



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106685167 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201710086123.5

(22)申请日 2017.02.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106685167 A

(43)申请公布日 2017.05.17

(73)专利权人 西安理工大学
地址 710048 陕西省西安市金花南路5号

(72)发明人 赵纪龙 景梦蝶 孙向东

(74)专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214
代理人 成丹

(51)Int.Cl.
H02K 16/02(2006.01)
H02K 1/17(2006.01)
H02K 1/14(2006.01)

(56)对比文件

CN 101621234 A,2010.01.06,说明书第2-5页,附图1-3.

CN 102223036 A,2011.10.19,说明书第14-24段,附图1-4.

CN 203504375 U,2014.03.26,说明书第2-4页,附图1-3.

CN 103036376 A,2013.04.10,说明书第61段,附图3A.

US 2014/0125181 A1,2014.05.08,全文.

审查员 周大瑞

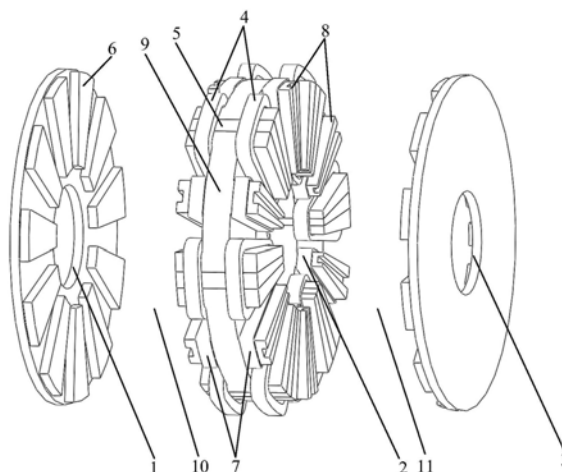
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机

(57)摘要

本发明公开了一种双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,包括同轴安装的第一转子、定子、第二转子,定子位于第一转子和第二转子之间,定子分别与第一转子和第二转子之间留有气隙。本发明电机轴向长度短,结构紧凑,提高了功率密度和转矩密度;通过励磁绕组施加励磁电流调节气隙磁场,气隙磁场调节灵活,极大拓宽了电机的恒功率运行范围;双H形定子单元设立的中齿隔磁能力强,容错带故障能力强。



1. 双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,其特征在于,包括同轴安装的第一转子(1)、定子(2)、第二转子(3),定子(2)位于第一转子(1)和第二转子(3)之间,定子(2)分别与第一转子(1)和第二转子(3)之间留有气隙;

所述定子(2)包括6个双H形定子铁心(9)和6块铝镍钴永磁体(5),双H形定子铁心(9)和铝镍钴永磁体(5)交替放置构成定子圆盘,相邻的两个双H形定子铁心(9)之间的铝镍钴永磁体(5)极性相反,相邻的两个双H形定子铁心(9)和铝镍钴永磁体(5)组成三明治单元;

相邻的两个双H形定子铁心(9)和铝镍钴永磁体(5)组成的三明治单元上均跨绕有集中电枢绕组(4);

每个双H形定子铁心(9)的中间齿(8)上均缠绕有集中励磁绕组(7);

所述双H形定子铁心(9)包括定子齿a(9-1)、定子齿b(9-2)、定子齿c(9-3),定子齿a(9-1)和定子齿c(9-3)之间通过定子铁心轭部a(9-6)连接,定子铁心轭部a(9-6)的两侧分别为定子槽a(9-4),定子齿b(9-2)和定子齿c(9-3)之间通过定子铁心轭部b(9-7)连接,定子铁心轭部b(9-7)的两侧分别为定子槽b(9-5);

所述双H形定子铁心(9)的定子齿(9-3)即中间齿(8)为双齿结构或多齿结构;

所述第一转子(1)和所述第二转子(3)采用非晶合金材料;

