

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04R 9/00

H04R 1/24



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310123160.7

[43] 公开日 2004 年 6 月 30 日

[11] 公开号 CN 1509119A

[22] 申请日 2003. 11. 5

[21] 申请号 200310123160.7

[30] 优先权

[32] 2002. 11. 5 [33] US [31] 10/289109

[71] 申请人 斯特普技术公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 E·M·斯蒂尔斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

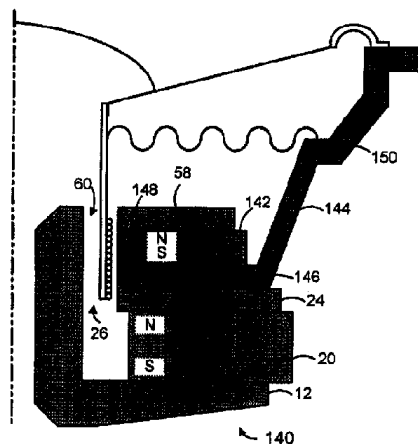
代理人 章社杲

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

[54] 发明名称 推推式多磁气隙变换器

[57] 摘要

一种诸如音频扬声器这样的变换器，具有推一推几何结构，其中有两个或更多个气隙，磁通以相同的方向越过这些气隙。如果具有多于一个的音圈，则音圈可以通过在相同方向上围绕线轴缠绕，或是通过在相反方向上缠绕而产生相同的电磁磁极和具有分隔的，相反极性的电气连接。变换器在一个较长偏移上呈现出高线性。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种电磁变换器, 包括:
一个具有轴线的磁轭;
5 磁耦合至磁轭的第一磁铁;
第一板, 磁耦合至与磁轭相对的第一磁铁, 并且在第一板和磁轭之间限定第一磁气隙;
第一磁材料部件, 连接至与第一磁铁相对的第一板;
第二板, 磁耦合至第一磁材料部件, 并在第二板和磁轭之间限定第二磁气
10 隙;
一个振动膜;
一个连接至振动膜的线轴;
至少一个音圈连接至线轴, 并且至少部分地位于至少一个磁气隙内;
其中越过第一和第二磁气隙的磁通相对于磁轭在第一相同的方向上。
- 15 2. 根据权利要求1的变换器, 进一步包括:
一个连接在第一板和第二板之间的非导磁散热件。
3. 根据权利要求2的变换器, 其中散热件包括:
一个基本上向内延伸至一个磁气隙的第一部分;
一个向外延伸用于形成电磁变换器的框架的第二部分;
20 其中振动膜和线轴中的至少一个从框架处悬出。
4. 根据权利要求3的电磁变换器, 其中散热件进一步包括:
一个从第一部分轴向延伸的第三部分;
其中第一磁材料部件具有允许其围绕散热件的第三部分安装的内部直径。
5. 一种电磁变换器, 包括:
25 多个在磁铁和板组件之间的磁气隙和一个磁轭;
通过每一个相关磁气隙的磁通相对于磁轭定向为相同的方向;
可移动地设置在至少一个磁气隙内的一个音圈组件。
6. 根据权利要求5的电磁变换器, 其中磁铁和板组件包括:
与磁轭相邻设置的第一磁铁;
30 与第一磁铁相邻设置的第一导磁板;

- 与第一板相邻设置的第一磁材料部件；以及
与第一磁材料部件相邻设置的第二导磁板，与第一板相对。
7. 根据权利要求6的电磁变换器，进一步包括
一个框架，以及
- 5 一个与音圈组件和框架连接的振动膜。
8. 一种音频扬声器的改进，该扬声器具有磁轭，磁耦合至磁轭的第一永磁体、线轴、连接至线轴的音圈和连接至线轴的振动膜，其中改进包括：
音圈通过第一磁气隙运动，第一磁气隙具有相对于磁轭在第一方向上流动的磁通；
- 10 音圈通过第二磁气隙运动，第二磁气隙具有相对于磁轭在第一方向上流动的磁通。
9. 根据权利要求8的音频扬声器的改进，进一步包括：
与磁轭一起限定第一磁气隙的第一板；
与磁轭一起限定第二磁气隙的第二板；
- 15 连接在第一和第二板之间、用于分隔第一和第二磁气隙的磁材料部件；
连接在第一和第二板之间的非导磁散热件；
该散热件形成音频扬声器的框架，以及
线轴和振动膜中的至少一个从框架悬出；
10. 根据权利要求8的音频扬声器的改进，进一步包括：
- 20 基本上从第一磁气隙的中间延伸至第二磁气隙的中间的音圈。
11. 根据权利要求8的音频扬声器的改进，进一步包括：
第二音圈连接至线轴的一个位置，使得当第一音圈的一端基本上位于第一气隙的中间时，第二音圈的一端基本上位于第二磁气隙的中间的位置处。

推推式多磁气隙变换器

5 技术领域

本发明总体涉及一种诸如音频扬声器的电磁变换器，尤其涉及一种用于此类变换器的多磁气隙的几何结构。

背景技术

- 10 在该文献中示有扬声器的横截面。由于扬声器通常是关于一个轴线或是中心线圆柱型或是旋转地对称的，因此仅示出了给定扬声器的任一面，但是本领域技术人员很容易知晓由此所代表的三维结构。但读者明白本发明并不限制为这样的一种轴向对称的实施方式。

- 图1示出了本领域公知的传统声频扬声器10，所示扬声器关于中线CL对称。
- 15 该扬声器包括一个导磁极板12，该磁板12包括一个可以与极板的基部16连接或是一体构成的磁极14。该磁极可以包括允许空气流对马达结构进行冷却并且对振动膜组件进行减压的轴向孔18。环型永磁体20围绕磁极，在两者之间有一腔22。导磁顶板24围绕磁极，在两者之间有一磁气隙26。典型的，磁气隙26小于腔22。极板，磁体，以及顶板可以共同称为磁铁组件或马达结构。在该文献中，粗的黑
- 20 箭头表示代表性的磁通流动的方向；本领域技术人员容易理解特别是当提供有相反的相电气输入信号时，可以将磁体颠倒，这样磁通将流向相反的方向，变换器正常工作。

- 导电音圈28刚性连接于一圆柱型线轴或是音圈框架30。该音圈悬挂在磁气隙内，以对连接至线轴的振动膜32提供机械力。当交流电通过音圈时，音圈沿着
- 25 扬声器的轴线在气隙内向上向下运动，使得振动膜产生声波。

- 框架34连接至磁铁组件。具有两个悬挂元件。阻尼器或机架36连接至线轴和框架，包围物38连接至振动膜和框架。这两个悬挂元件用于保持线轴和振动膜关于磁极集中并且排列，同时允许其轴向运动。防污帽40将组件密封，并且防止可能污染磁气隙，并且由此妨碍扬声器质量或是工作的灰尘颗粒以及其他零散物
- 30 质的渗透。

