



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110031681 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 28

(21) 申请号 201811454457.4

(22) 申请日 2018.11.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110031681 A

(43) 申请公布日 2019.07.19

(30) 优先权数据
10-2017-0164202 2017.12.01 KR

(73) 专利权人 现代自动车株式会社
地址 韩国首尔
专利权人 起亚自动车株式会社
蔚山科学技术院

(72) 发明人 蔡雄灿 文相勋 金廷式 辛瑛振
曹炯俊 柳荣坤 韩基晋

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322
专利代理师 龙淳 彭益群

(51) Int.Cl.
G01R 27/16 (2006.01)
G01R 27/02 (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)

(56) 对比文件
KR 101666926 B1, 2016.10.24
CN 104820133 A, 2015.08.05
CN 105606899 A, 2016.05.25
CN 104820133 A, 2015.08.05
US 2009267431 A1, 2009.10.29
CN 101452054 A, 2009.06.10
CN 102288827 A, 2011.12.21

审查员 涂明珏

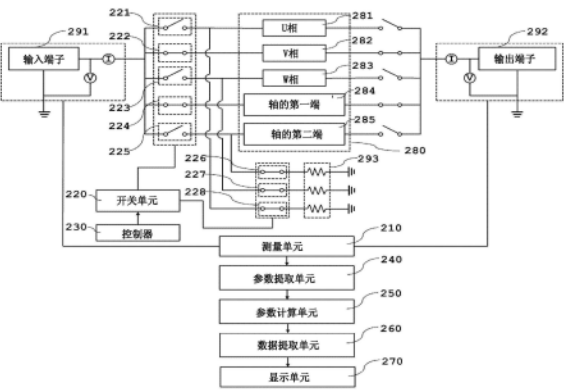
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

提取三相电动机阻抗参数的装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种提取包括第一至第三绕组线和轴两端的五端子网络的三相电动机的阻抗参数的方法。该方法包括将选自三相电动机的绕组线和所述轴两端之中的两个端子连接至输入端子和输出端子,以测量两个端子的电压和电流,并提取五端子网络的输入阻抗参数;提取包含绕组线共同连接至输入端子和输出端子的共模和绕组线差分连接至输入端子和输出端子的差模的电压和电流传递矩阵的转换参数;以及利用提取的输入阻抗参数和转换参数,计算混合模式的阻抗参数,其中混合模式中混合了轴两端的共模和差模传递阻抗分量。



1. 一种提取三相电动机阻抗参数的方法,所述三相电动机由具有第一至第三绕组线和轴两端的五端子网络构成,所述方法包括如下步骤:

将选自所述三相电动机的所述第一至第三绕组线和所述轴两端之中的两个端子连接至输入端子和输出端子,以测量两个端子的电压和电流,并提取所述五端子网络的输入阻抗参数;

提取包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数,所述共模中,第一至第三绕组线共同连接至所述输入端子和所述输出端子,所述差模中,第一至第三绕组线差分连接至所述输入端子和所述输出端子;以及

利用连接两个端子的步骤及提取转换参数的步骤中所提取的所述输入阻抗参数和所述转换参数,计算混合模式的阻抗参数,其中混合模式中混合了所述轴两端的共模和差模传递阻抗分量,

其中连接两个端子的步骤进一步包括连接多个第二转换开关,以使除被选择为待量测目标的两个端子之外的所述三相电动机的五端子网络的其他端子以参考阻抗接地。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中在计算阻抗参数的步骤中,所述混合模式的阻抗参数使用下面的方程式计算:

$$Z_M = M_V Z M_I^{-1}$$

其中 Z_M 表示所述混合模式的阻抗参数, M_V 表示包含共模和差模的电压传递矩阵的转换参数, M_I 表示包含共模和差模的电流传递矩阵的转换参数,以及 Z 表示所述五端子网络的输入阻抗参数。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中连接两个端子的步骤进一步包括执行控制,以选择性切换将所述三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端连接至所述输入端子和所述输出端子的多个第一转换开关,以便中断或允许它们之间的电流流动。

4. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括从混合模式的阻抗参数提取数据,该数据中混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量。

5. 根据权利要求4所述的方法,进一步包括将在提取数据的步骤中提取的数据传递至显示单元。

6. 一种包含由处理器执行程序指令的非暂时计算机可读记录介质,当所述程序指令被执行时实现以下步骤:

将选自三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端之中的两个端子连接至输入端子和输出端子,以测量两个端子的电压和电流,并且提取五端子网络的输入阻抗参数;

提取包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数,所述共模中,第一至第三绕组线共同连接至所述输入端子和所述输出端子,所述差模中,第一至第三绕组线差分连接至所述输入端子和所述输出端子;以及

利用连接两个端子和提取转换参数的步骤中提取的所述输入阻抗参数和所述转换参数,计算混合模式的阻抗参数,所述混合模式中混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量,

