(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111185802 A
(43)申请公布日 2020.05.22

(21)申请号 201911103489.4

(22)申请日 2019.11.13

(30)优先权数据
2018-213559 2018.11.14 JP

(71)申请人 株式会社日立制作所
地址 日本东京

(72)发明人 小垫和夫 松田光司 西村卓真

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 金光华

(51)Int.Cl.
B23Q 17/09(2006.01)

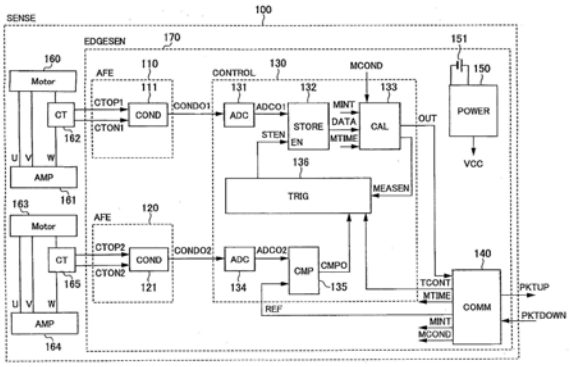
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

旋转工具诊断系统

(57)摘要

本发明提供一种旋转工具诊断系统,即使没有公开加工机械的加工程序,也能够更简单地掌握旋转工具的动作定时来进行旋转工具的诊断。本发明的一个方式的旋转工具诊断系统(100)具备:第1电流检测器(162),检测与使旋转工具旋转的第1电动机(160)连接的至少1根电力线的电流;第2电流检测器(165),检测与为了使旋转工具移动而使用的第2电动机(163)连接的至少1根电力线的电流;以及信号处理装置(170),构成为根据针对第2电流检测器(165)的输出信号的处理的结果而施以触发,开始来自第1电流检测器(162)的输出信号的记录。



CN 111185802 A

1.一种旋转工具诊断系统,具备:

第1电流检测器,检测与使旋转工具旋转的第1电动机连接的至少1根电力线的电流;

第2电流检测器,检测与为了使所述旋转工具移动而使用的第2电动机连接的至少1根电力线的电流;以及

信号处理装置,构成为根据针对所述第2电流检测器的输出信号的处理的结果而施以触发,开始来自所述第1电流检测器的输出信号的记录。

2.根据权利要求1所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述信号处理装置具备:

触发输出部,以针对所述第2电流检测器的输出信号的处理的结果为触发而动作1次,将记录执行信号输出所指定的时间;以及

数据记录部,接收从所述触发输出部输出的所述记录执行信号,记录来自所述第1电流检测器的输出信号。

3.根据权利要求2所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述信号处理装置具备比较部,该比较部将所述第2电流检测器的输出信号的值与阈值进行比较,在所述第2电流检测器的输出信号的值超过所述阈值的情况下,将所述第2电流检测器的输出信号的值超过所述阈值的情况作为针对所述第2电流检测器的输出信号的处理的结果,通知给所述触发输出部。

4.根据权利要求2或者3所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述信号处理装置具备通信电路,该通信电路将所述数据记录部针对所述第1电流检测器的输出信号的记录结果发送给外部装置。

5.根据权利要求1所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述旋转工具诊断系统具备电源电路,该电源电路从电池生成电源电压,

通过由所述电源电路生成的所述电源电压来驱动所述信号处理装置。

6.根据权利要求1所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述旋转工具诊断系统具备电源电路,该电源电路从由除所述第1电流检测器以及所述第2电流检测器以外的电流检测器检测所述电流而得到的电力,生成电源电压,

通过由所述电源电路生成的所述电源电压来驱动所述信号处理装置。

7.根据权利要求4所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述信号处理装置构成为使用所述通信电路从所述外部装置接收动作设定值,根据接收到的所述动作设定值而使所述触发输出部以及所述比较部进行动作。

8.根据权利要求1所述的旋转工具诊断系统,其中,

所述信号处理装置具备选择部,该选择部选择性地切换所述第1电流检测器以及所述第2电流检测器的输出信号,

所述信号处理装置构成为根据针对所述第2电流检测器的输出信号的处理的结果而施以触发,通过所述选择部切换为所述第1电流检测器的输出信号,开始来自所述第1电流检测器的输出信号的记录。

旋转工具诊断系统

技术领域

[0001] 本发明涉及对切削工具等旋转工具进行诊断的旋转工具诊断系统。

背景技术

[0002] 利用旋转工具进行的金属等的加工在各种各样的制造现场中被灵活运用。一般而言，使用钻孔机、立铣刀这样的切削工具对铁等材料进行加工。在被加工物的加工途中切削工具损坏时，有可能会对该被加工物的品质造成影响，因此为了防止在加工过程中引起被加工物的损坏，需要以使切削工具的寿命具有富余的方式使用。但是，频繁地更换切削工具这涉及到制造成本的增加。因此，优选为将切削工具只使用恰当的期间以及次数，在恰当的定时(timing)更换切削工具。

[0003] 作为切削工具的劣化判断的方法，实际应用了如下方法：记录切削工具的使用时间、使用次数，将这些值与经验上知晓的直至劣化为止的值进行比较来判断。但是，在该劣化判断方法中，由于因切削工具的制造偏差等引起的切削工具的寿命偏差，存在实际的寿命与经验上预测的寿命具有偏差的可能性。

[0004] 另一方面，已知如下方法：根据电动机产生的转矩的大小来判断用于加工的电动机的负载的大小，在该转矩满足某一定的大小、条件时判断为切削工具劣化。在切削工具劣化时加工所需的转矩变得比通常时(劣化前)大，因此能够通过比较通常时的转矩与加工时的转矩来判断劣化。在该判断方法中，能够进行基于实测的诊断，因此与基于经验的诊断相比，能够进行不受切削工具自身的制造偏差等影响的、精度高的劣化诊断。

[0005] 在专利文献1中记载了如下方法：对加工机的主轴电动机安装高频电流传感器，由予兆检测装置对通过高频电流传感器得到的电流波形进行采样，根据所记录的实际负载电流波形的时间序列变化，判断旋转刃具的折损的予兆。

[0006] 在专利文献2中公开了如下技术：作为马达负载转矩测定功能，一边将马达的负载转矩的测量与加工程序进行对照一边实施负载转矩的测量。在专利文献2记载的方法中，仅对所需的测量区间进行测量，因此与专利文献1记载的方法相比能够减小存储装置的可存储容量，另外能够使在解析中利用的计算机的处理能力也变得比较小。

[0007] [现有技术文献]

[0008] 专利文献1：日本特开2011-020221号公报

[0009] 专利文献2：日本特开2011-118840号公报

发明内容

[0010] (发明要解决的课题)

[0011] 如上所述，通过测量电动机产生的电流、转矩，能够进行精度高的切削工具的劣化诊断，但是在目前知晓的诊断方法中存在以下那样的问题。

[0012] 例如，在专利文献1记载的方法中，保存以及解析的数据量由于其高频采样而变得庞大，在测量以及解析中需要大容量的存储装置和计算能力高的解析用计算机。另外，并未

提及施以取得旋转刃具的数据的触发的方法，而需要人手动地打开予兆检测装置的记录开关、或者始终持续进行记录。因此，在加工停歇的时间也会持续记录数据，存储容量以及解析所花费的时间和电力变大。

[0013] 另一方面，在专利文献2记载的技术中，如果不是加工机械的加工程序、加工序列被公开的状态则无法适用，并且与安装于加工机械的控制器之间的协作机构等的成本大。

[0014] 本发明是考虑上述状况而作出的，其目的在于，即使没有加工机械的加工程序、加工序列的信息，也能够更简单地掌握旋转工具的动作定时来进行旋转工具的诊断。

[0015] (用于解决课题的手段)

[0016] 本发明的一个方式的旋转工具诊断系统具备：第1电流检测器，检测与使旋转工具旋转的第1电动机连接的至少1根电力线的电流；第2电流检测器，检测与为了使旋转工具移动而使用的第2电动机连接的至少1根电力线的电流；以及信号处理装置，构成为根据针对该第2电流检测器的输出信号的处理的结果而施以触发，开始来自第1电流检测器的输出信号的记录。

[0017] (发明的效果)

[0018] 根据本发明的至少一个方式，即使不是加工机械的加工程序、加工序列被公开的状态，也能够通过更简单的结构来掌握旋转工具的动作定时而进行旋转工具的诊断。

[0019] 上述以外的课题、结构以及效果通过以下的实施方式的说明而变得清楚。

附图说明

[0020] 图1是示出用于实现本发明的第1实施方式所涉及的旋转工具诊断方法的系统结构例的框图。

[0021] 图2是示出被观测的旋转工具的电流波形的一例的图。

[0022] 图3是示出旋转工具的加工的一例的图。

[0023] 图4是示出图3所示的旋转工具的加工时的各电动机的电流波形的图。

[0024] 图5是示出本发明的第1实施方式所涉及的运算控制部的各部的动作波形的一例的图。

[0025] 图6是示出本发明的第1实施方式中的下行传送分组的结构例的图。

[0026] 图7是示出本发明的第1实施方式所涉及的旋转工具诊断系统的网络结构例的框图。

[0027] 图8是示出用于实现本发明的第2实施方式所涉及的旋转工具诊断方法的系统结构例的框图。

[0028] 图9是示出本发明的第2实施方式所涉及的运算控制部的各部的动作波形的一例的图。

[0029] 图10是示出用于实现本发明的第3实施方式所涉及的旋转工具诊断方法的系统结构例的框图。

[0030] (符号说明)

