



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101553712 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 12

(21) 申请号 200780037573. X

(22) 申请日 2007. 08. 06

(30) 优先权数据

177367 2006. 08. 08 IL

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 04. 08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IL2007/000975 2007. 08. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02008/018059 EN 2008. 02. 14

(73) 专利权人 亚斯卡瓦欧洲科技有限公司

地址 以色列罗什艾因

(72) 发明人 Y·维拉雷特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 王岳 李家麟

(51) Int. Cl.

G01D 5/347(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0108516 A1, 2006. 05. 25, 全文.

US 2004/0063671 A1, 2004. 04. 01, 全文.

US 2004/0113058 A1, 2004. 06. 17, 全文.

US 2005/0189203 A1, 2005. 09. 01, 全文.

审查员 李保安

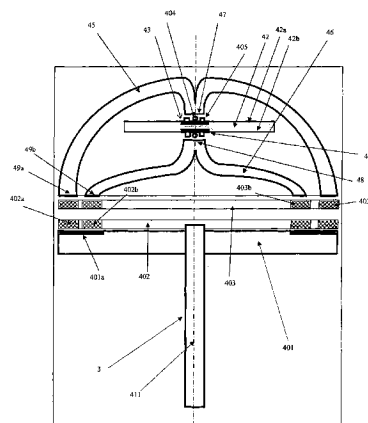
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

光编码器

(57) 摘要

一种用于测量转动轴的转动角度的光编码器,包括:位于一对叠置的光导之间的具有光发射器和光传感器部件的电子板,所述一对光导具有与轴的转动轴线一致的公共的对称轴线,光导接收来自电子板上的光发射器部件的光,并将光返回到电子板的光传感器部件;附着到转动轴的两个同心环形部分的光学图案和静态装置上两个同心环形部分的光学图案。一种用于测量转动轴的转动角度的方法,该方法通过从电子板将光发射到光导中并处理在电子板上所接收到的信号来进行测量,所述信号来自在与所述光学图案相互作用后通过光导而返回的光线。



1. 一种用于测量围绕转动轴线转动的轴的转动角度的光编码器系统,包括:

两个同心环形部分的第一光学图案,其包括交替的具有不同光学特性的段,并且配置在转动装置上,所述转动装置附着到所述轴上;

两个同心环形部分的第二光学图案,其包括交替的具有不同光学特性的段,并且配置在静态装置上;

第一和第二光导,所述第一和第二光导中的每一个均具有环形光通过表面区域和至少一个附加的光通过表面区域;其中所述第一光导与所述第二光导叠置,以使得第一和第二光导的所述环形光通过表面区域具有公共的对称轴线,该对称轴线与所述转动轴线一致;

光发射器,用于将光发射到所述第一和第二光导的所述附加的光通过表面区域中;

光传感器,用于感测从所述第一和第二光导的所述附加的光通过表面区域出射的光;以及

反射表面,用于将从第一和第二光导通过所述环形光通过表面而出射的光线在相反的方向上反射;

其特征在于,由介于该第一光导的所述附加的光通过表面区域和该第二光导的所述附加的光通过表面区域之间的电子板来承载所述光发射器和光传感器,其中所述电子板的一个面承载用于所述第一光导的光发射器和光传感器,而所述电子板的相对面承载用于所述第二光导的光发射器和光传感器。

2. 如权利要求1所述的系统,其中所述电子板的每个面上的所述光发射器均与该轴的所述转动轴线同心,并且所述电子板的每个面上的所述光传感器被放置在所述光发射器周围。

3. 如权利要求2所述的系统,其中所述电子板的每一个面上的所述光传感器是围绕其各自的发射器的环形传感器阵列的形式。

4. 如权利要求1所述的系统,其中:

所述第一光学图案和第二光学图案中的交替的段的所述不同光学特性为不同的光透射特性;以及

所述转动装置是具有反射面的光盘,所述反射面面对所述第一和第二光导的环形光出射表面。

5. 如权利要求1所述的系统,其中所述静态装置上的所述两个同心环形部分是同相的,而提供在所述转动装置上的所述两个同心环形部分处于相位差为图案的角周期的四分之一的状态。

6. 如权利要求1所述的系统,其中所述静态装置上的所述两个同心环形部分处于相位差为图案的角周期的四分之一的状态,而提供在所述转动装置上的所述两个同心环形部分是同相的。

7. 如权利要求4所述的系统,其中:

所述静态装置,位于所述第一和第二光导的环形光通过表面区域与所述转动装置之间;

所述静态装置的第二光学图案与所述转动装置的所述第一光学图案并置。

8. 如权利要求1所述的系统,其中所述第一和第二光导的所述环形光通过表面区域包括交替的具有不同光学特性或具有不同几何形状的段。

9. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述第一和第二光导的所述环形光通过表面具有齿状设计,以使得具有垂直于所述轴的轴线的出射表面的第一类型的段与具有与所述轴的轴线成 45 度角的出射表面的第二类型的段交替。

10. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述转动装置是透明的,并且在转动装置的与面对所述第一和第二光导的所述环形光通过表面的面相对的面上具有两个环形 V 状凸起。

11. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述第一和第二光导包括聚光部件,所述聚光部件具有用于在期望的方向上反射并引导进入光导的光线的反射面。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其中电子板的每一个面上的所述光发射器与转动轴的所述转动轴线同心,并且电子板的每一个面上的所述光传感器被放置在所述光发射器周围。

光编码器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于电动机或其它转动装置的光编码器。

[0002] 背景技术

[0003] 已经广泛地使用光编码器作为用于对不同类型的转动装置中的转轴的位置进行控制的系统中的位置反馈装置。因此,例如光编码器被广泛用于机器人、自动机器以及类似的装置中。

[0004] 这样的光编码器的例子可以在 Becchi 等人 (1981) 的专利 US4, 268, 747 以及 Breslow (1983) 的专利 4, 410, 798 中找到。

[0005] 光编码器通常包括固定在电动机轴上的转动光盘,该光盘具有交替的光学特性 (optical property) 的部分 (section) (例如透明部分和不透明部分) 的图案。所述盘放置在光束的路径中,在光发射器和光传感器之间。则光传感器生成幅度随着轴的位置而周期性地变化的电信号。使用电子电路来对该电信号的数字周期 (number period) 进行计数,从而提供有关轴位置 (相对于初始位置而言) 的信息。

[0006] 为了感测转动方向,在大多数现有技术的光编码器中,使用两个光束,并且定位第二光束的路径以便产生类似于第一电信号但偏移 (shift) 第一信号的四分之一周期的第二电信号。这样的两个信号还会被称为处于正交 (quadrature)。

[0007] 对该方法的改进包括:使用覆盖位于转动盘上具有交替的光学特性的几段圆形图案部分的光束,以及增加具有类似于转动光盘的图案的图案的固定掩模 (mask),其包含具有交替的光学特性的几个连续的段 (segment),并至少覆盖在转动光盘和光传感器之间的光传感器的表面。在该布置中,当掩模图案和盘图案相吻合时,大量的光被透射,而在掩模图案和盘图案处于相反的状态时,光透射最小。因此,透射到传感器的光成为角位置的周期性函数。由于图案段的确切形状的容差 (tolerance) 被平均在多个段上这一事实,该方法提供改善的信号形状。

[0008] 还已知的是通过将正交信号的模拟幅度 (analog amplitude) 馈送到处理单元来提高编码器分辨率。然后可以对处理单元进行编程以计算单一段图案内的轴的角度,从而提供高得多的分辨率。例如,具有 512 个缝 (slot) 的盘会提供圆周的 1/65536 的角分辨率。

[0009] 存在在降低成本的同时改进位置反馈装置的精度和分辨率的持续趋势。

[0010] 限制精度的一个因素为转动光盘的轻微的偏心 (eccentric) 移动,该偏心移动是由于一定的机械容差。由于两个光束中的每一个均在光盘的限定位置处与光盘相交,因此在轴的一侧上,轴的任何横向移动都会影响到达光检测器的光量,从而产生位置信息的误差。这样的横向移动可能是由用于支持轴的轧辊轴承 (roll bearing) 的容差或者光盘组件的容差而导致的。为了避免这种类型的误差,许多编码器包括整体轴和高精度轴承,并以耦合 (coupling) 的方式耦合到电动机轴,从而大大增加了成本。

[0011] 另一因素为转动盘上的图案的精度。图案的不规则性相对于轴的角位置产生的不等周期 (period)。如上所述,当在轴的一侧上两个光束分别在光盘上各自的限定位置处与

