



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103109454 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201180035855. 2

(22) 申请日 2011. 07. 18

(30) 优先权数据

102010038295. 7 2010. 07. 22 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/062190 2011. 07. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/010532 DE 2012. 01. 26

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 D. 弗里克 A. 赖斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 汲长志 杨国治

(51) Int. Cl.

H02P 6/182(2016. 01)

H02P 21/18(2016. 01)

(56) 对比文件

EP 1612927 A1, 2006. 01. 04,

JP 2009261103 A, 2009. 11. 05,

CN 1427542 A, 2003. 07. 02,

审查员 刘江

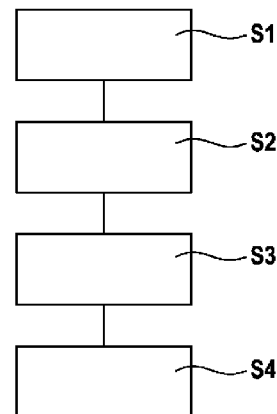
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于在无传感器的情况下对电子换向的电机进行位置识别的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于求得旋转的多相的电子换向的电机(1)的转子位置的方法,其中所述电机(1)具有多个相绕组(4),所述相绕组能够通过相接头来通电,所述方法具有以下步骤:确定所述电机(1)的相接头上的相电压和相电流;从所确定的相电压和相电流中求得所述电机(1)的相接头上的所感生的电压;提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的电压指示;作为所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系提供的电压指示的空间指示角来确定转子位置。



1. 用于求得旋转的多相的电子换向的电机(1)的电枢位置的方法,其中所述电机(1)具有多个相绕组(4),所述相绕组能够通过相接头来通电,所述方法具有以下步骤:

- 确定所述电机(1)的相接头上的相电压和相电流;
- 从所确定的相电压和相电流中求得所述电机(1)的相接头上的所感生的电压;
- 提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的电压指示;
- 作为所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系提供的电压指示的电压指示角来确定电枢位置,向所感生的电压的所转换的电压指示的电压指示角加载校正角,其中所述校正角取决于所述电压指示角,所述校正角借助于所述电压指示角并且/或者借助于电枢的转速来确定。

2. 按权利要求1所述的方法,其中提供所感生的电压的关于所述定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的电压指示,方法是将所求得的所感生的电压转换为所述定子固定的笛卡尔坐标系或者在从所述电机(1)的相接头上的所确定的相电压和相电流求得所感生的电压之前将其转换为所述定子固定的笛卡尔坐标系。

3. 按权利要求1或2所述的方法,其中所述校正角可以借助于查阅表通过所述电压指示角和/或转速的预先规定来确定。

4. 按权利要求1或2所述的方法,其中确定所述电机(1)的相接头上的相电压和相电流,方法是测量所述相电压和相电流或者从所提供的中间电路电压和脉宽调制的占空比中求得所述相电压,其中用所述占空比来触发所述相接头。

5. 用于求得旋转的多相的电子换向的电机(1)的电枢位置的装置,其中所述电机(1)具有多个能够通过相接头来通电的相绕组,所述装置包括:

- 用于确定所述电机(1)的相接头上的相电压和相电流的机构;
- 控制单元,该控制单元构造用于
 - 求得所述电机(1)的相接头上的所感生的电压;
 - 提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的电压指示;并且
 - 作为所感生的电压的关于所述定子固定的笛卡尔坐标系提供的电压指示的电压指示角来确定所述电枢位置,

向所感生的电压的所转换的电压指示的电压指示角加载校正角,其中所述校正角取决于所述电压指示角,所述校正角借助于所述电压指示角并且/或者借助于电枢的转速来确定。

6. 电动机系统,具有旋转的多相的电子换向的电机(2)并且具有按权利要求5所述的装置。

用于在无传感器的情况下对电子换向的电机进行位置识别的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及换向的电机,尤其用于在无传感器的情况下对电机的电枢进行位置探测的方法。

