

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 5/09 (2006.01)

G11B 5/596 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03126719. X

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1317692C

[22] 申请日 2003.5.26 [21] 申请号 03126719. X

[73] 专利权人 深圳易拓科技有限公司

地址 518035 广东省深圳市福田区彩田路
7006 工业区厂房 4、5 层

[72] 发明人 诺雷丁·克米齐 布鲁斯·伊莫
约翰·史概尔

[56] 参考文献

CN1167982A 1997.12.17

US5124987A 1992.6.23

US6549360B1 2003.4.15

US6411459B1 2002.6.25

US5926336A 1999.7.20

审查员 高 银

[74] 专利代理机构 深圳创友专利商标代理有限公司

代理人 彭家恩

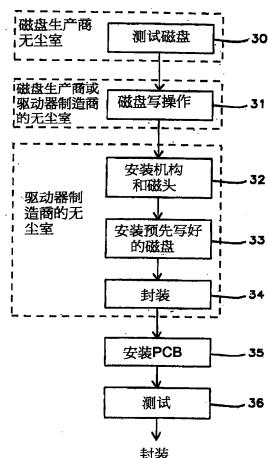
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

嵌入式伺服磁盘写操作方法

[57] 摘要

一种嵌入式伺服磁盘写操作方法，在磁盘未安装于驱动中心轴之前，所述磁盘的伺服信息已经预先写好。接下来将磁盘安装到驱动中心轴上，并根据预先写好的伺服磁道定义一系列同心的“虚拟磁道”。在驱动器操作时，同心虚拟磁道可减小致动器的动作幅度，增加可接受的位置偏差容许量。磁盘伺服信息的预先写操作可提高磁盘驱动器运作的效率，还可减少对绝对无尘室的压力。



1.一种嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：磁盘的伺服信息在磁盘安装到硬盘的驱动中心轴之前已经预先写好在伺服物理磁道上，将磁盘安装到驱动中心轴上后，根据预先写好的伺服物理磁道定义一系列旋转的同心“虚拟磁道”，该方法包括：

- (1) 提供一硬盘驱动装置；
- (2) 将该磁盘安装到伺服磁道刻录装置上，该刻录装置对伺服磁道进行写操作；
- (3) 在该磁盘上写入伺服信息形成伺服物理磁道；
- (4) 将该伺服信息写好的磁盘传送到包括一中心轴、一读/写磁头、一磁头致动装置和一位置偏差补偿器的硬盘驱动装置上；
- (5) 将该磁盘安装到该驱动装置的中心轴上；
- (6) 将该硬盘驱动装置封装，并将其装配到一印刷电路板上；
- (7) 测试该硬盘驱动装置；

在该测试阶段，在该磁盘上定义一系列虚拟磁道，该虚拟磁道依据该预先写好的伺服物理磁道与该读/写头的实际循环路径的交叉点进行定义，该交叉点是通过一校准程序获得，该程序包括：

- (a) 该磁盘上选择多个不同的径向位置，首先进入磁道内径部分并将写磁道锁定；
- (b) 将写好的伺服物理磁道锁存到对应的径向位置处；
- (c) 启动位置偏差补偿器；
- (d) 补偿器获得一位置偏差信号；
- (e) 选定一保证从物理磁道向虚拟磁道平滑稳定转换的转换系数；
- (f) 记录谐波系数，根据谐波系数可获得大量谐波；
- (g) 在虚拟磁道范围内对虚拟磁道定义位置偏差信号；
- (h) 制动器移动到下一位置，即磁盘中径部分，重复(b)-(g)步骤；
- (i) 移动臂移动到磁盘外径部分，再重复(b)-(g)步骤；
- (j) 使用线性内插法建立一个图表，表中定义了所有其他的虚拟磁道；

(k)将该表存储到一非易失性存储阵列中；

(8)将磁盘驱动方式转换到虚拟磁道模式下。

2.如权利要求1所述的嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：磁盘上的多个径向位置是由磁盘的内径部分，中径部分和外径部分组成。

3.如权利要求1所述的嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：该图表是使用线性内插法依据磁盘的多个径向位置获得的谐波系数绘制。

4.如权利要求1所述的嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：位置偏差补偿器产生高阶谐波，且高阶谐波可使虚拟磁道获得更高的精确性。

