

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01D 5/26 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510099460.5

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100483075C

[22] 申请日 2005.8.26

[21] 申请号 200510099460.5

[30] 优先权

[32] 2004.8.26 [33] US [31] 10/927990

[73] 专利权人 约翰尼斯海登海恩博士股份有限公司

地址 德国特劳恩罗伊特

[72] 发明人 E·迈尔 R·E·弗兰克林

[56] 参考文献

US6727493B2 2004.4.27

US5698851A 1997.12.16

US20030155492A1 2003.8.21

EP0710819A1 1996.5.8

US4259570A 1981.3.31

审查员 苏爱华

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 黄力行

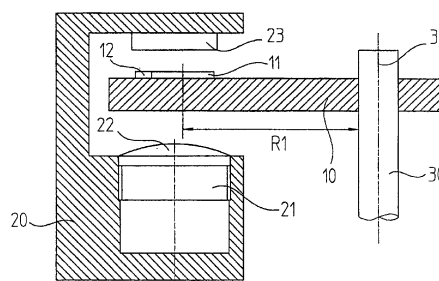
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于光学编码器的检测器阵列

[57] 摘要

一种用于光学检测器的光电二极管检测器阵列，其包括多个光电二极管，其中各光电二极管可在检测器阵列相对于标度运动时提供位置信号。提供了多个开关元件，以便以限定的方式将各光电二极管与其它光电二极管选择性地组合起来。开关元件允许针对至少两个不同的标度半径而将光电二极管明确地组合起来，从而在每种情况下都产生限定数量的位置信号。光电二极管的组合在这至少两个不同的标度半径之间是不同的。



1. 一种用于光学编码器的检测器阵列，其可提供可相对于所述检测器阵列运动的标度的位置信息，所述检测器阵列适合于结合至少两个具有不同半径的标度来使用，所述检测器阵列包括：

多个光电二极管，各光电二极管配置成可在所述检测器阵列相对于所述标度运动时提供位置信号；和

多个开关元件，其配置成以限定的方式将各光电二极管与其它光电二极管选择性地组合起来；

其中，所述开关元件配置成允许针对至少两个不同的标度半径而将所述光电二极管明确地组合起来以产生位置信号，所述光电二极管的组合在所述至少两个不同标度半径之间是不同的。

2. 根据权利要求1所述的检测器阵列，其特征在于，所述多个光电二极管设置在至少两条光电二极管轨道中，各所述轨道包括光电二极管在径向方向上延伸的部分光电二极管阵列，这些不同的光电二极管轨道设置成彼此同心。

3. 根据权利要求2所述的检测器阵列，其特征在于，所述轨道中的部分光电二极管阵列包括位于所述轨道中的物理性分隔开的光电二极管，所述轨道彼此之间相对移动了预定的周向位移量。

4. 根据权利要求1所述的检测器阵列，其特征在于，所述不同的标度半径包括第一有限半径和第二有限半径，所述第一有限半径不同于所述第二有限半径。

5. 根据权利要求1所述的检测器阵列，其特征在于，所述不同的标度半径包括第一有限半径和第二无限半径。

6. 根据权利要求2所述的检测器阵列，其特征在于，各所述光电二极管配置成当所述检测器阵列相对于所述标度运动时提供相对于所述标度具有限定相位关系的扫描信号，这样，通过将用于各个不同标度半径的光电二极管和开关元件组合起来，就可以产生限定数量的相

移扫描信号。

7. 根据权利要求6所述的检测器阵列,其特征在于,不同轨道中的光电二极管设置成可产生具有相同相位关系的增量扫描信号,所述开关元件配置成可将不同轨道中的光电二极管连接起来。

8. 根据权利要求6所述的检测器阵列,其特征在于,各轨道中的多个相邻的光电二极管设置成可产生具有相同相位关系的增量扫描信号,所述开关元件配置成可将所述多个相邻光电二极管连接起来。

9. 根据权利要求6所述的检测器阵列,其特征在于,所述至少两条光电二极管轨道包括包含有部分光电二极管阵列的两条轨道,各所述轨道包括四组光电二极管,其配置成可产生相位关系为 0° 、 90° 、 180° 和 270° 的四个增量扫描信号。

10. 根据权利要求9所述的检测器阵列,其特征在于,各组光电二极管包括相同数量的光电二极管。

11. 根据权利要求6所述的检测器阵列,其特征在于,所述轨道中的部分光电二极管阵列包括位于轨道中的物理性分隔开的光电二极管,通过相应的开关配置便可将不同的相位关系分配给沿着同一径向方向延伸的光电二极管。

12. 根据权利要求6所述的检测器阵列,其特征在于,所述检测器阵列可相对于所述标度在径向方向上移动一段径向位移量,从而在测量方向上的整个阵列长度内建立起所有光电二极管输出信号的所需相位关系。

13. 一种检测器阵列,用于提供具有周向设置的旋转标度和至少一个指示标记的可旋转码盘的位置信息,所述检测器阵列适合于结合至少两个具有不同半径的旋转标度来使用,所述检测器阵列包括:

多个光电二极管,各所述光电二极管配置成当所述检测器阵列相对于所述旋转标度运动时提供基准信号;和

多个开关元件,其配置成以限定的方式将各光电二极管与其它光电二极管选择性地组合起来;

其中，所述开关元件配置成允许使所述光电二极管针对至少两个不同的旋转标度半径而明确地组合起来，从而产生至少一个限定的基准信号，并且所述光电二极管的组合在所述至少两个不同标度半径之间是不同的。

14. 根据权利要求 13 所述的检测器阵列，其特征在于，各所述轨道包括两组光电二极管，其配置成可产生两个相位彼此之间移动了 180° 的指示扫描信号。

15. 一种旋转编码器，其包括可旋转码盘和根据权利要求 1-14 中的至少一项所述的光电二极管检测器阵列。

用于光学编码器的检测器阵列

技术领域

本发明涉及一种用于光学编码器的检测器阵列。具体地说，本发明涉及用于不同旋转标度半径的可切换的检测器阵列。

背景技术

用于确定两个可动物体之间的相对位置的某些光学编码器是传统类型的。可以确定线性运动方向和旋转运动方向上的相对位置。在这些系统中，一个物体通常与测量刻度相连，而另一物体则与扫描单元相连。在线性编码器的情况下，使用了带有线性测量刻度的线性标度，而在旋转编码器的情况下，使用了带有圆形测量刻度的码盘。用于线性运动或旋转运动的扫描单元具有一个或多个照明源，以及一个或多个光电检测元件。对于检测元件而言，通常使用光电二极管。

在最近几年中，线性编码器和旋转编码器已经变得越来越普及，它们具有作为检测元件的多个叉指型光电二极管。这种检测器排列也称为相控阵列或结构化的光电检测器。以下将使用用语“检测器阵列”。

这些检测器排列传统上具有以阵列方式设置在半导体芯片上的光电二极管。光电二极管的排列必须以独特的方式适应于各种编码器配置。这意味着光电二极管的所需几何排列如其长度、宽度和间距都依赖于所选择的扫描配置，尤其依赖于扫描测量刻度的刻度周期或刻度间距。对于某些由测量刻度的给定刻度间距来限定的测量分辨率而言，存在有明确限定的光电二极管排列。因此，如果需要通过改变到不同的扫描刻度间距来改变编码器的分辨率，那么还将

