(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119365282 A
(43)申请公布日 2025.01.24

(21)申请号 202280097112.6
(22)申请日 2022.06.15
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.12.13
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/023913 2022.06.15
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/242983 JA 2023.12.21
(71)申请人 株式会社 尼康
地址 日本东京都
(72)发明人 中川知哉
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 薛平
(51)Int.Cl.
B22F 10/85(2006.01)
B29C 64/386(2006.01)
B29C 64/393(2006.01)
B33Y 50/00(2006.01)
B33Y 50/02(2006.01)

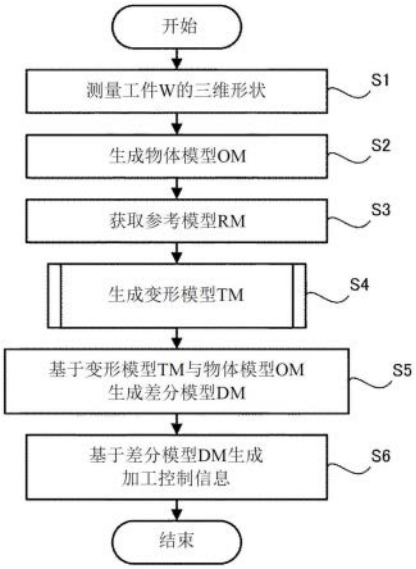
权利要求书3页 说明书37页 附图16页

(54)发明名称

加工控制信息生成方法、加工方法及模型生成方法

(57)摘要

本发明的加工控制生成方法包含如下步骤：获取表示物体的三维形状的物体模型；通过基于物体模型对物体的参考模型进行变形而生成表示物体的加工后的目标形状的变形模型；生成表示变形模型与物体模型的差分的差分模型；及基于差分模型生成加工控制信息，该加工控制信息用于对物体进行增材加工，以使物体的三维形状成为目标形状。



CN 119365282 A

1.一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

获取表示物体的三维形状的物体模型;

通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;

生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型;及

基于所述差分模型生成加工控制信息,该加工控制信息用于对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

2.根据权利要求1所述的加工控制信息生成方法,其中

所述物体模型是通过测量所述物体的三维形状而生成。

3.根据权利要求1或2所述的加工控制信息生成方法,其中

所述参考模型表示所述物体的与所述三维形状不同的参考三维形状。

4.根据权利要求3所述的加工控制信息生成方法,其中

所述参考模型表示使用所述物体之前的三维形状。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

变形后的所述参考模型的一部分与所述物体模型的差异小于变形前的所述参考模型的一部分与物体模型的差异。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

生成所述变形模型包含如下步骤,即,对所述第1部分进行变形,以使所述参考模型的表面的第1部分的三维形状与所述物体模型的表面中的和所述第1部分对应的第2部分的三维形状的差分变小,并且使所述参考模型中的与所述第1部分不同的第3部分的三维形状配合所述第1部分的变形而变形。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

生成所述变形模型包含对所述参考模型进行拉普拉斯变形。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

生成所述变形模型包含如下步骤:

使所述参考模型与所述物体模型对准,以使所述参考模型的表面中的不应变形的第1参考模型部分与所述物体模型的表面中的和所述第1参考模型部分对应的第1物体模型部分一致;及

在所述参考模型与所述物体模型对准的状态下,以所述参考模型的表面中的与所述第1参考模型部分不同的第2参考模型部分移动到所述物体模型的表面中的与所述第2参考模型部分对应的第2物体模型部分的位置的方式,对所述第2参考模型部分进行变形。

9.根据权利要求8所述的加工控制信息生成方法,其中

生成所述变形模型包含如下步骤:

在对所述第2参考模型部分进行变形之前,从所述物体模型中提取与所述第2参考模型部分对应的所述第2物体模型部分;及

对所述第2参考模型部分进行变形,即,以所述第2参考模型部分移动到所述提取的第2物体模型部分的位置的方式,对所述第2参考模型部分进行变形。

10.根据权利要求8或9所述的加工控制信息生成方法,其中

生成所述变形模型包含如下步骤:

在所述参考模型与所述物体模型对准的状态下,使所述参考模型的表面中的与所述第1及第2参考模型部分不同的第3参考模型部分配合所述第2参考模型部分的变形而变形。

11.根据权利要求10所述的加工控制信息生成方法,其中

所述差分模型包含配合所述第2参考模型部分的变形而变形的所述第3参考模型部分的至少一部分。

12.根据权利要求8至11中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

所述参考模型及所述物体模型分别是多边形网格模型。

13.根据权利要求1至12中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

所述加工方法包含测量所述物体的三维形状,且

所述物体模型是基于所述物体的三维形状的测量结果而生成。

14.根据权利要求1至13中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

所述物体包含涡轮叶片。

15.一种加工方法,使用根据权利要求1至14中任一项所述的加工控制信息生成方法来进行增材加工。

16.一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

获取表示物体的三维形状的物体模型;

生成基于所述物体模型变形后的表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;

生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型;及

基于所述差分模型生成加工控制信息,该加工控制信息用于对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

17.一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

通过对物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;

生成差分模型,该差分模型是所述变形模型的一部分,且表示所述物体的三维形状成为所述目标形状所需的加工部分;及

基于所述差分模型生成用于对所述物体进行增材加工的加工控制信息。

18.一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

获取通过测量物体的三维形状而生成的物体模型;

通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

基于所述物体模型与变形模型,生成用于对所述物体进行增材加工的加工控制信息。

19.一种加工方法,使用根据权利要求1至18中任一项所述的加工控制信息生成方法来进行加工。

20.一种模型生成方法,包含如下步骤:

获取表示物体的三维形状的物体信息;

通过对应于所述物体信息对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型。

21.一种模型生成方法,包含如下步骤:

获取测量物体的三维形状的测量结果;

通过对应于所述测量结果对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型。

加工控制信息生成方法、加工方法及模型生成方法

技术领域

[0001] 本发明例如涉及生成用于控制物体的加工的加工控制信息的加工控制信息生成方法、使用加工控制信息加工物体的加工方法、及生成与物体相关的模型的模型生成方法的技术领域。

背景技术

[0002] 在专利文献1中记载有加工物体的加工装置的一例。作为这种加工装置的技术课题之一,可例举适当地生成用于控制物体的加工的加工控制信息。

[0003] 背景技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利申请公开第2018/0029298号说明书

发明内容

[0006] 根据第1态样,提供一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:获取表示物体的三维形状的物体模型;通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型;及基于所述差分模型生成加工控制信息,该加工控制信息用于对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

[0007] 根据第2态样,提供一种加工方法,使用由第1态样提供的加工控制信息生成方法来进行增材加工。

[0008] 根据第3态样,提供一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:获取表示物体的三维形状的物体模型;生成基于所述物体模型变形后的表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型;及基于所述差分模型生成加工控制信息,该加工控制信息用于对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

[0009] 根据第4态样,提供一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:通过对物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;生成差分模型,该差分模型是所述变形模型的一部分,且表示所述物体的三维形状成为所述目标形状所需的加工部分;及基于所述差分模型生成用于对所述物体进行增材加工的加工控制信息。

[0010] 根据第5态样,提供一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:获取通过测量物体的三维形状而生成的物体模型;通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及基于所述物体模型与变形模型,生成用于对所述物体进行增材加工的加工控制信息。

[0011] 根据第6态样,提供一种加工方法,使用由所述第1态样至第4态样中的任一个提供的加工控制信息生成方法来进行加工。

[0012] 根据第7态样,提供一种模型生成方法,包含如下步骤:获取表示物体的三维形状

的物体信息;通过对应于所述物体信息对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型。

[0013] 根据第8态样,提供一种模型生成方法,包含如下步骤:获取测量物体的三维形状的测量结果;通过对应于所述测量结果对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型。

[0014] 本发明的作用及其它优点根据以下说明的实施方式而变得明确。

附图说明

[0015] 图1是表示本实施方式的加工系统的整体构成的框图。

[0016] 图2是表示本实施方式的加工装置的系统构成的框图。

[0017] 图3是表示本实施方式的加工装置的构成的截面图。

[0018] 图4是表示测量系统的构成的框图。

[0019] 图5是表示控制信息生成装置的构成的框图。

[0020] 图6(a)至图6(e)分别是表示对工件上的某个区域照射造型光且供给造型材料时的情况的截面图。

[0021] 图7(a)至图7(c)分别是表示三维结构物的造型过程的截面图。

[0022] 图8(a)示意性地表示参考模型,图8(b)示意性地表示物体模型。

[0023] 图9(a)示意性地表示参考模型,图9(b)示意性地表示物体模型,图9(c)示意性地表示基于图9(a)所示的参考模型及图9(b)所示的物体模型生成的差分模型。

[0024] 图10(a)示意性地表示随着工件的使用而工件变形时的参考模型,图10(b)示意性地表示随着工件的使用而工件变形时的物体模型。

[0025] 图11(a)示意性地表示随着工件的使用而工件变形时的参考模型,图11(b)示意性地表示随着工件的使用而工件变形时的物体模型,图11(c)示意性地表示基于图11(a)所示的参考模型及图11(b)所示的物体模型生成的差分模型。

[0026] 图12是表示本实施方式的控制信息生成动作的流程的流程图。

[0027] 图13示意性地表示未变形的参考模型及变形后的参考模型。

[0028] 图14示意性地表示未变形的参考模型及变形后的参考模型。

[0029] 图15(a)示意性地表示未变形的参考模型,图15(b)示意性地表示变形后的参考模型。

[0030] 图16(a)示意性地表示随着工件的使用而工件变形时的参考模型,图16(b)示意性地表示随着工件的使用而工件变形时的物体模型,图16(c)示意性地表示基于图16(a)所示的参考模型及图16(b)所示的物体模型生成的差分模型。

[0031] 图17是表示在图12的步骤S4中通过对参考模型进行变形而生成变形模型的动作的一具体例的流程的流程图。

[0032] 图18示意性地表示参考模型与物体模型的对准的一例。

[0033] 图19示意性地表示各顶点被指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个的参考模型的一例。

[0034] 图20示意性地表示未变形的参考模型及变形后的参考模型。

[0035] 图21示意性地表示未变形的物体模型及变形后的物体模型。

[0036] 图22示意性地表示差分模型。

[0037] 图23示意性地表示差分模型。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图对加工控制信息生成方法、加工方法及模型生成方法的实施方式进行说明。以下,使用能够对作为物体的一例的工件W进行加工的加工系统SYS,对加工控制信息生成方法、加工方法及模型生成方法的实施方式进行说明。

[0039] (1)加工系统SYS的构成

[0040] (1-1)加工系统SYS的整体构成

[0041] 首先,参照图1对加工系统SYS的整体构成进行说明。图1是表示加工系统SYS的整体构成的框图。

[0042] 如图1所示,加工系统SYS具备加工装置1、测量系统2及搬送装置3。此外,在图1所示的例子中,加工系统SYS具备单个加工装置1,但也可以具备多个加工装置1。加工系统SYS具备单个测量系统2,但也可以具备多个测量系统2。加工系统SYS具备单个搬送装置3,但也可以具备多个搬送装置3。此外,加工系统SYS也可以不具备搬送装置3。此外,在加工系统SYS具备多个加工装置1的情况下,测量系统2的数量也可以少于加工装置1的数量。例如,加工系统SYS也可以具备两台以上的加工装置1及一台测量系统2。另外,在加工系统SYS具备多个测量系统2的情况下,加工装置1的数量也可以少于测量系统2的数量。例如,加工系统SYS也可以具备一台加工装置1及两台以上的测量系统2。

[0043] 加工装置1能够加工工件W。在本实施方式中,对如下例子进行说明,即,加工装置1是能够通过对工件W照射加工光EL(即,具有光的形态的能量束)而加工工件W的加工装置。但是,加工装置1也可以不使用加工光EL而加工工件W。

[0044] 加工装置1能够对工件W进行增材加工。也就是说,加工装置1能够通过对工件W进行增材加工而在工件W上进行造型物的造型。在该情况下,加工装置1也可以通过对工件W进行增材加工而进行与工件W一体化或者能够分离的造型物的造型。加工装置1造型的造型物也可以指加工装置1造型的任意物体。例如,作为造型物的一例,加工装置1也可以进行三维结构物ST(即,为在三维方向的任一方向上均具有大小的三维结构物,立体物、换句话说是在X轴方向、Y轴方向及Z轴方向上具有大小的结构物)的造型。

[0045] 加工装置1也可以使用能够进行造型物的造型的任意增材加工方法(即,造型方法)来进行增材加工。作为增材加工方法的一例,可例举激光堆焊法(LMD:Laser Metal Deposition)、粉末烧结积层造型法(SLS:Selective Laser Sintering)等粉末床熔合法(Powder Bed Fusion)、粘合材料喷射法(粘结剂喷射方式:Binder Jetting)、材料喷射法(材料喷射方式:Material Jetting)、光造型法及激光金属熔融法(LMF:Laser Metal Fusion)中的至少一个。此外,激光堆焊法也可以被称为定向能量沉积法(DED:Directed Energy Deposition)。

[0046] 工件W也可以是存在缺损部分的要修理品。在该情况下,加工装置1也可以进行通过进行增材加工来修补(换句话说为修复)要修理品的修补加工,增材加工是进行用于填补

缺损部分的造型物的造型。也就是说,加工装置1进行的增材加工也可以包含在工件W上增材相当于用于填补缺损部分的造型物的三维结构物ST的增材加工。

[0047] 作为存在缺损部分的要修理品的一例,可例举产生磨损的涡轮机的至少一部分。例如,作为存在缺损部分的要修理品的一例,可例举构成涡轮机的涡轮叶片。作为涡轮机的一例,可例举发电用涡轮机及飞机发动机用涡轮机等的至少一个。在该情况下,加工装置1也可以对产生磨损的涡轮机进行修补(换句话说为修复)。作为存在缺损部分的要修理品的另一例,可例举产生磨损的螺旋桨形状零件。作为存在缺损部分的要修理品的另一例,可例举汽车、摩托车、电动汽车及铁路车辆等车辆的车身零件。作为存在缺损部分的要修理品的另一例,可例举汽车用发动机、摩托车用发动机及航天飞机用发动机等发动机的零件。作为存在缺损部分的要修理品的另一例,可例举电动汽车的电池的零件。加工装置也可以对这些要修理品进行修补。

[0048] 工件W也可以是用于进行三维结构物ST的造型的基础。在该情况下,加工装置1也可以通过进行增材加工而从头开始制造三维结构物ST,增材加工是在工件W上进行三维结构物ST的造型。作为一例,加工装置1也可以通过进行增材加工而从头开始制造涡轮机,增材加工是在工件W上进行相当于涡轮机的三维结构物ST的造型。

[0049] 工件W也可以是在三维结构物ST的造型过程中制造的中间品。在该情况下,加工装置1也可以通过对作为三维结构物ST的中间品的工件W进行用于完成三维结构物ST的增材加工而由中间品制造三维结构物ST。作为一例,加工装置1也可以通过对作为涡轮机的中间品的工件W进行用于完成涡轮机的增材加工而由涡轮机的中间品制造涡轮机的完成品。

[0050] 加工装置1也可以能够除了进行增材加工以外或者代替进行增材加工,而对工件W进行去除加工。也就是说,加工装置1也可以能够进行去除工件W的一部分的去除加工。此外,加工装置1也可以除了对工件W进行去除加工以外或者代替对工件W进行去除加工,而对利用加工装置1造型在工件W上的造型物进行去除加工。

[0051] 测量系统2在加工装置1实际开始加工工件W之前,对工件W进行测量。在本实施方式中,测量系统2测量工件W的三维形状。此外,如果工件W的三维形状明确,那么工件W在三维空间内的位置(例如,工件W的表面的位置)明确。因此,测量工件W的三维形状也可以视为实质上等同于测量工件W的位置。

[0052] 测量系统2还生成加工控制信息。加工控制信息是用于控制加工装置1以加工工件W的控制信息。例如,加工控制信息也可以包含加工路径信息。加工路径信息也可以表示为了加工工件W而应被照射加工光EL的目标照射位置。具体来说,加工路径信息也可以表示为了加工工件W而应被照射加工光EL的目标照射位置的路径即目标移动路径。该目标移动路径也可以被称为加工路径或工具路径。在该情况下,测量系统2也可以生成表示加工路径或工具路径的G代码作为加工控制信息。测量系统2也可以生成具有gcode的扩展名或gco的扩展名的文件作为加工控制信息。测量系统2生成的加工控制信息经由未图示的通讯网络从测量系统2发送到加工装置1。

[0053] 加工装置1接收(即,获取)从测量系统2发送的加工控制信息。接收到加工路径信息的加工装置1基于接收到的加工控制信息加工工件W。因此,在测量系统2测量出工件W的三维形状之后,将工件W从测量系统2搬送到加工装置1。具体来说,将工件W从测量系统2卸除,将已卸除的工件W搬送到加工装置1。例如,工件W也可以由搬送装置3从测量系统2搬送

到加工装置1。例如,工件W也可以由加工系统SYS的使用者从测量系统2搬送到加工装置1。已被搬送到加工装置1的工件W设置(换句话说为载置或安装)在加工装置1。结果,加工装置1能够加工工件W。

[0054] 此外,在图1所示的例子中,加工系统SYS具备分别为独立装置的加工装置1及测量系统2。然而,加工系统SYS也可以具备加工装置1与测量系统2一体化的装置。也就是说,加工装置1与测量系统2也可以一体化。

[0055] 加工系统SYS也可以还具备控制服务器4。但是,加工系统SYS也可以不具备控制服务器4。

[0056] 控制服务器4也可以对整个加工系统SYS的动作进行控制。例如,控制服务器4也可以对加工装置1的动作进行控制。例如,控制服务器4也可以对测量系统2的动作进行控制。例如,控制服务器4也可以对搬送装置3的动作进行控制。

[0057] 控制服务器4也可以作为云服务器发挥功能。在该情况下,控制服务器4也可以能够经由包含因特网的通讯网络与加工装置1、测量系统2及搬送装置3中的至少一个进行通讯。或者,控制服务器4也可以作为边缘服务器发挥功能。在该情况下,控制服务器4也可以能够经由包含内联网或局域网的通讯网络与加工装置1、测量系统2及搬送装置3中的至少一个进行通讯。

[0058] 加工系统SYS也可以除了具备控制加工装置1的控制服务器4以外或者代替该控制服务器4,而具备控制加工装置1的第1计算机作为加工装置1的一部分。也就是说,加工装置1也可以具备第1计算机。第1计算机可以是笔记本电脑,也可以是其它类型的计算机。第1计算机也可以作为下述的控制装置17(参照图2)发挥功能。加工系统SYS也可以除了具备控制测量系统2的控制服务器4以外或者代替该控制服务器4,而具备控制测量系统2的第2计算机作为测量系统2的一部分。也就是说,测量系统2也可以具备第2计算机。第2计算机可以是笔记本电脑,也可以是其它类型的计算机。第2计算机也可以作为下述的控制信息生成装置22(参照图4)发挥功能。加工系统SYS也可以除了具备控制搬送装置3的控制服务器4以外或者代替该控制服务器4,而具备控制搬送装置3的第3计算机作为搬送装置3的一部分。也就是说,搬送装置3也可以具备第3计算机。第3计算机可以是笔记本电脑,也可以是其它类型的计算机。

[0059] (1-2)加工装置1的构成

[0060] 接下来,参照图2及图3对加工装置1的构成进行说明。图2是表示加工装置1的系统构成的框图。图3是表示加工装置1的构成的截面图。

[0061] 此外,在以下的说明中,使用由相互正交的X轴、Y轴及Z轴定义的XYZ正交坐标系作为加工坐标系,对构成加工装置1的各种构成要素的位置关系进行说明。此外,在以下的说明中,为了便于说明,设X轴方向及Y轴方向分别为水平方向(即,水平面内的既定方向),Z轴方向为铅垂方向(即,为与水平面正交的方向,实质上为上下方向)。另外,将围绕X轴、Y轴及Z轴的旋转方向(换句话说为倾斜方向)分别称为θX方向、θY方向及θZ方向。此处,也可以将Z轴方向设为重力方向。另外,也可以将XY平面设为水平方向。

