



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118871237 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202280091498.X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.02.21

B23H 7/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/006955 2022.02.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/157298 JA 2023.08.24

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 太田信行

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

专利代理师 何立波 张天舒

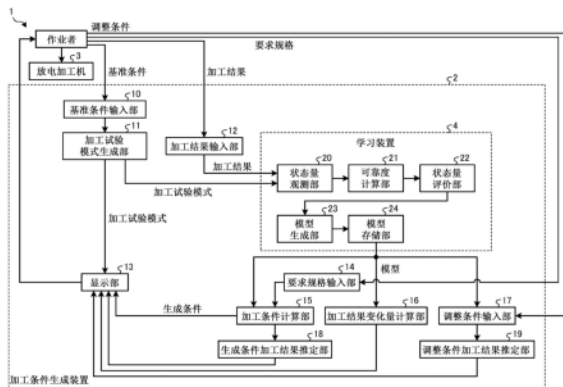
权利要求书3页 说明书14页 附图15页

(54) 发明名称

加工条件生成装置、放电加工系统、加工条件生成方法及放电加工方法

(57) 摘要

加工条件生成装置(2)具有:加工试验模式生成部(11),其基于设为用于生成加工条件的基准的基准条件,而生成与放电加工机(3)的加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合即加工试验模式;加工结果变化量计算部(16),其基于用于根据加工试验模式对加工结果的值进行推断的模型,对加工试验模式所包含的1个或者多个参数的值的变化量和放电加工机(3)的加工结果所包含的多个项目各自的变化量之间的关系进行计算;以及显示部(13),其对加工试验模式和表示参数的值的变化量和加工结果的值的变化量之间的关系的信息进行显示。



1. 一种加工条件生成装置,其特征在于,具有:

加工试验模式生成部,其基于设为用于生成所述加工条件的基准的基准条件,而生成与放电加工机的加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合即加工试验模式;

加工结果变化量计算部,其基于用于根据所述加工试验模式对所述加工结果的值进行推断的模型,对所述加工试验模式所包含的1个或者多个所述参数的值的变化量、和所述放电加工机的加工结果所包含的多个项目各自的变化量之间的关系进行计算;以及

显示部,其对所述加工试验模式和表示所述参数的值的变化量和所述加工结果的值的变化量之间的关系的信息进行显示。

2. 根据权利要求1所述的加工条件生成装置,其特征在于,

所述显示部对所述加工试验模式的所述参数之中的、所述加工结果相对于所述参数的变化的变化量成为最大的最重要参数进行显示。

3. 根据权利要求1或2所述的加工条件生成装置,其特征在于,具有基准条件输入部,该基准条件输入部被输入所述基准条件,

所述基准条件输入部接收关于所述基准条件所包含的多个参数各自的值是否设为调整对象的设定。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的加工条件生成装置,其特征在于,

所述显示部对具有行及列的表即热点图进行显示,由此将所述参数的值的变化量和所述加工结果的值的变化量之间的关系定量地显示,

在所述行及所述列的一者针对每个项目而指定有所述参数,

在所述行及所述列的另一者针对所述加工结果所包含的每个项目而指定有所述加工结果,

在通过所述行的项目和所述列的项目指定的栏,对表示所述参数的值的所述变化量和所述加工结果的值的变化量之比的值进行显示。

5. 根据权利要求4所述的加工条件生成装置,其特征在于,

所述显示部对所述热点图即所述表的各栏,施加与表示所述比的所述值的大小相对应的颜色或者颜色的浓淡,对所述热点图进行显示。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的加工条件生成装置,其特征在于,

具有:

要求规格输入部,其被输入表示所述加工结果的值所容许的范围的要求规格;

加工条件计算部,其基于所述模型,对用于得到所述要求规格所包含的所述加工结果的值的所述参数的值的组合即生成条件进行计算;以及

生成条件加工结果推定部,其对生成条件推定加工结果进行计算,该生成条件推定加工结果是对通过由所述放电加工机按照所述生成条件的加工得到的所述加工结果进行推定而得到的结果,

所述显示部对所述生成条件和所述生成条件推定加工结果进行显示。

7. 根据权利要求6所述的加工条件生成装置,其特征在于,

所述显示部对加工条件生成执行按钮和生成条件输出按钮进行显示,

该加工条件生成执行按钮接收用于对通过所述加工条件计算部执行的所述生成条件的计算进行指示的操作,

该生成条件输出按钮接收用于对来自所述加工条件生成装置的所述生成条件或者所述生成条件推定加工结果的输出进行指示的操作。

8. 根据权利要求6所述的加工条件生成装置,其特征在于,
将通过所述加工条件计算部计算出的所述生成条件自动地向所述放电加工机输出。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的加工条件生成装置,其特征在于,
具有:
调整条件输入部,其被输入包含所述参数的调整后的值的调整条件;以及
调整条件加工结果推定部,其对调整条件推定加工结果进行计算,该调整条件推定加工结果是对通过由所述放电加工机按照所述调整条件的加工得到的所述加工结果进行推定而得到的结果,

所述显示部对所述调整条件推定加工结果进行显示。

10. 根据权利要求9所述的加工条件生成装置,其特征在于,
所述显示部对调整条件输出按钮进行显示,该调整条件输出按钮接收用于对来自所述加工条件生成装置的所述调整条件推定加工结果的输出进行指示的操作。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的加工条件生成装置,其特征在于,
具有学习装置,该学习装置被输入所述加工试验模式和所述加工结果的值,将所述模型进行输出。

12. 根据权利要求11所述的加工条件生成装置,其特征在于,
对所述学习装置输入通过由所述放电加工机按照所述加工试验模式进行加工而得到的所述加工结果的值。

13. 根据权利要求12所述的加工条件生成装置,其特征在于,
具有加工结果测量装置,该加工结果测量装置对所述加工结果自动地进行测量,
对所述学习装置输入通过所述加工结果测量装置测量出的所述加工结果的值。

14. 根据权利要求11所述的加工条件生成装置,其特征在于,
具有加工结果预测装置,该加工结果预测装置基于从所述放电加工机输出的加工数据对所述加工结果进行预测,
对所述学习装置输入通过所述加工结果预测装置预测出的所述加工结果的值。

15. 根据权利要求11至14中任一项所述的加工条件生成装置,其特征在于,
所述学习装置具有:
状态量观测部,其对所述加工结果的值和所述加工试验模式进行观测而作为状态量;
可靠度计算部,其基于针对彼此相同的多个所述加工试验模式而取得的所述加工结果之间的波动、和在所述加工试验模式变更后的情况下所述加工结果的变化量能够变化的范围的至少一者,对所述加工结果的可靠度进行计算;

状态量评价部,其将与所述可靠度相对应的加权施加至所述状态量;

模型生成部,其使用加权后的所述状态量即学习数据对所述加工试验模式的所述参数的值即说明变量、和所述加工结果的值即目标变量之间的关系进行学习,生成或者更新所述模型;以及

模型存储部,其对从所述模型生成部输出的所述模型进行存储。

16. 根据权利要求11至15中任一项所述的加工条件生成装置,其特征在于,

所述学习装置将表示通过连续地执行的多个加工步骤的1个即第1加工步骤得到的所述加工结果的波动的信息包含于所述加工结果,或者将对意外产生的所述加工结果的波动和所述第1加工步骤的下一个第2加工步骤中的所述加工结果的波动进行比较得到的结果包含于所述加工结果,生成所述模型。

17. 一种放电加工系统,其特征在于,具有:

放电加工机;以及

加工条件生成装置,其生成所述放电加工机的加工条件,

所述加工条件生成装置具有:

加工试验模式生成部,其基于设为所述加工条件的生成中的基准的基准条件,而生成与所述加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合即加工试验模式;

加工结果变化量计算部,其基于用于根据所述加工试验模式对所述加工结果进行推断的模型,对所述加工试验模式所包含的1个或者多个所述参数的值的变化量和所述放电加工机的加工结果所包含的多个项目各自的变化量之间的关系进行计算;以及

显示部,其对所述加工试验模式和表示所述参数的值的变化量和所述加工结果的值的变化量之间的关系的信息进行显示。

18. 根据权利要求17所述的放电加工系统,其特征在于,

具有学习装置,该学习装置被输入所述加工试验模式和所述加工结果的值,将所述模型进行输出。

19. 一种加工条件生成方法,其通过加工条件生成装置而生成放电加工机的加工条件,

该加工条件生成方法的特征在于,包含下述步骤:

基于设为所述加工条件的生成中的基准的基准条件,而生成与所述加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合即加工试验模式;

基于用于根据所述加工试验模式对所述加工结果进行推断的模型,对所述加工试验模式所包含的1个或者多个所述参数的值的变化量和所述放电加工机的加工结果所包含的多个项目各自的变化量之间的关系进行计算;以及

对所述加工试验模式和表示所述参数的值的变化量和所述加工结果的值的变化量之间的关系的信息进行显示。

20. 一种放电加工方法,其特征在于,

包含通过加工条件生成装置而生成放电加工机的加工条件的步骤,

生成所述加工条件的步骤包含下述步骤:

基于设为所述加工条件的生成中的基准的基准条件,而生成与所述加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合即加工试验模式;

基于用于根据所述加工试验模式对所述加工结果进行推断的模型,对所述加工试验模式所包含的1个或者多个所述参数的值的变化量和所述放电加工机的加工结果所包含的多个项目各自的变化量之间的关系进行计算;以及

对所述加工试验模式和表示所述参数的值的变化量和所述加工结果的值的变化量之间的关系的信息进行显示。

加工条件生成装置、放电加工系统、加工条件生成方法及放电加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生成放电加工机的加工条件的加工条件生成装置、放电加工系统、加工条件生成方法及放电加工方法。

背景技术

[0002] 在放电加工机中,预先准备出与作为加工对象的工件的板厚相对应的加工条件,或者与表面粗糙度等的要求规格相对应的加工条件。使用放电加工机的作业者通过从所准备的加工条件中适当选择适于加工的加工条件,从而能够实现高精度加工,例如1/100mm至1/1000mm的公差下的加工。另一方面,难以设想出所有板厚或者所有要求规格而创建加工条件。另外,加工条件所包含的参数即加工条件参数的数量庞大,因此也难以关于设想的全部加工条件,将加工条件参数的值的组合预先输入至放电加工机。因此,以往开发出了用于容易地创建加工条件的技术。

[0003] 在专利文献1中公开了一种加工条件生成装置,其基于输入的要求规格而生成加工条件,基于生成的加工条件对加工结果进行预测。专利文献1的加工条件生成装置将预测出的加工结果的内容通过显示部进行显示,由此将预测出的加工结果的内容提示给作业者。作业者基于在显示部中显示出的内容,对加工条件参数的值进行调整。

[0004] 专利文献1:日本特开平5-293741号公报

发明内容

[0005] 但是,根据上述专利文献1的技术,难以判断从存在多个的加工条件参数中对哪个加工条件参数进行选择而对加工条件参数的值进行调整即可。即,根据上述专利文献1的技术,存在难以选择为了改善加工结果而对值进行调整有效的加工条件参数这一问题。

[0006] 本发明就是鉴于上述情况而提出的,其目的在于,得到能够容易地选择为了改善加工结果而对值进行调整有效的加工条件参数的加工条件生成装置。

[0007] 为了解决上述课题,并达到目的,本发明所涉及的加工条件生成装置具有:加工试验模式生成部,其基于设为用于生成加工条件的基准的基准条件而生成与放电加工机的加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合即加工试验模式;加工结果变化量计算部,其基于用于根据加工试验模式对加工结果的值进行推断的模型,对加工试验模式所包含的1个或者多个参数的值的变化量和放电加工机的加工结果所包含的多个项目各自的变化量之间的关系进行计算;以及显示部,其对加工试验模式和表示参数的值的变化量和加工结果的值的变化量之间的关系的信息进行显示。

[0008] 发明的效果

[0009] 本发明所涉及的加工条件生成装置具有下述效果,即,能够容易地选择为了改善加工结果而对值进行调整有效的加工条件参数。

附图说明

- [0010] 图1是表示实施方式1所涉及的放电加工系统的概略结构的图。
- [0011] 图2是表示实施方式1所涉及的放电加工系统所具有的加工条件生成装置的结构例的图。
- [0012] 图3是表示实施方式1所涉及的放电加工系统的变形例的图。
- [0013] 图4是表示实现实施方式1所涉及的放电加工系统所具有的加工条件生成装置的硬件的结构例的图。
- [0014] 图5是表示实施方式1所涉及的放电加工系统所具有的加工条件生成装置的动作顺序的流程图。
- [0015] 图6是表示实施方式1所涉及的放电加工系统所具有的加工条件生成装置的动作顺序的流程图。
- [0016] 图7是表示实施方式2所涉及的放电加工系统的结构例的图。
- [0017] 图8是表示实施方式3所涉及的放电加工系统的结构例的图。
- [0018] 图9是表示实施方式4所涉及的放电加工系统的结构例的图。
- [0019] 图10是表示实施方式5中的加工条件生成装置的显示部所显示的第1画面的例子
- 的图。
- [0020] 图11是表示实施方式5中的加工条件生成装置的显示部所显示的第2画面的例子
- 的图。
- [0021] 图12是表示实施方式6中的加工条件生成装置的显示部所显示的画面例子
- 的图。
- [0022] 图13是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第1图。
- [0023] 图14是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第2图。
- [0024] 图15是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第3图。
- [0025] 图16是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第4图。
- [0026] 图17是表示在实施方式8中通过学习装置进行的学习所使用的神经网络的结构例
- 的图。
- [0027] 图18是表示在实施方式8中由学习装置进行的处理顺序的流程图。

具体实施方式

[0028] 下面,基于附图对实施方式所涉及的加工条件生成装置、放电加工系统、加工条件生成方法及放电加工方法详细地进行说明。

[0029] 实施方式1.

