



(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 I797135 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：107120729

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 15 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/317 (2006.01)**

(30)優先權：2017/06/29 美國 15/637,538

(71)申請人：美商艾克塞利斯科技公司 (美國) AXCELIS TECHNOLOGIES, INC. (US)
美國(72)發明人：梵德伯格 寶 H VANDERBERG, BO H. (US)；艾斯能 愛德華 C EISNER,
EDWARD C. (US)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 200816255A

TW 201635326A

US 2005/0218343A1

US 2006/0113495A1

US 2009/0267001A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 45 頁

(54)名稱

具有在偏移和減速模態中的射束角度控制之離子佈植系統

(57)摘要

一種離子佈植系統具有形成一離子束之一離子源。一質量分析器沿一射束路徑界定一經質量分析射束且使其變化。一可移動質量分辨孔隙總成具有一分辨孔隙，其位置回應於該射束路徑藉由該質量分析器進行之該變化而選擇性地變化。已定位之一偏轉減速元件選擇性地使該射束路徑偏轉且選擇性地使該經質量分析射束減速。一控制器選擇性地以一偏移模態及減速模態兩者操作該離子佈植系統。該控制器在該偏移模態中使該經質量分析射束沿一第一路徑穿過該分辨孔隙而無偏轉或減速，且在該減速模態中使射束沿一第二路徑偏轉及減速。該分辨孔隙之該位置基於該射束路徑經由該質量分析器及該偏轉減速元件進行之該變化而選擇性地變化。

An ion implantation system has an ion source forming an ion beam. A mass analyzer defines and varies a mass analyzed beam along a beam path. A moveable mass resolving aperture assembly has a resolving aperture whose position is selectively varied in response to the variation of the beam path by the mass analyzer. A deflecting deceleration element positioned selectively deflects the beam path and selectively decelerate the mass analyzed beam. A controller selectively operates the ion implantation system in both a drift mode and decel mode. The controller passes the mass analyzed beam along a first path through the resolving aperture without deflection or deceleration in the drift mode and deflects and decelerates the beam along a second path in the decel mode. The position of the resolving aperture is selectively varied based on the variation in the beam path through the mass analyzer and the deflecting deceleration element.

指定代表圖：

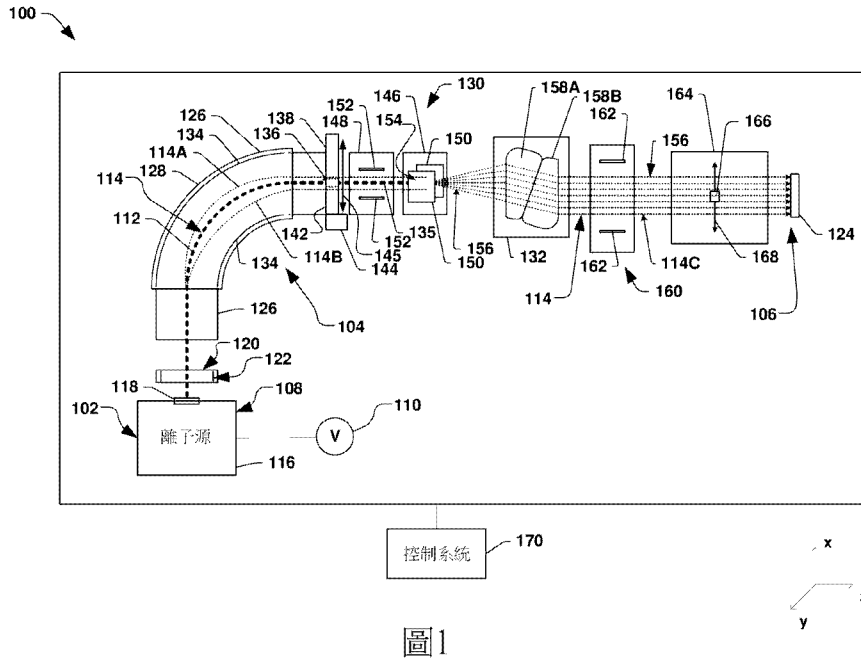


圖 1

符號簡單說明：

100:離子佈植系統

102:終端機

104:射束線總成

106:終端站

108:離子源

110:高壓電源供應器

112:離子束

114:射束路徑

114A:射束路徑

114B:射束路徑

114C:射束路徑

116:產生腔室

118:孔隙

120:離子提取總成

122:提取及/或抑制電極

124:工件

126:射束導件

128:質量分析器

130:掃描系統

132:平行化器

134:側壁

135:經質量分析離子束

136:分辨孔隙

138:可移動質量分辨孔隙總成

142:孔隙板

144:致動器

145:箭頭/孔隙板之位置

146:掃描元件

148:聚焦及/或轉向元件

150:電磁體片

152:電極

154:掃描頂點

156:經掃描射束

158A:偶極磁體

158B:偶極磁體

160:偏轉減速元件

162:電極

164:劑量測定系統

166:剖面儀

168:剖面儀路徑

170:控制器



I797135

【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有在偏移和減速模態中的射束角度控制之離子佈植系統

【英文發明名稱】 ION IMPLANTATION SYSTEM HAVING BEAM ANGLE CONTROL IN DRIFT AND DECELERATION MODES

【中文】

一種離子佈植系統具有形成一離子束之一離子源。一質量分析器沿一射束路徑界定一經質量分析射束且使其變化。一可移動質量分辨孔隙總成具有一分辨孔隙，其位置回應於該射束路徑藉由該質量分析器進行之該變化而選擇性地變化。已定位之一偏轉減速元件選擇性地使該射束路徑偏轉且選擇性地使該經質量分析射束減速。一控制器選擇性地以一偏移模態及減速模態兩者操作該離子佈植系統。該控制器在該偏移模態中使該經質量分析射束沿一第一路徑穿過該分辨孔隙而無偏轉或減速，且在該減速模態中使射束沿一第二路徑偏轉及減速。該分辨孔隙之該位置基於該射束路徑經由該質量分析器及該偏轉減速元件進行之該變化而選擇性地變化。

【英文】

An ion implantation system has an ion source forming an ion beam. An mass analyzer defines and varies a mass analyzed beam along a beam path. A moveable mass resolving aperture assembly has a resolving aperture whose position is selectively varied in response to the variation of the beam path by the mass analyzer. A deflecting deceleration element positioned selectively deflects the beam path and selectively decelerate the mass analyzed beam. A controller selectively operates the

ion implantation system in both a drift mode and decel mode. The controller passes the mass analyzed beam along a first path through the resolving aperture without deflection or deceleration in the drift mode and deflects and decelerates the beam along a second path in the decel mode. The position of the resolving aperture is selectively varied based on the variation in the beam path through the mass analyzer and the deflecting deceleration element.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100：離子佈植系統

102：終端機

104：射束線總成

106：終端站

108：離子源

110：高壓電源供應器

112：離子束

114：射束路徑

114A：射束路徑

114B：射束路徑

114C：射束路徑

116：產生腔室

118：孔隙

120：離子提取總成

122：提取及/或抑制電極

- 124：工件
- 126：射束導件
- 128：質量分析器
- 130：掃描系統
- 132：平行化器
- 134：側壁
- 135：經質量分析離子束
- 136：分辨孔隙
- 138：可移動質量分辨孔隙總成
- 142：孔隙板
- 144：致動器
- 145：箭頭/孔隙板之位置
- 146：掃描元件
- 148：聚焦及/或轉向元件
- 150：電磁體片
- 152：電極
- 154：掃描頂點
- 156：經掃描射束
- 158A：偶極磁體
- 158B：偶極磁體
- 160：偏轉減速元件
- 162：電極
- 164：劑量測定系統
- 166：剖面儀

168：剖面儀路徑

170：控制器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有在偏移和減速模態中的射束角度控制之離子佈植系統

【英文發明名稱】 ION IMPLANTATION SYSTEM HAVING BEAM ANGLE CONTROL IN DRIFT AND DECELERATION MODES

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於離子佈植系統，且更具體而言係關於用於在離子佈植系統中執行離子束之射束角度調整的系統及方法。

【0002】 相關申請案參照

【0003】 本申請案主張2017年6月29日申請之題為「具有在偏移及減速模態中的射束角度控制之離子佈植系統」的美國申請案第15/637,538號之權益，該申請案之內容以全文引用之方式併入本文中。

【先前技術】

【0004】 在半導體裝置之製造中，離子佈植用以使半導體摻雜有雜質或摻雜物。離子束佈植機用以利用離子束處理矽晶圓，以便在積體電路之製造期間產生n或p型外質材料摻雜或形成鈍化層。當用於摻雜半導體時，離子束佈植機注入選定外質物種以產生所要半導體材料。佈植由諸如銻、砷或磷之源材料產生的離子會產生「n型」外質材料晶圓，而若需要「p型」外質材料晶圓，則可佈植藉由諸如硼或銻之源材料產生的離子。

【0005】 典型的離子束佈植機包括用於自可離子化源材料產生帶正電離子之離子源。所產生的離子形成為射束且沿預定射束路徑被引導至佈植站。離子束佈植機可包括在離子源與佈植站之間延伸的射束成形及塑形結構。射束成

形及塑形結構維持離子束且限定狹長的內部空腔或通路，經由內部空腔或通路，射束在途中傳遞至佈植站。當操作佈植機時，此通路可經抽真空以減小離子由於與氣體分子碰撞而自預定射束路徑偏轉的機率。

【0006】 具有給定動能之帶電粒子在磁場中的軌跡對於不同質量（或荷質比）之此等粒子將不同。因此，由於具有非所要分子量之離子將偏轉至遠離射束之位置，因此在穿過恆定磁場之後到達半導體晶圓或其他目標之所要區域的所提取離子束之部分可變純，且除所要材料外之佈植可避免。選擇性地分離具有所要荷質比之離子與具有不合需要的荷質比之離子的製程被稱為質量分析。質量分析器典型地使用質量分析磁體，其產生偶極磁場以經由弓形通路中之磁性偏轉來偏轉離子束中之各種離子，此將有效地分離具有不同荷質比之離子。

【0007】 對於一些離子佈植系統，射束之實體大小小於目標工件，因此射束在一或多個方向上掃描以便充分覆蓋目標工件之表面。一般而言，基於靜電或磁性之掃描器在快速方向上掃描離子束，且機械裝置在慢速掃描方向上移動目標工件以便提供充分覆蓋。

【0008】 此後，離子束經導向固持目標工件之目標終端站。離子束內之離子佈植至目標工件中，該佈植係離子佈植。離子佈植之一個重要特性係存在跨越諸如半導體晶圓之目標工件之表面的離子流之均勻角分佈。離子束之角範圍（angular content）經由諸如光阻遮罩或CMOS電晶體閘極之豎直結構下方的晶體取道效應或陰影效應來界定佈植性質。離子束之非均勻角分佈或角範圍可導致不受控制及/或不合需要的佈植性質。

【0009】 有時在實施偏轉減速透鏡時使用角度校正以便防止高能污染之風險。高能污染可被視為具有非所要能量（典型地高於所要能量）從而導致工件中之不當摻雜物置放的離子之含量，不當摻雜物置放可進一步導致不合需要

的裝置效能或甚至裝置損壞。

【0010】 射束診斷設備可用以量測離子束之角範圍。量測資料可接著用以調整離子束之角度特性。然而，習知方法可增加離子佈植系統之複雜性且不合需要地增加離子束行進所沿之路徑的長度。

