

(21)申請案號：105101557

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 01 月 19 日

(51)Int. Cl. : **C23C14/35 (2006.01)**

H01J37/34 (2006.01)

(30)優先權：2015/02/24 日本

2015-034206

(71)申請人：愛發科股份有限公司(日本)ULVAC, INC. (JP)

日本

(72)發明人：齋藤修司 SAITOU, SHUJI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：2 項 圖式數：5 共 20 頁

(54)名稱

磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元

(57)摘要

為了提供可遍及靶 Tg 之母線方向全長均等地使靶受到濺蝕之磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元(RC)。

在圓筒狀的靶內設置磁鐵單元(Mu)，磁鐵單元(Mu)是以使通過磁場的垂直成分為零的位置之線沿著靶的母線延伸而封閉成跑道狀的方式產生從靶表面洩漏的磁場，磁鐵單元(Mu)構成成為分成：在靶的母線方向兩端分別形成跑道的角隅部之第1部分(5a)、在比第1部分更靠靶的母線方向內側分別配置成與第1部分鄰接之第2部分(5b)、位於第2部分彼此之間的第3部分(5c)。以相對於靶表面可接近或離開的方式使第1部分~第3部分獨立地進退之移動手段(6)，係收納於靶的內部空間。

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 驅動塊

2. . . 支承塊

3a . . . 馬達

3b . . . 滑輪

3c · · · 皮帶

6 . . . 移動手段

11 · · · 殼體

21 . . . 從動軸

41 · · · 底筒

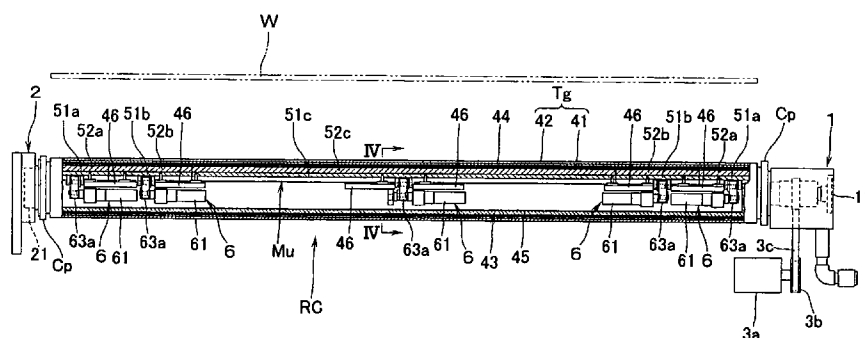
42 · · · 靶材

43 · · · 磁鐵盒

44 · · · 上框體

45 . . . 下框體

圖 1



- 46 . . . 隔板
- 51a、51b、51c . . .
磁軌
- 52a、52b、52c . . .
中央磁鐵
- 61 . . . 馬達
- 63a . . . 曲柄銷
- Cp . . . 夾具
- Mu . . . 磁鐵單元
- RC . . . 磁控濺鍍裝
置用之旋轉式陰極單
元
- Tg . . . 圓筒狀的靶
- W . . . 基板

發明摘要

※申請案號：105101557

※申請日：105 年 01 月 19 日

※IPC 分類：

C23C14/35(2006.01) H01J37/34(2006.01)
--

【發明名稱】(中文/英文)

磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元

【中文】

為了提供可遍及靶 Tg 的母線方向全長均等地使靶受到濺蝕之磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元 (RC)。

在圓筒狀的靶內設置磁鐵單元 (Mu)，磁鐵單元 (Mu) 是以使通過磁場的垂直成分為零的位置之線沿著靶的母線延伸而封閉成跑道狀的方式產生從靶表面洩漏的磁場，磁鐵單元 (Mu) 構成為分成：在靶的母線方向兩端分別形成跑道的角隅部之第 1 部分 (5a)、在比第 1 部分更靠靶的母線方向內側分別配置成與第 1 部分鄰接之第 2 部分 (5b)、位於第 2 部分彼此之間的第 3 部分 (5c)。以相對於靶表面可接近或離開的方式使第 1 部分~第 3 部分獨立地進退之移動手段 (6)，係收納於靶的內部空間。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：驅動塊