盘相交时,盘图案的不规则性会影响到达光检测器的光量,从而同样将误差引入到位置信息中。

[0012] 在 PCT/IL 2004/000042 的光编码器中,通过使用将光以两个锥形束的形式投射到转动盘上的两个或更多的光导来获得改善的精度,这两个锥形束产生光的两个同心圆 (concentric circle),这两个同心圆的几何中心与转动对称中心一致 (coincide)。在光盘上,提供一对同心环形图案部分,每个环形图案均包括具有交替的光学特性的很多个段,环形图案的几何中心与转动对称中心一致,并且选择光的所述同心圆的直径以使得光的同心圆中的每一个都入射到同心环形图案中的一个上并覆盖所述环形图案。该发明的光编码器的该径向对称性提供了对轴的微小横向移动的补偿,并且由于从等分布在对称中心周围的很多个段收集光信号,段的形状的不规则性的影响被平均,并且因而被降低。在 PCT/IL2004/000042 的光编码器中,从光源朝向光盘而发出的光以及从光盘返回到传感器的光都通过光纤来传导,所述光纤在入射表面处进入光导。由于光编码器远离承载传感器的电子板并远离光源,因此除标准电缆外该系统还需要一个或多个光缆。

[0013] 由于现有技术的光编码器中的光盘、光源和电子板之间的分离和距离,产生有关转动装置的部件之间的这些分离部分的安装的设计和布线问题,同时增加了生产和安装成本。

[0014] 现有技术的光编码器都没有提出下述整体电子板:该整体电子板位于光编码器组件内,并且直接在 PCB 上承载光源、光传感器和信号处理部件,以使得光源和传感器两者都靠近转动装置的对称轴线,从而还提高了精度并降低了制造和安装成本。

[0015] 因此,本发明的目的是提供一种用于转动轴的光编码器,该光编码器通过新的整体并对称的设计来提高精度并降低布线、生产和安装的成本,其中光传感器和光源部件安装在单个 PCB 的每一面上,并且该 PCB 位于一对光导之间,所述一对光导接收从 PCB 的相对侧所发出的光,并将所述光引导到适于指示转动角度的光学组件上,并最终将返回光引导向 PCB 上的光传感器。

[0016] 发明内容

[0017] 根据本发明的宽广的方面,提供一种用于测量围绕转动轴线转动的轴的转动角度的光编码器系统,包括:两个同心环形部分的第一光学图案,其包括交替的具有不同光学特性的段,并且配置在转动装置上,所述转动装置附着到所述轴上;两个同心环形部分的第二光学图案,其包括交替的具有不同光学特性的段,并且配置在静态装置上;第一和第二光导,所述第一和第二光导中的每一个均具有环形光通过表面区域和至少一个附加的光通过表面区域;其中所述第一光导与所述第二光导叠置,以使得第一和第二光导的所述环形光通过表面区域具有公共的对称轴线,该对称轴线与所述转动轴线一致;光发射器,用于将光发射到所述第一和第二光导的所述附加的光通过表面区域中;光传感器,用于感测从所述第一和第二光导的所述附加的光通过表面区域出射的光;以及反射表面,用于将从第一和第二光导通过所述环形光通过表面而出射的光线在相反的方向上反射;其特征在于,由介于该第一光导的所述附加的光通过表面区域和该第二光导的所述附加的光通过表面区域之间的电子板来承载所述光发射器和光传感器,其中所述电子板的一个面承载用于所述第一光导的光发射器和光传感器,而所述电子板的相对面承载用于所述第二光导的光发射器和光传感器。

[0018] 附图说明

[0019] 为了理解本发明并明白在实践中可以如何来实现本发明,现在将参考相应附图对仅作为非限制性的示例的多个实施例进行说明,其中

[0020] 图 1 是传统编码器的简图;

[0021] 图 2 示出编码器的图案化 (patterned) 的转动盘的例子;

[0022] 图 3 示出固定的图案化掩模的例子;

[0023] 图 4 以中切面 (median section) 示出根据本发明的编码器的优选实施例;

[0024] 图 5 示出具有环形表面的光导 (light guide) 的例子,该环形表面具有不同几何形状的段;

[0025] 图 6 是光源部件和光传感器部件在电子板的“光学区域”上的布置的例子;

[0026] 图 7 和图 8 是具有相位差 (phase difference) 的图案的例子;

[0027] 图 9 是在转动盘由透明材料制成并且用静态反射表面代替转动盘的反射表面的情况下的实施例;

[0028] 图 10 示出具有回向反射 V 状凸起 (retro-reflective V shaped protuberance) 的转动盘的实施例的截面;

[0029] 图 11 是下光导 (lower light guide) 的实施例的截面;

[0030] 图 12 是上 (upper) 光导的实施例的截面;以及

[0031] 图 13 是具有被分成三个区域的反射表面的聚焦部件的例子。

[0032] 具体实施方式

[0033] 与本发明的所有章节一起提供下列说明以使本领域技术人员能够利用本发明,并且提出了发明人所预期的用于实现本发明的最佳方式。然而,对于本领域技术人员来说各种修改仍将是显而易见的,这是因为,已经明确阐述了本发明的基本原理,以提供克服现有技术的编码器的缺点(诸如由于与光源和/或光传感器相距的距离而引起的低精度、作为光学图案的不规则性的结果而被引入的误差、由于电动机轴的机械震动而产生的误差以及其它)的用于测量转动轴(例如电动机轴)的转动角度的新颖的光编码器系统和方法。

[0034] 本发明的光编码器系统和方法具有低成本以及可普遍适应的优点,从而可与许多标准电动机驱动器或控制器一起使用。

[0035] 为了更好地证明本发明的系统和方法的优点,在此将在下面参考图 1 对传统的编码器系统进行说明。

[0036] 如图 1 所示,传统的编码器系统包括:光源 (1),光检测器 (2),转动盘 (4) 所固定到的电动机轴 (3) 以及固定掩模 (5)。如本领域所已知的,转动盘 (4) 具有交替的透明和不透明段的环形图案,固定掩模 (5) 具有交替的透明和不透明段的一小部分匹配图案,并且从光源所发出的光穿过转动盘 (4) 和固定掩模 (5),使得在从光源发出光时,在光检测器 (2) 上所检测到的光量是转动盘和掩模的相对位置的函数。然后,光检测器 (2) 的输出被输入到电接口(未示出),该电接口对光强度进行处理以计算转动盘的转动角度。在传统的编码器中,固定掩模覆盖与从光源 (1) 所发出的光束的尺寸相适合 (fit) 的有限数量个缝 (slot)。这样的光编码器具有有限的性能,并且在工业编码器中,已知为了检测转动方向以及补偿由于轴震动或偏心而造成的误差而使用多个掩模和光传感器。

[0037] 用于转动盘的图案的例子如图 2 所示,用于掩模的匹配图案的例子如图 3 所示。所

述图案包括交替的具有诸如不同的透明度的不同光学特性的段。在图 2 和 3 所示的特定例子中,段或者是完全透明的 (21),或者是完全不透明的 (22)。然而应当理解的是,图案可以是多种不同的类型。例如,每个部分可以具有不同的表面形状以使得光线在不同的方向上折射,可以按照各种设计来形成缝,等等。在本专利中,不论是否将图案的段称为缝,都应当理解的是,具有具有不同的光学特性的段的其它类型的图案也在本发明的范围之内。

[0038] 在这些编码器中,由于穿过图案的光束的宽度覆盖有限数量个缝,因此缝的形状的小的不规则性导致位置信息的不精确。

[0039] 现有技术的编码器性能的另一限制是由于电动机工作时由于轴的轴承的一定挠性 (flexibility) 而导致的电动机轴的机械震动。由于光源和传感器位于轴的一侧,因此轴和盘的任何横向移动都导致穿过图案的光量的变化,从而改变位置信息。为了降低该不精确性,许多编码器制造商在编码器中使用具有附加的高质量滚珠轴承的单独轴以及将编码器轴连接到电动机轴的耦合元件,从而增加了编码器的成本。

[0040] 限制的另一原因是由于光线的自然散射,从而使得只有小部分所发出的光到达被图案化的盘,并且只有更小部分的所发出的光返回到光传感器,以提供对转动位置或转动角度的指示。

[0041] 在 PCT/IL2004/000042 中,提出一种具有一对光导的编码器,以提高所接收到的位置信息的精度,所述一对光导发出一对同心圆形光束,并从光盘的整个圆周收集返回的光。还通过使用光纤将光线从远程的光发射部件通过光导的光入射表面 (light entrance surface) 而传导到光导并将返回的光线从光导传导回远程的传感器部件,来进一步改进位置信息。

