

[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 200510017188.1

[51] Int. Cl.

G01D 5/34 (2006.01)

G01D 5/26 (2006.01)

G01D 5/347 (2006.01)

[43] 公开日 2007年1月17日

[11] 公开号 CN 1896693A

[22] 申请日 2005.10.12

[21] 申请号 200510017188.1

[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 赵志巍

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 刘树清

权利要求书3页 说明书13页 附图6页

[54] 发明名称

一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘

[57] 摘要

一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘，属于光电测试技术领域所涉及的一种绝对式矩阵编码盘，本发明要解决的技术问题是提供一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘。技术方案是：包括码盘和狭缝盘，两者同轴、平行并保持一定间隙安装在编码器的主轴上，码盘随主轴转动，狭缝盘相对不转动。在码盘上刻划有四圈码道，每圈码道的通光区和不通光区的布局各有不同，在狭缝盘上刻划有四圈狭缝，每圈狭缝的设置各有不同，码盘顺时针转动时，码盘与狭缝盘相对转动，各圈狭缝在通光时接收到高电平信号，不通光时接收到低电平信号，该编码盘能输出十二位周期二进制码，径向尺寸小，大幅度的提高了测角分辨率。

1、一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘，包括码盘和狭缝盘，两者同轴、平行、并保持一定的间隙安装在编码器的主轴上，码盘固定在编码器主轴上，随主轴转动，狭缝盘固定在基座上固定不动；其特征在于：在码盘上刻划有四圈码道，第一圈码道分为两个区间， $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 为不通光区， $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 为通光区；第二圈码道中 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 内刻有两条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $180^{\circ} / (2 \times 2) = 45^{\circ}$ ，靠近 0° 的码道和靠近 180° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半，即 $45^{\circ} / 2 = 22.5^{\circ}$ ； $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 内刻有一条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等，其宽度为 $180^{\circ} / 2 = 90^{\circ}$ ，靠近 180° 的码道和靠近 360° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半，即 $90^{\circ} / 2 = 45^{\circ}$ ，在 $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 内， $180^{\circ} \sim 225^{\circ}$ 为不通光码道， $225^{\circ} \sim 315^{\circ}$ 为通光码道， $315^{\circ} \sim 360^{\circ}$ (0°) 为不通光码道；第三圈码道分为四个区间，这四个区间的码道分布是不同的。在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 的区间内刻有十六条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^{\circ} / (16 \times 2) = 2.8125^{\circ}$ ，靠近 0° 的码道和靠近 90° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半($1/2$)，即 $2.8125^{\circ} / 2 = 1.40625^{\circ}$ ；在 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 的区间内刻有八条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^{\circ} / (8 \times 2) = 5.625^{\circ}$ ，靠近 90° 的码道和靠近 180° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半($1/2$)，即 $5.625^{\circ} / 2 = 2.8125^{\circ}$ ；在 $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ 的区间内刻有四条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^{\circ} / (4 \times 2) = 11.25^{\circ}$ ，靠近 180°

的码道和靠近 270° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $11.25^\circ / 2 = 5.625^\circ$ ；在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 的区间内刻有二条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (2 \times 2) = 22.5^\circ$ ，靠近 270° 的码道和靠近 360° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $22.5^\circ / 2 = 11.25^\circ$ ；第四圈码道为精码道，是在整个圆周上等间距的设有 128 个通光区段，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $360^\circ / (128 \times 2) = 1.40625^\circ$ ，靠近 0° (360°) 两侧各有一个不通光区域，其宽度为不通光区段的一半 ($1/2$)，宽度为 $360^\circ / (128 \times 2 \times 2) = 0.703125^\circ$ ，也就是 0° (360°) 线跨一个不通光区段中心，通光区段和不通光区段的宽度都为 $0.703125^\circ \times 2 = 1.40625^\circ$ ；在狭缝盘上设有四圈狭缝，第一圈设有两个狭缝，用 a_1 、 a_2 表示， a_1 在 0° 位置， a_2 在 90° 位置，狭缝宽 0.06mm，内外圆直径与码盘第一圈码道的直径相同；第二圈设有两个狭缝，用 b_1 、 b_2 表示， b_1 在 0° 位置， b_2 在 180° 位置，狭缝宽 0.06mm，内外圆直径与码盘第二圈码道的直径相同；第三圈设有四个狭缝，用 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 表示， c_1 在 0° 位置， c_2 在 90° 位置， c_3 在 180° 位置， c_4 在 270° 位置，狭缝宽 0.06mm，内外圆直径与码盘第三圈码道的直径相同；第四圈为精码狭缝，全周设有十六个双狭缝，用 e_1 、 e_2 、 e_3 、 e_4 、 e_5 、 e_6 、 e_7 、 e_8 、 e_9 、 e_{10} 、 e_{11} 、 e_{12} 、 e_{13} 、 e_{14} 、 e_{15} 、 e_{16} 表示，所谓双狭缝就是 $e_1 \sim e_{16}$ 这十六个双狭缝位置中每一个位置都刻划与码盘第四圈码道直径与圆周角相同的两个通光狭缝和一个不通光区相间布局的狭缝，通光狭缝和不通光区宽度相等且相间分布，通光狭缝和不通光区宽度与码盘第四圈通光码道和不通光码道宽度相同，通光狭缝和不通光区宽度为 $360^\circ / (128 \times 2) = 1.40625^\circ$ ，狭缝盘中心与双狭缝不通光区中心连线称为双狭缝的中线； e_1 在 0° 位置，狭缝 e_1 的中线与 0° 夹角为 1.40625° ，在

$0^{\circ} \sim 22.5^{\circ}$ 之间; e_2 在 22.5° 位置, 狭缝 e_2 的中线与 22.5° 夹角为 1.23046875° , 在 $22.5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间; e_3 在 45° 位置, 狭缝 e_3 的中线与 45° 夹角为 1.0546875° , 在 $45^{\circ} \sim 67.5^{\circ}$ 之间; e_4 在 67.5° 位置, 狭缝 e_4 的中线与 67.5° 夹角为 0.87890625° , 在 $67.5^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间; e_5 在 90° 位置, 狭缝 e_5 的中线与 90° 夹角为 0.703125° , 在 $90^{\circ} \sim 112.5^{\circ}$ 之间; e_6 在 112.5° 位置, 狭缝 e_6 的中线与 112.5° 夹角为 0.52734375° , 在 $112.5^{\circ} \sim 135^{\circ}$ 之间; e_7 在 135° 位置, 狭缝 e_7 的中线与 135° 夹角为 0.3515625° , 在 $135^{\circ} \sim 157.5^{\circ}$ 之间; e_8 在 157.5° 位置, 狭缝 e_8 的中线与 157.5° 夹角为 0.17578125° , 在 $157.5^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 之间; e_9 在 180° 位置, 狭缝 e_9 的中线与 180° 夹角为 0° ; e_{10} 在 202.5° 位置, 狭缝 e_{10} 的中线与 202.5° 夹角为 0.17578125° , 在 $180^{\circ} \sim 202.5^{\circ}$ 之间; e_{11} 在 225° 位置, 狭缝 e_{11} 的中线与 225° 夹角为 0.3515625° , 在 $202.5^{\circ} \sim 225^{\circ}$ 之间; e_{12} 在 247.5° 位置, 狭缝 e_{12} 的中线与 247.5° 夹角为 0.52734375° , 在 $225^{\circ} \sim 247.5^{\circ}$ 之间; e_{13} 在 270° 位置, 狭缝 e_{13} 的中线与 270° 夹角为 0.703125° , 在 $247.5^{\circ} \sim 270^{\circ}$ 之间; e_{14} 在 292.5° 位置, 狭缝 e_{14} 的中线与 292.5° 夹角为 0.87890625° , 在 $270^{\circ} \sim 292.5^{\circ}$ 之间; e_{15} 在 315° 位置, 狭缝 e_{15} 的中线与 315° 夹角为 1.0546875° , 在 $292.5^{\circ} \sim 315^{\circ}$ 之间; e_{16} 在 337.5° 位置, 狭缝 e_{16} 的中线与 337.5° 夹角为 1.23046875° , 在 $315^{\circ} \sim 337.5^{\circ}$ 之间。

