

(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
2019 年 8 月 15 日 (15.08.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/153809 A1

- (51) 国际专利分类号:
B60K 7/00 (2006.01) **H02K 5/24** (2006.01)
H02K 7/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/114000
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 5 日 (05.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810140147.9 2018年2月11日 (11.02.2018) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园,
Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 秦宇迪(QIN, Yudi); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 李博远(LI, Boyuan); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 孟令盛(MENG, Lingsheng); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 邹远棘(ZOU, Yuanji); 中国北京市海淀区清华园, Beijing

100084 (CN)。 侯之超(HOU, Zhichao); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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。

(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,

(54) Title: MOTOR DRIVEN BUILT-IN SUSPENSION AND ELECTRIC POSITION-LIMITING TRANSMISSION WHEEL

(54) 发明名称: 一种电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮

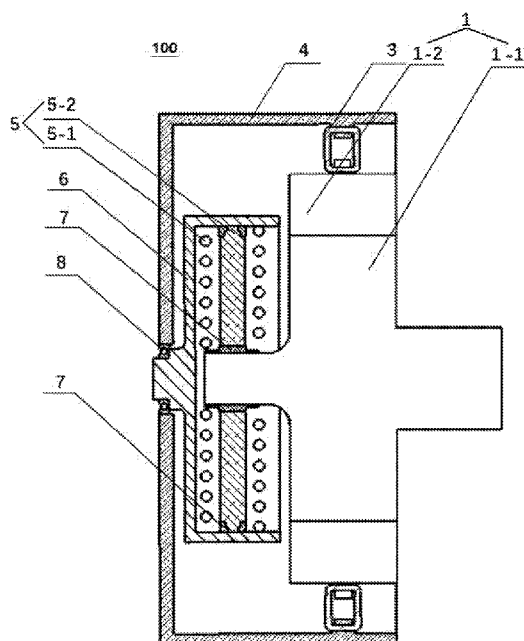


图 1

(57) Abstract: A motor driven built-in suspension and an electric position-limiting transmission wheel (100), pertaining to the technical field of electric vehicle power and transmission systems. The electric wheel (100) comprises a motor (1), a wheel (4), and a suspension vibration reduction mechanism and a flexible position-limiting transmission mechanism (3) both located inside the wheel (4). The suspension vibration reduction mechanism comprises an elastic-damping mechanism support frame (6) and at least one set of elastic-damping mechanisms (5) located inside the elastic-damping mechanism support frame (6). The elastic-damping mechanism support frame (6) and the wheel (4) are configured to share the same rotary shaft, and an outer side wall of the support frame (6) is rotatably connected to the wheel (4). An inner side wall of the support frame (6) is connected to one end of a motor stator (1-1) by the sets of elastic-damping mechanisms (5), and the other end of the motor stator (1-1) is fixedly connected to a vehicle. A rotor (1-2) of the motor (1) is connected to the wheel (4) by the flexible position-limiting transmission mechanism (3).



NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮(100), 属于电动车辆动力及其传动系统技术领域。该电动轮(100)包括电机(1)和车轮(4), 以及均位于车轮(4)内的悬架减振机构和位置限制式柔性传动机构(3); 悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架(6)和位于该弹性-阻尼机构支撑架(6)内的至少一组弹性-阻尼机构(5)组成; 弹性-阻尼机构支撑架(6)与车轮(4)共转轴设置, 且该支撑架(6)外侧壁与车轮(4)转动连接; 该支撑架(6)内侧壁通过各组弹性-阻尼机构(5)与电机定子(1-1)的一端连接, 电机定子(1-1)的另一端与车辆固定连接; 电机(1)的转子(1-2)通过位置限制式柔性传动机构(3)与车轮(4)连接。

一种电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮

5 技术领域

本发明属于车辆动力及其传动系统技术领域，特别涉及一种电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮。

背景技术

10 相比于传统的内燃机汽车，新能源汽车具有更加环保、节能、能源安全等优势，因此受到人们越来越多的关注。与传统内燃机汽车相比，新能源汽车的核心动力源从发动机逐渐转为电机。其中，分布式驱动形式，例如轮毂电机驱动、轮边电机驱动等布置方式可以不需要离合器、变速器、万向传动轴、主减速器、差速器、分动器、传动节、半轴等，因此具有结构紧凑、动力传递效率高、节省车辆底盘空间、整车重心降低等优势；且分布式
15 驱动的电机布置方式易于实施动力系统控制策略的优化，提升车辆的行驶动力学性能，提高车辆行驶稳定性。分布式电机驱动形式因具有以上独特优势而备受广泛关注。

然而，分布式电机驱动形式在实际应用中还存在诸多待解决的问题。例如：轮毂电机驱动形式中，电机的加入，增大了车辆的非簧载质量，不仅恶化了车辆平顺性和安全性，还增加了操纵难度；同时，电机与车轮共同接受路面的激励会导致电机磁隙的变化，电机
20 寿命和工作稳定性等都有所降低。针对轮边电机驱动形式，电机的布置同样有可能带来上述问题。

已有专利关注轮毂电机驱动的车轮的减振问题。如现有的一种内置悬架集成式轮毂电机驱动电动轮（申请号为201210018416.7），采用了多个设置在车轮外部的弹性元件，虽一定程度改善了轮毂电机的振动特性。但其车轮内部空间较小，不允许较大的缓冲位移，且
25 未能增设阻尼部件，从而不能替代传统车辆悬架的功用；同时车辆的驱动力的传递过程与减振过程未能解耦，因此车辆的驱动与减振会互相影响，存在控制上的难点；纵向动力学特性与垂向动力学特性未能进行明显的分别设计，导致车辆的动力性、制动性会与车辆的平顺性相互干涉，在相关的控制算法上存在复杂性。

30 发明内容

本发明的目的是为了克服已有技术的不足之处，提供了一种电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，具有减振效果显著、动力学特性优异、易于整车动力性设计的特点。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