2：支承塊

3a：馬達

3b：滑輪

3c：皮帶

6：移動手段

11：殼體

21：從動軸

41：底筒

42：靶材

43：磁鐵盒

44：上框體

45：下框體

46：隔板

51a、51b、51c：磁軛

52a、52b、52c：中央磁鐵

61：馬達

63a：曲柄銷

Cp：夾具

Mu：磁鐵單元

RC：磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元

Tg：圓筒狀的靶

W：基板

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

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)

磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元

【技術領域】

[0001] 本發明是關於用於磁控濺鍍裝置之旋轉式陰極單元。

【先前技術】

[0002] 關於這種旋轉式陰極單元，例如專利文獻 1 是已知的。在該習知例係具備有：在真空室內與基板對置之圓筒狀的靶、配置於靶的內部空間之磁鐵單元、在靶的內部空間讓冷媒循環之冷媒循環手段、以及將靶進行旋轉驅動之驅動手段。作為磁鐵單元，是在長度與靶之母線長度相同的磁性材料製的磁軛的單面設置：配置成沿著靶之母線延伸之中央磁鐵、以沿著該中央磁鐵延伸的方式配置於中央磁鐵的兩側之周邊磁鐵、及以將中央磁鐵的兩端分別包圍的方式將周邊磁鐵彼此間架橋之角隅磁鐵。而且，將中央磁鐵和周邊磁鐵及角隅磁鐵之基板側的極性改變，以使在靶和基板之間通過磁場的垂直成分為零的位置之線沿著靶之母線延伸而封閉成跑道狀的方式，產生從靶表面洩漏的磁場。此外，在靶的內部空間設有：以相對於靶可一體地接近或離開的方式使磁鐵單元進退之移動手段。

[0003] 在此，利用上述旋轉式陰極單元一邊使靶旋轉一邊將該靶進行濺鍍的情況，沿著跑道狀的線會產生電漿，電漿中的電子會按照中央磁鐵和周邊磁鐵及角隅磁鐵之靶側的極性，而進行順時針旋轉或逆時針旋轉。這時，在跑道的角隅部，容易發生局部的電子密度增高。在此情況，關於沿著靶的母線將靶濺鍍時的濺蝕，分別與角隅部相對向之靶的兩端部之濺蝕量會變得比其中央部更多，而發生靶的使用效率顯著降低的問題。

[0004] 作為解決上述問題的方法，可考慮將靶和磁鐵單元之間の間隔改變而使從靶表面洩漏之磁場強度改變，像上述習知例那樣僅相對於靶使磁鐵單元一體地進退，並無法抑制在靶的兩端部之局部濺蝕。另一方面也能考慮，在會發生靶的局部濺蝕之磁鐵單元的角隅部，例如改變磁鐵種類、磁鐵配置而使從靶表面洩漏的磁場強度局部減弱。然而業已明白，若如此般將磁場強度減弱，雖可抑制在靶的端部之局部濺蝕，但在比端部更靠母線方向內側之靶的部分，其濺蝕量會發生變化。

[0005] [專利文獻 1]日本特開 2012-132039 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

[0006] 本發明是有鑑於以上問題點，其課題是為了提供一種磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元，遍及靶的母線方向全長可均等地使靶受到濺蝕而獲得良好的使用效

率。

[解決課題之技術手段]

[0007] 為了解決上述課題，本發明的磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元，係具備圓筒狀的靶、磁鐵單元、冷媒循環手段以及驅動手段，該磁鐵單元，是配置在該靶的內部空間，使通過磁場的垂直成分為零的位置之線沿著靶的母線延伸而封閉成跑道狀的方式產生從靶表面洩漏的磁場；該冷媒循環手段，是在靶的內部空間讓冷媒循環；該驅動手段，是將靶進行旋轉驅動；磁鐵單元構成為分成第 1 部分、第 2 部分及第 3 部分，該第 1 部分，是在靶的母線方向兩端分別形成跑道的角隅部；該第 2 部分，是在比第 1 部分更靠靶的母線方向內側分別配置成與第 1 部分鄰接；該第 3 部分，是位於第 2 部分彼此之間；在靶的內部空間收納有移動手段，該移動手段，是以相對於靶表面可接近或離開的方式使第 1 部分及第 2 部分獨立地移動。

