



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97113532.0

[43]公开日 1998年1月28日

[11] 公开号 CN 1171605A

[22]申请日 97.6.27

[30]优先权

[32]96.6.28 [33]US[31]672672

[32]97.2.19 [33]US[31]803027

[71]申请人 创新礼品公司

地址 美国华盛顿

[72]发明人 艾德华·W·霍尼斯

威廉姆·G·霍尼斯

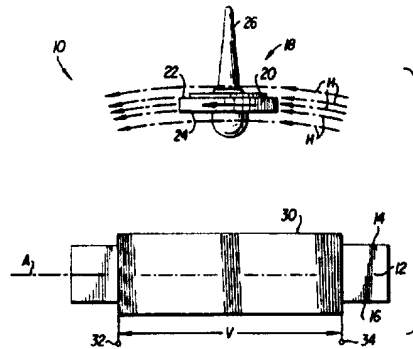
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所
代理人 郑修哲

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 旋转稳定磁悬浮体的电磁驱动方法与装置

[57]摘要

一种使磁悬浮体在时间上无限旋转的电磁驱动装置及方法。诸如带轴的旋转的磁性陀螺之类的物体悬浮于一个基磁体之上，并在旋转的磁性陀螺区域施加一个脉冲磁场的水平部分而使陀螺无限地旋转并悬浮下去。所述脉冲磁场是对位于上述陀螺附近的线圈上加上一脉冲直流电压或者交流电压而产生的。所述线圈为圆桶形或长方形，而且可以有芯。在旋转磁体的轴上松松地套上一个垫圈，从而在施加脉冲磁场时，垫圈可以相对于轴旋转，这样做悬浮的稳定性会提高，持续时间会延长。



权 利 要 求 书

- 1.一种利用磁力使物体悬浮一定时间的系统，它包括：
 - 一个具有第一磁场的第二基磁体；
 - 一个具有第二磁场及旋转轴的第二磁体；
 - 一根供使所述第二磁体绕旋转轴线以某一转速旋转之用的轴，因而所述第二磁体在所述第一基磁体上方旋转时即悬浮于第一基磁体的上方；
 - 一个松松地限定于轴上的垫圈，因而对轴而言可以自由旋转；
 - 产生在第二磁体有一部分的第三磁场的装置；
 - 使第三磁场不受所述第二磁体的影响而以选定的脉冲率产生脉冲的装置。
- 2.按照权利要求 1 的系统，其特征在于产生所述第三磁场的装置至少有一线圈。
- 3.按照权利要求 2 的系统，其特征在于所述线圈置于所述第一基磁体附近。
- 4.按照权利要求 2 的系统，其特征在于所述线圈置于所述第一基磁体和所述第二悬浮磁体之上方。
- 5.按照权利要求 2 的系统，其特征在于所述线圈置于所述第一基磁体和所述第二悬浮磁体的附近，所述线圈大致在第二悬浮磁体的位置上有一轴线。
- 6.按照权利要求 2 的系统，其特征在于所述线圈置于所述第一基磁体和所述第二悬浮磁体的下方。
- 7.按照权利要求 6 的系统，其特征在于所述线圈是扁平的，并在所述扁平线圈内有板材芯。
- 8.按照权利要求 7 的系统，其特征在于所述芯是具有长和宽的铁芯，所述线圈绕于所述芯的宽的方向，大致延展到其整个长度。
- 9.按照权利要求 1 的系统，其特征在于旋转的第二磁体的旋转速率大于第三磁场的脉冲率。
- 10.按照权利要求 9 的系统，其特征还在于旋转的第二磁体的

旋转速率是第三磁场脉冲率的大约 1.25 倍到大约 1.5 倍。

11.按照权利要求 2 的系统,其特征在于所述产生脉冲的装置有一个加于所述至少一个线圈的脉冲直流电压电源。

12.按照权利要求 11 的系统,其特征在于所述电压电源是方形波或半正矢波。

13.按照权利要求 2 的系统,其特征在于所述产生脉冲的装置有一个加于至少一个线圈的交流电源。

14.按照权利要求 1 的系统,其特征在于所述第 3 磁场的所述一部分是水平部分。

15.一种利用磁力使物体悬浮一定时间的方法,它包含以下步骤:

提供一个具有第一磁场的第二基磁体和一个具有第二磁场及用于使第二磁体绕旋转轴线旋转的轴的第二磁体;

把一个垫圈松松地套于所述轴上从而所述垫圈和所述轴之间能相对地旋转;

使所述第二磁体在所述第一基磁体上方以一旋转速率旋转以利用磁力把第二磁体悬浮于第一磁体上方的某一位置;