[0042] 本发明提出一种光编码器系统和方法,该光编码器系统和方法通过提供位于一对光导之间的电子板来改进位置信息的精度。在电子板的两个侧面上的光学区域上都提供有光发射器部件和光传感器部件,并且每个光导分别具有至少一个朝向电子板的各自侧的光入射区域,以使得来自光发射器部件的较大部分的光线进入光导。本发明的光编码器通过从每个光导的环形光通过表面发射光,并收集在所述返回光与提供在转动装置 (转动装置固定在转轴上) 上的环形光学图案以及提供在静态装置上的另外的环形光学图案相互作用之后被反射表面后反射到光导的光,以使得所返回的光量会指示静态装置和转动盘的相对位置,从而指示转轴的转动角度,以此提高精度。还通过光导内的一个或多个反射面来进一步提高精度,所述一个或多个反射面使得较大部分的返回光能够到达光传感器部件,从而进一步提高信息的精度。

[0043] 本发明的编码器系统的另一优点在于,对光传感器的原始信号进行处理的电子板位于光导之间,从而允许编码器的对称性配置,即,光源和 / 或光传感器都可以被放置在电动机轴的对称轴线上,或者被放置得非常靠近对称轴线。

[0044] 本发明的编码器系统的又一优点在于,可以将光源和光传感器直接安装在 PCB 上,从而导致制造成本降低。

[0045] 因此,根据本发明的一方面,提出一种用于测量转动轴的转动角度的光编码器系统,该光编码器系统包括:

[0046] 电子板,其具有第一面和第二面,并且在所述第一面和所述第二面中的每一个上均安装有至少一个光发射部件和至少一个光传感器部件;所述电子板位于第一光导和第二

光导这一对光导之间,所述光导中的每一个均具有环形光通过表面区域和至少一个附加的光通过表面区域,所述第一光导与所述第二光导叠置,以使得所述第一光导的环形光通过表面和所述第二光导的环形光通过表面具有共同的对称轴线,该对称轴线还与所述轴的转动轴线一致;所述第一光导的所述附加的光通过表面区域中的至少一个位于所述电子板的所述第一面上的一个光发射器部件附近,所述第一光导的所述附加的光通过表面区域中的至少一个位于所述电子板的所述第一面上的光传感器部件附近;所述第二光导的所述附加的光通过表面区域中的至少一个位于所述电子板的所述第二面上的一个光发射器部件附近,所述第二光导的所述附加的光通过表面区域中的至少一个位于所述电子板的所述第二面上的光传感器部件附近;提供在转动装置上的两个同心环形部分的第一光学图案包括具有不同的光学特性的段,所述转动装置附着到所述转动轴上;提供在静态装置上的两个同心环形部分的第二光学图案也包括具有不同的光学特性的段,以使得所述图案的对称轴线与轴的转动轴线一致,以及反射表面,所述反射表面用于使通过所述环形光通过表面从光导出射的光线在相反的方向上返回。

[0047] 根据本发明的另一方面,提出一种用于测量转动轴的转动角度的方法,该方法包括以下步骤:

[0048] a. 提供位于一对叠置的光导之间的电子板,该电子板具有附着到第一侧和第二侧的光发射部件和光传感器部件;

[0049] b. 从所述电子板的所述第一侧和所述第二侧中的每一个上的所述光发射部件通过所述光导的光通过表面将光分别发射到所述一对光导中的每一个中;

[0050] c. 分别通过所述光导中的每一个的环形光通过表面将光向外传播;放置所述环形光通过表面以使得它们的对称轴线一致,

[0051] d. 提供附着在具有主转动轴线的转动轴上的至少一个转动的光盘,该光盘具有两个同心环形部分的光学图案;

[0052] e. 提供具有光学图案的至少一个静态装置;

[0053] f. 提供用于将光通过所述环形光通过表面而反射回所述光导中的反射表面,以使得所述光在重新进入所述光导之前被与提供在所述静态装置和所述转动的光学装置上的图案的相互作用而影响;

[0054] g. 将通过所述光导入射表面的光束的一部分引导回位于光通过表面附近的至少一个光传感器部件;

[0055] h. 测量到达所述光传感器的光强度;所述光强度是所述静态装置和所述转动的光盘的相对角位置 (relative angular position) 的函数;以及

[0056] i. 将所述轴的转动角度作为在光传感器处所测量到的光强度的函数来计算。

[0057] 根据优选实施例,在每个光导内提供一个或多个反射元件,用于将通过光通过表面的光束的一部分引导回位于光通过表面附近的至少一个光传感器部件;

[0058] 根据本发明的另一方面,本发明的编码器具有标准接口,从而使得它可以与大量的传统驱动 (drive) 一起使用。

[0059] 图4示出根据本发明用于检测和测量电动机轴(3)的转动移动的光编码器组件的优选实施例。应当理解的是,图4的组件是作为示例被示出的,在本发明的系统和方法的范围内可以实现许多其它的设计。

[0060] 为了说明的清楚起见,在发电机轴的转动轴线的方向上对编码器部件的相对位置进行描述,在该方向上将发电机轴定义为较低的部件。但是应当理解的是,也可以沿着水平轴或任何其它方向来布置这些部件,只要它们与电动机轴的轴线对准即可。

[0061] 现在参考图 4,以纵向中切面的方式示出用于测量转动轴 (3) 的转动角度的光编码器系统,所述光编码器系统包括电子板 (42),在所述电子板 (42) 的第一侧 (42a) 和第二侧 (42b) 上分别具有光学区域 (43,44),并且在每个光学区域 (43,44) 上均安装有光发射部件 (404) 和多个光传感器部件 (405)。电子板位于一对光导 (OG) (45,46) 之间。本领域技术人员应当理解的是,光导 (45,46) 是由透明的材料制成的,并且被设计为如在光导和 / 或光纤的公知技术中所应用的那样根据全反射定律来引导光线。还应当理解的是,每个所述光学区域 (43,44) 上的光发射部件的数量可以多于一个。

[0062] 在图 4 中,光导 (45,46) 和所述电子板 (42) 被固定在转动轴 (3) 的上面。然而应当理解的是,可以将光导和电子板固定在转动轴的前面,以及转动轴的轴线可以定向在水平方向或任何其它方向上,以适于具体的实施例。再次参考图 4,光导 (45,46) 和所述光学区域 (43,44) 具有与转动轴 (3) 的轴线一致的对称轴线 (411)。光导 (45,46) 是透明的且是钟状的,并且被放置得直径大于光导 45 的光导 46 与光导 45 相叠置。各光导分别具有光通过表面 (47) 和 (48),其中,放置光导 45 的光通过表面 47,以使得它面对光导 46 的光通过表面 48,并且将光通过表面 (47,48) 分别与电子板的所述第一侧 (42a) 和所述第二侧 (42b) 并置 (juxtapose),以使得所述光通过表面中的每一个都放置得非常靠近所述光发射部件 (404) 以及非常靠近所述光传感器部件 (405) 中的至少一个。每个光导 (45,46) 还具有环形光出射表面 (49a,49b),并且这两个环形光出射表面 (49a) 和 (49b) 相互同心。静态 (stationary) 装置 (403) 位于所述光导 (45,46) 之下,并且在所述静态装置 (403) 上与环形光出射表面 (49a ;49b) 相对提供有一对同心环形图案部分 (403a ;403b) (在下文中为:静态图案)。在所述静态装置之下,诸如转动光盘的第一转动装置 (402) 被附着到转动轴 (3) 上,并且在所述转动装置上提供有一对同心环形图案部分 (402a ;402b) (在下文中为:转动图案),它们与所述静态图案并置。第二转动装置 (401) 具有上表面,该上表面具有面对转动图案部分 (402a ;402b) 的反射区域 (401a)。

[0063] 再次参考图 4 的光编码器组件,从安装在电子板 42 的光学区域 44 上的光源所发出的光通过入射表面 47 进入光导 45,并被引导通过光导 45,直到到达光导 45 的环形通过表面 49a,并且该光以环形光束的形状发射通过光导 45 的环形出射表面 49a。取决于静态装置 403 和转动装置 402 的相对角位置,变量的光线到达反射表面 401a,从而被所述反射表面 401a 向后 (backward) 反射。所反射的光以相反的方向再次经过转动图案 402a 和静态图案 403a。然后该光朝向光导传播,并通过环形通过表面 49a 再次进入光导 45,再次进入的光的量取决于转动图案 402a 和静态图案 403a 的相对角位置。然后将光向上引导到通过表面 47,以使得光线的一部分到达电子板 42 的光学区域 43 上的光传感器 (一个或多个)。