【發明內容】

【0011】 以下呈現本發明之簡化概述，以便提供對本發明之一些態樣的基本理解。此概述並非本發明之廣泛綜述，且既非意欲識別本發明之關鍵或重要元件亦非意欲劃定本發明之範圍。實情為，概述之目的在於以簡化形式呈現本發明之一些概念，以作為隨後呈現之更詳細描述的序言。

【0012】 本發明之態樣藉由執行角度調整而無額外組件添加至離子佈植系統來促進離子佈植。該等態樣使用質量分析器在離子佈植期間執行選定角度調整而非使用單獨及/或額外組件。

【0013】 根據本發明之一個例示性態樣，提供一種離子佈植系統，其中一離子源經組態以形成一離子束。提供一質量分析器，且其經組態以自該離子束選擇性地分離具有一預定荷質比之離子，其中沿一射束路徑界定一經質量分析射束。該質量分析器經進一步組態以選擇性地使該射束路徑變化。

【0014】 根據一個實例，提供一可移動質量分辨孔隙總成，其具有經組態以准許該經質量分析射束之選定物種穿過的一分辨孔隙。該可移動質量分辨孔隙總成例如經組態以回應於該射束路徑藉由該質量分析器進行之選擇性變化而選擇性地使該分辨孔隙之一位置變化。

【0015】 一偏轉減速元件例如進一步定位於該可移動質量分辨孔隙總成下游。該偏轉減速元件例如經組態以選擇性地使穿過其之該射束路徑變化，其中該偏轉減速元件經進一步組態以選擇性地使該經質量分析射束減速。

【0016】 根據本發明，進一步提供一控制器，且其經組態以控制該離子源、該質量分析器、該可移動質量分辨孔隙總成及該偏轉減速元件以選擇性地以一偏移模態及一減速模態操作該離子佈植系統。在該偏移模態中，例如該控制器經組態以控制該射束路徑以便使該經質量分析射束沿一第一路徑穿過該分辨孔隙而不經由該偏轉減速元件使該經質量分析射束偏轉或減速。在該減速模態中，該控制器經組態以控制該射束路徑以便沿穿過該分辨孔隙之一第二路徑傳遞該經質量分析射束以及經由該偏轉減速元件使該經質量分析射束沿該第二路徑偏轉及減速。該第二路徑不同於該第一路徑。另外，該分辨孔隙之該位置藉由該控制器進行的選擇性變化例如係基於該射束路徑經由該質量分析器及該偏轉減速元件進行之選擇性變化。

【0017】 在另一實例中，該離子佈植系統進一步包含經組態以判定接近於工件之一射束入射角的一角度量測系統。該控制器例如經進一步組態以基於該射束入射角變更與該質量分析器相關聯之一磁場，其中選擇性地使該射束路徑變化。在另一實例中，該控制器經進一步組態以基於該射束入射角使該分辨孔隙之該位置變化，其中選擇性地使該射束路徑變化。該角度量測系統例如包含經組態以平移通過該射束路徑且量測複數個部位處之複數個射束入射角的一量測杯。亦揭示其他系統及方法。

【0018】 以上概述僅意欲提出本發明之一些實施例之一些特徵的簡單綜述，且其他實施例可包含額外特徵及/或與上文所提及之特徵不同的特徵。特定而言，此概述不應解釋為限制本申請案之範圍。因此，為實現前述及相關目的，本發明包含在下文中描述且在申請專利範圍中特別指出之特徵。以下描述及所附圖式詳細闡述本發明之某些說明性實施例。然而，此等實施例指示可使用本發明之原理的各種方式中之若干方式。當結合圖式考慮時，本發明之其他目標、優點及新穎特徵將自本發明之以下詳細描述而變得顯而易見。

【圖式簡單說明】**【0019】**

圖1說明根據本發明之態樣的實例離子佈植系統。

圖2為說明根據本發明之態樣的使用質量分析器用於質量分析及角度校正之離子佈植系統的圖。

圖3A為根據本發明之態樣的離子佈植系統之一部分的視圖，其中離子束沿基本或標稱路徑行進。

圖3B為根據本發明之態樣的離子佈植系統之一部分的視圖，其中離子束沿變更路徑行進。

圖3C為根據本發明之態樣的離子佈植系統之一部分的另一視圖，其中離子束沿變更路徑行進。

圖4為根據本發明之態樣的可移動質量分辨孔隙總成（moveable mass resolving aperture assembly）之側視圖。

圖5為根據本發明之態樣的調整佈植角度之方法的流程圖。

圖6為根據本發明之態樣的調整佈植角度之另一方法的流程圖。

圖7說明用於控制離子佈植系統之基於處理器之例示性系統的示意性表示。

【實施方式】

【0020】 本發明提供使用質量分析器、可移動質量分辨孔隙及量測系統之離子佈植以除質量分析外，經由控制器執行角度校正/調整。結果，可執行佈植角度之角度校正而無需沿射束線之額外組件。

【0021】 因此，現將參看圖式描述本發明，在圖式中，類似參考數字始

終可用以指類似元件。應理解，此等態樣之描述僅係說明性的且其不應以限制意義來解譯。在以下描述中，出於解釋之目的，闡述眾多特定細節以便提供對本發明之透徹理解。然而，熟習此項技術者將顯而易知，本發明可在無此等特定細節之情況下實踐。另外，本發明之範圍並不意欲受下文參看隨附圖式所描述之實施例或實例限制，而意欲僅受所附申請專利範圍及其等效物限制。

【0022】 亦注意，提供圖式以說明本發明之實施例之一些態樣且因此應將圖式視為僅示意性的。特定而言，根據本發明之實施例，圖式中所展示之元件彼此未必按比例繪製，且各種元件在圖式中之置放經選擇以提供對各別實施例之清楚理解且不應解釋為必定表示各個組件在實施中之實際相對部位。此外，除非以其他方式特定指出，否則本文中所描述之各個實施例及實例之特徵可彼此組合。

【0023】 亦應理解，在以下描述中，在圖式中所展示或本文中所描述之功能區塊、裝置、組件、電路元件或其他實體或功能單元之間的任何直接連接或耦接亦可藉由間接連接或耦接來實施。此外，應瞭解，圖式中所展示之功能區塊或單元在一個實施例中可實施為單獨特徵或電路，且在另一實施例中，亦可或替代地完全或部分地以通用特徵或電路實施。舉例而言，若干功能區塊可實施為在諸如信號處理器之通用處理器上運行的軟體。進一步應理解，除非相反地指出，否則在以下說明書中描述為基於電線之任何連接亦可實施為無線通信。

【0024】 圖1說明根據本發明之態樣的實例離子佈植系統100。出於說明之目的呈現離子佈植系統100，且應瞭解，本發明之態樣不限於所描述之離子佈植系統且亦可使用具有變化組態之其他合適的離子佈植系統。

【0025】 離子佈植系統100具有終端機102、射束線總成104及終端站106。終端機102包括由高壓電源供應器110供電之離子源108，該離子源產生離

子束112且將其引導至射束線總成104。離子源108產生被提取且形成為離子束112之帶電離子，該離子束在射束線總成104中沿射束路徑114引導至終端站106。

【0026】 為產生離子，待離子化之摻雜材料（圖中未示）的氣體位於離子源108之產生腔室116內。摻雜氣體例如可自氣體源（圖中未示）饋送至產生腔室116中。將瞭解，除高壓電源供應器110外，亦可使用任何數目個合適機構（圖中未示）以在離子產生腔室116內激發自由電子，諸如RF或微波激發源、電子束注入源、電磁源及/或例如在腔室內產生電弧放電之陰極。經激發之電子與摻雜氣體分子碰撞，且藉此產生離子。典型地，產生正離子，但在本文中本發明同樣適用於產生負離子之系統。

【0027】 在此實例中，藉由離子提取總成120經由產生腔室116中之孔隙118可控制地提取離子。離子提取總成120例如包含複數個提取及/或抑制電極122。離子提取總成120例如可包括單獨的提取電源供應器（圖中未示）以對提取及/或抑制電極122加偏壓，從而使來自產生腔室116之離子加速。可瞭解，由於離子束112包含帶相同電荷的粒子，因此離子束可傾向於徑向向外放大或膨脹，此係因為帶相同電荷的粒子彼此排斥。亦可瞭解，在低能量、高電流（高導流係數）射束中離子束放大可加劇，其中許多帶相同電荷的粒子（例如，高電流）在相同方向上相對緩慢地（例如，低能量）移動，使得該等粒子間存在大量排斥力，但存在極少粒子動量以保持粒子在射束路徑之方向上移動。因此，離子提取總成120一般經組態使得以高能量提取離子束112，使得離子束並不放大（亦即，使得粒子具有足夠動量來克服可導致射束放大之排斥力）。此外，離子束112在此實例中一般以相對較高能量在整個系統中傳送且可恰好在經佈植之工件124之前減少以促進射束包容(containment)。

【0028】 射束線總成104例如包含射束導件126、質量分析器128、掃描系

統130及平行化器132。當利用筆形或點離子束進行佈植時，可能不包括或不啟動掃描系統130及平行化器132。質量分析器128例如對離子束112執行質量分析及角度校正/調整。在此實例中，質量分析器128係以約九十度形成且包含用以在其中產生(偶極)磁場之一或多個磁體(圖中未示)。在離子束112進入質量分析器128時，其對應地被磁場彎曲使得具有不適當荷質比之離子被拒絕。更特定而言，具有過大或過小荷質比之離子偏轉至質量分析器128之側壁134中。以此方式，質量分析器128允許離子束112中具有所要荷質比之彼等離子物種通過以界定經質量分析離子束135且經由可移動質量分辨孔隙總成138之分辨孔隙136射出。

【0029】 質量分析器128例如可藉由控制或調整磁偶極場之幅度來對離子束112執行角度校正。此磁場調整使具有所要/選定荷質比之選定離子沿不同或變更的射束路徑(例如，說明為射束路徑114A、114B)行進。結果，可移動質量分辨孔隙總成138可根據變更之射束路徑114A、114B控制分辨孔隙136之位置及使該位置變化。在一個實例中，可移動質量分辨孔隙總成138包含孔隙板142，該孔隙板可經由致動器144沿x方向移動以便適應變更之射束路徑114A、114B穿過分辨孔隙136。質量分析器128及可移動質量分辨孔隙總成138允許磁場及所得變更射束路徑114A、114B之變化，同時維持用於離子佈植系統100之合適質量分辨率。因此，本發明之可移動質量分辨孔隙總成138經組態以回應於射束路徑114藉由質量分析器128進行之選擇性變化而選擇性地使分辨孔隙136之位置(由箭頭145指示)變化。

【0030】 將瞭解，離子束與系統100中之其他粒子的碰撞可使離子束112之完整性降級。因此，可包括一或多個泵(圖中未示)以至少將射束導件126及質量分析器128抽真空。

【0031】 掃描系統130例如包含掃描元件146及聚焦及/或轉向元件148。

各別電源供應器（圖中未示）可操作性地耦接至掃描元件146以及聚焦及/或轉向元件148，且更特定而言，耦接至位於其中之各別電磁體片150及電極152。聚焦及/或轉向元件148例如接收具有相對較窄剖面之經質量分析離子束135（例如，在所說明之離子佈植系統100中的「筆形」射束）。施加至電極152之電壓操作以將經質量分析射束135聚焦及轉向至掃描元件146之掃描頂點154。在此實例中，施加至電磁體片150之電壓波形接著來回掃描經質量分析射束以界定經掃描射束156。將瞭解，掃描頂點154可界定為光學路徑中之點，在已藉由掃描元件146掃描之後，射束之每一小射束或經掃描部分呈現為自該點發出。

