(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118215892 A
(43)申请公布日 2024.06.18

(21)申请号 202180104074.8
(22)申请日 2021.11.19
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.05.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/042610 2021.11.19
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/089773 JA 2023.05.25
(71)申请人 发那科株式会社
地址 日本山梨县
(72)发明人 胡莲成 佐藤和宏
(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 范胜杰 曹鑫
(51)Int.Cl.
G05B 23/02(2006.01)

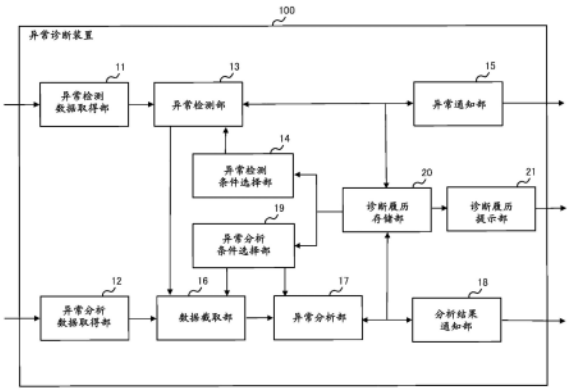
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

异常诊断装置、异常诊断系统以及存储介质

(57)摘要

一种异常诊断装置，诊断在工厂发生的异常，其中，取得用于在工厂发生的异常的异常检测的数据，使用用于异常检测的数据，检测诊断对象的异常，通知检测到的异常，取得用于异常分析的数据，使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据，分析异常原因的候补。



CN 118215892 A

1.一种诊断在工厂发生的异常的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常诊断装置具备:

异常检测数据取得部,其取得用于异常检测的数据;

异常检测部,其使用所述异常检测数据取得部取得的数据,检测诊断对象的异常;

异常通知部,其通知所述异常检测部检测到的异常;

异常分析数据取得部,其取得用于异常分析的数据;以及

异常分析部,其使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据,分析异常原因的候补。

2.根据权利要求1所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常检测部基于正常时和异常时的数据,确定与异常相关联的数据的特征量,

所述异常通知部通知所述特征量。

3.根据权利要求2所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常检测部针对每个所述特征量检测异常度,

所述异常通知部通知所述异常度高的特征量。

4.根据权利要求1所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常诊断装置具备:异常检测条件选择部,其受理用于所述异常检测的数据和用于所述异常检测的异常检测条件的选择。

5.根据权利要求1所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常诊断装置具备:异常分析条件选择部,其受理用于所述异常分析的数据和用于所述异常分析的异常分析条件的选择。

6.根据权利要求3所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常检测条件选择部受理所述异常检测是重视精度还是重视速度的选择,基于所述选择,判断用于所述异常检测的数据和用于所述异常检测的模型。

7.根据权利要求1所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常通知部实时地通知用于所述异常检测的数据的异常度。

8.根据权利要求1所述的异常诊断装置,其特征在于,

所述异常诊断装置具备:

诊断履历存储部,其存储异常诊断的结果;以及

诊断履历提示部,其提示所述异常诊断的结果。

9.一种诊断在工厂发生的异常的异常诊断系统,其特征在于,

所述异常诊断系统具备:

异常检测数据取得部,其取得用于异常检测的数据;

异常检测部,其使用所述异常检测数据取得部取得的数据,检测诊断对象的异常;

异常通知部,其通知所述异常检测部检测到的异常;

异常分析数据取得部,其取得用于异常分析的数据;以及

异常分析部,其使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据,分析异常原因的候补。

10.一种存储计算机能够读取的命令的存储介质,其特征在于,

所述命令由一个或多个处理器执行,由此进行以下处理:

取得用于在工厂发生的异常的异常检测的数据,

使用用于所述异常检测的数据,检测诊断对象的异常,

通知检测到的所述异常,

取得用于异常分析的数据,

使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据,分析异常原因的候补。

异常诊断装置、异常诊断系统以及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及异常诊断装置、异常诊断系统以及存储介质。

背景技术

[0002] 在工厂的生产线中,即使是一个不良情况,有时也会对全部工序造成影响。为了维持高运转率,要求实现将工厂设备的异常、故障防患于未然的故障预兆检测。

[0003] 在万一生产线因某种故障而停止的情况下,要求尽早地找出原因,迅速地解决问题。

[0004] 以往,已知如下技术:在确定在机械中产生的异常的原因的异常原因确定装置中,取得与机械的物理状态有关的传感器信号,根据从机械取得的信息来判定机械的动作状况,针对机械的每个动作状况,计算传感器信号的异常度,根据每个动作状况的异常度的系列即历史数据来诊断机械的异常的原因。例如,参照专利文献1。

[0005] 在专利文献1记载的异常原因确定装置中,基于来自传感器的信号来检测异常的征兆,提取能够确定为发生了异常的信号来进行异常原因的确定。确定结果存储于存储器,进行异常部位、异常种类的诊断。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2019-148971号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 在异常的诊断中,计算负荷与诊断的精度处于相反的关系。若提高诊断的精度,则计算负荷变高,为了降低计算负荷,需要调整诊断的精度。

[0011] 在制造业的异常诊断的领域,期望确保诊断的精度并且抑制计算负荷的技术。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 作为本公开的一个方式的异常诊断装置是诊断在工厂发生的异常的异常诊断装置,具备:异常检测数据取得部,其取得用于异常检测的数据;异常检测部,其使用异常检测数据取得部取得的数据,检测诊断对象的异常;异常通知部,其通知所述异常检测部检测到的异常;异常分析数据取得部,其取得用于异常分析的数据;异常分析部,其使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据,分析异常原因的候补。

[0014] 作为本公开的一个方式的异常诊断系统是诊断在工厂发生的异常的异常诊断系统,具备:异常检测数据取得部,其取得用于异常检测的数据;异常检测部,其使用异常检测数据取得部取得的数据,检测诊断对象的异常;异常通知部,其通知所述异常检测部检测到的异常;异常分析数据取得部,其取得用于异常分析的数据;以及异常分析部,其使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时

间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据,分析异常原因的候补。

[0015] 作为本公开的一个方式的计算机能够读取的存储介质存储有计算机能够读取的命令,该命令由一个或多个处理器执行,由此取得用于在工厂发生的异常的异常检测的数据,使用用于异常检测的数据,基于用于异常检测的模型来检测诊断对象的异常,通知检测到的所述异常,取得用于异常分析的数据,使用包含发生所述异常的时间点的时间的用于所述异常分析的数据、或者包含检测到所述异常的时间点的时间的用于所述异常检测的数据和用于所述异常分析的数据,分析异常原因的候补。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本发明的一个方式,能够确保机械的异常诊断中的诊断的精度并且抑制计算负荷。

附图说明

[0018] 图1是异常诊断装置的硬件结构图。

[0019] 图2是第一公开的异常诊断装置的框图。

[0020] 图3是异常检测条件选择画面的一例。

[0021] 图4是表示重视精度和重视速度的数据数之差的图。

[0022] 图5是异常通知画面的一例。

[0023] 图6是说明异常检测用的数据的截取的一例的图。

[0024] 图7是说明异常分析用的数据的截取的一例的图。

[0025] 图8是分析结果的显示画面的一例。

[0026] 图9是异常分析条件选择画面的一例。

[0027] 图10是说明异常诊断装置的动作的流程图。

[0028] 图11是表示第二公开的异常诊断系统的图。

具体实施方式

[0029] [第一公开]