[0008] 依據本發明，當呈跑道狀產生之電漿中的電子密度在其角隅部局部地增高而使靶的兩端部之濺蝕量變多的情況，藉由收納於靶的內部空間之移動手段，相對於靶使兩第 1 部分朝離開方向移動，藉此將從靶表面洩漏的磁場強度減弱，而能抑制在靶的兩端部發生之局部濺蝕。而且，因為將角隅部的磁場強度減弱，而使比靶的兩端部分別位於更靠母線方向內側之靶的部分之濺蝕量改變時，藉由移動手段而相對於靶使兩第 2 部分朝接近方向或離開

方向移動，藉此改變該部分的磁場強度，而能調整靶的濺蝕量。結果，可遍及靶的母線方向全長將靶均等地濺蝕，而使靶的使用效率變良好。

[0009] 本發明較佳為，進一步具備：以相對於靶表面可接近或離開的方式使前述磁鐵單元的第 3 部分獨立地進退之移動手段。如此，可按照靶種類、靶厚度讓從靶表面洩漏的磁場強度追隨而變化，此外，當靶的濺蝕進展時，也能讓從靶表面洩漏的磁場強度以成為恆定的方式變化，結果，在將本發明的旋轉式陰極單元運用於磁控濺鍍裝置時，可再現性良好地在基板表面形成既定的薄膜。

【圖式簡單說明】

[0010]

圖 1 係用來說明本發明的實施形態之旋轉式陰極單元的構造之前視圖，將其一部分用剖面表示。

圖 2 係說明驅動塊的構造之剖面圖。

圖 3 係說明磁鐵單元之立體圖。

圖 4 係沿著圖 1 的 IV-IV 線之剖面圖，（a）顯示讓磁鐵單元接近靶的狀態，（b）顯示讓磁鐵單元從靶離開的狀態。

圖 5 係說明讓磁鐵單元移動的移動手段之放大剖面圖。

【實施方式】

[0011] 以下，參照圖式來說明本發明的磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元之實施形態。在以下的說明，是以圖 1 所示的旋轉式陰極單元的姿勢為基準，而使用表示「上」、「下」、「右」、「左」方向的用語。

[0012] 參照圖 1 及圖 2，RC 是本實施形態的旋轉式陰極單元。旋轉式陰極單元 RC 係包含圓筒狀的靶 Tg、驅動塊 1 以及支承塊 2；該靶 Tg，是在圖外的真空室內設置成與作為成膜對象物的基板 W 隔著絕緣物而在上下方向對置；該驅動塊 1，是透過夾具 Cp 連結在靶 Tg 的右端；該支承塊 2，是透過夾具 Cp 連結在靶 Tg 的左端。在支承塊 20，設有藉由圖示省略的軸承予以支承之從動軸 21，藉此將靶 Tg 的一端支承成可旋轉自如。

[0013] 如圖 2 所示般，驅動塊 1 係具備殼體 11，在殼體 11 的右內壁豎設朝左右方向延伸之剖面圓形的內筒體 12。在固定於殼體 11 之內筒體 12 的周圍，配置有與該內筒體 12 呈同心之剖面圓形的外筒體 13。在外筒體 13 的內周面，設置朝徑向凹陷之環狀的凹部 13a，透過該凹部 13a 來設置用於將內筒體 12 和外筒體 13 導通之電刷 14。外筒體 13，係藉由透過複數個軸承 15a 而插入殼體 11 內之支承構件 16 支承成可旋轉自如。又，在圖 2 中，15b 表示油封。

[0014] 在外筒體 13 的外周面，在與設置於馬達 3a 的驅動軸的滑輪 3b 之間繞掛皮帶 3c。此外，在外筒體 13 的左端，液密地安裝導電性的凸緣 17，透過該凸緣 17 藉

由夾具 Cp 與靶 Tg 的底筒 41 連結。藉此，若驅動馬達 3a 而將外筒體 13 旋轉驅動時，能與該外筒體 13 一體地將靶 Tg 以既定的旋轉數進行旋轉驅動。在此情況，馬達 3a、皮帶 3c 及外筒體 13 是構成本實施形態的驅動手段。此外，內筒體 12 是透過電刷 14 而與外筒體 13 導通，該外筒體 13 是透過凸緣 17 而與底筒 41 導通、進而與靶材 42 導通（亦即，內筒體 12 和靶材 42 成為同一電位）。