一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘

一、技术领域：本发明属于光电测试技术领域涉及的一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘。

二、技术背景：光电轴角编码器是进行角位移、角速度测量的有代表性的光电传感器，而编码盘又是光电轴角编码器进行数据采集的核心元件，是由码盘和狭缝盘匹配构成的。所谓绝对式矩阵编码盘，就是将码盘圆周分成若干个扇形区间，每个区间刻划有不同位数的码道，与码道要求的狭缝盘进行匹配，所谓精码狭缝破相，就是将在码盘上刻划的码道以一定的匹配关系刻划到狭缝盘上，利用若干个读数头取出码盘与狭缝盘相匹配编排的电信号，经过译码，处理成与传统码盘相同的周期二进制码。

随着工业化和高科技的发展与需要，对光电轴角编码器的高分辨率、小型化的要求越来越迫切，编码器的高分辨率、小型化的要求，必须使码盘和与其匹配的狭缝盘的径向尺寸缩小，同时对码盘的码道刻划位数提高，这样必须对码道设计编排上采取特殊的结构设计，码盘的径向尺寸缩小以后，随着刻划位数增加，码道的线周期变得很小，使信号提取产生困难，就要在码盘的码道布局及狭缝盘的狭缝布局结构设计上采取措施。

与本发明最为接近的已有技术是中国科学院长春光学精密机械与物理研究所研制开发的小型绝对式矩阵编码器上采用的编码盘（长春光机所主办的“光学机械”期刊1985年第5期P63—68曹振夫著），如图1和图2所示：在图1中的码盘上，刻划有三圈码道，第一圈码道分为两个区间， $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 为不通光区， $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 为通光区。第二圈码道中 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 内刻有两条

通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $180^\circ / (2 \times 2) = 45^\circ$ ，靠近 0° 的码道和靠近 180° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半，即 $45^\circ / 2 = 22.5^\circ$ ； $180^\circ \sim 360^\circ$ 内刻有一条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等，其宽度为 $180^\circ / 2 = 90^\circ$ ，靠近 180° 的码道和靠近 360° 的码道为不通光码道，宽度为不通光码道的一半，即 $90^\circ / 2 = 45^\circ$ 。所以在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 内， $180^\circ \sim 225^\circ$ 为不通光区， $225^\circ \sim 315^\circ$ 为通光区， $315^\circ \sim 360^\circ$ 为不通光区；第三圈码道分为四个区间，这四个区间的码道分布是不同的。在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的区间内刻有十六条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (16 \times 2) = 2.8125^\circ$ ，靠近 0° 的码道和靠近 90° 的码道为不通光码道，其宽度为其他不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $2.8125^\circ / 2 = 1.40625^\circ$ ；在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 的区间内刻有八条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (8 \times 2) = 5.625^\circ$ ，靠近 90° 的码道和靠近 180° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $5.625^\circ / 2 = 2.8125^\circ$ ；在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 的区间内刻有四条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (4 \times 2) = 11.25^\circ$ ，靠近 180° 的码道和靠近 270° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $11.25^\circ / 2 = 5.625^\circ$ ；在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 的区间内刻有二条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (2 \times 2) = 22.5^\circ$ ，靠近 270° 的码道和靠近 360° 的码道为不通光码道，其宽度为不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $22.5^\circ / 2 = 11.25^\circ$ 。

在图 2 所示的狭缝盘上，有三圈狭缝，第一圈狭缝 a_1 在 0° 位置，狭缝 a_2 在 90° 位置；

第二圈狭缝 b_1 在 0° 位置, 狭缝 b_2 在 180° 位置; 第三圈狭缝 c_1 在 0° 位置, 狭缝 c_2 在 90° 位置, 狭缝 c_3 在 180° 位置, 狭缝 c_4 在 270° 位置。

图 1 所示的码盘和图 2 所示的狭缝盘相匹配构成的矩阵编码盘, 只能输出八位码, 编码器的测角分辨率只能达到 $360^\circ / 2^8 = 1.40625^\circ = 5062.5''$, 这个分辨率远远不能满足高分辨率的测角要求。

三、发明内容: 为了克服已有技术存在的缺点, 本发明的目的在于为提高编码器的测角分辨率, 重新设计码盘的码道布局和相匹配的狭缝盘的狭缝布局, 提高输出位数, 进而提高编码器的测角分辨率, 特设计一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘。

本发明要解决的技术问题是: 提供一种采用精码狭缝破相输出十二位码的绝对式矩阵编码盘。解决技术问题的技术方案如图 3 和图 4 所示: 包括码盘和狭缝盘。码盘和狭缝盘平行安装在编码器的主轴上, 两者之间保持一定的间隙, 码盘随主轴转动。

码盘的码道布局如图 3 所示: 在码盘上刻划有四圈码道, 第一圈码道、第二圈码道、第三圈码道与原有技术中的码道相同。第一圈码道分为两个区间, $0^\circ \sim 180^\circ$ 为不通光区, $180^\circ \sim 360^\circ$ 为通光区, 这种通光区输出的码称为 A 码。第二圈码道中 $0^\circ \sim 180^\circ$ 内刻有两条通光码道, 通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布, 通光码道和不通光码道宽度为 $180^\circ / (2 \times 2) = 45^\circ$, 靠近 0° 的码道和靠近 180° 的码道为不通光码道, 其宽度为不通光码道的一半, 即 $45^\circ / 2 = 22.5^\circ$, 这种通光区输出的码称为 A_1 码; $180^\circ \sim 360^\circ$ 内刻有一条通光码道, $180^\circ \sim 225^\circ$ 为不通光码道, $225^\circ \sim 315^\circ$ 为通光码道, $315^\circ \sim 360^\circ$ (0°) 为不通光码道, 这种通光区输出的码称为 A_3 码; 第三圈码道分为四个区间, 这四个区间的码道分布是不同的。在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的区间内刻有十六条通光码道, 通光码道和不通光码道宽度相等且相间

