



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105655216 B

(45)授权公告日 2018.04.20

(21)申请号 201510847901.9

(22)申请日 2015.11.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105655216 A

(43)申请公布日 2016.06.08

(30)优先权数据

2014-242457 2014.11.28 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 盐泽崇史 辻野和哉 角田浩一

伊藤靖浩 三道和宏 五十岚洋一

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 欧阳帆

(51)Int.Cl.

H01J 35/08(2006.01)

(56)对比文件

JP 昭57-90856 A, 1982.06.05,

US 2014/0056406 A1, 2014.02.27,

JP 特开2014-102926 A, 2014.06.05,

审查员 陈茂兴

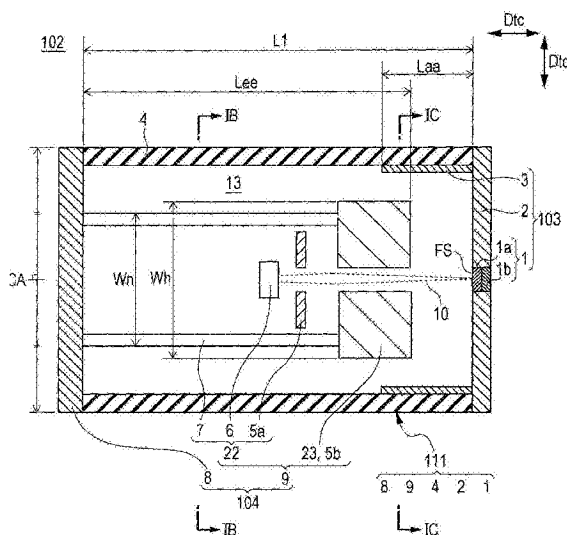
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

X射线发生管、X射线发生装置和射线照相系统

(57)摘要

本发明涉及X射线发生管、X射线发生装置和射线照相系统。X射线发生管包括：阳极，包括被配置为在电子的照射下生成X射线的靶，以及与所述靶电连接的阳极构件；阴极，包括被配置为沿着朝向所述靶的方向发射电子束的电子发射源，以及与所述电子发射源电连接的阴极构件；以及绝缘管，在所述阳极构件和所述阴极构件之间延伸。所述阳极还包括与所述阳极构件电连接的内周阳极层，所述内周阳极层沿着所述绝缘管的内周面延伸，并且远离所述阴极构件。



1. 一种X射线发生管,其特征在于包括:
阳极,包括:
靶,被配置为在电子的照射下生成X射线,以及
阳极构件,与所述靶电连接;
阴极,包括:
电子发射源,被配置为沿着朝向所述靶的方向发射电子束,以及
阴极构件,与所述电子发射源电连接;以及
绝缘管,在所述阳极构件和所述阴极构件之间延伸,
其中所述阳极还包括与所述阳极构件电连接的内周阳极层,所述内周阳极层沿着所述绝缘管的内周面延伸并形成在所述绝缘管的内周面上并且远离所述阴极构件;并且
其中所述电子发射源从所述阴极构件朝向所述靶突出,而所述内周阳极层具有在管轴方向上与所述电子发射源交迭的部分。
2. 根据权利要求1所述的X射线发生管,
其中所述电子发射源包括:
头部,面向所述阳极构件,以及
颈部,与所述头部和所述阴极构件相连接,其中所述颈部的在管径方向上的半径比所述头部的在管径方向上的半径小。
3. 根据权利要求2所述的X射线发生管,
其中所述头部被形成为静电透镜电极。
4. 根据权利要求3所述的X射线发生管,
其中所述静电透镜电极是聚焦透镜电极。
5. 根据权利要求1所述的X射线发生管,
其中所述内周阳极层在所述绝缘管的所述内周面的周向上是连续的。
6. 根据权利要求2所述的X射线发生管,
其中所述内周阳极层具有在管轴方向上与所述头部交迭的对阴极阳极端;
其中所述对阴极阳极端包围所述头部。
7. 根据权利要求1所述的X射线发生管,
其中所述内周阳极层形成为厚度在10nm到1mm的范围内。
8. 根据权利要求7所述的X射线发生管,
其中所述内周阳极层形成为厚度在100nm到50 μ m的范围内。
9. 根据权利要求1所述的X射线发生管,
其中所述绝缘管与所述阳极构件和所述阴极构件相连接,使得所述靶和所述电子发射源彼此面对。
10. 根据权利要求1所述的X射线发生管,
其中所述绝缘管在所述阳极构件和所述阴极构件之间延伸,使得所述阳极构件连接在所述绝缘管的在管轴方向上的一端,而所述阴极构件连接在所述绝缘管的在管轴方向上的相对一端,
而且,其中由所述阳极、所述阴极和所述绝缘管限定内部空间。
11. 一种X射线发生装置,其特征在于包括:

根据权利要求1到10中的任何一项所述的X射线发生管;以及
管电压电路,被配置为跨所述阳极和所述阴极施加X射线管电压。

12.一种射线照相系统,其特征在于包括:

根据权利要求11所述的X射线发生装置;

X射线检测器,被配置为检测由所述X射线发生装置生成的并且穿过被检体的X射线;以
及

系统控制装置,被配置为集中控制所述X射线发生装置和所述X射线检测器。

X射线发生管、X射线发生装置和射线照相系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可以应用到医疗设备和工业设备等领域中的非破坏性X射线成像的X射线发生装置,以及具有X射线发生装置的射线照相系统。

背景技术

[0002] 最近,具有微聚焦X射线发生管的X射线检查装置已经开始用于电子设备的检查。应用到这样的X射线检查装置的微聚焦X射线发生管被称为具有透射靶的透射型X射线发生管。透射型X射线发生管与反射型靶相比在如下方面是有优势的,即可以确保宽的辐射角、短的源-物体间距离(SOD)和大的放大倍数。

[0003] 日本专利公开号2012-104272公开了透射型微聚焦X射线发生管,其中导电波纹管置于靶的后面,因而抑制由于后向散射的电子导致的波纹管的带电并且使电子轨迹稳定化。日本专利公开号2012-104272还公开了,其中说明的透射型微聚焦X射线发生管由于抑制了带电,从而改进了焦点的位置精度并且减少了焦点未对准的状态。

