[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02K 35/02 (2006.01)

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03827180.X

[43] 公开日 2006 年 11 月 8 日

[11] 公开号 CN 1860663A

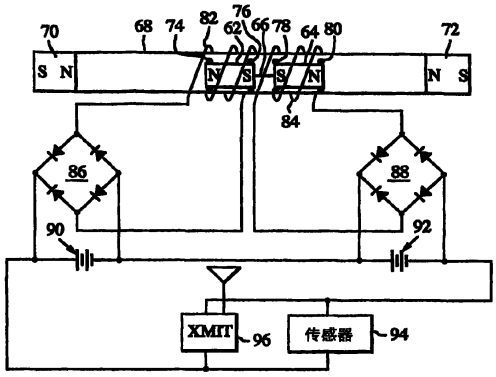
[22] 申请日 2003.8.28 [21] 申请号 03827180.X
[86] 国际申请 PCT/US2003/027188 2003.8.28
[87] 国际公布 WO2005/031952 英 2005.4.7
[85] 进入国家阶段日期 2006.4.25
[71] 申请人 洛克威尔科学许可有限公司
地址 美国加利福尼亚州
[72] 发明人 J·T·张 辛 皓
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
代理人 沈昭坤
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

采用耦合磁铁的电发生装置

[57] 摘要

一种电发生装置它具有多个相互间隔的磁铁(62、64)，这些磁铁相对于至少一个线圈(82、84)一起移动，以在线圈中产生电信号。 较佳的是采用具有相等的长度以及在它们之间的相等间距的相等数量的磁铁和线圈。 通过使连续磁铁以相互相反的磁性取向使得连续磁铁沿着运动轴线的磁场在磁铁之间的位置上基本相互抵消，从而在功率电源输出方面获得显著的改进。



1．一种电发生装置，该电发生装置包括：

多个沿着共同轴线分布的相互间隔的导体（82、84）；和，

多个相互间隔的磁铁（62、64），设置成可沿着所述轴线一起相对于所述导体运动，至少某些磁铁可以磁性地接近多个所述导体而移动，所述磁铁相对于所述导体的运动在所述导体中产生电信号。

2．如权利要求1所述的电发生装置，其特征在于，所述导体包括线圈。

3．如权利要求2所述的电发生装置，其特征在于，包括相同数量的所述磁铁和所述线圈。

4．如权利要求3所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁和线圈沿所述轴线具有基本相等的长度。

5．如权利要求3所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁之间的间距基本上相等于所述线圈之间的间距。

6．如权利要求2所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁设置成在所述线圈内部相对于所述线圈运动。

7．如权利要求2所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁设置成在所述线圈外部相对于所述线圈运动。

8．如权利要求1所述的电发生装置，其特征在于，沿着所述轴线设置的所述连续磁铁安排成相互相反的磁性取向。

9．如权利要求8所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁可产生类似的磁场（8），使得平行于所述轴线的连续磁铁的磁场在所述磁铁之间的位置上基本相互抵消。

10．如权利要求1所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁包括永久磁铁。

11．如权利要求1所述的电发生装置，其特征在于，所述轴线基本是线性的。

12．如权利要求11所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁设置成沿着所述轴线相对于所述导体作往返式线性运动。

13．如权利要求 1 所述的电发生装置，其特征在于，所述轴线是圆形的。

14．如权利要求 1 所述的电发生装置，其特征在于，还包括用于所述磁铁的支撑结构（68），和在所述磁铁和所述支撑结构之间提供低摩擦润滑剂的铁磁流体（74、76、78、80）。

15．如权利要求 1 所述的电发生装置，其特征在于，还包括用于所述磁体的支撑结构（68），和在所述磁铁和所述支撑结构之间的润滑剂（74、76、78、80），它具有小于 0.01 的静态摩擦系数和小于 10 厘泊的粘度。

16．如权利要求 1 所述的电发生装置，其特征在于，所述导体相互连接使得它们的电信号可以混合。

17．如权利要求 1 所述的电发生装置，其特征在于，还包括连接成由所述电信号供电的工作系统（86、88、90、92）。

18．如权利要求 17 所述的电发生装置，其特征在于，所述工作系统包括电池充电器（86、88、90、92）、手机（98）、环境传感器（94）、信号发射器（96）或者闪光灯（104）。

19．如权利要求 17 所述的电发生装置，其特征在于，所述工作系统是电池供电的，并且所述电池（90，92）连接成可用所述电信号进行再充电。

20．如权利要求 17 所述的电发生装置，其特征在于，所述导体连接成使所述电信号可以实时地为所述工作系统提供电源。

21．一种电发生装置，该电发生装置包括：

至少一个导电线圈（82、84）；和，

多个相互间隔的磁铁（62、64），所述磁铁被限制成能相对于至少一个线圈一起移动以在所述至少一个线圈中建立交替增加和减少的磁场，从而随着所述磁铁相对于所述至少一个线圈的运动而在所述至少一个线圈中产生电流。

22．如权利要求 21 所述的电发生装置，其特征在于，所述至少一个线圈包括多个相互间隔的线圈。

23．如权利要求 22 所述的电发生装置，其特征在于，所述线圈和磁铁沿着共同轴线设置。

24．如权利要求 23 所述的电发生装置，其特征在于，所述线圈之间的长度及它们之间的间隔基本等于所述磁铁的长度及它们之间的间距。

25．如权利要求 22 所述的电发生装置，其特征在于，连接所述线圈使它们的电信号可以混合。

26．如权利要求 21 所述的电发生装置，其特征在于，所述连续磁铁可以设置成互相相反的极性取向。

27．如权利要求 26 所述的电发生装置，其特征在于，所述磁铁可产生类似的磁场（8），使得连续磁铁的平行于所述磁铁移动方向的磁场在所述磁铁之间的位置基本相互抵消。

28．如权利要求 21 所述的电发生装置，其特征在于，还包括用于所述磁铁的支撑结构（68），和在所述磁铁和所述支撑结构之间提供低摩擦润滑剂的铁磁流体（74、76、78、80）。

29．如权利要求 21 所述的电发生装置，其特征在于，还包括用于所述磁体的支撑结构（68），和在所述磁铁和所述支撑结构之间的润滑剂（74、76、78、80），该润滑剂具有小于 0.01 厘泊的静态摩擦系数和小于 10 厘泊的粘度。

30．如权利要求 21 所述的电发生装置，其特征在于，还包括连接成由所述电流供电的工作系统（86、88、90、92）。

31．如权利要求 30 所述的电发生装置，其特征在于，所述工作系统包括电池充电器（86、88、90、92）、手机（98）、环境传感器（94）、信号发射器（96）或者闪光灯（104）。

