[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G01T 3/00
H01J 47/06

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99124329.3

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1125351C

[22] 申请日 1999.11.12 [21] 申请号 99124329.3
[30] 优先权
[32] 1998.11.12 [33] JP [31] 321635/1998
[71] 专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京都
[72] 发明人 后藤丰一 深草伸二
审查员 杨 哲

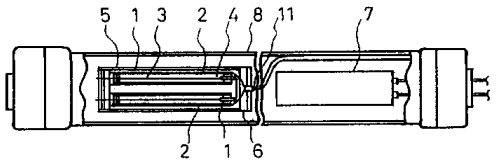
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 邹光新 王忠忠

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

[54] 发明名称 使用氟化硼气体比例计数器的中子探测器

[57] 摘要

为了通过降低包含在氟化硼气体中的氟分子的数目来延长氟化硼气体比例计数器单元的工作寿命，可以将填充到氟化硼气体比例计数器单元中的氟化硼气体的压力降低到 250mmHg 左右。为了补偿由气压下降引起的中子探测灵敏度的下降，可以将氟化硼气体比例计数器单元并联在一起，存放在组件箱中，使其构成一个氟化硼气体比例计数器。



ISSN1008-4274

1. 一种使用氟化硼气体比例计数器的中子探测器，包含:

氟化硼气体比例计数器，它包括: 第一氟化硼气体比例计数器单元，具有在以预定气压填充的氟化硼气体中延伸的阳极引线，以便根据中子数目产生脉冲信号;

第二氟化硼气体比例计数器单元，它具有在以预定气压填充的氟化硼气体中延伸的阳极引线，并与第一氟化硼气体比例计数器单元在电气上并联在一起，以便根据中子数目产生脉冲信号; 和

组件箱，它存放第一和第二氟化硼气体比例计数器单元，并通过电缆将第一和第二氟化硼气体比例计数器单元产生的脉冲信号的积分输出值导向外部;

其特征在于，所述中子探测器还包括:

一个中子探测装置，用于以不同于氟化硼气体比例计数器的灵敏度探测中子，和

一个容器，用以存放氟化硼气体比例计数器和上述中子探测装置。

2. 如权利要求 1 所述的使用氟化硼气体比例计数器的中子探测器，其中第一和第二氟化硼气体比例计数器单元填充的氟化硼气体的压力低于 550mmHg、等于或高于 100mmHg。

3. 如权利要求 1 所述的使用氟化硼气体比例计数器的中子探测器，其中第一和第二氟化硼气体比例计数器单元填充的氟化硼气体的压力的 250mmHg。

使用氟化硼气体比例计数器的中子探测器

技术领域

本发明涉及具有用于对中子数目进行计数的氟化硼气体比例计数器的中子探测器，该计数器安装在原子反应堆或类似装置中。

背景技术

在安装在原子能电厂用于计数中子数目的中子探测器中，源/中间级探测器（能量级探测器是另一种形式）包括两种不同的中子探测装置：氟化硼气体比例计数器6（源级中子探测装置）和γ射线补偿电离腔7（中间级中子探测装置）。氟化硼气体比例计数器6和γ射线补偿电离腔7具有不同的中子探测灵敏度。作为存储氟化硼气体比例计数器6的容器的组件箱5由金属钛制作，氟化硼气体比例计数器单元安装在其中。氟化硼气体比例计数器单元计数中子数目。

图7是日本公开专利申请No. 3-133047公开的氟化硼气体比例计数器单元的剖面图。在图7中，参考号1表示氟化硼气体比例计数器，2表示单元容器，3表示阳极引线，4表示氟化硼气体。阳极引线3由镀镍的钨制作，氟化硼气体4充入铝制单元容器2中，其中的气压在480至500mmHg之间。

下面，参考图8描述氟化硼气体比例计数器单元的工作原理。输入到氟化硼气体比例计数器单元1中的中子与包含在充入单元容器2中的氟化硼气体中的^{10}B发生核反应，产生α带电粒子和锂离子。产生的α带电粒子和锂离子将使氟化硼气体电离，从而失去能量，同时产生二级电子。

同时，通过向在氟化硼气体比例计数器单元1的中部延伸的阳极引线3施加高压，形成强电场。二级电子在该电场的作用下产生气体放大，使电荷数目增加。这些电子由阳极引线3收集，离子由作为阴极的单元容器2收集，并在阳极引线3上产生脉冲信号。氟化硼气体比例计数器单元1通过计数脉冲信号的数目来测量中子数目。

