



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119487613 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 18

(21) 申请号 202380049967.6

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

(22) 申请日 2023.06.30

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 李靖

(30) 优先权数据

2022-107851 2022.07.04 JP

(51) Int.Cl.

H01L 21/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/024372 2023.06.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/009902 JA 2024.01.11

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 高良穰二 吉田晃一 赛松

舟久保隆男 纪野国祐太

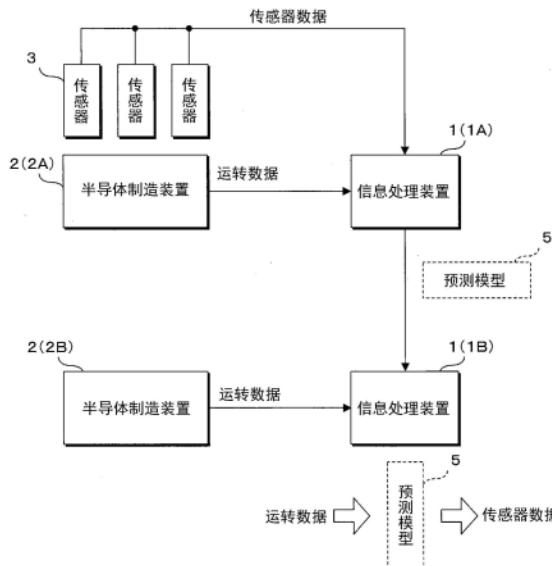
权利要求书3页 说明书17页 附图14页

(54) 发明名称

信息处理方法、计算机程序以及信息处理装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够期待估计半导体制造装置的动作状态等的信息处理方法、计算机程序以及信息处理装置。本实施方式所涉及的信息处理方法包括以下处理:在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及将所生成的所述学习模型配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置。



1. 一种信息处理方法,包括以下处理:

在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;

基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及

将所生成的所述学习模型配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置。

2. 根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

所述多个传感器包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器、或者用于测定气体的排出量的传感器。

3. 根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

所述运转数据包含所述第一半导体制造装置所输出的工艺日志数据、针对所述第一半导体制造装置设定的处理制程数据、所述第一半导体制造装置的晶圆的搬送历史记录数据、或者所述第一半导体制造装置所输出的错误数据。

4. 根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

设置于所述第二半导体制造装置的传感器的数量比设置于所述第一半导体制造装置的传感器的数量少。

5. 根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

所述学习模型在被输入了半导体制造装置所输出的工艺日志数据的情况下,输出所述半导体制造装置的功耗、排水量或者气体的排出量。

6. 根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

在试验性地运用的所述第一半导体制造装置设置有规定数量的用于测量与环境有关的传感器数据的多个传感器,所述多个传感器包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器以及用于测定气体的排出量的传感器,

在一个或多个据点新设置所述第二半导体制造装置时,在所述第二半导体制造装置设置数量比所述规定数量少的所述传感器或者不设置所述传感器,并将所生成的所述学习模型配置于第二半导体制造装置,

将伴随所述第二半导体制造装置的初始运转而获取的运转数据输入到所述学习模型,以不利用所述传感器的方式获取传感器数据。

7. 一种计算机程序,使计算机执行以下处理:

在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;

基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及

输出与所生成的所述学习模型相关的信息,来作为用于配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置的信息。

8. 一种计算机程序,使计算机执行以下处理:

获取第二半导体制造装置的运转数据;

向以根据运转数据的输入来输出传感器数据的方式进行机器学习所得到的学习模型

输入所获取到的运转数据,获取所述学习模型所输出的传感器数据;以及
输出所获取到的所述传感器数据。

9. 根据权利要求7所述的计算机程序,其中,

所述学习模型是基于在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时获取到的所述第一半导体制造装置的运转数据、以及所述传感器所输出的传感器数据,通过以根据所述运转数据的输入来输出所述传感器数据的方式进行机器学习而生成的学习模型。

10. 根据权利要求9所述的计算机程序,其中,

所述多个传感器包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器、或者用于测定气体的排出量的传感器。

11. 根据权利要求9所述的计算机程序,其中,

所述运转数据包含所述第一半导体制造装置所输出的工艺日志数据、针对所述第一半导体制造装置设定的处理制程数据、所述第一半导体制造装置的晶圆的搬送历史记录数据、或者所述第一半导体制造装置所输出的错误数据。

12. 根据权利要求8所述的计算机程序,其中,

所述学习模型在被输入了半导体制造装置所输出的工艺日志数据的情况下,输出所述半导体制造装置的功耗、排水量或者气体的排出量。

13. 根据权利要求8所述的计算机程序,其中,

所述运转数据中包含多个项目,

计算所述运转数据的各项目对所述学习模型所输出的所述传感器数据的贡献度,
输出所计算出的所述贡献度。

14. 根据权利要求8所述的计算机程序,其中,

基于所述学习模型所输出的所述传感器数据,来判定所述第二半导体制造装置所具备的多个单元的待机状态,

使待机状态的单元的动作停止。

15. 根据权利要求8所述的计算机程序,其中,

所述传感器数据中包含所述第二半导体制造装置所具备的多个单元的各单元的功耗的数据,

基于所述学习模型所输出的所述传感器数据,来输出多个单元的功耗的随时间的变化。

16. 一种信息处理装置,具备:

获取部,其在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;

生成部,其基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及

输出部,其输出与所生成的所述学习模型相关的信息,来作为用于配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置的信息。

17. 一种信息处理装置,具备:

第一获取部,其获取第二半导体制造装置的运转数据;

第二获取部,其向以根据运转数据的输入来输出传感器数据的方式进行机器学习所得

到的学习模型输入所获取到的运转数据,获取所述学习模型所输出的传感器数据;以及输出部,其输出所获取到的所述传感器数据。

信息处理方法、计算机程序以及信息处理装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种信息处理方法、计算机程序以及信息处理装置。

背景技术

[0002] 在专利文献1中,提出了一种累积从基板处理装置收集的各种信息并且利用所累积的数据来显示设置于半导体制造工厂的各基板处理装置的节能化所需要的信息的综合管理系统。该综合管理系统累积包含基板处理装置的电力消耗信息、气体消耗量信息或者运行信息的各种信息,从所累积的信息中获取满足规定的条件的信息,计算并显示被基板处理装置消耗的电力消耗量、非活性气体消耗量以及基板处理装置的装置运行率中的至少任一者。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2014/050808号

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 本公开提供一种能够期待估计半导体制造装置的动作状态等的信息处理方法、计算机程序以及信息处理装置。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 一个实施方式所涉及的信息处理方法包括以下处理:在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及将所生成的所述学习模型配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置。

[0010] 发明的效果

[0011] 根据本公开,能够期待估计半导体制造装置的动作状态等。

附图说明

[0012] 图1是示出本实施方式所涉及的信息处理系统的一个结构例的示意图。

[0013] 图2是用于说明针对半导体制造装置的传感器的一例的示意图。

[0014] 图3是示出本实施方式所涉及的信息处理装置的一个结构例的框图。

[0015] 图4是示出工艺DB的一个结构例的示意图。

[0016] 图5是示出本实施方式所涉及的信息处理装置所进行的预测模型生成处理的过程的一例的流程图。

[0017] 图6是示出与预测模型的生成有关的信息显示的一例的示意图。

[0018] 图7是示出与预测模型的生成有关的信息显示的一例的示意图。

- [0019] 图8是用于说明预测模型在模拟中的利用例的示意图。
- [0020] 图9是示出本实施方式所涉及的信息处理装置所进行的贡献度的计算处理的过程的一例的流程图。
- [0021] 图10是示出与贡献度有关的信息显示的一例的示意图。
- [0022] 图11是示出本实施方式所涉及的信息处理装置所进行的单元的停止处理的过程的一例的流程图。
- [0023] 图12是用于说明待机状态单元的自动停止的效果的示意图。
- [0024] 图13是示出与处理时机验证相关的一个显示例的示意图。
- [0025] 图14是示出与处理时机验证相关的一个显示例的示意图。

具体实施方式

[0026] 下面,参照附图来说明本公开的实施方式所涉及的信息处理系统的具体示例。此外,本公开并不限于这些例示,意图包括由权利要求书示出的、与权利要求书等同的意思和范围内的所有变更。

[0027] <系统结构>

[0028] 图1是示出本实施方式所涉及的信息处理系统的一个结构例的示意图。本实施方式所涉及的信息处理系统构成为具备信息处理装置1和半导体制造装置2。半导体制造装置2例如是进行用于CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)、溅射或蚀刻等半导体制造的各种处理的装置。信息处理装置1例如是获取并收集半导体制造装置2所输出的运转数据、并且对半导体制造装置2的动作进行监视和控制等的装置。作为信息处理装置1的监视和控制等的对象的半导体制造装置2可以是多个。信息处理装置1所获取的运转数据例如能够包含工艺日志数据、制程数据、晶圆的搬送历史记录数据以及错误数据等各种数据。

[0029] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,对作为信息处理装置1的监视和控制等的对象的至少一个半导体制造装置2设置用于测定详细的动作状态等的多个传感器3。在存在多个半导体制造装置2的情况下,可以是并非对所有半导体制造装置2都设置传感器3,而是对多个半导体制造装置2中的几个(至少一个)设置传感器3。在图1和下面的说明中,将设置有传感器3的半导体制造装置2记载为半导体制造装置2A,将未设置传感器3的半导体制造装置2记载为半导体制造装置2B,在无需加以区别的情况下仅记载为半导体制造装置2。同样地,将对设置有传感器3的半导体制造装置2A进行监视和控制等的信息处理装置1记载为信息处理装置1A,将对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1记载为信息处理装置1B,在无需加以区别的情况下仅记载为信息处理装置1。

[0030] 在本实施方式中,设置于半导体制造装置2A的多个传感器3是进行与环境有关的测定的传感器,例如包括用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器、或者用于测定气体的排出量的传感器。由传感器测定排出量的气体例如可以包括CO₂(二氧化碳)或NO_x(氮氧化物)等气体。另外,在本实施方式中,半导体制造装置2例如是将上部冷却单元、RF(Radio Frequency:射频)电源单元、DC(Direct Current:直流)电源单元、真空泵单元、腔室加热器单元、ESC(Electric Static Chuck:静电保持盘)加热器单元以及下部冷却单元等各种单元组合而构成的。多个传感器3可以包括测定半导体制造装置2A的每个单元的功耗、排水量或气体的排出量等的传感器。

[0031] 在本实施方式所涉及的信息处理系统中,在利用设置有传感器3的半导体制造装置2A实施了半导体制造的工艺的情况下,信息处理装置1A获取半导体制造装置2A所输出的运转数据、以及多个传感器3的测定结果即传感器数据,并将所获取到的运转数据与传感器数据相对应地存储并累积于数据库。信息处理装置1A基于数据库中累积的运转数据和传感器数据来进行所谓的有监督的机器学习处理,生成受理运转数据来作为输入并输出传感器数据的预测值的学习模型来作为预测模型5。信息处理装置1A将所生成的预测模型5部署(配置)于未设置传感器3的半导体制造装置2B的信息处理装置1B。信息处理装置1B能够利用信息处理装置1所生成的预测模型5,从半导体制造装置2B所输出的运转数据获取传感器数据的预测值,并基于该预测值来进行半导体制造装置2B的控制或监视等处理。此外,在本实施方式中,对半导体制造装置2B配置预测模型5、或者对半导体制造装置2B的信息处理装置1B配置预测模型5是指设为预测模型5能够根据半导体制造装置2B的运转数据来预测传感器数据的状态。

[0032] 例如在本实施方式所涉及的信息处理系统中,半导体制造装置2A例如设置于进行半导体制造装置2的开发和销售等的企业等据点。半导体制造装置2A进行试验性的运用,此时利用传感器3进行对功耗、排水量以及气体的排出量等的各种测定,将传感器3所输出的传感器数据同运转数据一起进行累积。在累积了充分的运转数据和传感器数据之后,利用信息处理装置1A进行预测模型5的生成。

[0033] 之后,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,例如在一个或多个据点设置一个或多个半导体制造装置2B时,针对各半导体制造装置2B不设置传感器3(或者也可以设置数量比针对半导体制造装置2A设置的传感器3的数量少的传感器3)。代替针对各半导体制造装置2B设置传感器3,针对对各半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B安装(导入)信息处理装置1A所生成的预测模型5,来针对各半导体制造装置2B部署(配置)预测模型5。信息处理装置1B例如伴随半导体制造装置2B的初始运转而获取运转数据,并向预测模型5输入所获取到的运转数据,由此能够在不利用传感器3的情况下获取预测模型5所输出的传感器数据。

[0034] 图2是用于说明针对半导体制造装置2A的传感器3的一例的示意图。图2所示的半导体制造装置2A构成为具备单元1~6这六个单元以及控制这些单元的控制单元。从三个电源1~3对半导体制造装置2A进行电力供给。电源1向控制单元、单元1以及单元2供给电力。电源2向单元3和单元4供给电力。电源3向单元5和单元6供给电力。电源1~3例如向半导体制造装置2A的各单元分别供给来自商用交流电源的电力。

