



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117063065 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 14

(21) 申请号 202280005629.8

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.03.14

G01N 25/18 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.02.16

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/011254 2022.03.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/175661 JA 2023.09.21

(71) 申请人 株式会社日立高新技术
地址 日本东京都

(72) 发明人 赵普社 朝仓凉次 角屋诚浩

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 吴秋明

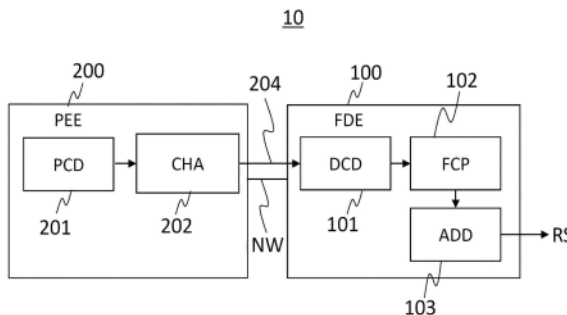
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

诊断装置、半导体制造装置系统、半导体装置制造系统以及诊断方法

(57) 摘要

提供检测静电卡盘的膜的表面状态的异常的技术。在对具备载置静电吸附于膜的样品的样品台的半导体制造装置的状态进行诊断的诊断装置中,取得对样品投入的能量的变化前后的温度数据,根据所取得的所述温度数据来探测膜的异常。



1. 一种诊断装置,对具备载置静电吸附于膜的样品的样品台的半导体制造装置的状态进行诊断,所述诊断装置的特征在于,

取得对所述样品投入的能量的变化前后的温度数据,
根据所取得的所述温度数据来探测所述膜的异常。

2. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
求取所述能量的变化前的所述温度数据的平均值与所述能量的变化后的所述温度数据的平均值的差,作为特征量。

3. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
求取所述温度数据的最大值与最小值的差,作为特征量。

4. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
使用所述温度数据的最大值与所述温度数据的最小值之间的数据来求取相对于时间的倾斜度,作为特征量。

5. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
求取预先定义的正常时的所述温度数据与所述温度数据的差分,作为特征量。

6. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
将作为所述温度数据的变化量或所述温度数据的变化速度的特征量、所述特征量的随时间变化或所述膜的异常有无的结果显示于GUI画面,并且提示所述膜异常的情况下的动作。

7. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
取代对所述样品投入的能量的变化前后的温度数据而取得所述样品的静电吸附前后的温度数据,

根据所取得的所述温度数据来探测所述膜的异常。

8. 根据权利要求1所述的诊断装置,其特征在于,
取代对所述样品投入的能量的变化前后的温度数据而取得加热器的消耗电力量,
根据所取得的加热器的消耗电力的变化数据来探测所述膜的异常。

9. 一种半导体制造装置系统,其特征在于,
具备权利要求1所述的诊断装置,其经由网络连接半导体制造装置。

10. 根据权利要求9所述的半导体制造装置系统,其特征在于,
所述诊断装置是个人计算机。

11. 一种半导体装置制造系统,具备平台,所述平台安装有用于对具备载置静电吸附于膜的样品的样品台的半导体制造装置的状态进行诊断的应用,并且经由网络连接半导体制造装置,

所述半导体装置制造系统的特征在于,通过所述应用执行如下步骤:

取得对所述样品投入的能量的变化前后的温度数据;和
根据所取得的所述温度数据来探测所述膜的异常。

12. 一种诊断方法,对具备载置静电吸附于膜的样品的样品台的半导体制造装置的状态进行诊断,所述诊断方法的特征在于,具有如下工序:

取得对所述样品投入的能量的变化前后的温度数据;和
根据所取得的所述温度数据来探测所述膜的异常。

诊断装置、半导体制造装置系统、半导体装置制造系统以及诊断方法

技术领域

[0001] 本公开涉及诊断装置、半导体制造装置系统、半导体装置制造系统以及诊断方法。特别涉及利用了从作为对半导体晶片进行加工的半导体制造装置的等离子处理装置的多个传感器逐次取得的时间序列信号(传感器波形数据)的诊断装置(PHM:Prognostics and Health Management,故障预测与健康健康管理)。

背景技术

[0002] 在等离子处理中搭载并吸附晶片的静电卡盘(ESC:Electrostatic Chuck)的表面状态会因表面的损伤、沉积附着等原因而逐渐劣化。由此,由于发生晶片的加工速度的异常、晶片的吸附异常等,因此,期望探测ESC的表面状态的变化并在异常发生前进行维护等的技术。但由于没有关联传感器,因此,难以实时监视工作装置的ESC的表面状态。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:JP特开2015-226407号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 通过ESC的表面的热传导率的变化来检测ESC的表面状态的异常。在一般的装置中,如专利文献1记载的方法那样,提出通过温度传感器数据的变化来检测热传导率的变化。但在蚀刻装置的ESC中,由于通过温度控制系统而温度传感器的值变得固定,因此,在该方法中,不能检测ESC的表面的热传导率的变化。

[0008] 因此,本公开目的在于,提供检测静电卡盘的膜的表面状态的异常的技术。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 若简单说明本公开当中的代表性的方案的概要,则如下述那样。

[0011] 根据一实施方式,在对具备载置静电吸附于膜的样品的样品台的半导体制造装置的状态进行诊断的诊断装置中,取得对样品投入的能量的变化前后的温度数据,根据所取得的所述温度数据来探测膜的异常。

[0012] 此外,本公开的能预兆异常的诊断装置中,在等离子控制部使对晶片投入的能量变化,在数据收集部从温度传感器取得能量变化前后的温度变化数据,在特征量计算部计算所述温度变化数据的变化量或变化速度作为特征量,在异常检测部中,在所述特征量超过阈值的情况下,判定为静电卡盘的表面状态异常。

[0013] 发明的效果

[0014] 能提升静电卡盘的表面状态的异常探测的精度。

附图说明

- [0015] 图1是表示实施例1所涉及的故障诊断装置的结构示例的图。
- [0016] 图2是表示图1的蚀刻装置的电极结构的示例的图。
- [0017] 图3是表示实施例1所涉及的传感器数据的示例的图。
- [0018] 图4是表示实施例1所涉及的特征量计算和异常判定的处理流程的示例的图。
- [0019] 图5是表示特征量F1、F2、F3的计算例的图。
- [0020] 图6是表示特征量F4的计算例的图。
- [0021] 图7是表示实施例1所涉及的异常判定的示例的图。
- [0022] 图8是表示实施例2所涉及的晶片卡紧(Wafer Chucking)动作的示例的图。
- [0023] 图9是表示实施例1所涉及的诊断结果显示的示例的图。

具体实施方式

[0024] 本发明的实施方式是等离子处理装置的诊断装置。作为该实施方式的示例,诊断装置可以是具备处理器和存储器的一般的个人计算机,是遵循程序进行处理的软件的安装,也可以不是一般的计算机而是专用的硬件的安装。

[0025] 此外,也可以在计算机中装入专用的硬件,组合软件的安装和硬件的安装来进行安装。诊断装置可以设为外部连接,也可以作为和其他数据处理兼用的模块设为外部连接。以下使用附图来说明实施方式。

