

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017000.8

[43] 公开日 2008 年 1 月 9 日

[51] Int. Cl.

G01D 5/26 (2006.01)

G01D 5/12 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101101224A

[22] 申请日 2006.7.7

[21] 申请号 200610017000.8

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 艾 华 李 琳 韩旭东

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

代理人 赵炳仁

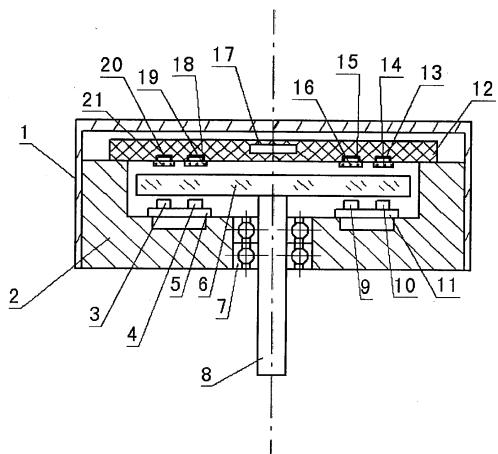
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种半圈绝对式偏振角度传感器

[57] 摘要

一种半圈绝对式偏振角度传感器，属于光电检测技术领域中涉及的角位移传感器。要解决的技术问题：提供一种半圈绝对式偏振角度传感器。技术方案：包括壳体、轴承座、发光管、发光管线路板、主偏振片、轴承、旋转轴、发光管线路板、数据处理线路板、偏振片、光电接收管、单片机、差分放大器、A/D 转换器。在旋转轴顶端固连装有主偏振片，随旋转轴转动；轴承座凹槽底部固连装有两个线路板，其上装有发光管；在轴承座凹槽顶部的台肩上固连装有数据处理线路板，在对应于发光管线路板的孔上，装有接收管；在发光管接收管的光路光轴上置有偏振片；在数据处理线路板上还装有差分放大器、A/D 转换器以及单片机。该传感器可测 0° 到 180° 内的角度值。



1、一种半圈绝对式偏振角度传感器，其特征在于包括编码器壳体(1)、轴承座(2)、第一发光管(3)、第二发光管(4)、发光管线路板(5)、主偏振片(6)、轴承(7)、旋转轴(8)、第三发光管(9)、第四发光管(10)、发光管线路板(11)、数据处理线路板(12)、第一偏振片(13)、第一光电接收管(14)、第二偏振片(15)、第二光电接收管(16)、单片机(17)、第三光电接收管(18)、第三偏振片(19)、第四光电接收管(20)、第四偏振片(21)、第一差分放大器(22)、第一A/D转换器(23)、第二A/D转换器(24)、第二差分放大器(25)；轴承座(2)是一个带有凹槽的轴承座，旋转轴(8)从轴承座(2)的中心孔穿过，旋转轴(8)和轴承座(2)之间装有轴承(7)，在旋转轴(8)的顶端固连装有主偏振片(6)，主偏振片(6)位于轴承座(2)的凹槽内，随旋转轴(8)转动；在主偏振片(6)下面的轴承座(2)的凹槽底部固连装有两个发光管线路板，它们是发光管线路板(5)和发光管线路板(11)，这两个发光管线路板在轴承座(2)的凹槽底部的位置没有限定；在发光线路板(5)上装有第一发光管(3)和第二发光管(4)，在发光管线路板(11)上装有第三发光管(9)和第四发光管(10)；在轴承座(2)的凹槽顶部的台肩上固连装有数据处理线路板(12)，数据处理线路板(12)位于主偏振片(6)的上方，在数据处理线路板(12)上对应于发光管线路板(5)和发光管线路板(11)的位置开有孔，在对应于发光管线路板(5)的孔上，对应第一发光管(3)装有第四光电接收管(20)，对应第二发光管(4)装有第三光电接收管(18)；在对应于发光管线路板(11)的孔上，对应第三发光管(9)装有第二光电接收管(16)，对

