例之任一項之提取系統。

【圖式簡單說明】

為更完全理解本發明之性質及目的，應結合隨附圖式參考以下詳細描述，其中：

圖1係根據本發明之一實施例之一提取器電極之一橫截面視圖；

圖2係一例示性提取器電極之一頂表面之一掃描電子顯微鏡影像；

圖3係圖2之例示性提取器電極之一底表面之一掃描電子顯微鏡影像；

圖4係根據本發明之一實施例之一提取器電極之一第二實施例之一橫截面視圖；

圖5係圖1之提取器電極在一操作實施例期間之一視圖；

圖6係根據本發明之一實施例之一提取器系統之一第三實施例之一橫截面視圖；及

圖7係根據本發明之一系統之一實施例。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

本申請案主張於2017年1月19日申請且讓與美國申請案第62/447,917號之臨時專利申請案之優先權，該案之揭示內容特此以引用的方式併入。

儘管將依據特定實施例描述所主張之標的物，然其他實施例(包含未提供本文中闡述之全部優點及特徵之實施例)亦在本發明之範疇內。可進行各種結構、邏輯、程序步驟及電子改變而不脫離本發明之範疇。因此，本發明之範疇僅參考隨附申請專利範圍定義。

本文中揭示之實施例藉由最佳化一提取器之設計以最小化與初級電子束相互作用且使初級電子束降級之次級電子之產生而改良一電子光學系統(諸如一電子源)之效能。本文中揭示之實施例亦可實現使用一強磁透鏡來使一初級電子束聚焦而未由一周圍次級電子雲降級。如本文中揭示，提取器設計可經最佳化以提供此等優點。

圖1係一提取器電極(提取器) 100之一橫截面視圖。提取器100具有一第一表面104及與第一表面104相對之一第二表面105。提取器100亦具有界定第一表面104與第二表面105之間之一截頭圓錐形孔隙102之一側壁103。截頭圓錐形孔隙102從第一表面104至第二表面105變寬。截頭圓錐形孔隙102可居中地安置於提取器100中，諸如居中地定位於第一表面104中。

電子可行進通過截頭圓錐形孔隙102，如藉由虛線109繪示。一些電子將由第一表面104阻擋。其他電子可具有隨著此等電子進入截頭圓錐形孔隙102而轉變角度朝向(angle toward)側壁103之彎曲軌跡。然而，側壁103成角度，此減少或防止電子撞擊側壁103。因此，提取器100最小化由電子束照射之側壁103之表面積。此繼而最小化次級電子之產生。

截頭圓錐形孔隙102之側壁103以一彎曲邊緣106與第一表面104相交。截頭圓錐形孔隙102之側壁103諸如以一成角度邊緣107與第二表面105相交。

彎曲邊緣106之設計可消除尖角，此減少高電壓電弧或放電。彎曲邊緣106具有相對於提取器100內之一中心點110之一半徑108。半徑108可經選擇以最小化次級電子之產生。一較小半徑108減小初級電子束之一撞擊面積，此最小化次級電子之產生。然而，一較小半徑108之加工可具挑戰性且可導致高電壓電弧或放電。例如，半徑108可自5 μm 至50 μm (包含精確至0.5 μm 之全部值及其間之範圍)。

在一替代實施例中，彎曲邊緣106可代替性地為一傾斜邊緣。

在一例項中，截頭圓錐形孔隙102具有一圓形橫截面。然而，孔隙可具有其他橫截面形狀。

側壁103延伸成與通過截頭圓錐形孔隙102之一線112成一角度111。線112可平行於通過截頭圓錐形孔隙102之一中心的一線。角度111可經選擇以最小化次級電子之產生。例如，角度111可自 5° 至 75° (包含精確至 0.5° 之全部值及其間之範圍)。可加工較大角度。

截頭圓錐形孔隙102在第一表面104附近可具有自 $100\ \mu\text{m}$ 至 $500\ \mu\text{m}$ 之一直徑(包含精確至 $0.5\ \mu\text{m}$ 之全部值及其間之範圍)。與在第一表面104處相比，截頭圓錐形孔隙102在第二表面105處具有一較大直徑。截頭圓錐形孔隙102可具有在第一表面104與第二表面105之間之自 $0.3\ \text{mm}$ 至 $2.0\ \text{mm}$ 之一深度(包含精確至 $0.1\ \text{mm}$ 之全部值及其間之範圍)。此等直徑及深度可最小化次級電子之產生且可補償關於截頭圓錐形孔隙102與一發射體之可能未對準。可加工較小或較大直徑或深度以提供類似優點。

提取器100可相對於一電子束(例如，初級電子束)之一方向定位於發射體之下游。提取器可經組態以在發射體處產生一靜電場，藉此引起電子發射及加速。

提取器100可由非磁性導電材料製成，該等材料諸如與超高真空(UHV)條件相容之材料(例如，提供低釋氣性之材料)。用於提取器100之材料可為具有一高熔點之耐火材料。用於提取器100之材料亦可能需要適於精密加工。例如，提取器100可由以下各者製成：鉬、鈦、鉑、石墨、其他碳基材料、不鏽鋼(諸如Nitronic 60，其可為Cr 17、Mn 8、Ni 8.5、Si 4、N 0.13、C 0.10、Fe配平(bal.))或其他材料。可基於提取器100電壓範圍中之低次級發射係數來選擇材料。一表面塗層可降低製造成本且可減少典型提取器電壓下之次級電子發射。表面塗層可為例如鈦基底上方之碳膜或一不鏽鋼基底上方之鉑膜。

圖1之提取器100可用於一掃描電子顯微鏡或使用電子束之其他裝置中。

圖2係一例示性提取器之一頂表面之一掃描電子顯微鏡影像，且圖3係該例示性提取器之一底表面之一掃描電子顯微鏡影像。表面光潔度可在自 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $0.5\ \mu\text{m}$ Ra之一範圍內，其中Ra係表面粗糙度之一算術平均值。可使用其他表面光潔度性質。Ra之下限可由加工成本及時間設定，而Ra之上限可由高電壓放電或電弧之風險設定。因此，其他Ra值係可行的。

