

(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
2022 年 4 月 14 日 (14.04.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/073405 A1

(51) 国际专利分类号:
H01F 27/28 (2006.01) **H01F 27/32** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/116647

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 6 日 (06.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011072144.X 2020 年 10 月 9 日 (09.10.2020) CN

(71) 申请人: 阳光电源股份有限公司 (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。

(72) 发明人: 王富 (WANG, Fu); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。王航 (WANG, Hang); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。李随军

(LI, Suijun); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。朱梅梅 (ZHU, Meimei); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,

(54) Title: TRANSFORMER AND WINDING STRUCTURE THEREOF

(54) 发明名称: 一种变压器及其绕组结构

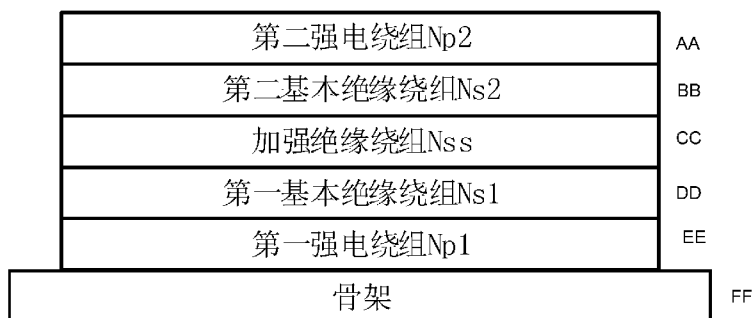


图 11

AA Second strong current winding Np2
BB Second basic insulating winding Ns2
CC Reinforced insulating winding Nss
DD First basic insulating winding Ns1
EE First strong current winding Np1
FF Skeleton

(57) Abstract: The present application provides a transformer and a winding structure thereof. In the winding structure of the transformer, a reinforced insulating winding, all basic insulating windings, and all strong current windings are wound along a skeleton of a main structure of the transformer in a layered manner; moreover, in the vicinity of the reinforced insulating winding, at least one basic insulating winding is separately wound in front of and behind the reinforced insulating winding, such that at least one basic insulating winding is wound between the reinforced insulating winding and any strong current winding to increase the insulation thickness between the strong current winding and the reinforced insulating winding, thereby significantly reducing the discharge capacity of a partial discharge test of the transformer. Therefore, the problem in the prior art that a transformer in a photovoltaic high-voltage system cannot achieve reinforced insulation because its own partial discharge detection is difficult to meet the partial discharge requirement is solved.

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
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: 本申请提供一种变压器及其绕组结构。在该变压器的绕组结构中, 加强绝缘绕组、全部基本绝缘绕组以及全部强电绕组均沿变压器主结构的骨架分层绕制; 并且, 紧邻加强绝缘绕组, 其前后分别绕制有至少一个基本绝缘绕组, 以使加强绝缘绕组与任意强电绕组之间均绕制有至少一个基本绝缘绕组, 从而使得强电绕组与加强绝缘绕组之间的绝缘厚度增加, 进而对该变压器局部放电试验的放电量降低具有显著效果, 因此解决了现有技术中, 光伏高压系统中变压器因自身局部放电检测难以达到局部放电要求而无法实现加强绝缘的问题。

一种变压器及其绕组结构

本申请要求于 2020 年 10 月 09 日提交中国专利局、申请号为 202011072144.X、发明名称为“一种变压器及其绕组结构”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本申请涉及变压器技术领域，特别是涉及一种变压器及其绕组结构。

背景技术

光伏安规标准中，对于决定性电压等级高于 DVC-A（直流电压 $\leq 60V$ ，交流电压有效值 $\leq 25V$ ，交流电压峰 $\leq 35.4V$ ）的电压，视为非安全电压，简称强电；在实际应用中，与强电直接相连或者仅由功能绝缘隔开的电路，也同样被视为强电；并且，若人体直接接触强电，则会有触电危险。因此出于人体安全考虑，可以在电器周围增加外壳或者屏障，也可以对强电绕组以及为对外通信接口等导电部件供电的供电绕组进行绝缘处理，比如光伏逆变器（电池板组串电压高达 1100Vdc 甚至 1500Vdc）中，与其对外通信接口（RS485 或者 CAN）
10 相连的供电绕组。
15

其中，为了避免发生单一失效而导致电击危险，绝缘处理通常可以采用加强绝缘或者双重绝缘。当绝缘处理采用加强绝缘时，由光伏安规标准可知，对于跨在绝缘部件上的工作电压重复峰值大于 700V 且绝缘上的电压应力大于 1kV/mm，实现加强绝缘的隔离变压器需要满足局部放电要求，因此还需要对
20 实现绕组间加强绝缘的变压器进行局部放电检测。

但是，就目前而言，光伏高压系统中变压器的局部放电检测难以达到局部放电要求，从而无法实现加强绝缘。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例提供一种变压器及其绕组结构，以解决现有技术
25 中，光伏高压系统变压器因自身局部放电检测难以达到局部放电要求而无法实现加强绝缘的问题。

