



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99101780.3

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1136646C

[22] 申请日 1999.2.5 [21] 申请号 99101780.3

[30] 优先权

[32] 1998.4.28 [33] JP [31] 118358/1998

[32] 1998.10.8 [33] JP [31] 286228/1998

[32] 1998.10.8 [33] JP [31] 286260/1998

[71] 专利权人 松下冷机株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 山本秀夫 渋谷浩洋 浜冈孝二

审查员 何志源

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

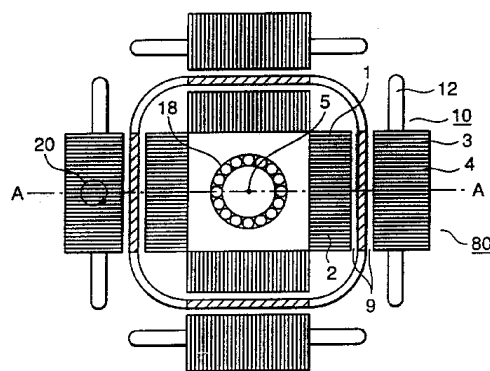
代理人 胡晓萍

权利要求书 8 页 说明书 46 页 附图 38 页

[54] 发明名称 直线电动机和直线压缩机

[57] 摘要

一种直线电动机，包括：棱柱形内轭铁，各自由大量大致矩形且高导磁率的片材相互堆叠而成；外轭铁，各自由大量大致矩形且高导磁率的片材相互堆叠而成。各线圈绕在外轭铁的三个磁极部的中心部上以在直线电动机的轴线方向上交替地产生不同的磁极。外轭铁上包含磁极部的一个表面与内轭铁相对设置以在其间形成一预定间隙，这样内轭铁和外轭铁构成多个轭铁块中的一个。轭铁块放置于所述轴线周围，这样片材堆叠方向垂直于轴的直径方向。另外，具有一对径向磁化因而磁性方向相互相反的永久磁铁的移动件在内轭铁和外轭铁之间可移动，并且沿轴向具有预定间隔。此结构可提高电动机的效率并且方便电动机的制造。



1. 一种直线电动机，包括：

—中心轴线；

棱柱形内轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成；以及

外轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成，还有多个线圈，各线圈绕在所述外轭铁的三个磁极部的一中心部分上，从而沿所述中心轴线方向交替产生不同的磁极，

其中，所述外轭铁的具有所述三个磁极部的一个表面放置成与对应的内轭铁相对的位置，以在其间形成一预定间隙，这样，所述内轭铁和所述外轭铁形成多个轭铁之一，并且所述多个轭铁放置在所述中心轴线周围以形成一多边形轮廓，这样，片材的叠装方向垂直于一包含所述中心轴线的轴的直径方向，还有一移动件，具有一成对的在径向磁化的平板状永磁铁，使其磁化方向相互相反，并且位于所述内轭铁和外轭铁之间，并且永磁铁设置成沿所述中心轴方向上有一预定间隔，该移动件可沿所述中心轴线方向移动。

2. 如权利要求 1 所述的直线电动机，其特征在于，各对所述平板状永磁铁设置成总是可同时穿过所述外轭铁所述三个磁极部中的两个所形成的磁极。

3. 如权利要求 1 所述的直线电动机，其特征在于，还包括：

—用于将所述轭铁保持成以下状态的平板状基座，即所述轭铁的内轭铁侧面设置成相互相对的位置，以在其间形成一预定间隔；以及

安装在所述基座上并位于所述内轭铁之间的一个轴承，

其中，所述轴与所述移动件构成一体并插入所述轴承中。

4. 如权利要求 1 所述的直线电动机，其特征在于，各所述外轭铁由三个与所述外轭铁的所述三个磁极部分相对应的三个分开的块构成，在所述线圈安装于其所述中心磁极部之后，所述三个块相互连成一体。

5. 如权利要求 3 所述的直线电动机，其特征在于，所述用于安装所述轭铁的基座由一种非磁性材料制成。

6. 如权利要求 3 所述的直线电动机，其特征在于，所述用于安装所述轭

铁的基座由一种具有高电阻率的非磁性材料制成。

7. 如权利要求 3 所述的直线电动机，其特征在于，所述基座上具有突出部，其宽度与所述内轭铁和所述外轭铁之间的预定间隙宽度相同，所述内轭铁和所述外轭铁通过紧压方法安装于所述基座上，其中所述突出部置于所述预定间隙中。

8. 如权利要求 1 所述的直线电动机，其特征在于，所述移动件由一种非磁性材料制成。

9. 如权利要求 1 所述的直线电动机，其特征在于，所述移动件由表现为高电阻率的非磁性材料制成。

10. 如权利要求 1 所述的直线电动机，其特征在于，所述移动件包括：

一对矩形移动截面基部；

多个用于支撑所述移动截面基部的支撑柱以将所述移动件形成一大致立方体结构；

多对永磁铁，各对都置于所述大致立方体的两侧面中的所述各对移动截面基部之间，相互成相对关系，并且在所述各对永磁铁之间有一隔离件以在其间形成一预定间隔；以及

用于在所述移动件和所述内轭铁之间一个间隙中的所述轴之间形成连接的支撑件。

11. 如权利要求 10 所述的直线电动机，其特征在于，所述移动截面基部和所述隔离件由表现为高电阻率的非磁性材料制成，并且所述支撑件由一种非磁性材料制成。

12. 一种直线电动机，包括：

棱柱形内轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成；

外轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材叠装而成，所述外轭铁各自在所述片材叠装方向上进行切割而成第一和第二开口，以形成第一磁极部、第二磁极部和第三磁极部，并且所述外轭铁包含上述三个磁极部的一个表面放置成与所述内轭铁相对位置以在其间形成一预定间隙，从而构成各个轭铁组，这样在所述片材表面上形成一磁路；

还有多个线圈，各线圈绕在所述第二磁极部上，用于在所述第一磁极部、所述第二磁极部和所述第三磁极部中交替地形成不同的磁极，

一用于安装所述轭铁组的平板状基座，其中内轭铁侧面放置成相互相对位置而形成一预定空间；

一装在所述基部上的轴承并位于所述内轭铁之间；

一移动件，包括沿所述内轭铁和所述外轭铁相对的方向上磁化的各对第一和第二平板状永磁铁，并且各对磁铁置于所述间隙中沿所述轴承的轴向设有一预定间隔，这样其磁化方向相互相反，而当所述移动件沿所述轴向移动时，所述第一平板状永磁铁的磁力线总是贯穿所述第一磁极部和所述第二磁极部的磁力线，而所述第二平板状永磁铁的磁力线总是贯穿所述第二磁极部和所述第三磁极部的磁力线；以及

一轴，整体地装在所述移动件上并且插入所述轴承中。

13. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，在所述外轭铁的所述第一和第三磁极部中，沿所述外轭铁的所述片材叠装方向上制有多个孔，所述外轭铁牢固地固定在所述基部上，有杆状件插入所述孔。

14. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，在所述外轭铁的第一和第三磁极部中，沿所述外轭铁的叠装方向上具有多个通孔，所述外轭铁牢固地固定在所述基部上，直通杆插入所述通孔中。

15. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，所述基部在其将与所述外轭铁和所述内轭铁分别接触的部分上具有孔。

16. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，所述外轭铁包括：第一磁极块，构成所述第一开口的第一磁极侧壁面；第二磁极块，由第一开口的磁极侧壁面和内轭铁相对的壁表面以及第二开口的第二磁极侧壁面和内轭铁相对壁表面构成；以及第三磁极块，构成所述第二开口的第三磁极侧壁面，所述三个磁极块在所述线圈绕在所述第二磁极块上之后连成一体。

17. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，所述外轭铁包括一侧轭铁，该侧轭铁构成所述第一开口的第一磁极侧壁面和内轭铁相对的面以及第二开口的第三磁极侧壁面和内轭铁相对的壁表面；一中心轭铁，构成所述第一开口的第二磁极侧壁面和所述第二开口的第二磁极侧壁面；所述两个轭铁在所述线圈安装在所述中心轭铁上之后连成为一体。

18. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，所述移动件构成一六面体形的框架，并且所述第一和第二平板状永磁铁设置在所述框架两个侧面中，沿所述轴向方向设有所述预定的间隔，并位于所述内轭铁和外轭铁之

间，所述移动件和所述轴借助支撑件在所述内轭铁之间的一空间中相互连接。

19. 如权利要求 12 所述的直线电动机，其特征在于，所述移动件包括一对对的移动永磁铁组件，各对包括所述第一和第二平板状永磁铁，由一矩形移动截面基部所包围，并且设置成有所述预定的间隔，并在其间设有一隔离件，所述移动件还包括多个支撑柱，所述支撑柱用于支撑移动的二对永磁铁组件为所述移动件形成一大致立方体形的框架，所述移动件和所述轴由支撑件相互连接在所述内轭铁之间的空间中。

20. 如权利要求 19 所述的直线电动机，其特征在于，各所述移动永磁铁组件包括一矩形框架，该框架由一其内侧具有凹槽和一棒状紧压件的 U 形架构成，所述第一和第二平板状永磁铁可插入所述矩形框架中，所述隔离件位于所述第一和第二平板状永磁铁之间，所述第一和第二平板状永磁铁具有多个配合于所述凹槽中的突出部，所述隔离件具有多个配合于所述凹槽中的突出部。

21. 一种直线电动机，包括：

棱柱形内轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成；

外轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材叠装而成，所述外轭铁各自具有沿所述片材叠装方向上切割成多个开口而形成的多个磁极部；

还有多个线圈，各线圈绕在除了位于所述外轭铁两端部处的所述磁极部之外的所有所述磁极部上，并且制成为可在相邻磁极部中形成不同的磁极；

一组轭铁，各自包括所述内轭铁、所述外轭铁和所述线圈，并且分别制成为：所述外轭铁包含所述磁极部的一个表面位于与所述内轭铁相对的一预定间隙中以在所述片材表面上形成一磁路；

一用于安装所述轭铁组的平板状基座，其中内轭铁侧面设置成相互相对而形成一预定空间；

一装在所述基座上的轴承，位于所述轭铁组的所述内轭铁之间；

一移动件，其中，各组平板状永磁铁的数量与所述开口数相等，并且在面向所述内轭铁和所述外轭铁的方向上磁化，并置于所述内轭铁和所述外轭铁之间的间隙中，并沿所述轴承的轴向设置有一预定间隔，使其磁化方向相反，当所述移动件沿所述轴向移动时，所述各平板状永磁铁的磁力线始终同时贯穿所述外轭铁的所述相邻磁极部；以及

一整体地装在所述移动件中并插入所述轴承中的轴。

22. 一种直线电动机，包括：

棱柱形内轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成；

外轭铁，各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材叠装而成，所述外轭铁各自具有沿所述片材叠装方向上进行切割而成的多个磁极部；

还有多个线圈，各线圈绕在所述多个磁极部中的偶数位置磁极部上，并且制成为可在相邻磁极部中形成不同的磁极；

一组轭铁，各包括所述内轭铁、所述外轭铁和所述线圈，并且分别制成为：所述外轭铁包含所述多个磁极部的一个表面被置于与所述内轭铁相对的一预定间隙中，从而在所述片材表面上形成一磁路；

一用于安装所述轭铁组的平板状基座，其中其内轭铁的侧面被置成相互相对而形成一预定空间；

一装在所述基座上的轴承，位于所述轭铁组的所述内轭铁之间；

一移动件，其中，各组平板状的永磁铁数量与所述开口数相等，并且在面向所述内轭铁和所述外轭铁的方向上磁化，并置于所述内轭铁和所述外轭铁之间的间隙中，并沿所述轴承的轴向设置有一预定间隔，这样其磁化方向相互相反，当所述移动件沿所述轴向移动时，所述各平板状永磁铁的磁力线始终同时贯穿所述外轭铁的所述相邻磁极部的磁力线；以及

一整体地装在所述移动件中并插入所述轴承中的轴。

23. 一种直线压缩机，包括：

棱柱形内轭铁，各自由高导磁率的大量片材相互叠装而成；

外轭铁，各自由高导磁率的大量片材叠装而成，在片材叠装方向上制成有两个开口以在其中形成三个磁极部；

还有多个线圈，各线圈绕在所述外轭铁所述三个磁极部的中心磁极部上，用于在所述三个磁极部中交替地形成不同的磁极；

一组轭铁，各包括所述内轭铁和所述外轭铁，并且分别制成为：所述外轭铁包含所述磁极部的一个表面被置于与所述内轭铁相对的位置上，以在其间形成一预定间隙；

一用于安装所述轭铁组的平板状基座，其中其内轭铁侧面被置成相互相对而形成一预定空间；

一安装到所述基座上的气缸位于所述内轭铁之间；

一移动件，包括多对平板状永磁铁在所述内轭铁与外轭铁相对的方向上磁化，并位于所述内轭铁和所述外轭铁之间的间隙中，各对永磁铁设置成在其间形成一预定间隔，使其磁化方向相反；

一活塞，位于与所述移动件整体构成的一轴的顶端部，并被塞入所述气缸中；以及

连接到所述轴上的一弹簧。

24. 如权利要求 23 所述的直线压缩机，其特征在于，所述移动件构成一大致六面体形状，所述各对平板状永磁铁分别位于所述内轭铁和所述外轭铁之间的所述六面体的两侧面中，其状态为：沿所述活塞的轴向设有所述预定的间隔，还有一移动件支撑件，它可在所述移动件和与所述活塞的相反侧的所述轴之间形成一连接。

25. 如权利要求 23 所述的直线压缩机，其特征在于，所述移动件构成一大致六面体形状，所述各对平板状永磁铁分别位于所述内轭铁和所述外轭铁之间的所述六面体的两侧面中，其状态为：沿所述活塞轴向设有所述预定间隔，还有一移动件支撑件，设在所述内轭铁之间的间隙中，用来在所述移动件和所述轴之间形成一连接。

26. 如权利要求 23 所述的直线压缩机，其特征在于，所述内轭铁和所述外轭铁除了与所述基座接触之外，不与其它部件接触。

27. 如权利要求 25 所述的直线压缩机，其特征在于，所述气缸具有一轴向切口以防止当移动件往复运动时所述移动件支撑件与所述气缸接触。

28. 如权利要求 25 所述的直线压缩机，其特征在于，所述活塞由形成于端部的一第一滑动段、接着所述第一滑动段并有较小直径的一非滑动段以及接着所述非滑动段的一第二滑动段构成，用于将所述移动件连接到所述活塞上的所述移动件支撑件置于所述非滑动段上。

29. 如权利要求 24 所述的直线压缩机，其特征在于，在所述大致六面体上的所述内轭铁和所述外轭铁之间的所述两侧面之外的另一侧上设置一用于在所述移动件和所述轴之间形成一连接的加强件。

30. 如权利要求 26 所述的直线压缩机，其特征在于，所述内轭铁构成：所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度，相对于在所述基本上中心位置处的所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度，在所述内轭铁片材叠装方向上

从中心位置向两端位置逐渐变大，所述外轭铁构成为：所述外轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度相对于所述大致中心位置处的所述外轭铁和所述永磁铁之间间隙宽度，在所述外轭铁片材叠装方向上从所述中心位置向所述两端位置逐渐变大。

31. 如权利要求 26 所述的直线压缩机，其特征在于，所述内轭铁制成为：所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度在所述内轭铁片材叠装方向上从一中心位置向一端部位置的一个范围内是恒定的，而所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度在所述片材叠装方向上从所述中心位置向另一端部位置是逐渐变大的，而所述外轭铁制成为：所述外轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度在所述外轭铁的片材叠装方向上从一中心位置向一端部位置是逐渐变大的，所述外轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度在所述片材叠装方向上从所述中心位置向另一端部位置的一个范围内是恒定的。

32. 如权利要求 26 所述的直线压缩机，其特征在于，所述各个内轭铁制成为：所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度相对于在所述中心位置处的所述内轭铁和所述永磁铁之间的一间隙宽度，在所述内轭铁的所述片材叠装方向上从一中心位置向两端位置是逐渐增加的，这样面向所述外轭铁的所述内轭铁的一个表面形成向所述外轭铁突出的曲面形状，而与所述曲面相对的所述内轭铁的一个表面制成为基本上与所述内轭铁的上述弯曲表面相同的弯曲轮廓，以使所述内轭铁通过具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成从而整体上形成一弯曲表面，而各所述外轭铁制成为：所述外轭铁和所述永磁铁之间的一间隙宽度相对于所述中心位置处的所述外轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度、在所述外轭铁片材叠装方向上从所述中心位置向两个所述端部位置逐渐变大，这样面向所述内轭铁的所述外轭铁的一个表面形成为具有向内轭铁突出的弯曲轮廓，而与所述曲面相对的所述外轭铁的一表面制成为具有与所述外轭铁的上述曲面轮廓基本上相同的弯曲轮廓，使所述外轭铁由具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成以整体形成所述弯曲表面轮廓。

33. 如权利要求 26 所述的直线压缩机，其特征在于，所述内轭铁制成为：所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度在所述内轭铁片材叠装方向上，在一中心位置向一端部位置的一个范围内是恒定的，而所述内轭铁和所述永磁铁之间的间隙宽度在所述片材叠装方向上从所述中心位置向另一端位置是逐渐变大的，这样面向所述外轭铁的所述内轭铁一个表面形成为：其一部分

在从所述中心位置向另一端位置的一个范围内在离开所述外轭铁一个方向是倾斜的，所述内轭铁与上述表面相对的一个表面制成为具有与其平行的基本上相同的斜度，以使内轭铁可通过具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成以整体形成一倾斜表面轮廓，所述外轭铁制成为：所述外轭铁和所述永磁铁之间的一间隙宽度在所述外轭铁的片材叠装方向上从所述中心位置向一端部位置逐渐变大，所述外轭铁和所述永磁铁之间的一间隙宽度沿所述片材叠装方向上从所述中心位置向另一端部位置的一个范围内是恒定的，这样面向所述内轭铁的所述外轭铁的一个表面形成为其一部分在从所述中心位置向一端部位置的一个范围内在离开所述内轭铁的方向上是倾斜的，与所述外轭铁那个表面相对的外轭铁一个表面制成为具有与其平行的基本上相同斜度，以使所述外轭铁可由具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成，以整体上形成一倾斜表面轮廓。

直线电动机和直线压缩机

技术领域

本发明涉及一种可移动磁式直线电动机，还涉及一种直线压缩机。

发明技术

近些年来，直线电动机已得到了飞速发展。迄今为止，在欧洲和美国，已研究出一种可在宇宙空间使用的斯特林(Stirling)发动机中的直线电动机。近几年来，美国太阳能有限公司已研制出一种直线压缩机和一种可在普通环境下使用的压缩机用可移动磁式直线压缩机(Nicholas R. van der Walt, Reguven Unger: Linear Compressor—amturning technology, International Appliance Technical Conference, 第1—6页, 1994年)。

图37是一种传统型直线电动机的示意图。

由总标号为300的直线电动机由一圆柱形内轭铁301、一包括两个磁极部分302和303在内的外轭铁304、一围绕中心轴线305缠绕的线圈306和一具有一圆柱形永磁铁307的移动件308组成。

在这种结构中，通过将交流电供至线圈306，不同的磁极就交替地、轴向地产生在磁极部分302、303内，与移动件308的永磁铁307发生的磁吸和磁斥作用可产生一与线圈306内的电流的大小和永磁铁307内的磁通密度成正比的推力，从而使移动件308能与交流电频率同步地作往复运动。

在上述传统型例子中，内轭铁301和外轭铁304是以这样一种方式来构造的，即，各自具有一较高磁导率的大量片材(薄板)彼此相互叠装。电动机的涡流损耗显示与轭铁材料薄板厚度的平方成正比的特性，因此，传统例子所示的这样一种构造能降低涡流损耗，与轭铁仅用整块金属来制成的情况相比，能改善因铁心损耗(铁耗)而产生的电动机效率降低的现象。

但是，传统的直线电动机存在这样一个问题，由于所述轭铁具有一圆柱形状而使得其内圆周部分和其外圆周部分之间具有一尺寸差异，因此，在制造过程中，就很难将那些围着其中心轴线具有一均匀厚度的片材准确地叠装起来。为此，将各片材制造得不具有均匀厚度，就是，将外圆周部分设计

成具有一稍微较大的厚度，以使它成为一楔状物形状。但是，这样就会使得制造成本极高。

此外，图 38 示出了传统直线压缩机的结构剖视图。在图 38 中，以总标号 400 标示的直线压缩机包括：一气缸 401；一插入气缸 401 内以便在其内作往复运动的柱塞 402；一被限定为面向着柱塞 402 头部的压缩腔 403；一吸入（入口）阀（未示）和排气（出口）阀（未示），它可根据压缩腔 403 内的气体压力而打开和关闭。

直线压缩机 400 还装有一用来使柱塞 402 作往复运动的直线电动机 406 和一用来支承柱塞 402 以允许柱塞 402 作往复运动的共振弹簧 407。直线电动机 406 包括：一圆柱形内轭铁 408；一包括两个磁极部分 409 和 410 在内的外轭铁 411；一线圈 413 和一具有圆柱形永磁铁 414 的移动件 415，其中移动件 415 与柱塞 402 相连。

将交流电供至线圈 413，不同的磁极就交替地、轴向地产生在磁极部分 409、410 内，与移动件 415 的永磁铁 414 发生的磁吸和磁斥作用可产生一与线圈 413 内的电流的大小和永磁铁 307 内的磁通密度成正比的推力，从而使移动件 415 能与交流电频率同步地作往复运动，并由此能使柱塞 402 也作往复运动。而且，当压缩腔 403 的内部呈现低压状态时，膨胀气体就穿过吸气阀进入压缩腔 403，而当压缩腔 403 的内部呈现高压状态时，压缩气体就通过排气阀从压缩腔 403 排放出去，从而起到一压缩机的作用。

诸如涡流损耗和磁滞损失之类的铁心损耗阻碍了电动机和压缩机的改进。由于涡流损耗与轭铁材料的厚度的平方成正比，因此，借助叠装各片材来构造一轭铁是有效的。但是，如上所述，传统的直线电动机或传统直线压缩机的直线电动机是由一具有圆柱形结构的轭铁组成的，而且在其制造过程中，这种圆柱形结构的轭铁很难将各片材朝着其中心轴线的方向准确地叠装。

发明内容

本发明旨在消除这些问题，因此，本发明的一目的在于提供一种能减小涡流损耗以提高电动机效率并且能以较低的成本来制造轭铁的直线电动机。

本发明的另一目的在于提供一种能提高压缩机效率并且制造方便的直线电动机。

为了解决这些问题，根据本发明，提供了这样一种直线电动机，它包括：

一中心轴线；棱柱形内轭铁，由各自具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成；以及外轭铁，由各自具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成，还有多个线圈，各线圈绕在所述外轭铁的三个磁极部的一中心部分上以在所述中心轴线方向上交替产生不同的磁极，其中，所述外轭铁包含所述三个磁极部的一个表面和相应的内轭铁成相对设置，并在其间形成一预定间隙，这样所述内轭铁和所述外轭铁形成多个轭铁之一，并且所述多个轭铁放置在中心轴线周围以形成一多边形轮廓，这样片材叠装方向垂直于一包含中心轴线的轴的直径方向；还有一具有一对平板状永磁铁的移动件，该永磁铁在径向被磁化，两者的磁化方向相互相反，并且位于所述内轭铁和外轭铁之间，并且两永磁铁在中心轴方向上被布置成有一预定间隔，移动件可沿所述中心轴线方向移动。

这样就可以降低铁心损耗，从而可以提高电动机效率，并方便直线电动机的制造。

而且，根据本发明，提供了这样一种直线电动机，它包括：棱柱形内轭铁，由各自具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成；外轭铁，由各自具有大致矩形且高导磁率的大量片材 4 叠装而成，所述外轭铁各自具有通过在所述片材叠装方向上进行切割而成的第一和第二开口以形成第一磁极部、第二磁极部和第三磁极部，并且所述外轭铁含有所述磁极部的一个表面与所述内轭铁相对设置，以在其间形成一预定间隙，从而构成各个轭铁组，这样在所述片材表面上形成一磁路；还有多个线圈，各线圈绕在所述第二磁极部上，用于在第一磁极部、第二磁极部和第三磁极部中交替地形成不同的磁极；一用于安装所述轭铁组的平板状基座，其中内轭铁的各侧面被放置成相互相对位置而形成一预定空间；一装在基座上的轴承，位于所述内轭铁之间；一移动件，包括在所述内轭铁和所述外轭铁相反方向上磁化的若干对第一和第二平板状永磁铁，并且各对磁铁置于所述间隙中，并且沿轴承的轴向上被布置成有一预定间隔，这样其磁化方向相互相反，而当所述移动件沿所述轴向移动时，所述第一 平板状永磁铁总是贯穿所述第一磁极部和所述第二磁极部，而所述第二平板状永磁铁总是贯穿所述第二磁极部和所述第三磁极部；以及一心轴，整体地装在所述移动件上并且插入所述轴承中。

同样，采用这种构造，可以降低内轭铁和外轭铁的铁心损耗，从而可以提高电动机效率，而且还可以使得这种直线电动机的制造变得更为简单。

而且, 根据本发明, 还提供了这样一种直线电动机, 它包括: 棱柱形内轭铁, 各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材相互叠装而成; 外轭铁, 各自由具有大致矩形且高导磁率的大量片材 4 叠装而成, 所述外轭铁各自具有几个狭槽, 它们是通过在所述片材叠装方向上进行切割形成, 从而建成多个磁极部; 还有多个线圈, 各线圈绕在除了位于所述外轭铁两端部的磁极部之外的所有磁极部上, 从而在相邻磁极部中交替形成不同的磁极; 一组轭铁, 各自由内轭铁、外轭铁和线圈构成, 并且分别制成为: 包含磁极部的外轭铁的一个表面被置于与内轭铁相对位置的一预定间隙中, 从而在所述片材表面上形成一磁路; 一用于安装轭铁组的平板状基座, 其中其内轭铁的侧面放置成相互相对并形成一预定空间; 一配合到基座上的轴承, 位于轭铁组的内轭铁之间; 一移动件, 其中, 平板状永磁铁组的数量与外轭铁中的开口槽相等, 并且在面向内轭铁和外轭铁的方向上磁化, 各组平板状永磁铁被置于内轭铁和外轭铁之间的间隙中, 并且在沿轴承轴向上安排有一预定间隔, 这样其磁化方向相互相反, 当所述移动件沿轴向移动时, 各平板状永磁铁总是同时贯穿外轭铁的相邻磁极部; 以及一整体地装在移动件中并插入轴承中的轴。

采用这种构造, 可以获得更大的推力, 由此可以提高电动机的效率。

此外, 根据本发明, 还提供了这样一种直线电动机, 在本实施例中它包括: 棱柱形内轭铁, 各自由大致矩形的且高导磁率的大量片材相互叠装而成; 外轭铁, 各自由大致矩形的且高导磁率的大量片材叠装而成, 所述外轭铁各自具有通过在所述片材叠装方向上进行切割而成若干狭槽, 从而建成多个磁极部; 还有多个线圈, 各线圈绕在多个磁极部的偶数磁极部上, 并在相邻磁极部中交替形成不同的磁极; 一组轭铁, 各自由内轭铁、外轭铁和线圈构成, 并且分别制成为: 包含多个磁极部的外轭铁的一个表面被置于与内轭铁相对位置的一预定间隙中, 从而在所述片材表面上形成一磁路; 一用于安装轭铁组的平板状基座, 其中其内轭铁的侧面放置成相互相对并形成一预定空间; 一配合到基座上的轴承, 位于轭铁组的内轭铁之间; 一移动件, 其中, 平板状永磁铁组的数量与外轭铁中的开口槽相等, 并且在面向内轭铁和外轭铁的方向上磁化, 各组平板状永磁铁被置于内轭铁和外轭铁之间的间隙中, 并且在沿轴承轴向上安排有一预定间隔, 这样其磁化方向相互相反, 当所述移动件沿轴向移动时, 各平板状永磁铁总是同时贯穿外轭铁的相邻磁极部; 以及一整体地装在移动件中并插入轴承中的轴。

同样，采用这种构造，可以获得更大的推力，由此可以提高电动机的效率。

而且，根据本发明，还提供了这样一种直线压缩机，它包括：棱柱形内轭铁，各自由高导磁率的大量片材相互叠装而成；外轭铁，各自由高导磁率的大量片材叠装而成，在片材叠装方向上制成有两个开口以在其中形成三个磁极部；还有多个线圈，各线圈绕在所述外轭铁所述三个磁极部的中心磁极部上，用于在所述三个磁极部中交替地形成不同的磁极；一组轭铁，各自由所述内轭铁、所述外轭铁构成，并且分别制成为：所述外轭铁包含所述磁极部的一个表面位于与所述内轭铁相对的位置上以在其间形成一预定间隙；一用于安装所述轭铁组的平板状基座，其中其内轭铁的侧面放置成相互相对并形成一预定空间；一安装到所述基座上的气缸，位于所述内轭铁之间；一移动件，包括若干对平板状永磁铁，并在所述内轭铁和所述外轭铁相对的方向上磁化，并位于所述内轭铁和所述外轭铁之间，其状态为：设置成在其间形成一预定间隔，其磁化方向相互相反；一活塞，位于与所述移动件一体构成的轴末端部并且塞入所述气缸中；以及连接到所述轴上的一弹簧。

