



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107452584 B

(45)授权公告日 2019.04.19

(21)申请号 201710337444.8

(22)申请日 2017.05.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107452584 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(30)优先权数据
2016-102863 2016.05.23 JP

(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本国东京都大田区下丸子3丁目30-2

(72)发明人 辻野和哉 大桥康雄

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

(51)Int.Cl.

H01J 35/30(2006.01)

H01J 35/08(2006.01)

H01J 35/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 1698175 A, 2005.11.16,
JP 特开2009-238600 A, 2009.10.15,
JP 特开2015-114132 A, 2015.06.22,
CN 101103431 A, 2008.01.09,
WO 2014/125702 A1, 2014.08.21,
CN 104756222 A, 2015.07.01,
US 2014/0064456 A1, 2014.03.06,
CN 105575747 A, 2016.05.11,

审查员 崔文凯

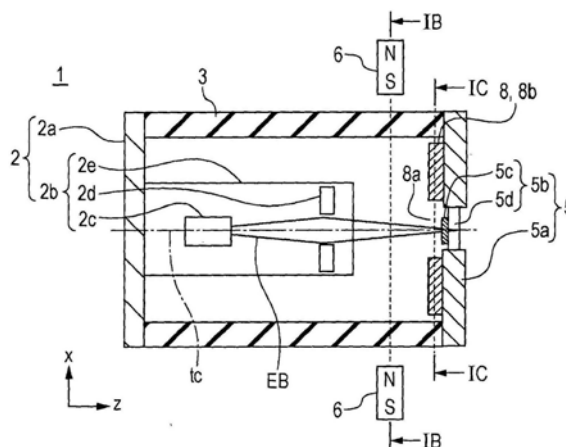
权利要求书2页 说明书7页 附图13页

(54)发明名称

X射线发生管、X射线发生装置和放射线照相系统

(57)摘要

提供了X射线发生管、X射线发生装置和放射线照相系统。包括被配置为偏转电子束的磁偏转部分的X射线发生管通过放置磁屏蔽部分来减少扩展到其中布置被检体的管外侧的磁力线,磁屏蔽部分包括在管轴线方向上比磁偏转部分更靠近阳极以及更靠近管中心轴线。



1. 一种X射线发生管,包括:
阴极,包括电子枪和被配置为保持电子枪的阴极构件;
阳极,包括被配置为被用电子照射并产生X射线的透射靶和被配置为保持透射靶的阳极构件;
围绕并沿管中心轴线延伸的绝缘管,包括分别连接到阴极和阳极的第一端和第二端;
至少一个磁偏转部分,在管半径方向上部署在绝缘管外侧,并且在管轴线方向上布置在阴极和阳极之间;以及
磁屏蔽部分,包括在管轴线方向上比磁偏转部分靠近透射靶并且在管半径方向上相对于管中心轴线更靠近磁偏转部分内侧的部分,
其中磁屏蔽部分还包括从管轴线方向看时在管半径方向上与磁偏转部分重叠的部分。
2. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中
 $\mu \times d$ 的乘积在 1×10^{-8} 至 1×10^{-4} [H] 的范围内,
其中 μ 是磁屏蔽部分的磁导率 [H/m], 并且 d 是磁屏蔽部分在管轴线方向上的厚度。
3. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中磁屏蔽部分示出10或更大的相对磁导率。
4. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中磁屏蔽部分包含作为从铁、钴和镍中选择的至少一种的磁性金属、作为磁性金属的硅钢、作为磁性金属的碳钢、磁性不锈钢、铁氧体和坡莫合金中的任一个。
5. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中磁偏转部分包括铁氧体磁体、铝镍磁体、钴磁体、钕磁体和钕磁体以及电磁体中的至少一个。
6. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中所述至少一个磁偏转部分包括在管圆周方向上以预定节距隔开的多个磁偏转部分。
7. 如权利要求1所述的X射线发生管,还包括部署在绝缘管外侧、在管轴线方向上布置在阴极和阳极之间、并且被配置为支撑磁偏转部分的偏转部分支撑件。
8. 如权利要求7所述的X射线发生管,其中偏转部分支撑件包括能够容纳磁偏转部分的多个部分。
9. 如权利要求7所述的X射线发生管,其中偏转部分支撑件被布置以便能够与绝缘管的管中心轴线同轴地旋转。
10. 如权利要求7所述的X射线发生管,其中偏转部分支撑件示出在0.99至1.01的范围内的相对磁导率。
11. 如权利要求7所述的X射线发生管,其中偏转部分支撑件由展现出顺磁性或反磁性的材料制成。
12. 如权利要求7所述的X射线发生管,其中偏转部分支撑件包含钼、钨、非磁性不锈钢、铜和银中的至少一种。
13. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中透射靶包括被配置为通过电子照射来产生X射线的靶层和被配置为支撑靶层并允许在靶层中产生的X射线穿过的支撑基板。
14. 如权利要求1所述的X射线发生管,其中电子枪包括电子发射部分和静电透镜电极,该静电透镜电极被配置为使从电子发射部分发射的电子会聚到预定的电子线束中。
15. 一种X射线发生装置,包括:
如权利要求1至14中任一项所述的X射线发生管;

驱动电路,被配置为跨阳极和阴极施加电压;以及
容器,被配置为容纳X射线发生管和驱动电路。

16.一种放射线照相系统,包括:

如权利要求15所述的X射线发生装置,

X射线检测器,被配置为检测从X射线发生装置发射并穿过被检体的X射线;以及
控制单元,被配置为彼此协调地控制X射线发生装置和X射线检测器。

17.一种X射线发生装置,包括:

X射线发生管,包括

阴极,包括电子枪和被配置为保持电子枪的阴极构件;

阳极,包括被配置为被用电子照射并产生X射线的透射靶和被配置为保持透射靶的阳极构件;以及

围绕并沿管中心轴线延伸的绝缘管,包括分别连接到阴极和阳极的第一端和第二端;

至少一个磁偏转部分,在管半径方向上部署在绝缘管外侧,并且在管轴线方向上布置在阴极和阳极之间;

磁屏蔽部分,包括在管轴线方向上比磁偏转部分靠近阳极并且在管直径方向上定位在磁偏转部分内侧的部分;以及

容器,被配置为容纳X射线发生管和磁屏蔽部分,

其中磁屏蔽部分被固定到容器,

其中磁屏蔽部分还包括从管轴线方向看时在管半径方向上与磁偏转部分重叠的部分。

18.如权利要求17所述的X射线发生装置,其中磁偏转部分被固定到容器。

19.一种放射线照相系统,包括:

如权利要求17或18所述的X射线发生装置;

X射线检测器,被配置为检测从X射线发生装置发射并穿过被检体的X射线;以及
控制单元,被配置为彼此协调地控制X射线发生装置和X射线检测器。

X射线发生管、X射线发生装置和放射线照相系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可以在非破坏性放射线照相等中使用的X射线发生装置以及包括X射线发生装置的放射线照相系统。

背景技术

[0002] 存在在例如X射线非破坏性检查系统中的X射线发生装置中使用的已知的透射X射线发生管。透射X射线发生管包括透射靶，该透射靶包括布置在其上发射电子束的一侧的靶层和支撑靶层的支撑基板。透射靶构成透射X射线发生管中的阳极部分，并且允许在靶层中产生的X射线穿过支撑基板并辐射到管外侧。

[0003] 存在已知的透射X射线发生管，其通过采用将透射X射线发生管容纳在容器中使得透射靶被布置为端窗口的形式减小物体和电子焦点之间的距离来使得能够进行高放大倍数的放射线照相。同时，考虑到在靶层的厚度方向上被限制的X射线的自吸收，透射X射线发生管中的靶层的厚度被设置为不大于近似15微米。

[0004] 在电子焦点处产生的热负荷从靶层的厚度方向朝着基板和靶层的表面方向消散，但是热传递的量有限。因此，对靶层的热损伤可能会限制透射靶的寿命。

[0005] 日本专利特许公开No.2009-43741公开了一种X射线发生管，其包括产生对电子束施加洛伦兹力的磁力线的磁偏转部分。该专利文献还公开了通过使用洛伦兹力来偏转电子束来移动电子焦点的位置，并且另外还公开了通过将电子焦点的位置移动到未被热损伤的区域来恢复X射线发生的性能。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种包括阴极、阳极、绝缘管和至少一个磁偏转部分的X射线发生管。阴极包括电子枪，该电子枪包括电子发射部分和静电透镜电极。阳极包括靶层和被配置为支撑靶层并允许靶层中产生的X射线穿过的支撑基板。围绕并沿管中心轴线延伸的绝缘管，包括分别连接到阴极和阳极的第一端和第二端。磁偏转部分在管半径方向上部署在绝缘管的外侧，并且在管轴线方向上布置在电子发射部分和靶层之间。X射线发生管还包括磁屏蔽部分，包括在管轴线方向上比磁偏转部分靠近透射靶并且在管半径方向上相对于管中心轴线更靠近磁偏转部分内侧。

