



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119836575 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 15

(21) 申请号 202280099791.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.09.20

G01R 31/34 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.03.05

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/034868 2022.09.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/062511 JA 2024.03.28

(71) 申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 永山幸希 宫内俊彦

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

专利代理师 陈力奕 宋俊寅

权利要求书2页 说明书14页 附图11页

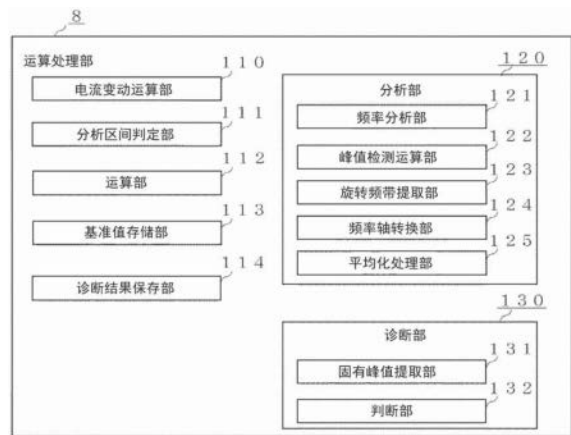
(54) 发明名称

电动机的状态诊断装置、状态诊断及异常预兆推测装置

(57) 摘要

本发明获得一种电动机的状态诊断装置,固有峰值提取部从由演算部从频谱波形中检测到的边带波的峰值强度中,提取由带齿轮频率产生的边带波的峰值强度,判断部比较提取出的峰值强度与峰值强度阈值,来进行电动机的状态诊断,从而能减少诊断所需的参数数量,缩短诊断所花费的时间。电动机(5)的状态诊断装置(100)包括:输入由电流检测器(4)从电动机(5)检测到的电流数据的电流输入部(7);对由电流输入部(7)输入的电流数据进行频率分析并计算分析结果的分析部(120);从分析结果检测电动机(5)的电源频率的边带波的多个峰值强度的运算部(112);从电动机(5)的额定信息计算带齿轮部(60)的固有频率,从运算部(112)中所检测到的多个峰值强度中提取以电动机(5)的电源频率为基准偏离固有频率的位置处产生的边带波的峰值强度的固有峰值提取部(131);以及比较根据

正常地进行动作的电动机(5)而计算出的峰值强度阈值与在固有峰值提取部(131)中提取出的峰值强度,进行电动机(5)的诊断的判断部(132)。



1. 一种电动机的状态诊断装置,其特征在于,包括:
 - 电流输入部,该电流输入部输入由电流检测器从电动机检测到的电流数据;
 - 分析部,该分析部对从所述电流输入部输入的所述电流数据进行频率分析,计算分析结果;
 - 运算部,该运算部从所述分析结果检测所述电动机的电源频率的边带波的多个峰值强度;
 - 固有峰值提取部,该固有峰值提取部从所述电动机的额定信息计算带齿轮部的固有频率,从在所述运算部中所检测到的多个所述峰值强度中提取在以所述电动机的所述电源频率为基准而发生了与所述固有频率相对应的偏离的位置处所产生的所述边带波的所述峰值强度;以及
 - 判断部,该判断部将从正常地进行动作的所述电动机计算出的峰值强度阈值与在所述固有峰值提取部中所提取出的所述峰值强度进行比较,对所述电动机进行诊断。
2. 如权利要求1所述的电动机的状态诊断装置,其特征在于,
 - 所述分析部包括:
 - 频率分析部,该频率分析部进行所述电流数据的所述频率分析;
 - 峰值检测运算部,该峰值检测运算部从作为所述频率分析部的频率分析结果的频谱波形检测所述电动机的电源频率的边带波的多个峰值强度;
 - 旋转频带提取部,该旋转频带提取部从所述电动机的额定信息计算旋转频率,从在所述峰值检测运算部中所检测到的多个所述峰值强度中提取在以所述电动机的所述电源频率为基准而发生了与所述旋转频率相对应的偏离的位置处所产生的所述边带波的所述峰值强度;
 - 频率轴转换部,该频率轴转换部运算用于使所述频谱波形的频率轴对齐的校正值,并分别校正所述频谱波形;以及
 - 平均化处理部,该平均化处理部对由所述频率轴转换部进行了校正的多个所述频谱波形进行平均化处理,
 - 所述分析部计算所述分析结果。
3. 如权利要求1或2所述的电动机的状态诊断装置,其特征在于,
 - 所述分析部在判定为所述电流数据处于稳定状态的分析区间中进行所述频率分析。
4. 如权利要求3所述的电动机的状态诊断装置,其特征在于,
 - 所述分析部在由电流变动运算部以及分析区间判定部提取出的所述分析区间中进行所述电流数据的所述频率分析,
 - 所述电流变动运算部运算所述电流数据是否处于所述稳定状态,
 - 所述分析区间判定部将从正常地进行动作的所述电动机预先算出的区间判定阈值与所述电流变动运算部的运算结果进行比较来进行判定。
5. 如权利要求1至4中任一项所述的电动机的状态诊断装置,其特征在于,
 - 所述运算部包括OA值计算部,该OA值计算部从由所述分析部计算出的所述分析结果计算作为振幅的平均值的OA值。
6. 如权利要求5所述的电动机的状态诊断装置,其特征在于,
 - 所述判断部将从正常地进行动作的所述电动机计算出的OA阈值与由所述OA值计算部

计算出的OA值进行比较,对所述电动机进行诊断。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的电动机的状态诊断装置,其特征在于,包括:

学习部,该学习部获取由所述电流输入部获取到的所述电流数据和所述电动机的诊断结果,将所述诊断结果与所述电流数据相关联来进行学习,生成完成学习模型;以及

推测部,该推测部利用所述完成学习模型对由所述电流输入部新获取到的所述电流数据推测所述电动机的异常预兆,输出推测结果。

8. 一种电动机的异常预兆推测装置,其特征在于,包括:

数据获取部,该数据获取部从如权利要求1至6中任一项所述的电动机的状态诊断装置获取电流数据、和与频率分析之前的电流数据相关联的所述电动机的诊断结果;

完成学习模型生成部,该完成学习模型生成部基于所述诊断结果来学习由所述数据获取部获取到的所述电流数据,生成完成学习模型;以及

电流数据推测部,该电流数据推测部利用所述完成学习模型对由所述数据获取部新获取到的所述电流数据推测所述电动机的异常预兆,输出推测结果。

9. 一种电动机的状态诊断方法,其特征在于,包括:

输入由电流检测器从电动机检测到的电流数据的步骤;

对所输入的所述电流数据进行频率分析,计算分析结果的步骤;

从所述分析结果检测所述电动机的电源频率的边带波的多个峰值强度的步骤;

从所述电动机的额定信息计算带齿轮部的固有频率,从所检测到的多个所述峰值强度中提取在以所述电动机的所述电源频率为基准而发生了与所述固有频率相对应的偏离的位置处所产生的所述边带波的所述峰值强度的步骤;以及

将从正常地进行动作的所述电动机计算出的峰值强度阈值与所述峰值强度进行比较,对所述电动机进行诊断的步骤。

电动机的状态诊断装置、状态诊断及异常预兆推测装置

技术领域

[0001] 本公开涉及电动机的状态诊断装置、状态诊断方法和异常预兆推测装置。

背景技术

[0002] 电动机在工业厂房中用作生产线装置和机械设备等的动力,是工业中不可缺少的存在。因此,始终要求正常且稳定的运行连续性。

[0003] 在以往的电动机的状态诊断中,使用由检查作业人员通过目视确认动作状况、并通过听到动作时的动作声音来确认有无异常的方法。但是,这种方法依赖于检查作业人员的经验或直觉,诊断精度的偏差很大。此外,大多数电动机引发突发故障的可能性较高,对持续监测技术的关注正在不断提高。

[0004] 在电动机的持续监测技术中,有一种通过检测施加到电动机的电流来诊断异常的方法。例如,专利文献1公开了一种旋转机械系统的异常检测方法,通过测量施加到电动机的电流并进行频率分析来检测电动机的异常。

现有技术文献

专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特开2017-181437号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0006] 在上述旋转机械系统的异常检测方法中,对检测到的电动机的电流信息进行高速傅立叶变换,从获得的分析结果中提取特征频率,并根据其峰值来计算用于判定旋转机械系统的异常的劣化程度的劣化参数。另一方面,对于用于旋转机械系统的异常判定的劣化参数,需要计算电流有效值、三相电流平衡和电流谐波比率等多个参数。

[0007] 本公开是为了解决上述问题而完成的,其目的在于,提供一种电动机的状态诊断装置、状态诊断方法和异常预兆推测装置,能够将由带齿轮部的固有频率引起的边带波的峰值强度作为参数来进行电动机的状态诊断,而不需要计算多个参数。

用于解决技术问题的技术手段

[0008] 本公开所涉及的电动机的状态诊断装置包括:电流输入部,该电流输入部输入由电流检测器从电动机检测到的电流数据;分析部,该分析部对从电流输入部输入的电流数据进行频率分析,计算分析结果;运算部,该运算部从分析结果检测电动机的电源频率的边带波的多个峰值强度;固有峰值提取部,该固有峰值提取部从电动机的额定信息计算带齿轮部的固有频率,从在运算部中所检测到的多个峰值强度中提取在以电动机的电源频率为基准而发生了与固有频率相对应的偏离的位置处所产生的边带波的峰值强度;以及判断部,该判断部将从正常地进行动作的电动机计算出的峰值强度阈值与在固有峰值提取部中所提取出的峰值强度进行比较,对电动机进行诊断。

[0009] 此外,本公开所涉及的电动机的状态诊断方法包括:输入由电流检测器从电动机

检测到的电流数据的步骤;对所输入的电流数据进行频率分析,计算分析结果的步骤;从分析结果检测电动机的电源频率的边带波的多个峰值强度的步骤;从电动机的额定信息计算带齿轮部的固有频率,从所检测到的多个峰值强度中提取在以电动机的电源频率为基准而发生了与固有频率相对应的偏离的位置处所产生的边带波的峰值强度的步骤;以及将从正常地进行动作的电动机计算出的峰值强度阈值与峰值强度进行比较,对电动机进行诊断的步骤。

[0010] 此外,本公开所涉及的电动机的异常预兆推测装置包括:数据获取部,该数据获取部从上述电动机的状态诊断装置获取电流数据、和与频率分析之前的电流数据相关联的电动机的诊断结果;完成学习模型生成部,该完成学习模型生成部基于诊断结果来学习由数据获取部获取到的电流数据,生成完成学习模型;以及电流数据推测部,该电流数据推测部利用完成学习模型对由数据获取部新获取到的电流数据推测电动机的异常预兆,输出推测结果。

发明效果

[0011] 根据本公开的电动机的状态诊断装置和状态诊断方法,固有峰值提取部从由运算部从频谱波形检测到的边带波的峰值强度中提取由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度,判断部将提取到的峰值强度与峰值强度阈值进行比较来进行电动机的状态诊断。由此,具有减少诊断所需参数数量、缩短诊断所花费的时间的效果。此外,根据本公开的电动机的异常预兆推测装置,在电动机的状态诊断装置诊断出电动机中存在异常之前,从电流数据来推测异常预兆,并将有无异常预兆输出到监视装置,从而能有计划地执行电动机的维护。

附图说明

[0012] 图1是实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的系统整体结构图。

图2是实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的硬件结构图。

图3是实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的运算处理部的结构图。

图4是表示实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的电动机、带齿轮部和负载设备的连接关系的图。

图5是示出实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的学习时的处理步骤的流程图。

图6是示出实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的诊断时的处理步骤的流程图。

图7是示出实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的频率分析的处理步骤的流程图。

图8是比较电动机的正常时和异常发生时的分析结果的图。

图9是实施方式2所涉及的电动机的状态诊断装置的运算处理部的结构图。

图10是示出实施方式2所涉及的电动机的状态诊断装置的学习时的处理步骤的流程图。

图11是示出实施方式2所涉及的电动机的状态诊断装置的诊断时的处理步骤的流程图。

图12是实施方式3所涉及的电动机的状态诊断装置的系统整体结构图。

图13是实施方式4所涉及的电动机的异常预兆推测装置的系统整体结构图。

图14是示出实施方式4所涉及的电动机的异常预兆推测装置的学习时的处理步骤的流程图。

图15是示出实施方式4所涉及的电动机的异常预兆推测装置的应用时的处理步骤的流程图。

具体实施方式

[0013] 下面,基于附图对实施方式进行详细说明。另外,以下说明的实施方式是示例。另外,各实施方式可以适当组合来执行。

[0014] 实施方式1.

