

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01D 5/347 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410043295.7

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100335863C

[22] 申请日 2004.5.17

[21] 申请号 200410043295.7

[30] 优先权

[32] 2003.5.16 [33] JP [31] 139061/03

[73] 专利权人 三丰株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 小岛健司 高桥知隆

[56] 参考文献

US5841133A 1998.11.24

DE1282988B1 1968.11.14

CN1014935B 1991.11.27

WO0131292A1 2001.5.3

JP7151565A 1995.6.16

CN1017658B 1992.7.29

审查员 苏爱华

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 李贵亮 杨 梧

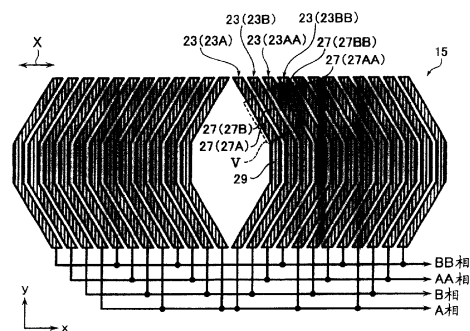
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

光电式编码器

[57] 摘要

提供一种光电式编码器。在光电式编码器的光接收芯片上，沿测定轴配置多个光电二极管。在这些光电二极管的各光接收面上，形成具有在 y 方向上延长的遮光部的第 2 光学格子。各光接收面有相对于遮光部延长的方向倾斜配置的部位。



1.一种光电式编码器，包括：

光源；

标尺，其包括被来自所述光源的光照射的第1光学格子；

多个光接收元件，分别包括入射基于照射到所述第1光学格子的光所生成的光信号的光接收面，并检测相位不同的多个光信号；以及

第2光学格子，包括配置在所述多个光接收元件的各光接收面上的遮光部；

其特征在于，所述多个光接收元件配置为相对所述标尺可沿测定轴相对移动，同时沿所述测定轴配置，使各光接收面相对于所述遮光部的延长方向倾斜。

2.如权利要求1所述的光电式编码器，其特征在于：

通过所述多个光接收元件，在配置了所述多个光接收元件的平面上，构成沿所述测定轴一端有凸部、另一端有凹部的第1和第2元件组，

所述第1元件组和所述第2元件组配置为所述凹部相互之间或凸部相互之间在所述平面上相互面对。

3.如权利要求1所述的光电式编码器，其特征在于：

配有包括所述多个光接收元件和所述第2光学格子的光接收芯片，

所述光接收芯片还包括：

接触部，其相对于所述多个光接收元件分别设置，在导电性的所述遮光部的下方连接到该遮光部，同时与所述光接收面接触；以及

所述光接收元件的布线，其相对于所述多个光接收元件分别设置，与所述遮光部连接。

4.如权利要求1所述的光电式编码器，其特征在于，所述多个光接收元件中相邻的光接收元件的光接收面上配置的所述第2光学格子的所述遮光部的空间性相位相互不同。

5.如权利要求1所述的光电式编码器，其特征在于，所述光接收面的一部分沿所述测定轴配置为相对于所述遮光部的延长方向倾斜。

6.如权利要求1所述的光电式编码器，其特征在于，所述光接收面的全部沿所述测定轴配置为相对于所述遮光部的延长方向倾斜。

光电式编码器

技术领域

本发明涉及用于精密测定的光电式编码器。

背景技术

以往，在直线位移和角度位移等的精密测定中使用光电式编码器（以下，有时也称为‘编码器’）。编码器被装载在三维测定机或图像测定机等上。编码器由光源、包含光学格子的标尺、以及相对标尺可与光源一起相对移动配置的光接收部构成。光接收部包括例如四个光接收元件（例如光电二极管（photodiode））、以及对应各光接收元件的光接收面配置的彼此相位不同的四个标定格子（index grating）。

下面简单说明编码器的动作。使光源与光接收部一起相对于标尺相对移动，同时将来自光源的光通过包含标尺的光学格子的光学系统照射到光接收部的四个标定格子。即，使光接收部的标定格子相对于标尺的光学格子相对移动，同时将来自光源的光照射到标尺的光学格子所生成的干涉条纹（interference fringes）（明暗图形的一例）照射到光接收部的标定格子。由此，生成正弦波状地变化光的强弱的四个光信号。这些光信号有相互不同的相位。这些光信号被对应各相位的光接收元件接收，利用进行光电变换产生的电信号来测定直线等的位移量。

相位不同的四个光信号是 A 相（0 度）的光信号、相位比 A 相偏移 90 度的 B 相（90 度）的光信号、相位比 A 相偏移 180 度的 AA 相（180 度）的光信号和相位比 A 相偏移 270 度的 BB 相（270 度）的光信号。使用 A 相和 B 相的原因是，根据前面检测出的是 A 相还是 B 相，来判断光接收部的相对移动的方向。此外，除了 A 相和 B 相的光信号以外，使用将它们反转的 AA 相和 BB 相的光信号的原因是，（1）除去包含在 A 相和 B 相的光信号中的直流分量，（2）确保光信号的可靠性和（3）确保高速跟踪性。

只要有相位不同的对应于多个光信号的数目的光接收元件，在原理上就可进行测定。因此，在相位不同的四个光信号的情况下，有四个光接收元件

就可以。这种第 1 类型的编码器例如公开在国际公开第 01/31292 号分册上(说明书第 5 页第 19 行~第 6 页第 7 行, 图 5)。

可是, 因光源的光强度分布和标尺面的污迹等原因, 有时在光量上产生偏差(不均匀性)。根据上述类型, 各相位的光信号分别在一个部位检测, 所以容易受到光量偏差的影响。例如, 在 A 相用的光接收元件的配置部位与其他光接收元件的配置部位相比照射的光的强度弱时, 由于 A 相的输出弱, 所以测定精度下降。

