

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 96119957.1

[45]授权公告日 2002 年 1 月 2 日

[11]授权公告号 CN 1077282C

[22]申请日 1996.9.24 [24]颁证日 2002.1.2

[21]申请号 96119957.1

[30]优先权

[32]1995.9.24 [33]JP [31]269162/1995

[73]专利权人 株式会社拓普康

地址 日本国东京都

[72]发明人 大友文夫 熊谷薰

审查员 毕 因

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

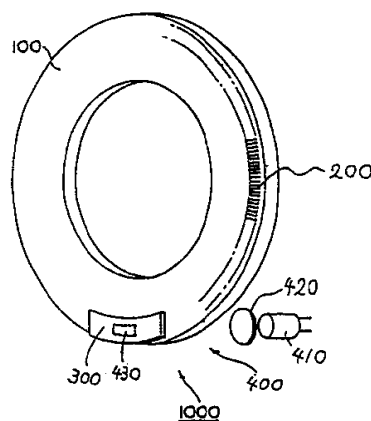
代理人 赵国华

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 8 页

[54]发明名称 旋转编码器

[57]摘要

本发明涉及检测角度用的旋转编码器,尤其是转子上形成具有周期不同的多个图谱的标尺,可通过读取这种标尺高精度地测定转子角度的旋转编码器。该编码器由转子与定子组成,转子上形成的标尺具有按第一周期调制的第一图谱和接与第一周期不同的第二周期调制的第二图谱,使第一图谱与第二图谱以相等间距在转子旋转方向上顺序排列,标尺检测装置则读取标尺图谱,还可以通过线宽变化这种空间调制来进行第一图谱和第二图谱的调制。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种旋转编码器，为一由转子和定子构成的编码器，包括：

一标尺，形成于所述转子上，具有按第一周期调制的第一图谱和按与该第一周期不同的第二周期调制的第二图谱，所述第一图谱与所述第二图谱设置时以相等间距在所述转子旋转方向上顺序排列；

用于读取所述标尺图谱的标尺检测装置，

其特征在于，所述第一图谱和所述第二图谱具有至少一个所述图谱均互相按其相位同时发生的共同发生点。

2. 如权利要求1所述的旋转编码器，其特征在于，还包括一处理器，根据所述第一图谱和所述第二图谱的相位差测定转子位置。

3. 如权利要求1所述的旋转编码器，其特征在于，还包括一均匀的第三图谱，所述第一图谱、第二图谱和第三图谱设置时以相等间距在所述转子旋转方向上顺序排列。

4. 一种旋转编码器，为一由转子和定子构成的编码器，包括：

一标尺，形成于所述转子上，具有按第一周期调制的第一图谱和按与该第一周期不同的第二周期调制的第二图谱，该第一图谱与第二图谱设置时以相等间距在所述转子旋转方向上顺序排列；

用于读取所述标尺图谱的标尺检测装置，

其特征在于，还包括：根据所述标尺检测装置的检测信号，运算所述转子角度用的处理装置，所述处理装置包括：

根据所述标尺检测装置检测出的检测信号间隔生成一基准信号用的基准信号生成部；

由所述基准信号生成部生成的基准信号和所述标尺检测装置检测出的检测信号，生成所述第一图谱信号和所述第二图谱信号用的图谱信号生成部；

根据所述第一图谱信号的相位和所述第二图谱信号的相位运算所述转子角度用的运算部。

5. 如权利要求4所述的旋转编码器，其特征在于，所述第一图谱与所述第二图谱周期性地具有至少一处就第一周期和第二周期而言的共同发生点。

说明书

旋转编码器

本发明涉及检测角度用的旋转编码器,特别涉及一种转子上形成具有多个周期不同的图谱的标尺,可高精度测定转子角度的旋转编码器。

众所周知,以往用作角度电测定的设备有编码器。编码器有光学式和磁式的,其基本构造相类似。

旋转编码器一直广泛用于角度的电测定。尤其是光学式编码器,应用高精度光学技术制造,可实现高精度、高分辨率编码器,在抗外部噪声方面强于磁式等编码器,并且为非接触式结构,因而具有寿命长的特点。

由于这种优异特性,光学式编码器用于例如进行角度检测用的测量仪中。

目前测量仪所使用的光学式编码器采用绝对制和增量制。

绝对制是角度值与圆周位置一一对应的制式,圆周位置作为绝对地址记录,因而有不论何种位置都可以得到位置信息的优点。例如,如图7所示,按同心圆形状形成编码器图谱,成为读取角度用的码图。该角度读取用码图由第一轨迹5000和第二轨迹6000两条轨迹组成,形成粗、细或粗、中、细码图。

