



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107710376 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201680039173.1

(22)申请日 2016.06.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107710376 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(30)优先权数据  
2015-133619 2015.07.02 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.01.02

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2016/003118 2016.06.29

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02017/002363 EN 2017.01.05

(73)专利权人 佳能株式会社  
地址 日本东京

(72)发明人 大桥康雄

(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 朱巧博

(51)Int.Cl.  
H01J 35/08(2006.01)  
H05G 1/06(2006.01)

(56)对比文件  
CN 1306552 C, 2007.03.21,  
JP 2016539484 A, 2016.12.15,  
WO 2012140860 A1, 2012.10.18,  
CN 102237242 A, 2011.11.09,  
CN 103943442 A, 2014.07.23,  
WO 2012140860 A1, 2012.10.18,  
CN 103975232 A, 2014.08.06,  
JP H07253499 A, 1995.10.03,  
US 2014037055 A1, 2014.02.06,

审查员 崔文凯

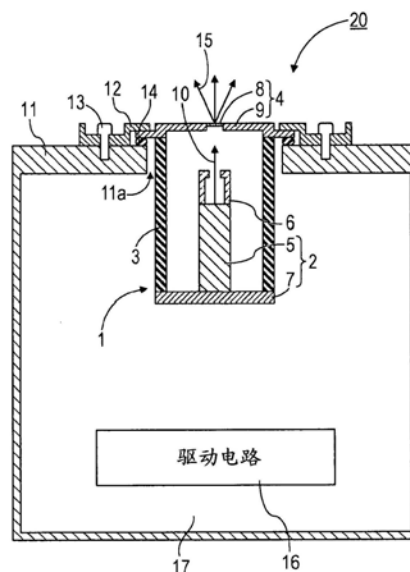
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

### (54)发明名称

X射线发生装置和包括X射线发生装置的射  
线照相系统

### (57)摘要

本发明提供了一种X射线发生装置,其中,消除或减少了阳极部件可能因容器的热变形而变形的可能性,从而将电子源与透射靶之间的位置关系维持处于预定的范围内,并且实现了X射线的稳定输出。X射线发生装置包括X射线发生管和容纳X射线发生管的容器。X射线发生管包括阳极,所述阳极包括透射靶和保持透射靶的阳极部件。阳极部件与可变形部件一起被夹在容器与固定至容器的保持部件之间,从而将X射线发生管连接至容器。



1. 一种X射线发生装置,包括:

X射线发生管;和

容器,所述容器容纳所述X射线发生管,

所述X射线发生管包括阳极,所述阳极包括构造成产生X射线的透射靶和保持所述透射靶的阳极部件,

所述阳极部件与可变形部件一起被夹在所述容器和固定至所述容器的保持部件之间,从而将所述X射线发生管连接至所述容器,

其中,在所述阳极部件、所述可变形部件、所述保持部件和所述容器中的任意至少三者中,在所述X射线发生管的轴向方向上存在重叠部分。

2. 根据权利要求1所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件与所述阳极部件接触。

3. 根据权利要求1所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件沿着所述X射线发生管的周向方向连续地延伸。

4. 根据权利要求1所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件弹性地或塑性地变形。

5. 根据权利要求1所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件的杨氏模量低于所述容器、所述保持部件和所述阳极部件的杨氏模量。

6. 根据权利要求5所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件的杨氏模量大于或等于0.001GPa且小于或等于130GPa。

7. 根据权利要求6所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件的杨氏模量大于或等于0.001GPa且小于或等于0.1GPa。

8. 根据权利要求7所述的X射线发生装置,其中,所述可变形部件包括丁腈橡胶。

9. 根据权利要求5所述的X射线发生装置,其中,所述容器的杨氏模量低于所述保持部件和所述阳极部件的杨氏模量。

10. 根据权利要求1所述的X射线发生装置,其中,所述容器的内部空间填充有绝缘流体。

11. 一种射线照相系统,包括:

根据权利要求1所述的X射线发生装置;

X射线检测装置,所述X射线检测装置构造成检测从所述X射线发生装置发射并穿透物体的X射线;以及

系统控制器,所述系统控制器构造成控制所述X射线发生装置和所述X射线检测装置,以使得所述X射线发生装置和所述X射线检测装置彼此协同工作。

## X射线发生装置和包括X射线发生装置的射线照相系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可应用于例如医疗装置和无损检测装置的射线照相系统、以及包括在该射线照相系统中的X射线发生装置。