根据本发明实施例的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，包括电机和车轮，内置悬架及位置限制式传动电动轮还包括悬架减振机构和位置限制式柔性传动机构；所述悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架和至少一组弹性-阻尼机构组成；其中，弹性-阻尼机构支撑架与5 所述车轮转动连接；所述弹性-阻尼机构支撑架通过各组所述弹性-阻尼机构与电机定子连接，所述电机定子适于与车辆连接，包括但不限于与车辆的悬架、转向节、车梁、承载式车身连接；所述电机转子通过所述位置限制式柔性传动机构与所述车轮连接，所述位置限制式柔性传动机构用于所述电机与所述车轮之间力的传递，且当所述电机与所述车轮发生轴心径向相对位移时仍可进行力的传递。

10 根据本发明实施例的电机驱动的内置悬架及位置限制传动电动轮，由于电动轮包括能够与车轮发生相对转动的弹性-阻尼减振机构支撑架，大大改善了分布式驱动形式中电机的振动特性，提升了车辆的平顺性，增强了乘坐人员的舒适度。

进一步地，所述位置限制式柔性传动机构位于所述悬架减振机构的内侧；所述弹性-阻尼机构支撑架为一端敞口的筒状结构，所述弹性-阻尼机构支撑架的闭口端外侧壁通过滚动15 轴承或滑动轴承与所述车轮的轮毂中心进行同轴的转动连接；所述弹性-阻尼机构支撑架的内侧壁和所述电机定子一端相应处分别设有与各组所述弹性-阻尼机构两端相连接的第一连接件。

进一步地，所述位置限制式柔性传动机构位于所述悬架减振机构的外侧；所述弹性-阻尼机构支撑架整体呈环状，所述弹性-阻尼机构支撑件的外侧壁通过滚动轴承或滑动轴承和20 环状固定件与所述车轮的轮辋转动连接；其中，所述弹性-阻尼机构支撑架由两个结构相同且对称设置的环状子结构拼装而成，且拼装后两个所述环状子结构的外侧壁形成与轴承内圈相配合的第一凹槽；所述环状固定件与所述车轮的所述轮辋内侧壁紧固后，与设置在所述车轮的所述轮辋的内侧壁上的凸起结构共同形成与轴承外圈相配合的第二凹槽；所述弹性-阻尼机构支撑架的内侧壁和所述电机定子一端相应处分别设有与各组所述弹性-阻尼机25 构两端连接的第二连接件。

进一步地，所述电机和所述位置限制式柔性传动机构均位于所述悬架减振机构的内部，且所述电机与所述车轮的转轴偏置；所述弹性-阻尼机构支撑架为一端敞口的圆筒状结构；所述位置限制式柔性传动机构包括链条、位于同一平面内的两个链轮和位于两个所述链轮之间且固定在所述弹性-阻尼机构支撑架内侧壁上的链轮张紧机构；其中，所述弹性-阻尼机30 构支撑架的闭口端中心处设有滚动轴承或滑动轴承，轴承通过短轴与所述车轮的轮毂中心进行同轴的转动连接，所述短轴一端嵌固在所述轮毂中心处，另一端位于所述弹性-阻尼机构支撑架内嵌固在其中一个所述链轮的中心处；另一个所述链轮与所述电机转子同轴固定，

两个所述链轮通过链条相连；所述链条张紧机构用于保证所述链条与所述链轮处于常啮合状态；所述弹性-阻尼机构支撑架的内侧壁和所述定子一端相应处分别设有与各组所述弹性-阻尼机构两端连接的第三连接件。

可选的，各组所述弹性-阻尼机构均由配套设置的阻尼机构和弹性机构组成，所述弹性机构为弹性元件，所述阻尼机构为阻尼元件，且所述阻尼元件位于所述弹性元件的内部。

可选的，所述位置限制式柔性传动机构采用环状的柔性钢索；所述柔性钢索两端分别与所述车轮的轮辋内侧壁和所述电机转子相连。

总的来说，与现有技术相比，本发明电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮具有以下特点及有益效果：

10 1、本发明所提出的电动轮创新性地引入可与车轮发生相对转动的弹性-阻尼减振机构支撑架，大大改善了分布式驱动形式中电机的振动特性。尤其是针对轮毂电机驱动形式，将轮毂电机变为真正意义上的簧载质量，起到了保护电机和延长电机寿命的功能。车辆的平顺性也得到了提升，乘坐人员的舒适度得到改善。

15 2、本发明采用了完整的内置式弹性-阻尼机构，减振特性优异。在保证结构紧凑和尺寸较小的情况下，允许较大的缓冲位移，并通过阻尼部件实现良好的车辆平顺性，可以替代传统车辆悬架；电机成为簧载质量，减小了非簧载质量，不仅使得电机的振动特性改善，更使得整车平顺性提升；车轮内部悬架空间较大，还可以在悬架减振机构内部增设主动控制和振动能量回收机构，从而进一步提高车辆的平顺性，减缓振动，回收部分振动过程中的能量，提高整车能量利用率。

20 3、本发明易于整车动力学设计。引入位置限制式柔性传动机构，起到了力的传递作用，并且允许了电机和车轮的径向位移，以配合内置式悬架减振机构的工作需求。从而使得车辆的驱动力的传递过程与减振过程解耦。位置限制式柔性传动机构只起到驱动力传递作用，不影响减振功能；悬架减振机构起到减振作用时，不影响车辆驱动力的传递。纵向动力学特性与垂向动力学特性可以进行分别设计，悬架减振机构可以实现垂向和纵向的不同特性。

25 4、本发明传动效率高，结构布置简单。与现有电动轮相同，本发明电动轮省去离合器、变速箱、传动轴、主减速器、差速器、分动器等传统动力传递装置，机械传动效率高。本发明结构简单，易于实现，减少了零部件数量，易于维护，提高电动轮的整体寿命。