而且,如图8所示,具有照明第一轨迹5000用的第一轨迹照明部7100,照明第二轨迹6000用的第二轨迹照明部7200、7200,检测编码器图谱用的CCD7300。第一轨迹照明部7100和第二轨迹照明部7200、7200组成的照明部与CCD7300配置成夹在转子两边。而且,构成为可从码图读取任意位置的角度。

而增量制如图9所示,由形成有主标尺8511和零位信号检测用标记8512的转子8510;形成有标记分度头用副标尺8522和副标尺8523、8523的定子8520;配置成夹在转子8510和定子8520两边的检测装置8530组成。

转子8510上形成的主标尺8511在圆周上设有等间隔格子刻度。转子8510上形成的零位信号检测用标记分度头8512作为主标尺8511的计数基准点。

另外,零位信号检测用标记分度头8512在从规定位置开始计数时要用,而从任意位置开始计数时不要用。

固定的定子8520上配置有2个副标尺8523、8523和标记分度头用副标尺8522。副标尺8523、8523具有间隔与主标尺8511相同的格子刻度,但量程构成得较短。

检测装置 8530 由标记分度头检测部和主标尺检测部组成。标记分度头检测部由第一发光元件 8531、第一准直透镜 8532 和第一感应元件 8533 组成,可测定转子 8510 上形成的零检测用标记分度头 8512。

主标尺检测部由第二发光元件 8535、第二准直透镜 8536 和第二感光元件 8537 组成,并将转子 8510 上形成的主标尺 8511 的明暗图谱当作断续的光检出,再由第二感光元件 8537 将此断续光变换为电信号后,对此电信号计数,从而可测定零位检测点起的角度。

具体来说,转子 8510 旋转时,主标尺 8511 每移动 1 间距,便产生光的断续,第二感光元件 8537 通过对光的明暗进行感光,可得到正弦波信号。

又,从 2 个副标尺 8523、8523 检测出的正弦波相位偏移 $1/4$ 间距,由此相位偏移,可以检测转子 8510 的旋转方向。

而且,构成为从第二感光元件 8537 得到的正弦波信号加有偏置,可检测比主标尺 8511 格子刻度间隔更微小的角度。通过在算术上使相移的正弦波增加,也可以检测比主标尺 8511 格子刻度间隔更微小的角度。

但绝对制其问题在于,构造复杂,为内置于测量仪中所进行的小型化和轻量化工作极其困难。

而增量制的编码器,由于是读取形成在转子 8510 上主标尺 8511 的制式,例如主标尺 8511 直径为 80mm 左右,格子间隔为 60 秒的话,一圈的刻度线就达到 21600 根,所以主标尺 8511 的 1 个间距必须为非常细(达几十 μm)的标度。

这么细的标度是通过从母板缩小投影到光刻胶上再进行蚀刻制成的,但这种格子刻度的平行度、粗细均匀性和间隔精度等对于编码器信号的稳定性是很关键的。

例如格子形状不完整时,或某一格子刻度产生格子间隔不均匀等缺陷的话,就有不能计数,或者难以计数这类问题。

此外,增量制编码器其构成是逐个读取转子 8510 上形成的主标尺 8511 刻度的,因而有转子 8510 急速旋转、或受到振动时无法进行计数的深层次问题。

本发明为检测角度用的旋转编码器,由转子和定子组成,转子上形成的标尺具有按第一周期调制的第一图谱和按与第一周期不同的第二周期调制的第二图谱,并且在转子旋转方向上顺序等间距排列第一图谱和第二图谱,标尺检测装置则读取标尺的图谱,还可以通过变化线宽这种空间调制来进行第一图谱和第二图谱的调制。

图 1 是示意本发明实施例编码器 1000 的构成图。

图 2(a)是说明本实施例编码器 1000 原理的说明图。

图 2(b)是说明本实施例编码器 1000 原理的说明图。

图 3 是示意本实施例电子构成的构成图。

图 4 是说明本实施例测定原理的说明图。

图 5 是说明本实施例测定原理的说明图。

图 6 是示意本实施例运算处理装置 16 的构成图。

图 7 是现有技术的说明图。

图 8 是现有技术的说明图。

图 9 是现有技术的说明图。

根据附图说明本发明实施例。

图 1 中,本实施例编码器 1000 由转子 100、转子 100 上形成的标尺 200、定子 300 和标尺检测装置 400 组成。

转子 100 上形成的标尺 200 由经过空间调制的图谱构成,该图谱做成至少具有按第一周期调制的第一图谱和按与该第一周期不同的第二周期调制的第二图谱,并且将第一图谱和第二图谱顺序等间距排列在旋转方向上。

具体来说,第一图谱和第二图谱的调制采用的是使线宽变化的空间调制。

标尺检测装置 400 做成夹在转子 100 和定子 300 的两边,由发光元件 410、准直仪 420 和线型传感器 430 构成。

线型传感器 430 是用于将转子 100 上形成的标尺 200 的图谱变换为电信号的装置。线型传感器 430 形成在定子 300 上,本实施例中采用 CCD 线型传感器。另外,线性传感器 430 不限于 CCD 线型传感器,只要是将光敏二极管至少配置成一维的线型图像传感器,不论何种传感器都可以采用。

