[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G11B 19/247

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95113104.4

[45]授权公告日 2002 年 7 月 10 日

[11]授权公告号 CN 1087469C

[22]申请日 1995.12.7
[21]申请号 95113104.4
[30]优先权
[32]1994.12.7 [33]JP [31]330382/94
[73]专利权人 索尼公司
地址 日本东京都
[72]发明人 荒泷裕司
审查员 吴兴华

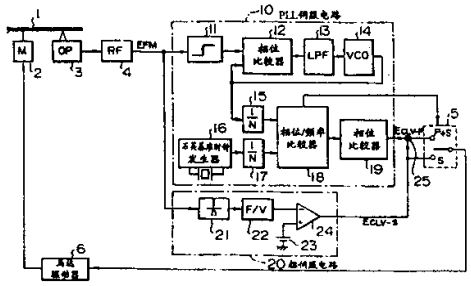
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 王 岳 马铁良

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 旋转控制电路和装有该旋转控制电路的再现装置

[57]摘要

本发明披露一种旋转伺服电路以及装有这种旋转伺服电路的 再现装置。在旋转伺服电路中,先计算记录在记录媒体上的游程 长度受限码的产生码形平均值,然后根据所得平均值产生基准旋 转电压,使得一旦偏离基准转数就按基准旋转电压旋转。46



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种再现装置，包括：

旋转装置(2)，用于驱动盘形记录媒体(1)旋转；

数据提取装置(3，4)，用于提取记录在所述盘形记录媒体上的游程长度受限码；

基准翻转值发生装置(23，25)，用于产生一个基准翻转值；

平均翻转值检测装置(21)，用于检测从所述数据提取装置提取的游程长度受限码的平均翻转值；

比较装置(24，26)，用于将来自所述基准翻转值发生器的基准翻转值与来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值相比较；和

控制装置(6)，用于根据所述比较装置的比较结果控制所述旋转装置，

所述重现装置的特征在于，所述基准翻转值是根据记录在所述盘形记录媒体上的游程长度受限码的产生码形而产生的。

2. 如权利要求 1 所述的再现装置，其特征在于，由所述基准翻转值发生装置产生的基准翻转值是一个电压值。

3. 如权利要求 1 所述的再现装置，其特征在于，由所述基准翻转值发生装置产生的基准翻转值是一个频率值。

4. 如权利要求 1 所述的再现装置，其特征在于，所述比较装置包括：

第一比较装置，用于将来自所述基准翻转值发生装置的基准翻转值与来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值相比较；

第二比较装置，用于从自所述数据提取装置中提取的所述游程长度受限码中提取一个时钟并将所述提取的时钟与一个预定基准时钟相比较；和

控制装置，用于控制将第一旋转伺服信号和第二旋转伺服信号提供给所述旋转装置。

5. 如权利要求 4 所述的再现装置，其特征在于，还包括：

加法装置，用于将来自所述第一旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号与来自所述第二旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号相加；和

选择装置，用于选择来自所述第一旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号和来自所述加法装置的叠加旋转伺服信号。

6. 如权利要求5所述的再现装置，其特征在于，正常旋转时，所述控制装置控制所述选择装置使之选择来自所述加法装置的旋转伺服信号，而粗伺服时，所述控制装置控制所述选择装置使之选择来自所述第一旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号。

7. 如权利要求4所述的再现装置，其特征在于，由所述基准翻转信号发生装置产生的基准翻转值是一个电压值。

8. 如权利要求4所述的再现装置，其特征在于，由所述基准翻转信号发生装置产生的基准翻转值是一个频率值。

9. 一种旋转伺服电路，包括：

数据提取装置，用于提取输入游程长度受限码；

基准翻转值发生装置，用于根据输入游程长度受限码的产生码形产生一个基准翻转值；

平均翻转值检测装置，用于检测从所述数据提取装置提取的游程长度受限码的平均翻转值；

比较装置，用于比较来自所述基准翻转值发生装置的基准翻转值和来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值；和

旋转驱动信号发生装置，用于根据所述比较装置的比较结果产生一个旋转驱动信号。

10. 如权利要求9所述的旋转伺服电路，其特征在于，由所述基准翻转信号发生装置产生的基准翻转值是一个电压值。

11. 如权利要求9所述的旋转伺服电路，其特征在于，由所述基准翻转信号发生装置产生的基准翻转值是一个频率值。

12. 如权利要求9所述的旋转伺服电路，其特征在于，所述比较装置包括：

第一比较装置，用于将来自所述基准翻转值发生装置的基准翻转值与来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值相比较；

第二比较装置，用于从自所述数据提取装置中提取的所述游程长度

受限码中提取一个时钟并将所述提取的时钟与一个预定基准时钟相比较。

13. 如权利要求 12 所述的旋转伺服电路，其特征在于，还包括：

加法装置，用于将来自所述第一旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号与来自所述第二旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号相加；以及