[0004] 日本专利公开号2002-298772公开了透射型微聚焦X射线发生管,其中电子发射源(在其尖端具有聚焦透镜电极)很接近靶。

[0005] 日本专利公开号2012-104272和日本专利公开号2002-298772二者公开的透射型微聚焦X射线发生管具有朝向靶突出的电子发射源以及管状的阳极构件,所述管状的阳极构件在阴极侧延伸以在管轴方向上与电子发射源交迭。

发明内容

[0006] 在日本专利公开号2012-104272和日本专利公开号2002-298772中公开的透射型微聚焦X射线发生管,特别是比起在X射线发生管的阳极/阴极管轴方向上的沿面距离而言,具有相对短的绝缘距离,因此很难实现尺寸的减小和必要的分辨率(X射线管电压的上限)二者,因而限制了其可销售性。

[0007] 提供实现耐电压性能和减小尺寸二者的透射型微聚焦X射线发生管和透射型微聚焦X射线发生装置已经是所期望的。提供能够产出高清晰度透射X射线图像的射线照相系统也已经是所期望的。

[0008] X射线发生管包括:阳极,包括配置为在电子的照射下生成X射线的靶,以及与所述靶电连接的阳极构件;阴极,包括被配置为沿着朝向所述靶的方向发射电子束的电子发射源以及与所述电子发射源电连接的阴极构件;以及绝缘管,在所述阳极构件和所述阴极构件之间延伸。所述阳极还包括与所述阳极构件电连接的内周阳极层,所述内周阳极层沿着绝缘管的内周面延伸,并且远离所述阴极构件。

[0009] 参照附图,根据下面对示例性实施例的说明,本发明的进一步的特征将变得清晰。

附图说明

[0010] 图1A到图1C是例示了根据本发明的第一实施例的X射线发生管的示意性配置图。

- [0011] 图2A和图2B是说明与第一实施例相关的技术意义的示意图。
- [0012] 图3A到图3C是说明与第一实施例相关的其它技术意义的示意图。
- [0013] 图4是例示了根据本发明的第二实施例的X射线发生装置的配置图。
- [0014] 图5是例示了根据本发明的第三实施例的射线照相系统的配置图。
- [0015] 图6是例示了用于示例性实施例的评价系统的配置图。

具体实施方式

[0016] 下面将参照附图,对根据本发明的X射线发生管和微聚焦X射线发生装置的实施例做出示例性说明。然而,应注意到的是,实施例中说明的配置的材料、尺寸、形状、位置关系等等不是旨在限制本发明的范围,除非具体声明。将参照图1A到图5对X射线发生管102、X射线发生装置101和射线照相系统200做出说明。

[0017] 第一实施例:X射线发生管

[0018] 首先,将参照图1A到图1C对根据本发明的X射线发生管的基本配置做出说明,图1A到图1C例示了根据第一实施例的透射型X射线发生管102。X射线发生管102具有电子发射源9和透射靶1。本发明属于具有透射靶的透射型X射线发生管。因此,在本说明书中,为了简明的目的,术语“透射靶”和“透射型X射线发生管”此后将简称为“靶”和“X射线发生管”。

[0019] X射线发生管102通过用从电子放出单元6放出的电子束流10照射靶1来生成X射线,电子发射源9具有所述电子放出单元6。阴极104至少包括放出电子的电子发射源9以及阴极构件8,该阴极构件8用作在X射线发生管102的阴极侧限定静电场的电极构件以及组成外围器111的结构构件。

[0020] 绝缘管4用于在阴极104和之后说明的阳极103之间绝缘,并且还与阳极103和阴极104一起组成外围器111。内部空间13由外围器111限定。使用诸如玻璃材料或陶瓷材料等的绝缘材料来配置绝缘管4。绝缘管4在管轴方向Dtc上的两端处与阴极104和之后说明的阳极103中的每一个相连接,使得之后说明的靶1和电子发射源9彼此面对。

[0021] 阳极103至少包括通过用电子照射而生成X射线的靶1以及阳极构件2,所述阳极构件2用作调节靶1的电位和X射线发生管102的阳极侧的电位的电极构件和组成外围器111的结构构件。根据本实施例的阳极103还沿着之后说明的绝缘管4的内周面设置并且从阳极构件2朝向阴极构件8延伸。阳极103包括远离阴极构件8的内周阳极层3。

[0022] 如图1B和1C所例示的,内周阳极层3在管轴方向Dtc上从阳极103侧朝向阴极104的途中以沿面距离Laa覆盖绝缘管4的内周面。对阴极阳极端11作为内周阳极层3的朝向阴极侧的端部,环状包围着本实施例中的电子发射源9的头部23。也就是说,内周阳极层3通过沿着管周方向Dta延伸全周以包围头部23。之后将说明头部23和对阴极阳极端11之间的布局关系。

[0023] 应注意到,图1B和图1C分别示出了沿着图1A中的线IB和IC截取的剖面。如图1A到图1C所例示的,当在本说明书中定义有关X射线发生管102和绝缘管4的方向时,将使用管轴方向Dtc、管周方向Dta和管径方向Dtd中的一个。管轴方向Dtc、管周方向Dta和管径方向Dtd中的每一个匹配绝缘管4和X射线发生管102而不失一般性。

[0024] 管轴方向Dtc对应于图1A中的绝缘管4的开口的中心延伸的方向。管轴方向Dtc与本实施例中的阴极构件8和阳极构件2的法线平行。管周方向Dta对应于图1B中的绝缘管4的

管壁延伸的环形方向。管径方向Dtd是规定绝缘管4的直径的方向,并且与垂直于管轴方向Dtc并且穿过绝缘管4的中心轴CA的方向一致。

[0025] 接下来,将参照图1A到图3C对作为本发明的特征的内周阳极层的技术意义进行说明。图2A和图2B例示了作为参考示例的X射线发生管112和113,所述X射线发生管112和113与根据第一实施例的X射线发生管102不同之处在于,所述X射线发生管112和113不具有内周阳极层。

[0026] 图2A中例示的根据参考示例的X射线发生管112展示了依据其曝光历史的X射线焦点FS的“偏移”。本发明的发明人通过勤奋的研究,发现了此焦点的偏移的原因是,由在焦点后面后方散射的后方散射X射线使绝缘管4的内周面变得带电。

