

【發明說明書】

【中文發明名稱】帶電粒子束透鏡裝置、帶電粒子束柱體、及帶電粒子束曝光裝置(二)

【英文發明名稱】CHARGED PARTICLE BEAM LENS APPARATUS,
CHARGED PARTICLE BEAM COLUMN, AND CHARGED PARTICLE BEAM
EXPOSURE APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明關於帶電粒子束透鏡裝置、帶電粒子束柱體、及帶電粒子束曝光裝置。

【先前技術】

【0002】 先前已知有一種互補微影(*complementary lithography*)技術，是針對以光束曝光技術所形成線形圖案，使用電子束等的帶電粒子束來進行加工(例如參照專利文獻1)。又，已知有一種帶電粒子束曝光裝置，其排列有複數個帶電粒子束柱體，該帶電粒子束柱體具有帶電粒子束透鏡(例如參照非專利文獻1)。又，也已知有一種帶電粒子束透鏡的排熱手段(例如參照專利文獻2、3)。

專利文獻1：日本特開2013-16744號公報

專利文獻2：日本特開昭61-227356號公報

專利文獻3：日本特開2014-120545號公報

非專利文獻1：Proc. SPIE 7637, *Alternative Lithographic Technologies II*, 76370C (2010年3月10日)

【發明內容】**【0003】 [發明所欲解決的問題]**

這種曝光裝置，其排列有複數個帶電粒子束柱體，因此透鏡的尺寸有限制，難以一邊維持射束電流值一邊得到高解析度。如果增加帶電粒子束透鏡的激磁電流來增強激磁則可以得到高解析度，但是卻會使得帶電粒子束透鏡的發熱增加，而如果在帶電粒子束透鏡上設置排熱等的機構來作為解決該發熱的對策，則會使得帶電粒子束透鏡大型化。因此，想要謀求一種小型且解析度高的帶電粒子束透鏡。

【0004】 例如，作為帶電粒子束透鏡的排熱手段，提案有下列手段：導入具有雙重構造之構件，並使冷卻用液體在該構件的間隙中流動的手段(例如參照專利文獻2)；及，設置容器，在該容器中封入有激磁部，並使冷卻用液體在該容器內部中流動的手段(例如參照專利文獻3)。但是，這些手段是對帶電粒子束透鏡追加新的構件來形成冷卻水流路，所以帶電粒子束透鏡的尺寸，會隨著該追加的構件的尺寸而增加。

【0005】 [解決問題的技術手段]

本發明的第1態樣中，提供一種帶電粒子束透鏡裝置，具備：透鏡部，其被形成在使帶電粒子束通過的貫通孔的周圍，且使帶電粒子束收斂或擴散；及，支持部，其圍繞透鏡部的外周；其中，在透鏡部中的與支持部連接的外周部分及在支持部中的與透鏡部連接的內周部分的至少

一方具有溝部，該溝部用以使冷卻用液體沿著透鏡部的外周流動。

【0006】 本發明的第2態樣中，提供一種帶電粒子束透鏡裝置，具備：透鏡部，其被形成在使帶電粒子束通過的貫通孔的周圍，且使帶電粒子束收斂或擴散；及，支持部，其圍繞透鏡部的外周；其中，透鏡部，具有被形成在貫通孔的周圍之第一構件、及圍繞第一構件的外周之第二構件；在第一構件中的與第二構件連接的外周部分及在第二構件中的與第一構件連接的內周部分的至少一方具有溝部，該溝部用以使冷卻用液體沿著第一構件的外周流動。

【0007】 本發明的第3態樣中，提供一種帶電粒子束柱體，具有：粒子源，其放射帶電粒子束；及，第1態樣及第2態樣的任一態樣的帶電粒子束透鏡裝置。

【0008】 此外，上述的發明概要，並未列舉出本發明的所有必要特徵。又，該等特徵群的子組合也能成為發明。

【圖式簡單說明】

【0009】

第1圖表示本實施型態的電子束曝光裝置100的構成例。

第2A圖表示本實施型態的電子束透鏡裝置30的構成例的斜視圖。

第2B圖表示本實施型態的電子束透鏡裝置30的構成例的剖面圖。

第3圖表示本實施型態的透鏡部40的第一變化例的斜視圖。

第4圖表示本實施型態的透鏡部40的第二變化例的斜視圖。

第5圖表示本實施型態的透鏡部40的第三變化例的斜視圖。

第6圖表示本實施型態的透鏡部40的第四變化例的斜視圖。

第7圖表示冷卻水的流量、溝部61的兩端的壓力差及排水溫度的關係的圖表。

第8圖表示本實施型態的電子束曝光裝置100的變化例。

第9圖表示電子束曝光裝置100的變化例中的透鏡部40的構成的剖面圖。

第10圖表示本實施型態的透鏡部40的第五變化例的斜視圖。

第11A圖表示電子束透鏡和排熱手段的第一例的剖面圖。

第11B圖表示電子束透鏡和排熱手段的第二例的剖面圖。

第11C圖表示電子束透鏡和排熱手段的第三例的剖面圖。

第12圖表示電子束透鏡的球面像差係數 C_s 與電子束透鏡的發熱量 Q_c 的關係的圖表。

【實施方式】

【0010】 以下，透過發明的實施型態來說明本發明，但以下的實施型態並非用來限定申請專利範圍的發明。又，在發明的解決手段中，不一定需要有實施型態中所說明的特徵的所有組合。

【0011】 首先，針對電子束透鏡的透鏡特性與透鏡發熱的關係、及電子束透鏡的排熱手段來進行說明。

【0012】 第11A圖表示電子束透鏡及排熱手段的第一例的剖面圖。第11B圖表示電子束透鏡及排熱手段的第二例的剖面圖。第11C圖表示電子束透鏡及排熱手段的第三例的剖面圖。在各個圖中，構成電子束透鏡的構件，是以軸對稱的方式被配置在軸LA的周圍，該軸LA是由與Z軸平行的鏈線來表示。電子束透鏡，具備激磁部42、磁性體部43及缺口部44。作為一例，電子束會沿著對稱軸LA通過電子束透鏡。激磁部42，是以軸LA作為繞線(winding)的中心軸之線圈。激磁部42使電流繞著軸LA流動，藉此在軸LA上產生朝向軸LA的延伸方向的磁場。

【0013】 磁性體部43，使激磁部42所激磁的磁場集中在缺口部44附近。藉此，在第11A圖、第11B圖、第11C圖的各個圖中構成的電子束透鏡，都是以軸LA作為透鏡軸。幅度d1表示電子束透鏡的貫通孔的內徑，該電子束透鏡的貫通孔使電子束沿著透鏡軸LA通過。又，幅度d2表示電子束透鏡的外徑，該電子束透鏡具有圓柱形狀且以透鏡軸LA作為中心軸。

