

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01D 5/34 (2006.01)

G01D 5/347 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610126184.1

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100580384C

[22] 申请日 2006.8.29

[21] 申请号 200610126184.1

[30] 优先权

[32] 2005.8.29 [33] JP [31] 2005-247669

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 井垣正彦 热田晓生

[56] 参考文献

JP5-203465A 1993.8.10

CN85204150U 1986.5.21

CN1036641A 1989.10.25

US5880839A 1999.3.9

审查员 郑大磊

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 王 萍

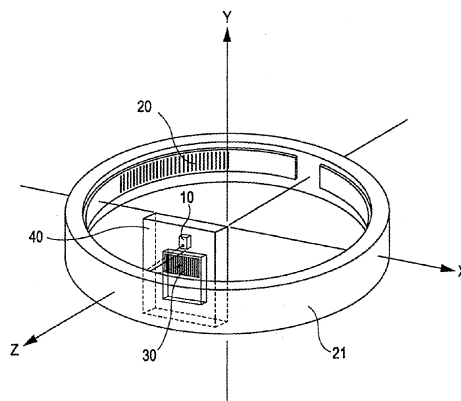
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 16 页

[54] 发明名称

光学编码器和使用光学编码器的设备

[57] 摘要

本发明涉及一种光学编码器和使用光学编码器的设备，该光学编码器包括圆筒形反射式刻度尺，用于照射反射式刻度尺的点光源，以及用于接收由反射式刻度尺反射的光束的光接收元件。反射式刻度尺的间距被设定为一适当值，以使得由反射式刻度尺反射的光束形成的干涉条纹的间距与在具有所希望间隔的位置上的光接收元件的间距相匹配。



1. 一种光学编码器, 包括:

具有确定间距的条形图案的曲面反射式刻度尺;

用于以发散光束照射反射式刻度尺的光源; 以及

多个用于接收由反射式刻度尺反射的光束的光接收元件, 该光接收元件具有确定间距,

其中, 反射式刻度尺和光源之间的距离基本上等于反射式刻度尺和光接收元件的光接收表面之间的距离,

其中, 当反射式刻度尺的曲率中心与光源和光接收元件位于反射式刻度尺的同一侧时, 光接收元件的间距 P 与反射式刻度尺的间距 P_s 具有如下关系:

$$P < 2 \times P_s.$$

2. 一种光学编码器, 包括:

具有确定间距的条形图案的曲面反射式刻度尺;

用于以发散光束照射反射式刻度尺的光源; 以及

多个用于接收由反射式刻度尺反射的光束的光接收元件, 该光接收元件具有确定间距,

其中, 反射式刻度尺和光源之间的距离基本上等于反射式刻度尺和光接收元件的光接收表面之间的距离,

其中, 当反射式刻度尺的曲率中心与光源和光接收元件位于反射式刻度尺的相反侧时, 光接收元件的间距 P 与反射式刻度尺的间距 P_s 具有下列关系:

$$P > 2 \times P_s.$$

3. 一种光学旋转编码器, 包括:

具有确定间距的条形图案的曲面反射式刻度尺;

用于以发散光束照射反射式刻度尺的光源; 以及

多个用于接收由反射式刻度尺反射的光束的光接收元件, 该光接收元件具有确定间距, 其中

反射式刻度尺的间距基于使下式 $f(x, y)$ 的值最小化的 x 坐标来设定:

$$f(x, y) = \sqrt{x^2 + \left(G - R + \sqrt{R^2 - x^2}\right)^2 + y^2} + \sqrt{(-P + x)^2 + \left(G - R + \sqrt{R^2 - x^2}\right)^2 + (-Ds + y)^2}$$

其中

x, y, z : 在反射式刻度尺的反射表面上的坐标;

R : 反射式刻度尺的半径;

G : 光源和反射式刻度尺的反射表面之间的距离;

Ds : 发光中心和光接收区域的中心之间的距离; 以及

P : 光接收元件的间距。

4. 依照权利要求 1-2 中任一项的光学编码器, 其中, 反射式刻度尺由柔性物质组成。

5. 依照权利要求 3 的光学旋转编码器, 其中, 反射式刻度尺由柔性物质组成。

6. 依照权利要求 1-2 中任一项的光学编码器, 其中, 光源是半导体激光器。

7. 依照权利要求 3 的光学旋转编码器, 其中, 光源是半导体激光器。

8. 一种光学设备, 其包含依照权利要求 1-2 中任一项的光学编码器或依照权利要求 3 的光学旋转编码器。

光学编码器和使用光学编码器的设备

技术领域

本发明涉及用于检测可移动体的位移的装置。

该装置被用作用于透镜镜筒等的位移检测机构，该透镜镜筒等安装在诸如用于照相机、数字摄像机和数字静态照相机的可互换透镜的光学设备中。

背景技术

迄今为止，光学编码器被用于检测照相机中透镜的位置，手动环的旋转位移等等。

图 17A 和 17B 示出了安装在单反照相机的可互换透镜中依照第一种已知技术的旋转编码器的主要部分 V。图 17A 中所示的中心线 Z 对应于可互换透镜的光轴。

主刻度尺 620 间接地连接到驱动透镜直线运动的凸轮（未示出）上。通过检测主刻度尺 620 的旋转角度来检测直线运动的透镜的位置。

图 17B 是图 17A 所示的主要部分 V 的局部放大视图。读数刻度尺 630 面向主刻度尺 620。发光元件 601 和包含光接收元件 604 的光断续器被放置成使得两个刻度尺插入其间，并且通过使用发光元件 601 和光断续器检测主刻度尺 620 的旋转角度。

根据这项已知技术，编码器是透射类型，并具有支撑发光元件和光接收元件的成角度的 U 形支架，以夹紧两个刻度尺。因此，在与光轴方向近似垂直的方向上，编码器的尺寸很大，并且很难减小编码器的总尺寸。此外，部件的数量很多，导致了较差的装配可加工性。

根据另一已知技术，通过使用放置在圆筒上的反射式刻度尺检测旋转角度。

根据第二种已知技术（日本专利特开 No. 5-203465），检测传感

器被放置在圆筒体的外侧或内侧。

在第二种已知技术中，被固定在柱形或筒形体上的反射式刻度尺和反射传感器用于检测。因此，减小该编码器的尺寸比减小依照第一种已知技术的编码器尺寸更容易。

然而，仅使用上述结构不能实现足够的分辨率。此外，这些元件是基于平面反射式刻度尺设计的，没有讨论根据曲面反射表面的影响由光束偏转引起的在光量上的损失、在检测间距上的位移、在间隙特征上的敏感度等。因此，由曲率半径产生输出信号特征中的误差，并且仅通过第二种已知技术不能实现所期望的性能。

此外，依照第三种已知技术（日本专利特开 No. 59-061711），检测传感器被放置在圆筒的外侧以使得光学检测系统在高精度检测方面得到改进。

然而，依照第三种已知技术，检测传感器的厚度被不利地增大。

近来，已经要求能够以微米数量级的高分辨率和高精度检测位置的传感器被用于安装在数字单反照相机、数字摄像机和数字静态照相机等的可互换透镜中的透镜镜筒。

此外，随着照相机的尺寸变得更小，对于更小的检测传感器具有强烈的需求。

发明内容

本发明提供一种小型光学编码器，其能够在考虑了例如圆筒形刻度尺的曲面反射式刻度尺的恒定曲率半径的情况下进行高精度高分辨率检测，该光学编码器也可应用于常规的平面反射式刻度尺。

依照本发明的光学编码器包括一个曲面反射式刻度尺，其曲率中心设置在旋转轴上并且其具有恒定曲率半径，以及包括一个用于利用发散光束照射反射式刻度尺的点光源。

此外，反射式刻度尺和点光源之间的距离可基本上等于反射式刻度尺和光接收表面之间的距离。

此外，反射式刻度尺的间距(pitch)可根据反射式刻度尺的曲率半

径而改变。

依照本发明，可以获得适用于高分辨率的高精度信号。

此外，可以获得不具有透镜的非常薄的传感器。

从下面参考附图的示例性实施例的描述中，本发明的更多特征将变得显而易见。

附图说明

图 1 是示出了本发明第一示例性实施例的透视图。

图 2A 至 2C 示出了检测传感器的结构。

图 3A 至 3D 示出了圆筒形反射式刻度尺膜。

图 4 示出了使用平面反射式刻度尺的光学系统的布局。

图 5 是示出了由发散光束形成的干涉图的等效光学系统。

图 6 示出了依照本发明的光学布局。

图 7 是依照本发明的光学布局的放大视图。

图 8 是光束光路的示意性视图。

图 9 是使用依照本发明的曲面反射式刻度尺的等效光学系统。

图 10 示出了本发明的第二示例性实施例。

图 11 是依照本发明的光学布局的放大视图。

图 12A 至 12F 是示出了依照本发明的光学布局的变形的放大视图。

图 13A 至 13C 示出了本发明的第三示例性实施例。

图 14 示出了与本发明第四示例性实施例相比较的已知技术。

图 15 是该已知技术主要部分的放大视图。

图 16 是依照本发明第四示例性实施例的主要部分的放大视图。

图 17A 至 17B 示出了已知技术。

具体实施方式

将仅通过示例的方式参考图 1 至 16 描述本发明的示例性实施例。

第一实施例

图1是示出了依照本发明第一示例性实施例的反射光学编码器结构的透视图。

使用双面胶带把反射式刻度尺20固定在环形刻度尺支架21的内圆周上。

检测头40被放置在刻度尺支架21的内侧以使其面对反射式刻度尺20。

检测头40主要包括半导体单元,诸如由LED芯片形成的光源10和由光电IC芯片形成的光接收单元30。光接收部分和信号处理电路被嵌入到光电IC芯片中。

首先描述充当光源10的LED芯片和充当光接收单元30的光电IC芯片。

图2A至2C详细图示了检测头40。

在图2A中详细示出了LED芯片和光电IC芯片。LED芯片是具有电流约束通道(CCP)结构的点发射类型。LED芯片的有效发射区域11具有直径约为70 μ m的圆形发射窗口。LED芯片的发射波长为650nm,并且发射红光。光电IC芯片被放置在LED芯片下面。光电IC芯片包括紧邻LED芯片放置的光接收部分31和被放置在光接收部分31下面的信号处理电路部分。光接收部分31包括在图的水平方向上从左按以下顺序以间距 P_e 排列的十六个光电二极管,即光接收元件32a、32b、32c、32d、...、35a、35b、35c、35d。