圖4係一提取器200之一第二實施例之一橫截面視圖。提取器200包含提取器100之許多特徵，但側壁103被劃分成以一角度204相交之一第一區段201及一第二區段202。第一區段201可對應於來自圖1之截頭圓錐形孔隙102。側壁103之第二區段202可形成一第二截頭圓錐形孔隙203，其隨著距第一表面104之一距離之增加而按比截頭圓錐形孔隙102更大之一速率變寬。在此實施例中，第一區段201與彎曲邊緣106相交，且第二區段202與第二表面105相交。

第二區段202可與第一區段201成自 15° 至 45° 之一角度205。此可解決提取器200相對於一發射體之可能未對準，且可防止因第一區段201與第二區段202之間之一大角度引起之過度靜電場洩漏。第一區段201與第二區段202之間的一較大或較小角度205可為可行的。

圖4之實施例進一步減小次級電子產生之可能性，此係因為側壁103在第二區段202中轉變角度而甚至更遠離電子束之路徑(諸如藉由虛線109繪示)。

除第一區段201及第二區段202之外的額外區段係可行的。此等額外

區段亦可以一角度相交。

雖然展示為以一角度204相交，但提取器200中之區段之兩者可以一經修圓邊緣相交。

圖4之提取器200可用於一掃描電子顯微鏡或使用電子束之其他裝置中。

圖5係圖1之提取器100在一操作實施例期間之一視圖。尖端500相對於截頭圓錐形孔隙102之中心(由線501表示)未對準。然而，自尖端500提取之電子(由線502表示)仍可在最小化次級電子之產生之情況下通過提取器100。圖5之優點可同樣適用於圖4之提取器200。

圖6係具有一第一電極301、第二電極302及第三電極303之一提取器系統300之一第三實施例之一橫截面視圖。第二電極302及第三電極303可對應於圖1之提取器100或圖4之提取器200。如圖6中所見，一電子束諸如沿虛線320通過第一電極301、第二電極302及第三電極303。

第一電極301具有一第一表面304及相對第二表面305。第一電極301亦具有界定第一表面304與第二表面305之間之一圓柱形孔隙307之一側壁306。圓柱形孔隙307可具有其他形狀，諸如截頭圓錐形。圖6展示第一電極301上之彎曲邊緣，但邊緣亦可為傾斜的。

第二電極302安置成鄰近於第一電極301且與第一電極301分開。第二電極302具有與第二電極第二表面309相對之一第二電極第一表面308。第二電極302亦具有界定第二電極第一表面308與第二電極第二表面309之間之一第二電極截頭圓錐形孔隙311之一第二電極側壁310。第二電極截頭圓錐形孔隙311從第二電極第一表面308至第二電極第二表面309變寬。

第二電極截頭圓錐形孔隙311之第二電極側壁310可以一彎曲邊緣312

與第二電極第一表面308相交，且可以一角度邊緣313與第二電極第二表面309相交。第二電極側壁310亦可以一彎曲邊緣與第二電極第二表面309相交。

第三電極303安置成鄰近於第二電極302且與第二電極302隔開。第三電極303具有一第三電極第一表面314及與第三電極第一表面314相對之一第三電極第二表面315。第三電極303亦具有界定第三電極第一表面314與第三電極第二表面315之間之一第三電極截頭圓錐形孔隙317之一第三電極側壁316。第三電極截頭圓錐形孔隙317自第三電極第一表面314至第三電極第二表面315變寬。

第三電極截頭圓錐形孔隙317之第三電極側壁316可以一第二彎曲邊緣318與第三電極第一表面314相交，且可以一第二成角度邊緣319與第三電極第二表面315相交。第三電極側壁316亦可以一彎曲邊緣與第三電極第二表面315相交。

在一例項中，以一第一電壓(例如， V_{ext})加偏壓於第一電極301及第三電極303兩者。以不同於第一電壓之一第二電壓(例如， $V_{ext} \pm \Delta V$)加偏壓於第二電極302。

在操作期間，次級電子可因具有大約負的數十至小幾百(low hundreds of)伏特之一 ΔV 之一負場而被排斥回至側壁。若 ΔV 係正的數十至小幾百伏特，則次級電子可由第二電極302提取或收集。因此，少數或無次級電子可離開提取器系統300而進入相對於電子束之方向定位於提取器系統300之下游之一加速器區域。

在一實施例中，第一電極301之圓柱形孔隙307具有一第一直徑321。此可在圓柱形孔隙307中之最窄點處。第二電極302之第二電極截頭圓錐

形孔隙311可具有第二電極第一表面308處之一第二直徑322及第二電極第二表面309處之一第三直徑323，其等可分別在第二電極截頭圓錐形孔隙311之最窄點及最寬點處。第三電極303之第三電極截頭圓錐形孔隙317可具有第三電極第一表面處之一第四直徑324及第三電極第二表面315處之一第五直徑325，其等可分別在第三電極截頭圓錐形孔隙317之最窄點及最寬點處。第一直徑321及第二直徑322可為相等的。第三直徑323及第四直徑324可為相等的。第五直徑325可大於其他直徑之任一者。雖然繪製為相等，但其他直徑係可行的。

第一直徑321可自100 μm 至500 μm 。第二直徑322可自200 μm 至600 μm 。第四直徑324可自300 μm 至800 μm 。第二電極截頭圓錐形孔隙311及第三電極截頭圓錐形孔隙317可分別相對於虛線320 (其可平行於通過各個孔隙之中心之一線)成自15°至60°及15°至60°之角度。第二電極截頭圓錐形孔隙311及第三電極截頭圓錐形孔隙317之深度可自0.3 mm至2.0 mm (包含精確至0.1 mm之全部值及其間之範圍)。第二電極截頭圓錐形孔隙311及第三電極截頭圓錐形孔隙317之尺寸及角度可經選擇使得自源尖端發射之初級束電子不轟擊其等孔隙表面，即使尖端未對準。初級束電子可能轟擊第一電極301之孔隙表面且產生次級電子。此等次級電子可由第二電極302排斥或提取。第二電極截頭圓錐形孔隙311及第三電極截頭圓錐形孔隙317之其他尺寸係可行的，此係因為電極之間之電位差低至約100伏特。例如，尺寸可變化自10 μm 至50 μm 之一值。