【0032】 在所說明之實例中，經掃描射束156接著通過包含兩個偶極磁體158A、158B之平行化器132（例如，平行化器/校正器組件）。偶極磁體158A、158B例如實質上係梯形且經定向以彼此成鏡像，從而使經掃描射束156彎曲成實質上S形。換言之，偶極磁體158A、158B具有相等的角度及半徑以及相反的曲率方向。

【0033】 平行化器132例如使經掃描射束156變更其射束路徑114C，使得經質量分析射束135平行於射束軸線行進而不管掃描角度。結果，跨越工件124，佈植角度相對均勻。在一個實例中，平行化器132中之一或多者亦充當偏轉組件，使得在平行化器上游產生之中性物將不遵循標稱路徑，且因此到達終端站106及工件124之機率較小。

【0034】 在此實例中，一或多個偏轉減速元件160位於平行化器132下游。至此，在離子佈植系統100中，離子束112、135一般以相對較高的能量位準輸送以減輕射束放大之傾向，射束放大之傾向在射束密度升高處（諸如，在掃描頂點154處）可尤其高。一或多個偏轉減速元件160例如包含可操作以使經質量分析射束135減速及/或偏轉之一或多個電極162。

【0035】 將瞭解，一或多個偏轉減速元件160可包含任何合適數目個電

極，該等電極經配置及偏壓以使離子加速及/或減速，以及聚焦、彎曲、偏轉、會聚、發散、掃描、平行化化及/或去污離子束112、135，諸如提供於Rathmell等人之美國專利第6,777,696號中，該專利之全部內容據此以引用之方式併入本文中。

【0036】 另外，聚焦及/或轉向元件148可包含靜電偏轉板（例如，一或多個對靜電偏轉板）以及單透鏡、四極透鏡及/或用以聚焦離子束之其他聚焦元件。連同一或多個偏轉減速元件160，平行化器132因此亦充當偏轉器以減少能量污染。將瞭解，亦可在額外方向上實施額外偏轉過濾器。舉例而言，圖1中之一或多個偏轉減速元件160使經質量分析射束135在y方向上偏轉以增加佈植之能量純度。

【0037】 根據本發明之一個例示性態樣，提供偏轉減速元件160且其經組態以提供在質量分析器128下游之經質量分析射束135的可選擇減速以選擇性地提供離子佈植系統之後減速及偏移操作模態。在後減速模態中，例如提供電極162以在質量分析器128之後選擇性地減小經質量分析射束135之能量。在偏移模態中，例如在質量分析器128之後不變更經質量分析射束135之能量。

【0038】 根據本發明之各種實例，如上文所陳述，質量分析器128經組態以選擇性地使射束路徑114變化，由此可移動質量分辨孔隙總成138可回應於射束路徑114藉由質量分析器128進行之選擇性變化而平移分辨孔隙136。此外，定位於可移動質量分辨孔隙總成138下游之偏轉減速元件160經組態以在經質量分析射束通過時選擇性地使射束路徑114變化，以及選擇性地使經質量分析射束減速。然而應注意，偏轉減速元件160可同樣保持無能量供給，由此諸如在以偏移模態操作離子佈植系統時，經質量分析射束135通過而無偏轉或減速。

【0039】 終端站106接著接收導向工件124之經質量分析射束135。應瞭解，可在離子佈植系統100中使用不同類型之終端站106。舉例而言，「分批」

型終端站可在旋轉支撐結構上同時支撐多個工件124，其中該等工件旋轉通過離子束112、135之路徑114直至所有工件經完全佈植。另一方面，「連續」型終端站沿射束路徑114支撐單一工件124以用於佈植，其中以連續方式一次一個地佈植多個工件，其中每一工件在下一工件之佈植開始之前經完全佈植。在混合系統中，可在第一（Y或慢速掃描）方向上機械地平移工件124，而在第二（X或快速掃描）方向上掃描射束以在整個工件上施加離子束112、135。

【0040】 在圖1之所說明實例中，終端站106為「連續」型終端站，其沿射束路徑114支撐單一工件以用於佈植。劑量測定系統164可進一步包括於終端站106中處於工件124之部位附近，用於在佈植操作之前進行校準量測。在校準期間，離子束112、135通過劑量測定系統164。劑量測定系統164包括一或多個剖面儀166，其可靜止或連續地橫越剖面儀路徑168，藉此量測離子束112、135（例如，經掃描或未掃描點或筆形射束）之剖面。

【0041】 在此實例中，一或多個剖面儀166可包含諸如法拉弟杯或量測杯之電流密度感測器，其量測經掃描射束之電流密度，其中電流密度隨佈植角度（例如，離子束112、135與工件124之機械表面之間的相對定向及/或離子束與工件之晶格結構之間的相對定向）而變。一或多個剖面儀166相對於經掃描射束156以大體正交方式移動且因此一般橫越帶狀射束之寬度。在一個實例中，劑量測定系統164經組態以量測或以其他方式判定離子束112、135之射束密度分佈及角分佈兩者。

【0042】 根據本發明，進一步提供控制器170（亦被稱作控制系統），由此該控制器經組態以控制離子佈植系統100，且與離子源108、質量分析器128、可移動質量分辨孔隙總成138及偏轉減速元件160通信及/或調整以上各者。因此，控制器170經組態而選擇性地以偏移模態及減速模態兩者操作離子佈植系統100，如上文所論述。控制器170可經進一步組態以控制孔隙掃描系統

130、平行化器132及劑量測定系統164。控制器170可包含電腦、微處理器等，且可操作以獲取射束特性之量測值並相應地調整參數。

【0043】 控制器170例如可耦接至各種電源供應器或與以下各者相關聯之其他控制設備（圖中未示）：終端機102，離子射束自其產生；以及射束線總成104之質量分析器128、掃描元件146、聚焦及/或轉向元件148、平行化器132及偏轉減速元件160。因此，此等元件中之任一者可藉由控制器170調整以促進所要離子佈植。舉例而言，離子束112、135之能量位準可經調適以藉由調整施加至離子提取總成120及偏轉減速元件160中之電極的偏壓來調整界面深度。

【0044】 舉例而言，產生於質量分析器128中之磁場的強度及定向可諸如藉由調節流經其中之場繞組的電流之量來調整以變更離子束112、135之荷質比。佈植角度可藉由協同可移動質量分辨孔隙總成138調整產生於質量分析器128中之磁場的強度或幅度來控制。控制器170可根據在此實例中來自一或多個剖面儀166之量測資料而進一步調整質量分析器128之磁場及孔隙板142之位置145（例如，藉由控制致動器144）。控制器170例如可進一步經由額外量測資料驗證調整且在必要時經由質量分析器128、可移動質量分辨孔隙總成138及偏轉減速元件160執行額外調整。

【0045】 圖2為說明根據本發明之態樣的使用質量分析器用於質量分析及角度校正之簡化離子佈植系統200的圖。提供離子佈植系統200作為實例，且應瞭解，其他變化及組態可用於本發明之替代態樣。

【0046】 離子佈植系統200包括產生離子束204之離子源202、質量分析器206、可移動質量分辨孔隙總成208、致動器210、控制器212（例如，控制系統）及角度量測系統214。離子源202可為基於電弧之源、基於RF之源、基於電子槍之源及其類似者，且產生沿射束路徑216的具有選定摻雜物或離子物種的離子束204用於佈植。離子源202提供具有初始能量及電流之離子束204。

【0047】 質量分析器206位於離子源202下游且對離子束204執行質量分析及初始角度校正。質量分析器206產生使具有選定荷質比之粒子/離子沿所要路徑行進的磁場。亦可調整磁場以適應角度校正從而變更所要路徑以實現角度校正或調整。

【0048】 四極透鏡或其他聚焦機構218可定位於質量分析器206下游以補償或減輕射束放大對離子束204之影響。舉例而言，聚焦機構218可定位於質量分析器206下游及可移動質量分辨孔隙總成208上游，使離子束204會聚。

【0049】 可移動質量分辨孔隙總成208定位於質量分析器206下游。可移動質量分辨孔隙總成208例如包括離子束204穿過之分辨孔隙220。孔隙220准許選定摻雜物/物種穿過，同時防止其他粒子穿過。另外，可移動質量分辨孔隙總成208可沿橫向於離子束204之路徑216的軸線移動。此准許可移動質量分辨孔隙總成208回應於離子束204通過質量分析器206之所要路徑216的改變而移動。致動器210機械地移動可移動質量分辨孔隙總成208，使得對應於由質量分析器206執行之角度調整，分辨孔隙220與離子束204之路徑216一致。在本發明之其他態樣中，致動器210亦可選擇其他分辨總成以適應其他分辨率及/或其他大小射束，如下文將論述。

【0050】 根據一個實例，分辨孔隙220經大小設定以適應離子束204之射束包絡。然而，在替代態樣中，分辨孔隙220可經大小設定以適應跨越一系列可能射束路徑216之射束包絡。

【0051】 控制器212負責在離子佈植期間控制及起始角度調整以及控制質量分析。控制器212例如耦接至質量分析器206及致動器210且控制兩個組件。角度量測系統214例如量測離子束204之入射角值且判定所需調整角度。角度量測系統214例如可使用量測杯（例如，法拉弟杯）或其他合適的量測裝置以獲得所量測入射角值。另外，角度量測系統214可導出或量測離子束204之平均入

射角值。角度量測系統214例如接著基於所量測或導出之入射角值及所要或選定入射角值將調整角度或校正值提供至控制器212。

【0052】 最初，控制器212以諸如零之標稱或基本角度值及選定荷質比來設定質量分析器206之磁場。另外，控制器212將分辨孔隙220之初始位置設定為與相關聯於基本角度值之標稱路徑222一致。在佈植期間，可自角度量測系統214接收非零調整角度。基於調整角度，控制器212調整質量分析器206之磁場使得具有選定荷質比之選定物種沿對應於調整角度之變更路徑224行進。另外，控制器212亦根據變更路徑224經由致動器210調整分辨孔隙220之定位。此後，角度量測系統214可提供額外調整角度以進一步調整佈植角度。

【0053】 根據本發明之一個實例，離子佈植系統200之此控制係在偏移模式中執行，控制器212經組態以控制射束路徑216以便使離子束204沿第一路徑226穿過分辨孔隙220而不經由偏轉減速元件230使經質量分析射束偏轉或減速。然而，在減速模式中，控制器212經組態以控制射束路徑216以便沿穿過分辨孔隙且穿過偏轉減速元件230之第二路徑228傳遞離子束204，經由該偏轉減速元件使經質量分析射束沿第二路徑偏轉及減速。因此，第二路徑228不同於第一路徑226，由此選擇性地使分辨孔隙220之位置變化係進一步基於射束路徑經由質量分析器206及偏轉減速元件230進行之選擇性變化。

【0054】 根據一個實例，在減速模式中，控制器212經組態以基於經質量分析射束之選擇性減速而使分辨孔隙220之位置變化。根據另一實例，角度量測系統214經組態以判定接近於工件232之射束入射角。控制器212因此經進一步組態以基於射束入射角變更與質量分析器206相關聯之磁場，其中選擇性地使射束路徑變化。因此，分辨孔隙220、質量分析器206及偏轉減速元件230經由控制器212以可操作方式彼此耦接，由此分辨孔隙220、質量分析器206及偏轉減速元件230可經組態以對離子束204通過質量分析器206之所要路徑之改變