[0035] 在图2中,用粗实线示出从电源向各单元的单独的电力供给路径。在本实施方式所涉及的信息处理系统中,例如针对这些电力供给路径分别设置用于测定功耗的传感器。在图2中,在与粗实线重叠的方式标记的圆形是设置传感器3的位置。在本例的情况下,存在从三个电源1~3向七个单元的七个电力供给路径,设置有七个传感器3。像这样,为了测定半导体制造装置2的各单元的功耗,需要很多传感器3,但在例如半导体制造工厂等设置大量半导体制造装置2的情况下,对所有的半导体制造装置2都设置传感器3可能会导致成本增加。因此,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,在试验运用阶段使用设置有传感器3的半导体制造装置2A来获取运转数据和传感器数据,并基于所获取到的这些数据来生成预测模型5。在实际运用阶段,在半导体制造装置2B不设置传感器3(或者也可以设置数量比试验

阶段的数量少的传感器3),使用预测模型5来进行传感器数据的获取,而不是使用传感器3。

[0036] 图3是示出本实施方式所涉及的信息处理装置1的一个结构例的框图。本实施方式所涉及的信息处理装置1构成为具备处理部11、存储部(存储装置)12、通信部(收发器)13、输入输出部14、显示部15以及操作部16等。此外,在本实施方式中,设为利用一个信息处理装置1进行处理来进行说明,但也可以是由多个装置分散地进行信息处理装置1的处理。

[0037] 处理部11是使用CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、MPU(Micro-Processing Unit:微处理单元)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理单元)或量子处理器等运算处理装置、ROM(Read Only Memory:只读存储器)以及RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等构成的。处理部11通过读出并执行存储部12中存储的程序12a,来进行获取半导体制造装置2的运转数据的处理、获取由传感器3测定出的传感器数据的处理、以及基于这些数据生成预测模型5的处理等各种处理。

[0038] 存储部12例如是使用硬盘等大容量的存储装置构成的。存储部12存储处理部11所执行的各种程序以及进行处理部11的处理所需要的各种数据。在本实施方式中,存储部12存储处理部11所执行的程序12a。另外,在存储部12设置有工艺DB(数据库)12b和预测模型存储部12c,工艺DB 12b将从半导体制造装置2获取到的运转数据与从传感器3获取到的传感器数据相对应地存储,预测模型存储部12c存储与通过基于这些数据的机器学习而生成的预测模型5有关的信息。

[0039] 在本实施方式中,程序(计算机程序、程序产品)12a以记录于存储卡或光盘等记录介质99的方式提供,信息处理装置1从记录介质99读出程序12a并存储于存储部12。但是,程序12a例如也可以在信息处理装置1的制造阶段被写入存储部12。另外,例如程序12a也可以由远程的服务器装置等发布且由信息处理装置1通过通信来获取。例如,程序12a也可以被记录于记录介质99且由写入装置读出并写入到信息处理装置1的存储部12。程序12a可以以经由网络发布的方式提供,也可以以记录于记录介质99的方式提供。

[0040] 工艺DB 12b是将信息处理装置1A从半导体制造装置2A获取到的运转数据与从传感器3获取到的传感器数据相对应地存储的数据库。图4是示出工艺DB 12b的一个结构例的示意图。图示的工艺DB 12b例如将“时间戳”、“装置ID”、“制程ID”、“运转数据”以及“传感器数据”等数据相对应地存储。“时间戳”例如是信息处理装置1A获取到运转数据和传感器数据的日期时间的信息。“装置ID”是对半导体制造装置2唯一地赋予的识别信息,例如能够由本实施方式所涉及的信息处理系统的设计者或管理者等预先决定。“制程ID”是对在利用半导体制造装置2进行的半导体制造工艺的过程或设定等信息、即所谓的制程唯一地赋予的识别信息,例如能够由信息处理系统的管理者或进行半导体制造的作业的作业者等用户预先决定。

[0041] “运转数据”例如能够包含“高频RF功率[W]”、“高频RF功率脉冲占空比[%]”、“高频RF功率脉冲频率[kHz]”、“低频RF功率[W]”、“低频RF功率脉冲占空比[%]”、“低频RF功率脉冲频率[kHz]”、“压力[mTorr]”、“总气体流量[sccm]”、“ESC温度[°C]”以及“冷却器温度[°C]”等各种信息。此外,本图所例示的运转数据中包含的信息是半导体制造装置2伴随半导体制造工艺的实施而输出的所谓的工艺日志的数据中包含的信息。但是,运转数据中包含的信息不限于工艺日志数据的信息,例如也能够包含制程数据、晶圆的搬送历史记录数据以及错误数据等各种信息。制程数据是集合了半导体制造工艺的过程或设定等信息的数

据。晶圆的搬送历史记录数据例如是集合了所搬送的晶圆的ID和进行了搬送的日期时间等与晶圆的搬送有关的信息的数据。错误数据例如是集合了在半导体制造装置2中检测出错误(异常或不良情况等)的日期时间和错误的种类等信息的数据。

[0042] “传感器数据”例如能够包含“功耗1[W]”、“功耗2[W]”…“功耗N[W]”等信息。本图所例示的传感器数据是假定传感器3分别单独地测定半导体制造装置2所具备的N个单元的功耗的情况下的传感器数据。传感器数据中包含的信息不限于功耗,例如能够包含排水量或气体的排出量等传感器3能够检测的各种信息。另外,传感器数据中包含的信息也可以不是半导体制造装置2的每个单元的信息。

[0043] 信息处理装置1A例如在半导体制造装置2A实施半导体制造工艺的期间重复进行运转数据的获取,并将所获取到的运转数据存储于工艺DB 12b。由此,在工艺DB 12b中逐渐累积按时间序列的运转数据,例如通过对一张晶圆实施半导体制造工艺,来将多个运转数据累积于工艺DB 12b。此外,未设置传感器3的半导体制造装置2B所监视和控制等的信息处理装置1B可以不具有工艺DB 12b。但是,在本实施方式中,信息处理装置1B也具有工艺DB 12b,存储除传感器数据以外的数据,例如“时间戳”、“装置ID”、“制程ID”以及“运转数据”。

[0044] 存储部12的预测模型存储部12c存储与信息处理装置1A基于工艺DB 12b中存储的运转数据以及传感器数据生成的预测模型5有关的信息。与预测模型5有关的信息可以包含例如表示预测模型5是什么样的结构的结构信息、以及预测模型5的内部的参数的值等信息。在对设置有传感器3的半导体制造装置2A进行监视和控制等的信息处理装置1A的情况下,在预测模型存储部12c中存储与自身所生成的预测模型5有关的信息。在对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B的情况下,在预测模型存储部12c中存储与其它信息处理装置1A所生成的预测模型5有关的信息。

[0045] 信息处理装置1的通信部13经由包括LAN(Local Area Network:局域网)、因特网或移动电话通信网等有线或无线的网络N来与各种装置之间进行通信。通信部13向其它装置发送从处理部11提供的数据,并且将从其它装置接收到的数据提供给处理部11。在本实施方式中,通信部13通过经由网络N而与其它信息处理装置1进行通信,来进行与预测模型5有关的信息的发送和接收。

[0046] 输入输出部14经由通信线或信号线等连接于半导体制造装置2,与半导体制造装置2之间进行信息的发送和接收。在本实施方式中,输入输出部14被输入半导体制造装置2所输出的运转数据,获取该运转数据并提供给处理部11。输入输出部14将向半导体制造装置2输出从处理部11提供的控制指令等。另外,在对设置有传感器3的半导体制造装置2A进行监视和控制等的信息处理装置1A中,输入输出部14与一个或多个传感器3连接。输入输出部14被输入传感器3所输出的传感器数据,获取该传感器数据并提供给处理部11。

[0047] 此外,在本实施方式中构成为信息处理装置1A直接获取传感器3的传感器数据,但并不限于此,也可以是半导体制造装置2A获取传感器3所输出的传感器数据并且半导体制造装置2A向信息处理装置1A发送运转数据和传感器数据的数据结构。

[0048] 显示部15是使用液晶显示器等构成的,基于处理部11的处理来显示各种图像和文字等。显示部15例如显示从半导体制造装置2获取到的运转数据、从传感器3获取到的传感器数据以及根据这些数据生成的与预测模型有关的信息等各种信息。

[0049] 操作部16受理用户的操作,并向处理部11通知所受理的操作。例如,操作部16通过

机械式的按钮或者设置在显示部15的表面的触摸面板等输入设备来受理用户的操作。另外,例如操作部16可以是鼠标和键盘等输入设备,这些输入设备也可以是能够相对于信息处理装置1拆卸的结构。

[0050] 此外,存储部12可以是连接于信息处理装置1的外部存储装置。另外,信息处理装置1可以是以包括多个计算机的方式构成的多计算机,也可以是由软件虚拟地构建的虚拟机。另外,信息处理装置1不限于上述的结构,例如也可以不具备显示部15和操作部16等。

[0051] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理装置1中,处理部11读出并执行存储部12中存储的程序12a,由此,数据获取部11a、预测模型生成部11b、预测模型配置部11c、控制处理部11d以及显示处理部11e等被处理部11实现为软件上的功能部。此外,对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B也可以不具有数据获取部11a、预测模型生成部11b以及预测模型配置部11c。

[0052] 数据获取部11a例如在半导体制造装置2A实施半导体制造工艺时或实施之后,进行获取半导体制造装置2A所输出的运转数据的处理。另外,数据获取部11a例如在与从半导体制造装置2A获取运转数据的时机相同的时机进行获取一个或多个传感器3所输出的传感器数据的处理。数据获取部11a对所获取到的运转数据和传感器数据附加“时间戳”、“装置ID”以及“制程ID”等信息,并将这些信息相对应地存储于工艺DB 12b。

[0053] 预测模型生成部11b使用由数据获取部11a获取并累积于工艺DB 12b的运转数据和传感器数据来进行机器学习,由此进行生成预测模型5的处理。在本实施方式中,预测模型5是受理运转数据来作为输入并输出传感器数据的预测值的学习模型。预测模型生成部11b生成将工艺DB 12b中存储的运转数据设为输入数据(解释变量)且将与该运转数据对应的传感器数据设为正解值(目标变量)来进行对应所得到的学习用数据(所谓的训练数据),通过使用该学习用数据进行机器学习(所谓的有监督学习)的处理来生成预测模型5。预测模型生成部11b将与所生成的预测模型5有关的信息存储于预测模型存储部12c。另外,预测模型生成部11b例如也可以以一周一次或一个月一次等规定的周期来重复进行预测模型5的生成(更新)。

[0054] 在本实施方式中,预测模型5例如能够采用PLS(Partial Least Squares:偏最小二乘)回归模型。但是,预测模型5例如也可以采用ARX(Auto-Regressive with eXogenous:带外源的自回归)模型、SVM(Support Vector Machine:支持向量机)、随机森林或神经网络等各种学习模型。另外,例如预测模型5也可以是受理按时间序列的运转数据来作为输入并输出按时间序列的传感器数据的结构。在该情况下,预测模型5例如可以采用RNN(Recurrent Neural Network:循环神经网络)、LSTM(Long Short Term Memory:长短期记忆网络)或Transformer等学习模型。此外,这些学习模型的结构以及基于机器学习的学习模型的生成方法是现有技术,因此在本实施方式中省略详细的说明。

[0055] 预测模型配置部11c进行将预测模型生成部11b所生成的预测模型5配置(部署)于对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B的处理。预测模型配置部11c例如能够从用户受理作为配置目的地的信息处理装置1B的装置ID等信息输入,从预测模型存储部12c读出与预测模型5有关的信息,并向受理了输入的作为配置目的地的信息处理装置1B发送与预测模型5有关的信息,由此将预测模型5配置于信息处理装置1B。从信息处理装置1A接收到与预测模型5有关的信息的信息处理装置1B能够将所接收到

的信息存储于自身的存储部12的预测模型存储部12c,并在以后的处理中利用预测模型5。此外,在预测模型生成部11b重复进行预测模型5的生成(更新)的情况下,预测模型配置部11c可以在每当更新预测模型5时对以前配置了预测模型5的信息处理装置1B发送(重新配置)与更新后的预测模型5有关的信息。

[0056] 控制处理部11d基于从半导体制造装置2获取到的运转数据、以及从传感器3获取到的传感器数据或预测模型5所预测出的传感器数据,来进行半导体制造装置2的控制处理。例如,控制处理部11d能够基于传感器数据来监视半导体制造装置2的各单元的功耗(功耗量)的变化,基于功耗来判断各单元的动作状态,并使待机状态(未进行处理的状态)的单元的动作停止(使电力供给停止),由此进行降低半导体制造装置2整体的功耗的控制。另外,例如控制处理部11d能够基于运转数据或传感器数据来判断各单元有无异常,在判断为存在异常的情况下,进行使该单元或半导体制造装置2的动作停止的控制。此外,控制处理部11d所进行的半导体制造装置2的控制处理可以是任意的处理。

[0057] 显示处理部11e进行将各种信息显示于显示部15的处理。例如,显示处理部11e能够将数据获取部11a所获取到的运转数据和传感器数据中包含的各种信息的随时间的变化进行图表化显示。另外,例如显示处理部11e能够显示与预测模型生成部11b所生成的预测模型5有关的信息、例如传感器3所测定出的测定值与从预测模型5得到的预测值之间的比较信息、以及预测模型5的预测精度等各种信息。另外,例如显示处理部11e能够基于由预测模型5根据数据获取部11a所获取到的运转数据而输出的传感器数据,来将半导体制造装置2的功耗、排水量或气体的排出量等预测值显示于显示部15。此外,此时,显示处理部11e例如也可以对半导体制造装置2的功耗的预测值进行规定的运算,由此将功耗转换为二氧化碳的排出量等信息来进行显示。

