

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01J 35/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780038682.3

[43] 公开日 2009年9月9日

[11] 公开号 CN 101529549A

[22] 申请日 2007.10.10

[21] 申请号 200780038682.3

[30] 优先权

[32] 2006.10.17 [33] EP [31] 06122431.7

[86] 国际申请 PCT/IB2007/054124 2007.10.10

[87] 国际公布 WO2008/047269 英 2008.4.24

[85] 进入国家阶段日期 2009.4.16

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 S·胡特曼 W·马林

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 赵腾飞 王英

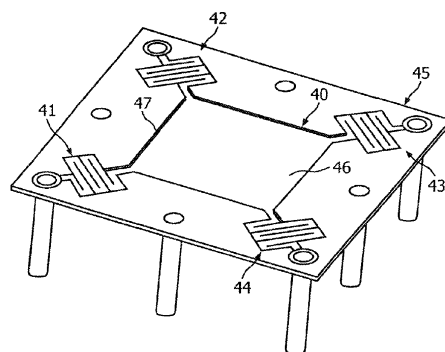
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 10 页

[54] 发明名称

用于 X 射线管的发射器及其加热方法

[57] 摘要

描述了一种用于 X 射线管的发射器(26、40)，包括：具有发射部分(30、46)的扁平箔；以及至少两个导电的固定部分(31-34；41-44)；其中，所述发射部分(30、46)是未构造有狭缝的。



- 1、一种用于 X 射线管的发射器 (26、40)，包括：
具有发射部分 (30、46) 的扁平箔；以及
至少两个可导电的固定部分 (31-34； 41-44)；
其中，所述发射部分 (30、46) 是未构造有狭缝的。
- 2、如权利要求 1 所述的发射器 (26、40)；
其中，所述箔具有范围在 50 μm 到 300 μm 之间的均匀厚度。
- 3、如权利要求 1 所述的发射器 (26、40)；
其中，所述箔具有范围在 100 μm 到 200 μm 之间的均匀厚度。
- 4、如权利要求 1 到 3 所述的发射器 (26、40)；
其中，所述箔由钨或钨合金构成。
- 5、如权利要求 1 所述的发射器 (26、40)；
其中，所述发射部分 (30、46) 具有矩形形状，特别是正方形形状。
- 6、如权利要求 1 所述的发射器 (26、40)；
其中，所述固定部分 (31-34； 41-44) 具有弹簧结构。
- 7、如权利要求 1 所述的发射器 (26、40)；
其中，每个固定部分 (31-34； 41-44) 都连接到所述发射部分 (30、46) 的一个角上。
- 8、如权利要求 5 所述的发射器 (26、40)；
其中，每个固定部分 (31-34； 41-44) 的回弹力的方向都与所述发射部分 (30、46) 的形状的一个对角线成一条直线，以便补偿所述发射部分 (30、46) 在所有平面方向上的热膨胀。

9、一种用于加热如权利要求 1 所述的发射器(26、40)的加热装置(27、50)，包括：

扁平的构造有狭缝的加热部分(51)；

至少两个固定部分(52、53)；

其中，所述加热部分(51)被多个狭缝分割为多个热区域。

10、如权利要求 9 所述的加热装置(50)；

其中，所述狭缝具有螺旋形状。

11、一种包括如权利要求 1 所述的发射器(26、40)和加热装置(27、50)的结构(29)。

12、一种用于加热如权利要求 11 所述的结构(29)的加热方法，包括：
将电子轰击到所述发射器(26、40)的发射部分(30、46)上；
将电流 I_H 施加到所述加热装置(27、50)的至少两个固定部分(52、53)上。

13、如权利要求 12 所述的加热方法，包括：

将电流施加到所述发射器(26、40)的所述至少两个固定部分(31-34；41-44)上。

14、一种 X 射线管，其具有如权利要求 1-8 中任一项所述的发射器，和/或者具有如权利要求 9-10 中任一项所述的加热装置。

用于 X 射线管的发射器及其加热方法

技术领域

本发明涉及 X 射线管的快速强电流电子源领域。具体而言，本发明涉及一种用于 X 射线管的发射器，以及一种用于该发射器的加热装置、一种包括该发射器和该加热装置的结构以及一种用于加热该发射器的加热方法。

背景技术

与 X 射线源有关的高端 CT 和 CV 成像的未来需求是更高的功率/管电流、对管电流（脉冲调制）的更短的响应时间以及更小的焦斑（FS），以实现更高的图像质量。

在更小的 FS 中实现更高功率的一个关键在于使用复杂的电子光学概念。但是同样重要的是电子源本身以及电子的起始状态。

对于当今的高端管而言，使用了直接加热型的薄扁平发射极，其被形成狭缝结构以便形成电通路以及获得必需的较高电阻。基本上，已知存在包含所解释的特征的两种不同的发射器设计：具有圆形的或者矩形的发射表面/发射部分的发射器。

这两种类型中的第一种类型例如在 US 6,426,587B 中解释，其是一种具有平衡导热腿的热电子发射器。第二种类型稍后解释。两种类型的共同点在于，它们都是直接加热型的薄扁平发射器，并且两种发射器设计都使用狭缝来产生电流通路。

通常，这些类型的发射器具有较小的热响应时间，这归因于它们的几百微米的较小厚度以及由于它们的扁平形状造成的充足的光学质量。在当今的现有技术的 X 射线管中，可以实现这些设计的变化例。

对于直接加热型的电子源，发射器的电阻和所施加的电流必须满足必要的关系，以便按照以下的功率等式在灯丝内释放必要的功率：

$$P = I \cdot R^2 \quad (1)$$

为了实现较高的功率，可以施加强电流，或者增加发射器的电阻。后一种方法可以用 US 6,426,587B1 中的已知的发射器来实现。

上述类型的发射器的优点在于，可以用细电线和狭窄的狭缝来实现整个电通路，结果得到对于医学 X 射线管而言最佳的较小装置。然而，缺点也是基于这种结构构造的：电场可能扩散到狭缝中，从而使电位线弯曲到狭缝区域中。如果从垂直于光轴但处于电位变形的区域内的表面上发射电子，则其切线速度分量可能会增加，造成该源的更大的光学象差，导致了更大的焦斑。必须对这些已知的电子源进行改进。

因此，本发明的一个目的是提供一种发射器，其能够在使用当今复杂的电子-光学透镜系统的同时，得到甚至更小的焦斑尺寸。

发明内容

根据本发明，利用一种用于 X 射线管的发射器来实现该目的，该发射器包括：具有发射部分的扁平箔，以及至少两个可导电的固定部分，其中，所述发射部分是未构造有狭缝（unstructured）的。