应第四发光管(10)装有第一光电接收管(14)；在第一发光管(3)和第四光电接收管(20)的光路光轴上置有第四偏振片(21)，在第二发光管(4)和第三光电接收管(18)的光路光轴上置有第三偏振片(19)，在第三发光管(9)和第二光电接收管(16)的光路光轴上置有第二偏振片(15)，在第四发光管(10)和第一光电接收管(14)的光路光轴上置有第一偏振片(13)；在数据处理线路板(12)上还装有第一差分放大器(22)、第一A/D转换器(23)和第二差分放大器(25)，第二A/D转换器(24)以及单片机(17)；第一光电接收管(14)和第二光电接收管(16)的输出端分别与第二差分放大器(25)的输入端连接，第三光电接收管(18)和第四光电接收管(20)的输出端分别与第一差分放大器(22)的输入端连接；第二差分放大器(25)的输出端与第二A/D转换器(24)的输入端连接，第一差分放大器(22)的输出端与第一A/D转换器(23)的输入端连接；第一A/D转换器(23)和第二A/D转换器(24)的输出端分别与单片机(17)的输入端连接；编码器壳体(1)将该编码器的数据处理线路板(12)、主偏振片(6)和轴承座(2)等全部元件都罩上，用螺钉与轴承座(2)固连。

## 一种半圈绝对式偏振角度传感器

### 一、技术领域

本发明属于光电检测技术领域中涉及的一种光电式角位移传感器。

### 二、背景技术

光电轴角编码器是一种有代表性的角位移传感器。尤其是在高精度角度测量方面具有极大的优势，通常的测角范围在  $0^{\circ} - 360^{\circ}$  或其倍数范围内测角。绝对式光电轴角编码器结构复杂，制造成本高，在某些测角范围内，比如在小于  $0^{\circ} - 180^{\circ}$  范围内测角，仍然使用绝对式光电轴角编码器，就显得浪费和不那么必要。在这种情况下，我们就想到采用有别于光电轴角编码器的工作原理，设计一种新型测角仪器，可能也能达到同光电轴角编码器测角的相同目的。

### 三、发明内容

为了克服已有技术存在的缺陷，本发明的目的在于降低制造测角传感器的成本，解决  $0^{\circ} - 180^{\circ}$  范围内测角的需要，采用了马吕斯定律原理，设计一种新型测角传感器。

本发明要解决的技术问题是：提供一种半圈绝对式偏振角度传感器。解决技术问题的技术方案如图 1 和图 2 所示：包括编码器壳体 1、轴承座 2、第一发光管 3、第二发光管 4、发光管线路板 5、主偏振片 6、轴承 7、旋转轴 8、第三发光管 9、第四发光管 10、发光管线路板 11、数据处理线路板 12、第一偏振片 13、第一光电接收管 14、第二偏振片 15、第二光电接收管 16、单片机 17、第三光电接收管 18、第三偏振片 19、第四光电接收管 20、第四偏振片 21、第一差分放大器 22 第一 A/D 转换器 23、第二 A/D 转换器 24、第二差分放大器 25。

轴承座 2 是一个带有凹槽的轴承座，旋转轴 8 从轴承座 2 的中心孔穿过，旋转轴 8 和轴承座 2 之间装有轴承 7，在旋转轴 8 的顶端固连装有主偏振片 6，主偏振片 6 位于轴承座 2 的凹槽内，随旋转轴 8 转动；在主偏振片 6 下面的轴承座 2 的凹槽底部固连装有两个发光管线路板，它们是发光管线路板

5 和发光管线路板 11，这两个发光管线路板在轴承座 2 的凹槽底部的位置没有限定，不用考虑两者的角度位置关系和径向位置关系；在发光线路板 5 上装有第一发光管 3 和第二发光管 4，在发光管线路板 11 上装有第三发光管 9 和第四发光管 10；在轴承座 2 的凹槽顶部的台肩上固连装有数据处理线路板 12，数据处理线路板 12 位于主偏振片 6 的上方，在数据处理线路板 12 上对应于发光管线路板 5 和发光管线路板 11 的位置开有孔，在对应于发光管线路板 5 的孔上，对应第一发光管 3 装有第四光电接收管 20，对应第二发光管 4 装有第三光电接收管 18；在对应于发光管线路板 11 的孔上，对应第三发光管 9 装有第二光电接收管 16，对应第四发光管 10 装有第一光电接收管 14；在第一发光管 3 和第四光电接收管 20 的光路光轴上置有第四偏振片 21，在第二发光管 4 和第三光电接收管 18 的光路光轴上置有第三偏振片 19，在第三发光管 9 和第二光电接收管 16 的光路光轴上置有第二偏振片 15，在第四发光管 10 和第一光电接收管 14 的光路光轴上置有第一偏振片 13；在数据处理线路板 12 上还装有第一差分放大器 22、第一 A/D 转换器 23 和第二差分放大器 25，第二 A/D 转换器 24 以及单片机 17；第一光电接收管 14 和第二光电接收管 16 的输出端分别与第二差分放大器 25 的输入端连接，第三光电接收管 18 和第四光电接收管 20 的输出端分别与第一差分放大器 22 的输入端连接；第二差分放大器 25 的输出端与第二 A/D 转换器 24 的输入端连接，第一差分放大器 22 的输出端与第一 A/D 转换器 23 的输入端连接，第一 A/D 转换器 23 和第二 A/D 转换器 24 的输出端分别与单片机 17 的输入端连接；编码器壳体 1 将该编码器的数据处理线路板 12、主偏振片 6 和轴承座 2 等全部元件都罩上，用螺钉与轴承座 2 固连，轴承座 2 也起到法兰盘的作用。