为实现上述目的，本申请实施例提供如下技术方案：

本申请一方面提供一种变压器的绕组结构，包括：加强绝缘绕组、至少两个基本绝缘绕组以及至少一个强电绕组；其中：

—2—

所述加强绝缘绕组、全部所述基本绝缘绕组以及全部所述强电绕组均沿所述变压器主结构的骨架分层绕制；

紧邻所述加强绝缘绕组，其前后分别绕制有至少一个所述基本绝缘绕组，以使所述加强绝缘绕组与任意所述强电绕组之间均绕制有至少一个所述基本绝缘绕组。

可选的，当所述强电绕组的个数等于 1 时：

所述强电绕组的绕制顺序先于所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组；或者，

所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组的绕制顺序先于所述强电绕组。

可选的，当所述强电绕组的个数大于等于 2 时：

存在至少一个所述强电绕组的绕制顺序先于所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组；和/或，

所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组的绕制顺序先于至少一个所述强电绕组。

可选的，所述加强绝缘绕组和所述基本绝缘绕组的绝缘线材为三层绝缘线。

可选的，所述加强绝缘绕组和所述基本绝缘绕组的绝缘线材为漆包线或者利兹线，且两者外部均包裹有绝缘胶带。

可选的，所述强电绕组的绝缘线材为漆包线，或者，利兹线。

可选的，所述加强绝缘绕组、所述基本绝缘绕组以及所述强电绕组，均包括：至少一个绕组；全部所述绕组均绕制于同一层。

可选的，所述加强绝缘绕组、所述基本绝缘绕组以及所述强电绕组，均包括：至少一个绕组；当所述绕组的个数大于 1 时，全部所述绕组分为至少两层绕制。

可选的，存在至少一个所述强电绕组用于从光伏电池板、逆变器直流母线或者交流电网取电；

存在至少一个所述强电绕组用于为驱动电路或者电源芯片供电；

所述基本绝缘绕组用于为逆变器的控制系统供电；

—3—

所述加强绝缘绕组用于为所述逆变器中的对外通信接口和干节点接口供电。

可选的，若所述基本绝缘绕组仅存在一路负载，则两个所述基本绝缘绕组的输出端并联连接，或者，一个所述基本绝缘绕组的输出端悬空。

5 本申请另一方面提供一种变压器，包括：主结构和如上述任一所述的变压器的绕组结构。

可选的，所述主结构至少包括骨架和至少一组挡墙；其中：

所述挡墙设置于所述骨架与对应的绕组之间。

由上述技术方案可知，本申请提供了一种变压器的绕组结构。其中，加强
10 绝缘绕组、全部基本绝缘绕组以及全部强电绕组均沿变压器主结构的骨架分层绕制；并且，紧邻加强绝缘绕组，其前后分别绕制有至少一个基本绝缘绕组，以使加强绝缘绕组与任意强电绕组之间均绕制有至少一个基本绝缘绕组，从而使得强电绕组与加强绝缘绕组之间的绝缘厚度增加，进而对该变压器局部放电
15 试验的放电量降低具有显著效果，因此解决了现有技术中，光伏高压系统中变压器因自身局部放电检测难以达到局部放电要求而无法实现加强绝缘的问题。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。
20

图1为局部放电检测示意图；

图2-图15为本申请实施例提供的变压器的绕组结构的十四种绕制方式的示意图；

图16为现有技术中的变压器的绕组结构；

25 图17为本申请实施例提供的一种光伏高压系统加强绝缘供电电源方案的示意图。

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，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，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。

在本申请中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

由背景技术可知，需要对实现绕组间加强绝缘的变压器及进行局部放电检测。如图 1 所示，局部放电检测的第一阶段为：在实现绕组间加强绝缘的变压器中的原副边上施加 1.875 倍的最大重复峰值电压 U_{PD} ，时间维持 5s；第二阶段为：在该变压器的原副边施加 1.5 倍的最大重复峰值电压 U_{PD} ，时间维持 15s，并同时测量变压器的局部放电电荷量，若局部放电电荷量小于 10pC，则认为该变压器满足局部放电需求。

但是，在现有技术中，光伏高压系统中变压器因自身局部放电检测难以达到局部放电要求，而无法实现加强绝缘。为了解决此问题，本申请实施例提供一种变压器的绕组结构，包括：加强绝缘绕组、至少两个基本绝缘绕组以及至少一个强电绕组。

其中，基本绝缘绕组和强电绕组的数量视实际情况进行选取，此处不做具体限定，均在本申请保护范围内。

需要说明的是，加强绝缘绕组即为与强电绕组实现加强绝缘的绕组，实际应用中，可以与逆变器中的对外通信接口、干节点接口等对外导电器件相连，并为其供电；而基本绝缘绕组即为与强电绕组实现基本绝缘的绕组，实际应用中，可以与逆变器中的控制系统相连、为其供电，可视为弱电绕组；强电绕组为接收强电或者输出强电的绕组，可以从光伏电池板、逆变器直流母线或者交流电网取电，或者可以为驱动电路或者电源芯片供电。

在该变压器的绕组结构中，加强绝缘绕组、全部基本绝缘绕组以及全部强电绕组均沿变压器主结构的骨架分层绕制，并且，在全部绕组的绕制过程中，紧邻加强绝缘绕组，其前后分别绕制有至少一个基本绝缘绕组，以使加强绝缘

绕组与任意强电绕组之间均绕制有至少一个基本绝缘绕组。

由上述说明可知，在本实施例提供的变压器的绕组结构中，紧邻加强绝缘绕组，其前后分别绕制有至少一个基本绝缘绕组，以使加强绝缘绕组与任意强电绕组之间均绕制有至少一个基本绝缘绕组，即加强绝缘绕组与任意强电绕组
5 相隔，从而使得强电绕组与加强绝缘绕组之间的绝缘厚度增加，进而对该变压器局部放电试验的放电量降低具有显著效果，因此，解决了光伏高压（700V+）系统中变压器因自身局部放电检测难以达到局部放电要求，而无法实现加强绝缘的问题。

值得说明的是，在现有技术中，为使得变压器满足局部放电要求，通常可以
10 采用灌封胶水工艺，或者，可以通过定制尺寸更大、相对漏电起痕指数（Comparative Tracking Index, CTI）等级更高的骨架；然而，上述措施不仅会使变压器的生产工艺难度增加，还会使变压器的体积、重量以及成本大幅增加。