[0027] 已认识到的机制如下。

[0028] • 由于从焦点FS后方散射的X射线进入绝缘管4阳极侧的内周面,绝缘管4的内周面在阳极侧带电。

[0029] • 这些电荷在管轴方向Dtc和管周方向Dta上具有不均匀的分布。

[0030] • 电子发射源9和靶1之间的静电场由于这些电荷而变形,因而使电子束流10的轨迹偏移。

[0031] 作为本发明的特征的内周阳极层3具有的第一技术意义在于其展示出抑制之前提到的后方散射的电子所导致的绝缘管4的带电的效果。这是由于内周阳极层3与阳极构件2电连接并且位于绝缘管4的内周面的阳极侧。

[0032] 另一方面,图2B中所例示的X射线发生管113与根据第一参考示例的X射线发生管112的不同之处在于,所述X射线发生管113具有管状阳极管构件12,其中鼓的阳极侧从阳极构件2朝向阴极侧突出,而阳极管构件12与绝缘管4的阳极侧末端相连接。根据第二参考示例的X射线发生管113用阳极管构件12的形式的导电构件置换了由上文说明的被后方散射的电子带电了的区域,所述阳极管构件12位于阳极构件2的绝缘管4侧并且与其电连接。X射线发生管113因此起到有效地抑制电子束流10的轨迹偏移的作用。

[0033] 然而,根据第二参考示例的X射线发生管113存在依据曝光历史发生放电而曝光动作不得不停止的情况。分析发生放电的X射线发生管113揭示出,一直在发生沿面放电,而绝缘管44的外周面作为放电路径。通过本发明的发明人的进一步研究揭示出,在绝缘管44的外周面发生沿面放电的原因是由于曝光历史导致的外周面的绝缘性能的劣化。

[0034] 在第二参考示例中发现的在绝缘管44的外周面发生的沿面放电的机制如下。

[0035] • 根据第二参考示例的X射线发生管113的绝缘距离Lo2比根据第一参考示例的X射线发生管112的绝缘距离Lo1更短,因而与X射线发生管112相比,更容易发生微小放电。

[0036] • 由于X射线发生管113的操作导致的微小放电,在收纳容器107内的X射线发生管113的外部上不可避免地存在的污染物和异物附着到绝缘管44的外周面。

[0037] • 累积在绝缘管44的外周面上的污染物包括导电性比绝缘管44高的成分。

[0038] • 在一些情况下,累积的污染物不均匀地分布在绝缘管44的外周面上。

[0039] 因此,根据此参考示例的绝缘管44经受实际上必然的绝缘距离劣化的变化。另一方面,作为本发明的特征的内周阳极层3与阳极构件2电连接并且位于绝缘管4的阳极侧的内周面上,因而在在不使绝缘管4的外周面的耐电压性能劣化的情况下,抑制由于后方散射的电子导致的绝缘管4的带电。这是第二个技术意义。应注意到,在收纳容器107内的X射线发

生管102上不可避免地存在的污染物和异物是制造时在收纳容器107内引入的异物或者在收纳之后由于热分解或放电残余物而生成的污染物。

[0040] 接下来,将参照图3A到图3C对内周阳极层3在管轴方向Dtc上的形成范围进行说明。图3C是将根据本发明的第一实施例的X射线发生管102的主要部分(包括内周阳极层3)放大的部分放大图。也就是说,图3C可以认为是图1A中所例示的第一实施例在管轴方向Dtc和管径方向Dtd上的部分剖面图。图3A到图3C例示了与有关X射线管电压 V_a 、阴极电位($-V_a$)和阳极电位0(V)的、 $-0.1 \times V_a$ (V)和 $-0.9 \times V_a$ (V)的空间电位对应的由虚线表示的等电位线61和69。

[0041] 图3A和图3B各自例示了根据第一实施例的X射线发生管102的内周阳极层3的形成范围已改变的变型。图3A到图3C所例示的第一实施例和变型都展示了因为具有作为本发明的特征的内周阳极层3而抑制之前提到的后方散射的电子所导致绝缘管4的带电并且抑制在绝缘管4的外周面处的沿面放电的效果。

[0042] 图3A中所例示的第一变型的内周阳极层3没有在管轴方向Dtc上延伸到内周阳极层3与电子发射源9交迭之处。因此,从焦点FS向后散射的后方散射的电子的一部分在电子发射源9和阳极103之间形成的电场的影响下射入到对阴极阳极端11附近的绝缘管4的内周面,并且使绝缘管4带电,虽然是稍微带电。

[0043] 另一方面,图3B和图3C中所例示的第一实施例和变型具有在管轴方向Dtc上与电子发射源9交迭的内周阳极层3,所以来自焦点FS的后方散射的电子射入到绝缘管4的情况受到了抑制,而是射入到内周阳极层3。射入到内周阳极层3的电子经由阳极构件2被导向接地端子。因此,其中内周阳极层3在管轴方向Dtc上与电子发射源9交迭的本实施例和变型展示了由从焦点FS后方散射的电子导致的电子束的偏移得到有效抑制的效果。

[0044] 图3B中所例示的第一实施例的变型的内周阳极层3具有在管轴方向Dtc上延伸到与电子发射源9交迭的位置并且还延伸超过布置聚焦透镜电极5b的头部23到达小直径颈部22的内周阳极层3。

[0045] 应注意到,本说明书中使用的内周阳极层3与电子发射源9在管轴方向Dtc上交迭的表述意指,当X射线发生管102的结构投影在管径方向Dtd上时,内周阳极层3和电子发射源9的正射影像交迭。因此,如图1B所例示的,可以说,内周阳极层3和电子发射源9的交迭使得,可以存在穿过内周阳极层3和电子发射源9(23,22)的与管轴方向Dtc垂直的假想平面。此假想平面与图1A中的剖面线IC-IC对应。

[0046] 另一方面,图3A到图3C所例示的第一实施例和变型具有很接近靶1的电子发射源9的阳极侧的尖端,以抑制焦点FS的位置偏移,这就是说,使电子束流10的轨迹的直线前进性质稳定化。图3A到图3C所例示的第一实施例和变型的电子发射源9还包括聚焦透镜电极5b,以将焦点FS处的焦点微小化。从电子发射源9和阳极103之间的电场的均匀性的观点,电子发射源9包括在导电的头部23处的聚焦透镜电极5b,所述导电的头部23在管径方向Dtd上具有比颈部22更大的宽度 W_h 。头部23位于电子发射源9的在其阳极侧的端部处,并且面向阳极构件2。头部23具有从颈部22过渡的部分处的过渡部边缘23a,以及在朝向阳极103的那一侧处的阳极侧边缘23b。