[0030] 图1是表示实施方式1所涉及的放电加工系统1的概略结构的图。放电加工系统1具有加工条件生成装置2和放电加工机3。加工条件生成装置2和放电加工机3彼此能够通信地连接。加工条件生成装置2生成放电加工机3的加工条件。加工条件生成装置2对生成的加工条件进行输出。放电加工机3是通过在加工电极和工件的间隙中使放电发生,从而对工件进行加工的工作机械。放电加工机3按照从加工条件生成装置2输出的加工条件进行放电加工。放电加工机3例如是线放电加工机。作业者是使用放电加工机3的人,还是使用加工条件生成装置2的人。

[0031] 图2是表示实施方式1所涉及的放电加工系统1所具有的加工条件生成装置2的结构例的图。加工条件生成装置2具有：基准条件输入部10，其被输入基准条件，该基准条件设定为是用于生成加工条件的基准；加工试验模式生成部11，其生成加工试验模式；加工结果输入部12，其被输入放电加工机3的加工结果；以及显示部13，其显示信息。加工条件生成装置2具有：要求规格输入部14，其被输入要求规格，该要求规格表示加工结果的值所容许的范围；加工条件计算部15，其对用于得到要求规格所包含的加工结果的值的生成条件进行计算；加工结果变化量计算部16，其对加工条件参数的值的变化量和加工结果的值的变化量之间的关系进行计算；以及调整条件输入部17，其被输入包含加工条件参数的调整后的值在内的调整条件。加工条件生成装置2具有：生成条件加工结果推定部18，其对基于生成条件的加工结果进行推定；以及调整条件加工结果推定部19，其对基于调整条件的加工结果进行推定。

[0032] 另外，加工条件生成装置2具有学习装置4，该学习装置4输出用于根据加工试验模式对加工结果的值进行推断的模型。学习装置4具有状态量观测部20、可靠度计算部21、状态量评价部22、模型生成部23和模型存储部24。

[0033] 设定为是用于生成加工条件的基准的基准条件由作业者输入至基准条件输入部10。基准条件可以说是设定为基准的加工条件。在基准条件中包含与多个项目各自有关的加工条件参数的值。基准条件输入部10将输入的基准条件向加工试验模式生成部11输出。

[0034] 另外，基准条件输入部10接收关于基准条件所包含的多个加工条件参数各自的值是否设定为调整对象的设定。作业者对基准条件输入部10进行操作，由此选择关于输入的基准条件的各加工条件参数的值是否设定为调整对象。基准条件输入部10关于输入的基准条件的各加工条件参数的值，将表示是否是调整对象的信息向加工试验模式生成部11输出。

[0035] 加工试验模式是与放电加工机3的加工条件所包含的多个项目各自有关的参数的值的组合。加工试验模式在用于将加工条件参数和加工结果之间的关系进行模型化的加工试验中使用。

[0036] 加工结果是通过放电加工机3对工件进行加工后的结果。在加工结果中包含通过放电加工机3加工出的工件中的加工面的状态或者与工件的形状精度有关的项目。在加工结果中包含如表面粗糙度、加工剖面的直线度及形状误差这样的项目。在加工结果中可以包含如加工速度、或者加工是否无异常地完成这样的项目。

[0037] 加工试验模式生成部11基于基准条件和表示是否是与各加工条件参数的值有关的调整对象的信息，生成加工试验模式。加工试验模式生成部11将生成的加工试验模式向学习装置4和显示部13输出。

[0038] 显示部13对加工试验模式的各加工条件参数的值进行显示。作业者基于在显示部13中显示出的各加工条件参数的值，使放电加工机3进行加工试验。即，在实施方式1中，通过由放电加工机3实施的实际的加工而进行加工试验。

[0039] 通过加工试验而得到的加工结果的值由作业者输入至加工结果输入部12。加工结果输入部12将输入的加工结果的值向学习装置4输出。由此，放电加工机3按照加工试验模式进行加工而得到的加工结果的值输入至学习装置4。另外，加工试验模式输入至学习装置4。

[0040] 状态量观测部20对加工结果的值和加工试验模式进行观测而作为状态量。状态量

观测部20向可靠度计算部21输出状态量。可靠度计算部21基于针对彼此相同的多个加工试验模式取得的加工结果之间的波动、和在加工试验模式变更后的情况下加工结果的变化量能够变化的范围的至少一者,对加工结果的可靠度进行计算。可靠度计算部21将可靠度的计算结果向状态量评价部22输出。

[0041] 状态量评价部22将与可靠度相对应的加权施加给状态量。状态量评价部22将加权后的状态量即学习数据向模型生成部23输出。模型生成部23使用加权后的状态量即学习数据,对加工试验模式的参数的值即说明变量和加工结果的值即目标变量之间的关系进行学习,生成或者更新模型。模型存储部24对通过模型生成部23生成或者更新后的模型进行存储。学习装置4将在模型存储部24中存储的模型进行输出。

[0042] 对加工结果变化量计算部16输入模型。加工结果变化量计算部16基于模型对加工试验模式所包含的1个或者多个参数的值的变化量、和放电加工机3的加工结果所包含的多个项目各自的值的变化量之间的关系进行计算。在下面的说明中,将该关系称为变化量关系。加工结果变化量计算部16将变化量关系的计算结果向显示部13输出。

[0043] 显示部13对表示变化量关系的信息进行显示。显示部13使用热点图,对与变化量关系有关的信息定量地进行显示。另外,显示部13对加工试验模式的参数之中的、加工结果相对于参数的变化的变化量成为最大的最重要参数进行显示。作业者能够根据在显示部13中显示出的变化量关系,对在将各加工条件参数的值变更后的情况下加工结果以何种程度变化进行识别。另外,通过在显示部13中对最重要参数进行显示,从而作业者能够确认对加工结果带来最大的变化的加工条件参数。关于显示部13中的显示的具体例,在后面记述的实施方式5及6中进行说明。

[0044] 由作业者对要求规格输入部14输入表示加工结果的值所容许的范围的要求规格。作业者针对加工结果的每个项目,对值的范围进行指定,由此输入要求规格。另外,作业者将针对加工结果的每个项目的重要度的比例输入至要求规格输入部14。要求规格输入部14将要求规格和重要度的比例的信息向加工条件计算部15输出。

[0045] 对加工条件计算部15输入要求规格、重要度的比例的信息和模型。加工条件计算部15基于模型对用于得到要求规格所包含的加工结果的值的加工条件参数的值的组合即生成条件进行计算。加工条件计算部15对满足要求规格,并且与重要度的比例相应地得到良好的加工结果的生成条件进行计算。加工条件计算部15向显示部13和生成条件加工结果推定部18输出生成条件。显示部13对生成条件进行显示。作业者能够通过显示部13对计算出的生成条件进行确认。

[0046] 从加工条件计算部15对生成条件加工结果推定部18输入生成条件及模型。生成条件加工结果推定部18对生成条件推定加工结果进行计算,该生成条件推定加工结果是对通过由放电加工机3按照生成条件的加工得到的加工结果进行推定而得到的结果。生成条件加工结果推定部18基于生成条件和模型对生成条件推定加工结果进行计算。生成条件加工结果推定部18将计算出的生成条件推定加工结果向显示部13输出。显示部13对生成条件推定加工结果进行显示。作业者能够通过显示部13对计算出的生成条件推定加工结果进行确认。

[0047] 由作业者对调整条件输入部17输入包含加工条件参数的调整后的值在内的调整条件。另外,对调整条件输入部17输入模型。调整条件所包含的加工条件参数的值由作业者

进行调整。调整条件输入部17将输入的调整条件向调整条件加工结果推定部19输出。

[0048] 从调整条件输入部17对调整条件加工结果推定部19输入调整条件及模型。调整条件加工结果推定部19对调整条件推定加工结果进行计算,该调整条件推定加工结果是对通过由放电加工机3按照调整条件的加工得到的加工结果进行推定而得到的结果。调整条件加工结果推定部19基于调整条件和模型对调整条件推定加工结果进行计算。调整条件加工结果推定部19将计算出的调整条件推定加工结果向显示部13输出。显示部13对调整条件推定加工结果进行显示。作业者能够通过显示部13对计算出的调整条件推定加工结果进行确认。

[0049] 在图2所示的结构例中,学习装置4设置于加工条件生成装置2的内部。学习装置4也可以是加工条件生成装置2的外部的装置。在学习装置4是加工条件生成装置2的外部的装置的情况下,加工条件生成装置2和学习装置4能够彼此通信地连接。学习装置4可以经由网络与加工条件生成装置2连接。学习装置4可以是存在于云服务器上的装置。

[0050] 图3是表示实施方式1所涉及的放电加工系统1的变形例的图。图3所示的放电加工系统1具有加工条件生成装置2、放电加工机3和学习装置4。在图3所示的放电加工系统1中,学习装置4设置于加工条件生成装置2的外部。加工条件生成装置2将加工试验模式和加工结果的值向学习装置4输出。学习装置4将通过学习生成的模型向加工条件生成装置2输出。

[0051] 接下来,对实现加工条件生成装置2的硬件进行说明。图4是表示实现实施方式1所涉及的放电加工系统1所具有的加工条件生成装置2的硬件的结构例的图。加工条件生成装置2通过图4中例示的计算机系统实现。图4所示的结构例是将加工条件生成装置2的要部通过具有处理器91和存储器92的处理电路90而实现的情况下的结构例。图2所示的加工试验模式生成部11、加工条件计算部15、加工结果变化量计算部16、生成条件加工结果推定部18、调整条件加工结果推定部19、状态量观测部20、可靠度计算部21、状态量评价部22及模型生成部23是加工条件生成装置2的要部。

[0052] 处理器91是CPU(也称为Central Processing Unit、中央处理装置、处理装置、运算装置、微处理器、微型计算机、处理器或者DSP(Digital Signal Processor))。存储器92例如是RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、闪存、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM(注册商标)(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)等非易失性或者易失性的半导体存储器、磁盘、软盘、光盘、压缩盘、迷你盘或者DVD(Digital Versatile Disc)等。

[0053] 加工条件生成装置2的要部是通过由处理器91将在存储器92中存储的程序读出并执行而实现的。处理器91将在存储器92中存储的程序读出并执行,由此执行加工条件生成装置2的要部的功能。另外,处理器91将运算结果等数据输出至存储器92的易失性存储器。存储器92还被用作由处理器91实施的各处理中的暂时存储器。处理器91可以将运算结果等数据输出至存储器92而使存储器92存储。模型存储部24通过存储器92实现。运算结果等数据可以经由存储器92的易失性存储器而存储于辅助存储装置。

[0054] 程序例如可以是在写入至CD(Compact Disc) —ROM、DVD —ROM等存储介质的状态下提供给用户等的方式,也可以是经由网络而提供的方式。