作出回應。角度量測系統214結合分辨孔隙220、質量分析器206及偏轉減速元件230操作以使射束路徑變化來達成所要射束入射角，從而在減速模態或偏移模態中最佳地執行至工件232中之選擇性離子佈植。

【0055】 圖3A至圖3C為根據本發明之態樣的經提供以說明變更光束路徑及角度調整之離子佈植的一部分的視圖。該等視圖係出於說明之目的且作為實例而提供以便促進對本發明之理解。

【0056】 圖3A為根據本發明之態樣的離子佈植系統之一部分的視圖301，其中離子束沿基本或標稱路徑320行進。

【0057】 質量分析器306位於離子源（圖中未示）下游且對離子束執行質量分析及角度校正。質量分析器306產生使具有選定荷質比之粒子/離子沿所要路徑行進的磁場。亦可調整磁場以適應角度校正從而變更所要路徑以實現角度校正或調整。在此實例中，離子束沿與選定荷質比及標稱或零角度調整相關聯之基本或標稱路徑320行進。可在質量分析器306下游使用聚焦機構（圖中未示）以補償或減輕射束放大對離子束304之影響。

【0058】 可移動質量分辨孔隙總成310定位於透鏡308下游。可移動質量分辨孔隙總成310包括離子束304穿過之分辨孔隙312。分辨孔隙312准許選定摻雜物/物種穿過，同時防止其他粒子穿過。另外，可移動質量分辨孔隙總成310可沿橫向於離子束之路徑的軸線移動。

【0059】 對於標稱路徑320，可移動質量分辨孔隙總成310置放於標稱位置處使得離子束可穿過分辨孔隙312，同時阻擋其他粒子穿過。

【0060】 圖3B為根據本發明之態樣的離子佈植系統之一部分的視圖302，其中離子束沿變更路徑322行進。

【0061】 質量分析器306產生與圖3A中所展示及描述之場不同的場以便變更離子束之路徑。在一個實例中，質量分析器306增加所產生磁場之量值。

結果，離子束沿變更路徑322而非標稱路徑320行進。變更路徑322對應於第一角度調整或偏差。變更路徑322穿過透鏡308且朝向可移動質量分辨孔隙總成310。舉例而言，在視圖302中，可移動質量分辨孔隙總成310在正方向上移動使得分辨孔隙312准許離子束在彼處沿變更路徑322穿過。類似地，圖3C為根據本發明之態樣的離子佈植系統之一部分的另一視圖303，其中離子束沿變更路徑324行進。

【0062】 再次，質量分析器306產生與圖3A及圖3B所展示及描述之場不同的場以便變更離子束之路徑。在一個實例中，質量分析器306減小所產生磁場之量值。結果，離子束沿變更路徑324而非標稱路徑320行進。變更路徑324對應於第二角度調整或偏差。變更路徑324穿過透鏡308且朝向可移動質量分辨孔隙總成310。在此實例中，可移動質量分辨孔隙總成310在負方向上定位使得分辨孔隙312准許離子束在彼處沿變更路徑324穿過，同時阻擋非選定物種及不想要的粒子。

【0063】 如上文所陳述，可移動分辨孔隙總成包含離子束行進穿過之分辨孔隙。分辨孔隙之形狀及大小一般取決於所要離子束之質量分辨率以及大小及形狀，亦被稱作射束包絡。較大分辨孔隙產生較低射束分辨率，此係因為較多不想要的粒子及離子可穿過此孔隙。類似地，較小分辨孔隙產生較大射束分辨率，此係因為較少不想要的粒子及離子可穿過此孔隙。然而，較高分辨率亦可防止較多選定或所要物種穿過分辨孔隙，藉此引起不合需要的射束電流損失。因此，分辨孔隙典型地根據所要質量分辨率及射束包絡而進行大小設定。

【0064】 另外，本發明之分辨孔隙亦可經設計以適應對應於一系列可能角度調整之變化射束路徑。以上圖3A至圖3C描繪一些可能變化路徑之一些實例。分辨孔隙可適當地經大小設定以適應此等變化射束路徑。

【0065】 圖4為根據本發明之態樣的可移動質量分辨孔隙總成400之側視

圖。該視圖係作為實例提供且並不意欲限制本發明。在此實例中，總成400可容納允許改變所使用之分辨孔隙的抽取式板。另外，在此實例中，總成400可根據變化形狀之射束及/或變化之質量分辨率操作。因此，可在此等系統內使用不同大小的射束且可使用不同的板以適應變化的射束包絡。另外，可使用不同的板以適應變化的分辨率及角度調整範圍。

【0066】 在圖4中，總成400包含固持分辨板404之臂402。分辨板404包括具有選定大小及形狀之複數個分辨孔隙406、408、410，其可對應於選定射束包絡、選定分辨率及/或角度調整範圍。

【0067】 第一孔隙406具有對應於射束包絡、選定分辨率及/或角度調整範圍之選定大小及形狀。在此實例中，第一孔隙406在y方向上之大小（例如，高度）足夠大而無法擋住離子束在y方向上穿過，而在x方向上，第一孔隙之大小（例如，寬度）相對較小。因此，例如，第一孔隙406可適應在x方向上之大小或寬度相對較小的離子束。

【0068】 第二孔隙408具有對應於第二波束包絡、第二選定分辨率及/或第二角度調整範圍之第二選定大小及第二形狀。作為實例，第二孔隙408可適應中等寬度離子束。

【0069】 第三孔隙410具有對應於第三射束包絡、第三選定分辨率及/或第三角度調整範圍之第三選定大小及第三形狀。作為實例，第三孔隙可適應相對較寬之離子束。

【0070】 應注意，出於說明之目的，孔隙406、408、410之y方向描繪為類似的，然而，本發明之態樣亦可包括y方向之變化。另外，本發明之態樣可在單一板上包括更多或更少孔隙。

【0071】 在操作期間，總成400經定位使得孔隙中之一者沿離子束之路徑定位以自離子束移除污染物或未選定材料。選定孔隙對應於選定射束包絡及/或

選定質量分辨率。應瞭解，射束之材料或部分可穿過非選定孔隙中之一者，但彼等部分一般不傳播至目標工件，且可有利地被額外孔隙阻擋。舉例而言，雖然未展示，此額外孔隙可在所要射束路徑上居中，同時阻擋任何其他射束。

【0072】 圖5為根據本發明之態樣的調整佈植角度之方法500的流程圖。方法500可藉由校正或調整佈植角度在離子佈植期間促進跨越工件之表面的離子流之均勻角分佈。應瞭解，方法500亦可參考以上諸圖及描述。

【0073】 方法500在區塊502處開始，其中根據所要物種、能量、電流及其類似者選擇離子源之參數。離子源可為基於電弧或非基於電弧之離子源，諸如基於RF或電子槍之離子源。可藉由選擇用於離子源之一或多種源材料來選擇一或多種物種。可藉由調變功率值及/或電極來選擇電流。

【0074】 在區塊504處，根據對應於選定物種及基本或標稱角度之荷質比選擇質量分析器之參數。設定諸如施加至線圈繞組之電流的參數以產生使選定物種沿對應於標稱角度之標稱或基本路徑行進且通過質量分析器的磁場。

【0075】 亦在區塊506處選擇分辨孔隙之初始定位。初始定位對應於基本路徑且根據選定質量分辨率准許在彼處穿過。

【0076】 在區塊508處，在起始離子佈植時產生離子束。在區塊510處，獲得離子束之平均入射角。在一個實例中，可量測平均入射角。在另一實例中，獲得多個射束角度量測且自其導出平均值。應注意，亦可使用其他射束量測及角度值。舉例而言，無論何時在適用時，可考量加速及/或減速之影響來使用經由離子佈植機之光學訓練計算平均角度。

【0077】 在區塊512處，自選定佈植角度及所獲得之平均角度導出角度調整。舉例而言，若選定角度等於平均角度，則角度調整為零。在區塊514處，根據角度調整判定及應用磁場校正及孔隙位置校正。磁場校正調整離子束之路徑以校正離子束之角度。孔隙位置校正移動分辨孔隙使得選定物種可穿過。

【0078】 應注意，可限制角度調整及/或磁場校正以便防止過度調整。又，可藉由使用迭代校正演算法減小角度調整之誤差。在此等情況下，合適的角度校正可進行數個遍次。

【0079】 在區塊516處，在應用場及位置校正之後獲得校正之平均佈植角度。如在區塊510中，獲得校正之平均佈植角度若如在區塊518處判定，第二平均角度並不足夠接近選定佈植角度或不在可接受容限內，則方法返回至區塊510且以迭代方式繼續直至離子束之平均角度在選定角度之可接受容限內。

【0080】 應瞭解，按以上次序描述方法500以便促進對本發明之理解。應注意，根據本發明，可按其他合適的排序執行方法500。另外，在本發明之其他態樣中，可省略一些區塊且執行其他額外功能。

【0081】 圖6說明用於校正諸如上文所論述之離子佈植系統中之任一者的離子佈植系統中之佈植角度的方法600。在區塊602中，針對所要物種、能量及電流中之一或多者調節離子源。在區塊604中，在處於偏移模態或減速（deceleration/decel）操作模態中時選擇射束路徑。在區塊606中，調節可移動質量分辨孔隙總成以在工件部位處實現所要質量分辨率及所要離子束。

【0082】 在動作608中，量測離子束之角度且計算平均角度。在動作610中，作出關於平均角度是否被視為滿足預定準則之判定。舉例而言，若正執行任何加速及/或減速，則可計算經由離子佈植系統之平均角度的折射。

【0083】 在動作612中，角度之折射率及對磁場之敏感度用以計算磁場校正以便將可移動質量分辨孔隙之位置修改至新焦點。在動作614中，應用磁場校正，由此可移動質量分辨孔隙移動至在焦點處之新位置。

【0084】 在動作616中，量測離子束之角分佈以便驗證平均角度經校正。若未恰當地校正平均角度，則在動作618中，使用角度資料及所應用之磁場校正來計算新敏感度，由此在動作620中，應用新的校正。在動作622中，作出關

於是否達到所要佈植角度之判定，且若未達到所要佈植角度，則程序回復至動作616。若在動作622中判定達到所要佈植角度，則至工件中之佈植可按所要佈植角度開始。

【0085】 因此，本發明由此預期在離子佈植期間，跨越半導體工件之表面的離子流之均勻角分佈可係重要的考慮因素。舉例而言，離子束之角範圍經由諸如光阻遮罩或CMOS電晶體閘極之豎直結構下方的晶體取道效應或陰影效應來界定佈植性質。離子束之不受控制的角範圍導致不受控制且常常不合需要的佈植性質。

【0086】 因此，使用多種射束診斷設備高度準確地量測離子束之角範圍，射束診斷設備中之一些已在上文進行論述。可接著在角度校正方法中使用量測資料。一旦應用校正，便重複射束角度之量測及其調整直至實現所要射束角分佈。

【0087】 離子佈植中之另一考慮因素係能量純度。舉例而言，在具有減速之離子植入系統中，有利地使粒子在減速之後自較高能量離子行進所在的路徑偏轉至新路徑使得未減速之中性物不會到達工件。此偏轉例如需要射束路徑改變以及角度改變，其可能需要後續校正。本發明因此提供用於在利用射束偏轉以獲得能量純度之離子佈植系統中提供射束路徑改變及控制離子束角度之新穎的系統及方法。