[0047] 在图3B中所例示的变型中,由于内周阳极层3已延伸到颈部22, $-0.1 \times V_a$ (V)的等电位线61延伸超过头部23到达阴极侧,并且在绝缘管4的内周处终止。结果是,接近电子发

射源9的 $-0.9 \times V_a$ (V) 的等电位线69在过渡部边缘23a处远离 $-0.1 \times V_a$ (V) 的等电位线61地弯曲。也就是说,在本变型中的过渡部边缘23a处发生轻微的电场集中。

[0048] 另一方面,图3C所例示的第一实施例具有在管轴方向Dtc上与头部23交迭的内周阳极层3的对阴极阳极端11。因此, $-0.1 \times V_a$ (V) 的等电位线61在管轴方向Dtc上在头部23的位置周围的绝缘管4的内周处终止。结果是, $-0.9 \times V_a$ (V) 的等电位线69朝向阴极侧延伸而不在过渡部边缘23a处弯曲。也就是说,从本实施例可以看出,形成了在过渡部边缘23a附近没有集中的理想的静电场。

[0049] 如上文所述,从焦点FS的位置精确度和抑制放电的观点,内周阳极层3的形成范围在管轴方向Dtc上与电子发射源9交迭、特别是在存在头部23的情况下与头部23交迭的布置是优选的。为放电耐电压性能确保绝缘距离和X射线发生装置的尺寸减小二者是权衡取舍的关系,所以之后说明的具有根据本发明的X射线发生管的X射线发生装置以及射线照相系统具有尺寸减小的优势。

[0050] 接下来,将参照图1A到图1C进一步详细说明X射线发生管102的基本形式。透射板1b在X射线发生管102的阳极侧具有端部窗口。按照从更接近电子发射源9的一侧开始的顺序,靶1具有靶层1a和支撑靶层1a的透射板1b。靶1通过钎焊材料(诸如,银锡Ag-Sn合金等等)与具有开口的阳极构件2机械连接、电连接、热连接以及密封连接。至少具有阳极构件2和靶1的阳极103的电位由X射线管电压电路(图未示出)调节,并且用于调节X射线发生管102的阳极附近的静电场。

[0051] 优选使用具有维持真空的气密性和耐大气压的坚固性的构件配置外围器111。外围器111被配置为包括绝缘管4、阴极构件8、电子发射源9、靶1和阳极构件2。

[0052] 从电子发射源9发射的电子通过在施加了X射线管电压 V_a 的阴极104和阳极103之间形成的加速电场加速到在靶层1a处生成X射线所必需的入射能量,因而形成电子束流10。

[0053] X射线发生管102的内部空间13是真空,以确保从电子发射源9放出的电子的平均自由程。X射线发生管102内的真空优选在 10^{-8} Pa到 10^{-4} Pa的范围内,而从电子发射源9的寿命的观点,更优选在 10^{-8} Pa到 10^{-6} Pa的范围内。因此,电子放出单元6和靶层1a各自置于X射线发生管102的内部空间13中或者在其内表面上。

[0054] 可以通过使用排气管和真空泵(图未示出)排气来将X射线发生管102的内部空间13排至真空,并且然后将排气管封住。可以将吸气剂(图也未示出)排列在X射线发生管102的内部空间13内,以维持真空。

[0055] 靶层1a置于透射板1b的面向电子放出单元6那一侧。配置靶层1a的材料优选具有高的熔点和高的X射线生成效率。示例包括钨、钽、钼、其合金等等。

[0056] 组成透射板1b的材料优选具有足够支撑靶层1a的强度、对靶层1a处生成的X射线较小的吸收率以及能够使靶层1a处生成的热量快速消散的高水平的热传导率。可以使用的材料的示例包括金刚石、碳化硅、氮化铝等等。应注意到,透射板1b用作将靶层1a处生成的X射线提取到X射线发生管102外面的透射窗口,并且透射板1b还组成了外围器111的一部分。

[0057] 电子发射源9可以包括热阴极(诸如钨丝或浸渍型阴极)或冷阴极(诸如碳纳米管等等)以作为电子放出单元6。电子发射源9可以包括用于控制电子束流10的电子束直径和电子电流密度、其开/关定时等等的网格(grid)电极5a和静电透镜电极5b。在本实施例中,静电透镜电极5b使用Pierce聚焦透镜电极来配置。

[0058] 阳极构件2和阴极构件8使用金属(诸如不锈钢)或具有低的线膨胀系数的合金(诸如, Mone1, 美国注册商标序列号71136034, 一种镍铜合金; Incone1, 美国注册商标序列号71333517, 一种基于镍的超合金; Kovar, 美国注册商标序列号71367381, 一种镍钴含铁合金)等等制作。

[0059] 内周阳极层3优选使用非磁性的并且具有高的导电性的材料形成。示例包括金属(诸如, 铜、钨、钛等等)、具有这些金属作为主要成分的合金、使用这些材料的复合材料以及釉料等等。在绝缘管4的内周面上在周向上连续形成内周阳极层3。内周阳极层3的厚度优选在10nm到1mm的范围内, 更优选地在100nm到50 μ m的范围内。内周阳极层3厚度的下限由后方散射的电子电子穿透到内周阳极层3的深度来确定, 并且可以由内周阳极层3的密度、比重和X射线管电压 V_a 来决定。内周阳极层3厚度的上限由与绝缘管4在线热膨胀系数方面不匹配的观点来决定, 并且可以根据内周阳极层3和绝缘管4各自的材料的线热膨胀系数来决定。

[0060] 第二实施例:X射线发生装置

[0061] 图4是例示了根据本发明的第二实施例的X射线发生装置101的示意图。X射线发生装置101包括管驱动电路106以驱动根据第一实施例的X射线发生管102。管驱动电路106至少包括在X射线发生管102的阳极103和阴极104两端施加X射线管电压 V_a 的管电压电路。管驱动电路106可以包括对具有网格电极(诸如三极管、四极管等等)、或静电透镜电极等的多电极管电子枪(电子发射源9)进行控制的网格控制电路。图1A到图1C以及图4中例示的实施例中的管驱动电路106包括对使放出的电子的电流密度可变的网格电极5a和静电透镜电极5b进行控制的网格控制电路(图未示出)。根据本实施例的管驱动电路106与绝缘流体108和X射线发生管102一起收纳在导电的收纳容器107内。