彎曲邊緣312及第二彎曲邊緣318之半徑可自10 μm 至50 μm 。此等尺寸可為可行的，此係因為第二電極302及第三電極303處之場可能相對較小。可能較不關心最小化第二電極302及第三電極303中曝露於電子束之

表面積，此係因為提取器系統300可依賴於排斥或陷留次級電子而非最小化次級電子之產生。第一電極中之彎曲邊緣之半徑亦可為自10 μm 至50 μm 。其他半徑係可行的。

一抑制器可安置成鄰近於第一電極301且與第一電極301隔開而與第二電極302相對。

圖6之提取器系統300可用於一掃描電子顯微鏡或使用電子束之其他裝置中。可在不重新設計電子發射系統之情況下將提取器系統305改裝入現有系統中。

可使用圖1至圖5中揭示之實施例進一步最小化次級電子之影響。例如，可最小化提取器或提取器系統與一後續電極(例如，提取器下游之一電極)之間的一距離。因此，初級電子束至後續電極之行進距離變短，且初級電子束歸因於在電極之間的較高加速而較快速行進。初級電子束之行進時間連同與次級電子之相互作用時間一起得以縮減。然而，電極之間的較短距離可減小電極之間的最大實際電壓差及因此電子源之最大可用電壓。另外，可減小束電流之總範圍。最小化距離可適用於各種應用。

提取器或提取器系統可塗覆有具有低次級電子產生之一材料(諸如碳)以進一步最小化次級電子之產生。

可藉由微加工(例如，鑽孔)而製造本文中揭示之提取器之實施例，而其他技術係可行的。

本文中揭示之實施例可用於其中初級電子與次級電子之間的相互作用時間最大之具有一磁透鏡之一電子源中。例如，電子源可包含一磁性浸沒透鏡。

本文中揭示之實施例可實施為一電子源之部分。電子源可結合電子

發射體處之高溫及高靜電場而在肖特基發射模式中操作。提取器或提取器系統可在發射體處產生靜電場，而引起來自發射體之電子發射及電子束遠離發射體之加速兩者。一磁透鏡可在初級電子束行進通過電子源時使初級電子束聚焦。運用提取器或提取器系統(特定言之側壁)之最佳化設計，次級電子產生得以最小化且初級束不受干擾。此可使一高效能電子源能夠用於電子束檢測及檢視。此一電子源可需要將在廣範圍之束能量及電流內之一電子束遞送至一極小的光斑大小(例如，低至1 nm至2 nm)中。除非次級電子產生得以最小化，否則可需要接受束光斑大小、束能量範圍或束電流範圍之困難權衡。

本文中描述之實施例可包含一系統(諸如圖7之系統400)或在該系統中執行。系統400包含一輸出獲取子系統，其包含至少一能量源及一偵測器。輸出獲取子系統可為一基於電子束之輸出獲取子系統。例如，在一項實施例中，引導至晶圓404之能量包含電子，且自晶圓404偵測之能量包含電子。以此方式，能量源可為一電子束源402，其可包含如本文中揭示之一提取器或提取器系統或與如本文中揭示之一提取器或提取器系統耦合。在圖7中展示之一項此實施例中，輸出獲取子系統包含耦合至電腦子系統407之電子光學柱401。

亦如圖7中展示，電子光學柱401包含電子束源402，該電子束源402經組態以產生由一或多個元件403聚焦至晶圓404之電子。電子束源402可包含一發射體，且一或多個元件403可包含例如一槍透鏡、一陽極、一束限制孔隙、一閘閥、一束電流選擇孔隙、一物鏡及/或一掃描子系統。電子柱401可包含此項技術中已知之任何其他適合元件。雖然僅繪示一個電子束源402，但系統400可包含多個電子束源402。

自晶圓404返回之電子(例如，次級電子)可由一或多個元件405聚焦至偵測器406。一或多個元件405可包含例如一掃描子系統，其可為包含於(若干)元件403中之相同掃描子系統。電子柱401可包含此項技術中已知之任何其他適合元件。

儘管電子柱401在圖7中展示為經組態使得電子依一斜入射角引導至晶圓404且依另一斜角自晶圓散射，然應瞭解，電子束可依任何適合角度引導至晶圓且自晶圓散射。另外，基於電子束之輸出獲取子系統可經組態以使用多種模式來產生晶圓404之影像(例如，運用不同照射角度、收集角度等)。基於電子束之輸出獲取子系統之多種模式可在輸出獲取子系統之任何影像產生參數方面不同。

電腦子系統407可與偵測器406電子通信。偵測器406可偵測自晶圓404之表面返回之電子，藉此形成晶圓404之電子束影像。電子束影像可包含任何適合電子束影像。電腦子系統407可經組態以使用偵測器406之輸出及/或電子束影像來執行其他功能或額外步驟。

應注意，本文中提供圖7以大體上繪示一基於電子束之輸出獲取子系統之一組態。可更改本文中描述之基於電子束之輸出獲取子系統組態以如在設計一商用輸出獲取系統時所通常執行般最佳化輸出獲取子系統之效能。另外，可使用一現有系統(例如，藉由將本文中描述之功能性添加至一現有系統)來實施本文中描述之系統。對於一些此等系統，本文中描述之方法可提供為系統之選用功能性(例如，除了系統之其他功能性之外)。

在一項實施例中，系統400係一檢測系統。例如，本文中描述之電子束輸出獲取子系統可組態為檢測系統。在另一實施例中，系統400係一缺陷檢視系統。例如，本文中描述之電子束輸出獲取子系統可組態為缺陷檢