【0014】 在將這種電子束透鏡作為對物透鏡之電子束柱體中，檢討球面像差係數 C_s 與藉由流過激磁部42的線圈之電流所產生的發熱量 Q_c 的關係，該球面像差係數 C_s 是決定透鏡的解析度的基本參數。另外，球面像差係數 C_s ，若將電子束透鏡的收斂半角(*convergence semi-angle*)設為 α ，則 $C_s \times \alpha^3$ 成為該電子束透鏡的收斂之係數。第12圖表示電子束透鏡的球面像差係數 C_s 與電子束透鏡的發熱量 Q_c 的關係的圖表。第12圖，其橫軸是球面像差係數 C_s ，其縱軸是電子束透鏡的發熱量 Q_c 。第12圖是以利用更少的發熱量 Q_c 來得到更小的像差係數 C_s 的方式，將激磁部42、磁性體部43及缺口部44的形狀和尺寸最適化，而得到的球面像差係數 C_s 與發熱量 Q_c 的關係的圖表。

【0015】 第12圖的圖表所表示的例子，是在電子束的加速電壓是50KV、磁性體部43的內徑 d_1 是 $\phi 8\text{mm}$ 、及磁性體部43的外徑 d_2 是 $\phi 28\text{mm}$ 的條件下求得。又，所表示的例子，是在激磁部42的線圈繞線(*coil winding*)剖面的徑向(*radial direction*)的幅度(作為一例，是在11A圖中的 d_3)是4mm以內；磁性體部43的剖面的徑向的幅度，其內側(靠近透鏡軸LA的一側，作為一例，是在11A圖中的 d_4)、及其外側(遠離透鏡軸LA的一側，作為一例，是在11A圖中的 d_5)都是3mm以內的條件下求得。

【0016】 第12圖是對電子束透鏡的每個參數，藉由模擬來算出發熱量 Q_c 和球面像差參數 C_s 並作圖而成的例子。電子束透鏡的參數，是激磁部42的繞線部分的剖面形狀和Z軸方向的長度、圍繞激磁部42之磁性體部43的剖面形狀和Z軸方向的長度、缺口部44的位置和間隔、及射束的射出側的透鏡的底面與試料上的成像面(image-plane)之間の間隔等。另外，第12圖的圖表所表示的例子是每個參數的作圖結果，其將以利用更少的發熱量 Q_c 來得到更小的像差係數 C_s 的方式得到的點，亦即更靠近縱軸和橫軸的點連成一線而作成。

【0017】 自第12圖的圖表，可知球面像差參數 C_s 是5mm以下的電子束透鏡的發熱量 Q ，是100W以上。此處，球面像差參數 C_s 是5mm以下的條件，表示當藉由電子束透鏡來收斂電子束且該電子束的收斂半角例如是10mrad(毫弧度)的範圍時，利用 $C_s \times \alpha^3$ 所計算的像差，例如是成為5nm以下的條件。

【0018】 亦即，表示的一例，是藉由一邊使收斂半角是10mrad的電子束收斂而得到充分的射束電流值，一邊檢討能夠實現規定的解析度的電子束透鏡的條件。亦即，以上的模擬結果，表示為了使球面像差參數 C_s 是5mm以下且使電子束透鏡的溫度保持在例如50℃以下，必須從電子束透鏡至少排熱100W的熱量。

【0019】 第11A圖、第11B圖及第11C圖，表示電子束透鏡的排熱手段的例子。第11A圖的排熱手段的例子，

是將管 8 1 捲繞成線圈狀並設置在磁性體部 4 3 的外周。第 1 1 A 圖的手段，是使磁性體部 4 3 的外壁與管 8 1 接觸，並藉由在管 8 1 的內部流通並循環的冷卻用流體，將電子束透鏡所產生的熱加以排出。相較於在第 1 1 B 圖及第 1 1 C 圖中說明的排熱手段，第 1 1 A 圖的手段的排熱能力低，難以將發熱量是 1 0 0 W 以上的電子束透鏡的溫度保持在規定範圍內。又，第 1 1 A 圖，其電子束透鏡的尺寸，會因為管 8 1 的尺寸而變大。

【0 0 2 0】 第 1 1 B 圖的排熱手段的例子，是在磁性體部 4 3 中設置貫通孔 8 2。第 1 1 B 圖的手段，是透過貫通孔 8 2 的壁面來使通過貫通孔 8 2 並進行循環的冷卻用流體與磁性體部 4 3 直接地接觸，藉此將電子束透鏡所產生的熱加以排出。第 1 1 B 圖的手段，可知如果為了將發熱量是 1 0 0 W 以上的電子束透鏡的溫度保持在規定範圍內而調整貫通孔 8 2 的孔徑和貫通孔 8 2 的數目，則如果不將磁性體部 4 3 的尺寸，特別是磁性體部 4 3 的剖面的徑向的幅度 $d 5$ 變大，就難以形成該電子束透鏡。

【0 0 2 1】 第 1 1 C 圖的排熱手段的例子，是在磁性體部 4 3 的內部空間中設置可收納激磁部 4 2 之容器 8 3。第 1 1 C 圖的手段，是將激磁部 4 2 浸入在容器 8 3 中流通並循環的冷卻用流體中，藉此將電子束透鏡所產生的熱加以排出。第 1 1 C 圖的手段，是使有電流通的激磁部 4 2 與冷卻用流體直接地接觸，所以會有自激磁部 4 2 漏電至冷卻用流體中、及由於激磁部 4 2 與冷卻用流體的接觸所造成的激

磁部 42 的腐蝕等，而引起透鏡動作的不穩定性的情況。又，難以一邊使冷卻用流體循環，一邊使電流在激磁部 42 中穩定地流動。

【0022】如以上，在小型的電子束透鏡中，難以將發熱量是 100 W 以上的電子束透鏡的溫度保持在規定範圍內。於是，針對本實施型態的帶電粒子束透鏡裝置，其是小型且可以將發熱量是 100 W 以上的電子束透鏡的溫度保持在規定範圍內，來進行說明。

【0023】第 1 圖表示本實施型態的電子束曝光裝置 100 的構成例。電子束曝光裝置 100，作為一例，將帶電粒子束照射至與試料上的線形圖案對應的位置，以對該線形圖案上的切割圖案 (cutting pattern) 和介層窗圖案 (via pattern) 進行曝光，其中該試料的線形圖案是基於規定的節距來形成。電子束曝光裝置 100，具備平台部 110、柱體部 120 及曝光控制部 140。平台部 110，被設置在真空容器 112 內。

【0024】平台部 110，其載置試料 10。此處，試料 10，可為以半導體、玻璃及 / 或陶瓷等所形成的基板，作為一例，是以矽等所形成的半導體晶圓。試料 10，是在表面以金屬等的導電體形成有線形圖案之基板。本實施型態的電子束曝光裝置 100，例如為了切斷該線形圖案來進行微細加工 (形成電極、配線及 / 或通孔等)，而對已形成於該線形圖案上的光阻進行曝光。

【0025】 平台部110，使試料10在第1圖所示的XY平面上移動。平台部110，可為XY平台，亦可在XY平台上更組合Z平台、旋轉平台及傾斜平台的其中一種以上。

【0026】 柱體部120是一種帶電粒子束柱體，將具有電子和離子之帶電粒子束，照射至已被載置於平台部110上的試料10。柱體部120，將具有電子和離子之帶電粒子束，照射至在平台部110的可移動範圍中的試料10的表面上。在本實施型態中的例子，說明藉由柱體部120來照射電子束。本實施型態的柱體部120，例如其產生電子束，以切斷已形成於試料10上的線形圖案來進行微細加工。