[0007] 本发明提供了一种包括X射线发生管的X射线发生装置。该X射线发生管包括阴极、阳极和绝缘管。阴极包括电子枪和被配置为保持电子枪的阴极构件。阳极包括被配置为被电子照射并产生X射线的透射靶和被配置为保持透射靶的阳极构件。围绕并沿管中心轴线延伸的绝缘管，包括分别连接到阴极和阳极的第一端和第二端。

[0008] X射线发生装置还包括至少一个磁偏转部分、磁屏蔽部分和容器。磁偏转部分在管半径方向上部署在绝缘管的外侧，并且在管轴线方向上布置在阴极和阳极之间。磁屏蔽部分包括在管轴线方向上比磁偏转部分靠近阳极并且在管半径方向上定位在磁偏转部分内侧的部分。容器被配置为容纳X射线发生管和磁屏蔽部分。磁屏蔽部分被固定到容器。

[0009] 根据以下参考附图对示例性实施例的描述,本发明另外的特征将变得清楚。

附图说明

[0010] 图1A是用于描述本发明的第一实施例的示意图,并且图1B和1C是用于描述本发明的第一实施例的截面图。

[0011] 图2A是用于描述本发明的第二实施例的示意图,并且图2B和2C是用于描述本发明的第二实施例的截面图。

[0012] 图3A是用于描述本发明的第三实施例的示意图,并且图3B和3C是用于描述本发明的第三实施例的截面图。

[0013] 图4A至4D是示出根据本发明中一个或更多实施例的磁偏转部分中的磁体部分的布置的示例的示意图。

[0014] 图5A和5B是分别用于描述根据本发明中一个或更多实施例的偏转部分支撑件的示意图和截面图。

[0015] 图6A和6B是用于描述第一实施例中的磁屏蔽效果的示意图,并且图6C和6D是参考示例的示意图。

[0016] 图7是用于描述根据本发明中一个或更多实施例的X射线发生装置的示意图。

[0017] 图8是用于描述根据本发明中一个或更多实施例的X射线发生装置的示意图。

[0018] 图9是用于描述根据本发明中一个或更多实施例的放射线照相系统的示意图。

具体实施方式

[0019] 包括磁偏转部分的透射X射线发生管可能遇到在通过磁力移动焦点位置的作用中的波动阻止X射线发生的性能恢复到预定水平或者放射线照相的质量改变的问题。当使用高放大倍数拍摄具有高相对磁导率的被检体的图像时,即,当具有高相对磁导率的被检体的图像在靠近端窗口的位置处被拍摄时,该问题经常出现。

[0020] 下面参考附图描述本发明的实施例。

[0021] <第一实施例>

[0022] 图1A至1C、5A和5B是用于描述本发明的第一实施例中的X射线发生管1的示意图。

[0023] X射线发生管1包括由阴极2、阳极5和绝缘管3构成的外壳。外壳的内侧被抽为真空并且其气密性被保持以具有比电子发射部分和靶之间的距离长的电子的平均自由程。

[0024] <<阴极>>

[0025] 阴极2是通过包括连接到绝缘管3的导电阴极构件2a和电子枪2b来限定X射线发生管1的阴极电位的电极,并且也是外壳中的结构部件。电子枪2b包括连接到阴极构件2a的导电管状构件2e、被部署在管状构件2e中的电子发射部分2c和静电透镜电极2d。电子发射部分2c和静电透镜电极2d顺序地在管状构件2e内侧沿着管轴线方向在从阴极构件2a朝着阳极5的方向上布置。电子枪2b借助管状构件2e被固定到阴极构件2a。在阴极构件2a中使用了具有足以维持外壳真空的强度、用于限定电子枪2b的阴极电位的导电性和用于保持绝缘管3的气密状态的线性膨胀系数的材料。阴极构件2a的材料的具体示例可以包括高熔点金属,诸如钨、钨、不锈钢和铜。

[0026] 电子发射部分2c可以由金属热阴极、氧化物阴极、浸渍式阴极(impregnated

cathode)等制成,并且可以根据X射线管电流的量在管半径方向上具有近似 $\phi 0.1\text{mm}$ 至 $\phi 5\text{mm}$ 的大小。电子发射部分2c的形状的示例可以包括平面形状、皮尔斯(pierce)电子枪中的凹形形状和肖特基(Schottky)电子枪中的针形状。

[0027] 静电透镜电极2d是中间电极,其部署在电子发射部分2c和透射靶5b之间,以便限定射束轮廓,使得从电子发射部分2c发射的电子会聚到预定的电子线束(beam flux)中,并且靶层5c被电子线束照射。如在电子枪2b中包括的其它构件的材料的情况,静电透镜电极2d可以由诸如钼或钨之类的金属材料制成,以满足期望的耐热性和非磁性、匹配线性膨胀系数等的要求。换句话说,根据本实施例的X射线发生管在X射线发生管1的内侧不包括磁性透镜,但是包括聚焦从阴极2发射的电子线束的静电透镜电极2d。这种形式减少了布置在X射线发生管1内侧的金属的磁化。

[0028] <<阳极>>

[0029] 阳极5是通过包括连接到绝缘管3的导电阳极构件5a和电连接到阳极构件5a的透射靶5b来限定X射线发生管1的阳极电位的电极,并且也是外壳中的结构部件。透射靶5b包括被配置为通过使用电子照射来发射X射线的靶层5c和支撑基板5d,支撑基板5d支撑靶层5c并且允许所产生的X射线穿过该支撑基板5d到与它支撑靶层5c的一侧相反的一侧。透射靶5b通过使用部署在支撑基板5d和阳极构件5a之间的钎焊(brazing)材料接合支撑基板5d和阳极构件5a来与阳极构件5a一体化。

[0030] 在阳极构件5a中使用了具有足以维持外壳真空的强度、用于限定透射靶5b的阳极电位的导电性和用于保持阳极构件5a和绝缘管3之间的接合结构的气密状态的线性膨胀系数的材料。阳极构件5a的材料的具体示例可以包括高熔点金属,诸如钼、钨、不锈钢和铜。

[0031] 在透射靶5b中产生的X射线的预定辐射能量可以通过跨阳极5和阴极2施加的X射线管电压来设置。可以考虑透射方向上的厚度、被检体的大小、靶层5c、支撑基板5d等来适当地设置X射线管电压。X射线管电压可以从10kV至200kV的范围选择。

[0032] 考虑到X射线产生的效率和耐热性,为靶层5c选择具有高密度和高熔点的材料,诸如钨、铪或钼。考虑到自衰减,靶层5c的厚度可以设置在 $0.5\mu\text{m}$ 至 $15\mu\text{m}$ 的范围内以高效地将X射线发射到管的外侧。

[0033] 可以在支撑基板5d中使用碳的同素异形体,诸如金刚石或石墨,或轻元素材料,诸如铍,以将在靶层5c中产生的X射线高效地发射到管的外侧。支撑基板5d的厚度可以基于维持真空的耐大气压能力、X射线透射率等被设置在任何合适的值,并且可以被设置在 0.1mm 至 3mm 的范围内。支撑基板5d还用作使在靶层5c中产生的X射线能够射出(exit)到X射线发生管1的外侧的X射线透射窗。

[0034] <<绝缘管>>

[0035] 绝缘管3围绕并沿着管中心轴线 t_c 延伸,并具有第一端和第二端,第一端和第二端分别连接到阴极构件2a和阳极构件5a。阴极2和阳极5彼此电绝缘。

[0036] 绝缘管3被选择为使得其具有电绝缘性质、气密性、耐热性和与阴极2和阳极5中的每一个的线性膨胀系数匹配的线性膨胀系数,并且可以包含作为主要成分的玻璃材料,诸如多形玻璃、Pyrex(注册商标)和石英,或陶瓷材料,诸如氧化铝或滑石。

