



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104242589 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201310244743. 9

(22) 申请日 2013. 06. 19

(71) 申请人 昆山库克自动化科技有限公司  
地址 215300 江苏省苏州市昆山市玉山镇莘城南路 1699 号

(72) 发明人 林仕美 张立勋 徐生林 宋承盈

(74) 专利代理机构 昆山四方专利事务所 32212  
代理人 盛建德

(51) Int. Cl.  
H02K 29/00 (2006. 01)  
H02K 3/04 (2006. 01)  
H02K 3/28 (2006. 01)

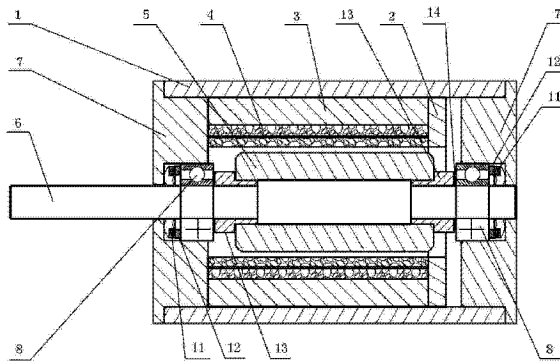
权利要求书1页 说明书5页 附图13页

(54) 发明名称

双功率备份绕组空心杯直流无刷电机

(57) 摘要

本发明公开了一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,包括电机外壳、换向器以及由外至内依次设于电机外壳内的定子硅钢、复式绕组线圈、转子磁钢和电机转轴,电机外壳的两端分别固设有端盖,电机转轴的两端分别通过轴承固定在相应的端盖上,换向器位于电机外壳内,且位于定子硅钢和其中一端盖之间;复式绕组线圈包括若干层绕组,若干层绕组中至少有一层为工作绕组,工作绕组以外的其他绕组为备份绕组。本发明通过改变复式绕组线圈中多个绕组连接的数目和连接方式,达到了提高空心杯电机的使用可靠性、节能启动和改变运行功率的目的。通过在轴承端侧增设波纹垫片,达到了抵抗轴向冲击力、避免轴承损坏和提高电机使用寿命的目的。



1. 一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:包括电机外壳(1)、换向器(2)以及由外至内依次设于所述电机外壳内的定子硅钢(3)、复式绕组线圈(4)、转子磁钢(5)和电机转轴(6),所述定子硅钢和所述复式绕组线圈与所述电机外壳固定为一体,所述转子磁钢固定在所述电机转轴上;所述电机外壳的两端分别固设有端盖(7),所述电机转轴的两端分别通过轴承(8)固定在相应的端盖上,所述换向器位于所述电机外壳内,且位于所述定子硅钢和其中一端盖之间;所述复式绕组线圈包括若干层绕组,所述若干层绕组中至少有一层为工作绕组,所述工作绕组以外的其他绕组为备份绕组。

2. 根据权利要求1所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:所述复式绕组线圈包括两层绕组,所述两层绕组中至少有一层为工作绕组,所述工作绕组以外的其他层为备份绕组。

3. 根据权利要求2所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:所述复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组(9)和外层绕组(10),所述内层绕组和所述外层绕组均为工作绕组,所述内层绕组和所述外层绕组分别包括三相定子绕组,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和3N菱形接法中的一种,所述内层绕组与所述外层绕组的连接为并联、串联和串并共用中的一种,形成三个公用的接线端子。

4. 根据权利要求2所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:所述复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组和外层绕组,所述内层绕组和所述外层绕组中一层为工作绕组,另一层为备份绕组;所述内层绕组和所述外层绕组分别包括三相定子绕组,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和3N菱形接法中的一种,所述内层绕组和所述外层绕组分别形成三个相对独立的接线端子。

5. 根据权利要求4所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为3N菱形接法,所述内层绕组和所述外层绕组交叉串联形成三个相对独立的接线端子。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:至少一个轴承的至少一端侧上设有用于缓冲抵抗轴向冲击力的波纹垫片(11)。

7. 根据权利要求6所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:两个所述轴承背向的两端侧分别设有一个所述波纹垫片。

8. 根据权利要求7所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:对应每个所述波纹垫片设有一个缓冲垫片(12),所述波纹垫片和所述缓冲垫片设置在所述电机转轴上,位于所述轴承和所述端盖之间,所述缓冲垫片位于所述轴承和所述波纹垫片之间,所述缓冲垫片与所述轴承的外环相接触。

9. 根据权利要求8所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:所述转子磁钢两端与相应的轴承之间分别设有一个铜衬套(13),所述铜衬套与相应的轴承之间设有一个调整垫片(14)。

10. 根据权利要求1所述的双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,其特征在于:所述轴承为深沟球轴承。

## 双功率备份绕组空心杯直流无刷电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种空心杯电机，具体是涉及一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机。

### 背景技术

[0002] 空心杯电机属于直流、永磁、伺服微特电机。空心杯电动机具有突出的节能特性、灵敏方便的控制特性和稳定的运行特性，作为高效率的能量转换装置，代表了电动机的发展方向。空心杯电机由于其无铁心的结构优势，使得转子惯量远低于相同功率的铁心电机，以其高性能、高效率、结构紧凑等优点，在医疗器械、机器人、小型自动化设备等领域得到极大的推广与应用。

[0003] 对于航天、军事、医疗等高可靠性要求的应用场合，在电机绕组出故障时，要求通过起用备份绕组保证系统的正常工作。多数领域对电机的体积、能耗、功率、机械特性提出了更高的要求。出于节能的需要，要求提高电机的效率，提高功率密度。先进的电机结构和优化的绕组设计是提高电机性能、提高工作效率的关键。因此，现有的空心杯电机有待进一步改进。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题，本发明提出一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机，通过改变复试绕组线圈中多个绕组连接的数目和连接方式，达到了提高空心杯电机的使用可靠性、节能启动和改变运行功率的目的。通过在轴承端侧增设波纹垫片，达到了抵抗轴向冲击力、避免轴承损坏和提高电机使用寿命的目的。

[0005] 本发明的技术方案是这样实现的：

[0006] 一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机，包括电机外壳、换向器以及由外至内依次设于所述电机外壳内的定子硅钢、复式绕组线圈、转子磁钢和电机转轴，所述定子硅钢和所述复式绕组线圈与所述电机外壳固定为一体，所述转子磁钢固定在所述电机转轴上；所述电机外壳的两端分别固设有端盖，所述电机转轴的两端分别通过轴承固定在相应的端盖上，所述换向器位于所述电机外壳内，且位于所述定子硅钢和其中一端盖之间；所述复式绕组线圈包括若干层绕组，所述若干层绕组中至少有一层为工作绕组，所述工作绕组以外的其他绕组为备份绕组。

