



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117157600 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 01

(21) 申请号 202180097031.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.05.07

G05B 19/4093 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.10.13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/017515 2021.05.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/234658 JA 2022.11.10

(71) 申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 鱼住诚二 鹭见信行 萱岛骏

(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

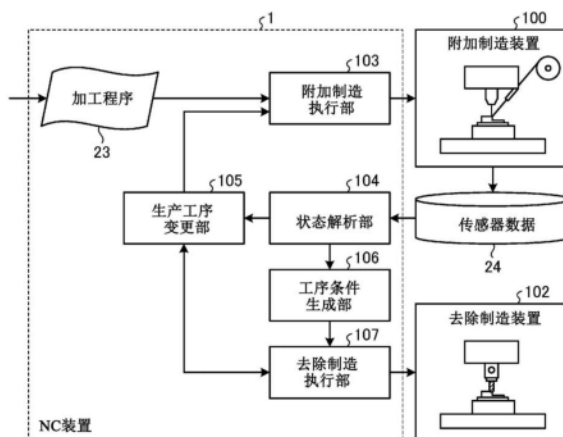
权利要求书2页 说明书23页 附图12页

(54) 发明名称

数控装置及数控方法

(57) 摘要

NC装置(1)具有:附加制造执行部(103),其对将通过照射光束而熔融的材料进行层叠而制造造形物的附加制造工序进行控制;去除制造执行部(107),其对使用刀具而切削造形物的去除制造工序进行控制;状态解析部(104),其基于对将附加制造工序和去除制造工序这2个生产工序组合而制造的造形物的加工状态进行监视而得到的传感器数据(24),对造形物的加工状态进行解析;生产工序变更部(105),其基于加工状态的解析结果,将指示进行是执行2个生产工序之中的哪个生产工序的切换的切换指令输出至附加制造执行部及去除制造执行部;以及工序条件生成部(106),其基于在2个生产工序之中的切换前的生产工序中使用的工序条件,决定在切换后的生产工序中使用的工序条件。



1. 一种数控装置,其特征在于,具有:

附加制造执行部,其对附加制造装置进行控制,该附加制造装置执行将通过从第1加工头照射光束而熔融的材料进行层叠而制造造形物的附加制造工序;

去除制造执行部,其对去除制造装置进行控制,该去除制造装置执行使用配置于第2加工头的刀具而切削所述造形物的去除制造工序;

状态解析部,其接收对将所述附加制造工序和所述去除制造工序这2个生产工序组合而制造的所述造形物的加工状态进行监视而得到的传感器数据,并且基于所述传感器数据对所述造形物的加工状态进行解析;

生产工序变更部,其基于所述加工状态的解析结果,生成对是执行2个所述生产工序之中的哪个所述生产工序的切换进行指示的切换指令,将所述切换指令输出至所述附加制造执行部及所述去除制造执行部;以及

工序条件生成部,其在对2个所述生产工序进行切换时,基于在2个所述生产工序之中的切换前的生产工序即第1生产工序中使用的第1工序条件,决定在2个所述生产工序之中的切换后的生产工序即第2生产工序中使用的第2工序条件。

2. 根据权利要求1所述的数控装置,其特征在于,

所述第2生产工序所使用的加工路径,包含将所述第1生产工序所使用的加工路径在3维空间上偏移后的路径即偏移部分。

3. 根据权利要求1或2所述的数控装置,其特征在于,

所述第2生产工序所使用的加工路径中的移动方向和所述第1生产工序所使用的加工路径中的移动方向是反方向。

4. 根据权利要求2所述的数控装置,其特征在于,

在所述第1生产工序是所述附加制造工序,所述第2生产工序是所述去除制造工序的情况下,

所述工序条件生成部作为所述偏移部分,对能够将所述第1生产工序中的所述造形物的高度或者宽度的从期望值算起的偏差量去除的偏移量进行设定。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的数控装置,其特征在于,

在所述第1生产工序是所述附加制造工序,所述第2生产工序是所述去除制造工序的情况下,

所述第2工序条件包含第2加工头的扫描速度及主轴转速,

所述工序条件生成部基于在所述第2生产工序中被去除的所述造形物的体积,决定所述第2加工头的所述扫描速度及所述主轴转速。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的数控装置,其特征在于,

在所述第1生产工序是所述去除制造工序,所述第2生产工序是所述附加制造工序的情况下,

所述第2工序条件包含所述第1加工头的扫描速度、激光输出及所述材料的供给量,

所述工序条件生成部基于在所述第2生产工序中附加的所述造形物的体积,决定所述第1加工头的所述扫描速度、所述激光输出及所述材料的供给量。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的数控装置,其特征在于,

所述状态解析部基于所述传感器数据对所述造形物的熔接状态或者形状状态进行推

定,

所述生产工序变更部基于由所述状态解析部推定出的结果,进行是继续所述第1生产工序还是输出切换指令的判定。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的数控装置,其特征在于,在所述传感器数据中包含有所述造形物的特定层中的高度、宽度及温度的至少1个数据。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的数控装置,其特征在于,在所述传感器数据中包含有供给所述材料的材料供给装置所承受的负载转矩。

10. 根据权利要求1至3中任一项所述的数控装置,其特征在于,在所述传感器数据中包含有所述去除制造装置的扫描轴所承受的负载转矩。

11. 一种数控方法,其特征在于,包含:

附加制造执行步骤,数控装置对附加制造装置进行控制,该附加制造装置执行将通过从第1加工头照射光束而熔融的材料进行层叠而制造造形物的附加制造工序;

去除制造执行步骤,数控装置对去除制造装置进行控制,该去除制造装置执行使用配置于第2加工头的刀具而切削所述造形物的去除制造工序;

状态解析步骤,数控装置接收对将所述附加制造工序和所述去除制造工序这2个生产工序组合而制造的所述造形物的加工状态进行监视而得到的传感器数据,并且基于所述传感器数据对所述造形物的加工状态进行解析;

生产工序变更步骤,数控装置基于所述加工状态的解析结果,进行是执行2个所述生产工序之中的哪个所述生产工序的切换;以及

工序条件生成步骤,数控装置在对2个所述生产工序进行切换时,基于在2个所述生产工序之中的切换前的生产工序即第1生产工序中使用的第1工序条件,决定在2个所述生产工序之中的切换后的生产工序即第2生产工序中使用的第2工序条件。

数控装置及数控方法

技术领域

[0001] 本发明涉及对附加制造装置及去除制造装置进行控制的数控装置及数控方法。

背景技术

[0002] 已知通过指向性能量沉积(Direct Energy Deposition:DED)方式而制造立体形状的造形物的附加制造装置。在附加制造装置的1个中存在通过从加工头射出的光束而局部地使材料熔融,将熔融的材料向被加工物附加的装置。附加制造装置能够造形出中空构造、一体成型等复杂的形状,另一方面,由于造形精度低,因此需要通过切削制造装置进行不期望部位的去除处理。切削制造装置是使用安装于加工头的钻头、铣刀等各种切削刀具而对被加工物进行切削,由此制造期望的形状的装置。切削制造装置与附加制造相比较,能够造形出高精度的造形物。

[0003] 在通过数控装置对附加制造装置及切削制造装置进行控制的情况下,向数控装置输入的加工程序一般来说由计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing:CAM)装置创建。数控装置通过加工程序的解析,求出使加工头移动的移动路径,生成针对移动路径上的每单位时间的插补点组即位置指令。数控装置按照位置指令,对附加制造装置及切削制造装置所具有的动作机构进行控制。另外,数控装置生成按照由加工程序指定的工序条件的指令。

[0004] 数控装置针对附加制造装置而生成按照光束输出的条件的指令,由此对光束源进行控制。另外,数控装置针对附加制造装置而生成按照材料的供给量的条件的指令,由此对如金属粉末或者金属线条这样的材料的供给源进行控制。在附加制造时,通过光束向材料及被加工物的照射而被加工物的一部分熔融,并且在被加工物上形成熔融的材料积存而成的熔融池。在熔融的材料向熔融池供给后材料凝固,由此在被加工物形成由熔融的材料凝固物构成的层。

[0005] 另外,数控装置针对切削制造装置而生成按照刀具转速的条件的指令,由此对切削刀具的刃尖进行控制。切削制造装置通过切削刀具的刃尖将被加工物物理地切入,对被加工物的一部分作为切屑进行切削而排除,由此形成切削加工面。

[0006] 在专利文献1中记载的控制数据的生成方法决定出切削路径和喷嘴的路径,该切削路径是用于通过刀具对根据附加制造技术而生成的预定的形状进行切削的切削路径,该喷嘴的路径以沿在时间上回溯切削路径的朝向再现的方式供给材料。

[0007] 专利文献1:日本专利第6626788号公报

发明内容

[0008] 但是,在上述专利文献1的技术中,切削工序及附加制造工序的工序切换的定时,是没有考虑附加制造工序中的金属材料的熔接状态及被加工部的蓄热状态,基于用户的技术诀窍而预先使用CAM决定的。因此,在上述专利文献1的技术中,即使在由于熔接状态或者蓄热状态而造形物发生了变形或者倒塌的情况下,也无法中断附加制造工序,在造形物发

生变形或者倒塌的情况下仍继续附加制造工序。因此,在上述专利文献1的技术中,存在无法准确地制造期望的造形物这样的问题。

[0009] 本发明就是鉴于上述情况而提出的,其目的在于,得到能够准确地制造期望的造形物的数控装置。

[0010] 为了解决上述课题,并达到目的,本发明的数控装置具有:附加制造执行部,其对附加制造装置进行控制,该附加制造装置执行将通过从第1加工头照射光束而熔融的材料进行层叠而制造造形物的附加制造工序;以及去除制造执行部,其对去除制造装置进行控制,该去除制造装置执行使用配置于第2加工头的刀具而切削造形物的去除制造工序。另外,本发明的数控装置具有:状态解析部,其接收对将附加制造工序和去除制造工序这2个生产工序组合而制造的造形物的加工状态进行监视而得到的传感器数据,并且基于传感器数据对造形物的加工状态进行解析;以及生产工序变更部,其基于加工状态的解析结果,生成对是执行2个生产工序之中的哪个生产工序的切换进行指示的切换指令,将切换指令输出至附加制造执行部及去除制造执行部。另外,本发明的数控装置具有工序条件生成部,其在对2个生产工序进行切换时,基于在2个生产工序之中的切换前的生产工序即第1生产工序中使用的第1工序条件,决定在2个生产工序之中的切换后的生产工序即第2生产工序中使用的第2工序条件。

[0011] 发明的效果

[0012] 本发明所涉及的数控装置具有下述效果,即,能够准确地制造期望的造形物。

附图说明

[0013] 图1是表示由实施方式1所涉及的NC装置控制的附加制造装置及去除制造装置的图。

[0014] 图2是表示实施方式1所涉及的NC装置的功能结构的图。

[0015] 图3是表示通过实施方式1所涉及的NC装置进行的动作的顺序的流程图。

[0016] 图4是用于对图1所示的附加制造装置的造形时的熔接状态进行说明的图。

[0017] 图5是表示实施方式1所涉及的NC装置所使用的加工程序的一个例子的图。

[0018] 图6是表示实施方式1所涉及的NC装置使用图5所示的加工程序而使附加制造装置层叠造形出的造形物的例子的图。

[0019] 图7是用于对实施方式1所涉及的NC装置作为附加制造工序中的特征量而提取出的被加工部的温度数据和焊道宽度的变化之间的关系进行说明的图。

[0020] 图8是用于对实施方式1所涉及的NC装置作为附加制造工序中的特征量而提取出的被加工部的熔融池数据和焊道高度的变化之间的关系进行说明的图。

[0021] 图9是表示实施方式1所涉及的NC装置在产生了蓄热的影响的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第1例的图。

[0022] 图10是表示实施方式1所涉及的NC装置在产生了蓄热的影响的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第2例的图。

[0023] 图11是表示实施方式1所涉及的NC装置在成为熔接量不足状态的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第1例的图。

[0024] 图12是表示实施方式1所涉及的NC装置在成为熔接量不足状态的情况下生成的去

除制造工序的加工头移动路径的第2例的图。

[0025] 图13是表示实施方式2所涉及的NC装置的功能结构的图。

[0026] 图14是表示通过实施方式2所涉及的NC装置进行的动作的順序的流程图。

[0027] 图15是表示实施方式2所涉及的NC装置使去除制造装置去除制造后的造形物的例子的图。

[0028] 图16是表示将实施方式1、2所涉及的NC装置所具有的处理电路由处理器及存储器实现的情况下的处理电路的结构例的图。

[0029] 图17是表示将实施方式1、2所涉及的NC装置所具有的处理电路由专用的硬件构成的情况下的处理电路的例子的图。

具体实施方式

[0030] 下面,基于附图对本发明的实施方式所涉及的数控装置及数控方法详细地进行说明。此外,在下面的说明中,将数控装置称为NC(Numerical Control)装置。

[0031] 实施方式1.

[0032] 图1是表示由实施方式1所涉及的NC装置控制的附加制造装置及去除制造装置的图。加工系统60是制作3维造形物即造形物15的系统。加工系统60具有附加制造装置100、去除制造装置102、NC装置1和自动输送装置101。

[0033] 附加制造装置100是通过指向性能量沉积方式对立体形状的造形物15进行制造的附加装置。附加制造装置100是将通过从加工头8射出的光束而熔融的材料5向被加工物16附加,由此制造造形物15的工作机械。附加制造装置100具有激光振荡器2、气体供给装置6、加工头8、加工头驱动装置12、材料供给装置4和工作台13。

[0034] 作为去除制造装置的去除制造装置102是通过将造形物15的一部分去除,从而将造形物15成型为期望形状的工作机械。去除制造装置102的例子是切削制造装置。去除制造装置102具有主轴驱动装置22、加工头21、加工头驱动装置20和工作台18。加工头8是第1加工头,加工头21是第2加工头。

[0035] 在实施方式1中,附加制造装置100所使用的光束是激光束,材料5是金属线条等金属材料。在附加制造装置100中使用的材料5并不限于金属线条,也可以是金属粉末。

[0036] 附加制造装置100将通过使熔融的材料5凝固而形成的层进行层叠,由此在基体材料14的表面形成造形物15。基体材料14放置于工作台13。在下面的说明中,被加工物16是供熔融的材料5附加的物体,是指基体材料14和造形物15。图1所示的基体材料14是板材。此外,基体材料14也可以是板材以外的材料。

[0037] 附加制造装置100的加工头8相对于被加工物16进行移动。加工头8具有光束喷嘴9、材料喷嘴10和气体喷嘴11。光束喷嘴9朝向被加工物16射出激光束。材料喷嘴10使材料5朝向被加工物16中的激光束的照射位置行进。气体喷嘴11朝向被加工物16喷射气体。附加制造装置100通过气体的喷射而抑制造形物15的氧化,并且对形成于被加工物16的层进行冷却。

[0038] 作为光束源的激光振荡器2振荡出激光束。来自激光振荡器2的激光束经过作为光传输路径的光缆3而向光束喷嘴9传输。气体供给装置6经过配管7向气体喷嘴11供给气体。

[0039] 材料供给装置4是材料5的供给源。材料供给装置4具有用于送出金属线条即材料5

的驱动部。从材料供给装置4送出的材料5经由材料喷嘴10而向激光束的照射位置供给。

[0040] 加工头驱动装置12具有伺服电动机,该伺服电动机用于使加工头8移动的动作机构。加工头驱动装置12向X轴方向、Y轴方向及Z轴方向的各方向使加工头8移动。X轴、Y轴及Z轴是相互垂直的3轴。X轴及Y轴是与水平方向平行的轴。Z轴方向是铅垂方向。在图1中,省略了加工头驱动装置12所具有的各伺服电动机的图示。在附加制造装置100中,加工头驱动装置12使加工头8移动,由此使被加工物16中的激光束的照射位置移动。

[0041] 附加制造装置100相对于被加工物16使加工头8移动,由此使被加工物16中的激光束的照射位置移动。此外,也可以是附加制造装置100相对于加工头8使被加工物16移动,由此使被加工物16中的激光束的照射位置移动。此外,在下面的说明中,有时将激光束的照射位置简称为“照射位置”。

