

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01F 7/06 (2006.01)

H02K 41/035 (2006.01)

H04R 9/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380107192.6

[43] 公开日 2006年2月1日

[11] 公开号 CN 1729547A

[22] 申请日 2003.10.21

[21] 申请号 200380107192.6

[30] 优先权

[32] 2002.10.21 [33] US [31] 60/420,483

[86] 国际申请 PCT/US2003/033306 2003.10.21

[87] 国际公布 WO2004/038741 英 2004.5.6

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.21

[71] 申请人 BEI 传感器及系统有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 M·戈德金

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 肖春京

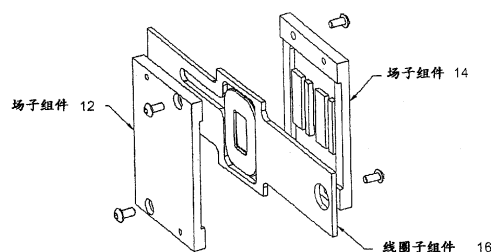
权利要求书 6 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称

带有平面线圈和弹簧型特性的扁平线性音圈致动器

[57] 摘要

本发明公开了一种具有场子组件(12, 14)和一个线圈组件(16)的线性线圈致动器, 其中所述场子组件均具有一个场坯件, 并且所述场子组件中的至少一个还包括有磁体组。各个磁体组均采用了磁体, 这些磁体具有相同或者不同的尺寸, 并且被设置成提供一个磁极, 和一种在气隙中对应于特定载荷特性, 比如弹簧常数为 K 的弹簧的磁通密度分布。所述场子组件均相对设置, 来在包括有磁体的场组件与所述场组件中的另外一个之间形成一个间隙, 并且所述线圈组件能够在所述间隙中移动。



1. 一种用于按照具有载荷特性的载荷进行工作的致动器，包括一个场组件，包括第一多个磁体，这些磁体被构造成在一个气隙中提供作为所述载荷特性的函数选定的磁通密度分布；和
5 一个线圈组件。
2. 如权利要求1中所述的致动器，其特征在于，所述第一多个磁体的尺寸被选择为在所述气隙中提供所述选定的磁通密度分布。
3. 如权利要求2中所述的致动器，其特征在于，所述第一多个磁体被排列在交替的组中，从而使得这些交替组之一中的磁体具有第一
10 极性，而邻接的交替组中的磁体具有与第一极性相反的第二极性。
4. 如权利要求2中所述的致动器，其特征在于，所述第一多个磁体被以第一套排列的组形式位于一个场坯件上，并且该第一套排列的组中的至少一个排列的组包括一对具有相同极性的磁体。
5. 如权利要求2中所述的致动器，其特征在于，所述载荷特性对
15 应于一个弹簧常数为 K 的弹簧。
6. 如权利要求1中所述的致动器，其特征在于，所述场组件包括一个被设置成面对着一个第二场坯件的第一场坯件，第一和第二场坯件均包括一个平面部分和附加部分，所述附加部分提供了垂直于线圈组件运动方向的磁通路径，并且所述第一多个磁体在第一场坯件的平
20 面部分上沿着所述运动方向设置。
7. 如权利要求6中所述的致动器，其特征在于，所述第一多个磁体被以第一极性图案排列，并且还包括第二多个磁体，这些磁体在所述第二场坯件的平面部分上被设置成与所述第一多个磁体相对，并且第二多个磁体被以第二极性图案排列，该第二极性图案与所述第一极
25 性图案互补。
8. 如权利要求4中所述的致动器，还包括第二套排列的磁体组，这些磁体组位于一个相对的场坯件上，其中所述第一套排列的磁体组被以第一极性图案排列，而第二套排列的磁体组被以第二极性图案排列，该第二极性图案与所述第一极性图案互补。
9. 如权利要求1中所述的致动器，其特征在于，所述第一多个磁体还被构造成在所述气隙中提供作为摩擦特性的函数的一种磁通密度
30 分布。

10. 一种用于按照具有载荷特性的载荷进行工作的线性致动器，
包括：

一个场组件，包括分散的磁场源，这些磁场源在一个气隙中提供一种对应于所述载荷特性的磁通密度分布；和

5 一个线圈组件。

11. 如权利要求10中所述的线性致动器，其特征在于，所述分散的磁场源还被构造成在所述气隙中提供作为摩擦特性的函数的磁通密度分布。

12. 如权利要求11中所述的线性致动器，其特征在于，所述摩擦
10 特性对应于所述载荷的摩擦特性。

13. 如权利要求10中所述的线性致动器，其特征在于，所述磁场源的尺寸被选定为使得由这些磁场源在所述气隙中提供的磁通密度分布沿着该线性致动器的运动方向增加。

14. 一种用于按照具有载荷特性的载荷进行工作的线性致动器，
15 包括：

一个场组件，该场组件包括一个磁体结构，该磁体结构包括多个按顺序排列的磁体，从而使得这些磁体中至少两个具有第一极性的邻接磁体之后跟随着这些磁体中至少另外一个极性不同于第一极性的磁体，并且在一个气隙中由所述顺序形成的磁通分布对应于所述载荷特
20 性；和

一个线圈组件。

15. 如权利要求14中所述的线性致动器，其特征在于，所述磁体的顺序还被构造成在所述气隙中提供作为摩擦特性的函数的一种磁通密度分布。

25 16. 如权利要求15中所述的线性致动器，其特征在于，所述摩擦特性对应于该线性致动器的摩擦特性。

17. 如权利要求14中所述的线性致动器，其特征在于，所述载荷特性对应于一个弹簧常数为 K 的弹簧。

30 18. 如权利要求17中所述的线性致动器，其特征在于，所述多个磁体的尺寸被选定为使得由这些磁体在所述气隙中提供的磁通密度分布沿着该线性致动器的运动方向减小。

19. 一种线性致动器，包括：

一个场组件，包括：

一个第一场坯件，

第一多个具有一种极性的磁体在所述第一场坯件上沿着该线性致动器的运动方向设置，其后跟随着第二多个具有不同极性的磁体，和

一个线圈组件，包括一个总体呈平面状的线圈，该线圈包括一个与第二力产生部分间隔开的第一力产生部分，从而使得只要第二力产生部分位于所述第二多个磁体中某些磁体的上方，第一力产生部分也将位于所述第一多个磁体中某些磁体的上方。