选择装置，用于选择来自所述第一旋转伺服信号发生装置的旋转伺服信号和来自所述加法装置的叠加旋转伺服信号。

14. 如权利要求 12 所述的旋转伺服电路，其特征在于，由所述基准翻转信号发生装置产生的基准翻转值是一个电压值。

15. 如权利要求 12 所述的旋转伺服电路，其特征在于，由所述基准翻转信号发生装置产生的基准翻转值是一个频率值。

说　　明　　书

旋转控制电路
和装有该旋转控制电路的再现装置

技术领域

本发明涉及用于再现盘形记录媒体上的信息的再现装置，以及安装在再现装置上的旋转伺服电路。

背景技术

与本发明相关的现有技术文件包括EP 0 203 786 A2。

使用盘形记录媒体，如光盘或光磁盘的系统，分布广泛。在这种系统中，数据按EFM(八一十四调制)调制，它是一种PCM(脉冲码调制)数据游程长度受限码。

所述的已调制数据记录在盘上。

为了盘的旋转运行，选用一种CLV(恒定线速度)系统。

至于CLV旋转伺服，通常将从盘上读出的EFM信号送至PLL(锁相环)电路产生一个时钟，将它与石英基准时钟相比得到旋转误差信息。将获取的该旋转误差信息反馈给用于转动盘的轴马达，从而得到一种线速度恒定的旋转状态。在本说明书中，这种结构的伺服电路称作“PLL伺服电路”。

为了PLL伺服电路工作，必须满足一个条件，即PLL电路锁定而时钟正确运行。要锁定PLL电路，在启动轴马达时需要由一个粗伺服控制将得到的EFM信号带入PLL电路的捕捉范围。也就是说，当启动轴马达时，在盘再现装置中，通常由一粗伺服电路先完成预定转数的旋转伺服控制。当PLL电路锁定时，CLV伺服运行从粗伺服电路切换至PLL伺服电路。

图1是盘重现装置中CLV伺服系统的结构图。

数字51所示为盘，而数字52所示为轴马达。数字53所示为用于从盘51上读数的光磁头。由光磁头53读出的数据通过RF放大器54输出为EFM信号。

虽然未示出，但是再现系统电路还对EFM信号进行解调、误差校正处理

等，从而得到声频数据等再现信号。

在CLV伺服系统中，EFM信号送至PLL伺服电路55和粗伺服电路60。

如上所述，PLL伺服电路55将EFM信号送至PLL电路产生一个时钟，将它与石英基准时钟相比，得到旋转误差信息(旋转相位伺服信号ECLV－P)。

旋转相位伺服信号ECLV－P送至加法器电路58的两端之一。

粗伺服电路60检测EFM信号中所包括的最大或最小翻转码形，得到旋转误差信息(旋转速度伺服信号 ECLV－S)用于产生具有适当翻转间隔或翻转频率的码形。该旋转速度伺服信号ECLV－S送至开关电路56的S端和加法器58的另一端。

首先，选择开关电路56的S端，于是旋转速度伺服信号ECLV－S送至马达驱动器57。马达驱动器57根据旋转速度伺服信号ECLV－S向轴马达52提供驱动电功率。

在PLL伺服电路55中，在粗伺服期间锁定其中的PLL电路，响应于PLL电路的锁定发出一个锁定检测信号“Lock”并送至开关电路56。在接收到锁定检测信号“Lock”后，开关电路56的P＋S端接通并从此时起，将由旋转相位伺服信号ECLV－P与旋转速度伺服信号ECLV－S相加所得到的信号送至马达驱动器57，PLL伺服电路55的运行完成CLV伺服。

粗伺服电路60包括一个翻转间隔测量部分61、一个峰值保持电路62、一个底部保持电路63和一个数值比较器64，它通过下述运行过程发出旋转速度伺服信号ECVL－S。

在光盘或光磁盘装置中，从正常转数状态下提取的EFM信号由9种分量组成。它们对应于一个基准时钟T(T＝1/4.3218MHz)具有3T－11T的翻转间隔。

在一帧EFM信号的前端，对两个具有11T翻转间隔的连续码形编码，11T翻转间隔是最大翻转间隔。图2是一帧EFM信号的结构图，由588比特组成一帧，其最前的24比特构成一个同步码形，这是一个11T，11T和2T的固定码形，如图2所示。

如图所示，同步码形后面排列的是子码数据，由音频或类似物构成的主要数据，以及每条14比特的奇偶校验。而且，在14比特数据条之间排有3比特边界位。

一帧中有33个标记(1标记=14比特)作为主要数据；例如，在音频数据的情况下，根据左右通道提供6个采样部分。

因为588比特对应6个采样部分，因此一帧的频率(RF时钟)是7.35KHz。上述4.3218MHz对应每一比特的时钟，即其值是7.35KHz×588。

粗伺服电路60通过测量进行粗伺服，例如，测量同步码形中作为最大翻转间隔11T的码形宽度。

可是，由于光盘或类似物上的划痕可能导致检测到的翻转间隔大于11T，因此还提供一种消除此类错误数据的功能。

在粗伺服电路60中，先由翻转间隔测量部分61测量输入的EFM信号的翻转间隔。用于测量的基准时钟是1/T。

测得的翻转间隔送至峰值保持电路62，且保持翻转间隔值，它是一个时间段--如RF时钟(7.35KHz)/2内的最大值。

峰值保持电路62的输出再送至底部保持电路63，且保持翻转间隔值，它是长于某-时间段--如RF时钟(7.35KHz)/16内的最小值。底部保持电路63的输出是来自峰值保持电路62的最大翻转间隔值中的最小值。也就是说，即使由于光盘或类似物上的划痕产生11T或以上的翻转间隔，它们也会被消除，而从底部保持电路63输出正确的11T码形中的翻转间隔值。