[0015] 在殼體 11 設有導電性的配管 18，該配管 18 係在內部設有去路 18a 和返路 18b 且一端貫穿殼體 11 而延伸到內筒體 12，去路 18a 是與內筒體 12 的內部空間 12a 連通，返路 18b 是與內筒體 12 和外筒體 13 之間的空間 13b 連通。配管 18 的另一端，是與具有公知構造之作為冷媒循環手段的冷卻單元 Ch 連接。此外，在配管 18 連接著來自圖外的濺鍍電源之輸出纜線 19。如此，一邊藉由馬達 3a 將外筒體 13 旋轉驅動而將靶 Tg 進行旋轉驅動，一邊從濺鍍電源透過輸出纜線 19 而對靶 Tg 供應例如帶負電位的既定電力。

[0016] 靶 Tg 係包含：圓筒狀的底筒 41、及透過鈷、錫等的接合材（未圖示）接合於底筒 41 之圓筒狀的靶材 42。作為靶材 42，可按照欲成膜於基板 W 上的膜組成而使用由金屬、金屬化合物當中適宜選擇者。在底筒 41 內，插入遍及靶材 42 的母線方向大致全長而延伸之薄壁的磁鐵盒 43。而且，如圖 3 所示般，在磁鐵盒 43 內組裝有磁鐵單元 Mu，該磁鐵單元 Mu，是以使在靶 Tg 和基板

W 之間通過磁場的垂直成分為零的位置之線 M1 沿著靶 Tg 的母線延伸而封閉成跑道狀的方式，產生從靶 Tg 表面洩漏的磁場。

[0017] 在此，當一邊使靶 Tg 旋轉一邊將靶材 42 進行濺鍍的情況，會沿著跑道狀的線 M1 而產生電漿，電漿中的電子會進行順時針旋轉或逆時針旋轉，在角隅部 Mc 容易發生局部的電子密度增高。因此，磁鐵單元 Mu 必須構成為，避免在與角隅部 Mc 對置之靶材 42 的兩端發生局部濺蝕，且遍及靶 Tg 的母線方向全長能均等地使靶 Tg 受到濺蝕。

[0018] 在本實施形態，磁鐵單元 Mu 構成為分成：在靶 Tg 的母線方向兩端分別形成角隅部 Mc 之第 1 部分 5a、在比第 1 部分 5a 更靠靶 Tg 的母線方向內側分別配置成與第 1 部分 5a 鄰接之既定長度的第 2 部分 5b、位於第 2 部分 5b 彼此之間的第 3 部分 5c。在形成靶 Tg 的內部空間之磁鐵盒 43 內收納有移動手段 6，該移動手段 6 是以相對於靶 Tg 表面可接近或離開的方式使第 1 部分 5a、第 2 部分 5b 及第 3 部分 5c 獨立地移動。以下，進一步參照圖 4、圖 5 來具體說明磁鐵盒 43 的內部構造。

[0019] 如圖 4 所示般，在磁鐵盒 43 內插嵌有：在上下方向透過 O 型環 S1 而接合之上框體 44 和下框體 45。上框體 44 和下框體 45 是藉由隔板 46 隔絕，在位於隔板 46 的上方之上框體 44 的內部空間 44a，設置磁鐵單元 Mu。此外，在位於隔板 46 的下方之下框體 45 的內部空

間 45a，配置 5 個移動手段 6，移動手段 6 係以相對於靶 Tg 表面可接近或離開的方式使第 1 部分 5a、第 2 部分 5b 及第 3 部分 5c 獨立地移動。在下框體 45 的外周側，以沿著靶 Tg 之母線方向延伸的方式設有：在其與磁鐵盒 43 之間將冷媒循環時的去路 47，該去路 47 的右端是與內筒體的內部空間 12a 連通。

[0020] 另一方面，磁鐵盒 43 是形成為具有長軸朝上下方向之橢圓狀的剖面，當將磁鐵盒 43 插設於底筒 41 內時，在磁鐵盒 43 和底筒 41 的內周面之間，以位於去路 47 之徑向外側的方式形成有返路 48，該返路 48 是與內筒體 12 和外筒體 13 之間的空間 13b 連通。藉此形成冷媒循環通路，其是從冷卻單元 Ch 經由配管 18 的去路 18a、內筒體 12 的內部空間 12a 而到達磁鐵盒 43 的去路 47，在支承塊 2 側的端部回到磁鐵盒 43 的返路 48，從該返路 48 到達空間 13b，再從配管 18 的返路 18b 返回冷卻單元 Ch，在濺鍍中，可藉由與冷媒間的熱交換而將靶材 42 冷卻。