32．一种产生电力的方法，该方法包括：

在多个相互间隔的导电线圈（82、84）内部建立磁场（8）；以及，

以一前一后的方式交替增加和减小磁场，从而在所述线圈中产生电流。

33．如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，所述磁场以在非零和基本为零的场数值之间交变。

34．如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，还包括混合所述电流的步骤。

35．如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，还包括以所述电流向工作系统（86、88、90、92）提供电源的步骤。

采用耦合磁铁的电发生装置

技术领域

本发明涉及使用运动磁铁的电发生装置。

背景技术

磁铁在导电线圈中运动会感生出电动势，该电动势会在线圈中产生电流。如果磁铁以往复方式前后运动的话，对每一次连续的来回移动都会使线圈中流动的电流方向发生反转，从而产生 AC 电流。

已经研究开发了几种利用磁铁往复运动穿过一个或几个线圈的发电系统。例如，在专利 No.4,260,901 中，水的波浪运动使漂浮物上下运动，从而使得磁铁产生往复运动，在设置于往复路径两端的一对线圈之间移动。在专利 No.5,347,186 中，稀土磁铁和线圈设置成相互之间作往复运动。磁铁可是固定的，而线圈则相对于磁铁上下运动，例如通过波浪运动；也可以线圈固定，而磁铁相对于线圈运动，例如通过气压运动，或者线圈是摇摆的或是振动的（如由一摆动的顶杆载着的那样）引起磁铁相对于线圈的往复运动。在该专利的图 10A 中，一对极性相反的磁铁连接在倾斜浮标的摆臂的两边上，当浮标垂直时，各个线圈都超出各个磁铁之处。响应倾斜浮标的前后波浪运动，臂就会相对于浮标作枢轴转动，使得磁铁交替地进出相对的线圈，从而随着它们的进行在线圈中产生电流。每一个磁铁仅仅通过各自的线圈运动。

在专利 No.5,818,132 中，运动的磁铁被限制为双向线性或者近似线性的运动来穿过至少两个相互间隔开的线圈中的每一个线圈，以为诸如长寿命的闪光灯、报警系统、位于无常规电源可用的地方的通信设备、以及诸如在步行或跑步过程中鞋的后跟上的力之类的相对较高能量的重复力提供电力。该专利的图 11B 类似于专利 No.5,347,186 中的图 10A，这两个专利的发明者是相同的。在该专利的图 15 中，有三块运动的磁铁以两者之

间的极性相互相反的方式以及与端部磁铁极性相互相反地悬挂在一个管子中，并有多个线圈沿着管子的外部间隔设置。各个线圈都有一对连接着线路的输出，该输出进入到把输出混合起来以产生一净 DC 输出的电路。磁铁相互间没有连接，但它们极性相反而保持一定的间隔。

一般来说，响应于在线圈中变化的磁场（垂直于线圈的轴线），线圈就会产生电信号。传统的往复式磁铁发电装置效率不高，正如本发明所认识到的，因为最高的磁场梯度位于磁铁的端部，而在中间则只有很小或为零的梯度，所以当磁铁通过线圈时，只在线圈相当小的部分产生较为显著的发电。此外，只有很小或没有磁场梯度的线圈部分在任何给定的时间仍成为线圈的整体欧姆损耗。因此，很多使磁铁相对于线圈作运动的能量不能产生有用的电输出。

发明内容

本发明旨在提供一种新的电发生器装置系统及其方法，它允许将运动磁铁能量的大部分转换成电力。其实现是通过将多个相互间隔开的磁铁限制成相对于至少一个线圈（较佳的是多个线圈）一起移动，从而建立起交替增加和减小的磁场以在线圈中产生电信号。

在一实施例中，所采用的磁铁和线圈的数量相等，并沿着一共同的轴线具有基本相同的长度和间隔。如果磁铁以极性相反取向而产生类似的场，则平行于轴线的场分量将会在相继的磁铁之间的位置上抵消掉，从而随着磁铁相对于线圈的运动可产生大的磁场差动，并随之产生高的电压输出。各个线圈的输出可以混合以产生净的发生装置的输出。

可以将磁铁安排成各种运动的方式，例如，安排成往复式线性运动。为了在磁铁和相关的支持结构之间只形成非常小的摩擦界面，可以使用静态摩擦系数小于0.01厘泊和粘度小于10厘泊的铁磁流体或者其它润滑剂。

该电发生装置可以用于为各种工作系统的电源供电，例如，电池充电器、手机、环境传感器、信号发射器和闪光灯。工作系统可以是用电池工作的（用电发生装置对电池进行充电），或者工作系统可以用电发生器来实时工作。

对于本领域的熟练技术人员来说，本发明的上述和其它特征和优点可以从以下结合附图的具体实施例的详细描述而变得更为显而易见。

附图说明

图 1 是传统永磁铁的平面图，图中示出了永磁铁相关的磁场线；

图 2a、2b、2c、2d 和 2e 是示出了磁铁穿过线圈的运动中的连续步骤的简化剖面图；

图 3 是示出由图 2a 至 2e 的磁铁运动所产生的电压输出的图形；

图 4a、4b 和 4c 是示出根据本发明的具有共同磁铁极性而耦合在一起的、并运动穿过一对线圈的一对磁铁的连续运动的剖面图；

图 5 是说明图 4a 至 4c 所示磁铁运动所产生的电压输出的图形；

图 6a、6b 和 6c 是示出采用相互相反极性而耦合在一起、并运动穿过一对线圈的一对磁铁的连续运动的剖面图；

图 7a 和 7b 是说明图 6a 至 6c 所示对于磁铁和线圈之间的两种不同间隔的磁铁运动所产生的电压输出的图形；

图 8 是说明 5 块采用混合的共同磁铁极性和相互相反的磁铁极性的磁体穿过相应数量的线圈的运动所产生的电压输出的图形；

图 9 是说明由多个不同运动磁铁结构所产生的相对功率输出的图形，该输出作为所采用的磁铁数量的函数；

图 10 是根据本发明的具有用电发生装置充电的电池充电器的环境传感器/发射器的电路图；

图 11 至 13 是根据本发明而进行充电的手机、闪光灯和漂浮设备的截面图；以及，

图 14 是采用磁铁环绕着线圈的本发明的另一实施例的剖面图。

具体实施方式

图 1 图示说明了一种传统的永磁铁 2，其北极和南极分别用 N 和 S 表示。磁铁所产生的磁场在磁铁外部靠近磁极的区域 4 和 6 中具有最大密度，如图中的磁场线 8 所示。出于采用具有平行于磁轴线的磁铁运动的线性发

电装置来产生电力的目的，磁场的工作部分是平行于磁铁轴线的分量。

图 2a 至 2e 和图 3 一起示出了磁铁 12 通过的线圈 10 中的电信号的产生。当磁铁穿过线圈时，就会在线圈中感生出电压，以在线圈电路闭合时产生电流。所产生的电压正比于通过线圈的轴线方向上的总的磁通量的变化率；总的轴向磁通量可以通过对定向的磁场和在线圈的长度方向上线圈所环绕的面积的乘积的积分来计算。