[0030] 异常诊断装置100进行工厂、工厂内的机械、设备、在工厂制造的产品的异常的检测以及诊断。异常诊断装置100可以安装于作为工厂内的信息处理装置的数值控制装置、PLC(Programmable Logic Controller:可编程逻辑控制器)、服务器、个人计算机等,也可以如第二公开所示那样将异常诊断装置100的构成要素分散配置于工厂系统。

[0031] 参照图1,说明本公开的异常诊断装置100的硬件结构。

[0032] 异常诊断装置100是设置于工厂的内部的工厂的设备以及机械的异常检测装置、进行工厂的状态监视的PC(个人计算机)、进行机床的状态监视的数值控制装置等信息处理装置。

[0033] 异常诊断装置100所具备的CPU 111是整体控制异常诊断装置100的处理器。CPU 111经由总线读出在ROM 112中加工的系统程序,按照该系统程序控制异常诊断装置100的整体。在RAM 113中临时存储临时的计算数据、显示数据、用户经由输入部71输入的各种数据等。

[0034] 显示部70是附属于异常诊断装置100的监视器等。显示部70显示异常诊断装置100的操作画面、设定画面等。

[0035] 输入部71是与显示部70一体或者与显示部70不同的键盘、触摸面板等。用户操作输入部71,进行向显示于显示部70的画面的输入等。此外,显示部70和输入部71也可以是便携终端。

[0036] 非易失性存储器114例如是通过未图示的电池进行备份等,即使异常诊断装置100的电源断开也保持存储状态的存储器。在非易失性存储器114中存储经由未图示的接口从外部设备读入的程序、经由输入部71输入的程序、从异常诊断装置100的各部、工厂的传感器取得的各种数据。存储于非易失性存储器114的程序、各种数据也可以在执行时/利用时在RAM 113中展开。另外,在ROM 112中预先写入有各种系统程序。

[0037] 图2是第一公开的异常诊断装置100的框图。

[0038] 异常诊断装置100具备异常检测数据取得部11、异常分析数据取得部12、异常检测部13、异常检测条件选择部14、异常通知部15、数据截取部16、异常分析部17、分析结果通知部18、异常分析条件选择部19、诊断履历存储部20、诊断履历提示部21。

[0039] 异常检测数据取得部11取得用于异常检测的数据。用于异常检测的数据由后述的异常检测条件选择部14选择。异常检测数据取得部11取得的数据有来自数值控制装置、PLC等控制装置的运转数据、以及设置于工厂的传感器、包括机床的工业机械的内部传感器等检测的传感器数据。

[0040] 异常分析数据取得部12取得用于异常分析的数据。用于异常分析的数据由后述的异常分析条件选择部19选择。异常分析数据取得部12取得的数据有来自数值控制装置、PLC等控制装置的运转数据、以及设置于工厂的传感器、包括机床的工业机械的内部传感器等检测的传感器数据。此外,异常检测数据取得部11取得的用于异常检测的数据也包含在异常分析数据中。

[0041] 异常检测部13使用异常检测数据取得部11取得的数据来检测异常。用于异常检测的数据是电动机转矩、振动、温度、压力等时间序列数据。异常检测实时进行。

[0042] 在正常时,异常检测部13判断异常检测数据有无异常,或者计算异常度。在有无异常的检测以及异常度的计算中,优选计算与异常发生相关联的异常分析用数据的特征量。根据电动机转矩、振动、控制信号等计算特征量。特征量有各数据的截取区间、统计量(RMS:Root Mean Square、最大值、最小值、标准偏差、偏度、峰度)、或者傅立叶变换后的频域的值(PSD:Power Spectral Density、各频率下的振幅、相位)等。

[0043] 特征量不是事先决定的,从适合性、通用性的观点出发,从正常、异常的数据中选定。预先选择几个特征量候补,以某个基准评价特征量的适合性、通用性,并反复进行,由此决定最佳的特征量。

[0044] 在此,适合性是指正常与异常之间最背离的特征量。另外,也包含这样的特征量的组合。

[0045] 关于通用性,例如从耐噪声性、移植性等观点出发,数字信号具有比模拟信号高的通用度。另外,从数据取得的容易度的观点出发,速度信号具有比转矩指令信号高的通用度,而控制信号具有比速度信号高的通用度。

[0046] 异常通知部15也可以向操作者通知异常分析数据的特征量。

[0047] 异常检测部13有时也基于异常分析数据的特征量计算异常度。异常通知部15向操作者通知异常检测部13计算出的异常分析数据的异常度。操作者能够确认多种数据的异常度。

[0048] 异常检测条件选择部14受理来自操作者的异常检测条件的选择。图3是异常检测条件选择画面的一例。在异常检测条件选择画面中,能够输入成为诊断对象的机械或设备的种类、使用的部件、机械或设备的设定信息、机械或设备的动作内容、异常检测的模式、异常检测中使用的数据的种类、异常检测中使用的模型等。

[0049] 在图3的异常检测条件选择画面中,能够输入作为机床的种类的“加工中心”、作为使用的部件的“立铣刀”、作为动作内容的“攻丝加工”等条件。

[0050] 异常检测的模式有“重视精度”、“重视速度”等。若选择异常检测的模式,则决定适合于所选择的模式的异常检测的模型、用于异常检测的数据的种类。

[0051] 用于异常检测的数据的种类有电流电压、温度、湿度、红外线、加速度、磁、压力、倾斜、流体速度、振动、旋转速度、转矩等。

[0052] 例如,在检测电动机和基于电动机的可动部的异常的情况下,使用转矩指令、振动、声音等数据。

[0053] 当在异常检测的模式选择中选择为重视速度时,选择使用一种或少数的数据(例如转矩指令)来检测异常的模型。在提高精度的情况下,选择不仅使用转矩指令,还组合了多个或大量数据的模型。

[0054] 图4表示“重视精度”与“重视速度”的数据数之差。在处理多个数据的“重视精度”的信号处理中,按每个时间块输入多个信号(信号A至信号N)。在“重视速度”的信号处理中,针对每个时间块输入一个信号(信号A)。异常检测部13对所输入的数据依次进行处理,但数据数量越少越高速。

[0055] 异常检测的模型有MT法、变分自动编码器(Variational auto-encoder:VAE)等。

[0056] MT法是在以正常数据为基准时针对对象是否在基准内进行数值化的方法。如MT法那样使用平均值、标准偏差等来计算异常度的方法的计算负荷低。

[0057] 变分自动编码器是使用深度学习的模型之一。在存在适当维护的大量数据的情况下,精度提高,但计算负荷高。

[0058] 当在异常检测的模式的选择中选择为重视速度时,选择MT法等计算负荷低的模型。当选择重视精度时,选择VAE等计算负荷高但精度相对高的模型。

[0059] 用于异常检测的模型也能够由操作者直接选择。在图3的选择画面中设置有用于异常检测的模型、用于异常检测的数据的种类的选择区域。

[0060] 如果异常检测的条件改变,则波形的特征、波形的倾向不同。异常检测部13及异常分析部17将异常检测及异常分析的结果存储于诊断履历存储部20。另外,在诊断履历存储部20中存储有预先针对每个条件进行学习而制作出的模型。

[0061] 异常通知部15监视异常检测数据,当检测到异常时通知操作者。图5是异常通知画面的一例。在该画面中显示用于异常检测的数据(在此为转矩指令)的异常度“转矩指令异常度:10.1”以及针对异常度的异常概率“机械异常概率96.1%”。图5的图表表示机械异常概率的推移。异常通知画面始终显示。操作者能够实时地确认异常检测的结果。

