



(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 I887385 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：110111119

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 26 日

(51)Int. Cl. : H01J35/00 (2006.01)

H01J35/14 (2006.01)

(30)優先權：2020/03/31 美國

16/836,187

(71)申請人：美商愛能級科技股份有限公司 (美國) ENERGETIQ TECHNOLOGY, INC. (US)
美國日商濱松赫德尼古斯股份有限公司 (日本) HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (JP)
日本(72)發明人：畢森 馬修 M BESEN, MATTHEW M. (US)；藪下綾介 YABUSHITA, RYOSUKE
(JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2013/0195253A1

US 2013/0336462A1

US 2018/0308656A1

US 2019/0080878A1

US 2019/0237286A1

審查人員：文治中

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：8 共 33 頁

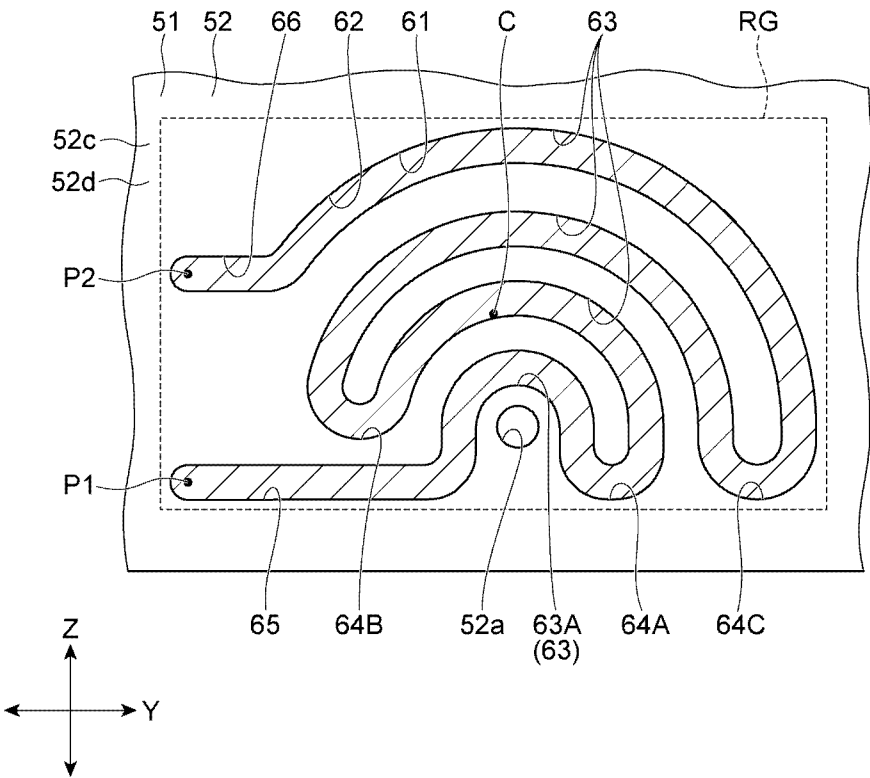
(54)名稱

X 光產生裝置

(57)摘要

本發明之 X 光產生裝置具備：電子槍，其出射電子束；旋轉陽極單元，其具有接收電子束而產生 X 光之靶標，且以使靶標旋轉之方式構成；磁性透鏡，其具有線圈，該線圈以於電子槍與靶標之間產生作用於電子束之磁力之方式構成；及壁部，其係以與靶標相向之方式配置於靶標與線圈之間。於壁部形成有供電子束通過之電子通過孔、及以供冷媒流動之方式構成之流路。

指定代表圖：



【圖7】

符號簡單說明：

- 51:壁部
- 52:第 1 壁
- 52a:通過孔
- 52c:第 2 表面
- 52d:抵接部分
- 61:流路
- 62:槽
- 63:彎曲部分
- 63A:彎曲部分
- 64A:連接部
- 64B:連接部
- 64C:連接部
- 65:直線狀部分
- 66:直線狀部分
- C:中心
- P1:供給位置
- P2:排出位置
- RG:區域



I887385

【發明摘要】

【中文發明名稱】

X光產生裝置

【英文發明名稱】

X-RAY GENERATION APPARATUS

【中文】

本發明之X光產生裝置具備：電子槍，其出射電子束；旋轉陽極單元，其具有接收電子束而產生X光之靶標，且以使靶標旋轉之方式構成；磁性透鏡，其具有線圈，該線圈以於電子槍與靶標之間產生作用於電子束之磁力之方式構成；及壁部，其係以與靶標相向之方式配置於靶標與線圈之間。於壁部形成有供電子束通過之電子通過孔、及以供冷媒流動之方式構成之流路。

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

51:壁部

52:第1壁

52a:通過孔

52c:第2表面

52d:抵接部分

61:流路

62:槽

63:彎曲部分

63A:彎曲部分

64A:連接部

64B:連接部

64C:連接部

65:直線狀部分

66:直線狀部分

C:中心

P1:供給位置

P2:排出位置

RG:區域

【發明說明書】

【中文發明名稱】

X光產生裝置

【英文發明名稱】

X-RAY GENERATION APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本揭示之一態樣係關於一種X光產生裝置。

【先前技術】

【0002】 日本專利特開2009-193789號公報揭示有一種藉由使自陰極出射之電子束入射至靶標而產生X光之X光產生裝置。該X光產生裝置中，固定有靶標之位置。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2009-193789號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 如上述之X光產生裝置中，由於對靶標之一部分持續入射電子束，故該部分容易損傷，限制電子束之入射量。因此，考慮使靶標旋轉而使電子束入射至旋轉之靶標。該情形時，可避免電子束局部地入射至靶標，可增加電子束之入射量。

【0005】 然而，若電子束之入射量增加，則未被靶標吸收而反射之反射電子亦增加。因此，藉由於以與靶標相向之方式配置之壁部入射反射電子，有使壁部高溫化之可能性。尤其，於該壁部之附近配置有用於控制

電子束之線圈之情形，由於線圈本身亦藉由通電而發熱，故線圈之熱與壁部之熱相互結合，有使線圈之周邊高溫化之可能性。該情形時，有因線圈導致電子束之控制性降低、或周邊之構件破損之類不良情況產生之虞。

【0006】 本揭示之一態樣之目的在於提供一種X光產生裝置，其可抑制反射電子導致之發熱引起不良情況之產生。

[解決問題之技術手段]

【0007】 本發明之一態樣之X光產生裝置具備：電子槍，其出射電子束；旋轉陽極單元，其具有接收電子束而產生X光之靶標，且以使靶標旋轉之方式構成；磁性透鏡，其具有線圈，該線圈以於電子槍與靶標之間產生作用於電子束之磁力之方式構成；及壁部，其係以與靶標相向之方式配置於靶標與線圈之間；且於壁部形成有供電子束通過之電子通過孔、及以供冷媒流動之方式構成之流路。

【0008】 該X光產生裝置中，旋轉陽極單元係以使靶標旋轉之方式構成。藉此，可使電子束入射至旋轉之靶標，可避免電子束局部地入射至靶標。其結果，可使電子束之入射量增加。又，於配置於靶標與線圈之間且與靶標相向之壁部，除供電子束通過之電子通過孔以外，還形成有以供冷媒流動之方式構成之流路。藉此，藉由使冷媒流動於流路，可冷卻壁部及磁性透鏡。因此，即使於電子束對靶標之入射量增加，且來自靶標之反射電子增加之情形，仍可抑制壁部及磁性透鏡高溫化。因此，根據該X光產生裝置，可抑制反射電子導致之發熱而引起不良情況之產生。