[0042] NC装置1按照加工程序对附加制造装置100进行控制。NC装置1向加工头驱动装置12输出位置指令,由此对由加工头驱动装置12驱动的加工头8的位置进行控制。NC装置1将与光束输出的条件相对应的指令即输出指令向激光振荡器2输出,由此对激光振荡器2的激光振荡进行控制。

[0043] NC装置1将与材料5的供给量(下面,有时称为金属供给量)的条件相对应的指令即供给指令向材料供给装置4输出,由此对材料供给装置4进行控制。在材料5是金属线条的情况下,NC装置1输出的供给指令可以是与材料5的供给速度的条件相对应的指令。供给速度是从材料供给装置4朝向照射位置的材料5的速度。供给速度表示每单位时间的材料5的供给量。

[0044] NC装置1将与气体的供给量的条件相对应的指令向气体供给装置6输出,由此对从气体供给装置6向气体喷嘴11供给的气体的量进行控制。此外,NC装置1可以是附加制造装置100的结构要素的1个,也可以是附加制造装置100的外部的装置。

[0045] 自动输送装置101将造形物15从附加制造装置100的工作台13拆下,设置于去除制造装置102的工作台18。另外,自动输送装置101将造形物15从去除制造装置102的工作台18拆下,设置于附加制造装置100的工作台13。

[0046] 自动输送装置101具有手驱动装置25和手机构17。手驱动装置25具有构成动作机构的伺服电动机,该动作机构通过手机构17对经由基体材料14而固定于未图示的夹具的造形物15进行抓持而向X轴方向、Y轴方向及Z轴方向的各方向移动。此外,在图1中,省略了各伺服电动机的图示。NC装置1针对自动输送装置101而输出移动指令,由此对手驱动装置25及手机构17的位置进行控制。此外,NC装置1可以是自动输送装置101的结构要素的1个,也可以是自动输送装置101的外部的装置。

[0047] 去除制造装置102将旋转的刀具19与造形物15抵接,对造形物15的一部分进行切削,由此将造形物15成型为期望的形状。加工头驱动装置20具有构成使加工头21移动的动作机构的伺服电动机。加工头驱动装置20向X轴方向、Y轴方向及Z轴方向的各方向使加工头21移动。在图1中,省略了加工头驱动装置20所具有的各伺服电动机的图示。

[0048] 去除制造装置102的加工头驱动装置20使加工头21移动,由此使刀具19相对于被加工物16的前端位置移动。主轴驱动装置22可以配置于加工头21的内部,也可以配置于加工头21的外部。主轴驱动装置22具有构成使刀具19旋转的动作机构的伺服电动机。在图1中,省略了主轴驱动装置22所具有的各伺服电动机的图示。

[0049] 去除制造装置102的主轴驱动装置22使刀具19旋转,由此对附加制造后的造形物15的不需要的部分进行切削。去除制造装置102相对于被加工物16使加工头21移动,由此使刀具19的前端位置相对于被加工物16移动。此外,去除制造装置102也可以相对于加工头21使被加工物16移动,由此使刀具19相对于被加工物16的前端位置移动。另外,去除制造装置102也可以取代刀具19而使被加工物16旋转。在去除制造装置102使刀具19旋转的情况下,刀具19的旋转轴成为主轴,在使被加工物16旋转的情况下,被加工物16的旋转轴成为主轴。

[0050] NC装置1按照加工程序对去除制造装置102进行控制。NC装置1向加工头驱动装置20输出位置指令,由此对由加工头驱动装置20驱动的加工头21的位置进行控制。NC装置1将与设置于加工程序的刀具转速(主轴转速)的条件相对应的指令即输出指令向主轴驱动装置22输出,由此对刀具转速进行控制。刀具转速是每单位时间的刀具19的转速。

[0051] 此外,NC装置1可以是去除制造装置102的结构要素的1个,也可以是去除制造装置102的外部的装置。

[0052] 另外,在实施方式1中,将附加制造装置100及去除制造装置102记载为不同的结构要素,但附加制造装置100及去除制造装置102也可以是具有附加制造功能及去除制造功能这两者的复合制造装置。

[0053] 图2是表示实施方式1所涉及的NC装置的功能结构的图。NC装置1具有附加制造执行部103、状态解析部104、生产工序变更部105、工序条件生成部106和去除制造执行部107。

[0054] 附加制造执行部103对外部输入的加工程序23进行接收。加工程序23是在通过从加工头8射出的光束使材料5熔融,将熔融的材料5向被加工物16附加,由此制造造形物15时使用的程序。

[0055] 在加工程序23中记述有为了使被加工物16或者加工头8在预先设定的路径移动所需的移动指令及速度指令、为了以期望的层叠高度及层叠宽度进行层叠造形所需的激光束的输出指令和金属粉或者金属线条的供给指令。层叠高度及层叠宽度是每1层的层叠高度及层叠宽度。移动指令通过移动指令值表示,速度指令通过速度指令值表示。输出指令通过输出指令值表示,供给指令通过供给量指令值表示。此外,在下面的说明中,有时将金属粉或者金属线条的供给称为金属供给。

[0056] 附加制造执行部103中的移动指令及速度指令是规定有被加工物16和加工头8的相对位置及相对速度的指令。因此,附加制造执行部103中的加工头8的位置及速度是被加工物16和加工头8的相对位置及相对速度。在下面的说明中,说明在对被加工物16和加工头8的相对位置及相对速度进行控制时,对加工头8进行控制的情况。

[0057] 另外,附加制造执行部103从生产工序变更部105对生产工序的切换指令进行接收。生产工序的切换指令是从附加制造工序(附加加工工序)向去除制造工序(去除加工工序)的切换指令,或者从去除制造工序向附加制造工序的切换指令。

[0058] 附加制造执行部103基于加工程序23,对加工头8的加工头位置的移动路径(下面,称为加工头移动路径HR8)和加工头移动路径HR8上的激光束的输出值及材料5的供给量(金属供给量)进行控制。加工头移动路径HR8是通过加工头8进行的加工路径。由此,附加制造执行部103使附加制造装置100附加制造出造形物15。

[0059] 附加制造执行部103如果接收到从附加制造工序向去除制造工序的切换指令,则停止附加制造。附加制造执行部103如果接收到从去除制造工序向附加制造工序的切换指

令,则恢复附加制造。

[0060] 状态解析部104接收从附加制造装置100取得的传感器数据24。状态解析部104基于传感器数据24,对造形物15的加工状态进行解析。在传感器数据24中包含有后面记述的图像数据、温度数据及熔融池数据。

[0061] 状态解析部104将作为解析结果的加工状态发送至生产工序变更部105及工序条件生成部106。在状态解析部104向工序条件生成部106发送的加工状态中,包含有稳定的造形加工是否能够继续的判定结果。

[0062] 从附加制造装置100取得的传感器数据24可以储存于存储装置等。在该情况下,存储装置可以配置于NC装置1内,也可以配置于NC装置1的外部。另外,存储装置可以配置于附加制造装置100内,也可以配置于附加制造装置100的外部。

[0063] 生产工序变更部105与造形物15的加工状态相应地对附加制造工序和去除制造工序自动地进行变更。生产工序变更部105在状态解析部104判定为稳定的造形加工无法继续的情况下,从附加制造工序向去除制造工序变更。另外,生产工序变更部105在从去除制造执行部107接收到表示去除制造工序完成的通知的情况下,从去除制造工序向附加制造工序变更。

[0064] 生产工序变更部105将从附加制造工序向去除制造工序的切换指令及从去除制造工序向附加制造工序的切换指令发送至附加制造执行部103。另外,生产工序变更部105将从附加制造工序向去除制造工序的切换指令发送至去除制造执行部107。另外,生产工序变更部105在将切换指令向附加制造执行部103或者去除制造执行部107发送时,将造形物15的输送指令发送至自动输送装置101。

[0065] 工序条件生成部106从状态解析部104对加工状态进行接收。工序条件生成部106在状态解析部104判定为稳定的造形加工无法继续的情况下,在生产工序变更后对去除制造装置102所使用的工序条件进行计算。在该情况下,工序条件生成部106基于在生产工序的变更前附加制造装置100已使用的工序条件及加工状态,对在生产工序变更后去除制造装置102所要使用的工序条件进行计算。

[0066] 在生产工序的变更前已使用的工序条件中包含有加工头移动路径HR8等。工序条件生成部106可以从附加制造执行部103取得在生产工序的变更前已使用的工序条件,也可以根据加工程序23进行计算。工序条件生成部106将计算出的工序条件发送至去除制造执行部107。在由工序条件生成部106计算的工序条件中包含有加工头21的加工头位置的移动路径(下面,称为加工头移动路径HR21)等。加工头移动路径HR21是通过加工头21进行的加工路径。

[0067] 去除制造执行部107从生产工序变更部105对生产工序的切换指令进行接收。另外,去除制造执行部107从工序条件生成部106对工序条件进行接收。去除制造执行部107基于从工序条件生成部106接收到的工序条件,对加工头移动路径HR21和加工头移动路径HR21上的刀具转速进行控制。由此,去除制造执行部107使去除制造装置102对造形物15的一部分进行去除制造。

[0068] 去除制造执行部107中的移动指令及速度指令是规定有被加工物16和加工头21的相对位置及相对速度的指令。因此,去除制造执行部107中的加工头21的位置及速度是被加工物16和加工头21的相对位置及相对速度。在下面的说明中,说明在对被加工物16和加工

头21的相对位置及相对速度进行控制时对加工头21进行控制的情况。

[0069] 接下来,对NC装置1的动作的一个例子进行说明。图3是表示通过实施方式1所涉及的NC装置进行的动作的程序的流程图。

[0070] (步骤S10)

[0071] 在步骤S10中,加工程序23从外部输入至附加制造执行部103。由此,附加制造执行部103对加工程序23进行接收。如前述所示,在加工程序23中包含有激光束的输出指令和金属粉或者金属线条的供给指令。另外,在加工程序23中包含有用于对被加工物16和加工头8的相对位置进行控制的移动指令及用于对被加工物16和加工头8的相对速度进行控制的速度指令。加工头8的速度指令是激光照射位置处的扫描速度指令。

[0072] 在加工头8的移动指令中,移动指令的内容通过坐标值和表示该坐标值时的移动模式的G码(例如,G0、G1等)进行指定。另外,在加工头8的速度指令中,速度指令的内容通过记载有速度值的F码进行指定。

[0073] 为了进行层叠造形,需要用户所设定的期望的层叠高度及层叠宽度、此时的激光束的输出指令值和此时的金属粉或者金属线条的供给量指令值。即,为了进行层叠造形,需要与期望的层叠高度及层叠宽度相对应的激光束的输出指令值和金属供给的供给量指令值。附加制造装置100将关联有层叠高度及层叠宽度、激光束的输出值、金属供给量和加工头8的操作速度(移动速度)的信息作为汇总的数据而至少存储有大于或等于1个。以下,将这些汇总的数据称为层叠条件数据。在实施方式1中,X轴方向是层叠宽度,Z轴方向是层叠高度。

[0074] 在加工程序23中,基于层叠条件数据,使用G码或者M码对激光束的输出指令值及金属供给的供给量指令值进行设定,以使得成为期望的层叠高度及层叠宽度。即,在加工程序23中,层叠条件数据所包含的信息使用G码、M码等进行设定。

[0075] 此外,也可以以成为期望的层叠高度及层叠宽度的方式,激光束的输出指令值、金属供给的供给量指令值直接记载于加工程序23上。NC装置1在步骤S10的执行后,使顺序进入至步骤S20。

[0076] (步骤S20)

[0077] 在步骤S20中,附加制造执行部103基于在外部输入的加工程序23中记述的处理的内容,对附加制造装置100中的使加工头8移动的移动路径进行解析,决定移动路径。另外,附加制造执行部103基于加工程序23,决定加工头8的移动速度即扫描速度。另外,附加制造执行部103基于加工程序23,决定附加制造工序所需的激光输出值及金属供给量。而且,附加制造执行部103使用决定出的移动路径、扫描速度、激光输出值及金属供给量,使附加制造装置100实施附加制造。NC装置1在步骤S20的执行后,使顺序进入至步骤S30。

[0078] (步骤S30)

[0079] 在步骤S30中,从附加制造装置100对用于监视附加制造装置100的加工状态的传感器数据24进行收集,输入至状态解析部104。由此,状态解析部104取得传感器数据24。

[0080] 在作为传感器信息的传感器数据24中,例如包含有用于对实际的层叠高度及层叠宽度进行测量(解析)的图像数据、用于对造形物15的蓄热状态进行测量(解析)的温度数据和用于对金属粉或者金属线条的熔接状态进行测量(解析)的熔融池数据。图像数据是表示造形物15的图像的数据,是使用照相机及激光位移计中的至少一者而取得的。温度数据是

表示造形物15的温度的数据,是使用放射温度计及红外线热像仪中的至少一者而取得的。熔融池数据是表示熔融池的信息的数据,是使用照相机和材料供给装置4所具有的电动机检测器的至少一者而取得的。材料供给装置4所具有的电动机检测器是对材料供给装置4所承受的负载转矩进行检测的装置。因此,熔融池数据是使用由照相机拍摄到的图像的数据及由电动机检测器检测出的负载转矩的至少一者而取得的。

[0081] 此外,在金属粉或者金属线条的熔接状态中,存在熔接量不足状态、熔接量稳定状态及熔接量过剩状态这3种状态。图4是用于对图1所示的附加制造装置的造形时的熔接状态进行说明的图。

[0082] 在图4中,分别关于熔接量不足状态、熔接量稳定状态及熔接量过剩状态这3个熔接状态而示出了焊道形状的例子。焊道形状是造形物15的对应于1层的3维形状。

[0083] 图4的上部示出了从激光束的扫描方向即Y方向观察3个熔接状态的层叠形状的情况下的焊道形状。图4的下部示出了从激光束的照射方向即Z方向观察3个熔接状态的层叠形状的情况下的焊道形状。

[0084] 在图4中,熔接量不足状态是由于熔接量不足而仅局部地熔接,没有形成设为目标形状的层的状态。熔接量稳定状态是由于熔接量适当,因此形成有设为目标形状的层的状态。熔接量过剩状态是由于熔接量过多,因此熔接的材料5流动,没有形成设为目标形状的层的状态。在熔接量过剩状态下,与目标形状相比成为更平坦的形状。

[0085] 熔接量不足状态中的形状(layer)的层叠宽度小于熔接量稳定状态中的形状(layer)的层叠宽度。另外,熔接量不足状态中的形状(layer)的高度高于熔接量稳定状态中的形状(layer)的高度。

[0086] 熔接量过剩状态中的形状(layer)的层叠宽度大于熔接量稳定状态中的形状(layer)的层叠宽度。另外,熔接量过剩状态中的形状(layer)的高度低于熔接量稳定状态中的形状(layer)的高度。NC装置1在步骤S30的执行后,使顺序进入至步骤S40。

[0087] (步骤S40)

[0088] 在步骤S40中,状态解析部104基于传感器数据24所包含的图像数据、温度数据及熔融池数据,判定是否能够稳定地进行附加造形(附加制造)。即,状态解析部104判定附加制造装置100中的附加制造工序是否能够稳定地继续。

[0089] 传感器数据24所包含的图像数据是表示在附加制造出的焊道的高度及宽度是否没有波动而能够均一地无误差地附加制造的数据。传感器数据24所包含的温度数据是表示是否由于造形物15的蓄热温度而熔融材料的凝固所需的时间增加的数据。传感器数据24所包含的熔融池数据是表示金属粉或者金属线条的熔接状态是否能够维持熔接量稳定状态的数据。

[0090] 状态解析部104基于图像数据及温度数据而事先对是否由于蓄热的影响而熔融材料的凝固所需的时间增加、由于重力的影响而在造形物15的被加工部周边发生变形或者倒塌进行解析。

[0091] 状态解析部104由于熔接状态从适当的工序条件的范围内偏离而无法造形为期望的焊道形状,因此事先基于图像数据及熔融池数据而对是否在造形物15的被加工部周边发生变形或者倒塌进行解析。