[0031] 100、100a～100n：诊断单位；160、163：电动机；161、164：伺服放大器；162、165、166：电流检测器；110、120：模拟前端；111、121：输入电路部；130：运算控制部；131：模拟数字变换器；132：数据记录部；133：输出运算部；134：模拟数字变换器；135：比较器；136：触发

输出部;140:通信电路部;150:电源电路;151:电池;170:信号处理装置;300:基材;301:旋转工具;302:槽;700:旋转工具诊断系统;710a～710n:测量站点;711:数据收集装置;720:计算机;721:运算节点;830:运算控制部;831:选择部;832:模拟数字变换器;833:数据记录部;834:输出运算部;835:比较器;836:触发输出部;870:信号处理装置。

具体实施方式

[0032] 以下,一边参考附图一边说明用于实施本发明的方式的例子。在附图中对于具有实质上相同的功能或者结构的结构要素,附加同一符号而省略重复的说明。

[0033] <1.第1实施方式>

[0034] 首先,对本发明的第1实施方式进行说明。本实施方式所涉及的旋转工具诊断系统是对于具备进行被加工物的移动以及加工的多个电动机的加工机械(例如旋转工具)的健全性,用于通过测量其驱动电流来进行诊断的系统。

[0035] 一般而言,在使用加工机械对被加工物进行加工时,将被加工物移动到规定的位置之后,利用旋转工具实施加工。本发明是着眼于这个作业而作出的发明。具体而言,本发明对同一加工机械所具备的多个电动机的电流波形进行监视,将各电动机的电流波形作为触发来记录对旋转工具进行驱动的主电动机的电流波形,根据该电流波形进行诊断。

[0036] 图1是示出用于实现本发明的第1实施方式所涉及的旋转工具诊断方法的系统结构例的框图。诊断单位100具备:多个电动机160、163;伺服放大器161、164;安装于与电动机160、163连接的电力线的电流检测器(电流互感器:CT)162、165;以及信号处理装置170。诊断单位100也可以说是最小单位的旋转工具诊断系统的一例。

[0037] 在图1中,将诊断单位记载为“SENSE”,将电动机记载为“Motor”,将伺服放大器记载为“AMP”,将电流检测器记载为“CT”,并且将信号处理装置记载为“EDGESEN”。在本实施方式中,电动机160以及电动机163使用三相交流马达。

[0038] 电动机160(第1电动机)利用3根电力线(分别为U相、V相、W相)而与伺服放大器161(第1伺服放大器)连接,通过从伺服放大器161供给的三相交流电源而被驱动。电动机160是与立铣刀等旋转工具的主轴连接,并使旋转工具旋转的主电动机(直接的诊断对象的例子)。

[0039] 另外,电动机163(第2电动机)利用3根电力线(分别为U相、V相、W相)而与伺服放大器164(第2伺服放大器)连接,通过从伺服放大器164供给的三相交流电源而被驱动。电动机163是设置于上述旋转工具、并使基材(被加工物)的位置相对于旋转工具而相对地移动的电动机。

[0040] 在本实施方式中,作为一例对电动机160的W相的电力线设置电流检测器162(第1电流检测器),另外对电动机163的W相的电力线设置电流检测器165(第2电流检测器),分别构成为能够独立地监视W相的电流。电流检测器162输出与检测电流相应的电流CTOP1、CTON1,另外电流检测器165输出与检测电流相应的电流CTOP2、CTON2。上述两个电动机160、163是相同的机床的构成物,电动机163承担对X-Y载置台或者旋转工具的高度Z(挖掘深度)进行控制的作用,电动机160承担对旋转工具进行旋转驱动的作用。

[0041] 电流检测器需要根据流过电动机(在本例中为三相交流马达)的电流的大小来恰当地选择。在针对电流容量大的电动机应用容许电流容量小的电流检测器时,电流检测器

有可能损坏,因此需要注意。另外,相反地在针对电流容量小的电动机应用容许电流容量大的电流检测器时,无法检测电流信号。电流检测器检测与电动机连接的至少1根电力线的电流。

[0042] 接下来,对信号处理装置170进行说明。

[0043] 信号处理装置170包括模拟前端110、120、运算控制部130、通信电路140以及电源电路150。在图1中,将模拟前端记载为“AFE”,将运算控制部记载为“CONTROL”,将通信电路记载为“COMM”,并且将电源电路记载为“POWER”。所有的模块由模拟电路及数字电路(硬件)、或者软件来构成。

[0044] 电流检测器162所输出的电流CTOP1和电流CTON1被输入到模拟前端110的输入电路(在图1中记载为“COND”)111。另外,电流检测器165所输出的电流CTOP2和电流CTON2被输入到模拟前端120的输入电路121。模拟前端110的输出CONDO1以及模拟前端120的输出CONDO2被输入到运算控制部130。

[0045] 模拟前端110(第1模拟前端)由输入电路111构成。输入电路111对从电流检测器162输入的电流CTOP1、CTON1进行电平变换以及输入滤波处理。同样地,模拟前端120(第2模拟前端)由输入电路121构成。输入电路121对从电流检测器165输入的电流CTOP2、CTON2进行电平变换以及输入滤波处理。由此,模拟前端110、120从电流检测器162、165的各输出取出所需的带宽的信号,并且使模拟数字变换的电压变换范围与信号的电压电平匹配,从而能够防止运算控制部130的损坏。

[0046] 对运算控制部130输入通信电路140从上位系统(云计算机720:参考图7)接收到的分组PKTDOWN中所包含的动作设定值。例如,在分组PKTDOWN中,包括参考电平REF、定时器计数设定值TCONT、测量次数MTIME、测量间隔MINT以及输出运算条件MCOND的信息。

[0047] 参考电平REF是在比较器135的比较处理中使用的阈值。定时器计数设定值TCONT是对触发输出部136的接通时间进行设定的信息。测量次数MTIME是表示在规定时间内或者旋转工具的使用中将电动机160的电流波形测量几次的值。测量间隔MINT是表示在上述条件下对电流波形进行多次测量时的从某一测量至下一测量为止的间隔的值。输出运算条件MCOND是表示为了得到输出运算部133的输出OUT而将输入到运算控制部130的上述信息如何组合以及是否对测量数据DATA实施处理的信息。

[0048] 运算控制部130包括模拟数字变换器131、数据记录部132、输出运算部133、模拟数字变换器134、比较器135以及触发输出部136。在图1中,将模拟数字变换器记载为“ADC”,将数据记录部记载为“STORE”,将输出运算部记载为“CAL”,将比较器记载为“CMP”,并且将触发输出部记载为“TRIG”。

[0049] 模拟数字变换器131将所输入的模拟信号的输出CONDO1进行数字化,得到输出ADCO1。模拟数字变换器131的输出ADCO1被供给到数据记录部132。

[0050] 另外,模拟数字变换器134将所输入的模拟信号的输出CONDO2进行数字化,得到输出ADCO2。模拟数字变换器134的输出ADCO2被供给到比较器135。

[0051] 在比较器135(比较部的一例)中,将模拟数字变换器134的输出ADCO2与从通信电路140设定的参考电平REF(阈值)进行比较,作为针对输出ADCO2的处理的结果而得到比较结果CMPO。比较结果CMPO被输入到触发输出部136。比较器135在输出ADCO2的值超过参考电平REF的情况下,将比较结果CMPO设为“高”(“High”),从而向触发输出部136通知输出ADCO2

的值超过参考电平REF。对触发输出部136还输入从输出运算部133输出的测定使能信号MEASEN。

[0052] 触发输出部136在测定使能信号MEASEN为“高”的期间，以比较结果CMPO为触发只动作1次，输出表示触发输出部136为动作中的信号STEN(记录执行信号)。其动作期间是根据定时器计数设定值TCONT指定的期间。此外，在本实施方式中，构成为将比较结果CMPO作为触发而只动作1次，但也可以构成为动作多次。

[0053] 在表示是触发输出部136的动作中的信号STEN被输入到数据记录部132时，数据记录部132记录模拟数字变换器131的输出ADCO1的信号。数据记录部132能够使用例如非易失性的半导体存储器或者易失性的半导体存储器。并且，所记录的输出ADCO1的信号作为测量数据DATA从数据记录部132输出到输出运算部133。

[0054] 对输出运算部133输入测量数据DATA、测量次数MTIME、测量间隔MINT以及输出运算条件MCOND。输出运算部133按照根据测量次数MTIME、测量间隔MINT以及输出运算条件MCOND而决定的次数和间隔，发行测定使能信号MEASEN。

[0055] 另外，输出运算部133根据输出运算条件MCOND，针对测量数据DATA实施振幅分量的抽出、频率解析、编码、频率分量抽出处理、用于输出的安全性处理等，得到输出OUT。输出运算部133能够通过在DSP(Digital Signal Processor，数字信号处理器)、硬件逻辑电路、微型计算机上动作的软件等的各种各样的安装方法来构成。

[0056] 在通信电路140中，作为数据记录部132针对ADCO1的记录结果，将包含运算控制部130的输出OUT的信息的分组PKTUP经由通信网络730，通过上行链路发送到上位系统(图7的云计算机720)。上位系统是外部装置的一例。此外，输出运算部133也可以将输出OUT输出到诊断单位100所具备的未图示的显示装置而进行显示。

