



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104638860 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201310554082. X

(22) 申请日 2013. 11. 11

(71) 申请人 黄劭刚

地址 330029 江西省南昌市青山湖区上海北路619号14栋1603室

(72) 发明人 黄劭刚 黄博文

(51) Int. Cl.

H02K 19/12(2006. 01)

H02K 19/38(2006. 01)

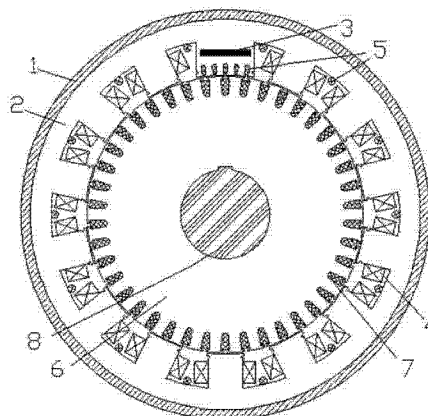
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

谐波自励混合磁极交流励磁机

(57) 摘要

一种无刷同步电机的交流励磁机,属于电机技术领域。包括机壳(1)、内装有定子铁心(2)、永磁体(3)、励磁绕组(4)、谐波绕组(5)组成的定子和转子铁心(6)、电枢绕组(7)、转轴(8)组成的转子。谐波绕组安放在定子磁极上,通过励磁控制器与励磁绕组相连。转子上安放有电枢绕组,通过旋转整流器与主同步电机的励磁绕组相连。电机运行时,永磁体建立初始的谐波气隙磁密,在谐波绕组中产生起励电压。谐波绕组利用谐波气隙磁密产生感应电势,向励磁控制器供电。励磁控制器根据主同步电机的检测信号调节励磁绕组的电流,实现交流励磁机的自励和主同步电机的无刷励磁的控制。本谐波自励混合磁极交流励磁机与现有技术相比,可通过交流励磁机的谐波绕组实现自励,不需要交流励磁机外部提供副励磁电源,具有良好的起励性能、电磁兼容性和励磁调节性能。



1. 一种无刷同步电机的交流励磁机,包括在机壳(1)、内装有定子铁心(2)、永磁体(3)、励磁绕组(4)、谐波绕组(5)组成的定子和转子铁心(6)、电枢绕组(7)、转轴(8)组成的转子,其特征在于:永磁体和励磁绕组安装在定子铁心上,形成永磁磁极和电励磁磁极两种磁极;电枢绕组分布在转子铁心的槽内,极对数与定子磁极的极对数相同;定子磁极上的谐波绕组利用谐波气隙磁密产生感应电势,通过励磁控制器向励磁绕组供电,实现交流励磁机的自励和控制。

2. 根据权利要求1所述的交流励磁机,其特征在于:所述的在谐波绕组中产生感应电势的谐波气隙磁密可以由永磁磁势、励磁磁势和电枢绕组的基波磁势作用在齿谐波气隙磁导上产生,也可以由电枢绕组的谐波磁势作用在平均气隙磁导上产生;本专利主要采用由齿谐波气隙磁导和齿谐波磁势引起的齿谐波磁密,以及3次、2次和谐波次数小于1的谐波磁势引起的谐波磁密,制成相应的谐波绕组,各种谐波绕组可以单独采用,也可以混合采用。

3. 根据权利要求1和2所述的交流励磁机,其特征在于:所述的永磁磁极的永磁体可以是内置式,也可以是表贴式;永磁体的尺寸和永磁磁极的个数可以根据交流励磁机起励、控制和调节范围的要求确定。

4. 根据权利要求1和2所述的交流励磁机,其特征在于:所述的齿谐波磁密可以通过加大转子铁心的槽口宽度和减少转子铁心槽数来提高;相应的齿谐波绕组安装在定子磁极表面的槽中,极距为转子齿距的1/2左右,极距和在磁极不同部位线圈的匝数可以根据齿谐波磁密的分布状况来调整。

5. 根据权利要求1和2所述的交流励磁机,其特征在于:所述的3次和2次谐波磁势不符合齿谐波条件时,仍可以分别通过调整两相和三相电枢绕组的排布来提高,相应的3次和2次谐波绕组安装在定子磁极表面的槽中,极对数分别为定子磁极的极对数的3倍和2倍。