[0062] 当发生异常时,异常通知部15在异常通知画面显示异常分析数据的异常度。操作

者能够基于多个数据的异常度来分析异常的原因。

[0063] 数据截取部16基于异常检测的结果进行数据的截取。图6的上段表示正常时的电动机的转矩指令，下段表示异常时的电动机的转矩指令。图中的虚线之间的区域表示截取的范围。截取的范围由预定的规则决定。作为一例，将包含检测到异常的时间点的前后的数据截取预定的时间。截取规则没有特别限定。根据图6可知，在正常时和异常时，截取出的数据的波形大不相同。

[0064] 数据截取部16还基于异常检测的结果来进行用于异常分析的数据的截取。图7表示Z轴位置反馈、切削信号、旋转速度的截取范围。数据截取部基于异常检测的结果，也进行其他数据的截取。

[0065] 异常分析部17取得数据截取部16截取出的数据，进行异常原因的分析。诊断履历存储部20存储根据过去的截取数据生成的异常分析用的模型。异常分析部17使用异常分析用的模型，根据截取的数据来分析异常原因。

[0066] 分析结果通知部18向操作者通知异常分析的结果。图8表示异常原因的分析结果的显示画面的例子。在图8的显示画面中，用概率表示“工具折断概率：91.1％”、“切屑堵塞概率：6％”、“主轴润滑脂不足概率：2％”、“主轴破损概率：0.1％”、“序列号错误概率：0.001％”这样的分析结果。

[0067] 异常分析条件选择部19受理操作者对异常分析条件的选择。通过设定异常分析条件，能够选择适当的模型。图9是异常分析条件选择画面的一例。在选择画面中能够选择异常分析的模式、用于异常分析的数据的种类、用于异常分析的模型等。

[0068] 诊断履历存储部20存储异常检测的条件、异常检测的结果、截取出的数据、异常分析的条件、异常分析的结果、异常检测用的模型、异常分析用的模型等。过去的诊断履历用于模型的构建、异常检测、异常分析。

[0069] 诊断履历提示部21向操作者提示存储于诊断履历存储部20的过去的诊断履历。过去的诊断履历能够在选择异常检测的条件及异常分析的条件时利用。过去的诊断履历成为在选择异常检测、异常分析中使用的模型、数据的种类时的参考。

[0070] 参照图10的流程图说明第一公开的异常诊断装置100的动作。

[0071] 异常诊断装置100从操作者取得异常检测条件(步骤S1)。异常诊断装置100例如显示异常检测条件的选择画面，受理操作者的输入。在选择画面中，能够选择异常检测的模式、用于异常检测的数据的种类、用于异常检测的模型等。

[0072] 异常诊断装置100从操作者取得异常分析条件(步骤S2)。异常诊断装置100例如显示异常分析条件选择画面，受理操作者的输入。在选择画面中，能够选择异常分析的模式、用于异常分析的数据的种类、用于异常分析的模型等。此外，异常分析条件也可以在步骤S7的异常分析之前选择。

[0073] 异常诊断装置100从工厂的设备、机械以及配置于工厂的传感器取得数据。异常诊断装置100在步骤S1中选择的条件下进行异常检测(步骤S3)。在步骤S3的异常检测中，使用比异常分析少的数据实时地进行。

[0074] 当检测到异常的发生时(步骤S4；是)，异常诊断装置100向操作者通知异常的发生(步骤S5)。异常诊断装置100例如显示异常通知画面，显示成为异常检测的对象的数据的异常度、异常发生的概率。

[0075] 在未检测到异常的发生的情况下(步骤S4;否),将处理转移至步骤S3,继续异常检测。

[0076] 当检测到异常时,异常诊断装置100截取用于异常分析的数据(步骤S6)。在步骤S2中选择用于异常分析的数据的种类。数据的截取范围由预定的规则决定。

[0077] 异常诊断装置100使用截取出的数据,在步骤S2中选择的条件下进行异常分析(步骤S7)。步骤S7的异常分析不需要实时执行。使用比步骤S3的异常检测更多的数据,推测异常的发生部位、异常原因等。

[0078] 异常诊断装置100向操作者通知异常分析的结果(步骤S8)。异常诊断装置100例如将异常分析的结果显示于显示画面。在显示画面中显示推定出的异常原因和概率。操作者参考异常分析的结果来确定实际的异常原因。操作者的确认结果作为真正的异常原因反馈给异常诊断装置。

[0079] 异常诊断装置100将异常检测的条件、异常检测用的模型、异常检测的结果、截取的数据、异常分析的条件、异常分析的结果、异常分析用的模型、操作者反馈的真正的异常原因等记录于诊断履历存储部(步骤S9)。

[0080] 如以上说明的那样,在第一公开的异常诊断装置100中,将异常诊断分割为异常检测和异常分析这两个阶段。作为用于异常检测的模型,使用与用于异常分析的模型相比所利用的数据少、且计算负荷低的模型。由此,异常检测中的数据取得的负荷和计算负荷变低,能够无延迟地进行异常检测。

[0081] 第一及第二公开的异常诊断装置100保持能够确定异常原因的多个模型。在发生异常的情况下,提取包含发生异常的时间点的、发生异常前后的异常诊断数据,分别计算正常时的数据和偏离度,确定异常原因。

[0082] 异常分析的条件能够由操作者设定。操作者能够一边考虑计算负荷、通信负荷、重视精度和速度中的哪一个等,一边设定适当的诊断方法。根据本公开,能够抑制计算成本、通信成本等,并且改善工厂的生产性、可靠性。

[0083] 异常诊断装置100实时地显示作为异常检测的结果的异常度。操作者能够监视异常度的变化并预测异常的发生。

[0084] 异常诊断装置100记录异常检测的条件、异常检测的结果、异常检测的推定精度、异常分析的条件、异常分析的结果、异常分析的推定精度、截取的数据。操作者能够基于过去的异常诊断的推定精度等来选择适当的模型。

[0085] [第二公开]

[0086] 针对第二公开进行说明。第二公开的异常诊断系统200将第一公开的异常诊断装置的构成要素分散地配置于工厂系统。图11是工厂系统的一例。如图11所示,工厂系统由边缘端、雾端、云端构成。

[0087] 边缘端是在网络上接近传感器、控制设备的区域。在边缘计算中,对从工厂内大量配置的传感器、工厂的设备、机械的控制装置得到的大容量的数据进行实时处理。

[0088] 云端不是内部的硬盘驱动器、本地服务器,而是经由因特网的外部系统。云计算将边缘端收集的大量数据保存到云端,进行数据分析和解析。

[0089] 雾端在网络上位于云端与边缘端之间。雾端也可以执行在云端中进行的数据处理。在通过因特网发送之前,由于进行数据的处理,因此能够迅速应对环境的变化。

[0090] 在第二公开的异常诊断系统200中,在边缘端或雾端上安装异常检测数据取得部11、异常检测部13。具体地说,在网络上接近边缘端的信息处理装置(例如数值控制装置(CNC:Computerized Numerical Control)、PLC、本地服务器)、网络上接近雾端的信息处理装置(例如网关)等中安装异常检测数据取得部11、异常通知部15。

[0091] 异常分析数据取得部12、数据截取部16、异常分析部17安装于云端上的信息处理装置或接近雾端的信息处理装置。诊断履历存储部20安装于云端上的存储装置。

[0092] 异常检测条件选择部14、异常分析条件选择部19、分析结果通知部18可以安装于边缘端、雾端、云端中的任一个。

[0093] 在第二公开的异常诊断系统200中,由接近边缘端或雾端的信息处理装置进行异常检测,由接近雾端的信息处理装置或云端进行异常分析。在异常诊断系统中,能够事先选择异常检测条件和异常分析条件,在考虑计算负荷、通信负荷、重视精度和速度中的哪一个等的同时,设定适当的异常诊断方法。