图1是实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的系统整体结构图。图2是实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的硬件结构图。图3是实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的运算处理部的结构图。图4是表示实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的电动机、带齿轮部和负载设备的连接关系的图。图5是示出实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的学习时的处理步骤的流程图。图6是示出实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的诊断时的处理步骤的流程图。图7是示出实施方式1所涉及的电动机的状态诊断装置的频率分析的处理步骤的流程图。图8是比较电动机的正常时和异常发生时的分析结果的图。

[0015] 如图1所示,主电路1中连接有布线用断路器2、电磁接触器3、电流检测器4和电动机5。当系统发生异常时,布线用断路器2防止过电流流向电动机5。电磁接触器3起到接通/断开电动机5的开关的作用。电流检测器4检测主电路1的负载电流,并将其输出到状态诊断装置100的电流输入部7。电动机5连接到构成生产线等的机械设备6,并由省略图示的功率转换装置等进行运行驱动。另外,电动机5例如使用三相感应电动机,但不限于此。

[0016] 状态诊断装置100包括电流输入部7、运算处理部8、额定信息存储部9、额定信息设定部10、显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14。电流输入部7输入在电流检测器4中所检测到的电流数据,并将其输出到运算处理部8。运算处理部8分析由电流输入部7输入的电流数据,计算用于诊断电动机5的参数,并进行电动机5的异常诊断。运算处理部8的详细情况将在后文中阐述。

[0017] 图2是本公开所涉及的状态诊断装置100的硬件结构图。状态诊断装置100构成为包括CPU (Central Processing Unit:中央处理单元) 等处理器20、RAM (Random Access Memory:随机存取存储器) 等存储器30、显示器40和输入接口 (I/F) 50。通过处理器20执行存储在存储器30中的程序来实现运算处理部8。但是,它们例如也可以由多个处理器20协作来实现。

[0018] 额定信息设定部10预先输入电动机5的电源频率、额定输出、额定电流、极数、和额定转速等额定信息。所谓额定信息,是在电动机5的制造公司的目录、使用说明书等中记载的基本信息。在本实施方式中,示出了作为诊断对象的电动机5为1台的示例,但是在诊断多个电动机5的情况下,各个电动机5的额定信息预先输入到额定信息设定部10。

[0019] 额定信息存储部9存储输入到额定信息设定部10的额定信息,并根据需要将该额定信息输出到运算处理部8。另外,图1示出了分别设置额定信息存储部9和额定信息设定部

10的示例,但不限于此。额定信息存储部9和额定信息设定部10可以一起设置,存储电动机5的额定信息,并构成为在分析从电流输入部7输入的电流数据时将该额定信息输出到运算处理部8。

[0020] 此外,额定信息存储部9和额定信息设定部10不限于包括在状态诊断装置100中的结构,也可以设置在外部。在这种情况下,例如,可以将电动机5的额定信息存储在外部服务器等中,并在诊断电动机5时将该额定信息输入到运算处理部8。

[0021] 显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14连接到运算处理部8。当在运算处理部8中检测到电动机5的异常时,显示部11显示检测到的电流数据,并显示异常状态、警报等。另外,警告不限于显示,也可以通过警报等进行警告。

[0022] 当在运算处理部8中检测到电动机5的异常时,接触器驱动部12输出用于开关电磁接触器3的控制信号。此外,输出部13将异常状态、警报等输出到生产线的管理部门等。通信部14经由网络将电动机5的异常状态等发送到设置在外部的起到作为整个状态诊断装置100的主机的作用的PC或平板终端等的监视装置200。另外,从通信部14向监视装置200发送数据的发送方法可以是有线的或无线的。

[0023] 接下来,将用图3说明运算处理部8的结构。如图3所示,运算处理部8包括电流变动运算部110、分析区间判定部111、运算部112、基准值存储部113、诊断结果保存部114、分析部120和诊断部130。此外,分析部120包括频率分析部121、峰值检测运算部122、旋转频带提取部123、频率轴转换部124和平均化处理部125。此外,诊断部130包括固有峰值提取部131和判断部132。

[0024] 电流变动运算部110计算从电流输入部7输入的电流数据有无变动在,并判断电流数据是否处于稳定状态。具体来说,执行电流数据的统计变动的分析。例如,通过使用马氏距离等分析方法来判断电动机5是否处于稳定状态。

[0025] 此外,电流变动运算部110预先从正常地进行动作的电动机5获取并存储区间判定阈值,作为用于判断电流数据是否处于稳定状态的阈值。例如,预先获取多个电动机5的电流数据,并在小于所获取的电流数据的标准偏差的范围内选择区间判定阈值。或者,可以在一定期间内收集诊断对象的电动机5的电流数据,并以收集到的电流数据的标准偏差等作为基准来设定区间判定阈值。另外,区间判定阈值可以与电动机5的额定信息一起存储在额定信息存储部9中,而不存储在电流变动运算部110中。

[0026] 分析区间判定部111将由正常地进行动作的电动机预先计算出的区间判定阈值与电流变动运算部110的运算结果进行比较,来决定分析区间。即,分析区间判定部111从由电流输入部7输入的电流数据中提取处于稳定状态的区间,来决定分析部120所执行的分析区间。具体地说,将由电流变动运算部110运算得到的统计变动在预先设定的阈值以下的区间设为处于稳定状态的区间,即分析区间。

[0027] 分析部120包括频率分析部121、峰值检测运算部122、旋转频带提取部123、频率轴转换部124和平均化处理部125。

[0028] 频率分析部121在由分析区间判定部111提取出的分析区间中对由电流输入部7输入的电流数据进行频率分析,并计算作为分析结果的频谱波形。另外,例如,通过电流FFT分析(Fast Fourier Transform:快速傅里叶变换)分析、离散傅立叶分析(Discret Fourier Transform:离散傅里叶变换)等来分析电流数据。

[0029] 峰值检测运算部122从通过由频率分析部121进行频率分析而获得的频谱波形中检测多个电源频率的边带波,并计算检测到的边带波的峰值强度。具体地说,峰值检测运算部122通过一阶、二阶和三阶微分计算从检测到的电源频率的边带波中提取陡峭的斜率反转的部分,并计算峰值强度。当以这种方式计算峰值强度时,通过执行直到三阶的微分计算,也能检测小的峰值强度。

[0030] 旋转频带提取部123从电动机5的额定信息计算旋转频率,并从在峰值检测运算部122中所检测到的多个边带波的峰值强度中提取在从电动机5的电源频率发生了与旋转频率相对应的偏离的位置处所产生的电源频率的边带波的峰值强度。具体地说,从存储在额定信息存储部9中的额定信息的额定转速来计算旋转频率,并使用计算出的旋转频率,来提取从电源频率向高频和低频两侧发生了与旋转频率相对应的偏离的位置处所产生的各个峰值强度为相同程度的边带波。

[0031] 关于旋转频率的计算,旋转频带提取部123使用存储在额定信息存储部9中的额定信息,根据以下式(1)计算旋转频率。另外,旋转频率设为 f_n ,电源频率设为 f ,极数设为 P ,电动机5的转差设为 s 。

[0032] (数学式1)

$$f_n = (2 \times f) / P \times (1 - s) \quad \text{式(1)}$$

[0033] 如上所述,旋转频带提取部123使用式(1)计算旋转频率,并从在峰值检测运算部122中所计算出的边带波的峰值强度中提取在旋转频带中产生的电源频率的边带波的峰值强度。这里,所谓旋转频带,是指从电动机5的电源频率发生了与旋转频率相对应的偏离的位置处的频率,是指从电源频率向低频侧发生了与旋转频率相对应的偏离的位置和从电源频率向高频侧发生了与旋转频率相对应的偏离的位置这两个位置。

[0034] 频率轴转换部124运算用于使通过频率分析获得的频谱波形的频率轴对齐的校正值,以对在频率分析部121中所计算出的频谱波形进行校正。在通过对电流数据进行频率分析而获得的频谱波形中,根据电动机5的负载转矩的状况,旋转频率发生偏差。因此,为了在后述的平均化处理部125中不产生偏差的情况下准确地使多个频谱波形重叠,并进行平均化处理,频率轴转换部124针对频谱波形运算校正值,来对各个频谱波形进行校正以使频谱波形的频率轴对齐。

[0035] 对由频率轴转换部124计算的校正值进行说明。电动机5的转差根据电动机5的负载转矩的状况而变化,从旋转频带提取部123中的式(1)所计算的旋转频率 f_n 也根据电动机5的转差而变化。

[0036] 例如,在电源频率 $f = 60\text{Hz}$ 且极数 $P = 4$ 极的情况下,在没有转差的情况下($s = 0$),旋转频率 f_n 由下式(2)计算。

[0037] (数学式2)

$$f_n = (2 \times 60) / 4 \times (1 - 0) = 30\text{Hz} \quad \text{式(2)}$$

[0038] 另一方面,当转差为2%时,根据电动机5的负载转矩的状况,旋转频率 f_n 根据下式(3)计算。

[0039] (数学式3)

$$f_n = (2 \times 60) / 4 \times (1 - 0.02) = 30.6\text{Hz} \quad \text{式(3)}$$

[0040] 因此,由于使用式(1)计算的旋转频率 f_n 的值根据电动机5的负载转矩的状况而变

化,因此,考虑到由这种转差引起的偏差,频率轴转换部124以无转差的状况即空载状态为基准对偏离基准的部分进行校正。具体地说,根据式(3),当转差为2%时,与空载状态下的旋转频率相比,产生0.06Hz的偏差。在这种情况下,频率轴转换部124将校正值设为0.06Hz来校正频谱波形。如上所述,频率轴转换部124以电动机5在没有转差的情况即空载状态下的旋转频率作为基准,当在旋转频带提取部123中所计算出的旋转频率偏离基准时,以与基准的差分作为校正值分别对频谱波形进行校正。

[0041] 平均化处理部125进行对由频率轴转换部124校正的多个频谱波形进行平均化的处理。在频率轴转换部124中针对各个频谱波形计算用于使旋转频率对齐的校正值并进行校正,使频率轴对齐的多个频谱波形重叠来进行平均化处理,从而能准确地使多个频谱波形重叠来进行平均化。

[0042] 运算部112从分析部120的分析结果检测电源频率的边带波的多个峰值强度。具体地,运算部112从在平均化处理部125中进行了平均化处理的频谱波形中检测电源频率的边带波的多个峰值强度运算部112的输出结果被输出到诊断部130的固有峰值提取部131。