6. 根据权利要求1和2所述的交流励磁机,其特征在于:所述的谐波次数小于1的低次谐波磁势可以通过选择电枢绕组的相数和调整电枢绕组的排布来产生,相应的低次谐波绕组安装在定子磁极之间的槽中,极对数小于定子磁极的极对数,与所采用的低次谐波磁势的极对数相同。

7. 根据权利要求1、2、3、4、5、6所述的交流励磁机,其特征在于:所述的励磁控制器的电源取自谐波绕组,主回路的输入电路可以采用双桥串联整流电路,用于提高谐波绕组的输出功率和控制回路输入电压的稳定性;主回路的输出电路采用脉宽调制电路,可以实现励磁绕组电流的单向调节和双向调节。

谐波自励混合磁极交流励磁机

技术领域

[0001] 本发明涉及无刷同步电机的一种交流励磁机。

背景技术

[0002] 无刷同步电机一般均采用交流励磁机实现无刷励磁,而交流励磁机本身的励磁需要外部提供电源。目前,交流励磁机本身的励磁方式有两类,一类是采用同步电机主机的定子基波或谐波提供交流励磁机的励磁电源。这类励磁方式存在三个问题:第一,需要在同步电机主电机定子上增加绕组或励磁变压器,增加了主电机的复杂性;第二,同步电机主电机和交流励磁机交织在一起,相互影响,降低了电机系统的运行性能和电磁兼容性;第三,需要电机具有一定的剩磁,否则将造成电机无法起励。另一类是采用永磁副励磁电机提供交流励磁机的励磁电源。这类励磁方式使得副励磁电源与同步电机主电机无关,不存在上述问题。但是,永磁副励磁电机增加了整个电机系统的长度、成本和复杂性。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对上述现有技术的不足,提供一种不需要交流励磁机外部提供副励磁电源,采用励磁机自身的谐波进行自励的交流励磁机,可广泛用于同步电机的无刷励磁。

[0004] 本发明的谐波自励混合磁极交流励磁机由装有定子铁心、永磁体、谐波绕组、励磁绕组的定子和装有转子铁心、电枢绕组、转轴的转子构成。谐波绕组通过励磁控制器与励磁绕组相连。电枢绕组通过旋转整流器与主同步电机的励磁绕组相连。永磁体和励磁绕组安装在定子铁心形成永磁磁极和电励磁磁极两种磁极。电枢绕组分布在转子铁心的槽内,极对数与定子磁极的极对数相同。交流励磁机运行时,永磁体、励磁绕组和电枢绕组的磁势可以产生相对于转子运动的谐波气隙磁密。谐波绕组利用谐波气隙磁密产生感应电势向励磁控制器供电,励磁控制器根据主同步电机的检测信号调节励磁绕组的电流,实现交流励磁机的自励和主同步电机的无刷励磁的控制。

[0005] 在谐波绕组中产生感应电势的谐波磁密,可以由永磁磁势、励磁磁势和电枢绕组的基波磁势作用在齿谐波气隙磁导上产生,也可以由电枢绕组的谐波磁势作用在平均气隙磁导上产生。本专利主要采用由齿谐波气隙磁导和齿谐波磁势引起的齿谐波磁密,以及3次、2次和谐波次数小于1的谐波磁势引起的谐波磁密,制成相应的谐波绕组。永磁磁极的永磁体可以是内置式,也可以是表贴式;永磁体的尺寸和永磁磁极的个数可以根据交流励磁机起励、控制和调节范围的要求确定。励磁控制器的电源取自谐波绕组,主回路的输入电路采用双桥串联整流电路,输出电路采用脉宽调制电路,可以提高谐波绕组的输出功率和控制回路输入电压的稳定性,实现励磁绕组电流的单向调节和双向调节。

[0006] 与现有技术相比,本发明的谐波自励混合磁极交流励磁机具有如下特点:

1. 无需外部提供副励磁电源,结构简单,具有良好的的起励性能、电磁兼容性和励磁调节性能;

2. 与采用同步电机主机提供副励磁电源的无刷励磁方式相比,降低了主电机的复杂性;提高了电机系统的运行性能、电磁兼容性和起励性能;

