

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102435215 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110238203. 0

(22) 申请日 2011. 05. 18

(30) 优先权数据

10005190. 3 2010. 05. 18 EP

(71) 申请人 堡盟英诺泰克股份公司

地址 瑞士弗劳恩费尔德

(72) 发明人 M·施奈德 J·伊勒费尔德

B·希勒

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 张涛 卢江

(51) Int. Cl.

G01D 5/347(2006. 01)

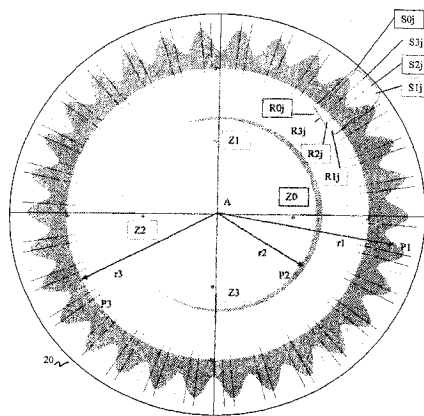
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

(54) 发明名称

光学位置编码器

(57) 摘要

光学位置编码器。本发明涉及一种计量用具，该计量用具包括具有第一透光环状区域和第一不透光环状区域的第一环状结构 (P1)，其中第一透光环状区域和第一不透光环状区域之间的界线在方位角方向上具有周期形状、优选逐段单调的形状和 / 或正弦形状，该周期形状具有第一周期数 (n1)；至少一个用光来照明计量用具的光源；以及围绕中心以环状布置的第一传感器装置，该第一传感器装置具有至少两个相同的传感器组，所述传感器组在方位角方向上分别以整数周期相互错开，且偏差小于周期的 10%，优选小于周期的 5%，最优选小于周期的 1%，其中每一个传感器组具有至少一个光学传感器元件 (S_{ij}) 以用于接收第一环状结构的光。



1. 光学位置编码器,包括:

计量用具,所述计量用具包括具有第一透光环状区域和第一不透光环状区域的第一环状结构(P1),其中第一透光环状区域和第一不透光环状区域之间的界线在方位角方向上具有周期的形状、优选逐段单调的形状和/或正弦形状,该周期的形状具有第一周期数(n1);至少一个用光来照明计量用具的光源;以及

围绕中心以环状布置的第一传感器装置,该第一传感器装置具有至少两个相同的传感器组,所述传感器组在方位角方向上分别以整数周期相互错开,且偏差小于周期的10%,优选小于周期的5%,最优选小于周期的1%,其中每一个传感器组具有至少一个光学传感器元件(S_{ij})以用于接收第一环状结构的光。

2. 根据权利要求1所述的光学位置编码器,其中计量用具包括具有第二透光环状区域和第二不透光环状区域的第二环状结构(P2),其中第二透光环状区域和第二不透光环状区域之间的界线在方位角方向上具有周期的、优选逐段单调的和/或正弦形的形状,该形状具有第二周期数(n2);并且其中所述光学位置编码器还包括围绕中心以环状布置的第二传感器装置,该第二传感器装置具有用于接收来自第二环状结构或者来自标记的光的光学传感器元件(Z_i)。

3. 根据权利要求1或2所述的光学位置编码器,其中第一传感器装置和/或第二传感器装置的每一个传感器组包括两个光学传感器元件以及一个用于电平测量的元件或者三个或四个光学传感器元件(S_{0j}, S_{1j}, S_{2j}, S_{3j}; Z_{0j}, Z_{1j}, Z_{2j}, Z_{3j}),并且每一个传感器组内的分别相邻的光学传感器元件相互间间隔第一环状结构(P1)和/或第二环状结构(P2)的四分之一周期。

4. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,其中第一传感器装置的数目N1个传感器组和/或第二传感器装置的数目N2个传感器组被布置为,使得第一和/或第二传感器装置的传感器组的重心与相应传感器装置的环中心之间的距离最小,优选相应传感器装置的传感器组分别以基本上 $360^\circ/N$ 的角度相互错开地布置,尤其是其中两个传感器组以基本上 180° 相互错开地布置,或者其中三个传感器组以基本上 120° 相互错开地布置,或者其中四个传感器组以基本上 90° 相互错开地布置。

5. 根据权利要求3所述的光学位置编码器,其中为第一传感器装置设置数目K1个附加传感器组和/或为第二传感器装置设置数目K2个传感器组,这些传感器组分别以任意角度与第一传感器装置和/或第二传感器装置的传感器组相间隔,优选分别以基本上为 $360^\circ/4$ 的角度 Δ 的整数多倍除以第一周期数(n1)再除以K1+1,和/或除以第二周期数(n2)再除以K2+1。

6. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,其中计量用具包括具有第三透光环状区域和第三不透光环状区域的环状结构(P3),并且第三透光环状区域与第三不透光环状区域之间的界线在方位角方向上是恒定的,并且其中所述光学位置编码器还包括布置在环中心的第三传感器装置,该第三传感器装置具有用于接收来自第三环状结构的光的传感器元件(R_{ij})。

7. 根据权利要求6所述的光学位置编码器,其中第三传感器装置的数目M个传感器元件被布置为,使得第三传感器装置的传感器元件的重心与第三传感器装置的环中心之间的距离最小,优选第三传感器装置的传感器元件分别以基本上为 $360^\circ/M$ 的角度相互错开地

布置;尤其是其中两个传感器元件基本上以 180° 相互错开地布置,或者其中三个传感器元件基本上以 120° 相互错开地布置,或者其中四个传感器元件基本上以 90° 相互错开地布置,或者其中为第一或第二传感器装置的每一个传感器元件恰好分配第三传感器装置的一个传感器元件。

8. 根据上述权利要求之一结合权利要求 5 所述的光学位置编码器,其中第一数目 (n_1) 和第二数目 (n_2) 互质,或者第二数目 (n_2) 取值为 1。

9. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,还包括用于处理传感器元件的信号以计算增量角位置和 / 或以计算一转内的绝对角位置的装置,其中鉴于计量用具的偏心误差和 / 或倾斜误差来校正增量角位置和 / 或绝对角位置;并且其中第一传感器装置 (S_{ij}) 和 / 或第二传感器装置 (Z_{ij}) 和 / 或第三传感器装置 (R_{ij}) 和 / 或用于将第一和 / 或第二和 / 或第三传感器装置的信号处理成总信号的装置被集成在一个构件中,最优选集成在一个 ASIC 中。

10. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,其中能够根据从第一和 / 或第二传感器装置的传感器组中确定的位置值的平均值来确定计量用具的角位置,所述位置值分别被校正第一和 / 或第二传感器装置的相关传感器组的相应周期偏移量。

11. 根据上述权利要求之一结合权利要求 2 所述的光学位置编码器,其中能够从第一传感器装置的信号 (S_i) 和 / 或从第二传感器装置的信号 (Z_i) 中计算出正弦信号和余弦信号。

