

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H02K 37/00

H02P 8/14 G11B 15/18



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97111143.X

[43]公开日 1997年12月3日

[11] 公开号 CN 1166718A

[22]申请日 97.5.9

[30]优先权

[32]96.5.9 [33]JP[31]114044/96

[71]申请人 美蓓亚株式会社

地址 日本长野县

[72]发明人 铃木让 藤谷崇 青野嘉幸

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

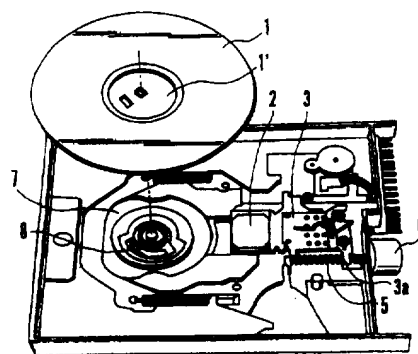
代理人 吴明华

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 用于信息记录装置的电动机

[57]摘要

提供一种信息记录装置，利用一廉价的步进电动机驱动记录信息的记录盘，通过廉价的数字电路技术使记录盘在开环控制下被驱动，而不需要使用转子位置探测器或速度探测器，通过建立步进电动机里固有的、上述的步进操作（具有差的转动准确度），在信息记录装置的结构参数和电动机的结构参数之间形成某种关系，使记录盘的转动准确度上升到一个适于使用的水平，但不必增加成本。



权 利 要 求 书

1.一种用于信息记录装置的步进电动机,它作为主轴电动机以稳定的速度直接驱动记录信息的一记录盘,其特征在于,取所述电动机在其转动轴线上的全部转动部分、包括记录盘的惯性矩为 $J(\text{g}\cdot\text{cm}^2)$,基本步进数为 $N(\text{steps})$,起动转矩的峰-峰值为 $2T_d(\text{g}\cdot\text{cm})$,以及额定转速为 $n(\text{rps})$,当下面公式确定的转动准确度 $\eta(\%)$ 被定义为

$$\eta = 98000 T_d / (\pi^2 n^2 \times J \times N) (\%) \quad \text{以及}$$

取所述电动机为确保资料存取在装置里所需的转动准确度为 $\eta_a(\%)$,设置所述电动机的 J , N , T_d 和 n 的值,使

$$\eta \leq \eta_a$$

式中,转动准确度值 η 和 η_a 作为峰-峰转换后的值计算。

2.如权利要求1所述的用于信息记录装置的电动机,其特征在于,所述电动机包括一两相爪极式步进电动机。

3.如权利要求1或2所述的用于信息记录装置的电动机,其特征在于,所述电动机是一软磁盘机(FDD)的主轴电动机,设置所述电动机的 J , N 和 T_d 的值,使所述转动准确度 $\eta(\%)$ 的值满足下列条件:

$$0.3 \leq \eta \leq 1.2$$

式中,额定转速 n 被设置为 $5(\text{rps})$ 。

4.如权利要求3所述的用于信息记录装置的电动机,其特征在于,所述电动机是一3.5英寸FDD上的主轴电动机,而所述基本步进数 $N(\text{steps})$ 满足下列条件:
 $48 \leq N \leq 188$ 。

5.如权利要求4所述的用于信息记录装置的电动机,其特征在于,所述电动机是一3.5英寸FDD上的主轴电动机,而所述起动转矩 $T_d(\text{g}\cdot\text{cm})$ 满足下列条件:
 $T_d \leq 20(\text{g}\cdot\text{cm})$ 。

说明书

用于信息记录装置的电动机

5 本发明涉及一种用于信息记录装置、诸如一种软磁盘机(FDD)的电动机，例如，这种信息记录装置通过以一恒定速度转动一盘状记录载体来存取信息，特别是，本发明涉及一种直接驱动记录载体的主轴电动机。

10 FDD 通常用来将信息写入一盘状信息记录载体，或从一盘状信息记录载体读出信息，这种盘状记录载体即是用于文字处理机和个人电脑的软磁盘。在现有技术中，通常利用无刷直流电动机作为主轴电动机以使 FDD 中的软磁盘转动。无刷直流电动机无论在性能和可靠性方面都没有问题，但是由于它们需要转子位置探测器和速度探测器，使电动机本身的成本不可避免地提高。此外，FDD 需要转动速度的反馈控制，以便确保转动准确度，因此使电路部分在尺寸上变大，这种系统已经不能满足目前降低成本的要求。特别是，主轴电动机是 FDD 中的一个
15 个大成本的零件，因此降低主轴电动机的成本已成为一个重要的目标。

20 另一方面，由于近年来数字电子技术的发展，已可能利用廉价的步进电动机(两相爪极式电动机特别有效)作为同步电动机(利用简单的驱动电路使其与一时钟同步)来转动。此外，由于不需要电动机中的转子探测器或速度探测器就可制成数字驱动电路，因此，它具有一个优点，即作为一个整体的系统可非常廉价地制造出来，并且，它的使用是在探测之下进行的。然而，由于它们基本操作的步进运动，步进电动机的转动有一个大的变化，特别是，在目前的情况下，它们不能
25 作为主轴电动机用于需要很高转动准确度的信息记录装置。

此外，使用诸如微步之类的电路技术、以便改进转动准确度的研究也正在进行之中，但它在使驱动电路的成本变得很高是一个缺点。

30 如上所述，本发明的一个目的使提供一种用于信息记录装置的电动机，其中，利用一廉价的步进电动机来驱动一记录盘，且该盘是通过廉价的数字电路技术在开环控制下被驱动的，而不需要使用转子位置探测器或速度探测器，并且通过设立上述的、步进电动机里固有的步进操作(具有差的转动准确度)、从而在信息记录装置的结构参数(全部转动部分的惯性矩，被驱动的盘的转动速度和所需的转动准确度)和诸如基本步进数和起动转矩之类的电动机结构参数之间形成某种关系，而将记录盘的转动准确度提高到适合使用的水平上。