[0094] 在异常诊断系统中,能够通过边缘端或雾端实时地进行异常检测,通过雾端或云端进行检测到异常的数据的分析。

[0095] 附图标记说明

[0096] 100异常诊断装置、

[0097] 200异常诊断系统、

[0098] 11异常检测数据取得部、

[0099] 12异常分析数据取得部、

[0100] 13异常检测部、

[0101] 14异常检测条件选择部、

[0102] 15异常通知部、

[0103] 16数据截取部、

[0104] 17异常分析部、

[0105] 18分析结果通知部、

[0106] 19异常分析条件选择部、

[0107] 20诊断履历存储部、

[0108] 21诊断履历提示部、

[0109] 111CPU、

[0110] 112ROM、

[0111] 113RAM、

[0112] 114非易失性存储器。

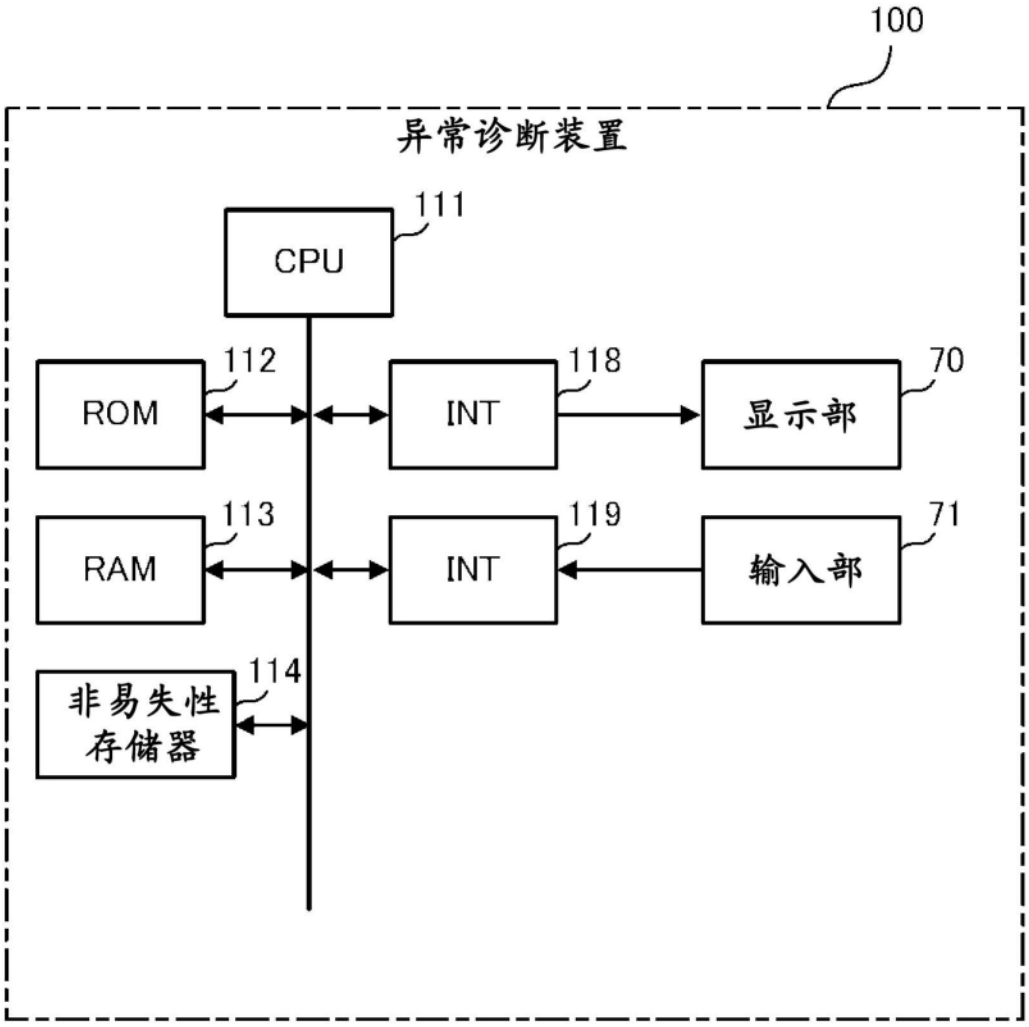

100
异常诊断装置
CPU
111
ROM
112
INT
118
显示部
70
RAM
113
INT
119
输入部
71
非易失性
存储器
114

图1

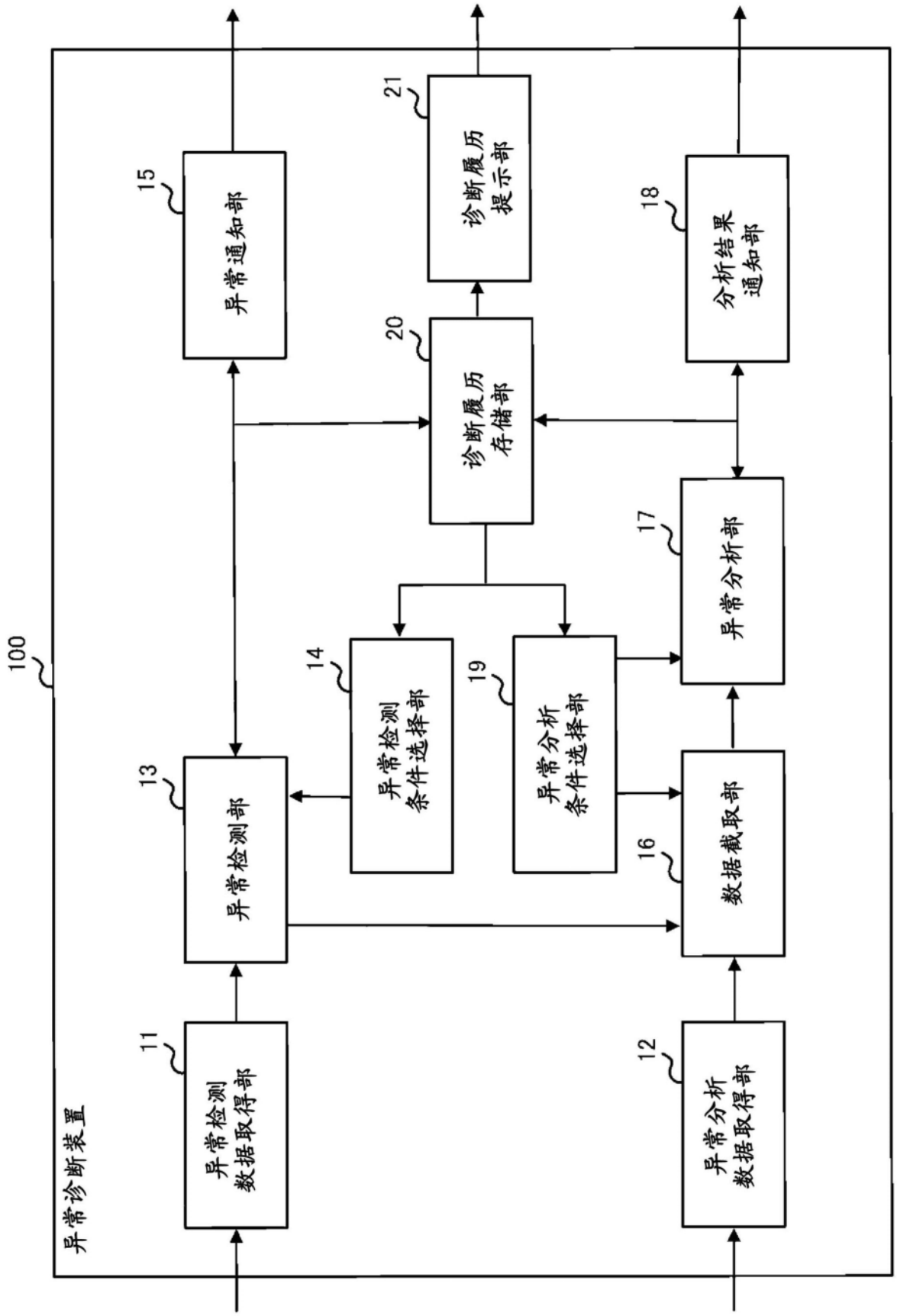

100
异常诊断装置
11
异常检测
数据取得部
12
异常分析
数据取得部
13
异常检测部
14
异常检测
条件选择部
15
异常通知部
16
数据截取部
17
异常分析部
18
分析结果
通知部
19
异常分析
条件选择部
20
诊断履历
存储部
21
诊断履历
提示部

