(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119631147 A
(43)申请公布日 2025.03.14

(21)申请号 202380055047.5

(22)申请日 2023.08.23

(30)优先权数据
22191799.0 2022.08.23 EP
23176226.1 2023.05.30 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/073168 2023.08.23

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/042136 EN 2024.02.29

(71)申请人 阿普科技有限公司
地址 英国萨里郡

(72)发明人 阿什坎·哈吉洛
曼苏尔·萨利希·穆哈丹

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250
专利代理师 卜劲鸿

(51)Int.Cl.
*H01B 7/30*(2006.01)
*H01B 7/08*(2006.01)

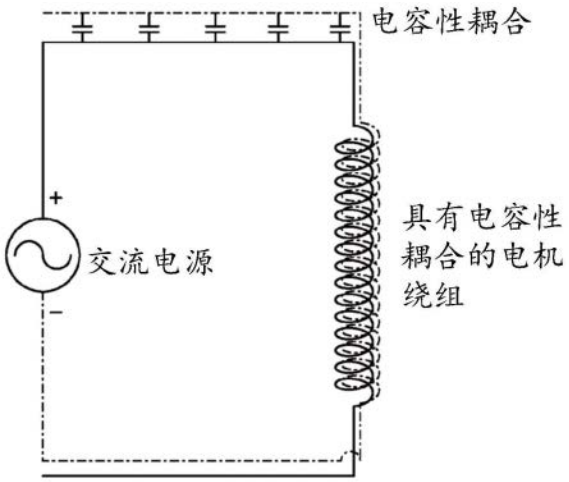
权利要求书2页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

# 电机

(57)摘要

交流电机包括电容性绕组或电容性连接部，诸如被电容性耦合并通过介电材料隔开并缠绕成电磁线圈的导线，该电容性绕组或电容性连接部在电路图中由电容器表示。这取代了诸如马达、发电机、变压器、线圈、天线等的电机中的常规线圈。




CN 119631147 A

1.一种电机,所述电机包括缠绕成电磁线圈的导体,其中,所述导体是在电路图中由电容器表示的电容性导体。

2.一种电机,所述电机包括电容性绕组,所述电容性绕组是缠绕成线圈的电容性导线,其中,所述电容性导线是在其导体/导电元件内具有电容性耦合的任何导线并且在电路图中由电容器表示。

3.根据权利要求1或2所述的电机,其中,所述电容性导体或电容性导线包括经由电容性耦合而彼此耦合的两个导体。

4.根据权利要求3所述的电机,其中,所述两个导体通过介电材料彼此电隔离,所述介电材料和所述两个导体一起形成所述电容性耦合。

5.根据前述权利要求中任一项所述的电机,所述电机包括呈线圈、螺线或螺旋线形式的电导体。

6.根据权利要求5所述的电机,所述电机包括以线圈、螺线或螺旋线形式缠绕的两个或更多个导体。

7.根据前述权利要求中任一项所述的电机,其中,所述电机是变压器(可选地包括铁磁芯)、马达、发电机、螺线管、电磁体、天线、炉子、加热器、(无线)充电器或直流发电机。

8.根据权利要求7所述的变压器,其中,所述变压器还包括连接到初级线圈的电容器和/或与所述初级线圈集成的电容器。

9.根据权利要求7或8所述的变压器,其中,所述变压器是升压变压器、降压变压器或隔离变压器。

10.根据权利要求7至9中任一项所述的变压器,所述变压器包括连接到电容器的次级线圈(或绕组)。

11.根据权利要求9至10中任一项所述的变压器,其中,所述初级线圈串联连接到电容器和/或所述次级线圈并联连接到电容器。

12.根据权利要求7所述的马达。

13.根据权利要求7所述的发电机。

14.根据权利要求7所述的电磁体。

15.根据权利要求7所述的天线。

16.根据权利要求7所述的炉子。

17.根据权利要求7所述的加热器。

18.根据权利要求7所述的充电器。

19.根据权利要求7所述的无线充电器。

20.根据权利要求7所述的螺线管。

21.根据权利要求7所述的直流发电机。

22.一种制造根据前述权利要求中任一项所述的电机的方法,包括:

提供电缆或导线或导体,所述电缆或所述导线或所述导体包括由介电材料隔开的两个导体,

在所述两个导体之间形成电容性连接部,以及

将所述电缆、所述导线或所述导体缠绕成线圈或以其他方式制成线圈。

23.一种电机,所述电机包括电容性绕组。

24.根据权利要求23所述的电机,所述电机包括电容性连接部(绕组、线圈或其他用于感应生成磁场的装置),所述电容性连接部在电路图中由电容器表示。

25.根据权利要求23所述的电机,其中,所述电容性绕组包括导体,并且在所述导体内存在电容性耦合,所述导体在电路图中由电容器表示。

26.根据权利要求25所述的电机,其中,所述电容性绕组的导体包括经由电容性耦合而彼此耦合的两个导体。

27.根据权利要求25或26所述的电机,其中,所述导体包括通过介电材料彼此电隔离的诸如导线的两个导体,所述介电材料和所述导电导线一起形成所述电容性耦合。

28.根据权利要求23至27中任一项所述的电机,其中,所述电容性绕组包括呈线圈、螺线或螺旋线形式的电导体。

29.根据权利要求28所述的电机,所述电机包括两个或更多个电容性绕组,每个电容性绕组包括以线圈、螺线或螺旋线形式缠绕的一个或多个电导体。

# 电机

## 技术领域

[0001] 本发明涉及电机,特别是具有一个或多个绕组的电机。

## 背景技术

[0002] “电机”、“电动机”和类似术语通常用于指代使用电磁力的机器,诸如电动马达、发电机、变压器及类似的机器。这些机器可以将电磁能转换成机械能,或者将机械能转换成电磁能,或者将磁能从一个绕组转移到通过电气隔离或电流隔离而隔开的另一个绕组。例如,电动马达将电力转换为机械动力,而发电机将机械动力转换为电力。另外的例子是变压器,其改变交流电的电压水平。开发更高效的电动机在许多电磁应用中具有用途和优势。

[0003] US 7,154,364公开了一种具有高压绕组的电机,该绕组使用常规导线。其他已知的机器包括各种形状和形式的类似的电绕组。

[0004] 本发明的目的是提供具有不同的布线布置和/或绕组布置的替代电机;特定实施例的目标是提供一种改进的电机,例如可以制成更小和/或更轻的电机。

## 发明内容

[0005] 根据本发明,提供了一种包括电容性绕组(或电容性连接部)的电机。电容性绕组可以是例如被电容性连接的2个或更多个绕组。

[0006] 本发明还提供了一种电机,其包括缠绕成电磁线圈的导体,其中所述导体是在电路图中由电容器表示的电容性导体。

[0007] 本发明还提供了一种电机,其包括电容性绕组,所述电容性绕组是缠绕成线圈的电容性导线,其中所述电容性导线是在其导体/导电元件内具有电容性耦合的任何导线,并且在电路图中由电容器表示。

[0008] 还提供了一种制造本发明的机器(例如上文所述的机器)的方法,所述方法包括

[0009] • 提供电容性导体(例如,导线或电缆或导体),以及

[0010] ●将所述电容性导体形成或制成绕组。

[0011] 在电机的绕组中使用电容性连接部提供了新的机器并且对具有显著潜在益处的机器提供了新的选择。

[0012] 本发明的细节

[0013] 本发明的实施例的电机包括电容性绕组。适当地,机器包括电容性连接部(例如绕组或线圈),该电容性连接部在电路图中由电容器表示。

[0014] 本发明的电机可以包括缠绕成电磁线圈的导体,其中导体是电容性导体,该电容性导体在电路图中由电容器表示。

[0015] 电机可以包括电容性绕组,电容性绕组是缠绕成线圈的电容性导线,其中电容性导线是在其导体/导电元件内具有电容性耦合的任何导线并且在电路图中由电容器表示。

[0016] 通常,并且如以下示例中更详细地示出的,电容性导体或电容性导线或电容性绕组包括经由电容性耦合而彼此耦合的两个导体。两个导体可以通过介电材料彼此电隔离,

介电材料和两个导体一起形成电容性耦合。

[0017] 在本发明的一种应用中,包括电容性绕组的机器使用交流电流(AC)运行,并且为在其绕组中包括常规导体的已知机器提供替代方案或替换方案。

[0018] 导体可以包括导线和/或电缆(例如,通常具有电绝缘部或护套或绝缘体)。因此,导体可以包括导线、板、石墨烯、金属(例如铝或铜)、铁磁体或印刷电路板上的迹线或线路。导体通常是绝缘导线,如在下面的示例中所使用的。

[0019] 在本文中,对绕组的提及被认为是常规的,并且例如是指形成连续线圈(诸如电磁线圈)的一匝或多匝的导线或电缆(更一般地,导体)。绕组可以是以线圈、螺线或螺旋线的形状形成或缠绕的电导体。电磁绕组/线圈用于电机中,诸如电动马达、发电机、电感器、电磁体、变压器、充电器、无线充电器和传感器线圈。交流电流可以经过线圈以产生磁场,或者相反地,外部时变磁场可以经过线圈的内部以在导体中产生电磁力(EMF)或电压。线圈或绕组可以围绕线圈成形器缠绕。线圈或绕组还可以包括芯,该芯部适当地是铁磁性材料或亚铁磁性材料,在一个示例中是铁,该芯部通常用于引导和增加使用中产生的磁场。

[0020] 虽然我们认为“电容性导线”是常规的,但本文中的“电容性导线”是在其导体/导电元件内具有电容性耦合的任何导线或电缆。类似地,本文中的“电容性导体”是在其导体/导电元件内具有电容性耦合的任何导体。术语“电容性”不是指常规导体(诸如常规输电线路)的电缆电容特性。术语“电容性”不是指常规输电线路中两个隔离导体之间的电容。相反,术语“电容性”是指作为电容性传输系统的一部分的导线或电缆或导体并且该导线或电缆或导体在电路图中由电容器表示。例如在WO 2010/026380、WO 2019/234449、WO 2021/094783、WO 2021/094782和WO 2020/120932中描述了示例。在这些公开中,电容性导线有时被称为电容性传输系统(CTS)连接部或CTS电缆。因此,本发明的实施例使用CTS连接部或CTS电缆或导体,该CTS连接部或CTS电缆或导体缠绕成“电容性绕组”并用于电机中的一个或多个绕组。在一种用途中,如下文进一步描述的,CTS连接部的电容性质可以控制交流电机的线圈的电流。