[0057] 对电源电路150例如连接电池151，电源电路150生成使信号处理装置170内的各电路工作的电源电压VCC。该电源电压VCC的电压值被监视，例如利用无线信号等，作为电池余量信息从通信电路140被收集到上位系统(云计算机720)。由此，能够预知由于电源电压VCC的降低而引起的无线终端的电池余量用尽所致的停机(动作停止)，能够在恰当的定时进行电池更换。也可以将电池余量信息输出到诊断单位100所具备的未图示的显示装置。

[0058] 在本实施方式中，将电动机160侧的输出ADCO1的信号只记录所需的时间，因此电池150的电力消耗被抑制，即使使用电池150也能够稳定地驱动信号处理装置170。此外，使用电池151这只是一例，也可以设置未图示的太阳能电池单元等环境发电设备，使电源电路150从环境发电设备得到电源电压VCC。也可以并用环境发电设备和电池151。

[0059] 图2示出使用电流检测器来观测的旋转工具的电流波形的一例。在图1中，对旋转工具进行驱动的电动机160的电流波形是Main，X-Y载置台的X轴以及Y轴的电流波形是X-axis以及Y-axis。图1所示的各波形图的横轴是时间。可以认为图1中的电流检测器162的输出是Main，电流检测器165的输出是X-axis或者Y-axis。也可以对图1的诊断单位100另行追加电流检测器(第3电流检测器)、模拟前端(第3模拟前端)来测量Y-axis。另外，电流检测器165的输出或者另行追加的第3电流检测器的输出也可以是Z轴的电流波形(Z-axis)。

[0060] 从图2可理解那样，在待机状态(图中的“待机”(“Standby”))下使旋转工具在X轴或者Y轴的方向上移动时，在X轴或者Y轴的电流波形出现变化之后开始利用电动机160进行加工(图中的“激活”(“Active”))。图2是使旋转工具针对X轴以及Y轴在倾斜方向上移动的

例子。在图2所示的所有时间段对Main的电流波形进行记录时，其中的大约3/4的电流波形成为无用的数据，白白地消耗数据记录部132的存储容量，并且还需要对没有意义的数据区域进行挑选的数据处理。另一方面，以X轴或者Y轴的电流波形超过某个固定电平作为触发，取入Main的波形，从而能够只选择所需的数据来记录。

[0061] 一般而言，在机床中，将被加工物首先移动到规定的位置之后利用旋转工具实施加工。向上述规定的位置的被加工物的移动也与加工同样地由电动机进行，因此在本发明中，通过测量使该X-Y载置台移动的电动机的电流波形来检测被加工物向规定的位置的移动，取得旋转工具的诊断所需的数据。

[0062] 图3示出旋转工具的加工的一例。

[0063] 图4示出图3所示的旋转工具的加工时的各电动机的电流波形的一例。

[0064] 图3示出利用立铣刀301针对基材300(被加工物)沿着四方形的边来加工槽302的例子，是从上俯视基材300的图。图4示意性地示出上述加工中的各电动机的电流波形(转矩电流)的大小。X轴、Y轴、Z轴的正方向分别如图3所示。图1所示的各波形图的横轴是时间。立铣刀301从初始位置1开始加工，按照位置1→位置2→位置3→位置4进行移动，最后返回到位置1而结束加工。

[0065] 首先，在位置1，在Z轴的电动机的负方向上产生转矩而使作为主电动机的电动机160在Z轴上移动，用立铣刀301对基材300进行加工。此时由于挖洞，因此关于电动机160的转矩电流Main，最初的转矩电流变大。

[0066] 接下来，在立铣刀301从位置1移动到位置2的加工中，电动机160的转矩电流Main的转矩为恒定，沿着箭头所示的加工的方向(Y轴负方向)移动XYZ载置台。在XYZ载置台移动的期间，XYZ载置台的各轴所设置的电动机的转矩电流具有正以及负的值。

[0067] 之后，同样地进行立铣刀301从位置2移动到位置3(X轴正方向)的加工、立铣刀301从位置3移动到位置4(Y轴正方向)的加工、以及立铣刀301从位置4移动到位置1(X轴负方向)的加工，从而在基材300沿着四方形的边而形成槽302。

[0068] 根据本发明的旋转工具诊断方法，例如在进行从Z轴的电动机的转矩电流超过负的阈值时起将转矩电流Main的电动机的电流波形只记录所决定的时间这样的动作时，能够仅观测在电动机160的转矩电流Main中出现的加工开始时的大的转矩电流。实际的转矩电流的波形还依赖于加工的形状、基材300的材质，但通过只取得负载变大时的电流波形，能够诊断旋转工具的劣化。由此，不用取得加工中所有的电流波形而能够高效地进行劣化的诊断。

[0069] 另外，当仅在转换了立铣刀301的方向时想要取得电流波形那样的情况下，设为根据X轴或者Y轴的转矩电流的阈值而使Main的电流波形的记录开始的动作即可。如果知晓与直线状地加工时相比在变换方向来挖掘那样的加工中劣化更厉害，则只在转换该方向时取得电流波形的方法变得有效。

[0070] 关于加工的形状、工艺，即使没有说明书，在从外可见的范围中也可知晓，因此能够与负载相对最多地施加于旋转工具的定时匹配地施以Main(主电动机)的电流波形的测量触发。本发明在其技术范围中包括这样的方法。

[0071] 图5示出运算控制部130的各部的动作波形的一例。作为电动机160的系统的模拟数字变换器134的输出ADCO2定期地成为超过参考电平REF的输出。在输出ADCO2最初超过参

考电平REF时，比较器135的输出CMPO的输出成为“高”。从输出运算部133输出的测定使能信号MEASEN预先为“高”，因此在触发输出部136中，接受比较器135的输出CMPO的转变(高)而施以单触发定时器功能(one-shot timer function)的触发，该定时器功能预先起动定时器计数设定值TCONT的时间。由此，在该定时器计数设定值TCONT的时间，从触发输出部136输出的信号STEN成为“高”。在该信号STEN为“高”的期间，来自模拟数字变换器131的输出ADCO1的数据被持续记录到数据记录部132。

[0072] 从触发输出部136输出的信号STEN在单触发定时器的计数结束(经过定时器计数设定值TCONT的时间)时成为“低”(“Low”)。由此，电动机160的电流波形的1次的测量结束。

[0073] 这样，触发输出部136以针对电流检测器165的输出电流的信号的比较处理的结果为触发而动作1次，将记录执行信号STEN输出所指定的时间(TCONT)，从而根据实际的加工将数据记录所需的次数以及时间。

[0074] 是否开始接下来的测定这依赖于测定使能信号MEASEN的电平。以成为预先设定的测定周期(测量间隔MINT)以及测定次数MTIME的方式，由输出运算部133控制测定使能信号MEASEN。即，测定使能信号MEASEN的波形以规定的周期重复。在图5所示的例子中，在输出ADCO2第3次超过参考电平REF的定时，测定使能信号MEASEN是“低”。因此，从触发输出部136输出的信号STEN仍为“低”，不进行电动机160的电流波形(输出ADCO1)的测量即记录。

[0075] 图6示出本发明的第1实施方式中的下行传送分组的结构例。该

[0076] 图6是从上位系统(图7的云计算机720)利用下行链路接收的分组PKTDOWN的结构例。例如，分组PKTDOWN由用于表示传感器状态的信息(Sensor Condition)、用于测量的设定数据(Setting)、用于担保可靠性的信息(Security/Reliability)构成。

[0077] 作为用于表示传感器状态的信息(Sensor Condition)，例如包括用于识别信息的标识符“sensorID”。“sensorID”是能够对诊断单位(sense)进行识别的信息(编号、记号等)。另外，作为设定数据(Setting)，例如包括参考电平“REF”、定时器计数设定值“TCONT”、测量次数“MTIME”、测量间隔“MINT”、输出运算条件“MCOND”这样的各种设定数据。另外，作为用于担保可靠性的信息(Security/Reliability)，例如包括CRC信息。

[0078] 包括这些信息的分组PKTDOWN的接收定时是设置信号处理装置170时、或想要对信号处理装置170的设定信息(动作设定值)进行变更的情况。在进行通常动作时，无需针对通信的每个定时设定这些值，也不需要以下行链路来接收。下行链路由于通信成本高(消耗电力大)，因此优选为以所需最低限来进行。

[0079] 图7是示出本发明的第1实施方式所涉及的旋转工具诊断系统的网络结构例的框图。图7所示的旋转工具诊断系统700是能够从远程地区监视多个旋转工具的结构。

[0080] 旋转工具诊断系统700包括多个测量站点710a～710n、通信网络730以及云计算机720。根据系统结构，还存在只设置1台测量站点710a的情况。

[0081] 在图7中，将旋转工具系统记载为“SENSYS”，将测量站点记载为“SITE”，将通信网络730记载为“NET”，并且将云计算机记载为“COMPUTER”。在以下的说明中，在不区分测量站点710a～710n的情况下称为“测量站点710”。另外，在不区分诊断单位100a～100n的情况下称为“诊断单位100”。

[0082] 测量站点710a～710n各自包括多个诊断单位100a～100n、以及从多个诊断单位100收集分组PKT1～PKTn(对应于图1的PKTUP)的数据收集装置711。数据收集装置711根据