在图 2a 中，所示的磁铁 12 在线圈 10 的外边和左边，位于它的磁场的最右面的部分正好开始进入线圈的位置。这对应于图 3 所示的区域 14，它描绘了磁铁穿过线圈时线圈中的电压。在该位置上，几乎没有或者根本没有电压产生。

在图 2b 中，磁铁向右移动到线圈内但部分仍旧在线圈外边的位置上。当磁铁运动到该位置，在线圈内的净的轴向磁通量矢量就会发生变化，从而感生出电压，该电压在磁通量增加的最大速率的位置上达到最大值（图 3 中的 16）。此后，随着磁铁继续向右运动，到达线圈的中间位置，如图 2c 所示，所产生的电压跌落至零（图 3 中的位置 18），因为在磁铁相对端，线圈中的磁通量变化速率相互抵消。随着继续向右运动，到达图 2d 所示的位置，即，部分在线圈内和部分在线圈外并且继续向线圈的右边运动，所产生的电压继续跌落至负的最小值 20。这一位置对应于磁通量变化的最大速率，其矢量方向与图 2b 所示的对应方向相反。最后，随着磁铁向右退出线圈且继续运动到图 2e 所示的位置时，则所产生的电压返回至零（图 3 中的 22），因为这时磁通量全部从线圈消除。

这类线性发电装置所输出的功率 P 遵循 $P=V^2/R$ 的关系，式中：V 是感生电压，而 R 是线圈电阻。然而，上述发电装置的效率是相当低的。这是因为在不能产生磁通量显著的轴向差动的任何磁铁部分上的线圈部分都不能对感生电压作出显著贡献，却仍会产生线圈的欧姆损耗，同时还因为运动这部分磁铁需要与运动具有显著磁通量差动的相同重量的另一部分磁铁相同的功率输入。

本申请解决这一问题的方法是，将多块磁铁耦合在一起，且能够一前一后运动穿过多个线圈，从而可在平行于磁铁运动的时间上增加净的磁铁

磁通量差动。图 4a 至 4c 图示说明了这一新方法的一例实施例。为了简化的目的，在该实例中仅仅示出了两个磁铁和两个线圈（但通常需要更大的数量），主要的约束只是空间上的限制。在图 4a 中，一对磁铁 24a 和 24b，各自所具有的长度是图 2a 至 2e 所示单个磁铁 12 的一半，并且图中显示它们开始运动穿过两个线圈 26a 和 26b，各个线圈所具有的匝数和长度是图 2a 至 2e 所示单个线圈 10 的匝数和长度的一半。通过诸如采用一块非磁性的杆 28 在其两端利用胶水将磁铁 24a 和 24b 保持在一起，也可以使用许多其它机械耦合方法。较佳的是，磁铁和线圈具有相等的长度，并且以相等的间隙隔开。如果需要的话，也可以使用不等的长度和/或间隙，虽然这样可能会降低整体的输出，如果各个线圈的输出是累加的并且它们所感应的电压在相互相位上不同的话。

图中所示的两块磁铁 24a 和 24b 都具有共同的极性取向，在它们的右端是北极，而在它们的左端是南极，如极性箭头 30a 和 30b 所示。图 4a 所示的磁铁在线圈 26a 和 26b 的左边，而在图 4b 的位置上，它们正开始在两个磁铁与各自线圈相互对准的中心位置上感生电压，而在图 4c 的位置上，磁铁处于各个线圈的外边和右边，这时所产生的电压降低为零。

图 5 显示了五个间隔开并耦合在一起、并具有共同的极性取向的磁铁穿过一个线圈而在该线圈中感生的电压。图 3 所画的曲线，采用的是直径为 2.54cm 和长度为 2.79cm 的单个陶瓷磁铁，磁铁所具有的磁强大约为 975 高斯，并采用直径为 4.45cm 的线圈；在获得图 5 所画的曲线中，采用的是相似的诸磁铁和一个相似的线圈，且在连续的磁铁之间的间隙为 2.54cm。具有共同极性取向的五块磁铁采用图下方的五个方块 32 来示意表示，各个磁铁的极性箭头 34 都指向相同的方向。

当五块相互耦合的磁铁通过线圈时，它们产生五个正的和五个负的交替峰值电压，并且具有与图 3 中所获得峰值相当的端电压 36 和 38 的绝对值以及绝对值较小的中间峰值。

可以相信，甚至当一块磁铁已经移动出线圈时，但由于在线圈内部仍存在着剩余磁通量，所以妨碍了总的功率输出。这是因为磁铁具有共同的极性矢量，使得沿着轴线在磁铁之间，一块磁铁南端的进入的磁通量与下

一块磁铁北端的离开的磁通量方向相同。由于在这一区域中，两块磁铁平行于轴线的磁通量分量是相加的，因此当磁铁通过线圈时，就在磁铁之间沿着轴线产生非零的磁通量，该磁通量降低了总的磁通差动，从而降低了能够感生的电压。

本发明的另一实施例克服了这种限制，其方法是，以各自极性相互相反的取向来设置连续磁铁。图 6a 至 6c 示出了这种系统，出于简化的目的，图中仅仅示出了两块磁铁和两个线圈。在这些图中，磁铁 40a 和 40b 类似于图 4a 至 4c 中所示的磁铁 24a 和 24b，但它们具有相反的极性取向，如图中极性相反的箭头 42a 和 42b 所示。和前面一样， 通过采用一个非磁性的杆将两块磁铁将相反两端粘结在一起，或者其它简便的耦合机制，使得耦合在一起的磁铁可以一前一后的方式运动。其中提供了一对与图 4a 至 4c 中所示的磁铁 26a 和 26b 相类似的磁铁 46a 和 46b，所具有的长度和相互间的间隔也与之相等。图 6a 至 6c 示出了耦合磁铁从线圈的一端到另一端逐渐穿过的运动。

图 7a 是采用五块磁铁系统所产生电压的轨迹，它类似于产生图 5 所示的轨迹，但是五块磁铁是彼此以相反的极性连续的。与磁性的取向都采用相同方向时获得 5 个正的和 5 个负的峰值电压不同，仅仅产生了三个正的和三个负的电压峰值。左右端的电压峰值 52 和 54 在幅度上相当于图 5 所示的磁性取向共同的系统的最大端电压峰值。然而，中间的峰值呈现出更大的电压电平，不再是图 5 所示的较小的电平。这可以认为是在连续磁铁之间的轴线磁通量被“复位”成基本为零的结果，因为磁铁采用了相反的极性，而在磁铁通过线圈时会产生比在磁铁之间仍保持着剩余磁通量的共同磁性取向的系统更大的磁通量差动。两端的峰值 52 和 54 对应于前磁铁进入第一线圈和后磁铁退出最后一个线圈，而四个中间的峰值则是来自处于五块连续磁铁之间的的四个磁通量复位位置。当图 7 所示系统的最大电压超出了图 3 和图 5 所示系统的最大电压，则取决于电压平方的输出功率产生明显较大的输出功率。