附图说明

30 图1为本发明实施例1的结构示意图。

图2为本发明实施例2的结构示意图。

图3为本发明实施例4的结构示意图。

附图标记：

电动轮 100、电机 1、电机定子 1-1、电机转子 1-2、位置限制式柔性传动机构 3、第一链轮 3-1、第二链轮 3-2、链条 3-3、链轮张紧机构 3-4、车轮 4、吊耳 4-1、凸起结构 4-2、
5 弹性阻尼机构 5、弹性机构 5-1、阻尼结构 5-2、弹性-阻尼机构支撑架 6、第一连接件 7、滚动轴承 8、第二连接件 9、环状固定件 10、短轴 11、第三连接件 12。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

本发明的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮 100，包括电机 1 和车轮 4，电动轮 100 还包括悬架减振机构和位置限制式柔性传动机构 3；悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架 6 和至少一组弹性-阻尼机构 5 组成；其中，弹性-阻尼机构支撑架 6 与车轮 4 转动连接。弹性-阻尼机构支撑架 6 通过各组弹性-阻尼机构 5 与电机的定子 1-1 连接，电机定子 1-1 与车辆连接，包括但不限于与车辆的悬架、转向节、车梁、承载式车身连接。电机转子 1-2 通过位置限制式柔性传动机构 3 与车轮 4 连接，位置限制式柔性传动机构 3 用于电机 1 与车轮 4 之间力的传递，且当电机 1 与车轮 4 发生轴心径向相对位移时仍可进行力的传递。

下面结合实施例及附图，对本发明的技术方案进一步详细说明如下。

实施例 1：

如图 1 所示，本实施例电机 1 驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮 100，包括电机 1 和车轮 4。电动轮 100 还包括均位于车轮 4 内的悬架减振机构和位置限制式柔性传动机构 3，且位置限制式柔性传动机构 3 位于悬架减振机构的内侧（即位置限制式柔性传动机构 3 相对于悬架减振机构更靠近车辆几何中心设置）。电机 11 为外转子电机 1，包括电机定子 1-1 和电机转子 1-2，与现有电机 1 结构相同。车轮 4 包括轮胎、轮辋和轮毂，与现有车轮结构相同。悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架 6 和位于弹性-阻尼机构支撑架 6 内且沿环向均匀设置的四组弹性-阻尼机构 5 组成。这里需要说明的是，考虑到设置过多的弹性-阻尼机构 5 会增加电动轮 100 的质量、使得内部空间拥挤，但多组弹性-阻尼机构 5 又可能提升减振性能，故弹性-阻尼机构 5 的组数根据实际需要确定，并不限定于四组。图 1 中仅示意出了其中垂向布置的两组，剩余水平向布置的两组未示意出。其中，弹性-阻尼机构支撑架 6 与车轮 4 共车轮转轴设置，且弹性-阻尼机构支撑架 6 外侧壁与轮毂转动连接。弹性-阻尼机构支撑架 6 内侧壁通过各组弹性-阻尼机构 5 与电机定子 1-1 的一端铰接（还可采用其他

连接方式，只需满足弹性-阻尼机构 5 运动的自由度要求即可）连接，电机定子 1-1 的另一端与车辆的悬架（除悬架外，还可以是车辆的转向节、车梁或承载式车身的任意一者）固定连接。电机转子 2 通过位置限制式柔性传动机构 3 与车轮 4（如轮辋）铰接（还可采用其他连接方式，只需满足弹性-阻尼机构 5 运动的自由度要求即可）连接，位置限制式柔性传动机构 3 用于电机 11 与车轮 4 之间力的传递，且当电机 11 与车轮 6 发生轴心径向相对位移时仍可进行力的传递。

本实施例电动路 100 的部件的具体实现方式分别说明如下：

本实施例的一组弹性-阻尼机构 5 由配套设置的阻尼机构 5-2 和弹性机构 5-1 组成，弹性机构 5-1 为弹性元件，阻尼机构 5-2 为阻尼元件，且阻尼元件位于弹性元件的内部。图 1 中仅展示了垂向布置的两组弹性元件和阻尼元件，水平布置的弹性元件和阻尼元件的安装方式与垂向布置的弹性元件和阻尼元件相同。本实施例设置的弹性机构 5-1 和阻尼机构 5-2 允许了电机定子 1-1 与车轮 4 之间的相对位移。其中两只弹性元件、两只阻尼元件垂向布置，保证了车身及电机 1 的垂向动力学特性。另外两只弹性元件和两只阻尼元件纵向布置，保证了车身及电机 1 的纵向动力学特性。本实施例弹性-阻尼机构 5 中的各元件均为常规的市售产品，如常规的弹簧和阻尼器。

本实施例的位置限制式柔性传动机构 3 为环形柔性钢索，环形柔性钢索一端与设置在电机转子 1-2 外侧的吊耳进行铰接，环形柔性钢索另一端与设置在轮辋内壁上的吊耳进行铰接。位置限制式柔性传动机构 3 仅承受单向拉力、不承受压力，使得电机 1 与车轮 4 发生轴心的径向相对位移时仍然可以传递力。

本实施例的弹性-阻尼机构支撑架 6 为一端敞口的圆筒状结构，整体呈 U 型，弹性-阻尼机构支撑架 6 的闭口端外侧壁通过滚动轴承 8 与车轮 4 的轮毂中心进行同轴的转动连接，具体地，车轮 4 的轮毂中心设有与车轮 4 同圆心的孔，与滚动轴承 8 的轴承外圈配合。弹性-阻尼机构支撑架 6 的中心设有与弹性-阻尼机构支撑架 6 同圆心的圆柱体凸起，与滚动轴承 8 的轴承内圈配合。弹性-阻尼机构支撑架 6 的内侧壁和电机定子 1-1 一端相应处分别设有与各组弹性-阻尼机构 5 两端铰接的第一连接件 7，具体地，弹性-阻尼机构支撑架 6 的内侧壁上设有吊装结构，弹性-阻尼机构支撑架 6 通过吊装结构和配套设置的第一连接件 7（采用阻尼机构连接件）与各阻尼机构 5-2 一端铰接，各阻尼机构 5-1 另一端分别通过第一连接件 7（采用常规的铰接结构件）与电机定子 1-1 的一端铰接连接，电机定子 1-1 的另一端通过车辆的悬架固定在车辆上。本实施例中的滚动轴承 8 可由滑动轴承替换，其余设置不变。

