[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 7/095 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380105543.X

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1328716C

[22] 申请日 2003.11.4
[21] 申请号 200380105543.X
[30] 优先权
[32] 2002.12.10 [33] EP [31] 02080218.7
[86] 国际申请 PCT/IB2003/004989 2003.11.4
[87] 国际公布 WO2004/053854 英 2004.6.24
[85] 进入国家阶段日期 2005.6.9
[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
[72] 发明人 J·A·L·J·拉亚马克斯
[56] 参考文献
US6339580B1 2002.1.15
CN1244702A 2000.2.16
JP3242832A 1991.10.29
EP0443822A 1991.2.20
审查员 卞晓飞
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴立明 陈景峻

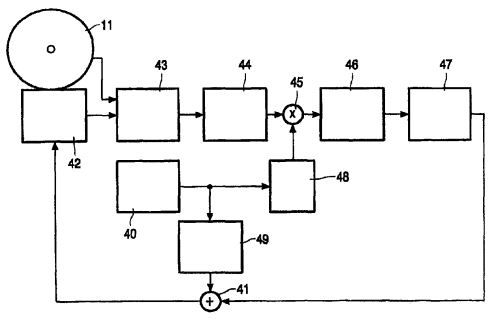
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于读取信息的倾斜控制

[57] 摘要

一种用于扫描记录载体上的轨道的设备有一个用于扫描轨道并生成一个读信号的头。 头与记录载体(11)之间的倾斜通过一个倾斜伺服回路被补偿。为此，头配备一个倾斜补偿致动器(42)。 倾斜的一个度量是由前端(43)和滤波器(44)生成的读信号中的抖动。 摇摆生成器(40)提供一个摇摆信号给致动器和多路转换器(45)的输入，用于抖动的同步检测。 多路转换器(45)的输出与低通滤波器(46)相连，用于生成一个抖动误差信号，抖动误差信号耦合到倾斜控制器(47)，用于生成倾斜控制信号。



1．一种用于扫描记录载体上的轨道的装置，该轨道包含代表信息的标记，该装置包含：

用于扫描轨道和生成一个读信号的头；

用于从读信号中检索信息的读单元；

抖动检测单元，用于检测读信号中由于对应于标记的信号成分而产生的抖动的量；

倾斜控制装置，用于补偿头与记录载体之间的倾斜角；和

摇摆装置，用于向倾斜控制装置提供一个摇摆信号，

抖动检测单元被安排用于根据读信号中的抖动的量和摇摆信号，生成一个倾斜误差信号，该倾斜误差信号与倾斜控制装置耦合，用于形成一个倾斜控制回路，

其特征在于：

所述用于扫描记录载体上的轨道的装置包括用于以一个旋转频率旋转记录载体的驱动装置，并且摇摆装置被安排用于根据旋转频率而调整周期性摇摆信号。

2．如权利要求 1 中所要求的装置，其中，摇摆装置被安排用于提供周期性摇摆信号形式的摇摆信号。

3．如权利要求 1 或 2 中所要求的装置，其中，所述装置包含用于以一个旋转频率旋转记录载体的驱动装置，并且其中摇摆装置被安排用于确定该旋转频率与周期性摇摆信号的频率之间的一个预定比率，预定该比率是为了从旋转频率与周期性的摇摆信号频率之间的频率差成分中分离出倾斜频率成分，所述倾斜频率成分表示倾斜角。

4．如权利要求 3 中所要求的装置，其中，旋转频率与周期性摇摆信号之间的预定比率实际上等于(0.5*n+0.25)，n 为大于或等于 0 的整数 。

5．如权利要求 1 中所要求的装置，其中，摇摆装置被安排用于检测多个旋转频率范围中的一个，以及用于把周期性摇摆信号的频率调整到所检测的范围 。

6．如权利要求 1 中所要求的装置，其中，抖动检测单元被安排用于通过与摇摆信号同步地检测读信号中的抖动的量而生成倾斜误差

信号。

7. 如权利要求 1 中所要求的装置，其中，抖动检测单元包含一个滤波器单元，用于低通过滤倾斜误差信号。

8. 如权利要求 1 中所要求的装置，其中，所述装置包含一个写单元，用于通过头在轨道上记录信息，并且倾斜控制装置被安排用于在要被记录的轨道中或附近读一部分轨道，以确定一个局部倾斜误差信号并在随后的记录中应用该局部倾斜误差信号。

9. 如权利要求 1 中所要求的装置，其中，所述装置包含一个视频编码单元，用于接收视频数据并提供作为要被记录的信息的编码视频。

10. 一种扫描记录载体上的轨道的方法，该轨道包含代表信息的标记，该方法包含：通过一个头扫描轨道并生成一个读信号，检测读信号中由于对应于标记的信号成分而产生的抖动的量，补偿头与记录载体之间的倾斜角，向倾斜控制装置提供一个摇摆信号，根据读信号中的抖动的量和摇摆信号，生成一个倾斜误差信号，根据倾斜误差信号补偿倾斜角，

其特征在于所述方法包括：

以一个旋转频率旋转记录载体，以及

根据旋转频率调整周期性摇摆信号。

用于读取信息的倾斜控制

发明领域

本发明涉及一种用于扫描记录载体上的轨道和从轨道读取信息的装置，轨道包含代表信息的标记。

本发明进一步涉及一种扫描记录载体上的轨道和从轨道读取信息的方法，轨道包含代表信息的标记。

背景技术

已知美国专利 US6,339,580 中公开了一种用于扫描轨道和读取信息的装置。该装置有一个用于生成一个读信号的头，该读信号用于读取由诸如光盘的记录载体上的轨道中的标记所代表的信息。该专利中讨论了在记录载体与该读头之间的一个被称作斜交角(skew)或倾斜(tilt)的角，导致该读信号的降级。该降级可以通过测量读信号中的抖动(jitter)而检测到。