### 背景技术

[0002] X射线发生管包括绝缘管、附接至绝缘管的一个开口上的阴极、以及附接至绝缘管的另一开口上的阳极，以形成真空容器。阴极连接至电子源。阳极包括靶。在X射线发生管中，在阴极和阳极之间施加管电压以致使电子源发射电子束，并且发射的电子束与靶碰撞，由此产生X射线。

[0003] 专利文献1公开了一种X射线发生装置，所述X射线发生装置包括具有透射靶的透射型X射线发生管、和容纳X射线发生管的容器。在专利文献1中描述的X射线发生管中，通过螺钉将阳极部件固定至容器上，由此使阳极通过容器接地。

[0004] 引文列表

[0005] 专利文献1：日本专利特开No.2004-265602

### 发明内容

[0006] 如专利文献1中所公开的，在X射线发生装置中，保持靶的阳极部件固定至容器上。在这种构造中，X射线束的质量可能因为X射线发生装置的而变化，从而影响拍摄的图像的质量。X射线束质量的变化包括焦斑形状的变化和焦斑大小的变化。为了提高X射线发生装置的可靠性，需要消除或减少这种变化。

[0007] 典型的X射线发生装置包括容器、功率效率不总是高的X射线发生管、用于向X射线发生管施加管电压的管电压电路、以及用于控制电子源的驱动电路。容器容纳X射线发生管和电路。容器可能由于从例如X射线发生管、管电压电路和驱动电路产生的热量而变形。

[0008] 需要一种X射线发生装置，其中，所产生的X射线束的质量几乎不可能由于容器的热变形而变化。

[0009] 本发明提供了一种高度可靠的X射线发生装置，其中消除或减少了阳极部件可能由于容器的热变形而变形的可能性，并且消除或减少了与驱动相关的X射线质量的变化。本发明还提供了一种高度可靠的射线照相系统，所述射线照相系统包括该X射线发生装置并且其中消除或减小了成像质量的变化。

[0010] 本发明提供了一种X射线发生装置，所述X射线发生装置包括X射线发生管和容纳X射线发生管的容器。X射线发生管包括阳极，所述阳极包括构造成产生X射线的透射靶和保持透射靶的阳极部件。阳极部件与可变形部件一起被夹在容器与固定至容器上的保持部件之间，从而将X射线发生管连接至容器。

[0011] 本发明还提供了一种射线照相系统，所述射线照相系统包括X射线发生装置、构造成检测从X射线发生装置发射并穿透物体的X射线的X射线检测装置、以及构造成控制X射线发生装置和X射线检测装置以使得这些装置彼此协同工作的系统控制器。

[0012] 参考附图,根据下文对示例性实施例的描述,本发明的其它特征将变得显而易见。

[0013] 本发明的有利效果

[0014] 根据本发明,在构造成使得X射线发生管的阳极部件附接至容器上的X射线发生装置中,与阳极部件一起夹在容器与保持部件之间的可变形部件吸收容器的变形,从而消除或减少了阳极部件的变形。这消除或减小了由容器的变形导致的阳极部件的变形所引起的电子源与靶之间的距离的变化。根据本发明,X射线发生装置能够实现稳定的X射线发射并展现出高可靠性。另外,根据本发明,在用于检测从X射线发生装置发射的X射线的X射线检测器中,消除或减少了X射线焦斑的位置的偏移。因而,根据本发明的X射线发生装置的使用消除或减少了图像质量的变化。因此,包括根据本发明的X射线发生装置的射线照相系统展现出高可靠性。

