



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102538841 A

(43) 申请公布日 2012.07.04

(21) 申请号 201110451212.8

(22) 申请日 2011.12.29

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 万秋华 王媛媛 梁立辉

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 刘树清

(51) Int. Cl.

G01D 5/34 (2006.01)

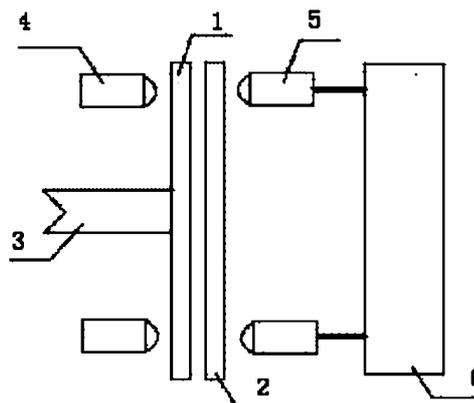
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘

## (57) 摘要

一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘,属于光电测量技术领域,涉及的一种金属光电编码盘。要解决的技术问题是:提供一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘。解决的技术方案包括金属码盘、金属狭缝盘;金属码盘采用单圈格雷码编码方式,金属狭缝盘在360°圆周均匀分为n个透光区;金属码盘安装在主轴上随轴转动,金属狭缝盘固定不动,形成单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘。



1. 一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘,其特征在于包括金属码盘(1)、金属狭缝盘(2);在金属码盘(1)上,将 $360^\circ$ 圆周均匀分为 $n$ 个区域, $0^\circ \sim \frac{360^\circ}{n}$ 为第一区, $\frac{360^\circ}{n} \sim \frac{720^\circ}{n}$ 为第二区, $\frac{720^\circ}{n} \sim \frac{1080^\circ}{n}$ 为第三区, $\frac{1080^\circ}{n} \sim \frac{1440^\circ}{n}$ 为第四区, $\frac{1440^\circ}{n} \sim \frac{1800^\circ}{n}$ 为第五区,…… $\frac{(n-2)360^\circ}{n} \sim \frac{(n-1)360^\circ}{n}$ 为第 $n-1$ 区, $\frac{(n-1)360^\circ}{n} \sim 0^\circ$ 为第 $n$ 区;将 $P$ 个子码 $z_j$ 的第一位按顺序依次刻划到第一区内,第二位按顺序依次刻划到第二区内, $z_j$ 的第 $n$ 位按顺序依次刻划到第 $n$ 区内,整个圆周共刻划 $nP$ 个二进制数字;在金属狭缝盘(2)上,在 $0^\circ$ 、 $\frac{360^\circ}{n}$ 、 $\frac{720^\circ}{n}$ 、 $\frac{1080^\circ}{n}$ 、 $\frac{1440^\circ}{n}$ 、…、 $\frac{(n-2)360^\circ}{n}$ 、 $\frac{(n-1)360^\circ}{n}$ 各设有一个狭缝透光区,狭缝透光区宽度为 $50\mu\text{m}$ 。对应狭缝透光区位置布置 $n$ 个光电读数头;金属码盘(1)安装在主轴(3)上,金属狭缝盘(2)固定不动,金属码盘(1)与金属狭缝盘(2)同轴平行安装,金属码盘(1)随主轴(3)一起转动。

## 一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘

### 技术领域

[0001] 本发明属于光电测量技术领域,特别是涉及一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘。

### 背景技术

[0002] 光电编码器是集光、机、电为一体的数字化测角装置,广泛应用于工业和科技领域的动态测量和实时控制系统中。而光电编码盘是光电轴角编码器的核心部件,包括码盘与狭缝盘。

[0003] 随着航空航天技术的发展,高精度、小型化、抗冲击已成为光电编码器发展的趋势。由于光电编码器常应用于航天、工业领域,对器件的体积、重量、抗冲击力有着严苛的要求,因此小型化、抗冲击成为了亟待解决的问题。

