



# 〔12〕发明专利申请审定说明书

〔21〕申请号 87100356

〔51〕Int.Cl<sup>4</sup>

G01D 5/245

〔44〕审定公告日 1989年6月21日

〔22〕申请日 87.1.20

〔30〕优先权

〔32〕86.1.20 〔33〕JP 〔33〕7942/86

〔71〕申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

共同申请人 日立自动工程株式会社

〔72〕发明人 久保田正则 星喜一

〔74〕专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

代理部

代理人 赵蓉民

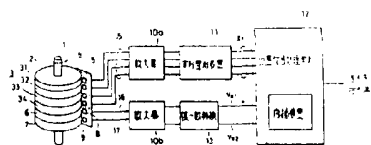
说明书页数:

附图页数:

〔54〕发明名称 磁旋转传感器

〔57〕摘要

本发明的磁旋转传感器带有磁鼓，上面有磁性记录的、代表分立位置的代码。它们是通过将磁鼓的一次旋转分割为预置份数而获得的。在由代码确定的相邻分立位置之间的间隔内进行内插，内插信号参照一个正弦波信号和一个余弦波信号产生；后两个信号是由附加记录在磁鼓上的磁信号产生，周期与间隔相对应。这种磁旋转传感器，它能确定旋转物体的旋转位置，有高分辨能力，不增加旋转磁鼓的体积。



## 权 利 要 求 书

1. 用来确定旋转物体的绝对旋转位置的磁旋转传感器, 包括: 与旋转物体相连并与其一同旋转的旋转装置, 该旋转装置包括沿该旋转装置的旋转方向分割为多路主磁道的磁记录部分, 通过交替安排预定长度的磁化部分和同样预定长度的非磁化部分, 每个主磁道都具有记录在其上的磁信号, 以在与该旋转装置的旋转方向垂直的方向上形成代表绝对位置的代码;

包括多个磁传感单元的磁传感装置, 这些磁传感单元分别与旋转装置中的相应主磁道相对, 用来在旋转装置旋转时检测各个主磁道中记录的磁信号并且根据记录的磁信号产生电信号;

处理来自磁传感器装置的电信号的处理装置, 产生确定基本位置的某一特定位置的数字信号, 这些基本位置是由代码代表的, 并且通过将旋转装置的一次旋转分割为预置的位置份数来确定的,

其特征在于:

该旋转装置进一步包括在其磁记录部分中的至少两个附加磁道, 这两个附加磁道沿旋转装置的旋转方向延伸, 并且在磁道上连续记录了磁信号, 记录在一个附加磁道上的信号以预定的相位差偏离记录在另一个附加磁道上的信号;

该传感装置进一步包括附加传感单元, 用来检测记录在两个附加磁道上的磁信号, 并且根据旋转装置的旋转产生出互相具有预定相位差和幅度按正弦变化的两个附加信号, 每个附加信号的周期对应于两个相邻的基本位置之间的间隔;

该处理装置根据两个附加信号的线性变化部分的幅度, 进一步产生一个代表介于两个相邻基本位置之间的一个旋转位置的内插信号, 并且把该内插信号与代表两个相邻基本位置之一的信号结合起来, 产生确定旋转装置的一个绝对位置的数字信号。

2. 如权利要求1中所定义的磁旋转传感器, 其中利用两个附加信号的大小进一步划分区域, 并产生出与所划分区域相对应的内插信号。

3. 如权利要求2中所定义的磁旋转传感器, 其中得到两个附加信号各自与某一参考量之差的绝对值, 选取两个绝对值中较小的一个, 用选出的绝对值辨别区域中的部分, 并产生与所辨别部分相对应的内插信号。

4. 如权利要求2中所定义的磁旋转传感器, 其中得到两个附加信号各自与某一参考量之差的绝对值, 选取两个绝对值中较小的一个, 将处理单元中事先存好的数表取出, 并存储相邻基本位置间的内插位置, 从而产生出内插信号。

本发明是关于磁旋转传感器, 该传感器用来检测旋转物体的绝对旋转位置; 具体地说, 本发明是关于绝对型磁旋转传感器, 可使检测旋转物体的旋转位置的分辨能力显著提高。

一般来说, 磁绝对旋转传感器包括一个固定在旋转物体上并随其一起转动的旋转磁鼓或磁盘, 磁信号就记录在这个磁鼓或磁盘上; 在这个旋转磁鼓或磁盘的记录部分的表面上, 附有由磁阻元件组成的磁传感器。用这种装置, 通过磁传感器检测磁信号, 不需参照任何参考点, 即可确定旋转物体所在的特定的旋转位置。这时, 磁传感器的输出信号是数字式的信号; 将旋转磁鼓或磁盘的一次旋转按预置的数目等分, 即可得到表示各个旋转位置的数字信号。

