

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01T 1/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02821286. X

[45] 授权公告日 2006 年 9 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1276269C

[22] 申请日 2002.10.25 [21] 申请号 02821286. X

[30] 优先权

[32] 2001.10.26 [33] FR [31] 01/13899

[86] 国际申请 PCT/FR2002/003681 2002.10.25

[87] 国际公布 WO2003/036329 法 2003.5.1

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.26

[71] 专利权人 特里赛尔公司

地址 法国穆瓦朗

[72] 发明人 杰拉尔德·维厄 迪迪埃·莫南

审查员 杜江峰

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

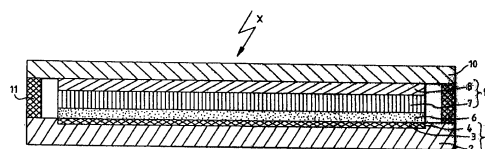
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

固态 X 光探测器

[57] 摘要

本发明涉及一种固态 X 光探测器，它包括一个带有辐射转换器的光敏传感器，称为闪烁器，用于将 X 光转换成传感器敏感的辐射；以及一个输入窗，X 光穿越它而通过闪烁器的上游。输入窗安装在闪烁器上，但不与闪烁器固定在一起；以及输入窗和传感器用防水蒸汽的密封剂固定。闪烁器包括一有别于传感器的支座，以及闪烁物质。此类探测器的应用领域尤其是在辐射学领域（辐射照相术，放射透视检查和乳腺造影术），但同样能用于无损检测。



1、一种固态 X 光探测器，包括：一个光敏传感器；一个闪烁器，用于将 X 光转换成传感器敏感的辐射；以及一个输入窗，通过该输入窗 X 光经过闪烁器的上游，其特征在于输入窗放置在该闪烁器上，但不与闪烁器固定在一起，输入窗和传感器用防水蒸汽的密封剂来固定，闪烁器由支座和闪烁物质组成，支座与传感器是截然不同的，且输入窗的热胀系数比铝低。

2、如权利要求 1 中所述的固态 X 光探测器，其特征在于输入窗用玻璃制成。

3、如权利要求 1 中所述固态的 X 光探测器，其特征在于输入窗用碳纤维制成。

4、如权利要求 1 中所述固态的 X 光探测器，其特征在于输入窗用陶瓷材料制成。

5、如权利要求 1 中所述固态的 X 光探测器，其特征在于输入窗用有机材料制成。

6、如权利要求 1-5 中任意一个权利要求所述的固态 X 光探测器，其特征在于防漏密封剂用矿物材料制成。

7、如权利要求 1-5 中任意一个权利要求所述的固态 X 光探测器，其特征在于防漏密封剂用有机材料制成。

8、如权利要求 1-5 中的任意一个权利要求所述的固态 X 光探测器，其特征在于防漏密封剂用环氧粘合剂制成。

9、如权利要求 1-5 中任意一个权利要求所述的固态 X 光探测器，其特征在于闪烁器包括闪烁物质，该闪烁物质由一种属于卤化碱族的物质，或属于稀土硫氧化物族的物质构成。

10、如权利要求 1-5 中的任意一个权利要求所述的固态 X 光探测器，其特征在于支座是金属的。

11、如权利要求 10 中所述的固态 X 光探测器，其特征在于支座用铝制成。

12、如权利要求 10 中所述的固态 X 光探测器，其特征在于支座用钛制成。

13、如权利要求 1-5 中的任意一个权利要求所述的固态 X 光探测器，其特征在于支座是有机的或陶瓷的。

14、如权利要求 13 中所述的固态 X 光探测器，其特征在于支座是聚酰亚胺支座。

固态 X 光探测器

发明领域

本发明涉及一种固态 X 光探测器，它包括一个带有辐射转换器的光敏传感器。此类探测器特别适用的一些领域是辐射学(辐射照相术，放射透视检查以及乳腺造影术)，但同样适用于无损检测。