[0037] <<磁偏转部分>>

[0038] 接下来,参考图1A至1C和6A至6D描述磁偏转部分6。

[0039] 磁偏转部分6在X射线发生管1的管半径方向上被布置在绝缘管3的外侧(外部侧)并且在管轴线方向上被布置在电子发射部分2c和透射靶5b之间。磁偏转部分6的这种布置使得能够通过电子束EB上的洛伦兹力进行偏转轨迹的有效作用。即,磁偏转部分6被布置成使得洛伦兹力作用在图1B所示的管中心轴线tc附近形成的电子束EB上。在磁偏转部分6中使用了磁性材料。该磁性材料的示例可以包括永磁体(诸如铁氧体磁体、铝镍钴(铝、镍、钴)磁体、钐钴磁体和钕磁体)以及电磁体。

[0040] 如图1B所示,本实施例中的磁偏转部分6可以在X射线发生管1的圆周方向上离散布置,使得对于电子束产生在管半径方向上的磁力线成分(虚线箭头)。在本实施例中,两个磁偏转部分6被布置在彼此相对的位置中,其中管中心轴线tc定位于它们之间,使得它们被定向以便具有彼此相反的极性。如图5A和5B所示,两个磁偏转部分6在管圆周方向上彼此隔开180度的位置处由连接到阳极构件5a的偏转部分支撑件7支撑。

[0041] 本实施例中的偏转部分支撑件7包括被配置为支撑磁偏转部分6的支撑构件7a、被配置为在管半径方向上向内推动磁偏转部分6中的磁体部分的弹簧构件7c、被配置为保持弹簧构件7c的反作用力的固定构件7d、以及被配置为支撑支撑构件7a并将其与阳极构件5a连接的连接构件7b。支撑构件7a具有能够容纳磁偏转部分6中的磁体部分和弹簧构件7c的多个孔部分70a至70h。在本实施例中,可以通过改变用于容纳磁偏转部分6中的磁体部分的孔部分70来以45度为单位改变电子焦点的位置。其中偏转部分支撑件被布置以便与未示出的绝缘管的管中心轴线同轴旋转的形式也可以改变电子焦点,并且因此被包括在本发明的实施例中。

[0042] 偏转部分支撑件7可以由对磁偏转部分6产生的磁力线影响很小的非磁性材料制成。这里,非磁性材料指示展现出顺磁性或反磁性的材料。当非磁性材料示出0.99至1.01的相对磁导率时,电子束的轨迹的波动对于阳极构件5a前面的磁场几乎没有影响。相对磁导率是被计算为 μ/μ_0 的无量纲量,其中 μ 是材料的磁导率, μ_0 是真空的磁导率。展现出顺磁性的材料的示例可以包括钼、钨和非磁性不锈钢,诸如SUS 304。展现出反磁性的材料的示例可以包括铜和银。偏转部分支撑件7可以由上述材料的合金制成。偏转部分支撑件7不限于图5A和图5B所示的结构、配置等。在偏转部分支撑件7可以支撑磁偏转部分6并且通过使用洛伦兹力来控制电子束的偏转量和偏转方向的情况下,偏转部分支撑件7可以具有任何结构和配置。

[0043] 图4A至图4D示出了第一实施例的变型示例,其中一个或多个磁偏转部分6在管圆周方向上以预定节距(pitch)被布置在阳极5中。图4A示出了一种形式,其中一个磁偏转部分6在管圆周方向上被布置在管的外侧,使得其南极面对管中心轴线tc,以便使直线的磁力线成分穿过电子束,即,管中心轴线tc。在本发明的实施例中还包括了一种类似的形式,其中一个磁偏转部分6在管圆周方向上被布置在管的外侧,使得其北极面对管中心轴线tc,以便使直线的磁力线成分穿过管中心轴线tc。

[0044] 图4B示出了其中磁偏转部分6中的磁体部分被布置成使得一个磁体部分的北极在管半径方向上面对另一个磁体部分的南极的形式。在本实施例中,具有高直线性的磁力线成分可以在管中心轴线tc附近形成,并且因此电子焦点在管半径方向上的偏移量(移动量)可以被增加。

[0045] 图4C和图4D分别示出了其中图4B所示的磁偏转部分6中的一对磁体部分中的每一

个包括串联布置的两个磁体和其中磁偏转部分6中的一对磁体部分中的每一个包括并排布置的两个磁体的变型示例。在图4C和图4D所示的两个变型示例中,电子焦点在管半径方向上的偏转量可以被进一步增加。

[0046] 磁偏转部分6的布置形式可以考虑在X射线发生管1中包括的部件的布置、射束照射位置的期望移动量等而被适当地设置,并且不限于上述示例。

[0047] <<磁屏蔽部分>>

[0048] 接下来,参考图1A和图1C描述作为本发明的特征的磁屏蔽部分8。

[0049] 如图1A和图1C所示,本实施例中的磁屏蔽部分8是固定在阳极构件5a的真空侧以便穿过阳极构件5a围绕管中心轴线tc的扁平状环状磁性构件。磁屏蔽部分8包括在管轴线方向上比磁偏转部分6靠近阳极5并且在X射线发生管1的管半径方向上被布置在磁偏转部分6内侧的部分。换句话说,磁屏蔽部分8在绝缘管3的管半径方向相比于磁偏转部分6更接近管中心轴线tc。磁屏蔽部分8包括被开口以便允许电子束EB穿过的开口部分8a以及围绕开口部分8a的环形部分8b,如图1C所示。

[0050] 接下来,参考图6A至6D详细描述磁屏蔽部分8的磁屏蔽效果。图6A是用于描述第一实施例中的磁力线(6m、9pm、9im)和电子束EB之间的相互作用的示意图。图6B是用于描述在本实施例中移动电子焦点FS0的效果的靶层5c的部分放大视图。图6C和图6D分别是与第一实施例的不同之处仅在于不包括磁屏蔽部分8的参考形式的示意图和部分放大视图。

[0051] 通过本实施例中的磁屏蔽部分8的布置,存在于管外侧曝光区域中的磁力线中的一些在磁屏蔽部分8中被吸收,并且在管中心轴线tc附近泄漏的磁力线被减少。因此,由被检体9的相对磁导率、被磁化的被检体的布置等的影响引起的、电子束上的洛伦兹力被抑制,电子焦点的位置可以移动预定的偏转量,并且可以独立于X射线发生源的位置执行具有高再现性的放射线照相。

[0052] 这里,磁力线9pm和9im存在于管外侧曝光区域中的要因可以是其中被磁化的被检体9和阳极5被靠近彼此定位的布置。被检体9的磁化可能由包括在被检体中的具有高磁导率的构件和磁偏转部分6产生的磁场引起。具有高相对磁导率并易于磁化的材料的示例可以包括铁、镍和钴。

[0053] 通过本实施例中的磁屏蔽部分8的布置,由磁偏转部分6产生的磁力线6m中的一些在磁屏蔽部分8中被吸收,并且作用在电子束EB和磁力线6m之间的洛伦兹力被略微减小。但是,因为磁屏蔽部分8被布置成不阻挡由磁偏转部分6对电子束EB产生的磁力线6m,所以通过磁屏蔽部分8减小磁力线6m的作用有限。从而,如图6B所示,在包括磁屏蔽部分8的形式中,电子焦点FS0可以通过磁偏转部分6的作用被移动到预定位置FS1而不受外部磁场9pm的影响,因此透射靶5b的有效寿命可以被延长。

[0054] 这里,讨论了从管外侧的磁场倾斜进入阳极构件5a并对管中心轴线tc附近的电子束EB施加洛伦兹力的磁力线9im。因为磁屏蔽部分8中的环形部分8b被布置成阻止磁力线9im进入到电子束EB中,所以来自被检体9的磁力线9im以及磁力线6m磁化被检体9的作用被磁屏蔽部分8衰减。因为泄漏到管中的磁力线9pm和管轴线方向tc在开口部分8a处基本上彼此平行,洛伦兹力不容易在电子束EB上产生,所以磁屏蔽部分8在与管中心轴线tc相交的区域中被开口。

[0055] 在不包括图6C所示的磁屏蔽部分的参考形式中,存在于管外侧曝光区域中的磁力

线 9_{im} 中的一些没有在磁屏蔽部分中被吸收,并且对定位于管中心轴线 t_c 附近的电子束有影响。因此,由于被检体9的相对磁导率、磁性被检体9的布置等的影响,电子焦点的位置除了被移动预定的偏转量之外,还被进一步移动对应于从管外侧进入的磁力线成分 9_{im} 的洛伦兹力的量。如图6D所示,当从管外侧进入的磁力线成分 9_{im} 的洛伦兹力被接收时,在具有磁偏转部分6的情况下和在没有磁偏转部分6的情况下的电子焦点分别被移动到FS51和FS50,两者都是由不必要的焦点移动得出的位置。在该参考形式中,因为焦点移动的量变化,所以放射线照相的再现性和稳定性降低。

