

(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
2024年1月11日 (11.01.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/007713 A1

(51) 国际专利分类号:
H02K 3/28 (2006.01) **H02K 7/116** (2006.01)
H02K 3/12 (2006.01) **B60K 1/00** (2006.01)
H02K 1/16 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/091893

(22) 国际申请日: 2023年4月28日 (28.04.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210797757.2 2022年7月6日 (06.07.2022) CN
202210869167.6 2022年7月22日 (22.07.2022) CN
202210871751.5 2022年7月22日 (22.07.2022) CN
202211252007.3 2022年10月10日 (10.10.2022) CN
202211252008.8 2022年10月10日 (10.10.2022) CN

(71) 申请人: 浙江凌昇动力科技有限公司 (ZHEJIANG LEAPPOWER TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市钱塘区前进街道绿荫路222号综合办公楼220-114室, Zhejiang 311228 (CN)。浙江零跑科技股份有限公司 (ZHEJIANG LEAPMOTOR TECHNOLOGY CO.,

LTD) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区物联网街451号1楼, Zhejiang 310051 (CN)。

(72) 发明人: 赵素珍 (ZHAO, Suzhen); 中国浙江省杭州市钱塘区前进街道绿荫路222号综合办公楼220-114室, Zhejiang 311228 (CN)。俞东 (YU, Dong); 中国浙江省杭州市钱塘区前进街道绿荫路222号综合办公楼220-114室, Zhejiang 311228 (CN)。岳卫东 (YUE, Weidong); 中国浙江省杭州市钱塘区前进街道绿荫路222号综合办公楼220-114室, Zhejiang 311228 (CN)。巫存 (WU, Cun); 中国浙江省杭州市钱塘区前进街道绿荫路222号综合办公楼220-114室, Zhejiang 311228 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP); 中国广东省深圳市南山区高新区粤兴三道8号中国地质大学产学研基地中地大楼A209, Guangdong 518057 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

(54) Title: STATOR, FLAT WIRE MOTOR, POWERTRAIN, AND VEHICLE

(54) 发明名称: 定子、扁线电机、动力总成和车辆

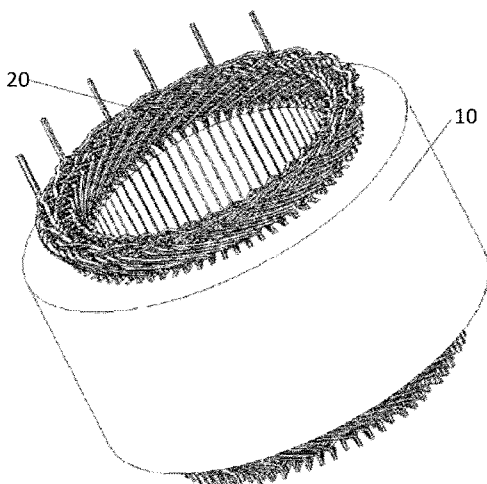


图 1

(57) Abstract: The present application discloses a stator, a flat wire motor, a powertrain, and a vehicle. The stator comprises: a stator core, of which the inner wall is provided with a plurality of stator slots uniformly distributed in the circumferential direction of the stator core; and phase windings each comprising a plurality of parallel branches rotational and symmetrical in the circumferential direction, each parallel branch comprising a plurality of hairpin coils which are connected by means of connecting wires and have different pitches, N layers of hairpin coils being arranged in any stator slot, and the hairpin coils of each parallel branch traversing N slot layers in different stator slots, wherein when $N=(2n+1) \times 2$, the combination of the total number of slot layers occupied by each parallel branch in each stator slot is $2n$, or $2n, 2n-1, 2n-2$; when $N=2n \times 2$, the combination of the total number of slot layers occupied by each parallel branch in each stator slot is $2n, 2n-1$, or $2n, 2n-1, 2n-2$; and when $N=2n+1$, the combination of the total number of slot layers occupied by each parallel branch in each stator slot is $n, n-1$, or $n, n-1, n-2$. In this way, the stator provided by the present application can avoid generation of a current loop, reduce the manufacturing cost, and improve the processing and manufacturing efficiency.



WO 2024/007713 A1

GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请公开了一种定子、扁线电机、动力总成和车辆。该定子包括: 定子铁芯的内壁沿其周向均布有多个定子槽; 每一相绕组包括在周向上旋转对称的多条并联支路, 每一并联支路包括用连接线连接且不同节距的多个发卡线圈, 任一定子槽内均设有N层发卡线圈, 每一并联支路发卡线圈在不同定子槽中遍历N个槽层; 当 $N = (2n+1) \times 2$ 时, 每一并联支路在每一定子槽占据的槽层总数组合为 $2n$, 或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$; 当 $N = 2n \times 2$ 时, 每一并联支路在每一定子槽占据的槽层总数组合为 $2n$ 、 $2n-1$, 或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$; 当 $N = 2n+1$ 时, 每一并联支路在每一定子槽占据的槽层总数组合为 n 、 $n-1$, 或 n 、 $n-1$ 、 $n-2$ 。通过上述方式, 本申请提供的定子能够避免产生环流, 降低制作成本, 提高加工制造效率。

定子、扁线电机、动力总成和车辆

【技术领域】

本申请涉及扁线电机技术领域，特别是涉及一种定子、扁线电机、动力总成和车辆。

【背景技术】

随着新能源汽车的大力推广，新能源电动汽车越来越普及，市场对电动汽车的动力系统性能需求不断提高，主驱电机是动力系统的动力输出部件，是电动汽车最核心的部件之一，主驱电机的性能指标要求也越来越高，例如高功率密度和扭矩密度，小体积和轻重量。随着扁线工艺的发展，电动汽车的电机逐渐采用扁线绕组，扁线绕组可以提升定子槽满率，进一步提高电机功率密度、效率和导热性。

现有电机主要采用波绕组或叠绕组的绕组结构，通过将绕组结构中的扁线导体设计为多层，可有效降低电机的交流电阻。但是随着扁线导体层数的增加，绕组结构的布线方式也不尽相同。目前绕组结构的三相绕组通常设有多个并联支路，支路间就容易产生环流，而且发卡线圈的线型种类也很繁多，生产工艺复杂，制造成本高。

【发明内容】

基于此，本发明提供一种定子、扁线电机、动力总成和车辆。

第一方面，本发明提供了一种扁线电机的定子，包括定子铁芯，所述定子铁芯的内壁沿其周向开均布有多个定子槽；

定子绕组包括三相绕组，每一相绕组包括多条并联支路，所述多条并联支路在周向上旋转对称，每一所述并联支路包括用连接线连接且不同节距的多个发卡线圈，任一所述定子槽内均设有 N 层所述发卡线圈，每一所述并联支路发卡线圈在不同定子槽中遍历 N 个槽层，所述三相绕组沿所述定子铁芯的周向依次呈周期排列设置。当 $N = (2n+1) \times 2$ 时，每一所述并联支路在每一所述定子槽占据的槽层总数组组合为 $2n$ ，或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$ 。当 $N = 2n \times 2$ 时，每一所述并联支路在每一所述定子槽占据的槽层总数组组合为 $2n$ 、 $2n-1$ ，或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$ 。

当 $N=2n+1$ 时, 每一所述并联支路在每一所述定子槽占据的槽层总数组组合为 n 、 $n-1$, 或 n 、 $n-1$ 、 $n-2$; 其中 N 为正整数且大于等于 4, 且每一所述并联支路在每一所述定子槽的槽层总数也为正整数。

进一步地, 每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 1 时, 所述一个槽层的位置为所述定子槽的第一层或第 N 层。每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 2 时, 所述 2 个槽层在所述定子槽中呈相邻设置, 或所述 2 个槽层分别为所述定子槽中的第一层和第 N 层。每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 3 时, 所述 3 个槽层中的两个呈相邻设置, 剩余一个槽层的位置为所述定子槽的第一层或第 N 层, 且与另外两个槽层间隔四个槽层。每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 4 时, 所述 4 个槽层分为两组, 每组相间隔四个槽层, 每组包括相邻设置的两个槽层。

进一步地, 每一相绕组包括三条并联支路。

进一步地, 所述定子槽的数量为 54 或 72。

进一步地, 每一所述并联支路中发卡线圈的节距组合为 8、9、11、12、16。

进一步地, 每一所述并联支路在同一槽层的发卡线圈节距均为 9。

进一步地, 每一所述并联支路在第一槽层或第 N 槽层的发卡线圈节距为 8 或 8、11。

进一步地, 每一所述并联支路的进线端在所述槽层的第 N 层, 出线端在所述槽层的第 $N-1$ 层, 或每一所述并联支路的进线端和出线端均在第一槽层和第 N 槽层。

进一步地, 每一所述并联支路中所述发卡线圈之间的焊接节距都为 9 或 11。

进一步地, 每一所述并联支路包括节距为 $s/(2p)+a$ 的长距发卡线圈、节距为 $s/(2p)$ 的整距发卡线圈和节距为 $s/(2p)+a-4$ 的短距发卡线圈。其中, s 为定子槽数、 p 为并联支路的条数、 a 为大于等于 2 且小于等于 4 的整数。

进一步地, 每一所述并联支路中, 所述短距发卡线圈的第一支脚和第二支脚分别位于第 k 槽层和第 $k+1$ 槽层, 所述长距发卡线圈的第一支脚和第二支脚分别位于第 $k+1$ 槽层和第 $k+2$ 槽层, 所述整距发卡线圈的第一支脚和第二支脚均分布于第 1 槽层或第 n 槽层; 其中 k 为大于等于 1 且小于等于 n 的奇数。

进一步地, 所述扁线电机的每极每相槽数为 q , 每相绕组的 p 条并联支路的电压引出线在 s 个所述定子槽内且在不同所述定子槽的同一槽层或相邻槽层, 每相绕组的 p 条并联支路的中性点引出线在 s 个所述定子槽内且在不同所述定子槽

的同一槽层或相邻槽层。

进一步地，所述电压引出线和所述中性点引出线均位于第 1 槽层或第 n 槽层。

进一步地，每一所述并联支路中所述发卡线圈之间的焊接节距都为 $s/(2p)$ 。

进一步地，n 为偶数， $a=4$ ，所述短距发卡线圈为所述整距发卡线圈，在所述三相绕组的相带分布中，各奇数层的极性分布相同，各偶数层的极性分布相同且相对所述奇数层的极性分布错位一个定子槽。

进一步地，所述定子槽的槽层数为 4、6、8 和 10 中的一种，每一所述并联支路中发卡线圈的节距组合为 10、12、14，每一所述并联支路中所述发卡线圈之间的焊接节距均为 13。

进一步地，每一所述发卡线圈包括第一支脚、第二支脚、连接段、第一弯折段和第二弯折段，所述第一支脚和所述第二支脚平行设置并分别插设于不同定子槽的槽层，所述连接段连接于所述第一支脚和所述第二支脚的一端，所述第一弯折段连接于所述第一支脚的另一端，所述第二弯折段连接于所述第二支脚的另一端，且所述第一弯折段和所述第二弯折段还均连接有焊接端。

进一步地，所述第一弯折段和第二弯折段的折弯方向相同平行或呈对称设置。

第二方面，本发明提供了一种扁线电机，包括转子和如上述任一项所述的定子，所述转子设于所述定子铁芯的内壁所围设形成的空间内。

第三方面，本发明提供了一种动力总成，包括减速器和如上述所述的扁线电机，所述扁线电机与所述减速器传动连接。

第四方面，本发明提供了一种车辆，所述车辆包括如上述所述的动力总成。

本申请的有益效果是：区别于现有技术的情况，本申请公开了一种定子、扁线电机、动力总成和车辆。通过每相绕组的多条并联支路在周向上旋转对称，则使得每相绕组中多个并联支路的磁场分布相同，电势平衡，因而避免了并联支路间产生的环流，从而可大幅减小高频下的附加交流铜耗，提高高速运行时的扁线电机效率，并避免了绕组局部过温，延长了扁线电机的寿命；且每一并联支路发卡线圈在不同定子槽中遍历 N 个槽层，从而可消除每相绕组中多个并联支路因在定子槽中的位置引起的电势相位差，且通过对定子槽中槽层数 N 和对应每一并联支路在每一定子槽中占据的槽层总数的限定，以减小发卡线圈的线型种类，从而减小了扁线电机的制造模具，以降低制作成本，可有效地提

高加工制造效率。

【附图说明】

图 1 为本申请提供的扁线电机的定子一实施例的结构示意图；

图 2 为如图 1 所示定子中定子铁芯铁芯的结构示意图；

图 3 为如图 1 所示定子中每相绕组中并联支路采用星形方式接线的电路示意图；

图 4 为如图 1 所示定子中每相绕组中并联支路采用三角形方式接线的电路示意图；

图 5 为如图 1 所示定子中发卡线圈的结构示意图；

图 6 为如图 1 所示定子中发卡线圈的另一种结构示意图；

图 7 为如图 2 所示定子铁芯中定子槽的槽层结构示意图；

图 8 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 4 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 9 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 4 时 U 相绕组的第二种绕线示意图；

图 10 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 5 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 11 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 6 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 12 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 6 时 U 相绕组的第二种绕线示意图；

图 13 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 7 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 14 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 8 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 15 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 9 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 16 为本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 10 时 U 相绕组的绕线示意图；

图 17 为本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 4、a 为 3 时 U 相绕

组第一并联支路的绕线示意图；

图 18 为如图 17 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 19 为如图 17 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图；

图 20 为本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 6、a 为 3 时 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图；

图 21 为如图 20 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 22 为如图 20 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图；

图 23 是本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 8、a 为 3 时 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图；

图 24 为如图 23 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 25 为如图 23 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图；

图 26 是本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 4、a 为 4 时的相带分布图；

图 27 为如图 26 所示扁线电机中 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图；

图 28 为如图 26 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 29 为如图 26 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图；

图 30 是本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 6、a 为 4 时 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图；

图 31 为如图 30 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 32 为如图 30 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图；

图 33 是本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 4、a 为 2 时 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图；

图 34 为如图 33 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 35 为如图 33 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图；

图 36 是本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 6、a 为 2 时 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图；

图 37 为如图 36 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图；

图 38 为如图 36 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图。

【具体实施方式】

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清

楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请实施例中的术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”、“第三”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其他实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其他实施例相结合。

为方便理解，以下先对本申请中出现的专业名词作如下解释说明。

定子：是指电机中静止不动的部分，其作用在于产生旋转磁场。

转子：是指电机中的旋转部件，作用在于实现电能与机械能的转换。

节距：是指电机绕组中同一元件的两个元件边在电枢表面所跨的距离，通常用定子铁芯上开设的定子槽的数量来表示。

参阅图 1 和图 2，图 1 是本申请提供的扁线电机的定子一实施例的结构示意图，图 2 是如图 1 所示定子中定子铁芯的结构示意图。本申请的一方面，提供了一种扁线电机，该扁线电机包括转子和定子，转子设于该定子的定子铁芯内壁所围设形成的空间内，该扁线电机的每极每相槽数可以为 3，转子的极数为偶数，该扁线电机的槽极配合可以是 6 极 54 槽、8 极 72 槽、10 极 90 槽、12 极 108 槽等，本申请对此不作具体限定。

如图 1 所示，该扁线电机的定子包括定子铁芯 10 和定子绕组 20。

如图 2 所示，该定子铁芯 10 的内壁沿其周向开设有均布的多个定子槽 11，定子槽 11 的数量为 3 的倍数，例如定子槽 11 的数量可以为 54 或 72，且任一定

子槽 11 在定子铁芯 10 的轴线方向延伸，并沿定子铁芯 10 的轴线方向贯通定子铁芯 10 的内壁，定子槽 11 还沿定子铁芯 10 的径向划分为 N 层。

定子绕组 20 包括沿定子铁芯 10 的周向依次呈周期排列的三相绕组，三相绕组分别为 U 相绕组、V 相绕组和 W 相绕组。其中，每一相绕组包括多条并联支路（下文记为 p 条并联支路），多条并联支路在周向上旋转对称；例如，每一相绕组包括三条并联支路，该三条并联支路在定子铁芯 10 的周向上旋转对称，或者每一相绕组还可以包括两条或四条并联支路。

通过限定每项绕组中多条并联支路在周向上旋转对称，则使得每相绕组中多个并联支路的磁场分布相同，电势平衡，因而避免了并联支路间产生的环流，从而可大幅减小高频下的附加交流铜耗，提高高速运行时的扁线电机效率，并避免了绕组局部过温，延长了扁线电机的寿命。