[0043] 诊断部130包括固有峰值提取部131和判断部132。

[0044] 图4是表示当在电动机5中发生异常时的振动向带齿轮部60的传递的图。这里,所谓带齿轮部60,是指连接电动机5与负载设备70的皮带和齿轮。

[0045] 固有峰值提取部131提取由在连接电动机5与负载设备70的带齿轮部60中发生异常时所出现的固有频率(以下记载为带齿轮频率)所引起的边带波的峰值强度。即,固有峰值提取部131从在运算部112中所检测到的多个边带波的峰值强度中提取由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度。另外,带齿轮频率是指当带齿轮部60中发生异常时所出现的固有频率,但也可以是当皮带中发生异常时所出现的固有频率或当齿轮中发生异常时所出现的固有频率。

[0046] 对提取方法进行说明。固有峰值提取部131基于存储在额定信息存储部9中的额定信息计算带齿轮频率,并提取分别从电源频率向高频和低频两侧偏离带齿轮频率的位置处所产生的、峰值强度彼此为相同程度的边带波。

[0047] 通过使用存储在额定信息存储部9中的电动机5的额定信息,根据下式(4)计算带齿轮频率。此外,将带齿轮频率设为F,将电源频率设为f,将极数设为P。

[0048] (数学式4)

$$F = (2 \times f) / P \times (\text{减速比}) \quad \text{式(4)}$$

[0049] 例如,在电动机5的额定信息为电源频率f=60Hz、极数P=4、减速比=1:3的情况下,能从式(1)来计算带齿轮频率F为 $(2 \times 60) / 4 \times (1/3) = 10\text{Hz}$ 。

[0050] 如上所述,在上述示例的情况下,固有峰值提取部131提取从电源频率分别向高频和低频两侧偏离10Hz的位置处所产生的、峰值强度彼此为相同程度的边带波。即,从电源频率的高频侧和低频侧的两侧分别提取峰值强度彼此为相同程度的边带波。

[0051] 图4是表示电动机5、带齿轮部60和负载设备70的连接关系的图。如图4所示,当电动机5发生异常时,电动机5的振动传递到与电动机5连接的带齿轮部60。此外,即使在负载设备70中发生异常时,负载设备70的振动也传递到带齿轮部60。因此,通过提取由带齿轮部60的带齿轮频率引起的边带波,固有峰值提取部131不仅能检测带齿轮部60的异常,还能检测连接到带齿轮部60的电动机5和负载设备70的异常。

[0052] 判断部132将在固有峰值提取部131中所提取出的由带齿轮频率所引起的边带波的峰值强度与峰值强度阈值进行比较,来诊断电动机5有无异常,该峰值强度阈值是使用预先存储在基准值存储部113中的正常地进行动作的电动机5的电流数据来计算出边带波的峰值强度。下面将使用图7描述具体的诊断时的处理步骤。

[0053] 此外,当在诊断部130的判断部132中诊断出电动机5异常时,运算处理部8向显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14输出用于通知异常的信息,诊断结果被保存在诊断结果保存部114中。另外,保存在诊断结果保存部114中的电动机5的诊断结果可以与频率分析部121进行频率分析之前的电流数据相关联地进行存储。

[0054] 基准值存储部113存储预先从正常地进行动作的电动机5的电流数据中获取的由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度,作为在诊断电动机5时使用的基准值,即峰值强度阈值。另外,峰值强度阈值可以与额定信息一起存储在额定信息存储部9中。后面将用图5进对具体的处理步骤进行描述。

[0055] 接下来,将用图5至图7说明学习时和诊断时的处理步骤。

[0056] 首先,用图5说明学习时的处理步骤。图5是示出在与边带波的峰值强度进行比较时使用的峰值强度阈值的计算步骤的流程图。

[0057] 在步骤S101中,将正常地进行动作的电动机5的额定信息输入到额定信息设定部10,并存储在额定信息存储部9中。另外,电动机5的额定信息可以输入并存储到额定信息存储部9中。此外,当作为诊断对象的电动机5有多个时,输入并存储各个电动机5的额定信息。

[0058] 在步骤S102中,电流输入部7输入在电流检测器4中所获取到的作为诊断对象的电动机5的电流。

[0059] 在步骤S103中,电流变动运算部110对输入到电流输入部7的电流数据的变动、即电流数据是否处于稳定状态进行运算,分析区间判定部111提取处于稳定状态的区间,并将其决定为用于进行频率分析的分析区间。电流变动运算部110运算电流数据,并将其与区间判定阈值进行比较,当不满足区间判定阈值时,判断为电流数据处于不稳定状态,并返回到步骤S102。当判断为处于稳定状态时,前进到步骤S104。

[0060] 在步骤S104中,频率分析部121对被判断为处于稳定状态的分析区间的电流数据进行频率分析,并计算作为分析结果的频谱波形。作为通过进行频率分析获得的分析结果的频谱波形被输出到运算部112。另外,后面将使用图1描述步骤S104中的频率分析的详细情况。

[0061] 在步骤S105中,固有峰值提取部131从保存在额定信息存储部9中的电动机5的信息来计算由与该电动机相对应的带齿轮部60所引起的带齿轮频率。

[0062] 在步骤S106中,固有峰值提取部131从由运算部112输入的边带波的峰值强度中提取由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度。即,固有峰值提取部131使用在步骤S105中计算出的带齿轮频率,提取从电源频率向高频和低频两侧偏离带齿轮频率的位置处所产生的峰值强度为相同程度的边带波。

[0063] 在步骤S107中,基准值存储部113将在步骤S106中固有峰值提取部131所提取出的边带波的峰值强度存储为诊断时所使用的阈值。

[0064] 接着,使用图6对诊断时的处理步骤进行说明。图6是示出诊断时的处理步骤的流程图。

[0065] 在步骤S201中,电流输入部7输入电流检测器4中所获取到的作为诊断对象的电动机5的电流。

[0066] 在步骤S202中,电流变动运算部110对输入到电流输入部7的电流数据的变动、即电流数据是否处于稳定状态进行运算,分析区间判定部111提取处于稳定状态的区间,并将其决定为用于进行频率分析的分析区间。电流变动运算部110运算电流数据,并将其与区间判定阈值进行比较,当不满足区间判定阈值时,判断为电流数据处于不稳定状态,并返回到步骤S201。当判断为处于稳定状态时,前进到步骤S203。

[0067] 在步骤S203中,频率分析部121对在步骤S202中被判断为处于稳定状态的分析区间的电流数据进行频率分析,并计算作为分析结果的频谱波形。作为通过进行频率分析获得的分析结果的频谱波形被输入到运算部112。另外,后面将用图7描述频率分析的详细情况。

[0068] 在步骤S204中,固有峰值提取部131从存储在额定信息存储部9中的电动机5的额定信息,来计算由进行诊断的电动机5的带齿轮部60所引起的带齿轮频率。

[0069] 在步骤S205中,固有峰值提取部131从由运算部112输入的边带波的峰值强度中提取由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度。即,固有峰值提取部131使用在步骤S105中计算出的带齿轮频率,提取从电源频率向高频和低频两侧偏离带齿轮频率的位置处所产生的峰值强度为相同程度的边带波。

[0070] 在步骤S206中,判断部132将在步骤S205中提取出的由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度与存储在基准值存储部113中的峰值强度阈值进行比较。

[0071] 在步骤S207中,判断部132在将由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度与存储在基准值存储部113中的峰值强度阈值进行比较的结果为边带波的峰值强度满足峰值强度阈值时,判断为电动机5中存在异常,并前进到步骤S208。另一方面,在不满足峰值强度阈值的情况下,判断为电动机5正常,并返回到步骤S201。

[0072] 在步骤S208中,判断部132将诊断结果输出到显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14。此外,诊断结果保存在诊断结果保存部114中。

[0073] 接下来,使用图7说明S104和S203的频率分析的详细情况。图7是示出频率分析流程的图。图7的S301至S308所示的工序对应于图5的S101至S103、图6的S201至S203的工序。另外,图7中所示的S301与S102和S201相同,S302与S103和S202相同,因此省略说明。

[0074] 在步骤S303中,频率分析部121对被判断为处于稳定状态的分析区间的电流数据进行频率分析,并计算作为分析结果的频谱波形。频率分析部121将计算出的频谱波形输入到峰值检测运算部122。

[0075] 在步骤S304中,峰值检测运算部122从由频率分析部121输入的作为频率分析的结果的频谱波形中检测电源频率的边带波的多个峰值强度。

[0076] 在步骤S305中,旋转频带提取部123从在峰值检测运算部122中所检测到的多个边带波的峰值强度中提取在旋转频带中的边带波的峰值强度。旋转频带提取部123在电源频率的高频和低频两侧中的每一侧,分别提取在旋转频带中的边带波的峰值强度。从存储在额定信息存储部9中的额定信息的额定转速计算旋转频率,提取在以电源频率为中心而向两侧发生了与旋转频率相对应的偏离的位置处所产生的边带波,来进行峰值强度的提取。

[0077] 在步骤S306中,为了减小由负载转矩引起的旋转频率的偏差的影响,频率轴转换

部124对频谱波形运算校正,并使用运算出的校正值进行使频谱波形的频率轴对齐的校正。由此,能消除由于负载转矩的状况而引起的旋转频率的偏差。

[0078] 在步骤S307中,平均化处理部125多次重复步骤S301至S306,并收集经过步骤S301至S306的工序的多个频谱波形。另外,关于重复的次数没有特别的限制,但是例如,可以在额定信息存储部9中预先设定重复的次数,并重复该设定的次数。当满足重复的次数时,前进到步骤S318。

[0079] 在步骤S308中,使在步骤S307中收集的频率轴对齐的多个频谱波形重叠来进行平均化处理。由此,能消除噪声等的影响。

[0080] 如上所述,电动机5的状态诊断方法包括:输入由电流检测器4从电动机5检测到的电流数据的步骤;对所输入的电流数据进行频率分析,计算分析结果的步骤;从分析结果检测电动机5的电源频率的边带波的多个峰值强度的步骤;从电动机的额定信息计算带齿轮部60的固有频率,从检测到的多个峰值强度中提取在以电动机5的电源频率为基准而发生了与固有频率相对应的偏离的位置处所产生的边带波的峰值强度的步骤;以及将从正常地进行动作的电动机5计算出的峰值强度阈值与峰值强度进行比较来对电动机5进行诊断的步骤。由此,能将一个由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度作为参数来进行电动机5的状态诊断,而不需要计算多个参数。

[0081] 图8是比较电动机5正常时和异常发生时的频率分析结果的图。另外,实线表示电动机5正常时的分析结果,虚线表示电动机5发生异常时的分析结果。如图8所示,当电动机5发生异常时,与正常时相比,由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度上升。因此,本实施方式所涉及的电动机5的状态诊断装置100能使用预先从正常地进行动作的电动机5获取的由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度的阈值即峰值强度阈值作为判断电动机5是否异常的阈值,在满足峰值强度阈值的情况下判断为电动机5存在异常,从而诊断电动机5的异常。

[0082] 如上所述,本实施方式所涉及的电动机5的状态诊断装置100对从电动机5获取的电流数据进行频率分析,并使用由固有峰值提取部131从作为分析结果的频谱波形中提取出的由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度来诊断电动机5的状态。由此,能使用由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度之一作为用于诊断的参数来进行电动机5的状态诊断。因此,能减少诊断所需的参数数量,并缩短诊断所花费的时间。

[0083] 另外,在本实施方式中,说明了分析部120包括峰值检测运算部122、旋转频带提取部123、频率轴转换部124和平均化处理部125的结构,但本实施方式不限于此。频率分析部121可以对从电流输入部7输入的电流数据进行频率分析,并计算作为分析结果的频谱波形,将计算出的频谱波形输出到运算部112。在这种情况下,分析部120可以包括频率分析部121。

[0084] 此外,说明了本实施方式所涉及的状态诊断装置100在固有峰值提取部131中所提取出的边带波的峰值强度满足峰值强度阈值时诊断为异常,但是判断是否满足峰值强度阈值的判断方法不受限制。例如,可以在满足峰值强度阈值的时间在一定时间以上时,判断为异常。此外,可以设定次数,当满足峰值强度阈值的次数超过所设定的次数时,判断为异常。

[0085] 实施方式2.