[0062] 根据本实施例的管驱动电路106和X射线发生管102是经由收纳容器107阳极接地的。因此, 阴极104被调节到相对于收纳容器107的负电位 $-V_a$ (V)。其中管驱动电路106位于收纳容器107外面并且经由电流输入端子(图未示出)对X射线发生管102进行外部供电的变型也包括在本发明中。从可用性和安全性的观点来看, 收纳容器107优选地具有导电性以调节电位, 并且使用铝、黄铜、不锈钢等等的金属构件来配置。

[0063] 绝缘流体108确保X射线发生管102、管驱动电路106以及收纳容器107内的其它组件彼此绝缘, 并且还确保基于电位差的组件的绝缘性能。绝缘流体108也可以说是基于X射线发生装置101内的温度差在管驱动电路106和X射线发生管102(高温部分)与收纳容器107(低温部分)之间进行对流热交换的冷却介质。矿物油、合成油、六氟化硫(SF6)等等适合于绝缘流体108。黄铜、不锈钢、铝等等适合于收纳容器107。科克罗夫特-沃尔顿(Cockcroft-Walton)电路可应用为管驱动电路106。

[0064] 根据本实施例的X射线发生装置101包括根据第一实施例的X射线发生管102。因此, X射线发生装置101在不牺牲绝缘管4的外表面的耐电压性能的情况下, 通过抑制从靶1后方散射的电子所导致的绝缘管4的带电来确保电子束轨迹的直线前进性质。因此, 可以在高的X射线管电压处驱动根据本实施例的X射线发生装置101而不必增加X射线发生管102和X射线发生装置101的尺寸, 并且X射线发生装置101具有焦点位置精度高和焦点未对准的状态受抑制的X射线放出特性。根据本实施例的X射线发生装置101还展示了抑制源于微小放电的X射线输出变化的效果, 这是由于内周阳极层3和电子发射源9在管轴方向 D_{tc} 上交迭地

放置的缘故。

[0065] 第三实施例:射线照相系统

[0066] 图5是例示了根据本发明的第三实施例的射线照相系统200的配置图。系统控制装置202集中控制根据第二实施例的X射线发生装置101和X射线检测装置201。

[0067] 在系统控制装置202的控制下,管驱动电路106将各种类型的控制信号输出到X射线发生管102。从X射线发生装置101放出的X射线的放出状态由系统控制装置202输出的控制信号控制。从X射线发生装置101发射的X射线X穿过被检体204并且在X射线检测器206处被检测到。X射线检测器206具有多个检测器(图未示出)。X射线检测器206获取透射X射线图像,将获取的透射X射线图像转换为图像信号,并且输出到信号处理单元205。信号处理单元205在系统控制装置202的控制之下使图像信号进行预定的信号处理并且将处理过的图像信号输出到系统控制装置202。系统控制装置202将显示信号输出到显示装置203以基于处理过的图像信号在显示装置203上显示图像。基于显示信号,显示装置203在其屏幕上显示图像,作为拍摄的被检体204的图像。在图中未例示的狭缝、准直器等等可以置于X射线发生管102和被检体204之间以抑制不必要的X射线照射。

[0068] 根据本实施例,射线照相系统200具有尺寸小并且放电耐电压性能出色的透射型X射线发生装置101。射线照相系统200因此是可靠性高的系统,能够以稳定的方式获取拍摄的图像。

[0069] 示例性实施例

[0070] 本示例性实施例是上文的实施例中所例示的配置的示例,并且将参照图1A和图6对本示例性实施例进行详细说明。图1A是根据本示例性实施例的X射线发生管102的剖面图,而图6是例示了用于评价X射线发生管102的操作特性的评价系统70的配置图。

[0071] 根据本示例性实施例的X射线发生管102按照下列方法来制造。首先,使用由住友电气工业株式会社制造的设备,通过化学气相沉积(CVD)来形成多晶金刚石的透射板1b。透射板1b是直径5mm并且厚度1mm的圆盘(圆柱状)。透射板1b上的残余的有机复合材料通过使用紫外(UV)臭氧灰化装置(图未示出)清洁来除去。

[0072] 在直径5mm的圆形的透射板1b的两个面中的一个上,通过将氩(Ar)用作载体气体的射频(RF)溅射将钨的靶层1a沉积到7 μ m的厚度。在沉积时将透射板1b加热到260℃。

[0073] 接下来,通过在直径60mm、厚度3mm的Kovar的金属圆盘的中心处形成直径1.1mm的圆柱状开口来形成阳极构件2。通过有机溶剂清洗、使用冲洗液体冲洗、并且通过UV臭氧灰化装置处理来除去阳极构件2的表面上的有机复合材料。

[0074] 接下来,将银钎焊材料施加在阳极构件2的开口和圆盘形状的靶1的外周之间作为接合材料,并执行钎焊,因而获得与靶1接合的阳极构件2。

[0075] 接下来,准备直径60mm且厚度3mm的圆盘形状的Kovar阴极构件8。通过点焊将电流输入端子(图未示出)与阴极构件8的中心部分相连接。此阴极构件8也按照与阳极构件2相同的方式来清洁。

[0076] 然后将电流输入端子与浸渍电子枪(图也未示出)相连接,因此得到具有电子发射源9的阴极104。

[0077] 接下来,准备由氧化铝形成的、成形为长度70mm、具有60mm的外径和50mm的内径的圆管道的绝缘管4。绝缘管4按照与阴极构件8和阳极构件2相同的方式来清洁,因而将残余

的有机复合物从表面除去。接下来,使用在侧面上具有距离顶角等距的孔的圆锥金属掩模执行通过RF溅射的掠射角沉积。因此,在绝缘管4的内周面上从一端到距离该端30mm的位置处形成厚度 $3\mu\text{m}$ 的钨的内周阳极层3。

[0078] 然后在阴极104和绝缘管4的一端之间使用Ag-Sn钎焊材料对阴极104和绝缘管4的该端进行钎焊。而且,绝缘管4的另一个开口端和阳极构件2按照与阴极104和绝缘管4相同的方式来钎焊,从而使其气密地密封。因此,制得由阴极104、阳极103和绝缘管4组成的气密容器。绝缘管4的另一个开口端是形成内周阳极层3那侧的端部。

[0079] 然后使用排气管和真空装置(图未示出)将气密容器的内部排至 10^{-6}Pa 的真空。此后,将排气管封住,因而制得X射线发生管102。

[0080] 如图6所例示的,制得的X射线发生管102与管驱动电路106和绝缘流体108一起收纳在收纳容器107中。X射线发生管102与输出X射线管电压 V_a 的管驱动电路106和黄铜收纳容器107电连接,使得X射线发生管102阳极接地。阴极104被调节到相对于收纳容器107的电位 $-V_a$ (V),本示例性实施例中的所述收纳容器107被调节到接地电位。因此,制得X射线发生装置101。

