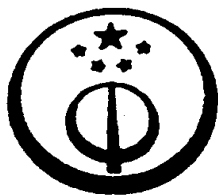


[19]中华人民共和国专利局

[11]授权公告号
CN 1020823C



[12] 发明专利说明书

[21] 专利号 ZL 89 1 00456

[51]Int.Cl^s
G21C 9/02

[45]授权公告日 1993年5月19日

[24]颁证日 93.3.26

[21]申请号 89 1 00456.4

[22]申请日 89.1.27

[30]优先权

[32]88.1.27 [33]FR [31]8800926

[73]专利权人 法玛汤姆有限公司

地 址 法国吉伯瓦

[72]发明人 吉恩-米歇尔·鲍利

吉恩-露西恩·穆丽瓦特

吉尔伯特·西尼罗

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

代理部

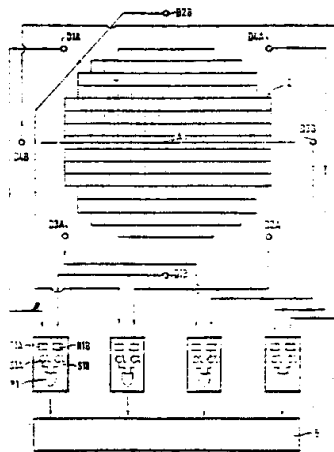
代理人 陆立英

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 反应抑制部件脱落时用保护核反
应堆的保护系统

[57]摘要

四个链提供保护以避免一束控制棒因故障而脱落而造成的后果。每个链都包括两个中子流量检测器 D1A、D1B 和两个第一级处理电路 R1A、S1A 和 R1B、S1B，它们分别与上述的两个检测器相联，每个第一级处理电路都在有关的检测器所测得的通量迅速下降时，提供一个第一级脱落信号，以及一个或门 P1，用以在至少一个上述第一级脱落信号存在时提供一个脱落输出信号。在接收至少两个链输出的脱落信号时第二级处理电路 6 使反应堆停止工作。



权 利 要 求 书

1. 反应抑制部件脱落时用于保护核反应堆的一种保护系统, 所述系统适用于具有一个垂直轴堆芯的反应堆, 该轴芯是核反应的部位, 所述的反应伴随中子流, 中子流在该轴周围至少得按一定角度分布, 上述堆芯具有在该轴周围至少按一定角度分布的几个垂直孔洞, 并且给堆芯提供了可控的反应抑制部件, 该部件能够落入上述的孔洞中以吸收中子通量, 由此控制核反应, 因而一个反应抑制部件因故障而落入一个孔洞就地吸收中子通量并且扰乱中子通量在该轴周围的分布情况, 而且继续上述核反应还会损坏堆芯, 系统包括:

多个独立的保护链包括中子通量检测器, 每个放在离上述轴(A)一段距离处用以测量中子通量, 该中子通量在一个上述的反应抑制部件脱落时减小, 检测器离开脱落发生的那个孔洞越近, 中子流减少就越多,

多个电路接收由上述中子检测器测量的中子通量并当上述测量的中子流量的减小时, 提供第一脱落信号, 使得上述反应抑制部件可能落下, 以及

在上述第二脱落信号产生时限制上述核反应,

上述系统的特征在于: 上述保护链不小于三个, 并且每个链都

包括：

1)至少两个上述中子通量检测器($D1A; D1B$)在上述轴(A)周围按大于 90° 的角度分开设置；

2)两个第一处理电路($RA, S1A, R1B, S1B$)分别与上述两个检测器相联,每个上述第一处理电路只有当由上述相连的检测器测出的中子通量减小,其减小率超过预定速度阈值时提供一个第一脱落信号,以及

3)一个中间处理电路($P1$)接收上述第一脱落信号并且当从上述二个第一处理电路中的至少一个来的第一脱落信号时,提供一个中间脱落信号。

上述系统进一步包括4)一个第二处理电路(6),接收从不小于三个保护链来的上述中间脱落信号,并且只有当收到从两个各自的保护链来的不少于两个上述中间脱落信号时提供一个第二脱落信号；