图 7b 显示了与图 7a 相同的系统所获得的电压输出，但是在连续磁铁之间的间隙减小至一半，为 1.27cm。甚至获了得对应更高功率输出的更大

的电压电平。

图 8 示出了采用相互相对的极性来设置连续磁铁的其它优点，示出了采用与图 7b 相同的系统所获得的电压输出，但是两块连续磁铁 56 和 58 具有共同极性而不是相反极性矢量。获得了相当于图 7b 所示的结果，只是对应于在两块共同极性磁铁之间的区域的中间的峰值 60 具有明显减小的数值。

图9示出了相反极性和较多磁铁以一前一后方式运动所产生的结果的优势，其中，以各种相同的磁铁数量为函数画出了相对功率输出。各系统采用了图 3、5、7a、7b 和 8 相同类型的等同数量的磁铁和线圈。测量了部分结果（meas.）并且也计算了另一部分的结果(calc)。如图中所示，采用了在磁铁和线圈之间的间隙分别为 1.27cm 和 2.54cm，且磁铁具有相对相反的极性（anti），和采用共同或者平行（para）磁性取向的系统相比，并且也使用了“单个堆”的结构，其中采用了具有共同取向和在磁铁间没有间隙的相同数量磁铁。使用单个磁铁和单个线圈的功率输出作为基础，测量了具有五块磁铁且间隙分别为 1.27cm 和 2.54cm 的相反极性磁铁系统的相对功率输出大约为 37 和 33，以及计算了具有六块磁铁的相同极性系统的相对功率输出大约为 57 和 51。因此，发现了在具有相反极性的系统中额外磁铁和线圈的增加能够所增加的功率输出远超出仅仅硬件的增加量。

本发明可以具有大量的应用，并且能够通过使磁铁相对于静止线圈运动，或者使线圈相对于静止的磁铁运动来使用。图 10 示出了后一种往复式系统，作为电池供电的具有遥控发射功能的环境传感器。一对永磁铁 62 和 64 用一根磁性杆 66 耦合在一起使之一前一后运动，它们具有极性相互相对磁性取向，。将磁铁安装在非磁性的支撑结构 68 中，如所示是一中空的管子，端磁铁 70 和 72 安装在管子的两端，分别与相邻可运动的磁铁 62 和 64 在轴线上极性相反。可运动磁铁的和端磁铁相互面对着的端面具有相同的磁性极性，从而当它接近于一个端磁铁时使得运动磁铁的动能可以转变成势能，并随后当它反过来离开端磁铁时又变回动能。较佳的是，磁铁借助于诸如铁磁流体之类润滑剂的辅助沿着管子运动。该铁磁流体是

散布在液体载体中的细的磁性颗粒。在美国专利 No.6,056,889 中提供了涉及制备铁磁流体的专利内容。

在管子中的铁磁流体被自然地吸引在磁铁 62 和 64 的极上，从而形成环绕着各个磁铁端极的珠子 74、76 和 78、80。这就提供了超低摩擦的润滑剂，使得磁铁 62 和 64 可以响应于管子与水平线相倾斜的程度或者水平管子的运动在管子中自由地运动。

一对导电线圈 82 和 84（通常为铜）缠绕在管子上，并且与磁铁 62 和 64 保持相同的间隔。磁铁相对于管子的运动在线圈中产生电流，正如以上所解释的那样。耦合的磁铁 62 和 64 在两端磁铁 70 和 72 之间前后往返式运动，从而在线圈 82 和 84 中产生 AC 电流。在图 10 所示的实施例中，电流和线圈 82 和 84 分别采用桥式整流器 86 和 88 进行整流，桥式整流器 86 和 88 分别对电池 90 和 92 进行充电。电池相互连接在一起为环境传感器 94 提供电源，其中环境传感器可以用于检测诸如温度、压力、气体、辐射等等之类一项或多项的环境条件。为了在远程建立传感器，可以提供一个发射器 96，用于发射与检测到的条件有关的信息，该发射器也可以使用电池 90 和 92。另外，传感器 94 和发射器 96 可以实时工作，直接使用线圈 82 和 84 或者桥式整流器 86 和 88 的输出，从而去除了电池 90 和 92。

图 11、12 和 13 中所分别显示了将本发明应用于手机、闪光灯和漂浮设备。图 11 显示了一个可以放在个人的衬衫口袋或者腰带夹子中的手机 98。诸如图 10 所示的发电装置/电池充电器 100 可以安装在手机 98 中，使得它在手机垂直置于在衬衫口袋或者保持在腰带夹子时能够具有水平取向。诸如走路或者吃东西的正常活动所引起的手机的轻微运动都会使发电装置中的磁铁产生前后往复式的运动，从而对内部电池进行充电来操作手机。

图 12 示出了本发明应用于手持式闪光灯的情况。发电装置 102 是由耦合磁铁、线圈和在如上所述的管子中的端磁铁所组成，它设置在闪光灯的外壳 104 中，它具有一端设置在照明灯灯脚 108 上的照明灯 106，用于通过透明板 110 发光，其中板 110 可以旋脱以接触到照明灯。如以上所讨

论的其它实施例那样，发电装置 102 可以提供 AC 输出，该 AC 输出可经桥式电路 112 整流后对与灯脚 108 电路连接的电池 114 进行充电。另外，如果希望闪光灯能够实时工作，则可以去除电池，并且在本发明的任何应用中，凡是希望直接从 AC 信号工作的，也可以去除桥式电路。

本发明利用波浪运动而工作的发电装置示于图 13。该系统对于紧急情况用的发射机、水下电缆的中继站、或者需要电源的船上应用都十分有用。在图示的实施例中，采用浮置在水 118 中的漂浮环 116 的方式来提供发电装置。该环成管状，并且其中安装了多个磁铁 120、122 和 124，这些磁铁相互耦合在一起，连续的磁铁以相互相反的极性一前一后地运动。还提供了可选用的端磁铁 126 和 128，或者可运动的磁铁 120、122 和 124 可被允许在不会中止的情况下环绕着环自由运动。为了简化起见，图中没有示出线圈，但是该线圈是沿着运动磁铁的路径分布的，较佳的是，线圈具有与磁铁相匹配的长度和间隙。还可提供有关的整流线路，电池和工作系统（未示出），以及可以响应磁铁运动所产生的电信号来操作的相关的设备。该环也可以悬挂在空中，并可由风的动作来工作。