在步进电动机里，通过与一输入脉冲同步的一延时来开关励磁而提供电能，而与负载无关。当电能转变成机械能时，转动部分的惯性矩呈现最大值，从而产生平稳的转动。实际上，设置各参数，以便满足下列条件。

换句话说,取全部转动部分的惯性矩为 $J(\text{g}\cdot\text{cm}^2)$, 额定转速为 $n(\text{rps})$, 基本步进数为 $N(\text{steps})$, 起动转矩的峰-峰值为 $2T_d(\text{g}\cdot\text{cm})$, 此外, 为了确保从装置上存取数据所需的转动准确度的峰-峰值为 $\eta_a(\%)$,

$\eta(\%)$ 由公式(1)定义, 并利用上述的参数。

$$\begin{aligned} \eta &= 2 \times 980 \times 100 \times T_d / (N/2 \cdot J \cdot \omega^2) \\ &= 98000 T_d / (\pi^2 n^2 J \cdot N) (\%) \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

这样设计电动机, 使上述转动准确度 η 和该装置所需的转动准确度 η_a 之间的关系是: $\eta \leq \eta_a$ 。

通过设计一装置, 使上述关系得到满足, 结果, 可获得该装置所需的转动准确度, 从而可使步进电动机产生足够平稳的转动。

如果将按照本发明的步进电动机作为 FDD 信息记录装置的主轴电动机使用, 最好是设置电动机全部转动部分的惯性矩 $J(\text{g}\cdot\text{cm}^2)$, 基本步进数 $N(\text{steps})$, 以及起动转矩的峰-峰值 $2T_d(\text{g}\cdot\text{cm})$, 使转动准确度 $\eta(\%)$ 是 $0.3 \leq \eta \leq 1.2$ 。

此外, 如果将按照本发明的步进电动机用作 3.5 英寸 FDD 的主轴电动机, 最好基本步进数 N 是 $48 \leq N \leq 188$ 。

附图的简要说明:

图 1A 表示— 3.5 英寸的软磁盘机(FDD)的大致结构, 它带有处于释放状态的记录盘;

图 1B 表示— 3.5 英寸的软磁盘机(FDD), 它带有处于啮合状态的记录盘;

图 2 表示作为本发明一个实施例的、一内侧转子型两相爪极式电动机的剖视图;

图 3 表示图 2 所示实施例中的起动转矩(22.5 度)的波形;

图 4 表示当—其峰值与图 3 所示的起动转矩波形一致的正弦波产生一成额定转动速度 n 的转动时—与转动有关的波形;

图 5 表示在试验时, 转动准确度 η 与瞬时速度变化(ISV)之间的关系;

图 6 表示通过试验, 对转动准确度 η 和起动时间之间的关系所测得的结果;

以及

图 7 表示—外侧转子型电动机的剖视图。

现在参看附图描述本发明。

在下面的描述中, 将— 3.5 英寸的软磁盘机(FDD)作为按照本发明的一信息记录装置的例子。

图 1A 和 1B 只显示了描述本发明所需要的、— 3.5 英寸 FDD 的一部分零件。

图 1A 显示了一在释放状态的记录盘; 而图 1B 显示了一在啮合状态的记录盘。

在图 1A 和 1B 中, 标号 1 表示—盘状记录载体(下面叫做“记录盘”): 磁粉

涂敷在该记录盘 1 的两个面上，而一包含两个孔的盘状钢质卡盘毂 1' 固定在它的中心位置上。整个记录盘 1 置于一塑料盒(未画出)里，以保护记录载体的表面和改善它的可携性。

标号 2 表示磁头，它与记录盘 1 接触，并通过在磁性读出头 2 内的线圈、以磁粉里的磁变化的形式将记录在该记录盘 1 上的信息读出。此外，通过记录头 2，将磁变化提供给在记录盘 1 内的磁粉而将信息写入。

换句话说，磁头 2 具有将存储在记录盘 1 里的信息读出和将信息写入记录盘 1 的功能。

标号 3 表示叫做磁头底座的零件，磁头 2 固定在它的端部。

磁头底座 3 是将磁头 2 线性地移动到在记录盘 1 上的适当位置(磁道)上的机构，并且，它包括一驱动电动机 6 和一将其旋转运动转变为直线运动的螺杆 5。为了将旋转运动转变为直线运动，磁头底座 3 的一部分 3a 与螺杆 5 上凹槽配合，这样，当螺杆 5 转动时，整个磁头底座 3 成直线运动。在这种情况下，通过提供给驱动电动机 6 的位置指令(由提供给驱动电动机 6 的脉冲数量决定)可使磁头 2 适当地移动到记录盘 1 所需的磁道位置上。

标号 7 表示一直接使记录盘 1 转动的、恰好涉及本发明的主轴电动机。在所述电动机 7 转动部分的端部安装一使在记录盘 1 中心位置上的钢质卡盘毂 1' 转动、同时使它保持稳定状态的卡盘机构 8。结果，使记录盘 1 直接被夹持在主轴电动机 7 的卡盘机构 8 上，并稳定地转动。

这里省略了有关 3.5 英寸 FDD 结构和操作的详细描述，下面将描述用来驱动记录盘 1、并是本发明重要部分的主轴电动机 7。

图 2 表示对本发明一个实施例特别有效的、一两相爪极式步进电动机的剖视图。该电动机的实际结构是图 2 所示的一标准的爪极式步进电动机的结构，唯一不同的是，如先前所述的，用来卡接以驱动记录盘的卡盘机构 8 固定在转子部分的一端。由此，对该电动机结构进行一个简单的描述，一圆柱形毂 11 固定在沿电动机的中心部分垂直延伸的主轴 10 的上端，而一磁铁 12 固定在毂 11 的外缘上。主轴 10 由轴承 13 和推力轴承 14 支承。一圆环形的定子磁轭 15 安装在磁铁 12 的外侧，并与它隔开一个小间隙，而在该定子磁轭 15 的内侧，线圈 17 卷绕在一芯子 16 上。该组件固定在电动机安装板 18 上。