5.如权利要求1所述的嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：在虚拟磁道内进一步包括一寻道模式，该模式位于被追踪的虚拟磁道即目标磁道内，依据当前虚拟磁道的位置计算将被寻找的该虚拟目标磁道位置和当前虚拟磁道位置的距离，该距离依据物理目标磁道的位置偏差信号、物理当前磁道的位置偏差信号和他们的正弦函数而确定。

6.如权利要求1所述的嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：该磁盘驱动装置可对安装在该驱动器上的若干个磁盘进行读/写及磁道追踪等操作。

7.如权利要求6所述的嵌入式伺服磁盘写操作方法，其特征在于：该若干个磁盘都经过类似的校准，每一磁盘都有自己的虚拟磁道。

嵌入式伺服磁盘写操作方法

【技术领域】

本发明关于一种伺服磁盘写操作方法，特别涉及一种嵌入式伺服磁盘写操作方法。

【背景技术】

硬盘驱动器是一种磁性数据存储装置，可将用户创建的数据进行读写操作。典型的硬盘驱动器包括一个或多个磁盘，磁盘可绕中心轴以高角速度（典型的角速度为 3600rpm）旋转。致动臂将读/写磁头呈径向定位于磁盘表面，读/写磁头可对盘片上的数据进行编码。在理想的工作环境下，读/写磁头将数据写入形成宽度为 2.5 微米的窄环形磁道，且该磁道与中心轴同心。然而，在磁盘驱动器的操作过程中，机械震荡、重击及温度变化都会引起个别磁盘的歪斜或偏离旋转中心轴，如果发生以上情况，而致动臂装置仍将读/写磁头定位于磁道上，仍以先前磁盘与中心轴的同心状态下进行操作，此时对于数据的读/写将不会正确进行。当磁盘滑离其相应的位置，就会产生一个与先前写入的磁道的轨迹有交叠的新环形轨迹。这种同心的位移称之为“位置偏差”，当其发生时，读/写磁头要不断追踪位置的偏差以免读/写磁头新的写操作会覆盖先前写入的数据，简单而言，就是如果磁盘上没有现存的附加信息将读/写头引导到正确的轨道，读/写磁头的准确定位将无法实现。要实现准确定位，必须校正位置偏差。该附加信息指促使驱动单元里的伺服机构定位和准确定位的信息即伺服信息，它是在用户数据写入之前且驱动单元组装之后预先写入硬盘驱动器的。

大约在1970年，温彻斯特技术推出了带有嵌入伺服系统的固定硬盘。在驱动器制造商的绝对无尘室内对磁盘进行组装，将磁盘安装在中心轴上，磁头安装在驱动器上，整个驱动器是包含伺服磁道刻录装置在内的，所需的伺服信息由驱动器自身的读/写磁头写入，对精确度的要求很高，例如，写磁头的操作必须是由激光干涉测量法或者其他精确度相同的方法实现。如美国专利第5,315,372号提供了一种构建伺服磁道刻录装置的方法，该方法是利用激

光干涉测量法对一伺服磁道定位臂定位。

通常，嵌入式伺服数据包括一数据域，该数据域是定义磁道的；一伺服脉冲串，该脉冲串的作用是正确排列磁道的起始位置；以及其他一些区域，用于读/写和系统操作。现在的读/写磁头的功能是由各自独立的元件来实现的，它们要求读/写的排列顺序不同。美国专利第5,946,157号提供了一种记录圆周连续伺服脉冲列的方法，该脉冲列彼此交叠，并且允许磁致电阻读取磁头定位于一个脉冲列的线性宽度内。另外，硬盘驱动器的写磁头的精确性也要求使用“推动器锁定装置”来取得所需要的精确度。在这一点上，美国专利第5,774,294号提供了一种合成带有调整器的推动器锁定装置的方法，该调整器的作用是减小在写入伺服数据时，由推动器锁定装置共鸣所产生的错误影响。