[0062] 另外,在以下的说明中,为了便于说明,作为加工装置1的构成的一例,对进行增材加工的加工装置1的构成进行说明。尤其是,在以下的说明中,作为加工装置1的构成的一例,对使用激光堆焊法进行增材加工的加工装置1的构成进行说明。

[0063] 使用激光堆焊法进行增材加工的加工装置1通过使用加工光EL对造型材料M进行加工而进行增材加工。造型材料M是通过既定强度以上的加工光EL的照射而能够熔融的材料。作为这种造型材料M,例如可使用金属性材料及树脂性材料中的至少一种。但是,也可以使用与金属性材料及树脂性材料不同的其它材料作为造型材料M。造型材料M为粉状或粒状的材料。也就是说,造型材料M为粉粒体。但是,造型材料M也可以不是粉粒体。例如,也可以使用线状造型材料及气体状造型材料中的至少一种作为造型材料M。

[0064] 使用激光堆焊法进行增材加工的加工装置1通过依次形成多个结构层SL(参照下述图7),而进行由多个结构层SL积层的三维结构物ST的造型。在该情况下,加工装置1首先将工件W的表面设定为实际进行造型物的造型的造型面MS,并在该造型面MS上进行第1层结构层SL的造型。然后,加工装置1将第1层结构层SL的表面设定为新的造型面MS,并在该造型面MS上进行第2层结构层SL的造型。之后,加工装置1通过重复相同的动作而进行由多个结构层SL积层的三维结构物ST的造型。

[0065] 为了进行增材加工,如图2至图3所示,加工装置1具备材料供给源11、加工单元12、平台单元13、光源15、气体供给源16及控制装置17。加工单元12与平台单元13可以收容在壳体18内部的腔室空间183IN。此外,加工单元12与平台单元13中的至少一个也可以不收容在壳体18内部的腔室空间183IN。

[0066] 材料供给源11向加工单元12供给造型材料M。材料供给源11是以将单位时间内进行增材加工所需的分量的造型材料M供给到加工单元12的方式,供给与该所需分量对应的期望量的造型材料M。

[0067] 加工单元12对从材料供给源11供给的造型材料M进行加工而进行造型物的造型。为了进行造型物的造型,加工单元12具备加工头121与头驱动系统122。加工头121还具备照射光学系统1211与材料喷嘴1212。此外,在图2至图3所示的例子中,加工头121具备单个照射光学系统1211,但加工头121也可以具备多个照射光学系统1211。另外,在图2至图3所示的例子中,加工头121具备单个材料喷嘴1212,但加工头121也可以具备多个材料喷嘴1212。

[0068] 照射光学系统1211是用于射出加工光EL的光学系统(例如,聚光光学系统)。具体来说,照射光学系统1211经由光纤或光管等光传输部件151与发出加工光EL的光源15光学连接。照射光学系统1211将经由光传输部件151从光源15传播来的加工光EL射出。照射光学系统1211从照射光学系统1211朝向下方(即,-Z侧)照射加工光EL。在照射光学系统1211的下方配置有平台131。在工件W载置在平台131的情况下,照射光学系统1211将射出的加工光EL照射到工件W。在该情况下,照射光学系统1211从工件W的上方朝向工件W照射加工光EL。具体来说,照射光学系统1211能够将加工光EL照射到目标照射区域EA,所述目标照射区域EA设定在工件W上或工件W的附近作为加工光EL照射(典型来说为聚光)的区域。进而,照射光学系统1211的状态能够在控制装置17的控制下,在对目标照射区域EA照射加工光EL的状态与不对目标照射区域EA照射加工光EL的状态之间切换。

[0069] 材料喷嘴1212供给(例如,射出、喷射、喷出或吹送)造型材料M。材料喷嘴1212经由供给管111及混合装置112而与造型材料M的供给源即材料供给源11物理连接。材料喷嘴1212供给经由供给管111及混合装置112从材料供给源11供给的造型材料M。材料喷嘴1212也可以压送经由供给管111从材料供给源11供给的造型材料M。也就是说,来自材料供给源11的造型材料M与搬送用气体(即,为压送气体,例如,氮气或氩气等惰性气体)也可以利用

混合装置112混合之后,经由供给管111被压送到材料喷嘴1212。结果,材料喷嘴1212将造型材料M与搬送用气体一起供给。作为搬送用气体,例如可以使用从气体供给源16供给的冲洗气体。但是,作为搬送用气体,也可以使用从与气体供给源16不同的气体供给源供给的气体。材料喷嘴1212从材料喷嘴1212朝向下方(即,-Z侧)供给造型材料M。在材料喷嘴1212的下方配置有平台131。在平台131搭载有工件W的情况下,材料喷嘴1212朝向工件W或工件W的附近供给造型材料M。

[0070] 在本实施方式中,材料喷嘴1212将造型材料M供给到加工光EL的照射位置(即,被照射来自照射光学系统1211的加工光EL的目标照射区域EA)。因此,使材料喷嘴1212与照射光学系统1211对准,以使设定在工件W上或工件W的附近作为材料喷嘴1212供给造型材料M的区域的目标供给区域MA与目标照射区域EA一致(或者至少局部重叠)。在该情况下,照射光学系统1211射出的加工光EL照射到从材料喷嘴1212供给的造型材料M。结果,造型材料M熔融。也就是说,在工件W上形成包含已熔融的造型材料M的熔融池MP。

[0071] 此外,材料喷嘴1212也可以将造型材料M供给到由从照射光学系统1211射出的加工光EL形成的熔融池MP。例如,加工装置1也可以在来自材料喷嘴1212的造型材料M到达工件W之前,通过照射光学系统1211使该造型材料M熔融,使已熔融的造型材料M附着在工件W。

[0072] 头驱动系统122在控制装置17的控制下使加工头121移动。也就是说,头驱动系统122在控制装置17的控制下使照射光学系统1211及材料喷嘴1212移动。头驱动系统122例如使加工头121沿着X轴、Y轴、Z轴、θX方向、θY方向及θZ方向中的至少一个移动。如果头驱动系统122使加工头121移动,那么加工头121与平台131及载置在平台131上的工件W的每一个的相对位置改变。结果,目标照射区域EA及目标供给区域MA(进而熔融池MP)相对于工件W相对移动。

[0073] 平台单元13具备平台131与平台驱动系统132。

[0074] 工件W载置在平台131上。平台131能够支承载置在平台131上的工件W。平台131也可以能够保持载置在平台131上的工件W。在该情况下,平台131也可以具备机械式吸盘、静电吸盘及真空吸附吸盘等的至少一个来保持工件W。或者,平台131也可以不能保持载置在平台131上的工件W。在该情况下,工件W也可以不夹紧地载置在平台131上。另外,可以将工件W安装在治具等保持器上,也可以将安装有工件W的保持器载置在平台131上。此外,工件W也可以不载置在平台131上,例如也可以载置在地板面上。

[0075] 平台驱动系统132在控制装置17的控制下使平台131移动。平台驱动系统132例如使平台131沿着X轴、Y轴、Z轴、θX方向、θY方向及θZ方向中的至少一个移动。如果平台驱动系统132使平台131移动,那么平台131及载置在平台131上的工件W的每一个与加工头121的相对位置改变。结果,目标照射区域EA及目标供给区域MA(进而熔融池MP)相对于工件W相对移动。

[0076] 光源15例如射出红外光、可见光及紫外光中的至少一种作为加工光EL。但是,作为加工光EL,也可以使用其它类型的光。加工光EL也可以包含多个脉冲光(即,多个脉冲光束)。加工光EL也可以包含连续光(CW:Continuous Wave)。加工光EL也可以是激光光束。在该情况下,光源15也可以包含激光光源(例如,激光二极管(LD:Laser Diode))等半导体激光。激光光源也可以包含光纤激光、CO_2激光、YAG激光及准分子激光等中的至少一个。但是,加工光EL也可以不是激光光束。光源15可以包含任意光源(例如,LED(Light Emitting

Diode,发光二极管)及放电灯等的至少一个)。

[0077] 气体供给源16是用于冲洗壳体18内部的腔室空间183IN的冲洗气体的供给源。冲洗气体包含惰性气体。作为惰性气体的一例,可例举氮气或氩气。气体供给源16经由形成在壳体18的间隔壁部件181的供给口182及连接气体供给源16与供给口182的供给管161而连接于腔室空间183IN。气体供给源16经由供给管161及供给口182向腔室空间183IN供给冲洗气体。结果,腔室空间183IN成为被冲洗气体冲洗过的空间。供给到腔室空间183IN的冲洗气体也可以从形成在间隔壁部件181的未图示的排出口排出。此外,气体供给源16也可以是储藏有惰性气体的储气瓶。在惰性气体为氮气的情况下,气体供给源16也可以是以大气为原料产生氮气的氮气产生装置。

[0078] 在材料喷嘴1212将造型材料M与冲洗气体一起供给的情况下,气体供给源16也可以对被供给来自材料供给源11的造型材料M的混合装置112供给冲洗气体。具体来说,气体供给源16也可以经由连接气体供给源16与混合装置112的供给管162而与混合装置112连接。结果,气体供给源16经由供给管162对混合装置112供给冲洗气体。在该情况下,来自材料供给源11的造型材料M也可以由经由供给管162从气体供给源16供给的冲洗气体,通过供给管111内朝向材料喷嘴1212供给(具体来说为压送)。也就是说,气体供给源16也可以经由供给管162、混合装置112及供给管111而连接于材料喷嘴1212。在该情况下,材料喷嘴1212将造型材料M与用于压送造型材料M的冲洗气体一起供给。

[0079] 控制装置17对加工装置1的动作进行控制。例如,控制装置17也可以对加工装置1具备的加工单元12(例如,加工头121及头驱动系统122的至少一个)进行控制,以加工工件W。例如,控制装置17也可以对加工装置1具备的平台单元13(例如,平台驱动系统132)进行控制,以加工工件W。

[0080] 控制装置17例如可以具备运算装置与存储装置。运算装置例如可以包含CPU(Central Processing Unit,中央处理器)及GPU(Graphics Processing Unit,图形处理器)的至少一个。存储装置例如可以包含存储器。控制装置17作为通过运算装置执行计算机程序而控制加工装置1的动作的装置发挥功能。该计算机程序是用于使运算装置进行(即,执行)控制装置17要进行的下述动作的计算机程序。也就是说,该计算机程序是用于使控制装置17发挥功能以使加工装置1进行下述动作的计算机程序。运算装置执行的计算机程序可以记录在控制装置17具备的存储装置(即,记录介质)中,也可以记录在内置于控制装置17或能够外接于控制装置17的任意存储介质(例如,硬盘或半导体存储器)。或者,运算装置也可以经由网络接口从控制装置17外部的装置下载要执行的计算机程序。

[0081] 控制装置17也可以控制照射光学系统1211对加工光EL的射出态样。射出态样例如可以包含加工光EL的强度及加工光EL的射出时机的至少一个。在加工光EL包含多个脉冲光的情况下,射出态样例如可以包含脉冲光的发光时间、脉冲光的发光周期、及脉冲光的发光时间的长度与脉冲光的发光周期的比(所谓占空比)的至少一个。进而,控制装置17也可以控制头驱动系统122对加工头121的移动态样。控制装置17也可以控制平台驱动系统132对平台131的移动态样。移动态样例如可以包含移动量、移动速度、移动方向及移动时机(移动时期)的至少一个。进而,控制装置17也可以控制材料喷嘴1212对造型材料M的供给态样。供给态样例如可以包含供给量(尤其是,每单位时间的供给量)及供给时机(供给时期)的至少一个。

[0082] 控制装置17也可以不设置在加工装置1的内部。例如,控制装置17也可以作为服务器等设置在加工装置1外。在该情况下,控制装置17与加工装置1可以利用有线及/或无线的网络(或者,数据总线及/或通讯线路)连接。作为有线网络,例如可以使用利用以IEEE1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485及USB的至少一个为代表的串行总线方式的接口的网络。作为有线网络,也可以使用利用并行总线方式的接口的网络。作为有线网络,也可以使用利用依据以10BASE-T、100BASE-TX及1000BASE-T的至少一个为代表的Ethernet(注册商标)的接口的网络。作为无线网络,可以使用利用电波的网络。作为利用电波的网络的一例,可例举依据IEEE802.1x的网络(例如,无线LAN及Bluetooth(注册商标)的至少一个)。作为无线网络,也可以使用利用红外线的网络。作为无线网络,也可以使用利用光通讯的网络。在该情况下,控制装置17与加工装置1也可以构成为能够经由网络收发各种信息。另外,控制装置17也可以能够经由网络向加工装置1发送指令或控制参数等信息。加工装置1也可以具备经由所述网络接收来自控制装置17的指令或控制参数等信息的接收装置。加工装置1也可以具备经由所述网络对控制装置17发送指令或控制参数等信息的发送装置(即,对控制装置17输出信息的输出装置)。或者,也可以在加工装置1的内部设置进行控制装置17所进行的处理中的一部分的第1控制装置,另一方面,在加工装置1的外部设置进行控制装置17所进行的处理中的另一部分的第2控制装置。

[0083] 也可以在控制装置17内安装运算模型,该运算模型通过运算装置执行计算机程序,而能够利用机器学习来构建。作为能够利用机器学习来构建的运算模型的一例,例如可例举包含神经网络的运算模型(所谓人工智能(AI:Artificial Intelligence))。在该情况下,运算模型的学习也可以包含神经网络的参数(例如,权重及偏差的至少一个)的学习。控制装置17也可以使用运算模型来控制加工装置1的动作。也就是说,控制加工装置1的动作的动作也可以包含使用运算模型控制加工装置1的动作的动作。此外,也可以在控制装置17中安装已通过使用教师数据的离线方式的机器学习构建的运算模型。另外,控制装置17中安装的运算模型也可以在控制装置17上通过在线方式的机器学习进行更新。或者,控制装置17也可以除了安装在控制装置17的运算模型以外或者代替安装在控制装置17的运算模型,而使用安装在控制装置17外部的装置(即,设置在加工装置1的外部的装置)的运算模型来控制加工装置1的动作。

[0084] 此外,作为记录控制装置17执行的计算机程序的记录介质,可以使用CD-ROM、CD-R、CD-RW或软盘、MO、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW及Blu-ray(注册商标)等光盘、磁带等磁介质、磁光盘、USB存储器等半导体存储器、以及能够存储程序的其它任意介质中的至少一个。记录介质中可以包含能够记录计算机程序的设备(例如,以能够以软件及固件等至少一种形式执行的状态安装有计算机程序的通用设备或专用设备)。进而,计算机程序中包含的各处理或功能既可由通过控制装置17(即,计算机)执行计算机程序而在控制装置17内实现的逻辑处理块来实现,也可以由控制装置17具备的既定的门阵列(FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit,应用特定集成电路))等硬件来实现,还可以逻辑处理块与实现硬件的一部分要素的部分硬件模块混合存在的形式实现。

[0085] (1-3)测量系统2的结构

[0086] 接下来,参照图4对测量系统2的构成进行说明。图4是表示测量系统2的构成的框

图。如图4所示,测量系统2具备形状测量装置21与控制信息生成装置22。

[0087] 形状测量装置21能够对测量对象物的三维形状进行测量。在本实施方式中,如上所述,测量系统2在加工装置1实际开始加工工件W之前,对工件W进行测量。因此,形状测量装置21的测量对象物也可以包含工件W。

[0088] 只要能够对测量对象物的三维形状进行测量,则形状测量装置21可以具有任何构成。例如,形状测量装置21也可以使用如下图案投影法或光切断法对测量对象物的三维形状进行测量,即,通过将测量光照射到测量对象物的表面而将光图案投影到该表面,并测量所投影的图案的形状。例如,形状测量装置21也可以使用在测量对象物上的多个位置处进行如下动作的飞行时间法,对测量对象物的三维形状进行测量,所述动作是将测量光投射到测量对象物的表面,计算投射的测量光从测量对象物返回到形状测量装置21的时间,且基于该时间测定到测量对象物的距离。例如,形状测量装置21也可以使用云纹图法(具体来说为晶格照射法或晶格投影法)、全息干涉法、自动准直法、立体法、像散法、临界角法及刀口法中的至少一种,对测量对象物的三维形状进行测量。

[0089] 此外,形状测量装置21并不限定于对容纳在其壳体内的测量对象物的三维形状进行测量的装置。例如,形状测量装置21也可以能够在测量对象物的周围移动的方式安装在机械臂。

[0090] 控制信息生成装置22生成加工控制信息。在图5中示出能够生成加工控制信息的控制信息生成装置22的构成的一例。如图5所示,控制信息生成装置22具备运算装置221、存储装置222及通讯装置223。进而,控制信息生成装置22也可以具备输入装置224与输出装置225。但是,控制信息生成装置22也可以不具备输入装置224及输出装置225的至少一个。运算装置221、存储装置222、通讯装置223、输入装置224及输出装置225也可以经由数据总线226连接。

[0091] 运算装置221例如包含CPU(Central Processing Unit)及GPU(Graphics Processing Unit)的至少一个。运算装置221读入计算机程序。例如,运算装置221也可以将存储装置222所存储的计算机程序读入。例如,运算装置221也可以使用未图示的记录介质读取装置将可由计算机读取且非临时性记录介质存储的计算机程序读入。运算装置221也可以经由通讯装置223从配置在控制信息生成装置22的外部的未图示的装置获取(即,下载或读入)计算机程序。也就是说,运算装置221也可以经由通讯装置223获取(即,下载或读入)配置在控制信息生成装置22的外部的未图示的装置的存储装置中存储的计算机程序。运算装置221执行所读入的计算机程序。结果,在运算装置221内实现用于执行控制信息生成装置22应进行的动作(例如,用于生成加工控制信息的动作)的逻辑功能块。也就是说,运算装置221能够作为用于实现逻辑功能块的控制器发挥功能,所述逻辑功能块用于执行控制信息生成装置22应进行的动作。在该情况下,已执行计算机程序的任意装置(典型来说为计算机)能够作为控制信息生成装置22发挥功能。

[0092] 在图5中示出运算装置221内实现的逻辑功能块的一例。如图5所示,在运算装置221内实现控制信息生成部2211。控制信息生成部2211生成加工控制信息。此外,关于生成加工控制信息的动作,将在下文中进行详细叙述。

[0093] 也可以在运算装置221内安装运算模型,该运算模型通过运算装置221执行计算机程序,而能够利用机器学习来构建。作为能够利用机器学习来构建的运算模型的一例,例如

可例举包含神经网络的运算模型(所谓人工智能(AI:Artificial Intelligence))。在该情况下,运算模型的学习也可以包含神经网络的参数(例如,权重及偏差的至少一个)的学习。运算装置221也可以使用运算模型来生成加工控制信息。此外,也可以在运算装置221中安装已通过使用教师数据的离线方式的机器学习构建的运算模型。另外,运算装置221中安装的运算模型也可以在运算装置221上通过在线方式的机器学习进行更新。或者,运算装置221也可以除了安装在运算装置221的运算模型以外或者代替安装在运算装置221的运算模型,而使用安装在运算装置221外部的装置(即,设置在控制信息生成装置22的外部的装置)的运算模型来控制加工装置1的动作。

[0094] 存储装置222能够存储所需数据。例如,存储装置222也可以临时存储运算装置221执行的计算机程序。存储装置222也可以临时存储当运算装置221执行计算机程序时运算装置221临时使用的数据。存储装置222也可以存储控制信息生成装置22长期保存的数据。此外,存储装置222也可以包含RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory,只读存储器)、硬盘装置、磁光盘装置、SSD(Solid State Drive,固态硬盘)及磁盘阵列装置中的至少一个。也就是说,存储装置222也可以包含非临时性记录介质。

[0095] 通讯装置223能够经由未图示的通讯网络与加工装置1进行通讯。在本实施方式中,通讯装置223能够将控制信息生成装置22生成的加工控制信息发送到加工装置1。

