

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 10 月 27 日 (27.10.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/169363 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02K 16/00 (2006.01) *B64G 1/24* (2006.01)
H02N 15/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/076396
- (22) 国际申请日: 2016 年 3 月 15 日 (15.03.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510197943.2 2015 年 4 月 23 日 (23.04.2015) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。北京华卓精科科技股份有限公司 (BEIJING U-PRECISION TECH CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华大学学研综合楼 B902 室, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 张鸣 (ZHANG, Ming); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。朱煜 (ZHU, Yu); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。陈安林 (CHEN, Anlin); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室,

Beijing 100084 (CN)。杨开明 (YANG, Kaiming); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。成荣 (CHENG, Rong); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。刘峰 (LIU, Feng); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。胡金春 (HU, Jinchun); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。胡楚雄 (HU, Chuxiong); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。徐登峰 (XU, Dengfeng); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。穆海华 (MU, Haihua); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。

- (74) 代理人: 北京鸿元知识产权代理有限公司 (BEIJING GRANDER IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区光华路 7 号汉威大厦东区 18A6 室, Beijing 100004 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,

[见续页]

(54) Title: MAGNETIC LEVITATION MOMENTUM SPHERE

(54) 发明名称: 一种磁悬浮动量球

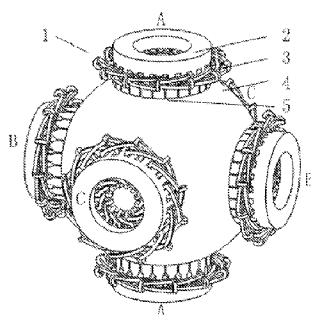


图 1

(57) Abstract: A magnetic levitation momentum sphere, used for spacecraft attitude adjustment. The magnetic levitation momentum sphere comprises a spherical-housing-shaped rotor (4) and multiple stators (1). There are three groups of stators (1). Each group of stators (1) comprises two stators (1) using the sphere center of the rotor (4) as a symcenter, and axes of the three groups of stators (1) are mutually orthogonal. Each stator (1) comprises a stator core (2) and a coil array (3). An inner surface of each stator core (2) fitted to the rotor (4) is a spherical surface, and an air gap is reserved between the spherical surface and the outer surface of the rotor (4). Through grooves (6) are radially formed in the stator cores (2), and are evenly distributed on the circumferences of the stator cores (2). The coil arrays (3) are disc-type motor stator windings. Two effective sides (8) of each coil (7) in each coil array (3) are placed in two through grooves (6) of the corresponding stator core (2) respectively. The magnetic levitation momentum sphere has low cost; suspension and rotation driving are integrated; the magnetic levitation momentum sphere has a simple and compact structure, a small size and a low mass, and relates to inherent stable levitation; and the levitation control is simple.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/169363 A1



JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种磁悬浮动量球, 用于航天器姿态调整, 磁悬浮动量球包含一个球壳形动子(4)和多个定子(1), 所述定子(1)有三组, 每组包含两个以动子(4)的球心为对称中心的定子(1), 三组定子(1)的轴线相互正交, 每个定子(1)包含定子铁芯(2)和线圈阵列(3), 定子铁芯(2)与动子(4)相配合的内表面为球面, 并和动子(4)的外表面留有气隙, 定子铁芯(2)沿径向开有通槽(6), 通槽(6)在定子铁芯(2)的圆周上均匀分布; 线圈阵列(3)采用盘式电机定子绕组, 线圈阵列(3)中每个线圈(7)的两个有效边(8)分别放置于定子铁芯(2)的两个通槽(6)内。磁悬浮动量球成本低, 悬浮、旋转驱动一体化, 结构简单紧凑, 体积小质量轻, 并且属于固有的稳定悬浮, 悬浮控制简单。

说明书

一种磁悬浮动量球

技术领域

本发明涉及航空航天技术领域,尤其涉及一种用于航天器姿态调整的磁悬浮动量球。

背景技术

由于受到空间多种扰动力的作用,在轨航天器通常具有姿态稳定的需求;对于一些侦查卫星等类型的卫星,还具有高精度姿态调整需求。因此用于航天器姿态稳定与精确调整的驱动装置是航天器研制中的重要一环。