四个光接收元件,即产生具有相互相移90°的A相位和B相位的电流的两个光接收元件、以及产生具有与A相位和B相位分别相移180°的C相位和D相位的电流的另外两个光接收元件,被分组为一个集合,且四个集合的光接收元件被放置在光电IC芯片上。

参考图2A,元件集合32包括四个光接收元件32a、32b、32c、和32d。

同样配置应用于如图2A所示的元件集合33、34和35。

这些元件集合32、33、34、和35以间距P放置,此后间距P被

称为“光接收元件集合的间距 P”。

现在描述这些光接收元件的电连接。

在图 2A 中,其附图标记添加有字符“a”的光接收元件 32a、33a、34a、和 35a 被称为 A 相位组,并且彼此电连接。类似地,具有字符“b”,“c”和“d”的光接收元件被分别称为 B 相位组、C 相位组、和 D 相位组。

随着反射式刻度尺 20 被移动,分别从光接收元件的 A 相位、B 相位、C 相位和 D 相位组获得具有移相 90° 的 A、B、C、和 D 相位的输出电流。

当电流通过电流-电压转换器转换为电压之后, A 相位和 C 相位之间的差以及 B 相位和 D 相位之间的差由差分放大器检测,以便获得表示移相 90° 的 A'和 B'相位的位移的输出信号。

现在描述在第一示例性实施例中的光接收元件的布局的具体数值。

作为光接收部分的最小单元的光接收元件 32a、32b、32c、32d、...35a、 35b、35c、35d 按间距 P_e 放置。明确地说,十六个光接收元件以 $64\mu\text{m}$ 的间距 P_e 放置。

此外,元件集合 32、33、34 和 35 按 $256\mu\text{m}$ 的间距 P 放置,它是 $64\mu\text{m}$ 的间距 P_e 的四倍。

光接收元件集合的间距 P 也被称为“检测头的基本检测间距”。

图 2B 和 2C 示出了在其中密封有上述半导体单元的封装。在图 2B 中示出了用于防止光直接从光源 10 的发射区域 11 进入到光接收部分 30 的遮光墙 48。图 2C 示出了检测头和反射式刻度尺的横截面以及光束的简化光路。除了光源 10 和光接收单元 30 之外,检测头 40 还包括布线板 44,覆盖光源 10 和光接收单元 40 的半透明密封树脂层 45,以及放置在密封树脂层 45 之上的透明玻璃层 46。

下面参考图 3A 至 3D 来描述反射式刻度尺。

在该示例性实施例中,如图 3A 所示,使用双面胶带(未示出)把图 3B 中所示的平面反射式刻度尺粘接到环形刻度尺支架 21 的内侧

圆周上。

反射式刻度尺 20 包括如图 3C 所示的图案片 23 和反射层片 24。

图案片 23 由用于诸如工业照相制版工艺的透明 PET 膜形成。该膜的厚度大约为 0.1 至 0.2mm，并根据需要通过膜的感光乳剂层的曝光和显影步骤形成图案。

图案片 23 包括基底 23a 和放置在基底 23a 上的图案层。图案层具有吸收光的非反射部分 23b 和透射光的透射部分 23c，非反射部分 23b 和透射部分 23c 被交替放置。

另一方面，反射层片 24 包括由充当基底的 PET 膜形成的第一反射层 24a 和放置在第一反射层 24a 下表面上的由蒸镀膜形成的第二反射层 24b。

如图 3D 所示，通过使用由透明粘胶组成的粘合层 25 把图案片 23 和反射层片 24 粘合到一起而形成反射式刻度尺 20。

反射式刻度尺 20 的厚度大约为 0.2mm，并且是柔性的。这样，最初是如图 3B 所示的长板状的反射式刻度尺 20 可被弯曲以如图 3A 所示粘连到圆筒的内圆周上。

[使用平面反射式刻度尺的检测原理]

下面将描述依照本发明的使用平面反射式刻度尺和检测传感器的检测原理。

现在将参考图 4 描述当用发散光束照射平面反射式刻度尺时的光学效果。

图 4 示出了反射编码器的构造。

在此，反射式刻度尺 20 被放置成使其为平坦的。用从光源 10 发射的发散光束照射平面反射式刻度尺 20，并且通过来自反射式刻度尺 20 的反射衍射光束在光接收单元 30 的光接收部分 31 上形成干涉条纹。

光接收部分 31 和反射式刻度尺 20 以间隔 G 彼此远离。当使用平面反射式刻度尺时，在光接收部分 31 上形成的干涉条纹的间距 Pf

恰好是反射式刻度尺 20 的间距 P_s 的两倍 ($P_f = 2 \times P_s$)。

将参考图 5 进行描述,图 5 是等效于如图 4 所示构造的光学系统。

图 5 中,反射式刻度尺 20、光接收部分 31 和光源 10 被分别放置在轴 X_0 , X_2 和 X_1 上。光源 10 的发射区域 11 被放置在点 L_0 上。

在图 5 中的距离 $X_0 - X_2$ 和 $X_0 - X_1$ 对应于反射式刻度尺 20 和光接收部分 31 之间的间隔 G 。

从光源点 L_0 发射的发散光束入射到放置在轴 X_0 的反射式刻度尺 20 上。在图中显示从衍射光栅表面衍射的光束。

从点 L_0 发射并到达反射式刻度尺表面上的原点 $(0, 0)$ 的光束以衍射角度 θ_1 衍射并进入到光接收部分 31。

在与传播方向相反的方向上延伸的衍射光束和原点为 $(0, 0)$ 且半径为 G 的圆的交叉点被定义为点 L_{+1} 。

此时,衍射光束形成一个波前,就好像光源被放置在点 L_{+1} 上。

这样,可通过假设各阶的衍射光束是从根据相应的阶分布在半径为 G 的圆的圆周上的虚拟光源点 L_{+1} , L_{-1} , ... 发射的,并且通过重叠从虚拟光源点发射的发散光束来形成干涉图,从而计算干涉图的光强度分布。

在这种情况下,可从如图 5 所示的几何关系中获得投射到光接收部分表面上的干涉条纹的强度分布。即,干涉条纹的间距 P_f 与反射式刻度尺的间距 P_s 的比率 β 是 $P_f/P_s = (z + z)/z = 2$ 。因而,干涉条纹的间距 P_f 是反射式刻度尺 20 的间距 P_s 的两倍。

[使用曲面反射式刻度尺的检测原理]

下面将描述应用了本发明的曲面反射式刻度尺的检测原理。

图 6 示出了依照该示例性实施例的构造放置的具有固定圆筒形状的反射式刻度尺 20、光源 10 和光接收单元 30。刻度尺支架 21 和检测头内除了主要部分之外的部件被省略。

在图 6 中,反射式刻度尺 20 的中心被设置在旋转轴 Y_0 上,并且反射式刻度尺相对于旋转轴 Y_0 的旋转位移由检测头 40 (未示出) 检

测。

在这里，圆筒形反射式刻度尺的反射表面及其中心之间的距离，即半径，被定义为 R 。图 7 是如图 6 所示的主要零件的放大视图。

现在将参考图 7 描述光源 10、光接收单元 30 和反射式刻度尺 20 的布局。

坐标系 (x_1, y_1, z_1) 具有位于光源 10 的发射区域 11 的中心的原点 $(0, 0, 0)$ 。

通过连接位于如图 6 所示的圆筒形反射式刻度尺 20 的中心的轴 Y_0 和光源的发射中心即坐标系的原点所形成的直线被定义为轴 Z_1 ，并且平行于旋转轴 Y_0 的轴被定义为轴 Y_1 。

旋转位移检测的切线方向被定义为轴 X_1 。

光源 10 的发射表面与按距离 R 远离轴 Y_0 的反射式刻度尺 20 的实质反射面的位置之间的距离被称为间隔 G 。

十六个光接收元件分为两组相对于轴 Y_1 对称放置，其中每组有八个光接收元件。当发光元件的中心和光接收部分的中心之间的距离被定义为 D_s 时，光接收部分的中心坐标用 $(0, -D_s, 0)$ 表示。

此外，在反射式刻度尺 20 上的反射位置的坐标用 (x, y, G) 表示。

在上述位置关系中，使用具有间距 P_s 的圆筒形反射式刻度尺， P_s 是间距 P_f 的一半。从光源 10 的发射区域 11 发射的发散光束入射到反射式刻度尺 20 上，同时保持发散波前，并且部分反射波到达光接收单元 30。

当以凹面的方式使用具有光接收元件集合的间距 P 的一半的反射式刻度尺时，在光接收表面上形成周期小于光接收元件的间距 P 的干涉条纹。

明确地说，在该示例性实施例中，光接收元件的间距 P 是 $256\mu\text{m}$ 。

当间距 P_s 为 $128\mu\text{m}$ 的反射式刻度尺 20 被弯成如图 1 所示的圆筒形状时，在光接收部分的表面上形成周期小于 $256\mu\text{m}$ 的周期的光的强度分布，其中 $128\mu\text{m}$ 是当反射式刻度尺 20 以平面方式使用时的适

当值。

图 8 是仅包含圆筒形反射式刻度尺的一半的、从轴 Y_0 的上方示出的示意性视图。

在该图中，反射式刻度尺的间距 P_s 被改变以使得由从光源发射、被反射式刻度尺反射、并投射到光接收表面上的光束形成的干涉条纹的间距 P_f 变成与光接收元件的间距 P 相同的值。

干涉条纹的间距 P_f 不能均一地匹配于光接收部分的表面上的光接收元件的间距 P 。然而，可通过使干涉条纹的间距 P_f 平均匹配于光接收表面上的光接收元件的间距 P 来获得足以值得实际应用的特征。

现在参考如图 9 所示的等效光学系统来描述由来自曲面反射式刻度尺的反射衍射光束形成的干涉条纹的间距，就像如图 5 所示的发散光束的等效光学系统的情况。

从光源发射的发散光束的波前被来自反射式刻度尺的曲面表面的反射改变。

在这种情况下，发散波前的扩展由于凹的圆筒形表面的影响被调整。

因此，如图 9 所示，作为依照凹的圆筒形表面的波前改变的结果，从反射式刻度尺 20 衍射到光接收表面的光束的虚拟光源点可从虚拟光源点的位置 $L_0, L_{+1}, L_{-1}, \dots$ 移动到在反射式刻度尺上按距离 z' 远离原点 $(0, 0)$ 的位置 $L'_0, L'_{+1}, L'_{-1}, \dots$ 。