在发电装置的具体结构方面，本发明可有许多不同的变化。例如，图 14 示出了其中一种变化，在该变化中，耦合的磁铁可设置在线圈的外部，而不是在线圈的内部。通过非磁性的支杆 136 将多个环状的磁铁 130、132 和 134 耦合在一起，使之在对应的线圈 138、140 和 142 上运动，附图示出了它们的剖面。线圈可以缠绕在非磁性支杆的内部，而磁铁在其上滑动，并且线圈连接在一起，以便于提供累加的输出。

适用于本发明的较佳铁磁流体润滑剂所具有的粘度小于 10 厘泊（cp），实际上是小于 2cp，可以获得在 0.0008-0.0012 范围内的超低静态摩擦系数。在 2002 年 2 月 19 日由本发明申请人所申请的、且转让给本发明的受让人、Innovative Technology Licensing LLC 的专利申请序列号 No. 10/078,724、题为“采用铁磁流体轴承的电生装置”的专利中讨论了上述和其它所适用的铁磁流体成份。所述专利申请的内容援引在此借参考。

该成份包含一份 Ferrotec（USA）公司的 EFH1 轻矿物油铁磁流体和 2 至 4 份异链烷烃酸，它们在相混合后经 24 小时的搅拌。所适用的异链烷

烃酸的来源是 Exxon Mobil Chemical 公司所提供的 Isopar6（合成异构烷油 6）和 Isopar M（合成异构烷油 M）的碳氢化合物液体。也可以使用未稀释的 EFH1 铁磁流体以便于获得非常小的（约 0.02）摩擦系数，例如，Ferrotec（USA）公司 EMG 805，它是静态摩擦系大约为 0.01 和粘度大约为 5cp 的水基铁磁流体。

虽然上面叙述了本发明的几个实施例，但对本领域的技术人员来说还可以进行多种变化和替换。因此，本发明只受限于所附的权利要求书的范围。

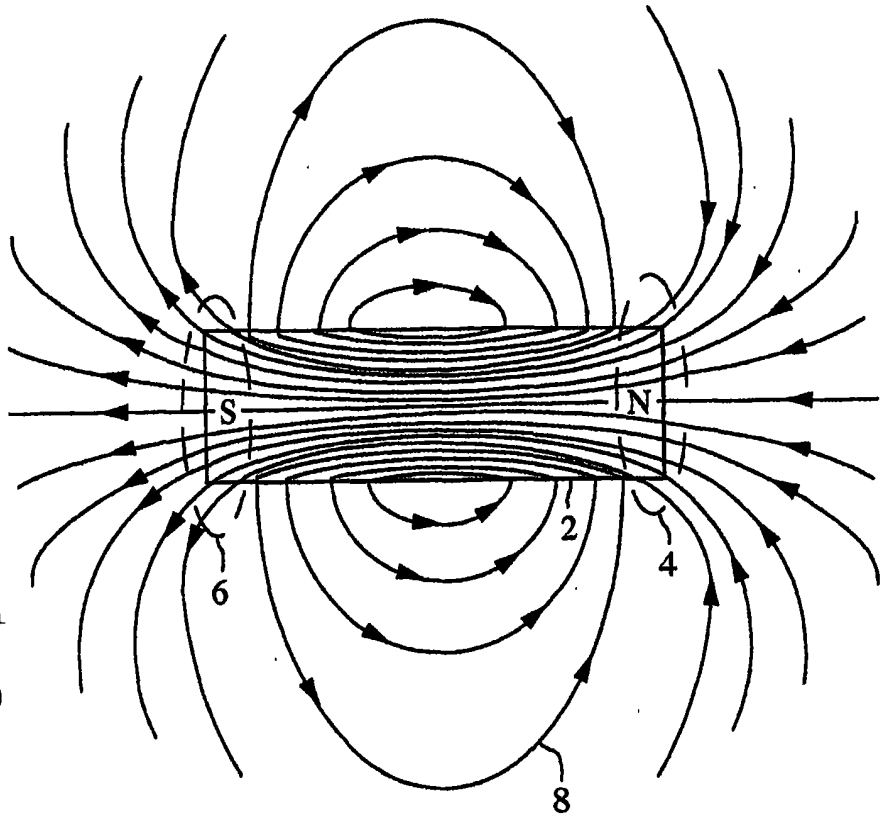


图 1

(现有技术)

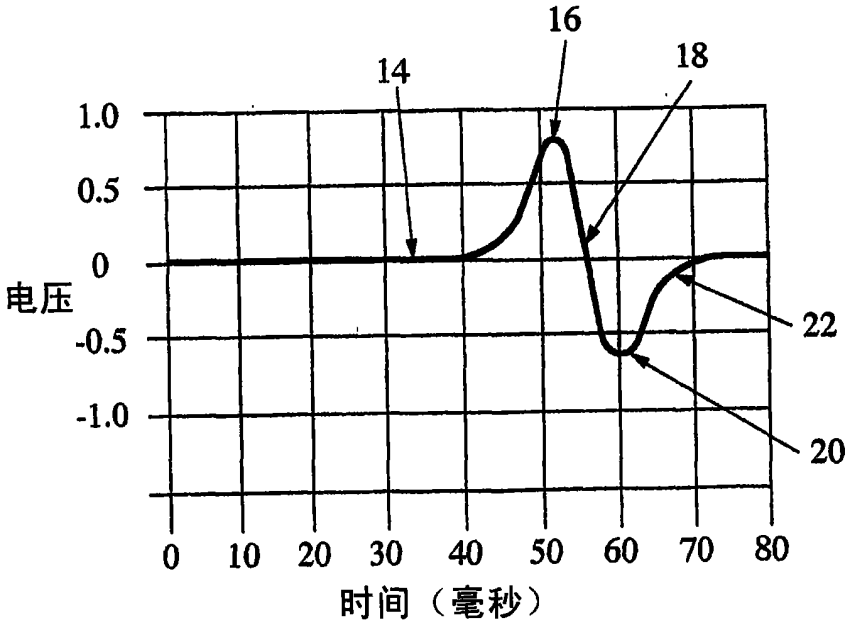


图 3

(现有技术)

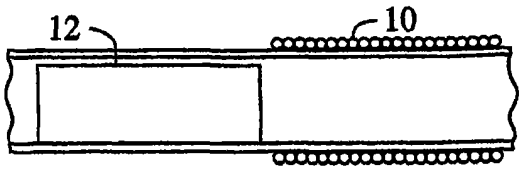


图 2a
(现有技术)

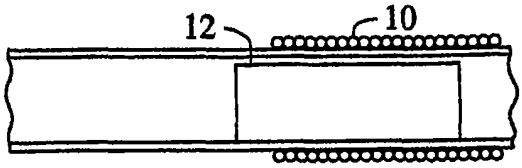


图 2b
(现有技术)

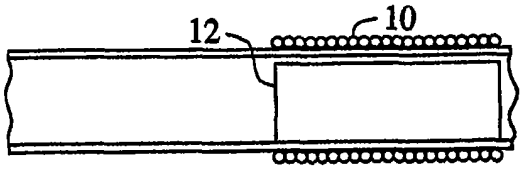


图 2c
(现有技术)