而本实施例提供的变压器的绕组结构，不用对变压器进行灌封胶水处理，也不用定制尺寸更大、CTI（漏电起痕指数）等级更高的变压器骨架以及将
15 变压器原边副边绕组均采用三层绝缘线绕制，只需将各个绕组的绕制顺序进行合理排列即可对降低变压器局部放电试验的放电量具有显著效果，所以该变压器的绕组结构实现了供电方案的简化和生产工艺的降低，并使变压器的体积、重量以及成本优化均有显著的增益效果。

还值得说明的是，现有技术中变压器的原边绕组和副边绕组均需采用三层
20 绝缘线绕制，而本实施例提供的变压器的绕组结构，其加强绝缘绕组和基本绝缘绕组的绝缘线材可以为三层绝缘线，也可以为外部包裹有绝缘胶带的漆包线，或者，外部包裹有绝缘胶带的利兹线，在实际应用中，包括但不限于上述绝缘材料，此处不做具体限定，均在本申请的保护范围内，可视具体情况而定。并且，其强电绕组的绝缘线材仅采用漆包线或者利兹线即可，在实际应用中，
25 包括但不限于上述绝缘材料，此处不做具体限定，均在本申请的保护范围内，可视具体情况而定。

需要说明的是，当加强绝缘绕组或基本绝缘绕组的绝缘线材为：外部包裹有绝缘胶带的漆包线或利兹线时，外部包裹的绝缘胶带的厚度或层数可视局部放电效果而定，此处不做具体限定，均在本申请的保护范围内。

—6—

可选的，加强绝缘绕组、基本绝缘绕组以及强电绕组内部均可以包括：至少一个绕组，且全部绕组可以绕制于沿变压器主结构骨架的同一层；以及，当绕组数量大于 1 时，全部绕组可以至少分两层绕制于变压器主结构骨架上；此处不做具体限定，可视具体情况而定，均在本申请的保护范围内。

5

在实际应用中，在保证紧邻加强绝缘绕组，其前后分别绕制有至少一个基本绝缘绕组，以使该加强绝缘绕组与任意强电绕组之间均绕制有至少一个基本绝缘绕组的前提下，变压器的绕组结构存在多种绕制方式，本申请另一实施例提供三种绕制方式，具体如下：

10 一、全部强电绕组的绕制顺序至少先于加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组。

(1) 强电绕组的个数等于 1 的情况

当基本绝缘绕组的个数等于 2 时，该绕制方式具体为：强电绕组与加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组紧邻，且在其之前绕制。如图 2 所示，
15 变压器的绕组结构均包括：一个加强绝缘绕组、两个基本绝缘绕组以及一个强电绕组，在该变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：强电绕组 N_p 、第一基本绝缘绕组 N_{s1} 、加强绝缘绕组 N_{ss} 、第二基本绝缘绕组 N_{s2} 。

当基本绝缘绕组的个数大于 2 时，该绕制方式具体为：强电绕组在加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组之前绕制，而除加强绝缘绕组前后紧邻的两个基本绝缘绕组外，其余各个基本绝缘绕组可以紧邻强电绕组且在其之前绕制，如图 3 所示；也可以紧邻强电绕组且在其之后绕制，如图 4 所示；还可以与强电绕组相隔且在其之后绕制，如图 5 所示。

图 3、图 4 和图 5 所示变压器的绕组结构均包括：一个加强绝缘绕组、三个基本绝缘绕组以及一个强电绕组，在图 3 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一基本绝缘绕组 N_{s1} 、强电绕组 N_p 、第二基本绝缘绕组 N_{s2} 、加强绝缘绕组 N_{ss} 、第三基本绝缘绕组 N_{s3} ；在图 4 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：强电绕组 N_p 、第一基本绝缘绕组 N_{s1} 、第二基本绝缘绕组 N_{s2} 、加强绝
25

-7-

缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3；在图 5 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：强电绕组 Np、第一基本绝缘绕组 Ns1、加强绝缘绕组 Nss、第二基本绝缘绕组 Ns2、第三基本绝缘绕组 Ns3。

需要说明的是，除加强绝缘绕组前后紧邻的两个基本绝缘绕组外，其余每个基本绝缘绕组可以采用相同的绕制方式，也可以采用不同的绕制方式，也可以设置于任意位置，此处不做具体限定，视其余每个基本绝缘绕组的实际情况进行选择，均在本申请的保护范围内。

(2) 强电绕组的个数大于 1 的情况

当基本绝缘绕组的个数等于 2 时，该绕制方式具体为：全部强电绕组依次紧邻绕制，加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组紧邻全部强电绕组，且在其之后绕制。如图 6 所示，变压器的绕组结构均包括：一个加强绝缘绕组、两个基本绝缘绕组以及两个强电绕组，在该变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电绕组 Np1、第二强电绕组 Np2、第一基本绝缘绕组 Ns1、加强绝缘绕组 Nss、第二基本绝缘绕组 Ns2。

当基本绝缘绕组的个数大于 2 时，该绕制方式具体为：全部强电绕组在加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组之前绕制。而除加强绝缘绕组前后紧邻的两个基本绝缘绕组外，其余各个基本绝缘绕组可以紧邻全部强电绕组且在其之前绕制，如图 7 所示；可以紧邻全部强电绕组且在其之后绕制，如图 8 所示；也可以在任意两个强电绕组之间绕制，如图 9 所示；还可以与全部强电绕组相隔且在其之后绕制，如图 10 所示。