[0081] 接下来,将X射线强度检测器26置于穿过X射线发生装置101的靶1的中心的法线上距离靶1为100cm的位置处。与放电计数器76连接的探头77与从阴极104到管驱动电路106的连接布线耦接并且与从收纳容器107到接地端子105的连接布线耦接。因此,制得用于评价X射线发生装置101的稳定性的评价系统70。

[0082] 在60kV的X射线管电压 V_a 下,每次电子发射源9将1秒钟的1秒照射周期和3秒钟的暂停周期重复100次,则通过执行5秒的X射线照射来执行对X射线输出的稳定性的评价。对排除了开始处的1秒和结束处的1秒的3秒钟的X射线输出进行观察。X射线发生管102的电子发射源9由负反馈电路(图未示出)控制到在阴极构件8和接地端子105之间的路径上的X射线管电流的波动值在1%内。

[0083] 在电子发射源9停止放出电子并且X射线管电压 V_a 逐渐升高的状态下,执行对静电耐电压测试的评价。使用放电计数器76执行放电耐电压特性测试。X射线发生装置101输出的X射线的平均波动值为1.5%,而X射线发生管102的放电耐电压的评价值为112kV,二者均为出色的结果。

[0084] 根据本发明,可以在不牺牲X射线发生管的外表面的耐电压性能的情况下防止绝缘管的带电。因此,可以提供电子束轨迹稳定化以及焦点未对准的状态和焦点位置的波动受到抑制的高清晰度的X射线发生装置。注意到,在本说明书中,为了简明的目的,术语“透射型微聚焦X射线发生管”和“透射型微聚焦X射线发生装置”可以分别缩写为“X射线发生管”和“X射线发生装置”。

[0085] 尽管已参考示例性的实施例对本发明进行了说明,但应理解,本发明不局限于所公开的示例性的实施例。下列权利要求的范围要被赋予最宽泛的解释,以包含全部这样的变型和等同的结构和功能。