因此,一方面,减小在上述一个反应抑制部件没脱落时,欲提供上述第二脱落信号的危险,另一方面,在一个上述的反应抑制部件脱落,甚至在导致由多个上述检测器接收的中子适量减小但不超过预定变化阈值,所述的检测器离接受脱落的反应抑制部件的那个孔洞较远,以及甚至一个上述保护链无故障以致无法提供,上述中间脱落信号的情况下提供上述第二脱落信号。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于:该系统适用于这

样的反应堆,其堆芯(2)与正方形对称于其中心一样具有围绕上述轴(A)相同的对称性;

所述保护链(D1A、R1A、S1A、D1B、R1B、S1B、P1)的个数为四个,和

所述的检测器(D1A、D4B、D3A、D1B、D2A、D3B、D4A、D2B)环绕上述轴以接近45°的角距分布。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于所述的多个保护链(D1A、R1A、S1A、D1B、R1B、S1B、P1)中的每一个都包括两个检测器(D1A、D1B),它们环绕上述轴(A)以135°角度分开设置。

4. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于所述的多个保护链(D1C、R1C、S1C、D1D、R1D、S1D、P1)中的每一个都包括两上述检测器(D1C、D1D),它们环绕上述轴(A)以180°角度分开设置。

反应抑制部件脱落时用于
保护核反应堆的保护系统

本发明涉及核反应堆。

本发明通常用于以下情况：

反应堆具有一个垂直轴，反应堆堆芯产生的核反应伴生中子流在该轴周围（垂直地）分布。该堆芯有多个垂直孔洞分布在该轴周围，该堆芯还备有多个可控的反应抑制部件（或称“控制棒”），这些部件可落入上述孔洞内以吸收中子流，以此控制核反应。于是，一个上述反应抑制部件因故障而落入一个孔洞内吸收那里的中子流，并扰乱该轴周围的中子流的分布情况，继续进行核反应可能会损坏该堆芯，这就是要设置保护系统的原因。为了安全起见，这样的系统通常包含至少三个分立的保护链。每个保护链都包括：

一个中子通量检测器，它设在离该轴一段距离处，用以测量该处的中子通量，其中一个反应抑制部件脱落时，中子通量将减少，该检测器越靠近发生上述脱落事故的孔洞，这种中子流减少量就越大；和

一个第一级处理电路，它与检测器相联，仅仅在检测器测出的中子流减少并且减少的速率超过预定的速率阈值时提供一个第一级脱落信号。

上述检测器以一定的角度分布在该轴周围。

上述系统还包含一个第二级处理电路，该电路接受所述保护链输

输出的脱落信号，并且只有在接受分别来自两个链的不止两个脱落信号时提供一个第二级脱落信号，以此，来减少其中一个反应抑制部件未脱落时就提供这样的第二级脱落信号的危險；和

在得到第二级脱落信号时限制核反应的装置。

更具体地说，假定有一束或多束控制棒（即反应抑制部件）落入增压水型（PWR）的核反应堆的堆芯的情况。这种脱落的后果将扰乱堆芯的中子流的分布，这种干扰可能很大，并且会引起水沸腾的危机，如不采取保护措施由此将会损坏燃料棒。这样的一种保护性措施具体地说就是采用上述限制核反应的装置。

鉴于这种危險情况和其它的危險情况，核反应堆的电气保安部件可分为四个独立无关的组（称之为“保护链”）。每一组都与其它组无关。它们各由分立的电源供电，并且将它们置于单独的房间内。互连一给定组的各种元件的电缆走的路径与其它组所用的路径不同而且是隔开的。

反应堆的功率由安装在该反应堆外面的短响应时间的中子通量检测器测量，这种测量结果为安全部件所采用。由于容积和部位的原因，每个测量点只有一个检测器，而不象其它测量情况有四个检测器。每个检测器归属于一个保护链。