因此, 有通过将光接收元件仔细地分割并阵列状地排列, 使其兼备标定格子的功能, 而且将 A 相用的光接收元件、B 相用的光接收元件、AA 相用的光接收元件、BB 相用的光接收元件作为一组 (set), 沿编码器的测定轴方向 (x 方向), 将多个组阵列状地配置的第 2 类型的编码器。这种类型例如公开在 (日本) 特开平 7-151565 号公报 ([0014]段, 图 4) 中。将这样的光接收元件的配置称为一维 (one dimension) 配置。根据第 2 类型, 由于将检测各相位的光信号的部位分散在宽范围内, 可以减小光量偏差的影响 (以下, 将其称为 ‘平均效应 (averaging effect)’)。而且, 为了进一步提高平均效应, 还有除了测定轴方向 (x 方向) 以外, 沿 y 方向配置了多组的第 3 类型的编码器。这种类型例如公开在国际公开第 01/31292 号分册上 (说明书第 21 页第 6 行~第 22 页第 23 行, 图 16)。将这样的光接收元件的配置称为二维 (two dimensions) 配置。

提高平均效应在提高测定精度上十分重要。但是, 如果简单地提高平均效应, 则产生编码器的响应速度下降的问题。有关这个问题, 下面详细地说明。

光电二极管这样的光接收元件具有将 n 型半导体层和 p 型半导体层形成结的结构。如果这种结的电容增大, 则编码器的响应速度下降。因此, 结电容的增加对编码器的性能产生不良影响。光接收元件的结电容与光接收面的面积和光接收面的周围 (边缘) 的长度有相关关系。即, 如果面积和周围的长度增大, 则结电容增加, 如果面积和周围的长度变小, 则结电容减小。

在上述第 2 和第 3 类型中, 即使光接收面的面积的合计与第 1 类型的面积相同, 由于光接收元件的数目比第 1 类型多, 所以周围长度的合计增大。因此, 第 2 类型和第 3 类型与第 1 类型相比其结电容增大, 所以编码器的响应速度下降。如以上那样, 在现有技术中, 如果提高平均效应, 则光接收元

件的结电容增加。

第3类型通过将光接收元件二维配置，与光接收元件一维配置的第2类型相比，提高了平均效应。但是，在二维配置中，除了测定轴方向（x方向）以外，还沿y方向配置光接收元件。因此，第3类型与第2类型相比，由于光接收元件的数目多，所以光接收元件的结电容增加，编码器的响应速度下降的问题明显。

发明内容

本发明是鉴于这种问题的发明，其目的在于提供一种光电式编码器，其多个光接收元件的结电容的合计与一维配置相同，同时可获得与光接收元件的二维配置同样的平均效应。

本发明的光电式编码器包括：光源；标尺，包括被来自光源的光照射的第1光学格子；多个光接收元件，分别包括入射基于照射第1光学格子的光所生成的光信号的光接收面，并检测相位不同的多个光信号；以及第2光学格子，包括配置在多个光接收元件的各光接收面上的遮光部；其特征在于，多个光接收元件相对标尺可沿测定轴相对移动地配置，同时沿测定轴配置，使各光接收面相对于遮光部的延长方向倾斜。

根据本发明的光电式编码器，具有在各光接收面相对于第2光学格子的遮光部的延长方向倾斜的状态下，沿测定轴配置多个光接收元件的结构。因此，即使在一个方向上配置多个光接收元件，也可以形成与配置在两个方向（测定轴方向、遮光部的延长方向）上同样的状态。因此，多个光接收元件的结电容的合计与一维配置相同，同时可以获得与光接收元件的二维配置同样的平均效应。

在本发明的光电式编码器中，通过多个光接收元件，将沿测定轴一端有凸部、另一端有凹部的第1和第2元件组构成在配置了多个光接收元件的平面上，第1元件组和第2元件组配置为这些凹部之间或凸部之间在平面上相互面对。

根据该光电式编码器，可以将相对于遮光部的延长方向倾斜的光接收面均衡配置在配置了多个光接收元件的平面上。

在本发明的光电式编码器中，可以配有包括多个光接收元件和第2光学格子的光接收芯片，该光接收芯片还包括：接触部，相对于多个光接收元件

分别设置，在导电性的遮光部的下方连接到该遮光部，同时与光接收面接触；以及光接收元件的布线，其相对于多个光接收元件中的各光接收元件而设置，与遮光部连接。

根据该光电式编码器，通过第2光学格子的遮光部兼用作连接到光接收元件的布线，可以防止减少光接收面的有效光接收面积。

在本发明的光电式编码器中，可以是多个光接收元件中相邻的光接收元件的光接收面上配置的第2光学格子的遮光部的空间性相位相互不同。根据该光电式编码器，可以检测相位相互不同的光信号。

在本发明的光电式编码器中，可将光接收面的一部分或全部沿测定轴配置为相对于遮光部的延长方向倾斜。

附图说明

图1是表示第1实施方式的光电式编码器的概略结构的图。

图2是示意地表示从图1的第1光学格子侧观察的光接收芯片整体的平面图。

图3是仅示意地表示图2中光电二极管的图。

图4是仅示意地表示图2中第2光学格子的图。

图5是图2的V所示的区域的放大图。

图6是从VI(a)-VI(b)剖面观察图5所示区域的示意图。

图7是示意地表示第1实施方式的光电二极管排列的变形例的图。

图8是示意地表示在第2实施方式的光电式编码器中配有的光接收芯片的一部分的平面图。

图9是从IX(a)-IX(b)剖面观察图8的光接收芯片的示意图。

图10是从X(a)-X(b)剖面观察图8的光接收芯片的示意图。

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的光电式编码器的第1和第2实施方式。再有，在说明第2实施方式的图中，与用第1实施方式的标号表示的部分相同的部分，通过附以同一标号来省略说明。

第1实施方式

图1是表示第1实施方式的光电式编码器1的概略结构的图。本实施方

式以在光接收部中包括的光接收芯片的结构为主要特征,作为该理解的前提,说明光电式编码器1。首先,说明编码器1的结构。编码器1由发光二极管(LED(light emitting diode))3、以及以与其靠近的顺序配置的标尺5和光接收部7构成。