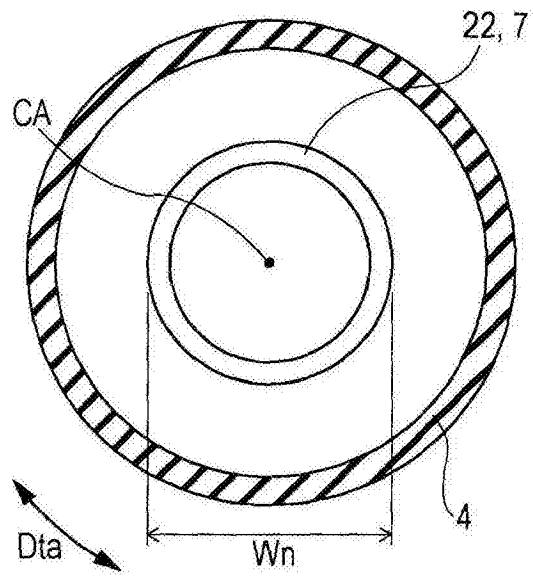


图1B

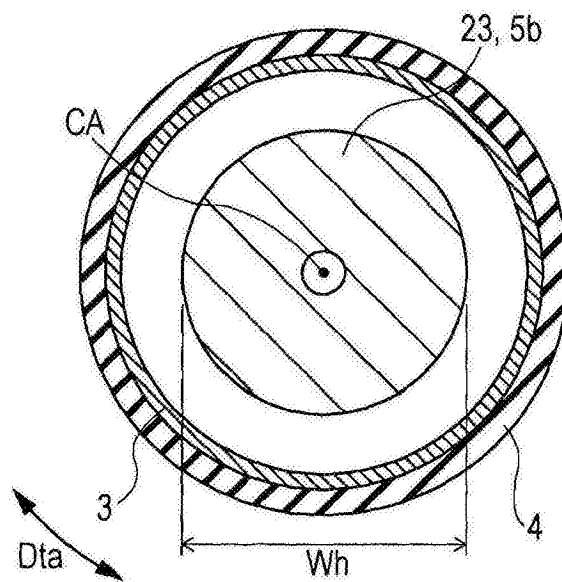


图1C

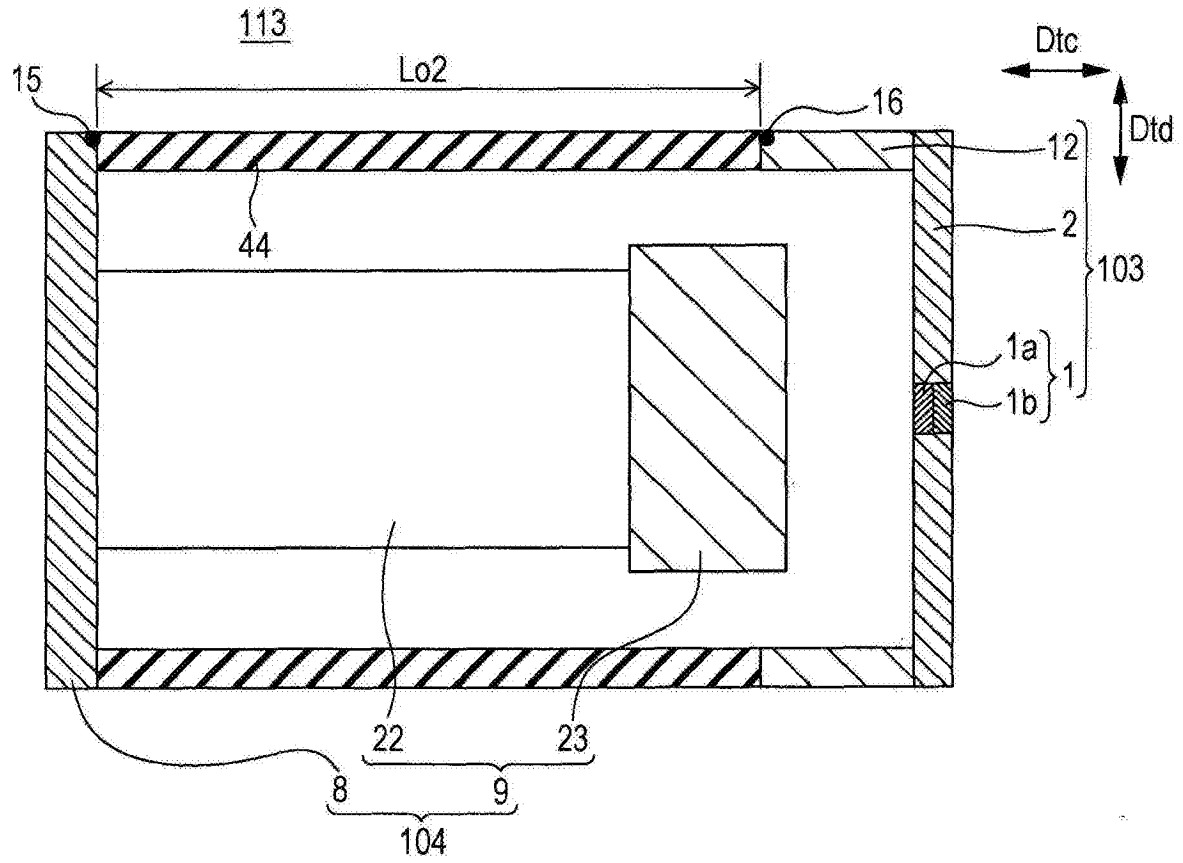


图2B

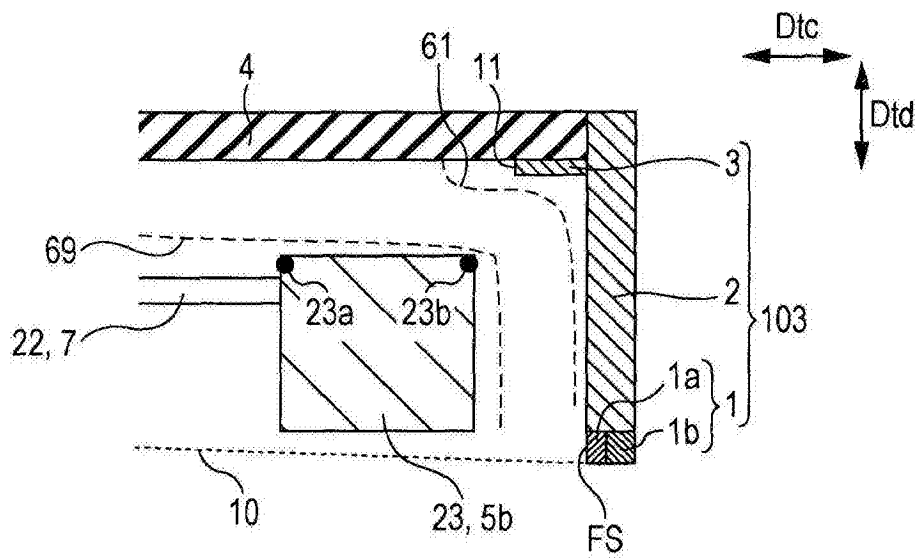


图3A