[0058] <预测模型的生成处理>

[0059] 在本实施方式所涉及的信息处理系统中,例如由本系统的设计者或管理者等用户从多个半导体制造装置2中适当地选择一个或多个半导体制造装置2A,针对所选择的半导体制造装置2A设置传感器3。用户在半导体制造装置2A中实施半导体制造的工艺,此时信息处理装置1A获取半导体制造装置2A的运转数据和传感器3的传感器数据,存储并累积于工艺DB 12b。在工艺DB12b中累积了充分的数据之后,信息处理装置1A例如根据用户的操作或者以规定的周期重复进行使用了所累积的运转数据和传感器数据的机器学习,由此生成预测模型5。信息处理装置1A通过向信息处理装置1B发送与所生成的预测模型5有关的信息,来设为能够将预测模型5使用于对未设置传感器3的半导体制造装置2B的监视和控制等的状态。

[0060] 图5是示出本实施方式所涉及的信息处理装置1A所进行的预测模型生成处理的过程的一例的流程图。在实施半导体制造装置2A的半导体制造的工艺时,本实施方式所涉及的信息处理装置1A的处理部11的数据获取部11a以规定的周期获取半导体制造装置2A所输出的运转数据和传感器3所输出的传感器数据(步骤S1)。数据获取部11a将在步骤S1中获取到的运转数据和传感器数据存储于存储部12的工艺DB 12b(步骤S2)。

[0061] 处理部11判定是否到了生成预测模型5的时机(步骤S3)。此时,处理部11例如能够在到了以规定的周期重复进行的预测模型5的更新的时机的情况下、从用户受理到生成预测模型5的指示的情况下、或者在工艺DB 12b中累积了规定量的运转数据和传感器数据等

情况下,判定为到了生成预测模型5的时机。在没到生成预测模型5的时机的情况下(S3:“否”),处理部11使处理返回步骤S1,通过步骤S1和S2继续进行数据的收集。

[0062] 在到了生成预测模型5的时机的情况下(S3:“是”),处理部11的预测模型生成部11b读出工艺DB 12b中存储的运转数据和传感器数据(步骤S4)。预测模型生成部11b生成将在步骤S4中读出的运转数据设为输入(解释变量)且将传感器数据设为正解值(目标变量)来进行对应所得到的学习用数据(步骤S5)。此外,此时预测模型生成部11b可以适当地进行运转数据和传感器数据中包含的数值的归一化或正则化等处理。预测模型生成部11b使用在步骤S5中生成的学习用数据,针对预先决定的结构的学习模型进行有监督的机器学习的处理(步骤S6),来决定学习模型的内部的参数,由此生成预测模型5。

[0063] 预测模型生成部11b针对在步骤S6中生成的预测模型5,使用与学习用数据相分别地生成的验证用数据来进行预测,由此计算预测精度(步骤S7)。此外,验证用数据是与学习用数据形式相同的数据。例如能够将工艺DB 12b中存储的所有数据中的一部分数据用作验证用数据,将其余的数据用作学习用数据。预测模型生成部11b判定在步骤S7中计算出的预测精度是否超过阈值(步骤S8)。此外,该阈值是对预测模型5要求的预测精度,例如由本系统的设计者或管理者等用户预先规定。在预测精度不超过阈值的情况下(S8:“否”),预测模型生成部11b使处理返回步骤S6,重复进行机器学习处理以提高预测精度。

[0064] 在预测精度超过阈值的情况下(S8:“是”),预测模型生成部11b将与所生成的预测模型有关的信息存储于存储部12的预测模型存储部12c(步骤S9)。处理部11的显示处理部11e将所生成的预测模型5的例如预测精度等信息显示于显示部15(步骤S10)。处理部11的预测模型配置部11c向对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B发送与所生成的预测模型5有关的信息(步骤S11),由此对半导体制造装置2B配置预测模型5,结束处理。

[0065] 图6和图7是示出与预测模型5的生成有关的信息显示的一例的示意图。本图例如是在图5的流程图的步骤S10中显示的信息的一例。在图6所示的信息显示例中,信息处理装置1A将表示半导体制造装置2A所具有的各单元的功耗的预测误差的表与表示总计功耗的实测值和预测值的随时间的变化的图表在显示部15的画面中上下并列地显示。在表示预测误差的表中,例如将半导体制造装置2A的单元的单元名、功耗的实测值的范围以及最大预测误差的值[kW]及比例[%]相对应地示出。另外,在总计功耗的图表中,将横轴设为时间,将纵轴设为功耗,用浅灰色的折线表示总计功耗的实测值,通过深灰色的折线来表示预测值。根据该图表可知,实测值上下振动,预测值表示出接近实测值的中央值或平均值等的值。

[0066] 信息处理装置1A能够通过使用预先准备的验证用数据对所生成的预测模型5进行验证,来计算图示的预测误差等。验证用数据是使用工艺DB 12b中存储的运转数据和传感器数据生成的、结构与学习用数据的结构相同的数据。信息处理装置1A向预测模型5输入验证用数据中包含的运转数据,并获取预测模型5所输出的传感器数据的预测值。信息处理装置1A能够通过计算验证用数据中包含的传感器数据的实测值与从预测模型5得到的传感器数据的预测值之差,来计算预测误差。

[0067] 另外,在图7所示的信息显示例中,信息处理装置1A针对通过半导体制造装置2A实施了半导体制造的工艺时的每个处理条件(工艺制程),进行用于将在各处理中消耗的总功

耗量进行比较的信息显示。信息处理装置1A将表示每个处理条件的预测误差的表与表示每个处理条件的总功耗量的柱状图在显示部15的画面中上下并列地显示。在表示每个处理条件的预测误差的表中,例如对于处理条件A~C这三个处理条件,将总功耗量的实测值[kWh]及预测值[kWh]与预测误差的值[kWh]及比例[%]相对应地表示。另外,在总功耗量的柱状图中,例如对于处理条件A~C这三个处理条件,用浅灰色表示总功耗量的实测值,用深灰色表示预测值。

[0068] <预测模型5的利用>

[0069] 在本实施方式所涉及的信息处理系统中,能够将信息处理装置1A所生成的预测模型5利用于各种处理。下面,说明几个预测模型5的利用例。

[0070] (1) 模拟中的利用

[0071] 图8是用于说明预测模型5在模拟中的利用例的示意图。在图8的上半部分示出了预测模型5基于半导体制造装置2所输出的运转数据来预测传感器数据的情况的流程。例如,本系统的设计者或管理者等用户生成半导体制造工艺的制程数据并输入到半导体制造装置2B,半导体制造装置2B基于所输入的制程数据来实施半导体制造的工艺,并输出工艺日志数据等运转数据。信息处理装置1B向预先生成的预测模型5输入从半导体制造装置2B获取到的运转数据,并获取预测模型5输出的传感器数据的预测值。

[0072] 在图8的下半部分示出了在半导体制造装置2的模拟器7中利用预测模型5的情况的流程。模拟器7是用于模拟半导体制造装置2所实施的半导体制造工艺的软件。模拟器7例如受理包含半导体制造装置2所进行的半导体制造工艺的设定等信息的制程数据来作为输入,按照该制程数据来模拟半导体制造装置2所进行的处理,并生成半导体制造装置2所输出的运转数据来作为其模拟结果。用户例如能够向模拟器7输入自身生成的制程数据来进行模拟,并向预测模型5输入模拟器7所输出的运转数据,由此获取预测模型5所输出的传感器数据的预测值。用户能够基于预测模型5所输出的传感器数据,来验证基于自身生成的制程数据进行了处理的情况下的半导体制造装置2的电力消耗量、排水量或气体的排出量等。用户例如能够一边对制程数据施加修正一边重复实施模拟,以改善电力消耗量、排水量或气体的排出量等。

[0073] 像这样,通过将信息处理装置1A所生成的预测模型5用于模拟,用户能够在不使半导体制造装置2A实际运行的情况下验证各种条件下的半导体制造装置2的电力消耗量、排水量或气体的排出量等。此外,在图8中,将模拟器7和预测模型5图示为不同的块,但也可以将预测模型5编入到模拟器7中的方式利用。在该情况下,模拟器7能够将传感器数据的预测值同运转数据一起输出。另外,模拟器7进行的模拟和利用预测模型5进行的传感器数据的预测值的获取等处理可以由与对半导体制造装置2进行监视和控制等的信息处理装置1不同的装置、例如模拟用的信息处理装置进行。

[0074] (2) 贡献度的验证

[0075] 通过机器学习生成的学习模型例如能够使用SHAP (SHapley Additive exPlanations: SHapley加性解释) 或LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations: 局部可解释性模型诊断解释) 等XAI (eXplainable Artificial Intelligence: 可解释人工智能) 技术,来计算输入数据(解释变量)对输出数据(目标变量)的贡献度(重要度、影响度等)。在本实施方式所涉及的信息处理系统中,能够由信息处理装

置1计算向预测模型5输入的运转数据中包含的各种项目对该预测模型5所输出的传感器数据的贡献度,并将计算结果显示于显示部15来呈现给用户。信息处理装置1例如可以基于用户的操作来进行与贡献度有关的信息显示,另外,例如也可以在预测模型5所输出的传感器数据中检测到异常等情况下进行与贡献度有关的信息显示。

[0076] 图9是示出本实施方式所涉及的信息处理装置1进行的贡献度的计算处理的过程的一例的流程图。本实施方式所涉及的信息处理装置1的处理部11例如从用户受理对作为验证贡献度的对象的运转数据的范围等的指定,来从工艺DB 12b中存储的运转数据中获取作为对象的运转数据(步骤S21)。处理部11向在预测模型存储部12c中存储有结构及参数等信息的学习完毕的预测模型5输入在步骤S21中获取到的运转数据(步骤S22)。处理部11获取预测模型5针对在步骤S22中输入的运转数据而输出的传感器数据(步骤S23)。

[0077] 另外,处理部11计算向预测模型5输入的运转数据中包含的各项目贡献度(步骤S24)。此时,处理部11例如能够计算各运转数据中包含的各项目SHAP值(SHapely值),并将计算出的每个项目的SHAP值的平均值或总计值等作为运转数据的项目贡献度。此外,SHAP值是表示针对学习模型的输入数据的项目对输出数据造成了什么程度的影响的数值。SHAP值的计算是现有技术,因此省略计算方法的详细说明。处理部11将在步骤S24中计算出的贡献度显示于显示部15(步骤S25),结束处理。

[0078] 此外,在本例中,使用SHAP值来计算运转数据的项目贡献度,但贡献度的计算方法也可以采用除使用SHAP值的方法以外的方法。例如,在作为预测模型5而采用RNN(Recurrent Neural Network:循环神经网络)、LSTM(Long Short Term Memory:长短期记忆网络)或者Transformer等学习模型的情况下,也可以使用注意力机制来进行贡献度的计算。另外,例如在采用决策树、随机森林、XGBoost(eXtreme Gradient Boosting:极端梯度提升)或LightGBM(Light Gradient Boosting Machine:轻量级梯度提升机)等树形结构的学习模型来作为预测模型5的情况下,也可以基于所生成的学习模型的结构来进行贡献度的计算。

[0079] 另外,在采用PLS回归模型来作为预测模型5的情况下,例如也可以基于以下的运算式来进行贡献度的计算。关于输入数据的项目 A_i ($i=1,2,\dots,N$),信息处理装置1例如能够使标准化回归系数的绝对值的总和为100的方式进行回归系数的标准化,将回归系数换算成比例(%)所得到的值为贡献度。

[0080] [数1]

$$[0081] \quad \text{项目}A_i\text{的贡献度}[\%]=\frac{|\text{项目}A_i\text{的标准化回归系数}|}{\sum_{i=0}^N|\text{项目}A_i\text{的标准化回归系数}|} \times 100$$

[0082] 图10是示出与贡献度有关的信息显示的一例的示意图。本图例如是在图9的流程图的步骤S25中显示的信息的一例。在图10所示的信息显示例中,信息处理装置1将表示运转数据中包含的每个项目的贡献度的表与表示运转数据中包含的多个项目的贡献度的比例的饼图在显示部15的画面中上下并列地显示。在表示每个项目的贡献度的表中,例如将运转数据中包含的多个项目按贡献度从高到低的顺序从上到下排列示出,并且针对每个项目相对应地示出各项目的贡献度占整体的比例[%]。此外,在本例中,示出运转数据中包含的多个项目中的贡献度高的前三个项目,将除此以外的项目的贡献度的总计值表示为“其

它”。另外,饼图是基于上述表中示出的贡献度、与将运转数据中包含的多个项目的贡献度相对于整体所占的比例进行颜色区分后的扇形的面积相对应地进行图表化所得到的饼图。

[0083] 信息处理装置1计算并显示运转数据中包含的多个项目的贡献度,由此用户能够判断例如在功耗多的情况下对哪个项目进行改善是有效的等。此外,关于对计算和显示运转数据中包含的多个项目的贡献度的等处理,可以通过与对半导体制造装置2进行监视和控制等的信息处理装置1不同的信息处理装置来进行。