【0027】 柱體部120，具有電子源20和電子束透鏡裝置30。電子束透鏡裝置30，具有透鏡部40和支持部50。進一步，透鏡部40，包含障壁部41、激磁部42及磁性體部43。

【0028】 電子源20，是放射出帶電粒子束之粒子源的一例。電子源20，利用電場或熱能來放射電子，並對該放射出來的電子施加預定的電場，以向第1圖中成為-Z方向之試料10的方向上加速，而作為電子束EB輸出。電子源20，可施加預定的加速電壓(作為一例，為50KV)而輸出電子束EB。電子源20，可被設置於：自與XY平面平行之試料10的表面算起，與Z軸平行之垂直線上。電子源20，被設置在真空容器22內。

【0029】 電子束透鏡裝置30，被設置在電子源20與試料10之間，使自電子源20放射出來的電子束EB收斂並照射至試料10的表面上。透鏡部40及支持部50，作為一例，其相對於電子束EB通過的軸，被配置成軸對稱。

【0030】 透鏡部40，被形成在使電子束通過的貫通孔的周圍，且使電子束收斂或擴散。透鏡部40，在靠近電子束EB通過的軸的一側具有障壁部41。障壁部41，例如具有在Z軸方向上延伸的圓筒狀的形狀，且形成有使電子束EB通過其內側的貫通孔。障壁部41，其端部也可以連接至真空容器22及真空容器112，該真空容器22的內部設置有電子源20，該真空容器112的內部設置有平台部110。

【0031】 在障壁部41與真空容器22的接觸面上、及在障壁部41與真空容器112接觸的接觸面上，也可以形成真空密封面，以將真空容器22的內側空間、圓筒狀的障壁部41的內側空間及真空容器112的內側空間都保持成真空狀態。如第1圖所示，自電子源20放射出來的電子束EB，通過障壁部41的內側的被保持成真空狀態的空間而到達試料10上。

【0032】 激磁部42，在藉由障壁部41而被保持成真空狀態的上述貫通孔的內部，產生往貫通孔的延伸方向的磁場。磁性體部43，其調整由激磁部42產生的磁場的強度和方向。藉此，激磁部42和磁性體部43，在透鏡部40的

對稱的中心軸也就是透鏡軸上，產生透鏡軸方向的磁場，以形成收斂電子束EB之電子束透鏡。

【0033】 第1圖表示在電子源20與試料10之間設置一段的透鏡部40的情況，但是不限於此，也可以設置複數段的透鏡部40。又，第1圖表示利用一段的透鏡部40來使電子束EB收斂，但是不限於此，也可以將使電子束EB收斂或擴散的透鏡部40加以組合來設置。此情況下，在第11A圖、第11B圖、第11C圖及第12圖中說明的電子束透鏡的透鏡特性與發熱的關係，例如適用於最靠近試料10之電子束透鏡(對物透鏡)。

【0034】 支持部50，圍繞柱體部120的外周來構造性地支持透鏡部40。支持部50，與設置有電子源20之真空容器22嵌合，藉此來規定自電子源20放射出來的電子束EB的射束軌道與透鏡部40的中心軸也就是透鏡軸兩者的軸偏移量的尺寸。支持部50，以將電子束透鏡的透鏡軸與射束軌道的軸偏移量的尺寸，藉由校準(alignment)手段(未圖示)收斂在能夠與電子束EB電磁性地軸對準的程度的範圍內的方式，使電子源20與透鏡部40保持在軸對準的狀態下。

【0035】 曝光控制部140，連接至平台部110和柱體部120，來控制平台部110和柱體部120以執行試料10的曝光動作。曝光控制部140，例如以使試料10的應該曝光的位置與柱體部120的電子束照射位置一致的方式來使

平台部 110 移動，並使來自柱體部 120 的電子束照射至該照射位置。

【0036】 針對電子束透鏡裝置 30 的構成例進一步說明。第 2A 圖表示本實施型態的電子束透鏡裝置 30 的構成例的斜視圖。第 2B 圖表示本實施型態的電子束透鏡裝置 30 的構成例的剖面圖。第 2B 圖表示第 2A 圖所示的電子束透鏡裝置 30 的包含透鏡軸 LA 且在與 XZ 面平行的平面上切斷而得的剖面圖。以下，不區別第 2A 圖的斜視圖和第 2B 圖的剖面圖，當表示電子束透鏡裝置 30 的構成例時，一律稱為第 2 圖。第 2 圖說明的例子是電子束透鏡裝置 30，其在透鏡部 40 上具有溝部 61、流入部 62 及排出部 63。又，說明的例子是電子束透鏡裝置 30，其具有流入側流體槽 64、排出側流體槽 65 及溫度調整器 160。

【0037】 在第 2 圖中，以鏈線表示的貫通孔的中心軸，相當於透鏡軸 LA。電子束 EB，沿著透鏡軸 LA 通過貫通孔。障壁部 41，具有以透鏡軸 LA 作為中心軸的圓筒形狀。障壁部 41，是使電子束 EB 通過的圓筒的內側部分與大氣中的圓筒的外側部分隔開之障壁，該圓筒的內側部分亦即貫通孔部分，被保持成真空狀態。

【0038】 激磁部 42，例如是線圈，其使電流繞著透鏡軸 LA 流動以產生磁場。激磁部 42，也可以是永久磁石，其長期且持續地產生磁場。又，激磁部 42，也可以是線圈和永久磁石的組合，且利用線圈所產生的磁場來調整永久磁石的磁場。

【0039】 磁性體部43，以透鏡軸LA作為中心軸，包含：在比障壁部41更外側且比激磁部42更內側之圓筒形狀部分；在比激磁部42更外側且比支持部50更內側之圓筒形狀部分；及，在激磁部42的+Z側和激磁部42的-Z側將這些圓筒形狀部分加以連接之部分。

【0040】 亦即，磁性體部43，以圍繞激磁部42的方式形成。磁性體部43，也可以由鐵、鐵與鎳之合金、或者鐵與鈷之合金等導磁率大且飽和磁通密度高的磁性材料來製作。磁性體部43，在靠近透鏡軸LA的一側具有幅度是d1的內徑，且在遠離透鏡軸LA的一側具有幅度是d2的外徑(參照第2B圖)。

【0041】 磁性體部43，在靠近透鏡軸LA的一側具有缺口部44。缺口部44，是被設置在磁性體部43的一部分上的間隙，該間隙相對於透鏡軸LA是軸對稱。如果激磁部42進行激磁，則夾住缺口部44之相對向的磁性體部43的兩端會被極化(polarization)成N極和S極，且在缺口部44附近產生局部的磁場。此局部的磁場，相對於透鏡軸LA是對稱分布。

