

一种电机定子及其应用的电机

技术领域

本发明涉及电机技术领域，具体涉及一种电机定子及其应用的电机。

背景技术

随着汽车轻量化、电动化的发展趋势，对车用电机的高功率密度和转矩密度提出了更高的要求。定子铁芯绕组采用扁线（矩形线）的方式，能够大幅提高定子线圈的裸铜槽满率，从而可以大幅提高电机的效率。

然而现有的定子发卡线圈连接成的绕组，在多根线圈导体中，存在着一导体包围另一导体的现象。绕组的折弯部高度相对较高，上下层导体之间在生产的过程中，易引起绝缘损坏，运行在高压下，上下层导体之间易于击穿。

发明内容

本发明提出一种电机定子及其应用的电机，用于解决绕组的折弯部位置高，在高压条件下易发生击穿的问题，并提出了如下的技术方案。

本发明提出一种电机定子，包括：

定子铁芯，具有定子槽，所述定子槽包括有若干槽层，所述槽层沿所述定子铁芯的径向方向布设；以及

定子绕组，插入到所述定子槽内，所述定子绕组包括多个第一导体和多个第二导体，所述第一导体和所述第二导体包括两个直线段部；

其中，多个所述第一导体的直线段部分别位于相邻两层槽层，所述第一导体和所述第二导体均包括两个直线段部，所述第二导体的一个直线段部与所述第一导体的一个直线段部位于同一所述定子槽；

所述第一导体的节距为 y_1 ，所述第二导体的节距为 y_2 ，所述定子绕组的极距为 τ ，同一槽层相邻两个所述第一导体的间距为 L_1 ，相邻两个所述第二导体的间距为 L_2 ，满足： $y_1 = \tau$ ， $L_1 = \tau$ 或者 $L_1 = y_2$ ， $L_2 = \tau$ 。

在本发明一实施例中，所述第二导体的两个直线段部位于相同槽层。

在本发明一实施例中，所述定子绕组包括至少一个相绕组。

在本发明一实施例中，每一所述相绕组包括至少两个支路绕组，所述支路绕组之间串联连接或者并联连接。

在本发明一实施例中，每一所述相绕组包括两个支路绕组，两个所述支路绕组中的所述第二导体的直线段部位于相邻定子槽内。

在本发明一实施例中，两个所述支路绕组中的所述第一导体的直线段部位于相邻定子槽内。

在本发明一实施例中，所述定子绕组还包括：

第三导体，位于所述第一导体和所述第二导体之间，所述第三导体的两个直线段部与所述第一导体的两个直线段部分别位于相同的定子槽，所述第三导体的节距为 y_3 ，满足 $y_3=y_1$ 。

在本发明一实施例中，所述第一导体还包括：

头部，所述第一导体的两个直线段部的一端之间连接所述头部；以及

折弯部，所述第一导体的两个直线段部的另一端分别连接所述折弯部。

在本发明一实施例中，位于相邻所述第二导体之间的所述第一导体的折弯部的延伸方向相反，位于所述第二导体外侧的所述第一导体的折弯部的延伸方向相同。

本发明还提出一种电机，包括：

电机主体；以及

电机定子，安装于所述电机主体上，所述电机定子包括：

定子铁芯，具有定子槽，所述定子槽包括有若干槽层，所述槽层沿所述定子铁芯的径向方向布设；以及

定子绕组，插入到所述定子槽内，所述定子绕组包括多个第一导体和多个第二导体，所述第一导体和所述第二导体包括两个直线段部；

其中，多个所述第一导体的直线段部分别位于相邻两层槽层，所述第一导体和所述第二导体均包括两个直线段部，所述第二导体的一个直线段部与所述第一导体的一个直线段部位于同一所述定子槽；

所述第一导体的节距为 y_1 ，所述第二导体的节距为 y_2 ，所述定子绕组的极距为 τ ，同一槽层相邻两个所述第一导体的间距为 L_1 ，相邻两个所述第二导体的间距为 L_2 ，满足： $y_1 = \tau$ ， $L_1 = \tau$ 或者 $L_1 = y_2$ ， $L_2 = \tau$ 。