[0026] 【实施例1】

[0027] 图1所示的半导体制造装置系统10包含故障诊断装置(FDE、有时也仅称作诊断装置)100和蚀刻装置(PEE)200。故障诊断装置100和蚀刻装置200通过网络线路NW连接。在该示例中,蚀刻装置200是作为半导体制造装置的等离子处理装置。

[0028] 故障诊断装置(FDE)100具有数据收集部(DCD)101、特征量计算部(FCP)102、异常检测部(ADD)103,与蚀刻装置200通过网络线路NW相连。在蚀刻装置200中包含与本发明关联的等离子(Plasma)控制部(PCD)201、腔室(CHA:Chamber)202。故障诊断装置100从蚀刻装置200经由网络线路NW接收处理工艺时由传感器测定的时间序列数据(以后称作传感器数据)204,对该接收到的传感器数据204进行分析,输出分析结果RS。

[0029] 在等离子控制部201中,控制在腔室202中对作为样品的晶片203投入的能量。在腔室202中,对晶片203以所设定的工艺条件进行加工,将该过程的传感器数据204实时发送到数据收集部101。数据收集部101从接收到的传感器数据204提取能量和温度传感器的数据,并发送到特征量计算部102。特征量计算部102从传感器数据204取得所述能量变化前后的温度变化数据,算出温度变化数据的变化量或温度变化数据的变化速度,作为特征量。异常检测部103对计算出的所述特征量的随时间变化进行分析,输出是否有异常的分析结果RS。

[0030] 图2表示上述腔室202的结构示例。在腔室202内设有样品台,其包含在等离子处理中搭载晶片203并进行静电吸附的静电卡盘(ESC:Electrostatic Chuck)205。在样品台,载置静电吸附于构成ESC205的膜210的晶片203。在加工晶片203时,将ESC205的温度控制成工艺设定条件那样,将晶片203移动到ESC205上,在晶片203的上方的空间生成等离子PLA。本发明的目的在于,由于ESC205的膜210的表面状态和晶片203与ESC205之间的热传导率THC有关联,通过监视该热传导率THC的变化来检测ESC205的膜210的表面状态的异常。

[0031] ESC205的温度的控制通过利用了多个加热器206和温度传感器207的反馈温度控制系统来进行。反馈温度控制系统进行控制,以使得在温度传感器207的温度比设定条件的温度高的情况下减少加热器功率,在温度传感器207的温度比设定条件的温度低的情况下增加加热器功率。因此,在工艺中,温度传感器207的传感器值(检测到的温度值)大致固定。在热源等中有变化时,温度传感器207的传感器值暂时变化,但由于反馈温度控制系统的温度控制进行动作,因此,温度传感器207的温度回到设定条件的温度。

[0032] 通过上述现象取得温度变化数据,能使用该温度变化数据来推定上述热传导率THC的变化。例如,若改变等离子PLA的功率,则从等离子PLA投入晶片203的能量(等离子热输入)209的量发生变化,温度传感器207的传感器值从设定条件值暂时离开并返回。根据该过程的温度变化数据来算出温度的变化速度,可知,若速度比平时快,则热传导率THC变高。

[0033] 图3表示上述传感器数据的示例。图3的(a)是表示等离子PLA的等离子功率(Plasma Power)的时间变化的传感器数据的一例,纵轴是等离子功率,横轴是时间(TT)。图3的(b)是表示温度传感器207的温度传感器值(传感器温度(Sensor Temperature)01)的时间变化的传感器数据的一例,纵轴是温度传感器值,横轴是时间(TT)。图3的(c)是表示以0.1秒的间隔收集的传感器数据的一例的表。时间戳(Timestamp)是0.1秒的间隔,在该示例中,传感器数据例示性地示出等离子PLA的功率(Plasma Power)、温度传感器值(传感器温度01)、加热器206的功率(加热器功率(Heater Power)01)等。

[0034] 如图3的(a)所示那样,等离子PLA的等离子功率(Plasma Power)设定成暂时减少、然后增加。如图3的(b)所示那样,相对于等离子PLA的等离子功率的减少,温度传感器值(Sensor Temperature 01)减少后增加。相对于等离子功率的增加,温度传感器207的温度传感器值增加后减少。传感器数据以0.1秒的间隔收集,如图3的(c)的表所示那样保存,或发送。

[0035] 图4中说明特征量计算的处理流程。图4是表示实施例所涉及的特征量计算和异常判定的处理流程的示例的图。图4的处理流程是在具备安装了用于诊断半导体制造装置的状态的平台的半导体装置制造系统中通过应用执行的流程。

[0036] 步骤S40:

[0037] 首先,在具备载置静电吸附于ESC205的膜210的样品(晶片)203的样品台的半导体制造装置200中,通过控制等离子功率,来使对晶片203投入的能量变化。在此,虽然能利用处于原本的工艺处理条件的等离子功率变化的部分,但也可以将故障诊断专用的处理条件追加到原本工艺处理条件中。

[0038] 步骤S41:

[0039] 然后,收集步骤S40中实施的能量变化前后(能量变化前和能量变化后)的传感器数据(T)。例如,收集能量变化前的5秒到能量变化后20秒的20秒间的时间范围的传感器数据(T)。即,在对具备载置静电吸附于ESC205的膜210的样品203的样品台的半导体制造装置200的状态进行诊断的诊断装置100中,取得对样品203投入的能量的变化前后的传感器数据(以下有时也称作温度数据)T。然后,由诊断装置100根据所取得的温度数据T来探测ESC205的膜210的异常。

[0040] 步骤S42:

[0041] 从这里起,使用数据T来计算特征量F1。提取能量变化前的数据T1。例如,提取数据

T的最初的10个数据作为数据(T1)。提取能量变化后的数据T2。例如,提取数据T的最后的10个数据作为数据(T2)。然后,对能量变化前的数据(T1)和能量变化后的数据(T2)分别算出平均值(MEAN(T1)、MEAN(T2))。

[0042] 步骤S43:

[0043] 然后,用式1算出特征量F1。

[0044] $F1 = \text{MEAN}(T1) - \text{MEAN}(T2)$ 式1

[0045] 通过式1来算出T1平均值与T2平均值的差(特征量F1)。即,求取能量的变化前的温度数据(T1)的平均值与能量的变化后的温度数据(T2)的平均值的差,作为特征量F1。

[0046] 步骤S44:

[0047] 接着,取得数据T的最大值(TMAX)和最小值(TMIN)。

[0048] 步骤S45:

[0049] 然后,通过式2算出特征量F2。

[0050] $F2 = TMAX - TMIN$ 式2

[0051] 通过式2来算出温度数据T的最大值与最小值的差(特征量F2)。即,求取温度数据T的最大值与最小值的差作为特征量F2。

[0052] 步骤S46:

[0053] 接着,取得数据T的最大值(TMAX)的时刻(L1)和数据T的最小值(TMIN)的时刻(L2)。

[0054] 步骤S47:

[0055] 算出时刻L1与时刻L2之间的数据T的相对于时间的倾斜度,作为特征量F3。即,使用温度数据T的最大值(TMAX)与温度数据T的最小值(TMIN)之间的数据来算出相对于时间(L1、L2)的倾斜度,作为特征量F3。

[0056] 步骤S48:

[0057] 在该处理之前准备数据T的正常波形数据。该正常波形数据是从过去的正常处理工艺的传感器数据以相同计算条件提取的过去数据T。通过式3算出特征量F4。

[0058] $F4 = \text{MEAN}(\text{各时刻的数据T与正常波形数据的差})$ 式3

[0059] 通过式3来算出温度数据T与事前定义的正常波形数据的差分(特征量F4)。即,求取预先定义的正常时的温度数据的正常波形数据与温度数据T的波形数据的差分,作为特征量F4。

[0060] 步骤S49:

[0061] 通过以上的计算,特征量F1、F2、F3、F4的计算完成。监控特征量(F1、F2、F3、F4)的随时间变化,在超过给定的阈值的情况下判定为异常。在计算时,也可以以噪声减少等为目的,在特征量计算方法中追加一般的统计处理方法。此外,也可以根据等离子功率变化的型式(pattern),在取代上述最大值和最小值而取多个极大值和极小值的情况下,增加特征量的数量。

[0062] 图5表示特征量F1、F2、F3的示例。等离子功率变化2次,数据T是从最初的能量变化的时刻TF的5秒前到最后的能量变化的时刻TE的20秒后的能量变化前后的区间TP的数据。使用数据T的最初10个数据来计算T1平均(MEAN(T1)),使用最后的10个数据来计算T2平均(MEAN(T2)),能计算特征量F1。然后,能使用数据T的最大值L1和最小值L2、和最大值L1与最

小值L2之间的数据T来计算特征量F2和特征量F3。

[0063] 图6表示特征量F4的示例。用与图5的示例相同的方法取得数据T(61)。然后,能计算正常波形数据60与数据T(61)的差分即特征量F4。

[0064] 图7是表示异常判定的示例的图。图7的(a)是监控特征量F1的随时间变化的示例,纵轴表示特征量F1的值,横轴表示蚀刻处理的累积时间CT(或处理的晶片的片数N):CT(或N)。图7的(b)是监控特征量F2的随时间变化的示例,纵轴表示特征量F2的值,横轴表示蚀刻处理的累积时间CT(或处理的晶片的片数N)。图7的(c)是监控特征量F3的随时间变化的示例,纵轴表示特征量F3的值,横轴表示蚀刻处理的累积时间CT(或处理的晶片的片数N)。图7的(d)是监控特征量F4的随时间变化的示例,纵轴表示特征量F4的值,横轴表示蚀刻处理的累积时间CT(或处理的晶片的片数N)。

[0065] 如图7所示那样,分析特征量的时间序列来进行异常的判定。例如,针对特征量F3,有上和下的2个阈值TH1、TH2,若特征量F3的值超过任一阈值TH1、TH2,就判定为特征量F3的异常。即,若特征量F3超过阈值TH1、TH2之间的范围,就判定为特征量F3的异常(即,若从TH1与TH2之间的范围偏离($F3 > TH1$ 或 $TH2 > F3$ 的情况),就判定为特征量F3的异常)。特征量F4有1个阈值TH3,因此,若超过该阈值TH3,就判定为特征量F4的异常(即,在 $F4 > TH3$ 的情况下,判定为特征量F4的异常)。作为整体,若征量F1、F2、F3、F4的任一者成为异常,就判定为装置的异常发生。但也可以考虑特征量与故障的关联性,在2个以上的特征量有异常时判定为蚀刻装置200的异常发生。

[0066] 此外,ESC205存在有多个分区的类型。在图7的(e)中示出有4个分区(第1分区Z1、第2分区Z2、第3分区Z3、第4分区Z4)的ESC205。图4的特征量(F1-F4)的计算和异常判定的处理流程例如表示ESC205的第1分区Z1的特征量(F1-F4)的计算和异常判定的处理流程。能对各分区Z1、Z2、Z3、Z4分别使用图4的特征量(F1-F4)的计算和异常判定的处理流程,来计算各分区Z1、Z2、Z3、Z4的特征量(F1-F4),进行异常判定。

[0067] 即,对具备载置静电吸附于膜210的样品203的样品台的半导体制造装置200的状态进行诊断的诊断方法构成为具有如下工序:取得对样品203投入的能量的变化前后的温度数据;根据所取得的温度数据来探测膜210的异常。

[0068] 此外,图1的半导体制造装置系统10能改换说法成半导体装置制造系统。在此,半导体装置制造系统具备平台,该平台安装有用于对具备载置静电吸附于膜210的样品203的样品台的半导体制造装置200的状态进行诊断的应用,并且经由网络NW连接半导体制造装置200。而且构成为通过应用执行如下步骤:取得对样品203投入的能量的变化前后的温度数据;根据所取得的温度数据来探测膜210的异常。

[0069] 特征量的列表、计算结果、异常诊断结果能在GUI(Graphic User Interface,图形用户接口)进行显示。例如,诊断装置100具有将特征量的列表、计算结果、异常诊断结果等在GUI(Graphic User Interface,图形用户接口)进行显示的显示画面。或者,在将诊断装置100所输出的分析结果RS经由网络线路发送到服务器这样的情况下,也可以在服务器设置将特征量的列表、计算结果、异常诊断结果等在GUI(Graphic User Interface,图形用户接口)进行显示的显示画面。

[0070] 在图9示出GUI画面的示例。在图9的GUI画面90描绘ESC故障诊断画面(ESC Fault Diagnostic screen)的一例。在GUI画面90中,能选择以半导体制造装置200的装置ID

(Device ID)91、开始时间(Start Time)92、结束时间(End Time)93进行诊断的半导体制造装置200的装置数据(温度数据T)。能在特征量列表(Feature-LIST)94中设定诊断所使用的特征量(Feature:F1、F2、F3、F4)、分区(Zone:1=Z1、2=Z2、3=Z3、4=Z4)、参数值(Para)、阈值(TH)。在异常判定(Anomaly Judgment)的区域95显示计算出的各特征量(F1-F4)的随时间变化。在判定为异常的情况下,在警报(Alarm)区域96提示有异常的特征量(该示例中是F4)。在动作(Action)97中,作为该异常的对策而提示维护实施、工艺条件调整等作业。即,将作为温度数据的变化量或温度数据的变化速度的特征量(F1、F2、F3、F4)、特征量(F1、F2、F3、F4)的随时间变化或膜210的异常有无的结果显示在GUI画面90,在膜210异常的情况下,在GUI画面90提示膜210异常的情况下的动作。

[0071] 根据实施例1,能提供检测静电卡盘205的膜210的表面状态的异常的技术。由此,提升静电卡盘205的膜210的表面状态的异常的探测的精度。

[0072] 【实施例2】

[0073] 在实施例2中,说明取代等离子热输入而利用晶片卡紧80(将晶片203置于ESC205上)的情况的处理。没有说明的部分与实施例1相同。即,对与实施例1相同的部分省略重复的说明。