按照本专利申请者于1983年12月12日申请的美国专利申请第560,178号所述, 旋转磁鼓的记录部分(它由附在磁鼓表面上的磁性材料形成)沿磁鼓旋转方向划分为多路磁道, 沿着这些磁道记录了以预置的码型表示的磁信号。因此, 代码是沿磁鼓的轴向形成的。这些代码就是用来表示某特定位置的数字信号。多路磁道都是成对的, 每一对磁道用来记录代表数字信号的一位数的磁信号。

在上述已有技术中, 可检测旋转位置的最小间隔, 即磁旋转传感器的分辨能力, 是受限制的, 由用来表示被测旋转位置的预置代码所用的位数来决定。如果想要提高磁旋转传感器的分辨能力, 必须增加代码的位数, 而这是通过增加磁鼓上记录部分中的磁道数目来实现的; 结果使磁鼓, 因而也就是磁旋转传感器的体积增大。

本发明的目的在于提高磁旋转传感器的分辨能力; 这种磁旋转传感器包括旋转装置, 在其上带有通过将旋转装置的一次旋转等分为预置的份数, 从而得到的代表分立位置(基本位置)的代码; 磁旋转传感器包括磁传感装置用来检测与代码对应的信号, 从而可以确定出旋转物体的绝对旋转位置。

本发明的特征在于,在旋转装置与磁传感装置中,有附加装置产生两个附加信号随旋转装置的旋转而变化。两附加信号的大小周期性地变化,其周期等于用来确定相邻基本位置的两个位置信号的间隔,两附加信号之间有预置的相位差。参照两个附加信号大小的关系,可得出内插信号,用来表示两相邻基本位置间的内插旋转位置。

按照本发明,可实现一种磁旋转传感器,它能够以高分辨能力确定旋转物体的旋转位置,而不增加旋转装置,如旋转磁鼓或磁盘的体积。

图1是方框图,表示实施本发明的磁旋转传感器;

图2 a到图2 e是记录在旋转磁鼓上的磁信号的图形,附在旋转磁鼓表面的磁传感器中的磁阻元件的细致结构,和由磁阻元件产生驱动信号的电路。

图3 a到图3 n是图1所示磁旋转传感器的工作说明图。

图4 a到图4 h是图1所示磁旋转传感器内插函数的工作说明图。

图5是图1所示磁旋转传感器内插函数原理的说明图。

图6是处理内插函数的流程图,流程由图1所示的磁旋转传感器中所用的微计算机执行。

图1是根据本发明的磁旋转传感器的方框图,将需要测量旋转位置的旋转物体与轴1连接。旋转装置2,在本例中为旋转磁鼓,与轴1连接并随轴1旋转。在磁鼓2的侧表面附有磁性材料。

附有磁性材料的部分即是记录部分3。记录部分3沿磁鼓2的旋转方向被分割为多路磁道。有时旋转装置采用磁盘,而不是采用磁鼓2;在这种情况下,磁盘的表面用作记录部分,在磁盘表面不同的圆周上分割出多路磁道。

在所实施例中,记录部分3被分割为八路磁道,配对后形成四个磁道对。图1中记作31到34四个磁道对。在支撑片4上,有四个传感单元。用虚线5圈出。每个传感单元与31到34中的一对磁道相对。

在所实施例中,采用四位数字信号来表示某一特定的旋转位置,每个磁道对应于四位数字信号中的一位数。从而可以检测出旋转位置;如果数字信号采用普通二进制代码系统,可测到磁鼓2旋转的十六分之一;如果数字信号采用葛莱码(gray co-

des)系统,可测到磁鼓2旋转的三十二分之一。以下将描述采用葛莱码的情况。因此,传感单元5产生四位数字信号15,通过将磁鼓2的一次旋转分割成三十二份,表示出某一特定的位置。为方便起见,在下文中,将该数字信号所指示的位置称为基本位置。

在记录部分3中,还有附加的磁道6、7;在支撑片4上,也有分别与附加磁道6、7相对的两个附加传感单元8、9。传感单元8、9检测出记录在磁道6、7中的磁信号,并分别产生输出信号16、17,例如可以是一个正弦波和一个余弦波;有关细节在下文中还要详细描述。由于这两个输出信号的相位差足以达到 $\pi/4$ ,如果传感单元9输出余弦波时,传感单元8就会输出正弦波;反之亦然。现假设传感单元8产生余弦波16,传感单元9产生正弦波17。

由传感单元5产生的信号15被送入放大器10a,再经波形整形装置11整形,从而得到形状良好的四位数字信号X1。另一方面,分别由传感单元8、9输出的信号16、17,被送入放大器10b放大,再由模一数转换器(A/D)13转换为数字信号V<sub>x1</sub>和V<sub>x2</sub>。