如图所示,当音圈比磁气隙高时(沿着轴线),扬声器被称为“向上悬垂”的几何结构。另一方面,如果音圈比磁气隙短,扬声器是“向下悬垂”的几何结构。

如果音圈运动的足够远,使得不同数量的音圈匝数存在于气隙内(例如,上悬音圈运动到足够远使其一端进入气隙内,或是下悬音圈已经运动到足够远使得其

5 其一端已经离开气隙),则扬声器开始呈现非线性特性,并且其音质会失真或是发生变化。当在需要最大音圈行程的高音量处播放低频声音时,这个问题尤其麻烦。

解决这个问题的通常的办法一直是使用高度上悬或是高度下悬的几何结构来实现高等级的线性音圈行程。但是这些方法本身是具有限制的。高度上悬的马达需要线圈长度增加,其又使得振动膜组件的整个运动量增加。在一些点处,该持

10 续增加的量变得非常大,以至于达到固有机械设计的限制,这妨碍了在偏移中进一步可控制的增加。同时,音圈块的增加没有随之引起所利用的磁通的增加,这将降低变换器的整个效率。该效率是与 BL 平方成正比,与线圈量的平方成反比的。在高度下悬的几何结构中,还具有其他实际的限制,这是由于磁场面积的相对增加需要维持常量 B 通过磁间隙高度,以在不牺牲效率的情况下实现较高的线

15 性偏移。不幸的是,磁通 B 的增加并不引起 BL 的增加,因此变换器的效率也不会增加。

有一种混合方法,提供带有在两个相关磁间隙内移动的一前一后两个音圈的线轴,如 Kobayahi 申请的美国专利 4,783,824 和 Shirakawa 申请的美国专利 5,740,265 中所教导的。这些都是“推一拉”几何结构的,其中顶部磁气隙之上的

20 磁通在与越过底部磁气隙的磁通相反的方向流动;这需要在相反方向上缠绕两个线圈,并且在不增加整个线性偏移的情况下,需要两倍的线圈长度和更长的线轴,所有的这些都会使生产成本增加而且只会带来最小的收益。Kobayahi 进一步教导如果通过音圈的电流是相反相的电流,则可将音圈在同一方向上缠绕。然而不幸的是,这需要每一线圈都要有自己专用的电气输入对,这将进一步增加变换器的

25 复杂性和成本。

在现有技术の上悬扬声器中,100%的磁气隙在线性工作期间一直起作用。在现有技术の下垂扬声器中,100%的音圈绕组在线性工作期间一直起作用的。

扬声器通常分为外部磁铁结构(其中环型磁铁围绕磁极板)或是内部磁铁结构(其中一个罩杯中容纳有磁铁)。磁极板和罩杯由于他们用于已经穿越过磁气隙

30 的磁通的返回路经,因此共同称为磁返回路径组件或是磁轭。

材料可以被分为磁材料或是非磁材料。非磁材料也可以称为非导磁材料；例如铝和石灰石就是非磁材料。磁材料可以分为硬磁材料和软磁材料。硬磁材料也称为永磁体，其可以不受外部影响产生磁场。软磁材料是那些虽然不是永磁体，但是本身会被磁化并且产生与他们被放置在磁场中的位置相应的磁通。软磁材料包括诸如钢和铁之类的含铁材料。

发明内容

本发明提供一种电磁变换器，其包括：

-一个具有轴线的磁轭；

10 -磁耦合至磁轭的第一磁铁；

-第一板，磁耦合至与磁轭相对的第一磁铁，并且在第一板和磁轭之间限定第一磁气隙；

-第一磁材料部件，连接至与第一磁铁相对的第一板；

15 -第二板，磁耦合至第一磁材料部件，并在第二板和磁轭之间限定第二磁气隙；

-一个振动膜；

-一个连接至振动膜的线轴；

-至少一个音圈连接至线轴，并且至少部分地位于至少一个磁气隙内；

其中越过第一和第二磁气隙的磁通相对于磁轭在第一相同的方向上。

20 本发明还提供一种电磁变换器，其包括：

-多个在磁铁和板组件之间的磁气隙和一个磁轭；

-通过每一个相关磁气隙的磁通相对于磁轭定向为相同的方向；

-可移动地设置在至少一个磁气隙内的音圈组件。

25 本发明还提供一种音频扬声器的改进，该扬声器具有磁轭，第一永磁体，其磁耦合至磁轭、连接至线轴的音圈的线轴和连接至线轴的振动膜，其中改进包括：

音圈通过第一磁气隙运动，第一磁气隙具有相对于磁轭在第一方向上流动的磁通；

音圈通过第二磁气隙运动，第二磁气隙具有相对于磁轭在第一方向上流动的磁通。

30

附图说明

由以下所给出的详细描述和本发明实施例的附图，可以更加全面地理解本发明，但是附图和描述不是用于将本发明限制为所描述的特定的实施例，而只是用于示例和理解。

5 图1示出了根据现有技术的扬声器几何结构的横截面。

图2A-C示出了根据本发明的扬声器几何结构的一个实施例，其具有一个音圈和两个气隙，磁通在同一方向上通过所述气隙。

图3A-C示出了根据本发明的扬声器几何结构的第二个实施例，其具有两个相同方向的磁通气隙和一前一后两个音圈。

10 图4示出了扬声器几何结构的第三实施例，其具有三个气隙和一个音圈。

图5A-F示出了扬声器的第四个实施例，其具有三个气隙和一个单音圈。

图6示出了扬声器几何结构的第五个实施例，其具有设置在磁铁组件内的冷却装置，带有两个气隙和一个音圈。

15 图7示出了扬声器几何结构的第六个实施例，其使用内部磁铁、两个气隙和一个音圈。

图8示出了扬声器几何结构的第七个实施例，其具有组合的框架和散热件。

图9示出了扬声器几何结构的第八个实施例的顶视图，其中顶部磁铁由多个具有气隙的较小磁铁组成，在这些气隙之间允许空气流动以冷却音圈。

20 图10示出了扬声器几何结构的第九个实施例的横截面，其使用作为初级磁铁的外部环形磁铁和用于顶部磁气隙的内部盘状磁铁的组合。

图11示出了扬声器几何结构的第十个实施例，其使用有作为初级磁铁的内部盘状磁铁和用于顶部磁气隙的外部环型磁铁。

具体实施方式

25 本发明可以应用在各种磁变换器中，这些磁变换器包括但是并不限制为音频扬声器、麦克风、机械位置传感器、启动器（可以是线形马达）以及类似装置。为了便于描述，本发明将参照音频扬声器实施例作出描述，但是应该想到该描述是示例性的，而并不是限制性的。本发明在诸如低音喇叭这样的高（大）偏移的应用中，可证实是特别有用的，但是同样也并不应该认为该应用是限制性的。

30 本发明允许低于100%的气隙和低于100%的音圈绕组同时使用。例如，本发

明使得可以同时使用 50%的音圈绕组和 33%的磁气隙，或者是 66%的磁气隙和 33%的音圈绕组实现最佳线性偏移，其中音圈绕组和磁气隙的好多种比率都是可以的，这使得设计者可以实现高频偏移、低频偏移、壳体体积、效率、线形偏移、成本、处理功率以及马达尺寸之间的期望的平衡或组合。设计者现在可以实现比
5 以前所使用的组合范围更加宽泛的组合范围。