这种构造可以提高直线压缩机的效率，并能方便直线压缩机的制造。

附图说明

联系以下附图对几个较佳实施例所作的具体描述，本发明的目的和特征将变得更为清楚。其中：

图 1 是本发明第一实施例的直线电动机的剖视图；

图 2 是沿图 1 中线 A-A 截取的剖视图；

图 3 是本发明第二实施例的直线电动机的剖视图；

图 4 是本发明第三实施例的直线电动机的剖视图；

图 5 是沿图 4 中线 A-A 截取的剖视图；

图 6 是本发明第四实施例的直线电动机的外轭铁的立体分解图；

图 7 是本发明第七实施例的直线电动机的剖视图；

图 8 是本发明第十实施例的直线电动机的移动件的立体图；

图 9 是本发明第十二实施例的直线电动机的纵向剖视图；

图 10 是用来说明永磁铁和磁极之间位置关系的结构示意图；

图 11 是本发明第十三实施例的直线电动机的外轭铁和基座的立体图；

图 12 是本发明第十四实施例的直线电动机的外轭铁和基座的立体图；

图 13 是本发明第十五实施例的直线电动机的内轭铁、外轭铁和基座的立体图；

图 14 是本发明第十六实施例的直线电动机的外轭铁的立体分解图；

图 15 是本发明第十七实施例的直线电动机的外轭铁的立体分解图；

图 16 是本发明第十八实施例的直线电动机的移动件的立体图；

图 17 是本发明第十九实施例的直线电动机的移动件的立体图；

图 18 是本发明第二十实施例直线电动机的移动永磁铁部分的立体分解图；

图 19 是本发明第二十一实施例的直线电动机的剖视图；

图 20 是本发明第二十二实施例的直线电动机的剖视图；

图 21 是本发明第二十三实施例的直线压缩机的俯视剖视图；

图 22 是沿图 21 中线 A-A 截取的前视剖视图；

图 23 是本发明第二十四实施例的直线压缩机的移动件的立体图；

图 24 是包括图 23 所示移动件在内的直线压缩机的前视剖视图；

图 25 是本发明第二十四实施例的一种改进的立体图；

图 26 是本发明第二十五实施例的直线压缩机的移动件的立体图；

图 27 是本发明第二十七实施例的直线压缩机的气缸的立体图；

图 28 是本发明第二十八实施例的直线压缩机的移动件的立体图；

图 29 是本发明第二十八实施例的直线压缩机的前视剖视图；

图 30 是本发明第二十九实施例的直线压缩机的移动件的立体图；

图 31 是本发明第三十实施例的直线压缩机的俯视剖视图；

图 32 是一片簧实例的俯视图；

图 33 是用来描述第三十实施例的积极效果的直线压缩机的俯视剖视图；

图 34 是本发明第三十一实施例的直线压缩机的俯视剖视图；

图 35 是本发明第三十二实施例的直线压缩机的俯视剖视图；

图 36 是本发明第三十三实施例的直线压缩机的俯视剖视图；

图 37 是一种传统型直线电动机的剖视图；以及

图 38 是一种传统型直线压缩机结构的剖视图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本发明的各实施例进行具体描述。在各实施例的描述中，凡是相同的标号均表示相应或相同的构件。

(第一实施例)

图 1 是本发明第一实施例的直线电动机的剖视图，图 2 是沿图 1 中线 A—A 截取的剖视图。

在图中，以标号 1 示出的每个内轭铁是以这样一种方式来形成的，即，各自具有一大体上呈矩形的形状并具有较高磁导率的大量片材 2 沿着一方向垂直于包括中心轴线 5 在内的轴 17 的某一直径方向（沿着图 1 中线 A—A 的方向或垂直于线 A—A 的方向）进行叠装，以形成一棱柱状结构。再有，由标号 3 示出的每个外轭铁也以这样一种方式制成，即，各自具有一大体上呈矩形形状并具有较高的磁导率的大量片材 4 沿着一方向垂直于轴 17 的某一直径方向（沿着图 1 中线 A—A 的方向或垂直于线 A—A 的方向）进行叠装，以形成一棱柱状结构，这样沿着轴向就有三个磁极部分 6、7 和 8。包含有磁极部分 6、7 和 8 的外轭铁 3 的表面位于内轭铁 1 的外部和内轭铁处于相对位置，从而在该两者之间形成一预定间隙 9，由此构成了多个轭铁 10 中的每一个。而且，多个轭铁 10 围绕中心轴线 5 设置，从而使片材 2、4 的叠装方向变得垂直于轴 17 的某一直径方向，由此将整个轭铁 80 制成一种大体上呈正多边形的结构。

此外，每一线圈 12 均围绕三个磁极部分 6、7 和 8 的中心磁极部分 7 缠绕，从而在三个磁极部分 6、7 和 8 内交替地建立起不同的磁极。各线圈 12 分别缠绕在轭铁 10 内，并彼此相互并联。

在这种情况下，分别构成内轭铁 1 和外轭铁 3 的片材 2、4 都是由一种无方向性磁钢板和磁钢带（诸如由新日本制铁所 Shin Nippon Seitetsu 制造的 35H440）制成的，而且沿它们的表面流动的磁通量具有较高的饱和磁通密度，并具有铁心损耗较低的这样一种特性，并且它们的表面涂敷有一绝缘涂层。

一由标号 13 示出的移动件（运动部分）包括：一对平板状永磁铁 14、15；一永磁铁支承件 16 和一轴 17。最好永磁铁 14、15 由一种基于钕-铁-硼的稀土磁铁制成。这些永磁铁 14、15 都固定于永磁铁支承件 16 上，以便能轴向地设置（沿着中心轴线 5 的方向），使其间具有一预定间距，从而使它们的磁化方向彼此相反，并使它们位于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 内部。

永磁铁支承件 16 和轴 17 都是由诸如铝和不锈钢之类的非磁性材料制成

的。支承轴 17 作顺畅的往复运动的轴承 18 可以采用任何一种结构，例如，可以采用直线滚珠轴承或含油的金属轴承等各种传统结构。支承住轴承 18 的凸缘部分 70、71 由非磁性材料制成。

在按此构造的直线电动机中，由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9，而返回到永磁铁 15，并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 内，它在片材 2、4 的平面内部作循环。

而且，如果将交流电供至线圈 12，不同的磁极可交替地、轴向地出现在磁极部分 6、7 和 8 内，并且与移动件 13 的永磁铁 14、15 发生的磁吸和磁斥作用可产生一与线圈 12 内的电流大小和永磁铁 14、15 内的磁通密度成正比的推力，从而使移动件 13 随同轴 17 一起与交流电频率同步地作往复运动。

在这种情况下，由于从永磁铁 14、15 产生的磁力线 19 是在内轭铁 1 和外轭铁 3 内的各片材 2、4 的各平面内部循环的，因此，铁耗降低。此外，当磁力线 19 在片材 2、4 的各平面内部循环时，可能会产生一垂直于磁力线 19 的涡流 20。这是一种与磁通密度成正比的电流。但是，由于每一内轭铁 1 和外轭铁 3 均是以这样一种方式而构造成棱柱状结构，即，每一具有较高磁导率和具有绝缘表面的大量片材 2 或 4 是沿着垂直于轴 17 的直径方向来叠装的，因此，与楔块状片材相比，只产生极小的涡流，从而可以显著降低铁耗，这样就有助于提高电动机效率。

此外，由于每一内轭铁 1 和外轭铁 3 均是借助大量片材 2 或 4 简单地叠装起来而形成一种棱柱状结构，因此，直线电动机内的轭铁的制造就变得极为简单。

另外，基于钕-铁-硼的稀土磁铁加工起来较为困难，并且由于其加工困难而导致这种圆柱形结构成本较高。在该实施例 1 中，由于采用了加工方便的平板状永磁铁 14、15，因此，永磁铁的制造就变得较为简单，这样就有助于降低永磁铁的成本，由此降低了电动机成本。

虽然在以上描述中轭铁 10 的个数是 4 块，但是，轭铁的个数是没有限制的，只要使用多个轭铁就可以，即，2 块或更多块轭铁。

而且，虽然在以上描述中，片材 2、4 具有一种大体上呈矩形的结构，但是，不必将它们精确地制成矩形形状，诸如平行四边形和椭圆形的种种改型也是可以的。

而且，虽然以上描述是针对磁极数为 3 个的例子，但是，还可以设想这样一种结构，其中，轭铁、磁铁和线圈彼此轴向串联。

（第二实施例）

图 3 是本发明第二实施例的直线电动机的剖视图。这种直线电动机的结构与上述参考图 1 和图 2 所描述的是相同的。

在图 3 中，中心轴线 5 的左侧示出了一移动件 13 到达下死点，而其右侧示出了移动件 13 到达上死点。一对平板状永磁铁 14、15 中的每一永磁铁均是用来：当移动件 13 处于从下死点至死点的运动中途时，始终能同时横穿外轭铁 3 的两磁极部分。也就是，沿中心轴线方向、永磁铁 14、15 和外轭铁 3 的磁极部分 6、7、8 之间的位置关系是被设置成这样：在下死点处，永磁铁 15 能同时横穿外轭铁 3 的磁极部分 6、7，而永磁铁 14 能同时横穿外轭铁 3 的磁极部分 7、8；在上死点处，永磁铁 15 能同时横穿磁极部分 6、7，而永磁铁 14 能同时横穿磁极部分 7、8。

在按此设置的直线电动机中，在下死点处，由永磁铁 14 的 N 极产生的磁力线 19 首先穿过外轭铁 3 的磁极部分 8，接着穿过其磁极部分 7 以环绕住线圈 12 的狭槽 22，随后到达永磁铁 15 的 S 极。此外，它首先穿过磁极部分 8，接着穿过磁极部分 6 以环绕住线圈 12 的狭槽 21，最后到达永磁铁 15 的 S 极。而且，它通过永磁铁 15 的 N 极和内轭铁 1 而回到永磁铁 14 的 S 极。因此，由于一对平板状永磁铁 15、14 中的每一永磁铁均设置得：当移动件 13 处于从下死点至死点的运动中途时，始终能同时地横穿外轭铁 3 的两磁极部分，所以，因永磁铁 15、14 产生的磁力线能有效地作用在线圈 12 的狭槽 22、21 上，而且由于永磁铁 15、14 和线圈 12 相结合，有效地产生一磁力，从而提供强大的推力。

如上所述，本实施例的直线电动机的一个特征在于：一对平板状永磁铁中的每一永磁铁均设置得：当移动件移动时，始终能同时横穿外轭铁的两磁极部分。这样借助永磁铁和线圈有效地产生一磁力，从而提供强大的推力。

（第三实施例）

图 4 是本发明第三实施例的直线电动机的剖视图，图 5 是沿图 4 中线 A—A 截取的剖视图。

在图中，每一内轭铁 1 均是由各自大体上呈矩形的且具有较高磁导率的大量片材 2 叠装起来而制成棱柱状结构。而且，每一外轭铁 3 均是各自通过

将大体上呈矩形的和具有较高磁导率的大量片材 4 叠装起来而制成棱柱状结构, 其中狭槽 21、22 是沿着轴线 5 的方向切割的, 以形成三个磁极部分 6、7 和 8。包含有磁极部分 6、7 和 8 的外轭铁 3 的一表面和相应的内轭铁 1 处于相对位置, 以使该两者之间形成一预定间隙 9, 由此形成一组轭铁 10 中的每一个轭铁。此外, 该组轭铁 10 安装在一平板状基座 11 上, 使它们的内轭铁侧面彼此相对对置, 从而使其间形成一预定间距。

此外, 每一线圈 12 是围绕外轭铁 3 的三个磁极部分 6、7 和 8 的中心磁极部分 7 缠绕的, 因此, 不同的磁极可交替地产生在所述三个磁极部分 6、7 和 8 内, 并且各线圈 12 是独立地缠绕在两个外轭铁 3 内, 并相互并联。

在这种情况下, 分别构成内轭铁 1 和外轭铁 3 的片材 2、4 都是由一种无方向性磁钢板和磁钢带(诸如由新日本制铁所 Shin Nippon Seitetsu 制造的 35H440)制成的, 而且沿它们的表面流动的磁通量具有较高的饱和磁通密度, 并具有铁心损耗较低的这样一种特性, 并且它们的表面涂敷有一绝缘涂层。

一由标号 13 示出的移动件包括: 诸对平板状永磁铁 14、15, 每一对平板状永磁铁以相反的方向磁化, 即, 面对着每一内轭铁 1 和每一外轭铁 3(沿着线 A-A 的方向); 以及一永磁铁支承件 16 和一轴 17。最好永磁铁 14、15 由一种基于钕-铁-硼的稀土磁铁制成。这些永磁铁 14、15 都固定于永磁铁支承件 16 上, 以便能轴向地设置(沿着中心轴线 5 的方向), 使其间形成一预定间距, 从而使它们的磁化方向彼此相反, 并使它们位于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 内部。

为使轴 17 能作顺畅的往复运动的轴承 18 可以采用任何一种可控制轴旋转的结构, 例如, 可以采用直线滚珠轴承或含油金属轴承等各种传统结构。

在按此构造的直线电动机中, 由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9, 而返回到永磁铁 15, 并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 内, 它在片材 2、4 的平面内部作循环。

而且, 如果将交流电供至线圈 12, 不同的磁极可交替地、轴向地出现在磁极部分 6、7 和 8 内, 并且与移动件 13 的永磁铁 14、15 发生的磁吸和磁斥作用可产生一与线圈 12 内的电流大小和永磁铁 14、15 内的磁通密度成正比的推力, 从而可使移动件 13 与轴 17 一起与交流电频率同步地作往复运动。

在这种情况下, 由于由永磁铁 14、15 产生的磁力线 19 是在内轭铁 1 和

外轭铁 3 内的各片材 2、4 的各平面内部循环的。此外，当磁力线 19 在片材 2、4 的各平面内部循环时，可能会产出一垂直于磁力线 19 的涡流 20。这是一种与磁通密度成正比且和轭铁材料的厚度成正比的电流。由于每一内轭铁 1 和外轭铁 3 均是通过将每一具有较高磁导率和具有绝缘表面的大量片材 2 或 4 叠装起来而构造成棱柱状结构，因此，只产生极小的涡流，从而可以显著降低铁耗，由此有助于提高电动机效率。

此外，由于每一内轭铁 1 和外轭铁 3 均是借助于大量片材 2 或 4 简单地叠装起来而形成一种棱柱状结构，因此，直线电动机内的轭铁的制造就变得极为简单。

另外，基于钕-铁-硼的稀土磁铁加工起来较为困难，并且由于其加工困难而导致圆柱形结构成本较高。在该实施例中，由于采用了加工方便的平板状永磁铁 14、15，因此，永磁铁的制造就变得较为简单，这样就有助于降低永磁铁的成本，由此降低了电动机成本。

虽然在以上描述中，各线圈 12 是缠绕在外轭铁 3 内，但是，也可以采用一种将各线圈 12 缠绕在内轭铁 1 内的结构。

此外，虽然在以上描述中，外轭铁 3 的磁极部分的个数是 3 个，但是，也可以将各轭铁、各磁铁和各线圈轴向串联起来。

因此，如上所述，该实施例的直线电动机包括：各内轭铁 1，每一内轭铁借助将各自大体上呈矩形的和具有较高磁导率的大量片材 2 叠装起来而形成一种棱柱状结构；各外轭铁，每一外轭铁借助将各自大体上呈矩形的和具有较高磁导率且轴向开有狭槽的大量片材 4 叠装起来而形成一种棱柱状结构；各线圈 12，每一线圈围绕外轭铁 3 的三个磁极部分 6、7 和 8 的中心磁极部分缠绕，以沿着轴线 5 的方向交替地建立起不同的磁极；一组轭铁 10，每一轭铁是以这样一种方式来构造的：具有磁极部分 6、7 和 8 的外轭铁 3 的一表面和内轭铁 1 相对设置，从而在其间形成一预定间隙 9；平板状基座 11，用来安装该组轭铁 10，使它们的内轭铁 1 的各侧面彼此相互对置，从而在其间形成一预定间距；轴承 18 安装于基座 11 上位于两内轭铁 1 之间；移动件 13，其中，诸对平板状永磁铁 14、15 以预定间距轴向设置，每对平板状永磁铁是在面对着内轭铁 1 和外轭铁 3 的方向磁化的，并使它们的磁化方向彼此相反并位于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 内部；以及轴 17，与移动件 13 制成一体并插入轴承 18 内。

因此,这样就可以降低铁心的涡流损耗,以提高电动机效率,而且还可以方便电动机的制造,从而降低制造成本。

(第四实施例)

图 6 是本发明第四实施例的外轭铁的立体分解图。从总体上说,这种直线电动机的结构与图 4 和图 5 所示的是相同的。

在图 6 中,一外轭铁 3 是由各自具有高磁导率的大量片材 4 叠装起来而构成,并且包括与三个磁极部分 6、7 和 8 相对应的三个彼此分开的块体 23、24 和 25。将一单独缠绕的线圈 26 套在中心块体 24 上,随后借助焊接、装配、填隙或其它类似方法可使三个块体 23、24 和 25 成为一体。

在由此构造的外轭铁 3 中,由于线圈是另外用机器以正常缠绕方式制造的,因此改进了空间系数,这样,在恒定匝数的情况下,可以使外轭铁 3 的尺寸减小,从而可以减小直线电动机的尺寸。

顺便说一下,虽然在以上描述中,轭铁 10 的个数是 2 块,但是,轭铁 10 的个数并不仅限于此,只要存在多个轭铁 10 就可以。

而且,内轭铁 1 和外轭铁 3 还可以具有一种圆柱形的结构。

如上所述,在该实施例的直线电动机中,外轭铁 3 是由与三个磁极部分 6、7 和 8 相对应的三个彼此分开的块体 23、24 和 25 组成,并且在将线圈 26 套在中心磁极部分 7 上之后,将三个块体 23、24 和 25 彼此连成一体。

因此,线圈 12 的空间系数就较高,而且还可以减小这种直线电动机的尺寸。

(第五实施例)

本发明第五实施例的直线电动机的结构与图 4 和图 5 所示的相同。为此,下面将结合图 4 和图 5 对该实施例进行描述。

在图 4 和图 5 中,用来固定地安装各内轭铁 1 和各外轭铁 3 的基座 11 由一种非磁性材料制成。具体地说,一种其相对磁导率接近 1 的材料是较佳的,诸如铝。

在上述构造的直线电动机中,由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9 而回到同一永磁铁 15,并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 中,它在各片材 2、4 的各平面内作循环。

虽然内轭铁 1 和外轭铁 3 可与基座 11 相接触,但是,由于基座 11 由非

磁性材料制成，因此，流动在内轭铁 1 和外轭铁 3 内的磁力线的循环不能到达基座 11，这样由不必要的涡流引起的铁耗就不会产生在基座 11 内。

顺便说一下，虽然在以上描述中，轭铁 10 总共为 2 块，但是，轭铁 10 的个数并不限于此，只要存在多个轭铁就可以了。

此外，还可以将内轭铁 1 和外轭铁 3 制成圆柱形结构。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，用来安装轭铁 10 的基座 11 是由一种非磁性材料制成的，因此，铁耗不会产生在基座 11 内，从而可以提高电动机效率。

(第六实施例)

本发明第六实施例的直线电动机的结构与图 4 和图 5 所示的相同。为此，下面将结合图 4 和图 5 对该实施例进行描述。

在图 4 和图 5 中，用来固定地安装各内轭铁 1 和各外轭铁 3 的基座 11 是由一种具有高电阻率(电阻系数)的非磁性材料制成的。具体地说，一种其相对磁导率接近 1 并且其电阻率十倍于铝的材料是较佳的，诸如不锈钢和陶瓷。

在上述构造的直线电动机中，由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9 而回到同一永磁铁 15，并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 中，它在各片材 2、4 的各平面内作循环。

虽然内轭铁 1 和外轭铁 3 可与基座 11 相接触，但是，由于基座 11 由一种具有高电阻率的非磁性材料制成，因此，流动在内轭铁 1 和外轭铁 3 内的磁力线的循环不能到达基座 11，这样由不必要的涡流所引起的铁耗就不会产生在基座 11 内。

此外，由于基座具有较高的电阻率，产生在内轭铁 1 和外轭铁 3 内的涡流几乎不能泄漏到基座 11 内，因此，由不必要的涡流所引起的铁耗就不会产生在基座 11 内。

顺便说一下，虽然在以上描述中，轭铁 10 总共为 2 块，但是，轭铁 10 的个数并不限于此，只要存在多个轭铁就可以了。

此外，还可以将内轭铁 1 和外轭铁 3 制成圆柱形结构。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，用来安装轭铁 10 的基座 11 是由一种具有高电阻率的非磁性材料制成的，因此，铁耗不会产生在基座 11 内，从而可以提高电动机效率。

(第七实施例)

图 7 是本发明第七实施例的直线电动机的剖视图。

在图中，每一内轭铁 1 均是由各自大体上呈矩形的且具有较高磁导率的大量片材 2 叠装起来而制成棱柱状结构。而且，每一外轭铁 3 均是由各自大体上呈矩形的和具有较高磁导率的大量片材 4 叠装起来而制成棱柱状结构，其中三个磁极部分 6、7 和 8 是沿着轴线 5 的方向制成的。包含有磁极部分 6、7 和 8 的外轭铁 3 的一表面和相应的内轭铁 1 对设置，使该两者之间形成一预定间隙 9，由此形成一组轭铁 10 的每一轭铁。此外，该组轭铁 10 安装在一平板状基座 11 上，使它们的内轭铁侧面彼此相互对置，从而使其间形成一预定间距。

在基座 11 上，形成有诸个突出部 30，每一突出部的宽度等于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间间隙 9 的宽度。内轭铁 1 和外轭铁 3 被压紧在基座 11 上从而能固定于其上而成为这样一种状态，即，突出部 30 置于间隙 9 内。

此外，每一线圈 12 是围绕外轭铁 3 的三个磁极部分 6、7 和 8 的中心磁极部分 7 缠绕的，因此，不同的磁极可交替地产生在所述三个磁极部分 6、7 和 8 内，并且各线圈 12 是独立地缠绕在两个外轭铁 3 内，并被并联。

由标号 13 示出的移动件包括：诸对平板状永磁铁 14、15，每一对平板状永磁铁以面对着每一内轭铁 1 和每一外轭铁 3 的方向磁化；一永磁铁支承件 16 和一轴 17。最好，永磁铁 14、15 由一种基于钕-铁-硼的稀土磁铁制成。这些永磁铁 14、15 都固定于永磁铁支承件 16 上，以便能轴向地设置(沿着中心轴线 5 的方向)，使其间形成一预定间距，从而使它们的磁化方向彼此相反，并使它们位于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 内部。

在按此构造的直线电动机中，由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9，而返回到同一永磁铁 15，并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 内，它在片材 2、4 的平面内部作循环。

在这种情况下，由于在基座 11 上形成有诸个其宽度等于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间间隙 9 的宽度的突出部 30，并且内轭铁 1 和外轭铁 3 被压紧在基座 11 上，从而能固定于其上而成为这样一种状态，即，突出部 30 与间隙 9 相对准，而且所述距离，即，内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 可以确保较高的精度。而且，由于由永磁铁 14、15 产生的磁力线 19 的磁路的变化可以减小，

因此，磁力线 19 的变化也可以减小，从而可以提高直线电动机的推力的稳定性。此外，内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 的宽度的精度控制变得较为方便，从而有助于这种直线电动机的制造。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，由于在基座 11 上形成有诸个其宽度等于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间间隙 9 的宽度的突出部 30，并且内轭铁 1 和外轭铁 3 固定于基座 11 上而成为这样一种状态，即，突出部 30 配合在间隙 9 内，因此，内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 的宽度就可确保具有较高的精度，所以，除了方便了直线电动机的制造之外，还抑制了直线电动机的推力的变化。

(第八实施例)

本发明第八实施例的直线电动机的构造与图 4 和图 5 所示的相同。为此，下面将结合图 4 和图 5 对该实施例进行描述。

在图 4 和图 5 中，一移动件 13 由诸对平板状永磁铁 14、15、一永磁铁支承件 16 和一轴 17 组成，每对平板状永磁铁均在面对每一内轭铁 1 和每一外轭铁 3 的方向磁化。移动件 13 的永磁铁支承件由一种非磁性材料制成。具体地说，一种其相对磁导率接近 1 的材料是较佳的，诸如铝。

在上述构造的直线电动机中，由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9 而回到同一永磁铁 15，并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 中，它在各片材 2、4 的各平面内作循环。

虽然磁力线 19 的一部分试图另外再穿过永磁铁支承件 16，但是，由于永磁铁支承件 16 是由非磁性材料制成的，因此，磁力线 19 几乎不能穿过永磁铁支承件 16，这样，由不必要的涡流引起的铁心损耗就不会产生在永磁铁支承件 16 内。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，移动件 13 由一种非磁性材料制成，因此，可以降低移动件 13 内的铁心损耗，从而可以提高电动机的效率。

(第九实施例)

本发明第九实施例的直线电动机的构造与图 4 和图 5 所示的相同。为此，下面将结合图 4 和图 5 对该实施例进行描述。

在图 4 和图 5 中，一移动件 13 由诸对平板状永磁铁 14、15、一永磁铁支承件 16 和一轴 17 组成，每对平板状永磁铁均在面对每一内轭铁 1 和每一外

轭铁 3 的方向磁化。移动件 13 的永磁铁支承件由一种非磁性材料制成。而且，移动件 13 的永磁铁支承件 16 由一种具有高电阻率的非磁性材料制成。具体地说，一种其相对磁导率接近 1 且其电阻率超过铝的电阻率十倍的材料是较佳的。由于移动件 13 必需重量较轻，具有较高的杨氏模量的重量轻的陶瓷、树脂材料或其它类似物是较为合适的。

在按上述构造的直线电动机中，由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9 而回到同一永磁铁 15，并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 中，它在各片材 2、4 的各平面内作循环。

虽然磁力线 19 的一部分试图另外再穿过永磁铁支承件 16，但是，由于永磁铁支承件 16 是由非磁性材料制成的，因此，磁力线 19 几乎不能穿过永磁铁支承件 16，这样，由不必要的涡流引起的铁心损耗就不会产生在永磁铁支承件 16 内。

此外，由于永磁铁支承件 16 具有较高的电阻率，因此，即使磁力线穿过永磁铁支承件 16，铁心损耗也不会产生。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，移动件 13 由一种具有高电阻率的非磁性材料制成，因此，可以进一步降低移动件 13 内的铁心损耗，从而可以提高电动机的效率。

(第十实施例)

图 8 是本发明第十实施例的直线电动机的移动部分(移动件)的立体图。这种直线电动机的总体构造与图 4 和图 5 所示的构造相同。

在图 8 中，一移动部分 13 包括：一对矩形或方形的移动部分基座 33、34；多个用来支承所述移动部分基座 33、34 以形成一大体上立方体结构的支承柱 35；诸对永磁铁 14、15，每对永磁铁均设置在该对移动部分基座 33、34 之间、位于所述大体上立方体结构的两侧面(表面)36、37 中，并且每对永磁铁均彼此相互对置，并设置成这样一种状态，即，两永磁铁之间设置有一隔离件 38 以形成一预定间隔；用来在两内轭铁 1 之间的空间内使移动部分 13 和轴 17 连接起来的支承部分 39。

按此构造的移动部分 13 具有一定结构强度且重量较轻，而且，还使该对平板状永磁铁 14、15 以预定的轴向间距保持在内轭铁 1 和外轭铁 3 之间具有高精度的间隙 9 内部。此外，由于用来使移动部分 13 和轴 17 连接起来的支

承部分 39 是设置在内轭铁 1 之间的间隙内, 因此, 可减小移动部分的尺寸。

如上所述, 在本实施例的直线电动机中, 移动部分 13 包括: 一对矩形移动部分基座 33、34; 多个用来支承移动部分基座 33、34 以形成一大体上立方体结构的支承柱 35; 诸对永磁铁 14、15, 每对永磁铁设置在该对移动部分基座 33、34 之间并设置成这样一种状态, 即, 两永磁铁之间设置有一隔离件 38, 从而形成一预定间距; 用来在两内轭铁 1 之间的空间使移动部分 13 和轴 17 连接起来的支承部分 39, 因此, 移动部分 13 的强度是可靠的, 并且可以很方便地制造这种直线电动机。

(第十一实施例)

本发明第十一实施例的直线电动机的移动部分的构造与图 8 所示的构造相同, 并且这种直线电动机的总体结构与图 4 和图 5 所示的也是相同的。

在图 8 中, 移动部分 13 包括: 一对矩形移动部分基座 33、34; 多个用来支承所述移动部分基座 33、34 以形成一大体上立方体结构的支承柱 35; 诸对永磁铁 14、15, 每对永磁铁均设置在该对移动部分基座 33、34 之间、位于所述大体上立方体结构的两侧面(表面)36、37 之间, 并且每对永磁铁均彼此相互对置, 并设置成这样一种状态, 即, 两永磁铁之间设置有一隔离件 38, 从而形成一预定间隔; 用来在两内轭铁 1 之间的空间内使移动部分 13 和轴 17 连接起来的支承部分 39。