[0055] 输入装置93用于由作业者输入各种信息。输入装置93例如由键盘等字符输入单元、鼠标等指点设备构成。显示装置94对各种信息进行显示。显示装置94由显示器或者液晶

显示面板等构成。显示部13的功能通过使用显示装置94而实现。基准条件输入部10、加工结果输入部12、要求规格输入部14及调整条件输入部17的功能通过使用输入装置93及显示装置94而实现。作业者通过使用输入装置93,在显示装置94所显示的画面输入信息。此外,输入装置93及显示装置94可以包含于触摸面板。通信装置95进行与加工条件生成装置2的外部的装置的通信。

[0056] 加工条件生成装置2可以通过多个计算机系统实现。例如,加工条件生成装置2可以通过云计算系统实现。在学习装置4设置于加工条件生成装置2的外部的情况下,学习装置4使用与图4中例示的计算机系统相同的结构而实现。

[0057] 接下来,对加工条件生成装置2的动作进行说明。图5及图6是表示实施方式1所涉及的放电加工系统1所具有的加工条件生成装置2的动作顺序的流程图。

[0058] 在图5所示的步骤S1中,基准条件输入部10接收基准条件。如果输入基准条件,则在步骤S2中,基准条件输入部10接收关于各个加工条件参数是否设为调整对象的设定。基准条件输入部10将基准条件和表示是否是调整对象的信息向加工试验模式生成部11输出。

[0059] 在步骤S3中,加工试验模式生成部11生成加工试验模式。加工试验模式生成部11将生成的加工试验模式向学习装置4和显示部13输出。在步骤S4中,显示部13对加工试验模式进行显示。

[0060] 作业者使用加工试验模式使放电加工机3进行加工试验。在步骤S5中,加工结果输入部12接收加工结果。加工结果输入部12将输入的加工结果向学习装置4输出。

[0061] 在步骤S6中,学习装置4基于使用了加工结果和加工试验参数的学习数据而生成或者更新模型。学习装置4对生成或者更新后的模型进行输出。在步骤S7中,加工结果变化量计算部16基于模型对1个或者多个加工条件参数的变化量和加工结果的变化量之间的关系即变化量关系进行计算。加工结果变化量计算部16将变化量关系向显示部13输出。在步骤S8中,显示部13对加工条件参数的变化量和加工结果的变化量之间的关系即变化量关系进行显示。

[0062] 在图6所示的步骤S9中,要求规格输入部14接收要求规格。要求规格输入部14将输入的要求规格向加工条件计算部15输出。在步骤S10中,加工条件计算部15基于要求规格和模型对生成条件进行计算。加工条件计算部15将生成条件向显示部13和生成条件加工结果推定部18输出。在步骤S11中,生成条件加工结果推定部18基于模型对生成条件推定加工结果进行计算。生成条件加工结果推定部18对生成条件推定加工结果的值,即基于生成条件的加工结果的推定值进行计算。生成条件加工结果推定部18将生成条件推定加工结果向显示部13输出。在步骤S12中,显示部13对生成条件和生成条件推定加工结果进行显示。

[0063] 在步骤S13中,调整条件输入部17接收调整条件。调整条件输入部17将输入的调整条件向调整条件加工结果推定部19输出。在步骤S14中,调整条件加工结果推定部19基于模型对调整条件推定加工结果进行计算。调整条件加工结果推定部19对调整条件推定加工结果的值,即基于调整条件而调整加工条件参数后的情况下的加工结果的推定值进行计算。调整条件加工结果推定部19将调整条件推定加工结果向显示部13输出。在步骤S15中,显示部13对调整条件推定加工结果进行显示。

[0064] 加工条件生成装置2将通过加工条件生成装置2生成的加工条件即生成条件向放电加工机3输出。或者,也可以取代由加工条件生成装置2输出生成条件,而是由作业者向放

电加工机3输入生成条件。以上,加工条件生成装置2结束图5及图6所示的顺序所涉及的动作。

[0065] 根据实施方式1,加工条件生成装置2将表示变化量关系的信息在显示部13进行显示。作业者能够在将各加工条件参数的值变更后的情况下,定量且直观地对加工结果以何种程度变化进行识别。以上,具有下述效果,即,能够容易地选择为了改善加工结果而对值进行调整有效的加工条件参数。作业者能够容易地选择为了改善加工结果而对值进行调整有效的加工条件参数,由此能够通过加工条件生成装置2容易地生成加工条件。另外,即使是没有与加工相关的知识的作业者,也能够通过加工条件生成装置2而生成满足要求规格的加工条件。

[0066] 实施方式2.

[0067] 图7是表示实施方式2所涉及的放电加工系统1A的结构例的图。放电加工系统1A具有加工条件生成装置2A和放电加工机3。加工条件生成装置2A在与图2所示的加工条件生成装置2相同的结构的基础上,还具有加工结果测量装置5。在实施方式2中,对与上述实施方式1相同的结构要素标注同一标号,主要对与实施方式1不同的结构进行说明。

[0068] 在实施方式2中,也与实施方式1的情况同样地,通过由放电加工机3进行的实际的加工而进行加工试验。加工结果测量装置5自动地测量加工结果。对加工结果输入部12输入通过加工结果测量装置5测量出的加工结果。对学习装置4输入通过加工结果测量装置5测量出的加工结果的值。

[0069] 加工条件生成装置2A使用与在图4中例示的计算机系统相同的结构而实现。此外,在图7所示的结构例中,加工结果测量装置5设置于加工条件生成装置2A的内部。加工结果测量装置5也可以是加工条件生成装置2A的外部的装置。根据实施方式2,加工条件生成装置2A即使不由作业者进行加工结果的测量,也能够生成加工条件。由此,能够缩短用于生成加工条件的时间。

[0070] 实施方式3.

[0071] 图8是表示实施方式3所涉及的放电加工系统1B的结构例的图。放电加工系统1B具有加工条件生成装置2B和放电加工机3。加工条件生成装置2B在与图2所示的加工条件生成装置2相同的结构的基础上,还具有加工结果预测装置6。在实施方式3中,对与上述实施方式1或者2相同的结构要素标注同一标号,主要对与实施方式1或者2不同的结构进行说明。

[0072] 对加工结果预测装置6输入从放电加工机3输出的加工数据。加工数据是与通过放电加工机3进行的加工状态有关的数据,包含加工电压、加工电流、放电脉冲数及加工速度等数据。加工结果预测装置6基于从放电加工机3输出的加工数据对加工结果进行预测。在实施方式3中,通过加工结果预测装置6中的加工结果的预测,进行加工试验。对加工结果输入部12输入通过加工结果预测装置6预测出的加工结果。对学习装置4输入通过加工结果预测装置6预测出的加工结果的值。

[0073] 加工条件生成装置2B使用与在图4中例示的计算机系统相同的结构而实现。此外,在图8所示的结构例中,加工结果预测装置6设置于加工条件生成装置2B的内部。加工结果预测装置6也可以是加工条件生成装置2B的外部的装置。根据实施方式3,加工条件生成装置2B即使不由作业者进行加工结果的测量,也能够生成加工条件。由此,能够缩短用于生成加工条件的时间。

[0074] 实施方式4.

[0075] 图9是表示实施方式4所涉及的放电加工系统1C的结构例的图。放电加工系统1C具有加工条件生成装置2C和放电加工机3。加工条件生成装置2C具有与图2所示的加工条件生成装置2相同的结构。在实施方式4中,对与上述实施方式1至3相同的结构要素标注同一标号,主要对与实施方式1至3不同的结构进行说明。

[0076] 加工条件生成装置2C将通过加工条件计算部15计算出的生成条件自动地向放电加工机3输出。向放电加工机3输入生成条件,由此放电加工机3开始按照生成条件的加工。加工条件生成装置2C使用与在图4中例示的计算机系统相同的结构而实现。

[0077] 根据实施方式4,即使作业者不向放电加工机3输入生成条件,也会从加工条件生成装置2C向放电加工机3自动地输入生成条件。由此,能够将生成满足要求规格的生成条件至使用了生成条件的加工为止的步骤自动化。此外,在实施方式4的加工条件生成装置2C中,可以具有与实施方式2的情况相同的加工结果测量装置5、或者与实施方式3的情况相同的加工结果预测装置6。

[0078] 实施方式5.

[0079] 在实施方式5中,对通过上述实施方式1至4中的显示部13的显示的第1具体例进行说明。图10是表示实施方式5中的加工条件生成装置2的显示部13所显示的第1画面30的例子。图11是表示实施方式5中的加工条件生成装置2的显示部13所显示的第2画面40的例子。显示部13能够对在第1画面30和第2画面40中显示进行切换。显示部13也可以能够将第1画面30和第2画面40同时地显示。

[0080] 在图10所示的第1画面30中,对基准条件输入栏31、加工试验模式显示栏32、加工结果输入栏33、加工试验模式生成按钮34和模型化执行按钮35进行显示。

[0081] 对基准条件输入栏31输入基准条件。在第1画面30及后面记述的第2画面40中,“A”、“B”、••••、“G”各自表示加工条件的项目。基准条件输入栏31具有供针对每个项目的加工条件参数的值输入的栏。作业者对基准条件输入栏31的各栏输入加工条件参数的值,由此输入基准条件。在基准条件输入栏31中,接收关于输入的基准条件的各加工条件参数的值是否设为调整对象的选择。在图10所示的基准条件输入栏31中,调整加工条件参数36是作为调整对象被选择出的加工条件参数。固定加工条件参数37是没有作为调整对象被选择的加工条件参数。对基准条件输入栏31之中的被输入了值的栏进行点击,由此能够对是否选择为调整对象进行切换。

[0082] 在图10所示的例子中,固定加工条件参数37的栏的背景色是与调整加工条件参数36的栏的背景色不同的颜色。在图10中,调整加工条件参数36的栏设为白色,固定加工条件参数37的栏带有阴影。在调整加工条件参数36和固定加工条件参数37中背景色不同,由此作业者能够在基准条件输入栏31中容易地区分调整加工条件参数36和固定加工条件参数37。

[0083] 加工试验模式生成按钮34接收用于对通过加工试验模式生成部11生成加工试验模式进行指示的操作。对加工试验模式生成按钮34进行点击或者轻击,由此加工试验模式生成部11生成加工试验模式。

[0084] 在加工试验模式显示栏32中,对通过加工试验模式生成部11生成的加工试验模式进行显示。加工试验模式显示栏32具有对针对每个项目的加工条件参数的值进行显示的

栏。在加工试验模式显示栏32中,也与基准条件输入栏31的情况同样地,固定加工条件参数37的栏的背景色是与调整加工条件参数36的栏的背景色不同的颜色。作业者在加工试验模式显示栏32中,能够容易地区分调整加工条件参数36和固定加工条件参数37。

[0085] 对加工结果输入栏33输入加工结果。在第1画面30及后面记述的第2画面40中,“X”、“Y”、“Z”各自表示加工结果的项目。加工结果输入栏33具有供针对每个项目的加工结果的值进行输入的栏。在加工结果输入栏33中,针对加工试验模式显示栏32所显示的每个加工试验模式,输入加工结果。

[0086] 模型化执行按钮35接收用于对通过学习装置4执行的模型的生成或者更新进行指示的操作。对模型化执行按钮35进行点击或者轻击,由此学习装置4生成或者更新模型。

[0087] 在图11所示的第2画面40中,对加工结果变化量显示栏41、最重要参数显示栏42、要求规格输入栏43、生成条件显示栏44、调整条件输入栏45和调整条件推定加工结果显示栏46进行显示。另外,在第2画面40中,对加工条件生成执行按钮47、生成条件输出按钮48和调整条件输出按钮49进行显示。

[0088] 在加工结果变化量显示栏41中,对通过加工结果变化量计算部16得到的变化量关系的计算结果进行显示。加工结果变化量显示栏41是具有行及列的表。该表是将与显示的值相对应的背景色施加给各栏的热点图。显示部13对加工结果变化量显示栏41进行显示,由此对针对每个项目的加工条件参数的值的变化量、和加工结果的针对每个项目的值的变化量之间的关系定量地进行显示。

[0089] 在图11所示的例子中,在加工结果变化量显示栏41的各列中,针对每个项目而指定出加工条件参数。在加工结果变化量显示栏41的各行中,针对加工结果所包含的每个项目而指定出加工结果。加工结果变化量显示栏41的方式并不限于图11所示的方式。也可以在加工结果变化量显示栏41的各列中,针对加工结果所包含的每个项目而指定加工结果,在加工结果变化量显示栏41的各行中,针对每个项目而指定加工条件参数。