本实施例中，定子由相位相差 120 度电角度的三相绕组和定子铁芯 10 构成，定子绕组 20 的结构在定子铁芯 10 中，每一相绕组包括 3 个并联支路，且 3 个并联支路以定子铁芯 10 的中心轴作为旋转轴，在同相绕组中的 3 条并联支路旋转对称。当该定子应用到扁线电机中时，该中心轴也可以是指扁线电机中转子的转子中心线。旋转对称可以是同相绕组中某一并联支路移动一定数量的定子槽后，而与该同相绕组中其他并联支路相重合。

参阅图 5，图 5 是如图 1 所示定子中每相绕组中并联支路采用星形方式接线的电路示意图，其中每相绕组由 3 条并联支路构成。

可选地，请参阅图 6，图 6 是如图 1 所示定子中每相绕组中并联支路采用三角形方式接线的电路示意图，其中每相绕组由 3 条并联支路构成。

结合参阅图 1、图 2 和图 3，其中图 3 是如图 1 所示定子中发卡线圈的结构示意图。

每一并联支路包括用连接线连接且不同节距的多个发卡线圈 21，每个定子槽 11 内均设有 n 层发卡线圈 21 的扁线导体，n 为正整数，即定子槽 11 中每一槽层均设有扁线导体。发卡线圈 21 由扁线导体形成，扁线导体的横截面呈矩形，其插设于定子槽 11 上。其中，每一发卡线圈 21 包括两个并行设置的直线段 211 及连接两个直线段 211 的连接段 212，直线段 211 插设于定子槽 11 内，连接段 212 设置于定子槽 11 外，连接段 212 可以呈 U 型或 V 型，发卡线圈节距为发卡线圈 21 的两个并行设置的直线段 211 所跨过的定子槽数，发卡线圈 21 之间的焊接节距为相邻两个发卡线圈 21 的相邻直线段 211 所跨过的定子槽数。

发卡线圈 21 还包括与直线段 211 连接的弯折段 213, 弯折段 213 也设置于定子槽 11 外且与连接段 212 分别设置于定子铁芯 10 的端面, 同一并联支路中相邻发卡线圈的相邻弯折段 213 之间通过连接线连接导通。

在一种实施例中, 可将发卡线圈 21 插设于定子槽 11 后再对发卡线圈 21 进行折弯以形成弯折部 223, 其中发卡线圈 21 插设于定子槽 11 后, 其连接段 212 形成定子绕组 20 的插线端, 弯折部 223 形成定子绕组 20 的焊接端。

其中, 发卡线圈的折弯方向还可以设置成向一侧折弯, 在另一些实施例中, 如图 4 所示, 部分发卡线圈 21 的第一弯折段 214 和第二弯折段 215 的折弯方向平行, 用于换向绕制; 如图 3 所示, 其余发卡线圈 21 的第一弯折段 214 和第二弯折段 215 的折弯方向呈对称设置, 用于同相绕制。

本申请中, 任一定子槽 11 内均设有 N 层发卡线圈 21, 即定子槽 11 的每一槽层均设有一发卡线圈 21 的两直线段 211, 每一并联支路发卡线圈 21 在不同定子槽 11 中遍历 N 个槽层, 从而可消除每相绕组中多个并联支路因在定子槽中的位置引起的电势相位差; 其中 N 为正整数且大于等于 4, 例如 N 可以为 4、5、6、7、8、9 或 10。举例来说, N 为 4, 则任一定子槽 11 内设有 4 层直线段 211。

同一相的多条并联支路均在不同定子槽中遍历 n 个槽层, 且各相绕组所占的定子槽 11 在定子圆周上旋转对称, 由此同一相的 p 条支路完全对称, 在扁线电机正常运行时不会发生环流, 减小了电机铜损, 提升了电机效率。

参阅图 7, 图 7 是如图 2 所示定子铁芯中定子槽的槽层结构示意图, 在一个具体的应用场景下, N 为 6, 任一定子槽 11 内设有 6 层直线段 211, 即每个定子槽 11 内含有 4 层扁线导体, 第 1 层记为 L1, 第 2 层记为 L2, 第 3 层记为 L3, 第 4 层记为 L4, 第 5 层记为 L5, 第 6 层记为 L6。其中第 1 槽层为定子槽 11 的槽底层, 第 6 槽层为槽口层, 或者第 1 槽层为定子槽 11 的槽口层, 第 6 槽层为槽底层。

在一实施例中, 任一定子槽 11 内的发卡线圈 21 同相, 因而相同定子槽 11 内的不同层直线段 211 之间不需要相间绝缘纸, 可降低扁线电机的绝缘成本。

其中, 当 $N = (2n+1) \times 2$ 时, 每一并联支路在任一定子槽 11 占据的槽层总数组组合为 $2n$, 或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$; 当 $N = 2n \times 2$ 时, 每一并联支路在任一定子槽 11 占据的槽层总数组组合为 $2n$ 、 $2n-1$, 或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$; 当 $N = 2n+1$ 时, 每一并联支路在任一定子槽 11 占据的槽层总数组组合为 n 、 $n-1$, 或 n 、 $n-1$ 、 $n-2$; 其中 N 为正整数且大于等于 4, 且每一并联支路在任一定子槽 11 的槽层总数也为

正整数。

例如，在上述应用场景下，定子槽 11 的槽层数 N 为 4 时，则每一并联支路在每一定子槽 11 所占据的槽层总数组合可以是 2、1；定子槽 11 的槽层数 N 为 6 时，每一并联支路在每一定子槽 11 所占据的槽层总数组合可以是 2 或 2、1；定子槽 11 的槽层数 N 为 7 时，则每一并联支路在每一定子槽 11 所占据的槽层总数组合可以是 3、2 或 3、2、1。

通过对定子槽 11 中槽层数 N 和对应每一并联支路在每一定子槽中占据的槽层总数的限定，以减小发卡线圈 21 的线型种类，从而减小了扁线电机的制造模具，以降低制作成本，可有效地提高加工制造效率。

每一并联支路在定子槽 11 中占据的槽层总数为 1 时，该一个槽层的位置为定子槽 11 的第一层或第 N 层；每一并联支路在定子槽 11 中占据的槽层总数为 2 时，该 2 个槽层在定子槽 11 中呈相邻设置，或该 2 个槽层分别为定子槽 11 中的第一层和第 N 层；每一并联支路在定子槽 11 中占据的槽层总数为 3 时，该 3 个槽层中的两个呈相邻设置，剩余一个槽层的位置为该定子槽 11 的第一层或第 N 层，且与另外两个槽层间隔四个槽层；每一并联支路在定子槽 11 中占据的槽层总数为 4 时，4 个槽层分为两组，每组相间隔四个槽层，每组包括相邻设置的两个槽层。通过这一限定措施，可进一步地减小发卡线圈 21 的线型种类，即进一步地减少制造模具数量，降低成本，提高加工制造效率。

在一实施例中，每一并联支路中发卡线圈 21 的节距组合为 8、9、11、12、16。在另一实施例中，每一并联支路在同一槽层的发卡线圈 21 节距均为 9。在又一实施例中，每一并联支路在第一槽层或第 N 槽层的发卡线圈 21 节距为 8 或 8、11。其中，发卡线圈 21 的节距为该发卡线圈 21 中两直线段 211 所跨过的定子槽数。

其中，每一并联支路中发卡线圈 21 之间的焊接节距可以都为 9 或 11，即同一并联支路中相邻两个发卡线圈 21 中相邻两直线段 211 所跨过的定子槽数均为 9 或是 11。

在一些实施例中，每一并联支路的进线端在定子槽 11 的第 N 槽层，出线端在定子槽 11 槽层的第 $N-1$ 槽层；或每一并联支路的进线端和出线端均在定子槽 11 的第一槽层和第 N 槽层，以方便并联支路的进线端和出线端引出。通过集中并联支路的引出线位置，从而可减小绕组在轴向和径向的空间，降低扁线电机的制造难度。

为了便于理解，以下将结合具体的应用场景对本申请中并联支路的连接方式做详细说明。

在一个具体的应用场景下，以 6 极 54 槽的扁线电机为例，其中定子铁芯 10 中定子槽 11 的数量为 54，转子的极数为 6，每极每相槽数为 3，每一定子槽 11 中槽层数 N 为 4。定子绕组分为 U 相、V 相和 W 相，每一相绕组设置的并联支路的数量均为 3 个。

参阅图 8，图 8 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 4 时 U 相绕组的第二种绕线示意图；图 9 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 4 时 U 相绕组的第二种绕线示意图。其中，实线代表插线端的接线方式，虚线代表焊接端的接线方式，U1、U2、U3 可以作为电压引出线也可以作为中性点引出线，X1、X2、X3 可以作为电压引出线也可以作为中性点引出线。

下面结合图 8 和图 9，分别对本实施例中 U 相绕组中第一并列支路、第二并列支路和第三并列支路做详细说明。

其中， $i(j)$ 表示第 i 槽中的第 j 槽层，例如 1(1) 表示第 1 槽的第 1 槽层，10(2) 表示第 10 槽的第 2 槽层。

该 U 相绕组的第一并列支路、第二并列支路和第三并列支路的绕线方式均有 2 种。

如图 8 所示，第一种绕线方式中，U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1(1) → 10(2) → 21(1) → 30(2) → 38(1) → 47(2) → 2(3) → 11(4) → 19(3) → 28(4) → 39(3) → 48(4) → 2(4) → 47(3) → 39(4) → 30(3) → 19(4) → 10(3) → 1(2) → 46(1) → 38(2) → 29(1) → 21(2) → 12(1)。

U 相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2(1) → 11(2) → 19(1) → 28(2) → 39(1) → 48(2) → 3(3) → 12(4) → 20(3) → 29(4) → 37(3) → 46(4) → 3(4) → 48(3) → 37(4) → 28(3) → 20(4) → 11(3) → 2(2) → 47(1) → 39(2) → 30(1) → 19(2) → 10(1)。

U 相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3(1) → 12(2) → 20(1) → 29(2) → 37(1) → 46(2) → 1(3) → 10(4) → 21(3) → 30(4) → 38(3) → 47(4) → 1(4) → 46(3) → 38(4) → 29(3) → 21(4) → 12(3) → 3(2) → 48(1) → 37(2) → 28(1) → 20(2) → 11(1)。

如图 9 所示，第二种绕线方式，U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过

的槽号为：1 (1) → 10 (2) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 2 (3) → 11 (4) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2)。

U相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2 (1) → 11 (2) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 3 (3) → 12 (4) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1) → 19 (1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3 (1) → 12 (2) → 21 (3) → 30 (4) → 38 (3) → 47 (4) → 1 (3) → 10 (4) → 1 (4) → 46 (3) → 38 (4) → 29 (3) → 21 (4) → 12 (3) → 3 (2) → 48 (1) → 37 (2) → 28 (1) → 20 (2) → 11 (1) → 20 (1) → 29 (2) → 37 (1) → 46 (2)。

U相绕组、V相绕组和W相绕组对称均匀分布在定子铁芯10的圆周上，在此不再赘述V相绕组和W相绕组的绕线方式。

在另一个应用场景下，仍以6极54槽的扁线电机为例，其中定子铁芯10中定子槽11的数量为54，转子的极数为6，每极每相槽数为3，每一定子槽11中槽层数N为5。定子绕组分为U相、V相和W相，每一相绕组设置的并联支路的数量均为3个。

参阅图10，图10是本申请提供的6极54槽扁线电机且槽层数为5时U相绕组的绕线示意图。

如图10所示，U相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) → 10 (2) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2) → 2 (3) → 11 (4) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 3 (5) → 48 (5) → 37 (5) → 28 (5) → 20 (5) → 11 (5) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1)。

U相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2 (1) → 11 (2) → 19 (1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2) → 3 (3) → 12 (4) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 1 (5) → 46 (5) → 38 (5) → 29 (5) → 21 (5) → 12 (5) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3 (1) → 12 (2) → 20

(1) → 29 (2) → 37 (1) → 46 (2) → 1 (3) → 10 (4) → 21 (3) → 30 (4) → 38 (3) → 47 (4) → 2 (5) → 47 (5) → 39 (5) → 30 (5) → 19 (5) → 10 (5) → 1 (4) → 46 (3) → 38 (4) → 29 (3) → 21 (4) → 12 (3) → 3 (2) → 48 (1) → 37 (2) → 28 (1) → 20 (2) → 11 (1)。

在另一个应用场景下，仍以 6 极 54 槽的扁线电机为例，其中定子铁芯 10 中定子槽 11 的数量为 54，转子的极数为 6，每极每相槽数为 3，每一定子槽 11 中槽层数 N 为 6。定子绕组分为 U 相、V 相和 W 相，每一相绕组设置的并联支路的数量均为 3 个。

该 U 相绕组的第一并列支路、第二并列支路和第三并列支路的绕线方式均有 2 种。参阅图 11 和图 12，图 11 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 6 时 U 相绕组的第一种绕线示意图，图 12 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 6 时 U 相绕组的第二种绕线示意图。

如图 11 所示，第一种绕线方式中，U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) → 10 (2) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2) → 2 (3) → 11 (4) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 3 (5) → 12 (6) → 20 (5) → 29 (6) → 37 (5) → 46 (6) → 3 (6) → 48 (5) → 37 (6) → 28 (5) → 20 (6) → 11 (5) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1)。

U 相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2 (1) → 11 (2) → 19 (1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2) → 3 (3) → 12 (4) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 1 (5) → 10 (6) → 21 (5) → 30 (6) → 38 (5) → 47 (6) → 1 (6) → 46 (5) → 38 (6) → 29 (5) → 21 (6) → 12 (5) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1)。

U 相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3 (1) → 12 (2) → 20 (1) → 29 (2) → 37 (1) → 46 (2) → 1 (3) → 10 (4) → 21 (3) → 30 (4) → 38 (3) → 47 (4) → 2 (5) → 11 (6) → 19 (5) → 28 (6) → 39 (5) → 48 (6) → 2 (6) → 47 (5) → 39 (6) → 30 (5) → 19 (6) → 10 (5) → 1 (4) → 46 (3) → 38 (4) → 29 (3) → 21 (4) → 12 (3) → 3 (2) → 48 (1) → 37 (2) → 28 (1) → 20 (2) → 11 (1)。

如图 11 所示，第二种绕线方式，U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过

的槽号为: 1 (1) → 10 (2) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 2 (3) → 11 (4) → 20 (5) → 29 (6) → 37 (5) → 46 (6) → 3 (5) → 12 (6) → 3 (6) → 48 (5) → 37 (6) → 28 (5) → 20 (6) → 11 (5) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2)。

U相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为: 2 (1) → 11 (2) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 3 (3) → 12 (4) → 21 (5) → 30 (6) → 38 (5) → 47 (6) → 1 (5) → 10 (6) → 1 (6) → 46 (5) → 38 (6) → 29 (5) → 21 (6) → 12 (5) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1) → 19 (1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为: 3 (1) → 12 (2) → 21 (3) → 30 (4) → 38 (3) → 47 (4) → 1 (3) → 10 (4) → 19 (5) → 28 (6) → 39 (5) → 48 (6) → 2 (5) → 11 (6) → 2 (6) → 47 (5) → 39 (6) → 30 (5) → 19 (6) → 10 (5) → 1 (4) → 46 (3) → 38 (4) → 29 (3) → 21 (4) → 12 (3) → 3 (2) → 48 (1) → 37 (2) → 28 (1) → 20 (2) → 11 (1) → 20 (1) → 29 (2) → 37 (1) → 46 (2)。

在另一个应用场景下, 仍以 6 极 54 槽的扁线电机为例, 其中定子铁芯 10 中定子槽 11 的数量为 54, 转子的极数为 6, 每极每相槽数为 3, 每一定子槽 11 中槽层数 N 为 7。定子绕组分为 U 相、V 相和 W 相, 每一相绕组设置的并联支路的数量均为 3 个。

参阅图 13, 图 13 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 7 时 U 相绕组的绕线示意图。

如图 13 所示, U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为: 1 (1) → 10 (2) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2) → 2 (3) → 11 (4) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 3 (5) → 12 (6) → 20 (5) → 29 (6) → 37 (5) → 46 (6) → 1 (7) → 46 (7) → 38 (7) → 29 (7) → 21 (7) → 12 (7) → 3 (6) → 48 (5) → 37 (6) → 28 (5) → 20 (6) → 11 (5) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1)。

