



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105375713 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201410436996.0

(22)申请日 2014.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105375713 A

(43)申请公布日 2016.03.02

(73)专利权人 香港理工大学  
地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 郑家伟 丁凯 邹宇 李思阳

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理  
有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

H02K 16/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 201846217 U,2011.05.25,  
CN 101355290 A,2009.01.28,  
CN 101752980 A,2010.06.23,  
CN 102843015 A,2012.12.26,  
CN 1108015 A,1995.09.06,  
TW I296875 B,2008.05.11,  
JP 特开平6-86515 A,1994.03.25,

审查员 梁国荣

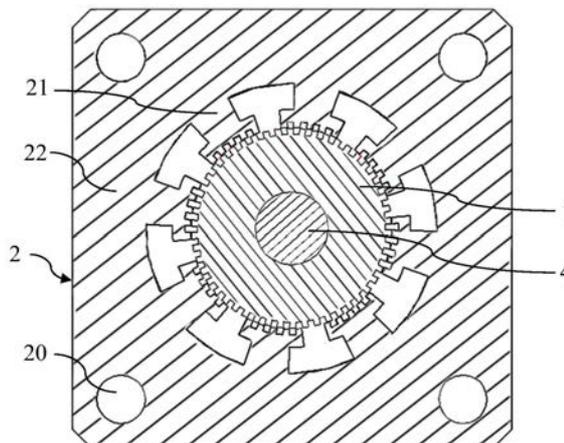
权利要求书1页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

双轴电机及双轴驱动方法

(57)摘要

一种双轴电机,包括外壳、动子轴、至少三个动子铁心组,及至少三个定子铁心,动子轴沿轴向延伸且可相对外壳沿轴向平动并沿周向转动;每个动子铁心组包括至少一个动子铁心,动子铁心固定套设在动子轴上并沿轴向间隔分布,动子铁心向外凸伸形成沿周向间隔排列的多个动子齿;每个定子铁心包括至少两个定子极组,每个定子极组包括至少一个定子极,每个定子极上绕有导线线圈;任意一个动子铁心组在轴向上与定子铁心相正对时,其他组的动子铁心在轴向上与定子铁心相错开;任意一个定子极组的多个定子齿在周向上与动子齿相正对时,其他组的定子极的定子齿在周向上与动子齿相错开。本发明的双轴电机由于不使用丝杆或传动齿轮,因而效率高、精度高。



1. 一种双轴电机,其特征在於,包括形成空腔(3S)的外壳(3)、设置在所述空腔(3S)内的动子轴(4)、至少三个动子铁心组,及安装在所述外壳(3)上的至少三个定子铁心(2),其中:

所述动子轴(4)沿轴向延伸且可相对所述外壳(3)沿轴向平动并沿周向转动;每个所述动子铁心组包括至少一个动子铁心(1),所述动子铁心(1)固定套设在所述动子轴(4)上并沿轴向间隔分布,所述动子铁心(1)向外凸伸形成沿周向间隔排列的多个动子齿(10);

每个所述定子铁心(2)包括至少两个定子极组,每个所述定子极组包括至少一个定子极(21),所述定子极(21)由所述定子铁心(2)的定子磁轭(22)向内凸伸形成,所述定子极(21)上绕有导电线圈(5);

同组的所述动子铁心(1)可同时在轴向上分别与一个所述定子铁心(2)相正对,当任意一个所述动子铁心组在轴向上分别与一个所述定子铁心(2)相正对时,其他组的所述动子铁心在轴向上与所述定子铁心(2)相错开;

每个定子极(21)朝内凸伸形成多个定子齿(210),定子齿(210)沿轴向延伸;同组的所述定子极(21)的所述多个定子齿(210)可同时在周向上分别与多个所述动子齿(10)相正对;当任意一个所述定子极组的所述多个定子齿(210)在周向上分别与多个所述动子齿(10)相正对时,其他组的所述定子极的所述多个定子齿(210)在周向上与所述动子齿(10)相错开。

2. 如权利要求1所述的双轴电机,其特征在於,所述定子齿(210)的齿厚与所述动子齿(10)的齿厚相等。

3. 如权利要求2所述的双轴电机,其特征在於,所述动子齿(10)的齿距为所述动子齿(10)齿宽的两倍,所述定子齿(210)的齿距为所述定子齿(210)齿宽的两倍。

4. 如权利要求1所述的双轴电机,其特征在於,所述定子齿(210)的齿宽与所述动子齿(10)的齿宽相等。

5. 如权利要求1所述的双轴电机,其特征在於,所述外壳(3)包括一个首段(31)、至少两个中段(32)以及一个尾段(33),一个所述定子铁心(2)的轴向两端分别与所述首段(31)和一个所述中段(32)形成可拆卸的连接,一个所述定子铁心(2)的轴向两端分别与所述尾段(33)和一个所述中段(32)形成可拆卸的连接,每两个相邻的所述中段(32)分别与一个所述定子铁心(2)的轴向两端形成可拆卸的连接。

6. 如权利要求5所述的双轴电机,其特征在於,至少两个插销(30)分别贯穿并固定连接所述首段(31)、所述中段(32)、所述尾段(33)及所述定子铁心(2)。

7. 如权利要求1所述的双轴电机,其特征在於,当一个所述定子极组的所述定子齿(210)在周向上与多个所述动子齿(10)相正对时,其他各个所述定子极组上的所述定子齿(210)与相对应的所述动子齿(10)之间所成角度均相同。

8. 如权利要求1所述的双轴电机,其特征在於,当一个所述定子极组的所述定子齿(210)在周向上与多个所述动子齿(10)相正对时,其他各个所述定子极组上的所述定子齿(210)与相对应的所述动子齿(10)之间所成角度可组成等差数列。

9. 如权利要求7至8中任意一项所述的双轴电机,其特征在於,每个所述定子铁心(2)向内凸出形成共偶数个所述定子极(21),所述定子极(21)沿周向均匀分布,每个所述定子极组包括位于直径两端的两个所述定子极(21)。

## 双轴电机及双轴驱动方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机领域,特别是涉及一种双轴电机及双轴驱动方法。

### 背景技术

[0002] 双轴(二自由度)驱动在许多领域都有着具有重要的应用,如在光伏发电系统中,为适应日照角度的变化而对采光面进行实时调节以获得最大的采光效率;还如在雕刻行业中,对自动雕刻机的刀头的多重控制;双轴驱动在3D打印领域也有着潜在的应用前景。传统的双轴驱动主要是通过两个旋转电机或直线电机在不同方向上的组合联动而实现的,采用这种驱动方式的电机必然要使用多个丝杆或传动齿轮,而由于齿侧间隙的存在以及齿轮或丝杆传动时带来的能量损耗,进而使得电机驱动精度和驱动效率的较低。

[0003] 因此,如何提供一种精度和效率较高的双轴电机及双轴驱动方法成为亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术中双轴电机的上述缺陷,提供一种精度和效率较高的双轴电机及双轴驱动方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是,提供一种双轴电机,包括形成一空腔的外壳、设置在所述空腔内的动子轴、至少三个动子铁心组,及安装在所述外壳上的至少三个定子铁心,其中:

[0006] 所述动子轴沿轴向延伸且可相对所述外壳沿轴向平动并沿周向转动;每个所述动子铁心组包括至少一个动子铁心,所述动子铁心固定套设在所述动子轴上并沿轴向间隔分布,所述动子铁心向外凸伸形成沿周向间隔排列的多个动子齿;

[0007] 每个所述定子铁心包括至少两个定子极组,每个所述定子极组包括至少一个定子极,所述定子极由所述定子铁心的定子磁轭向内凸伸形成,所述定子极上绕有导电线圈;

[0008] 同组的所述动子铁心可同时在轴向上分别与一个所述定子铁心相正对,当任意一个所述动子铁心组在轴向上分别与一个所述定子铁心相正对时,其他组的所述动子铁心在轴向上与所述定子铁心相错开;

[0009] 同组的所述定子极的所述多个定子齿可同时在周向上分别与多个所述动子齿相正对;当任意一个所述定子极组的所述多个定子齿在周向上分别与多个所述动子齿相正对时,其他组的所述定子极的所述多个定子齿在周向上与所述动子齿相错开。

[0010] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,所述定子齿的齿厚与所述动子齿的齿厚相等。

[0011] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,所述动子齿的齿距为所述动子齿齿宽的两倍,所述定子齿的齿距为所述定子齿齿宽的两倍。

[0012] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,所述定子齿的齿宽与所述动子齿的齿宽相等。

[0013] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,所述外壳包括一个首段、至少两个中段以及一个尾段,一个所述定子铁心的轴向两端分别与所述首段和一个所述中段形成可拆卸的连接,一个所述定子铁心的轴向两端分别与所述尾段和一个所述中段形成可拆卸的连接,每两个相邻的所述中段分别与一个所述定子铁心的轴向两端形成可拆卸的连接。

[0014] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,至少两个插销分别贯穿并固定连接所述首段、所述中段、所述尾段及所述定子铁心。

[0015] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,当一个所述定子极组的所述定子齿在周向上与多个所述动子齿相正对时,其他各个所述定子极组上的所述定子齿与相对应的所述动子齿之间所成角度均相同。

[0016] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,当一个所述定子极组的所述定子齿在周向上与多个所述动子齿相正对时,其他各个所述定子极组上的所述定子齿与相对应的所述动子齿之间所成角度可组成等差数列。

[0017] 优选地,在根据本发明所述的双轴电机中,每个所述定子铁心向内凸出形成共偶数个所述定子极,所述定子极沿周向均匀分布,每个所述定子极组包括位于直径两端的两个所述定子极。

[0018] 本发明还提供了一种双轴驱动的方法,包括:

[0019] 使沿轴向分布的至少两个不同定子铁心的导电线圈交替通电,以对固定在所述动子轴上并沿轴向分布的多个动子铁心的至少一个产生轴向的磁吸引力,进而驱动所述动子轴沿轴向平动;

[0020] 使至少一个所述定子铁心的至少一个定子极上的导电线圈,和至少一个所述定子铁心的至少一个另外的所述定子极上的导电线圈之间交替通电,以对所述定子极上中的至少一个产生周向的磁吸引力,进而驱动所述动子轴沿周向转动。

[0021] 本发明创造性地将定子极细分为定子齿,通过对导电线圈的通断控制,可以使得动子在周向的旋转运动;并同时设置至少三个定子铁心和至少三个动子铁心可使得动子在周向的平移运动,即实现了双轴运动,并同时具有较小的磁漏。与传统的双轴电机相比,本发明的双轴电机由于不使用丝杆或传动齿轮,因而效率高、精度高。

## 附图说明

[0022] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0023] 图1为本发明优选实施例的双轴电机的立体结构示意图。

[0024] 图2为本发明优选实施例的双轴电机的纵向结构示意图。

[0025] 图3为本发明优选实施例的双轴电机的横向结构示意图。

[0026] 图4为本发明优选实施例的双轴电机的动子铁心的横向结构示意图。

[0027] 图5为本发明优选实施例的双轴电机的定子铁心的横向结构示意图。

[0028] 图6为本优选实施例的双轴电机的定子齿与动子齿的相互关系示意图。

[0029] 图7为本优选实施例的双轴电机的定子铁心和动子铁心的横向结构示意图。

[0030] 图8为本发明另一优选实施例的双轴电机的定子铁心与动子铁心处于某一相对位置时在轴向上的位置关系示意图。

[0031] 图9为图8中所示的定子铁心与动子铁心处于另一相对位置时在轴向上的位置关

系示意图。

[0032] 图10是本发明再一优选实施例的双轴电机的定子铁心与动子铁心处于某一相对位置时在轴向上的位置关系示意图。

[0033] 图11是本发明又一优选实施例的双轴电机的动子铁心与定子铁心的轴向上的位置关系示意图。

### 具体实施方式

[0034] 绕在定子铁心上的导电线圈在通电时产生的磁场吸引动子铁心,动子铁心会在磁场作用下向磁阻最小的状态变化,因此可产生电磁拉力或转矩。基于该原理,本发明的要点是,在动子轴上设置数个动子铁心,并相应地设置数个定子铁心,通过控制不同定子铁心上绕有的导电线圈的电流通断,以驱动动子轴在轴向上的平动;每个定子铁心上还设置数个定子极,每个定子极上设置有多个定子齿,通过控制不同定子极上绕有的导电线圈的电流通断,以驱动动子轴在周向上的转动。

[0035] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0036] 如图1所示,为图1为本发明优选实施例的双轴电机的立体结构示意图。本实施例的双轴电机,包括外壳3,外壳3形成一空腔3S。其中,外壳3顺次地包括一个首段31、两个中段32和一个尾段33。一个定子铁心2的轴向两端分别与首段31与一个中段32连接,一个定子铁心2的轴向两端分别尾段33与一个中段32连接,每两个相邻的中段32分别与一个定子铁心2的轴向两端连接。简单来说,即按照首段31、定子铁心2、中段32、定子铁心2、中段32、定子铁心2、尾段34沿轴向顺次连接。

[0037] 在首段31和尾段34的外端上,分别固定有一个轴承41,动子轴4的两端分别与一个轴承41轴承连接,以使动子轴4在驱动力的作用下可相对壳体3沿轴向平移滑动,以及沿周向转动。本说明书中所说的轴向为动子轴4的延伸方向,也可称为纵向;而横向与纵向相正交,周向即为在横向平面上以动子轴4为圆心的圆周的切线方向。

[0038] 在动子轴4上固定套设有五个动子铁心1。这五个动子铁心1在轴向上间隔分布。本实施例的五个动子铁心1在轴向上等距分布。当任意一个动子铁心1在轴向上与一个定子铁心2相正对时,其他的动子铁心1在轴向上与定子铁心2相错开。

[0039] 请结合参阅图3、图4、图5。图3为本发明优选实施例的双轴电机的横向结构示意图,图4为本发明优选实施例的双轴电机的动子铁心的横向结构示意图,图5为本发明优选实施例的双轴电机的定子铁心的横向结构示意图。其中,定子铁心2包括定子磁轭22和定子磁轭22向内凸伸而成的八个定子极21。在横向截面上,定子磁轭22外围为方形,内围为环形。每个定子极21朝内凸伸形成五个定子齿210,这些定子齿210沿轴向延伸。各定子极21上的定子齿210具有固定齿距。这些定子齿210的内围围成一个柱形空间。