分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (16 \times 2) = 2.8125^\circ$ ，靠近 0° 的码道和靠近 90° 的码道为不通光码道，其宽度为其他不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $2.8125^\circ / 2 = 1.40625^\circ$ ，这种通光区输出的码称为 A_8 码；在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 的区间内刻有八条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (8 \times 2) = 5.625^\circ$ ，靠近 90° 的码道和靠近 180° 的码道为不通光码道，其宽度为其他不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $5.625^\circ / 2 = 2.8125^\circ$ ，这种通光区输出的码称为 A_7 码；在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 的区间内刻有四条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (4 \times 2) = 11.25^\circ$ ，靠近 180° 的码道和靠近 270° 的码道为不通光码道，其宽度为其他不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $11.25^\circ / 2 = 5.625^\circ$ ，这种通光区输出的码称为 A_6 码；在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 的区间内刻有二条通光码道，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $90^\circ / (2 \times 2) = 22.5^\circ$ ，靠近 270° 的码道和靠近 360° 的码道为不通光码道，其宽度为其他不通光码道的一半 ($1/2$)，即 $22.5^\circ / 2 = 11.25^\circ$ ，这种通光区输出的码称为 A_5 码；第四圈码道为精码道，是在整个圆周上等间距的设有 128 个通光区段，通光码道和不通光码道宽度相等且相间分布，通光码道和不通光码道宽度为 $360^\circ / (128 \times 2) = 1.40625^\circ$ ，靠近 0° (360°) 两侧各有一个不通光区段，其宽度为其他不通光区段的一半 ($1/2$)，宽度为 $360^\circ / (128 \times 2 \times 2) = 0.703125^\circ$ ，也就是 0° (360°) 线跨一个不通光区段中心，通光区段和不通光区段的宽度都为 $0.703125^\circ \times 2 = 1.40625^\circ$ 。这种通光区输出的码称为 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} 码。

狭缝盘的狭缝布局如图 4 所示，在狭缝盘上设有四圈狭缝，第一圈设有两个狭缝，用 a_1 、 a_2 表示， a_1 在 0° 位置， a_2 在 90° 位置，狭缝宽 0.06mm，

内外圆直径与码盘第一圈码道的直径相同；第二圈设有两个狭缝，用 b_1 、 b_2 表示， b_1 在 0° 位置， b_2 在 180° 位置，狭缝宽 0.06mm，内外圆直径与码盘第二圈码道的直径相同；第三圈设有四个狭缝，用 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 表示， c_1 在 0° 位置， c_2 在 90° 位置， c_3 在 180° 位置， c_4 在 270° 位置，狭缝宽 0.06mm，内外圆直径与码盘第三圈码道的直径相同；第四圈为精码狭缝，全周设有十六个双狭缝，用 e_1 、 e_2 、 e_3 、 e_4 、 e_5 、 e_6 、 e_7 、 e_8 、 e_9 、 e_{10} 、 e_{11} 、 e_{12} 、 e_{13} 、 e_{14} 、 e_{15} 、 e_{16} 表示。所谓双狭缝就是 $e_1 \sim e_{16}$ 这十六个双狭缝位置中每一个位置都刻划与码盘第四圈码道直径与圆周角相同的两个通光狭缝和一个不通光区相间布局的狭缝，通光狭缝和不通光区宽度相等且相间分布，通光狭缝和不通光区宽度与码盘第四圈通光码道和不通光码道宽度相同，通光狭缝和不通光区宽度为 $360^\circ / (128 \times 2) = 1.40625^\circ$ ，狭缝盘中心与双狭缝不通光区中心连线称为双狭缝的中线。

e_1 在 0° 位置，狭缝 e_1 的中线与 0° 夹角为 1.40625° ，在 $0^\circ \sim 22.5^\circ$ 之间。也就是狭缝 e_1 靠近 0° 两侧各有一个通光区域，其宽度为其他通光区段的一半 ($1/2$)，宽度为 $360^\circ / (128 \times 2 \times 2) = 0.703125^\circ$ ，也就是 0° 线跨双狭缝一个通光区段中心。

e_2 在 22.5° 位置，狭缝 e_2 的中线与 22.5° 夹角为 1.23046875° ，在 $22.5^\circ \sim 45^\circ$ 之间。也就是靠近 22.5° 两侧各有一个通光区域，靠近 45° 一侧通光宽度为通光区段的八分之三 ($3/8$)，宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 3 = 0.52734375^\circ$ ，靠近 0° 一侧通光宽度为其他通光区段的八分之五 ($5/8$)，宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 5 = 0.87890625^\circ$ ，也就是 22.5° 线跨双狭缝一个通光区段的靠近 45° 一侧的八分之三位置。

e_3 在 45° 位置，狭缝 e_3 的中线与 45° 夹角为 1.0546875° ，在 $45^\circ \sim 67.5^\circ$ 之间。靠近 45° 两侧各有一个通光区域，靠近 67.5° 一侧通光宽度

为通光区段的八分之二 (2/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 2 = 0.3515625^\circ$, 靠近 22.5° 一侧通光宽度为通光区段的八分之六 (6/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 6 = 1.0546875^\circ$, 也就是 45° 线跨双狭缝一个通光区段的靠近 67.5° 一侧的八分之二位置。

e_4 在 67.5° 位置, 狭缝 e_4 的中线与 67.5° 夹角为 0.87890625° , 在 $67.5^\circ \sim 90^\circ$ 之间。靠近 67.5° 两侧各有一个通光区域, 靠近 90° 一侧通光宽度为通光区段的八分之一 (1/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 1 = 0.17578125^\circ$, 靠近 45° 一侧通光宽度为通光区段的八分之七 (7/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 7 = 1.23046875^\circ$, 也就是 67.5° 线跨双狭缝一个通光区段的靠近 90° 一侧的八分之一位置。

e_5 在 90° 位置, 狭缝 e_5 的中线与 90° 夹角为 0.703125° , 在 $90^\circ \sim 112.5^\circ$ 之间。靠近 90° 两侧各有一个通光区段和一个不通光区段, 靠近 112.5° 一侧为不通光区段, 靠近 67.5° 一侧为通光区段, 也就是 90° 线跨双狭缝一个通光区段和不通光区段的分界处。

e_6 在 112.5° 位置, 狭缝 e_6 的中线与 112.5° 夹角为 0.52734375° , 在 $112.5^\circ \sim 135^\circ$ 之间。靠近 112.5° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 135° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之七 (7/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 7 = 1.23046875^\circ$, 靠近 90° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之一 (1/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 1 = 0.17578125^\circ$, 也就是 112.5° 线跨双狭缝一个不通光区段的靠近 135° 一侧的八分之七位置。

e_7 在 135° 位置, 狭缝 e_7 的中线与 135° 夹角为 0.3515625° , 在 $135^\circ \sim 157.5^\circ$ 之间。靠近 135° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 157.5° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之六 (6/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 6 = 1.0546875^\circ$, 靠近 112.5° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之二