其中连接两个端子的步骤进一步包括连接多个第二转换开关,以使除被选择为待量测目标的两个端子之外的所述三相电动机的五端子网络的其他端子以参考阻抗接地。

7. 一种用于提取三相电动机阻抗参数的装置, 所述三相电动机由具有第一至第三绕组线和轴两端的五端子网络构成, 所述装置包括:

测量单元, 用于将选自所述三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端之中的两个端子连接至输入端子和输出端子, 以测量两个端子的电压和电流;

参数提取单元, 提取五端子网络的输入阻抗参数和包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数, 所述共模中, 第一至第三绕组线共同连接至所述输入端和所述输出端, 所述差模中, 第一至第三绕组线差分连接至所述输入端和所述输出端; 以及

参数计算单元, 利用由所述参数提取单元提取的输入阻抗参数和转换参数, 计算混合模式的阻抗参数, 混合模式中混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量,

其中所述装置进一步包括开关单元, 所述开关单元包括多个第二转换开关, 被配置为切换成使除被选择为待测量目标的两个端子之外的所述三相电动机的五端子网络的其他端子以参考阻抗接地。

8. 根据权利要求7所述的装置, 其中所述参数计算单元利用以下方程式计算混合模式的阻抗参数;

$$Z_M = M_V Z M_I^{-1}$$

其中 Z_M 表示混合模式的阻抗参数, M_V 表示包含共模和差模的电压传递矩阵的转换参数, M_I 表示包含共模和差模的电流传递矩阵的转换参数, 以及 Z 表示所述五端子网络的输入阻抗参数。

9. 根据权利要求7所述的装置, 其中所述开关单元进一步包含用于将所述三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端连接至所述输入端子和所述输出端子的多个第一转换开关, 选择性地切换所述第一转换开关。

10. 根据权利要求9所述的装置, 进一步包括控制器, 用于执行控制以切换所述第一转换开关, 使得所述输入端子和所述输出端子选择性地断开或连接至所述三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端。

11. 根据权利要求7所述的装置, 进一步包括数据提取单元, 用于从混合模式的阻抗参数提取数据, 所述数据中混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量。

12. 根据权利要求11所述的装置, 进一步包括显示单元, 用于显示从所述数据提取单元接收的数据。

提取三相电动机阻抗参数的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于提取三相电动机阻抗参数的装置和方法,以便以网络参数的形式提取由三相电动机产生的共模和差模的电噪声传递到轴的程度。

背景技术

[0002] 随着用于控制电动机速度的脉冲宽度调制 (PWM) 的广泛使用,由于切换脉冲 (a switching pulse) 中生成的高频电磁噪音,解决电动机驱动系统的电磁干扰 (EMI) 问题变得越来越有必要。

[0003] 驱动系统中,电动机包括多个绕组线,由逆变器的切换生成的电噪音主要通过绕组被传递至系统。特别地,由于电动机的轴机械地连接至另一设备,施加到轴上的电压和电流直接将电噪音传递至系统,从而使系统出现故障。已知轴电压发生的主要原因是由于电动机绕组线结构的寄生耦合分量 (coupling components) 而传输共模和差模的电噪音。

[0004] 共模的电噪音通过三相绕组线和接地 (通常地,电动机框架) 之间的寄生耦合分量传递,且差模的电噪音通过三相绕组线之间生成的寄生耦合分量传递。

[0005] 共模和差模的电噪音引起电动机的介电击穿,特别是通过轴被传递至外部设备。

[0006] 通过实验能够测量传递至轴的电噪音,但是难以提取表示由电动机生成的全部导电性噪音 (conductive noise) 被传递至轴的程度的定量数据。因此,当由于导电性噪音生成的轴电压影响系统时,常规地,电动机设计者没有对电噪音和轴之间的耦合进行适当的分析,而是简单地为了减少由电动机生成的电噪音的量,利用在驱动系统中另外安装过滤器的方法或者通过电刷使轴的相反端接地的方法。

[0007] 然而,没有适当原因分析而减少电噪音量的方法的缺点在于,由于使用了过滤器,驱动系统的体积和成本都增加。此外,使用电刷接地的方法的缺点在于,由于机械接触造成的磨损减少了电动机的寿命,而且由于火花降低了系统的稳定性。因此,需要一种能够提取传递至轴的由电动机生成的全部的导电性噪音的参数作为数据的装置,以为了电动机设计者或用户不使用常规方法,而考虑电磁实用性,优化设计电动机。

发明内容

[0008] 因此,本发明涉及用于提取三相电动机阻抗参数的装置和方法。

[0009] 本发明提供了一种用于以网络参数形式提取由三相电动机生成的共模和差模的电噪音,以及该电噪音向轴传递的程度的装置和方法。

[0010] 根据本发明,提取由包括第一至第三绕组线和轴两端的五端子网络构成的三相电动机的阻抗参数的方法,包括连接选自三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端的两个端子至输入端子和输出端子,测量两个端子的电压和电流,并提取五端子网络的输入阻抗参数 (第一步骤),以提取包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数,共模中第一至第三绕组线共同连接至输入端子和输出端子,差模中第一至第三绕组线差分连接至输入端子和输出端子 (第二步骤),并且利用第一步骤和第二步骤中提取的输入阻抗参数和转换参