本实施例电动轮的工作原理为：在车辆的运行过程中，电机转子 1-2 旋转，通过位置限制式柔性传动机构 3 带动车轮 4 转动，实现前进和加速的功能，且车轮 4 与电机转子 1-2 通过位置限制式柔性传动机构 3 相互传递力的作用，也能够使车辆实现后退、减速、制动

能量回收等功能。在上述过程中，相应的车辆纵向动力学特性由悬架减振机构中纵向布置的弹性-阻尼机构 5 的特性决定。电机转子 1-2 通过位置限制式柔性传动机构 3 与车轮 4 发生力的作用，弹性-阻尼机构支撑架 6 相对电机定子 1-1 不转动，当遇到路面起伏时，使得车轮 4 及弹性-阻尼机构支撑架 6 的轴心与电机 1 的轴心发生径向相对位移，从而减轻振动。

- 5 相应的车辆垂向动力学特性由悬架减振机构中垂向布置的弹性-阻尼机构 5 的特性决定，车轮 4 会受到来自路面的随机冲击载荷，当电动轮 100 受到冲击载荷时，轮胎和弹性-阻尼机构 5 通过变形吸收冲击载荷的能量，防止冲击载荷影响电机 1。

车辆静载时，即不承受路面起伏引起的冲击载荷时，使电机定子 1-1 的中心轴线在车轮 4 的中心轴线偏上的位置（具体实施方式可以采用：对于垂向布置的弹性元件和阻尼元件，
10 位于上方的元件初始长度小于下方或上方弹性元件的弹性模量小于下方），以此保证电机 1 下方柔性钢索即柔性传动机构 3 处于张紧状态。在遇到路面突起和冲击时，电机定子 1-1 和车轮 4 产生轴心的径向相对位移。此时，先前电机 1 下方张紧的柔性钢索会处于舒张状态，电机转子 1-2 与车轮 4 的转速差以及电机转子 1-2 与车轮 4 的轴心的径向运动会导致柔性钢索再度处于张紧状态，进行力的传递。

15 实施例 2:

如图 2 所示，本实施例电机 1 驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮 100，包括电机 1 和车轮 4。电动轮 100 还包括均位于车轮 4 内的悬架减振机构和位置限制式柔性传动机构 3，且位置限制式柔性传动机构 3 位于悬架减振机构外侧（即悬架减振机构相对于位置限制式柔性传动机构 3 更靠近车辆几何中心设置）。电机 1 为外转子电机 1，包括电机定子 1-1
20 和电机转子 1-2 组成，与现有电机 1 结构相同。车轮 4 为无轮毂车轮，由常规的轮胎和轮辋组成，车轮轮辋的内侧分别设有吊耳 4-1 和凸起结构 4-2。悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架 6 和位于弹性-阻尼机构支撑架 6 内且沿环向均匀设置的至少一组（组数选取依据同实施例 1，本实施例采用四组，图 2 中仅示意出了其中垂向布置的两组，剩余水平向布置的两组未示意出）弹性-阻尼机构 5 组成。其中，弹性-阻尼机构支撑架 6 与车轮 4 共车轮转轴设置，且弹性-阻尼机构支撑架 6 的外侧壁与车轮 4 的轮辋转动连接。弹性-阻尼机构支撑架 6
25 的内侧壁通过各组弹性-阻尼机构 5 与电机定子 1-1 的一端铰接连接，电机定子 1-1 的另一端与车辆的转向节（除转向节外，还可是车辆的悬架、车梁或承载式车身的任意一者）固定连接。电机转子 2 通过位置限制式柔性传动机构 3 与车轮 4（如轮辋）铰接连接，位置限制式柔性传动机构 3 用于电机 1 与车轮 4 之间力的传递，且当电机 1 与车轮 4 发生轴心径向相对位移时仍可进行力的传递。本实施例的弹性-阻尼机构支撑架 6 整体为与车轮 4 共转轴设置的环状结构，环状结构通过滚动轴承 8 和环状固定件 10 与车轮 4 的轮辋转动连接，
30 具体的，环状结构由两个形状完全相同且对称设置的环状子结构拼装而成，且拼装后两个

环状子结构的外侧壁形成与滚动轴承 8 的轴承内圈相配合的第一凹槽（两个环状子结构分别位于滚动轴承 8 的轴承内圈两侧）。环状固定件 10（本实施例的环状固定件具有 L 型横截面）与车轮 4 的轮辋内侧壁紧固后，与设置在车轮 4 的轮辋内侧壁上的凸起结构 4-2 共同形成与滚动轴承 8 的轴承外圈相配合的第二凹槽。通过滚动轴承 8 实现了车轮 4 与弹性-阻尼机构支撑架 6 的同轴转动。弹性-阻尼机构支撑架 6 的内侧壁通过第二连接件 9（采用阻尼机构连接件）与各组弹性-阻尼机构 5 的一端铰接连接，各组弹性-阻尼机构的另一端通过第二连接件 9（采用常规的铰接结构件）与电机定子 1-1 一端铰接连接，电机定子 1-1 的另一端通过车辆的转向节固定在车辆上。类似的，本实施例的滚动轴承 8 也可由滑动轴承替换，其余设置不变。本实施例的位置限制式柔性传动机构 3 采用环状的柔性钢索，柔性钢索分别与设置在轮辋内侧壁上的吊耳 4-1 和设置在电机转子 1-2 外侧壁上的吊装结构铰接，电机 1 位于车轮 4 与弹性-阻尼元件机构支撑架 6 中间空心的部位。位置限制式柔性传动机构 3 在本实施例中的实现方式、布置方式都与实施例 1 相同。本实施例的其余组成部件、工作原理均与实施例 1 相同，此处不再赘述。