发光二极管3是光源的一例,将来自二极管3的光L照射到标尺5。标尺5包括由玻璃等透明材料构成的长形的透明衬底9。在图1中,表示其一部分。第1光学格子11形成在透明衬底9的与面对发光二极管3侧的面相反侧的面上。第1光学格子11包括以规定的间隔(pitch)线性(linear)配置的多个遮光部13。各遮光部13在图面的进深方向上延长。遮光部13由金属(例如铬)等构成。

光接收部7与标尺5间隔(gap)配置。光接收部7包括位于标尺5侧的光接收芯片15和搭载它的电路衬底17。在光接收芯片15内,形成未图示的多个光电二极管(以下,有时将‘光电二极管’记载为‘PD’)。这些PD的各光接收面朝向第1光学格子11侧。PD是光接收元件的一例。作为光接收元件,也可以使用光电晶体管来取代PD。在电路衬底17中,搭载用于运算的IC芯片19。IC芯片19根据光接收芯片15的多个PD检测出的光信号来执行位移量的运算。

光接收部7与发光二极管3一起安装在支架(holder)21上。支架21在图中以X所示的标尺5的纵向方向上可移动。即,光电式编码器1通过相对于固定的标尺5移动支架21,测定位移量。因此,X方向为测定轴(以下,将X方向作为‘测定轴X’)。再有,在将发光二极管3和光接收部7固定,使标尺5移动来测定位移量的类型中,也可以采用本发明。因此,将包含光接收芯片15的光接收部7配置为可与发光二极管3一起相对于标尺5在测定轴X方向上相对移动。

下面,简单地说明光电式编码器1的测定动作。在从发光二极管3将光L照射到标尺5的第1光学格子11时,通过第1光学格子11在光接收芯片15上产生明暗图形。该明暗图形被照射到光接收芯片15上。在这种状态下,由形成于光接收芯片15的各光电二极管(PD)检测通过支架21沿测定轴X移动产生的明暗图形的变化(正弦波的光信号)。即,A相(0度)的光信号、相位比A相偏移90度的B相(90度)光信号、相位比A相偏移180度的AA相(180度)的光信号和相位比A相偏移270度的BB相(270度)的光

信号分别由对应的 PD 检测。这样，各 PD 接收在相位不同的多个光信号中被分配的相位的光信号。

由各光信号产生的电信号被送到 IC 芯片 19。在 IC 芯片 19 中，在对 A 相和 B 相进行规定的处理（除去直流分量等）后，根据处理后的 A 相和 B 相来运算位移量。将其结果输出到未图示的显示部。以上是光电式编码器 1 的动作。

第 1 实施方式的主要特征是光接收芯片 15，下面对其详细地说明。首先，说明光接收芯片 15 的平面结构。图 2 是示意地表示从第 1 光学格子侧观察的光接收芯片 15 整体的平面图。图 3 是示意地表示图 2 中光电二极管 23 的图。图 4 是示意地表示图 2 中第 2 光学格子 25 的图。

参照图 2~图 4，覆盖多个 PD23 的光接收面 27 和光接收面 27 而形成的第 2 光学格子 25 配置在面向第 1 光学格子的 xy 面上。再有，x 轴与图 1 中说明的测定轴 X 方向一致。第 2 光学格子 25 有在各光接收面 27 上间隔配置的 y 方向上延长的多个遮光部 29。

基于照射到第 1 光学格子的光生成的相位不同的四个（A 相、B 相、AA 相、BB 相）光信号入射到对应的光接收面 27。换句话说，在上述明暗图形被照射到光接收芯片 15 上的状态下，通过移动支架 21 生成的相位不同的多个光信号中被分配的相位的光信号入射各光接收面 27。由此，相位不同的四个光信号被多个 PD23 检测。将分别检测 A 相、B 相、AA 相、BB 相的光信号的 PD23A、23B、23AA、23BB 的组沿测定轴 X 重复配置。

光接收面 27 由平行部 31、以及位于其两端同时相对于平行部 31 对称配置的一对倾斜部 33 构成。平行部 31 配置为与第 2 光学格子 25 的遮光部 29 延长的方向、即 y 方向平行。将倾斜部 33 相对于遮光部 29 的延长方向倾斜地配置。因此，光接收面 27 的一部分相对于遮光部 29 的延长方向倾斜。再有，光接收面 27 的全部相对于遮光部 29 的延长方向倾斜也可以。

也可以如下说明倾斜部 33。将一个光接收面 27 中包含的一对倾斜部 33 相对于测定轴 X 以相同的大小彼此相反地倾斜配置。将倾斜部 33（即，各光接收面 27 的至少一部分）相对于遮光部 29 的延长方向和测定轴 X 倾斜地配置。

在多个 PD23 的排列中，构成图 3 的右半部分排列的 PD23 的集合是第 1 元件组 35，构成左半部分排列的 PD23 的集合是第 2 元件组 37。第 1 元件组

35 和第 2 元件组 37 分别沿测定轴 X 在一端上有凸部 36, 在另一端上有凹部 38。第 1 元件组 35 的凹部 38 和第 2 元件组 37 的凹部 38 以相互面对的方式被配置在 xy 面上。

图 5 放大了图 2 的以 V 表示的区域。遮光部 29 按规定的间隔形成在各光接收面 27 上。相邻的 PD23 的光接收面 27 上配置的第 2 光学格子 25 的遮光部 29 的空间相位相互不同。具体地说, 在相邻的光接收面 27 上, 遮光部 29 沿测定轴 X 偏移 $\lambda/4$ 来配置。这里, λ 是光信号的波长。图 6 是从 VI (a) -VI (b) 剖面观察图 5 的区域的示意图。光接收芯片 15 包括 n 型的半导体衬底。在该衬底 39 的一个面中, 间隔形成 p 型的扩散区域 41。半导体衬底 39 和扩散区域 41 的接合部为 PD23。图 3 所示的多个 PD23 沿测定轴 X 阵列状地形成在半导体衬底 39 中。在半导体衬底 39 的一个面中, 形成了 p 型扩散区域 41 的区域为光接收面 27。在扩散区域 41 相互之间的半导体衬底 39 中, 形成 n⁺型的扩散区域 43。由此, p 型扩散区域 41 与相邻的扩散区域 41 分离, 即, 各 PD23 被元件分离。