本实施方式使用图9至图11进行说明。图9是本实施方式所涉及的电动机的状态诊断装置的运算处理部80的结构图。图10是示出本实施方式所涉及的电动机的状态诊断装置

的学习时的处理步骤的流程图。图11是示出本实施方式所涉及的电动机的状态诊断装置的诊断时的处理步骤的流程图。

[0086] 在实施方式1中,示出了状态诊断装置100,其中,固有峰值提取部131从作为由分析部120计算出的分析结果的频谱波形中提取在从电源频率向低频、高频两侧分别偏离了带齿轮频率的位置处所产生的边带波的峰值强度,诊断部130将提取出的边带波的峰值强度与峰值强度阈值进行比较来进行电动机5的状态诊断。在本实施方式中,示出电动机5的状态诊断装置101,其中,运算部140包括0A值计算部141,该0A值计算部141计算在进行电动机5的状态诊断时使用的总体值(以下记载为“0A值”)。除此以外的结构与实施方式1相同,对与实施方式1相同的结构标注相同的标号,省略说明。

[0087] 如图9所示,状态诊断装置101的运算处理部80包括电流变动运算部110、分析区间判定部111、基准值存储部113、诊断结果保存部114、分析部120、诊断部130和运算部140。通过该结构,诊断部130能通过将边带波的峰值强度与峰值强度阈值进行比较来进行电动机5的状态诊断,因而能减少状态诊断所需的参数数量,缩短诊断时间。

[0088] 此外,本实施方式所涉及的运算处理部80的运算部140包括0A值计算部141。

[0089] 0A值计算部141从作为由分析部120计算出的分析结果的频谱波形来计算振幅平均值即0A值,作为用于判定电动机5的异常的信息。在学习时计算出的0A值被保存到基准值存储部113中,在诊断时计算出的0A值被输出到判断部133。

[0090] 另外,0A值是指通过对电流数据进行频率分析而获得的分析结果即整个频谱波形的振幅的平均大小。然而,电源频率及其谐波分量中的信号强度在计算出的0A值中所占的比例较大。因此,可以从0A值计算部141所计算的0A值的值中排除电源频率和电源频率的整数倍中的高阶频率分量即电源频率的谐波分量中的频率分量的峰值。这样,通过排除0A值中所占比例较大的值,能防止误诊断。

[0091] 接下来,将用图10和图11说明学习时和诊断时的处理步骤。另外,图10中,对与图5相同的处理内容标注相同标号。同样,图11中,对与图6相同的处理内容标注相同标号。因此,下面将说明图10的步骤S107、步骤S108、图11的步骤S207、步骤S209和步骤S210,省略除此以外的说明。

[0092] 首先,将说明学习时的处理步骤。在步骤S108中,0A值计算部141根据作为从分析部120输出的分析结果的频谱波形来计算0A值。在0A值计算部141中计算出的0A值被输出到基准值存储部113。

[0093] 在步骤S107中,基准值存储部113保存从0A值计算部141输出的0A值作为在诊断时使用的基准值,即0A阈值。此外,基准值存储部113保存在S106中固有峰值提取部131所提取的由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度,作为在诊断时使用的基准值,即峰值强度阈值。如上所述,在步骤S107中,将0A阈值和峰值强度阈值作为学习数据保存到基准值存储部113中。另外,0A阈值和峰值强度阈值可以存储在额定信息存储部9中。

[0094] 接下来,将说明诊断时的处理步骤。在步骤S209中,0A值计算部141根据作为从分析部120输出的分析结果的频谱波形来计算0A值。计算出的0A值从0A值计算部141输出到诊断部130的判断部133。

[0095] 在步骤S210中,判断部133将在步骤S209中由0A值计算部141计算出的0A值与保存在基准值存储部113中的0A阈值进行比较。

[0096] 在步骤S207中,当在步骤S210中判定为0A值满足0A阈值并且在步骤S206中判定为峰值强度满足峰值强度阈值时,判断部133判断为电动机5中存在异常,并前进到步骤S208。此外,在任意一方不满足阈值的情况下,判断为电动机5正常,并返回到步骤S201。

[0097] 如上所述,电动机5的状态诊断方法包括:输入由电流检测器4从电动机5检测到的电流数据的步骤;对输入的电流数据进行频率分析,计算分析结果的步骤;从分析结果检测电动机5的电源频率的边带波的多个峰值强度的步骤;从电动机5的额定信息计算带齿轮部60的固有频率,从检测到的多个峰值强度中提取以电动机5的电源频率为基准而发生了与固有频率相对应的偏离的位置处所产生的边带波的峰值强度的步骤;从分析结果来计算0A值的步骤;以及将从正常地进行动作的电动机5计算出的峰值强度阈值与峰值强度进行比较,并将从正常地进行动作的电动机5计算出的0A阈值与0A值进行比较,对电动机5进行诊断的步骤。由此,与实施方式1所涉及的电动机5的状态诊断方法相比,能提高诊断结果的准确性。

[0098] 如上所述,本实施方式所涉及的电动机5的状态诊断装置101中,运算部140中包括0A值计算部141,判断部133使用在0A值计算部141中所计算出的0A值和固有峰值提取部131中所提取出的由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度来进行电动机5的状态诊断。由此,能减少诊断所需的参数数量,并缩短诊断所花费的时间。另外,与实施方式1所涉及的电动机5的状态诊断方法相比,能提高诊断结果的准确性。

[0099] 实施方式3.

将用图12说明本实施方式。图12是本实施方式所涉及的电动机的状态诊断装置的系统整体结构图。

[0100] 本实施方式中,示出了电动机5的状态诊断装置102,其在实施方式1所涉及的电动机5的状态诊断装置100的基础上,还包括学习部15、模型存储部16和推测部17。除此以外的结构与实施方式1相同,对与实施方式1相同的结构标注相同的标号,省略说明。

[0101] 如图11所示,状态诊断装置102例如包括电流输入部7、运算处理部81、额定信息存储部9、额定信息设定部10、显示部11、接触器驱动部12、输出部13、通信部14、学习部15、模型存储部16、推测部17。

[0102] 在状态诊断装置102中,固有峰值提取部131从由运算部112从频谱波形检测到的边带波的峰值强度中提取由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度,将提取出的峰值强度与峰值强度阈值进行比较,来进行电动机5的状态诊断。由此,由于能将由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度作为在诊断时使用的参数来进行电动机5的异常诊断,因此能减少诊断所需的参数数量,缩短诊断所花费的时间。

[0103] 学习部15获取从电流输入部7获取到的电流数据和保存在诊断结果保存部114中的电动机5的诊断结果,将诊断结果与电流数据相关联来进行学习,生成完成学习模型。即,存储在诊断结果保存部114中的诊断结果与频率分析前的电流数据相关联地进行存储,学习部15基于诊断结果,从由电流输入部7获取到的电流数据的时间序列数据中学习表示异常的征兆的时间序列模式,生成完成学习模型。

[0104] 另外,学习部15生成完成学习模型时的学习使用以下方法:通过深度学习(Deep Learning)从电动机5的判定为异常之前的一定期间的电流数据,来推测作为异常时共通的时间序列模式的、不包括在正常时的时间序列模式中的电流数据的时间序列模式。此外,可

以使用已知的遗传编程、归纳逻辑编程和支持向量机等机器学习。

[0105] 模型存储部16存储学习部15所生成的完成学习模型。另外,存储的完成学习模型不限于学习部15所生成的完成学习模型,例如,可以从外部读取预先学习的数据并将其存储为完成学习模型。此外,模型存储部16不限于设置在状态诊断装置102中的情况,也可以设置在外部服务器等中。

[0106] 推测部17通过存储在模型存储部16中的完成学习模型,来对从电流输入部7新获取到的电流数据推测电动机5的异常预兆,并将推测结果输出到监视装置200。即,从电流输入部7获取电流数据,使用存储在模型存储部16中的完成学习模型来推测该电流数据是否是在电动机5的异常时作为征兆而被发现的时间序列模式,当发现异常征兆时,判断为电动机5存在异常,将推测结果输出到监视装置200。

[0107] 另外,推测结果不限于输出到监视装置200,可以经由运算处理部8输出到显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14。由此,通过根据电流数据发现电动机5的异常征兆,能有计划地执行电动机5的维护,调整连接到电动机5的机械设备6的停止期间,使停止期间最短。

[0108] 如上所述,本实施方式所涉及的电动机5的状态诊断装置102还包括学习部15、模型存储部16和推测部17,学习部15从基于分析结果获取到的电流数据生成完成学习模型,推测部17使用完成学习模型从电流数据推测电动机5的异常。根据该结构,由于能根据电流数据预测电动机5的异常,因此能健全地运用电动机5,并且能执行维护计划而不发生不必要的设备停止。

[0109] 另外,在本实施方式中,说明了在实施方式1的状态诊断装置100的基础上还包括学习部15、模型存储部16、推测部17的状态诊断装置102,但是也可以构成为在实施方式2的状态诊断装置101的基础上还包括学习部15、模型存储部16和推测部17。

[0110] 实施方式4.

本实施方式使用图13至图15进行说明。图13是本实施方式所涉及的电动机的异常预兆推测装置的系统整体结构图。图14是示出本实施方式所涉及的电动机的异常预兆推测装置学习时的处理步骤的流程图。图15是示出本实施方式所涉及的电动机的异常预兆推测装置的应用时的处理步骤的流程图。

[0111] 在本实施方式中,示出了外接到电动机5的状态诊断装置100的电动机5的异常预兆推测装置300。除此以外的结构与实施方式1相同,对与实施方式1相同的结构标注相同的标号,省略说明。

[0112] 如图13所示,状态诊断装置100包括例如电流输入部7、运算处理部8、额定信息存储部9、额定信息设定部10、显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14。在状态诊断装置100中,固有峰值提取部131从由运算部112从频谱波形检测到的边带波的峰值强度中提取由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度,将提取出的峰值强度与峰值强度阈值进行比较,来进行电动机5的状态诊断。由此,由于能将由带齿轮频率引起的边带波的峰值强度作为在诊断时所使用的参数来进行电动机5的异常诊断,因此能减少诊断所需的参数数量,缩短诊断所花费的时间。

[0113] 此外,电动机5的异常预兆推测装置300包括数据获取部310、完成学习模型生成部320、完成学习模型存储部330和电流数据推测部340。

[0114] 数据获取部310从状态诊断装置100的电流输入部7获取电流数据,从运算处理部8的诊断结果保存部114获取与频率分析之前的电流数据相关联的电动机5的诊断结果。

[0115] 完成学习模型生成部320从诊断结果来学习由数据获取部310获取到的电流数据,生成完成学习模型。具体地,基于诊断结果,从由电流输入部7获取到的电流数据的时间序列数据中学习表示异常的征兆的时间序列模式,生成完成学习模型。另外,所学习的完成学习模型的数据数量没有特别限制,但是例如,可以在完成学习模型生成部320等中预先设定要学习的数据数量,当已经完成了所设定的数据数量的学习时,可以结束学习。