在第二磁体的位置产生第三磁场;

不受所述第二磁体旋转速率的影响以选定的脉冲率使第三磁场产生脉冲,以保持所述第二磁体旋转并悬浮一定时间。

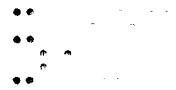
16.按照权利要求 15 的方法,其特征在于所述产生第三磁场的步骤包含至少提供一个靠近所述各磁体的线圈并在所述线圈上加一脉冲直流电压。

17.按照权利要求 15 的方法,其特征在于所述脉冲电压具有方波或半正矢波。

18.按照权利要求 15 的方法,其特征在于它包含增加第三磁场的脉冲率以增加旋转的第二磁体的旋转速率这一步骤。

19.按照权利要求 1 的系统,其特征在于所述第一和第二磁体是用钕铁硼磁体材料制造的。

20.按照权利要求 1 的系统,其特征在于所述垫圈是用非磁性



材料制造的。

说 明 书

旋转稳定磁悬浮体的电磁 驱动方法与装置

本发明涉及旋转稳定磁悬浮装置，更具体地说，它涉及用于以电磁方式保持磁悬浮器件旋转，从而使之永远或在一定时间内稳定并悬浮的方法和装置。

要使一个磁体克服重力悬浮于另一磁体之上，这可以用把上面的（悬浮的）磁体的磁极与下面的（支承的）磁体的磁极相对，两磁体相同的磁极（北极或南极）相邻的办法实现。一个磁体对另一个磁体的这种接近于无摩擦的支承在技术和商业运用上具有很大潜力，在娱乐消遣方面的运用也很有吸引力。遗憾的是磁体并置具有固有的不稳定性，如果要使磁体的垂直上升力有效或者说有用的话，通常必须以机械方法限制侧向翻转运动。然而，无需机械限制的磁悬浮的将种方法与装置已经研制出来了。

有一种方法是使用具有迅速改变磁场的先进自动控制系统的电磁体或具有上述系统的永磁体与电磁体组合，从而防止侧向翻转运动。这是，例如，用于磁悬浮列车和旋转转子分子牵引真空计的一种技术。另一种方法，可以把一永磁体浮（悬浮）于另一个永磁体的磁场内，而不用任何外部的控制装置、电路或机械限制。US 5404062号所说的就是这种悬浮系统。此种系统现在正在生产并以 LEVITRON 作为注册商标在出售。该系统使用一块平的下磁体以磁力支承或悬浮一块比它小的旋转磁体。这种小一些的磁体呈环形，中间安装 1 根非磁性转轴，因而两者结合在一起像一个玩具陀螺。要使此系统工作，首先在下磁体上放一层诸如塑料板之类的非磁性材料。陀螺轻轻地压在塑料板上并以手工的办法或机械装置使之旋转。然后用手把支承着旋转中心的陀螺的塑料板上抬。陀螺离开下磁体一定高度（通常大约 1 - 4 英寸）就会靠两块磁体相互作用的磁场的力上升离开塑料板在空中保持稳定旋转。陀螺会不停地旋转数

分钟，其旋转速度由于空气阻力而逐渐减慢，但当下降到低于保持稳定所需的速度时，陀螺就翻倒落向下磁体。

US 4382245 号说明了另一种简单的磁悬浮系统。该系统使用一块盘形下磁体以磁力支承或悬浮 1 个在其上方同轴旋转的磁性陀螺。据称下磁体的盘形或内凹面产生径向向内的定向磁力线，它与磁性陀螺的旋转效应一起对悬浮系统起稳定作用。这份哈里根专利还透露，陀螺可以用手，用喷气或者旋转的或摇动的磁场或电场推动而旋转。

在该申请人先前的申请中说明了一种延长旋转稳定磁悬浮器件的悬浮时间的方法和装置，例如 US 5404062 号透露的将通常的几分钟延长到许多小时，将别是延至无限期。这是通过对陀螺施加若干诸如空气之类的射流类实现的，其中有一部分对陀螺径向施加，有一部分沿旋转陀螺的圆切线施加。为了保持陀螺旋转，使用一个与一个或若干个小空气泵的出气口相联结的环形导管。该导管把空气分配到若干形成喷气的细长管。导管应置于陀螺悬浮高度的水平向上并使喷气出口或喷嘴围绕于旋转的陀螺的周围。空气喷嘴对面陀螺的水平面，空气射流射向此平面，对陀螺而言，其中分别有对向周边切线方向的和对其旋转轴的。陀螺的周边最好有反应面，例如瓣翼，突出部，粗糙表面等等。这些表面对空气喷嘴喷出的空气射流产生反作用，把空气射流的线性动量转变为陀螺的角动量从而克服空气对陀螺的阻力保持陀螺的转速。