U 相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为: 2 (1) → 11 (2) → 19

(1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2) → 3 (3) → 12 (4) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 1 (5) → 10 (6) → 21 (5) → 30 (6) → 38 (5) → 47 (6) → 2 (7) → 47 (7) → 39 (7) → 39 (7) → 30 (7) → 19 (7) → 10 (7) → 1 (6) → 46 (5) → 38 (6) → 29 (5) → 21 (6) → 12 (5) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3 (1) → 12 (2) → 20 (1) → 29 (2) → 37 (1) → 46 (2) → 1 (3) → 10 (4) → 21 (3) → 30 (4) → 38 (3) → 47 (4) → 2 (5) → 11 (6) → 19 (5) → 28 (6) → 39 (5) → 48 (6) → 3 (7) → 48 (7) → 37 (7) → 28 (7) → 20 (7) → 11 (7) → 2 (6) → 47 (5) → 39 (6) → 30 (5) → 19 (6) → 10 (5) → 1 (4) → 46 (3) → 38 (4) → 29 (3) → 21 (4) → 12 (3) → 3 (2) → 48 (1) → 37 (2) → 28 (1) → 20 (2) → 11 (1)。

在另一个应用场景下，仍以 6 极 54 槽的扁线电机为例，其中定子铁芯 10 中定子槽 11 的数量为 54，转子的极数为 6，每极每相槽数为 3，每一定子槽 11 中槽层数 N 为 8。定子绕组分为 U 相、V 相和 W 相，每一相绕组设置的并联支路的数量均为 3 个。

参阅图 14，图 14 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 8 时 U 相绕组的绕线示意图。

如图 14 所示，U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) → 10 (2) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2) → 2 (3) → 11 (4) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 3 (5) → 12 (6) → 20 (5) → 29 (6) → 37 (5) → 46 (6) → 1 (7) → 10 (8) → 21 (7) → 30 (8) → 38 (7) → 47 (8) → 1 (8) → 46 (7) → 38 (8) → 29 (7) → 21 (8) → 12 (7) → 3 (6) → 48 (5) → 37 (6) → 28 (5) → 20 (6) → 11 (5) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1)。

U 相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2 (1) → 11 (2) → 19 (1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2) → 3 (3) → 12 (4) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 1 (5) → 10 (6) → 21 (5) → 30 (6) → 38 (5) → 47 (6) → 2 (7) → 11 (8) → 19 (7) → 28 (8) → 39 (7) → 48 (8) → 2 (8) → 47 (7) → 39 (8) → 30 (7) → 19 (8) → 10 (7) → 1 (6) → 46 (5) → 38 (6) →

29 (5) → 21 (6) → 12 (5) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3 (1) → 12 (2) → 20 (1) → 29 (2) → 37 (1) → 46 (2) → 1 (3) → 10 (4) → 21 (3) → 30 (4) → 38 (3) → 47 (4) → 2 (5) → 11 (6) → 19 (5) → 28 (6) → 39 (5) → 48 (6) → 3 (7) → 12 (8) → 20 (7) → 29 (8) → 37 (7) → 46 (8) → 3 (8) → 48 (7) → 37 (8) → 28 (7) → 20 (8) → 11 (7) → 2 (6) → 47 (5) → 39 (6) → 30 (5) → 19 (6) → 10 (5) → 1 (4) → 46 (3) → 38 (4) → 29 (3) → 21 (4) → 12 (3) → 3 (2) → 48 (1) → 37 (2) → 28 (1) → 20 (2) → 11 (1)。

在另一个应用场景下，仍以 6 极 54 槽的扁线电机为例，其中定子铁芯 10 中定子槽 11 的数量为 54，转子的极数为 6，每极每相槽数为 3，每一定子槽 11 中槽层数 N 为 9。定子绕组分为 U 相、V 相和 W 相，每一相绕组设置的并联支路的数量均为 3 个。

参阅图 15，图 15 是本申请提供的 6 极 54 槽扁线电机且槽层数为 9 时 U 相绕组的绕线示意图。

如图 15 所示，U 相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) → 10 (2) → 21 (1) → 30 (2) → 38 (1) → 47 (2) → 2 (3) → 11 (4) → 19 (3) → 28 (4) → 39 (3) → 48 (4) → 3 (5) → 12 (6) → 20 (5) → 29 (6) → 37 (5) → 46 (6) → 1 (7) → 10 (8) → 21 (7) → 30 (8) → 38 (7) → 47 (8) → 2 (9) → 47 (9) → 39 (9) → 30 (9) → 19 (9) → 10 (9) → 1 (8) → 46 (7) → 38 (8) → 29 (7) → 21 (8) → 12 (7) → 3 (6) → 48 (5) → 37 (6) → 28 (5) → 20 (6) → 11 (5) → 2 (4) → 47 (3) → 39 (4) → 30 (3) → 19 (4) → 10 (3) → 1 (2) → 46 (1) → 38 (2) → 29 (1) → 21 (2) → 12 (1)。

U 相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2 (1) → 11 (2) → 19 (1) → 28 (2) → 39 (1) → 48 (2) → 3 (3) → 12 (4) → 20 (3) → 29 (4) → 37 (3) → 46 (4) → 1 (5) → 10 (6) → 21 (5) → 30 (6) → 38 (5) → 47 (6) → 2 (7) → 11 (8) → 19 (7) → 26 (8) → 39 (7) → 48 (8) → 3 (9) → 46 (9) → 37 (9) → 28 (9) → 20 (9) → 11 (9) → 2 (8) → 47 (7) → 39 (8) → 30 (7) → 19 (8) → 10 (7) → 1 (6) → 46 (5) → 38 (6) → 29 (5) → 21 (6) → 12 (5) → 3 (4) → 48 (3) → 37 (4) → 28 (3) → 20 (4) → 11 (3) → 2 (2) → 47 (1) → 39 (2) → 30 (1) → 19 (2) → 10 (1)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3(1)→12(2)→20(1)→29(2)→37(1)→46(2)→1(3)→10(4)→21(3)→30(4)→38(3)→47(4)→2(5)→11(6)→19(5)→28(6)→39(5)→48(6)→3(7)→12(8)→20(7)→29(8)→37(7)→46(8)→1(9)→46(9)→38(9)→29(9)→21(9)→12(9)→3(8)→48(7)→37(8)→28(7)→20(8)→11(7)→2(6)→47(5)→39(6)→30(5)→19(6)→10(5)→1(4)→46(3)→38(4)→29(3)→21(4)→12(3)→3(2)→48(1)→37(2)→28(1)→20(2)→11(1)。

在另一个应用场景下，仍以6极54槽的扁线电机为例，其中定子铁芯10中定子槽11的数量为54，转子的极数为6，每极每相槽数为3，每一定子槽11中槽层数N为10。定子绕组分为U相、V相和W相，每一相绕组设置的并联支路的数量均为3个。

参阅图16，图16是本申请提供的6极54槽扁线电机且槽层数为10时U相绕组的绕线示意图。

如图16所示，U相绕组的第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1(1)→10(2)→21(1)→30(2)→38(1)→47(2)→2(3)→11(4)→19(3)→28(4)→39(3)→48(4)→3(5)→12(6)→20(5)→29(6)→37(5)→46(6)→1(7)→10(8)→21(7)→30(8)→38(7)→47(8)→2(9)→11(10)→19(9)→28(10)→39(9)→48(10)→2(10)→47(9)→39(10)→30(9)→19(10)→10(9)→1(8)→46(7)→38(8)→29(7)→21(8)→12(7)→3(6)→48(5)→37(6)→28(5)→20(6)→11(5)→2(4)→47(3)→39(4)→30(3)→19(4)→10(3)→1(2)→46(1)→38(2)→28(1)→21(2)→12(1)。

U相绕组的第二并联支路其串联连接经过的槽号为：2(1)→11(2)→19(1)→28(2)→39(1)→48(2)→3(3)→12(4)→20(3)→29(4)→37(3)→46(4)→1(5)→10(6)→21(5)→30(6)→38(5)→47(6)→2(7)→11(8)→19(7)→26(8)→39(7)→48(8)→3(9)→12(10)→20(9)→29(10)→37(9)→46(10)→3(10)→48(9)→37(10)→28(9)→20(10)→11(9)→2(8)→47(7)→39(8)→30(7)→19(8)→10(7)→1(6)→46(5)→38(6)→29(5)→21(6)→12(5)→3(4)→48(3)→37(4)→28(3)→20(4)→11(3)→2(2)→47(1)→39(2)

→30 (1) →19 (2) →10 (1)。

U相绕组的第三并联支路其串联连接经过的槽号为：3 (1) →12 (2) →20 (1) →29 (2) →37 (1) →46 (2) →1 (3) →10 (4) →21 (3) →30 (4) →38 (3) →47 (4) →2 (5) →11 (6) →19 (5) →28 (6) →39 (5) →48 (6) →3 (7) →12 (8) →20 (7) →29 (8) →37 (7) →46 (8) →1 (9) →10 (10) →21 (9) →30 (10) →36 (9) →47 (10) →1 (10) →46 (9) →38 (10) →29 (9) →21 (10) →12 (9) →3 (8) →48 (7) →37 (8) →28 (7) →20 (8) →11 (7) →2 (6) →47 (5) →39 (6) →30 (5) →19 (6) →10 (5) →1 (4) →46 (3) →38 (4) →29 (3) →21 (4) →12 (3) →3 (2) →48 (1) →37 (2) →28 (1) →20 (2) →11 (1)。

请结合参照图 3 和图 4，本申请的每一并联支路的多个发卡线圈 21 包括节距为 $s/(2p)+a$ 的长距发卡线圈、节距为 $s/(2p)$ 的整距发卡线圈和节距为 $s/(2p)+a-4$ 的短距发卡线圈， a 为大于等于 2 且小于等于 4 的整数。

每一并联支路中，短距发卡线圈的第一支脚 211 和第二支脚 212 分别位于第 k 槽层和第 $k+1$ 槽层，长距发卡线圈的第一支脚 211 和第二支脚 212 分别位于第 $k+1$ 槽层和第 $k+2$ 槽层，整距发卡线圈的第一支脚 211 和第二支脚 212 均分布于第 1 槽层或第 n 槽层；其中 k 为大于等于 1 且小于等于 n 的奇数。

每相绕组的 p 条并联支路的电压引出线在 s 个定子槽内且在不同定子槽的同一槽层或相邻槽层，每相绕组的 p 条并联支路的中性点引出线在 s 个定子槽内且在不同定子槽的同一槽层或相邻槽层，以简化绕组的结构。

三相绕组的所有引出线和中性点集中分布在不同定子槽 11 的同一槽层或相邻槽层，通过集中并联支路的引出线和中性点位置，从而可减小绕组在轴向和径向的空间，降低扁线电机的制造难度。

因每相绕组的 p 条并联支路在定子铁芯 10 的周向上旋转对称，则同一相绕组中 p 条并联支路的电压引出线也在定子铁芯 10 的周向上旋转对称，同一相绕组中 p 条并联支路的中性点引出线也在定子铁芯 10 的周向上旋转对称，进一步地，电压引出线和中性点引出线均位于同一槽层，例如，电压引出线和中性点引出线均位于第 1 槽层或第 n 槽层。

本实施例中，每相绕组中， p 条并联支路的电压引出线和中性点均沿定子铁芯 10 的周向旋转对称，可避免环流产生。

在一实施例中，每一并联支路中发卡线圈 21 之间的焊接节距可以都为 $s/(2p)$ ，

即其发卡线圈 21 之间的焊接节距与整距发卡线圈的节距相同。在一实施例中，并联支路中发卡线圈 21 之间的焊接节距还可以不等于整距发卡线圈的节距。

在一个实施例中， $a=3$ ，则长距发卡线圈的节距为 $s/(2p)+3$ ，整距发卡线圈的节距为 $s/(2p)$ ，短距发卡线圈的节距为 $s/(2p)-1$ 。在每一并联支路中该三种节距的发卡线圈同时存在，且每一并联支路的发卡线圈在不同定子槽 11 中遍历 n 个槽层，使得 p 条并联支路可消除因槽层位置的不同引起的电势相位差。

在上述应用场景下，短距发卡线圈的节距可以为 11，整距发卡线圈的节距可以为 12，长距发卡线圈的节距可以为 15。

在上述应用场景下， $k=1$ 时，并联支路在第 1 槽层和第 2 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，并联支路在第 2 槽层和第 3 槽层之间所采用的发卡线圈为长距发卡线圈，依次类推可知，并联支路在第 3 槽层和第 4 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，并联支路在第 4 槽层和第 5 槽层之间所采用的发卡线圈为长距发卡线圈，不再赘述；而当整距发卡线圈出现在同一槽层，其仅仅出现在第 1 槽层或第 n 槽层。其中每相绕组的绕线方式可以是波绕或叠绕。

参阅图 17 至图 19，图 17 是本申请提供的扁线电机为 6 极 72 槽且槽层数为 4、 a 为 3 时 U 相绕组第一并联支路的绕线示意图，图 18 为如图 17 所示扁线电机中 U 相绕组第二并联支路的绕线示意图，图 19 为如图 17 所示扁线电机中 U 相绕组第三并联支路的绕线示意图。

其中，实线代表插线端的接线方式，虚线代表焊接端的接线方式， U_1 、 U_2 、 U_3 可以作为电压引出线也可以作为中性点引出线， X_1 、 X_2 、 X_3 可以作为电压引出线也可以作为中性点引出线。

在上述应用场景下， $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，定子槽 11 的槽层数 $n=4$ ，长距发卡线圈的节距为 15，整距发卡线圈的节距为 12，短距发卡线圈的节距为 11，并联支路中相邻发卡线圈之间的焊接节距为 12，则并联支路在第 1 槽层和第 2 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，并联支路在第 2 槽层和第 3 槽层之间所采用的发卡线圈为长距发卡线圈，并联支路在第 3 槽层和第 4 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，整距发卡线圈出现在同一槽层，其仅仅出现在第 1 槽层或第 4 槽层，由此采用本实施例的定子绕组 20 只需 5 种类型的发卡线圈 21，本实施例的定子绕组 20 由相位相差 120 度电角度的三相绕组结构。

下面结合图 17、图 18 和图 19，分别对本实施例中 U 相绕组中第一并列支路、第二并列支路和第三并列支路做详细说明。

其中，编号 $i(j)$ 表示第 i 槽中的第 j 槽层，例如 1(1) 表示第 1 槽的第 1 槽层，7(2) 表示第 7 槽的第 2 槽层。

如图 17 所示，U 相绕组的第一并联支路从电压引出线位置 U1 绕进从中性点引出线位置 X1 出线，该第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1(1)→13(2)→24(1)→36(2)→47(1)→59(2)→70(1)→10(2)→25(3)→37(4)→48(3)→60(4)→71(3)→11(4)→22(3)→34(4)→22(4)→10(3)→71(4)→59(3)→48(4)→36(3)→25(4)→13(3)→70(2)→58(1)→47(2)→35(1)→24(2)→12(1)→1(2)→61(1)。

如图 18 所示，U 相绕组的第二并联支路从电压引出线位置 U2 绕进从中性点引出线位置 X2 出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：71(1)→11(2)→22(1)→34(2)→49(3)→61(4)→72(3)→12(4)→23(3)→35(4)→46(3)→58(4)→46(4)→34(3)→23(4)→11(3)→72(4)→60(3)→49(4)→37(3)→22(2)→10(1)→71(2)→59(1)→48(2)→36(1)→25(2)→13(1)→25(1)→37(2)→48(1)→60(2)。

如图 19 所示，U 相绕组的第三并联支路从电压引出线位置 U3 绕进从中性点引出线位置 X3 出线，该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：72(1)→12(2)→23(1)→35(2)→46(1)→58(2)→1(3)→13(4)→24(3)→36(4)→47(3)→59(4)→70(3)→10(4)→70(4)→58(3)→47(4)→35(3)→24(4)→12(3)→1(4)→61(3)→46(2)→34(1)→23(2)→11(1)→72(2)→60(1)→49(2)→37(1)→49(1)→61(2)。

U 相绕组中该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下：U1 对应 1(1)，X1 对应 61(1)；U2 对应 71(1)，X2 对应 60(2)；U3 对应 72(1)，X3 对应 61(2)。U1、U2 和 U3 并联，X1、X2 和 X3 并联，最后通过汇流条连接，形成完成的 U 相绕组。

U 相绕组、V 相绕组和 W 相绕组对称均匀分布在定子铁芯 10 的圆周上，本实施例中，V 相绕组和 W 相绕组可以由 U 相绕组通过沿定子铁芯 10 的圆周方向旋转多个定子槽 11 得到，在此不再赘述 V 相绕组和 W 相绕组的绕线方式。

在上述应用场景的基础上，即 $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，当定子槽 11 的槽层数 $n=6$ ，长距发卡线圈的节距为 15，整