结果，在反射式刻度尺的衍射表面和光接收部分之间的距离 z 不变的同时，反射式刻度尺的衍射表面和虚拟光源点 $L'_0, L'_{+1}, L'_{-1}, \dots$ 之间的距离改变为 z' ，并且在对应于光接收部分表面的轴 X_2 上的干涉图的间距 P_f 改变。

当反射式刻度尺是平面时，光源点和反射式刻度尺之间的距离等于反射式刻度尺和光接收表面之间的距离。因此，反射式刻度尺 20 的间距 P_s 等于干涉条纹的间距 P_f 的一半。

即，当使用平面反射式刻度尺时，比率 β 由 $P_f/P_s = (z + z)/z = 2$ 表示。然而，依照该示例性实施例的比率 β 由 $P_f/P_s = (z' + z)/z'$ 表示，

这样干涉条纹的间距 P_f 不再是反射式刻度尺的间距 P_s 的两倍。

此外，当反射式刻度尺被放置在圆筒形反射式刻度尺支架的外表面上，且检测头 40 被面向刻度尺的反射表面放置时，即，当圆筒形表面是凸面时，波前反向变化。

此时，如图 9 所示，虚拟光源点移至以距离 z'' 远离反射式刻度尺上的原点 $(0, 0)$ 的位置 $L_0'', L_{+1}'', L_{-1}'', \dots$ ，并且比率 β 变成大于 2。

因此，在光接收表面上形成的干涉条纹的间距 P_f 需要平均匹配于光接收元件的间距 P 。因而，反射式刻度尺的间距 P_s 被改变以使得干涉条纹的间距 P_f 与光接收元件的间距 P 相匹配。

具体地，现在将讨论当其光接收元件以间距 P 排列的传感器被应用于放置在圆筒形反射式刻度尺 20 内侧的检测头 40 时的反射式刻度尺的已修正间距的计算。

将使用最小光路长度原理（Fermat 原理）计算光接收表面上的干涉条纹的期望间距 P_f 。

确定在其上光源 10 和反射式刻度尺 20 之间的光路长度 L_1 与反射式刻度尺 20 和光接收部分 31 中心之间的光路长度 L_2 的和（用表达式 1 表示）最小化的反射式刻度尺表面上的坐标点 (x, y, G) 。从 x 坐标确定圆筒形反射式刻度尺的间距 P_s 。

[表达式 1]

$f(x, y) =$

$$\sqrt{x^2 + \left(G - R + \sqrt{R^2 - x^2}\right)^2} + y^2 + \sqrt{(x - P)^2 + \left(G - R + \sqrt{R^2 - x^2}\right)^2} + (y - D_s)^2$$

其中

R : 圆筒形反射式刻度尺的半径;

G : 光源和反射式刻度尺之间的距离;

D_s : 发光部分的中心和光接收部分的中心之间的距离; 并且

P : 检测头的基本检测间距, 即, 光接收元件集合的间距。

此时计算的修正间距在光轴附近是可用的, 但在远离光轴的位置可观测到小的位移。

因此, 反射式刻度尺的间距改变, 以使得在光接收部分的表面上

干涉条纹的间距 P_f 平均匹配于光接收元件的间距。

如上所述, 当使用圆筒形反射式刻度尺时, 反射式刻度尺的最优间距 P_s 可通过调整反射式刻度尺和传感器之间的间隔 G 、检测头的基本检测间距 P (光接收元件的间距 P)、以及光源和光接收部分之间的距离 D_s 来确定。

作为该刻度尺间距修正的结果, 即使当反射式刻度尺是圆筒形时, 也可用和平面反射式刻度尺基本相同的方式实现高精度的位置检测。

第二实施例

这里, 依照第一示例性实施例的结构被称作是凹型的。

在第二示例性实施例中, 将参考修改方案来描述间隔 G 和凹型圆筒形反射式刻度尺 20 的半径 R 之间的关系。

图 12A 至 12F 示出了凹型在六种情况下的光路。反射式刻度尺的间距 P_s 的大小用具有半径 R 的弧线 (用虚线示出) 上的实线示意性地图示。

1. 在图 12A 中, 间隔 G 相对较小。

2. 在图 12B 中, 间隔 G 等于半径 R 的一半, 此时, 反射式刻度尺的间距 P_s 变为基本上等于光接收元件的间距 P ($P = P_s$)。

3. 在图 12C 中, 反射式刻度尺的间距 P_s 变成比如图 12B 所示的更大, 并且作为旋转编码器, 反射式刻度尺的分辨率变低。这样, 在这种状态下的反射式刻度尺在使用中几乎不具有价值。

4. 在图 12D 中, 光束会聚于光接收表面的一部分上, 且没有形成干涉条纹。

5. 在图 12E 中, 条纹的移动方向被改变, 结果, 信号的 A' 和 B' 相位被反转。

6. 在图 12F 中, 反射式刻度尺的间距变为基本上等于如图 12A 所示的情况, 并且干涉条纹的移动方向被反转。

第三实施例

现在描述第三示例性实施例。

图 10 和 11 示出了放置在圆筒外表面上的反射式刻度尺 20 和面向刻度尺反射表面的检测头 40。

由于第一示例性实施例和第三示例性实施例之间的差异仅在于检测头 40 被放置在圆筒形反射式刻度尺的内侧或外侧,将省略详细的说明。

这里,与依照第一示例性实施例的凹型相对照,依照第三示例性实施例的结构被称为“凸型”。

凸型的反射式刻度尺 20 的间距 P_s 被修正为一个较小值。因此,当光接收元件的间距 P 和半径 R 与在第一示例性实施例中的相同时,凸型的分辨率与依照第一示例性实施例的凹型相比可实质上增加。

如图 13A 至 13C 所示,当圆筒形反射式刻度尺的半径恒定时,可通过增加检测头和反射式刻度尺之间的距离(间隔 G)以及适当确定反射式刻度尺的修正后的间距 P_s 来增加旋转检测的分辨率。当间隔 G 以图 13A 至 13C 的顺序增加时,反射式刻度尺的间距必须减小,作为结果,旋转角的检测分辨率得到改善。

总的来说,检测传感器只能检测特定的检测间距。

即,由检测传感器检测的间距由光接收元件的间距 P 决定,并且检测传感器读出投影到光接收部分表面上的干涉条纹(具有周期性强度的光强度分布)的基波的空间频率。

为了支持各种不同的分辨率,有几种方法对于检测传感器是可用的。

1. 改变光接收元件的间距 P 以使之与待检测间距相匹配。
2. 近来,光接收元件被配置为包括集成在一起的诸如放大电路、数字化电路和电气分割电路(electrical division circuit)的电子电路的所谓“光电 IC 芯片”。为了支持各种不同的分辨率,改变电气分割电路的分割数目。
3. 旋转编码器可通过改变其反射式刻度尺的直径来改变每一旋

转的分辨率。这样，反射式刻度尺的直径为了支持各种不同分辨率而改变。

依照本发明的第二和第三示例性实施例，可通过在不改变圆筒直径的情况下改变反射式刻度尺的间距 P_s 来改变分辨率。这种新方法对于支持任意分辨率是有效的。

如在第二示例性实施例中，当传感器被放置在圆筒内侧时，与使用平面反射式刻度尺的情况相比，检测间距可增大。

如在第三示例性实施例中，当传感器被放置在圆筒外侧时，分辨率可增大。

例如，使用直径为 10mm 的圆筒形反射式刻度尺的分辨率可增加到 4 倍。在这种情况下，需要增大间隔。使用即使当光束发散时也可将能量聚焦在其主光线附近的半导体激光器（表面发射激光器）等作为有效光源。

第四实施例

现在将参考附图来描述依照本发明示例性实施例的安装在透镜镜筒内的传感器和反射式刻度尺。

图 14 是已知透镜镜筒的剖视图。

图 15 是包括在图 14 所示的透镜镜筒中的驱动力产生单元 535 的剖视图，图 16 是包含依照本发明的传感器和反射式刻度尺的单元 535 的剖视图。

图 14 示出了透镜镜筒的外部圆筒 501，放置在外部圆筒 501 内部并用螺钉固定到底板上的固定圆筒 502，以及充当驱动力产生单元 535 的框架或基板的固定圆筒 503 和 504。

用螺钉将固定圆筒 504 固定在固定圆筒 503 上，并用螺钉将固定圆筒 503 固定在固定圆筒 502 上。

固定圆筒 505 被放置在外部圆筒 501 的前端位置，并用螺钉固定在固定圆筒 503 和 504 上。固定圆筒 505 包括其中形成凸轮的外部圆筒形部件 505a 和位于固定圆筒 503 和 504 内侧的内部圆筒形部件

505b。

手动操作环 506 被安装于在圆周方向上的、固定圆筒 505 的外部圆筒形部件 505a 的外部圆周表面上形成的凹槽（凸轮）中以及在圆周方向上的、外部圆筒 501 的外部圆周表面上形成的凹槽中，以使之可相对于透镜的中心轴即光轴 Z 旋转。

当手动操作环 506 在光轴方向上移动时，该在光轴方向上可移动的手动操作环 506 使用外部圆筒 501 的爪 501a 和在手动操作环 506 的内圆周表面中形成的凹槽 506b 来产生触感，并使用爪 501a 和凹槽 506b 保持在光轴方向上移动后的位置。

如图 15 所示，振荡波电动机 533 的部件 512 至 519、以集成的方式与振荡波电动机 533 的转子 518 相结合进行转动的可旋转圆筒 520、充当发动机和与可旋转圆筒 520 进行接触的输出构件的轴承的滚轮座 534、以及用于向手动操作环 506 输入转矩的手动输入环 523 被放置在固定圆筒 503 的外圆周表面上。

依照已知技术的光学编码器的主刻度尺（脉冲板）524 连接到滚轮座 534 上。

在图 15 中，光断续器 525 将根据脉冲板 524 的角度位置的信号输出至透镜 CPU。透镜支架 532 的驱动键 530 用螺钉固定在环 522 上。

驱动键 530 被安装于在固定圆筒 503 中形成的洞 503a 上，而固定在透镜支架 532 上的滚轮（roller）529（未示出）被安装于在驱动键 530 中形成的凹槽 530a 上。