[0021] 电容性绕组可以包括导体和/或在导体内可以存在电容性耦合。电容性绕组的导体优选地包括两个或更多个导体,该两个或更多个导体优选地彼此耦合,适当地经由电容性耦合而彼此耦合。

[0022] 替代地或附加地,导体可以包括两个导体,诸如导线,并且这些导体可以例如通过任何介电材料和/或绝缘介质(或绝缘体)彼此电隔离;在一些实施例中,该任何介电材料和/或绝缘介质(或绝缘体)可以是空气。然后,介电材料和导线一起形成电容性耦合。适当地,电容性绕组包括电导体,并且该电导体可以是线圈、螺线、螺旋线或任何其他合适的几何形状的形式。

[0023] 因此,作为本发明的示例,电机绕组包括两个电容性导线(第一导线和第二导线),两个电容性导线通过介电材料彼此电绝缘,从而形成电容性耦合,其中第一导线的一端可连接到正电源侧并且第二导线的一端可连接到负电源侧;这两个导线被缠绕成线圈或绕组,并且用作常规绕组或绕组的替代方案或替换方案(参见例如图3,图中大致示出了这种绕组)。

[0024] 本发明的用于制造机器的对应方法包括

[0025] • 提供导体,该导体包括由介电材料或绝缘介质隔开的两个或更多个导体(例如,

导线)并且在该两个导体之间形成电容性耦合,以及

[0026] • 将该导体缠绕成或制成或形成线圈。

[0027] 在本发明的一个实施例中,电容性电缆包括交织的第一导线和第二导线,第一导线的近端连接到电源的正极端子(或准备好如此连接),第二导线的远端连接到电源的负极端子(或准备好如此连接),该电容性电缆被缠绕成线圈,在一个示例中被缠绕成大约100匝的线圈。这形成了变压器的初级线圈。变压器的第二线圈可以是常规的,或者也可以使用电容性电缆制成。如果初级线圈是常规的,如本文所界定的,则第二线圈是电容性的(如本文所界定的)。

[0028] 适当地,电容性绕组中的每个或全部具有电容性电抗。电机可以优选地具有电感元件和电容性元件两者。该电容性绕组或每个电容性绕组可以生成磁场和/或电场两者。替代地,电容性绕组可以使用磁场和/或电场来传输能量。

[0029] 包括绕组的电机很普遍。本发明用电容性绕组取代常规绕组。因此,本发明被认为具有广泛的应用。电机适当地是变压器、马达、发电机、螺线管、电磁体、天线、滤波器(例如高保真音响中的滤波器)、炉子、加热器、充电器、无线输电系统(例如无线充电器)和/或直流发电机。如果电机是滤波器,则该电机(或绕组)可能具有电阻、电感和电容。变压器或交流电机可以是无芯的,例如无线能量变压器、无芯变压器或无芯马达。

[0030] 在特定实施例中,电机是变压器。变压器还可以具有连接到初级线圈的电容器和/或与初级线圈集成的电容器。适当地,线圈和铁磁芯之间没有电流连接。变压器可以是升压变压器、降压变压器或隔离变压器。

[0031] 在特定实施例中,电机是马达或发电机。马达可以是感应马达,并且在下面的示例中提供了本发明的马达形式的具体实施例。

[0032] 在特定实施例中,电机是无线垫,例如充电垫,有时也称为接地垫或甚至发射器垫。充电垫在使用中与另一无线垫(有时被称为车载垫或接收垫)交互,以无线地输电。任一者或两者可以包括本发明的电容性绕组。一个优选的用途是为电动车辆充电。本发明提供了一种包括本发明的电容性绕组的无线充电站和/或包括本发明的电容性绕组的电动车辆。

[0033] 另一个用途是为移动电话、智能电话和其他手持式电气设备充电。本发明提供了一种用于手持式电气设备的充电站,该充电站包括本发明的电容性绕组。本发明还提供了一种包括本发明的电容性绕组的移动电话或其它手持式电气设备。

[0034] 本发明的电机可以包括次级电容性线圈或电容性绕组,该次级电容性线圈或电容性绕组可选地连接到电容器。在下面的示例中,初级变压器绕组和次级变压器绕组都是电容性绕组。在一些实施例中,初级线圈与电容器串联连接和/或次级线圈与电容器并联连接。

[0035] 本发明的绕组中的匝数随预期的绕组特性和用途而变化。对于常规绕组,本发明的绕组通常包括至少5匝、至少20匝或至少50匝。本发明的另外的绕组包括至少100匝、至少300匝、至少500匝和更多匝。

[0036] 在本发明的使用中发现,可以制造和使用比已知电机更小和更轻的电机,并且该电机仍然提供相当或甚至改进的性能。作为下面更详细描述的具体示例,变压器是使用本发明的电容性绕组制造的,并且显示出其性能与使用常规绕组制造的且尺寸和重量是本发

明的变压器的大约两倍的变压器一样好。

[0037] 这意味着在某些情况下,在重量和/或空间是一个问题,甚至重量和/或空间是非常有限时,本发明的电机可能是有利的,例如在飞机行业中,并且特别是在飞机上或飞机中的电机中。这可能与所使用的频率无关,使得在使用期间重量减轻可以应用于低频(例如约50Hz)以及高频。

[0038] 通常,本发明的电机可以在很宽的交流频率范围内运行。本发明的实施例使用高频交流电运行,例如350Hz或更高,或400Hz或更高,分别高达2.8MHz。在这些实施例中,适当地使用电缆,其中每个电缆包括:

[0039] (a)用于连接到电源的第一多个导体,

[0040] (b)用于连接到负载的第二多个导体,以及

[0041] (c)第一多个导体与第二多个导体之间的介电材料,

[0042] 其中每个导体是单独绝缘的,并且

[0043] 其中,第一多个导体中的至少一个导体和第二多个导体中的至少一个导体被编织或缠绕成一个或多个线束,使得每个单独的导体沿着一个或多个线束的长度在该一个或多个线束的外侧和该一个或多个线束的内侧之间反复地转换。

[0044] 对于本发明的这种高频实施例,适当地使用共同待决的欧洲专利申请号22209216.5和23175297.3中描述的敷设电缆来制造电机。在优选实施例中,电机是使用利兹导线制造的。

[0045] 迄今为止,如果太多电流流过常规电机中的绕组,则导线可能烧坏。在常规的变压器中,为了解决这个问题,在绕组中设置了更多的匝数。然而,这增加了变压器的尺寸和/或重量。相比之下,在本发明的电机中,可以提供更多的匝数而没有该缺点。因此,电抗的增加可以通过具有或包括额外的电容器或通过改变其电容来实现,而不是包括更多匝以增加电抗。特别地,如果采用电容性导线,则可以实现这一点。因此,可以不需要增加初级线圈的匝数来增加初级线圈中的电压,这意味着可以使用更小的芯部。

[0046] 在一些实施例中,电容性绕组本身可能不具有足够的电容。一个或多个额外的电容器可以对此进行补充。然而,这些电容器应该被认为是电容性导线(或电缆)的一部分,并且通常不被认为是串联连接或并联连接的。相反,这些电容器最好被认为形成CTS连接部的一部分。

[0047] 在某些实施例中,电容性导线(或电缆)的使用可能意味着电机绕组的电压比不再取决于绕组的匝数比。相反,可以使用两个线圈的电容比来确定电压比。因此,例如在变压器中,初级绕组有利地具有与次级绕组相同的匝数,但是两个绕组之间的电容比可以确定变压器将是升压变压器还是降压变压器。

[0048] 在本发明的实施例中,诸如在变压器中,电机包括两个或更多个电容性绕组和用于改变两个或更多个电容性绕组之间的电容比的电容性控制器。

[0049] 电机还可以包括动态布置。例如,如果变压器的任一侧上的电路的电容可以是可调节的,则功率分布(例如,两个绕组中的电压)也可以是可调节的(通常不需要改变任一绕组的匝数)。

[0050] 在本发明的实施例中,电机包括电容性输电导线,该电容性输电导线包括:

[0051] • 至少两组导电绞线,这些绞线组分布在绕组的横截面中,由此这些组彼此呈电

容性关系,并且

[0052] 其中这些组中的至少一组的所有绞线具有:

[0053] • 具有一定介电强度的相应绝缘涂层,以使这些组的导电绞线能够保持彼此隔离。

[0054] 在这些实施例中,输电导线的至少一部分是绕组的形式。

[0055] 导体或绞线通常包括铜和/或其它导电材料。通常在绕组中存在两组或更多组的绞线,并且这些绞线优选在它们的层中交替。

[0056] 虽然这些组导电绞线中的一组可以是非绝缘的,诸如由另一组绞线的绝缘部提供隔离,但优选地两组或所有组绞线具有其自己的绝缘部。绝缘部可以是挤出的、缠绕的和/或编织的,但优选地包括绝缘漆,该绝缘漆通常是用于所谓的"电磁导线"的类型。

[0057] 该电机可以包括软聚合物绝缘部,诸如在每个层之间包括软聚合物绝缘部,例如以填充各个绞线之间的空隙。

[0058] 优选地,这些组的相应绝缘部将采用不同的颜色,例如以允许它们隔开以在绕组的相对两端处连接。在提供多于两组绞线的情况下,多于两组绞线可以各自具有相应的颜色。

[0059] 当两组电极导体具有相同的绝缘漆绝缘部时,该两组电极导体通常在视觉上是不可区分的。然而,可以设想,通过在该两组电极导体的另一端处向该两组电极导体施加电信号,该两组电极导体可以在一端处被单独识别。方便的是,这些导体将在另一端处被组合在一起形成一个电极组中,并且实际上这些导体将在另一端处优选地连接在一起,施加信号,然后根据在各个导体上是否存在信号来在一端处进行分类,以识别另一个电极。

[0060] 本发明可以使用电容性输电电缆,该电容性输电电缆包括:

[0061] • 至少两组导电绞线,所述导电绞线

[0062] • 铺设成相反走向的多个层,其中

[0063] • 一个或多个相邻层的绞线均为一组,然后沿着径向向外的方向,一个或多个相邻层的绞线均为另一组,并且

[0064] • 不同组的层之间绝缘,由此至少两组彼此呈电容性关系。

[0065] 本发明不限于上述实施例的细节。例如,可以提供更多或更少的导电层。这些导电层可以提供为偶数个(如上所述)导电圆柱体或奇数个导电圆柱体,其中最内侧和最外侧相互连接。