本发明提出一种电机定子及其应用的电机，解决了定子绕组众多线圈嵌套问题，可降低定子线圈折弯部高度，可提高电机效率，改善电机的转矩与功率密度，可规避定子绕组环流，降低损耗，并且可降低嵌套线圈在生产过程中引起的绝缘损坏及高压击穿问题。

附图说明

图1为本发明电机定子的结构示意图；

图2为本发明电机定子的发卡端的结构示意图；

图3为本发明电机定子的焊接端的结构示意图；

图4为本发明电机定子中由第一导体组成第一线圈组的结构示意图；

图5为本发明电机定子的第一导体中第一类导体的结构示意图；

图6为本发明电机定子的第一导体中第二类导体的结构示意图；

图7为本发明电机定子中由第三导体组成第三线圈组的结构示意图；

图8为本发明电机定子中第三导体的结构示意图；

图9为本发明电机定子中由第二导体组成第二线圈组的结构示意图；

图10为本发明电机定子中第二导体的结构示意图；

图11为本发明电机定子中定子绕组的布线图；

图12为本发明电机定子中定子绕组的绕线示意图；

图13为本发明电机定子中定子槽的示意图；

图14为本发明电机的结构示意图；

图中：100、电机定子；200、焊接端；300、定子铁芯；400、发卡端；500、定子绕组；

501、头部；502、直线段部；503、折弯部；

510、第一导体；511、第一类导体；512、第二类导体；

520、第二导体；530、第三导体；600、电机主体。

具体实施方式

以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

需要说明的是，本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想，遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制，其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变，且其组件布局型态也可能更为复杂。

本发明提出一种电机定子及其应用的电机，可以应用到电气伺服传动领域、交通运输领域等，例如本申请的电机定子及其应用的电机可应用到电动汽车中。本申请的发明具有可以规避定子绕组环流，降低损耗，解决定子绕组众多线圈嵌套问题，降低了定子线圈折弯部高度，提高电机效率。下面通过具体的实施例对本发明进行详细的描述。

请参阅图 1~3 所示，本发明提出一种电机定子，在一些实施例中，所述电机定子 100 可包括有定子铁芯 300 和定子绕组 500。定子铁芯 300 可开设有多个定子槽，定子槽可形成于定子铁芯 300 的内表面上。定子槽可沿定子铁芯 300 的周向方向进行布置，定子槽可在定子铁芯 300 上以预定的槽距间隔开。如图 11 和图 12 所示，多个定子槽在定子铁芯 300 的周向方向，可分别为第 1 号定子槽、第 2 号定子槽、第 3 号定子槽、第 4 号定子槽……，例如定子铁芯 300 沿周向方

向可布置有 48 个定子槽。如图 13 所示, 每个定子槽可布设有多个槽层, 在一些实施例中, 每个定子槽可布设有奇数个槽层, 例如每个定子槽可布设有 5 个槽层。例如, 5 个槽层沿着定子铁芯 300 的径向内侧到外侧的方向, 可依次分别为第 1 层槽层、第 2 层槽层、第 3 层槽层、第 4 层槽层、第 5 层槽层, 即第 1 层槽层位于靠近定子槽内部的一侧, 第 5 层槽层位于靠近定子槽外部的一侧。另外, 每个定子槽的槽层的具体标号不加以限制, 可以从内到外按照 1~5 的顺序进行布置, 也可以从外到内按照 1~5 的顺序进行布置。

请参阅图 4~6, 图 9~10, 在一些实施例中, 定子绕组 500 可插入到定子槽内, 定子绕组 500 可包括有多个第一导体 510 和多个第二导体 520。其中多个第一导体 510 可组成第一线圈组, 第一线圈组可位于定子铁芯 300 的定子槽内。多个第二导体 520 可组成第二线圈组, 第二线圈组可位于定子铁芯 300 的定子槽内。第二线圈组可位于靠近定子槽内部的一侧位置。