运算处理装置 16 如图 3 所示,由放大器 161、取样保持器 162、A/D 变换器 163、RAM164、时钟驱动器 165、微型计算机 166 和显示器 167 组成。

这里,说明转子 100 上形成的标尺 200 及其测定原理。

为了简化说明,先将转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 展开,如图 2(a)所示,替换为直线加以说明。

转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 如图 2(b)所示,以相等的间隔(p)重复配置第一图谱 A、第二图谱 B 和第三图谱 R。具体来说,以 3 种图谱为一组连续形成各个图块,若配置在最左侧的图块定义为图块 0,记作 R(0)、A(0)、B(0)的话,则重复配置着 R(1)、A(1)、B(1),R(2)、A(2)、B(2),……。另外,全部图谱都是以相等间隔 p 重复,因而以与此间隔相应的信号作为基准信

号。

本实施例中,相等间隔(p)例如设定为 183.8 秒(换算为角度时都是 183.8 秒),但可以采用任何间隔距离。而且,第三图谱 R 的宽度是固定的,第一图谱 A 黑色部分宽度,按照 360 度/50 为一周期进行调制,第二图谱 B 黑色部分宽度,按照 360 度/47 为一周期进行调制。第一图谱 A 和第二图谱 B 只要周期稍稍有差异,可以采用任何周期。另外,第一图谱 A、第二图谱 B 的调制状况如图 2(b) 所示。

这里说明由标尺 200 测出规定角度的原理。

转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 的第一图谱 A 以 360 度/50 为一周期对黑色部分宽度进行调制,因而调制宽度为 0—183.8 秒的话,第一图谱的宽度 D_A 由下式表达。

$$D_A = 91.9 \text{ 秒} * (1 + \sin(2 * \pi * X / (1296000 \text{ 秒} / 50))) \quad (\text{式 1})$$

其中 $X = 183.8 \text{ 秒}, 735.3 \text{ 秒}, 1286.8 \text{ 秒} \dots$

同样,转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 的第二图谱 B 以 27574.5 秒为一周期对黑色部分宽度进行调制,因而第二图谱宽度 D_B 由下式表达。

$$D_B = 5 * (1 + \sin(2 * \pi * X / (1296000 \text{ 秒} / 47))) \quad (\text{式 2})$$

其中 $X = 367.7 \text{ 秒}, 919.1 \text{ 秒}, 1470.6 \text{ 秒} \dots$

第三图谱宽度固定,是第一、第二图谱最大调制值的 80% 即 147.1 秒。

而且第一图谱 A 与第二图谱 B 的周期稍微有差异,所以两者最小公倍数定义的一圈内有相同图谱(相同点)出现。因而,第一图谱 A 信号与第二图谱 B 信号的相位差在转子 100 转动一圈的范围内周期变化为 0— 2π 。

也就是说,令第一图谱 A 产生信号的相位为 Φ_A ,第二图谱 B 产生信号的相位为 Φ_B 的话,转子 100 的角度 θ 为:

$$\theta = (\Phi_B - \Phi_A) / (50 - 47) \quad (\text{式 3})$$

接下来具体说明转子 100 其角度 θ 的运算方法。

在基准信号(与相等间距 p 相当的信号)前后半个间距上对线型传感器 15 的输出信号积分。此外,该积分值每隔 2 个抽取一个(乘积检波)的话,便可得到如图 4 所示与第一图谱 A 相当的信号 1,与第二图谱 B 相当的信号 2 和与第三图谱 R 相当的信号 3。但第三图谱 R 宽度未经调制,而且相对于第一图谱 A 和第二图谱 B 最大调制宽度 183.8 秒,该宽度只是 147.1 秒,因而与第三图谱 R 相当的信号 3,其积分值基本上恒定,与信号 1 和信号 2 相比,约为后者的 80%。

而且,第三图谱 R、第一图谱 A 和第二图谱 B 是按确定的顺序重复配置的,

因而所抽取的信号可以确定是第三图谱 R、第一图谱 A 和第二图谱 B 中的哪一个。此外,要去除光量随机变化的杂光的影响,如图 5 所示,以与第三图谱 R 相当的信号为基准,得到(A-R)、(B-R)信号。

接下来,从(A-R)、(B-R)信号当中选择与角度读取位置对应的线型传感器 15 地址位置(第 m 间距)的含基准信号在内的 R、(A-R)和(B-R)这一组信号,求出(A-R)与(B-R)相位的话,便可求得是转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 上哪个位置的第一图谱 A、第二图谱 B 和第三图谱 R 的组合。