来自云计算机720的指示，向诊断单位100a～100n分别发送包括动作设定值等设定信息的分组PKT1～PKTn(相当于图1的分组PKTDOWN)。在图7中示出了1个测量站点710a的结构，但其它测量站点710b～710m也是同样的结构。在图7中，将数据收集装置记载为“MANAGER”。

[0083] 根据测量站点710内的加工机械的台数、数据收集装置711能够收集分组的界限的测量站点的台数，设计诊断单位100的数量。根据系统结构，也存在只设置1个诊断单位100a的情况。

[0084] 一个诊断单位100例如包括电动机160、163、伺服放大器161、164、电流检测器162、165、以及信号处理装置170。各个诊断单位100a～100n的信号处理装置170所具备的通信电路140(参考图1)输出包含作为主电动机的电动机160的测量数据(输出OUT)的分组PKT1、……、PKTn。各个测量站点710的数据收集装置711将从诊断单位100a～100n收集(接收)到的分组PKT1、……、PKTn经由通信网络730而发送到云计算机720。

[0085] 云计算机720储存从测量站点710a～710n接收到的数据。然后，在云计算机720的运算节点721中，实施使用所储存的数据的诊断处理等各种各样的处理。此外，从进行旋转工具的监视的未图示的监视系统(终端装置)参考运算节点721的信息，运算节点721的信息有助于与旋转工具的劣化状况匹配的操作。另外，也可以经由通信网络730而另行通过平板终端等来参考储存于云计算机720的信息，因此在现场的旋转工具的劣化检查中能够灵活运用储存于云计算机720的信息。

[0086] 根据上述的第1实施方式，通过监视与主电动机的电动机160不同的电动机163的电流波形，不用与加工机械的加工程序、加工序列取得协作，与以往相比能够通过简单的结构来掌握旋转工具的动作定时而对旋转工具进行诊断。因此，不用对加工机械等施以大规模的改造，而能够以低成本来实现旋转工具的诊断功能。这样，在本实施方式中，通过将对电动机的电力线的电流进行检测的电流检测器这样的低成本的IoT(Internet of Things，物联网)设备设置于加工机械来准备信号处理装置170，就能够进行旋转工具的劣化诊断。

[0087] 另外，根据本实施方式，通过对电动机163的电流波形进行监视，能够将用于进行旋转工具的诊断的数据(电动机160侧的输出ADCO1)只记录基于实际的加工的所需时间。由此，将信号处理装置170的存储容量、运算能力抑制得低，例如在通过电池就可驱动的少的电力范围内能够进行旋转工具的诊断所需的信号处理、数据通信。

[0088] 而且，根据本实施方式，能够根据从各诊断单位100的信号处理装置170收集到的旋转工具的测量数据，通过云计算机720、监视系统(终端装置)以低成本来实现旋转工具的诊断。由此，能够抑制加工品质的劣化并且将旋转工具使用恰当的时间以及次数，能够降低制造成本。

[0089] 此外，诊断单位100也可以具备未图示的3个以上的、电流检测器以及模拟前端的组合。例如，对信号处理装置170设置未图示的第3模拟前端和第2比较器，将来自对旋转工具的第3电动机(未图示)的电力线安装的第3电流检测器的输出电流的信号，经由第3模拟前端输入到运算控制部130。运算控制部130的第2比较器将第3模拟前端的输出COND03(未图示)与第2参考电平REF2(未图示)进行比较，在输出COND03大于第2参考电平REF2的情况下，作为输出CMPO2(未图示)而输入到触发输出部136。触发输出部136在作为来自比较器135的输出CMPO以及来自第2比较器的输出CMPO2而被输入了“高”的情况下，根据测定使能信号MEASEN的信号电平，使信号STEN转变为“高”。

[0090] <2.第2实施方式>

[0091] 图8是示出用于实现本发明的第2实施方式所涉及的旋转工具诊断方法的系统结构例的框图。第2实施方式所涉及的信号处理装置870与图1所示的第1实施方式的情况相比，由选择部831接受模拟前端110的输出COND01以及模拟前端120的输出COND02的这点大不相同。

[0092] 信号处理装置870包括模拟前端110、120、运算控制部830、通信电路140以及电源电路150。

[0093] 运算控制部830包括选择部831、模拟数字变换器832、数据记录部833、输出运算部834、比较器835(比较部的一例)以及触发输出部836。在图8中，将选择部记载为“MUX”。

[0094] 选择部831选择性地切换取入模拟前端110的输出COND01的“1”和取入模拟前端120的输出COND02的“0”，将某一方的模拟信号作为输出MUX0而输出。作为初始值，选择了模拟前端120的输出COND02。

[0095] 模拟数字变换器832、数据记录部833以及输出运算部834各自具有与模拟数字变换器131、134、数据记录部132以及输出运算部133(参考图1)同样的结构以及功能。数据记录部833取入模拟数字变换器832的数字信号的输出ADC0，将输出ADC0的信号作为测量数据DATA而输出到输出运算部834。

[0096] 比较器835具有与比较器135大致相等的结构以及功能。比较器835将模拟数字变换器832的输出ADC0与从通信电路140设定的参考电平REF(阈值)进行比较，得到比较结果CMP0。比较结果CMP0被输入到触发输出部836。对触发输出部836还输入从输出运算部834输出的测定使能信号MEASEN。

[0097] 触发输出部836也具有与触发输出部136大致相等的结构以及功能。触发输出部836在测定使能信号MEASEN为“高”的期间，以比较结果CMP0为触发而只动作1次，输出表示触发输出部836为动作中的信号STEN(记录执行信号)。其动作期间是与定时器计数设定值TCONT相应的期间。表示触发输出部836为动作中的信号STEN被输入到选择部831以及数据记录部833。

[0098] 在如上述那样构成的运算控制部830中，在初始状态下由选择部831选择了“0”，电流检测器165侧的输出COND02作为输出MUX0从选择部831输出到模拟数字变换器832。然后，作为模拟信号的输出MUX0通过模拟数字变换器832被变换为数字值。根据由比较器835将被变换为该数字值的输出ADC0与参考电平REF进行比较得到的比较结果CMP0，触发输出部836起动，表示触发输出部836为动作中的信号STEN被输出到选择部831。

[0099] 在对选择部831输入了表示触发输出部836为动作中的信号STEN时，在触发输出部836中选择从“0”(电流检测器165的系统)变更为“1”(电流检测器162的系统)。然后，同样地通过根据信号STEN而被设为有效状态(使能)的数据记录部833，取入电流检测器162侧的输出ADC0。运算控制部830的其它结构与图1的运算控制部130相同。

[0100] 图9示出运算控制部830的各部的动作波形的一例。模拟数字变换器832的输出ADC0的内容通过基于信号STEN的选择部831的选择而被切换为输出COND01以及输出COND02中的某一个。在数据记录部833中未记录有输出ADC0时，是输出COND02被选择部831选择的状态。

[0101] 在选择部831中选择输出COND02、并且输出ADC0超过参考电平REF时，从比较器835

输出的比较结果CMPO成为“高”。基于比较结果CMPO转变为“高”这一情况，表示触发输出部836为动作中的信号STEN成为“高”，施以触发输出部836的单触发定时器的触发，开始计数。在由定时器计数设定值TCONT决定的期间持续计数，在计数器动作的时间，表示触发输出部836为动作中的信号STEN成为“高”。

[0102] 然后，基于信号STEN转变为“高”这一情况，在延迟一定时间后触发输出部836的输出CMPEN成为“低”，比较器835的动作停止。设为这样的动作的原因在于，在选择部831的选择从“0”切换为“1”时、即选择部831选择了作为主电动机的电动机163侧的输出CONDO2时，使比较器835不进行比较动作。由此，能够避免基于电动机160侧的输出CONDO1的电流波形的、触发输出部836的单触发定时器的误动作。

[0103] 在触发输出部836的单触发定时器的计数(定时器计数设定值TCONT)结束时，信号STEN成为“低”。基于此，如果测定使能信号MEASEN成为“高”，则在延迟一定时间后触发输出部836的输出CMPEN成为“高”，再次开始比较器835的动作。在图8的例子中，还示出了测定使能信号MEASEN为“低”的波形，此时接受测定使能信号MEASEN向“低”的转变，输出CMPEN成为“低”，关闭(OFF)比较器835。在该状态下，之后即使输出CONDO2超过参考电平REF，表示触发输出部836为动作中的信号STEN也不会转变为“高”，数据记录部833不会转移到记录动作。

[0104] 根据上述的第2实施方式，信号处理装置170根据针对电流检测器165的输出信号的处理的结果而施以触发，通过选择部831切换到电流检测器162的输出信号，开始来自电流检测器162的输出信号的记录。通过设为由多个马达共用一台模拟数字变换器832的结构，与第1实施方式相比能够减小电路规模。而且，在选择部831选择了作为主电动机的电动机160侧的输出CONDO1时，在比较器835中不进行比较动作，因此能够防止基于输出CONDO1的波形进行的触发输出部836的误动作。另外，在选择部831选择了电动机163侧的输出CONDO2时，输出CONDO1不会被输入到模拟数字变换器832以及数据记录部833，因此能够降低电力消耗。