需要修改光电二极管阵列的设计，以便获得所需的扫描配置或分辨率。在这种情况下，需要进行大量的设计工作以修改光电二极管阵列的布局。

为了解决上述问题，已公布的欧洲专利申请 No.0710819 介绍了针对具有不同刻度周期的若干不同测量刻度而使用带有多个光电二极管的检测器阵列。为此，所有可用的光电二极管中只有一定数量的光电二极管必须根据扫描刻度而被触发。在所有情况下都需要一种自适应过程来确定对于一定扫描刻度而言需要触发哪些光电二极管。这种系统的一个缺点是，其可能需要复杂的 ASIC（专用集成电路）来控制该自适应过程。另一缺点是，系统的触发阶段需要专用的工具盘，其应当允许使光照射在多个增量数据信号组上。此外，在载体衬底上需要许多用于存储器和相关电路的空间，这与系统的尽可能小型化的宗旨相违背。

因此，美国专利 No.6727493 介绍了一种可轻易改变分辨率的检测器阵列，其通过引用完整且明确地结合于本文中。为此目的，分辨率选择单元与光电二极管阵列相连，并用于控制阵列的分辨率，其中所有与光电二极管阵列相关的光电二极管都处于工作状态下，而与分辨率选择单元所选择的实际分辨率无关。在旋转装置的情况下，这种排列允许在限定的旋转标度半径下在不同的分辨率或不同的码盘间距之间进行切换。

然而，如果带有位于具有第二半径的码盘上的旋转标度的编码器是其中第一和第二半径不同的另一应用所必需的，那么美国专利 No.6727493 并未提供解决方法。在这种情况下，必须再次为每个旋转标度半径设计不同的光电二极管阵列。这需要进行更多的设计工作以修改光电二极管阵列的布局，使其可用于扫描具有至少第二旋转标度半径的码盘上的旋转标度。

如果为一定标度半径而优化的指示标记必须由合适的光电二极管检测器阵列来扫描，那么会产生相似的问题。码盘上的指示标记

通常用于产生所谓的基准信号，其指示沿着测量刻度的某一限定的绝对位置。在这种情况下，如果必须为不同的码盘半径优化光电二极管检测器阵列，那么也需要进行新的设计工作。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种用于光学编码器的检测器阵列，其可结合具有不同半径的不同标度来使用。

本发明的一个示例性实施例可提供一种用于光学编码器的光电二极管检测器阵列，其可结合至少两个不同的标度半径来使用。

本发明的一个示例性实施例可提供一种用于扫描码盘上的旋转标度的带有检测器阵列的旋转编码器，其中光电二极管检测器阵列可结合至少两个不同的旋转标度半径来使用。

本发明的一个示例性实施例可提供一种用于旋转编码器的光电二极管检测器阵列，其可用于扫描具有不同旋转标度半径的码盘上的指示标记。

根据本发明的一个示例性实施例，光学编码器可提供可相对于检测器阵列移动的标度的位置信息，检测器阵列可结合至少两个不同的标度半径来使用。检测器阵列包括多个光电二极管，当检测器阵列相对于标度移动时，各光电二极管均提供位置信号。为了选择性地各光电二极管与其它光电二极管以限定的方式组合起来，提供了多个开关元件。这些开关元件设置成使得光电二极管可针对至少两个不同的标度半径而明确地组合起来，从而产生位置信号，并且光电二极管的组合在这至少两个不同的标度半径之间是不同的。

这些多个光电二极管可设置在至少两条光电二极管轨道上，各轨道均包括光电二极管沿径向延伸的部分光电二极管阵列。不同的光电二极管轨道可彼此同心地设置。

轨道中的部分光电二极管阵列可包括轨道中的物理性分隔开的光电二极管，这些轨道彼此之间相对移动了预定的周向位移量。

这些不同的标度半径可包括第一有限半径和第二有限半径，其中第一有限半径不同于第二有限半径。

这些不同的标度半径可包括第一有限半径和第二无限半径。

在一个示例性实施例中，各光电二极管可配置成当检测器阵列相对于标度运动时提供相对于标度具有限定相位关系的扫描信号，这样，通过针对各个不同的标度半径而将光电二极管和开关元件组合起来，就可以产生限定数量的相移扫描信号。

光电二极管可设置在不同的轨道上，以产生具有相同相位关系的增量扫描信号，其中开关元件配置成可将不同轨道中的光电二极管连接起来。

在各轨道上可设置多个相邻的光电二极管，从而产生具有相同相位关系的增量扫描信号，其中开关元件配置成可将该多个相邻的光电二极管连接起来。

所述至少两条光电二极管轨道可包括包含有部分光电二极管阵列的两条轨道，各轨道包括四组光电二极管，其配置成可产生相位关系为 0° 、 90° 、 180° 和 270° 的四个增量扫描信号。

各组光电二极管可包括相同数量的光电二极管。

轨道中的部分光电二极管阵列可包括位于轨道中的物理性分隔开的光电二极管，通过相应的开关配置便可将不同的相位关系分配给沿着共同径向方向延伸的光电二极管。

在一个示例性实施例中，检测器阵列设置成可相对于标度在径向方向上移动一段径向位移量，从而在测量方向上在整个阵列长度内建立起所有光电二极管输出信号的所需相位关系。

根据一个示例性实施利，检测器阵列可提供具有周向设置的旋转标度和至少一个指示标记的可旋转码盘的位置信息。这种检测器阵列适合于结合至少两个具有不同半径的旋转标度来使用。检测器阵列包括多个光电二极管，各光电二极管配置成当检测器阵列相对于旋转标度运动时可提供基准信号。该阵列还包括多个开关元件，

其配置成可选择性地将各光电二极管和其它的光电二极管以限定的方式组合起来。开关元件配置成允许使光电二极管针对至少两个不同的标度半径而明确地组合起来，从而产生至少一个限定的基准信号，并且该光电二极管的组合在这至少两个不同标度半径之间是不同的。

各轨道可包括两组光电二极管，其配置成可产生两个彼此之间相移了 180° 的指示扫描信号。

在一个示例性实施例中，旋转编码器包括可旋转码盘和如上所述的光电二极管检测器阵列。

本发明的一个示例性实施例可提供在光学编码器中修改标度半径的简易性，不必设计不同的光电二极管检测器阵列。传统的光电二极管检测器阵列可结合具有不同半径的标度来使用。

另外，这里所介绍的特征也可结合指示信号的检测来使用，该指示信号通过扫描具有不同半径的码盘上的指示标记来产生。在这种情况下，也可以产生如上所述的与能够降低检测器阵列的设计成本相关的相似特征。

附图说明

下面将介绍并在附图中显示本发明示例性实施例的这些和其它的特征和方面。

图 1 示意性地显示了光学旋转编码器的侧视图。

图 2 示意性地显示了光电二极管检测器阵列的示例性实施例，以及两个具有不同半径的旋转标度的局部图。

图 3a 示意性地显示了图 2 所示光电二极管检测器阵列的示例性实施例应用于具有第一半径的第一旋转标度中的情况。

图 3b 示意性地显示了图 2 所示光电二极管检测器阵列的示例性实施例应用于具有第二半径的第二旋转标度中的情况。

图 3c 是图 3b 所示检测器阵列的局部放大图。

图 4a 是图 3a 所示检测器阵列的详细图。

图 4b 显示了适用于具有第一半径的第一旋转标度的图 4a 所示检测器阵列。

图 4c 显示了适用于具有第二半径的第二旋转标度的图 4b 所示检测器阵列。

图 5 显示了用于解释为某一旋转标度半径而优化光电二极管检测器阵列的示例性方法的流程图。

图 6 显示了码盘上的一部分标度和一部分光电二极管阵列。

图 7 示意性地显示了对检测器阵列的外部区域处的光电二极管的所得失配进行校正的另一可能性。

图 8 示意性地显示了光电二极管检测器阵列的示例性实施例以及两个用于不同旋转标度半径的标度指示标记。

图 9a 示意性地显示了图 8 所示光电二极管检测器阵列的示例性实施例应用于半径 R1 处的第一指示标记中的情况。

图 9b 示意性地显示了图 8 所示光电二极管检测器阵列的示例性实施例应用于半径 R2 处的第二指示标记中的情况。

具体实施方式

图 1 示意性地显示了根据本发明一个示例性实施例的光学旋转编码器的截面图。这种旋转编码器能够产生与两个旋转物体的运动相关的位置信息。例如，其可用于机床和电动机的应用中。