20. 如权利要求19中所述的线性致动器，其特征在于，所述第一数目和第二多个磁体以第一极性图案排列，并且还包括第三和第四多个磁体，它们位于一个第二场坯件的平面部分上，以便与所述第一多个磁体相对，并且形成一个间隙，所述第三和第四多个磁体以第二极性图案排列，该第二极性图案与所述第一极性图案互补，并且所述总体呈平面状的线圈能够沿着所述间隙移动。

21. 如权利要求20中所述的线性致动器，包括在所述运动方向上沿着第一和第二场坯件的平面部分延伸的附加部分，从而使得当所述场坯件中的第一和第二场坯件被设置成形成间隙时，所述附加部分形成一条垂直于所述运动方向的磁通路径。

22. 如权利要求21中所述的线性致动器，其特征在于，所述垂直磁通路径是一条致动器磁通路径的一部分，所述致动器磁通路径穿过所述第一多个磁体中的一个磁体，横跨所述间隙到达所述第三多个磁体中的一个磁体和所述第二场坯件的平面部分，穿过所述附加部分中的至少一个并且到达所述第一场坯件的平面部分，最终返回至所述第一多个磁体中的磁体。

23. 如权利要求21中所述的线性致动器，其特征在于，所述垂直磁通路径是一条致动器磁通路径的一部分，该致动器磁通路径总体上位于一个垂直于所述运动方向的平面中。

24. 一种能够沿着运动方向工作的线性致动器，包括：

多个场子组件，每个子组件均包括一个场坯件，并且这些场子组件中的至少一个包括第一组具有一种极性的磁体，在它们之后沿着所述运动方向跟随着第二组具有不同极性的磁体，其中所述多个场子组

件相对设置，以便在这些场子组件中至少一个包括有磁体组的场子组件与这些场子组件中的另外一个之间形成一个间隙；和

一个线圈组件，包括在所述间隙内部位于一个基本上平行于所述运动方向的平面中的线圈。

- 5 25. 如权利要求24中所述的线性致动器，其特征在于，所述第一组磁体中的磁体具有不同的宽度，而所述第二组磁体中的磁体也具有不同的宽度。

- 10 26. 如权利要求24中所述的线性致动器，其特征在于，所述第一组磁体中的磁体与所述第二组磁体中的对应磁体具有基本上相同的宽度。

27. 如权利要求24中所述的线性致动器，其特征在于，所述第一组磁体中的至少一个磁体与所述第二组磁体中的至少一个磁体具有基本上相同的宽度。

28. 一种能够沿着运动方向工作的线性致动器，包括：

- 15 多个场子组件，每个子组件均包括一个场坯件，其中这些场子组件中的第一场子组件包括连续的磁体组，各个连续的磁体组均包括多个磁体，这些磁体被设置成具有一种选定的磁极，并且在一个气隙中产生一种选定的磁通密度分布，所述多个场子组件中的第一场子组件相对于所述多个场子组件中的第二场子组件设置，以便在它们之间形
- 20 成间隙；和

一个线圈组件，包括至少一个在所述间隙内部位于一个平面中的线圈，其中所述平面基本上平行于该线性线圈致动器的运动方向。

- 25 29. 如权利要求28中所述的线性致动器，其特征在于，各个所述多个场子组件中的场坯件均包括一个总体呈平面状的部分，和在所述运动方向上沿着该平面部分的边缘延伸的附加部分，从而使得当所述多个场子组件中的第一和第二场子组件被设置成形成间隙时，所述第一和第二场子组件中的场坯件上的对应附加部分相互邻接，来形成一条垂直于所述运动方向的磁通路径，用于所述第一场子组件中的磁体。

- 30 30. 如权利要求29中所述的线性致动器，其特征在于，所述垂直磁通路径行程一条致动器磁通路径的一部分，所述致动器磁通路径从所述第一场子组件中的磁体开始延伸，横跨所述间隙到达所述第二场子

组件中的平面部分，穿过所述第二场子组件中的场坯件上的对应附加部分，穿过一个相邻的对应附加部分并且随后穿过所述第一场子组件中的平面部分，最终返回至所述第一场子组件中的磁体。

5 31. 如权利要求29中所述的线性致动器，还包括一组位于所述多个场子组件中的第二场子组件上的磁体，其中这些连续的磁体组被以第一极性图案设置，并且所述磁体组被以第二极性图案设置，该第二极性图案与所述第一极性图案互补，从而使得所述致动器磁通路径还包括一个极性与所述第一场子组件中的磁体极性相反的磁体组中的磁体。

10 32. 一种用于构造线性致动器的方法，所述线性致动器具有一个场组件和一个线圈组件，用于在存在有载荷时进行工作，具有在行程上发生变化的载荷特性，包括下述步骤：

沿着所述线性致动器的运动方向成形所述场组件的磁体结构，以便对应于载荷特性在行程上的变化在一个气隙中分布磁通密度；和

15 将所述线圈组件中的线圈构造成响应于所分布的磁通密度。

33. 如权利要求32中所述的方法，其特征在于，所述成形步骤包括下述步骤：

20 确定第一和第二磁体的尺寸，其中第一磁体产生一个所述线圈一侧显露于其中的具有选定极性的第一平均磁通密度，并且第二磁体产生一个所述线圈一侧显露于其中的具有选定极性的第二平均磁通密度，并且与第一磁体邻接设置，以便形成第一组；

25 确定第三和第四磁体的尺寸，以便具有一个与所述选定极性相反的极性，并且在所述气隙中所述线圈另一侧显露于其中的平均磁通密度分别对应于在所述气隙中的第一和第二平均磁通密度，其中第四磁体与第三磁体邻接设置，以便形成第二组，该第二组与所述第一组按顺序沿着所述运动方向设置。

30 34. 如权利要求32中所述的方法，其特征在于，所述载荷特性对应于一个弹簧常数为 K 的弹簧，并且所述成形步骤包括下述步骤：在所述磁结构中分布磁通密度，以便对应于弹簧常数为 K 的弹性，沿着所述运动方向，在所述气隙中使得磁通密度发生变化。