【0009】 亦可為自電子束通過電子通過孔之第1方向觀察時，流路以於垂直於第1方向之第2方向上位於電子通過孔兩側之方式延伸。該情形時，可有效地冷卻入射大量反射電子之電子通過孔之周邊。

【0010】亦可為自電子束通過電子通過孔之第1方向觀察時，流路包含沿以電子通過孔為中心之圓之周向延伸之至少1個彎曲部分。該情形時，可有效地冷卻電子通過孔之周邊。

【0011】亦可為至少1個彎曲部分包含複數個彎曲部分，複數個彎曲部分沿垂直於第1方向之第3方向排列。該情形時，可有效地冷卻電子通過孔之周邊。

【0012】亦可為流路包含第1部分、及連接於第1部分且相對於第1部分位於與電子通過孔相反側之第2部分，且X光產生裝置以供冷媒自第1部分向第2部分流動之方式構成。該情形時，由於流路包含第1部分及第2部分，故可延長冷媒流動之路徑，從而可有效地冷卻壁部及磁性透鏡。又，由於冷媒先流動於靠近電子通過孔之第1部分，故可有效地冷卻電子通過孔之周邊。

【0013】亦可為於壁部形成有供自靶標出射之X光通過之X光通過孔，且自電子束通過電子通過孔之第1方向觀察時，壁部中形成有流路之區域之中心相對於電子通過孔而位於與X光通過孔相反側。該情形時，可提高關於X光通過孔之設計自由度。

【0014】亦可為壁部包含第1壁及第2壁，該第1壁以與靶標相向之方式配置於靶標與線圈之間，該第2壁沿電子束通過電子通過孔之第1方向自第1壁延伸，且於第2壁形成有供自靶標出射之X光通過之X光通過孔，電子通過孔及流路形成於第1壁。該情形時，可提高關於X光通過孔之設計自由度。

【0015】亦可為於壁部之表面形成有槽，且流路藉由以磁性透鏡之框體將槽封閉而劃定。該情形時，可有效地冷卻磁性透鏡。又，與於壁部

內形成流路之情形相比，可使製造步驟容易化。

【0016】 亦可為壁部構成旋轉陽極單元之框體。該情形時，可使用旋轉陽極單元之框體進行冷卻。

[發明之效果]

【0017】 根據本揭示之一態樣，可提供一種可抑制反射電子導致之發熱引起不良情況之產生的X光產生裝置。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖1係實施形態之X光產生裝置之構成圖。

圖2係旋轉陽極單元之一部分之剖視圖。

圖3係靶標及靶標支持體之前視圖。

圖4係靶標支持體之仰視圖。

圖5係沿圖4之V-V線之剖視圖。

圖6係圖1之一部分放大圖。

圖7係旋轉陽極單元之框體之前視圖。

圖8係變化例之靶標及靶標支持體之剖視圖。

【實施方式】

【0019】 以下，一面參照圖式一面詳細說明本揭示之一實施形態。另，以下之說明中，對相同或相當要件使用相同符號，省略重複之說明。

[X光產生裝置]

【0020】 如圖1所示，X光產生裝置1具備電子槍2、旋轉陽極單元3、磁性透鏡4、排氣部5及框體6。電子槍2配置於框體6內，出射電子束EB。旋轉陽極單元3具有圓環板狀之靶標31。靶標31以可繞旋轉軸A旋轉

之方式受支持，一面旋轉一面接收電子束EB，產生X光XR。X光XR自形成於旋轉陽極單元3之框體36之X光通過孔53a出射至外部。X光通過孔53a被窗構件7氣密地封閉。旋轉軸A相對於電子束EB入射至靶標31之方向軸(電子束EB之出射軸)傾斜。旋轉陽極單元3之細節將後述。

【0021】 磁性透鏡4控制電子束EB。磁性透鏡4具有一或複數個線圈4a、與收納該等線圈4a之框體4b。各線圈4a以包圍電子束EB通過之通路8之方式配置。各線圈4a為藉由通電而於電子槍2與靶標31之間產生作用於電子束EB之磁力之電磁線圈。一或複數個線圈4a例如包含使電子束EB集束於靶標31之集束線圈。一或複數個線圈4a亦可包含使電子束EB偏轉之偏轉線圈。集束線圈及偏轉線圈亦可沿通路8排列。

【0022】 排氣部5具有排氣管5a、與真空泵5b。排氣管5a設置於框體6，且連接於真空泵5b。真空泵5b經由排氣管5a將藉由框體6劃定之內部空間S1進行真空處理。框體6與磁性透鏡4之框體4b一同劃定內部空間S1，且將內部空間S1維持於經真空處理之狀態。藉由利用真空泵5b之真空處理，通路8被真空處理，且藉由旋轉陽極單元3之框體36劃定之內部空間S2亦被真空處理。於以內部空間S1、S2及通路8被真空處理之狀態下氣密地密封框體6之情形，亦可不設置真空泵5b。

【0023】 X光產生裝置1中，於內部空間S1、S2及通路8被真空處理之狀態下，對電子槍2施加電壓，自電子槍2出射電子束EB。電子束EB藉由磁性透鏡4以於靶標31上成為期望之焦點之方式集束，且入射至旋轉之靶標31。若電子束EB入射至靶標31，則於靶標31中產生X光XR，X光XR自X光通過孔53a出射至外部。

[旋轉陽極單元]

【0024】如圖2~圖5所示，旋轉陽極單元3具備靶標31、靶標支持體(旋轉支持體)32、軸33及流路形成構件34。

【0025】靶標31形成為圓環板狀，構成圓環狀之電子入射面31a。靶標支持體32形成為圓形平板狀。靶標31具有供電子束EB入射之電子入射面31a、電子入射面31a之相反側之背面31b、及連接於電子入射面31a及背面31b之內側面31c及外側面31d。電子入射面31a與背面31b以彼此平行之方式對向。靶標支持體32具有相對於旋轉軸A大致垂直延伸之表面(第1表面)32a、表面32a之相反側之背面(第2表面)32b、及連接於表面32a及背面32b之側面32c。表面32a與背面32b以彼此平行之方式對向。另，該例中，靶標31係以單一之構件構成，但亦可以複數個構件構成。

【0026】構成靶標31之第1金屬材料例如為鎢、銀、銻、鋁或其等之合金等重金屬。構成靶標支持體32之第2金屬材料例如為銅、銅合金等。第1金屬材料及第2金屬材料以第2金屬材料之熱傳導率高於第1金屬材料之熱傳導率之方式選擇。

【0027】靶標支持體32具有固定靶標31之外側部分41、與包含旋轉軸A(旋轉軸A通過)之內側部分42。內側部分42形成為圓形狀。外側部分41形成為圓環狀，包圍內側部分42。於外側部分41之表面32a形成有第1凹部43。第1凹部43具有與靶標31對應之圓環狀之凹窪構造。第1凹部43以其外側沿靶標支持體32之外緣開放之方式延伸，且露出於側面32c。

【0028】內側部分42之表面32a為相對於旋轉軸A大致垂直延伸之圓形狀之連續之平坦面。表面32a例如相對於旋轉軸A垂直延伸。「連續之平坦面」意指例如未形成孔、凹部或突起等，整體位於1個平面上。如後述，於旋轉陽極單元3之製造步驟中，由於同時研磨電子入射面31a及表面

32a，故表面32a尤其於成為其主體部之形成有第2凹部44之第2區域R2(後述)中，可為連續之平坦面。另一方面，於較第2區域R2更外側之外緣部分，亦可設置例如平衡調整孔42b(後述)。