[0066] 为了将第一电容性绕组导体连接到第二电容性绕组导体,可以提供连接器块,该连接器块设置有用于第一组导体和第二组导体的端子。该块便于将导线连接为电容性导线,其中一组导体在使用中连接到连接绕组中的第一组,且第二组导体连接到连接绕组中的第二组。

[0067] 上述绕组(包括变型)以基本相同的方式连接,其中一组(通常为红色组)绞线在两端处被捆扎并且另一组绞线以类似的方式被捆扎。在分成相应的线束之后,从绞线的两端剥离绝缘漆。剥离的绞线被焊接或插入到相应的端子块中,并被紧密地夹紧在一起,提供机械连接,更重要的是提供电连接。

[0068] 当绕组用作电源正极与负极或中性部之间的单个长度时,绕组的电连接部在第一组导线和第二组导线之间作为长型电容器或分布式电容器。在绕组开始处,第一组导体永

久地连接到电源的正极或供应侧。在绕组结束处,第二组导体永久地连接到电源的负极或中性侧。其余组被端接在绕组的相应侧上的隔离端子中。替代地或另外地,可以将单独的一组导体在两端处连接以提供直通连接。

[0069] 具有三组或更多组电缆的电缆可用于进一步选择电缆的电容,例如通过添加与第一组导体并联的第三组导体和与第一组导体并联的第四组导体,第三组导体和第四组导体是电容性连接的。

[0070] 为了选择绕组的电容,考虑了绕组的电感和电机作为其一部分的电气系统的其他部件的电感,以期平衡或改变该电感与绕组的电容。更具体地,可以使用以下步骤:

[0071] 1.根据以下来选择初始绕组尺寸:绕组要承载的电压和电流、特别是要包括的取代所述芯部的金属或绝缘填料的横截面积;以及在第一次迭代时,漆包导线的数量和/或层的数量;

[0072] 2.使用计算机仿真和建模计算绕组的设计电感($L_D$)和绕组导线的电阻(R),并且特别地包括绕组的固有电感和可能由于绕组包括在电机系统中而导致的任何互感,

[0073] 3.注意,由$L_D$产生的绕组的感抗由感抗方程给出:

[0074] $X_L = 2\pi f L_D$

[0075] 其中f等于以Hz为单位的运行频率;

[0076] 4.注意,绕组的电容性电抗、电容C由电容性电抗方程给出:

[0077] $X_C = 1/2\pi f C$

[0078] 其中f等于以Hz为单位的运行频率;

[0079] 5.如果要平衡电机电感的其他元件,可以通过修改$L_D$的值并且因此修改$X_L$的值来考虑这一点;和

[0080] 6.然后在仿真时对所得设计建模,以验证原始电感计算值$L_D$和由此得出的$X_L$和$X_C$,这可能会建议对设计进行修改。可能需要一个或多个进一步的迭代。

[0081] 上述步骤考虑了这样一个事实:即使对于电磁导线绝缘漆,介电材料的耐受强度也不会随电压而线性上升,如图12中针对选定的但非排他的介电材料所示的。

[0082] 应注意,介电材料的选择由施加的电压和所需电容界定。为了理解施加的电压和所需电容的相对值,可以观察如图13针对选定的但非排他的介电材料所示的关系。

[0083] 如果组合长度的电容需要更小,则连接器可以是串联连接器。通过在两个绕组之间将第一组(绕组A)连接到第二组(绕组B),自由端电容处于绕组A的第一组导线和绕组B的第二组导线之间。电容实际上是为介电材料间隙的两倍的单个长度。该电容由串联电容的公式给出:

[0084] 串联电容

[0085] $$C_{总} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots \frac{1}{C_n}}$$

[0086] 在两个长度相同的情况下,总的绕组电容减半。

[0087] 串联电容的一个特征是各个电容两端的电压除以电容的数量。这对于使高压线能够包括三个区段是有用的,每个区段承载1/3的高电压。这在减小导体之间的介电涂层或带子/纸的厚度方面具有另外的优点。因此,串联连接引起的电容损失可以首先通过每单位长

度更高的电容来抵消。

[0088] 各种类型的导线、电缆和导体可用于本发明中。

[0089] 1.IEC 60317(特殊类型绕组线的规范)

[0090] 以下IEC标准规定了用于绕组应用的各种形式的“漆包”导线。这种形式分为导电材料(铜、铝或导电喷雾等)和导体形状(带子、矩形导线、圆形导线等)以及绝缘漆材料。

[0091] 该标准是绝缘漆导线可以多薄/多厚的示例,使得该绝缘漆导线可以实际上更适用于给定的实施例或缠绕应用。漆包导线的变型包含0.01mm至0.5mm范围的绞线尺寸。

[0092] 本标准用于根据电机的尺寸、环境等给出可有效用于形成电容性绕组/导线的导线/导体的类型。本发明可以使用任何合适形式的导体和介电材料来建立电容性连接。

[0093] 2.一种产品内的两个/多个实施例(电缆/导线+电机绕组)

[0094] 该概念是提供一种途径,其中导线/连接部可以用作馈电电缆/导线和电机绕组,即同时使用一种产品用于两种(或更多种)应用。电缆可以在导体束上具有非常薄的绝缘部(带子包缠)。

[0095] 电缆/导线可以连接到常规的交流电机或连接到具有电容性绕组的电机或使用一种布线以适应两种应用。

[0096] 附图简单说明

[0097] 为了帮助理解本发明,在上文和下文中通过示例并参考附图描述了本发明的实施例,其中:

[0098] 图1是本发明的具有三角形接法的电容性绕组的感应马达的示意图;

[0099] 图2是本发明的具有星形接法的电容性绕组的感应马达的示意图;

[0100] 图3示出了本发明的电容性绕组的广义形式的示意电路图;

[0101] 图4示出了本发明的第一变压器的示意图;

[0102] 图5示出了本发明的第二变压器的示意图;

[0103] 图6示出了本发明的第三变压器的示意图;

[0104] 图7示出了常规变压器(不是本发明的一部分)的示意图;

[0105] 图8示出了图7的变压器的运行性能;

[0106] 图9示出了被设计成取代图7的变压器的本发明变压器的示意图;

[0107] 图10示出了图9的变压器的运行性能;

[0108] 图11示出了本发明的变压器(左手侧)和具有同等性能的常规变压器(右手侧),示出了其各自的尺寸;

[0109] 图12示出了对于选定的介电材料,介电材料的耐受强度随电压的上升;

[0110] 图13示出了对于选定的介电材料,施加电压和所需电容性之间的关系;

[0111] 图14示出了具有常规绕组(不是本发明的一部分)的感应马达的电路图;

[0112] 图15和图16示出了本发明的具有电容性绕组的电机的电路图;

[0113] 图17示出了并入了本发明的电容性线圈的电动车辆充电板的电路图;和

[0114] 图18示出了使用高频CTS电缆既作为馈电电缆又用于绕组的本发明的变压器的电路图。

## 具体实施方式

[0115] 总体上参考示例,示出了本发明的实施例,其中电机包括电容性绕组,该电容性绕组在电路图中表示为电容器。

[0116] 图3示意性地示出了本发明的电机的电路图。由介电材料隔开的两个导线形式的电容性电缆被缠绕成线圈。一个导线连接到电源的正极侧,另一个导线连接到负极侧。

[0117] 两个导线之间的电连接部是电容性的,该电连接部在电路图中由电容器示出。

[0118] 实例1-变压器

[0119] 模型1(降压),如果匝数相同

[0120] 图4示意性地示出了本发明的第一变压器。

[0121] 变压器在铁氧体磁芯的每一侧各具有一个电容性绕组。初级绕组中并入了电容性电抗,这限制了用于激励芯部的电流,即产生连接初级绕组和次级绕组的磁通。因此,与常规的变压器相比,例如在50Hz下,初级电压的增加可能超过产生使电流饱和的电流的点。另一方面,由于初级电流减小,减小的电流将降低在次级绕组中感应生成的电压。

[0122] 模型2(相同级别),如果匝数相同

[0123] 图5示意性地示出了本发明的第二变压器。

[0124] 该模型2是两个单元线圈的电容相同的变压器。这意味着两个线圈的电压也将相同。初级线圈处的12V输入在次级线圈中感应生成12V输出。如果设计了电路并且保持电路的两个部分彼此电隔离是有益的,则这可能是有用的。

[0125] 模型3(升压),如果匝数相同

[0126] 图6示意性地示出了本发明的第三变压器。

[0127] 模型3是模型1的逆模型;电容器在电路中的连接方式不同。该系统也可以应用于涉及变压器的马达。这是因为开发用于马达的更小的变压器是有益的,因为这允许生产更小的马达或具有更大功率的相同尺寸的马达。这对于电动车辆和/或无人机特别有用。

[0128] 模型4(未示出)是一种变压器,其中芯部采用叠片形式以减少涡流的形成。现有技术的变压器通常仅使用磁场来输电。然而,通过将叠片连接到电路,这使得也可以利用增长和衰减的电场。

[0129] 在常规的变压器中,如果该叠片的涂层受损,这可能没有什么影响,因为这些叠片不形成电路的一部分。然而,在本发明中,优选的是,不同的叠片在其CTS变压器中保持彼此介电隔离,因为这些叠片形成电路的一部分。

[0130] 模型5(未示出)与模型4的设置类似,但是其中两个叠片都连接到变压器一侧的电路。这与模式4形成了对比,模式4示出了一组叠片连接到变压器初级侧的电路,而另一叠片连接到变压器次级侧的电路。

[0131] 在现有技术中经常遇到的一个问题是,在铁磁芯中可以感应生成的磁场的大小存在限制。这是因为芯部包括许多称为磁畴的微观区域,在给定尺寸的芯部中有固定数量的磁畴。这些磁畴中的每一个的磁场是随机定向的,直到初级线圈中的电流在芯部中感应生成磁场,此时芯部中的磁畴的磁场变得对齐。当磁畴变得更紧密地对齐时,在芯部中感应生成更强的磁场。然而,这意味着可以在芯部周围形成的磁场的大小存在限制,并且该最大值对应于芯部的磁畴完全对齐的状态。此时,初级线圈匝数的任何进一步增加都不会导致在芯部周围产生的磁场强度的增加,这意味着不会将额外的功率传输到次级线圈。此时,铁磁