所述第一转子(1)和所述第二转子(3)上均均匀设置有11个转子极(6),转子极(6)采用三次谐波削极转子极。

2. 根据权利要求1所述的双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,其特征在于,所述定子齿a(9-1)、定子齿b(9-2)、定子齿c(9-3)均采用矩形齿结构,定子槽a(9-4)、定子槽b(9-5)均采用矩形槽结构。

3. 根据权利要求1所述的双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,其特征在于,所述第一转子(1)和所述第二转子(3)错开有一定角度安装。

双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机

技术领域

[0001] 本发明属于混合励磁同步电机技术领域,具体涉及一种双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机。

背景技术

[0002] 在电机领域中,永磁电机具有结构简单、体积小、重量轻和效率高等优点,广泛应用于工业领域。在电力牵引、主轴驱动、风力发电等系统中,需要电机在宽速度范围内运行。基速以上,永磁同步电机通过d轴电流弱磁提高转速,但永磁磁阻较大,气隙磁场难以调节;另一方面,过大的d轴电流可能引起永磁体永久退磁,永磁电机很难在宽速度范围内运行。电励磁同步电机可以通过改变励磁电流调节气隙磁场强度,实现宽调速运行,但励磁损耗降低了电机效率,难以实现电机的高功率密度和高效率运行。

[0003] 为了解决永磁同步电机气隙磁场难以调节的问题,20世纪80年代末,美国学者提出了混合励磁同步电机的概念。混合励磁同步电机存在两种励磁源,一种是永磁体,另一种是电励磁,永磁体产生的磁势为主磁势,电励磁绕组产生的磁势为辅磁势,两种磁势在电机气隙中相互作用产生磁通。当电励磁绕组通入正向励磁电流时,增大电磁转矩,提高电机带载能力;当电励磁绕组通入反向励磁电流时,削弱气隙磁场达到弱磁升速的目的,拓宽了电机调速范围。因此,混合励磁同步电机既保留了永磁同步电机与电励磁同步电机的优点,又克服了各自的缺点。

[0004] 混合励磁同步电机工作可靠稳定,相对于永磁同步电机,气隙磁通调节方便,调速范围宽,同时,也减小了永磁体体积,节约了永磁体用量。由于利用了永磁体,所以混合励磁同步电机能够提供比电励磁同步电机更高的转矩密度与功率密度。混合励磁同步电机特别适合宽速度范围、输出电压稳定、调速范围大,以及转矩及功率大的场合。

[0005] 然而传统的永磁体与励磁绕组都安放在转子上的串联磁势式混合励磁同步电机的电刷与滑环和直流励磁源相连接,结构比较复杂,存在电刷与滑环,可靠性较低。这种结构类型电机的电励磁磁势和永磁磁势呈串联关系,电励磁绕组产生的磁通要直接穿过永磁体,而永磁体的磁导率接近空气,磁阻大。因此,为了混合励磁运行,励磁绕组必须注入足够大的电流,这样就会产生一个很大的额外铜耗,同时,励磁绕组注入过大电流,有可能会使永磁体永久退磁。

[0006] 在2007年的欧洲电力电子及应用会议上,法国学者E.Hoang提出了一种混合励磁磁通切换电机。该电机转矩和功率密度高,转子结构简单、调磁范围宽、高速运行性能好、散热容易,而且本身具有一定的容错能力,可用作低速大转矩和高速电机,是风力发电和电动汽车等领域的最佳候选。

[0007] 采用混合励磁结构的轴向磁通切换永磁电机将永磁体和绕组均置于定子上,转子上既无永磁体又无绕组,结构简单,易于散热冷却,提升了电机的可靠性及动态运行性能。但是,调磁范围仍然不够宽,增磁性能和弱磁性能都不够好,限制了其在宽调速驱动系统场合的应用。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,解决了现有技术中存在的盘式混合励磁磁通切换永磁电机气隙磁场调节范围不够宽的问题。

[0009] 本发明所采用的技术方案是,双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,包括同轴安装的第一转子、定子、第二转子,定子位于第一转子和第二转子之间,定子分别与第一转子和第二转子之间留有气隙。