请参阅图 4~6, 在一些实施例中, 第一导体 510 可包括有头部 501、直线段部 502 和折弯部 503。其中直线段部 502 可用于插入定子槽内, 第一导体 510 的两个直线段部 502 可用于插入不同的定子槽内。两个直线段部 502 的一端之间可连接头部 501。两个直线段部 502 的另一端可连接折弯部 503。

如参阅图 9~10, 在一些实施例中, 第二导体 520 的结构可与第一导体 510 的结构相类似。第二导体 520 可包括有头部 501、直线段部 502 和折弯部 503, 其中直线段部 502 可用于插入定子槽内, 第二导体 520 的两个直线段部 502 可用于插入不同的定子槽内。两个直线段部 502 的一端之间可连接头部 501。两个直线段部 502 的另一端可连接折弯部 503。

下面通过具体的实施例对第一导体 510 和第二导体 520 进行详细的描述。

请参阅图 4~6, 在一些实施例中, 第一导体 510 可包括有第一类导体 511 和第二类导体 512。其中第一类导体 511 可包括有头部 501、直线段部 502 和折弯部 503, 其中直线段部 502 可用于插入定子槽内, 第一类导体 511 的两个直线段

部 502 可用于插入不同的定子槽内。两个直线段部 502 的一端之间可连接头部 501。两个直线段部 502 的另一端可连接折弯部 503。

其中第二类导体 512 可包括有头部 501、直线段部 502 和折弯部 503，其中直线段部 502 可用于插入定子槽内，第二类导体 512 的两个直线段部 502 可用于插入不同的定子槽内。两个直线段部 502 的一端之间可连接头部 501。两个直线段部 502 的另一端可连接折弯部 503。第一类导体 511 和第二类导体 512 的区别之处在于，第一类导体 511 的两个折弯部 503 的延伸方向相同，朝向同一个方向。第二类导体 512 的两个折弯部的延伸方向相反，朝向相反的方向。

请参阅图 9~10，在一些实施例中，第二导体 520 可设置有两部分，其中一部分第二导体 520 的节距可大于定子绕组 500 的极距，另一部分第二导体 520 的节距可小于定子绕组 500 的极距，两部分第二导体 520 的节距之和的大小可为定子绕组 500 的极距大小的两倍。例如，定子绕组 500 的极距为 6 个槽距的大小，一部分第二导体 520 的节距可为 5 个槽距的大小，另一部分第二导体 520 的节距可为 7 个槽距的大小。

请参阅图 11 和图 12，在一些实施例中，多个第一导体 510 的直线段部 502 可分别位于相邻两层槽层内。其中，第二导体 520 的直线段部 502 与第一导体 510 的直线段部 502 可位于同一定子槽内。第一导体 510 的节距的大小可与定子绕组 500 的极距的大小相同。在一些实施例中，同一槽层相邻的两个第一导体 510 的直线段部 502 的间距，可为定子绕组 500 的极距或者可为第二导体 520 的节距，相邻的两个第二导体 520 的直线段部 502 的间距可为定子绕组 500 的极距。例如，所述第一导体的节距的大小为 y_1 ，所述第二导体的节距的大小为 y_2 ，所述定子绕组的极距为 τ ，同一槽层相邻两个所述第一导体 510 的直线段部 502 的间距为 L_1 ，相邻两个所述第二导体的直线段部 502 的间距为 L_2 ，满足 $y_1 = \tau$ ， $L_1 = \tau$ 或者 $L_1 = y_2$ ， $L_2 = \tau$ 。

请参阅图 1~3、图 11 和图 12 所示，在一些实施例中，所述定子铁芯 300 的

定子槽数可为例如 48 个。定子绕组 500 可包括有多个相绕组, 多个相绕组在电相位上彼此不同, 例如定子绕组 500 可包括有三个相绕组。其中, 每一相绕组可包括有两支路绕组, 两支路绕组之间可进行串联或者并联。每一支路绕组可包括有 8 个磁极, 定子绕组的极距可为 6 个槽距的大小, 每极每相槽数为 2, $q=z/2p$, q 为每极每相槽数, z 为定子槽数, $2p$ 为电机极数, m 为电机相数。