[0056] 如上所述,在包括磁屏蔽部分8的本实施例的X射线发生管1中,由磁偏转部分6产生的洛伦兹力表示偏转电子束的作用,并且从阳极构件5a前面的被检体选择性泄露的洛伦兹力的影响被减少。

[0057] 磁屏蔽部分8可以具有充分大于1的相对磁导率,并且可以由相对磁导率为10或更大的材料制成。具有高磁导率的材料示例包括作为从铁、钴和镍中选择的至少一种的磁性金属、作为磁性金属的硅钢、作为磁性金属的碳钢、诸如SUS 420之类的磁性不锈钢、诸如蒙乃尔(Monel)之类的合金、诸如铁氧体磁体和坡莫合金(permalloy)磁体之类的永磁体以及它们的组合。

[0058] 材料的磁导率 μ 可以通过使用磁性传感器等检测磁场H的磁通密度B而根据 $\mu=B/H$ 来计算,其中磁场H是通过将电流馈送通过材料被插入其中的线圈产生的。用于检测磁通密度的磁传感器的示例可以包括霍尔元件、磁阻元件、磁阻抗元件和超导量子干涉设备(SQUID)。通常,磁屏蔽效果随着作为磁屏蔽部分8的磁导率 μ [H/m]和厚度 d [m]的乘积的 $\mu \times d$ [H]的增加而增加。乘积 $\mu \times d$ [H]可以大于等于 1×10^{-8} 并且小于等于 1×10^{-4} 。当磁屏蔽效果增加时,用于电子束EB的磁力线 6_m 也减少,并且电子束的偏转量减小。因此, $\mu \times d$ [H]的范围可以是 1×10^{-7} 到 1×10^{-5} 。在本说明书中,厚度 d 被定义为沿着管轴线方向(图1A中的Z方向)的长度。

[0059] 可以考虑磁屏蔽部分8的材料、厚度和形状、射束辐射位置的期望移动量等而适当地设置磁偏转部分6中的磁体的类型和布置,并且不限于上述示例。

[0060] <第二实施例>

[0061] 图2A至图2C是用于描述根据本发明的第二实施例的X射线发生管1的示意图。第二实施例与第一实施例的不同之处在于,当沿着管轴线方向看时,磁屏蔽部分8包括在管半径方向上与磁偏转部分6重叠的部分16a和16b,如图2A至图2C所示。重叠部分16a和16b密封地连接到绝缘管3。

[0062] 如图2A至图2C所示,在本实施例中,磁屏蔽部分8包括沿着管半径方向与磁偏转部分6重叠的重叠部分16a和16b。这带来比第一实施例中的磁屏蔽效果大的磁屏蔽效果。X射线发生源的位置稳定性可以独立于被检体9的相对磁导率、拍摄位置等被进一步增强。

[0063] <第三实施例>

[0064] 图3A至图3C是用于描述根据本发明的第三实施例的X射线发生管1的示意图。除了阳极构件5a由具有磁屏蔽性质的材料制成之外,第三实施例与第一实施例相同,如图3A至图3C所示。

[0065] 在第一至第三实施例中,磁屏蔽部分8构成阳极5。它可以是与阳极构件绝缘的中间电极(图中未示出)。在磁屏蔽部分与阳极构件绝缘的形式中,磁屏蔽部分可以被布置在

外壳的内侧,并且在管轴线方向上布置为比阳极构件靠近电子发射部分,以抑制放电。

[0066] <第四实施例>

[0067] 图7是根据本发明的第四实施例的X射线发生装置101的图。X射线发生装置101包括根据第一实施例的X射线发生管1、被配置为驱动X射线发生管1的驱动电路103和被配置为容纳它们的容器102。

[0068] 驱动电路103包括被配置为跨阳极5和阴极2施加管电压的管电压电路(未示出)和被配置为驱动电子枪2b使得其以预定的曝光强度和预定的曝光时间段发射电子束的电子枪驱动电路(未示出)。容器102中除了驱动电路103和X射线发生管1之外的剩余空间用绝缘流体(图中未示出)填充。绝缘流体的示例可以包括绝缘油(诸如矿物油和硅油)以及绝缘气体(诸如六氟化硫(SF₆))。阳极5被接地到地105,容器102被部署在阳极5和地105之间。从而,可以实现其中X射线发生源的位置的稳定性独立于被检体的相对磁导率、拍摄的位置而被增强的X射线发生装置101。

[0069] <第五实施例>

[0070] 图8是示出根据本发明的第五实施例的X射线发生装置110的配置的图。X射线发生装置110与第四实施例中的X射线发生装置101的不同之处在于,磁屏蔽部分8不被包括在X射线发生管中,而是固定在容器102的一部分中。在本实施例中,磁屏蔽部分8被固定到容器102。磁偏转部分6被固定到容器102的形式也被包括在本发明中。

[0071] <第六实施例>

[0072] 图9是本发明的第六实施例的放射线照相系统201的框图。系统控制单元202彼此协调地控制第四实施例中描述的X射线发生装置101和X射线检测装置206。X射线检测装置206包括X射线检测器207和信号处理器208。从X射线发生装置101发射的X射线基于从系统控制单元202输出到X射线发生装置101的控制信号而被控制。从X射线发生装置101发射的X射线穿过被检体209,并由X射线检测器207检测。X射线检测器207将检测到的X射线转换为图像信号并将其输出到信号处理器208。信号处理器208在系统控制单元202的控制下对图像信号执行预定的信号处理,并将处理后的图像信号输出到系统控制单元202。系统控制单元202基于处理后的图像信号将用于在显示装置203上显示图像的显示信号输出到显示装置203并且将图像数据保持在记录装置205中。显示装置203在屏幕上显示基于显示信号的图像作为被检体209的获得图像。

[0073] 从而,可以独立于被检体9的相对磁导率、拍摄位置等建立具有拍摄质量的高再现性和高稳定性的放射线照相系统。

[0074] 优点

[0075] 利用根据本发明的X射线发生管,因为磁屏蔽部分吸收磁力线,所以由磁偏转部分产生的磁力线不容易扩展到作为曝光目标的被检体侧,并且通过由磁偏转部分产生的偏转磁场对被检体的磁化有限。因此,在拍摄具有高相对磁导率的被检体的大图像的情况下,因为由被检体施加在电子束轨迹上的洛伦兹力有限并且电子束焦点的波动被抑制,所以可以稳定地执行放射线照相。

[0076] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围应当被赋予最广泛的解释,以便包含所有这样的修改和等同的结构和功能。