[0084] (3) 待机状态单元的自动停止

[0085] 本实施方式所涉及的信息处理装置1B在半导体制造装置2B实施半导体制造工艺时进行运转数据的获取,并基于所获取到的运转数据利用预测模型5来获取传感器数据的预测值。信息处理装置1B例如获取从预测模型5得到的各单元的功耗的预测值,在各单元的功耗的预测值小于阈值的情况下,判断为该单元处于待机状态。信息处理装置1B能够通过使待机状态的单元停止动作并停止向该单元供给电力,来进行功耗的降低。

[0086] 图11是示出本实施方式所涉及的信息处理装置1B所进行的单元的停止处理的过程的一例的流程图。本实施方式所涉及的信息处理装置1B的处理部11在半导体制造装置2B实施半导体制造工艺时获取半导体制造装置2B所输出的运转数据(步骤S41)。处理部11向在预测模型存储部12c中存储有结构及参数等信息的学习完毕的预测模型5输入在步骤S41中获取到的运转数据(步骤S42)。处理部11获取预测模型5针对在步骤S42中输入的运转数据而输出的传感器数据(步骤S43)。

[0087] 处理部11从半导体制造装置2B所具备的多个单元中选择作为处理对象的一个单元(步骤S44)。处理部11从在步骤S43中获取到的传感器数据中获取与在步骤S44中选择出的单元有关的功耗的预测值,并判定该功耗是否小于预先规定的阈值(步骤S45)。此外,该阈值例如是由本实施方式所涉及的信息处理系统的设计者或管理者等用户预先规定的值,可以针对每个单元采用不同的阈值。在功耗小于阈值的情况下(S45:“是”),处理部11使作为对象的单元的动作停止(步骤S46),并使处理进入步骤S47。在功耗为阈值以上的情况下(S45:“否”),处理部11使处理进入步骤S47。

[0088] 处理部11针对半导体制造装置2B所具备的所有单元判定是否结束了功耗的判定(步骤S47)。在未对所有的单元结束功耗的判定的情况下(S47:“否”),处理部11使处理返回步骤S44,选择其它的单元重复进行上述的处理。在针对所有单元都结束了功耗的判定的情况下(S47:“是”),处理部11判定半导体制造装置2B的半导体制造工艺是否结束了(步骤S48)。在半导体制造工艺未结束的情况下(S48:“否”),处理部11使处理返回步骤S41,从半导体制造装置2B获取新的运转数据并重复进行上述的处理。在半导体制造工艺结束了的情况下(S48:“是”),处理部11结束处理。

[0089] 图12是用于说明待机状态单元的自动停止的效果的示意图。在本图中,用图表分别示出于半导体制造装置2B所具备的多个单元中的RF电源单元、干式泵单元以及加热器这三个单元的功耗的变化。各图表是将横轴设为时间、将纵轴设为单元的功耗的折线图。图12的左侧示出不进行待机状态单元的自动停止的情况下的图表,右侧示出进行待机状态单元的自动停止的情况下的图表。

[0090] 在不进行自动停止的情况下,如图12的左侧的图表所示,各单元即使在实质上未进行处理的待机状态下也持续消耗待机电力(本图中用浅灰色表示的区域)。例如,预先将

相对于该待机电力具有余裕的值设定为阈值,信息处理装置1B基于该阈值来判定各单元是否为待机状态,并使功耗超过阈值的单元的动作自动地停止。此外,在本实施方式中,利用信息处理装置1B进行的单元的自动停止是将单元的状态切换为不消耗待机电力的状态,例如切断对该单元的电力供给等。由此,如图12的右侧的图表所示,利用信息处理装置1B使被判定为待机状态的RF电源单元以及干式泵单元进行自动停止,以使得这些单元的功耗降低至比待机电力量少的值、例如0。

[0091] 此外,在本例中,设为对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B使用预测模型5来进行单元的自动停止的情况进行了说明,但对设置有传感器3的半导体制造装置2A进行监视和控制等的信息处理装置1A也可以进行同样的处理。但是,信息处理装置1A也可以利用传感器3所输出的传感器数据进行同样的自动停止,而不利用预测模型5。

[0092] (4) 处理时机的验证

[0093] 在本实施方式所涉及的信息处理系统中,用户能够基于预测模型5所输出的传感器数据来验证半导体制造装置2所具备的多个单元的处理时机。信息处理装置1B从在半导体制造装置2B实施了半导体制造工艺时获取并存储于工艺DB 12b的运转数据中读出例如针对一个晶圆的半导体制造工艺的从开始到结束的运转数据。信息处理装置1B向预测模型5输入从工艺DB 12b读出的运转数据,并获取预测模型5所输出的传感器数据。

[0094] 半导体制造装置2B构成为具备多个单元,例如传感器数据中包含这些各单元的功耗、排水量或气体的排出量等的预测值。此外,关于排水量或气体的排出量,传感器数据中仅包含进行排水或气体的排出的单元的排水量或气体的排出量的值即可。关于功耗,优选传感器数据中包含消耗电力的所有单元的功耗的值。信息处理装置1B根据预测模型5所输出的传感器数据来生成表示各单元的功耗、排水量或气体的排出量的随时间的变化的图表,将针对多个单元生成的多个图表在显示部15中并列地显示。

[0095] 图13是示出与处理时机验证相关的一个显示例的示意图。在图示的显示例中,信息处理装置1B针对半导体制造装置2B所具备的三个单元1~3分别生成表示功耗的随时间的变化的图表,将三个图表在上下方向上并列显示。另外,信息处理装置1B在该三个图表的下方显示三个单元1~3的总计功耗的图表。单元1~3的各图表以及总计功耗的图表分别是将横轴设为时间、将纵轴设为功耗的图表,优选这四个图表的纵轴和横轴的标度相同。

[0096] 另外,信息处理装置1B将基于预测模型5所输出的传感器数据的图表设为现状的功耗的图表,生成例如变更了各单元的处理时机的情况下的功耗的图表,将现状的功耗的图表与时机变更后的功耗的图表在显示部15中左右并列地显示。在图示的显示例中,根据显示于显示部15的左侧的四个图表可知,现状是三个单元1~3在相同的时机进行处理,消耗电力的峰值的时机重合,因此总计功耗的最大值达到约15kW。与此相对地,在显示于显示部15的右侧的四个图表中,三个单元1~3进行处理的时机不同,总计功耗的最大值被抑制在12kW以下。

[0097] 信息处理装置1B例如针对现状的功耗的图表,从用户受理与要使各单元的处理以什么程度变化有关的信息的输入,根据所受理到的信息使现状的各单元1~3的功耗的图表在时间轴方向上移动,由此生成时机变更后的图表。信息处理装置1B基于变更各单元1~3的处理的时机后的图表来生成总计功耗的图表,并将这些图表在显示部15中并列地显示。

另外,信息处理装置1B例如也可以搜索总计功耗的最大值变为最小的处理的时机,生成并显示该时机下的图表,而不受理来自用户的输入。另外,时机变更后的图表也可以不是通过使现状的图表在时间轴方向上移动而生成的,而是利用例如图8所示的模拟器7生成的。

[0098] 图14是示出与处理时机验证相关的一个显示例的示意图。在图14的显示例中,信息处理装置1B将表示半导体制造工艺的设定温度的随时间的变化的图表与表示半导体制造装置2B的功耗的随时间的变化的图表上下并列地显示。信息处理装置1B从自半导体制造装置2B获取的运转数据中包含的制程数据中提取设定温度的信息,基于所提取出的信息来生成表示设定温度的随时间的变化的图表。另外,信息处理装置1B向预测模型5输入运转数据,获取预测模型5所输出的传感器数据,提取所获取到的传感器数据中包含的功耗的信息,并基于所提取出的信息来生成表示半导体制造装置2B的功耗的随时间的变化的图表。

[0099] 另外,信息处理装置1例如针对现状的设定温度和功耗的图表,生成变更了使半导体制造装置2B的设定温度变化的时机的情况下的设定温度和功耗的图表,并将现状的图表与时机变更后的图表在显示部15中左右并列地显示。在图示的例子中,根据显示于左侧的图表,现状是针对设定温度轮流交替进行低温处理和高温处理,在从低温处理向高温处理切换时,功耗增大。与此相对地,在显示于右侧的图表中,变更了使温度设定变化的时机,以使得首先连续进行低温处理,之后进行从低温处理向高温处理的切换并连续进行高温处理。通过进行这样的时机变更,从低温处理向高温处理的切换次数减少,功耗增大的次数减少,因此能够降低整体的功耗量。

[0100] 信息处理装置1B例如针对现状的设定温度的变化模式,从用户受理新的设定温度的变化模式的输入,并根据所受理到的内容例如利用模拟器7进行模拟。信息处理装置1B获取由模拟器7作为模拟结果输出的运转数据,向预测模型5输入所获取到的运转数据来获取传感器数据,并生成功耗的图表。

[0101] 另外,与处理时机的验证有关的信息处理装置1不同的装置来进行,例如优选由模拟器7进行动作的信息处理装置进行。

[0102] <总结>

[0103] 在具有以上结构的本实施方式所涉及的信息处理系统中,在使设置有多个传感器3的半导体制造装置2A运转了时,信息处理装置1A获取半导体制造装置2A的运转数据和传感器3所输出的传感器数据,基于所获取到的运转数据和传感器数据,通过机器学习来生成根据运转数据的输入而输出传感器数据的预测值的预测模型5。信息处理装置1A通过将所生成的预测模型5发送至对未设置传感器3的半导体制造装置2B进行监视和控制等的信息处理装置1B,来对半导体制造装置2A配置预测模型5。由此,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,例如能够在设置有传感器3的半导体制造装置2B的运转时,获取基于运转数据的传感器数据的预测值并用于各种控制或验证等。

[0104] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,信息处理装置1B获取半导体制造装置2B的运转数据,将所获取到的运转数据输入至以根据运转数据的输入来输出传感器数据的方式进行了机器学习的预测模型5,获取预测模型5所输出的传感器数据,并输出与传感器数据有关的信息。由此,信息处理装置1B能够基于从未设置传感器3的半导体制造装置2B得到的运转数据,使用预先生成的预测模型5来预测传感器数据,以对半导体制造装置2B

进行监视和控制等。

[0105] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,优选的是,多个传感器3包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器、或者用于测定气体的排出量的传感器。另外,优选的是,运转数据包含半导体制造装置2所输出的工艺日志数据、针对半导体制造装置2设定的制程数据、半导体制造装置2的晶圆的搬送历史记录数据、或者半导体制造装置2所输出的错误数据等。由此,能够基于从半导体制造装置2A和传感器3获取到的数据,来生成预测半导体制造装置2的功耗量、排水量或者气体的排出量等的预测模型5,能够使用预先生成的预测模型5来预测未设置传感器3的半导体制造装置2B的功耗量、排水量或者气体的排出量等。

[0106] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,信息处理装置1B计算对预测模型5所输出的传感器数据的运转数据的各项的贡献度,输出与所计算出的贡献度有关的信息。由此,用户能够期待掌握运转数据中包含的多个项目中的对传感器数据的贡献度高的项目是哪个项目,并进行例如半导体制造工艺的制程的研究等。

[0107] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,信息处理装置1B基于预测模型5所输出的传感器数据,来判定半导体制造装置2B所具备的多个单元的待机状态,并使待机状态的单元的动作停止。由此,能够期待进一步降低半导体制造装置2B的功耗。

[0108] 另外,在本实施方式所涉及的信息处理系统中,基于预测模型5所输出的传感器数据,来输出与半导体制造装置2B所具备的多个单元的功耗的随时间的变化有关的信息。由此,用户例如能够期待掌握各单元的功耗的峰值等,进行半导体制造装置2B的半导体制造工艺的设定以避免多个单元的功耗的峰值在时间上重合,由此进一步降低半导体制造装置2B的功耗的峰值。

[0109] 此外,在本实施方式中,设为信息处理装置1A经由网络N向信息处理装置1B发送所生成的预测模型5的结构,但不限于此,例如也可以经由存储卡或者光盘等记录介质来进行信息处理装置1A与信息处理装置1B之间的预测模型5的发送和接收,也可以通过这些方法以外的方法来进行预测模型5的发送和接收。另外,也可以是,例如由与信息处理装置1A以及1B不同的服务器装置等信息处理装置从信息处理装置1A获取运转数据和传感器数据来生成预测模型5,并且服务器装置等信息处理装置5向信息处理装置1B发送预测模型,而不是由对半导体制造装置2A进行监视和控制等的信息处理装置1A进行预测模型5的生成。

[0110] 应认为本次公开的实施方式在所有方面均为例示,而非限制性的。本公开的范围并不由上述的意思示出,而是由权利要求书示出,意图包括与权利要求书等同的意思以及范围内的所有变更。

[0111] 各实施方式所记载的事项能够相互组合。另外,权利要求书所记载的独立权利要求以及从属权利要求能够与引用形式无关地在所有的任意组合中相互组合。并且,在权利要求书中使用了记载引用其它两个以上的权利要求的权利要求的形式(多项权利要求形式),但不限于此。也可以使用记载至少引用一个多项权利要求的多项权利要求(多引多)的形式来记载。例如,本公开包括以下实施方式。

[0112] (附记1)

[0113] 一种信息处理方法,包括以下处理:

[0114] 在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制

造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;

[0115] 基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及

[0116] 将所生成的所述学习模型配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置。

[0117] (附记2)

[0118] 根据附记1所记载的信息处理方法,其中,

[0119] 所述多个传感器包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器、或者用于测定气体的排出量的传感器。