【0029】 靶標31以嵌合於第1凹部43之方式配置。靶標31之電子入射面31a之整面與靶標支持體32之表面32a位於同一平面上。該例中，電子入射面31a與表面32a無間隙地連續。於旋轉陽極單元3之製造步驟中，將靶標31配置於第1凹部43後，同時研磨電子入射面31a及表面32a。藉此，將電子入射面31a及表面32a定位於同一平面上。然而，因構成靶標31之第1金屬材料與構成靶標支持體32之第2金屬材料之間之硬度不同等，於電子入射面31a與表面32a之間可能存在些微之高度差。例如，於靶標31之厚度為數mm左右，且第1金屬材料之硬度較第2金屬材料之硬度更高之情形時，電子入射面31a可能相對於表面32a突出例如數十 μm 左右。「電子入射面31a與表面32a位於同一平面上」意指亦包含雖存在此種些微之高度差、但可視為實質上位於同一平面上之情形。

【0030】 靶標31之背面31b之整面與第1凹部43之底面43a接觸。靶標31之內側面31c之整面與第1凹部43之側面43b接觸。基於靶標31之散熱性之觀點，靶標31之背面31b及靶標31之內側面31c之整面亦可與第1凹部43面接觸，但只要背面31b及內側面31c之至少一部分與第1凹部43接觸即可。靶標31之外側面31d與靶標支持體32之側面32c位於同一平面上。靶標31之外側面31d亦可不與靶標支持體32之側面32c位於同一平面上，而自側面32c突出或凹窪。當將靶標31之厚度(最大厚度)設為 t 時，第1凹部43之底面43a與靶標31之間之接觸寬度 W 亦可為 $2t$ 以上 $8t$ 以下。電子入射面31a之平面度及平行度為 $15\ \mu\text{m}$ 以下。

【0031】 靶標31之電子入射面31a之整面之表面粗度Ra為0.5 μm 以下。換言之，電子入射面31a以使表面粗度Ra為0.5 μm 以下之方式被研磨。因此，表面32a之表面粗度Ra亦為0.5 μm 以下。靶標31之背面31b(與第1凹部43之底面43a接觸之表面)、及第1凹部43之底面43a之兩者之表面粗度Ra為0.8 μm 以下。背面31b之表面粗度Ra與底面43a之表面粗度Ra之和為1.6 μm 以下。換言之，背面31b及底面43a以使表面粗度Ra為0.8 μm 以下之方式被研磨。表面粗度Ra為日本工業規格(JIS B 0601)定義之算術平均粗度。

【0032】 於內側部分42之背面32b形成有第2凹部44。第2凹部44與軸33及流路形成構件34一同劃定用於使冷媒CL1流動之流路45。如圖2及圖5所示，第2凹部44具有配置軸33及流路形成構件34之第1部分44a、與連接於第1部分44a且構成流路45之第2部分44b。第1部分44a形成為圓柱狀，第2部分44b形成為有底之凹部狀。第2部分44b之周面成為以越遠離軸33越靠近旋轉軸A之方式彎曲之彎曲面。於自平行於旋轉軸A之方向觀察之情形時，第2凹部44自第1凹部43(靶標31)離開(未重疊)。

【0033】 外側部分41中形成有第1凹部43之第1區域R1之厚度T1，較內側部分42中形成有第2凹部44之第2區域R2之厚度T2更厚。厚度T1為第1區域R1之最大厚度。厚度T2為第2區域R2之最小厚度。第2區域R2之厚度T2與靶標31之厚度t(第1凹部43之深度)之差，小於第1區域R1之厚度T1與第2區域R2之厚度T2之差。該例中，第2區域R2之厚度T2較靶標31之厚度t(第1凹部43之深度)更薄。

【0034】 於外側部分41，形成有將第1凹部43之底面43a與靶標支持體32之背面32b之間貫通之複數個(該例中為16個)之插通孔41a。複數個插

通孔41a沿以旋轉軸A為中心之圓之周向，以等間隔排列。於靶標31，形成有將電子入射面31a與背面31b之間貫通之複數個(該例中為16個)緊固孔31e。靶標31係藉由將插通於插通孔41a之緊固構件(省略圖示)緊固於緊固孔31e，而可拆裝地固定於靶標支持體32。緊固構件例如亦可為螺栓。於靶標31與靶標支持體32之固定時，除緊固構造以外，亦可使用焊接或擴散接合等。

【0035】 於內側部分42之背面32b，形成有用於固定軸33之複數個(該例中為6個)緊固孔42a。複數個緊固孔42a沿第2凹部44之緣，且沿以旋轉軸A為中心之圓之周向，以等間隔排列。軸33係藉由將插通於軸33之插通孔33a之緊固構件(省略圖示)緊固於緊固孔42a，而可拆裝地固定於靶標支持體32。緊固構件例如亦可為螺栓。

【0036】 於內側部分42之背面32b，形成有用於調整旋轉陽極單元3之重量平衡之複數個(該例中為36個)平衡調整孔42b。複數個平衡調整孔42b沿以旋轉軸A為中心之圓之周向，以等間隔排列。例如，藉由將重物(省略圖示)固定於自複數個平衡調整孔42b選擇之一或複數個孔，可調整旋轉陽極單元3之重量平衡。重物例如亦可藉由將螺栓等緊固構件緊固於平衡調整孔42b，而固定於靶標支持體32。相反，亦可藉由切削平衡調整孔42b等擴大孔，而調整旋轉陽極單元3之重量平衡。如前述，亦可於表面32a中較第2區域R2更靠外側之外緣部分，設置有平衡調整孔42b。亦可藉由對靶標支持體32之平衡調整孔42b以外之部位追加重物、或去除一部分，而調整旋轉陽極單元3之重量平衡。如此，亦可於相對於旋轉軸A成為外緣之區域，尤其較流路45之形成區域更靠外側之區域，配備用於調整旋轉陽極單元3之重量平衡之構成。

【0037】 軸33及流路形成構件34自背面32b側固定於靶標支持體32。軸33之一部分配置於第2凹部44之第1部分44a。軸33如上述，藉由緊固於緊固孔42a之緊固構件而固定於靶標支持體32。流路形成構件34具有筒狀部34a、與自筒狀部34a之端部突出至外側之凸緣部34b。筒狀部34a形成為圓筒狀，配置於軸33內。凸緣部34b形成為圓板狀，與第2凹部44之表面及軸33之各者空出間隔而相向。流路形成構件34以不與靶標支持體32及軸33同時旋轉之方式，固定於未圖示之旋轉陽極單元3之非旋轉部。

【0038】 藉由第2凹部44、軸33及流路形成構件34，劃定用於使冷媒CL1流動之流路45。冷媒CL1例如為水或防凍液等之液體冷媒。流路45具有：第1部分45a，其形成於軸33與流路形成構件34之筒狀部34a及凸緣部34b之間；第2部分45b，其形成於靶標支持體32與流路形成構件34之凸緣部34b之間；及第3部分45c，其形成於流路形成構件34之筒狀部34a內。對第1部分45a例如自冷媒供給裝置(省略圖示)供給冷媒CL1。冷媒供給裝置亦可為可供給調整為特定溫度之冷媒CL1之冷卻器。供給至第1部分45a之冷媒CL1流動於第2部分45b，於第3部分45c排出。

【0039】 旋轉陽極單元3進而具備使靶標31、靶標支持體32及軸33旋轉驅動之驅動部35、與收納靶標31、靶標支持體32、軸33及流路形成構件34之框體36(圖1)。驅動部35亦可具有馬達作為驅動源。藉由利用驅動部35使軸33旋轉，靶標31、靶標支持體32及軸33繞旋轉軸A一體旋轉。

【0040】 如以上說明，於旋轉陽極單元3中，靶標支持體32係藉由具有較構成靶標31之第1金屬材料之熱傳導率更高之熱傳導率的第2金屬材料形成。藉此，可提高冷卻性能。又，於靶標支持體32之外側部分41