[0004] 传统的编码器码盘常用 K9 玻璃制作码道,编码方式采用自然二进制码和格雷码编码等方式,n 位编码器码盘具有 n 条码道,沿径向布置 n 个光电读数头,需要位数越高,径向尺寸越大,抗振动冲击性能变差。玻璃码盘易破碎、安装工艺复杂,难以实现小型化提高抗强冲击特性。近几年来有较多的关于单码道编码方式的研究,多采用图像传感器作为光电转换器件,采用图像识别处理的方法,与传统编码器工作原理与结构有较大差异,仍较难实现编码器小型化。

[0005] 采用单圈格雷码的光电编码盘是采用 n 位单圈格雷码,P 个 n 位二进制子码,子码通过循环移位得到 nP 组 n 位二进制数码,其中  $nP \leq 2^n$ 。

[0006] 该种编码方式具有单变性、循环性、互异性的特点。

[0007] 单变性即为相邻两组 n 位二进制读数之间只有一位不同。设每组 n 位二进制读数为  $R_i, i = 1, 2, \dots, nP$ 。运算符  $\text{DIFF}\{x, y\}$  表示两组 n 位二进制读数相对应各位不同的个数。如:  $x = 1011011110$  与  $y = 1101011110$  相对应各位有两位不同,则  $\text{DIFF}\{x, y\} = 2$ 。满足单变性即  $\text{DIFF}\{R_i, R_{i+1}\} = 1, i = 1, 2, \dots, nP$ 。

[0008] 用  $z_j$  表示 n 位二进制子码,  $j = 1, 2, \dots, P$ 。运算符  $E^k(x)$  表示对 x 进行左移运算, k 表示左移位数,  $k = 1, 2, \dots, n-1$ 。对于此种单圈格雷码,则满足  $\text{DIFF}\{E^1(z_1), z_p\} = 1$ , 且  $\text{DIFF}\{R_{nP}, R_{1P}\} = 1$ , 即为满足循环性。

[0009] 对于任一子码满足  $E^k(z_j) \neq z_j$ , 对于任一数码,  $i \neq j$ , 则  $R_i \neq R_j$ , 即满足互异性。

[0010] 与本发明最为接近的已有技术是 1996 年艾兰·希特金 (Alain P. Hiltgen) 与肯奈斯·皮特森 (Kenneth G. Paterson) 在 IEEE 会议文章上提出的“单圈格雷码 (Single-Track Gray Codes)”。该篇文章中提出一种单圈格雷码,此种编码具有单变性、循环性、互异性的特点,指出该种编码可用于角度测量领域,但文章中仅得出了较低位数的编码且并未提及应用于光电编码器的具体的实施方案。

### 发明内容

[0011] 为了克服已有技术存在的缺陷,本发明的目的在于使光电编码盘小型化、抗振动

冲击,特设计一种小型绝对式金属光电编码盘。

[0012] 本发明要解决的技术问题是:提供一种采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘。解决技术问题的技术方案如图 1、图 2、图 3 所示,包括金属码盘 1、金属狭缝盘 2。

[0013] 在金属码盘 1 上,将  $360^\circ$  圆周均匀分为  $n$  个区域, $0^\circ \sim \frac{360^\circ}{n}$  为第一区, $\frac{360^\circ}{n} \sim \frac{720^\circ}{n}$  为第二区, $\frac{720^\circ}{n} \sim \frac{1080^\circ}{n}$  为第三区, $\frac{1080^\circ}{n} \sim \frac{1440^\circ}{n}$  为第四区, $\frac{1440^\circ}{n} \sim \frac{1800^\circ}{n}$  为第五区,…… $\frac{(n-2)360^\circ}{n} \sim \frac{(n-1)360^\circ}{n}$  为第  $n-1$  区, $\frac{(n-1)360^\circ}{n} \sim 0^\circ$  为第  $n$  区;将  $P$  个子码  $z_j$  的第一位按顺序依次刻划到第一区内,第二位按顺序依次刻划到第二区内, $z_j$  的第  $n$  位按顺序依次刻划到第  $n$  区内,整个圆周共刻划  $nP$  个二进制数字;