实施例 3:

15 本实施将实施例 2 中外转内定电机 1 改为内转子电机 1，电机 1 内转子与车轮 4 通过柔性钢索连接，电机 1 外定子通过弹性-阻尼机构与弹性-阻尼机构支撑架 6 连接，其余部分均与实施例 2 相同，此处不再赘述。

实施例 4:

20 本实施例与实施例 1 的区别之处在于将环状柔性钢索替换为常规的链条、链轮和链条张紧机构，如图 3 所示，本实施例电机 1 驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮 100，包括电机 1 和车轮 4。电动轮 100 还包括均位于车轮 4 内的悬架减振机构 11 和位置限制式柔性传动机构 3，电机 11 和位置限制式柔性传动机构 3 均位于悬架减振机构 11 的内部，且电机 11 与车轮 4 的转轴偏置。电机 11 为外转子电机 1，由电机定子 1-1 和电机转子 1-2 组成，与现有电机 1 结构相同。车轮 4 包括轮胎、轮辋和轮毂，与现有车轮结构相同。悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架 6 和位于弹性-阻尼机构支撑架内设置的至少一组弹性-阻尼机构组成。其中，弹性-阻尼机构支撑架 6 与车轮 4 共车轮转轴设置，且弹性-阻尼机构支撑架 6 与车轮轮毂转动连接。弹性-阻尼机构支撑架 6 内侧壁通过各组弹性-阻尼机构与电机定子 1-1 的一端铰接连接，电机定子 1-1 的另一端与车辆的车梁（除车梁外，还可是车辆的悬架、转向节、或承载式车身的任意一者）固定连接。电机转子 2 通过位置限制式柔性传动机构 3 与车轮 4 连接，位置限制式柔性传动机构 3 用于电机 11 与车轮 4 之间力的传递，且当电机 11 与车轮 4 发生轴心径向相对位移时仍可进行力的传递。

本实施例组成部件的具体实现方式分别说明如下：

本实施例的弹性-阻尼机构支撑架 6 为一端敞口的圆筒状结构，整体呈 U 型。位置限制式柔性传动机构包括链条 3-3、位于同一平面内的第一链轮 3-1 和第二链轮 3-2、位于两个链轮之间且固定在弹性-阻尼机构支撑架 6 内侧壁上的链轮张紧机构 3-4。其中，弹性-阻尼机构支撑架 6 的闭口端中心处设有滚动轴承 8，滚动轴承通过短轴 11 与车轮 4 的轮毂中心进行同轴的转动连接，短轴 11 一端嵌固在轮毂中心处，另一端位于弹性-阻尼机构支撑架 6 内嵌固在链轮 3-1 中心处，即车轮 4、弹性-阻尼机构支撑架 6、链轮 3-1 按如上顺序在短轴 11 上从外到内排列。车轮 4 与电机 1 轴心偏置，链轮 3-2 与电机转子 1-2 同轴固定，第二链轮 3-2 通过链条 3-3 与车轮 4 上的第一链轮 3-1 连接，且第一链轮 3-1、第二链轮 3-2 与链条 3-3 相啮合进行力的传递。链条张紧机构 3-4 用于保证链条 3-3 与第一链轮 3-1 及第二链轮 3-2 处于常啮合状态，实时进行力的传递，链条张紧机构 3-4 允许车轮 4 与电机 11 的轴心产生径向位移的情况下，调整链条 3-3 的分布情况，在径向位移发生时进行力的实时传递。弹性-阻尼机构支撑架 6 的内侧壁通过第三连接件 12（采用阻尼机构连接件）与各组弹性-阻尼机构 5 的一端铰接连接，各组弹性-阻尼机构的另一端通过第三连接件 12（采用常规的铰接结构件）与电机定子 1-1 一端铰接连接，电机定子 1-1 的另一端通过车辆的转向节固定在车辆上。类似的，本实施例的滚动轴承 8 也可由滑动轴承替换，其余设置不变。

本实施例的其他组成部件的具体实现方式级布置方式均与实施例 1 相同，此处不再赘述。

本实施例在工作过程中，因为第一链轮 3-1 与第二链轮 3-2 位于同一平面内，电机 11 的中心轴线与车轮 4 的中心轴线不会重合。链条 3-3 与第一链轮 3-1、第二链轮 3-2 一直处于啮合状态并且能够传递力。在链轮张紧机构 3-4 的作用下，链条 3-3 一直处于张紧状态，不存在舒张状态。其余工作原理同实施例 1。

实施例 5:

本实施将实施例 4 中外转内定电机 1 改为内转子电机 1，电机 1 内转子外侧同轴固定第二链轮 3-2，车轮 4 内侧的第一链轮 3-1 布置方式同实施例 4。电机 1 外定子通过弹性-阻尼机构 5 与弹性-阻尼机构支撑架 6 连接，其余部分均与实施例 4 相同，此处不再赘述。

在此需要说明的是，以上五个实施例中，电机 11 可以形成为轮毂电机 1，也可以是其他形式的电机 1，这里并不对电机 1 的类型做出具体的限定。

以上仅为本发明的较佳实施例而已，并非限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换、改进等，均包含的本发明的保护范围内。