下面描述具有依照该示例性实施例的上述结构的透镜镜筒的操作。

首先，当透镜镜筒的操作者想要使用振荡波电动机 533 驱动透镜支架 532 时，其操作用于自动聚焦的调焦开关（未示出）或旋转手动操作环 506。

当调焦开关被操作时，控制电路（未示出）被驱动以便将电压施加到电致伸缩元件 515 上。

结果，在定子 516 中产生在圆周方向上行进的振动，同时，转子

518、橡胶环 519 和可旋转圆筒 520 根据定子 516 的振动相对于光轴 Z 旋转。

响应于这些部件的旋转，空心滚轮 521 从可旋转圆筒 520 接收转矩。然而，手动输入环 523 由于摩擦环 526 的摩擦力而不转动。因此，在相对于滚轮支撑轴 522a 旋转的同时，空心滚轮 521 沿着手动输入环 523 的端表面滚动。

环 522 经由滚轮支撑轴 522a 相对于光轴 Z 旋转。

在通过驱动键 530 相对于光轴 Z 转动的同时，透镜支架 532 沿着在其中形成凸轮的外部圆筒形部分 505a 在光轴方向上移动。在这种方式下，自动调整焦距。

现在描述在如图 15 所示的圆形区域 VE 中的已知的透射编码器的结构。

光断续器 525 和脉冲板 524 被如图所示放置以使得可检测脉冲板 524 的旋转角度。

由于成角度的 U 型光断续器 525 不得不从透镜镜筒内侧插入，所以装配光断续器的可加工性很小。

此外，由于在光轴 Z 方向上的光断续器 525 的尺寸较大，布局的灵活程度很低。因此，该编码器不能够被包含在如图 15 所示的光轴方向上的驱动力产生单元 535 中。

如果编码器被放置在如图 15 所示的圆形区域 VF 内的固定圆筒 503 和转子 518 之间的空间中，则光轴方向上的透镜镜筒尺寸可被显著地减小。

将被减小的长度 L 示于图 16 中。

图 16 示出了安装在圆形区域 VG（对应于如图 15 所示的圆形区域 VF）中的依照本发明的传感器和反射式刻度尺。

检测传感器 540 和反射式刻度尺 541 按如图 16 中圆形区域 VG 所示那样被放置。

使用双面胶带将反射式刻度尺膜 541 固定在滚轮座 534 的内表面。反射式刻度尺的厚度约为 0.3mm。

另一方面，安装在弹性基底上的检测传感器 540 被放置在固定圆筒 503 的一部分被切去的位置上。

检测传感器的厚度约为 1.56mm，并且在反射式刻度尺 541 和检测传感器 540 之间的间隔近似为 0.85mm。

安装了传感器的部分在径向上的总厚度是 $0.3 + 1.56 + 0.85 = 2.71\text{mm}$ ，该值小于或等于在径向上的尺寸 5mm。

在该示例性实施例中，检测传感器 540 的基本检测间距（光接收元件的间距 P）是 $128\mu\text{m}$ 。

反射式刻度尺 541 被粘接在直径为 60.9mm 的滚轮座 534 的内表面的部分。

使用依照本发明的表达式 1 确定使得光源和反射式刻度尺之间光路长度 L1 与反射式刻度尺和光接收表面的光路长度 L2 的和最小化的反射点的坐标 (x, y)。需要考虑在厚度方向上在反射式刻度尺膜上的实质反射位置、膜的光学厚度、检测传感器中的光路长度等。

[表达式 1]

$f(x, y) =$

$$\sqrt{x^2 + \left(G - R + \sqrt{R^2 - x^2}\right)^2 + y^2} + \sqrt{(x - P)^2 + \left(G - R + \sqrt{R^2 - x^2}\right)^2 + (y - D_s)^2}$$

在检测传感器被放置在圆筒内侧的条件下，反射式刻度尺的修正后的间距在考虑了设计间隔的情况下被确定为 $134\mu\text{m}$ 。

在透镜中，将具有 $134\mu\text{m}$ 的周期的模拟信号以电子方式分割成 32 份，最终获得 $134/32 \approx 4.2\mu\text{m}$ 的分辨率。

依照本发明的极小的反射检测传感器和反射式刻度尺膜可被安装在狭窄的空间中。这样，可实现极小的但具有高分辨率和高精度的光学编码器。

虽然本发明参考示例性实施例进行了描述，应该理解，本发明并不限于公开的示例性实施例。应对下面权利要求的范围给予最宽的解释，以使之包含所有变形、等同结构和功能。

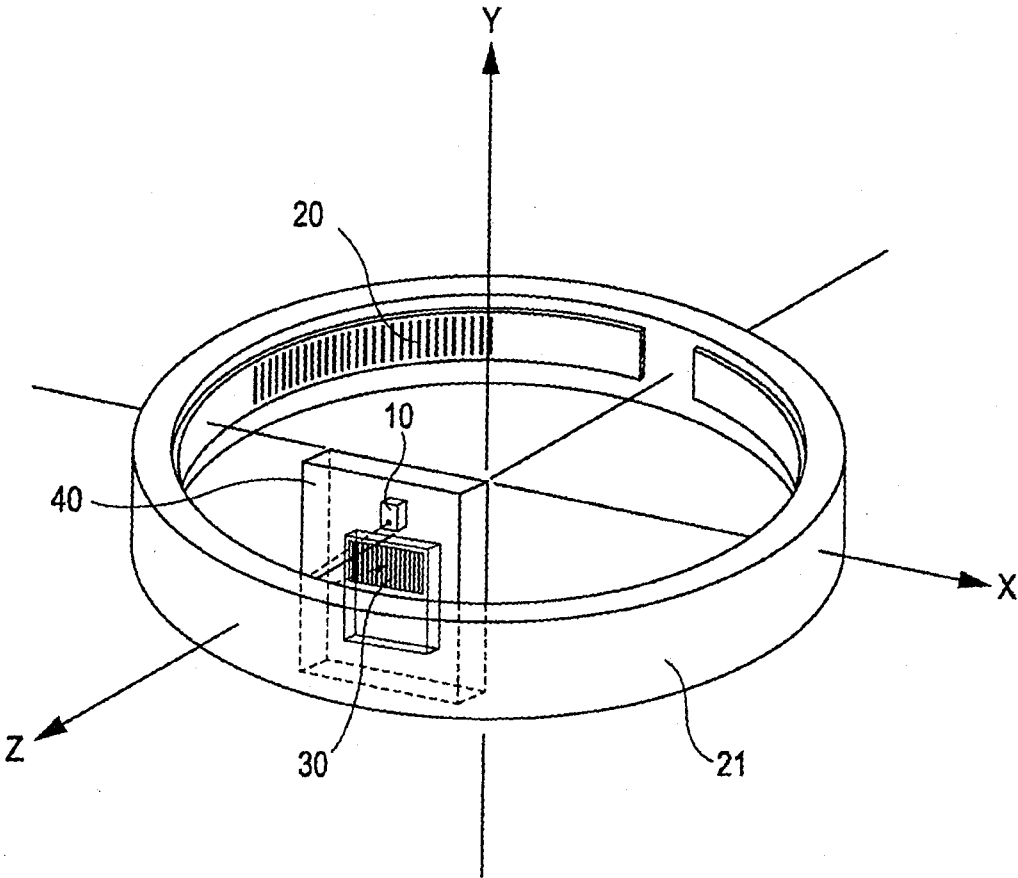


图1

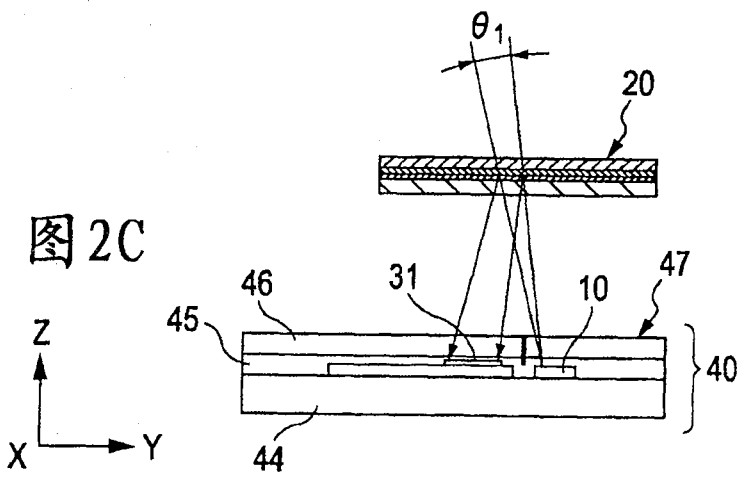
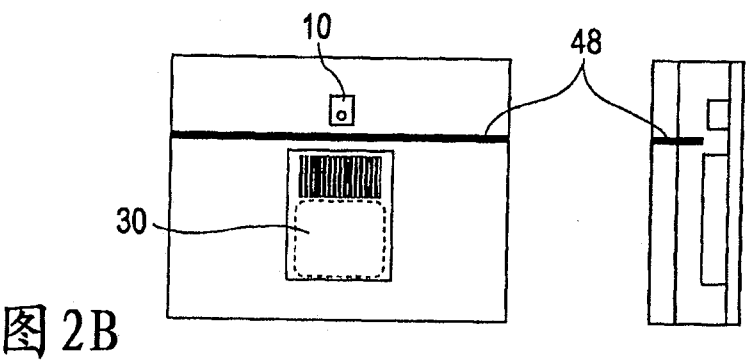
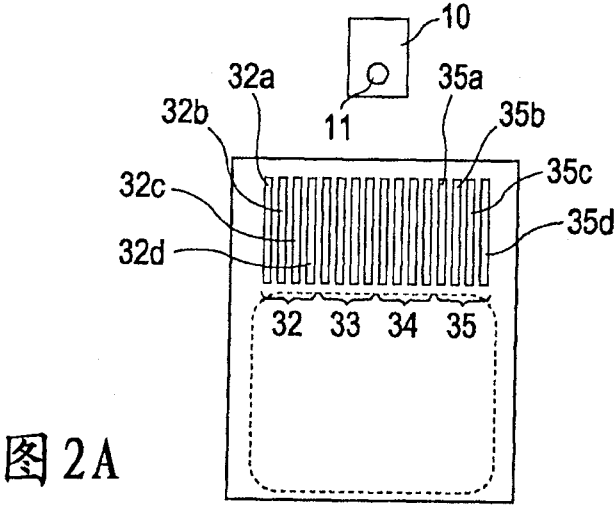