[0021] 各移動手段 6 具有相同的構造，如圖 5 所示般，係具備馬達 61、及連接於馬達 61 的驅動軸 62 之曲柄機構 63。在曲柄機構 63 的曲柄銷 63a 套設曲柄臂 63b，曲柄臂 63b 是貫穿形成於隔板 46 既定位置之圖示省略的透孔而朝上方延伸，曲柄臂 63b 的上端是連結於後述磁軛 51a，51b，51c 的下面。如此，若將馬達 61 進行旋轉驅動，磁鐵單元 Mu 可在往靶 Tg 側接近之接近位置

(參照圖 4(a))、和從靶 T_g 離開之離開位置(參照圖 4(b))之間進退自如地移動。此外，在位於曲柄臂 63b 附近之隔板 46 上，設有往上方突出的導銷 64，導銷 64 的前端部插入設置於後述磁軌 51a, 51b, 51c 的既定位置上之導孔。

[0022] 磁鐵單元 M_u 之第 1 部分 5a、第 2 部分 5b 及第 3 部分 5c，是在上框體 44 內沿著靶 T_g 的母線無間隙地緊密排列。第 1 部分 5a、第 2 部分 5b 及第 3 部分 5c，係具備不同長度之同一剖面形狀的磁軌 51a, 51b, 51c，當將各磁軌 51a, 51b, 51c 沿著靶 T_g 的母線無間隙地緊密排列時，成為具有與靶 T_g 的母線長度相同的長度(參照圖 3)。各磁軌 51a, 51b, 51c 是由磁性材料製的板狀構件所構成，該板狀構件係具備：與基板 W 的平行的頂面 510、以及分別從頂面 510 朝向下方傾斜的傾斜面 511。在第 1 部分 5a 之磁軌 51a 的頂面 510，以從母線方向內端延伸的方式配置有中央磁鐵 52a；在兩傾斜面 511，分別配置有與中央磁鐵 52a 大致相同長度的周邊磁鐵 53a。而且，在磁軌 51a 的頂面 510 母線方向外端，以包圍中央磁鐵 52a 之端部的方式配置有：用於將周邊磁鐵 53a 彼此之間架橋之角隅磁鐵 54。

[0023] 此外，在第 2 部分 5b、第 3 部分 5c 之各磁軌 51b, 51c 的頂面 510，是遍及全長而配置中央磁鐵 52b, 52c；且在兩傾斜面 511，是遍及全長而分別配置周邊磁鐵 53b, 53c。在此情況，作為中央磁鐵 52a, 52b、52c、

周邊磁鐵 53a, 53b, 53c 及角隅磁鐵 54, 是使用相同磁化的釹磁鐵, 例如可利用一體成形之剖面大致四角形的棒狀者, 也能將長方體的磁性片排列而構成。此外, 因為磁鐵盒 43 內可成為大氣狀態, 能夠使用公知的接著劑貼合於各磁軌 51a, 51b, 51c。又在第 1 部分 5a, 亦可將磁鐵種類改變成與其他部分不同, 而使從靶 Tg 表面洩漏的磁場強度成為不同。

[0024] 第 1 部分 5a 之母線方向的長度 D1 設定成, 對應於成為跑道狀的線 M1 的角隅部 Mc 之起點的位置 (亦即, 在跑道狀的線從直線往曲線變化的位置); 第 2 部分 5b 的長度 D2, 則是按照將靶 Tg 以既定條件進行濺鍍時在基板面內的膜厚分布而適宜地設定。而且, 第 3 部分 5c 的長度 D3, 則是考慮靶 Tg 之母線長度而適宜地設定。又在對應於靶 Tg 之母線長度而改變磁鐵單元 Mu 長度的情況, 可維持第 1 部分 5a、第 2 部分 5b 的長度 D1, D2 而改變第 3 部分 5c 的長度 D3 來進行調整。

[0025] 依據以上構造, 當電漿中的電子密度在跑道狀的線 M1 的角隅部 Mc 局部增高而使靶 Tg 的兩端部之濺蝕量變多的情況, 藉由移動手段 6 相對於靶 Tg 使兩第 1 部分 5a 往離開方向移動, 藉此將從靶 Tg 表面洩漏的磁場強度減弱而能抑制在靶 Tg 兩端部發生之局部濺蝕。而且, 因為將角隅部 Mc 的磁場強度減弱而使比靶 Tg 的兩端部分別更靠母線方向內側之靶 Tg 的部分之濺蝕量變化時, 藉由移動手段 6 相對於靶 Tg 使兩第 2 部分 5b 往接近