本发明的一个目的是寻找一条途径，以便利用建立在步进操作基础上的步进电动机获得平稳的转动或高的转动准确度，换句话说，即寻找一条适当地设置在一电动机里的全部转动部分的步进数、起动转矩和惯性矩的途径，但不改变电动机的基本结构。下面，将一两相爪极式步进电动机作为一个例子来描述，但本发明的技术构思当然地可提供给各种类型的步进电动机。

通常，步进电动机以与输入脉冲同步的、稳定的转动速度被驱动。在一步进电动机内，在其平均速度符合一目标值(通过与一输入脉冲同步)的同时，由于该电动机基本运转的固有步进运动，因此在仔细观察时，可发现该电动机在高速和低速(该速度是不规则的)之间交替运转；换句话说，转动准确度较差。

- 5 这种转动准确度对于驱动信息记录装置里的记录载体的主轴电动机来说是一个特别重要的因素，并且必须保持在一定的值之下，以便存储在记录盘上的信息能被正确地读出。

通常，为了改善转动体的转动准确度，例如，

- 10 (1)增加在其转动轴上的转动部分的惯性矩(增加惯性作用)。
 (2)增加转动速度(增加惯性作用)。

此外，在一使用步进电动机的驱动系统里，

- (3)增加基本的步进数(产生平稳的转矩)。
 (4)降低起动转矩(降低扰动因素)等等。

- 15 另一方面，如上面所述的，在该装置还有所需要的转动准确度(所需的转动准确度)。换句话说，

 (5)所需的转动准确度：

这是一个按照该装置以确保信息的正确存取所确定的值。因此，由于在使用步进电动机的系统里不使用转动速度反馈环路，正确地组合这些因素是非常需要的。

- 20 例如，为了能简单地改进转动准确度，起动转矩应该降低，而惯性矩、转动速度和基本步进数应该增加。然而，转动速度是由装置的诸条件预先确定的，是不能改变的。故在电动机里能改变的因素是惯性矩、基本步进数和起动转矩。惯性矩涉及到该装置允许的电动机尺寸，而电动机尺寸当然是受限制的。此外，即使在尺寸限制范围内，如果电动机做得太大，虽然转动准确度较好，但相应的问题也出现了，即起动时间变长了。因此，在将一步进电动机安装在一装置里作为一主轴电动机的情况下，当然必须合乎逻辑地确定这些物理关系。

换句话说，在本发明里，由于通过各种试验和物理定律确定的电动机结构、在上述因素(1)至(5)和转动准确度 η 之间，以及与这独立的，在这些因素和所需的转动准确度 η_a 之间形成一逻辑相关性，以确保资料存取在装置里。

- 30 换句话说，首先，通过在恒定时间间隔内适当地、间歇地调整电能输入(在一步进电动机里，该电能是通过与一输入脉冲同步的一延时来开关励磁而提供的，而与负载状态无关)来提高转动准确度，而转动部分的惯性矩在额定的转速处，以确保转动准确度。换句话说，通过适当地增加惯性矩使间歇输入的电能平稳地转换(存储)成机械能，从而提高转动准确度。在这种情况下，转动部分的惯性矩变

大是有利的，其结果可使电动机不会在额定转速时自启动。在这种情况下，当然需要给装置增加一起动电路，由此，用通常使用的灯电路(在初始启动阶段以一低的频率驱动，然后逐渐增加频率至与额定转速同步的一电路)来驱动电动机。

具体地说，在确保转动准确度的额定转速下，取在其转动轴上的全部转动部分5 的惯性矩为 $J(\text{g}\cdot\text{cm}^2)$ ，转速为 $n(\text{rps})$ ，基本步进数为 $N(\text{steps})$ ，启动转矩的峰-峰值为 $2T_d(\text{g}\cdot\text{cm})$ ，而所需的转动准确度的峰-峰值为 $\eta \text{ a}(\%)$ ，相关性将按照下面给出的五点形成。

它们就是：

10 (1)将电动机的启动转矩作为降低转动准确度的唯一因素(扰动转矩)。此外，将该启动转矩的频率作为该电动机基本步进数的一半。

图 3 表示在本发明一实施例里的、在转动 22.5 度时的启动转矩波形。该电动机是这样组成的， $N = 96(\text{step})$ ， $T_d = 5.5(\text{g}\cdot\text{cm})$ ， $J = 35(\text{g}\cdot\text{cm}^2)$ ，而 $n = 5(\text{rps})$ 。从图 3 中可看出，启动转矩波形与一正弦波相比略微变形，而在 360 度内的波数是 $360 \text{ 度} \times 3/22.5 \text{ 度} = 48 (96/2 = 48)$ 。

15 从下面的理由可认为，启动转矩是扰动转矩的唯一来源。一般来说，降低转动准确度的因素包括那些由于摩擦转矩的变化、机械的不平衡性(转动部分芯子的移位，动平衡的偏差，等等)、磁性不平衡(在接受的磁场里的不均匀度，不规则的间隔，等等)以及在励磁条件中的短暂变化所产生的因素，因此将所有这些因素加在一起考虑。

20 然而，从试验中知道，在需要高的转动准确度的信息记录装置里，上述的有关摩擦转矩的变化、机械的不平衡性、磁性不平衡和在励磁条件下的短暂变化都是微小因素(由于所需的转动准确度不可能获得，除非在制造该装置时仔细地预先降低这些因素)，其结果是，应该将启动转矩视为唯一的扰动因素。

25 (2)当电动机以一额定转速(rps)转动时，扰动转矩以方程为 $T_d \cdot \sin(N/2) \cdot \omega_0 t$ 的正弦波形式变化，其中， $\omega_0 = 2 \pi n(\text{rad/s})$ 。