【0088】 舉例而言，在離子佈植系統之偏移操作期間，射束路徑由質量分析器（質量分辨偶極）之焦點及工件上之佈植位置判定。質量分辨孔隙例如定位於質量分析器之焦點處，由此僅穿過質量分辨孔隙之射束到達工件。在離子佈植系統之減速操作中，藉由利用質量分析器之磁體使離子束轉向使得質量分辨焦點自偏移焦點側向地平移來實現射束路徑改變。致動器將質量分辨孔隙移動至新的焦點，由此穿過經移位質量分辨孔隙之小射束進入偏轉減速級，由

此離子經重新導向工件。

【0089】 本發明預期減速級之偏轉角一般界定到達工件之離子束的能量純度。角度校正可較佳藉由控制經質量分辨筆形射束之角度來執行，該控制係藉由控制質量分析器處之質量分辨磁偶極場之幅度來進行。在一些應用中，例如，此類型之角度校正可足夠。然而，在其他應用中，可能需要量測及控制角度校正且在校正期間及/或在校正之後調整質量分辨孔隙之位置。

【0090】 本發明預期進一步預期對於不同離子束，質量分辨率要求可變化。因而，本發明之可移動質量分辨孔隙總成及系統可經組態以用於多個目的，諸如選擇具有相對較小開口之所要質量分辨孔隙用於相對較高分辨率植入或選擇較大開口用於較低分辨率植入。

【0091】 根據另一態樣，可使用電腦程式碼在一或多個通用電腦或基於處理器之系統中實施前述方法。如圖7中所說明，根據另一實施例提供基於處理器之系統700的方塊圖。舉例而言，圖1之控制器170或圖2之控制器212可包含圖7之基於處理器之系統700。基於處理器之系統700例如係通用電腦平台且可用以實施本文中所論述之程序。基於處理器之系統700可包含處理單元702，諸如桌上型電腦、工作站、膝上型電腦或針對特定應用訂製之專用單元。基於處理器之系統700可配備有顯示器718及一或多個輸入/輸出裝置720，諸如滑鼠、鍵盤或印表機。處理單元702可包括連接至匯流排710之中央處理單元（CPU）704、記憶體706、大容量儲存裝置708、視訊配接器712及I/O介面714。

【0092】 匯流排710可係包括記憶體匯流排或記憶體控制器、周邊匯流排或視訊匯流排的任何類型之若干匯流排架構中之一或多者。CPU 704可包含任何類型之電子資料處理器，且記憶體706可包含任何類型之系統記憶體，諸如靜態隨機存取記憶體（SRAM）、動態隨機存取記憶體（DRAM）或唯讀記憶

體 (ROM)。

【0093】 大容量儲存裝置708可包含經組態以儲存資料、程式及其他資訊且使該資料、程式及其他資訊可經由匯流排710存取的任何類型之儲存裝置。大容量儲存裝置708可包含例如硬碟驅動機、磁碟驅動機或光碟驅動機中之一或多者。大容量儲存裝置708可包含非暫時性電腦可讀取媒體。

【0094】 視訊配接器712及I/O介面714提供用以將外部輸入及輸出裝置耦接至處理單元702之介面。輸入及輸出裝置之實例包括耦接至視訊配接器712之顯示器718及耦接至I/O介面714之I/O裝置720，諸如滑鼠、鍵盤、印表機及其類似者。其他裝置可耦接至處理單元702，且可利用額外或較少介面卡。舉例而言，串列介面卡（圖中未示）可用以提供用於印表機之串列介面。處理單元702亦可包括網路介面716，其可為至區域網路（LAN）或廣域網路（WAN）722之有線鏈路，及/或無線鏈路。

【0095】 應注意，基於處理器之系統700可包括其他組件或不包括本文中所述之一些組件。舉例而言，基於處理器之系統700可包括電源供應器、纜線、主機板、抽取式儲存媒體、外殼及其類似者。儘管未展示，但此等其他組件被視為基於處理器之系統700之部分。

【0096】 本發明之實施例可諸如藉由由CPU 704執行之程式碼而實施於基於處理器之系統700上。根據上文所描述之實例及實施例的各種方法可由程式碼實施。因此，在本文中省略明確的論述。

【0097】 另外，應注意，圖1中之系統100的任何控制模組及/或控制件均可實施於圖7之一或多個基於處理器之系統700上。不同模組與裝置之間的通信可取決於實施模組之方式而變化。若模組實施於一個基於處理器之系統700上，則資料可在CPU 704執行用於不同步驟之程式碼之間保存在記憶體706或大容量儲存器708中。該資料接著可由在執行各別步驟期間經由匯流排710存取記

憶體706或大容量儲存器708之CPU 704提供。若模組實施於不同的基於處理器之系統700上或若資料將自諸如單獨資料庫之另一儲存系統提供，則資料可經由I/O介面714或網路介面716提供於系統700之間。類似地，由裝置或級提供之資料可藉由I/O介面714或網路介面716輸入至一或多個基於處理器之系統700中。一般熟習此項技術者將容易地理解涵蓋於不同實施例之範圍內的在實施系統及方法中之其他變化及修改。

【0098】 儘管已關於一或多個實施說明及描述本發明，但可對所說明實例進行變更及/或修改而不背離隨附申請專利範圍之精神及範圍。特別關於由上述組件或結構（區塊、單元、引擎、總成、裝置、電路、系統等）執行之各種功能，除非另外指示，否則用以描述此等組件之術語（包括對「構件」之提及）意欲對應於執行所描述組件之指定功能（例如，在功能上等效）的任何組件或結構，即使在結構上不等效於執行本發明之本文中所說明例示性實施中之功能的所揭示結構亦如此。此外，雖然可能已關於若干實施中之僅一者揭示本發明之特定特徵，但當對於任何給定或特定應用而言為所要且有利時，此類特徵可與其他實施之一或多個其他特徵組合。如本文中所使用之術語「例示性」意欲暗示實例，而非最好或優良的。此外，就實施方式或申請專利範圍中使用術語「包括（including/includes）」、「具有（having/has/with）」或其變體的程度而言，此類術語意欲以類似於術語「包含（comprising）」的方式為包括性的。

【符號說明】

【0099】

100：離子佈植系統

102：終端機

- 104：射束線總成
- 106：終端站
- 108：離子源
- 110：高壓電源供應器
- 112：離子束
- 114：射束路徑
- 114A：射束路徑
- 114B：射束路徑
- 114C：射束路徑
- 116：產生腔室
- 118：孔隙
- 120：離子提取總成
- 122：提取及/或抑制電極
- 124：工件
- 126：射束導件
- 128：質量分析器
- 130：掃描系統
- 132：平行化器
- 134：側壁
- 135：經質量分析離子束
- 136：分辨孔隙
- 138：可移動質量分辨孔隙總成
- 142：孔隙板
- 144：致動器

- 145：箭頭/孔隙板之位置
- 146：掃描元件
- 148：聚焦及/或轉向元件
- 150：電磁體片
- 152：電極
- 154：掃描頂點
- 156：經掃描射束
- 158A：偶極磁體
- 158B：偶極磁體
- 160：偏轉減速元件
- 162：電極
- 164：劑量測定系統
- 166：剖面儀
- 168：剖面儀路徑
- 170：控制器
- 200：簡化離子佈植系統
- 202：離子源
- 204：離子束
- 206：質量分析器
- 208：可移動質量分辨孔隙總成
- 210：致動器
- 212：控制器
- 214：角度量測系統
- 216：射束路徑

- 218：聚焦機構
- 220：分辨孔隙
- 222：標稱路徑
- 224：變更路徑
- 226：第一路徑
- 228：第二路徑
- 230：偏轉減速元件
- 232：工件
- 301：視圖
- 302：視圖
- 303：視圖
- 304：離子束
- 306：質量分析器
- 308：透鏡
- 310：可移動質量分辨孔隙總成
- 312：分辨孔隙
- 320：基本或標稱路徑
- 322：變更路徑
- 324：變更路徑
- 400：可移動質量分辨孔隙總成
- 402：臂
- 404：分辨板
- 406：分辨孔隙/第一孔隙
- 408：分辨孔隙/第二孔隙

410：分辨孔隙/第三孔隙
500：調整佈植角度之方法
502：區塊
504：區塊
506：區塊
508：區塊
510：區塊
512：區塊
514：區塊
516：區塊
518：區塊
600：用於校正離子佈植系統中之佈植角度的方法
602：區塊
604：區塊
606：區塊
608：動作
610：動作
612：動作
614：動作
616：動作
618：動作
620：動作
622：動作
700：基於處理器之系統

- 702：處理單元
- 704：中央處理單元（CPU）
- 706：記憶體
- 708：大容量儲存裝置
- 710：匯流排
- 712：視訊配接器
- 714：I/O介面
- 716：網路介面
- 718：顯示器
- 720：輸入/輸出裝置
- 722：區域網路（LAN）或廣域網路（WAN）

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種離子佈植系統，其包含：

一離子源，其經組態以形成一離子束；

一質量分析器，其經組態以自該離子束選擇性地分離具有一預定荷質比之離子，於其中沿一射束路徑界定一經質量分析射束，其中該質量分析器經組態以選擇性地使該射束路徑變化；

一可移動質量分辨孔隙總成，其具有經組態以准許該經質量分析射束之選定物種穿過的一分辨孔隙，且其中該可移動質量分辨孔隙總成經組態以回應於該射束路徑藉由該質量分析器進行之選擇性變化而選擇性地使該分辨孔隙之一位置變化；

一偏轉減速元件，其定位於該可移動質量分辨孔隙總成下游且經組態以選擇性地使穿過其之該射束路徑變化，其中該偏轉減速元件經進一步組態以選擇性地使該經質量分析射束減速；及

一控制器，其經組態以控制該離子源、該質量分析器、該可移動質量分辨孔隙總成及該偏轉減速元件以選擇性地以一偏移模態及一減速模態操作該離子佈植系統，其中在該偏移模態中，該控制器經組態以控制該射束路徑以便使該經質量分析射束沿一第一路徑穿過該分辨孔隙而不經由該偏轉減速元件使該經質量分析射束偏轉或減速，且其中在該減速模態中，該控制器經組態以控制該射束路徑以便沿穿過該分辨孔隙之一第二路徑傳遞該經質量分析射束且經由該偏轉減速元件使該經質量分析射束沿該第二路徑偏轉及減速，其中該第二路徑不同於該第一路徑，且其中選擇性地使該分辨孔隙之該位置變化係基於該射束路徑經由該質量分析器及該偏轉減速元件進行之該選擇性變化。

【第2項】如請求項1所述之離子佈植系統，其中該可移動質量分辨孔隙總成包含可操作以耦接至一致動器之一分辨板，其中該分辨孔隙界定於該分辨板

中，且其中該控制器經組態以經由對該致動器之一控制選擇性地使該分辨板之位置變化。

【第3項】如請求項2所述之離子佈植系統，其中該控制器經進一步組態以基於該離子束之一選定射束包絡及一選定質量分辨率中之一或多者而使接近於該質量分析器之一出口的該分辨孔隙之該位置變化。

【第4項】如請求項3所述之離子佈植系統，其中該控制器經進一步組態以基於該經質量分析射束在該減速模態中之選擇性減速而使該分辨孔隙之該位置變化。

【第5項】如請求項3所述之離子佈植系統，其中該分辨板包含界定於其中之具有複數個各別大小及形狀的複數個孔隙，其中該控制器經進一步組態以基於該離子束之該選定射束包絡及該選定質量分辨率中之該一或多者而使接近於該質量分析器之該出口的複數個分辨孔隙之一位置變化。