轨道中的标记对应于读信号中的信号成分，例如零交叉。抖动是对这种信号成分与它们的标称位置（nominal position）的偏差的一种度量。抖动是通过测量一个再生成的时钟信号与读信号的实际零交叉之间的差而检测的。该装置有一个致动器(actuator)，用于调节头与记录载体之间的倾斜。首先，在一个初始状态下，例如刚刚在装入盘之后，通过在多个位置放置倾斜致动器并检测对应的抖动，测量该倾斜。选择提供最小抖动的设置作为初始的致动器控制信号。此外，该装置配备一个单独的倾斜传感器。在初始状态之后，倾斜传感器的信号被用来形成一个用于维持一个对应于初始选择的斜交角的斜交角状态的斜交角伺服。该已知装置的一个问题是，为了确定倾斜设置，不得不延迟或中断读过程，并且不得不连续地检测多个倾斜致动器设置，包括导致高的抖动值的设置。此外还需要一个单独的传感器，用于维持所选择的倾斜校正。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种用于在没有额外的传感器的情况下控制倾斜的装置和方法。

为此，按照本发明，该装置包含

一个用于扫描轨道和生成一个读信号的头；

一个用于从读信号中检索信息的读单元；

一个抖动检测单元，用于检测读信号中由于对应于标记的信号成分而产生的抖动的量；

倾斜控制装置，用于补偿头与记录载体之间的倾斜角；和

摇摆(wobble)装置，用于向倾斜控制装置提供一个摇摆信号，抖动检测单元被安排根据读信号中的抖动的量和摇摆信号，生成一个倾斜误差信号，该倾斜误差信号与倾斜控制装置耦合，用于形成一个倾斜控制回路。向倾斜控制装置增加一个摇摆信号的效果是，致动器将稍微地改变其标称位置周围的倾斜补偿。由此将在读信号中生成一个变化的抖动量。在用于生成一个抖动误差信号的抖动检测单元中，与已知干扰源—即摇摆信号—相结合地分析抖动的变化。抖动误差信号提供一个校正度量，用于在一个闭合的伺服回路中控制倾斜控制装置。

本发明也是基于以下的认识。所述美国专利 US 6,339, 580 中公开的系统，提供了一种用于通过一系列的抖动度量标准检测一个初始倾斜误差状态并寻找用于最佳倾斜致动器设置的最低抖动值的解决方案。发明人已经看到，抖动信号在最佳倾斜设置的两边类似地增加。增加一个预定的摇摆信号，导致与一个预定方向上的实际倾斜设置的一个偏差，然后，无论是增加还是降低都能从抖动信号中观察到。检测到一个预定的摇摆信号的增加，表明倾斜校正必须在预定的摇摆信号的方向的相反方向。因此，根据与已知摇摆信号相结合地对所检测的增加或减少的分析，生成一个具有正确的极性的、用于校正一个倾斜偏差的误差信号。

在该装置的一个实施例中，摇摆装置被安排用于提供周期性摇摆信号形式的摇摆信号，特别是正弦摇摆信号。其优点是，由摇摆而产生的抖动变化能被有效地检测到，并例如通过频率过滤而与其它干扰相隔离。

该装置的一个实施例包含用于以一个旋转频率旋转记录载体的驱动装置，并且在该装置中，摇摆装置被安排用于根据旋转频率调整周期性摇摆信号。其优点是，能很容易地从抖动信号中滤除由旋转频率所产生的干扰。此外，对于某些旋转频率来说，摇摆频率可以更低，这限制了倾斜补偿致动器中的消耗和磨损。

该装置的一个实施例包含用于以一个旋转频率旋转记录载体的驱动装置，并且在该装置中，摇摆装置被安排用于确定该旋转频率与周期性的摇摆信号的频率之间的一个预定比率，该比率被预定是为了从旋转频率与周期性的摇摆信号之间的差异频率成分中分离可表示倾斜角的倾斜频率成分。抖动中的变化产生于由摇摆信号的调制。因此实际倾斜生成要被检测的倾斜频率成分。发明人已经看到，在抖动信号中将生成在旋转频率与摇摆频率的差异频率的另外的频率成分。使用较低的摇摆频率导致这些差异频率成分被定位在与可表示倾斜角的倾斜频率成分的相同区域中的结果频谱中。此外，差异频率成分独立于旋转频率，因为摇摆频率被所述比率锁定到旋转频率。因此，即使在具有变化的旋转速度的系统中，这样的频率成分可以容易地被一个在固定频率有零转移的过滤器过滤掉。

在该装置的一个实施例中，旋转频率与周期性的摇摆信号的频率之间的预定比率实际上等于(0.5*n+0.25)，n 为大于或等于 0 的整数，特别地，该比率实际上等于 0.75 或 1.25。这具有的效果是，在解调期间，可以生成一个实际上对应于 DC 倾斜偏差的 DC 成分，与此同时，由于差异频率而产生的干扰频率成分将与该 DC 成分有一个最大的距离。这具有的优点是，实际上从倾斜伺服回路中有效地滤除由于记录载体的旋转而产生的干扰。

在该装置的一个实施例中，摇摆装置被安排用于检测旋转频率的多个范围的一个以及用于把周期性摇摆信号的频率调整到所检测的范围，特别是用于检测一个低速方式和一个高速方式并相应地设置旋转频率与周期性摇摆信号频率之间的一个实际上是 1.25 或 0.75 的比率。这具有的优点是，旋转速度越高，摇摆频率就越低，这防止与由于倾斜致动器系统和扭转悬挂元件(*torsion suspension elements*)的共振频率产生的机械震动的交互作用并限制耗散。

