

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190052.8

[45] 授权公告日 2002年3月27日

[11] 授权公告号 CN 1081830C

[22] 申请日 1995.1.5 [24] 颁证日 2002.3.27

[21] 申请号 95190052.8

[30] 优先权

[32] 1994.2.17 [33] US [31] 08/197,845

[86] 国际申请 PCT/US94/13781 1995.1.5

[87] 国际公布 WO95/22829 英 1995.8.24

[85] 进入国家阶段日期 1995.9.26

[73] 专利权人 创新礼品公司

地址 美国华盛顿

[72] 发明人 爱德华·W·霍尼斯

威廉姆·G·霍尼斯

[56] 参考文献

CN 2036959U	1989. 5. 3	D01H7/04
SU 4382245	1983. 5. 3	H01F7/02
US 2323837		1943. 7. 6 _

审查员 崔伯雄

[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

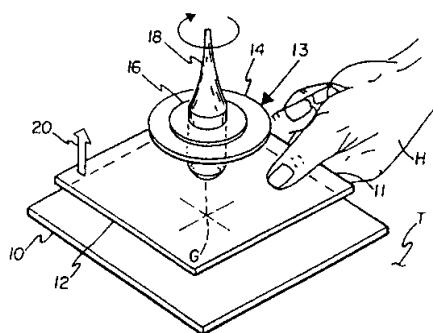
代理人 郑修哲

权利要求书3页 说明书11页 附图页数6页

[54] 发明名称 磁性悬浮装置和方法

[57] 摘要

公开了不用机械约束元件悬浮一个磁铁的一种磁浮装置和方法。这种悬浮装置包含具有多边形周边,最好是正方形,和垂直磁化的基本是平面的上表面的一个第一磁铁以及具有使其旋转或自转机构的一个第二磁铁。第二磁铁在置于第一磁铁上表面的升降板上旋转或自转,磁铁同性磁极取向相互对置。当升降板在第一磁铁上提升时,自转的第二磁铁悬浮在第一磁铁和升降板之上,从第一和第二磁铁之间拆去升降板。第二磁铁重量可以变化以改变第二磁铁在第一磁铁之上的悬浮高度。



ISSN 1008-4274

# 权 利 要 求 书

---

## 1. 一个悬浮装置包含:

具有一个第一轴和一个平面的第一表面的第一磁铁, 上述第一磁铁被与第一表面垂直, 并与上述第一轴平行的方向磁化, 使上述第一表面有第一磁极极性;

具有一个第二轴和一个第二表面的第二磁铁, 上述第二磁铁被与上述第二表面垂直, 并平行于上述第二轴的方向磁化, 使上述第二表面有与第一磁铁第一表面有相同的磁极极性;

绕第二轴转动上述第二磁铁的机构,

其特征在于当上述第二磁铁绕第二轴旋转并垂直置于上述第一磁铁之上其第一和第二表面相互对置和第一轴和第二轴对齐时, 上述第二磁铁只借助第一磁铁和第二磁铁的磁力悬浮在上述第一磁铁之上。

2. 按照权利要求 1 所述的悬浮装置, 其特征在于上述第一磁铁的周边是一个正方形。

3. 按照权利要求 1 所述的悬浮装置, 其特征在于上述第一和第二磁铁包含陶瓷磁体。

4. 按照权利要求 1 所述的悬浮装置, 其特征在于上述第二磁铁包含具有中心孔的一个环形磁铁, 第二表面基本上是平面, 上述旋转机构包含固定在上述中心孔的一个纺锤形心轴。

5. 按照权利要求 4 所述的悬浮装置, 其特征在于包括改变上述第二磁铁重量以改变上述第二磁铁悬浮在第一磁铁上面的高度的



机构。

6.按照权利要求 5 所述的悬浮装置,其特征在于上述重量改变机构至少包含用于固定到上述纺锤心轴的一个中心孔。

7.按照权利要求 6 所述的悬浮装置,其特征在于上述垫片和上述纺锤形心轴由非磁性材料制造。

8.按照权利要求 1 所述的悬浮装置,其特征在于包括一个由非磁性材料制造的升降板。

9.按照权利要求 1 所述的悬浮装置,其特征在于上述第一和第二磁铁是永久磁铁。

10.按照权利要求 1 所述的悬浮装置,其特征在于包括通过上述第一磁铁几何中心配置的一个孔。

11.按照权利要求 1 所述的悬浮装置,其特征在于包括具有第三表面、其位置靠近第一磁铁几何中心的一个第三磁铁,上述第三磁铁与上述第三表面垂直方向磁化,使第三表面的磁极极性与第一磁铁第一表面磁极极性相反。

12.按照权利要求 11 所述的悬浮装置,其特征在于上述第三磁铁是一个电磁铁。

13.按照权利要求 11 所述的悬浮装置,其特征在于上述第三磁铁是一个永久磁铁。

14.按照权利要求 1 所述的悬浮装置,其特征在于第一磁铁是一个电磁铁。

15.悬浮一个磁铁的一种方法,包括如下步骤:

在水平面上支撑具有第一轴和一个上表面的第一磁铁,上述第一磁铁垂直磁化到上述上表面,并平行于上述第一轴,使上述

上表面有一个磁极极性；

把一个非磁性升降板置于第一磁铁上表面上面；把具有第二轴和一个下表面的第二磁铁置于升降板上表面，上述第二磁铁与上述下表面垂直，并平行上述第二轴的方向磁化，使上述下表面与第一磁铁上表面有相同的磁极极性；

当第二磁铁在升降板上时，绕第二轴线使第二磁铁自转；自转的第二磁铁的第二轴与第一磁铁第一轴基本对准；

从第一磁铁上垂直向上提升升降板直至上述自转的第二磁铁悬浮在升降板和第一磁铁上表面之上，此时，上述第二磁铁只借助第一磁铁和第二磁铁的磁力悬浮在上述第一磁铁上；

从第一和第二磁铁之间拆去升降板。

16.按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于上述自转步骤包含手工转动上述第二磁铁。

17.按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于上述提升步骤包含手工提升上述升降板，上述拆去步骤包含手工拆去上述升降板。