視系統。在又一實施例中，系統400係一度量衡系統。例如，本文中描述之電子束輸出獲取子系統可組態為度量衡系統。特定言之，可在一或多個參數方面修改在本文中描述且在圖7中展示之系統400之實施例，以取決於將使用其等之應用而提供不同成像能力。在一個此實施例中，若圖7中展示之系統400將用於缺陷檢視或度量衡而非用於檢測，則其可經組態以具有一較高解析度。換言之，圖7中展示之系統400之實施例描述一系統400之一些一般組態及各種組態，可以若干方式定製該等組態以產生具有或多或少適於不同應用之不同成像能力之輸出獲取子系統。

特定言之，本文中描述之實施例可安裝於一電腦節點或電腦叢集上，其係一輸出獲取子系統之一組件或經耦合至一輸出獲取子系統，諸如一電子束檢測器或缺陷檢視工具、一遮罩檢測器、一虛擬檢測器或其他裝置。以此方式，本文中描述之實施例可產生可用於包含但不限於晶圓檢測、遮罩檢測、電子束檢測及檢視、度量衡或其他應用之多種應用之輸出。可如上文描述般基於將針對其產生輸出之樣品而修改圖7中展示之系統400之特性。

可如本文中描述般執行方法之步驟之各者。方法亦可包含可由本文中描述之控制器及/或(若干)電腦子系統或(若干)系統執行之(若干)任何其他步驟。步驟可由一或多個電腦系統執行，可根據本文中描述之實施例之任一者組態該一或多個電腦系統。另外，上文描述之方法可由本文中描述之系統實施例之任一者執行。

儘管已關於一或多個特定實施例描述本發明，然將瞭解，可實現本發明之其他實施例而不脫離本發明之範疇。因此，認為本發明僅由隨附申請專利範圍及其合理解釋限制。

【符號說明】

- 100 提取器電極/提取器
- 102 截頭圓錐形孔隙
- 103 側壁
- 104 第一表面
- 105 第二表面
- 106 彎曲邊緣
- 107 成角度邊緣
- 108 半徑
- 109 虛線
- 110 中心點
- 111 角度
- 112 線
- 200 提取器
- 201 第一區段
- 202 第二區段
- 203 第二截頭圓錐形孔隙
- 204 角度
- 205 角度
- 300 提取器系統
- 301 第一電極
- 302 第二電極
- 303 第三電極

- 304 第一表面
- 305 第二表面
- 306 側壁
- 307 圓柱形孔隙
- 308 第二電極第一表面
- 309 第二電極第二表面
- 310 第二電極側壁
- 311 第二電極截頭圓錐形孔隙
- 312 彎曲邊緣
- 313 成角度邊緣
- 314 第三電極第一表面
- 315 第三電極第二表面
- 316 第三電極側壁
- 317 第三電極截頭圓錐形孔隙
- 318 第二彎曲邊緣
- 319 第二成角度邊緣
- 320 虛線
- 321 第一直徑
- 322 第二直徑
- 323 第三直徑
- 324 第四直徑
- 325 第五直徑
- 400 系統

- 401 電子光學柱/電子柱
- 402 電子束源
- 403 元件
- 404 晶圓
- 405 元件
- 406 偵測器
- 407 電子系統
- 500 尖端
- 501 線
- 502 線

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種提取設備，其包括：

一提取器，其具有一第一表面及與該第一表面相對之一第二表面，其中該提取器具有界定該第一表面與該第二表面之間之一截頭圓錐形 (frustoconical) 孔隙之一側壁，其中該截頭圓錐形孔隙從該第一表面至該第二表面變寬，其中該截頭圓錐形孔隙之該側壁以一彎曲邊緣與該第一表面相交，且其中該彎曲邊緣具有自 $5\ \mu\text{m}$ 至 $50\ \mu\text{m}$ 之一半徑。

【第2項】

如請求項1之提取設備，其進一步包括一發射體，其中該提取器相對於一電子束之一方向定位於該發射體之下游。

【第3項】

如請求項2之提取設備，其中該提取器經組態以在該發射體處產生一靜電場，藉此引起電子發射及加速。

【第4項】

如請求項1之提取設備，其中該孔隙在該提取器之該第一表面之中心。

【第5項】

如請求項1之提取設備，其中該側壁以一成角度邊緣與該第二表面相交。

【第6項】

如請求項1之提取設備，其中該側壁相對於該截頭圓錐形孔隙之一中心成自 5° 至 75° 之角度。

【第7項】

如請求項1之提取設備，其中該截頭圓錐形孔隙具有自100 μm 至500 μm 之一直徑。

【第8項】

如請求項1之提取設備，其中該截頭圓錐形孔隙具有自0.3 mm至2.0 mm之一深度。

【第9項】

如請求項1之提取設備，其中該提取器係一磁透鏡之部分。

【第10項】

如請求項1之提取設備，其中該側壁界定一第一區段及一第二區段，其中該第一區段對應於該截頭圓錐形孔隙，其中該第二區段界定按比該截頭圓錐形孔隙更大之一速率變寬之一第二截頭圓錐形孔隙，且其中該第二區段安置於該第一區段上且與該第二表面相交。

【第11項】

如請求項1之提取設備，其中該等側壁塗覆有碳。

【第12項】

一種掃描電子顯微鏡，其包含如請求項1之設備。

【第13項】

一種電子束系統，其包括：

一電子源，其包含一電子發射體；及

一提取器，其具有一第一表面及與該第一表面相對之一第二表面，其中該提取器具有界定該第一表面與該第二表面之間之一截頭圓錐形孔隙之一側壁，其中該截頭圓錐形孔隙從該第一表面至該第二表面變寬，其中