35. 如权利要求32中所述的方法, 其特征在于, 所述成形步骤包括下述步骤: 选择所述磁性结构的物理特性, 来在所述气隙中分布磁通密度。

36. 如权利要求35中所述的方法, 其特征在于, 所述选择步骤包括沿着所述运动方向构造所述磁体结构的宽度尺寸。

37. 如权利要求35中所述的方法, 其特征在于, 所述选择步骤包括下述步骤: 提供多个间隔开的磁体, 每一个均在所述气隙中提供一个线圈侧显露于其中的不同平均磁通密度。

38. 如权利要求34中所述的方法, 其特征在于, 所述分布步骤包括下述步骤:

选择第一和第二磁体, 其中第一磁体具有一个第一宽度和一种选定极性, 而第二磁体具有一个小于所述第一宽度的第二宽度和所述选定极性, 并且与第一磁体邻接设置, 以便形成第一组;

选择第三和第四磁体, 它们具有一种与所述选定极性相反的极性, 和分别对应于所述第一和第二宽度的宽度, 其中第四磁体与第三磁体邻接设置, 以便形成第二组, 该第二组与所述第一组按顺序沿着所述运动方向设置。

39. 如权利要求32中所述的方法, 其特征在于, 所述成形步骤包括下述步骤: 当在所述气隙中产生所需的磁通密度分布时, 考虑摩擦特性。

40. 如权利要求32中所述的方法, 其特征在于, 所述成形步骤包括下述步骤:

将所述磁性结构设置在一个第一场坯件上, 该第一场坯件具有一个总体呈平面状的部分; 和

在所述运动方向上成形沿着所述平面部分延伸的附加部分, 从而使得当所述第一场坯件被设置成与一个第二场坯件相对来形成气隙时, 对应的附加部分形成一条垂直于所述运动方向的磁通路径, 用于所述磁体结构。

带有平面线圈和弹簧型特性的扁平线性音圈致动器

相关申请

- 5 本申请要求享有于2002年10月21日提交的美国临时专利申请No. 60/420483的优先权。

技术领域

- 10 本发明总体上涉及线性音圈致动器 (linear voice coil actuators)，尤其是涉及这种线性音圈致动器，即利用了一种平面线圈构造，并且提供了一种与载荷特性匹配的力-行程特性 (force versus stroke characteristic)，比如弹簧型特性。

背景技术

- 15 在于2002年12月20日提交的美国临时专利申请No. 60/343488中公开了一种带有平面线圈的新颖线性音圈致动器，该美国临时专利申请已经被结合入美国非临时专利申请No. 10/327316中，并且被转让给本申请的受让人，在此通过引用结合入本发明。在美国临时专利申请No. 60/343488中，在各个场子组件 (field sub-assembly) 中相互邻
- 20 接的磁体被以这样一种方式固连在场坯件 (field blank)，即它们形成具有交替极性的磁极：N-S-N或者S-N-S。根据前述美国临时专利申请No. 60/343488，在此提供了一种用于各对具有相反极性的磁体22A/22B的额外磁通路径24，其中所述磁体22A、22B由气隙26间隔开，正如在本申请中的图5以及相关申请中看到的那样。

- 25 传统上，通过对被送至致动器线圈的电流加以控制，在线性致动器中获得了预期的力-行程特性。由此，需要开环或者闭环控制功能来作为行程位置的一个函数对被送至线圈的电流进行控制，以便在不同的行程位置处产生预期大小的力。除了致动器本身的设计之外，提供这种控制功能会涉及相当高的成本和复杂度。

- 30 因此，希望具有这样一种线性致动器，其能够以与过去相比较低的成本和复杂度提供特定的力-行程特性。还希望具有这样一种线性

致动器，其中可以减少或者避免需要对致动器线圈电流进行开环或者闭环控制。

发明概述

5 现有线性致动器中的前述问题和缺点由本发明中的致动器来加以解决，这种致动器用于按照具有载荷特性的载荷进行工作，它包括一个场组件，该场组件包括多个磁体，这些磁体被构造成提供作为所述载荷特性的一个函数选定的磁通密度分布。所述多个磁体的构造可以被概括为一种被加工成提供预期磁通密度分布的磁性结构。

10 所述多个磁体可以按顺序排列，从而使得这些磁体中的至少两个具有第一极性的邻接磁体之后跟随着这些磁体中的至少另外一个具有不同于第一极性的第二极性的磁体，并且由所述顺序提供的磁通分布对应于所述载荷特性。

在本发明中的线性致动器的一个实施例中，具有一种极性的多个
15 第一磁体之后跟随着具有不同极性的多个第二磁体，其中所述第二磁体被沿着线性致动器的运动方向设置在第一场坯件上。设置有一个线圈组件，它包括一个总体呈平面状的线圈，该线圈包括与第二力产生部分间隔开的第一力产生部分，从而使得只要第二力产生部分位于多个第二磁体中的某些磁体上方，那么第一力产生部分也将位于多个第
20 一磁体中的某些磁体上方。

尤其是，本发明的一个实施例包括多个场子组件，各个场子组件均包括一个场坯件，其中这些场子组件中的第一场子组件包括连续的磁体组。连续磁体组中的每一组均包括多个磁体，这些磁体被设置成具有一个选定的磁性，并且被设置成具有选定的磁通密度分布。这些
25 场子组件中的第一场子组件相对于这些场子组件中的第二场子组件设置，以便在它们之间形成一个间隙。设置有一个线圈组件，其包括至少一个设置于所述间隙内部的一个平面中的线圈，其中所述平面基本上平行于线性线圈致动器的运动方向。

在线性致动器的该实施例中，所述多个场子组件的每一个中的场
30 坯件均包括一个总体呈平面状的部分，和在运动方向上沿着该平面部分的边缘延伸的附加部分。当所述多个场子组件中的第一和第二场子组件被设置成形成间隙时，第一和第二场子组件上的对应附加部分相

互邻接，并且形成一条用于第一场子组件中的磁体、垂直于运动方向的磁通路径。

通过将所述气隙中的磁通密度分布构造成对应于预期的载荷特性，比如，通过使用多个能够产生不同平均磁通密度的磁体，其中线圈显露于这些磁通密度中，可以减少或者避免对用于控制送至致动器线圈的电流大小和时机的控制功能的任何需求。