半导体衬底 39 的一个面被氧化硅膜那样的绝缘膜 45 覆盖, 以覆盖扩散区域 41、43。在绝缘膜 45 上间隔形成多个遮光部 29。遮光部 29 只要具有不透光的性质即可, 因此其材料可列举出金属 (例如, 铬、铝) 或树脂。为了覆盖这些遮光部 29, 形成氧化硅膜和氮化硅膜这样的保护膜 47。在半导体衬底 39 的另一面的整个面上形成各 PD23 的共用电极 (例如 Au 电极) 49。

下面说明第 1 实施方式的光电式编码器 1 的效果。

(1) 根据第 1 实施方式, 可以按光电二极管的一维配置情况下的编码器的响应速度, 获得二维配置情况下的测定精度。下面用图 2~图 4 详细地说明。光电二极管 23 沿测定轴 X 配置。因此, 编码器 1 的 PD23 为一维配置, 所以可以抑制 PD23 的结电容的增加。另一方面, 光接收面 27 的倾斜部 33 相对于第 2 光学格子 25 的遮光部 29 的延长方向 (y 方向) 倾斜, 所以倾斜部 33 与测定轴 X 方向 (x 方向) 和遮光部 29 的延长方向 (y 方向) 形成二维配置。因此, 根据编码器 1, 可以获得与光电二极管的二维配置同样的平均效应。

如上所述, 根据第 1 实施方式, 多个光电二极管的结电容的合计与一维配置相同, 同时可以获得与光电二极管的二维配置同样的平均效应。因此, 可以兼顾编码器 1 的响应速度提高和测定精度提高。

上述效果由倾斜部 33 产生, 所以可在不包括平行部 31 下由一对倾斜部

33 来构成光接收面 27,也可以仅由一对倾斜部 33 的一方来构成光接收面 27。

(2) 如图 3 所示,根据第 1 实施方式,将多个 PD23 分成第 1 元件组 35 和第 2 元件组 37。然后,在 xy 面上,将第 1 元件组 35 的凹部 38 和第 2 元件组 37 的凹部 38 相互面对来配置。因此,由多个 PD23 的光接收面 27 构成的形状相对于 x 方向和 y 方向为对称的形状。因此,可以将多个 PD23 的光接收面 27 十分均衡地配置在 xy 面上。

再有,如图 7 所示,即使将第 1 元件组 35 的凸部 36 和第 2 元件组 37 的凸部 36 相互面对来配置,也与图 3 同样,可以十分均衡地配置多个 PD23 的光接收面 27。

第 2 实施方式

有关第 2 实施方式,以与第 1 实施方式的差异为中心来说明。图 8 是示意地表示在第 2 实施方式的光电式编码器中配有的光接收芯片 15 的一部分的平面图,与图 5 相对应。图 9、图 10 是分别从 IX (a) -IX (b)、X (a) -X (b) 剖面观察图 8 的光接收芯片 15 的示意图。在第 2 实施方式中,将第 2 光学格子的遮光部 29 作为连接到光电二极管 23 的布线 51 的一部分。以下,详细地说明。

遮光部 29 是铝等导电性金属。布线 51 与遮光部 29 位于相同层。布线 51 与遮光部 29 同时构图形成,与遮光部 29 连接。在遮光部 29 和光接收面 27 之间的绝缘膜 45 中,形成接触孔 52。在接触孔 53 中形成由导电塞(例如铝)构成的接触部 55。接触部 55 在遮光部 29 的下方与其连接,同时与光接收面 27 接触。因此,布线 51 通过遮光部 29 和接触部 55 连接到光电二极管 23。再有,在本实施方式中,以导电塞作为接触部 55,但在将作为遮光部 29 的膜形成在绝缘膜 45 上时,也可以在接触孔 53 中填埋这种膜,将其作为接触部。

第 2 实施方式除了有与第 1 实施方式同样的效果以外,还有以下效果。为了将布线与光电二极管连接,在与遮光部 29 相同的层的光接收面 27 上形成新的导电膜结构的情况下,因该导电膜而减少光接收面 27 的有效光接收面积。相反,在第 2 实施方式中,在布线 51 和光电二极管 23 的连接上利用导电性的遮光部 29。因此,可以防止光接收面 27 的有效光接收面积的减少。

此外,在形成了上述新的导电膜结构的情况下,在图 10 的剖面中不存在接触部 55。因此,形成由遮光部 29 和扩散区域 41 夹着绝缘膜 45 结构的寄

生电容。这成为降低编码器的响应速度的原因。相反，在第2实施方式中，由于将遮光部29和扩散区域41用接触部55来连接，所以不产生上述那样的寄生电容。

再有，在第1和第2实施方式中，使用四个相位不同的光信号（A相、B相、AA相、BB相的光信号）来测定位移量，但本发明的光电式编码器不限于此。例如，对于三个相位不同的光信号（相位0度的光信号、相位比0度偏移120度的光信号、相位比0度偏移240度的光信号），也可以适用于本发明的光电式编码器。

此外，如图1所示，第1和第2实施方式的光电式编码器1是使用透过标尺5的第1光学格子11的来自发光二极管3的光L进行位移量测定的所谓透过型的类型。但是，反射型的类型，即，在使用由标尺5的第1光学格子11反射的来自发光二极管3的光L测定位移量的情况下，也可以采用本发明。

如以上所述，根据本发明的光电式编码器，多个光接收元件的结电容的合计与一维配置相同，同时可以获得与光接收元件的二维配置同样的平均效应。因此，可以兼顾光电式编码器的响应速度的提高和测定精度的提高。