以常规的方式，反应堆的堆芯呈方格柵形状位于限定的正方形内。相对于上述的限定的正方形，四个中子通量检测器放在它的对角线上（见图1）。但不言而喻本发明的系统同样适用于六边形格柵反应堆。

当四个链中的两个链（2 / 4 逻辑）观测到通量急降的现象（它

比阈值速率更负，而典型的阈值速率是每秒标称通量的2%~3%)这时，应采取对反应堆保护措施。该速度是被测通量对时间的导数，因此该导数是频繁地加以检查的。

在事故发生后，因控制棒束下落而使核功率瞬时下降时，以及反馈和调节系统还没有起到实质性作用之前，该阈值几乎立即被超过。这样的反馈系统往往在核功率和汽轮机所需功率之间重新建立平衡，该汽轮机通常由该核反应堆供能。

甚至在四个保护链中有一个出故障(单一故障准则)的情况下，堆芯必须得到保护。限制堆芯核功率的一束或多束中子吸收束通常一出现，就引起中子通量的径向扰动本质上是可以接受的。然而，业已发现当一束或多束控制棒因故障突然脱落时，这种干扰可以使远离突然脱落的那束或那些束的一个甚至两个检测器发出的脱落检测信号大为衰减，因此在这种情况下，只有最靠近的两个检测器给出有意义的信号。有必要假定这些检测器中的一个有毛病，这就是为什么按上述单一故障准则必须假定一些束的脱落所需的保护性措施在事实上得不到实行的原因，因为上述的脱落不会由保护系检测出来。因此，在选定锅炉尺寸时必须考虑这种脱落很有可能得不到可靠检测的情况，而这种考虑也就导致锅炉的性能一直受到限制。

本发明的特定目的就是通过采用一套系统，使建造者因保护系统未能检出一束控制棒脱落故障风险而承受的许多约束(压力)得以减轻，以改进核锅炉的运行性能。

本发明提供一个系统，该系统通常包括：

所述的保护链；

所述的第二级处理电路；和

所述的用以限制所述核反应的装置。

本发明的系统与上述先有技术的系统相比，其特征在于每个所述的保护链都包括：

至少有两个中子通量检测器以大于 90° 的角度分开布置在该轴周围；

两个第一级处理电路分别与上述两个检测器相联，用以提供第一级脱落信号；和

一个中间处理电路，用以接收第一级脱落信号，并在接收两个第一级处理电路中至少一个电路的至少一个第一级脱落信号时，提供一个中间脱落信号；

由上述保护链输出端提供的、并由第二级处理电路接收的上述脱落信号，是由上述中间脱落信号组成的，因此，在一个上述反应抑制部件脱落时，甚至在致使多个远离上述孔洞（该孔洞是接受上述反应抑制部件的）的检测器接收的中子通量的减少不超过上述预定的变化速率阈值时，以及甚至在上述链中的一个链出故障时，从而它可以妨碍离上述孔洞较近的一个检测器产生一个第一级脱落信号。在这两种情况下提供第二脱落信号。

最好的是，当所述的反应堆堆芯在平面图中具有方形的对称性，并且保护链的个数为四时，所述的多个检测器在该轴周围以 45° 的角距配置，那末每个保护链包括两个检测器以 135° 或 180° 的角距在该轴周围分布。

上文阐述的本发明的实施（应用）情况将以非限制性实例的方式结合所附示意图予以描述。在几张示意图中出现相同项目时，用相同的符号表示。

当然，所提到的项目也可用起相同技术功能的其它项目来代替。

图 1 是上述先有技术的系统的梗概图；

图 2 是本发明的与第一实施例相配合的第一个系统的梗概图；

图 3 是本发明的与第二实施例相配合的第二个系统的梗概图。

参见图 1，先有技术的增压水核反应堆包括一个具有垂直轴 A 的堆芯 2。俯视该堆芯呈方栅格形状，方栅格的边在局部构成上述的正方形。这个正方形的四个角因为它们不构成该堆芯的组成部分而被省略掉，这就是图中未画出的原因。只有正方形的四个边的中间部分如 4 以图示出，因为它们构成该堆芯的边缘部分。