本发明的目的是进一步改进前述延长旋转稳定磁悬浮器件的悬浮时间的方法和装置，利用水平磁场把悬浮的旋转陀螺的悬浮时间从例如 US 5404062 号所述的，一般的几分钟持续时间延长到许多小时，或者，特别是延长到无限期。虽然本发明也许还有这里没有专门说明的其它用途，但本发明的一个主要目的是提高前述旋转稳定磁悬浮器件在教育，娱乐和商业并方面的性能增加其用途，将其使用扩展到许多领域里去。

根据本发明，扁平基磁体的磁场场力线基本上与基磁体的主要平面垂直，而且陀螺磁体的主要磁场的场力线则基本上平行于所述陀螺的旋转轴。在所述陀螺区域有一个磁场的水平部分，并以每秒 15 - 30 次的选定频率或选定频率的倍数（例如每秒 20 或 40 次）产生脉冲。

所述脉冲磁场最好以置于适当位置的一至数个导线线圈产生。所述

适当位置指的是对陀螺的磁体而言，在线圈上加一个脉冲直流电压能在陀螺上产生一个脉冲水平磁场的位置。所述脉冲磁场可在以手或其它方法使陀螺旋转起来之前也可以在其后施加。

为了使系统运转起来，陀螺应置于脉冲频率低于其转速的脉冲磁场的水平部分的影响之下。随着陀螺的转速或旋转速率，由于阻力自然下降，陀螺就与线圈产生的脉冲磁场相匹配。现已发现，转速与频率之比为 1:1 或 1:2 时一般不匹配。例如在前述之 LEVITRON 品牌的悬浮系统中，脉冲磁场的脉冲频率在每秒 21 - 24 次(或其倍数例如每秒 42 - 48)的情况下，陀螺在转速约为每秒 30 周(每分钟 1800 转)时与脉冲磁场匹配，会在此转速下无限旋转或持续一定时间。还发现，如果所述磁场的脉冲频率大于匹配产生时陀螺的某一转速时，除非脉冲频率是匹配时频率的倍数，匹配似乎不可能。换言之，脉冲磁场似乎不能提高陀螺的转速而达成匹配，因此，似乎只有在陀螺的转速下降到与一定脉冲频率或其倍数匹配所需转速时；匹配才出现。然而一旦匹配了，就可能以慢慢提高脉冲频率的办法把陀螺的转速提高到其最高转速。

据认为，上述现象产生的原因如下。每当磁场激发，也就足产生脉冲时，陀螺的磁体就要使自己与线圈的感应磁场的水平部分成一线。当陀螺的转速与脉冲感应磁场匹配或同步时，此种要成一线就会在陀螺上产生绕其旋转轴线旋转的净力或扭力矩。在陀螺与脉冲磁场匹配的时间，脉冲频率与转速之比既随脉冲频率也随陀螺位置上磁场水平部分的强度而变化。现已发现，一般说来，转速大约是最低匹配脉冲频率的 1.25 - 1.5 倍。当然，在最低匹配脉冲频率倍数的情况下，转速与脉冲频率之比要低一些例如转速为最低匹配脉冲频率第一倍数的 0.6 至 0.75 倍。对本发明系统运行的基本原理作了上述解释，除了一致数项权利要求中专门说明的之外，并不限制本发明或其权利要求的范围。

在陀螺部位产生水平部分的磁场可以用许多方法提供。例如可以把导线沿任一水平轴线平列绕于所述基磁体上。也可以把一个或数个线圈置于所述基磁体之上或之下，如果基磁体中央有孔也可置于该孔内，或者置于悬浮的陀螺位置的上方而将其所产生的磁场轴线安排得沿与所在垂线成任一角度的水平轴线方向上。

在本发明的另一实施例里，线圈有一个最好是平板形并具有矩形周边的铁芯。所述线圈最好绕在这个芯板上从而具扁平形而非圆桶形。其优点是线圈和芯的这种形状把芯和线圈的结构高度降到了最低限度，从而可能与基磁体紧密结合。现已发现，此种铁芯大大改善了脉冲磁场在陀螺位置的水平方向性。线圈可以绕于长方形芯板的中间部分，但是最好是绕于全部，从而基本上把芯板包在线圈内。后一种芯与线圈结构与线圈位于板中间部分相比进一步改善了脉冲磁场的水平方向性。