这里,令(A-R)信号为 A_m , (B-R)信号为 B_m , (A-R)信号最大振幅的 1/2 为 W_a , (B-R)信号最大振幅的 1/2 为 W_b 的话,则(A-R)与(B-R)的相位 Φ_a 、 Φ_b 分别为:

$$\Phi_a = \text{SIN}^{-1}(A_m/W_a) \quad (\text{式 } 6)$$

$$\begin{aligned} \Phi_b &= \text{SIN}^{-1}(B_m/W_b) - 2 * \pi(183.8/(360 * 60 * 60/47)) \\ &= \text{SIN}^{-1}(B_m/W_b) - 2 * \pi(183.8/27574.5) \end{aligned} \quad (\text{式 } 7)$$

式 7 尾数部分是因为第二图谱 B 相当的信号其位置与第一图谱 A 相当的信号相比偏移 183.8 秒的缘故。

而且,将式 6 和式 7 代入式 3 的话,便可检测出与第一图谱 A 相应的信号在标尺 200 上的位置,从而求得转子 100 的角度 θ 。若基准信号属于第三图谱 R,则要减 183.8 秒,若基准信号属于第二图谱 B,则可以加 183.8 秒。因此,可以检测出转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 上的位置,从而求得转子 100 的角度 θ 。

接下来详细说明装在本实施例编码器 1000 上的运算处理装置 16。

放大器 161 是放大线型传感器 430 输出电信号的电路,取样保持器 162 是按时钟驱动器 165 输出的时钟信号对放大的电信号取样保持的电路,A/D 变换器 163 用于对取样保持的电信号进行 A/D 变换。而且,RAM164 用于存储经过 A/D 变换的数字信号。微型计算机 166 则进行各种运算处理。

这里,根据图 6 说明微型计算机 166 所起的作用。运算处理装置 16 由基准信号形成部 1661、图谱信号形成部 1662 和运算部 1664 组成。基准信号形成部 1661 是由线型传感器 430 得到的电信号,通过高速傅里叶变换,形成与相等间距 p 相当的基准信号的电路。

图谱信号形成部 1662 在基准信号前后半个间距上积分,每隔三个间距抽取一个该积分值(乘积检波),形成第一图谱信号与第二图谱信号。

运算部 1664 是根据第一图谱信号与第二图谱信号的相位,对式 3 进行运

算,求得转子 100 角度 θ 的部分。

显示器 167 是显示运算部 1664 所算出的转子 100 角度 θ 的装置,可以采用液晶显示等显示装置,而且还可以做成输出至外部存储装置。

这里具体说明本实施例编码器 1000。

转子 100 上按同心圆形状形成的标尺 200 由第一图谱 A、第二图谱 B 和第三图谱 R 组成。

第一图谱 A 以 360 度/50 为一周期,第二图谱 B 以 360 度/47 为一周期。因而 A=50 周期、B=47 周期的话,在最小公倍数位置上就有相同图谱出现。也就是说,该位置相当于零位信号用标记分度头。

已往的编码器,若格子间隔设定为 60 秒的话,由该格子得到的信号最多可检测到 0.2 秒左右的角度。

本实施例的编码器 1000 中,可检测到条形码间隔的 1/1000,即最多可检测到 0.2 秒 * 1000 的角度,相当于隔开 38.78 μ m。由此求得刻度间距的话,一圈便为 6480 个间距。

根据第一图谱 A(A=50 周期)和第二图谱 B(B=47 周期),A 与 B 的最小公倍数为 2350 的单元,在此之上加上第三图谱 R,为 3 个间距的话,则为

$$2350 * 3 = 7050$$

$$\text{一间距为 } (360 * 60 * 60) / 7050 = 183.8 \text{ 秒}$$

$$\text{分辨率为 } 183.8 \text{ 秒} * 1000 = 0.18 \text{ 秒}$$

如上构成的本发明包括转子和定子,转子上形成的标尺具有按第一周期调制的第一图谱和按与第一周期不同的第二周期调制的第二图谱,第一图谱与第二图谱在转子旋转方向以相等间距顺序排列,标尺检测装置读取标尺图谱。

本发明还可以通过使线宽变化的空间调制进行第一图谱和第二图谱的调制。

而且,本发明除第一图谱与第二图谱以外,还包括不变的第三图谱,第一图谱、第二图谱和第三图谱也可以在转子旋转方向上以相等间距顺序排列。

本发明,形成在转子上的标尺具有按第一周期调制的第一图谱和按与第一周期不同的第二周期调制的第二图谱,使第一图谱与第二图谱以相等间距在转子旋转方向上顺序排列,标尺检测装置读取标尺图谱,运算处理装置根据标尺检测装置的检测信号,运算转子角度,运算处理装置的基准信号形成部根据标尺检测装置检测出的检测信号间距形成基准信号,图谱信号形成部由基准信号形成部形成的基准信号和标尺检测装置检测的检测信号形成第一图谱信号和第二图