本发明还包括一种用于构造线性致动器的方法，所述线性致动器具有一个场组件和一个线圈组件，用于在存在有载荷时进行工作，具有在行程上不断发生变化的载荷特性，包括下述步骤：沿着所述线性致动器的运动方向成形所述场组件的磁体结构，以便对应于载荷特性在行程上的变化分布磁通密度；和将所述线圈组件中的线圈构造成响应于所分布的磁通密度。

这些构思可以被用于一种带有平面线圈的扁平线性音圈致动器中，来制成一种带有特定力-行程特性，比如弹簧常数为 K 的弹簧的力-行程特性的紧凑、低成本致动器。

因此，本发明的目的在于提供一种致动器，其中场组件的磁体结构对应于所需的载荷特性提供分布在该致动器行程上的磁通密度。

本发明的另外一个目的在于提供一种采用了总体呈平面状的线圈和多个特定大小的磁体的线性致动器，其中所述磁体按顺序和一种极性图案 (pattern of polarities) 排列，以便对应于所需的载荷特性提供磁通密度在行程上的分布。

本发明的再一个目的在于提供一种线性致动器，其提供了一种对应于所需载荷特性的力-行程特性，比如一种弹簧特性，同时减少对任何线圈电流控制机构的需求。

本发明还有一个目的在于提供一种用于构造线性致动器的方法，从而使得致动器中的场组件的磁体结构提供一种所述气隙中的磁通密度在行程上的分布，其对应于一种所需的载荷特性。

通过考虑下面的详细描述和附图，本发明的这些和气体目的、特征以及优点将较好地得以理解。

30

附图简述

图1是一个根据本发明的线性音圈致动器实施例的简化透视图。

图2A是本发明一实施例中的两个场组件的简化透视图。

图2B和2C简化地示出了本发明一实施例中的线圈子组件内的线圈和场子组件内的磁体的可能方位。

图3简化地示出了本发明一实施例中的线圈子组件。

5 图4是图1中所示线性音圈致动器的分解视图。

图5是图1中所示线性致动器沿着图2A中所示线5-5的简化剖视图。

图6示意性地绘制了用于图2A中所示本发明实施例的力-行程特性。

10

优选实施例

在图1中被图示为线性音圈致动器10的本发明实施例包括两个场子组件12、14和一个线圈组件16。图2A提供了子组件12和14的视图，而图3提供了线圈组件16的更为完整视图。图1中所示的实施例类似于在前述美国临时专利申请No. 60/343488中描述的致动器，但是至少在下述方面存在区别：

在前述美国临时专利申请No. 60/343488中，在各个场子组件中相互邻接的磁体被以这样一种方式固连在场坯件，即它们形成具有交替极性的磁极：N-S-N或者S-N-S。相反，根据图1和2A中所示的实施例，在各个场子组件中，存在有至少两个相互间隔开并且与另外一组具有相反极性的磁体间隔开的具有相同极性的磁体，它们形成了具有交替极性的磁极。在图2A中提供了这种结构的一个示例。

图2A中所示结构可以沿着运动方向19重复。所述模式的这种重复可以用于增大致动器的力。例如，如果使用两套四个磁体取代一套四个磁体，那么由致动器产生的力将变为两倍。在这种情况下，将需要两个线圈。

图4示出了本发明中的单线圈方案。图5描绘了所述致动器沿着图2A中的线5-5的剖视图（为了简化起见所述致动器中的线圈未示出）。需要注意的是，这种方案提供了另外一条用于源自于各对具有相反极性的磁体的磁通量的路径24，其中所述各对磁体由气隙26分隔开，例如磁体22A和22B。在图5中示出的致动器的剖面垂直于运动方向19（参见图2A），在图5中垂直于纸面。在本实施例中，场坯件可以包括附

30

加部分30, 附加部分30提供了垂直于所述运动方向的磁通路径, 用于各对由间隙间隔开的具有相反极性的磁体。换句话说, 在本发明的该实施例中提供了总体上位于一个垂直于运动方向19的平面中的磁通路径。

- 5 根据本发明的线性致动器的前述构造可以获得这样一种设计, 即带有一种类似于机械弹簧的特性(参见图6), 或者其它预期载荷特性。

本发明中在附图所示实施例内实施的方法是横跨所述场子组件的行程区域分布磁场源, 以便在所述气隙中提供一种磁场分布, 其能够
10 更好地匹配由所述致动器处理的载荷的特性。通过以这种方式修整磁场源的分布, 可以简化致动器的设计, 并且明显减少或者避免为了获得预期的力特性而对施加于线圈的电流进行控制。磁场源的这种分布可以采取改变各个磁体的尺寸的形式, 比如沿着所述场组件作为行程位置的一个函数改变磁体的宽度, 从而使得气隙中的磁通密度作为行程
15 位置的一个函数发生变化。

例如, 在图2A所描绘的本发明实施例中, 磁体22A/22B、32A/32B、34A/34B以及36A/36B的尺寸和分布被选定为匹配一个特定载荷, 也就是说一个弹簧常数为 K 的弹簧, 并且将在致动器中获得预期的摩擦力。磁体组22B和32B提供了一种具有S极的分布磁场, 而磁体组22A和32A
20 提供了一个具有N极的分布磁场。磁体22A和22B在尺寸上小于相应组中的磁体32A和32B(在本实施例中是宽度较小)。

因此, 在图2A所示的实施例中, 在致动器的行程起始时, 线圈18上的力产生部分位于具有较小尺寸的磁体对22A/22B和34A/34B之间, 并且因此线圈显露于其中的平均磁通密度较低。在行程结束时, 线圈
25 18上的力产生部分位于较大尺寸的磁体对36A/36B和32A/32B之间, 并且由此提供了较高的平均磁通密度。由此, 与行程起始时相比, 线圈18在行程结束时产生出一个较大的力。图2B示出了在行程起始时线圈18的位置(虚线), 而图2C示出了在行程结束时线圈18的位置(虚线)。

在图2B和2C中, 可以看出线圈18具有一个与第二力产生部分间隔
30 开的第一力产生部分。在图2B中, 可以看出第一与第二力产生部分的间距被设定为, 在第二力产生部分位于具有S极的较小磁体上方时, 第一力产生部分将位于具有N极的较小磁体上方。这种间距如图2C中