在日本公开专利申请No. 3-133047公开的氟化硼气体比例计数器单元中，阳极引线3由镀镍的钨线、镍线或镀铬的钨线制作，以解决气体

放大作用产生的氟气对阳极引线 3 的腐蚀问题。阳极引线 3 的直径经过钨线电镀而变大。当阳极引线 3 的直径较大、且施加电压恒定时，环绕阳极引线 3 的电子场强增大，气体放大率下降。为了在不改变施加电压的条件下获得与现有技术相同的气体放大率，需要将氟化硼气体的压力由 550mmHg 降低到 480~500mmHg。

在原子反应堆运行期间辐射出的高剂量中子或在原子反应堆中止期间产生的低剂量中子与充斥在氟化硼气体比例计数器单元 1 中的氟化硼气体 4 发生反应，产生氟气。众所周知，氟气对电子具有很高的亲和力，将吸收在中子和包含在氟化硼气体中的 ^{10}B 之间发生的核反应所产生的电子。结果，阳极引线 3 吸收的电子数目将下降，中子计数灵敏度下降，即使中子输入到氟化硼气体比例计数器单元 1 中，由此降低了电压高于分辨电压的信号的数目。因此，决定氟化硼气体比例计数器单元 1 的工作寿命的主要因素是氟气引起的氟化硼气体 4 的老化。为了延长氟化硼气体比例计数器单元 1 的工作寿命，必需降低填充氟化硼气体 4 中包含的氟分子的数目。

发明内容

本发明的目的是提供一种包含氟化硼气体比例计数器的中子探测器，以解决上述问题，该探测器可以在抑制氟气产生的同时获得预定的中子探测灵敏度。

根据本发明，提供了一种使用氟化硼气体比例计数器的中子探测器，包含：氟化硼气体比例计数器，它包括：第一氟化硼气体比例计数器单元，具有在以预定气压填充的氟化硼气体中延伸的阳极引线，以便根据中子数目产生脉冲信号；第二氟化硼气体比例计数器单元，它具有在以预定气压填充的氟化硼气体中延伸的阳极引线，并与第一氟化硼气体比例计数器单元在电气上并联在一起，以便根据中子数目产生脉冲信号；和一个组件箱，它存放第一和第二氟化硼气体比例计数器单元，并通过电缆将第一和第二氟化硼气体比例计数器单元产生的脉冲信号的积分输出值导向外部；其特征在于，所述中子探测器还包括：一个中子探测装置，用于以不同于氟化硼气体比例计数器的灵敏度探测中子，和一个容器，用以存放氟化硼气体比例计数器和上述中子探测装置。

在上述中子探测器中，第一和第二氟化硼气体比例计数器单元填充的氟化硼气体的压力低于 550mmHg、等于或高于 100mmHg。优选地，

其中第一和第二氟化硼气体比例计数器单元填充的氟化硼气体的压力的250mmHg。

结合附图，通过下面的描述将更加清楚本发明的上述和其它目的、特点和优点。

附图说明

图 1 是根据本发明的包含氟化硼气体比例计数器的中子探测器的剖面图。

图 2 是根据本发明氟化硼气体比例计数器的框图。

图 3 是根据本发明互相并联在一起的氟化硼气体比例计数器单元和 MI 电缆之间的连线图。

图 4 是以气压作为参数的使用电压、相对灵敏度和使用期限的计算结果图。

图 5 是包含现有技术氟化硼气体比例计数器单元的中子探测器的剖面图。

图 6 是现有技术的氟化硼气体比例计数器单元和 MI 电缆之间的连线图。

图 7 是现有技术的氟化硼气体比例计数器单元的剖面图；和

图 8 是解释氟化硼气体比例计数器单元的工作原理的图。

具体实施方式

实施方案 1

图 1 是包含本发明氟化硼气体比例计数器 6 的中子探测器 8 的剖面图。图 2 是本发明氟化硼气体比例计数器 6 的图。图 3 是在电气上互相并联在一起的氟化硼气体比例计数器单元 4 和 MI 电缆 11 之间的连线图。图 4 是以气压作为参数的使用电压、相对灵敏度和使用期限的计算结果图。