谱信号,运算部可以根据第一图谱信号相位和第二图谱信号相位运算转子角度,因而不需要象以往增量制编码器那样使格子做得很细,不需要捕捉格子边缘部分,因而具有制作容易,成本便宜的效果。

本发明第一图谱与第二图谱还可做成至少具有一处周期性相同的相同点。

而且具有转子不论处于何位置,都可以进行相位差的测定,仅对定子的线型标尺进行检测就可以检测角度的卓越效果。

因而,本发明旋转编码器兼有增量制和绝对制的优点,具有可以提供附加值高、便于商品化的编码器的效果。

说明书附图

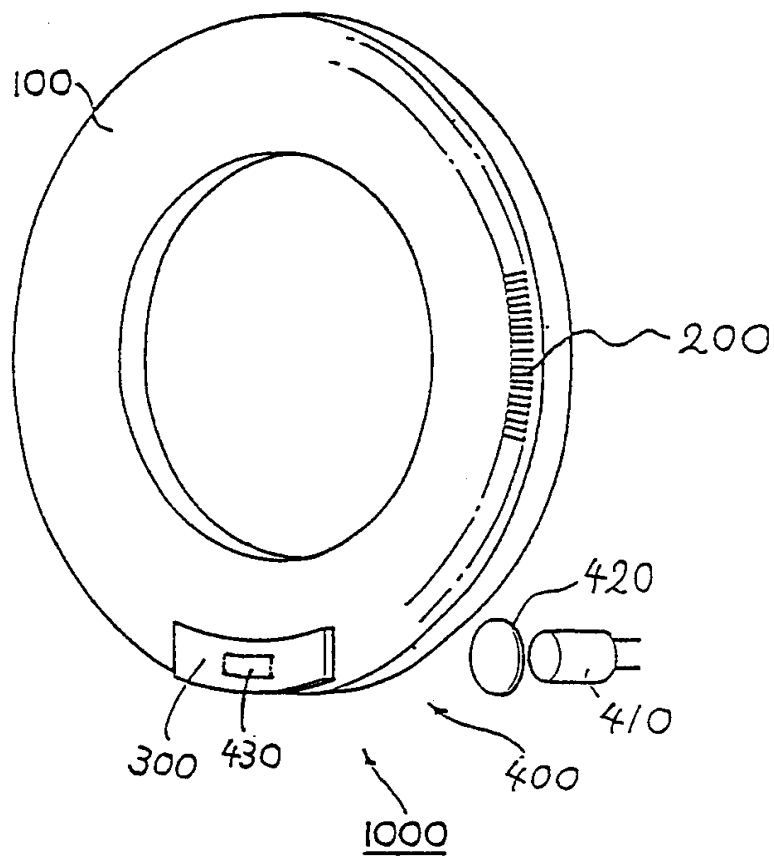


图 1

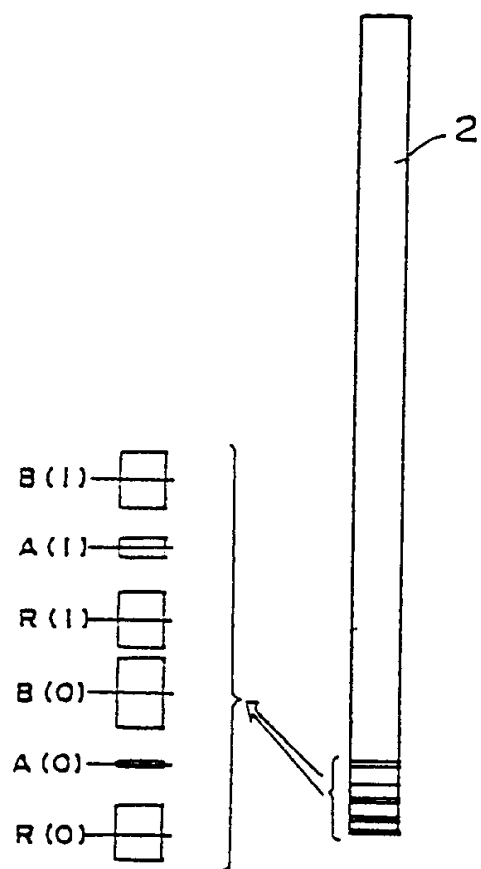


图 2(a)