按照本发明的装置的其它优选实施例将在其它权利要求中给出。

附图说明

参看通过以下说明中的例子并结合各附图所说明的实施例，本发明的这些和其它方面，将显而易见并得到阐明，附图中：

图 1a 表示一个记录载体(顶视图)；

图 1b 表示一个记录载体(截面图)；

图 2 表示一个扫描装置；

图 3 表示盘倾斜和抖动的关系；

图 4 表示用于倾斜的伺服回路；

图 5 表示抖动信号的频谱；和

图 6 表示倾斜控制单元。

附图中，与已经描述的元件相当的元件，具有相同的标注号。

具体实施方式

图 1a 表示一个盘状的记录载体 11，其具有一个轨道 9 和一个中心孔 10。作为（将要）被记录的代表信息的标记的系列的位置的轨道 9，被按照一个螺旋形旋转图案排列，该螺旋形旋转图案构成在信息层上基本上平行的轨道。记录载体可以是光可读的，称作光盘，具有一个可记录类型的信息层。可记录盘的例子是 CD-R 和 CD-RW、以及可写型式的 DVD，诸如 DVD+RW，以及使用蓝色激光的可写光盘，称作蓝光盘（Blue-ray Disc，BD）。关于 DVD 盘的进一步细节，见于参考文件：ECMA-267:120mm DVD-Read-Only Disc-(1997)。信息是通过沿轨道提供光可检测的标记—例如相变材料中的凹陷(pits)或结晶体或无定形标记而在信息层上表示的。可记录类型的记录载体上的轨道 9，由一个在空白记录载体的制造期间提供的预先模压(pre-embossed)的轨道结构指示。该轨道结构例如是由一种使读/写头能在扫描期间沿轨道而行的预制凹槽(pregroove)14 构成的。该轨道结构包含例如地址的位置信息。

图 1b 是可记录类型的记录载体 11 的沿 b-b 线的截面，其中的透明基底 15 倍配有一个记录层 16 和一个保护层 17。保护层 17 可包含一个另外的基底层，例如在 DVD 中的那样，记录层位于一个 0.6mm 的基底，另一个 0.6mm 的基底被粘结到其背面。预制凹槽 14 可以以基底 15 材料的凹下或隆起的形式实现，或者以一种与它的环绕物偏差的材料特性的形式实现。

在一个实施例中，记录载体 11 携带代表按照诸如 MPEG2 的标准格式的数字编码的视频的信息。

图 2 表示一个用于扫描记录载体 11 上的信息的扫描装置。该装置配备一个用于扫描记录载体上的轨道的装置，该装置包括一个用于旋转记录载体 11 的驱动单元 21、一个头 22、一个粗略地在轨道的螺

旋方向上定位头 22 的定位单元 25、一个控制单元 20。头 22 包含一个已知类型的光学系统，用于生成一个通过光学元件被引导并聚焦于记录载体的信息层上的一个轨道上的辐射斑点 23 的辐射光束 24。辐射光束 24 被一个例如激光二极管的辐射源生成。头进一步包含（未予示出）一个用于沿所述光束的光轴移动辐射光束 24 的焦点的聚焦致动器，以及一个用于在轨道的中心上沿半径方向精细定位斑点 23 的寻轨致动器。寻轨致动器可包含一个线圈，用于径向移动一个光学元件，或者可替换地，寻轨致动器可被安排用于改变一个反射元件的角度。为了读取由信息层反射的辐射，由头 22 中的一个通常类型的检测器—例如一个四象限二极管，检测信息层，以生成一个读信号和进一步的检测器信号，后者包括一个寻轨误差和一个聚焦误差信号，用于控制所述寻轨和聚焦致动器。读信号被一个包括解调器、去格式器(deformatter)和输出单元的通常类型的读处理单元 30 处理，以检索信息。因此用于读取信息的检索装置包括驱动单元 21、头 22、定位单元 25 和读处理单元 30。

控制单元 20 控制信息的扫描和检索，并可被安排用于接收来自用户或来自宿主计算机的命令。控制单元 20 通过控制线 26，例如通过系统总线，连接到装置中的其它单元。控制单元 20 包含例如微处理器的控制电路、程序存储器和用于执行如下文所述的过程和功能的接口。控制单元 20 也可以逻辑电路中的状态机的形式实现。

该装置有一个倾斜控制单元 31，其通过系统总线 26 与控制单元 20 相连。倾斜控制单元 31 控制或补偿头 22 与记录载体 11 之间的倾斜，以取得高质量的读信号，如下文进一步解释的那样。倾斜控制单元 31 如虚线 36 所示的那样接收一个倾斜误差信号 33，并向倾斜致动器提供控制信号。要注意的是，在盘与头之间的倾斜向一个读斑点增加不必要的慧差(coma)，需要一个“慧差”校正器。有可能用一个能够增加彗形象差(comatic aberration)的致动器来校正倾斜慧差，但是是被控制得用相反的符号来这样做的。一个选择是液晶校正致动器，它增加慧差而没有物理倾斜。在一个实施例中，头 22 配备一个用于倾斜头的倾斜致动器。另外，将移动整个光学系统（通常被称作 OPU）的倾斜结构也是一种选择，它真正地消除盘倾斜，因此消除慧差。在另一个实施例中，倾斜致动器只用于倾斜读头中的一个光学元件或光

学元件的一个小子集，以控制致倾斜角。在一个实施例中，致动器用于通过控制扭转悬挂链(torsion suspension hinges)而旋转物镜镜头。

该装置具有一个与读处理单元 30 相连的抖动检测单元 32，用于检测读信号中由于对应于标记的信号成分而产生的抖动的量。读信号被分析，以检测标记的标称信号的一个偏差。

在该装置的一个实施例中，抖动是通过检测零交叉相对于一个再生成的时钟信号的实际位置而被检测的。抖动信号的频谱的相关部分可以被一个适当的带通滤波器过滤。在一个实施例中，如果在必要时考虑因回路中固有的延迟而有的相移，抖动检测单元 32 被安排用于通过与摇摆信号同步地检测读信号中的抖动的量—例如通过用摇摆信号乘以抖动信号的同步检测—而生成倾斜误差信号。

在一个实施例中，抖动检测单元 32 包含一个滤波器单元，用于低通过滤倾斜误差信号。低通滤波器在旋转频率与周期性摇摆信号的频率之间的差异频率成分处具有一个实质上为零的转移函数(transfer function)。