[0074] 在图8的(a)、(b)示出实施例1的状况(与图3的(a)、(b)相同),而在图8的(c)、(d)中示出利用晶片卡紧80的示例。图8的(c)表示晶片卡紧80的启用状态(On)和禁用状态(Off)的变化,纵轴表示晶片卡紧80的启用状态(On)和禁用状态(Off),横轴表示时间TT。图8的(d)是加热器206所消耗的电力量即加热器功率值(数据P)的状态,纵轴表示加热器功率值(数据P)的状态,横轴表示时间TT。

[0075] 将实施例1中在特征量计算中所用的温度传感器值(数据T)在实施例2中变更为加热器所消耗的电力量即加热器功率值(数据P)。

[0076] 即,在晶片卡紧80前,通过温度控制而温度传感器值和加热器功率值是固定的。在晶片卡紧80时,由于晶片203的温度比ESC205低,因此,ESC205的温度变低。温度控制系统探测ESC205的温度变化,提高加热器206的加热器功率。若晶片203的温度变得与ESC205的温度相同,加热器206的加热器功率值逐渐回到原本的值。

[0077] 能使用上述过程的数据P与实施例1相同地计算特征量,进行异常判定。

[0078] 即,在实施例2中,取代对样品203投入的能量的变化前后的温度数据而取得加热器206的消耗电力量,根据所取得的加热器206的消耗电力的变化数据来探测膜210的异常。

[0079] 作为变形例,也可以构成为取代对样品203投入的能量的变化前后的温度数据而取得样品203的静电吸附前后的ESC205的温度数据,根据所取得的样品203的静电吸附前后的ESC205的温度数据来探测膜203的异常。

[0080] 在实施例2以及变形例中,也能得到与实施例1同等的效果。

[0081] 以上基于实施例具体说明了由本发明人做出的发明,但本发明并不限于上述实施方式以及实施例,能进行种种变更,这点不言自明。

[0082] 附图标记的说明

[0083] 10: 半导体制造装置系统

[0084] 100: 故障诊断装置(诊断装置)

[0085] 101: 数据收集部

- [0086] 102:特征量计算部
- [0087] 103:异常检测部
- [0088] 200:蚀刻装置(半导体制造装置)
- [0089] 201:等离子控制部
- [0090] 202:腔室
- [0091] 203:样品(晶片)
- [0092] 205:静电卡盘(ESC)
- [0093] 206:加热器
- [0094] 207:温度传感器。