图2

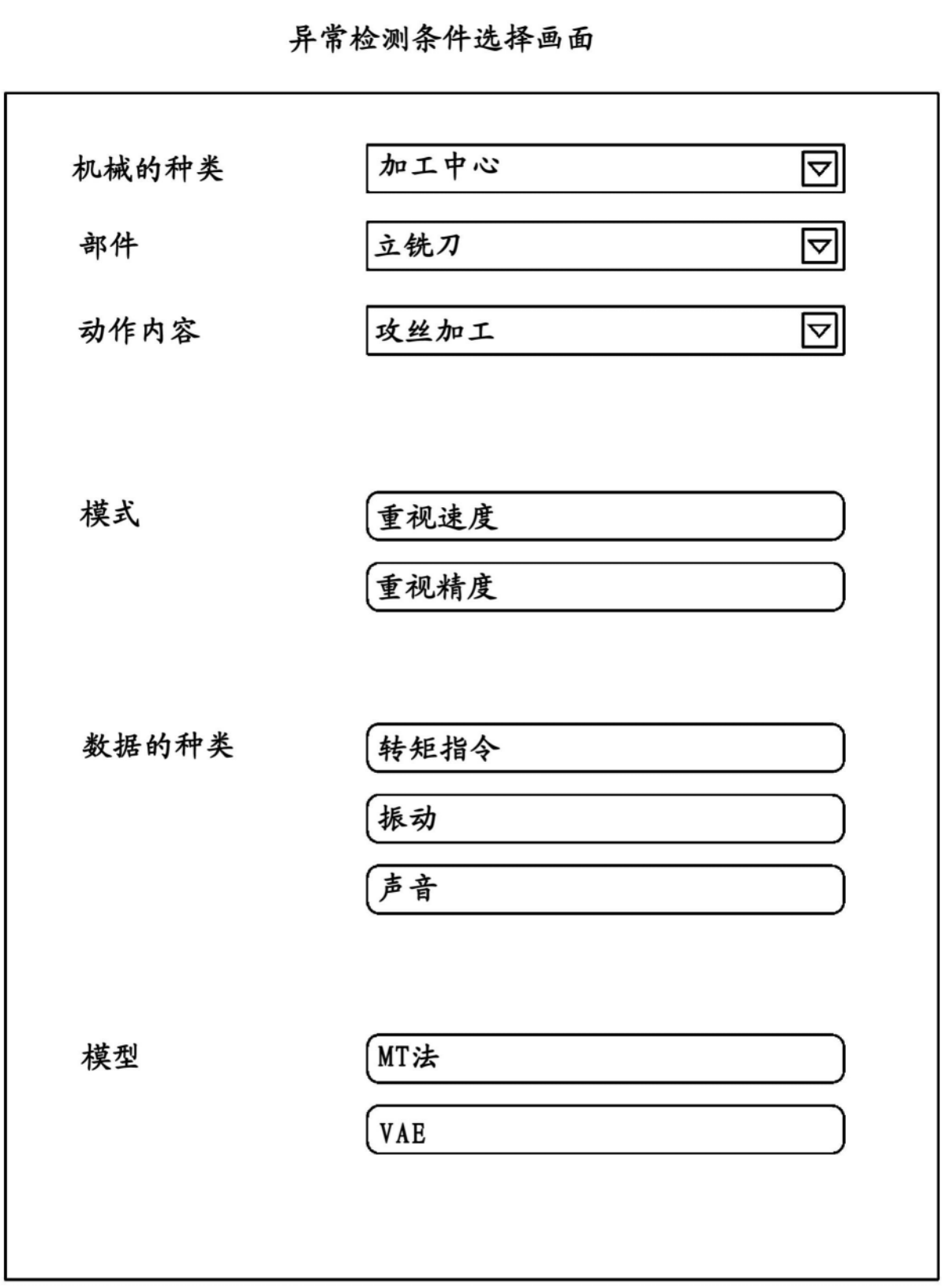

异常检测条件选择画面
机械的种类
加工中心
部件
立铣刀
动作内容
攻丝加工
模式
重视速度
重视精度
数据的种类
转矩指令
振动
声音
模型
MT法
VAE

图3

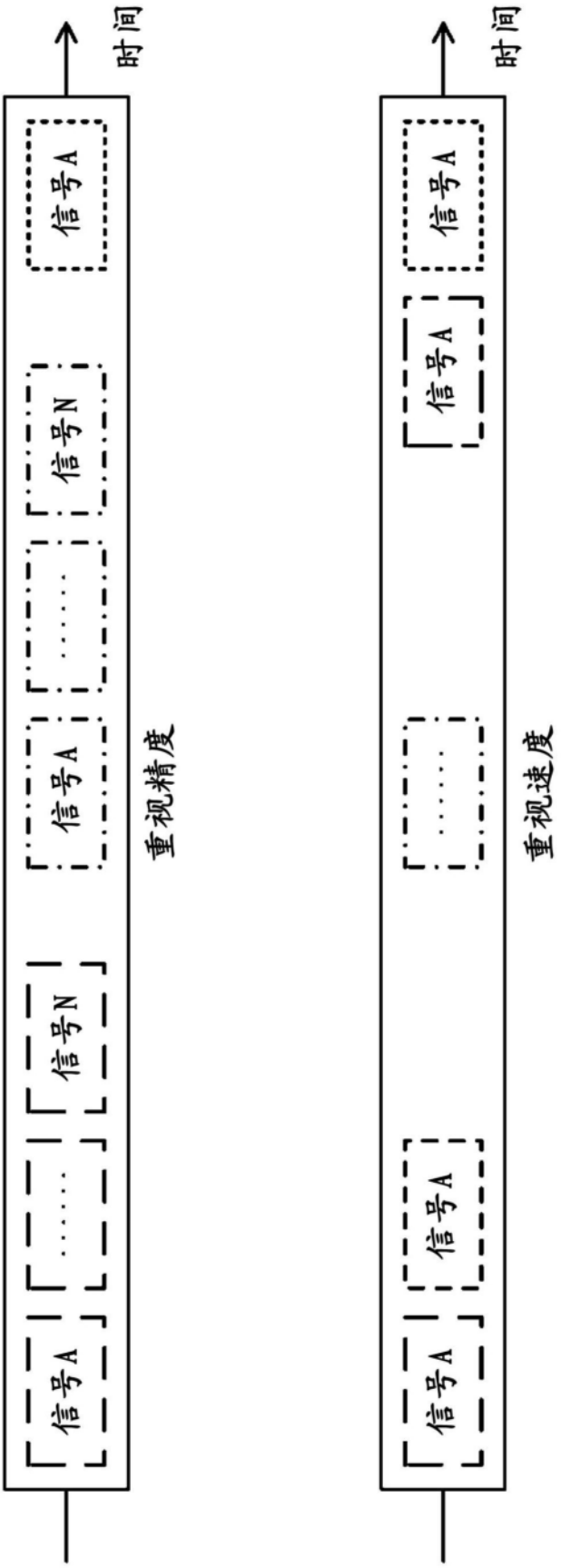


图4

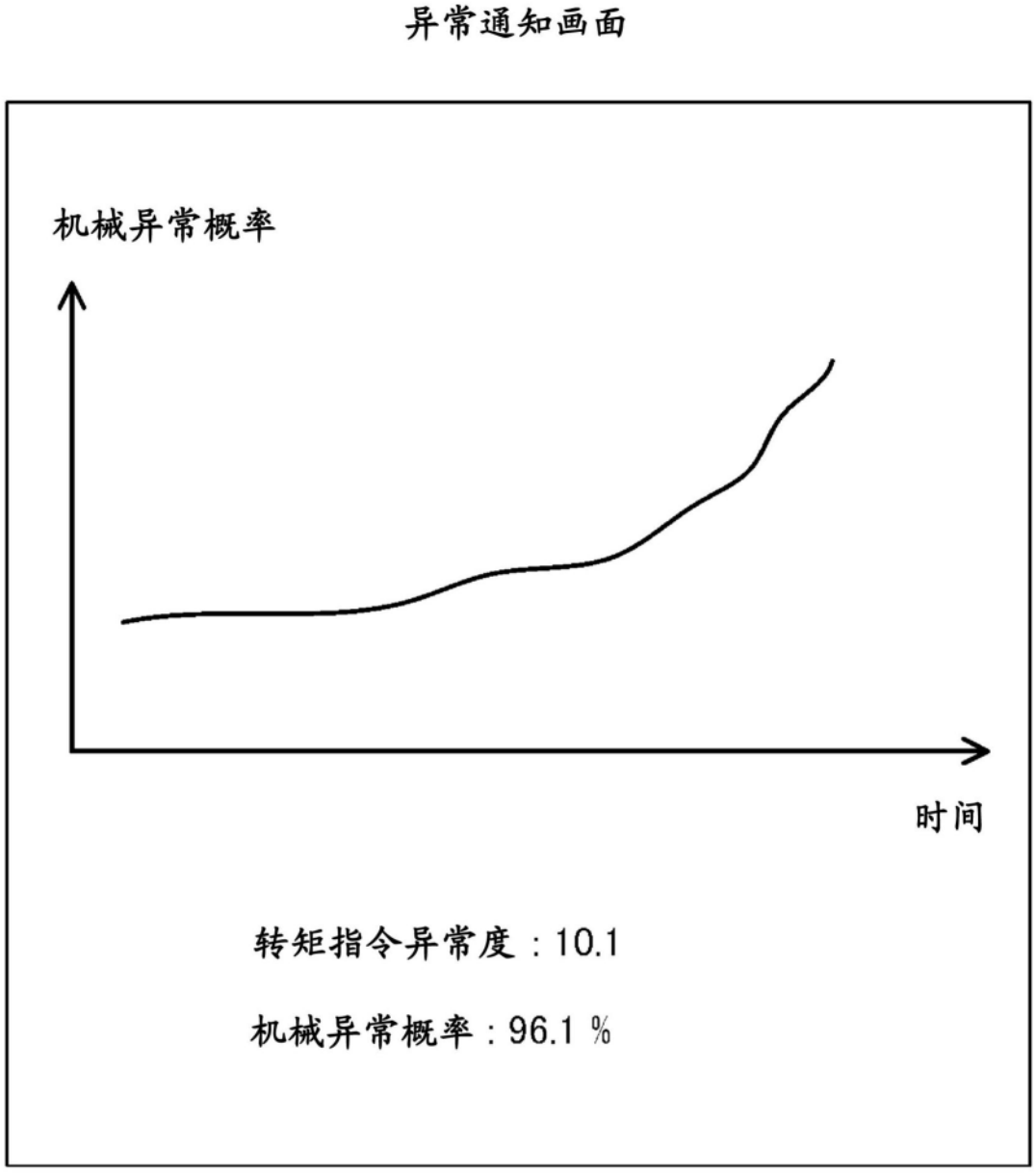
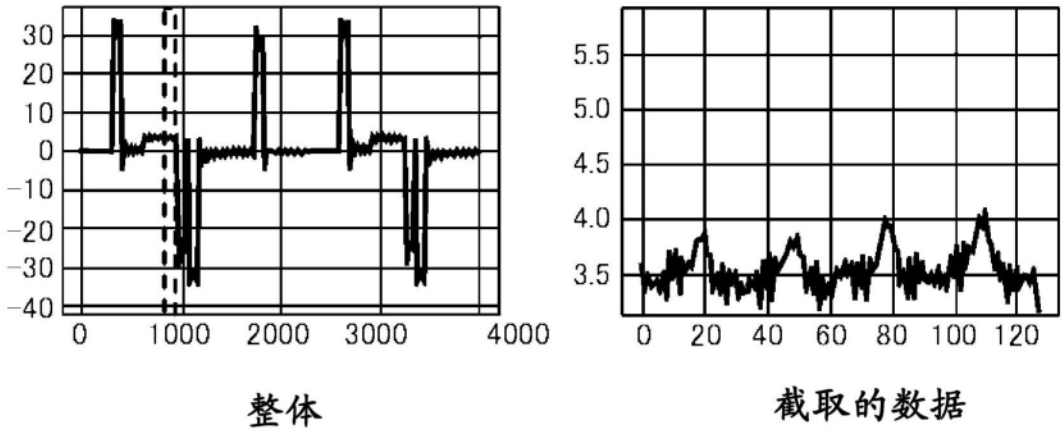