芯被认为已经饱和。

[0132] 为了解决饱和的问题并传输额外的功率,可以使用更大的铁磁芯。这提供了更多数量的磁畴,这允许在达到饱和之前感应生成更强的磁场。然而,由于这个原因,现有技术的变压器往往实际上很大。

[0133] 因此,希望开发一种系统,通过该系统可以增加通过变压器传输的功率,而不需要更大的铁磁芯来用于防止芯部饱和。

[0134] 通过由电容性电缆制造初级和次级电缆,可能不需要增加输入交流电流的频率来增加电缆的感抗。也可能不需要增加线圈的匝数。这样做的结果是可以通过变压器传输更大的功率,而不需要增加铁磁芯的尺寸。因此,本发明允许生产更小的变压器。

[0135] 使用高频电力传输的本发明的益处之一是它允许使用更小的电气部件。这可能是因为使用的磁场(例如变压器中使用的磁场)每秒增长和衰减更多次。例如,在飞机中,其使用400Hz的频率。这允许部件比使用50Hz时小八倍。

[0136] 当飞机到达登机口时,通常需要连接到机场的电源。假设机场的电源频率为50Hz,则两端处需要转换器将其转换为400Hz。

[0137] 转换器的工作原理是接收交流电输入,将交流转换为直流电,然后通过转换器的第二级运行该直流电,该转换器的第二级称为“逆变器”,其将直流电转换为交流电(但频率与输入的交流电不同)。在高频配电网络中,本发明的一个优点是不需要在每个登机口处提供转换器。相反,可以提供网络,其中在机场处提供单个转换器,并且每个登机口处的电力电缆连接到该转换器。

[0138] 在本发明中,从线圈的一端到另一端可以不存在欧姆(即导电)连接部(例如,在CTS变压器中)。电容器的电抗和电感器的电抗可以处于相反的矢量方向。由于电容大得多,因此净电容增加。在本发明的变压器中,芯部叠片(层或叠层)也充当电容器。这使得磁场和电场都能够被利用。这里可能有益处,例如用于无线充电。

[0139] 在模型1和模型2中,每个线圈中显示的匝数是相同的。在模型1中,可以将其视为包括布置成两个线圈的四个导线。初级线圈包括这些导线中的两个,次级线圈包括另外两个。

[0140] 在模型1的初级线圈(左)中,红色导线和绿色导线串联连接,电容器C1连接在色导线和绿色导线之间。两个导线都围绕芯部中的一个盘绕,以产生初级线圈。然而,在次级线圈中,红色导线和绿色导线并联连接,红色导线和绿色导线之间也有电容器。就像初级线圈一样,次级线圈的两个导线绕芯部的一侧盘绕,以产生次级线圈。

[0141] 具有其中两个导线串联连接的初级线圈和其中两个导线并联连接的次级线圈的结果是初级线圈的长度实际上是次级线圈的两倍(假设所有四个导线的长度相同)。这意味着初级线圈实际上包含的匝数是次级线圈的两倍(同样,假设所有4个导线的匝数相同)。初级线圈和次级线圈之间的这种2:1的匝数比的结果是初级线圈和次级线圈之间的电压比为2:1。因此,模型1描绘了降压变压器,其中变压器两端的电压降低了50%。

[0142] 模型3本质上是模型1的逆模型。在这种情况下,初级线圈的两个导线并联连接,而次级线圈的两个导线串联连接。因此,模型3描绘了升压变压器,其中变压器两端的电压加倍。

[0143] 在本发明中,可以使用两个线圈之间的不同匝数比,例如不是2:1或1:2。确定变压

器两端的电压变化(即每个线圈的电容量)的事实不会影响这一点。

[0144] 虽然每个线圈中的电容量可能不影响变压器两端的电压变化,但这可能用于另一个重要目的,即限制电流的流动。如果线圈的电抗太低,那么流过线圈的电流就会太高,导线就会烧坏。在常规的变压器中,这是通过增加每个线圈的匝数来解决的。然而,如果包括电容器,则可能不需要添加额外的匝数来增加电抗。电容器将替代地履行这一角色。如果不需要额外的匝数,则线圈可以因此做得更短,这意味着变压器作为一个整体可以做得更小。

[0145] 在现有技术的变压器中,这些变压器通常被配置为在特定的输入电压下(例如100伏)运行。电压当然与电流成正比(V=IR)。假设电阻是固定的(因为线圈的匝数是固定的),那么如果变压器使用100伏的输入电压运行,则电流将增加以进行补偿,这可能导致导线烧坏。这对于本发明来说可能不是问题,因为虽然修改匝数同样是不切实际的,但是可以改变电容量来弥补这种差异。与使用常规变压器相比,这可以使得更容易改变通过变压器传输的电压。这就是本发明中所谓的动态布置。

[0146] 应当注意,这不会改变线圈之间的电压比(2:1、5:1等)。该比率仅受相应的初级线圈和次级线圈中的每一个的匝数的影响。

[0147] 在大多数实施例中,当电压已知时,可以确定所需的电容。这同样适用于电动马达和电动汽车无线充电。在无线充电的情况下,发射器可以被认为与变压器的设置类似,但不存在铁磁线圈,即,两个线圈,在该两个线圈之间具有磁场。在这种情况下,没有芯部意味着能量传输可能不如在变压器中充分,因为在变压器中,芯部用于引导磁场。

[0148] 在上述情况下,红色叠片和蓝色叠片表示分别与初级线圈和次级线圈中的红色导线和蓝色导线电连接的叠片。因为这些叠片通过绝缘层彼此介电隔离,所以这些叠片充当电容器。因此,在这些叠片中产生的涡流中的能量可以被利用并用于通过变压器传输的能量。在现有技术的变压器中,这些涡流仅造成能量损失。

[0149] 模型5与模式4的设置类似,但其中两组叠片被校正为同一线圈中的导线,而不是相对的线圈中的导线。

[0150] 电容性变压器与常规变压器

[0151] 通过使用电容性绕组拆卸和重新配置常规变压器的初级绕组/次级绕组来说明本发明。

[0152] 常规变压器具有以下特征:

[0153]

| 变压器模型 | RS 1176082 |
|---|---|

[0154]

| 拓扑结构 | 双初级/双次级绕组环形变压器 |
|---|---|
| 每个绕组的额定电压（$V_{rms}$） | 115 |
| 每个绕组的匝数 | 166 |
| 视在功率额定值（kVA） | 1 |
| 重量（Kg） | 7.8 |

[0155] 常规变压器在频率范围内运行,以展示匝数比的特性以及在绕组中并入了CTS连接部时所带来的机会。

[0156] 在常规变压器中,两个初级绕组并联连接($P_1//P_2$),随后两个次级绕组串联连接

(S1+S2)。该设置将变压器绕组中的匝数比设置为1:2($N_p$:$N_s$),因此建立升压变压器拓扑,并且在图7中示意性地示出了常规变压器等效电路。

[0157] 通过实验测试变压器运行(连接到66Ω负载)。在实验过程中,当Vp在50Hz下增加到115伏时,变压器芯部饱和,这是由于初级电流超过给定芯部的磁场强度阈值。当增加电源频率时,对于给定的初级电压和匝数比,次级电压经历最小的变化,并且变压器绕组关系保持适用,即继续作为升压变压器运行。运行性能如图8所示。

[0158] 然而,当将绕组拓扑从常规的变压器转换为本发明的变压器,即将如本发明中所解释的电容性元件引入变压器绕组中时,匝数比关系不再是界定绕组参数如电压和电流的主要因素。相反,绕组的电抗(电容性和电感性)及其伴随的参数(诸如频率)将有助于变压器的模式/拓扑(降压、隔离或升压)。

[0159] 我们设计并制造了与上述常规变压器具有相同额定值(和匝数)的本发明的变压器,但是在两个绕组中都使用了本发明的电容性绕组。将初级绕组和次级绕组分别串联和并联,以根据变压器匝数比规则建立降压变压器。

[0160] 图9示出了根据本发明的在两个绕组上并入了电容性绕组的该变压器(降压)的等效电路。

[0161] 初级绕组中并入了电容性电抗,这限制了用于激励芯部(即用于产生连接初级绕组和次级绕组的磁通)的电流。因此,与常规的变压器相比,例如在50Hz下,初级电压可以增加超过将产生使电流饱和的电流的点。另一方面,由于初级电流减小,减小的电流降低了在次级绕组中感应生成的电压。

[0162] 此外,由于绕组中存在电感元件和电容性元件,因此所产生的电抗将随着电源频率的变化而变化。观察到的变化之一是与绕组匝数比无关的可变电压比(Vp:Vs)。在大约100Hz下,变压器以降压模式运行。随着频率的增加,感抗增大,而电容性电抗减小。

[0163] 反过来,对于相同的初级电压,次级绕组中感应生成的电压由于电感元件和电容性元件之间的电流分布的变化而增加。在接近600Hz下,电抗已经大体上最小化(如功率因数的上升所示),变压器现在表现为隔离变压器。频率的进一步增加将导致$X_L$大于$X_C$,并将运行改变为升压变压器。绕组中的电抗最小化允许产生更大的功率容量。

[0164] 如在上述运行中所示,当频率低于600Hz时,变压器以CTS模式运行($X_L$<$X_C$),但是当频率达到并增加超过600Hz时,变压器恢复到常规变型,因为$X_L$是绕组中的主要电抗($X_L$>$X_C$)。

[0165] 与常规的50Hz相比,电源频率的上升使绕组中的电抗元件能够以更快的速率充电和放电,这使得能够在常规模型和CTS模型中均传输更高的功率,同时避免饱和。这也证明了CTS连接部对于更高频率运行的兼容性。然而,应该注意的是,频率额外增加超过某个阈值将增加涡流,并导致芯部中的功率损耗(芯部频率兼容性变得至关重要)。

[0166] 在制造了本发明的变压器之后,我们对其进行了测试,以便与常规版本进行比较。本发明的该变压器的性能如图10所示。

[0167] 主要的设计结果之一是CTS变压器芯部的尺寸减小,同时传输与依赖于大芯部的常规变压器相同的功率-参见图11,图11并排示出了常规变压器和根据本发明构建的等效变压器。