背景技术

[0002] 为了对无刷的电机进行电子换向,有必要知道关于当前的电枢位置的信息。借助于电枢位置来实施电子换向,方法是根据电枢位置来将相电压加载到所述电机上或者说在作为发电机运行的情况下在所述电机上截取相电压。

[0003] 已经知道不同的用于求得电枢位置的方法。对于一组电机来说,所述电枢位置通过集成的或者单独的位置传感器来检测并且将其提供给进行电子换向的控制单元。对于另一组电机来说,则在无传感器的情况下从电动机电压和/或电动机电流中求得所述电枢位置。

[0004] 已知的用于进行无传感器的位置检测的方法是所谓的反电动势(Back-EMF)方法,对于该反电动势方法来说从所述电机的相分路中的所感生的电压的走向中推导出电枢位置。因为为了测量所感生的电压,有必要无电流地转换相应的相接头,所以为了使用所述反电动势方法在用于所述电子换向的合适的通电模式的选择方面受到限制。

[0005] 此外,通常对于这样的电机来说借助于所述反电动势方法可以精确地确定电枢位置,对于所述电机来说所感生的电压描绘了正弦形的走向并且相电压不是通过逆变器来提供,因为在那里相接头不能无电流地转换。用反电动势方法不能实现对于比如噪声情况来说有利的持久的电压预先规定(无消隐期)。所感生的电压的走向偏离正弦形的走向的程度越大,已知的用于使正弦形的机器在无传感器的情况下运行的方法的质量比如在进行无传感器的场定向的调节时就越是下降。

发明内容

[0006] 因此,本发明的任务是,提供一种得到改进的用于在无传感器的情况下检测电枢位置的方法,该方法在所感生的电压不是正弦形时也可以使用并且可以在不取决于换向方式的情况下使用。

[0007] 该任务通过按权利要求1所述的用于确定电机的电枢位置的方法并且通过按并列的权利要求所述的装置以及电动机系统得到解决。

[0008] 其它有利的设计方案在从属权利要求中得到说明。

[0009] 按照第一方面,设置了一种用于求得旋转的多相的电子换向的电机的电枢位置的方法。该电机具有多个能够通过相接头来通电的相绕组。所述方法包括以下步骤:

[0010] -确定所述电机的相接头上的相电压和相电流;

[0011] -从所确定的相电压和相电流中求得所述电机的相接头上的所感生的电压;

[0012] -提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的

电压指示(Spannungszeiger);

[0013] -作为所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系提供的电压指示的空间指示角(Raumzeigerwinkel)来确定电枢位置。

[0014] 上述方法的构思在于,对于多相的电机来说求得相绕组中的所感生的电压并且将其作为定子固定的坐标系的电压指示来提供,使得所感生的电压的空间指示角代表着关于所述电枢位置的说明或者直接分配给所述关于电枢位置的说明。这能够特别容易地从所感生的电压中推导出电枢位置。

[0015] 尤其可以提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的电压指示,方法是将所求得的所感生的电压转换为所述定子固定的笛卡尔坐标系或者在从所述电机的相接头上的所确定的相电压和相电流求得所感生的电压之前将其转换为所述定子固定的笛卡尔坐标系。

[0016] 此外,向所感生的电压的所转换的电压指示加载校正角,其中所述校正角取决于所述电压指示角。为了对于非正弦形的所感生的电压来说也从所感生的电压中求得所述电枢位置,在求取电枢位置时借助于所述校正角来对非正弦形的所感生的电压的误差进行校正。

[0017] 按照一种实施方式,所述校正角可以借助于所述电压指示角并且/或者借助于所述电枢的转速来确定。

[0018] 所述校正角可以借助于查阅表通过所述电压指示角和/或转速的预先规定来确定。

[0019] 按照另一种实施方式,可以确定所述电机的相接头上的相电压和相电流,方法是测量所述相电压和相电流或者从所提供的中间电路电压和脉宽调制的占空比中求得所述相电压,其中用所述占空比来触发所述相接头。