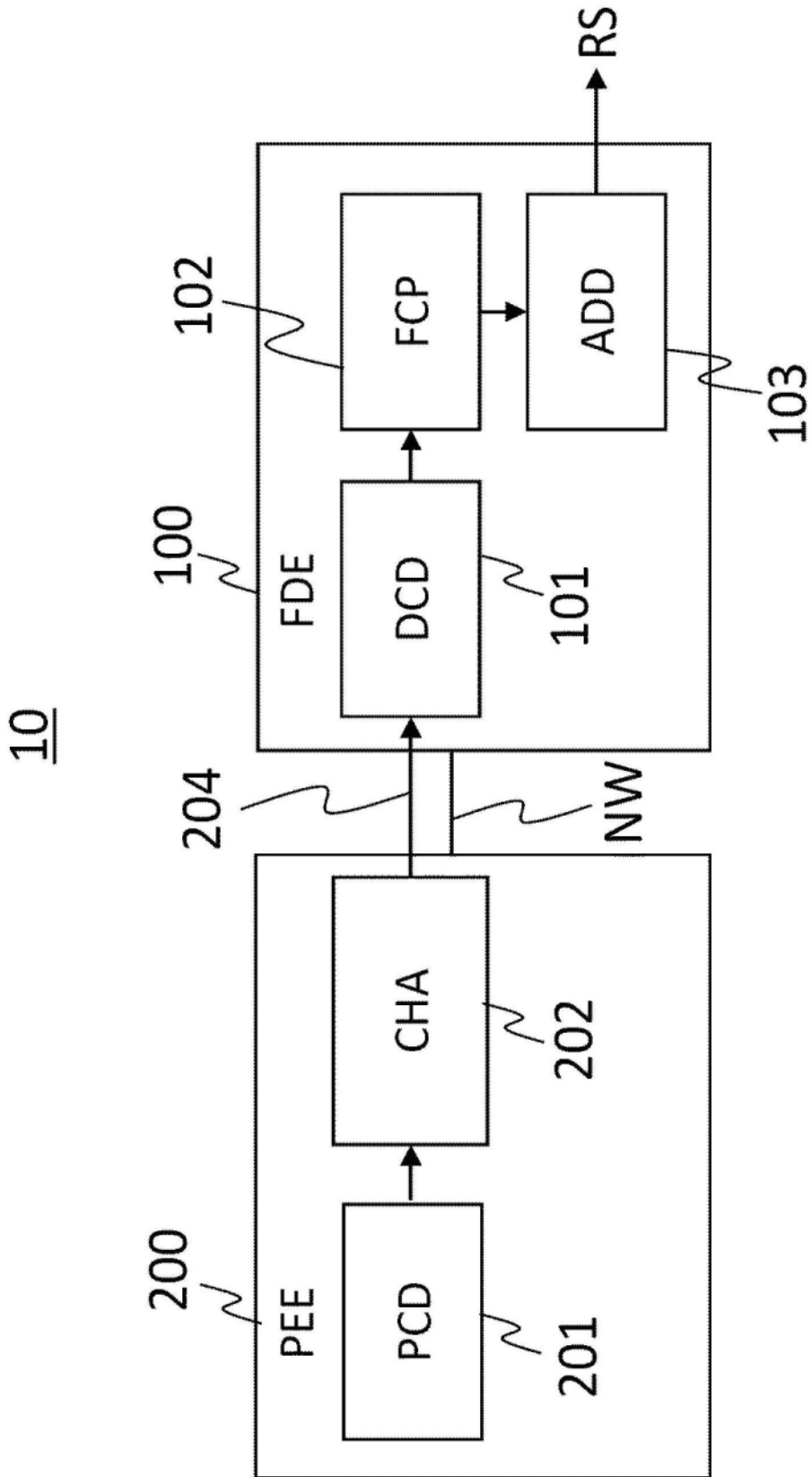


图1

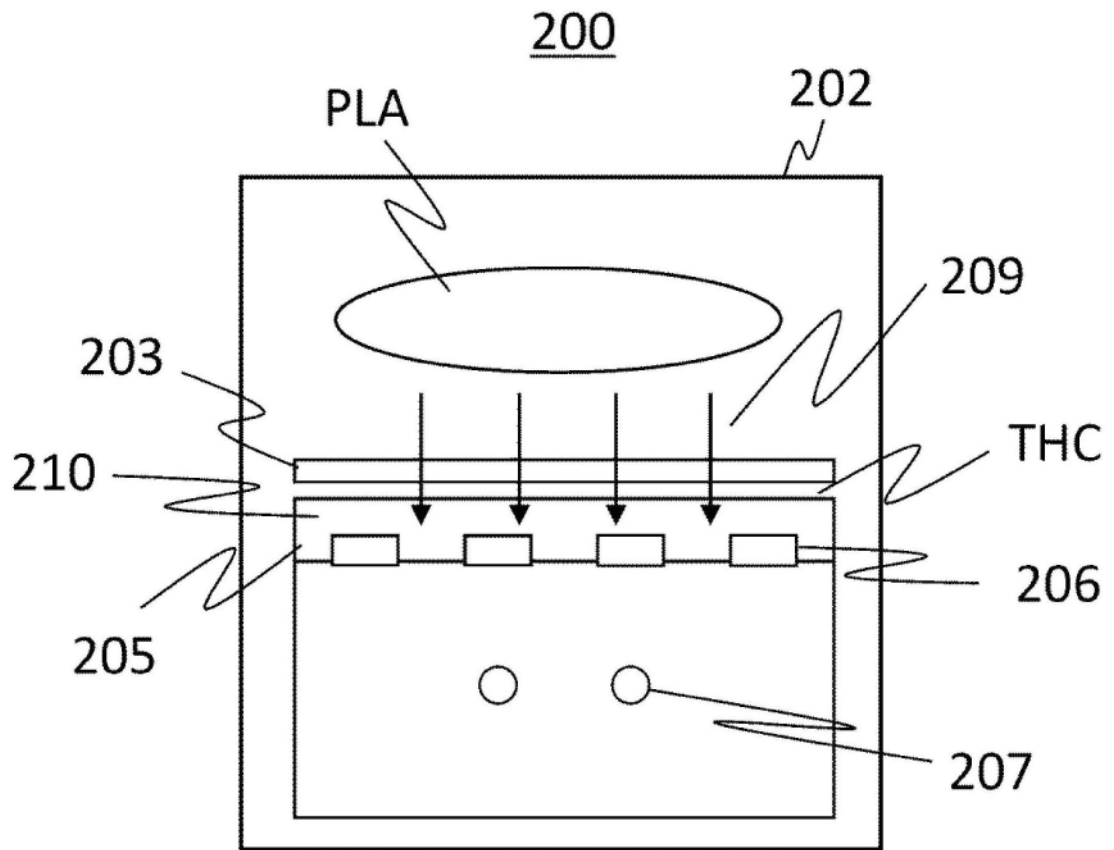


图2