之表面32a，形成有配置靶標31之第1凹部43，於靶標支持體32之內側部分42之背面32b，形成有劃定用於使冷媒CL1流動之流路45之第2凹部44。外側部分41中形成有第1凹部43之第1區域R1之厚度T1，較內側部分42中形成有第2凹部44之第2區域R2之厚度T2更厚。藉此，可增大第1區域R1之熱容量，且可提高第2區域R2之冷卻效率。其結果，可將靶標31所產生之熱儲存於第1區域R1，且將第1區域R1所儲存之熱於第2區域R2高效地冷卻。因此，於旋轉陽極單元3中，冷卻性能被提高。再者，靶標31之電子入射面31a與相對於靶標支持體32之旋轉軸A大致垂直延伸之表面32a位於同一平面上。藉此，電子入射面31a及表面32a之研磨作業之作業性提高。

【0041】 作為確認實驗，製作X光產生裝置1，進行其評估。冷卻性能不充分之情形時，認為靶標支持體32為100℃以上之高溫狀態，冷媒CL1會沸騰，但於1000小時之動作期間，冷媒CL1未被加熱直至沸騰。未產生靶標31之變形或損傷。X光XR之光量未產生3%以上之變化。

【0042】 第2區域R2之厚度T2與靶標31之厚度t之差，小於第1區域R1之厚度T1與第2區域R2之厚度T2之差。藉此，可一面進而提高第2區域R2之冷卻效率，一面容易地將靶標31所產生之熱傳遞至熱容量較大之第1區域R1。

【0043】 第1凹部43之底面43a、及靶標31中與該底面43a接觸之背面31b兩者之表面粗度Ra為1.6 μm 以下。藉此，可使靶標31與靶標支持體32較佳地面接觸，可進而提高冷卻效率。即，可增加靶標31與靶標支持體32之間之接觸面之表面積。

【0044】 靶標31之電子入射面31a之表面粗度Ra為0.5 μm 以下。藉

此，可於使電子束入射時使大量X光自靶標31出射。即，可抑制自靶標31出射之X光被電子入射面31a之表面之凹凸遮擋之自吸收。又，若於電子入射面31a之表面存在凹凸，則於凹凸部位產生應力集中，但藉由減小電子入射面31a之表面粗度，可緩和此種應力集中。

【0045】 靶標31與第1凹部43之底面43a之間之接觸寬度W為 $2t$ 以上 $8t$ 以下。由於接觸寬度W為 $2t$ 以上，故可增加靶標31與靶標支持體32之間之接觸面積，可進而提高冷卻效率。又，由於接觸寬度W為 $8t$ 以下，故可確保第2區域R2之面積，可進而提高第2區域R2之冷卻效率。

【0046】 於外側部分41形成有將第1凹部43之底面43a與靶標支持體32之背面32b之間貫通之插通孔41a，靶標31藉由插通於插通孔41a之緊固構件而固定於靶標支持體32。藉此，可使靶標31與靶標支持體32更加密接並固定。

【0047】 旋轉陽極單元3具備：軸33，其自背面32b側固定於靶標支持體32，且與第2凹部44一同劃定流路45。藉此，可經由軸33使靶標支持體32旋轉，且可藉由第2凹部44及軸33劃定流路45。

【0048】 旋轉陽極單元3具備：流路形成構件34，其具有配置於軸33內之筒狀部34a、與自筒狀部34a向外側突出之凸緣部34b，且與第2凹部44及軸33一同劃定流路45。藉此，可藉由第2凹部44、軸33及流路形成構件34劃定流路45。

[磁性透鏡之冷卻機構]

【0049】 如圖6所示，旋轉陽極單元3之框體36具有壁部51。壁部51包含第1壁52、與第2壁53。第1壁52係以與靶標31相向之方式配置於靶標31與磁性透鏡4之線圈4a之間。第1壁52形成為板狀，且以與旋轉軸A及X

方向(電子束EB通過電子通過孔52a之第1方向)交叉之方式延伸。於第1壁52形成有供電子束EB通過之電子通過孔52a。電子通過孔52a沿X方向(沿X光產生裝置1之管軸之方向，即沿電子束EB之出射軸之方向)貫通第1壁52，連接於磁性透鏡4之通路8。

【0050】 第2壁53形成為板狀，且沿X方向自第1壁52延伸。於第2壁53形成有供自靶標31出射之X光XR通過之X光通過孔53a。X光通過孔53a沿垂直於X方向之Z方向(第3方向)貫通第2壁53。於第2壁53之外表面，以氣密地封閉X光通過孔53a之方式設置有窗構件7。窗構件7例如藉由金屬材料形成為平板狀，使X光XR透過。作為構成窗構件7之金屬材料之例，可舉出鈹(Be)。

【0051】 如圖6所示，第1壁52具有第1表面52b、及與第1表面52b相反側之第2表面52c。第1表面52b與靶標31之電子入射面31a、及靶標支持體32之表面32a相向。第1表面52b與電子入射面31a及表面32a平行地延伸，且相對於X方向及Z方向傾斜。

【0052】 第2表面52c與磁性透鏡4之框體4b相向。該例中，第2表面52c與框體4b接觸。第2表面52c包含抵接部分52d。抵接部分52d為平坦面，沿與X方向垂直延伸。磁性透鏡4之框體4b之外表面與抵接部分52d抵接。框體4b及框體6之外表面與第2表面52c(抵接部分52d)例如藉由焊接或擴散接合而接合。旋轉陽極單元3之框體36亦可對框體4b及框體6拆裝自由地安裝。該情形時，於第2表面52c(抵接部分52d)與框體4b及框體6之間，亦可介存O型環等氣密密封用構件。

【0053】 於第1壁52，形成有用於使冷媒CL2流動之流路61。於第1壁52之第2表面52c之抵接部分52d形成有槽62。流路61係藉由以磁性透鏡

4之框體4b封閉槽62而劃定。對流路61例如自冷媒供給裝置(省略圖示)供給冷媒CL2。冷媒供給裝置亦可為可供給經調整為特定溫度之冷媒CL2之冷卻器。冷媒CL2例如為水或防凍液等之液體冷媒。

【0054】 圖7係自X方向觀察第1壁52之第2表面52c之圖。以下，一面參照圖7一面說明自X方向觀察時之流路61之形狀。圖7中為易於理解，對流路61附加陰影線。流路61於供給冷媒CL2之供給位置P1與排出冷媒CL2之排出位置P2之間蜿蜒延伸。流路61包含沿以電子通過孔52a為中心之圓之周向延伸之複數個(該例中為4個)彎曲部分63。複數個彎曲部分63沿Z方向(垂直於第1方向之第3方向)以大致等間隔排列。

【0055】 流路61包含將複數個彎曲部分63交替連接之複數個(該例中為3個)連接部64A~64C。連接部64A~64C彎曲延伸。流路61進而包含將供給位置P1與彎曲部分63連接之直線狀部分65、及將彎曲部分63與排出位置P2連接之直線狀部分66。

【0056】 複數個彎曲部分63中最靠近電子通過孔52a之彎曲部分63A於Y方向(垂直於第1方向之第2方向)上位於電子通過孔52a之兩側。換言之，流路61以於Y方向上於電子通過孔52a之兩側，夾著(以U字狀包圍)電子通過孔52a之方式延伸。

【0057】 流路61中，冷媒CL2自供給位置P1向排出位置P2流動。流路61中，上游側(靠近供給位置P1之側)之部分相較於下游側(排出位置P2側)之部分，配置於電子通過孔52a附近。例如，彎曲部分63A較彎曲部分63A以外之彎曲部分63，配置於更靠電子通過孔52a附近。換言之，流路61包含第1部分(彎曲部分63A)、與連接於第1部分且相對於第1部分位於電子通過孔52a之相反側之第2部分(彎曲部分63A以外之彎曲部分63)，且

