

[0001] 本发明是一种用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘,其中心部为一定位圆,在光刻盘的上下表面上加工数条透光测量狭缝,其特征在于:透光测量狭缝中心线对应的测量曲线II分布于光刻盘上下表面的等分的扇形区间内,各条测量曲线II在周向上首尾相续,测量曲线II遵从等角螺线的数学规律,其公式分别为: $\rho = ae^{k\theta}$;在紧邻定位圆(2)周围的圆环区间内加工一条用于分辨角度区间的透光定位狭缝(5),其中心线为定位曲线I,定位曲线I遵从阿基米德曲线的规律,其公式为: $\rho = a\theta$ $0 \leq \theta \leq 2\pi$ 。采用该种光刻盘会使轴角传感器具有更加简单实用的机械装配结构和光路,可以达到在全周界的高精度的角度检测。

1. 用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘, 其中心部为一定位圆(2), 在光刻盘(1)的上下表面上加工数条透光测量狭缝(3), 其特征在于: 透光测量狭缝(3)中心线对应的测量曲线II分布于光刻盘(1)上下表面的等分的扇形区间(4)内, 各条测量曲线II在周向上首尾相续, 测量曲线II遵从等角螺线的数学规律, 其公式分别为:

$$\rho = ae^{k\theta};$$

式中: ρ 为等角螺线上一点到极坐标原点的极径; θ 为该点的极角; a 、 k 为常系数;

在紧邻定位圆(2)周围的圆环区间内加工一条用于分辨角度区间的透光定位狭缝(5), 其中心线为定位曲线I, 定位曲线I遵从阿基米德曲线的规律, 其公式为:

$$\rho = a\theta \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi$$

式中: ρ 为阿基米德曲线上一点到极坐标原点的极径; θ 为该点的极角, a 为常系数;

2. 根据权利要求1所述的用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘, 其特征在于: 光刻盘(1)上下表面上的透光测量狭缝(3)的数量是24~72。

3. 根据权利要求1所述的用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘, 其特征在于: 测量曲线II对应的透光测量狭缝(3)的宽度是20~50 μm 。

用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘

技术领域

[0001] 本发明是一种用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘,镀膜光刻盘是基于线阵CCD的全周界绝对式角度传感器的核心器件,可以在360°范围内测量机械设备或平台的旋转轴角,属于测量技术领域。

背景技术:

[0002] 目前应用的全周界角度传感器还是基于传统编码器的光电测量原理,分为增量式和绝对式轴角编码器,增量式传感器用于测量相对转角,关键器件是镀膜圆光栅,如图1所示。绝对式角度传感器测量绝对角度,关键器件是镀膜编码盘,如图2所示。绝对式编码器的普遍问题是生产及调试要求极为苛刻,体积大,价格高。我国在小型增量式角度传感器开发上有一定的成果,但在绝对式轴角编码器的小型化研制上,由于受到刻画精度等因素的限制,则发展缓慢,成都光电所研制的25位绝对式光电轴角编码器,分辨率已经达到了0.04",精度0.71",长春光机所生产的24位绝对式的轴角编码器JE300,其分辨率为0.15",精度为0.51"。目前长光所的绝对式轴角编码器是国内最高精度的传感器,但传统的编码盘原理面临这样一个困境,小尺寸码盘难以获得期望的高精度,为了提高传感器的精度,就得加大码盘的尺寸,这样又不符合产品小型化的发展趋势。

[0003] 在国内南极测量船以及导弹发射架等需要高精度的设备上大多采用的都是长春光机所的轴角编码器。国外Heidenhain公司为意大利伽利略望远镜控制系统设计并制作的27位增量式轴角编码器,经 2^{12} 细分后,它的测角精度已达0.036",分辨率约为0.01",是当今世界上精度最高的光电轴角编码器,列入对华武器禁运名单。

[0004] 本发明正是针对现有技术装备的问题而提供了一种新型结构的用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘。其目的是提供了一种更新颖的角度检测方式,使全周界绝对角度传感器更加简洁稳定,实现小型化,同时降低产品成本。

[0005] 本发明的目的是通过以下措施来实现的:

[0006] 新器件的出现往往是技术革命和产品换代的里程碑,线阵CCD器件可以和许多图像处理算法相结合,和传统的分立光电器件相比,具有显著的性能比较优势,其卓越的分辨力和性能提升潜力为全周界绝对式角度传感器更新换代提供了一个富有生命力的发展方向。线阵CCD角度传感器具有替代轴角编码器的精度和成本优势。依据这一设计思路,本发明所提出的光刻盘就是结合新型光电器件线阵CCD而设计的一种全周界测量绝对角度的方法。

发明内容

[0007] 该种用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘,其中心部为一定位圆,在光刻盘的上下表面上加工数条透光测量狭缝,其特征在于:透光测量狭缝中心线对应的测量曲线II分布于光刻盘上下表面的等分的扇形区间内,各条测量曲线II在周向上首尾相续,测量曲线II遵从等角螺线的数学规律,其公式分别为:

[0008] $\rho = ae^{k\theta}$;

[0009] 式中： ρ 为等角螺线上一点到极坐标原点的极径； θ 为该点的极角； a 、 k 为常系数；

[0010] 在紧邻定位圆周围的圆环区间内加工一条用于分辨角度区间的透光定位狭缝，其中心线为定位曲线 I，定位曲线 I 遵从阿氏曲线的规律，其公式为：

[0011] $\rho = a\theta \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi$ 。

[0012] 式中： ρ 为阿基米德曲线上一点到极坐标原点的极径； θ 为该点的极角， a 为常数；

[0013] 光刻盘上下表面上的透光测量狭缝的数量是 24~72。测量曲线 II 对应的透光测量狭缝的宽度是 20~50 μm 。

[0014] 本发明所述的线阵 CCD 结合镀膜光刻盘的测角技术方案，如图 3 所示。线阵 CCD 在传感头中径向安置，光刻盘随旋转轴转动，光刻盘的出缝光和线阵 CCD 像元线阵相交形成光点，轴向旋转导致光点径向移动，通过测量线阵 CCD 上光点的移动距离可以测量设备的轴角信息。缝 II 和线阵的交角很小，如图 4 所示，随盘旋转的结果，调制盘小角度的变化转变为交点在径向上大范围的位移，用于实现高精度角度分辨。

[0015] 采用该种光刻盘会使轴角传感器具有更加简单实用的机械装配结构和光路，设计更加容易加工的镀膜光刻盘。采用轴角编码器如果输出的是 24 位，则至少设计 24 个码道，最低位对应的码道不管什么码制，其刻线要求都是十分精细，这直接受制于光刻设备的加工能力，而本发明在光刻盘上设计的不是码道而是狭缝，完全突破了这一工艺技术瓶颈。而且，现有的编码盘码道所配合的光源及光电检测器件都是分立器件，既增加了装配和调试的难度，也降低的产品的可靠性，而采用本发明技术方案后，轴角传感器的光路都相对简单得多，光源可以采用普通光源。

[0016] 传感原理更加优秀，结构简单可靠，易于实现小型化。镀膜光刻盘配合新型光电器件线阵 CCD 实现角度检测，是一种在底层原理上更加优秀的角度检测方案，而且目前线阵 CCD 的集成度越来越高，市场上已经有了超过 1 万像元的线阵 CCD，使提高产品分辨力的同时实现产品小型化成为可能，是全周界绝对式角度传感器更新换代的一个富有生命力的发展方向。

[0017] 可以在全周界达到其它角度传感器只有在小角度测量情形下才能达到的高精度，缝 II 实现高精度的角度分辨，在盘周向增加缝 II 的数目，可以达到减小缝 II 切向和 CCD 线阵的交角的效果，交角越小，线阵 CCD 的像元数目越多，那么就越能提高传感器的灵敏度、分辨力和精度，缝 II 可以完成相应小角度区间内的高精度测量，再辅以缝 I 或其它全周界粗精度角度测量功能单元的各角度区间的分辨功能，就可以达到在全周界的高精度的角度检测。

[0018] 等角螺线与所有过极点的射线的交角都相等，曲线 II 设计成等角螺线，则可以保证缝 II 随盘旋转而出缝光和线阵交点的菱形形状保持不变。同时，采用等弧采样法及纵坐标补偿因子的引入，使微电子范畴内设计的狭缝更加均匀完美。