[0168] 实例2-马达

[0169] 图1和图2示出了包括根据本发明的电容性绕组的马达的示意图(图1中的一般绕组和图2中的星形连接部)。

[0170] 图14示出了具有常规绕组的常规感应马达的等效电路:

[0171] $V_1$=输入电压(源电压)

[0172] R1=定子绕组的电阻,Ω

[0173] X1=定子漏抗(绕组),Ω

[0174] Xm=定子的磁化电抗,Ω

[0175] Rc=芯部损耗(磁滞和涡流)

[0176] I1,Is=定子电流,A

[0177] $I_0$=磁化电流,A

[0178] E1=定子感应电动势

[0179] S=滑移

[0180] E2=转子中感应生成的电动势

[0181] T=马达转矩,N.m

[0182] I2=转子电流,A

[0183] X2=转子电路电抗,Ω

[0184] R2=转子电路电阻,Ω

[0185] 图15和图16示出了表示具有本发明的电容性绕组的电机的等效电路图:

[0186] $V_1$=输入电压(源电压)

[0187] R1=定子绕组的电阻,Ω

[0188] Xcts=定子CTS电抗(绕组),Ω

[0189] Xm=定子的磁化电抗,Ω

[0190] Rc=芯部损耗(磁滞和涡流)

[0191] I1,Is=定子电流,A

[0192] $I_0$=磁化电流,A

[0193] E1=定子感应电动势

[0194] S=滑移

[0195] E2=转子中感应生成的电动势

[0196] T=马达转矩,N.m

[0197] I2=转子电流,A

[0198] X2=转子电路电抗,Ω

[0199] R2=转子电路电阻,Ω

[0200] 实例3-无线充电板

[0201] 我们在馈电电缆和初级电动车辆(EV)无线充电板(也称为充电垫)中使用了电容性电缆和高频交流电。在该示例中,当处于自补偿模式时,CTS电缆从逆变器引出,被缠绕以形成线圈并返回到逆变器以形成电路,即电缆是穿过线圈并返回到逆变器的不间断连续回路。因此,本质上,盘绕电缆(即初级垫)将包含电容特性和电感特性(即,由于表示电感器(线圈)和电容器(CTS端子)的物理元件而导致的混合式无线电力传输(WPT))。