(2/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 2 = 0.3515625^\circ$, 也就是 135° 线跨双狭缝一个不通光区段的靠近 157.5° 一侧的八分之六位置。

e_8 在 157.5° 位置, 狭缝 e_8 的中线与 157.5° 夹角为 0.17578125° , 在 $157.5^\circ \sim 180^\circ$ 之间。靠近 157.5° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 180° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之五 (5/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 5 = 0.87890625^\circ$, 靠近 135° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之三 (3/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 3 = 0.52734375^\circ$, 也就是 157.5° 线跨双狭缝一个不通光区段的靠近 180° 一侧的八分之五位置。

e_9 在 180° 位置, 狭缝 e_9 的中线与 180° 夹角为 0° 。靠近 180° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 157.5° 一侧不通光宽度为通光区段的八分之四 (4/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 4 = 0.703125^\circ$, 靠近 202.5° 一侧不通光宽度为其他通光区段的八分之四 (4/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 4 = 0.703125^\circ$, 也就是 180° 线跨双狭缝一个不通光区段的中心位置。

e_{10} 在 202.5° 位置, 狭缝 e_{10} 的中线与 202.5° 夹角为 0.17578125° , 在 $180^\circ \sim 202.5^\circ$ 之间。靠近 202.5° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 225° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之三 (3/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 3 = 0.52734375^\circ$, 靠近 180° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之五 (5/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 5 = 0.87890625^\circ$, 也就是 202.5° 线跨双狭缝一个不通光区段的靠近 225° 一侧的八分之三位置。

e_{11} 在 225° 位置, 狭缝 e_{11} 的中线与 225° 夹角为 0.3515625° , 在 $202.5^\circ \sim 225^\circ$ 之间。靠近 225° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 247.5° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之二 (2/8), 宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 2 = 0.3515625^\circ$, 靠近 202.5° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之六

(6/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 6 = 1.0546875^\circ$, 也就是 225° 线跨双狭缝一个不通光区段的靠近 247.5° 一侧的八分之二位置。

e_{12} 在 247.5° 位置, 狭缝 e_{12} 的中线与 247.5° 夹角为 0.52734375° , 在 $225^\circ \sim 247.5^\circ$ 之间。靠近 247.5° 两侧各有一个不通光区域, 靠近 270° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之一 (1/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 1 = 0.17578125^\circ$, 靠近 225° 一侧不通光宽度为不通光区段的八分之七 (7/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 7 = 1.23046875^\circ$, 也就是 247.5° 线跨双狭缝一个不通光区段的靠近 270° 一侧的八分之一位置。

e_{13} 在 270° 位置, 狭缝 e_{13} 的中线与 270° 夹角为 0.703125° , 在 $247.5^\circ \sim 270^\circ$ 之间。靠近 270° 两侧各有一个通光区段和一个不通光区段, 靠近 292.5° 一侧为通光区段, 靠近 247.5° 一侧为不通光区段, 也就是 270° 线跨双狭缝一个通光区段和不通光区段的分界处。

e_{14} 在 292.5° 位置, 狭缝 e_{14} 的中线与 292.5° 夹角为 0.87890625° , 在 $270^\circ \sim 292.5^\circ$ 之间。靠近 292.5° 两侧各有一个通光区域, 靠近 315° 一侧通光宽度为通光区段的八分之七 (7/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 7 = 1.23046875^\circ$, 靠近 270° 一侧通光宽度为通光区段的八分之一 (1/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 1 = 0.17578125^\circ$, 也就是 292.5° 线跨双狭缝一个通光区段的靠近 315° 一侧的八分之七位置。

e_{15} 在 315° 位置, 狭缝 e_{15} 的中线与 315° 夹角为 1.0546875° , 在 $292.5^\circ \sim 315^\circ$ 之间。靠近 315° 两侧各有一个通光区域, 靠近 337.5° 一侧通光宽度为通光区段的八分之六 (6/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 6 = 1.0546875^\circ$, 靠近 292.5° 一侧通光宽度为通光区段的八分之二 (2/8), 宽度为 $\lceil 360^\circ / (128 \times 2 \times 8) \rceil \times 2 = 0.3515625^\circ$, 也就是 315° 线跨双狭缝一个通光区段的靠近 337.5° 一侧的八分之六位置。

e_{16} 在 337.5° 位置，狭缝 e_{16} 的中线与 337.5° 夹角为 1.23046875° ，在 $315^\circ \sim 337.5^\circ$ 之间。靠近 337.5° 两侧各有一个通光区域，靠近 0° (360°) 一侧通光宽度为通光区段的八分之五 ($5/8$)，宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 5 = 0.87890625^\circ$ ，靠近 315° 一侧通光宽度为通光区段的八分之三 ($3/8$)，宽度为 $[(360^\circ / (128 \times 2 \times 8))] \times 3 = 0.52734375^\circ$ ，也就是 337.5° 线跨双狭缝一个通光区段的靠近 0° (360°) 一侧的八分之五位置。

工作原理说明：码盘与狭缝同轴安装在编码器的主轴上，码盘固定在编码器主轴上，并随主轴一起转动，狭缝盘固定于基座上固定不动，与码盘相对平行安装，两者之间保持一定的间隙，码盘与狭缝盘之间相对转动，输出代码记录着编码器主轴转动的角位移位置。码盘的第一圈码道与狭缝盘的第一圈的狭缝相匹配，码盘的第二圈码道与狭缝盘的第二圈的狭缝相匹配，码盘的第三圈码道与狭缝盘的第三圈的狭缝相匹配，码盘的第四圈码道与狭缝盘的第四圈的狭缝相匹配，当码盘顺时针转动时，第一圈狭缝、第二圈狭缝、第三圈狭缝、第四圈狭缝在遇到码盘上相对应的码道的通光区段时，呈现高电平状态输出；遇有不通光区段时，呈现低电平状态输出。

第一圈狭缝、第二圈狭缝、第三圈狭缝接收到的电信号如图 5 所示。A 代表通光，空格代表不通光， $A_3 \sim A_{16}$ 代表各位码。

第一圈狭缝 a_1 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 接收到低电平信号，在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 接收到高电平信号，狭缝 a_1 获得的码为传统码道的 A_1 码；第一圈狭缝 a_2 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 接收到低电平信号，在 $90^\circ \sim 270^\circ$ 接收到高电平信号，在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 接收到低电平信号，狭缝 a_2 获得的码为传统码道的 A_2 码。

$$A_1 = a_1$$

$$A_2 = a_2$$

第二圈狭缝 b_1 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 接收到传统码道的 A_4 码，在 $180^\circ \sim 360^\circ$

