



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201401331 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102117163 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 14 日
(51)Int. Cl. : **H01J37/317 (2006.01)** **G03F7/20 (2006.01)**
(30)優先權：2012/05/14 美國 61/646,839
(71)申請人：瑪波微影 I P 公司 (荷蘭) MAPPER LITHOGRAPHY IP B. V. (NL)
荷蘭
(72)發明人：凡 賓 艾利克山德 亨卓克 文森 VAN VEEN, ALEXANDER HENDRIK
VINCENT (NL)；爾本尼斯 威梭 漢克 URBANUS, WILLEM HENK (NL)
(74)代理人：閻啟泰；林景郁
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：18 共 49 頁

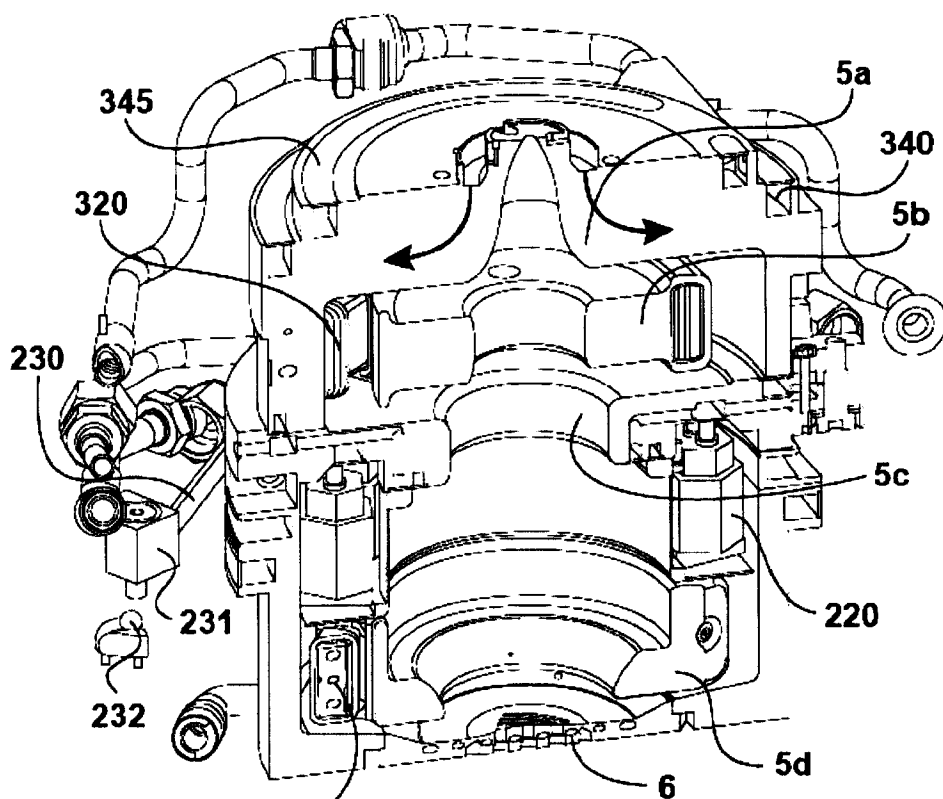
(54)名稱

帶電粒子微影系統和射束產生器

CHARGED PARTICLE LITHOGRAPHY SYSTEM AND BEAM GENERATOR

(57)摘要

本發明關於一種用於曝光一標靶的帶電粒子微影系統。該系統包含：一帶電粒子射束產生器，用於產生一帶電粒子射束；一孔徑陣列(6)，用於從該帶電粒子射束形成複數道小射束；以及一小射束投射器(12)，用以將該小射束投射在該標靶的表面上。該帶電粒子射束產生器包含：一帶電粒子源頭(3)，用以產生一發散的帶電粒子射束；一準直器系統(5a、5b、5c、5d；72；300)，用以折射該發散的帶電粒子射束；以及一冷卻配置(203)，用以移除來自該準直器系統的熱度，該冷卻配置包括一包圍該準直器系統之至少一部分的主體。



- 5a : 準直器透鏡
- 5b : 準直器透鏡
- 5c : 準直器透鏡
- 5d : 準直器透鏡
- 6 : 孔徑陣列
- 220 : 唧筒
- 230 : 支撐結構
- 231 : 足部
- 232 : 球體
- 320 : 彈簧元件
- 340 : 冷卻通道
- 345 : 蓋板

圖 11



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201401331 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102117163 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 14 日
(51)Int. Cl. : **H01J37/317 (2006.01)** **G03F7/20 (2006.01)**
(30)優先權：2012/05/14 美國 61/646,839
(71)申請人：瑪波微影 I P 公司 (荷蘭) MAPPER LITHOGRAPHY IP B. V. (NL)
荷蘭
(72)發明人：凡 賓 艾利克山德 亨卓克 文森 VAN VEEN, ALEXANDER HENDRIK
VINCENT (NL)；爾本尼斯 威梭 漢克 URBANUS, WILLEM HENK (NL)
(74)代理人：閻啟泰；林景郁
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：18 共 49 頁

(54)名稱

帶電粒子微影系統和射束產生器

CHARGED PARTICLE LITHOGRAPHY SYSTEM AND BEAM GENERATOR

(57)摘要

本發明關於一種用於曝光一標靶的帶電粒子微影系統。該系統包含：一帶電粒子射束產生器，用於產生一帶電粒子射束；一孔徑陣列(6)，用於從該帶電粒子射束形成複數道小射束；以及一小射束投射器(12)，用以將該小射束投射在該標靶的表面上。該帶電粒子射束產生器包含：一帶電粒子源頭(3)，用以產生一發散的帶電粒子射束；一準直器系統(5a、5b、5c、5d；72；300)，用以折射該發散的帶電粒子射束；以及一冷卻配置(203)，用以移除來自該準直器系統的熱度，該冷卻配置包括一包圍該準直器系統之至少一部分的主體。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

帶電粒子微影系統和射束產生器

Charged particle lithography system and beam generator

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種帶電粒子射束產生器。本發明進一步關於一種帶電粒子射束微影系統。

【先前技術】

【0002】 在半導體工業中，越來越需要以高精確性與可靠度來製造更小的結構。微影術係此種製造過程的關鍵部分。目前，大部分的商用微影系統係使用一光射束和遮罩作為再生用於曝光一標靶之圖案資料的構件，例如，其上有光阻塗料的晶圓。在無遮罩的微影系統中，可能會使用帶電粒子小射束(charged particle beamlet)將圖案轉印至此標靶上。該小射束可以個別控制，用以取得所希望的圖案。

【0003】 然而，為讓此等帶電粒子微影系統具有商業可行性 (commercially viable)，它們必須應付特定的最小生產量，也就是，每小時所處理的晶圓的數量不應該太低於目前利用光學微影系統所處理之每小時的晶圓的數量。再者，該帶電粒子微影系統還必須符合低誤差邊限(low error margin)。相對高的生產量以及符合低誤差邊限之需求的組合極具挑戰性。

【0004】 藉由使用更多的小射束可以達到較高的生產量，且所以，需要更多的電流。然而，操控較大數量的小射束卻導致需要更多的控制電路系統。再者，提高電流會導致更多的帶電粒子和該微影系統中的器件產生

相互作用。該電路系統以及帶電粒子撞擊器件上兩者都可能導致該微影系統裡面個別器件的加熱。此加熱可能降低該微影系統裡面的圖案化製程的精確性。於最糟的情況中，此加熱可能會阻止該微影系統裡面的一或多個器件使其無法發揮功能。

【0005】 再者，使用大量的小射束會提高因為該小射束之間的相互作用(舉例來說，庫侖相互作用(Coulomb interaction))所造成之無法接受之不精確性的風險。此風險可藉由縮短源頭和標靶之間的路徑而降低。藉由在該帶電粒子路徑中使用較強的電場可以達到該縮短目的，其可能係施加較高的電壓於該帶電粒子微影系統中的特定電極而造成的結果。使用高電壓會誘發該微影系統裡面之器件意外被充電的風險，其會危及該系統的可靠度。

【0006】 最後，藉由增加該微影系統中小射束的數量而導致電流提高會增加電子光學柱中對於壓力的需求。

【發明內容】

【0007】 本發明的目的係提供一種具有大量小射束之帶電粒子多重小射束微影系統，其在壓力以及高電壓管理方面具有改善的效能。為達此目的，本發明提供如本說明書中所述以及隨附申請專利範圍中所主張的一種帶電粒子微影系統以及一種帶電粒子射束產生器。

【0008】 顯見的係，本發明的原理可以各種方式來實行。

【圖式簡單說明】

【0009】 現在將參考圖式中所示的實施例來進一步解釋本發明的各項觀點，其中：

圖 1 所示的係一帶電粒子多重小射束微影系統之實施例的簡化略圖；

圖 2A 與 2B 所示的係一主真空腔室中的投射柱的特定器件的簡化圖；

圖 3 所示的係具有一中間真空腔室之帶電粒子微影系統的另一實施例；

圖 4 概略顯示一帶電粒子射束產生器；

圖 5 概略顯示該射束產生器的概要圖式；

圖 6 所示的係在其中提供一磁屏障配置的圖 5 的射束產生器；

圖 7 所示的係具有真空腔室隔離的圖 6 的射束產生器；

圖 8 所示的係具有另一種方式真空腔室隔離的圖 6 的射束產生器；

圖 9 所示的係由一源頭腔室與一準直器以及一磁屏障配置所組成的基本佈局；

圖 10 所示的係一準直器系統的一實施例的剖面圖；

圖 11 所示的係圖 10 之準直器的高空剖面圖；

圖 12 所示的係在一冷卻配置裡面介於多個彈簧元件和一凹腔之間的可能連接的剖面俯視圖；

圖 13 所示的係根據本發明一實施例的射束產生器的高空側視圖；

圖 14 所示的係圖 13 之射束產生器的第一剖面側視圖；

圖 15 所示的係圖 13 之射束產生器的第二剖面側視圖；

圖 16 所示的係圖 13 之射束產生器的另一高空側視圖；

圖 17 所示的係由被用來冷卻圖 13 之射束產生器中的準直器系統的一部分的多條通道所組成的配置的高空側視圖；以及

圖 18 所示的係圖 13 之射束產生器的又一高空側視圖。

【實施方式】

【0010】 下面係本發明之各種實施例的說明，其僅透過範例被提出並

且參考上面圖式。

【0011】 圖 1 所示的係一帶電粒子微影設備 1 之實施例的簡化略圖。舉例來說，此等微影系統已經在美國專利案第 6,897,458 號、第 6,958,804 號、第 7,019,908 號、第 7,084,414 號、第 7,129,502 號；美國專利申請公開案第 2007/0064213 號；以及共同待審的美國專利申請案序號第 61/031,573 號、第 61/031,594 號、第 61/045,243 號、第 61/055,839 號、第 61/058,596 號、以及第 61/101,682 號中說明過，該案件全部已受讓給本發明的擁有人，而且本文以引用的方式將它們完整併入。

【0012】 在圖 1 中所示的實施例中，微影設備 1 包括：一小射束產生器 2，用以產生複數道小射束；一小射束調變器 8，用以圖案化該小射束，以便形成經過調變的小射束；以及一小射束投射器，用以將該經過調變的小射束投射在一標靶 13 的表面上。該小射束產生器 2 通常包括一源頭 3，用以產生一帶電粒子射束 4。在圖 1 中，該源頭 3 會產生一實質上均質、擴展的帶電粒子射束 4。下文中，將參考一電子射束微影系統來討論本發明的實施例。所以，源頭 3 可能係指電子源頭 3；而射束 4 可能係指電子射束 4。必須瞭解的係，如圖 1 中所示的雷同系統可以用於不同類型的輻射，舉例來說，藉由使用一離子源頭來產生離子射束。

【0013】 在圖 1 中所示的實施例中，該小射束產生器 2 進一步包括：一準直器透鏡 5，用以準直由該電子源頭 3 所產生的電子射束 4；以及一孔徑陣列 6，用以形成複數道小射束 7。該準直器透鏡 5 可為任何類型的準直光學系統。在準直之前，該電子射束 4 可能先通過雙八極柱(double octopole)(圖中並未顯示)。較佳的係，該孔徑陣列 6 包括一具備複數個貫穿

孔洞的平板。該孔徑陣列 6 會阻隔該電子射束 4 的一部分；而該電子射束 4 的一部分則會經由該孔洞通過該孔徑陣列 6，以便產生該複數道電子小射束 7。該系統會產生大量的小射束 122，較佳的係，約 10,000 至 1,000,000 道小射束。

【0014】 圖 1 的實施例中的小射束調變器或調變系統 8 包括一小射束遮擋器陣列 9 以及一小射束阻止陣列 10。該小射束遮擋器陣列 9 包括複數個遮擋器，用以偏折該電子小射束 7 中的一或多者。該經偏折和未偏折的電子小射束 7 會抵達具有複數個孔徑的射束阻止陣列 10。小射束遮擋器陣列 9 與射束阻止陣列 10 會一起操作用以阻隔該小射束 7 或是讓該小射束 7 通過。一般來說，倘若小射束遮擋器陣列 9 偏折一小射束 7 的話，該小射束 7 便不會通過射束阻止陣列 10 中的對應孔徑，取而代之的係，會被阻隔。然而，倘若小射束遮擋器陣列 9 沒有偏折一小射束 7 的話，那麼，該小射束 7 便會通過射束阻止陣列 10 中的對應孔徑。或者，小射束 7 亦可能在被小射束遮擋器陣列 9 中的對應遮擋器偏折時通過該小射束阻止陣列 10，而且倘若它們沒有被偏折的話則會被該小射束阻止陣列 10 阻隔。為將該小射束 7 聚焦在該遮擋器陣列 9 的平面裡面，該微影系統 1 可能進一步包括一聚集透鏡陣列 20。

【0015】 小射束調變器 8 會被排列成用於以控制單元 60 所提供之圖案資料輸入為基礎來提供一圖案給該小射束 7。該控制單元 60 包括一資料儲存單元 61、一讀出單元 62、以及一資料轉換單元 63。該控制單元 60 的位置可能遠離該系統的其餘部分，舉例來說，位於無塵室外面。該圖案資料可以透過光纖 64 來傳輸。該光纖 64 的光傳送末端可能被組裝在一或多個

光纖陣列 15 中。圖案資料攜載光射束 14 接著會被投射在被提供於小射束遮擋器陣列 9 上的對應光接收元件(例如，光二極體)上。此種投射可以直接進行，或者，透過投射系統(在圖 1 中由投射透鏡 65 來概略表示)來進行。此種投射系統(例如，投射透鏡 65)中的一或多個元件可以在控制單元 60 的控制下透過一定位裝置 17 來移動，用以將該資料攜載光射束 14 正確的對齊及/或聚焦在小射束遮擋器陣列 9 中的對應光敏感元件上。

【0016】 該光敏感元件會被耦合至一或多個遮擋器，並且被排列成用以將光訊號轉換成不同類型的訊號，舉例來說，電氣訊號。圖案資料攜載光射束 14 可以攜載用於小射束遮擋器陣列 9 裡面之一或多個遮擋器的資料。該圖案資料因而會透過該圖案資料攜載光射束被送往該遮擋器，以便讓該遮擋器根據一圖案來調變通過此處的帶電粒子小射束 7。

【0017】 從小射束調變器 8 處送出的該已調變小射束會藉由該小射束投射器被投射在一標靶 13 的標靶表面上。該小射束投射器包括：一小射束偏折器陣列 11，用以在該標靶表面上方掃描該已調變小射束；以及一投射透鏡配置 12，其包括一或多個投射透鏡陣列，用以將該已調變小射束聚焦在該標靶表面上。該標靶 13 通常被定位在一可移動的平台 24 上，其移動可由一控制單元(例如，控制單元 60)來控制。

【0018】 對微影應用來說，標靶經常包括具備一帶電粒子敏感層或光阻層的晶圓。該光阻膜的一部分會藉由照射該帶電粒子(也就是，電子)小射束而被化學性改質。因此，該膜之被照射的部分將或多或少可溶解在一顯影劑中，從而在晶圓上造成一光阻圖案。該晶圓上的光阻圖案接著會被轉印至一下方層，也就是，藉由半導體製造的技術中已知的植入步驟、蝕刻

步驟、及/或沉積步驟。顯見的係，倘若該照射不均勻的話，該光阻便可能不會以均勻的方式被顯影，從而在該圖案中造成錯誤。所以，高品質投射和達成提供可再生結果的微影系統有關。