[0010] 本发明的特点还在于:

[0011] 定子包括6个双H形定子铁心和6块铝镍钴永磁体,双H形定子铁心和铝镍钴永磁体交替放置构成定子圆盘,相邻的两个双H形定子铁心之间的铝镍钴永磁体极性相反,相邻的两个双H形定子铁心和铝镍钴永磁体组成三明治单元;相邻的两个双H形定子铁心和铝镍钴永磁体组成的三明治单元上均跨绕有集中电枢绕组;每个双H形定子铁心的中间齿上均缠绕有集中励磁绕组。

[0012] 双H形定子铁心包括定子齿a、定子齿b、定子齿c,定子齿a和定子齿c之间通过定子铁心轭部a连接,定子铁心轭部a的两侧分别为定子槽a,定子齿b和定子齿c之间通过定子铁心轭部b连接,定子铁心轭部b的两侧分别为定子槽b。

[0013] 定子齿a、定子齿b、定子齿c均采用矩形齿结构,定子槽a、定子槽b均采用矩形槽结构。

[0014] 双H形定子铁心的定子齿即中间齿为双齿结构或多齿结构。

[0015] 第一转子和第二转子错开有一定角度安装。

[0016] 第一转子和第二转子采用非晶合金材料。

[0017] 第一转子和第二转子上均均匀设置有11个转子极,转子极采用三次谐波削极转子极。

[0018] 本发明的有益效果是:本发明双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机,是一种新型的定子励磁型双转子轴向磁通切换混合励磁同步电机,实现了轴向磁通切换理念和混合励磁技术的有机结合,兼具轴向磁通切换永磁电机和混合励磁电机的优点。盘式拓扑结构大大缩短了电机主磁路,功率/转矩密度高;混合励磁方式可以灵活调节气隙磁通;永磁体和励磁绕组都放置在定子上,转子上既无绕组也无永磁体,结构简单可靠,散热方便,比较适合应用于诸如电动汽车等要求宽调速驱动运行的场合。本发明相对现有控制方法具有以下优点:

[0019] (1) 永磁体和绕组均置于定子上,转子上既无永磁材料也无绕组,结构简单可靠、散热容易,非常适合高速运行;

[0020] (2) 转子采用非晶合金材料,且采用三次谐波削极转子结构,提高了电机的效率、功率密度和电磁转矩性能;

[0021] (3) 双转子错开一定角度安装,减小了电机定位力矩;

[0022] (4) 轴向拓扑结构极大缩短了电机主磁路,双H型铁芯减少了永磁体用量,转矩/功率密度高,中间齿具有隔磁作用,容错能力强,且双齿结构减小了电机定位转矩;

[0023] (5) 低速大转矩和高功率因数,过载能力强;

[0024] (6) 集中绕组缩短了绕组端部长度,减小了铜耗,实现了电机高效运行;

[0025] (7) 反电势正弦度高, 非常适合无刷交流运行。

[0026] (8) 并联式混合励磁方式, 气隙磁通调节灵活, 容易实现增磁或弱磁运行。

附图说明

[0027] 图1是本发明电机的结构示意图;

[0028] 图2是本发明电机中双H形定子铁心的结构示意图;

[0029] 图3是本发明电机中转子极的结构示意图;

[0030] 图4是本发明电机的永磁运行原理图;

[0031] 图5是本发明电机的增磁运行原理图;