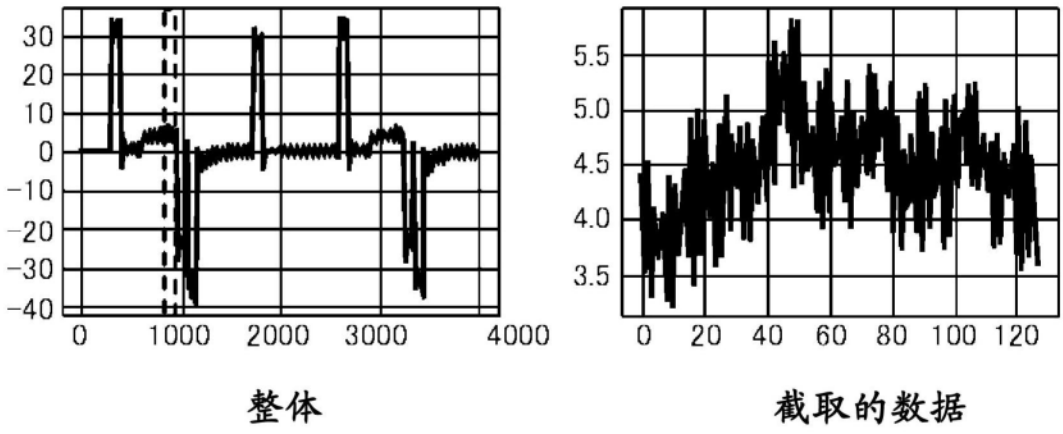
图5

正常时的转矩指令



整体 截取的数据

异常时的转矩指令



整体 截取的数据

图6

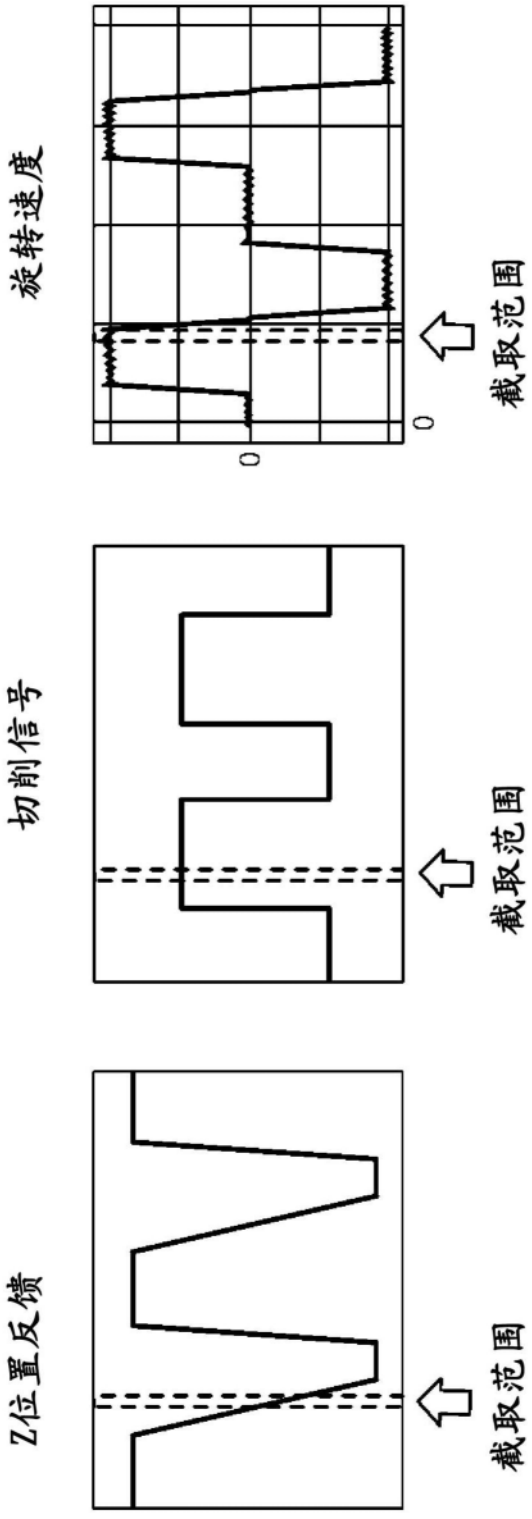


图7

分析结果

异常原因的候补:

工具折断概率: 91.1%

切屑堵塞概率: 6%

主轴润滑脂不足概率: 2%

主轴破损概率: 0.1%

序列号错误概率: 0.001%

图8

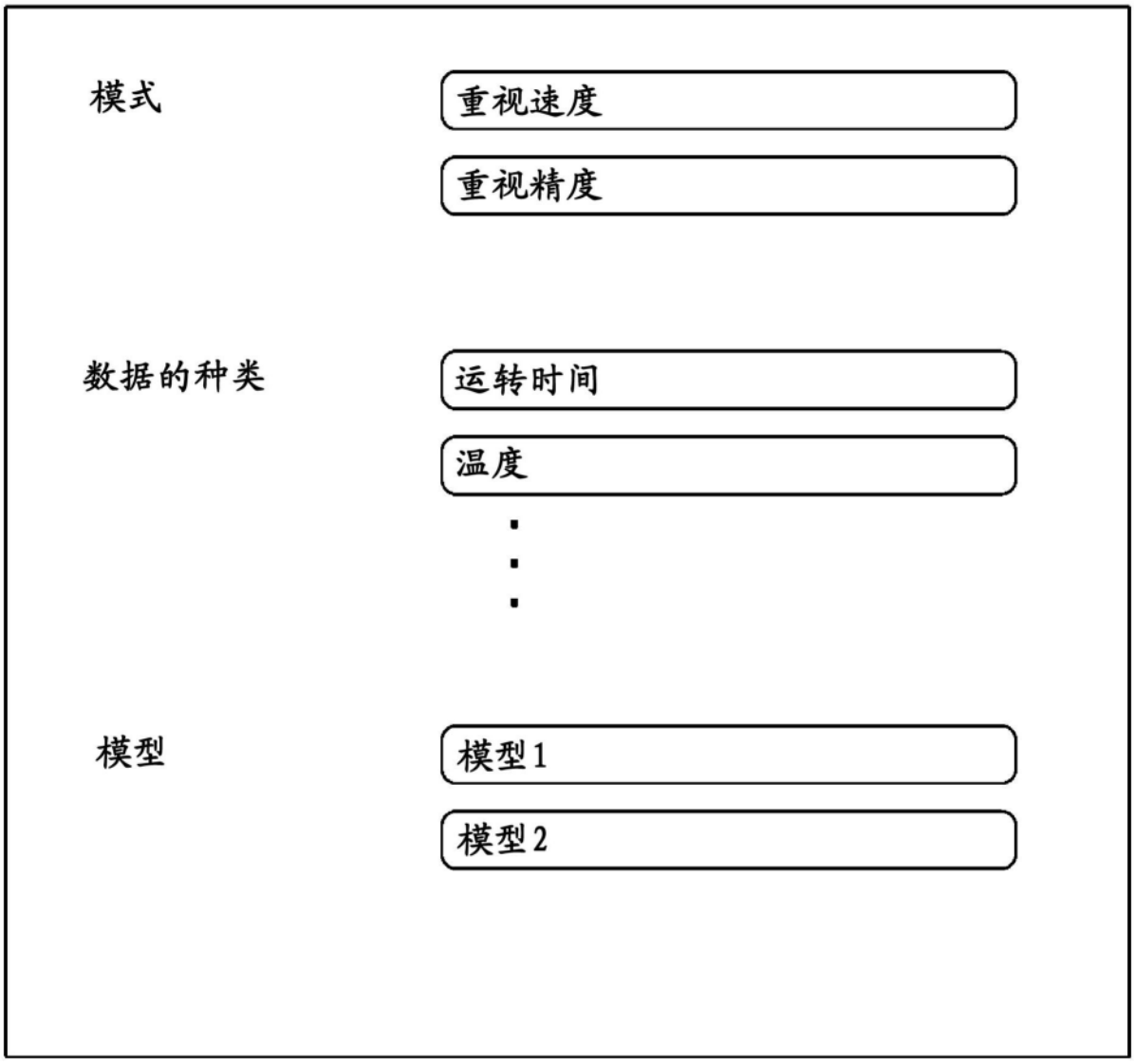


图9

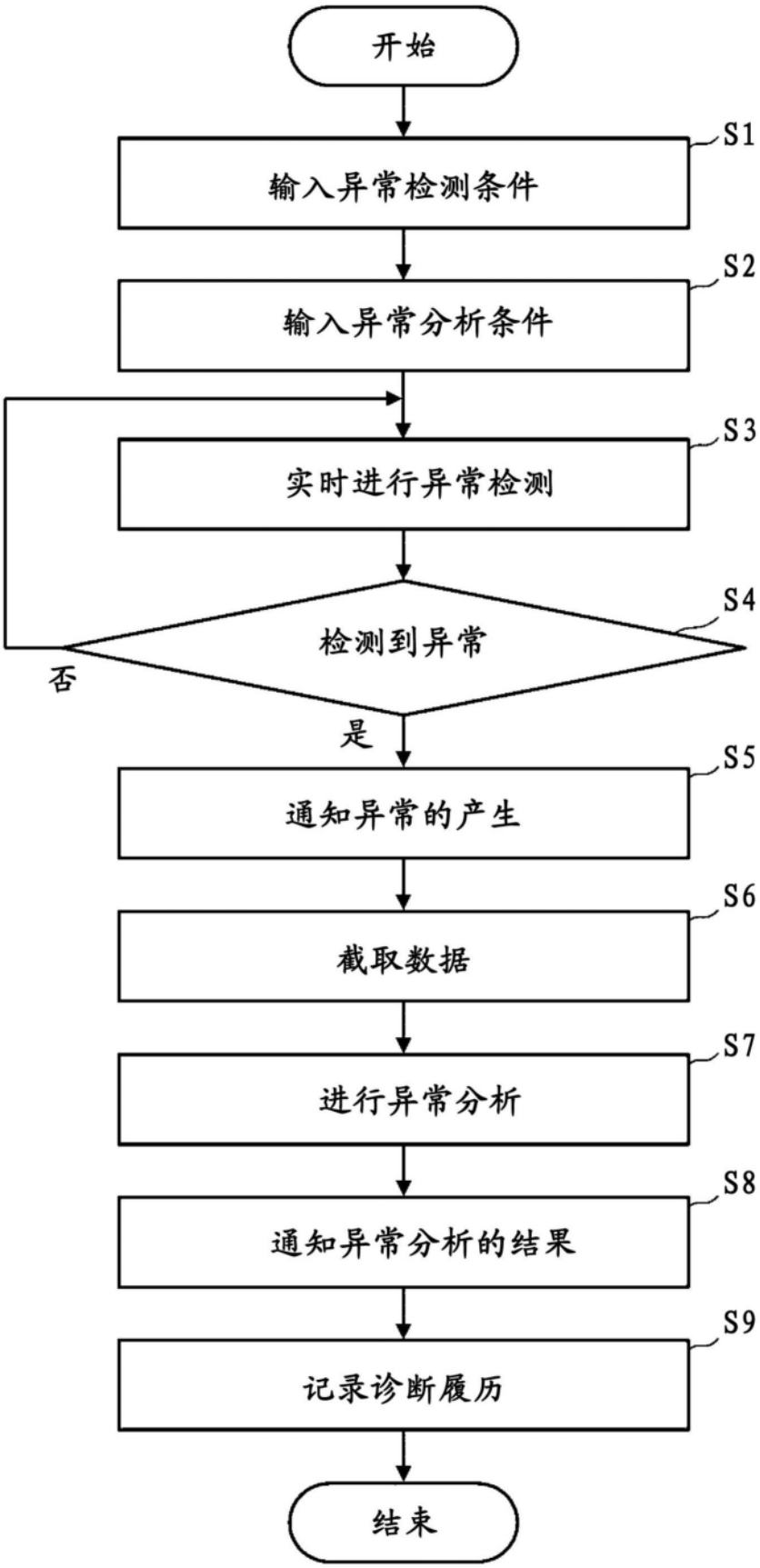

开始
S1
输入异常检测条件
S2
输入异常分析条件
S3
实时进行异常检测
S4
检测到异常
否
是
S5
通知异常的产生
S6
截取数据