技术背景

这种辐射探测器已经公知，例如在法国专利 FR 2605166 中，由非晶硅光电二极管形成的传感器就带有一个辐射转换器。

下面将简要回顾此种辐射探测器的结构及工作原理。

光敏传感器通常是由一些排列成矩阵的固态光敏元件制成。光敏元件由半导体材料制成，CCD 类型的传感器通常由单晶硅制成，而 CMOS 类型的传感器由多晶或非晶硅制成。一个光敏元件至少包含一个光电二极管，一个光电晶体管或一个光敏电阻器。这些元件沉积在基片上，该基片通常为玻璃片。

这些元件通常对诸如 X 射线或伽玛射线等极短波长的辐射并不直接敏感。这就是为什么光敏传感器要与一个辐射转换器相结合的道理，此辐射转换器包含一层闪烁物质。当此种闪烁物质受到此类辐射激发时，该物质具有发射较长波长辐射的性质，例如发射传感器敏感的可见光或近可见光。由辐射转换器发出的光照亮传感器的光敏元件，该光敏传感器用于执行光电转换，并通过适当的电路将可采集的电信号发送出去。在以下的说明中，辐射转换器将称为闪烁器。

某些卤化碱或稀土硫氧化物族的闪烁物质，因其优良的性能而被经常采用。

在这些卤化碱中，掺杂有钠或铯的碘化铯，以具有很强的 X 光吸收特性和极佳的荧光效率而知名，其中可以分别根据所需发射的光是在 400 纳米左右还是在 550 纳米左右，向碘化铯中掺杂钠或铯。在支

座上生长的碘化铯呈细针状。这些细针或多或少会垂直于支座，并部分地限制光射向传感器。针状碘化铯的精细度决定了探测器的分辨率。硫酸氧化镧和硫酸氧化钪也因同样的理由而被广泛采用。

然而，这些闪烁物质中的某些物质却存在稳定性差的缺点，当这些物质曝露在水蒸汽中时，易发生部分分解，而其分解释放出的化学产物趋向传感器移动，或以背离传感器的方向移动。这些产物极具腐蚀性。碘化铯和硫酸氧化镧尤其受此缺点的损害。

对于碘化铯而言，其分解产生铯的氢氧化物 $CS^+ OH^-$ 和游离碘 I_2 ，而游离碘与碘离子结合产生复合原子团 I_3^- 。

对于硫酸氧化镧而言，其将分解产生化学腐蚀性很强的硫化氢 H_2S 。

水蒸汽是极难去除的。水蒸汽经常存在于周围的空气中，以及用于组装探测器的粘接化合物中。在粘接化合物中存在水蒸汽是由于周围空气中存在水蒸汽，或者是聚合反应的副产品，如果后者起因于两种化学物质的凝聚，那么这种情况经常发生。

在生产这些探测器时，重要方面之一是，要使探测器内部原有的水蒸汽存量和与闪烁器接触时原有的水蒸汽存量最小化，并在传感器运行时避免水蒸汽扩散进入传感器。

辐射探测器包括一个输入窗，X 光穿过该输入窗在闪烁器上游通过。此外，闪烁物质通常沉积在金属支座上，从而支座和闪烁物质形成了闪烁器。另外，还有一种熟知的方案是将支座用作输入窗。

当闪烁物质沉积在输入窗上以形成随后将放置在传感器上的闪烁器时，输入窗必须能承受沉积和闪烁器加工时产生的热应力而不会破裂，并且还必须优选地具有与闪烁器和传感器，或尤其是与传感器基片相近的热胀系数。也可选择具有低弹性模量的输入窗，其将有助于消除，以输入窗和闪烁器为一方，及以输入窗和传感器、尤其是输入窗和传感器基片为另一方，这两方之间的不均匀应力。这样可以避免闪烁器爆裂或传感器破裂的危险。