該截頭圓錐形孔隙之該側壁以一彎曲邊緣與該第一表面相交，且其中該彎曲邊緣具有自5 μm 至50 μm 之一半徑。

【第14項】

如請求項13之電子束系統，其中該電子源經組態以在肖特基發射模式中操作。

【第15項】

如請求項13之電子束系統，其中該提取器係一磁透鏡之部分。

【第16項】

一種提取系統，其包括：

一第一電極，其具有一第一表面、一第二表面，及界定該第一表面與該第二表面之間之一圓柱形孔隙之一側壁；

一第二電極，其安置成鄰近於該第一電極且與該第一電極隔開，其中該第二電極具有一第二電極第一表面及與該第二電極第一表面相對之一第二電極第二表面，其中該第二電極具有界定該第二電極第一表面與該第二電極第二表面之間之一第二電極截頭圓錐形孔隙之一第二電極側壁，其中該第二電極截頭圓錐形孔隙從該第二電極第一表面至該第二電極第二表面變寬，且其中該第二電極截頭圓錐形孔隙之該第二電極側壁以一彎曲邊緣與該第二電極第一表面相交；及

一第三電極，其安置成鄰近於該第二電極且與該第二電極隔開，其中該第三電極具有一第三電極第一表面及與該第三電極第一表面相對之一第三電極第二表面，其中該第三電極具有界定該第三電極第一表面與該第三電極第二表面之間之一第三電極截頭圓錐形孔隙之一第三電極側壁，其中該第三電極截頭圓錐形孔隙從該第三電極第一表面至該第三電極第二表

面變寬，且其中該第三電極截頭圓錐形孔隙之該第三電極側壁以一第二彎曲邊緣與該第三電極第一表面相交。

【第17項】

如請求項16之提取系統，其中以一第一電壓加偏壓於該第一電極及該第三電極兩者，且其中以不同於該第一電壓之一第二電壓加偏壓於該第二電極。

【第18項】

如請求項16之提取系統，其中該第一電極之該圓柱形孔隙具有一第一直徑，其中該第二電極之該第二電極截頭圓錐形孔隙具有該第二電極第一表面處之一第二直徑及該第二電極第二表面處之一第三直徑，其中該第三電極之該第三電極截頭圓錐形孔隙具有該第三電極第一表面處之一第四直徑及該第三電極第二表面處之一第五直徑，其中該第一直徑及該第二直徑相等，且其中該第三直徑及該第四直徑相等。