[0116] 生成完成学习模型时的学习使用以下方法:通过深度学习(Deep Learning)从电动机5的判定为异常之前的一定期间的电流数据,推测作为异常时共通的时间序列模式的、不包括在正常时的时间序列模式中的电流数据的时间序列模式。另外,不限于深度学习,可以使用遗传编程、归纳逻辑编程和支持向量机等机器学习。

[0117] 完成学习模型存储部330存储在完成学习模型生成部320中所生成的完成学习模型。另外,要存储的完成学习模型不限于完成学习模型生成部320所生成的完成学习模型,例如,可以从外部读取完成学习数据并将其作为完成学习模型来进行存储。此外,完成学习模型存储部330不限于配置于异常预兆推测装置300的情况,也可以例如设置在外服务器等中。

[0118] 电流数据推测部340通过完成学习模型对从数据获取部310新获取到的电流数据推测电动机5的异常预兆,将推测结果输出到监视装置200。即,数据获取部310从电流输入部7获取电流数据,对使用存储在完成学习模型存储部330中的完成学习模型而获取到的电流数据是否是在电动机5的异常时作为征兆而被发现的时间序列模式进行推测,当发现异常征兆时,判断为电动机5存在异常,将推测结果输出到监视装置200。

[0119] 另外,推测结果不限于输出到监视装置200,也可以经由运算处理部8输出到显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14。由此,根据电流数据来发现电动机5的异常征兆,从而能有计划地执行电动机5的维护,能调整连接到电动机5的机械设备6的停止期间,使停止期间最短。

[0120] 接下来,将用图14说明学习步骤。图14是示出学习阶段的流程图。

[0121] 在步骤S301中,数据获取部310从电流输入部7获取电流数据,并从运算处理部8的诊断结果保存部114获取与频率分析之前的电流数据相关联的诊断结果。

[0122] 在步骤S302中,完成学习模型生成部320根据从数据获取部310输出的电流数据和诊断结果来学习电动机5的异常预兆。即,从电流输入部7将电动机5诊断为异常之前的一定期间的电流数据中,根据诊断结果来学习在诊断为异常时共通的电流数据的时间序列模式,生成完成学习模型。

[0123] 在步骤S303中,完成学习模型存储部330存储在步骤S302中生成的完成学习模型。

[0124] 接下来,将用图15说明应用步骤。图15是示出应用阶段的流程图。

[0125] 在步骤S401中,数据获取部310从电流输入部7获取电流数据。

[0126] 在步骤S402中,将在步骤S401中由数据获取部310所获取到的电流数据输入到存储在完成学习模型存储部330中的完成学习模型中。

[0127] 在步骤S403中,电流数据推测部340输出输入到完成学习模型的电流数据的推测结果,即根据从数据获取部310获取到的电流数据来推测电动机5中是否存在异常预兆所获

得的结果。

[0128] 在步骤S404中,将从电流数据推测部340输出的推测结果输出到监视装置200。另外,推测结果不限于输出到监视装置200,也可以经由运算处理部8输出到显示部11、接触器驱动部12、输出部13和通信部14。

[0129] 如上所述,本实施方式所涉及的电动机5的异常预兆推测装置300从诊断结果来学习从状态诊断装置100获取到的电流数据,生成完成学习模型,将新获取到的电流数据输入到完成学习模型来推测电动机5的异常预兆。由此,在电动机5的状态诊断装置100诊断为电动机5存在异常之前,从电流数据来推测异常预兆,并将有无异常预兆输出到监视装置200,从而能有计划地执行电动机5的维护。此外,通过预先制定维护计划,从而能缩短连接到电动机5的机械设备6的不必要的停止期间。

[0130] 另外,在本实施方式中,构成为根据由实施方式1的状态诊断装置100所获取到的电流数据和诊断结果来生成完成学习模型,将新获取到的电流数据输入到完成学习模型,来推测电动机5的异常预兆,但是也可以构成为根据由实施方式2的状态诊断装置101所获取到的电流数据和诊断结果来生成完成学习模型,将新获取到的电流数据输入到完成学习模型,来推测电动机5的异常预兆。

标号说明

[0131] 1主电路,2布线用断路器,3电磁接触器,4电流检测器,5电动机,6机械设备,7电流输入部,8、80运算处理部,9额定信息存储部,10额定信息设定部,11显示部,12接触器驱动部,13输出部,14通信部,15学习部,16模型存储部,17推测部,20处理器,30存储器,40显示器,50输入接口,60带齿轮部,70负载设备,100、101状态诊断装置,110电流变动运算部,111分析区间判定部,112、140运算部,113基准值存储部,114诊断结果保存部,120分析部,121频率分析部,122峰值检测运算部,123旋转频带提取部,124频率轴转换部,125平均化处理部,130诊断部,131固有峰值提取部,132,133判断部,1410A值计算部,200监视装置,300异常预兆推测装置,310数据获取部,320完成学习模型生成部,330完成学习模型存储部,340电流数据推测部。