[0014] 在金属狭缝盘 2 上,在  $0^\circ$ 、 $\frac{360^\circ}{n}$ 、 $\frac{720^\circ}{n}$ 、 $\frac{1080^\circ}{n}$ 、 $\frac{1440^\circ}{n}$ 、…、 $\frac{(n-2)360^\circ}{n}$ 、 $\frac{(n-1)360^\circ}{n}$  各设有一个狭缝透光区,狭缝透光区宽度为  $50 \mu\text{m}$ 。对应狭缝透光区位置布置  $n$  个光电读数头。

[0015] 金属码盘 1 安装在主轴 3 上,金属狭缝盘 2 固定不动,金属码盘 1 与金属狭缝盘 2 同轴平行安装,金属码盘 1 随主轴 3 一起转动。

[0016] 现以 10 位采用单圈格雷码的小型绝对式金属光电编码盘为例,说明码盘码道的分布和狭缝盘上狭缝的分布:码盘外直径为  $45\text{mm}$ ,编码图案外直径  $43\text{mm}$ ,内直径  $40\text{mm}$ 。在将  $360^\circ$  圆周均匀分为 10 个区域, $0^\circ \sim 36^\circ$  为第一区, $36^\circ \sim 72^\circ$  为第二区, $72^\circ \sim 108^\circ$  为第三区, $108^\circ \sim 144^\circ$  为第四区, $144^\circ \sim 180^\circ$  为第五区, $180^\circ \sim 216^\circ$  为第六区, $216^\circ \sim 252^\circ$  为第七区, $252^\circ \sim 288^\circ$  为第八区, $288^\circ \sim 324^\circ$  为第九区, $324^\circ \sim 0^\circ$  为第十区。将 96 个子码的第一位按顺序依次刻划到第一区内,第二位按顺序依次刻划到第二区内,子码的第十位按顺序依次刻划到第十区内。整个圆周共 960 个二进制数字。

[0017] 在狭缝盘上在  $0^\circ$ 、 $36^\circ$ 、 $72^\circ$ 、 $108^\circ$ 、 $144^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $216^\circ$ 、 $252^\circ$ 、 $288^\circ$ 、 $324^\circ$  各设有一个狭缝透光区,狭缝透光区宽度为  $50 \mu\text{m}$ 。对应狭缝透光区位置布置 10 个光电读数头。

[0018] 码盘和狭缝盘均采用金属制作,金属的膨胀系数与光电编码器主轴及其他部件较为接近,从而使得光电轴角编码器的精度受温度影响较小,并且金属材料变形量小、刚度大、抗振动冲击性能好。

[0019] 本发明的工作原理:小型绝对式金属光电编码盘的工作原理如图 3。它包括:金属码盘 1,金属狭缝盘 2,主轴 3,发光管 4,光电接收管 5,处理电路 6。

[0020] 金属码盘 1 安装在主轴 3 上,金属狭缝盘 2 固定不动,金属码盘 1 与金属狭缝盘 2 同轴平行安装,金属码盘 1 随主轴 3 一起转动。

[0021] 编码器工作时,金属码盘 1 随主轴 3 旋转,发光管 4 发出的光经过金属码盘 1、金属狭缝盘 2 照射到光电接收管 5 上,光电接收管 5 产生光电信号实时送入编码器处理电路 6;处理电路 6 将拾取到的光电信号对应的码道信号通过查找表的方式译成  $n$  位自然二进制码,将内圈信号细分为若干位自然二进制代码称为精码,最后将精码及粗码组合处理成多位自然二进制角度代码输出。