该堆芯有两条平行于其两对侧面的中轴线和两条平行于其两对对角线的对角轴线。四个中子通量检测器 D 1、D 2、D 3、D 4 配置在该堆芯的对角轴线上并靠近该堆芯的外侧处，亦即，它们环绕垂直轴 A 在图中由起始边向上展开的角所量出的下列角度 45° 、 135° 、 225° 、 315° 的位置上设置。四个相同的保护链的每一个都包括这四个检测器中的一个。以检测器 D₁ 为例，它和作为微分器 R 1 和其后的阈值部件 S 1 的第一级处理电路在一起。在一束控制棒因故障而脱落发生在该检测器附近时，或者在先前建立的中子通量分布有可能检测的条件下甚至在离开该检测器一段距离处时，第一级处理电路也都提供上面提到的第一脱落信号。

第二级处理电路 6 接收来自四个保护链输出端上提供的脱落信号即所谓第一级脱落信号，如果它收到上述链的输出端上两个信号，则该电路就提供上面提到的第二级脱落信号。

这个第二脱落信号控制着用以保护该反应堆的一些措施（图中未示出），它们会使所有的控制棒几乎立即下落。

从这个先有技术的系统来看，本发明的特征在于使用四个附加的检测器并将它们与保护链内的四个常规的检测器相配合。

这四个附加的检测器不需要与这四个常规的检测器相同，并且将它们放在堆芯的中轴线上和堆芯的外侧。

尽管角距 45° 不是绝对必要，但是检测器最好是均匀分布的。

图 2 和图 3 所示的两个系统确保在一束棒发生脱落事故时，至少应有三个不同保护链的三个检测器在该束棒的附近，从而产生大的脱落信号，这样，甚至在一个链出故障时该系统保证提供 $2/4$ 逻辑保护。

这两个系统的区别如下：

图 2 所示的第一个系统具有链对称的优点，亦即每个链都有一个对角线上的检测器和一个中轴线上的检测器。

图 3 所示的第二个系统就检测一项故障脱落的概率而论是最优化的，亦即，四个相邻的检测器总是属于四个不同的链。

然而，相对于检测器而言，这些链是不对称的，亦即，其中有两个链只装有对角线位置的检测器，而其它的两个链只使用中线位置的检测器。

上述两种解决方案究竟取哪一种，取决于检测器的特性。（而其特性取决于检测器的中线或对角线位置）还要考虑本发明所用的处理电路置于处理单元内的独特性，该处理单元除了提供上述这些功能以外还提供保护功能。

更具体地说，如图 2 所示，本发明的第一个系统包括 8 个检测器： $D 1 A$ 、 $D 4 B$ 、 $D 3 A$ 、 $D 1 B$ 、 $D 2 A$ 、 $D 3 B$ 、 $D 4 A$ 、 $D 2 B$ 分别置于 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、

270°、315°、360°角的位置上。就单一一个链而言，如第一链包括两个检测器D1A和D1B，它们的标注号包含相同的数符。此外，每个链还包括两个第一级处理电路R1A、S1A和R1B、S1B，它们分别与两个检测器中的一个相联，并且它们与构成或门的中间处理电路P1联在一起。如图3所示的本发明的第二个系统中，检测器与第一个系统的位置相同，但次序如下：D1C、D2C、D3C、D4C、D1D、D2D、D3D、D4D，并且数符与该检测器所属链的链数码相同。

例如，第一链包括第一级处理电路R1C、S1C和R1D、S1D，它们分别与检测器D1C和D1D相联，它们与中间处理电路P1联在一起。而其它方面，该系统都与第一个系统相同。