18.按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于上述第一磁铁有一多边形周边和上述上表面基本上是平面。

19.按照权利要求 18 所述的方法，其特征在于多边形周边是正方形。

20.按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于包括在第一磁铁几何中心附近放置第三磁铁的步骤，上述第三磁铁磁极取向与上述第一磁铁磁极取向相反。

# 说 明 书

---

## 磁性悬浮装置和方法

本发明涉及悬浮装置和方法，特别涉及一种永久磁铁不用机械约束或支撑在另一磁铁(永久磁铁或电磁铁)产生的磁场中的漂浮或悬吊。

磁铁，包括永久磁铁和电磁铁，在实用和娱乐装置中得到广泛应用。磁铁的极取名为北极和南极，北极是在地球磁场中指向北的极，即磁铁的指北端。当然，众所周知，同性的极，如两个北极，相互排斥，异性极，即一个北极和一个南极，相互吸引。

这种现象已用于把一个磁铁悬浮在另一磁铁之上，并提供大幅度降低摩擦的可能性。例如，磁性悬浮列车就是这个现象的一个实际应用。然而，在这类悬浮应用中，要求有非常复杂的控制装置来控制电磁铁的磁场以克服两类磁极排斥力固有的不稳定性。在一个简单的悬浮系统中，试图把第一永久磁铁的一个极悬浮在第二永久磁铁一个同类极之上，这个系统的固有稳定性导致第一磁铁翻转，以致于异性极吸引，聚集成一种稳定结构。

已经设计出了许多简单的悬浮系统，利用专门形状的永久磁铁的安排以减少磁铁悬浮的不稳定性，例如，授与尼尔(Neal)的美国专利US No. 2323837中，公布了一个磁铁系统，其基底磁铁包含一个圆盘，在这个圆盘中，多个第一圆柱磁铁绕圆盘轴线呈圆形配置。一个上磁铁件包含一个球截体，在这个球截体中，多个第二圆柱

磁铁以比基底磁铁圆形配置的直径较小的直径呈圆形配置。多个第一圆柱磁铁配置有同性(北极)磁极,纵轴垂直向上或稍向圆盘轴线倾斜。多个第二圆柱磁铁配置同性(北极)磁极,纵轴垂直向下或以与多个第一圆形磁铁相同倾斜度倾斜。据说基底磁铁的这种配置产生一个反向磁场锥,它环绕在上磁铁相同极性较小直径磁场周围,因此说稳定了这个悬浮系统。

赫里根(*Harrigan*)的美国专利 *US No. 4382245* 公开了另一个简单的磁性悬浮系统,利用一个碟形下磁铁磁力支撑或悬浮在下磁铁上面共轴自转的一个磁陀螺。据认为这个下磁铁的碟形或凹形表面产生径向向内的磁力线,并在磁陀螺旋转的陀螺效应共同作用下,提供了该悬浮系统的稳定性。赫里根(*Harrigan*)的专利公开了另一个实施例,据认为是凹曲的下磁铁表面与一个非磁质量引起的摆动效应的综合作用提供了稳定性,这个非磁质量支持在穿过下磁铁中心孔的上磁铁延伸臂上并处于下磁铁之下。还公开了一些其他实施例,在这些实施例中,下磁场不是由碟形磁铁提供,而是由类似于上述尼尔(*Neal*)的专利配置的多个圆柱磁铁提供。



中国实用新型专利申请公告号：CN2036959U 公开了一种纺纱机悬浮锭子，包括一个上磁体，一个下磁体，利用磁斥力使包括上磁体的上磁座件、转轴和传动轮组成的旋转组合件呈悬浮状态。但是这样磁悬浮装置中上、下磁体分别限定在上、下磁座中限制其水平方向的运动。

本发明的目的是提供一种没有任何机械或非磁性的连接限制或支承或任何磁性限制或支承，而只依靠第一磁铁和第二磁铁提供的磁力形成的磁性悬浮装置和方法。

为实现本发明的上述目的，本发明提供了一个悬浮装置包含：具有一个第一轴和一个平面的第一表面的第一磁铁，上述第一磁铁被与第一表面垂直，并与上述第一轴平行的方向磁化，使上述第一表面有第一磁极极性；具有一个第二轴和一个第二表面的第二磁铁，上述第二磁铁被与上述第二表面垂直，并平行于上述第二轴的方向磁化，使上述第二表面有与第一磁铁第一表面有相同的磁极极性；绕第二轴转动上述第二磁铁的机构，其特征在于当上述第二磁铁绕第二轴旋转并垂直置于上述第一磁铁之上其第一和第二表面相互对置和第一轴和第二轴对齐时，上述第二磁铁只借助第一磁铁和第二磁铁的磁力悬浮在上述第一磁铁之上。

为实现本发明的上述目的，本发明还提供了悬浮一个磁铁的一种方法，包括如下步骤：在水平面上支撑具有第一轴和一个上表面的第一磁铁，上述第一磁铁垂直磁化到上述上表面，并平行于上述第一轴，使上述上表面有一个磁极极性；把一个非磁性升降板置于第一磁铁上表面上面；把具有第二轴和一个下表面的第二磁铁置于升降板上表面，上述第二磁铁与上述下表面垂直，并平

行上述第二轴的方向磁化，使上述下表面与第一磁铁上表面有相同的磁极极性；当第二磁铁在升降板上时，绕第二轴线使第二磁铁自转；自转的第二磁铁的第二轴与第一磁铁第一轴基本对准；从第一磁铁上垂直向上提升升降板直至上述自转的第二磁铁悬浮在升降板和第一磁铁上表面之上，此时，上述第二磁铁只借助第一磁铁和第二磁铁的磁力悬浮在上述第一磁铁上；从第一和第二磁铁之间拆去升降板。