3. 与采用永磁副励磁电机提供副励磁电源的无刷励磁方式相比,降低了整个电机系统的长度、复杂性和成本。

附图说明

[0007] 图 1. 是谐波自励混合磁极交流励磁机的结构示意图,以 7 对极为例

图 2. 是永磁磁极的结构示意图

图 3. 是齿谐波绕组展开示意图

图 4. 是具有低次谐波磁势的电枢绕组排布原理图,以 7 对极为例

图 5. 是单向调节的励磁控制器的电路原理图

图 6. 是双向调节的励磁控制器的电路原理图

图 1、2 中的标号名称:1、机壳;2、定子铁心;3、永磁体;4、励磁绕组;5、谐波绕组;6、转子铁心;7、电枢绕组;8、转轴

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明的谐波自励混合磁极交流励磁机作进一步详细说明。

[0008] 由图 1 可知,本发明的谐波自励混合磁极交流励磁机的电机包括机壳、定子铁心、永磁体、谐波绕组、励磁绕组、转子铁心、电枢绕组、转轴。转子铁心上沿圆周方向开槽,电枢绕组分布于转子铁心的槽中,随着转轴在定子铁心内旋转。定子铁心上安放有永磁体和励磁绕组,形成永磁磁极和电励磁磁极两种磁极。定子磁极的极对数与转子电枢绕组的极对数相同。谐波绕组安放在定子磁极上,可以为励磁绕组提供励磁电源。采用本专利的无刷同步电机运行时,交流励磁机的谐波绕组通过励磁控制器向交流励磁机的励磁绕组供电,实现交流励磁机的自励和励磁控制,转子电枢绕组通过旋转整流器向主同步电机励磁绕组供电,实现主同步电机的无刷励磁。

[0009] 当交流励磁机的极对数为 p , 转子铁心的齿数为 Z , 电枢绕组的对称相数为 m 时, 转子铁心可以产生 kZ/p 次齿谐波气隙磁导, 电枢绕组可以产生 $km/q+1$ 和 $km/q-1$ 次谐波磁势。 q 为 1 或 k_1m+1 或 k_1m-1 , 且 p 为 q 的整数倍; m 为大于 2 的整数, 当 m 为偶数时, 绕组的实际相数为 $m/2$; k 和 k_1 为正整数。在谐波绕组中产生感应电势的谐波磁密, 可以由永磁磁势、励磁磁势和电枢绕组的基波磁势作用在齿谐波气隙磁导上产生, 也可以由电枢绕组的谐波磁势作用在平均气隙磁导上产生。前者产生的谐波气隙磁密随着所有基波磁势合成的大小和分布及转子的槽口宽度而变化; 后者产生的谐波气隙磁密随着电枢绕组谐波磁势的大小和分布而变化。在电枢绕组的谐波磁势中, $kZ/p+1$ 和 $kZ/p-1$ 次齿谐波磁势的绕组系数与基波绕组系数相同, 且产生的谐波气隙磁密在定子绕组中感应电势的基本频率为电枢绕组基波频率的 Z/p 倍, 与基波磁势作用在齿谐波气隙磁导上产生的谐波气隙磁密在定子绕组中感应电势的基本频率相同。电枢绕组除了齿谐波磁势外, 还可以产生其它的谐波磁势, 但其绕组系数较低。因为谐波磁势的幅值不仅与绕组系数成正比, 而且与谐波次数成反比, 且谐波磁势相对于定子的转速随着谐波次数的减小而提高; 所以即使低次的谐波磁势的绕

组系数较低,也可以产生较大的谐波功率。因此本专利主要采用由齿谐波气隙磁导和齿谐波磁势引起的齿谐波磁密,以及3次、2次和谐波次数小于1的谐波磁势引起的谐波磁密,制成相应的谐波绕组,各种谐波绕组可以单独采用,也可以混合采用。