图. 1

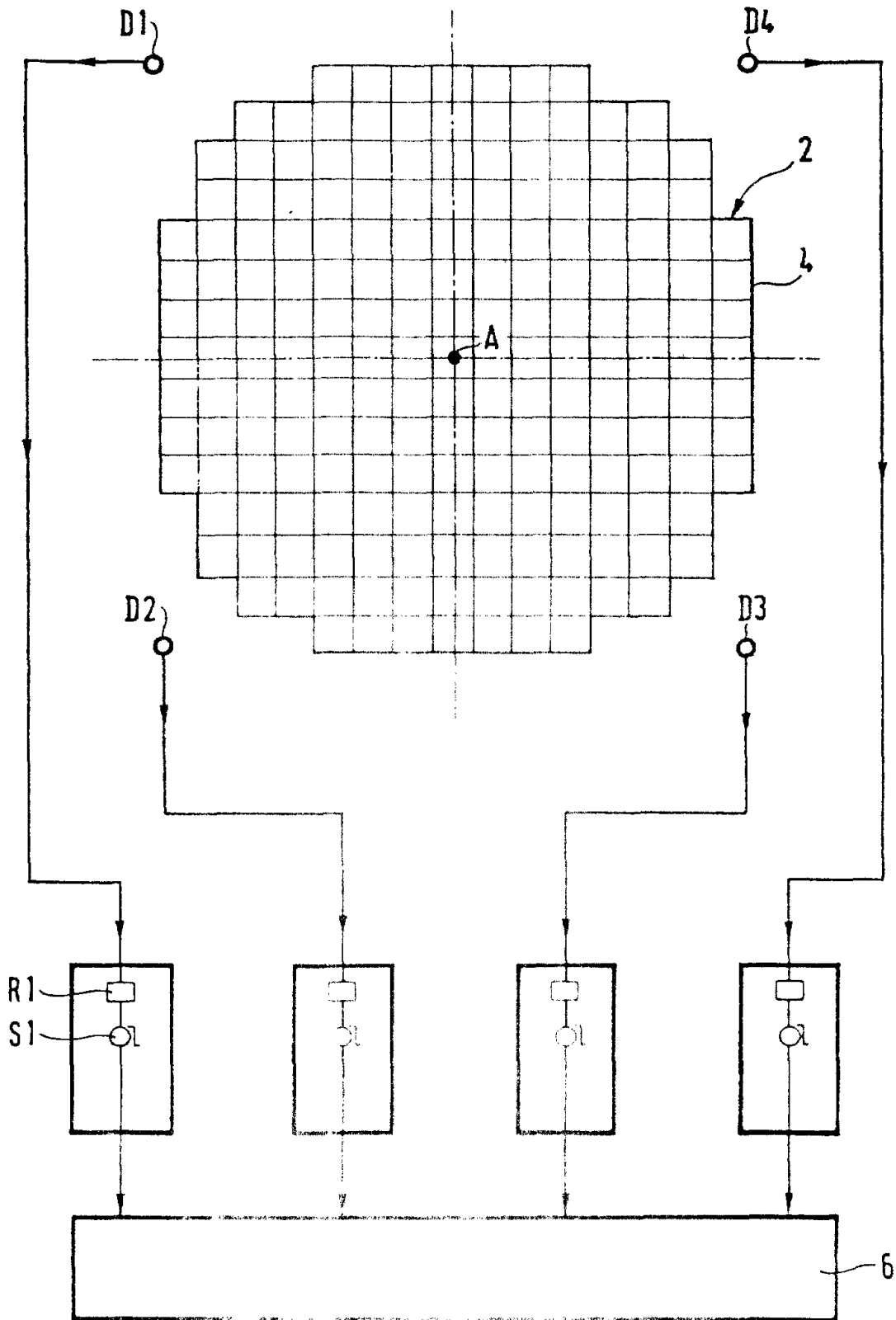