请参阅图 1~3、图 11 和图 12 所示, 第一导体 510 的节距的大小可与定子绕组 500 的极距大小相同, 可以为 6 个槽距。一部分的第二导体 520 的节距的大小可为 7 个槽距的大小, 另一部分第二导体 520 的节距的大小可为 5 个槽距的大小。在一支路绕组中, 同一槽层相邻的两个第一导体 510 的直线段部 502 的间距, 可为 5 个槽距或者 6 个槽距或者 7 个槽距, 相邻的两个第二导体 520 的直线段部 502 的间距可为 6 个槽距的大小, 此时节距为 7 个槽距的第二导体 520 和节距为 5 个槽距的第二导体 520 可沿着定子铁芯 300 的周向进行交替布置, 在同一个定子槽内可填充第一导体 510 和第二导体 520。

定子绕组 500 位于第一导体 510 的头部 501 和第二导体 520 的头部 501 的一端可为发卡端 400, 定子绕组 500 位于第一导体 510 的折弯部 503 和第二导体 520 的折弯部 503 的一端可为焊接端 200。

请参阅图 1~3、图 11 和图 12 所示, 在一些实施例中, 每一相绕组可包括有两个支路绕组, 一部分的第二导体 520 的节距的大小可为 7 个槽距, 另一部分第二导体 520 的节距的大小可为 5 个槽距。第一个支路绕组中节距为 5 个槽距的第二导体 520 与第二个支路绕组中节距为 7 个槽距的第二导体 520 可位于相邻定子槽内。即第一个支路绕组的第二导体 520 的一个直线段部 502 与第二个支路绕组的第二导体 520 的一个直线段部 502 位于相邻定子槽内时, 第一个支路绕组的第二导体 520 的另一个直线段部 502 与第二个支路绕组的第二导体 520 的另一个直线段部 502 位于相邻定子槽内, 即节距为 7 个槽距的第二导体 520 包围节距为 5 个槽距的第二导体 520。

如图 11 和图 12 所示,第一个支路绕组的进线端可位于第 27 号定子槽的第 1 层槽层时,该支路绕组的出线端可位于第 21 号定子槽的第 1 层槽层,第二个支路绕组的进线端可位于第 28 号定子槽的第一层槽层时,第二个支路绕组的出线端可位于第 22 号定子槽的第一层槽层。第一个支路绕组的进线端可位于第 27 号定子槽的第 1 层槽层时,第二个支路绕组的进线端可位于第 28 号定子槽的第一层槽层。通过此绕线方式进行绕线,可以优化定子绕组 500 的每相绕组的绕线结构,此种绕线方式能够使每一支路绕组的进线端与出线端都布置在定子绕组 500 的同一侧,可以充分利用焊接端 200 的高度。

两个支路绕组的进线端位于相邻的定子槽内,可使得两个支路绕组的进线端便于进行焊接。同样的,两个支路绕组的出线端位于相邻的定子槽内,便于进行焊接,此时属于两个支路绕组并联连接。在一些实施例中,两个支路绕组也可以实现串联连接,例如可通过导线将一支路绕组的出线端与另一支路绕组的进线端进行连接。将两个支路绕组连接成一相绕组,可进行路数的调整,不容易产生不平衡的电流,可以防止产生环流现象,从而可以防止电机失效。

第二导体 520 组成第二线圈组,第二线圈组中存在节距为 7 个槽距的第二导体 520 位于节距为 5 个槽距的第二导体 520 的外侧的情况,即节距为 7 个槽距的第二导体 520 包围节距为 5 个槽距的第二导体 520。第一导体 510 组成第一线圈组,第一线圈组中的第一导体 510 相互之间处于异面的关系。本发明解决了定子绕组众多线圈嵌套问题,可降低定子线圈折弯部高度,可提高电机效率,改善电机的转矩与功率密度,可规避定子绕组环流,降低损耗,并且可降低嵌套线圈在生产过程中引起的绝缘损坏及高压击穿问题。另外,通过采用奇数层绕组,解决每相串联导体数分配的问题,可设计特定功率和扭矩需求的电机。