从底部保持电路63输出的翻转间隔值送至数值比较器64。数值比较器64还输入一个翻转间隔值作为基准11T码形，即在正常转数下提取的EFM信号中的11T码形翻转间隔值，并将该值与从底部保持电路63输出的翻转间隔值相比较。

通过比较处理，得到极性和绝对值，即误差信息，将它用作旋转速度伺服信号ECLV-S。

可是，上述粗伺服电路60有缺点，其电路体积大，造价高。而且，功率消耗大。

如上所述，光盘上的划痕或污点造成翻转间隔大于11T，由此又引起工作异常，为了防止这种情况，必须进行处理，在某一时间段内峰值保持最大翻转间隔值，而在更长的时间段内通过底部保持峰值保持值中的最小值所得的结果作为正确的最大间隔的翻转码形，结果使减小电路体积相当困难。

发明内容

鉴于以上问题，本发明的目的是显著减小粗伺服电路的体积。为了解决上述问题，本发明提供一种再现装置，包括：

旋转装置，用于驱动盘形记录媒体旋转；

数据提取装置，用于提取记录在所述盘形记录媒体上的游程长度受限码；

基准翻转值发生装置，用于产生一个基准翻转值；

平均翻转值检测装置，用于检测从所述数据提取装置提取的游程长度受限码的平均翻转值；

比较装置，用于将来自所述基准翻转值发生器的基准翻转值与来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值相比较；和

控制装置，用于根据所述比较装置的比较结果控制所述旋转装置，

所述重现装置的特征在于，所述基准翻转值是根据记录在所述盘形记录媒体上的游程长度受限码的产生码形而产生的。

上述再现装置的比较装置包括：

第一比较装置，用于将来自所述基准翻转值发生装置的基准翻转值与来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值相比较；

第二比较装置，用于从自所述数据提取装置中提取的所述游程长度受限码中提取一个时钟并将所述提取的时钟与一个预定基准时钟相比较；和

控制装置，用于控制将第一旋转伺服信号和第二旋转伺服信号提供给所述旋转装置。

而且，本发明提供一种旋转伺服电路，包括：

数据提取装置，用于提取输入游程长度受限码；

基准翻转值发生装置，用于根据输入游程长度受限码的产生码形产生一个基准翻转值；

平均翻转值检测装置，用于检测从所述数据提取装置提取的游程长度受限码的平均翻转值；

比较装置，用于比较来自所述基准翻转值发生装置的基准翻转值和来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值；和

旋转驱动信号发生装置，用于根据所述比较装置的比较结果产生一个旋转

驱动信号。

上述旋转伺服电路的比较装置包括:

第一比较装置，用于将来自所述基准翻转值发生装置的基准翻转值与来自所述平均翻转值检测装置的平均翻转值相比较;

第二比较装置，用于从自所述数据提取装置中提取的所述游程长度受限码中提取一个时钟并将所述提取的时钟与一个预定基准时钟相比较。

由于有从光盘上提取的游程长度受限码翻转间隔平均值，因而可以得到一个平均翻转值，它非常稳定，不受光盘上划痕、污点等类似物的影响。而且，通过除法器可以实际简化用于计算平均翻转值的电路形式。

而且，从光盘上提取的游程长度受限码的平均翻转值与正常平均翻转值相比，后者是在正常转数下提取的EFM信号的平均翻转值并用作目标翻转值，从而得到旋转误差信息。

附图说明

图 1 是现有旋转伺服电路以及装有该旋转伺服电路的光盘装置的方框图;

图2是记录在光盘上的EFM信号的一帧的数据结构;

图 3 是本发明的旋转伺服电路以及装有该旋转伺服电路的光盘装置的方框图;

图4是EFM数据码形以及对应该码形的翻转数;

图5是本发明第二实施例的粗伺服电路图。

实施例说明

现在参照图3－5描述本发明的再现装置和旋转伺服电路构造实施例。

图3是本发明一个实施例的再现装置的CLV伺服系统以及包括在该CLV伺服系统中的旋转伺服电路的方框图。

数字1所示为一张盘;数字2所示为一个轴马达;而数字3所示为用于从盘1上读数的光头。由光头3读出的数据通过RF放大器4输出为EFM信号。

在CLV系统中，EFM信号送至PLL伺服电路10和粗伺服电路20。

在PLL伺服电路10中，EFM信号被输入PLL电路以再现一个时钟，将它与石英基准时钟比较得到一旋转相位误差信息(一个旋转相位伺服信号 ECLV－P)。该旋转相位伺服信号ECLV－P被送至加法器25的两端之一。

粗伺服电路20根据EFM信号测出平均翻转值，将该平均翻转值与目标翻转值比较，获得旋转速度误差信息(一个旋转速度伺服信号ECLV－S)，目标翻转值是根据正常转速下提取的EFM信号得到的平均翻转值。该旋转速度伺服信号ECLV－S送至切换电路5的S端，同时，还送到加法器25的另一端。