距发卡线圈的节距为 12，短距发卡线圈的节距为 11，并联支路中相邻发卡线圈之间的焊接节距为 12，则并联支路在第 1 槽层和第 2 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，并联支路在第 2 槽层和第 3 槽层之间所采用的发卡线圈为长距发卡线圈，并联支路在第 3 槽层和第 4 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，并联支路在第 4 槽层和第 5 槽层之间所采用的发卡线圈为长距发卡线圈，并联支路在第 5 槽层和第 6 槽层之间所采用的发卡线圈为短距发卡线圈，整距发卡线圈出现在同一槽层，其仅仅出现在第 1 槽层或第 6 槽层，由此采用本实施例的定子绕组 20 只需 7 种类型的发卡线圈 21，本实施例的定子绕组 20 由相位相差 120 度电角度的三相绕组结构。

如图 20 所示，U 相绕组的第二并联支路从电压引出线位置 U1 绕进从中性点引出线位置 X1 出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) → 13 (2) → 24 (1) → 36 (2) → 47 (1) → 59 (2) → 70 (1) → 10 (2) → 25 (3) → 37 (4) → 48 (3) → 60 (4) → 71 (3) → 11 (4) → 22 (3) → 34 (4) → 49 (5) → 61 (6) → 72 (5) → 12 (6) → 23 (5) → 35 (6) → 46 (5) → 58 (6) → 46 (6) → 34 (5) → 23 (6) → 11 (5) → 72 (6) → 60 (5) → 49 (6) → 37 (5) → 22 (4) → 10 (3) → 71 (4) → 59 (3) → 48 (4) → 36 (3) → 25 (4) → 13 (3) → 70 (2) → 58 (1) → 47 (2) → 35 (1) → 24 (2) → 12 (1) → 1 (2) → 61 (1)。

如图 21 所示，U 相绕组的第三并联支路从电压引出线位置 U2 绕进从中性点引出线位置 X2 出线，该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：71 (1) → 11 (2) → 22 (1) → 34 (2) → 49 (3) → 61 (4) → 72 (3) → 12 (4) → 23 (3) → 35 (4) → 46 (3) → 58 (4) → 1 (5) → 13 (6) → 24 (5) → 36 (6) → 47 (5) → 59 (6) → 70 (5) → 10 (6) → 70 (6) → 58 (5) → 47 (6) → 35 (5) → 24 (6) → 12 (5) → 1 (6) → 61 (5) → 46 (4) → 34 (3) → 23 (4) → 11 (3) → 72 (4) → 60 (3) → 49 (4) → 37 (3) → 22 (2) → 10 (1) → 71 (2) → 59 (1) → 36 (1) → 25 (2) → 13 (1) → 25 (1) → 37 (2) → 48 (1) → 60 (2)。

如图 22 所示，U 相绕组的第四并联支路从电压引出线位置 U3 绕进从中性点引出线位置 X3 出线，该第四并联支路其串联连接经过的槽号为：(1) → 12 (2) → 23 (1) → 35 (2) → 46 (1) → 58 (2) → 1 (3) → 13 (4) → 24 (3) → 36 (4) → 47 (3) → 59 (4) → 70 (3) → 10 (4) → 25 (5) → 37 (6) → 48 (5) → 60 (6) → 71 (5) → 11 (6) → 22 (5) → 34 (6) → 22 (6) → 10 (5) → 71 (6) → 59 (5) → 48 (6) → 36 (5) → 25 (6) → 13 (5) → 70 (4) → 58 (3) → 47 (4)

→35 (3) →24 (4) →12 (3) →1 (4) →61 (3) →46 (2) →34 (1) →23 (2)
→11 (1) →72 (2) →60 (1) →49 (2) →37 (1) →49 (1) →61 (2)。

U相绕组中该3条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下：U1对应1 (1)，X1对应61 (1)；U2对应71 (1)，X2对应60 (2)；U3对应72 (1)，X3对应61 (2)。U1、U2和U3并联，X1、X2和X3并联，最后通过汇流条连接，形成完成的U相绕组。

在上述在应用场景的基础上，即 $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，当定子槽11的槽层数 $n=8$ 时，长距发卡线圈的节距为15，整距发卡线圈的节距为12，短距发卡线圈的节距为11，由此采用本实施例的定子绕组20只需9种类型的发卡线圈21。

如图23所示，U相绕组的第一并联支路从电压引出线位置U1绕进从中性点引出线位置X1出线，该第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) →13 (2) →24 (1) →36 (2) →47 (1) →59 (2) →70 (1) →10 (2) →25 (3) →37 (4) →48 (3) →60 (4) →71 (3) →11 (4) →22 (3) →34 (4) →49 (5) →61 (6) →72 (5) →12 (6) →23 (5) →35 (6) →46 (5) →58 (6) →1 (7) →13 (8) →24 (7) →36 (8) →47 (7) →59 (8) →70 (7) →10 (8) →70 (8) →58 (7) →47 (8) →35 (7) →24 (8) →12 (7) →1 (8) →61 (7) →46 (6) →34 (5) →23 (6) →11 (5) →72 (6) →60 (5) →49 (6) →37 (5) →22 (4) →10 (3) →71 (4) →59 (3) →48 (4) →36 (3) →25 (4) →13 (3) →70 (2) →58 (1) →47 (2) →35 (1) →24 (2) →12 (1) →1 (2) →61 (1)。

如图24所示，U相绕组的第二并联支路从电压引出线位置U2绕进从中性点引出线位置X2出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：71 (1) →11 (2) →22 (1) →34 (2) →49 (3) →61 (4) →72 (3) →12 (4) →23 (3) →35 (4) →46 (3) →58 (4) →1 (5) →13 (6) →24 (5) →36 (6) →47 (5) →59 (6) →70 (5) →10 (6) →25 (7) →37 (8) →48 (7) →60 (8) →71 (7) →11 (8) →22 (7) →34 (8) →22 (8) →10 (7) →71 (8) →59 (7) →48 (8) →36 (7) →25 (8) →13 (7) →70 (6) →58 (5) →47 (6) →35 (5) →24 (6) →12 (5) →1 (6) →61 (5) →46 (4) →34 (3) →23 (4) →11 (3) →72 (4) →60 (3) →49 (4) →37 (3) →22 (2) →10 (1) →71 (2) →59 (1) →36 (1) →25 (2) →13 (1) →25 (1) →37 (2) →48 (1) →60 (2)。

如图25所示，U相绕组的第三并联支路从电压引出线位置U3绕进从中性

点引出线位置 X3 出线, 该第三并联支路其串联连接经过的槽号为: 72 (1) → 12 (2) → 23 (1) → 35 (2) → 46 (1) → 58 (2) → 1 (3) → 13 (4) → 24 (3) → 36 (4) → 47 (3) → 59 (4) → 70 (3) → 10 (4) → 25 (5) → 37 (6) → 48 (5) → 60 (6) → 71 (5) → 11 (6) → 22 (5) → 34 (6) → 49 (7) → 61 (8) → 72 (7) → 12 (8) → 23 (7) → 35 (8) → 46 (7) → 58 (8) → 46 (8) → 34 (7) → 23 (8) → 11 (7) → 72 (8) → 60 (7) → 49 (8) → 37 (7) → 22 (6) → 10 (5) → 71 (6) → 59 (5) → 48 (6) → 36 (5) → 25 (6) → 13 (5) → 70 (4) → 58 (3) → 47 (4) → 35 (3) → 24 (4) → 12 (3) → 1 (4) → 61 (3) → 46 (2) → 34 (1) → 23 (2) → 11 (1) → 72 (2) → 60 (1) → 49 (2) → 37 (1) → 49 (1) → 61 (2)。

U 相绕组中该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下: U1 对应 1 (1), X1 对应 61 (1); U2 对应 71 (1), X2 对应 60 (2); U3 对应 72 (1), X3 对应 61 (2)。U1、U2 和 U3 并联, X1、X2 和 X3 并联, 最后通过汇流条连接, 形成完成的 U 相绕组。

在另一应用场景下, $a=4$, 则长距发卡线圈的节距为 $s/(2p)+4$, 整距发卡线圈的节距为 $s/(2p)$, 短距发卡线圈的节距也为 $s/(2p)$, 即短距发卡线圈也作为整距发卡线圈, 且该短距发卡线圈 (整距发卡线圈) 的第一支脚 211 和第二支脚 212 分别位于第 k 槽层和第 $k+1$ 槽层。

在上述应用场景下, 定子槽数 $s=6pq$, 定子槽 11 中的槽层数 n 为偶数, $a=4$, 从而在本实施例中, 短距发卡线圈变更为整距发卡线圈, 如图 26 所示, 在该三相绕组的相带分布中, 各奇数层的极性分布相同, 各偶数层的极性分布相同且相对所述奇数层的极性分布错位一个定子槽。

本发明中每相绕组中并联支路发卡线圈都在不同定子槽 11 中遍历 n 个槽层, 且绕组的绕线方式可以为波绕或叠绕; 同相绕组中某一并联支路移动一定数量的定子槽 11 后, 与该绕组中其他并联支路重合。通过只采用长距发卡线圈和整距发卡线圈两类发卡线圈, 大大地减少了需要使用的发卡线圈的种类, 减少了需要制造的模具数量, 降低成本, 提高了加工制造效率。同时对于三相绕组的相带分布, 将同相绕组中并联支路的相邻 q 个同极性下的槽位置向相邻极错位 1 个槽, 使一相的等效节距小于整距节距, 实现短距的效果, 从而降低扁线电机的反电势谐波, 提高扁线电机效率和优化车辆的 NVH 即噪声、振动与声振粗糙度。

在上述应用场景下, 定子槽 11 的槽层数 n 可以是 2、4、6、8、10 等偶数,

每一相绕组包括 3 条并联支路，每一并联支路中发卡线圈 21 的节距组合为 12、16，即长距发卡线圈的节距为 16，整距发卡线圈的节距为 12，每一并联支路中发卡线圈之间的焊接节距均为 11。

在另一应用场景下，以 6 极 72 槽电机为例， $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，定子槽 11 的槽层数 $n=4$ ，长距发卡线圈的节距为 16，整距发卡线圈的节距为 12。

在上述应用场景下采用第一种绕线方式，定子绕组 20 中只需 5 中发卡线圈。

如图 27 所示，U 相绕组的第一并联支路从电压引出线位置 U1 绕进从中性点引出线位置 X1 出线，该第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1 (1) → 12 (2) → 24 (1) → 35 (2) → 47 (1) → 58 (2) → 70 (1) → 9 (2) → 25 (3) → 36 (4) → 48 (3) → 59 (4) → 71 (3) → 10 (4) → 22 (3) → 33 (4) → 21 (4) → 10 (3) → 70 (4) → 59 (3) → 47 (4) → 36 (3) → 24 (4) → 13 (3) → 69 (2) → 58 (1) → 46 (2) → 35 (1) → 23 (2) → 12 (1) → 72 (2) → 61 (1)。

如图 28 所示，U 相绕组的第二并联支路从电压引出线位置 U2 绕进从中性点引出线位置 X2 出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：71 (1) → 10 (2) → 22 (1) → 33 (2) → 49 (3) → 60 (4) → 72 (3) → 11 (4) → 23 (3) → 34 (4) → 46 (3) → 57 (4) → 45 (4) → 34 (3) → 22 (4) → 11 (3) → 71 (4) → 60 (3) → 48 (4) → 37 (3) → 21 (2) → 10 (1) → 70 (2) → 59 (1) → 47 (2) → 36 (1) → 24 (2) → 13 (1) → 25 (1) → 36 (2) → 48 (1) → 59 (2)。

如图 29 所示，U 相绕组的第三并联支路从电压引出线位置 U3 绕进从中性点引出线位置 X3 出线，该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：72 (1) → 11 (2) → 23 (1) → 34 (2) → 46 (1) → 57 (2) → 1 (3) → 12 (4) → 24 (3) → 35 (4) → 47 (3) → 58 (4) → 70 (3) → 9 (4) → 69 (4) → 58 (3) → 46 (4) → 35 (3) → 23 (4) → 12 (3) → 72 (4) → 61 (3) → 45 (2) → 34 (1) → 22 (2) → 11 (1) → 71 (2) → 60 (1) → 48 (2) → 37 (1) → 49 (1) → 60 (2)。

U 相绕组中该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下：U1 对应 1 (1)，X1 对应 61 (1)；U2 对应 71 (1)，X2 对应 59 (2)；U3 对应 72 (1)，X3 对应 60 (2)。U1、U2 和 U3 并联，X1、X2 和 X3 并联，最后通过汇流条连接，形成完成的 U 相绕组，U1、U2 和 U3 刚好位于相邻的 $q=4$ 个同极性的定子槽 11 内，X1、X2 和 X3 也刚好位于相邻的 $q=4$ 个同极性的定子槽 11 内。

在上述应用场景下，还可采用第二种绕线方式，定子绕组 20 中只需 4 种发

卡线圈。

其中，U相绕组中该3条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下：
U1对应1(1)，X1对应61(1)；U2对应25(1)，X2对应13(1)；U3对应49(1)，X3对应37(1)。U1、U2和U3并联，X1、X2和X3并联，最后通过汇流条连接，形成完成的U相绕组，U1、U2和U3刚好相对于定子铁芯10旋转对称，都相差24个定子槽11；X1、X2和X3也刚好相对于定子铁芯10旋转对称，都相差24个定子槽11。

第二种绕线方式中，U相绕组的第一并联支路从电压引出线位置U1绕进从中性点引出线位置X1出线，该第一并联支路其串联连接经过的槽号为：1(1)→12(2)→24(1)→35(2)→47(1)→58(2)→70(1)→9(2)→25(3)→36(4)→48(3)→59(4)→71(3)→10(4)→22(3)→33(4)→21(4)→10(3)→70(4)→59(3)→47(4)→36(3)→24(4)→13(3)→69(2)→58(1)→46(2)→35(1)→23(2)→12(1)→72(2)→61(1)。

U相绕组的第二并联支路从电压引出线位置U2绕进从中性点引出线位置X2出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：25(1)→36(2)→48(1)→59(2)→71(1)→10(2)→22(1)→33(2)→49(3)→60(4)→72(3)→11(4)→23(3)→34(4)→46(3)→57(4)→45(4)→34(3)→22(4)→11(3)→71(4)→60(3)→48(4)→37(3)→21(2)→10(1)→70(2)→59(1)→47(2)→36(1)→24(2)→13(1)。

U相绕组的第三并联支路从电压引出线位置U3绕进从中性点引出线位置X3出线，该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：49(1)→60(2)→72(1)→11(2)→23(1)→34(2)→46(1)→57(2)→1(3)→12(4)→24(3)→35(4)→47(3)→58(4)→70(3)→9(4)→69(4)→58(3)→46(4)→35(3)→24(4)→12(3)→72(4)→61(3)→45(2)→34(1)→22(2)→11(1)→71(2)→60(1)→48(2)→37(1)。

以6极72槽电机为例， $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，当定子槽11的槽层数 $n=6$ 时，本实施例采用第一种绕线方式，定子绕组20中需要7中发卡线圈，U相绕组中该3条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下：U1对应1(1)，X1对应61(1)；U2对应71(1)，X2对应59(2)；U3对应72(1)，X3对应60(2)。U1、U2和U3并联，X1、X2和X3并联，最后通过汇流条连接，形成完成的U相绕组，U1、U2和U3刚好

位于相邻的 $q=4$ 个同极性的定子槽 11 内, X1、X2 和 X3 也刚好位于相邻的 $q=4$ 个同极性的定子槽 11 内。

如图 30 所示, U 相绕组的第一并联支路从电压引出线位置 U1 绕进从中性点引出线位置 X1 出线, 该第一并联支路其串联连接经过的槽号为: 1 (1) → 12 (2) → 24 (1) → 35 (2) → 47 (1) → 58 (2) → 70 (1) → 9 (2) → 25 (3) → 36 (4) → 48 (3) → 59 (4) → 71 (3) → 10 (4) → 22 (3) → 33 (4) → 49 (5) → 60 (6) → 72 (5) → 11 (6) → 23 (5) → 34 (6) → 46 (5) → 57 (6) → 45 (6) → 34 (5) → 22 (6) → 11 (5) → 71 (6) → 60 (5) → 48 (6) → 34 (5) → 22 (6) → 11 (5) → 71 (6) → 60 (5) → 48 (6) → 37 (5) → 21 (4) → 10 (3) → 70 (4) → 59 (3) → 47 (4) → 36 (3) → 24 (4) → 13 (3) → 69 (2) → 58 (1) → 46 (2) → 35 (1) → 23 (2) → 12 (1) → 61 (1)。