[0019] 如果确定某一角度方向基准，利用该基准进行首次标定后，该传感器可以记住该基准，不需每次上电重新标定，大大节省上电启动时间。可以应用于多种转台、经纬仪、导弹或火箭发射架、雷达、天文望远镜、机床等高精度测控设备上。

附图说明

- [0020] 图1为现有增量式轴角编码盘
 [0021] 图2为现有绝对式轴角编码盘
 [0022] 图3是实现为本发明技术方案的装配关系原理示意图
 [0023] 图4为光点随盘旋转而径向移动的情形示意图
 [0024] 图5是光刻盘上设计的曲线I和II的分布示意图
 [0025] 图6是光刻盘上各关键尺寸的设计图
 [0026] 图7是光刻盘的GDS文件生成的实际图样

具体实施方式

[0027] 以下将结合附图和实施例对本发明技术方案作进一步地详述：

[0028] 参见附图5~6所示，用于全周界绝对式轴角传感器的光刻盘1采用光学玻璃作为基底，半径75mm，中心定位圆孔2的半径为20mm，加工成圆孔用于穿过转轴，在紧邻圆中心定位圆孔2的环区间R[34.47,38.1]内加工一条用于辨别角度区间的透光定位狭缝5，其中心线对应的定位曲线I遵从阿基米德曲线的规律，其公式为：

$$[0029] \quad \rho = 0.572958 \theta + 34.485$$

[0030] 在光刻盘1表面上的圆环区域R[38.8,62.462]内设计36条透光测量狭缝3，其中心线为测量曲线II，也就是说，把圆面等分成36个10°扇型区间4，每个扇形区间4内分布一条透光测量狭缝3，测量曲线II遵从等角螺线的数学规律，其公式为：

$$[0031] \quad \rho = 38.9e^{2.6672735 \theta}$$

[0032] 测量曲线II因为与设置在其上面的径向CCD线阵的交角是个小角度 $\beta = \arccotg(k) = \arccotg(2.6672735) = 0.3587r$ ，光刻盘1旋转时，其下方的光点会在径向上大范围的位移，如图4所示，在各角度区间内实现了高精度分辨测量的功能。

[0033] 上述两类狭缝、中心定位圆以及双面对准图形和辅助搜索线等整个光刻图形，都是采用L-EDIT软件并采用双面镀膜光刻技术，分为两大步骤依次在玻璃基底上下表面上先后完成，狭缝的设计宽度都是30 μm。是软件中利用CIF数据库生成的GDS实际图样。

[0034] 如果采用5000有效像元的线阵CCD，光刻盘上均布36条测量狭缝，角度区间定位功能由其它测量部件完成，并且采用亚像元细分算法(细分分辨率1/20像元)，那么整个光刻盘对轴角的最大分辨力为：

$$[0035] \quad \frac{10^\circ \times 3600'' / ^\circ}{5000 \text{ 像元}} \times \frac{1}{20} = 0.036'' / \text{像元}$$