## 附图说明

[0015] 图1示意性地示出了根据本发明的一个实施例的X射线发生装置的示例性构造,并且是示出了X射线发生管的绝缘管的轴向剖视图。

[0016] 图2A示意性地示出了图1的X射线发生装置的X射线发生管及其周围结构,并且是示出了当从装置的外部来看时X射线发生管的阳极的平面图。

[0017] 图2B示意性地示出了图1的X射线发生装置的X射线发生管及其周围结构,并且是示出了X射线发生管的绝缘管的轴向剖视图。

[0018] 图3A是不具有本发明的特征的构造的示意性剖视图,并且解释了X射线发生装置中的容器的变形对阳极部件的影响。

[0019] 图3B是该实施例中的构造的示意性剖视图,并且解释了X射线发生装置中的容器的变形对阳极部件的影响。

[0020] 图4A是根据该实施例的X射线发生装置的变型的剖视图,并且示出了阳极部件与容器之间的连接。

[0021] 图4B是根据该实施例的X射线发生装置的另一变型的剖视图,并且示出了阳极部件与容器之间的连接。

[0022] 图4C是根据该实施例的X射线发生装置的又一变型的剖视图,并且示出了阳极部件与容器之间的连接。

[0023] 图4D是根据该实施例的X射线发生装置的又一变型的剖视图,并且示出了阳极部件与容器之间的连接。

[0024] 图4E是根据该实施例的X射线发生装置的又一变型的剖视图,并且示出了阳极部件与容器之间的连接。

[0025] 图5是根据本发明的一个实施例的射线照相系统的示例性构造的示意图。

## 具体实施方式

[0026] 下文将参考附图描述本发明的实施例,但是本发明不限于这些实施例。需要注意的是,本领域中已知或公知的技术应用于本说明书中未具体示出或描述的部分。

[0027] X射线发生装置

[0028] 图1示意性地示出了根据本发明的一个实施例的X射线发生装置的示例性构造。图

1是示出了X射线发生管1的轴向剖视图。

[0029] 根据本发明的本实施例的X射线发生装置20包括具有开口11a的容器11、和容纳在容器11中的X射线发生管1。容器11的内部空间填充有绝缘流体17。在该实施例中,容器11还容纳驱动电路16,所述驱动电路通过未示出的部件而固定至容器11上。驱动电路16通过配线(未示出)而连接至X射线发生管1。驱动电路16可以设置在容器11的外部。容器11可以由例如铝、黄铜或304不锈钢(以下称为“SUS 304”)的金属形成。绝缘流体17的示例包括绝缘液体(例如矿物油和硅油)以及绝缘气体(例如SF<sub>6</sub>)。在该X射线发生装置中,X射线发生管1插入至容器11的开口11a中并连接至容器11,以便气密地密封容器11。

[0030] 图2A和2B是示出了图1中的X射线发生管1及其周围结构的放大视图。图2A是示出了当从X射线发生装置20的外部来看时X射线发生管1的阳极4的平面图。图2B是示出了绝缘管3的沿着图2A中的线IIB-IIB截取的轴向剖视图。

[0031] 该实施例中的X射线发生管1包括绝缘管3、接合至绝缘管3的一个开口的阴极2、以及接合至绝缘管3的另一开口的阳极4。阳极4包括靶8和保持靶8的阳极部件9。阴极2包括阴极部件7和电子源5。

[0032] 绝缘管3由例如陶瓷的绝缘材料形成。绝缘管3的两端均气密地接合至阳极部件9和阴极部件7。由于阳极部件9和阴极部件7接合至绝缘管3,因此阳极部件9和阴极部件7可以由热膨胀系数与绝缘管3的热膨胀系数接近的金属(例如,科瓦合金或钨)形成。

[0033] 电子源5例如是浸渍型的、细丝型的、肖特基型的或场发射型的。电子源5连接至阴极部件7。电子源5和阴极部件7构成阴极2。电子源5的末端设置有用于会聚由电场加速的电子束10的电子透镜6。电子束10以预期的电子束尺寸会聚到靶8上。

[0034] 作为透射靶的靶8包括响应于电子照射而产生X射线的靶层(未示出),并且还包括支撑靶层且由允许X射线穿透的材料形成的支撑基底(未示出)。靶8设置成使得靶层面向电子源5。该支撑基底的外端被阳极部件9保持。靶8的支撑基底可以由例如金刚石或钨形成。靶层用作响应于电子束照射而产生X射线的部件。靶层包含具有高原子序数、高熔点和高比重的金属元素作为靶金属。靶金属选自原子序数大于或等于42的金属元素。就与支撑基底的相容性而言,靶金属可以选自由钽、钼和钨构成的组,这致使在碳化物的形成中产生负标准自由能。靶层可以由上述靶金属中的单种元素或合金形成,或者可以由靶金属的化合物(例如碳化物、氮化物或氮氧化物)形成。

[0035] 如上所述,X射线发生管1构造成使得绝缘管3、阳极部件9、阴极部件7和靶8气密地接合以维持X射线发生管内的真空(气密性)。在X射线发生管1的阴极部件7和阳极部件9之间施加适当的电压,以向电子源5和电子透镜6施加预期的电压,使得从电子源5发射电子束10。电子束10与靶8的靶层碰撞,从而产生X射线15。X射线15穿透靶8的支撑基底,然后发射到外部。