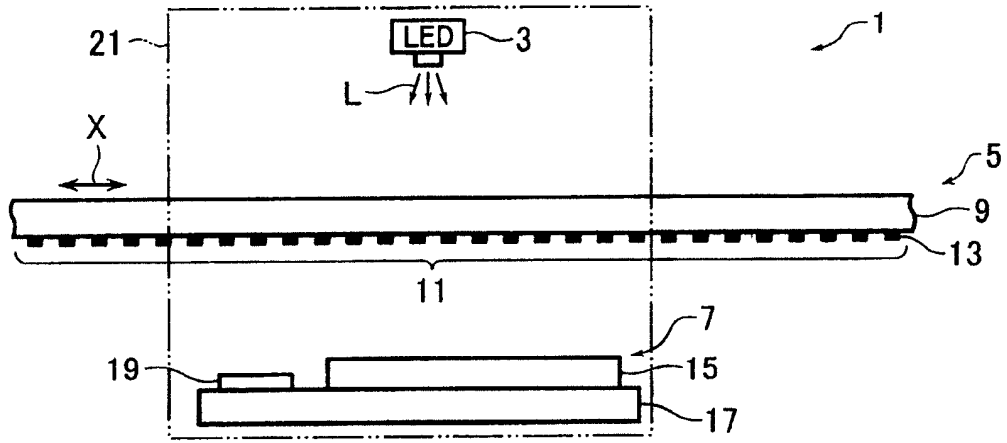


图 1

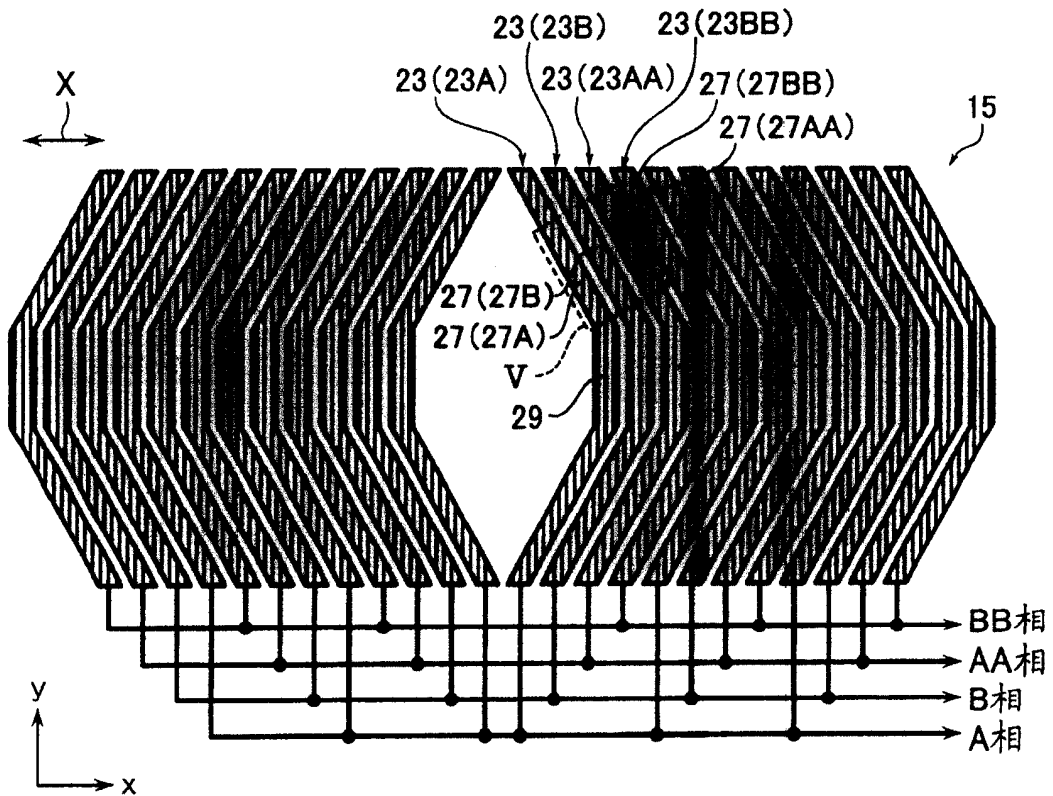


图 2

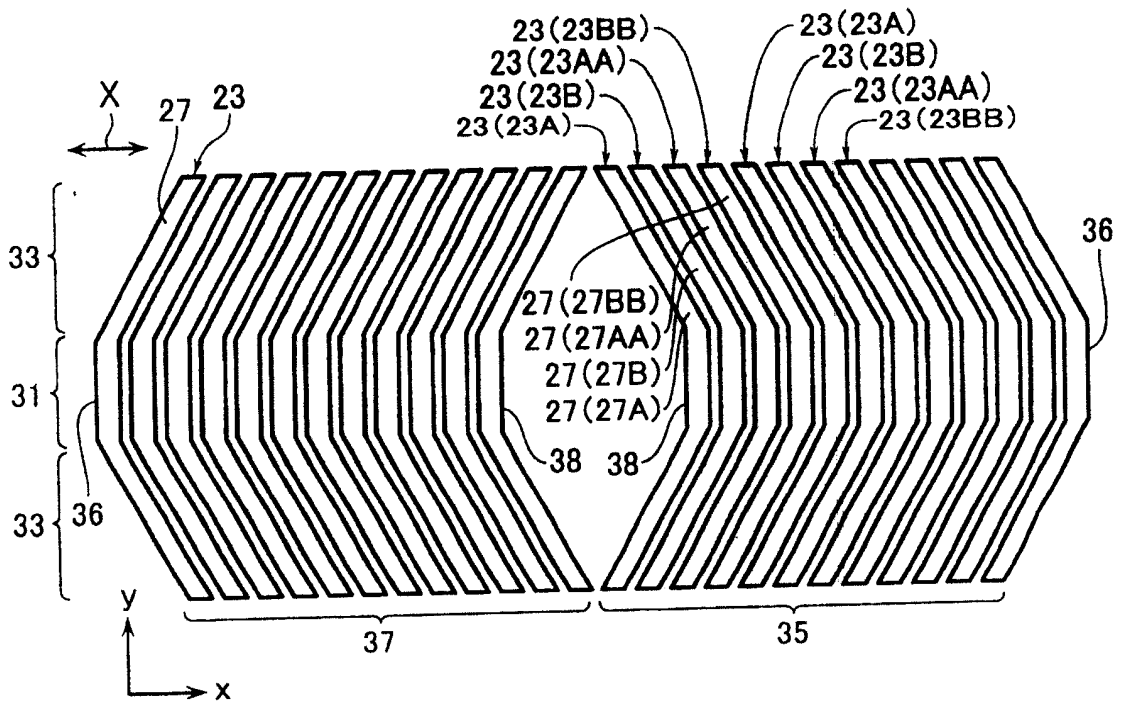