[0036] 如果采用像元数目更多的线阵CCD或者采用像元拼接技术，有望得到更高的测角分辨力。

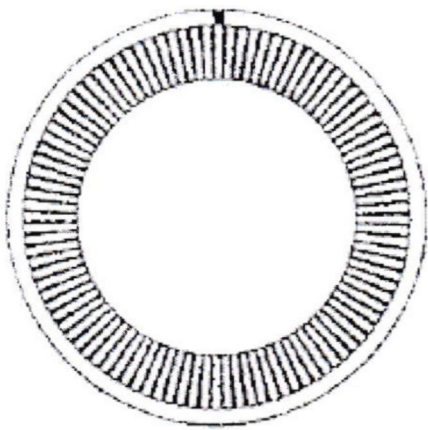


图1

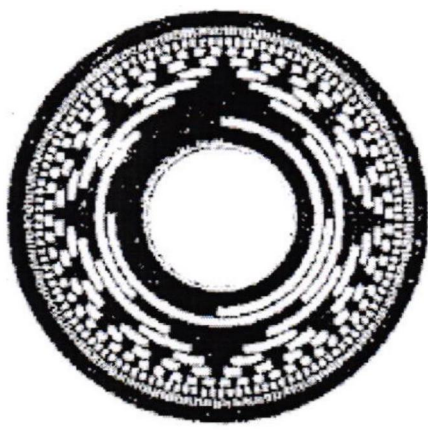


图2

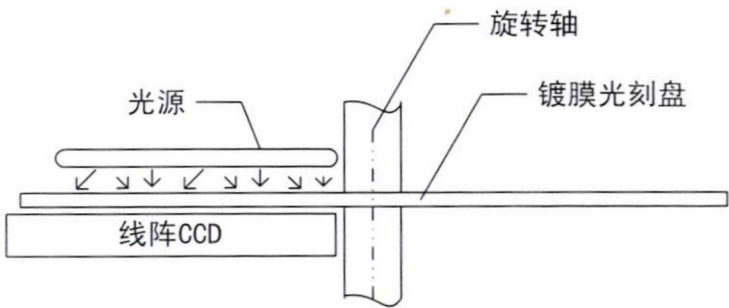