X光產生裝置1以冷媒CL2自第1部分向第2部分流動之方式構成。如此，由於首先將冷媒導入(導入更低溫之冷媒)至靠近電子通過孔52a之區域，故可提高電子通過孔52a之附近構造之冷卻效率。於電子通過孔52a之附近，受到電子束EB之影響(尤其來自靶標31之反射電子之影響)，溫度容易上升。

【0058】 第1壁52中形成有流路61之區域RG之中心C，相對於電子通過孔52a位於X光通過孔53a之相反側(圖7中之上側)。即，流路61相對於電子通過孔52a形成於X光通過孔53a之相反側附近。

【0059】 如以上說明，X光產生裝置1中，旋轉陽極單元3以使靶標31旋轉之方式構成。藉此，可使電子束EB入射至旋轉之靶標31，可避免電子束EB局部地入射至靶標31。其結果，可增加電子束EB之入射量。又，於配置於靶標31與線圈4a之間且與靶標31相向之第1壁52(壁部51)，除供電子束EB通過之電子通過孔52a以外，並形成有以供冷媒CL2流動之方式構成之流路61。藉此，藉由使冷媒CL2流動於流路61，可冷卻壁部51及磁性透鏡4。因此，即使電子束EB對靶標31之入射量增加、從而來自靶標31之反射電子增加時，仍可抑制壁部51及磁性透鏡4高溫化。因此，根據X光產生裝置1，可抑制反射電子發熱所引起之不良情況產生。即，可抑制因未被靶標31吸收而反射之反射電子而於壁部51產生之熱、與因通電而於線圈4a產生之熱相互結合、使得線圈4a周邊高溫化引起不良情況發生。作為此種不良情況，可舉出線圈4a導致之電子束EB之控制性降低、周邊構件之破損等。若因線圈4a高溫化，使得電子束EB之控制性降低，可能導致X光XR之焦點之尺寸或位置變動。又，亦有因窗構件7或框體36破損而破壞真空之可能性。根據X光產生裝置1，可抑制此種不良情況發

生。

【0060】 作為確認實驗，製作X光產生裝置1，進行其評估。其結果，確認壁部51及磁性透鏡4之高溫化被抑制。1000小時之動作期間，X光XR之焦點之尺寸及位置未有較大變動。窗構件7未產生異常。

【0061】 流路61於自X方向觀察之情形時，以於Y方向上位於電子通過孔52a之兩側之方式延伸。藉此，可有效地冷卻入射大量反射電子之電子通過孔52a之周邊。

【0062】 流路61於自X方向觀察之情形時，包含沿以電子通過孔52a為中心之圓之周向延伸之複數個彎曲部分63。藉此，可有效地冷卻電子通過孔52a之周邊。

【0063】 流路61包含沿Z方向排列之複數個彎曲部分63。藉此，可有效地冷卻電子通過孔52a之周邊。

【0064】 流路61包含第1部分(彎曲部分63A)、與連接於第1部分且相對於第1部分位於電子通過孔52a之相反側之第2部分(彎曲部分63A以外之彎曲部分63)，且X光產生裝置1以冷媒CL2自第1部分向第2部分流動之方式構成。換言之，X光產生裝置1具備以使冷媒CL2自第1部分向第2部分流動之方式構成之冷媒供給裝置。藉此，由於流路61包含第1部分及第2部分，故可延長冷媒CL2流動之路徑，從而可有效地冷卻壁部51及磁性透鏡4。又，由於冷媒先流動於靠近電子通過孔52a之第1部分，故可有效地冷卻電子通過孔52a之周邊。

【0065】 於壁部51，形成有供自靶標31出射之X光通過之X光通過孔53a，且自X方向觀察之情形，壁部51中形成有流路61之區域RG之中心C相對於電子通過孔52a位於X光通過孔53a之相反側(圖7中之上側)。藉

此，可提高關於X光通過孔53a之設計自由度。例如，若欲相對於電子通過孔52a於X光通過孔53a側形成流路61，則有可能須要加厚形成X光通過孔53a之第2壁53，但上述實施形態中未產生此種事態。

【0066】 X光通過孔53a形成於第2壁53，電子通過孔52a及流路61形成於第1壁52。藉此，可提高關於X光通過孔53a之設計自由度。

【0067】 於壁部51之第2表面52c形成有槽62，且流路61藉由利用磁性透鏡4之框體4b將槽62封閉而劃定。藉此，可有效地冷卻磁性透鏡4。又，與於壁部51內形成流路61之情形相比，可使製造步驟容易化。

【0068】 壁部51構成旋轉陽極單元3之框體36。藉此，可使用旋轉陽極單元3之框體36進行冷卻。

[變化例]

【0069】 亦可如圖8所示之變化例般構成靶標31及靶標支持體32。變化例中，靶標31形成為剖面L字狀。靶標31具有第1部分31f及第2部分31g。第1部分31f包含電子入射面31a，第2部分31g包含背面31b。第1部分31f之寬度較第2部分31g之寬度窄。於電子入射面31a與靶標支持體32之表面32a之間形成有間隙。變化例中，電子入射面31a亦與表面32a位於同一平面上。靶標31係藉由利用焊料將背面31b與第1凹部43之底面43a接合或擴散接合，而固定於靶標支持體32。此種變化例中，亦與上述實施形態相同，可提高冷卻性能，且提高靶標31之電子入射面31a及靶標支持體32之表面32a之研磨作業之作業性。

【0070】 本揭示並不限定於上述實施形態及變化例。例如，對於各構成之材料及形狀，並不限定於上述材料及形狀，可採用各種材料及形狀。上述實施形態中，第1凹部43之底面43a及靶標31之背面31b兩者之表

面粗度Ra為0.8 μm 以下，但若兩者之表面粗度Ra之和為1.6 μm 以下，則彼此之表面粗度Ra亦可存在差。上述實施形態中，藉由利用磁性透鏡4之框體4b封閉槽62而劃定流路61，但流路61亦可作為孔形成於壁部51內。或者，壁部51本身亦可具備用於封閉槽62之蓋狀構件。流路61亦可形成於構成磁性透鏡4之框體4b之壁部，替代構成旋轉陽極單元3之框體36之壁部51。

