

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01D 5/38 (2006.01)

G01D 5/32 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017098.7

[43] 公开日 2008年2月13日

[11] 公开号 CN 101122479A

[22] 申请日 2006.8.11

[21] 申请号 200610017098.7

[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 王树洁 卢新然 冯长有 梁立辉  
杜颖财 赵庆磊

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所  
代理人 南小平

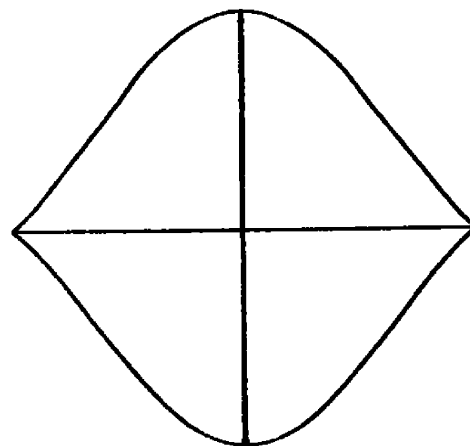
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## [54] 发明名称

抑制二次谐波的绝对式编码器狭缝

## [57] 摘要

本发明属于光栅编码器技术领域，涉及一种抑制二次谐波的绝对式编码器狭缝，其采用的技术方案为：采用可抑制二次谐波的卷积光阑作为绝对式编码器狭缝盘上对应于码盘精码道光栅的狭缝，卷积光阑的边缘为封闭的卷积函数(sinc)曲线；码盘精。本发明能取出抑制二次谐波的正弦波信号，有效改善了信号的正弦性、正交性、等幅性、残余的直流电平等四项质量指标；信号的正弦性好，滤波效果稳定，易于获得高的细分精度，提高了绝对式编码器的细分精度和总精度；制作工艺与现有的光栅制作工艺相同，因此成本低，性能价格比高。



1、一种抑制二次谐波的绝对式编码器狭缝，其特征在于采用可抑制二次谐波的卷积光阑作为绝对式编码器狭缝盘上对应于码盘精码道光栅的狭缝，卷积光阑的边缘为封闭的卷积函数曲线；码盘精码道的一个光栅对应一个卷积光阑，各卷积光阑尺寸相等、均匀分布。

2、根据权利要求1所述的抑制二次谐波的绝对式编码器狭缝，其特征在于卷积光阑狭缝外边缘垂直方向两个顶点的切线与通过水平方向两个顶点的直线构成的矩形的尺寸与编码盘精码道光栅尺寸的比值为1:1。

## 抑制二次谐波的绝对式编码器狭缝

### 技术领域

本发明属于光栅编码器技术领域，涉及一种绝对式编码器狭缝盘上的狭缝。

### 背景技术

光电轴角编码器是进行角位移和角速度测量的光电传感器，其中的码盘和狭缝是核心元件。在码盘上刻划有码道，在狭缝盘上有与码道相匹配的狭缝，利用若干读数头取出码盘与狭缝盘相匹配编排的信号进行译码完成数据的采集。读数头取出的光栅信号质量—正弦性、正交性、等幅性、残余的直流电平决定了编码器精度与分辨力，光栅元件的机械精度一经确定，光栅信号的质量往往取决于信号提取方法和电路处理方法。

目前，绝对式光电轴角编码器的狭缝盘都采用如图 1 所示的矩形狭缝，其信号透过特性曲线如图 2 所示，提取的光电信号包含基波及高次谐波，如图 3A、3B、3C、3D 所示，从图中可以看出这些高次谐波直接关系到光栅信号质量—正弦性、正交性、等幅性、残余的直流电平，因而影响编码器的细分精度。对高精度绝对式编码器，其中二次谐波引起的细分误差对编码器总精度影响很大。

### 发明内容

为解决现有技术存在的光电信号含有高次谐波，影响编码器的细分精度的问题，本发明提供一种抑制二次谐波的绝对式编码器狭缝，在狭缝盘上用可抑制二次谐波的卷积光阑代替矩形狭缝，以达到抑制提取的正弦波信号中含有的二次谐波，有效改善信号的正弦性、正交性、等幅性、残余的直流电平等四项质量指标，

提高绝对式编码器的细分精度和总精度的目的。

本发明采用可抑制二次谐波的卷积光阑作为绝对式编码器狭缝盘上对应于码盘精码道光栅的狭缝，如图 4 所示，卷积光阑的边缘为封闭的卷积函数 (sinc) 曲线；码盘精码道的一个光栅对应一个卷积光阑，各卷积光阑尺寸相等、均匀分布。