在上述实施例里，使用其峰值与图 3 所示的启动转矩波形一致的正弦波。如果该波形导致额定转速的转动，伴随该转动的扰动转矩 $a(\text{g}\cdot\text{cm})$ 的波形将如图 4 所示。当用一具体的方程表示时，扰动转矩 $a(\text{g}\cdot\text{cm})$ 可用公式(2)表示。

$$a = 5.5 \times \sin 96 \pi n t (\text{g}\cdot\text{cm}) \dots \dots \dots (2)$$

30 (3)按照物理定律，可认为扰动转矩“ a ”产生一标准的转动变量 ω 。为了寻找转动变量 ω 的值，在上述第(2)点的情况下，扰动转矩“ a ”将按时间积分，然后除以全部转动部分的惯性矩 J 。

如果将具体的数值导入上述实施例，并考虑到单位计算出 ω ，那么

$$\omega = 1/J \int a \cdot dt = -0.102 \cos 96 \pi n t (\text{rad/s}) \dots \dots \dots (3)$$

此外，为了用每单位时间的转动变量“b”来表示转动变量 ω ，将 ω 除以 2π ，得到

$$b = -0.0163 \cos 96 \pi n t \text{ (rps)} \dots \dots (4)$$

因此，在上述实施例中，转动变量的最大值是0.0163(rps)。而在上述公式(3)和(4)中的负号表示相位移 180° (反相)。

(4)为了从上面得到的转动变量“b”中求得转动准确度 η 的、成正弦波变化的峰-峰值，将第(3)点中的b的最大值乘2，然后除以额定转速“n”，并用百分比表示。如果将单位放入该表达式，可得到公式(5)。

$$\begin{aligned} \eta &= 2 \times 980 \times 100 \times T_d / (N/2 \cdot J \cdot \omega^2) \\ &= 98000 T_d / (\pi^2 n^2 \cdot J \cdot N) (\%) \dots \dots (5) \end{aligned}$$

如果对上述实施例中的具体数值进行计算，那么，转动准确度 η 的峰-峰值可用公式(6)表示。

$$\eta = 0.0163 \times 2/5 \times 100 = 0.652 (\%) \dots \dots (6)$$

如果转动准确度用有效值(rms)表示，而不是峰-峰值，它变成

$$\eta \text{ (rms)} = 0.0163 \times 0.707/5 \times 100 = 0.230 (\%) \dots \dots (7)$$

虽然这是多余的。

由此可见，转动变量 η 当然必须依据它怎样定义而变化。

(5)在本发明里，通过确定上述第(1)至第(4)点中的试验、物理定律等得到的转动准确度 η (%)和与这独立的、为了确保资料存取在该装置里必须的所需转动准确度 η_a (%)之间的关系来制造装置，这样，

$$\eta \leq \eta_a \dots \dots (8)$$

结果，通过简单地设置各参数以满足上述关系，可较容易地满足装置的所需转动准确度，而不必改变电动机的基本结构。

在上述实施例里的转动准确度 η 和所需转动准确度 η_a 分别是 $\eta = 0.652$ 和 $\eta_a = 1.2$ (在本实施例里 $\eta_a = 1.2$ 的理由将在下面说明)，这样， $\eta \leq \eta_a$ 的条件可完全得到满足。

顺便地说，在本发明所述的FDD的情况下，所需转动准确度 η_a 用通过磁头实际读出记录载体上的信息的过程中的ISV(瞬时速度变化)来表示，而它的具体值是4%或更小。ISV表示瞬时最大速度变化，此外，由于该值是通过磁头取得的，它不同于如上面所述的、假定在线性条件下从物理定律得到的、纯粹的转动准确度。

因此，在本发明里，在通过试验取得ISV和所需转动准确度的情况下，可以发现， $ISV = 3.33 \eta_a$ 是适当的。这意味着，当考虑通过磁头出现意想不到的情况时，对于转动准确度 η 和 η_a 的值来说，它们是以重复的正弦波形式呈现出来

的转动变化的结果, 然后 ISV 必须乘以 3.33 这个系数(详细情况可见图 5 中的试验数据)。

从上述可知, 在 FDD 情况下的转动准确度 η (%)可用上述公式(5)中的关系式, 单独地利用电动机的结构参数 T_d 、 n 、 J 和 N 来表示, 产生

5
$$\eta \leq 1.2 \quad \text{其中 } n = 5(\text{rps})$$

图 5 表示试验中的 η 和 ISV 之间的关系。从图 5 可看出, 上述关系表明是适当的。图 5 显示了三种不同的电动机结构(电动机结构 1 到 3), 而且在这个试验中, 不同电动机结构的转动准确度 η 是通过提高惯性 J 和相对不同的惯性矩 J 的值、实际测量 FDD 中的 ISV 得到的。

10 在电动机结构 1 中, $N = 60(\text{steps})$, 而 $T_d = 6.4(\text{g}\cdot\text{cm})$; 在电动机结构 2 中, $N = 96(\text{steps})$, 而 $T_d = 8.8(\text{g}\cdot\text{cm})$, 而在电动机结构 3 中, $N = 96(\text{steps})$, 而 $T_d = 5.5(\text{g}\cdot\text{cm})$ 。此外, 3.5 英寸 FDD 中使用的记录盘的惯性矩大约是 $10(\text{g}\cdot\text{cm})$, 而在本试验中, 它被处理成具有 $10(\text{g}\cdot\text{cm})$ 的值。