[0092] NC装置1的状态解析部104在判定为能够维持熔接量稳定状态的情况下,即在判定为能够进行稳定的附加造形的情况下(步骤S40, Yes),使顺序进入至步骤S30。

[0093] 另一方面,状态解析部104在判定为无法维持熔接量稳定状态的情况下,即在判定为无法进行稳定的附加造形的情况下(步骤S40,No),使顺序进入至步骤S50。

[0094] (步骤S50)

[0095] 在步骤S50中,状态解析部104对生产工序变更部105及工序条件生成部106通知无法继续稳定的造形加工。由此,生产工序变更部105将附加制造中断而工序变更为去除制造,即执行生产工序的切换动作。该情况下的附加制造工序是第1生产工序,去除制造工序是第2生产工序。另外,附加制造工序所使用的工序条件是第1工序条件,去除制造工序所使用的工序条件是第2工序条件。

[0096] 在生产工序的切换动作中,包含有生产工序变更部105对附加制造执行部103发送附加制造工序的中断信号(切换指令)而使附加制造工序暂时地中断的动作。另外,在生产工序的切换动作中,包含有生产工序变更部105在附加制造工序的中断完成后使自动输送装置101执行造形物15的输送动作的动作。在这里的造形物15的输送动作中,生产工序变更部105使自动输送装置101从附加制造装置100将造形物15取出而设置于去除制造装置102的工作台18。另外,在生产工序的切换动作中,包含有生产工序变更部105对去除制造执行部107发送去除制造工序的开始信号(切换指令)而准备去除制造工序的动作。如上所述,生产工序变更部105将从附加制造工序向去除制造工序的切换指令发送至附加制造执行部103及去除制造执行部107。

[0097] 此外,在附加制造装置100及去除制造装置102是具有附加制造功能及去除制造功能这两者的复合制造装置的情况下,生产工序的切换动作中的附加制造执行部103和去除制造执行部107的切换处理与加工头8、21的更换处理同义。即,在附加制造装置100及去除制造装置102是复合制造装置的情况下,生产工序变更部105取代切换指令而输出加工头8、21的更换指令(更换信号)。NC装置1在步骤S50的执行后,使顺序进入至步骤S60。

[0098] (步骤S60)

[0099] 在步骤S60中,工序条件生成部106生成去除制造执行部107在去除制造工序中使用的工序条件。具体地说,工序条件生成部106决定去除制造装置102中的加工头21的移动路径、扫描速度及加工头21的刀具转速,设定为去除制造工序的工序条件。

[0100] 工序条件生成部106基于输入至附加制造装置100的加工程序23而对去除制造装置102中的加工头移动路径HR21进行设定。具体地说,工序条件生成部106以能够将由于造形物15的蓄热温度及熔接状态的影响而发生的被加工部周边的形状的变形或者倒塌有可能产生的部位全部去除的方式,对加工头移动路径HR21进行提取。在该情况下,工序条件生成部106以从在附加制造装置100中暂时中断的指令部位起将加工程序23在3维空间上偏移而回溯的方式,对去除制造工序中的加工头移动路径HR21进行提取。即,工序条件生成部106以从由附加制造装置100中断附加制造的位置起,对设定于加工程序23的加工头移动路径HR8赋予偏移部分而在反方向探索的方式,对去除制造工序中的加工头移动路径HR21进行设定。由此,去除制造工序中的加工头21的起点及终点的设定变得容易。另外,此后的附加工序中的加工头8的起点的设定变得容易。

[0101] 另外,工序条件生成部106将在去除制造装置102中所使用的加工程序(后面记述的加工程序33)中设定的加工头21的扫描速度设定于去除制造工序的工序条件。另外,工序条件生成部106基于去除制造执行部107中的去除量的最大值而决定加工头移动路径HR21

中的加工头21的刀具转速。即,工序条件生成部106对加工头移动路径HR21之中的针对去除量最多的部位能够去除期望量的刀具转速进行设定。工序条件生成部106将加工头移动路径HR21和加工头移动路径HR21上的刀具转速发送至去除制造执行部107。NC装置1在步骤S60的执行后,使顺序进入至步骤S70。

[0102] (步骤S70)

[0103] 在步骤S70中,去除制造执行部107对由工序条件生成部106生成的加工头移动路径HR21、扫描速度和加工头移动路径HR21上的刀具转速进行接收。由此,去除制造执行部107决定对去除制造装置102输出的加工头21的移动路径、扫描速度及去除制造所需的刀具转速的指令值。去除制造执行部107使用决定出的移动路径、扫描速度及刀具转速,使去除制造装置102开始去除制造。NC装置1在步骤S70的执行后,使顺序进入至步骤S80。

[0104] (步骤S80)

[0105] 在步骤S80中,在通过去除制造执行部107执行的去除制造的完成后,生产工序变更部105执行生产工序的复原动作。在生产工序的复原动作中,包含有生产工序变更部105从去除制造执行部107对去除制造的完成通知进行接收的动作。另外,在生产工序的复原动作中,包含有生产工序变更部105使自动输送装置101执行造形物15的输送动作的动作。在这里的造形物15的输送动作中,生产工序变更部105使自动输送装置101从去除制造装置102将造形物15取出而设置于附加制造装置100的工作台13。另外,在生产工序的复原动作中,包含有生产工序变更部105对附加制造执行部103发送附加制造工序的开始信号(切换指令)而准备附加制造工序的动作。NC装置1在步骤S80的执行后,使顺序进入至步骤S90。

[0106] (步骤S90)

[0107] 在步骤S90中,附加制造执行部103使附加制造装置100恢复附加制造。即,附加制造执行部103基于在加工程序23中记述的处理的内容,恢复从去除制造执行部107中的去除制造的结束位置起使加工头8移动的加工头移动路径HR8的解析,决定加工头移动路径HR8及扫描速度。另外,附加制造执行部103基于加工程序23,决定附加制造工序所需的激光输出值及金属供给量。而且,附加制造执行部103使用决定出的移动路径、扫描速度、激光输出值及金属供给量,使附加制造装置100恢复附加制造。NC装置1在步骤S90的执行后,使顺序进入至步骤S100。

[0108] (步骤S100)

[0109] 在步骤S100中,NC装置1判定在加工程序23中记述的处理是否全部完成。在记述于加工程序23的处理没有全部完成的情况下(步骤S100,No),NC装置1重复从步骤S30至S100为止的处理。NC装置1直至加工程序23中记述的处理全部完成为止,重复从步骤S30至S100为止的处理。在记述于加工程序23的处理全部完成的情况下(步骤S100,Yes),NC装置1完成对造形物15的制造进行控制的处理。

[0110] 如上所述,NC装置1能够事先对由于附加制造工序中的蓄热状态或者熔接状态的变化而产生的作为造形物15的完成品的变形或者倒塌进行检测,而从附加制造工序变更为去除制造工序。由此,NC装置1能够不中断生产过程而高效地准确地生产具有期望的形状的造形物15。

[0111] 在这里,对加工程序23的一个例子进行说明。图5是表示实施方式1所涉及的NC装置所使用的加工程序的一个例子的图。在加工程序23中,规定有通过绝对值指令而发出指

令、通过第H1 (H1为自然数) 个校正量执行刀具长度校正、以及决定扫描速度、激光输出值和金属供给量等。在NC装置1中,作为刀具长度校正的校正量而设定有多个校正量。在加工程序23中,设定有是使用这些多个校正量之中的第几个校正量。

[0112] 另外,在加工程序23中,设定有造形物15的第1层的坐标值组、第2~(N-1)层的坐标值组、第N层的坐标值组等。下面,对造形物15在从Z轴方向观察时为圆弧形状的情况进行说明。在造形物15从Z轴方向观察时为圆弧形状的情况下,在加工程序23中设定有从圆弧形状的第1至第N层为止的坐标值组。加工程序23从NC装置1的外部输入至附加制造执行部103。

[0113] 图6是表示实施方式1所涉及的NC装置使用图5所示的加工程序而使附加制造装置层叠造形出的造形物的例子的图。图6所示的造形物50是由附加制造装置100制造的造形物15的一个例子。

[0114] 附加制造装置100通过激光束对供给至基体材料14上的如金属粉或者金属线条这样的金属材料即材料5进行加热熔融,在母材表面的被加工部上,以指定出的层叠高度及层叠宽度对材料5进行层叠。

[0115] 附加制造装置100重复以母材上的激光照射区域在从Z轴方向观察时成为圆弧形状的方式使加工头8移动而将材料5层叠的处理。如上所述的将材料5的层在Z轴方向叠加N (N为自然数) 层量而得到的造形物是图6所示的造形物50。

[0116] 在实施方式1中,对在图5所示的加工程序23所包含的第N₁ (N₁为1至N的任意的自然数) 层的附加制造工序的指令中,由于造形物50的表面的蓄热的增加或者熔接状态的不稳定化而在造形物50发生形状的变形或者倒塌的情况进行说明。下面,对该情况下的NC装置1的各结构要素的动作详细地进行说明。

[0117] (附加制造执行部103)

[0118] NC装置1的附加制造执行部103对加工程序23进行解析,使用附加制造装置100而实施附加制造。附加制造执行部103进行与图5所示的加工程序23之中的与当前进行的处理相比稍后进行的处理有关的解析。

[0119] 附加制造执行部103对在加工程序23中记述的加工头8的移动路径及扫描速度F_c(t)进行解析,决定每单位时间的加工头8的位置。具体地说,附加制造执行部103进行生成用于以预先设定的加速度进行加减速的速度波形的加减速处理,以及使通过加减速处理生成的速度波形变得平滑的平滑处理,由此决定加工头8的位置。此外,平滑处理也被称为移动平均滤波处理。

[0120] 另外,附加制造执行部103进行对以平滑处理后的扫描速度移动的情况下的每单位时间的加工头位置即插补点进行运算的插补处理,由此生成向加工头8的指令位置。附加制造执行部103将该指令位置每单位时间而输出至加工头驱动装置12。由此,加工头8被控制朝向在加工程序23中设定的期望的位置。

[0121] 另外,附加制造执行部103对在加工程序23中记述的材料5的供给速度及激光束的强度进行解析,决定每单位时间的材料5的供给速度及激光束的强度。

[0122] 附加制造执行部103使用激光照射位置处的激光输出值P_c(t)和金属供给量W_c(t)、下面的式(1)及式(2),进行与激光照射位置的扫描速度F_c(t)相对应的调整。

[0123] 【式1】

$$[0124] \quad Pc(t) = \frac{Fc(t)}{F} P \quad \dots (1)$$

[0125] 【式2】

$$[0126] \quad Wc(t) = \frac{Fc(t)}{F} V \quad \dots (2)$$

[0127] 在这里,P、V及F分别表示在加工程序23中记述的激光输出、金属供给量及扫描速度。附加制造执行部103将与激光照射位置的扫描速度相对应的激光输出值Pc(t)输出至激光振荡器2。另外,附加制造执行部103将金属粉或者金属线条的金属供给量Wc(t)输出至材料供给装置4。由此,附加制造执行部103将激光输出及金属供给量控制为通过加工程序23指定出的用户期望的值。此外,通过附加制造执行部103执行的第1层至第N层为止的程序解析处理和通过状态解析部104执行的解析处理被同时进展而进行。

[0128] 附加制造执行部103在附加制造工序的恢复时,从去除制造工序的结束位置起对在加工程序23中记述的加工头8的移动路径及扫描速度Fc(t)进行解析,决定每单位时间的加工头位置。

[0129] (状态解析部104)

[0130] NC装置1的状态解析部104从设置于附加制造装置100的传感器对传感器数据24进行收集,基于传感器数据24对附加制造中的状态进行推定。具体地说,状态解析部104从传感器数据24取得对通过附加制造装置100形成的造形形状进行观测而得到的图像数据。并且,状态解析部104从对通过附加制造装置100形成的造形形状进行观测而得到的图像数据对造形形状的特征量进行提取。在这里提取的造形形状的特征量包含有层叠高度及层叠宽度中的至少一者。状态解析部104使用边缘检测、二值化等图像解析方法对包含层叠高度及层叠宽度中的至少一者的特征量进行计算。

[0131] 状态解析部104取得对附加制造工序中的被加工部分的表面温度进行观测而得到的温度数据。温度数据可以从1个外线热像仪取得的被加工部与表面温度相应地分色显示出的热点图,也可以是表面温度与造形物15的坐标位置相应地记载为数值的数据。另外,状态解析部104可以使用多个传感器而从多个方向取得检测出的热点图。

[0132] 另外,状态解析部104取得对通过附加制造装置100形成的熔融池进行观测而得到的熔融池数据。状态解析部104从对熔融池进行测量得到的图像数据对形状的特征量进行提取,由此取得熔融池数据。在这里被提取的形状的特征量包含有熔融池尺寸及从熔融池中心至材料5为止的距离的至少一者。状态解析部104使用边缘检测、二值化等图像解析方法对包含熔融池尺寸及从熔融池中心至材料5为止的距离的至少一者的特征量进行计算。

[0133] 另外,状态解析部104并不限于从图像数据直接观测熔融池的情况,也可以利用材料供给装置4所承受的负载数据(负载转矩)等而推定熔融状态。状态解析部104基于图像数据、温度数据及熔融池数据,事先对由蓄热状态及熔接状态的变化引起的在造形物15的被加工部周边发生变形或者倒塌的情况进行解析。

[0134] 在这里,对温度数据和焊道宽度的变化之间的关系进行说明。另外,对熔融池数据和焊道高度的变化之间的关系进行说明。焊道宽度及焊道高度是表示造形物15的形状的形状状态的一个例子。

[0135] 图7是用于对实施方式1所涉及的NC装置作为附加制造工序中的特征量而提取出

的被加工部的温度数据和焊道宽度的变化之间的关系进行说明的图。

[0136] 在图7中,示出了在制造造形物50的情况下,层叠至第10层为止的造形物51A和层叠至第 N_1 层为止的造形物51B。在这里的 N_1 是大于10的自然数。如图7所示,层叠至第10层为止的造形物51A进行了期望的层叠,层叠至第 N_1 层为止的造形物51B没有进行期望的层叠。

[0137] 如果层叠造形时间不断经过,则由于激光束持续照射至母材的影响而造形物51B中的蓄热变大。由此,熔融材料的凝固所需的时间发生变化,因此由于熔融材料的重力的影响而层叠宽度与期望值相比不断变大,层叠高度与期望值相比不断降低,容易发生形状的倒塌。即,如果造形物51B中的蓄热变大,则熔融材料的凝固所需的时间变长,因此熔融材料过于扩展。因此,状态解析部104事先对由于蓄热的影响而熔融材料的凝固所需的时间增加,由于重力的影响而在造形物51B的被加工部周边发生变形或者倒塌的情况进行检测。状态解析部104在被加工部中的温度数据的蓄热大于蓄热的阈值,层叠宽度大于层叠宽度的阈值的情况下,生成造形异常信号。

[0138] 图8是用于对实施方式1所涉及的NC装置作为附加制造工序中的特征量而提取出的被加工部的熔融池数据和焊道高度的变化之间的关系进行说明的图。

[0139] 在图8中,示出了在制造造形物50的情况下,层叠至第10层为止的造形物51A和层叠至第 N_2 层为止的造形物51C。在这里的 N_2 是大于10的自然数。如图8所示,层叠至第10层为止的造形物51A进行了期望的层叠,层叠至第 N_2 层为止的造形物51C没有进行期望的层叠。

[0140] 在造形开始时即使材料5的熔融量相对于激光束被指定为最佳,如果层叠造形时间不断经过,则由于激光束的热源,材料5变得容易熔融,供给来的材料5和通过熔融的材料5形成的熔融池之间的距离变大。由此,熔融池尺寸变小而成为熔接量不足状态,层叠宽度与期望值相比不断变小,层叠高度与期望值相比不断提高。并且,层叠宽度及层叠高度的波动增加。由此,容易发生形状的倒塌。因此,如果层叠造形时间变长,则熔接状态从最佳的条件范围偏离,无法造形为期望的焊道形状,在造形物51C的被加工部周边发生变形或者倒塌。状态解析部104事先对上述被加工部周边的变形或者倒塌进行检测。状态解析部104在被加工部中的熔融池数据的熔融池尺寸小于熔融池尺寸的阈值,层叠高度大于层叠高度的阈值的情况下,生成造形异常信号。