从傅立叶光学的基本关系出发，设计出符合预设频率特性的空间光阑，或对给定光阑作频率特性分析，这种滤波叫做频域滤波。

根据基尔霍夫边界条件， $t(X,Y)$  在窗口  $\sigma$  之外恒为零。这时，

$$\phi(\pm vt) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} i(Y \pm v) t(X * Y) dXdY \quad (1)$$

由于绝对式编码器的一个读数头提取的光电信号，除精码外，还有多路中精码甚至粗码信号，为不影响其它码道信号，只有精码光栅使用卷积光阑狭缝。根据傅氏光学原理，两空域函数卷积的傅氏变换等于各自的傅氏变换式相乘  $FT(i * t) = FT(i) * FT(t)$ ，而空域函数的傅氏变换将是它在频域中的谱函数。令  $I(\omega)$  为莫尔场的频谱函数， $T(\omega)$  是光阑函数的谱函数，

$$T(\omega) = FT\{t\} = \int_{-\infty}^{\infty} t(Y) \exp[-j\omega Y] dY \quad (2)$$

则经过光阑滤波后光场的谱函数为：

$$\phi(\omega) = I(\omega) * T(\omega) \quad (3)$$

这就是莫尔光场频域滤波的基本公式。

由于上式所产生的空间滤波器有矩形频率特性，它的转移函数进行傅氏变换：

$$t(Y) = \frac{\omega_0 T}{\pi} \text{sinc}(\omega_0 Y) \quad (4)$$

可见理想的滤波几何形状为一个卷积 (sinc) 函数。经过卷积光阑滤波提取的光电信号为滤掉了二次谐波的正弦波，信号透过性曲线如图 5 所示，为一矩形。

有益效果：本发明在狭缝盘上用可抑制二次谐波的卷积光阑狭缝代替矩形狭缝，以达到抑制取出的正弦波信号含有的二次谐波，有效改善了信号的正弦性、正交性、等幅性、残余的直流电平等四项质量指标的目的；信号的正弦性好，滤波效果稳定，易于获得高的细分精度，提高了绝对式编码器的细分精度和总精度；制作工艺与现有的光栅制作工艺相同，因此成本低，性能价格比高。

### 附图说明

图 1 为现有技术狭缝盘矩形狭缝示意图。

图 2 为矩形狭缝正弦信号透过性曲线示意图。

图 3A 为矩形狭缝提取的含有二次谐波信号的正弦波形图，图中 a、b 为两条相位相差  $90^\circ$  的正弦曲线。

图 3B 为矩形狭缝提取的含有二次谐波信号的李沙育图，图中 a 为只含有基波的正弦信号理想的误差曲线，b 为含有二次谐波的正弦信号实测曲线。

图 3C 为矩形狭缝提取的含有二次谐波信号的误差曲线图，图中 a、b 为含有二次谐波的波形信号误差图。

图 3D 为矩形狭缝提取的含有二次谐波信号的谐波幅值图，图中 a 为图 3C 中 a 曲线的谐波波次和幅值表示图，b 为图 3C 中 b 曲线的谐波波次和幅值表示图。

图 4 为本发明卷积光阑狭缝示意图，也是摘要附图。

图 5 为卷积光阑信号透过特性曲线示意图。

图 6A 为卷积光阑狭缝提取的信号正弦波形图，图中 a、b 为两条相位相差  $90^\circ$  的正弦曲线。

图 6B 为卷积光阑狭缝提取的信号李沙育图，图中 a 为只含有基波的正弦信

号的误差曲线，b 为去掉二次谐波的正弦信号实测曲线。

图 6C 为卷积光阑狭缝提取的信号误差曲线图，a、b 为只含有基波的波形信号图。

图 6D 为卷积光阑狭缝提取的信号谐波幅值图，图中 a 为图 6C 中 a 曲线谐波波次和幅值图，b 为图 6C 中 b 曲线谐波波次和幅值图。

### 具体实施方式

绝对式编码器通常精码使用光栅莫尔条纹，因此使用改变接收光阑形状选择接收狭缝光阑频谱  $C_n$  而进行空间滤波，且绝对式编码器的光学系统也不易满足其光组的空间不变性的要求；利用透镜分光在傅里叶频谱面上进行分光选频滤波，尺寸大而结构复杂，成本高；选择码盘精码光栅与卷积光阑的孔栅比  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $H/W$  (矩形光阑宽度与莫尔条纹宽度的比值)等参数(利用缺级现象选择码盘精码道光栅频谱  $F_n$ ，接收卷积光阑频谱  $G_n$ )而进行选频滤波，码盘精码光栅几何尺寸大，大面积光栅的制作精度不易保证，若改变码盘精码道光栅频谱  $F_n$ ，则制作难度大，精度不易保证。因此，本发明选择设计卷积光阑频谱  $G_n$ ，满足选频滤波的要求。(  $G_n$  与  $F_n$  尺寸比值的关系)