接收到传统码道的 A_3 码,; 第二圈狭缝 b_2 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 接收到传统码道的 A_3 码, 在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 接收到传统码道的 A_4 码。狭缝 b_1 、 b_2 处获得的码不是单一码, 需要借助 A_1 码将 A_3 、 A_4 码分离出来。狭缝 b_1 在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 接收到 A_3 码, 狭缝 b_2 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 接收到 A_3 码, 所以 b_1 与 A_1 相乘处理可在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 获得 A_3 码, b_2 与 $\overline{A_1}$ 相乘处理可在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 获得 A_3 码, 同理, b_1 与 $\overline{A_1}$ 相乘处理可在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 获得 A_4 码, b_2 与 A_1 相乘处理可在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 获得 A_4 码, 关系式如下:

$$A_3 = b_1 A_1 + b_2 \overline{A_1}$$

$$A_4 = b_1 \overline{A_1} + b_2 A_1$$

第三圈狭缝 c_1 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 接收到 A_8 码, 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 接收到 A_7 码, 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 接收到 A_6 码, 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 接收到 A_5 码; 第三圈狭缝 c_2 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 接收到 A_7 码, 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 接收到 A_6 码, 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 接收到 A_5 码, 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 接收到 A_8 码; 第三圈狭缝 c_3 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 接收到 A_6 码, 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 接收到 A_5 码, 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 接收到 A_8 码, 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 接收到 A_7 码; 第三圈狭缝 c_4 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 接收到 A_5 码, 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 接收到 A_8 码, 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 接收到 A_7 码, 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 接收到 A_6 码。狭缝 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 接收到的电信号不是单一信号, 需要借助 A_1 、 A_2 将传统码道 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 码分离出来。

A_1 、 A_2 将码盘分成 $0^\circ \sim 90^\circ$ 、 $90^\circ \sim 180^\circ$ 、 $180^\circ \sim 270^\circ$ 、 $270^\circ \sim 360^\circ$ 四个区间。 $\overline{A_1} \overline{A_2}$ 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 有信号输出, 在 $90^\circ \sim 360^\circ$ 没有信号输出, 所以狭缝 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 接收到的电信号与 $\overline{A_1} \overline{A_2}$ 乘积只输出 $0^\circ \sim 90^\circ$ 区间接收到的码信息, 其余区间无信号输出; $\overline{A_1} A_2$ 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 有信号输出, 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 、 $180^\circ \sim 360^\circ$ 没有信号输出, 所以狭缝 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 接收到的电信号与 $\overline{A_1} A_2$ 乘积只输出 $90^\circ \sim 180^\circ$ 区间接收到的码信息, 其

余区间无信号输出； $A_1 A_2$ 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 有信号输出，在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 、 $270^\circ \sim 360^\circ$ 没有信号输出，所以狭缝 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 接收到的电信号与 $A_1 A_2$ 乘积只输出 $180^\circ \sim 270^\circ$ 区间接收到的码信息，其余区间无信号输出； $A_1 \overline{A_2}$ 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 有信号输出，在 $0^\circ \sim 270^\circ$ 没有信号输出，所以狭缝 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 接收到的电信号与 $A_1 \overline{A_2}$ 乘积只输出 $270^\circ \sim 360^\circ$ 区间接收到的码信息，其余区间无信号输出。

$c_4 \overline{A_1} \overline{A_2}$ 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 有信号输出，其余区间没有信号输出， c_4 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 接收到 A_5 信号，所以 $c_4 \overline{A_1} \overline{A_2}$ 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 输出 A_5 码，其余区间无信号输出； $c_3 \overline{A_1} A_2$ 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 有信号输出，其余区间没有信号输出， c_3 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 接收到 A_5 信号，所以 $c_3 \overline{A_1} A_2$ 在 $90^\circ \sim 180^\circ$ 输出 A_5 码，其余区间无信号输出； $c_2 A_1 A_2$ 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 有信号输出，其余区间没有信号输出， c_2 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 接收到 A_5 信号，所以 $c_2 A_1 A_2$ 在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 输出 A_5 码，其余区间无信号输出； $c_1 A_1 \overline{A_2}$ 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 有信号输出，其余区间没有信号输出， c_1 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 接收到 A_5 信号，所以 $c_1 A_1 \overline{A_2}$ 在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 输出 A_5 码，其余区间无信号输出；所以 A_5 码表达式为：

$$A_5 = c_4 \overline{A_1} \overline{A_2} + c_3 \overline{A_1} A_2 + c_2 A_1 A_2 + c_1 A_1 \overline{A_2}$$

$$\text{同理，} A_6 = c_3 \overline{A_1} \overline{A_2} + c_2 \overline{A_1} A_2 + c_1 A_1 A_2 + c_4 A_1 \overline{A_2}$$

$$A_7 = c_2 \overline{A_1} \overline{A_2} + c_1 \overline{A_1} A_2 + c_4 A_1 A_2 + c_3 A_1 \overline{A_2}$$

$$A_8 = c_1 \overline{A_1} \overline{A_2} + c_4 \overline{A_1} A_2 + c_3 A_1 A_2 + c_2 A_1 \overline{A_2}$$

第四圈狭缝接收到的电信号如图 6 所示，这是第四圈精码经过第四圈狭缝后接收到的电信号在码盘精码一个周期内的信号示意图。码盘精码一个周期是指码盘精码码道一个通光区间和一个不通光区间的总的圆周角度值，也就是精码码道一个通光区间或者一个不通光区间的圆周角度值的二倍。狭缝 e_1 接收到的电信号与码盘相同，狭缝 e_2 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前

码盘信号周期的十六分之一, 狭缝 e_3 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之二, 狭缝 e_4 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之三, 狭缝 e_5 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之四, 狭缝 e_6 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之五, 狭缝 e_7 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之六, 狭缝 e_8 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之七, 狭缝 e_9 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之八, 狭缝 e_{10} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之九, 狭缝 e_{11} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之十, 狭缝 e_{12} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之十一, 狭缝 e_{13} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之十二, 狭缝 e_{14} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之十三, 狭缝 e_{15} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之十四, 狭缝 e_{16} 接收到的电信号比 e_1 处的电信号超前码盘信号周期的十六分之十五。这十六个码经过电路异或 (\oplus) 处理可获得图 6 中的 A_9 、 A_9' 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} 码信号。 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} 码为传统二进制码的第九位码、第十位码、第十一位码、第十二位码。