[0202] CTS电容同时补偿线圈和电缆的电抗。

[0203] 在图17中示意性地示出了并入了本发明线圈的板。

[0204] 在区段1中,在连接到电源的第一电缆和(未连接到电源的)第二电缆之间存在电容性耦合。该对电缆继续连接到该垫。

[0205] 在区段2中,该垫包括两根电缆,该两根电缆也是电容性耦合的并缠绕成垫线圈,然后朝向区段3离开。

[0206] 在区段3中,离开垫的电缆保持被电容性耦合,并且第二电缆连接回到电源的另一侧,但是第一电缆不是,因此在充电垫的线圈中提供电容性绕组。

[0207] 实例4

[0208] 在实例1中描述的变压器的开发中,在图18中示意性地示出的本发明的另一变压器的设计中,我们使用高频CTS电缆既作为馈电电缆又用于绕组。

[0209] 因此,使用绝缘导体或导线或电缆的电容性导体以绕组的形式用于电机中。

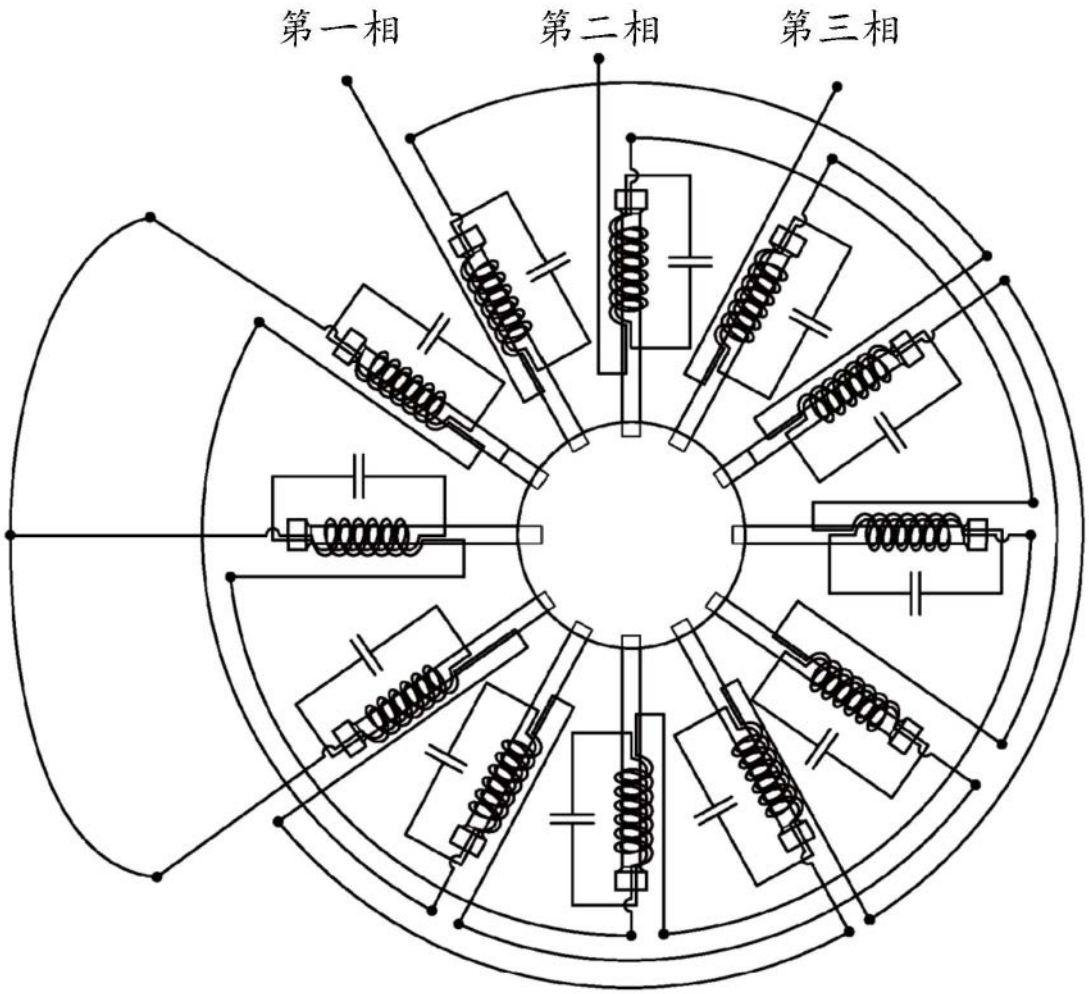



图1

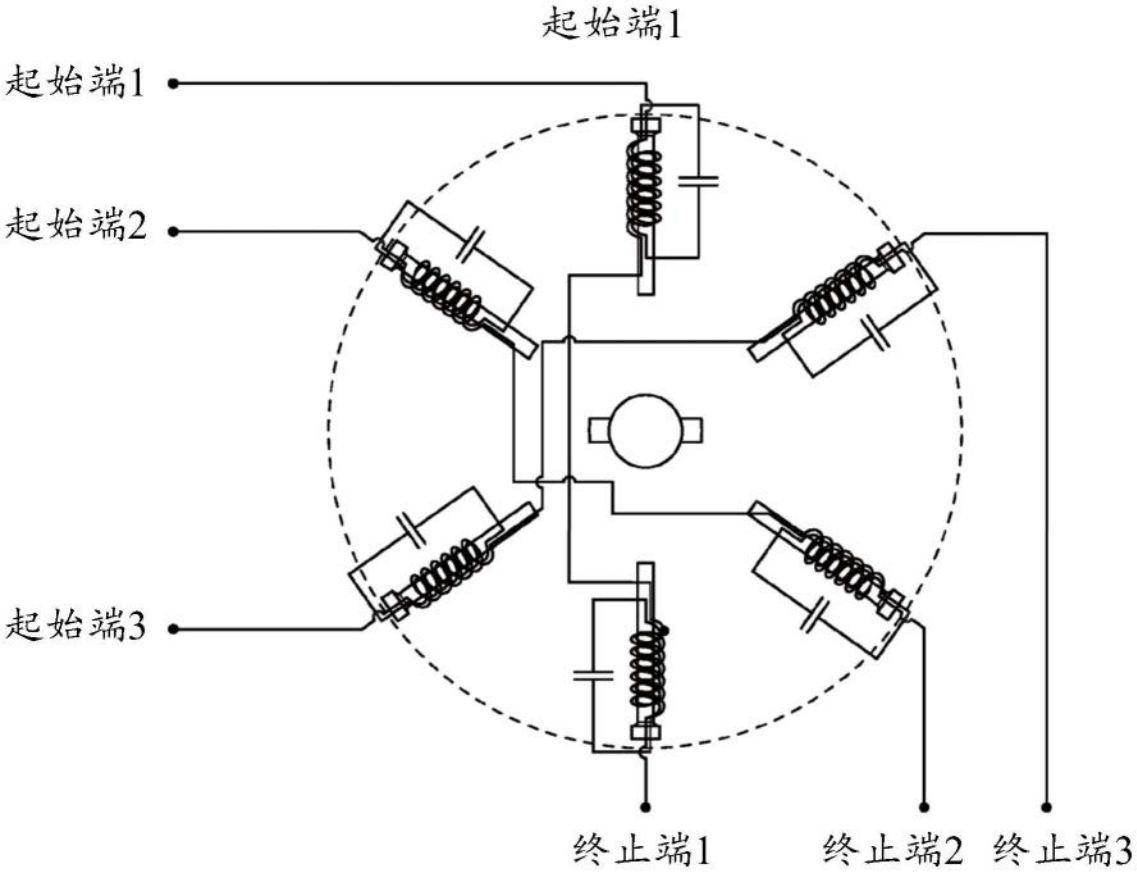



图2

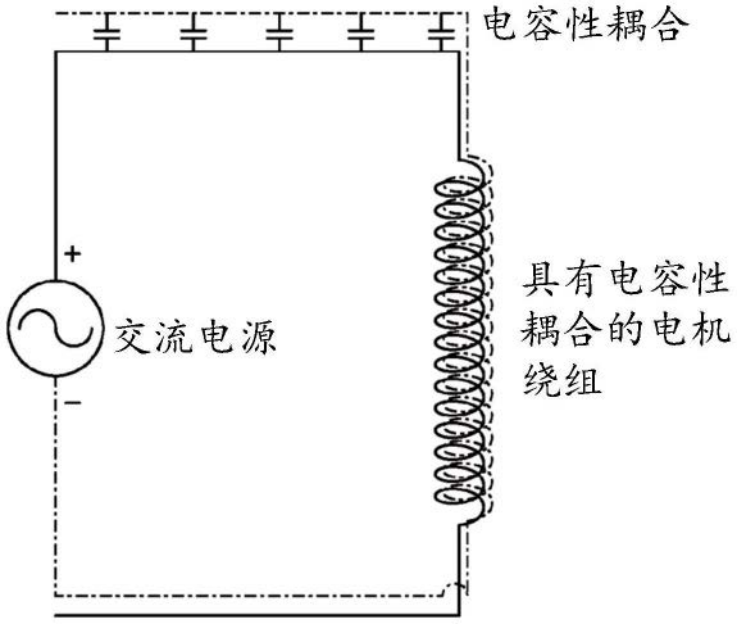



图3

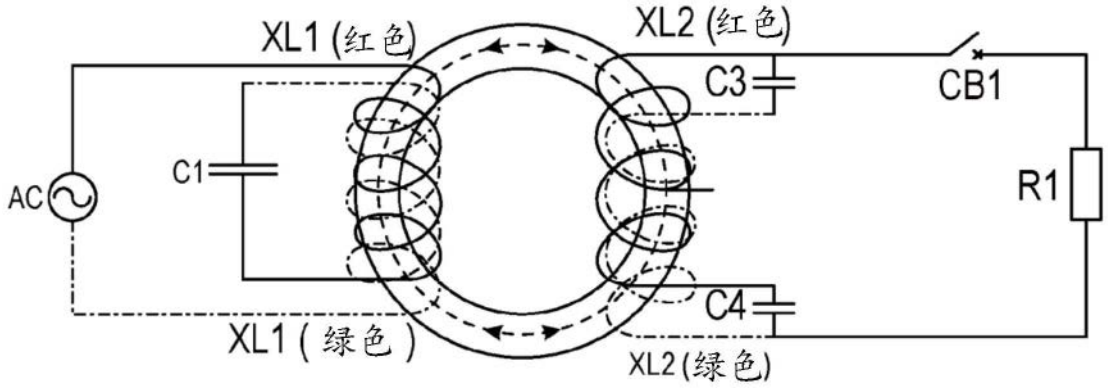

XL1 (红色)
XL2 (红色)
C3
CB1
AC
C1
R1
C4
XL1 ( 绿色 )
XL2 (绿色)

图4

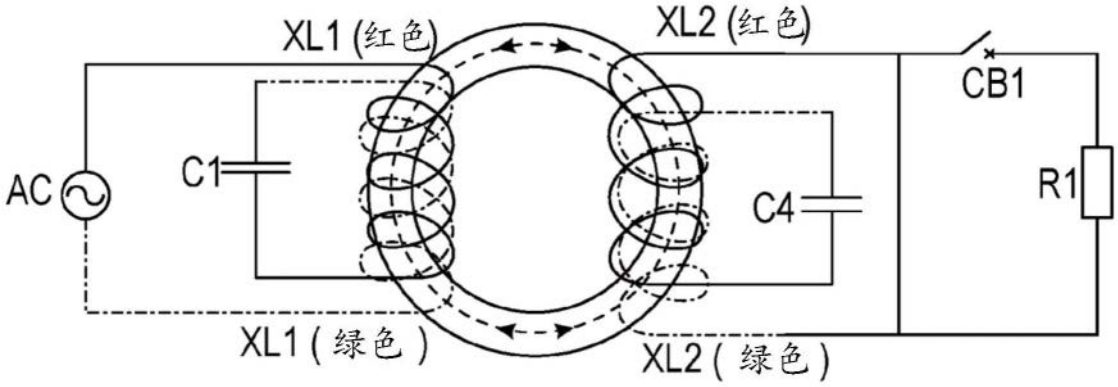

XL1 (红色)
XL2 (红色)
CB1
AC
C1
R1
C4
XL1 ( 绿色 )
XL2 ( 绿色 )

图5

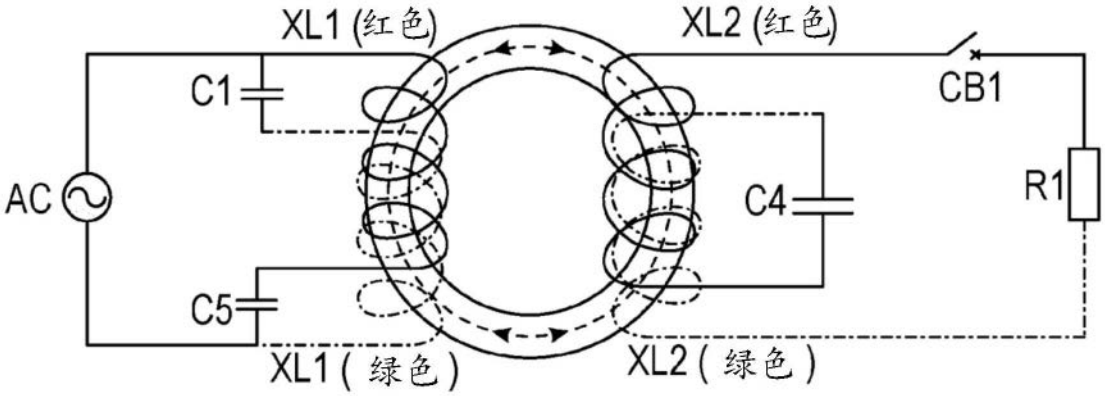

XL1 (红色)
XL2 (红色)
C1
CB1
AC
R1
C4
C5
XL1 ( 绿色 )
XL2 ( 绿色 )

图6

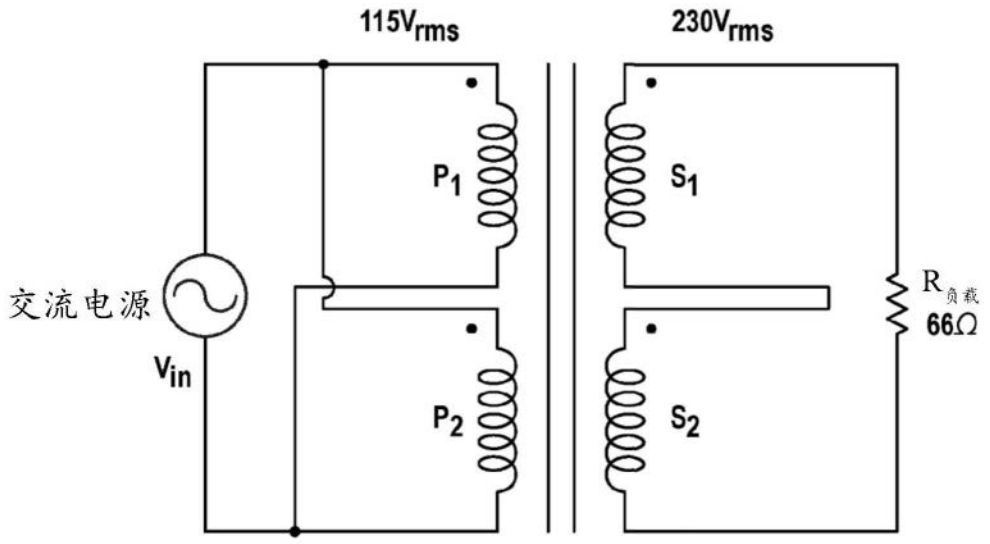

115Vrms
230Vrms
P1
P2
S1
S2
交流电源
Vin
R负载
66Ω

图7

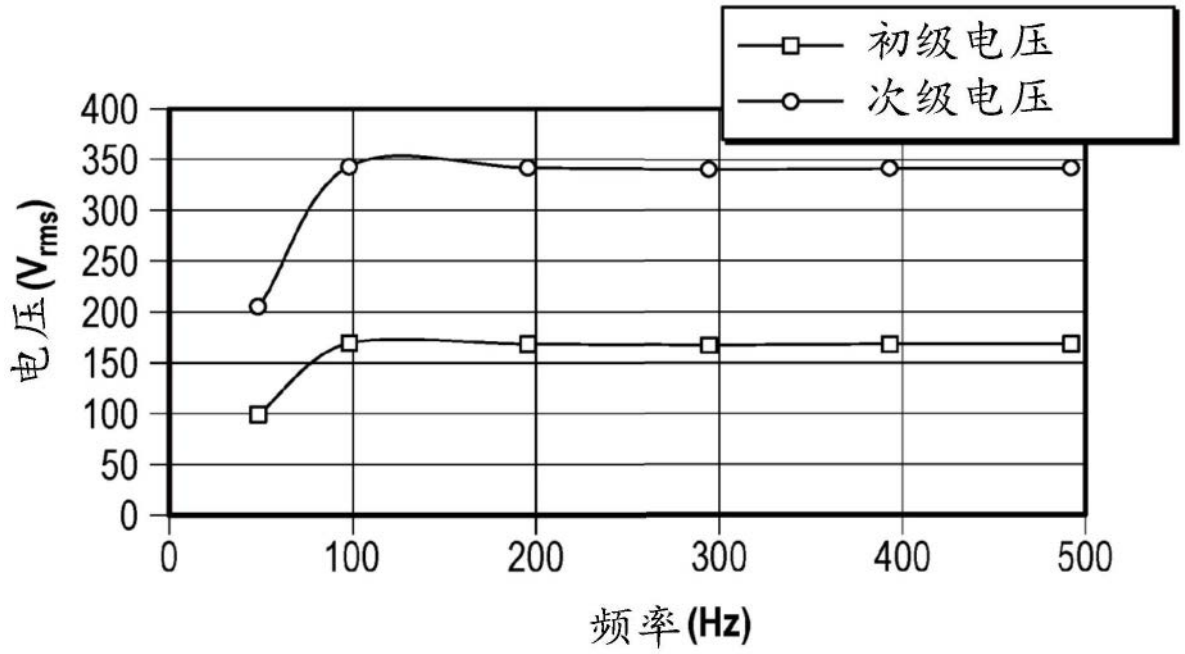

初级电压
次级电压
400
350
300
250
200
150
100
50
0
电压(Vrms)
0
100
200
300
400
500
频率(Hz)