如图 31 所示, U 相绕组的第二并联支路从电压引出线位置 U2 绕进从中性点引出线位置 X2 出线, 该第二并联支路其串联连接经过的槽号为: 71 (1) → 10 (2) → 22 (1) → 33 (2) → 49 (3) → 60 (4) → 72 (3) → 11 (4) → 23 (3) → 34 (4) → 46 (3) → 57 (4) → 1 (5) → 12 (6) → 24 (5) → 35 (6) → 47 (5) → 58 (6) → 70 (5) → 9 (6) → 69 (6) → 58 (5) → 46 (6) → 35 (5) → 23 (6) → 12 (5) → 72 (6) → 61 (5) → 45 (4) → 34 (3) → 22 (4) → 11 (3) → 71 (4) → 60 (3) → 48 (4) → 37 (3) → 21 (2) → 10 (1) → 70 (2) → 59 (1) → 47 (2) → 36 (1) → 24 (2) → 13 (1) → 25 (1) → 36 (2) → 48 (1) → 59 (2)。

如图 32 所示, U 相绕组的第三并联支路从电压引出线位置 U3 绕进从中性点引出线位置 X3 出线, 该第三并联支路其串联连接经过的槽号为: 72 (1) → 11 (2) → 23 (1) → 34 (2) → 46 (1) → 57 (2) → 1 (3) → 12 (4) → 24 (3) → 35 (4) → 47 (3) → 58 (4) → 70 (3) → 9 (4) → 25 (5) → 36 (6) → 48 (5) → 59 (6) → 71 (5) → 10 (6) → 22 (5) → 33 (6) → 21 (6) → 10 (5) → 70 (6) → 59 (5) → 47 (6) → 36 (5) → 24 (6) → 13 (5) → 69 (4) → 58 (3) → 46 (4) → 35 (3) → 23 (4) → 12 (3) → 72 (4) → 61 (3) → 45 (2) → 34 (1) → 22 (2) → 11 (1) → 71 (2) → 60 (1) → 48 (2) → 37 (1) → 49 (1) → 60 (2)。

而采用第二种绕线方式, 定子绕组 20 中只需 6 种发卡线圈, U 相绕组中该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下: U1 对应 1 (1), X1 对应 61 (1); U2 对应 25 (1), X2 对应 13 (1); U3 对应 49 (1), X3 对应 37 (1)。

第一并联支路其串联连接经过的槽号同上, 不再赘述。

该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：25(1)→36(2)→48(1)→59(2)→71(1)→10(2)→22(1)→33(2)→49(3)→60(4)→72(3)→11(4)→23(3)→34(4)→46(3)→57(4)→1(5)→12(6)→24(5)→35(6)→47(5)→58(6)→70(5)→9(6)→69(6)→58(5)→46(6)→35(5)→23(6)→12(5)→72(6)→61(5)→45(4)→34(3)→22(4)→11(3)→71(4)→60(3)→48(4)→37(3)→21(2)→10(1)→70(2)→59(1)→47(2)→36(1)→24(2)→13(1)。

该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：49(1)→60(2)→72(1)→11(2)→23(1)→34(2)→46(1)→57(2)→1(3)→12(4)→24(3)→35(4)→47(3)→58(4)→70(3)→9(4)→25(5)→36(6)→48(5)→59(6)→71(5)→10(6)→22(5)→33(6)→21(6)→10(35)→70(6)→59(5)→47(6)→36(5)→24(6)→13(5)→69(4)→58(3)→46(4)→35(3)→23(4)→12(3)→72(4)→61(3)→45(2)→34(1)→22(2)→11(1)→71(2)→60(1)→48(2)→37(1)。

在另一个应用场景下， $a=2$ ，则长距发卡线圈的节距为 $s/(2p)+2$ ，整距发卡线圈的节距为 $s/(2p)$ ，短距发卡线圈的节距为 $s/(2p)-2$ 。

具体地，定子槽数 s 可以为 72，转子极对数 p 为 3，定子槽 11 的槽层数 n 可以为 4、6、8 和 10 中的一种，则长距发卡线圈的节距为 14，整距发卡线圈的节距为 12，短距发卡线圈的节距为 10，即每一并联支路中发卡线圈 21 的节距组合为 10、12、14，每一并联支路中发卡线圈之间的焊接节距均为 13。

以 6 极 72 槽电机为例， $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，其中定子槽 11 的槽层数 $n=4$ 。

在上述应用场景下，采用第一种绕线方式，定子绕组 20 中只需 5 中发卡线圈。

如图 33 所示，U 相绕组的第一并联支路从电压引出线位置 U1 绕进从中性点引出线位置 X1 出线，该第一并联支路其串联连接经过的槽号为：72(1)→13(2)→23(1)→36(2)→46(1)→59(2)→69(1)→10(2)→24(3)→37(4)→47(3)→60(4)→70(3)→11(4)→21(3)→34(4)→22(4)→9(3)→71(4)→58(3)→48(4)→35(3)→25(4)→12(3)→70(2)→57(1)→47(2)→34(1)→24(2)→11(1)→1(2)→60(1)。

如图 34 所示，U 相绕组的第二并联支路从电压引出线位置 U2 绕进从中性

点引出线位置 X2 出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：70 (1) → 11 (2) → 21 (1) → 34 (2) → 48 (3) → 61 (4) → 71 (3) → 12 (4) → 22 (3) → 35 (4) → 45 (3) → 58 (4) → 46 (4) → 33 (3) → 23 (4) → 10 (3) → 72 (4) → 59 (3) → 49 (4) → 36 (3) → 22 (2) → 9 (1) → 71 (2) → 58 (1) → 48 (2) → 35 (1) → 25 (2) → 12 (1) → 24 (1) → 37 (2) → 47 (1) → 60 (2)。

如图 35 所示，U 相绕组的第三并联支路从电压引出线位置 U3 绕进从中性点引出线位置 X3 出线，该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：71 (1) → 12 (2) → 22 (1) → 35 (2) → 45 (1) → 58 (2) → 72 (3) → 13 (4) → 23 (3) → 36 (4) → 46 (3) → 59 (4) → 69 (3) → 10 (4) → 70 (4) → 57 (3) → 47 (4) → 34 (3) → 24 (4) → 11 (3) → 1 (4) → 60 (3) → 46 (2) → 33 (1) → 23 (2) → 10 (1) → 72 (2) → 59 (1) → 49 (2) → 36 (1) → 48 (1) → 61 (2)。

该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽号分布如下：U1 对应 72 (1)，X1 对应 60 (1)；U2 对应 70 (1)，X2 对应 60 (2)；U3 对应 71 (1)，X3 对应 61 (2)。

在上述应用场景下，采用第二种绕线方式，则定子绕组 20 中只需 4 种发卡线圈。其与第一种绕线方式的不同点在于并联支路的起始槽和结束槽，其余具体绕线方式可参阅上述第一种绕线方式，不再赘述。其中，该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽号分布如下：U1 对应 72 (1)，X1 对应 60 (1)；U2 对应 24 (1)，X2 对应 12 (1)；U3 对应 48 (1)，X3 对应 36 (1)。

以 6 极 72 槽电机为例， $m=3$ ，定子槽数 $s=72$ ，转子的对极数为 $p=3$ ，每极每相槽数 $q=4$ ，定子槽 11 的槽层数 $n=6$ ，本实施例采用第一种绕线方式，定子绕组 20 中需要 7 中发卡线圈。

如图 36 所示，U 相绕组的第一并联支路从电压引出线位置 U1 绕进从中性点引出线位置 X1 出线，该第一并联支路其串联连接经过的槽号为：72 (1) → 13 (2) → 23 (1) → 36 (2) → 46 (1) → 59 (2) → 69 (1) → 10 (2) → 24 (3) → 37 (4) → 47 (3) → 60 (4) → 70 (3) → 11 (4) → 21 (3) → 34 (4) → 48 (5) → 61 (6) → 71 (5) → 12 (6) → 22 (5) → 35 (6) → 45 (5) → 58 (6) → 46 (6) → 33 (5) → 23 (6) → 10 (5) → 72 (6) → 59 (5) → 49 (6) → 36 (5) → 22 (4) → 9 (3) → 71 (4) → 58 (3) → 48 (4) → 35 (3) → 25 (4) → 12 (3) → 70 (2) → 57 (1) → 47 (2) → 34 (1) → 24 (2) → 11 (1) → 1 (2) → 60 (1)。

如图 37 所示，U 相绕组的第二并联支路从电压引出线位置 U2 绕进从中性

点引出线位置 X2 出线，该第二并联支路其串联连接经过的槽号为：70 (1) → 11 (2) → 21 (1) → 34 (2) → 48 (3) → 61 (4) → 71 (3) → 12 (4) → 22 (3) → 35 (4) → 45 (3) → 58 (4) → 72 (5) → 13 (6) → 23 (5) → 36 (6) → 46 (5) → 59 (6) → 69 (5) → 10 (6) → 70 (6) → 57 (5) → 47 (6) → 34 (5) → 24 (6) → 11 (5) → 1 (6) → 60 (5) → 46 (4) → 33 (3) → 23 (4) → 10 (3) → 72 (4) → 59 (3) → 49 (4) → 36 (3) → 22 (2) → 9 (1) → 71 (2) → 58 (1) → 48 (2) → 35 (1) → 25 (2) → 12 (1) → 24 (1) → 37 (2) → 47 (1) → 60 (2)。

如图 38 所示，U 相绕组的第三并联支路从电压引出线位置 U3 绕进从中性点引出线位置 X3 出线，该第三并联支路其串联连接经过的槽号为：71 (1) → 12 (2) → 22 (1) → 35 (2) → 45 (1) → 58 (2) → 72 (3) → 3 (4) → 23 (3) → 36 (4) → 46 (3) → 59 (4) → 69 (3) → 10 (4) → 24 (5) → 37 (6) → 47 (5) → 60 (6) → 70 (5) → 11 (6) → 21 (5) → 34 (6) → 22 (6) → 9 (5) → 71 (6) → 58 (5) → 48 (6) → 35 (5) → 25 (6) → 12 (5) → 70 (4) → 57 (3) → 47 (4) → 34 (3) → 24 (4) → 11 (3) → 1 (4) → 60 (3) → 46 (2) → 33 (1) → 23 (2) → 10 (1) → 72 (2) → 59 (1) → 49 (2) → 36 (1) → 48 (1) → 61 (2)。

U 相绕组中该 3 条并联支路对应的起始槽和结束槽序号分布如下：U1 对应 72 (1)，X1 对应 60 (1)；U2 对应 70 (1)，X2 对应 60 (2)；U3 对应 71 (1)，X3 对应 61 (2)。

按照本申请实施例中的绕线方式绕制成后，以 6 极 72 槽的扁线电机的峰值扭矩工况点的反电势谐波含量进行对比，现有技术整距绕组电机的反电势谐波含量为 4.75%，采用本申请实施例的反电势谐波含量为 3.98%，相比下降了 16.2%，可见本申请提供的绕线方式能降低反电势谐波，提高电机效率。

本申请的另外一方面，还提供了一种动力总成，该动力总成包括减速器和上述的扁线电机。其中，扁线电机和减速器传动连接。具体地，扁线电机的驱动轴与减速器的输入轴可通过联轴器等传动件实现传动连接，以将驱动力自扁线电机输出至减速器。

本申请的再一方面，还提供了一种车辆，该车辆包括上述的动力总成，上述的动力总成设置于车辆内，并为车辆提供运行动力。具体地，本实施例中，车辆可具体为以电能进行驱动的新能源车辆。其中，新能源车辆具体可以是混合动力电动车辆、纯电动车辆或燃料电池电动车辆等，也可以是采用超级电容器、飞轮电池或飞轮储能器等高效储能器作为电能来源的车辆。

区别于现有技术的情况，本申请公开了的定子、扁线电机、动力总成和车辆。通过每相绕组的多条并联支路在周向上旋转对称，则使得每相绕组中多个并联支路的磁场分布相同，电势平衡，因而避免了并联支路间产生的环流，从而可大幅减小高频下的附加交流铜耗，提高高速运行时的扁线电机效率，并避免了绕组局部过温，延长了扁线电机的寿命；且每一并联支路的发卡线圈在不同定子槽中遍历 N 个槽层，从而可消除每相绕组中多个并联支路因在定子槽中的位置引起的电势相位差，且通过对定子槽中槽层数 N 和对应每一并联支路在每一定子槽中占据的槽层总数的限定，以减小发卡线圈的线型种类，从而减小了扁线电机的制造模具，以降低制作成本，可有效地提高加工制造效率。

在本申请的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、机构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、机构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

以上仅为本申请的实施方式，并非因此限制本申请的专利范围，凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其它相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权利要求书

1.一种扁线电机的定子，其中，包括：

定子铁芯，所述定子铁芯的内壁沿其周向开均布有多个定子槽；

定子绕组包括三相绕组，每一相绕组包括多条并联支路，所述多条并联支路在周向上旋转对称，每一所述并联支路包括用连接线连接且不同节距的多个发卡线圈，任一所述定子槽内均设有 N 层所述发卡线圈，每一所述并联支路发卡线圈在不同定子槽中遍历 N 个槽层，所述三相绕组沿所述定子铁芯的周向依次呈周期排列设置；

当 $N = (2n+1) \times 2$ 时，每一所述并联支路在每一所述定子槽占据的槽层总数组合为 $2n$ ，或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$ ；

当 $N = 2n \times 2$ 时，每一所述并联支路在每一所述定子槽占据的槽层总数组合为 $2n$ 、 $2n-1$ ，或 $2n$ 、 $2n-1$ 、 $2n-2$ ；

当 $N = 2n+1$ 时，每一所述并联支路在每一所述定子槽占据的槽层总数组合为 n 、 $n-1$ ，或 n 、 $n-1$ 、 $n-2$ ；其中 N 为正整数且大于等于 4，且每一所述并联支路在每一所述定子槽的槽层总数也为正整数。

2.根据权利要求 1 所述的定子，其中，

每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 1 时，所述一个槽层的位置为所述定子槽的第一层或第 N 层；

每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 2 时，所述 2 个槽层在所述定子槽中呈相邻设置，或所述 2 个槽层分别为所述定子槽中的第一层和第 N 层；

每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 3 时，所述 3 个槽层中的两个呈相邻设置，剩余一个槽层的位置为所述定子槽的第一层或第 N 层，且与另外两个槽层间隔四个槽层；

每一所述并联支路在所述定子槽中占据的槽层总数为 4 时，所述 4 个槽层分为两组，每组相间隔四个槽层，每组包括相邻设置的两个槽层。

3.根据权利要求 2 所述的定子，其中，每一相绕组包括三条并联支路。

4.根据权利要求 3 所述的定子，其中，所述定子槽的数量为 54 或 72。

5.根据权利要求 3 或 4 所述的定子，其中，每一所述并联支路中发卡线圈的节距组合为 8、9、11、12、16。

6.根据权利要求 3 或 4 所述的定子,其中,每一所述并联支路在同一槽层的发卡线圈节距均为 9。

7.根据权利要求 3 或 4 所述的定子,其中,每一所述并联支路在第一槽层或第 N 槽层的发卡线圈节距为 8 或 8、11。

8.根据权利要求 3 或 4 所述的定子,其中,每一所述并联支路的进线端在所述槽层的第 N 层,出线端在所述槽层的第 N-1 层;或
每一所述并联支路的进线端和出线端均在第一槽层和第 N 槽层。

9.根据权利要求 3 或 4 所述的定子,其中,每一所述并联支路中所述发卡线圈之间的焊接节距都为 9 或 11。

10.根据权利要求 1-4 任一项所述的定子,其中,每一所述并联支路包括节距为 $s/(2p)+a$ 的长距发卡线圈、节距为 $s/(2p)$ 的整距发卡线圈和节距为 $s/(2p)+a-4$ 的短距发卡线圈;

其中, s 为定子槽数、 p 为所述并联支路的条数、 a 为大于等于 2 且小于等于 4 的整数。

11.根据权利要求 10 所述的定子,其中,

每一所述并联支路中,所述短距发卡线圈的第一支脚和第二支脚分别位于第 k 槽层和第 $k+1$ 槽层,所述长距发卡线圈的第一支脚和第二支脚分别位于第 $k+1$ 槽层和第 $k+2$ 槽层,所述整距发卡线圈的第一支脚和第二支脚均分布于第 1 槽层或第 n 槽层;其中 k 为大于等于 1 且小于等于 n 的奇数。