由此得到的信号X1, V<sub>x1</sub>和V<sub>x2</sub>被送入处理单元12进行处理,以检测出初始旋转位置。处理单元12中包含有内插装置14,它是本发明的磁旋转传感器的特征,在下文中还要详细描述其功能。例如,当本发明所述的磁旋转传感器用作内燃机的曲柄角传感器时,处理单元12的输出信号被送入已知的引擎控制单元,用作曲柄角信号。

图2 a画出了记录在磁鼓2记录部分3中的磁信号的状态。在每个磁道中,磁信号被记录在预定数目的单位磁体20上,每个单位磁体的节距为P,该节距是由N极到S极的距离。例如,对应于四位数字信号中2°位(最低有效位;LSD)的磁道对31由两路磁道组成,每个磁道中记录的磁信号占用两个单位磁体。因此,LSD的一个磁信号长度为2P。这两路磁道中的磁信号之间的相位差为180°。

用作四位数字信号中2°位的磁道对32也由两个磁道组成,每个磁道中记录的磁信号占用四个单位磁体。因此,在2°位中,每个磁信号的长度是4P,并且该磁信号位移了 $\lambda$ ,为LSD磁信号长度的一半。在这种情况下,由于每个用作LSD的磁信

5

号占用两个单位磁体,  $2^0$ 位和 $2^1$ 位的相位差入恰好等于单位磁体的节距 $P$ 。并且, 在磁道对32中, 这两路磁道的磁信号之间的相位差也是 $180^\circ$ 。

同样, 用作四位数字信号 $2^3$ 位(最高有效位, MSD)的磁道对34由十六个单位磁体组成。尽管图2a中仅画出了它的一部分, 磁道对的构成方法与前述其它磁道对的构成方法大体相同。尽管图2a中没有画出用作四位数字信号中 $2^2$ 位的磁道对33, 它是由八个单位磁体按照与上述其它位数字构成相同的方法构成的。

用这种方法, 将数字信号中某一位的磁信号作一位移, 位移距离为该位磁信号长度的一半, 从而在磁鼓2的轴向(图中的纵向)形成葛莱码。另外, 如果采用磁盘代替磁鼓2, 则上述磁道将沿磁盘上不同圆周形成, 从而沿磁盘的径向形成葛莱码。总之, 在两种情况下, 表示初始位置的代码都是沿与转动装置的转动方向垂直的方向形成的。但是, 由于检测初始位置的结构与本发明的实质无特殊联系, 以下不再进一步描述。

图2b是磁传感单元排列的详图。磁传感单元由磁阻元件构成; 众所周知, 磁阻元件的电阻值随加在磁阻上的磁场强度而变。在支撑片4上附有磁阻元件 $R_{01}$ ,  $R_{02}$ ,  $R_{03}$ , 和 $R_{04}$ , 形成了表示初始位置的四位数字信号中的 $2^0$ 位的传感单元。磁阻元件 $R_{01}$ 和 $R_{02}$ 与磁道对31中的一路磁道相对; 磁阻元件 $R_{03}$ 和 $R_{04}$ 与磁道对31中的另一路磁道相对。并且, 磁阻元件 $R_{01}$ ,  $R_{03}$ 与磁阻元件 $R_{02}$ ,  $R_{04}$ 相距 $P/2$ 。四位信号中的 $2^1$ ,  $2^2$ 和 $2^3$ 位的传感单元, 分别与磁道对32到34相对, 构成方法与 $2^0$ 位传感单元的构成方法相同。

如前所述, 在磁鼓2的记录部分3中, 有附加磁道6、7, 它们按下述方式记录磁信号。

在磁道6中, 用单位磁体记录磁信号, 每个单位磁体节距为 $P$ , 并环绕整个磁道圆周。在本实施例中, 将磁道6中的单位磁体与磁道对31(用作LSD)中的单位磁体排列的恰好同步。也就是由图中可以看到的, 磁道6中每个单位磁体的尾部与用作LSD的磁道对31中某一磁信号的尾部相吻合。

记录在磁道7中的磁信号相对于记录在磁道6中的磁信号有 $\lambda/4$ 的位移。这两个磁信号间的位移是相对的。因此, 可以使磁道7中的磁信号与磁道对31中的磁信号同步, 并使磁道6中的磁信号与磁

6

道31中的磁信号有 $\lambda/4$ 相位差。由磁阻元件 $R_{x1}$ 到 $R_{x4}$ 组成的附加磁传感单元与磁道6、7相对, 其形式与相对于磁道对31到34的磁感应单元相同。但这时每个磁感应单元由两个磁阻元件组成; 也就是说, 磁感应单元8由磁阻元件 $R_{x1}$ 和 $R_{x4}$ 组成, 磁感应单元9由磁阻元件 $R_{x3}$ 和 $R_{x2}$ 组成。