[0020] 按照另一方面,设置了一种用于求得旋转的多相的电子换向的电机的电枢位置的装置。所述电机具有多个能够通过相接头来通电的相绕组。所述装置包括:

[0021] -用于确定所述电机的相接头上的相电压和相电流的机构;

[0022] -控制单元,该控制单元构造用于

[0023] • 求得所述电机的相接头上的所感生的电压;

[0024] • 提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的电压指示;并且

[0025] • 作为所感生的电压的关于所述定子固定的笛卡尔坐标系提供的电压指示的电压指示角来确定所述电枢位置。

[0026] 按照另一方面,设置了一种具有旋转的多相的电子换向的电机并且具有上述装置的电动机系统。

[0027] 按照另一方面,设置了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包含程序代码,该程序代码在其在数据处理机构上执行时在所述权利要求1到4中任一项所述的方法中实施以下步骤:

[0028] -接收关于所述电机的相接头上的相电压和相电流的说明;

[0029] -从所接收的相电压和相电流中求得所述电机的相接头上的所感生的电压;

[0030] -提供所感生的电压的关于定子固定的笛卡尔坐标系的通过所感生的电压确定的

电压指示;并且

[0031] 作为所感生的电压的关于所述定子固定的笛卡尔坐标系提供的电压指示的电压指示角来确定所述电枢位置。

附图说明

[0032] 下面借助于附图对本发明的优选的实施方式进行详细解释。附图示出如下:

[0033] 图1a是作为用于电子换向的电机的实例的同步电机的示意图;

[0034] 图1b是用于对将所感生的电压的电压指示转换为定子固定的笛卡尔坐标系的情况进行说明的辅助图示;并且

[0035] 图2是用于对用于从所感生的相电压中求得电枢位置的方法进行说明的流程图。

具体实施方式

[0036] 图1示出了作为内转子电机的三相的电子换向的电机1的简化的图示。可以看出具有三个以相对于彼此错移 120° 的方式布置的定子齿3的定子2。在实际上,所述定子2上的定子齿3的数目一般来说更大并且比如相当于三的倍数,比如九、十二或者十八。

[0037] 所述定子齿3分别设有相绕组4并且在相应地通电时提供定子磁场的分量。所述定子绕组4以传统的方式以三角形接线法或者以星形接线法来彼此连接。所述定子绕组4中的每个定子绕组可以通过所述电机1的相应的相接头(未示出)来通电。

[0038] 在所述定子2的内部,以能够旋转运动的方式布置了用作所述电机1的电枢的转子5,所述转子在图1a的简化的图示中具有两个转子极6,所述转子极彼此对置地布置。在实际上,同步电机可以具有两个以上的转子极比如四个或者八个转子极。

[0039] 在此设置了控制单元10,该控制单元比如借助于驱动线路11来触发所述定子绕组4。所述触发借助于电子的换向来进行,从而根据所述转子5的位置向每个相绕组4加载相电压。通过所述控制单元10可以设置不同的换向方式,比如方框换向或者梯形换向及类似换向。作为电子换向的补充,特定的相电压可以通过加载的中间电路电压或者说供电电压的脉宽调制来产生。

[0040] 为了检测所感生的电压,以往必要的是,无电流转换所述电机1的相接头并且检测在那里加载的在与其连接的相绕组中所感生的电压并且对其进行分析。这一般以规定的消隐期来进行,所述消隐期的持续时间受到限制,用于将尽可能小的影响施加到所述电机1的触发上。