采用动量矩守恒原理的动量轮是目前最常用的一种姿态调整的驱动部件,现有成熟技术为机械滚珠轴承动量轮,新一代磁悬浮动量轮虽然克服了机械滚珠轴承动量轮的一些不足,但是仍具有动量轮所固有的一些问题,如体积和质量大,成本高,多动量轮之间相互耦合等。

进入 21 世纪,重量轻、体积小、成本低的小卫星技术引起世界各国的重视。从缩小卫星体积、提高卫星有效载荷、降低成本的角度,现有动量轮的缺点在一定程度上阻碍了卫星的小型化和低成本化。

磁悬浮动量球可以解决上述动量轮存在的问题,现有磁悬浮动量球技术多为永磁同步磁悬浮动量球,制造复杂,成本昂贵,不利于小型化和低成本化,限制了其应用。现有的感应式磁悬浮动量球大多不能实现悬浮驱动一体,不利于航天器的姿态控制;并且其悬浮多采用吸浮实现,不是固有稳定的悬浮系统,悬浮控制复杂。

发明内容

本发明的目的在于提供一种磁悬浮动量球,实现小型化,低成本化和悬浮、旋转驱动一体,并且实现固有稳定的悬浮。

本发明的技术方案如下:

一种磁悬浮动量球,所述磁悬浮动量球包含一个动子和定子;所述定子包括三组,每组包含两个以动子的球心为对称中心的定子,三组定子的轴线相互正交,每个定子包含定子铁芯和线圈阵列;所述定子铁芯与动子相配合的内表面为球面,并与动子的外表面留有气隙,定子铁芯沿径向开有通槽,通槽在定子铁芯的圆周上均匀分布;所述线圈阵列采用盘式电机定子绕组,线圈阵列中每个线圈的两个有效边分别放置于定子铁芯的两个通槽内;每个定子的线圈数量是通槽数量的一半或与通槽数量相等;所述动子为球壳形,材料为导电金属材料。

动子采用两个半球壳组合而成。通槽采用平面型通槽或弧面型通槽。在动子内嵌入由导磁材料制成的内球壳,内球壳的外表面与动子的内表面相配合。

本发明与现有技术方案相比,具有以下优点及突出性的技术效果:本发明中采用磁悬浮动量球进行卫星姿态调整,完美解决了传统动量轮存在的体积和质量大,成本高,多动量轮之间相互耦合等问题;本发明中磁悬浮动量球采用感应式悬浮和驱动,成本低,悬浮、旋转

驱动一体化，结构简单紧凑，体积小质量轻，并且属于固有的稳定悬浮，悬浮控制简单。

附图说明

图 1 是本发明提供的磁悬浮动量球实施例示意图。

图 2 是实施例中定子结构示意图。

图 3a、图 3b 是实施例中通槽形状示意图。

图 4 是实施例中线圈结构示意图。

图 5 是实施例中动子结构示意图。

图中：1-定子，2-定子铁芯，3-线圈阵列，4-动子，5-气隙，6-通槽，7-线圈，8-有效边，9-动子半球壳，10-通槽上部的面，11-平面型通槽，12-弧面型通槽。

具体实施方式

下面结合附图对本发明实施方式作进一步详细描述。

图 1 是本发明提供的磁悬浮动量球实施例示意图，包含一个动子 4 和六个定子 1，各定子 1 和动子 4 之间形成气隙 5。动子 4 为球壳形，所述六个定子 1 分为三组，分别编号为 A, B, C，每组包含两个以动子 4 的球心为对称中心的定子，三组定子的轴线相互正交；每个定子 1 包含定子铁芯 2 和线圈阵列 3。