图 3A

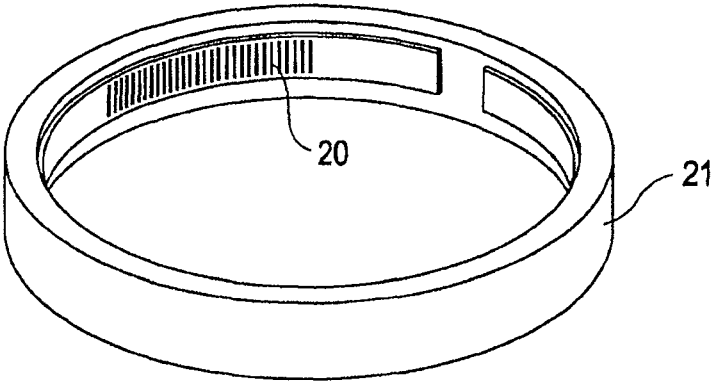


图 3B



图 3C

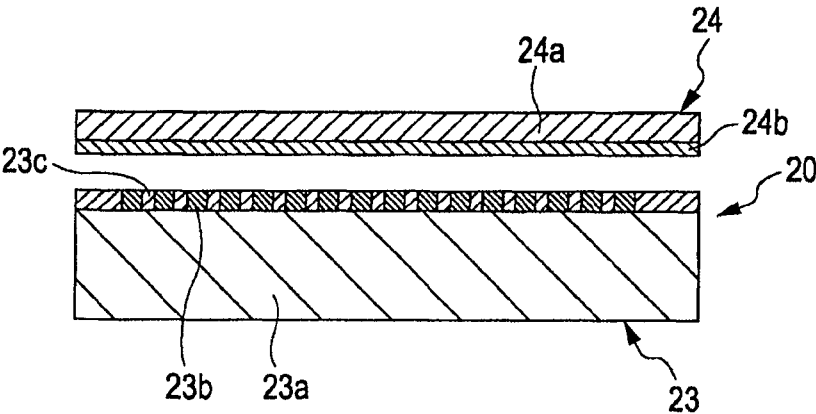
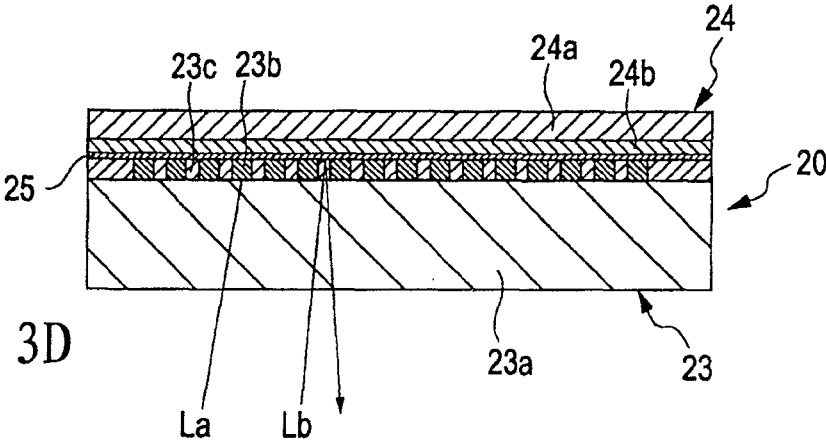