在一个实施例中，该装置配备一个用于在可写或可再写的类型的记录载体—例如 CD-R 或 CD-RW 或 DVD+RW 或 BD—上记录信息的记录装置。该装置包含用于处理输入信息、以生成用于驱动头 22 的写信号的写处理装置，写处理装置包含输入单元 27 以及包含格式器(formatter)28 和调制器 29 的调制器单元。为了写信息，要控制辐射，以在记录层上生成光可检测的标记。标记可以是任何光可读形式的，例如表现为在诸如染料、合金或相变材料的材料中记录时所获得的、具有一个不同于它们周围的反射系数的形式，或者表现为在磁-光材料中记录时所获得的、具有一个与它们周围不同的磁化方向的形式。

光盘上记录的信息的读写和格式化、纠错以及通道编码规则，在所属领域中，例如 CD 或 DVD 系统中，是众所周知的。在一个实施例中，输入单元 27 包含对诸如模拟的声频和/或视频、或数字解压的声频/视频的输入信号的压缩装置。在 MPEG 标准中描述了用于视频的适当的压缩装置，MPEG-1 在 ISO/IEC 11172 中定义，MPEG-2 在 ISO/IEC 13818 中定义。可替换地，输入信号可以是已经按照这样标准编码的。

在一个实施例中，该装置包含一个倾斜控制单元 31，其被安排用

于读要被记录的轨道中的或附近的要被记录的轨道的一部分轨道，以确定一个局部倾斜误差信号。注意到对于可写盘来说，轨道可能尚未含有标记。因此倾斜控制单元首先读在要被记录的轨道的附近具有标记的一部分轨道，例如刚刚被写的早先的轨道。为了执行这样一个倾斜测量，写过程被中断。测量后，局部倾斜误差信号被用于在随后的记录期间控制倾斜致动器。

图 3 表示盘倾斜和抖动的关系。在水平方向 37 上，给出按 mrad 的倾斜。在垂直方向 38 上，给出按百分比的抖动。曲线 39 表示抖动值。二进制信号中的位的检测，包括确定发生转换(transition)的瞬间。从 HF 信号中抽取出的、在一个被检测转换与数据时钟之间的时间误差，被称作抖动。抖动经常是以位时钟的百分比的形式表达的。抖动是读出通道的质量的一种量度标准，被用作另一个驱动参数的函数，以表达读出通道对这个参数的敏感度。例如，DVD 的通道位速率是 26.16 MHz，通道周期是 38.2ns。一个 3.0ns 的 RMS 定时误差相当于 8%的抖动。所谓的抖动盘倾斜槽(jitter-disc tilt bathtub)给出盘倾斜与读出抖动之间的关系。图 3 中表示一个例子。高于 15%的抖动值一般被认为是不可接收的。在具有数值孔径 NA=0.65 的系统中保持 15%以下的抖动的盘倾斜的典型范围是+-8mrad。对径向倾斜的最主要的贡献者是大致伞状的盘。在一个旋转上的平均径向倾斜—即所谓的“静态”或“DC”部分，比在一个旋转上变化的部分—即所谓的“AC”部分更重要。在该装置的一个实施例中，为了切合实际的盘倾斜补偿，只有 DC 部分被补偿，因为补偿 AC 部分将需要高速的倾斜致动器。

图 4 表示一个用与倾斜的伺服回路。一个光学单元和前端 43 从记录载体 11 生成一个读信号，该读信号被分析，以推导出受倾斜致动器 42 影响的抖动信号。该抖动信号被耦合到滤波器 44，以消除高频成分，并且耦合到乘法器 45。一个摆动生成器 40 通过一个相位延迟 48 向乘法器 45 的其它输入提供摆动信号，用于同步检测。相位延迟 48 补偿回路中的固定延迟。乘法器 45 的输出被耦合导一个低通滤波器 46，例如一个在比第一个滤波器 44 的更低的采样频率上工作的数字滤波器。低通滤波器 46 的输出被耦合到一个用于生成倾斜控制信号的倾斜控制器 47，例如一个普通的 PID 类型的控制器。实践中，有一个积分器(I)就足够，不需要差分器(D)。控制器 47 的输出被耦合到加

法器 41，而摇摆信号则通过一个增益单元 49 被耦合到加法器 41 的其它输入，用于为致动器 42 生成一个致动器驱动信号。

倾斜伺服控制回路的功能是以连续地“摇摆”致动器并监视抖动信号中的响应为基础的。通过同步检测从抖动信号中的响应中抽取倾斜误差信号。这个误差信号被馈送到一个起控制器作用的简单积分器。控制器的输出被增加到摇摆信号并被馈送到致动器倾斜输出。为了解释原理，我们使用在彗形象差 c 分别与致动器倾斜 β_a 和盘倾斜 β_b 之间的简单线性关系:

$c_a=\lambda_a\beta_a$

$c_d=\lambda_d\beta_d$

这些参数是常数，非常依赖于系统的 NA、这两个函数都是时间的函数，并只在盘旋转速度的倍数含有谐频。现在可以把读出抖动 σ 近似为

$$\sigma=C\cdot(c_d-c_a)^2+\sigma_0+n(t)+\sum_i^N A_i\sin(i\Omega_0 t+\varphi_u)$$

其中 C 是一个把总的彗形象差与抖动相关的常数，σ_0 是常数“底抖动”，n(t)是噪声，最后一项含有盘谐频。对盘谐频的贡献者例如是光束沉陷和焦点偏移。把后面的方程式组合得出 $\sigma=C(\lambda_d^2\beta_d^2+\lambda_a^2\beta_a^2-2\lambda_d\lambda_a\beta_d\beta_a)+\sigma_0+\sigma_r$，其中 $\sigma_r=n(t)+\sum_i^N A_i\sin(i\Omega_0 t+\varphi_u)$。

这个方程式中的所有成分只具有在等于盘旋转速度 $\Omega=i\Omega_0$ 的整数倍数的频率处的频率内容。现在我们能分解一个摆动部分和一个有效部分中的致动器倾斜