如在此所定义的，术语“未构造有狭缝”表示发射部分不具有狭缝，因此显示了完整且平坦的表面。由于该未构造有狭缝的发射部分的原因，使得与现有技术中已知的构造有狭缝的发射部分相比，对电场的干扰较小。令人吃惊的是，去掉狭缝结构显著地减小了可实现的焦斑尺寸。所述发射器得到的焦斑大小比常规电子源所能够实现的焦斑小，同时不会丢失对于医学检查而言所必需的快速响应时间。

在本发明的一个优选实施例中，所述箔具有均匀厚度，该厚度的范围在 50 μm 到 300 μm 之间，优选的在 100 μm 到 200 μm 之间。

根据本发明的另一优选变化例，所述箔由钨或钨合金构成。

此外，在本发明的另一实施例中，所述发射部分具有矩形形状，特别是正方形形状。

根据本发明的另一优选实施例，所述固定部分具有弹簧结构。由于未构造有狭缝的扁平发射器的一个主要问题是热膨胀，因此所述固定部分的弹簧结构可以补偿该膨胀。这种补偿会使得发射区的变形显著减小，从而进一步提高了发射器的光学质量。

根据本发明的一个示例性实施例，每个固定部分都与所述发射部分的一个角相连。所述固定部分的这种配置允许以这样的方式来施加机械预拉伸（pretension）：即，使得能够补偿发射区在其较热阶段期间的伸长。每个固定部分的弹簧结构必须被设计为满足以下限制条件：即，这种预拉伸不会造成弹性形变。此外，该结构可以在位于发射器（受热部分（heat sink））的两端处的较远端部（terminal）与发射器的较热部分之间形成热障，这就得到了必要的良好形成的发射区。

此外，根据本发明的另一示例性实施例，每个固定部分的回弹力的方向与所述发射部分的形状的一个对角线成一条直线，以便补偿所述发射部分在所有平面方向上的热膨胀。这就造成了对所述发射部分/发射区的伸长的更好的补偿。

本发明还涉及一种用于加热所述发射器的加热装置，其包括扁平的构造有狭缝的加热部分和至少两个固定部分。所述加热部分优选地由多个狭缝分割为多个热区域。通过对所述加热装置应用非均匀的温度分布，即中心冷并且温度朝向边缘而升高，并结合对所述发射器的固定部分的直接加热，可以得到均匀的温度分布，从而得到均匀的电子发射分布。

根据本发明的另一示例性实施例，所述狭缝具有螺旋形状。

根据本发明的另一示例性实施例，本发明包括一种包含所述发射器和加热装置的结构。

本发明的另一目的在于一种上述结构的加热方法。该方法优选地包括：将电子轰击到所述发射器的发射部分上，以及将电流 I_H 施加到所述加热装置的至少两个固定部分上。另外，所述方法包括：将电流施加到所述发射器的所述至少两个固定部分上。

如果发射电流的响应时间必须较短，则应该只存在极少的热容量，并且必须使用快速冷却概念。对于已知的直接加热型灯丝，强电流是优选的，因此可以使用厚电源线和触点以及较大的冷却系统。这在医学应用的 X 射线管内是不可行的，因为医学应用的 X 射线管具有较小的尺寸以便人工移动或者门架应用。实现该目的的唯一方式就是将薄扁平发射器的厚度减小到几个 μm ，而由于在较高的 CT 门架旋转和加速期间发射器的稳定性较低，因此这种方式也是不可行的。因此，上述加热方法可以消除已知方法的缺

点。

可以借助于由在非直接加热型的未构造有狭缝的发射器 (IHFE) 后面的直接加热型发射器所发射的加速电子的热通量产生, 来给出一种非直接加热型方法。这种方法在 IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 19, No6, 1991 年 12 月以及在专利 US 2004/0222199 A1 中描述。但是这些应用的问题在于它们的较大尺寸和具有 $t=10$ 秒或更长的加热时间的热容量, 这种加热时间对于医学应用而言太慢。通过减小尺寸, 就会丢失相对于发射表面的扁平性的机械稳定性以及温度均匀性。本发明的方法可以解决所产生的这些机械问题和热问题。

必须注意的是, 已经参考不同主题描述了本发明的多个实施例。具体而言, 参考设备类型权利要求说明了一些实施例, 而参考方法类型权利要求说明了其它实施例。然而, 本领域技术人员会从以上及随后的说明推断出, 除非另有声明, 否则除了属于一类主题的特征的任何组合之外, 在与不同主题相关的特征之间的任何组合, 尤其是在设备类型权利要求的特征与方法类型权利要求的特征之间的任何组合, 都认为是由本申请公开。

本发明以上定义各个方面及更多的方面依据下文所述的实施例的各个实例而变得更为明显, 并参考实施例的各个实例对其加以解释。下文中会参考实施例的各个实例更详细地描述本发明, 但本发明并不限于此。

参考以下所述的各个实施例, 本发明的这些方面和其他方面将会变得显而易见并且被详细阐述。

附图说明

以下将参考附图描述本发明的各个示例性实施例。

图 1a) 示出了具有矩形发射表面的常规直接加热型第一发射器。

图 1b) 示出了具有圆形发射表面的常规第二发射器。

图 2 示出了发射器内的狭缝的横截面及其电场, 以及阳极的一部分。

图 3 示出了现有技术的构造有狭缝的直接加热型扁平发射器 (DHFE) 的焦斑示例。

图 4 示出了未构造有狭缝的非直接加热型扁平发射器 (IHFE) 的焦斑示例。

图 5 示出了根据本发明的非直接加热型发射器与加热装置的示意性结构，以及阴极杯的一部分。

图 6 示出了在不包含发射器和阴极杯情况下的图 5 的组件。

图 7 示出了具有对称布置的固定部分的发射器。

图 8 示出了根据本发明的另一发射器，其四个固定部分在一安装装置上。

图 9 示出了图 8 中所示的发射器表面的温度分布，该发射器表面被例如图 5 和 6 中所示的加热装置进行加热。

图 10 更为详细地示出了发射器表面的温度分布。

图 11 示出了在借助于电子轰击的非直接加热与借助于将电流施加到发射部分的各个角上的固定部分上的直接加热的组合的情况下，发射表面的温度分布。

图 12 示出了图 11 中所示的另一温度分布。

图 13 示出了直接加热型加热装置的温度和电子发射分布。

图 14 示出了图 13 中所述的加热装置造成的温度分布。

图 15 示出了发射器的瞬间热动力的图表，其中该发射器的温度分布在图 11 中示出。

图 16 示出了采用根据本发明的非直接加热型发射器的示意性发射控制结构。

具体实施方式

在图 1a) 中示出了现有技术中已知的一种直接加热型薄扁平发射器 1，其具有矩形的发射表面 2。为了形成电流通路，该发射器的设计使用了狭缝 3。

进一步，图 1b) 的具有圆形发射表面 5 的发射器 4 使用狭缝 6 并且被直接加热。扁平发射表面 5 被狭缝分割成螺旋型的导体部分 7。此外，图 1b) 示出了如图 1a) 一样的所形成的腿 8，腿 8 在此呈 90 度以便进行安装，并且其同时充当支撑元件，通过腿 8 施加加热电流和阴极高电压。