图 2 是实施例中定子结构示意图，定子铁芯 2 上表面是球面，在圆周上开有通槽 6，通槽 6 在定子铁芯 2 的圆周上均匀分布，通槽采用平面型通槽 11 或弧面型通槽 12，如图 3a 和 3b 所示，平面型通槽如图 3a 所示，通槽上部的面 10 为平面，这类通槽方便加工，弧面型的通槽如图 3b 所示，通槽上部的面 10 为弧面，这类通槽更有利于磁场的分布。通槽 6 的数量根据普通盘式电机定子铁芯常用的通槽数量来确定，本实施例中共 24 个通槽。线圈阵列 3 采用盘式电机绕组，采用双层绕组时，线圈 7 的数量和通槽 6 的数量相等，采用单层绕组时，线圈 7 的数量是通槽 6 的数量的一半，本实施例中采用单层绕组，共 12 个线圈 7，线圈在圆周上均匀排列，如图 4 所示，每个线圈 7 包含两条有效边 8，有效边 8 的形状根据通槽的形状而定，两个有效边 8 分别放在两个通槽内，两通槽中间相隔 4 个通槽，两条有效边 8 在定子轴线方向上一高一低，位置高的有效边放置于其中一个通槽的上半部分，位置低的直边放置于另一通槽的下半部分，相邻两个线圈之间相隔一个通槽。

图 5 是实施例中动子结构示意图，动子 4 的材料为铝、铜等导电材料，为方便制造，动子 4 采用两个半球壳 9 组合而成。可在动子 4 内嵌入由铁等导磁材料制成的内球壳，内球壳的外表面与动子的内表面相配合。

每个定子 1 的线圈阵列 3 中相邻两个线圈 7 中的交电流相差相同的电角度，以形成旋转

磁场。本实施例中相差的电角度为 $\pi/3$ ，线圈阵列 3 中的交变电流在气隙 5 中形成绕该定子轴线旋转的磁场，旋转磁场在动子 4 中感应出涡流，涡流在磁场中受力，为动子 4 提供沿该定子轴线的悬浮力和绕该定子轴线的转矩。

当两个或两个以上定子 1 的线圈阵列 3 中通入交变电流时，每个定子 1 均为动子 4 提供沿该定子轴线的悬浮力和绕该定子轴线的转矩；各个定子 1 产生的悬浮力合成为动子 4 所受悬浮力，控制动子 4 的稳定悬浮，各个定子 1 产生的转矩合成为动子所受转矩，驱动动子 4 沿任意轴旋转。

在动子 4 工作时，分别在每组的两个定子通入相同的电流，为动子提供两个通过该组定子轴线且大小相等方向相反的悬浮力，实现动子 4 在该定子轴线方向的悬浮，当其中一个定子和动子 4 之间的气隙 5 减小时，该定子提供的悬浮力增大，另一个定子和动子 4 之间的气隙 5 增大，该定子提供的悬浮力减小，两个悬浮力共同作用使动子 4 重新回到中间位置，所以动子的悬浮属于固有稳定的悬浮，悬浮控制简单易实现。

权 利 要 求 书

1. 一种磁悬浮动量球，其特征在于：所述磁悬浮动量球包含一个动子（4）和定子（1）；所述定子包括三组，每组包含两个以动子的球心为对称中心的定子，三组定子的轴线相互正交，每个定子包含定子铁芯（2）和线圈阵列（3）；所述定子铁芯与动子相配合的内表面为球面，并与动子的外表面留有气隙（5），定子铁芯沿径向开有通槽（6），通槽在定子铁芯的圆周上均匀分布；所述线圈阵列采用盘式电机定子绕组，线圈阵列中每个线圈（7）的两个有效边（8）分别放置于定子铁芯的两个通槽内；每个定子的线圈数量是通槽数量的一半或与通槽数量相等；所述动子为球壳形，材料为导电金属材料。

2. 根据权利要求 1 所述的一种磁悬浮动量球，其特征在于：动子采用两个半球壳（9）组合而成。

3. 根据权利要求 1 所述的一种磁悬浮动量球，其特征在于：通槽采用平面型通槽（11）或弧面型通槽（12）。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的一种磁悬浮动量球，其特征在于：在动子内嵌入由导磁材料制成的内球壳，内球壳的外表面与动子的内表面相配合。