该示例性实施例的光学编码器包括带有增量旋转标度 11 的码盘 10。旋转标度 11 由带有沿着测量方向交替设置的不透明和透明的矩形区域的轨道组成。旋转标度 11 围绕旋转轴线周向对称地设置在码盘 10 上，并具有如图 1 所示的限定半径 R1。码盘 10 由玻璃或塑料制成，而旋转标度 11 的不透明区域由沉积在衬底材料上的铬制成。码盘 10 安装在轴 30 上，轴 30 例如可与无电刷式电动机的转子相连。

此外，旋转编码器具有扫描单元 20，其包括光源 21、准直透镜

22 和检测器阵列 23。在图 1 所示的示例性实施例中，旋转标度 11 设置在位于一侧的光源 21 及准直透镜 22 与位于另一侧的检测器阵列 23 之间。光源 21 所发出的光经透镜 22 校直，并传输透过码盘 10 上的旋转标度 11。设置在检测平面上的检测器阵列接收透射光，如果旋转标度 11 绕轴线 31 旋转，则该透射光是经旋转标度 11 调制的。在一个示例性实施例中，在检测平面上产生了依赖于码盘的旋转来进行循环调制的干涉图样。检测器阵列 23 以传统的方式扫描该调制后的干涉图样，以产生扫描信号 S0、S90、S180、S270。在设置在下游的控制单元中进一步处理这些与位置相关的亮度调制信号 S0、S90、S180、S270。

除了带旋转标度 11 的轨道之外，在邻近增量旋转标度 11 的限定位置处的码盘 10 上的另一轨道中设置了指示标记 12。指示标记 12 用于在沿着测量路径的明确限定的绝对位置处产生所谓的基准信号，这样，通过扫描增量旋转标度来进行的增量测量可以一定的绝对位置作为基准。在一些备选的示例性实施例中，也可以在码盘上设置多个指示标记，等等。

虽然这种透射光式编码器的示例的旋转标度 11 包括沿着测量方向交替设置在码盘 10 上的透明和不透明区域的增量图样，但是在入射光式编码器的示例性实施例中，旋转标度也可由高反射率和低反射率的交替区域组成。

在图 1 中只是示意性地显示了编码器的结构，这是因为其机械构造的细节被认为是本领域的普通技术人员已知的。

图 1 所示的旋转编码器的扫描单元 20 的检测器阵列 23 可与具有不同半径的标度一起使用。为了扫描例如不同的旋转标度，不需要设计全新的检测器阵列硬件。相同的检测器阵列硬件可在不同的配置状态下使用，以便扫描不同半径的至少两个标度。基于这种灵活性，可以显著地减少本来必须要有的设计工作。

在图 2 中示意性地显示了这一原理，图中显示了光电二极管检

测器阵列 123 的一个示例性实施例,以及具有不同半径 $R_1, R_2 (R_1 > R_2)$ 的两个旋转标度 111.1、111.2 的局部视图。在透射光式编码器的示例性实施例中,旋转标度 111.1 和 111.2 由带有交替设置的不同光学属性的区域如透明区域和不透明区域的轨道组成。检测器阵列 123 和旋转标度 111.1 或 111.2 可沿着测量方向 x 相互间运动。同一光电二极管检测器阵列 123 可用于扫描具有第一半径 R_1 的第一增量旋转标度 111.1,以及扫描具有第二半径 R_2 的第二增量旋转标度 111.2。如图 2 示意性所示,半径 R_1 和 R_2 是不同的。

如图 2 所示,光电检测器阵列 123 包括多个位于检测平面内的用作光电检测装置的矩形光电二极管 124。光电二极管 124 沿着测量方向 x 彼此相邻地设置在至少一个部分圆弧上。测量方向 x 对应于旋转标度 111.1、111.2 的旋转运动方向。在一个示例性实施例中,光电检测器阵列 123 包括 120 个单独的光电二极管 124,这些光电二极管 124 具有长度 $l=400\mu\text{m}$ 和宽度 $b=60\mu\text{m}$ 。

如果在图 1 的旋转编码器中使检测器阵列 123 相对于旋转标度 111.1 或 111.2 运动,光电检测器阵列 123 的各光电二极管 124 便提供了周期性的扫描信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} ,其相对于被扫描的旋转标度 111.1、111.2 具有限定的相位关系。那些产生具有相同相位关系的扫描信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} 的光电二极管 124 相互电连接,并形成了一组可提供限定相位的扫描信号的光电二极管。在一个示例性实施例中,由光电二极管 124 产生的扫描信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} 都是正弦形的。各个不同相位的扫描信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} 由一定数量的单个光电二极管 124 产生,它们可通过开关元件适当地连接或切换到一起。可产生四个正交的扫描信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} ,它们的相位彼此之间移动了限定的相位量。扫描信号 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} 相对于信号 S_0 相移了 90° 、 180° 和 270° 。正交的扫描信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} 可通过设置在下流的评估单元以传统的方式进行处理,从而可获得两个例如用于控制目的的增量输出

信号 A、B，该输出信号 A、B 彼此之间有 90° 的相移。

图 3a 和 3b 示意性地显示了图 2 的检测器阵列应用于具有半径 R1 和 R2 的不同旋转标度 111.1、111.2 中的情况。由于不同的切换状态或配置状态，在图 3a 和 3b 中用不同的标号 123_1、123_2 来指明检测器阵列。在图 3a 和 3b 中，检测器阵列 123_1、123_2 中的光电二极管的不同阴影线表示检测器阵列中的光电二极管的不同相位关系。在这两种情况下，显示了四种不同类型的阴影线，其表示存在有通过扫描相应的旋转标度 111.1 或 111.2 而产生的四个相位不同的扫描信号 S0、S90、S180 和 S270。

从图 3a 和 3b 中的检测器阵列 123_1 和 123_2 的比较中可以看出，对于两个不同的半径 R1、R2 而言，在检测器阵列中存在两种不同的将光电二极管连接和切换到一起的明确方式。在图 4a 到 4c 中解释并示意性地显示了通过合适的开关元件来实现阵列 123_1 和 123_2 的不同切换状态的方式。

如图 2、3a 和 3b 所示，用于该示例中的检测器阵列包括相邻且彼此同心地设置的两条光电二极管轨道。各光电二极管轨道包括在径向方向上延伸的矩形（或更精确地为梯形）光电二极管的部分光电二极管阵列。该部分光电二极管阵列包括在可适当地彼此相连的两条轨道中物理性分隔开的光电二极管。在检测器阵列中也可以这种方式设置超过两条轨道。