[0032] 图6是本发明电机的弱磁运行原理图。

[0033] 图中, 1. 第一转子, 2. 定子, 3. 第二转子, 4. 集中电枢绕组, 5. 铝镍钴永磁体, 6. 转子极, 7. 集中励磁绕组, 8. 中间齿, 9. 双H形定子铁心, 9-1. 定子齿a, 9-2. 定子齿b, 9-3. 定子齿c, 9-4. 定子槽a, 9-5. 定子槽b, 9-6. 定子铁心轭部a, 9-7. 定子铁心轭部b, 10. 第一气隙, 11. 第二气隙。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0035] 本发明双H形定子铁心双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机, 结构如图1所示, 采用双转子/单定子轴向结构, 由两个外转子和一个内定子构成, 包括同轴安装的第一转子1、定子2、第二转子3, 定子2位于第一转子1和第二转子3之间, 定子2分别与第一转子1和第二转子3之间留有气隙, 定子2与第一转子1形成第一气隙10, 定子2和第二转子3形成第二气隙11, 第一转子1、第二转子3和定子2都为凸极结构。

[0036] 定子2包括6个双H形定子铁心9和6块铝镍钴永磁体5, 双H形定子铁心9和铝镍钴永磁体5交替放置构成定子圆盘, 相邻的两个双H形定子铁心9之间的铝镍钴永磁体5极性相反, 相邻的两个双H形定子铁心9和铝镍钴永磁体5组成三明治单元。

[0037] 相邻的两个双H形定子铁心9和铝镍钴永磁体5组成的三明治单元上均跨绕有集中电枢绕组4; 6个集中电枢绕组4分成三相, 每2个集中电枢绕组4串联构成一相绕组, 将定子2上两边的三相电枢绕组分别顺次串联或并联构成整个电机的A相、B相、C相电枢绕组。

[0038] 每个双H形定子铁心9的中间齿8上均缠绕有集中励磁绕组7。

[0039] 如图2所示, 双H形定子铁心9包括定子齿a9-1、定子齿b9-2、定子齿c9-3, 定子齿a9-1和定子齿c9-3之间通过定子铁心轭部a9-6连接, 定子铁心轭部a9-6的两侧分别为定子槽a9-4, 定子齿b9-2和定子齿c9-3之间通过定子铁心轭部b9-7连接, 定子铁心轭部b9-7的两侧分别为定子槽b9-5。定子齿a9-1、定子齿b9-2、定子齿c9-3均采用矩形齿结构, 定子槽a9-4、定子槽b9-5均采用矩形槽结构。双H形定子铁心9的定子齿c9-3即中间齿8为双齿结构或多齿结构。

[0040] 双H形定子铁心9由硅钢片冲制而成, 双H形定子铁心9的中间齿8具有强隔磁能力, 提高了电机的容错运行能力; 双H形定子铁心9的中间齿8采用双齿结构或多齿结构, 减小电机定位力矩。

[0041] 第一转子1和第二转子3结构相同, 既无绕组也无永磁体, 第一转子1和第二转子3

均均匀设置11个齿,称为11个转子极6,第一转子1、定子2、第二转子3同轴固定于不导磁转轴上。

[0042] 第一转子1和第二转子3采用非晶合金材料,沿着转子圆盘中心卷绕成盘式结构,提高电机的效率和功率/转矩密度;如图3所示,转子极6采用三次谐波削极转子极,提高电机电磁转矩性能;第一转子1和第二转子3错开一定角度安装,减小电机定位力矩。

[0043] 如图4所示,当集中励磁绕组7中通入的直流励磁电流为零时,气隙磁场仅由永磁体提供,电机运行在永磁励磁模式,双转子混合励磁型轴向磁通切换永磁电机等同于双转子轴向磁通切换永磁电机。如图5所示,第一转子1和第二转子3的转子极6和集中电枢绕组4的一个双H形定子铁心9相对,根据铝镍钴永磁体5的磁化方向,永磁磁通从定子2的齿经过第一气隙10穿进第一转子1,在经过第一气隙10穿进定子2的齿构成回路;经过第二气隙11穿进第二转子3,在经过第二气隙11穿进定子2的齿构成回路,图5中实线为永磁磁通路径。此时,当励磁绕组通入正向直流励磁电流时,同一电枢绕组匝链的励磁磁通与永磁磁通方向一致,图5中虚线为励磁磁通路径,二者共同形成并增强气隙磁场,电机运行在增磁模式,提供起动和重载运行所需大转矩。相反,如图6所示,励磁绕组通入反向直流励磁电流时,同一电枢绕组匝链的励磁磁通与永磁磁通方向相反,励磁磁通和永磁磁通共同形成并削弱气隙磁场,电机运行在弱磁模式,拓宽了恒功率区域范围。永磁磁通与励磁磁通在磁路上呈并联关系,克服了串联式混合励磁电机的不足,容易实现调磁,且具有宽调磁范围特点。