接着, 讨论先前所述的转动准确度 η 的最小值, 如果全部转动部分的惯性矩 J 增加, 那么, 从理论上说, 转动准确度 η (和 ISV)可无限地减小。然而, 增加转动部分的惯性矩将使电动机起动时间增加, 而这将在盘驱动方面形成一个问题。因此, 转动准确度 η 和起动时间之间的关系通过试验来测量, 以便确定在一 FDD 的情况下、受起动时间限制的、最小的转动准确度 η 。相应的结果如图 6 所示, 它涉及到电动机结构 3。从图 6 可看到, 满足最大为 480ms 的 FDD 起动时间技
15 术要求的最小的转动准确度 η 是 0.29。因此, 如果在转动准确度 η 里允许有一个界限, 并与上面所述的转动准确度 η 的最大条件一起考虑, 那么, FDD 中的转动准确度 η 的范围是 $0.3 \leq \eta \leq 1.2$ 。

转动准确度的这些值是建立在 480ms 最大起动时间前提的基础上, 因此, 如果, 例如为了在驱动(装置)记录密度方面进一步增加的原因, 转动准确度和起
25 动时间的技术要求有变化, 它们当然也会变化。

因此, 具体的研究是在最小格式的一 3.5 英寸的 FDD 中的基本步进数 $N(\text{steps})$ 的范围内进行的。

如上所述, 基本步进数的最小值由所需的转动准确度的条件确定。另一方面, 其最大值由定子磁轭上分配的极齿的机械加工限制所确定。在一 3.5 英寸 FDD
30 中, 由于记录盘的尺寸, 电动机的最大尺寸是大约 60mm 的直径 D , 由于该装置的厚度, 电动机的高度 “ h ” 最大是 8mm。如果该电动机是一种内转子式, 如本发明使用的, 那么, 从电动机平衡的观点来看, 转子直径是外径的一半、即 30mm 或更小是适当的。另一方面, 在一爪极式步进电动机里, 从理论上说, 当电动机处于磁平衡状态时, 起动转矩应是零, 但实际上, 它比较高, 而且保持在 $T_d =$

5(g·cm)之下是困难的。为了简化,如果直径为 30mm、高“h”为 7.5mm 的转子部分是由包括磁铁的、 $6.5(\text{g}/\text{cm}^3)$ 的圆柱体制成,那么,它的惯量大致将是 $35(\text{g}\cdot\text{cm}^2)$ 。

从先前发现的 $0.3 \leq \eta \leq 1.2$ 的范围内使用这些值,可得出基本步进数 N(steps)是 $48 \leq N \leq 189$ 。如果电动机是两相爪极式步进电动机,那么基本步进数 N 乘以系数 4,因此变成 $48 \leq N \leq 188$ 。最大基本步进数 $N = 188(\text{steps})$ 被认为是最大值,因为它是利用目前冲压技术、在一大约 1mm 厚度的定子磁轭上进行极齿加工的极限。

此外,在转子直径和基本步进数、以及转动准确度之间还有一个关系。可以看到,通过改变转子直径显著地改变先前确定的基本步进数 N 是可能的,但是,如果增加转子直径从转动准确度的观点来看虽然可认为是有利的,因为它能使在定子内分配的步进数增加,然而起动转矩将随直径的增加而成比例地增加,由此降低转动准确度。相反,如果缩小转子直径,惯性矩将显著地降低,同时,能够分配给定子的步进数受到限制,从而使维持转动准确度变得格外地困难。

因此,除非电动机的尺寸因上述情况而被显著改变,不可能通过转子直径大量地改变基本步进数 N。结果,在一供 3.5 英寸 FDD 用的主轴电动机里,基本步进数的范围是 $48 \leq N \leq 188$ 。

上面叙述了一种内转子式电动机,但对于外转子式电动机来说,基本步进数 N 的范围也是相同的。这是因为外转子式电动机(尽管在惯性矩方面是得益的)具有缺点,即由于磁铁的大直径和增加的磁通势引起的磁性饱和的建立将使起动转矩增加,从而抵销了它的效果。因此,不能看出外转子式电动机具有任何固有的、有利的结构条件。图 7 显示了一外转子式电动机结构的例子。与图 2 所示的内转子式电动机相比,外转子式电动机的不同之处只是定子和转子位置正好相反。换句话说,在一外转子式电动机里,定子位于内侧,而一包含磁铁的转子可在它的外侧转动。现对图 7 所示的外转子式电动机的结构作一简单说明,主轴 10 由固定安装在一电动机安装板 18 上的轴承 13 和推力轴承 14 支承,而一毂 11 固定在主轴 10 的上部。一碗形转子磁轭 19 固定在毂 11 上,而一磁铁 12 固定在转子磁轭 19 的内侧面上。此外,在电动机安装板 18 上,线圈 17 卷绕在定子磁轭 15 内部的芯子 16 上,线圈 17 与在转子磁轭 19 内侧的磁铁 12 略微隔开。卡盘机构 8 与转子上表面啮合的位置与图 2 所示的内转子式电动机相同。

下一个因素是起动转矩,从保持高转动准确度的观点来看,由于如上所述它会产生扰动,所以最好应该较低。一种要求特别注意起动转矩的观点认为,它不是由磁性饱和作用(如在外转子式电动机的叙述中所提到的)产生的。这是因为磁性饱和是一种非线性的现象,并且,它不在上述物理定律适用的范围内。在这种

情况下考虑起动转矩，在一外径大致为 60mm、厚度大致为 8mm 的 3.5 英寸 FDD 电动机里， T_d 必须是 $T_d \leq 20(\text{g}\cdot\text{cm})$ 。

5 如上所述，按照本发明，可使用廉价的步进电动机(两相步进电动机特别有效)作为用于信息记录装置(诸如 FDD)的主轴电动机，从而可使记录装置显著地降低成本。此外，由于通过适当地设置电动机步进数、转子惯性和起动转矩、而不需要改变电动机的结构就可方便地获得所需的转动准确度，因此不必增加成本。电动机不需要采用特殊的驱动系统(标准的数字电压驱动就可以了)，这不仅意味着驱动电路本身是廉价的，并且也可使有效的电动机驱动电路组装入一单片微机里，而单片微机安装在该装置里。