提供两条或多条同心排列的光电二极管轨道可减少由检测器阵列中的外部光电二极管所产生的信号具有错误的信号相位关系的情况发生。通过实现这种排列，可以为各轨道中的各光电二极管分配相对于被扫描的标度结构来说为所需（或正确）的相位关系，从而可避免阵列中的外部光电二极管的潜在相位误差。否则，例如外部光电二极管可能由于其在径向方向上的长度扩展而不具备正确的相位关系。

关于在不同的轨道上提供两个部分光电二极管阵列以及其特定

的几何排列，存在有可以实现的几种不同的示例性实施例。

可以设置不同的部分光电二极管轨道，其彼此之间相对地移动了限定的位移量，从而可避免某些光电二极管的相位误差。在这一方面，可将整个的部分光电二极管阵列彼此相对地移动，并且选择性地只将部分光电二极管阵列中的某些光电二极管移动所需的位移量。

在各轨道中的光电二极管之间无周向位移量也是可以的，但是此时通过合适的开关配置来将不同的相位关系分配给沿着同一径向方向延伸的光电二极管。这可提供更简单的制造工艺。

图 3c 是适合于在半径 R_2 下工作并根据这一原理设计的检测器阵列配置 111.2 的左外部区域的放大视图。在图 3c 中，用不同的阴影线标示了提供不同信号相位的光电二极管。在图 3c 中，显示了例如为内部的部分光电二极管阵列 123_2A 中的光电二极管 124(180)_A 分配相位关系 180° 而为外部的部分光电二极管阵列 123_2B 中的径向相邻的光电二极管 124(0)_B 分配相位关系 0° 的方式。

在这两种配置状态下，将检测器阵列中的提供了相同相位关系的信号的光电二极管电连接起来。

作为使用相同检测器阵列和至少两个不同的旋转标度半径 R_1 、 R_2 的基本要求，需要检测器阵列包括多个开关元件。开关元件用于以明确限定的方式针对各扫描标度半径来组合单个的光电二极管，从而保证在这至少两种情况下产生具有所需相位关系的输出信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270} 。在这两种情况下组合光电二极管的方式是不同的。

不需要基于某一编码结构所产生的光分布来使光电二极管阵列适应某一标度结构的动态自适应过程。相比而言，可以如下所述地确定适合于扫描具有有限几何形状即相应半径的标度的阵列配置状态，然后为所选择的半径固定这种配置状态。不需要其它的自适应过程。

图 4a 是如结合图 2 所述的检测器阵列 123 以及多个开关元件 125.1 至 125.7 和用于四个不同扫描信号 S0、S90、S180、S270 的四根信号线 126.1 至 126.4 的局部示意图, 其中这些扫描信号相对于被扫描的标度结构的相位关系是不同的。为了清晰起见, 图 4a 至 4c 中的示意图只显示了图 3a、3b 中的两个部分光电二极管阵列中的一个。标号 124.1 至 124.7 表示检测器阵列 123 中的所示 7 个光电二极管, 检测器阵列 123 包括 120 个单独光电二极管的典型应用。各光电二极管 124.1 至 124.7 都与开关元件 125.1 至 125.7 相连。开关元件 125.1 至 125.7 包括两个单独的开关 1、2, 其允许将相应的光电二极管 124.1 至 124.7 与四根信号线 126.1 至 126.4 中的至少一根相连。如果利用光电二极管阵列来扫描具有半径 R1 或半径 R2 的标度, 则必须触发不同的开关元件 125.1 至 125.7 中的开关 1 或开关 2。如果扫描更多 (如 N 个) 不同的半径, 每个开关元件必须要有更多 (如 N 个) 开关。通过合适的控制线可以限定的方式来触发开关元件 125.1 至 125.7 及其开关 1、2。单个光电二极管 124.1 至 124.7 和恰当信号线 126.1 至 126.4 之间的正确连接选择取决于由检测器阵列 123 所扫描的标度半径。

为了显示这一原理, 图 4b 和 4c 显示了两种不同的方式, 其中图 4a 所示检测器阵列 123 的光电二极管 124.1 至 124.7 与信号线 126.1 至 126.4 相连, 以产生不同标度半径 R1、R2 下的四个相移的扫描信号 S0 至 S270。检测器阵列的两种不同配置 123_1、123_2 导致了这两个示例性实施例。另外, 在图 4b 和 4c 中还显示了具有透明和不透明区域的不同半径的被扫描标度结构 111.1、111.2 的一部分。

因此, 如图 4b 中所示的检测器阵列部分 123_1 适合于扫描具有第一半径 R1 的第一旋转标度, 如图 4c 中所示的检测器阵列部分 123_2 适合于扫描具有第二半径 R2 的第二旋转标度。为此, 必须为不同的光电二极管 124.1 至 124.7 分别分配四个不同信号相位 0°、90°、180°、270°或信号线 126.1 至 126.4 中的一个。

以下将结合图 5 来说明在这两种情况下为不同的光电二极管 124.1 至 124.7 分配不同的信号相位 0° 、 90° 、 180° 、 270° 或信号线 126.1 至 126.4 的方式。

如图 4b 和 4c 所示,在这两种情况下因所选择的开关状态不同,导致了相位不同的光电二极管 124.1 至 124.7 的不同分布。在图 4b 中,为扫描半径 R1 而优化的检测器阵列中的光电二极管 124.1 至 124.7 被分配了信号相位 0° 、 90° 、 90° 、 180° 、 270° 、 0° 、 0° 。相比而言,为扫描半径 R2 而优化的检测器阵列中的光电二极管 124.1 至 124.7 被分配了信号相位 0° 、 90° 、 180° 、 270° 、 0° 、 90° 、 180° 。这两种阵列配置可提供用于产生所需的四个相位不同的扫描信号 S0 至 S270 的合适信号质量。

下面将结合图 5 所示的流程图和图 6 的示意图来描述一种方法,其中可通过适当地触发开关元件来为光学旋转编码器中的至少两个不同标度半径中之一优化用来产生四个正交增量扫描信号的给定的适当光电二极管检测器阵列。

在步骤 S10 中启动优化过程之后,在步骤 S20 中必须限定可在所需应用中用作旋转标度的码盘图样。这意味着必须选择码盘上的旋转标度的半径 R。此外,步骤 S20 要求选择增量旋转标度的间距 P。被扫描的增量标度的间距 P 定义为图 6 所示标度的相邻设置的不透明和透明部分的组合长度。步骤 S20 还要求限定标度结构的径向延伸范围,并限定标度的不透明和透明部分的特定几何形状。

在已经选择了旋转标度的几何数据之后,接下来的步骤 S30 至 S70 涉及到光电二极管检测器阵列的优化,以及光电二极管或其部分与不同开关元件的适当定位或各自互连。

在步骤 S30 中,确定检测器阵列中的不同光电二极管相对于旋转标度结构的相位位置。结合这个步骤和随后步骤来参阅图 6,其显示了一部分标度结构 211 以及一部分光电二极管检测器阵列 223,其带有该检测器阵列 223 的数个光电二极管 D1 至 D10。此外,在图 6

中示意性地显示了光电二极管 D1 至 D10 与标度 211 之间的相位关系。

步骤 S30 首先要求限定用于产生信号 S0、S90、S180、S270 的光电二极管相对于标度结构的中心相位值。在图 6 所示的示例，将产生了信号 S0 的光电二极管 D1 的中心相位值选择为 40° ，将产生了信号 S90 的光电二极管 D2 的中心相位值选择为 115° ，将产生了信号 S180 的光电二极管 D3 的中心相位值选择为 180° ，将产生了信号 S270 的光电二极管 D4 的中心相位值选择为 250° 。