所示，在行程结束时，第一力产生部分位于具有N极的较大磁体上方，而第二力产生部分位于具有S极的较大磁体上方。由此，在这种方案中，只要第二力产生部分位于具有S极的磁体上方，那么第一力产生部分将位于具有N极的磁体上方。

5 本技术领域那些熟练人员将会明白，其结果是获得一种近乎与弹簧的载荷特性匹配的行程-力模式。

优选的是，由永久磁体提供的在所述气隙中的磁场分布尽可能接近地与预期载荷和摩擦特性相匹配。以这种方式，可以减少或者避免为提供预期的行程-力特性而对被送至线圈的电流进行控制。如果
10 预料到载荷发生的变化，那么磁场的值最好增大超过提供标称载荷特性所需的值。

在例如图2A中所描绘并且可以提供图6中所示力-行程特性的本发明实施例中，较小磁体22A/22B和34A/34B的宽度大约是相应极性组中的较大磁体32A/32B和36A/36B宽度的40%。

15 在本发明的另一实施例中，仅需要场子组件12和14中之一具有任何磁体。在本实施例中，永久磁体将仅位于线圈18的一侧。

由此，本发明的一个实施例涉及一种线性线圈致动器，包括多个场子组件和一个线圈组件。所述多个场子组件中均包括一个场坯件，并且这些多个场子组件中的至少一个还包括多个磁体，这些磁体具有
20 相同和交替的极性，并且在运动方向上具有相同或者不同的宽度。所述多个场子组件均相对设置，以便在所述多个场组件中至少一个包括多个磁体的场组件与所述多个场组件中的另外一个之间形成一个间隙。本实施例中的线圈组件包括在所述间隙内部位于同一平面中的线圈，其中所述平面基本上平行于线性线圈致动器的运动方向。

25 本发明的另外一个实施例涉及一种线性线圈致动器，包括多个带有附加部分的场子组件和一个线圈组件。所述多个场子组件均包括一个场坯件，并且所述多个场子组件中的至少一个还包括多个磁体，这些磁体具有相同和交替的极性，并且在运动方向上具有相同或者不同的宽度，其中这些磁体相互间隔开。所述多个场子组件均相对设置，
30 以便在所述多个场组件中至少一个包括多个磁体的场组件与所述多个场组件中的另外一个之间形成一个间隙。本实施例中的场坯件还包括

附加部分，这些附加部分提供了一条垂直于运动方向的磁通路径，用于各对由间隙间隔开的具有相反极性的磁体。

在前述线性线圈致动器的另外一个实施例中，各个所述多个场子组件中的场坯件均包括一个总体呈平面状的部分，和在该平面部分的上方沿着运动方向延伸的附加部分。当所述多个场子组件中的第一场子组件和所述多个场子组件中的第二场子组件被设置成形成间隙时，所述第一和第二场子组件上的附加部分被设置成相互接触或者邻接。所提供的垂直磁通路径如此形成：穿过所述第一场子组件中的磁体，横跨所述间隙到达所述第二场子组件中具有相反极性的磁体（如果存在的话），穿过所述平面部分并且随后穿过第二场子组件中的场坯件上的附加部分之一，穿过相邻的附加部分并且随后穿过所述第一场子组件中的平面部分，最终返回至所述第一场子组件中的磁体。（在其中仅一个场组件包括有磁体的实施例中，所述垂直磁通路径将从一个场组件中的磁体开始延伸，横跨所述间隙，并且到达相对场组件中的平面部分）。

在前述实施例中，由气隙中的磁体提供的磁通密度分布通过操控磁场源的分布来发生变化，比如通过操控用于形成各个极性分组的磁体的数目和尺寸。由此，一个S极磁体分组可以具有两个具有相同或者不同尺寸的磁体，从而使得S极磁通密度的值将取决于这些磁体的排列次序和位置，其中所述S极磁通密度的值与线圈位置呈一个函数关系。

根据本发明，一种线性音圈致动器包括多个场子组件和一个线圈组件。所述多个场子组件均包括一个场坯件，并且所述多个场子组件中的至少一个还包括多个磁体组，各个磁体组均包括多个磁体，这些磁体具有相同或者不同的尺寸并且被设置成提供一个磁极和一种磁通密度分布。所述多个场子组件均相对设置，来在所述多个场组件中至少一个包括多个磁体的场组件与所述多个场组件中的另外一个之间形成一个间隙。本实施例中的线圈组件包括至少一个在所述间隙内部位于同一平面中的线圈，其中所述平面基本上平行于该线性线圈致动器的运动方向。

需要明白的是，本发明并不局限于单个线圈，而是可以采用多个线圈。还应该明白的是，构成提供特定磁极的磁体组的磁体数目并不

局限于两个，而是可以超过两个。还应该明白的是，根据本发明，各个磁体的尺寸按照需要获得的特定力特性发生变化。这种变化可以包括改变磁体的长度、宽度和/或厚度，或者改变磁体特性的任何其它变量，这些变量在行程长度上提供了在所述气隙中的预期磁通密度分布。线圈尺寸由所需的力加以确定。在一个极性组内部的较小-较大尺寸磁体之间（比如22B与32B之间）的间距由所需的磁通密度分布加以确定。在一个极性组中某一尺寸的磁体（比如22B）与在另外一个极性组中相同尺寸的磁体（比如34B）之间的间距由行程加以确定。

在此所采用的词语和表述是描述性词语，而并非限制性词语，并且不希望所使用的这些词语和表述排除所图示和所描述特征的等同物，或者其中的部分，应该认识到，在所要求保护的本发明范围之内，可以进行各种修改。