[0036] 在本发明中,阳极部件9与可变形部件14一起被夹在容器11与保持部件12之间,从而在容器的开口11a处将X射线发生管1连接至容器11上。可变形部件14可以与阳极部件9接触。此外,在阳极部件9、可变形部件14、保持部件12和容器11中的任意至少三者中,在绝缘管3的轴向方向上存在重叠部分。

[0037] 在该实施例中,可变形部件14是环形的并且设置成使得可变形部件14沿着绝缘管3的周向方向连续地延伸。尽管这种形式可以用于维持容器11的气密性,但是本发明不限于

这种形式。例如,在构造成使得容器11的内部与容器的外部相连通或者不需要维持容器11的气密性的空冷式X射线发生装置中,可变形部件14可以包括多个离散的分段并且这些分段可以沿绝缘管3的周向方向布置。

[0038] 在该实施例中,容器11和保持部件12互相牢固地固定,并且阳极部件9仅与相邻部件(图1和2B中的保持部件12和可变形部件14)接触。另外,可变形部件14仅与图1和2B中的容器11或相邻部件接触。在该实施例中,阳极部件9包括延伸至靶8装配在其中的开口的环形凸缘。保持部件12是环形的并且设置成使得保持部件12沿着容器11的开口11a的周向方向连续地延伸。如上所述,可变形部件14沿着绝缘管3的周向方向连续地延伸。因此,保持部件12与阳极部件9之间的接触、阳极部件9与可变形部件14之间的接触、以及可变形部件14与容器11之间的接触各个均具有环形形状,因此维持了容器11的气密性。本发明不限于这种布置。就维持容器11的气密性而言,保持部件12与阳极部件9之间的接触、阳极部件9与可变形部件14之间的接触、以及可变形部件14与容器11之间的接触中的至少一者可以具有环形形状。

[0039] 如容器11一样,本发明中的保持部件12可以由金属形成。金属的示例包括SUS 304以及铜钨合金。

[0040] 在根据本实施例的X射线发生装置20中,可变形部件14消除或减小了阳极部件9可能由于容器11的变形而变形的可能性。现在将参考图3A和3B描述可变形部件14的作用。

[0041] 图3A是示出了其构造不具有本发明的特征的容器11(即,阳极部件9通过螺钉13直接固定至其上的容器11)的变形状态的剖视图。图3B是示出了本实施例中的容器11的变形状态的剖视图。

[0042] 在驱动X射线发生装置20之后,驱动电路16、X射线发生管1和靶8产生热量,并且热量例如通过绝缘流体17传递,由此增大了X射线发生装置20的温度,从而使容器11变形。如图3A中所示,在阳极部件9直接固定至容器11的构造中,容器11的变形致使阳极部件9变形,使得电子透镜6与靶8之间的距离 $d$ 变成距离 $d'$ 。结果,由电子束10形成的X射线15的焦斑的形状改变,导致图像质量变化。

[0043] 根据本发明,如果容器11如图3B中所示地变形,则插置在阳极部件9和容器11之间的可变形部件14变形以吸收容器11的变形。虽然容器11的变形传递到固定至容器11上的保持部件12,但是保持部件12仅与阳极部件9接触,并且容器11的变形即使通过保持部件12也几乎不传递至阳极部件9。这消除或减小了由容器11的变形引起的阳极部件9的变形,从而使电子透镜6与靶8之间的距离 $d$ 的变化最小化。对于容器11的可能影响阳极部件9的变形,容器11的附接阳极部件9的壁部分可能最显著地变形。根据本发明,可变形部件14可以吸收这种变形,从而消除或减小该变形对阳极部件9的影响。

[0044] 因此,在本发明中,阳极部件9不必很厚。就设计电子束而言,阳极部件9可以具有大于或等于2mm且小于或等于3mm的厚度。

[0045] 在本发明中,与阳极部件9一起被夹在容器11和保持部件12之间的可变形部件14是变形以吸收来自容器11或保持部件12的应力的部件。尽管变形可以是塑性变形或弹性变形,但是就维持容器11的气密性而言可以使用弹性变形。具体地,如果容器11变形且然后回复至其原始形状,则可变形部件14能够响应于容器11的变形而变形且然后回复至其原始形状。