数,计算混合模式的阻抗参数,混合模式中混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量(第三步骤)。本发明的另一方面,包含由处理器执行的程序指令的非暂时的计算机可读记录介质包括:将选自三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端的两个端子连接至输入端子和输出端子,以测量两个端子的电压和电流,并提取五端子网络输入阻抗参数的程序指令;提取包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数的程序指令,共模中第一至第三绕组线共同连接至输入端子和输出端子,差模中第一至第三绕组线差分连接至输入端子和输出端子;以及利用在连接两个端子及提取转换参数的步骤中提取的输入阻抗参数和转换参数,计算混合模式的阻抗参数的程序指令,混合模式中混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量;

[0011] 本发明的另一方面,提取由包含第一至第三绕组线和轴两端的五端子网络构成的三相电动机的阻抗参数的装置,包括:测量单元,用于将选自三相电动机的第一至第三绕组线和轴两端的两个端子连接至输入端子和输出端子,以便测量两个端子的电压和电流;参数提取单元,用于提取五端网络的输入阻抗参数和包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数,共模中第一至第三绕组线共同连接至输入端子和输出端子,差模中第一至第三绕组线差分连接至输入端子和输出端子;以及参数计算单元,利用由参数提取单元提取的输入阻抗参数和转换参数,计算混合模式的阻抗参数,其中混合模式混合了轴两端的共模和差模的传递阻抗分量。

[0012] 应当理解本发明的前述的一般描述和下面的详细描述是示例性及解释性的,且旨在提供如本发明权利要求所发明内容的进一步的解释。

附图说明

[0013] 包括的附图用以提供本发明的进一步的理解,并且并入此申请中且构成本申请的一部分,附图示出了本发明的实施例,且与说明书一起用于阐述本发明的原理。附图中:

[0014] 图1是示出根据本发明的三相电动机的五端子网络的构造的示意图;

[0015] 图2是示出根据本发明的提取三相电动机阻抗参数的装置的框图;

[0016] 图3是示出根据本发明的提取三相电动机阻抗参数的装置以共模测量电压和电流的实施例的示意图;

[0017] 图4是示出根据本发明的提取三相电动机阻抗参数的装置以差模测量电压和电流的实施例的示意图;

[0018] 图5是示出混合模式的阻抗参数的示例的视图。

具体实施方式

[0019] 应当理解,如本文所用的术语“车辆”或“车辆的”或其他类似术语通常包括机动车辆,诸如包括运动型多用途车辆(SUV)、公共汽车、卡车、各种商用车辆的客运汽车,包括各种船艇和船舶的船只,飞行器等,并且包括混合动力车辆、电动车辆、插电式混合动力车辆、氢动力车辆和其他替代燃料车辆(例如,来自石油以外的资源的燃料)。如本文所指,混合动力车辆是具有两种或更多种动力源的车辆,例如汽油动力和电动两者车辆。

[0020] 本文所用的术语仅用于描述具体实施例的目的,并且不旨在限制本发明。如本文所用的单数形式“一个/种”和“该”也旨在包括复数形式,除非上下文另外清楚地指示。将进

一步理解,术语“包括 (comprises)”和/或“包含 (comprising)”当在本说明书中使用时限定了所陈述的特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件的存在,但不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或他们的组的存在或添加。如本文所用的术语“和/或”包括关联的所列项中的一个或多个的任何组合和所有组合。贯穿本说明书,除非有明确相反描述,否则单词“包括”以及变型诸如“包含 (comprises)”应理解为暗示包括所陈述的元件但不排除任何其他元件。此外,说明书中描述的术语“单元”、“...器”“...者”、和“模块”意在用于处理至少一种功能和操作的单元,且能够由硬件部件或软件部件以及他们的组合实施。

[0021] 进一步地,本发明的控制逻辑可体现为在包括由处理器、控制器等执行的可执行程序指令的计算机可读介质上的非暂时性计算机可读介质。计算机可读介质的示例包括但不限于ROM、RAM、光盘(CD)、ROM、磁带、软盘、闪存驱动器、智能卡以及光学数据存储器件。计算机可读介质也能够分布在连接网络的计算机系统中,使得计算机可读介质以分布的方式,例如,通过远程信息处理服务器或控制器局域网(CAN)存储和执行。

[0022] 此外,在本文发明的实施例的下面描述中,当可能使本文发明的实施例的主题不清楚时,将省略相关已知技术的详细描述。进一步地,附图仅为了更好的理解本发明的实施例,且不意在限制本发明的技术思想,并且,应当理解,附图旨在包括包含于本发明的精神和范围的所有改进、等价物和替换。