[0010] 永磁磁极的永磁体不仅可以直接产生由齿谐波磁导引起的谐波磁密,而且可以直接产生基波磁密,使电枢绕组中出现电流而间接产生由谐波磁势引起的谐波磁密。永磁磁极的永磁体产生的谐波磁密较大时,有利于励磁绕组电流的起励和控制;永磁磁极的永磁体产生的基波磁密较大时,不利于电枢绕组电流的宽范围调节。因此,永磁磁极的设计应同时满足交流励磁机起励、控制和调节范围的要求。由图2可知,永磁磁极的永磁体可以采用内置式,也可以采用表贴式。采用内置式的永磁磁极可以通过齿谐波磁导直接产生谐波磁密。永磁体的尺寸和永磁磁极的个数可以根据交流励磁机起励、控制和调节范围的要求确定。当励磁绕组电流只能单向调节时,永磁材料的用量较少,以确保励磁机电枢电流的调节范围。当励磁绕组电流可以双向调节时,电枢电流的调节范围可通过反向励磁提高,永磁材料的用量较多,以提高谐波绕组的起励电压和输出电压的稳定性,利于励磁绕组电流的起励和控制。

[0011] 齿谐波气隙磁密不仅可以由永磁磁势、励磁磁势和电枢绕组的基波磁势作用转子的齿谐波气隙磁导上产生,而且可以由转子电枢绕组的齿谐波磁势作用在平均气隙磁导上产生。前者产生的谐波气隙磁密随着基波磁势合成的大小和分布及转子的槽口宽度而变化;后者产生的谐波气隙磁密随着电枢绕组谐波磁势的大小和分布而变化。为了提高齿谐波气隙磁密,可以加大转子铁心的槽口宽度和减少转子铁心槽数。转子铁心可选的最小槽数由 $Z/p=m$ 给出,其齿谐波磁势的次数为 $m-1$ 和 $m+1$ 。采用齿谐波磁密产生感应电势的齿谐波绕组的极距为转子齿距的 $1/2$ 左右,在N极的线圈组与S极的线圈组采用反向串联或并联(图3),可以根据齿谐波磁密的分布状况来调整谐波绕组的极距和在磁极不同部位线圈的匝数。齿谐波绕组安放在定子磁极表面槽中,可以在永磁磁极和一部分电励磁磁极上安放,也可以在全部分磁极上安放。齿谐波绕组一般为单相绕组,也可以为两相绕组。

[0012] 当 $Z/p=m=4$ 或 $Z/p=m=3$ 时,电枢绕组的3次或2次谐波磁势属于齿谐波。当不满足齿谐波磁势的条件时,电枢绕组的3次或2次谐波磁势的绕组系数将明显降低,但仍可分别通过调整两相和三相电枢绕组的排布来提高。采用3次或2次谐波磁密产生感应电势的谐波绕组的极对数分别为定子磁极的极对数的3倍和2倍,可以与齿谐波绕组一样安放在定子磁极表面槽中,一般为两相绕组,也可以为单相绕组。

[0013] 为了使电枢绕组产生谐波次数小于1的低次谐波磁势,可以将一套可以产生所需要的低次谐波磁势的谐波绕组与电枢的基波绕组串联,然后消除在相同槽内的电流方向相反的串联绕组的导体,形成所需的电枢绕组(图4)。低次谐波磁势的次数根据 $km/q-1$ 求出,可以避免因产生谐波磁势而增加电枢绕组的总匝数,且保证谐波磁势与转子的旋转方向相同。当电枢绕组励磁机的极对数 p 分别为2、5、7的倍数时,可以分别采用三相电枢绕组的 $1/2$ 、 $1/5$ 、 $4/5$ 、 $2/7$ 、 $5/7$ 次谐波磁势。当励磁机的极对数仅仅为3的倍数时,可以采用两相电枢绕组的 $1/3$ 次谐波磁势。相应的定子低次谐波绕组的极对数小于定子磁极的极对数,与所采用的低次谐波磁势的极对数相同,可以安放在定子磁极之间的槽中,一般为两相或三相绕组,也可以为单相和多相绕组。

[0014] 谐波自励混合磁极交流励磁机的励磁控制器包括主回路和控制回路。主回路包括

整流电路和调压电路。控制回路包括检测电路、控制电路、驱动电路和稳压电源电路。由图 5 和图 6 可知,励磁控制器的电源取自谐波绕组。主回路的整流电路采用双桥串联整流电路,用于提高谐波绕组的输出功率和控制回路输入电压的稳定性。调压电路采用脉宽调制电路,可以是单向直流输出,也可以是双向直流输出,用于实现励磁电流的单向调节或双向调节。单独采用齿谐波绕组时,永磁磁极下的和电励磁磁极下的齿谐波绕组分开整流,可以避免两组谐波绕组电动势相位不同引起的电压降落,永磁磁极下的齿谐波绕组也可以为控制回路提供较稳定的输入电压。单独采用 3 次、2 次或低次谐波绕组时,两相绕组分开整流,可以减小整流电路的换相压降,也可以为控制回路提供较匹配的输入电压。同时采用两种谐波绕组时,两种绕组分开整流,可以综合利用两种谐波磁密,提高谐波励磁的性能。