[0120] (附记3)

[0121] 根据附记1或2所记载的信息处理方法,其中,

[0122] 所述运转数据包含所述第一半导体制造装置所输出的工艺日志数据、针对所述第一半导体制造装置设定的处理制程数据、所述第一半导体制造装置的晶圆的搬送历史记录数据、或者所述第一半导体制造装置所输出的错误数据。

[0123] (附记4)

[0124] 根据附记1至3中的任一项所记载的信息处理方法,其中,

[0125] 设置于所述第二半导体制造装置的传感器的数量比设置于所述第一半导体制造装置的传感器的数量少。

[0126] (附记5)

[0127] 根据附记1至4中的任一项所记载的信息处理方法,其中,

[0128] 所述学习模型在被输入了半导体制造装置所输出的工艺日志数据的情况下,输出所述半导体制造装置的功耗、排水量或者气体的排出量。

[0129] (附记6)

[0130] 根据附记1至5中的任一项所记载的信息处理方法,其中,

[0131] 在试验性地运用的所述第一半导体制造装置设置有规定数量的用于测量与环境有关的传感器数据的多个传感器,所述多个传感器包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器以及用于测定气体的排出量的传感器,

[0132] 在一个或多个据点新设置所述第二半导体制造装置时,在所述第二半导体制造装置设置数量比所述规定数量少的所述传感器或者不设置所述传感器,并将所生成的所述学习模型配置于第二半导体制造装置,

[0133] 将伴随所述第二半导体制造装置的初始运转而获取的运转数据输入到所述学习模型,以不利用所述传感器的方式获取传感器数据。

[0134] (附记7)

[0135] 一种计算机程序,使计算机执行以下处理:

[0136] 在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;

[0137] 基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及

[0138] 输出与所生成的所述学习模型相关的信息,来作为用于配置于与所述第一半导体

制造装置不同的第二半导体制造装置的信息。

[0139] (附记8)

[0140] 一种计算机程序,使计算机执行以下处理:

[0141] 获取第二半导体制造装置的运转数据;

[0142] 向以根据运转数据的输入来输出传感器数据的方式进行机器学习所得到的学习模型输入所获取到的运转数据,获取所述学习模型所输出的传感器数据;以及

[0143] 输出所获取到的所述传感器数据。

[0144] (附记9)

[0145] 根据附记7或8所记载的计算机程序,其中,

[0146] 所述学习模型是基于在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时获取到的所述第一半导体制造装置的运转数据、以及所述传感器所输出的传感器数据,通过以根据所述运转数据的输入来输出所述传感器数据的方式进行机器学习而生成的学习模型。

[0147] (附记10)

[0148] 根据附记7至9中的任一项所记载的计算机程序,其中,

[0149] 所述多个传感器包含用于测定功耗的传感器、用于测定排水量的传感器、或者用于测定气体的排出量的传感器。

[0150] (附记11)

[0151] 根据附记7至10中的任一项所记载的计算机程序,其中,

[0152] 所述运转数据包含所述第一半导体制造装置所输出的工艺日志数据、针对所述第一半导体制造装置设定的处理制程数据、所述第一半导体制造装置的晶圆的搬送历史记录数据、或者所述第一半导体制造装置所输出的错误数据。

[0153] (附记12)

[0154] 根据附记7至11中的任一项所记载的计算机程序,其中,

[0155] 所述学习模型在被输入了半导体制造装置所输出的工艺日志数据的情况下,输出所述半导体制造装置的功耗、排水量或者气体的排出量。

[0156] (附记13)

[0157] 根据附记7至12中的任一项所记载的计算机程序,其中,

[0158] 所述运转数据中包含多个项目,

[0159] 计算所述运转数据的各项目对所述学习模型所输出的所述传感器数据的贡献度,

[0160] 输出所计算出的所述贡献度。

[0161] (附记14)

[0162] 根据附记7至13中的任一项所记载的计算机程序,其中,

[0163] 基于所述学习模型所输出的所述传感器数据,来判定所述第二半导体制造装置所具备的多个单元的待机状态,

[0164] 使待机状态的单元的动作停止。

[0165] (附记15)

[0166] 根据附记7至14中的任一项所记载的计算机程序,其中,

[0167] 所述传感器数据中包含所述第二半导体制造装置所具备的多个单元的各单元的

功耗的数据,

[0168] 基于所述学习模型所输出的所述传感器数据,来输出多个单元的功耗的随时间的变化。

[0169] (附记16)

[0170] 一种信息处理装置,具备:

[0171] 获取部,其在使设置有多个传感器的第一半导体制造装置运转了时,获取所述第一半导体制造装置的运转数据和所述传感器所输出的传感器数据;

[0172] 生成部,其基于所获取到的所述运转数据和所述传感器数据,通过机器学习来生成根据所述运转数据的输入而输出所述传感器数据的学习模型;以及

[0173] 输出部,其输出与所生成的所述学习模型相关的信息,来作为用于配置于与所述第一半导体制造装置不同的第二半导体制造装置的信息。

[0174] (附记17)

[0175] 一种信息处理装置,具备:

[0176] 第一获取部,其获取第二半导体制造装置的运转数据;

[0177] 第二获取部,其向以根据运转数据的输入来输出传感器数据的方式进行机器学习所得到的学习模型输入所获取到的运转数据,获取所述学习模型所输出的传感器数据;以及

[0178] 输出部,其输出所获取到的所述传感器数据。

[0179] 附图标记说明

[0180] 1、1A、1B:信息处理装置(计算机);2:半导体制造装置;2A:半导体制造装置(第一半导体制造装置);2B:半导体制造装置(第二半导体制造装置);3:传感器;5:预测模型;11:处理部;11a:数据获取部(获取部、第一获取部);11b:预测模型生成部(生成部);11c:预测模型配置部(配置部、输出部);11d:控制处理部(第二获取部);11e:显示处理部(输出部);12:存储部;12a:程序(计算机程序);12b:工艺DB;12c:预测模型存储部;13:通信部;14:输入输出部;15:显示部;16:操作部;99:记录介质;N:网络。