$\beta_a=\beta_e+\beta_w$ 并定义 $\beta_w=A_w\sin(\Omega_w t)$。

现在我们能定义 $\sigma=\sigma_I+\sigma_{II}+\sigma_{III}$，其中，

$$\sigma_I=2C\lambda_a(\lambda_a\beta_e-\lambda_d\beta_d)\beta_w$$

$$\sigma_{II}=C\lambda_a^2\beta_w^2$$

$$\sigma_{III}=C(\lambda_d^2\beta_d^2+\lambda_a^2\beta_e^2-2\lambda_d\lambda_a\beta_d\beta_e)+\sigma_0+\sigma_r$$

第一部分只含有位于 $\Omega=i\Omega_0$ 的频率成分，$\varepsilon=2C\lambda_a(\lambda_a\beta_e-\lambda_d\beta_d)$ 的频谱被在载体 β_w 的周围复制。信号 ε 是一个很好的误差信号，因为它直接与总慧差有关。

如果盘和物镜镜头的敏感度相同，则 $\varepsilon = 2C\lambda^2(\beta_a - \beta_d)$直接与物镜镜头或盘倾斜之间的差有关。为了把背面的频谱偏移到零，我们把它乘以一个幅度为$\beta_w / A_w = \sin(\Omega_w t)$的谐频。现在 ε 的频谱被集中在 DC 的周围，具有位于 $\Omega = i\Omega_0$ 的谐频，成分 $\sigma_1 + \sigma_2$ 导致在 $\Omega = i\Omega_0 \pm \Omega c$、$\Omega = \Omega_w$ 和 $\Omega = 3\Omega_w$ 的频率处的干扰。设 $\Omega_w = 0.25\Omega_0$ 并用一个积分和转储滤波器来过滤位于 $\Omega_w = 0.25\Omega_0$ 的倍数处的谐频。通过这个过滤器，DC 成分被隔离并如倾斜误差信号那样是可用的。

图 5 表示抖动信号的一个频谱。纵向上给出的是幅度，而横向上则是相对于旋转频率的频率。摇摆频率 f_w 被设定在 $0.75*f_{disc}$，在例子中，f_{disc}=200Hz，f_w=150Hz。在上面的图形中表示倾斜的频谱 β。第一个成分 51 代表由一个伞状盘引起的静态倾斜。第二个成分 52 是位于 $0.75*f_{disc}$ 的摇摆成分。第三个成分 53 是在旋转频率 f_{disc} 由其它倾斜变化引起的。第二个图形表示抖动 β^2，它是由于倾斜而由抖动信号的四象限性质导致的。特别地，在 f=0.57 处的成分 54 是由摇摆频率所调制的静态倾斜导致的。第三个图形表示在用摆动频率对抖动信号的同步调制之后的倾斜误差信号 $\beta^2*\cos(2*pi*f_w t)$。从频谱中可以观察到，通过低通过滤，静态倾斜成分 55 现在在 f=0 处是一个 DC 成分，并可容易地从倾斜误差信号中检测到。要注意的是，使用这样一个低摆动频率，导致频谱的成分的混合。然而，因为抖动信号只是在与旋转频率和摇摆频率有关的频率处有一些显著成分，通过选择适当的比率可实现清楚的分离，要注意的是，一个 $f_w = 0.5*f_{disc}$ 的比率将导致（在同步检测之后）也混合 DC 上的成分 53，因此分离是不可能的。$f_w = (0.25+n*0.5)*f_{disc}$ 的选择，导致在 DC 和在 $0.25*f_{disc}$ 处的频率的一个最大的分离。在 $(0.1+n*0.5)*f_{disc}$ 与 $(0.4+n*0.5)*f_{disc}$ 之间的其它摆动频率也可以适用于偏移其它成分，同时仍然保持由 f_{disc} 生成的成分之间的一个足够的分离。

图 6 表示一个倾斜控制单元。在一个抖动前端 61 中，抖动输入信号 72 被一个第一低通滤波器 62 和另一个低通滤波器 63 过滤，以消除与倾斜误差不相关的任何高频噪声和干扰。滤波抖动信号 73 被耦合到一个摆动生成器和同步检测器 64。信号 73 在乘法器 67 中被乘以由摆动生成器 65 生成的摆动信号，并被一个“积分和转储”类型的低

通滤波器 66 过滤，以生成倾斜误差信号 74。摆动频率是根据一个正弦表和关于旋转频率 f_d 的速度信息生成的，例如是根据从转盘马达驱动器（未予示出）中获得的转速计脉冲生成的。摆动生成器块和同步检测器 64 的操作样本频率 f_s 被表示为 $128xf_d$ 并由此耦合到旋转速度。要注意的是，耦合到旋转速度在具有变化的旋转速率的存储系统中，例如对于旋转速度与头的径向位置成反比例而变化的恒定线性速度(CLV)系统来说，特别有用。

倾斜误差信号 74 被耦合到控制器 68，后者包括一个集成控制器 70 和一个用于把摆动信号 75 相加以生成倾斜控制信号 76 的加法器单元 69。倾斜控制信号 76 在驱动器单元 71 中被放大，以生成用于驱动倾斜致动器的驱动信号 77。电路的功能如下。在一个解码器电路中(未予示出)计算读出抖动，并提供给抖动信号在 f_s=44kHz 的样本。按不同的样本频率分三个步骤进行对抖动频率的过滤。第一 FIR 滤波器 62 在 44kHz 运行。第一滤波器的输出被在 f_s=5.5kHz 运行的第二 FIR 滤波器 63 过滤。在第二滤波器 63 后，在乘法器 67 中进行乘法。最后，信号被一个锁定在盘旋转速度（在 $S_{ample}128*\Omega_0$ 运行的）的“积分和转储”滤波器 66 过滤。滤波器 66 基本是一个系数等于 1 的 512 抽头 FIR 滤波器，后面紧接着一个抽取器(decimator)（R=512）。或者，滤波器 66 被用一个增加预定数量的旋转的所有样本—例如 4 个旋转（因此 512 个样本）的积分器实现，用于获得在 Ω25*i* $_0$的频率分量的零转移函数。滤波器 66 的输出是倾斜误差信号 74。