在启动轴马达2时，选择切换电路5的S端，使旋转速度伺服信号ECLV－S送至马达驱动器6。马达驱动器6根据旋转速度伺服信号ECLV－S供给电功率驱动轴马达2。

在上述粗伺服期间，在PLL伺服电路10中，PLL电路锁定，并响应于PLL电路锁定，输出一个锁定检测信号“Lock”至切换电路5。切换电路5根据收到的锁定检测信号“Lock”接通P＋S端。从此以后，旋转相位伺服信号ECLV－P和旋转速度伺服信号ECLV－S都送至马达驱动器6，由PLL伺服电路55完成CLV伺服。

在PLL伺服电路10中，首先设一上升沿检测电路11检测EFM信号的上升沿。上升沿检测电路11的输出送至PLL电路，PLL电路由一个相位比较器12、一个低通滤波器13和一个VCO(电压控制振荡器)14组成。于是，在PLL电路中，从上升沿检测电路11的输出再现出一个通道时钟分量。

该通道时钟，即VCO14的输出，由除法器15等分为1/N并输入到相位/频率比较器18。

数字16所示为一石英基准时钟发生器。来自该基准时钟发生器16的基准时钟由除法器17等分为1/N并输入至相位和频率比较器18。

当由相位比较器12、低通滤波器13和VCO14组成的PLL电路处于锁定状态时，通过相位和频率比较器18比较通道时钟和基准时钟，从而得到旋转误差信息。相位和频率比较器18的输出信号在相位补偿电路19经过相位补偿，然后送至加法器电路25的两端之一作为旋转速度伺服信号ECLV－P。

随着PLL电路的锁定，从相位和频率比较器18输出一锁定信号“Lock”至切换电路5，于是，切换电路5中的P＋S端接通。结果，旋转相位伺服信

号 ECLV－P 送至马达驱动器 6，PLL 伺服电路 55 的运行完成 CLV 伺服。

在 PLL 电路锁定且 PLL 伺服电路 10 开始作用以前，一直由粗伺服电路 20 作用控制 CLV 伺服。也就是说，由粗伺服电路 20 进行控制直到轴马达 2 能将 EFM 信号带入 PLL 电路的捕捉范围。

如图 3 所示，粗伺服电路 20 由一个除法器 21、一个 F/V(频率/电压)转换器 22、一个目标电压产生部分 23 和一个比较器 24 组成。

下面说明粗伺服电路 20 的运行过程。

首先，图 4 所示为 256 个 EFM 字(14 比特)，它们是对应于原始的 8 位 0－FF(十六进制数据)数据的 EFM 编码。即，该图是一个 EFM 转换表。

这些 EFM 字用作所谓的 NRZI(非回零翻转)系统的脉冲翻转信号。

于是，在每个 EFM 字中，“1”的位置代表脉冲翻转的位置。

与 EFM 字一起，图 4 列出了每个 EFM 字的脉冲翻转数(即“1”在其中出现的次数)。

这 256 个 EFM 字是从 14 比特里可能的 214 个码形中选出的以对应 8 比特数据。特别是，选择的码形满足在“1”之间有两个或两个以上的“0”且翻转间隔(“1”之间的间隔)最小为 3T 而最大为 11T。根据一个字中翻转的次数将图 4 的 EFM 字分类，得到下列结果：

1 次翻转的 EFM 字个数：4

2 次翻转的 EFM 字个数：56

3 次翻转的 EFM 字个数：120

4 次翻转的 EFM 字个数：70

5 次翻转的 EFM 字个数：6

由此可知，一个字中翻转的平均次数如下：

$$(4\times 1+56\times 2+120\times 3+70\times 4+6\times 5)/256$$

$$=786/256=3.07 \qquad (1)$$

所以，平均值约为 3。

参照图 2 说明，EFM 帧包括一个 11T＋11T＋2T(即，三次翻转)的同步码形和排在 14 比特 EFM 字之间的 3 比特边界位。

假定 EFM 编码数据是随机数，且每个边界位的翻转率是 1/2，则每个 EFM

帧的平均翻转数如下：

$$(786/256) \times 33 + (1/2) \times 34 + 3$$

$$= 121.32(次) \qquad (2)$$

在上述等式(2)中，“33”是一帧中所包括的14比特数据的字数；“34”是3比特边界位的字数；而“3”是同步码形中的翻转数(见图2)。

由此可知，EFM信号的平均频率是：

$$(121.32 \times 7.35〖KHz〗)/2 = 445.85〖KHz〗$$

在构成EFM调制目的的PCM音频数据用M系列数据编码的系统－－即EFM编码数据是随机数的系统中，该EFM信号平均频率是基本可靠的数值。

尽管在某些情况下，由于普通CD－DA(光盘音频应用)中的EFM调制PCM音频数据不是典型的随机数，使得该值作为EFM信号的平均频率或多或少地缺乏可靠性，但是，它基本上是一个适当值。