本发明涉及利用以前未知的在一个均匀磁化表面之上的磁场特征，并结合被悬浮磁铁的旋转运动实现一个磁铁在另一个磁铁之上的稳定、无约束悬浮的一种磁性悬浮装置。虽然本发明的这种磁性悬浮装置可以有不在这里专门叙述的其他应用，但它打算提供易于低成本制造的，能用最少指令简单、可靠和反复操作的一种教学或娱乐装置。

这里叙述的本发明使用一种均匀磁化平面或基本是平面的磁铁基底，在它们的上面漂起或悬浮包含有一个平面环形磁铁，一个非磁

的纺锤形心轴以及一个或几个非磁垫圈形配重的一个自转磁陀螺。基底磁铁和陀螺磁铁最好是在与其水平面或平面表面垂直方向磁极化的板材，它们的磁场反向配置。用这种方式磁化的板材称为磁壳。一个磁壳的磁场强度  $S$  定义为它的每个单位表面积的磁矩，即每个单位面积上的单位磁极数乘以磁壳厚度。一个均匀磁壳的磁场与绕磁壳周边流过的电流所产生的磁场相同，电流强度  $i$  在数值上与磁壳的磁场强度  $S$  相同，其单位为安培。相同均匀强度与相同外周边的所有磁壳在外侧所有的点都导致相同的磁场。换句话说，磁壳表面的剖面 and 形状并不重要。基底磁铁的表面由凹面代替平面，则不能在基底磁铁的上方提供一个磁集中力。

以前未知的在一个磁壳上面的磁场的特征是磁壳外周边形状影响使用该磁壳的悬浮系统的稳定性。具有多边形周边（特别是矩形和正方形周边）的磁壳在其磁壳表面以上几厘米处和沿这个多边形对角线存在一个区域，这里的磁场梯度可以在处于该区域的一个磁偶极上产生升力和集中力。其他非多边形形状的，如圆形、椭圆形等，则不出现存在升力和集中力的一个区域。

本发明上述的和其他的优点及特点在下文将更加清楚，参考下面关于本发明的详细叙述，所附的权利要求书及附图中的几个图可以更清楚地了解本发明的特点。

图 1 图示说明长度为  $l$  的一个磁偶极  $+m, -m$ ，以及用于确定这个磁偶极周围磁场中一个点  $P$  的位置的坐标  $r$  和  $\theta$ 。

图 2 图示说明具有靠近磁场对称线的一个磁偶极  $+m, -m$  的环电流回路的磁场。

图 3 表明，随离正方形对角线磁铁中心轴距离 ( $h$ ) 的增加，在边

长 10cm 正方形永久磁铁上面的磁场的垂直分量 ( $H_z$ ) 对距离 ( $Z$ ) 的垂直梯度 ( $dH_z/dZ$ ) 的计算值。

图 4 表明, 随离正方形对角线磁铁中心轴距离 ( $h$ ) 的增加, 在边长为 10cm 正方形永久磁铁上面的磁场的水平分量 ( $H_x$ ) 对距离 ( $Z$ ) 的垂直梯度 ( $dH_x/dZ$ ) 的计算值。

图 5—9 是表明本发明的磁性悬浮装置的一个实施例及操作本发明装置的方法步骤的一个透视图。

图 10 是本发明的磁性悬浮装置其他实施例的一个透视图。

图 11 是本发明的磁性悬浮装置其他实施例的一个透视图。

虽然不是用来限定本发明, 但下面的操作说明有助于了解本发明。首先参考图 1, 经图示说明了具有一个北极 ( $+m$ ) 和一个南极 ( $-m$ ) 长度为  $l$  的一个磁偶极 2。磁偶极 2 有一个磁矩  $M$ , 其数值等于乘积  $ml$ 。磁矩  $M$  是一个沿磁偶极 2、方向从  $-m$  到  $+m$  的矢量。环绕磁偶极的磁场由下面的方程式给定:

$$H_r = 2M \cos \theta / r^3 \quad (1)$$

$$H_\theta = M \sin \theta / r^3 \quad (2)$$

式中  $M$  是磁偶极磁矩;  $r$  和  $\theta$  限定空间点  $P$  相对于用以测量该磁场的磁偶极的位置;  $H_r$  和  $H_\theta$  是沿  $r$  增加和  $\theta$  增加方向的磁场的分量, 单位为高斯 (*gauss*)。

上述方程 (1) 和 (2) 也确定了由一个环电流回路产生的磁场,  $M$  是回路电流  $i$  和回路面积  $A$  的乘积, 称为这个电流回路的磁矩。

不采取某种形式的机械约束保持被悬浮磁铁的稳定, 即防止它侧滑和翻转, 是很难实现一个永久磁铁在另一永久磁铁这上悬浮的。这种情况示于图 2。一个环电流回路  $i$  处于  $x-y$  平面。电流产生

的磁场由沿回路  $i$  的一个直径发出的若干磁场线表示。(按惯例, 磁场方向是磁场施加在北极 (+) 上的力的方向)。磁场线随电流回路  $i$  之上的高度增加而发散(即磁场变弱)。磁偶极  $2(+m, -m)$  位于接近磁场对称轴, 与垂直方向倾斜一个  $\alpha$  角。磁场在  $+m$  极引起一个上升力, 在  $-m$  极引起一个下降力。这些力产生一个扭矩使磁偶极趋于顺时针方向旋转。扭矩  $T$  约为:

$$T = Hz \quad m \sin \alpha = Hz \quad M \sin \alpha \quad (3)$$

注意: 这个扭矩随角度  $\alpha$  增加而增加。在图示位置这个磁偶极是不稳定的, 将翻转, 使南极 ( $-m$ ) 向下实现一种稳定结构。当按图示取向时, 磁偶极  $2$  也承受一个净的上升力, 因为在向上降低的磁场中,  $+m$  极上的上升力大于  $-m$  极上的下降力。净的上升力由下式给定:

$$F_z = M \quad \cos \alpha \quad dHz/dZ \quad (4)$$

在  $x$  方向也有一个净侧向力, 按下式给定:

$$F_x = M \quad \sin \alpha \quad dH_x/dZ \quad (5)$$

如果  $H_x$  随  $Z$  增加, 则净侧向力将指向磁场轴线, 即存在一个集中力使磁偶极不会侧滑出磁场。磁偶极上的上升力和侧向力, 或平移力与磁场变化的空间比率(即梯度)成正比, 与磁场大小无关。在一个完全均匀的磁场中, 即使磁场非常强, 磁偶极  $2$  也未受到平移力, 它只承受这个扭矩。