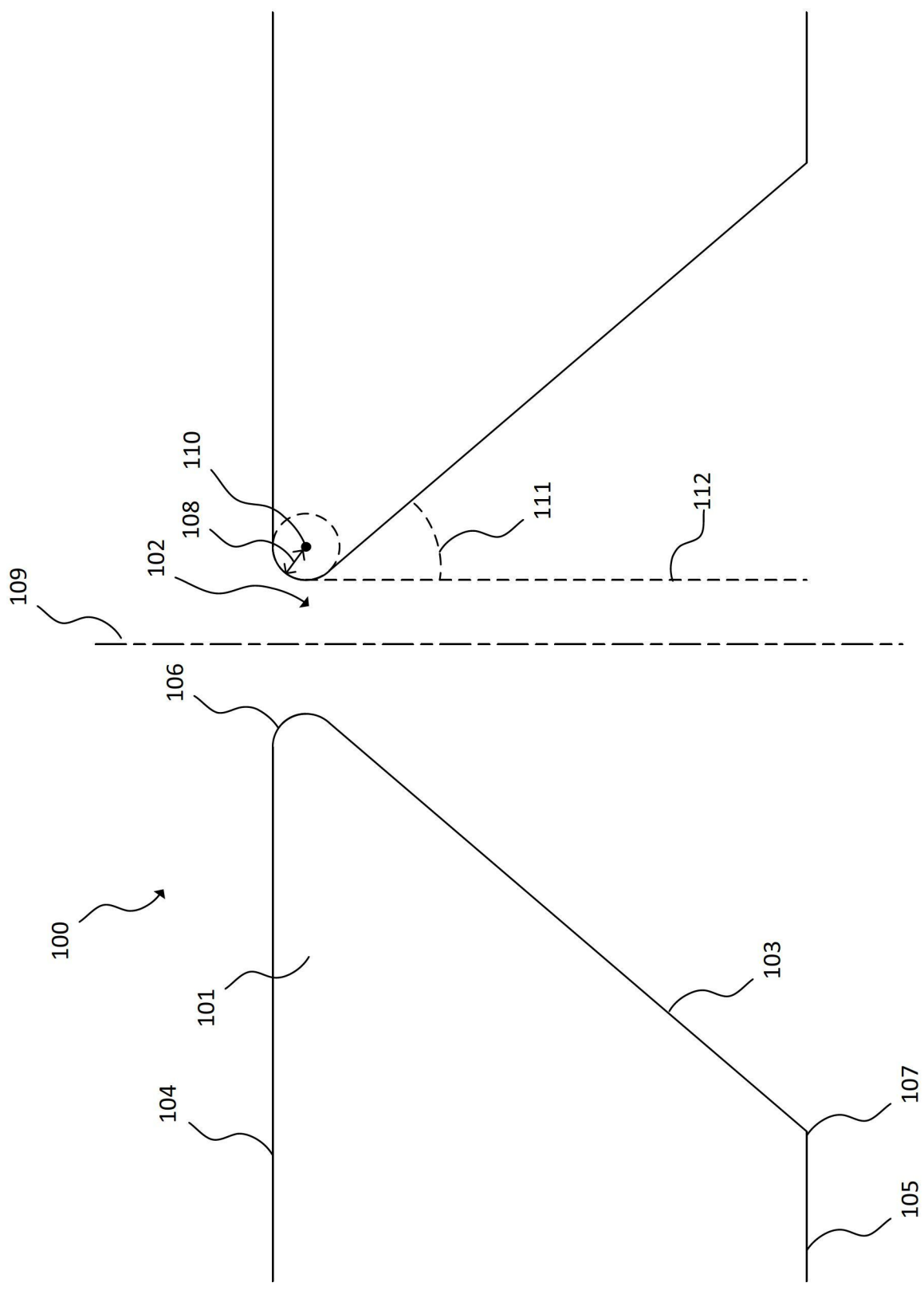
【第19項】

如請求項16之提取系統，其進一步包括安置成鄰近於該第一電極且與該第一電極隔開而與該第二電極相對之一抑制器。

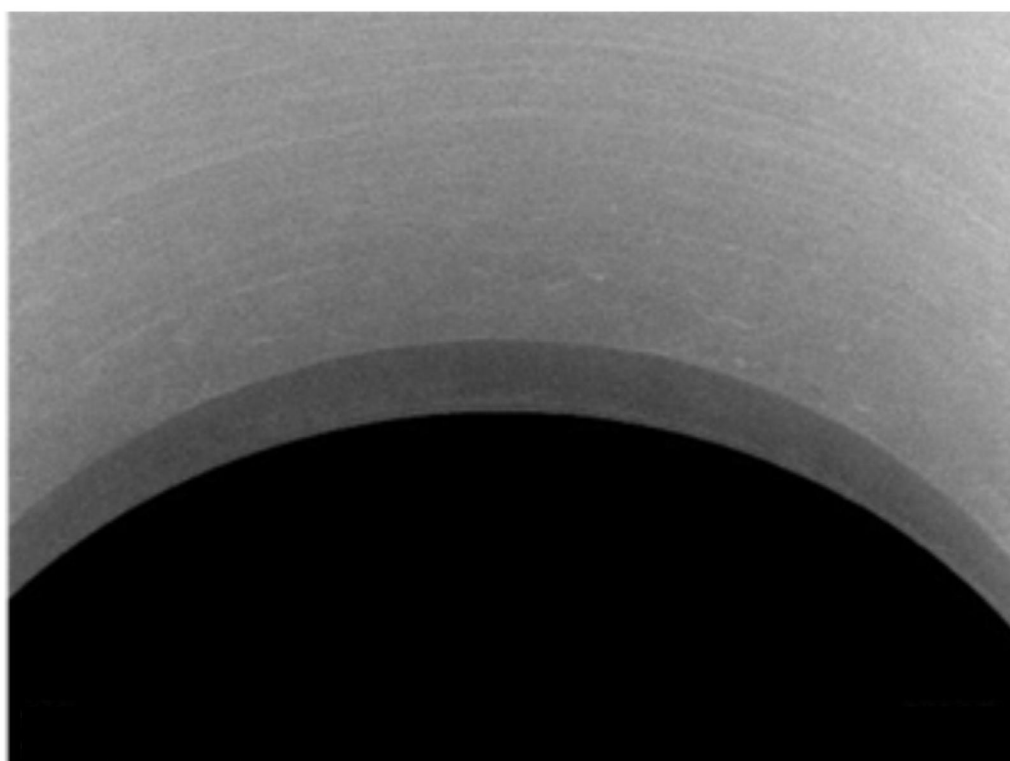
【第20項】