【第6項】如請求項1所述之離子佈植系統，其進一步包含經組態以判定接近於一工件之一射束入射角的一角度量測系統，其中該控制器經進一步組態以基於該射束入射角變更與該質量分析器相關聯之一磁場，其中選擇性地使該射束路徑變化。

【第7項】如請求項6所述之離子佈植系統，其中該控制器經進一步組態以基於該射束入射角使該分辨孔隙之該位置變化，其中選擇性地使該射束路徑變化。

【第8項】如請求項6所述之離子佈植系統，其中該角度量測系統包含經組態以平移通過該射束路徑且量測複數個部位處之複數個射束入射角的一量測杯。

【第9項】如請求項1所述之離子佈植系統，其進一步包含：

一掃描器，其定位於該可移動質量分辨孔隙總成下游，其中該掃描器經組

態以跨越該射束路徑之一部分產生一時變振盪磁場；及

一平行化器，其定位於該掃描器下游，其中該平行化器經組態以平行於一共同軸線而重新引導該經質量分析射束。

【第10項】一種離子佈植系統，其包含：

一離子源，其具有一提取孔隙，經由該提取孔隙提取一離子束；

一質量分析器，其經組態以對該離子束進行質量分析且選擇性地輸出具有一射束路徑之一經質量分析射束，其中該質量分析器經組態以選擇性地使該射束路徑變化；

一可移動質量分辨孔隙總成，其具有一分辨孔隙，其中該可移動質量分辨孔隙總成經組態以准許該經質量分析射束之選定物種穿過該分辨孔隙，且其中可移動質量分辨孔隙總成經組態以回應於該射束路徑藉由該質量分析器進行之選擇性變化而選擇性地使該分辨孔隙之一位置變化；

一偏轉減速元件，其經組態以選擇性地使該射束路徑變化，該偏轉減速元件在該可移動質量分辨孔隙總成下游，其中該偏轉減速元件經進一步組態以選擇性地使該經質量分析射束減速；

一終端站，其經組態以支撐待植入有來自該經質量分析射束之離子的一工件；及

一控制器，其經組態以控制該離子源、該質量分析器、該可移動質量分辨孔隙總成及該偏轉減速元件以選擇性地以一偏移模態及一減速模態操作該離子佈植系統，其中在該偏移模態中，該控制器經組態以控制該射束路徑以便使該經質量分析射束沿一第一路徑穿過該分辨孔隙而不經由該偏轉減速元件使該經質量分析射束偏轉或減速，且其中在該減速模態中，該控制器經組態以控制該射束路徑以便沿穿過該分辨孔隙之一第二路徑傳遞該經質量分析射束且經由該偏轉減速元件使該經質量分析射束沿該第二路徑偏轉及減速，其中該第二路徑

不同於該第一路徑，其中選擇性地使該分辨孔隙之該位置變化係基於該射束路徑經由該質量分析器及該偏轉減速元件進行之該選擇性變化。

【第11項】如請求項10所述之離子佈植系統，其中該第一路徑以一標稱入射角與該工件相交且該第二路徑以一經調整入射角與該工件相交，其中該經調整入射角不同於該標稱入射角。

【第12項】如請求項10所述之離子佈植系統，其中該可移動質量分辨孔隙總成包含可操作以耦接至一致動器之一分辨板，其中該分辨孔隙界定於該分辨板中，且其中該控制器經組態以經由對該致動器之一控制選擇性地使該分辨板之位置變化。

【第13項】如請求項12所述之離子佈植系統，其中該控制器經進一步組態以基於該離子束之一選定射束包絡及一選定質量分辨率中之一或多者而使接近於該質量分析器之一出口的該分辨孔隙之該位置變化。

【第14項】如請求項13所述之離子佈植系統，其中該控制器經進一步組態以基於該經質量分析射束在該減速模態中之選擇性減速而使該分辨孔隙之該位置變化。

【第15項】如請求項13所述之離子佈植系統，其中該分辨板包含界定於其中之具有複數個各別大小及形狀的複數個孔隙，其中該控制器經進一步組態以基於該離子束之該選定射束包絡及該選定質量分辨率中之該一或多者而使接近於該質量分析器之該出口的複數個分辨孔隙之一位置變化。

【第16項】如請求項10所述之離子佈植系統，其進一步包含定位於該質量分析器下游及該可移動質量分辨孔隙總成上游之一聚焦組件，其中該聚焦組件經組態以使該經質量分析射束會聚。