倾斜控制单元的一个实施例配备一个速度范围检测单元。速度范围检测单元与摇摆生成器 65 耦合，以设置摆动频率与旋转频率之间的比率。一般来说，通过设置一个低比率，就为高旋转速度选择一个较低的摇摆频率，用于限制摇摆致动器中的功率耗散。对于低的旋转速度范围，设置一个更高的比率，因为摇摆频率越高，向倾斜误差信号频谱的 DC 部分漂移的噪声成分就越少。在一个实施例中，速度范围检测单元被用于检测一个低速方式或一个高速方式，并对应地设置旋转频率与周期性摇摆频率之间的比率为 1.25 或 0.75。

尽管主要通过使用光盘的实施例解释了本发明，本发明也适合其它记录载体，诸如矩形光卡、磁盘或需要控制头和/或介质的倾斜角的任何其它类型的信息存储系统。注意到该方案也可用于伺服控制当均

匀误差信号中的干扰只含有特定谐品时产生均匀误差信号的其它系统。能从具有一个抛物线特征（如抖动对倾斜）的均匀误差信号中生成在控制回路中所需要的非均匀误差信号。一个补偿器（诸如倾斜致动器）被用在干扰之间的一个频率摆动。由于干扰的谐波性质，有可能获得均匀误差信号，并用于进一步处理同步检测。要注意的是，在本文献中，词语“包含”并不排除所列举的以外的元素或步骤的存在，元素的前导词“一个”并不排除多个这种元素的存在，本发明既可以用硬件也可以用软件来实现，几个“装置”或“单元”可以由同一件硬件或软件来代表。此外，本发明的范围并不限于实施例，本发明在于每一个新颖特征或上述特征的组合。