例如，当1/4096的除法器作用在具有这种平均频率的EFM信号上时，

$$(445.85 \times 103)/4096 = 108.85〖Hz〗$$

于是，108.85的输出频率是期望值。

在图3的粗伺服电路20中，假设用于1/n等分的除法器21的n＝4096，当轴马达2为正常速度时，期望输出108.85Hz的输出频率作为除法器21的输出。

该除法器21的输出频率由F/V(频率对电压)转换器22转换为电压值并送至比较器24。

然后，从目标电压产生部分23将目标电压值送至比较器24。

该目标电压值是对应于108.85Hz的电压值。

结果，在比较器24中，来自F/V转换器22的电压值与来自目标电压产生部分23的目标电压值相互比较，前者对应于从光盘1提取的EFM信号平均频率，而后者对应于EFM信号的适当平均频率。于是，比较器24的输出就是旋转误差信息。

旋转误差信息送至切换电路的S端，并送至马达驱动器6，于是粗伺服电路作用到轴马达2上。

如上所述，本实施例的粗伺服电路20结构非常简单，只含有除法器21、

F/V 转换器 22、目标对应产生部分 23 和比较器 24。因此，与现有粗伺服电路相比，显著减小了电路体积。

而且，由于检测 EFM 信号的平均频率，可能实现一个高度可靠的系统，它不受由于光盘上的裂纹、污点等造成的错误信号的影响。

至于除法器 21 的除数 n，并不限制在 4096，而可以设为如此其它适当值。即，只要能有助于稳定除法器的输出至一定程度，使之完全保持在 PLL 系统捕捉范围内的任何数都可设为除数 n。

图 5 是粗伺服电路 20 的另一个实施例。

在该例中，粗伺服电路 20 由除法器 21、目标频率产生部分 25 和一个相位与频率比较部分 26 组成。

在该实施例中，由除法器 21 从 EFM 信号中得到的平均频率并没有转换为电压值而是直接送至相位与频率比较部分 26。从目标频率产生部分 25 送出一个作为目标值的目标频率(108.85Hz)至相位与频率比较部分 26。