按照本发明, 利用了在一个磁壳之上的磁场的过去未知的一种特性, 就是, 在磁壳表面以上几厘米处有一个区域, 这里的梯度可以在一个磁偶极上提供一个升力 ( $dHz/dZ$  为负) 和一个集中力 ( $dH_x/dZ$  为正)。图 3 和图 4 就一个边长 10cm 正方形磁壳图示说明了这

个特性。在这些图中，对于沿强度为每平方厘米( $\text{cm}^2$ )780个单位磁极的边长为10cm的正方形磁壳的对角线上其间隔为0.5cm的若干点，绘制了表示 $dH_z/dZ$ (图3)和 $dH_x/dZ$ (图4)与高度 $Z$ 的关系的曲线。在图3中， $dH_z/dZ$ 在所有径向位置都达到一个最大的负值，随着离正方形中心( $h=0.0\text{cm}$ )的距离增加，这个最大负值变大，而其垂直位置变低。如图4所示，在沿正方形对角线低于约2.3cm的垂直距离内， $dH_x/dZ$ 曲线都是正值，即都是集中的。

现在，假定沿其轴线从磁壳升高(增加 $Z$ )一个磁偶极，如一个小的穿透其厚度磁化的薄环磁铁。磁铁上的上升力增加直至达到峰值负梯度 $dH_z/dZ$ ，在此之后这个力下降。每个距离 $h$ 的峰值 $dH_z/dZ$ 都标志着可以克服重力浮起最大重量磁偶极的高度。其重量稍微低于这个最大重量的一个磁偶极将由磁场升起通过峰值 $dH_z/dZ$ ，因此将超过那个点上浮起一小段距离。如果那个点 $dH_x/dZ$ 是负值，例如图3中 $Z>2.3\text{cm}$ ，这个磁偶极将侧滑出这个磁场，因为沿基底磁铁对角线没有正的集中力或磁场。因此，可以稳定悬浮的这个区域是低于 $Z>2.3\text{cm}$ ，图3和图4中的曲线提示，环形磁铁内径不得小于约2cm，其外径可以大到3cm。在这些尺寸条件下，环形磁铁可以被浮起并可定心(即不会侧滑出这个磁场)。

一个圆形磁壳的计算磁场没有导致集中区与最大负值 $dH_z/dZ$ 的重叠，就是说，集中区的有限高度(即 $dH_x/dZ$ 由正变为负的高度)在相应于距离 $h$ 的所有径向距离中都低于峰值( $dH_z/dZ$ 为负)力。因此，一个永久磁铁在一个圆形基底永久磁铁上的悬浮是不可能的。其他形状，如三角形，x形等，的永久磁铁试验都已表明，正方形接近最佳形状。

虽然从可能性和理论上讲,一个环形磁铁将在上面讨论的边长为 10cm 的正方形基底磁壳的上面悬浮和集中,但如未约束,这个环形磁铁将翻转并落到基底磁铁上。防止这种现象的约束是使环形磁铁处于绕其轴线的自转中,并依靠其陀螺作用使它不翻转。如果这个环形磁铁自转快于某个角速度,则它将转动竖起在基底磁铁之上而不摆动。如由于空气摩擦而转速降低,环形磁铁将开始章动和进动直至最终翻转。其临界转速按式(6)计算,高于该临界转速,环形磁铁将稳态悬浮,低于临界转速将开始章动。

$$\Omega^2 = 4MHI_x / I_z^2 \quad (6)$$

式中,  $\Omega$  = 自转速率(弧度/秒);

$M$  = 环形磁铁磁矩;

$H$  = 基底磁铁产生的磁场强度;

$I_x$  = 环形磁铁相对于其直径的惯性矩,  $I_x = m(r_1^2 + r_2^2) / 4$ ;

$I_z$  = 环形磁铁相对于其对称轴的惯性矩,  $I_z = m(r_1^2 + r_2^2) / 2$ ;

$r_1$  和  $r_2$  是磁化环形磁铁的内和外半径,  $m$  是它的质量。

对于这里叙述本发明所用的尺寸参数,要求自转速率约每秒 20 转 (20r/s) 以防止环形磁铁翻转。

图 5 示出本发明的一个最佳实施例。边长为 10cm, 厚度为 0.7cm 的第一或基底正方形陶瓷磁铁 10 水平配置在一个表面 T 上。磁铁 10 被垂直磁化到它的大表面积且其北极 (+) 向上(为叙述方便)。一块非磁性的升降板 12, 如透明塑料板, 放置在基底磁铁 10 上, 且一个边缘 11 延伸超出基底磁铁 10。在这块升降板 12 上, 使用者的手握住一个陀螺 13 并按后面所述方式进行操作。陀螺 13 包含一个第二磁铁, 如陶瓷环形磁铁 14, 其北极(为叙述方便)向下