[0041] 作为替代方案,也可以确定所感生的电压,方法是在所述相接头上确定所述相电压 \vec{U}_s 和相电流 \vec{I}_s 。所述相电压 \vec{U}_s 和相电流 \vec{I}_s 比如可以通过测量来确定。所述相电压 \vec{U}_s 和相电流的 \vec{I}_s 的测量通过合适的测量装置12来进行,所述测量装置要么可以设置在所述驱动线路11中要么可以设置在所述控制单元10中。所述测量装置12比如可以具有测量电阻(分路器)、模数转换器和类似器件。作为替代方案,所述相电压 \vec{U}_s 和相电流 \vec{I}_s 可以从加载在所述驱动线路11上的中间电路电压(供电电压)的测量或了解以及所述脉宽调制的占空比中获得,其中用所述占空比来触发相关的相绕组。

[0042] 从所述相电压 \vec{U}_s 和相电流 \vec{I}_s 中相应地求得所感生的电压 \vec{U}_{ind} 。在向量写法中

适用:

$$[0043] \quad \vec{U}_{ind} = \vec{U}_s - R \cdot \vec{I}_s - [L] \frac{d\vec{i}_s}{dt}$$

[0044] 已证实特别有利的是,所感生的电压 \vec{U}_{ind} 作为定子固定的坐标系尤其笛卡尔坐标系的旋转的电压指示来示出。这一点示意性地在图1b中示出,其中作为备用图所述定子2具有两个彼此错移了90°的定子绕组4。借助于所述两个以彼此错移了90°的方式布置在定子2上的备用定子绕组4来说明,所述定子绕组4在作为实施例在图1a中示出的多相的电机中也总是可以在定子固定的坐标系中示出,也就是说在具有彼此错移了90°的定子绕组的电机上示出。在上述实施例中,从所述三相的系统中的所感生的电压 U_{ind1} 、 U_{ind2} 、 U_{ind3} 的说明中以如下方式在极图示中求得所述定子固定的笛卡尔坐标系的所感生的电压:

$$[0045] \quad \vec{U}_{ind} = U_{ind} \cdot e^{-j\varphi} = U_{ind1} \cdot e^{-j120^\circ} + U_{ind2} \cdot e^{-j240^\circ} + U_{ind3} \cdot e^{-j360^\circ}$$

[0046] 根据上述公式求得的所感生的电压的空间指示角 φ 而后直接代表着所述转子5的转子位置。

[0047] 这样做的前提是,所感生的电压 \vec{U}_{ind} 具有正弦形的走向。所感生的电压 \vec{U}_{ind} 在很大的程度上取决于所述电机的结构,尤其取决于所述转子极6与定子齿3之间的气隙的造型。为了求得实际的转子位置 φ' , 因此对于非正弦形的所感生的电压来说必须实施校正。为此比如可以设置取决于空间指示角的校正角 $K(\varphi)$, 在此向非正弦形的所感生的电压 \vec{U}_{ind} 的空间指示角加载所述校正角 $K(\varphi)$, 用于将其校正为所述电枢位置。所述校正的结果是,根据位置也向非正弦形的电压的空间指示角 φ 加载所述校正角 $K(\varphi)$ 。

[0048] 作为所述空间指示角 φ 的补充,可以考虑到所述电机的转速 n , 因为所感生的电压 \vec{U}_{ind} 特别是其走向同样取决于转速 n 。所述校正角 $K(\varphi, n)$ 的提供一般通过查阅表来进行,所述查阅表要么在制造所述电机1之后根据电动机特点经使用而逐渐合用(eingelernt)要么根据电动机类型来预先给定。

[0049] 所述转速 n 可以以不同的方式来确定。按照第一种方案,所述转速 n 可以作为电枢位置 φ' 的导数来确定。不过在此缺点在于,在计算时存在着反馈,因为 $\varphi' = \varphi + K(\varphi, n)$ 。这有时候可能导致所述转速 n 的说明的振荡。