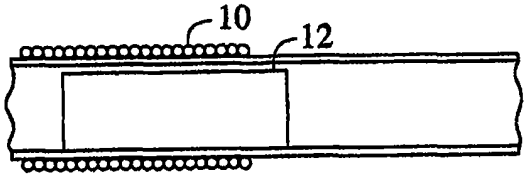


图 2d
(现有技术)

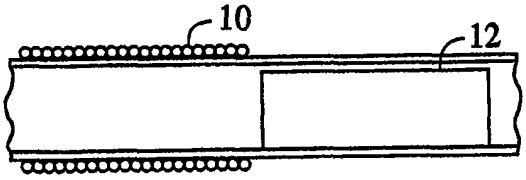


图 2e
(现有技术)

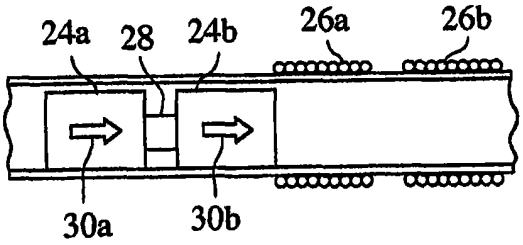


图 4a

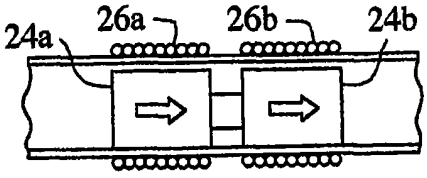


图 4b

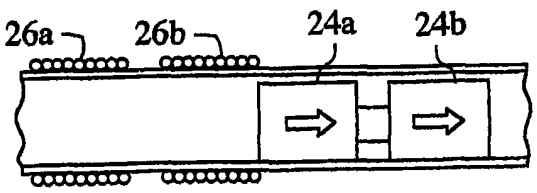
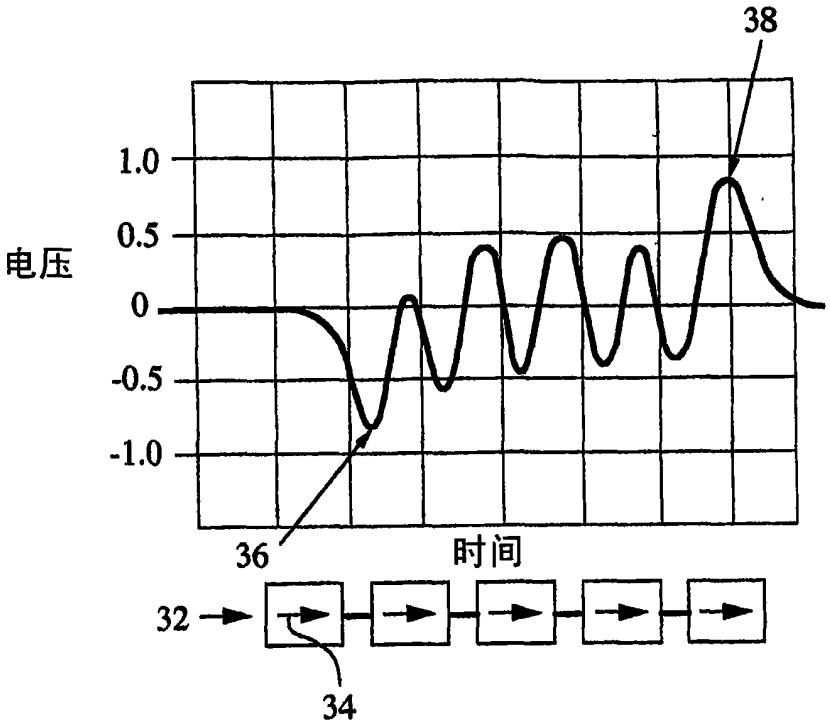