【0019】 偏折器陣列 11 以及投射透鏡配置 12 可以被整合至單一末端模組之中。此末端模組較佳的係被建構成一可插入、可置換的單元。該可插入、可置換的單元可能還包含小射束阻止陣列 10。

【0020】 偏折器陣列 11 可能具有掃描偏折器陣列的形式，被排列成用以偏折通過該小射束阻止陣列 10 的每一道小射束 7。該偏折器陣列 11 可能包括複數個靜電式偏折器，以便施加相對小的驅動電壓。圖中的偏折器陣列 11 雖然描繪在投射透鏡配置 12 的上游處；不過，該偏折器陣列 11 亦可能被定位在該投射透鏡配置 12 與標靶表面 13 之間。

【0021】 因此，投射透鏡配置 12 可以被排列成用以在該偏折器陣列 11 產生偏折之前或之後聚焦該小射束 7。較佳的係，該聚焦作用會造成直徑約 10 至 30 奈米的幾何光點大小。於此較佳的實施例中，該投射透鏡配置 12 較佳的係被排列成用以提供約 100 至 500 倍的縮小倍數，最佳的係，倍數越大越好，舉例來說，落在 300 至 500 倍的範圍中。於此較佳的實施例中，該投射透鏡配置 12 可有利地被放置在靠近該標靶表面 13 處。

【0022】 該帶電粒子微影設備 1 操作在真空環境中。真空係希望用以移除可能被該帶電粒子射束離子化並且被吸引至該源頭的粒子，它們可能會解離並且被沉積在機械器件上，並且可能會分散該帶電粒子射束。通常需要至少 10^{-6} 巴的真空。較佳的係，該微影設備 1 的所有主要元件都被安置在共同的真空腔室中，其包含包含該帶電粒子源頭 3 的小射束產生器 2、該

小射束調變器 8、該小射束投射系統、以及該可移動的平台 24。此等主要元件亦被稱為電子光學柱，或簡稱為柱，並且在圖 1 中以虛線盒體 18 來概略表示。

【0023】 於一實施例中，該帶電粒子源頭環境會被差別式抽真空 (differentially pumped) 至相當高的真空，高達 10^{-10} 毫巴。於此實施例中，源頭 3 可以被放置在不同的腔室中，也就是，源頭腔室。抽真空降低該源頭腔室中的壓力位準可以下面的方式來實施。首先，該真空腔室與該源頭腔室會被抽真空降低至該真空腔室的位準。接著，該源頭腔室會被額外地抽真空至所希望的更低壓力處，較佳的係，以熟練人士所知悉的方式藉由化學吸氣劑 (chemical getter) 來進行。藉由使用再生性、化學性、以及所謂的被動性唧筒，例如，吸氣劑，該源頭腔室裡面的壓力位準可以變成比該真空腔室中的壓力位準更低的位準，但是並不需要使用真空渦輪唧筒來達成此目的。使用吸氣劑會避免該真空腔室的內部或緊鄰的外側鄰近區域受到聲音及/或機械性震動影響，其係在使用真空渦輪唧筒或是雷同的裝置來達成此目的便會發生的情況。

【0024】 圖 2A 與 2B 所示的係一主真空腔室中的投射柱的特定器件的簡化圖。圖 2A 表明該系統中較佳的操作真空壓力為主腔室約 2×10^{-6} 毫巴、中間腔室約 4×10^{-9} 毫巴、而該源頭腔室約 10^{-9} 毫巴。圖 2B 則顯示該系統中碳氫化合物 (hydrocarbon) 污染物之典型結果分壓的計算，碳氫化合物分壓在主腔室中為約 7×10^{-8} 毫巴、在中間腔室中約 10^{-10} 毫巴、而在該源頭腔室中則約 10^{-11} 毫巴。

【0025】 在圖 2A 與 2B 中所示的實施例中，該源頭 3 被放置在不同

的源頭腔室 102 中；而於此實施例中，準直器 72 以及從第一孔徑陣列元件 (AA) 至多孔徑陣列(MAA)中的孔徑陣列元件則係被放置在中間腔室 103 中。一替代實施例還在該中間腔室 103 中包含小射束遮擋器陣列元件，俾使得該遮擋器陣列元件的該更小孔徑構成該中間腔室與該主腔室之間的開口。於另一實施例中，該第一孔徑陣列元件(AA)構成該中間腔室與該主腔室之間的開口，剩餘的孔徑陣列元件則被放置在該主腔室中。

【0026】 圖 3 所示的係具有一中間真空腔室之帶電粒子微影系統的另一實施例。該微影系統被封閉在主真空腔室 101 中。該微影系統操作在真空環境中。真空係希望用以移除可能被該帶電粒子射束離子化並且被吸引至該源頭的粒子，它們可能會解離並且被沉積在該微影系統的器件上，並且可能會分散該帶電粒子射束。約 2×10^{-6} 毫巴的真空為較佳。為維持該真空環境，該帶電粒子微影系統被放置在主真空腔室 101 中。請注意，圖 3 為簡化圖，而且圖中沒有顯示該微影系統中通常會被放置在該主真空腔室中的許多器件，舉例來說，短行程晶圓平台以及長行程晶圓平台、...等。

【0027】 該帶電粒子源頭 3 被放置在源頭真空腔室 102 中，而該源頭真空腔室 102 接著會被放置在主真空腔室 101 中。這會讓該源頭腔室 102 中的環境被差別式抽真空至顯著高於該主腔室 101 的真空，舉例來說，高達 10^{-10} 毫巴。圖 3 中雖然僅顯示單一源頭 3；不過，該源頭腔室 102 可以適應於一個以上的源頭。源頭腔室 102 裡面的高真空可以延長源頭 3 的壽命，減少該源頭腔室中的氣體干擾該帶電粒子射束的效應，而且在某些類型的源頭中甚至可能需要該高真空方能發揮它們的功能。該源頭通常係電子源頭。可以使用熱分配器類型(thermal dispenser type)的源頭。

【0028】 源頭腔室中的高真空會導致較少的自由分子在該源頭腔室裡面環行。限制該源頭腔室中的自由分子會限制來自該主控室的污染物(例如，水蒸汽以及從正在進行曝光之有光阻塗佈的晶圓處被除氣釋放的碳氫化合物會受到限制)，並且減少該源頭腔室中的器件上的電子射束誘發沉積(Electron Beam Induced Deposition, EBID)。

【0029】 圖 3 的系統還包含一中間腔室 103，被放置在該主控室 101 中。於此實施例中，該中間腔室容納該準直系統 5(舉例來說，其可能係單一準直器電極或是如圖 3 中所示的一或多個準直器透鏡 5a、5b、5c)以及第一孔徑陣列元件 6。額外的孔徑陣列元件可以被包含在該中間腔室中，例如，在圖 2A 中所示的實施例中。

【0030】 該源頭腔室和中間腔室可被建構成單一真空腔室，以一壁部將該腔室分割成一用於該源頭腔室的頂端區段以及一包括該中間腔室的底部區段。從該源頭 3 至該第一孔徑陣列 6 的距離的典型大小為約 300mm。

【0031】 該中間腔室 103 中的環境會被差別式抽真空至中間壓力，介於該主控室的真空位準和該源頭腔室的真空位準之間。舉例來說，該系統可以操作在主控室位於約 2×10^{-6} 毫巴處、中間腔室位於約 4×10^{-9} 毫巴處、而該源頭腔室位於約 10^{-9} 毫巴處。和該源頭腔室雷同，此高真空會導致較少的自由分子在該中間腔室裡面環行，從而會限制來自該主控室的污染物(例如，水蒸汽和被除氣釋放的碳氫化合物)，並且減少該中間腔室中的器件上的 EBID。

【0032】 源頭腔室 102 在該源頭腔室 102 的壁部中具備一開口 105，用以讓該帶電粒子射束 4 穿透進入該中間腔室 103 與該主控室 101 之中。該

源頭腔室可能具備一閥門 106，用以於必要時關閉該開口 105，也就是，倘若該源頭腔室裡面的壓力位準必須保持在遠低於該真空腔室中之壓力位準的壓力位準處的話。舉例來說，倘若該真空腔室被打開的話，閥門 106 可能會被關閉，舉例來說，以便達到維修之目的。於此情況中，在該源頭腔室裡面會保持高真空位準，其可以改善該微影設備的停工時間。不需要等待至該源頭腔室裡面的壓力位準足夠為止，取而代之的係，現在只有該真空腔室必須被抽真空至所希望的壓力位準，該位準高於該源頭腔室中所需要的位準。閥門 106 受控於一致動單元 106a，該致動單元 106a 可能包括壓電式致動器，舉例來說，Physikinstrumente 型號 N-214 或 N-215 NEXLINE®。

【0033】 源頭腔室 102 中用以讓帶電粒子射束 4 穿透的開口 105 必須為相對大，以便射出大型射束。此開口的尺寸總計為一 26mm x 26mm 微影系統柱所需要之圓形射束的顯著分率，而且此大型開口太大而無法維持從該主控室 101 至該源頭腔室 102 的大額壓降，也就是，從該源頭腔室中 10^9 毫巴至該主控室中 2×10^6 毫巴的壓力差異。該中間真空腔室 103 會創造一中間的壓力環境，其會使得可以維持此大額的壓力差異。

【0034】 該中間腔室具有：一開口 107，對應於該源頭腔室開口 105，用以准許該帶電粒子射束進入；以及一開口 108，介於該中間腔室與該主控室之間，用以允許該帶電粒子小射束穿透進入該主控室之中。一閥門 109 可能會被提供用以於必要時關閉該開口 108，舉例來說，倘若該主真空腔室被打開用以達到維修之目的的話。在該中間腔室(以及源頭腔室)裡面會保持高真空位準，其可以藉由縮短抽真空的時間而改善該微影設備的停工時間，因為只有該主真空腔室必須被抽真空至所希望的壓力位準，該位準高

於該中間腔室與源頭腔室中所需要的位準。閥門 109 受控於一致動單元 109a，該致動單元 109a 可能包括壓電式致動器。

【0035】 中間腔室 103 可被建構成使得介於該中間腔室與該主腔室之間的開口 108 係由該第一孔徑陣列元件所形成。藉由形成該中間腔室的壁部的一部分使其緊密配接該第一孔徑陣列元件 6 便能夠達成此目的。舉例來說，一凹窩可能被形成在該中間腔室壁部中，用以容納該第一孔徑陣列的外緣。依此方式，開口 108 的尺寸會大幅地縮小，該開口的區域包括該第一孔徑陣列之該複數個非常小的孔徑。開口 108 之大幅縮小的尺寸允許在該中間腔室 102 與該主腔室 101 之間保持更大的差別壓力。

【0036】 此微影系統較佳的係以模組樣式來設計，以便允許方便維修。主要子系統較佳的係以自給式且可抽取的模組來建構，俾使得它們能夠從該微影機中移除，而盡可能對其它子系統造成極小的干擾。這特別有利於被封閉在真空腔室中的微影機，其中，接近該部機器會受到限制。因此，故障的子系統可快速地被移除並且置換，而不必中斷連接或干擾其它系統。在圖 3 中所示的實施例中，此等模組式子系統可能包含：一射束切換模組，其包含聚集透鏡陣列 74、多孔徑陣列 75、小射束遮擋器陣列 9；以及一投射光學模組，其包含射束阻止陣列 10 以及投射透鏡陣列 12。該模組被設計成用以從一對齊框架處滑入與滑出。每一個模組都需要用到大量的電氣訊號及/或光學訊號以及用於供其操作的電功率。該真空腔室內部的模組會從通常被放置在該腔室外部的控制系統處接收此等訊號。該真空腔室包含多個開口或埠口，用以准許攜載該訊號的纜線從該控制系統處進入該真空殼體，同時保持該纜線附近的真空密封。每一個模組較佳的係讓它

的電氣佈線連接線、光學佈線連接線、及/或功率佈線連接線聚集繞送經過專屬於該模組的一或多個埠口。這可讓一特殊模組的纜線被中斷連接、移除、以及置換，而不會干擾任何其它模組的纜線。

【0037】 主真空腔室 101 具備一出口與真空抽吸系統 111。該源頭腔室 102 可能具備自己的出口 112 與唧筒 113，而中間腔室 103 可能同樣具備一出口 114 與唧筒 115。圖中概略顯示的唧筒 113 與 115 會將該主腔室中的氣體排至外部。這可能導致震動饋送至該微影系統。在假定腔室 102 與 103 中的真空位準的前提下，可以使用化學式或吸氣劑唧筒來捕捉此等腔室中的分子，而不必排至該主腔室外面。冷凍唧筒 (cryogenic pump) 亦可用於此等腔室，但是，可能因為該腔室的小尺寸的關係而被排除。

【0038】 在該系統中將壓力位準抽真空可以下面的方式來實施。首先，該主腔室 101 與中間腔室 103 以及源頭腔室 102 會被抽真空至該主腔室 101 的位準。這可能完全或是主要由該主真空腔室 101 的抽吸系統 111 來完成。該抽吸系統 111 可能具有用於該主腔室之一或多個專屬真空唧筒中的其中一者，或者，一或多個真空唧筒可能在用於數個不同微影系統的數個主真空腔室之間被共用。每一個主腔室可能都有一小型真空唧筒，並且共用一較大型的真空唧筒。能夠使用一個以上的唧筒在該主真空腔室中達成真空便創造真空唧筒冗餘能力，其可以改善真空操作的可靠度。倘若一真空唧筒誤動作的話，另一真空唧筒則會接替它的功能。

【0039】 該主真空腔室中的真空能夠由渦輪真空唧筒來產生，而且亦可以使用一冷凍唧筒系統 (cryopump system)。一水蒸汽冷凍唧筒(舉例來說，具有一或多個冷凍唧筒屏障 117 的形式)可以包含在該主真空腔室 101

中，用以捕捉該主腔室中的水蒸汽，以便幫助形成該主腔室中的真空。這會縮小用以產生足夠真空所需要之真空唧筒的尺寸並且縮短唧筒抽真空的時間，並且沒有使用任何移動部件，因此不會引進其它類型低溫(<4K)系統通常會造成的震動。較佳的係，該(等)真空唧筒會先被啓動，接著才啓動該冷凍唧筒系統。在冷凍唧筒系統之前啓動真空唧筒系統可以促成更有效的真空抽吸程序，並且進一步提高效率，該(等)真空唧筒可能在特定週期(舉例來說，為達到特定預設臨界數值以下之壓力數值所需要的時間)之後和該主真空腔室隔離。在隔離該(等)真空唧筒之後，該冷凍唧筒系統便可以繼續操作，用以完成該真空之生成。

【0040】 接著，該中間腔室與源頭腔室會額外被抽真空至所希望的較低壓力，較佳的係，以熟練人士所知悉的方式藉由化學吸氣劑來進行。藉由使用再生性、化學性、以及所謂的被動性唧筒，例如，吸氣劑，該中間腔室與源頭腔室裡面的壓力位準可以變成比該主腔室中的壓力位準更低的位準，但是並不需要使用真空渦輪唧筒。使用吸氣劑會避免該真空腔室的內部或緊鄰的外側鄰近區域受到聲音及/或機械性震動影響，其係在使用真空渦輪唧筒來達成此目的便會發生的情況。

【0041】 該主腔室會先藉由抽離該腔室內部的空氣而被抽真空。該抽真空會藉由使用冷凍唧筒屏障或是雷同的方法盡可能捕捉殘留在該腔室中的分子而繼續進行。這會導致「捕捉」在該主腔室中環行的分子並且防止此等分子進入該中間腔室與該源頭腔室。藉由使用該孔徑陣列中其中一者的孔徑來形成該主腔室與該中間腔室之間的開口，從而縮小該開口的尺寸，該主腔室中的(相對更多)分子進入該中間腔室的機會也會降低。依照相

同的方式，介於源頭腔室和中間腔室之間的開口會限制已進一步縮減數量的分子進入該源頭腔室的機會。使用一孔徑陣列來分開該主控室與該中間腔室允許該腔室之間有較高的壓力差異，並且減少從該主控室移動至該中間腔室之中以及往前移到該源頭腔室的污染分子。