在这种情况下, 与永磁铁 14、15 相接触的移动部分基座 33、34 和诸隔离件 38 是由一种具有高电阻率的非磁性材料制成的。具体地说, 是由一种其相对磁导率接近 1 且其磁导率超过铝的磁导率 10 倍之多的材料制成的。此外, 由于移动部分 13 必须重量较轻, 因此, 重量较轻的陶瓷材料、具有较高杨氏模量的树脂材料或其它类似物是较为合适的。

而且, 不与永磁铁 14、15 相接触的支承部分 39 最好是由一种其磁导率接近 1 的材料制成, 诸如铝。

在按此构造的直线电动机中, 由永磁铁 15 产生的磁力线 19 穿过间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、永磁铁 14、外轭铁 3 和间隙 9 而回到同一永磁铁 15, 并在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 中, 它在各片材 2、4 的各平面内作循环。

虽然磁力线 19 的一部分试图另外再穿过移动部分基座 33 和 34、诸隔离件 38 和支承部分 39, 但是, 由于移动部分 33 和 34、诸隔离件 38 和支承部

分 39 都是由非磁性材料制成的，因此，磁力线 19 几乎不能穿过移动部分基座 33 和 34、诸隔离件 38 和支承部分 39，所以，由不必要的涡流引起的铁心损耗就不会产生在移动部分基座 33 和 34、诸隔离件 38 和支承部分 39 内。

此外，由于设置成与永磁铁 14、15 相接触的移动部分基座 33 和 34、诸隔离件 38 具有较高的电阻率，因此，即使有一部分磁力线 19 穿过移动部分支承件 16，也不会产生任何铁心损耗。

如上所述，由于本实施例的直线电动机的移动部分基座 33、34 和诸隔离件 38 由一种具有较高电阻率的非磁性材料制成，而诸支承部分 39 由一种非磁性材料制成，因此，不仅使得移动部分 13 的强度安全可靠，而且还方便了这种直线电动机的制造，甚至还可以进一步降低移动部分 13 的铁心损耗，以提高电动机效率。

(第十二实施例)

图 9 是本发明第十二实施例的直线电动机的纵向剖视图，图 10 是用来描述永磁铁和磁极之间位置关系的结构示意图。图 9 所示的直线电动机的水平剖视图和图 4 所示的是相同的，因此，也将利用图 4 来说明本第十二实施例。

在图 4、图 9 和图 10 中，每一内轭铁 1 均由各自大体上呈矩形的且具有较高电阻率的大量片材 2 叠装起来而形成一种棱柱状结构。而且，每一外轭铁 3 均由各自大体上呈矩形的且具有较高电阻率的大量片材 4 叠装起来而形成一种棱柱状结构，其中沿着片材 4 叠装方向开有两个狭槽 21、22，以形成第一磁极部分 6、第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8。包含磁极部分 6、7 和 8 的外轭铁 3 的一表面和相应内轭铁 1 于相对位置，以使其间形成一预定间隙 9，从而沿着诸片材 2、4 的表面方向建立起磁路 19a，由此构成了一组轭铁 10 的每一轭铁。此外，该组轭铁 10 以这样一种状态安装在一平板状基座 11 上，即，它们内轭铁的侧面彼此处于相对位置，从而使其间形成一预定间距。

此外，每一线圈 12 是围绕外轭铁 3 的三个磁极部分 6、7 和 8 的第二磁极部分 7 缠绕的，因此，不同的磁极可交替地产生在所述三个磁极部分 6、7 和 8 内，并且各线圈 12 是独立地缠绕在两个外轭铁 3 内，并相互并联。

在这种情况下，分别构成内轭铁 1 和外轭铁 3 的片材 2、4 都是由一种无方向性磁钢板和磁钢带（诸如由新日本制铁所 Shin Nippon Seitetsu 制造的 35H440）制成的，而且沿它们的表面流动的磁通量具有较高的饱和磁通密度，并具有较低的铁心损耗特性，并且它们的表面涂敷有一绝缘涂层。

由标号 13 示出的移动件(移动部分)包括: 诸对第一和第二平板状永磁铁 14、15, 每一对平板状永磁铁以相反的方向磁化, 即, 沿着面对每一内轭铁 1 和每一外轭铁 3(沿着线 A—A 的方向)的方向磁化; 一永磁铁支承件 16 和一轴 17。较佳的是, 永磁铁 14、15 由一种基于钕-铁-硼的稀土磁铁制成。这些永磁铁 14、15 都固定于永磁铁支承件 16 上, 以便能轴向地设置(沿着中心轴线 5 的方向), 以使其间形成一预定间距, 并使它们的磁化方向彼此相反, 并使它们位于内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙 9 内部。

能使轴 17 作顺畅往复运动的轴承 18 可以采用任何一种可控制轴旋转的结构, 例如, 可以采用包括直线滚珠轴承和含油金属轴承在内的各种传统结构。

在图 10 中, 线 B—B 的左侧示出了一移动件 13 到达一下死点, 而其右侧示出了移动件 13 到达一上死点。每一对平板状永磁铁 14、15 均设置成: 当移动件 13 处于从下死点至死点的运动的中途时, 第一平板状永磁铁 15 始终能同时横穿第一磁极部分 6 和第二磁极部分 7, 而第二平板状永磁铁 14 始终能同时横穿第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8。

在按此构造的直线电动机中, 由第一和第二平板状永磁铁 15、14 产生的磁路 19a(由实线示出)穿过第一平板状永磁铁 15、间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、第二平板状永磁铁 14、间隙 9、外轭铁和间隙 9, 而返回到第一平板状永磁铁 15 从而环绕狭槽 21 或 22, 并进而在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 3 内, 它在片材 2、4 的平面内部作循环。

而且, 如果将交流电供至线圈 12, 不同的磁极可交替地、轴向地出现在第一磁极部分 6、第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8 内, 并且与移动件 13 的第一和第二永磁铁 15、14 发生的磁吸和磁斥作用可产生一与线圈 12 内的电流大小和由永磁铁 14、15 所产生的磁力线的磁通密度成正比的推力, 从而可使移动件 13 与轴 17 一起与交流电频率同步地作往复运动。

此外, 一磁路 19b(由一虚线示出)延伸而穿过第二平板状永磁铁 14、间隙 9、第二磁极部分 7、间隙 9 和第一平板状永磁铁 15, 并且由于没有环绕狭槽 21 或 22, 因此该磁路对于轴向推力是不起作用的。

由于, 如图 10 所示, 在下死点处, 第一平板状永磁铁 15 横穿第一磁极部分 6, 而第二平板状永磁铁 14 横穿第二磁极部分 7, 因此由第二平板状永磁铁 14 的 N 极产生的磁力线穿过第三磁极部分 8 并随后穿过第一磁极部分 6,

以环绕狭槽 21、22，然后，回到第一平板状永磁铁 15 的 S 极。此外，它还穿过第二磁极部分 7，并随后穿过第一磁极部分 6 以环绕狭槽 21，然后回到第一平板状永磁铁 15 的 S 极。

而且，由于在上死点处，第一平板状永磁铁 15 横穿第二磁极部分 7，而第二平板状永磁铁 14 横穿第三磁极部分 8，因此由第二平板状永磁铁 14 的 N 极产生的磁力线穿过第三磁极部分 8 并随后穿过第一磁极部分 6，以环绕狭槽 21、22，然后，回到第一平板状永磁铁 15 的 S 极。此外，它还穿过第三磁极部分 8，并随后穿过第二磁极部分 7 以环绕狭槽 22，然后回到第一平板状永磁铁 15 的 S 极。

因此，由于第一和第二平板状永磁铁 15、14 设置得：当移动件 13 处于从下死点至死点的运动的中途时，始终能同时地横穿所述外轭铁的两磁极部分，所以，因第一和第二平板状永磁铁 15、14 产生的磁力线能有效地作用在线圈 12 的狭槽 22、21 上，因此，因第一和第二平板状永磁铁 15、14 和流动在线圈 12 内的交流电可有效地产生一磁力，从而可以提供一更大的推力。

而且，由第一和第二平板状永磁铁 15、14 产生的磁力线的磁路 19a 是在内轭铁 1 和外轭铁 3 内的各片材 2、4 的各平面内循环。当磁力线在片材 2、4 的各平面内循环时，涡流 20 将趋于产生在垂直于磁力线的方向上。这是一种与磁通密度的平方成正比且与轭铁材料的厚度的平方成正比的电流。由于内轭铁 1 和外轭铁 3 都是由各自具有较高磁导率和具有绝缘表面的大量片材 2 或 4 叠装起来而构造成棱柱状结构，因此，几乎不产生涡流，从而可以显著降低铁耗。因此，可以提高电动机效率。

此外，由于内轭铁 1 和外轭铁 3 均由大量片材 2 或 4 简单地叠装起来而形成一种棱柱状结构，因此，直线电动机内的轭铁的制造就变得极为简单。

另外，基于钕-铁-硼的稀土磁铁加工起来较为困难，并且由于其加工困难而导致这种圆柱形结构成本较高。在本实施例中，由于采用了加工方便的第一和第二平板状永磁铁 14、15，因此，永磁铁的制造就变得较为简单，这样就有助于降低永磁铁的成本，由此降低了电动机成本。

虽然在以上描述中，线圈 12 是缠绕在外轭铁 3 内，但是，也可以将线圈 12 缠绕在内轭铁内。

因此，如上所述，本实施例的直线电动机包括：诸棱柱状内轭铁 1，每一内轭铁均由各自具有大体上呈矩形的和具有较高磁导率的大量片材 2 叠装起

来而形成的；诸棱柱状外轭铁 3，每一外轭铁均由各自具有大体上呈矩形的和具有较高磁导率的大量片材 4 叠装起来而形成的，其中借助沿着片材 4 叠装方向切割外轭铁 3 形成有两个狭槽 21、22，以建立第一磁极部分 6、第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8，并且外轭铁 3 的包含各磁极部分的一表面与内轭铁 1 处于相对位置，以使其间形成一预定间隙，从而构成一组轭铁 10 中的每一轭铁，这样沿着各片材的各表面就建立起一磁路；各线圈 12，每一线圈围绕第二磁极部分 7 缠绕并能在第一磁极部分 6、第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8 内交替地建立不同的磁极；一平板状基座 11，用来将该组轭铁 1 安装成这样一种状态，即，使它们的内轭铁表面彼此相互对置而形成一预定空间；一安装在基座 11 上并位于各内轭铁之间的轴承 18；一包括诸对第一和第二平板状永磁铁 15、14 的移动件 13，各平板状永磁铁沿着内轭铁 1 和外轭铁 3 相对的方向磁化，并且每一平板状永磁铁均设置在间隙 9 内部而成为这样一种状态，即，沿着轴承 18 的轴向以一预定间距设置，从而使它们的磁化方向彼此相反，当移动件 13 沿着轴向移动时，第一平板状永磁铁 15 始终能横穿第一磁极部分 6 和第二磁极部分 7，而第二平板状永磁铁 14 始终能横穿第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8；以及一轴 17，它与移动件 13 装配成一体并插入轴承 18 内。

因此，可以降低各内轭铁 1 和各外轭铁 3 内的铁心损耗，从而可以提高电动机效率，并可以方便直线电动机的制造。

（第十三实施例）

图 11 是本发明第十三实施例的直线电动机的外轭铁和基座的立体图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 的相同。

在图 11 中，标号 63 示出了诸个沿着各片材 4 的叠装方向设置在外轭铁 3 的第一磁极部分 6 和第三磁极部分 8 的端面内的孔，孔 63 总共有 4 个。而且，标号 64 示出了诸如虎钳(vise)之类的几个杆状件，它们可分别插入孔 63 内，从而可以将外轭铁 3 牢固地固定于基座 11 上。

在按此构造的直线电动机中，外轭铁 3 的两端面安置在基座 11 内，且所述外轭铁利用杆状件 64 固定于其上。因此，外轭铁 3 可以牢固地固定于基座 11 上，而且由叠装大量的片材而形成的外轭铁 3 的强度是安全可靠的。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，孔 63 是沿着片材 4 的叠装方向设置在外轭铁 3 的第一磁极部分 6 和第三磁极部分 8 内，而且外轭铁 3 借助

各杆状件 64 牢固地固定于基座 11 上, 因此, 外轭铁 3 可以稳固地固定于基座 11 上, 而且由叠装大量的片材而形成的外轭铁 3 的强度是安全可靠的。

(第十四实施例)

图 12 是本发明第十四实施例的直线电动机的外轭铁和基座的立体图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 的相同。

在图 12 中, 标号 26 示出了诸个沿着各片材 4 的叠装方向设置在外轭铁 3 的第一磁极部分 6 和第三磁极部分 8 内的通孔, 标号 27 示出了可插入通孔 26 内从而可以将外轭铁 3 牢固地固定于基座 11 上的穿透杆。

在按此构造的直线电动机中, 由于外轭铁 3 通过各穿透杆 27 而固定于基座 11 上, 从而成为这样一种状态, 即, 外轭铁 3 的两端面均安置在基座 11 内, 因此, 外轭铁 3 可以牢固地固定于基座 11 上, 而且由叠装大量的片材而形成的外轭铁 3 的强度是安全可靠的。此外, 还可以方便直线电动机的制造。

如上所述, 在本实施例的直线电动机中, 通孔 26 是沿着片材 4 的叠装方向设置在外轭铁 3 的第一磁极部分 6 和第三磁极部分 8 内, 而且外轭铁 3 通过各穿透杆 27 固定于基座 11 上, 因此, 不仅可以将外轭铁 3 稳固地固定于基座 11 上, 而且由叠装大量的片材而形成的外轭铁 3 的强度是安全可靠的, 甚至还可以便于直线电动机的制造。

(第十五实施例)

图 13 是本发明第十五实施例的直线电动机的内轭铁、外轭铁和基座的立体图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 的相同。

在图 13 中, 标号 27、28 分别示出了诸个设置在基座 11 上的那些与外轭铁 3 和内轭铁 1 接触的部分内的孔。在这种情况下, 为了使在内轭铁 1 和外轭铁 3 的各片材 2、4 的各平面内循环连通的磁力线尽可能少地穿过基座 11, 基座 11 的材料必须是一种非磁性材料。此外, 由于基座 11 必需具有良好的机加工性, 因此, 一种较佳的材料是例如铝。

在按此构造的直线电动机中, 可减小磁力线从内轭铁 1 和外轭铁 3 至基座 11 的泄漏, 从而可以抑制因泄漏的磁力线而产生在基座 11 内的铁心损耗, 从而可以提高电动机效率。

如上所述, 在本实施例的直线电动机中, 基座 11 设计成在基座的那些分别与外轭铁 3 和内轭铁接触的部分设有一些孔 27、28, 因此, 可以抑制基座 11 的铁心损耗, 从而可以提高电动机的效率。

(第十六实施例)

图 14 是本发明第十六实施例的直线电动机的外轭铁的部件分解图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 的相同。

在图 14 中, 标号 81 示出了构成第一狭槽 21 的第一磁极侧壁面的第一磁极块 1B, 标号 82 示出了第二磁极块 2B, 它构成第一狭槽 21 的第二磁极侧壁面和内轭铁相对壁面以及第二狭槽 22 的第二磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面, 标号 83 示出了构成第二狭槽 22 的第三磁极侧壁面的第三磁极块 3B。外轭铁 3 由第一磁极块 81(1B)、第二磁极块 82(2B)和第三磁极块 83(3B)组成。在将线圈 26 直接缠绕在第二磁极块 82 上之后, 借助焊接、装配、填隙或其它类似方法可将所述三个磁极块 81、82、83 连成一体。

在如上述构造的外轭铁 3 中, 由于线圈 26 是借助机器直接按正常的方法缠绕在单独的第二磁极块 82 上, 其方法是, 第一和第二狭槽 21、22 的内轭铁的相对壁面被用作一导向件, 因此, 可提高空间系数, 从而可在恒定匝数情况下减小外轭铁 3 的尺寸, 从而可减小直线电动机的尺寸。

顺便说一下, 虽然在以上描述中, 所使用的轭铁 10 总共为 2 块, 但是, 轭铁 10 的个数并不限于此, 只要存在多个轭铁 10 就可以。

如上所述, 在本实施例的直线电动机中, 外轭铁 3 包括: 第一狭槽 21; 第二狭槽 22; 构成第一狭槽 21 的第一磁极侧壁面的第一磁极块 81; 第二磁极块 82, 它构成第一狭槽 21 的第二磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面和第二狭槽 22 的第二磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面; 以及构成第二狭槽 22 的第三磁极侧壁面的第三磁极块 83, 而且所述三个磁极块是在将线圈 26 缠绕在第二磁极块 82 后合成为一体。因此, 可以提高线圈 26 的空间系数, 从而可以减小直线电动机的尺寸。

(第十七实施例)

图 15 是本发明第十七实施例的直线电动机的外轭铁的部件分解图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 的相同。

在图 15 中, 标号 84 示出了一侧轭铁, 它构成了第一狭槽 21 的第一磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面以及第二狭槽 22 的第三磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面, 标号 85 示出了中心轭铁, 它构成了第一狭槽 21 的第二磁极侧壁面和第二狭槽 22 的第二磁极侧壁面。外轭铁 3 由侧轭铁 84 和中心轭铁 85 组成。将线圈 26 套在中心轭铁 85 上, 随后借助焊接、装配、填隙或其它类似方法

可将所述两个磁极块 84、85 连成一体。

在如上述构造的外轭铁 3 中，线圈 26 可以利用机器按正常方法分开缠绕或用机器缠绕在中心轭铁 85 上。由于该原因，提高了空间系数，由此可在恒定匝数情况下减小外轭铁 3 的尺寸，从而可减小直线电动机的尺寸。

顺便说一下，虽然在以上描述中，所使用的轭铁 10 总共为 2 块，但是，轭铁 10 的个数并不限于此，只要存在多个轭铁 10 就可以。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，外轭铁 3 包括：第一狭槽 21；第二狭槽 22；侧轭铁 84，它构成第一狭槽 21 的第一磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面以及第二狭槽 22 的第三磁极侧壁面和内轭铁的相对壁面；以及中心轭铁 85，它构成第一狭槽 21 的第二磁极侧壁面和第二狭槽 22 的第二磁极侧壁面，而且所述两个轭铁 84、85 是在将线圈 26 套在中心轭铁 85 上之后合成为一体。因此，可以提高线圈 26 的空间系数，从而可以减小直线电动机的尺寸。

（第十八实施例）

图 16 是本发明第十八实施例的直线电动机的移动件的立体图。这种直线电动机的总体构造与图 4、图 9 和图 10 所示的相同。

在图 16 中，移动件 13 使用了一框架 40，它成六面体结构，并构造成：第一和第二平板状永磁铁 15、14 均设置在框架 40 的两个侧面的每一侧面内，每一平板状永磁铁均将设置在每一内轭铁 1 和每一外轭铁 3 之间，从而在轴向形成一预定间距 41。

按此构造的移动件 13 呈现结构强，重量轻，而且，还可使诸对第一和第二平板状永磁铁 15、14 以较高的精度保持在内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙内，并沿着轴向以预定间距 41 设置。此外，由于用来使移动件 13 和轴 17 连接起来的支承部分 39 是设置在内轭铁 1 之间的空间内，因此，可减小移动件的尺寸。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，移动件 13 具有一呈六面体形状的框架 40，并被构造成：第一和第二平板状永磁铁 15、14 以预定间距 41 轴向地设置在框架 40 的两侧面的每一侧面内，以便能安置在内轭铁 1 和外轭铁 3 之间，而且支承 39 将移动件 13 和轴 17 彼此相连，它位于内轭铁 1 之间的空间内，因此，移动部分 13 的强度是可靠的，并且可以很方便地制造这种直线电动机。

（第十九实施例）

图 17 是本发明第十九实施例的直线电动机的移动件的立体图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 所示的相同。

在图 17 中，移动件 13 包括：一对移动永磁铁件 45，每一永磁铁件均包括一对第一和第二平板状永磁铁 15、14，它们由一矩形移动件基座 43 围绕，并以预定间距设置，隔离件 38 设置在其间；多个支承柱 46 用来支承这对移动永磁铁件 45，以使所述移动件形成大体上立方体框架结构，移动件 13 和轴 17 通过支承件 39 彼此相连，支承件位于两内轭铁 1 之间的空间内。

按此构造的移动件 13 结构强，重量较轻，而且，还可以使这对第一和第二平板状永磁铁 15、14 以较高的精度保持在内轭铁 1 和外轭铁 3 之间的间隙内，并沿着轴向以预定间距设置。此外，由于用来使移动件 13 和轴 17 连接起来的支承件 39 是设置在两内轭铁 1 之间的空间内，因此，可减小移动件的尺寸。

如上所述，在本实施例的直线电动机中，移动件 13 包括：该对移动永磁铁件 45，每一永磁铁件包括由矩形移动件基座 43 围绕，并以预定间距设置，并有隔离件 38 设置在其间的第一和第二平板状永磁铁 15、14；多个用来支承这对移动永磁铁件 45 以使所述移动件形成大体上立方体框架结构的支承柱 46，移动件 13 和轴 17 通过支承件 39 彼此相连，支承件位于两内轭铁 1 之间的空间内，因此，移动件 13 的强度是可靠的，并且可以很方便地制造这种直线电动机。

（第二十实施例）

图 18 是本发明第二十实施例的直线电动机的移动永磁铁件的立体分解图。这种直线电动机的总体结构与图 4、图 9 和图 10 所示的相同。

在图 18 中，以标号 45 示出的移动永磁铁件包括：一矩形或方形框架；一对第一和第二平板状永磁铁 15、14 以及一隔离件 38。所述矩形框架包括一其内侧面上具有一凹槽的 U 形框架 47 和一杆状压紧件 48，这对第一和第二平板状永磁铁 15、14 制有突出部可配合到所述凹槽内从而插入所述矩形框架中。隔离件 38 位于第一和第二平板状永磁铁 15、14 之间，并且同样也具有配合在同一凹槽内的突出部。

按此构造的移动永磁铁件 45 呈现结构强重量轻，而且可以将这对第一和第二平板状永磁铁 15、14 保持高精度状态，即，将它们设置成一预定间距。

如上所述,在本实施例的直线电动机中,由于移动永磁铁件 45 包括所述矩形框架,所述矩形框架包括一其内侧面上具有凹槽的 U 形框架 47 和一杆状压紧件 48,这对第一和第二平板状永磁铁 15、14 制有突出部可配合到所述凹槽内而插入所述矩形框架中。而且隔离件 38 位于第一和第二平板状永磁铁 15、14 之间并具有配合在同一凹槽内的突出部,因此,除了可以方便直线电动机的制造之外,还可以使所述移动件的必要强度安全可靠。

(第二十一实施例)

图 19 是本发明第二十一实施例的直线电动机的剖视图。

在图 19 中,每一外轭铁 49 均被构造成:各自具有大体上矩形的且较高磁导率的大量片材 4 彼此相互叠装起来,并且沿叠装方向对叠装起来的各片材进行切割制有三个狭槽 21、22、55,从而形成第一磁极部分 6、第二磁极部分 7 和第三磁极部分 8 和第四磁极部分 50。

为了能使不同的磁极交替地产生在外轭铁 49 的四个磁极部分 6、7、8 和 50 内,将每一线圈 12 缠绕在第二磁极部分 7 上,而将每一线圈 52 缠绕在第三磁极部分 8 上。各线圈 12 和各线圈 52 是单独地缠绕在两个外轭铁 49 上。

一移动件(部分)53 包括:两组第一、第二和第三平板状永磁铁 15、14 和 54;一永磁铁支承件 16 和一轴 17。较佳的是,第一至第三平板状永磁铁 15、14 和 54 都是由一种基于钕-铁-硼的稀土磁铁制成。它们都固定于永磁铁支承件 16 上从而能以预定轴向间距设置,这样就可以使磁化方向交替相反,并且都设置在内轭铁 1 和外轭铁 49 之间的间隙 9 内。

在按以上描述构造的直线电动机中,行将建立在第一和第二平板状永磁铁 15、14 之间的磁路与以上第二十实施例中的是相同的。由第二和第三平板状永磁铁 14、54 产生的磁力线的磁路穿过第三平板状永磁铁 54、间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、第二平板状永磁铁 14、间隙 9、外轭铁 49 和间隙 9 而回到第三平板状永磁铁 54,以环绕狭槽 22 或 55,而且还可以在间隙 9 内产生一静磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 49 中,它在各片材 2、4 的各平面内循环、

而且,如果将电流大小相等的但在相邻狭槽内其(线圈电流)方向彼此相反的交流电供至线圈 12、52,不同的磁极可交替地轴向地产生在第一磁极部分 6、第二磁极部分 7、第三磁极部分 8 和第四磁极部分 50 内,与移动件 53 的第一、第二、第三平板状永磁铁 15、14 和 54 发生的磁吸和磁斥作用可产生一与线圈 12、52 内的电流的大小和由第一至第三平板状永磁铁 15、14、54

产生的磁通密度成正比的推力，从而可使移动件 53 与交流电频率同步地作往复运动。

在这样情况中，由于可以获得的轴向推力与线圈 12、52 内的电流的大小以及由第一至第三平板状永磁铁 15、14、54 产生的磁通密度成正比，因此，可以获得一较大的推力。

而且，第一、第二和第三平板状永磁铁 15、14 和 54 中的每一永磁铁均被设置得：当移动件 53 处于自下死点至上死点的运动的中途时，始终能同时横穿外轭铁 49 的两个磁极，因此，由第一、第二和第三平板状永磁铁 15、14 和 54 产生的磁力线可有效地作用于狭槽 21、22 和 55 上，而且因流动在第一、第二和第三平板状永磁铁 15、14 和 54 以及线圈 12、52 内的交流电可有效地产生磁力，从而可以提供一较大的推力。

而且，由第一、第二和第三平板状永磁铁 15、14 和 54 产生的磁力线的磁路 51 是在内轭铁 1 和外轭铁 49 的各片材 2、4 的各平面内循环流通。当所述磁力线在各片材 2、4 的各平面内循环流通时，一涡流 20 将趋于产生在与磁力线相交的方向上。这是一种与磁通密度的平方成正比且与轭铁材料的厚度成正比的电流。由于每一内轭铁 1 和外轭铁 49 都是由各自具有较高磁导率和具有绝缘表面的大量片材 2 或 4 叠装起来而构造成棱柱状结构，因此，几乎不产生涡流，从而可以显著降低铁耗。因此，可以提高电动机效率。

此外，由于内轭铁 1 和外轭铁 49 均由大量片材 2 或 4 简单地叠装起来而形成一种棱柱状结构，因此，直线电动机内的轭铁的制造就变得极为简单。

另外，基于钕-铁-硼的稀土磁铁加工起来较为困难，并且由于其加工困难而导致这种圆柱形结构成本较高。在该实施例中，由于采用了加工方便的第一、第二和第三平板状永磁铁 14、15，因此，永磁铁的制造就变得较为简单，这样就有助于降低永磁铁的成本，由此降低了电动机成本。

另外，虽然在以上描述中，线圈 12、52 是缠绕在外轭铁 49 内，但是，也可以将线圈 12、52 缠绕在内轭铁 1 内。

而且，虽然在以上描述中，磁极部分总共有 4 个，但是，也可以将各轭铁、磁铁和线圈沿轴向依序串连起来。

如上所述，本实施例的直线电动机包括：诸棱柱状内轭铁 1，每一内轭铁均由各自具有大体上呈矩形的和具有较高磁导率的大量片材 2 叠装起来而形成的；诸棱柱状外轭铁 49，每一外轭铁均由各自具有大体上呈矩形的和具有

较高磁导率的大量片材 4 叠装起来而形成的, 其中, 沿着叠装方向切割外轭铁 49 形成有多个狭槽 21、22 和 55, 从而建立起多个磁极部分, 线圈 12、52 分别缠绕在所有的磁极部分上, 而不是缠绕在位于外轭铁 49 的两端部的磁极部分上, 并且被制成能在相邻磁极部分内建立不同的磁极; 一组轭铁 10, 每一轭铁均包括内轭铁 1、外轭铁 49 和线圈 12、52, 并且每一均被制成使外轭铁 49 的那一包含各磁极部分的表面以预定的间隙与内轭铁 1 相对设置, 从而沿着各片材 2、4 的各表面形成一磁路; 一平板状基座 11, 用来将该组轭铁 10 安装成这样一种状态, 即, 使它们内轭铁的侧面彼此相互相对安置而形成一预定空间; 一轴承 18, 被安装在基座 11 上, 处于该组轭铁的各内轭铁之间; 一移动件 53, 其中每组平板状永磁铁 15、14、54 的个数与狭槽 21、22、55 的个数相等, 并且均沿面对内轭铁 1 和外轭铁 3 的方向磁化, 而且该永磁铁设置在内轭铁 1 和外轭铁 49 之间的间隙 9 内而成为这样一种状态, 即, 沿着轴承 18 的轴向以一预定间距设置, 从而使它们的磁化方向彼此相反, 当移动件 53 沿着轴向移动时, 每一平板状永磁铁 15、14、54 始终能同时横穿外轭铁 49 的相邻磁极部分; 一轴 17, 它与移动件 53 装配成一体并插入轴承 18 内。