[0105] 此外，诊断单位100也可以具备未图示的3个以上的、电流检测器以及模拟前端的组合。例如，对信号处理装置870设置未图示的第3模拟前端，将来自对旋转工具的第3电动机(未图示)的电力线安装的第3电流检测器的输出电流的信号，经由第3模拟前端输入到选择部831。选择部831在初始设定的选择为“0”时，将取得模拟前端120的输出CONDO2与第3模拟前端的输出CONDO3(未图示)的逻辑积或者逻辑和而得到的信号，输入到ADC832。

[0106] <3.第3实施方式>

[0107] 在到此为止说明的结构中，作为第1实施方式以及第2实施方式的信号处理装置所具备的电源电路150，设为具备电池151或者环境发电的结构。相对于此，作为电源电路150，也可以将从与电动机163连接的电力线检测到的电流作为电源来使用。

[0108] 图10是示出用于实现本发明的第3实施方式所涉及的旋转工具诊断方法的系统结构例的框图。如图10所示，对电动机160的U相的电力线配置电流检测器166(第4电流检测器)，将由电流检测器166得到的电流供给到电源电路150。在图10的例子中，设为在第1实施方式所涉及的具备信号处理装置170的诊断单位100(参考图1)中设置了电流检测器165的结构。从U相的电力线得到电流这只是一例，也可以是其它相的电力线。但是，优选为从与用于检测异常的电流检测器165不同的相的电力线得到电流。

[0109] 然后，电源电路150从由电流检测器166得到的电流，得到使信号处理装置170工作

的电源电压VCC。关于图10所示的信号处理装置170的其它结构，与图1所示的信号处理装置170同样地构成。

[0110] 这样，通过设为从驱动电动机163的电力得到使信号处理装置170工作的电源的结构，从而不需要电池151(电池更换)、环境发电等，具有降低维护成本、简单地实现电源电路的结构这样的优点。此外，也可以构成为对电动机160的电力线配置电流检测器166来检测电流，生成电源。但是，可以说优选为从不是测量对象的电动机163得到电流的结构。

[0111] 〈4.变形例〉

[0112] 此外，本发明不限于上述的各实施方式例，只要不脱离权利要求书中记载的本发明的宗旨，显然可以采用其它各种应用例、变形例。

[0113] 例如，上述的实施方式例是为了易于理解地说明本发明而对装置以及系统的结构详细且具体地说明的例子，未必限定于具备所说明的所有结构的例子。另外，能够将某个实施方式例的结构的一部分置换为其它实施方式例的结构。另外，也可以对某个实施方式例的结构追加其它实施方式例的结构。另外，也可以对于各实施方式例的结构的一部分，进行其它结构的追加、删除、置换。

[0114] 另外，在结构图、功能框图中，关于控制线、信息线只示出了认为说明方面必要的线，在产品方面未必示出所有的控制线、信息线。也可以认为实际上几乎所有的结构相互连接。

[0115] 另外，关于在各实施方式例中说明的各结构、功能、处理部、处理手段等，也可以将它们的一部分或者全部例如通过用集成电路进行设计等而用硬件来实现。另外，关于在各实施方式例中说明的各结构，也可以通过由处理器对实现各自的功能的程序进行解释并执行而用软件来实现。例如在第1实施方式所涉及的信号处理装置170中，能够用软件来实现数据记录部132、输出运算部133、比较器135以及触发输出部136。能够将实现各功能的程序等的信息放置到存储器、硬盘、SSD(Solid State Drive，固态驱动器)等记录装置、或者IC卡、SD卡、光盘等记录介质。

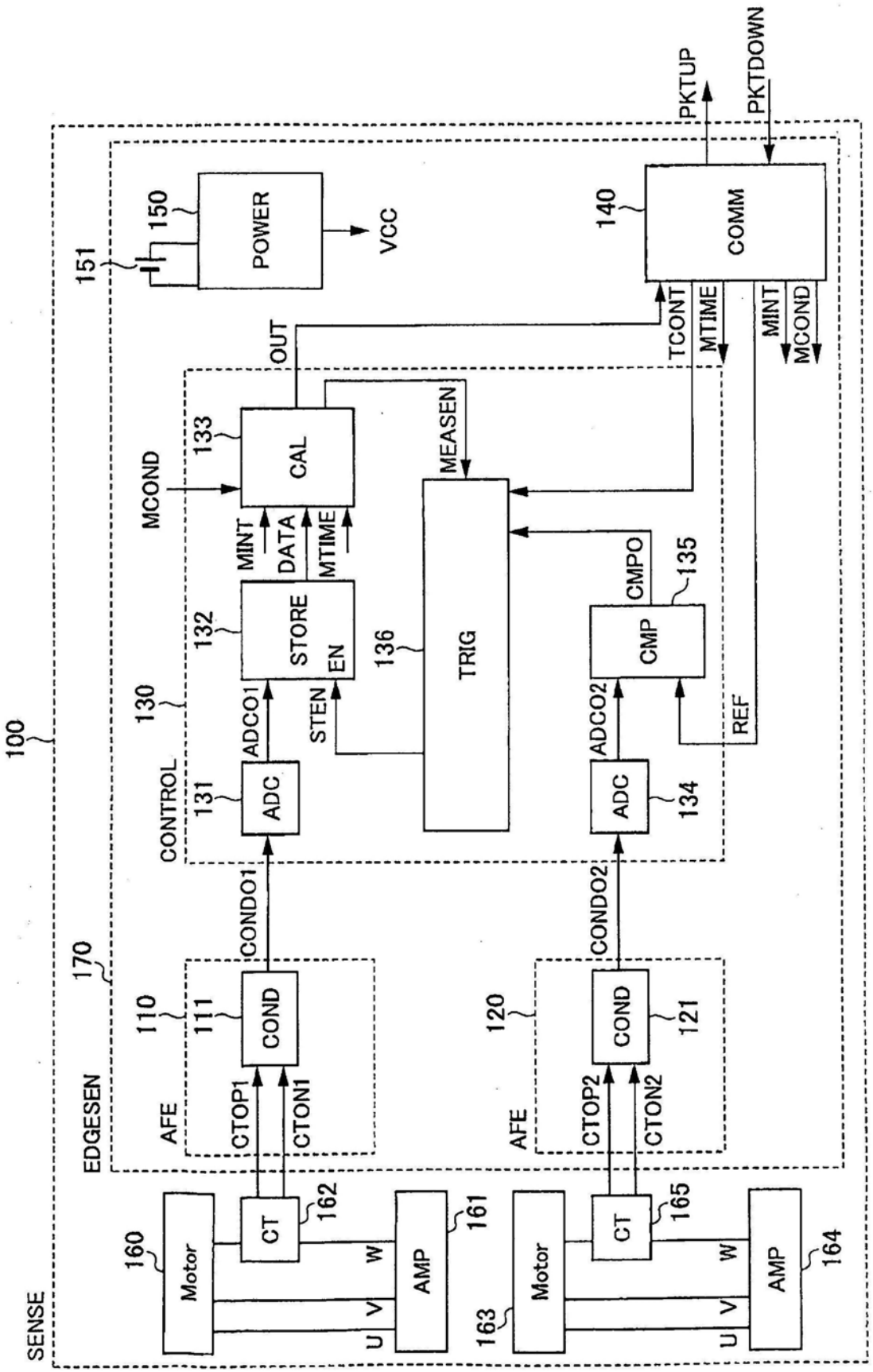

SENSE
100
EDGESEN
170
POWER
150
151
VCC
COMM
140
PKTUP
PKTDOWN
TCONT
MTIME
MINT
MCOND
CONTROL
130
OUT
CAL
133
MCOND
MINT
DATA
MTIME
MEASEN
TRIG
136
STORE
132
EN
STEN
ADC
131
ADCO1
CMP
135
CMPO
REF
ADC
134
ADCO2
CONDO1
CONDO2
AFE
110
111
COND
CTOP1
CTON1
AFE
120
COND
121
CTOP2
CTON2
Motor
160
CT
162
AMP
161
U
V
W
Motor
163
CT
165
AMP
164
U
V
W