图 3

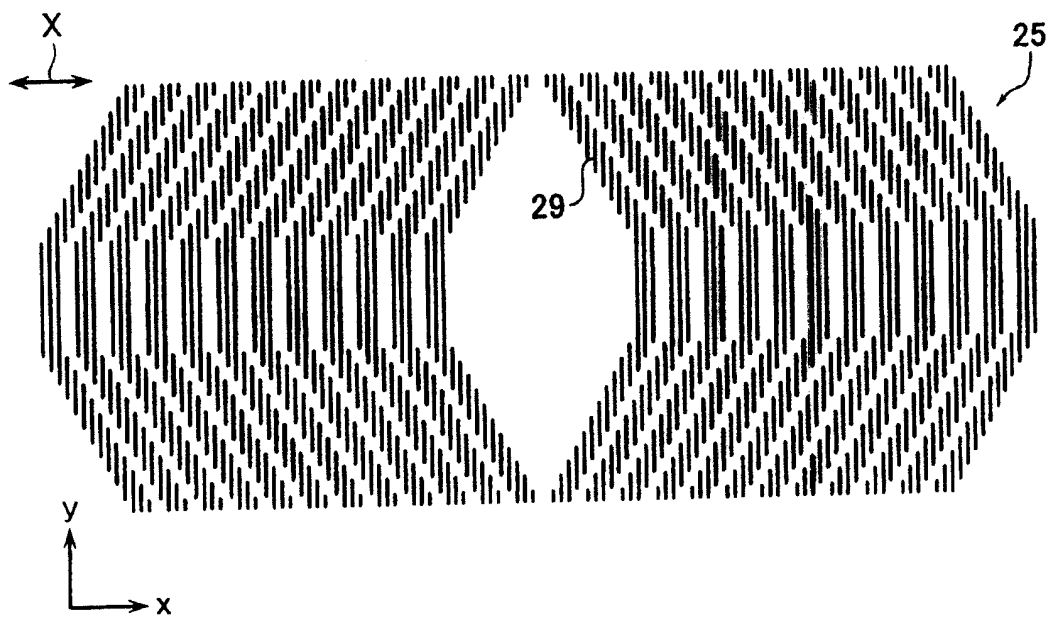


图 4

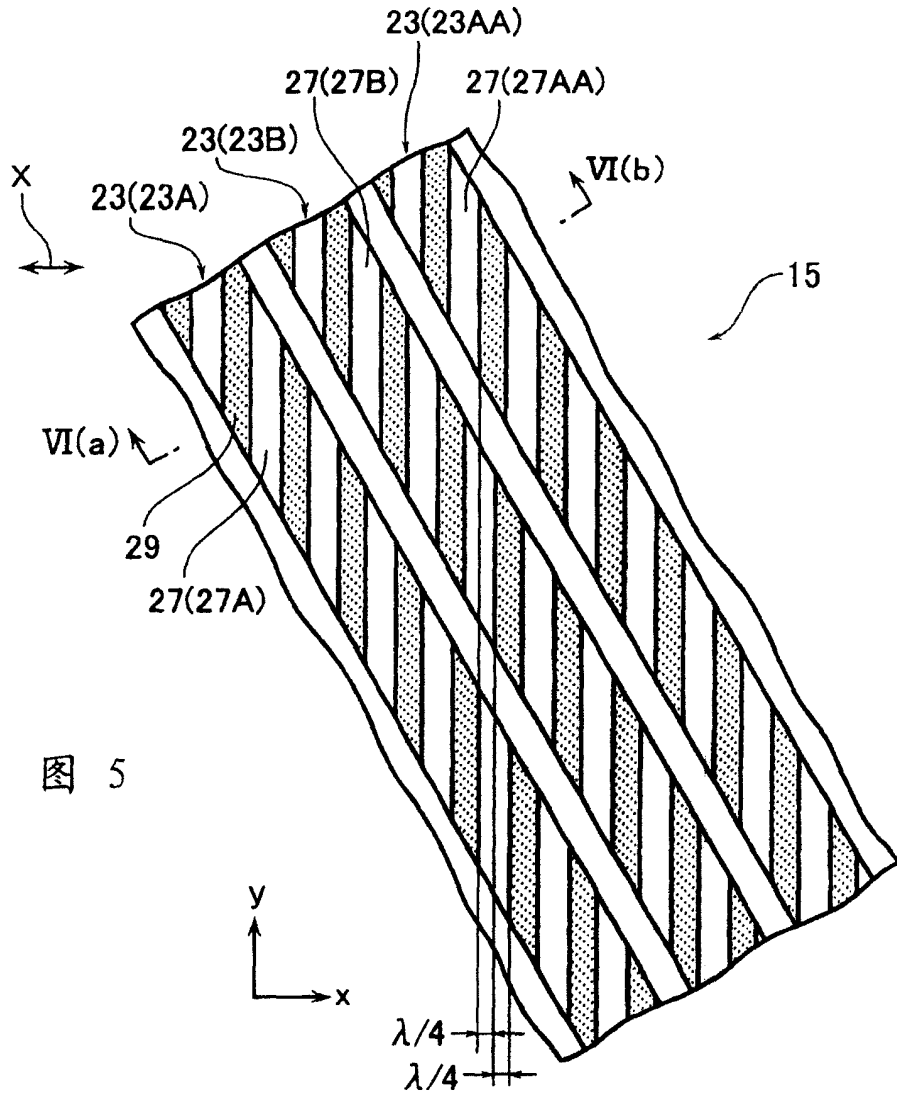


图 5