请参阅图 1~3、图 7~8,在一些实施例中,所述电机定子可包括有第三导体 530。在一些实施例中,第三导体 530 可包括有头部 501、直线段部 502 和折弯部 503。其中直线段部 502 可用于插入定子槽内,第三导体 530 的两个直线段部 502

可用于插入不同的定子槽内。两个直线段部 502 的一端之间可连接头部 501。两个直线段部 502 的另一端可连接折弯部 503。第三导体 530 可组成第三线圈组，第三线圈组可位于第一线圈组和第二线圈组之间，其中，第三线圈组的数量至少为一个。

请参阅图 1~3、图 7~8、图 11~12，在一些实施例中，第三导体 530 的直线段部 502 可分别位于相邻两侧槽层内。第三导体 530 的节距的大小可与第一导体 510 的节距的大小相同。第三导体 530 与第一导体 510 之间可处于相互平行的关系。所述第三导体的节距为 y_3 ，满足 $y_3=y_1$ 。

请参阅图 4~10，在一些实施例中，第二导体 520 的折弯部 503 的延伸方向相同，第二导体 520 组成第二线圈组。第二线圈组中的第二导体 520 的折弯部 503 的延伸方向相同，可为沿着顺时针方向或者沿着逆时针的方向。第三导体 530 的折弯部 503 的延伸方向相反，第三导体 530 组成第三线圈组，第三线圈组中的第三导体 530 的一个折弯部 503 的延伸方向，可为沿着顺时针方向或者沿着逆时针的方向，第三导体 530 的另一个折弯部 503 的延伸方向相反。第一导体 510 可组成第一线圈组，其中一部分第一导体 510 的折弯部 503 的延伸方向相同，另一部分第一导体 510 的折弯部 503 的延伸方向相反。例如位于相邻第二导体 520 之间位置处的第一导体 510 的折弯部 503 的延伸方向可相反，该部分第一导体 510 的一个折弯部 503 在第一线圈组上可沿顺时针或者逆时针延伸，该第一导体 510 的另一个折弯部 503 的延伸方向相反。位于第二导体 520 外侧位置处的第一导体 510 的折弯部 503 的延伸方向可相同，该部分第一导体 510 的折弯部 503 在第一线圈组上可沿逆时针或者顺时针方向进行延伸。第一导体 510 的折弯部 503 延伸方向、第二导体 520 的折弯部 503 延伸方向、第三导体 530 的折弯部 503 延伸方向并无具体限定，应满足如图 12 的布线线路图。

请参阅图 14 所示，在一些实施例中，本发明还提出一种电机，包括电机定子 100 和电机主体 600，所述电机定子 100 安装于电机主体 600 上。所述电机定

子 100 包括定子铁芯 300 和定子绕组 500。其中定子铁芯 300 可具有定子槽，所述定子槽可包括有若干槽层，所述槽层可沿所述定子铁芯 300 的径向方向布设。其中定子绕组 500 可插入到所述定子槽内，所述定子绕组 500 可包括多个第一导体 510 和多个第二导体 520，所述第一导体 510 和所述第二导体 520 可包括两个直线段部。其中，多个所述第一导体 510 可分别位于相邻两层槽层。所述第二导体 520 的直线段部与所述第一导体 510 的直线段部可位于同一所述定子槽内。所述第一导体 510 的节距的大小与所述定子绕组 500 的极距的大小相同。同一槽层相邻两个所述第一导体 510 的直线段部 502 的间距，可为极距或者为所述第二导体 520 的节距。相邻两个所述第二导体 520 的直线段部 502 的间距可为极距。

综上所述，本发明提出一种电机定子及其应用的电机，可使每一支路绕组的进线端与出线端都布置在定子绕组的同一侧，可以充分利用焊接端的高度。本发明还解决了定子绕组众多线圈嵌套问题，可降低定子线圈折弯部高度，可提高电机效率，改善电机的转矩与功率密度，可规避定子绕组环流，降低损耗，并且可降低嵌套线圈在生产过程中引起的绝缘损坏及高压击穿问题。另外，通过采用奇数层绕组，解决每相串联导体数分配的问题，可设计特定功率和扭矩需求的电机。