[0090] 在图11所示的加工结果变化量显示栏41中,在通过行的项目和列的项目进行指定的栏中,对表示加工条件参数的值的变化量和加工结果的值的变化量之比的值进行显示。在各栏中,施加与表示比的值相对应的背景色。即,显示部13对加工结果变化量显示栏41的各栏施加与表示比的值的大小相对应的颜色,对加工结果变化量显示栏41进行显示。背景色是针对每个值预先设定的颜色,或者针对值的每个范围预先设定的颜色。此外,在图11所示的加工结果变化量显示栏41中,也是白色的栏表示调整加工条件参数36,阴影的栏表示固定加工条件参数37。在图11所示的加工结果变化量显示栏41中,对白色所示的调整加工条件参数36的各栏施加与表示比的值相对应的背景色。作业者在将各加工条件参数的值变更后的情况下,能够通过加工结果变化量显示栏41定量且直观地识别加工结果以何种程度变化。

[0091] 此外,在加工结果变化量显示栏41中,可以与表示比的值相应地使各栏中的背景色的浓淡不同。即,显示部13可以对加工结果变化量显示栏41的各栏施加与表示比的值的大小相对应的背景色的浓淡,对加工结果变化量显示栏41进行显示。在该情况下,作业者在将各加工条件参数的值变更后的情况下,通过加工结果变化量显示栏41,也能够定量且直观地识别加工结果以何种程度变化。

[0092] 在最重要参数显示栏42中,对基于变化量关系的计算结果而决定的最重要参数进

行显示。在最重要参数显示栏42中,针对加工结果的每个项目,对被决定为最重要参数的项目进行显示。在显示部13中对最重要参数进行显示,由此作业者能够确认对加工结果带来最大的变化的加工条件参数。

[0093] 对要求规格输入栏43输入要求规格。要求规格输入栏43具有用于针对加工结果的每个项目对值的范围进行指定的栏。在图11所示的例子中,设置有输入最小值的栏和输入最大值的栏。在要求规格输入栏43中输入针对每个项目的最小值及最大值,由此对加工结果的针对每个项目的值的范围进行指定。另外,要求规格输入栏43具有用于输入针对加工结果的每个项目而表示重要度的比例的值的栏。

[0094] 加工条件生成执行按钮47接收用于对通过加工条件计算部15执行生成条件的计算进行指示的操作。对加工条件生成执行按钮47进行点击或者轻击,由此加工条件计算部15对生成条件进行计算。

[0095] 在生成条件显示栏44中,对通过加工条件计算部15计算出的生成条件和通过生成条件加工结果推定部18计算出的生成条件推定加工结果进行显示。生成条件显示栏44具有对针对生成条件的每个项目,即针对加工条件的每个项目的加工条件参数的值进行显示的栏。另外,生成条件显示栏44具有对针对加工结果的每个项目中的生成条件推定加工结果的值进行显示的栏。作业者能够在生成条件显示栏44中,对计算出的生成条件和计算出的生成条件推定加工结果进行确认。

[0096] 对调整条件输入栏45输入调整条件。调整条件输入栏45具有用于供针对加工条件的每个项目的加工条件参数的值输入的栏。作业者针对加工条件的每个项目,输入适当调整后的加工条件参数的值。显示部13可以进行在调整条件输入栏45中显示出的值之中的、从生成条件显示栏44的值通过手动变更后的值的强调显示。在图11所示的调整条件输入栏45中,关于在调整条件输入栏45中显示出的值之中的通过手动变更后的值,进行对值附加下划线,并且将值设为黑体的强调显示。由此,作业者在调整条件输入栏45中能够容易地区分从生成条件显示栏44的值通过手动变更后的值。在调整条件推定加工结果显示栏46中,对通过调整条件加工结果推定部19计算出的调整条件推定加工结果进行显示。

[0097] 生成条件输出按钮48接收对来自加工条件生成装置2的生成条件或者生成条件推定加工结果的输出进行指示的操作。对生成条件输出按钮48进行点击或者轻击,由此加工条件生成装置2将生成条件或者生成条件推定加工结果向加工条件生成装置2的外部输出。加工条件生成装置2例如向放电加工机3输出生成条件或者生成条件推定加工结果。放电加工机3被输入生成条件或者生成条件推定加工结果,由此能够进行按照生成条件或者生成条件推定加工结果的加工。加工条件生成装置2可以将生成条件或者生成条件推定加工结果的数据向外部文件输出。可以对放电加工机3输入向外部文件输出的生成条件或者生成条件推定加工结果。

[0098] 调整条件输出按钮49接收用于对来自加工条件生成装置2的调整条件推定加工结果的输出进行指示的操作。对调整条件输出按钮49进行点击或者轻击,由此加工条件生成装置2将调整条件推定加工结果向加工条件生成装置2的外部输出。加工条件生成装置2例如向放电加工机3输出调整条件推定加工结果。放电加工机3被输入调整条件推定加工结果,由此能够进行按照调整条件推定加工结果的加工。加工条件生成装置2可以将调整条件推定加工结果的数据向外部文件输出。可以对放电加工机3输入向外部文件输出的调整条

件推定加工结果。

[0099] 如以上所述,根据实施方式5,作业者能够通过显示部13所显示的第1画面30及第2画面40,进行信息向加工条件生成装置2的输入和通过加工条件生成装置2生成的信息的确认。

[0100] 实施方式6.

[0101] 在实施方式6中,对上述实施方式1至4中的显示部13所显示的第2具体例进行说明。图12是表示实施方式6中的加工条件生成装置2的显示部13所显示的画面50的例子的图。

[0102] 在画面50中,对图10所示的第1画面30的内容和图11所示的第2画面40的内容进行显示。根据实施方式6,作业者能够通过1个画面50对在实施方式5中说明的第1画面30的内容和第2画面40的内容进行确认。作业者能够在1个画面50中,进行通过第1画面30进行的输入和通过第2画面40进行的输入。

[0103] 实施方式7.

[0104] 在实施方式7中,对输入至上述实施方式1至4的加工条件生成装置2、2A、2B、2C的加工结果的例子进行说明。图13是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第1图。图14是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第2图。图13所示的工件60是通过使用作为加工电极的线电极61而加工出的工件的例子。在图14中示出从图13所示的A及B这2个方向分别观察工件60时的平面形状。在图13及图14中示出连续执行的多个加工步骤的1个即第1加工步骤结束时的工件60。图14所示的台阶62是由于第1加工步骤中的加工误差而产生的。

[0105] 图15是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第3图。图16是用于对实施方式7中的加工结果的例子进行说明的第4图。在这里,尺寸、表面粗糙度及直线度各自是加工结果的项目的例子。尺寸是加工出的工件60的形狀的尺寸。表面粗糙度是工件60的加工剖面的表面粗糙度。直线度是工件60的加工剖面的直线度。此外,加工结果的项目并不限定于在实施方式7中说明的项目。在加工结果的项目中可以包含尺寸、表面粗糙度及直线度以外的项目。

[0106] 在图15及图16中,示出第2加工步骤结束时的工件60的尺寸、表面粗糙度及直线度的各情况。部分63是通过第2加工步骤被去除的部分。作为表面粗糙度的情况,将在加工剖面产生的凹凸64放大表示。作为直线度的情况,将在加工剖面产生的弯曲65变形表示。在图15中,示出即使实施第2加工步骤,第1加工步骤中的加工误差也不消除的情况。另外,在图15中示出在加工剖面产生凹凸64和弯曲65的情况。在图16中示出通过实施第2加工步骤而消除了加工误差的情况。另外,在图16所示的工件60中,与图15所示的情况相比凹凸64小,且与图15所示的情况相比弯曲65的程度小。

[0107] 图16所示的工件60与图15所示的工件60相比,分别关于尺寸、表面粗糙度及直线度而得到良好的加工结果。图16所示的状态可以说是通过鲁棒性高的加工条件实施第2加工步骤后的情况下的状态。图15所示的状态是通过与图16的情况相比鲁棒性低的加工条件实施第2加工步骤后的情况下的状态。

[0108] 作业者在将各加工条件参数的值变更后的情况下,能够定量且直观地识别加工结果以何种程度变化,由此能够通过加工条件生成装置2、2A、2B、2C,生成鲁棒性高的加工条

件。

[0109] 学习装置4可以将表示通过第1加工步骤得到的加工结果的波动的信息包含于加工结果而生成模型。或者,学习装置4也可以将对意外发生的加工结果的波动和通过第2加工步骤得到的加工结果的波动进行比较后的结果包含于加工结果而生成模型。在这里,加工结果的波动设为是使用同一加工条件参数的值而多次取得的多个加工结果之间的波动。由此,在第1加工步骤中产生了加工的波动的情况下,能够容易地创建在第2加工步骤中得到良好的加工结果的加工条件。

[0110] 实施方式8.

[0111] 在实施方式8中,对通过上述实施方式1至4的学习装置4进行的学习的详细内容进行说明。学习装置4的模型生成部23所使用的学习算法能够使用有教师学习、无教师学习、强化学习等公知的算法。作为一个例子,对应用了神经网络的情况进行说明。模型生成部23例如按照神经网络模型,通过所谓的有教师学习,对将加工条件参数设为说明变量、将加工结果设为目标变量的函数进行学习。在这里,有教师学习是指下述方法,即,通过将输入和作为结果的标签的数据组赋予给学习装置4,从而对这些状态量所具有的特征进行学习,根据输入而推断结果。

[0112] 神经网络由通过多个神经元构成的输入层、通过多个神经元构成的中间层即隐藏层和通过多个神经元构成的输出层构成。中间层可以为1层或者大于或等于2层。

[0113] 图17是表示在实施方式8中通过学习装置4进行的学习中使用的神经网络的结构例的图。图17所示的神经网络是3层神经网络。输入层包含神经元X1、X2、X3。中间层包含神经元Y1、Y2。输出层包含神经元Z1、Z2、Z3。此外,各层的神经元的数量是任意的。向输入层输入的多个值乘以作为权重W1的 w_{11} 、 w_{12} 、 w_{13} 、 w_{14} 、 w_{15} 、 w_{16} 而向中间层输入。向中间层输入的多个值乘以作为权重W2的 w_{21} 、 w_{22} 、 w_{23} 、 w_{24} 、 w_{25} 、 w_{26} 而从输出层输出。从输出层输出的输出结果按照权重W1、W2的值发生变化。

[0114] 状态量观测部20基于加工试验模式及加工结果的值的组合而创建状态量。在实施方式8中,神经网络按照状态量,通过所谓的有教师学习,对将加工条件参数的值设为说明变量、将加工结果的值设为目标变量的函数进行学习。即,神经网络通过对权重W1和权重W2进行调整而进行学习,以使得在向输入层输入加工试验模式后,从输出层输出的结果接近通过加工试验模式得到的加工结果的值。模型生成部23通过执行以上的学习从而生成或者更新模型,将模型输出。模型存储部24对从模型生成部23输出的模型进行存储。

[0115] 接下来,对由学习装置4进行的处理进行说明。图18是表示在实施方式8中由学习装置4进行的处理顺序的流程图。在步骤S21中,状态量观测部20同时地取得加工试验模式和加工结果的值,由此对状态量进行观测。此外,在这里设为同时地取得加工试验模式和加工结果的值,但状态量观测部20也可以在彼此不同的定时取得加工试验模式和加工结果的值。只要加工试验模式和与加工试验模式相对应的加工结果的值彼此相关联而输入即可。

[0116] 在步骤S22中,可靠度计算部21对可靠度进行计算。可靠度计算部21基于使用相同的加工条件参数的值而多次取得的多个加工结果之间的波动,对加工结果的可靠度进行计算。或者,可靠度计算部21基于在将预先设定的加工条件参数的值变更时加工结果的值的变化量可取得的范围,对加工结果的可靠度进行计算。