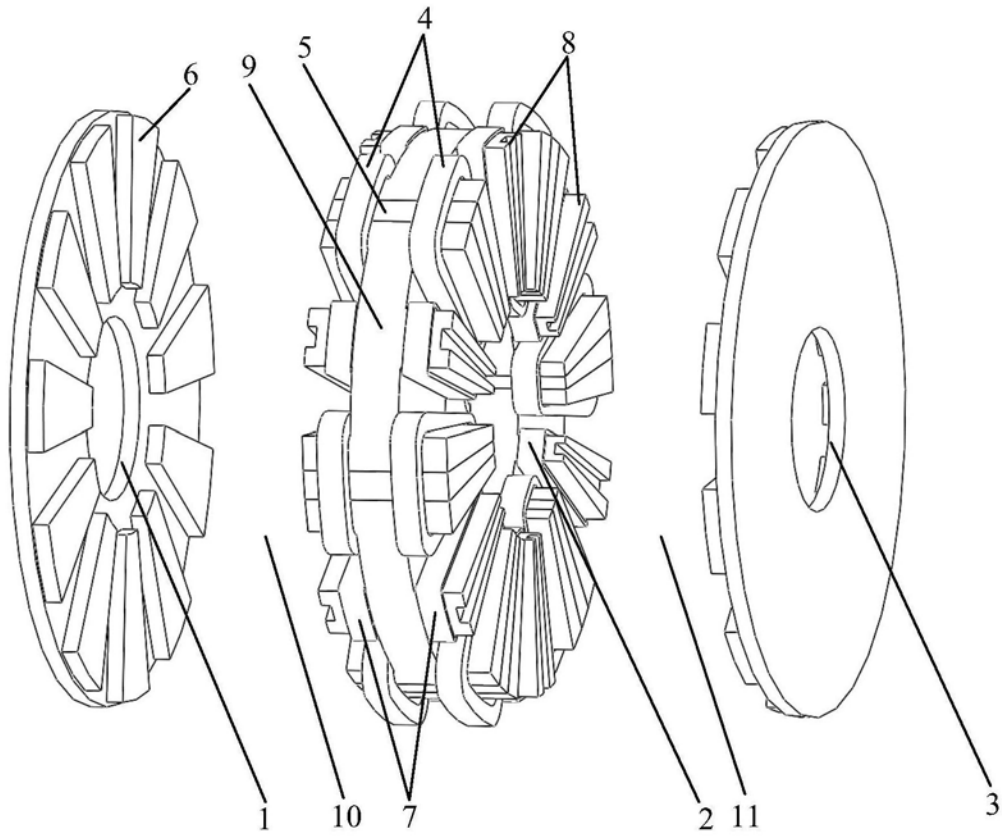


图1

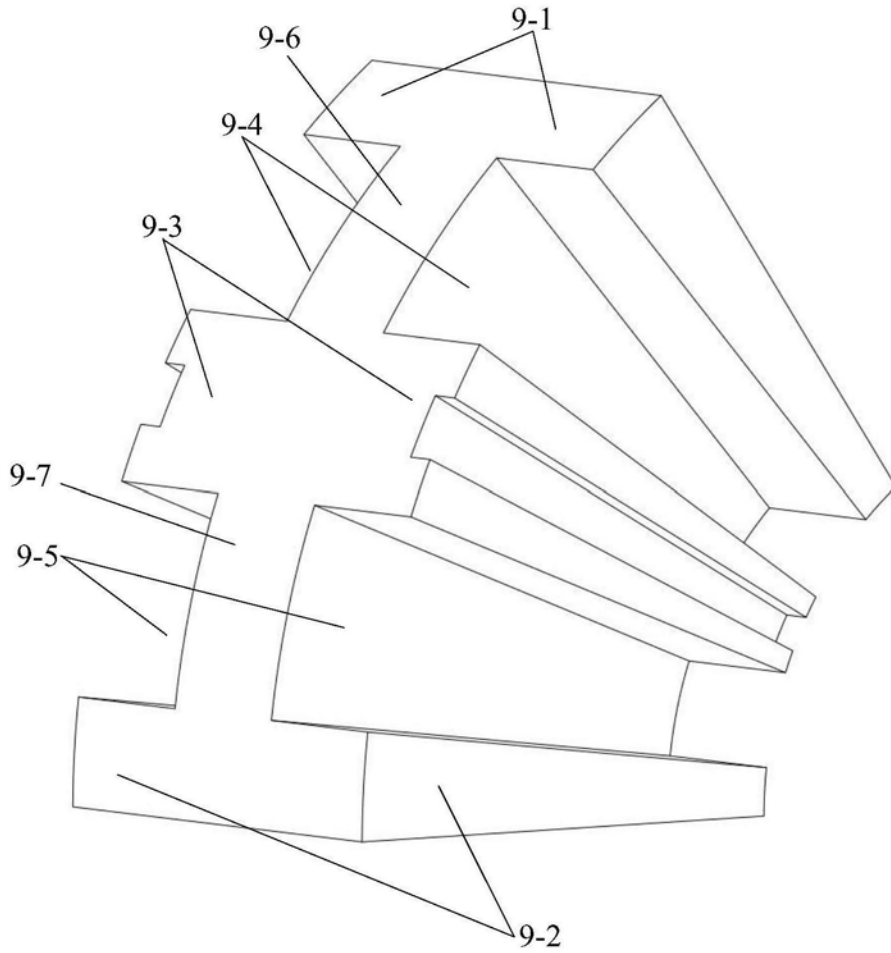


图2