[0007] 作为本发明的进一步改进，所述复式绕组线圈包括两层绕组，所述两层绕组中至少有一层为工作绕组，所述工作绕组以外的其他层为备份绕组。

[0008] 作为本发明的进一步改进，所述复式绕组线圈包括两层绕组，分别为内层绕组和外层绕组，所述内层绕组和所述外层绕组均为工作绕组，所述内层绕组和所述外层绕组分别包括三相定子绕组，所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和 3N 菱型接法中的一种，所述内层绕组与所述外层绕组的连接为并联、串联和串并共用中的一种，形成三个公用的接线端子。

[0009] 作为本发明的进一步改进,所述复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组和外层绕组,所述内层绕组和所述外层绕组中一层为工作绕组,另一层为备份绕组;所述内层绕组和所述外层绕组分别包括三相定子绕组,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和 3N 菱型接法中的一种,所述内层绕组和所述外层绕组分别形成三个相对独立的接线端子。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为 3N 菱型接法,所述内层绕组和所述外层绕组交叉串联形成三个相对独立的接线端子。

[0011] 作为本发明的进一步改进,至少一个轴承的至少一端侧上设有用于缓冲抵抗轴向冲击力的波纹垫片。

[0012] 作为本发明的进一步改进,两个所述轴承背向的两端侧分别设有一个所述波纹垫片。

[0013] 作为本发明的进一步改进,对应每个所述波纹垫片设有一个缓冲垫片,所述波纹垫片和所述缓冲垫片设置在所述电机转轴上,位于所述轴承和所述端盖之间,所述缓冲垫片位于所述轴承和所述波纹垫片之间,所述缓冲垫片与所述轴承的外环相接触。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述转子磁钢两端与相应的轴承之间分别设有一个铜衬套,所述铜衬套与相应的轴承之间设有一个调整垫片。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述轴承为深沟球轴承。

[0016] 本发明的有益效果是:本发明提供一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,包括电机外壳以及由外至内依次设于电机外壳内的定子硅钢、复式绕组线圈、转子磁钢和电机转轴,定子硅钢和复式绕组线圈与电机外壳固定为一体,转子磁钢固定在电机转轴上;电机外壳的两端分别固设有端盖,电机转轴的两端分别通过轴承固定在相应的端盖上,换向器位于电机外壳内,且位于定子硅钢和其中一端盖之间;复式绕组线圈包括若干层绕组,若干层绕组中至少有一层为相对独立的工作绕组,工作绕组以外的其他绕组为备份绕组。本发明通过控制电路可实现对电机复式绕组线圈的不同接法,通过对电机复式绕组线圈多个绕组的并联、串联或串并共用连接,从而改变电机性能,使其中一绕组工作,余下绕组做备份,当工作绕组故障时,启用备份绕组,保证电机正常工作。在电机启动时用多个复式绕组启动,等电机完全平稳时,关闭掉部分绕组,达到节能目的。不同的负载,不同工作要求,起用需要的绕组,实现不同的工作功率。通过在轴承一端侧设置波纹垫片,电机转轴受到的轴向冲击力通过铜衬套和轴承作用到波纹垫片上,经过波纹垫片缓冲减小后传递到电机外壳上,从而对冲击力进行释放,起到对轴向冲击力的缓冲作用,避免轴承损坏,延长电机使用寿命。

#### 附图说明

[0017] 图 1 为本发明结构示意图;

[0018] 图 2 为本发明复式绕组线圈截面示意图;

[0019] 图 3 为普通空心杯电机绕组线圈三角型接法;

[0020] 图 4 为普通空心杯电机绕组线圈星型接法;

[0021] 图 5 为普通空心杯电机绕组线圈菱型接法;

- [0022] 图 6 为本发明内层绕组和外层绕组三角型接法绕组并联；  
 [0023] 图 7 为本发明内层绕组和外层绕组三角型接法绕组串联；  
 [0024] 图 8 为本发明内层绕组和外层绕组三角型接法绕组一组工作一组备份；  
 [0025] 图 9 为本发明内层绕组和外层绕组星型接法绕组并联；  
 [0026] 图 10 为本发明内层绕组和外层绕组星型接法绕组串联；  
 [0027] 图 11 为本发明内层绕组和外层绕组星型接法绕组一组工作一组备份；  
 [0028] 图 12 为本发明内层绕组和外层绕组 3N 菱型接法绕组并联；  
 [0029] 图 13 为本发明内层绕组和外层绕组 3N 菱型接法绕组串联；  
 [0030] 图 14 为本发明内层绕组和外层绕组 3N 菱型接法绕组一组工作一组备份；  
 [0031] 图 15 为本发明内层绕组和外层绕组 3N 菱型接法绕组内外层绕组串联后一组工作一组备份。

[0032] 结合附图,作以下说明:

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| [0033] 1——电机外壳                       | 2——换向器    |
| [0034] 3——定子硅钢                       | 4——复式绕组线圈 |
| [0035] 5——转子磁钢                       | 6——电机转轴   |
| [0036] 7——端盖                         | 8——轴承     |
| [0037] 9——内层绕组                       | 10——外层绕组  |
| [0038] 11——波纹垫片                      | 12——缓冲垫片  |
| [0039] 13——铜衬套                       | 14——调整垫片  |
| [0040] A、A1、A2、B、B1、B2、C、C1、C2——接线端子 |           |

### 具体实施方式

[0041] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体实施方式,进一步阐述本发明。

[0042] 如图 1 和图 2 所示,一种双功率备份绕组空心杯直流无刷电机,包括电机外壳 1、换向器 2 以及由外至内依次设于所述电机外壳内的定子硅钢 3、复式绕组线圈 4、转子磁钢 5 和电机转轴 6,所述定子硅钢和所述复式绕组线圈与所述电机外壳固定为一体,所述转子磁钢固定在所述电机转轴上;所述电机外壳的两端分别固设有端盖 7,所述电机转轴的两端分别通过深沟球轴承 8 固定在相应的端盖上,所述换向器位于所述电机外壳内,且位于所述定子硅钢和其中一端盖之间;所述复式绕组线圈包括若干层绕组,所述若干层绕组中至少有一层为工作绕组,所述工作绕组以外的其他绕组为备份绕组。