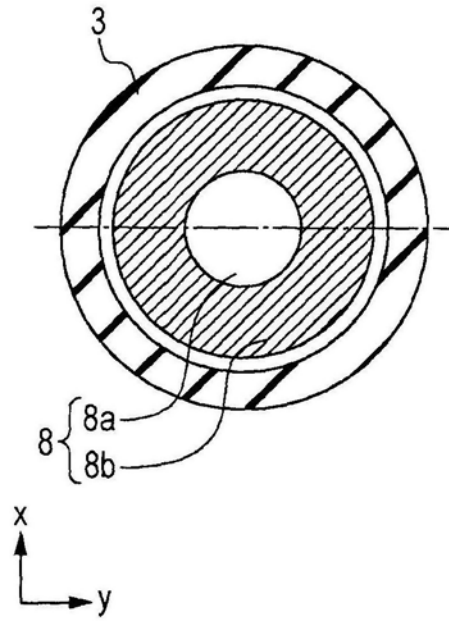


图1C

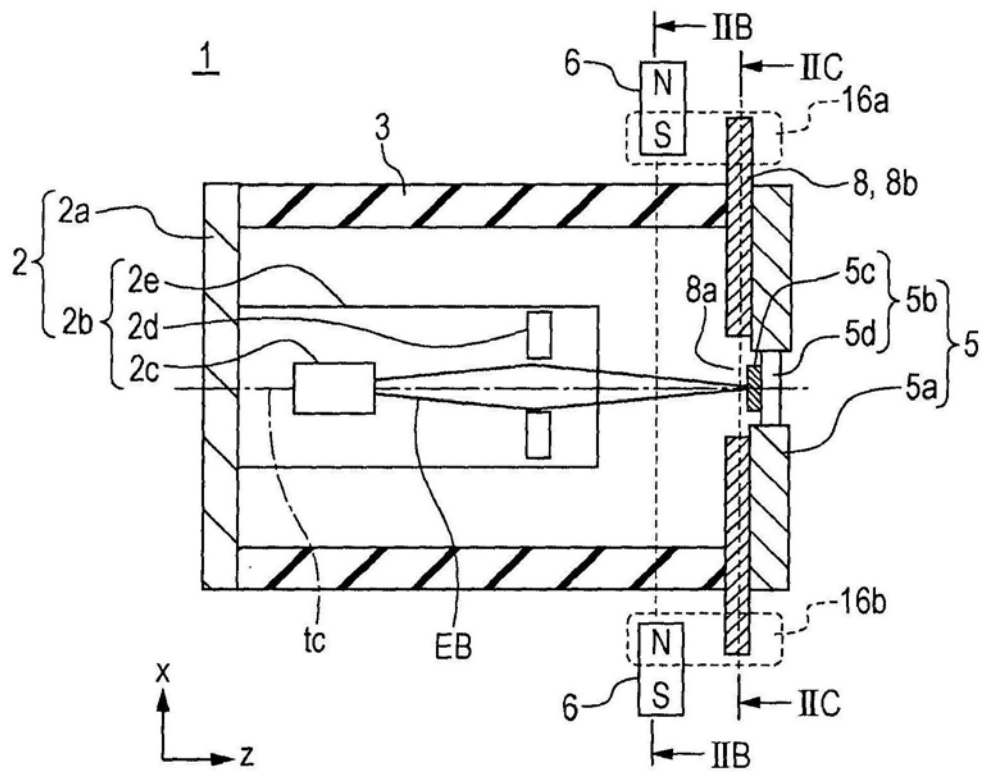


图2A

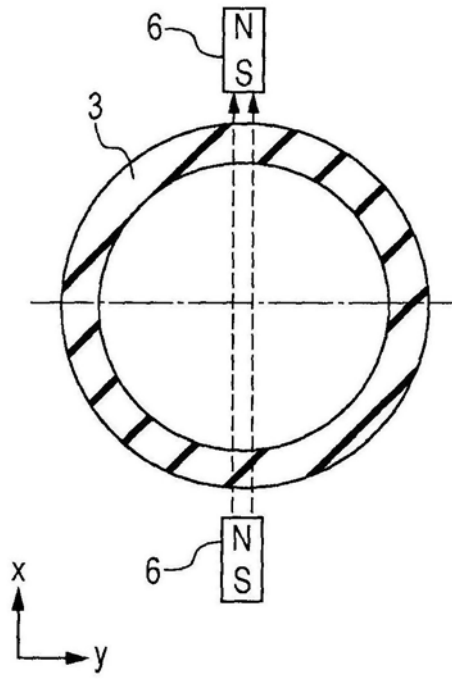


图2B

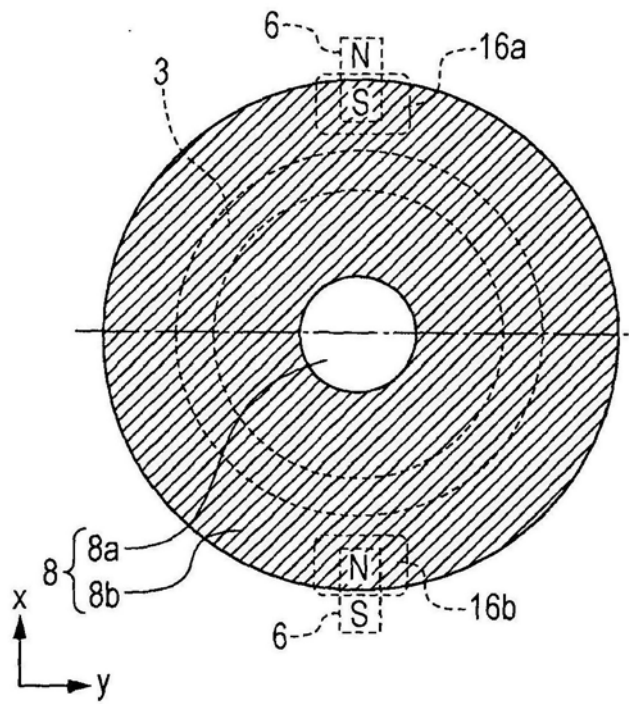


图2C

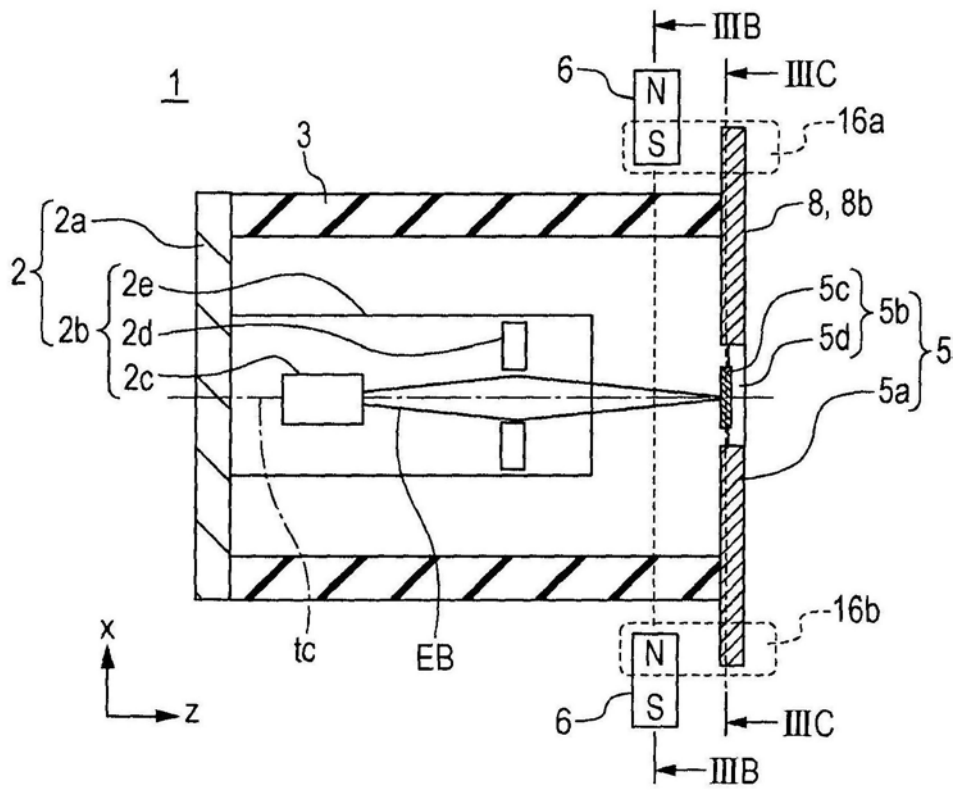


图3A