图 4c

图 5



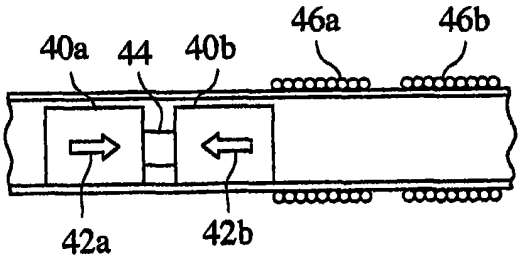


图 6a

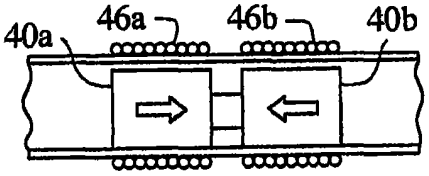


图 6b

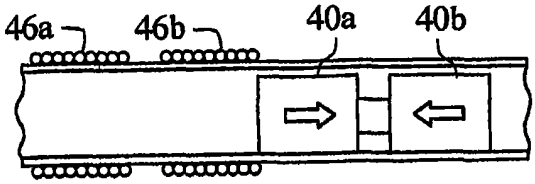


图 6c

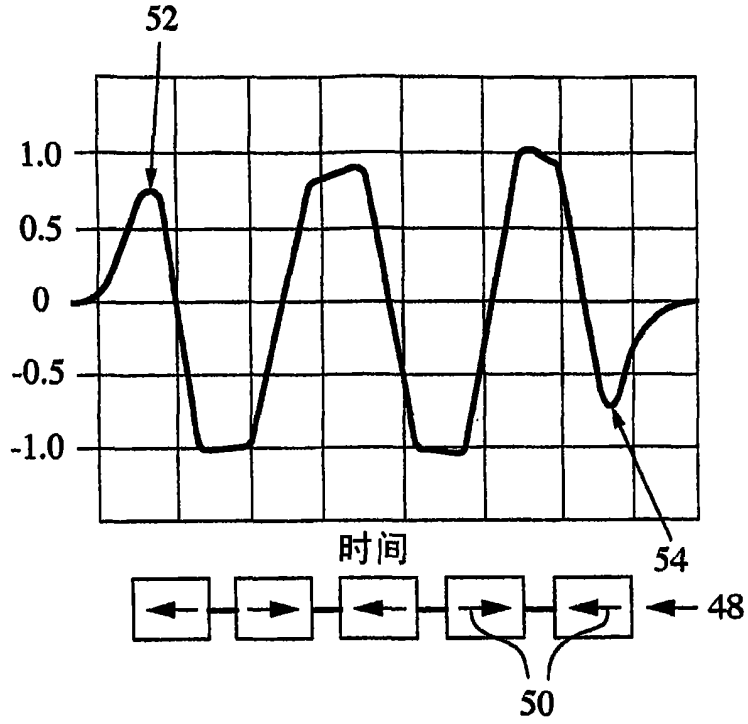


图 7a

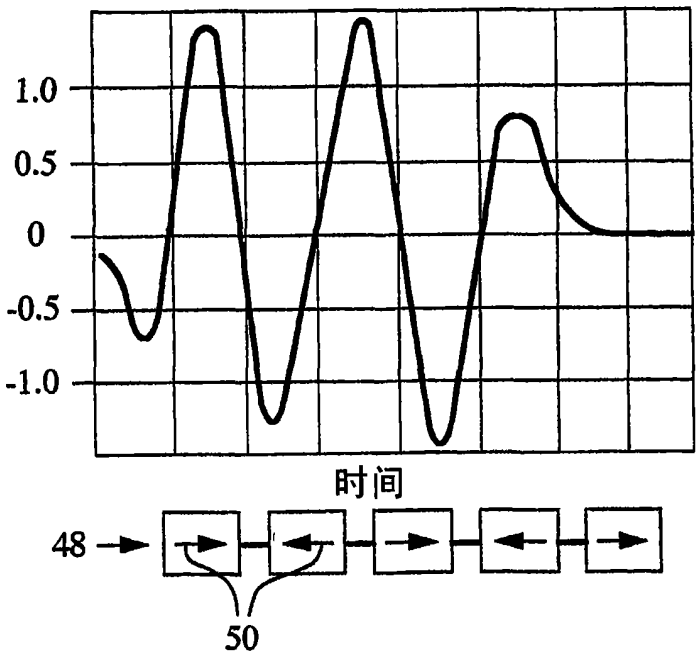


图 7b

图 8

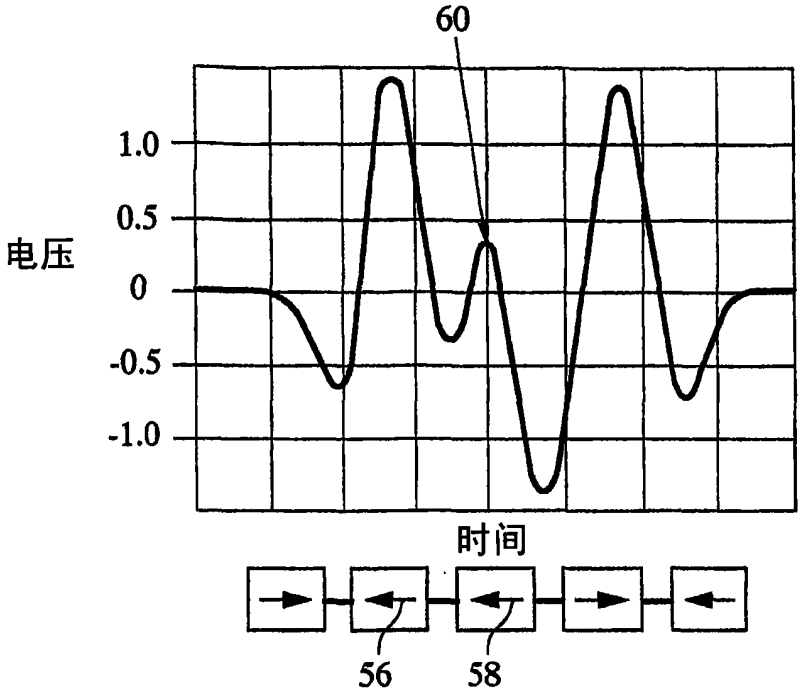
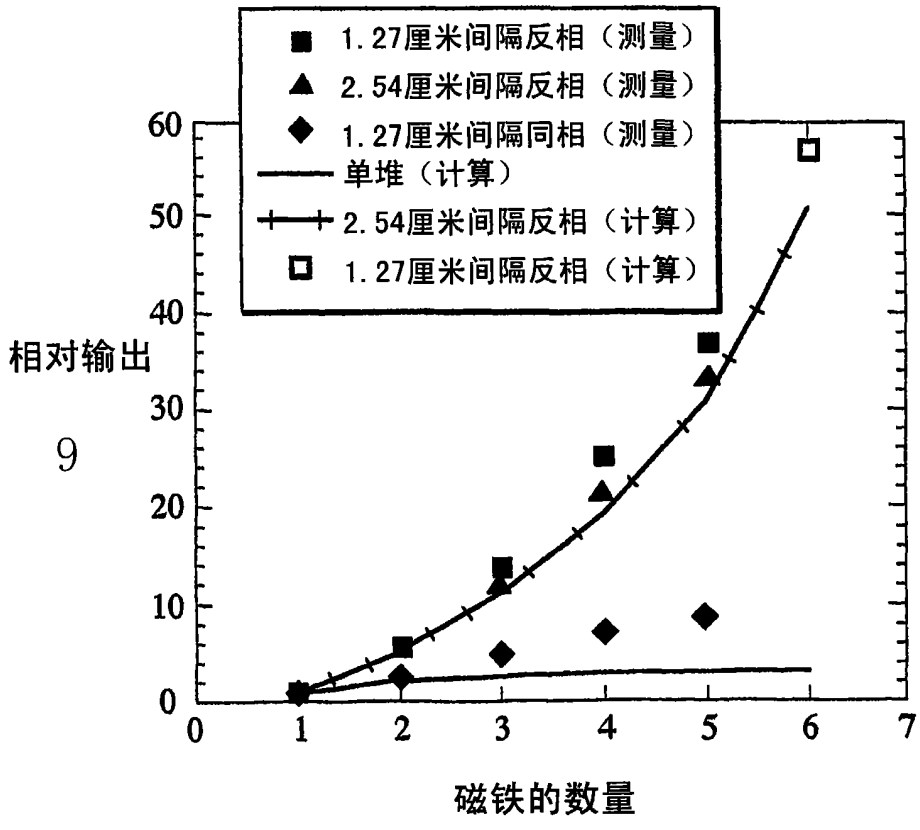

60
1.0
0.5
0
-0.5
-1.0
电压
时间
56
58

图 9


1.27厘米间隔反相（测量）
2.54厘米间隔反相（测量）
1.27厘米间隔同相（测量）
单堆（计算）
2.54厘米间隔反相（计算）
1.27厘米间隔反相（计算）
相对输出
磁铁的数量
0
10
20
30
40
50
60
1
2
3
4
5
6
7