[0040] 在定子铁心2的四角上,各开设有一个通孔20。在首段31、中段32和尾段34的轴向相对位置也相应开设有通孔。四个插销30贯穿这些通孔并将定子铁心2与壳体3相固定,并可拆卸。由此则使得整个电机模块化,可根据轴向负载的大小适当调整电机在轴向上的长度。在其他的一些实施例中,插销30及对应的通孔最少可减至两个。

[0041] 动子铁心1和动子轴4安装在该柱形空间中。动子铁心1包括动子磁轭,该动子磁轭的横截面为环形。动子铁心1还包括由动子磁轭的整个外周上凸伸出的五十个等距分布的动子齿10,即动子齿10也具有固定齿距。

[0042] 上述定子齿21的齿宽W2与动子齿10的齿宽W1相等,以使得在轴向上的定位较为精准。在其他的一些实施例中,定子齿的齿宽W2与动子齿的齿宽W1还可不相等。

[0043] 动子齿10的外围和定子齿210的内围之间形成薄状气隙。动子齿10的齿距和定子齿210的齿距所对应的圆周角相同,均为常数 $\theta_0$ 。由于气隙很薄,因而动子齿10的齿距 $L_p$ 与定子齿210的齿距 $L'_p$ 大致相同。或者在其他的一些实施例中使动子齿10的齿距 $L_p$ 与定子齿210的齿距 $L'_p$ 相同,而其所分别对应的圆周角大致相同。薄状气隙所造成的微小差异可以忽略不计。

[0044] 由于上述设置,使得当任意一个定子极21上的任意一个定子齿210与动子齿10同步地正对或错开,即当任意一个定子极21上的任意一个定子齿210与任意一个动子齿10正对时,该定子极21上的其他所有定子齿210均与一个动子齿10正对;当任意一个定子极21上的任意一个定子齿210与任意一个动子齿10错开时,该定子极21上的其他所有定子齿210均与一个动子齿10错开。也就是说,一个定子极21的所有定子齿210均与相对应的动子齿10之间所成角度 $\theta$ 相同。请参阅图6,“相对应的动子齿210”指的是,在指定某一定子齿210与某一动子齿10相对应时,该定子齿210的顺时针方向一侧的第N个定子齿210与该动子齿10顺时针方向一侧的第N个定子齿210均相对应,其中N为正整数。例如在图6中,当指定定子齿210a与动子齿10a相对应时,定子齿210a顺时针方向一侧的第一个定子齿210b与动子齿10a顺时针方向一侧的第一个动子齿10b也相对应,并可以此类推。或者说直接指定按照相同的顺时针或逆时针方向连续的(N+1)个定子齿和(N+1)个动子齿对应,这些说法都是等效的。

[0045] 其中,当该角度 $\theta$ 为零时,即所谓定子齿210与动子齿10正对;当该角度 $\theta$ 不为零时,即所谓定子齿210与动子齿10错开。

[0046] 优选地,动子齿10的齿距 $L_p$ 为其齿厚 $L_s$ 的两倍,亦即其齿厚 $L_s$ 与齿槽宽 $L_e$ 相等。优选地,定子齿210的齿距 $L'_p$ 为动子齿10的齿厚的两倍,亦即动子齿10的齿厚与齿槽宽相等。这些设置可以使得本发明的双轴电机在周向上的定位更加精准。

[0047] 请参阅图7,为本优选实施例的双轴电机的定子铁心和动子铁心的横向结构示意图。在本实施例中,将两个在直径两端正对的两个定子极分为一组。为便于区分和描述,将分组后八个定子极重新标示为a和a' (A组)、b和b' (B组)、c和c' (C组)、d和d' (D组)。同组两个定子极上的定子齿210则同步地与动子齿10正对和错开,定子齿210同步地与动子齿10正对和错开的不同定子极则同组。

[0048] 每个定子极上都绕有导电线圈5,基于导电线圈在通电时产生的磁场可吸引并使动子铁心向磁阻最小的位置运动的原理,当在A组上的导电线圈5通电、其他组不通电时,动子轴4会在磁力作用下运动至磁阻最小的位置,即图3和图7所示的位置。其中,定子极a和定子极a'上的导电线圈5通电后,其所激励的磁场的磁极相对于圆周来说地相反的(即一个磁极的N极指向圆心,另一个磁极的N极背离圆心),以形成磁阻较小的闭合路径。此时,A组的定子齿210与动子齿10正对,其他组的定子齿210与动子齿10错开一定角度,且B、C、D组中定子齿210均与相对应的动子齿10之间所成角度 $\theta$ 不同。这种设置可简称为四相八极。

[0049] 此时,若对A组断电,而对D组通电,则在磁力作用下,动子轴4会逆时针旋转,直至D

组的定子齿210与动子齿10正对；此时，若对A组断电，而对B组通电，则在磁力作用下，动子轴4会顺时针旋转，直至B组的定子齿210与动子齿10正对。每个定子极组上的导电线圈5通电后，动子轴4转动的终点位置可称为一个转动定位点。

[0050] 为使得这些转动定位点能够均匀覆盖整个圆周，本领域的技术人员容易理解的是，可在A组的定子齿210与动子齿10正对时，调整其他定子齿的位置，使得其他组的定子齿210与相对应的动子齿10所成角度 $\theta$ 可组成一等差数列。例如，在本实施例中，一共五十个动子齿10即动子齿10的齿距对应的圆周角 $\theta_0$ 为7.2度，因此可使得B、C、D组的定子齿210均与相对应的动子齿10之间所成角度 $\theta$ 分别为1.8度、3.6度和5.4度。该等差数列的公差为1.8度，即7.2度的四分之一。

[0051] 在其他的一些实施例中，可以设置为两相八极，如将a、a'、b和b'（设置为一组，b、b'、d和d'设置为一组。当一个定子极组的定子齿210与动子齿10正对时，另一个定子极组的定子齿210与相对应的动子齿10所成角度 $\theta$ 为 $\theta_0$ 的二分之一，即3.6度。

[0052] 在其他的一些实施例中，容易理解的是还可以类似地设置为两相四极，这样当一个定子极组的定子齿210与动子齿10正对时，另一个定子极组的定子齿210与相对应的动子齿10所成角度 $\theta$ 也为 $\theta_0$ 的二分之一。

[0053] 容易理解的是，在其他的一些实施例中，动子极的个数还可为五十之外的其他数目。在极端情况下，定子极的组数可减少至两个，这样，动子轴在周向上至少会有两个转动定位点，即可完成周向的驱动动作，并具有自启动能力。每个定子极上的定子齿数目可减少至两个。每个定子极组可只包括一个定子极，但较佳的方案是每个定子极组至少包括两个定子极，以形成磁阻尽量小的回路；当每个定子极组包括且仅包括位于直径两端的两个定子极时，每个定子铁心一共有偶数个定子极。更佳的方法是，每组包括 $2^n$ 个定子极，其中n为大于或等于1的整数，例如每组可包括2个、4个或8个定子极等。容易理解的是，在其他的一些实施例中，各个定子极组所包含的定子极的数目还可不相同，也可为 $2^n$ 以外的数目。