图1

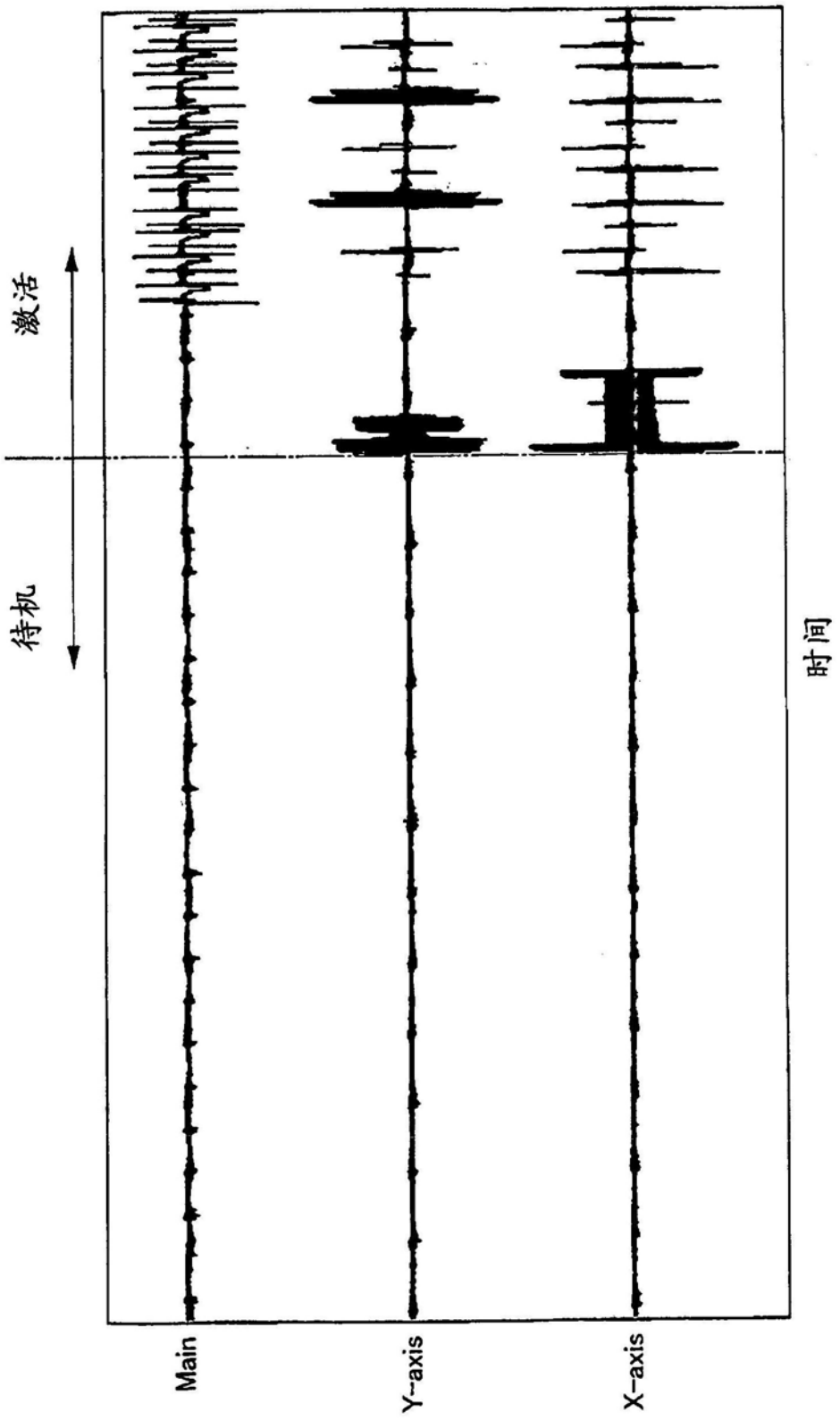


图2

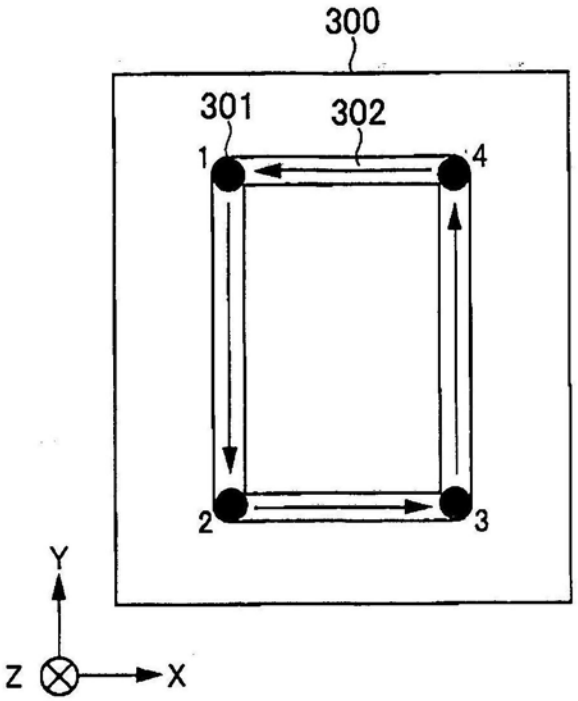

300
301
302
1
2
3
4
Y
Z
X

图3

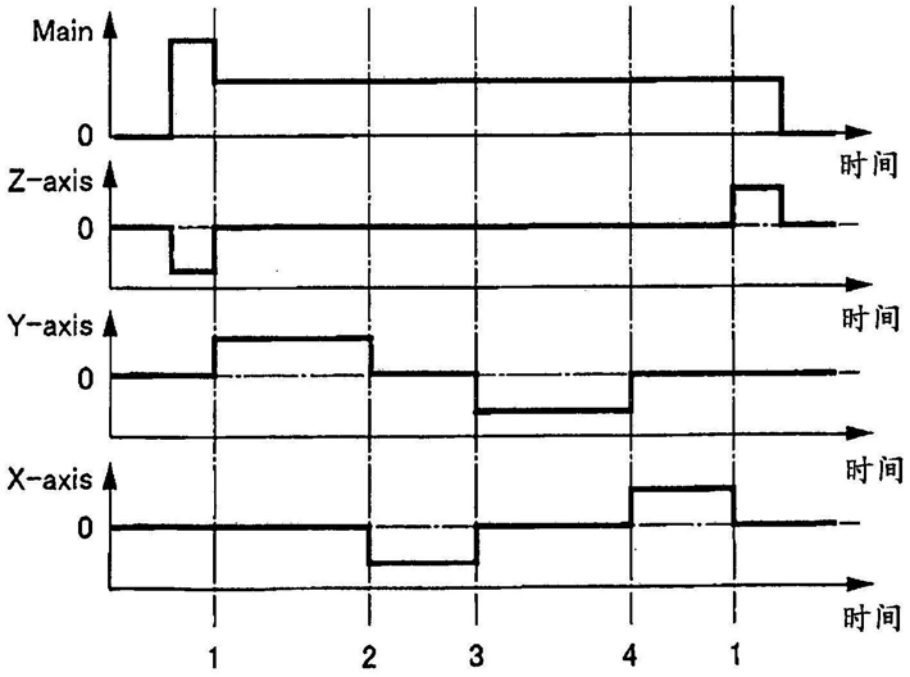

Main
0
时间
Z-axis
0
时间
Y-axis
0
时间
X-axis
0
时间
1
2
3
4
1

图4

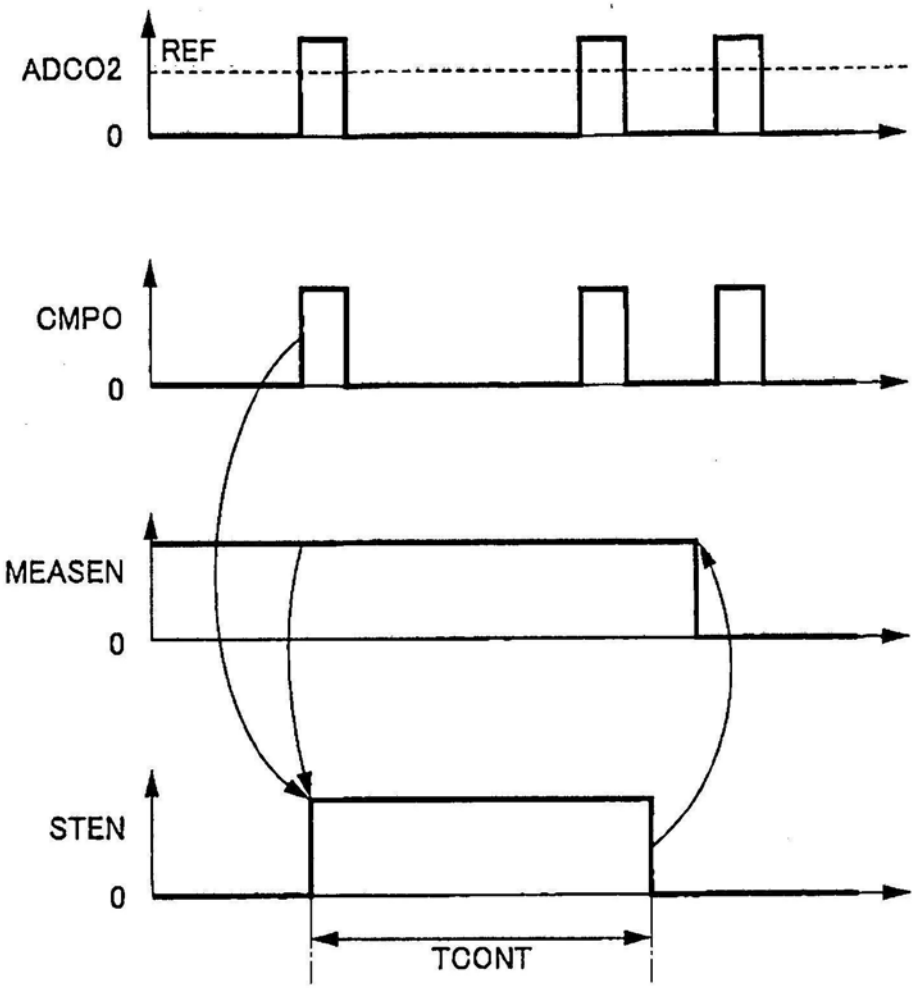


图5

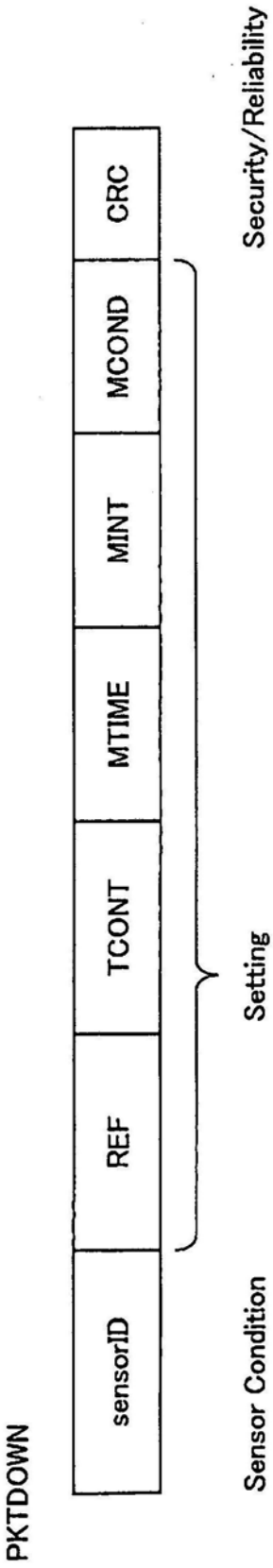

PKTDOWN
sensorID
REF
TCONT
MTIME
MINT
MCOND
CRC
Sensor Condition
Setting
Security/Reliability