嵌入式伺服数据域和相邻同中心磁道的用户数据域排列成放射状楔形扇区。为保证达到要求的精确度，伺服数据的写入是沿着磁盘的外圆周，先写一时钟磁道。写入时钟磁道的磁性转换将磁盘分成预先确定的几部分，伺服信息的写入和时钟磁道信息的写入是同步的，并且伺服楔形区域是由时钟磁道产生的角度确定的。在这一点上，美国专利第5,796,541号提供了一种写时钟磁道的方法，该时钟磁道是独立的，且与中心轴的速度无关。

目前，伺服磁道的作用和70年代是一样的，伺服机构尽可能的靠近被写的伺服磁道。标准的伺服系统能够消除所遇到的大约90%的磁道错误。如果错位过大，驱动器受到机械震荡或温度改变，位置偏差补偿器就会排除多达90%的错误。美国专利第5,539,714号提供了一种设计一位置偏差补偿器的方法，该补偿器可对磁盘错位提供在线实时补偿。根据这种方法，离心磁道（即发生错位的磁道）的规则旋转产生一个周期信号，该信号的谐函数由磁道离心率指示。在预先设定的磁盘的旋转周期内，补偿器编译了某一给定数量的信号的谐波系数。这些系数或傅立叶补偿用于给读/写磁头致动器提供补偿信号。在美国专利第5,930,067中，提供了一种用于轨迹追踪的多谐波补偿方法，该方法在原理上与美国专利第5,539,714号很相近，不过，后者设计了更高阶的谐波补偿从而提高了补偿的精确度。

无论在磁盘驱动器中是否集成了补偿器，伺服信息的写操作都是一个损耗极大和极费时间的过程。在磁道密度约为20,000TPI(磁道/英寸)，数据容量

约为10GB（千兆字节）的2.5寸磁盘里，写入伺服信息的时间大约为一小时。以上所引用的专利技术和设计的复杂性使伺服磁道刻录器在磁盘上写入伺服信息的成本很高，大约在50,000到250,000美元之间。总之，伺服刻录器是很昂贵的装置，并且其操作的吞吐量非常低，该操作需要在一个干净无尘的环境中进行，并且很难自动化操作，需要操作者有相当的专业技术水平。

【发明内容】

本发明提供了一种嵌入式磁盘伺服信息写操作方法。当磁盘上已经具有伺服信息后，它们才被安装到驱动中心轴上，读/写磁头和致动装置也才能够工作。这种方法极大的减少了装置操作和降低了对空间清洁度的要求。另外，相对于目前所使用的安装在磁头上的伺服磁道刻录器来说，这种未安装于驱动器内的磁盘伺服磁道刻录器是一个更简单和价格更低廉的机械装置。该刻录器是一个相对容易保持和适合磁盘自动操作的装置。不难想象，该刻录器可以自动运行、无人监控的24小时工作。一个设计优良的未安装于驱动器内的磁盘伺服磁道刻录器还可以同时高速刻写一叠磁盘。

因此，本发明的第一个目的是在无需牺牲数据容量来实现数据磁道的精确定位的前提下，简化和提高伺服数据刻录的效率，并降低刻录费用。

本发明的第二个目的是提供一种用伺服数据引导读/写数据磁道的方法，该方法允许标准配置的致动磁头是静止的，而不是经常会追踪带有位置偏差的旋转离心轨迹的。

本发明的两个目的是通过以下的技术方案实现的：本发明需引进于一个新的概念“虚拟磁道”，它的定义是由读/写磁头跟随的磁道，而该磁道并不是磁盘上实际的存储数据的轨道。虚拟磁道是以实际磁盘的转轴为中心假想的环形轨迹，通过磁道排列和预先写入伺服信息模式交点的存储地址定义“虚拟”这一概念。由于旋转同心虚拟磁道是已安装磁盘的一个不变的特性，它们可以允许伺服数据写入另一个伺服磁道刻录器单元。由于伺服数据最初用来定义虚拟磁道，致动磁头的静止方式最终校验了它的精确度。

用于定义虚拟磁道的地址可以理解为包括一个阵列：XXX.yyy，其中，XXX代表特定磁道的事先写入的伺服鉴定代码，yyy代表交点的位置偏差，该交点来自于伺服脉冲列中所存储的信息。由于虚拟磁道可以引导读/写磁头，读/写磁头也可以无需追踪错位的磁道。磁头致动器的正常状态是静止的，