[0117] 在步骤S23中,状态量评价部22将与可靠度相对应的加权施加给状态量,由此对状

态量进行评价。状态量评价部22将加权后的状态量即学习数据进行输出。

[0118] 在步骤S24中,模型生成部23基于从状态量评价部22输出的学习数据而生成模型。在步骤S24中,模型生成部23可以对过去生成的模型进行更新。模型生成部23将加工条件参数的值设为说明变量、将加工结果的值设为目标变量而对函数进行学习,由此生成或者更新模型。模型生成部23将生成或者更新后的模型进行输出。在步骤S25中,模型存储部24对从模型生成部23输出的模型进行存储。以上,学习装置4结束图18所示的顺序所涉及的处理。

[0119] 在实施方式8中,对在学习装置4所使用的学习算法中应用了有教师学习的情况进行了说明,但并不限于此。在学习算法中,除了有教师学习以外,也能够应用强化学习、无教师学习或者有半教师学习等。

[0120] 学习装置4可以按照针对多个放电加工机3创建的学习数据进行学习。学习装置4可以从在同一现场使用的多个放电加工机3取得学习数据,或者也可以从在彼此不同的现场使用的多个放电加工机3取得学习数据。学习数据可以从在多个现场彼此独立地运转的多个放电加工机3收集到。可以在开始来自多个放电加工机3的学习数据的收集后,在收集学习数据的对象中追加新的放电加工机3。另外,也可以在开始来自多个放电加工机3的学习数据的收集后,从收集学习数据的对象将多个放电加工机3之中的一部分排除在外。

[0121] 关于某1个放电加工机3进行了学习的学习装置4,也可以进行与该放电加工机3以外的其他放电加工机3有关的学习。进行与该其他放电加工机3有关的学习的学习装置4通过该其他放电加工机3中的再学习,能够对模型进行更新。

[0122] 另外,在学习算法中,能够使用对特征量的提取进行学习的深度学习(Deep Learning)。或者,在学习算法中可以使用其他公知的方法,例如遗传编程、归纳逻辑编程或者支持向量机这样的方法。根据实施方式8,学习装置4能够生成将加工试验模式和加工结果相关联的模型。

[0123] 在本发明中,以放电加工机3为线放电加工机的情况为例,但放电加工机3也可以是线放电加工机以外的放电加工机。作为线放电加工机以外的放电加工机的例子,能够举出形雕放电加工机或者细孔放电加工机等。另外,本发明并不限于应用于放电加工机3。本发明例如能够广泛地应用于激光加工机、切削加工机或者层叠造形加工机等依赖多个加工条件参数而在多个加工结果中发生变化的加工机。

[0124] 放电加工机3与其他加工机相比加工条件参数的数量多,因此加工条件的生成大多花费时间,另外,难以进行加工条件参数对加工结果带来的变化量的预测。因此,本发明在应用于放电加工机3的情况下,具有能够以短时间生成加工条件,且变化量的预测变得容易这一有利的效果。另外,线放电加工机与线放电加工机以外的放电加工机相比较,在加工中有时无法对加工条件进行变更。因此,关于线放电加工机,无需在加工前预先生成加工条件。由此,本发明在加工前能够生成可改善加工结果的加工条件这方面,在应用于线放电加工机的情况下具有有利的效果。

[0125] 以上的各实施方式所示的结构示出本发明的内容的一个例子。各实施方式的结构能够与其他的公知技术进行组合。也可以将各实施方式的结构彼此适当组合。在不脱离本发明的主旨的范围,能够将各实施方式的结构的一部分省略或者变更。

[0126] 标号的说明

[0127] 1、1A、1B、1C放电加工系统,2、2A、2B、2C加工条件生成装置,3放电加工机,4学习装置,5加工结果测量装置,6加工结果预测装置,10基准条件输入部,11加工试验模式生成部,12加工结果输入部,13显示部,14要求规格输入部,15加工条件计算部,16加工结果变化量计算部,17调整条件输入部,18生成条件加工结果推定部,19调整条件加工结果推定部,20状态量观测部,21可靠度计算部,22状态量评价部,23模型生成部,24模型存储部,30第1画面,31基准条件输入栏,32加工试验模式显示栏,33加工结果输入栏,34加工试验模式生成按钮,35模型化执行按钮,36调整加工条件参数,37固定加工条件参数,40第2画面,41加工结果变化量显示栏,42最重要参数显示栏,43要求规格输入栏,44生成条件显示栏,45调整条件输入栏,46调整条件推定加工结果显示栏,47加工条件生成执行按钮,48生成条件输出按钮,49调整条件输出按钮,50画面,60工件,61线电极,62台阶,63部分,64凹凸,65弯曲,90处理电路,91处理器,92存储器,93输入装置,94显示装置,95通信装置。