如图2c到2e所示, 磁阻元件 $R_{01}$ 到 $R_{04}$ 和 $R_{x1}$ 到 $R_{x4}$ 分别连接成电桥电路。图中只画出了磁道对31和32与磁道6、7的电桥电路。其余的磁道对33和34的电桥电路也按同样方法构成。这些电桥电路由直流电源 $E$ 供电, 输出由端子 $t_{01}$ 和 $t_{02}$ ,  $t_{11}$ 和 $t_{12}$ , 以及 $t_{x1}$ 和 $t_{x2}$ 引出。

以下参照图3a到3n, 说明检测初始位置的过程。当磁道对31移动时, 与它相对的磁阻元件 $R_{01}$ 到 $R_{04}$ 的电阻值发生变化, 如图3a到3d所示。结果如图3e所示, 在端子 $t_{01}$ 出现电压 $V_{01}$ (在图中用实线表示); 在端子 $t_{02}$ 出现电压 $V_{02}$ (在图中用虚线表示)。从而, 如图3f所示, 在端子 $t_{01}$ 和 $t_{02}$ 之间产生电压 $V_{03}$ 。这个电压 $V_{03}$ 经过波形整形装置11整形后, 变为图3m所示的方波 $T_1$ , 这就是用来表示初始位置的四位数字信号中用作 $2^0$ 位的信号。

与此相似, 与磁道对32相对磁阻元件 $R_{11}$ 到 $R_{14}$ 发生的变化如图3g到3j所示。从而, 在端子 $t_{11}$ 出现电压 $V_{11}$ (由图3k中的实线表示); 在端子 $t_{12}$ 出现电压 $V_{12}$ (由图3k中的虚线表示)。因此, 如图3l所示, 在端子 $t_{11}$ 与 $t_{12}$ 之间产生电压 $V_{13}$ 。这个电压 $V_{13}$ 经过波形整形装置11整形后, 变为图3n所示的方波 $T_2$ , 这就是用来表示初始位置的四位数字信号中用作 $2^1$ 位的信号。

四位数字信号中用作 $2^2$ 和 $2^3$ 位的方波信号的产生方法与上述方法相似, 即将磁道对33、34与相应的传感单元相配合, 以下不再详述这些信号的产生过程, 因为对本发明来说, 如何产生用作LSD(最低有效位)的信号最为重要, 而如何产生用作其余高有效位的信号就无关紧要了。

这里值得注意的是:  $2^0$ 位信号 $T_1$ 的前沿与 $2^1$ 位信号 $T_2$ 的前沿之间有相位差 $\lambda$ , 它是由磁道对31、32中磁信号排列的相位差引起的(参照图2a)。这个相位差表示了可以作为初始位置检测到的旋转位置间的最小间距。由该图可以理解, 例如, 对应于旋转位置 $X_1$ 的四位数字信号中的两个较低位表示为

7

"01", 而对应于旋转位置 $X_{i+1}$ 的两个较低位表示为"11".

这样, 将磁鼓2的一次旋转分割为三十二份, 得到分立的旋转位置, 即基本位置, 这些基本位置可以通过赋与各个位置不同的葛莱码而表示出来。因此, 可分辨的旋转位置间的最小间距对应于 $2^\circ$ 位信号 $T_1$ 与 $2^1$ 位信号 $T_2$ 之间的相位差 $\lambda$ , 该相位差 $\lambda$ 等于记录在磁道31中用作LSD(最低有效位)的磁信号长度的一半。当采用普通二进制代码系统时, 可分辨的最小间距受记录在磁道中用作LSD(最低有效位)的磁信号长度的限制, 这里不再详述。

但是, 由于磁鼓2上的磁道对具有上述结构, 当把磁鼓2的一个旋转分割过细, 使其小于最小间隔 $\lambda$ 时, 所得出的旋转位置将不再能被分辨。而本实施方案具有在基本位置之间内插点的装置。由磁道6、7和传感单元8、9产生的信号即用于这一目的。图4a到4h用各种波形来说明磁道6、7和传感单元8、9的工作。

当磁鼓2旋转时, 如图4a和图4b所示, 磁阻元件 $R_{x1}$ 和 $R_{x4}$ 的电阻值发生变化。这些电阻值变化的相位差为 $P/2$ , 等于磁阻元件 $R_{x1}$ 和 $R_{x4}$ 的空间距离(参照图2b)。结果, 如图4c所示, 在端子 $t_{x1}$ 出现对地电压 $V_{x1}$ (参照图2e)。