图. 2

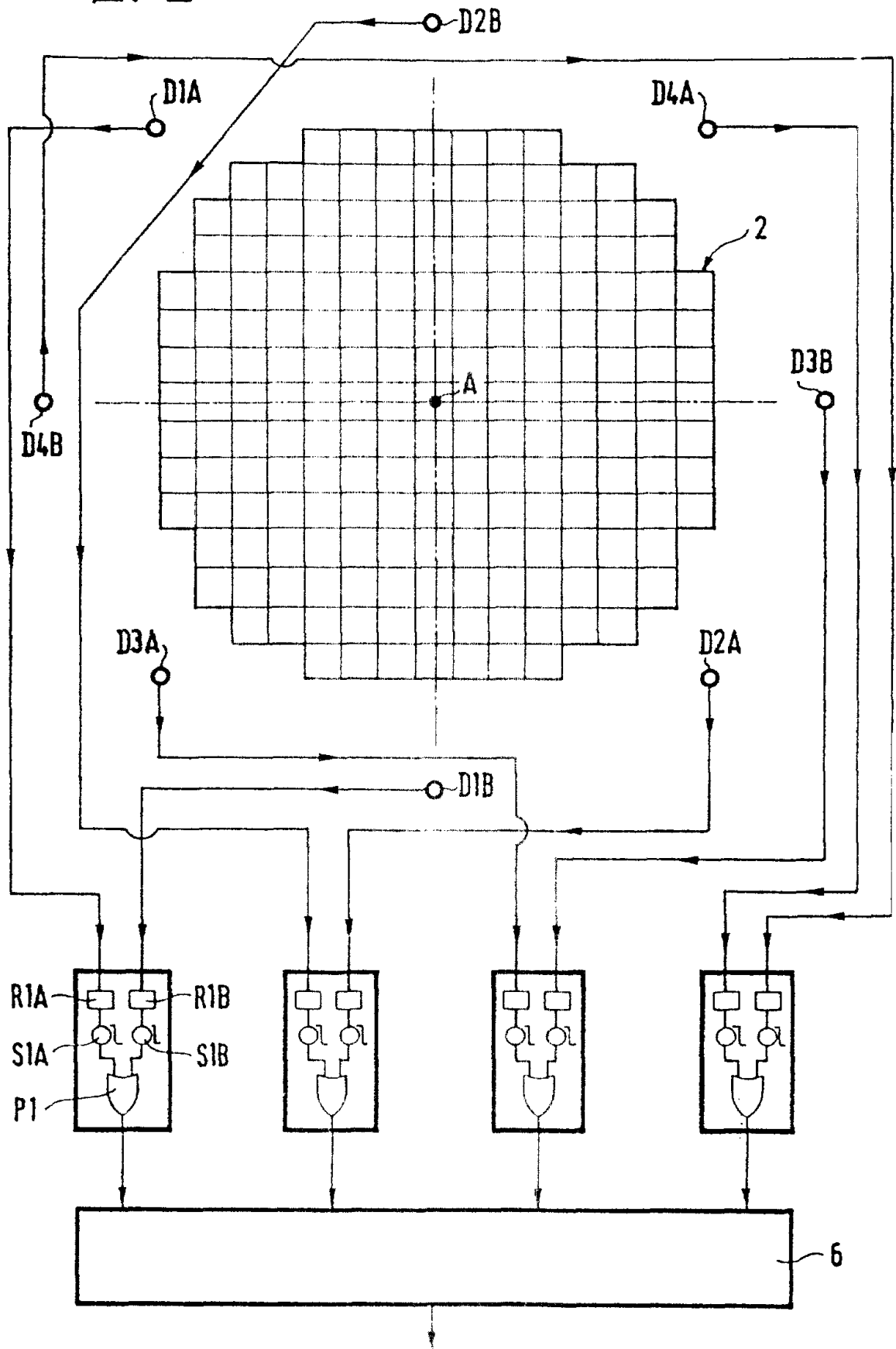


图 3