[0096] 输入装置224是受理从控制信息生成装置22的外部对控制信息生成装置22的信息输入的装置。例如,输入装置224可以包含可供使用者操作的操作装置(例如,键盘、鼠标及触摸屏中的至少一个)。例如,输入装置224也可以包含读取装置,该读取装置能够读取作为数据记录在可外接于控制信息生成装置22的记录介质的信息。例如,输入装置224也可以受理来自控制信息生成装置22外部的机器人的信息输入。例如,输入装置224也可以受理来自控制信息生成装置22外部的计算机的信息输入。

[0097] 输出装置225是向控制信息生成装置22的外部输出信息的装置。例如,输出装置225也可以将信息以图像的形式输出。也就是说,输出装置225也可以包含能够显示表示想要输出的信息的图像的显示装置(所谓显示器)。例如,输出装置225也可以将信息以音频的形式输出。也就是说,输出装置225也可以包含能够输出音频的音频装置(所谓扬声器)。例如,输出装置225也可以在纸张上输出信息。也就是说,输出装置225也可以包含能够将所需信息印刷在纸张上的印刷装置(所谓打印机)。

[0098] 输出装置225也可以安装在机器人上。在该情况下,安装有输出装置225的机器人也可以向控制信息生成装置22的外部输出信息。例如,安装有输出装置225的机器人也可以将信息以图像的形式输出。

[0099] (2)加工系统SYS的动作

[0100] 接下来,对加工系统SYS进行的动作加以说明。在本实施方式中,加工系统SYS也可以主要使用加工装置1来进行用于加工工件W的加工动作。进而,加工系统SYS也可以主要使用测量系统2来进行用于生成加工控制信息的控制信息生成动作。因此,以下,依次对加工动作及控制信息生成动作进行说明。

[0101] (2-1)加工动作

[0102] 首先,参照图6至图7对加工动作进行说明。尤其是,作为加工动作的一例,对加工装置1进行的增材加工动作加以说明。如上所述,加工装置1使用激光堆焊法进行三维结构

物ST的造型。因此,加工装置1也可以通过进行依据激光堆焊法的现有的增材加工动作而进行三维结构物ST的造型。以下,对使用激光堆焊法进行三维结构物ST的造型的加工动作的一例简单地进行说明。

[0103] 加工装置1例如依次进行沿着Z轴方向排列的多个层状的部分结构物(以下,称为“结构层”)SL的造型,以进行三维结构物ST的造型。例如,加工装置1逐层地依次进行通过将三维结构物ST沿着Z轴方向切成圆片所获得的多个结构层SL的造型。结果,进行由多个结构层SL积层的积层结构体即三维结构物ST的造型。以下,对通过逐层地依次进行多个结构层SL的造型而进行三维结构物ST的造型的动作流程加以说明。

[0104] 首先,参照图6(a)至图6(e)对进行各结构层SL的造型的动作进行说明。加工装置1在控制装置17的控制下,使加工头121及平台131的至少一个移动,以在相当于工件W的表面或已造型的结构层SL的表面的造型面MS上的期望区域中设定目标照射区域EA。然后,加工装置1从照射光学系统1211对目标照射区域EA照射加工光EL。此时,在Z轴方向上加工光EL聚光的聚光面可以与造型面MS一致。或者,在Z轴方向上聚光面也可以偏离造型面MS。结果,如图6(a)所示,在被照射加工光EL的造型面MS上形成熔融池(即,通过加工光EL而熔融的金属等的池)MP。进而,加工装置1在控制装置17的控制下,从材料喷嘴1212供给造型材料M。结果,造型材料M被供给到熔融池MP。已供给到熔融池MP的造型材料M通过照射在熔融池MP上的加工光EL而熔融。或者,从材料喷嘴1212供给的造型材料M也可以在到达熔融池MP之前通过加工光EL熔融,将已熔融的造型材料M供给到熔融池MP。然后,当随着加工头121及平台131的至少一个的移动而加工光EL不再照射到熔融池MP时,熔融池MP中已熔融的造型材料M被冷却而固化(即,凝固)。结果,如图6(c)所示,由已固化的造型材料M构成的造型物沉积在造型面MS上。

[0105] 加工装置1如图6(d)所示,一边使加工头121相对于造型面MS沿着X轴方向及Y轴方向的至少一个移动,一边重复一系列造型处理,其中包含通过照射这种加工光EL来形成熔融池MP,向熔融池MP供给造型材料M,使所供给的造型材料M熔融以及使已熔融的造型材料M固化。此时,加工装置1将加工光EL照射到造型面MS上想要进行造型物的造型的区域,另一方面,不对造型面MS上不想进行造型物的造型的区域照射加工光EL。也就是说,加工装置1是一边使目标照射区域EA在造型面MS上沿着既定的移动路径移动,一边在与想要进行造型物的造型的区域的分布态样对应的时机将加工光EL照射到造型面MS。

[0106] 目标照射区域EA在造型面MS上的移动路径也可以被称为加工路径(换句话说为工具路径)。所述加工控制信息包含与该加工路径相关的信息作为加工路径信息。因此,控制信息生成装置22也可以生成包含加工路径信息的加工控制信息。加工装置1基于加工控制信息,一边使目标照射区域EA在造型面MS上沿着既定的移动路径移动,一边在与想要进行造型物的造型的区域的分布态样对应的时机将加工光EL照射到造型面MS。

[0107] 结果,熔融池MP也沿着与目标照射区域EA的移动路径对应的移动路径在造型面MS上移动。具体来说,熔融池MP在造型面MS上依次形成在沿着目标照射区域EA的移动路径的区域中被照射加工光EL的部分。结果,如图6(e)所示,在造型面MS上造型相当于熔融后固化的造型材料M的集合体即造型物的结构层SL。也就是说,造型相当于以与熔融池MP的移动路径对应的图案造型在造型面MS上的造型物的集合体的结构层SL(即,俯视下具有与熔融池MP的移动路径对应的形状的结构层SL)。此外,当在不想要进行造型物的造型的区域中设定

目标照射区域EA时,加工装置1也可以将加工光EL照射到目标照射区域EA,并且停止供给造型材料M。另外,当在不想要进行造型物的造型的区域中设定目标照射区域EA时,加工装置1也可以将造型材料M供给到目标照射区域EA,并且将无法形成熔融池MP的强度的加工光EL照射到目标照射区域EA。

[0108] 加工装置1在控制装置17的控制下,基于加工控制信息重复进行用于进行这种结构层SL的造型的动作。具体来说,首先,加工装置1基于加工控制信息(例如,与用于进行结构层SL#1的造型的加工路径相关的信息),进行用于将第1层结构层SL#1造型在相当于工件W的表面的造型面MS上的动作。结果,在造型面MS上,如图7(a)所示,造型结构层SL#1。然后,加工装置1将结构层SL#1的表面(即,上表面)设定为新的造型面MS之后,将第2层结构层SL#2造型在该新的造型面MS上。为了进行结构层SL#2的造型,控制装置17首先控制头驱动系统122及平台驱动系统132的至少一个,以使加工头121相对于平台131沿着Z轴移动。具体来说,控制装置17控制头驱动系统122及平台驱动系统132的至少一个,使加工头121朝向+Z侧移动及/或使平台131朝向-Z侧移动,以将目标照射区域EA设定在结构层SL#1的表面(即,新的造型面MS)。然后,加工装置1在控制装置17的控制下,通过与进行结构层SL#1的造型的动作相同的动作,基于加工控制信息(例如,用于进行结构层SL#2的造型的加工路径信息)将结构层SL#2造型在结构层SL#1上。结果,如图7(b)所示,造型结构层SL#2。之后,重复相同的动作直到进行构成应造型在工件W上的三维结构物ST的所有结构层SL的造型为止。结果,如图7(c)所示,由多个结构层SL积层的积层结构物造型三维结构物ST。

[0109] (2-2)控制信息生成动作

[0110] 接下来,对控制信息生成动作进行说明。

[0111] (2-2-1)控制信息生成动作的概要

[0112] 如上所述,测量系统2(尤其是,控制信息生成装置22的控制信息生成部2211)通过进行控制信息生成动作而生成加工控制信息。

[0113] 控制信息生成部2211也可以基于表示加工装置1想要加工的工件W等物体的实际三维形状的物体信息而生成加工控制信息。

[0114] 作为物体信息的一例,可例举表示形状测量装置21对工件W的三维形状的测量结果的测量信息。在该情况下,为了生成加工控制信息,也可以形状测量装置21测量工件W的三维形状,控制信息生成部2211基于测量信息生成加工控制信息。在加工装置1对多个工件W进行加工的情况下,也可以形状测量装置21一并或依次测量多个工件W的每一个的三维形状,控制信息生成部2211基于多个工件W的测量信息依次生成分别用于加工多个工件W的多个加工控制信息。

[0115] 但是,在加工装置1对设想具有相同的特性(例如,形状)的多个工件W进行加工的情况下,为了生成加工控制信息,形状测量装置21也可以不测量所有多个工件W的三维形状。例如,形状测量装置21也可以测量多个工件W中的一个工件W的三维形状,另一方面,不测量多个工件W中的剩余工件W的三维形状。在该情况下,控制信息生成部2211也可以基于表示一个工件W的三维形状的测量结果的测量信息而生成共通地用于加工多个工件W的每一个的加工控制信息。

[0116] 作为设想具有相同特性的多个工件W的一例,可例举构成涡轮机且安装在能够绕旋转轴旋转的转子的多个涡轮叶片。在转子上通常安装具有相同特性的多个涡轮叶片。然

而,使用涡轮机时,会因流体与涡轮叶片之间产生的摩擦而导致涡轮叶片产生磨损。结果,在涡轮机的使用开始前具有相同特性的多个涡轮叶片中的至少两个的特性(尤其是形状)可能会因涡轮机的使用而不同。然而,即使在该情况下,多个涡轮叶片的磨损量也大致相同的可能性较高。结果,在涡轮机的使用开始前具有相同特性的多个涡轮叶片中的至少两个的特性即使在涡轮机使用之后,也可以视为大致相同,尽管严格来说是不同的。在该情况下,形状测量装置21也可以测量多个磨损的涡轮叶片中的一个涡轮叶片的三维形状,另一方面,不测量多个磨损的涡轮叶片中的剩余涡轮叶片的三维形状。控制信息生成部2211也可以基于表示一个涡轮叶片的三维形状的测量结果的测量信息而生成共通地用于加工(典型来说为修补)多个磨损的涡轮叶片的每一个的加工控制信息。

[0117] 物体信息只要能够直接或间接地表示工件W的实际三维形状,则可为任何信息。例如,物体信息也可以是使用多个点表示工件W的实际三维形状的点云信息。在本实施方式中,对将物体模型OM用作物体信息的例子进行说明。换句话说,在本实施方式中,对将表示物体模型OM的模型信息用作物体信息的例子进行说明。物体模型OM是表示工件W的实际三维形状的三维模型。也就是说,物体模型OM是具有与工件W的实际三维形状相同的三维形状的三维模型。作为三维模型的一例,可例举线框模型、表面模型及实体模型的至少一个。在本实施方式中,对将作为表面模型的一具体例的网格模型(典型来说为多边形网格模型,以下同样)用作物体模型OM的例子进行说明。网格模型是使用顶点、边及面来表现物体的三维形状的三维模型。网格模型是使用具有多边形形状的多个网格(换句话说为面片或计算网格)来表现物体的三维形状的三维模型。

[0118] 物体模型OM也可以基于表示形状测量装置21对工件W的三维形状的测量结果的测量信息而生成。也就是说,物体模型OM也可以基于形状测量装置21对工件W的三维形状的测量结果而生成。在该情况下,控制信息生成部2211也可以基于测量信息而生成物体模型OM。或者,也可以是与控制信息生成部2211不同的装置(例如,形状测量装置21)基于测量信息而生成物体模型OM。

[0119] 或者,也可以在不使用表示形状测量装置21对工件W的三维形状的测量结果的测量信息的情况下生成物体模型OM。例如,控制信息生成部2211(或与控制信息生成部2211不同的装置,在以下的该段落中同样如此)也可以基于影响工件W的三维形状的事件来推断工件W的实际三维形状,并基于推断结果而生成物体模型OM。也就是说,控制信息生成部2211也可以生成表示推断出的三维形状的三维模型作为物体模型OM。此时,控制信息生成部2211也可以使用能够通过机器学习来构建的运算模型(例如,包含神经网络的运算模型(所谓人工智能(AI))来推断工件W的实际三维形状。或者,加工系统SYS的使用者也可以基于影响工件W的三维形状的事件来推断工件W的实际三维形状,并基于推断结果而生成物体模型OM。也就是说,使用者也可以生成表示推断出的三维形状的三维模型作为物体模型OM。或者,控制信息生成部2211也可以基于使用者对工件W的实际三维形状的推断结果而生成物体模型OM。

[0120] 作为影响工件W的三维形状的事件的一例,可例举工件W的使用环境。作为影响工件W的三维形状的事件的另一例,可例举使用工件W的状况下施加到工件W的力。作为影响工件W的三维形状的事件的另一例,可例举工件W的使用期间。例如,在工件W为所述涡轮叶片的情况下,作为影响涡轮叶片的三维形状的事件的一例,可例举涡轮叶片的使用环境、施加

到涡轮叶片的力及涡轮叶片的使用期间的至少一个。在该情况下,控制信息生成部2211、与控制信息生成部2211不同的装置或使用者也可以基于影响涡轮叶片的三维形状的事件来推断涡轮叶片的磨损量(即,涡轮叶片的缺损部分),并基于推断出的磨损量来推断涡轮叶片的实际三维形状。

[0121] 也可以将表示CAD数据的文件所示的三维模型用作物体模型OM。作为表示CAD数据的文件的一例,可例举具有DWF的扩展名的文件、具有DXF的扩展名的文件、具有DWG的扩展名的文件及具有STP的扩展名的文件中的至少一个。在将网格模型用作物体模型OM的情况下,也可以将具有STL的扩展名的文件所示的三维模型用作物体模型OM。

[0122] 控制信息生成部2211也可以除了所述物体信息以外或者代替所述物体信息,而基于表示加工后的工件W的目标形状的参考信息来生成加工控制信息。也就是说,控制信息生成部2211也可以基于表示加工后的工件W的设计上的名义上的或理想的三维形状的参考信息来生成加工控制信息。

[0123] 参考信息只要能够直接地或间接地表示工件W的目标形状,则可为任何信息。例如,参考信息也可以是使用多个点来表示工件W的目标形状的点云信息。在本实施方式中,对将参考模型RM用作参考信息的例子进行说明。换句话说,在本实施方式中,对将表示参考模型RM的模型信息用作参考信息的例子进行说明。参考模型RM是表示工件W的目标形状的三维模型。也就是说,参考模型RM是具有与工件W的目标形状相同的三维形状的三维模型。在本实施方式中,对将作为表面模型的一具体例的网格模型用作参考模型RM的例子进行说明。此外,参考模型RM表示工件W的目标形状,因此,参考模型RM也可以被称为目标模型。

[0124] 也可以将具有目标形状的工件W的CAD(Computer Aided Design,计算机辅助设计)模型用作参考模型RM。也可以将基于通过实际测量具有目标形状的工件W的三维形状而获得的信息所生成的三维模型用作参考模型RM。在该情况下,也可以将表示CAD数据的文件所示的三维模型用作参考模型RM。作为表示CAD数据的文件的一例,可例举具有DWF的扩展名的文件、具有DXF的扩展名的文件、具有DWG的扩展名的文件及具有STP的扩展名的文件中的至少一个。在将网格模型用作参考模型RM的情况下,也可以将具有STL的扩展名的文件所示的三维模型用作参考模型RM。

[0125] 此处,如图8(a)及图8(b)所示,参考模型RM所示的工件W的目标形状(即,工件W的设计上的或理想的三维形状)典型地与物体模型OM所示的工件W的实际三维形状不同,图8(a)及图8(b)分别示意性地表示参考模型RM及物体模型OM。例如,如上所述,在将存在缺损部分的要修理品用作工件W的情况下,如图8(b)所示,物体模型OM表示因工件W的使用而导致一部分缺损的工件W的三维形状,另一方面,如图8(a)所示,参考模型RM表示未缺损的工件W的三维形状。也就是说,物体模型OM表示实际使用过的工件W的三维形状,另一方面,参考模型RM表示实际使用之前的工件W的三维形状。作为一例,在工件W为一部分产生磨损的涡轮叶片的情况下,物体模型OM表示一部分产生磨损的涡轮叶片的三维形状,另一方面,参考模型RM表示未磨损的涡轮叶片的三维形状。也就是说,物体信息表示涡轮叶片作为涡轮机的零件实际使用后的涡轮叶片的三维形状,另一方面,参考信息表示涡轮叶片作为涡轮机的零件实际使用前的涡轮叶片的三维形状。换句话说,物体信息表示使用过的涡轮叶片的三维形状,另一方面,参考信息表示未使用的涡轮叶片的三维形状。因此,在随着工件W的使用而工件W的一部分缺损(例如,磨损)的情况下,参考模型RM所示的工件W的目标形状通

常与物体模型OM所示的工件W的实际三维形状不同。

[0126] 此外,本实施方式中的“工件W的使用”也可以包含以符合工件W的用途的使用方法使用工件W。在将工件W用作产品的零件的情况下,“工件W的使用”也可以包含以符合产品的用途的使用方法使用包含工件W的产品。例如,在工件W包含涡轮叶片的情况下,涡轮叶片的使用也可以包含以符合涡轮机的用途的使用方法使用包含涡轮叶片的涡轮机。

[0127] 另外,如果考虑到像所述那样随着工件W的使用而工件W的一部分缺损(例如,磨损)的场景为使用本实施方式的加工系统SYS的场景的一例,那么“工件W的使用”也可以包含导致工件W的一部分缺损的工件W的使用。例如,“工件W的使用”也可以包含导致工件W的一部分缺损的程度的工件W的长期使用。因此,实际使用过的工件W也可以包含已经使用到一部分缺损的程度的工件W。另一方面,实际使用前的工件W也可以包含已使用但未使用到导致工件W的一部分缺损的程度的工件W。例如,实际使用前的工件W也可以包含未导致工件W的一部分缺损的程度的工件W的短期使用(例如,工件W或包含工件W在内的产品的试运行等)。当然,实际使用前的工件W也可以像字面那样,包含尚未使用的工件W。例如,实际使用前的工件W也可以包含作为产品或零件出货之前的工件W。例如,实际使用前的工件W也可以包含设计阶段的工件W。

[0128] 参考模型RM也可以基于实际使用前的工件W的三维形状的测量结果而生成。在该情况下,形状测量装置21(或与形状测量装置21不同的装置,在以下的该段落中同样如此)也可以测量实际使用前的工件W的三维形状,并基于形状测量装置21的测量结果而生成参考模型RM。或者,参考模型RM也可以基于表示工件W的设计上的三维形状的CAD数据等而生成。

[0129] 在本实施方式中,控制信息生成部2211基于作为物体信息的一例的物体模型OM、及作为参考信息的一例的参考模型RM该两者来生成加工控制信息。具体来说,如上所述,参考模型RM表示工件W的目标形状,物体模型OM表示工件W的实际三维形状。在该情况下,参考模型RM与物体模型OM的差分相当于表示应通过加工装置1进行增材加工而造型的造型物(即,三维结构物ST)的三维形状的三维模型。因此,控制信息生成部2211也可以生成相当于参考模型RM与物体模型OM的差分的三维模型作为表示应通过加工装置1进行增材加工而造型的三维结构物ST的三维形状的差分模型DM。差分模型DM典型的是相当于参考模型RM的一部分的三维模型。此外,图9(a)示意性地表示参考模型RM,图9(b)示意性地表示物体模型OM,图9(c)示意性地表示基于图9(a)所示的参考模型RM及图9(b)所示的物体模型OM所生成的差分模型DM。然后,控制信息生成部2211也可以基于差分模型DM生成加工控制信息。例如,控制信息生成部2211也可以通过进行切片处理而生成与构成三维结构物ST的多个结构层SL分别对应的多个切片数据,所述切片处理是将差分模型DM以相当于结构层SL的厚度的积层间距分割成多个层状模型。然后,控制信息生成部2211也可以基于多个切片数据而生成分别用于进行多个结构层SL的造型的多个加工控制信息。