图 2A 描述了根据本发明的扬声器 50 的一个实施例。该扬声器包括极板 12，该极板 12 包括有后板 16 和能与该后板 16 一体形成或是连接至后板 16 的极片 14。在有些实施例中可以具有孔 18，该孔延伸通过极板的长度，用于允许空气响应扬声器风箱的动作而流动。在有些实施例中，可以有益地采用带有斜端 52、54 的孔
10 18，其用于改进带有更少量的紊乱的空气动力行为，允许使用不会引起过量失真的较小的孔或口。如果孔太大，则会由于磁极内刚量的降低导致的刚的磁饱和，而引起磁效率的降低。

磁铁组件包括与现有技术相同的第一永磁体 20、第一板 24、第一磁气隙 26。本发明进一步包括磁材料部件 56，在一些实施例中，该磁材料部件 56 可以是第
15 二永磁体。与现有技术中的双气隙扬声器不同，磁材料部件采用其磁通在与第一磁铁相同方向上的部件，或换句话说，使得第一磁铁 20 和磁材料部件 56 具有彼此相面对的相反的磁极。扬声器进一步包括限定第二磁气隙 60 的第二极板 58。

包括线轴或管、振动膜、机架、围绕物以及防污盖的框架和振动膜组件基本上与现有技术相同。音圈、第一板、第二磁铁以及第二板可以有益地形成为这样
20 的大小，即使得音圈从一个板的中间部延伸至另一个板的中间。音圈的高度 T_{vc} 可以有益地基本上等于第二板的高度 T_p （在很多情况下，应该等于第一板的高度，这样使得两个气隙的高度相同）加上第二磁铁的高度 T_m 。为了进入非线性反应区域，音圈应该必须运行足够远使得它的底端进入顶部第二气隙，或者是使得它的顶端进入底部第一气隙的位置。这使得音圈具有一个等于顶部顶板高度（厚
25 度） T_p 加上顶部磁气隙间的两倍的空间高度 T_m 的峰到峰线性偏移。在一个优选构造中，两个板厚度相同，并且第二磁铁 56 应该与至少一个板的厚度相同。

磁铁、板、极板、极片的相对尺寸应该根据具体应用的特定需求来确定，并且最好是在可以应用本发明教导的普通扬声器技术设计人员的能力范围之内。例如，往往是底部磁铁必须要比顶部磁铁更大（或扼要的说法是更结实），以使通过
30 两个气隙的磁通相同，这是由于两磁铁间的下板分流一部分底部磁通，直接进入

顶部磁铁而不通过第一气隙。

图 2B 和 2C 描述了音圈分别在线形偏移区域内的最大伸展和缩回点处的图 2A 的实施例。读者应该注意在图 2A-2C 中，相当于有一个气隙起作用（图 2B 中顶部气隙的 100%，图 2A 中每个气隙的 50%，图 2C 中底部气隙的 100%），和—
5 整个磁气隙高度的音圈绕组起作用。在线形偏移的一些给定点处，整个磁气隙的 50%起作用，音圈的相应高度等于 T_{vc} 减去 T_m 。

图 3 描述了根据本发明扬声器几何结构 70 的第二实施例，其与第一实施例相同，除了包括有两个音圈 72、74。理想的，这两个音圈高度相同，并且从一个音圈的中间到另一个音圈的中间的距离应该等于两个气隙之间的距离（或换句话
10 说，等于在两个板之间的磁材料部件的厚度）。在使用具有最佳线性的最佳构造中，两个板之间的间隔以及其中的每个板应该是相同的厚度，该厚度应该与一个音圈的高度 T_{vc} 加上音圈之间的距离 T_s 相等，这样当例如上音圈在偏移过程中，刚刚开始退出顶部磁气隙的顶部时，下音圈则刚刚开始进入顶部磁气隙。

图 3A-C 描述了最佳实施例，其中每一音圈的高度 T_{vc} 是距离 H ，每一磁气隙的高度 T_{p1} 、 T_{p2} 是距离 $2H$ ，磁气隙之间的距离 T_m 是长度 $2H$ 。注意 $T_s = H = T_{vc}$ 。
15 该几何结构给出了一个 $7H$ 的峰到峰线性偏移，在一末端，下音圈的顶端与顶部磁气隙的顶部齐平，在另一末端，上音圈的底端与底部磁气隙的底部齐平。

在一个实施例中，在相同方向上缠绕音圈，并且在同一磁极上给这些音圈施加电信号。在另一实施例中，在相反方向上缠绕音圈，并且使其接受来自相反磁
20 极的电信号。

可替换的，极板可以采用槽 66，音圈线轴可以在其最大向下偏移处延伸入该槽内，这可以防止线轴打击极板，该线轴打击极板现象会损坏声音并可能损坏线轴或音圈和或其它元件。在 Tanabe 等人的美国专利 US5,715,324 中给出了该教导。

在一种模式中，极片可以采用基本上与气隙之间的垫片或磁铁相对的槽 78，
25 在顶部磁气隙之上的槽 80，在底部磁气隙之下的槽 82，以进一步通过将更多的磁通集中在气隙中，以及在每一气隙的端部之上和之下建立对称的打击区域而进一步提高线形特性。

读者应该注意，在图 3A-C 中，全部音圈绕组的 50%在磁气隙内起作用，全部磁气隙的 25%在变换器的线形工作期间被使用。

30 图 4 描述了根据本发明的扬声器几何结构 90 的第三实施例。该扬声器包括

极板 12、第一磁铁 20、第一板 24、磁材料部件 56、第二板 58 以及其他与第一实施例基本相同的元件。该扬声器进一步包括用于限定第三磁气隙 96 的顶部磁材料部件 92 和第三板 94。通过包括有三个或更多的气隙,可使音圈的整个线形偏移更大。通过使用相同厚度的板,和相同厚度的磁铁(如果使用单线圈,则板的厚度可以相同也可以不同),并且通过使磁铁以及板具有适当的尺寸,可以使磁通密度基本上相同地通过每一间隙,这将导致在音圈线性行程的整个范围上具有最佳的线性。最好在已经知晓先前内容的那些本领域普通技术人员的技术范围内进行特定厚度和直径的选择,在此不再作详细描述。

图 5A-F 描述了与图 4 相同的扬声器几何结构 100 的第四实施例。该扬声器包括极板 12、初级磁铁 20、第一间隙板 24、磁材料部件 56、第二间隙板 58、磁材料部件 92、第三间隙板 94、线轴 30 以及其余的框架组件(未示出)。如图所示,扬声器进一步包括从顶部磁气隙的中间延伸至底部磁气隙的中间的音圈 102。如果初级磁铁对于整个音圈行程的空间不够厚的话,扬声器可以选择性地包括有导磁垫片 104。

该构造相当于两个磁气隙的全部的 66%在整个线形偏移中起作用。在图 5A 中,中间磁气隙起作用,顶部磁气隙和底部磁气隙中各有一半起作用。图 5B 描述了在其最大偏移的线形偏移位置处的振动膜组件,其中音圈的底部与中间磁气隙的底部齐平;顶部和中间磁气隙起作用,底部磁气隙不起作用。

随着音圈继续向外延伸,中间磁气隙逐步地不起作用。但是,由于顶部磁气隙仍然起作用,因此扬声器不会立即呈现高度失真。取而代之的是,整个气隙(顶部的)保持全部起作用,直到到达图 5C 中所示的位置,在此处音圈的底部碰到顶部磁气隙的底部。仅在此点之后,随着音圈继续向外延伸,扬声器的电子马达驱动才向零减弱,在图 5D 所示点处,音圈的底部已经离开顶部磁气隙的顶端。