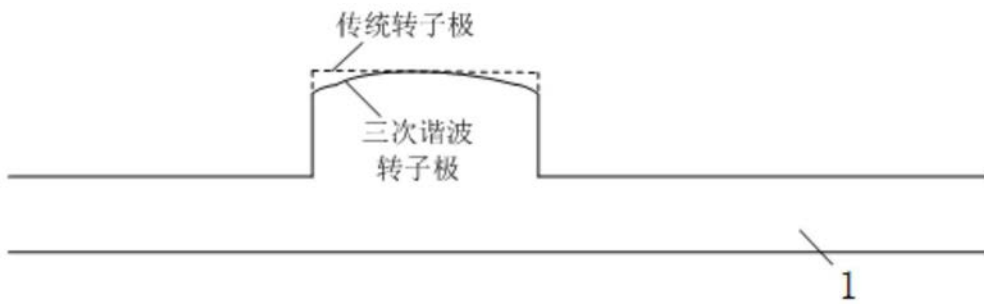


图3

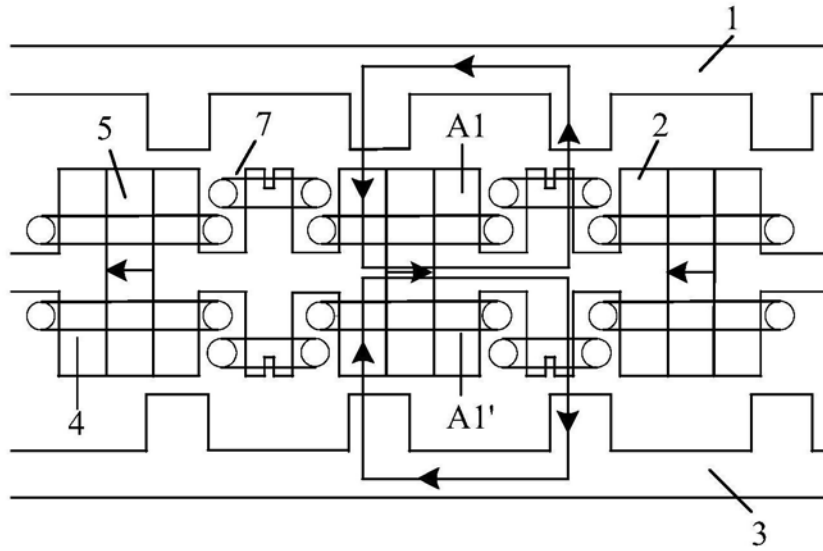


图4