[0130] 也可以将表示CAD数据的文件所示的三维模型用作差分模型DM。作为表示CAD数据的文件的一例,可例举具有DWF的扩展名的文件、具有DXF的扩展名的文件、具有DWG的扩展名的文件及具有STP的扩展名的文件中的至少一个。在将网格模型用作差分模型DM的情况下,也可以将具有STL的扩展名的文件所示的三维模型用作差分模型DM。

[0131] 文件(例如,表示CAD数据的CAD文件,在以下的该段落中同样如此)中也可以包含

作为装配信息的差分模型DM、及作为装配信息的物体模型OM。文件中也可以除了包含作为装配信息的差分模型DM、及作为装配信息的物体模型OM以外,还包含作为装配信息的参考模型RM。文件中也可以包含通过以第1测量精度对工件W进行测量而获得的第1物体模型OM、及通过以高于第1测量精度的第2测量精度对工件W进行测量而获得的第2物体模型OM。在该情况下,文件中也可以包含与获取物体模型OM时所使用的测量精度相关的信息。例如,也可以在文件中将第1物体模型OM和与获取第1物体模型OM时所使用的测量精度相关的信息建立关联。例如,也可以在文件中将第2物体模型OM和与获取第2物体模型OM时所使用的测量精度相关的信息建立关联。

[0132] 或者,物体模型OM、参考模型RM及差分模型DM中的至少一个也可以与装配信息的信息形式不同的信息形式包含在文件(例如,表示CAD数据的CAD文件,在以下的该段落中同样如此)中。或者,也可以在存储装置222等中存储包含物体模型OM的文件、包含参考模型RM的文件、以及包含差分模型DM的文件中的至少一个。也就是说,物体模型OM、参考模型RM及差分模型DM也可以包含在不同的文件中。在该情况下,也可以在存储装置222等中存储管理文件,该管理文件包含表示包含物体模型OM的文件、包含参考模型RM的文件、以及包含差分模型DM的文件中的至少两个相互建立关联的信息。

[0133] 但是,控制信息生成部2211也可以在使用物体模型OM但不使用参考模型RM的情况下生成加工控制信息。控制信息生成部2211也可以在使用参考模型RM但不使用物体模型OM的情况下生成加工控制信息。

[0134] (2-2-2)生成加工控制信息时发生的技术问题

[0135] 如上所述,随着工件W的使用而工件W的一部分会缺损。另一方面,随着工件W的使用,除了工件W的一部分缺损以外或者代替工件W的一部分缺损,而工件W的至少一部分可能会发生物理变形。例如,可能会因施加到在高温环境下使用的工件W的负载而导致工件W发生物理变形。也就是说,可能会发生蠕变。例如,可能会因经年劣化等而导致工件W发生物理变形。

[0136] 在工件W发生变形的情况下,“工件W的使用”可以包含导致工件W变形的程度的工件W的使用。例如,“工件W的使用”可以包含导致工件W变形的程度的工件W的长期使用。因此,实际使用过的工件W也可以包含已经使用到工件W产生变形的工件W。另一方面,实际使用前的工件W也可以包含已使用但未使用到导致工件W变形的程度的工件W。例如,实际使用前的工件W也可以包含未导致工件W变形的程度的工件W的短期使用(例如,工件W或包含工件W在内的产品的试运行等)。

[0137] 此外,在随着工件W的使用而工件W的一部分缺损(例如,磨损)的情况下,工件W的三维形状也改变,因此,也可以说工件W发生了变形。然而,在本实施方式中,“工件W的变形”是指随着工件W的使用而发生的工件W的变形且由与工件W的缺损不同的因素引起的工件W的变形。

[0138] 此处,如上所述,物体模型OM表示实际使用过的工件W的三维形状。因此,在随着工件W的使用而工件W发生变形的情况下,如图10(b)所示,物体模型OM示出了随着工件W的使用而发生变形的工件W的实际三维形状,图10(b)示意性地表示工件W发生变形时生成的物体模型OM。也就是说,物体模型OM反映了随着工件W的使用发生的工件W的变形。另一方面,如上所述,参考模型RM示出了实际使用前的工件W的三维形状。因此,参考模型RM没有反映

出随着工件W的使用发生的工件W的任何变形。因此,如图10(a)所示,参考模型RM示出了未变形的工件W的目标形状。

[0139] 在该情况下,虽然物体模型OM的三维形状本来应该与参考模型RM中和物体模型OM对应的对应模型部分CMP的三维形状相同,但由于工件W的变形,如图10(a)及(b)所示,物体模型OM的三维形状变得与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同。结果,如图11(c)所示,相当于参考模型RM与物体模型OM的差分的差分模型DM示出了与应通过加工装置1进行增材加工而造型的三维结构物ST的三维形状不同的三维形状,图11(c)示意性地表示工件W发生变形时生成的差分模型DM。此外,图11(a)示意性地表示随着工件的使用而工件W发生变形时的参考模型RM,图11(b)示意性地表示随着工件的使用而工件W发生变形时的物体模型OM,图11(c)示意性地表示基于图11(a)所示的参考模型RM及图11(b)所示的物体模型OM生成的差分模型DM。例如,差分模型DM示出了与工件W的缺损部分的三维形状不同的三维形状。结果,在基于这种差分模型DM生成加工控制信息的情况下,加工装置1进行具有与期望形状不同的形状的三维结构物ST的造型。也就是说,加工装置1无法进行具有期望形状的三维结构物ST的造型。例如,加工装置1无法进行能够适当地填补缺损部分的三维结构物ST的造型。像这样随着工件W的使用而工件W发生变形时,会有如下技术问题,即,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)可能无法生成用于控制加工装置1以进行具有期望形状的三维结构物ST的造型的加工控制信息。

[0140] 因此,在本实施方式中,为了解决所述技术问题,测量系统2进行以下所示的控制信息生成动作。结果,即使在随着工件W的使用而工件W发生变形的情况下,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)也能够生成用于控制加工装置1以进行具有期望形状的三维结构物ST的造型的加工控制信息。因此,即使在随着工件W的使用而工件W发生变形的情况下,加工装置1也能够进行具有期望形状的三维结构物ST的造型。

[0141] 此外,产生此处说明的技术问题的原因之一在于,如上所述,物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分的CMP三维形状不同。因此,即使在工件W未发生变形的情况下,如果物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同,那么也可能产生所述技术问题。例如,当因工件W的制造误差而导致工件W的三维形状原本就与设计上的三维形状不同时,物体模型OM的三维形状可能与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同。例如,可能因测量工件W的三维形状的形状测量装置21的测量误差而导致基于形状测量装置21的测量结果生成的物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同。例如,可能因参考模型RM的尺寸误差而导致物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同。即使在该情况下,测量系统2也可以进行以下所示的控制信息生成动作。结果,在物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同的任意场景下,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)均能够生成用于控制加工装置1以进行具有期望形状的三维结构物ST的造型的加工控制信息。因此,在物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同的任意场景下,加工装置1均能够进行具有期望形状的三维结构物ST的造型。

[0142] 但是,在以下的说明中,为了简化说明,对在因工件W变形而导致物体模型OM的三维形状与参考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同的状况下进行的控制信息生成动作加以说明。但是,即使在因与工件W的变形不同的因素而导致物体模型OM的三维形状与参

考模型RM的对应模型部分CMP的三维形状不同的状况下,测量系统2也可以进行以下说明的控制信息生成动作。

[0143] (2-2-3)控制信息生成动作的流程

[0144] 接下来,参照图12对本实施方式的控制信息生成动作的流程进行说明。图12是表示本实施方式的控制信息生成动作的流程的流程图。

[0145] 如图12所示,形状测量装置21测量工件W的三维形状(步骤S1)。尤其是,在本实施方式中,形状测量装置21测量使用过的工件W的三维形状(步骤S1)。结果,形状测量装置21生成表示工件W的三维形状的测量信息。形状测量装置21将生成的测量信息输出(例如,发送)到控制信息生成装置22。

[0146] 但是,在步骤S1中,也可以由与形状测量装置21不同的任意测量装置测量工件W的三维形状。例如,也可以由配置在测量系统2的外部的测量装置测量工件W的三维形状。例如,也可以由配置在加工系统SYS的外部的测量装置测量工件W的三维形状。任意测量装置将生成的测量信息输出(例如,发送)到控制信息生成装置22。

[0147] 然后,控制信息生成装置22(尤其是控制信息生成部2211)基于步骤S1中所生成的测量信息而生成表示工件W的实际三维形状的物体模型OM(步骤S2)。也就是说,控制信息生成部2211生成表示物体模型OM的模型信息(步骤S2)。

[0148] 但是,像所述那样,与控制信息生成部2211不同的模型生成装置生成物体模型OM时,控制信息生成部2211也可以不生成物体模型OM。在该情况下,控制信息生成部2211也可以从模型生成装置获取物体模型OM。或者,当物体模型OM(具体来说为表示物体模型OM的模型信息)预先记录在存储装置222等记录介质中时,控制信息生成部2211也可以通过从记录介质读出物体模型OM而获取物体模型OM。或者,当物体模型OM(具体来说为表示物体模型OM的模型信息)记录在能够经由通讯网络与测量系统2进行通讯的外部装置中时,控制信息生成部2211也可以通过从外部装置下载物体模型OM而获取物体模型OM。此外,在图12所示的例子中,也可以视为控制信息生成装置22通过生成物体模型OM而获取物体模型OM。

[0149] 控制信息生成装置22也可以控制能够作为显示装置发挥功能的输出装置225,以显示步骤S2中所生成的物体模型OM。加工系统SYS的使用者也可以使用输入装置224来操作显示在输出装置225的物体模型OM。例如,使用者也可以使用输入装置224进行用于变更显示在输出装置225的物体模型OM的显示态样的操作。作为一例,使用者也可以使用输入装置224进行用于使显示在输出装置225的物体模型OM旋转的操作。作为另一例,使用者也可以使用输入装置224进行用于变更显示在输出装置225的物体模型OM的显示尺寸的操作。

[0150] 与步骤S1至步骤S2的动作并行地或相继地,控制信息生成部2211获取参考模型RM(步骤S3)。例如,当参考模型RM(具体来说为表示参考模型RM的模型信息)预先记录在存储装置222等记录介质中时,控制信息生成部2211也可以通过从记录介质读出参考模型RM而获取参考模型RM。或者,当参考模型RM(具体来说为表示参考模型RM的模型信息)记录在能够经由通讯网络与测量系统2进行通讯的外部装置中时,控制信息生成部2211也可以通过从外部装置下载参考模型RM而获取参考模型RM。

[0151] 控制信息生成部2211也可以基于加工系统SYS的使用者的指示而获取参考模型RM。具体来说,使用者也可以使用输入装置224,将用于从多个不同的参考模型RM中选择一个参考模型RM的指示输入到控制信息生成装置22。在该情况下,能够作为显示装置发挥功

能的输出装置225也可以显示多个不同的参考模型RM。使用者也可以从输出装置225显示的多个不同的参考模型RM中选择一个参考模型RM。然后,控制信息生成部225也可以获取使用者选择的一个参考模型RM。

[0152] 控制信息生成装置22也可以控制能够作为显示装置发挥功能的输出装置225,以显示步骤S3中获取的参考模型RM。控制信息生成装置22也可以控制能够作为显示装置发挥功能的输出装置225,以显示参考模型RM与物体模型OM两者。加工系统SYS的使用者也可以使用输入装置224来操作显示在输出装置225的参考模型RM。例如,使用者也可以使用输入装置224进行用于变更显示在输出装置225的参考模型RM的显示态样的操作。作为一例,使用者也可以使用输入装置224进行用于使显示在输出装置225的参考模型RM旋转的操作。作为另一例,使用者也可以使用输入装置224进行用于变更显示在输出装置225的参考模型RM的显示尺寸的操作。

[0153] 然后,在本实施方式中,控制信息生成部2211生成变形模型TM(步骤S4)。变形模型TM与参考模型RM同样,是表示加工后的工件W的目标形状的三维模型。此外,变形模型TM表示工件W的目标形状,因此,变形模型TM与参考模型RM同样,也可以被称为目标模型。

[0154] 变形模型TM在以下方面与参考模型RM不同。具体来说,变形模型TM是表示发生变形的工件W的目标形状的三维模型,在这一方面与表示未变形的工件W的目标形状的三维模型即参考模型RM不同。也就是说,变形模型TM是表示反映出工件W的变形的目标形状的三维模型,在这一方面与表示没有反映出工件W的变形的目标形状的三维模型即参考模型RM不同。

[0155] 为了生成变形模型TM,控制信息生成部2211也可以配合工件W的变形对参考模型RM进行变形。也就是说,控制信息生成部2211也可以通过对参考模型RM进行变形,而生成变形后的参考模型RM作为变形模型TM。具体来说,如上所述,物体模型OM反映了工件W的变形。另一方面,如上所述,参考模型RM没有反映出工件W的变形。在该情况下,如图13所示,控制信息生成部2211也可以基于反映出工件W的变形的物体模型OM而对没有反映出工件W的变形的参考模型RM进行变形,图13示意性地表示未变形的参考模型RM及变形后的参考模型RM(即,变形模型TM)。也就是说,控制信息生成部2211也可以配合物体模型OM所示的工件W的实际形状(即,变形后的工件W的形状),对没有反映出工件W的变形的参考模型RM进行变形。但是,控制信息生成部2211只要能够配合工件W的变形而对参考模型RM进行变形,那么也可以在不使用物体模型OM的情况下对参考模型RM进行变形。

[0156] 控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使如图14所示,物体模型OM与变形模型TM中对应物体模型OM的对应模型部分MPt的差分小于物体模型OM与参考模型RM中对应物体模型OM的对应模型部分MPr的差分,图14示意性地表示未变形的参考模型RM及变形后的参考模型RM(即,变形模型TM)。此外,物体模型OM与参考模型RM的对应模型部分MPr的差分也可以视为等同于工件W的变形量。

[0157] 如图14所示,物体模型OM与变形模型TM的对应模型部分MPt的差分也可以指物体模型OM的表面的第1部分S11的三维形状与变形模型TM的表面中对应物体模型OM的第1部分S11的第2部分S12的三维形状的差分。同样地,如图14所示,物体模型OM与参考模型RM的对应模型部分MPr的差分也可以指物体模型OM的表面的第1部分S11的三维形状与参考模型RM的表面中对应物体模型OM的第1部分S11的第3部分S13的三维形状的差分。

[0158] 作为一例,在像所述那样物体模型OM为网格模型的情况下,网格的顶点位于物体模型OM的表面。同样地,在参考模型RM为网格模型的情况下,网格的顶点位于参考模型RM的表面。同样地,在变形模型TM为网格模型的情况下,网格的顶点位于变形模型TM的表面。在该情况下,也可以使用网格的顶点来定义物体模型OM与变形模型TM的对应模型部分MPt的差分。同样地,也可以使用网格的顶点来定义物体模型OM与参考模型RM的对应模型部分MPr的差分。

[0159] 例如,图15(a)示出了作为网格模型的物体模型OM的第1网格的顶点Pom#1对应于作为网格模型的参考模型RM的第1网格的顶点Prm#1的例子。图15(a)还示出了物体模型OM的第2网格的顶点Pom#2对应于参考模型RM的第2网格的顶点Prm#2的例子。也就是说,图15(a)示出了如下例子,即,当工件W未变形时,物体模型OM的顶点Pom#1与参考模型RM的顶点Prm#1一致,且物体模型OM的顶点Pom#2与参考模型RM的顶点Prm#2一致。在该情况下,顶点Pom#1与顶点Prm#1的差分也可以视为等同于工件W的一部分的变形量。同样地,顶点Pom#2与顶点Prm#2的差分也可以视为等同于工件W的另一部分的变形量。

[0160] 另一方面,图15(b)示出了物体模型OM的顶点Pom#1对应于作为网格模型的变形模型TM的第1网格的顶点Ptm#1的例子。图15(b)还示出了物体模型OM的顶点Pom#2对应于变形模型TM的第2网格的顶点Ptm#2的例子。此外,已变形的参考模型RM被用作变形模型TM,因此,变形模型TM的顶点Ptm#1等同于已变形的参考模型RM的顶点Prm#1。同样地,变形模型TM的顶点Ptm#2等同于已变形的参考模型RM的顶点Prm#2。

[0161] 在该情况下,控制信息生成部2211也可以使用物体模型OM的顶点Pom#1与参考模型RM的顶点Prm#1的距离作为表示物体模型OM与参考模型RM的对应模型部分MPr的差分的指标值。控制信息生成部2211也可以使用物体模型OM的顶点Pom#2与参考模型RM的顶点Prm#2的距离作为表示物体模型OM与参考模型RM的对应模型部分MPr的差分的指标值。同样地,控制信息生成部2211也可以使用物体模型OM的顶点Pom#1与变形模型TM的顶点Ptm#1的距离作为表示物体模型OM与变形模型TM的对应模型部分MPt的差分的指标值。控制信息生成部2211也可以使用物体模型OM的顶点Pom#2与变形模型TM的顶点Ptm#2的距离作为表示物体模型OM与变形模型TM的对应模型部分MPt的差分的指标值。

[0162] 在该情况下,如图15(a)及图15(b)所示,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使顶点Pom#1与顶点Ptm#1之间的距离(参照图15(b))短于顶点Pom#1与顶点Prm#1之间的距离(参照图15(a))。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使X轴方向上的顶点Pom#1与顶点Ptm#1之间的距离Dxt#1短于X轴方向上的顶点Pom#1与顶点Prm#1之间的距离Dxr#1。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使Y轴方向上的顶点Pom#1与顶点Ptm#1之间的距离Dyt#1短于Y轴方向上的顶点Pom#1与顶点Prm#1之间的距离Dyr#1。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使Z轴方向上的顶点Pom#1与顶点Ptm#1之间的距离Dzt#1短于Z轴方向上的顶点Pom#1与顶点Prm#1之间的距离Dzr#1。

[0163] 此外,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使距离Dxt#1不短于距离Dxr#1,但距离Dyt#1短于距离Dyr#1及/或距离Dzt#1短于距离Dzr#1。控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使距离Dyt#1不短于距离Dyr#1,但距离Dxt#1短于距离Dxr#1及/或距离Dzt#1短于距离Dzr#1。控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变

形,以使距离Dzt#1不短于距离Dzr#1,但距离Dxt#1短于距离Dxr#1及/或距离Dyt#1短于距离Dyr#1。

[0164] 同样地,如图15(a)及图15(b)所示,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使顶点Pom#2与顶点Ptm#2之间的距离(参照图15(b))短于顶点Pom#2与顶点Prm#2之间的距离(参照图15(a))。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使X轴方向上的顶点Pom#2与顶点Ptm#2之间的距离Dxt#2短于X轴方向上的顶点Pom#2与顶点Prm#2之间的距离Dxr#2。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使Y轴方向上的顶点Pom#2与顶点Ptm#2之间的距离Dyt#2短于Y轴方向上的顶点Pom#2与顶点Prm#2之间的距离Dyr#2。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使Z轴方向上的顶点Pom#2与顶点Ptm#2之间的距离Dzt#2短于Z轴方向上的顶点Pom#2与顶点Prm#2之间的距离Dzr#2。

[0165] 此外,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使距离Dxt#2不短于距离Dxr#2,但距离Dyt#2短于距离Dyr#2及/或距离Dzt#2短于距离Dzr#2。控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使距离Dyt#2不短于距离Dyr#2,但距离Dxt#2短于距离Dxr#2及/或距离Dzt#2短于距离Dzr#2。控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使距离Dzt#2不短于距离Dzr#2,但距离Dxt#2短于距离Dxr#2及/或距离Dyt#2短于距离Dyr#2。