【符號說明】

【0071】

1: X光產生裝置

2: 電子槍

3: 旋轉陽極單元

4: 磁性透鏡

4a: 線圈

4b: 框體

5: 排氣部

5a: 排氣管

5b: 真空泵

6: 框體

7: 窗構件

8: 通路

31: 靶標

31a: 電子入射面

31b: 背面

31c:內側面

31d:外側面

31e:緊固孔

31f:靶標31之第1部分

31g:靶標31之第2部分

32:靶標支持體

32a:表面

32b:背面

32c:側面

33:軸

33a:插通孔

34:流路形成構件

34a:筒狀部

34b:凸緣部

35:驅動部

36:框體

41:外側部分

41a:插通孔

42:內側部分

42a:緊固孔

42b:平衡調整孔

43:第1凹部

43a:底面

43b:側面

44:第2凹部

44a:第2凹部44之第1部分

44b:流路45之第2部分

45:流路

45a:流路45之第1部分

45b:流路45之第2部分

45c:流路45之第3部分

51:壁部

52:第1壁

52a:通過孔

52b:第1表面

52c:第2表面

52d:抵接部分

53:第2壁

53a:X光通過孔

61:流路

62:槽

63:彎曲部分

63A:彎曲部分

64A:連接部

64B:連接部

64C:連接部

65:直線狀部分

66:直線狀部分

A:旋轉軸

C:中心

CL1:冷媒

CL2:冷媒

EB:電子束

P1:供給位置

P2:排出位置

R1:第1區域

R2:第2區域

RG:區域

S1:內部空間

S2:內部空間

t:靶標31之厚度

T1:第1區域R1之厚度

T2:第2區域R2之厚度

W:接觸寬度

XR: X光

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種X光產生裝置，其具備：

電子槍，其出射電子束；

旋轉陽極單元，其具有接收上述電子束而產生X光之靶標，且以使上述靶標旋轉之方式構成；

磁性透鏡，其具有線圈，該線圈以於上述電子槍與上述靶標之間產生作用於上述電子束之磁力之方式構成；及

壁部，其配置於上述靶標與上述線圈之間，與上述靶標相向；且

於上述壁部，形成有供上述電子束通過之電子通過孔、及以供冷媒流動之方式構成之流路，

自上述電子束通過上述電子通過孔之第1方向觀察時，上述流路包含沿以上述電子通過孔為中心之圓之周向延伸之複數個彎曲部分，

上述複數個彎曲部分沿垂直於上述第1方向之第3方向排列，

於上述壁部，形成有供自上述靶標出射之X光通過之X光通過孔；且

自上述電子束通過上述電子通過孔之第1方向觀察時，上述壁部中形成有上述流路之區域之中心相對於上述電子通過孔而位於與上述X光通過孔相反側。

【請求項2】

如請求項1之X光產生裝置，其中自上述電子束通過上述電子通過孔之第1方向觀察時，上述流路以於垂直於上述第1方向之第2方向上位於上述電子通過孔兩側之方式延伸。

【請求項3】

如請求項1之X光產生裝置，其中上述流路包含第1部分、及連接於上述第1部分且相對於上述第1部分位於與上述電子通過孔相反側之第2部分；且

上述X光產生裝置以供上述冷媒自上述第1部分向上述第2部分流動之方式構成。

【請求項4】

如請求項1之X光產生裝置，其中上述壁部包含第1壁及第2壁，該第1壁以與上述靶標相向之方式配置於上述靶標與上述線圈之間，該第2壁沿上述電子束通過上述電子通過孔之第1方向自上述第1壁延伸；且