图 2 示出了现有技术中的构造有狭缝的直接加热型扁平发射器(DHFE)的一个示例。具体而言，图 2 中示出了如例如图 1a) 和图 1b) 所示的发射

器 9 的狭缝结构 10 对于电子从负电位到正电位的轨迹（箭头 11）的影响：由于电位的变形（如线 15 所示）以及不垂直于光轴 14 的发射表面 16，造成相对于所示的结构 13 的光轴 14，电子得到了更高的切线能量分量。换言之，在图 2 中，示意性地图示出了电线 17 之间的狭缝 18 是如何影响电场以及所发射电子的轨迹的。所述电场扩散到狭缝 18 中，从而使电位线 15 弯曲到狭缝区域 10 中。如果电子（路径 19）从垂直于光轴的 14 的表面 20 发射但处于电位变形的区域内，则其切线速度分量增加。这就造成了该源的更大的光学象差，从而使焦斑增大。

在图 3 中示出了对于一种直接加热型扁平发射器（DHFE）的结果，该发射器在发射器长度方向上具有 $40\mu\text{m}$ 宽的 20 个狭缝，并且根据本发明，在图 4 中示出了未构造有狭缝的非直接加热型扁平发射器（IHFE）。两种发射器类型都具有 $3.7\text{mm} \times 6.8\text{mm}$ 的发射部分。表示发射浓度的灰度级在宽度为 21、长度为 22 的区域上从 0% 的发射（白色）达到 100% 的发射（黑色）。白色十字线 23 表示焦斑 24 的光轴。箭头 25 表示 15% 的发射。具有狭缝的发射器对于 $U=75\text{kV}$ 和 $I=130\text{mA}$ ，具有的焦斑大小为宽度 0.59mm 、长度 0.58mm 。具有未构造有狭缝的发射部分的发射器对于 $U=75\text{kV}$ 和 $I=130\text{mA}$ ，具有的焦斑大小（图 4）为宽度 0.54mm 、长度 0.23mm 。对于长度尺寸的影响最大，大小减小了超过 50%。因此，去掉狭缝结构显著减小了可获得的焦斑大小。

图 5 示出了结构 29，其包括：根据本发明的非直接加热型发射器 26、加热装置 27 以及阴极杯的一部分 28。图 6 示出了在不包含发射器和阴极杯情况下的图 5 的组件。结构 29 的发射器 26 包括未构造有狭缝的良好形成的电子发射部分 30，以及用于保持平面表面位置固定且避免变形的固定部分 31、32、33 和 34。通过对加热装置 27 应用非均匀的温度分布，即中心冷并且温度朝向边缘而升高，并结合对所述发射器的固定部分的直接加热，可以得到均匀的温度分布，从而得到均匀的电子发射分布。在 $7 \times 7\text{mm}^2$ 的面积内的温度差对于 $T_{\text{max}}=2240^\circ\text{C}$ 能够减小到 $\Delta T=30\text{K}$ 。

所示的结构 29 以及操作模式可以在 $T_1=2240^\circ\text{C}$ 与 $T_2=2050^\circ\text{C}$ （对应于发射从 100% 减小到 20%）之间切换的同时，提供 $t < 0.1$ 秒的加热和冷却时间。

实现对具有未构造有狭缝的发射部分 30 的发射器 26 的非直接加热的一种方式由加热装置 27 通过电子发射部分与用于将电子注入电子光学装置中的真实灯丝的组合来给出。通过在加热装置 27 和发射器 26 之间施加电压，将从加热装置 27 发射的电子朝向发射器 26 的灯丝加速，其中加热装置 27 相对于光学发射器（灯丝）具有负电位。当电子撞击到灯丝背部时，其动能转换为热能，灯丝的温度升高。另外，通过辐射将能量传递给灯丝。在图 5 和图 6 中示出了这种原理结构。

加热装置 27 由电流直接加热，因此需要高电阻，该高电阻例如由蜿蜒结构的箔来实现。为了避免电阻从箔的侧壁发射到该光学系统中，在加热装置的背部周围和其上应用了阻隔框 36。该框 36 与加热装置 27 自身处于同一电位。加热装置 27 的发射区 37 略小于灯丝的发射区 30，以便减小穿过灯丝和阴极杯 28 之间的狭缝而射入高电压区域中的电子的数量。这个尺寸为例如：发射器大小为 7mm x 7mm，加热装置大小为 6.5mm x 6.5mm。加热装置和发射器这两个部件的箔厚度在 100-200 μm 范围以内，这可以实现快速的热响应。阴极杯 28 和发射器 26 处于同一电位。

图 7 示出了如图 5 所示的发射器 26，其具有对称布置的固定部分 31 到 34。这种扁平的未构造有狭缝的发射器 26 的一个主要问题可能在于其热膨胀。该膨胀会造成发射部分 30 的变形，这会显著降低电子源的光学质量。为了补偿这种膨胀，在 IHFE（例如图 5 中所示）的发射部分 30 的各端上实现了固定部分 31 到 34 的弹簧结构，并且在发射部分 30 的所有角上都固定，并且在两端上具有“双蜿蜒（double meander）”结构。这种布置允许以这样的方式施加机械预拉伸：即，使得能够补偿发射部分 30 在其较热阶段期间的伸长。对于 $T=2200^{\circ}\text{C}$ 的 $A=7\text{mm} \times 7\text{mm}$ 的发射部分，这个预拉伸通过在 80-120 μm 内的伸长来实现的。弹簧必须被设计为满足以下限制条件：即，这种预拉伸不会造成弹性形变。

此外，该结构形成在在两端（受热部分）上的端部与较热部分之间的热障，这就得到了必要的良好形成的发射部分 30。

图 8 示出了根据本发明的另一发射器 40，其具有安装到安装装置 45 上的四个固定部分 41 到 44 以及矩形的发射部分 46。

图 7 中所示的原理性发射器设计仅补偿了一个方向上的伸长。垂直方

向上的膨胀造成了弹簧结构内的额外机械压力，其并未被补偿。所形成的回复力会造成箔的变形。

图 8 中给出了一种不同的设计。这种更为复杂的结构，即将四个端部作为固定部分 41 到 44 来固定发射器 40，补偿了在所有平面方向上的伸长。在安装装置 45 与发射器 40 之间的周围狭缝 47 对于避免边缘上的电场变形是必需的。在周围与发射器之间的较小的狭缝 47 不会对光学属性造成显著影响，因为狭缝 47 与整个发射部分 46 相比面积小到可以忽略。