【0042】 亦即，在透鏡軸LA上，透鏡部40所產生的磁場的方向是朝向透鏡軸LA的延伸方向。在透鏡軸LA上的磁場的強度，在缺口部44的附近成為極大值，在Z軸方向上隨著自缺口部44遠離，其強度會急遽地下降。具有這種分布的局部的磁場，相對於沿著透鏡軸LA通過的電子束EB，能夠發揮相當於凸透鏡的透鏡作用。

【0043】 支持部50，圍繞透鏡部40的外周，且對位地支持透鏡部40。透鏡部40的外周部分的一部分，與支持部50連接；支持部50的內周部分的一部分，與透鏡部40連接。

【0044】 此處，在透鏡部40中的與支持部50連接之外周部分及在支持部50中的與透鏡部40連接之內周部分的至少一方，具有溝部61，該溝部61用以使冷卻用液體沿著透鏡部40的外周流動。第2圖表示的例子，是在透鏡部40中的與支持部50連接的外周部分具有螺旋狀的溝部61，該溝部61用以使冷卻用液體沿著透鏡部40的外周流動。

【0045】 形成有溝部61之透鏡部40的外周部分，也可以與貫通孔的延伸方向也就是透鏡軸LA的方向平行，也可以在與貫通孔的中心軸相距約略相等的距離。溝部61，也可以沿著透鏡部40的外周，以捲繞外周的方式形成螺旋狀，且相對於貫通孔的中心軸被形成軸對稱。在透鏡部40的外周方向上，支持部50的內周部分蓋狀地覆蓋溝部61，所以溝部61與支持部50的組合，可形成使冷卻用流體流通的流路。

【0046】 藉此，電子束透鏡裝置30，對於透鏡部40和支持部50，不需要追加新構件就能夠形成使冷卻用流體流通的流路來作為排熱手段。因為不需要追加新構件，所以透鏡部40的內徑d1和外徑d2的尺寸，能夠作成與當沒有電子束透鏡的排熱手段時約略相同的尺寸。亦即，即便是透鏡部40的外徑d2具有必須是30mm以內的限制條

件，也能夠在電子束透鏡裝置30中設置使冷卻用流體流通的流路。

【0047】 流入部62，被連接至溝部61的一端。又，排出部63，被連接至溝部61的另一端。溝部61，將自流入部62流入的冷卻用流體，從排出部63排出。流入部62，也可以設置在電子束透鏡裝置30的使電子束EB射出的一側。排出部63，也可以設置在電子束透鏡裝置30的使電子束EB入射的一側。

【0048】 流入側流體槽64，被連接至流入部62，以將冷卻用流體供給至流入部62。排出側流體槽65，被連接至排出部63，以從排出部63來將通過溝部61後的冷卻用流體排出。溫度調整器160，其調整冷卻用流體的溫度。溫度調整器160，也可以被設置在電子束透鏡裝置30的外部，且與流入側流體槽64和排出側流體槽65連接。溫度調整器160，也可以使冷卻用流體，自流入側流體槽64至排出側流體槽65進行循環。

【0049】 溫度調整器160，作為一例，使冷卻用流體經由流入側流體槽64和流入部62而送至溝部61。在通過溝部61的期間，與透鏡部40進行熱交換而溫度上升的冷卻用流體，經由排出部63和排出側流體槽65而回到溫度調整器160。溫度調整器160，將溫度上升後的冷卻用流體加以冷卻，以調整溫度。

【0050】 溫度調整器160，供給溫度調整後的冷卻用流體。溫度調整後的冷卻用流體，自被設置在射束射出側的

流入部 62，流入至射束射出側的溝部 61，以冷卻透鏡部 40 的射束射出側。當電子束透鏡是對物透鏡時，溫度調整後的冷卻用流體，能夠比較面向試料 10 之射出側的透鏡構件的溫度與入射側的透鏡構件的溫度，迅速地進行控制。藉此，電子束透鏡裝置 30，能夠抑制自透鏡部 40 朝向試料 10 之熱輻射，以抑制試料 10 的熱膨脹。

【0051】 接著，說明電子束透鏡裝置 30 的變化例。電子束透鏡裝置 30，具備：透鏡部 40，其被形成在使電子束通過之貫通孔的周圍，且使電子束收斂或擴散；及，支持部 50，其圍繞透鏡部 40 的外周。本實施型態的變化例所說明的例子，是具備排熱手段之透鏡部 40，該透鏡部 40 具有障壁部 41、激磁部 42 及磁性體部 43，且該排熱手段是將電子束透鏡所產生的熱加以排出。

【0052】 第 3 圖表示本實施型態的透鏡部 40 的第一變化例的斜視圖。第 4 圖表示本實施型態的透鏡部 40 的第二變化例的斜視圖。第 5 圖表示本實施型態的透鏡部 40 的第三變化例的斜視圖。以及，第 6 圖表示本實施型態的透鏡部 40 的第四變化例的斜視圖。在第 3 圖至第 6 圖中，與第 2 圖記載的構件具有約略相同機能的構件，被給予相同符號且省略說明。在第 3 圖至第 6 圖中，透鏡部 40，具有被形成在貫通孔的周圍之第一構件 71、及圍繞第一構件 71 的外周之第二構件 72，該貫通孔是以透鏡軸 LA 作為中心軸。

【0053】 第 3 圖至第 6 圖所示的透鏡部 40 的變化例，是在第一構件 71 中的與第二構件 72 連接的外周部分及在第

二構件72中的與第一構件71連接的內周部分的至少一方，具有溝部61，該溝部61用以使冷卻用液體沿著第一構件71的外周流動。第一構件71的外周部分及第二構件72的內周部分，也可以是與貫通孔的延伸方向平行的面的至少一部分。溝部61，也可以相對於通過貫通孔的中心軸之面被形成對稱。

【0054】 第3圖所示的透鏡部40的第一變化例的例子，具有螺旋狀的溝部61，該螺旋狀的溝部61使冷卻用流體，在第一構件71中的與第二構件72連接的外周部分，沿著第一構件71的外周流動。第3圖所示的虛線的箭頭，表示冷卻用流體的流動方向。冷卻用流體，自被設置在透鏡部40的電子束EB的射出側之流入部62流入，沿著螺旋狀的溝部61且自電子束EB的射出側流動至入射側。冷卻用流體，在通過螺旋狀的溝部61的期間，接收(吸收)透鏡部40的熱量而溫度上升。冷卻用流體，從被設置在電子束EB的入射側之排出部63排出。

【0055】 另外，冷卻用流體，也可以自被設置在透鏡部40的電子束EB的射出側之流入側流體槽64朝向流入部62流入，且從排出部63朝向被設置在透鏡部40的電子束EB的入射側之排出側流體槽65排出。此情況，冷卻用流體，到達被設置在透鏡部40的外部之溫度調整器160，以將自透鏡部40接收的熱量加以排出。此處，流入側流體槽64、排出側流體槽65及溫度調整器160，如第2A圖所示，所以在第3圖中省略記載。

【0056】 在第3圖中，表示第一構件71具有一條連續的螺旋狀的溝部61之例子，該條螺旋狀的溝部61使冷卻用流體流動，但是取代於此，第一構件71也可以具有複數條螺旋狀的溝部61。此情況，透鏡部40，對應於複數條螺旋狀的溝部61，也可以具有複數個流入部62和複數個排出部63。