通过本发明书的说明，能在悬浮陀螺的磁体的水平面或其附近的水平面上形成所需的磁场水平部分的其它一至数个线圈或线圈与芯相结合的结构对于本专业的技术人员是明显的。所述线圈（或者根据情况是若干线圈）由于加了一定频率的例如每秒 15 次的直流脉冲电或低频例如 15 - 20 赫的交流电而周期性地励磁或产生磁脉冲。

为了根据本发明的方法把本发明的系统投入运行，要按照 US 5404062 号所说的方法使陀螺悬浮于基磁体之上方。所述线圈或线圈与芯的组合在悬浮时可以用也可以不用脉冲电压激励，虽然最好是用脉冲电压激励。假定线圈或线圈与芯的组合在陀螺旋转起来之前就已激励了，陀螺依靠预定的脉冲频率和手或其它手段给它以初始转速运行，但它的转速会下降直至与水平磁场的脉冲频率匹配并达到对脉冲频率而言基本上为恒转速。此后陀螺就会大致上无限期的旋转下去，除非受到其它干扰的影响，例如温度大幅变化、干扰磁场或机械干扰等等影响。

业已发现，根据本发明的进一步改善，在陀螺的轴上松松地装上了调整重量的一至若干个垫圈从而轴与垫圈间可以相对地旋转及作径向位移时，旋转方式稳定的陀螺的悬浮的稳定性与持续性，可以更加始终如一。各个垫圈中心孔的直径最好稍大于它所套的轴的直径。此外，用于限定垫圈位置的橡胶圈不要紧靠在垫圈上，而是与之稍微离开一些，留出空隙，以便垫圈对轴能作所需之旋转和径方位移。

据信，使用松松地安装垫圈的办法，稳定性和持续性的提高是通过下列作用而获得的。没有脉冲水平磁场时，旋转中的陀螺对基磁体的接近于垂直的磁场作出反应，进行不大的牵动和进动。用于调整重量，使悬浮高度适当的垫圈，位于旋转的磁体上，与其一起平稳地旋转。水平

磁场的每一脉冲都会产生一次短促而强有力的扭力矩，垂直作用于陀螺的磁轴，引起陀螺的章动和进动的动能及重量突然增加。如果重量不稳定，因而绕轴自由运动，这种能量就会有一部分转变为陀螺的旋转功能。对垫圈松松地安装于轴上作用的上述理解的探讨，除了一至数项权利要求中专门说明的之外，并不限制本发明或权利要求的范围。

通过参看下面参照附图对本发明的详细说明，本发明的性质及本发明的上面所说的以及其它目的、优点和特点会更清楚，附图中：

图 1 是本发明为 US 5404062 号所述的那种磁悬浮系统所配的电磁驱动系统的一个实施例的侧视图；

图 2 是本发明的电磁驱动系统的另一实施例的侧视图；

图 3 是本发明的电磁驱动系统又一实施例的侧视图；

图 4 是本发明具有铁芯板外包扁平线圈的电磁驱动系统的另一实施例的透视图；

图 5 是本发明的旋转稳定陀螺的侧视图，用于说明轴上的垫圈及其限定圈的位置；

图 6 是图 5 中的陀螺沿图 5 中的 6 - 6 线切开后的顶视平面图，用于显示轴的直径与垫圈直径之间的关系。

下面的说明讲的是把本发明用于 US 5404062 号的磁性陀螺，旋转起来并悬浮于基磁体上方后是如何保持其旋转的。陀螺的旋转和悬浮过程可以参照附图 1 概述如下。整个系统在图中总的以标号 10 注记。系统 10 包含一块基磁体 12。基磁体 12 的周边可以是多角形，方形或圆形的，中央有一个圆孔（未显示）。该磁体 12 分别有上、下平面 14， 16，而磁极方向则与这两个平面垂直。陀螺 18 包含一个盘形磁体或者平环形磁体 20，其磁极的方向与基磁体 12 相反，垂直于上、下平面 22， 24。非磁性轴 26 穿过环形磁体 20 中央的孔（未显示），用于以手使陀螺绕 1 垂直轴线旋转。但是应该了解也可以不用手而以其它手段使陀螺旋转，如果磁体 20 是盘形的，轴可以沿盘的轴线固定于磁体表面上。

根据本发明，以磁力线 H 显示的磁场的水平组成部分是由绕于基磁体 12 的导线线圈 30 产生的。线圈 30 有两个终端 32 和 34，可在其上加上 1 个电压。在终端 32、34 上加上 1 个脉冲直流电压 V 例如矩形波或