图6

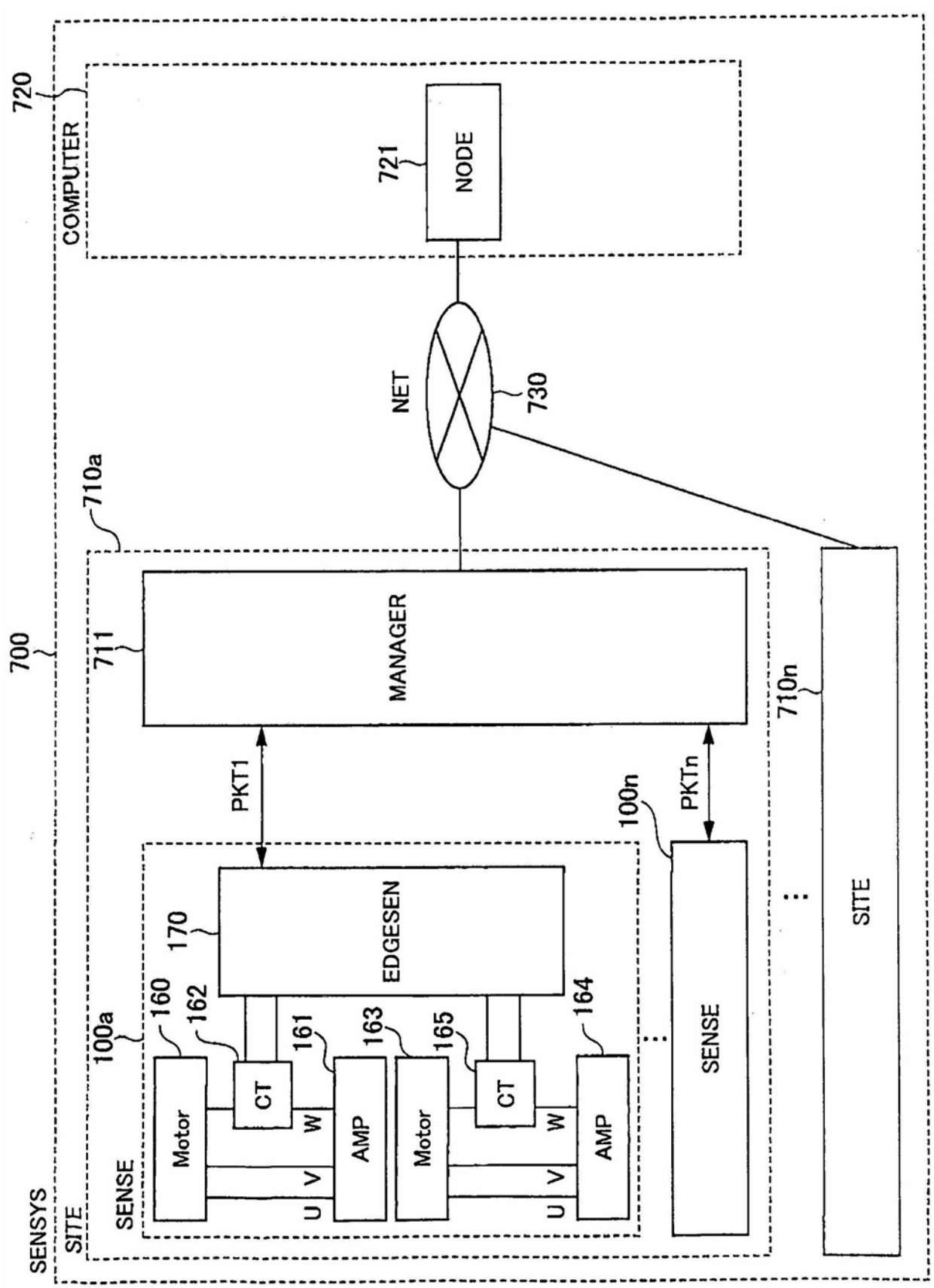

SENSYS
700
SITE
710a
711
MANAGER
720
COMPUTER
721
NODE
NET
730
PKT1
PKTn
710n
SITE
100n
SENSE
100a
SENSE
170
EDGESEN
160
162
161
163
165
164
Motor
CT
AMP
Motor
CT
AMP
U
V
W
U
V
W

图7

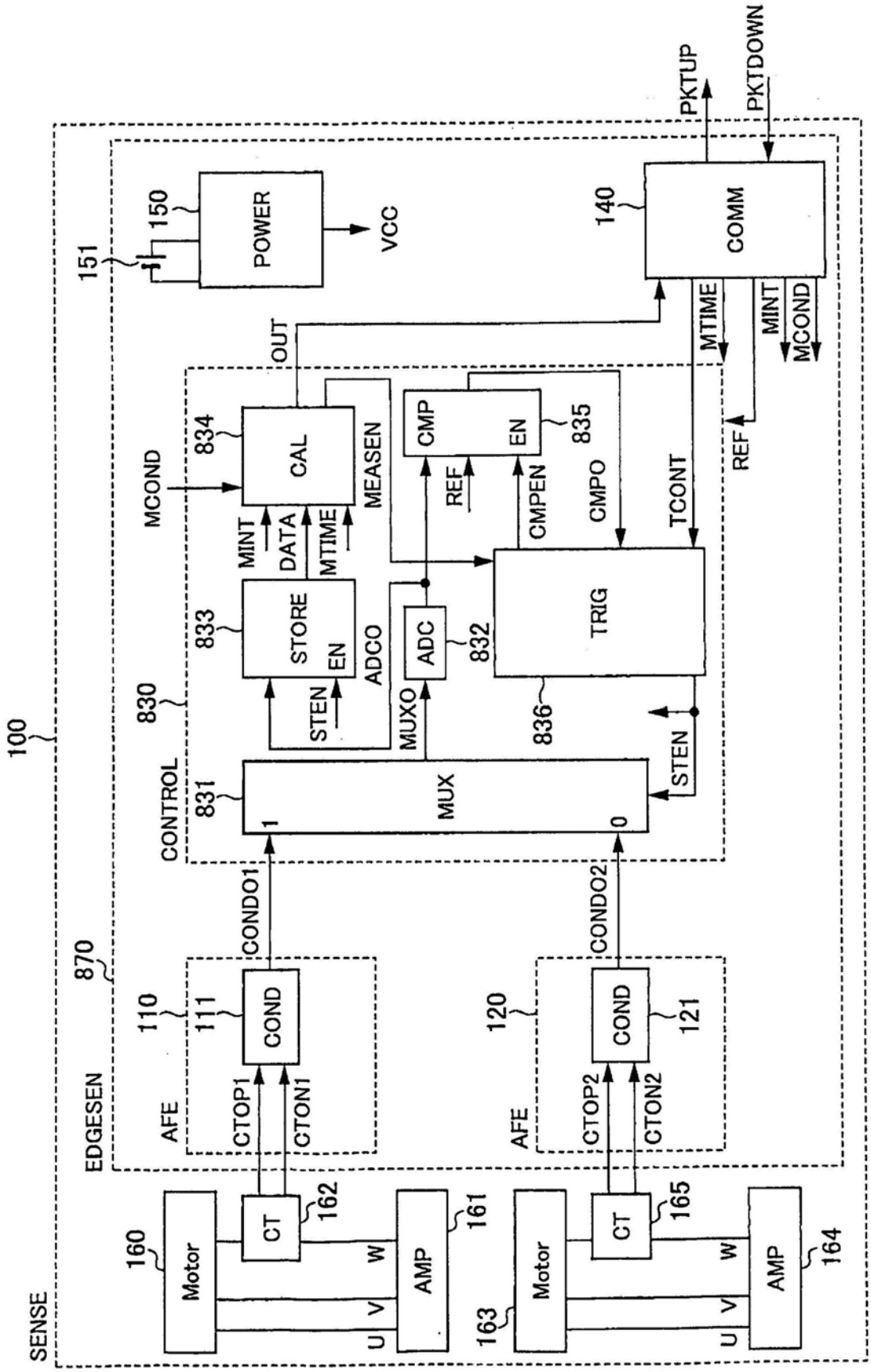

SENSE
100
EDGESEN
870
AFE
110
111
COND
CTOP1
CTON1
CONDO1
AFE
120
121
COND
CTOP2
CTON2
CONDO2
CONTROL
830
831
MUX
1
0
STEN
MUXO
836
STEN
833
STORE
EN
ADCO
ADC
832
TRIG
MCOND
834
CAL
MINT
DATA
MTIME
MEASEN
OUT
CMP
EN
835
REF
CMPEN
CMPO
TCONT
REF
140
COMM
PKTUP
PKTDOWN
MTIME
MINT
MCOND
150
POWER
VCC
151
160
Motor
CT
162
W
V
U
AMP
161
163
Motor
CT
165
W
V
U
AMP
164