【0042】 該主控室遠大於該中間腔室與源頭腔室，並且含有可能係除氣釋放之碳氫化合物、水、以及其它污染分子之源頭的許多器件。碳氫化合物之除氣釋放的最密集源頭係來自被該微影系統曝光之有光阻塗佈的晶圓。此等碳氫化合物會與該帶電粒子相互作用，並且形成 EBID(電子射束誘發沉積)沉積物。主要的污染成長通常係在該孔徑上，因 EBID 過程所成長的污染。該電極上的電流密度會遠低於該孔徑上。

【0043】 該中間腔室藉由限制因污染物和 EBID 成長所造成的孔徑(尤其是孔徑的邊緣)惡化而提供協助。在射束阻止(其比較靠近該碳氫化合物除氣釋放的源頭)處的污染問題(也就是，該孔徑中會造成小孔徑直徑的 EBID 成長)雖然比該孔徑陣列處更嚴重，不過，碳氫化合物分壓和 EBID 成長的效應在遠離該晶圓的孔徑陣列上同樣顯著，並且可能需要清洗該孔徑。藉由在該中間腔室 103 與該主控室 101 之間由該孔徑陣列元件中其中一者的孔徑形成開口 108，可以在該源頭腔室與中間腔室以及該主控室之間保持大額的壓力差異。再者，該中間腔室中的碳氫化合物分壓會非常大幅地降低至非常低的位準，而在該源頭腔室中則會降低至更低的位準，如圖 2B 中所示。此較低的碳氫化合物分壓會大幅減少該孔徑陣列上以及被放置在此等腔室中之其它器件上的 EBID 成長。

【0044】 本發明的概念係將該兩項觀點組合在一種設計之中，俾使得

該兩項觀點中的每一項觀點皆符合最小規格，也就是，最大壓力。此等兩項觀點係維持該源頭腔室與該主控室之間的必要壓力差異以及減少該中間腔室與源頭腔室中污染物之射入，明確地說，藉由降低此等腔室中碳氫化合物分壓以及減少 EBID 成長。因為污染物(例如，碳氫化合物)的關係對該中間腔室與源頭腔室中之器件造成的污染根據初步計算預期會因使用該中間腔室而降低 100 倍。

【0045】 圖 4 概略顯示一帶電粒子射束產生器。該射束產生器包括：一帶電粒子源頭 3，用以產生一發散的帶電粒子射束；一準直器系統，用以折射該帶電粒子射束；以及一孔徑陣列 6。該準直器系統包括一聚焦鏡(Einzel lens)，其包括三個透鏡 5a、5b、5c 以及另一個透鏡 5d。該孔徑陣列 6 被排列成用以從該源頭 3 所產生的射束處形成複數道帶電粒子小射束。除此之外，該射束產生器還包括一抽吸系統(例如，圖 3 中針對中間腔室 103 所示的抽吸系統)的一或多個開口。該開口可能具有入口的形式，作為一用以連接至(真空)唧筒 115 的出口(例如，圖 3 中所示的出口 114)。該一或多個開口可能形成該抽吸系統的一集成部分；或者，該一或多個開口可能可以連接至該抽吸系統裡面的一或多個唧筒。於某些實施例中，例如，圖 4 中所示的實施例，該一或多個開口為一或多個唧筒 220 的一部分，該射束產生器包含該唧筒 220。該唧筒可能為吸氣劑唧筒或是昇華唧筒，例如，鈦昇華唧筒(titanium sublimation pump)。下文中將討論在該射束產生器中包含一或多個唧筒 220 的實施例。

【0046】 該準直器系統裡面的一或多個透鏡(通常為透鏡 5b 與 5d)操作在高電壓處，舉例來說，高於 500eV 的電壓。電極 5b(也就是，該聚焦鏡

配置的中間電極)可以被用來折射該帶電粒子射束。用於此透鏡的合宜電壓可能為 15 至 25kV，舉例來說，約 20kV。透鏡 5a、5c 可能保持在 0V 處。另一個透鏡 5d 可以被用來修正像差，如稍後將進行的討論。透鏡 5d 可能操作在非常低的電壓處，舉例來說，約 1kV。

【0047】 該系統裡面之非指定器件上出現的高電壓為非所希望，舉例來說，因為此等電壓會創造額外的電場，其會以令人無法接受且經常為無法預期的方式影響該帶電粒子射束。所以，透鏡 5a 至 5d，且於此實施例還有孔徑陣列 6，係被放置在一高電壓屏障配置 201 裡面，用以遮擋保護該配置 201 外面的器件，避免受到出現在該屏障配置 201 裡面的高電壓影響。再者，在使用期間出現的帶電粒子射束也將受到遮擋保護，不會受到從該高電壓屏障配置 201 外面之位置處所發出的電場影響，該電場可能負面影響該射束的均勻性及/或可能引起額外的像差。較佳的係，該屏障配置 201 包括一金屬絲網(wire mesh)結構。使用金屬絲網結構取代其中有數個小開口之封閉式結構會使得該屏障配置 201 裡面的體積能夠更輕易地被抽真空，用以達到合宜的真空壓力。

【0048】 該一或多個唧筒 220 被放置在該屏障配置 201 外面，以便防止該一或多個唧筒被充電。該帶電粒子射束會產生熱，明確地說，因為孔徑平板 6 的帶電粒子反向散射的結果所造成。因此，該一或多個唧筒 220 也會被加熱，所以，這會影響它們的效率。其它器件的操作可能也會因加熱而受到負面影響。所以，該射束產生器進一步包括一用以移除熱度(例如，在該準直器系統裡面所產生的熱度)的冷卻配置 203。該冷卻配置 203 包圍該高電壓屏障配置 201 以及該一或多個唧筒 220。因此，該一或多個唧筒 220

會被放置在該高電壓屏障配置 201 與該冷卻配置 203 之間。該冷卻配置 203 可能包括一或多條冷卻通道 204，冷卻液體(例如，水)可以流過該冷卻通道。相較於由導熱材料製成的散熱片，藉由其中有冷卻液體流的冷卻通道來使用主動式冷卻會強化熱傳輸效果。

【0049】 較佳的係，一磁屏障配置 205 會包圍該冷卻配置 203。使用磁屏障配置 205 會阻隔可能影響該帶電粒子射束的外部磁場。較佳的係，該磁屏障配置 205 包括一或多個壁部，該壁部包括磁導率(magnetic permeability)大於約 20,000 的磁屏障材料。較佳的係，該磁屏障材料的磁導率大於約 300,000。最佳的係，該磁屏障材料還具有低剩磁(remanence)。磁屏障材料的範例包含，但是並不限於，繆金屬(mu-metal)類型和 Nanovate™-EM。

【0050】 該磁屏障配置 205 不會阻隔由該配置 205 裡面的繞線所產生的磁場干擾該帶電粒子射束。舉例來說，此繞線係用以充電電極 5b、5d。基於此項理由，該磁屏障配置 205 裡面的該金屬絲為筆直並且配向在以該準直器系統為中心的徑向方向中。再者，該繞線的方式可以使得不同金屬絲的磁場盡可能彼此抵消。在該磁屏障配置 205 外面的金屬絲的配向比較不重要，因為由此等位置處的金屬絲所產生的磁場可以被配置 205 阻隔。請注意，該磁屏障配置 205 未必需要為一種封閉式結構。尤其是在底部，該配置 205 可能為開放，在圖 4 中以虛線表示。

【0051】 包含高電壓屏障配置 201、冷卻配置 203、以及磁屏障配置 205 在內的所有器件可以被放置在一真空腔室 101 裡面。使用一分離的真空腔室作為微影設備的一部分可以有助於模組式設計。舉例來說，該真空腔

室裡面的所有器件接著可以彼此對齊排列並且在運送至製造環境之前進行測試。

【0052】 圖 5 概略顯示該射束產生器的概要圖。較佳的係，該源頭 3 被放置在真空高於該準直器所在之區域 103 的區域 102 中。在圖 5 至 8 中，該準直器被概略描繪成具有元件符號 300 的方塊。該準直器係由具有足部 231 的支撐結構 230 來支撐。較佳的係，該支撐結構 230 具有所謂 A 形結構的形式。該支撐結構 230 可能被連接至框架 240。為建立真空，該射束產生器包括用於初始抽真空的一或多個埠口 250、251。元件符號 260 表示一凸緣，其可以被排列成用以耦合在冷卻流體及/或繞線中。

【0053】 圖 6 所示的係在其中提供一磁屏障配置 205 的圖 5 的射束產生器。該磁屏障配置 205 可能具有圍繞該源頭 3 與該準直器 300 的圓柱形盒體的形式，而且頂端被封閉，底部則張開。從圖中可以看見，雖然僅使用屏障配置 205，不過其會形成不僅只有磁屏障的阻隔結構。舉例來說，金屬絲以及冷卻流體管便可能無法通過。再者，該屏障配置 205 較佳的係被安置成使得器件能夠輕易地被置換及/或維修。

【0054】 圖 7 所示的係具有真空腔室隔離的圖 6 的射束產生器。明確地說，一平板 310，較佳的係，一金屬平板，會創造一第一真空腔室 102 與一第二真空腔室 103，其中，該第一真空腔室 102 較佳的係含有低於該第二真空腔室 103 的壓力。埠口 250 現在可被用來將真空腔室 102 抽真空；而埠口 251 則可被用來將真空腔室 103 抽真空。該平板受到一環圈 325 的支撐。

【0055】 圖 8 所示的係具有真空腔室隔離之另一實施例的圖 6 的射束產生器。於此情況中，結構 315 會被安置圍繞該源頭 3，用以創造第一真空

腔室 102。該結構 315 可能同樣會受到一環圈 325 的支撐。

【0056】 於圖 7 與 8 中所示之射束產生器的實施例中，該磁屏障配置 205 的屏障結構會被中斷。圖 9 所示的係由源頭腔室 102 與準直器 300 以及該磁屏障配置 205 一起組成的基本佈局，它們被排列成使得該第一真空腔室 102 與該第二真空腔室 103 之間的真空裂縫受到限制，也就是，它的負面影響為可接受。請注意，結構 315 現在包括介於該第一真空腔室 102 與該第二真空腔室 103 之間的另一壁部 317。再者，在該屏障作用遭到中斷的位置處，該屏障平板會被形成使得它們的走向彼此平行一段特定的距離以上。

【0057】 圖 10 所示的係一準直器系統的一實施例的剖面圖。於圖 10 中所示的實施例中，該準直器系統包括其中具有一凹腔的主體，其中，該凹腔的結構會被設計成使得該凹腔的表面充當該聚焦鏡的外電極 5a、5c。該聚焦鏡的中央電極 5b 可以藉由多個分隔體，舉例來說，藉由將參考圖 11 與 12 進行討論的三或多個彈簧元件，保持在該凹腔裡面的正確位置處。較佳的係，該主體形成冷卻配置 203。於此情況中，較佳的係，該主體包括一或多條冷卻通道(圖 11 中所示)，用以容納一冷卻流體(舉例來說，水)流。

【0058】 在圖 10 中所示的實施例中，上電極 5a 的形狀會進一步被設計成使得被放置在上游處的源頭 3 受到有效的遮擋保護，不會受到該聚焦鏡之中央電極 5b 所產生的電場影響。該中央電極 5b 係被用來折射由該源頭所產生的帶電粒子射束。

【0059】 該剖面圖進一步顯示該高電壓屏障 201 和該一或多個唧筒 220 的存在。最後，在圖 10 中所示的實施例中，在該凹腔裡面的較低位置處還出現另一電極 5d。此另一電極 5d 可以用於進行像差修正。此電極 5d

之圖中所示的形狀可以為從該孔徑陣列處反向散射的低能量電子進一步提供一互斥作用力。結果，會有比較少的電子重新進入該凹腔，其會減少EBID。雷同於該聚焦鏡的中央電極 5b，該另一電極 5d 會藉由多個分隔體，舉例來說，藉由將參考圖 11 與 12 進行討論的三或多個彈簧元件，被連接至該凹腔。

【0060】 圖 11 所示的係圖 10 之準直器系統的高空剖面圖。該冷卻配置 203 包括一或多條冷卻通道 340，用以容納一冷卻液體流。於圖 11 的實施例中，該冷卻通道係利用雷射鑽鑿與雷射熔接所形成之具有一蓋板 345 的多條溝槽。或者，可以藉由本技術中已知的一或多種其它技術，例如，銅鐸(brazing)，來製造冷卻通道。該冷卻通道較佳的係還會在垂直方向，如箭頭所示，中進行冷卻。

【0061】 圖 11 進一步顯示，用於支撐該準直器的支撐結構 230 可能具備匹配被放置在預設位置處之球體 232 的足部 231。使用此等球體 232 會達到讓微影系統中不同模組彼此對齊的目的。

【0062】 再者，圖 11 還顯示彈簧元件 320，用以連接該聚焦鏡的中央電極 5b 以及該另一電極 5d 與該凹腔的表面。此種配置的剖面圖概略描繪在圖 12 中，其顯示該彈簧元件 320 的一種可能配向。

【0063】 圖 13 所示的係根據本發明一實施例的射束產生器 400 的高空側視圖。該射束產生器包括一殼體，於此實施例中，其包括藉由凸緣 402 相互連接的三個部件 401a、401b、以及 401c。殼體部件 401a 容納一源頭 3；殼體部件 401b 容納一聚焦鏡，其具有三個電極 5a、5b、以及 5c；而殼體部件 401c 則容納用於進行像差修正的另一電極 5d。

【0064】 在該殼體外面有連接線可用來供應及移除要被冷卻配置使用的冷卻流體。合宜的冷卻流體為水。一用於供應冷卻流體的供應單元(例如，供應軟管)可能會被連接至一流體供應導管 407a 的入口 405a。同樣地，一用於移除冷卻流體的流體移除單元(例如，軟管)可能會被連接至一流體移除導管 407b 的出口 405b。

【0065】 該殼體進一步容納一高電壓供應單元 408 的支撐體。該高電壓供應單元 408 含有一金屬絲 409，一高電壓會透過該金屬絲被施加至該聚焦鏡的中間電極 5b。除此之外，一高電壓亦可能會被施加至該另一電極 5d。此金屬絲會藉由一絕緣結構 410 被合宜絕緣，用以避免放電。

【0066】 該射束產生器 400 被放置在一真空腔室中。該真空腔室中的壓力可藉由被連接至該射束產生器 400 之該殼體的唧筒 411 而降低。

【0067】 如已參考圖 11 進行過的討論，支撐結構 230 與足部 231 可被用來支撐該射束產生器 400。

【0068】 圖 14 所示的係圖 13 之射束產生器的第一剖面側視圖。源頭 3 被放置在一不同的源頭腔室 102 中。該源頭腔室 102 中的壓力可藉由一或多個唧筒 412 來調節。該聚焦鏡電極 5a、5b、以及 5c 的形狀與尺寸雷同於顯示在圖 11 中並且參考圖 11 所述的電極。該射束產生器包括多個唧筒 220，它們被排列在一高電壓屏障配置 201 後面的凹腔的周邊，射束會在使用期間通過該凹腔。此實施例中的高電壓屏障配置 201 包括一金屬絲網結構。使用金屬絲網結構可提供足夠的遮擋保護而不會受到高電壓影響；同時允許該唧筒 220 充分的接近該高電壓屏障配置 201 裡面的空間，以便創造合宜的真空壓力。

【0069】 該唧筒 220 會有效地調節被形成在殼體部件 401b 與 401c 裡面之腔室裡面的壓力，該腔室可被稱為如參考圖 2a、2b、以及 3 所討論的中間腔室。和圖 3 之中間腔室 103 的差別在於孔徑陣列 6 沒有被放置在由殼體部件 401b 與 401c 之內部所形成的中間腔室裡面。

【0070】 圖 15 所示的係圖 13 之射束產生器的第二剖面側視圖。於此剖面圖中描繪該射束產生器之冷卻配置的多個部分。明確地說，圖 15 顯示入口 405a 和用於容納一冷卻流體供應器的流體供應導管 407a 的一部分以及出口 405b 和用於在冷卻流體已經吸收該射束產生器中的熱度之後移除冷卻流體的流體移除導管 407b 的一部分。

【0071】 熱度不僅因該聚焦鏡裡面存在一高電場而被產生。明確地說，於該孔徑陣列 6 被放置在該聚焦鏡之非常鄰近位置處的情況中，舉例來說，被放置在該另一電極 5d 的正下方或正上方，反向散射的帶電粒子便會在該系統裡面造成熱生成。此熱生成不僅受限於該聚焦鏡的下電極 5c，還可能嚴重影響該聚焦鏡的上電極 5a。由用於冷卻該射束產生器中的準直器系統的一部分的多條通道所組成之配置的一實施例將參考圖 17 來作說明。