在图 1 中，中子探测器 8 包含氟化硼气体比例计数器 6（源级中子探测装置）和γ射线补偿型电离腔 7（中间级中子探测装置），该电离腔具有不同于氟化硼气体比例计数器 6 的中子探测灵敏度。由于氟化硼气体比例计数器单元 1 的结构基本上与现有技术相同，所以略去其详细描述。实施方案 1 的氟化硼气体比例计数器以 13±3cps/nv 的中子探测灵敏度探测中子。

如图 5 所示，现有技术中子探测器包含氟化硼气体比例计数器 6，

该计数器具有单个充以气压为550至480mmHg的氟化硼气体4、并存放在组件箱5中的氟化硼气体比例计数器单元1。与此相反，如图1所示，实施方案1的中子探测器8包含的氟化硼气体比例计数器6具有两个充以气压为250mmHg的氟化硼气体4、相互并联在一起、并存放在组件箱5中的氟化硼气体比例计数器单元1。

如图2所示，充以气压为250mmHg的氟化硼气体4的氟化硼气体比例计数器单元1与另一个氟化硼气体比例计数器单元1并联，并存放在组件箱5中。如图3所示，相互并联的氟化硼气体比例计数器单元1连接到MI电缆11。即，两个氟化硼气体比例计数器单元1的阳极线3由电力电缆10连接到MI电缆11，作为阴极的单元容器2由地线9连接到MI电缆11。

现有技术的氟化硼气体比例计数器充以气压为550至480mmHg的氟化硼气体4，而实施方案1的氟化硼气体比例计数器则充以气压为250mmHg的氟化硼气体。通过降低填充氟化硼气体的气压，充入到单元容器2中的氟化硼气体的量将减小，由此降低了包含在氟化硼气体中的氟分子数目。因此，由于输入到氟化硼气体比例计数器单元1中的中子和氟化硼气体发生反应而产生的氟气量将降低，氟化硼气体比例计数器1的工作寿命将得到延长。

参考图4，描述了气压和工作寿命之间的关系。依据的条件是将充以气压为550mmHg的氟化硼气体的氟化硼气体比例计数器单元1的工作寿命设定为“1”，当氟化硼气体4的压力由550mmHg下降到250mmHg时，氟化硼气体比例计数器单元1的工作寿命将显著地延长到3.8。当气体压力为450mmHg时，延长到1.4，当气体压力为350mmHg时，工作寿命延长到2.15。

即，当氟化硼气体的气压在550至100mmHg之间时，氟气的产生将受到抑制，由此延长了氟化硼气体比例计数器单元1的工作寿命。为了使工作寿命延长到现有技术工作寿命的两倍，气体压力必需设定为350至250mmHg。此外，通过充以气压大约为250mmHg的氟化硼气体，氟化硼气体比例计数器单元1的工作寿命可以延长到现有技术工作寿命的四倍。

当以减低的气压填充氟化硼气体4时，可以延长氟化硼气体比例计数器单元1的工作寿命。然而，将气压降低到低于100mmHg是不可取

的。当气压降低到低于 100mmHg 时，作为中子探测材料的氟化硼气体 4 将十分稀薄，氟化硼气体比例计数器单元 1 中包含的杂质所产生的影响将增大，中子计数装置将可能失效。

基于上述原因，期望利用气体压力为 550 至 100 mmHg 的氟化硼气体 4 填充以 13±3 cps/nv 的中子探测灵敏度探测中子的氟化硼气体比例计数器单元 1，优选的气体压力是 250mmHg 或稍高于此的压力和 350mmHg 或稍低于此的压力，更优选的压力是 250mmHg 左右。通过填充处于上述压力的氟化硼气体，包含在氟化硼气体 4 中的氟分子数目将降低，抑制了氟气的产生，由此使延长氟化硼气体比例计数器单元 1 的工作寿命成为可能。然而，当气体压力下降时，将产生中子探测灵敏度下降的问题。

参考图 4，描述气体压力和中子探测灵敏度之间的关系。依据的条件是将充以气压为 550mmHg 的氟化硼气体的氟化硼气体比例计数器单元 1 的中子探测灵敏度设定为“1”，当氟化硼气体 4 的压力由 550mmHg 降低到 250mmHg 时，氟化硼气体比例计数器单元 1 的中子探测灵敏度为 0.46。当气压为 450mmHg 时，为 0.87，当气压为 350mmHg 时，为 0.64。当中子探测灵敏度降低时，就不能以预定中子探测灵敏度（13±3 cps/nv）计数中子数目。为了解决这一问题，必需采取措施补偿由于气压下降造成的中子探测灵敏度的降低。