[0043] 优选的,所述复式绕组线圈包括两层绕组,所述两层绕组中至少有一层为工作绕组,所述工作绕组以外的其他层为备份绕组。

[0044] 优选的,所述复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组 9 和外层绕组 10,所述内层绕组和所述外层绕组均为工作绕组,所述内层绕组和所述外层绕组分别包括三相定子绕组,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和 3N 菱型接法中的一种,所述内层绕组与所述外层绕组的连接为并联、串联和串并共用中的一种,形成三个公用的接线端子。

[0045] 优选的,所述复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组和外层绕组,所述内层

绕组和所述外层绕组中一层为工作绕组,另一层为备份绕组;所述内层绕组和所述外层绕组分别包括三相定子绕组,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和 3N 菱型接法中的一种,所述内层绕组和所述外层绕组分别形成三个相对独立的接线端子。这样,内层绕组和外层绕组中一层绕组作为工作绕组,另一层绕组作为备份绕组;通过使用单层绕组,或者两层绕组并联可实现电机的双功率。

[0046] 优选的,所述内层绕组的三相定子绕组和所述外层绕组的三相定子绕组同为 3N 菱型接法,所述内层绕组和所述外层绕组交叉串联形成三个相对独立的接线端子。

[0047] 优选的,至少一个轴承的至少一端侧上设有用于缓冲抵抗轴向冲击力的波纹垫片 11。这样,可以实现电机轴向冲击力的缓冲释放,起到减小轴承所受轴向冲击力的作用。

[0048] 优选的,两个所述轴承背向的两端侧分别设有一个所述波纹垫片。

[0049] 优选的,对应每个所述波纹垫片设有一个缓冲垫片 12,所述波纹垫片和所述缓冲垫片设置在所述电机转轴上,位于所述轴承和所述端盖之间,所述缓冲垫片位于所述轴承和所述波纹垫片之间,所述缓冲垫片与所述轴承的外环相接触。

[0050] 优选的,所述转子磁钢两端与相应的轴承之间分别设有一个铜衬套 13,所述铜衬套与相应的轴承之间设有一个调整垫片 14,用于动平衡调整。

[0051] 参见图 3、图 4 和图 5,普通空心杯电机只有一个绕组线圈,绕组线圈包括三相定子绕组,三相定子绕组有三角型接法、星型接法和菱形接法,每种接法形成有 A、B 和 C 三个接线端子,通过控制电路对其中任意两个接线端子有规律的通电,可实现电机的旋转。

[0052] 本发明中,绕组线圈为复式绕组线圈,复式绕组线圈包括若干层绕组,若干层绕组中至少有一层为工作绕组,工作绕组以外的其他绕组为备份绕组。通过对复式绕组线圈中多个绕组的并联、串联或串并共用连接,达到改变电机性能的目的。多层绕组中的一层绕组工作,余下绕组做备份,当工作绕组故障时,启用备份绕组,保证电机正常工作;在电机起动机用多个备份绕组起动,等电机完全平稳时,关闭掉部分绕组,达到节能目的;不同的负载,不同工作要求,起用需要的绕组,实现不同的工作功率。

[0053] 参见图 6、图 7、图 9、图 10、图 12 和图 13,作为本发明的一种优选实施例,复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组 9 和外层绕组 10,内层绕组和外层绕组均为工作绕组,内层绕组和外层绕组分别包括三相定子绕组,内层绕组的三相定子绕组和外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和 3N 菱型接法中的一种,内层绕组与外层绕组的连接为并联、串联和串并共用中的一种,形成三个公用的接线端子。

[0054] 上述内层绕组和外层绕组均作为工作绕组时,三角型接法绕组并联参见图 6、三角型接法绕组串联参见图 7;星型接法绕组并联参见图 9、星型接法绕组串联参见图 10;3N 菱型接法绕组并联参见图 12、3N 菱型接法绕组串联参见图 13。

[0055] 参见图 8、图 11、图 14 和图 15,作为本发明的一种优选实施例,复式绕组线圈包括两层绕组,分别为内层绕组 9 和外层绕组 10,内层绕组和外层绕组分别包括三相定子绕组,内层绕组的三相定子绕组和外层绕组的三相定子绕组同为三角型接法、星型接法和 3N 菱型接法中的一种,内层绕组和外层绕组分别形成三个相对独立的接线端子。

[0056] 上述内层绕组和外层绕组择一作备份绕组时的三角型接法参见图 8,一层绕组工作绕组,另一层绕组做备份绕组。当工作绕组故障或者损坏时,启用备份绕组,保证电机正常工作。具体实施时,通过两层绕组分别构成相互独立的电机绕组 A1B1C1 和 A2B2C2,其

中一层绕组作为工作绕组,另一层绕组作为备份绕组,当电机正常工作时给 A1B1C1 绕组通电,A2B2C2 绕组做备份。当绕组出现故障或损坏时,断开 A1B1C1 三项,继而给 A2B2C2 绕组通电,实现电机的正常运转。这种接法工艺简单,两层绕组分别作为工作绕组时直流电机的性能仅略有差异。

[0057] 上述内层绕组和外层绕组择一作备份绕组时的星型接法参见图 10,一层绕组工作绕组,另一层绕组做备份绕组。当工作绕组故障或者损坏时,启用备份绕组,保证电机正常工作。具体实施时,通过两层绕组分别构成相互独立的电机绕组 A1B1C1 和 A2B2C2,其中一层绕组作为工作绕组,另一层绕组作为备份绕组,当电机正常工作时给 A1B1C1 绕组通电,A2B2C2 绕组做备份。当绕组出现故障或损坏时,断开 A1B1C1 三项,继而给 A2B2C2 绕组通电,实现电机的正常运转。这种接法工艺简单,两层绕组分别作为工作绕组时直流电机的性能仅略有差异。

[0058] 上述内层绕组和外层绕组择一作备份绕组时的 3N 菱形接法参见图 14 和图 15,一层绕组工作绕组,另一层绕组做备份绕组。当工作绕组故障或者损坏时,启用备份绕组,保证电机正常工作。具体实施时,图 14 绕组接法通过两层绕组分别构成相互独立的电机绕组 A1B1C1 和 A2B2C2,其中一个绕组作为工作绕组,另一个绕组作为备份绕组。图 15 绕组接法通过两层线圈交叉串联而构成相互独立的电机绕组 A1B1C1 和 A2B2C2,其中一个绕组作为工作绕组,另一个绕组作为备份绕组。当电机正常工作时给 A1B1C1 绕组通电,A2B2C2 绕组做备份。当绕组出现故障或损坏时,断开 A1B1C1 三项,继而给 A2B2C2 绕组通电,实现电机的正常运转。图 14 绕组接法工艺简单,两层绕组分别作为工作绕组时直流电机的性能仅略有差异。图 15 绕组接法的两层绕组的一致性较好,可以保证在两层绕组分别作为工作绕组时直流电机性能的一致性。

