



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102343832 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 20

(21) 申请号 201110199689. 1

(22) 申请日 2011. 07. 18

(73) 专利权人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新(西)区西源大道 2006 号

(72) 发明人 金建勋 郑陆海

(74) 专利代理机构 四川力久律师事务所 51221

代理人 林辉轮 王芸

(51) Int. Cl.

B60L 13/04 (2006. 01)

H02N 15/00 (2006. 01)

审查员 梁晨

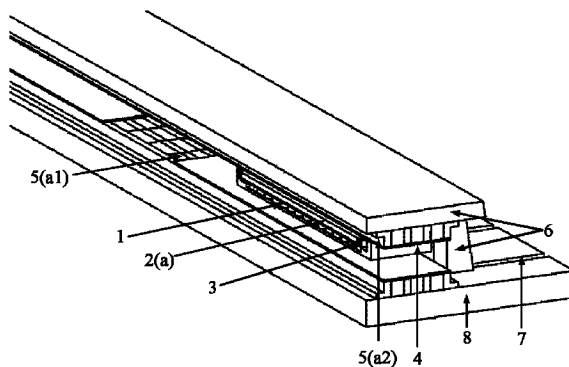
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

磁场加强型高温超导磁悬浮系统

(57) 摘要

本发明公开了一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统,包括磁悬浮轨道,位于磁悬浮轨道上的高温超导块材阵列,高温超导块材阵列上表面的高温超导充磁及磁场调节线圈,以及用于安装、冷却高温超导块材和高温超导充磁及磁场调节线圈的低温恒温器,其中高温超导充磁及磁场调节线圈采用 BSCCO 或 YBCO 高温超导带材制备。本发明显著增大了磁悬浮轨道磁场的场强,增加了高温超导块材的俘获磁场,进而提高了高温超导磁悬浮系统的悬浮力和导向力,同时可实现高温超导磁悬浮系统悬浮力和导向力的动态调节,利于增强高温超导磁悬浮系统性能及应对复杂工作条件的能力。



1. 一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统,包括相对的两个磁悬浮轨道,其特征在于:两个磁悬浮轨道构成上、下侧磁悬浮轨道,高温超导块材阵列位于上、下侧磁悬浮轨道之间,上、下侧磁悬浮轨道为构成磁场加强回路的磁悬浮轨道,所述系统还包括高温超导块材阵列上表面的高温超导充磁及磁场调节线圈,以及用于安装、冷却高温超导块材和高温超导线圈磁体的低温恒温器,高温超导充磁及磁场调节线圈为一个独立的采用 BSCCO 或 YBCO 高温超导带材制备的线圈,安装于一个可同时用于固定高温超导块材的无磁性辅助固定及封装机构中。

2. 根据权利要求 1 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:上、下侧磁悬浮轨道为构成磁场加强回路的双 5 磁体型永磁轨道。

3. 根据权利要求 2 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:所述的 5 磁体型永磁轨道,为磁极方向按右、上、左、下、右的规律排列的永磁体阵列,上、下侧永磁轨道磁体阵列中对应的磁极沿水平方向的永磁体的磁极方向相反。

4. 根据权利要求 1 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:上、下侧磁悬浮轨道为可构成磁场加强回路的双 2 磁体 3 软铁型永磁轨道。

5. 根据权利要求 4 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:所述的 2 磁体 3 软铁型永磁轨道,由两侧和中间的软铁,以及软铁之间的永磁体组成,永磁体磁极方向沿水平方向相向或相对,上、下侧永磁轨道中对应永磁体磁极方向相反。

6. 根据权利要求 1 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:上、下侧磁悬浮轨道为可构成磁场加强回路的双 3 磁体背铁型永磁轨道。

7. 根据权利要求 6 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:所述的 3 磁体背铁型永磁轨道,由极性沿垂直方向的、且沿横截面方向极性交替的磁体及其背铁组成,上、下两侧相对应的永磁体磁极方向相同。