以上描述仅为本申请的较佳实施例以及对所运用技术原理的说明，本领域技术人员应当理解，本申请中所涉及的发明范围，并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案，同时也应涵盖在不脱离所述发明构思的情况下，由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案，例如上述特征与本申请中公开的(但不限于)具有类似功能的技术特征进行互相替换而形成的技术方案。

除说明书所述的技术特征外，其余技术特征为本领域技术人员的已知技术，为突出本发明的创新特点，其余技术特征在此不再赘述。

权利要求书

1、一种电机定子，其特征在于，包括：

定子铁芯，具有定子槽，所述定子槽包括有若干槽层；以及

定子绕组，插入到所述定子槽内，所述定子绕组包括多个第一导体和多个第二导体；

其中，多个所述第一导体的直线段部分别位于相邻两层槽层，所述第一导体和所述第二导体均包括两个直线段部，所述第二导体的一个直线段部与所述第一导体的一个直线段部位于同一所述定子槽；

所述第一导体的节距为 y_1 ，所述第二导体的节距为 y_2 ，所述定子绕组的极距为 τ ，同一槽层相邻两个所述第一导体的间距为 L_1 ，相邻两个所述第二导体的间距为 L_2 ，满足： $y_1 = \tau$ ， $L_1 = \tau$ 或者 $L_1 = y_2$ ， $L_2 = \tau$ 。

2、根据权利要求 1 所述的电机定子，其特征在于，所述第二导体的两个直线段部位于相同槽层。

3、根据权利要求 1 所述的电机定子，其特征在于，所述定子绕组包括至少一个相绕组。

4、根据权利要求 3 所述的电机定子，其特征在于，每一所述相绕组包括至少两个支路绕组，所述支路绕组之间串联连接或者并联连接。

5、根据权利要求 3 所述的电机定子，其特征在于，每一所述相绕组包括两个支路绕组，两个所述支路绕组中的所述第二导体的直线段部位于相邻定子槽内。

6、根据权利要求 5 所述的电机定子，其特征在于，两个所述支路绕组中的所述第一导体的直线段部位于相邻定子槽内。

7、根据权利要求 1 所述的电机定子，其特征在于，所述定子绕组还包括：

第三导体，位于所述第一导体和所述第二导体之间，所述第三导体的两个直线段部与所述第一导体的两个直线段部分别位于相同的定子槽，所述第三导体的节距为 y_3 ，满足 $y_3 = y_1$ 。

8、根据权利要求 1 所述的电机定子，其特征在于，所述第一导体还包括：

头部，所述第一导体的两个直线段部的一端之间连接所述头部；以及
折弯部，所述第一导体的两个直线段部的另一端分别连接所述折弯部。

9、根据权利要求 8 所述的电机定子，其特征在于，位于相邻所述第二导体之间的所述第一导体的折弯部的延伸方向相反，位于所述第二导体外侧的所述第一导体的折弯部的延伸方向相同。

10、一种电机，其特征在于，包括：

电机主体；以及

电机定子，安装于所述电机主体上，所述电机定子包括：

定子铁芯，具有定子槽，所述定子槽包括有若干槽层，所述槽层沿所述定子铁芯的径向方向布设；以及

定子绕组，插入到所述定子槽内，所述定子绕组包括多个第一导体和多个第二导体，所述第一导体和所述第二导体包括两个直线段部；

其中，多个所述第一导体的直线段部分别位于相邻两层槽层，所述第一导体和所述第二导体均包括两个直线段部，所述第二导体的一个直线段部与所述第一导体的一个直线段部位于同一所述定子槽；

所述第一导体的节距为 y_1 ，所述第二导体的节距为 y_2 ，所述定子绕组的极距为 τ ，同一槽层相邻两个所述第一导体的间距为 L_1 ，相邻两个所述第二导体的间距为 L_2 ，满足： $y_1 = \tau$ ， $L_1 = \tau$ 或者 $L_1 = y_2$ ， $L_2 = \tau$ 。