10

说明书附图

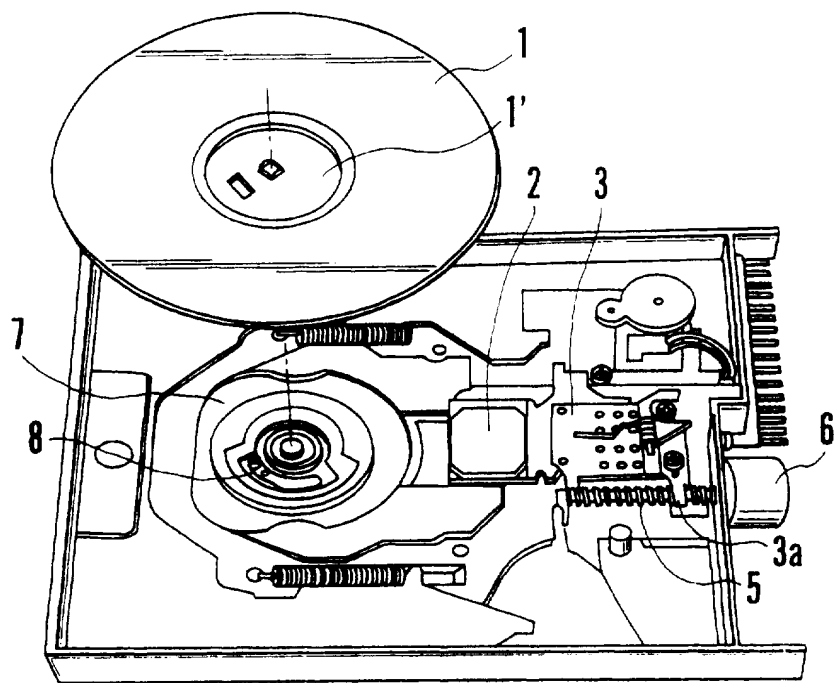


图 1A

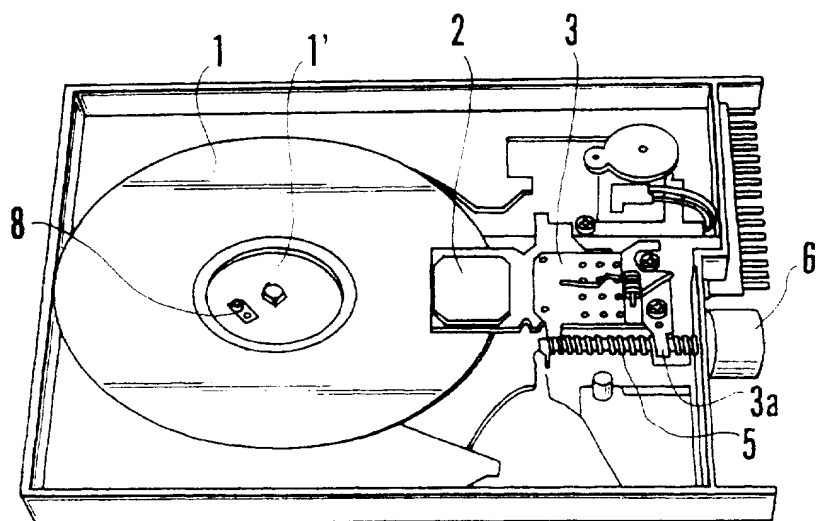


图 1B

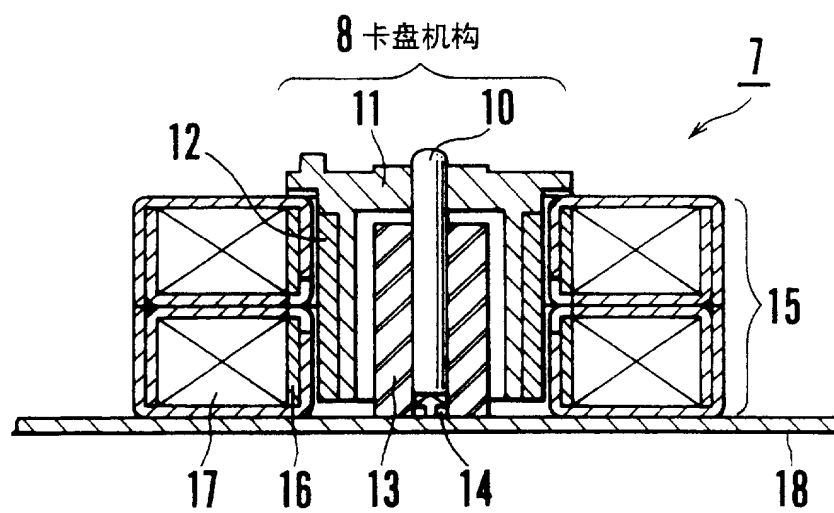