然后，相位与频率比较部分 26 将这些输入值以频率电平相互比较，并输出误差信号，即旋转速度伺服信号 ECLV－S。

上述结构也提供同样的作用。

尽管上述实施例是结合使用 EFM 信号的情况描述的，但是本发明也能用于使用游程长度受限码记录数据的任何其它调制系统中。

说 明 书 附 图

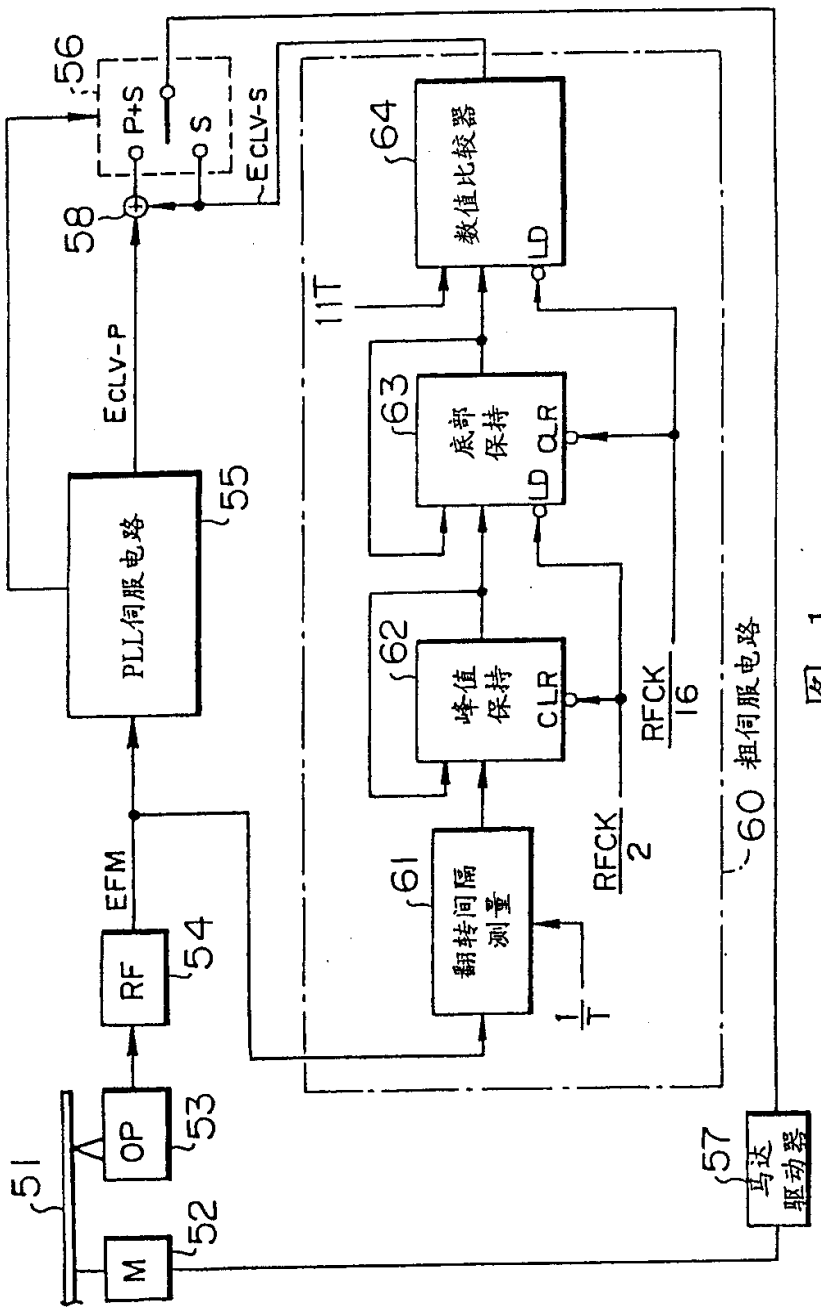

51
M
52
OP
53
RF
54
EFM
PLL伺服电路
55
56
P+S
S
58
ECLV-P
ECLV-S
11T
数值比较器
64
LD
底部保持
63
CLR
LD
峰值保持
62
CLR
翻转间隔测量
61
1/T
RFCK/2
RFCK/16
60 粗伺服电路
马达驱动器
57