12. 根据上述权利要求之一结合权利要求 3 所述的光学位置编码器,其中从每一个传感器组 ($S_{0j}, S_{1j}, S_{2j}, S_{3j}$) 和 / 或 ($Z_{0j}, Z_{1j}, Z_{2j}, Z_{3j}$) 的信号 A_{ij} 中形成形式为 $\text{SIN}[j] = A_{0j} - A_{2j}$ 和 / 或 $\text{COS}[j] = A_{1j} - A_{3j}$ 的信号差,和 / 或形成信号和 $\text{SIN}(\varphi) = \sum_j \text{SIN}[j]$ 和 $\text{COS}(\varphi) = \sum_j \text{COS}[j]$ 来求传感器组信号的平均值,和 / 或能够通过反正切函数从信号 $\text{SIN}(\varphi)$ 和 $\text{COS}(\varphi)$ 中计算出计量用具在周期之一内的相位角(φ)的增量部分,和 / 或能够通过非线性转换从 $\text{SIN}(\varphi) / \text{COS}(\varphi)$ 之比中确定相位角。

13. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,其中所述位置编码器包括能够用来将第一和 / 或第二和 / 或第三传感器装置 (S_{ij}, Z_{ij}, R_{ij}) 的信号组合成总信号的装置,从该总信号中能够确定相对角位置和 / 或在传感器装置和计量用具之间在完整一转上的绝对角位置。

14. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,其中能够从第一传感器装置 (S_{ij}) 和 / 或第二传感器装置 (Z_{ij}) 和 / 或第三传感器装置 (R_{ij}) 的至少分别两个基本上相互以 180° 角度相互错开的传感器元件的信号中计算出第一差值,并且能够从第一传感器装置 (S_{ij}) 和 / 或第二传感器装置 (Z_{ij}) 和 / 或第三传感器装置 (R_{ij}) 的至少分别两个基本上相互以 90° 角度相互错开的传感器元件的信号中计算出第二差值,并且能够将第一和 / 或第二差值用于校正角位置。

15. 根据上述权利要求之一所述的光学位置编码器,其中能够从第一和 / 或第二和 / 或第三传感器装置的信号中确定在坐标系中表示环状结构中心相对于旋转轴的偏移量的信号,和 / 或能够从偏移坐标中计算出优选正弦形校正函数的相位和 / 或振幅,并且能够将该校正函数用于补偿偏心误差和 / 或倾斜误差。

光学位置编码器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测可围绕转动轴旋转的轴的位置的光学位置编码器 (Positionsgeber), 尤其是光学旋转编码器 (Drehgeber)。

背景技术

[0002] 位置编码器通常用来监测和控制机械运动过程。例如位置编码器在作为旋转编码器的构造中被用于转数检测和控制电机。通过非接触地对可旋转的轴进行单圈或多圈扫描以确定角位置旋转编码器在不同的实施方式中已知。

[0003] EP 1452836B1 描述了一种装置, 该装置利用计量用具来测量两个可相对于彼此旋转的构件的绝对旋转角, 该计量用具通过相对于旋转轴和计量用具位于中心的光源以透射光被完全照亮。计量用具包括角光栅结构, 并且通过同轴布置的圆形码道由光学传感器元件扫描。

[0004] 这种扫描首先表明是一种增量角测量, 其中增量角测量信号可以具有正弦和余弦信号的形状。为了实现这一点, 传感器元件具有光敏表面, 该表面大致具有径向对齐的椭圆形形状。传感器元件在此被布置为准一维的, 因为椭圆传感器元件的中心位于圆上。通过对正弦和余弦信号的信号电压进行内插, 增量角测量的较高分辨率是可能的。此外还可以从圆环形结构的分别错开 90° 的角范围中获取传感器元件的信号, 从而可以生成相位分别相互错开 90° 的增量信号, 通过对这些增量信号进行分析来从计算上补偿计量用具的偏心误差。

[0005] 在此, 绝对角测量不是通过扫描计量用具的附加的数字编码的码道和附加扫描来工作, 而是用于增量角测量的传感器元件被通过与轴一起旋转的标记元件调制。该标记元件被实施为其余部分为周期性规则的角光栅结构中的不规则性。为了避免在计量用具的大偏心率情况下的绝对角测量的误差, 设置与第一标记元件错开一定角度的第二标记元件。

[0006] 但是, 由于计量用具具有其余部分为规则的角光栅结构与由标记元件引起的不规则性相组合的实施方式, 产生显著的缺点。如果这种位置编码器应提供高的角分辨率和角测量精度, 并且同时应补偿计量用具的大偏心率、其他机械安装公差以及计量用具和传感器元件的脏污, 则缺点尤其明显。

[0007] US 2009/0231574A1 描述了一种位置编码器, 该位置编码器具有类似于 EP1452836B1 的结构和扫描功能。计量用具在中央具有绝对码道以及在周边具有周期性增量的光栅结构, 并且在光学上以透射光或者通过反射被扫描。通过点状 LED 或者平面 LED 阵列进行照明。为了扫描使用矩形布置的光敏元件阵列, 例如 CCD 或者 CMOS 图像传感器。利用对大量光敏元件的灰度值进行确定和内插通过计算各个码道的相位角来进行分析。

[0008] 在生产增量和绝对位置编码器时出现降低可达到的分辨率和精度的制造公差。减小制造过程中的位置公差通常导致制造成本显著提高。同样已知要校准绝对位置误差。为此使增量编码器经历示教过程 (Teach-in), 确定误差, 并且然后以电子方式进行校正。这种方法也导致费用提高。

发明内容

[0009] 本发明的任务在于,说明一种经过优化且具有自校准信号分析的位置编码器装置,该位置编码器装置能够无需示教即可识别正确的绝对位置,并且不仅可根据静止位置而且也可在整个速度范围内校正误差,以及同时实现高的角分辨率和角精度。

[0010] 本发明相对于现有技术任务在于,实现一种紧凑并且能够以低廉成本生产的光学位置编码器。该位置编码器应通过计量用具的经优化的结构和传感器装置的经改善的分析,相对于安装公差和脏污实现尽可能大的精度以及尽可能大的鲁棒性。

[0011] 通过根据权利要求 1 所述的位置编码器来解决上述任务。要求保护的测量装置涉及一种光学位置编码器,包括:计量用具,所述计量用具包括具有第一透光环状区域和第一不透光环状区域的第一环状结构(P1),其中第一透光环状区域和第一不透光环状区域之间的界线在方位角方向上具有周期的形状,优选逐段单调的形状和/或正弦形状,该周期的形状具有第一周期数(n1);至少一个用光来照明计量用具的光源;以及围绕中心以环状布置的第一传感器装置,该第一传感器装置具有至少两个相同的传感器组,所述传感器组在方位角方向上分别以整数个周期相互错开,且偏差小于周期的 10%,优选小于周期的 5%,最优选小于周期的 1%,其中每一个传感器组具有至少一个用于接收第一环状结构的光的光学传感器元件(S_{ij})。

[0012] 所述第一环状结构在此可以例如由半径为 R1 的内边界圆和半径为 R2 的外边界圆构成,其中 R2 > R1。界线的周期形状必须是这样的,即使得整数个周期经历完整循环,从而界线封闭并且重新周而复始。例如透光区域和不透光区域之间的正弦形界线的径向距离 r 可以通过以下函数描述: $r = r_0 + a \cdot \sin(n_1 \cdot \alpha)$,其中 $r_0 - a \geq R_1$ 且 $r_0 + a \leq R_2$,由此界线在环状区域内延伸,并且其中方位角 α 介于 0 和 360° 之间(或者以弧度表示介于 0 和 2π 之间),并且因此是计量用具的一个完整几何循环。于是例如由径向布置的线性光学传感器元件所检测的光量在计量用具的一个完整循环期间正弦形地变化 n1 次。在此,每一个传感器元件的径向延伸和布置优选为如此,即使得被照亮而且被传感器元件光学扫描的界线在计量用具旋转期间不会“偏离”传感器元件的扫描区域或者从中引出,否则将会导致逐段分割到恒定水平的信号。周期界线的另一示例是一种锯齿形曲线。