半正矢波（或者低频交流电流）时就会沿线圈 30 的线轴线 A 产生脉冲磁场。这种磁场在环形磁体 20 区域有一个以部分磁力线 H 表示的一个水平部分。陀螺 18 的转速在旋转的过程中因阻力而下降最终使陀螺与磁场的脉冲水平部分 H 匹配。在此之后，只要还施加脉冲磁场，此脉冲磁场就会基本上保持陀螺以恒速一直旋转下去或者持续一定时间。

图 2 显示的是本发明的系统的另一实施例，总的以标号 40 标示。在系统 40 中，基磁体 42 用于悬浮旋转中的陀螺 44。直径很大的线圈 46（仅一部分示出）以其中轴线 B 置于放置的陀螺 44 悬浮高度或接近这一高度的水平面上。线圈 46 有两个终端 48 和 50，其上可加上一个脉冲直流电压 V（或者交流电流）以便产生以磁力线 F 表示的脉冲磁场。磁场 F 在陀螺 44 的部位有一个水平部分，如上所述，可以保持陀螺以恒速一直旋转下去或者持续一定时间。

图 3 显示的是本发明之系统的又一实施例，总体以标号 60 注记。系统 60 包含一块基磁体 62，该磁体用于悬浮旋转中的陀螺 64。线圈 66 置于陀螺 64 的上方，其轴线 C 在一水平面内。线圈 66 有两个终端 68 和 70，可以在其上加一脉冲直流电压 V，以产生以磁力线 G 所表示的脉冲磁场。磁场 F 在陀螺 64 的部位有一个水平部分，它可以上述方式基本保持陀螺以恒速不断旋转下去，或者旋转一定时间。

脉冲直流电压可以用于本发明的所有实施例中，它可以用例如接在此行业同仁都了解的一般脉冲发电机/放大器电路上的 9 伏晶体管蓄电池组提供直流电压的方法而产生。一般的交流电发电机也可以用于提供脉冲磁场。业已发现脉冲直流电压波形或者交流电压波形的形状对本发明的运行没有危险。

图 4 显示的是本发明的再一实施例，它包括一个不断产生悬浮与旋转的磁体系统，其总体以标号 80 注记。系统 80 有 1 块基磁体 82，该磁体的周边可以是方形的也可以是圆形的，中央有一个圆孔（未显示）。磁体 82 有上下平面 84 和 86，磁体的磁极方向与这两个平面垂直。陀螺 88 有一个平环形磁体 90，其磁极方向与基磁体 82 的磁极方向相反与其自身的上、下平面 92 和 94 垂直。有一个非磁性轴 96 贯穿于环磁体 90 中央的孔（未显示），用于以手使陀螺绕垂直轴线旋转。轴 96 上安装了

一个垫圈 98，并以橡胶限定圈或 O 形圈 100 固定。垫圈 98，用于调整陀螺的重量，已经查明，重量对于取得最佳悬浮状态是非常必要的，这在 U 要 5404062 号中有更详细的说明。

在基磁体 82 的下面，几乎在其同一平面上放置带铁芯 104 的线圈 102，铁芯最好为正方形或长方形的铁板，虽然其它形状的也可以。线圈 102 的形状与图 2 中显示的圆桶形线圈 46 相对比，则是长方形的或基本上是扁平形的，可以用导线沿铁芯 104 的宽度 W 一圈一圈并列绕制而成。现已发现线圈 102 延展到铁芯 104 的从头到尾整个长度 L 是有利的。据认为线圈铁芯组合的此种结构提高了脉冲磁场在旋转的磁体 88 所处位置上的水平方向性和强度，从而也提高了系统的悬浮性能。此外，线圈基本上呈扁平形还可以使容纳图 4 的系统所需之垂直高度降至最低限度。

其它结构的线圈或线圈与铁芯组合也可用于在旋转中的陀螺的部位产生所需之脉冲水平磁场。鉴于本说明的论述，这些结构对于本专业的一般技术人员而论是非常明白的。由本发明看来，对旋转磁体外的水平磁场轴的角方向或方位角，很明显，没有严格要求，可以自由选择。换言之，例如图 4 中线圈铁芯组合的轴线对旋转中陀螺垂直轴线可取任一方位角。而且在本发明的范围内，可以设想，旋转磁体部位的脉冲水平磁场的变化不必由电压在 0 与正或负之间的变化而引起，也可以是由两个不同的正压或负压引起的。

产生水平磁场的线圈所加的电压的强度和脉冲宽度不等，决定于许多因素，诸如线圈的位置，匝数，线的粗细，基磁体和陀螺的环形磁体的具体型号和尺小，线圈有没有铁芯等等。已经查明，根据本说明的论述调整电压的高低和脉冲宽度以使旋转陀螺总是处于悬浮状态是不难实现的。