说明书附图

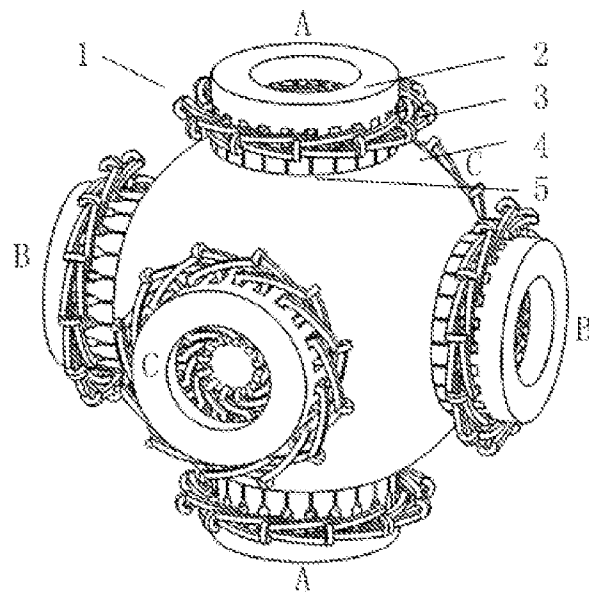


图 1

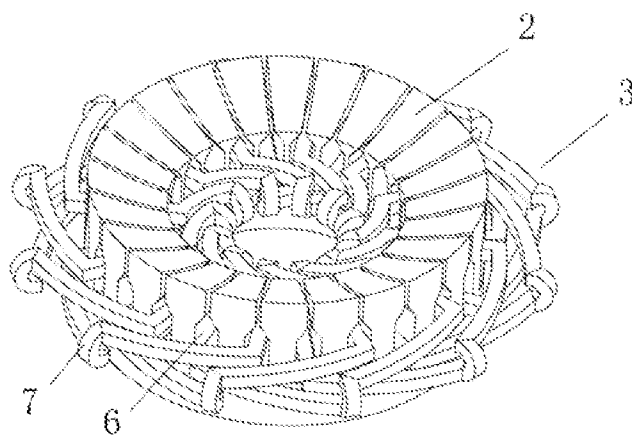


图 2

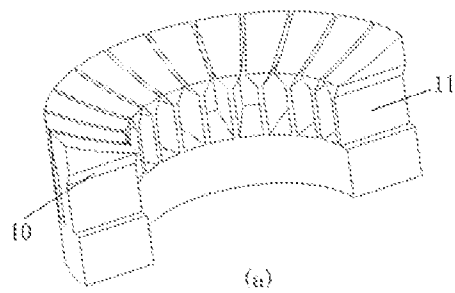


图 3a

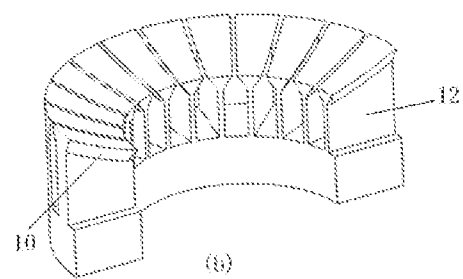


图 3b

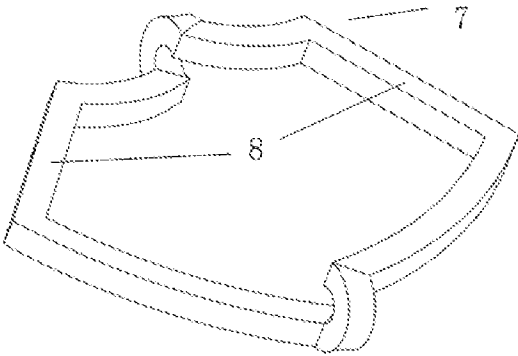


图 4

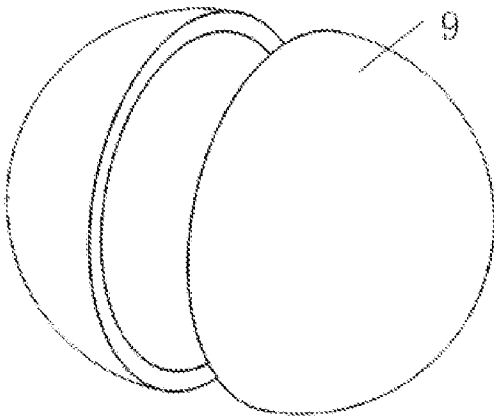


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/076396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 16/00 (2006.01) i; H02N 15/00 (2006.01) i; B64G 1/24 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K; H02N; B64G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: momentum, motor-driven, aircraft, posture, mover, passage, iron core; TSINGHUA UNIVERSITY; BEIJING U-PRECISION; ZHANG, Ming; ZHU, Yu; magnetic, coil, levitat+, suspens+, ball, globe, loop, maglev, rotor, stator, winding, motor, electrical w machine, drive, spaceflight, satellite, disc, groove, slot, tooth, salient w pole, core, air w gap, Tsinghua, THU, U 1w precision, Zhang Ming, Ming Zhang, Zhu Yu, Yu Zhu

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104753273 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.), 01 July 2015 (01.07.2015), claims 1-4, description, paragraphs 0002-0010 and 0018-0023, and figures 1-5	1-4
PX	CN 105141089 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.), 09 December 2015 (09.12.2015), claims 1-5, description, paragraphs 0002-0010 and 0020-0026, and figures 1-7	1-4
PX	CN 204967571 U (TSINGHUA UNIVERSITY et al.), 13 January 2016 (13.01.2016), claims 1-5, description, paragraphs 0002-0010 and 0020-0026, and figures 1-7	1-4