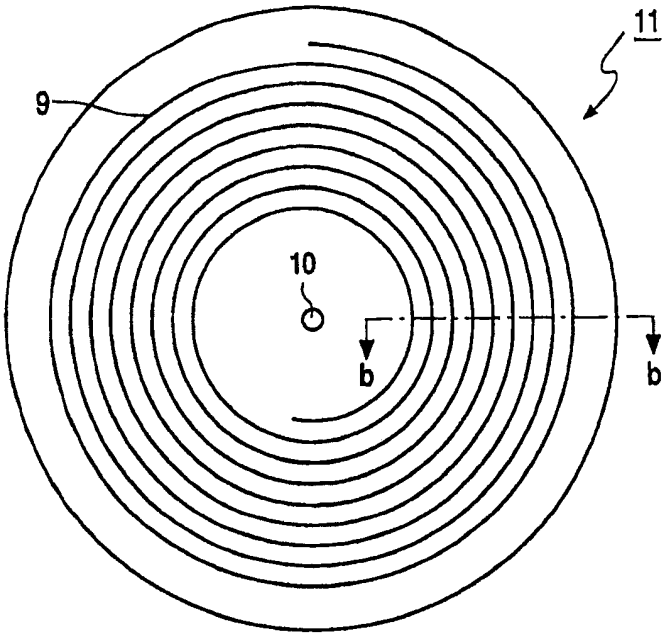

11
9
10
b
b

图 1a

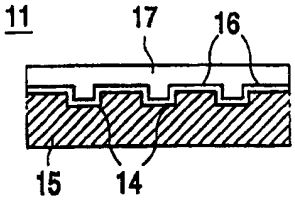

11
17
16
15
14

图 1b

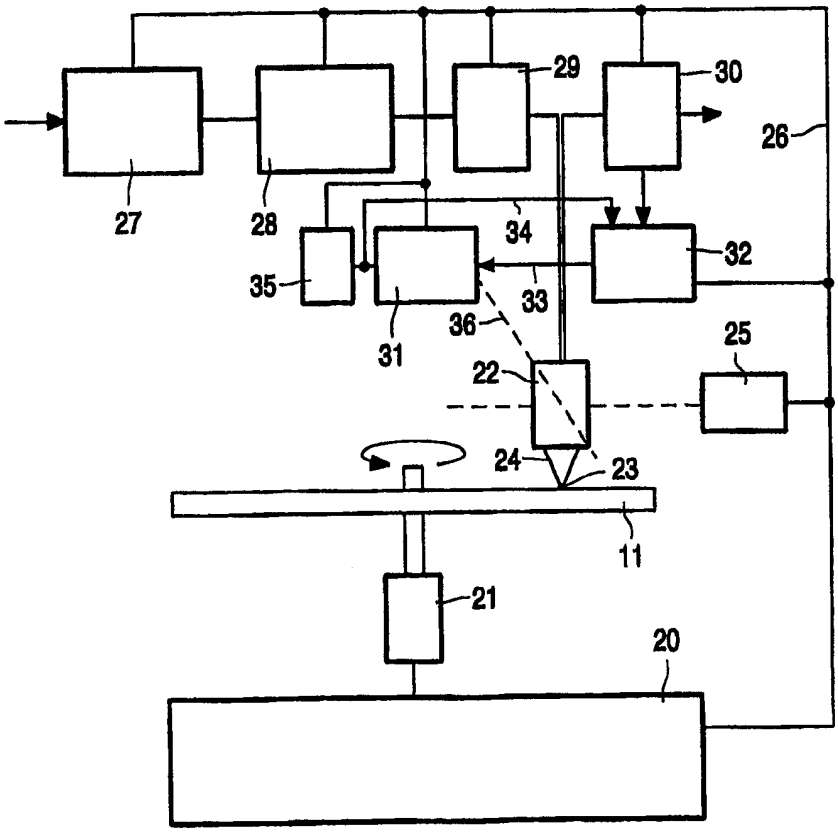

29
30
26
27
28
34
32
35
33
36
31
25
22
24
23
11
21
20

图 2

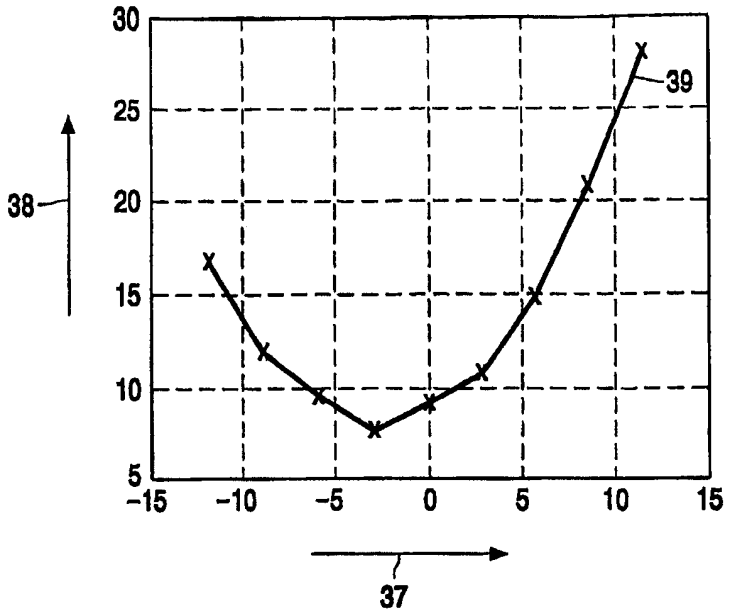

30
25
20
15
10
5
-15
-10
-5
0
5
10
15
38
39
37

图 3

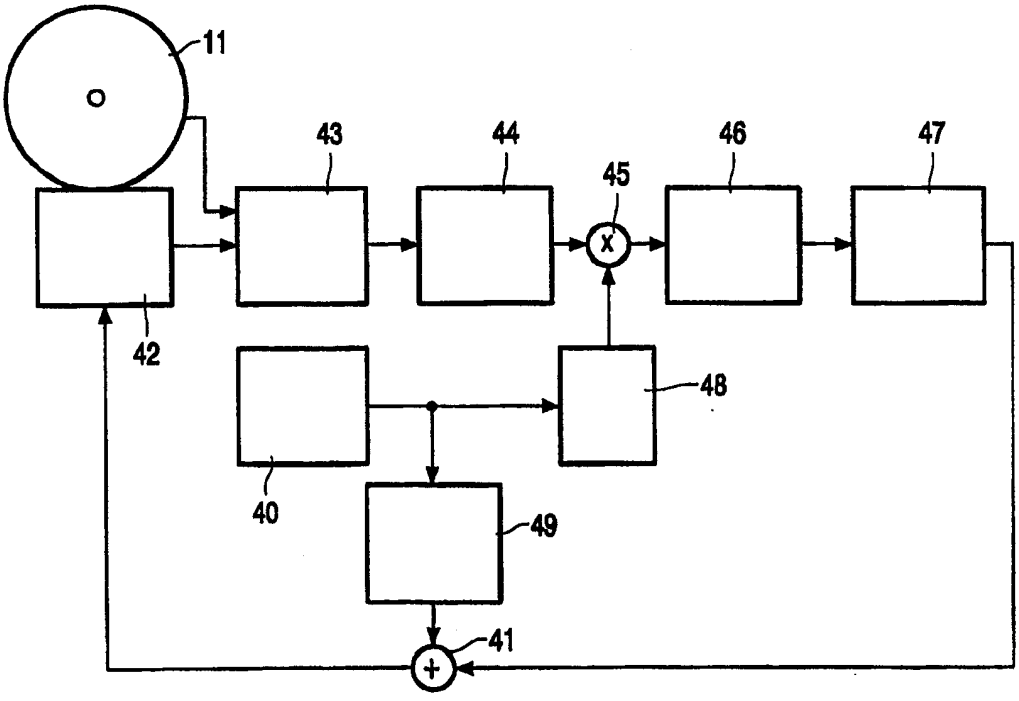

11
43
44
45
46
47
42
48
40
49
41

图 4

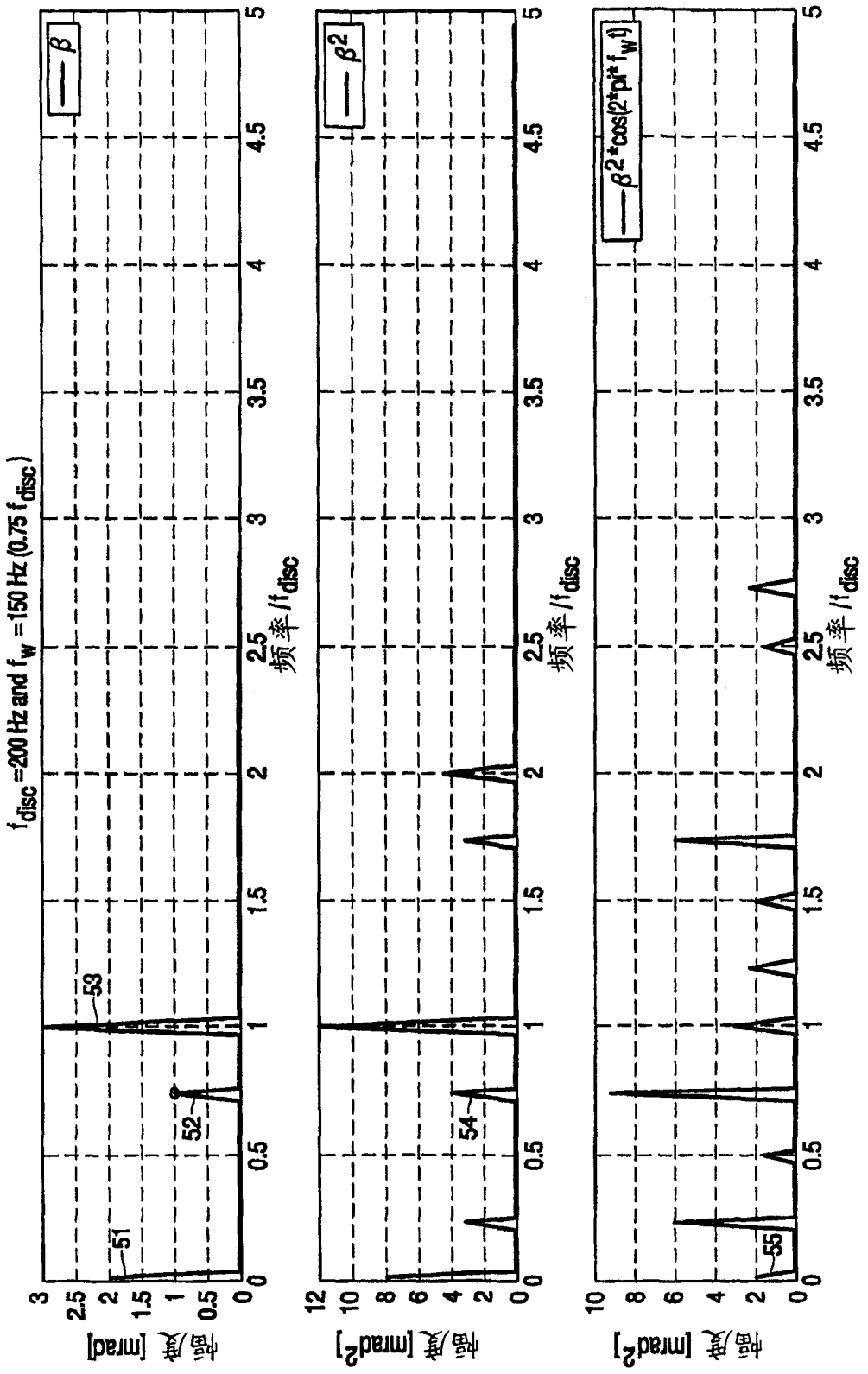