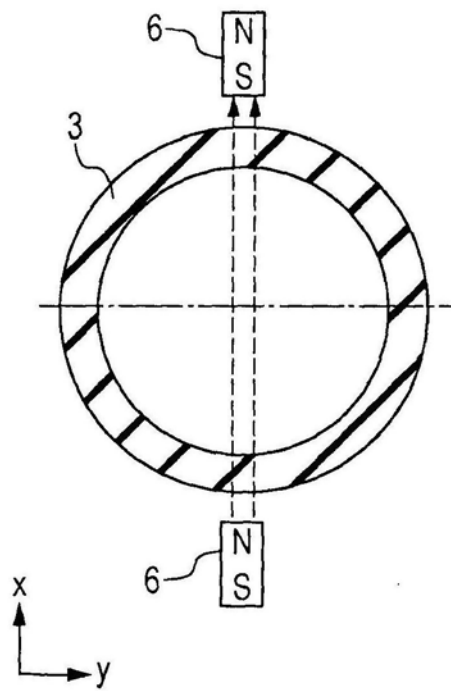


图3B

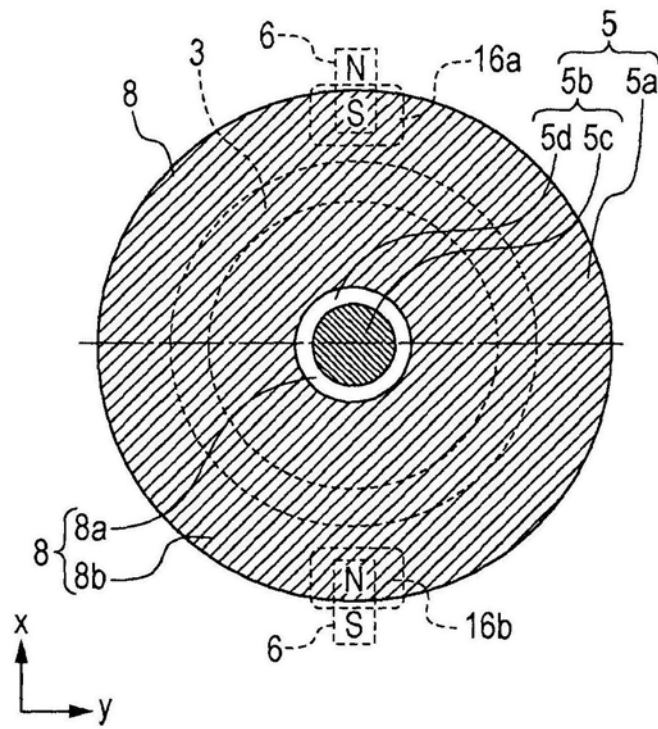


图3C

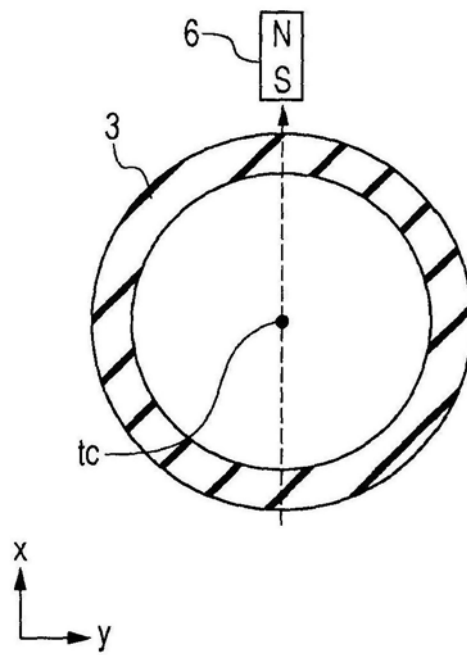


图4A

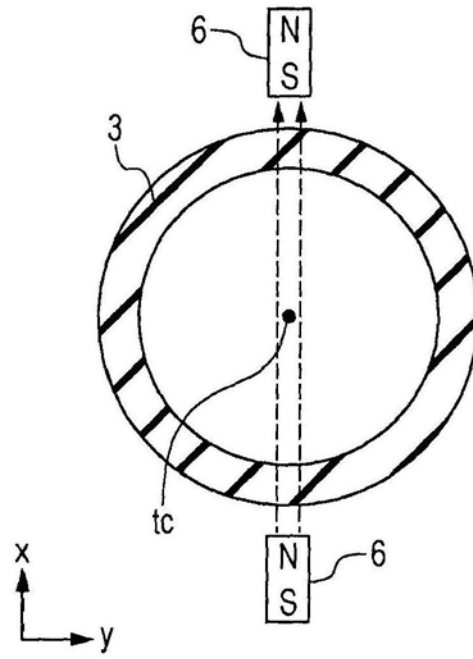


图4B

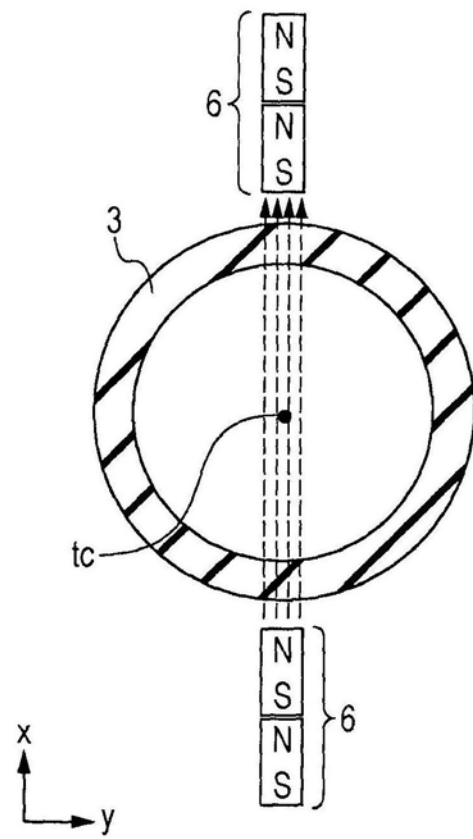