[0046] 为了吸收容器11的变形以防止阳极部件9变形,可变形部件14可以由杨氏模量比容器11、阳极部件9和保持部件12的杨氏模量低的材料形成。另外,通过使可变形部件14的杨氏模量低于容器11、保持部件12和阳极部件9的杨氏模量,能够使可变形部件14与阳极部件9、保持部件12和容器11紧密接触。这实现了容器11的高度气密性。如果绝缘流体17处于高压中,则容器11可以维持其形状而不泄漏绝缘流体17。

[0047] 在本发明中,如果容器11变形,则变形将不会影响阳极部件9和包括阳极部件9的X射线发生管1。因此,X射线发生管1与容纳在容器11中的除了X射线发生管1以外的各个内部部分之间的距离将保持不变。因此,几乎不可能发生由于内部部分与X射线发生管1之间的距离的变化而导致的诸如任何内部部分或X射线发生管1介电击穿的问题。

[0048] 为了满足杨氏模量之间的上述关系,可变形部件14的杨氏模量优选大于或等于0.001GPa且小于或等于130GPa,更优选大于或等于0.001GPa且小于或等于0.1GPa。杨氏模量大于或等于0.001GPa且小于或等于130GPa的材料的示例包括例如铜和铝的金属,以及具有橡胶弹性的弹性体。杨氏模量小于或等于0.1GPa的材料的示例包括丁腈橡胶、硅橡胶、丙烯酸橡胶、氟碳橡胶和聚氨酯橡胶。在本发明中,可以使用耐油性高的丁腈橡胶。

[0049] 为了满足杨氏模量之间的上述关系,容器11可以具有比保持部件12和阳极部件9的杨氏模量低的杨氏模量。满足杨氏模量之间的该关系的材料组合的示例包括表1中的组合1至4。值得注意的是,在表1中,每种材料名称下的数字表示材料的杨氏模量。

[0050] 表1

[0051]

	可变形部件 14	容器 11	保持部件 12	阳极部件 9
组合 1	丁腈橡胶 <0.1GPa	铝 70GPa	SUS 304 200GPa	科瓦合金 159GPa
组合 2	丁腈橡胶 <0.1GPa	黄铜 103GPa	SUS 304 200GPa	科瓦合金 159GPa
组合 3	铜 130GPa	SUS 304 200GPa	铜钨合金 220GPa	钨 345GPa
组合 4	铝 70GPa	黄铜 103GPa	SUS 304 200GPa	钨 345GPa

[0052] 如图3B中所示,容器11的变形致使保持部件12相对于阳极部件9偏移。只要可变形部件14是弹性部件,则可变形部件14的回复力允许阳极部件9压靠在保持部件12上,从而维持容器11的气密性。

[0053] 在本发明中,容器11与阳极部件9之间(或者在后述的变型中阳极部件9与保持部件12之间)的距离(在所述距离中设置可变形部件14)优选大于或等于1mm且小于或等于5mm。可变形部件14可以具有能够维持容器11的气密性并且包括在上述距离范围内的任何厚度。

[0054] 本文所用的术语“将保持部件12固定至容器11”是指如图1至3B中所示通过使用例

如螺钉13来连接保持部件12和容器11。保持部件12可以通过例如接合、焊接或粘接而非螺钉13来连接至容器11。另外,如图4E中所示,容器11和保持部件12可以是带螺纹的,并且保持部件12可以旋拧至容器11上。

[0055] 另一方面,阳极部件9仅与相邻部件接触。与固定至容器11的保持部件12不同,阳极部件9未固定至相邻部件。在本发明中,阳极部件9与可变形部件14一起被夹在保持部件12和容器11之间,使得插置在保持部件12和容器11之间的阳极部件9与保持部件12和容器11集成在一起。

[0056] 图4A至4E示出了根据本发明的实施例的变型的阳极部件9和容器11的连接状态。在上述实施例中,阳极部件9与保持部件12接触,并且可变形部件14设置在阳极部件9与容器11之间。参考图4A,阳极部件9与容器11接触,并且可变形部件14设置在阳极部件9与保持部件12之间。在该变型中,假设可变形部件14由具有低热导率的橡胶形成,则从靶8产生的热量可以容易地通过阳极部件9传递至比可变形部件14更有效地散热的绝缘流体17和容器11。这种布置具有优异的散热性。