A_9 与狭缝 e_9 接收到的电信号相同, 方程式为:

$$A_9 = e_9$$

A_9' 与狭缝 e_1 接收到的电信号相同, 方程式为:

$$A_9' = e_1$$

e_5 与 e_{13} 异或产生的信号为 A_{10} , 方程式为:

$$A_{10} = e_5 \oplus e_{13}$$

e_7 与 e_3 异或加上 e_{11} 与 e_{15} 异或产生的信号为 A_{11} , 方程式为:

$$A_{11}=e_3\oplus e_7+e_{11}\oplus e_{15}$$

e_2 与 e_4 异或加上 e_6 与 e_8 异或加上 e_{10} 与 e_{12} 异或加上 e_{14} 与 e_{16} 异或产生的信号为 A_{13} ，方程式为：

$$A_{12}=e_2\oplus e_4+e_6\oplus e_8+e_{10}\oplus e_{12}+e_{14}\oplus e_{16}$$

A_9 与 A_9' 长度相等，相位错开 90° ， A_9' 作为校正码，提高编码器可靠性，不作编码器位数输出。

本发明的积极效果：与已有技术比较，已有技术三圈码道与三圈狭缝匹配只能输出八位码，本发明四圈码道与四圈狭缝匹配输出十二位码，已有技术的测角分辨率为 1.40625° ，本发明的测角分辨率为 0.087890625° ，提高三个量级。本发明的码盘与狭缝盘的刻划分辨率并不高，为 0.703125° ，可减小刻划难度及信号提取难度，同时通过狭缝破相，可以提高分辨率。

四、附图说明：图 1 是已有技术中码盘码道的布局结构示意图，图 2 是已有技术中狭缝盘上狭缝的布局结构示意图。图 3 是本发明的码盘码道的布局结构示意图，图 4 是本发明的狭缝盘上狭缝的布局结构示意图，图 5 是本发明的第一圈、第二圈、第三圈码道与第一圈、第二圈、第三圈狭缝匹配在不同角度接收到的电信号显示表格，图 6 是本发明的第四圈码道与第四圈狭缝匹配接收到的在码盘码道一个周期内的电信号及这些电信号经过异或处理后获得的信号的显示表格。

五、具体实施方式：本发明中的码盘码道布局按图 3 所示的结构实施，狭缝盘的狭缝布局按图 4 所示的结构实施。码盘和狭缝盘的基底采用 K_9 光学玻璃，表面都镀铬。