图 9 到图 12 和图 14 示出了图 8 中所示的发射器表面的温度分布，该发射器表面由图 5 和图 6 中所示的加热装置加热。具体而言，图 11 示出了在借助于电子轰击的非直接加热与借助于将电流施加到发射部分的各个角上的固定部分上的直接加热的组合的情况下，发射器的温度分布。图 12 示出了如图 11 所示的另一温度分布。

图 13 示出了直接加热型加热装置的温度和电子发射分布。最后，图 14 示出了图 13 中所示的加热装置造成的温度分布。

在图 9 中整体示出了 7mm x 7mm 的发射器当由 6.5mm x 6.5mm 的加热器以均匀温度进行加热时的温度分布，并且在图 10 中更为详细地示出。这种结构在 $T=2240^{\circ}\text{C}$ 时，在中心和角之间造成了 $\Delta T=150\text{K}$ 的最大温度差。但是外部预拉伸仅补偿了由于该区域的平均温度造成的热-机械膨胀。在该区域内的温度差造成了较高的机械压力，从而造成了箔的弯曲。

本发明的另一思想通过使用温度从边缘到中心逐渐下降的加热装置 50（图 13）给出。加热装置 50 包括扁平的未构造有狭缝的加热部分 51 和两个固定部分 52、53。加热部分 51 被多个狭缝分割为多个热区域。因此能够将温度差降低到 $\Delta T=95\text{K}$ （图 14）。通过例如一种具有朝向中心逐渐增加的线宽度的双螺旋形结构，能够实现加热器的非均匀温度分布。这能够被优化，但是不能完全被消除，因为仍然存在发射器的端部给出的受热部分的影响。

本发明的另一改进在于：预拉伸的弹簧结构本身与发射区域相比具有相对较高的电阻。因此，通过对端部施加电流，能够加热弹簧，并且温度差 ΔT 减小。这在图 11 和图 12 中在原理上示出。弹簧中较高的热梯度不会成为问题，因为该梯度作用在该结构的方向上，因此会由预拉伸进行补偿。

弹簧的同样发射电子的较小热部分造成了不利之处，但是不会对整个电子源的质量造成显著影响。相对于与这些部分相比的发射器面积大小，这个影响是可忽略的。通过在发射器上的非均匀非直接电子轰击与对发射器的直接电流施加的这个组合，可以容易地实现仅 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 的温度差。该温度差可以通过电流的优化、弹簧的结构设计以及非直接加热特征来进一步降低。

实现更厚和更大的结构能够显著减小上述问题，即保证发射器的均匀温度分布以及发射器的机械稳定性，特别是关于平坦性。但是对于医学应用而言，必须实现具有快速热响应的发射器，就如同由薄且小的非直接/直接加热型电子源设计所提供的快速热响应一样。

图 15 示出了如图 11 所述的厚度为 $100\mu\text{m}$ 的发射器的瞬间热动力，其具有升高的加热部 (I)，受控的稳定状态模式 (II) 以及下降的冷却部 (III)。根据以下关于电流密度 j 的等式，从 $T_1=2230^{\circ}\text{C}$ 到 $T_2=2075^{\circ}\text{C}$ 的温度差 $\Delta T=155^{\circ}\text{C}$ 对应于发射降低 80%：

$$j = AT^2 e^{\frac{-W_e}{k_B T}} \quad (2)$$

其具有 Richardson 常数 $A=120\text{A}/\text{cm}^2/\text{K}^2$ ，对于钨的功函数 $W_e=4.5\text{eV}$ ，以及 Boltzmann 常数 $k_B=1.38\text{e-}23\text{J}/\text{K}$ 。如图 15 所示，从 $T=600^{\circ}\text{C}$ 的发射器温度开始，可以通过将加热器（加热器发射电流 $I_{EH}=500\text{mA}$ ）与发射器之间的加速电压升高到 $V_H=270\text{V}$ （功率 $P=135\text{W}$ ），在 $t=0.5$ 秒内将温度升高到 100% 最大。随后，下降到 $V_H=80\text{V}$ （ $P=40\text{W}$ ），从而导致稳定状态模式 (II)。通过控制升高阶段和到稳定状态的跃迁，能够实现更快的加热。对于进行冷却以减小管电流 I_E ，例如从 100% 下降到 20%，必须仅在 $t=0.1$ 秒内关闭电压 V_H 。其他的后续控制会保持管电流恒定，这在图 15 中未实现。快速的热响应用于医学需求而言就足够了。

图 16 示出了具有根据本发明的非直接加热型发射器 51 的示意性发射控制结构。在图 16 中所示的原理性电路描述了电子源控制。这是将管电流 I_E 、高电压 HV 、加热装置 52 与发射器 51 之间的电流 I_{EH} 以及在加热装置与发射器 51 之间的加速电压 V_H 作为输入值的一种管功率受控的结构。作用变量是加热电流 I_H 和 V_H 。还示出了阳极 53。

本发明整体包括用于包含未构造有狭缝的非直接加热型或直接/非直接

加热型扁平发射器部分的 X 射线管的电子源的一种结构，该发射器部分对于发射电流具有快速响应。该结构得到的焦斑大小比常规电子源所能够实现的焦斑小，同时不会丢失对于医学检查而言所必需的快速响应时间。通过对加热装置应用非均匀的温度分布，即中心冷并且温度朝向边缘而升高，并结合对所述发射器的固定部分的直接加热，可以得到均匀的温度分布，从而得到均匀的电子发射分布。通过电子发射部分与用于将电子注入电子光学装置中的真实灯丝的组合，来给出实现对未构造有狭缝的箔的非直接加热的一种方式。