图 1

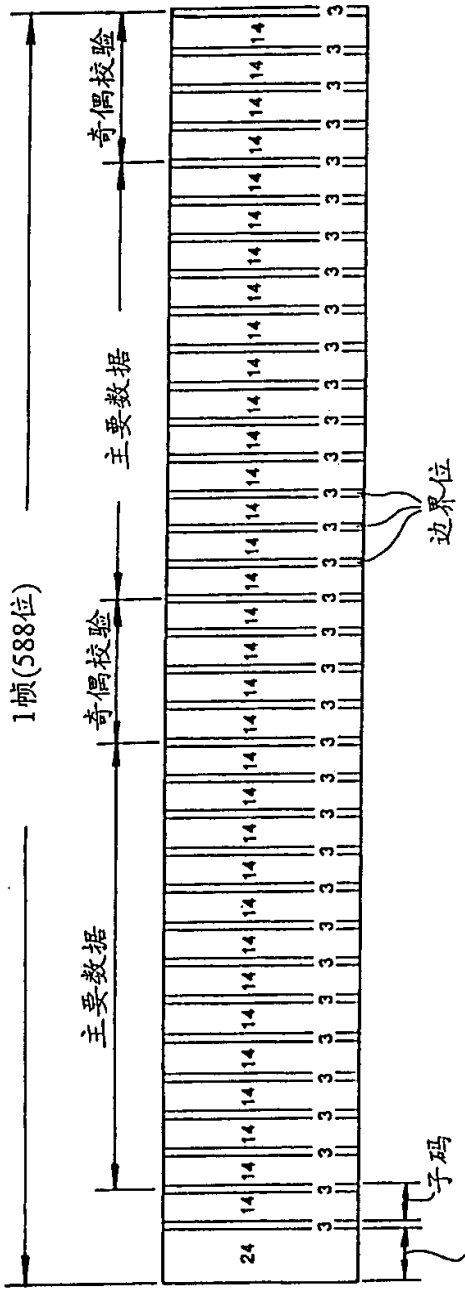


图 2

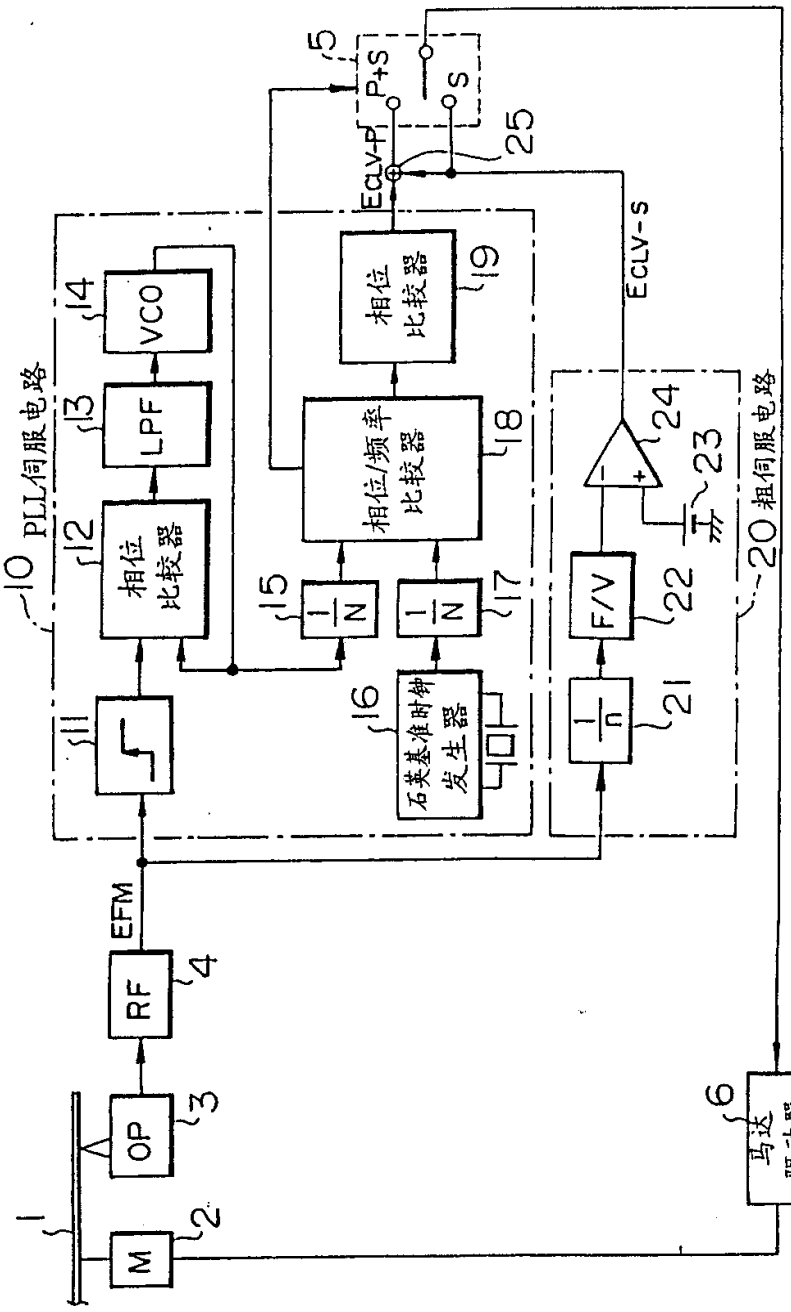

1
2
M
3
OP
4
RF
EFM
5
P+S
S
ECLV-P
25
ECLV-S
6
马达驱动器
10
PLL伺服电路
11
12
相位比较器
13
LPF
14
VCO
15
1/N
16
石英基准时钟发生器
17
1/N
18
相位/频率比较器
19
相位比较器
20 粗伺服电路
21
1/n
22
F/V
23
24

图 3

数据	EFM数据	反转数	数据	EFM数据	反转数	数据	EFM数据	反转数	数据	EFM数据	反转数
0	01001000100000	3	20	00000000100000	1	40	01001000100100	4	60	01001000100010	4
1	10000100000000	2	21	10000100001000	3	41	10000100100100	4	61	10000100100010	1
2	10010000100000	3	22	00001000100000	2	42	10010000100100	4	62	10010000100010	4
3	10001000100000	3	23	00100100100000	3	43	10001000100100	4	63	10001000100010	4
4	01000100000000	2	24	01000100001000	3	44	01000100100100	4	64	01000100100010	4
5	00000100010000	2	25	00000100001000	2	45	00000000100100	2	65	00000000100010	2
6	00010000100000	2	26	01000000100000	2	46	00010000100100	3	66	01000000100100	3
7	00100100000000	2	27	00100100001000	3	47	00100100100100	4	67	00100100100010	4
8	01001001000000	3	28	01001001001000	4	48	01001001000100	4	68	01001001000010	4
9	10000001000000	2	29	10000001001000	3	49	10000001000100	3	69	10000001000010	3
A	10010001000000	3	2A	10010001001000	4	4A	10010001000100	4	6A	10010001000010	4
B	10001001000000	3	2B	10001001001000	4	4B	10001001000100	4	6B	10001001000010	4
C	01000001000000	2	2C	01000001001000	3	4C	01000001000100	1	6C	01000001000010	3
D	00000001000000	1	2D	00000001001000	2	4D	00000001000100	2	6D	00000001000010	2
E	00010001000000	2	2E	00010001001000	3	4E	00010001000100	3	6E	00010001000010	3
F	00100001000000	2	2F	00100001001000	3	4F	00100001000100	4	6F	00100001000010	3
10	10000000100000	2	30	00000100000000	1	50	10000000100100	3	70	10000000100100	2
11	10000010000000	3	31	10000100001000	3	51	10000100000100	3	71	10000100000010	3
12	10010010000000	3	32	10010010001000	4	52	10010010000100	4	72	10010010000010	4
13	00100000100000	2	33	10000100010000	3	53	00100000100100	3	73	00100000100010	3
14	01000010000000	2	34	01000010001000	3	54	01000010000100	3	74	01000010000010	3
15	00000010000000	1	35	00000010001000	2	55	00000010000100	1	75	00000010000010	2
16	00010010000000	2	36	00010010001000	3	56	00010010000100	1	76	00010010000010	2
17	00100010000000	2	37	00100010001000	3	57	00100010000100	3	77	00100010000010	3
18	01001000010000	3	38	01001000001000	3	58	01001000000100	3	78	01001000000010	3
19	10000000010000	2	39	10000000001000	2	59	10000000000100	2	79	00001001001000	3
1A	10010000010000	3	3A	10010000001000	3	5A	10010000000100	3	7A	10010000000010	3
1B	10001000010000	3	3B	10001000001000	3	5B	10001000000100	3	7B	10001000000010	3
1C	01000000010000	2	3C	01000000001000	2	5C	01000000000100	2	7C	01000000000010	2
1D	00001000010000	2	3D	00001000001000	2	5D	00001000000100	2	7D	00001000000010	2
1E	00010000010000	2	3E	00010000001000	2	5E	00010000000100	2	7E	00010000000010	2
1F	00100000010000	2	3F	00100000001000	2	5F	00100000000100	2	7F	00100000000010	2