图8

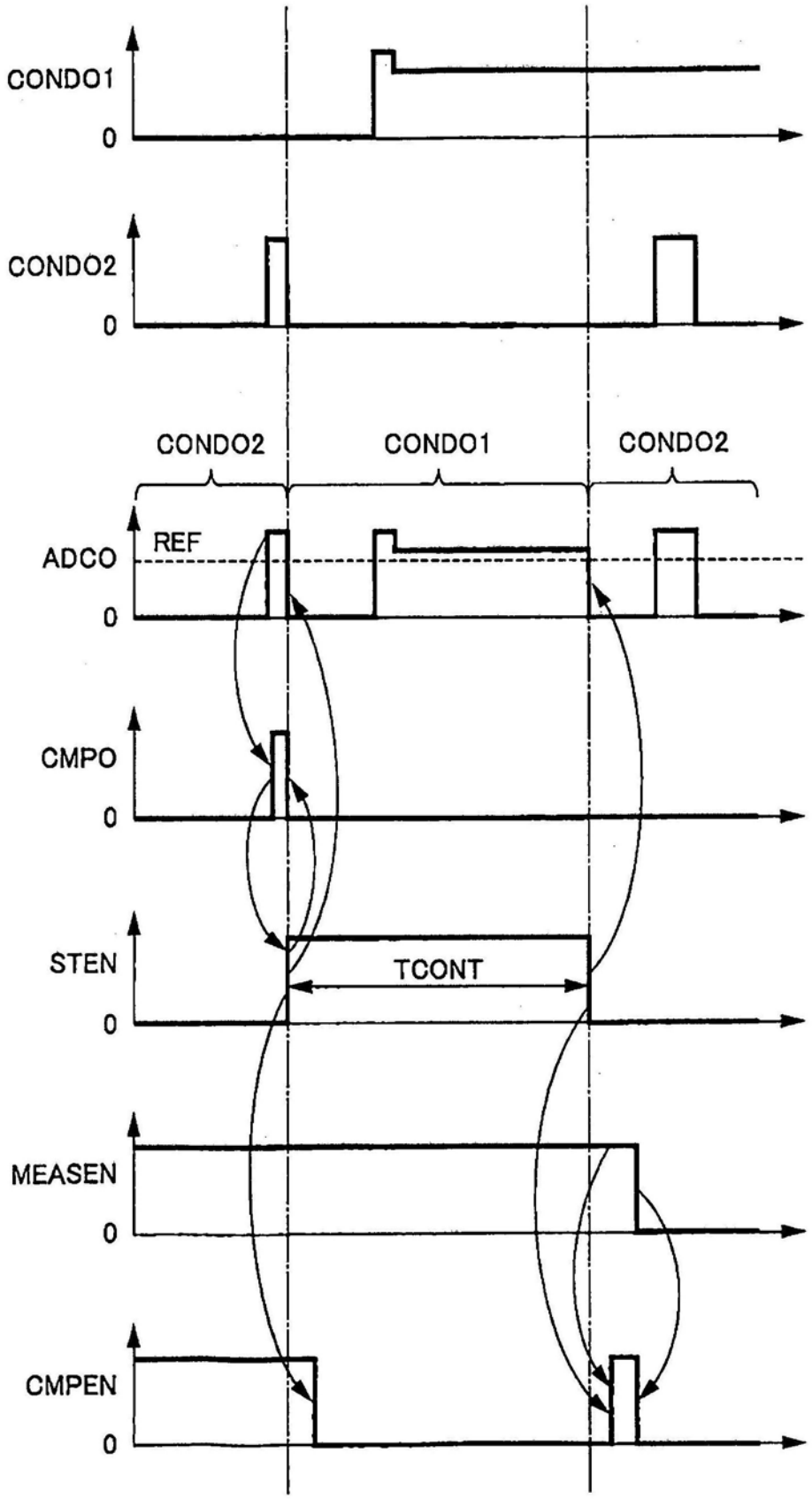

CONDO1
0
CONDO2
0
CONDO2
CONDO1
CONDO2
ADCO
REF
0
CMPO
0
STEN
TCONT
0
MEASEN
0
CMPEN
0

图9

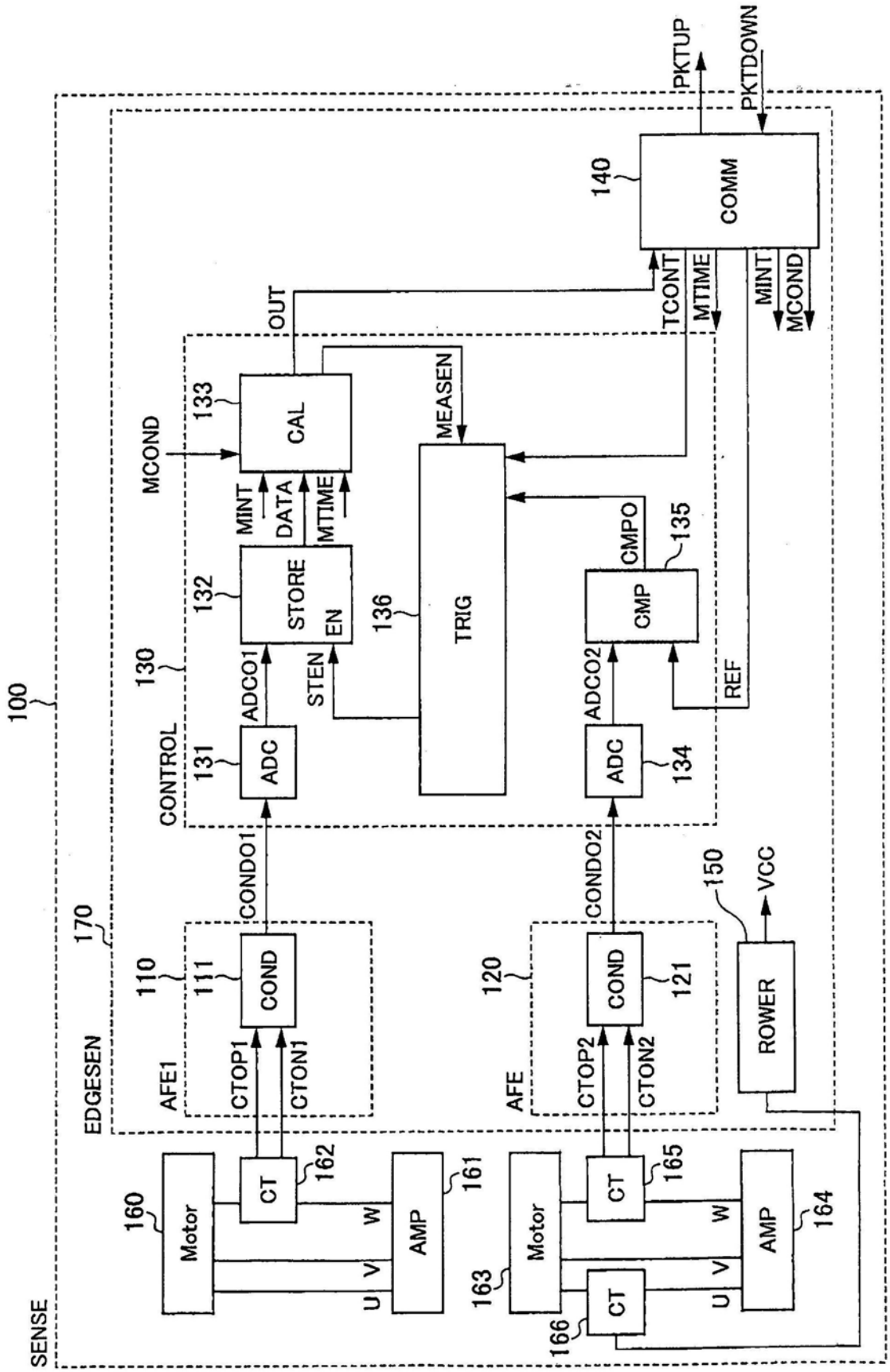

100
SENSE
EDGESEN
170
AFE1
110
111
COND
CTOP1
CTON1
CONDO1
CONTROL
130
131
ADC
ADCO1
132
STORE
EN
MINT
DATA
MTIME
133
CAL
MCOND
OUT
MEASEN
136
TRIG
STEN
134
ADC
ADCO2
135
CMP
CMPO
REF
120
121
COND
CTOP2
CTON2
CONDO2
150
ROWER
VCC
140
COMM
PKTUP
PKTDOWN
TCONT
MTIME
MINT
MCOND
160
Motor
162
CT
161
AMP
U
V
W
163
Motor
165
CT
164
AMP
166
CT

图10