应注意，术语“包括”并不排除其他元件或步骤，“一”并不排除多个。此外，应注意，权利要求中的任何参考标记都不应视为限制权利要求的范围。

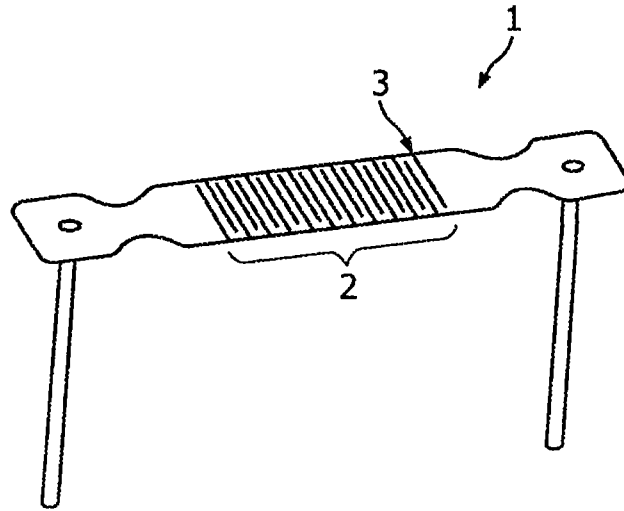


图1a

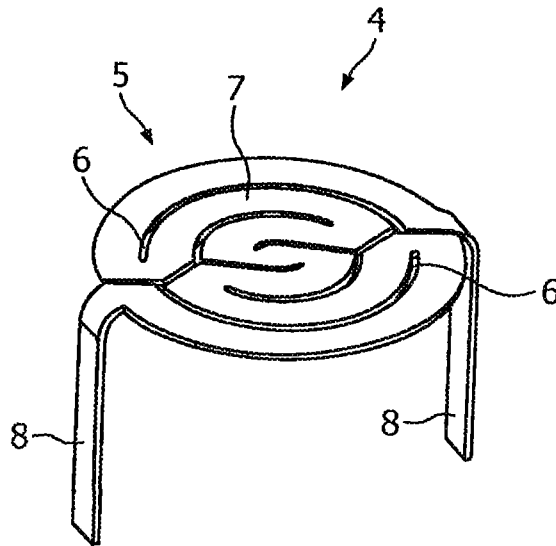


图1b

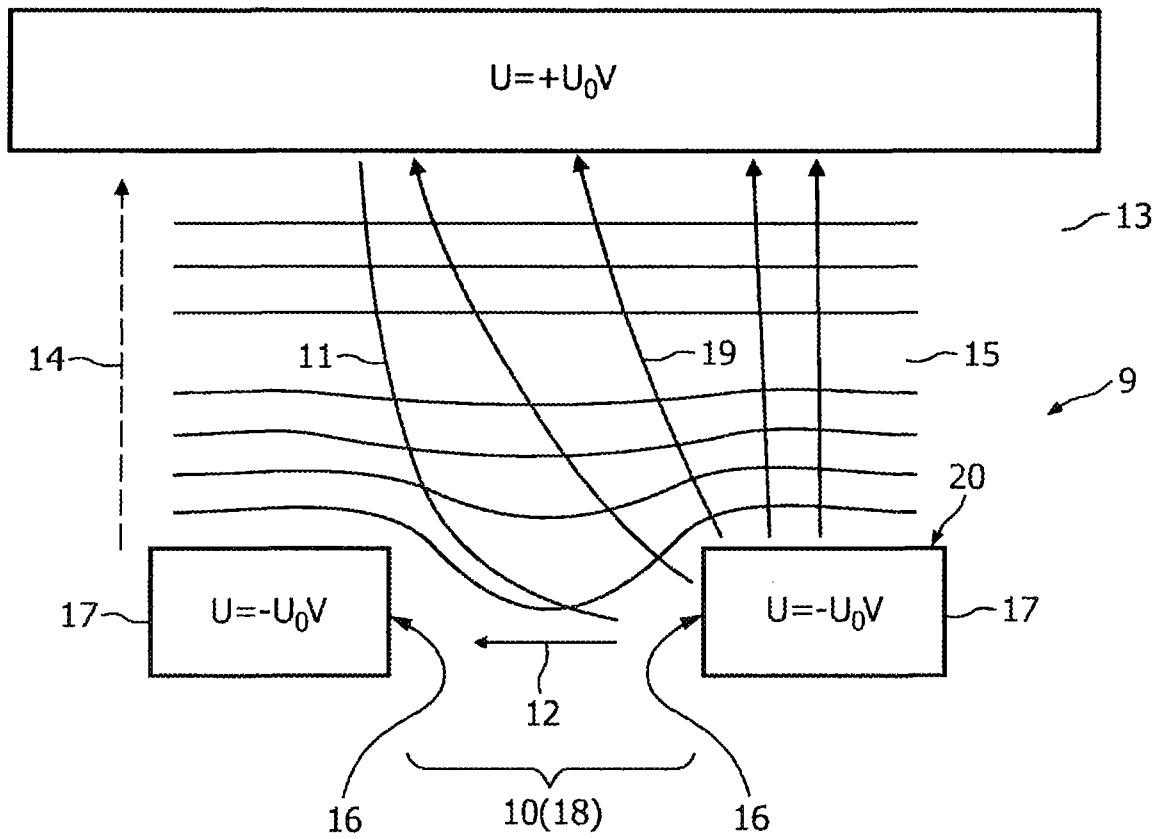


图2