输入窗表面条件还必须能允许针状晶体在尽可能均匀的情况下生长得尽可能的精细，对碘化铯而言这一点尤为重要。针状的精细度是

探测器分辨率品质的一个因素。

当前支座是由铝制成的，铝对被探测的辐射有极好的透明度和良好的光学性质。在对铝进行预备热处理（conditioning processing）后，能获得满意的用于闪烁器沉积的表面条件。遗憾的是，铝的热胀系数与传感器的热胀系数颇为不同。在热循环过程中，为了避免在两元件交界面处存在显著的应力，需要使用一种柔软的防漏密封剂，使其有能力缓冲由热力循环导致的形变而不会破裂。为了在热循环过程中，缓冲闪烁器支座和传感器之间的热膨胀差距，此密封剂必须是柔软的，从而可以使应力和破裂的风险最小化。然而，柔软的材料通常可渗透水蒸汽，导致闪烁器对水蒸汽的防护不充分，因而缩短了探测器的寿命。对此类探测器而言，理想的是它们的寿命可与安装有该探测器的辐射设备或其他设备的成本回收时间相比拟，即 10 年左右。

发明内容

本发明提供一种长寿命的辐射探测器，其中与现有技术中的情况不同，输入窗和防漏密封剂的作用并非都由闪烁器支座独自承担。

为此目的，本发明的主题是一种固态 X 光探测器，包括：一个光敏传感器，一个将 X 光转换为传感器敏感的辐射的闪烁器，以及一个 X 光从中穿越而在闪烁器上游通过的输入窗，该探测器的特征在于输入窗放置在闪烁器上而不与闪烁器固定在一起，而输入窗和传感器用防水蒸汽的密封剂固定。

按照此发明，对闪烁器支座的约束，由支座和新的输入窗适当分担。和现有技术一样，闪烁器支座仍受用于闪烁器沉积的反射性和表面条件等因素的约束。相比之下，该支座不再需要防漏和支持密封剂，这些约束如今转加到新附加的输入窗上。

这种结构允许输入窗的材料被限定为与构成传感器的材料相兼容，特别是它们各自的热胀系数彼此兼容，这样，就允许所用的密封剂更硬一些，从而水蒸汽难以渗透。

将输入窗和闪烁器支座的作用分离开来，就可更广泛地选择适用于输入窗的材料。

本发明能实现闪烁器和传感器的两种不同组装结构。

在第一种所谓分离的闪烁器结构中，闪烁物质沉积在支座上，被探测的辐射在到达传感器之前必须先通过该闪烁物质。然后把整个装置与传感器粘接在一起。在此结构中，输入窗放置在支座上，但并不固定。这样，就允许输入窗相对支座保持一个自由度。例如，为了缓冲在探测器温度变化时任何不均匀的热膨胀，输入窗可相对支座滑动。

在第二种所谓直接沉积结构中，传感器充当闪烁物质的支座，这样就可以直接并紧密地与传感器接触。然后再在闪烁物质上覆盖保护膜。两种结构各自都有优、缺点。

第一种结构允许分别优化闪烁器和传感器。即使闪烁器与传感器不兼容，闪烁器仍能进行热加工。碘化铯是通过热蒸发沉积的，即通过凝聚而沉积在支座上。然后，为了得到最佳的荧光效率，还要把碘化铯在 300℃左右的温度下进行退火处理。在第二种所谓直接沉积结构中，当闪烁物质直接沉积在传感器上时，需要这种选择退火温度以免损害传感器。

第一种所谓分散闪烁器结构的另一优点是，只有当传感器和闪烁器测试成功后才把它们组装起来，这将提高总体生产效率。在第二种所谓直接沉积结构中，每次闪烁器出现故障，传感器就报废，因为不值得冒险回收。

在第一种所谓分离闪烁器结构中，用于组装的粘接化合物的厚度，导致 X 光探测器在空间分辨率和聚光方面有所损失。而另一方面，闪烁器直接沉积在传感器上，为光学耦合提供了最好的条件。

由支座承载闪烁器的结构，由于需要生产两个元件，因而能使得生产流程安排得更为有效，即一方面生产闪烁器连同它的支座，另一方面生产传感器，二者可分开进行。

再者，在所述第一种结构中的支座成本要低于在第二种结构中用传感器充当闪烁物质支座的成本。这样，在沉积了有缺陷的闪烁物质的情形下，即意味着闪烁器和它的支座将报废时，所面临的损失将会减少。