在优化过程的下一步骤 S40 中，检查由式(1a)、(1b)所表达的条件是否至少近似实现了检测器阵列中的不同光电二极管的排列：

$$\sum \cos(\varphi_{Dn}) \approx 0 \quad \text{式(1a)}$$

$$\sum \sin(\varphi_{Dn}) \approx 0 \quad \text{式(1b)}$$

其中， Dn 表示光电二极管 $Dn(n=1,2,3\dots)$ 相对于标度结构的相位关系， $-180^\circ < \varphi_{Dn} \leq 180^\circ$ 。

这些条件可示例性地理解成要求所有相位相同的光电二极管所产生的各信号的平均相位应当近似等于中心相位值。

如果至少近似地满足式(1a)和(1b)所表达的条件，并且适当地选择了光电二极管的相位位置，那么优化过程可前进到步骤 S50。否则，将按照步骤 S45 针对其相位位置对光电二极管进行交换，直至至少近似地满足式(1a)和(1b)时为止。通过触发不同的开关配置，可以实现优化过程中的光电二极管的交换。

在步骤 S50 中，对每个单独相位的光电二极管的数量进行进一步的检查。在这一方面，试图使产生了具有不同相位关系的信号的光电二极管的数量相等。这个要求可由下述关系(2)来表达：

$$N(0^\circ) \approx N(90^\circ) \approx N(180^\circ) \approx N(270^\circ) \quad \text{式(2)}$$

其中， $N(0^\circ)$ 表示产生 0° 信号的光电二极管的数量， $N(90^\circ)$ 表示产生 90° 信号的光电二极管的数量， $N(180^\circ)$ 表示产生 180° 信号的光电二极管的数量，而 $N(270^\circ)$ 表示产生 270° 信号的光电二极管的数量。

如果根据这一要求来选择用于不同信号相位的光电二极管的数量,那么可以保证检测器阵列所产生的所有增量扫描信号都具有大致相同的信号幅度和信号偏移量。这对于在后续的内插算法式电子设备中进一步处理这些信号来说是很重要的。

如果关系(2)也满足,那么便在步骤 S70 处完成该优化过程。否则就将按照步骤 S60 来交换不同的光电二极管,直至至少近似满足了这个条件为止。

通过借助适当开关元件而选择性地组合这些不同的光电二极管,就可在步骤 S45 和 S60 中实现检测器阵列中的光电二极管的适当交换。由于给定的硬件结构,只能近似地满足式(1a)、(1b)和(2)中的上述要求。然而,对于扫描具有不同标度半径的标度也可以使用相同的检测器阵列,并获得足够的信号质量。

针对用于检测器阵列的至少两个不同标度半径的各标度半径都可以执行该优化过程。作为这一过程的结果,可获得用于不同标度半径的合适配置的检测器阵列。

关于可能的标度半径,经过上述过程优化的检测器阵列可具有至少两个不同的有限半径值。然而,在两个半径值中的一个有限值而另一半径值是无限值的情况下,也可以使用相同的检测器阵列。这意味着对于旋转编码器和线性编码器来说,可以使用相同的检测器阵列硬件。

在图 2 所示的检测器阵列的示例中,阵列外部区域处的一定相位失配问题可通过分离阵列并如上所述地在径向方向上提供至少两个光电二极管轨道来解决。在图 7 中显示了处理这一问题的另一解决方法。

图 7 显示了可由检测器阵列 322 扫描的具有半径 $R1$ 的旋转标度 311 的一部分。为了保证检测器阵列 322 的外部光电二极管能产生相对于旋转标度 311 具有所需相位关系的扫描信号,可在扫描单元中设置该阵列使其径向移动一定的位移量 $\Delta R1$ 。在这一方面, $\Delta R1$ 描述

了从在完全重叠之处的检测器阵列 322 和旋转标度 311 的相对位置中计算得出的检测器阵列的位移量。

这种测量可保证所有光电二极管输出信号的所需相位关系都至少近似地建立在测量方向 x 上的整个阵列长度上。如果要扫描具有半径 $R2$ 的第二旋转标度, 该自适应的检测器阵列 322 必须设置成使其径向移动位移量 $\Delta R2$ 。

上述原理也可应用于通过用合适的检测器阵列扫描合适的指示标记而产生基准信号。参照图 8 至 10 将示意性地对此进行解释。

图 8 示意性地显示了光电二极管检测器阵列以及两个标度指示标记的示例性实施例, 其用于类似图 2 所示情况中的不同旋转标度半径, 其描述了对具有不同半径的两个增量旋转标度的扫描。在图 8 中省略了带有增量旋转标度的轨道。

图 8 所示的检测器阵列 223 可用于扫描第一指示标记 211.1 和第二指示标记 211.2。第一指示标记 211.1 和第二指示标记 211.2 可以传统的方式设置在具有不同半径的码盘上并邻近于增量旋转标度轨道。第一指示标记 211.1 可与图 2 中的旋转标度 111.1 一起使用, 而第二指示标记 211.2 可与图 2 中的旋转标度 111.2 一起使用。如图 8 所示, 这两个指示标记适用于一定的半径 $R1$ 或 $R2$ 并为之进行优化。

指示标记 211.1、211.2 包括位于码盘上的具有不同光学属性的区域的不规则分布。在如上所述的透射光式编码器中, 指示标记的区域是不透明和透明的。

与上述情况类似, 沿着测量方向 x 相对于指示标记 211.1 或 211.2 移动的检测器阵列 223 可用于扫描适合于不同半径的指示标记, 从而产生一个或多个限定的基准信号。这可能是由于阵列的不同光电二极管切换的灵活性以及合适的开关元件, 并使其适合于某个限定的指示标记的几何形状。