8. 根据权利要求 1 所述的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,其特征在于:下侧磁悬浮轨道为永磁轨道,上侧磁悬浮轨道为多组 BSCCO 或 YBCO 高温超导磁场调节线圈组成的电磁轨道,其产生的磁场与下侧永磁轨道产生的磁场形成回路。

9. 一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统,包括相对的两个磁悬浮轨道,其特征在于:两个磁悬浮轨道构成上、下侧磁悬浮轨道,高温超导块材阵列位于上、下侧磁悬浮轨道之间,上、下侧磁悬浮轨道为构成磁场加强回路的磁悬浮轨道,所述系统还包括高温超导块材阵列上表面的高温超导充磁及磁场调节线圈,以及用于安装、冷却高温超导块材和高温超导线圈磁体的低温恒温器,高温超导充磁及磁场调节线圈为两个或多个 BSCCO 或 YBCO 双饼跑道型线圈,安装于一个可同时用于固定高温超导块材的无磁性辅助固定及封装机构中。

磁场加强型高温超导磁悬浮系统

技术领域

[0001] 本发明属于高温超导技术的应用领域，特别是一种高温超导磁悬浮运载工具，如磁悬浮列车。

背景技术

[0002] 基于高温超导体—永磁体磁悬浮模式的高温超导磁悬浮系统，一般由敷于地面的永磁轨道和高温超导块材组成，高温超导块材一般采用基于永磁轨道磁场场冷的方式冷却。这种方式的高温超导磁悬浮系统的优点是操作简单，缺点是永磁轨道产生的磁场不够高，场冷过程中高温超导块材的俘获场不够强，难于得到足够大的悬浮力和导向力。在现有技术中，是通过优化一条永磁轨道的内部结构来增强轨道磁场，这样虽能获得一定的改进，但仍不能明显改善高温超导磁悬浮系统的悬浮 / 导向性能。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统，通过高温超导块材表面辅助充磁系统，使高温超导块材的俘获磁场大大增强，并通过采用上、下侧磁悬浮轨道结构，使永磁轨道的磁场也明显增强，还能同时为高温超导块材提供悬浮力和向上的吸引力，从而极大提高悬浮性能和导向性能。另外通过调节高温超导块材表面线圈的电流，还可动态调节高温超导磁悬浮系统的悬浮力和导向力。

[0004] 本发明的主要技术方案是：一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统，包括磁悬浮轨道，位于磁悬浮轨道上的高温超导块材阵列，其特征在于，所述系统还包括高温超导块材阵列上表面的高温超导充磁及磁场调节线圈，以及用于安装、冷却高温超导块材和高温超导线圈磁体的低温恒温器，高温超导充磁及磁场调节线圈为一个独立的采用 BSCCO 或 YBCO 高温超导带材制备的线圈，安装于一个可同时用于固定高温超导块材的无磁性辅助固定及封装机构中。系统工作前，将包含高温超导块材阵列、高温超导线圈磁体，及其低温恒温器的悬浮动子，固定于永磁轨道中部偏上的位置，让高温超导充磁及磁场调节线圈通直流电，给高温超导块材阵列增加一个除永磁轨道自身场之外的附加背景场。然后冷却高温超导块材阵列至超导态。冷却结束后，将充磁及磁场调节线圈所通直流电逐渐减小至零，从而完成高温超导块材阵列的充磁，继而即可实现包含高温超导块材阵列的悬浮动子在永磁轨道中的稳定悬浮和自由运动。

[0005] 在双侧均设置磁悬浮轨道的方案中，高温超导块材阵列在运动过程中，悬浮动子受到永磁轨道对它的悬浮力，同时也受到上侧永磁轨道对它的吸引力。

[0006] 另外，在运动过程中，还可以给充磁及磁场调节线圈通电，产生一个附加场，并可通过调节附加场的强度来调节高温超导磁悬浮的悬浮力和导向力。此外，可通过永磁轨道支撑机构，将上侧永磁轨道沿测向滑动，从而方便高温超导磁悬浮系统的磁悬浮动子的安装与卸载。