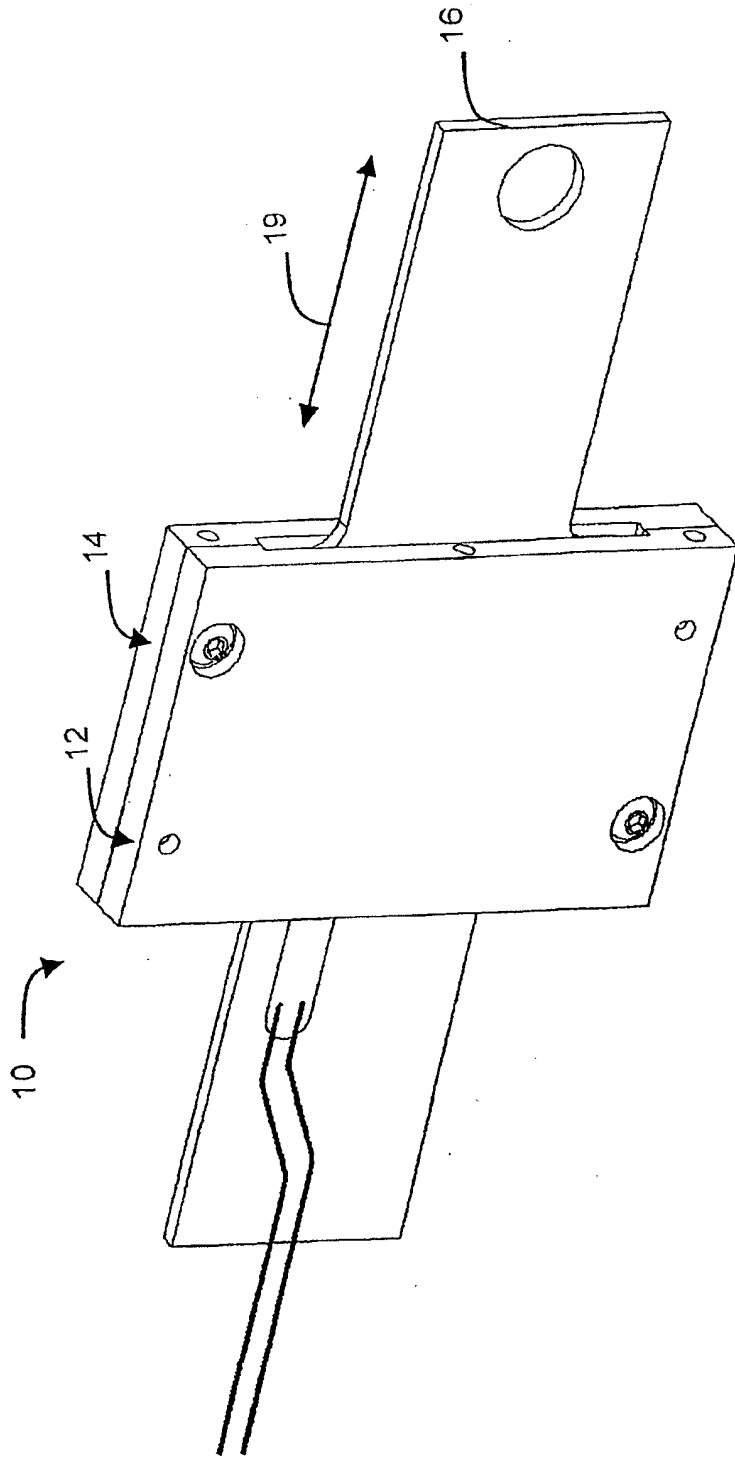
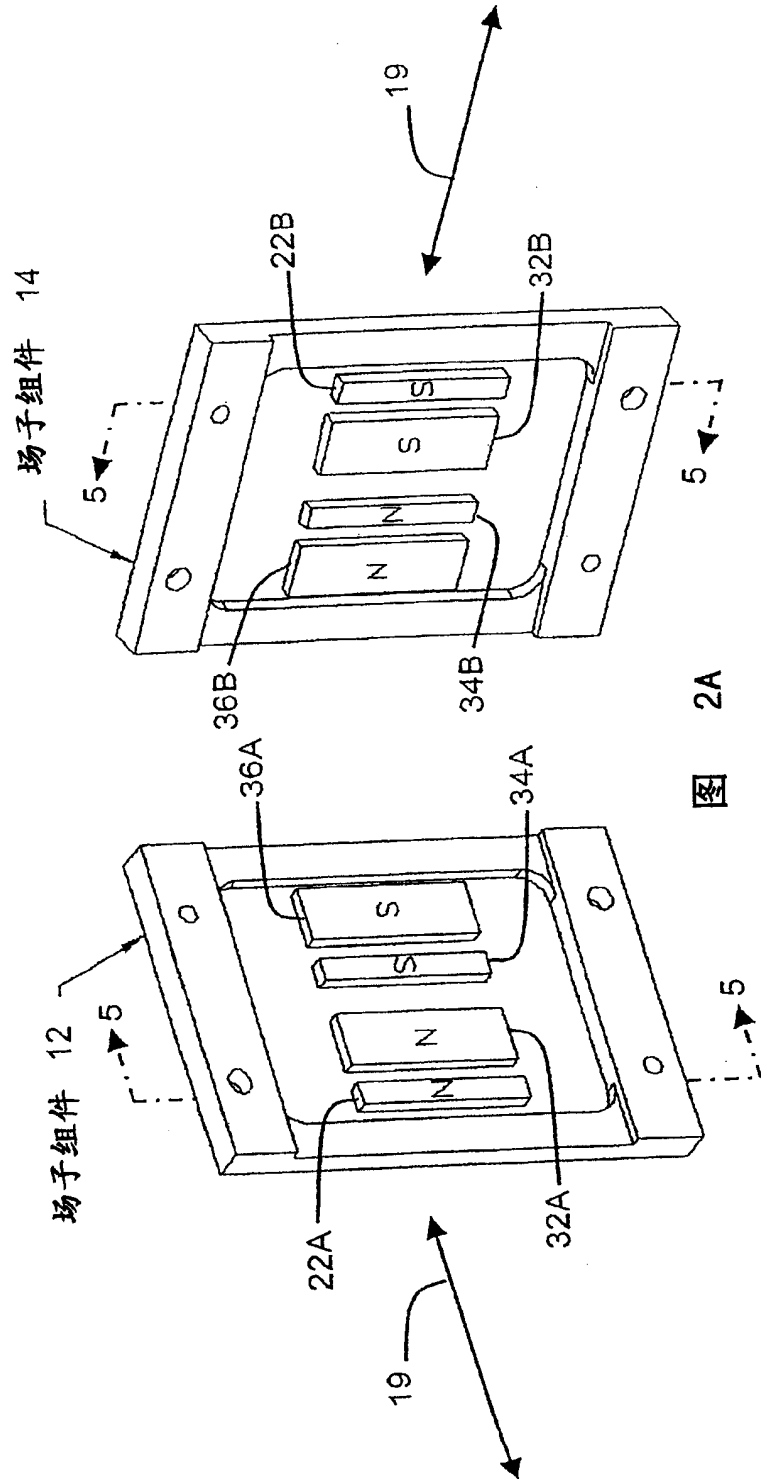