在图 9a 和 9b 中示意性地显示了不同半径下的检测器阵列 223_1、223_2 的合适开关状态以及不同指示标记。如图所示, 光电

二极管切换到一起的方式对于两个半径来说是不同的，并取决于所选择的指示标记结构。

因此，上述内容也可用于扫描不同半径下的指示标记。如果这种阵列与为不同半径而优化的指示标记一起使用，那么就不需要进行额外的与检测器阵列硬件有关的设计工作。

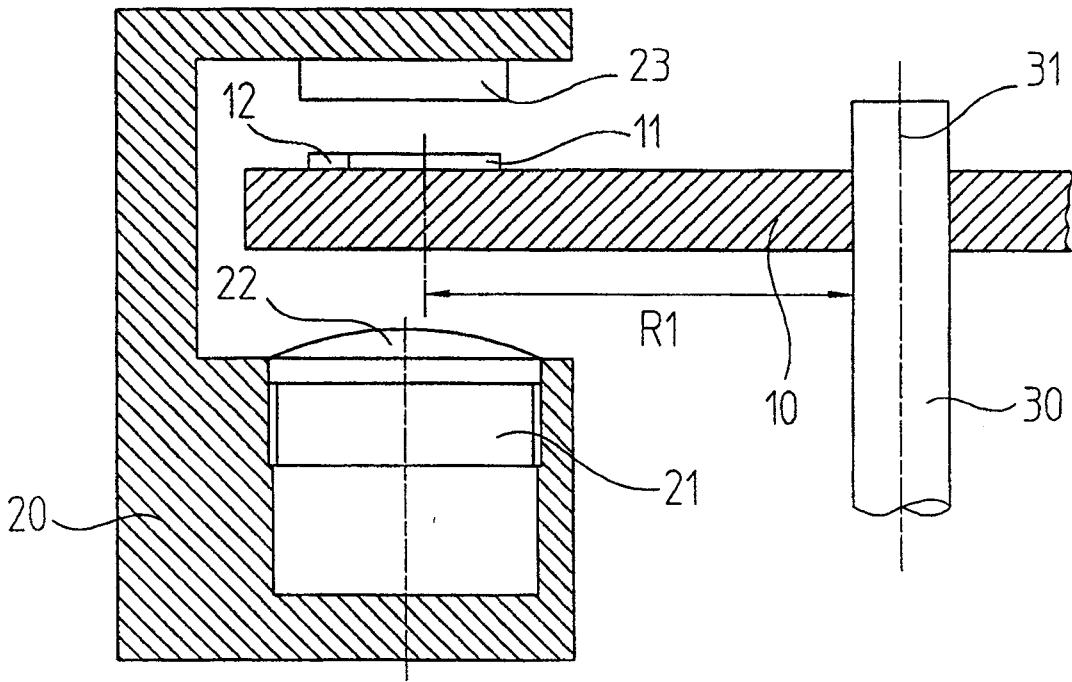


图 1

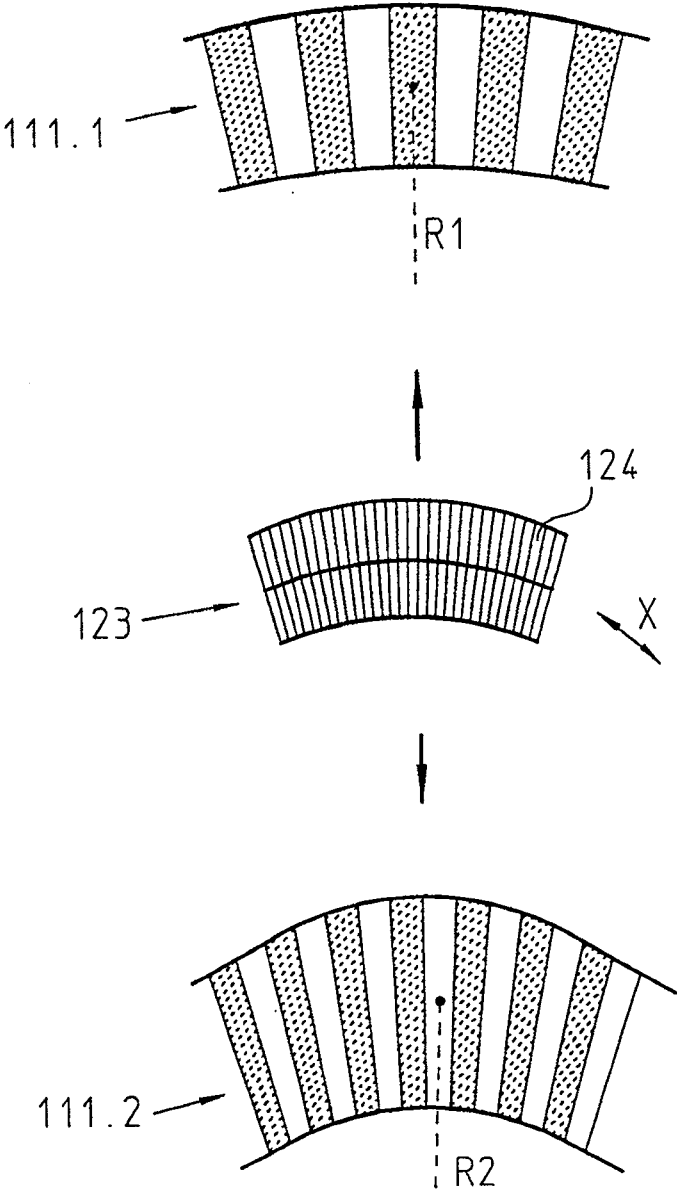


图 2

图 3a

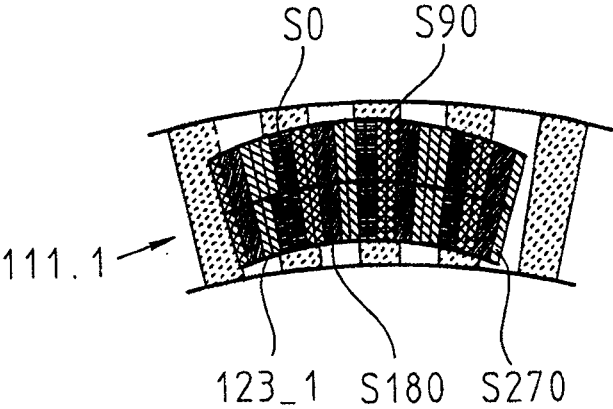


图 3b

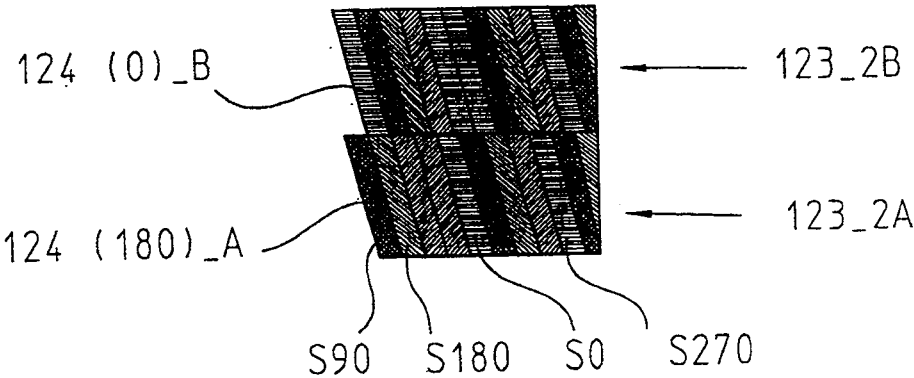
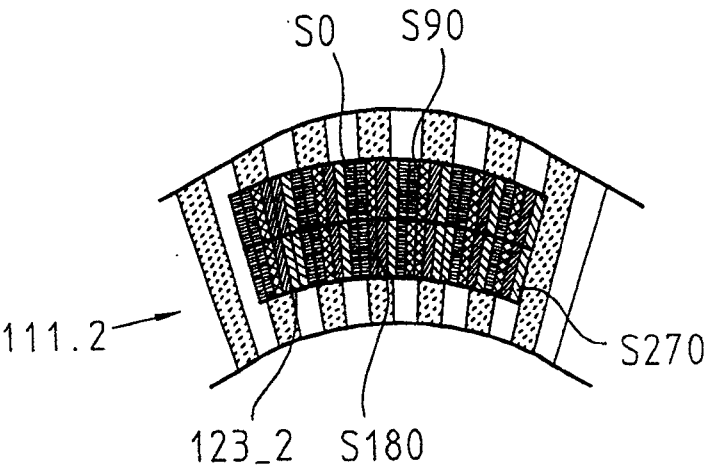