[0013] 与现有技术相比,这种光学位置编码器的优点在于:通过对至少两个以整数个周期错开的位置上的周期图案进行扫描,可以进行误差校正。在(仅近似实现的)理想情况下,传感器元件的信号应当具有准确的周期性,尤其是(除了可能恒定的相加份额之外)正弦形的。但是以下原因仍然会造成偏离理想情况,例如:偏离确平行性的照明和/或没有相对于旋转编码器的旋转轴将计量用具精确置于中心(偏心误差)和/或计量用具平面的定向相对于旋转轴偏离 90°。通过使用以整数个周期错开的至少两个传感器元件(分别在传感器组之一中)可以形成信号和,所述信号和导致减少与理想情况的偏离。例如当第一环状区域上存在偶数个周期时,并且当传感器元件相对于计量用具正好相对布置、也就是在几何上错开全圆的 180° 时,如果另有理想条件,则可精确补偿偏心误差。

[0014] 在此以基本上整数个周期错开应理解为:与整数个周期之间偏差小于周期的 ±5-10% 还可提供良好的测量结果,偏差小于周期的 ±1-5% 可提供极好的测量结果,即是优选的,并且偏差在 ±0-1% 范围内得到关于校正的最佳测量结果,即是最优选的。

[0015] 根据本发明的位置编码器的一种改进方式是, 计量用具可以包括具有第二透光区域和第二不透光区域的第二环状结构 (P2), 其中第二透光区域和第二不透光区域之间的界线在方位角方向上具有周期的、优选逐段单调的和 / 或正弦形的形状, 该形状具有第二周期数 (n2), 或者其中所述计量用具可以具有标记; 并且其中所述光学位置编码器还可以包括围绕中心以环状布置的第二传感器装置, 该第二传感器装置具有用于接收来自第二环状结构或者来自标记的光的光学传感器元件 (Zi)。第二光线传感器元件的信号可以用来检测旋转轴一转内的绝对位置和 / 或用来检测旋转轴的完整连续转动圈数。为了检测旋转轴的转动圈数可以设置第二传感器装置和 / 或光源的脉冲式运行。

[0016] 另一种改进方式在于, 第一传感器装置和 / 或第二传感器装置的每一个传感器组可以包括两个光学传感器元件以及一个用来电平检测的元件或者三个或四个光学传感器元件 (S0j, S1j, S2j, S3j; Z0j, Z1j, Z2j, Z3j), 且每一个传感器组内的分别相邻的光学传感器元件相互间隔第一环状结构 (P1) 和 / 或第二环状结构 (P2) 的四分之一周期。如果设置用于电平检测的元件, 则应将其布置为使其不受到界线所引起的信号变化影响, 而是仅提供参考信号。如果以 Aij 表示传感器 Si j 的相应信号, 就可以通过信号 A0j-A2j 和 A1j-A3j 的相减来补偿零线的偏移量, 并且通过借助于这两个差值的内插可以确定周期之一内的相位, 尤其是可以在正弦形界线的情况下可以通过形成 (A0j-A2j)/(A1j-A3j) 的反正切函数来进行内插。此外由于条件 A0j+A2j = A1j+A3j, 因此这四个传感器元件之一在物理上是非必需的, 并且仅作为逻辑传感器元件进入到分析中。

[0017] 根据本发明的位置编码器的一种改进方式在于, 可以将第一传感器装置的数量 N1 个传感器组和 / 或第二传感器装置的数量 N2 个传感器组布置为, 使得第一和 / 或第二传感器装置的传感器组的重心与相应传感器装置的环中心之间的距离最小, 其中相应传感器装置的传感器组优选分别以基本上 $360^\circ / N$ 的角度相互错开地布置, 尤其是其中两个传感器组基本上以 180° 相互错开地布置, 或者其中三个传感器组基本上以 120° 相互错开地布置, 或者其中四个传感器组基本上以 90° 相互错开地布置。

[0018] 只能以整数周期 P1 或 P2 移动环状布置的传感器组。在此例如按照以下方式确定第一和 / 或第二传感器装置的传感器组的重心与相应传感器装置的环中心之间的距离 A。如果中心以笛卡尔方式具有坐标 (0, 0), 并且总计 N (= N1 或 N2) 个中的第 i 个传感器装置具有坐标 (xi, yi), 则重心坐标 (XS, YS) 计算为 $XS = \sum_{i=1}^{i=N} xi; YS = \sum_{i=1}^{i=N} yi$, 并且通过 $A = \sqrt{XS^2 + YS^2}$ 得出距离 A。

[0019] 例如在第一环状结构中存在偶数 n1 个周期的情况下可以将两个传感器组基本上以 (n1)/2 个周期相互错开布置, 并且在奇数 n1 个周期的情况下可以将两个传感器组以基本上 (n1+1)/2 个周期相互错开布置。表达“基本上”在这种情形下表示偏移量不必正好为 $360^\circ / N$, 而是可以有分别小于 $360^\circ / N$ 的偏差。通过这种布置, 可以利用对称性导致良好的误差校正。例如显而易见的是, 如果正好沿着两个传感器组定位计量用具的旋转中心与环状结构的中心之间的连线 (它们在偏心误差方面不一致), 则两个相对的传感器组的布置得出偏心误差的良好校正。

[0020] 另一种改进方案在于, 为第一传感器装置提供 K1 个附加传感器组, 和 / 或为第二传感器装置提供 K2 个传感器组, 这些传感器组分别以任意角度与第一传感器布置和 / 或第二传感器布置的传感器组间隔开, 优选分别以基本上为 $360^\circ / 4$ 的角度 Delta 的整数倍除

以第一个周期数 (n_1) 再除以 K_1+1 , 和 / 或除以第二个周期数 (n_2) 再除以 K_2+1 。以这种方式可以提供附加的冗余扫描, 并且可以分别求算两次独立扫描的测量值的平均值。

[0021] 另一种改进方案在于, 计量用具可以包括具有第三透光环状区域和第三不透光环状区域的环状结构 (P3), 并且第三透光环状区域与第三不透光环状区域之间的界线在方位角方向上是恒定的, 并且其中所述光学位置编码器还可以包括具有传感器元件 (R_{ij}) 的第三环状传感器布置以用于接收第三环状结构的光。第三环状结构可以 (在径向上) 处于第一环状结构之内或之外。可以使用第三环状结构 P3 和所属的传感器元件 R_{ij} 来改善校正。

[0022] 上述改进方案的另一种改进方案在于, 可以将第三传感器布置中的 M 个传感器元件布置为, 使得第三传感器布置的传感器元件的重心与第三传感器布置的环中心之间的距离最小, 其中第三传感器布置的传感器元件优选分别以基本上为 $360^\circ / M$ 的角度相互错开布置; 尤其是其中两个传感器元件基本上以 180° 相互错开地布置, 或者其中三个传感器元件基本上以 120° 相互错开地布置, 或者其中四个传感器元件基本上以 90° 相互错开地布置, 或者其中为第一或第二传感器布置中的每一个传感器元件均恰好分配第三传感器布置中的一个传感器元件。关于第一传感器布置的实施方式在此是类似的。