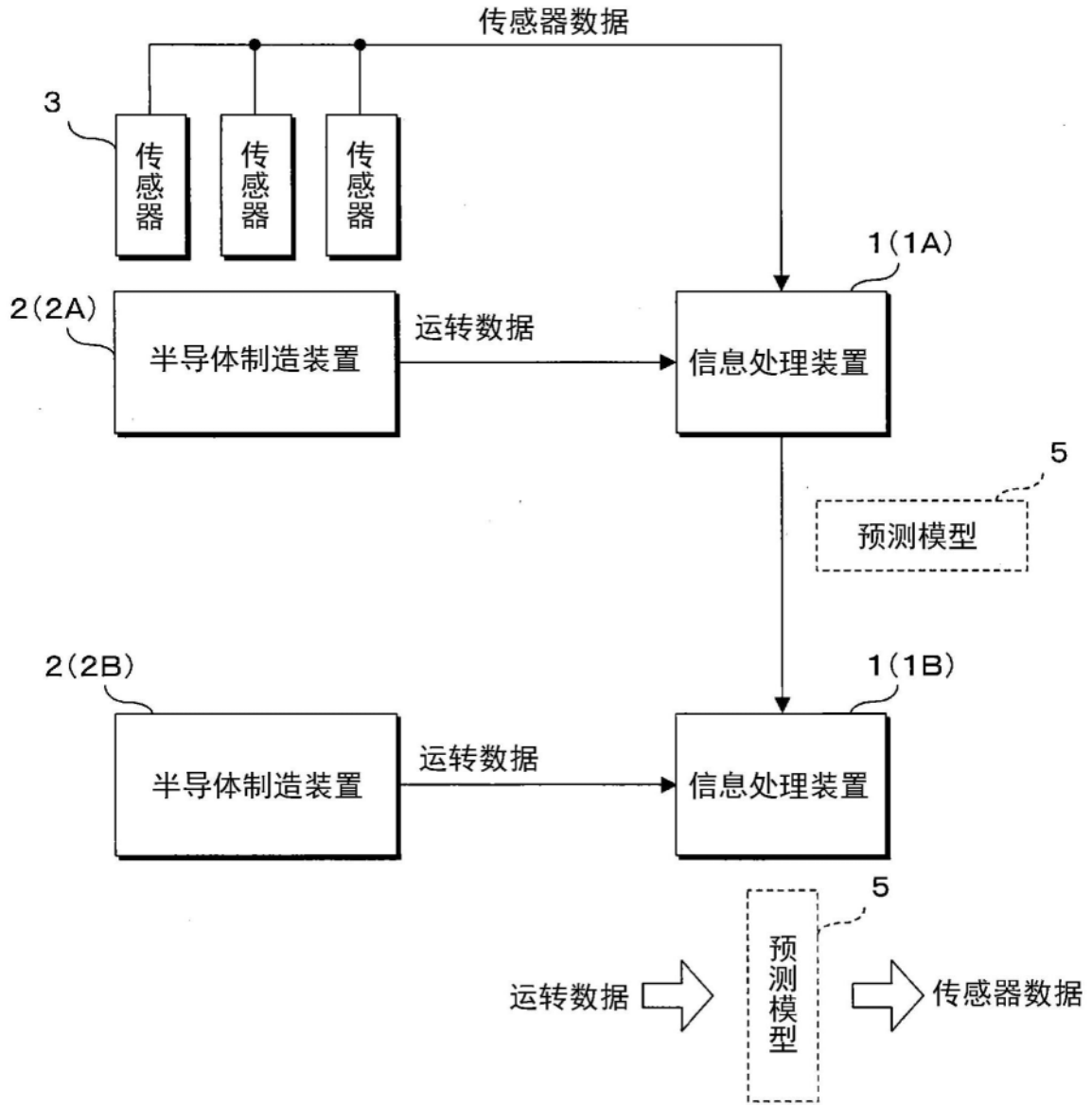


图1

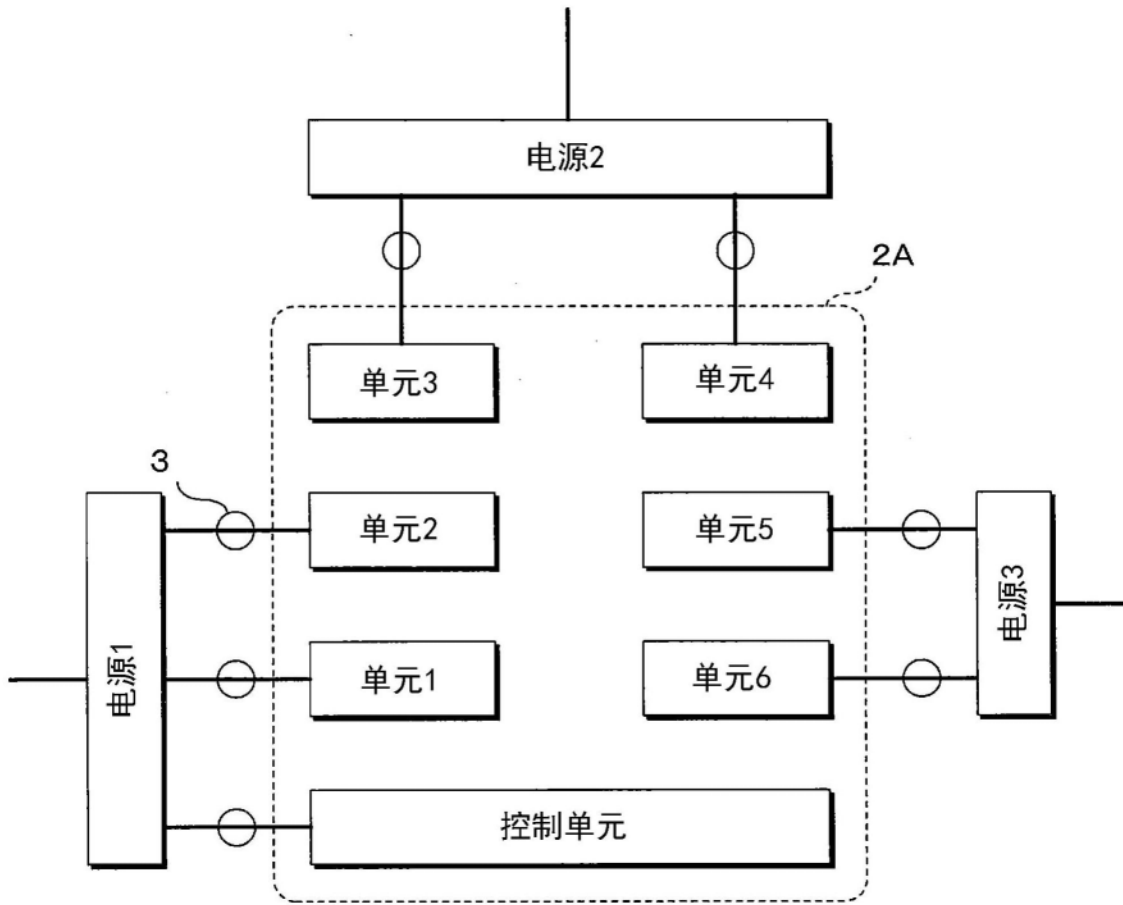


图2

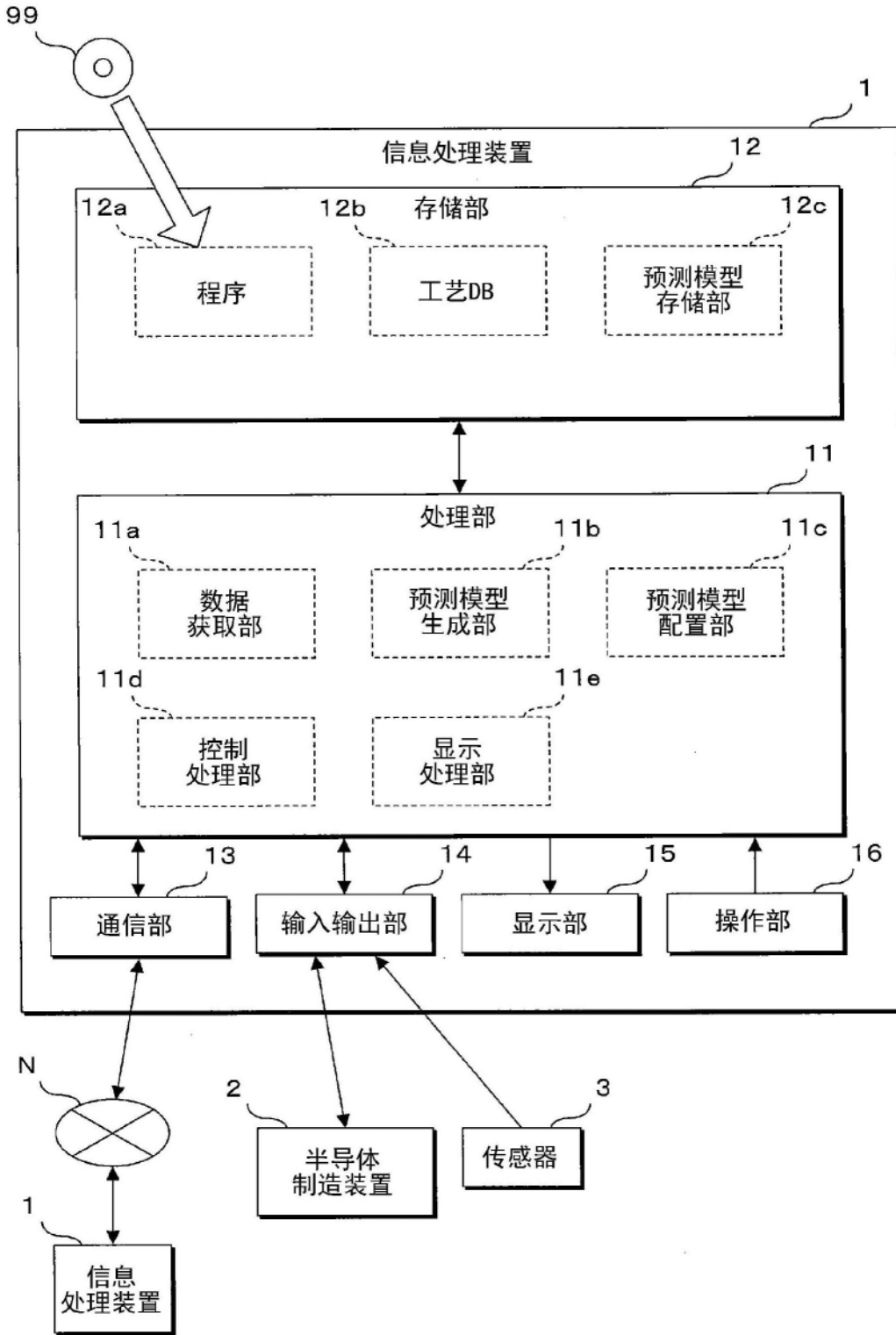


图3

工艺DB

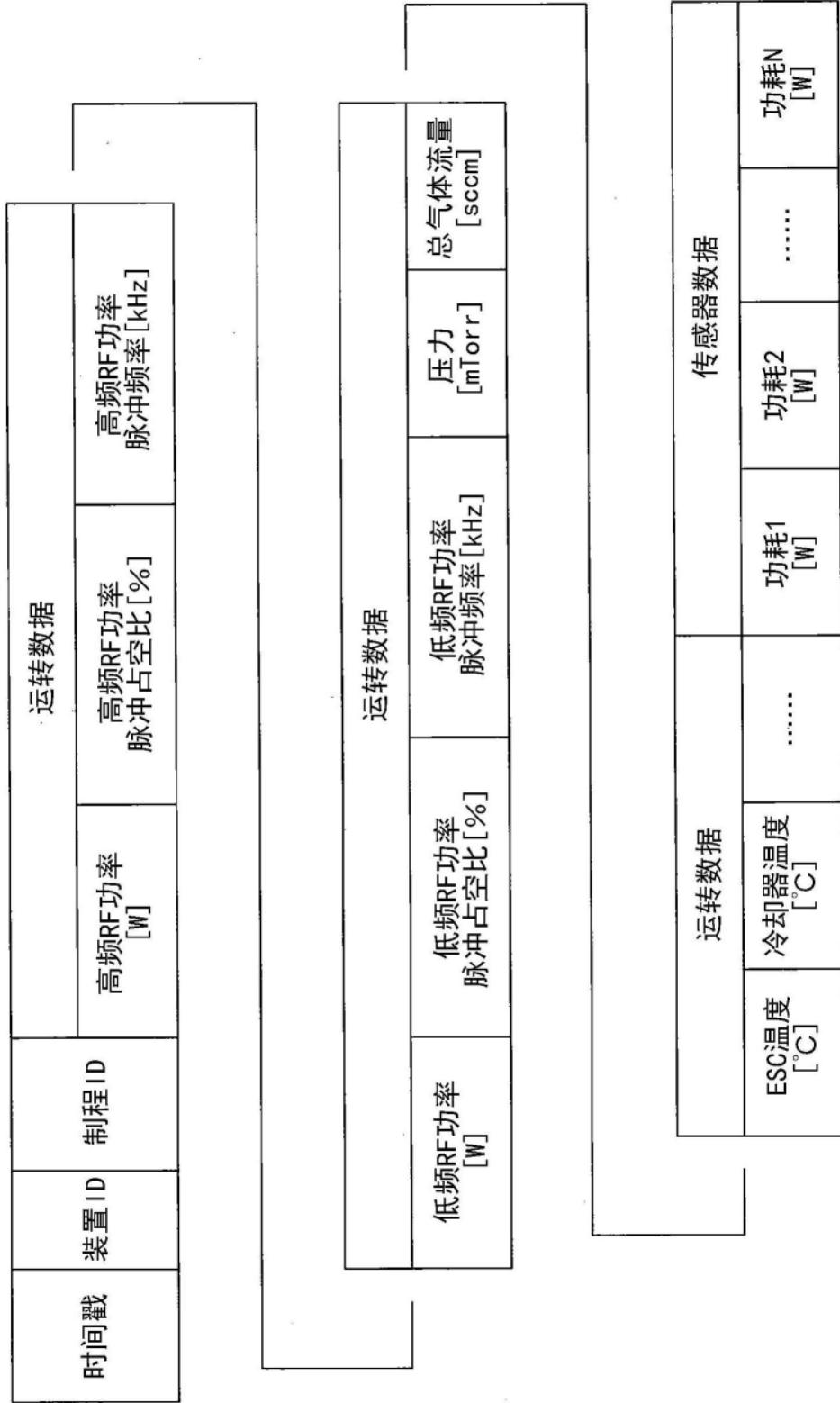


图4

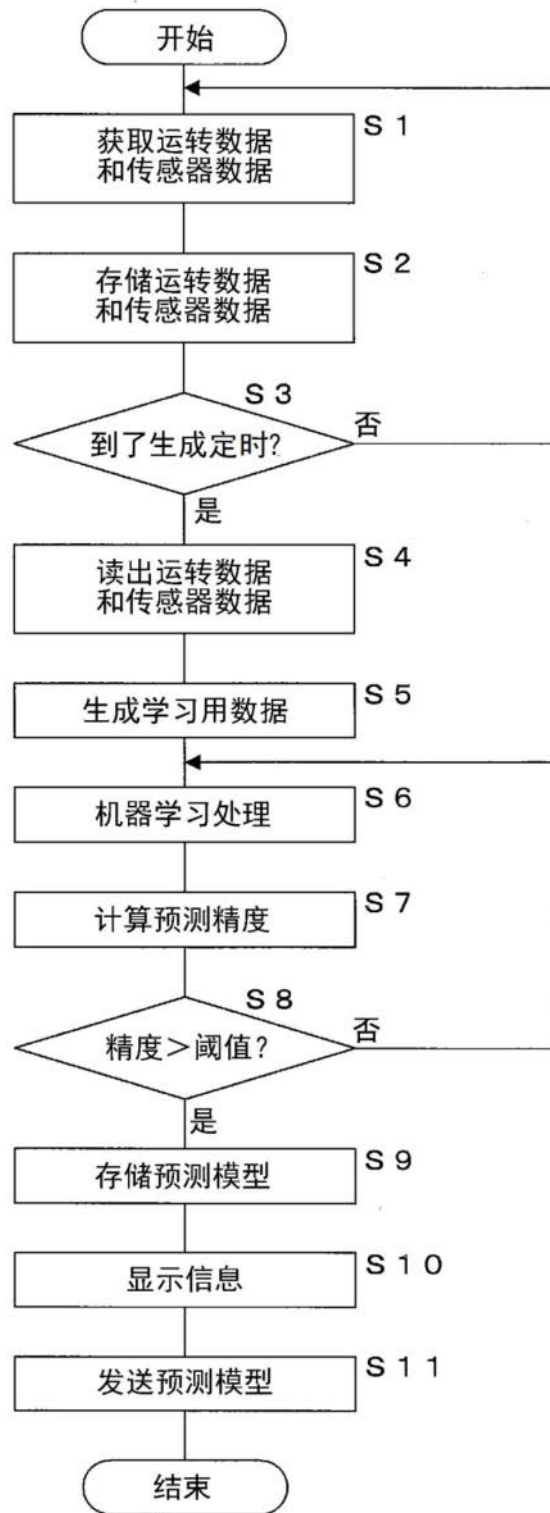