於上述第2壁，形成有供自上述靶標出射之X光通過之X光通過孔；

上述電子通過孔及上述流路形成於上述第1壁。

【請求項5】

如請求項1之X光產生裝置，其中於上述壁部之表面形成有槽，且

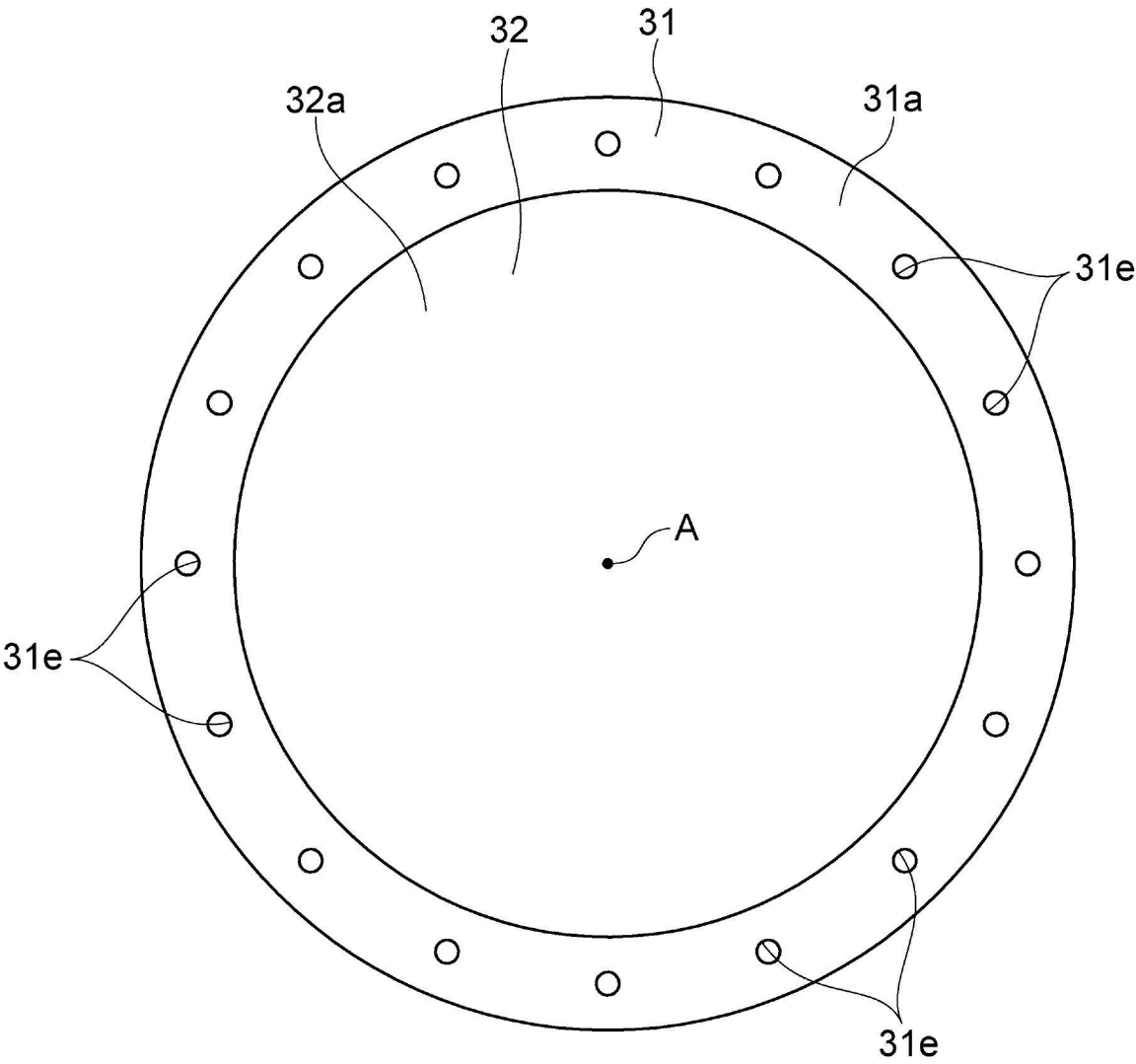
上述流路係藉由以上述磁性透鏡之框體將上述槽封閉而劃定。

【請求項6】

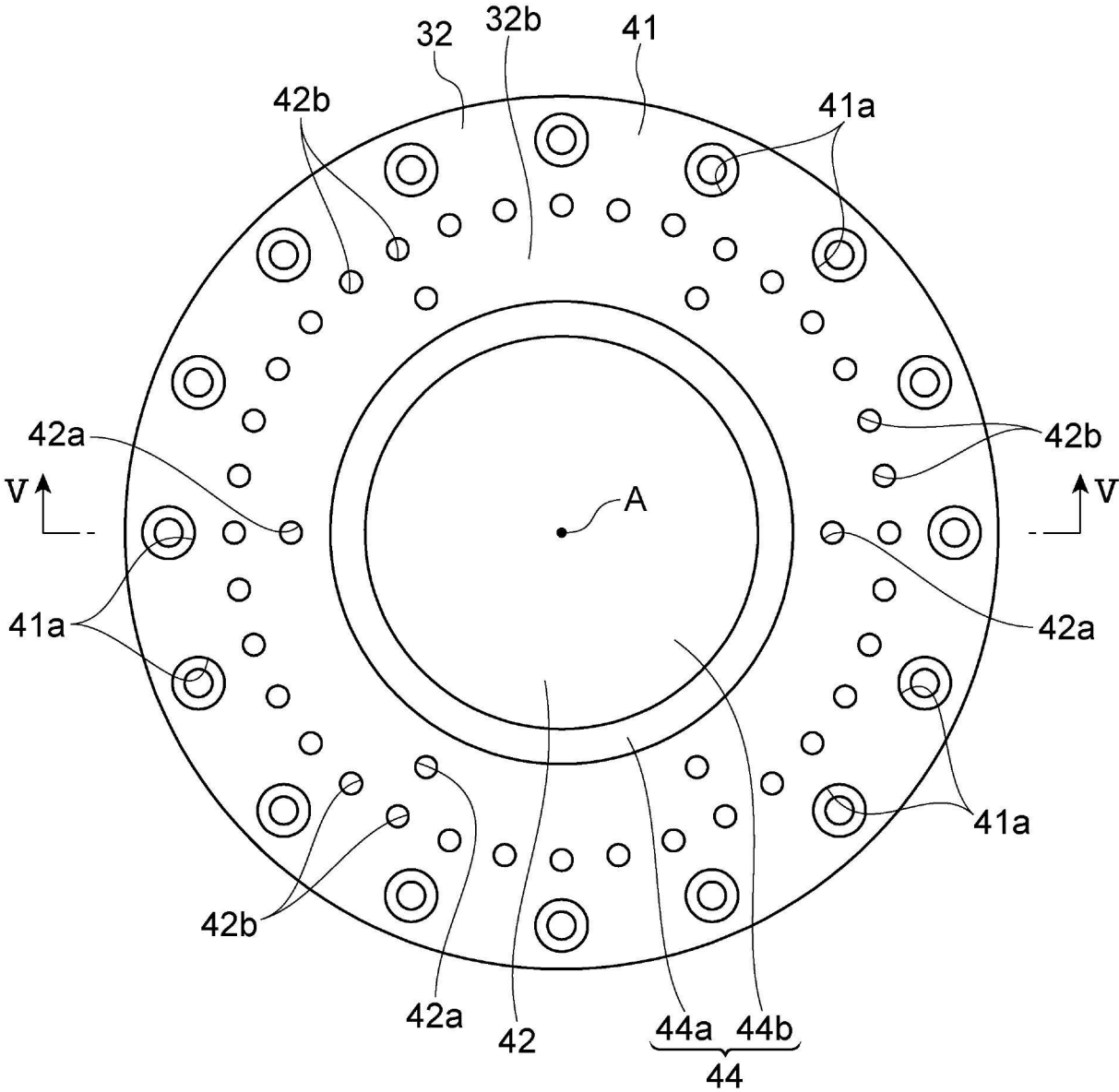
如請求項1之X光產生裝置，其中上述壁部構成上述旋轉陽極單元之框體。