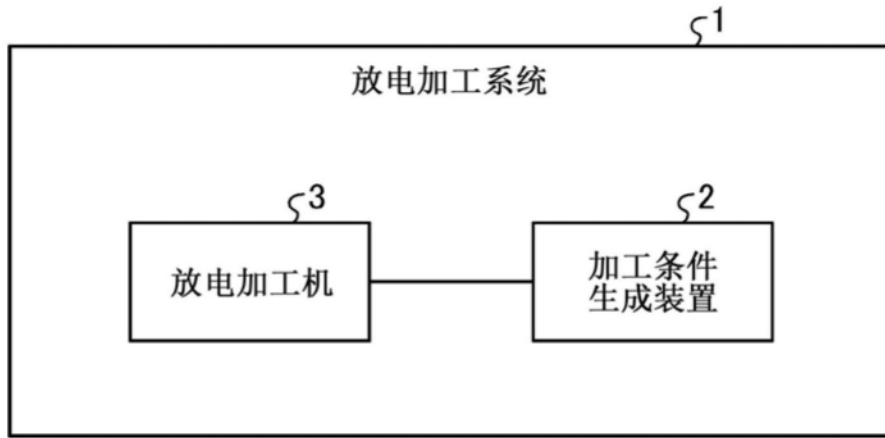


图1

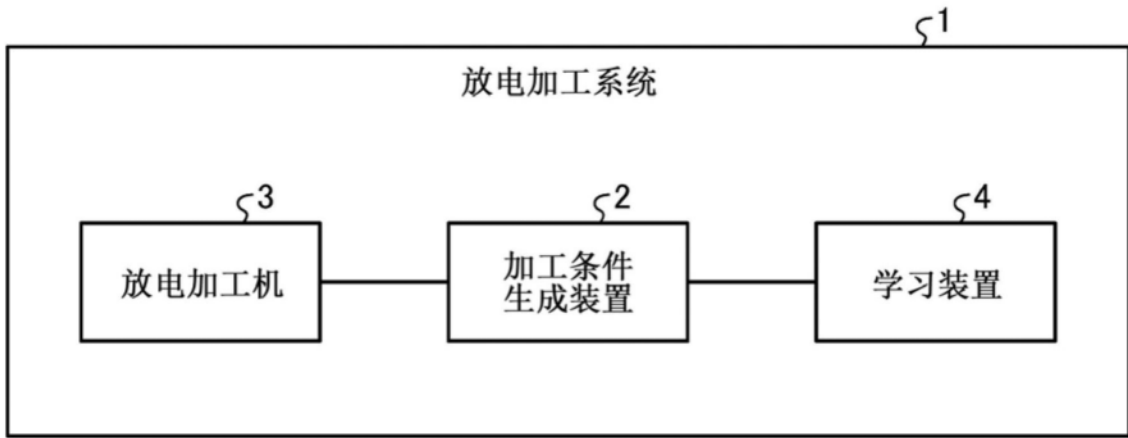


图3

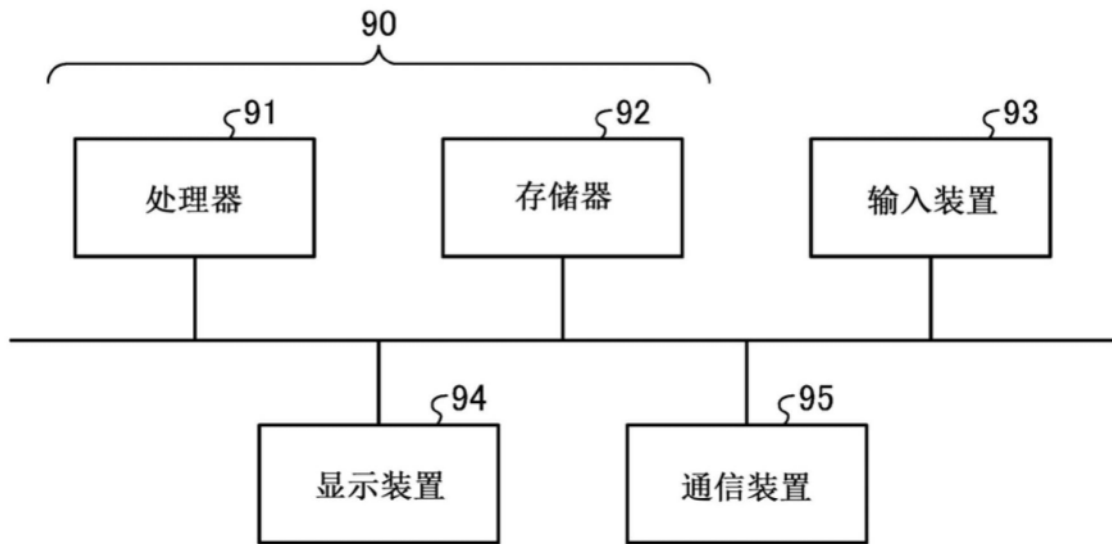


图4

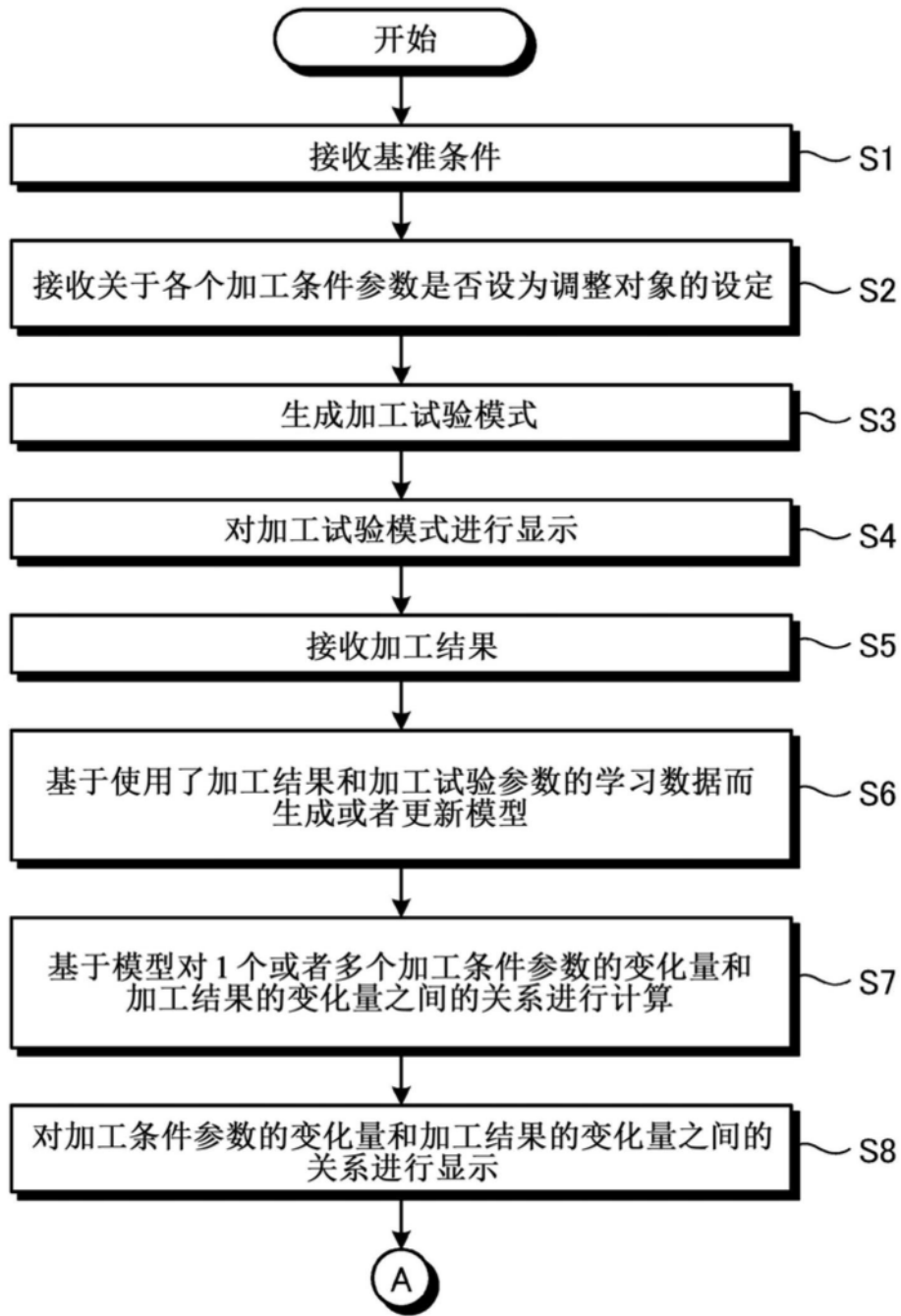


图5

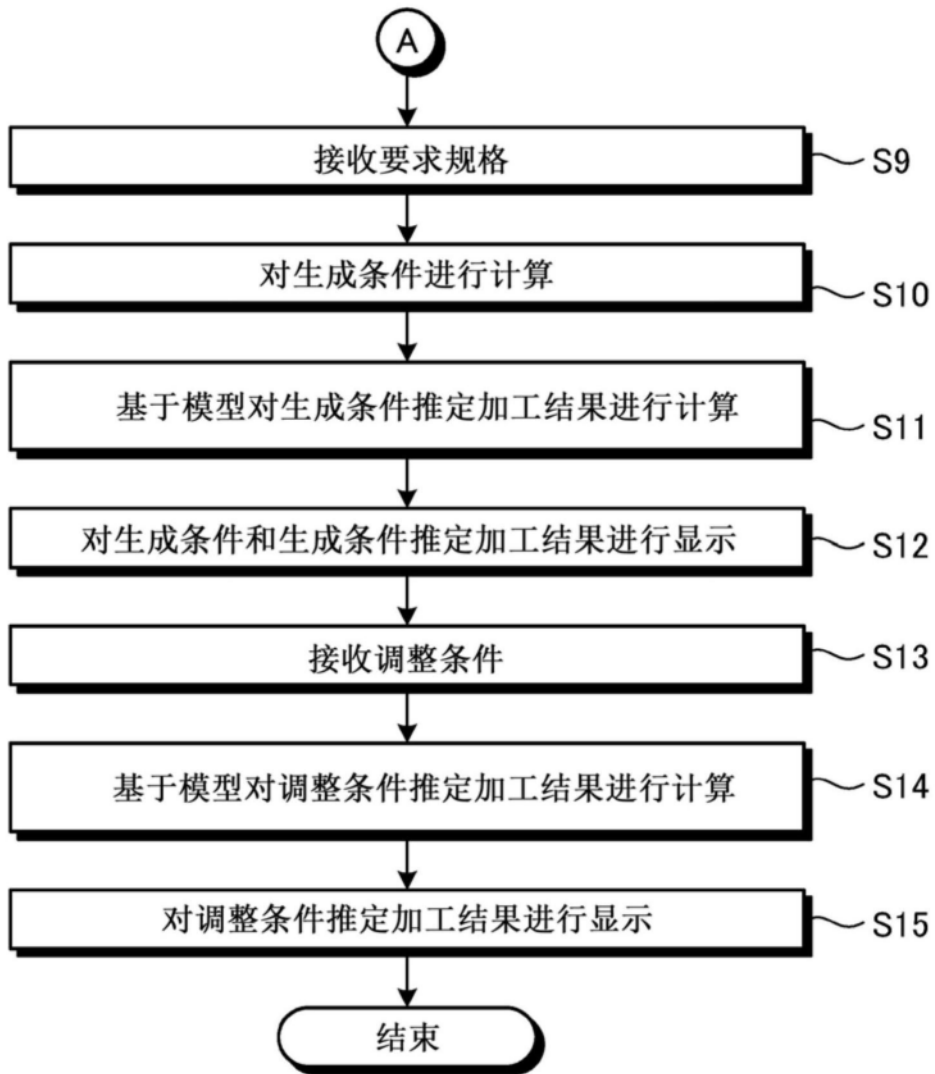


图6