[0022] 10 位小型绝对式金属光电编码盘查找表译码方式举例：第一组 10 位二进制数码 0000000010 通过查找存储的表格译码成 0000000000，对应  $0^{\circ}$ ；第二组 10 位二进制数码 1000000010 通过查找存储的表格译码成 0000000001，对应  $0.375^{\circ}$ ；第 96 组 10 位二进制数码 1000000100 通过译码译为 0001100000，对应  $35.625^{\circ}$ ；当码盘顺时针转过  $36^{\circ}$  后，第一组 10 位二进制数码也相应转过  $36^{\circ}$ ，光电接收管对应的区域发生变化，读出数据左移一位，光电接收管读出第 97 组 10 位二进制数码数码为 0000000100，查找表格译为 0001100001 对应  $36^{\circ}$ 。可以看出，读数在由第 96 组数码到第 97 组数码，仍是只有一位不同，依次旋转，可得 960 个互异的绝对位置代码，可以表征 960 个绝对位置。

[0023] 本发明的积极效果：用一条码道实现了  $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$  的全量程绝对编码，采用单圈格雷码编码方法，减小了码盘体积，从而降低光电编码器的体积和质量；编码方式为单圈格雷码，可有效避免粗大误差；使用金属材料制作光电编码盘，在各个方向的刚度一致，提高了光电编码器抗冲击振动性能；通过查找表方式进行译码，有效地去除了复杂的译码电路；使用光电接收管，整个系统成本低廉、工作稳定可靠。

#### 附图说明

[0024] 图 1 为本发明的金属码盘结构示意图；

[0025] 图 2 为本发明的金属狭缝盘结构示意图；

[0026] 图 3 为本发明的工作原理示意图。

#### 具体实施方式

[0027] 本发明按图 1 所示的金属码盘结构和按图 2 所示的金属狭缝盘结构进行实施。

[0028] 在图 1 所示的金属码盘结构示意图中黑色部分对应二进制“1”表示透光，白色部分对应二进制“0”表示不透光。金属码盘 1 的基底材料采用不锈钢，金属码盘 1 外直径为 45mm，编码图案外直径 43mm，内直径 40mm。制造过程为，先在光学码盘上制作码盘图案，根据所需金属码盘 1 尺寸在不锈钢板上涂上光刻胶，然后利用光学码盘在不锈钢板上曝光，不锈钢板再经过显影、定影后放到腐蚀液中蚀刻，从而得到成品。

[0029] 金属狭缝盘 2 按图 2 所示的图案制备，基底材料采用不锈钢，金属狭缝盘 2 直径的大小与金属码盘 1 直径的大小一致，金属狭缝盘 2 的狭缝透光区宽度为  $50 \mu\text{m}$ ，其制作过程与金属码盘相同。

[0030] 图 3 为金属光电编码盘的工作原理示意图，将金属码盘 1 安装在编码器主轴 3 上，金属狭缝盘 2 固定不动，金属码盘 1 相对金属狭缝盘 2 旋转，光电接收管 5 接收光信号，采集到的光电信号送至处理电路 6 进行译码、细分等操作。