采用这种构造, 可以获得更大的推力, 而且可以减小各内轭铁和各外轭铁的铁心损耗, 从而可以提高电动机效率, 并可以方便直线电动机的制造。

(第二十二实施例)

图 20 是本发明第二十二实施例的直线电动机的剖视图。

在图 20 中, 各外轭铁 56 是这样构成的: 大量形状大致为矩形并且磁导率较高的片材 4 相互叠装, 在叠装方向上切割所叠成的片材形成四个狭槽 21、22、55、57, 从而形成第一磁极部 6、第二磁极部 7、第三磁极部 8、第四磁极部 50 和第五磁极部 58。为了使外轭铁 56 的五个磁极部 6、7、8、50 和 58 中交替产生不同磁极, 在第二磁极部 7 上绕上各线圈 12, 而在第四磁极部 50 上绕上各线圈 59。线圈 12 和线圈 59 分别绕在两个外轭铁 56 上。

一移动件 60 由两组第一平板状永磁铁 15、第二平板状永磁铁 14、第三平板状永磁铁 54、第四平板状永磁铁 61 以及一永磁铁支撑件 16 和一轴 17 构成。较佳地, 第一至第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 都由一种钕-铁-硼基稀土磁铁制成。这些磁铁由永磁铁支撑件 16 固定而设置成具有预定的轴向间隔, 因而磁化方向交替地呈现为相反方向, 而且这些磁铁都置于内轭铁 1 和外轭铁 56 之间的间隙 9 中。

在如上所述的直线电动机中，在第一、第二平板状永磁铁 15、14 和 54 之间建立起来的磁路与前述的第十二实施例相同。由第三和第四平板状永磁铁 54、61 产生的磁力线的磁路经过第三平板状永磁铁 54、间隙 9、内轭铁 1、间隙 9、第四平板状永磁铁 61、间隙 9、外轭铁 56 和间隙 9 而返回到第三平板状永磁铁 54 从而围绕狭槽 55 或 57，并且还在间隙 9 中产生一静态磁场。在内轭铁 1 和外轭铁 56 中，该磁场在片材 2、4 的平面内循环。

而且，当向线圈 12、59 输送交变电流时、其电流值相同而相邻槽中的电流方向（线圈电流）相反，因而在第一磁极部 6、第二磁极部 7、第三磁极部 8、第四磁极部 50 和第五磁极部 58 的轴向产生交替的不同磁极，并且由于移动件 60 的第一、第二、第三和第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 的磁吸和磁斥作用而产生一与线圈 12、59 中的电流大小和由第一至第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 所产生的磁通密度成正比的轴向推力，因而，移动件 60 与轴 17 一起随着交变电流频率同步作往复运动。

由于可获得的轴向推力与线圈 12、59 中的电流大小和由第一至第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 产生的磁通密度成正比，因而可获得一个较大的推力。

而且，两组第一、第二和第三平板状永磁铁 15、14、54 和 61 中的各个磁铁被放置成：当移动件 60 处在从下死点向上死点移动中途时各磁铁总是同时穿过外轭铁 56 的两个磁极，因此，来自第一、第二、第三和第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 的磁力线可有效地作用于槽 21、22、55 和 61，并且由于在第一、第二、第三和第四平板状永磁铁 15、14、54、61 和线圈 12、59 中流动的交流电流而可有效地产生磁力以提供一较大的推力。

进一步地，由第一、第二、第三和第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 产生的磁力线的磁路 62 在内轭铁 1 和外轭铁 56 的片材 2、4 平面中循环。当磁力线在片材 2、4 的平面中循环时，将在贯穿磁力线的方向上产生一涡流电流 20。这是一个与磁通密度平方和轭铁材料厚度成正比的电流。由于各内轭铁 1 和外轭铁 56 以各自具有较大导磁率和绝缘表面的大量片材 2 或 4 相互叠装而形成棱柱形，因而只能产生小量涡流，从而显著地减少铁耗，因而这可有助于电动机效率的提高。

此外，由于各内轭铁 1 和外轭铁 56 是以将大量片材 2 或 4 简单叠装的方式而形成为一棱柱形，所以制造用于一直线电动机的轭铁变得极为方便。

另外，由于钕-铁-硼基稀土磁铁加工困难，所以圆柱形形状会导致加工成本高。在此实施例中，由于采用第一、第二、第三和第四平板状永磁铁 15、14、54 和 61 而使加工方便，所以磁铁的制造得以简化，这将有助于降低磁铁的成本，从而使电动机成本降低。

再者，虽然在上文的描述中，线圈 12、59 是绕在外轭铁 56 中的，但将线圈 12、59 放在内轭铁 1 中也是可以的。

而且，虽然上文中磁极部的数量是 5 个，但也可以将轭铁、磁铁和线圈进一步在轴向串联。

如上所述，此实施例的直线电动机包括：棱柱形内轭铁，各自大致呈矩形的且导磁率较高的大量片材叠装而成；外轭铁，各自大致矩形的且导磁率较高的大量片材叠装而成，其中，通过在片材叠装方向上切割外轭铁可形成多个狭槽以建立多个磁极部；分别绕在多个磁极部的所有偶数磁极部上并且使得在相邻磁极部中交替地产生不同磁极的线圈；一组轭铁，各自包括内轭铁、外轭铁和线圈，其中，包含磁极部的外轭铁的一个表面与内轭铁成相对设置，并在其间形成一预定间隙，以便沿着片材表面形成一磁路；一平板状基座，用于安装该组轭铁使其内轭铁侧面处于相互相对的位置并构成一预定空间；一轴承，安装在基座上并位于轭铁组的内轭铁之间；一移动件，其中每组平板状永磁铁的数量与狭槽数相等，并且在面向内轭铁和外轭铁的方向上磁化，而这些平板状永磁铁放置在内轭铁和外轭铁之间的一个间隙中，并被设置成在轴承轴向上具有一预定间隔，这样其磁性方向相互相反，而当移动件沿轴向移动时，各平板状永磁铁始终同时贯穿外轭铁的相邻磁极部；还有一整体地安装到移动件上并且插入轴承中的轴。

由于这种结构，可获得较大的推力，可使内轭铁和外轭铁的铁耗下降以提高电动机效率，而且，使直线电动机的制造变得简便。

（第二十三实施例）

图 21 是本发明第二十三实施例的直线压缩机的俯视剖视图；图 22 是沿图 21 中线 A-A 截取的前视剖视图。

在图 21 和 22 中，总的由标号 100 示出的一直线电动机由一缸体 102，一插入该缸体 102 以便作往复运动的活塞 103，一压缩腔 105，限定于面向活塞 103 和缸头 104 之间，以及一进入（入口）阀 106 和排气（出口）阀 107，根据压缩腔 105 中的气体压力而可打开和关闭。

另外，直线压缩机 100 还配有一使活塞 103 作往复运动的直线电动机 108，用于支撑活塞 103 以便活塞 103 往复运动的谐振弹簧 109。

下文将对直线电动机 108 的结构进行描述。在图 21、22 中，标号 110 表示内轭铁，各自由具有高导磁率的大量片材 111 叠装成一棱柱形状。另外，标号 112 表示外轭铁，各自也由具有高导磁率的大量片材 113 叠装而成。在各个外轭铁 112 中，在片材 113 的叠装方向上制有狭槽 114、115 以形成三个磁极部 116、117、118。各外轭铁 112 的一个包含磁极部 116、117、118 的表面放置成与相应内轭铁 110 相对位置而在其间形成一预定间隙 119，从而形成各个轭铁 120、121。另外，两个轭铁 120、121 安装在一平板状基座 122 中，并且处于相互相对的位置，使其内轭铁 110 侧面之间形成一预定空间。

此外，一线圈 123 绕在各外轭铁 112 的中间磁极部 117 上，这样在外轭铁 112 的三个磁极部 116、117、118 中交替地产生不同的磁极。线圈 123 单独设置在外轭铁 112 中，并被并联。

再者，一移动件（部分）124，由在内轭铁 110 和外轭铁 112 相对方向上磁化的两对平板状永磁铁 125、126 构成，还有一永磁铁支撑件 127。较佳地，永磁铁 125、126 在钕—铁—硼基稀土磁铁制成。永磁铁 125、126 固定在永磁铁支撑件 127 上，并沿活塞 103 轴向设置一预定间隔，因而其磁化方向相互相反，并被设置在内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的间隙 119 中。

移动件 124 是由移动件支撑件 127 与一轴 129 连成一体。

其次，下文将对所构成的直线压缩机 1 的运行情况进行描述。

在各轭铁中，由永磁铁 126 的 N 极产生的磁力线 130 穿过间隙 119、外轭铁 112、间隙 119、永磁铁 125 的 S 极、永磁铁 125 的 N 极、内轭铁 110 和间隙 119 再返回到永磁铁 126 的 S 极，并且在间隙 119 中产生一静磁场。在内轭铁 110 和外轭铁 112 中，磁力线是在片材 111、113 的平面中循环的。

另外，当向线圈 123 输送一交变电流时，在磁极部 116、117、118 中交替地产生不同的磁极，因此，移动件 24 的永磁铁 125、126 的磁吸和磁斥作用可进一步产生一与线圈 123 中电流的大小和永磁铁 125、126 的磁通密度成正比的推力，这可使活塞 103 与移动件 124 一起作往复运动。此外，当压缩腔 105 中处于低压时，膨胀气体经过进气阀 106 进入压缩腔 105 中，而当其中是高压时，压缩气体从排出阀 107 排到压缩腔 105 外部，因而作为直线压缩机 100 进行致冷操作。

在此情况下，直接传动的直线电动机 108 与活塞 103 构成一体，活塞 103 根据直线电动机 108 的移动件 124 的往复运动而在气缸 102 中进行往复运动，直线压缩机 100 的机械滑动损耗发生源仅与活塞 103 和气缸 102 之间的情况有关。因此，由于限制了机械滑动损耗的发生源，作为直线压缩机 100，可减少机械损耗，从而提高压缩机效率。

另外，来自永磁铁 125、126 的磁力线 130 在内轭铁 110 和外轭铁 112 的片材 111、113 平面中循环。当磁力线 130 在片材 111、113 的平面中循环时，在垂直于磁力线 30 的方向上将产生一涡流电流 131。这是一个与磁通密度平方和轭铁厚度平方成正比的电流。然而，由于各内轭铁 110 和外轭铁 112 是由具有较高磁导率和一绝缘表面的大量片材 111 或 113 叠装而成一棱柱形状这一事实，所以几乎不产生涡流电流，因而可显著降低铁耗，这将有助于压缩机效率的提高。

此外，由于各内轭铁 110 和外轭铁 112 仅简单地由大量片材 111 或 113 叠装成棱柱形状，所以直线压缩机 100 的制造变得极为简便。

另外，由于钕-铁-硼基稀土磁铁加工困难，并由于其加工困难而使圆柱形结构的成本较高。在此实施例，由于采用平板状永磁铁 125、126 而使加工简单，所以简化了磁铁的制造，这将有助于磁铁成本的降低，从而降低直线压缩机的成本。

虽然在上文中线圈 123 是绕在外轭铁 112 中的，但线圈 123 设置在内轭铁 110 中同样也是合适的。

虽然在上文中，磁极部的数量是 3 个，但还可以设想这样一种结构，即内轭铁 110、外轭铁 112、磁铁 125、126 和线圈 123 进一步在轴向相互串联。

如上所述，根据此实施例的直线压缩机包括：棱柱形的内轭铁 110，各自由大致呈矩形的且导磁率较高的大量片材 111 叠装而成；外轭铁 112，各自由大致矩形的且导磁率较高的大量片材 113 叠装而成，其中，在片材叠装方向上形成两个狭槽 114、115 从而形成三个磁极部 116、117、118；一线圈 123，分别绕在三个磁极部 116、117、118 的中间磁极部 117 上以使得在三个磁极部 116、117、118 中交替地产生不同磁极；一组轭铁 120、121，各自包括内轭铁 110、外轭铁 112，并且被制成为包含有磁极部 116、117、118 的外轭铁 112 的一个表面与内轭铁 110 相对设置，并在其间形成一预定间隙 119；一平板状基座 122，用于安装轭铁 120、121，这样其内轭铁的侧面成相互相对安

置使其间产生一预定空间；一安装到基座 122 上的气缸 102，位于内轭铁 110 中心；一移动件 124，包括在内轭铁 110 和外轭铁 112 的相对方向上磁化的平板状永磁铁对 125、126，该永磁铁对位于内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的间隙 119 中，且沿轴向相互间有一预定间隔，其磁性方向相互相反；一活塞 103，位于轴 129 的顶端与移动件 124 构成一体并且插入气缸 102 中；一连接到轴 129 上的弹簧 109。此结构可提高直线压缩机 100 的效率并且使压缩机便于制造。

（第二十四实施例）

图 23 是图 23 是本发明第二十四实施例的直线压缩机的移动件的立体图；图 24 是包括图 23 所示移动件在内的直线压缩机的前视剖视图。

在图 23 和 24 中，一移动件 124 制成形状为大致六面体形，并且各对平板状永磁铁 125、126 在各内轭铁 110 和各外轭铁 112 面对面的方向上磁化，因而其磁性方向相互相反，都装在大致六面体形的两个侧面 132、133 中，并被置于各内轭铁 110 和各外轭铁 112 之间，各对永磁铁间隔地设置于各永磁铁支撑件 127 内并在活塞 103 的轴向保持一预定间隔。

永磁铁支撑件 127 由具有高电阻率的非磁性材料制成。具体说，其相对磁导率接近 1、相对电阻率大于铝材十倍以上的材料较佳。另外，由于要求移动件 124 重量轻，所以轻质陶瓷、具有较高杨氏模数的树酯或类似材料都是适合的。

移动件 124 通过移动件支撑件 128 在与活塞 103 相反的那侧上连接到轴 129 上。

下文将对如上所述构成的直线压缩机 100 的运行情况进行描述。

当对一线圈 123 输送交变电流时，借助轴 129 上与活塞相反侧上的移动件支撑件 128 而与移动件 124 连成一体活塞 103 作往复运动。另外，压缩腔 105 内部处于低压状态时，经过进气阀 106 将膨胀气体引入压缩腔 105，而当压缩腔 105 内处于高压状态时，经过排气阀 107 将压缩气体从压缩腔 105 排出，从而起到一压缩机 100 的作用。

在装配直线压缩机 100 时，将一气缸 102 安装到一基座 122 上，活塞 103 安装到气缸 102 内，同时，移动件 124 置于内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的间隙 119 中并且保持其间有一给定的间隙，随后，谐振弹簧 109 安装到轴 129 上与活塞相反的那侧上。因此，这种装配方式可使直线压缩机 100 制造简便。

另外，由于移动件 124 制成为大致六面体形状，所以移动件 124 结构强

度较高，并且可承受永磁铁 125、126 被内轭铁 110 和外轭铁 112 吸引所产生的应力。

虽然上述内容都是以移动件 124 制成为一大致六面体形状为例描述的，但采用图 25 所示的大致 U 形轮廓也是可以的。

如上所述，在根据此实施例的直线压缩机 100 中，移动件 124 制成为一大致六面体轮廓，在内轭铁 110 和外轭铁 112 相对的方向上磁化的各对平板状永磁铁 125、126 分别被设置成夹在内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的大致六面体形两个面中，并且沿着活塞 103 轴向有一预定间隔，因而其磁化方向相互相反，移动件支撑件 128 用于连接移动件 124 和与活塞 103 相对那侧上的轴 129。这种结构可使直线压缩机 100 制造方便。

（第二十五实施例）

图 26 是本发明第二十五实施例的直线压缩机的移动件的立体图。此直线压缩机的结构整体上与图 21 和 22 所示的结构类似。

在图 26 中，移动件 124 制成为大致六面体形状，各对平板状永磁铁 125、126 在各内轭铁 110 和各外轭铁 112 面对面的方向上磁化，这样，各磁铁的磁性方向相互相反，都装在大致六面体形的两个侧面 132、133 中，并被置于各内轭铁 110 和各外轭铁 112 之间，各对永磁铁间隔地设置于各永磁铁支撑件 127 内并在活塞 103 的轴向保持一预定间隔。

永磁铁支撑件 127 由具有高电阻率的非磁性材料制成。具体说，其相对磁导率接近 1、相对电阻率大于铝材十倍以上的材料较佳。另外，由于要求移动件 124 重量轻，所以轻质陶瓷、具有较高扬氏模数的树酯或类似材料都是适合的。

移动件 124 通过移动件支撑件 128' 在与活塞 103 相反的那侧上连接到轴 129 上。

下文将对如上所述构成的直线压缩机 100 的运行情况进行描述。

当对一线圈 123 输送交变电流时，借助轴 129 上与活塞相反侧上的移动件支撑件 128' 而与移动件 124 连成一体活塞 103 作往复运动。另外，压缩腔 105 内部处于低压状态时，经过进气阀 106 将膨胀气体引入压缩腔 105，而当压缩腔 105 内处于高压状态时，经过一排气阀 107 将压缩气体从压缩腔 105 排出，从而起到一压缩机 100 的作用。

由于移动件 124 是借助运动件支撑件 128' 连接到位于两个内轭铁 110 之

间的一个空间 135 内的那段轴 129 上的，所以即使当移动件 124 往复运动时，移动件 124 的移动位置也在内轭铁 110 的高度范围内。因此，直线压缩机 100 的高度方向上的尺寸可以减小。

另外，由于移动件 124 是与轴 129 在其中间段连成一体的，故其结构平衡性非常好，其结构也更牢固。

如上所述，在根据此实施例的直线压缩机 100 中，移动件 124 制成为大致六面体，在内轭铁 110 和外轭铁 112 相对的方向上磁化的各对平板状永磁铁 125、126 分别被设置成夹在内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的大致六面体形两个面中，并且沿着活塞 103 轴向有一预定间隔，因而其磁化方向相互相反，移动件支撑件 128' 用于连接移动件 124 和轴 129。这种结构可使直线压缩机 100 在其高度方向上的尺寸减小，并且可形成一更牢固的结构。

（第二十六实施例）

根据此实施例的一个直线压缩机整体结构与图 21 和 22 所示的类似，因此，以下将参照图 21 和 22 来描述此实施例的直线压缩机。

在图 21 和 22 中，一直线电动机 100 由一缸体 102，一插入该缸体 102 以便作往复运动的活塞 103，一压缩腔 105，限定于面向活塞 103 和头部 104 之间，以及一根据压缩腔 105 中的气体压力而可打开和关闭的进气阀 106 和排气阀 107。

气缸 102 安装到一基座 122 上而构成一直线电动机 108。包括直线电动机 108 的内轭铁 110 和外轭铁 112 的两个轭铁 120、121 设置成相互面对，这样在内轭铁 110 侧面之间构成一预定间隔并且安装在平板状基座 122 上。在此情况下，内轭铁 110 和外轭铁 112 都设计成除了基座 122 之外不与其它部件接触，即不与气缸 102 和其它由铁基材料制成的部件接触。

在所构成的直线压缩机 100 中，由永磁铁 126 的 N 极所产生的磁力线 130 经过一间隙 119、外轭铁 112、间隙 119、永磁铁 125 的 S 极、永磁铁 125 的 N 极、内轭铁 110 和间隙 119，再返回到永磁铁 126 的 S 极，进一步在间隙 119 中产生一静磁场。在内轭铁 110 和外轭铁 112 中，该磁场在内轭铁 110 和外轭铁 112 的片材 111、113 平面内循环。

虽然内轭铁 110 和外轭铁 112 与基座 122 有所接触，但因基座 122 是由非磁性材料制成的，所以，在内轭铁 110 和外轭铁 112 中流动的磁力线不会在基座 122 中循环，因而由不必要的涡流所产生的铁耗不会在基座 122 中发

生。

此外，由于内轭铁 110 和外轭铁 112 除了基座 122 之外不与其它部件接触，所以由不必要的涡流所产生的铁耗不会发生在铁基材料制成的部件中，如气缸 102。

如上所述，根据此实施例的直线压缩机 100 制成为内轭铁 110 和外轭铁 112 除了基座 122 外不与其它部件接触，所以直线压缩机 100 中的铁耗可降低，因而提高直线压缩机的效率。

（第二十七实施例）

图 27 是本发明第二十七实施例的直线压缩机的气缸的立体图。根据此实施例的直线压缩机结构整体上与图 21 和 22 所示的类似。

此实施例将对本发明上述的第二十三实施例的直线压缩机 100 的气缸 102 结构进行改进。其它的结构与第二十三实施例相同，所以为简洁起见省略对其的描述。

在图 27 中，在气缸 102 中，轴向制有一开口 134，用来防止当移动件 124 往复运动时，移动件支撑件 128 与气缸 102 接触。因而，即使移动件 124 与活塞 103 一起往复运动，移动件 124 的支撑件 128 也不会与气缸 102 接触或者运动时碰到它。

如上所述，在根据此实施例的直线压缩机中，开口 134 轴向设置在气缸 102 上以防止移动件支撑件 128 在移动件往复运动时与气缸 102 接触，而提高其可靠性。

（第二十八实施例）

图 28 是本发明第二十八实施例的直线压缩机的移动件的立体图；图 29 是本发明第二十八实施例的直线压缩机的前视剖视图。在图 28 和 29 中，移动件 124 制成为大致六面体形状，各对平板状永磁铁 125、126 在各内轭铁 110 和各外轭铁 112 面对面的方向上磁化，这样，各磁铁的磁性方向相互相反，并且都被安放在大致六面体形的两个侧面 132、133 中，从而位于各内轭铁 110 和各外轭铁 112 之间，各对永磁铁间隔地设置于各永磁铁支撑件 127 内并在活塞 103 的轴向保持一预定间隔。

在此实施例中，活塞 103 包括形成于其顶端的第一滑动段 135，接着该第一滑动段 135 并且制成为小于活塞 103 直径的非滑动段 136，以及一接着非滑动段 136 的第二滑动段 137，还有一移动件支撑件 128' 用于在移动件 124 和

位于非滑动段 136 上的活塞 103 之间形成一连接。

以下将对所构成的直线压缩机 100 的运行进行描述。

当对一线圈 123 输送交变电流时,借助轴 129 上与活塞相反侧上的移动件支撑件 128' 而与移动件 124 连成一体活塞 103 作往复运动。另外,压缩腔 105 内部处于低压状态时,经过进气阀 106 将膨胀气体引入压缩腔 105,而当压缩腔 105 内处于高压状态时,经过排气阀 107 将压缩气体从压缩腔 105 排出,从而起到一压缩机 100 的作用。

当活塞 103 进行往复运动时,第二滑动段 137 移动,同时与第一滑动段 135 和非滑动段 136 一起在气缸 102 中滑动。即,这表明包括第一滑动段 135 和第二滑动段 137 的两个轴承分别存在于上、下两个位置上,这样移动件 124 呈现一非常稳定的轴向运动,并且可减少滑动损耗以提高直线压缩机效率。

在安装直线压缩机 100 时,气缸 102 安装到一基座 122 上并且活塞 103 插入气缸 102 中,同时,移动件 124 置于内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的一间隙 119 中,随后,将一谐振弹簧 109 放置到轴 129 的与活塞相对的那侧上。此时,通过第一滑动段 135 和非滑动段 136,第二滑动段 137 在气缸 102 中滑动的同时随之插入。此时,由于两个轴承存在于上、下两端,所以当活塞 103 插入气缸 102 时,其轴线不会偏心,而方便装配。因此,可便于制造直线压缩机 100。

如上所述,在根据此实施例的直线压缩机中,活塞 103 由形成于其顶端的第一滑动段 135、接着第一滑动段 135 并且在活塞 103 直径略小的非滑动段 136 以及接着非滑动段 136 的第二滑动段 137 组成,用于将移动件 124 连接到活塞 103 上的一支撑件 128' 置于非滑动段 137 上。由于此结构,活塞 103 运动平稳,并且滑动损失降低,而有助于直线压缩机 100 效率的提高,并且使制造变得方便。

(第二十九实施例)

图 30 是本发明第二十九实施例的直线压缩机的移动件的立体图。此直线压缩机的结构整体与图 24 所示类似。

在图 30 和 24 中,移动件 124 制成为大致六面体形状,各对平板状永磁铁 125、126 在各内轭铁 110 和各外轭铁 112 面对面的方向上磁化,这样,各磁铁的磁性方向相互相反,并且都被安放在大致六面体形的两个侧面 132、133 中,从而位于各内轭铁 110 和各外轭铁 112 之间,各对永磁铁间隔地设置于

各永磁铁支撑件 127 内并在活塞 103 的轴向保持一预定间隔。

而且，移动件 124 的永磁铁支撑件 127 由具有高电阻率的非磁性材料制成。具体说，其相对磁导率接近 1、相对电阻率大于铝材十倍以上的材料较佳。由于要求移动件 124 重量轻，所以轻质陶瓷、具有较高杨氏模数的树脂或类似材料都是适合的。

移动件 124 借助移动件支撑件 128 连接到与活塞相对的那侧轴 129 上。此外，还在内轭铁 110 和外轭铁 112 之间方面体的两个侧面之外的另一个侧（表面）上设置有一用于在移动件 124 和轴 129 之间形成一连接的加强件 138。

以下将对所构成的直线压缩机 100 的运行情况进行描述。

当对一线圈 123 输送交变电流时，借助轴 129 上与活塞相反侧上的移动件支撑件 128 而与移动件 124 连成一体活塞 103 作往复运动。另外，假定压缩腔 105 内部处于低压状态时，经过进气阀 106 将膨胀气体引入压缩腔 105，而当假定压缩腔 105 内处于高压状态时，经过一排气阀 107 将压缩气体从压缩腔 105 排出，从而起到一压缩机 100 的作用。

在装配直线压缩机 100 时，将气缸 102 安装到基座 122 上，活塞 103 安装到气缸 102 中，同时，移动件 124 置于内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的一间隙 119 中并且保持其间有一给定的间隙，随后，一谐振弹簧 109 安装到轴 129 上与活塞相反的那侧上。因此，这种装配方式可使直线压缩机 100 制造简便。

而且，由于移动件 124 制成为大致六面体形状，并且，还在内轭铁 110 和外轭铁 112 之间六面体两个侧面之外的另一个侧（表面）上设置有一用于在移动件 124 和轴 129 之间形成一连接的加强件 138，所以移动件 124 结构牢固，并且足以承受由于内轭铁 110 和外轭铁 112 对永磁铁 125、126 的吸引产生的应力。

如上所述，在根据此实施例的直线压缩机 100 中，在移动件 124 中，在内轭铁 110 和外轭铁 112 之间六面体两个侧面之外的另一侧（表面）上还设置有一用于在移动件 124 和轴 129 之间形成一连接的加强件 138。这可提供更牢固的结构。

（第三十实施例）

图 31 是本发明第三十实施例的直线压缩机的俯视剖视图；图 31 中的直线电动机的前视剖视图与图 22 类似。图 32 是一片簧的一例子的俯视图；图 33 是用来描述第三十实施例的积极效果的直线压缩机的俯视剖视图；

此实施例是对根据第二十三实施例的直线压缩机 100 对内轭铁 110 和外轭铁 112 的结构加以改进, 因而此实施例的直线压缩机 100 的其它结构与第二十三实施例相同, 为简洁起见在此省略对其它结构的描述。

在图 31 中, 各内轭铁 110a 制成为在内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度(距离) 144 是从中心位置 C-C 向内轭铁 110a 的片材 111a 叠装方向上的两个末端位置 D-D 逐渐变大的, 即相对内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间在中心位置 C-C 处的间隙宽度 143 (距离) 逐渐变大。

另外, 各外轭铁 112a 制成为在外轭铁 112a 和永磁铁 125、126 之间的一间隙宽度(距离) 是从中心位置 C-C 向外轭铁 112a 的片材 113a 叠装方向上的两个末端位置 D-D 逐渐变大的, 即相对内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间在中心位置 C-C 处的间隙宽度 145 (距离) 逐渐变大。

以下将对如上所述的直线压缩机 100 的运行情况进行描述。

当向一线圈 123 输送交变电流时, 与移动件 124 一体构成的活塞 103 往复运动。而且, 当一压缩腔 105 内部出现低压状态时, 经过进气阀 106 将膨胀气体引入压缩腔 105, 而当压缩腔 105 内处于高压状态时, 经过排气阀 107 将压缩气体从压缩腔 105 排出, 从而起到一压缩机 100 的作用。

图 32 示出了诸如螺旋式的片簧 109。当片簧 109 与活塞 103 的往复运动同时作往复运动时, 片簧 109 的中心轴线 148 在向着一臂 147 的中心方向上转动。由于片簧 109 安装到一轴 129 上, 移动件 124 也安装到轴 129 上, 所以移动件 124 的轴线也同时与片簧 109 的轴线转动而一起转动, 如图 33 所示。