方向或離開方向移動，藉此改變該部分的磁場強度，而能夠調整靶 Tg 的濺蝕量。結果，可遍及靶 Tg 的母線方向全長將靶 Tg 均等地濺蝕，能使靶 Tg 的使用效率變良好，將本實施形態的靶 Tg 進行濺鍍而在基板成膜時，還能使基板面內的膜厚分布變得均一。而且，因為藉由移動手段 6 還能使第 3 部分 5c 也以相對於靶 Tg 表面接近或離開的方式進行進退，可按照靶種類、靶厚度讓從靶 Tg 表面洩漏的磁場強度追隨而變化，此外，可對應於靶 Tg 的濺蝕進展，讓從靶 Tg 表面洩漏的磁場強度以成為恆定的方式變化，結果，可再現性良好地在基板 W 表面形成既定的薄膜。

[0026] 以上是針對本發明的實施形態作說明，但本發明並不限定於上述說明。在上述實施形態，雖是說明使第 3 部分 5c 可相對於靶 Tg 進退自如的例子，但這點是可以省略的；此外，作為移動手段 6，雖是說明具備有馬達及曲柄機構的例子，也能採用線性馬達等的其他致動器。在此情況，為了簡化裝置構造，較佳為可利用開迴路（open-loop）進行磁鐵單元 Mu 之各部分 5a，5b，5c 的定位。

【符號說明】

[0027]

1：驅動塊

2：支承塊

3a：馬達

3b：滑輪

3c：皮帶

5a：磁鐵單元的第 1 部分

5b：磁鐵單元的第 2 部分

5c：磁鐵單元的第 3 部分

6：移動手段

21：從動軸

41：底筒

42：靶材

43：磁鐵盒

44：上框體

45：下框體

46：隔板

47：冷媒循環通路之去路（冷媒循環手段）

48：冷媒循環通路之返路（冷媒循環手段）

51a、51b、51c：磁軛

52a、52b、52c：中央磁鐵

61：馬達

63：曲柄機構

63a：曲柄銷

Cp：夾具

Ch：冷卻單元（冷媒循環手段）

Mu：磁鐵單元

M1：通過磁場的垂直成分為零的位置之線

Mc：跑道的角隅部

RC：磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元

Tg：圓筒狀的靶

W：基板

申請專利範圍

1. 一種磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元，係具備圓筒狀的靶、磁鐵單元、冷媒循環手段以及驅動手段，該磁鐵單元，是配置在該靶的內部空間，以使通過磁場的垂直成分為零的位置之線沿著靶的母線延伸而封閉成跑道狀的方式產生從靶表面洩漏的磁場；該冷媒循環手段，是在靶的內部空間讓冷媒循環；該驅動手段，是將靶進行旋轉驅動；其特徵在於，

磁鐵單元構成為分成第 1 部分、第 2 部分及第 3 部分，該第 1 部分，是在靶的母線方向兩端分別形成跑道的角隅部；該第 2 部分，是在比第 1 部分更靠靶的母線方向內側分別配置成與第 1 部分鄰接；該第 3 部分，是位於第 2 部分彼此之間；

在靶的內部空間收納有移動手段，該移動手段，是以相對於靶表面可接近或離開的方式使第 1 部分及第 2 部分獨立地進退。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁控濺鍍裝置用之旋轉式陰極單元，其中，