【0057】 第4圖所示的透鏡部40的第二變化例的例子，具有螺旋狀的溝部61，其使冷卻用流體，在第二構件72中的與第一構件71連接的內周部分，沿著第二構件72的內周流動。第4圖所示的虛線的箭頭，表示冷卻用流體的流動方向。冷卻用流體，自被設置在透鏡部40的電子束EB的射出側之流入部62流入，沿著螺旋狀的溝部61且自電子束EB的射出側流動至入射側。冷卻用流體，在通過螺旋狀的溝部61的期間，接收透鏡部40的熱量而溫度上升。冷卻用流體，從被設置在電子束EB的入射側之排出部63排出。冷卻用流體，與在第3圖中說明的例子相同，到達被設置在透鏡部40的外部之溫度調整器160，以將自透鏡部40接收的熱量加以排出。又，在第4圖的例子中，第二構件72，也可以具有複數條螺旋狀的溝部61。

【0058】 在第3圖及第4圖所示的例子中，是使一條或複數條連續的螺旋狀的溝部61，覆蓋第一構件71的外周部分或覆蓋第二構件72的內周部分。流入部62和排出部63，也可以各自地對應且被設置在連續的螺旋狀的溝部61的兩端，此情況，透鏡部40，具有一個或複數個流入

部 6 2 和 排出部 6 3。另外，例如當在透鏡部 4 0 上僅設置不到 5 個的少數的流入部 6 2 和排出部 6 3 時，該流入部 6 2 和排出部 6 3 也可以不經由流入側流體槽 6 4 和排出側流體槽 6 5 而被直接地連接至溫度調整器 1 6 0。

【0059】 第 5 圖所示的透鏡部 4 0 的第三變化例的例子，具有複數個直線狀的溝部 6 1，其使冷卻用流體在第一構件 7 1 中的與第二構件 7 2 連接的外周部分，沿著第一構件 7 1 的外周流動。第 5 圖所示的虛線的箭頭，表示冷卻用流體的流動方向。冷卻用流體，自被設置在透鏡部 4 0 的電子束 E B 的射出側之複數個流入部 6 2，流入與各個流入部 6 2 對應的溝部 6 1，且沿著並排的複數條溝部 6 1 自電子束 E B 的射出側流動至入射側。冷卻用流體，在通過直線狀的溝部 6 1 的期間，接收透鏡部 4 0 的熱量而溫度上升。冷卻用流體，各自地從被設置在電子束 E B 的入射側之複數個排出部 6 3 排出。冷卻用流體，與在第 3 圖中說明的例子相同，到達被設置在透鏡部 4 0 的外部之溫度調整器 1 6 0，以將自透鏡部 4 0 接收的熱量加以排出。

【0060】 第 6 圖所示的透鏡部 4 0 的第四變化例的例子，具有複數條直線狀的溝部 6 1，該複數條直線狀的溝部 6 1 具有折返路徑，其使冷卻用流體在第一構件 7 1 中的與第二構件 7 2 連接的外周部分，沿著第一構件 7 1 的外周流動。第 6 圖所示的虛線的箭頭，表示冷卻用流體的流動方向。冷卻用流體，自被設置在透鏡部 4 0 的電子束 E B 的射出側之複數個流入部 6 2，流入與各個流入部 6 2 對應的

溝部 61，且沿著並排的複數條溝部 61 自電子束 EB 的射出側流動至入射側。冷卻用流體，在通過具有折返路徑的直線狀的溝部 61 的期間，接收透鏡部 40 的熱量而溫度上升。冷卻用流體，各自地從被設置在電子束 EB 的入射側之複數個排出部 63 排出。冷卻用流體，與在第 3 圖中說明的例子相同，到達被設置在透鏡部 40 的外部之溫度調整器 160，以將自透鏡部 40 接收的熱量加以排出。

【0061】 在第 5 圖及第 6 圖的例子中，透鏡部 40，具備：複數條溝部 61；及，複數個流入部 62 和複數個排出部 63，其各自地對應於複數條溝部 61。複數個流入部 62，也可以各自地被連接至 1 個流入側流體槽 64。複數個排出部 63，也可以各自地被連接至 1 個排出側流體槽 65。流入側流體槽 64，其保持自溫度調整器 160 送來的冷卻用流體，且將冷卻用流體供給至並排的複數個流入部 62。又，排出側流體槽 65，保持從並排的複數個排出部 63 排出的冷卻用流體，且使冷卻用流體回到溫度調整器 160。

【0062】 在第 3 圖、第 4 圖、第 5 圖及第 6 圖中所示的變化例中，第一構件 71，是被形成在貫通孔的周圍之構件，該貫通孔貫通透鏡部 40；第二構件 72，是圍繞第一構件 71 的外周之構件。第一構件 71 和第二構件 72，其形成障壁部 41、激磁部 42 及磁性體部 43 當中的至少一個，且該障壁部 41、激磁部 42 及磁性體部 43 構成透鏡部 40。

【0063】 例如，第一構件 71，可以是障壁部 41 的一部分，第二構件 72，可以是磁性體部 43 的一部分或全部。

又，第一構件 71，也可以是磁性體部 43 的一部分或全部，此情況下，第二構件 72，也可以是激磁部 42 的一部分或全部。又，第一構件 71，可以是激磁部 42 的一部分或全部，此情況下，第二構件 72，也可以是磁性體部 43 的一部分或全部。

【0064】 取代於此，障壁部 41、激磁部 42 或磁性體部 43 當中的至少 1 個，也可以被分割，且將被分割後的一方及另一方作為第一構件 71 及第二構件 72。此情況下，被分割後的一方及另一方當中，也可以使靠近透鏡軸 LA 之內側的圓筒部分及遠離透鏡軸 LA 之外側的圓筒部分，各自地對應第一構件 71 及第二構件 72。

【0065】 在第 3 圖、第 4 圖、第 5 圖及第 6 圖中所示的變化例中，溝部 61，被形成在第一構件 71 中的與第二構件 72 連接的外周部分及在第二構件 72 中的與第一構件 71 連接的內周部分的至少一方，且藉由另一方的部分而被蓋狀地覆蓋。溝部 61、及覆蓋溝部 61 之第一構件 71 的外周部分或第二構件 72 的內周部分的組合，形成使冷卻用液體流通的流路。

【0066】 藉此，電子束透鏡裝置 30，對於透鏡部 40 不需要追加新構件，就能夠形成使冷卻用流體流通的流路，而能夠將透鏡部 40 的熱量進行排出。這樣，因為電子束透鏡裝置 30 不需要追加新構件，所以透鏡部 40 的內徑 d_1 和外徑 d_2 的尺寸，能夠作成與當沒有電子束透鏡的排熱手段時約略相同的尺寸。亦即，針對以透鏡部 40 的外徑

d 2 具有必須是 30 mm 以內的限制條件來設計的電子束透鏡裝置 30，也能夠提供一種透鏡部 40，其即便不改變外徑 d 2 的尺寸也可以進一步設置使冷卻用流體流通的流路。