权利要求书

1、一种电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，包括电机和车轮，其特征在于，内置悬架及位置限制式传动电动轮还包括悬架减振机构和位置限制式柔性传动机构；所述
5 悬架减振机构由弹性-阻尼机构支撑架和至少一组弹性-阻尼机构组成；其中，弹性-阻尼机构支撑架与所述车轮转动连接；所述弹性-阻尼机构支撑架通过各组所述弹性-阻尼机构与电机定子连接，所述电机定子适于与车辆连接，包括但不限于与车辆的悬架、转向节、车梁、承载式车身连接；电机转子通过所述位置限制式柔性传动机构与所述车轮连接，所述位置限制式柔性传动机构用于所述电机与所述车轮之间力的传递，且当所述电机与所述车轮发
10 生轴心径向相对位移时仍可进行力的传递。

2、根据权利要求1所述的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，其特征在于，所述位置限制式柔性传动机构位于所述悬架减振机构的内侧；所述弹性-阻尼机构支撑架为一端敞口的筒状结构，所述弹性-阻尼机构支撑架的闭口端外侧壁通过滚动轴承或滑动轴承与
15 所述车轮的轮毂中心进行同轴的转动连接；所述弹性-阻尼机构支撑架的内侧壁和所述电机定子一端相应处分别设有与各组所述弹性-阻尼机构两端相连接的第一连接件。

3、根据权利要求1所述的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，其特征在于，所述位置限制式柔性传动机构位于所述悬架减振机构的外侧；所述弹性-阻尼机构支撑架整体呈环状，所述弹性-阻尼机构支撑件的外侧壁通过滚动轴承或滑动轴承和环状固定件与
20 所述车轮的轮辋转动连接；其中，所述弹性-阻尼机构支撑架由两个结构相同且对称设置的环状子结构拼装而成，且拼装后两个所述环状子结构的外侧壁形成与轴承内圈相配合的第一凹槽；所述环状固定件与所述车轮的所述轮辋内侧壁紧固后，与设置在所述车轮的所述轮辋的内侧壁上的凸起结构共同形成与轴承外圈相配合的第二凹槽；所述弹性-阻尼机构支撑架的内侧壁和所述电机定子一端相应处分别设有与各组所述弹性-阻尼机构两端连接的第二连接件。

4、根据权利要求1所述的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，其特征在于，所述电机和所述位置限制式柔性传动机构均位于所述悬架减振机构的内部，且所述电机与
25 所述车轮的转轴偏置；所述弹性-阻尼机构支撑架为一端敞口的圆筒状结构；所述位置限制式柔性传动机构包括链条、位于同一平面内的两个链轮和位于两个所述链轮之间且固定在所述弹性-阻尼机构支撑架内侧壁上的链轮张紧机构；其中，所述弹性-阻尼机构支撑架的闭
30 口端中心处设有滚动轴承或滑动轴承，轴承通过短轴与所述车轮的轮毂中心进行同轴的转动连接，所述短轴一端嵌固在所述轮毂中心处，另一端位于所述弹性-阻尼机构支撑架内嵌固在其中一个所述链轮的中心处；另一个所述链轮与所述电机转子同轴固定，两个所述链

轮通过链条相连；所述链条张紧机构用于保证所述链条与所述链轮处于常啮合状态；所述弹性-阻尼机构支撑架的内侧壁和所述定子一端相应处分别设有与各组所述弹性-阻尼机构两端连接的第三连接件。

- 5、根据权利要求 1 所述的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，其特征在于，
- 5 各组所述弹性-阻尼机构均由配套设置的阻尼机构和弹性机构组成，所述弹性机构为弹性元件，所述阻尼机构为阻尼元件，且所述阻尼元件位于所述弹性元件的内部。

6、根据权利要求 2 或 3 所述的电机驱动的内置悬架及位置限制式传动电动轮，其特征在于，所述位置限制式柔性传动机构采用环状的柔性钢索；所述柔性钢索两端分别与所述车轮的轮辋内侧壁和所述电机转子相连。