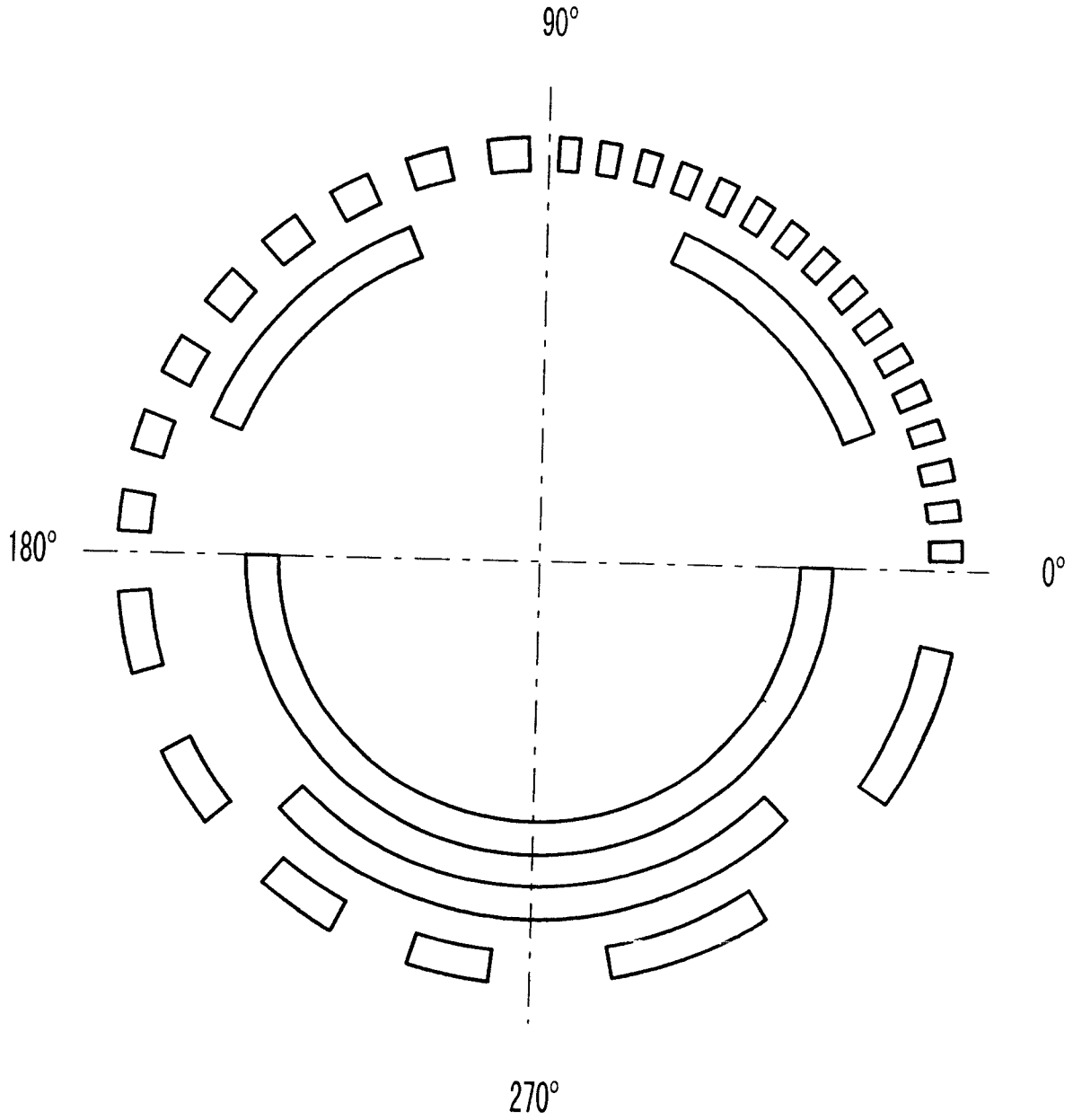


图 1

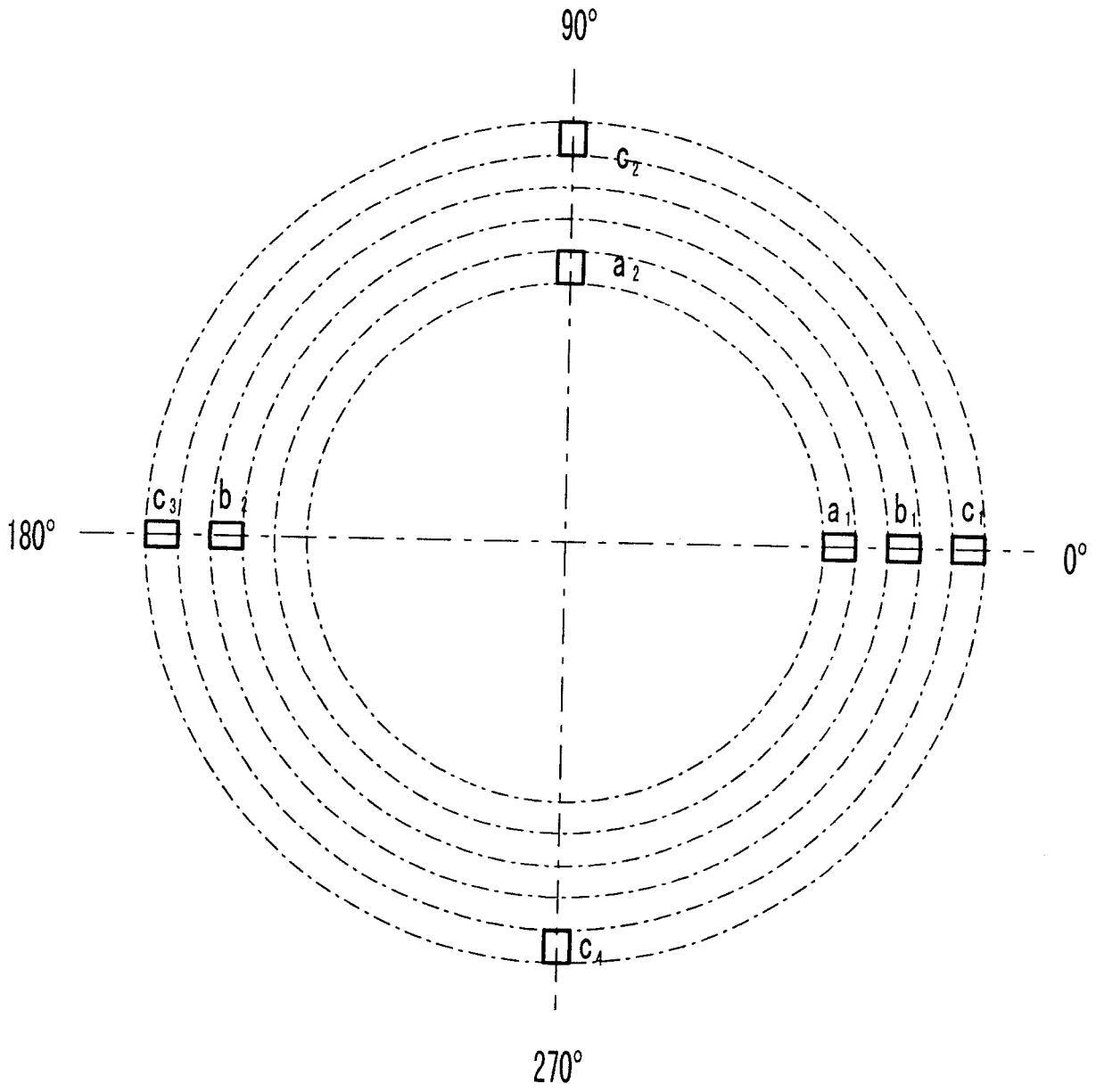


图 2

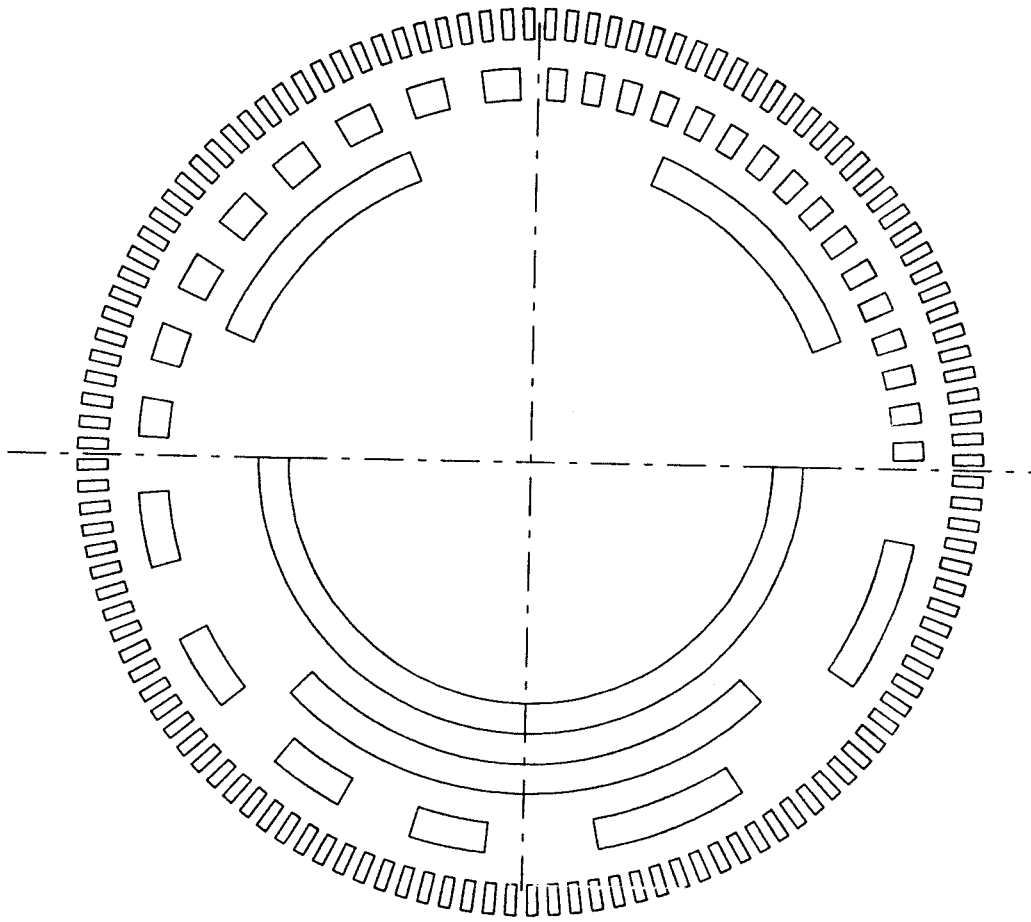


图 3

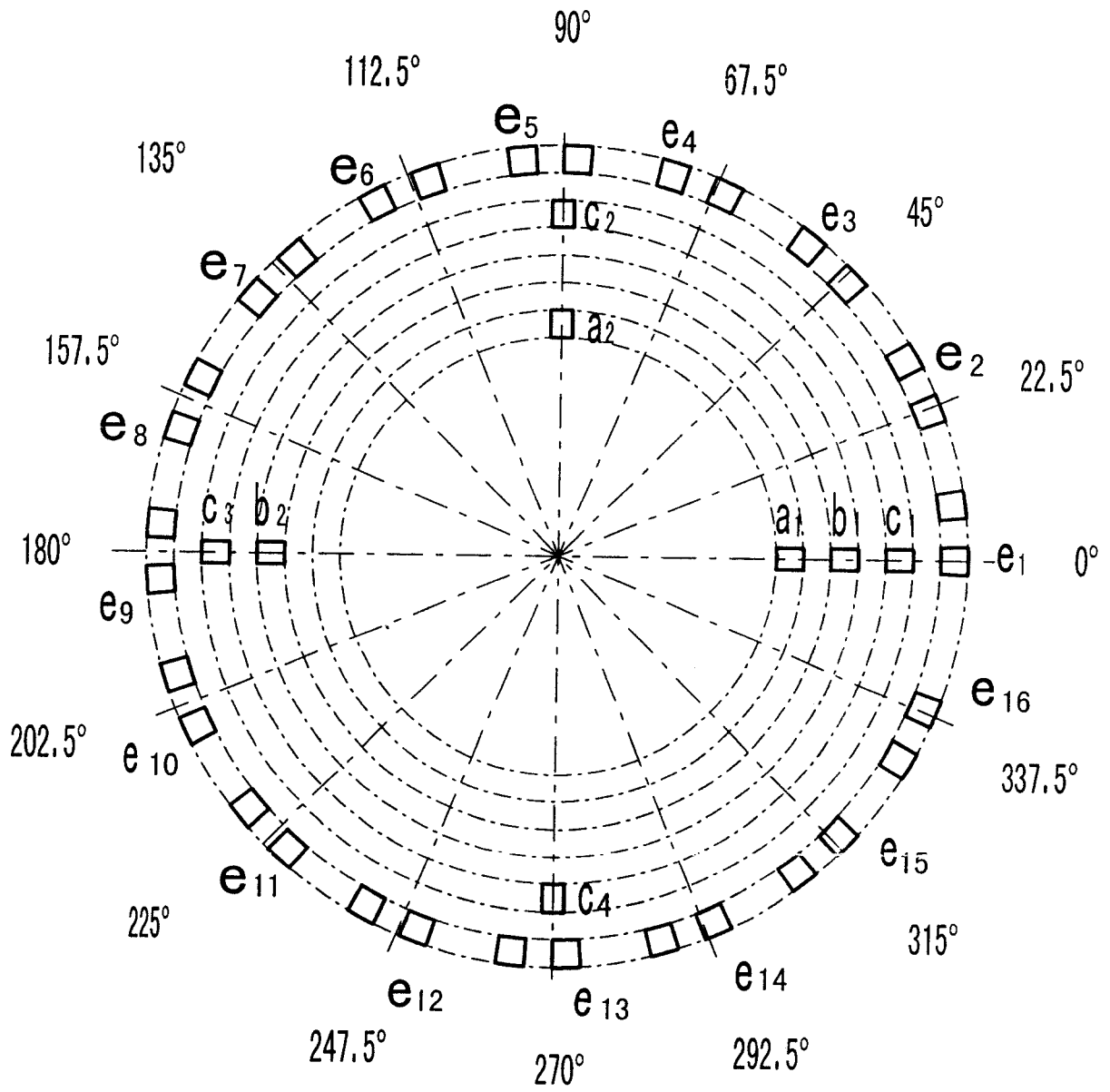


图 4

	$0^\circ \sim 90^\circ$	$90^\circ \sim 180^\circ$	