本发明可以选择设计一个码盘精码道光栅对应一个卷积光阑狭缝，卷积光阑狭缝外边缘垂直方向两个顶点的切线与通过水平方向两个顶点的直线构成的矩形的尺寸与编码盘精码道光栅尺寸的比值为 1:1，即该矩形的长、宽分别与编码盘精码道光栅的长、宽相等。即卷积精码光栅的外接矩形与编码器的近似精码矩形码道相同，提取光电信号能抑制正弦波的二次谐波。选择卷积光阑狭缝外边缘垂直方向两个顶点的切线与通过水平方向两个顶点的直线构成的矩形的长与编码盘精码道光栅的长相等，宽与编码盘精码道光栅的宽的比值为 1:3 时，提取光

---

电信号能抑制正弦波的三次谐波。如图 6A、6B、6C、6D 所示，可以看出光栅信号质量—正弦性、正交性、等幅性、残余的直流电平得到了有效的改善，因此滤波效果稳定、正弦性好、调制度精度高，易于获得高的细分精度。

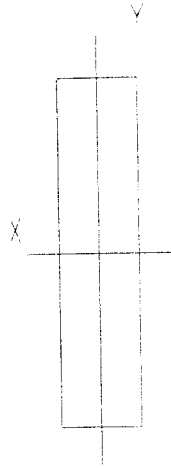


图 1

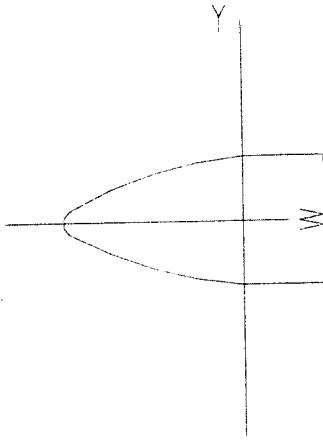


图 2