[0064] 根据本发明的优选实施例,使光传播到光导 45 和 46 两者中,以使得同时获得两个电信号。然后光传感器输出作为轴 3 的转动角度的函数而变化的电信号。可以使用已知可用于编码器的传统的电子和软件处理部件来计算转动移动。

[0065] 应当理解的是,可以应用许多其它的光学解决方案来使光在一个方向上经过光学

图案,并在光导的方向上反射它们,以使得它们将以相反的方向经过光学图案。

[0066] 还应当理解的是,可以根据许多不同的设计来制造电子板,并且电子板可以为不同的取向,并还可以被实现为挠性电子板。

[0067] 根据本发明的系统,可以通过在环形光通过表面(49a;49b)上提供光学图案来实现静态图案(403a;403b),在这种情况下,可以免除静态装置402。

[0068] 当光导的环形通过表面49a、49b被图案化时,所述图案是由具有不同的光学特性的段组成的,这些段可以是交替的不透明段和透明段,或者是具有不同的几何形状的段,以使得出射出光导的光线依赖于段的光学特性而具有不同的方向,通过所述段光线被发散,或者同样依赖于它们通过其而被发散的段的光学特性它们在强度上变得不同,以使得出射出环形出射表面49、400的环形光束为环形的图案化光束。

[0069] 图5示出光导50的实施例的例子,光导50具有通过表面51和操作为光编码器的静态图案的环形通过表面52,其中在所述环形通过表面上,提供了齿状(teeth)设计以生成光学图案。如在图5中所见,光导(50)的环形出射表面52被分成交替的两种类型的段。第一种类型的段(52a)具有垂直于轴的轴线(511)的出射表面,而第二种类型的段(52b)具有与轴的轴线511形成 45° 角的出射表面。本领域技术人员应当理解的是,通过段52a而出射的光线将近似平行于对称轴线511,而通过段52b而出射的光线将以垂直于对称轴线511的方式被折射。

[0070] 图6示出安装在电子板64的光学区域63上的光源(65)和光传感器(66a,66b,66c,66d)的例子。应当理解的是,可以作出许多其它模式和设计的光学区域63,而仍然在本发明的范围之内。

[0071] 在图6的实施例中,光源(65)位于光学区域63和电子板64的中心(也是轴的转动轴线)处,而光传感器部件66a,66b,66c,66d布置在光源65的周围。该布置具有径向对称的优点,从而使得光盘和环形出射表面上的圆形光学图案的所有部分对总的电信号具有相同的理论上的贡献,从而作为来自所有的光传感器部件(66a,66b,66c,66d)的信号的和的信号输出与穿过允许光在光传感器部件的方向上通过的环形转动盘图案和环形出射表面二者的所有部分的光量的真实平均值(true average)成比例。如上所述,这种平均使得位置信息对图案部分的几何精度的灵敏度(sensitivity)急剧降低。

[0072] 应当理解的是,通过以下布置可以获得相似的结果:在该布置中,光传感器部件位于光学区域的中心处,并且多个光源部件对称地位于光源的周围。

[0073] 至于已知的编码器,可以设计各种图案以提供两个电信号之间的相位差,从而提供有关转动方向的信息。这样的图案的例子如图7和图8所示。在这些附图中,黑色区域表示具有第一光学特性(例如不透明)的环形图案段,而白色区域表示具有第二光学特性(例如透明)的段。如前所述,可以以各种方式、使用不同的几何形状、涂敷(coat)或者改变光线折射的方向或透明度的任何其它技术来实现这些不同的光学特性。在图7中,示出了具有一对同心环形部分的图案。其中同心环形部分是“同相的”,即,两个图案的黑色段位于相同的角位置。在图8中,示出了具有一对同心环形部分的图案,其中同心环形部分具有被偏移 $\delta\alpha$ (等于图案角周期 α 的四分之一)的角位置。在本发明的光编码器系统中,可以将图7中“同相”的两个图案应用到两个光导的环形通过表面,而将具有相位差为四分之一周期的两个同心环形部分的图案应用到转动盘。也可以在光编码器系统中实现与此相反

的解决方案,其中,将“同相”的图案应用到转动盘,而将相位差为四分之一角周期的图案应用到两个光导的环形通过表面。在这两种情况下,作为操作本发明方法的结果而接收到的两个电信号将呈现四分之一周期的相位差(处于正交状态)。

[0074] 本领域技术人员应当理解的是,光导的同心图案与旋转盘上的同心图案之间的相位差可以是任何值,以便产生两个电信号之间的任何的相位差,并且可以对信号处理部件进行编程以根据已知的相位差来执行位置计算。

[0075] 还应当理解的是,可以实现图案,使得光学特性作为图案的环形表面上的角位置的函数而以连续的方式变化。例如,环形表面可以在圆周上具有周期性正弦式的透明度(periodic sinusoidal transparency),或者环形表面在轴方向上的表面高度可以是正弦函数,等等。

[0076] 参考图 9,示出了编码器的实施例,其中在被放置得与光导和转动盘分离(disposed separately of the light guides and rotating disc)的元件(96 和 98)上实现反射表面(90)以及静态图案(403a,403b)和转动图案(402a;402b)。图 9 的实施例与图 4 的实施例的不同之处在于,转动装置 401 由透明的材料而制成,以及提供了具有反射表面 91 的单独的静态装置(90)。应当理解的是,在该实施例中,通过环形通过表面(49a;49b)而出射的光通过静态图案(403a;403b)、转动图案(402a;402b)和可能是透明光盘的透明装置 401 而朝向反射表面 91 传播。还应当理解的是,被反射表面 91 所反射的光再次通过转动图案(402a;402b)和静态图案(403a;403b)而传播,从而使得该光与所述转动图案和静态图案相互作用两次,并且返回光导(45,46)的光量是所述静态图案和所述转动图案的相对角位置的函数。应当理解的是,可以实现本发明系统的另一实施例,其中,转动装置(402)位于透明的转动装置 401 之下。

[0077] 图 10 示出转动盘(101)的实施例,该转动盘固定在转动轴 3 上,并且具有作为径向对称中心的转动盘 3 的转动轴 100,其中,以在转动盘的下侧上的两个环形的 V 状凸起(102,103)的形式来实现转动盘的反射表面,V 状凸起的两个表面都关于轴的轴线具有 45 度的角度。转动盘由透明的材料制成,选择透明材料的折射率,以使得从上光导和下光导出射的光线(104,105)被 V 状凸起的倾斜表面反射两次,从而光线(104,105)在它们从光导出射的光导的方向上返回。V 状凸起位于一对叠置的光导(未示出)的环形出射表面之下,以使得所反射的光线(104,105)通过所述环形出射表面而重新进入光导。在光盘(101)的上表面上,可以提供光学图案,或者如图 9 的实施例所示,可以在附着到转动盘上的单独的部件上提供光学图案。

[0078] 应当理解的是,具有 V 状回向反射器的光盘的实施例是有益的,这是因为它无需对转动盘进行额外的处理,从而降低了生产成本。

[0079] 根据光盘的另一实施例,可以通过将 V 状回向反射器分成具有交替的 V 形状和平坦的形状的扇形(sector)来提供图案。

[0080] 在本发明的光编码器组件中,影响测量精度的因素之一是从光学图案返回传感器的光量。为了使散射(dispersion)最小化并使到达安装在光学区域上的传感器的光量最大化,设计各种聚光部件,以用于将返回光线引导朝向光传感器,如图 11、12 和 13 所示。

[0081] 参考图 11,示出了下光导 A 的实施例的截面。除将光线引导至光传感器(116,116a)的两个凸起(1111,1112)之外,光导 A 关于轴线(1110)具有径向对称性。光源

(115) 发射光线 (诸如光线 1115), 所述光线通过光导的入射表面 (1116) 进入光导; 锥形 (conical) 聚光部件 (112) 在垂直于对称轴线 1110 的方向上径向地反射光线, 其中由于全反射定律和光导 A 的透明材料的折射率而发生该反射。光线 (1115) 被第二锥形表面 (119) 在近似平行于对称轴线的方向上再次反射, 并在环形出射表面 (1113) 处出射出光导。从转动盘 (未示出) 被反射回的诸如 117 的光线在上面提到的环形出射表面 (1113) 处进入光导 A, 并且相继被锥形表面 (119) 和 (112) 反射, 从而分别通过出射表面 118、118a 而在光传感器 116、116a 的方向上传播。应当理解的是, 除非存在光散射, 否则, 所有的光线都会沿着所发出的光的路径而返回, 而没有光线会到达光传感器。然而, 散射发生了, 从而所返回的光线的一部分被锥形表面 (112) 和 (119) 向光传感器反射。