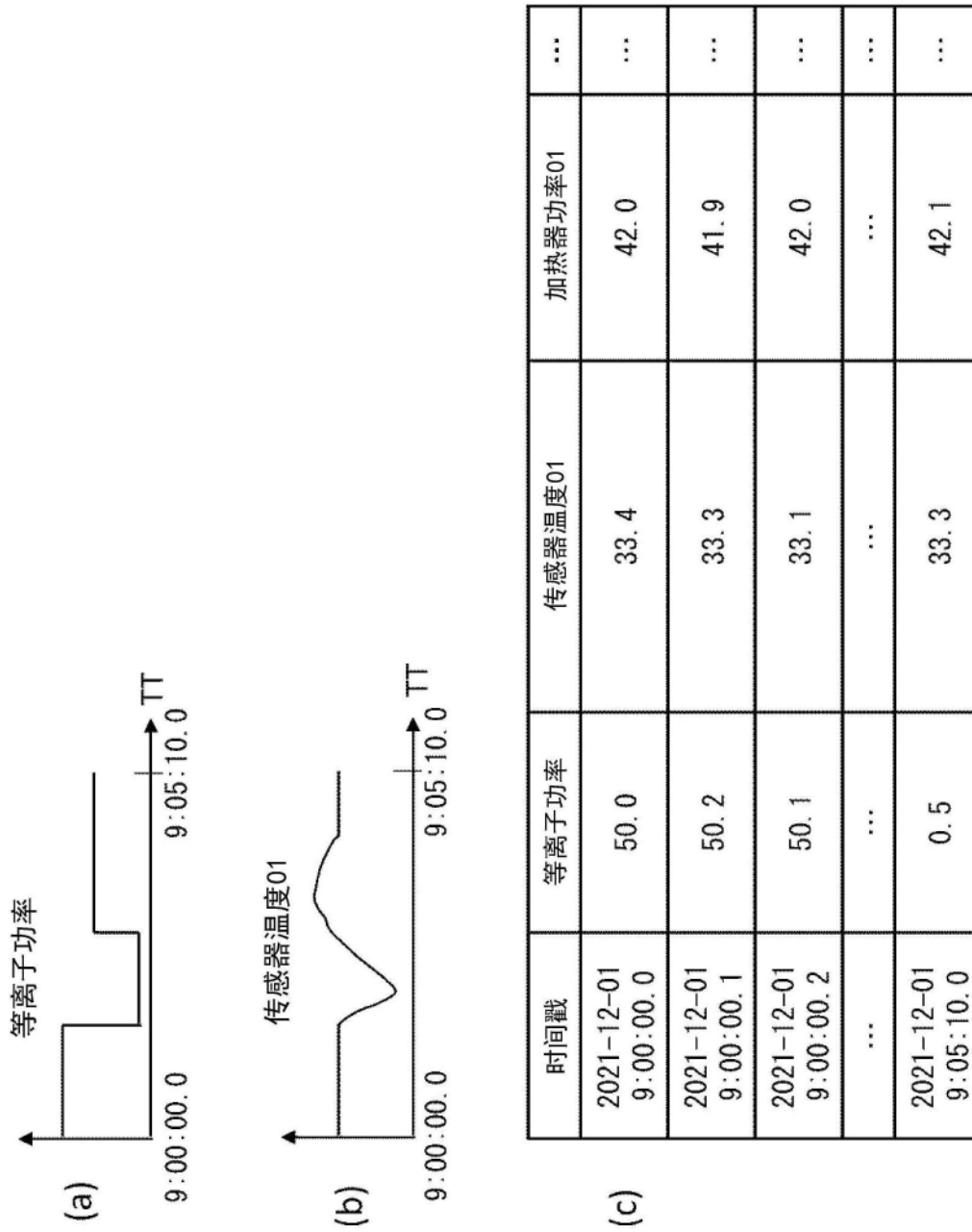


图3

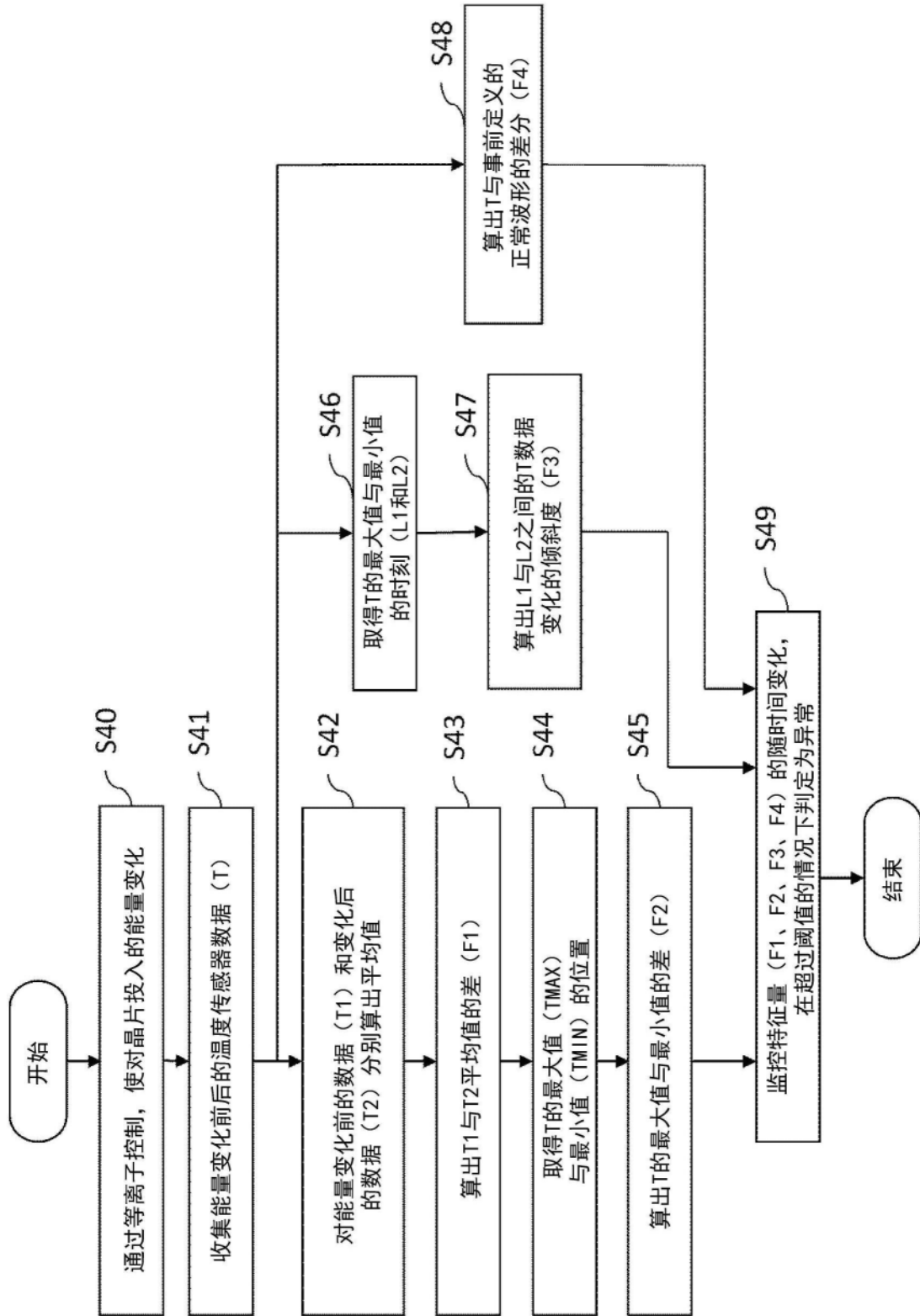


图4

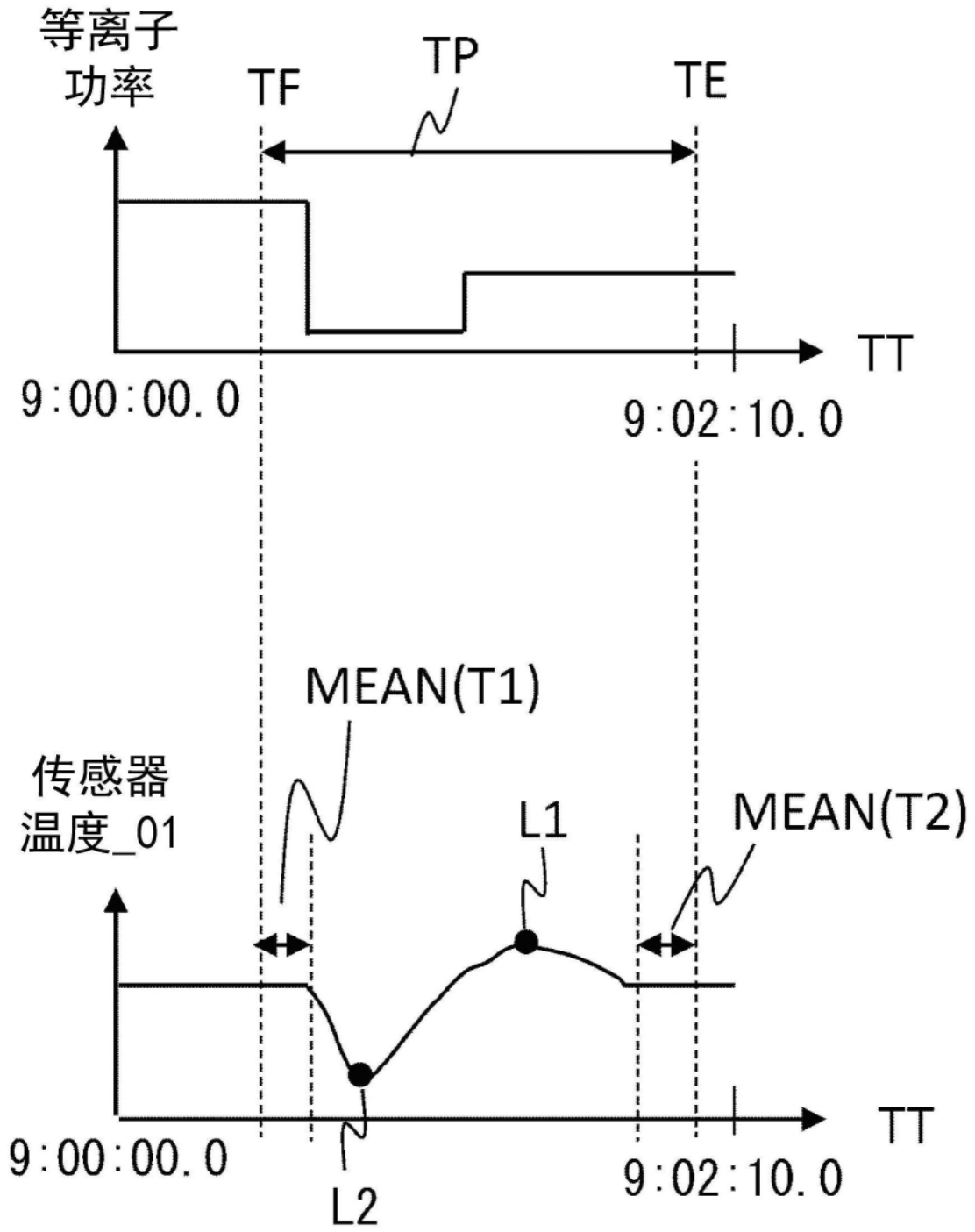