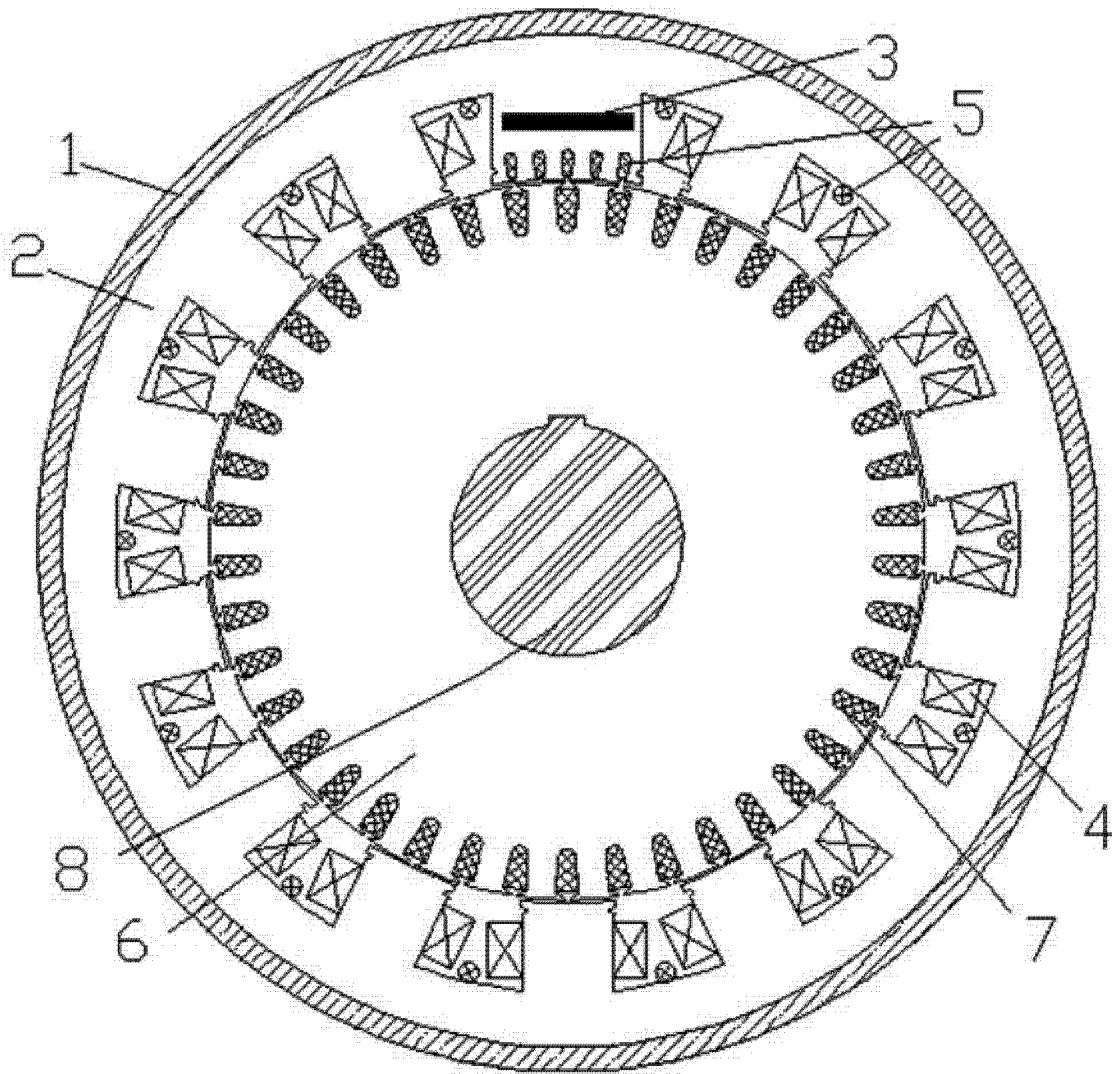


图 1

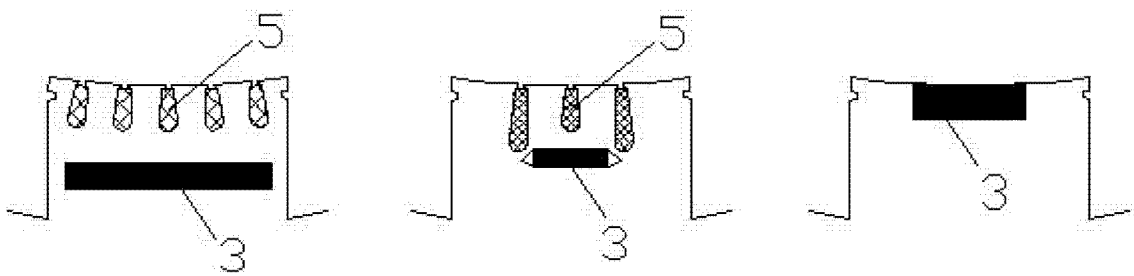