图8

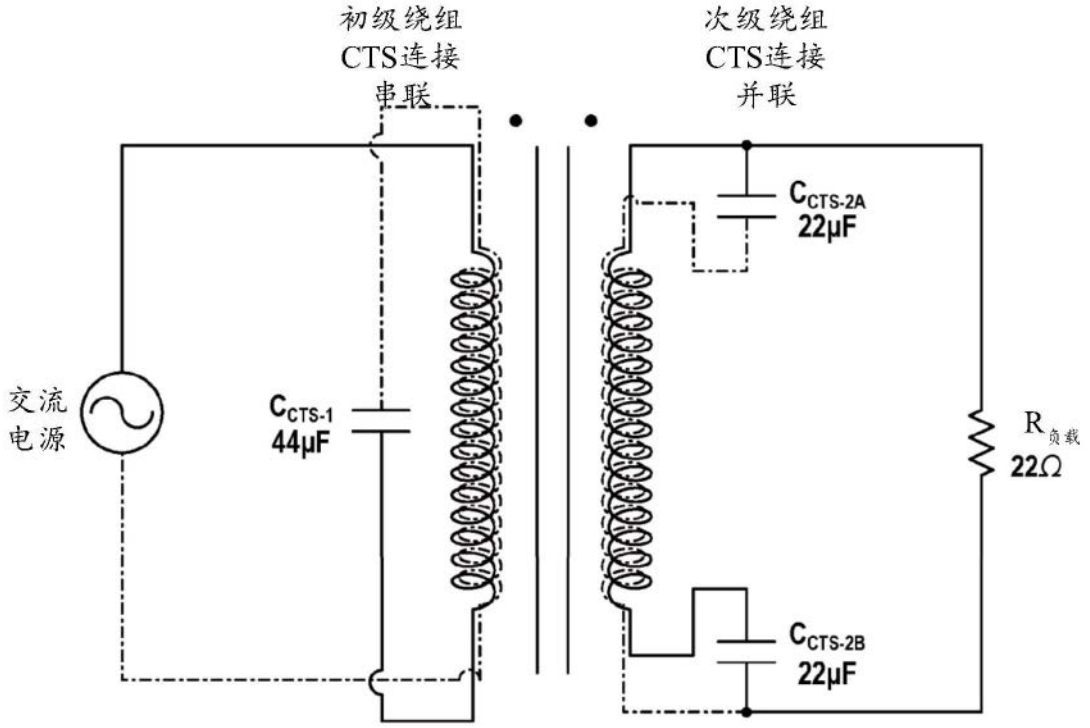

初级绕组
CTS连接
串联
次级绕组
CTS连接
并联
交流
电源
$C_{CTS-1}$
44μF
$C_{CTS-2A}$
22μF
$C_{CTS-2B}$
22μF
$R_{负载}$
22Ω

图9

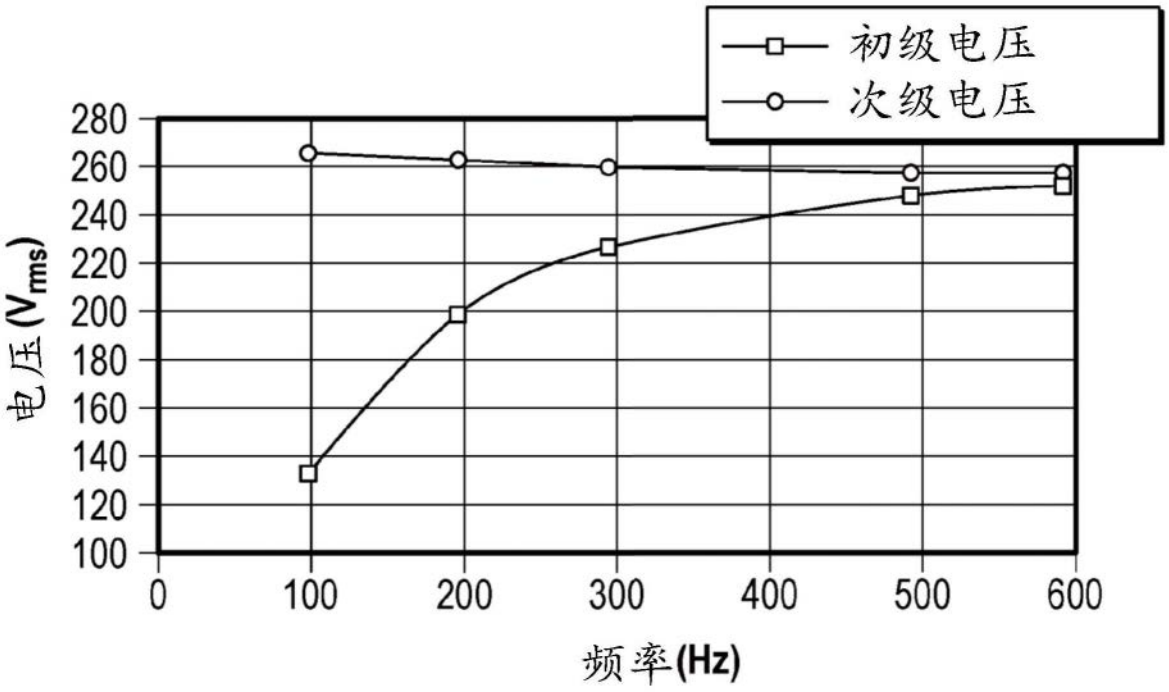

初级电压
次级电压
电压($V_{rms}$)
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
0
100
200
300
400
500
600
频率(Hz)

图10

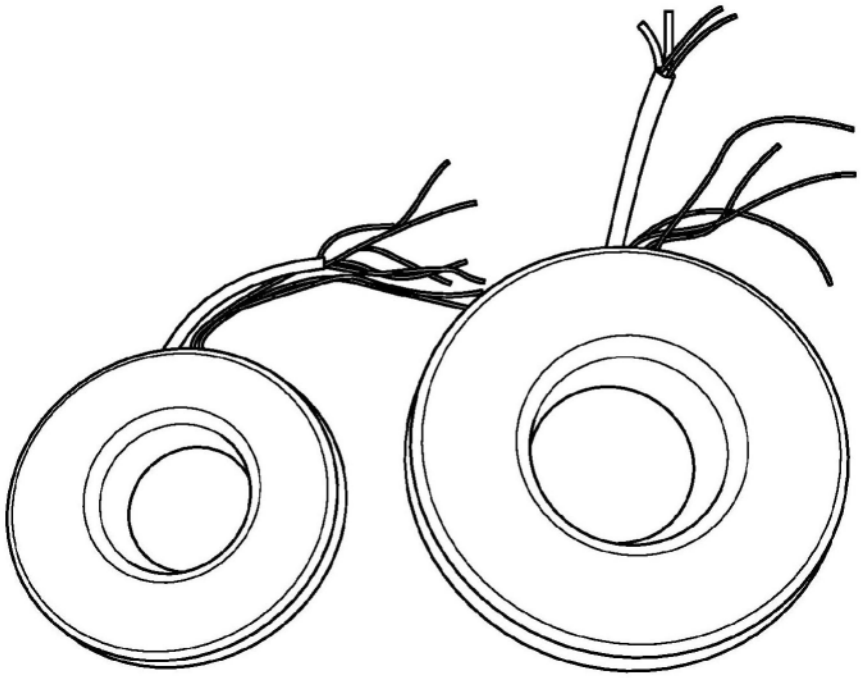


图11

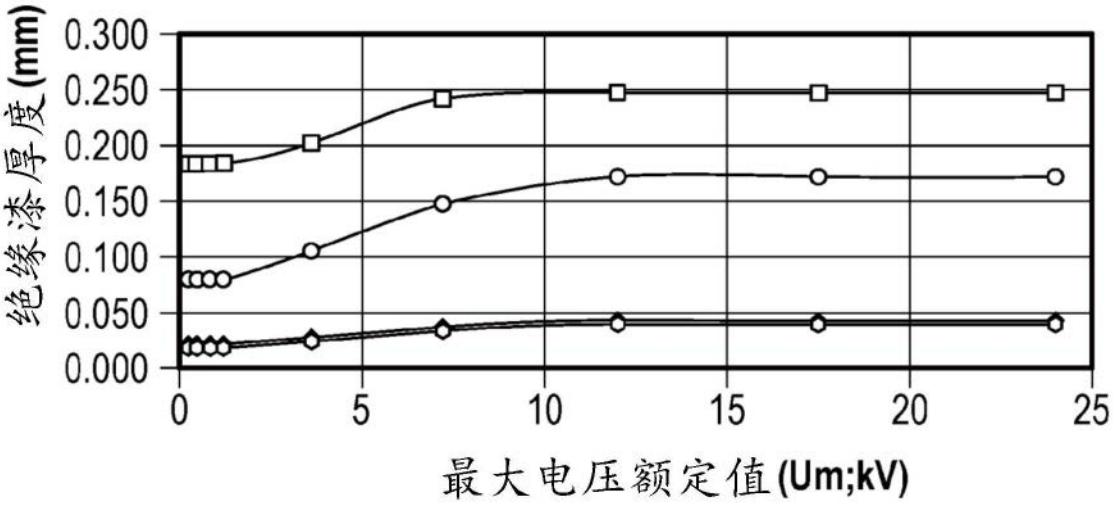

绝缘漆厚度(mm)
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
0
5
10
15
20
25
最大电压额定值(Um;kV)