[0059] 本发明通过控制电路可实现对电机复式绕组线圈的不同接法,通过对电机复式绕组线圈多个绕组的并联、串联或串并共用连接,从而改变电机性能;通过工作绕组和备份绕组的独立设置,使其中一绕组工作,余下绕组做备份,当工作绕组故障时,启用备份绕组,保证电机正常工作。在电机启动时用多个复式绕组启动,等电机完全平稳时,关闭掉部分绕组,达到节能目的。不同的负载,不同工作要求,起用需要的绕组,实现不同的工作功率。通过在轴承一端侧设置波纹垫片,电机转轴受到的轴向冲击力通过铜衬套和轴承作用到波纹垫片上,经过波纹垫片缓冲减小后传递到电机外壳上,从而对冲击力进行释放,起到对轴向冲击力的缓冲作用,避免轴承损坏,延长电机使用寿命。本发明通过使用单层绕组,或者两层绕组并联可实现电机的双功率,工作效率可达到 80%—95%。

[0060] 以上实施例是参照附图,对本发明的优选实施例进行详细说明。本领域的技术人员通过对上述实施例进行各种形式上的修改或变更,但不背离本发明的实质的情况下,都落在本发明的保护范围之内。

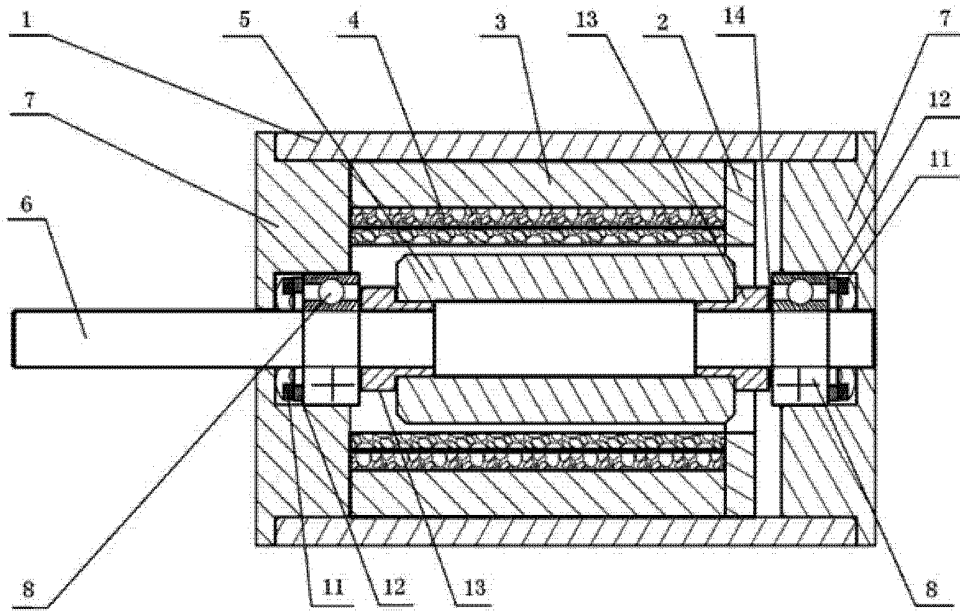


图 1

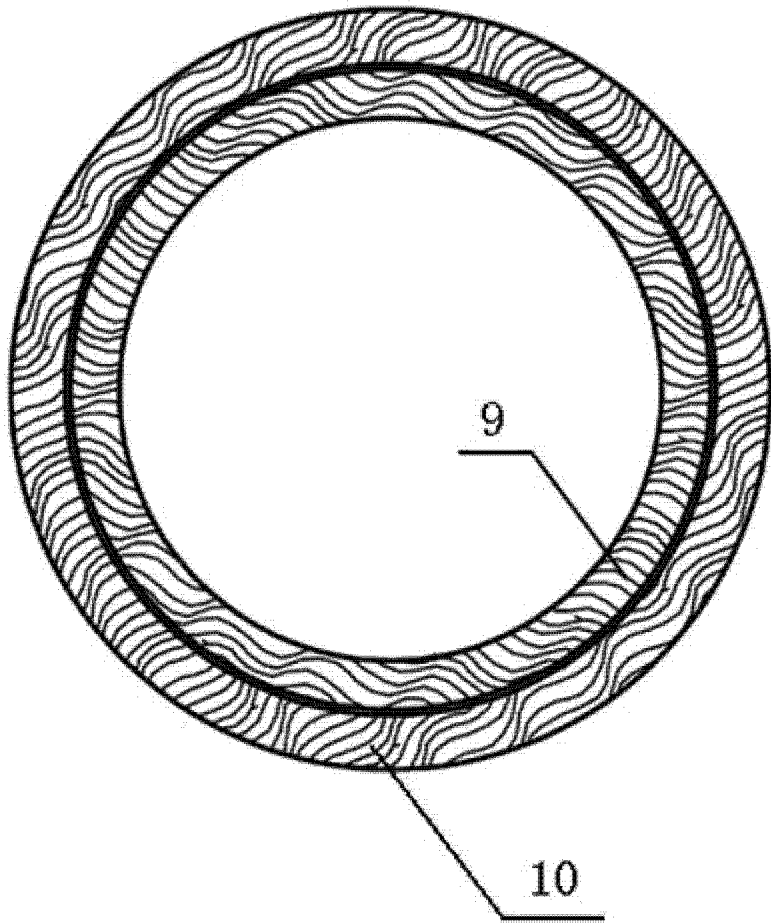


图 2

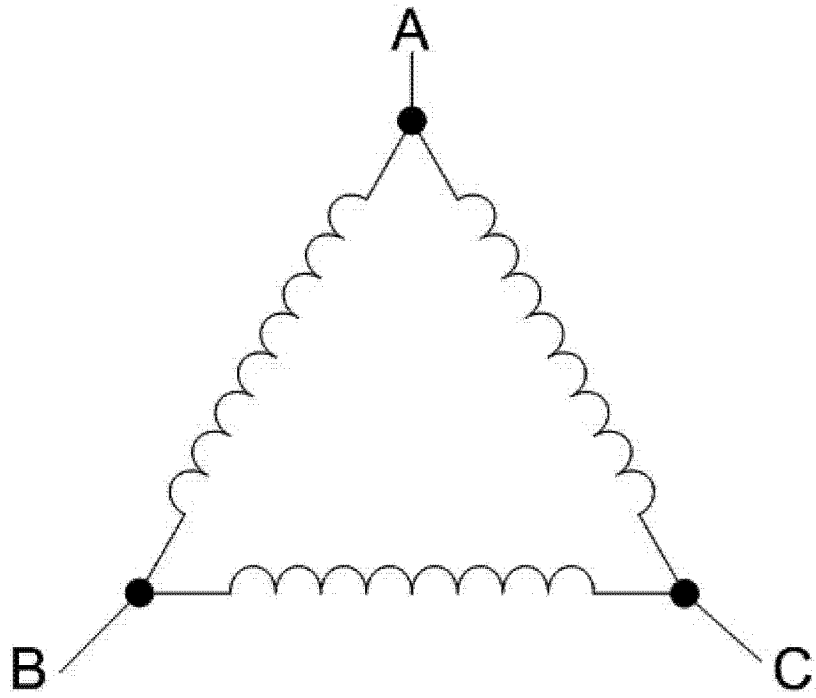


图 3

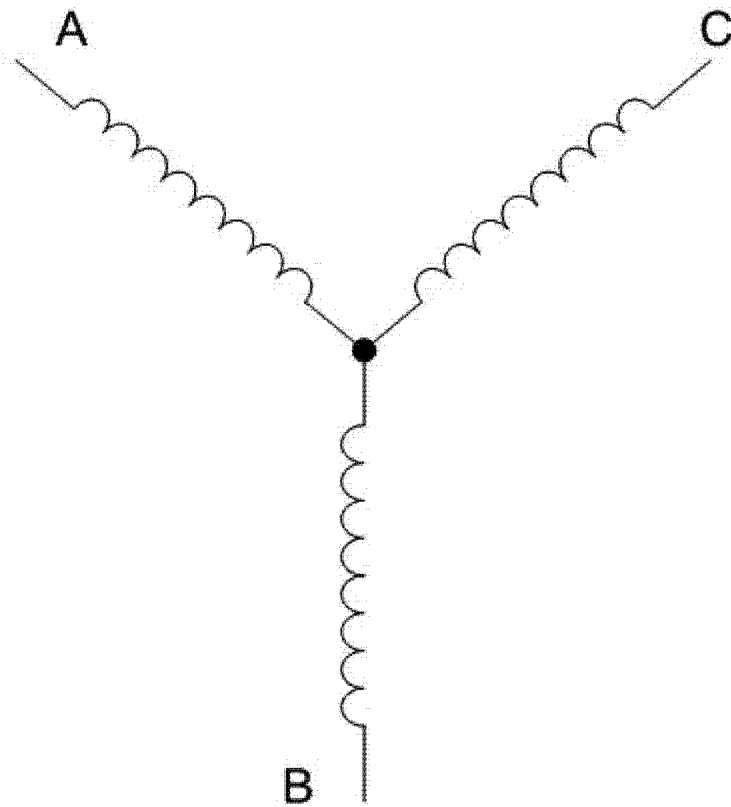


图 4

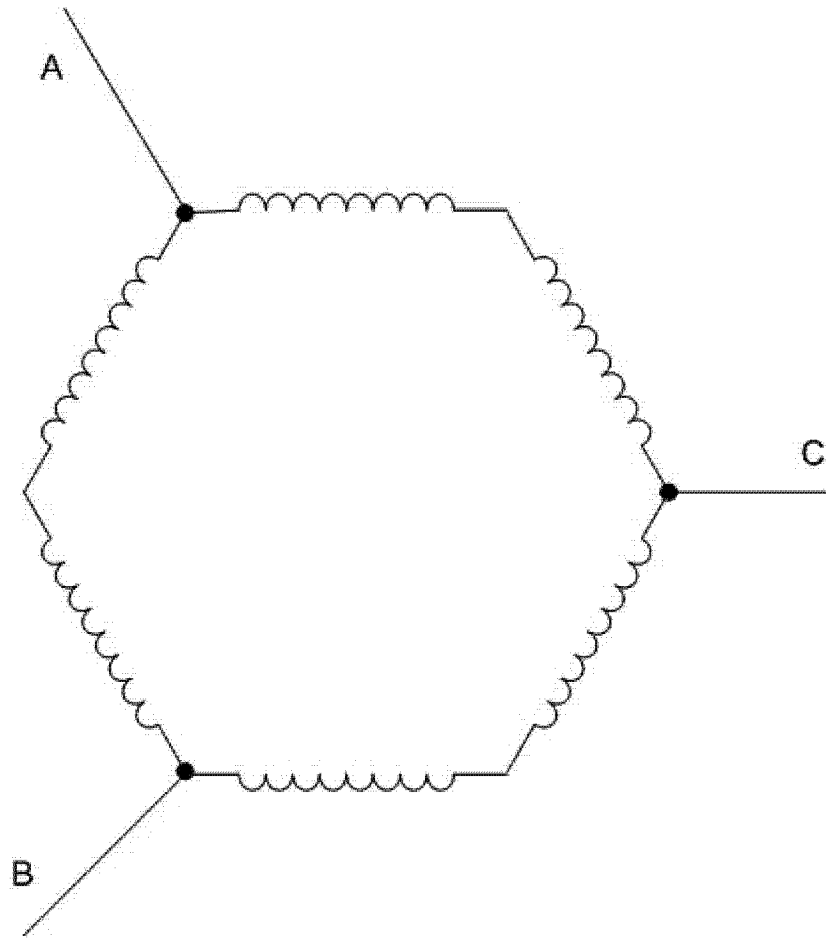