图 2

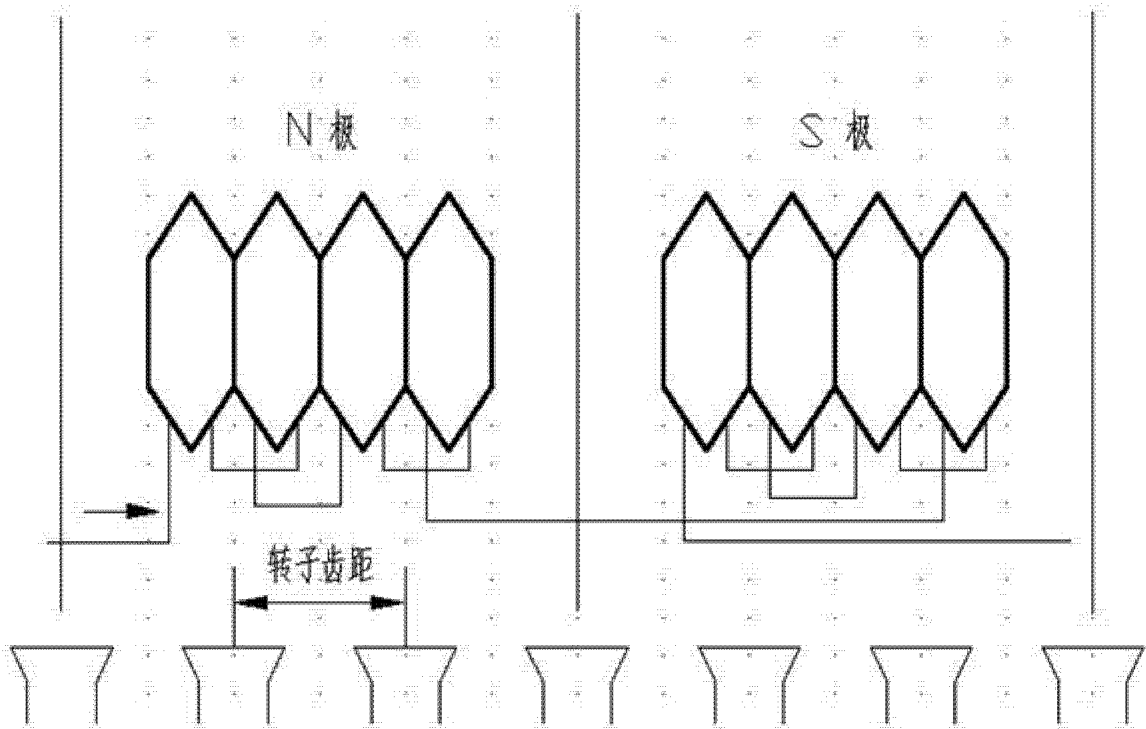


图 3