另一方面, 当磁鼓2转动时, 磁阻元件 $R_{x3}$ 和 $R_{x2}$ 的电阻值将发生变化, 如图4d和4e所示。与图4a和4b中所示的波形关系相似, 电阻值 $R_{x3}$ 和 $R_{x2}$ 的变化具有相差 $P/2$ , 等于磁阻元件 $R_{x3}$ 和 $R_{x2}$ 之间的空间距离(参照图2b)。因此, 如图4f所示, 在端子 $t_{x2}$ 产生对地电压 $V_{x2}$ (参照图2e)。

由图中可见, 图4c和4f中所示的信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 之间有 $\lambda/4$ 的相位差, 它是由记录在磁道6、7中磁信号的排列引起的(参照图2a), 两个信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 的一个周期等于两相邻基本位置之间的间距 $\lambda$ 。另外, 取 $2^\circ$ 位信号 $T_1$ 的前沿为参考点, 则图4c中的信号 $V_{x1}$ 可看作余弦波(图1中的信号16), 图4f中的信号 $V_{x2}$ 可看作正弦波(图1中的信号17)。

由传感单元8、9引出的这些输出电压, 经放大器10b放大。放大器10b的增益选为很大的数值。例如, 可选取放大器10a的增益为较小值, 等于10, 而取放大器10b的增益为较大值, 等于100。这是

8

因为正弦和余弦信号中的线性变化部分可以加以延伸。放大器10b的输出可送入模-数转换器变为数字量。因此, 在下文中, 信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 应被看作数字量。

以下参照图5和图6说明在基本位置 $X_i$ 和 $X_{i+1}$ 之间内插点的原理和过程; 图5将 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 信号扩展; 图6是由内插装置14完成的内插函数的处理流程图。

如前所述, 信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 的变化周期为 $\lambda$ , 因此, 可以利用信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 的变化量在基本位置 $X_i$ 和 $X_{i+1}$ 之间内插点。具体地说, 如图5中粗实线所示, 由于放大器10b的增益大, 信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 中的某些部分的变化量有足够的线性。只要知道 $X_i$ 和离开 $X_i$ 的距离 $\Delta X$ , 即可确定位于基本位置 $X_i$ 和 $X_{i+1}$ 之间的转动位置 $X$ 。

因此, 在图6流程图的第100步, 将 $V_{x1}$ 、 $V_{x2}$ 和 $X_i$ 送入处理单元12。在本实施例的流程图中, 在第100步后执行第102步, 分别得出 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 与参考值 $V_r$ 之差的绝对值 $V_{xa}$ 和 $V_{xb}$ 。但这一步得出的值 $V_{xa}$ 和 $V_{xb}$ 要等到后面才用。

由图5可见, 相对于不同的旋转位置, 信号 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 各自可以具有相同的值。但通过辨别区域R0到R3能够区分这些不同位置。例如, 对信号 $V_{x2}$ 来说, b点与e点具有相同的函数值, 但b点属于区域R0, 而e点属于区域R1。

这种辨别区域的工作是由第104到第108步完成的。如果 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 都大于或等于参考值 $V_r$ , 选择区域R0(第110步)。当 $V_{x1}$ 小于 $V_r$ , 而 $V_{x2}$ 大于或等于 $V_r$ 时, 选择区域R1(第112步)。如果 $V_{x1}$ 和 $V_{x2}$ 都小于 $V_r$ , 选择区域R2(第114步)。如果 $V_{x1}$ 大于或等于 $V_r$ , 而 $V_{x2}$ 小于 $V_r$ 时, 选择区域R3(第116步)。

这里值得注意的是, 通过由区域R0到区域R3的选择, 已经完成了粗略的内插; 也就是说, 在 $X_i$ 到 $X_{i+1}$ 中间, 可以插入三个内插点 $X_{i1}$ 、 $X_{i2}$ 和 $X_{i3}$ 。这意味着, 与只使用基本位置来确定旋转位置相比较, 现在测出的旋转位置的精确度提高了四倍。

在以后的步骤中, 旋转位置的测量精确度进一步得到提高。首先, 第118步取绝对值 $V_{xa}$ 和 $V_{xb}$ 中较小的一个。因为在第120步中将一个区域进一步划分为两部分。也就是说, 区域R0包括a b和

b c 两部分, 区域 R 1 包括 c d 和 e f 两部分。同理, 区域 R 2 和 R 3 也分别由 f g 和 g h 部分; h i 和 i k 部分组成。例如, 在区域 R O 中, 如果  $V_{x a}$  大于  $V_{x b}$ , 选 a b 部分; 如果  $V_{x a}$  小于  $V_{x b}$ , 选 b c 部分。