由永磁铁 126 的 N 极发出的磁力线 130 经过一间隙 119、外轭铁 112a、间隙 119、一永磁铁 125 的 S 极、一永磁铁 125 的 N 极、内轭铁 110a 和间隙 110, 再返回到永磁铁 126 的 S 极, 并且进一步在间隙 119 中产生一静磁场。在内轭铁 110a 和外轭铁 112a 中, 该磁场在内轭铁 110a 和外轭铁 112a 的片材 111a、113a 平面中循环。在此情况下, 当间隙 119 的宽度(距离) 增大时, 间隙 119 中的磁通密度减小, 为此, 直线压缩机 100 的推力减小。因而, 间隙 119 的宽度最好尽可能小。

采用片簧作为谐振弹簧的情况下, 如图 33 所示, 如果内轭铁和外轭铁如上述实施例一样形成棱柱形状、而不是象本实施例的内轭铁 110a 和外轭铁 112a 那样, 由于片簧 109 与活塞 103 同时作往复运动, 所以需要内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的宽度 119 放大一个与片簧 109 转动对应的值, 以防止片簧 109

在片簧 109 轴线转动时进入内轭铁 110 和外轭铁 112。

为此,内轭铁 110a 和外轭铁 112a 可如下构成:内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 144 以及外轭铁 112a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 146,相对于内轭铁 110a 和外轭铁 112a 的片材 111a 和 113a 叠装方向上的中心位置 C—C 处的内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 143 和中心位置 C—C 处的外轭铁 112a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 145,分别从内轭铁 110a 的片材 111a 叠装方向上或从外轭铁 112a 的片材 113a 的叠装方向上的中心位置 C—C 向两端位置 D—D 逐渐变大,即内轭铁 110a 和外轭铁 112a 的轮廓被确定为片簧 109 的转动角度。

因此,即使当片簧 109 的轴线由于片簧 109 与活塞 103 同时往复运动而转动时,也可防止移动件 124 碰撞内轭铁 110a 和外轭铁 112a。

此外,内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间、外轭铁 112a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度是平均减小的,所以磁通密度下降的干扰变小,而且可避免直线压缩机 100 推力减小。

除此之外,如将各内轭铁 110a 和外轭铁 112a 在中心位置 C—C 分成两段,结果与两个分开的轮廓相同的轭铁的组合体相同,这有助于使直线压缩机 100 的制造简便。

如上所述,在根据此实施例的直线压缩机 100 中,内轭铁 110a 的结构为:内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 144 相对于在中心位置 C—C 处的内轭铁 110a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 143 在其片材 111a 的叠装方向上从中心位置 C—C 向两端位置 D—D 逐渐变大,而外轭铁 112a 的结构为:外轭铁 112a 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 146 相对于在外轭铁 112a 的片材 113a 的叠装方向上的中心位置 C—C 处的外轭铁 112a 和永磁铁 125、126 之间间隙宽度 145 是从中心位置 C—C 向两端位置 D—D 逐渐变大的,因而,即使当片簧 109 在活塞 103 往复运动的同时转动时,移动件 124 也不会与内轭铁 110a 和外轭铁 112a 碰撞,从而避免直线压缩机 100 的推力减小。

(第三十一实施例)

图 34 是本发明第三十一实施例的直线压缩机的俯视剖视图。此直线压缩机的前视剖视图与图 22 类似。而且,其片簧结构与图 32 所示的类似。

此实施例是对根据第二十三实施例直线压缩机 100 的内轭铁 110 和外轭铁 112 结构的改进,此实施例的直线压缩机 100 的其它结构与第二十三实施

例相同，因此，为简洁起见省略对其它结构的描述。

在图 34 中，一个内轭铁 110b 制成为：内轭铁 110b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 149、150 在内轭铁 110b 的片材 111b 叠装方向上是从中心位置 C—C 向一个端部位置 E—E 的范围内是恒定的，而内轭铁 110b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 149、151 在片材 111b 叠装方向上是从中心位置 C—C 向另一端部位置 F—F 逐渐变大的。因而，内轭铁 110b 的结构被确定为片簧 109 的转动角度。另一方面，另一内轭铁 110b 产生在从中心位置 C—C 向另一端部位置 F—F 的范围内恒定的间隙宽度，并且产生一从中心位置 C—C 向一端部位置 E—E 逐渐变大的间隙宽度。

此外，一个外轭铁 112b 制成为：外轭铁 112b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 152、153 从外轭铁 112b 叠装方向上的中心位置 C—C 向一个端部位置 E—E 逐渐变大，外轭铁 112b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 152、154 在片材 113b 的叠装方向上从中心位置 C—C 向另一端部位置 F—F 范围内是恒定的。同样地，外轭铁 112b 的轮廓被确定为片簧 109 的转动角度。另一方面，外轭铁 112b 产生一从中心位置 C—C 向另一端部位置 E—E 的范围内是恒定的间隙宽度，以及产生一从中心位置 C—C 向另一端部位置 F—F 逐渐变大的间隙宽度。

当向一线圈 123 输送交变电流时，与移动件 124 构成一体的一活塞 103 往复运动。此外，当压缩腔 105 内部处于低压状态时，膨胀气体经过吸气阀 106 进入该压缩腔 105，而当压缩腔 105 中为高压状态时，压缩气体经过一排气阀 107 由压缩腔 105 排出，因而起到一压缩机 100 的作用。

在此情况下，如图 32 所示一片簧 109 是螺旋式的。当片簧 109 与活塞 103 同时作往复运动地，片簧 109 的中心轴线 148 在朝着臂 147 中心的方向上转动。由于片簧 109 安装到轴 129 上，移动件 124 也安装到轴 129 上，所以移动件 124 的轴线转动与片簧 109 的轴线转动同时进行，如图 33 所示。

由永磁铁 126 的 N 极发出的磁力线 130 经过一间隙 119、外轭铁 112b、间隙 119、永磁铁 125 的 S 极、永磁铁 125 的 N 极、内轭铁 110b 和间隙 110，再返回到永磁铁 126 的 S 极，并且进一步在间隙 119 中产生一静态磁场。在内轭铁 110b 和外轭铁 112b 中，该磁场在内轭铁 110b 和外轭铁 112b 的片材 111b、113a 平面中循环。在此情况下，当间隙 119 的宽度（距离）增大时，间隙 119 中的磁通密度减小，为此，直线压缩机 100 的推力减小。因而，间

隙 119 的宽度最好尽可能小。

采用片簧作为谐振弹簧的情况下，如图 33 所示，如果内轭铁和外轭铁如上述实施例一样形成为棱柱形状、而不是象本实施例的内轭铁 110a 和外轭铁 112a 那样，由于片簧 109 与活塞 103 同时作往复运动，所以需要内轭铁 110 和外轭铁 112 之间的宽度 119 放大一个与片簧 109 转动对应的值，以防止片簧 109 在片簧 109 轴线转动时进入内轭铁 110 和外轭铁 112。

为此，在此实施例中，内轭铁 110b 和外轭铁 112b 的结构设计成如上所述。由于这种结构，即使片簧 109 的轴线由于片簧 109 与活塞 103 同时往复运动而转动，移动件 124 也不会碰撞内轭铁 110b 和外轭铁 112b。

此外，内轭铁 110b 和永磁铁 125、126 之间、外轭铁 112b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度是平均减小的，所以磁通密度下降的干扰变小，而且可避免直线压缩机 100 推力减小。

如上所述，在根据此实施例的直线压缩机 100 中，内轭铁 110b 制成为：内轭铁 110b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度在内轭铁 110b 的片材 111b 的叠装方向上从一中心位置向另一端部位置的范围内是恒定的，而内轭铁 110b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度从片材 111b 叠装方向上的中心位置向另一端部位置是逐渐变大的，而外轭铁 112b 制成为：外轭铁 112b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度从外轭铁 112b 的片材 113b 的叠装方向上的一个中心位置向一个端部位置逐渐变大，而外轭铁 112b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度在片材 113b 叠装方向上从中心位置向另一端部位置的范围内是恒定的。由于此结构，即使片簧 109 在活塞 103 往复运动的同时转动，移动件 124 也不会碰撞内轭铁 110b 和外轭铁 112b，可避免内轭铁 110b 和外轭铁 112b 之间的磁通密度减少，因而防止直线压缩机 100 的推力减小。

（第三十二实施例）

图 35 是本发明第三十二实施例的直线压缩机的俯视剖视图。此直线压缩机的前视剖视图与图 22 类似。

此实施例是对根据第三十实施例直线压缩机 100 的内轭铁 110a 和外轭铁 112a 结构的改进，此实施例的直线压缩机 100 的其它结构与第三十实施例相同，因此，为简洁起见省略对其它结构的描述。

在图 35 中，各个内轭铁 110c 制成为：内轭铁 110c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 144 从内轭铁 110a 的片材 111c 的叠装方向上的一中心位置 C

—C 向两端位置 D—D 逐渐增加, 即, 相对于内轭铁 110c 和永磁铁 125、126 在中心位置 C—C 处的一间隙宽度 143 逐渐变大。即, 面向一个外轭铁 112c 的内轭铁 110c 的一个表面形成为具有向外轭铁 112c 突出的拱形或曲面轮廓。另外, 与此弯曲面相反的内轭铁 110c 表面制成为具有与其平行的基本上相同的曲面或拱形面。因而, 内轭铁 110c 是通过具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成的以提供一整体的曲面轮廓。

此外, 各外轭铁 112c 制成为: 外轭铁 112c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 146 在外轭铁 112c 的片材 113c 的叠装方向上的中心位置 C—C 向两个端部位置 D—D 逐渐变大, 即相对中心位置 C—C 处的外轭铁 112c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 145 变大。即, 面向内轭铁 110c 的外轭铁 112c 的一个表面形成为具有向内轭铁 110c 突出的曲面或拱形轮廓。另外, 与此曲面相对的外轭铁 112c 的表面制成为具有基本上相同的曲面或凹形轮廓。因而, 外轭铁 112c 是由具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成以提供一整体的曲面轮廓。

为了制造各个内轭铁 110c 和外轭铁 112c, 要用一简单的金属模型将大量具有相同形状和尺寸的片材叠装而成。实际上, 内轭铁 110c 或外轭铁 112c 和永磁铁 125、126 之间的间隙误差是微小的, 因此在绕线圈 123 时不会产生问题。

因此, 除了上述的第三十实施例多种效果之外, 此实施例还可便于内轭铁 110c 和外轭铁 112c 的制造。

如上所述, 在根据此实施例的直线压缩机 100 中, 各内轭铁 110c 制成为: 内轭铁 110c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 144 在内轭铁 110a 的片材 111c 的叠装方向上、相对中心位置 C—C 处的内轭铁 110c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 143, 从一中心位置 C—C 向两个端部位置 D—D 逐渐增加, 这样面向一外轭铁 112c 的内轭铁 110c 的一个表面形成为突向外轭铁 112c 的曲面轮廓, 与该曲面相对的内轭铁 110c 的表面制成为具有与内轭铁 110c 上述曲面基本相同的弯曲轮廓, 以使内轭铁 110c 通过大量具有相同轮廓和尺寸的片材构成, 从而形成一整体的曲面轮廓, 另一方面, 各外轭铁 112c 制成为: 外轭铁 112c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 146 在外轭铁 112c 的片材叠装方向上、相对中心位置 C—C 的外轭铁 112c 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 145, 而从中心位置 C—C 向两端位置 D—D 逐渐变大, 这样面向内轭铁 110c

的外轭铁 112c 的一个表面形成具有突向内轭铁 110c 的曲面轮廓, 与此曲面相对的外轭铁 112c 的表面制成为具有与外轭铁 112c 上述曲面轮廓基本相同的弯曲轮廓, 以使外轭铁 112c 可由大量具有相同轮廓和尺寸的片材叠装而成, 从而形成一整体曲面轮廓。由于这种结构, 即使当片簧 109 在活塞 103 往复运动同时转动时, 移动件 124 也不会碰撞内轭铁 110c 和外轭铁 112c, 另外, 这可防止由于内轭铁 110c 和外轭铁 112c 之间的间隙中的磁通密度减少而引起的直线压缩机 100 推力减小, 甚至可使内轭铁 110c 和外轭铁 112c 的制造方便。

(第三十三实施例)

图 36 是本发明第三十三实施例的直线压缩机的俯视剖视图。此直线压缩机的前视剖视图与图 22 类似。

此实施例是对根据第三十一实施例直线压缩机 100 的内轭铁 110b 和外轭铁 112b 结构的改进, 此实施例的直线压缩机 100 的其它结构与第三十一实施例相同, 因此, 为简洁起见省略对其它结构的描述。

在图 36 中, 一个内轭铁 110d 制成为: 内轭铁 110b 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 149、150 在内轭铁 110b 的片材 111b 叠装方向上从中心位置 C—C 向一个端部位置 E—E 的范围内是恒定的, 而内轭铁 110d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 149、151 在片材 111d 叠装方向上是从中心位置 C—C 向另一端部位置 F—F 逐渐变大的。即面向一个外轭铁 112d 的内轭铁 110d 的一个表面制成为从中心位置 C—C 向另一端位置 F—F 部分在离开外轭铁 112d 的方向上是倾斜的。另外, 与该表面相对的内轭铁 110d 的表面制成为具有与其平行的基本相同斜度。因而, 内轭铁 110d 通过大量具有相同轮廓和尺寸的片材叠装而成, 整个形成倾斜的表面轮廓。

另一方面, 另一内轭铁 110d 在从中心位置 C—C 到另一端位置 F—F 的范围内产生一恒定的间隙宽度, 并且产生一从中心位置 C—C 向一端位置 E—E 逐渐放大的间隙宽度。同样地, 另一内轭铁 110d 是通过大量具有相同形状和尺寸的片材叠装而成整体上具有相同倾斜表面的轮廓。

而且, 一个外轭铁 112d 制成为: 外轭铁 112d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 152、153 在外轭铁 112d 的片材 113d 叠装方向上从中心位置 C—C 向一端位置 E—E 逐渐变大, 以及外轭铁 112d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 152、154 在片材 113d 的叠装方向上从中心位置 C—C 向另一端位置 F—F

的范围内是恒定的。即，面向内轭铁 110d 的外轭铁 112d 的一个表面形成为：从中心位置 C—C 至一端位置 E—E 的那部分在离开内轭铁 110d 的方向上轮廓是倾斜的。另外，与该表面相对的外轭铁 112d 的表面制成为具有一与其平行的基本相同斜度。因而，外轭铁 112d 由大量具有相同轮廓和尺寸的片材叠装而成整体上倾斜的表面轮廓。

同时，另一外轭铁 112d 在从中心位置 C—C 向一端位置 E—E 的范围内产生一恒定的间隙宽度，并且从中心位置 C—C 向另一端位置 F—F 产生一逐渐放大的间隙宽度。同样地，另一外轭铁 112d 由大量具有相同轮廓和尺寸的片材叠装而成整体上倾斜的表面轮廓。

为了制造各个内轭铁 110d 和外轭铁 112d，要用一简单的金属模型将具有相同形状和尺寸的大量片材叠装起来。实际上，内轭铁 110d 或外轭铁 112d 和永磁铁 125、126 之间的间隙偏差是微小的，因而缠绕线圈 123 时不存在问题。

因此，除了达到上述第三十一实施例的效果之外，此实施例可方便内轭铁 110d 和外轭铁 112d 的制造。

如上所述，在根据此实施例的直线压缩机中，内轭铁 110d 制成为：内轭铁 110d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 149、150 在内轭铁 110d 的片材 111d 叠装方向上从中心位置 C—C 向一端位置 E—E 的范围内是恒定的，而内轭铁 110d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 149、151 在片材 111d 叠装方向上从中心位置 C—C 向另一端位置 F—F 是逐渐变大的，这样内轭铁 110d 面向一外轭铁 112d 的一个表面形成为：其一部分在从中心位置 C—C 向另一端位置 F—F 的范围内在离开外轭铁 112d 的一个方向上倾斜，内轭铁 110d 与该表面相对的表面制成为具有与其平行的基本相同的斜度以使内轭铁 110d 可由具有相同轮廓和尺寸的大量片材叠装而成，从而整体上形成倾斜表面轮廓，外轭铁 112d 制成为：外轭铁 112d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 152、153 在外轭铁 112d 的片材 113d 叠装方向上从中心位置 C—C 向一端位置 E—E 逐渐变大，外轭铁 112d 和永磁铁 125、126 之间的间隙宽度 152、154 在片材 113d 叠装方向上从中心位置 C—C 到另一端位置 F—F 的范围内是恒定的，这样面向内轭铁 110d 的外轭铁 112d 的一个表面制成为其一部分在从中心位置 C—C 至一端位置 E—E 的范围内在离开内轭铁 110d 的方向上具有倾斜的轮廓，与该表面相对的外轭铁 112d 的那个表面制成为与其平行的基本相同斜度，以使外轭铁

112d 由大量具有相同轮廓和尺寸的片材叠装而成，从而形成整体上倾斜的表面轮廓。由于这种结构，即使片簧 109 在活塞 103 往复运动时转动，移动件 124 不会与内轭铁 110d 和外轭铁 112d 相碰，在内轭铁 110d 和外轭铁 112d 之间的间隙中磁通密度的减少可被避免，从而防止直线压缩机 100 推力下降，而且，可使内轭铁 110d 和外轭铁 112d 的制造更方便。

应当理解，上文是参照本发明较佳实施例进行描述的，而本说明书的目的是为了揭示与本发明实施例的所有变化和改进，所以不应脱离本发明的实质和范围而将本发明局限于上述实施例。