[0007] 本发明的有益效果是：该系统可以有效解决高温超导块材在高温超导磁悬浮系统

中应用的永磁轨道场强难以提高,高温超导块材俘获场低,悬浮力导向力受限制等问题。通过高温超导块材表面的辅助充磁线圈增加了高温超导块材的俘获磁场,通过采用上下侧永磁轨道结构,使永磁轨道的磁场分布也大大加强,从而提高了高温超导磁悬浮系统的悬浮和导向性能。另外通过调节高温超导块材表面的充磁线圈的电流,可动态调节高温超导磁悬浮系统的悬浮力和导向力,因此可利于应对复杂的工作条件。通过辅助永磁轨道滑轨装置,可以方便地完成实际应用中高温超导悬浮动子的安装和卸载。通过采用并行两组的磁场加强型高温超导磁悬浮系统,可在磁悬浮列车等磁悬浮运载工具中得到应用。

附图说明

[0008] 本发明将通过例子并参照附图的方式说明,其中:

[0009] 图 1 本发明的具体实施例一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统的示意图。

[0010] 图 2 是图 1 中安装有 4 个 BSCCO 或 YBCO 高温超导充磁及磁场调节线圈的无磁性辅助固定及封装机构示意图。

[0011] 图 3 本发明一个实施例中双 5 磁体型永磁轨道的示意图。

[0012] 图 4 本发明一个实施例中双 2 磁体 3 软铁永磁轨道的示意图。

[0013] 图 5 本发明一个实施例中双 3 磁体背铁型永磁轨道的示意图。

[0014] 图 6 本发明一个实施例中复合永磁轨道和电磁轨道的磁悬浮轨道的示意图。

[0015] 图 7 是一种单边型永磁轨道的磁场加强型高温超导磁悬浮系统的示意图。

[0016] 附图标记含义如下:1:高温超导块材阵列;2(a):BSCCO 或 YBCO 高温超导充磁及磁场调节线圈;3:用于固定高温超导块材、安装高温超导充磁及磁场调节线圈的无磁性辅助固定及封装机构;4:用于安装、冷却高温超导块材阵列和高温超导线圈磁体的低温恒温器;5(a1):下侧 5 磁体型永磁轨道;5(a2):上侧 5 磁体型永磁轨道;6:永磁轨道支撑机构;7:永磁轨道支撑机构侧向滑轨装置;8:基座;2(b):4 个小型 BSCCO 或 YBCO 高温超导充磁及磁场调节线圈;9:永磁轨道中永磁体;10:永磁轨道中软铁;11:无磁性永磁轨道保护层;5(b1):下侧 2 磁体 3 软铁型永磁轨道;5(b2)上侧 2 磁体 3 软铁型永磁轨道;5(c1):下侧 3 磁体背铁型永磁轨道,5(c2):上侧 3 磁体背铁型永磁轨道;5(d2):电磁轨道;12:电磁轨道中磁场调节用 BSCCO 或 YBCO 高温超导线圈;13:用于电磁轨道磁场调节用 BSCCO 或 YBCO 高温超导线圈制冷的低温恒温器。

具体实施方式

[0017] 本发明的具体实施例一,如图 1、3 所示,一种磁场加强型高温超导磁悬浮系统,由两个相对的上、下侧磁悬浮轨道 5(a1),5(a2),高温超导块材阵列 1 及其上表面的 BSCCO 高温超导充磁及磁场调节线圈 2(a),以及用于安装、冷却高温超导块材阵列和高温超导线圈磁体的低温恒温器 4 组成。高温超导充磁及磁场调节线圈 2(a)为一个独立的双饼跑道型线圈,安装于一个可同时用于固定高温超导块材阵列的无磁性辅助固定及封装机构 3 中。上、下侧磁悬浮轨道 5(a1),5(a2)为可构成磁场加强回路的双 5 磁体型永磁轨道,上、下侧 5 磁体型永磁轨道中对应的极性沿水平方向的永磁体的磁极方向相反。在上、下侧永磁轨道 5(a1),5(a2)的表面覆一层无磁性永磁轨道保护层 11。上侧永磁轨道 5(a2)通过永磁轨道支撑机构 6 固定,并可通过永磁轨道支撑机构侧向滑轨装置 7,控制上侧永磁轨道 5(a2)