图 3c

图 4a

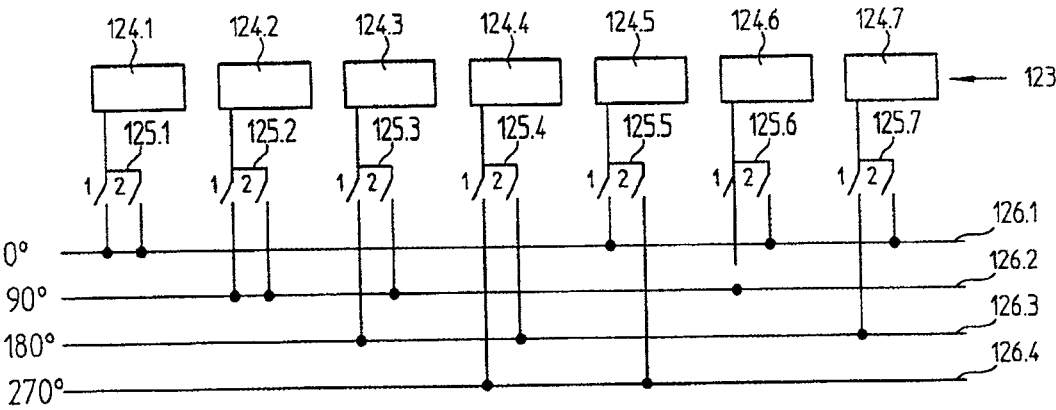


图 4b

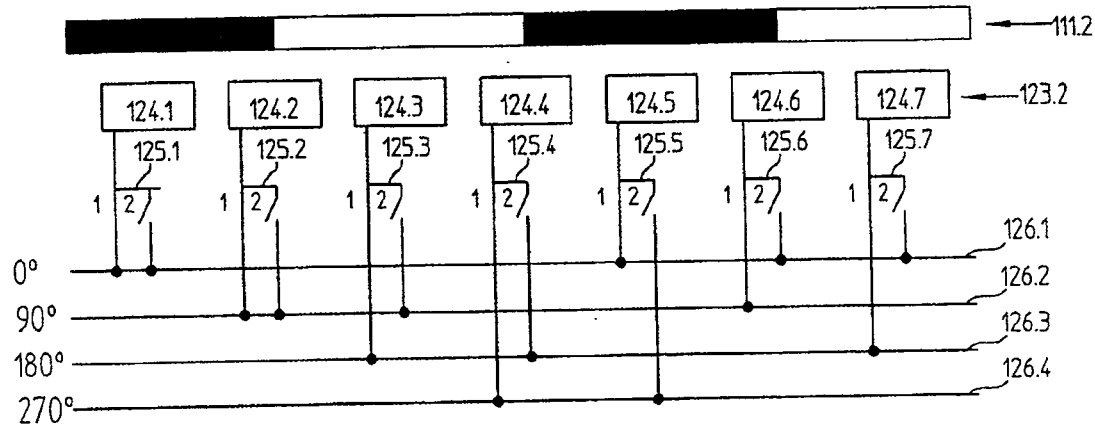
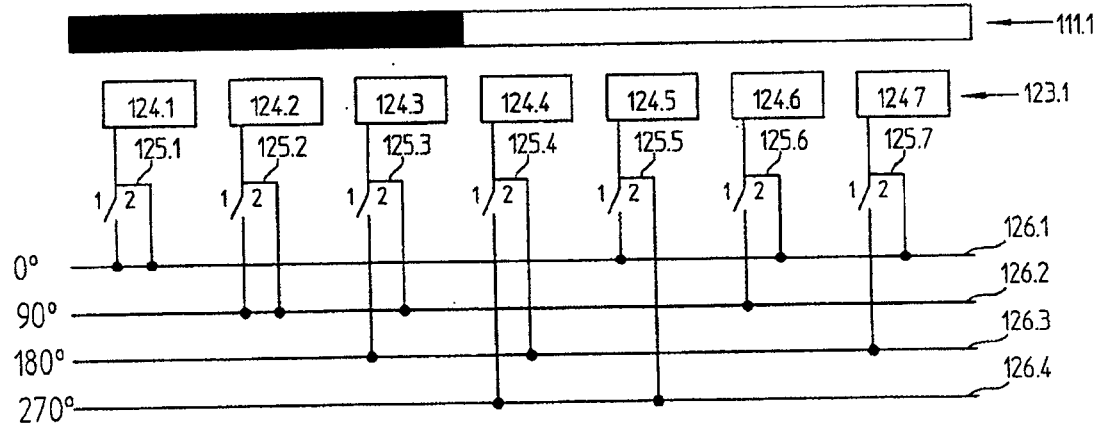