[0057] 参考图4B,外部的可变形部件14o设置在外部间隙中,所述外部间隙比阳极部件9更靠外地定位并且形成在保持部件12与容器11之间。内部的可变形部件14i设置在内部间隙中,所述内部间隙位于阳极部件9与保持部件12之间。这种布置消除或减小了在容器11变形时可能降低容器11的气密性的可能性。

[0058] 图4C示出了其中后部的可变形部件14b设置在阳极部件9与容器11之间并且前部的可变形部件14f设置在阳极部件9与保持部件12之间的布置。这对可变形部件14b和14f夹持阳极部件9。

[0059] 图4D示出了保持部件12设置在容器11内部的布置。在图4D中,除了开口11a之外,容器11还具有用于安装X射线发生管1的开口。在通过开口安装X射线发生管1之后,使用该开口将保持部件12固定至容器11。在这种布置中,螺钉13不暴露在容器11的外部。这种布置改进了X射线发生装置20的外观并且消除了可能意外地移除螺钉13的可能性。

[0060] 参考图4E,保持部件12和容器11各个均具有螺纹并且它们彼此啮合。这种布置允许沿着绝缘管3的周向方向均匀地施加压力,从而提高容器11的气密性。这种布置可以降低绝缘流体17泄漏的风险。

[0061] 射线照相系统

[0062] 现在将参考图5描述根据本发明的一个实施例的射线照相系统,图5示意性地示出了该射线照相系统的示例性构造。

[0063] 根据本发明的本实施例的射线照相系统50包括根据本发明的X射线发生装置20、X射线检测装置53和系统控制器51。系统控制器51控制包括X射线发生管1和驱动电路16的X射线发生装置20、以及X射线检测装置53,使得这些装置彼此协同工作。驱动电路16在系统控制器51的控制下向X射线发生管1输出各种控制信号。响应于控制信号来控制从X射线发生装置20发射的X射线的辐射状态。从X射线发生装置20发射的X射线穿透物体56,然后由包括在X射线检测装置53中的X射线检测器54检测。X射线检测装置53将检测到的X射线转换成图像信号,并且将该图像信号输出至信号处理器55。在系统控制器51的控制下,信号处理器55对图像信号进行预定的信号处理。信号处理器55将处理过的图像信号输出至系统控制器51。系统控制器51基于处理过的图像信号而生成用于在显示器52上显示图像的显示信号,



并且将该显示信号输出至显示器52。显示器52将基于显示信号的图像显示为物体56在屏幕上的拍摄图像。

[0064] 根据本发明，X射线发生装置20的容器11的变形不影响阳极部件9。这消除了待由X射线检测器54检测的X射线的焦斑的位置可能由于容器11的变形（所述变形与X射线发生装置20的驱动相关）而偏移的可能性。因此，根据本发明的实施例的射线照相系统50实现了高度准确的成像，而在成像期间不发生X射线的焦斑的位置的任何偏移。

[0065] 根据本发明的射线照相系统可以用于工业产品的无损检测以及人和动物的疾病诊断。

[0066] 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宽泛的解释，以涵盖所有这些变型以及等同的结构和功能。