[0023] 下面,参考附图,详细地描述根据本发明的提取三相电动机阻抗参数的装置和方法的实施方式。

[0024] 图1是示出根据本发明的三相电动机的五端子网络的构造的示意图。

[0025] 参考图1,根据本发明的实施例的三相电动机可由包含第一绕组线110(U相)、第二绕组线120(V相)、第三绕组线130(W相)和轴的两端140和150的五端子网络构成。

[0026] 图2是示出根据本发明的提取三相电动机的阻抗参数的装置的框图。

[0027] 参考图2,根据本发明的用于提取三相电动机阻抗参数的装置可包括测量单元210、开关单元220、控制器230、参数提取单元240、参数计算单元250、数据提取单元260和显示单元270。

[0028] 测量单元210选择性地测量由包含第一至第三绕组线281-283和轴两端284和285的五端子网络构成的三相电动机280的两个端子的电压和电流。

[0029] 开关单元220可包括多个第一转换221至225用于连接三相电动机280的第一至第三绕组线281至283和轴两端284和285至输入端子291和输出端子292,以及多个第二转换开关226到228用于通过参考阻抗293使三相电动机280的第一至第三绕组线281至283和轴两端284和285接地。

[0030] 控制器230可控制开关单元220以切换第一转换开关221到225,使得输入端子291和输出端子292选择性地与三相电动机280的第一至第三绕组线281至283和轴两端284和285断开或连接。

[0031] 此外,控制器230可切换第二转换开关226至228,通过参考阻抗293使三相电动机280的五端子网络的除被选择为待测目标的两个端子外的其他端子接地。

[0032] 例如,参考图2中示出的示例,控制器打开第一转换开关221至225中的1-2和1-4转换开关222和224,以连接输入端子291和输出端子292至第二绕组线282和轴的第一端子

284,且测量单元210测量第二绕组线282和轴的第一端子284的端子电压和端子电流。

[0033] 控制器230可关闭第一转换开关221至225中的1-1、1-3和1-5 转换开关221、223和225,以从输入端子291和输出端子292断开除被选择为待测目标的第二绕组线282和轴的第一端子284外的第一绕组线281、第三绕组线283和轴的第二端子285,且可打开第二转换开关226至228,通过参考阻抗电阻293,使第一绕组线281、第三绕组线283和轴的第二端子285接地。

[0034] 此处,参考阻抗293可以是50 Ω ,然而,这只是例示性的,对于本领域技术人员而言,显然参考阻抗293的实际值不局限于此。

[0035] 关闭第一转换开关以从输入和输出端断开除是待测目标的两个端子之外的其他端子,且打开第二转换开关通过参考阻抗使其他端子接地的原因是,去除通过在其他端子发生的耦合和反射产生的影响。

[0036] 下面,参考表1说明从三相电动机280的五端子网络选择和测量的两个端子的示例。

[0037] 表1示出了根据本发明实施例的提取三相电动机阻抗参数的装置,选择和测量来自五端子网络的两个端子的示例。

[0038] [表1]

[0039]

	第一端口	第二端口
测量1	轴的第一端	轴的第二端
测量2	轴的第一端	第一绕组线 (U相)
测量3	轴的第一端	第二绕组线 (V相)
测量4	轴的第一端	第三绕组线 (W相)
测量5	轴的第二端	第一绕组线 (U相)
测量6	轴的第二端	第二绕组线 (V相)
测量7	轴的第二端	第三绕组线 (W相)
测量8	第一绕组线 (U相)	第二绕组线 (V相)
测量9	第一绕组线 (U相)	第三绕组线 (W相)
测量10	第二绕组线 (V相)	第三绕组线 (W相)

[0040] 例如,两个端子可从构成三相电动机的五端子网络的轴的第一和第二端及第一至第三绕组线中选择,并且可被连接至输入端子和输出端子的各自的第一和第二端口,以测量两端的电压和电流。这里,第一端口可以是输入和输出端子各自的一侧(例如,正极(+)输入和输出端),并且第二端口可以是输入和输出端子各自的另一侧(例如,负极(-)输入和输出端)。

[0041] 再次参考图2,参数提取单元240可利用由测量单元210测量的端子电压值和端子电流值,提取五端网络的输入阻抗参数。

[0042] 例如,五端子网络的输入阻抗参数可由通过方程式1来定义。

[0043] [方程式1]

$$[0044] \quad \begin{bmatrix} V_{shaft1} \\ V_{shaft1} \\ V_U \\ V_V \\ V_W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & Z_{14} & Z_{15} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & Z_{24} & Z_{25} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} & Z_{34} & Z_{35} \\ Z_{41} & Z_{42} & Z_{43} & Z_{44} & Z_{45} \\ Z_{51} & Z_{52} & Z_{53} & Z_{54} & Z_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{shaft1} \\ I_{shaft1} \\ I_U \\ I_V \\ I_W \end{bmatrix} \Rightarrow V = ZI$$