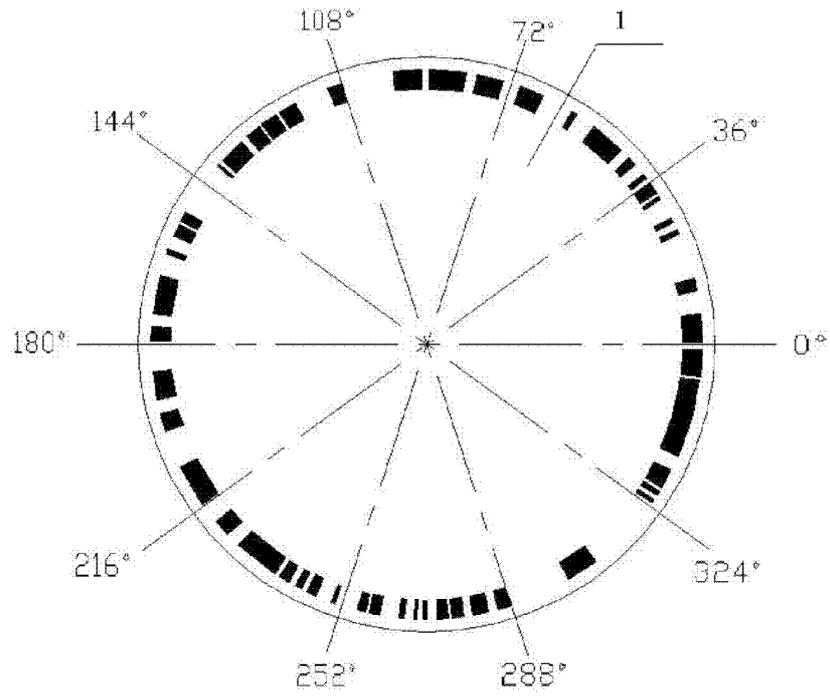


图 1

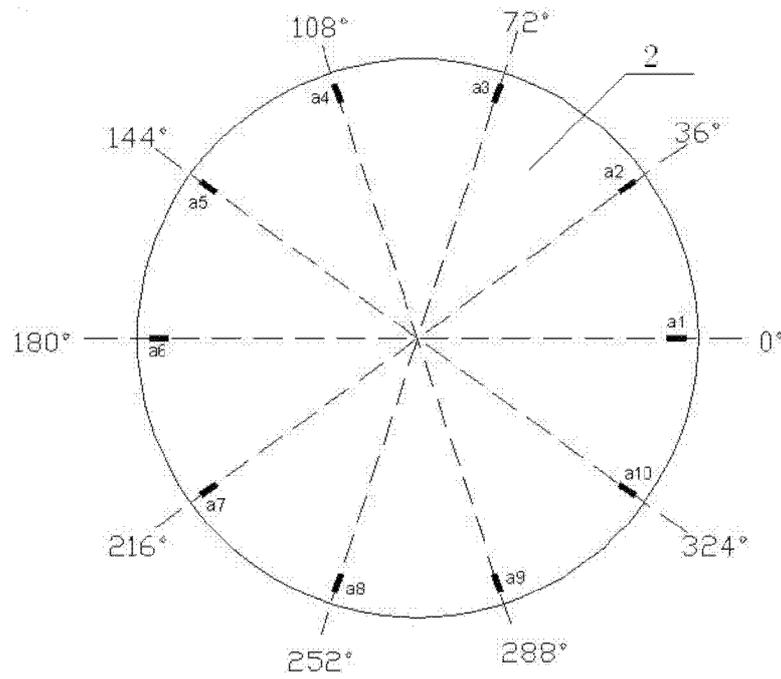


图 2

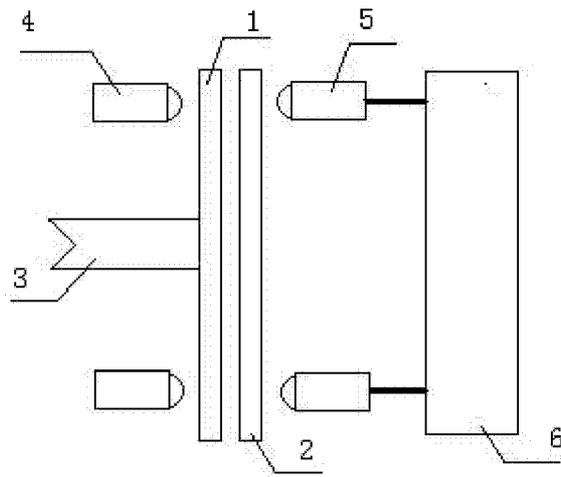


图 3