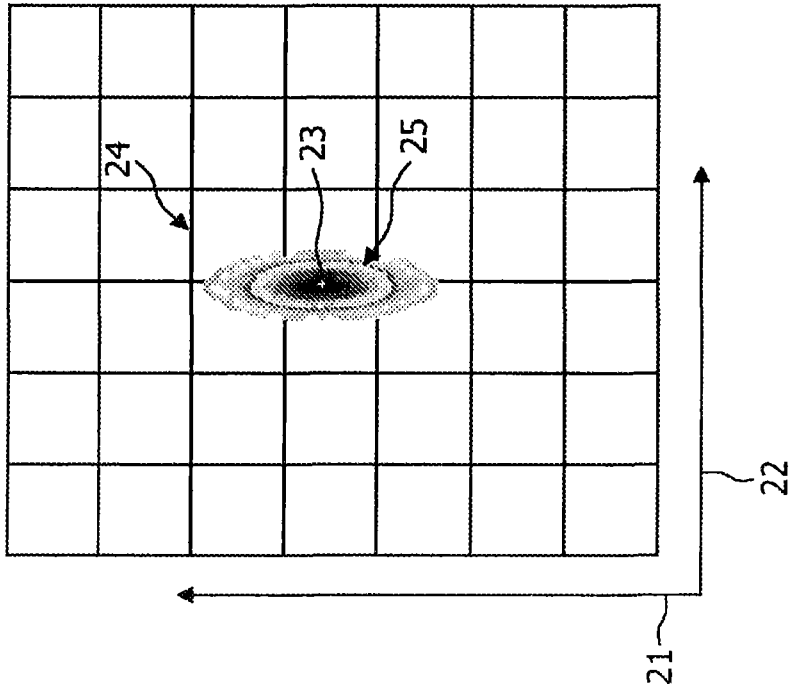


图4

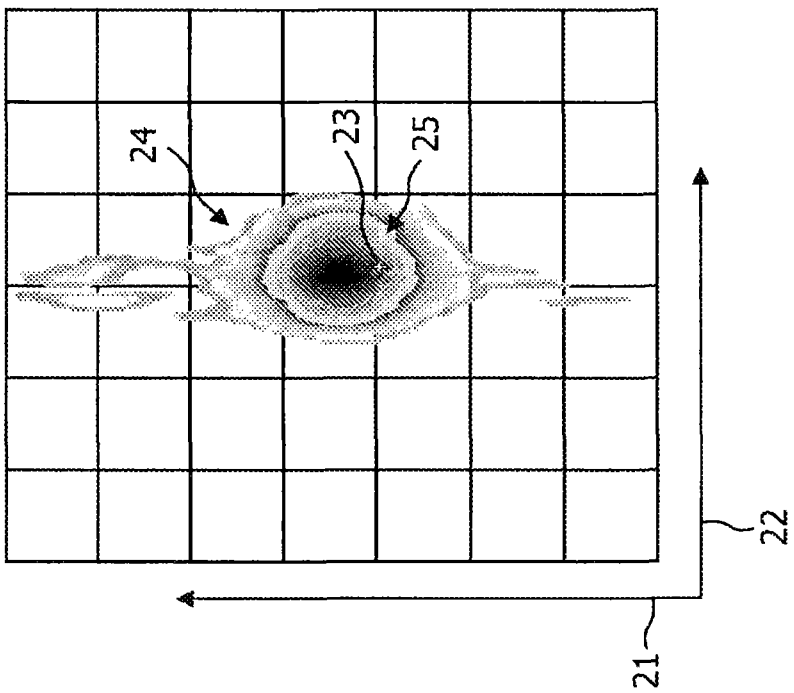


图3

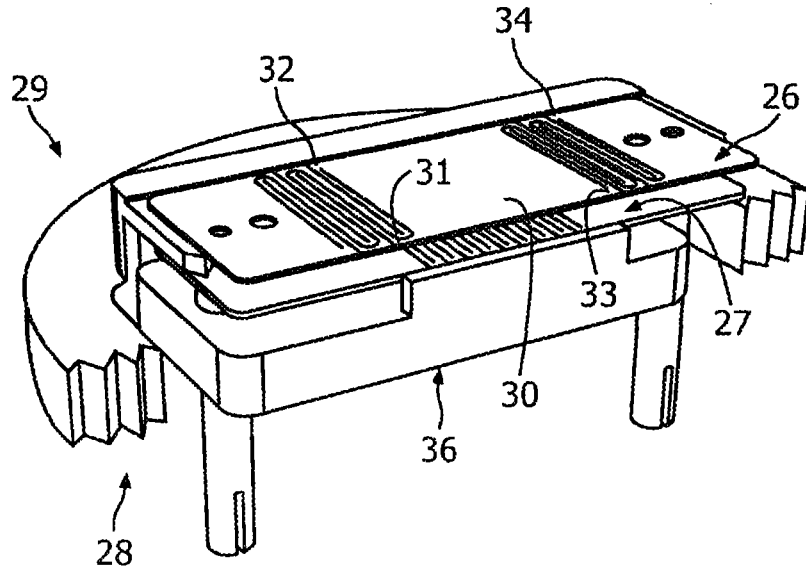


图5

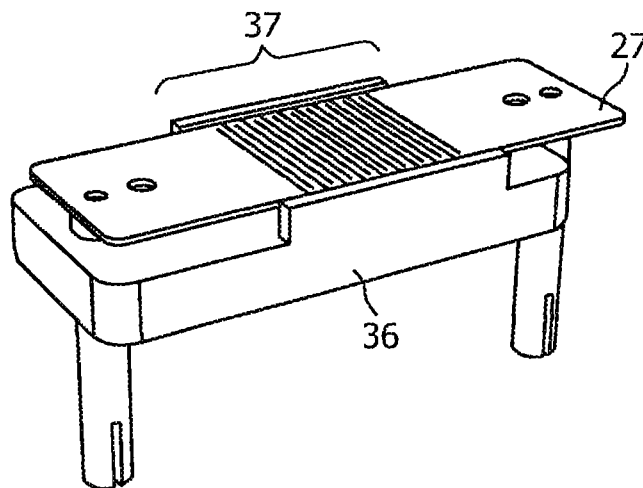


图6

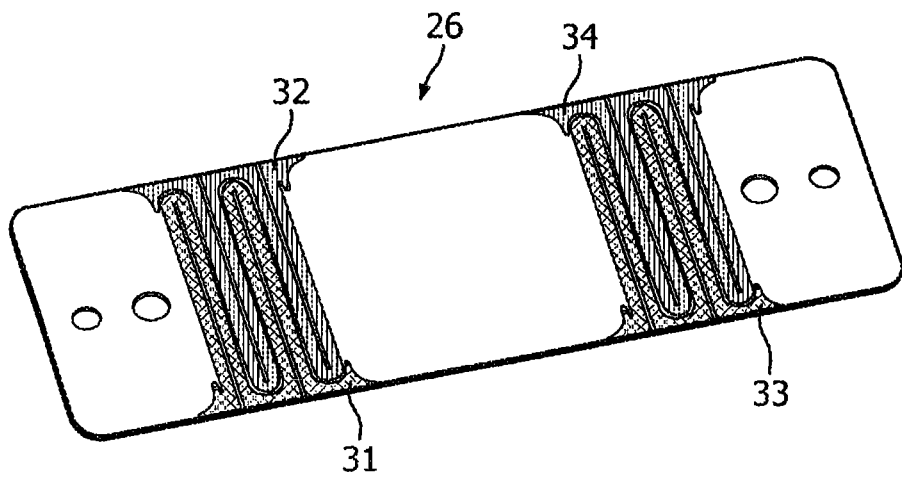