图 2

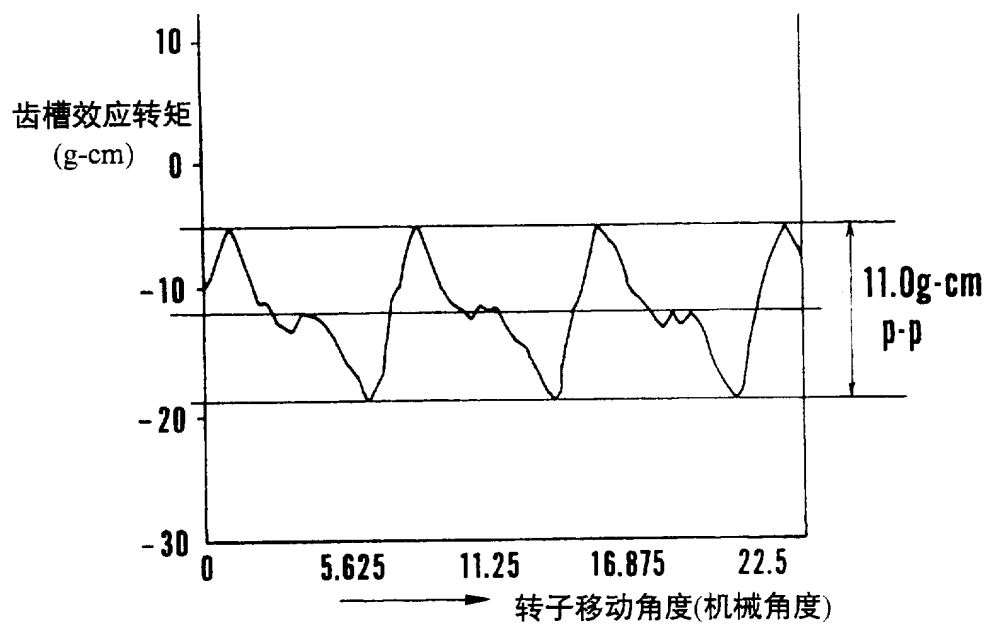


图 3

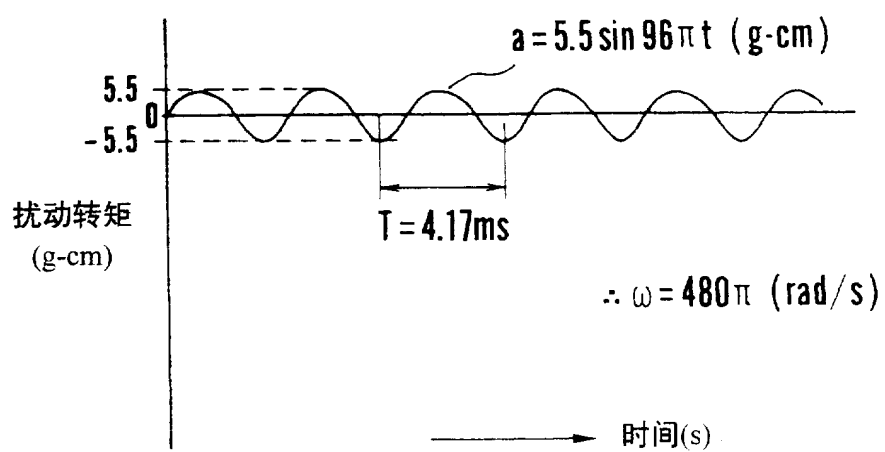


图 4