图 7、图 8、图 9 和图 10 所示变压器的绕组结构均包括：一个加强绝缘绕组、三个基本绝缘绕组以及两个强电绕组；在图 7 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一基本绝缘绕组 Ns1、第一强电绕组 Np1、第二强电绕组 Np2、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3；在图 8 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电绕组 Np1、第二强电绕组 Np2、第一基本绝缘绕组 Ns1、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3；在图 9 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电绕组 Np1、第一基本绝缘绕组 Ns1、第二强

电绕组 Np2、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3；在图 10 所示的变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电绕组 Np1、第二强电绕组 Np2、第一基本绝缘绕组 Ns1、加强绝缘绕组 Nss、第二基本绝缘绕组 Ns2、第三基本绝缘绕组 Ns3。

5 需要说明的是，除加强绝缘绕组前后紧邻的两个基本绝缘绕组外，其余每个基本绝缘绕组可以采用相同的绕制方式，也可以采用不同的绕制方式，也即可以设置于任意位置，此处不做具体限定，视其余每个基本绝缘绕组的实际情况进行选择，均在本申请的保护范围内。

二、全部强电绕组的绕制顺序至少落后于加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组。

需要说明的是，该绕制方式与上述绕制方式的区别仅在于，加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组与全部强电绕组的顺序，因此该绕制方式中的各种具体实施方式均与上述绕制方式相同，可通过参考上述绕制方式的具体说明过程，推导出该绕制方式的各種具体实施方式，所以此处不再赘述。

15 三、一部分强电绕组的绕制顺序至少先于加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组，另一部分强电绕组的绕制顺序至少落后于加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组。

此时，强电绕组的个数必定大于 1。

20 当基本绝缘绕组的个数等于 2 时，该绕制方式具体为：一部分强电绕组依次紧邻绕制，加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组紧邻该部分强电绕组，且在其之后绕制；另一部分强电绕组依次紧邻绕制，加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组紧邻该部分强电绕组，在其之前绕制，如图 11 所示，变压器的绕组结构均包括：一个加强绝缘绕组、两个基本绝缘绕组以及两个强电绕组；在该变压器的绕组结构中，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电绕组 Np1、第一基本绝缘绕组 Ns1、加强绝缘绕组 Nss、第二基本绝缘绕组 Ns2、第二强电绕组 Np2。

25 当基本绝缘绕组的个数大于 2 时，该绕制方式具体为：一部分强电绕组在加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组之前绕制，另一部分强电绕组在加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个基本绝缘绕组之后绕制，而除加强绝缘绕

组前后紧邻的两个基本绝缘绕组外,其余各个基本绝缘绕组可以紧邻任一部分强电绕组且在其之前绕制,如图 12 所示;可以紧邻任一部分强电绕组且在其之后绕制,如图 13 所示;也可以在任意两个强电绕组之间绕制,如图 14 所示。

图 12、图 13 和图 14 均以其余个基本绝缘绕组与前一部分强电绕组相邻为例进行展示,实际应用中并不仅限于此。其所示变压器的绕组结构均包括:
5 一个加强绝缘绕组、三个基本绝缘绕组以及三个强电绕组;在图 12 所示的变压器的绕组结构中,沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为:第一基本绝缘绕组 Ns1、第一强电绕组 Np1、第二强电绕组 Np2、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3、第三强电绕组 Np3;在图
10 13 所示的变压器的绕组结构中,沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为:第一强电绕组 Np1、第二强电绕组 Np2、第一基本绝缘绕组 Ns1、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3、第三强电绕组 Np3;在图 14 所示的变压器的绕组结构中,沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为:第一强电绕组 Np1、第一基本绝缘绕组 Ns1、第二强电绕组
15 Np2、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第三基本绝缘绕组 Ns3、第三强电绕组 Np3。

需要说明的是,除加强绝缘绕组前后紧邻的两个基本绝缘绕组外,其余每个基本绝缘绕组可以采用相同的绕制方式,也可以采用不同的绕制方式,也即
20 可以设置于任意位置,此处不做具体限定,视其余每个基本绝缘绕组的实际情况进行选择,均在本申请的保护范围内。

需要说明的是,上述强电绕组的三种绕制方式,可视具体应用情况进行选择,此处不做具体限定,均在本申请的保护范围内。

为验证本申请实施例提供的变压器的绕组结构是否对变压器局部放电试验的放电
25 量降低具有显著效果,分别对图 15 和图 16 所示的变压器的绕组结构进行局部放电试验。

其中,图 15 和图 16 所示的变压器的绕组结构均包括:第一强电主绕组 Np1-1、第一强电副绕组 Np1-2、第二强电绕组 Np2、第三强电绕组 Np3、第一基本绝缘绕组 Ns1、第二基本绝缘绕组 Ns2 以及加强绝缘绕组 Nss;图 15

采用的是本申请提供的变压器的绕组结构，沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电主绕组 Np1-1、第一强电副绕组 Np1-2、第一基本绝缘绕组 Ns1、加强绝缘绕组 Nss、第二基本绝缘绕组 Ns2、第二强电绕组 Np2、第三强电绕组 Np3；而图 16 作为对照方案，没有采用本申请提供的变压器的绕组结构，在加强绝缘绕组 Nss 的绕制位置与图 15 存在区别，其沿变压器骨架由内而外依次绕制的绕组分别为：第一强电主绕组 Np1-1、第一强电副绕组 Np1-2、第一基本绝缘绕组 Ns1、第二基本绝缘绕组 Ns2、加强绝缘绕组 Nss、第二强电绕组 Np2、第三强电绕组 Np3。

表 1 局部放电测试结果

系统电压 \ 变压器类型	绕组结构 A		绕组结构 B		标准
	1#	2#	1#	2#	
1100V 系统	0.2pC	0.2pC	10.3pC	11.9pC	10pC
1500V 系统	1.9pC	1.3pC	21.8pC	24.6pC	10pC