[0050] 作为替代方案,所述转速 n 可以作为商数

$$[0051] \quad n = |U_{ind}| / |Km(\varphi' \text{ oder } \varphi)|$$

[0052] 来求得,其中 Km 相当于取决于位置角度的电动机常数。

[0053] 按照另一种改进方案,所述转速 n 可以以如下方式来求得:

$$[0054] \quad n = |U_{ind}| / |Km'|$$

[0055] 其中 Km' 相当于经过滤波的 $Km(\varphi'$ 或者 $\varphi)$ 。为此将相同的滤波器运用到 $Km(\varphi'$ 或者 $\varphi)$ 上,也通过 U_{ind} 的计算向 U_{ind} 加载所述滤波器。受到 U_{ind} 的滤波器比如从 U_{ind} 的测量(比如数字的扫描)和计算的类型中获得。通过对所述相电流求导 dt 的方式比如通过有限的 dt 来引起低通滤波。

[0056] 比如可以经使用而逐渐合用,方法是对于特定的转子位置 φ' 和转速 n 来说在无电流的情况中也就是说在未加载相电压时可以求得相电位并且由此可以根据转子位置 φ' 和转速 n 来检测所感生的电压 \vec{U}_{ind} 的分布。所述校正角 $K(\varphi, n)$ 对于特定的转子位置 φ'_{mess} 和特定的转速 n_{mess} 来说从所述转子位置 φ'_{mess} 与所求得所感生的电压 $\vec{U}_{ind, mess}$ 的空间指示角之间的差中获得。

$$[0057] \quad K(\varphi_{mess}, n_{mess}) = \varphi'_{mess} - \arg\{U_{ind, mess} \cdot e^{-j\varphi_{mess}}\}$$

[0058] 在图2中示出了用于示出用于求得电机1的转子位置的方法的流程图。在步骤S1中,首先求得所述相接头上的所感生的电压,在此通过所述相接头来向所述相绕组4通电。为此检测所加载的相电压和相应的相电流并且根据上述公式来求得所感生的电压。从中求得相应的相接头上的所感生的电压。

[0059] 在步骤S2中,将如此求得的用于每个相位的所感生的电压换算为定子固定的笛卡尔坐标系并且得到所感生的电压的量以及用于当前的转子位置的空间指示角。

[0060] 在步骤S3中向所感生的电压 $U_{ind} \cdot e^{-j\varphi}$ 的空间指示角 φ 加载(加上)相应的校正角 $K(\varphi, n)$,该校正角从查阅表中或者根据预先确定的函数来求得。

[0061] 在步骤S4中计算经过校正的空间指示角 φ'