[0067] 本申请要求于2015年7月2日提交的日本专利申请No.2015-133619的优先权，该日本专利申请由此通过引用全文并入本文中。



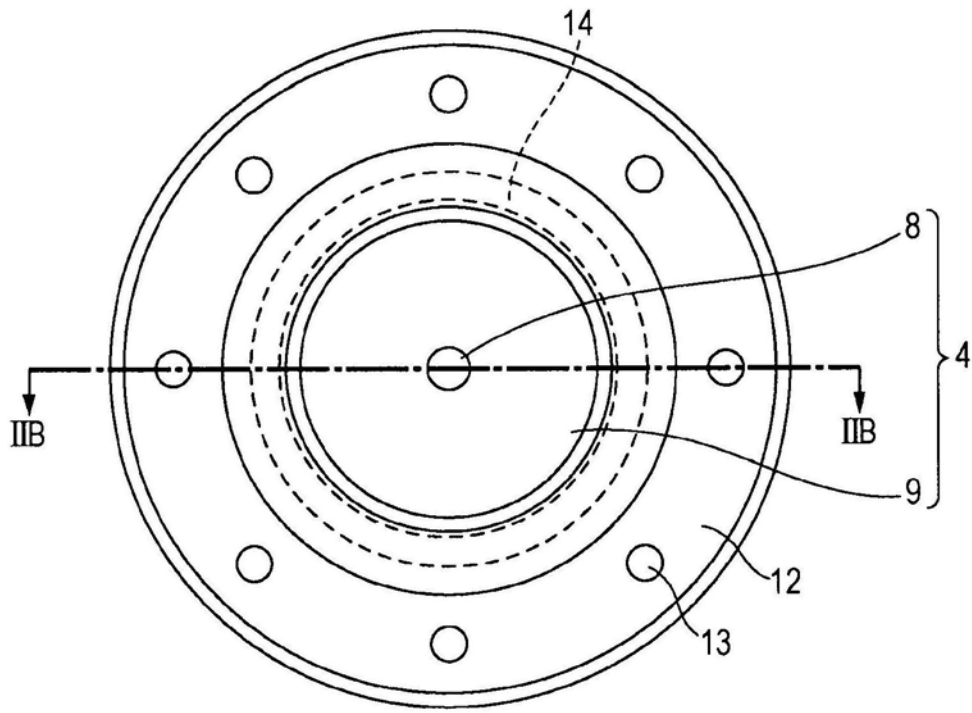


图2A

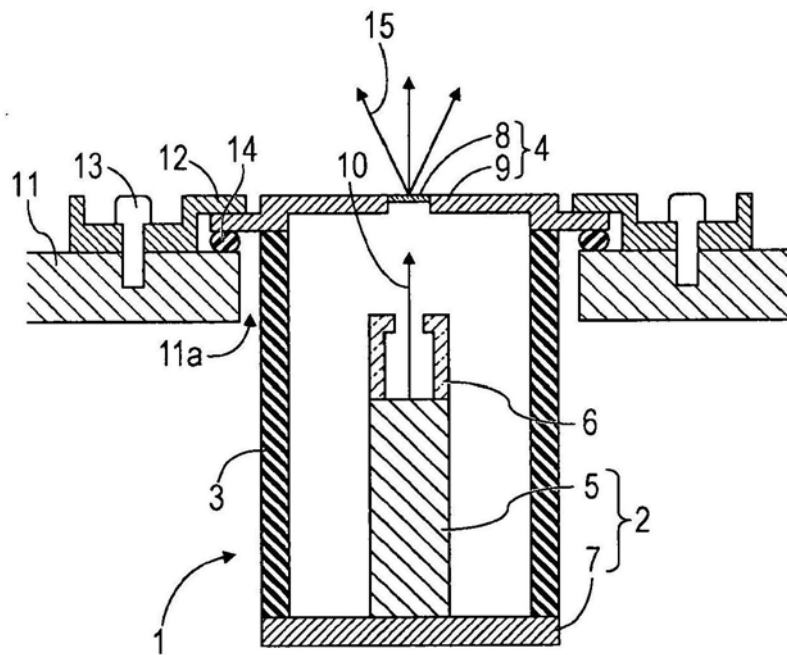


图2B

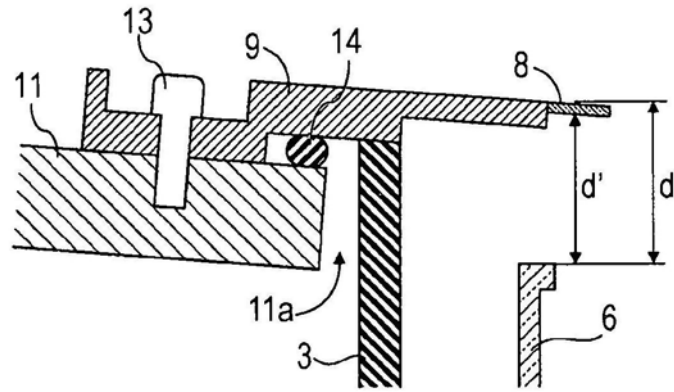