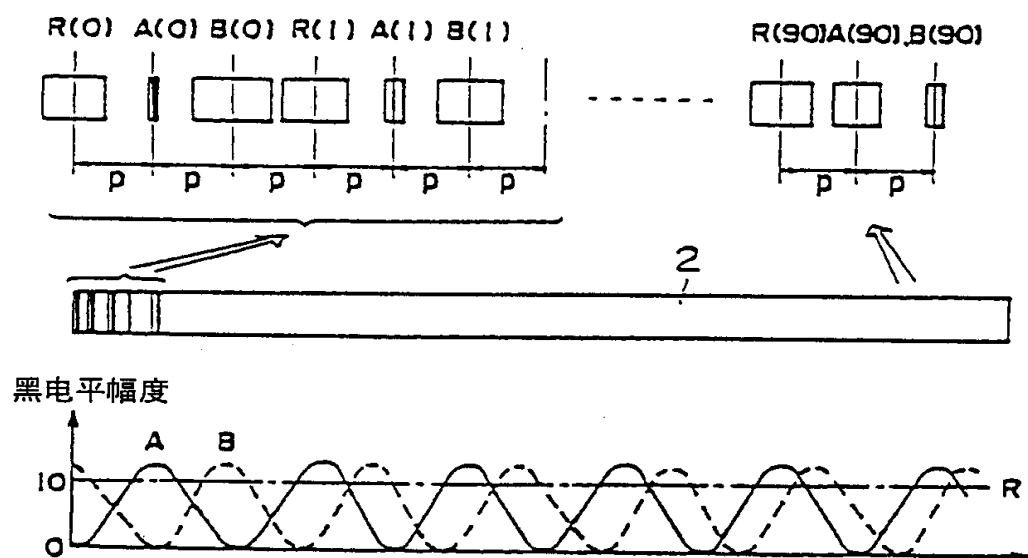


图 2(b)