12.根据权利要求 11 所述的定子,其中,所述扁线电机的每极每相槽数为 q ,每相绕组的 p 条并联支路的电压引出线在 s 个所述定子槽内且在不同所述定子槽的同一槽层或相邻槽层,每相绕组的 p 条并联支路的中性点引出线在 s 个所述定子槽内且在不同所述定子槽的同一槽层或相邻槽层。

13.根据权利要求 11 所述的定子,其中,所述电压引出线和所述中性点引出线均位于第 1 槽层或第 n 槽层。

14.根据权利要求 12 或 13 所述的定子,其中,每一所述并联支路中所述发卡线圈之间的焊接节距都为 $s/(2p)$ 。

15.根据权利要求 11 所述的定子,其中, n 为偶数, $a=4$,所述短距发卡线圈为所述整距发卡线圈,在所述三相绕组的相带分布中,各奇数层的极性分布相同,各偶数层的极性分布相同且相对所述奇数层的极性分布错位一个定子槽。

16.根据权利要求 11 所述的定子,其中,所述定子槽的槽层数为 4、6、8 和

10 中的一种，每一所述并联支路中发卡线圈的节距组合为 10、12、14，每一所述并联支路中所述发卡线圈之间的焊接节距均为 13。

17.根据权利要求 1 所述的定子，其中，每一所述发卡线圈包括第一支脚、第二支脚、连接段、第一弯折段和第二弯折段，所述第一支脚和所述第二支脚平行设置并分别插设于不同定子槽的槽层，所述连接段连接于所述第一支脚和所述第二支脚的一端，所述第一弯折段连接于所述第一支脚的另一端，所述第二弯折段连接于所述第二支脚的另一端，且所述第一弯折段和所述第二弯折段还均连接有焊接端。