[0082] 参考图 12, 示出了上光导 B 的类似的实施例, 上光导 B 具有面向下的入射表面 (112)。

[0083] 在图 11 和图 12 的实施例中, 为了获得图案的所有部分的对称性分布, 必须在光源周围提供相对大量的传感器。另外, 如果光源的散射小, 则到达传感器的光量就小, 从而导致相对低的信噪比。

[0084] 对图 11 和图 12 的实施例的改进如图 13 所示。在该实施例中, 每一光导与两个光传感器一起使用。这里, 图 10 的锥形聚光部件 (102) 被具有以下这样的反射表面的聚光部件而替代: 所述反射表面被分成三个表面区域 (131, 132, 133), 每个区域均被设计成使光会聚到一装置、光源 (1312) 或光传感器 (136a; 136b), 或者使来自一装置、光源 (1312) 或光传感器 (136a; 136b) 的光会聚。表面区域 (131) 在垂直于对称轴线 (1310) 的方向上在所述表面区域 (131) 的四周将从光源部件 (1312) 所发出的光线径向地反射, 如光线 135 所示。可以根据已知的光学原理来设计表面区域 (135), 以使散射最小化。因此, 例如表面区域 (135) 的截面可以具有抛物线形状。从光源部件 (1312) 所发出的其它光线到达表面区域 (132) 和 (133), 并且以相对大的散射来被反射, 这些光线很可能丢失, 即, 不返回任何传感器。在与静态图案和固定图案 (未示出) 相互作用之后通过环形通过表面而返回到光导的光线 (如 137 和 138) 到达三个区域 (131, 132, 133) 中的一个。到达上表面区域 (131) 的返回光线被反射回光源, 从而丢失, 如光线 136 所示。到达表面区域 (132) 或 (133) 的返回光线 (如 137) 将被向光传感器部件 (136a; 136b) 反射。将聚光部件的反射表面分成多个表面部分 (121, 122, 123) 允许了更精确的设计, 从而可以计算返回到光传感器的光量并使其最大化, 因而提供了光传感器的电信号的大得多的强度, 从而提高了信噪比。可以作出反射表面的该设计以使散射最小化, 从而降低编码器对本发明光编码器系统的反射表面的精度和质量的灵敏度。

[0085] 图 13 的提高本发明光编码器系统的精度的实施例的另一优点是, 可以将表面区域 (132) 和 (133) 设计成具有数学地计算出的形状, 该数学地计算出的形状将大量的返回光线向光传感器反射, 从而作为结果, 对于图案化的环形表面的所有部分来说, 被反射到传感器的光线的量几乎是相同的。

[0086] 虽然已经示出并说明了本发明的特定实施例, 但是, 对本领域技术人员来说显而易见的是, 可以在不偏离本发明的情况下在更宽的方面进行改变和修改, 因此, 所附的权利要求意在将落在本发明的精神和范围之内内的所有这样的改变和修改包括在内。