图5

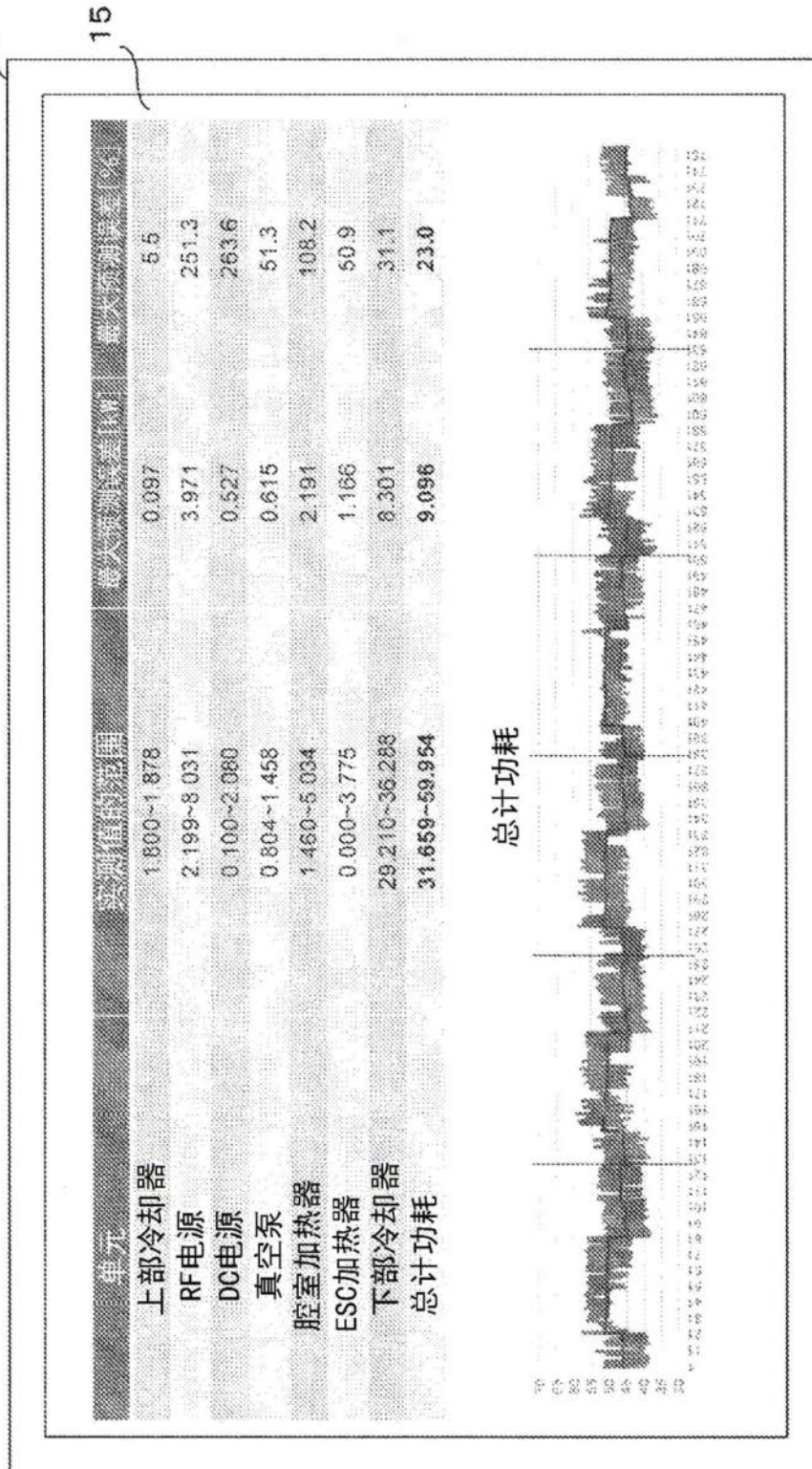


图6

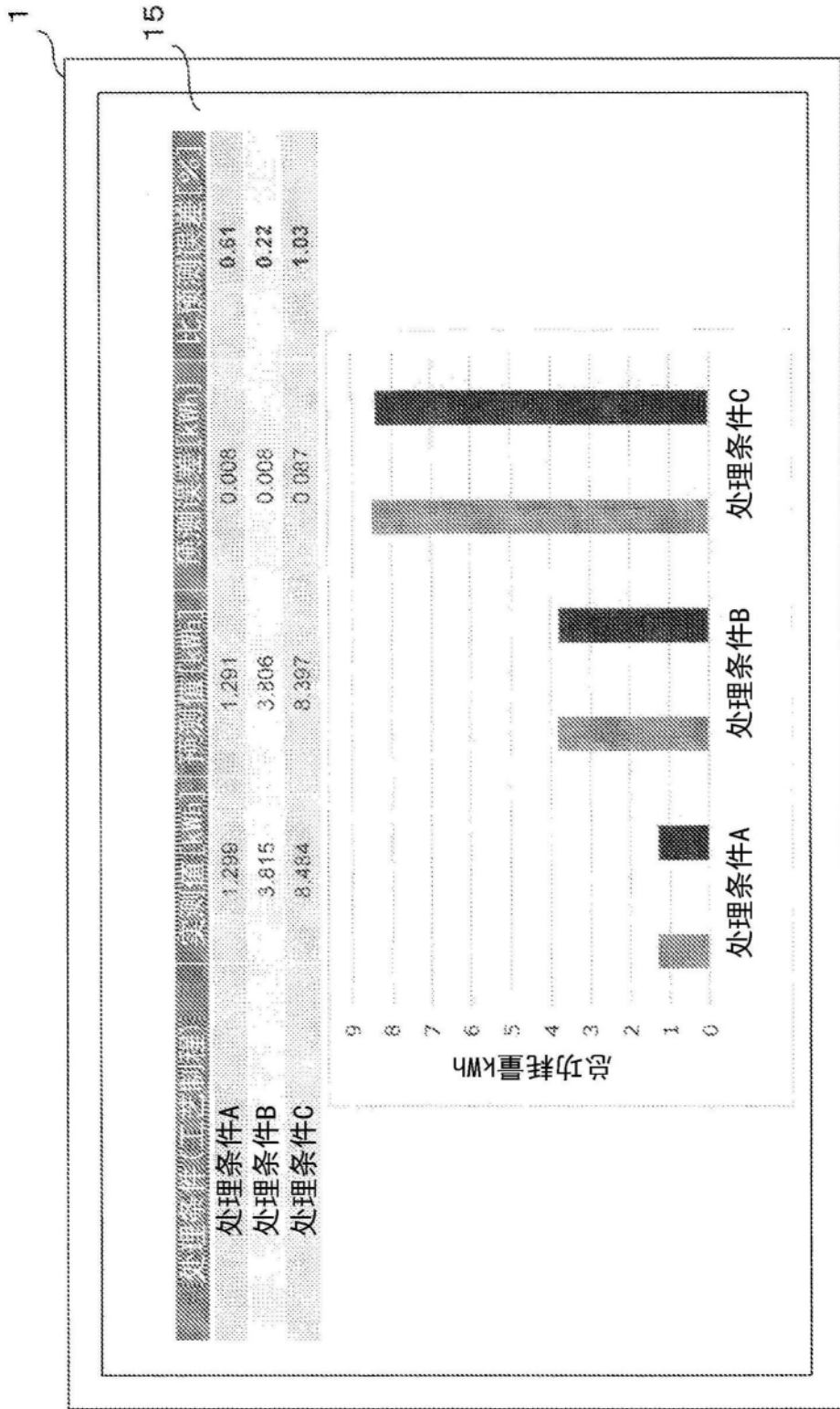


图7

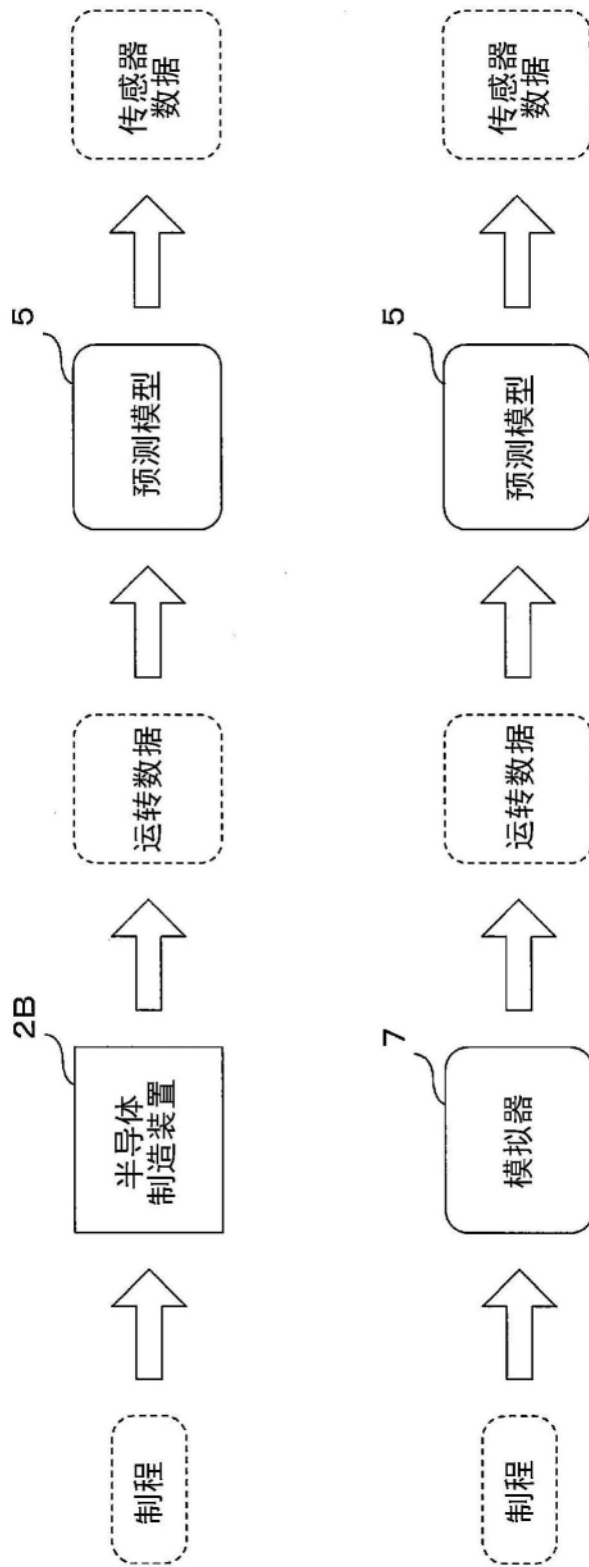


图8

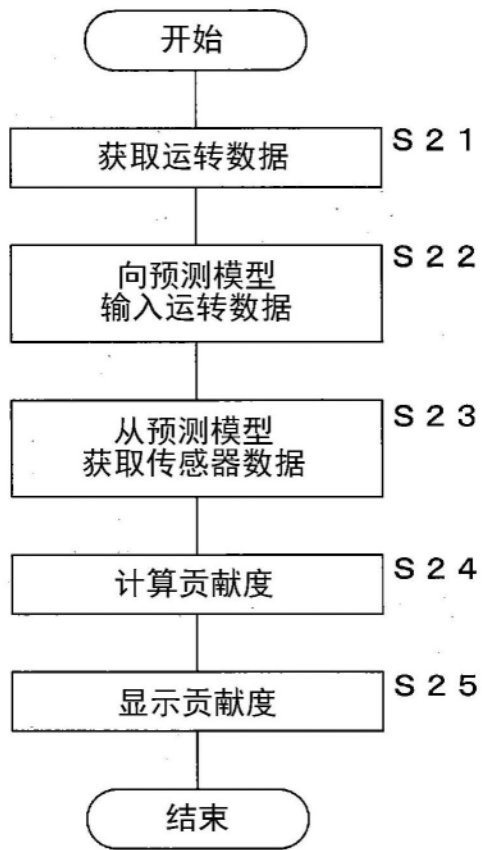


图9