[0023] 另一种改进方案在于, 第一数目 (n_1) 和第二数目 (n_2) 可以互质, 或者第二数目 (n_2) 的值可以取一。通过这种方式, 利用第一和第二环状结构实现一种游标装置, 该游标装置可用来确定旋转编码器轴的一转内的高分辨率的绝对角位置。如果 $n_2 = 1$, 则第二环状结构仅用作借助第一环状结构所确定的相对位置的绝对或参考位置。

[0024] 另一种改进方案在于, 光学位置编码器还可以包括用于处理传感器元件的信号以计算增量角位置和 / 或计算一转内的绝对角位置的装置, 其中根据计量用具的偏心误差和 / 或倾斜误差校正增量角位置和 / 或绝对角位置; 并且其中第一传感器装置 (S_{ij}) 和 / 或第二传感器装置 (Z_{ij}) 和 / 或第三传感器装置 (R_{ij}) 和 / 或用于将第一和 / 或第二和 / 或第三传感器装置的信号处理成一个总信号的装置可以集成在一个组件中, 特别优选地集成在一个 ASIC 中。

[0025] 另一种改进方案在于, 可以从第一和 / 或第二传感器装置中的传感器组所确定的位置值中确定计量用具的角位置, 其中所述位置值分别以第一和 / 或第二传感器布置中的相关传感器组的相应周期偏移量来校正。借助于例如第一传感器布置的每一个传感器组可以确定第一环状结构的相应周期内的位置值。如果这些位置值被校正了相应的基本上为整数的周期偏移量 (相对于所选的传感器组), 然后被求平均, 则针对所选周期得出更精确的位置值。此外可以非常迅速地执行所需的信号相加。

[0026] 另一种改进方案在于, 可以从第一传感器布置的信号 (S_i) 中和 / 或从第二传感器装置的信号 (Z_i) 中计算出正弦信号和余弦信号。如果界线为正弦形的, 并且两个传感器元件关于一个周期具有 90° 的偏移量, 并且因此信号具有 90° 的相位差, 那么这些信号具有除了加常数之外的正弦和余弦形状。

[0027] 另一种改进方案在于, 可以从每一个传感器组 ($S_{0j}, S_{1j}, S_{2j}, S_{3j}$) 和 / 或 ($Z_{0j}, Z_{1j}, Z_{2j}, Z_{3j}$) 的信号 A_{ij} 中形成形式为 $SIN[j] = A_{0j}-A_{2j}$ 和 / 或 $COS[j] = A_{1j}-A_{3j}$ 的信号差, 和 / 或形成信号和 $SIN(\varphi) = \sum_j SIN[j]$ 和 $COS(\varphi) = \sum_j COS[j]$ 来求传感器组信号的平均值, 和 / 或能够通过反正切函数从信号 $SIN(\varphi)$ 和 $COS(\varphi)$ 中计算出计量用具在周期之一内的相位角 (φ) 的增量部分, 和 / 或能够通过非线性转换从 $SIN(\varphi) / COS(\varphi)$ 之比中确定

相位角。

[0028] 另一种改进方案在于,位置编码器包括可以用来将第一和 / 或第二和 / 或第三传感器装置 (S_{ij} , Z_{ij} , R_{ij}) 的信号组合成一个总信号的装置,从该总信号中可以确定相对角位置和 / 或在传感器装置和计量用具之间在完整一转上的绝对角位置。

[0029] 另一种改进方案在于,能够从第一传感器装置 (S_{ij}) 和 / 或第二传感器装置 (Z_{ij}) 和 / 或第三传感器装置 (R_{ij}) 的至少分别两个基本上相互以 180° 角度相互错开的传感器元件的信号中计算出第一差值,并且能够从第一传感器装置 (S_{ij}) 和 / 或第二传感器装置 (Z_{ij}) 和 / 或第三传感器装置 (R_{ij}) 的至少分别两个基本上相互以 90° 角度相互错开的传感器元件的信号中计算出第二差值,并且能够将第一和 / 或第二差值用于校正角位置。

[0030] 另一种改进方案在于,能够从第一和 / 或第二和 / 或第三传感器装置的信号中确定在坐标系中表示环状结构中心相对于旋转轴的偏移量的信号,和 / 或能够从偏移坐标中计算出优选正弦形校正函数的相位和 / 或振幅,并且能够将该校正函数用于补偿偏心误差和 / 或倾斜误差。

附图说明

[0031] 以下将参考附图对本发明的其他特征和优点进行描述,这些附图仅为图解说说明示例性实施方式,并不代表本发明的全部范围。应当理解,所示特征可以在本发明的范围内用在不同于在示例中所述的组合中。

[0032] 图 1 示出根据第一实施例的计量用具和传感器装置的俯视图。

[0033] 图 2 是未校正的信号误差 (反正弦曲线) 和根据本发明校正的信号误差 (水平延伸的曲线)。

[0034] 图 3 是旋转编码器的剖视图。

[0035] 图 4 示出根据本发明的位置编码器的第二实施方式。

[0036] 图 5 示出本发明的具有附加扫描系统 2 的实施方式,其中分别仅图解说说明一个传感器组。

[0037] 图 6 以正弦信号为例示出信号分析的示意图。

[0038] 图 7 示出计算输出信号的示意图。

具体实施方式

[0039] 本发明不仅可以用于旋转编码器、套轮 (Mantelrad),而且也可以用于线性位置编码器。这些实施例限于在旋转编码器时的应用。

[0040] 图 1 示出根据第一实施例的计量用具 20 和传感器装置 S_{ij} 、 Z_{ij} 、 R_{ij} 的俯视图。计量用具 1 具有对称轴 A,该对称轴与计量用具的交点构成以下所述环状结构的中心。第一正弦形环状结构 P1 具有第一周期数 n_1 。第二正弦形环状结构 P2 具有第二周期数 n_2 。此外还有圆形的第三环状结构 P3。整个传感器装置由三个部分传感器装置 S_{ij} 、 R_{ij} 和 Z_{ij} 构成,其中第一部分传感器装置 S_{ij} 被设置用于对第一正弦形环状结构 P1 进行方位角扫描,第二部分传感器装置 Z_{ij} 被设置用于对第二正弦形环状结构 P2 进行方位角扫描,并且第三部分传感器装置 R_{ij} 被设置用于对环状结构 P3 进行径向扫描。

[0041] 根据图 1 的第一实施例,分度码道 P1、P2、P3 被构造为圆形,而且以不同的直径相

对于旋转轴 A 同心布置或者径向相互错开地布置在计量用具的基底上。分度码道分别由光学透明的和光学不透明的分区构成。在所有所示示例中将铬涂敷在基底上作为光学不透明区域的材料。而在光学透明区域中没有对基底进行涂层。

[0042] 按照第一实施例,分度结构由具有第一周期数 n_1 的第一正弦形环状结构 P1、具有第二周期数 n_2 的第二正弦形环状结构 P2 以及环状结构 P3 构成。所述周期数 n_1 和 n_2 在此既可以是偶数,也可以是奇数。周期数 n_1 优选比周期数 n_2 至少大一。周期数 n_2 的最小值可以为一。替代于第二正弦形环状结构 P2,可替换地可以使用任意形状的标志(标记)。