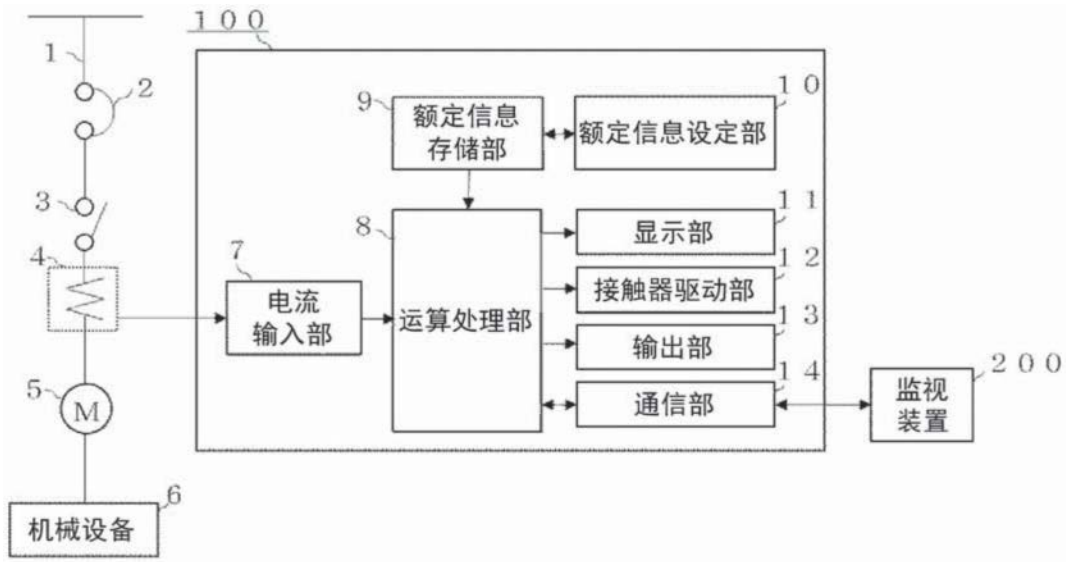


图1

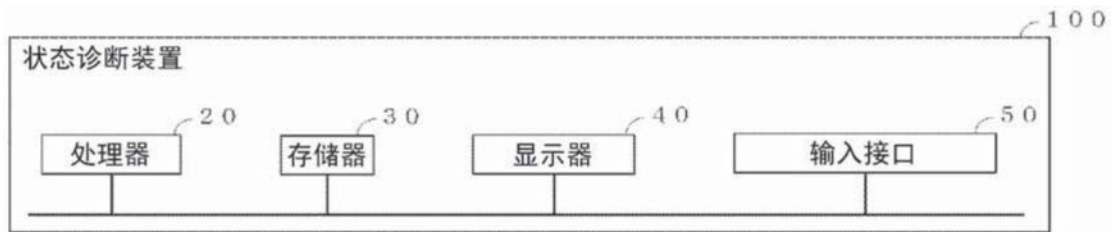


图2

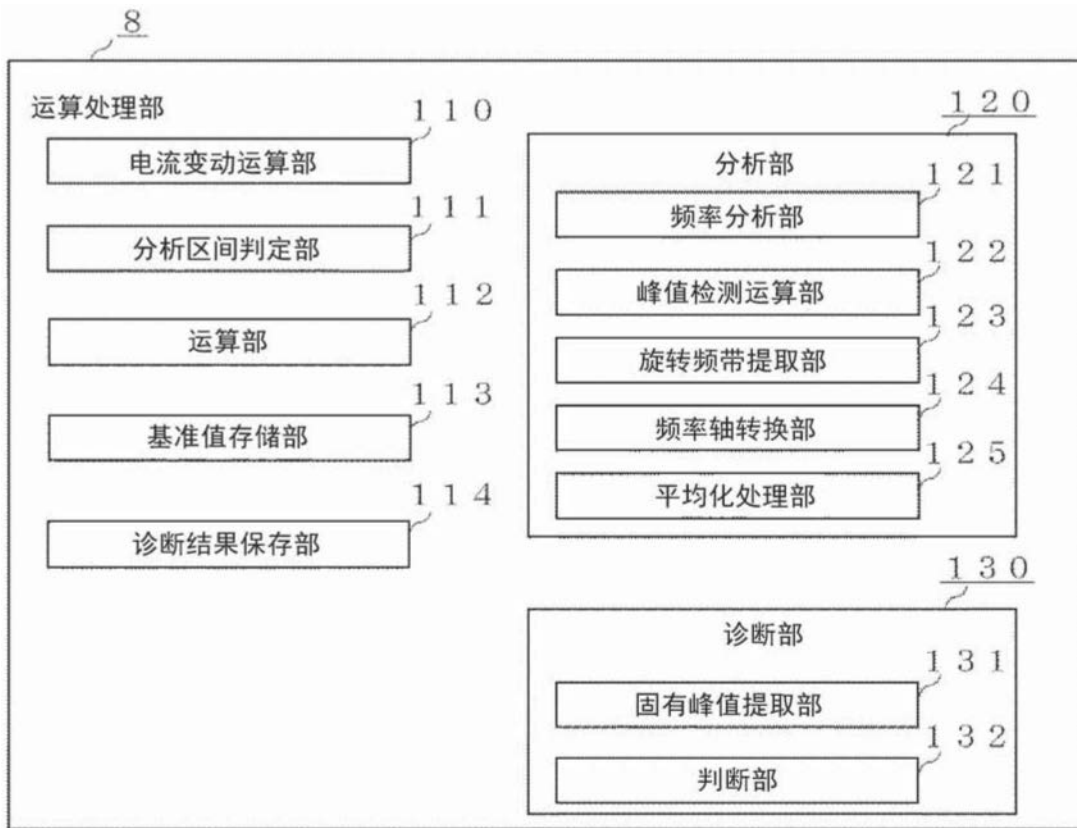


图3

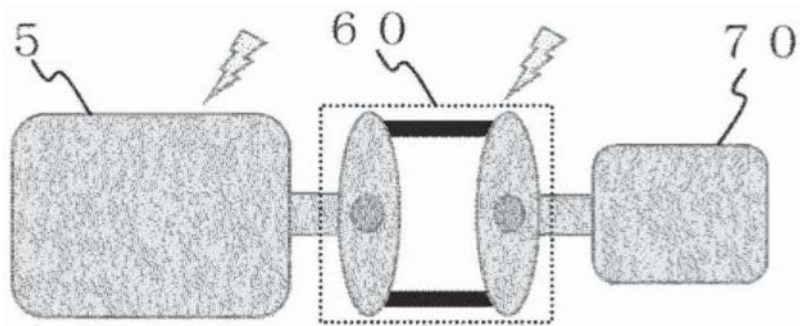


图4

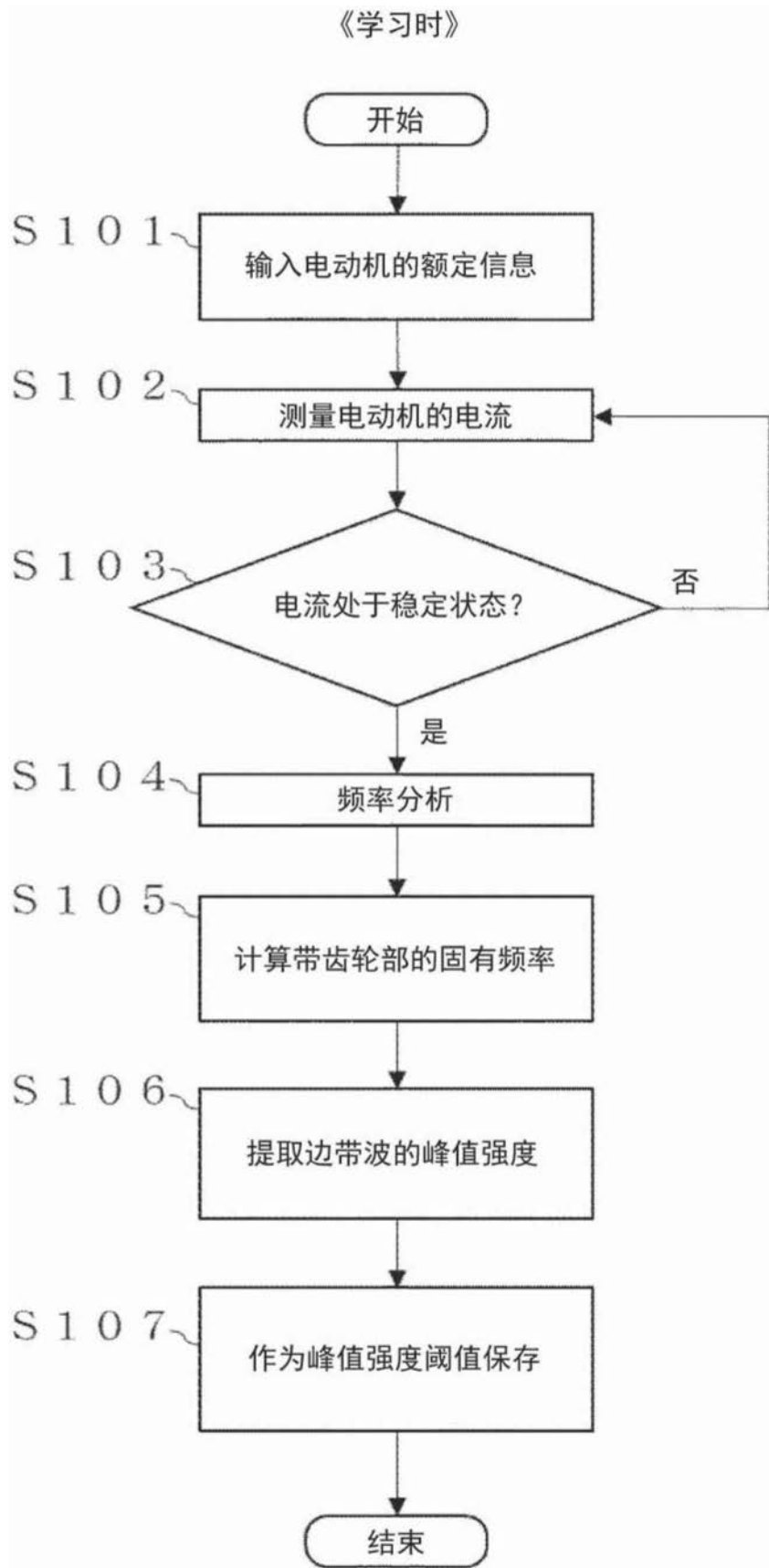


图5