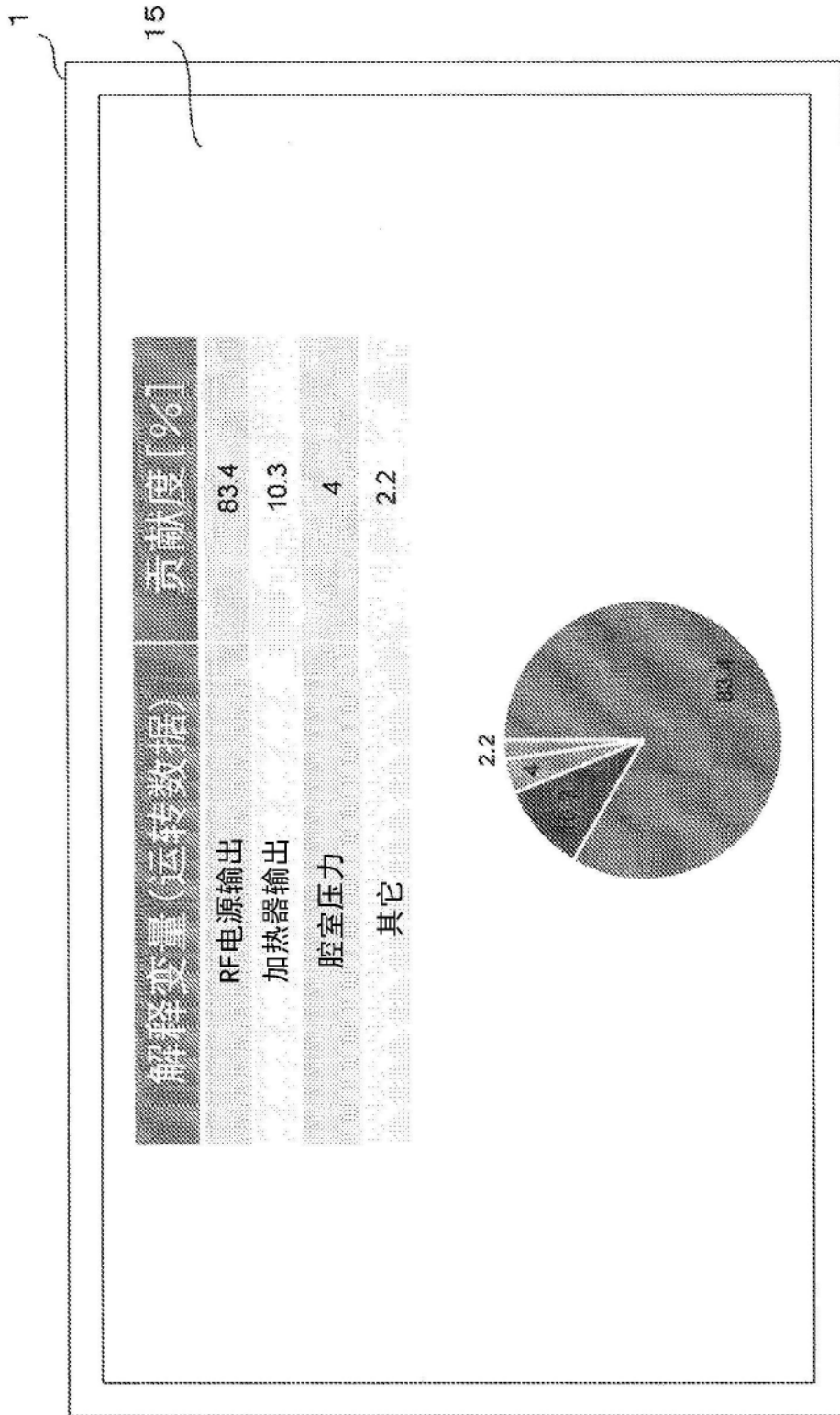


图10

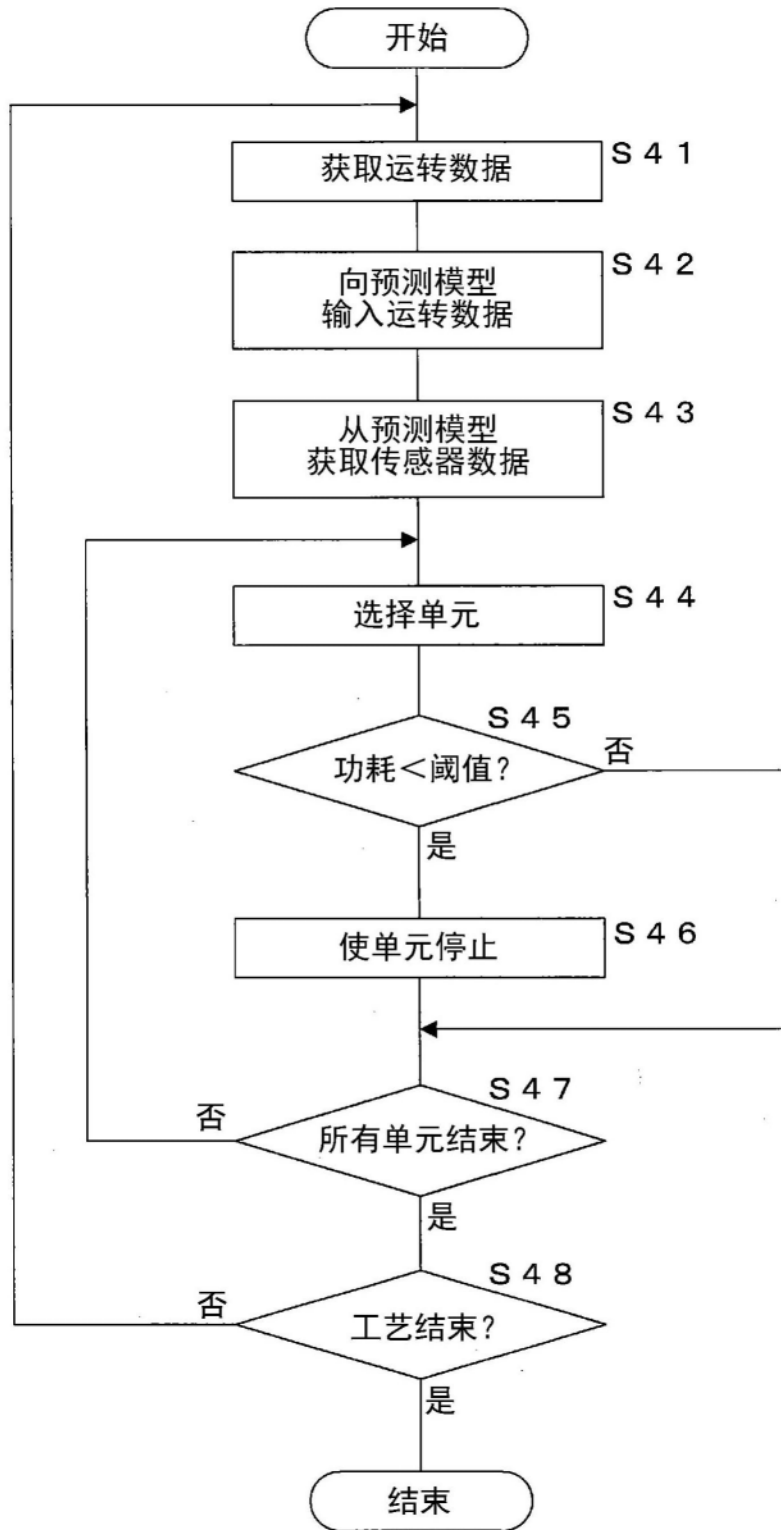


图11

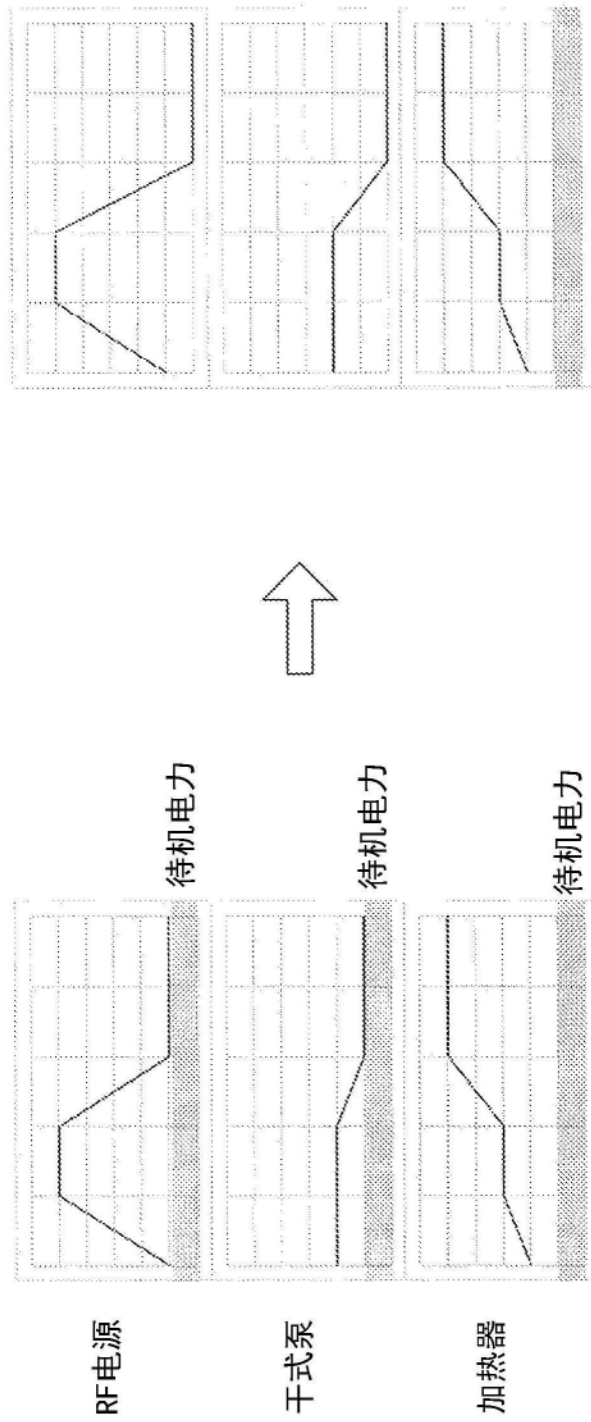


图12

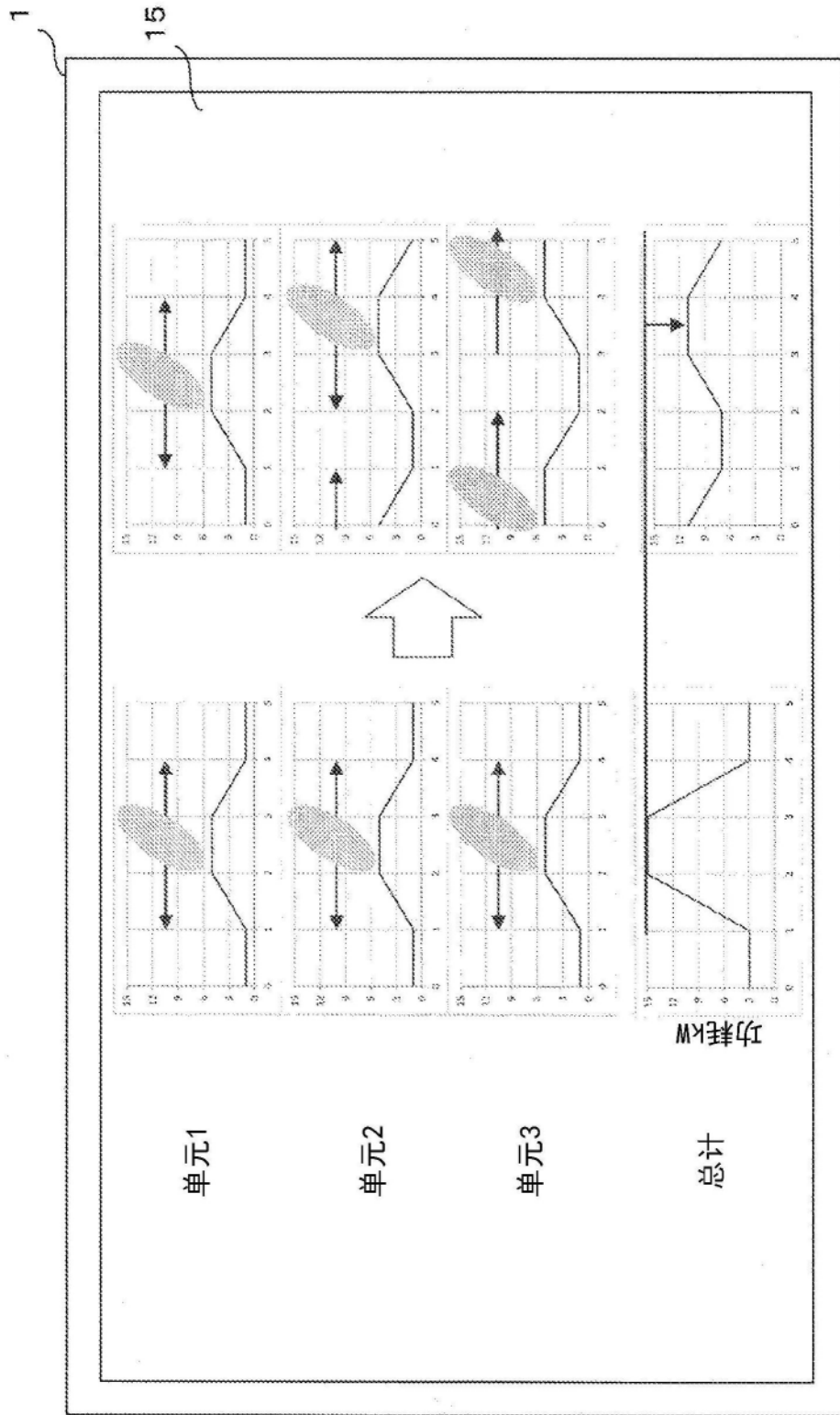


图13

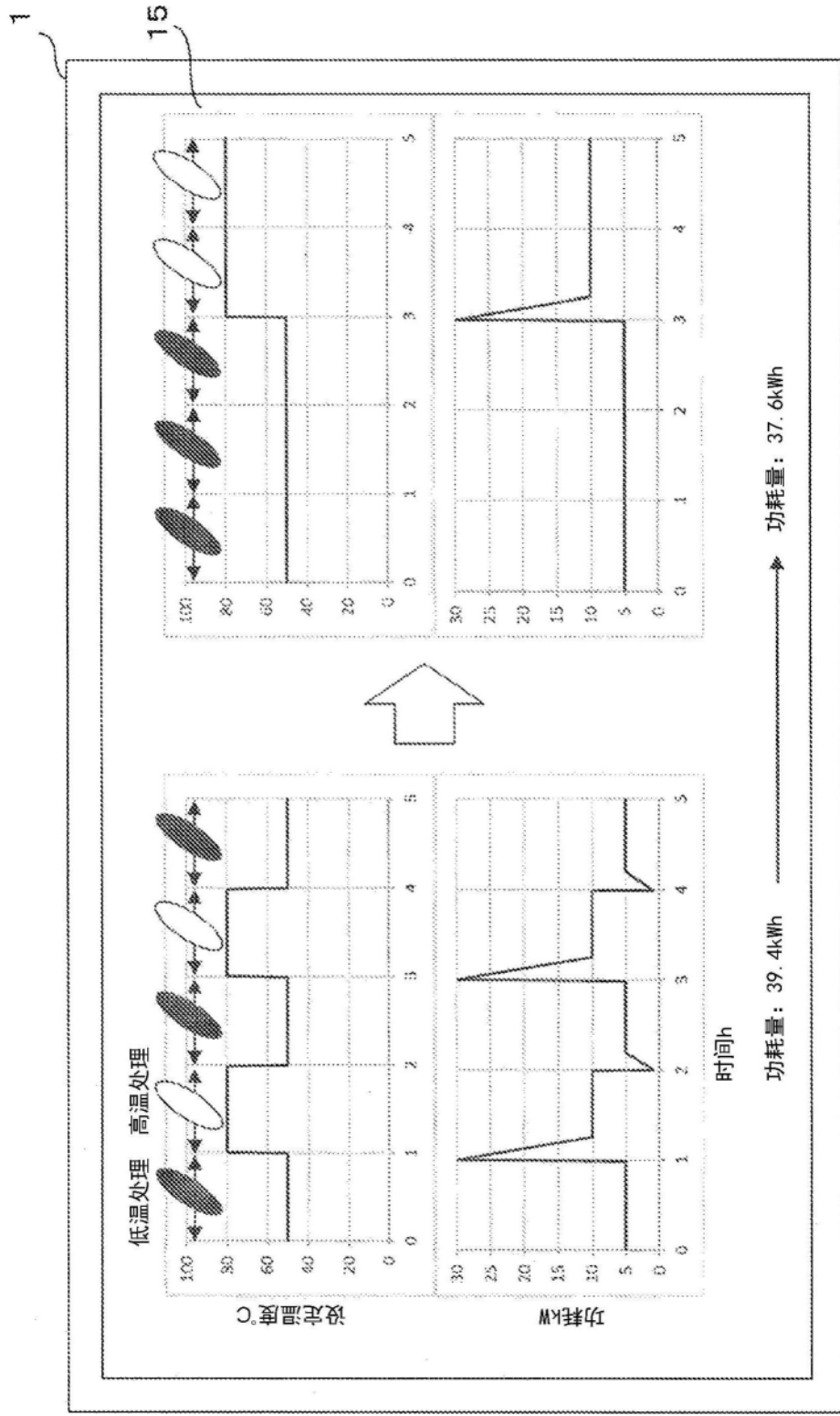


图14