[0054] 以上终点描述的是在周向上的驱动。在轴向上的驱动原理与之类似，因为在将上述转动的圆周的曲率无限增大后，即可将上述沿周向的转动也可看作是沿圆周切线方向上的平动。

[0055] 如图8所示，为本发明另一优选实施例的双轴电机的定子铁心与动子铁心处于某一相对位置时在轴向上的位置关系示意图。其中，左右方向即对应于轴向。该实施例的双轴电机共设置有五个动子铁心，以及五个定子铁心1a、1b、1c、1d和1e。这五个动子铁心分为E组（包括动子铁心e、e'和e''）和F组（包括动子铁心f和f'）。E组通电、F组不通电后动子铁心与定子铁心的轴向位置关系即如图8所示。E组通电、F组不通电时，定子铁心1a、1c、和1e产生激励磁场，定子铁心1b和1d不产生激励磁场。由于E组动子铁心相距定子铁心1a、1c、和1e的距离较近，因此定子铁心1a、1c、和1e主要对E组动子铁心产生磁力，吸引E组动子铁心并带动整个动子轴和其他动子铁心一同朝着磁阻最小的位置动至图8所示的相对位置。运动到位时，E组动子铁心的各动子铁心分别与一个定子铁心相正对，即动子铁心e与定子铁心1a相正对、动子铁心e'与定子铁心1c相正对、动子铁心e''与定子铁心1e相正对。而动子铁心f与定子铁心1b相错开、动子铁心f'与定子铁心1d相错开。

[0056] 此时，使E组断电、F组通电后，定子铁心1a、1c、和1e不产生激励磁场，定子铁心1b和1d产生激励磁场。由于F组动子铁心相距定子铁心1a、1c、和1e的距离较近，因此定子铁心

1b和1d主要对F组动子铁心产生磁力,吸引F组动子铁心并带动整个动子轴和其他动子铁心一同朝着磁阻最小的位置向左运动至图9所示的相对位置。运动到位时,F组动子铁心的各动子铁心分别与一个定子铁心相正对,即动子铁心f与定子铁心1b相正对、动子铁心f'与定子铁心1d相正对。而动子铁心e与定子铁心1a相错开、动子铁心e'与定子铁心1c相错开、动子铁心e''与定子铁心1e相错开。

[0057] 动子铁心与定子铁心的轴向位置关系即如图9所示。图9中的左右方向对应于轴向。

[0058] 图8中,同组的动子铁心与相对应的定子铁心之间的轴向偏移距离L相同,L带有正负符号。“相对应的定子铁心”的意思是,当指定某一动子铁心与某一定子铁心相对应时,该动子铁心轴向一侧的第M个动子铁心与该定子铁心轴向的相同一侧的第M个定子铁心也相对应。例如,当指定动子铁心f与定子铁心1b相对应时,动子铁心f的右侧一端的第二个动子铁心f'也为F组,定子铁心1b右侧一端的第二个定子铁心为定子铁心1c,因此动子铁心f'与定子铁心1c也相对应。这里之所以指定动子铁心f与定子铁心1b相对应,是因为在其他的一些实施例中,还可以指定动子铁心f与定子铁心1d相对应。相应地,当指定动子铁心f与定子铁心1d相对应时,动子铁心f'则与定子铁心1d右方的第二个定子铁心相对应。图8中定子铁心数目有限,使定子铁心1d右方无可显示的定子铁心与动子铁心f'相对应。但容易想象地是,在其他实施例中,如定子铁心相应增加数个时,则显然可以有定子铁心与之对应。

[0059] 任意一个定子铁心上的任意一个定子极上的导电线圈5通电时,还会使动子轴4在轴向上向对应的轴向定位点运动。该轴向定位点为该定子铁心的中线与动子铁心的中线正对的位置。在极端情况下,定子铁心的组数可减至三个,每组可只包括一个定子铁心。这样,动子轴在轴向上至少会有三个平动定位点,即可完成轴向的驱动动作。

[0060] 由于运动具有相对性,因此还可以将定子铁心和动子铁心的轴向位置相互换,即在定子铁心的轴向对应位置设置动子铁心,而反在动子铁心的轴向位置设置定子铁心,这样也可以达到相同(仅仅是方向相反)的轴向定位效果。当每个动子铁心组只包括一个动子铁心时,相邻各动子铁心之间的间距相同,互换后依然相同;而当每个动子铁心组包括两个以上的动子铁心时,相邻各动子铁心之间的间距则会有差异,即并不是等间距,互换后的相邻的定子铁心的间距也因而不同。如图10所示,为本发明的再一优选实施例的双轴电机的定子铁心与动子铁心处于某一相对位置时在轴向上的位置关系示意图,其可由图8中的动子铁心和定子铁心互换相对位置后得到。

[0061] 图11为本发明又一优选实施例的双轴电机的动子铁心与定子铁心的轴向上的位置关系示意图。如图所示,动子铁心有5个,分别为1a,1b,1c,1d和1e。定子铁心有3个,分别为A,B和C,其均各自组成一个定子铁心组。其在某个位置的特征为:动子铁心1c与定子铁心B对齐,动子铁心1b与定子铁心A错开并与定子铁心A右侧有重叠,动子铁心1d与定子铁心C错开并与定子铁心C左侧有重叠。若动子铁心与定子铁心的齿宽相等且均为w,定子铁心与相邻定子铁心之间间隔为d,动子铁心与相邻动子铁心之间间隔也优选为w,则有 $d = m * w - w / n$ ,其中 $m, n = 1, 2, 3 \dots$ 。

[0062] 以图11为例,若依次给定子铁心C、B、A励磁通电(某个定子铁心通电时,其他定子铁心断电),则动子铁心及动子轴会向右移动;反之,若依次给定子铁心A、C、B励磁通电,则动子铁心及动子轴向左移动。

[0063] 基于上述对本发明的双轴电机的描述,本发明的双轴驱动的方法可相应总结为:

[0064] 使沿轴向分布的至少两个不同定子铁心2的导电线圈5交替通电,以对固定在动子轴4上并沿轴向分布的多个动子铁心1的至少一个产生轴向的磁吸引力,进而驱动动子轴4沿轴向平动;

[0065] 使至少一个定子铁心2的至少一个定子极21上的导电线圈5,和至少一个定子铁心2的至少一个另外的定子极21上的导电线圈5之间交替通电,以对定子极21上中的至少一个产生周向的磁吸引力,进而驱动动子轴4沿周向转动。

[0066] 至此,本领域的技术人员已经能够根据以上说明书的内容实施本发明。本发明创造性地将定子极细分为定子齿,通过对导电线圈的通断控制,可以使得动子在周向的旋转运动;并同时设置至少三个定子铁心和至少三个动子铁心可使得动子在周向的平移运动,即实现了双轴运动,并同时具有较小的磁漏。与传统的双轴电机相比,本发明的双轴电机由于不使用丝杆或传动齿轮,因而效率高、精度高。