[0141] 在实施方式1中,在加工程序23的中途的第 N_1 层中由于蓄热状态的影响而发生形状的变形或者倒塌,第 N_2 层中由于熔接状态的影响而发生形状的变形或者倒塌。因此,状态解析部104对传感器数据24进行解析,由此在变形或者倒塌发生前关于第 N_1 层或者第 N_2 层仅生成1次造形异常信号,但也可以在每次检测到变形或者倒塌的发生时多次生成造形异常信号。

[0142] (生产工序变更部105)

[0143] NC装置1的生产工序变更部105基于状态解析部104的加工状态的解析结果而对附加制造工序和去除制造工序自动地进行变更。在实施方式1中,在加工程序23中从第1层至第 $(N_1 - 1)$ 层为止没有生成状态解析部104中的造形异常信号,因此生产工序变更部105继续附加制造装置100中的附加制造工序。另一方面,如果在加工程序23中成为第 N_1 层,则生产工序变更部105从状态解析部104被输入造形异常信号,因此执行生产工序的变更动作。

[0144] 生产工序变更部105作为生产工序的变更动作,对附加制造执行部103发送附加制造工序的中断信号,由此将附加制造工序暂时地中断。如果通过附加制造装置100进行的附

加制造工序被停止,则生产工序变更部105作为生产工序的变更动作,对自动输送装置101发送造形物15的输送开始信号。由此,自动输送装置101从附加制造装置100将造形物15取出,设置于去除制造装置102的工作台18。如果完成由自动输送装置101将造形物15设置于去除制造装置102的工作台18的处理,则生产工序变更部105对去除制造装置102发送去除制造工序的开始信号。由此,去除制造工序暂时地开始。

[0145] 如果去除制造工序完成,则生产工序变更部105实施生产工序的复原动作。生产工序变更部105对去除制造执行部107发送去除制造的停止信号,由此使附加制造工序中断。另外,如果通过去除制造装置102进行的去除制造工序停止,则生产工序变更部105作为生产工序的复原动作,对自动输送装置101发送造形物15的输送开始信号。由此,自动输送装置101从去除制造装置102将造形物15取出,设置于附加制造装置100的工作台13。如果完成由自动输送装置101将造形物15设置于附加制造装置100的工作台13的处理,则生产工序变更部105对附加制造装置100发送附加制造工序的恢复信号。由此,附加制造工序被恢复。

[0146] 在这里,说明了生产工序变更部105在加工程序23的第 N_1 层的加工中仅1次实施生产工序变更动作及生产工序复原动作的情况,但生产工序变更部105如图3中说明所述,在每次从状态解析部104输入造形异常信号时,执行生产工序变更动作及生产工序复原动作。

[0147] (工序条件生成部106)

[0148] NC装置1的工序条件生成部106基于附加制造装置100所使用的加工程序23及由状态解析部104推定出的加工状态,决定去除制造装置102所要使用的工序条件。

[0149] 工序条件生成部106基于加工程序23及加工状态,生成由去除制造执行部107将第 N_1 层去除的加工路径,即加工头移动路径HR21。首先,对将在产生了蓄热的影响的情况下提取出的第 N_1 层去除的加工头移动路径HR21进行说明。

[0150] 图9是表示实施方式1所涉及的NC装置在产生了蓄热的影响的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第1例的图。在图9中,将期望的形状通过形状40DF表示,将第 N_1 层的附加制造的加工路径即加工头移动路径HR8通过附加制造路径41A表示。另外,将第 N_1 层的实际的层叠形状通过层叠形状41F表示。另外,将对在产生了蓄热的影响的情况下提取出的第 N_1 层进行去除的情况下的加工路径即加工头移动路径HR21通过去除制造路径46R1表示。

[0151] 工序条件生成部106由于第 N_1 层是发生了变形或者倒塌的部分,因此对以从加工程序23的第 N_1 层在时间上回溯至第 $(N_1 - 1)$ 层为止的方式,从行进方向反向再现的加工头移动路径HR21进行提取。换言之,工序条件生成部106对将第 N_1 层的附加制造路径41A向反方向行进的加工头移动路径HR21进行提取。

[0152] 另外,通过附加制造工序形成的第 N_1 层的焊道的层叠宽度由于蓄热的影响,与在第 N_1 层之前形成的焊道的层叠宽度相比较而宽度变大。因此,工序条件生成部106针对期望的形状40DF,生成在与XY平面平行的面内在与加工方向垂直的方向即垂线方向使加工头移动路径HR8偏移后的去除制造路径46R1。该情况下的偏移量针对与第 N_1 层的形状波动(从造形物15的高度或者宽度的期望值算起的偏差量)的最大值相应的部位,以刀具19经过层叠形状41F的外侧的方式设定为超过形状波动的值。由此,工序条件生成部106可以通过去除制造装置102使 N_1 层的全部去除,也可以仅使与形状的变形或者倒塌相连的部分去除。

[0153] 此外,在去除制造装置102无法通过1次的去除制造路径将第 N_1 层的焊道去除的情

况下,工序条件生成部106可以通过使提取出的附加制造路径41A偏移多次而生成多次的去除制造路径。

[0154] 图10是表示实施方式1所涉及的NC装置在产生了蓄热的影响的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第2例的图。在图10中,与图9同样地,将期望的形状通过形状40DF表示,将第 N_1 层的附加制造的加工头移动路径HR8通过附加制造路径41A表示。另外,将第 N_1 层的实际的层叠形状通过层叠形状41F表示。

[0155] 另外,在图10中,将去除在产生了蓄热的影响的情况下提取出的第 N_1 层的情况下的第1次的加工头移动路径HR21通过去除制造路径46R1表示,将第2次的加工头移动路径HR21通过去除制造路径46R2表示。此外,去除制造装置102也可以先执行沿去除制造路径46R2的去除制造工序,然后执行沿去除制造路径46R1的去除制造工序。

[0156] 接下来,对去除在成为熔接量不足状态的情况下提取出的第 N_1 层或者第 N_2 层的加工头移动路径HR21进行说明。第 N_1 层的去除处理和第 N_2 层的去除处理相同,因此在这里对第 N_1 层的去除处理进行说明。

[0157] 图11是表示实施方式1所涉及的NC装置在成为熔接量不足状态的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第1例的图。在图11中,将期望的形状通过形状40DF表示,将第 N_1 层的附加制造的加工头移动路径HR8通过附加制造路径42A表示。另外,将第 N_1 层的实际的层叠形状通过层叠形状42F表示。另外,将去除在产生了熔接量不足状态的影响的情况下提取出的第 N_1 层的情况下的加工头移动路径HR21通过去除制造路径47R1表示。

[0158] 工序条件生成部106由于第 N_1 层是发生了变形或者倒塌的部分,因此对从加工程序23的第 N_1 层回溯至第 $(N_1 - 1)$ 层而从行进方向反向再现的加工头移动路径HR21进行提取。换言之,工序条件生成部106对将第 N_1 层的附加制造路径42A向反方向行进的加工头移动路径HR21进行提取。

[0159] 另外,通过附加制造工序而形成的第 N_1 层的焊道的层叠高度由于熔接状态成为不足状态的影响,与在第 N_1 层之前形成的焊道的层叠高度相比较而变大。因此,工序条件生成部106针对期望的形状40DF,生成在Z轴方向(深度方向)将加工头移动路径HR8偏移后的去除制造路径47R1。该情况下的偏移量设定为超过根据第 N_1 层的层叠高度的最大值及最小值进行计算的形状波动的值。由此,工序条件生成部106可以通过去除制造装置102使 N_1 层的全部去除,也可以仅使与形状的变形或者倒塌相连的部分去除。

[0160] 此外,去除制造装置102在无法通过1次的去除制造路径将第 N_1 层的焊道去除的情况下,工序条件生成部106可以通过使提取出的附加制造路径42A偏移多次而生成多次的去除制造路径。

[0161] 图12是表示实施方式1所涉及的NC装置在成为熔接量不足状态的情况下生成的去除制造工序的加工头移动路径的第2例的图。在图12中,与图11同样地,将期望的形状通过形状40DF表示,将第 N_1 层的附加制造的加工头移动路径HR28通过附加制造路径42A表示。另外,将第 N_1 层的实际的层叠形状通过层叠形状42F表示。

[0162] 另外,在图12中,将去除在成为熔接量不足状态的情况下提取出的第 N_1 层的情况下的第1次的加工头移动路径HR21通过去除制造路径47R1表示,将第2次的加工头移动路径HR21通过去除制造路径47R2表示。

[0163] 另外,工序条件生成部106与造形物15的去除量相匹配地决定去除制造装置102中

的刀具转速。造形物15的焊道形状由于蓄热状态及熔接状态的影响而层叠宽度及层叠高度变得不均一,存在波动。因此,工序条件生成部106基于偏移量,将在去除制造装置102中使用的加工头移动路径HR21(去除制造路径47R1、47R2)中的最大去除体积导出。而且,工序条件生成部106基于NC装置1所具有的层叠条件数据而决定最适于最大去除体积的刀具转速及该刀具转速下的扫描速度。即,工序条件生成部106基于通过去除制造工序去除的造形物15的体积之中的在去除制造路径47R1、47R2中成为最大值的部位处的体积及层叠条件,决定刀具转速及扫描速度。

[0164] 此外,工序条件生成部106可以具有取得状态量的状态量取得部,该状态量包含第1工序完成后的造形物15的形状高度或者形状宽度的波动、第2工序完成后的造形物15的形状高度或者形状宽度的波动和第2工序中的刀具路径的偏移量。而且,工序条件生成部106可以具有学习部,该学习部基于该状态量,对减小第2工序完成后的造形物15的形状高度或者形状宽度的波动的第2工序中的刀具路径的偏移量进行学习。

[0165] (去除制造执行部107)

[0166] NC装置1的去除制造执行部107对包含由工序条件生成部106生成的加工头移动路径HR21在内的工序条件进行解析,使去除制造装置102执行去除制造。去除制造执行部107进行与由工序条件生成部106生成的加工头移动路径HR21之中的与当前进行的处理相比稍后进行的处理有关的解析。

[0167] 去除制造执行部107对由工序条件生成部106生成的去除制造装置102中的加工头移动路径HR21及扫描速度进行解析,决定每单位时间的加工头21的加工头位置。具体地说,去除制造执行部107进行生成用于以预先设定的加速度进行加减速的速度波形的加减速处理、和使通过加减速处理而生成的速度波形变得平滑的平滑处理,由此决定加工头21的加工头位置。

[0168] 另外,去除制造执行部107进行对以平滑处理后的扫描速度移动的情况下的每单位时间的加工头位置即插补点进行运算的插补处理,由此生成加工头21的指令位置。去除制造执行部107将该指令位置每单位时间而输出至加工头驱动装置20。由此,加工头21被控制朝向期望的位置。

[0169] 去除制造执行部107对由工序条件生成部106生成的刀具转速进行解析,决定每单位时间的刀具旋转位置。加工头驱动装置20将决定出的每单位时间的刀具旋转位置输出至主轴控制装置(未图示),由此将刀具转速控制为期望的值。

[0170] 如上所述,根据实施方式1,NC装置1事先对由于层叠造形中的蓄热状态或者熔接状态的变化这一原因而发生的造形物15的变形或者倒塌进行检测,从附加制造工序变更为去除制造工序。在该情况下,NC装置1基于附加制造装置100所使用的工序条件,而创建包含去除制造工序中使用的加工头移动路径HR21在内的工序条件。由此,NC装置1能够不中断生产过程,高效而准确地将造形物15生产为期望的形状。

[0171] 另外,NC装置1也能够在线地对附加制造装置100和去除制造装置102进行切换。由此,NC装置1能够继续附加制造工序和去除制造工序的切换前后的生产过程,因此能够实现工序间的协同,能够使生产效率提高。

[0172] 实施方式2.

[0173] 接下来,使用图13至图15对实施方式2进行说明。在实施方式2中,去除制造装置将

造形物15的一部分去除,在完成面存在伤痕等的情况下,附加制造装置执行附加制造工序。

[0174] 在实施方式2的加工系统60中,取代附加制造装置100而具有附加制造装置200,取代去除制造装置102而具有去除制造装置202。另外,在实施方式2的加工系统60中,取代NC装置1而具有NC装置1A。另外,实施方式2的加工系统60与实施方式1的加工系统60同样地,具有自动输送装置101。附加制造装置200是与附加制造装置100相同的装置,去除制造装置202是与去除制造装置102相同的装置。

[0175] 图13是表示实施方式2所涉及的NC装置的功能结构的图。关于图13所示的各结构要素之中的实现与图2所示的各结构要素同一功能的结构要素标注同一标号,省略重复的说明。

[0176] 实施方式2的NC装置1A具有附加制造执行部203、状态解析部204、生产工序变更部205、工序条件生成部206和去除制造执行部207。附加制造执行部203执行与由附加制造执行部103执行的处理相对应的处理,状态解析部204执行与由状态解析部104执行的处理相对应的处理。生产工序变更部205执行与由生产工序变更部105执行的处理相对应的处理,工序条件生成部206执行与由工序条件生成部106执行的处理相对应的处理。去除制造执行部207执行与由去除制造执行部107执行的处理相对应的处理。

[0177] 去除制造执行部207对外部输入的加工程序33进行接收。加工程序33是在通过将造形物15的一部分去除而将造形物15成型为期望的形状时使用的程序。

[0178] 在加工程序33中记述有为了使被加工物16或者加工头21沿预先设定的路径移动所需的移动指令及速度指令、和为了进行期望的表面粗糙度去除所需的刀具转速的旋转指令。移动指令通过移动指令值表示,速度指令通过速度指令值表示。旋转指令通过旋转指令值表示。

[0179] 另外,去除制造执行部207从生产工序变更部205对生产工序的切换指令进行接收。生产工序的切换指令是从去除制造工序向附加制造工序的切换指令,或者从附加制造工序向去除制造工序的切换指令。

[0180] 去除制造执行部207基于加工程序33,对加工头移动路径HR21和加工头移动路径HR21上的刀具转速进行控制。由此,去除制造执行部207使去除制造装置202对造形物15的一部分进行去除制造。

[0181] 去除制造执行部207如果接收到从去除制造工序向附加制造工序的切换指令,则停止去除制造。附加制造执行部203如果接收到从去除制造工序向附加制造工序的切换指令,则恢复附加制造。

[0182] 状态解析部204对从去除制造装置202取得的传感器数据34进行接收。状态解析部204基于传感器数据34,对造形物15的加工状态进行解析。在传感器数据34中包含有图像数据、由加工头驱动装置20所具有的电动机检测器检测的加工头21的扫描轴所承受的负载转矩等。

[0183] 状态解析部204将作为解析结果的加工状态发送至生产工序变更部205及工序条件生成部206。在状态解析部204向工序条件生成部206发送的加工状态中包含有在去除制造工序中的完成面是否无伤痕的判定结果。

[0184] 从去除制造装置202取得的传感器数据34可以储存于存储装置等。在该情况下,存储装置可以配置于NC装置1内,也可以配置于NC装置1的外部。另外,存储装置可以配置于附

加制造装置200内,也可以配置于附加制造装置200的外部。

[0185] 生产工序变更部205与生产工序变更部105同样地,与造形物15的加工状态相应地,对去除制造工序和附加制造工序自动地进行变更。生产工序变更部205在状态解析部204判定为在造形物15的完成面存在伤痕的情况下,从去除制造工序向附加制造工序变更。另外,生产工序变更部205在从附加制造执行部203接收到表示附加制造工序完成的通知的情况下,从附加制造工序向去除制造工序变更。

[0186] 生产工序变更部205将从附加制造工序向去除制造工序的切换指令及从去除制造工序向附加制造工序的切换指令发送至去除制造执行部207。另外,生产工序变更部205将从去除制造工序向附加制造工序的切换指令发送至附加制造执行部203。另外,生产工序变更部205在将切换指令向附加制造执行部203或者去除制造执行部207发送时,将造形物15的输送指令发送至自动输送装置101。