图7

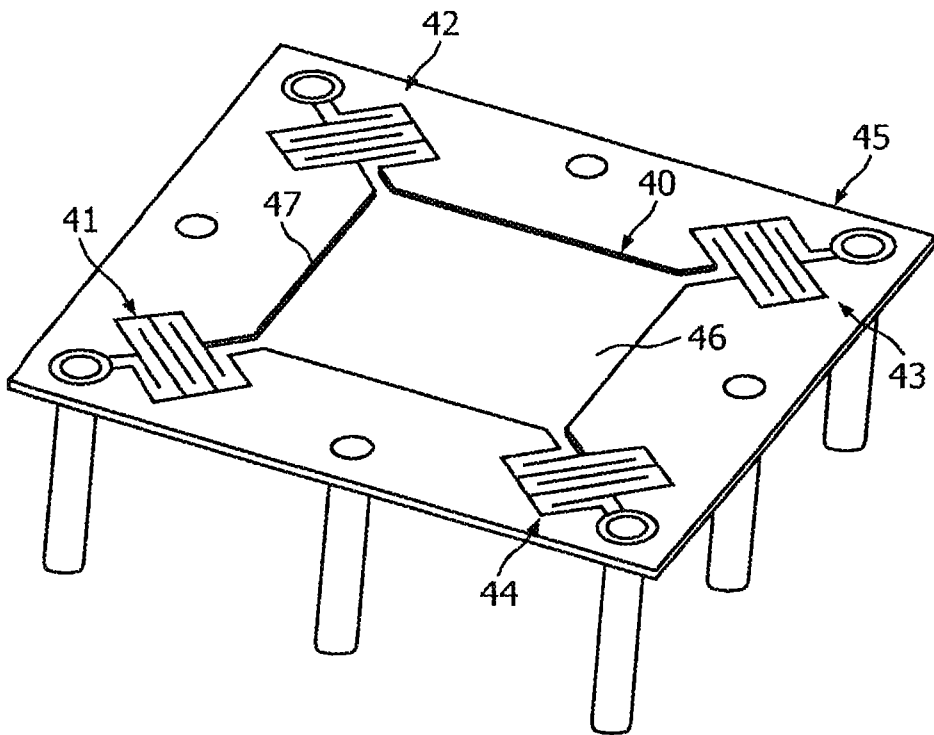


图8

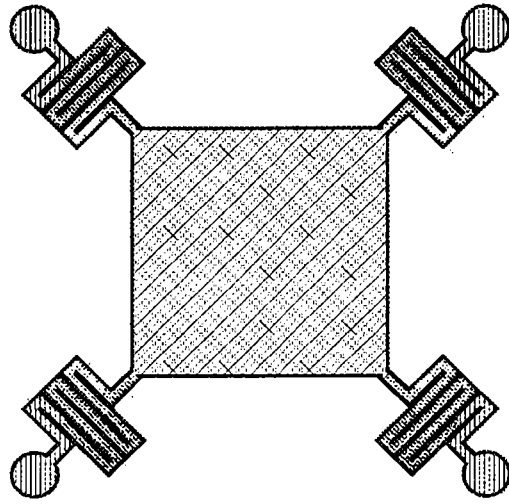


图9

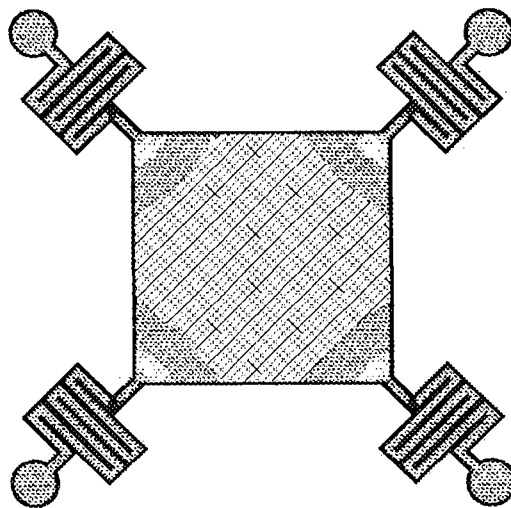


图10

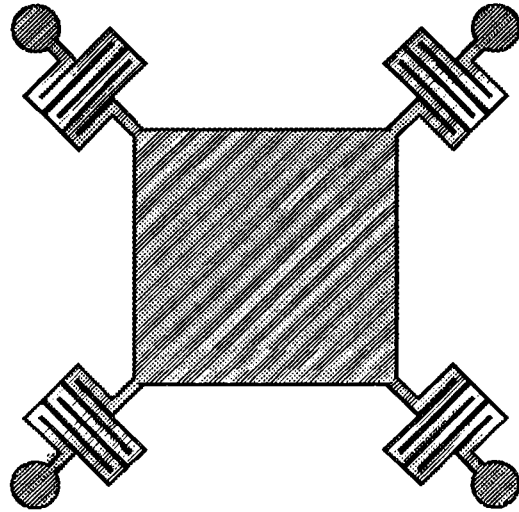


图11