[0067] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应该包含在本发明的保护范围之内。

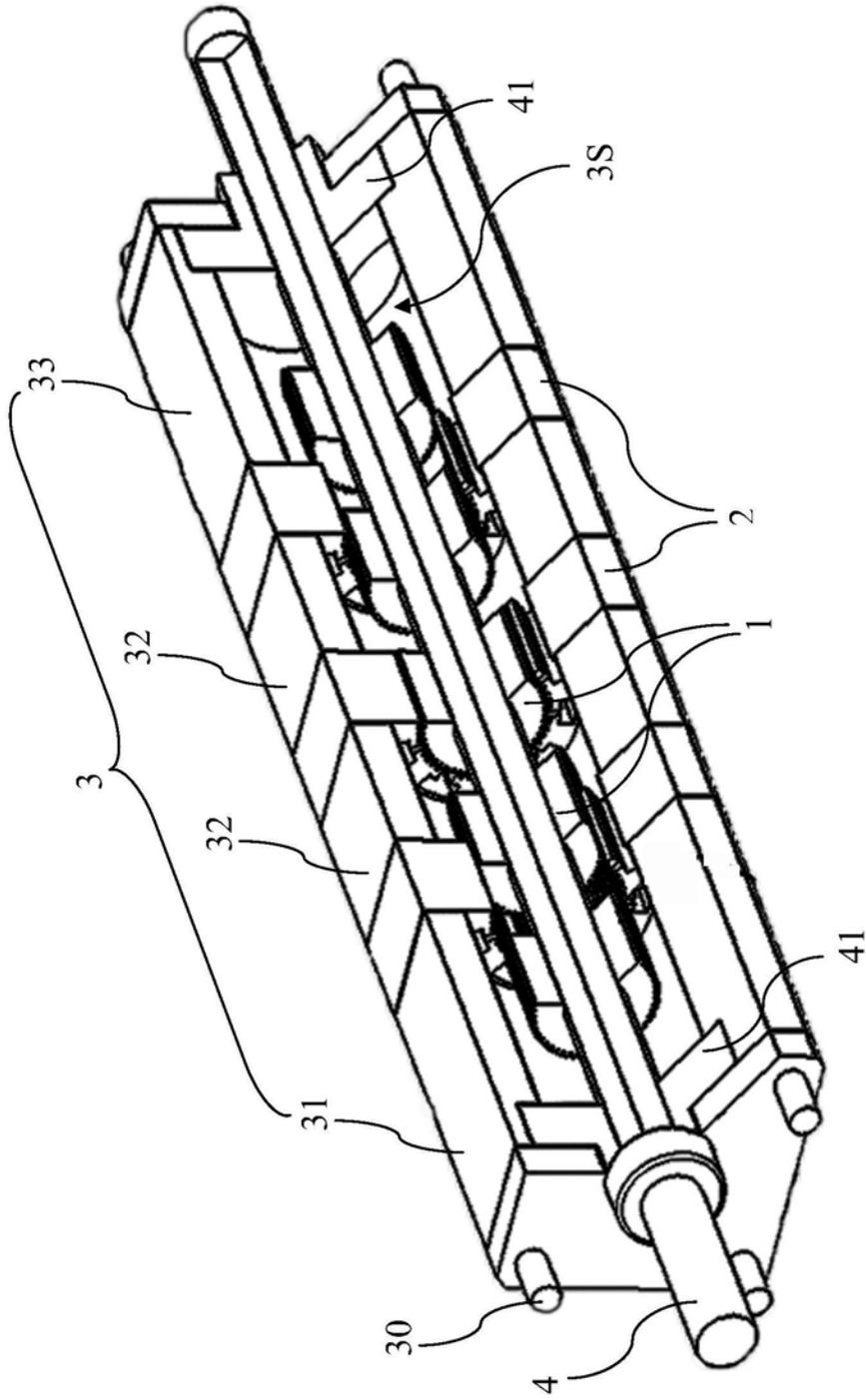


图1