图 3D



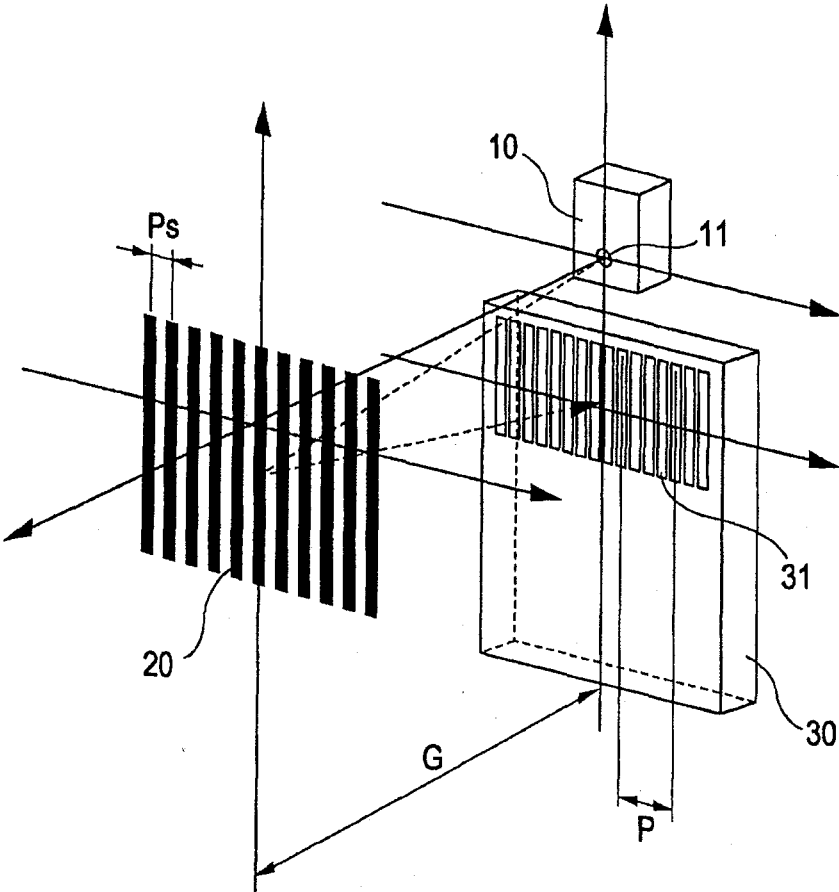


图 4

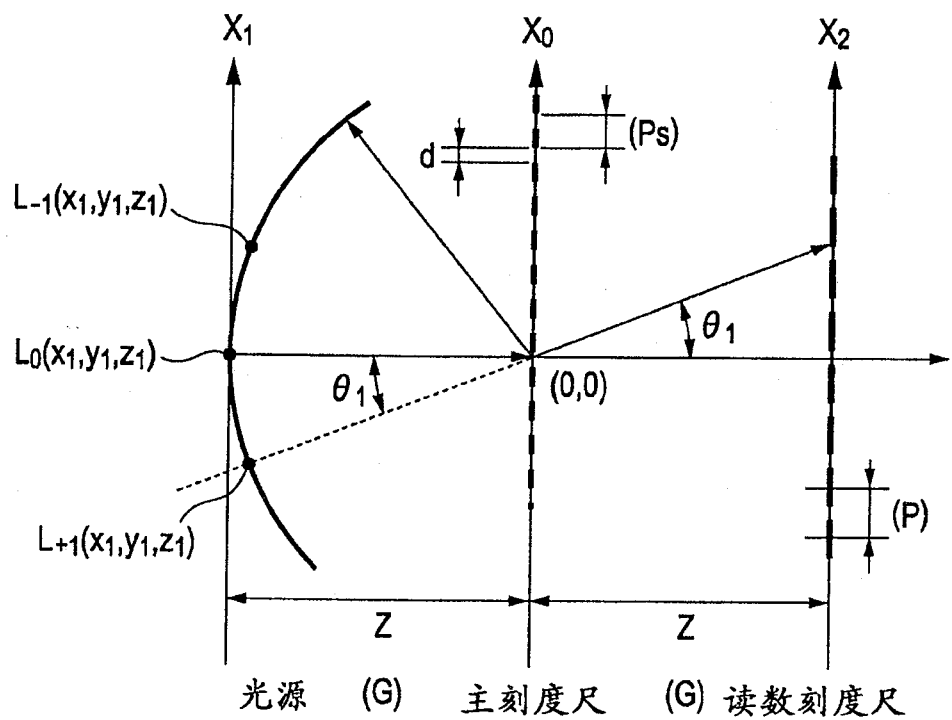


图5

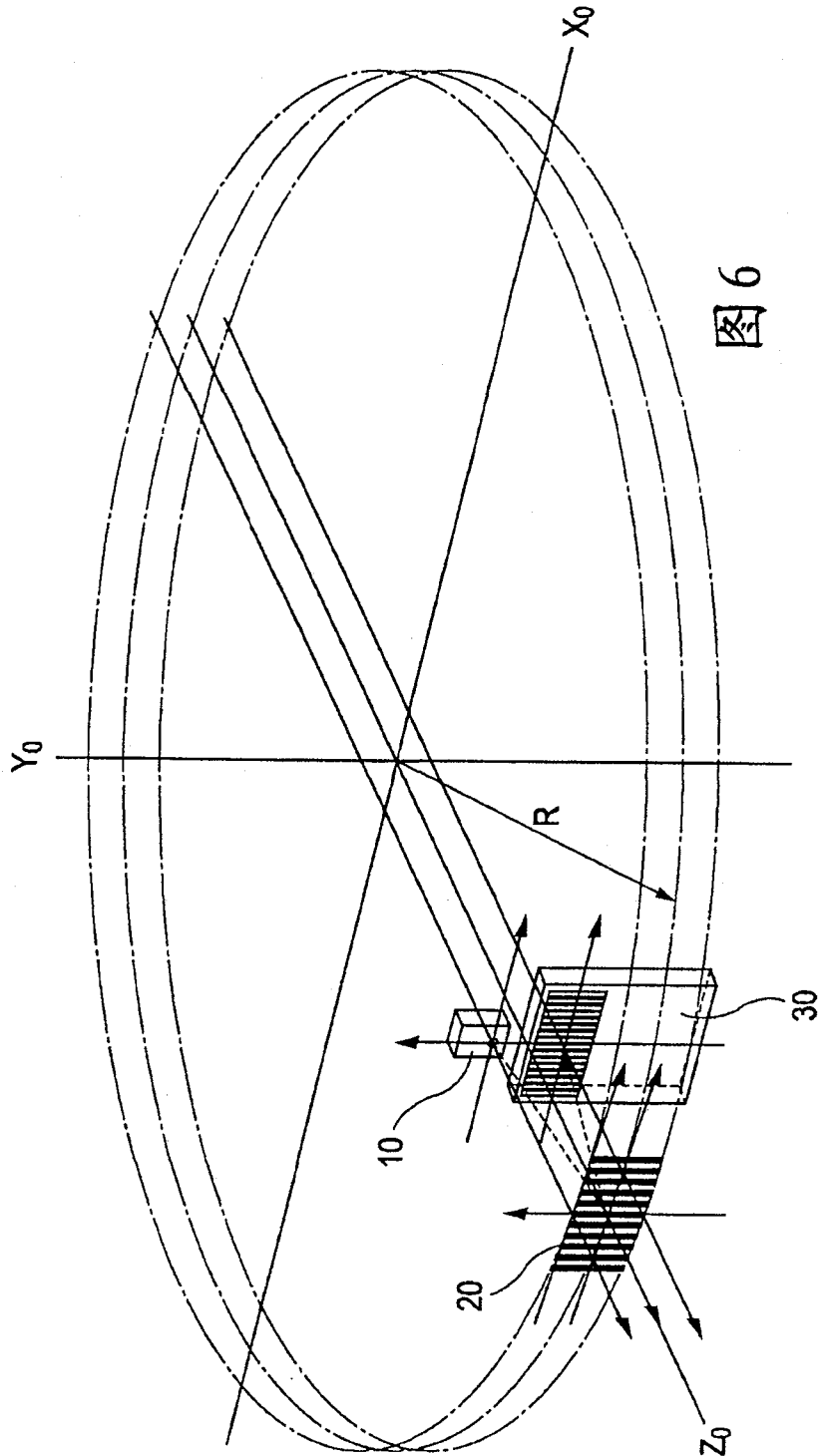


图6

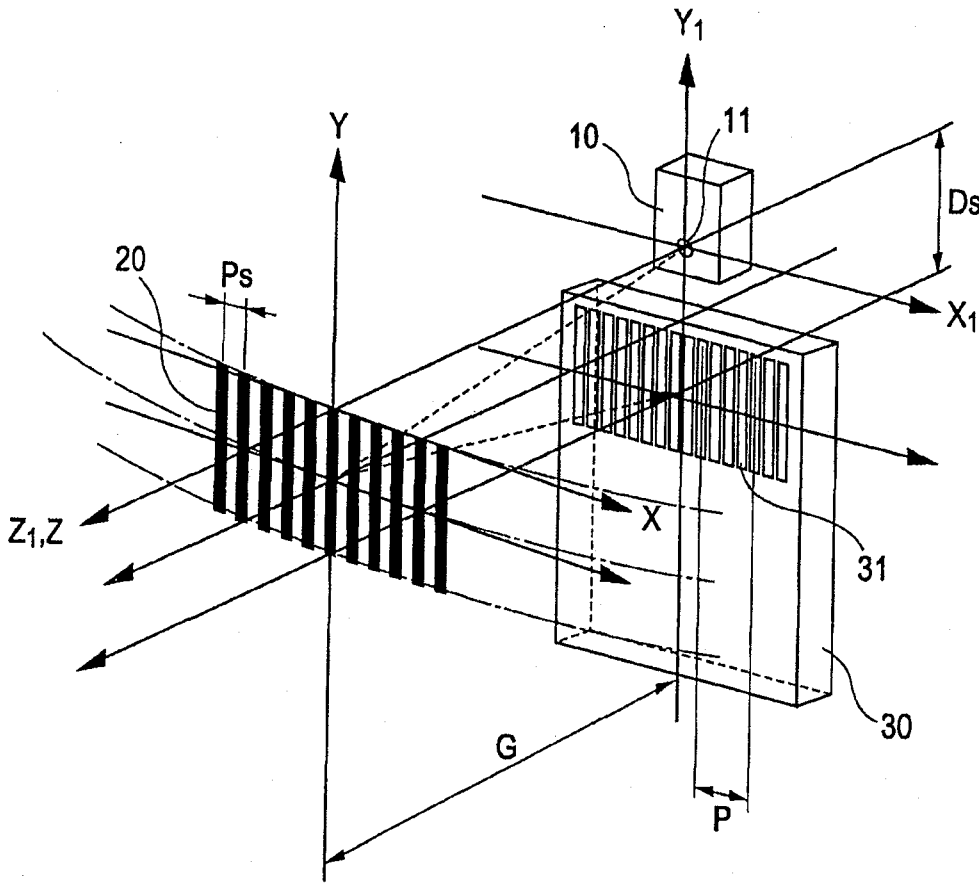


图 7

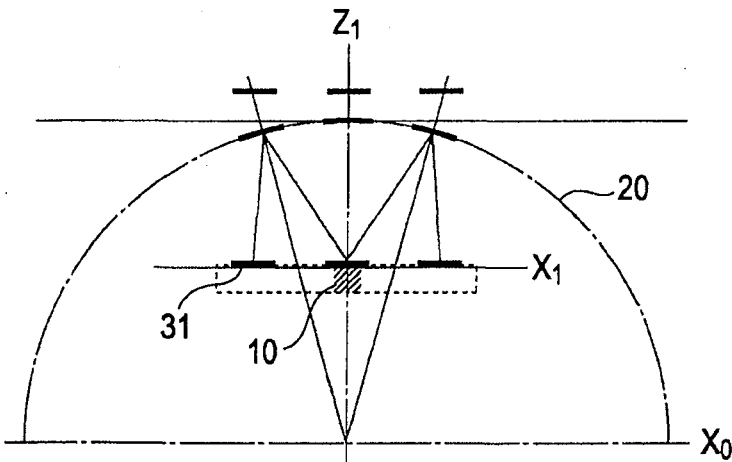


图 8

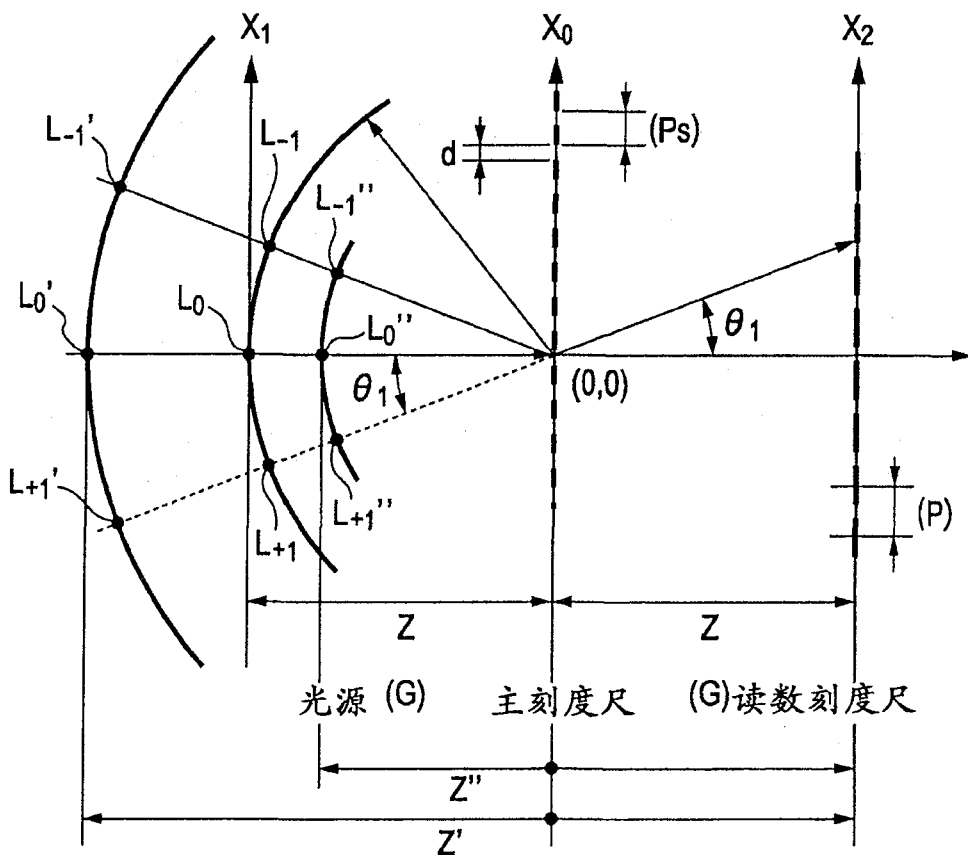


图 9

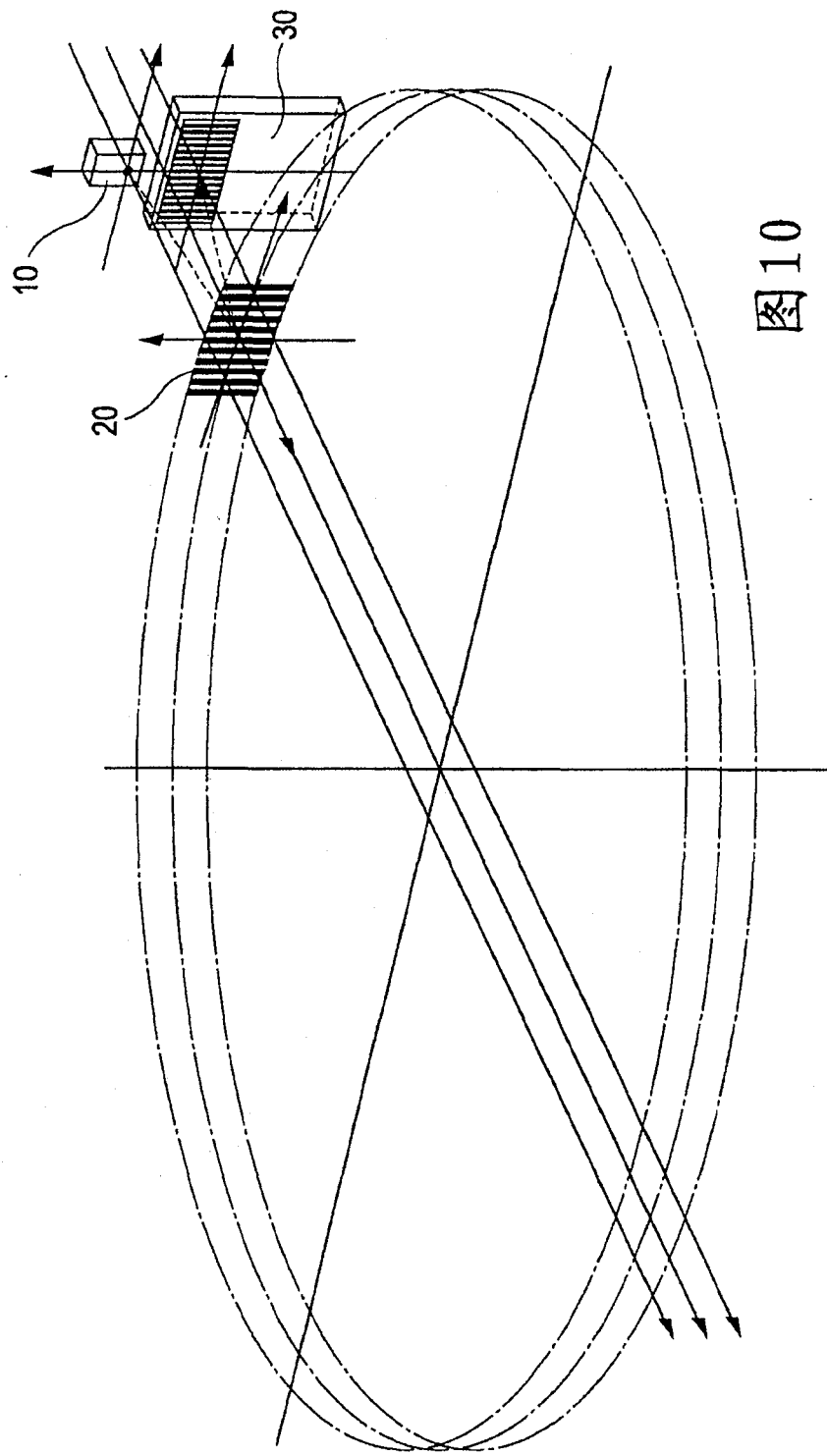


图10

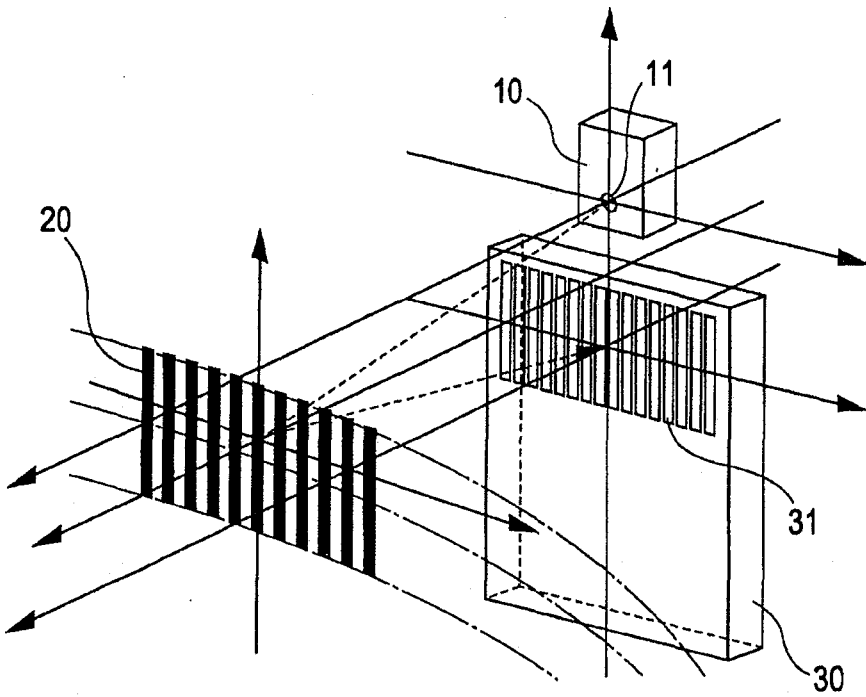