f_{disc} =200 Hz and f_W =150 Hz (0.75 f_{disc})
β
β^2
β^2*cos(2*pi*f_W*t)
幅度 [mrad]
幅度 [mrad²]
频率 /f_{disc}
51
52
53
54
55

图 5

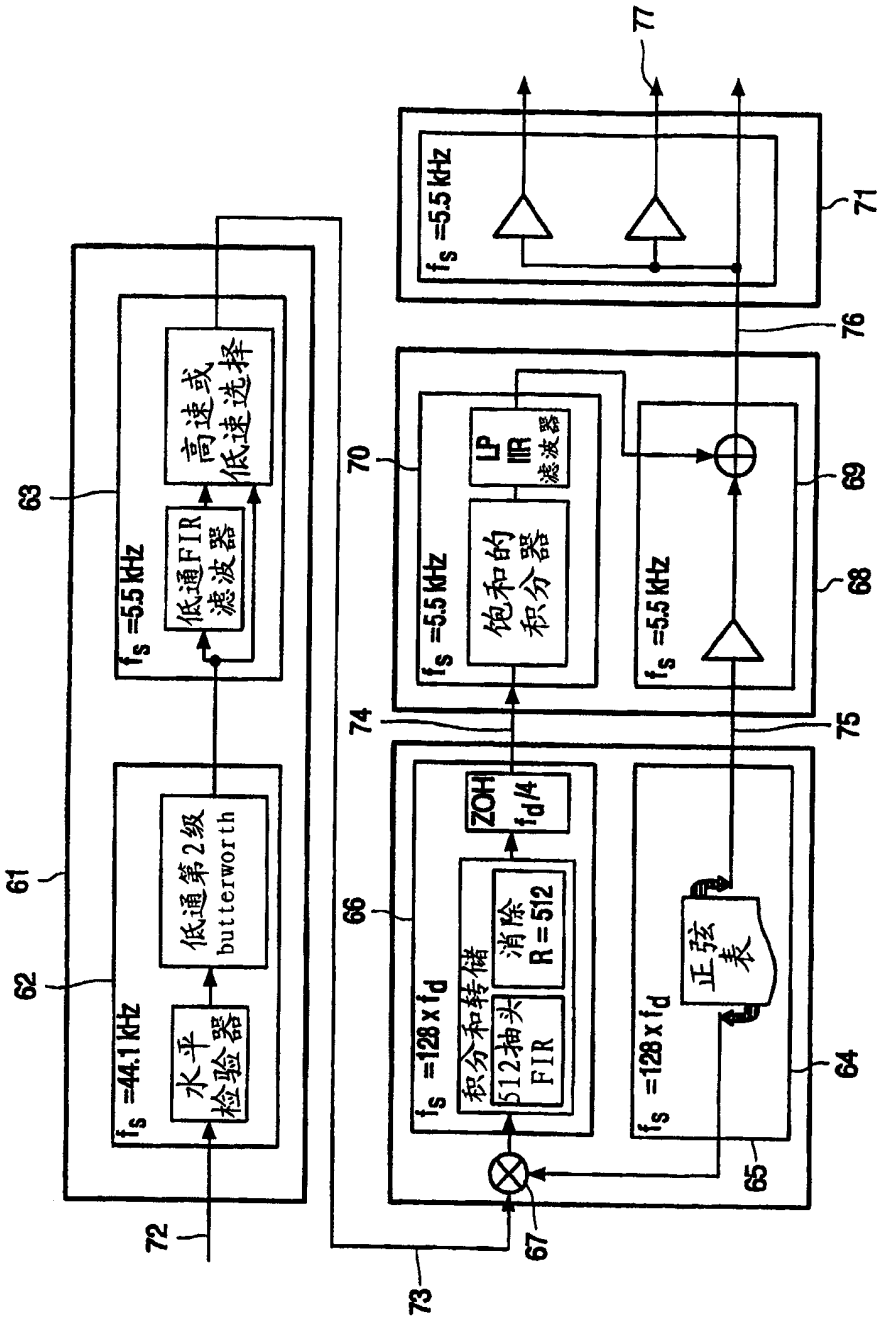

77
71
f_S =5.5 kHz
76
70
63
高速或低速选择
低通FIR滤波器
f_S =5.5 kHz
LP IIR 滤波器
饱和的积分器
f_S =5.5 kHz
69
68
61
低通第2级 butterworth
62
水平检验器
f_S =44.1 kHz
74
75
66
ZOH
f_d/4
积分和转储
消除 R=512
512抽头 FIR
f_S =128 x f_d
正弦表
f_S =128 x f_d
64
65
72
67
73

图 6