一種掃描電子顯微鏡，其包含如請求項16之提取系統。

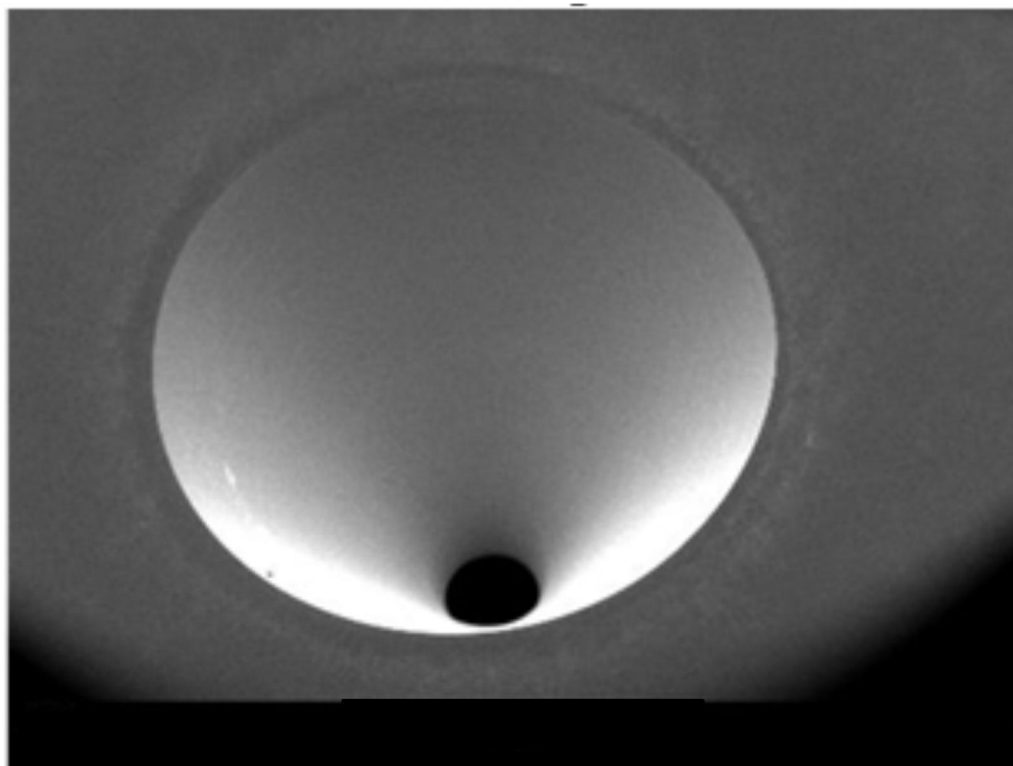
【發明圖式】



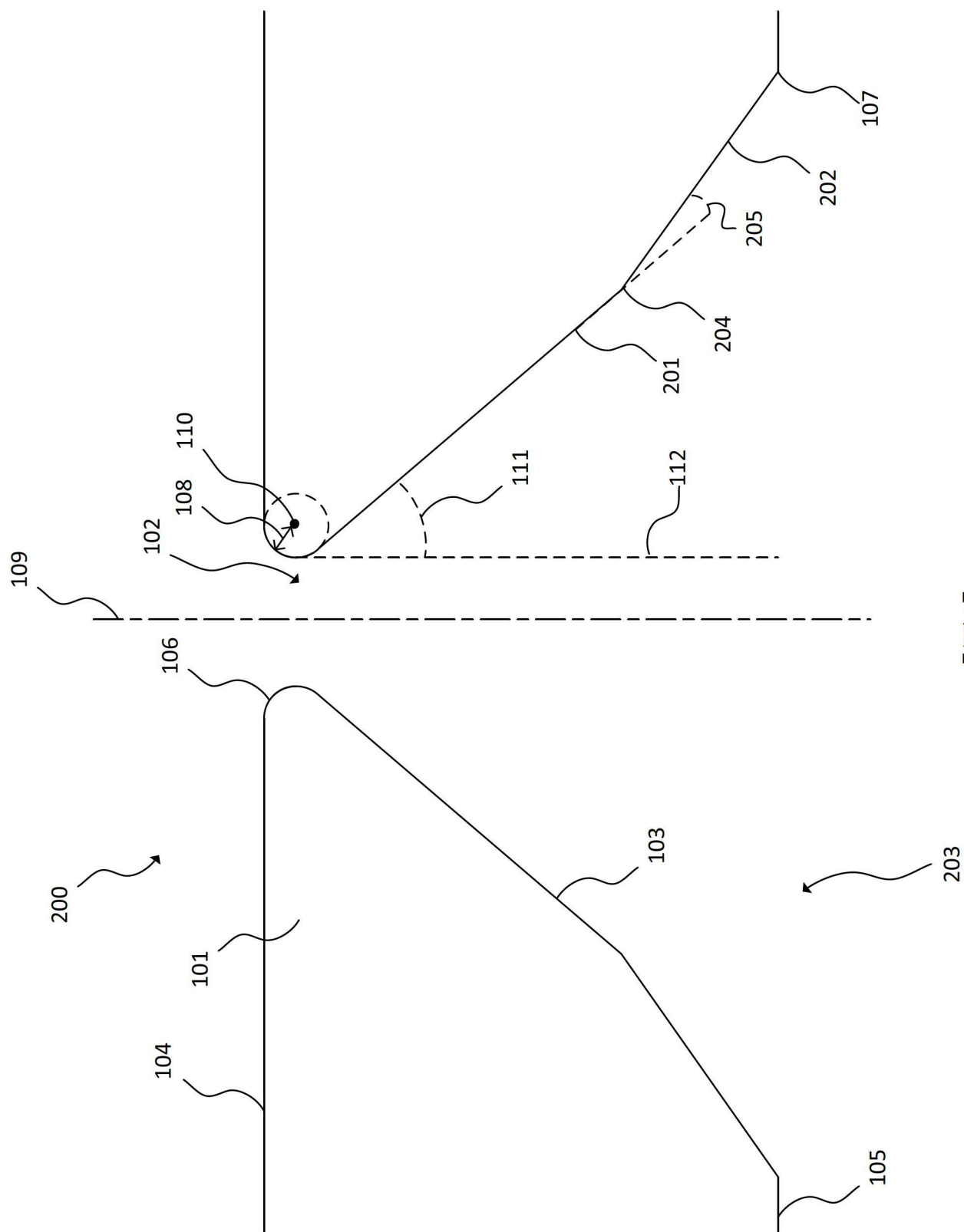
【圖1】



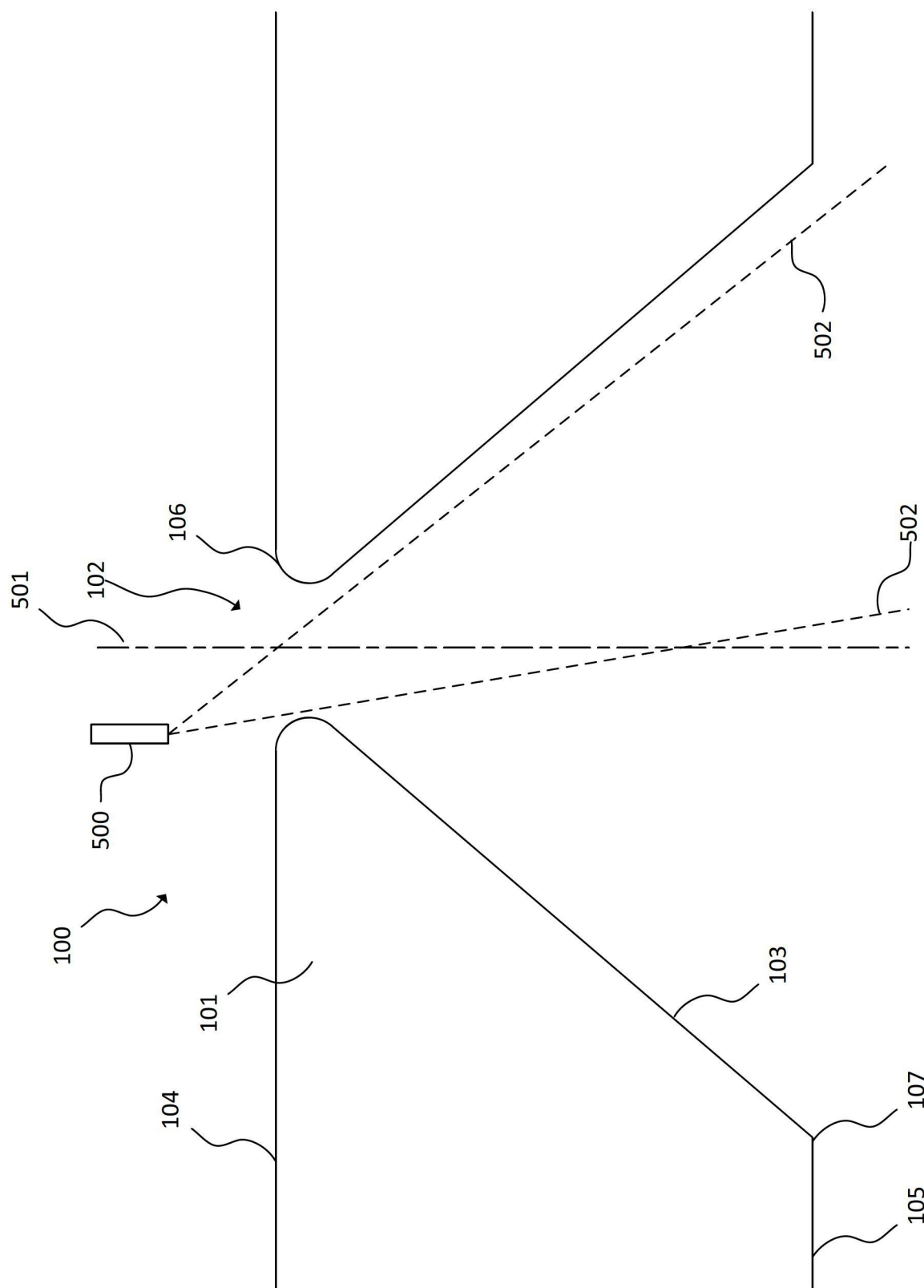