Y	CN 101557184 A (YANGZHOU UNIVERSITY), 14 October 2009 (14.10.2009), description, page 1, paragraph 2, page 2, paragraph 1 to page 4, paragraph 2 and page 5, paragraph 3 to page 6, paragraph 3, and figures 1-4b	1-4
Y	CN 102291060 A (BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY), 21 December 2011 (21.12.2011), description, paragraphs 0002-0027, and figures 1-4	1-4
A	CN 103633885 A (JIANGSU UNIVERSITY), 12 March 2014 (12.03.2014), the whole document	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 May 2016 (04.05.2016)	Date of mailing of the international search report 26 May 2016 (26.05.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer MU, Feipeng Telephone No.: (86-10) 010-61648427

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/076396

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 8723382 B2 (LEBENBOM, M.A.), 13 May 2014 (13.05.2014), the whole document	1-4
A	JP 2002325490 A (SANKYO SEIKI SEISAKUSHO K.K.), 08 November 2002 (08.11.2002), the whole document	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/076396

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104753273 A	01 July 2015	None	
CN 105141089 A	09 December 2015	None	
CN 204967571 U	13 January 2016	None	
CN 101557184 A	14 October 2009	CN 101557184 B	08 December 2010
CN 102291060 A	21 December 2011	None	
CN 103633885 A	12 March 2014	None	
US 8723382 B2	13 May 2014	US 2012267974 A1	25 October 2012
JP 2002325490 A	08 November 2002	JP 4750965 B2	17 August 2011
		US 6753631 B2	22 June 2004
		US 2002180292 A1	05 December 2002
		EP 1257042 A2	13 November 2002