[0187] 工序条件生成部206从状态解析部204对加工状态进行接收。工序条件生成部206在状态解析部204判定为在完成面存在伤痕的情况下,在生产工序变更后对附加制造装置200所使用的工序条件进行计算。在该情况下,工序条件生成部206基于在生产工序的变更前去除制造装置202已使用的工序条件及加工状态,对在生产工序变更后附加制造装置200所要使用的工序条件进行计算。

[0188] 在生产工序的变更前已使用的工序条件中包含有加工头移动路径HR21等。工序条件生成部206可以从去除制造执行部207取得在生产工序的变更前已使用的工序条件,也可以根据加工程序33进行计算。工序条件生成部206将计算出的工序条件发送至附加制造执行部203。在由工序条件生成部206计算的工序条件中包含有加工头移动路径HR8等。

[0189] 附加制造执行部203从生产工序变更部205对生产工序的切换指令进行接收。另外,附加制造执行部203从工序条件生成部206对工序条件进行接收。附加制造执行部203基于从工序条件生成部206接收到的工序条件,对加工头移动路径HR21和加工头移动路径HR21上的激光束的输出值及材料5的供给量进行控制。由此,附加制造执行部203使附加制造装置200附加制造出造形物15。

[0190] 接下来,对NC装置1A的动作的一个例子进行说明。图14是表示通过实施方式2所涉及的NC装置进行的动作的秩序的流程图。此外,关于与在图3中说明的处理相同的处理,省略其说明。

[0191] (步骤S110)

[0192] 在步骤S110中,加工程序33从外部输入至去除制造执行部207。由此,去除制造执行部207对加工程序33进行接收。如前述所示,在加工程序33中包含有用于对被加工物16和加工头21的相对位置进行控制的移动指令及用于对被加工物16和加工头21的相对速度进行控制的速度指令。加工头21的速度指令是刀具19所涉及的加工位置处的扫描速度指令。

[0193] 在加工头21的移动指令中,移动指令的内容通过坐标值和表示该坐标值时的移动模式的G码(例如,G0、G1等)进行指定。另外,在加工头21的速度指令中,速度指令的内容通过记载有速度值的F码进行指定。

[0194] 为了进行去除制造,需要基于用户所设定的期望的表面粗糙度的刀具转速指令值。刀具转速指令值可以在加工程序33上使用S码以成为期望的表面粗糙度的方式直接指定,也可以使用G码或者M码进行指定。NC装置1A在步骤S110的执行后,使顺序进入至步骤

S120。

[0195] (步骤S120)

[0196] 在步骤S120中,去除制造执行部207基于在外部输入的加工程序33中记述的处理的内容,对去除制造装置202中的使加工头21移动的移动路径进行解析,决定移动路径。另外,去除制造执行部207基于加工程序33,决定加工头21的移动速度即扫描速度。另外,去除制造执行部207基于加工程序33,决定去除制造工序所需的刀具转速。而且,去除制造执行部207使用决定出的移动路径、扫描速度、刀具转速,使去除制造装置202实施去除制造。NC装置1A在步骤S120的执行后,使顺序进入至步骤S130。

[0197] (步骤S130)

[0198] 在步骤S130中,从去除制造装置202收集用于对去除制造装置202的加工状态进行监视的传感器数据34,输入至状态解析部204。由此,状态解析部204取得传感器数据34。

[0199] 在作为传感器信息的传感器数据34中,例如包含有用于对精加工结果进行测量(解析)的图像数据。图像数据是表示造形物15的图像的数据,是使用照相机及激光位移计中的至少一者而取得的。在传感器数据34中,也可以取代用于对精加工结果进行测量的图像数据,包含有加工头驱动装置20所承受的负载数据(加工头21的扫描轴所承受的负载转矩)及加工头21的位置数据。NC装置1A在步骤S130的执行后,使顺序进入至步骤S140。

[0200] (步骤S140)

[0201] 在步骤S140中,状态解析部204基于传感器数据34所包含的图像数据,对在加工的行进方向被切换时产生的摩擦或者由机械振动产生的伤痕等进行检测。即,状态解析部204对去除制造装置202中的去除制造工序是否稳定地执行进行判定。传感器数据34所包含的图像数据是对在去除制造工序中的造形表面是否没有波动而能够均一地无误差地去除制造进行观测得到的数据。

[0202] NC装置1A的状态解析部204在判定为在造形物15的完成面没有伤痕的情况下(步骤S140,Yes),使顺序进入至步骤S130。

[0203] 另一方面,状态解析部204在判定为在造形物15的完成面存在伤痕的情况下(步骤S140,No),使顺序进入至步骤S150。状态解析部204在判定为在造形物15的完成面存在伤痕的情况下,去除制造执行部207可以使去除制造装置202实施向造形物15的上表面的去除制造,以使得伤痕消除。

[0204] 此外,状态解析部204也能够根据加工头驱动装置20所承受的负载数据及加工头21的位置数据对在加工的行进方向被切换时产生的摩擦或者机械振动进行推定。在该情况下,状态解析部204基于加工头驱动装置20所承受的负载数据及加工头21的位置数据,间接地对精加工结果进行计算。即,状态解析部204基于负载数据及位置数据对摩擦或者机械振动进行计算,基于摩擦或者机械振动对精加工结果(伤痕的有无等)进行计算。在该情况下,状态解析部204基于在加工的行进方向被切换时产生的摩擦或者机械振动,对由摩擦或者机械振动产生的伤痕的有无进行解析。

[0205] (步骤S150)

[0206] 在步骤S150中,状态解析部204对生产工序变更部205及工序条件生成部206通知在造形物15的完成面存在伤痕。由此,生产工序变更部205中断去除制造而工序变更为附加制造,即执行生产工序的切换动作。该情况下的去除制造工序是第1生产工序,附加制造工

序是第2生产工序。另外,去除制造工序所使用的工序条件是第1工序条件,附加制造工序所使用的工序条件是第2工序条件。

[0207] 在生产工序切换动作中,包含有生产工序变更部205对去除制造执行部207发送去除制造工序的中断信号(切换指令)而使去除制造工序暂时地中断的动作。另外,在生产工序的切换动作中,包含有生产工序变更部205在去除制造工序的中断完成后使自动输送装置101执行造形物15的输送动作的动作。在这里的造形物15的输送动作中,生产工序变更部205使自动输送装置101从去除制造装置202将造形物15取出而设置于附加制造装置200的工作台13。另外,在生产工序的切换动作中,包含有生产工序变更部205对附加制造执行部203发送附加制造工序的开始信号(切换指令)而准备附加制造工序的动作。如上所述,生产工序变更部205将从去除制造工序向附加制造工序的切换指令发送至附加制造执行部203及去除制造执行部207。NC装置1A在步骤S150的执行后,使顺序进入至步骤S160。

[0208] (步骤S160)

[0209] 在步骤S160中,工序条件生成部206生成附加制造执行部203在附加制造工序中使用的工序条件。具体地说,工序条件生成部206决定附加制造装置200中的加工头8的移动路径、扫描速度、加工头8的激光输出值及金属供给量,设定于附加制造工序的工序条件工序。

[0210] 工序条件生成部206基于输入至去除制造装置202的加工程序33而设定附加制造装置200中的加工头移动路径HR8。具体地说,工序条件生成部206以能够将由于在加工的行进方向被切换时发生的摩擦或者机械振动而产生的伤痕全部去除的方式,提取加工头移动路径HR8而设定于附加制造工序的工序条件。在该情况下,工序条件生成部206以从在去除制造装置202中暂时中断的指令部位起将加工程序33在3维空间上偏移而回溯的方式,对附加制造工序中的加工头移动路径HR8进行提取。即,工序条件生成部206以从由去除制造装置202中断去除制造的位置起,对设定于加工程序33的加工头移动路径HR21赋予偏移部分而在反方向探索的方式,对附加制造工序中的加工头移动路径HR8进行设定。

[0211] 另外,工序条件生成部206将设定于在附加制造装置200中使用的加工程序33的加工头8的扫描速度设定于附加制造工序的工序条件。另外,工序条件生成部206以能够将产生的伤痕全部去除的方式,决定附加制造工序所需的激光输出值及金属供给量的指令值。在该情况下,工序条件生成部206基于伤痕的体积、为了消除伤痕而去掉的部分的体积等,对附加制造执行部203中的附加量进行计算。而且,工序条件生成部206基于附加制造执行部203中的附加量而决定针对加工头位置的指令路径的激光输出值及金属供给量。工序条件生成部206将加工头移动路径HR8和加工头移动路径HR8上的激光输出值及金属供给量发送至附加制造执行部203。NC装置1A在步骤S160的执行后,使顺序进入至步骤S170。

[0212] (步骤S170)

[0213] 在步骤S170中,附加制造执行部203对由工序条件生成部206生成的加工头移动路径HR8、扫描速度、加工头移动路径HR8上的激光输出值和金属供给量进行接收。由此,附加制造执行部203决定对附加制造装置200输出的加工头8的移动路径、扫描速度、激光输出值及金属供给量。附加制造执行部203使用决定出的移动路径、扫描速度、激光输出值及金属供给量,使附加制造装置200开始附加制造。NC装置1A在步骤S170的执行后,使顺序进入至步骤S180。

[0214] (步骤S180)

[0215] 在步骤S180中,在通过附加制造执行部203执行的附加制造的完成后,生产工序变更部205执行生产工序的复原动作。在生产工序的复原动作中,包含有生产工序变更部205从附加制造执行部203对附加制造的完成通知进行接收的动作。另外,在生产工序的复原动作中,包含有生产工序变更部205使自动输送装置101执行造形物15的输送动作的动作。在这里的造形物15的输送动作中,生产工序变更部205使自动输送装置101从附加制造装置200将造形物15取出而设置于去除制造装置202的工作台18。另外,在生产工序的复原动作中,包含有生产工序变更部205对去除制造执行部207发送去除制造工序的开始信号(切换指令)而准备去除制造工序的动作。NC装置1A在步骤S180的执行后,使顺序进入至步骤S190。

[0216] (步骤S190)

[0217] 在步骤S190中,去除制造执行部207使去除制造装置202恢复去除制造。即,去除制造执行部207基于在加工程序33中记述的处理的内容,恢复从附加制造执行部203中的附加制造的结束位置起使加工头21移动的加工头移动路径HR21的解析,决定加工头移动路径HR21及扫描速度。另外,去除制造执行部207基于加工程序33,决定去除制造工序所需的刀具转速的指令值。而且,去除制造执行部207使用决定出的移动路径、扫描速度及刀具转速,使去除制造装置202恢复去除制造。NC装置1A在步骤S190的执行后,使顺序进入至步骤S200。

[0218] (步骤S200)

[0219] 在步骤S200中,NC装置1A判定在加工程序33中记述的处理是否全部完成。在记述于加工程序33中的处理没有全部完成的情况下(步骤S200, No), NC装置1A重复从步骤S130至S200为止的处理。NC装置1A直至加工程序33中记述的处理全部完成为止,重复从步骤S130至S200为止的处理。在记述于加工程序33中的处理全部完成的情况下(步骤S200, Yes), NC装置1A完成对造形物15的制造进行控制的处理。

[0220] 如上所述,NC装置1A对由于在去除制造工序中的加工的行进方向被切换时产生的摩擦或者机械振动而产生的伤痕进行检测,而从去除制造工序变更为附加制造工序。由此,NC装置1A在去除制造装置202的精加工中产生了缺陷的情况下,也能够自动地修正生产工序而高效地准确地生产具有期望的形状的造形物15。

[0221] 在这里,对由附加制造装置200制造的造形物15的具体例进行说明。图15是表示实施方式2所涉及的NC装置使去除制造装置去除制造后的造形物的例子的图。图15所示的造形物53是由去除制造装置202制造的造形物15的一个例子。

[0222] 在实施方式2所涉及的去掉制造工序所使用的加工程序33中,例如记载有对在实施方式1中附加制造出的造形物50的最上面进行精加工的指令。在图15中,示出了使用加工程序23、33而造形出的造形物53。加工程序23是通过将材料5的层从第1层层叠至第N层为止而制作造形物50的程序。加工程序33是将造形物50的上表面从第1块去除至M(M为自然数)为止而从造形物50制作造形物53的程序。

[0223] 加工程序33从NC装置1A的外部输入至去除制造执行部207。在实施方式2中,在加工程序33的执行开始后,在作为去除块的第 M_1 (M_1 是1至M的任意自然数)块附近的制造工序的指令中,对在造形物表面产生由摩擦或者机械振动引起的伤痕的情况进行说明。下面,关于该情况下的NC装置1A的各结构要素的动作,对与实施方式1不同的动作进行说明。

[0224] (状态解析部204)

[0225] NC装置1A的状态解析部204从设置于去除制造装置202的传感器对传感器数据34进行收集,基于传感器数据34对去除制造中的加工状态进行推定。具体地说,状态解析部204从传感器数据34取得对通过去除制造装置202形成的表面形状进行观测而得到的图像数据。并且,状态解析部204从对通过去除制造装置202形成的造形形状进行测量而得到的图像数据提取形状特征量。在这里被提取的形状特征量包含有曲率、形状高度、形状宽度等之中的至少1个。状态解析部204使用边缘检测、二值化等图像解析方法,对包含有曲率、形状高度、形状宽度等之中的至少1个的特征量进行计算。

[0226] 状态解析部204基于图像数据,对由于摩擦或者机械振动而产生的伤痕进行解析。在实施方式2中,如果状态解析部204对第 M_1 块和第 M_1 块以外的指定块进行比较,则在第 M_1 块中由于摩擦、机械振动,表示形状高度的Z轴位置向负方向咬入,因此形状高度与其他区域相比较而降低。因此,状态解析部204在形状高度的波动与其他区域相比较而较大的情况下,生成造形异常信号。

[0227] 在实施方式2中,状态解析部204对向加工程序33的中途的第 M_1 块的指令的一处的由摩擦或者机械振动的原因产生的伤痕进行检测而生成造形异常信号,但也能够对1或者多个其他部位的伤痕进行检测。

[0228] 如上所述,根据实施方式2,NC装置1A对由于去除制造工序中的摩擦或者机械振动这一原因而产生的表面形状的伤痕进行检测,从去除制造工序变更为附加制造工序。在该情况下,NC装置1A基于去除制造装置202所使用的工序条件而创建包含附加制造工序中使用的加工头移动路径HR8在内的工序条件。由此,NC装置1A在精加工中在造形物15产生了缺陷的情况下,也能够自动地修正生产工序而高效地准确地生产具有期望的形状的造形物53。

[0229] 接下来,对NC装置1、1A的硬件结构进行说明。NC装置1、1A通过处理电路而实现。处理电路可以是执行在存储器中储存的程序的处理器及存储器,也可以是专用电路等专用的硬件。处理电路也被称为控制电路。

[0230] 图16是表示将实施方式1、2所涉及的NC装置所具有的处理电路通过处理器及存储器实现的情况下的处理电路的结构例的图。图16所示的处理电路90是控制电路,具有处理器91及存储器92。在处理电路90由处理器91及存储器92构成的情况下,处理电路90的各功能通过软件、固件或者软件和固件的组合而实现。软件或者固件作为程序被记述,储存于存储器92。在处理电路90中,处理器91将在存储器92中存储的程序读出而执行,由此实现各功能。即,处理电路90具有存储器92,该存储器92用于对NC装置1、1A的处理最终得以执行的程序进行储存。该程序可以说是用于使NC装置1、1A执行通过处理电路90而实现的各功能的程序。该程序可以通过存储有程序的存储介质而提供,也可以通过通信介质等其他单元提供。上述程序可以说是使NC装置1、1A执行数控处理的程序。

[0231] 在这里,处理器91例如是CPU(Central Processing Unit)、处理装置、运算装置、微处理器、微型计算机或者DSP(Digital Signal Processor)等。另外,存储器92例如是RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、闪存、EPROM(Erasable Programmable ROM)、EEPROM(注册商标)(Electrically EPROM)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。