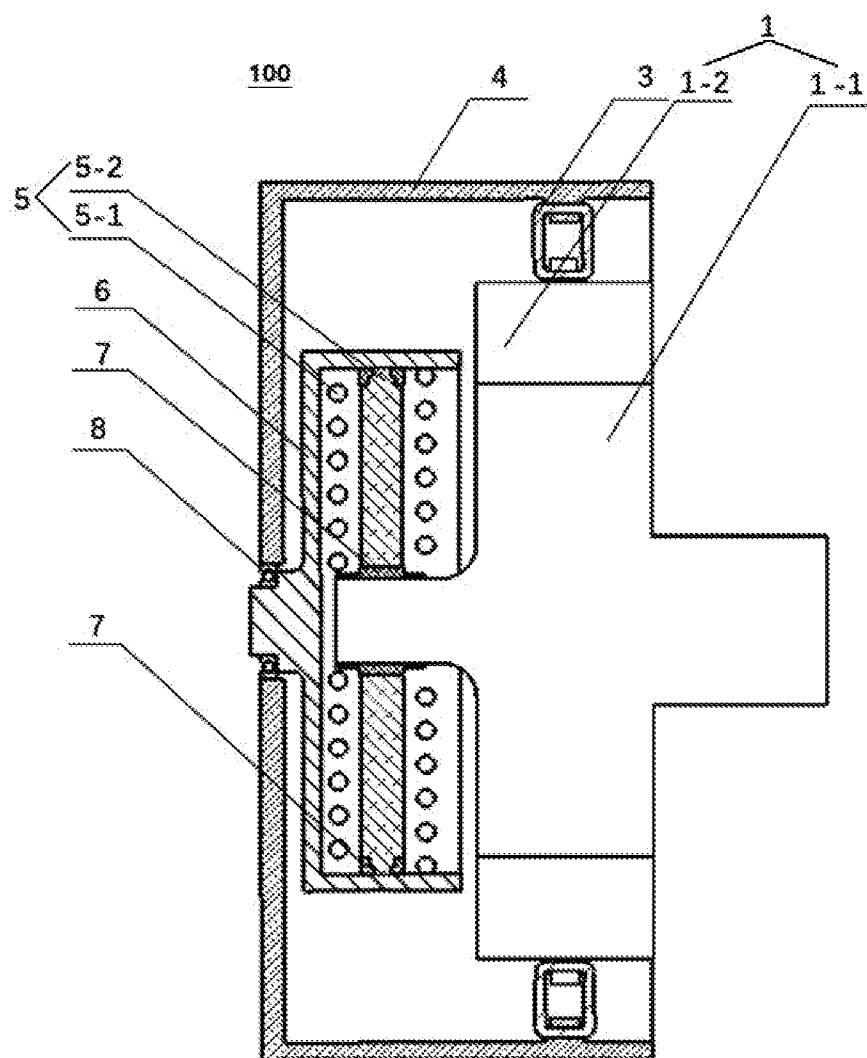


图 1

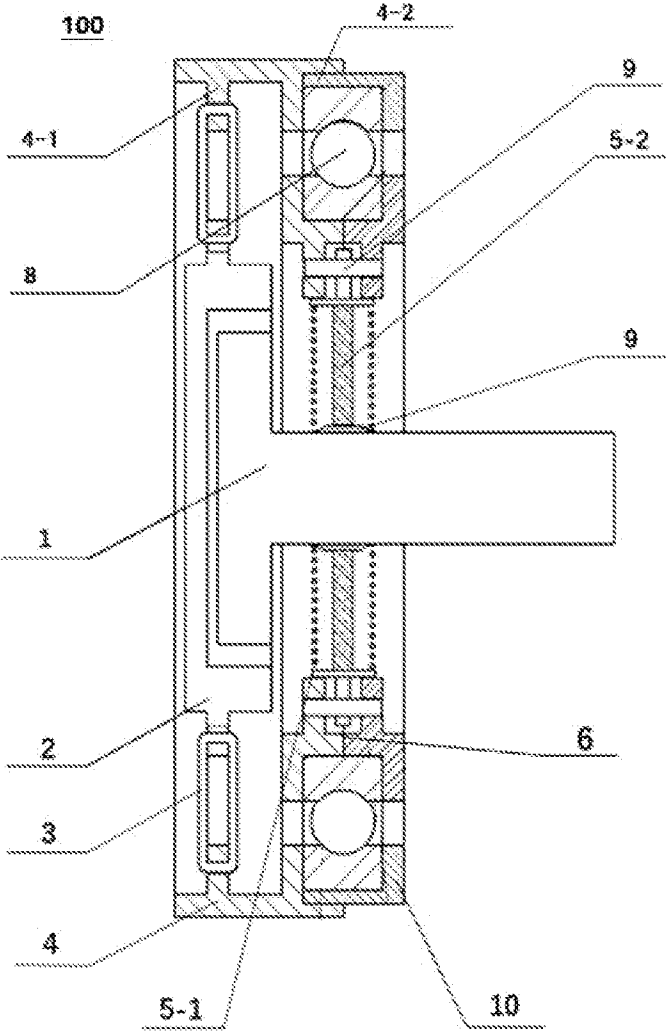


图 2

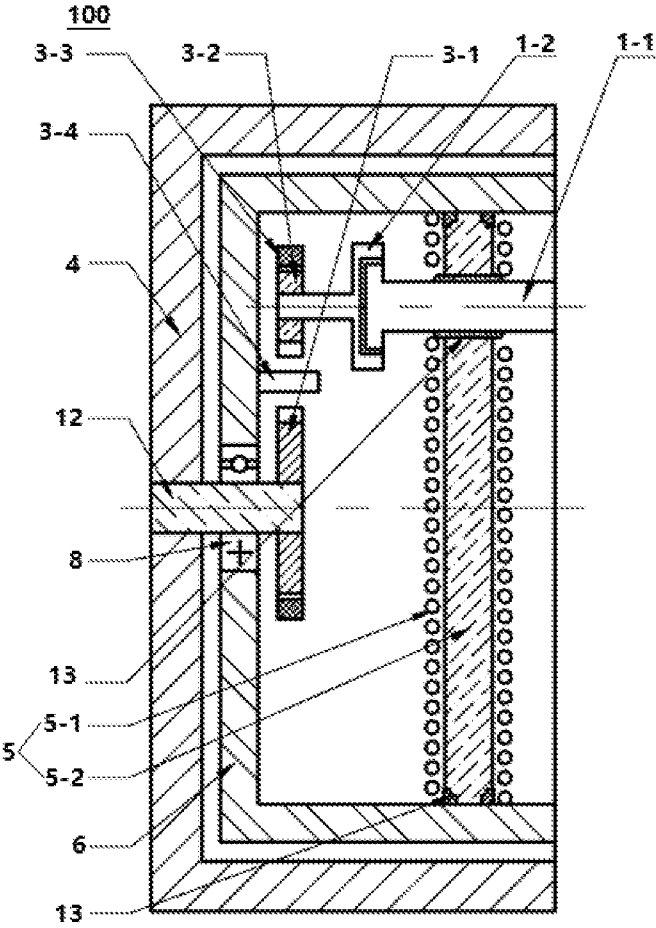


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/114000

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60K 7/00(2006.01)i; H02K 7/10(2006.01)i; H02K 5/24(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)

B60K7/-; H02K7/-; B60G3/-; H02K5/-

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)

WPI: EPODOC; CNPAT; CNKI: 清华, 秦宇迪, 李博远, 孟令盛, 邹远棘, 侯之超, 定子, 转子, 弹性, 电机, 轮毂, 阻尼, 弹簧, 悬架, 悬置, 悬挂, 内, suspension, rotor, spring, elastic, hub, damping, motor, stator, inner