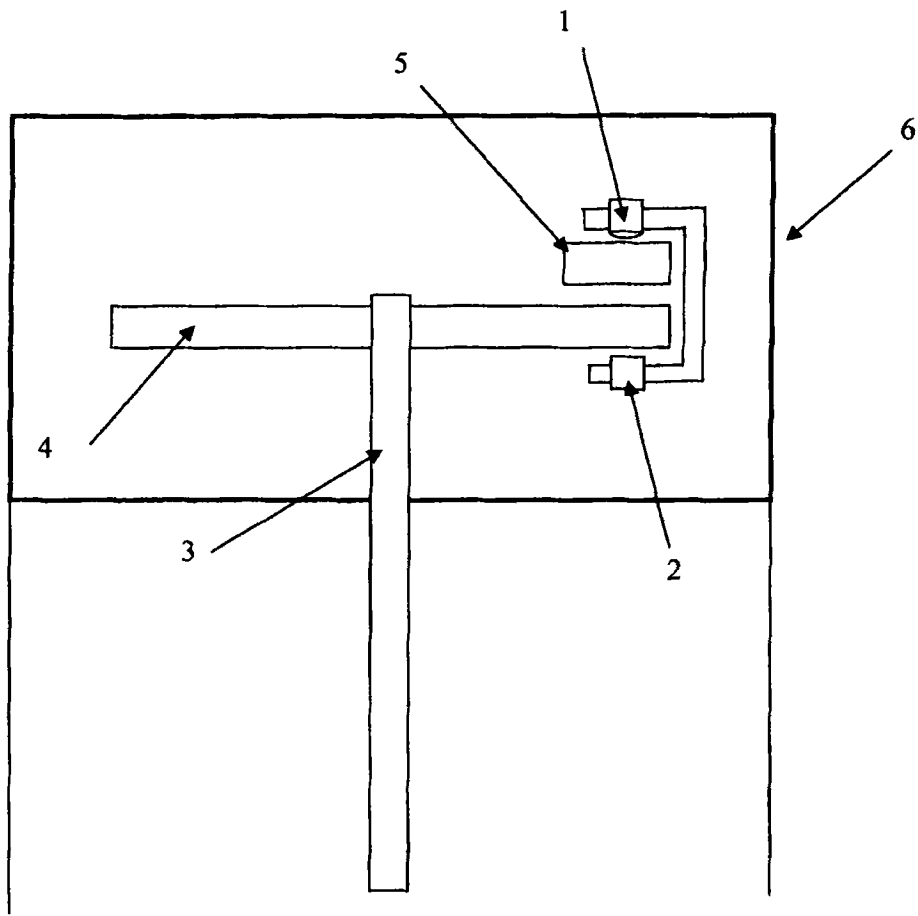


图 1

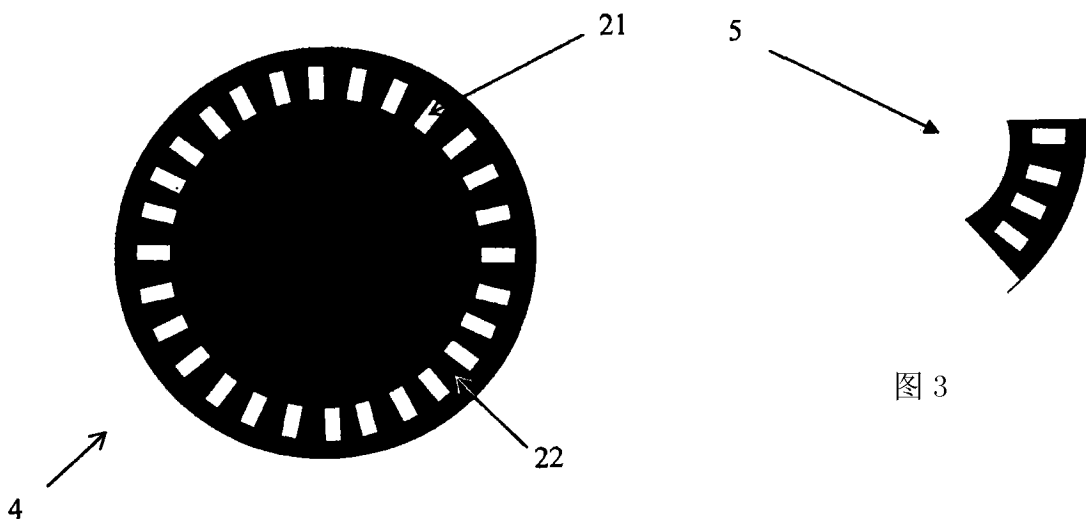


图 2

图 3

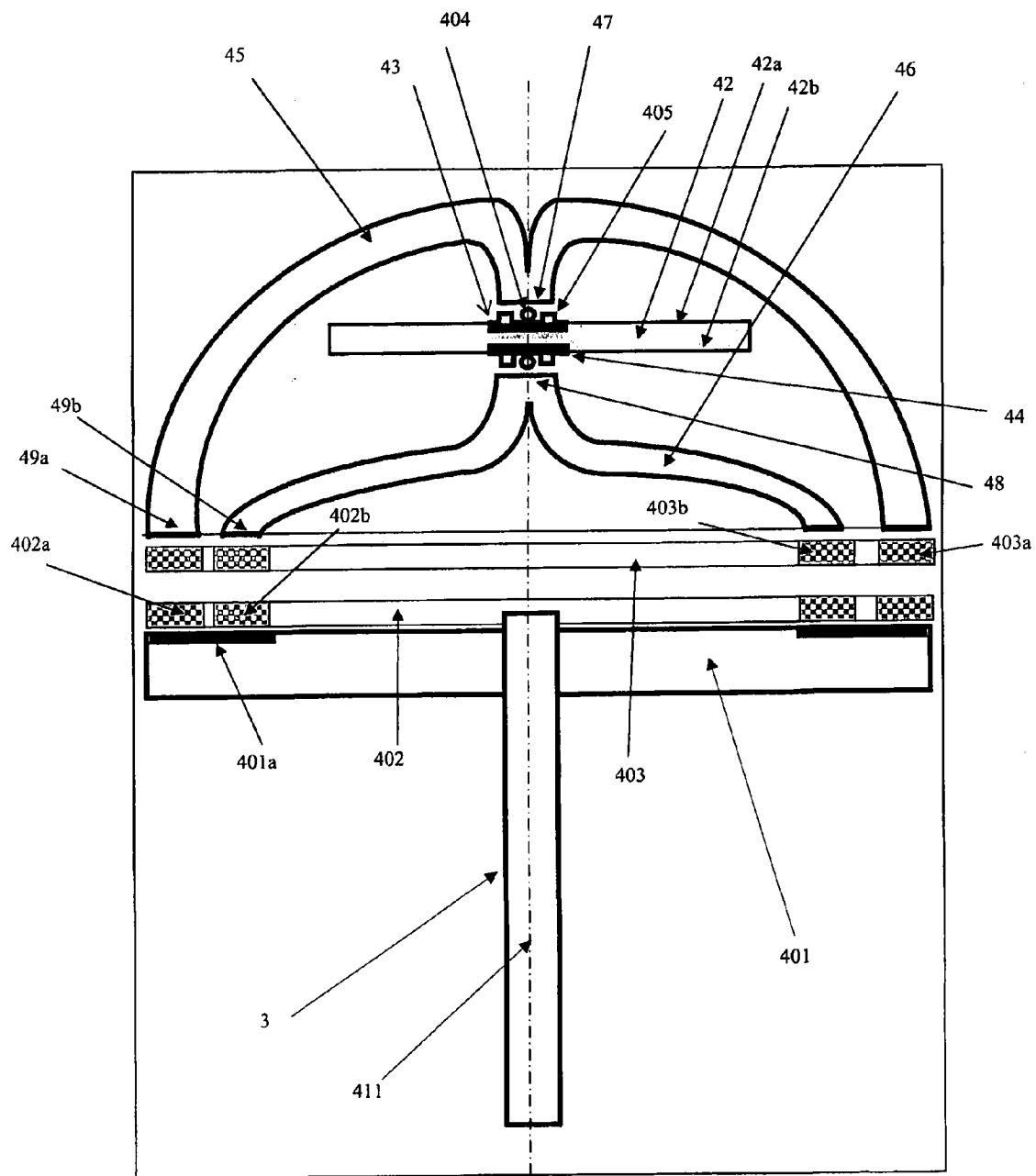


图 4

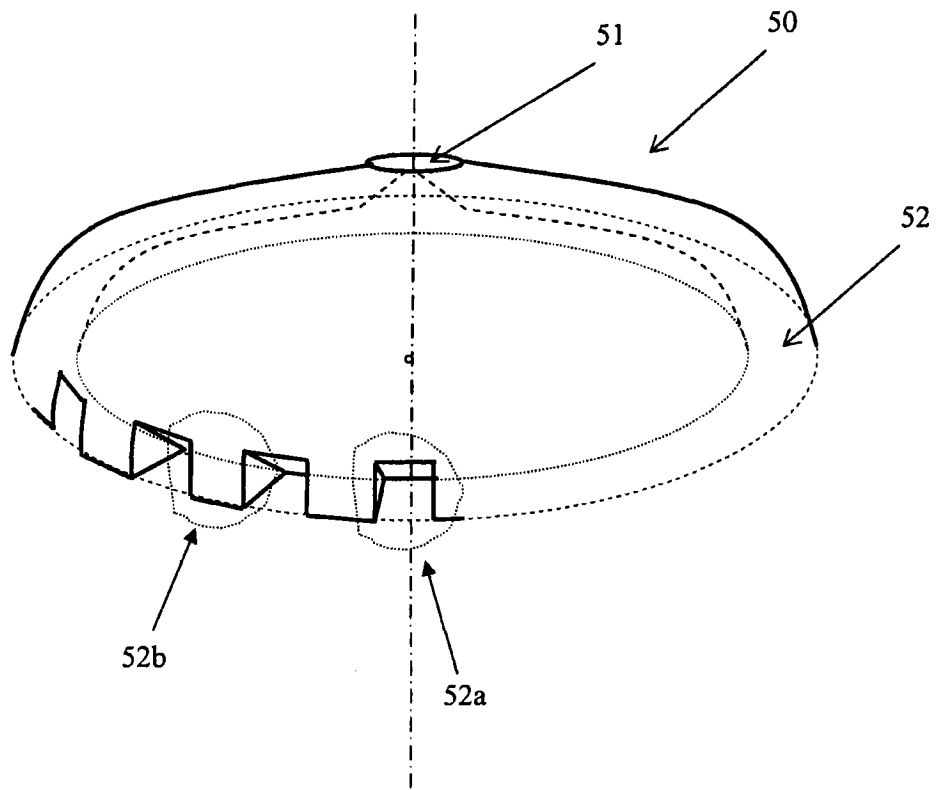