#### 工作原理说明：

主偏振片 6 随旋转轴 8 旋转时，根据马吕斯定律，透过主偏振片 6 和第一偏振片 13 的光强  $I$  随两偏振片透光轴的夹角  $\theta$  而变化。即

$$I = I_0 \cos^2 \theta = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos 2\theta) \quad (1)$$

其中  $I_0$  为 ( $\theta = 0$ ) 时的透光强度，此时两偏振片透光轴平行，透光强度最大。

第一光电接收管 14 接收光强变化，得到余弦信号如图 3 所示。

同理，第二光电接收管 4、第三光电接收管 18、第四光电接收管 20 接收到的光强随主偏振片 6 的转动呈余弦变化。调整第一偏振片 13、第二偏振片 15、第三偏振片 19、第四偏振片 21 的透光轴方向，使得四路信号的相位各相差 90 度，供后续的放大细分使用，并通过硬件调整，使得四路光电接收管的输出交变光强幅值相等，即：

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos 2\theta) = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos 2\theta)$$

$$I_2 = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos(2\theta + 90^\circ)) = \frac{1}{2} I_0 (1 - \sin 2\theta)$$

$$I_3 = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos(2\theta + 180^\circ)) = \frac{1}{2} I_0 (1 - \cos 2\theta)$$

$$I_4 = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos(2\theta + 270^\circ)) = \frac{1}{2} I_0 (1 + \sin 2\theta)$$

将  $I_1 - I_3$ ； $I_2 - I_4$  进行差分放大，以消除共模量，改善波形的正旋性和正交性，同时抑制了由于温度变化使光电信号产生的共模分量，有利于提高细分精度，得到两路正弦、余弦信号：

$$I_{\sin} = I_0 \sin 2\theta$$

$$I_{\cos} = I_0 \cos 2\theta$$

$$\text{则 } \theta = \frac{1}{2} \arctan \frac{I_{\sin}}{I_{\cos}}$$

这两路信号直接输入单片机 17 进行软件细分。采用 MCS-51 汇编语言编程，经过数据采集、判断象限、除法运算、查表，得到细分后的绝对角度值。目前广泛采用的光电轴角编码器利用计量光栅，产生莫尔条纹，得到的能量分布是一个近似的正弦波，信号含有高次谐波分量；而采用马吕斯定律测角方法得到的信号严格符合正弦波，不含高次谐波，因此可以做高倍细分，当细分倍数为 256 时，即可制作成 8 位绝对式光电轴角编码器，其测角范围为

0°—180°。

本发明的积极效果：与光电轴角编码器相比，该偏振角度传感器结构简单，调试方便，成本低廉。可测0°—180°内的角度值。

#### 四、附图说明

图1是本发明的结构示意图。

图2是本发明数据处理电路原理图。

图3是本发明的工作原理说明书中光电接收管接收光强变化，得到的余弦信号示意图。

#### 五、具体实施方式

本发明按图1和图2所示的结构实施，其中编码器壳体1采用铸铝，壁厚1.5mm，轴承座2的材质采用铝2A12，轴承7采用NTN685ZZ轴承，旋转轴8的材质采用2Cr13。主偏振片6采用双面玻璃保护的聚乙烯醇薄膜偏振片，工作面与旋转轴8垂直，用环氧树脂胶与旋转轴端面胶和固连，随旋转轴转动。第一发光管3、第二发光管4、第三发光管9、第四发光管10均采用Honeywell公司生产的SE1407-001光电发光管；第一光电接收管14、第二光电接收管16、第三光电接收管18、第四光电接收管20均采用VISHAY公司生产的BP104型光电二级管；第一偏振片13、第二偏振片15、第三偏振片19、第四偏振片21均采用双面玻璃保护的聚乙烯醇薄膜偏振片，第一差分放大器22、第二差分放大器25均采用美国国家半导体公司生产的LM124差分放大器；第一A/D转换器23，第二A/D转换器24均采用美信公司生产的MAX14A/D转换器；单片机17采用美国ATMEL公司生产的89C51单片机。