表 1 对采用图 15 和图 16 所示结构的变压器，按照 1100V 系统电压以及 1500V 系统电压进行对应局部放电试验后的试验结果表，由表 1 可知，采用图 15 所示结构的变压器在 1100V 和 1500V 系统电压下，实测局部放电电荷量均不到 2pC，远小于标准规定的 10pC，满足局部放电要求。

而采用图 16 所示结构的变压器在 1100V 系统电压下，实测局部放电电荷量超过 10pC，在 1500V 系统电压下，实测局部放电电荷量超过 20pC，均大于标准规定，不满足局部放电要求。

由此可知，本申请提供的变压器的绕组结构对降低变压器局部放电试验的放电量具有显著效果。

本申请另一实施例提供一种光伏高压系统加强绝缘供电电源方案，该供电电源是根据本申请上述实施例提供的变压器的绕组结构设计而成。

如图 17 所示，Np1 绕组包括 Np1-1 和 Np1-2，并且 Np1 绕组可以从光伏电池板取电，也可以从逆变器直流母线取电，还可以从交流电网取电，具体形式不限。

而绕组 Np2 绕组、Np3 绕组均与绕组 Np1 存在直接相连或仅由功能绝缘隔开，因此，Np2 绕组和 Np3 绕组均为强电绕组；其中，Np2 绕组是为逆变器中 Boost 和/或 INV 模块和/或单管驱动供电的绕组，并且，Np2 绕组可以是一个绕组，也可以是多个绕组，具体数量不限；Np3 绕组是为辅助电源芯片 VCC 供电绕组。

Ns1 绕组、Ns2 绕组是为逆变器中控制系统等供电，与 Np1 绕组满足基本绝缘，因此 Ns1 绕组和 Ns2 为基本绝缘绕组，可视为弱电。

Nss 绕组是为逆变器中对外通信、干节点等对外接口供电，与绕组 Np1 满足加强绝缘，因此 Nss 绕组为加强绝缘绕组，视作弱电。

需要说明的是，在现有技术中，对强电绕组以及为对外通信接口等导电部件供电的供电绕组进行的绝缘处理可以为双重绝缘，虽然采用双重绝缘也可以避免人体直接接触强电，但是双重绝缘电路所占用的体积、空间均较大，且成本较高；而上述供电电源方案可以有效节省掉上述方案中的第二级电源，从而实现了整个系统的辅助供电方案的简化，对变压器的体积、重量以及成本优化均有显著的增益效果。

还需要说明的是，当系统中基本绝缘绕组的需求小于 2 个时，即系统中基本绝缘绕组仅存在一路负载时，可以将与加强绝缘绕组紧邻的两个基本绝缘绕组，比如 Ns1 绕组和 Ns2 绕组的输出端并联连接，组成一个大功率供电口，或者，也可以将两者中任意一个的输出端悬空，作为后期扩展的备用供电口；此处不做具体限定，可视具体情况而定，均在本申请的保护范围内。也即，该绕组结构中，存在至少两个基本绝缘绕组的输出端并联连接；和/或，存在至少一个基本绝缘绕组的输出端悬空，从而确保加强绝缘绕组能够被两个基本绝缘绕组夹在中间，以加大强电绕组与加强绝缘绕组的绝缘厚度。

本申请另一实施例提供一种变压器，其具体结构包括：主结构和如上述实施例提供的变压器的绕组结构。

具体而言，变压器的主结构至少包括骨架和至少一组挡墙，其中，绕组左右两边各放一个挡墙进而构成一组挡墙，且挡墙设置于骨架与对应的绕组之间，用来增加安全距离，尤其是强电绕组和磁芯之间的距离，以保证各个绕组

的绕制满足安规要求，从而可以避免发生电力安全隐患，保证变压器的电力安全。

5 本发明中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

10 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围情况下，都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例。因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

权 利 要 求

1、一种变压器的绕组结构，其特征在于，包括：加强绝缘绕组、至少两个基本绝缘绕组以及至少一个强电绕组；其中：

5 所述加强绝缘绕组、全部所述基本绝缘绕组以及全部所述强电绕组均沿所述变压器的主结构的骨架分层绕制；

 紧邻所述加强绝缘绕组，其前后分别绕制有至少一个所述基本绝缘绕组，以使所述加强绝缘绕组与任意所述强电绕组之间均绕制有至少一个所述基本绝缘绕组。

10 2、根据权利要求 1 所述的变压器的绕组结构，其特征在于，当所述强电绕组的个数等于 1 时：

 所述强电绕组的绕制顺序先于所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组；或者，

15 所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组的绕制顺序先于所述强电绕组。

 3、根据权利要求 1 所述的变压器的绕组结构，其特征在于，当所述强电绕组的个数大于等于 2 时：

 存在至少一个所述强电绕组的绕制顺序先于所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组；和/或，

20 所述加强绝缘绕组及其前后紧邻的两个所述基本绝缘绕组的绕制顺序先于至少一个所述强电绕组。

 4、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，所述加强绝缘绕组和所述基本绝缘绕组的绝缘线材为三层绝缘线。

25 5、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，所述加强绝缘绕组和所述基本绝缘绕组的绝缘线材为漆包线或者利兹线，且两者外部均包裹有绝缘胶带。

 6、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，所述强电绕组的绝缘线材为漆包线，或者，利兹线。

 7、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，所述

-14-

加强绝缘绕组、所述基本绝缘绕组以及所述强电绕组，均包括：至少一个绕组；全部所述绕组均绕制于同一层。

- 8、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，所述加强绝缘绕组、所述基本绝缘绕组以及所述强电绕组，均包括：至少一个绕组；
- 5 当所述绕组的个数大于 1 时，全部所述绕组分为至少两层绕制。