[0166] 控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使物体模型OM与变形模型TM的对应模型部分MPt一致。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使物体模型OM的顶点Pom#1与变形模型TM的顶点Ptm#1一致。控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使顶点Pom#1与顶点Ptm#1之间的距离变为零。例如,控制信息生成部2211也可以对参考模型RM进行变形,以使距离Dxt#1、Dyt#1、Dzt#1、Dxt#2、Dyt#2及Dzt#2中的至少一个变为零。

[0167] 此外,在图15(a)中,物体模型OM的顶点Pom#1与参考模型RM的顶点Prm#1的距离也可以和物体模型OM的顶点Pom#2与参考模型RM的顶点Prm#2的距离不同。也就是说,工件W的一部分的变形量也可以与工件W的其它部分的变形量不同。作为一例,在工件W为涡轮叶片的情况下,涡轮叶片的一部分的变形量通常是该一部分越靠近涡轮叶片的前端则越大。也就是说,涡轮叶片的一部分的变形量通常是该一部分越靠近涡轮叶片的根部则越小。此外,涡轮叶片的根部也可以指涡轮叶片的柄部(即,安装在能够旋转的转子的部件)。涡轮叶片的前端也可以指从柄部延伸的叶片主体的前端。在该情况下,当顶点Pom#1、Prm#1及Ptm#1与顶点Pom#2、Prm#2及Ptm#2相比更靠近涡轮叶片的前端时,顶点Pom#1与顶点Prm#1之间的距离也可以大于顶点Pom#2与顶点Prm#2之间的距离。

[0168] 当生成变形模型TM时,文件(例如,表示CAD数据的CAD文件,在以下的该段落中同样如此)中也可以包含作为装配信息的变形模型TM、及作为装配信息的物体模型OM。文件中也可以除了包含作为装配信息的变形模型TM、及作为装配信息的物体模型OM以外,还包含作为装配信息的参考模型RM。文件中也可以除了包含作为装配信息的变形模型TM、作为装配信息的物体模型OM、及作为装配信息的参考模型RM以外,还包含作为装配信息的差分模型DM。

[0169] 或者,物体模型OM、参考模型RM、变形模型TM及差分模型DM的至少一个也可以与装

配信息的信息形式不同的信息形式包含在文件(例如,表示CAD数据的CAD文件,在以下的该段落中同样如此)中。或者,也可以在存储装置222等中存储包含物体模型OM的文件、包含参考模型RM的文件、包含变形模型TM的文件、及包含差分模型DM的文件中的至少一个。也就是说,物体模型OM、参考模型RM、变形模型TM及差分模型DM也可以包含在不同的文件中。在该情况下,也可以在存储装置222等中存储管理文件,该管理文件包含表示包含物体模型OM的文件、包含参考模型RM的文件、包含变形模型TM的文件、及包含差分模型DM的文件中的至少两个相互建立关联的信息。

[0170] 再次回到图12中,生成变形模型TM之后,控制信息生成部2211生成差分模型DM(步骤S5)。在本实施方式中,控制信息生成部2211基于步骤S2中生成(获取)的物体模型OM、及步骤S4中生成的变形模型TM而生成差分模型DM。具体来说,控制信息生成部2211也可以生成相当于变形模型TM与物体模型OM的差分的三维模型作为差分模型DM。差分模型DM典型的是相当于变形模型TM的一部分的三维模型。此外,图16(a)示意性地表示随着工件的使用而工件W变形时的参考模型RM,图16(b)示意性地表示随着工件的使用而工件W变形时的物体模型OM,图16(c)示意性地表示基于图16(a)所示的参考模型RM及图16(b)所示的物体模型OM而生成的差分模型DM。

[0171] 结果,如图16(c)所示,相当于变形模型TM与物体模型OM的差分的差分模型DM和相当于参考模型RM与物体模型OM的差分的差分模型DM所示的三维形状(参照图11(c))相比,更接近加工装置1应造型的三维结构物ST的三维形状。例如,相当于变形模型TM与物体模型OM的差分的差分模型DM(参照图16(c))和相当于参考模型RM与物体模型OM的差分的差分模型DM所示的三维形状(参照图11(c))相比,更接近工件W的缺损部分的三维形状。典型来说,相当于变形模型TM与物体模型OM的差分的差分模型DM(参照图16(c))表示与应通过加工装置1进行增材加工而造型的三维结构物ST的三维形状相同的三维形状。例如,相当于变形模型TM与物体模型OM的差分的差分模型DM(参照图16(c))表示与工件W的缺损部分的三维形状相同的三维形状。

[0172] 像这样,在本实施方式中,差分模型DM的精度提高。也就是说,差分模型DM适当地表示加工装置1应造型的三维结构物ST的三维形状,以使工件W的三维形状成为目标形状。具体来说,差分模型DM适当地表示加工装置1应造型的三维结构物ST的三维形状,以使变形的工件W的三维形状成为配合工件W的变形适当地修正后的目标形状。也就是说,差分模型DM适当地表示工件W的三维形状成为目标形状所需的加工部分的三维形状。

[0173] 控制信息生成装置22也可以控制能够作为显示装置发挥功能的输出装置225,以显示步骤S5中生成的变形模型TM。控制信息生成装置22也可以控制能够作为显示装置发挥功能的输出装置225,以显示参考模型RM、物体模型OM及变形模型TM中的至少两个。加工系统SYS的使用者也可以使用输入装置224来操作显示在输出装置225的变形模型TM。例如,使用者也可以使用输入装置224进行用于变更显示在输出装置225的变形模型TM的显示态样的操作。作为一例,使用者也可以使用输入装置224进行用于使显示在输出装置225的变形模型TM旋转的操作。作为另一例,使用者也可以使用输入装置224进行用于变更显示在输出装置225的变形模型TM的显示尺寸的操作。

[0174] 然后,控制信息生成部2211基于步骤S5中生成的差分模型DM生成加工控制信息(步骤S6)。例如,控制信息生成部2211也可以通过进行切片处理而生成与构成三维结构物

ST的多个结构层SL分别对应的多个切片数据,所述切片处理是将差分模型DM以相当于结构层SL的厚度的积层间距分割成多个层状模型。然后,控制信息生成部2211也可以基于多个切片数据而生成分别用于进行多个结构层SL的造型的多个加工控制信息。

[0175] 结果,加工装置1能够进行具有期望形状的三维结构物ST的造型。例如,加工装置1能够进行可适当地填补缺损部分的三维结构物ST的造型。即使像这样随着工件W的使用而工件W发生变形时,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)也能够生成用于控制加工装置1以进行具有期望形状的三维结构物ST的造型的加工控制信息。

[0176] 进行三维结构物ST的造型的动作也可以视为等同于在物体模型OM表示三维形状的工件W上进行差分模型DM表示三维形状的三维结构物ST的造型的动作。在该情况下,加工装置1的控制装置17也可以控制加工装置1,以在物体模型OM表示三维形状的工件W上进行差分模型DM表示三维形状的三维结构物ST的造型。

[0177] 也可以除了控制信息生成装置22以外或者代替控制信息生成装置22,而由控制装置17进行图12所示的控制信息生成动作。也就是说,控制装置17也可以通过基于物体模型OM对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM,并基于变形模型TM与物体模型OM生成差分模型DM。或者,控制装置17(或控制信息生成装置22)也可以通过基于表示变形后的工件W的三维形状的物体模型OM对表示应形成在未变形的工件W上的三维结构物ST的三维结构的三维模型进行变形,而生成变形的三维模型作为差分模型DM。基于物体模型OM对三维结构物ST的三维模型进行变形的动作也可以与基于物体模型OM对参考模型RM进行变形的动作相同。也就是说,控制装置17(或控制信息生成装置22)也可以进行三维结构物ST的三维模型与物体模型OM的对准,将三维结构物ST的三维模型的各顶点指定为控制顶点、从属顶点及固定顶点中的任一个,并使控制顶点及从属顶点移动,由此,对三维结构物ST的三维模型进行变形。

[0178] 控制装置17(或控制信息生成装置22,在以下的该段落中同样如此)也可以使用切片数据作为应形成在未变形的工件W上的三维结构物ST的三维模型,所述切片数据是通过对三维模型实施用于将该三维模型以相当于结构层SL的厚度的积层间距分割的切片处理而获得。或者,控制装置17也可以使用通过对三维模型实施切片处理而获得的切片数据,所述三维模型是像所述那样通过基于物体模型OM对三维结构物ST的三维模型进行变形而获得。切片数据也可以包含表示G代码的数据(文件)。在该情况下,控制装置17也可以基于切片数据与物体模型OM、参考模型RM及变形模型TM中的至少一个而生成差分模型DM。控制装置17也可以基于切片数据与物体模型OM、参考模型RM及变形模型TM中的至少一个而生成加工控制信息。控制装置17也可以基于切片数据与物体模型OM、参考模型RM及变形模型TM中的至少一个来控制加工装置1,以在工件W上进行三维结构物ST的造型。在切片数据包含表示G代码的数据(文件)的情况下,控制装置17也可以编辑G代码,以在工件W上进行三维结构物ST的造型。例如,控制装置17也可以使G代码的数据对准,以在工件W上进行三维结构物ST的造型。

[0179] (2-2-4)通过对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM的动作

[0180] 接下来,参照图17对在图12的步骤S4中通过对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM的动作进行说明。图17是表示在图12的步骤S4中通过对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM的动作的流程的流程图。

[0181] 在以下的说明中,作为通过对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM的动作的一具体例,对通过使用拉普拉斯坐标表现(Laplacian Coordinates Representation)对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM的动作加以说明。因此,图17表示通过使用拉普拉斯坐标表现对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM的动作的流程。在该情况下,也可以将对参考模型RM进行变形称为拉普拉斯变形。然而,控制信息生成装置22也可以通过进行与图17所示的动作不同的动作,对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM。

[0182] 如图17所示,控制信息生成部2211进行参考模型RM与物体模型OM的对准(步骤S41)。在图18中示出参考模型RM与物体模型OM的对准的一例。如图18所示,控制信息生成部2211也可以参考模型RM的基准部位Brm与物体模型OM的基准部位Bom一致的方式进行参考模型RM与物体模型OM的对准。也就是说,控制信息生成部2211也可以参考模型RM的基准部位Brm与物体模型OM的基准部位Bom位于同一位置的方式进行参考模型RM与物体模型OM的对准。参考模型RM的基准部位Brm可以是参考模型RM中的表示工件W的基准部位Bw的模型部分。物体模型OM的基准部位Bom可以是物体模型OM中的表示工件W的同一基准部位Bw的模型部分。也就是说,物体模型OM的基准部位Bom可以是物体模型OM中的与参考模型RM的基准部位Brm对应的模型部分。

[0183] 此外,参考模型RM是网格模型(即,包含形成参考模型RM的表面的多个网格),因此,参考模型RM的表面的基准部位Brm也可以用作参考模型RM的基准部位Brm。同样地,物体模型OM是网格模型(即,包含形成物体模型OM的表面的多个网格),因此,物体模型OM的表面的基准部位Bom也可以用作物体模型OM的基准部位Bom。

[0184] 工件的基准部位Bw可以包含因工件W的使用引起的变形量为容许量以下的部位。工件的基准部位Bw也可以包含没有因工件W的使用而变形的部位。工件的基准部位Bw也可以是安装用于将工件W载置在平台131的治具的部位。工件的基准部位Bw也可以是预先决定的部位。

[0185] 为了进行参考模型RM与物体模型OM的对准,控制信息生成部2211也可以使用现有的对准方法。作为现有的对准方法的一例,可例举使用RANSAC(Random Sample Consensus,随机抽样一致)的对准方法。作为现有的对准方法的另一例,可例举使用SIFT(Scale-Invariant Feature Transform,尺度不变特征转换)的对准方法。作为现有的对准方法的另一例,可例举使用ICP(Iterative Closest Point,迭代最近点)的对准方法。作为现有的对准方法的另一例,可例举使用DSO(Direct Sparse Odometry,直接稀疏里程计)的对准方法。

[0186] 控制信息生成部2211也可以基于加工系统SYS的使用者的指示而进行参考模型RM与物体模型OM的对准。具体来说,使用者也可以使用输入装置224将用于进行参考模型RM与物体模型OM的对准的指示输入到控制信息生成装置22。在该情况下,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM与物体模型OM。使用者也可以使用输入装置224使输出装置225显示的参考模型RM及物体模型OM的至少一个移动,由此,进行参考模型RM与物体模型OM的对准。

[0187] 再次回到图17中,与步骤S41的动作并行地或相继地,控制信息生成部2211将作为网格模型的参考模型RM的各网格的各顶点指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个(步骤S42)。

[0188] 例如,控制信息生成部2211也可以基于加工系统SYS的使用者的指示,将参考模型RM的各顶点指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个。具体来说,使用者也可以使用输入装置224将用于将参考模型RM的各顶点指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个的指示输入到控制信息生成装置22。在该情况下,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM。使用者也可以使用输入装置224,在输出装置225显示的参考模型RM上将参考模型RM的各顶点指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个。在该情况下,如果考虑到如下所述通过使控制顶点及从属顶点移动而使参考模型RM变形,那么也可以视为使用者正在指定参考模型RM的变形部位。

[0189] 或者,例如,控制信息生成部2211也可以在不使用使用者的指示的情况下,根据既定的顶点指定条件将参考模型RM的各顶点自动地指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个。

[0190] 固定顶点相当于为了生成变形模型TM而使参考模型RM变形时不移动的顶点。此外,固定顶点也可以是例如用作非ROI(Non Region of Interest,非感兴趣区)的顶点。

[0191] 如图19所示,该图表示各顶点被指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个的参考模型RM的一例,在本实施方式中,对控制信息生成部2211将参考模型RM的基准部位Brm所包含的顶点指定为固定顶点的例子进行说明。在该情况下,如图19所示,参考模型RM的基准部位Brm也可以视为参考模型RM中不应该变形的固定模型部分MPA#1。

[0192] 控制顶点相当于为了生成变形模型TM而使参考模型RM变形时移动的顶点。尤其是,控制顶点是设定控制顶点应该移动到的目标移动位置的顶点。因此,当为了生成变形模型TM而使参考模型RM变形时,控制顶点移动到所设定的目标移动位置。此外,当设定目标移动位置时,实质上设定控制顶点的移动量及移动方向。因此,控制顶点也可以视为设定移动量及移动方向的顶点。

[0193] 如图19所示,在本实施方式中,对控制信息生成部2211将参考模型RM中对应物体模型OM的对应模型部分MPr的至少一部分所包含的顶点指定为控制顶点的例子进行说明。在该情况下,如图19所示,参考模型RM的对应模型部分MPr的至少一部分也可以视为参考模型RM中应通过使控制顶点移动而变形的控制模型部分MPA#2。

[0194] 从属顶点与控制顶点同样,相当于为了生成变形模型TM而使参考模型RM变形时移动的顶点。从属顶点是与控制顶点相比没有设定使从属顶点移动的目标移动位置的顶点。从属顶点也可以视为没有设定移动量及移动方向的顶点。在该情况下,从属顶点配合控制顶点的移动而移动。也就是说,由于控制顶点的移动导致参考模型RM变形,所以从属顶点被动地移动。在该情况下,从属顶点也可以视为以基于控制顶点的移动确定的移动量移动的顶点。从属顶点也可以视为在基于控制顶点的移动确定的移动方向上移动的顶点。此外,从属顶点也可以是例如用作ROI(Region of Interest,感兴趣区)的顶点。

[0195] 如图19所示,在本实施方式中,对控制信息生成部2211将参考模型RM中的与固定模型部分MPA#1及控制模型部分MPA#2不同的从属模型部分MPA#3所包含的顶点指定为从属顶点的例子进行说明。

[0196] 此外,控制信息生成部2211也可以将参考模型RM所包含的所有多个顶点逐一指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个。或者,控制信息生成部2211也可以将参考模型RM所包含的多个顶点中的两个以上的顶点一并指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中

的任一个。例如,控制信息生成部2211也可以指定相当于参考模型RM中的一部分的模型部分,并将指定的模型部分所包含的两个以上的顶点一并指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个。结果,与将所有多个顶点逐一指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个的情况相比,将多个顶点的每一个指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个所需的处理负荷减小。

[0197] 再次回到图17中,然后,控制信息生成部2211设定控制顶点的目标移动位置(步骤S43)。也就是说,控制信息生成部2211设定在步骤S42中被指定为控制顶点的参考模型RM的顶点的目标移动位置(步骤S43)。例如,控制信息生成部2211可以通过控制顶点移动到目标移动位置而控制模型部分MPA#2(参照图19)与物体模型OM的差分变小的方式,设定控制顶点的目标移动位置。也就是说,控制信息生成部2211可以如下方式设定控制顶点的目标移动位置,即,通过控制顶点移动到目标移动位置,而作为参考模型RM的表面的一部分的控制模型部分MPA#2的三维形状与物体模型OM的表面中的对应控制模型部分MPA#2的模型部分的三维形状的差分变小。

[0198] 为了以控制模型部分MPA#2与物体模型OM的差分变小的方式设定控制顶点的目标移动位置,控制信息生成部2211也可以在物体模型OM的表面中对应控制模型部分MPA#2的模型部分上设定目标移动位置。在该情况下,控制信息生成部2211也可以从物体模型OM中提取物体模型OM的表面中对应控制模型部分MPA#2的模型部分,并在提取的模型部分上设定目标移动位置。

[0199] 控制信息生成部2211也可以基于加工系统SYS的使用者的指示而设定控制顶点的目标移动位置。具体来说,使用者也可以使用输入装置224将用于设定目标位置的指示输入到控制信息生成装置22。在该情况下,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM。使用者也可以使用输入装置224对输出装置225显示的参考模型RM设定目标移动位置。在该情况下,也可以视为使用者指定参考模型RM的变形量。

[0200] 控制信息生成部2211也可以基于步骤S43中所设定的目标移动位置而判定能否生成变形模型TM。例如,如果考虑到控制顶点移动到目标移动位置,那么可以说设定目标移动位置的动作等同于设定控制顶点的移动量的动作。此处,工件W的变形量越大,控制顶点的移动量应该就越大。在该情况下,当工件W的变形量为容许变形量以上时,即使通过在工件W上进行三维结构物ST的造型来修补工件W,修补后的工件W的三维形状也可能与本来期待的三维形状大不相同。也就是说,可能很难说工件W得到了适当修补。因此,控制信息生成部2211也可以基于目标移动位置来判定至少一个控制顶点的移动量是否为容许移动量以上,由此判定能否生成变形模型TM。例如,控制信息生成部2211可以在判定为至少一个控制顶点的移动量为容许移动量以上时,判定为无法生成变形模型TM。

[0201] 当判定为无法生成变形模型TM时,控制信息生成装置22也可以使用输出装置225输出用于向加工系统SYS的使用者通知无法生成变形模型TM的内容的通知信息。例如,控制信息生成装置22也可以使用能够作为显示装置发挥功能的输出装置225显示用于向使用者通知无法生成变形模型TM的内容的通知图像。

[0202] 当判定为无法生成变形模型TM时,也可以除了输出用于向使用者通知无法生成变形模型TM的内容的通知信息以外或者代替输出该通知信息,而控制信息生成装置22对控制信息生成部2211进行控制使其不生成加工控制信息。也可以除了输出通知信息以外或者代

替输出通知信息,而控制信息生成装置22控制通讯装置223使其不将加工控制信息发送到加工装置1。

[0203] 然后,控制信息生成部2211对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM(步骤S44至步骤S45)。

[0204] 具体来说,控制信息生成部2211在使参考模型RM与物体模型OM对准的状态下,使控制顶点移动到目标移动位置(步骤S44)。也就是说,控制信息生成部2211使步骤S42中被指定为控制顶点的参考模型RM的顶点移动到步骤S43中所设定的目标移动位置(步骤S44)。