图 1

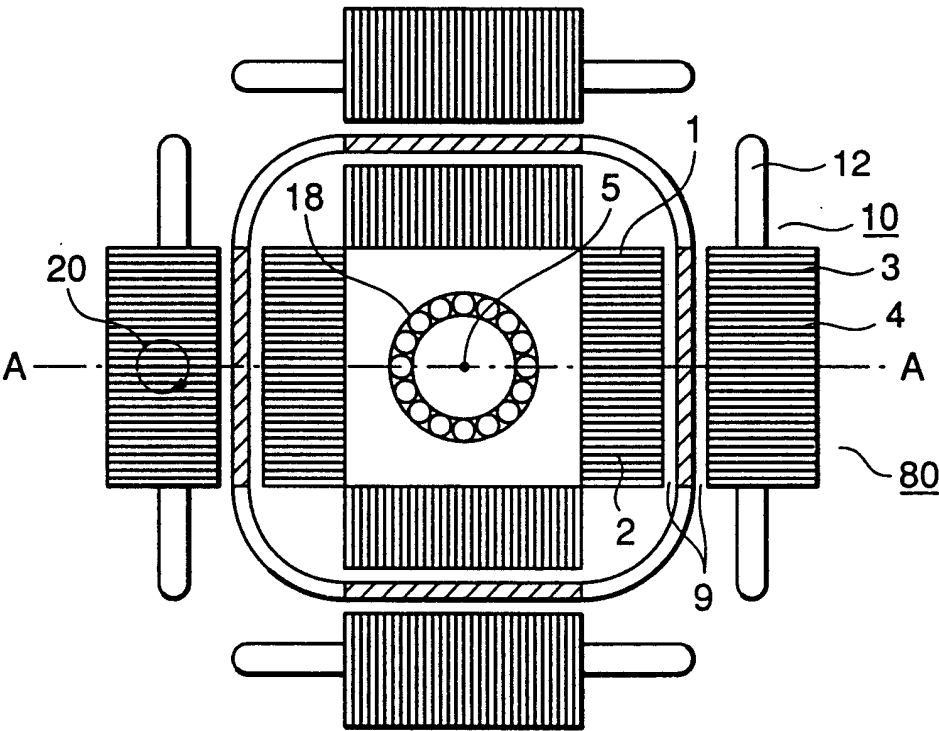


图 2

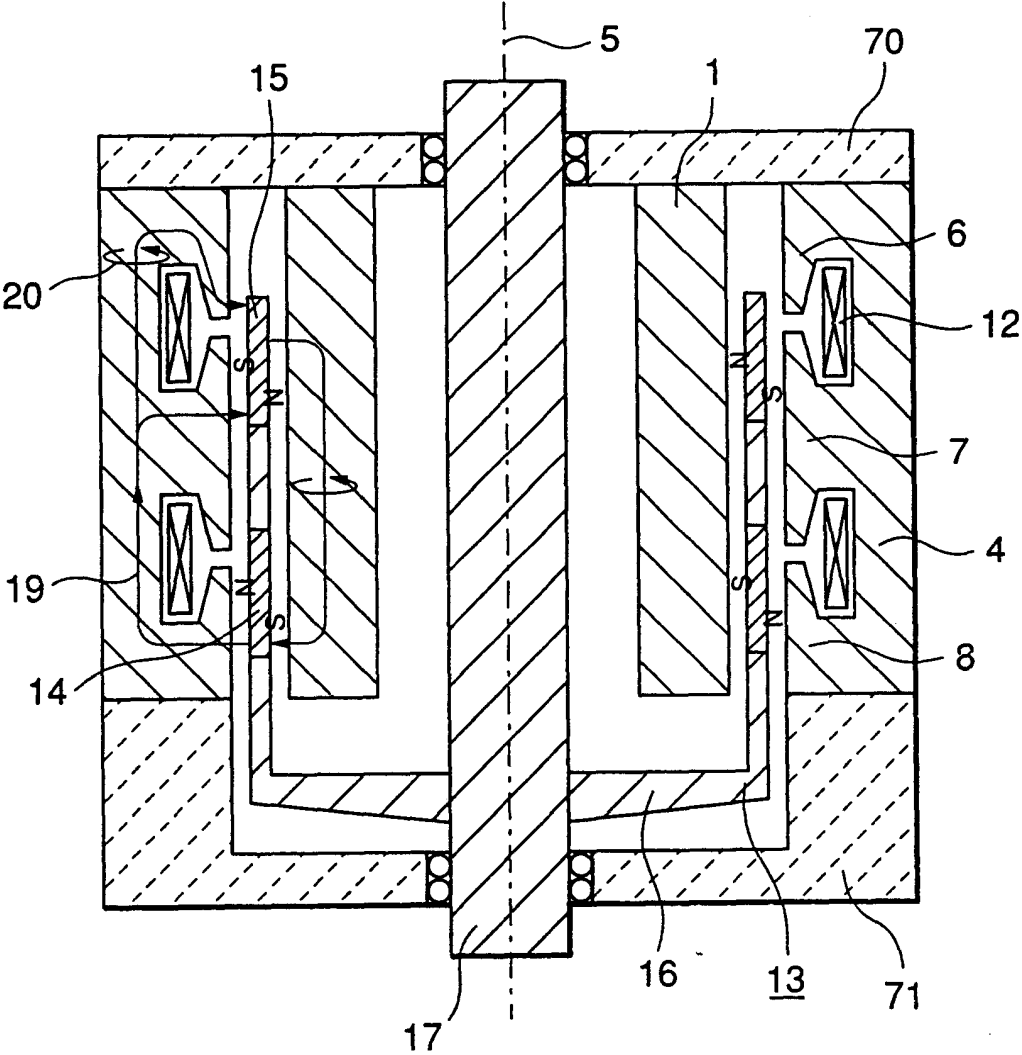


图 3

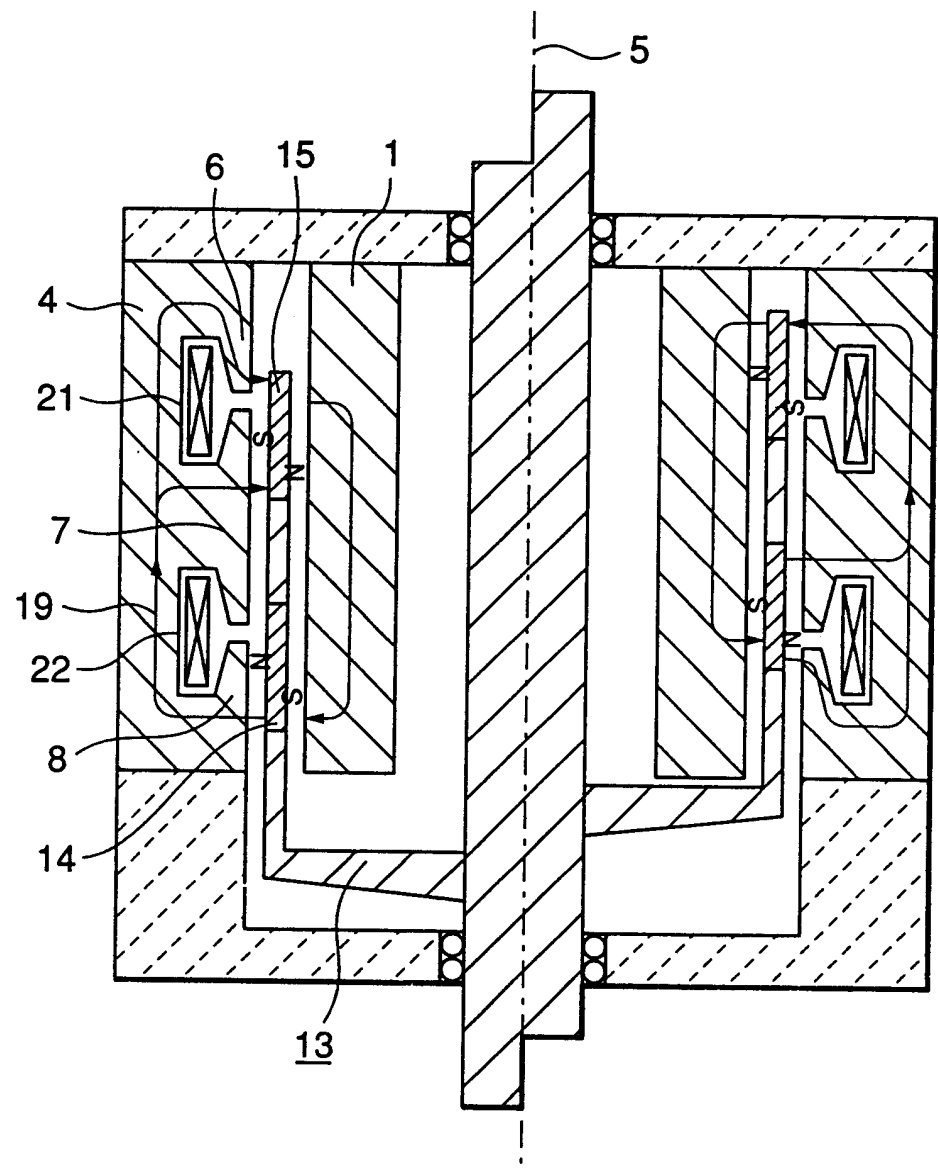


图 4

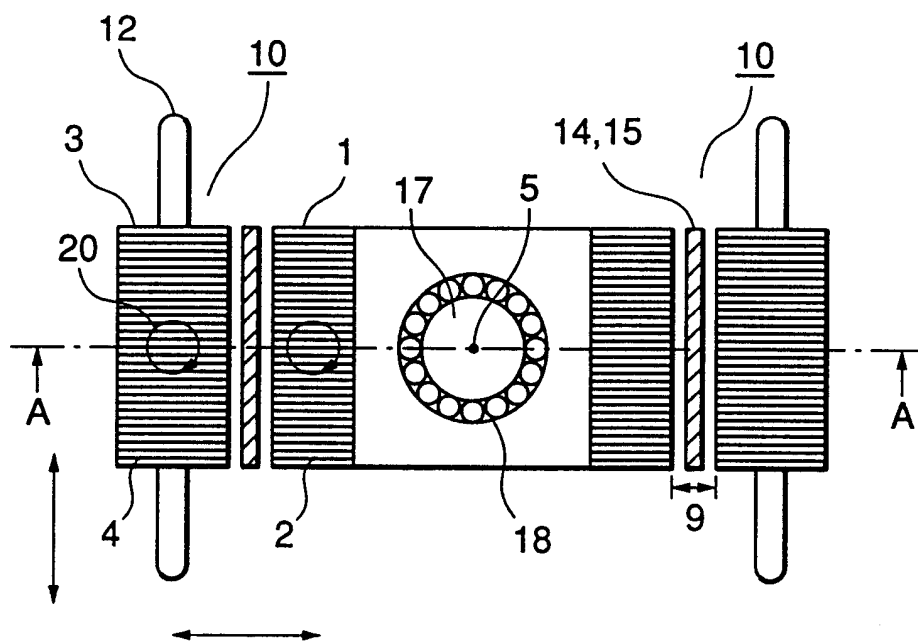


图 5

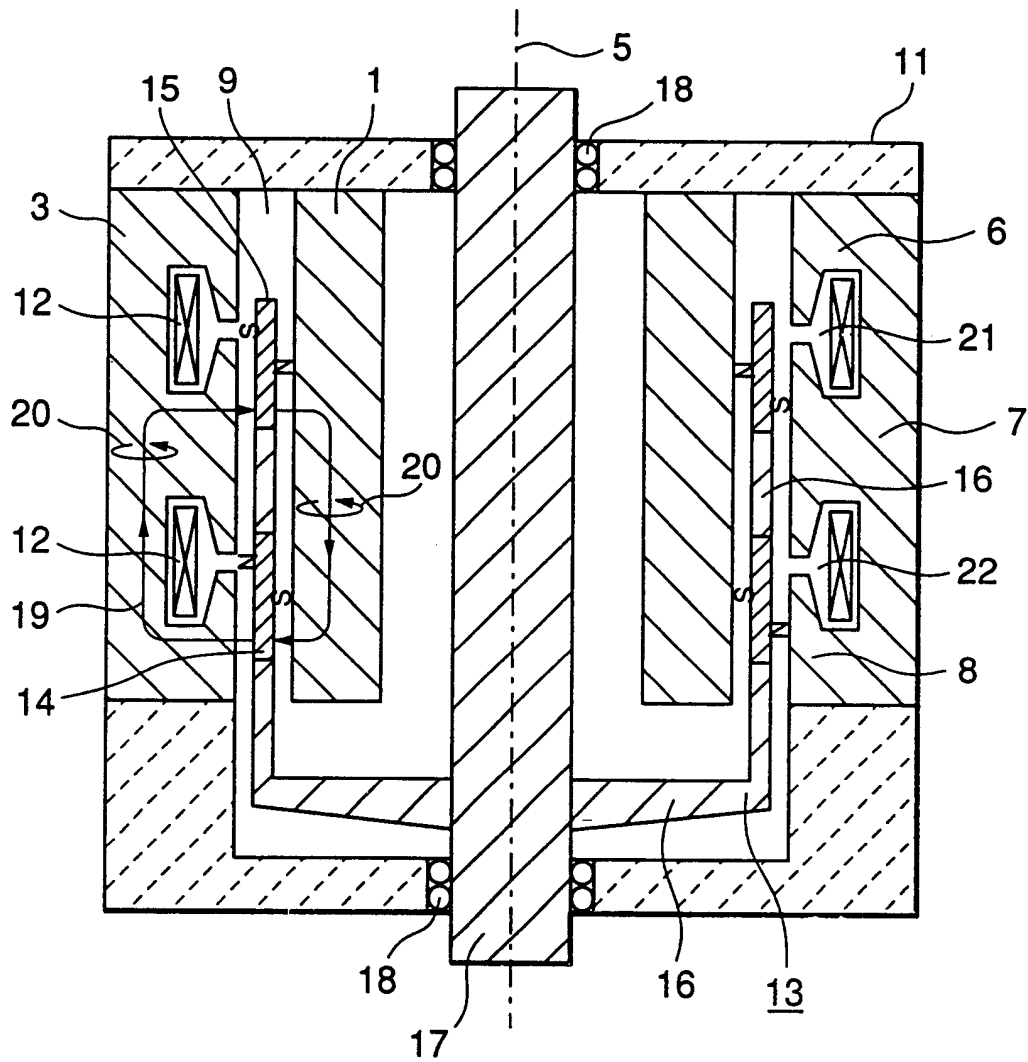


图 6

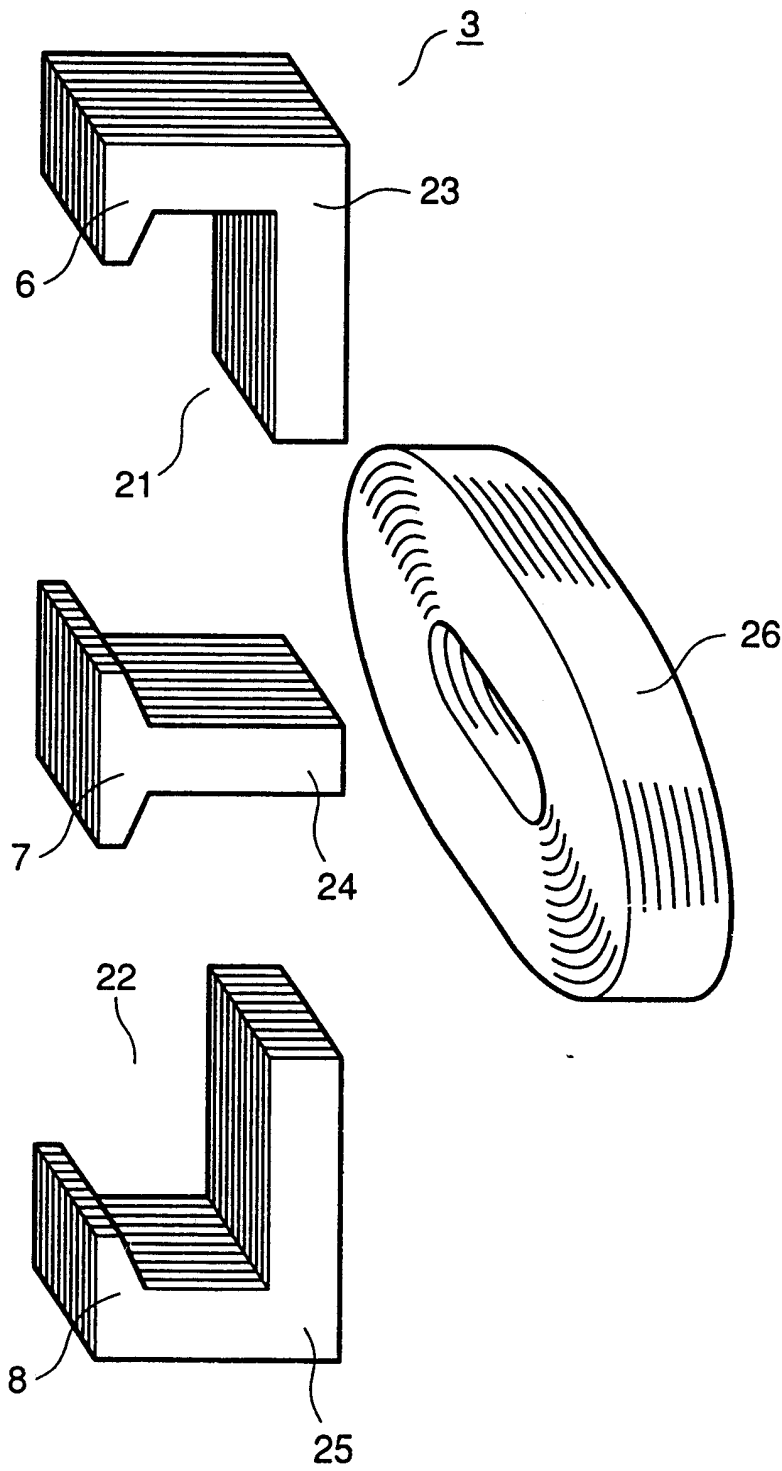


图 7

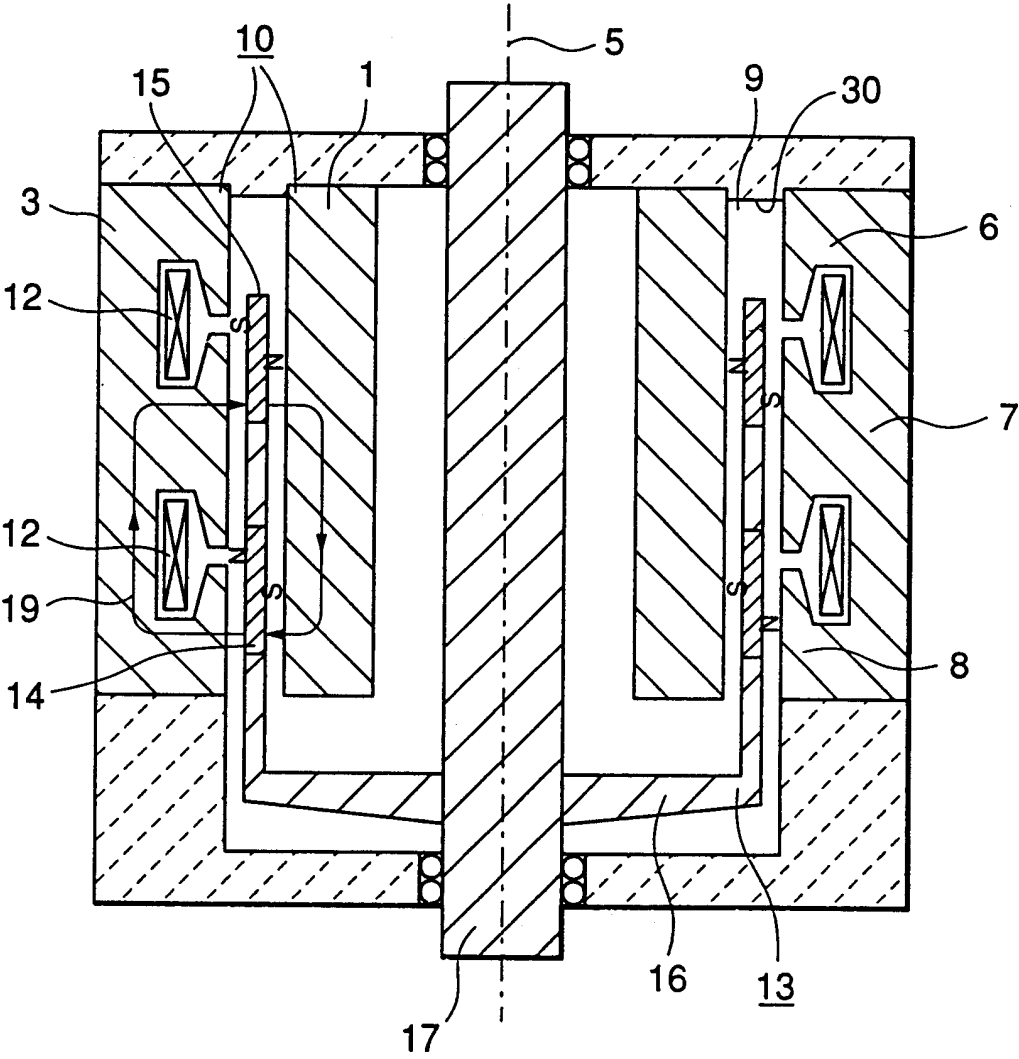


图 8

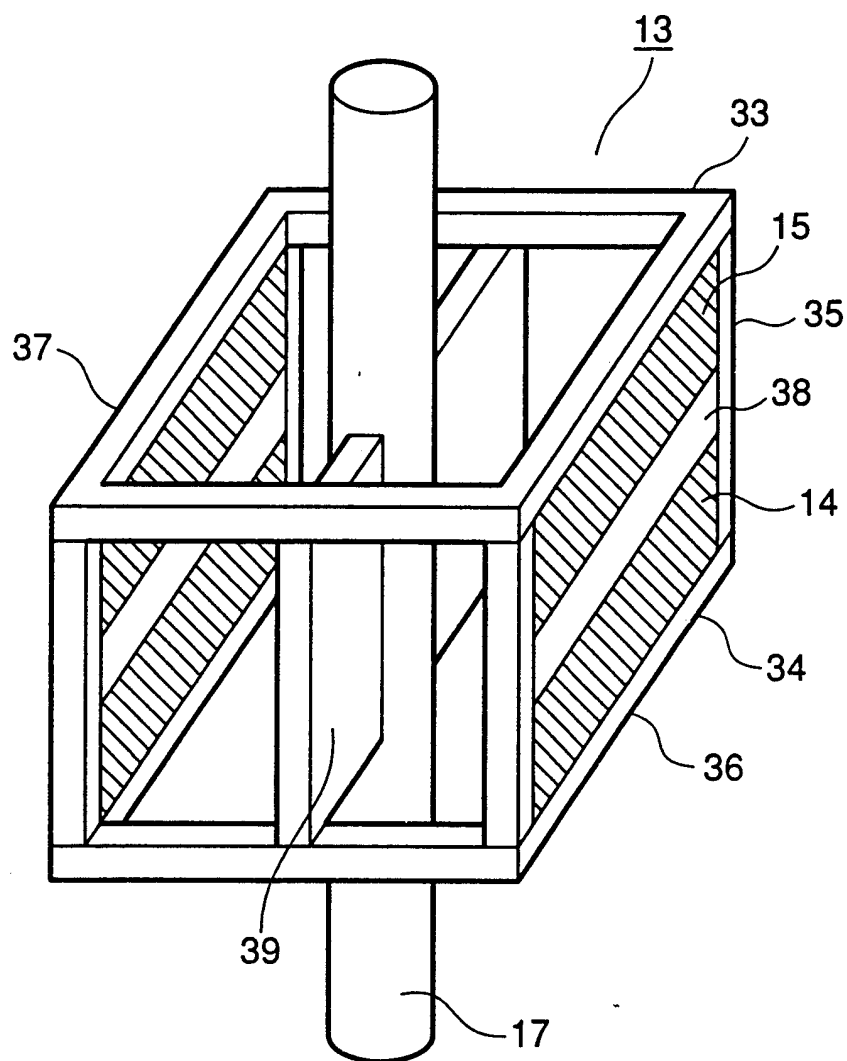


图 9

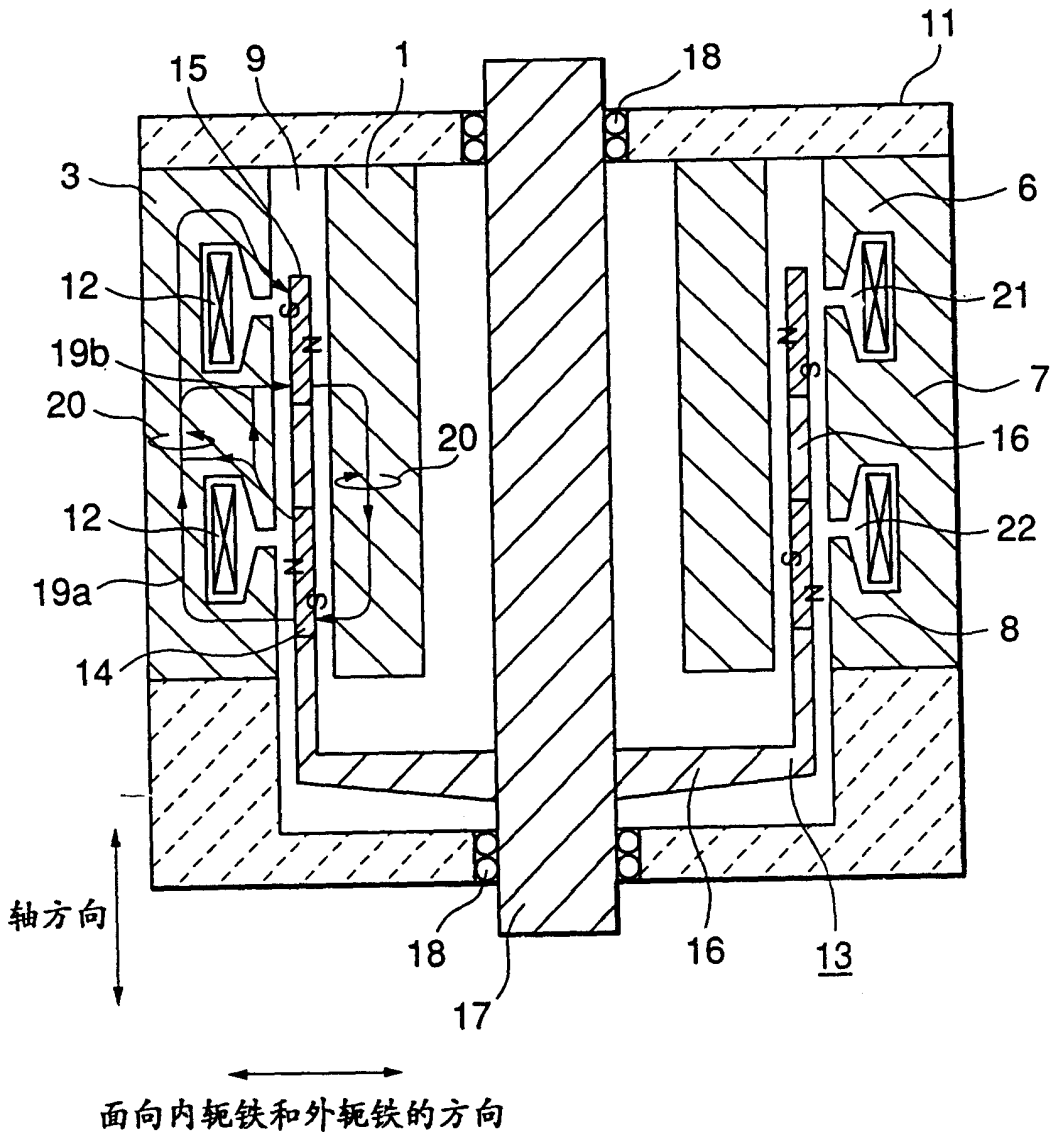


图 10

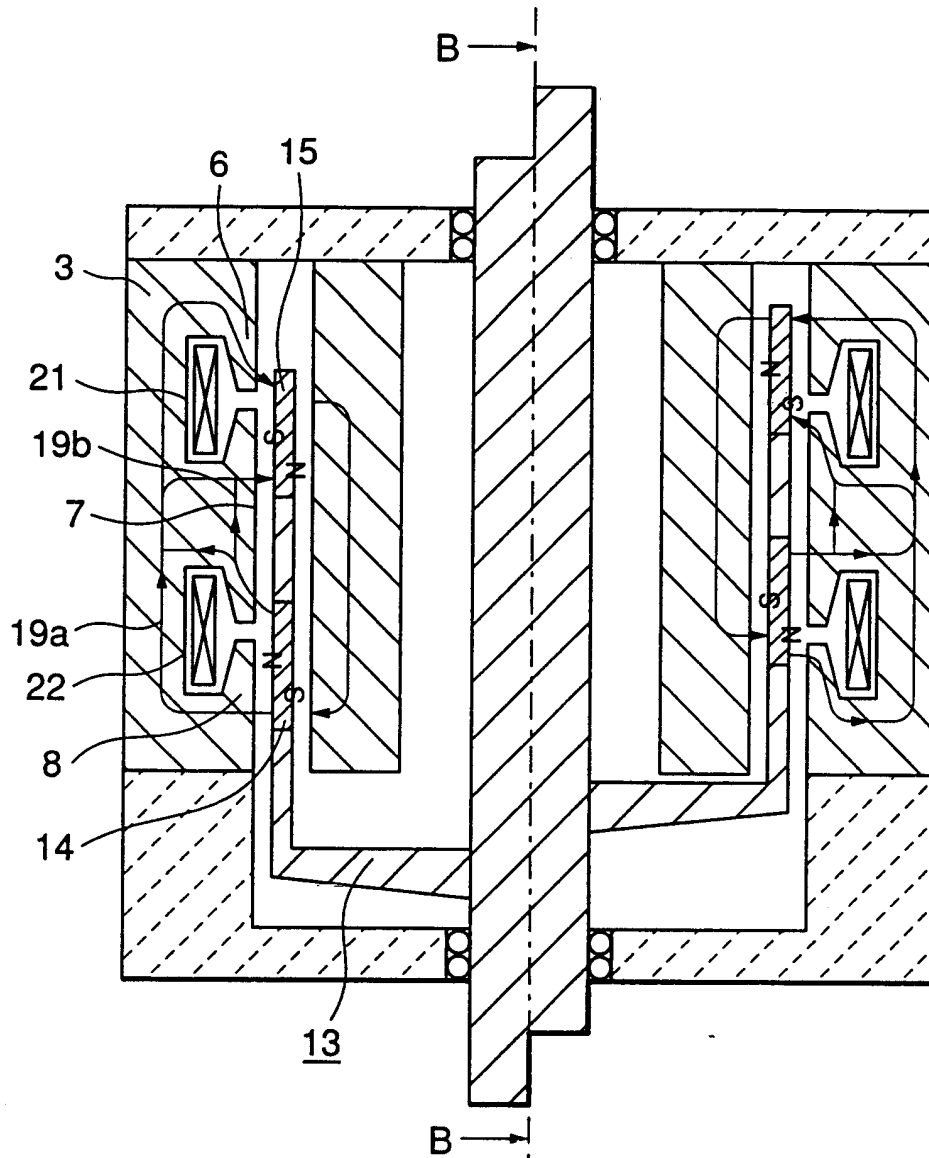


图 11

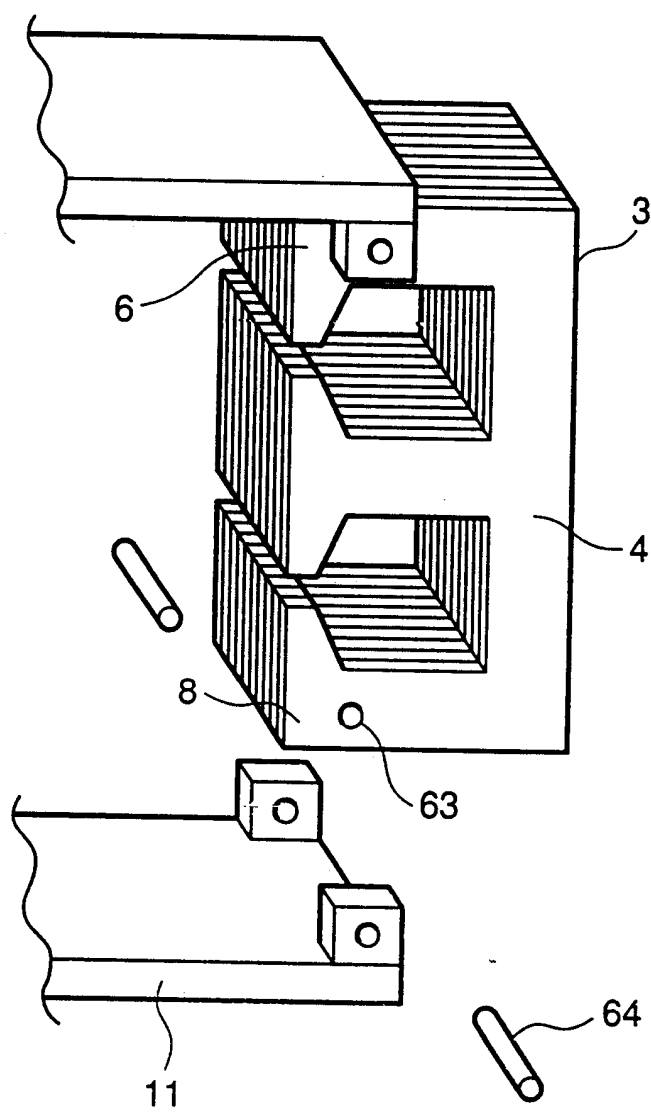


图 12

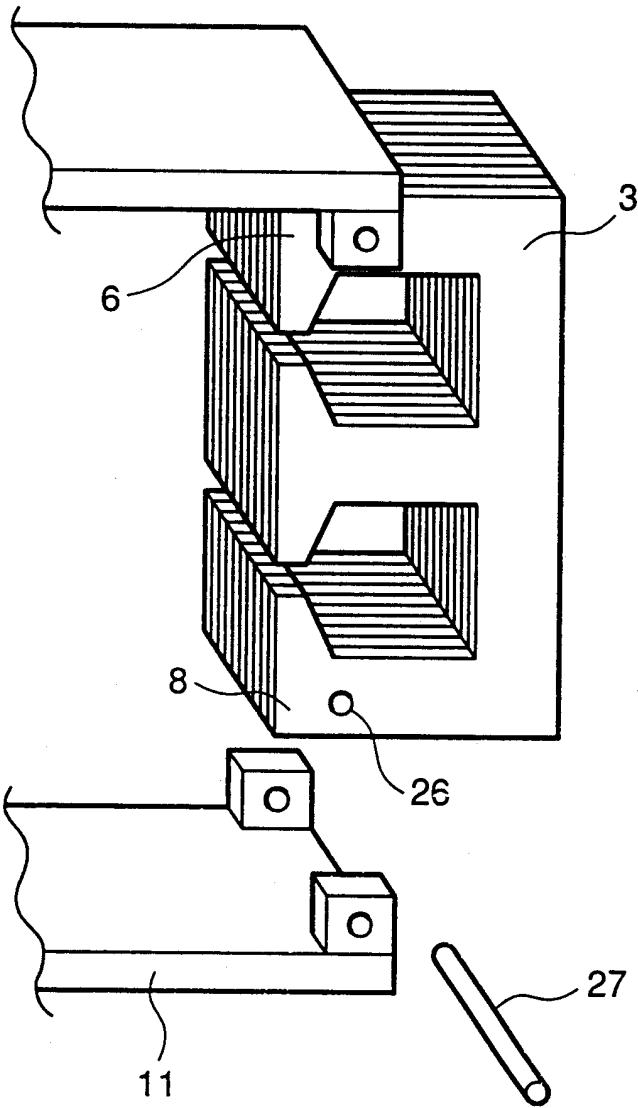
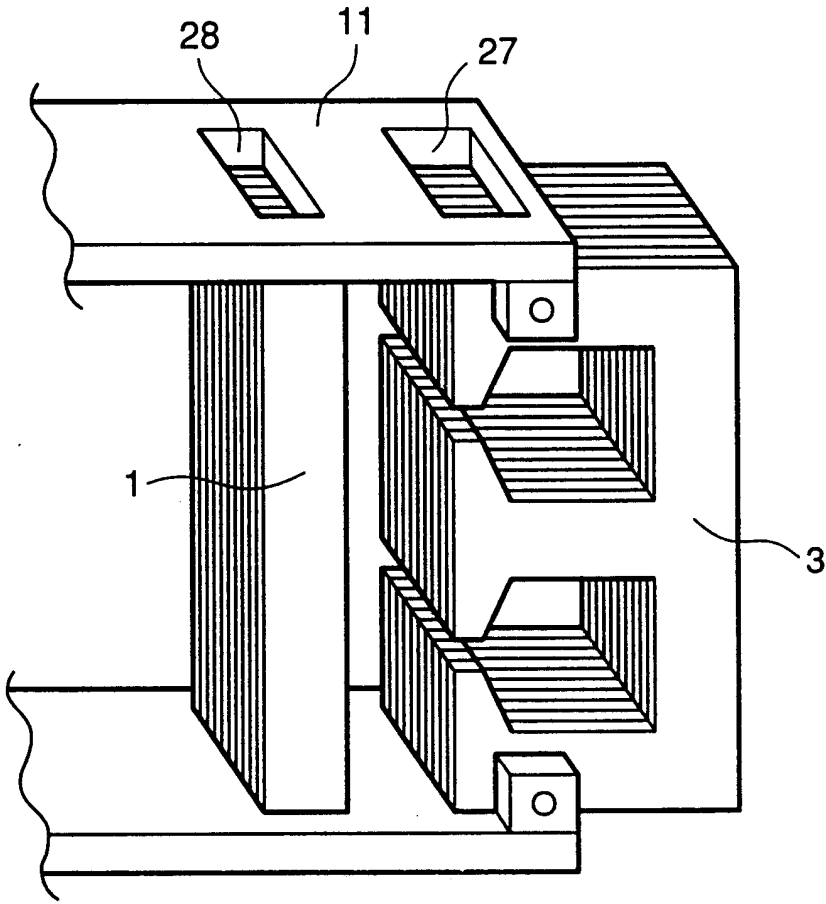