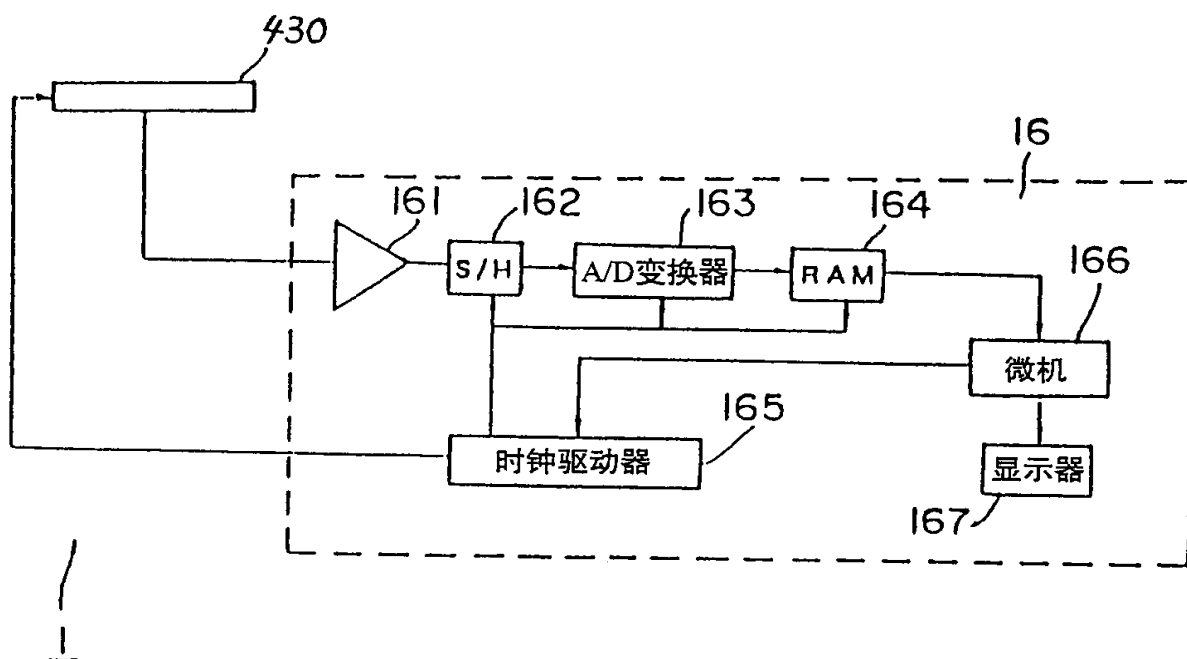


图 3

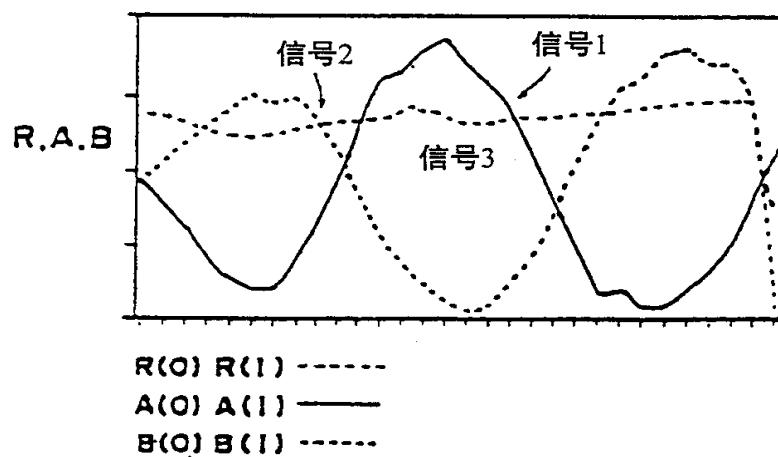
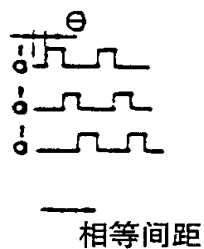
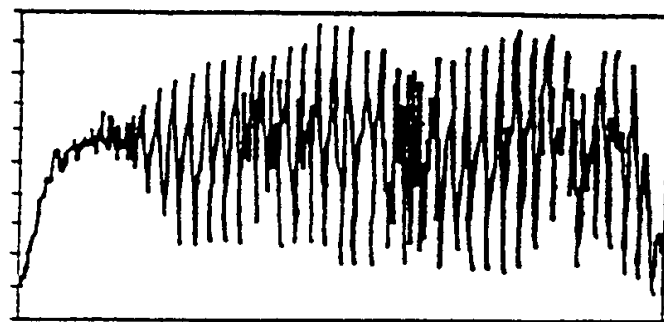