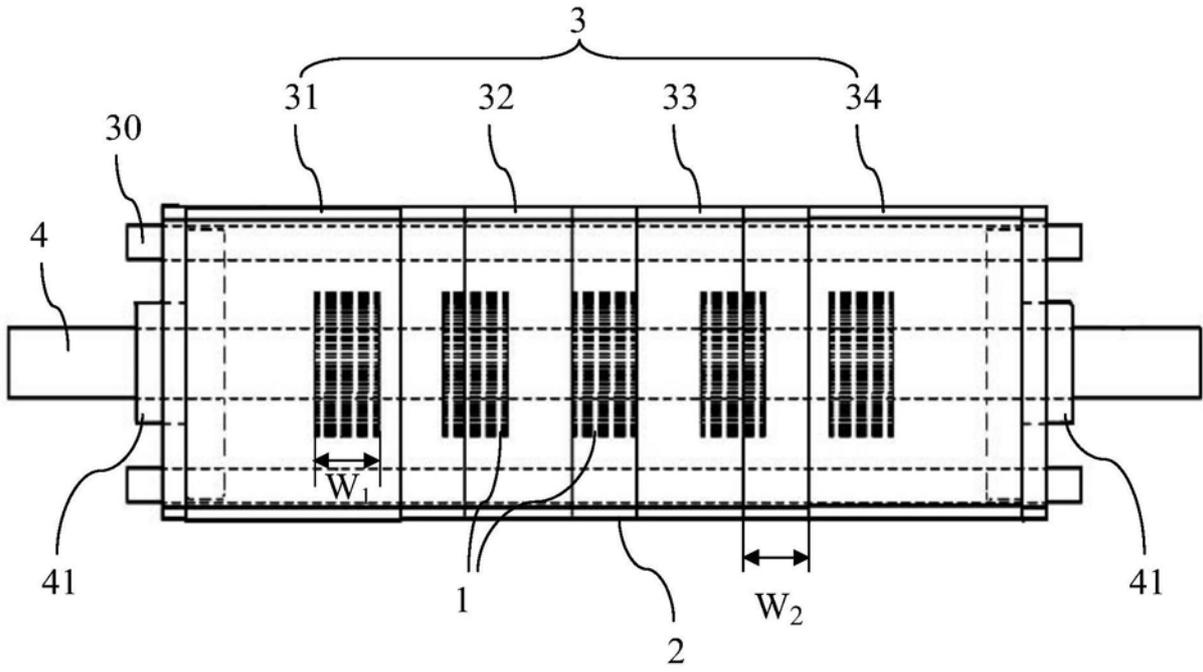


图2

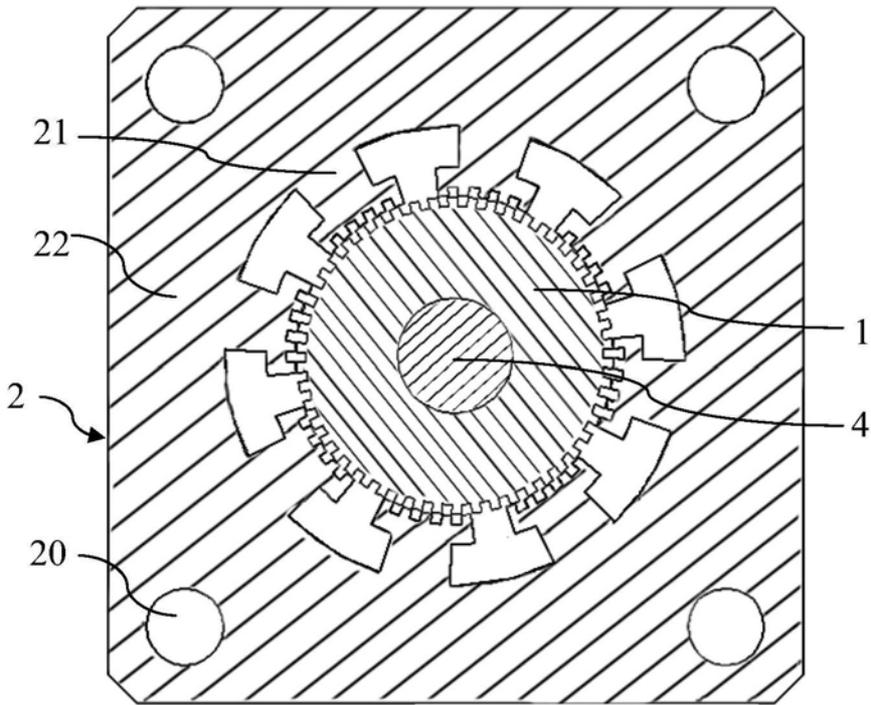


图3

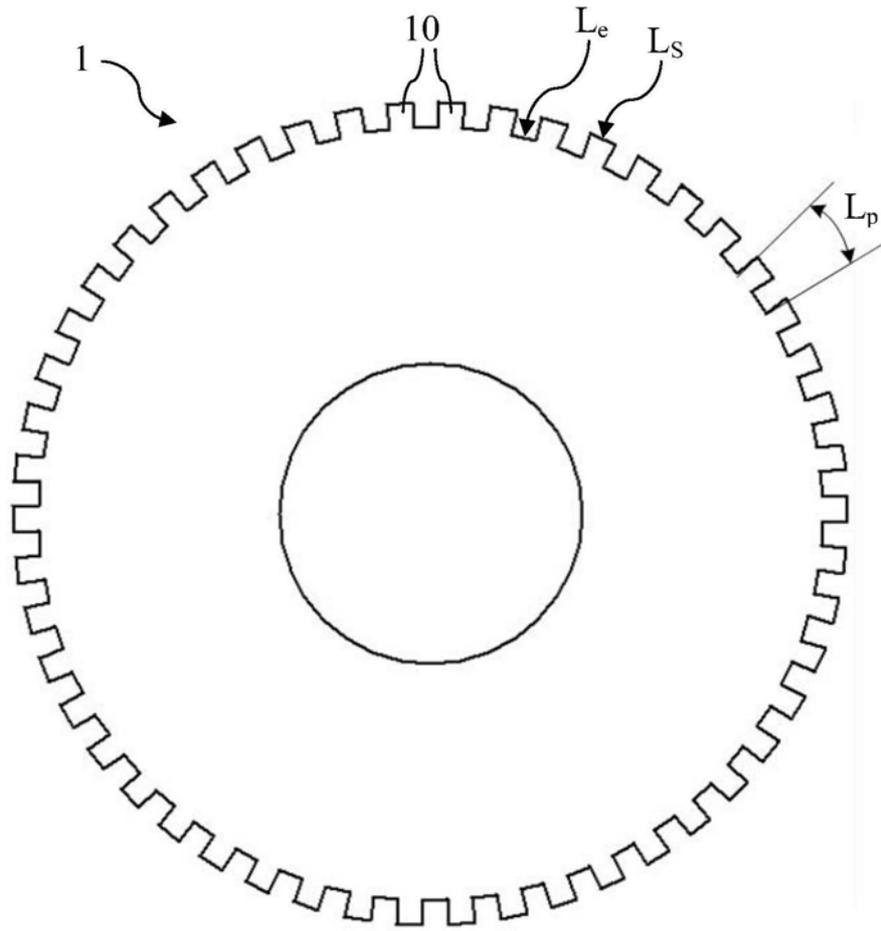


图4