沿侧向滑动,从而可方便实际应用中高温超导磁悬浮系统的磁悬浮动子的安装与卸载。

[0018] 系统工作前,将用于安装、冷却高温超导块材阵列和高温超导线圈磁体的低温恒温器 4 固定于上、下侧永磁轨道 5(a1), 5(a2) 中部偏上的位置,给高温超导充磁及磁场调节线圈 2 (a) 通直流电,给高温超导块材阵列 1 增加一个外加背景场。然后冷却高温超导块材阵列 1 至超导态。冷却结束后,将充磁及磁场调节线圈 2 (a) 所通直流电逐渐减小至零,从而完成高温超导块材阵列的充磁,继而实现高温超导块材阵列在上、下侧永磁轨道中的 5(a1), 5(a2) 自由运动。

[0019] 实施例二:

[0020] 本发明实施例二的总体结构与实施例 1 基本相同,如图 1、2、3 所示,不同的仅是:高温超导充磁及磁场调节线圈是由 4 个 YBCO 高温超导充磁及磁场调节线圈 2(b) 组成。冷却高温超导块材阵列 1 至超导态后,充磁及磁场调节线圈 2 (a) 所通直流电维持不变,而后在系统开始运动工作时,可根据系统需求,调节充磁及磁场调节线圈 2 (a) 所通直流电的大小,从而来调节高温超导磁悬浮系统的悬浮力和导向力。

[0021] 实施例三:

[0022] 本发明实施例三的总体结构与实施例 1 或 2 基本相同,如图 1、2、4 所示,不同的仅是:上、下侧磁悬浮轨道为双 2 磁体 3 软铁型永磁轨道 5 (b1), 5(b2)。

[0023] 每侧 2 磁体 3 软铁型永磁轨道由两侧和中间的软铁,以及它们之间的永磁铁组成,永磁铁磁极方向沿水平方向相向或相对,上、下侧永磁轨道中对应永磁铁的磁极方向相反。

[0024] 实施例四:

[0025] 本发明实施例四的总体结构与实施例 1、2、3 基本相同,如图 1、2、5 所示,不同的仅是:上、下侧磁悬浮轨道为双 3 磁体背铁型永磁轨道 5 (c1), 5(c2),由极性沿竖直方向的、且沿横截面方向极性交替的磁体及其背铁组成,沿横截面方向可以为任意大于等于 3 的磁体数量,上、下侧永磁轨道 5 (c1), 5(c2) 相对应的永磁体充磁方向相同。

[0026] 实施例五:

[0027] 本发明实施例五的总体结构与实施例 1 或 2 基本相同,如图 1、2、6 所示,不同的仅是:上侧磁悬浮轨道采用由多组 BSCCO 或 YBCO 高温超导磁场调节线圈组成的电磁轨道 5 (d2),其产生的磁场与下侧永磁轨道 5(a1) 产生的磁场形成回路。在工作过程中,还可以通过调节电磁轨道中线圈的电流,来调节轨道气隙中的磁场,从而来调节磁悬浮系统的悬浮力和法向力。

[0028] 实施例六

[0029] 本发明实施例六的总体结构与上述实施例基本相同,不同的仅是:所述磁场加强型高温超导磁悬浮系统,由两个相对的上、下侧磁悬浮轨道,高温超导块材阵列 1,以及用于安装、冷却高温超导块材阵列的低温恒温器 4 组成。在高温超导块材阵列上没有设置高温超导充磁及磁场调节线圈。

[0030] 实施例七:

[0031] 本发明实施例七的总体结构与实施例 1-5 基本相同,如图 7 所示。不同的仅是:所述磁场加强型高温超导磁悬浮系统,由基座 8 上的磁悬浮轨道 5(a1),高温超导块材阵列 1 及其上表面的 BSCCO 或 YBCO 高温超导充磁及磁场调节线圈,以及用于安装、冷却高温超导块材阵列的低温恒温器 4 组成。