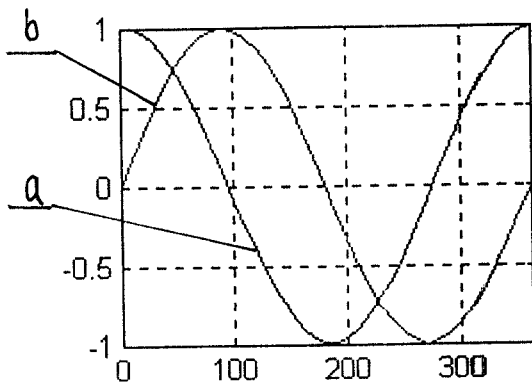


图 3A

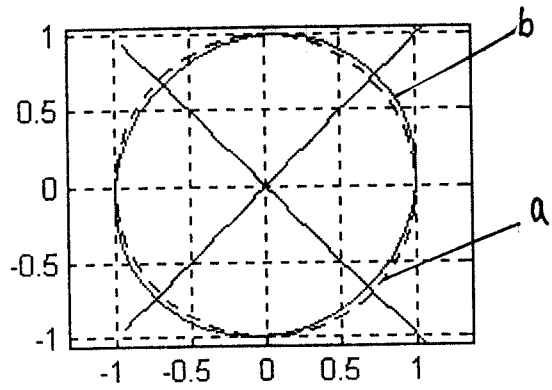


图 3B

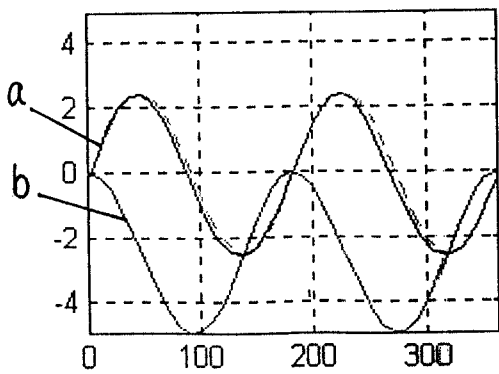


图 3C

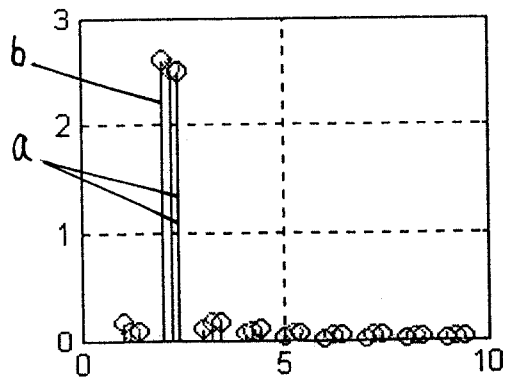


图 3D



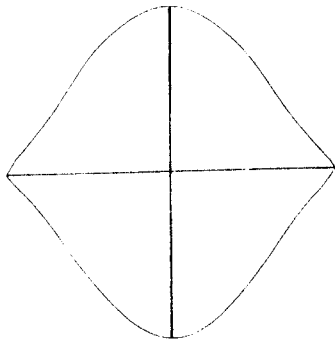


图 4

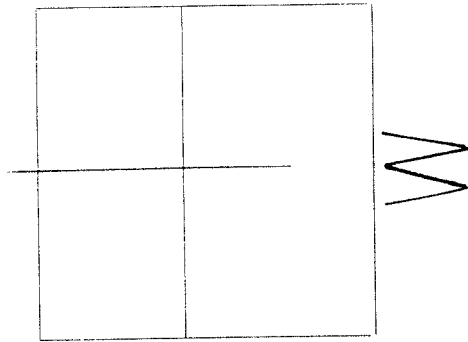


图 5

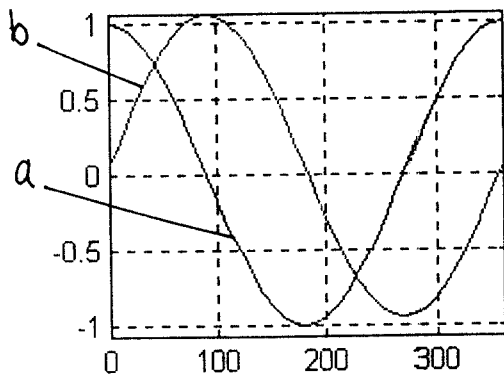


图 6A

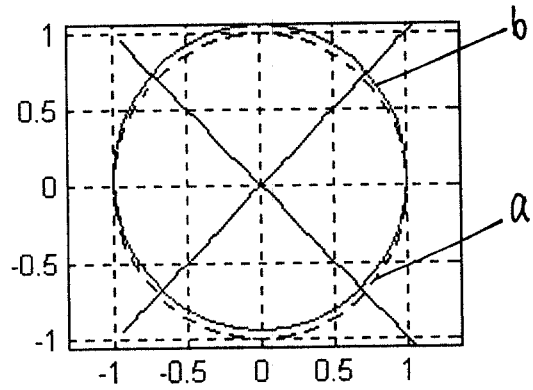


图 6B

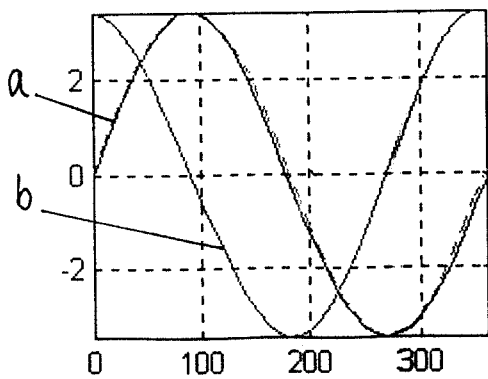


图 6C

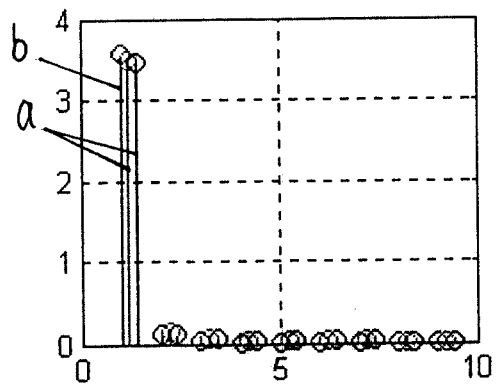


图 6D