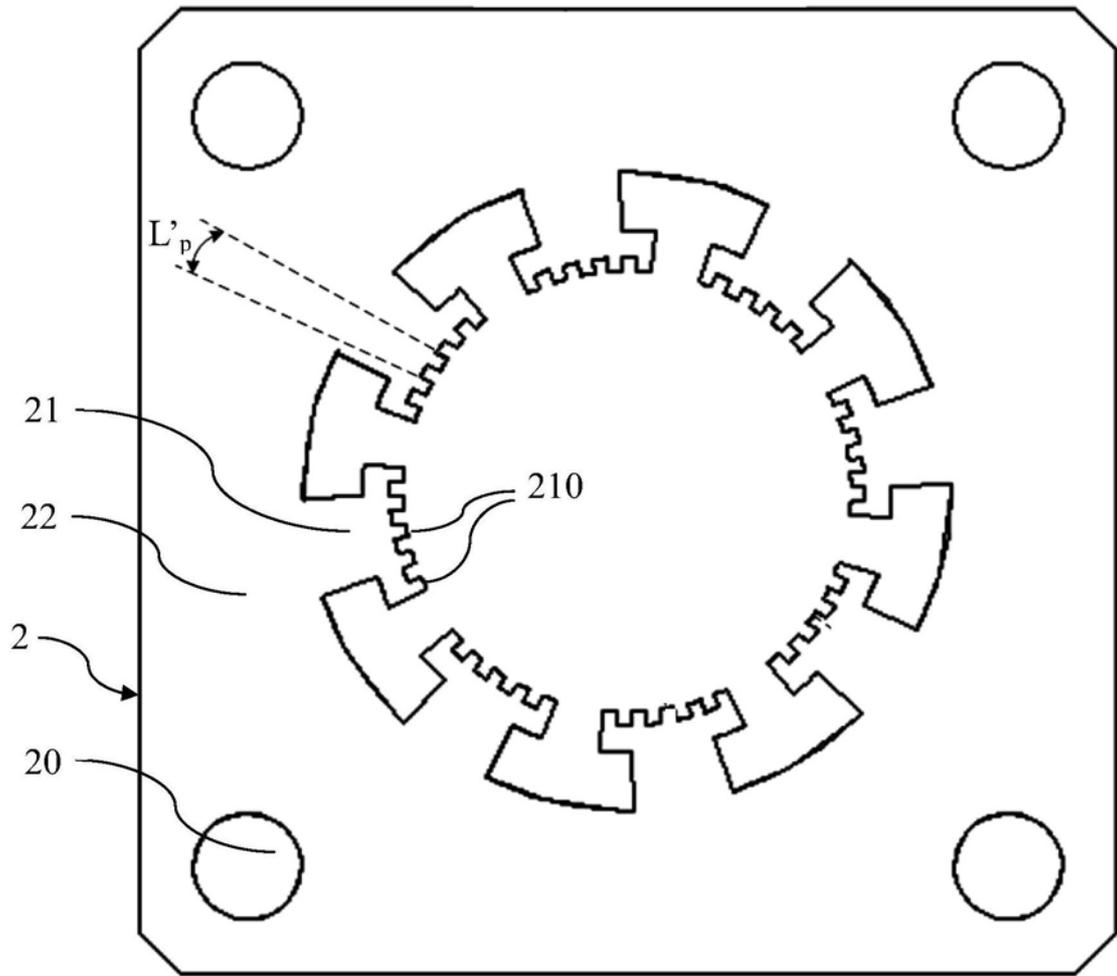


图5

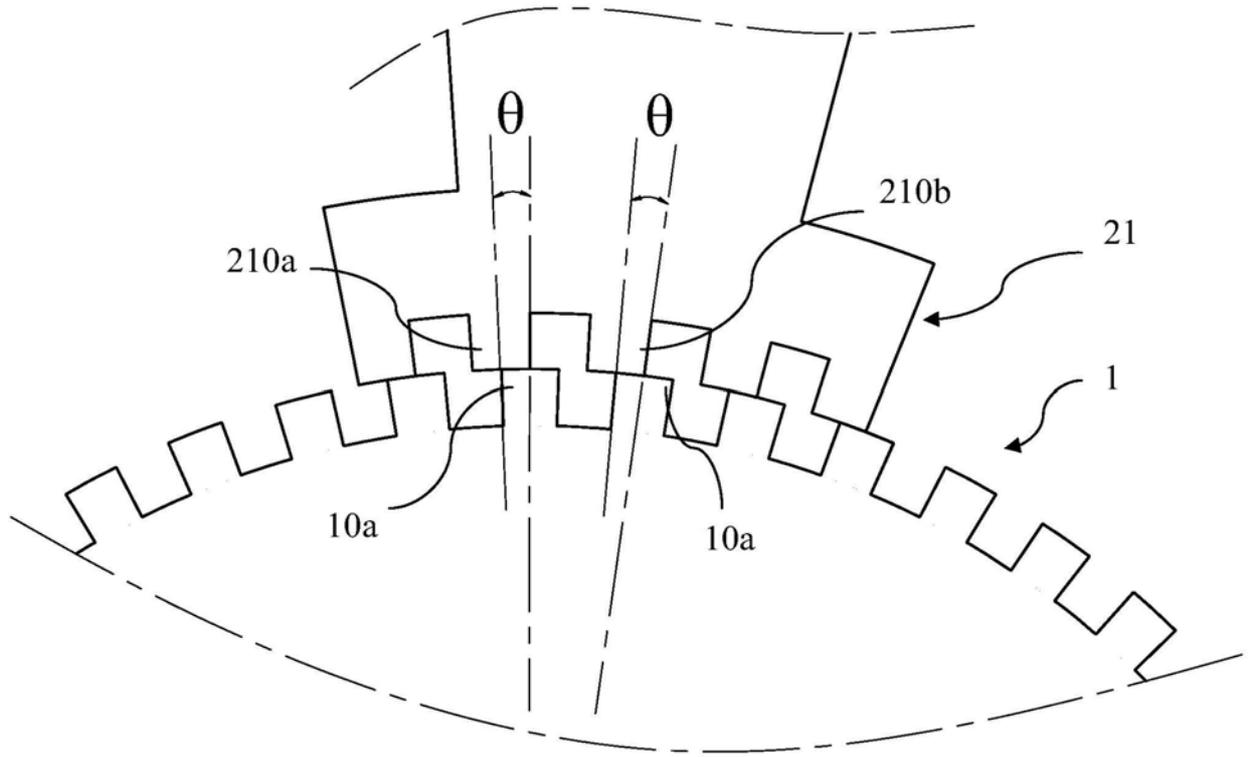
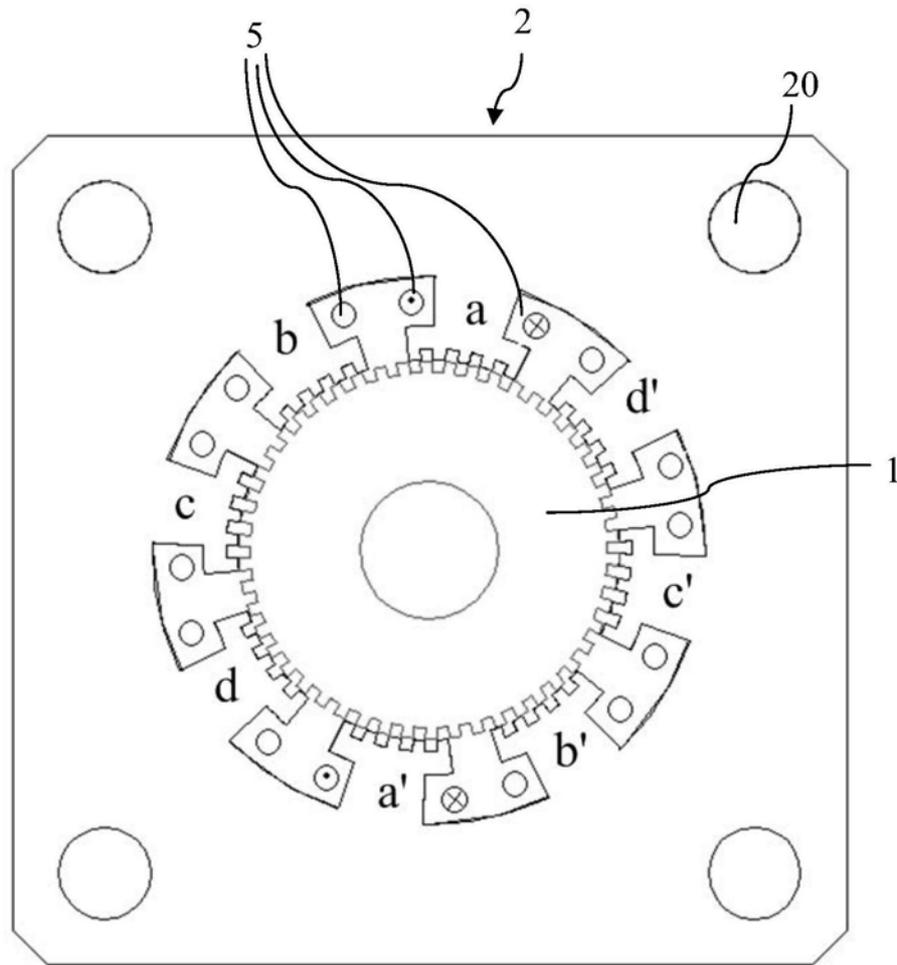