指向第一或基底磁铁的同性北极。最好由非磁性材料制作的一个纺锤形心轴紧固定入环形磁铁 14 的中心孔内以便手动给予环形磁铁自转。一个或几个非磁性垫圈 16 置于纺锤形心轴 18 上,并按图 5 所示方式适当地固定在纺锤形心轴 18 上。垫圈 16 按后面更详细叙述用于陀螺 13 的重量调整。陀螺 13 支持在基底磁铁 10 的几何中心 G 上方的升降板 12 上,用手或用其他适当机构,如绳索,使其自转。

现在参考示出陀螺 13 顺时针自转的图 6,使用者拿着升降板 12 并沿箭头 20 的方向垂直向上地提升。使用者用手缓慢地提升板 12 直至自转陀螺 13 接近磁场垂直分量最大负梯度的高度。现在参考图 7,陀螺 13 已经通过引起它脱离升降板 12 表面沿箭头 22 的方向升起或向上悬浮的最大负梯度( $dHz/dZ$ )的高度。如图 8 所示,升降板 12 可以按箭头 24 指示的方向移掉。自转陀螺 13 将如图 9 所示仍然悬浮或漂在基底磁铁 10 几何中心 G 的上方,直至陀螺 13 的转速降到保持稳态的转速以下。

如果陀螺 13 不能如图 7 所示自行脱离升降板 12 而升起,则它太重,在重复这个程序之前应拆去一个或几个垫圈 16。如果陀螺 13 突然跳离升降板 12 变得不稳定并下落,则这个陀螺太轻,在重复这个程序之前,应添加一个或几个垫圈 16 到纺锤形心轴 18 上。陀螺的重量正确时,在接近峰值负  $dHz/dZ$  并悬浮时,它将缓慢地脱离升降板 12 而上升。在实际操作中,陀螺 13 将悬浮或漂浮几分钟,在这段时间里,它进动,章动,缓慢上下移动和从一侧到一侧移动,直至放慢并落在基底磁铁上。

图 10 示出本发明其他一些实施例。这些实施例与图 5—9 所示实施例基本相同,但陀螺 13 悬浮的高度可以增加 100%。这是通过

在基底磁铁 10' 的几何中心 G' 弱化磁场而实现的。可以通过在基底磁铁 10' 钻一中心孔 26 (用虚线表示) 或通过安装一个反向极性的磁盘 28, 即在基底磁铁 10' 的几何中心 G' 之上磁盘 28 的南极 (-) 向上, 来弱化几何中心 G' 的磁场。磁盘 28 可以胶粘或用其他方法贴到基底磁铁 10' 上。

现在参考图 11, 图中示出的仍是本发明其他一些实施例, 用一个电磁铁 30, 例如成形为多面体形状 (正方形) 的一个线导体 32, 被用作基底磁铁取代永久磁铁。在电磁铁 30 的一侧, 导体 32 向下弯曲形成闭合空间的终端 34、36, 跨这两个终端施加一个直流电压产生类似于图 5—9 磁铁 10 的磁场的一个磁场。按照与图 5—9 有关的上述同样方法, 可能与陀螺 13 相同的一个磁陀螺 40 浮在电磁铁 30 的上面。

另一方案是, 可以把用虚线表示的另一磁铁 42 放在电磁铁 30 的几何中心 E, 其用途与图 10 中实施例的磁铁 28 和孔 26 相同。磁铁 42 可以是一个小的电磁铁或一个圆形的, 多面形或其他适当形状的永久磁铁, 它的磁场方向与电磁铁 30 的磁场方向相反。

本专业技术人员明白使用一种更强的磁性材料或一种更强的电磁铁将允许使用具有更大惯性矩的。一个更重的陀螺以降低这个系统的稳态自转速率和增加其悬浮时间。

虽然这里已经叙述了本发明目前一些最佳实施例, 但是, 对于与本发明有关的本专业技术人员很清楚可在不违背本发明精神和范围情况下进行所述实施例的改型和改进。因此, 本发明仅限于所附权利要求书和适用专利法所要求的范围。

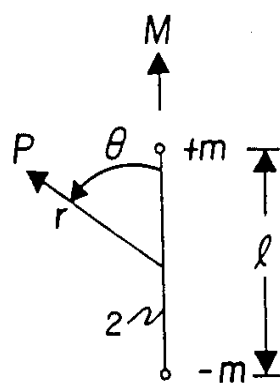


图1.

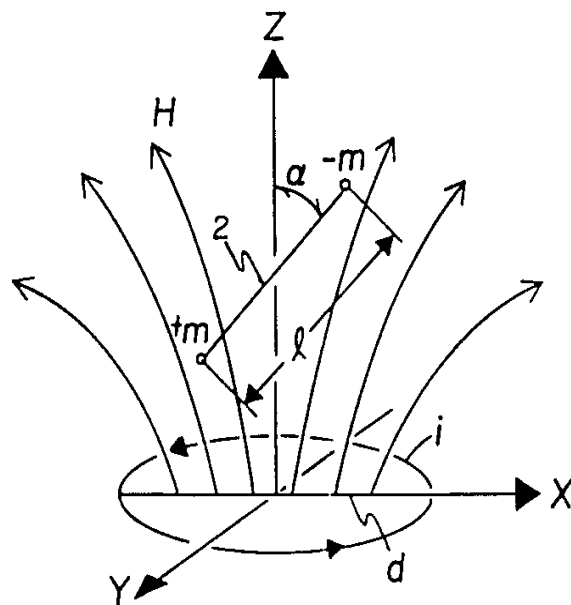


图2.

图 3.