[0232] 图17是表示将实施方式1、2所涉及的NC装置所具有的处理电路由专用的硬件构成的情况下的处理电路的例子。图17所示的处理电路93例如是单一电路、复合电路、被程序化的处理器、被并行程序化的处理器、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA(Field Programmable Gate Array) 或者它们的组合。关于处理电路93,可以将一部分通过专用的硬件实现,将一部分通过软件或者固件实现。如上所述,处理电路93能够通过专用的硬件、软件、固件或者它们的组合而实现上述各功能。

[0233] 以上的实施方式所示的结构表示一个例子,也能够与其他公知技术组合,也能够将实施方式彼此组合,在不脱离主旨的范围也能够将结构的一部分省略、变更。

[0234] 标号的说明

[0235] 1、1A NC装置,2激光振荡器,3光缆,4材料供给装置,5材料,6气体供给装置,7配管,8、21加工头,9光束喷嘴,10材料喷嘴,11气体喷嘴,12、20加工头驱动装置,13、18工作台,14基体材料,15、50、51A~51C、53造形物,16被加工物,17手机构,19刀具,22主轴驱动装置,23、33加工程序,24、34传感器数据,25手驱动装置,41A、42A附加制造路径,41F、42F层叠形状,46R1、46R2、47R1、47R2去除制造路径,60加工系统,90、93处理电路,91处理器,92存储器,100、200附加制造装置,101自动输送装置,102、202去除制造装置,103、203附加制造执行部,104、204状态解析部,105、205生产工序变更部,106、206工序条件生成部,107、207去除制造执行部。

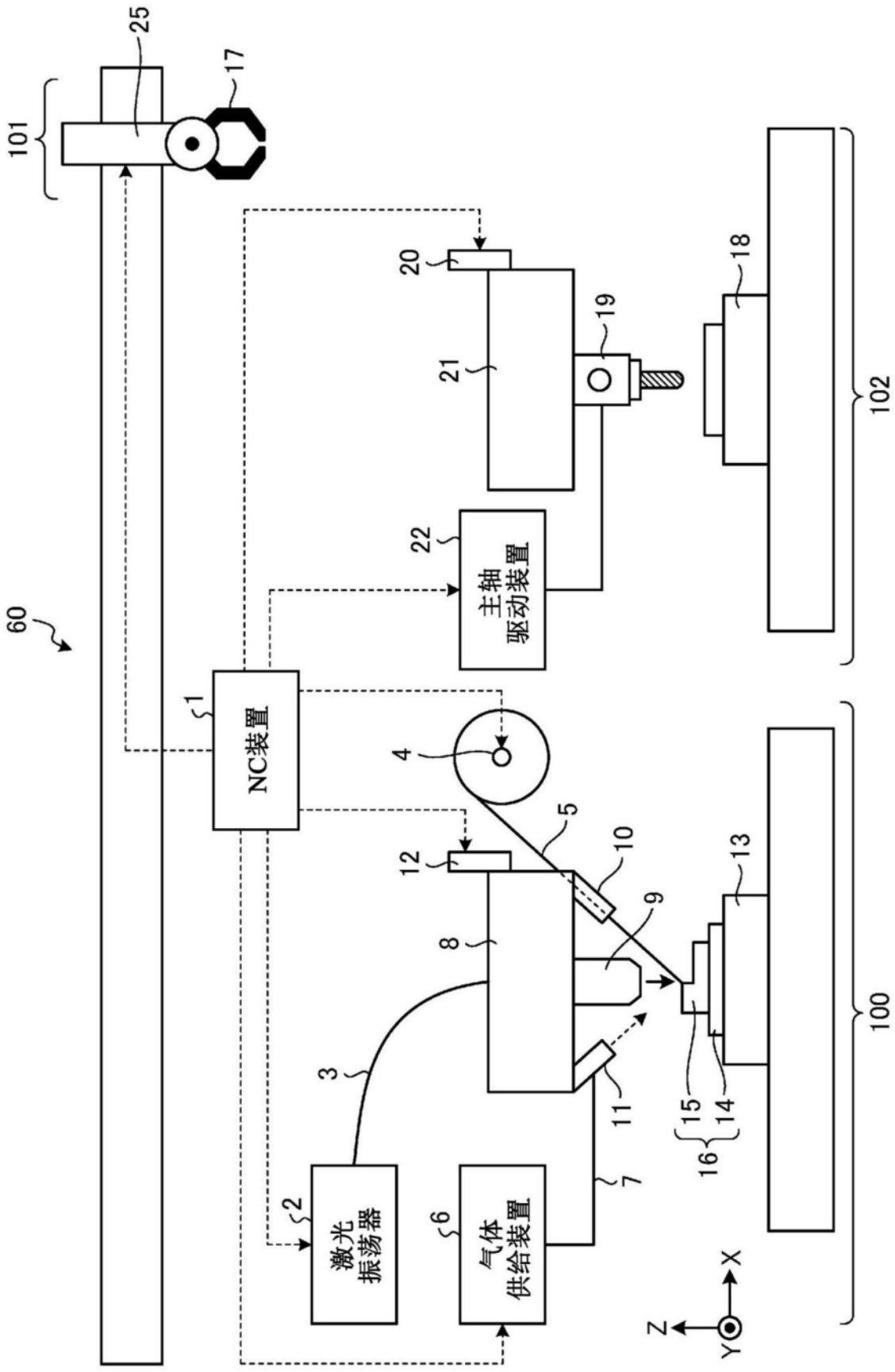


图1

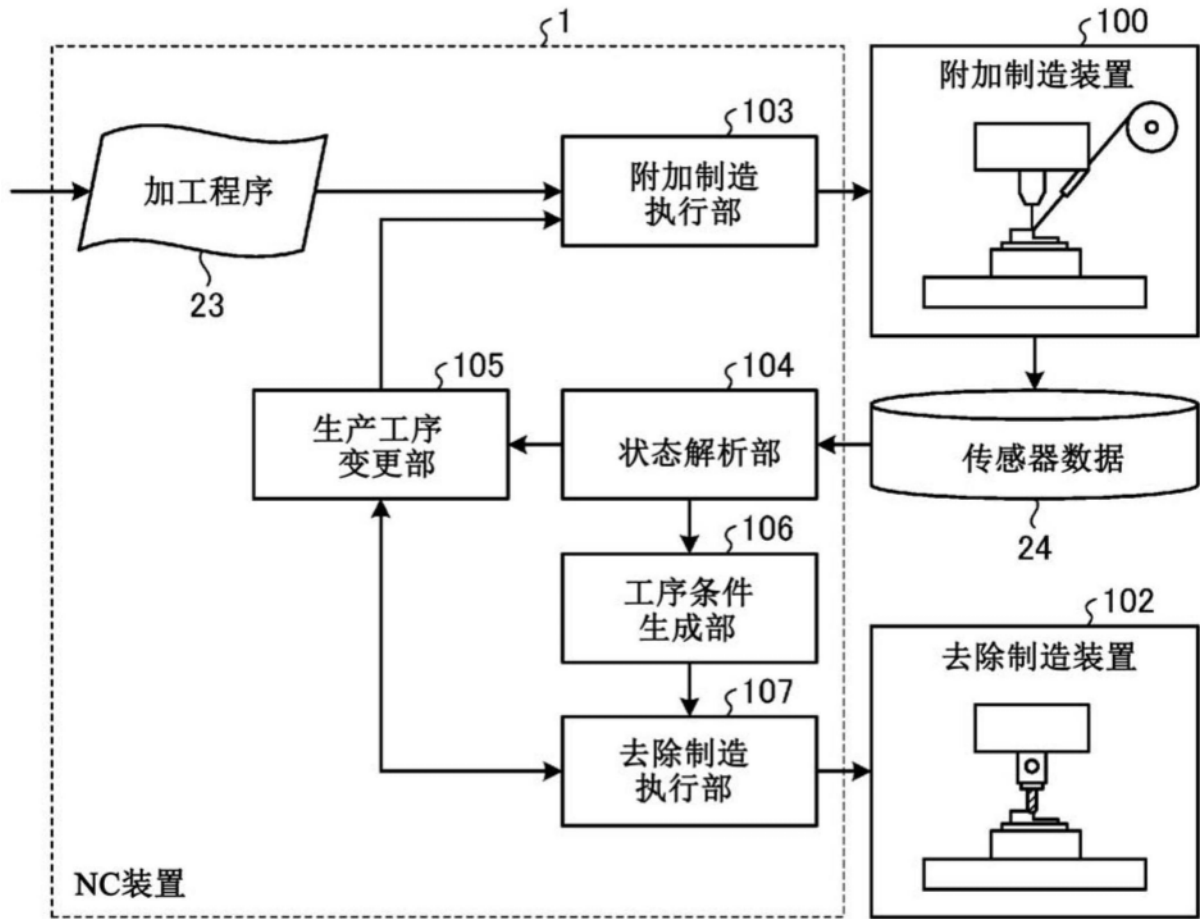


图2

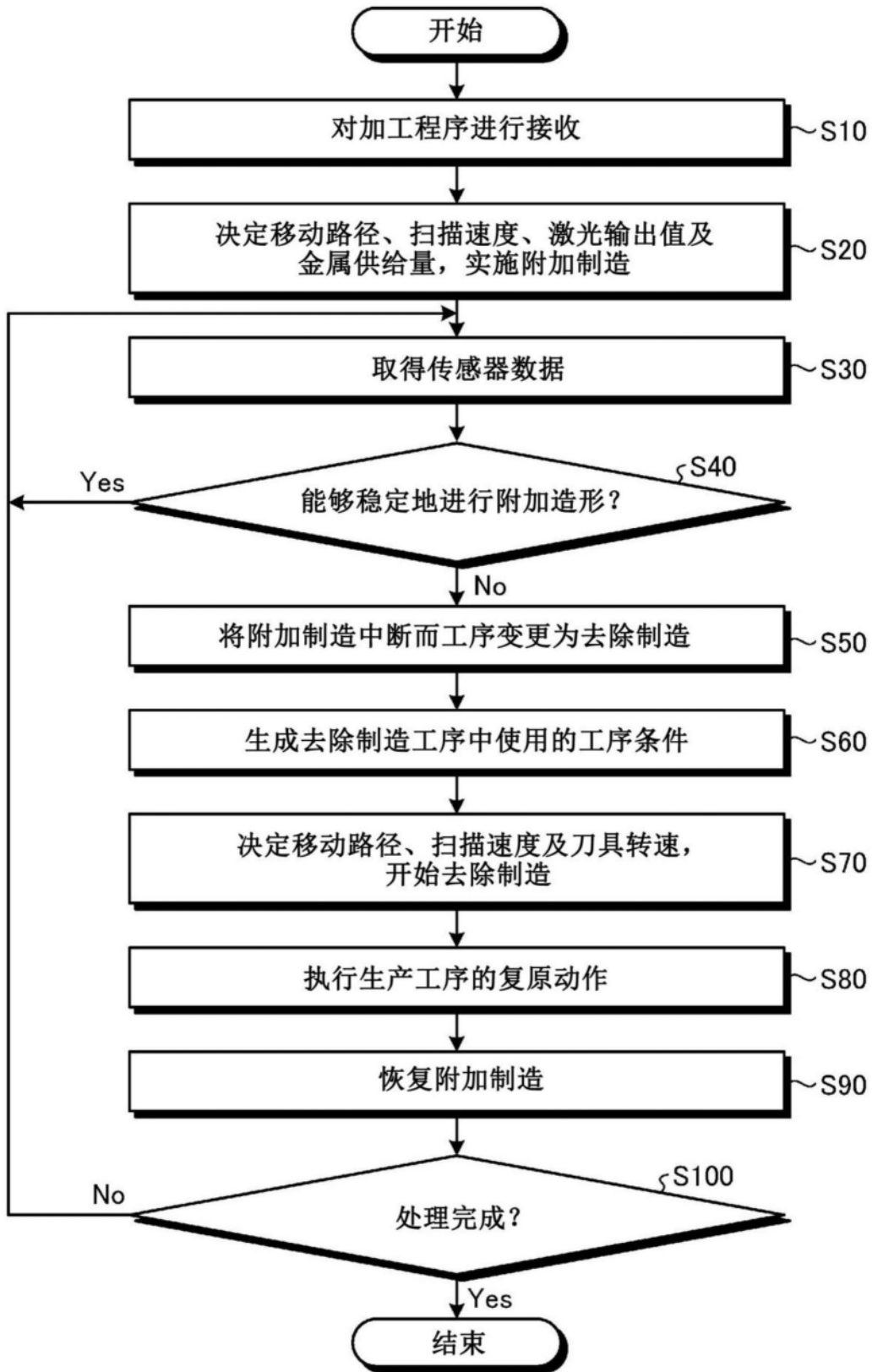


图3

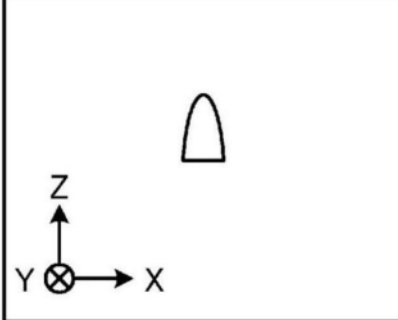
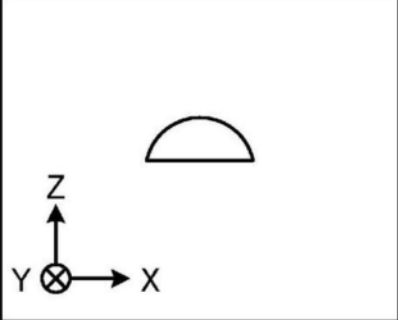
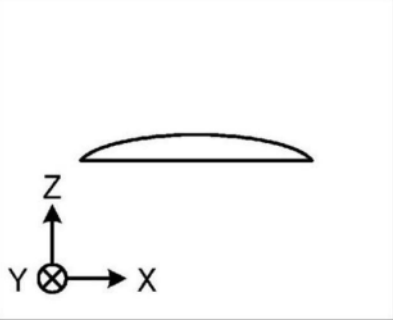
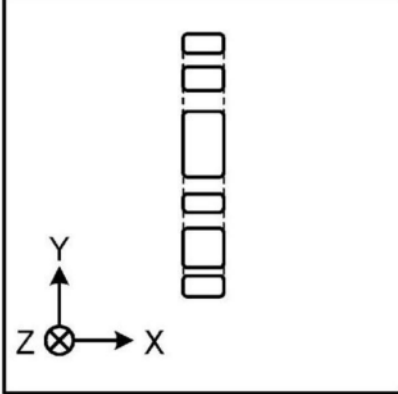
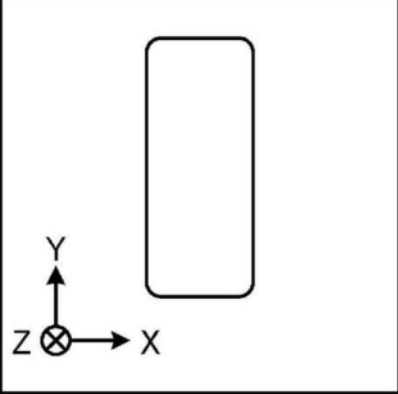
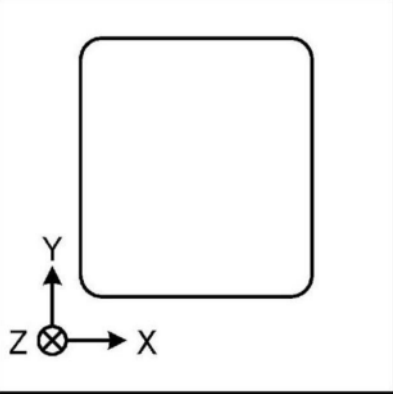
熔接量不足状态	熔接量稳定状态	熔接量过剩状态
		
		