進一步具備：以相對於靶表面可接近或離開的方式使前述磁鐵單元的第 3 部分獨立地進退之移動手段。

圖 2

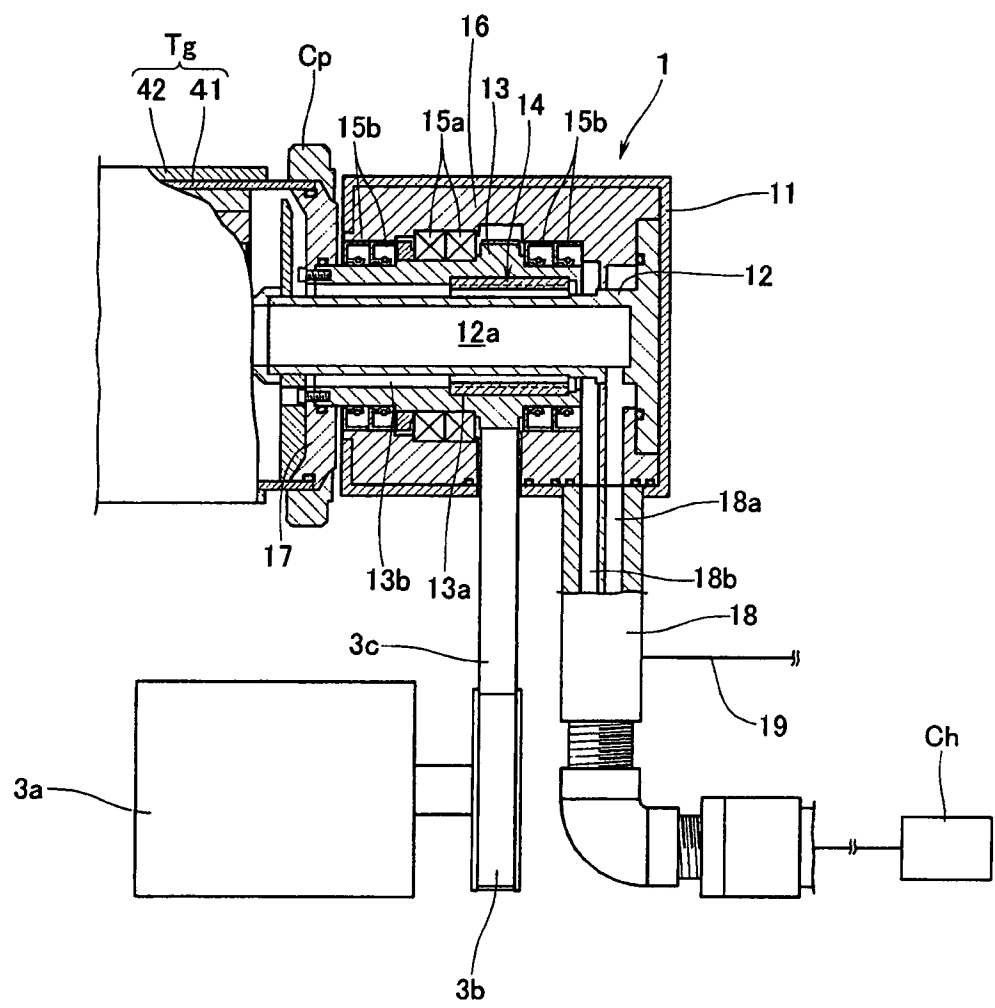