【0067】 比較本實施型態的電子束透鏡裝置 30 的排熱手段以及第 11A 圖、第 11B 圖及第 11C 圖記載的電子束透鏡裝置的排熱手段。當使相同流量的冷卻用流體流通時，本實施型態的排熱手段的排熱能力，比第 11A 圖所示的手段的排熱能力更高。第 11A 圖所示的手段，是透過管 81 來使冷卻用流體與透鏡構成構件間接地接觸，相對於此，本實施型態的排熱手段，是使冷卻用流體在電子束透鏡裝置 30 的構成構件中所形成的溝部 61 中流動，藉此使冷卻用流體與電子束透鏡裝置 30 的構成構件直接地接觸。

【0068】 當將第 11A 圖的管 81 設置在磁性體部 43 的外周時、及當在略相同形狀的透鏡部 40 中將本實施型態的溝部 61 設置在磁性體部 43 的外周部分時，針對兩者的排熱能力進行調查。將透鏡部 40 的發熱各自設定成 100 W，利用相同流量的冷卻用流體來進行排熱，且比較電子束透鏡裝置 30 的規定位置的溫度。在第 11A 圖的手段中，電子束透鏡裝置 30 的規定位置的溫度上升至 70℃ 以上，相對於此，在本實施型態的排熱手段中，可以將相同位置的溫度抑制在 50℃ 以下。

【0069】 比較本實施型態的電子束透鏡裝置 30 的排熱手段、及第 11B 圖所示的排熱手段。第 11B 圖的冷卻用流

體，在貫通磁性體部 43 之直線狀的貫通孔 82 中流動。本實施型態的冷卻用流體，例如沿著已設置在磁性體部 43 的外周部分之溝部 61 流動。溝部 61 的形狀，在溝部 61 的長度方向(冷卻用流體的流動方向)及在剖面方向(與冷卻用流體的流動方向正交的方向)，都能夠形成的各種形狀。

【0070】 相較於第 11B 圖的直線狀的貫通孔 82 的情況，本實施型態的排熱手段，當冷卻用流體在溝部 61 中循環的期間，能夠使冷卻用流體與透鏡構成構件之間的接觸面積變大。亦即，相較於第 11B 圖的手段，本實施型態的排熱手段能夠實現高排熱能力。

【0071】 比較本實施型態的電子束透鏡裝置 30 的排熱手段、及第 11C 圖所示的排熱手段。第 11C 圖的激磁部 42，其浸入容器 83 內部的冷卻用流體中。另一方面，本實施型態的激磁部 42，能夠與冷卻用流體完全地分離。本實施型態的冷卻用流體，不會與激磁部 42 直接地接觸而在透鏡內進行循環。本實施型態的排熱手段，可以一邊使冷卻用流體循環，一邊使電流在激磁部 42 中穩定地流通。亦即，本實施型態的電子束透鏡裝置 30，不需要改變外徑等的尺寸，就能夠形成使冷卻用流體流通的流路，而能夠提升排熱能力。

【0072】 針對本實施型態的溝部 61 的製造方法進行說明。溝部 61，也可以在組裝電子束透鏡裝置 30 之前，預先地在透鏡構成構件的內周部分或外周部分的表面上進行加工而設置。溝部 61，作為一例，藉由切削該構件的

表面來設置。此情況下，溝部 61 的設置，也可以使切削工具相對於該構件相對地移動來進行切削，以使該溝部 61 的長度方向（冷卻用流體的流動方向）的形狀及剖面方向（與冷卻用流體的流動方向正交的方向）的形狀成為規定的形狀。

【0073】 取代於此，溝部 61，也可以與電子束透鏡裝置 30 的構成構件一起設置。例如，當藉由 3D 列印機等手段來使材料積層以製作該構成構件時，使材料不積層在應該成為溝部 61 的部分，藉此便能夠形成具有規定的溝部 61 之構成構件。

【0074】 針對本實施型態的冷卻用流體的循環進行說明。冷卻用流體，也可以是混入有微量的防銹成分之冷卻水。此處，將以水作為主成分之冷卻水作為冷卻用流體，且針對使該冷卻水在第 2 圖所示的螺旋狀的溝部 61 中流動的情況來進行說明。

【0075】 當將冷卻水的流量設為 U ，且將形成有溝部 61 之冷卻水流路的管徑設為 D 時，檢討冷卻水的流動成為層流的條件。此處，冷卻水的流動成為層流的條件，被認為是根據冷卻水的流動來防止電子束透鏡振動的條件。另外，冷卻水流路的管徑 D ，設為當考慮與流路具有相同剖面面積之圓管時的該圓管的直徑。

【0076】 冷卻水的流速 V ，根據冷卻水的流量 U 與管徑 D ，並藉由以下的（數式 1）來計算。此處，冷卻水的密度 ρ 是 1 g/cm^3 ，黏度 μ 是 $1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ （毫帕·秒）。此情況下，在

溝部 61 的冷卻水流路中流動的冷卻水的雷諾數 Re ，是使用以下的(數式 2)來計算。

(數式 1)

$$V = 4 \times U / (\pi D^2)$$

(數式 2)

$$Re = V \times D / (\mu / \rho)$$

【0077】 雷諾數 Re ，例如是 2000 以下的值時，冷卻水的流動會成為層流。由透鏡構成構件的尺寸的條件、及雷諾數 Re 是 2000 以下的條件來估算冷卻水的流量 U 與溝部 61 的剖面積、或者冷卻水的流量 U 與管徑 D 的關係。

【0078】 當在透鏡部 40 的外周部分形成有溝部 61 時，為了使流量 U 是 $1 \text{ mL/s} \sim 2 \text{ mL/s}$ (毫升/秒) 的冷卻水成為層流而流動，所以想要使溝部 61 的剖面積是 0.5 mm^2 以上且 1 mm^2 以下、及在流入部 62 側與排出部 63 側之間設置有至少 2 條並排的溝部 61。當透鏡部 40 的外徑是 2.2 mm 以上且 3.0 mm 以下時，依據形成有溝部 61 之透鏡部 40 的外周部分的尺寸，能夠形成的溝部 61 的長度 L 是 0.7 m 以上且 1.5 m 以下。

【0079】 第 7 圖表示在由這種溝部 61 所構成的冷卻水流路中，冷卻水的流量 U 、溝部 61 的兩端的壓力差 P 及排水溫度 T_o 的關係的模擬結果的一例。第 7 圖的橫軸，表示在 2 條並排的溝部 61 中流動的冷卻水的總流量 U 。冷卻水的總流量 U 的值，是在 $1 \text{ mL/s} \sim 2 \text{ mL/s}$ 的範圍中。

【0080】圖表(a)(第7圖中的線段(a))，表示流入部62側與排出部63側之間出現的冷卻水的壓力差P。第7圖左側的縱軸，表示與圖表(a)對應的壓力差的大小。圖表(b)(第7圖中的線段(b))，表示自排出部63排水的冷卻水的溫度 T_o ，且使經由溫度調整器160且溫度被調整成 20°C 的冷卻水流入溝部61。第7圖右側的縱軸，表示與圖表(b)對應的排水溫度。