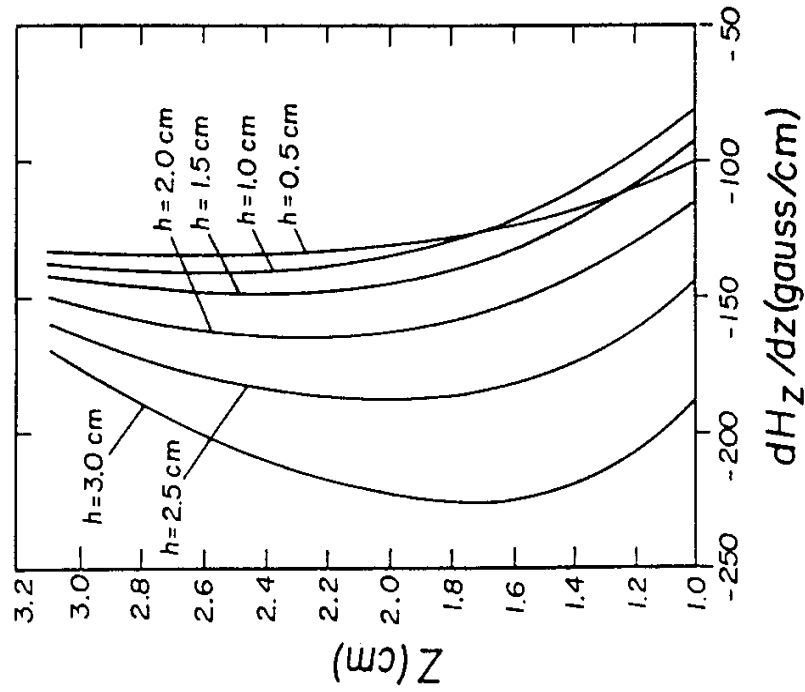
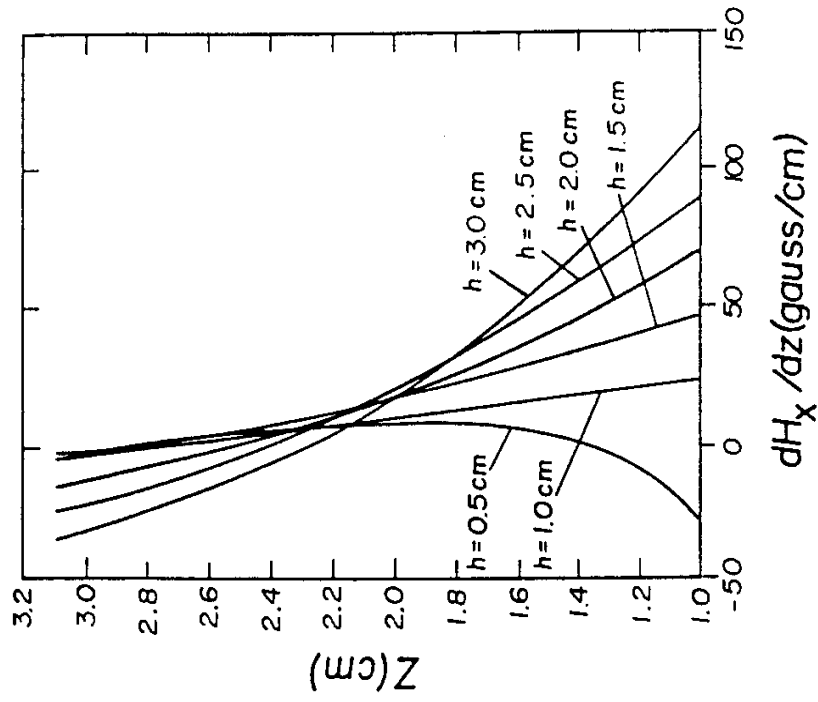


图 4.



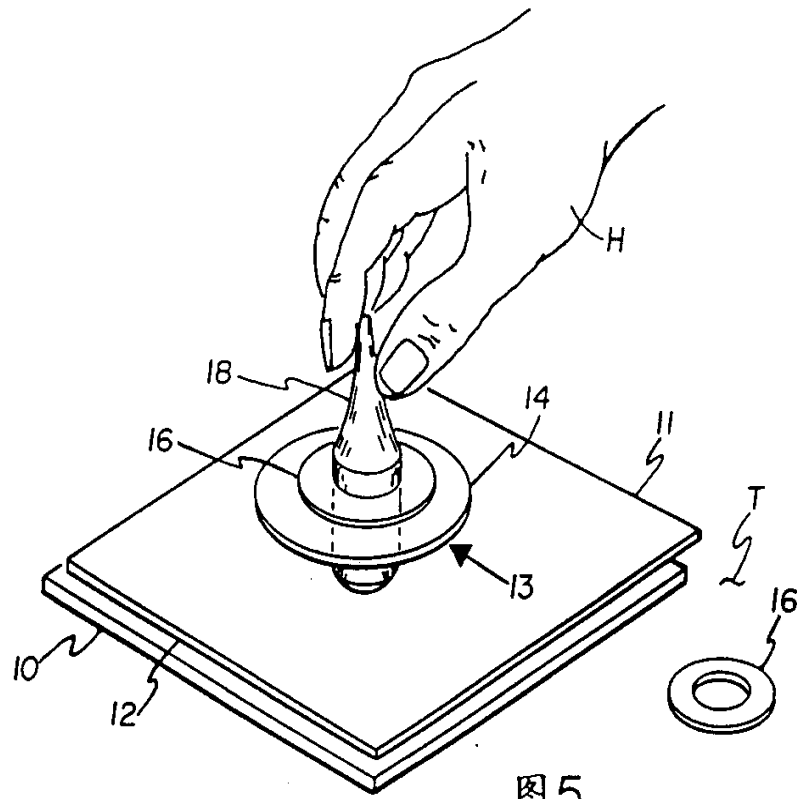


图5.