现在请参看图 5 和图 6，这里显示了 1 个与上面所说的陀螺 18 和 88 相似的陀螺 110。陀螺 110 由具有上、下平面 114，116 的平环形或盘形磁体 112 形成。在环形磁体中央的孔内贯穿一根非磁性轴 118 并以任一适当的方法例如粘合，压配合予以固定。如以图 5 中可以看到的那样，轴 118 的下部 120 的直径比其上部 122 的直径大，因而形成了肩部



124，环形磁体 112 即置于比肩部上。这种结构是许多将磁体支承于轴的可能结构中的一种。如果是盘形磁体，轴的 120 和 122 两部分可以粘接于磁体表面的旋转轴线处。

如前所述，为了悬浮取得最佳性能，在轴 118 上放置垫圈 126 以调整重量并以橡胶限定圈或 O 形环 128 或其它适当的方式予以固定。垫圈 126 用非磁性材料例如黄铜、紫铜，非磁性不锈钢合金或其它非磁性材料制造。正如图 6 中最为清楚地看出来的那样，垫圈 126 的中心孔 130 的直径略大于它所套的轴 118 上部 122 的直径。在图 6，两者的直径之差以 Δd 给出，但不一定合乎比例。图 5 显示垫圈 126 通过 O 形环固定在轴 118 上，但由于有足够的间隙 C，O 形环并不妨碍垫圈相对于轴上部 122 和磁体 112 作旋转和径向位移。

我们还惊奇地发现，对陀螺的垫圈、轴和 O 形环等三个部件作上述安排，大大地提高了稳定性，因而在当本说明书所述之脉冲磁场之一结合使用时会延长旋转中的陀螺的悬浮时间。据频闪观测，垫圈 126 的旋转稍快于陀螺，垫圈还如图 6 中虚线所给的那样对轴 118 以摆动或沿轨道作径向滑动，垫圈的摆动还伴有它摆动发出的震动声。把 O 形环下推而间隙 C 消失，使垫圈不能绕轴作摆动时，旋转中的陀螺的稳定性就下降。

使用上述结构，稳定性就会提高，悬浮时间就会延长的原因，尚不了解。然而，已经证明，使用具有下列规格的 LEVITRON 品牌的陀螺和垫圈的结构。可以与例如图 4 所示的线圈结构提供的脉冲磁场一起使悬浮事实上保持下去。

陀螺重量	14.5 克 (不含垫圈)
垫圈重量	3 克
轴直径 (垫圈处)	6.32 厘米
垫圈孔径	6.70 厘米

但是应该了解，上述重量和尺寸只是本发明的一例，不具限制性。

还已发现，制造本发明磁体的特别优越的磁性材料是例如 US 5213703 号所述的那种钕铁硼磁体。

在本发明的许多可能用途中，有一种把陀螺做成球体或行星例如地



球，在此种应用中球体以恒转速悬浮于一个隐藏的基磁体之上，并使用频闪灯以略低于球体转速的频率对旋转的球体照明。作此种处理的效果是球体似乎以比较慢的转速在旋转。使用数盏频闪灯，效果会大大增强。还可以以上述方式展示其它的旋转构体例如舞剧女演员或者其它任何有生命的或无生命的旋转物体都可望看到这些物体以低速明显旋转地悬浮着或无明显旋转地悬浮着。

虽然本说明书专门叙述了本发明的某些最佳实施例，但是本专业的技术人员都会很清楚，本说明书所述的各实施例均可在不脱离本发明的精神和范围的情况下作出各种变化和修改。因此，我们认为本发明只受所附权利要求书要求的范围和有关法规的限制。