从图 5A 所示的中间位置开始在另一个方向上运动,图 5E 描述了线形偏移的另一端,此处音圈的顶部碰到中间磁气隙的顶部。然后,随着音圈继续缩回,中间磁气隙逐步不起作用,但是底部磁气隙仍然保持全都起作用,直到到达图 5F 所示位置,此处音圈的顶部碰到底部磁气隙的顶部。随着音圈继续缩回,当音圈完全离开底部磁气隙时,扬声器电机驱动将成为零。图 5F 清楚地证明了底部磁铁和极板之间的垫片的作用,其是用于在底部磁气隙和极板之间提供充足的空间,使得音圈和线轴不会击打极板。

该几何结构可在一个延伸的动态范围上提供良好的音质，这是由于它的步进作用引起的，在该作用中有效地存在有两个等级的线性偏移：中间行程区域，其中两个磁气隙起作用，和在该中心区域的一端的外部区域，其中一个磁气隙起作用。

- 5 图6描述了根据本发明的扬声器几何结构110的第五个实施例。该扬声器包括与第一实施例相同的极板12、第一磁铁20、第一板24、振动膜组件。该扬声器进一步包括由非导磁以及理想地高度导热的材料，诸如铝制成的散热板112。该散热板可以有利地设置有一个散热部分114，在一些实施例中，该散热部分114的厚度 T_{hs} 可以基本上大于散热板的中间厚度 T_{sp} 。在此实施例中，散热板的全部直径应该基本上大于周围部件的直径，以使其具有用于较厚散热板的周界的适当空间。虽然在横截面图中并没有示出，但是散热板还可以包括用于增加表面面积和提供热传导的轴向或径向槽或散热片。

- 15 该扬声器进一步包括第二板116和第二磁铁118。在此构造中，第二磁铁定向为与第一磁铁相对，这样通过两个气隙的磁通是同一方向上的，而使得使用单音圈或多音圈产生相同的电磁极性。

- 图7描述了扬声器几何结构120的第六个实施例，其使用内部磁铁和板，没有使用外部环行磁铁和板。典型的，其是采用钕铁硼磁铁或其他稀土磁铁的对称结构。在该实施例中，磁路返回路径通过磁轭或罩杯122的外围而不通过极片。在该罩杯内封装有内部磁铁24，限定第一磁气隙128的第一板126，可以是一永
20 磁体或仅仅是一铁垫片的磁材料部件130，和限定第二磁气隙134的第二板132。线轴可以设置有一个或多个产生相同极性并且大小与以上述音圈相同的音圈。在最佳情况下，磁铁或垫片130可以形成为这样的大小，即使得通过顶部磁气隙的磁通基本上与通过底部磁气隙的磁通相等。在一些实施例中，磁铁或垫片130可以是环形的。在一些实施例中，顶部磁铁与底部磁铁直径相同，但是其是由弱磁
25 材料制成的。

在一些实施例中，可以设置有（未示出）通过罩杯和/或板和/或磁铁的孔，以当音圈和振动膜处于重载时刻时，提供用于冷却和给组件减压的空气流。在一些实施例中，这可以采用一个位于内部环型磁铁构造内的中心孔实现。

- 图8描述了本发明的第七个实施例，其与图2和图6的相同。该扬声器140
30 包括与先前实施例相同的极板12、初级磁铁20、第一磁气隙板24、第二磁气隙

板 58。顶部磁铁 142 具有放大的内直径，用于容纳组合的框架和散热件 144。该散热框架 144 由诸如铝之类的非导磁材料制成，并且包括放置在第一板和顶部磁铁之间的部分 146，放置在顶部磁材料部件的放大内直径之内的部分 148，使得该散热件的放大的表面积暴露于架在两个磁气隙之间的音圈部分，和用作支撑振动膜组件的框架的部分 150。在一些实施例中，散热部分 148 的内表面基本上与两个板的内直径对齐，或是由两个板的内直径少量凹进。

图 9 描述了一个替换实施例，其可以选择性地与此处教导的其他原理组合使用。所示部分马达组件 160 为顶视图。从该顶视图中，可看到带有空气通孔 18 的极片 14。当从上看时，可以看到线轴 30 和音圈 28 的横截面。底部初级磁铁 20 可见且围绕极片设置。第一板 24 在极片周围放置，并且导磁地耦合至底部磁铁。在图中没有示出第二板，这样读者能够看到在马达的轴线周围放置的多个顶部磁材料部件 162。空间 164 存在于相邻的上磁材料组件之间，由于允许空气流流进和流出马达结构，以改进冷却。在一些实施例中，马达结构可以包括一个用于防止外部颗粒通过顶部磁铁间的空间进入马达内的屏幕或网格（未示出）。顶部磁铁 162 具有如此排列的磁极，使得例如它的北极面对页面外。有技术知识的读者知道顶部磁铁不必为圆盘状，其可以是带有或不带有孔的其他形状，采用这些形状可以提供不同的优点。例如，使用一组楔形磁铁可以提供增加的表面积和增加的通过顶部磁气隙的磁通（未示出）。

在根据本发明中所教导的原理的扬声器的单音圈实施例中，整个线性偏移基本上等于：

$$((NG-K+1) * HS) + ((NS-K+1) * HG)$$

其中 K 是音圈能够具有的一次起作用的磁气隙的数量，NG 是磁气隙的数量，NS 是磁气隙之间的间隔的数量（或换句话说 NG-1），HG 是磁气隙的高度，HS 是相邻磁气隙之间的间隔的高度，只要 K 小于 NG。

图 10 描述了使用混合几何结构的双间隙扬声器 170 的第九实施例。该扬声器包括极板 172，初级磁铁 20，该初级磁铁是外部环形磁铁。该环形外部顶板 174 磁耦合至初级磁铁，并且在环形外部顶板与极板的极片之间限定底部磁气隙。内部顶部磁铁 130 可以是一个盘形磁铁，其磁耦合至极片的顶部，并且它的磁极关于扬声器的轴线定向为与初级磁铁的磁极相对。内部顶板 126 磁耦合至内部顶部磁铁。顶部磁气隙 178 限定在环形外部顶板和内部顶板之间。通过两个磁气隙的

磁通相对于极片或磁路返回路径部件位于相同方向上。音圈 28 与线轴 30 组件支撑在磁气隙内。

图 11 描述了使用不同的混合几何结构的双间隙扬声器 180 的第十实施例。该扬声器包括一罩杯，该罩杯可以包括后板 182 和侧壁 184，或者它可以是单片电路结构。可以是盘状磁铁的内部磁铁 124 是初级磁铁，并且磁耦合至罩杯。可以替换地被认为是极片的延伸了的内部顶板部件 186，磁耦合至初级磁铁。外部环形顶部磁铁 56 磁耦合至罩杯，可选择地在非导磁散热件 188 之上，并且具有关于扬声器的轴线，定向为与初级内部磁铁的磁极相对的磁极。外部顶板 58 磁耦合至外部顶部磁铁。极片 186 限定了它本身与杯罩之间的底部磁气隙和它本身与外部顶板之间的顶部磁气隙。可选择的，极片可以采用用于减少其重量，并且改进电机结构的冷却的孔 190。在一些实施例中，此孔可以延伸通过极片，内部初级磁铁（其随后是环形磁铁）和罩杯。音圈与线轴 30 组件支撑在磁气隙内。