图6



○ 无电流

⊗ 正向电流

⊙ 反向电流

图7

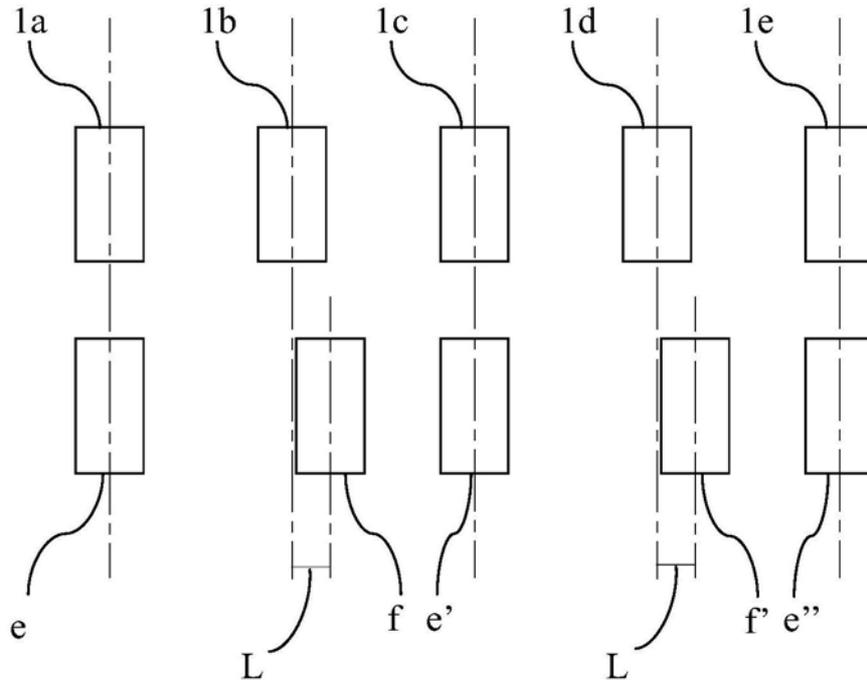


图8

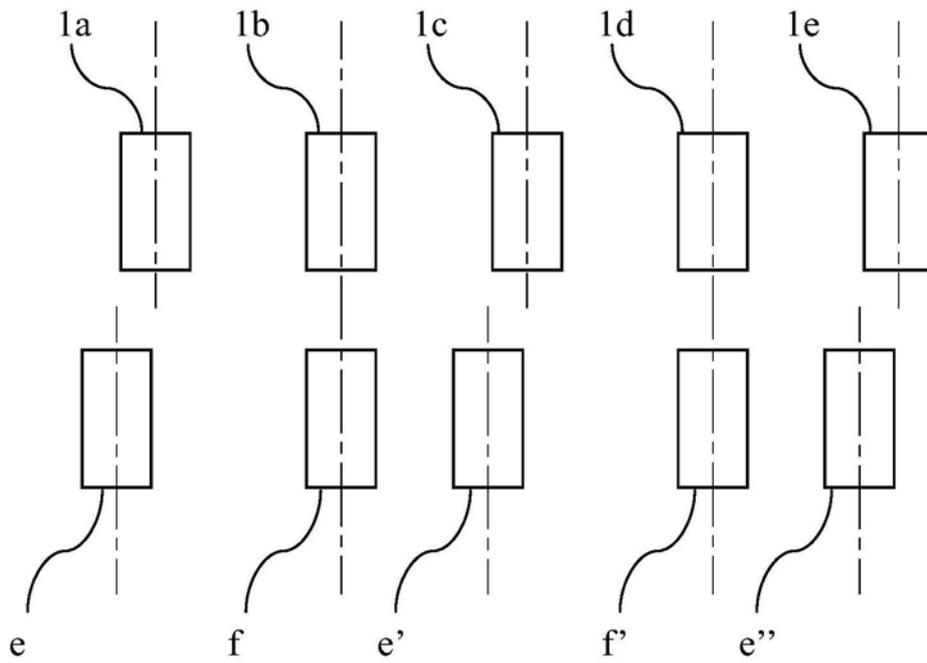


图9

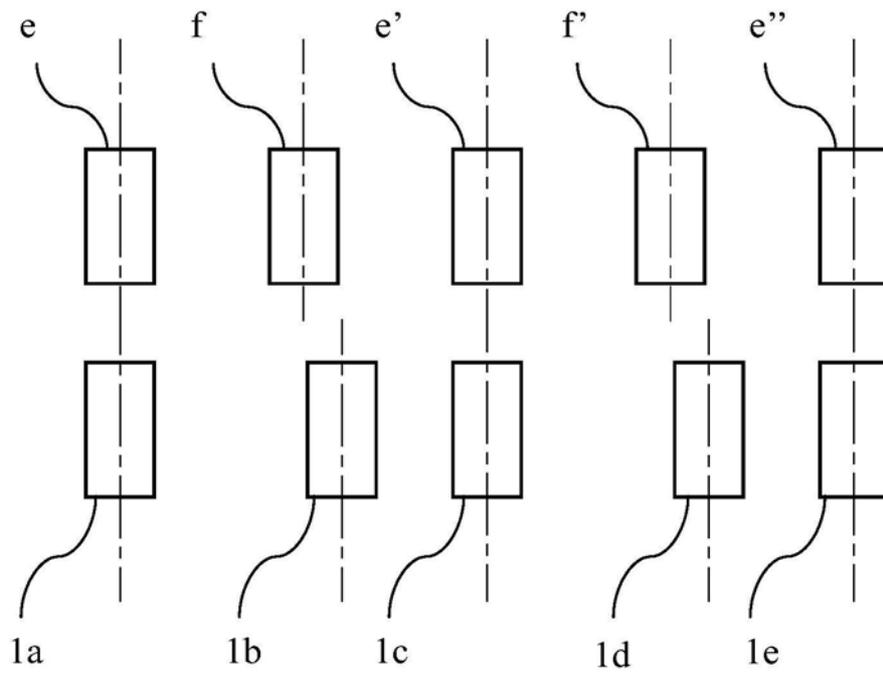


图10

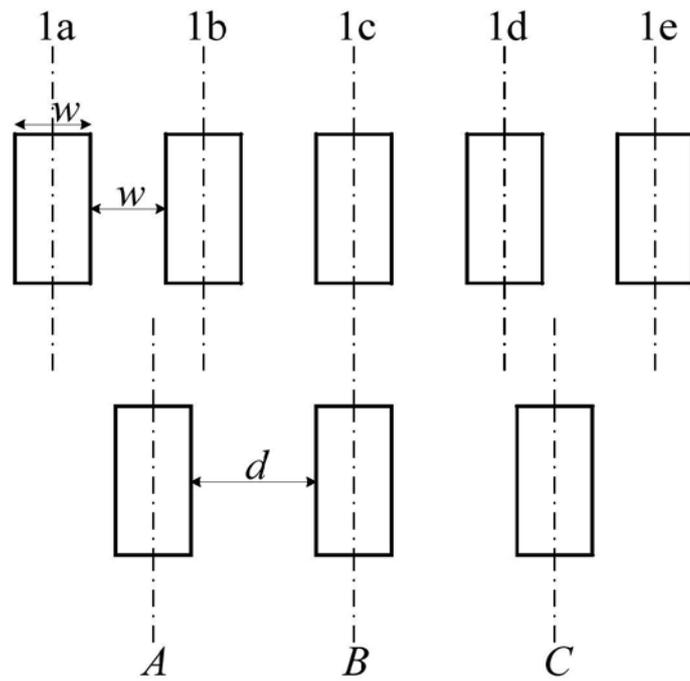


图11