最后，第一种结构能够应用于由若干连接元件的组件组成的光敏组件中，例如，在公开的 FR 2758654 和 FR 2758656 的法国专利中所描述的那样。第二种结构不能应用到这种由若干个连接元件的组件组成的光敏组件中去，这是由于在闪烁物质沉积在它的支座上以后，闪烁物质的运行（implementation）需要 300°C 的温度，在此温度下这些组件的尺寸稳定性差。

在这两种结构中，输入窗必须满足下列要求：必须对被测辐射尽可能的透明，必须防水蒸汽，以及必须具有与探测器可能经受的操作相适配的机械性能。

如果希望探测器具有很好的分辨率，提供一个输入窗来吸收从闪烁器向后发射的光是有益的，换句话说，向后就是指从闪烁器到传感器的相反方向。然而，灵敏度将会有所损失。

另一方面，如果需要探测器有良好的灵敏度，则提供一个输入窗，把闪烁器向后发射的光向传感器反射是有益的。在此方法中，对相同的辐射量，传感器接收到的光强度增加了。灵敏度的增益导致分辨率损失。因为从一个 X 光光子产生的直接发射的光和反射的光可能落在传感器的不同地点，使所获得的图像不如前面的情况那么清晰。

采用本辐射探测器，在一般辐射照相术的信噪比条件下，减小输入窗的反射率从总体上讲更为有益。事实上，通过每一个被吸收的 X 光光子可产生数百个电子，因此闪烁器把一个 X 光光子转变为数目巨大的光线光子。重要的是，每个 X 光光子是在转换成电子后被传感器探测到的。如果在传感器中获得噪音可与由吸收一个 X 光光子产生的信号相比拟，那么减小反射率可使分辨率改善而不会降低信噪比及灵敏度。

附图简述

阅读以下参照附图的说明，将会易理解本发明，并且本发明的某些性质和优点将会更为明晰：

图 1 示出根据第一种结构的辐射探测器；

图 2 示出根据第二种结构的辐射探测器。

为清楚起见，这些图中未标尺寸。

发明详述

称为分离闪烁器结构的第一种结构如图 1 所示。辐射传感器标记为 1。该辐射传感器包括基片 2，该基片基本上是玻璃片，用于支持若干光敏元件 3。每个光敏元件 3 安装在横排导体和纵排导体之间，以便于编址。简单起见，这些导体未在图中示出。光敏元件 3 和导体通常涂敷一钝化层 4，来隔离水蒸汽。

在此结构中，传感器 1 和闪烁器 5 一起工作，在示例中，传感器 5 通过光学粘接化合物 6 与传感器 1 光学地耦合。闪烁器 5 包括一层闪烁物质 7，该闪烁物质 7 呈针状结构沉积在支座 8 上。这样，支座 8 承载闪烁物质 7。闪烁物质 7，例如，可属于卤化碱族，如碘化铯，在存在水蒸汽时，其特别容易氧化；但它也可属于稀土硫氧化物族，其中某些成员如硫酸氧化镧显示出同样较差的稳定性。

在如图 2 所示的称为直接沉积结构的第二种结构中，把闪烁物质 7 直接沉积在传感器 1 上，并把闪烁物质 7 用膜 9 覆盖，而不是如图 1 中示出的那样，把闪烁物质 7 沉积在支座 8 上，并把形成闪烁器 5 的分离组件安装在传感器 1 上。膜 9 充当闪烁物质 7 的保护。简单起见，在第二种结构中，由闪烁物质 7 和膜 9 形成的组件用标号 5 标明，并和在第一种结构中一样，命名为闪烁器。

在图 1 和图 2 中示出的 X 光探测器，输入窗 10 是放在闪烁器 5 上，但并不固定。用防漏密封剂 11 把输入窗 10 与传感器 1 固定，或更确切地说，与传感器的基片 2 固定。

根据输入窗及传感器的材料来选择用作防漏密封剂的材料。密封剂可由矿物材料制成。此类密封剂显示出很好的防水性，而它的实施过程需要 400℃左右的高温。

作为替代品，防漏密封剂可由有机材料制成。这些材料的防漏性能不如矿物材料，但另一方面，它需要的实施温度较低，200℃左右。在有机材料中，最好的防漏材料是环氧粘合剂。