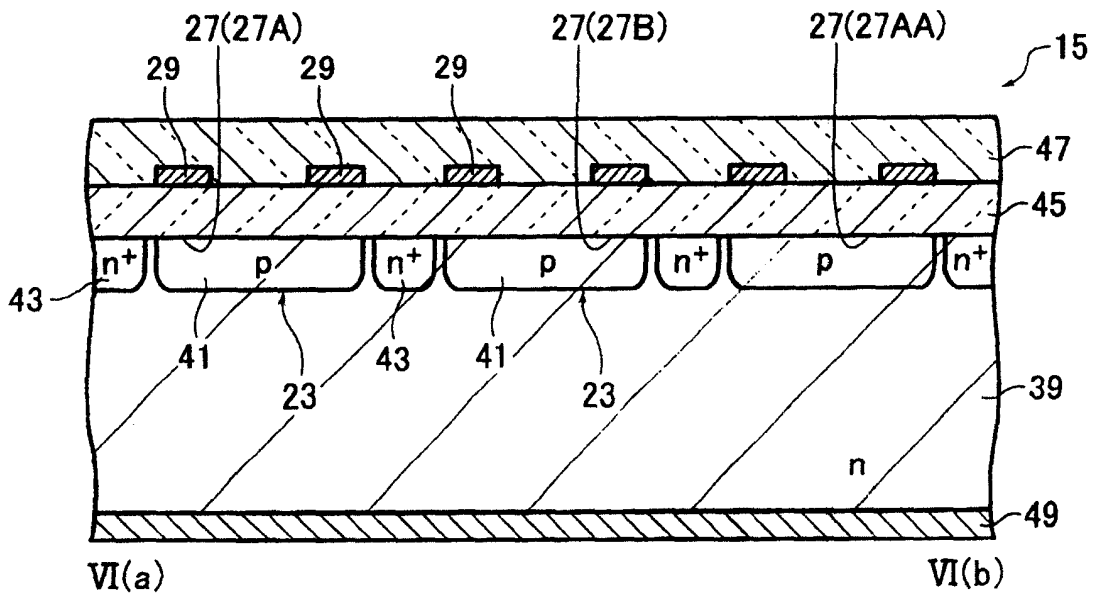


图 6

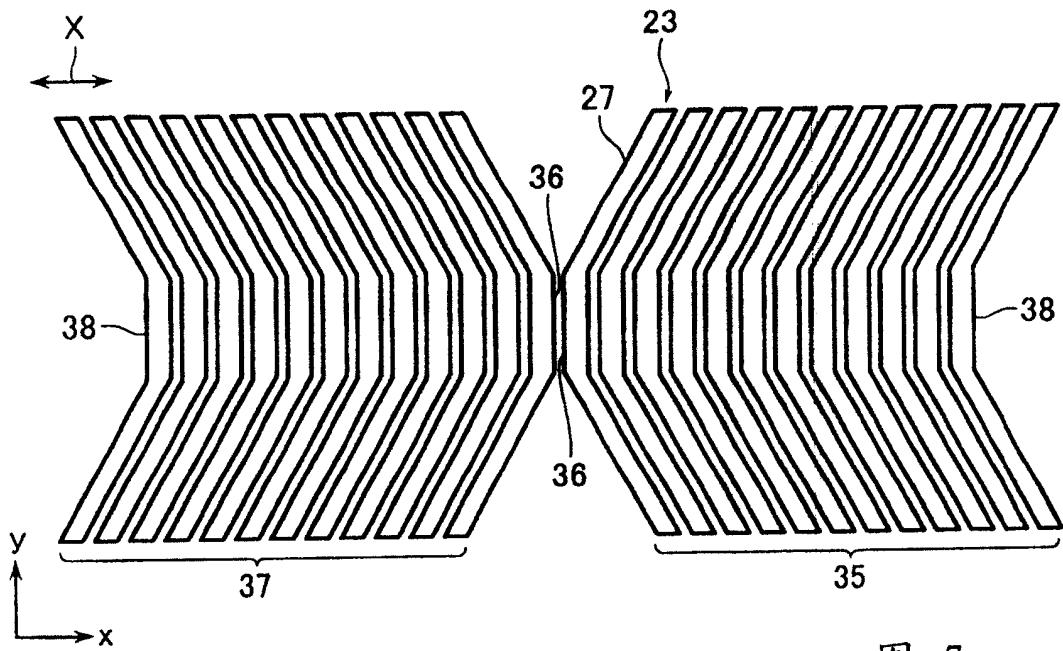


图 7

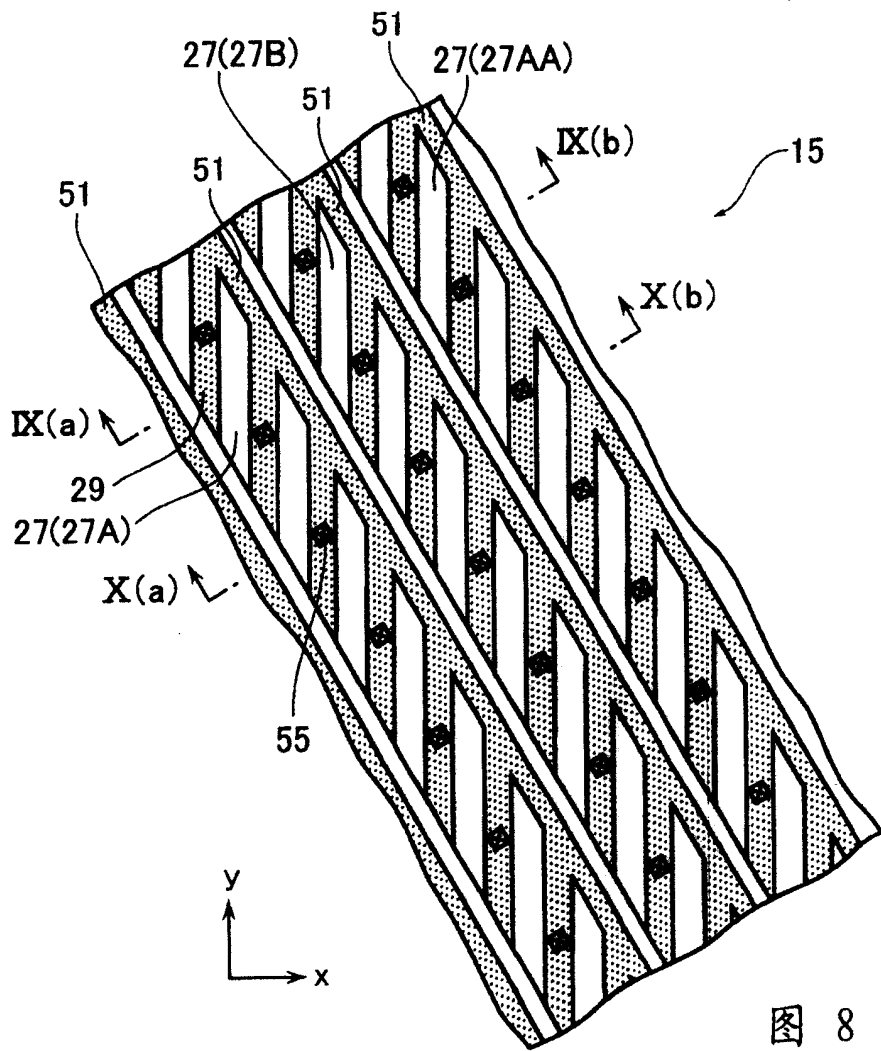