图3A

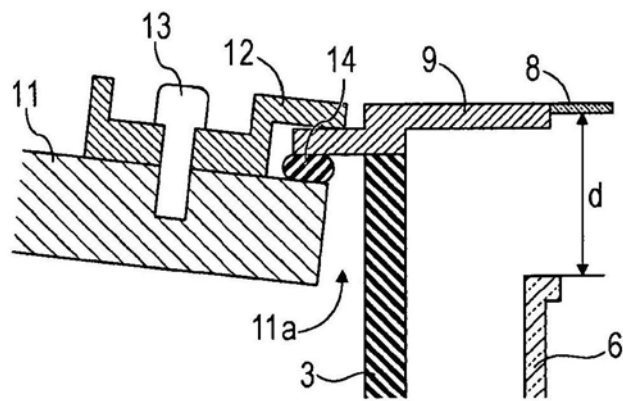


图3B

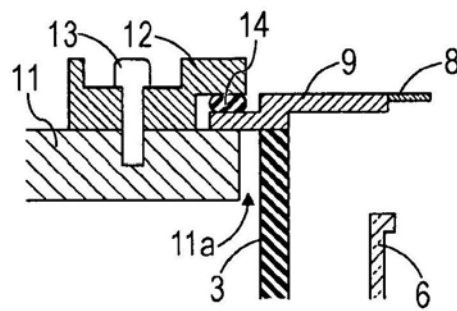


图4A



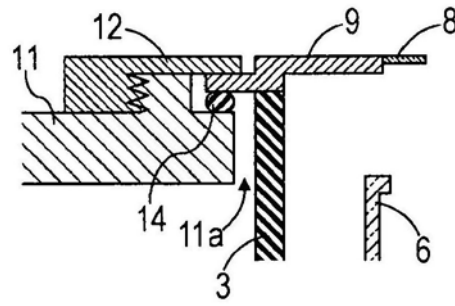


图4E

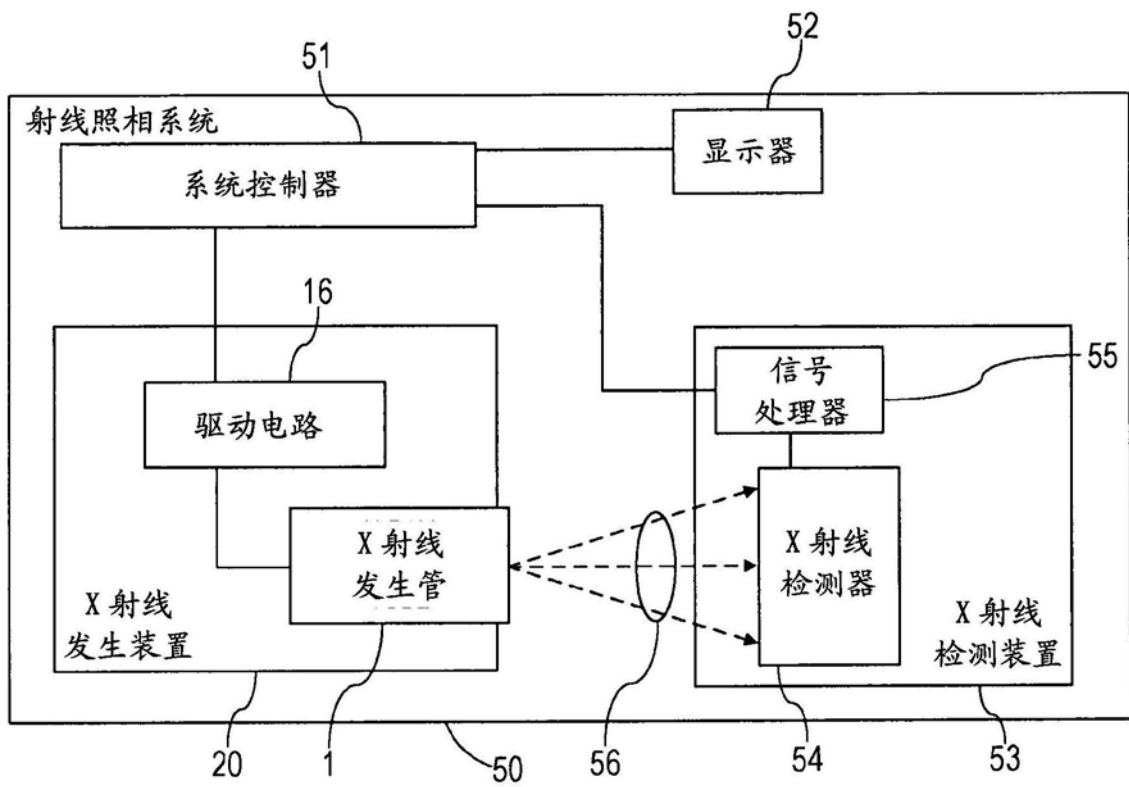


图5