数据	EFM数据	反转数	数据	EFM数据	反转数	数据	EFM数据	反转数	数据	EFM数据	反转数
80	01001000100001	4	A0	00001000100001	3	C0	01000100100000	3	E0	01000100000010	3
81	10000100100001	4	A1	10000100001001	4	C1	10000100010001	3	E1	00000100000010	2
82	10010000100001	4	A2	01000100100000	3	C2	10010010010000	4	E2	10000100010010	1
83	10001000100001	4	A3	00000100100001	3	C3	00001000100100	3	E3	00100100000010	3
84	01000100100001	4	A4	01000100001001	4	C4	01000100010001	4	E4	01000100010010	4
85	00000000100001	2	A5	00000100001001	3	C5	00000100010001	3	E5	00000100010010	3
86	00010000100001	3	A6	01000000100001	3	C6	00001001010000	3	E6	01000000100010	3
87	00100100100001	4	A7	00100100001001	4	C7	00100100010001	4	E7	00100100010010	4
88	01001001000001	4	A8	01001001001001	5	C8	00001001000001	3	E8	10000100000010	3
89	10000001000001	3	A9	10000001001001	4	C9	10000100000001	3	E9	10000100000100	3
8A	10010001000001	4	AA	10010001001001	5	CA	00001001001001	3	EA	00001001001001	4
8B	10001001000001	4	AB	10001001001001	5	CB	00001001000000	2	EB	00001001000010	3
8C	01000001000001	3	AC	01000001001001	4	CC	01000100000001	3	EC	01000100000100	3
8D	00000001000001	2	AD	00000001001001	3	CD	00000100000001	2	ED	00000100000100	3
8E	00010001000001	3	AE	00010001001001	4	CE	00000010010000	2	EE	00010000100010	2
8F	00100001000001	3	AF	00100001001001	4	CF	00100100000001	3	EF	00100100000100	3
90	10000000100001	3	B0	00000100100000	2	D0	00000100100100	3	F0	00000100100010	3
91	10000010000001	3	B1	10000010001001	4	D1	10000010010001	4	F1	10000100100010	4
92	10010010000001	4	B2	10010010001001	5	D2	10010010010001	5	F2	10010010010010	5
93	00100000100001	3	B3	00100100100000	3	D3	10000100100000	3	F3	00001001000010	3
94	01000010000001	3	B4	01000010001001	4	D4	01000010010001	4	F4	01000010010010	4
95	00000010000001	2	B5	00000010001001	3	D5	00000010010001	3	F5	00000010010010	3
96	00010010000001	3	B6	00010010001001	4	D6	00010010010001	4	F6	00010010010010	4
97	00100010000001	3	B7	00100010001001	4	D7	00100010010001	4	F7	00100010010010	4
98	01001000000001	3	B8	01001000001001	4	D8	01001000010001	4	F8	01001000010010	4
99	10000010010000	3	B9	10000000001001	3	D9	10000000010001	3	F9	10000000010010	3
9A	10010000000001	3	BA	10010000001001	4	DA	10010000010001	4	FA	10010000010010	4
9B	10001000000001	3	BB	10001000001001	4	DB	10001000010001	4	FB	10001000010010	4
9C	01000010010000	3	BC	01000000001001	3	DC	01000000010001	3	FC	01000000010010	3
9D	00001000000001	2	BD	00001000001001	3	DD	00001000010001	3	FD	00001000010010	3
9E	00010000000001	2	BE	00010000001001	3	DE	00010000010001	3	FE	00010000010010	3
9F	00100010010000	3	BF	00100000001001	3	DF	00100000010001	3	FF	00100000010010	3

图 4

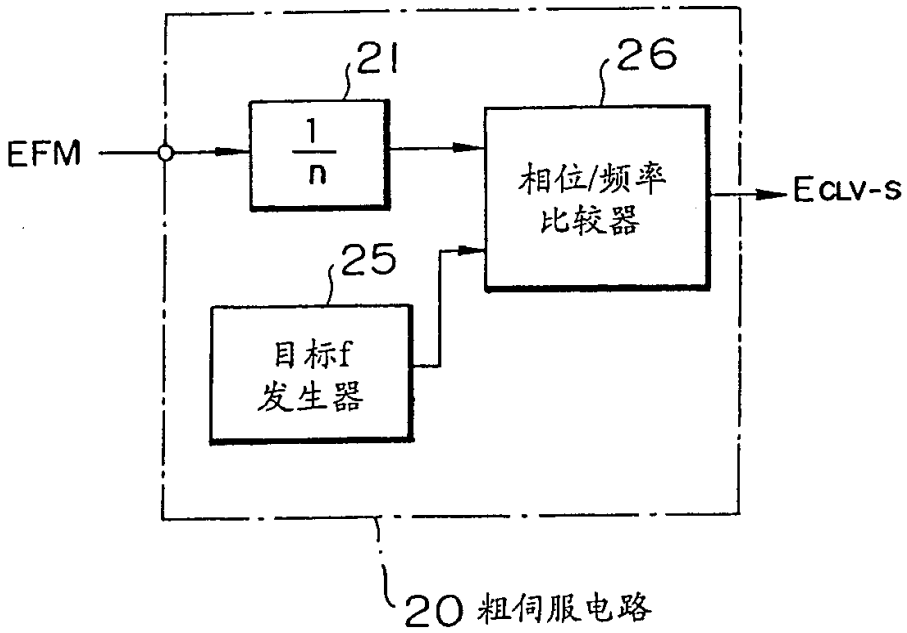


图 5