$180^\circ \sim 270^\circ$	$270^\circ \sim 360^\circ$
a_1			A	A
a_2		A	A	
b_1	A_4	A_4	A_3	A_3
b_2	A_3	A_3	A_4	A_4
c_1	A_8	A_7	A_6	A_5
c_2	A_7	A_6	A_5	A_8
c_3	A_6	A_5	A_8	A_7
c_4	A_5	A_8	A_7	A_6

图 5

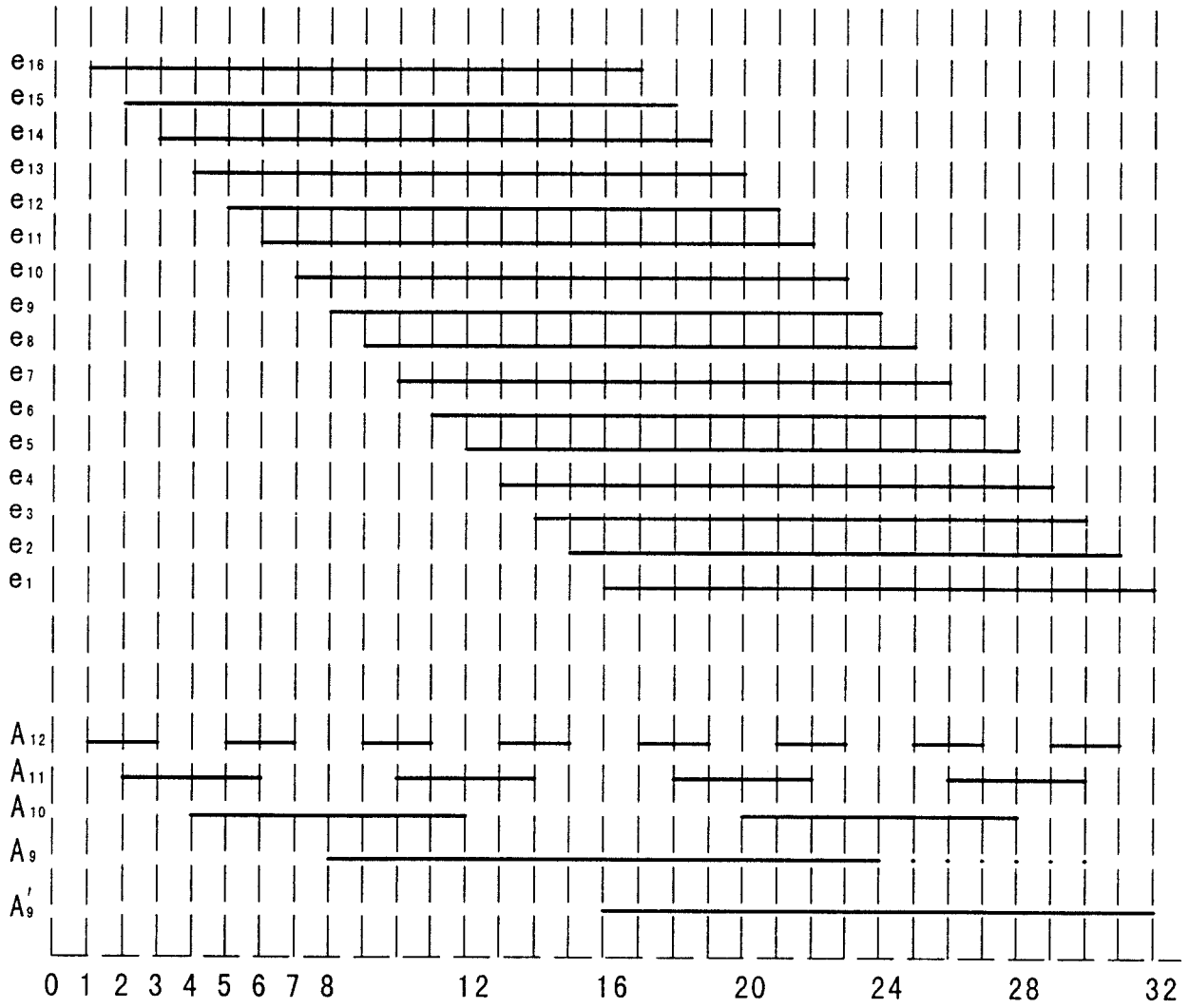


图 6