图5

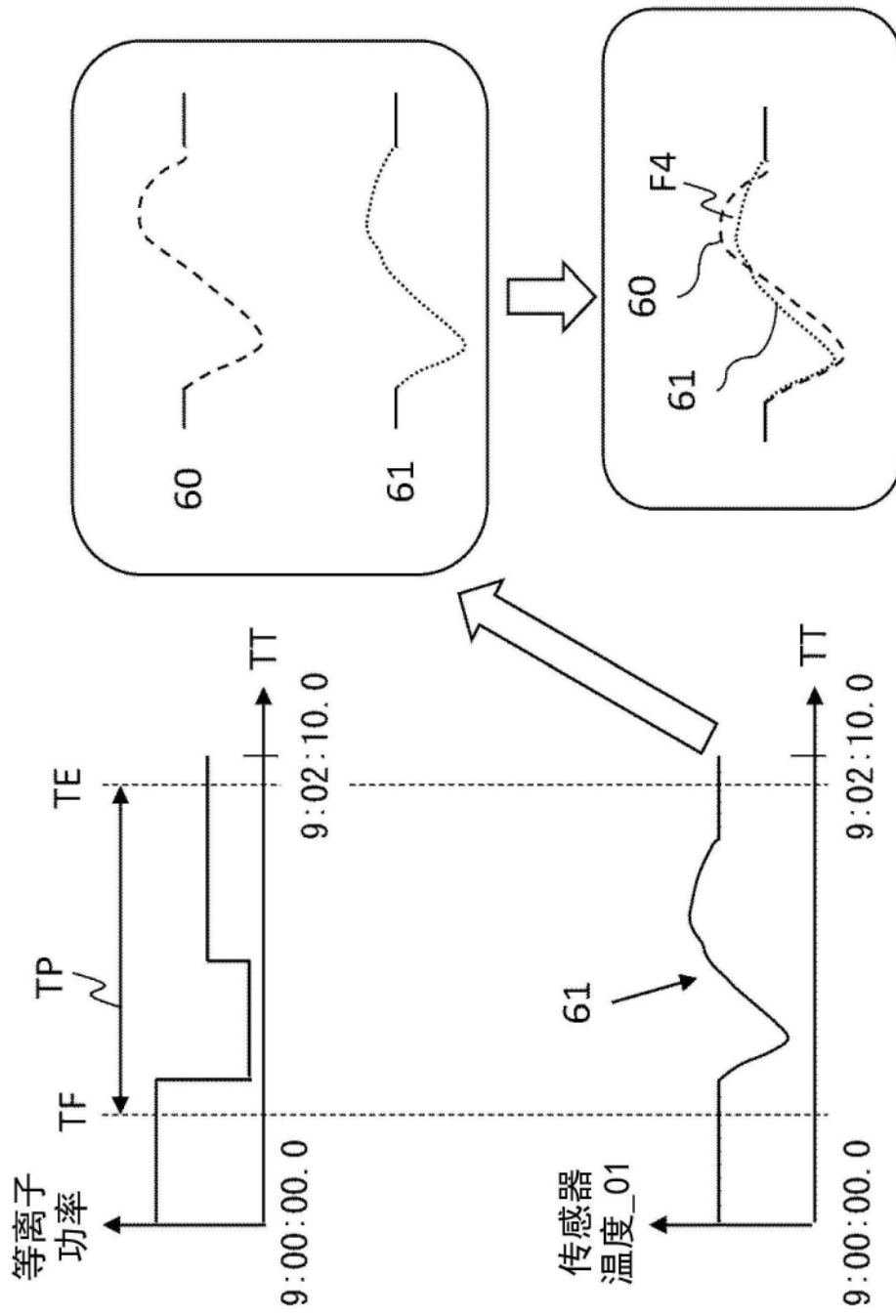


图6

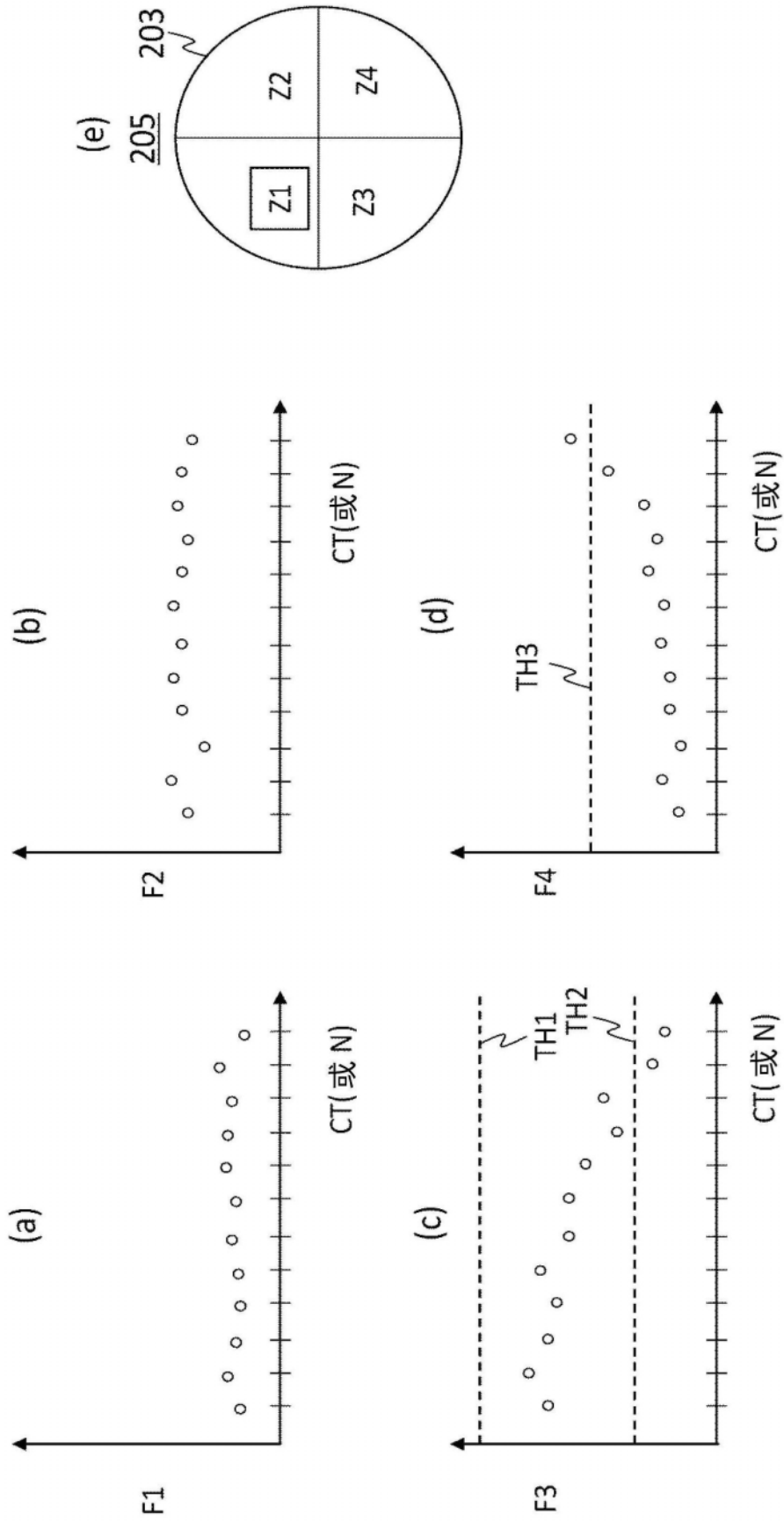