$$[0062] \quad \varphi' = \varphi + K(\varphi, n)。$$

[0063] 经过校正的空间指示角 φ' 相当于所述转子位置或者说所述转子位置可以从其中用简单的偏移来求导。

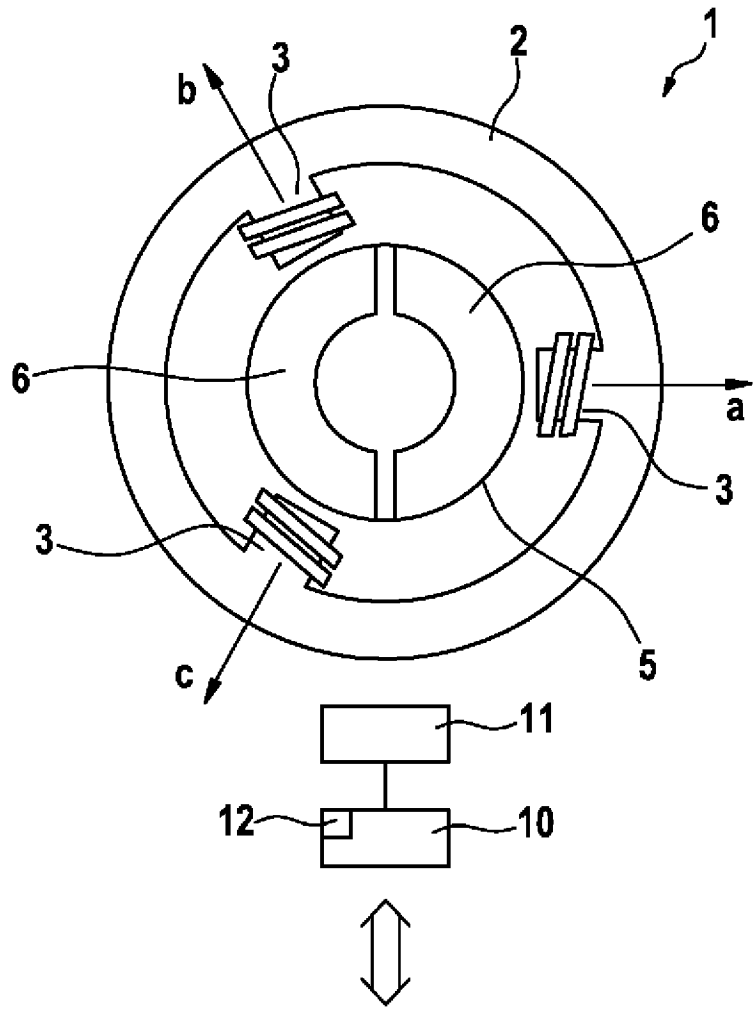


图1a

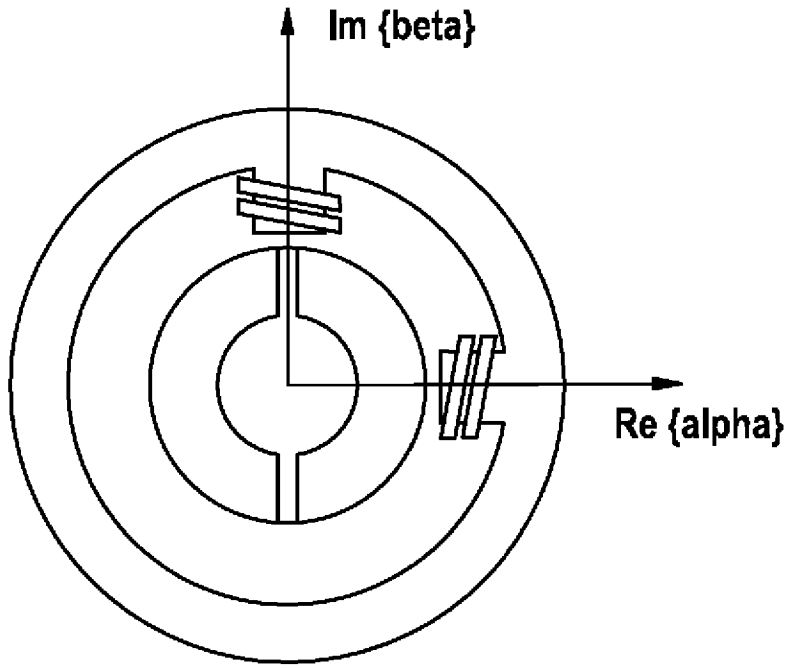


图1b

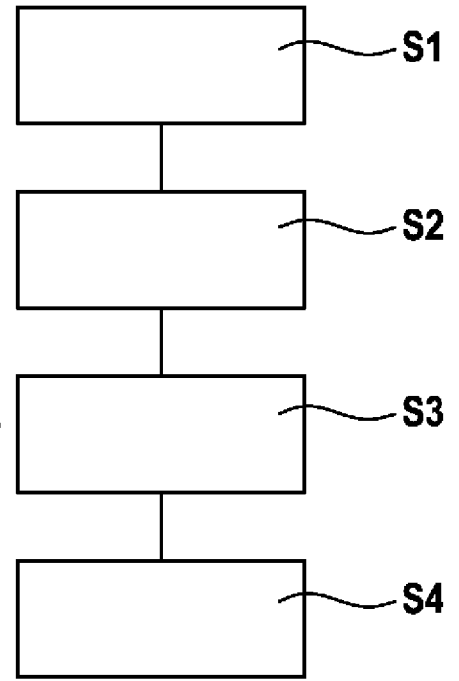


图2