[0045] 这里,V表示端子电压,I表示端子电流,Z表示五端子网络的输入阻抗参数,轴1 (shaft 1)和轴2 (shaft 2)表示轴的第一和第二端,以及U、V和W表示第一至第三绕组线的相位端子。

[0046] 测量单元210,如图2中所示,可以测量从选择性连接的两个端子输出的端子电压和端子电流,并且参数提取单元240可以将测量单元 210测量的电压和电流值代入为行列式的方程式1中,以提取五端子网络的输入阻抗参数。

[0047] 此外,参数提取单元240可以提取包含共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数,共模中第一至第三绕组线共同连接至输入端子 291和输出端子292,差模中第一至第三绕组线差分连接至输入端子和输出端子。

[0048] 提取包含各个共模和差模的电压和电流传递矩阵的转换参数的原因是为了提取传递至轴两端的共模和差模的电噪音的数据。

[0049] 下面,参考图3和图4详细说明共模和差模。

[0050] 图3是示出根据本发明的提取的三相电动机的阻抗参数的装置,提取共模的电压和电流的实施例的示意图。

[0051] 共模中,输入和输出端子各自的一侧(例如,正极(+)输入和输出端)共同连接至彼此并联连接的第一至第三绕组线310至330,并且参数提取单元可以提取共模340中的电压和电流。

[0052] 图4是示出根据本发明的提取三相电动机的阻抗参数的装置,提取差模的电压和电流的实施例的示意图。

[0053] 差模中,输入和输出端子各自的一侧(例如,正极(+)输入和输出端)连接至第一至第三绕组线410至430中的一个,例如第一绕组线410,且输入和输出端子各自的另一侧(例如,负极(-)输入和输出端)连接至彼此并联连接的另外两个绕组线420个430。参数提取单元可以提取U相差模440中的电压和电流。

[0054] 这里,基于第一至第三绕组线的结构对称性,用于将第一至第三绕组线各自的端子电压和电流转换至共模和差模的电压和电流的关系的电压传递矩阵和电流传递矩阵可由方程式2定义。

[0055] [方程式2]

$$[0056] \quad \begin{bmatrix} V_{CM} \\ V_{DM,U} \\ V_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_U \\ V_V \\ V_W \end{bmatrix}$$

$$[0057] \quad \begin{bmatrix} I_{CM} \\ I_{DM,U} \\ I_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ -\frac{1}{4} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_U \\ I_V \\ I_W \end{bmatrix}$$

[0058] 这里, V_{CM} 和 I_{CM} 表示共模中的电压和电流, V_{DM} 和 I_{DM} 表示差模中电压和电流, DM,U 表示U相差模, 且DM,V表示V相差模。

[0059] 同时, 由参数提取单元240提取的转换参数可以包括由方程式2 定义的, 共模和差模各自的电压和电流传递矩阵轴两端的电压和电流的关系。其原因在于, 如前所述, 提取共模和差模的电噪音传递至轴两端的数据。转换参数可由方程式3定义。

[0060] [方程式3]

$$[0061] \quad \begin{bmatrix} V_{shaft\ 1} \\ V_{shaft\ 2} \\ V_{CM} \\ V_{DM,U} \\ V_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{shaft\ 1} \\ V_{shaft\ 2} \\ V_U \\ V_V \\ V_W \end{bmatrix} \Rightarrow V_M = M_V V$$

$$[0062] \quad \begin{bmatrix} I_{shaft\ 1} \\ I_{shaft\ 2} \\ I_{CM} \\ I_{DM,U} \\ I_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{4} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{shaft\ 1} \\ I_{shaft\ 2} \\ I_U \\ I_V \\ I_W \end{bmatrix} \Rightarrow I_M = M_I I$$

[0063] 这里, V表示端子电压, I表示端子电流, shaft 1和shaft 2表示轴的第一端和第二端, V_{CM} 和 I_{CM} 表示共模中的电压和电流, V_{DM} 和 I_{DM} 表示差模中电压和电流, DM,U表示U相差模, 且DM,V表示V相差模。 V_M 以混合模式的电压, I_M 表示混合模式中的电流, M_V 表示包含共模和差模的电压传递矩阵的转换参数, 且 M_I 表示包含共模和差模的电流传递矩阵的转换参数。

[0064] 五端子网络的端子电压和端子电流通过由方程式3定义的转换参数转换至混合模式和差模中的电压和电流的关系。

[0065] 下文中, 参考图2将会描述实施例, 该实施例中使用由参数提取单元240提取的输入阻抗参数和转换参数, 计算混合模式的阻抗参数以提取共模和差模的电噪音传递至轴两端284和285的数据。

[0066] 参数计算单元250可以利用由参数提取单元240提取的输入阻抗参数和转换参数计算将共模和差模的轴两端的传递阻抗分量混合的混合模式的阻抗参数, 如方程式4所示。