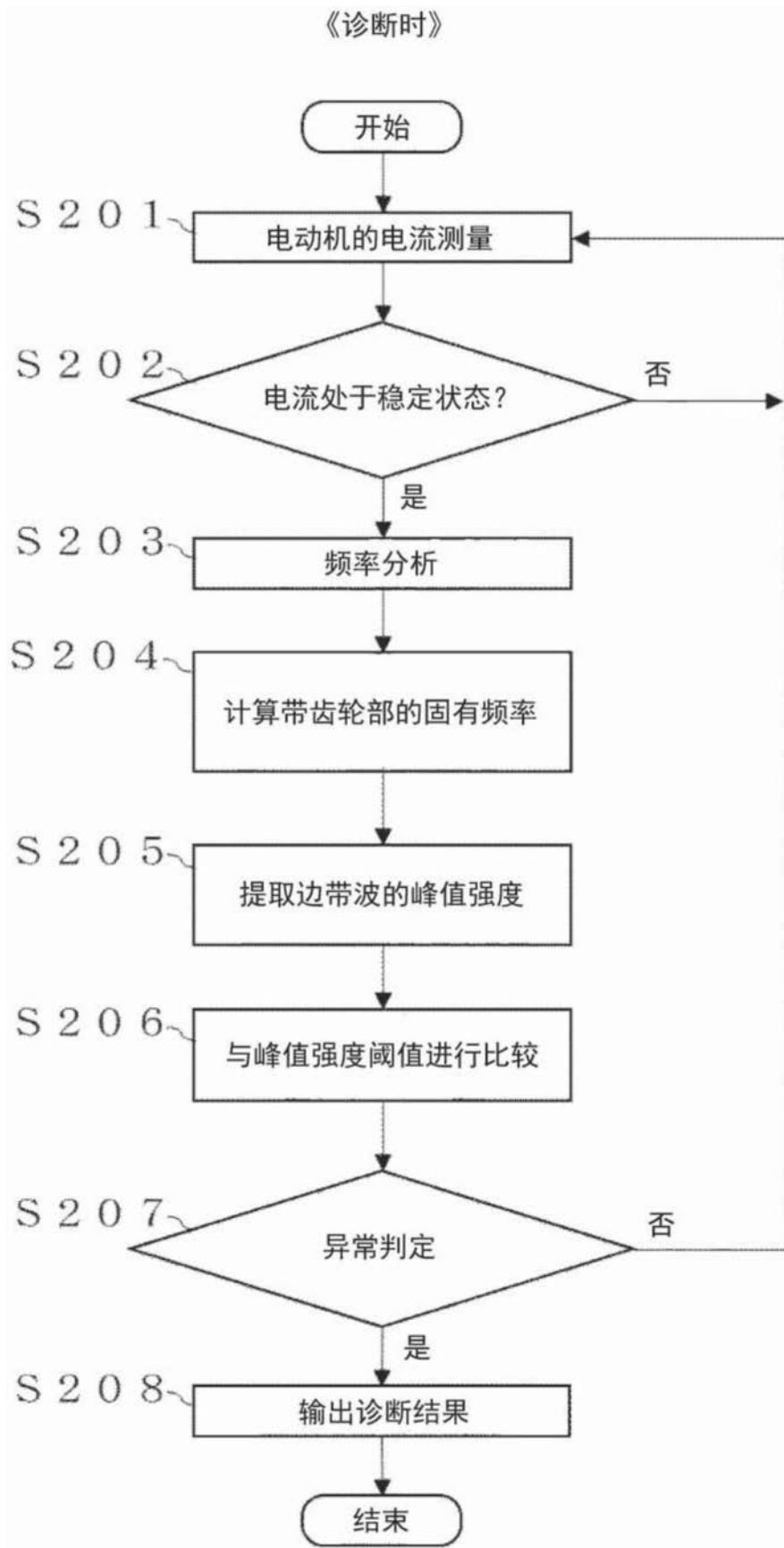


图6

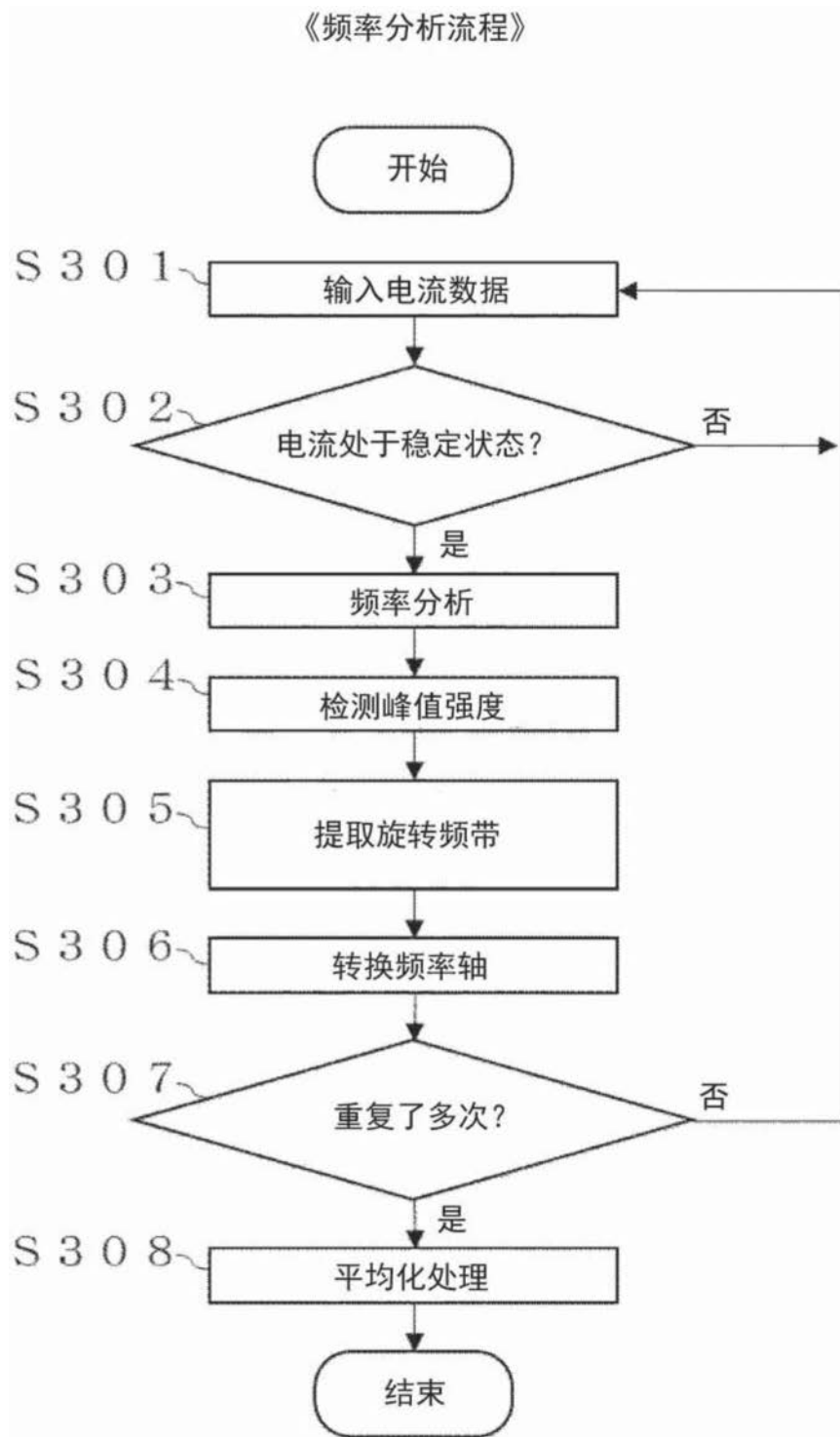


图7

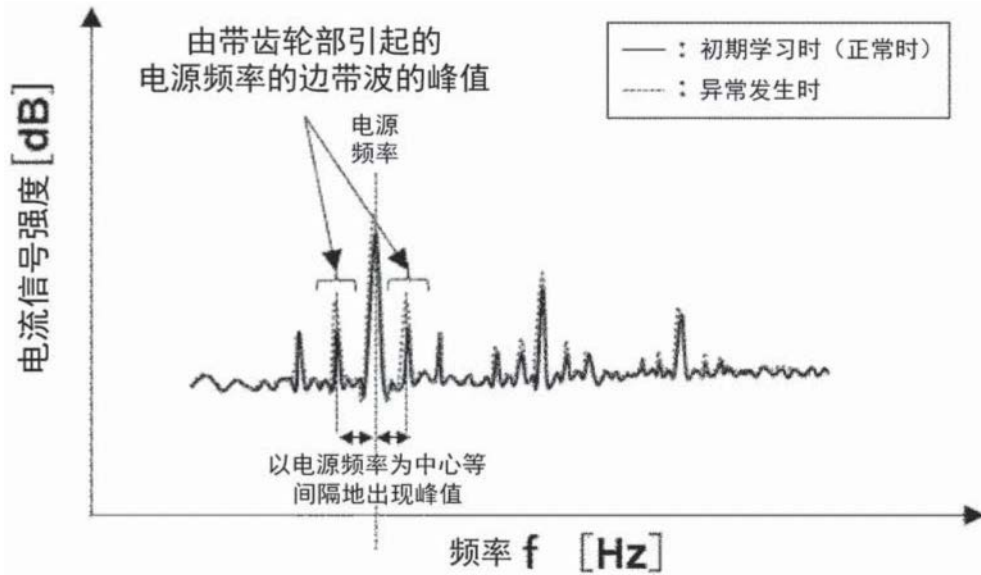


图8

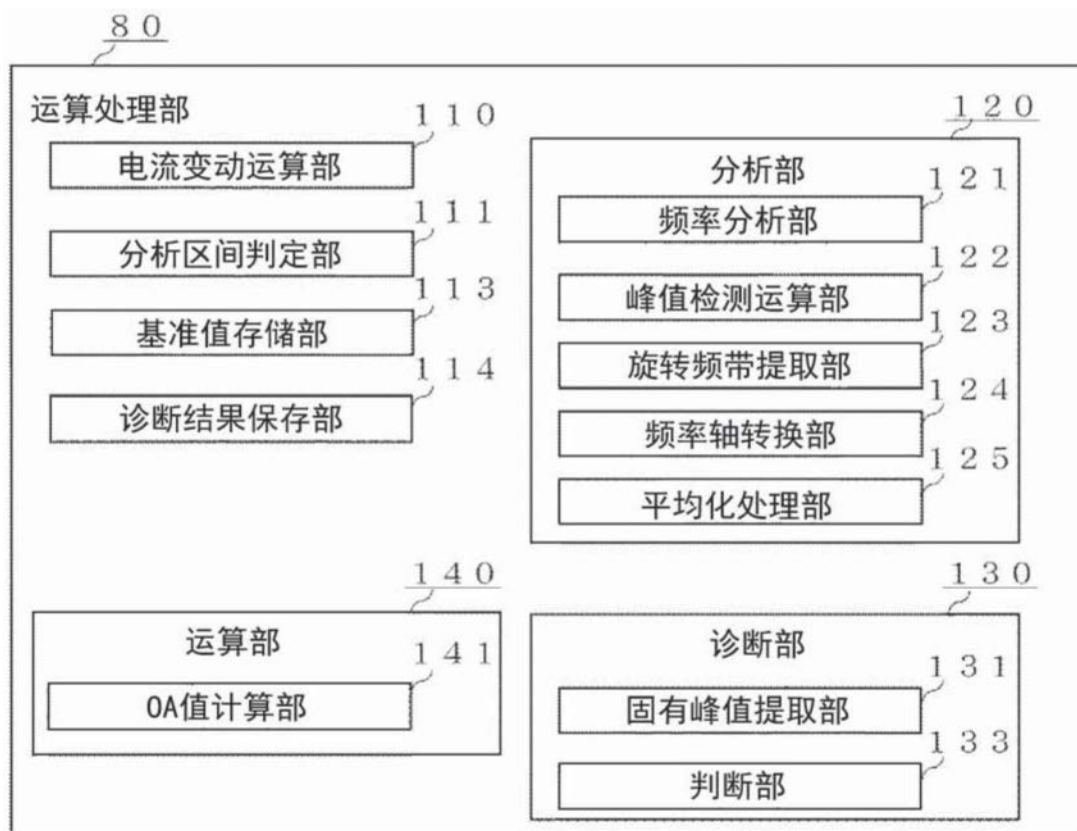


图9

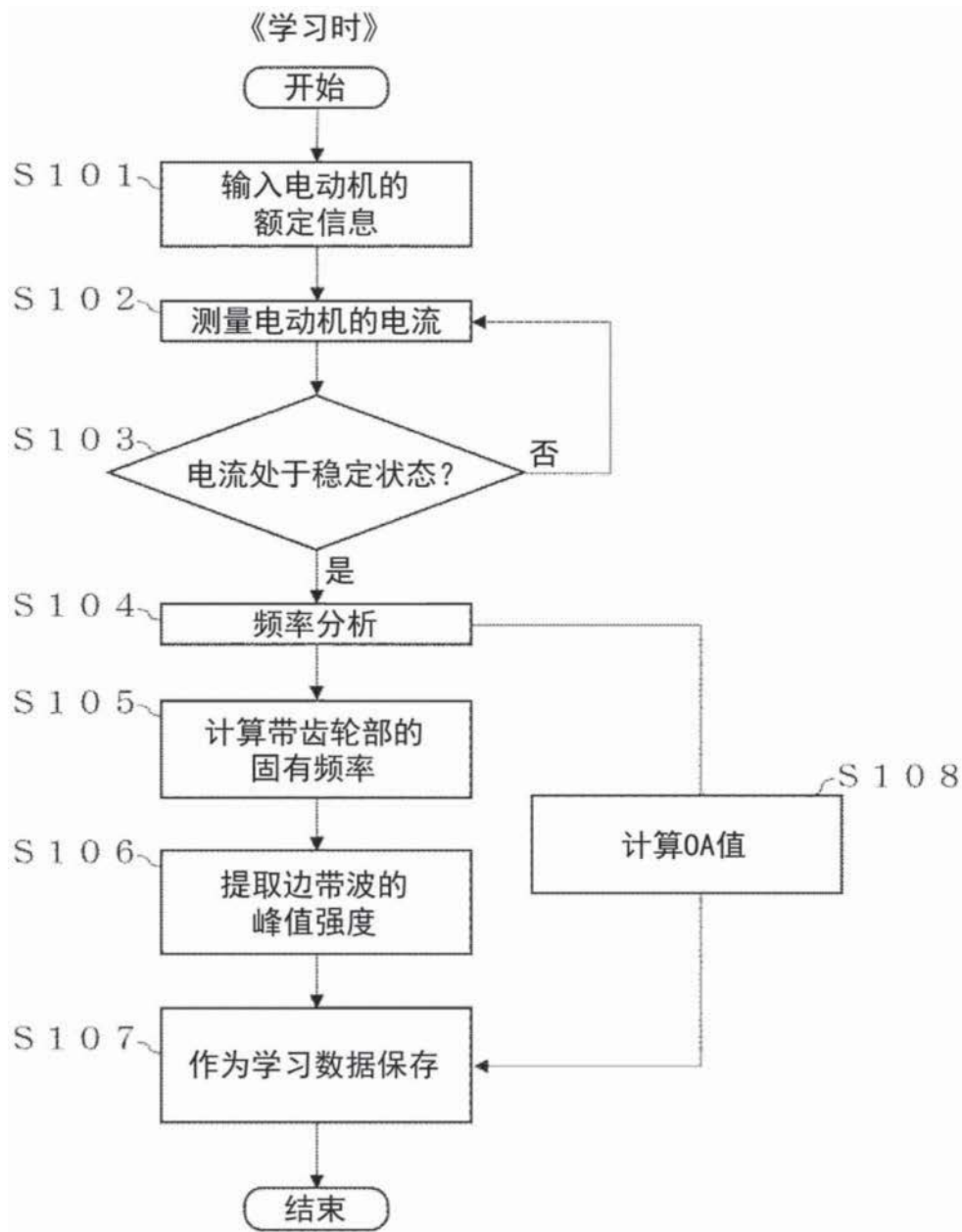


图10