总结

参照说明书中的“一实施例”、“一个实施例”、“一些实施例”或“其它实施例”，意指结合实施例进行了描述的特定特征，结构，或是特性包括在至少一些实施例中，但不必包括在本发明的所有实施例中。各种表示“一实施例”“一个实施例”或“一些实施例”不必全部都指同一个实施例。

如果说明书指出“可以”“可能”或是“能够”包括一元件，特征，结构或是特性，则表示不一定必须包括那些特定的元件，特征，结构或是特性。如果说明书或是权利要求中指出“一”元件，则并不意味着只有一个元件。如果说明书或权利要求指出“一附加”元件，则并不排除具有多于一个的附加元件。

在权利要求中，短语“磁耦合至”意指“有磁联系”或换句话说“在磁通电路中”，并且不“通过磁吸方式进行磁联接”。在权利要求中，短语“气隙”意指“通过其集中磁通的间隙”，并且不限制为该气隙实际上填充有空气的情况，在一些应用中，该间隙能够填充有任何合适的气体或诸如磁液体之类的液体，或甚至可以在真空下。

当一个元件被描述为与另一个元件“相邻”时，不应该解释为指在这两个元件之间绝对没有任何东西，而仅仅是指他们所示的顺序上。

可以使用许多种方式组合在不同的附图中示出的几个特征，并且不应该解释为是对其中进行描述和图示的特定实施例的限制。

已经享有本公开内容的利益的技术人员了解，可在本发明范围之内作出前述描述和附图的其他各种变形。事实上，本发明并限定为以上所描述的具体内容，而是在以下包括了任何改进的权利要求中限定了本发明的范围。

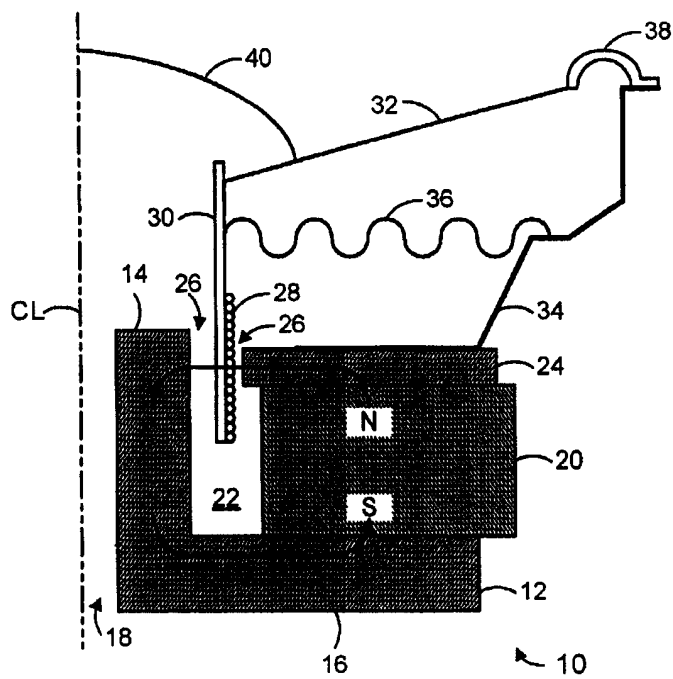


图 1
(现有技术)