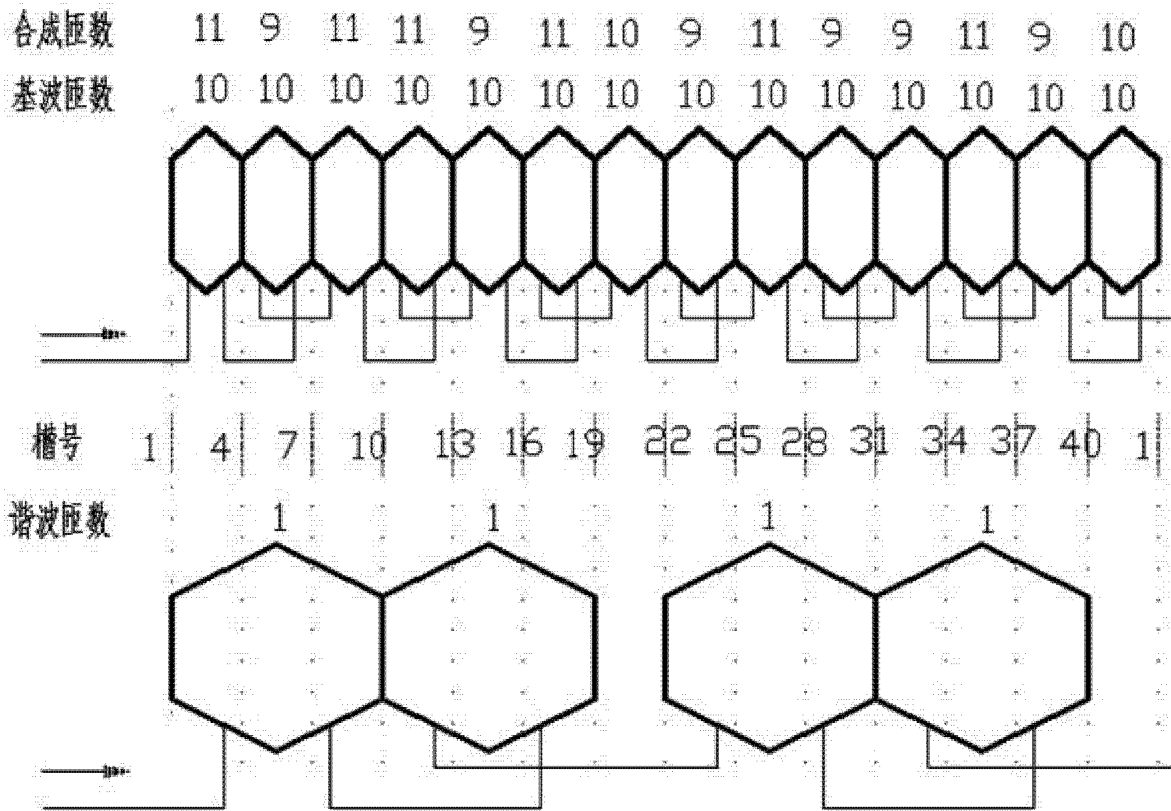


图 4

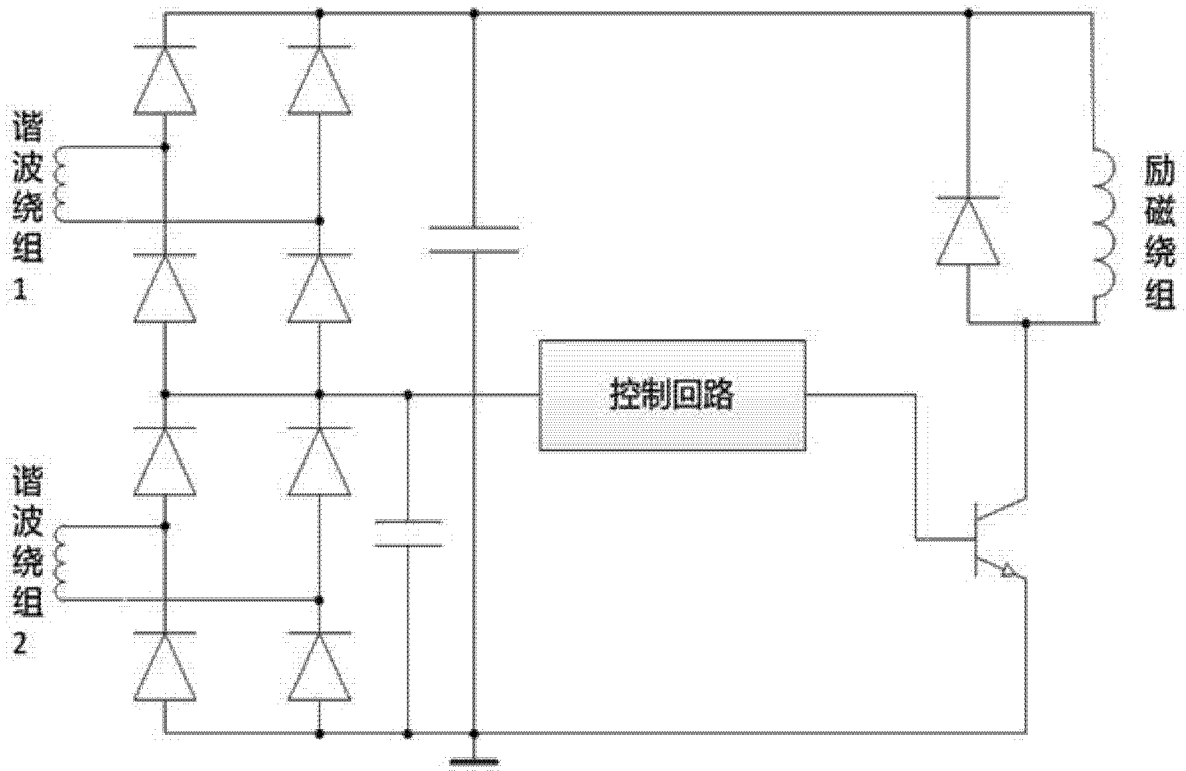