【第17項】如請求項10所述之離子佈植系統，其進一步包含經組態以判定接近於該工件之一射束入射角的一角度量測系統，其中該控制器經進一步組態

以基於該射束入射角變更與該質量分析器相關聯之一磁場，其中選擇性地使該射束路徑變化。

【第18項】如請求項17所述之離子佈植系統，其中該控制器經進一步組態以基於該射束入射角使該分辨孔隙之該位置變化，其中選擇性地使該射束路徑變化。

【第19項】如請求項17所述之離子佈植系統，其中該角度量測系統包含經組態以平移通過該射束路徑且量測複數個部位處之複數個射束入射角的一量測杯。

【第20項】如請求項10所述之離子佈植系統，其進一步包含：

一掃描器，其定位於該可移動質量分辨孔隙總成下游，其中該掃描器經組態以跨越該射束路徑之一部分產生一時變振盪磁場；及

一平行化器，其定位於該掃描器下游，其中該平行化器經組態以平行於一共同軸線而重新引導該經質量分析射束。

【發明圖式】

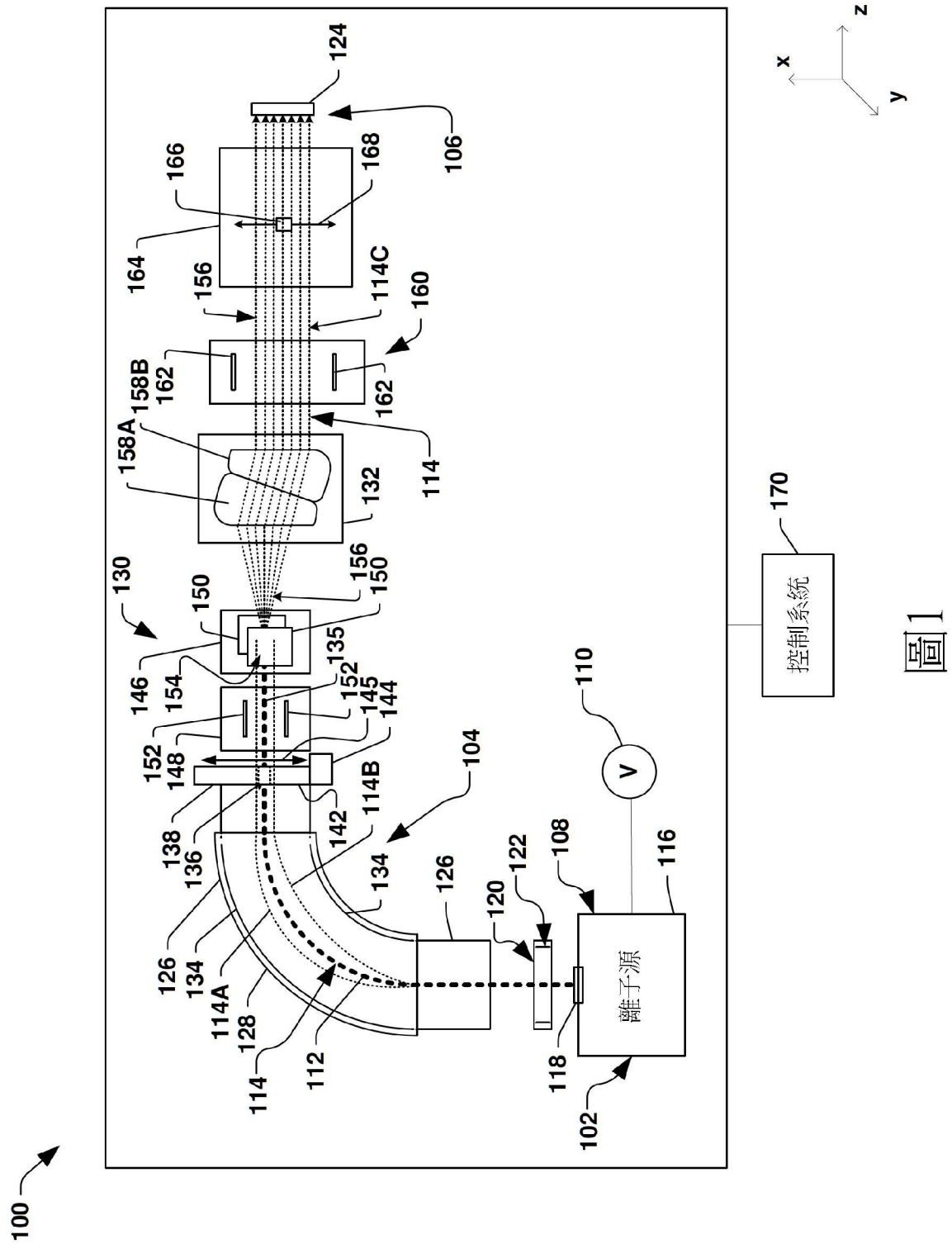


圖1

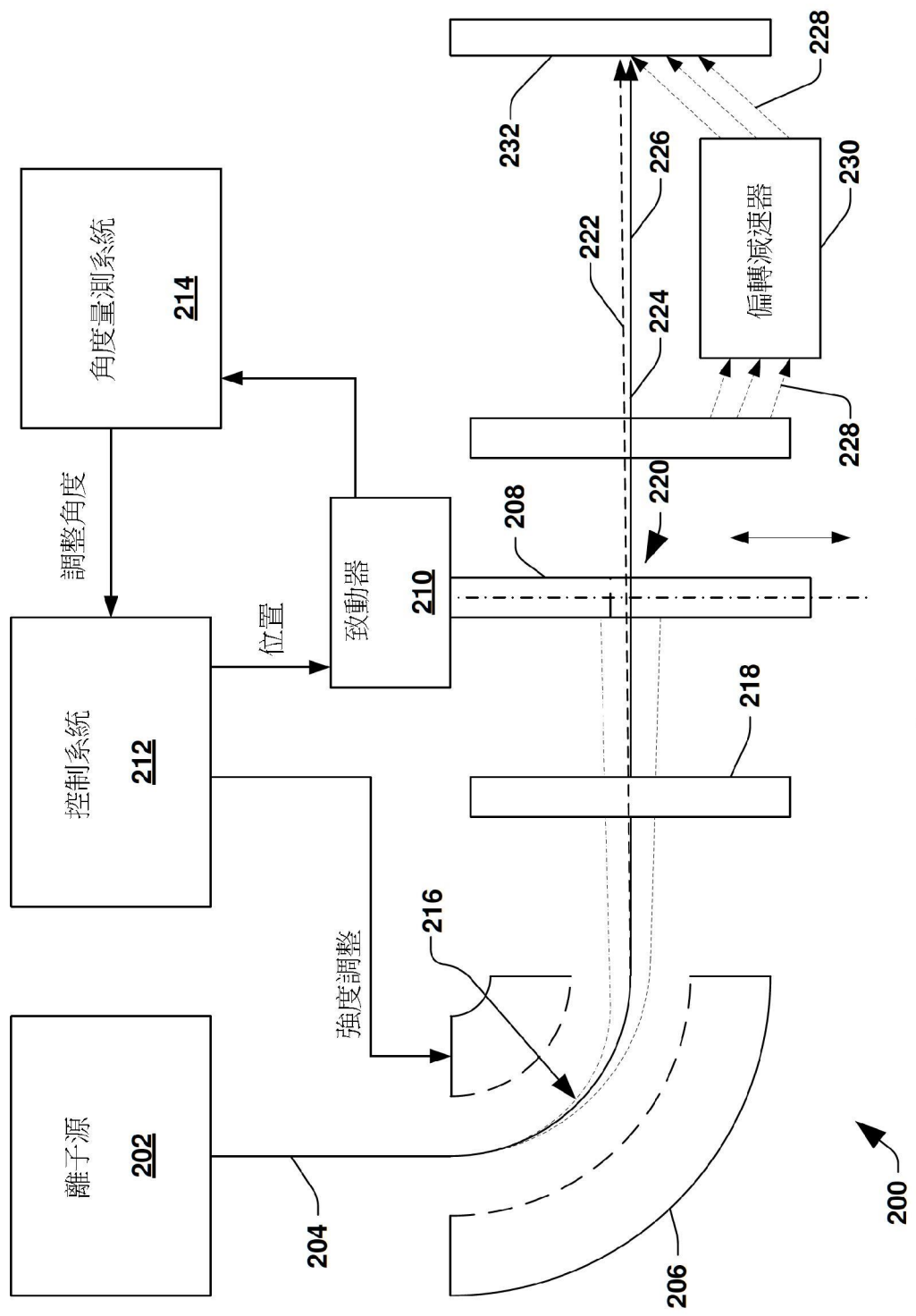


圖2

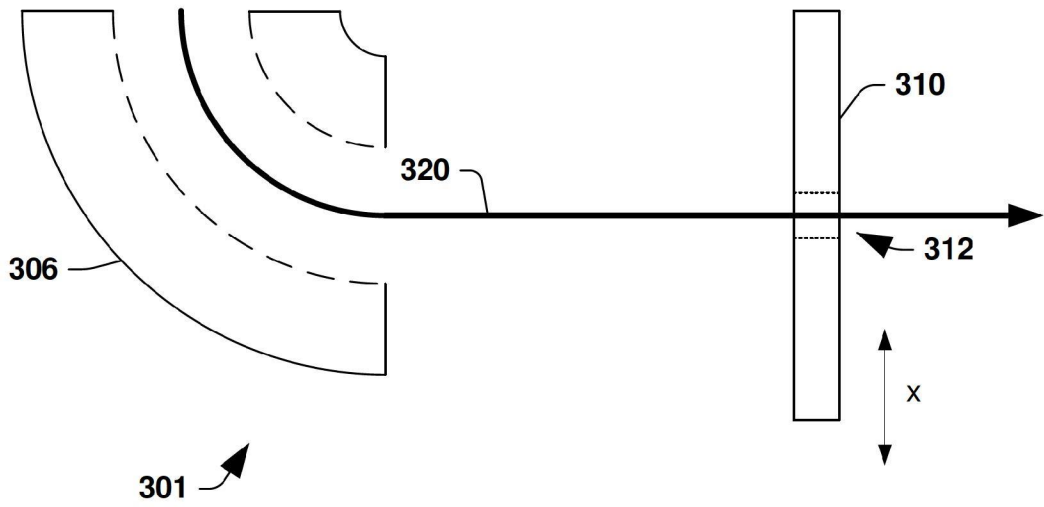


圖3A

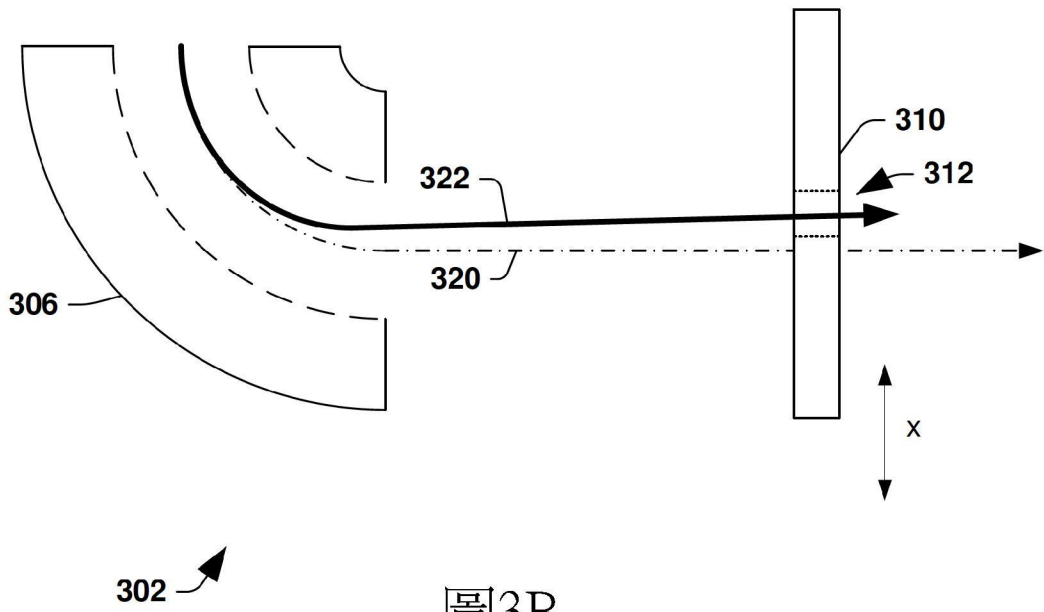


圖3B

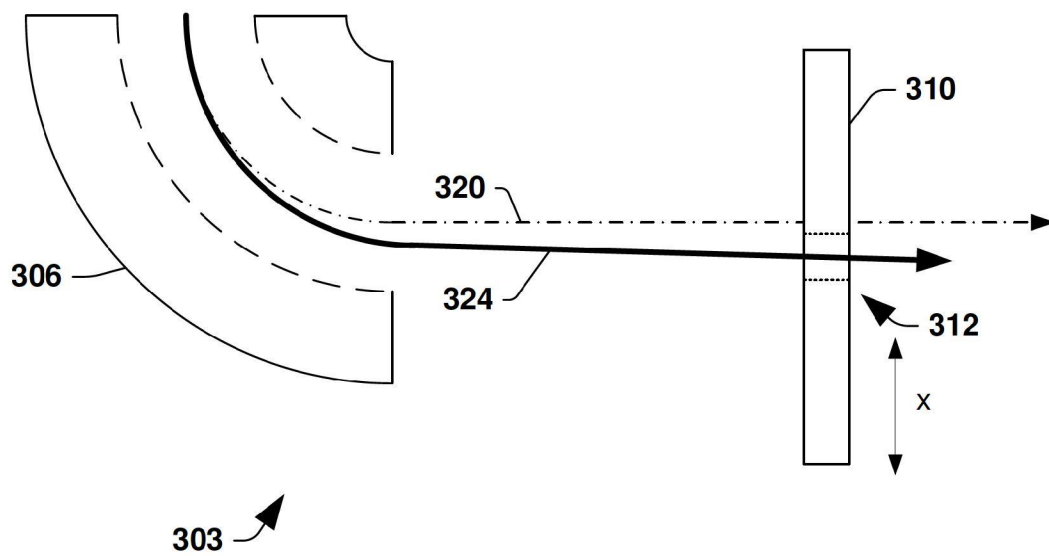
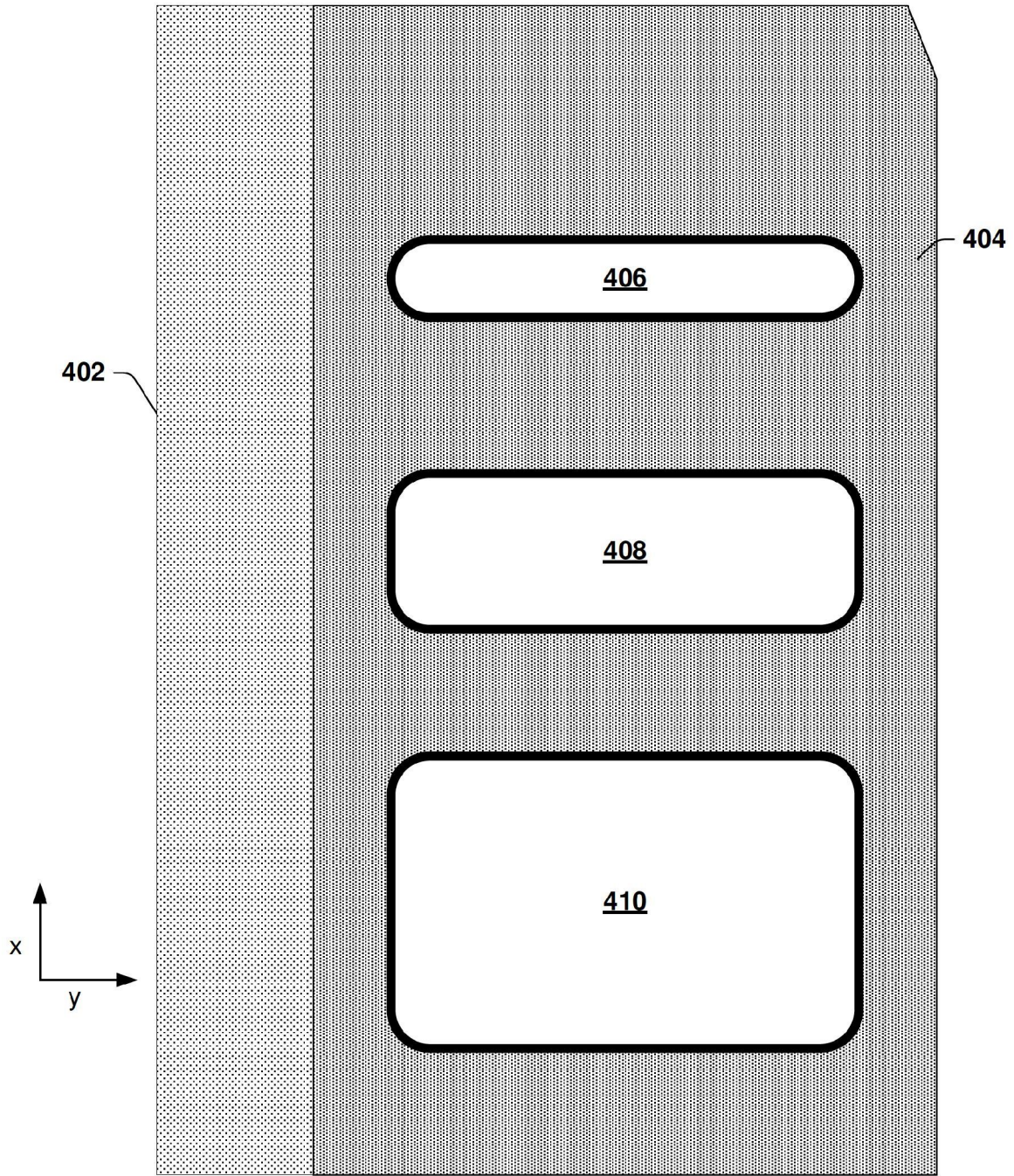
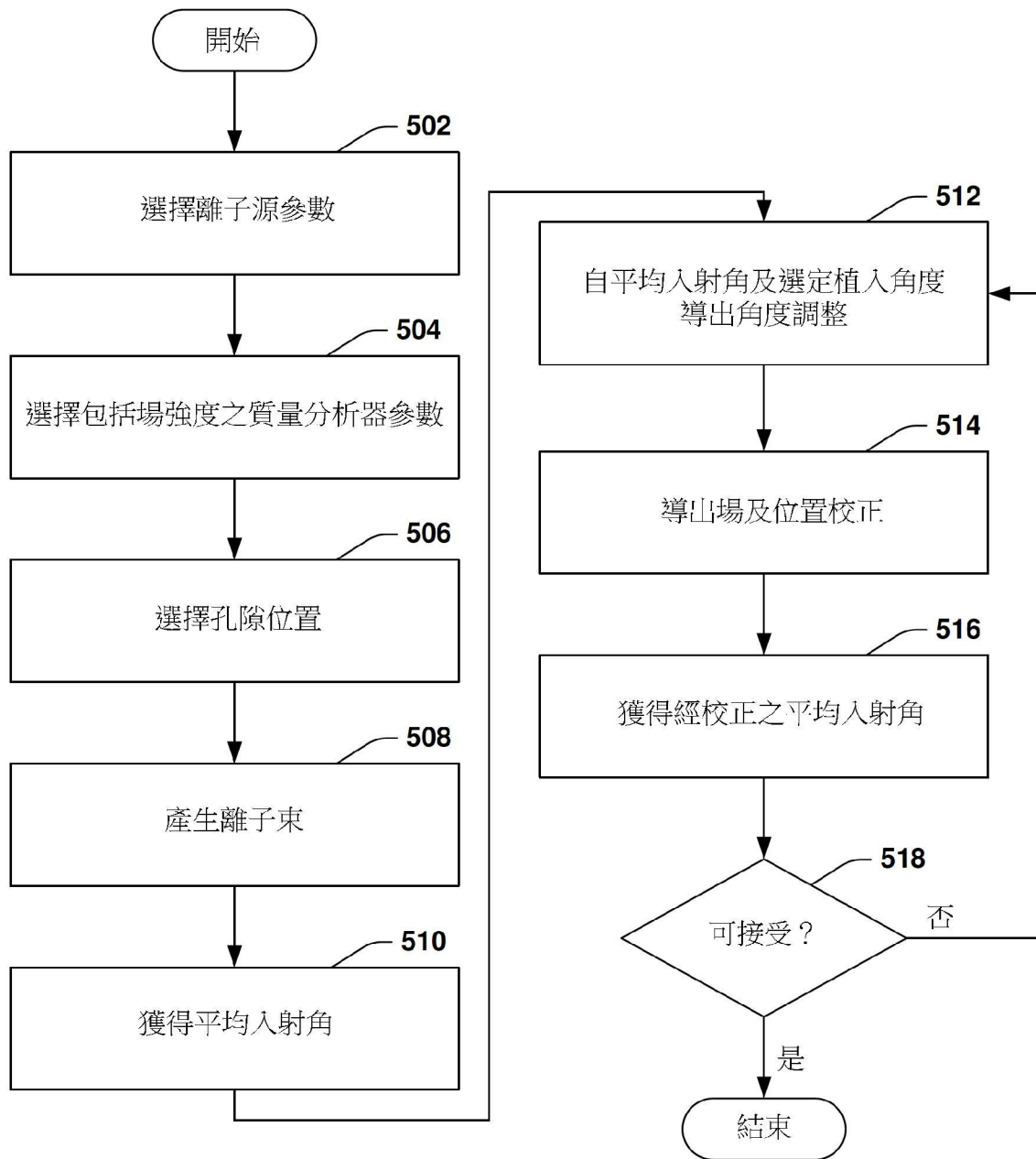