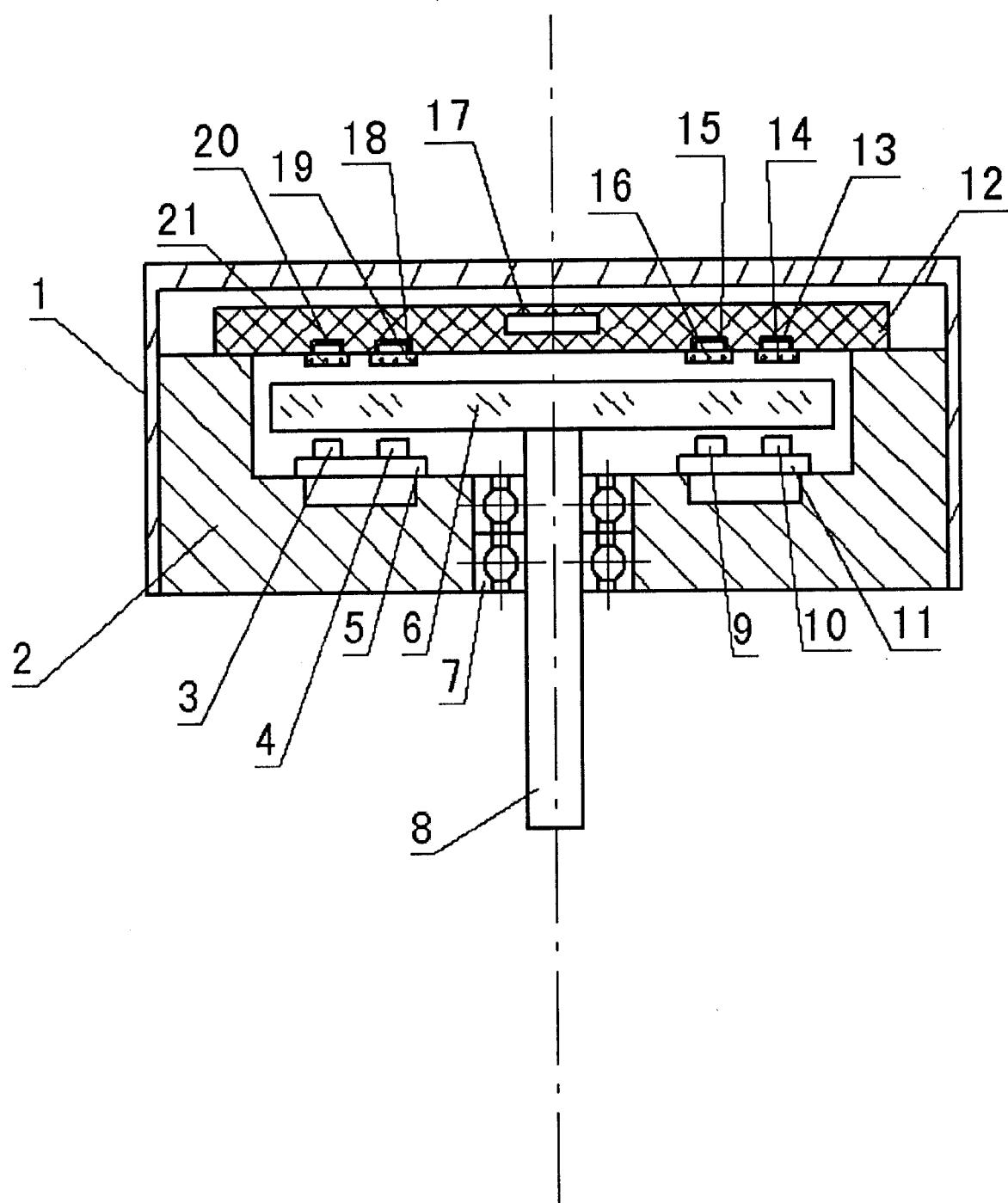


图1

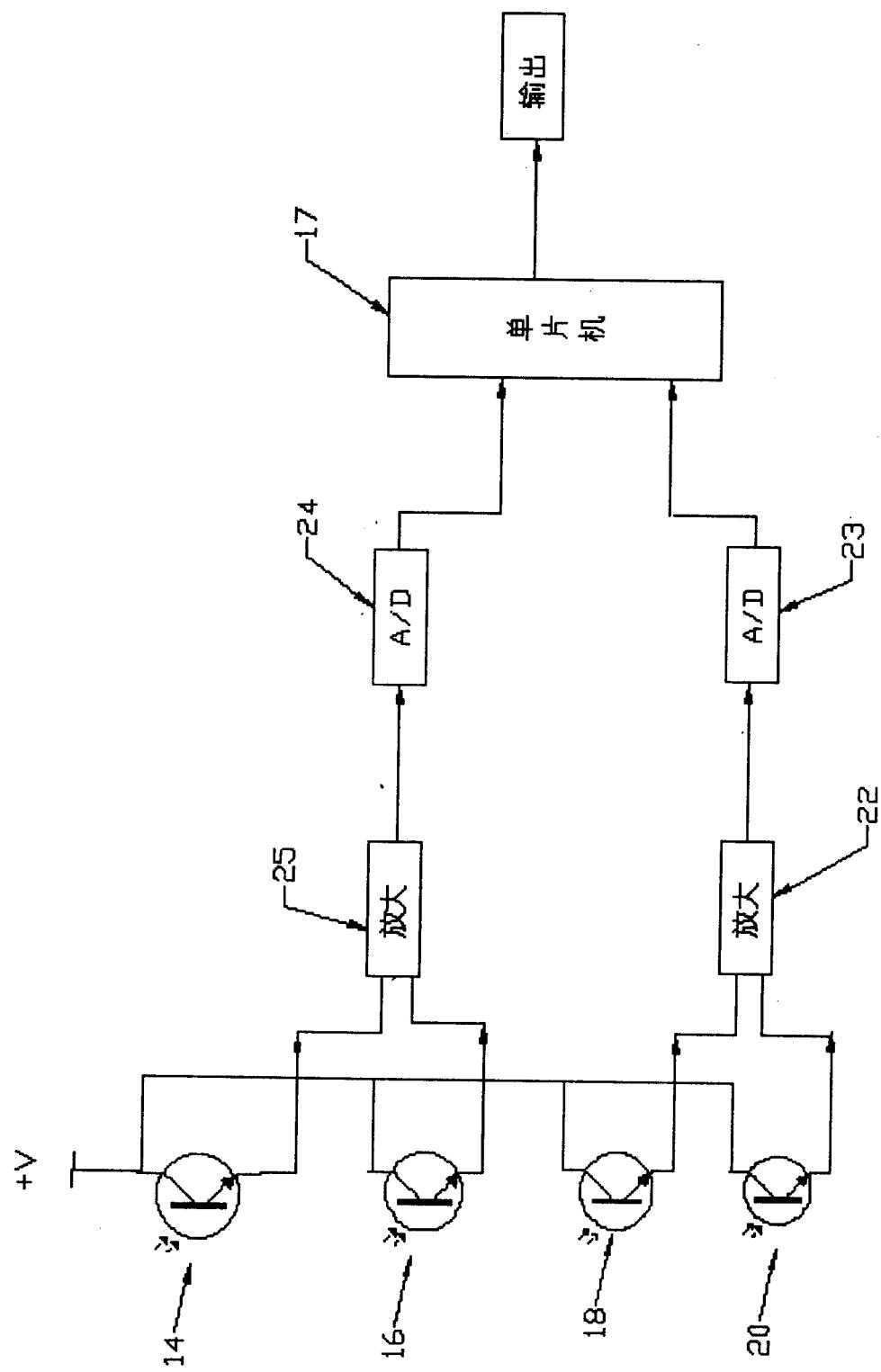


图 2

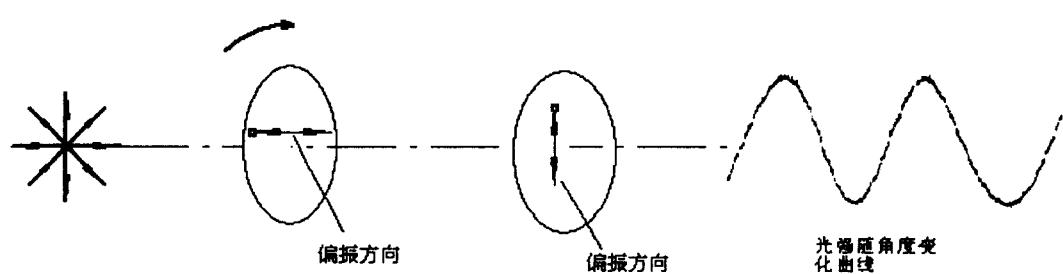


图 3