至于输入窗 10，它可用任何材料构成，但该材料的热胀系数需要

与形成传感器 1 的材料的热胀系数相近。更为有利的是输入窗的热胀系数比铝低。两种将要组装在一起的材料的热胀系数的相似性，即输入窗和传感器的热胀系数的相似性，使得有可能使用硬的防漏密封剂。

输入窗 10 可用任何沉积物覆盖起来，从而提高其反射性或化学抗腐蚀性，例如，其中该腐蚀性来源于在有水蒸汽的情况下闪烁器沉积的副产品。

若干材料能适用于制作输入窗。通常，一些包含极少量重元素的材料最为合适，因为其具有良好的 X 光透明度。

输入窗可用玻璃制成。玻璃是单组分（single component）的，因此容易加工。再者，如果传感器 1 的基片 2 由玻璃构成，选择防漏密封剂是直截了当的，因为，就玻璃而言，仅需证实防漏密封剂与一种材料的兼容性。

碳纤维也可用来制作输入窗。碳纤维与玻璃相比，对 X 光有较高的透明度并且也不易破碎。另一方面，一些碳纤维常用环氧树脂粘合在一起并由于它们的表面粗糙而更难密封。

作为另一个替代品，输入窗可用陶瓷材料制成，其 X 光透明度与玻璃相近。

输入窗也可由有机材料组成，如聚脂。此材料显示出比玻璃更高的 X 光的透明度，且与玻璃相比，不易破碎。当其用辗压方式生产时，其为一表面光滑的均匀材料。不过，实现对树脂的防漏密封比玻璃更难。

由所用结构决定的闪烁器 8 或膜 9，可由任何金属材料，诸如铝，钛或其他金属材料组成。其也可由陶瓷材料或有机材料，例如聚酰亚胺，或含碳纤维的其他合成材料组成。所选材料必须对 X 光透明，与闪烁物质化学相容，以及与发光的闪烁器的制作加工过程相容，此加工过程包含如真空沉积及退火。更为有益的是，所选材料可吸收或反射由闪烁器 5 产生的光而不会透过它。事实上，通常由闪烁器 5 产生的光是可见光或近可见光。如果所选材料透过由闪烁器 5 产生的光，探测器对外界光就不再是光学屏蔽的，并且传感器 1 可接收外界