【0081】壓力差P，可根據相對於冷卻水的流動之摩擦係數 λ ，接著使用以下所示的(數式3)來計算。此處，相對於冷卻水的流動之摩擦係數 λ ，可根據雷諾數 Re 且使用(數式4)的關係式來計算。又，冷卻水的排水溫度 T_o ，是使溫度 20°C 的冷卻水流入流入部62，且對於電子束透鏡的 100W 的發熱全部進行排熱的方式來計算。

(數式3)

$$P = \lambda \times (L / D) \times (1 / 2) \times (\rho \times V^2)$$

(數式4)

$$\lambda = 64 / Re$$

【0082】第7圖表示的例子，是如果使流量是 1.5mL/s 的冷卻水抵抗由溝部61所構成的冷卻水流路的兩端的 $15 \times 10^3 P$ 程度的壓力差P而在溝部61中流動，則能夠以排水溫度 T_o 是 40°C 以下的條件，來對於電子束透鏡的 100W 的發熱進行排熱。第7圖，表示藉由設定為圖中所示的範圍的冷卻水流量U和壓力差P，即便當電子束透鏡的發熱量是 100W 以上時也可以加以排出。

【0083】 進一步，第7圖的條件所得到的溝部61的剖面積，是 0.5 mm^2 以上且 1 mm^2 以下，且溝部61的深度是 1 mm 以下。亦即，形成有溝部61之透鏡部40的外周部分，也就是在第2圖中的磁性體部43的外周部分的徑向的幅度，例如即便是 3 mm 以下，也可以進行排熱。可知本實施型態的透鏡部40的外周部分，能夠形成這種溝部61，所以電子束透鏡裝置30，能夠對應(處理) 100 W 以上的發熱。

【0084】 第8圖表示本實施型態的電子束曝光裝置100的變化例。在本變化例的電子束曝光裝置100中，與第1圖所示的電子束曝光裝置100進行約略相同動作的部分，被給予相同符號且省略說明。第8圖所示的電子束曝光裝置100的變化例，具備：1個平台部110，其載置試料10且使試料10在XY平面方向上移動；複數個圓柱形的柱體部120，其排列在XY平面內；及，曝光控制部140，其控制平台部110和複數個柱體部120。

【0085】 複數個柱體部120，各自被連接至曝光控制部140，各個柱體部120，在藉由平台部110而可移動的試料10的範圍中進行曝光。複數個柱體部120，能夠並排且進行曝光，所以能夠大幅提升曝光的處理量(throughput)。又，即便試料10是 300 mm 以上的大直徑的半導體晶圓等，也能夠對應於該半導體晶圓來增加柱體部120的數目，藉此防止處理量顯著地降低。

【0086】第8圖所示的電子束曝光裝置100的變化例，是在X方向及Y方向上利用規定的間隔來設置柱體部120的例子。例如，複數個柱體部120，在X方向及Y方向上都是以間距30mm來配置。此情況下，構成柱體部120之各個透鏡部40的外徑 d_2 是30mm以下。藉此，在直徑300mm的試料10上，能夠排列有88條柱體部120。又，例如，複數個柱體部120，在X方向及Y方向上都是以間距22mm來配置。此情況下，構成柱體部120之各個透鏡部40的外徑 d_2 是22mm以下。藉此，在直徑30mm的試料10上，能夠排列有157條柱體部120。

【0087】第9圖表示與第8圖的電子束曝光裝置100的變化例對應的電子束透鏡的構成的剖面圖。第9圖表示將第8圖所示的複數條柱體部120在與XY平面平行的平面PQRS上切斷的剖面圖的一部分。在第9圖中，與以上實施型態的電子束透鏡裝置30的構成構件具有約略相同機能的構件，被給予相同符號且省略說明。在第9圖表示的例子中，複數個柱體部120，在X方向及Y方向上都是以間距30mm來配置。又，在第9圖表示的例子中，各個透鏡部40的外徑 d_2 是30mm。

【0088】通過各個柱體部120的中心且與XY剖面垂直的複數條直線，相當於構成複數個柱體部120之透鏡部40的各自對應的透鏡軸LA。複數個透鏡部40，各自具有以透鏡軸LA作為中心且剖面是同心圓狀的障壁部41、激磁部42及磁性體部43。

【0089】 又，在1個柱體部120具有的透鏡部40與鄰接該1個柱體部120之柱體部120具有的透鏡部40之間，設置有支持部50。亦即，複數個柱體部120各自具有的透鏡部40，其外周部分的一部分被連接至與支持部50對應的部分。當柱體部120排列的間距是約略相同，且使透鏡部40的外徑縮小，而使得鄰接的柱體部120之間的間隙增加時，則也可以對應於增加の間隙的領域來設置支持部50。藉此，支持部50，各自規定鄰接的柱體部120之間的XY面內方向的間隔。

【0090】 這樣，也可以使支持部50和透鏡部40連接地設置，所以在透鏡部40中的與支持部50連接的外周部分及在支持部50中的與透鏡部40連接的內周部分的至少一方，設置有溝部61，該溝部61用以使冷卻用液體沿著透鏡部40的外周流動。使用第10圖來說明這種透鏡部40。第10圖表示本實施型態的透鏡部40的第五變化例的斜視圖。第10圖表示的例子，是在透鏡部40中的與支持部50連接的外周部分，具有使冷卻用液體流通的溝部61。

【0091】 第10圖是從未圖示的支持部50的一側來表示構成透鏡部40的外周之磁性體部43和溝部61的斜視圖。另外，在第10圖中，省略支持部50，並將透鏡部40的直徑設定為未滿30mm，且是能夠確認溝部61的配置之圖。第10圖表示的例子，是在磁性體部43的與支持部50連接的外周部分上的4條溝部61，各自被對稱地配置成圍繞磁性體部43。在透鏡部40的各自設置的4條溝部

61中流動的冷卻用液體，對於透鏡部40各自產生的熱量進行排熱。

【0092】 作為一例，具有88條柱體部120之電子束曝光裝置100的柱體部，其全體產生的熱量是 $8.8\text{KW}(=100\text{W}\times 88)$ 以上，且藉由在複數個(88個)透鏡部40的各自設置的溝部61中循環的冷卻用液體來進行排熱。例如，在全部的溝部61中循環的冷卻用液體的總流量，約略是 $530\text{mL/s}(=1.5\text{mL/s}\times 4\times 88)$ 。此約略相當於 32L/m (公升/分鐘)的流量。溫度調整器160，一邊抵抗流入側與排出側的約略 $15\times 10^3\text{Pa}$ 的壓力差，且進行使約略上升至 40°C 的排水溫度 T_0 調整成 20°C 的溫度調整，一邊使整體約略是 32L/m 的冷卻水進行循環。

【0093】 藉此，即便在具備複數個柱體部120之電子束曝光裝置100中，也能夠不改變複數個柱體部120的外徑等的尺寸而形成使冷卻用流體流通的流路，且提升排熱能力。另外，第10圖說明的例子，是在複數個透鏡部40中的與支持部50連接的磁性體部43的外周部分上形成溝部61。取代於此，如第3圖、第4圖、第5圖及第6圖所示，也可以在構成透鏡部40之第一構件71和第二構件72的至少一方上形成。