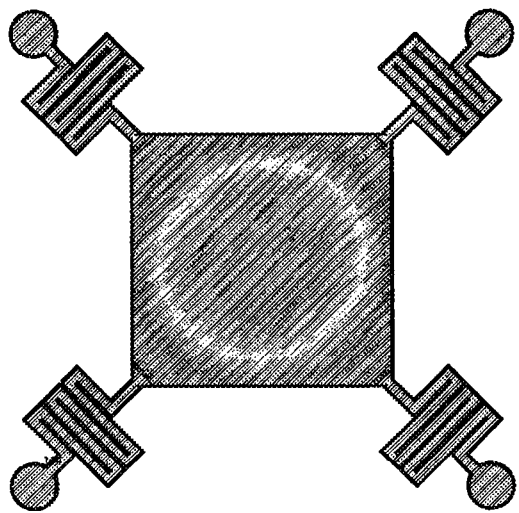


图12

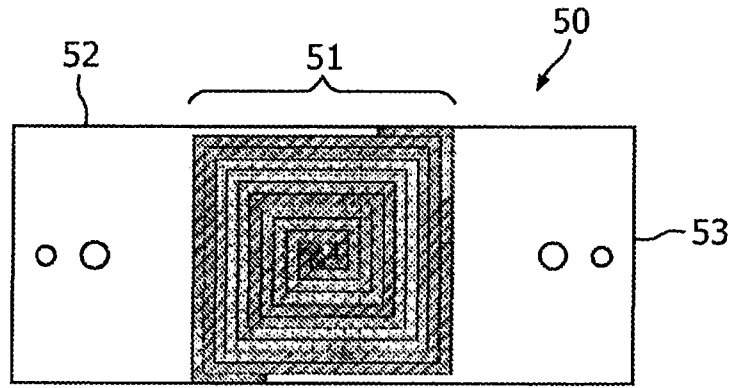


图13

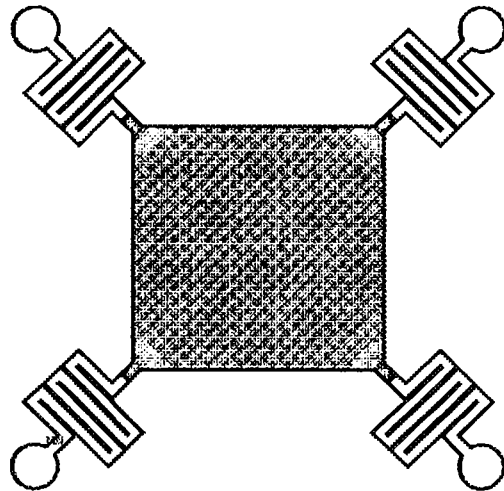


图14

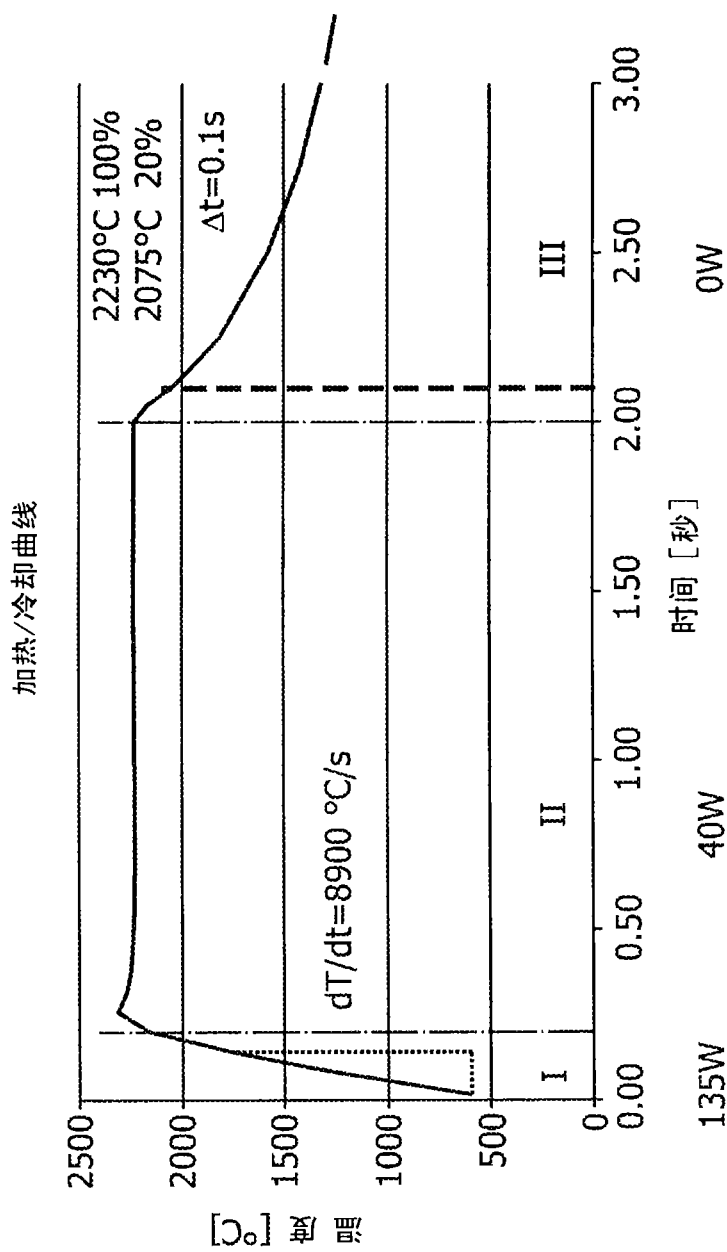


图15

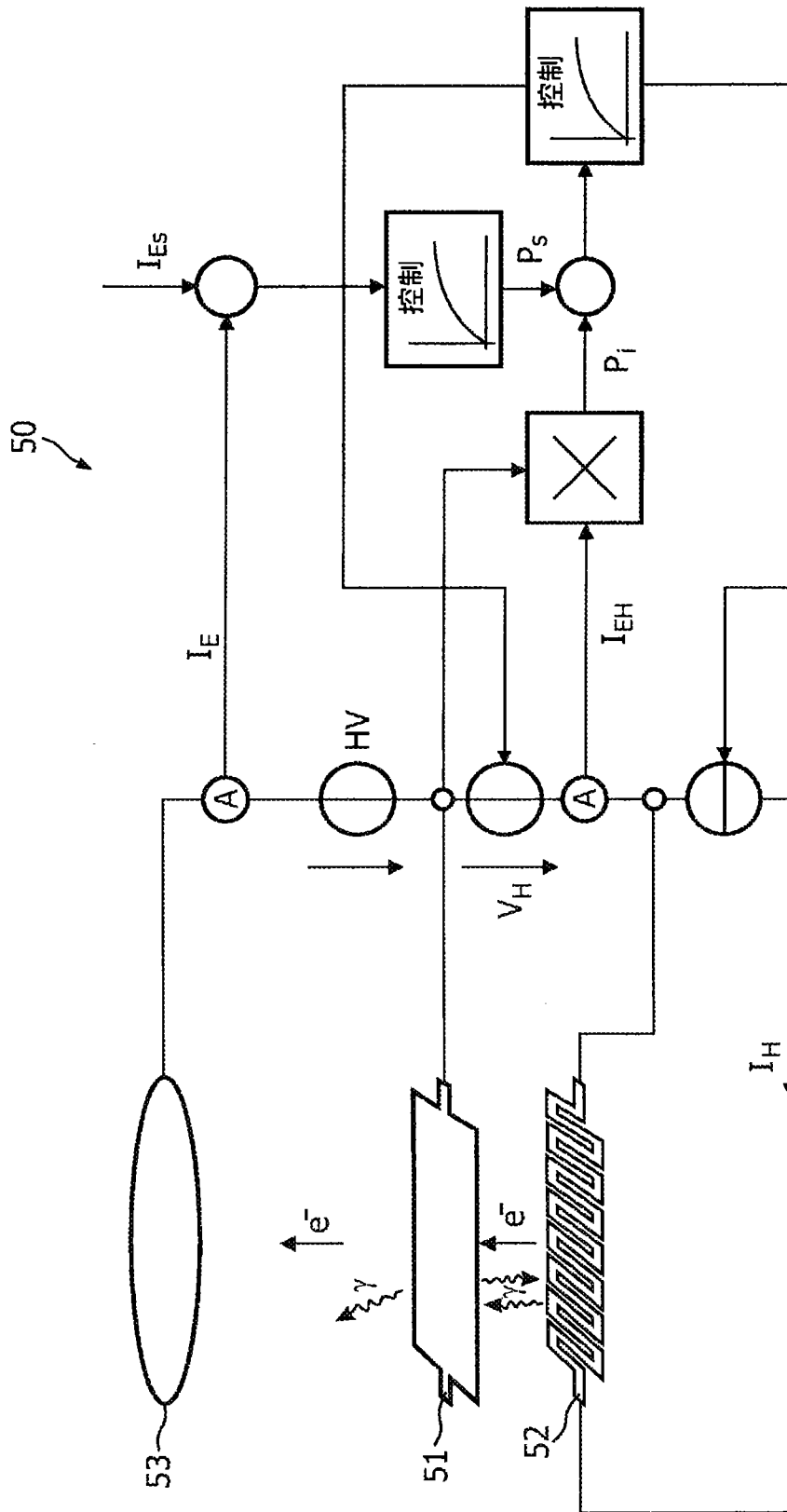


图16