18.根据权利要求 17 所述的定子，其中，所述第一弯折段和第二弯折段的折弯方向相同平行或呈对称设置。

19.一种扁线电机，其中，包括转子和如权利要求 1 至 18 任一项所述的定子，所述转子设于所述定子铁芯的内壁所围设形成的空间内。

20.一种动力总成，其中，包括减速器和如权利要求 19 所述的扁线电机，所述扁线电机与所述减速器传动连接。

21.一种车辆，其中，包括如权利要求 20 所述的动力总成。

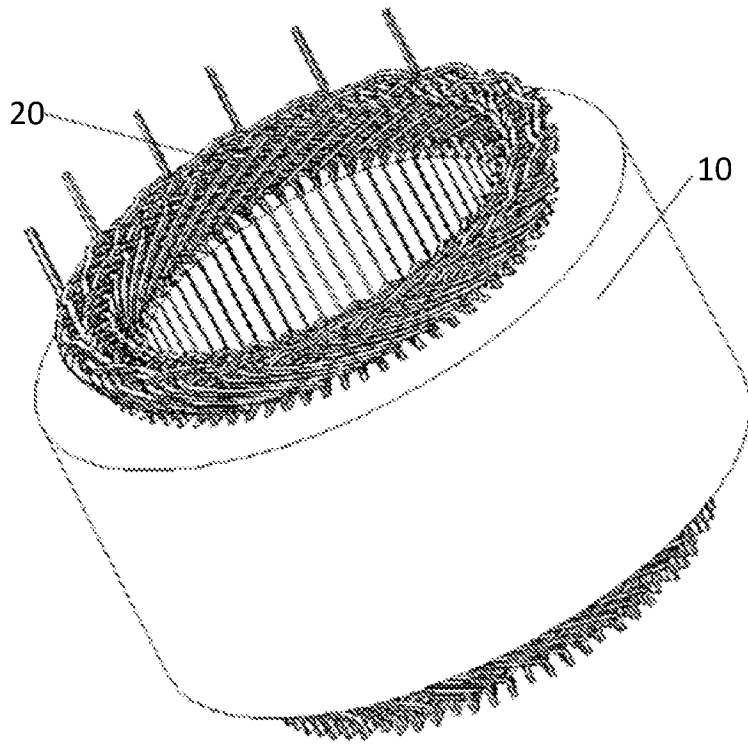


图 1

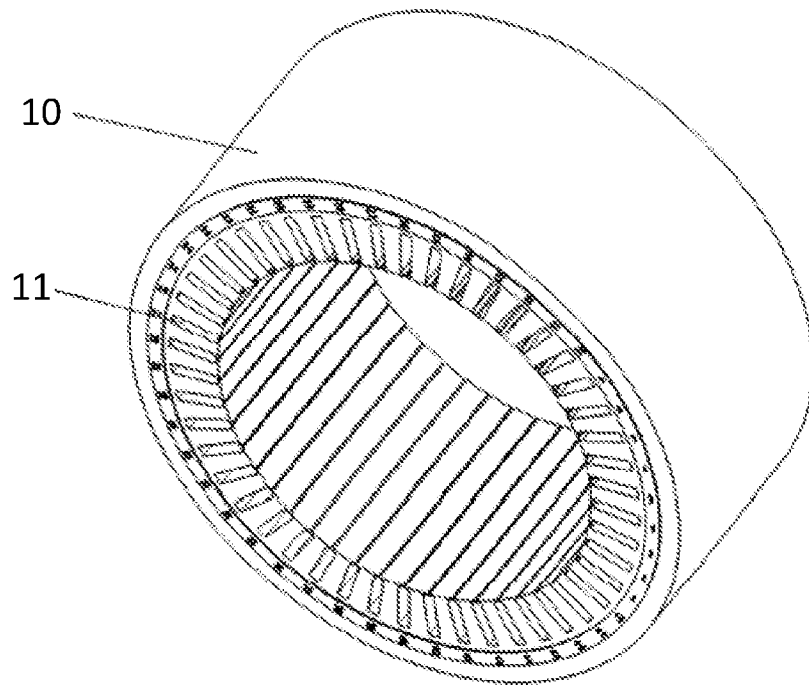


图 2

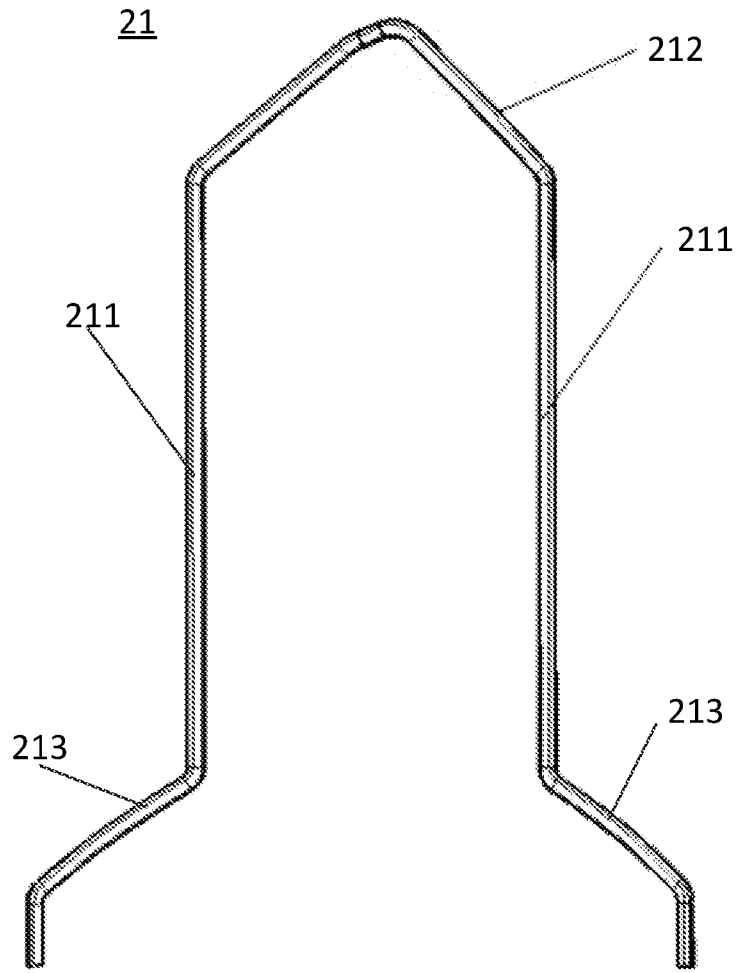


图 3

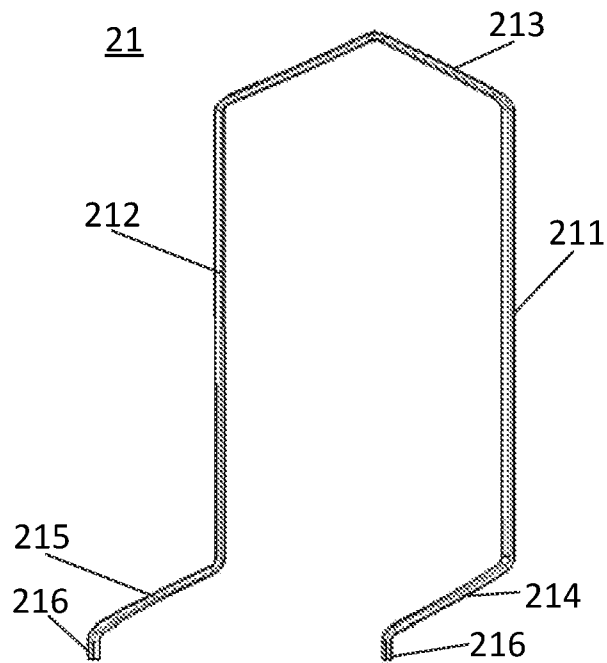


图 4

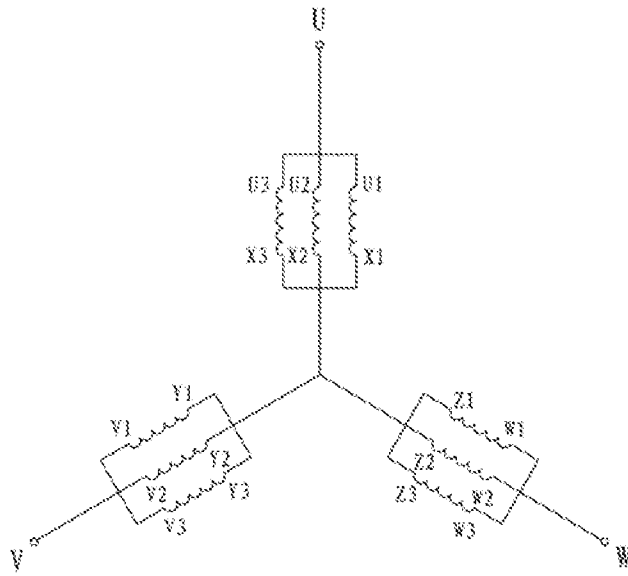


图 5

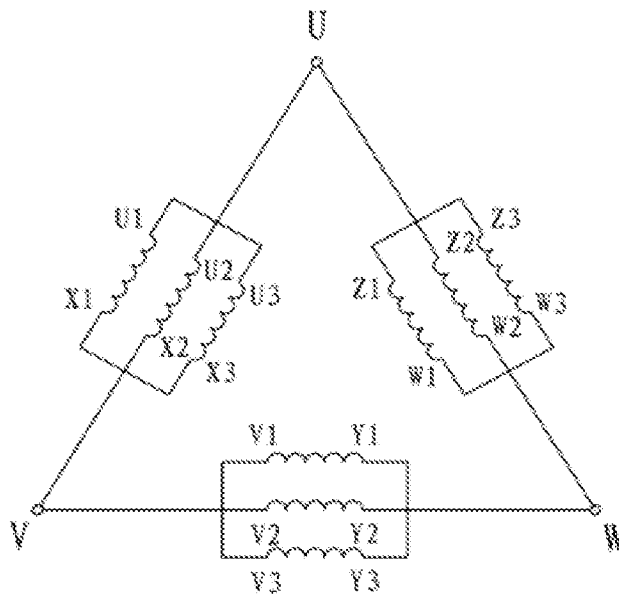


图 6

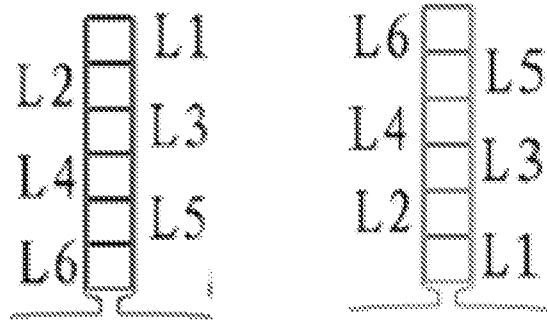


图 7

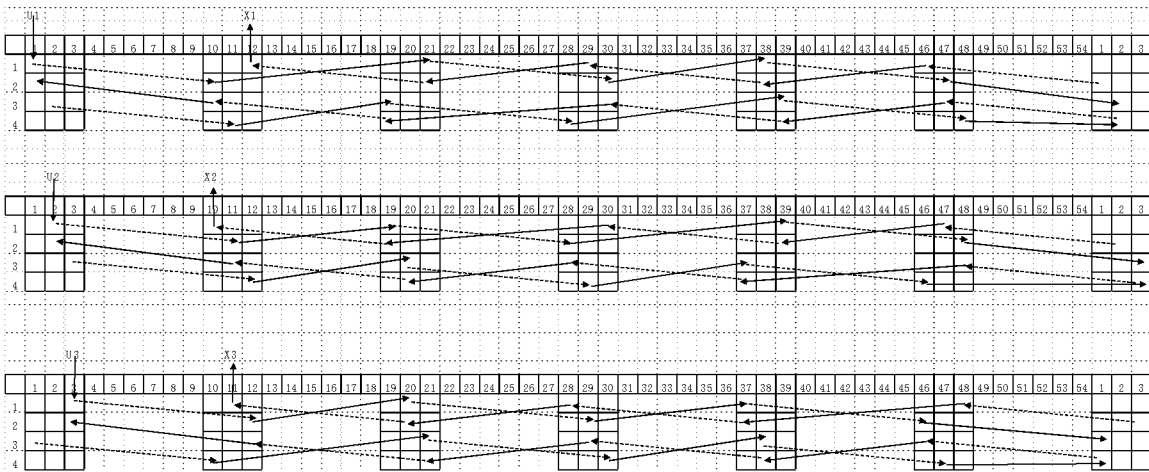


图 8

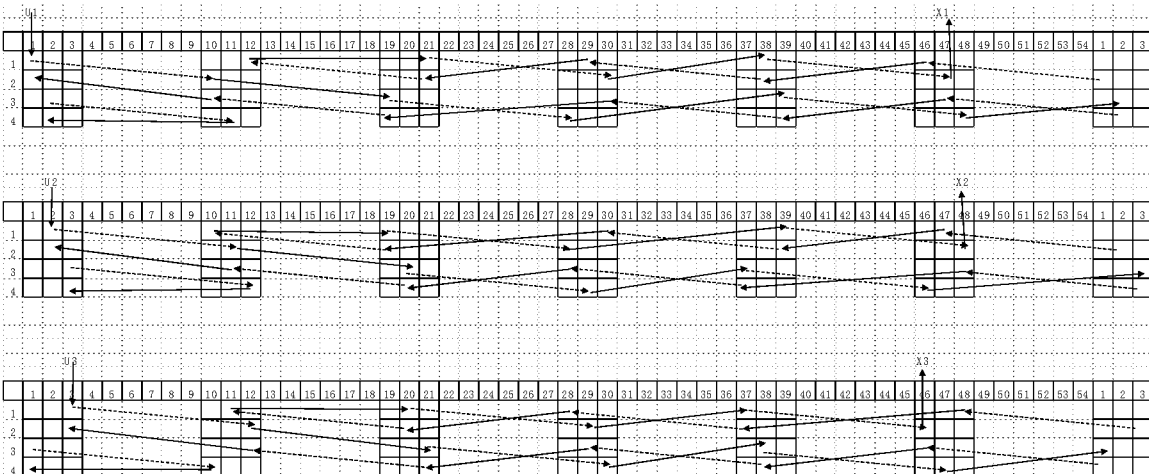


图 9

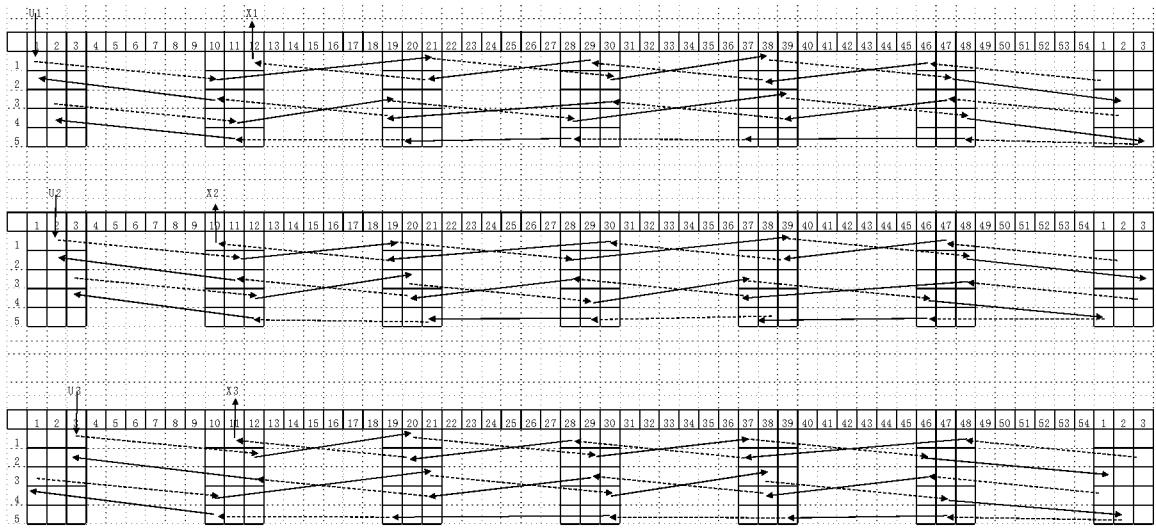


图 10

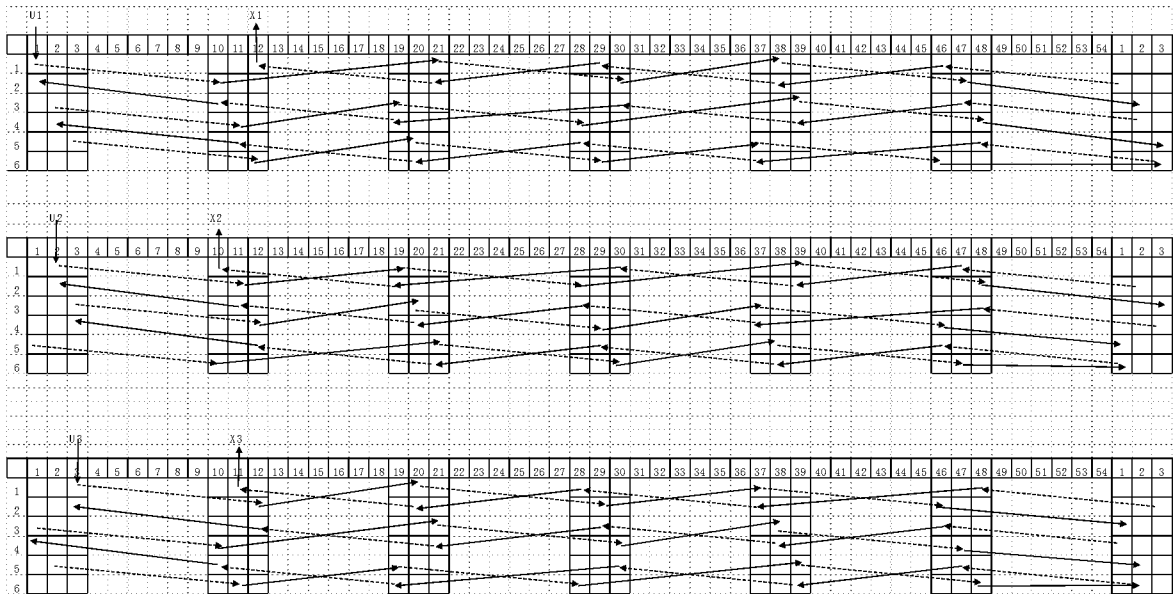


图 11

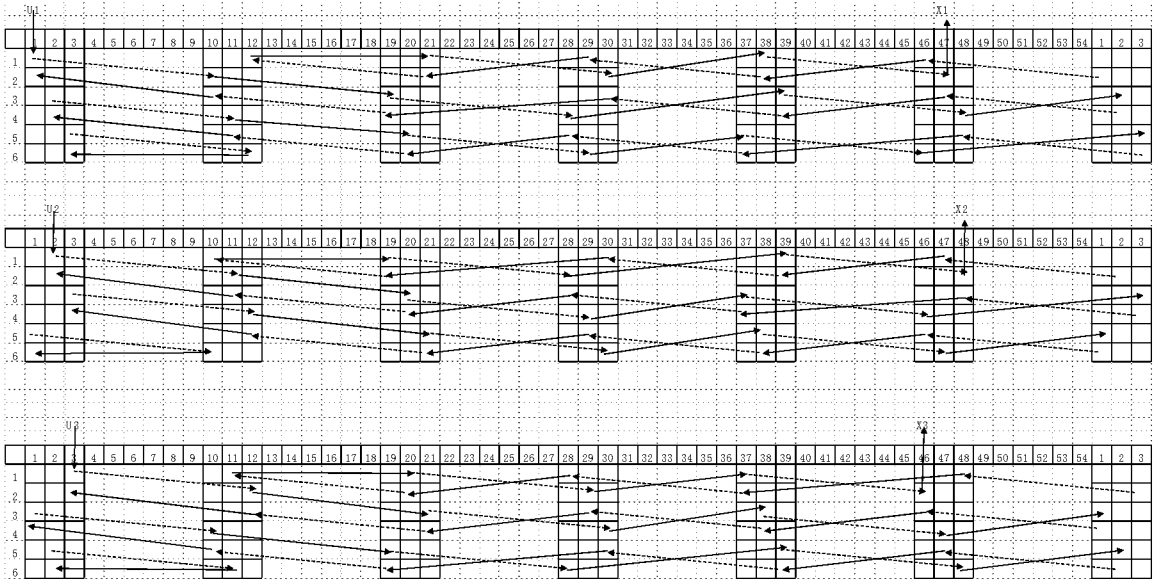


图 12

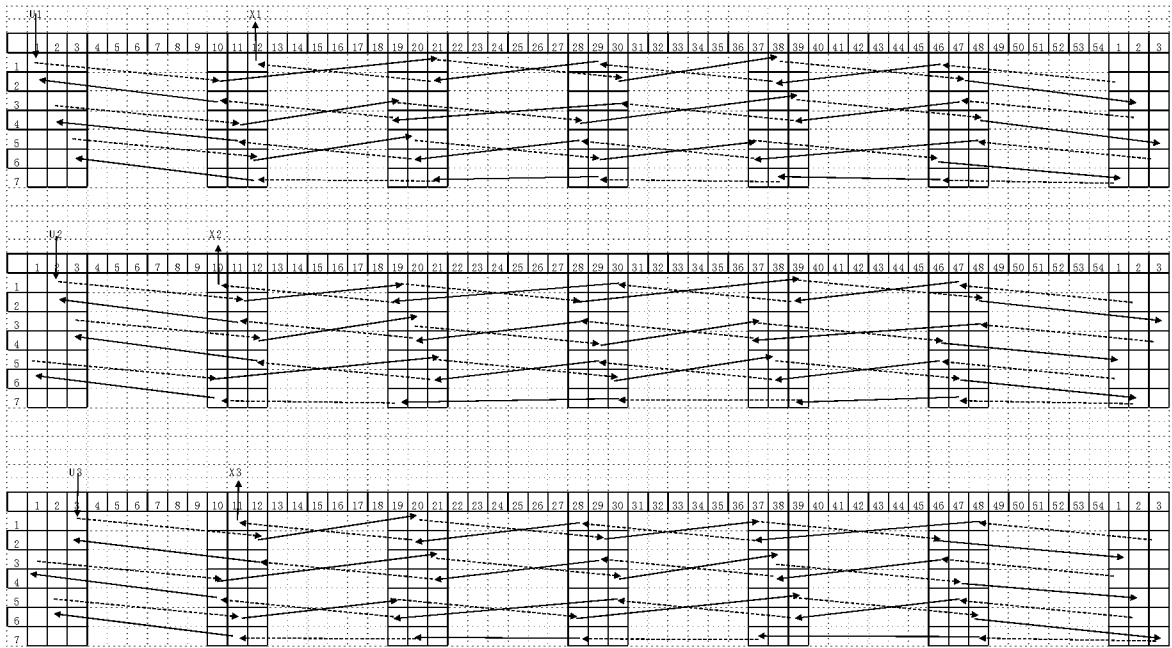


图 13

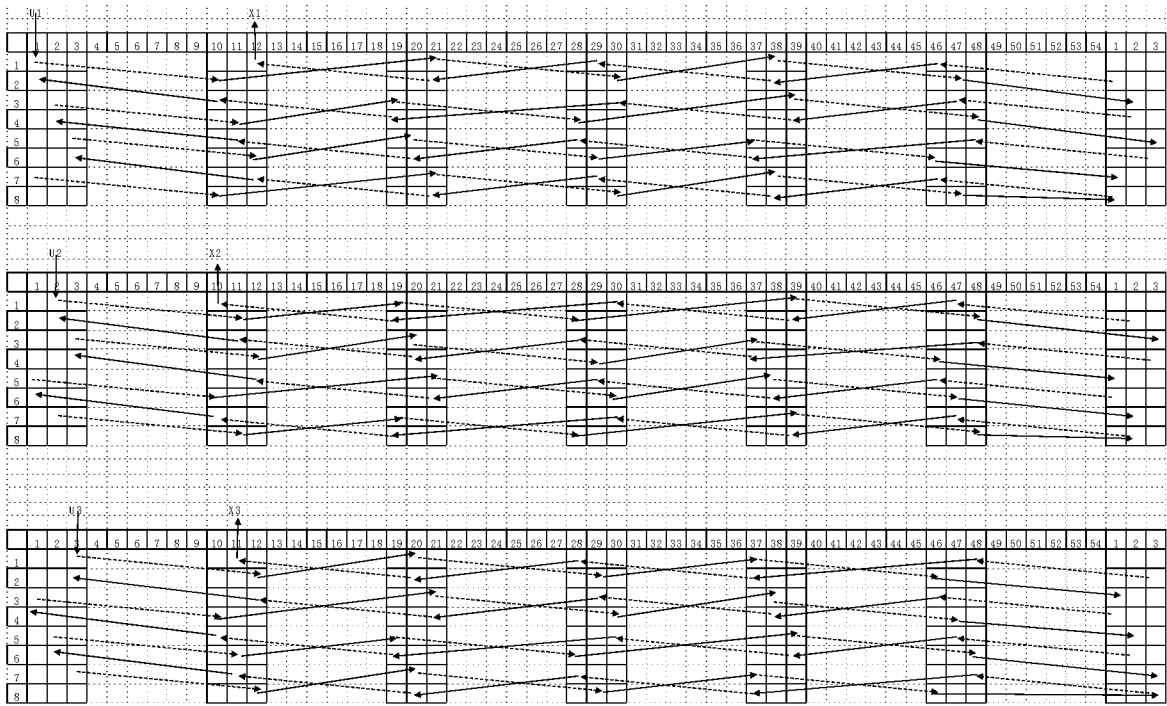


图 14

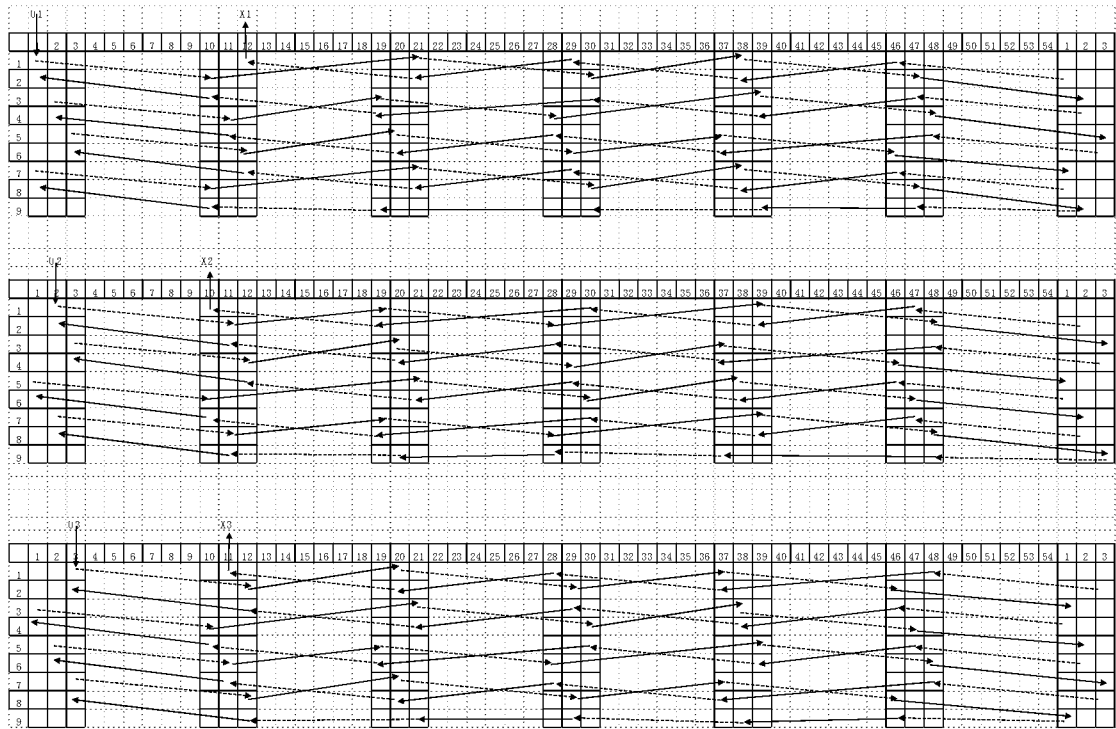


图 15

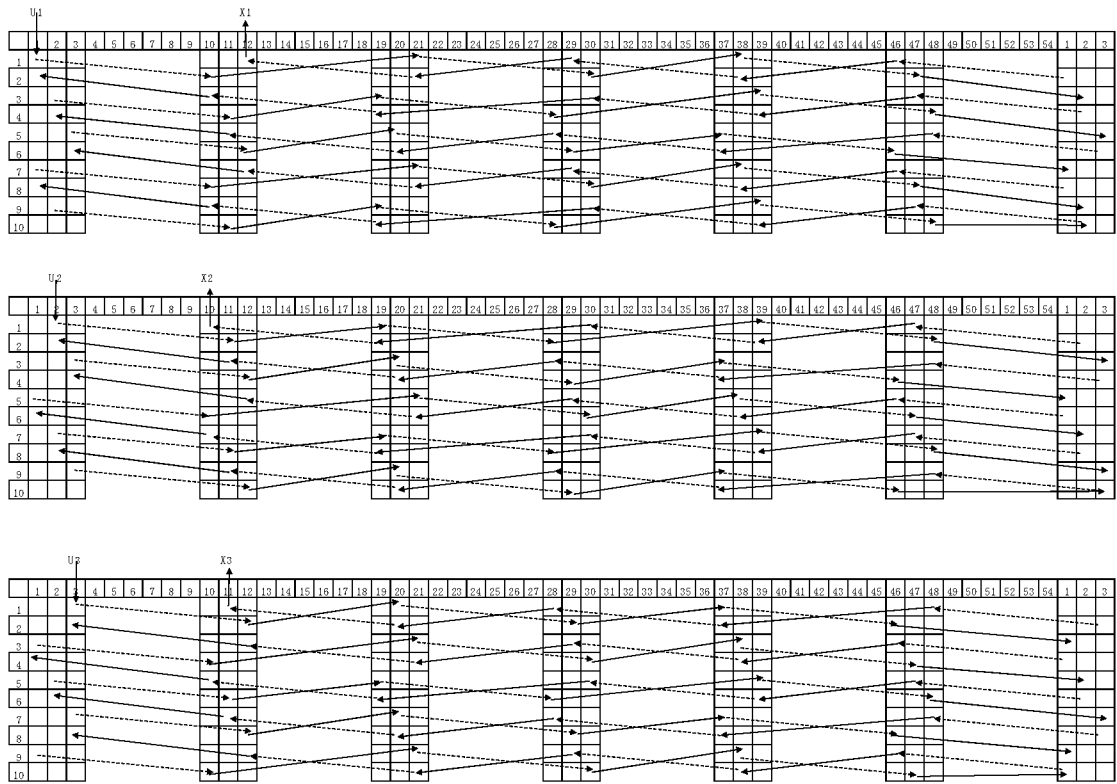


图 16

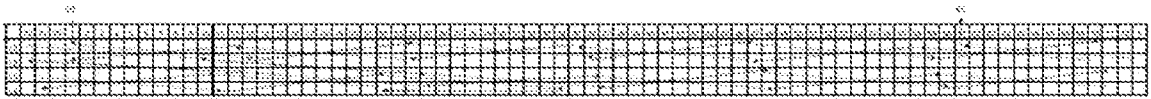


图 17

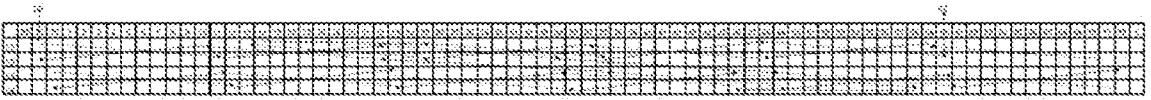


图 18

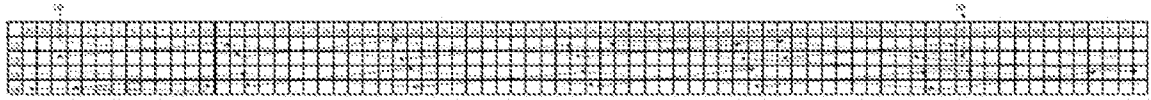


图 19



图 20

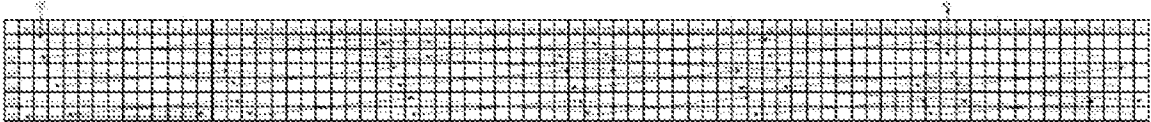


图 21

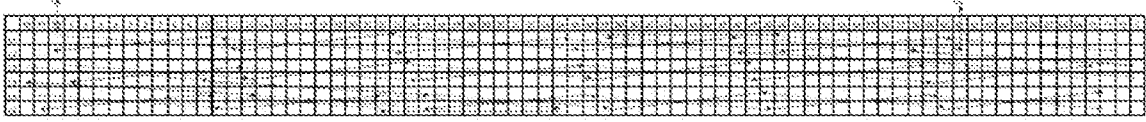


图 22

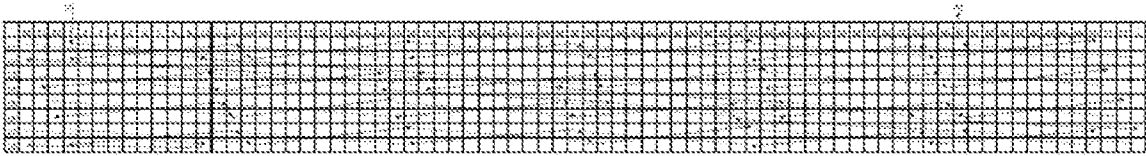


图 23

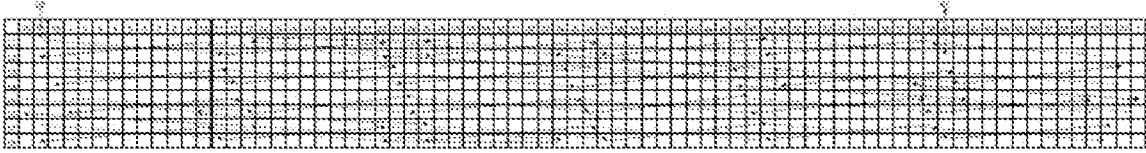


图 24

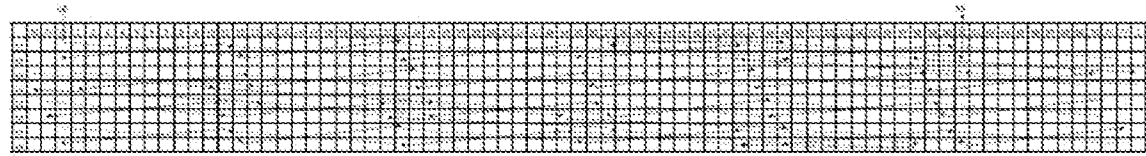


图 25

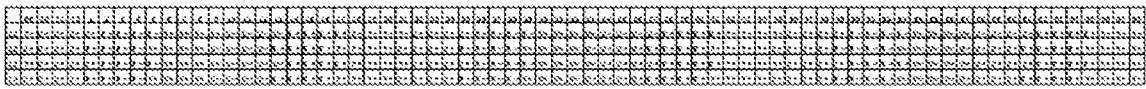


图 26

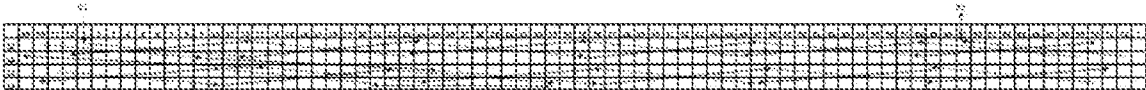


图 27

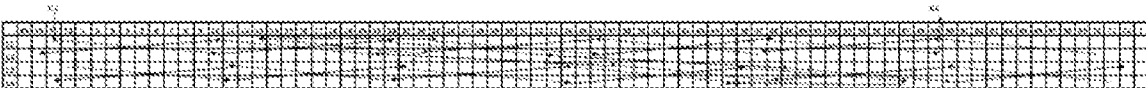


图 28

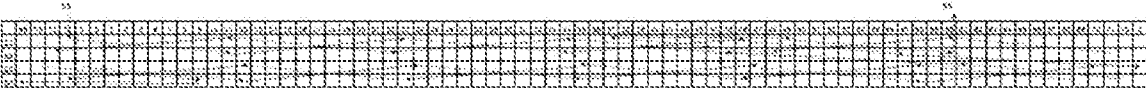


图 29

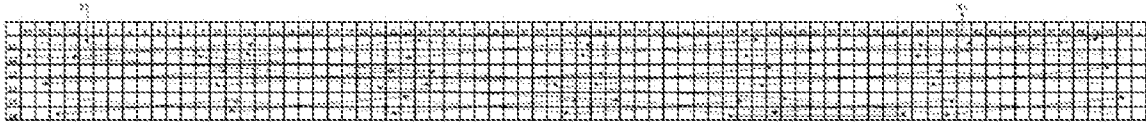


图 30

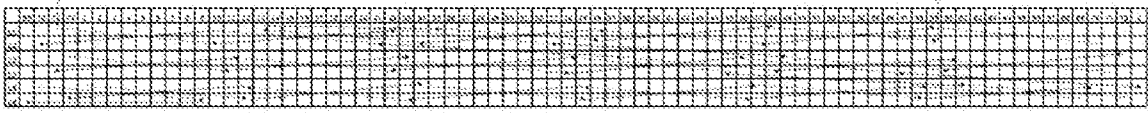


图 31

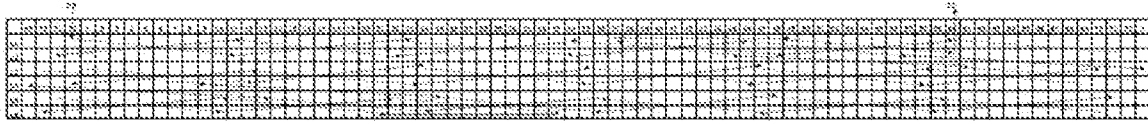


图 32

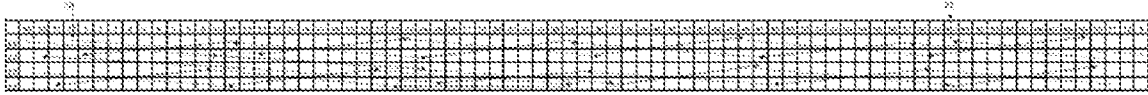


图 33

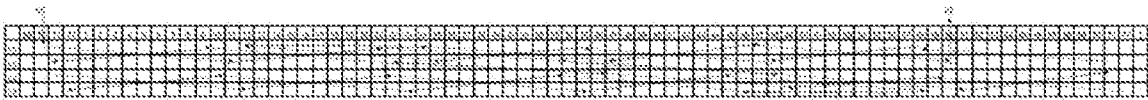


图 34

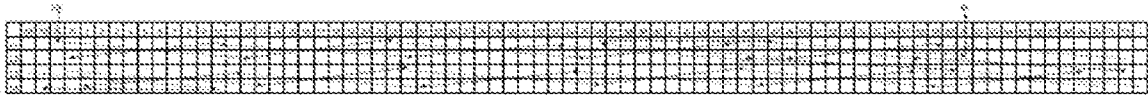


图 35

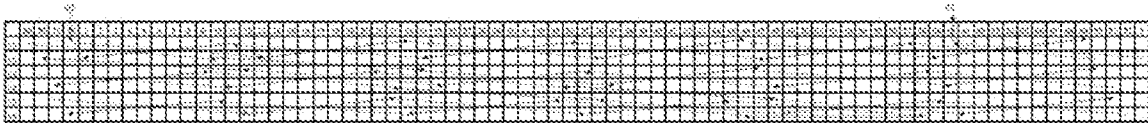


图 36

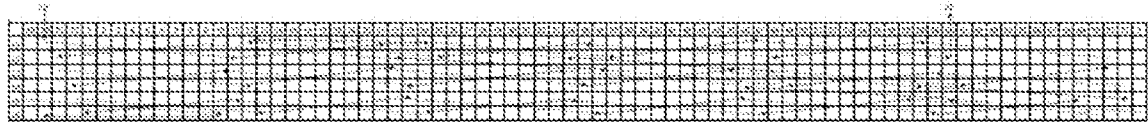


图 37

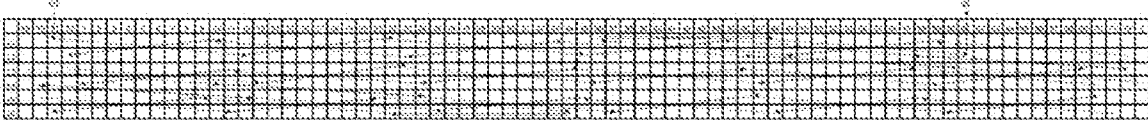


图 38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/091893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K3/28(2006.01)i; H02K3/12(2006.01)i; H02K1/16(2006.01)i; H02K7/116(2006.01)i; B60K1/00(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,B60K

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)

CNABS, CNTXT, CJFD, VEN, ENTXTC, DWPI: 扁线, 发卡, 并联, 对称, 节距, 环流, 电势, 相位差, flat, wire?, hairpin, parallel, shunt, pitch, symmetr+, circulation, potential, difference, phase

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115765254 A (ZHEJIANG LINGSHENG POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 March 2023 (2023-03-07) description, paragraphs 41-117, and figures 1-15	1-21
PX	CN 218920102 U (ZHEJIANG LINGSHENG POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 April 2023 (2023-04-25) description, paragraphs 41-117, and figures 1-15	1-21
PX	CN 115955032 A (ZHEJIANG LINGSHENG POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 April 2023 (2023-04-11) description, paragraphs 52-143, and figures 1-26	1-21
PX	CN 218920101 U (ZHEJIANG LINGSHENG POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 April 2023 (2023-04-25) description, paragraphs 52-125, and figures 1-26	1-21
A	CN 212850004 U (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 30 March 2021 (2021-03-30) description, paragraphs 32-99, and figures 1-12	1-21

 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

15 June 2023

Date of mailing of the international search report

23 June 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/091893

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111478465 A (SHANGHAI VMAX NEW ENERGY CO., LTD.) 31 July 2020 (2020-07-31) entire document	1-21
A	CN 112583166 A (TIANJIN SANTROLL ELECTRIC AUTOMOBILE TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 March 2021 (2021-03-30) entire document	1-21
A	CN 114583863 A (HUAWEI DIGITAL ENERGY TECHNOLOGIES CO., LTD.) 03 June 2022 (2022-06-03) entire document	1-21
A	JP 2021145522 A (MEIDENSHA CORP.) 24 September 2021 (2021-09-24) entire document	1-21
A	WO 2021134387 A1 (SAIC MOTOR CORP., LTD.) 08 July 2021 (2021-07-08) entire document	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/091893

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115765254	A	07 March 2023	None	
CN	218920102	U	25 April 2023	None	
CN	115955032	A	11 April 2023	None	
CN	218920101	U	25 April 2023	None	
CN	212850004	U	30 March 2021	None	
CN	111478465	A	31 July 2020	WO 2021237991 A1	02 December 2021
				CN 212366947 U	15 January 2021
CN	112583166	A	30 March 2021	CN 112583166 B	13 May 2022