图 5

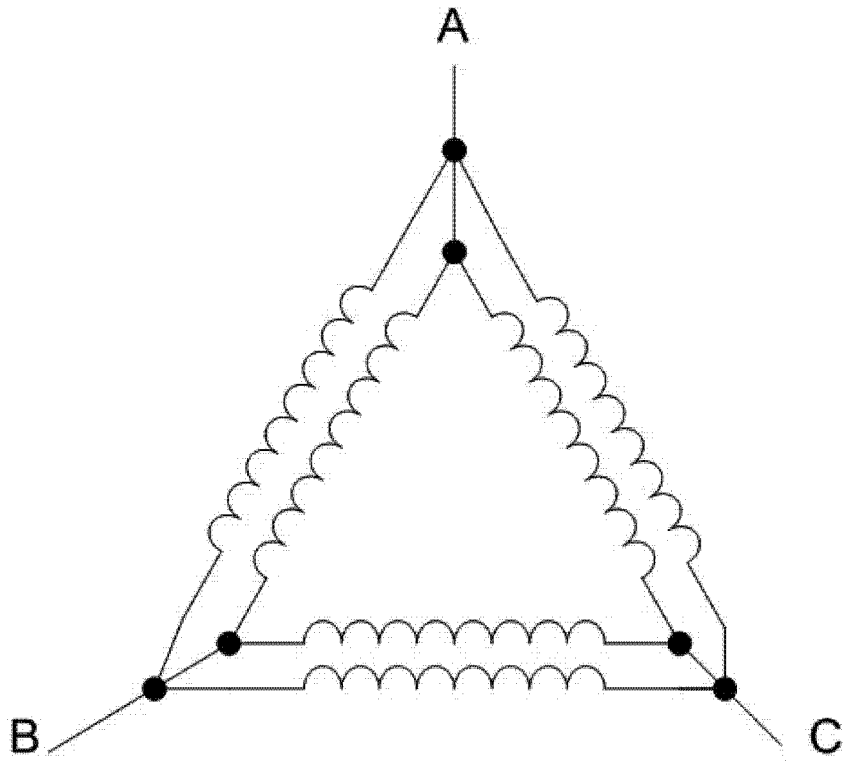


图 6

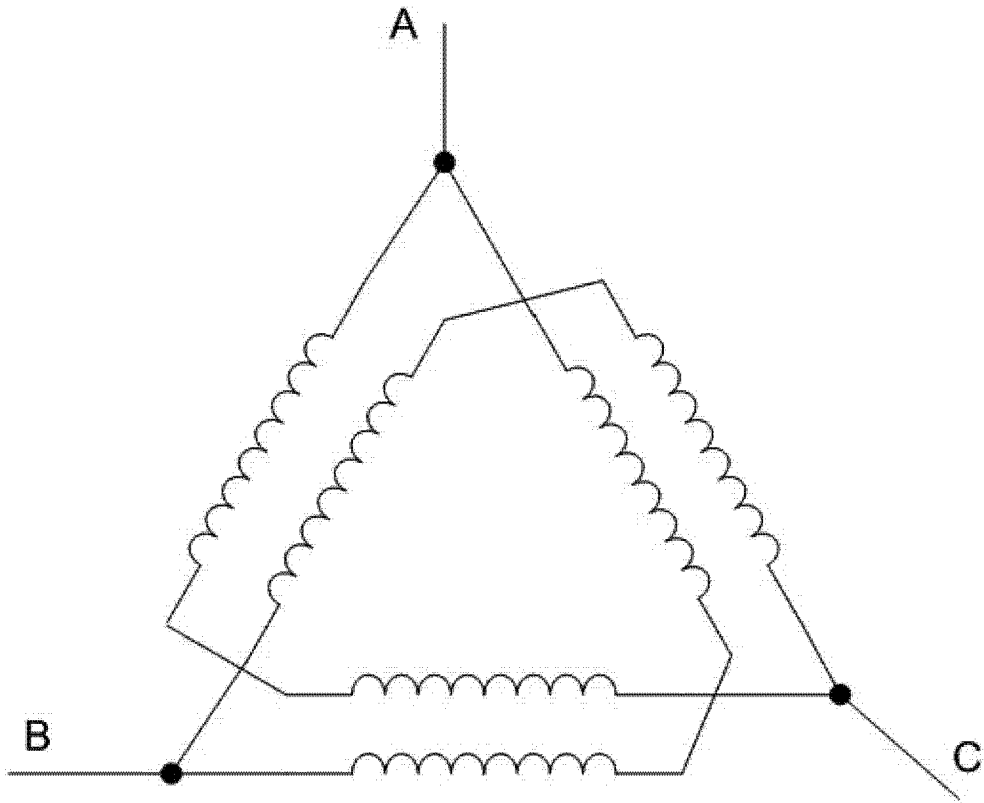


图 7

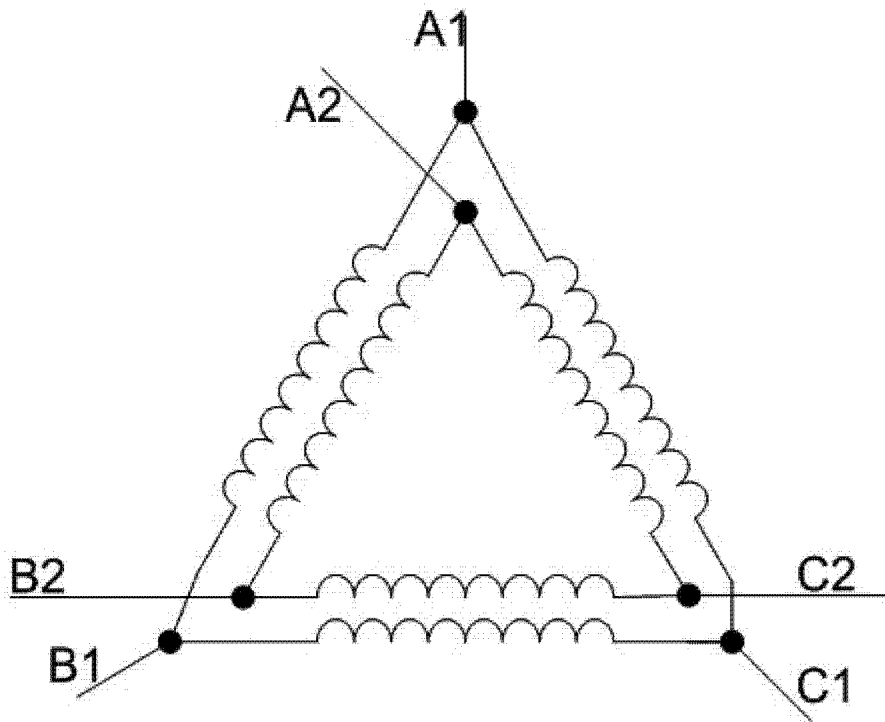


图 8

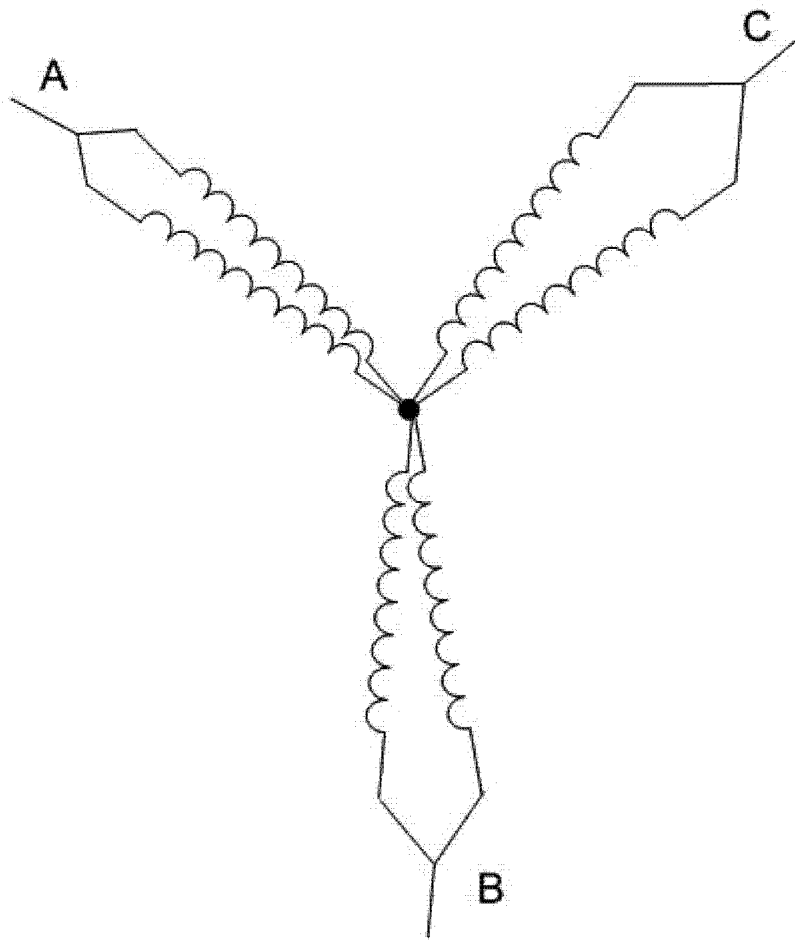


图 9