图4

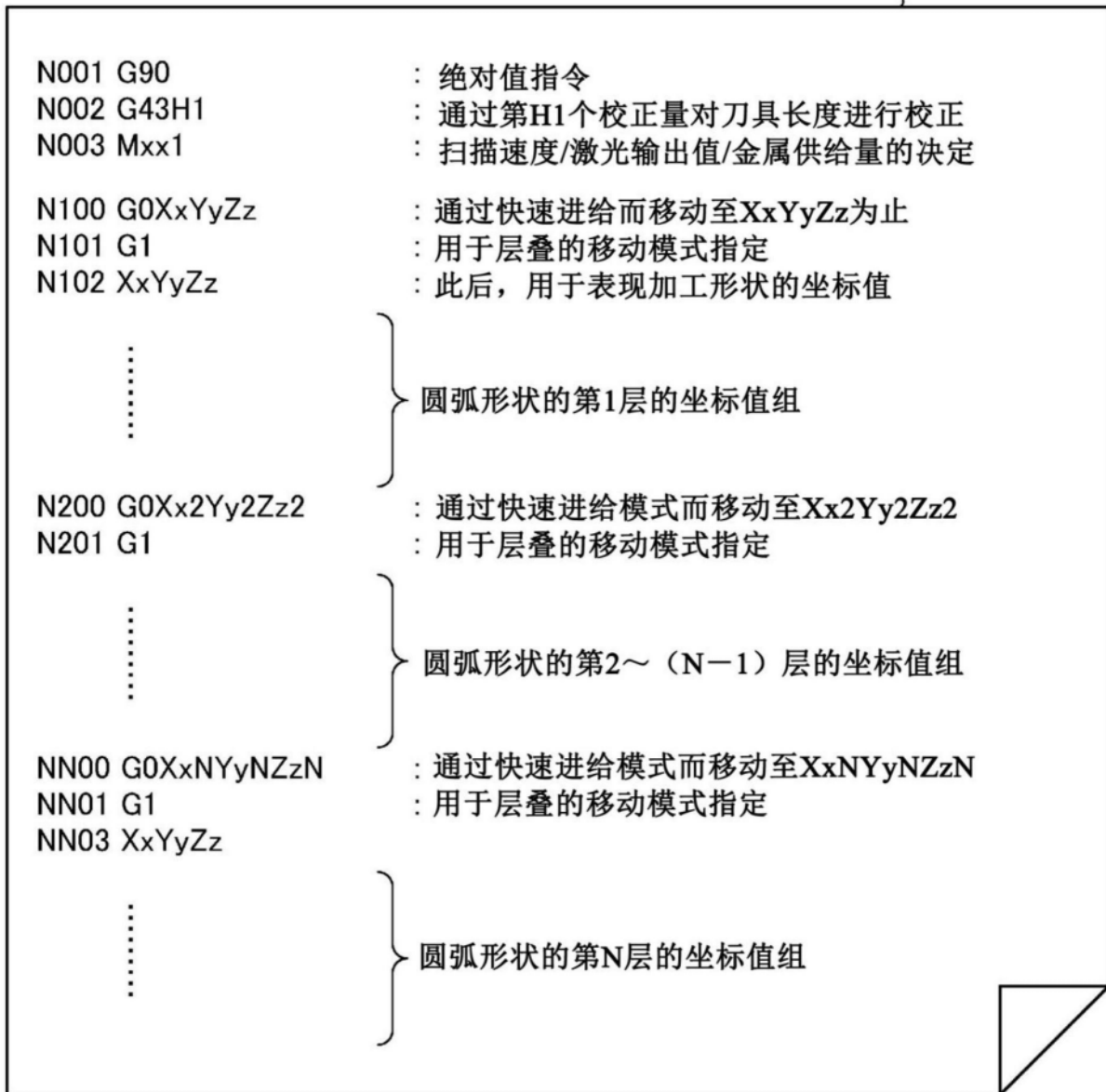


图5

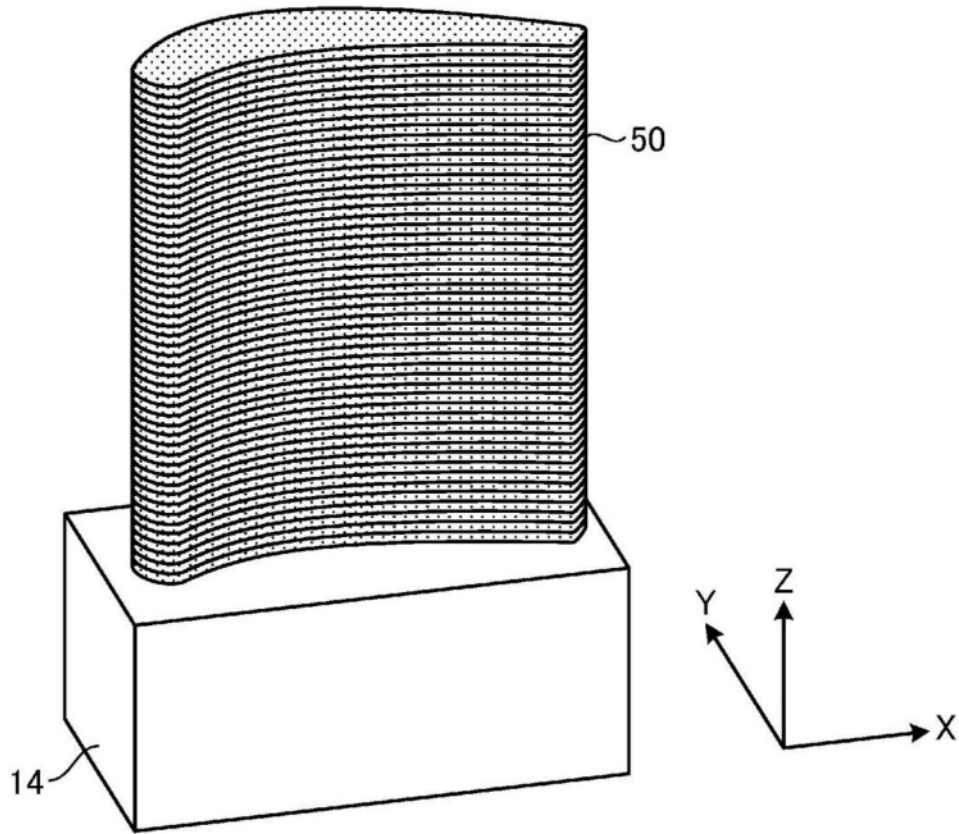


图6

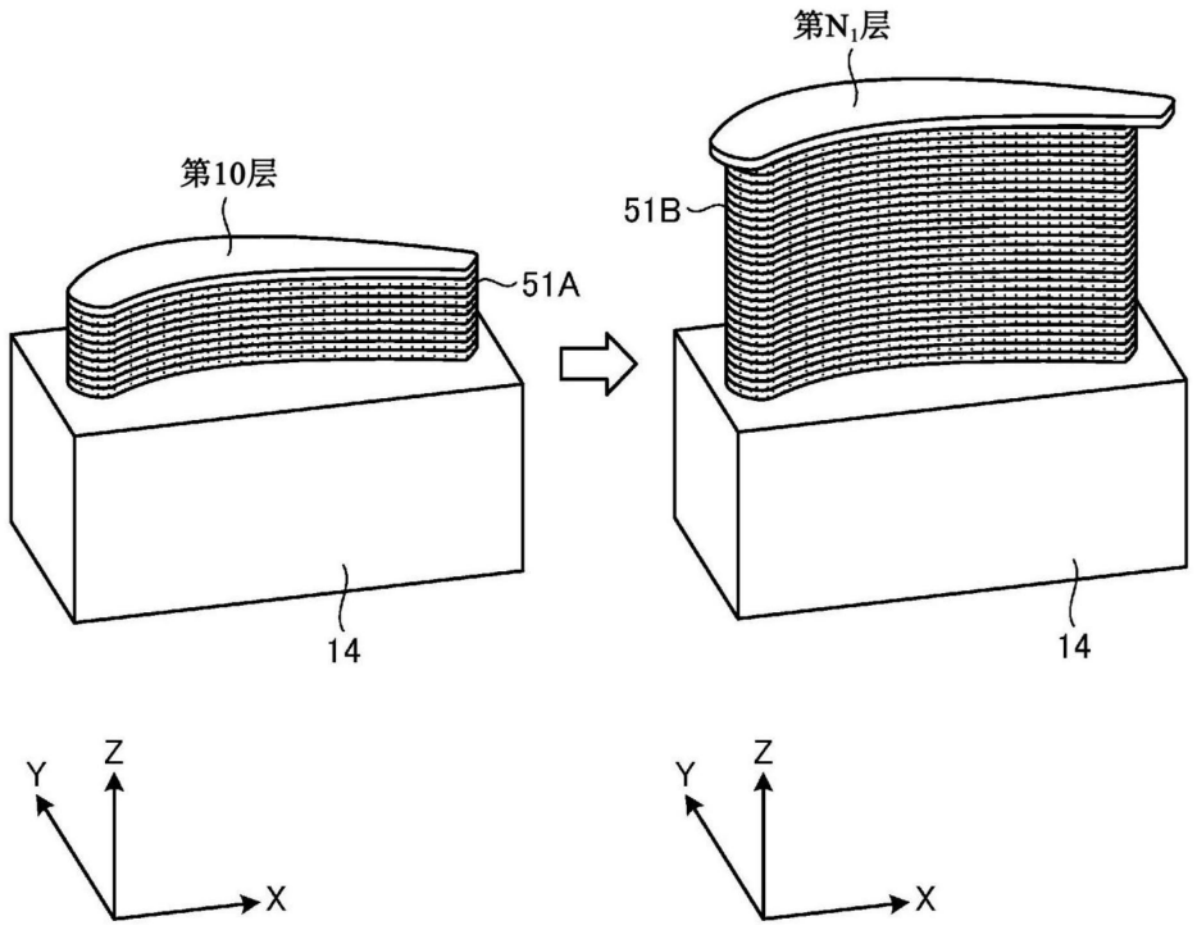


图7

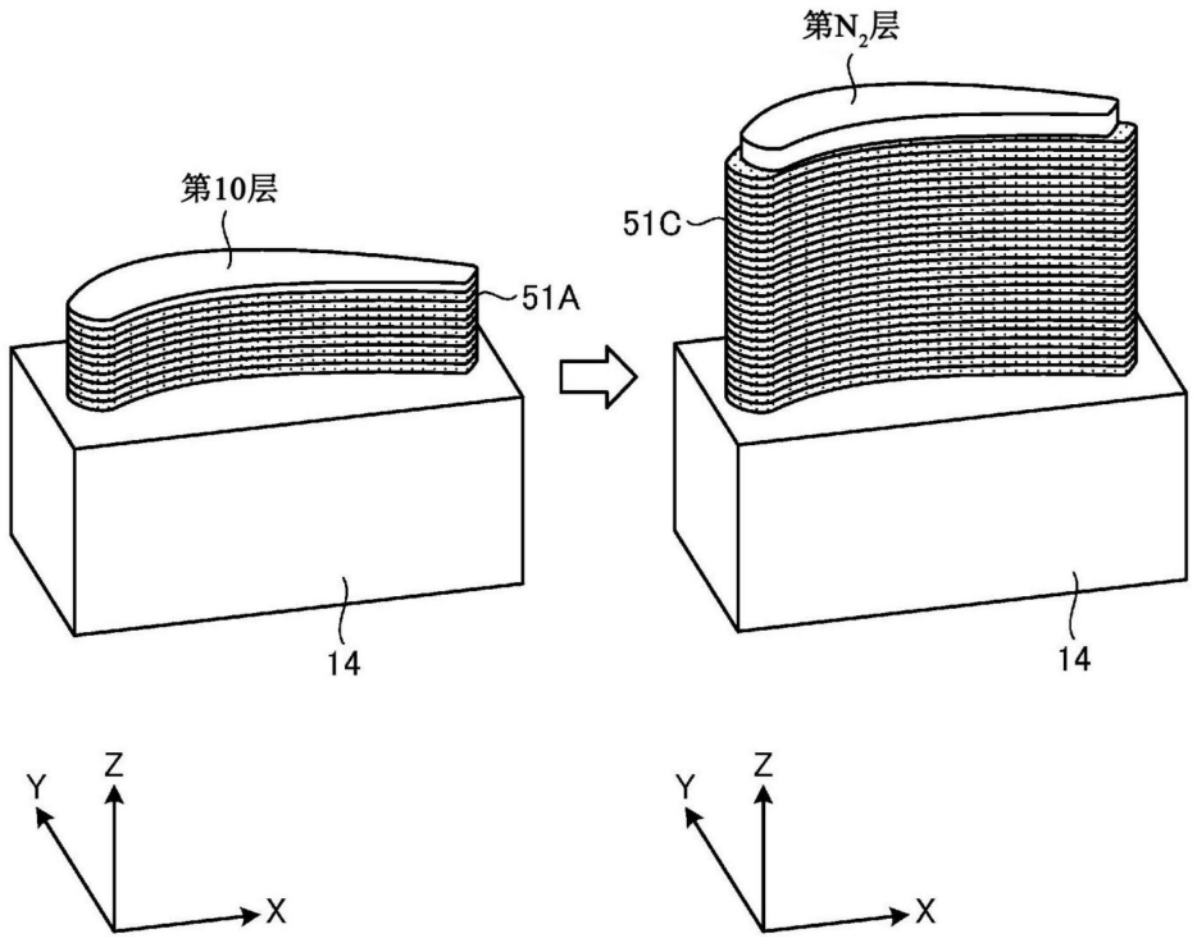


图8

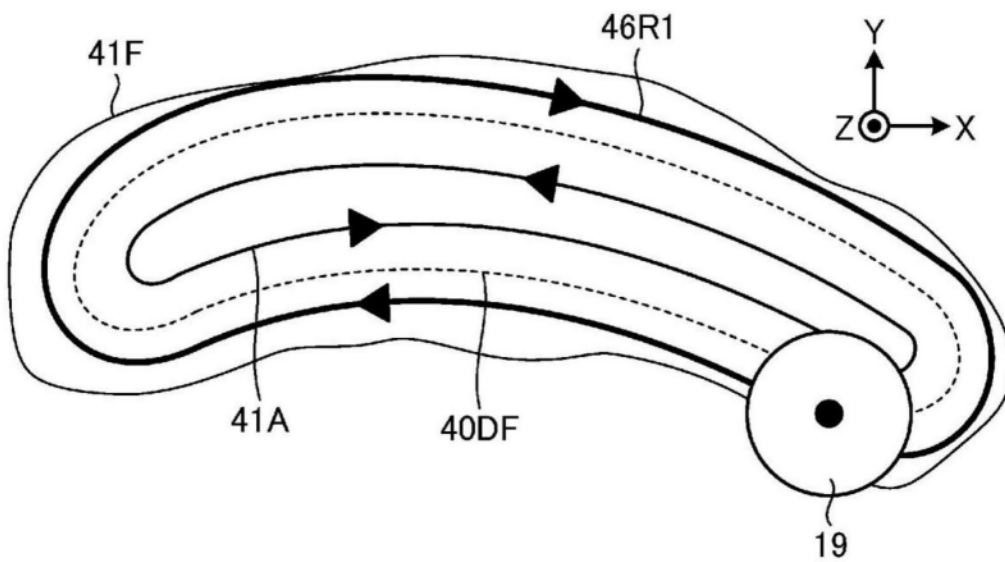


图9

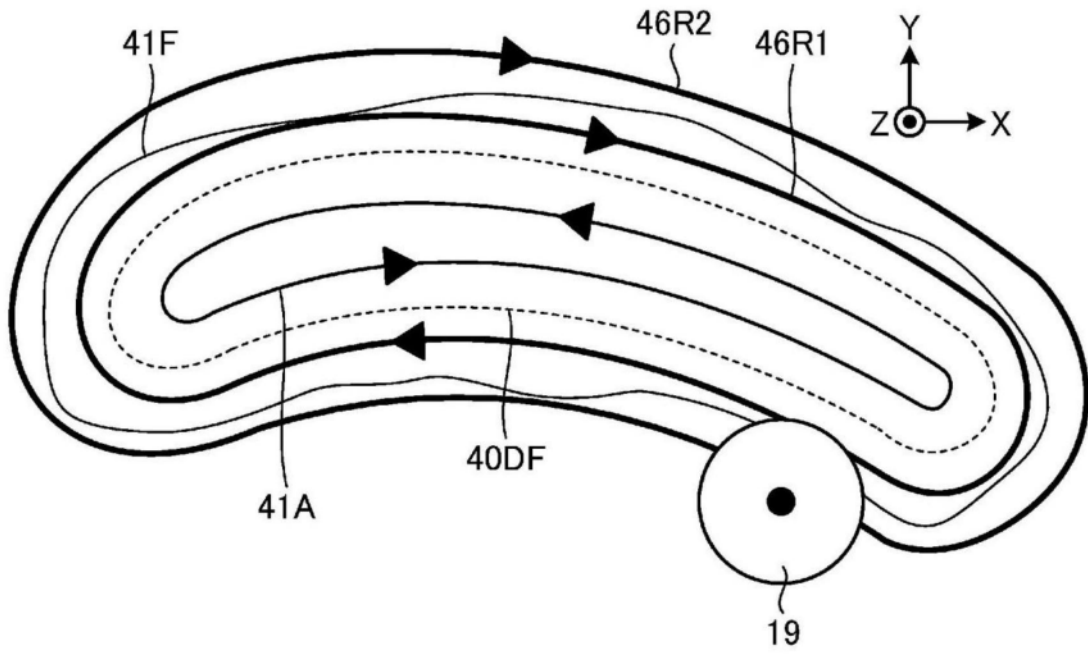


图10