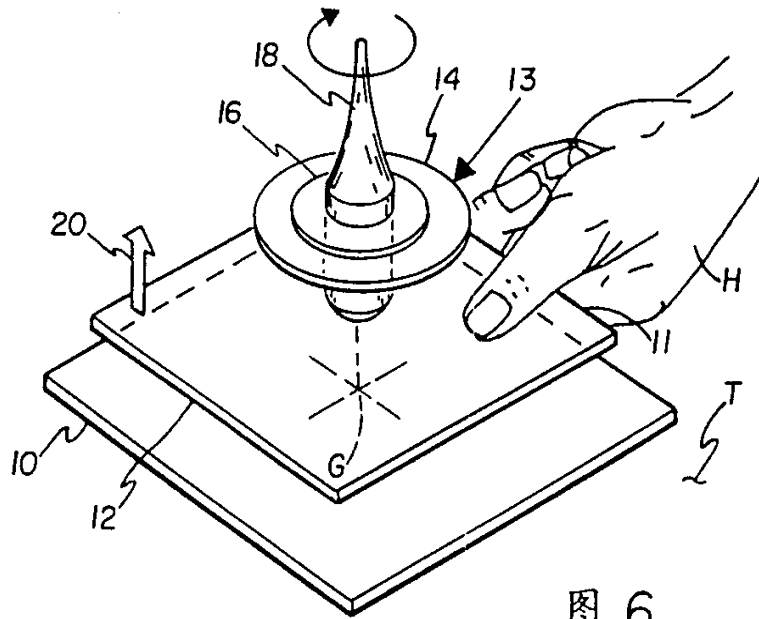


图. 6.

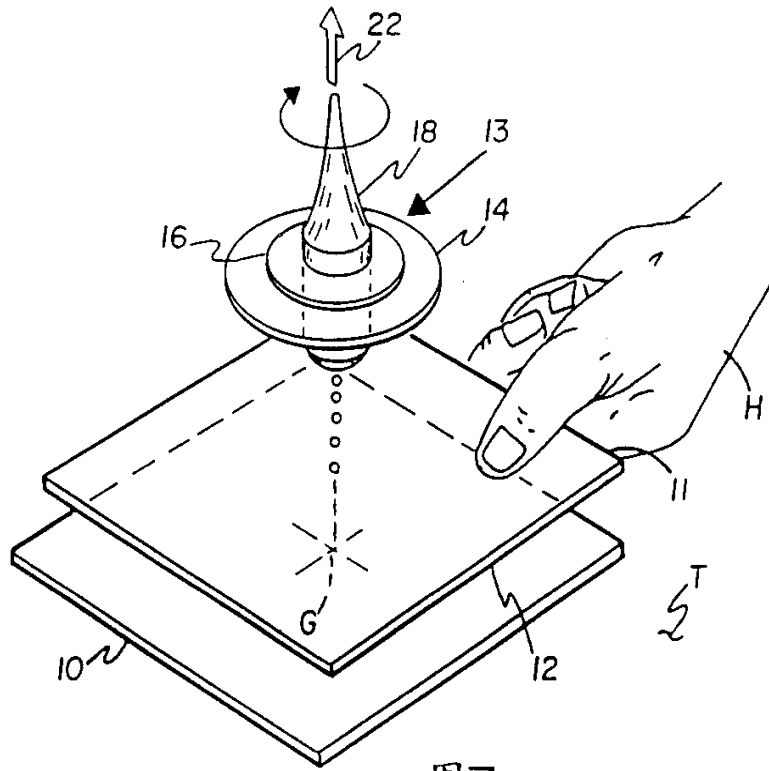


图7.

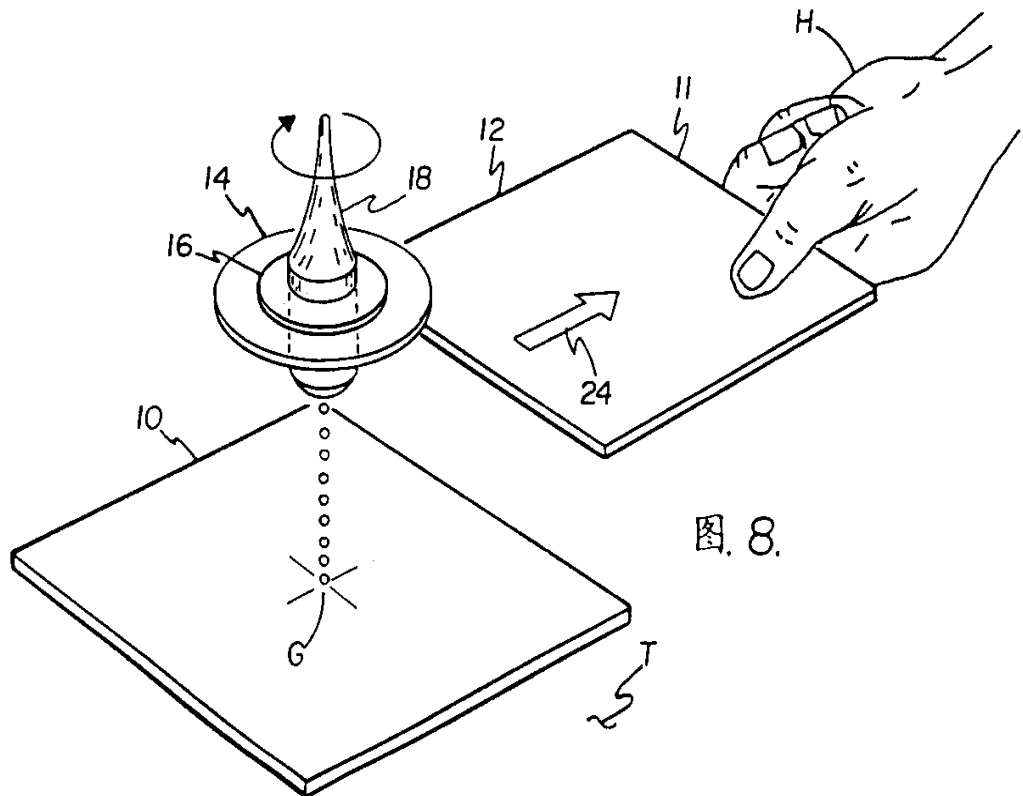


图8.