图12

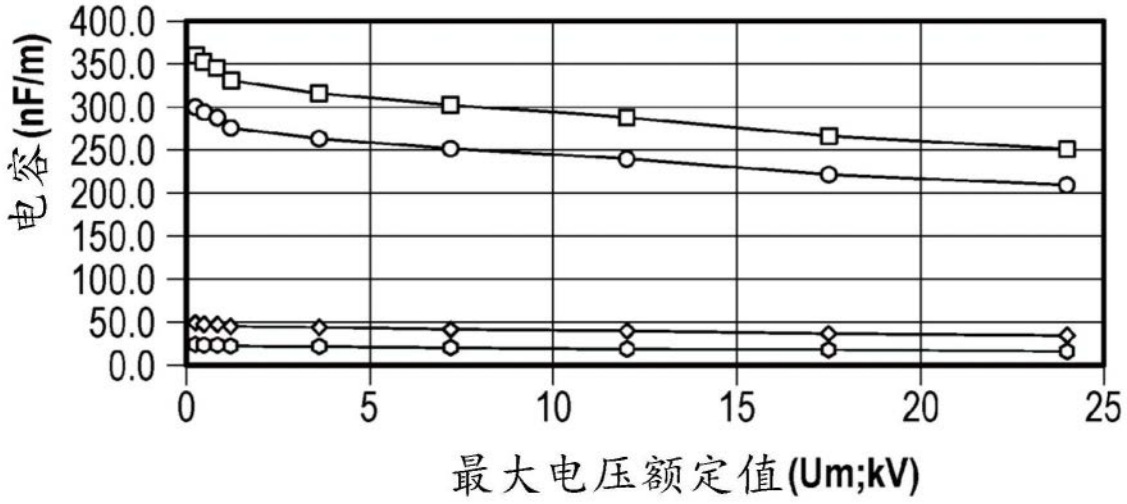

400.0
350.0
300.0
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
电容(nF/m)
0
5
10
15
20
25
最大电压额定值(Um;kV)

图13

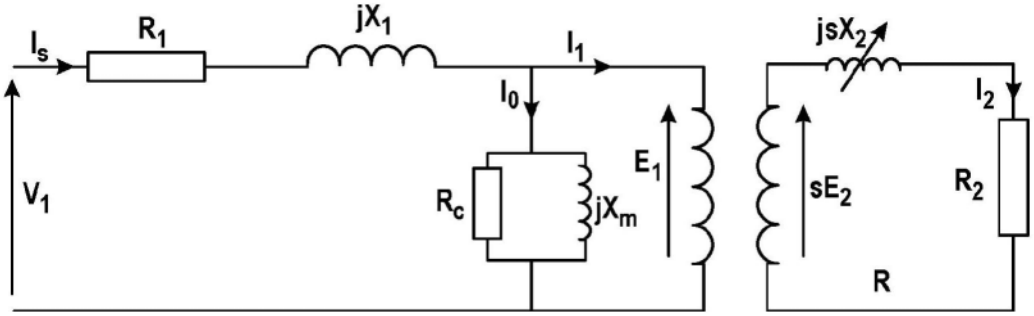

$I_s$
$R_1$
$jX_1$
$I_1$
$I_0$
$V_1$
$R_c$
$jX_m$
$E_1$
$jsX_2$
$I_2$
$sE_2$
$R_2$
R

图14

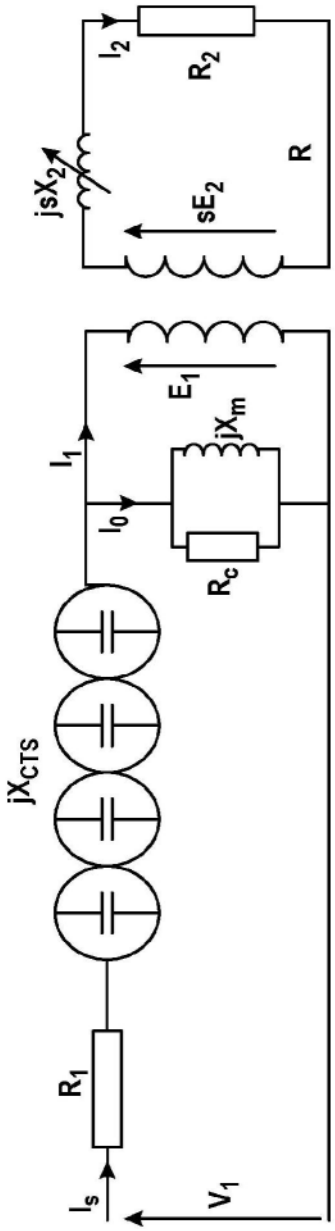



图15

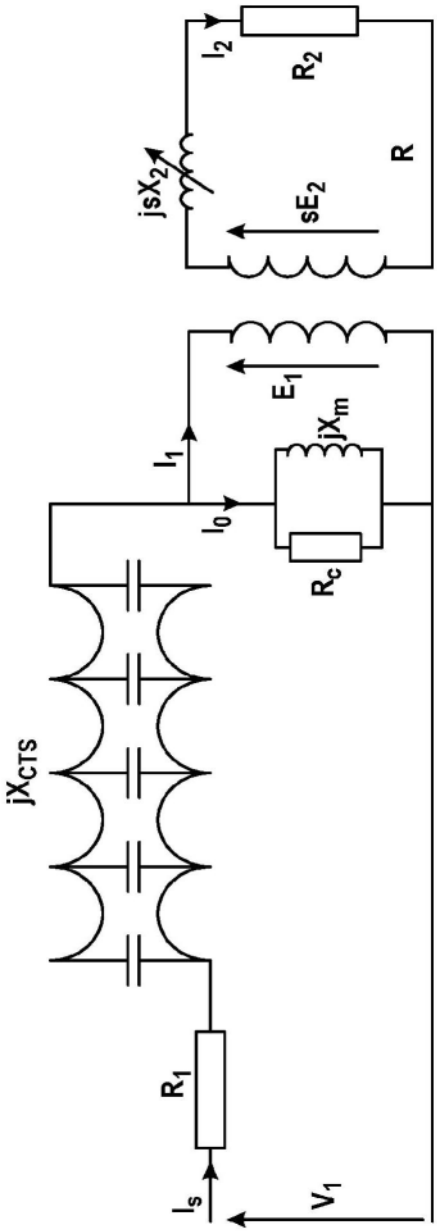



图16

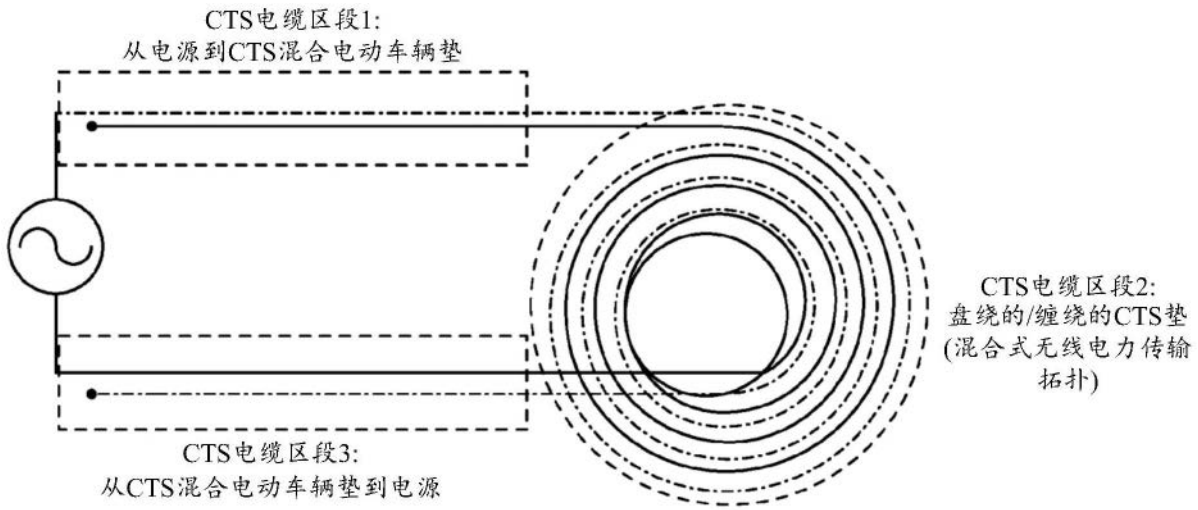

CTS电缆区段1:
从电源到CTS混合电动车辆垫
CTS电缆区段2:
盘绕的/缠绕的CTS垫
(混合式无线电力传输
拓扑)
CTS电缆区段3:
从CTS混合电动车辆垫到电源

图17

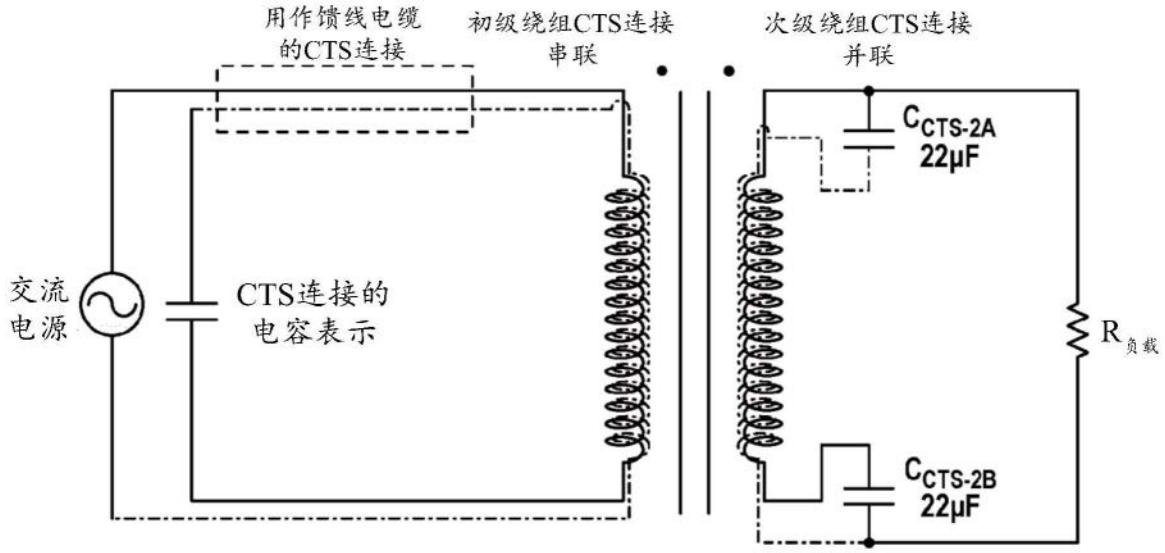

用作馈线电缆
的CTS连接
初级绕组CTS连接
串联
次级绕组CTS连接
并联
交流
电源
CTS连接的
电容表示
$C_{CTS-2A}$
22μF
$C_{CTS-2B}$
22μF
$R_{负载}$

图18