为了提高中子探测灵敏度，增加氟化硼气体 4 的含量是一种有效的方法。为了提高氟化硼气体 4 的含量，可以降低气压，或增大单元容器 2 的体积。然而，当氟化硼气体 4 的含量增加时，由中子和氟化硼气体 4 之间发生的核反应产生的氟气量将增加，由此导致氟化硼气体 4 退化，氟化硼气体的工作寿命缩短。作为提高中子探测灵敏度的一种方法，提高施加电压也是很有效的。然而，增加施加电压将增大中子探测器、电缆和类似部件的负荷，由此缩短了装置本身的工作寿命。

为解决这一问题，将两个充以气体压力为 250mmHg 的氟化硼气体的氟化硼气体比例计数器单元 1 并联在一起，并存放在组件箱 5 中，构成实施方案 1 的氟化硼气体比例计数器 6。

参考图 4，可以得知，将两个充以气压为 350mmHg（中子探测灵敏度为 0.64）至 250mmHg（中子探测灵敏度为 0.46）的氟化硼气体的氟化硼气体比例计数器单元 1 并联连接在一起可以实现充以气压为

550mmHg 的氟化硼气体 4 的现有技术氟化硼气体比例计数器单元 1 所能实现的、值为 1.0 的中子探测灵敏度。因此，将两个充以气压为 350mmHg 至 250mmHg 的氟化硼气体的氟化硼气体比例计数器单元 1 并联，可以同时实现以下两种功能：通过防止氟化硼气体退化而延长氟化硼气体比例计数器单元的工作寿命；以预定的中子探测灵敏度探测中子。

因此，可以理解，使其有可能以预定的中子探测灵敏度计数中子数目、并使氟化硼气体比例计数器单元的工作寿命得到延长的气压范围在 350 至 250mmHg 之间。

在本发明的氟化硼气体比例计数器 6 中，根据所需的中子探测灵敏度，可以任意组合相互并联的氟化硼气体比例计数器单元和填充到氟化硼气体比例计数器单元中的氟化硼气体的压力。因此，显而易见的是，当氟化硼气体比例计数器 6 所需的中子探测灵敏度发生变化时，气压和相互并联的氟化硼气体比例计数器单元的数目也要变化。

通过降低氟化硼气体的压力，进而降低包含在氟化硼气体中氟分子数目，从而抑制氟气的产生，可以延长氟化硼气体比例计数器的工作寿命。为了补偿气压下降造成的中子探测灵敏度的下降，氟化硼气体比例计数器单元相互并联在一起。

即，当所需的中子探测灵敏度发生变化时，需要在并联的氟化硼气体比例计数器单元的数目和填充到氟化硼气体比例计数器单元中的氟化硼气体的压力之间寻找新的平衡点。然而，即使在中子探测灵敏度发生变化时，也能有效地通过降低填充氟化硼气体的压力来抑制氟化硼气体的退化，通过并联氟化硼气体比例计数器单元来补偿由气压降低引起的中子探测灵敏度的下降。

因为填充到氟化硼气体比例计数器单元中的氟化硼气体的压力由 550mmHg 至 480mmHg 下降到 250mmHg，氟气的产生受到抑制，因此有可能延长氟化硼气体比例计数器单元的工作寿命。通过并联两个氟化硼气体比例计数器单元、并输出氟化硼气体比例计数器单元产生的脉冲信号的积分结果，可以补偿由气压下降引起的中子探测灵敏度的下降。因此，可以提供一种以预定的中子探测灵敏度计数中子数目的氟化硼气体比例计数器和包含该计数器的中子探测器，其中的计数器可以满足对延长工作寿命的要求。