[0032] 实施例八：

[0033] 本实施例八的总体结构为上述实施例所述磁场加强型高温超导磁悬浮系统的复合结构,采用任意两组磁场加强型高温超导磁悬浮系统,通过中间的连接机构,将两者的悬浮动子连为一体,从而实现双边稳定悬浮,可用于磁悬浮列车等磁悬浮运载工具。

[0034] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以任何方式组合。

[0035] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0036] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

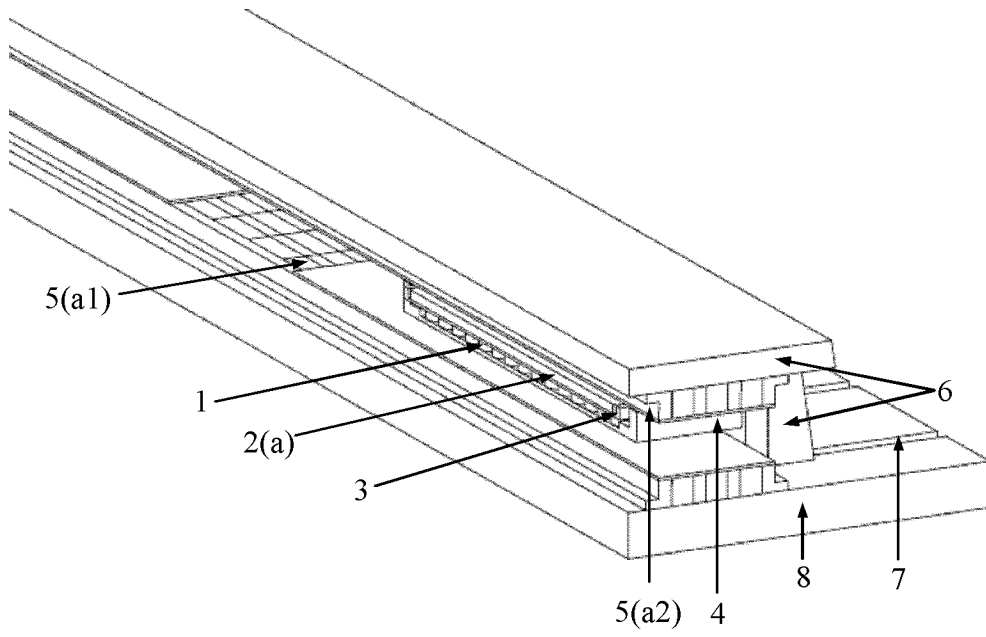


图 1

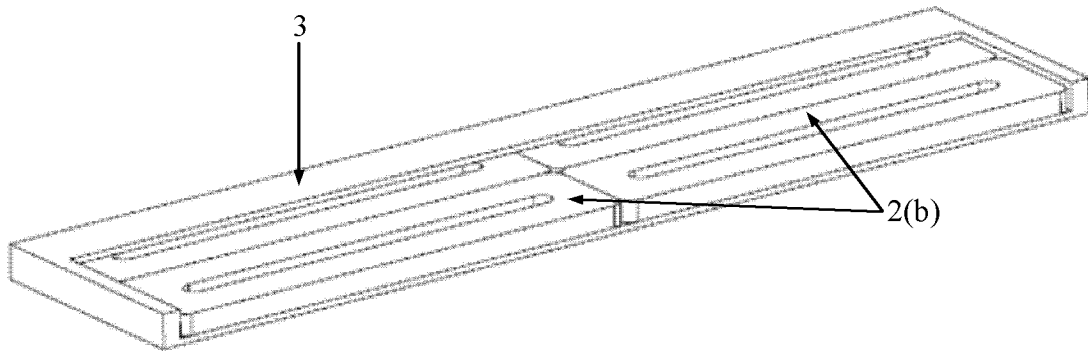


图 2