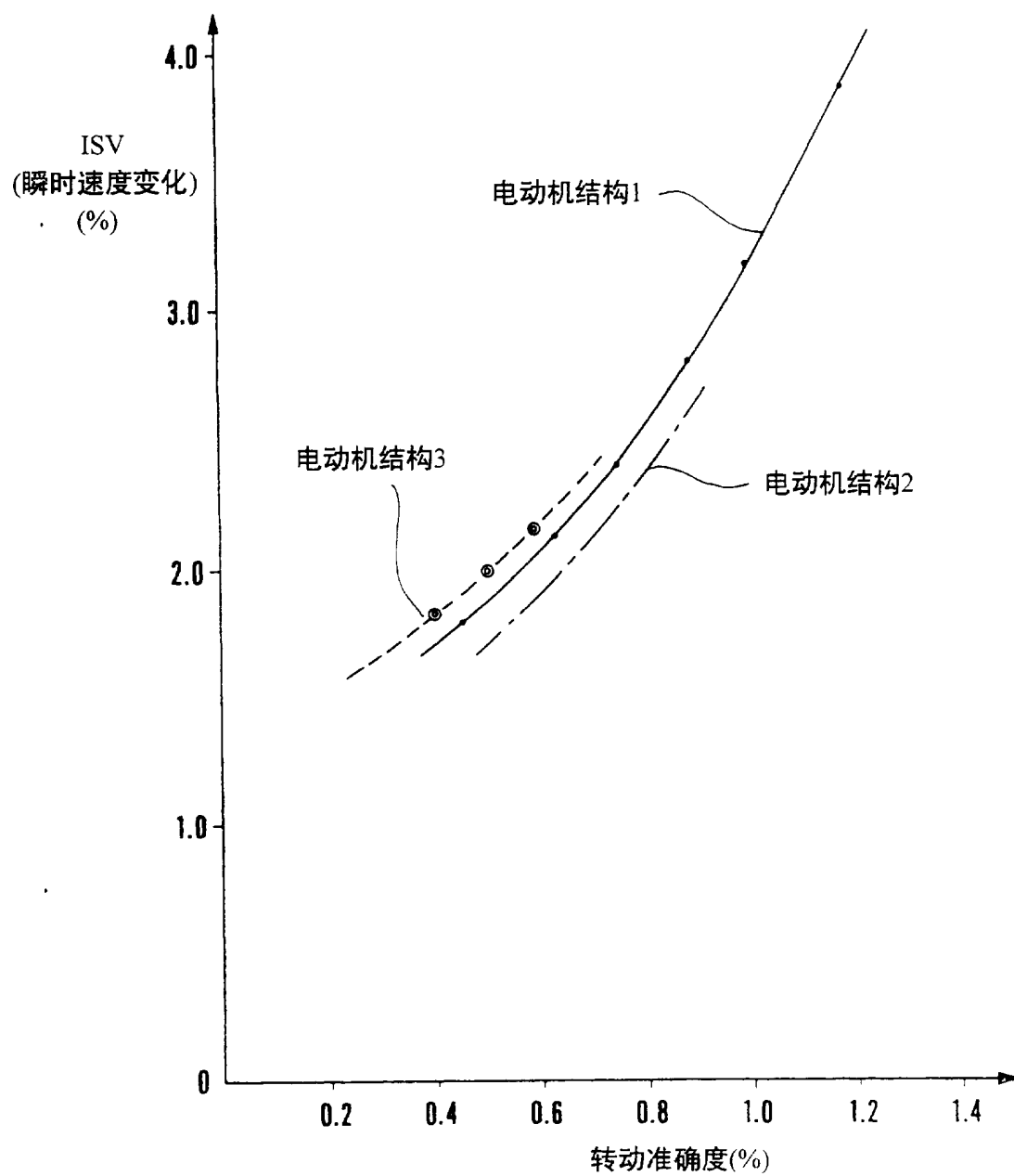


图 5

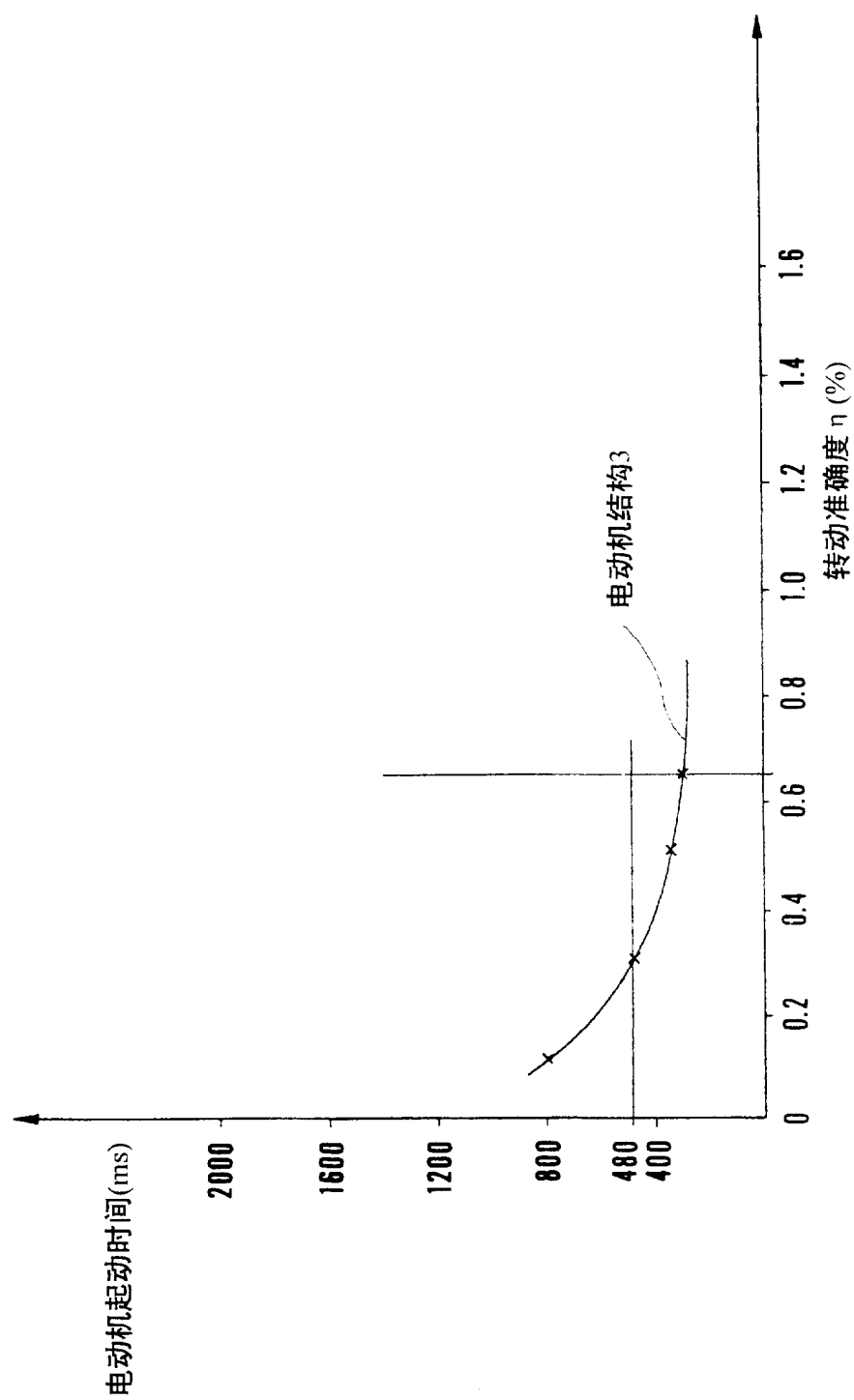


图 6

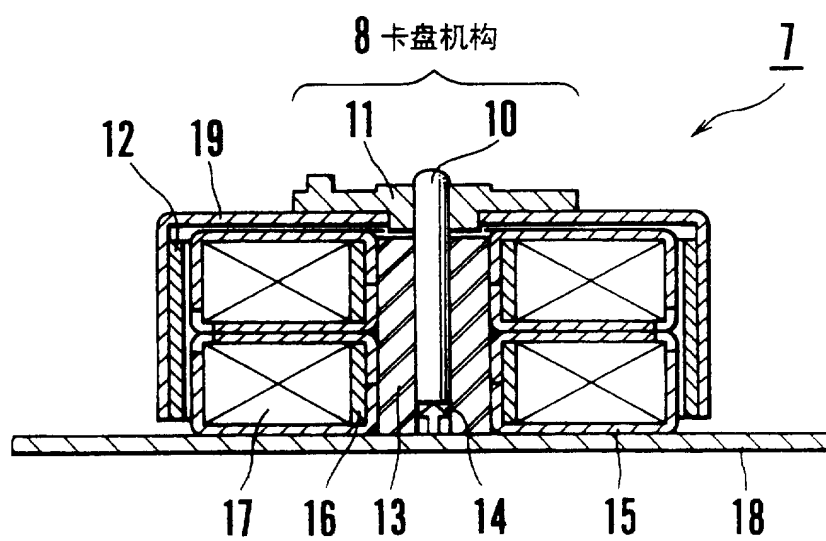


图 7