S7
进行异常分析
S8
通知异常分析的结果
S9
记录诊断履历
结束

图10

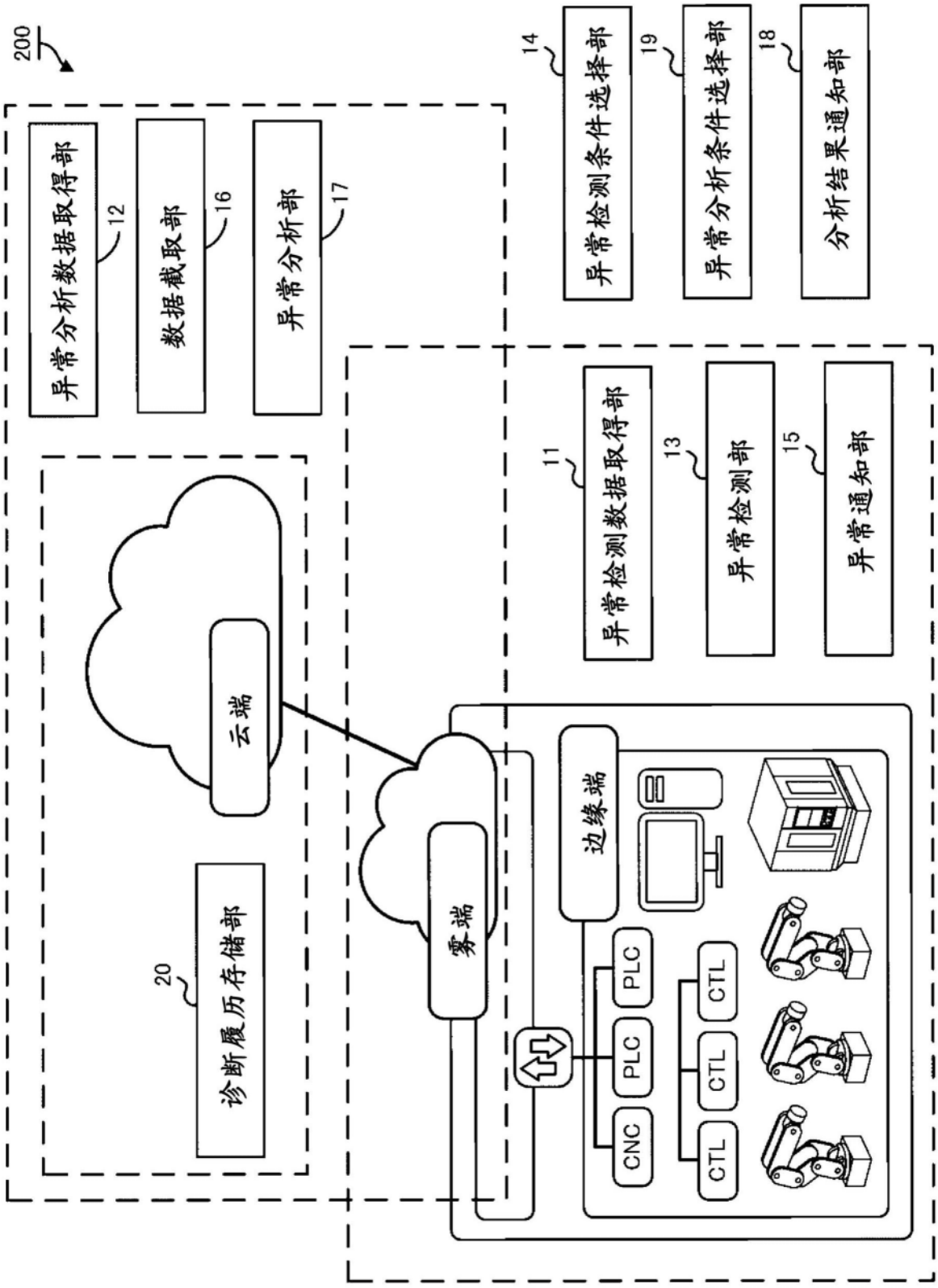

200
异常分析数据取得部
12
数据截取部
16
异常分析部
17
异常检测条件选择部
14
异常分析条件选择部
19
分析结果通知部
18
异常检测数据取得部
11
异常检测部
13
异常通知部
15
云端
雾端
边缘端
诊断履历存储部
20
CNC
PLC
PLC
CTL
CTL
CTL

图11