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107444007 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 December 2017 (2017-12-08) description, paragraphs [0005]-[0029], and figures 1 and 2	1, 5
PX	CN 108407601 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 17 August 2018 (2018-08-17) claims 1-6, description, paragraphs [0019]-[0044], and figures 1-3	1-6
A	CN 1684851 A (BRIDGESTONE CORPORATION) 19 October 2005 (2005-10-19) entire document	1-6
A	US 2011209938 A1 (BASADZISHVILI, VICTOR) 01 September 2011 (2011-09-01) entire document	1-6
A	CN 201183438 Y (SHANGHAI BAOGANG AUTOCAR DETECTION REHAB CO., LTD.) 21 January 2009 (2009-01-21) entire document	1-6
A	CN 105235459 A (LI, ZHILIAN) 13 January 2016 (2016-01-13) entire document	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 January 2019

Date of mailing of the international search report

30 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/114000

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107444007	A	08 December 2017	CN	207190668	U	06 April 2018
CN	108407601	A	17 August 2018	None			
CN	1684851	A	19 October 2005	EP	1547844	A4	02 February 2011
				US	7287611	B2	30 October 2007
				EP	1547844	B1	01 February 2012
				EP	1547844	A1	29 June 2005
				ES	2380325	T3	10 May 2012
				CN	1684851	B	05 May 2010
				US	2005247496	A1	10 November 2005
				WO	2004020236	A1	11 March 2004
				JP	4260462	B2	30 April 2009
				US	7206171	B2	17 April 2007
				JP	2004090696	A	25 March 2004
				JP	4133125	B2	13 August 2008
				JP	2004090699	A	25 March 2004
				JP	2004161189	A	10 June 2004
				JP	2005047481	A	24 February 2005
US	2011209938	A1	01 September 2011	US	8746383	B2	10 June 2014
CN	201183438	Y	21 January 2009	None			
CN	105235459	A	13 January 2016	CN	105235459	B	10 May 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/114000

A. 主题的分类 B60K 7/00(2006.01)i; H02K 7/10(2006.01)i; H02K 5/24(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) B60K7/-; H02K7/-; B60G3/-; H02K5/- 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)) WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI:清华, 秦宇迪, 李博远, 孟令盛, 邹远棘, 侯之超, 定子, 转子, 弹性, 电机, 轮毂, 阻尼, 弹簧, 悬架, 悬置, 悬挂, 内, suspension, rotor, spring, elastic, hub, damping, motor, stator, inner																							
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>X</td> <td>CN 107444007 A (华中科技大学) 2017年 12月 8日 (2017 - 12 - 08) 说明书第5-29段, 图1-2</td> <td>1, 5</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 108407601 A (清华大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 权利要求1-6, 说明书第19-44段, 图1-3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1684851 A (株式会社普利司通) 2005年 10月 19日 (2005 - 10 - 19) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011209938 A1 (BASADZISHVILI, VICTOR) 2011年 9月 1日 (2011 - 09 - 01) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 201183438 Y (上海宝钢汽车检测修复有限公司) 2009年 1月 21日 (2009 - 01 - 21) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105235459 A (李志联) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文</td> <td>1-6</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	X	CN 107444007 A (华中科技大学) 2017年 12月 8日 (2017 - 12 - 08) 说明书第5-29段, 图1-2	1, 5	PX	CN 108407601 A (清华大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 权利要求1-6, 说明书第19-44段, 图1-3	1-6	A	CN 1684851 A (株式会社普利司通) 2005年 10月 19日 (2005 - 10 - 19) 全文	1-6	A	US 2011209938 A1 (BASADZISHVILI, VICTOR) 2011年 9月 1日 (2011 - 09 - 01) 全文	1-6	A	CN 201183438 Y (上海宝钢汽车检测修复有限公司) 2009年 1月 21日 (2009 - 01 - 21) 全文	1-6	A	CN 105235459 A (李志联) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文	1-6
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 107444007 A (华中科技大学) 2017年 12月 8日 (2017 - 12 - 08) 说明书第5-29段, 图1-2	1, 5																					
PX	CN 108407601 A (清华大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 权利要求1-6, 说明书第19-44段, 图1-3	1-6																					
A	CN 1684851 A (株式会社普利司通) 2005年 10月 19日 (2005 - 10 - 19) 全文	1-6																					
A	US 2011209938 A1 (BASADZISHVILI, VICTOR) 2011年 9月 1日 (2011 - 09 - 01) 全文	1-6																					
A	CN 201183438 Y (上海宝钢汽车检测修复有限公司) 2009年 1月 21日 (2009 - 01 - 21) 全文	1-6																					
A	CN 105235459 A (李志联) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文	1-6																					
☐ 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 2019年 1月 16日		国际检索报告邮寄日期 2019年 1月 30日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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		受权官员 徐春华 电话号码 61648139																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/114000

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	107444007	A	2017年 12月 8日	CN	207190668	U	2018年 4月 6日
CN	108407601	A	2018年 8月 17日	无			
CN	1684851	A	2005年 10月 19日	EP	1547844	A4	2011年 2月 2日
				US	7287611	B2	2007年 10月 30日
				EP	1547844	B1	2012年 2月 1日
				EP	1547844	A1	2005年 6月 29日
				ES	2380325	T3	2012年 5月 10日
				CN	1684851	B	2010年 5月 5日
				US	2005247496	A1	2005年 11月 10日
				WO	2004020236	A1	2004年 3月 11日
				JP	4260462	B2	2009年 4月 30日
				US	7206171	B2	2007年 4月 17日
				JP	2004090696	A	2004年 3月 25日
				JP	4133125	B2	2008年 8月 13日
				JP	2004090699	A	2004年 3月 25日
				JP	2004161189	A	2004年 6月 10日
				JP	2005047481	A	2005年 2月 24日
US	2011209938	A1	2011年 9月 1日	US	8746383	B2	2014年 6月 10日
CN	201183438	Y	2009年 1月 21日	无			
CN	105235459	A	2016年 1月 13日	CN	105235459	B	2017年 5月 10日