图7

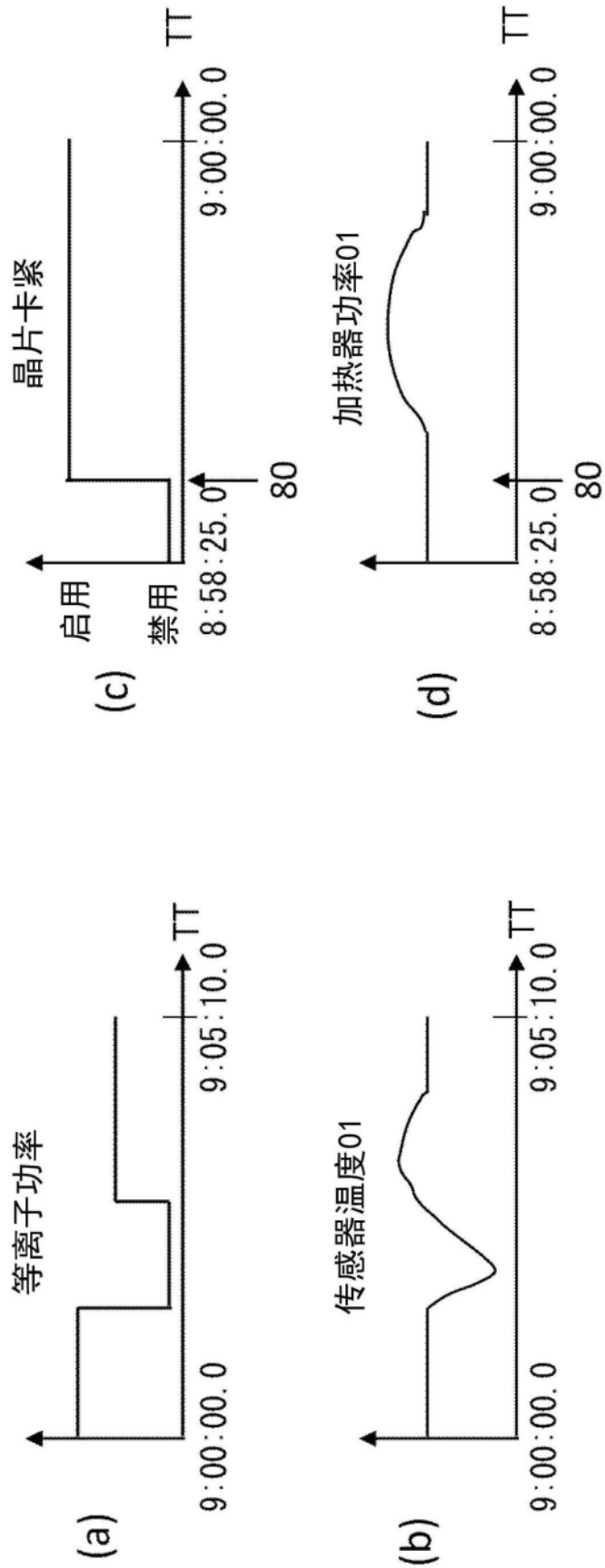


图8

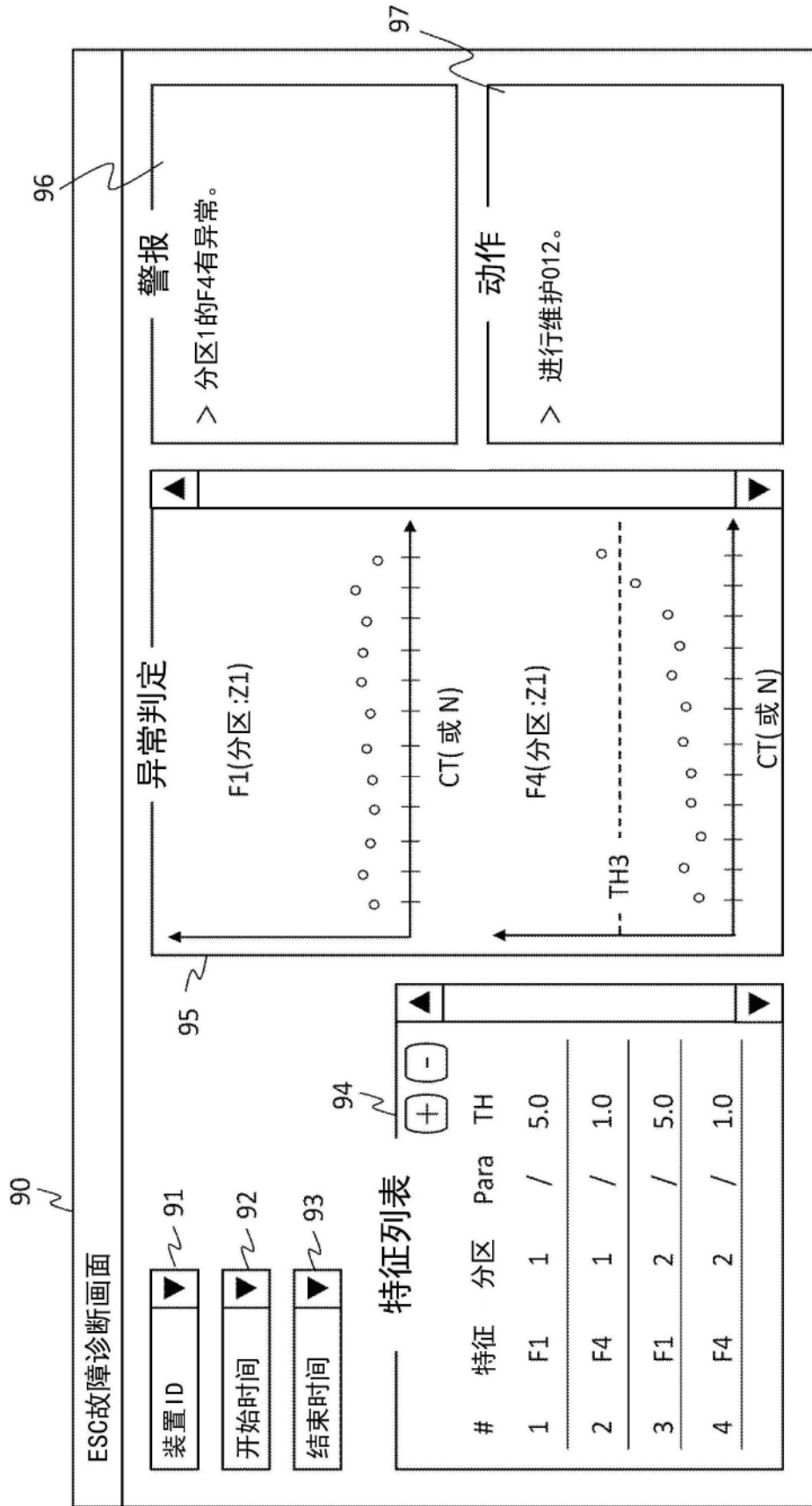


图9