图 5

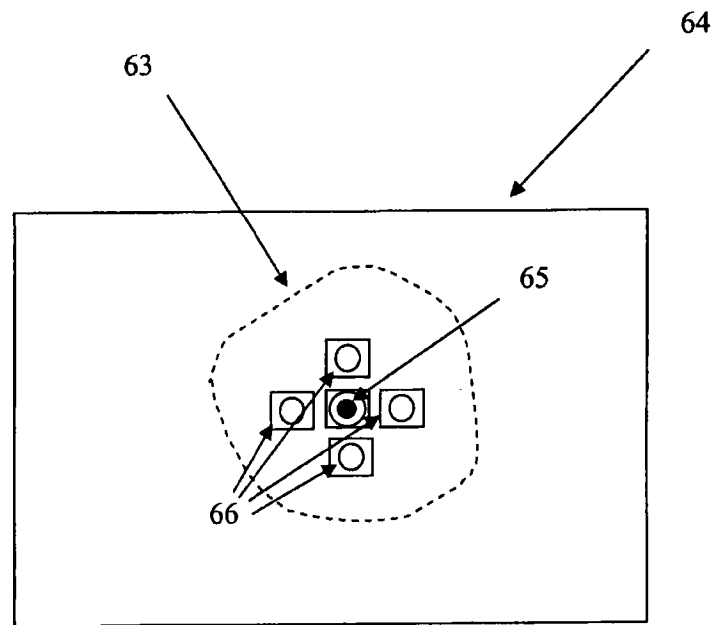


图 6

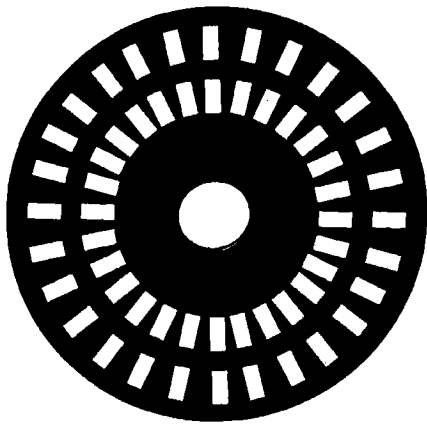


图 7

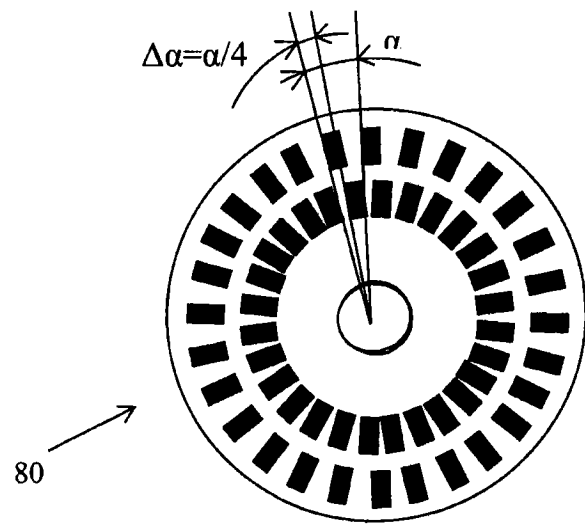


图 8

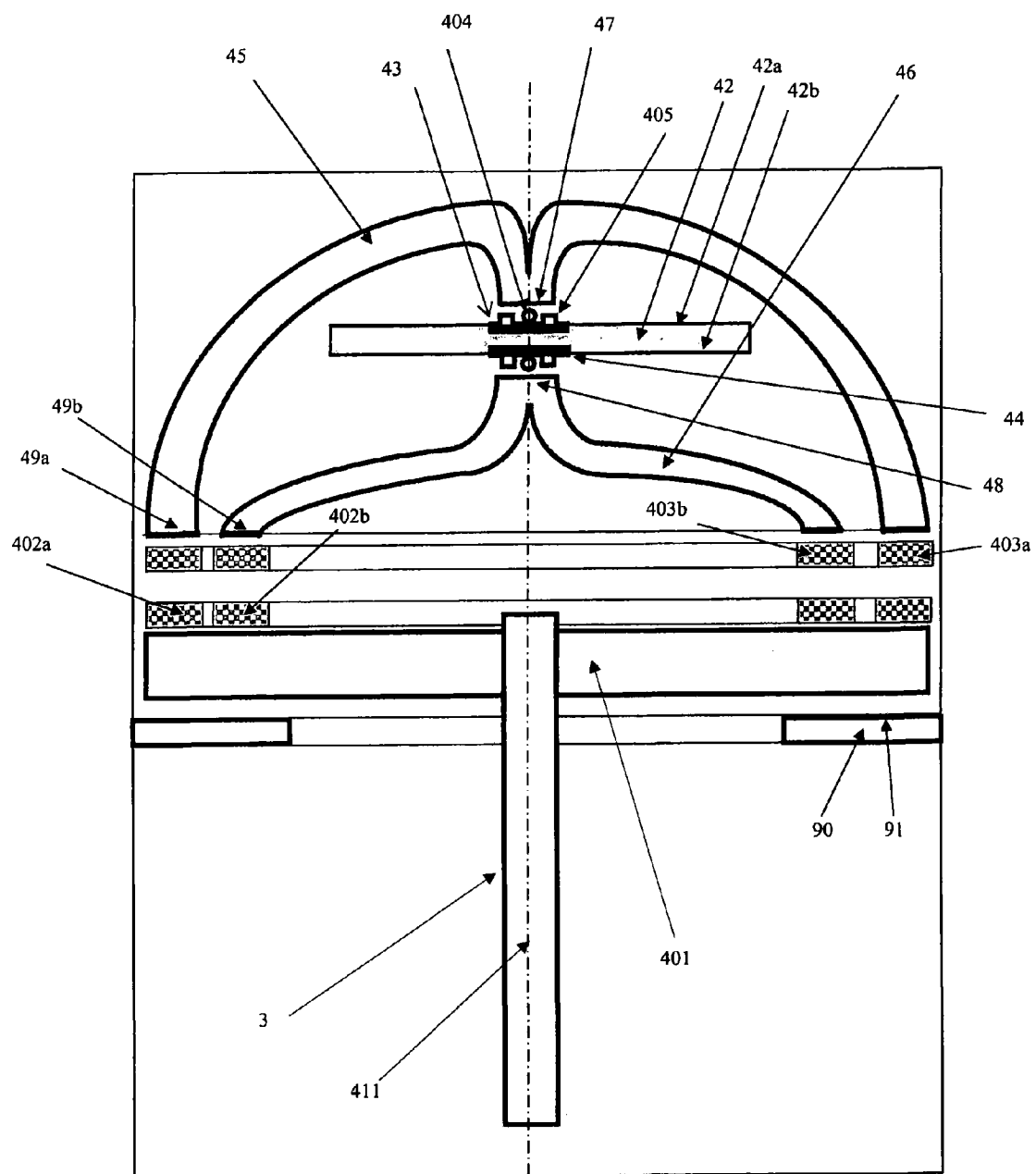


图 9