图 8

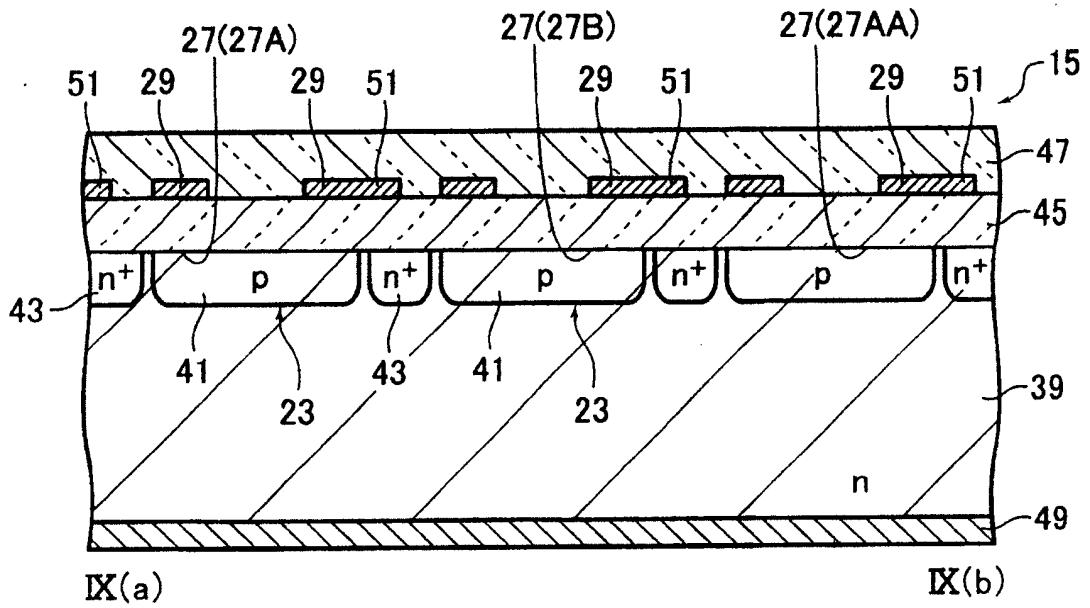


图 9

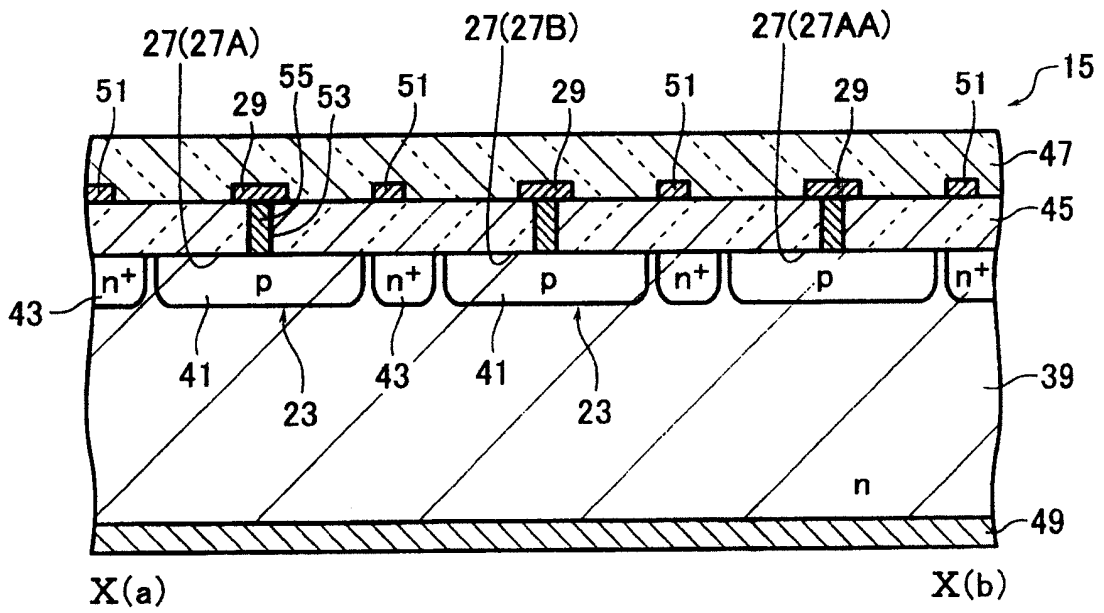


图 10