A. 主题的分类 H02K 16/00 (2006.01) i; H02N 15/00 (2006.01) i; B64G 1/24 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H02K; H02N; B64G 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 磁, 悬浮, 球, 动量, 电动, 驱动, 航天, 飞行器, 卫星, 姿态, 绕组, 转子, 电机, 动子, 线圈, 定子, 盘式, 槽, 齿, 通道, 凸极, 铁心, 铁芯, 气隙, 空隙, 清华大学, 北京华卓京科, 张鸣, 朱煜, magnetic, coil, levitat+, suspens+, ball, globe, loop, maglev, rotor, stator, winding, motor, electrical w machine, drive, spaceflight, satellite, disc, groove, slot, tooth, salient w pole, core, air w gap, Tsinghua, THU, U lw precision, Zhang Ming, Ming Zhang, Zhu Yu, Yu Zhu																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 104753273 A (清华大学 等) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 权利要求1-4、说明书第0002-0010段, 第0018-0023段和附图1-5</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105141089 A (清华大学 等) 2015年 12月 9日 (2015 - 12 - 09) 权利要求1-5、说明书第0002-0010段, 第0020-0026段和附图1-7</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 204967571 U (清华大学 等) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 权利要求1-5、说明书第0002-0010段, 第0020-0026段和附图1-7</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101557184 A (扬州大学) 2009年 10月 14日 (2009 - 10 - 14) 说明书第1页第2段、第2页第1段到第4页第2段、第5页第3段到第6页第3段和附图1-4b</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102291060 A (北京交通大学) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第0002-0027段和附图1-4</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103633885 A (江苏大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 104753273 A (清华大学 等) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 权利要求1-4、说明书第0002-0010段, 第0018-0023段和附图1-5	1-4	PX	CN 105141089 A (清华大学 等) 2015年 12月 9日 (2015 - 12 - 09) 权利要求1-5、说明书第0002-0010段, 第0020-0026段和附图1-7	1-4	PX	CN 204967571 U (清华大学 等) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 权利要求1-5、说明书第0002-0010段, 第0020-0026段和附图1-7	1-4	Y	CN 101557184 A (扬州大学) 2009年 10月 14日 (2009 - 10 - 14) 说明书第1页第2段、第2页第1段到第4页第2段、第5页第3段到第6页第3段和附图1-4b	1-4	Y	CN 102291060 A (北京交通大学) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第0002-0027段和附图1-4	1-4	A	CN 103633885 A (江苏大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文	1-4
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 104753273 A (清华大学 等) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 权利要求1-4、说明书第0002-0010段, 第0018-0023段和附图1-5	1-4																					
PX	CN 105141089 A (清华大学 等) 2015年 12月 9日 (2015 - 12 - 09) 权利要求1-5、说明书第0002-0010段, 第0020-0026段和附图1-7	1-4																					
PX	CN 204967571 U (清华大学 等) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 权利要求1-5、说明书第0002-0010段, 第0020-0026段和附图1-7	1-4																					
Y	CN 101557184 A (扬州大学) 2009年 10月 14日 (2009 - 10 - 14) 说明书第1页第2段、第2页第1段到第4页第2段、第5页第3段到第6页第3段和附图1-4b	1-4																					
Y	CN 102291060 A (北京交通大学) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第0002-0027段和附图1-4	1-4																					
A	CN 103633885 A (江苏大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文	1-4																					
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “ A ” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “ E ” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “ L ” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “ O ” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “ P ” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “ T ” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “ X ” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “ Y ” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “ & ” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2016年 5月 4日		国际检索报告邮寄日期 2016年 5月 26日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 穆飞鹏 电话号码 (86-10) 010-61648427																					

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 8723382 B2 (LEBENBOM, MATTHEW A.) 2014年 5月 13日 (2014 - 05 - 13) 全文	1-4
A	JP 2002325490 A (SANKYO SEIKI SEISAKUSHO K.K.) 2002年 11月 8日 (2002 - 11 - 08) 全文	1-4

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/076396

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104753273	A	2015年 7月 1日	无	
CN	105141089	A	2015年 12月 9日	无	
CN	204967571	U	2016年 1月 13日	无	
CN	101557184	A	2009年 10月 14日	CN 101557184	B 2010年 12月 8日
CN	102291060	A	2011年 12月 21日	无	
CN	103633885	A	2014年 3月 12日	无	
US	8723382	B2	2014年 5月 13日	US 2012267974	A1 2012年 10月 25日
JP	2002325490	A	2002年 11月 8日	JP 4750965	B2 2011年 8月 17日
				US 6753631	B2 2004年 6月 22日
				US 2002180292	A1 2002年 12月 5日
				EP 1257042	A2 2002年 11月 13日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)