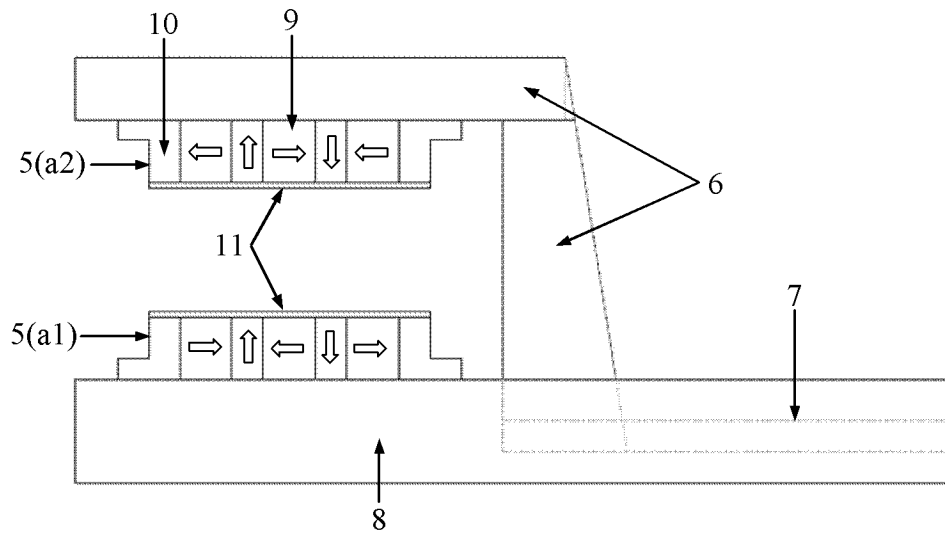


图 3

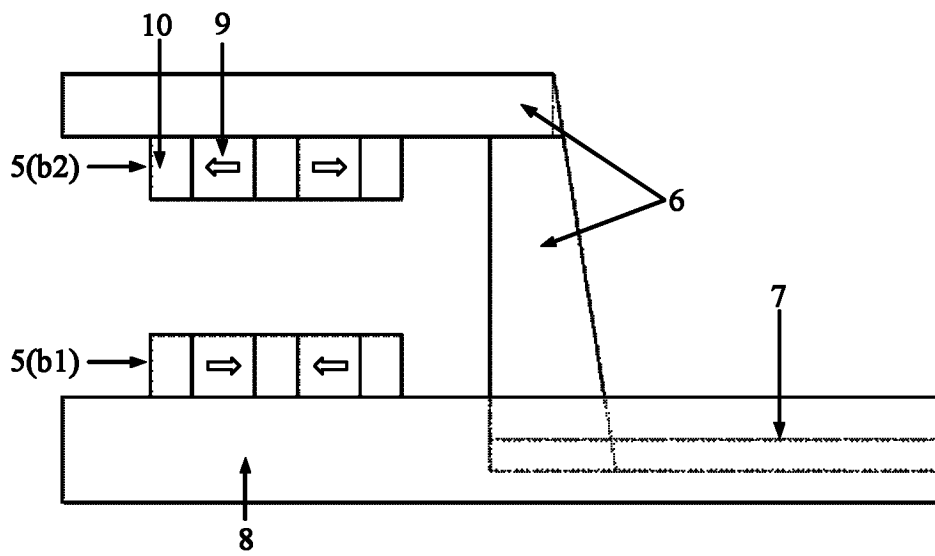


图 4

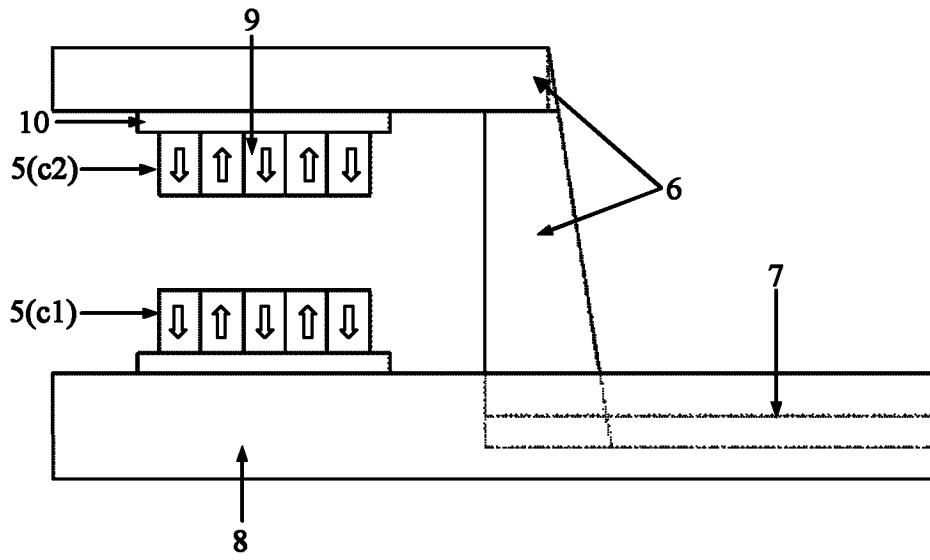


图 5

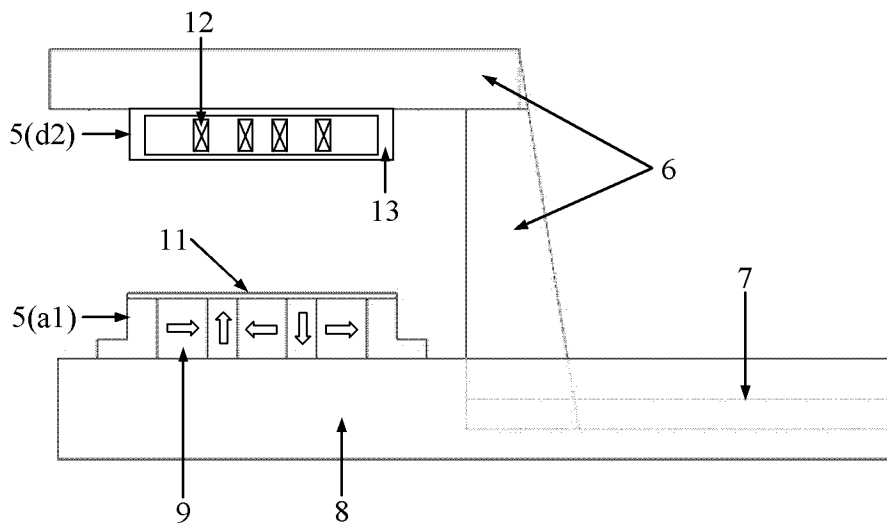


图 6

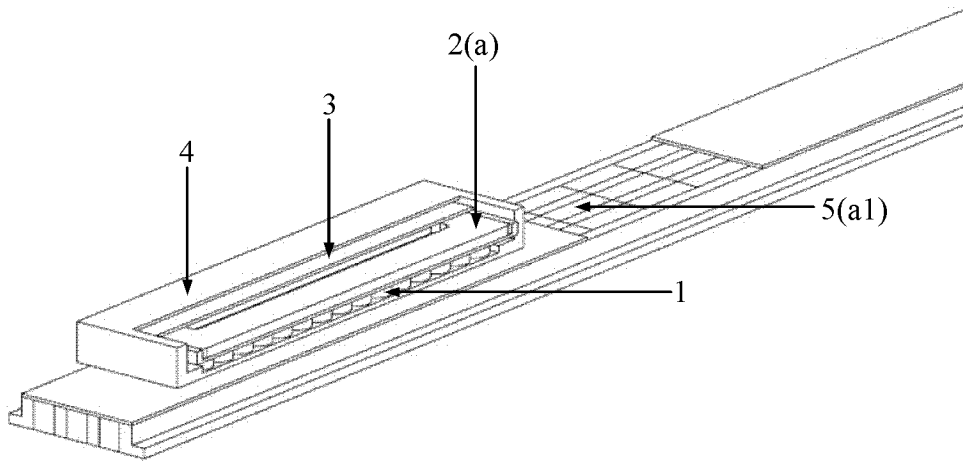


图 7