【0072】 圖 16 所示的係圖 13 之射束產生器的另一高空側視圖。於此圖式中顯示多個軟管分歧器 406，它們會將冷卻流體流分割成該冷卻配置的不同部分。於某些實施例中，該冷卻配置會被分割成三個區段。該冷卻配置的上區段可能因而被排列成用以冷卻該聚焦鏡的上電極 5a。該冷卻配置的中區段可能因而被排列成用以冷卻該聚焦鏡的下電極 5c。最後，該冷卻配置的下區段可能因而被排列成用以冷卻該另一電極 5d。應該瞭解的係，

在沒有另一電極 5d 的實施例中，可能會使用較少的區段。

【0073】 在目前所示的實施例中，該聚焦鏡的中間電極 5b 不會藉由冷卻流體來主動冷卻。

【0074】 圖 17 所示的係由被用來冷卻圖 13 之射束產生器中的準直器系統的一部分的多條通道所組成的配置的高空側視圖。此通道配置特別適合在如先前討論般之具有三個區段的冷卻配置中作為上區段。圖 17 雖然看似描繪的是軟管，但是，用於冷卻的基礎架構較佳的係由被形成在具有合宜導熱效果之固體結構裡面的通道所形成。

【0075】 冷卻流體(例如，水)係透過通道 417a 來供應。冷卻流體會在被形成於準直器透鏡之主體裡面的凹腔的周邊於實質上水平的方向中前進。側通道會依序於實質上垂直的方向中朝下、於和通道 417a 中的流動方向實質上反向的方向中實質上水平、於實質上垂直的方向中朝上、於實質上水平的方向中徑向朝內、於實質上垂直的方向中朝上、以及於實質上水平的方向中徑向朝外沿著該周邊排列成用以傳輸透過通道 417a 被供應之冷卻流體的一部分。最後，該側通道終止於通道 417b 中，該通道 417b 會沿著被形成於準直器透鏡之主體裡面的凹腔的周邊前進並且流出該配置。圖中所示的通道配置適合吸收大額熱量。垂直方向中(明確地說，以該聚焦鏡的上電極 5a 為基準)之熱吸收的程度可能主要決定該聚焦鏡的上電極 5a 的最佳厚度。

【0076】 圖 18 所示的係圖 13 之射束產生器的又一高空側視圖。於此圖式中顯示一補板(patch panel)420，用以整理繞線連接線。除此之外，此圖式還顯示反重量(contra weight)430。反重量 430 可被用來調適該射束產生器

的質量中心，俾使得提供具有更高程度之可預測性特徵的穩定結構。

【0077】 於某些實施例中，例如，參考圖 13 至 18 所討論的實施例，準直器透鏡裡面的凹腔會形成一具有主要為封閉之性質的腔室，也就是，包圍該準直器透鏡的殼體會有有限的開口。因此，一或多個唧筒出口(於某些實施例中係唧筒 220 的一部分)可以在該凹腔裡面創造相對低的真空壓力，舉例來說，大小為 10^6 巴的壓力，但是，高達 10^{10} 巴的更低壓力亦可達成。準直器透鏡裡面的低壓力會減少殘餘分子的離子化，殘餘分子的離子化不僅會負面影響帶電粒子射束，還可能導致離子實際撞擊源頭 3。此撞擊會嚴重限制源頭 3 的壽命並且因而為非所希望。

【0078】 本文已經參考上面所討論的特定實施例說明過本發明。應該理解的係，此等實施例可以有熟習本技術的人士所熟知的各種修正與替代形式，其並沒有脫離本發明的精神與範疇。據此，本文雖然已經說明過特定實施例；不過，此等特定實施例僅為範例，並沒有限制本發明的範疇，本發明的範疇定義在隨附的申請專利範圍中。

【符號說明】

【0079】

- 1 帶電粒子微影設備
- 2 小射束產生器
- 3 源頭
- 4 帶電粒子射束
- 5 準直器透鏡
- 5a 準直器透鏡

- 5b 準直器透鏡
- 5c 準直器透鏡
- 5d 準直器透鏡
- 6 孔徑陣列
- 7 小射束
- 8 小射束調變器
- 9 小射束遮擋器陣列
- 10 小射束阻止陣列
- 11 小射束偏折器陣列
- 12 投射透鏡配置
- 13 標靶表面
- 14 圖案資料攜載光射束
- 15 光纖陣列
- 17 定位裝置
- 18 虛線盒體
- 20 聚集透鏡陣列
- 24 可移動的平台
- 60 控制單元
- 61 資料儲存單元
- 62 讀出單元
- 63 資料轉換單元
- 64 光纖

65	投射透鏡
72	準直器
74	聚集透鏡陣列
75	多孔徑陣列
101	主真空腔室
102	源頭腔室
103	中間腔室
AA	第一孔徑陣列元件
MAA	多孔徑陣列
105	開口
106	閥門
106a	致動單元
107	開口
108	開口
109	閥門
109a	致動單元
111	真空抽吸系統
112	出口
113	唧筒
114	出口
115	唧筒
117	冷凍唧筒屏障

201401331

- 201 高電壓屏障配置
- 203 冷卻配置
- 204 冷卻通道
- 205 磁屏障配置
- 210 金屬絲
- 220 唧筒
- 230 支撐結構
- 231 足部
- 232 球體
- 240 框架
- 250 埠口
- 251 埠口
- 260 凸緣
- 300 準直器
- 310 平板
- 315 結構
- 317 壁部
- 320 彈簧元件
- 325 環圈
- 340 冷卻通道
- 345 蓋板
- 400 射束產生器

201401331

- 401a 殼體部件
- 401b 殼體部件
- 401c 殼體部件
- 402 凸緣
- 405a 入口
- 405b 出口
- 406 軟管分歧器
- 407a 流體供應導管
- 407b 流體移除導管
- 408 高電壓供應單元
- 409 金屬絲
- 410 絕緣結構
- 411 唧筒
- 412 唧筒
- 417a 通道
- 417b 通道
- 420 補板
- 430 反重量

發明摘要

※ 申請案號：102117163

H01J 37/317 (2006.01)

※ 申請日：102.5.14

※IPC 分類：

G03F 7/20 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

帶電粒子微影系統和射束產生器

Charged particle lithography system and beam generator

【中文】

本發明關於一種用於曝光一標靶的帶電粒子微影系統。該系統包含：

一帶電粒子射束產生器，用於產生一帶電粒子射束；一孔徑陣列(6)，用於從該帶電粒子射束形成複數道小射束；以及一小射束投射器(12)，用以將該小射束投射在該標靶的表面上。該帶電粒子射束產生器包含：一帶電粒子源頭(3)，用以產生一發散的帶電粒子射束；一準直器系統(5a、5b、5c、5d；72；300)，用以折射該發散的帶電粒子射束；以及一冷卻配置(203)，用以移除來自該準直器系統的熱度，該冷卻配置包括一包圍該準直器系統之至少一部分的主體。

【英文】

The invention relates to a charged particle lithography system for exposing a target. The system includes a charged particle beam generator for generating a charged particle beam; an aperture array(6) for forming a plurality of beamlets from the charged particle beam; and a beamlet projector(12) for projecting the beamlets onto a surface of the target. The charged particle beam generator includes a charged particle source (3) for generating a diverging charged particle beam; a collimator system (5a,5b,5c,5d;72;300) for refracting the diverging charged particle beam; and a

201401331

cooling arrangement (203) for removing heat from the collimator system, the cooling arrangement comprising a body surrounding at least a portion of the collimator system.

申請專利範圍

1. 一種用於曝光一標靶(13)的帶電粒子微影系統(1)，該系統包括：

- 一帶電粒子射束產生器，用以產生一帶電粒子射束；
- 一孔徑陣列(6)，用以從該帶電粒子射束形成複數道小射束；以及
- 一小射束投射器(12)，用以將該小射束投射於該標靶的一表面上，

其中，該帶電粒子射束產生器包括：

其中，該帶電粒子射束產生器包括：

- 一帶電粒子源頭(3)，用以產生一發散的帶電粒子射束；
- 一準直器系統(5a、5b、5c、5d；72；300)，用以折射該發散的帶電

粒子射束；以及

- 一冷卻配置(203)，用以移除來自該準直器系統的熱度，該冷卻配置包括一包圍該準直器系統之至少一部分的主體。

2. 根據申請專利範圍第 1 項的微影系統，其中，該帶電粒子源頭被放置在一第一真空腔室(102)中，且其中，該準直器系統與該冷卻配置被放置在一第二真空腔室(103)中。

3. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項的微影系統，其中，該射束產生器被包含在該微影系統的一曝光真空腔室裡面。

4. 根據申請專利範圍第 2 項的微影系統，其中，該冷卻配置包括一具備一凹腔的封閉主體。

5. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項的微影系統，其中，該冷卻系統會和該準直器系統的至少一部分整合。

6. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項的微影系統，其中，該準直器系統形

成一具有被顯著封閉之壁部的腔室。

7. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項的微影系統，其中，該準直器系統包括一包括三個電極(5a、5b、5c)的聚焦鏡。

8. 根據申請專利範圍第 7 項的微影系統，其中，該聚焦鏡電極的中央電極被調製成用於相對於該聚焦鏡電極之外電極的正電位。

9. 根據申請專利範圍第 8 項的微影系統，其中，該聚焦鏡的該外電極被調製成用於包含接地電位。

10. 根據申請專利範圍第 7 項的微影系統，其中，該聚焦鏡的至少該上電極具備導管，用以導送冷卻劑經過該電極主體。

11. 根據申請專利範圍第 7 項的微影系統，其中，該聚焦鏡的該外電極包括冷卻劑導管。

12. 根據申請專利範圍第 2 項的微影系統，其中，該冷卻配置包括一具備一凹腔的主體，該主體形成該第二真空腔室的壁部。

13. 根據申請專利範圍第 2 或 12 項的微影系統，其中，該第一真空腔室與該第二真空腔室被放置在一第三真空腔室中。

14. 一種使用在根據申請專利範圍第 1 或 2 項的帶電粒子微影系統中的帶電粒子射束產生器，該帶電粒子射束產生器包括：

- 一帶電粒子源頭(3)，用以產生一發散的帶電粒子射束；
- 一準直器系統(5a、5b、5c、5d；72；300)，用以折射該發散的帶電粒子射束；以及
- 一冷卻配置(203)，用以移除來自該準直器系統的熱度，該冷卻配置包括一包圍該準直器系統之至少一部分的主體。

15. 根據申請專利範圍第 14 項的產生器，其中，該帶電粒子源頭被放置在一第一真空腔室(102)中，且該準直器系統與該冷卻配置被放置在一第二真空腔室(103)中。