图3

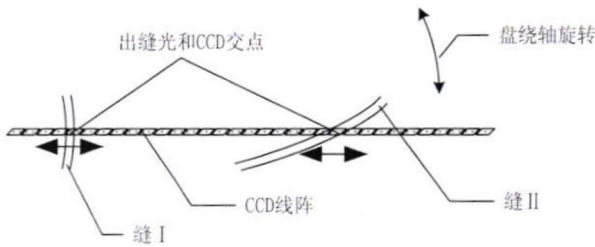


图4

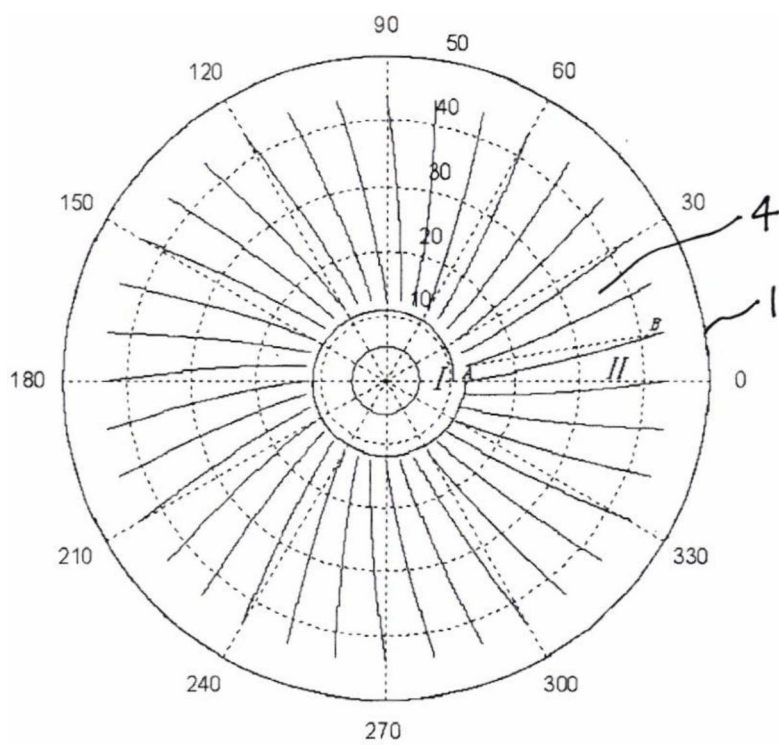


图5

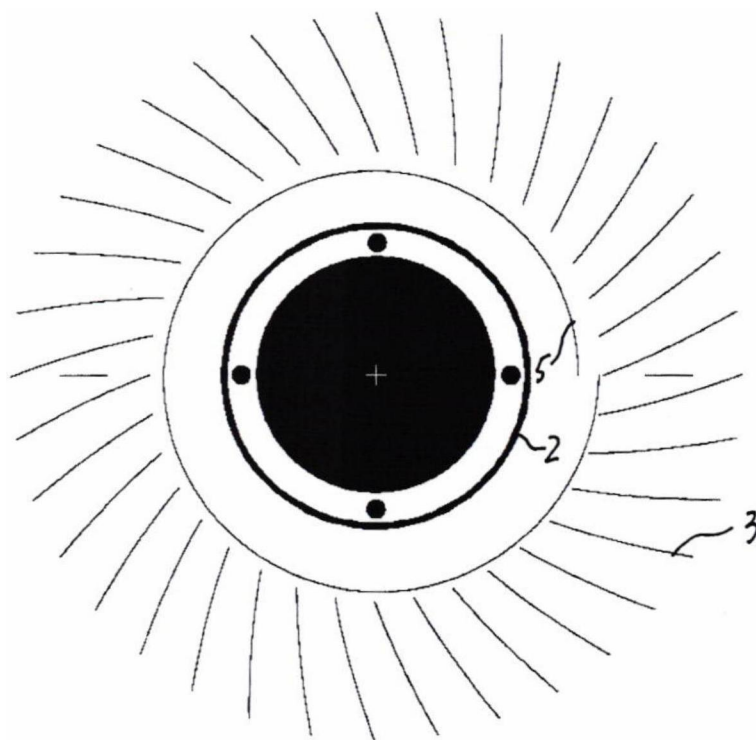


图7

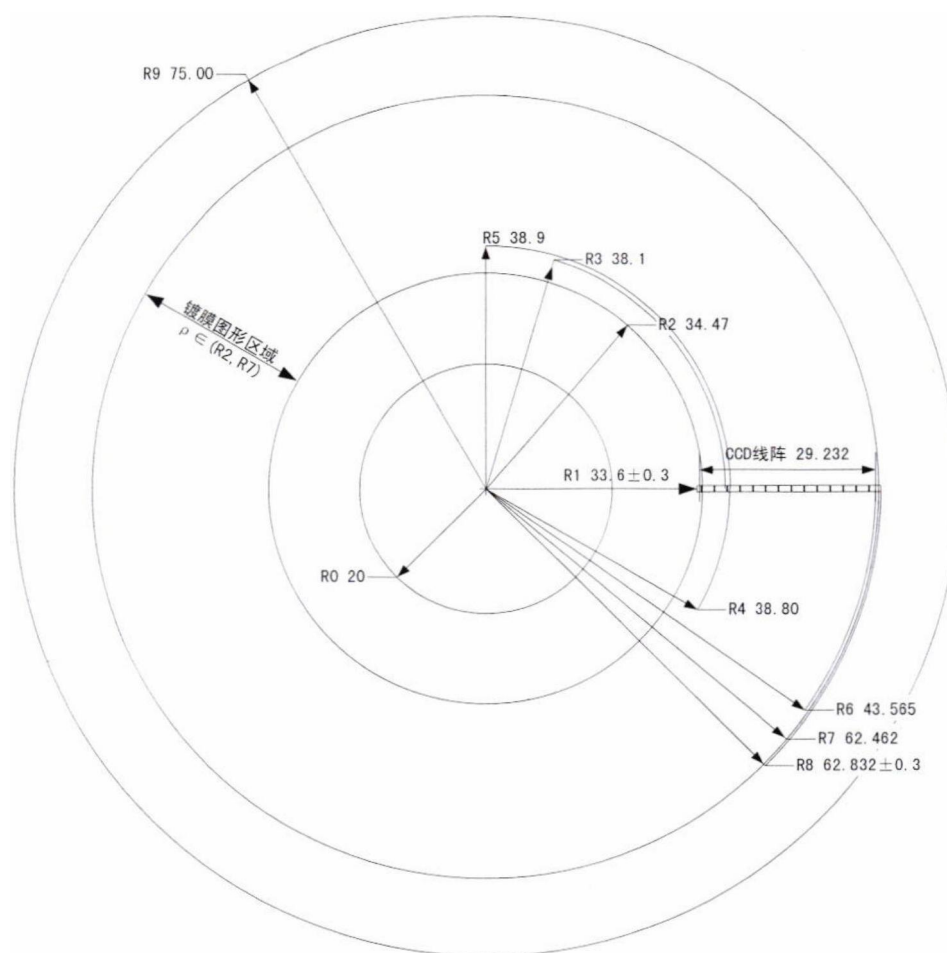


图6