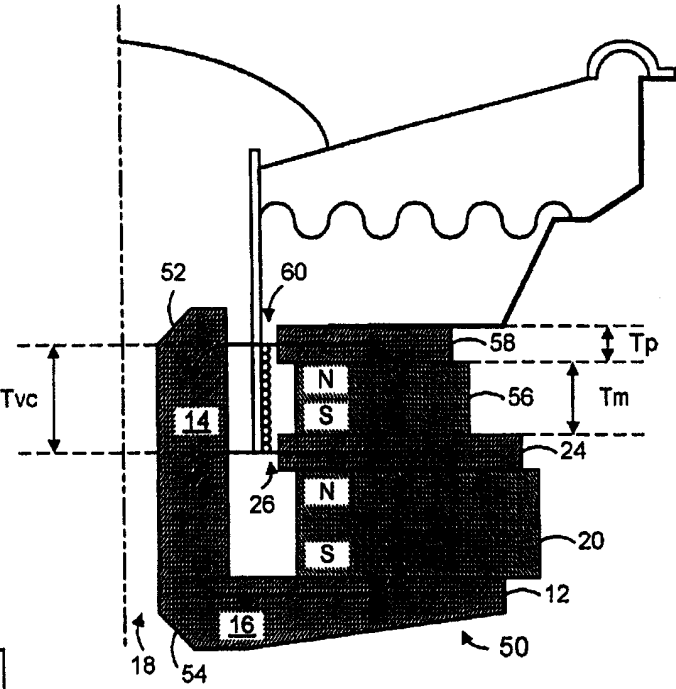


图 2A

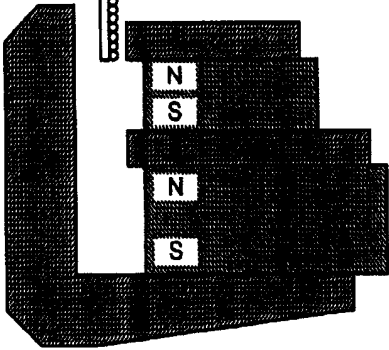


图 2B

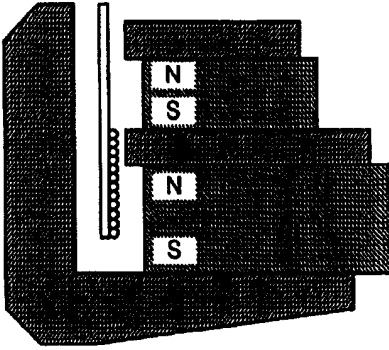


图 2C

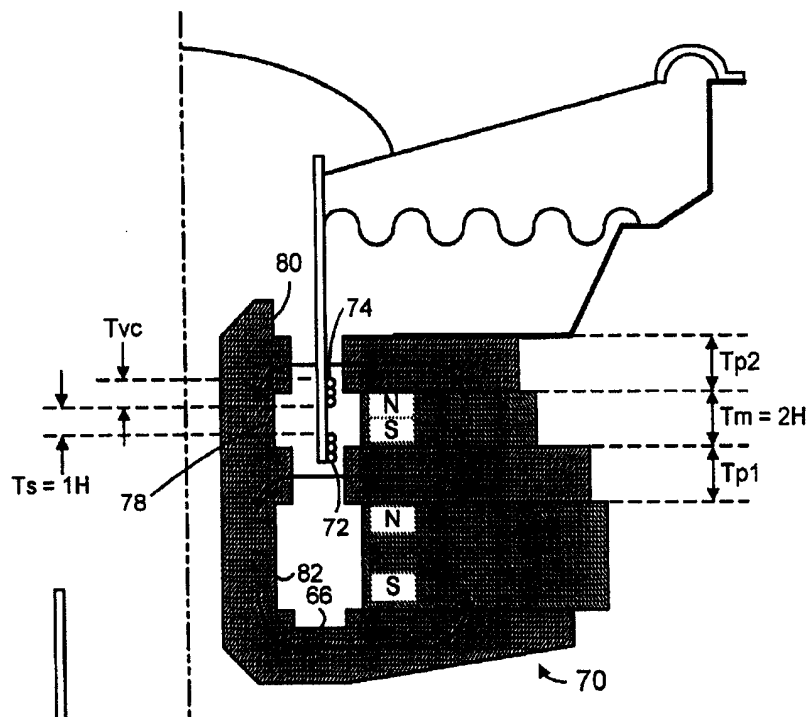


图 3A

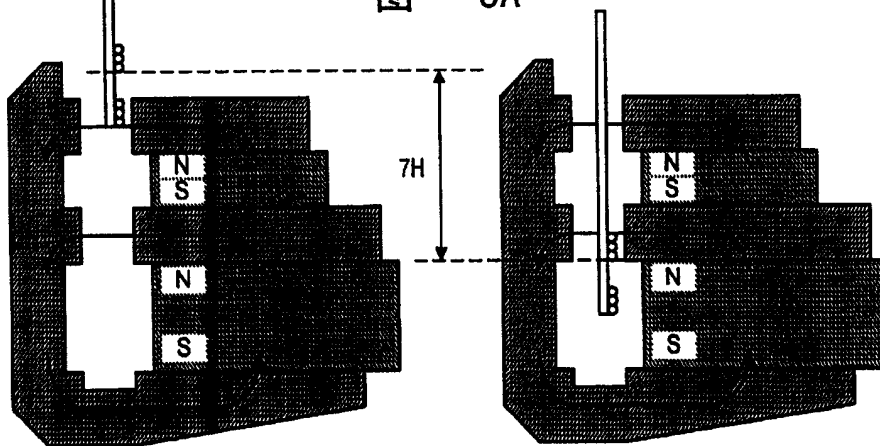


图 3B

图 3C

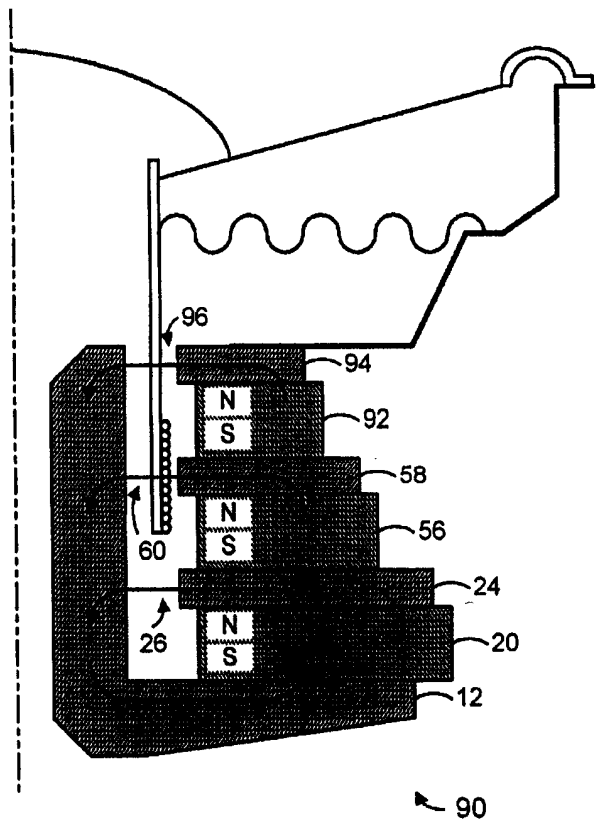