图4C

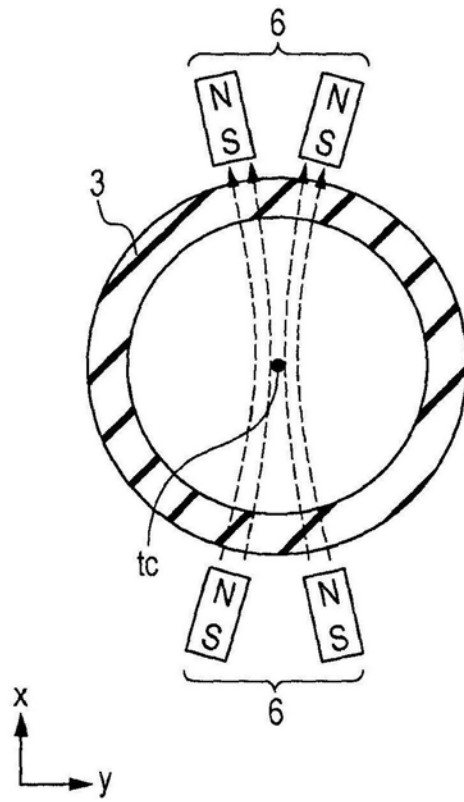


图4D

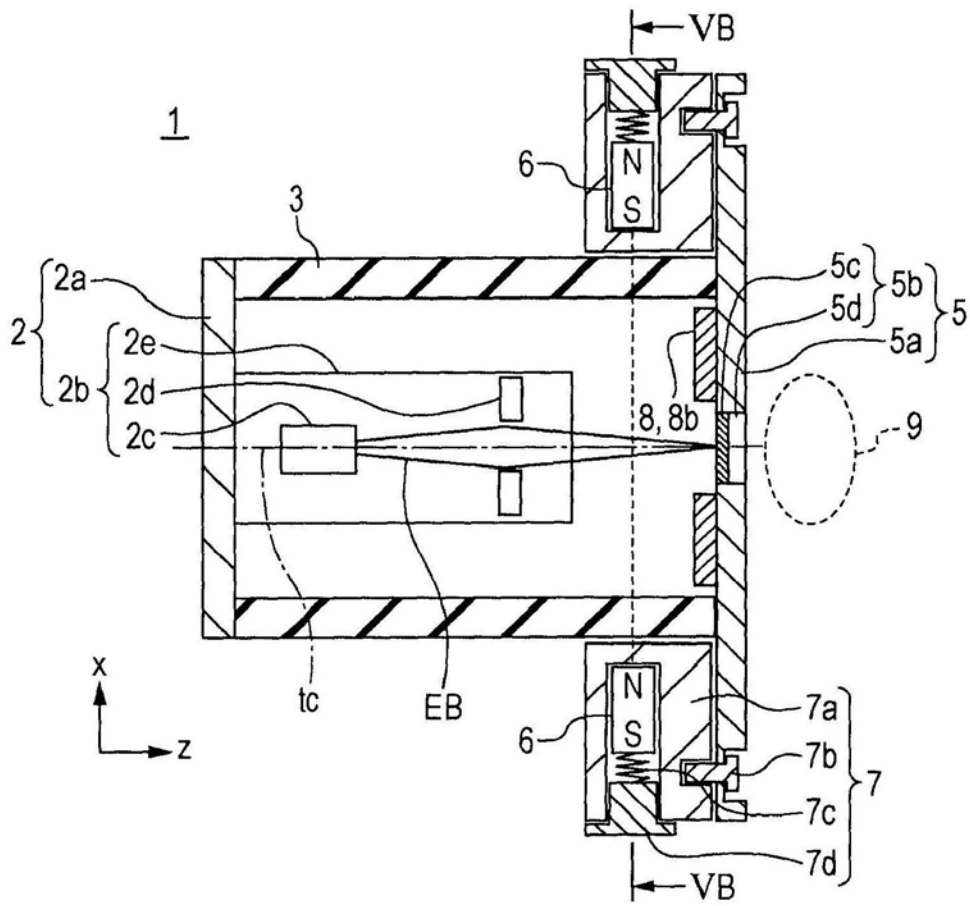


图5A

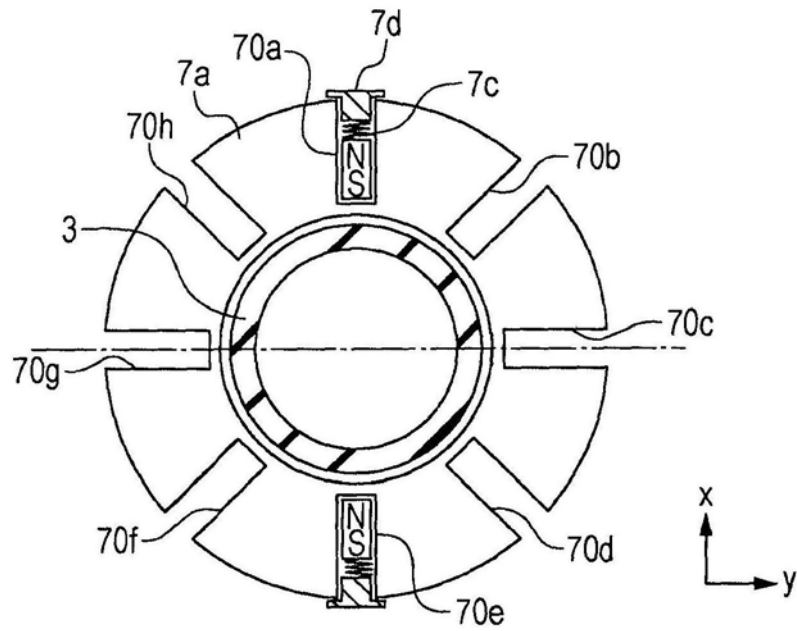


图5B

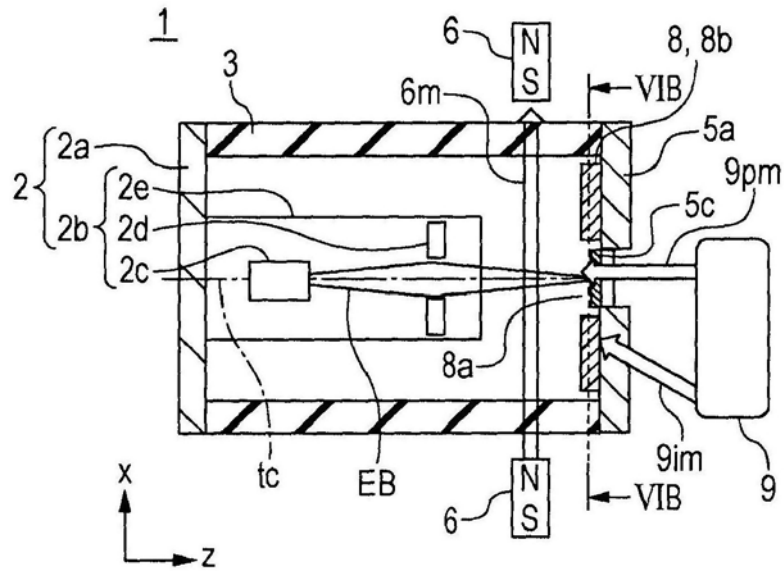


图6A

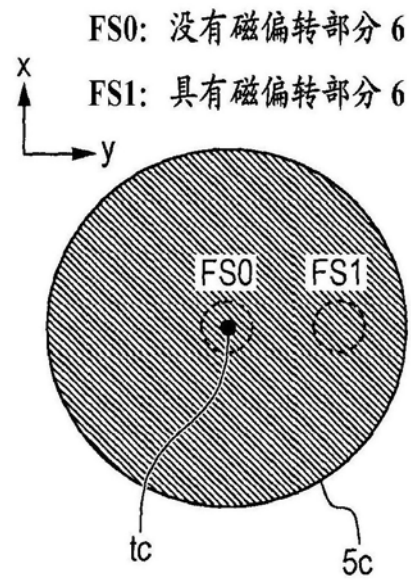