图 5

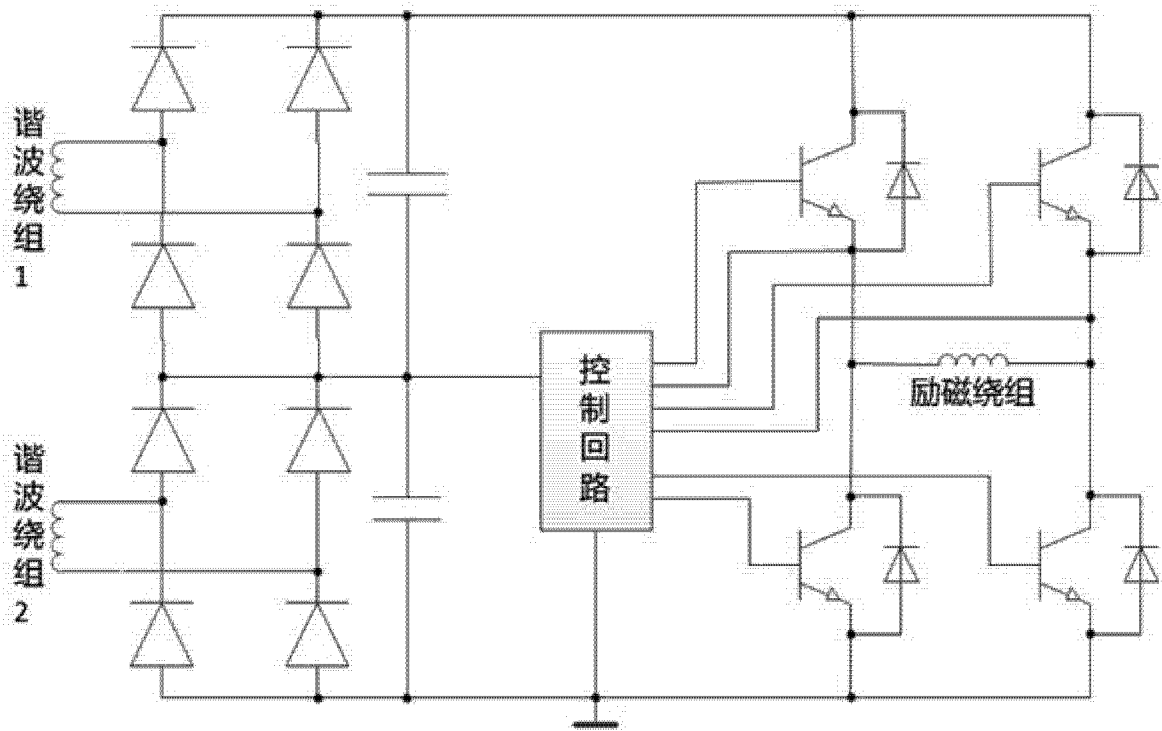


图 6