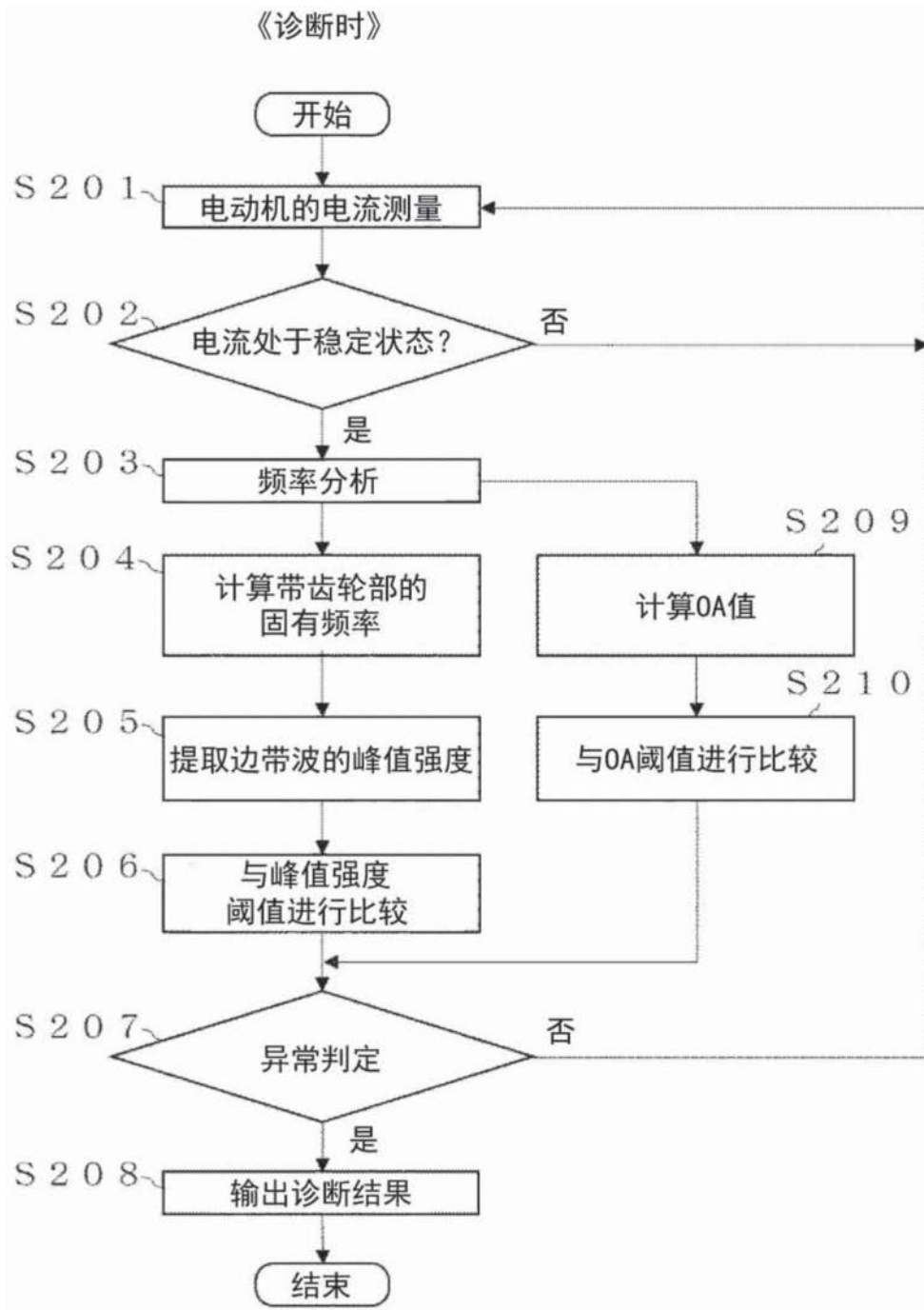


图11

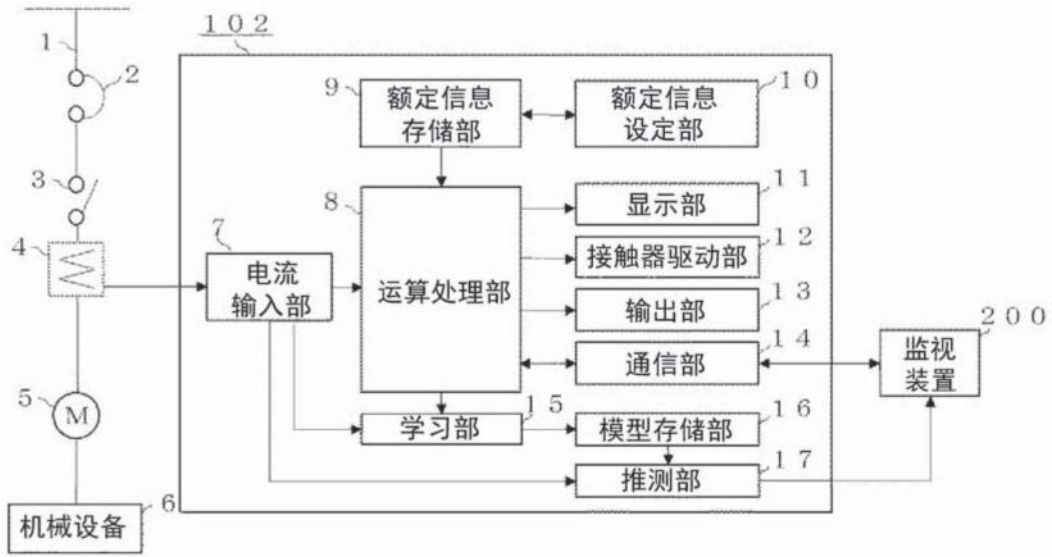


图12

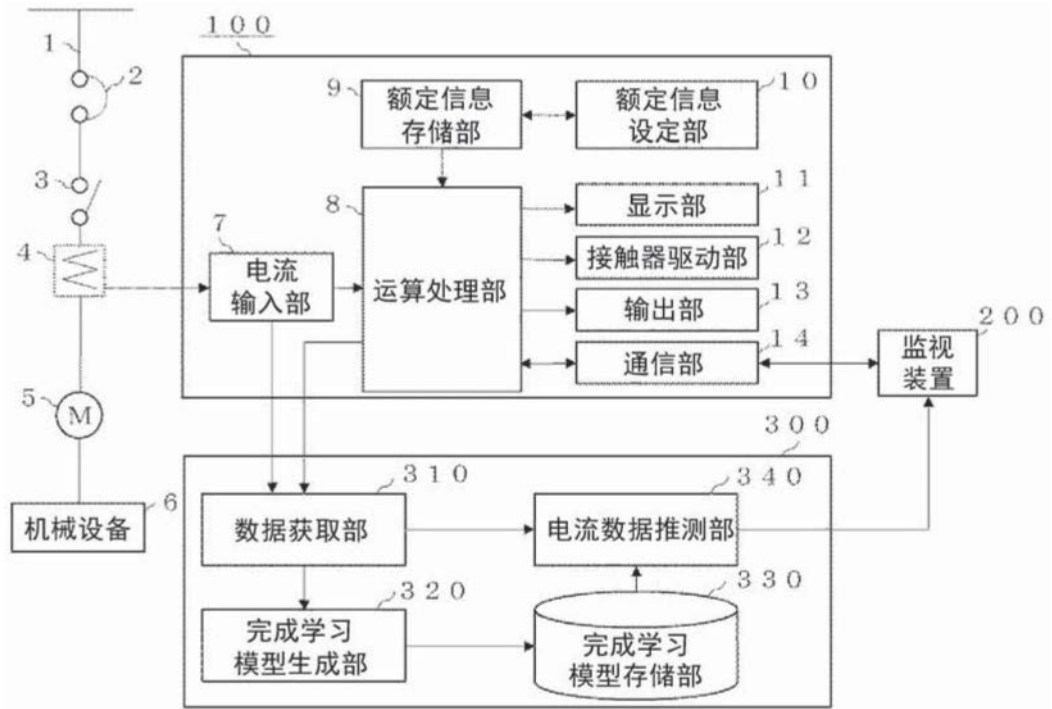


图13

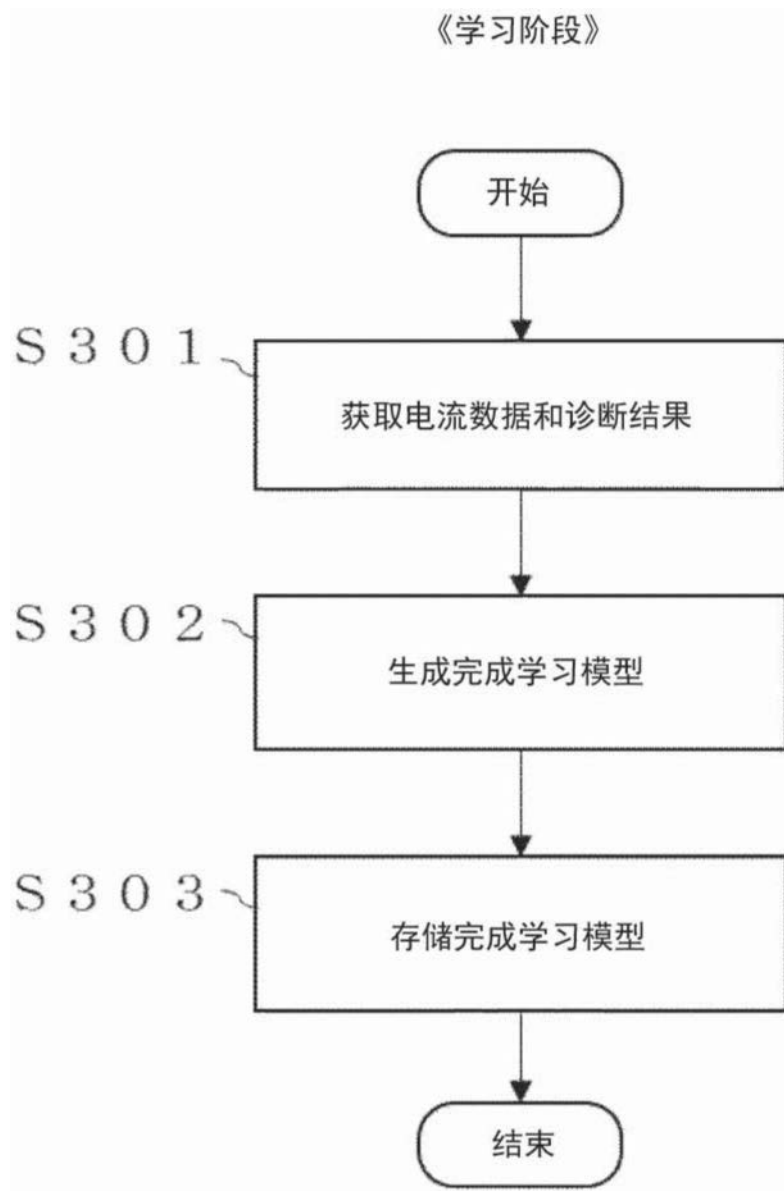


图14

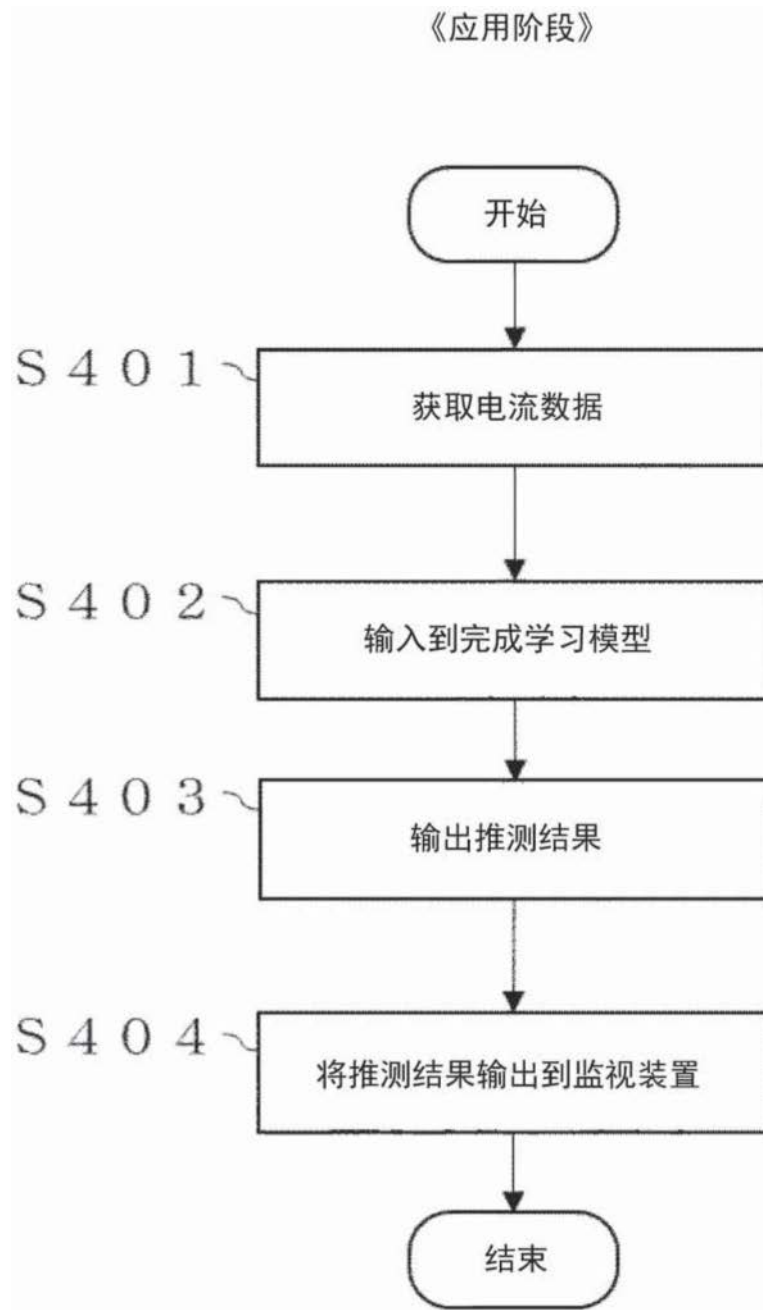


图15