9、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，当所述强电绕组的个数大于等于 2 时：

存在至少一个所述强电绕组用于从光伏电池板、逆变器直流母线或者交流电网取电；

- 10 存在至少一个所述强电绕组用于为驱动电路或者电源芯片供电；
- 所述基本绝缘绕组用于为逆变器的控制系统供电；
- 所述加强绝缘绕组用于为所述逆变器中的对外通信接口和干节点接口供电。

- 10、根据权利要求 1-3 任一所述的变压器的绕组结构，其特征在于，若所述基本绝缘绕组仅存在一路负载，则两个所述基本绝缘绕组的输出端并联连接，或者，一个所述基本绝缘绕组的输出端悬空。
- 15

11、一种变压器，其特征在于，包括：主结构和如权利要求 1-10 任一所述的变压器的绕组结构。

- 12、根据权利要求 11 所述的变压器，其特征在于，所述主结构至少包括骨架和至少一组挡墙；其中：
- 20

所述挡墙设置于所述骨架与对应的绕组之间。

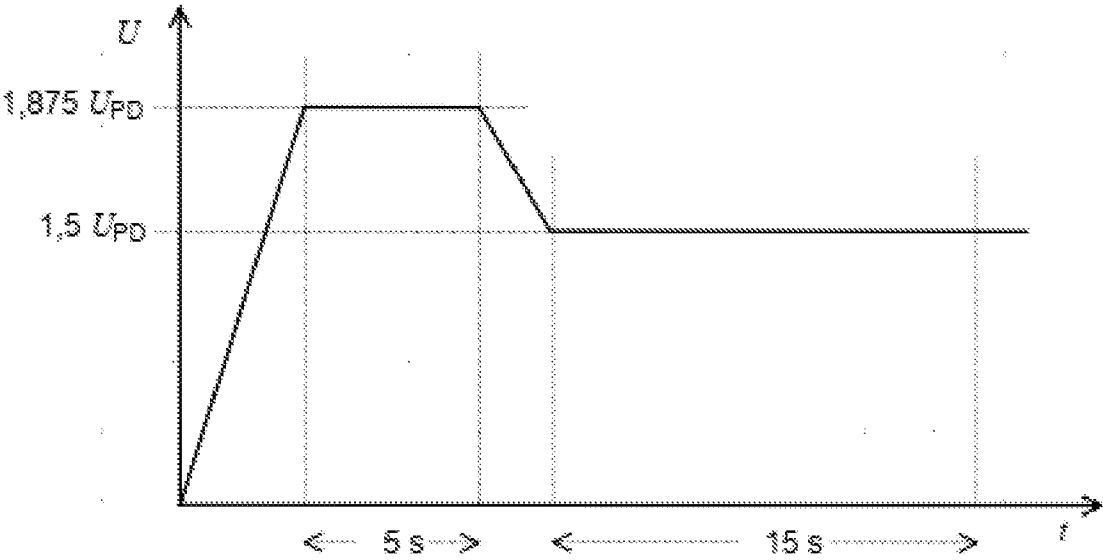


图 1



图 2



图 3



图 4



图 5



图 6



图 7

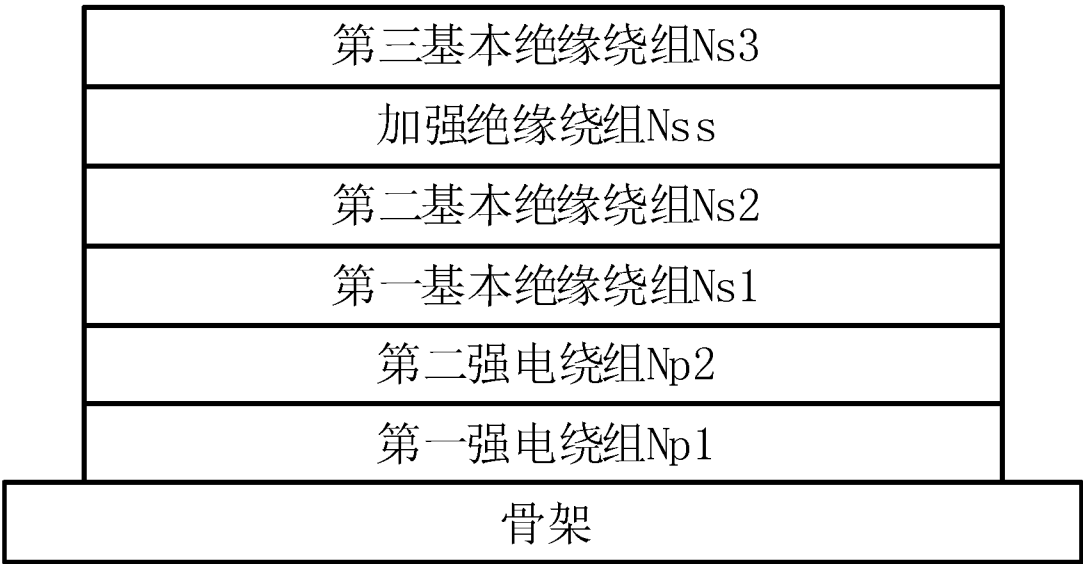


图 8

— 5/10 —

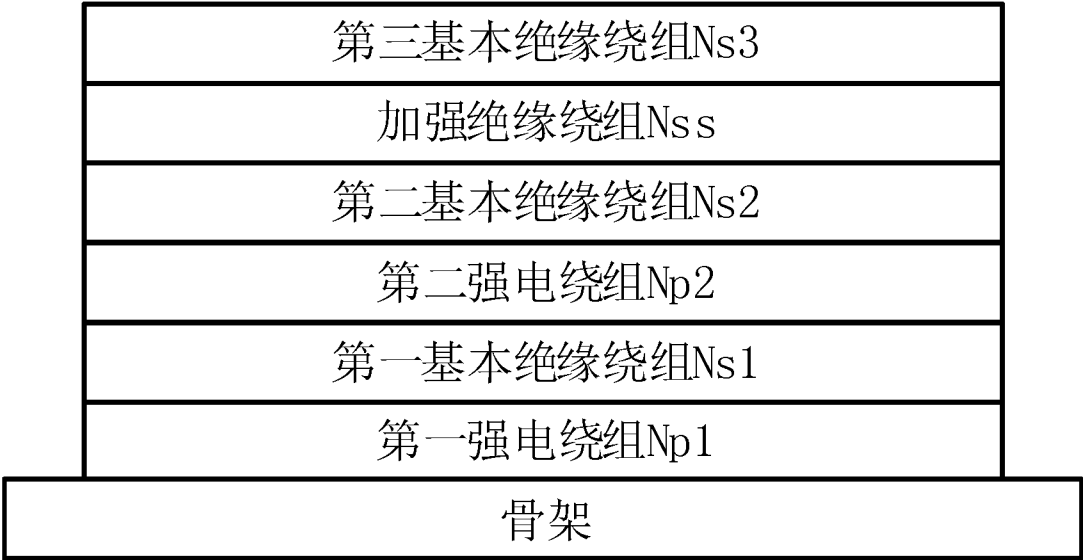


图 9

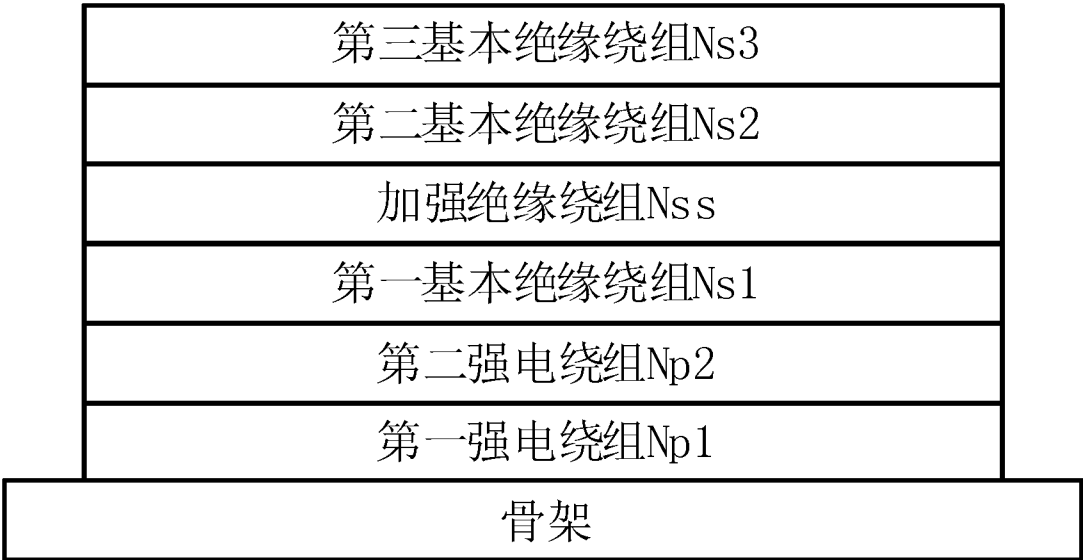


图 10



图 11

— 7/10 —



图 12



图 13

— 8/10 —



图 14



图 15



图 16

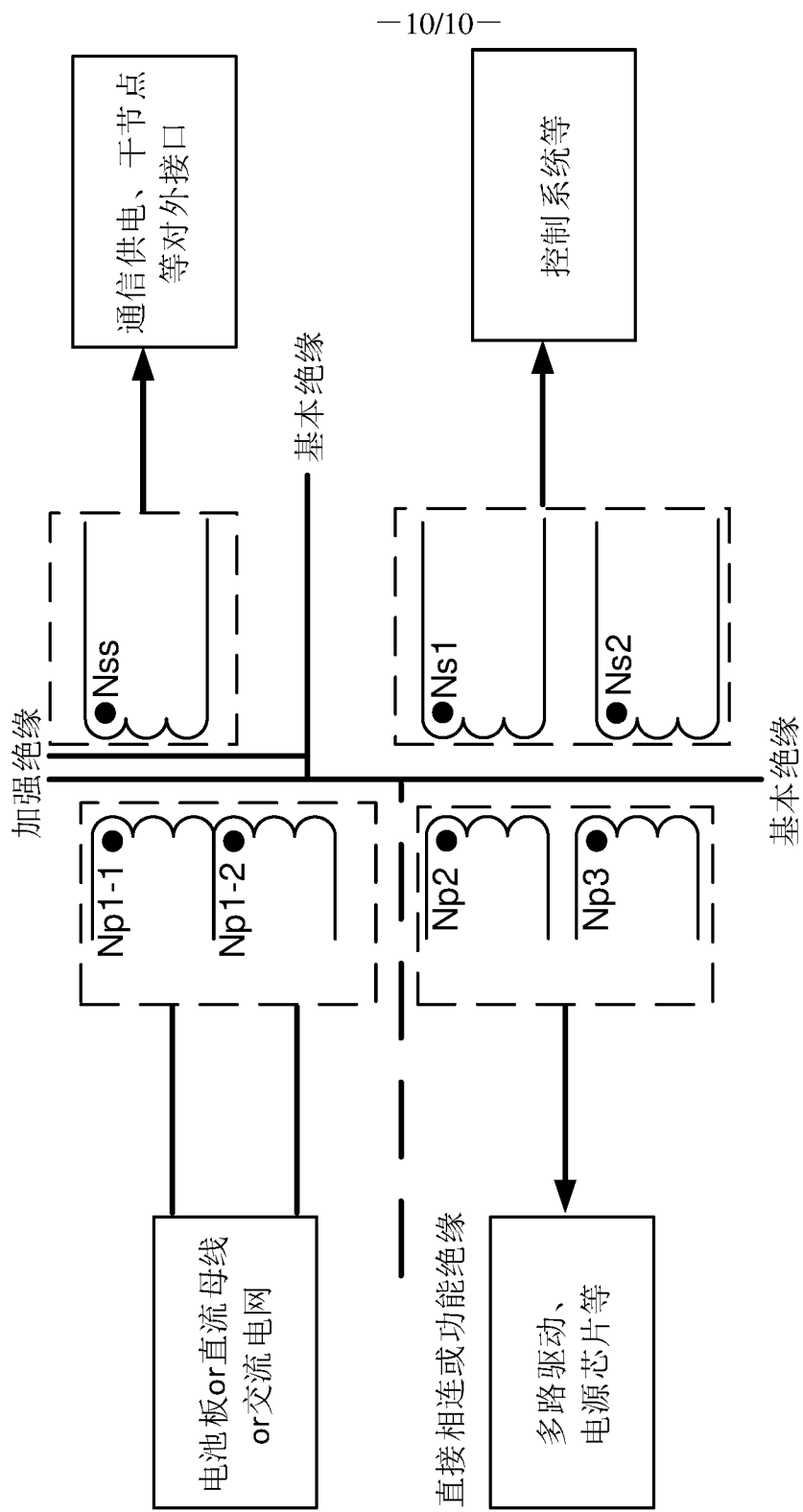


图17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/116647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 27/28(2006.01)i; H01F 27/32(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)

H01F

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; WPABSC; ENTXTC; VEN; WPABS; ENTXT; CNKI: 线圈, 绕组, 层, 绝缘, 骨架, 线轴, 辅助, coil, winding, layer, insulation, bobbin, spool, auxiliary

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112216483 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 12 January 2021 (2021-01-12) description paragraphs 37-84, figures 2-17	1-12