通过装载并找寻存储序列的下一个磁道地址追踪虚拟磁道。实际上，致动器的静止状态是虚拟磁道优良性能的量度标准。

最初，一个虚拟磁道是由磁盘上三个径向部分定义的，分别为内径（ID）部分，中径（MD）部分和外径（OD）部分。这些都是通过锁定一预先写入的磁道并利用位置偏差补偿器来决定位置偏差运动的谐波组成来实现的。中间量是由线性插值法产生的。

与现有的技术相比，本发明的优点不仅体现在对磁盘进行刻写伺服信息的过程，还体现在安装后对驱动器的操作上。正如上文所提到的，刻写伺服信息的过程被简化了，能够自动进行，并且所需的伺服磁道刻录机比现在通常所使用的要便宜很多。在对驱动器的正常操作过程中，致动器的配置是尽可能减少动作，而不是经常追踪物理磁道的位置偏差。标准静止的状态意味着致动器受到最小的外力和加速度，利用机构的惯性最小化轨迹的偏差。总之，驱动器是由它的最佳轨迹限定的。最小化轨迹偏差主要在于时常追随具有位移偏差的轨迹，有效减小可接受偏移公差，从而偏差在系统内留有更大的偏差余量。

【附图说明】

下面参照附图，结合实施例对本发明作进一步描述。

图1是用本发明方法安装的典型磁盘俯视图。

图2是通常采用的硬盘驱动装置组装的工作流程图。

图3是采用本发明方法安装磁头装置的工作流程图。

图4是开环传递函数的第一、第二和第三谐波波峰的波特图。

【具体实施方式】

本发明涉及一种嵌入式伺服磁盘写操作方法。该磁盘的伺服信息已预先写好，随后将磁盘安装到驱动中心轴上并于磁盘上定义一系列同心“虚拟磁道”以用于寻道及追踪。虚拟磁道与磁盘的旋转中心轴同心的作用与现有技术不同点在于在驱动器操作时可保持磁头致动装置处于静止模式，而在现有技术中，磁盘被安装到驱动器上后，磁头与致动装置会不断追踪在伺服数据写操作时产生的磁道偏差，该磁道偏差是由于中心轴位置的改变而引起或由于写操作时的机械运动（例如承载错误，震动）而引起的非圆环形写入所造成的。本发明不仅简化了伺服数据写操作的过程，降低了伺服数据写操作的

成本，而且提高了硬盘驱动器的寻道能力。

请参阅图 1，是采用本发明方法安装的典型磁盘 10 的俯视图。在初始化伺服数据写操作阶段磁盘中心轴 11 的伺服信息位于磁盘伺服磁道刻录器内。多个典型的伺服磁道 12 与该旋转轴为同心的圆环。在实际的磁盘中，写入了超过 20000 个这样的磁道。这些预先写入的伺服磁道下文称为“物理磁道”。图 1 中还显示出了多个典型的包含磁道定义信息的嵌入式伺服扇区 13，该扇区与伺服时钟磁道同步形成。图 1 中只画出了 8 个扇区，在实际磁盘中有 30 至 120 个嵌入式伺服扇区。在将磁盘安装到最终的磁盘驱动器上时，假定磁盘获得了一个新的旋转轴 14，这是因为在磁道间距程序中缺少精确调整能力而导致的。在该新结构中，应用本发明方法形成了一系列新的磁道，称为“虚拟磁道”，其相对于新的旋转轴呈同心圆环。图中只画出了一个这样的虚拟磁道 15，但是虚拟磁道 15 的数量和物理磁道的数量相等，且每英寸磁道 (TPI) 的数量也相等。虚拟磁道与预先写好的但偏离旋转中心的物理磁道的伺服脉冲列 16a-16f 形成了多个交叉点，这些交叉点形成唯一的地址阵列，每一阵列的形式为 XXX.yyy。虚拟磁道地址的轨迹是以新的旋转轴 14 为中心的圆环。

参阅图 2，为先前技术采用的硬盘驱动器安装程序的流程图。尽管磁盘的生产厂商要测式磁盘 20，但磁盘生产商并不会对磁盘进行伺服写操作。磁头组装 21，磁盘安装 22，磁盘的伺服写操作 23 和驱动器的封装 24 等步骤都是在驱动器制造商的绝对无尘室中完成。在绝对无尘室的外部，将驱动单元安装到印刷电路板 (PCB) 25 上，再进行测试 26 和封装。