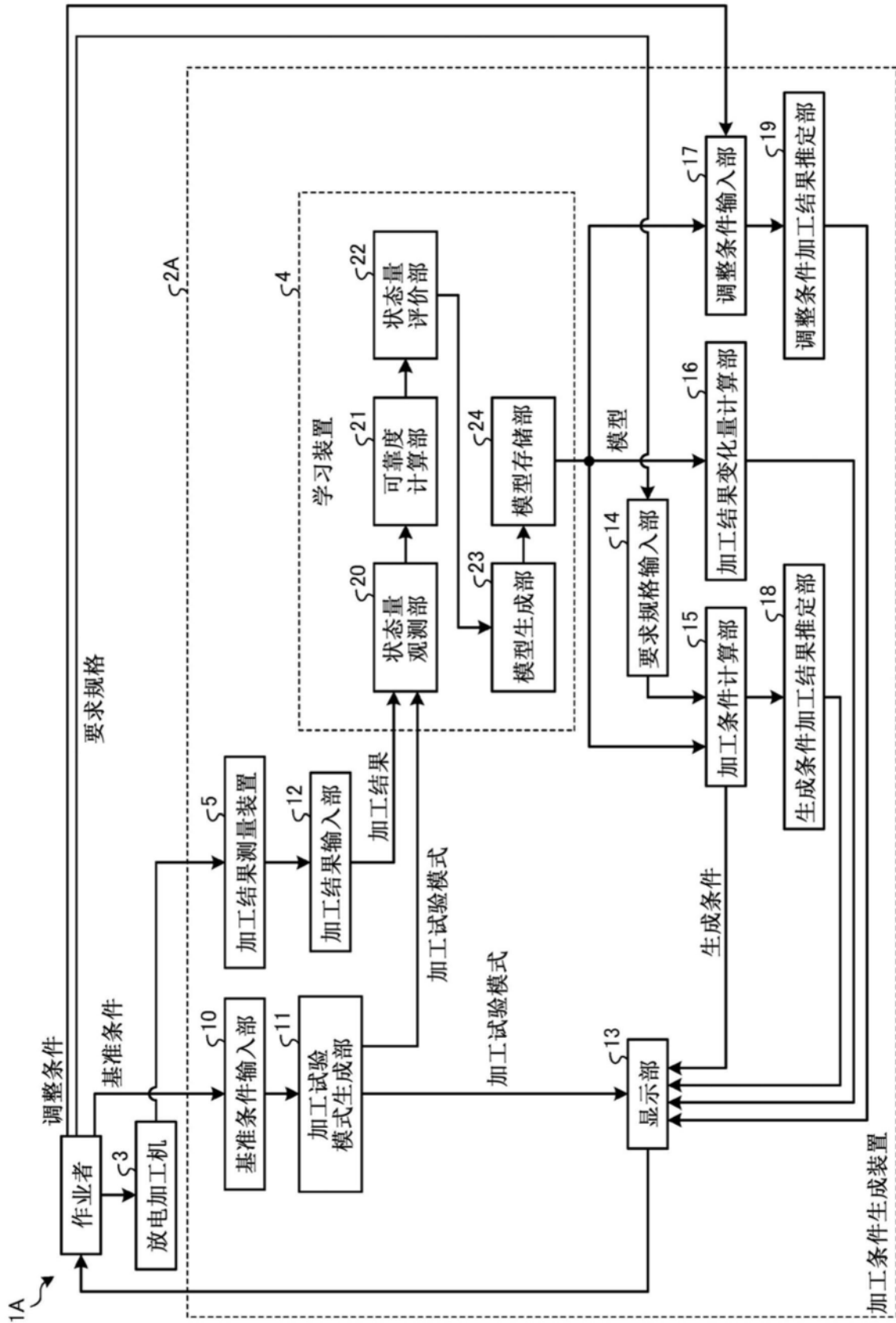


图7

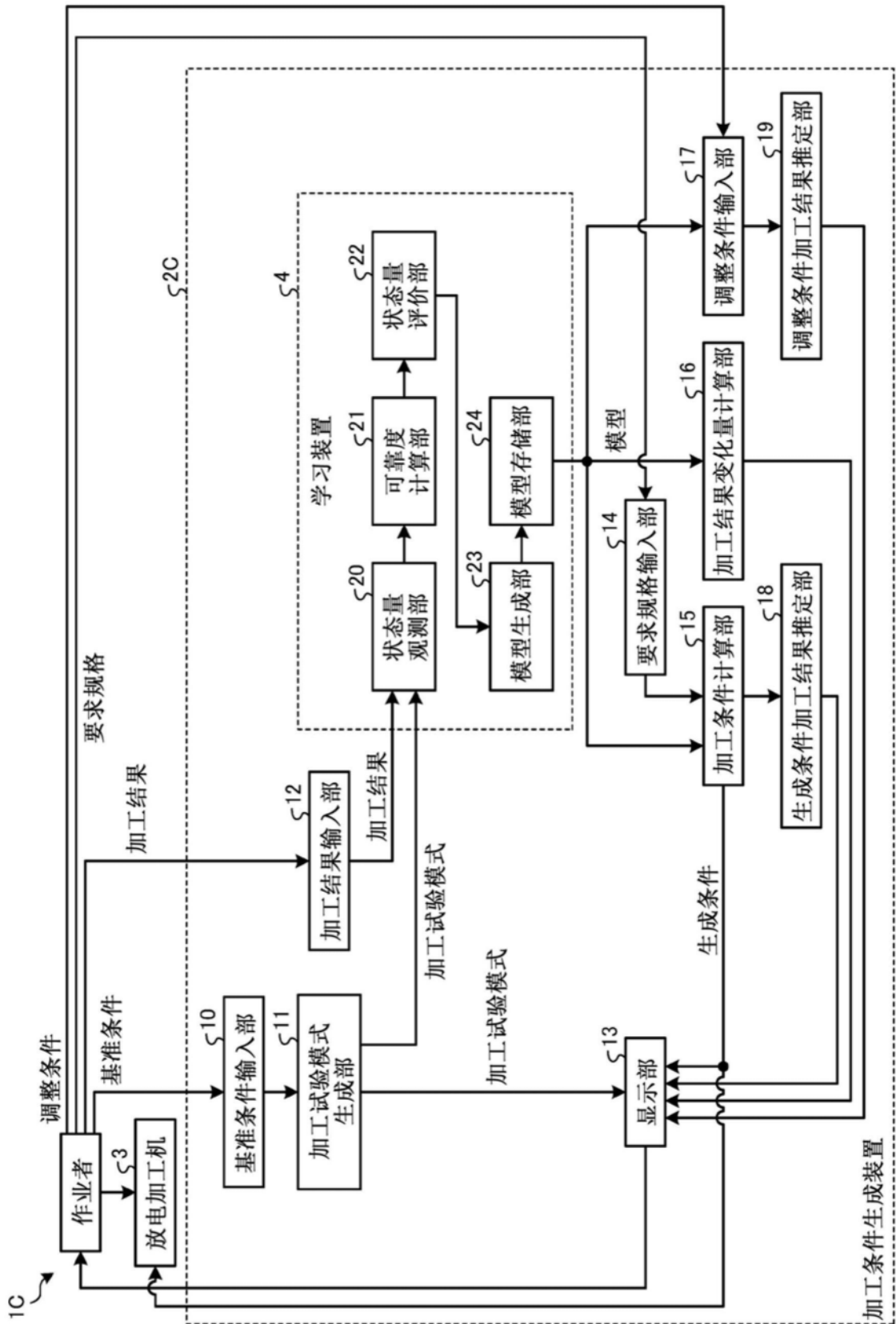


图9

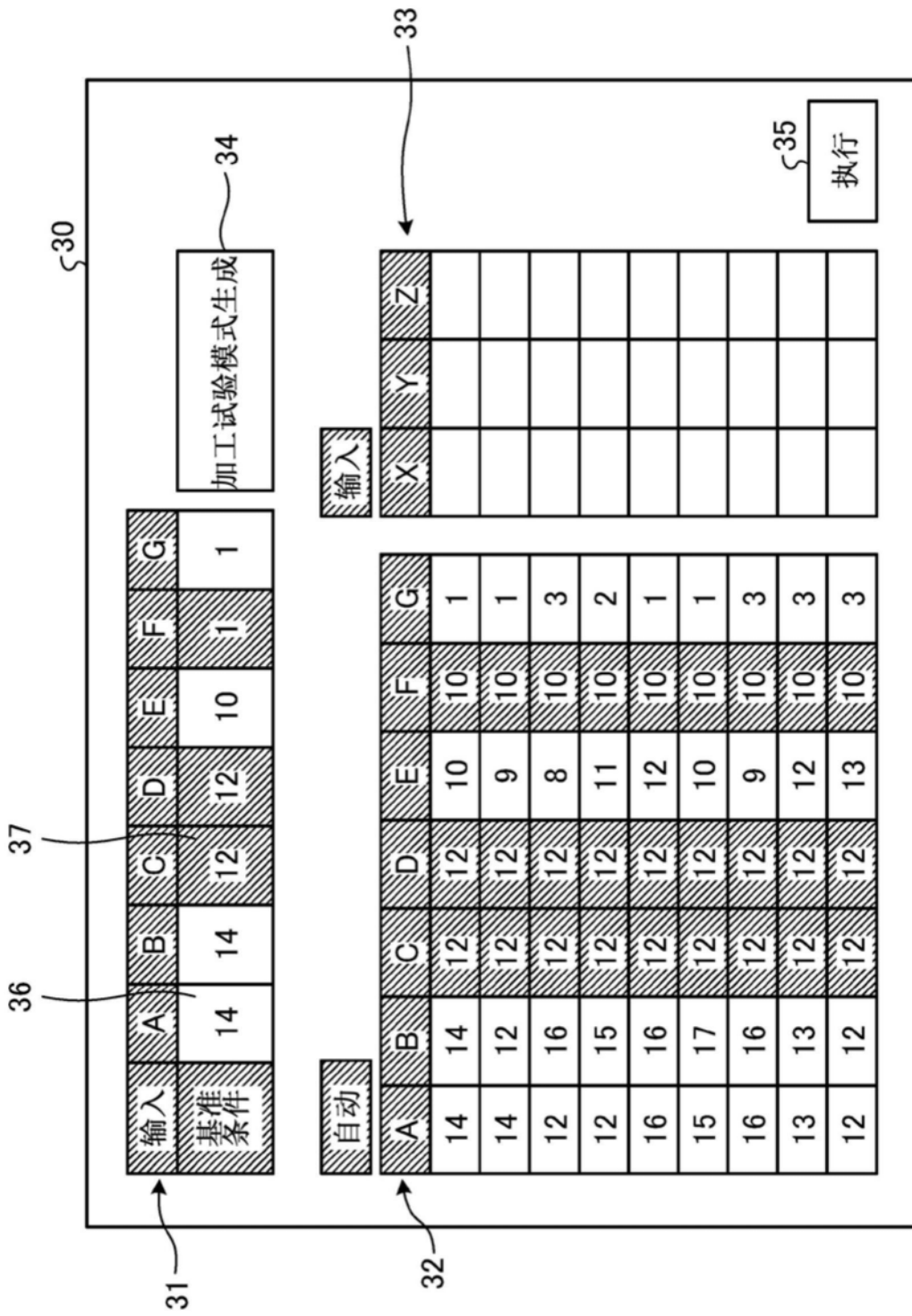


图10

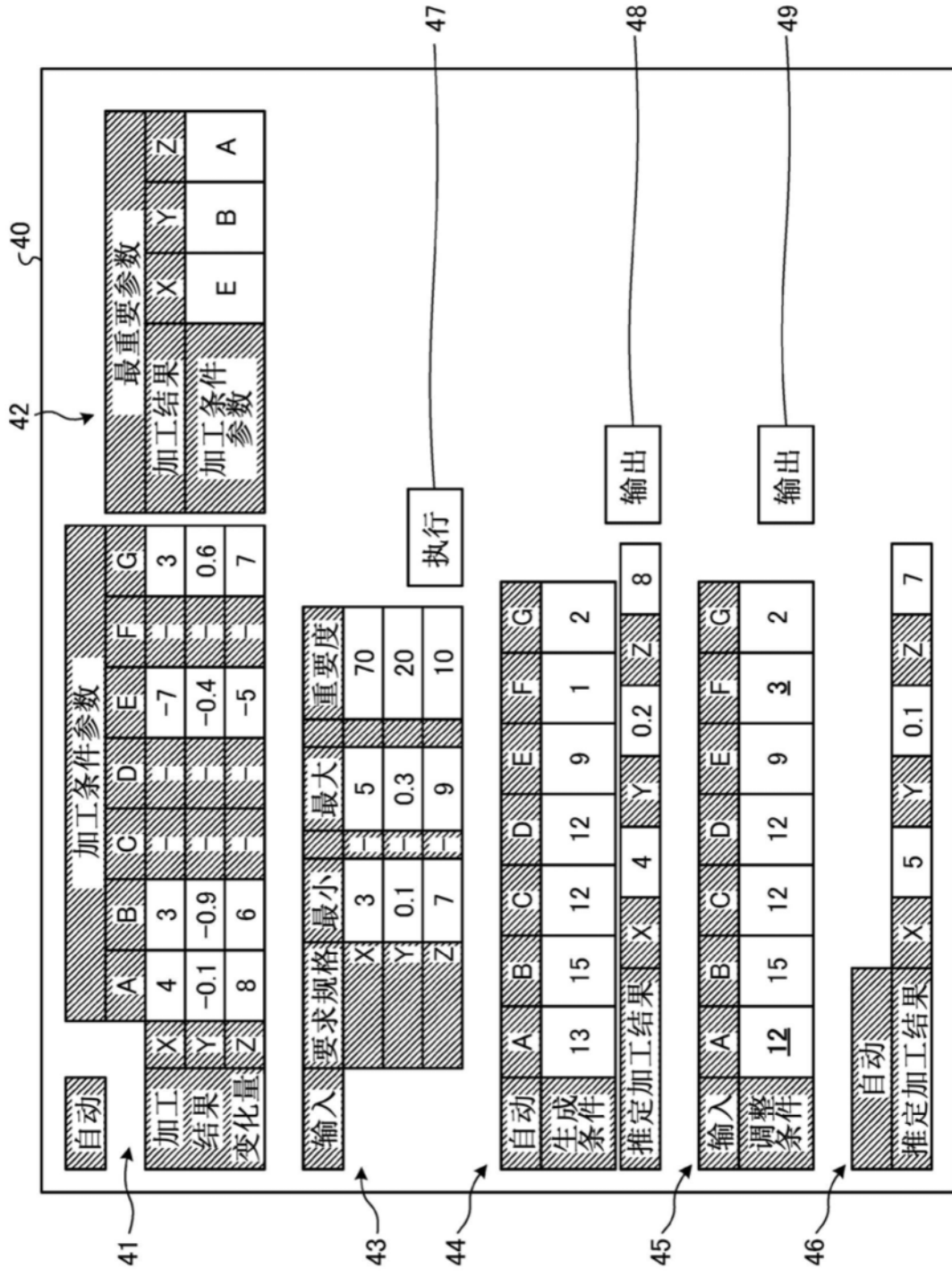


图11

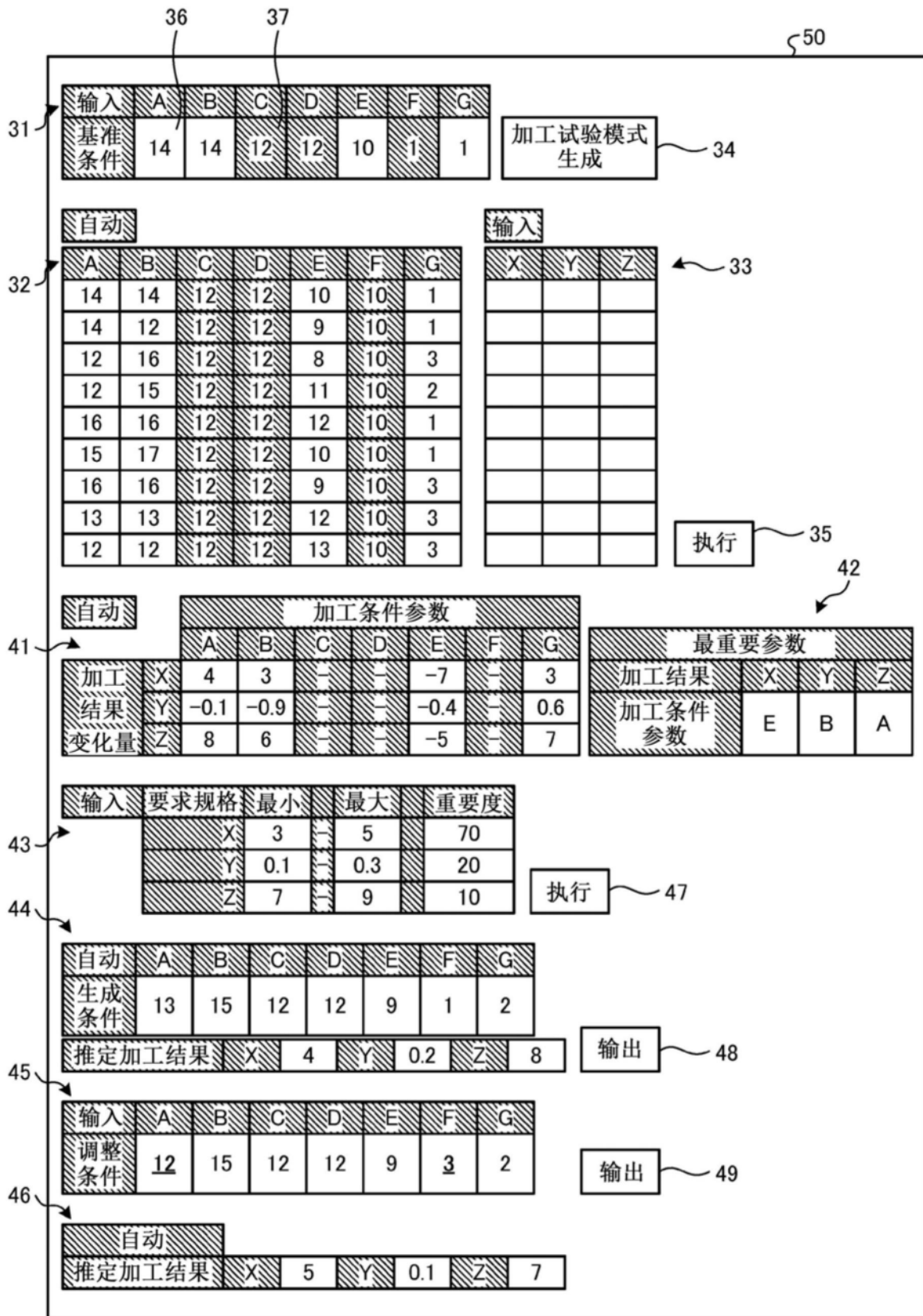


图12

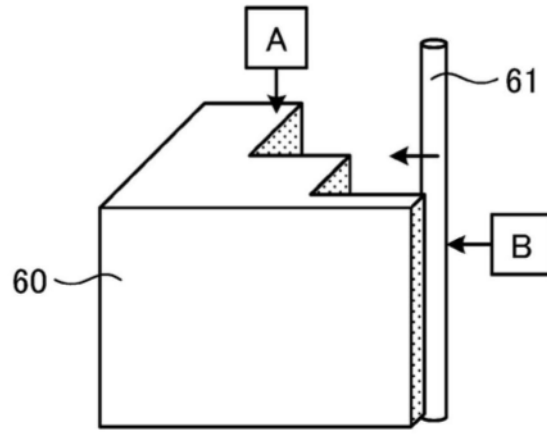