[0067] [方程式4]

$$[0068] \quad Z_M = M_V Z_M I^{-1}$$

[0069] 此处, Z_M 表示混合模式中的阻抗参数, M_V 表示包含共模和差模的电压传递矩阵的转

换参数, M_I 表示包含共模和差模的电流传递矩阵的转换参数, 且 Z 表示五端子网络的输入阻抗参数。

[0070] 数据提取单元260可以从混合模式的阻抗参数中提取将轴两端的共模和差模的传递阻抗分量混合的数据。

[0071] 参考图5更详细地说明提取混合轴两端的共模和差模的传递阻抗分量的数据的示例。

[0072] 图5是示出混合模式中阻抗参数的示例的视图。

[0073] 参考图5, 可以看出混合模式的阻抗参数作为影响共模和差模中轴两端的因素。

[0074] 这里, 由实线示出的数据510和520表示影响共模和/或差模中轴两端(轴的第一端和轴的第二端)的数据。换句话说, 示出的数据是关于传递至轴两端的电噪音的数据。数据提取单元提取其中混合了轴两端的共模和差模中的传递阻抗分量的数据(见数据510和520, 如图5中实线所示)。

[0075] 电动机设计者或用户可通过阻抗参数估算提取的传递至轴两端的共模和差模的电噪音的干扰程度, 其对设计电动机的电磁兼容性(EMC)有帮助。此外, 不仅提取了电噪音和轴之间的传递参数, 也提取了与共模和差模中电动机的绕组线生成的噪音相关的参数。因此, 能够分析由电动机生成的全部的导电性噪音。

[0076] 本发明可作为能够被写在非暂时性计算机可读介质且因此被计算机读取的代码实施。计算机可读介质可以是任何类型的记录设备, 其中数据以计算机可读方式被存储。计算机可读介质可以包括, 例如, 硬盘驱动器(HDD)、固态硬盘(SSD)、硅盘驱动器(SDD)、只读存储器(ROM)、随机存储存储器(RAM)、光盘只读存储器(CD-ROM)、磁带、软盘和光学数据存储设备。

[0077] 如从上面描述显而易见的, 至少一种本发明的实施例具有下面的效果。

[0078] 能够作为参数提取由三相电动机生成的共模和差模的电噪音并提取电噪音传递至轴两端的程度。

[0079] 此外, 不仅以共模和差模提取了电噪音和轴之间的传递参数, 也提取了与由电动机的绕组线生成的噪音相关的参数。因此, 能够分析由电动机生成的全部导电性噪音。

[0080] 本领域技术人员将会理解, 通过本发明可得到的效果不局限于上文已经具体描述的内容, 并且本发明的其他效果从上面详细描述将会被更清楚地理解。

[0081] 上面的详细的说明不构成对本发明的任何限制, 只被认为是实施方式。本发明的范围应由所附的权利要求的合理解释所确定, 并且可进行所有同等的修改而不脱离本发明的范围, 应被理解为包含在下面的权利要求书中。