圖3C



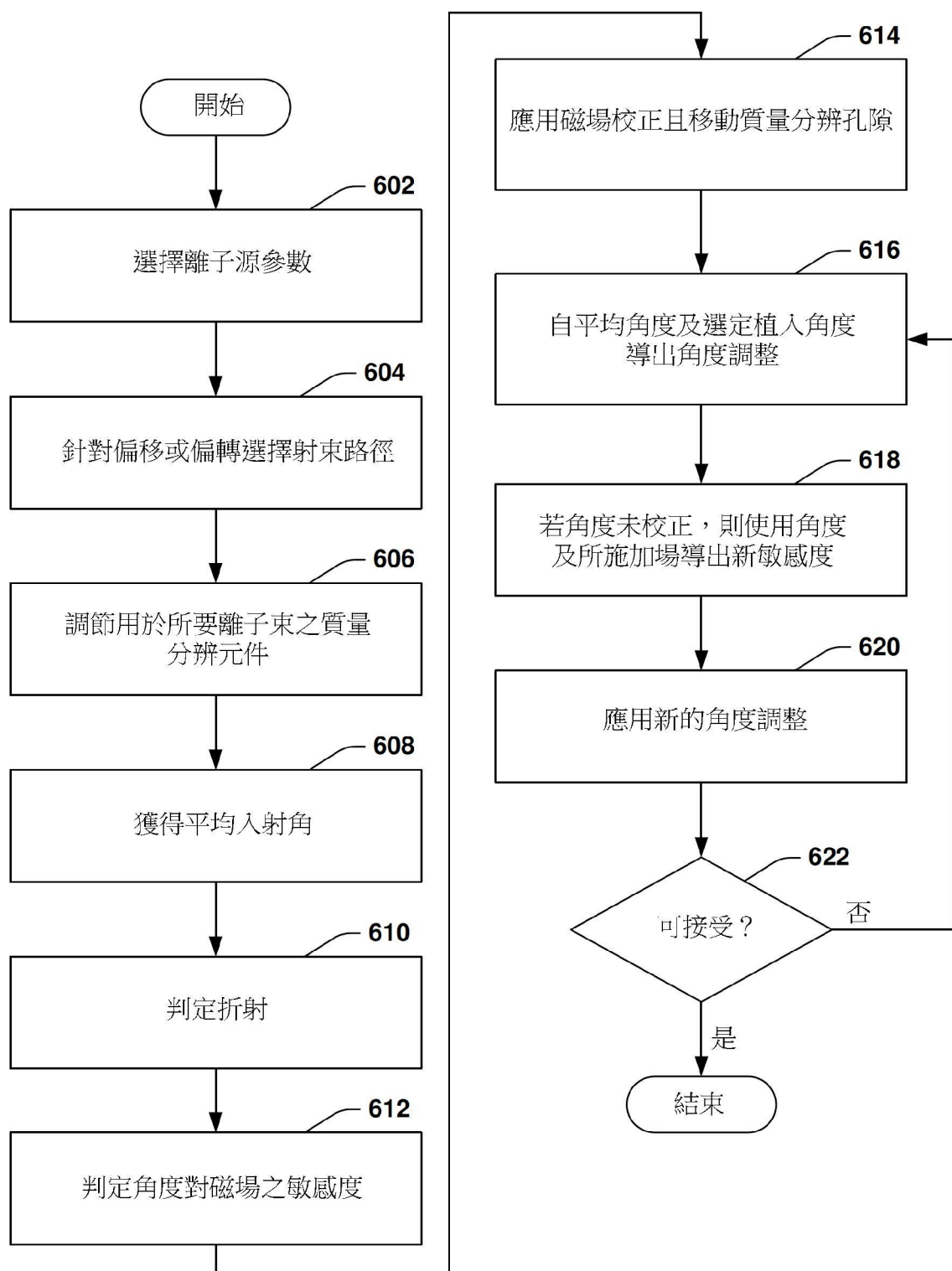
400 ↗

圖4



500 ↗

圖5



600 ↗

圖6

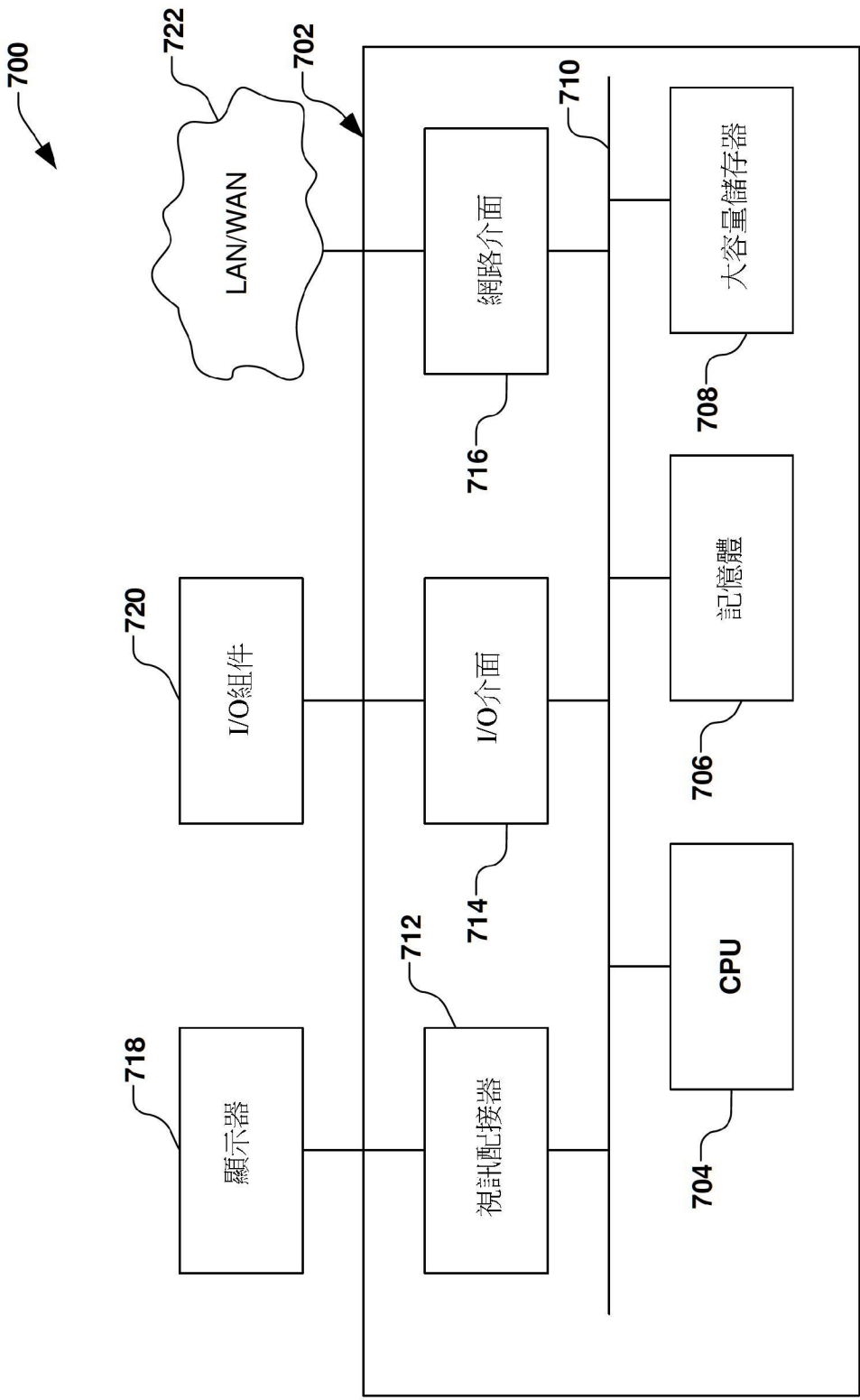


圖7