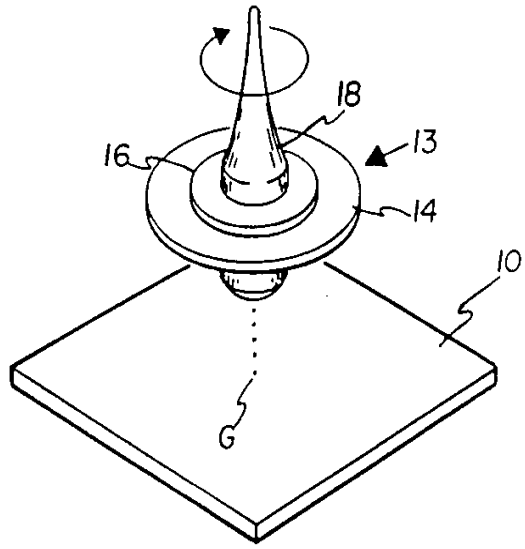


图9.

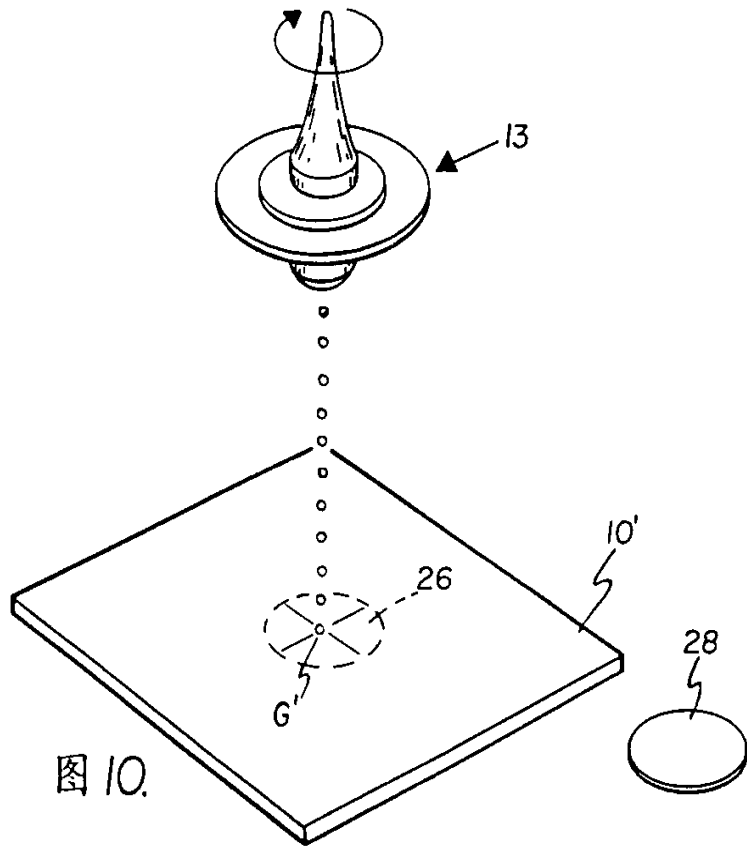


图10.

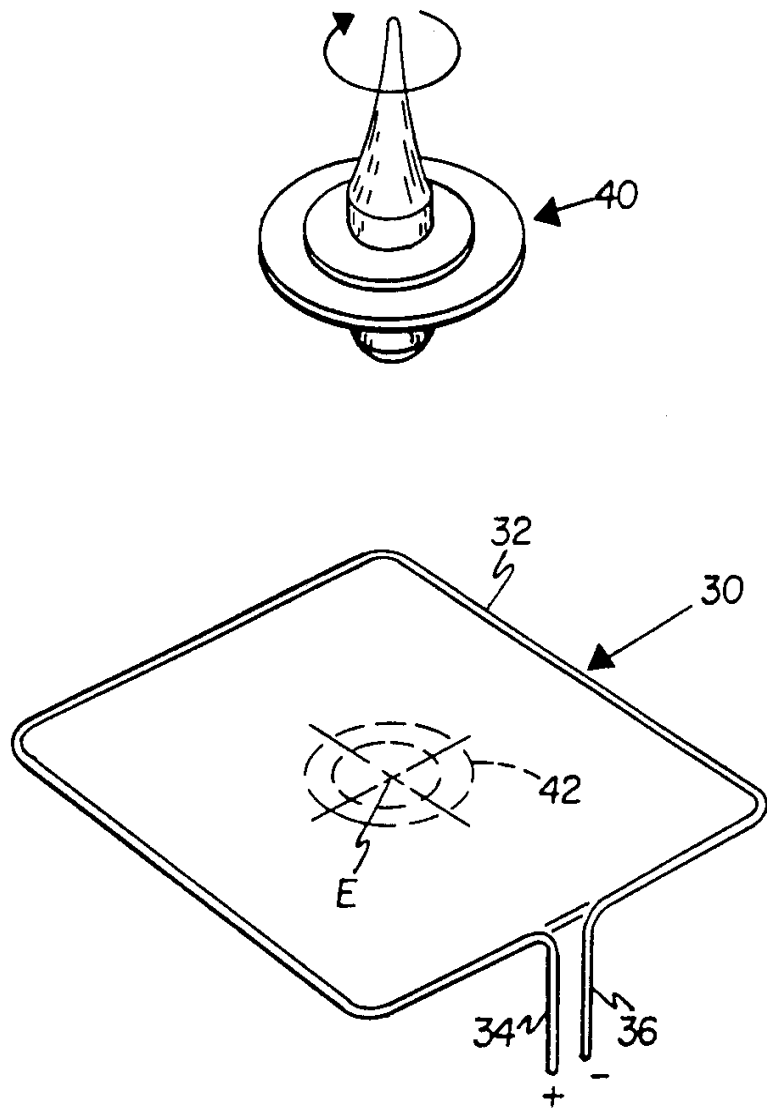


图 11.