CN	114583863	A	03 June 2022	None	
JP	2021145522	A	24 September 2021	None	
WO	2021134387	A1	08 July 2021	EP 4087096 A1	09 November 2022
				US 2022407378 A1	22 December 2022
				JP 2023502587 W	25 January 2023

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02K3/28(2006.01)i; H02K3/12(2006.01)i; H02K1/16(2006.01)i; H02K7/116(2006.01)i; B60K1/00(2006.01)i</p> <p>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</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02K, B60K</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNTXT, CJFD, VEN, ENTXTC, DWPI:扁线, 发卡, 并联, 对称, 节距, 环流, 电势, 相位差, flat, wire?, hairpin, parallel, shunt, pitch, symmetr+, circulation, potential, difference, phase</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <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 115765254 A (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年3月7日 (2023 - 03 - 07) 说明书第41-117段, 图1-15</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 218920102 U (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25) 说明书第41-117段, 图1-15</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 115955032 A (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书第52-143段, 图1-26</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 218920101 U (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25) 说明书第52-125段, 图1-26</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 212850004 U (华为技术有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 说明书第32-99段, 图1-12</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111478465 A (上海威迈斯新能源有限公司) 2020年7月31日 (2020 - 07 - 31) 全文</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112583166 A (天津市松正电动汽车技术股份有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 全文</td> <td>1-21</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 115765254 A (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年3月7日 (2023 - 03 - 07) 说明书第41-117段, 图1-15	1-21	PX	CN 218920102 U (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25) 说明书第41-117段, 图1-15	1-21	PX	CN 115955032 A (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书第52-143段, 图1-26	1-21	PX	CN 218920101 U (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25) 说明书第52-125段, 图1-26	1-21	A	CN 212850004 U (华为技术有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 说明书第32-99段, 图1-12	1-21	A	CN 111478465 A (上海威迈斯新能源有限公司) 2020年7月31日 (2020 - 07 - 31) 全文	1-21	A	CN 112583166 A (天津市松正电动汽车技术股份有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 全文	1-21
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 115765254 A (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年3月7日 (2023 - 03 - 07) 说明书第41-117段, 图1-15	1-21																								
PX	CN 218920102 U (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25) 说明书第41-117段, 图1-15	1-21																								
PX	CN 115955032 A (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书第52-143段, 图1-26	1-21																								
PX	CN 218920101 U (浙江凌昇动力科技有限公司) 2023年4月25日 (2023 - 04 - 25) 说明书第52-125段, 图1-26	1-21																								
A	CN 212850004 U (华为技术有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 说明书第32-99段, 图1-12	1-21																								
A	CN 111478465 A (上海威迈斯新能源有限公司) 2020年7月31日 (2020 - 07 - 31) 全文	1-21																								
A	CN 112583166 A (天津市松正电动汽车技术股份有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 全文	1-21																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p>																										
<p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“D” 申请人在国际申请中引证的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年6月15日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年6月23日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>		<p>授权官员</p> <p>李新瑞</p> <p>电话号码 (+86) 010-53961505</p>																								

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	CN 114583863 A (华为数字能源技术有限公司) 2022年6月3日 (2022 - 06 - 03) 全文	1-21
A	JP 2021145522 A (MEIDENSHA CORP.) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 全文	1-21
A	WO 2021134387 A1 (SAIC MOTOR CORP. LTD.) 2021年7月8日 (2021 - 07 - 08) 全文	1-21

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/091893

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	115765254	A	2023年3月7日	无			
CN	218920102	U	2023年4月25日	无			
CN	115955032	A	2023年4月11日	无			
CN	218920101	U	2023年4月25日	无			
CN	212850004	U	2021年3月30日	无			
CN	111478465	A	2020年7月31日	WO	2021237991	A1	2021年12月2日
				CN	212366947	U	2021年1月15日
CN	112583166	A	2021年3月30日	CN	112583166	B	2022年5月13日
CN	114583863	A	2022年6月3日	无			
JP	2021145522	A	2021年9月24日	无			
WO	2021134387	A1	2021年7月8日	EP	4087096	A1	2022年11月9日
				US	2022407378	A1	2022年12月22日
				JP	2023502587	W	2023年1月25日