16. 根據申請專利範圍第 15 項的產生器，其中，該冷卻配置包括一具備一凹腔的主體，該主體形成該第二真空腔室的壁部。

圖式

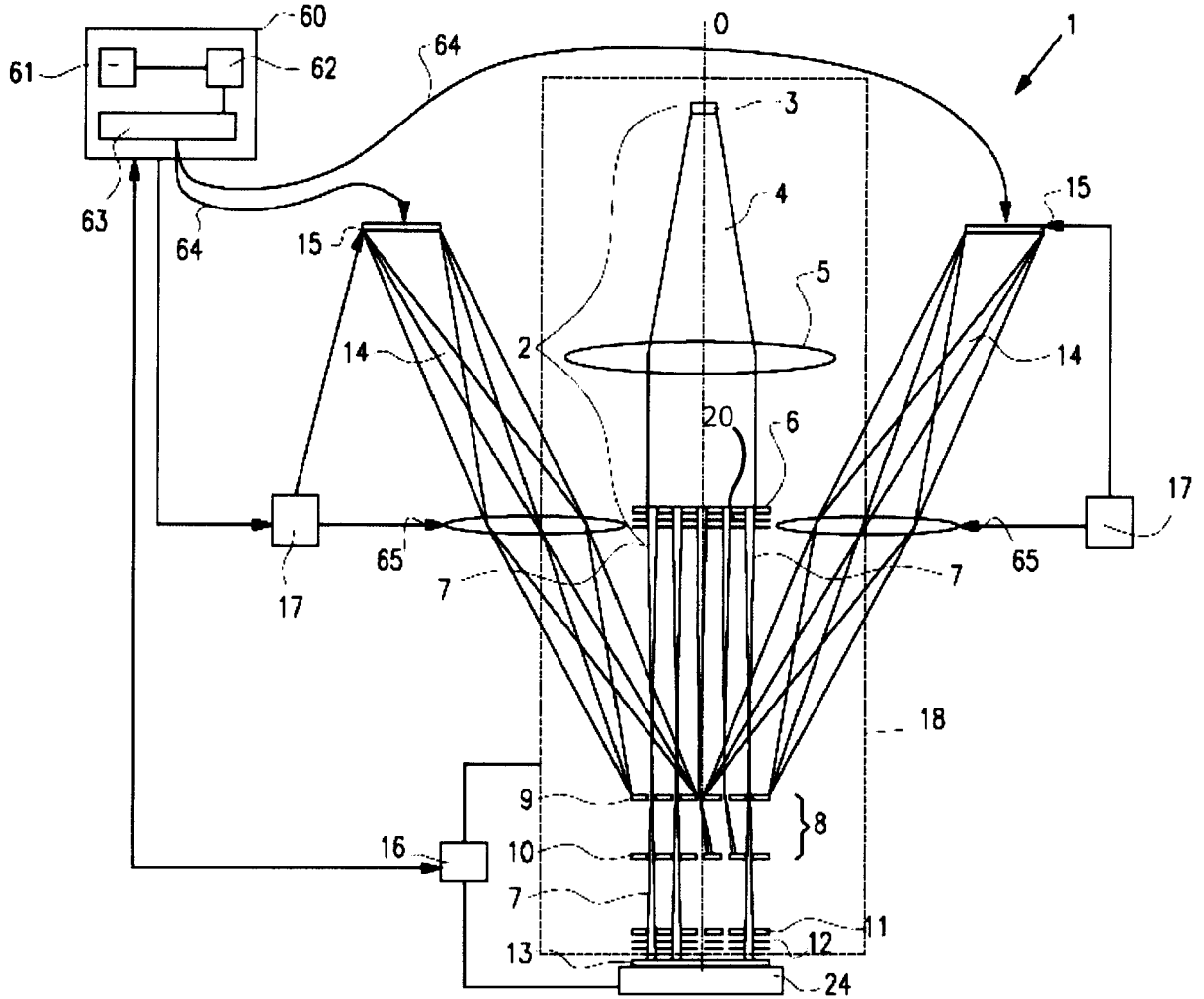


圖1

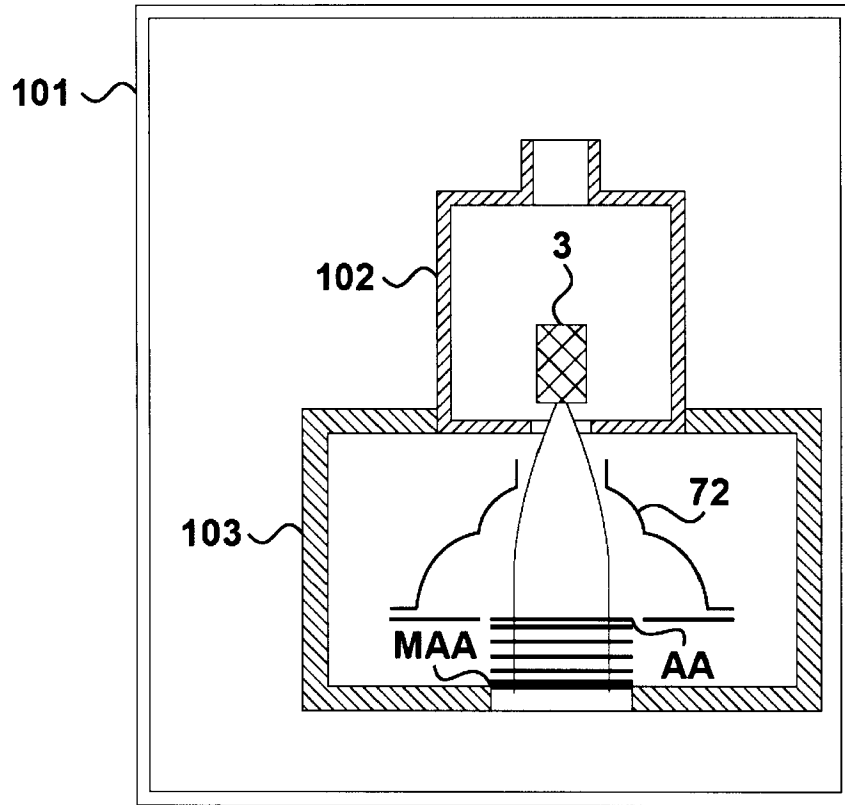


圖2a

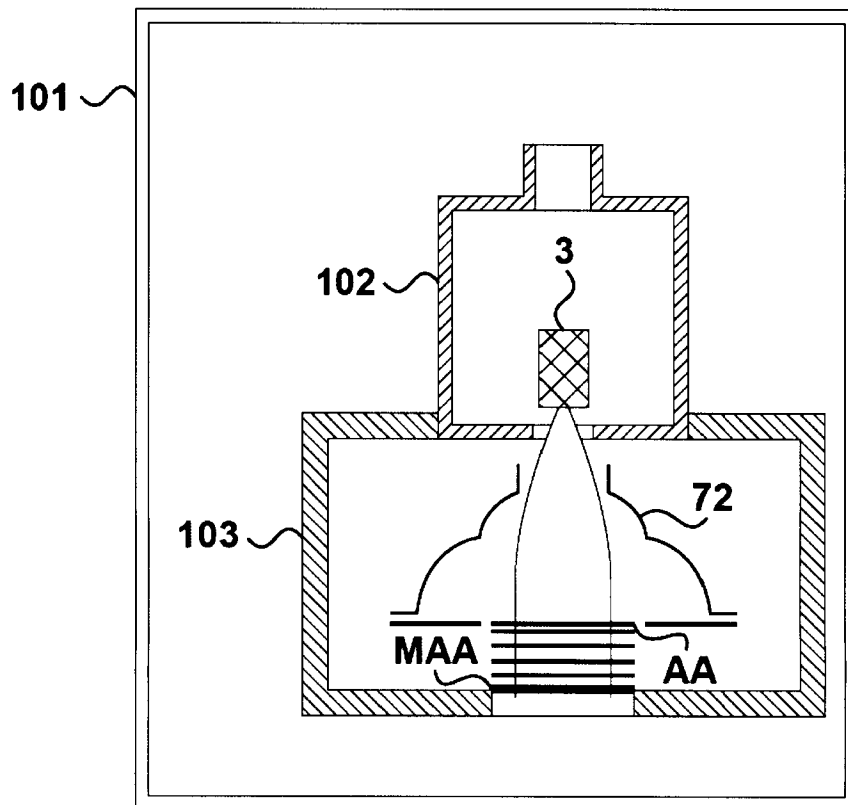


圖2b

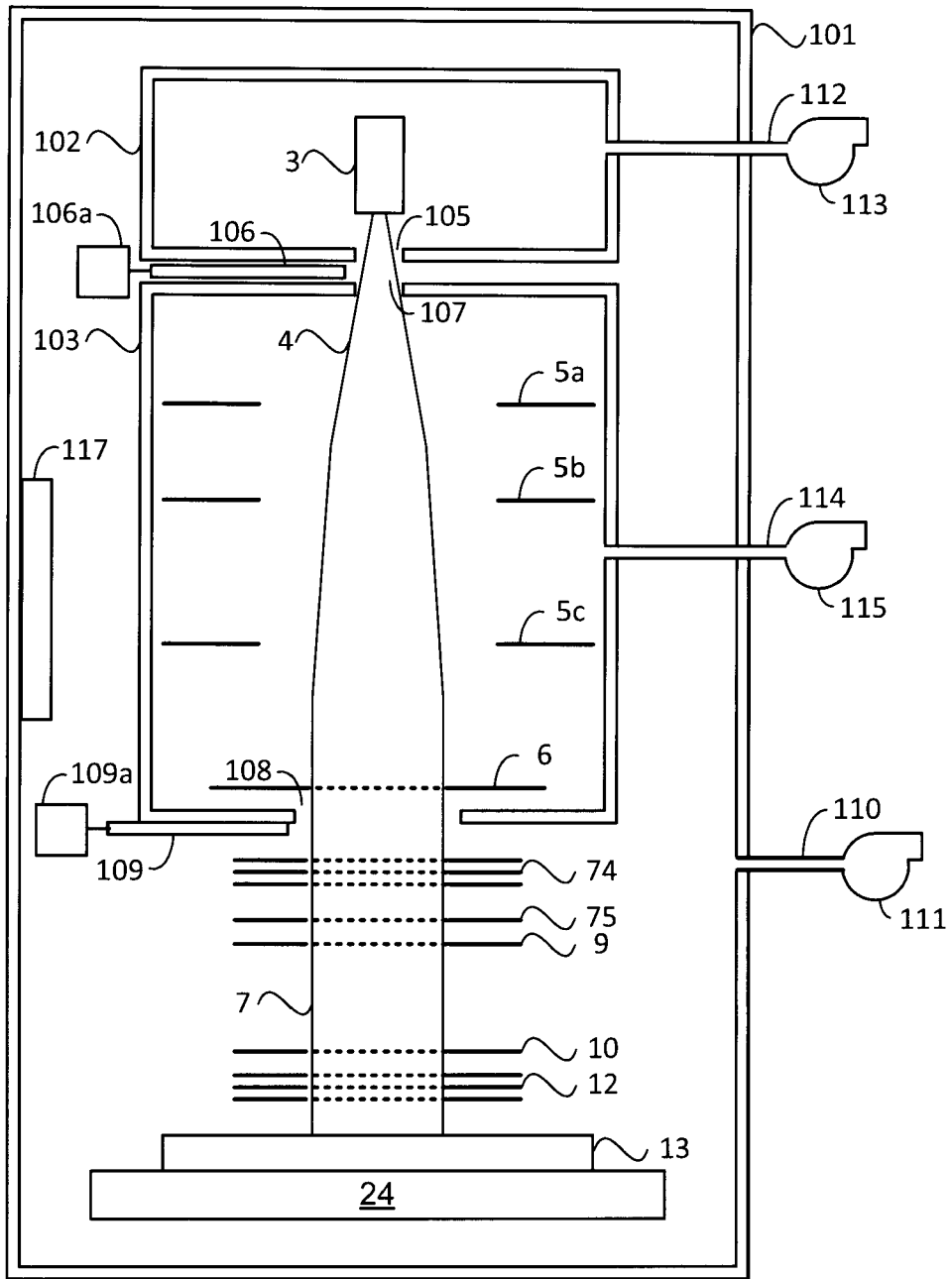


圖3

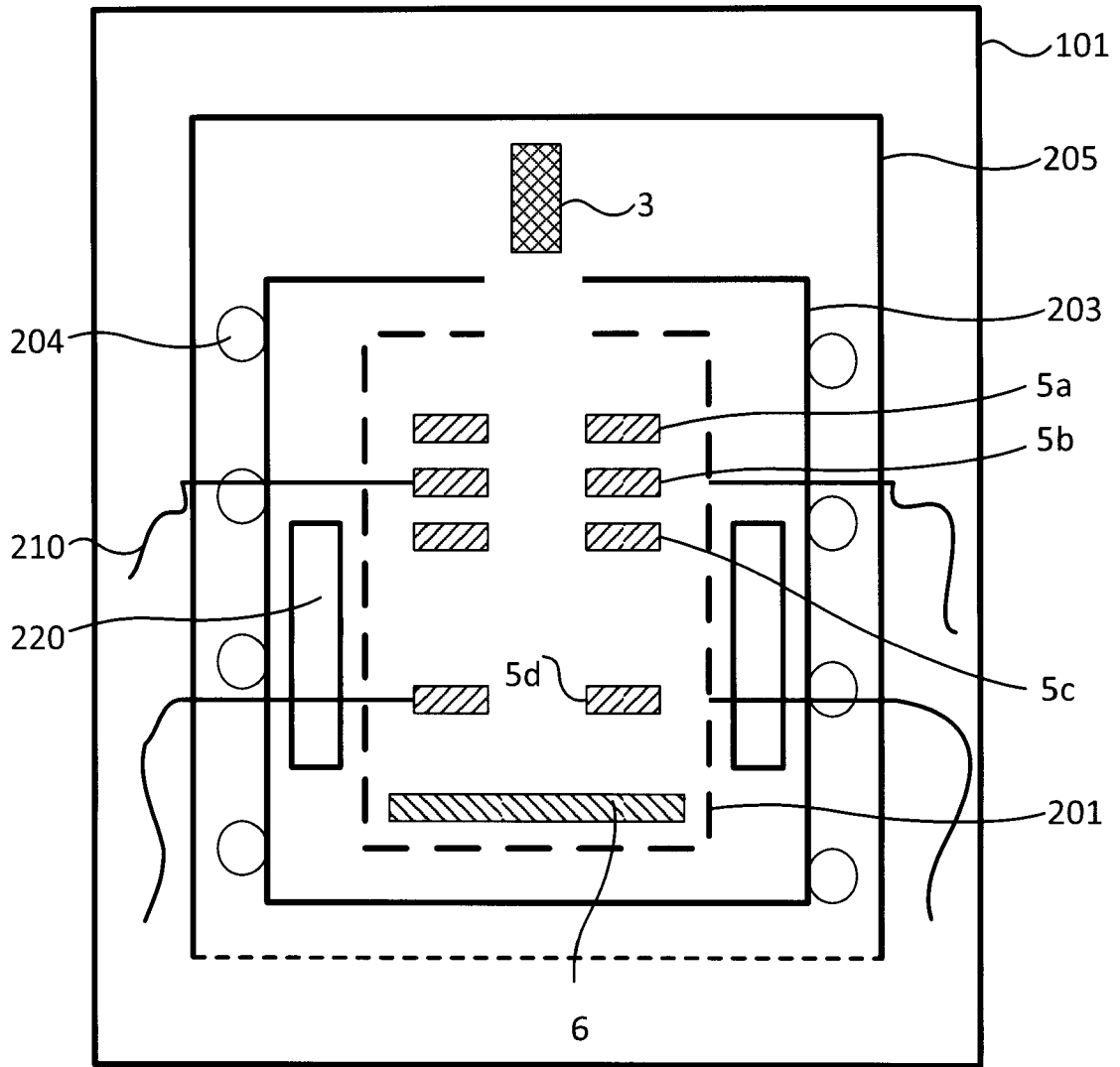


圖4

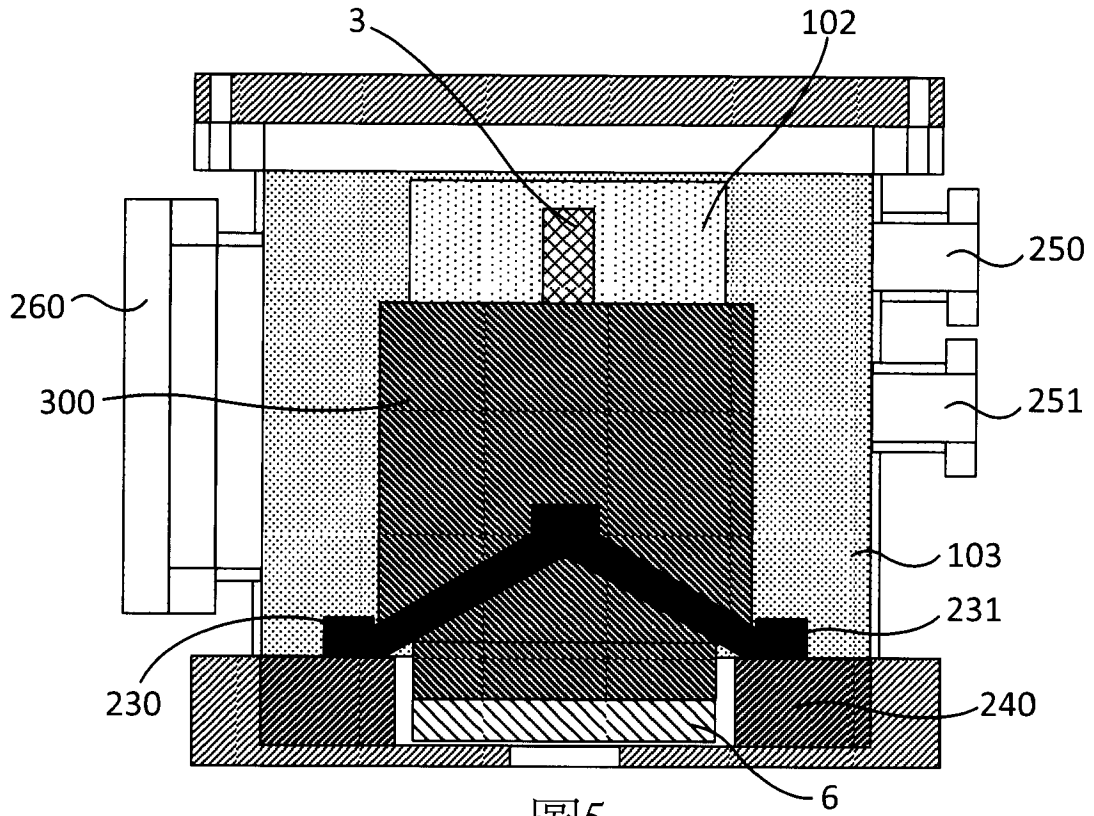


圖5

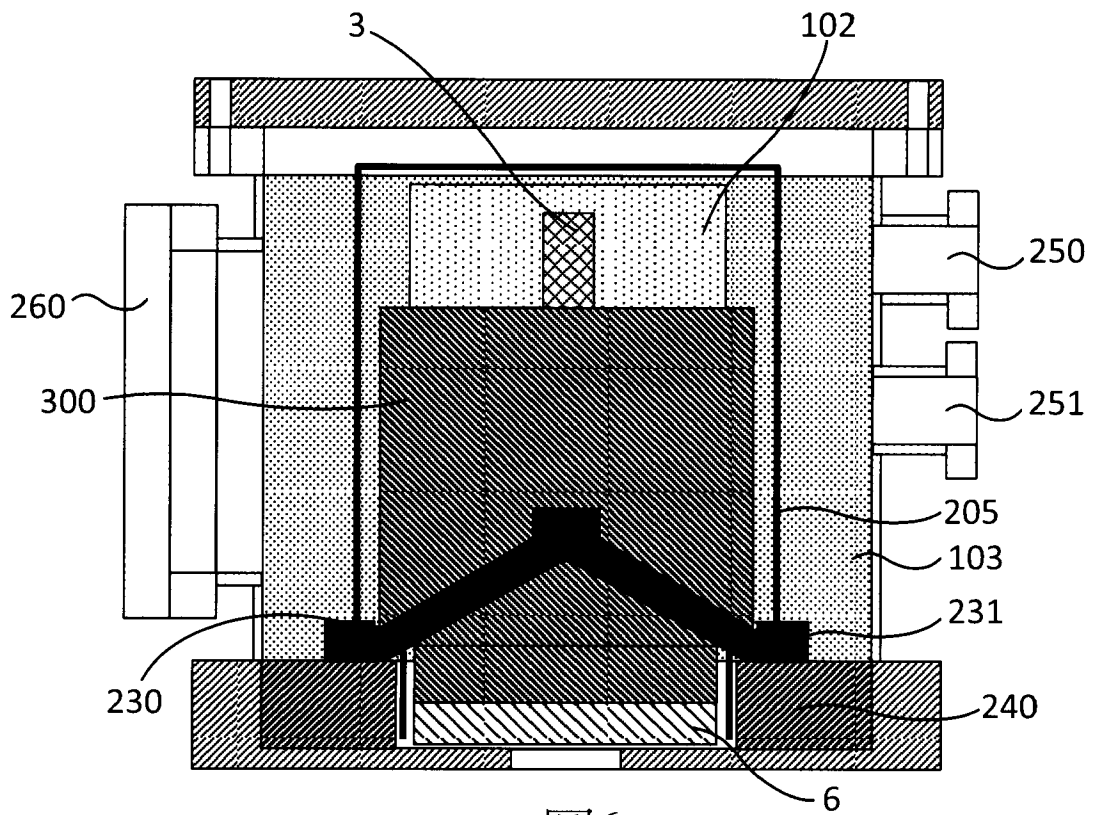


圖6

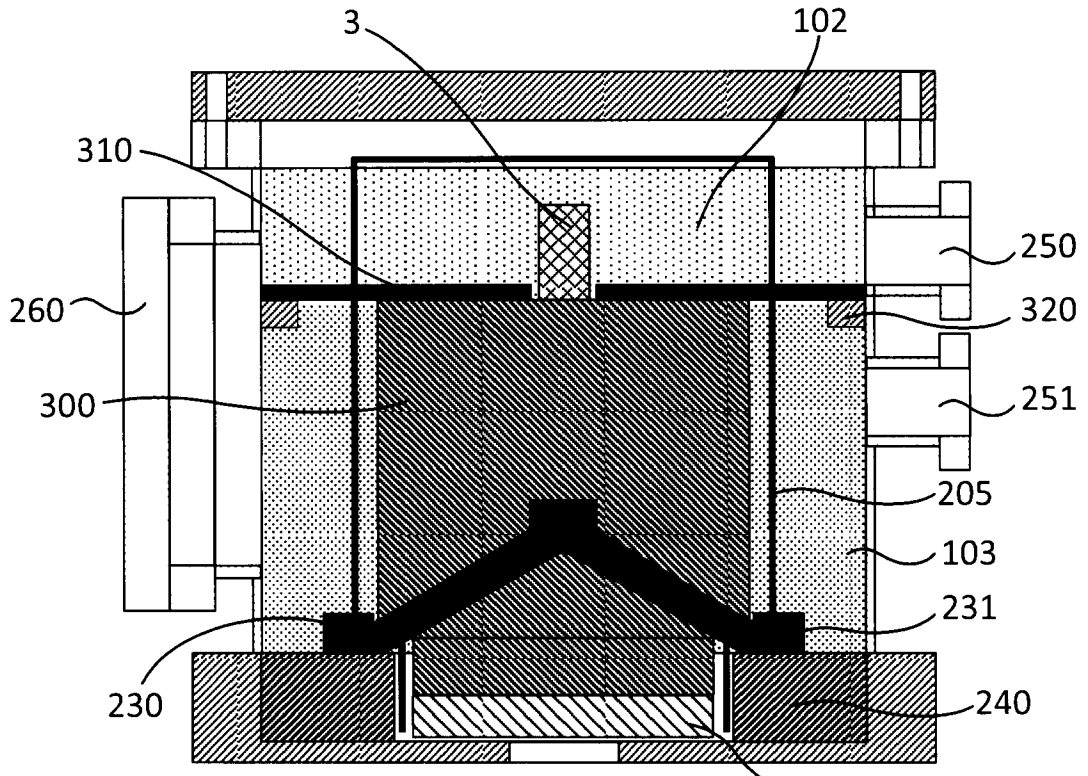


圖7

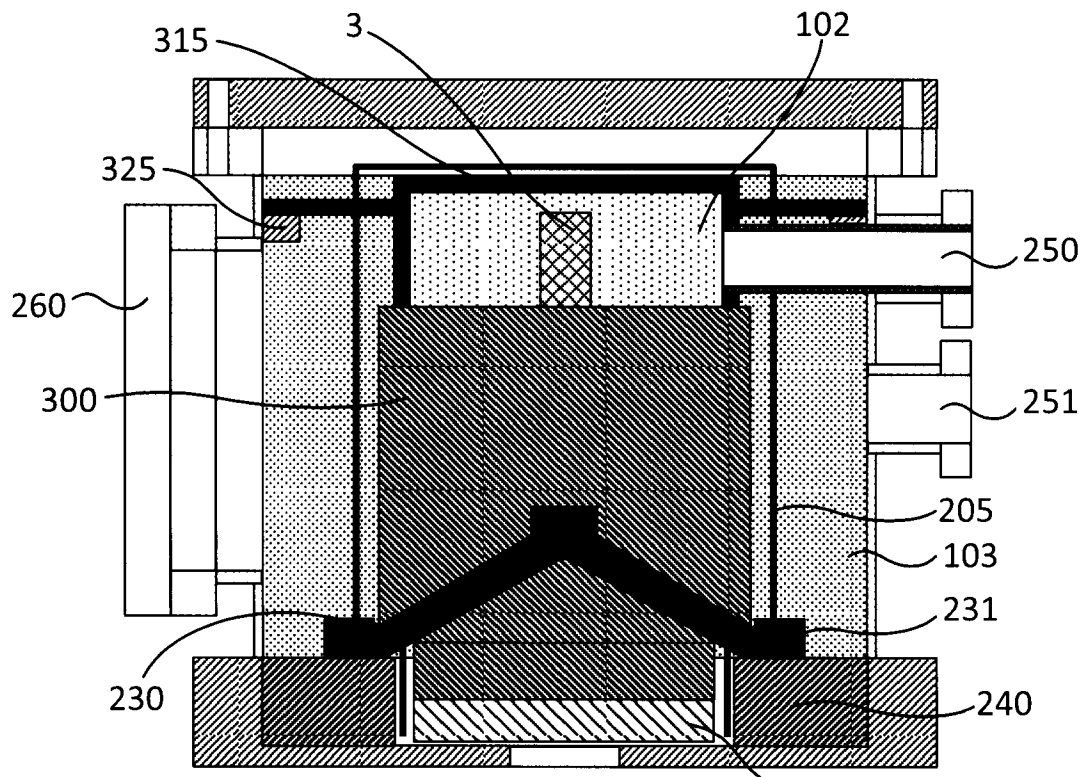


圖8

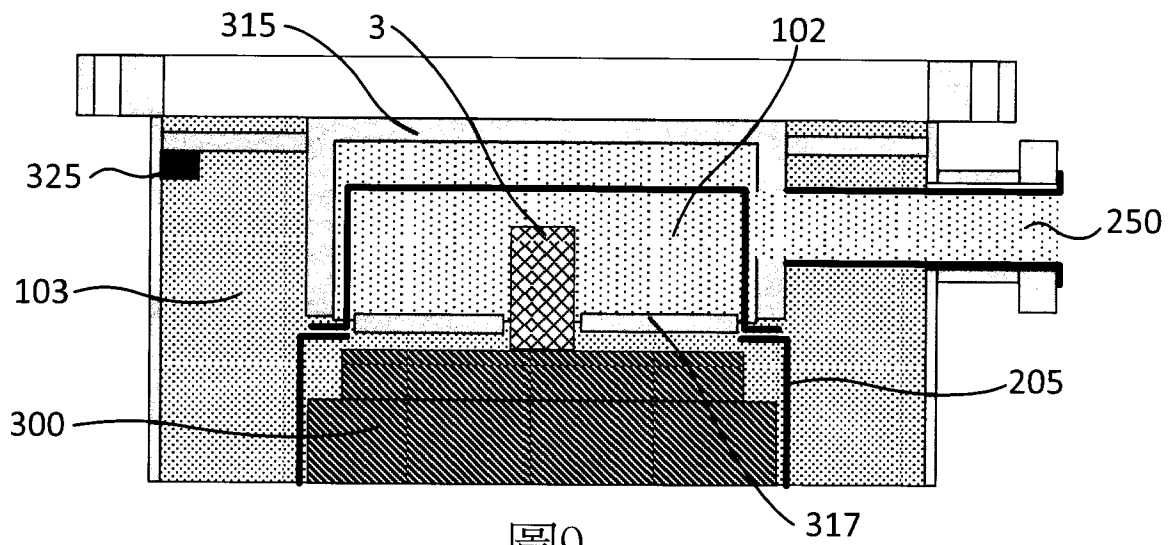


圖9