图 4c

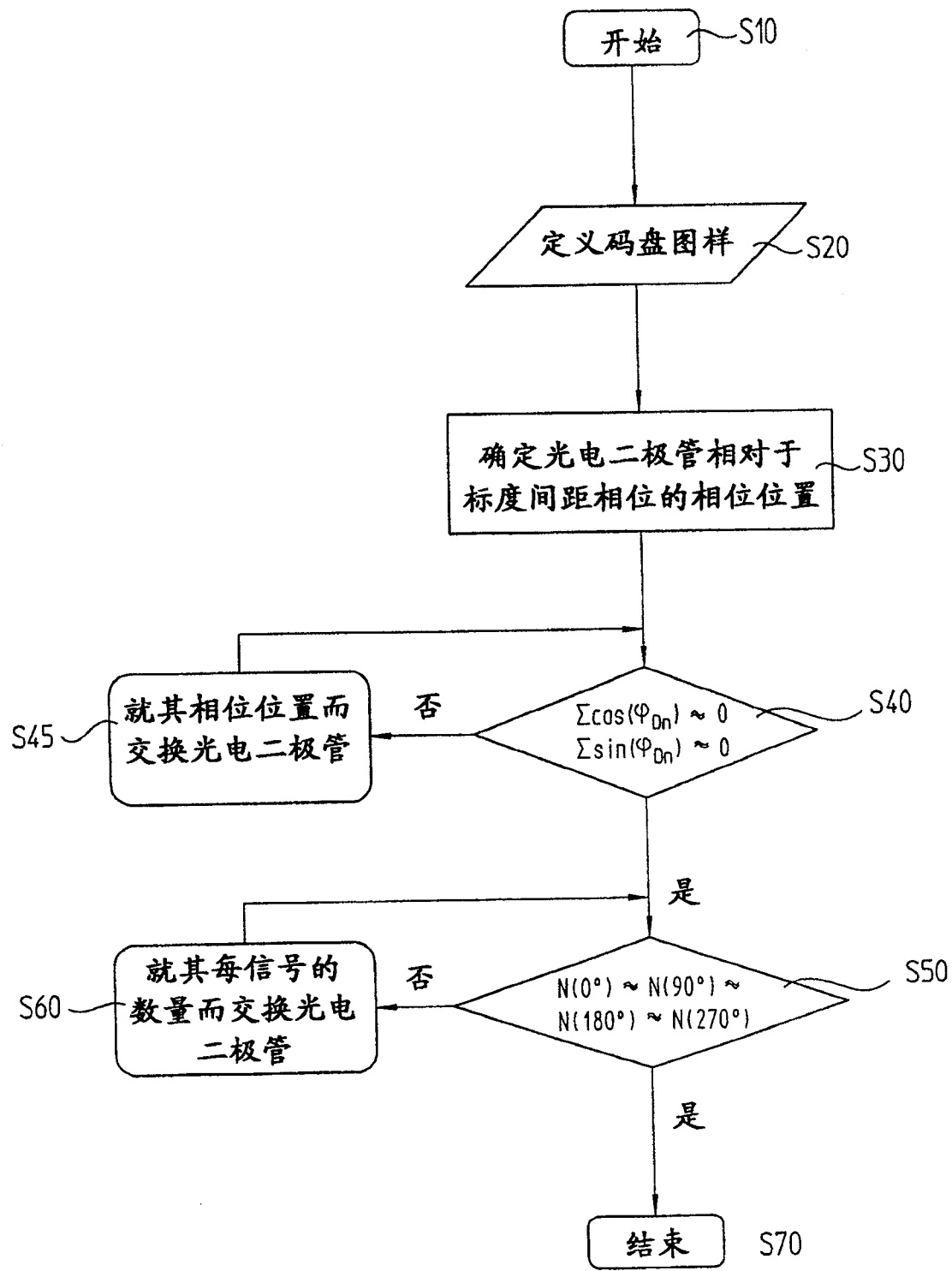


图 5

图 6

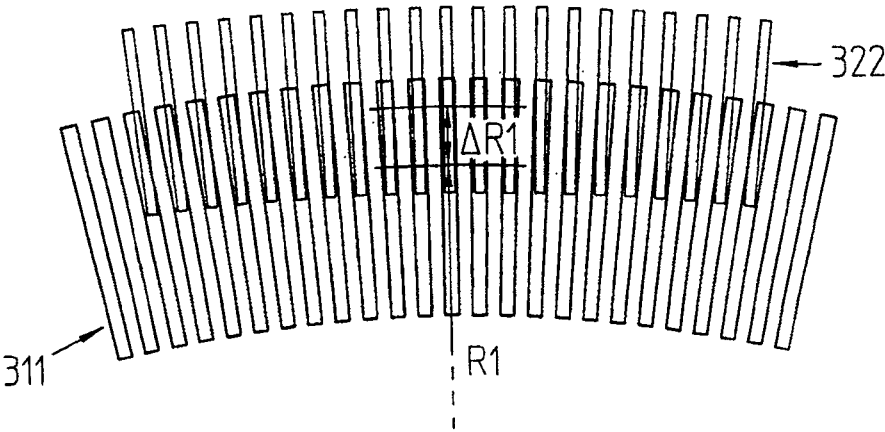
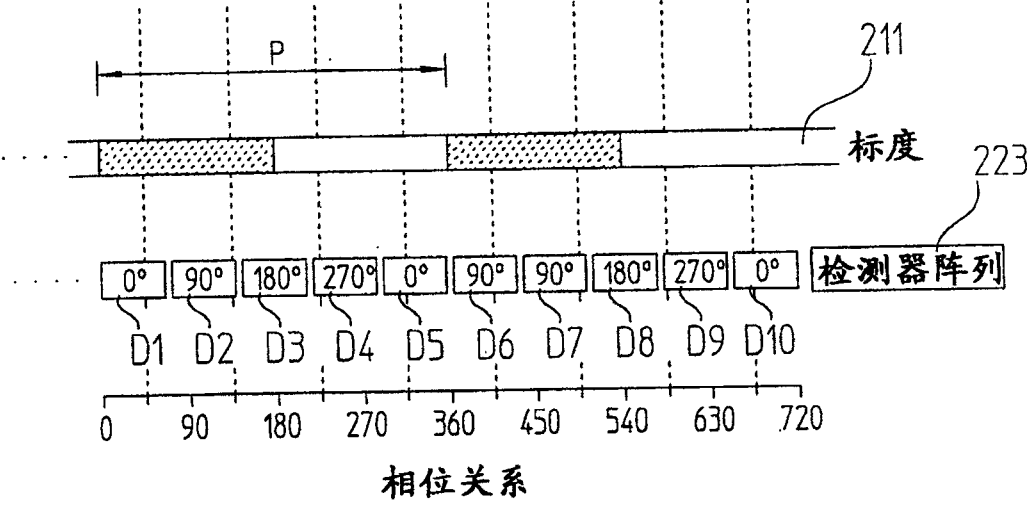


图 7

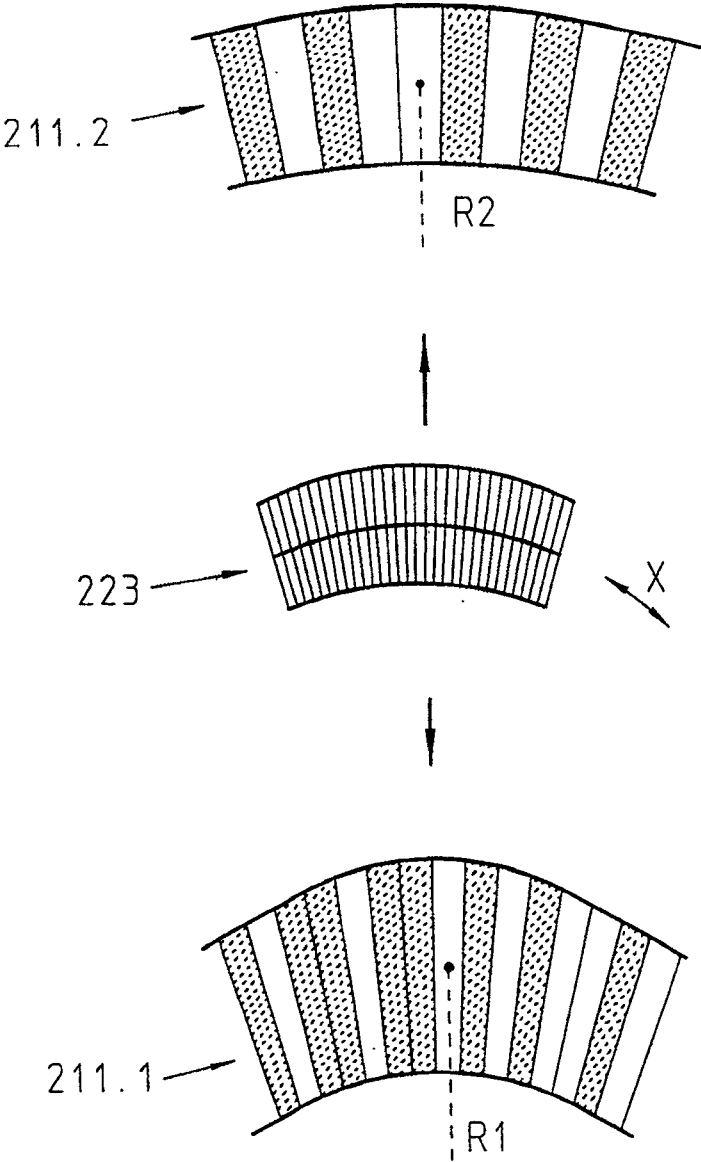


图 8

图 9a

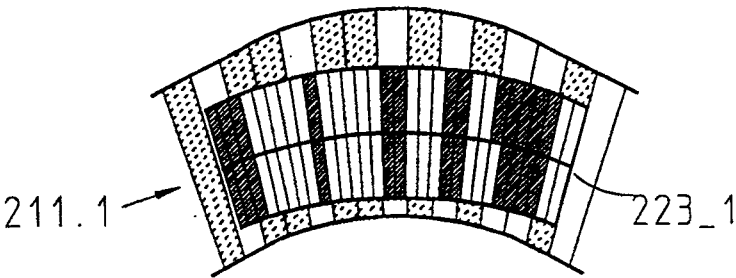
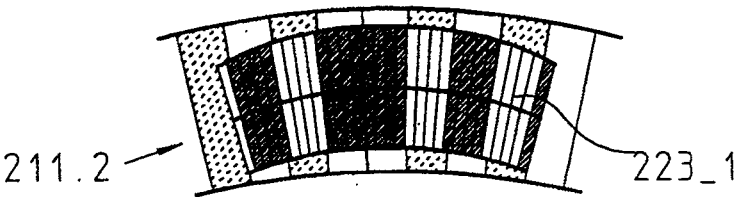


图 9b