图 13



14

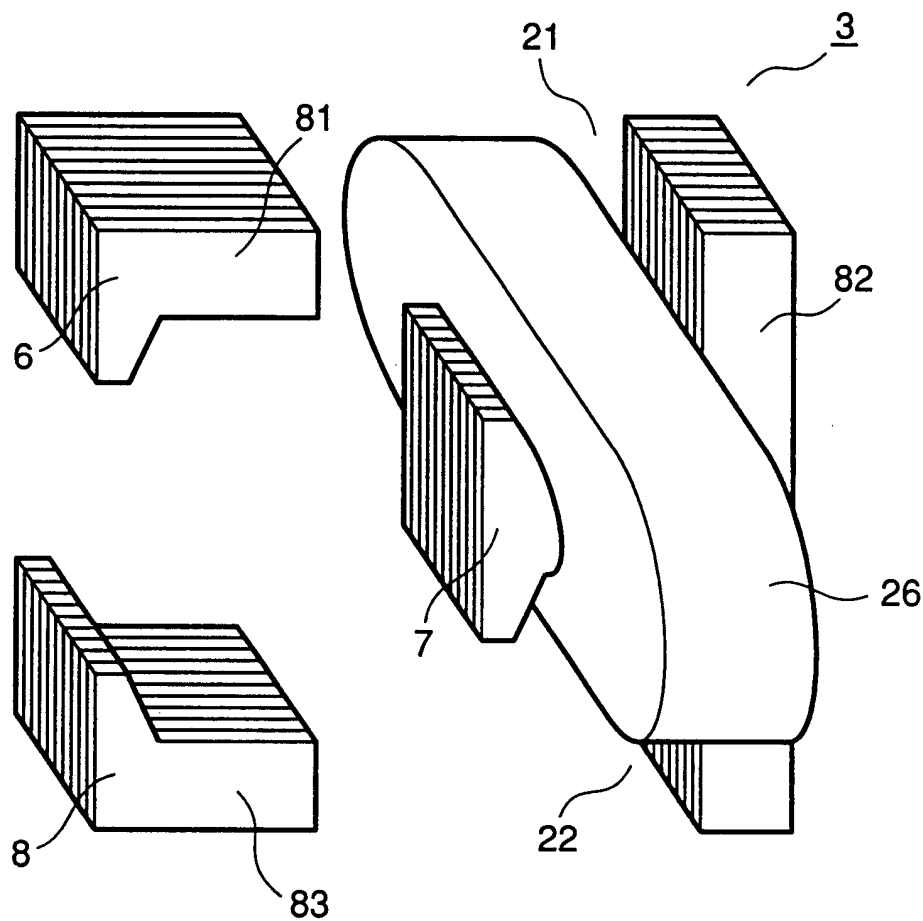


图 15

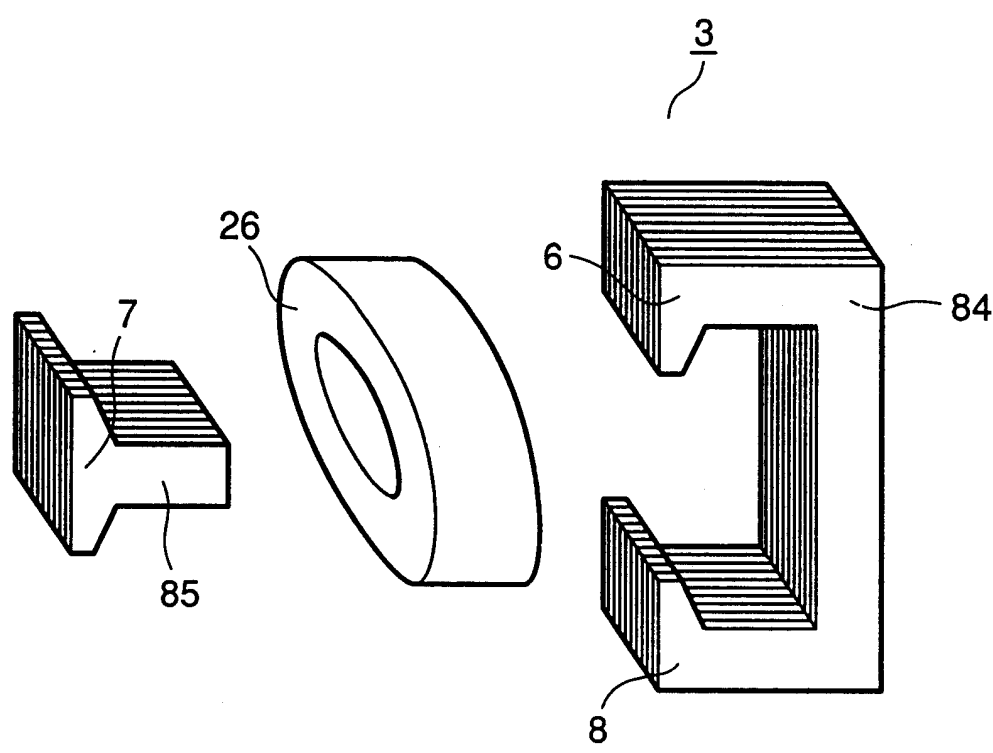


图 16

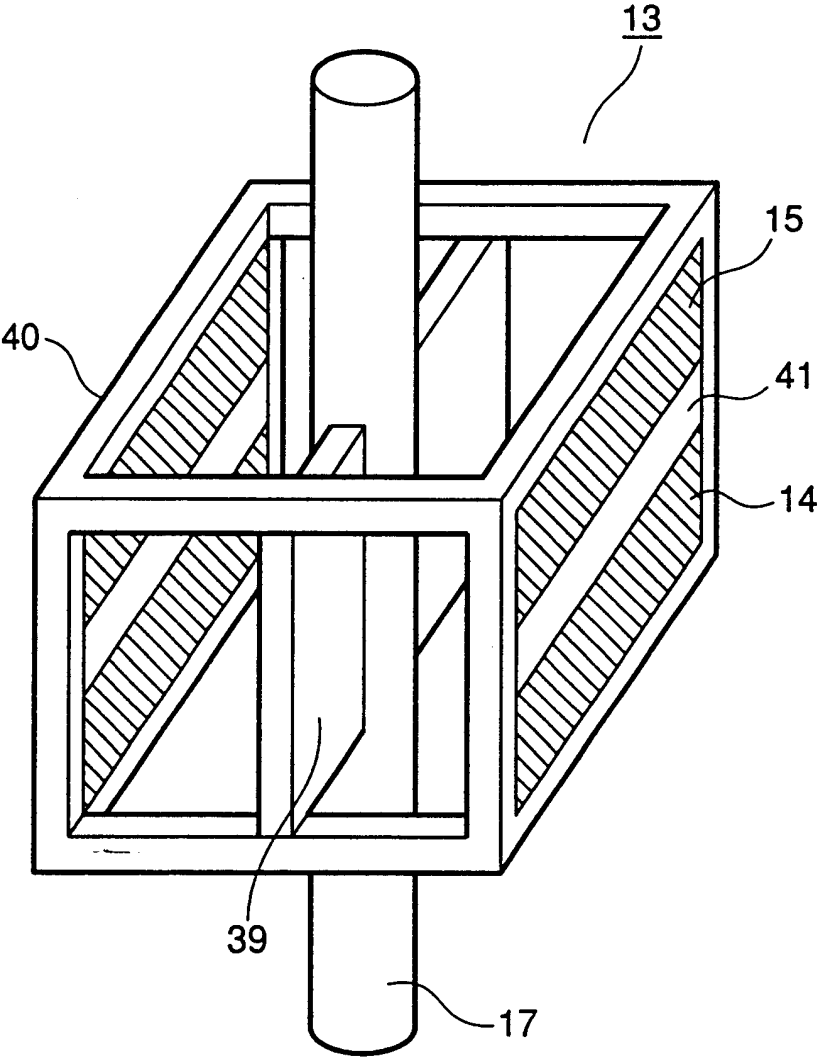


图 17

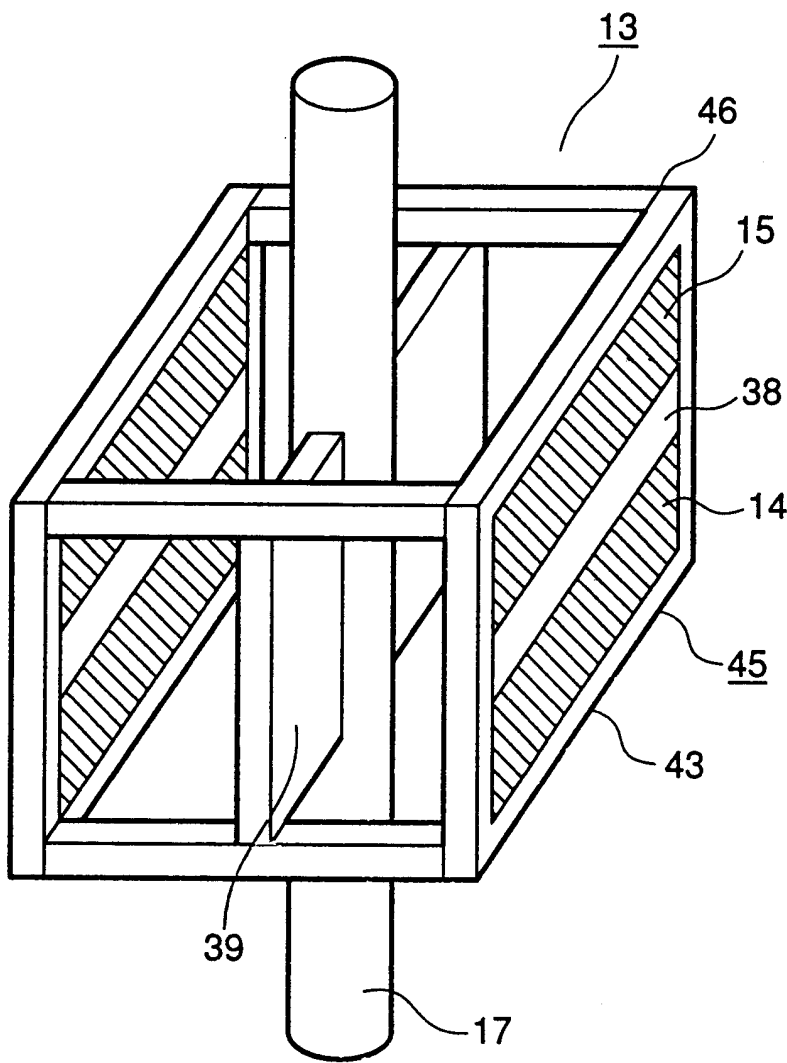


图 18

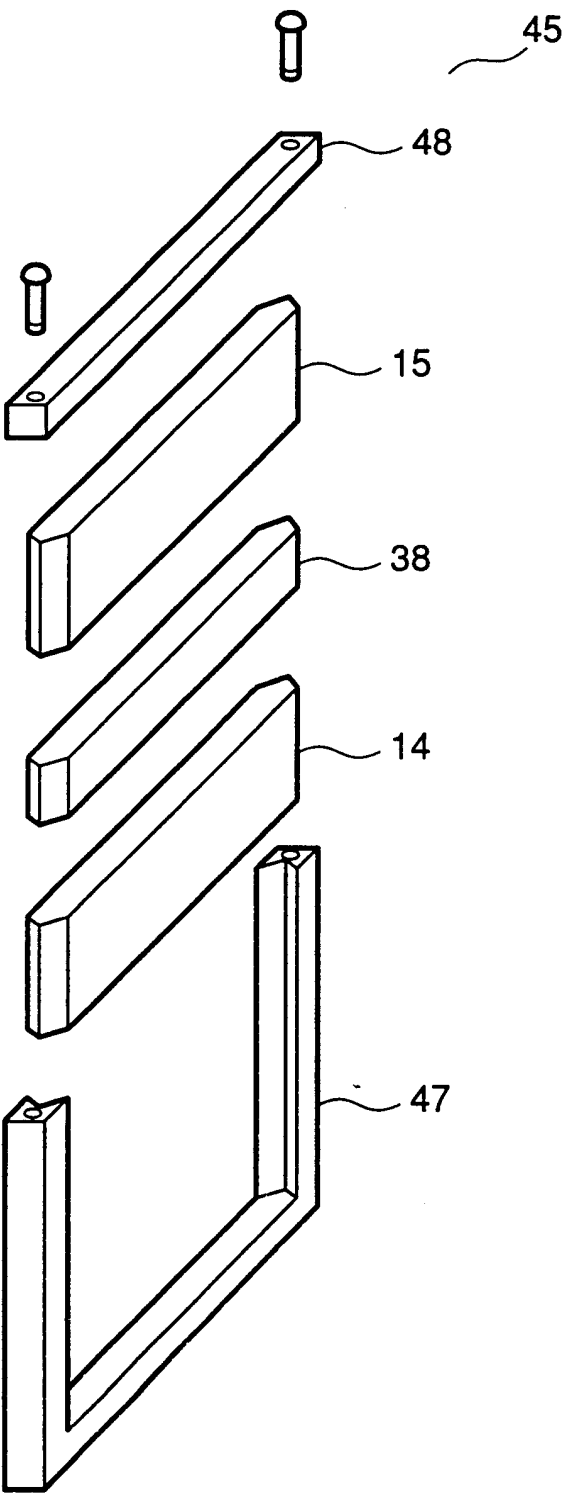


图 19

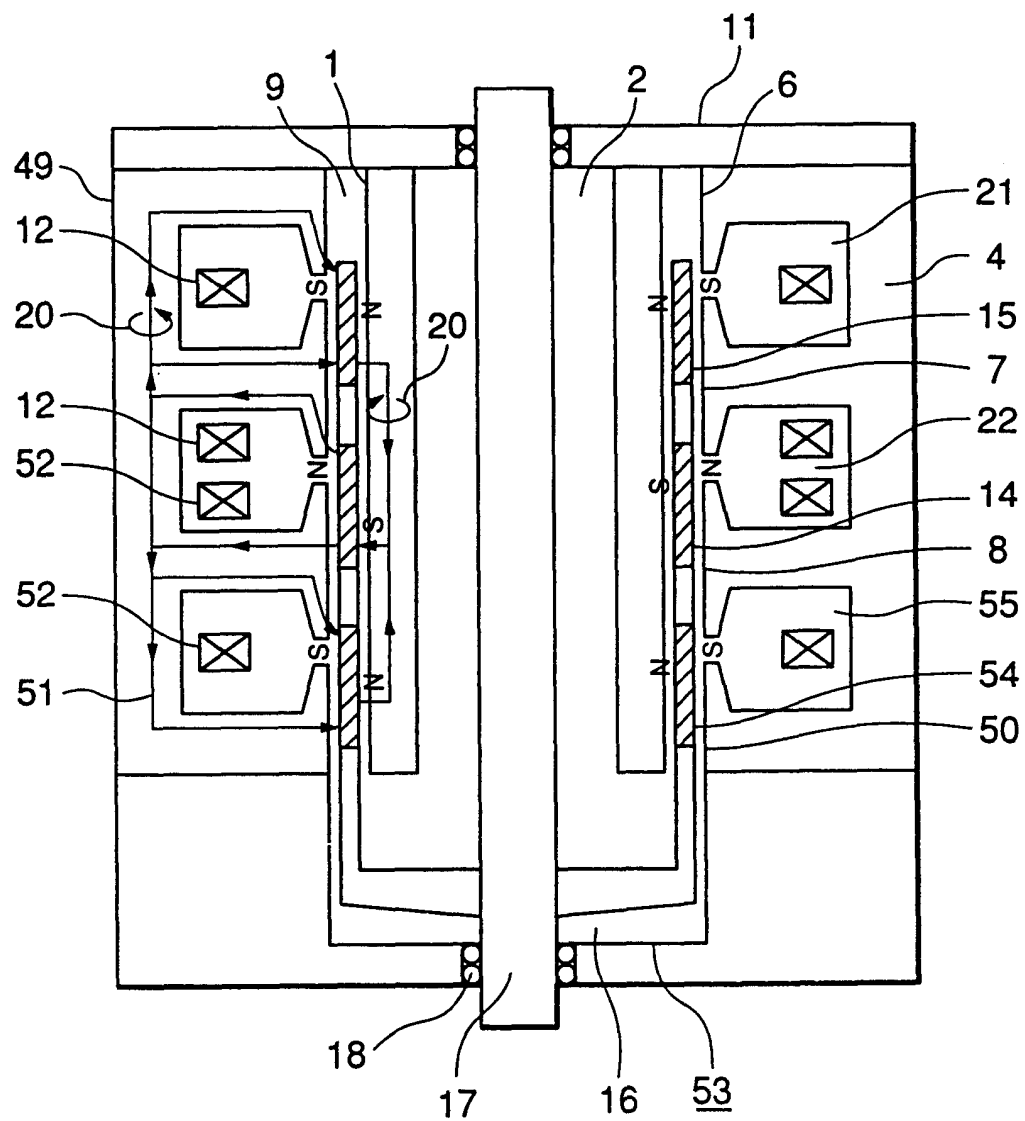


图 20

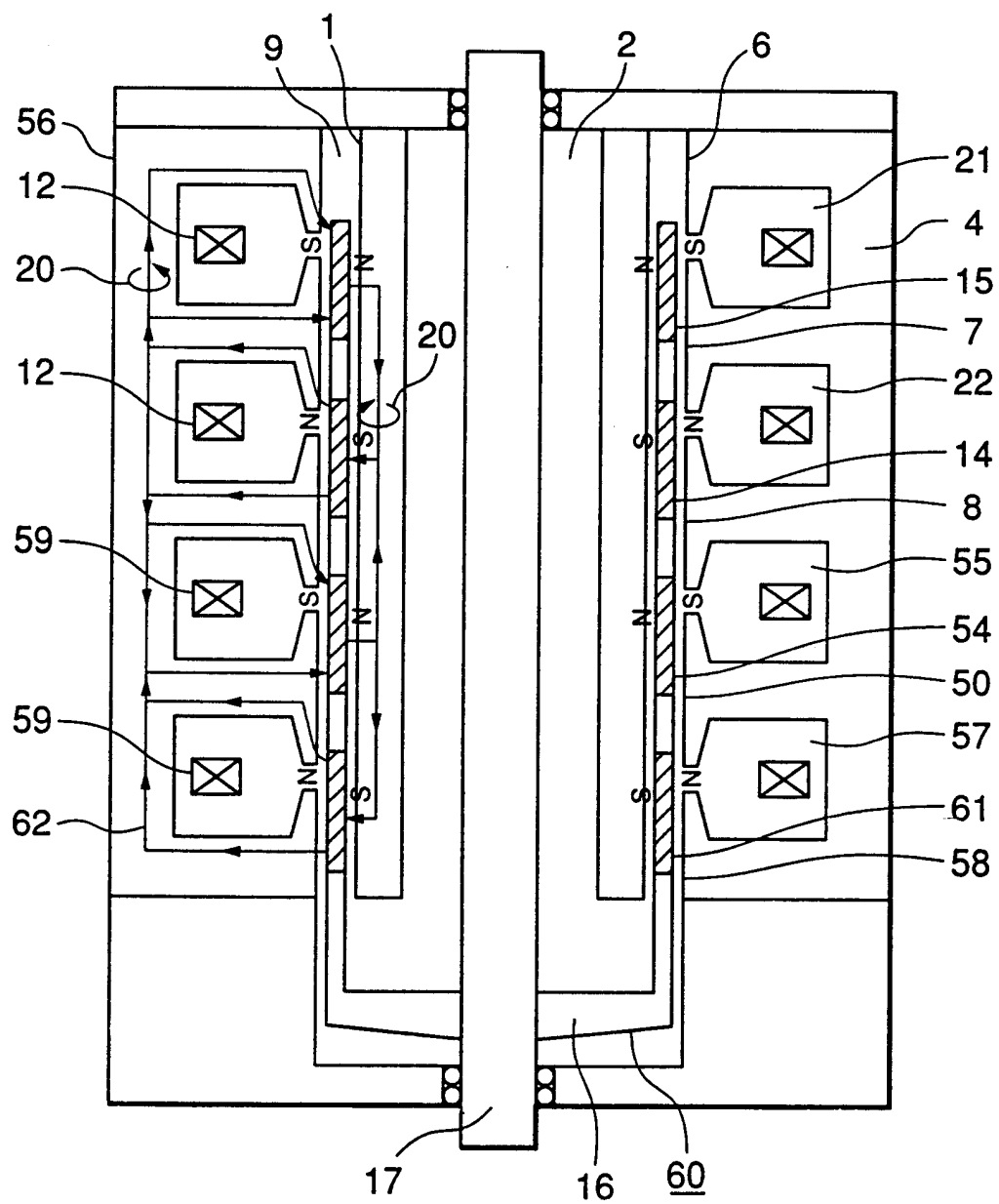


图 21

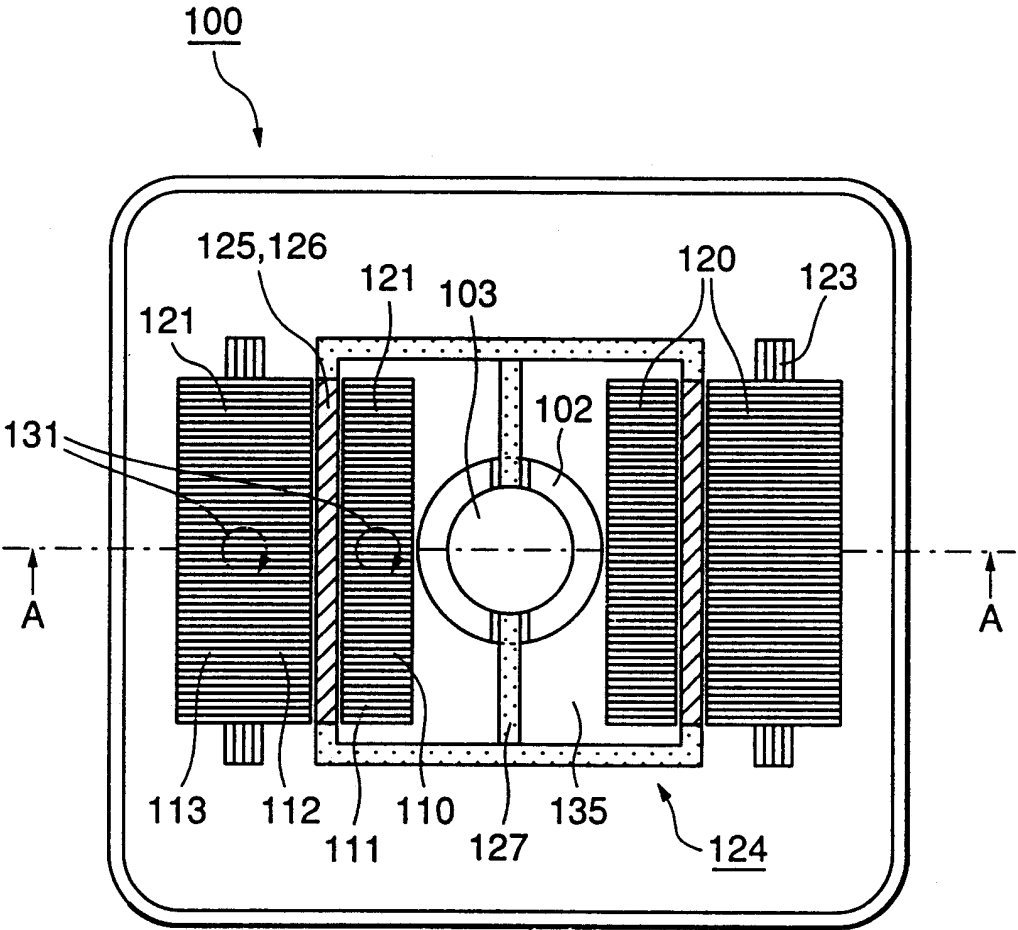


图 24

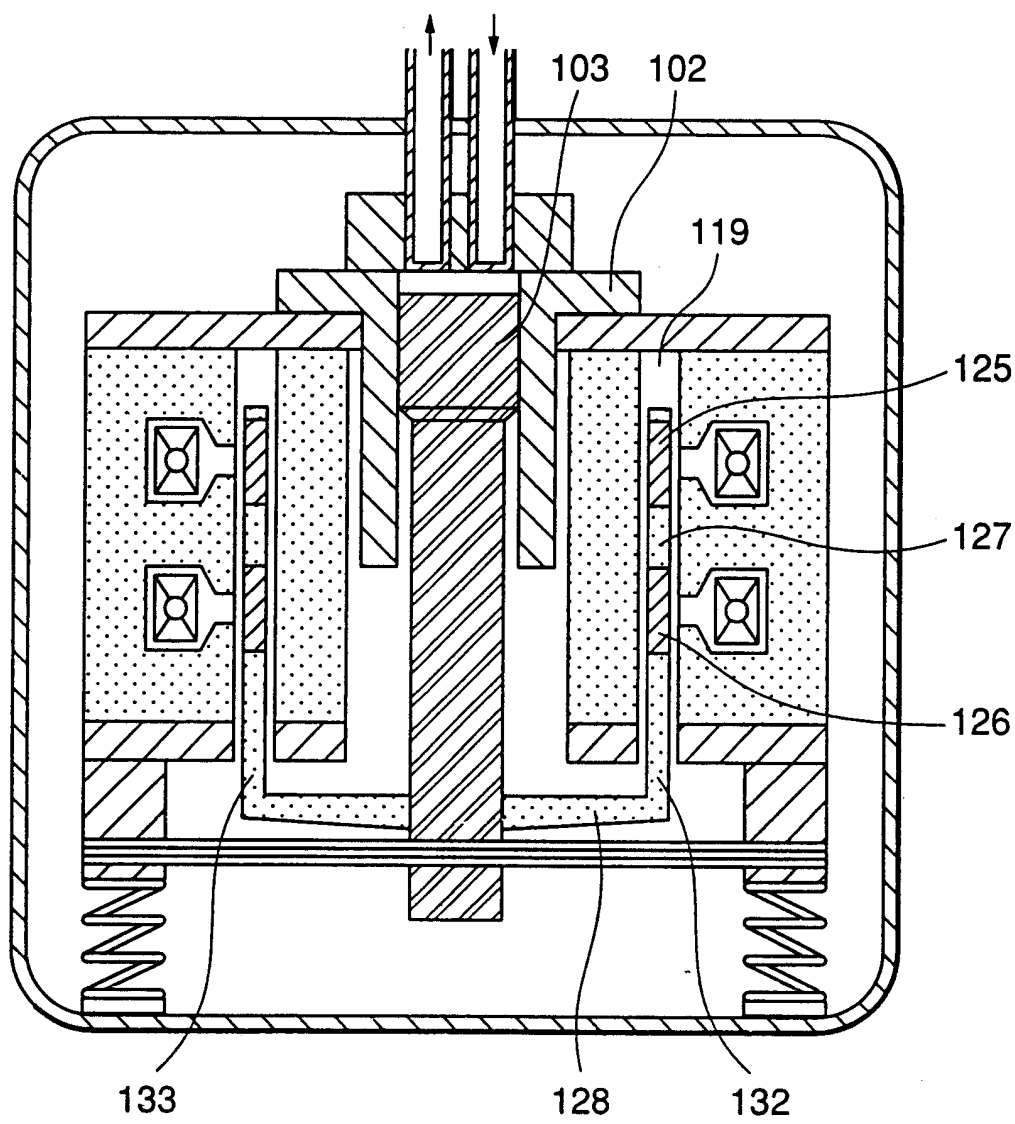


图 25

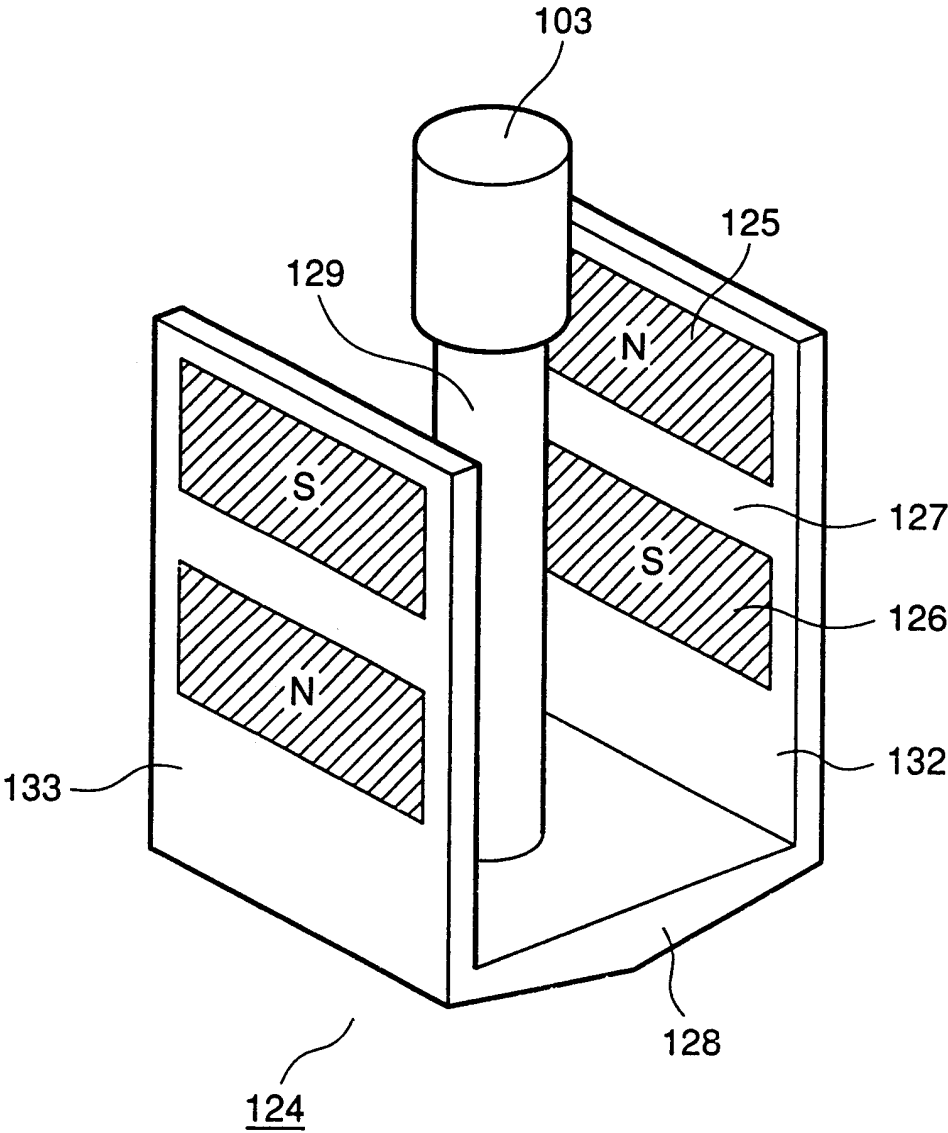


图 26