图 4

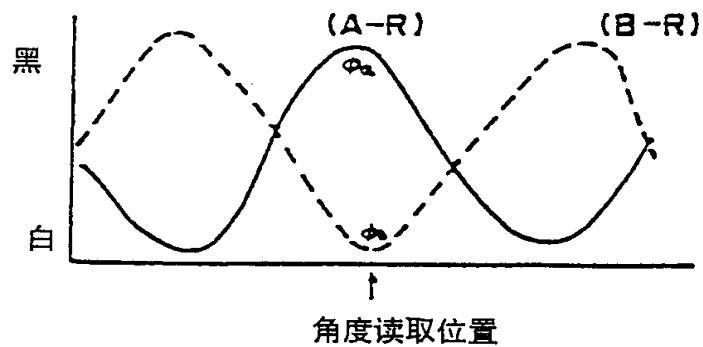


图 5

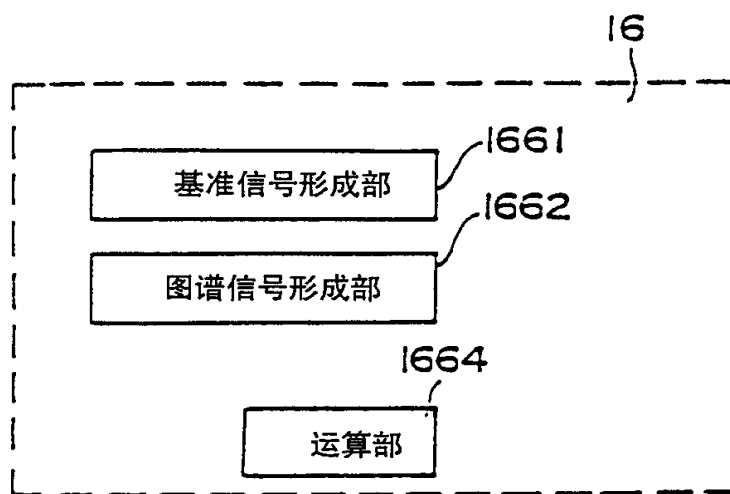


图 6

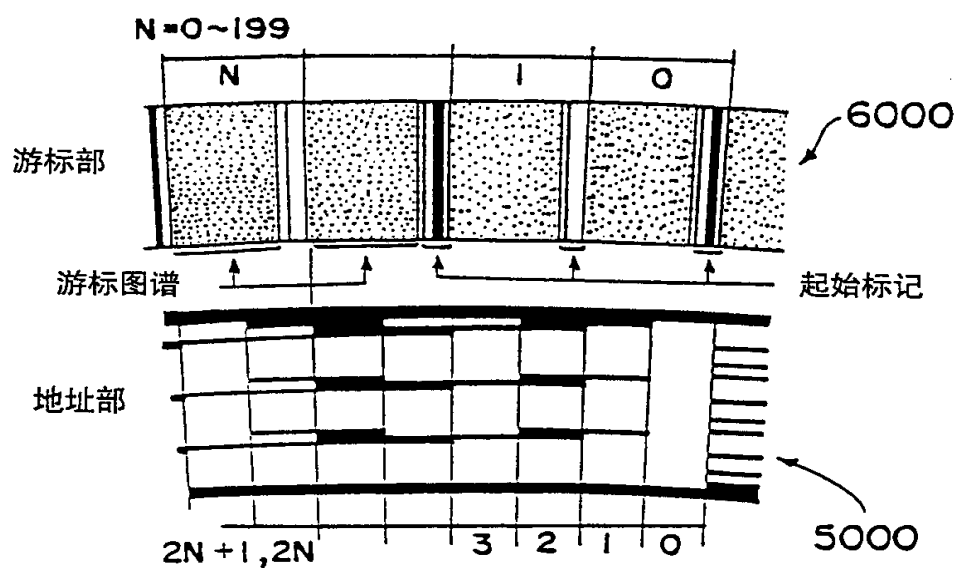


图 7

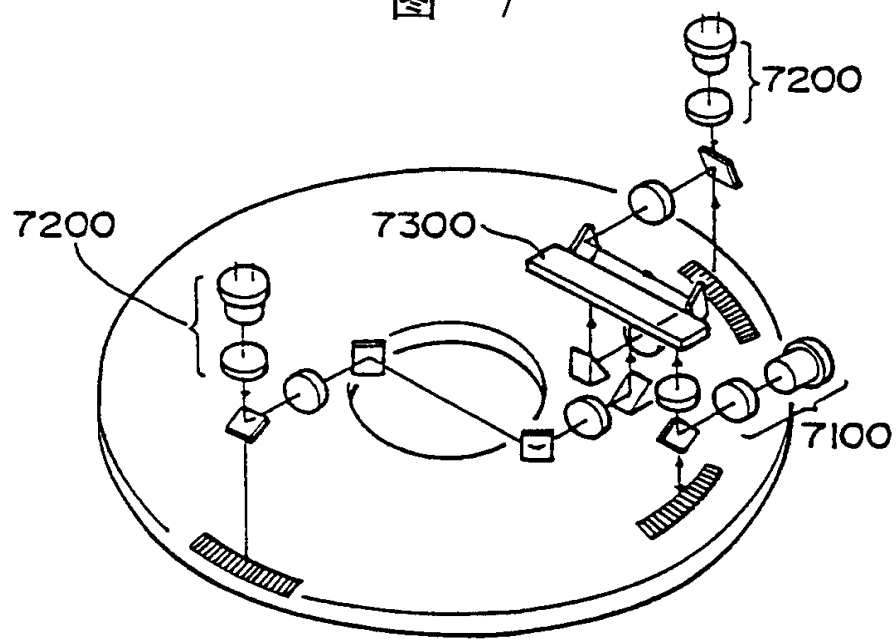


图 8

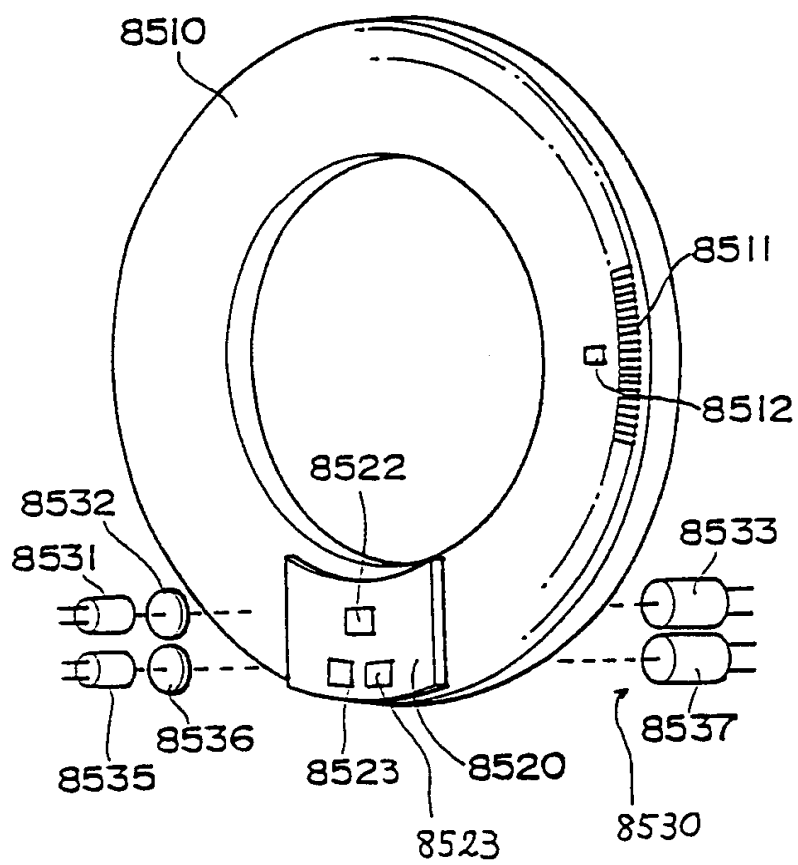


图 9