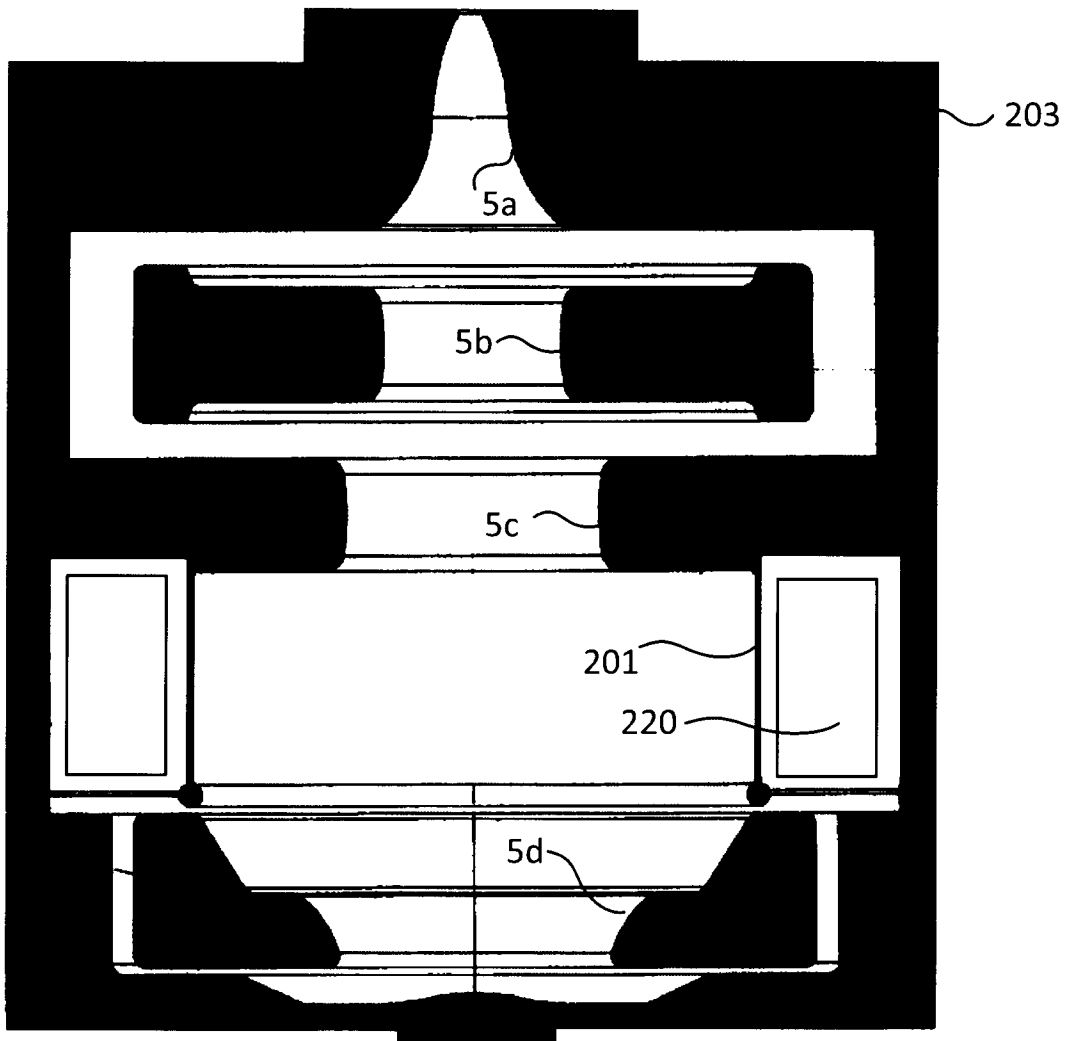


圖10

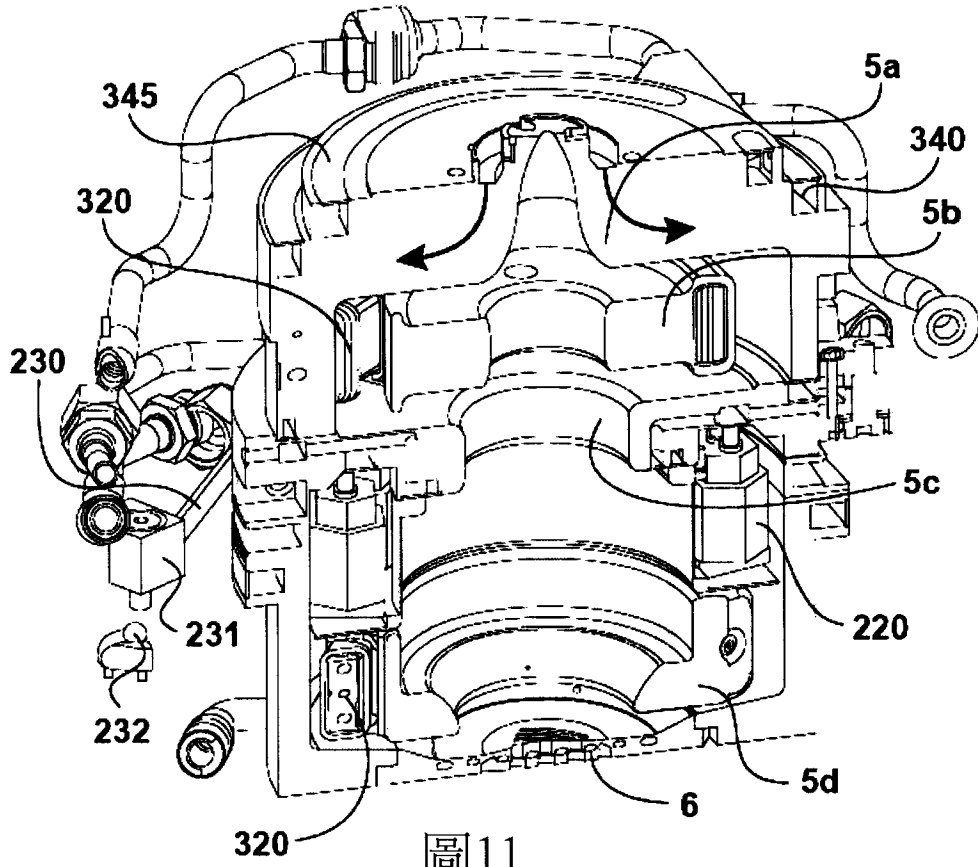


圖 11

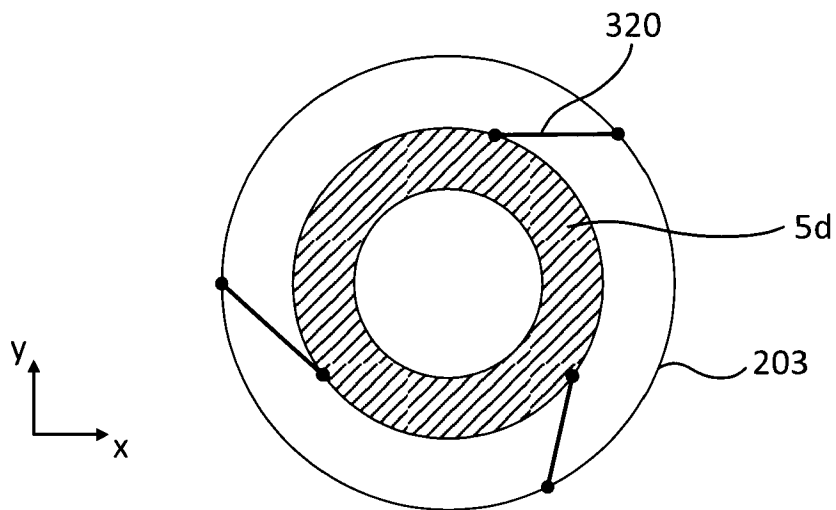


圖 12

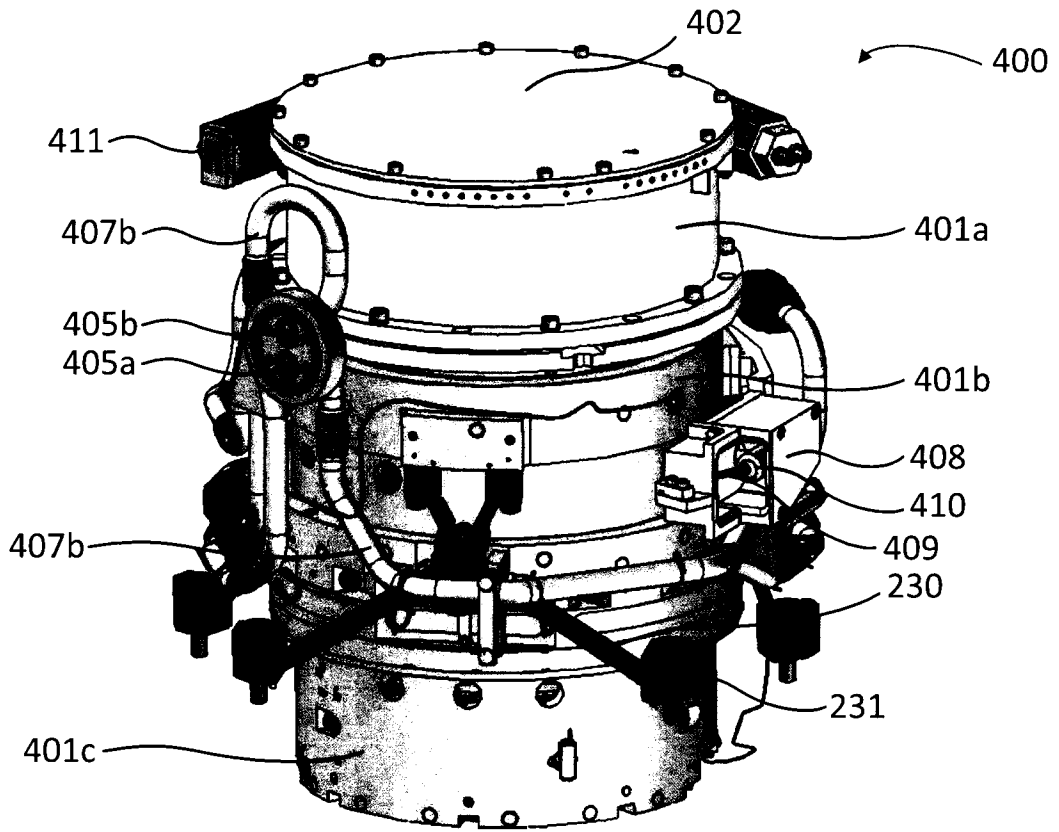


圖13

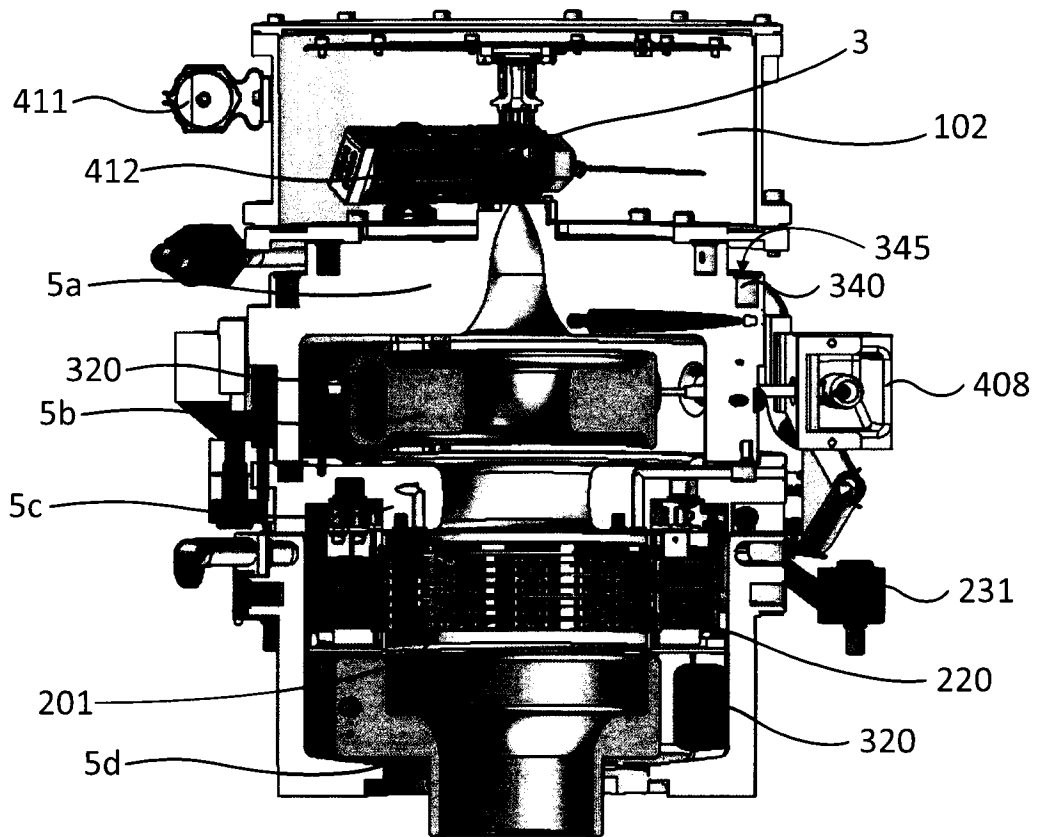


圖14

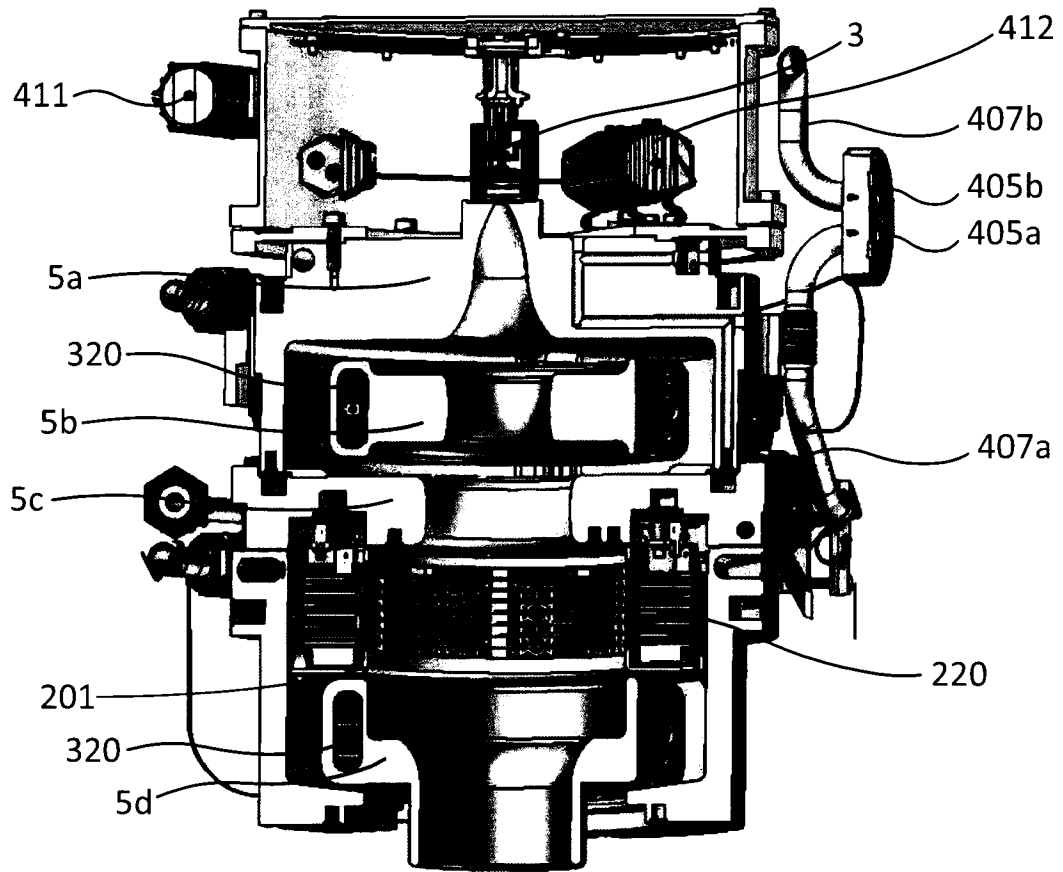


圖15

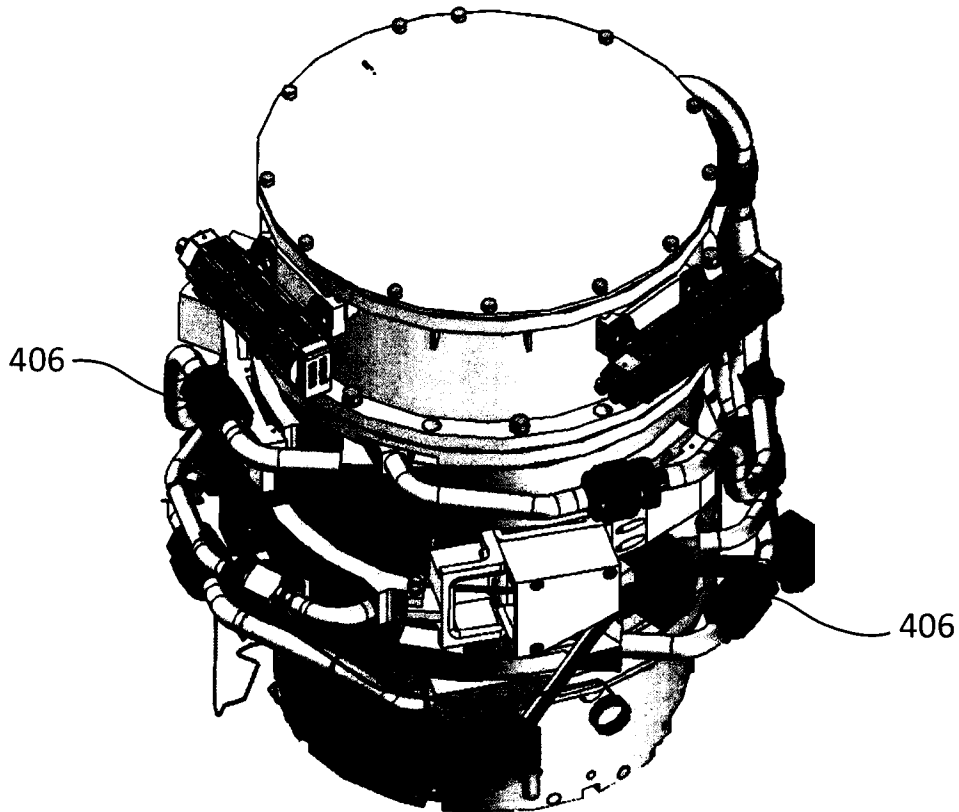


圖16

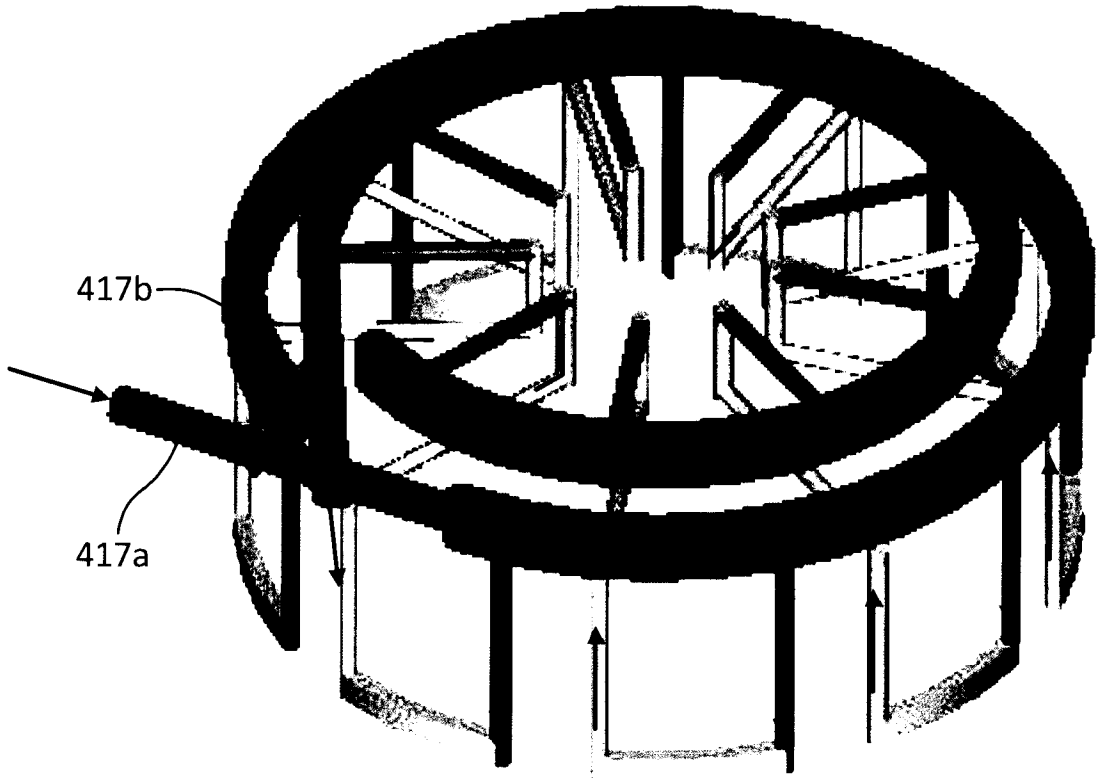


圖17

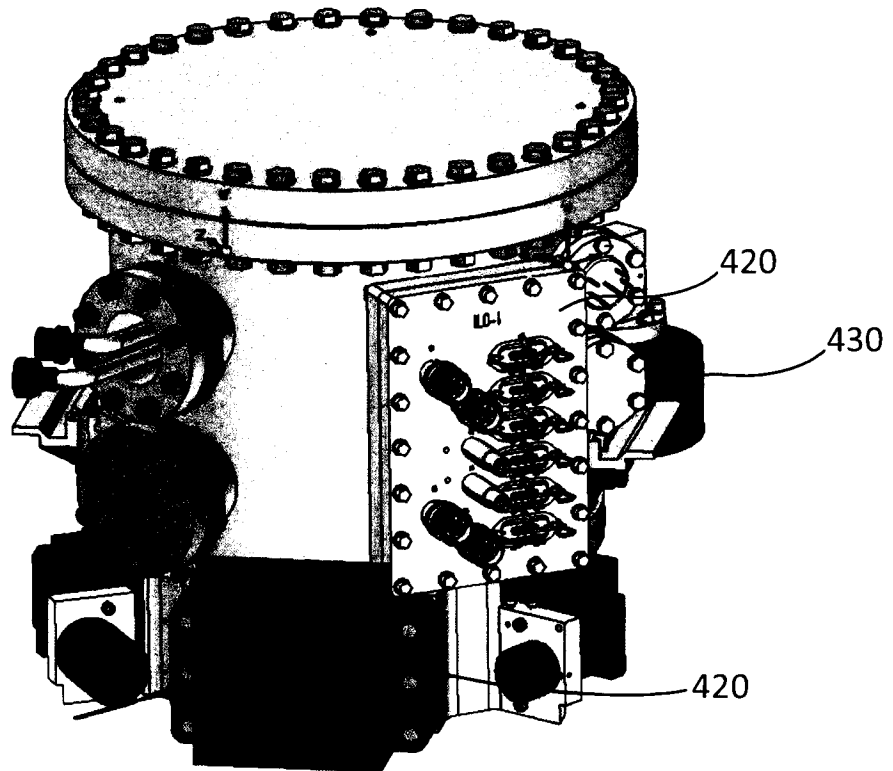


圖18

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 11 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 5a 準直器透鏡
- 5b 準直器透鏡
- 5c 準直器透鏡
- 5d 準直器透鏡
- 6 孔徑陣列
- 220 唧筒
- 230 支撐結構
- 231 足部
- 232 球體
- 320 彈簧元件
- 340 冷卻通道
- 345 蓋板

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

的電氣佈線連接線、光學佈線連接線、及/或功率佈線連接線聚集繞送經過專屬於該模組的一或多個埠口。這可讓一特殊模組的纜線被中斷連接、移除、以及置換，而不會干擾任何其它模組的纜線。

【0037】 主真空腔室 101 具備一出口 110 與真空抽吸系統 111。該源頭腔室 102 可能具備自己的出口 112 與唧筒 113，而中間腔室 103 可能同樣具備一出口 114 與唧筒 115。圖中概略顯示的唧筒 113 與 115 會將該主腔室中的氣體排至外部。這可能導致震動饋送至該微影系統。在假定腔室 102 與 103 中的真空位準的前提下，可以使用化學式或吸氣劑唧筒來捕捉此等腔室中的分子，而不必排至該主腔室外面。冷凍唧筒 (cryogenic pump) 亦可用於此等腔室，但是，可能因為該腔室的小尺寸的關係而被排除。