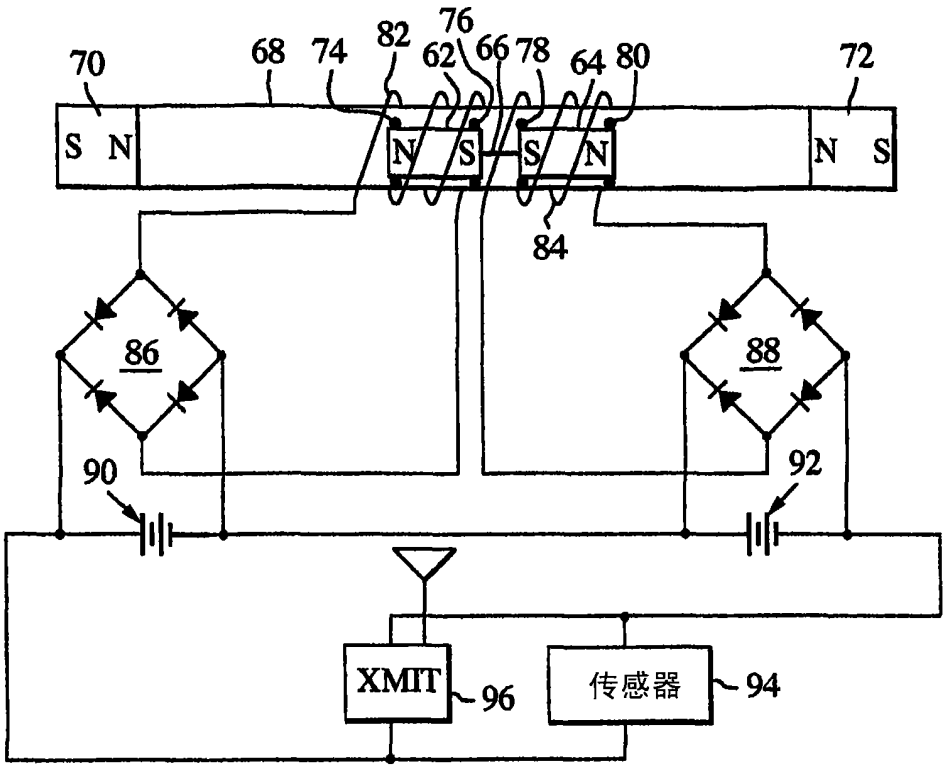

70
68
74
82
76
62
66
78
64
80
72
S N
N S
S N
N S
84
86
88
90
92
XMIT
96
传感器
94

图 10

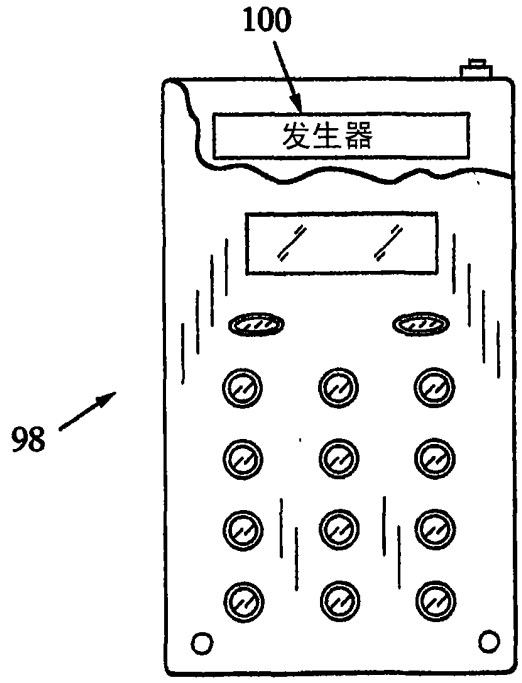

100
发生器
98

图 11

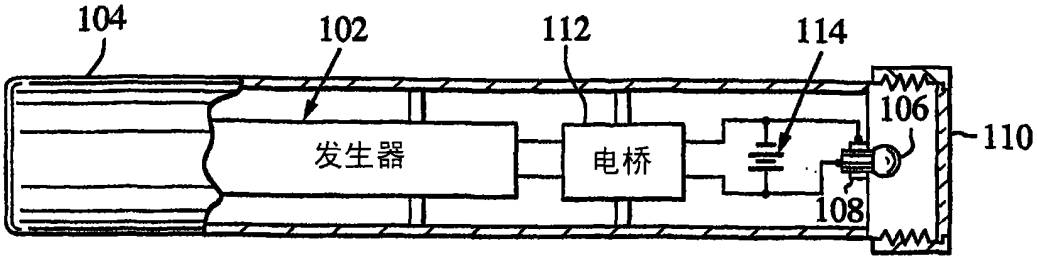

104
102
112
114
106
110
发生器
电桥
108

图 12

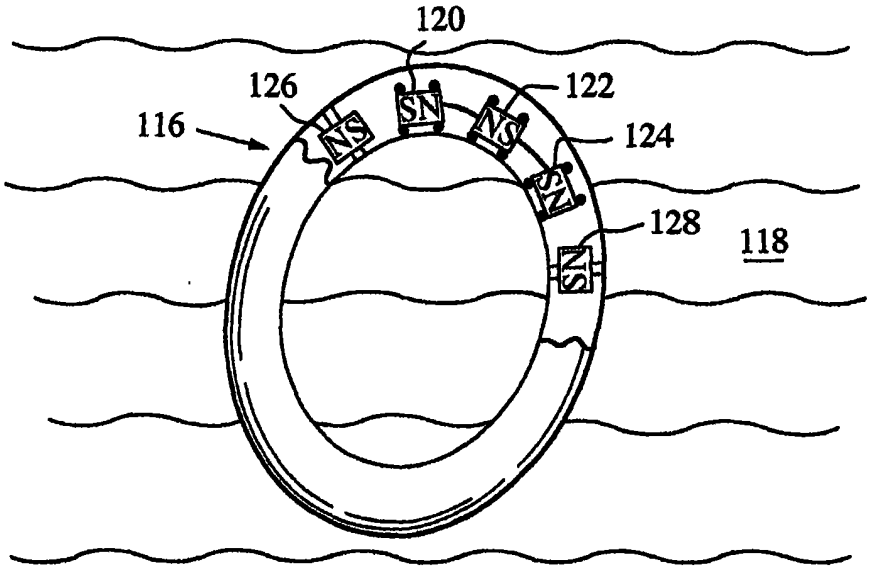

120
126
122
116
NS
SN
NS
124
SN
128
118
SN

图 13

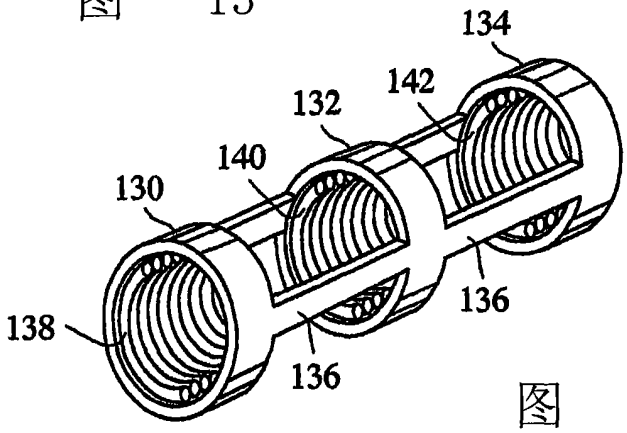

134
142
132
140
130
136
138
136

图 14