[0043] 传感器装置由多个部分结构组成。每一个部分结构具有至少一个独立的部分扫描系统,这些部分扫描系统由光敏元件——例如 PIN 光电二极管——构成。部分扫描系统可以完整地如图 1 所示那样或者分部分来实现。部分扫描系统的信号可以在其总体上被用于确定尽可能精确的位置。

[0044] 正弦形亮度分布——通过部分传感器装置 S_{0j} 、 S_{1j} 、 S_{2j} 、 S_{3j} 检测——确定绝对精度。通过透光区域与不透光区域之间的分隔线的半径变化来实现正弦形亮度分布。

[0045] 该光学系统现在将正弦形亮度分布成像于传感器上。在本实施例中使用远心光路,该远心光路按照 1 : 1 成像比例将图案成像于传感器上。同样可以用经修改的光路,该经修改的光路以另一种比例对图案进行成像,以便例如节约硅面积并且因此节约成本。

[0046] 为了高分辨率地检测增量位置,由传感器元件(扫描元件) S_{0j} 、 S_{1j} 、 S_{2j} 、 S_{3j} 构成的传感器组对第一正弦形环状结构 P1 进行扫描。在信号分析时将分别两个元件 S_{ij} 的信号 A_{ij} 相减(例如 $S_{0j}-S_{2j}$ 和 $S_{1j}-S_{3j}$)。以这种方式形成第 j 个传感器组的输出信号 $SIN(j) = S_{0j}-S_{2j}$ 和 $COS(j) = S_{1j}-S_{3j}$ 。这里和以下相互同义地使用信号 A_{ij} 的符号以及传感器元件 S_{ij} 的相应符号(传感器元件 R_{ij} 和 Z_i 同样如此)。

[0047] 将多个这样的传感器组(至少 2 个)定位在整个传感器装置上。可以对部分扫描系统的相应输出信号进行累加。

[0048]

$$SIN(\varphi) = \sum_{j=1}^N (S_{0j} - S_{2j}) = \sum_{j=1}^N S_{0j} - \sum_{j=1}^N S_{2j}$$

[0049]

$$COS(\varphi) = \sum_{j=1}^N (S_{1j} - S_{3j}) = \sum_{j=1}^N S_{1j} - \sum_{j=1}^N S_{3j}$$

[0050] 以下描述特别有利的情况,在该情况下以图案的恒定角距离定位用于正弦形亮度分布的部分扫描系统并且然后求得部分扫描系统的全部输出信号的平均值,其中部分扫描系统的数量 N 等于正弦形亮度分布的周期数 n_1 。在这种情况下可看出两个特别重要的优点:

[0051] - 在理想的均匀照明条件下,图案在由渐晕边界所定义的区域中(信号必须始终通过图案而不是通过传感器边界确定)绝对平移不变,

[0052] - 图案的结构化误差被求平均,

[0053] - 信号形状与周期指数无关,也就是纯粹的正弦形

[0054] - 通过累加对第一正弦形环状结构 P1、例如层状伪影的分度误差求平均

[0055] - 传感器装置的输出信号在温度波动时相对于各向同性(对称于轴线)出现的图

案扩展没有变化。

[0056] 由于在成本最优的系统中存在照明公差,一般不能遵守第一条件。由于照明阴影重叠以及结构相对于轴或传感器的中心平移,产生分度误差。

[0057] 为了补偿该分度误差和偏心度,将部分扫描系统用于具有扫描元件 R_{0j} 、 R_{1j} 、 R_{2j} 、 R_{3j} 的圆形环状结构 P3。这种用于环状结构的部分扫描系统在径向进行扫描,并且具有与用于正弦形环状结构的扫描系统 P1 相同的角分度,但是近似地数量较少的传感器元件也足够。

[0058] 旋转编码器在误差条件下产生两种类型的误差:偏心误差(奇数谐波)和倾斜误差(偶数谐波)。这些误差涉及全圆,也就是完整的一转。如果布置一个以上的传感器元件(扫描元件),则这些误差可以在适当的角位置下相互抵消。

[0059] 该原理可通过三角函数的叠加来理解,例如:

$$[0060] \quad \sin(\alpha) + \sin(\alpha + 180^\circ) = 0 \rightarrow \text{偏心度校正}$$

$$[0061] \quad \sin(2\alpha) + \sin(2(\alpha + 90^\circ)) = 0 \rightarrow \text{倾斜校正。}$$

[0062] 大致通过两个以 180° 错开(即相对)的传感器元件满足第一条件。例如通过 4 个以 90° 错开的传感器或者近似地也通过 7 个以 $360^\circ/7$ 错开的传感器满足这两个条件。角度不必精确一致,只要近似就足够了。也可以缺少个别的传感器(非对称)。另一方面当然不允许信号因为内插(多个余弦信号或正弦信号加和)而显著减小,也就是传感器元件的相位应当大致等于图案(计量用具)的相位(与整数周期数的偏差小于一个周期的 $\pm 5-10\%$ 尚可得到良好的测量结果,偏差小于一个周期的 $\pm 1-5\%$ 导致极好的测量结果,并且偏差在一个周期的 $\pm 0-1\%$ 的范围内得到相对于校正的最佳测量结果)。

[0063] 如果信号没有标准化(针对每一个传感器单个地进行标准化在技术上非常麻烦),则照明强度/敏感度作为权重进入到所有余弦或正弦信号的和。因此有意义的是,在极坐标中对图案进行二维扫描并且计算偏心度和/或倾斜的校正信号。

[0064] 首先计算部分扫描系统的分别 4 个传感器信号的和。

$$[0065] \quad R_j = R_{0j} + R_{1j} + R_{2j} + R_{3j}$$

$$[0066] \quad S_j = S_{0j} + S_{1j} + S_{2j} + S_{3j}$$

[0067] 式中 j 表示第 j 个部分扫描系统的指数,部分扫描系统的总数为 N ,其中 N 在最佳系统中可以被 4 整除。和 R_j 表示局部偏移量,和 S_j 表示第 j 个部分扫描系统中的照明强度。在本实施例中按照以下方式确定校正信号

$$[0068] \quad \text{Corr} = \sum_{j=1}^N \frac{R_j - R_{j+N/2}}{S_j + S_{j+N/2}} (S_{j+N/4} - S_{j+3N/4})。$$

[0069] 所描述的是最佳情况,因为当传感器元件均匀分布在整个圆上时, R_j 相对于 $R_{j+N/2}$ 的偏移量已经为 180° ,且 Corr 是最佳的校正。

[0070] 左边的分数项描述正弦形亮度分布的成像相对于传感器装置的对称点的偏移量。为此选择 R 的扫描点,使得这些扫描点分别以 180° 相互旋转。右边的第二项描述照明阴影,准确说来就是在相对于 R 旋转了 90° 的方向上的照明强度的梯度。根据所有传感器组 S_j 和 R_j 的平均值得出值 Corr 。可以将分母中的项近似假设为常数,从而对于足够的近似不需要除法。校正值是低频的,并且因此能够以少的花费对其进行欠扫描。