图 3 是采用本发明方法对磁头装置进行安装的工作流程图。磁盘制造商在其无尘室中测试磁盘 30。现在磁盘制造商或者驱动器制造商先对磁盘执行伺服写操作，制造出一自由磁盘或多个堆叠在一起的磁盘组件 31。

在驱动器制造商的绝对无尘室内磁头装置组装程序接下来用现有技术中已知的方法继续安装机构及磁头 32，安装预先写好的磁盘 33 和封装整个磁头装置 34，然后退出绝对无尘室。再进行印刷电路板 (PCB) 的安装 35 和装置的测试 36。在最后的测试阶段，磁盘已经校准并定义了虚拟磁道。与装置的全部测试时间 (需若干小时) 相比，本程序占用的时间很短，大约 1 分钟左右。

本发明的主要目的是将寻道过程从物理领域转换到虚拟领域，这样，磁

头装置跟踪的是虚拟磁道而不是预先写好的物理磁道。一般而言，在磁盘安装到中心轴上之后，会保留 0 到 200 磁道间的位置偏差。作为装置测试程序的一部分，该校准程序的任务是使用从物理磁道位置偏差获得的信息来定义虚拟磁道。这里参考了 William Messner 和 Marc Bodson 的“内部模式原理”(IMP) (“Design of Adaptive Feedforward Algorithms Using Internal Model Equivalence,” International Journal of Adaptive Control and Signal Processing, Vol.9, 119-212(1995)) 的方法，在本发明中，位置偏差补偿器(参考美国专利第 5,539,714 号和美国专利第 5,930,067 号)即运用该原理。该补偿器可获得偏移的谐波(第一，第二和第三谐波，或更多)内容。该 IPM 转换函数对每一谐波的表示方式为 $\frac{a}{s^2 + \omega_0^2}$ ，当 $s = \pm j\omega_0$ 时，该式的值为无穷大。图 4 是开环传递函数的第一、第二和第三谐波波峰在频率为 70Hz, 140Hz 和 210Hz 时相对未补偿函数的波特图。

校准程序的步骤详述如下：

1. 进入磁道内径(ID)部分并将写磁道锁定。
2. 启动位置偏差补偿器
3. 位置偏差补偿器中位置偏差信号定义为：

$$PES = PES_{(physical)} + 1F(t)$$

其中， $1F(t)$ 为第一谐波位置偏移补偿函数(类似于已知振幅与相位的正弦曲线)。

4. 物理模式向虚拟模式转换公式为：

$$PES = PES_{(physical)} - k_{1(n)} \cos(\omega_r t) - k_{2(n)} \sin(\omega_r t)$$

其中， ω_r 为转动频率； t 为时间；

常数 k_1 和 k_2 的演算公式为：

$$k_{1(n)} = k_{1(n-1)} + \varepsilon 1F(t) \sin(\omega_r t)$$

$$k_{2(n)} = k_{2(n-1)} + \varepsilon 1F(t) \cos(\omega_r t)$$

其中， n 为磁盘的磁道数，转换率 ε 为一数值较小的常数，其数值的选取可保证从物理磁道模式向虚拟磁道模式的平滑转换。 k_1 和 k_2 的数值对应同一虚拟磁道，伺服追踪增长的圆形磁道，当磁道变成完全的圆形时，函数 $1F(t)$ 的值减小为 0。

5. 现在位于虚拟磁道模式下，此时，位置信号定义为：

$$PES_{(virtual)} = PES_{(physical)} - k_1 \sin(\omega_r t) - k_2 \cos(\omega_r t)$$

6. 相同的方法也适用于高阶谐波。

7. 致动器移动到下一位置（磁盘中径部分（MD）），重复第1至7步。

8. 移动臂移动到磁盘外径部分（OD），以上程序再重复一次。

9. 使用线性内插法制一表格，确定所有磁道的 k_1 和 k_2 值。将该表存储到一非易失性存储阵列中。

10. 驱动转换到虚拟磁道领域，而其他各物件并未改变。“转换到虚拟磁道领域”在本发明中的意思是磁道不再被伺服写操作时定义的具有唯一地址的“物理”磁道12（如图1所示）所定义，而是通过计算与预先写好的伺服脉冲列交叉点（图1中16a-16h）的截距定义一个绕真正旋转轴旋转的圆环。每一截距的形式简化为一磁道地址（XXX）和一磁道偏差值（yyy）的组合，但是，先前磁道地址总是相同的，磁道偏差值即为位置偏差信号（PES）。在测试程序中磁头宽度校准时必须使用具有位置偏差补偿的物理磁道。