E	CN 113436865 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 24 September 2021 (2021-09-24) description paragraphs 41-66, figures 1-3	1-3, 7, 11
X	US 2017117091 A1 (POWER INTEGRATIONS INC.) 27 April 2017 (2017-04-27) description paragraphs 40-43, figures 2B, 4B	1-12
X	CN 203982986 U (SHENZHEN MASS POWER ELECTRONIC LIMITED) 03 December 2014 (2014-12-03) description, paragraphs 22-30, figure 1	1-12
A	CN 203377071 U (TECH-POWER ELECTRIC (SHENZHEN) CO., LTD.) 01 January 2014 (2014-01-01) entire document	1-12
A	CN 205159057 U (DONGGUAN AOHAI POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 April 2016 (2016-04-13) entire document	1-12



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

03 November 2021

Date of mailing of the international search report

07 December 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/116647

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2020033325 A1 (GOOGLE L.L.C.) 13 February 2020 (2020-02-13) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/116647

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112216483	A	12 January 2021	None			
CN	113436865	A	24 September 2021	None			
US	2017117091	A1	27 April 2017	CN	106876115	A	20 June 2017
CN	203982986	U	03 December 2014	None			
CN	203377071	U	01 January 2014	None			
CN	205159057	U	13 April 2016	None			
WO	2020033325	A1	13 February 2020	CN	111902895	A	06 November 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/116647

A. 主题的分类

H01F 27/28 (2006.01) i; H01F 27/32 (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)