[0071] 现在在运行中根据每一对 $\text{SIN}(\varphi)$ 和 $\text{COS}(\varphi)$ 通过反正切或者在近似算法的情况下

借助相应的特性曲线来计算相位 φ ,并且计算与相位成比例的增量指数。在考虑到例如与 n_1 关联的比例因数的情况下通过与下述绝对位置相关,获得绝对相位角 φ_{abs} 。例如可以通过用权重系数 g 对校正信号 Corr 进行加权相加对绝对相位角 φ_{abs} 进行校正(经校正的相位角 $\varphi_{\text{corr}} = \varphi_{\text{abs}} + \delta = \varphi_{\text{abs}} + g * \text{Corr}$)。权重系数 g 是必须一次性确定的构造常数。图2示出未校正和校正状态下的信号 j 。

[0072] 因此在正弦形亮度分布或者近似于正弦形亮度分布以及靠近于此的同心环的极坐标中进行二维扫描时,能以特别简单的方式校正分度误差。因此对于真实照明源产生图案的平移不变性,并且能够实现简单和成本低的安装技术。

[0073] 按照与部分扫描系统 S_{ij} 等效的布置对绝对位置或零脉冲进行处理。为此使用具有扫描元件 Z_0 、 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 的第三部分扫描系统,该第三部分扫描系统对第二、优选正弦形环状结构 P_2 或者任意形状的标志进行扫描。按照以下公式分析信号 Z_i ：

[0074]

$$\text{SIN}(\varphi_z) = Z_0 - Z_2$$

[0075]

$$\text{COS}(\varphi_z) = Z_1 - Z_3$$

[0076] 与已经针对 S 所描述的类似,可以通过使用反正切函数计算相位 φ_z ,其中这里存在另一标度(Skalierung),对于 Z 周期相当于全角,但是分辨率不足以满足要求。因此仅使用 φ_z 的高部,从分辨率更精细的 φ 补充该角的低部。

[0077] 图3示出根据本发明的具有壳体1的旋转编码器的剖视图。可围绕旋转轴11旋转的轴10借助轴承12和13支承,该轴10的角位置应当被确定。计量用具20与导光元件21和22以不可转动的方式与轴10相连。旋转编码器还具有照明吸收装置23和对计量用具20进行照明的照明装置24。计量用具20由光学透明的材料——例如玻璃或塑料——制成的基底构成,在该基底上布置三个分度结构。此外旋转编码器包括具有信号分析单元和信号处理与接口单元31的光学传感器装置30。

[0078] 图4示出根据本发明的实现本发明作用方式的最低要求的位置编码器的第二实施方式。

[0079] 所示光学位置编码器在计量用具20上只具有第一周期性环状结构 P_1 ,该环状结构 P_1 具有 $n_1 = 8$ 个周期,这些周期在这里例如通过锯齿函数来描述。有两个各具有一个传感器元件 S_1 或 S_2 传感器组,该传感器元件 S_1 和 S_2 以整数个周期(即4个)相互错开。通过将两个信号 S_1 和 S_2 加和,于是(如具有偶数 n_1 的第一种实施方式那样)精确补偿了相对的传感器元件的偏心误差。

[0080] 在奇数个的周期的情况下,例如 n_1 等于7或9,则传感器元件 S_1 和 S_2 不能精确地以 180° 错开布置,而是可以具有例如3或4个周期的偏移量,相当于角度差为 $360^\circ / 7$ 或 $360^\circ / 9$ 。

[0081] 图5示出本发明的具有附加扫描系统2的实施方式,其中仅图解说明一个传感器组。扫描系统1相当于之前已经结合图1描述的第一传感器装置。利用附加扫描系统2执行冗余的角确定,其中于是可以对来自这两个扫描系统的两个值求平均。

[0082] 图6以正弦信号为例示出信号分析电路图形式的示意图。对余弦信号进行相应的分析。

[0083] 图 7 示出计算输出信号的示意图。根据所确定的正弦信号和余弦信号,通过反正切函数确定未经校正的角信号,该未经校正的角信号通过校正信号的加权相加被校正。