【圖2】



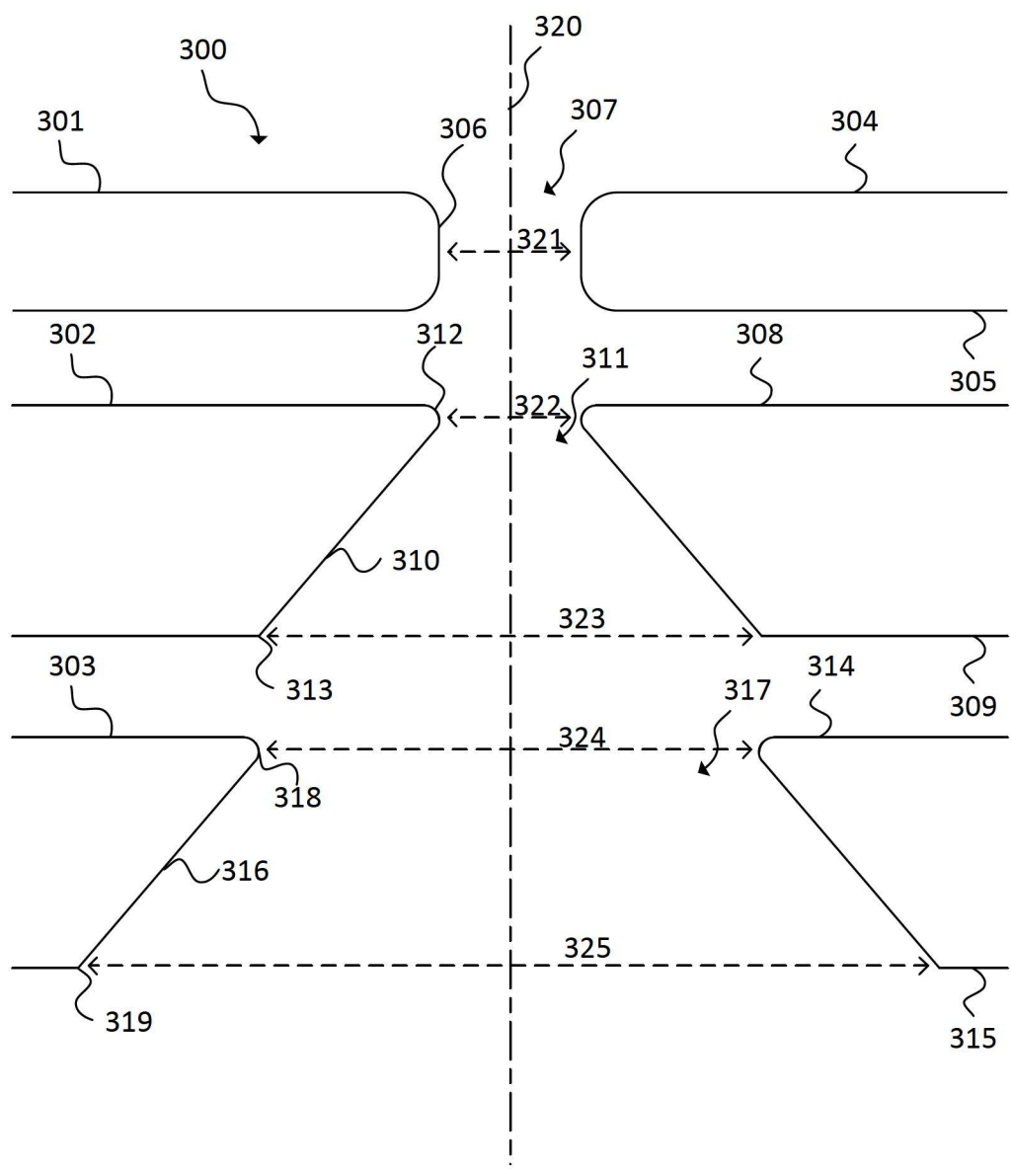
【圖3】



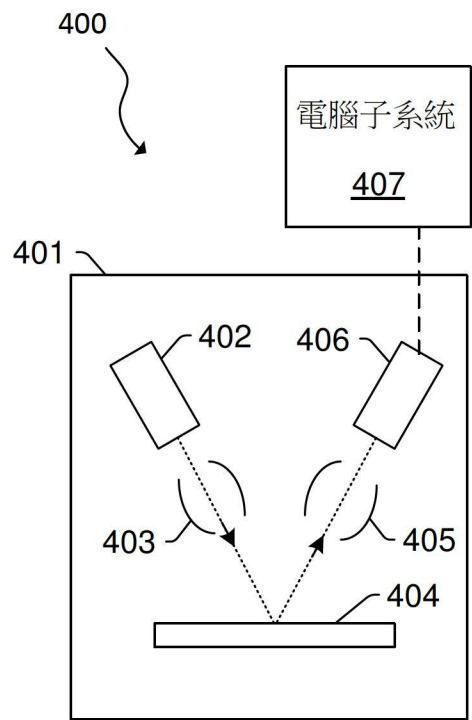
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖7】