图 11

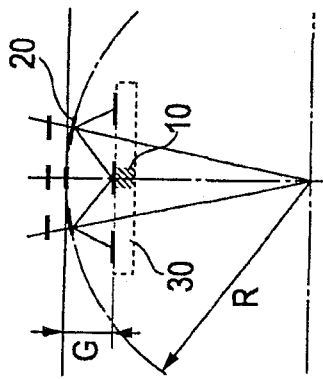


图 12A

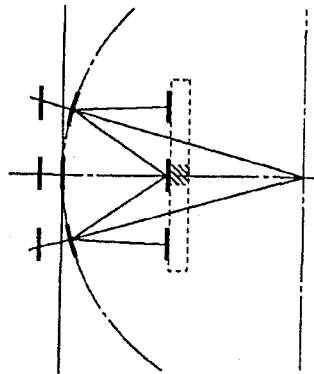


图 12B

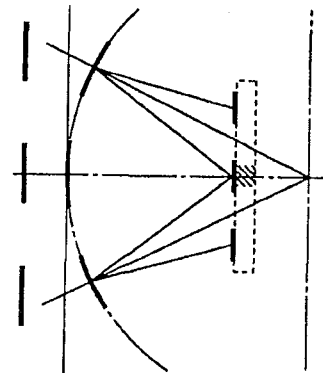


图 12C

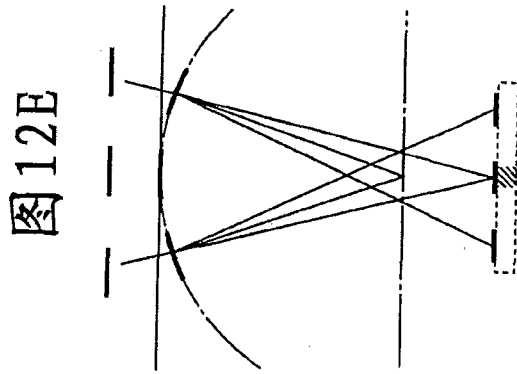


图 12E

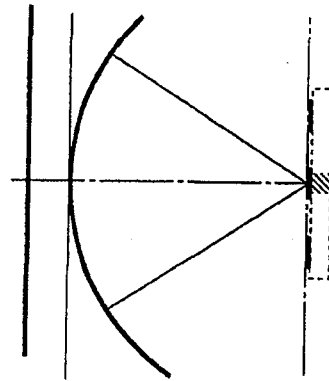


图 12D

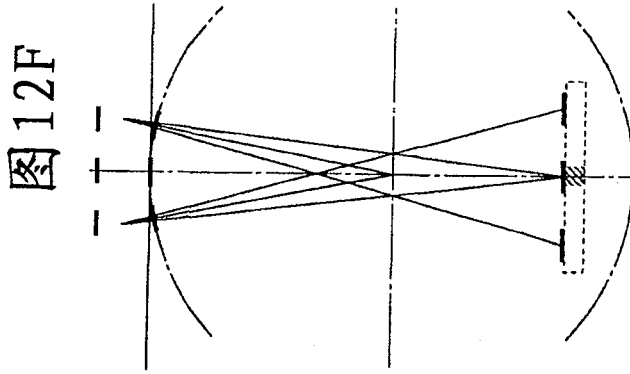


图 12F

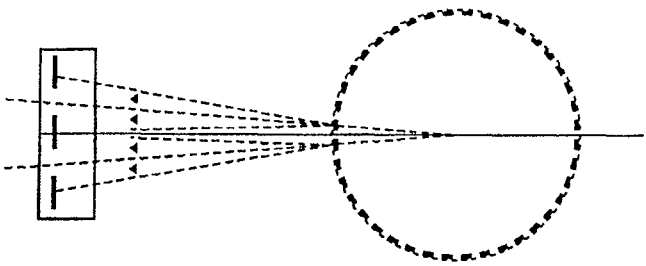