光，将对其运行造成干扰。

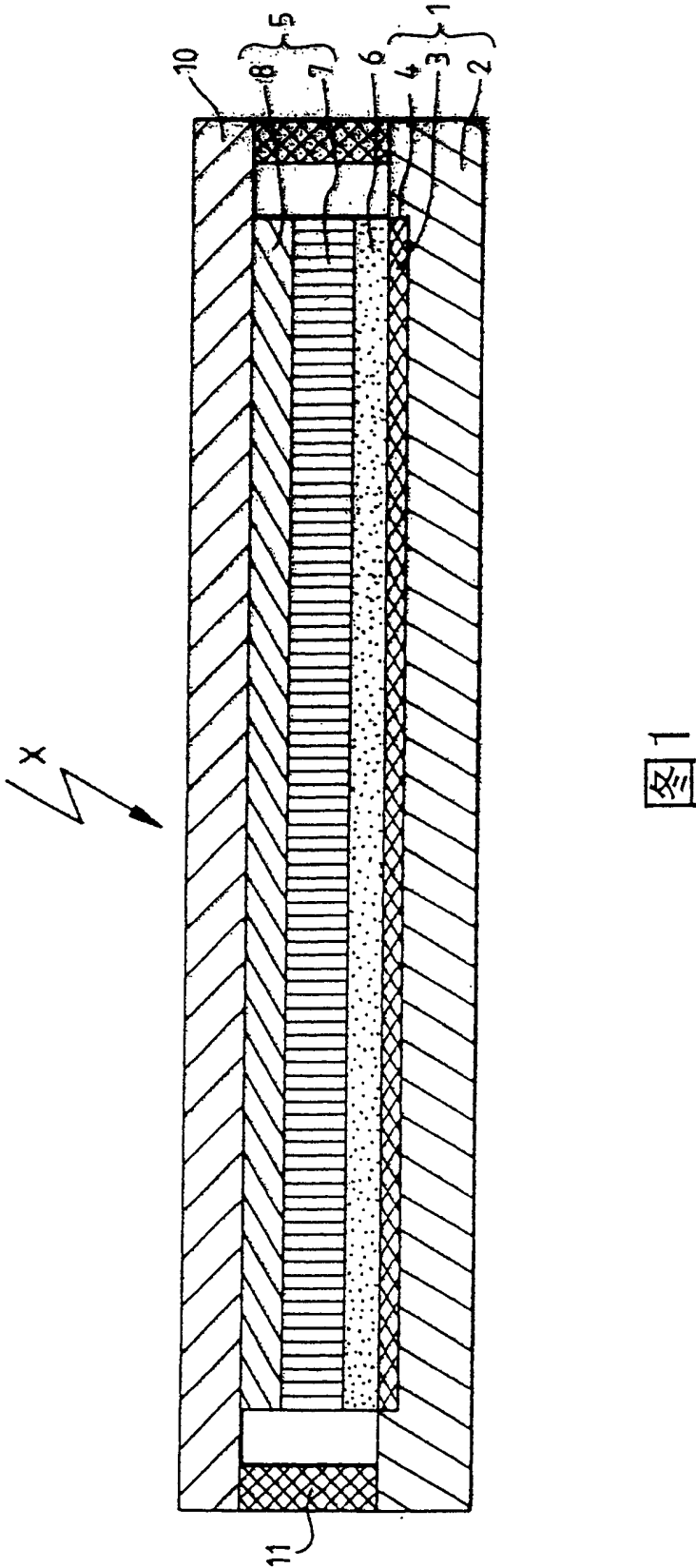


图1

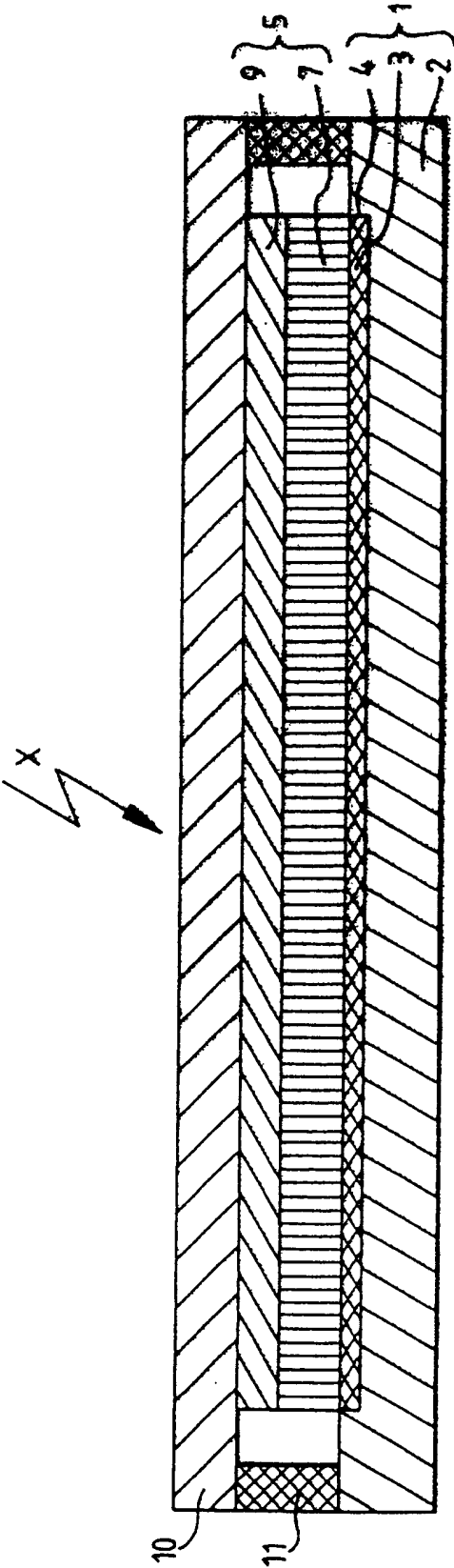


图2