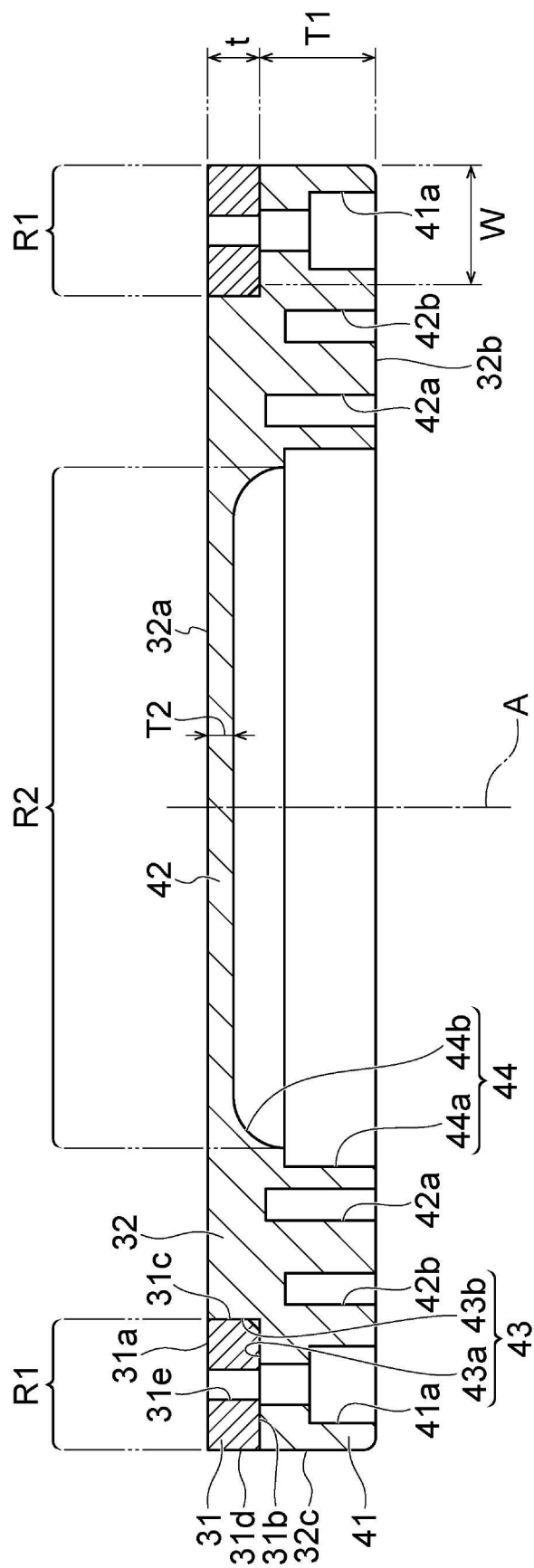




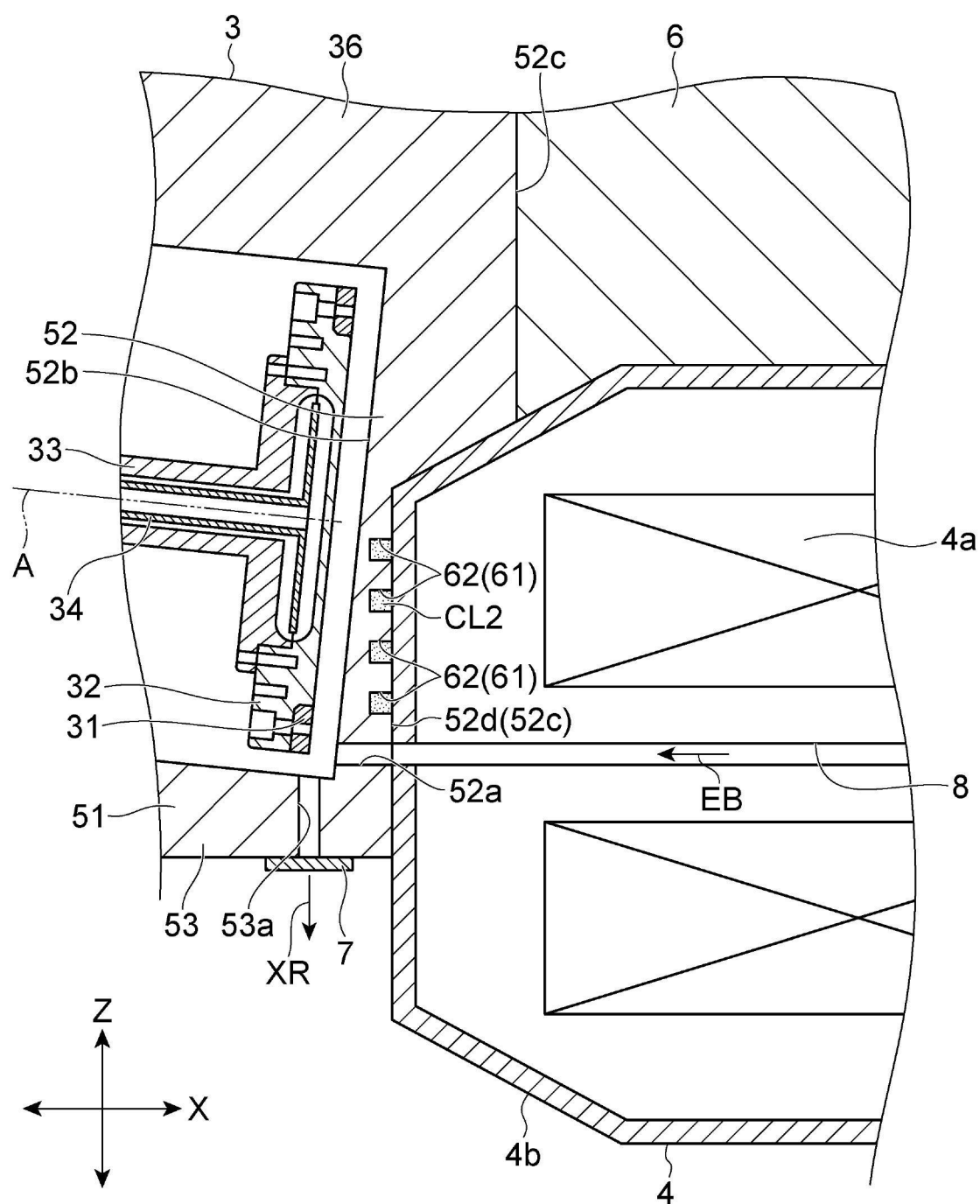
【圖3】



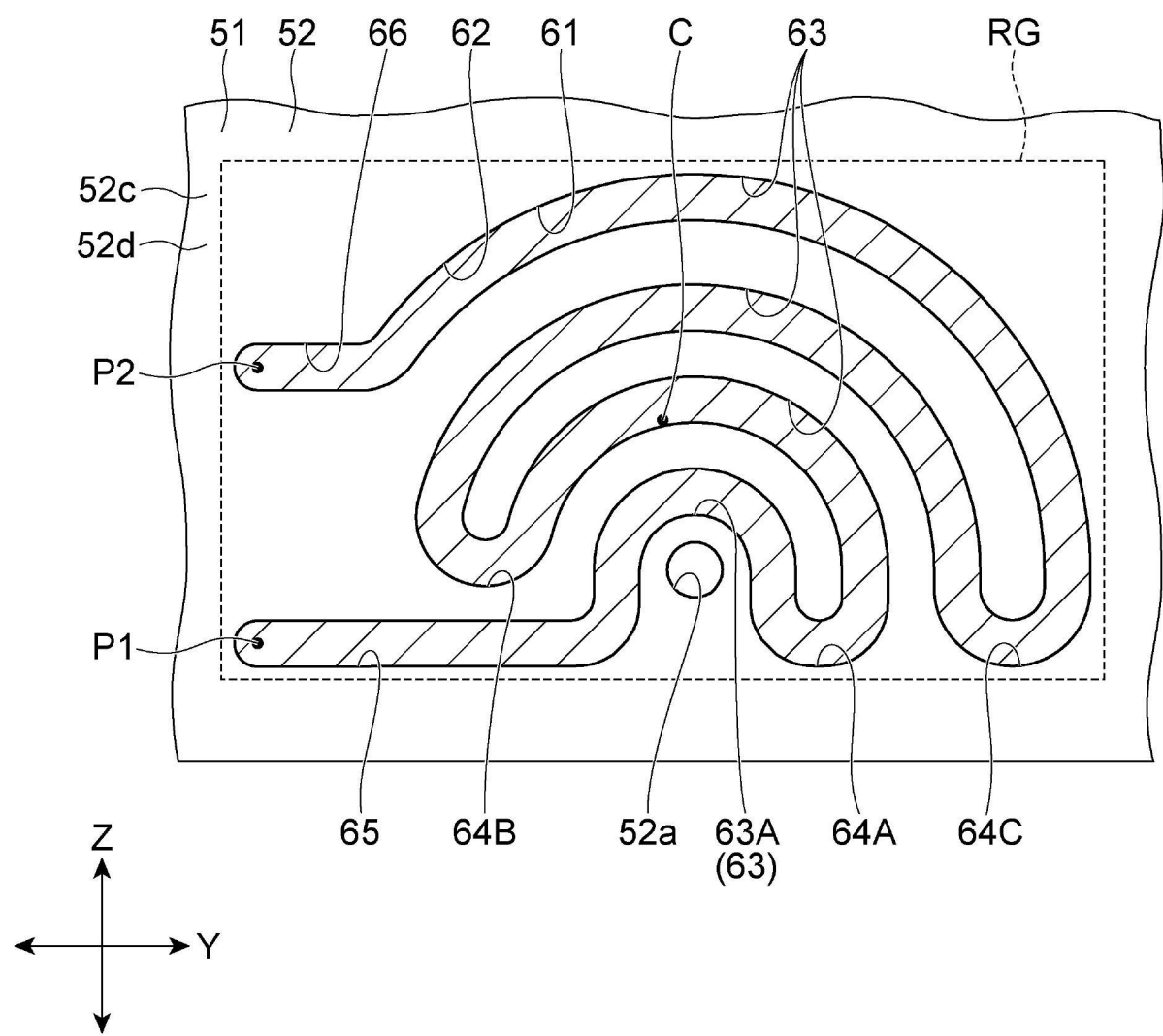
【圖4】



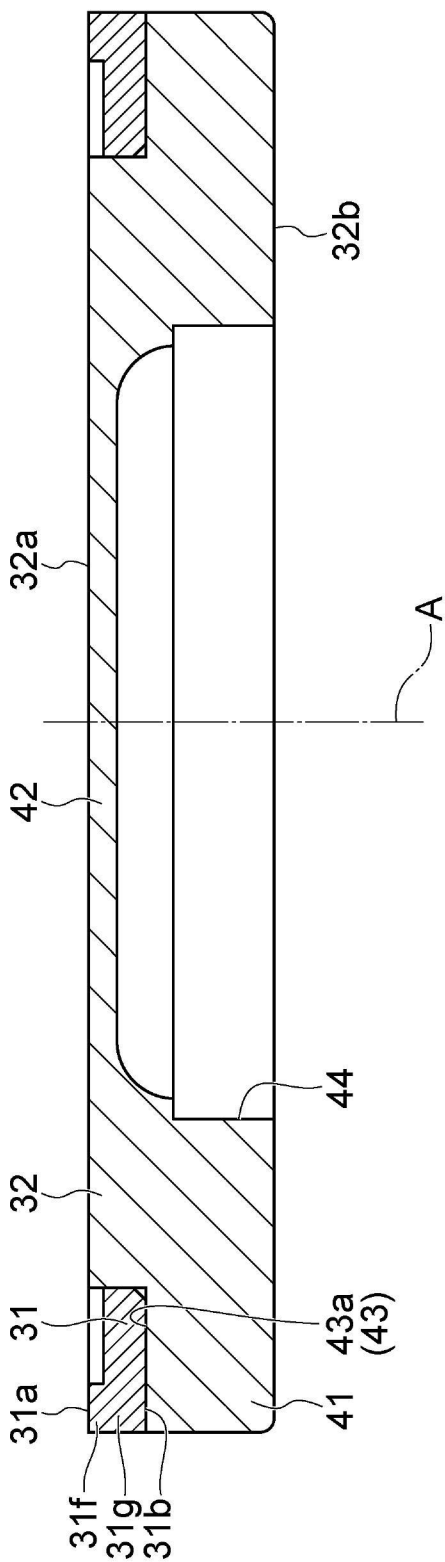
【5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】