图13

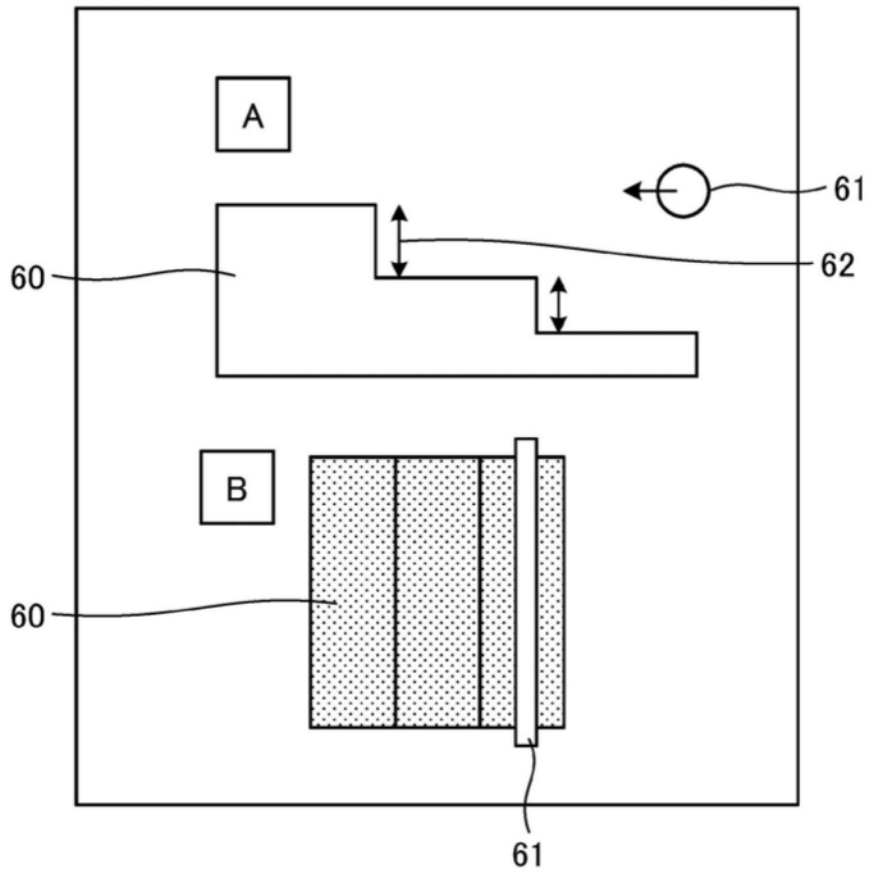


图14

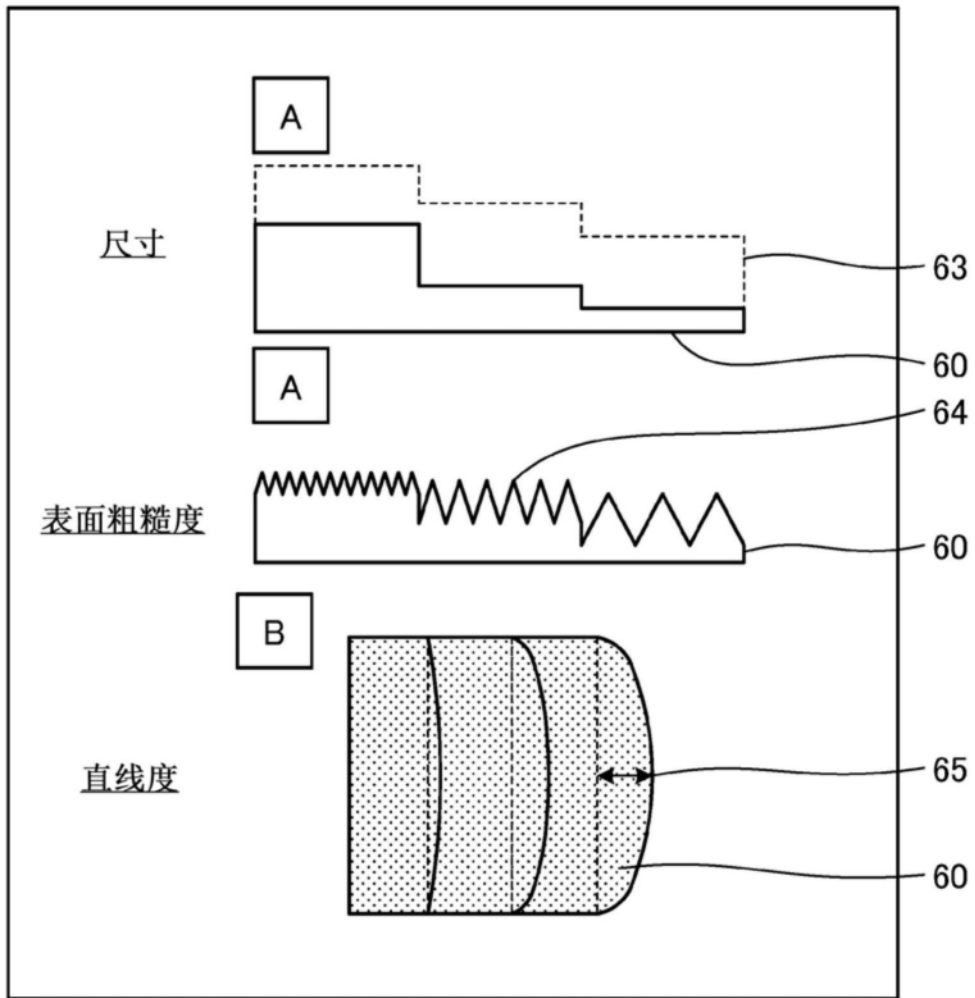


图15

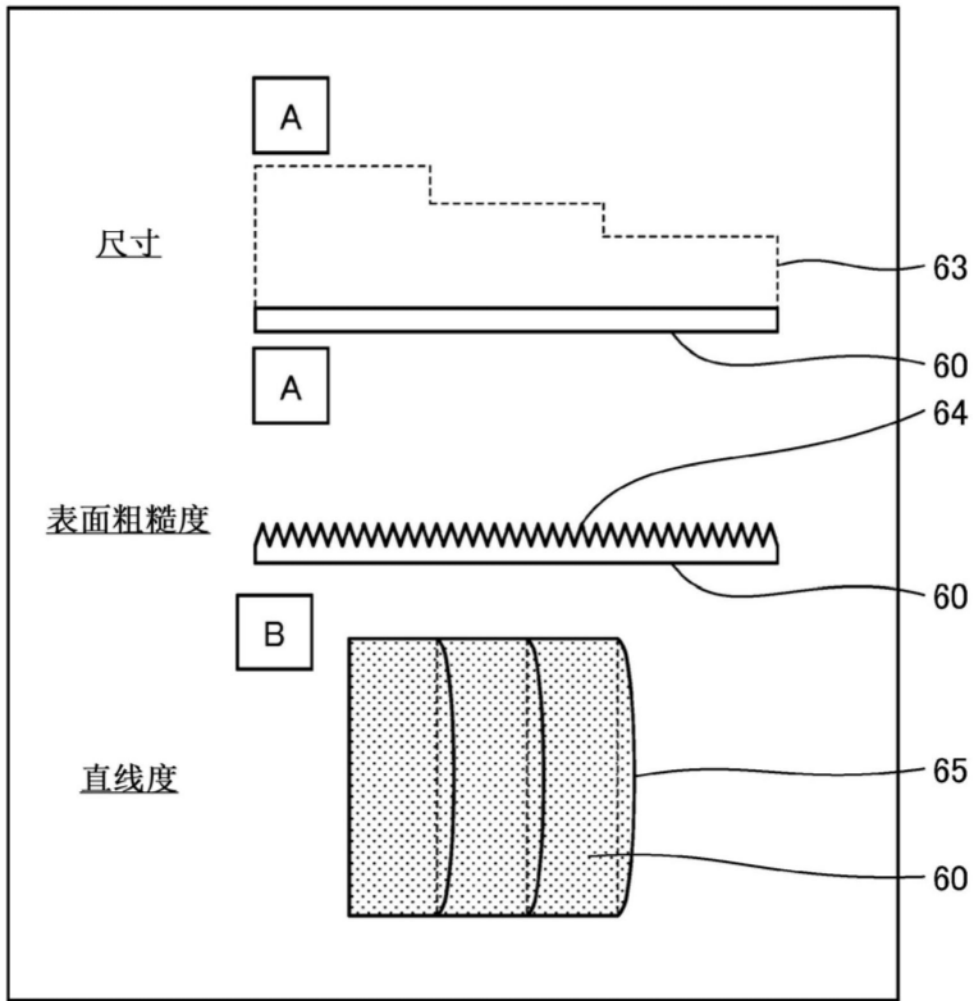


图16

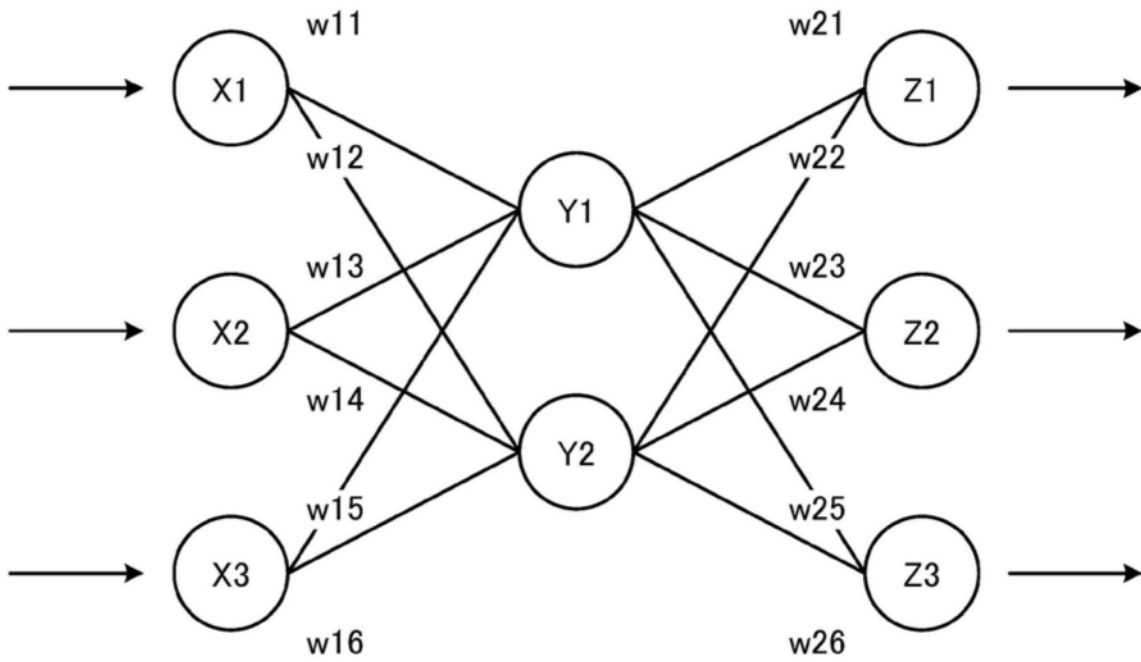


图17

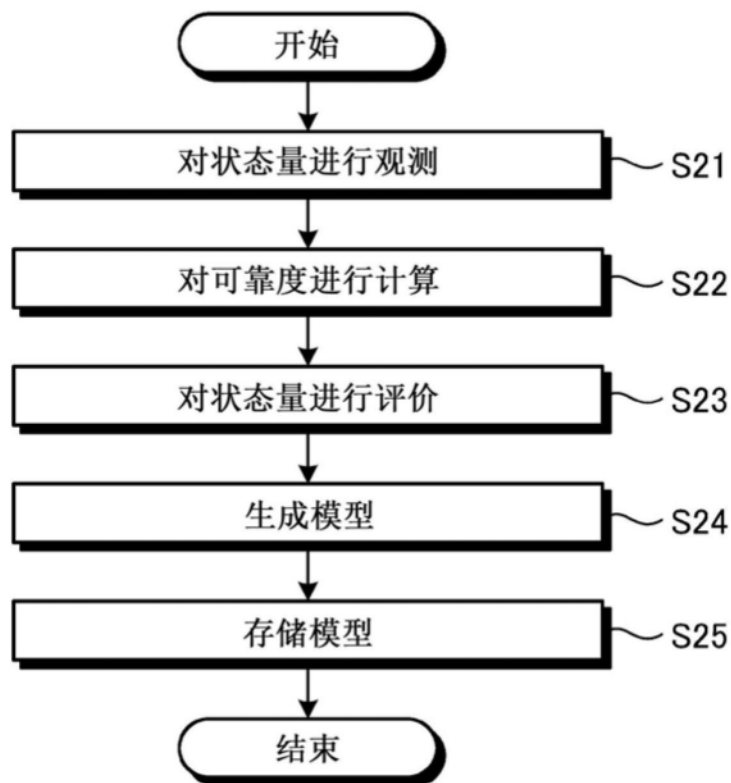


图18