[0205] 结果,如图20所示,参考模型RM的控制模型部分MPA#2配合控制顶点的移动而变形,图20示意性地表示未变形的参考模型RM及变形后的参考模型RM。也就是说,参考模型RM的控制模型部分MPA#2的三维形状改变。具体来说,参考模型RM的控制模型部分MPA#2以参考模型RM的控制模型部分MPA#2移动到物体模型OM中的对应控制模型部分MPA#2的模型部分的位置的方式变形。因此,使控制顶点移动的动作也可以视为等同于使参考模型RM的控制模型部分MPA#2变形的动作。使控制顶点移动到目标移动位置的动作也可以视为等同于如下动作,即,以参考模型RM的控制模型部分MPA#2移动到物体模型OM中的对应控制模型部分MPA#2的模型部分的位置的方式使参考模型RM的控制模型部分MPA#2变形。

[0206] 进而,控制信息生成部2211使从属顶点配合控制顶点的移动而移动(步骤S45)。也就是说,控制信息生成部2211使步骤S42中被指定为从属顶点的参考模型RM的顶点配合步骤S44中的控制顶点的移动而移动(步骤S45)。例如,控制信息生成部2211也可以通过进行网格变形(Mesh Deformation),使从属顶点配合控制顶点的移动而移动。

[0207] 结果,如图20所示,参考模型RM的从属模型部分MPA#3配合从属顶点的移动而变形,图20示意性地表示未变形的参考模型RM及变形后的参考模型RM。也就是说,参考模型RM的从属模型部分MPA#3的三维形状改变。在该情况下,可以说参考模型RM的从属模型部分MPA#3配合参考模型RM的控制模型部分MPA#2的变形而变形。

[0208] 此外,控制信息生成部2211也可以基于加工系统SYS的使用者的指示而使控制顶点移动。具体来说,使用者也可以使用输入装置224将用于使控制顶点移动的指示输入到控制信息生成装置22。在该情况下,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM。尤其是,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM的控制顶点。使用者也可以使用输入装置224使输出装置225显示的控制顶点移动。在该情况下,也可以视为使用者指定参考模型RM的变形量。

[0209] 控制信息生成部2211也可以基于加工系统SYS的使用者的指示而使从属顶点移动。具体来说,使用者也可以使用输入装置224将用于使从属顶点移动的指示输入到从属信息生成装置22。在该情况下,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM。尤其是,能够作为显示装置发挥功能的输出装置225也可以显示参考模型RM的从属顶点。使用者也可以使用输入装置224使输出装置225显示的从属顶点移动。在该情况下,也可以视为使用者指定参考模型RM的变形量。

[0210] 另一方面,如图20所示,控制信息生成部2211不使固定顶点移动。也就是说,即使在控制顶点及从属顶点移动的情况下,固定顶点的位置也固定。

[0211] 结果,如图20所示,生成变形的参考模型RM作为变形模型TM。在该情况下,根据图16及图20可知,由变形模型TM生成的差分模型DM典型地可以包含变形的从属模型部分MPA#

3的至少一部分。

[0212] 当生成包含作为装配信息的参考模型RM的文件时,该文件中也可以包含与参考模型RM的变形相关的变形信息。与参考模型RM的变形相关的信息也可以包含与控制顶点、从属顶点及固定顶点的至少一个相关的信息。与控制顶点相关的信息也可以包含与控制顶点的位置相关的信息。与控制顶点相关的信息也可以包含与控制顶点的移动相关的信息。与控制顶点的移动相关的信息也可以包含与控制顶点的移动量及移动方向的至少一个相关的信息。与从属顶点相关的信息也可以包含与从属顶点的位置相关的信息。与从属顶点相关的信息也可以包含与从属顶点的移动相关的信息。与从属顶点的移动相关的信息也可以包含与从属顶点的移动量及移动方向的至少一个相关的信息。与固定顶点相关的信息也可以包含与固定顶点的位置相关的信息。在该情况下,控制信息生成部2211也可以通过使用文件中包含的变形信息对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM。结果,控制信息生成部2211能够容易地重新生成与过去生成过的变形模型TM相同的变形模型TM。

[0213] 但是,参考模型RM与变形信息也可以包含在不同的文件中。在该情况下,也可以在存储装置222等中存储管理文件,该管理文件包含表示包含参考模型RM的文件与包含变形信息的文件相互建立关联的信息。

[0214] 控制信息生成装置22也可以使用为了生成用于加工第1工件W的加工控制信息而生成的变形信息,来生成用于加工与第1工件W不同的第2工件W的加工控制信息。例如,控制信息生成装置22也可以使用与第1工件W的参考模型RM的变形相关的变形信息而使第2工件W的参考模型RM变形。在该情况下,控制信息生成装置22也可以不设定第2工件W的参考模型RM的控制顶点的目标移动位置。结果,能够减少控制信息生成装置22的处理负荷。当第1工件W的变形量与第2工件W的变形量相似时,该动作尤其有效。

[0215] (3)技术效果

[0216] 像以上所说明的那样,在本实施方式的加工系统SYS中,作为表示工件W的目标形状的三维模型,代替没有反映出工件W的变形的参考模型RM而使用反映出工件W的变形的变形模型TM。因此,基于变形模型TM生成的差分模型DM所示的三维形状(参照图15(b))与基于参考模型RM生成的差分模型DM所示的三维形状(参照图11(c))相比,更接近加工装置1应造型的三维结构物ST的三维形状。因此,即使在随着工件W的使用而工件W变形的情况下,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)也能够生成用于控制加工装置1以进行具有期望形状的三维结构物ST的造型的加工控制信息。也就是说,控制信息生成装置22能够生成工件W的变形的影响降低或抵消的加工控制信息。结果,加工装置1能够进行具有期望形状的三维结构物ST的造型。

[0217] 此处,如上所述,在工件W变形的状况下,工件W的一部分的变形量也可以与工件W的其它部分的变形量不同。作为一例,在工件W为涡轮叶片的情况下,如上所述,涡轮叶片的一部分的变形量通常是该一部分越靠近涡轮叶片的前端则越大。在该情况下,控制信息生成装置22能够生成不仅相对较小的涡轮叶片的根部的变形的影响降低或抵消,而且相对较大的涡轮叶片的前端的变形的影响降低或抵消的加工控制信息。此处,涡轮叶片的前端因磨损而缺损,因此,加工装置1在涡轮叶片的前端进行造型物的造型。因此,控制信息生成装置22能够生成涡轮叶片中的加工装置1应进行造型物的造型的部分的变形的影响适当地降低或抵消的加工控制信息。结果,加工装置1能够适当地进行具有可适当填补涡轮叶片的缺

损部分的期望形状的三维结构物ST的造型。

[0218] 另外,本实施方式的加工系统SYS能够通过对参考模型RM进行变形而生成变形模型TM。尤其是,加工系统SYS能够通过使参考模型RM的控制顶点及从属顶点移动而生成变形模型TM。由于控制顶点及从属顶点位于参考模型RM的表面(尤其是,包含侧面的表面),所以,加工系统SYS能够基于反映出工件W的侧面的变形的物体模型OM而使具有相当于工件W的侧面的侧面的参考模型RM变形。因此,加工系统SYS能够使参考模型RM的侧面配合工件W的侧面的变形而适当地变形(例如,弯曲)。结果,加工系统SYS能够适当地生成适当地反映出工件W的侧面的变形的变形模型TM(进而差分模型DM)。

[0219] (4)变形例

[0220] 在所述说明中,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)基于物体模型OM对参考模型RM进行变形,以生成变形模型TM。然而,如图21所示,控制信息生成装置22也可以基于参考模型RM对物体模型OM进行变形,以生成变形模型TM。此外,基于参考模型RM对物体模型OM进行变形的动作也可以与基于物体模型OM对参考模型RM进行变形的动作相同。也就是说,控制信息生成装置22也可以进行参考模型RM与物体模型OM的对准,将物体模型OM的各顶点指定为控制顶点、从属顶点及固定顶点中的任一个,并使控制顶点及从属顶点移动,由此对物体模型OM进行变形。然后,如图22所示,控制信息生成装置22也可以生成相当于参考模型RM与变形后的物体模型OM的差分的三维模型作为差分模型DM。然后,如图22所示,也可以基于反映出工件W的变形的物体模型OM(即,变形前的物体模型OM)对差分模型DM进行变形,由此生成反映出工件W的变形的差分模型DM。此外,基于物体模型OM对差分模型DM进行变形的动作也可以与基于物体模型OM对参考模型RM进行变形的动作相同。也就是说,控制信息生成装置22也可以进行差分模型DM与物体模型OM的对准,将差分模型DM的各顶点指定为控制顶点、从属顶点及固定顶点中的任一个,并使控制顶点及从属顶点移动,由此对差分模型DM进行变形。

[0221] 在所述说明中,测量系统2(尤其是控制信息生成装置22)基于物体模型OM及参考模型RM生成变形模型TM,并基于变形模型TM生成差分模型DM。然而,控制信息生成装置22也可以在不生成变形模型TM的情况下生成差分模型DM。

[0222] 作为一例,控制信息生成装置22也可以基于物体模型OM及参考模型RM来预测配合工件W的变形的三维结构物ST的变形量,生成表示反映出预测的变形量的三维结构物ST的三维形状的三维模型作为差分模型DM。在该情况下,控制信息生成装置22也可以使用能够通过机器学习来构建的运算模型而预测三维结构物ST的变形量。运算模型也可以是当输入物体模型OM及参考模型RM时,输出配合工件W的变形的三维结构物ST的变形量的模型。作为能够通过机器学习来构建的运算模型的一例,例如可例举包含神经网络的运算模型(所谓人工智能(AI:Artificial Intelligence))。运算模型的机器学习也可以包含深度学习。

[0223] 作为另一例,如图23所示,控制信息生成装置22也可以通过将参考模型RM沿着基于物体模型OM设定的切割面切断而生成差分模型DM。切割面也可以是规定物体模型OM的前端的面。切割面也可以是规定距离物体模型OM的基准部位Brm最远的物体模型OM的前端的面。然后,如图23所示,通过基于反映出工件W的变形的物体模型OM(即,变形前的物体模型OM)对差分模型DM进行变形,而生成反映出工件W的变形的差分模型DM。此外,基于物体模型OM对差分模型DM进行变形的动作也可以与基于物体模型OM对参考模型RM进行变形的动作

相同。也就是说,控制信息生成装置22也可以进行差分模型DM与物体模型OM的对准,将差分模型DM的各顶点指定为控制顶点、从属顶点及固定顶点中的任一个,并使控制顶点及从属顶点移动,由此对差分模型DM进行变形。在该情况下,控制信息生成装置22也可以进行面向切割面的差分模型DM的部位与面向切割面的物体模型OM的部位的对准。控制信息生成装置22也可以将面向切割面的差分模型DM的部位的顶点指定为控制顶点。

[0224] 在所述说明中,测量系统2生成加工控制信息。然而,也可以由与测量系统2不同的控制信息生成装置生成加工控制信息。例如,也可以由能够作为控制信息生成装置发挥功能的加工装置1(尤其是它的控制装置17)生成加工控制信息。例如,也可以由能够作为控制信息生成装置发挥功能的控制服务器4生成加工控制信息。例如,也可以由与加工装置1及控制服务器4不同的控制信息生成装置生成加工控制信息。例如,也可以由能够与加工装置1进行通讯的控制信息生成装置生成加工控制信息。例如,也可以由能够与控制服务器4进行通讯的控制信息生成装置生成加工控制信息。

[0225] 当与测量系统2不同的控制信息生成装置生成加工控制信息时,与测量系统2不同的控制信息生成装置也可以进一步由参考模型RM生成变形模型TM,然后,基于变形模型TM与物体模型OM生成差分模型DM。在该情况下,测量系统2也可以使用通讯装置223将物体模型OM发送到控制信息生成装置。另外,也可以在控制信息生成装置中存储参考模型RM。

[0226] 在所述说明中,加工装置1通过对造型材料M照射加工光EL而使造型材料M熔融。然而,加工装置1也可以通过将任意能量束照射到造型材料M而使造型材料M熔融。作为任意能量束的一例,可例举带电粒子束及电磁波等的至少一种。作为带电粒子束的一例,可例举电子束及离子束等的至少一种。

[0227] (5)附注

[0228] 关于以上说明的实施方式,还公开以下的附注。

[0229] [附注1]

[0230] 一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

[0231] 获取表示物体的三维形状的物体模型;

[0232] 通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;

[0233] 生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型;及

[0234] 基于所述差分模型生成加工控制信息,该加工控制信息用于对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

[0235] [附注2]

[0236] 根据附注1所述的加工控制信息生成方法,其中

[0237] 所述物体模型是通过测量所述物体的三维形状而生成。

[0238] [附注3]

[0239] 根据附注1或2所述的加工控制信息生成方法,其中

[0240] 所述参考模型表示所述物体的与所述三维形状不同的参考三维形状。

[0241] [附注4]

[0242] 根据附注3所述的加工控制信息生成方法,其中

[0243] 所述参考模型表示使用所述物体之前的三维形状。

[0244] [附注5]

[0245] 根据附注1至4中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0246] 变形后的所述参考模型的一部分与所述物体模型的差异小于变形前的所述参考模型的一部分与物体模型的差异。

[0247] [附注6]

[0248] 根据附注1至5中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0249] 生成所述变形模型包含如下步骤,即,对所述第1部分进行变形,以使所述参考模型的表面的第1部分的三维形状与所述物体模型的表面中的和所述第1部分对应的第2部分的三维形状的差分变小,并且使所述参考模型中的与所述第1部分不同的第3部分的三维形状配合所述第1部分的变形而变形。

[0250] [附注7]

[0251] 根据附注1至6中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0252] 生成所述变形模型包含对所述参考模型进行拉普拉斯变形。

[0253] [附注8]

[0254] 根据附注1至7中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0255] 生成所述变形模型包含如下步骤:

[0256] 使所述参考模型与所述物体模型对准,以使所述参考模型的表面中的不应变形的第1参考模型部分与所述物体模型的表面中的和所述第1参考模型部分对应的第1物体模型部分一致;及

[0257] 在所述参考模型与所述物体模型对准的状态下,以所述参考模型的表面中的与所述第1参考模型部分不同的第2参考模型部分移动到所述物体模型的表面中的与所述第2参考模型部分对应的第2物体模型部分的位置的方式,对所述第2参考模型部分进行变形。

[0258] [附注9]

[0259] 根据附注8所述的加工控制信息生成方法,其中

[0260] 生成所述变形模型包含如下步骤:

[0261] 在对所述第2参考模型部分进行变形之前,从所述物体模型中提取与所述第2参考模型部分对应的所述第2物体模型部分;及

[0262] 对所述第2参考模型部分进行变形,即,以所述第2参考模型部分移动到所述提取的第2物体模型部分的位置的方式,对所述第2参考模型部分进行变形。

[0263] [附注10]

[0264] 根据附注8或9所述的加工控制信息生成方法,其中

[0265] 生成所述变形模型包含如下步骤:

[0266] 在所述参考模型与所述物体模型对准的状态下,使所述参考模型的表面中的与所述第1及第2参考模型部分不同的第3参考模型部分配合所述第2参考模型部分的变形而变形。

[0267] [附注11]

[0268] 根据附注10所述的加工控制信息生成方法,其中

[0269] 所述差分模型包含配合所述第2参考模型部分的变形而变形的所述第3参考模型部分的至少一部分。

[0270] [附注12]

[0271] 根据附注8至11中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0272] 所述参考模型及所述物体模型分别是多边形网格模型。

[0273] [附注13]

[0274] 根据附注1至12中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0275] 所述加工方法包含测量所述物体的三维形状,且

[0276] 所述物体模型是基于所述物体的三维形状的测量结果而生成。

[0277] [附注14]

[0278] 根据附注1至13中任一项所述的加工控制信息生成方法,其中

[0279] 所述物体包含涡轮叶片。

[0280] [附注15]

[0281] 一种加工方法,使用根据附注1至14中任一项所述的加工控制信息生成方法来进行增材加工。

[0282] [附注16]

[0283] 一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

[0284] 获取表示物体的三维形状的物体模型;

[0285] 生成基于所述物体模型变形后的表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;

[0286] 生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型;及

[0287] 基于所述差分模型生成加工控制信息,该加工控制信息用于对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

[0288] [附注17]

[0289] 一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

[0290] 通过对物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;

[0291] 生成差分模型,该差分模型是所述变形模型的一部分,且表示所述物体的三维形状成为所述目标形状所需的加工部分;及

[0292] 基于所述差分模型生成用于对所述物体进行增材加工的加工控制信息。

[0293] [附注18]

[0294] 一种加工控制信息生成方法,包含如下步骤:

[0295] 获取通过测量物体的三维形状而生成的物体模型;

[0296] 通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

[0297] 基于所述物体模型与变形模型,生成用于对所述物体进行增材加工的加工控制信息。

[0298] [附注19]

[0299] 一种加工方法,使用根据附注1至18中任一项所述的加工控制信息生成方法来进行加工。

[0300] [附注20]

[0301] 一种模型生成方法,包含如下步骤:

[0302] 获取表示物体的三维形状的物体信息;

[0303] 通过对应于所述物体信息对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

[0304] 生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型。

[0305] [附注21]

[0306] 一种模型生成方法,包含如下步骤:

[0307] 获取测量物体的三维形状的测量结果;

[0308] 通过对应于所述测量结果对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

[0309] 生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型。

[0310] [附注22]

[0311] 一种加工系统,具备:

[0312] 加工装置,能够加工物体;及

[0313] 控制信息生成装置,生成用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工的加工控制信息;

[0314] 所述控制信息生成装置是

[0315] 获取表示所述物体的三维形状的物体模型,

[0316] 通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型,

[0317] 生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型,

[0318] 基于所述差分模型生成所述加工控制信息,所述加工控制信息用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

[0319] [附注23]

[0320] 根据附注21所述的加工系统,其中

[0321] 所述物体模型是通过测量所述物体的三维形状而生成。

[0322] [附注24]

[0323] 根据附注22或23所述的加工系统,其中

[0324] 所述参考模型表示所述物体的与所述三维形状不同的参考三维形状。

[0325] [附注25]

[0326] 根据附注24所述的加工系统,其中

[0327] 所述参考模型表示使用所述物体之前的三维形状。

[0328] [附注26]

[0329] 根据附注22至25中任一项所述的加工系统,其中

[0330] 变形后的所述参考模型的一部分与所述物体模型的差异小于变形前的所述参考模型的一部分与物体模型的差异。

[0331] [附注27]

[0332] 根据附注22至26中任一项所述的加工系统,其中

[0333] 所述控制信息生成装置对所述第1部分进行变形,以使所述参考模型的表面的第1部分的三维形状与所述物体模型的表面中的和所述第1部分对应的第2部分的三维形状的

差分变小,并且使所述参考模型中的与所述第1部分不同的第3部分的三维形状配合所述第1部分的变形而变形,由此生成所述变形模型。

[0334] [附注28]

[0335] 根据附注22至27中任一项所述的加工系统,其中

[0336] 所述控制信息生成装置通过对所述参考模型进行拉普拉斯变形而生成所述变形模型。

[0337] [附注29]

[0338] 根据附注22至28中任一项所述的加工系统,其中

[0339] 所述控制信息生成装置是

[0340] 使所述参考模型与所述物体模型对准,以使所述参考模型的表面中的不应变形的第1参考模型部分与所述物体模型的表面中的和所述第1参考模型部分对应的第1物体模型部分一致,

[0341] 在所述参考模型与所述物体模型对准的状态下,以所述参考模型的表面中的与所述第1参考模型部分不同的第2参考模型部分移动到所述物体模型的表面中的与所述第2参考模型部分对应的第2物体模型部分的位置的方式,对所述第2参考模型部分进行变形,

[0342] 由此生成所述变形模型。

[0343] [附注30]

[0344] 根据附注29所述的加工系统,其中

[0345] 所述控制信息生成装置:

[0346] 在对所述第2参考模型部分进行变形之前,从所述物体模型中提取与所述第2参考模型部分对应的所述第2物体模型部分,

[0347] 对所述第2参考模型部分进行变形,即,以所述第2参考模型部分移动到所述提取的第2物体模型部分的位置的方式,对所述第2参考模型部分进行变形,

[0348] 由此生成所述变形模型。

[0349] [附注31]

[0350] 根据附注29或30所述的加工系统,其中

[0351] 所述控制信息生成装置是

[0352] 在所述参考模型与所述物体模型对准的状态下,使所述参考模型的表面中的与所述第1及第2参考模型部分不同的第3参考模型部分配合所述第2参考模型部分的变形而变形,由此生成所述变形模型。

[0353] [附注32]

[0354] 根据附注31所述的加工系统,其中

[0355] 所述差分模型包含配合所述第2参考模型部分的变形而变形的所述第3参考模型部分的至少一部分。

[0356] [附注33]

[0357] 根据附注29至32中任一项所述的加工系统,其中

[0358] 所述参考模型及所述物体模型分别是多边形网格模型。

[0359] [附注34]

[0360] 根据附注22至33中任一项所述的加工系统,其中

[0361] 所述控制信息生成装置还测量所述物体的三维形状,且

[0362] 所述物体模型是基于所述物体的三维形状的测量结果而生成。

[0363] [附注35]

[0364] 根据附注22至34中任一项所述的加工系统,其中

[0365] 所述物体包含涡轮叶片。

[0366] [附注36]

[0367] 一种加工系统,具备:

[0368] 加工装置,能够加工物体;及

[0369] 控制信息生成装置,生成用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工的加工控制信息;

[0370] 所述控制信息生成装置是

[0371] 获取表示所述物体的三维形状的物体模型,

[0372] 生成基于所述物体模型变形后的表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型,

[0373] 生成表示所述变形模型与所述物体模型的差分的差分模型,

[0374] 基于所述差分模型生成所述加工控制信息,所述加工控制信息用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工,以使所述物体的三维形状成为所述目标形状。

[0375] [附注37]

[0376] 一种加工系统,具备:

[0377] 加工装置,能够加工物体;及

[0378] 控制信息生成装置,生成用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工的加工控制信息;

[0379] 所述控制信息生成装置是

[0380] 通过对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型,

[0381] 生成差分模型,该差分模型是所述变形模型的一部分,且表示所述物体的三维形状成为所述目标形状所需的加工部分,

[0382] 基于所述差分模型生成用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工的所述加工控制信息。

[0383] [附注38]

[0384] 一种加工系统,具备:

[0385] 加工装置,能够加工物体;及

[0386] 控制信息生成装置,生成用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工的加工控制信息;

[0387] 所述控制信息生成装置:

[0388] 获取通过测量所述物体的三维形状而生成的物体模型;

[0389] 通过基于所述物体模型对所述物体的参考模型进行变形,而生成表示所述物体的加工后的目标形状的变形模型;及

[0390] 基于所述物体模型与变形模型,生成用于控制所述加工装置以对所述物体进行增材加工的所述加工控制信息。

[0391] [附注39]

[0392] 一种加工方法,使用根据附注22至38中任一项所述的加工系统来进行加工。

[0393] 所述各实施方式的构成要件的至少一部分能够与所述各实施方式的构成要件的至少另一部分适当组合。也可以不使用所述各实施方式的构成要件中的一部分。另外,在法令容许的范围内,援用所述各实施方式中引用的所有公开公报及美国专利公开而作为本文记载的一部分。

[0394] 本发明并不限于所述实施例,能够在不违背可以从权利要求书及整个说明书理解到的发明的主旨或思想的范围内适当变更,伴有这种变更的加工控制信息生成方法、加工方法、模型生成方法及加工系统也包含在本发明的技术范围内。

[0395] [符号的说明]

[0396]	SYS	加工系统
[0397]	1	加工装置
[0398]	2	测量系统
[0399]	21	形状测量装置
[0400]	22	控制信息生成装置
[0401]	W	工件
[0402]	OM	物体模型
[0403]	RM	参考模型
[0404]	TM	变形模型
[0405]	DM	差分模型

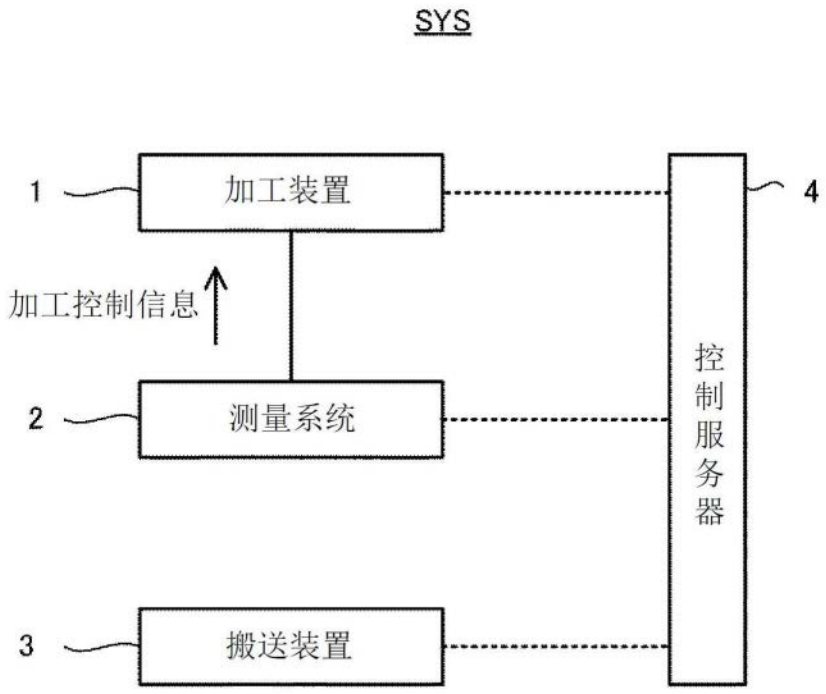


图1

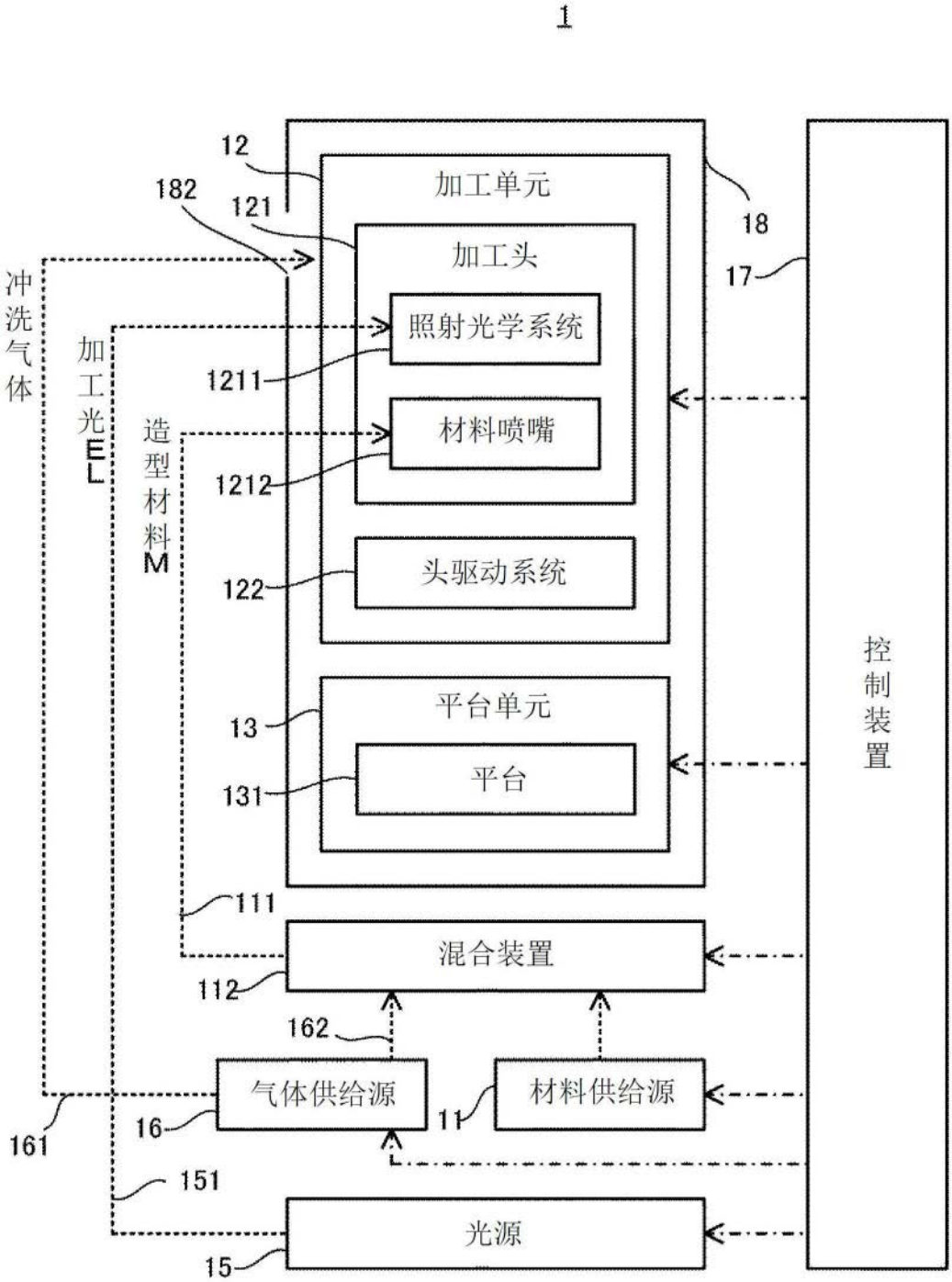

1
12
182
121
加工单元
加工头
照射光学系统
材料喷嘴
头驱动系统
平台单元
平台
18
17
控制装置
冲洗气体
加工光EL
造型材料M
1211
1212
122
13
131
111
混合装置
112
162
气体供给源
材料供给源
161
16
11
151
光源
15

图2

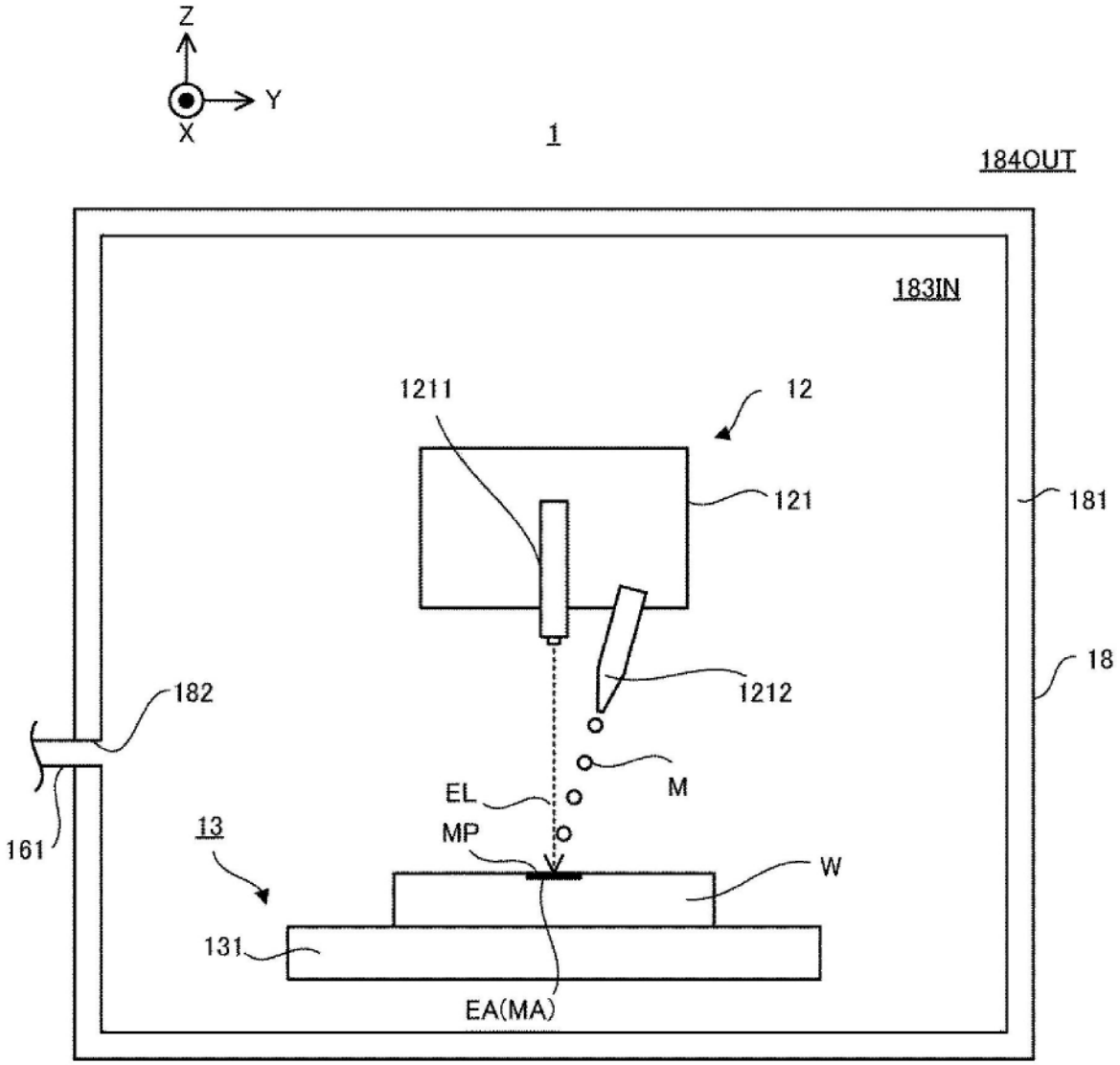

Z
Y
X
1
184OUT
183IN
1211
12
121
181
18
1212
182
EL
M
161
13
MP
W
131
EA(MA)

图3


2
形状测量装置
21
控制信息生成装置
22

图4

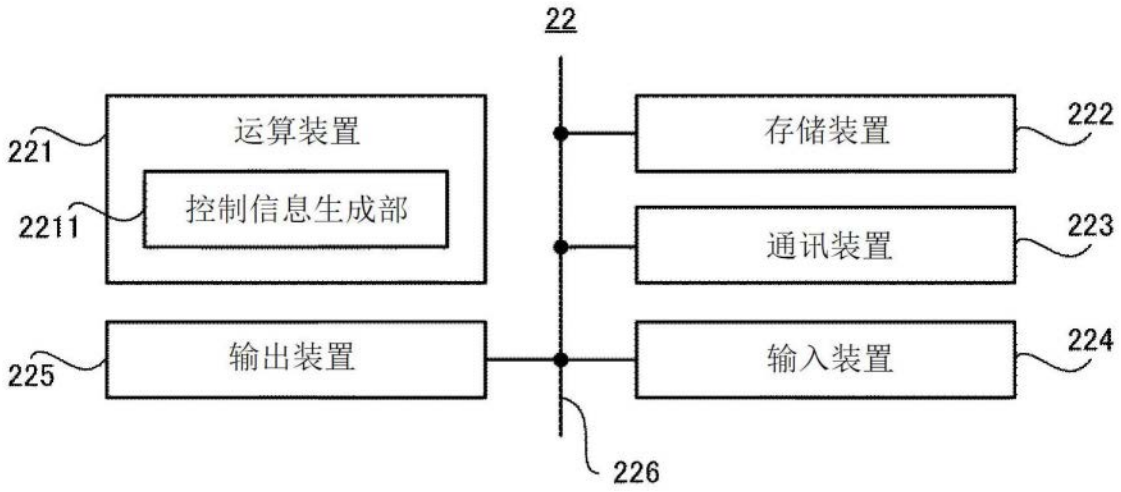

22
运算装置
221
控制信息生成部
2211
存储装置
222
通讯装置
223
输出装置
225
输入装置
224
226

图5

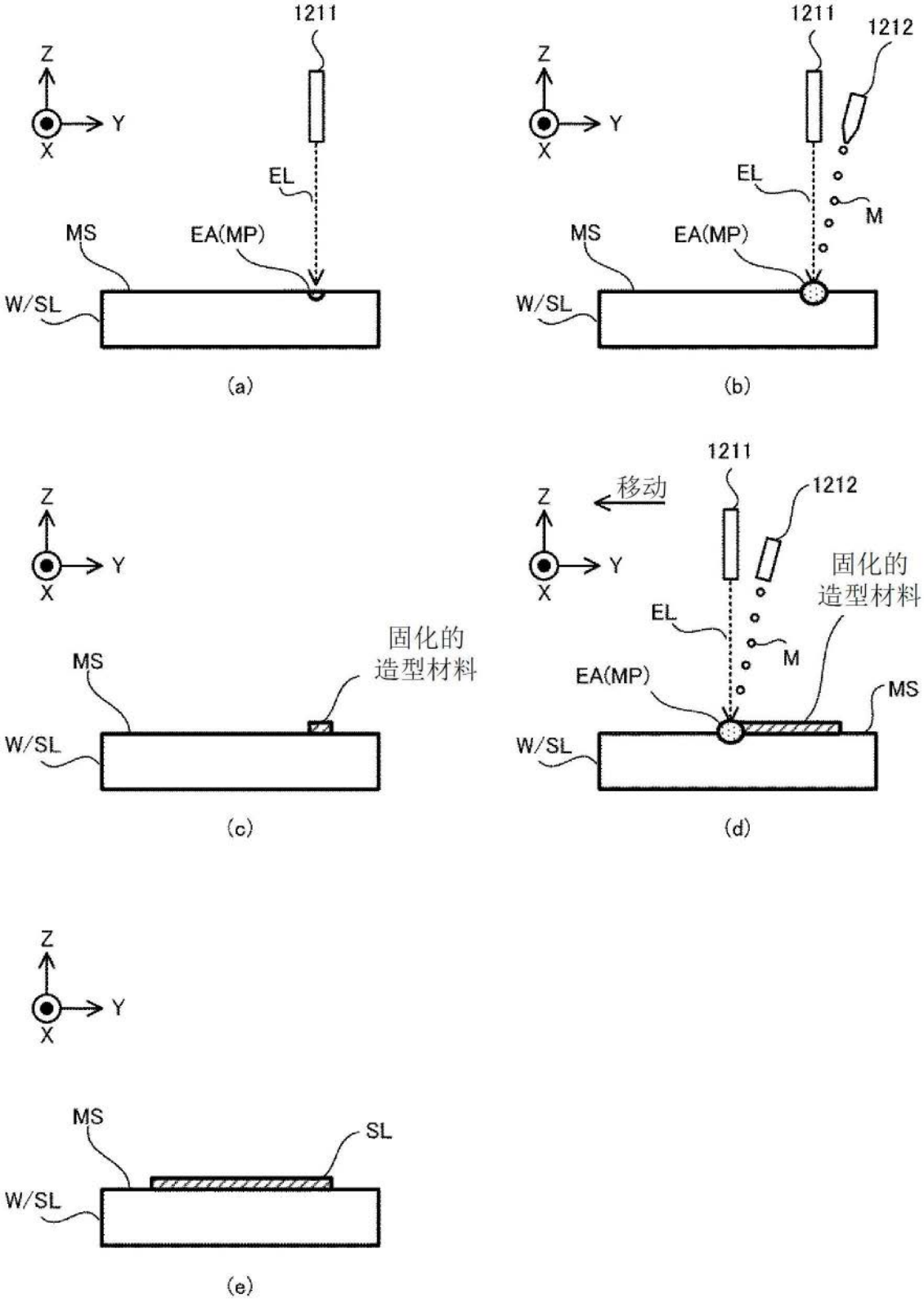

1211
Z
Y
X
EL
MS
EA(MP)
W/SL
(a)
1211
1212
Z
Y
X
EL
M
MS
EA(MP)
W/SL
(b)
Z
Y
X
固化的
造型材料
MS
W/SL
(c)
1211
移动
1212
Z
Y
X
固化的
造型材料
EL
M
EA(MP)
MS
W/SL
(d)
Z
Y
X
MS
SL
W/SL
(e)