图 4

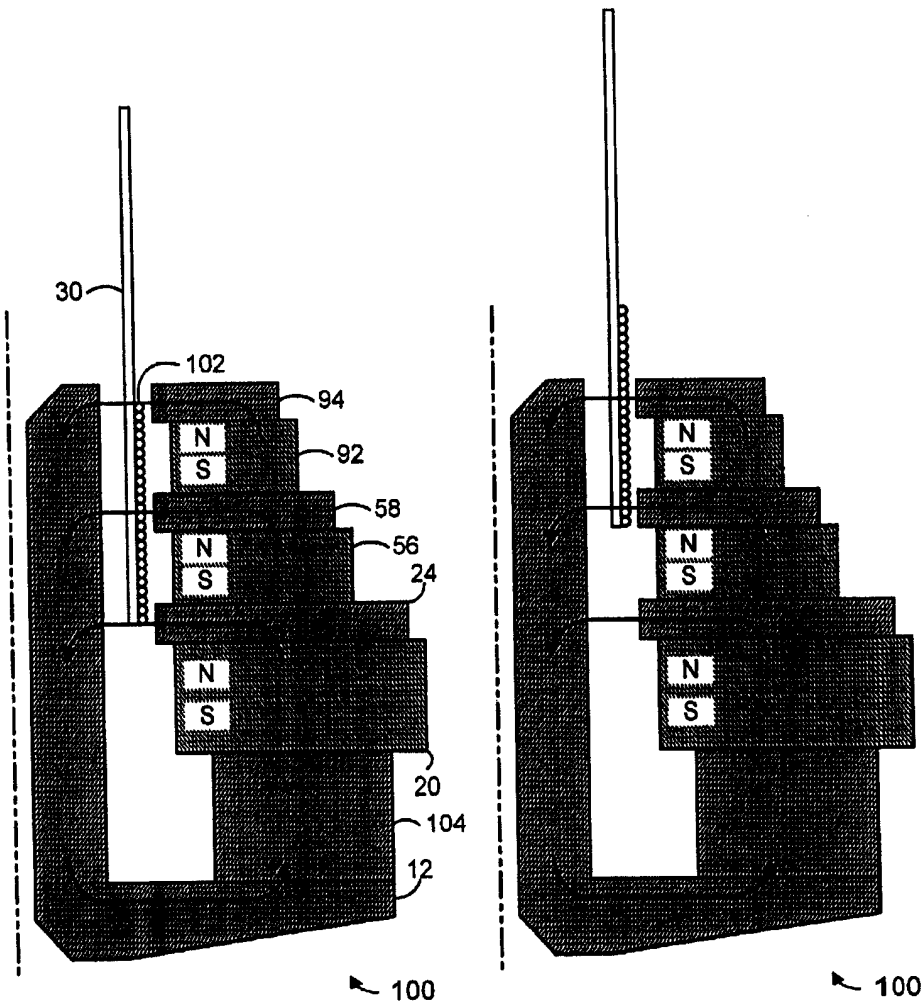


图 5A

图 5B

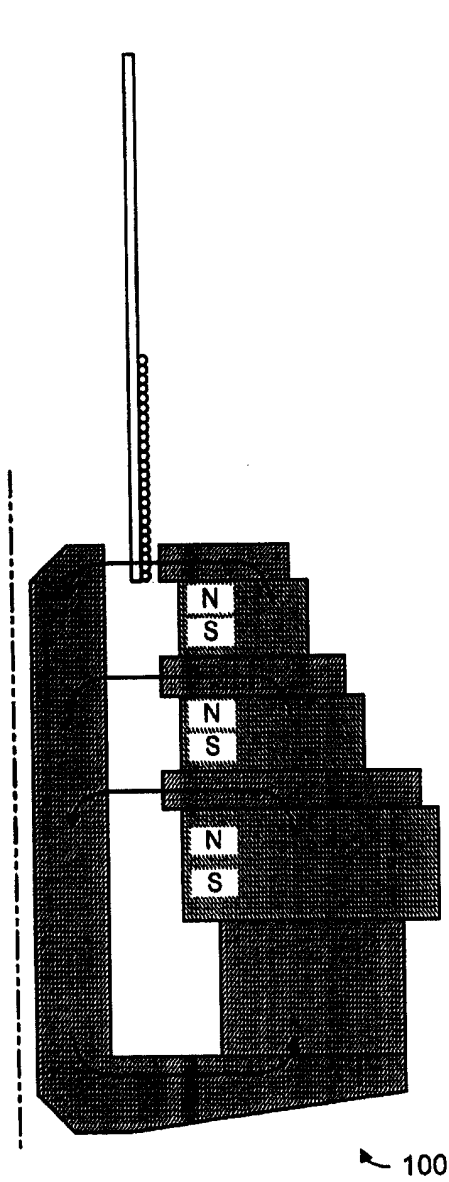


图 5C

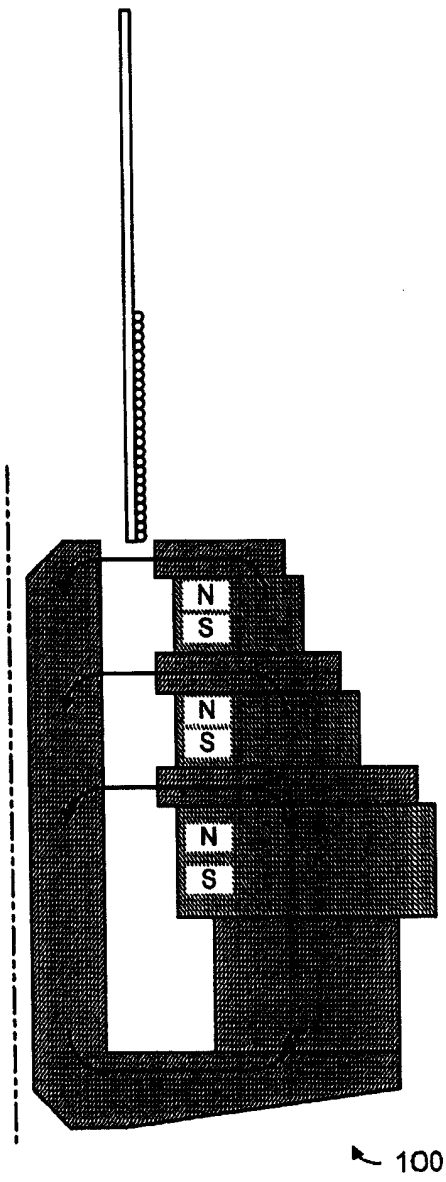


图 5D

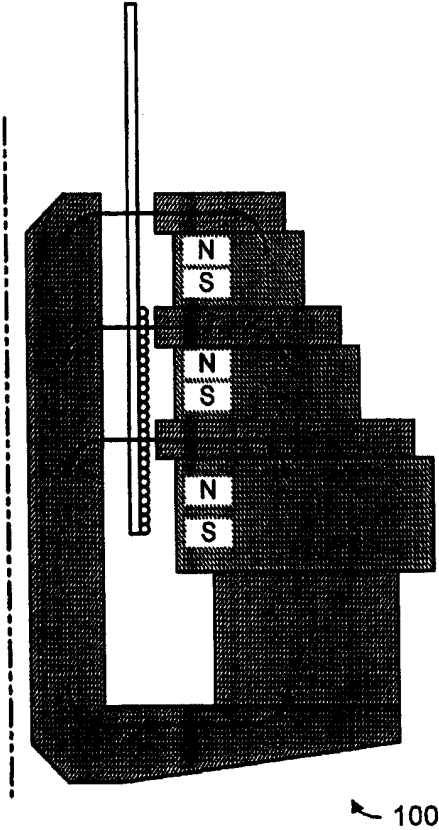


图 5E

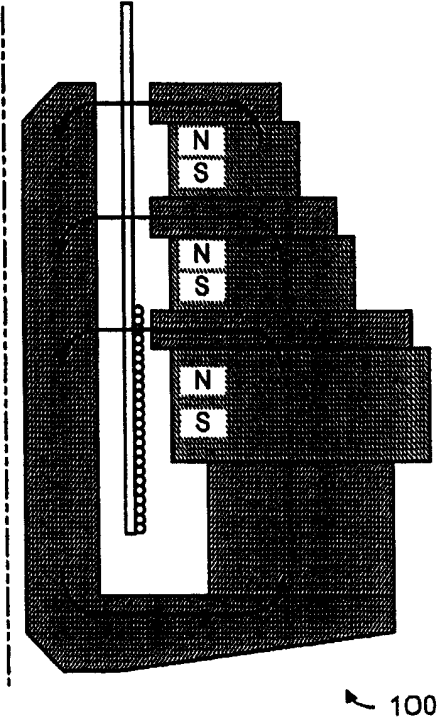


图 5F