圖 3

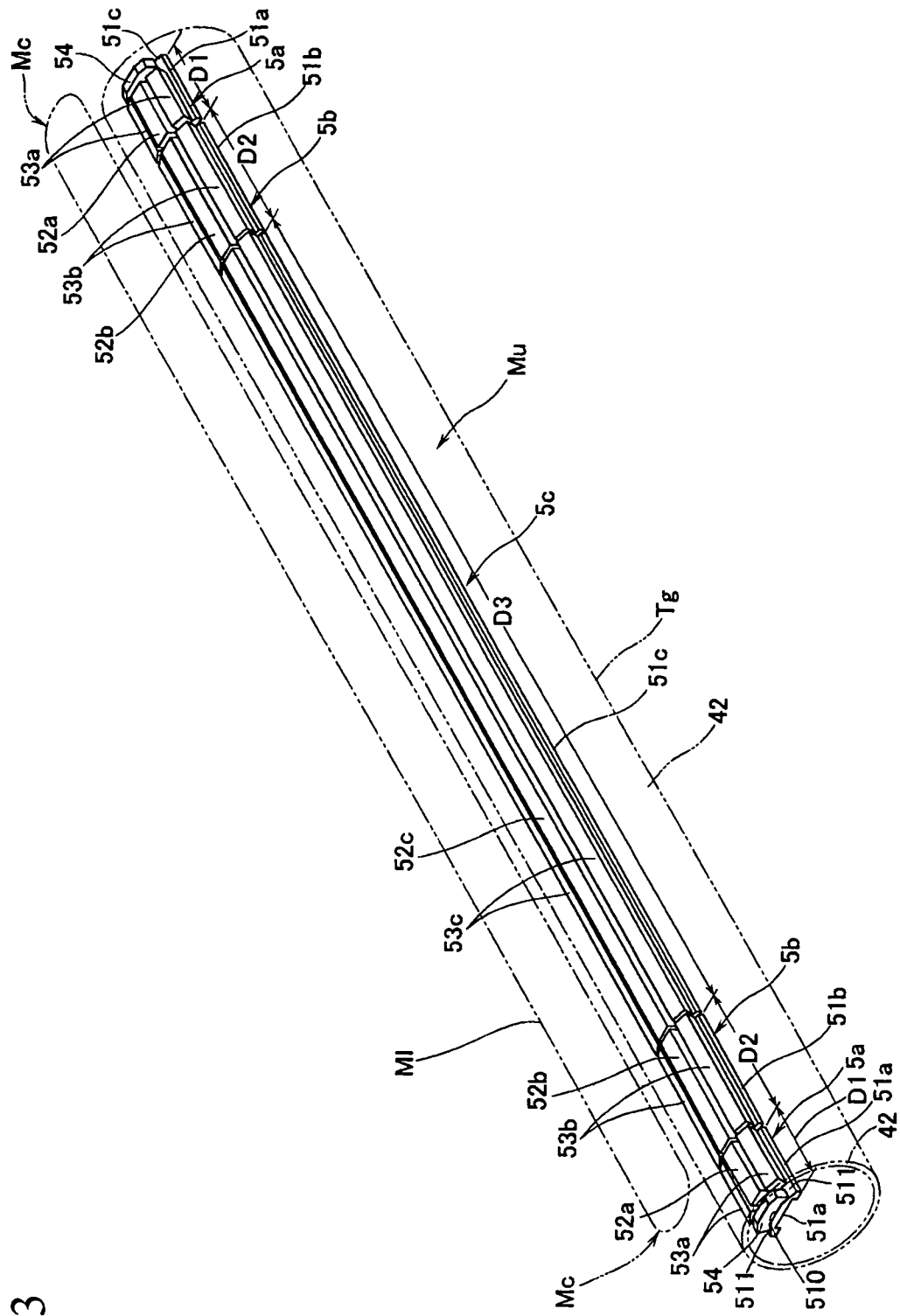


圖 4

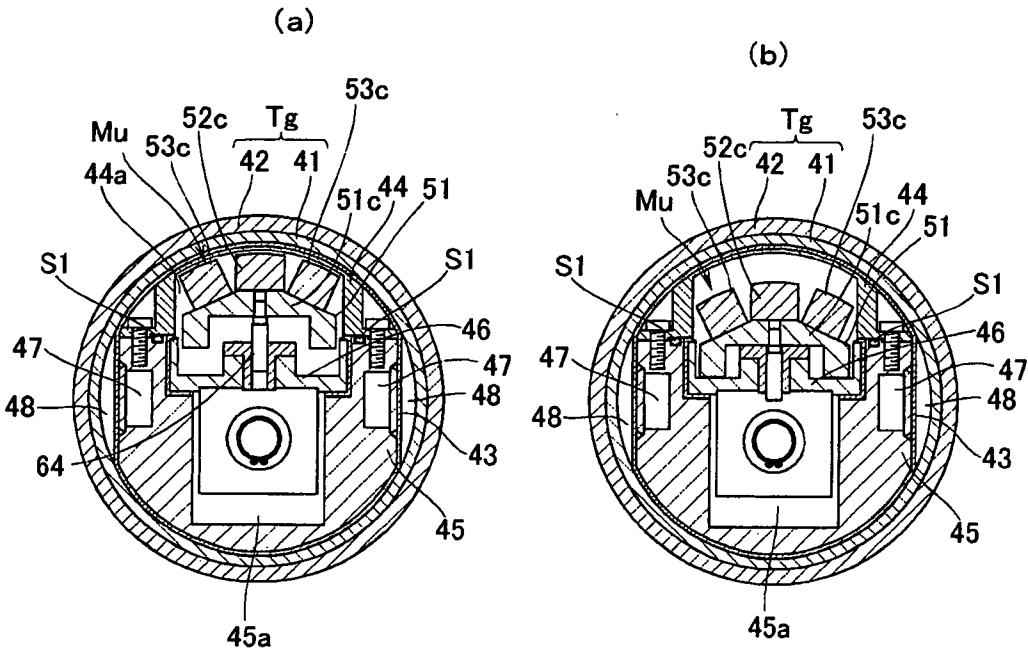


圖 5