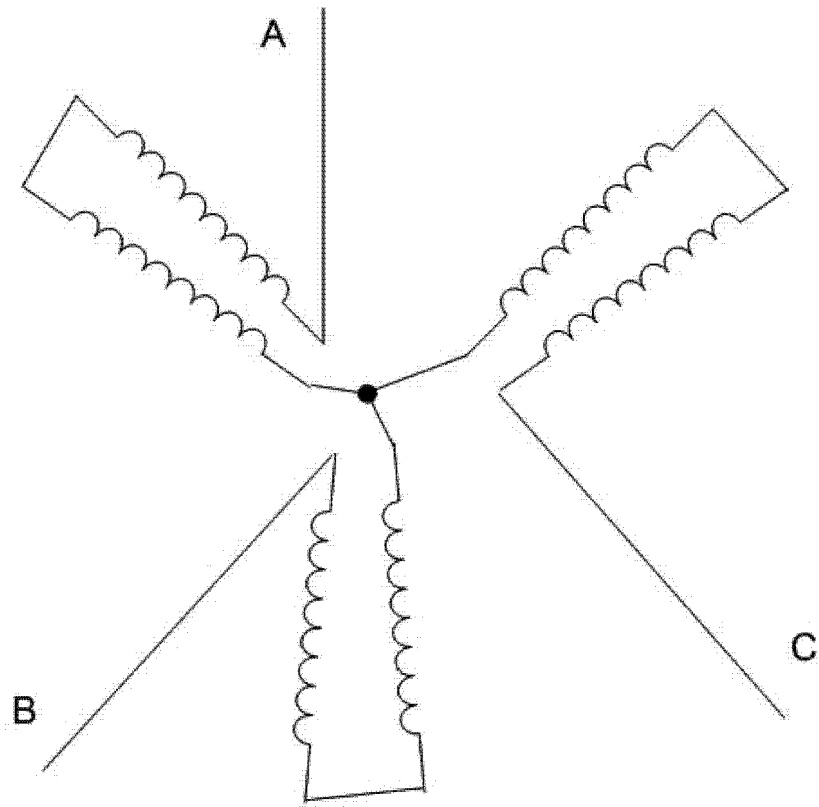


图 10

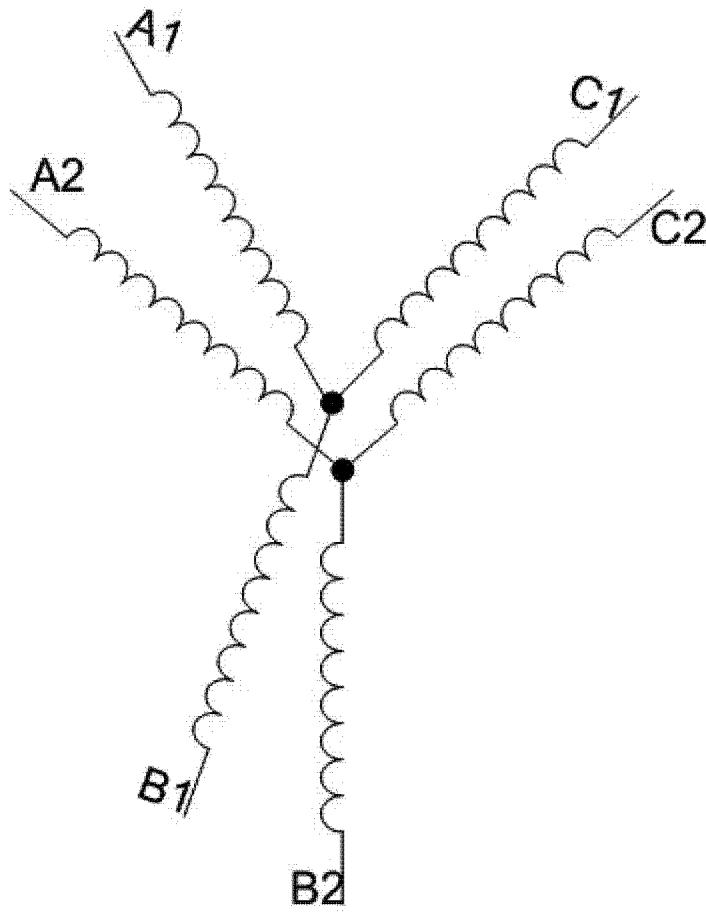


图 11

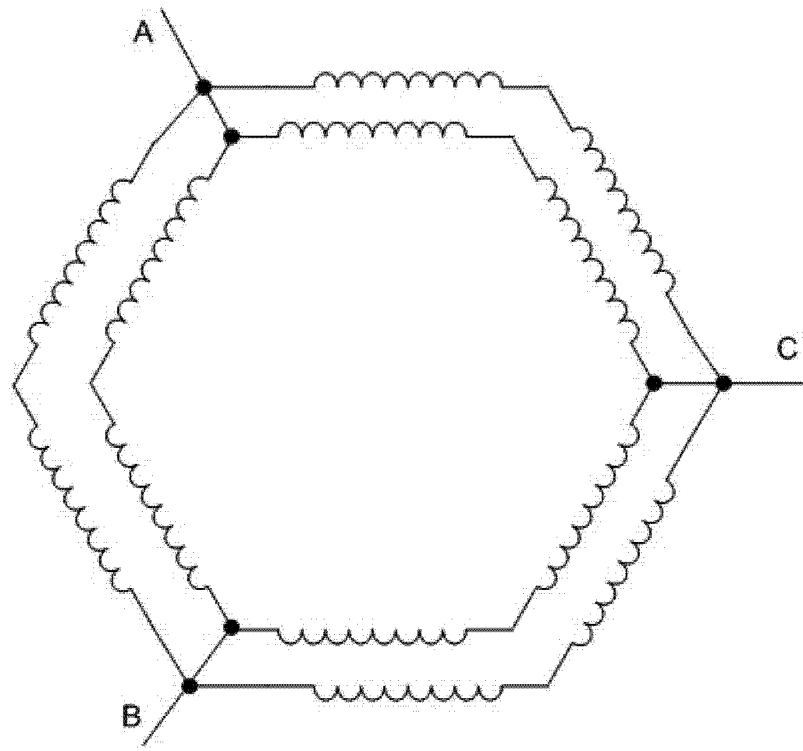


图 12



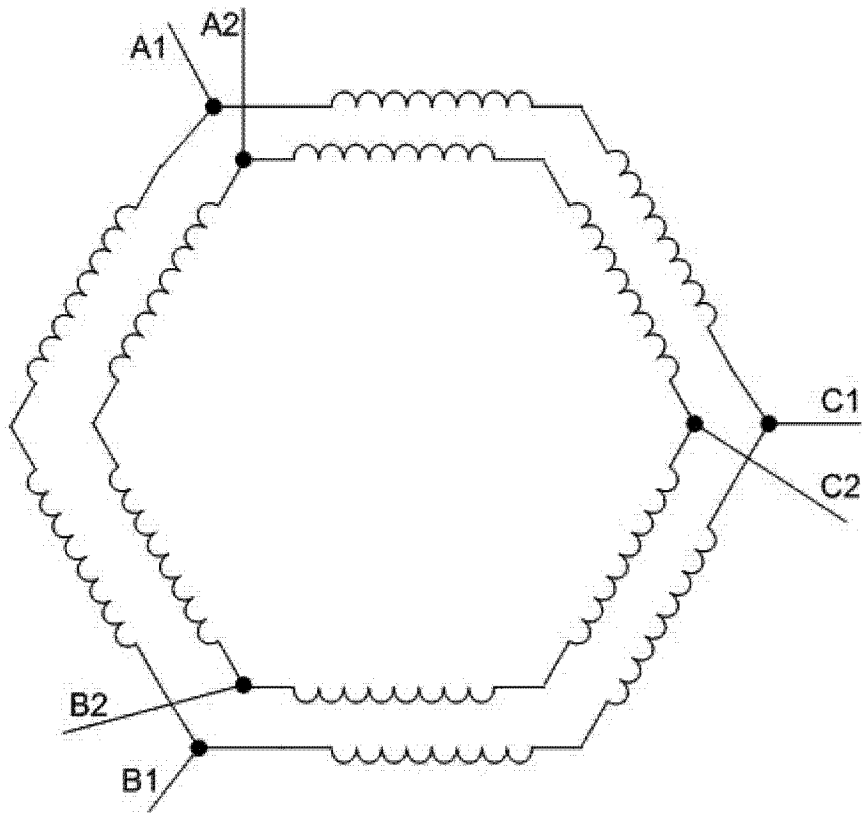


图 14

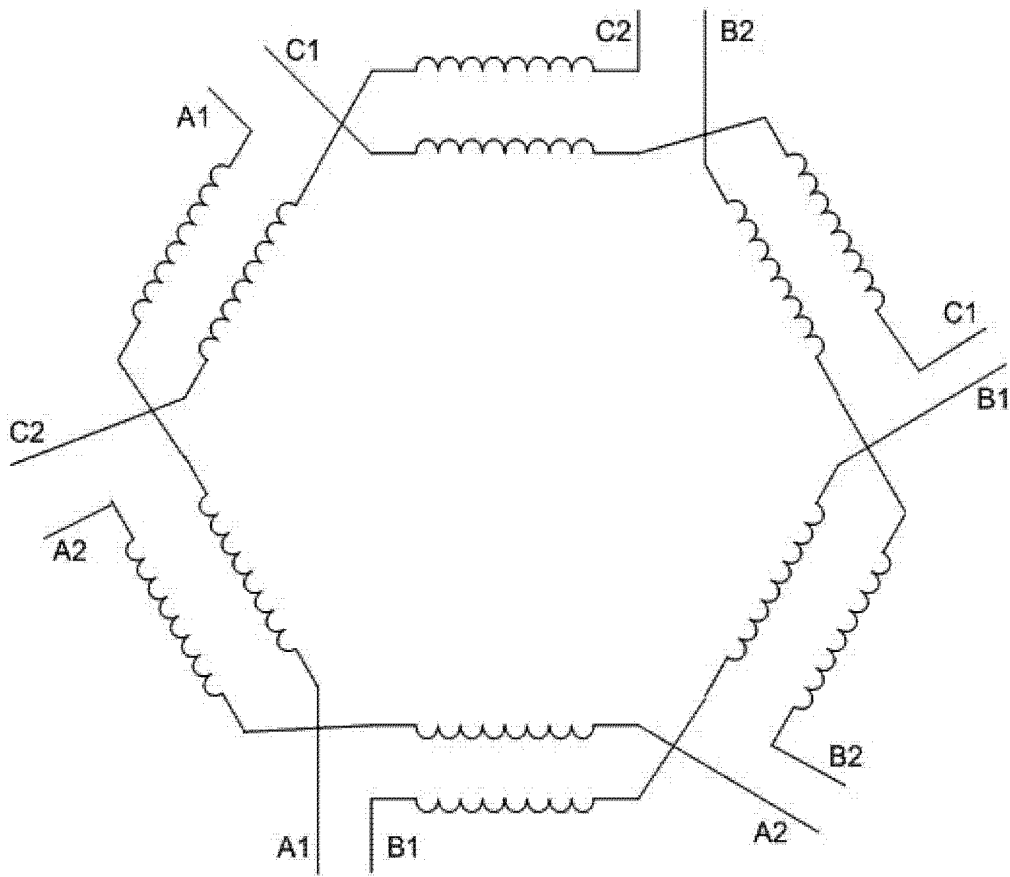


图 15