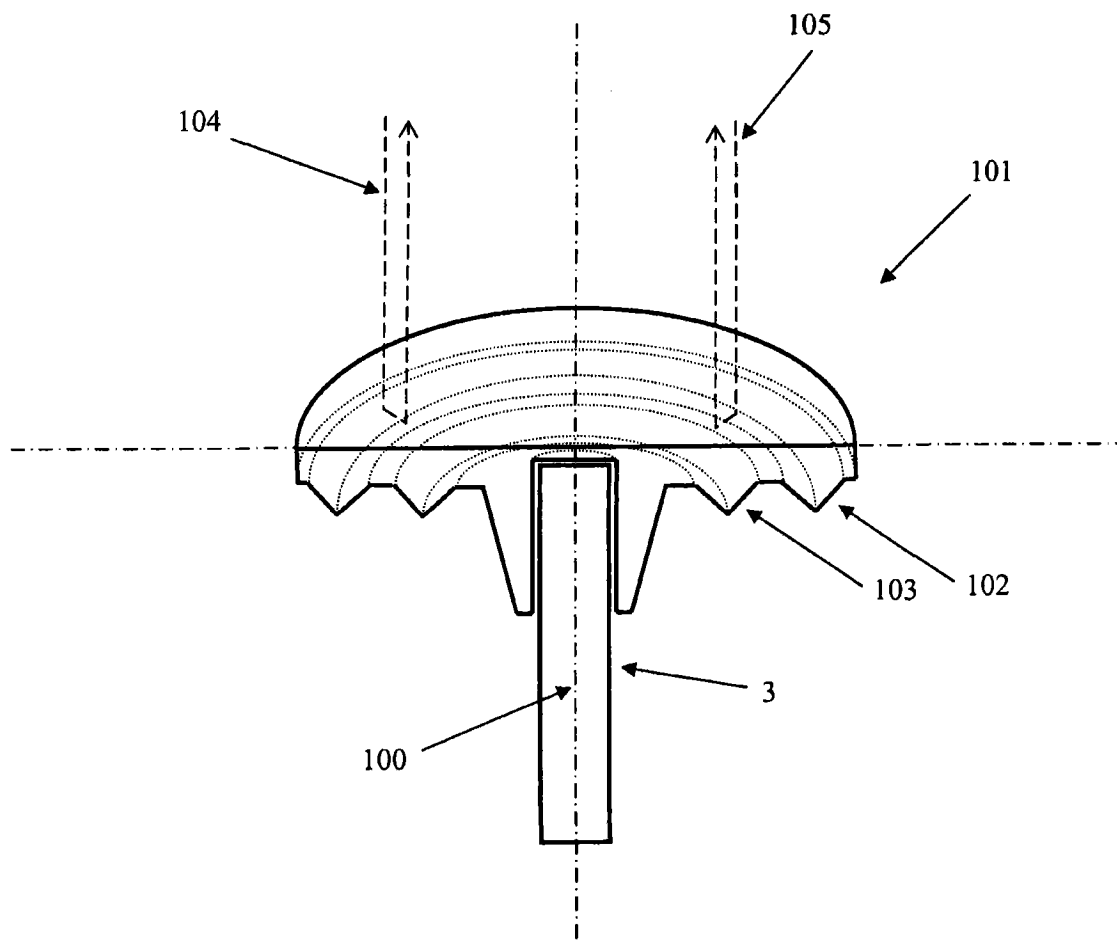


图 10

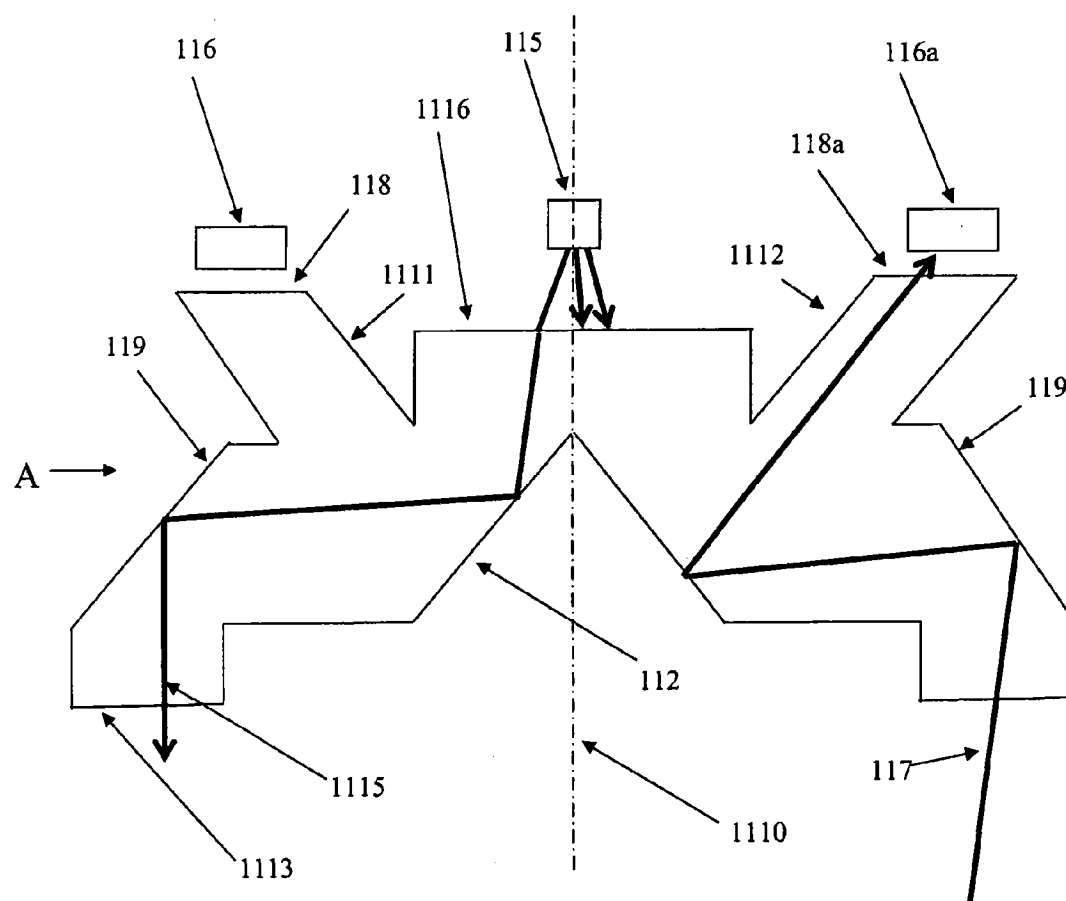


图 11

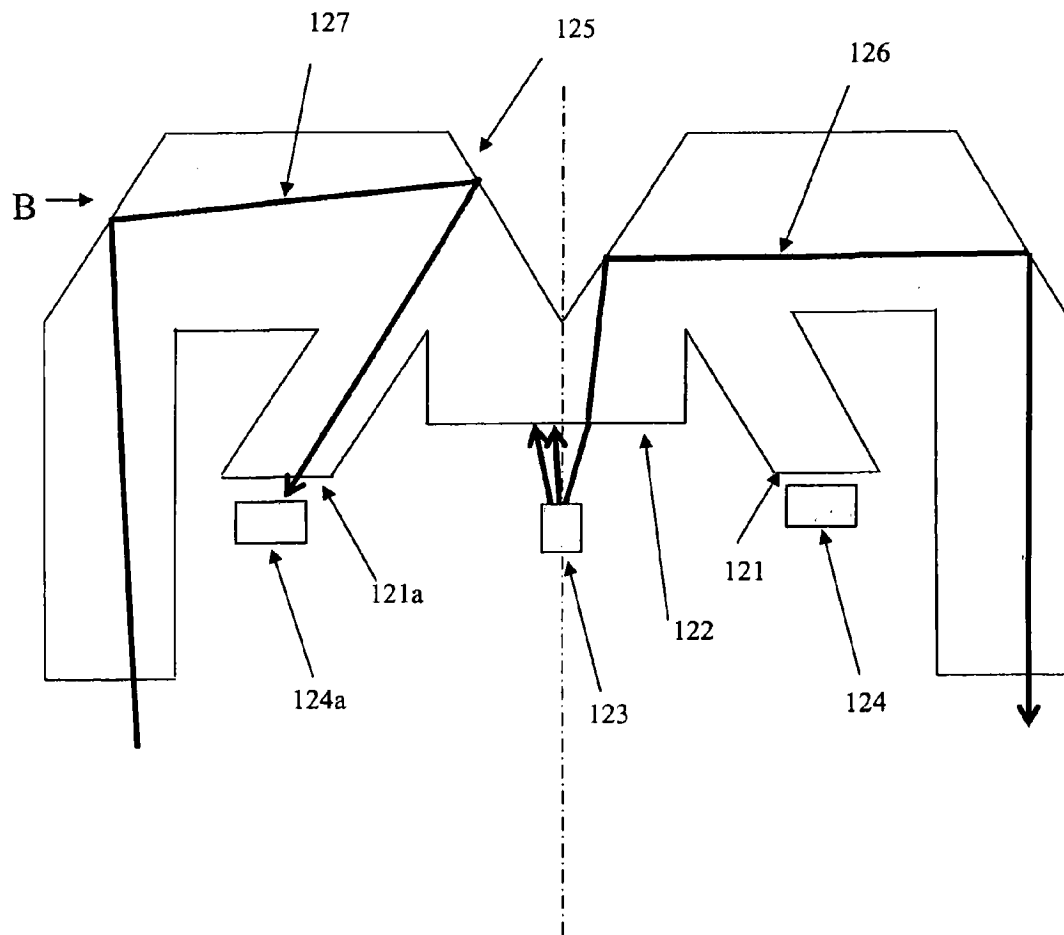


图 12

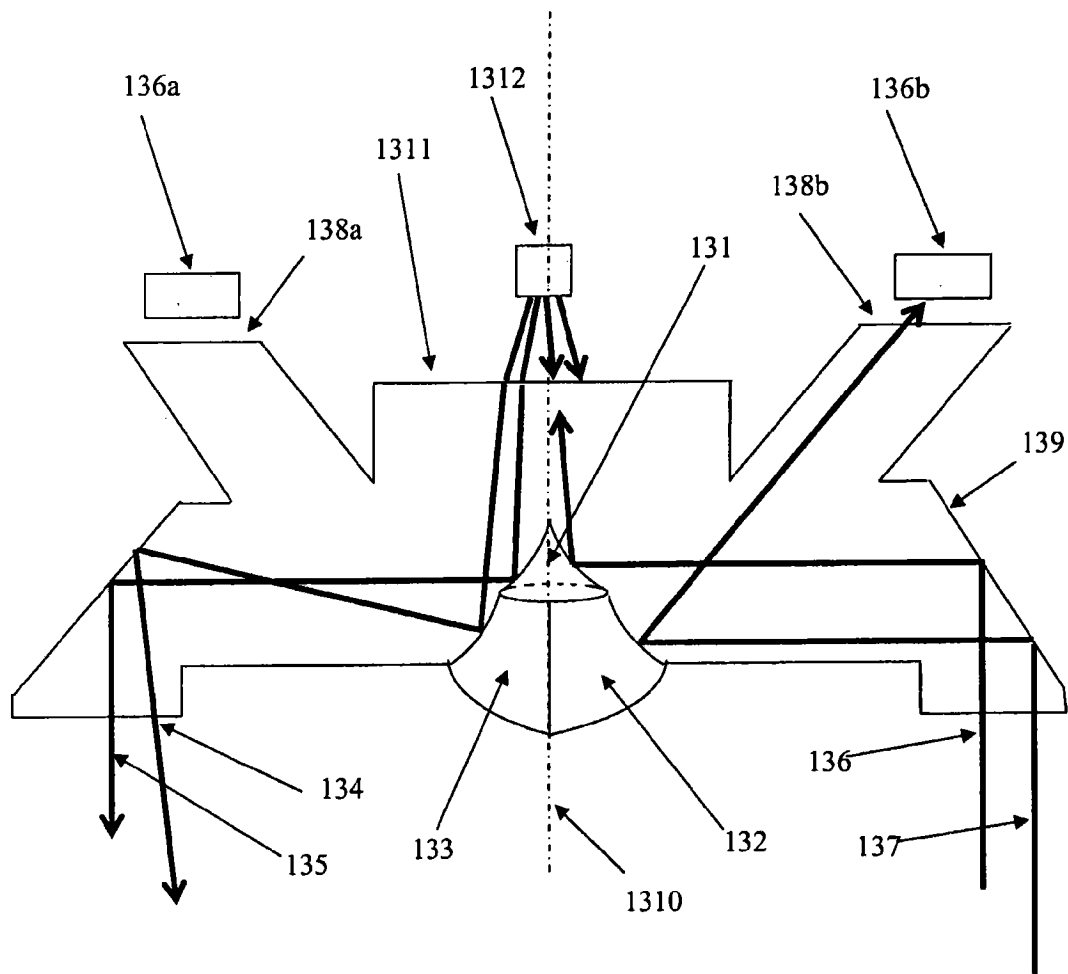


图 13