图 1



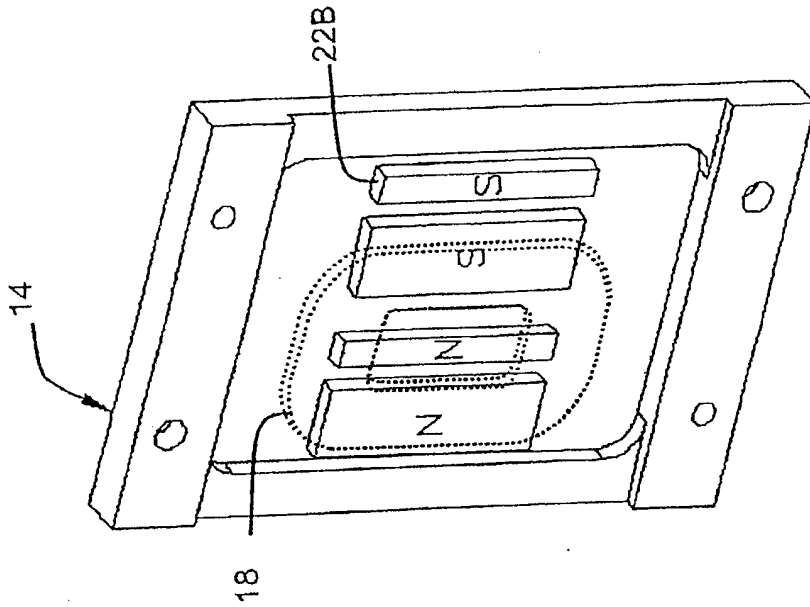


图 2C

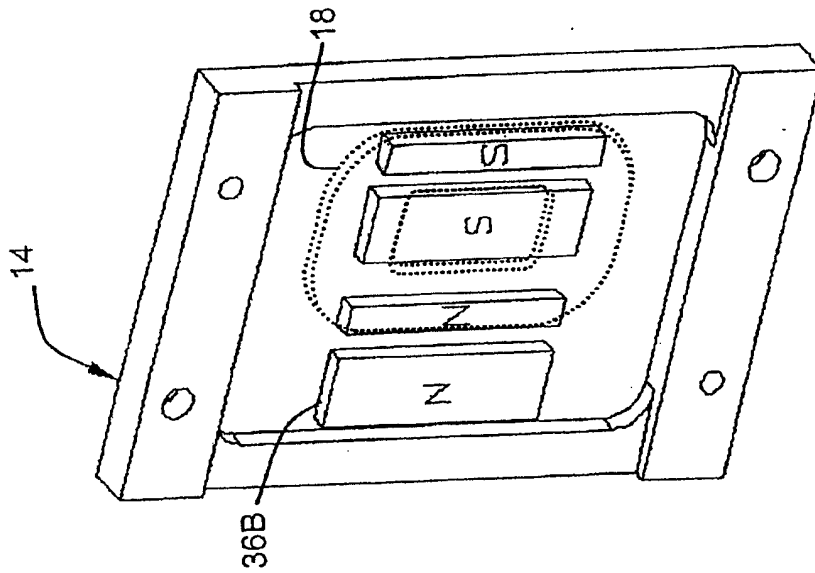


图 2B