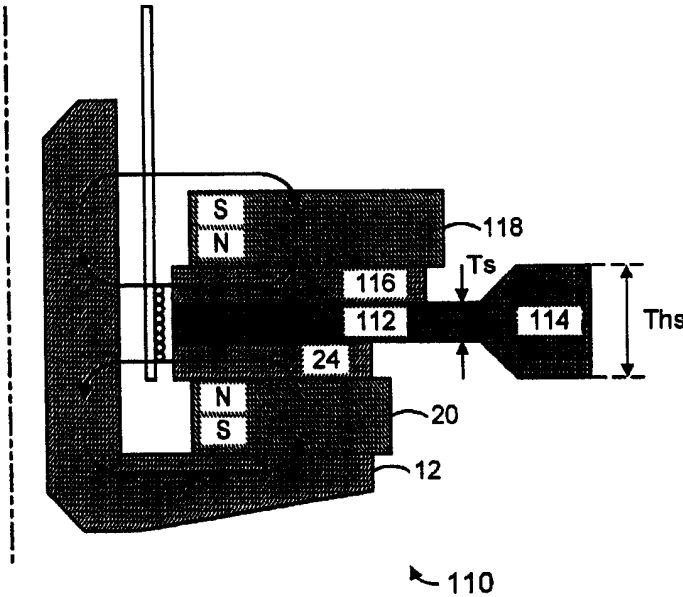


图 6

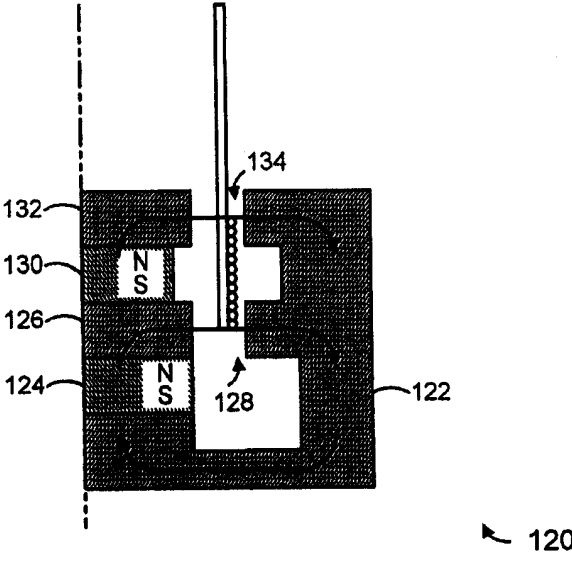


图 7

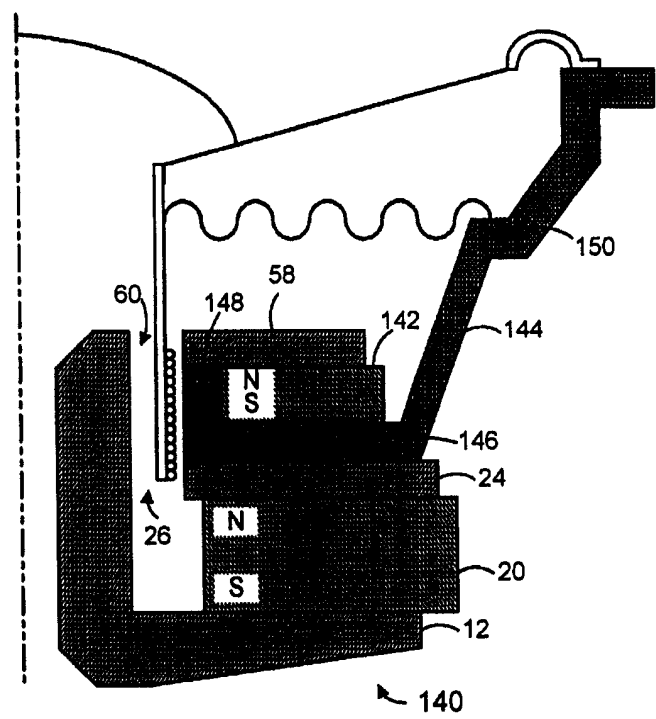


图 8

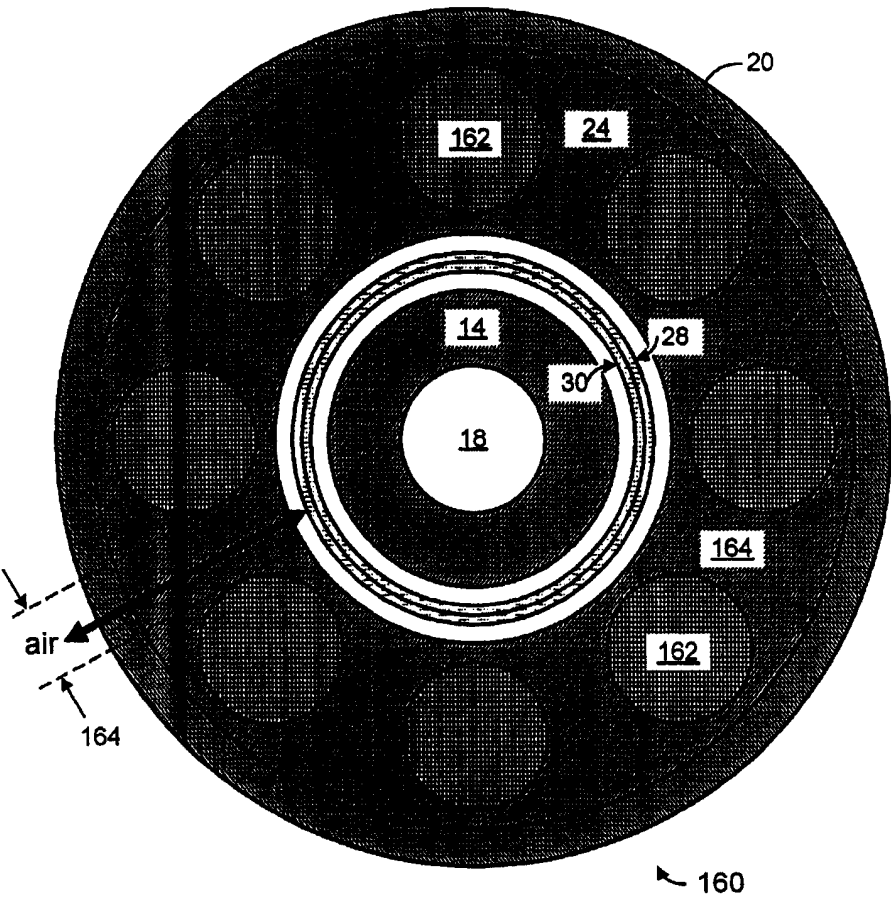


图 9

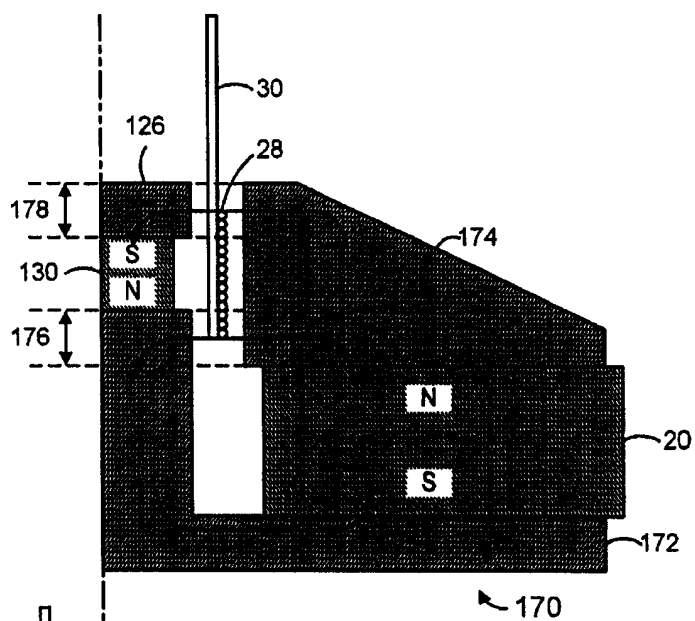


图 10

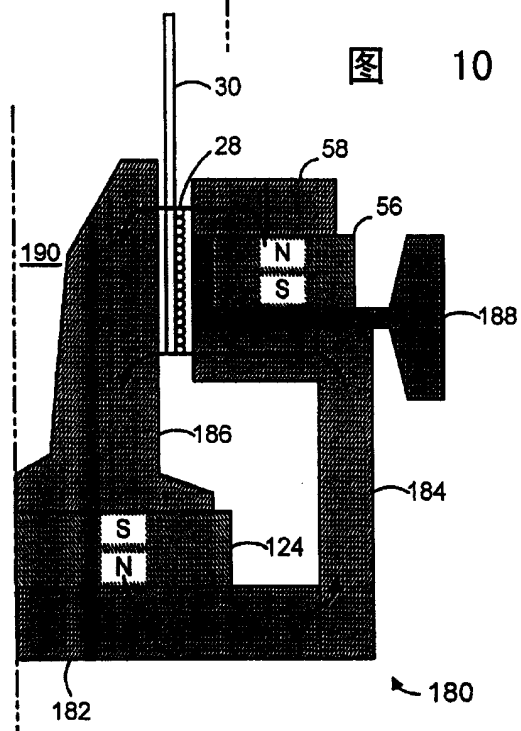


图 11