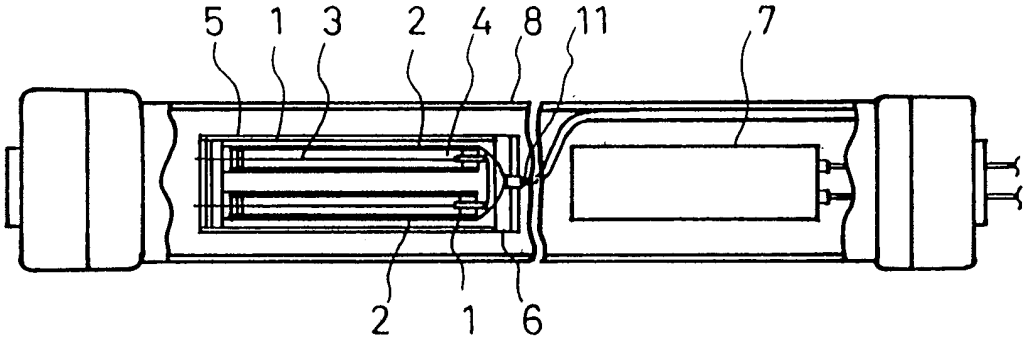


图 1

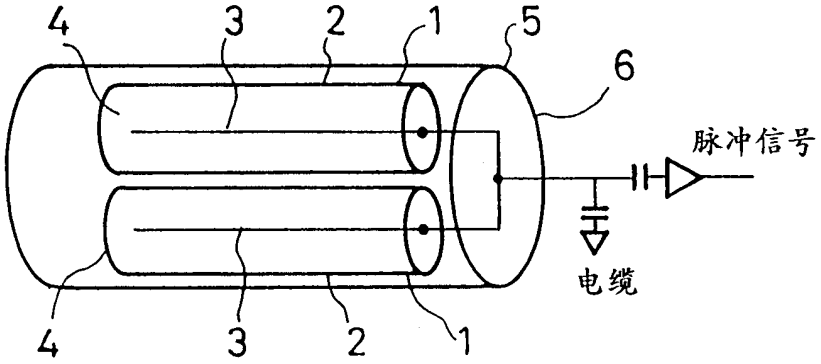


图 2

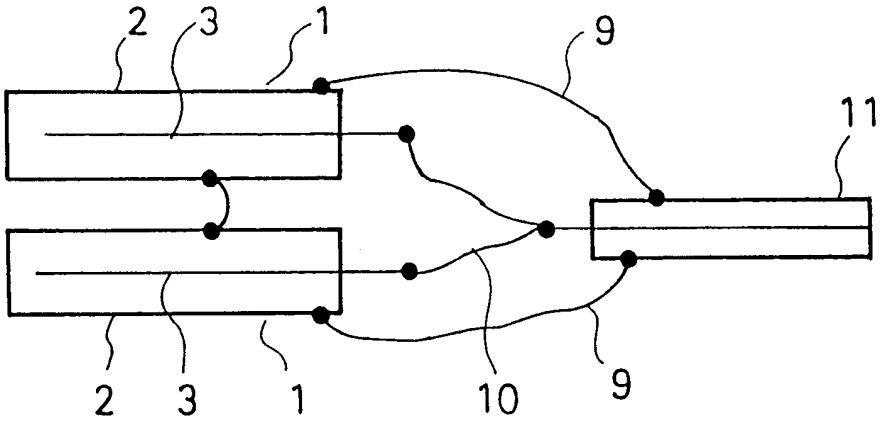


图 3

气压 (mmHg)	550	450	350	250
电压（V）	2000	1877	1740	1582
相对漂移速度	1	1.15	1.37	1.74
中子探测灵敏度	1	0.87	0.64	0.46
工作寿命	1	1.40	2.15	3.84