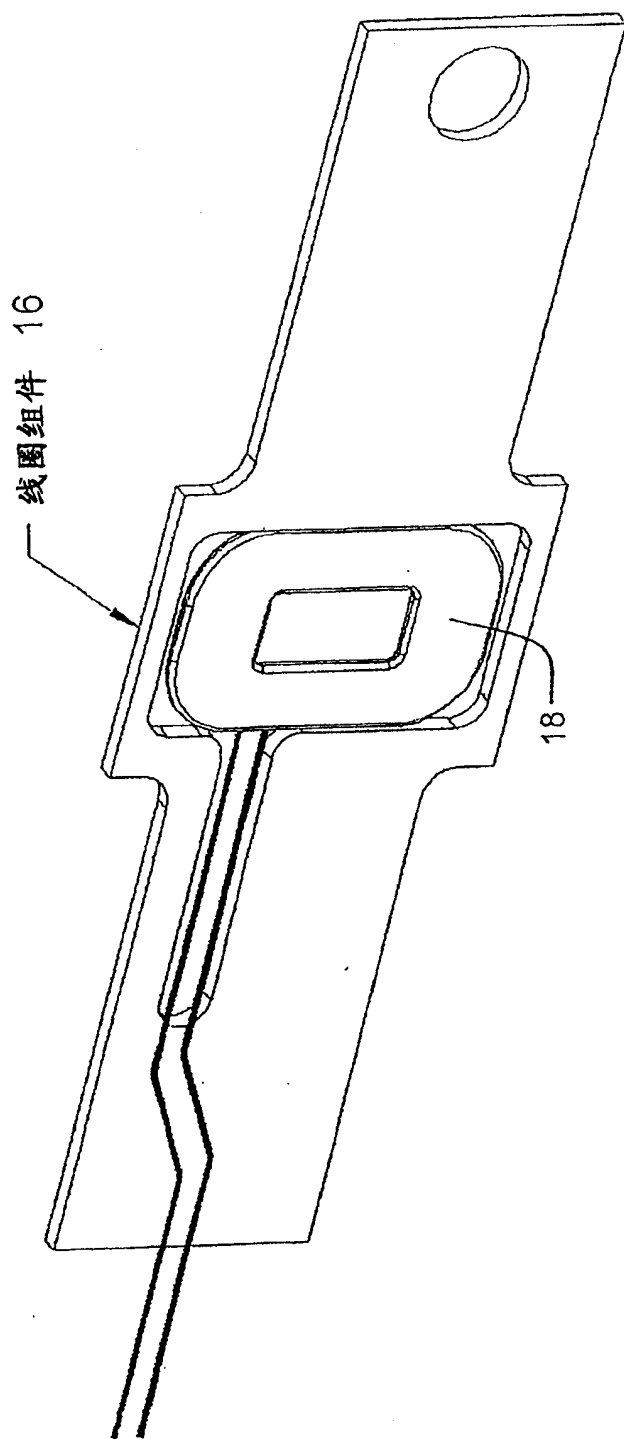


图 3

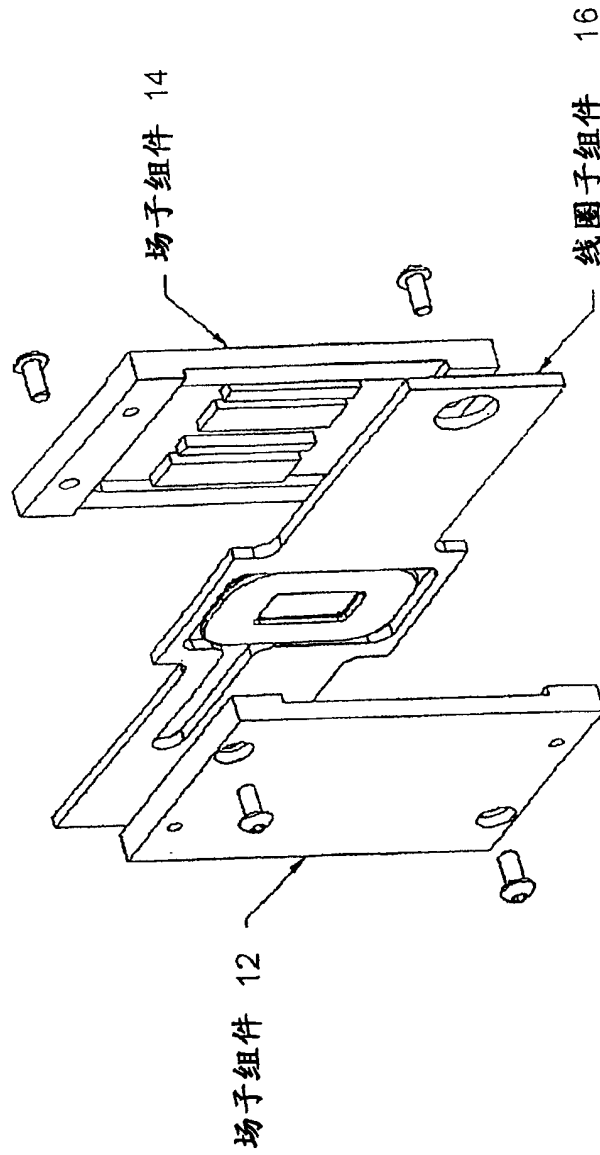


图 4

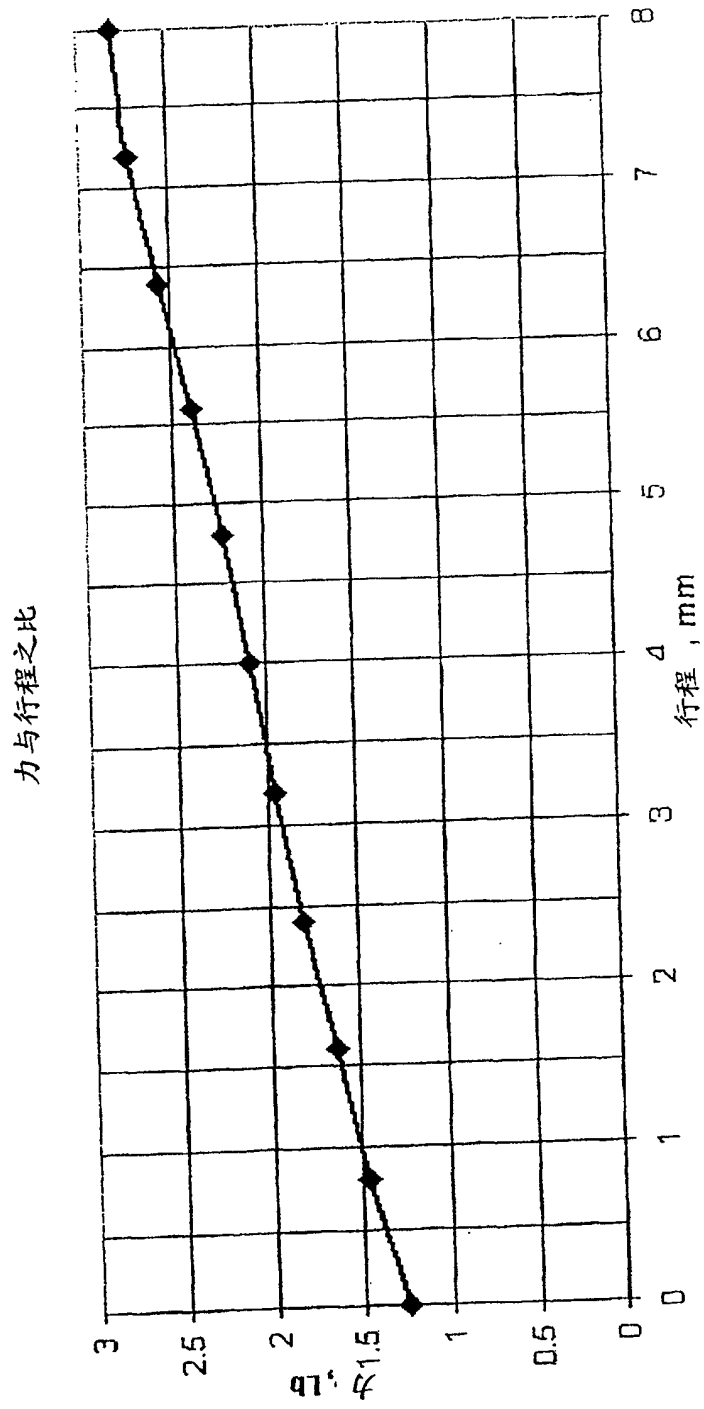


图 6