说明书附图

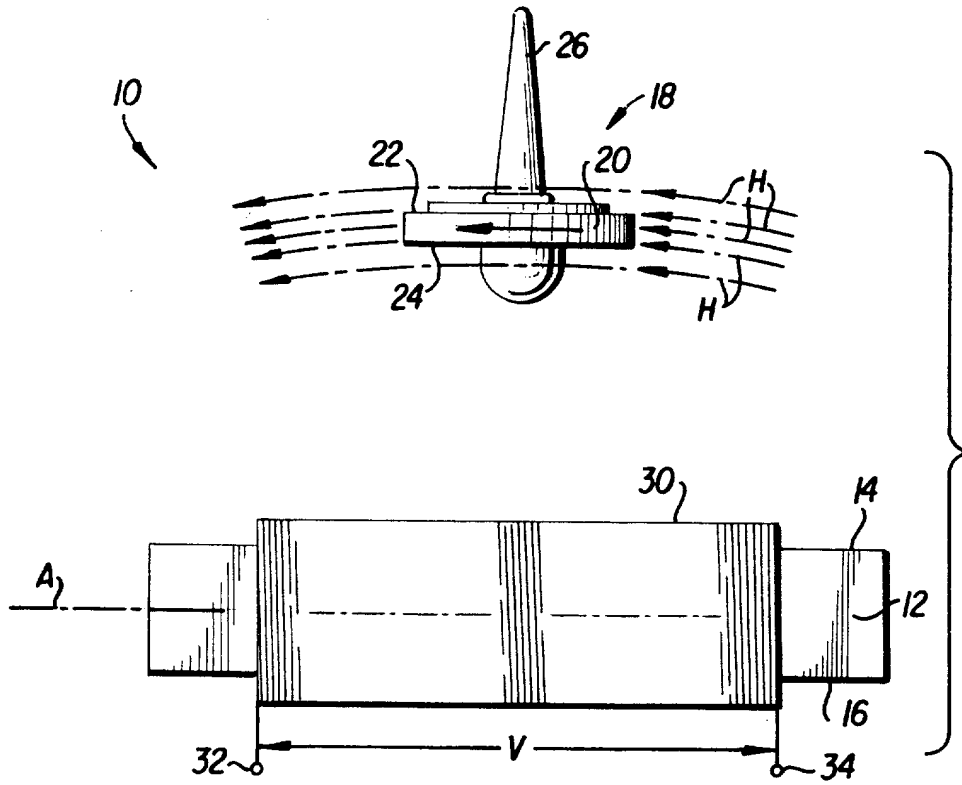


图 1

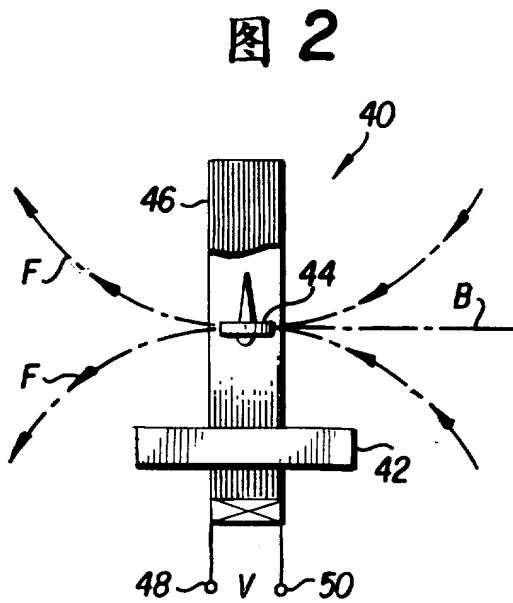


图 2

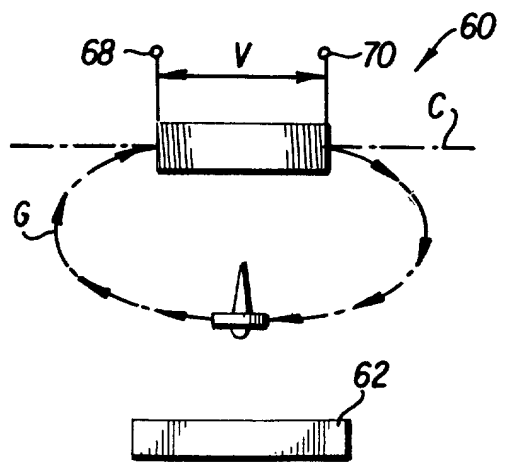