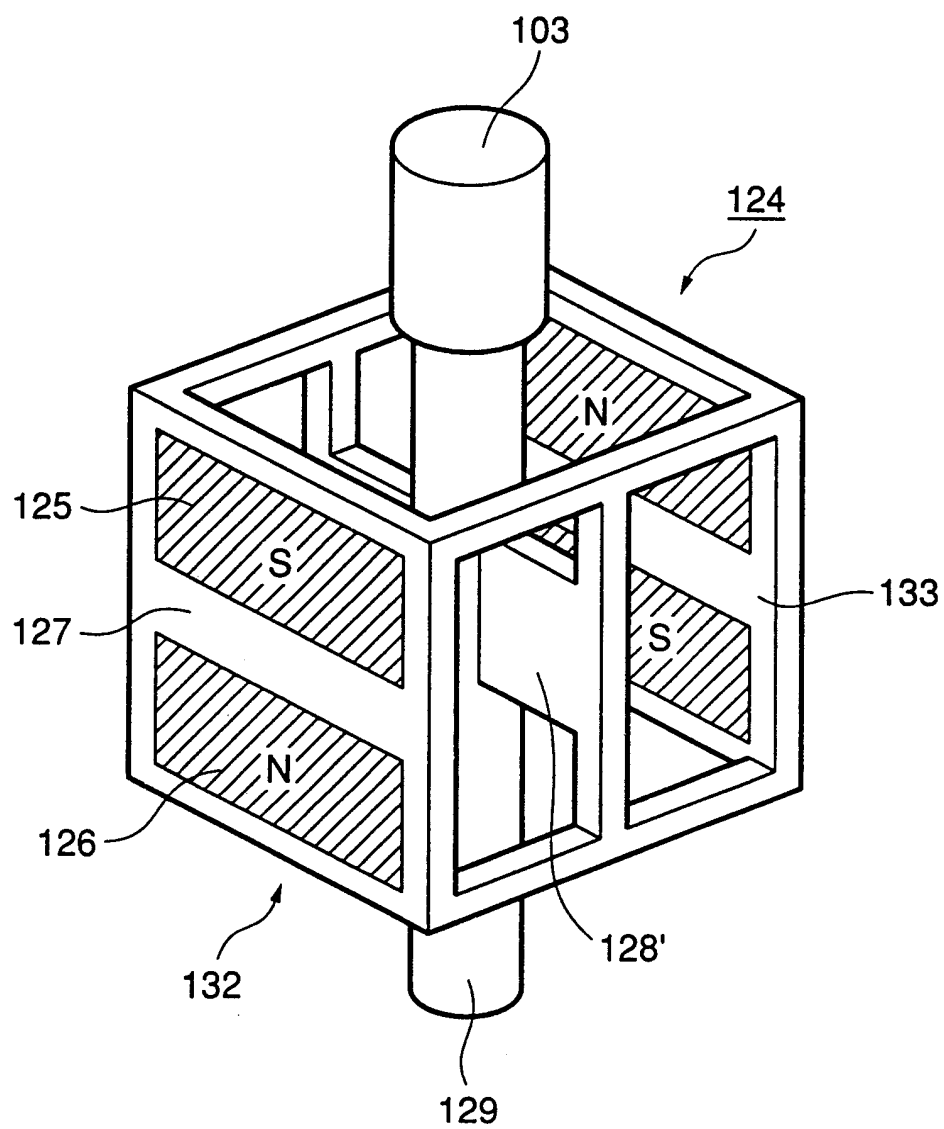


图 27

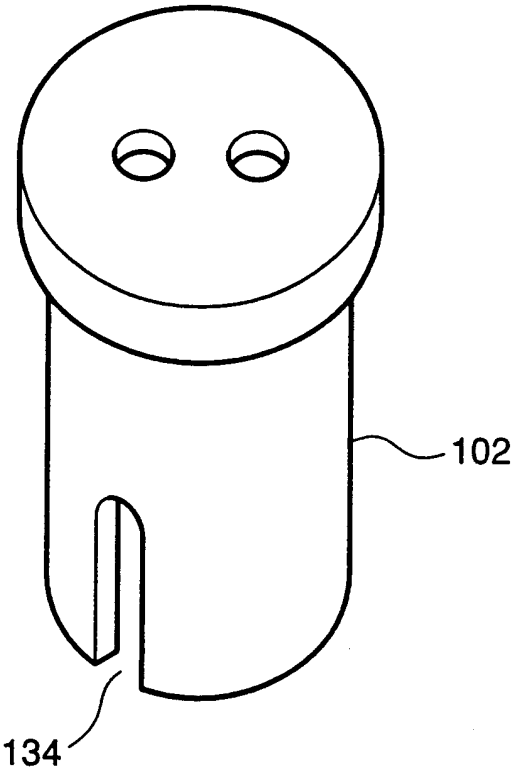


图 28

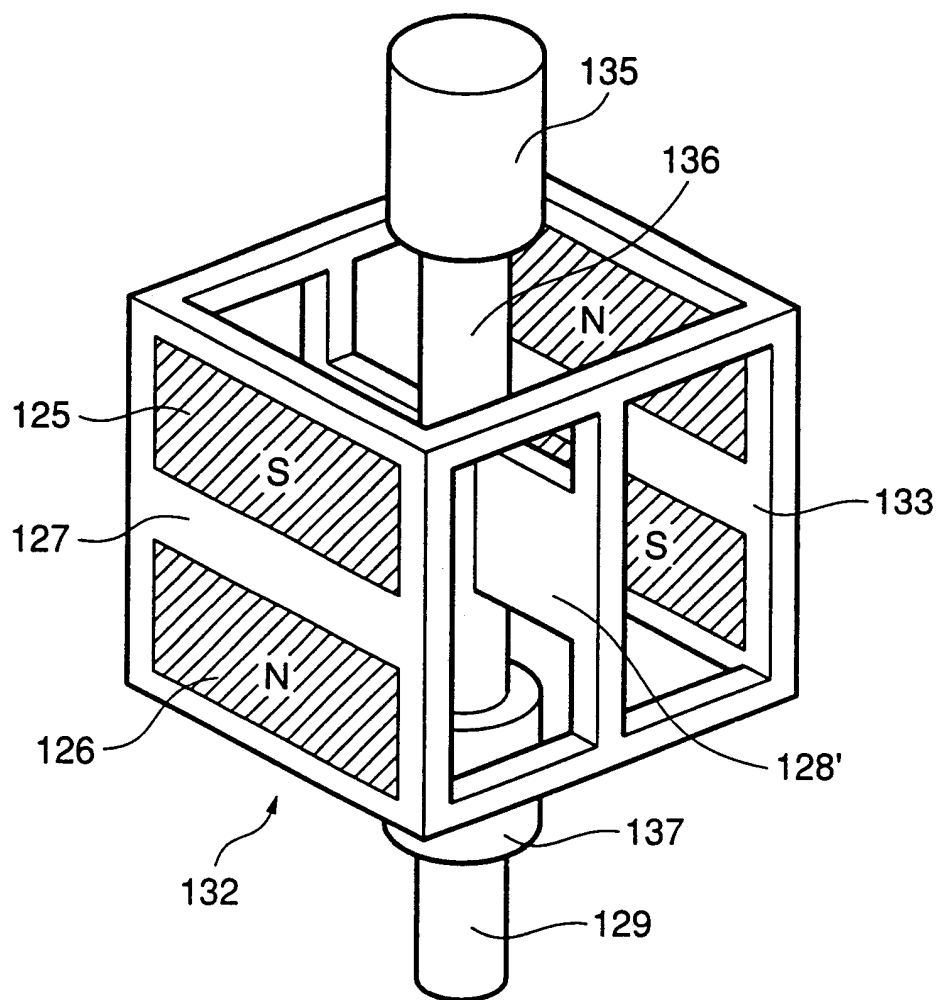


图 29

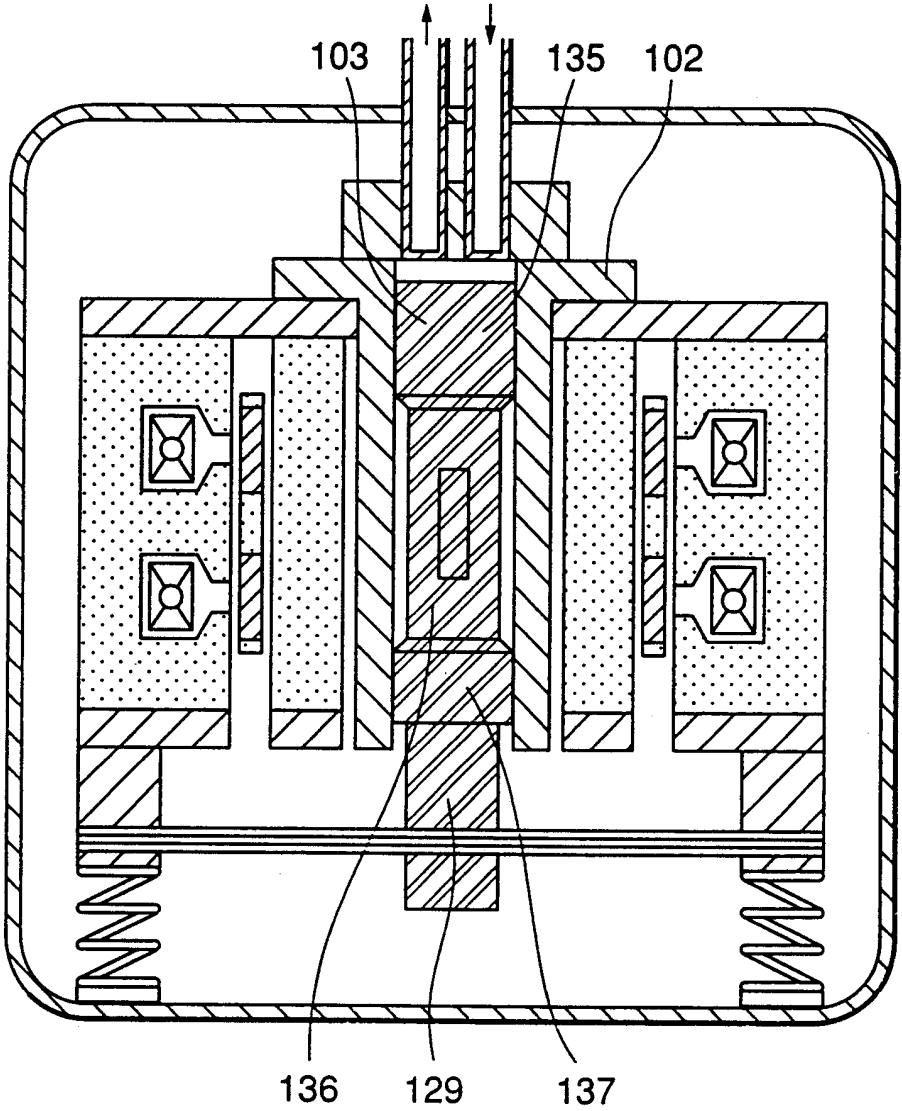


图 31

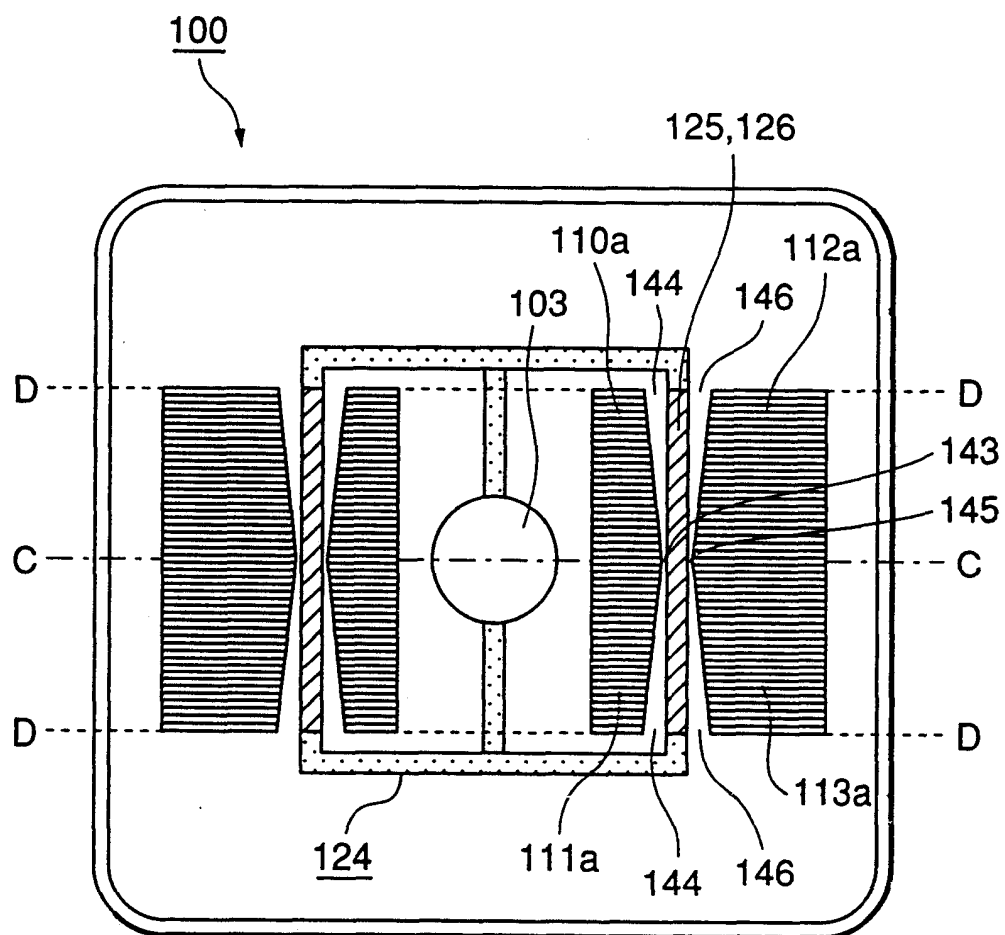


图 32

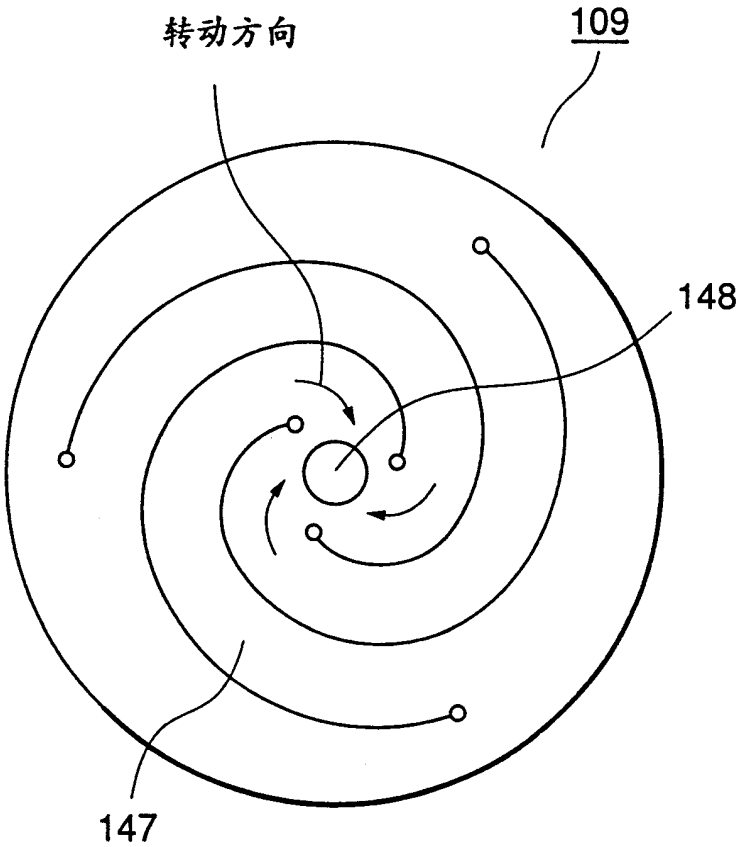


图 33

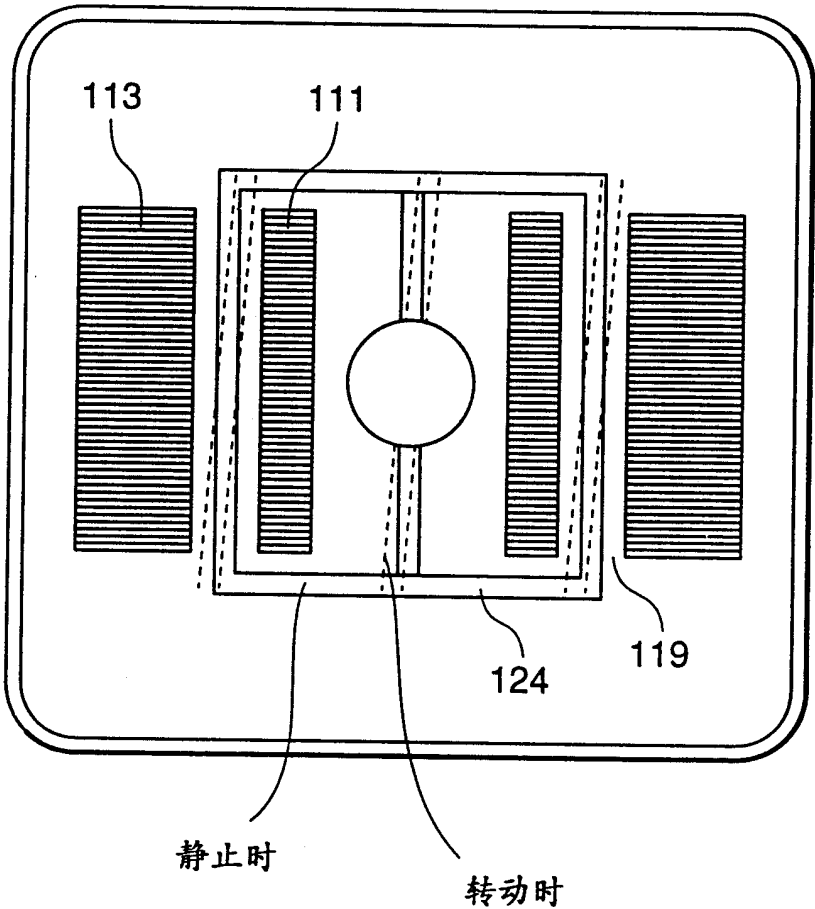


图 34

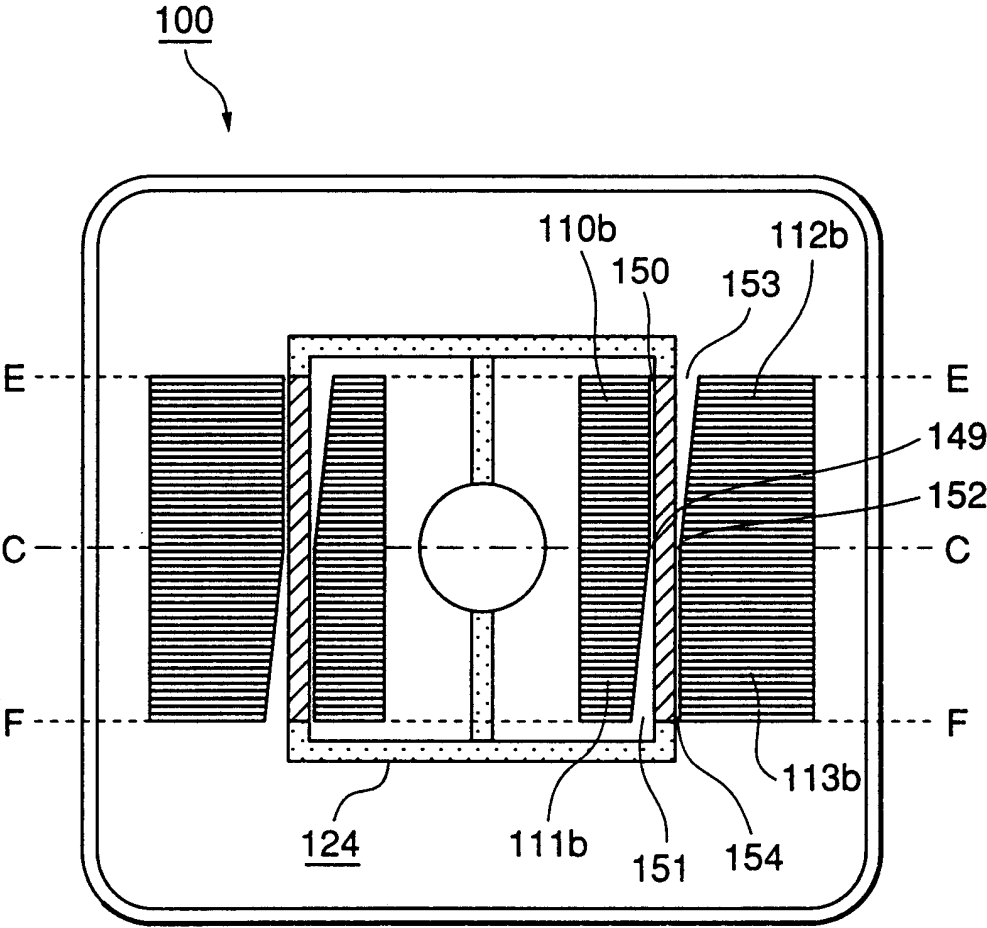


图 35

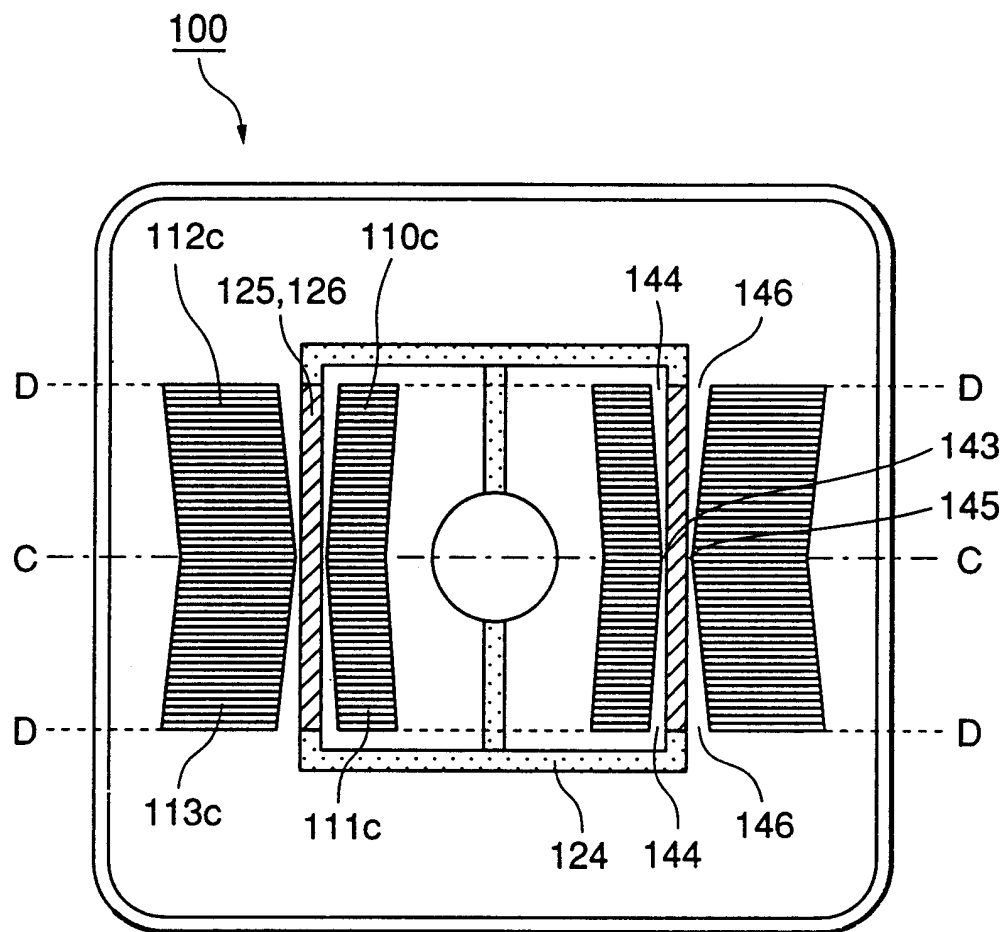


图 36

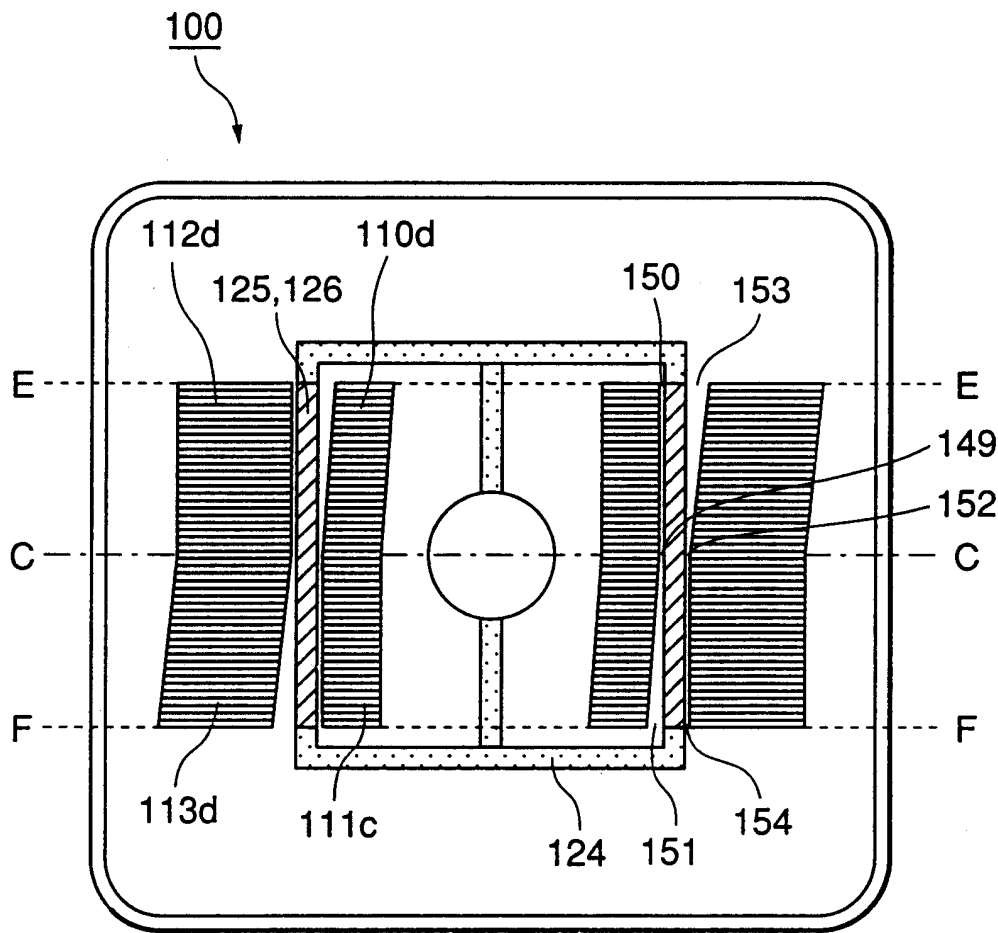


图 37

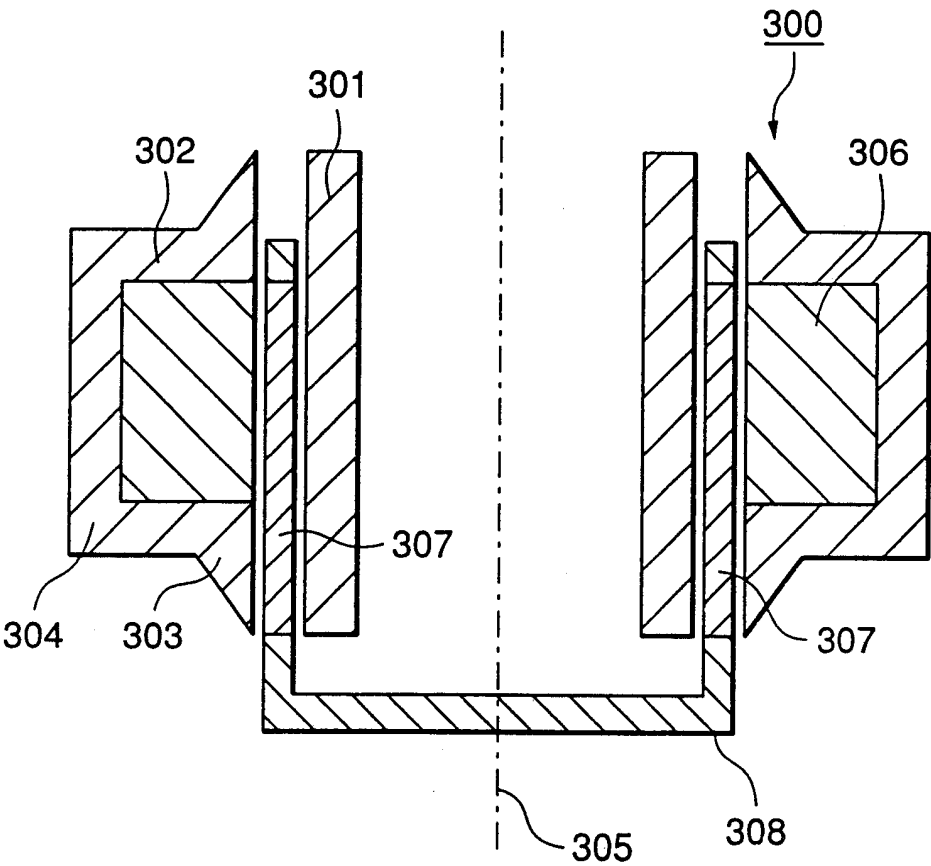


图 38