通过选择由 a b 到 i k 中的一个区域, 在各个间隔  $X_i$  到  $X_{i+1}$ ,  $X_{i+1}$  到  $X_{i+2}$ ,  $X_{i+2}$  到  $X_{i+3}$ ,  $X_{i+3}$  到  $X_{i+4}$  之间又插入了一个内插位置。因此, 与只使用基本位置来确定旋转位置相比较, 现在测出的旋转位置的精确度提高了八倍; 也就是说, 检测的精确度已达到旋转位置的最小间隔。这个最小间隔是将磁鼓 2 的一次旋转分割为  $256(32 \times 8)$  份而得到的。

为了进一步提高检测的精确度, 本实施例中使用了内插表。内插表存有距离  $\Delta X$  的数据,  $\Delta X$  由基本点  $X_i$  量起, 与  $V_{x a}$  或  $V_{x b}$  的值相对应。因此,  $\Delta x$  可以由第 118 步选出的  $V_{x a}$  或  $V_{x b}$  提取(参照第 122 步)。当前的旋转位置  $X$  可通过将提取的  $\Delta X$  与第 100 步已得到的  $X_i$  相加(参照第 124 步)。由于内插表的内容可参照转动位置之间间隔而定, 内插可达到任意准确度; 其中, 转动位置间隔是通过将  $X_i$  与  $X_{i+1}$  两点间任意分割而得到的。