图 4

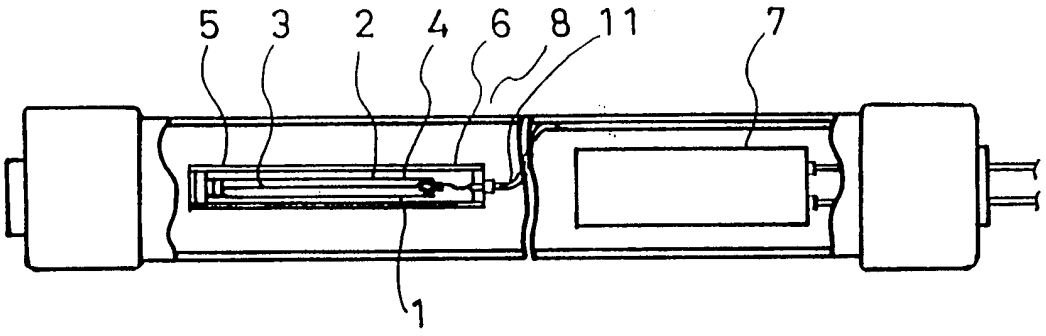


图 5 现有技术

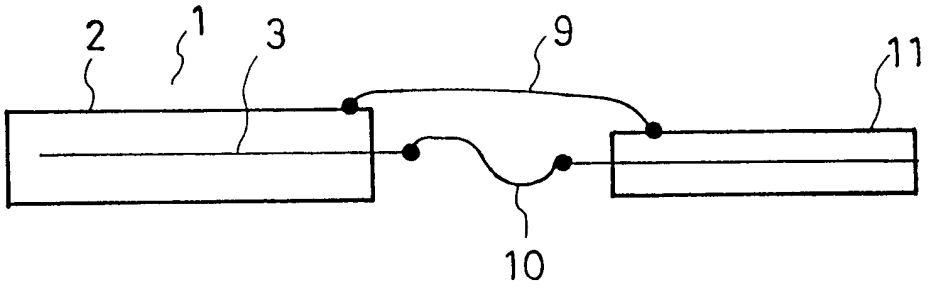


图 6 现有技术

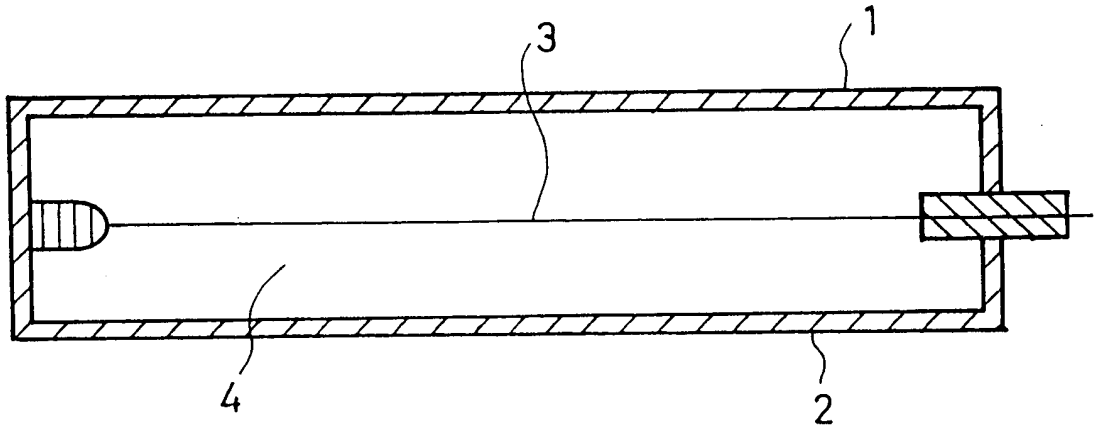


图 7 现有技术

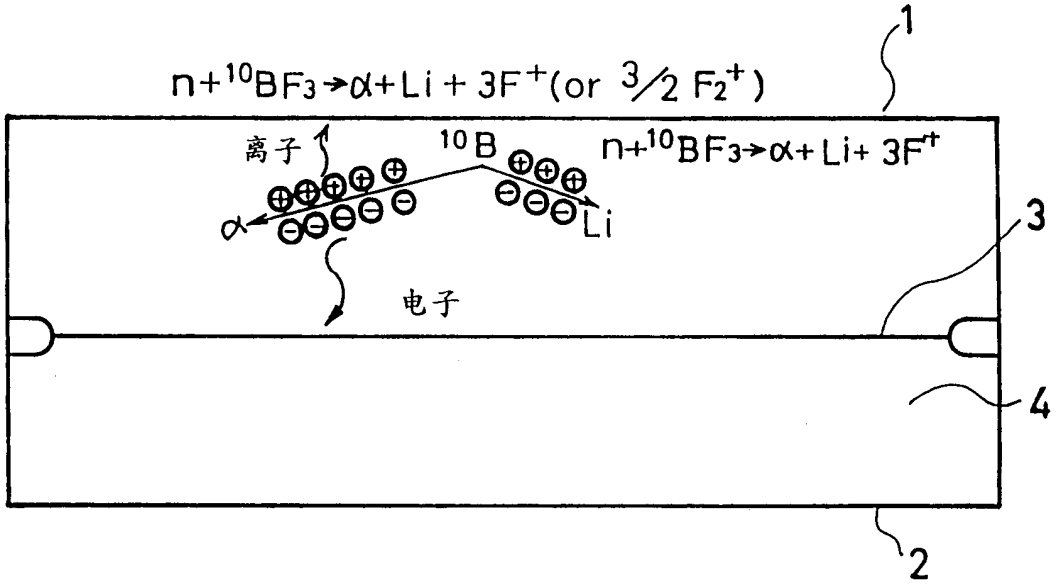


图 8