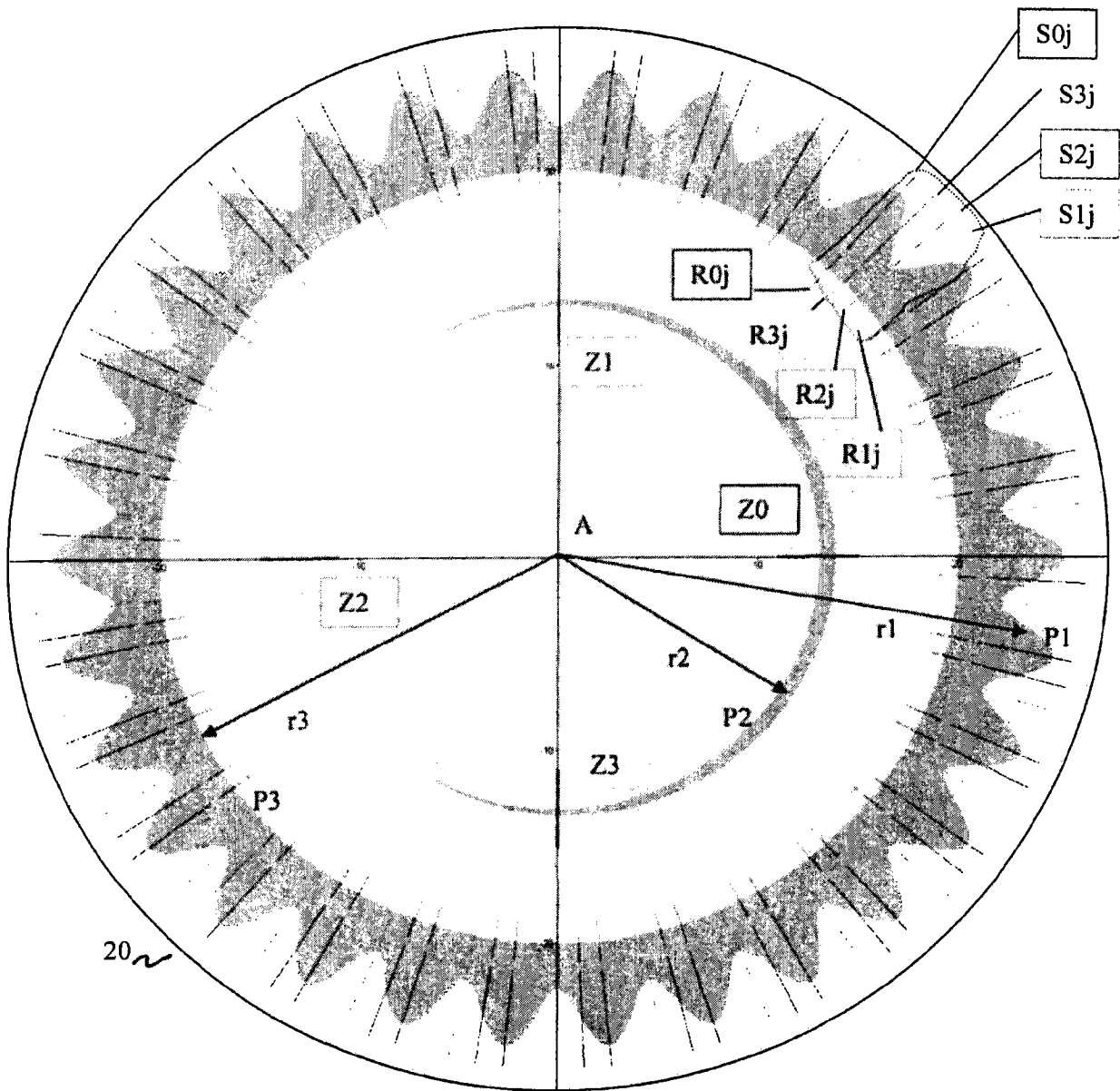


图 1

近似误差, 度

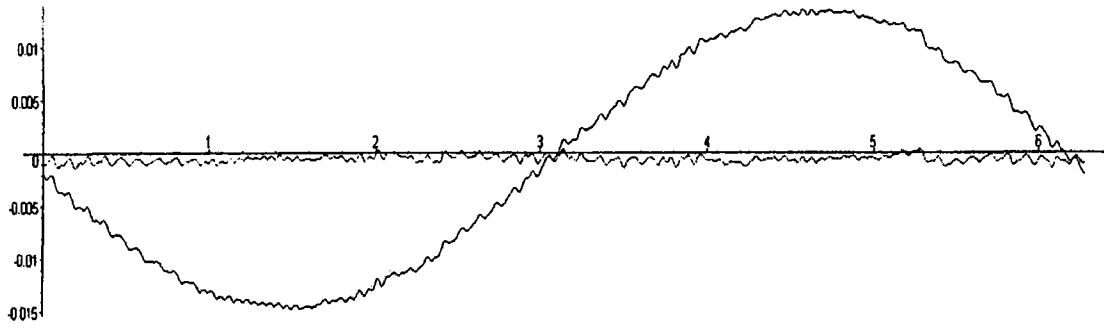


图 2

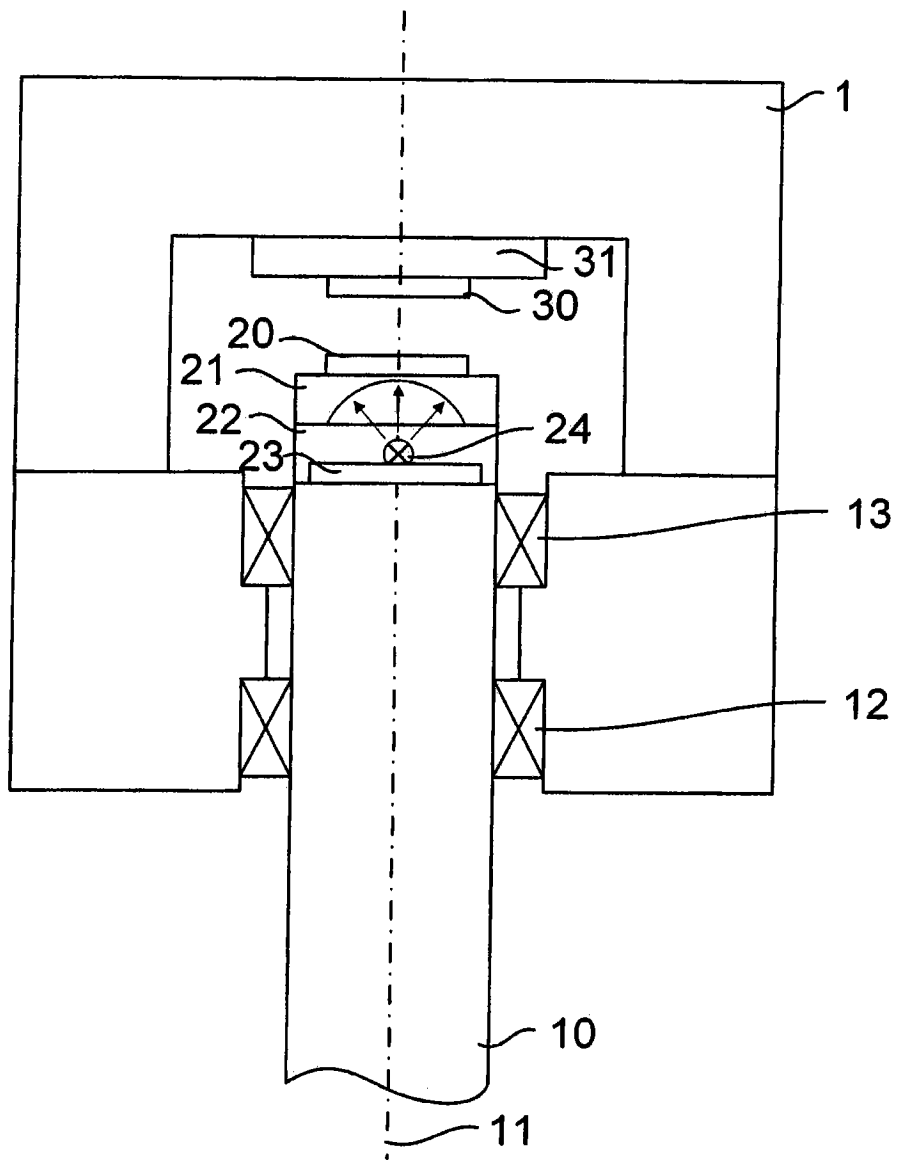


图 3