图 3

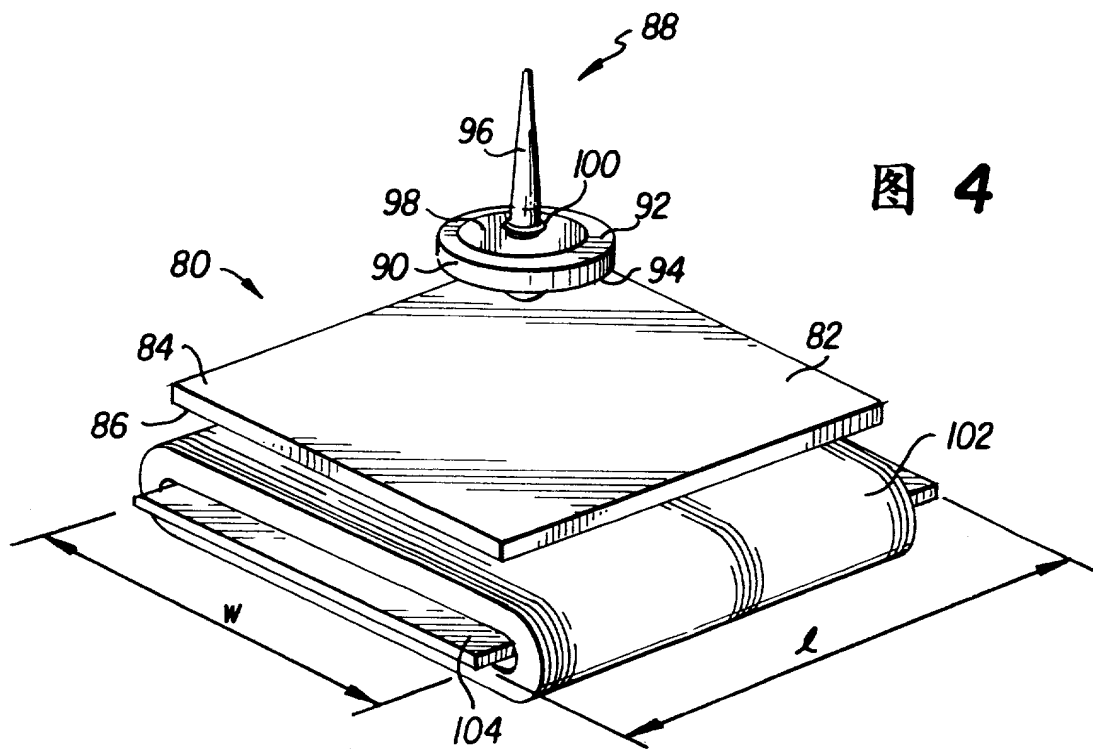


图 4

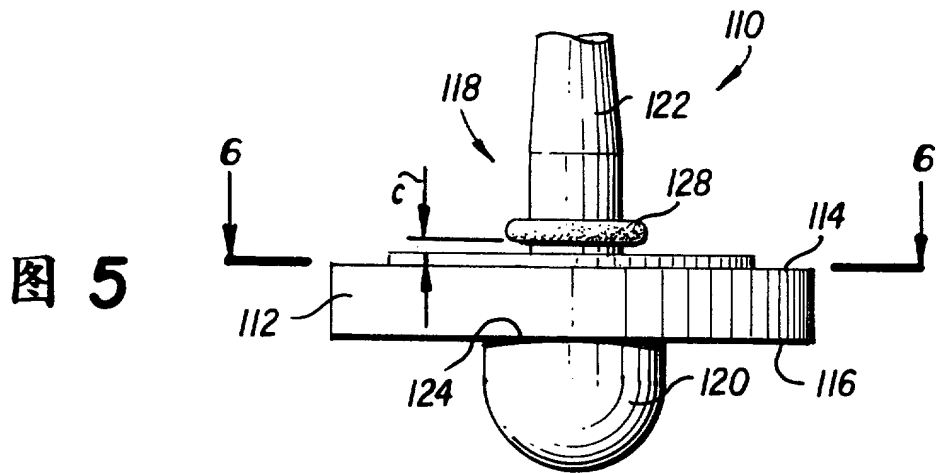


图 5

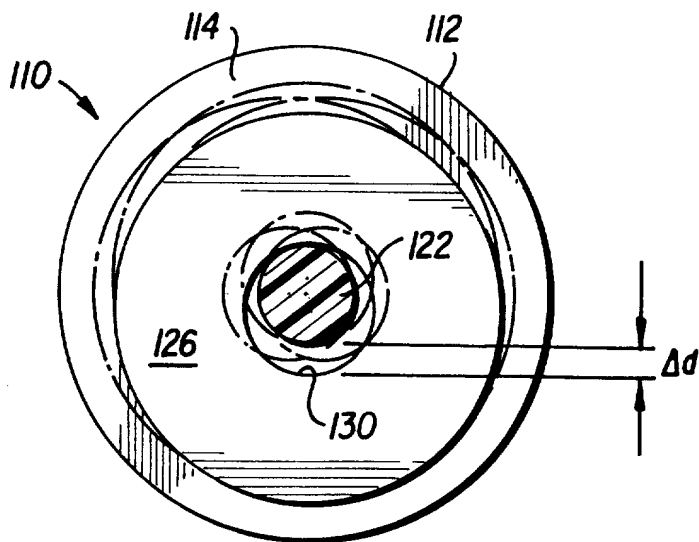


图 6