【0094】 以上，使用實施型態來說明本發明，但本發明的技術性範圍並不限定於上述實施型態中所記載的範圍。對本案所屬技術領域中具有通常知識者而言，明顯可知將可對上述實施型態施加多種變更或改良。從本案的申

請專利範圍可明顯了解到，施加這樣的變更或改良後的型態亦被包含於本發明的技術範圍中。

【0095】 應注意到的是，申請專利範圍、說明書和圖式中所表示之裝置、系統、程式以及方法中的動作、手法、步驟和階段等的各處理的執行順序，只要未特別明確標示「在此之前」、「先進行」等，且未將先前之處理的輸出用於後續之處理，則能夠以任意順序來實現。即便關於申請專利範圍、說明書和圖式中的動作流程，為了方便而使用「首先」、「繼而」等用語來進行說明，但並不意味著必須以此順序來實施。

【符號說明】

【0096】

10：試料

20：電子源

22、112：真空容器

30：電子束透鏡裝置

40：透鏡部

41：障壁部

42：激磁部

43：磁性體部

44：缺口部

50：支持部

61：溝部

62：流入部

63：排出部

64：流入側流體槽

65：排出側流體槽

71：第一構件

72：第二構件

81：管

82：貫通孔

83：容器

100：電子束曝光裝置

110：平台部

120：柱體部

140：曝光控制部

160：溫度調整器

d1：透鏡部(磁性體部)的內徑

d2：透鏡部(磁性體部)的外徑

d3：激磁部的線圈繞線剖面的徑向的幅度

d4：磁性體部的剖面的徑向的內側幅度

d5：磁性體部的剖面的徑向的外側幅度

LA：透鏡軸

EB：電子束

PQRS：平面

【生物材料寄存】

【0097】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 9 8 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無



201907435

申請日：

IPC 分類：

【發明摘要】

【中文發明名稱】帶電粒子束透鏡裝置、帶電粒子束柱體、及帶電粒子束曝光裝置(二)

【英文發明名稱】CHARGED PARTICLE BEAM LENS APPARATUS,
CHARGED PARTICLE BEAM COLUMN, AND CHARGED PARTICLE BEAM
EXPOSURE APPARATUS

【中文】

本發明所要解決的問題在於提供一種小型且解析度高的帶電粒子束透鏡裝置、以及帶電粒子束柱體和帶電粒子束曝光裝置。

為了解決此問題，本發明提供一種帶電粒子束透鏡裝置，具備：透鏡部，其被形成在使帶電粒子束通過的貫通孔的周圍，且使帶電粒子束收斂或擴散；及，支持部，其圍繞透鏡部的外周；其中，在透鏡部中的與支持部連接的外周部分及在支持部中的與透鏡部連接的內周部分的至少一方具有溝部，該溝部用以使冷卻用液體沿著透鏡部的外周流動。藉此，可以提供一種小型且解析度高的帶電粒子束透鏡裝置。

【英文】

無

申請案號：

申請日：

IPC 分類：

【指定代表圖】第2B圖

【代表圖之符號簡單說明】

30：電子束透鏡裝置

40：透鏡部

41：障壁部

42：激磁部

43：磁性體部

44：缺口部

50：支持部

61：溝部

62：流入部

63：排出部

64：流入側流體槽

65：排出側流體槽

d1：透鏡部(磁性體部)的內徑

d2：透鏡部(磁性體部)的外徑

LA：透鏡軸

EB：電子束

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】 一種帶電粒子束透鏡裝置，具備：

透鏡部，其被形成在使帶電粒子束通過的貫通孔的周圍，且使前述帶電粒子束收斂或擴散；及，

支持部，其圍繞前述透鏡部的外周；

其中，在前述透鏡部中的與前述支持部連接的外周部分及在前述支持部中的與前述透鏡部連接的內周部分的至少一方具有溝部，該溝部用以使冷卻用液體沿著前述透鏡部的外周流動。

【第 2 項】 一種帶電粒子束透鏡裝置，具備：

透鏡部，其被形成在使帶電粒子束通過的貫通孔的周圍，且使前述帶電粒子束收斂或擴散；及，

支持部，其圍繞前述透鏡部的外周；

其中，前述透鏡部，具有被形成在前述貫通孔的周圍之第一構件、及圍繞前述第一構件的外周之第二構件；

在前述第一構件中的與前述第二構件連接的外周部分及在前述第二構件中的與前述第一構件連接的內周部分的至少一方具有溝部，該溝部用以使冷卻用液體沿著前述第一構件的外周流動。

【第 3 項】 如請求項 1 所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，前述外周部分和前述內周部分，是與前述貫通孔的延伸方向平行的面的至少一部分。

【第4項】 如請求項1所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，前述溝部，其相對於通過前述貫通孔的中心軸之面被形成對稱。

【第5項】 如請求項1所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，具備：流入部，其被連接至前述溝部的一端；及，排出部，其被連接至前述溝部的另一端；

並且，前述溝部，將自前述流入部流入的冷卻用流體，從前述排出部排出。

【第6項】 如請求項5所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，前述流入部被形成在前述透鏡部的使帶電粒子束射出的一側，前述排出部被形成在前述透鏡部的使帶電粒子束入射的一側。

【第7項】 如請求項5所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，具備：流入側流體槽，其被連接至前述流入部，以將冷卻用流體供給至前述流入部；及，

排出側流體槽，其被連接至前述排出部，以使通過前述溝部後的冷卻用流體從前述排出部排出。

【第8項】 如請求項5所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，具備：複數條前述溝部；及，複數個前述流入部和複數個前述排出部，該等各自對應於複數條的前述溝部。

【第9項】 如請求項1所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，前述透鏡部被形成圓柱形狀，其外徑是22mm以上且

30 mm 以下，該圓柱形狀具有與前述貫通孔的延伸方向平行的中心軸。

【第 10 項】如請求項 1 所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，將以水作為主成分之冷卻水作為前述冷卻用流體，且使該冷卻用流體在前述溝部中流動。

【第 11 項】如請求項 10 所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，前述溝部，其剖面積是 0.5 mm^2 以上且 1 mm^2 以下，其長度是 0.7 m 以上且 1.5 m 以下。

【第 12 項】如請求項 2 所述之帶電粒子束透鏡裝置，其中，前述透鏡部，具有：

障壁部，其形成前述貫通孔；

激磁部，其產生朝向前述貫通孔的延伸方向的磁場；

及，

磁性體部，其調整前述激磁部所產生的磁場的方向；

並且，前述第一構件和前述第二構件，其形成前述障壁部、前述激磁部及前述磁性體部當中的至少一個。

【第 13 項】一種帶電粒子束柱體，具有：

粒子源，其放射帶電粒子束；及，

如請求項 1 及請求項 3 至請求項 12 中任一項所述之帶電粒子束透鏡裝置。

【第 14 項】一種帶電粒子束曝光裝置，具備 1 個或複數個如請求項 13 所述之帶電粒子束柱體。