寻道模式（从当前给定的虚拟磁道位置定位到目标磁道）详述如下：在寻道模式中，每一距离即位置错误信号（PES）都是参照目标磁道定义，并基于该信号绘出速度剖面图（在寻道阶段使用的最佳的速度和加速度的列表）。

相对目标磁道距离的严格定义如下：

$$PES_{(相对目标磁道距离)} = (虚拟目标磁道) - (虚拟当前磁道)。$$

其中，虚拟磁道定义同上：

$$PES_{(virtual)} = PES_{(physical)} - k_1 \sin(\omega_r t) - k_2 \cos(\omega_r t)$$

因为当前磁道的正弦函数值与距离相比很小，又因为计算使用的是有效的处理时间，我们将距离近似认为：

$$PES_{(相对目标磁道距离)} = (虚拟目标磁道) - (物理当前磁道)。$$

也就是

$$PES_{(相对目标磁道距离)} = PES_{(虚拟目标磁道)} - PES_{(物理当前磁道)}$$

或

$$PES_{(相对目标磁道距离)} = PES_{(物理目标磁盘)} - k_1 \sin(\omega_r t) - k_2 \cos(\omega_r t) - PES_{(物理当前磁盘)}$$

物理磁道和虚拟磁道的斜率是相同的，所以无需对不同的斜率进行修正。

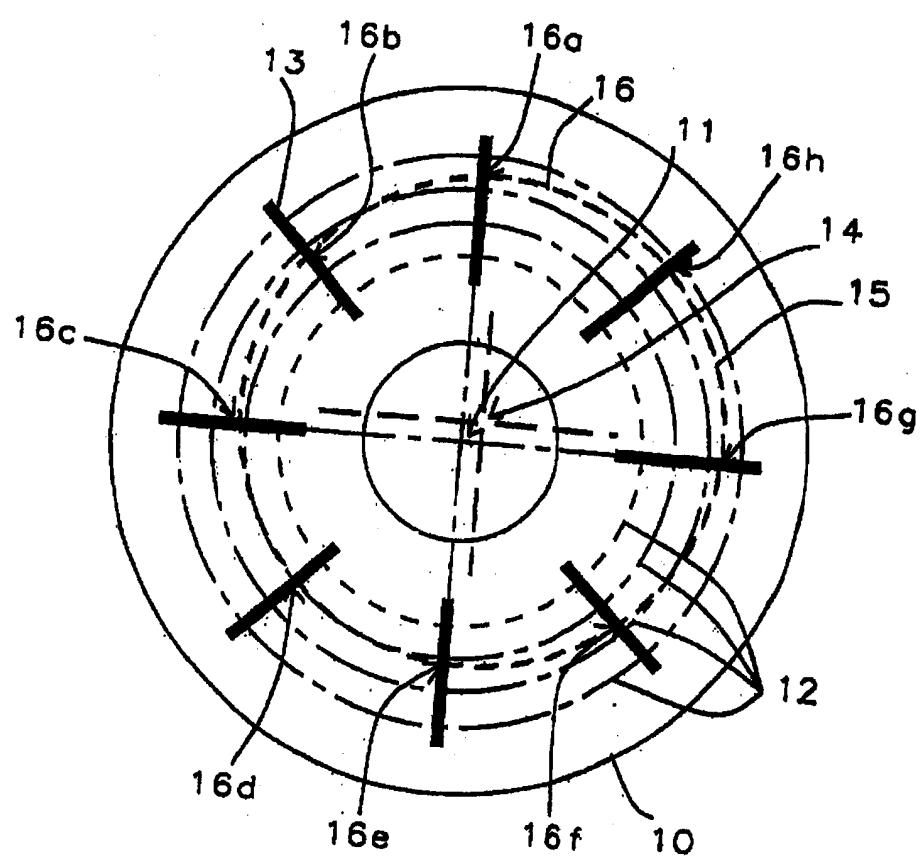


图1

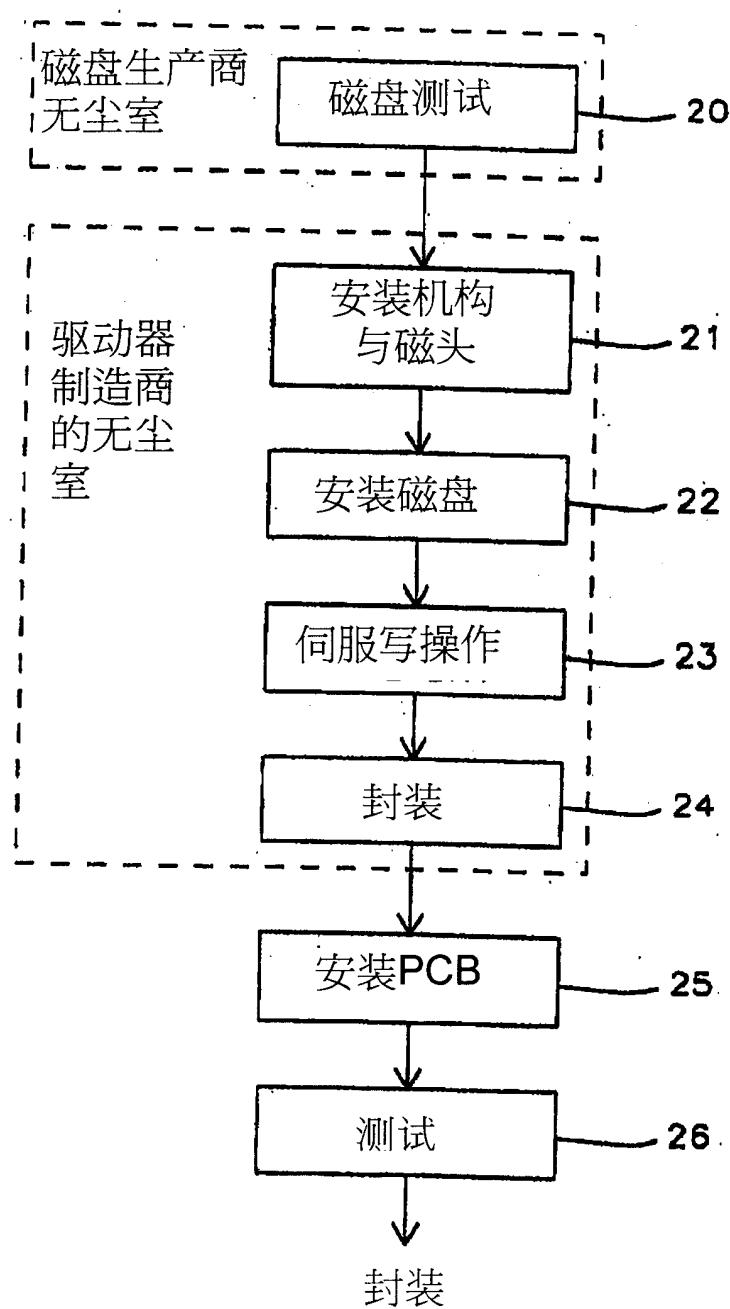


图2

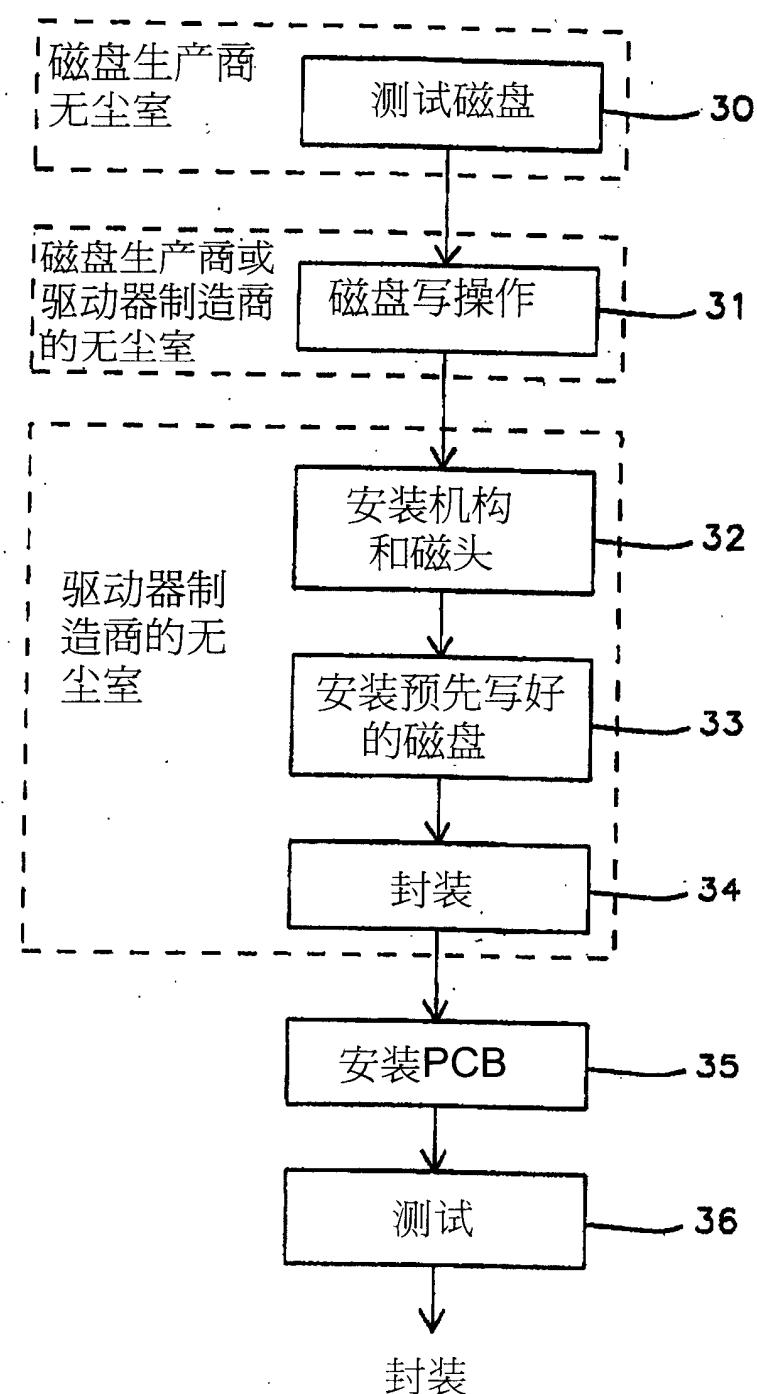


图3

比例积分微分

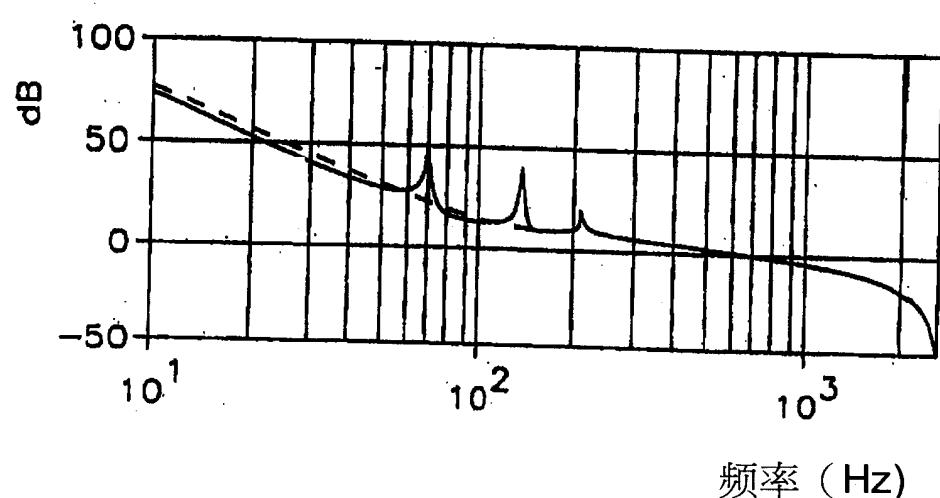


图4