图6B

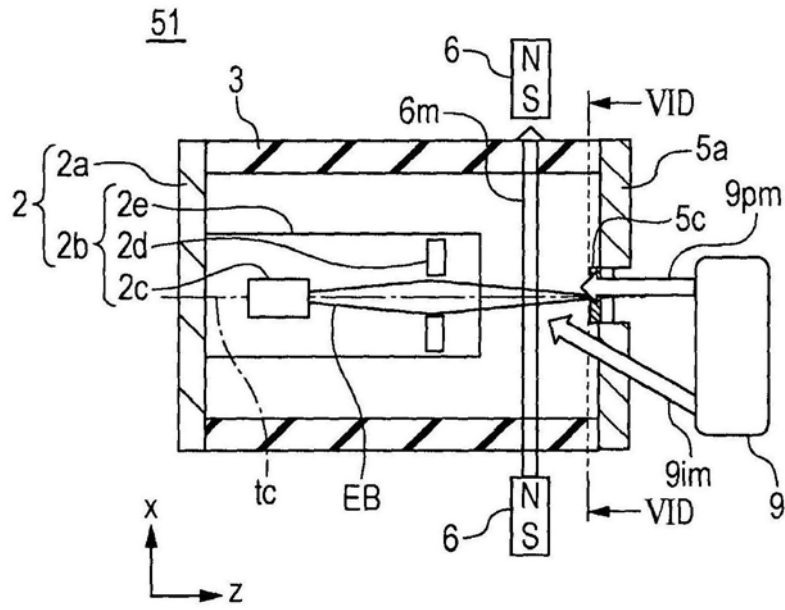


图6C

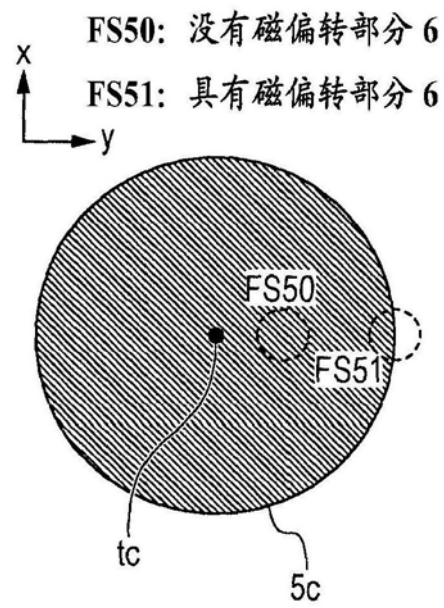


图6D

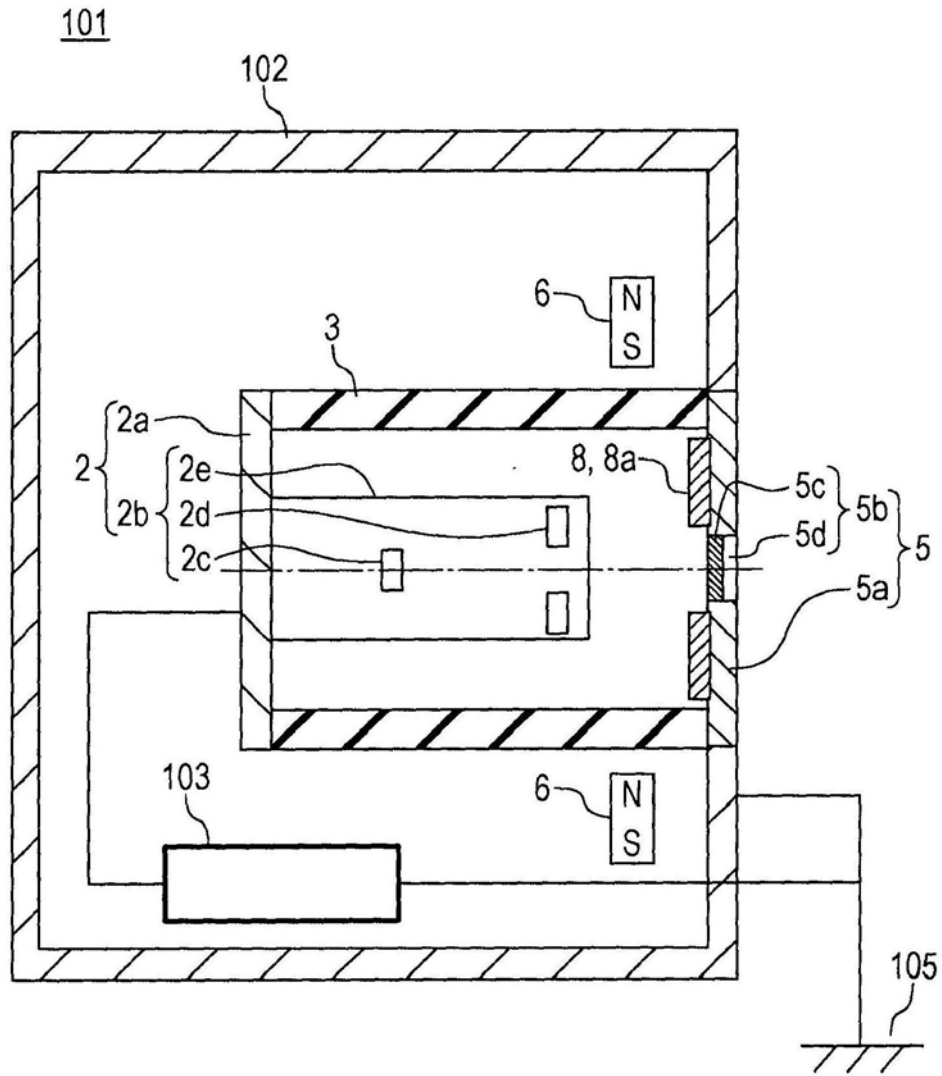


图7

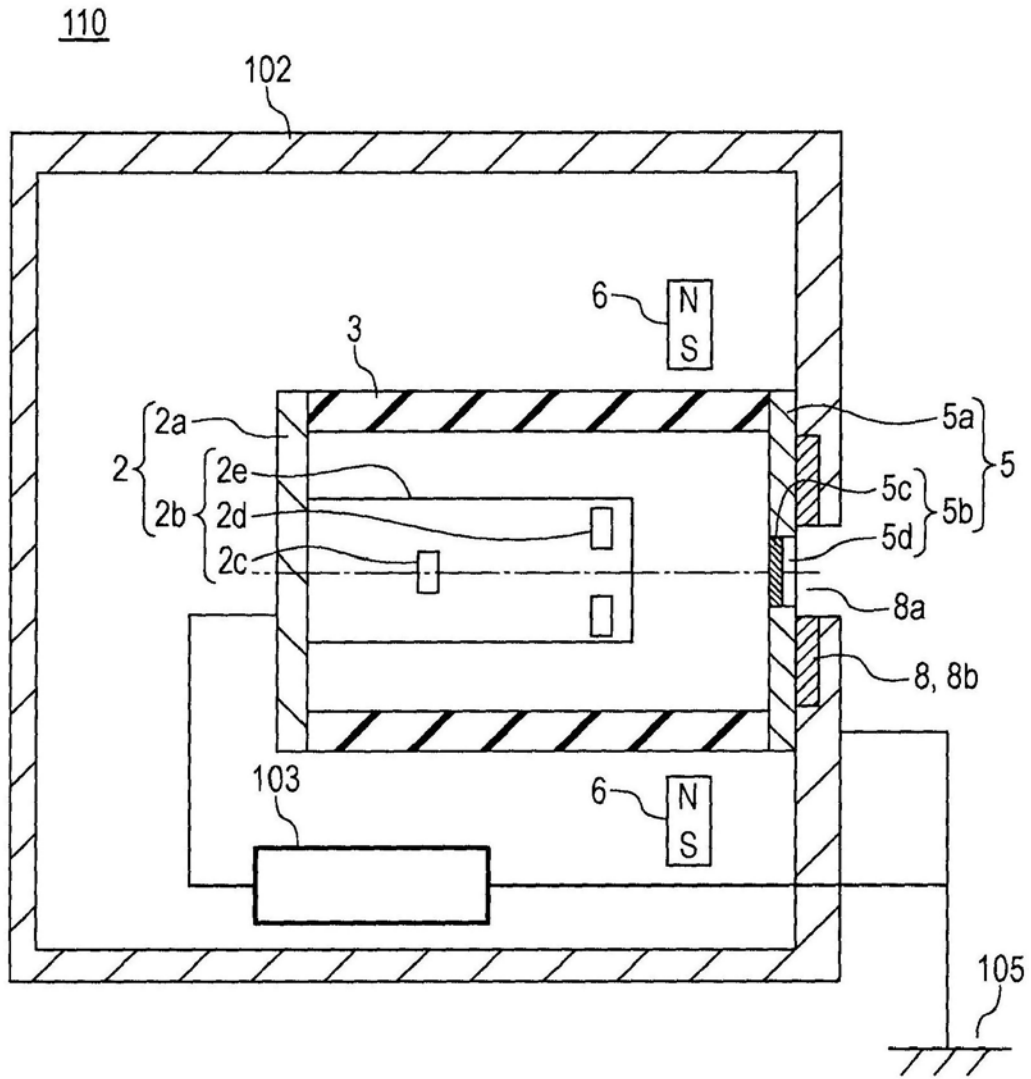


图8

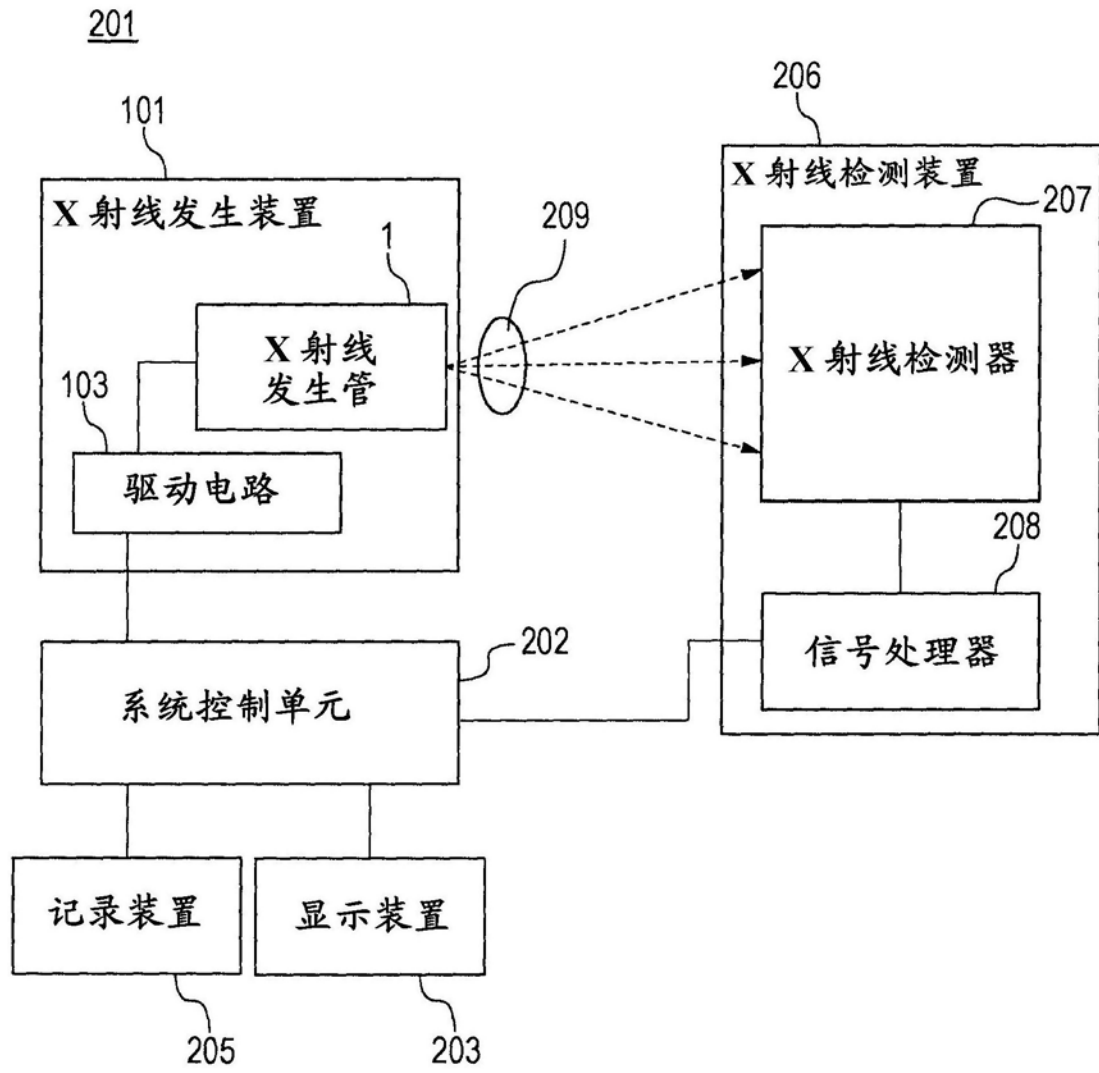


图9