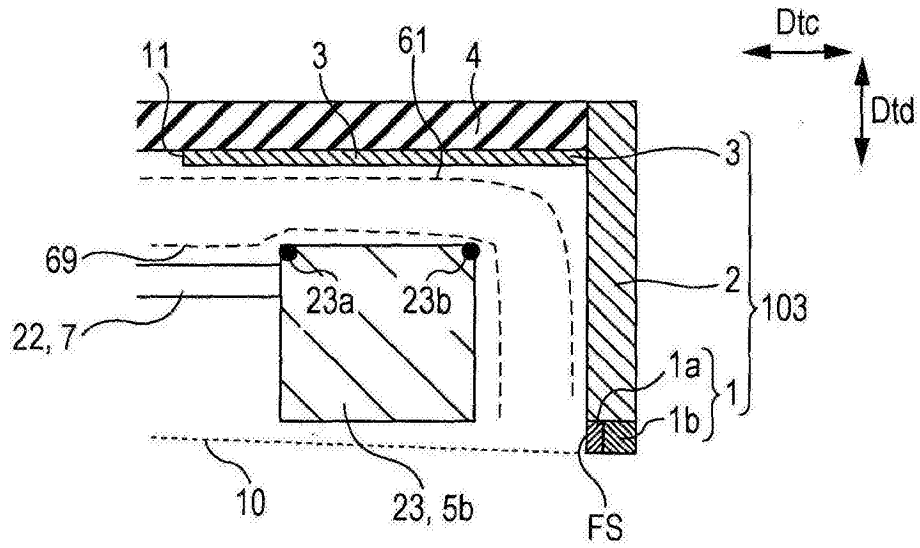


图3B

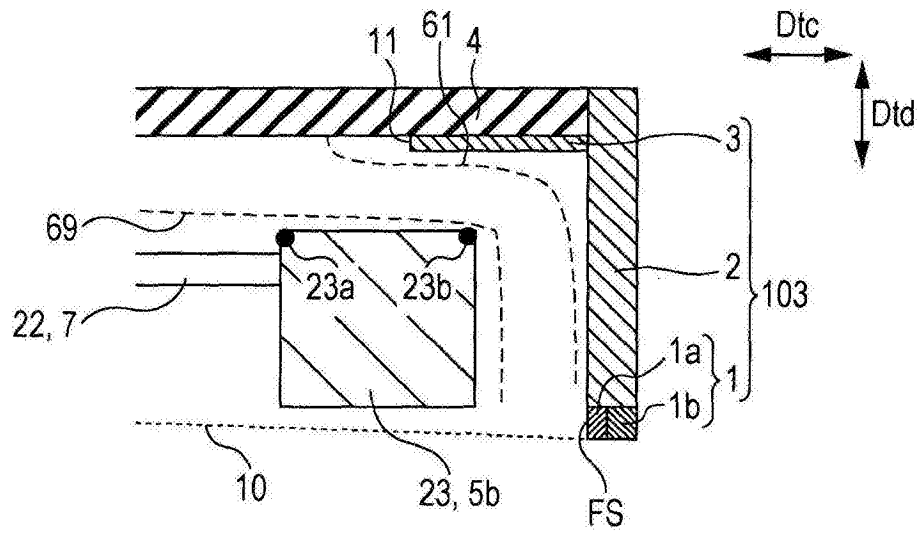


图3C

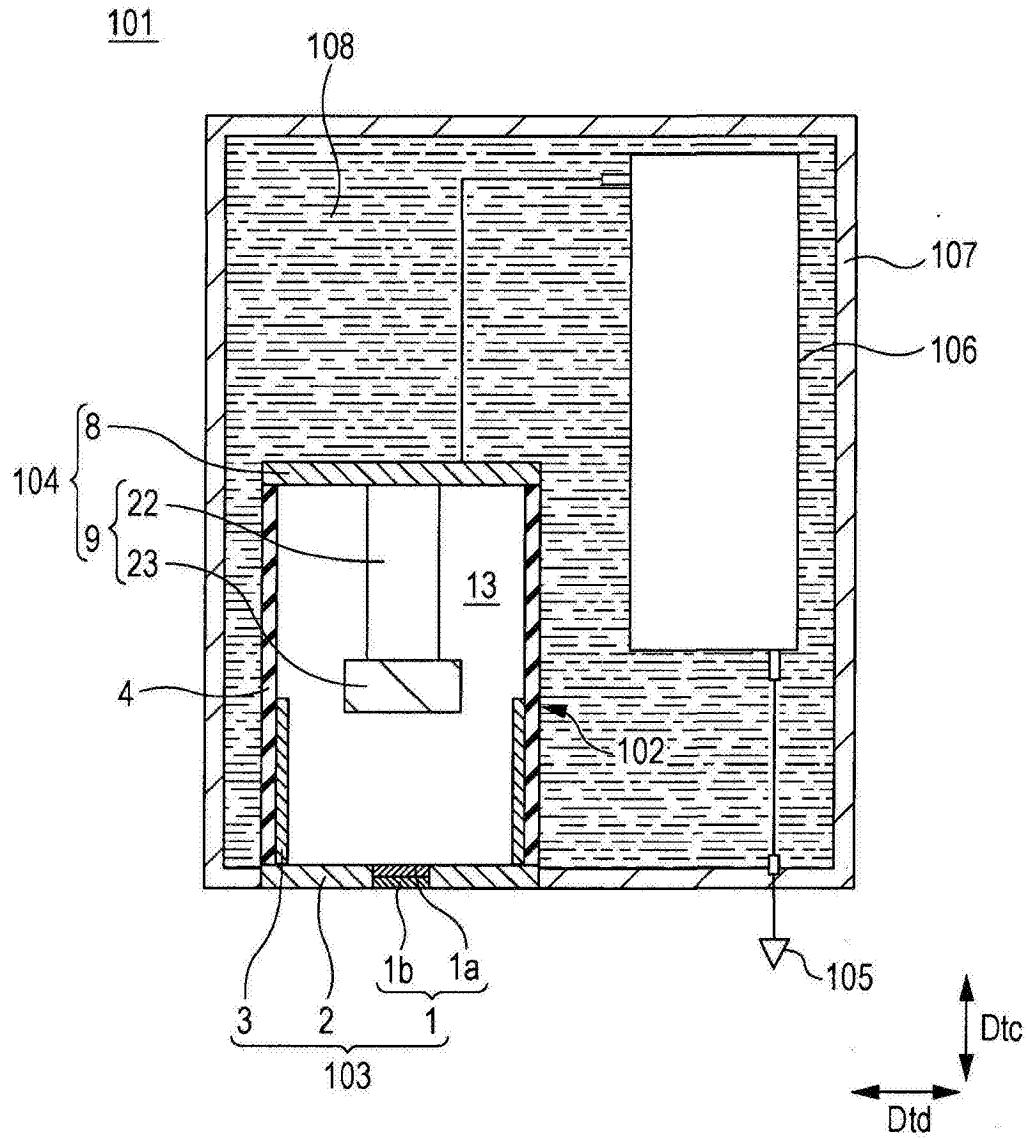


图4

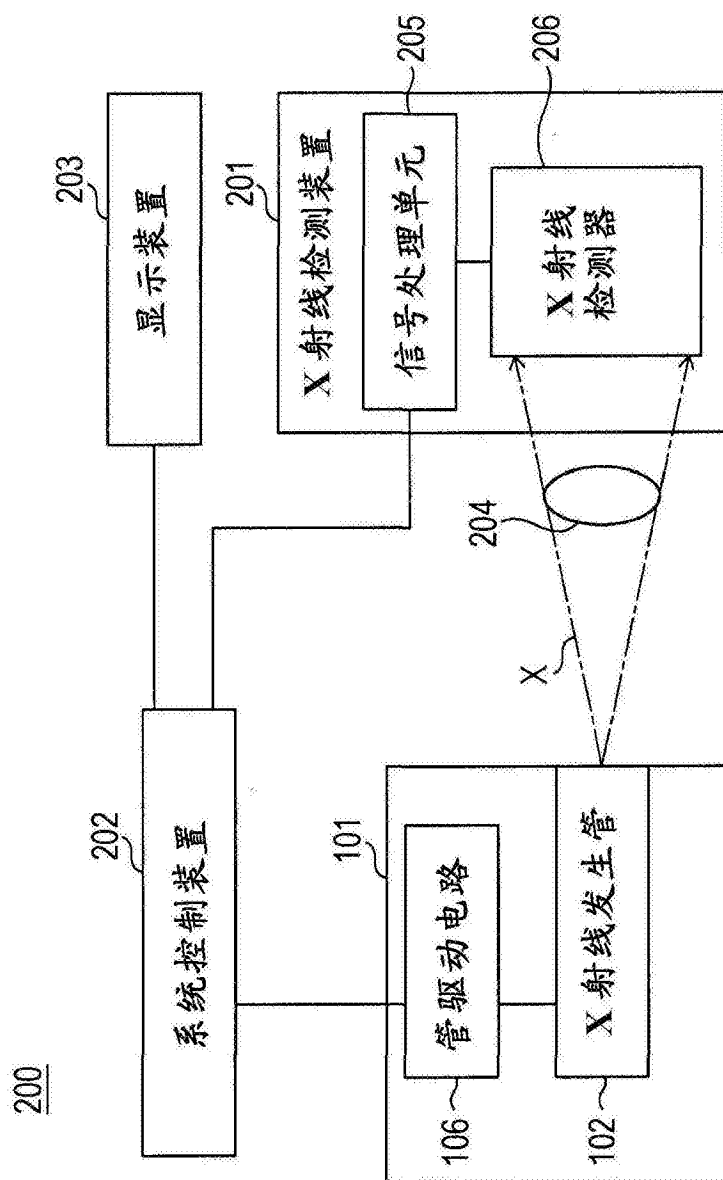


图5