图13C

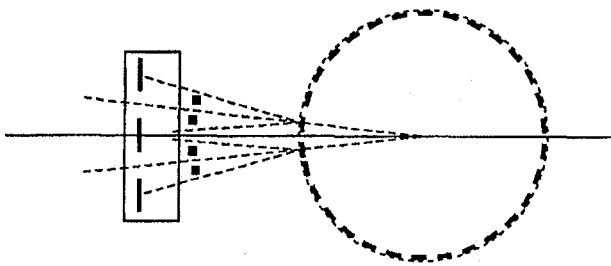


图13B

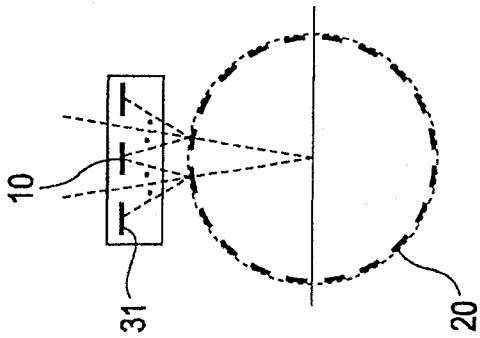


图13A

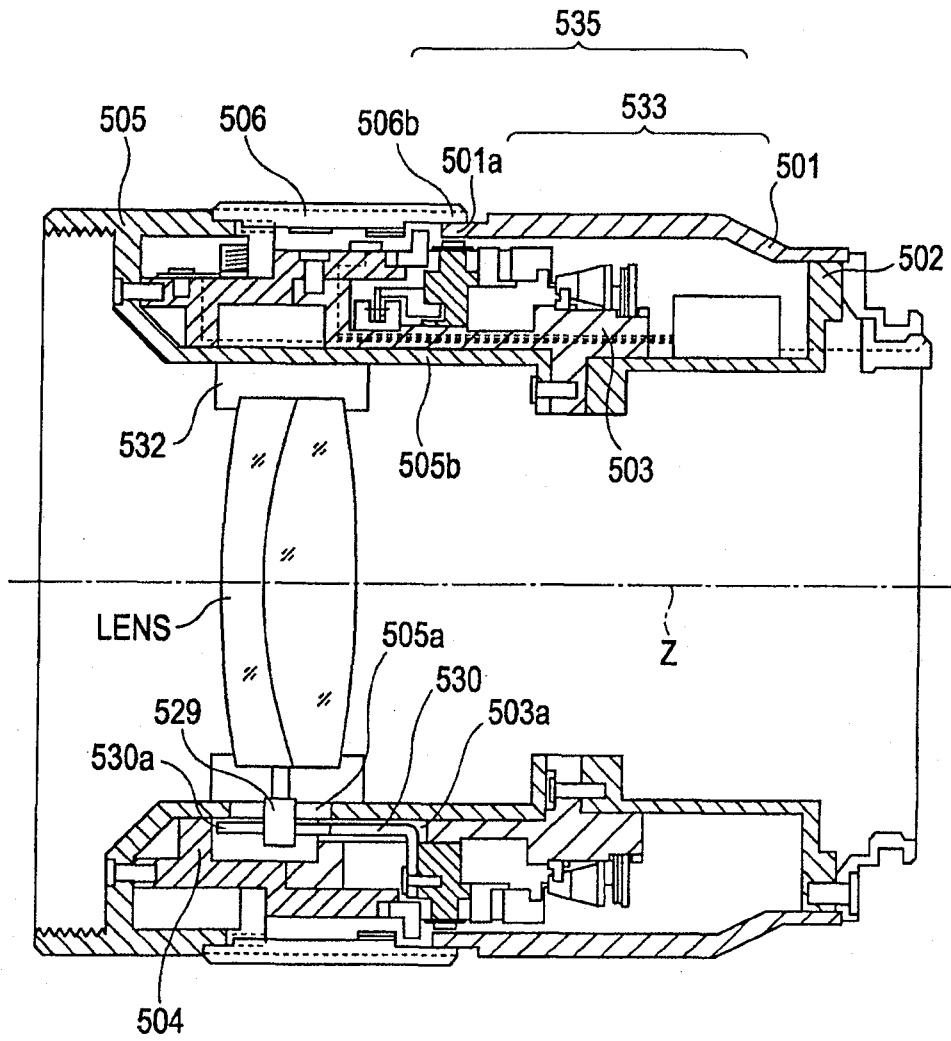


图14
现有技术

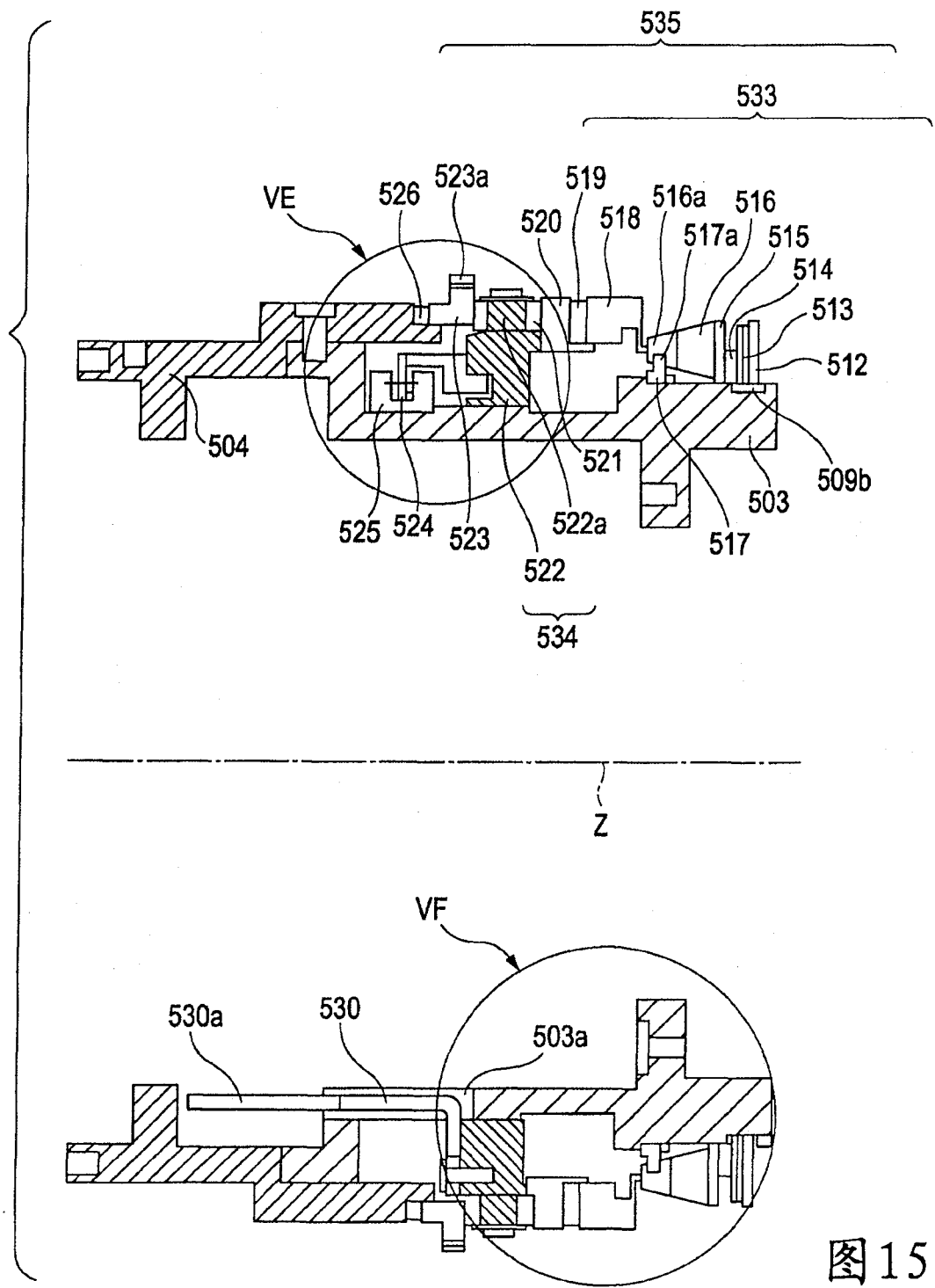


图15
现有技术

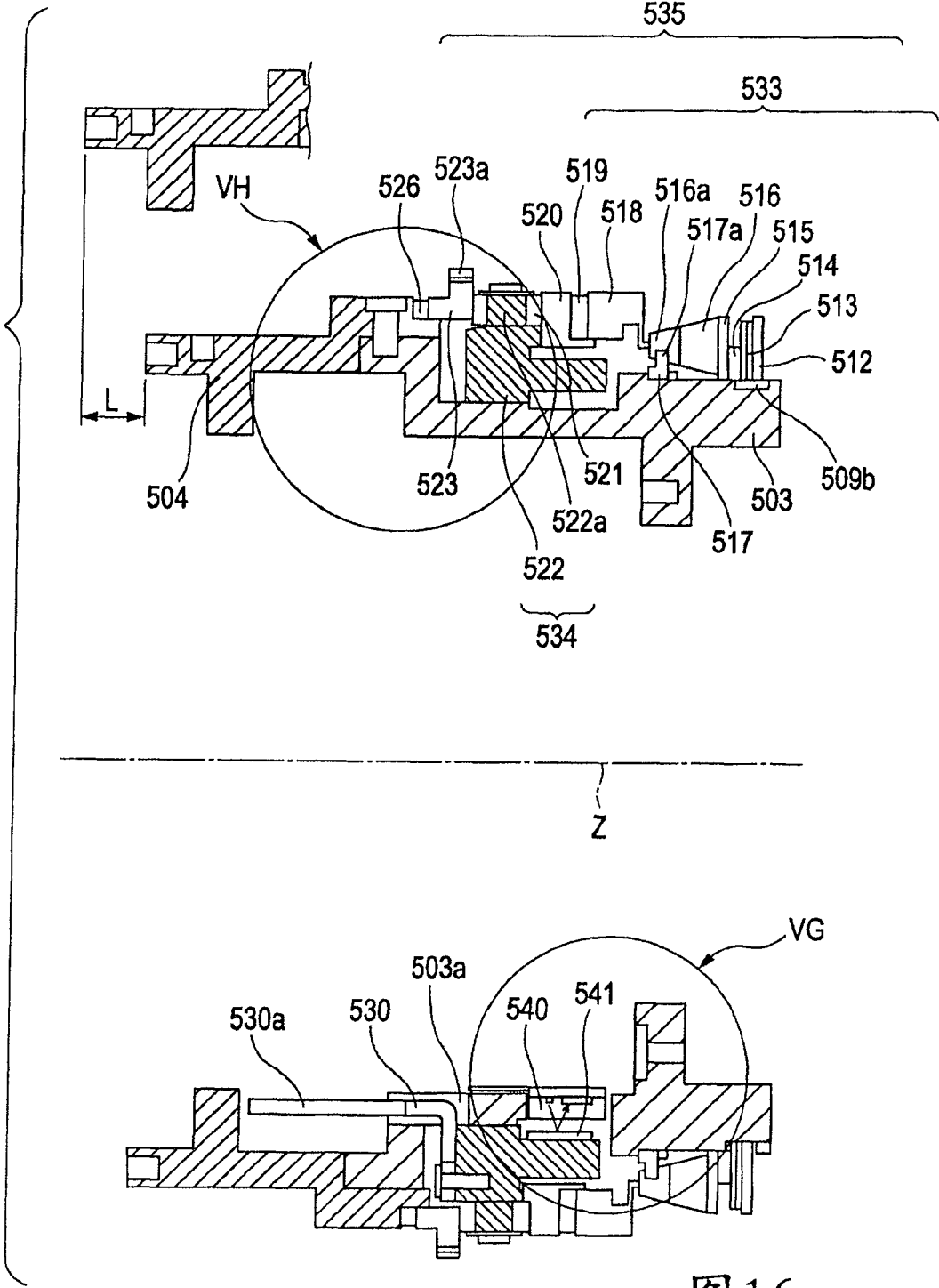


图 16

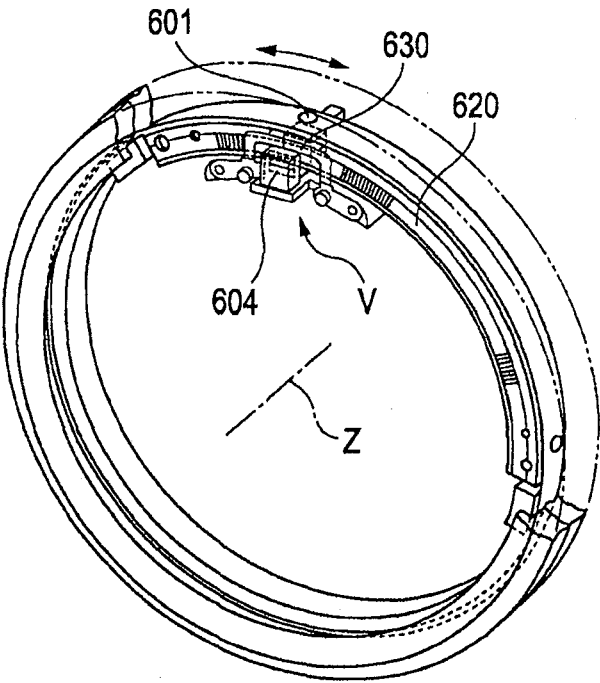


图17A
现有技术

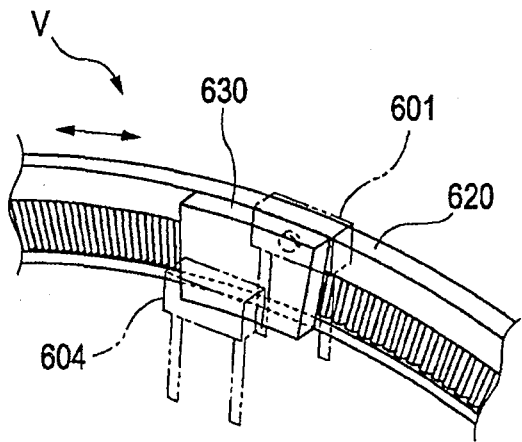


图17B
现有技术