如在上文中较好的实施例所述, 按照本发明, 可在基本位置信号之间插入一定数目的内插位置信号, 从而提高旋转位置检测的精确度。

图1

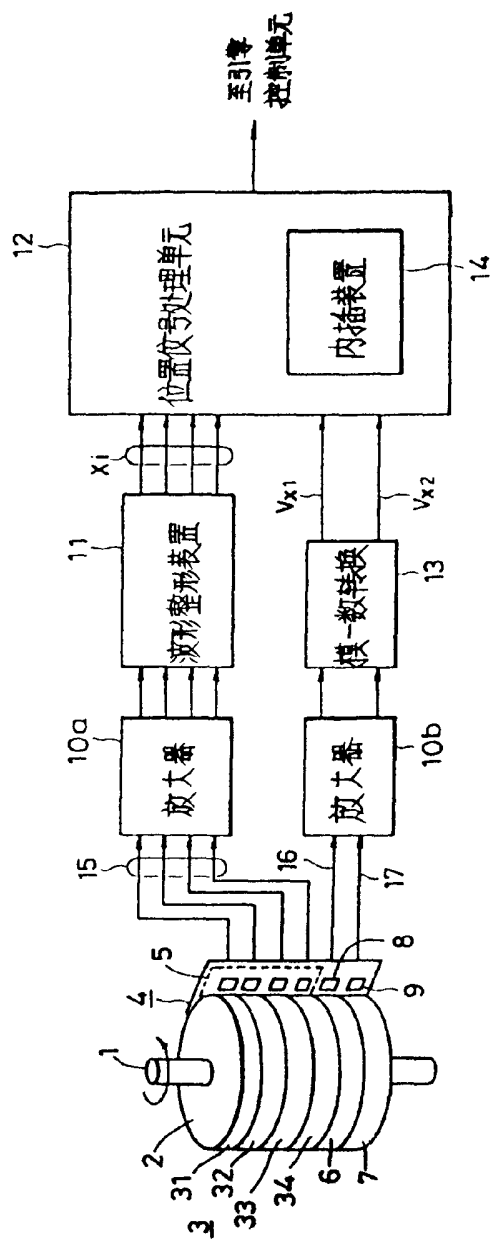


图2a

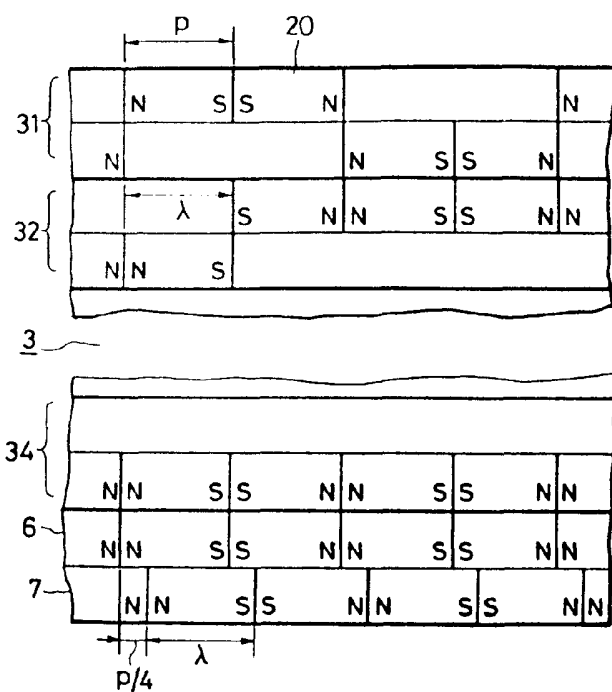


图2b

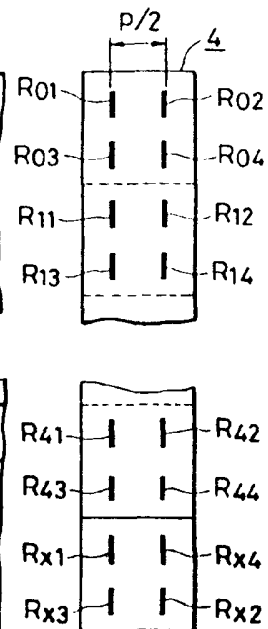


图2c

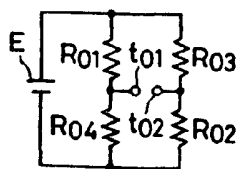


图.2d

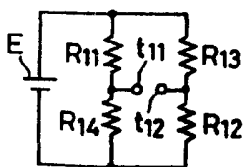
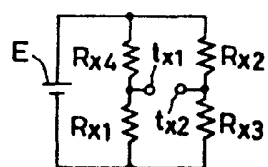
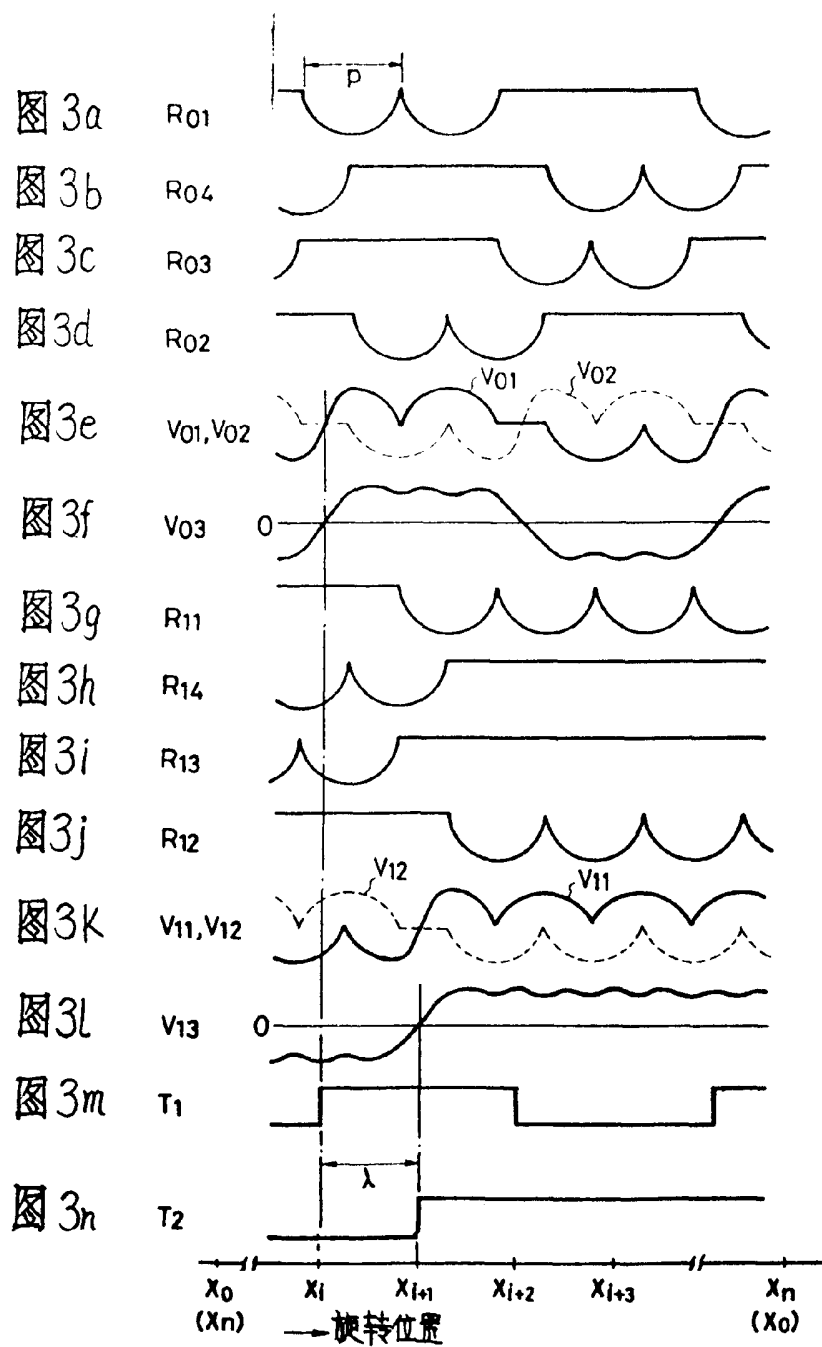