H01F

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))

CNABS; CNTXT; WPABSC; ENTXTC; VEN; WPABS; ENTXT; CNKI: 线圈, 绕组, 层, 绝缘, 骨架, 线轴, 辅助, coil, winding, layer, insulation, bobbin, spool, auxiliary

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
PX	CN 112216483 A (阳光电源股份有限公司) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第37-84段, 图2-17	1-12
E	CN 113436865 A (珠海格力电器股份有限公司) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 说明书第41-66段, 图1-3	1-3、7、11
X	US 2017117091 A1 (POWER INTEGRATIONS INC) 2017年4月27日 (2017 - 04 - 27) 说明书第40-43段, 图2B、4B	1-12
X	CN 203982986 U (深圳市迈思普电子有限公司) 2014年12月3日 (2014 - 12 - 03) 说明书第22-30段, 图1	1-12
A	CN 203377071 U (崧顺电子深圳有限公司) 2014年1月1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-12
A	CN 205159057 U (东莞市奥海电源科技有限公司) 2016年4月13日 (2016 - 04 - 13) 全文	1-12
A	WO 2020033325 A1 (GOOGLE LLC) 2020年2月13日 (2020 - 02 - 13) 全文	1-12

☐ 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

2021年11月3日

国际检索报告邮寄日期

2021年12月7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

授权官员

李霞

电话号码 86-(20)-28958358

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/116647

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	112216483	A	2021年1月12日	无	
CN	113436865	A	2021年9月24日	无	
US	2017117091	A1	2017年4月27日	CN 106876115 A	2017年6月20日
CN	203982986	U	2014年12月3日	无	
CN	203377071	U	2014年1月1日	无	
CN	205159057	U	2016年4月13日	无	
WO	2020033325	A1	2020年2月13日	CN 111902895 A	2020年11月6日