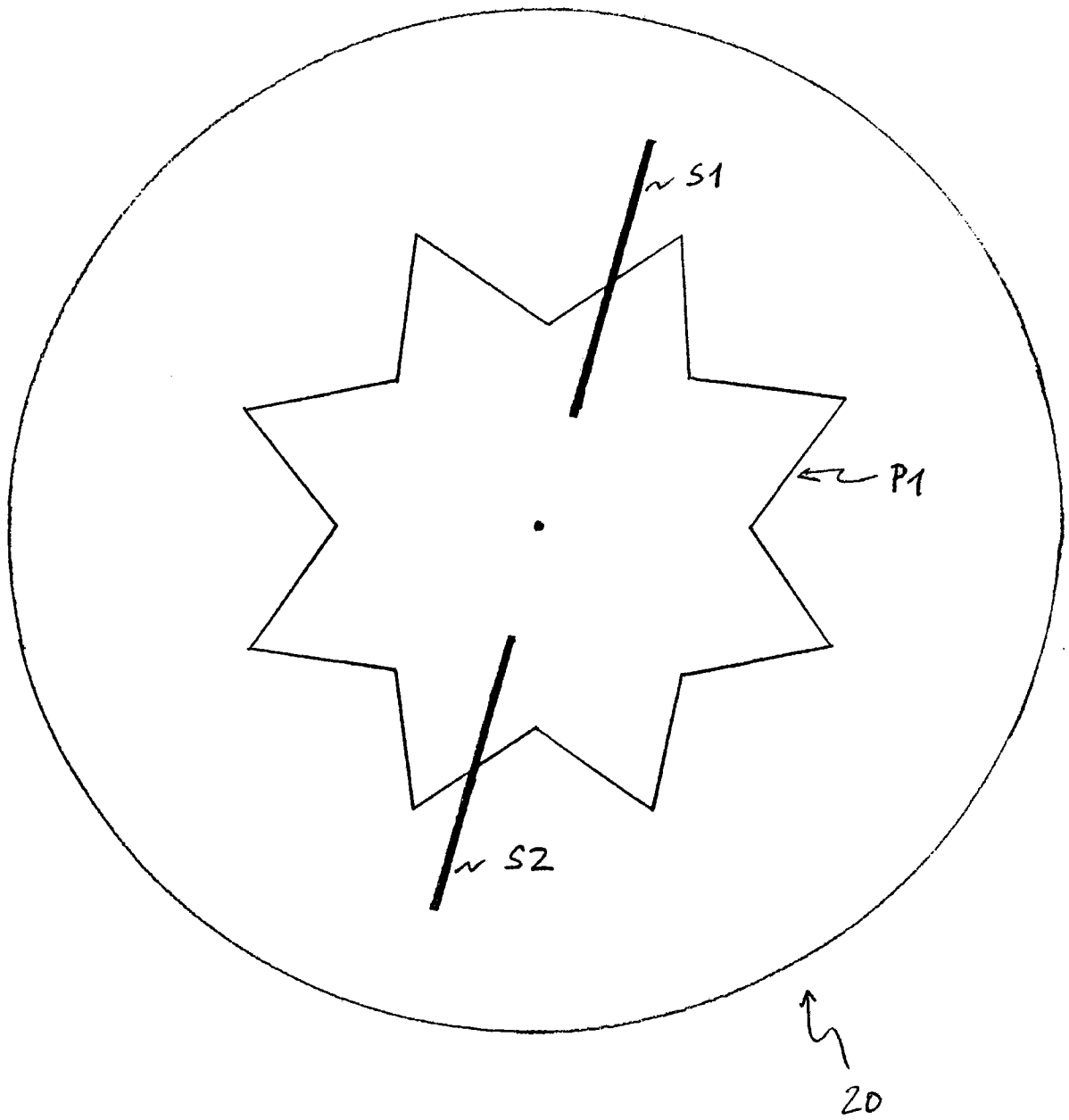


图 4

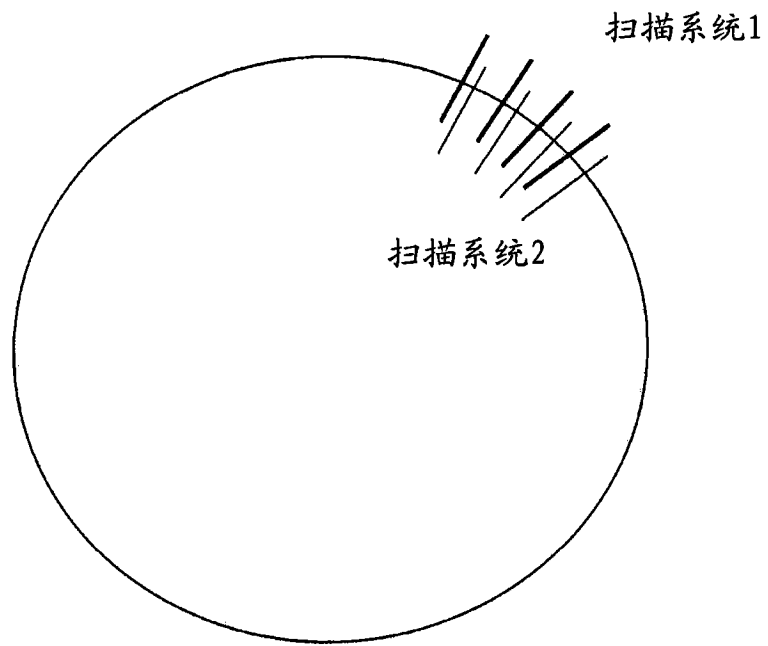


图 5

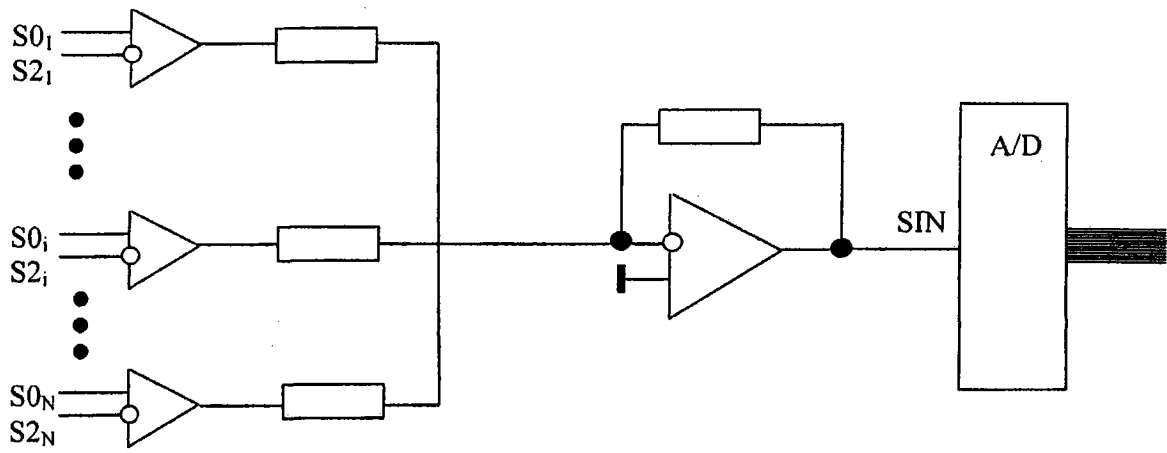


图 6

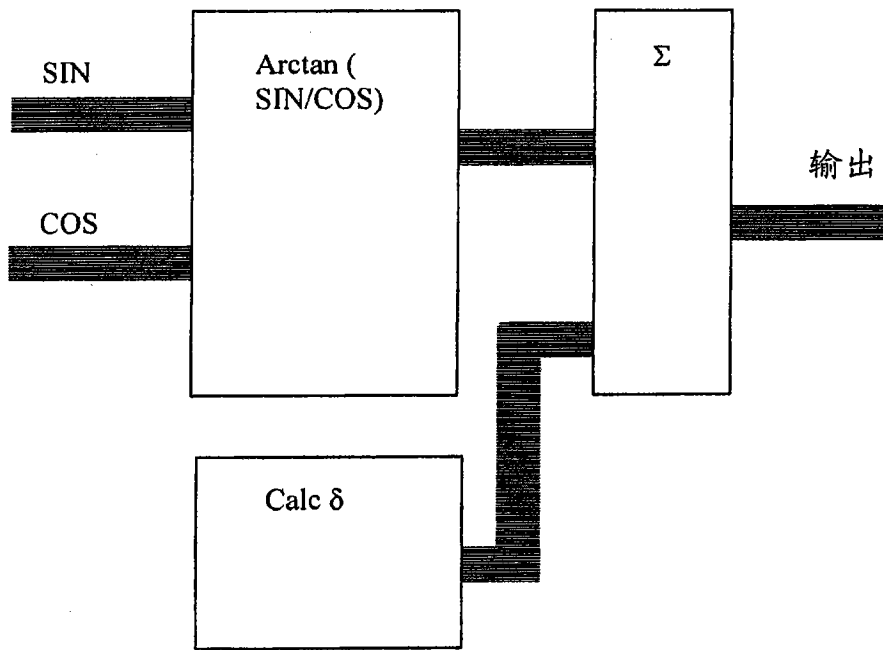


图 7