图2e







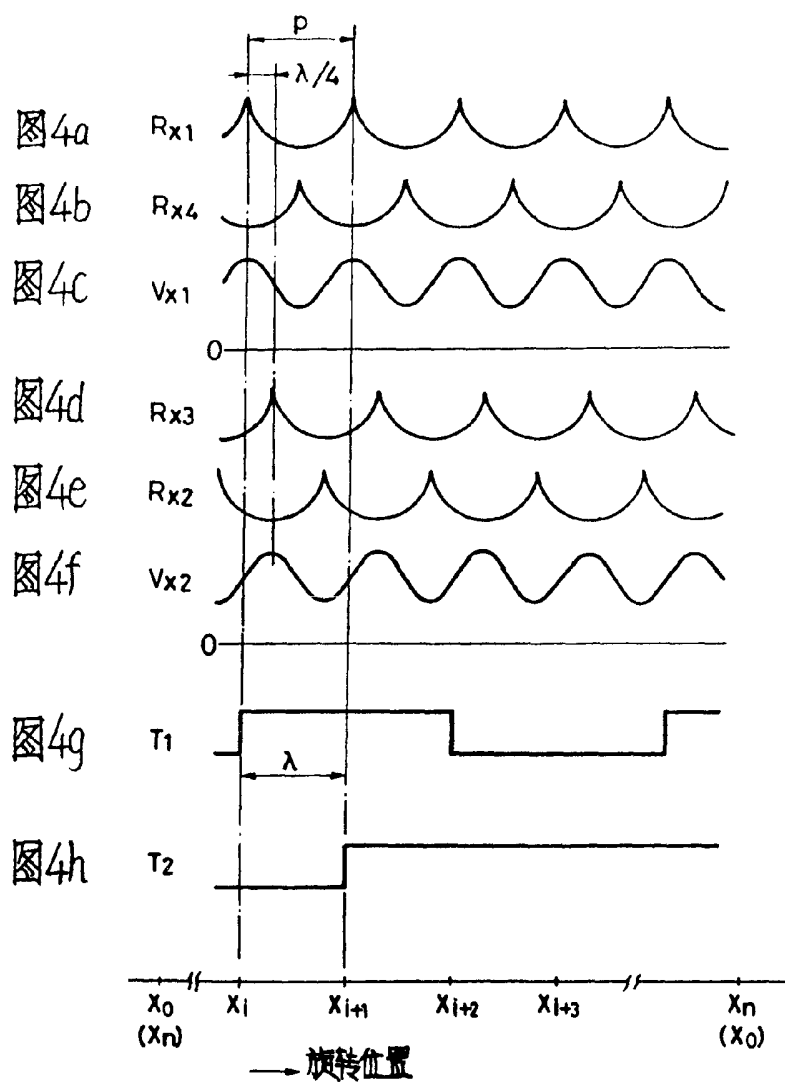


图5

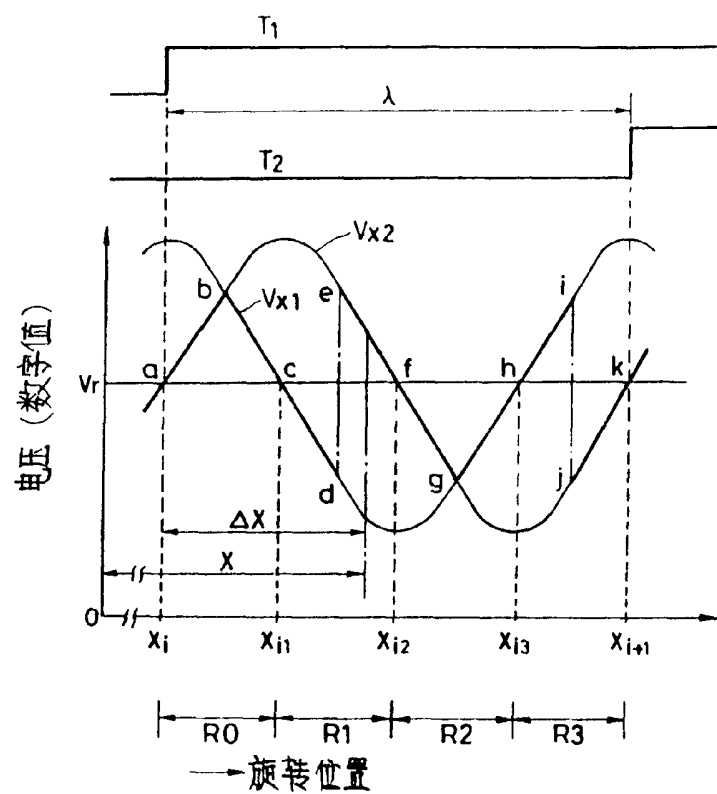


图6