【0038】 在該系統中將壓力位準抽真空可以下面的方式來實施。首先，該主腔室 101 與中間腔室 103 以及源頭腔室 102 會被抽真空至該主腔室 101 的位準。這可能完全或是主要由該主真空腔室 101 的抽吸系統 111 來完成。該抽吸系統 111 可能具有用於該主腔室之一或多個專屬真空唧筒中的其中一者，或者，一或多個真空唧筒可能在用於數個不同微影系統的數個主真空腔室之間被共用。每一個主腔室可能都有一小型真空唧筒，並且共用一較大型的真空唧筒。能夠使用一個以上的唧筒在該主真空腔室中達成真空便創造真空唧筒冗餘能力，其可以改善真空操作的可靠度。倘若一真空唧筒誤動作的話，另一真空唧筒則會接替它的功能。

【0039】 該主真空腔室中的真空能夠由渦輪真空唧筒來產生，而且亦可以使用一冷凍唧筒系統 (cryopump system)。一水蒸汽冷凍唧筒(舉例來說，具有一或多個冷凍唧筒屏障 117 的形式)可以包含在該主真空腔室 101

中，用以捕捉該主控室中的水蒸汽，以便幫助形成該主控室中的真空。這會縮小用以產生足夠真空所需要之真空唧筒的尺寸並且縮短唧筒抽真空的時間，並且沒有使用任何移動部件，因此不會引進其它類型低溫(<4K)系統通常會造成的震動。較佳的係，該(等)真空唧筒會先被啓動，接著才啓動該冷凍唧筒系統。在冷凍唧筒系統之前啓動真空唧筒系統可以促成更有效的真空抽吸程序，並且進一步提高效率，該(等)真空唧筒可能在特定週期(舉例來說，為達到特定預設臨界數值以下之壓力數值所需要的時間)之後和該主真空腔室隔離。在隔離該(等)真空唧筒之後，該冷凍唧筒系統便可以繼續操作，用以完成該真空之生成。

【0040】 接著，該中間腔室與源頭腔室會額外被抽真空至所希望的較低壓力，較佳的係，以熟練人士所知悉的方式藉由化學吸氣劑來進行。藉由使用再生性、化學性、以及所謂的被動性唧筒，例如，吸氣劑，該中間腔室與源頭腔室裡面的壓力位準可以變成比該主控室中的壓力位準更低的位準，但是並不需要使用真空渦輪唧筒。使用吸氣劑會避免該真空腔室的內部或緊鄰的外側鄰近區域受到聲音及/或機械性震動影響，其係在使用真空渦輪唧筒來達成此目的便會發生的情況。

【0041】 該主控室會先藉由抽離該腔室內部的空氣而被抽真空。該抽真空會藉由使用冷凍唧筒屏障或是雷同的方法盡可能捕捉殘留在該腔室中的分子而繼續進行。這會導致「捕捉」在該主控室中環行的分子並且防止此等分子進入該中間腔室與該源頭腔室。藉由使用該孔徑陣列中其中一者的孔徑來形成該主控室與該中間腔室之間的開口，從而縮小該開口的尺寸，該主控室中的(相對更多)分子進入該中間腔室的機會也會降低。依照相

配置的中間電極)可以被用來折射該帶電粒子射束。用於此透鏡的合宜電壓可能為 15 至 25kV，舉例來說，約 20kV。透鏡 5a、5c 可能保持在 0V 處。另一個透鏡 5d 可以被用來修正像差，如稍後將進行的討論。透鏡 5d 可能操作在非常低的電壓處，舉例來說，約 1kV。

【0047】 該系統裡面之非指定器件上出現的高電壓為非所希望，舉例來說，因為此等電壓會創造額外的電場，其會以令人無法接受且經常為無法預期的方式影響該帶電粒子射束。所以，透鏡 5a 至 5d，且於此實施例還有孔徑陣列 6，係被放置在一高電壓屏障配置 201 裡面，用以遮擋保護該配置 201 外面的器件，避免受到出現在該屏障配置 201 裡面的高電壓影響。再者，在使用期間出現的帶電粒子射束也將受到遮擋保護，不會受到從該高電壓屏障配置 201 外面之位置處所發出的電場影響，該電場可能負面影響該射束的均勻性及/或可能引起額外的像差。較佳的係，該屏障配置 201 包括一金屬絲網(wire mesh)結構。使用金屬絲網結構取代其中有數個小開口之封閉式結構會使得該屏障配置 201 裡面的體積能夠更輕易地被抽真空，用以達到合宜的真空壓力。

【0048】 該一或多個唧筒 220 被放置在該屏障配置 201 外面，以便防止該一或多個唧筒被充電。該帶電粒子射束會產生熱，明確地說，因為孔徑平板 6 的帶電粒子反向散射的結果所造成。因此，該一或多個唧筒 220 也會被加熱，所以，這會影響它們的效率。其它器件的操作可能也會因加熱而受到負面影響。所以，該射束產生器進一步包括一用以移除熱度(例如，在該準直器系統裡面所產生的熱度)的冷卻配置 203。該冷卻配置 203 包圍該高電壓屏障配置 201 以及該一或多個唧筒 220。因此，該一或多個唧筒 220

會被放置在該高電壓屏障配置 201 與該冷卻配置 203 之間。該冷卻配置 203 可能包括一或多條冷卻通道 204，冷卻液體(例如，水)可以流過該冷卻通道。相較於由導熱材料製成的散熱片，藉由其中有冷卻液體流的冷卻通道來使用主動式冷卻會強化熱傳輸效果。

【0049】 較佳的係，一磁屏障配置 205 會包圍該冷卻配置 203。使用磁屏障配置 205 會阻隔可能影響該帶電粒子射束的外部磁場。較佳的係，該磁屏障配置 205 包括一或多個壁部，該壁部包括磁導率(magnetic permeability)大於約 20,000 的磁屏障材料。較佳的係，該磁屏障材料的磁導率大於約 300,000。最佳的係，該磁屏障材料還具有低剩磁(remanence)。磁屏障材料的範例包含，但是並不限於，繆金屬(mu-metal)類型和 Nanovate™-EM。

【0050】 該磁屏障配置 205 不會阻隔由該配置 205 裡面的繞線 210 所產生的磁場干擾該帶電粒子射束。舉例來說，此繞線 210 係用以充電電極 5b、5d。基於此項理由，該磁屏障配置 205 裡面的該金屬絲 210 為筆直並且配向在以該準直器系統為中心的徑向方向中。再者，該繞線 210 的方式可以使得不同金屬絲的磁場盡可能彼此抵消。在該磁屏障配置 205 外面的金屬絲 210 的配向比較不重要，因為由此等位置處的金屬絲 210 所產生的磁場可以被配置 205 阻隔。請注意，該磁屏障配置 205 未必需要為一種封閉式結構。尤其是在底部，該配置 205 可能為開放，在圖 4 中以虛線表示。

【0051】 包含高電壓屏障配置 201、冷卻配置 203、以及磁屏障配置 205 在內的所有器件可以被放置在一真空腔室 101 裡面。使用一分離的真空腔室作為微影設備的一部分可以有助於模組式設計。舉例來說，該真空腔

- 65 投射透鏡
- 72 準直器
- 74 聚集透鏡陣列
- 75 多孔徑陣列
- 101 主真空腔室
- 102 源頭腔室
- 103 中間腔室
- AA 第一孔徑陣列元件
- MAA 多孔徑陣列
- 105 開口
- 106 閥門
- 106a 致動單元
- 107 開口
- 108 開口
- 109 閥門
- 109a 致動單元
- 110 出口
- 111 真空抽吸系統
- 112 出口
- 113 唧筒
- 114 出口
- 115 唧筒

- 117 冷凍唧筒屏障
- 201 高電壓屏障配置
- 203 冷卻配置
- 204 冷卻通道
- 205 磁屏障配置
- 210 金屬絲/繞線
- 220 唧筒
- 230 支撐結構
- 231 足部
- 232 球體
- 240 框架
- 250 埠口
- 251 埠口
- 260 凸緣
- 300 準直器
- 310 平板
- 315 結構
- 317 壁部
- 320 彈簧元件
- 325 環圈
- 340 冷卻通道
- 345 蓋板

- 400 射束產生器
- 401a 殼體部件
- 401b 殼體部件
- 401c 殼體部件
- 402 凸緣
- 405a 入口
- 405b 出口
- 406 軟管分歧器
- 407a 流體供應導管
- 407b 流體移除導管
- 408 高電壓供應單元
- 409 金屬絲
- 410 絕緣結構
- 411 唧筒
- 412 唧筒
- 417a 通道
- 417b 通道
- 420 補板
- 430 反重量

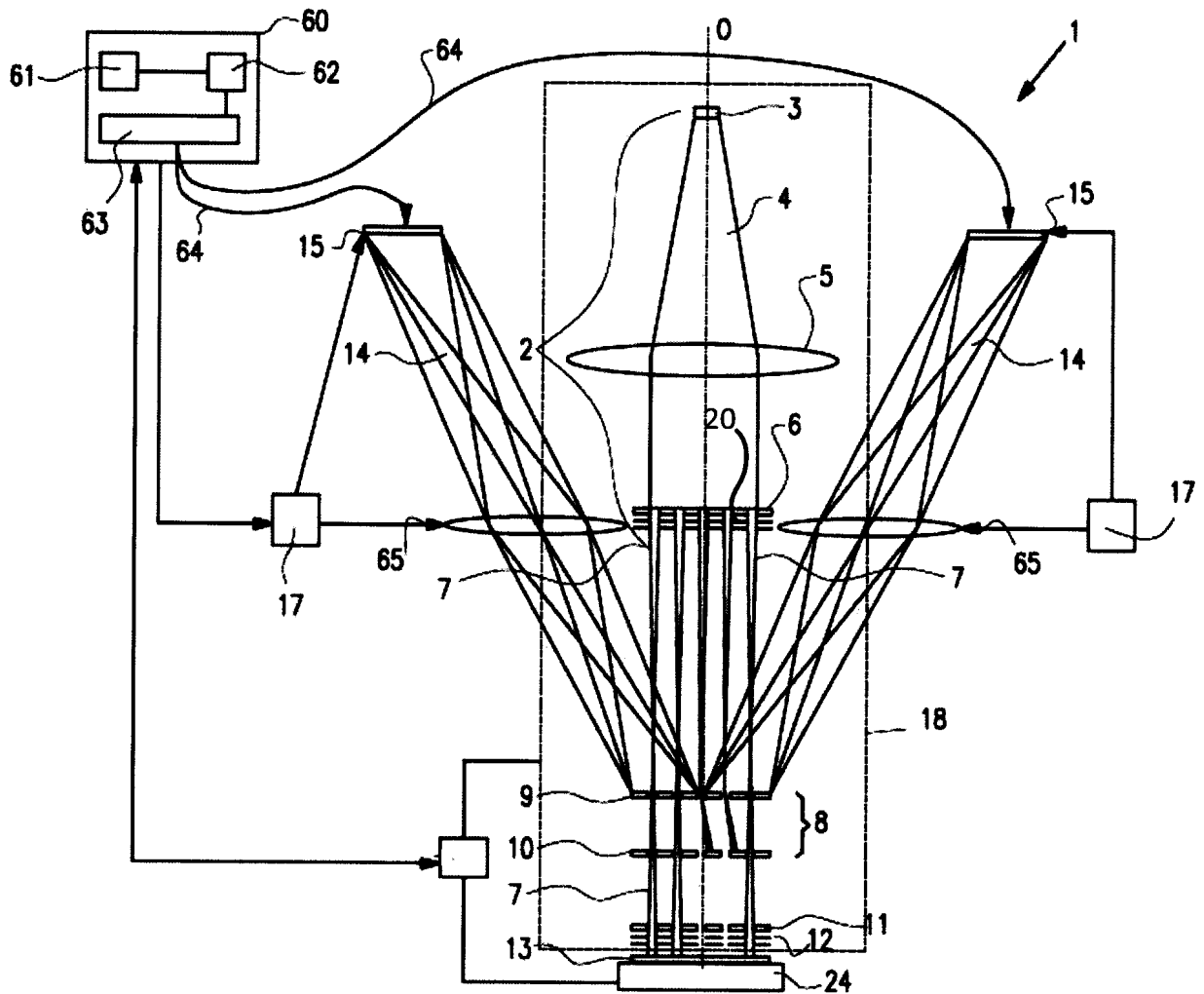


圖1

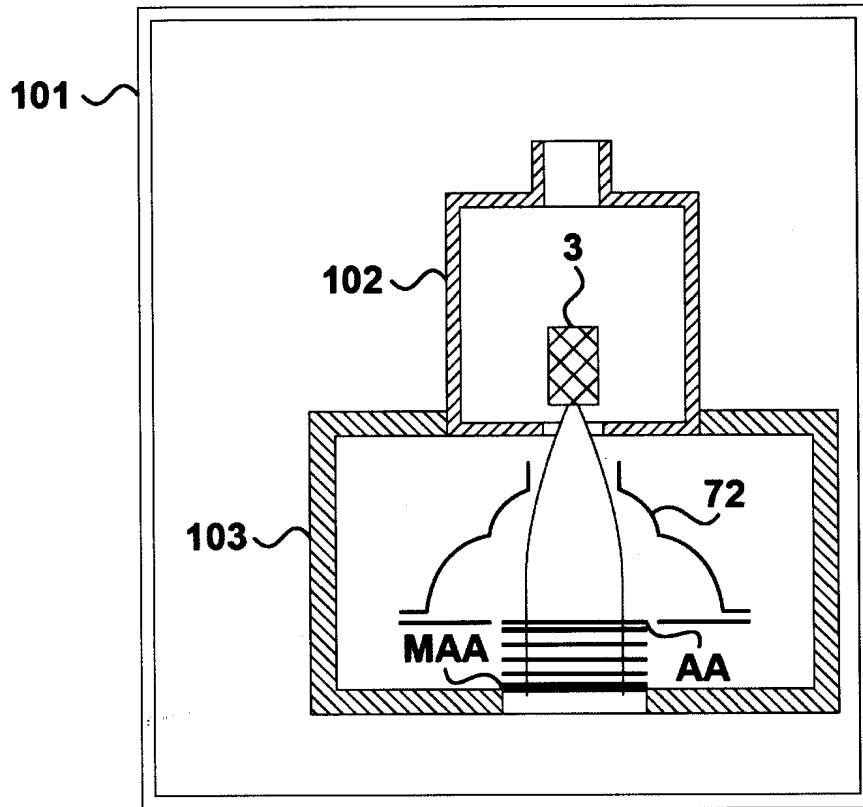


圖2a

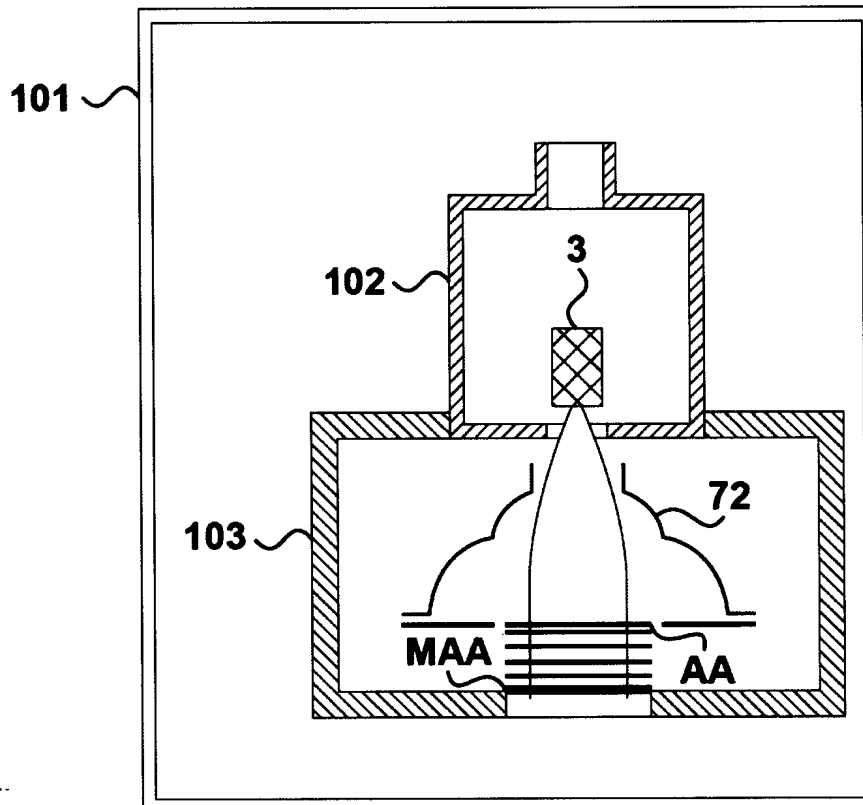


圖2b