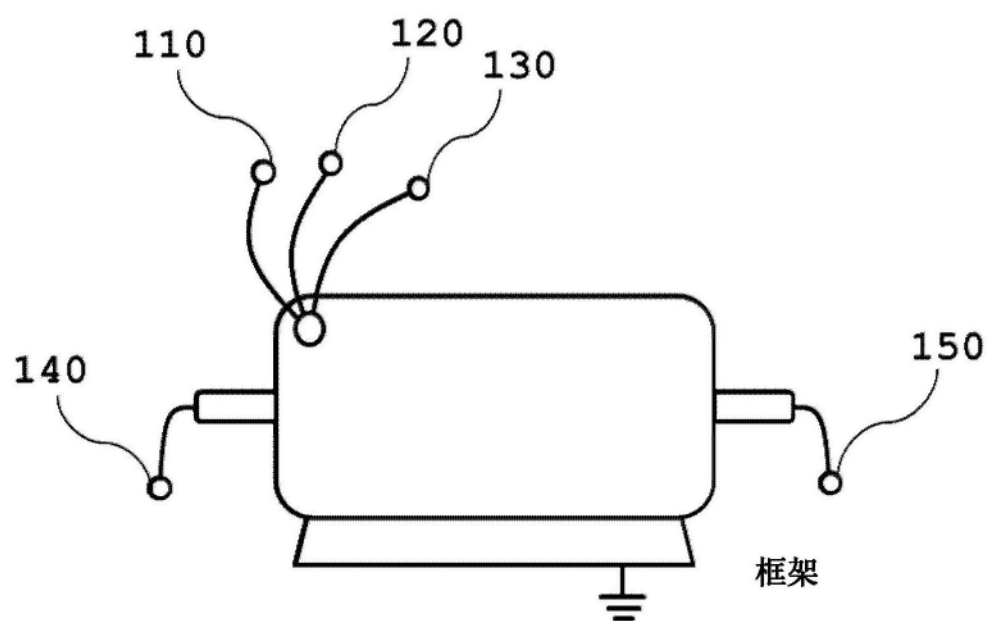


图1

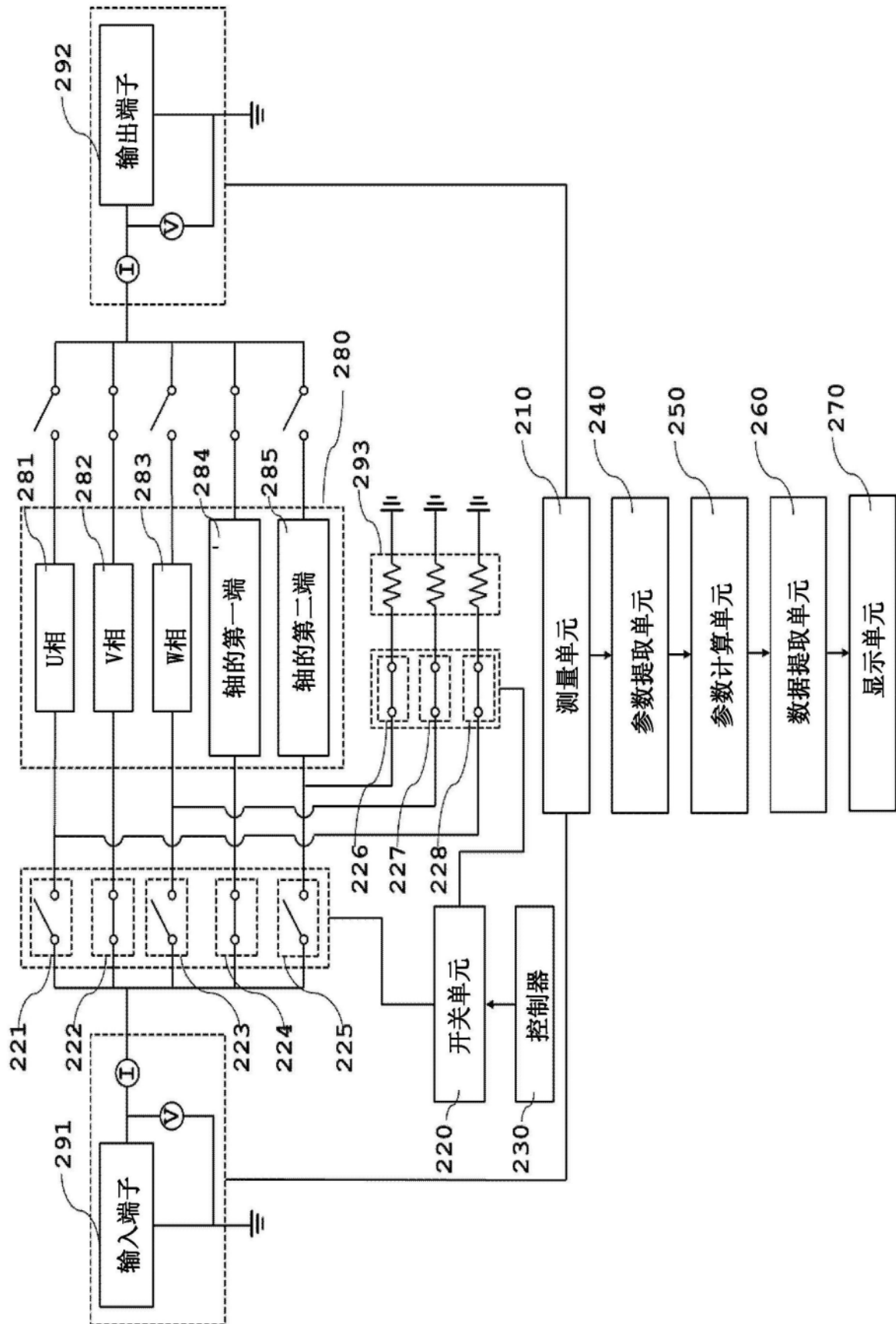


图2

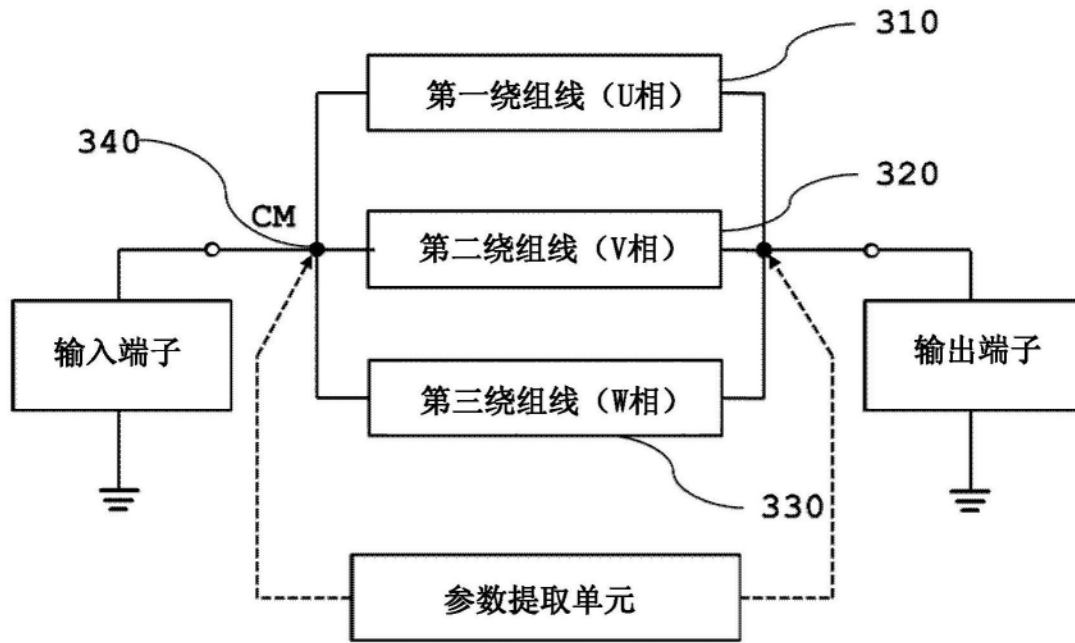


图3

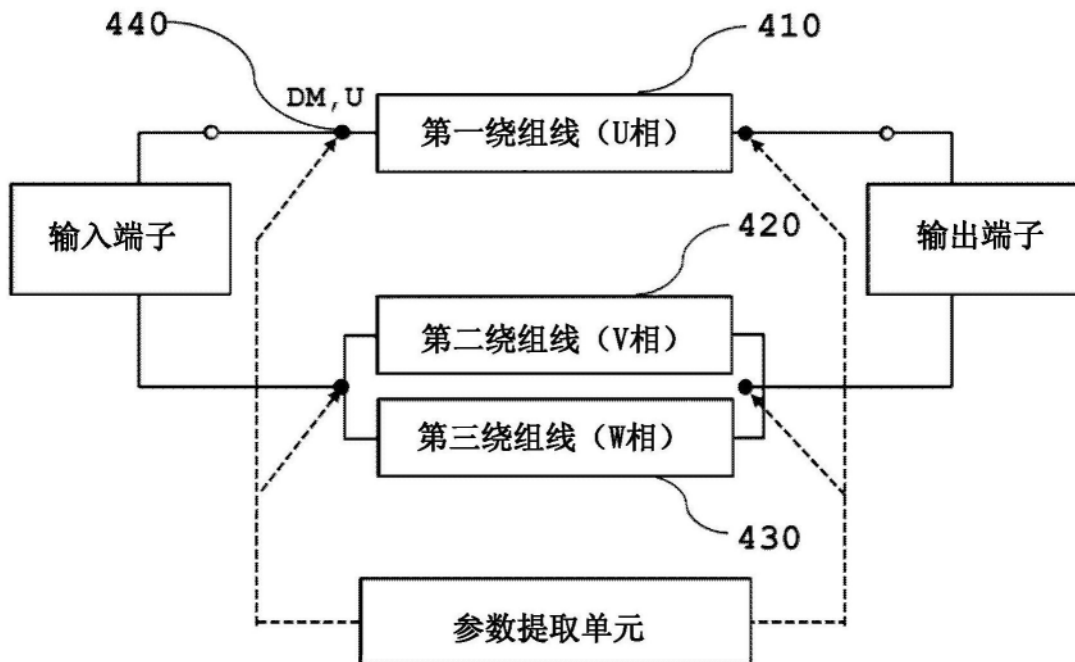


图4

	轴1	轴2	公模	差模(U)	差模(V)
轴1	$Z_{shaft\ 1,shaft\ 1}$	$Z_{shaft\ 1,shaft\ 2}$	$Z_{shaft\ 1,CM}$	$Z_{shaft\ 1,DM-U}$	$Z_{shaft\ 1,DM-V}$
轴2	$Z_{shaft\ 2,shaft\ 1}$	$Z_{shaft\ 2,shaft\ 2}$	$Z_{shaft\ 2,CM}$	$Z_{shaft\ 2,DM-U}$	$Z_{shaft\ 2,DM-V}$
公模	$Z_{CM,shaft\ 1}$	$Z_{CM,shaft\ 2}$	$Z_{CM,CM}$	$Z_{CM,DM-U}$	$Z_{CM,DM-V}$
差模(U)	$Z_{DM-U,shaft\ 1}$	$Z_{DM-U,shaft\ 2}$	$Z_{DM-U,CM}$	$Z_{DM-U,DM-U}$	$Z_{DM-U,DM-V}$
差模(V)	$Z_{DM-V,shaft\ 1}$	$Z_{DM-V,shaft\ 2}$	$Z_{DM-V,CM}$	$Z_{DM-V,DM-U}$	$Z_{DM-V,DM-V}$

图5