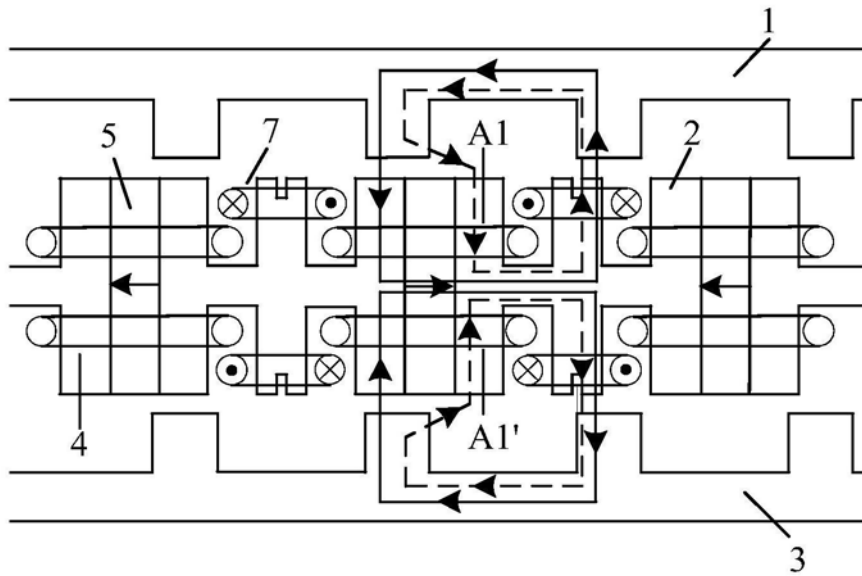


图5

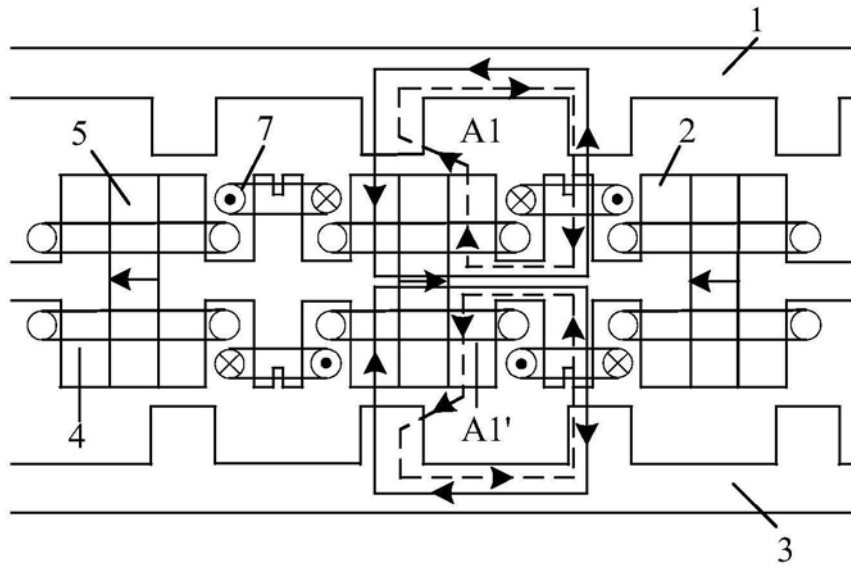


图6