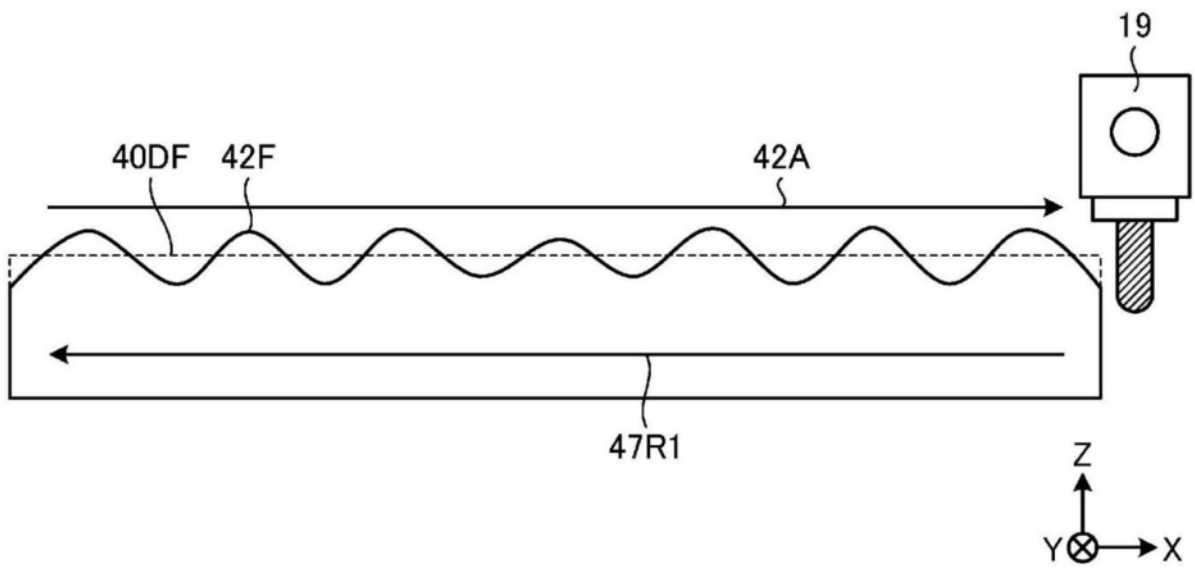


图11

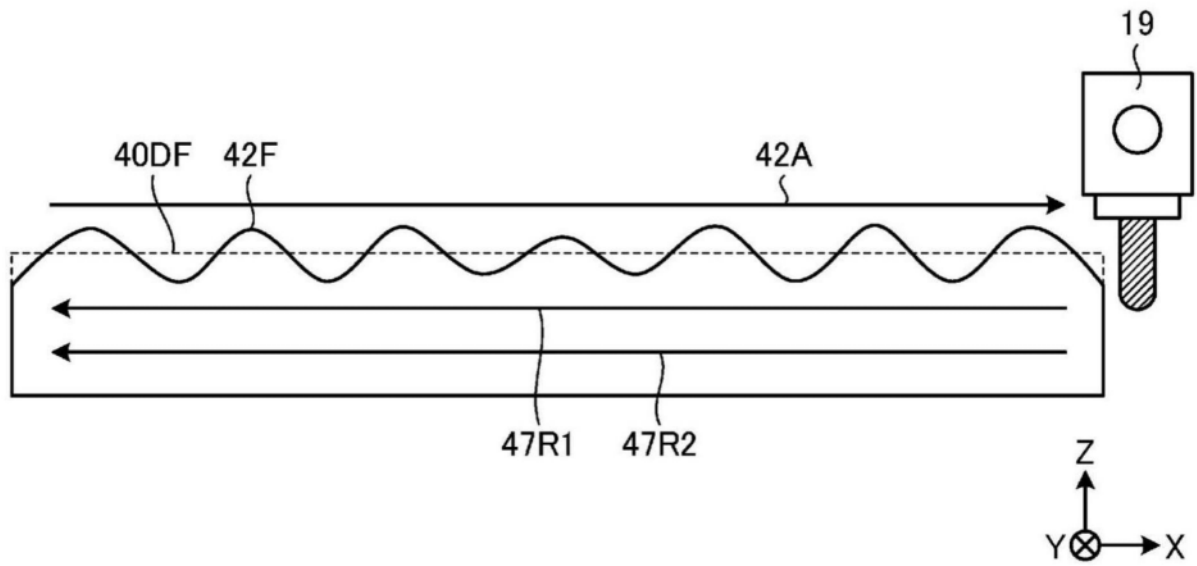


图12

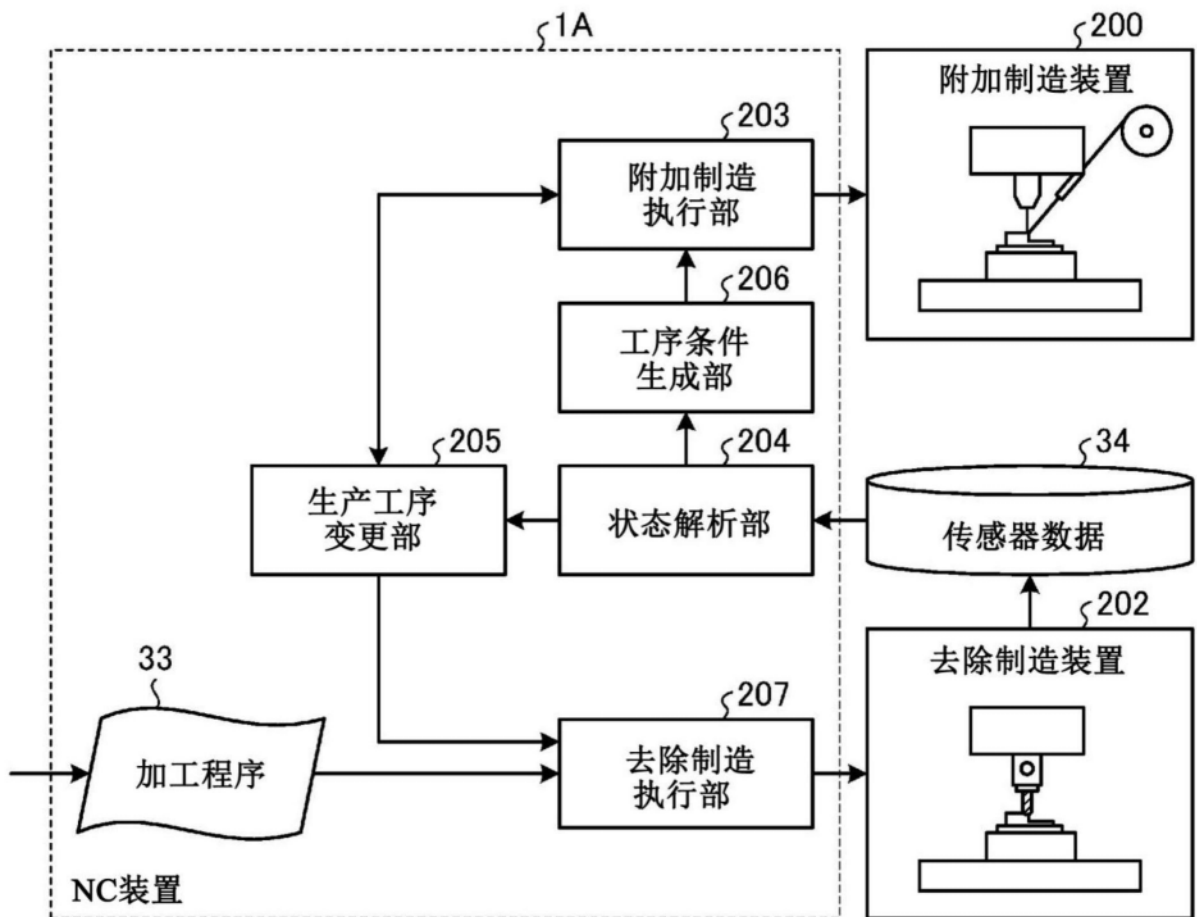


图13

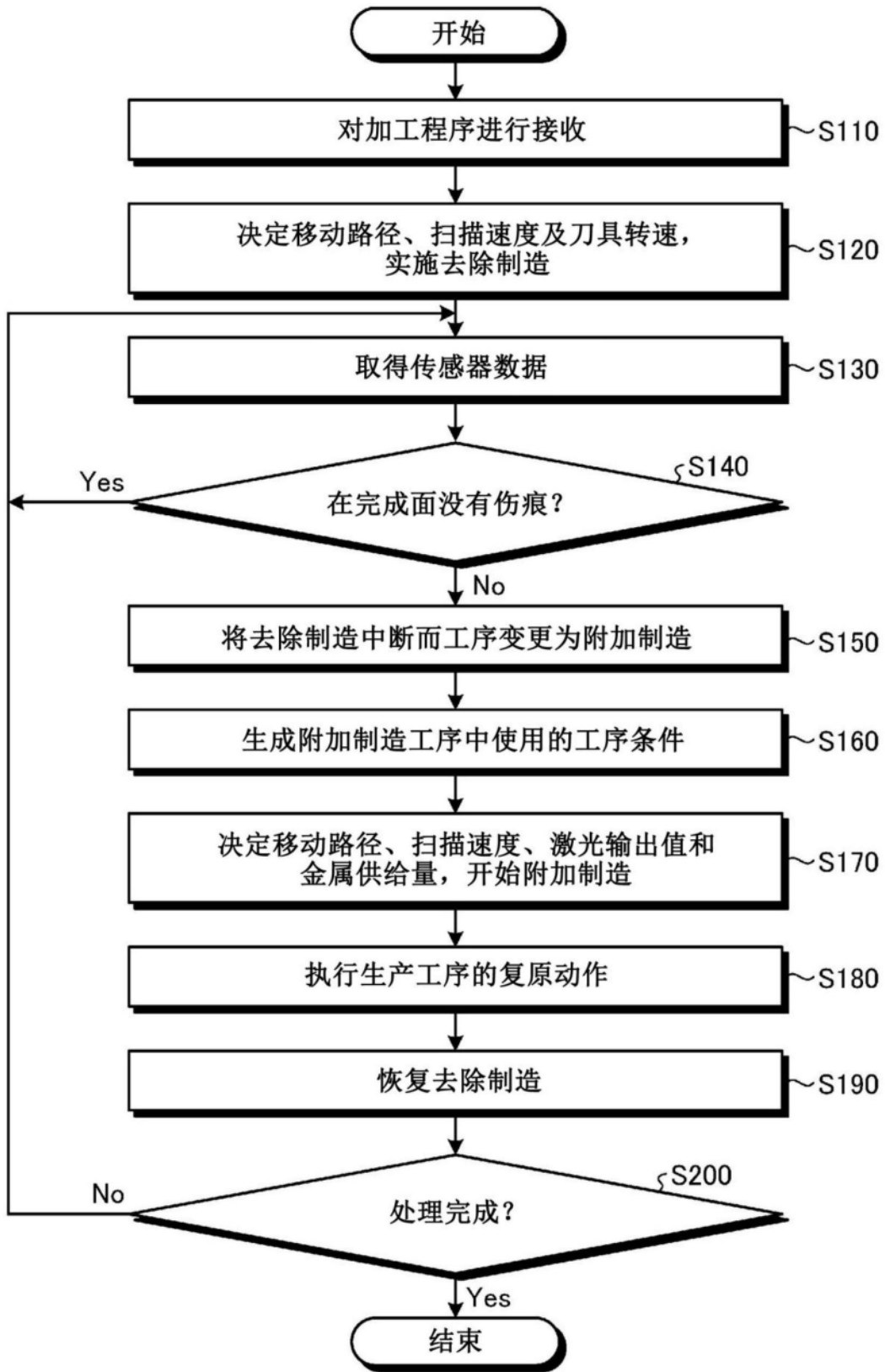


图14

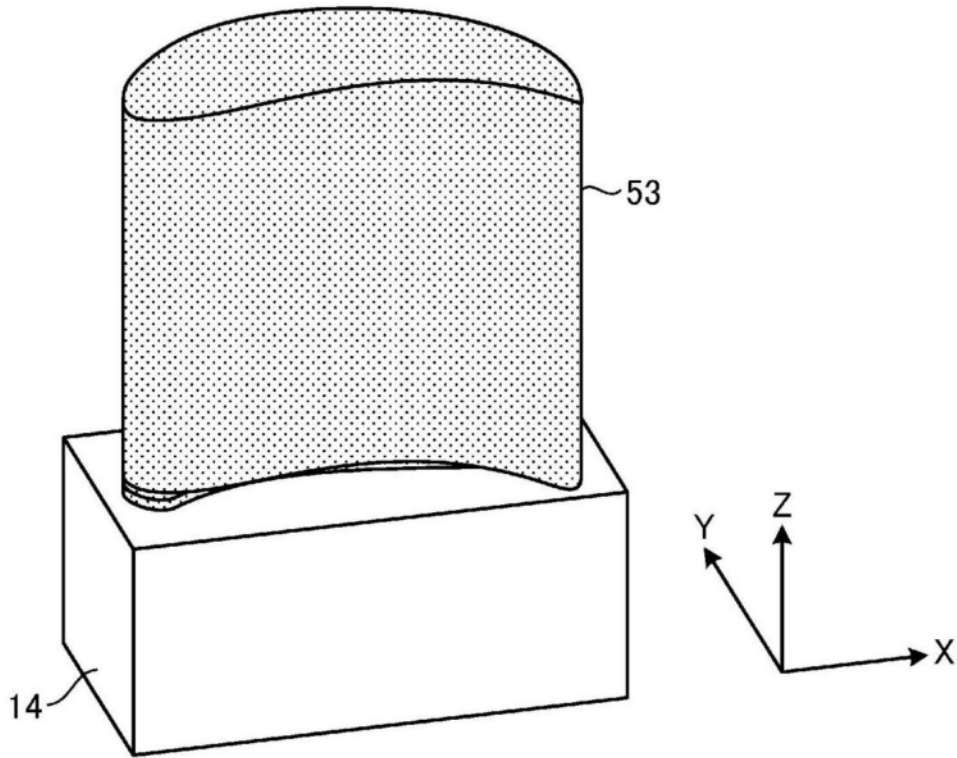


图15

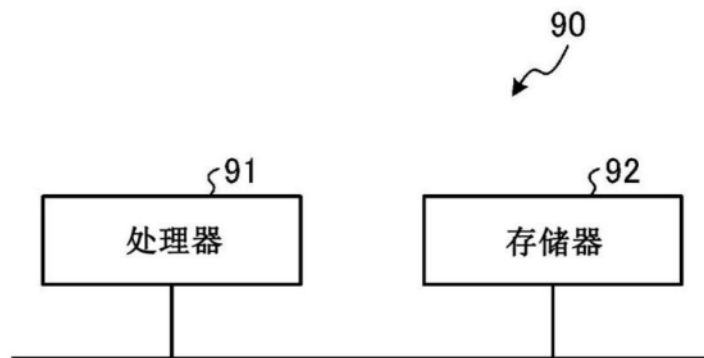


图16



图17