图6

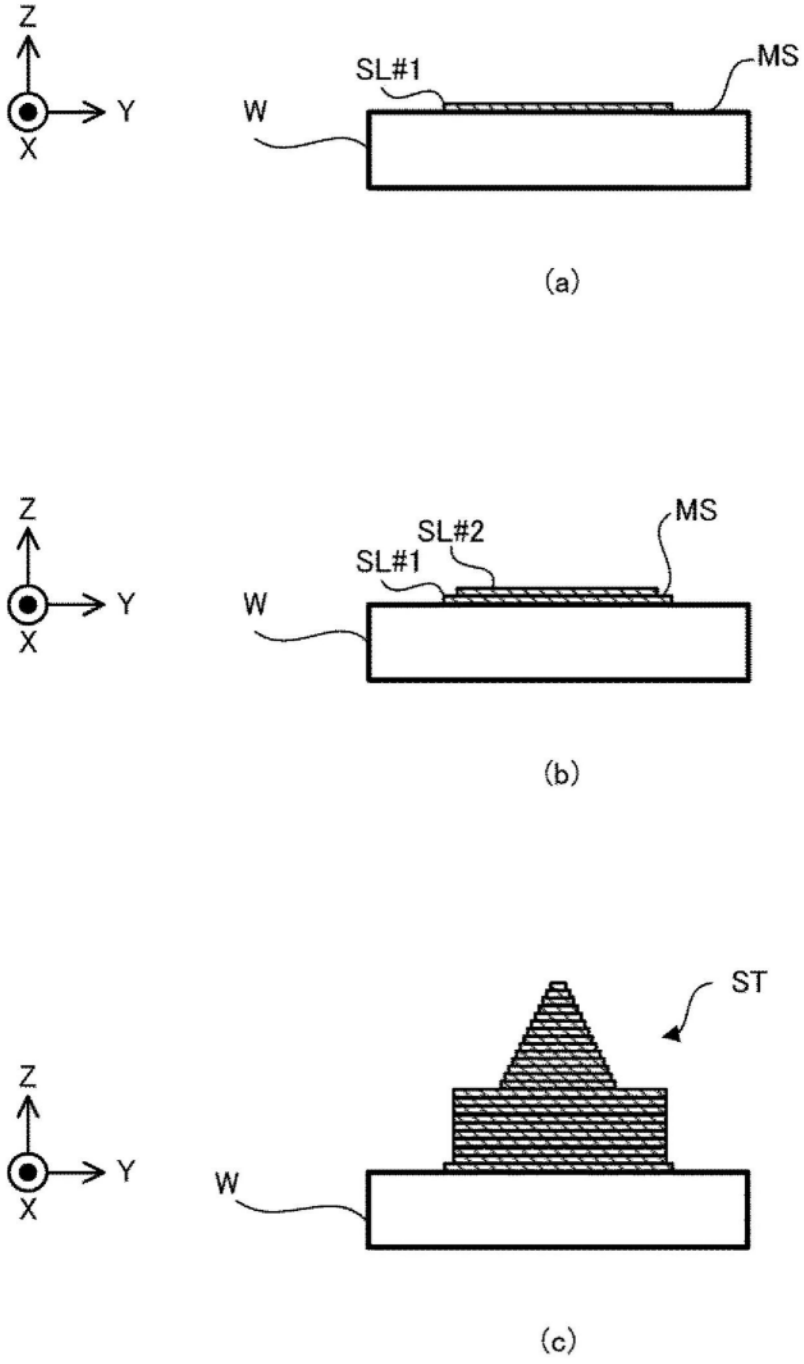


图7

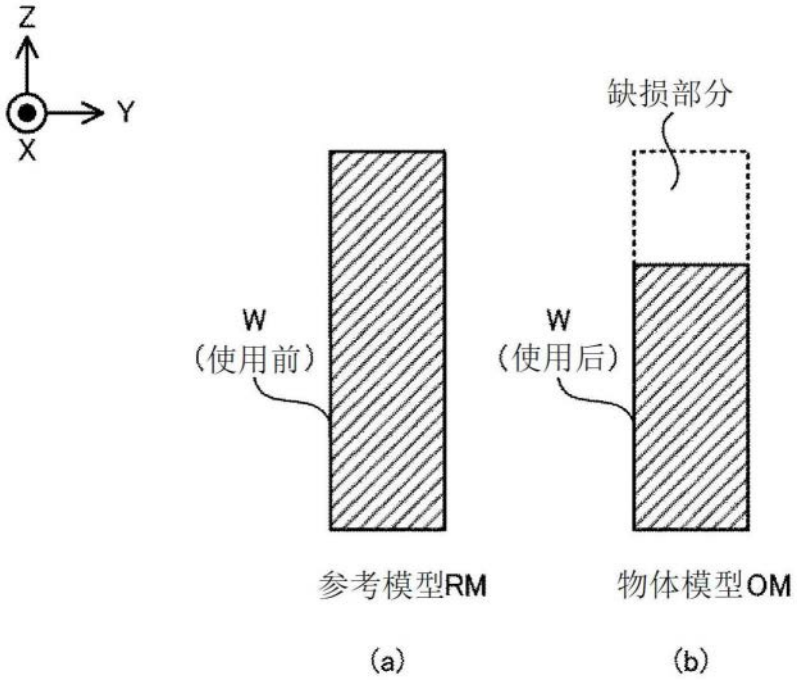

Z
Y
X
缺损部分
W
（使用前）
W
（使用后）
参考模型RM
物体模型OM
(a)
(b)

图8

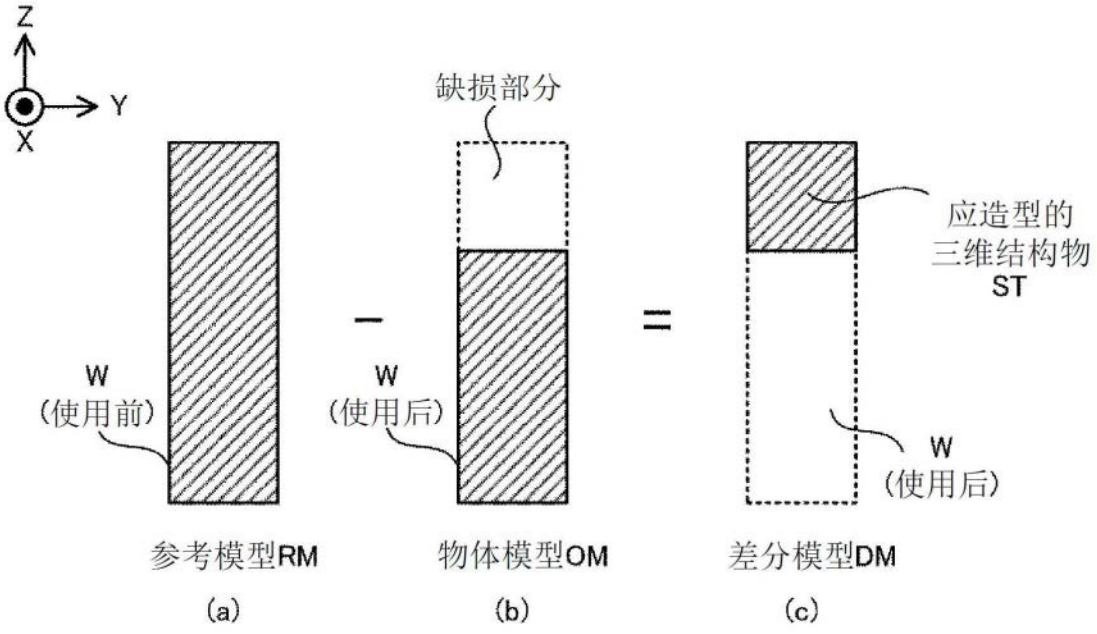

Z
Y
X
缺损部分
W
（使用前）
W
（使用后）
应造型的
三维结构物
ST
W
（使用后）
参考模型RM
物体模型OM
差分模型DM
(a)
(b)
(c)

图9

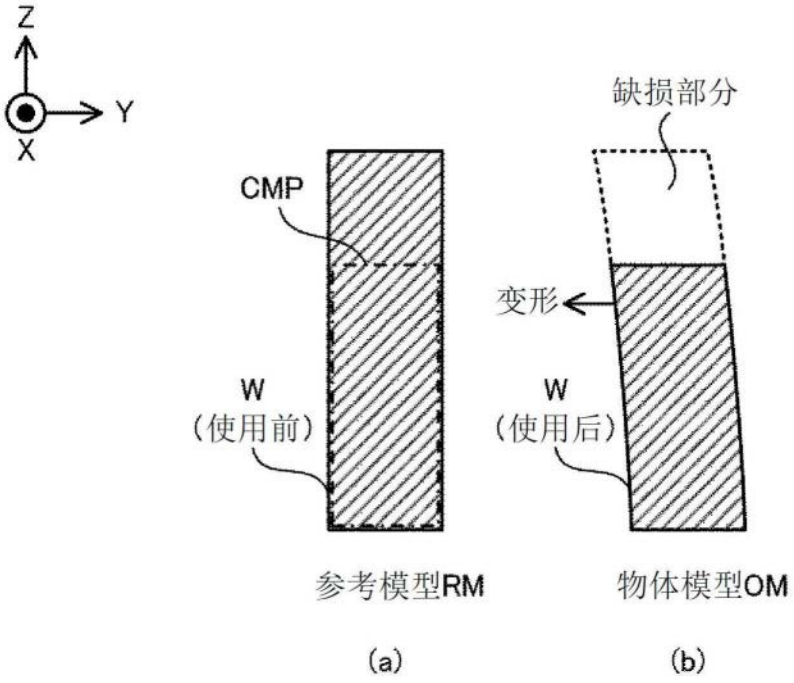

Z
Y
X
CMP
W
(使用前)
缺损部分
变形
W
(使用后)
参考模型RM
物体模型OM
(a)
(b)

图10

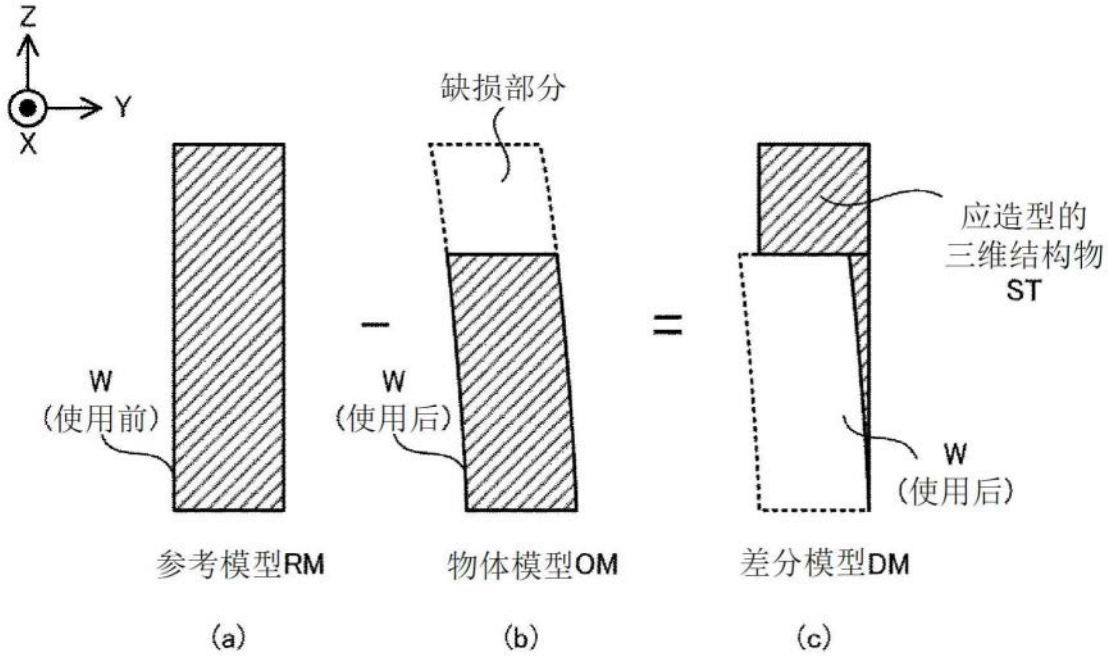

Z
Y
X
W
(使用前)
缺损部分
W
(使用后)
应造型的
三维结构物
ST
W
(使用后)
参考模型RM
物体模型OM
差分模型DM
(a)
(b)
(c)

图11

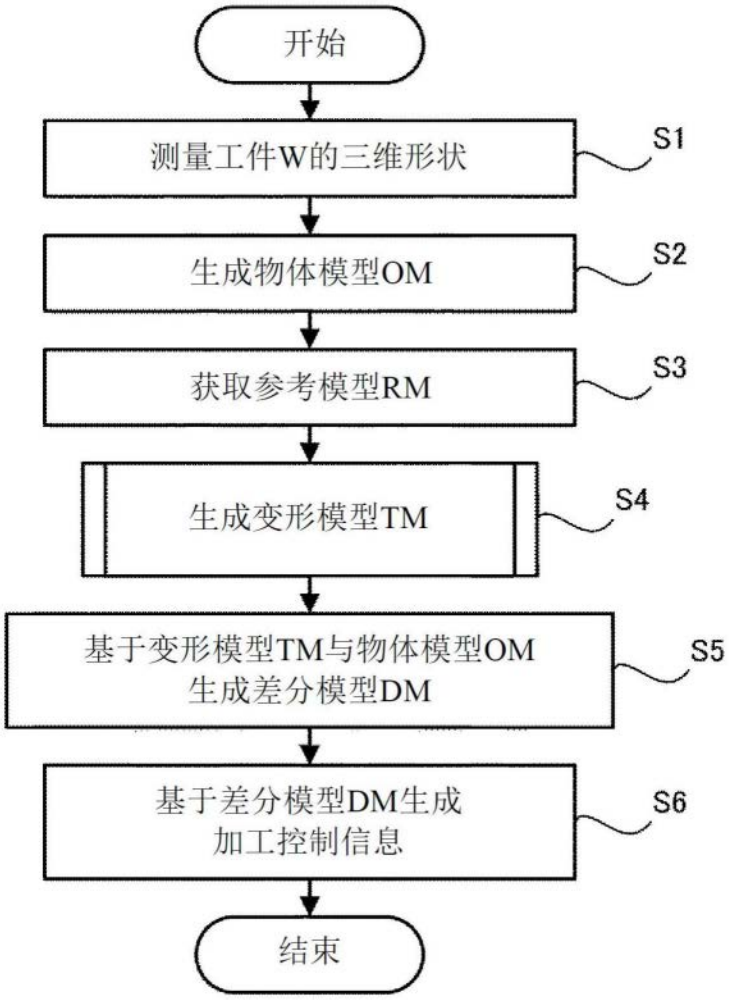

开始
测量工件W的三维形状
S1
生成物体模型OM
S2
获取参考模型RM
S3
生成变形模型TM
S4
基于变形模型TM与物体模型OM
生成差分模型DM
S5
基于差分模型DM生成
加工控制信息
S6
结束

图12

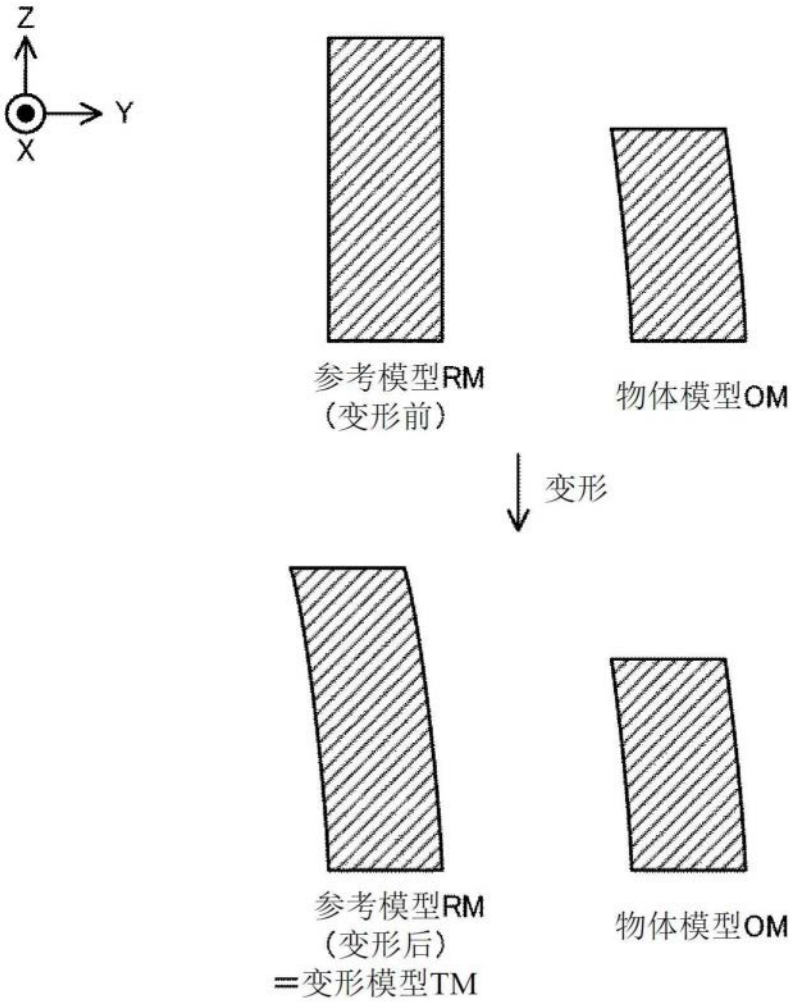

Z
Y
X
参考模型RM
（变形前）
物体模型OM
变形
参考模型RM
（变形后）
＝变形模型TM
物体模型OM

图13

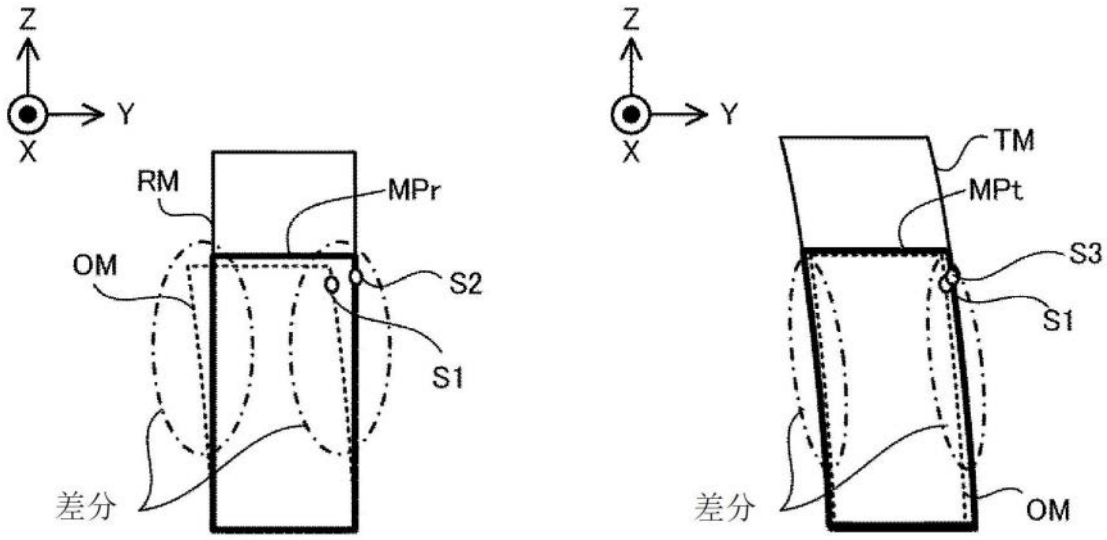

Z
Y
X
RM
MPr
OM
S2
S1
差分
Z
Y
X
TM
MPt
S3
S1
差分
OM

图14

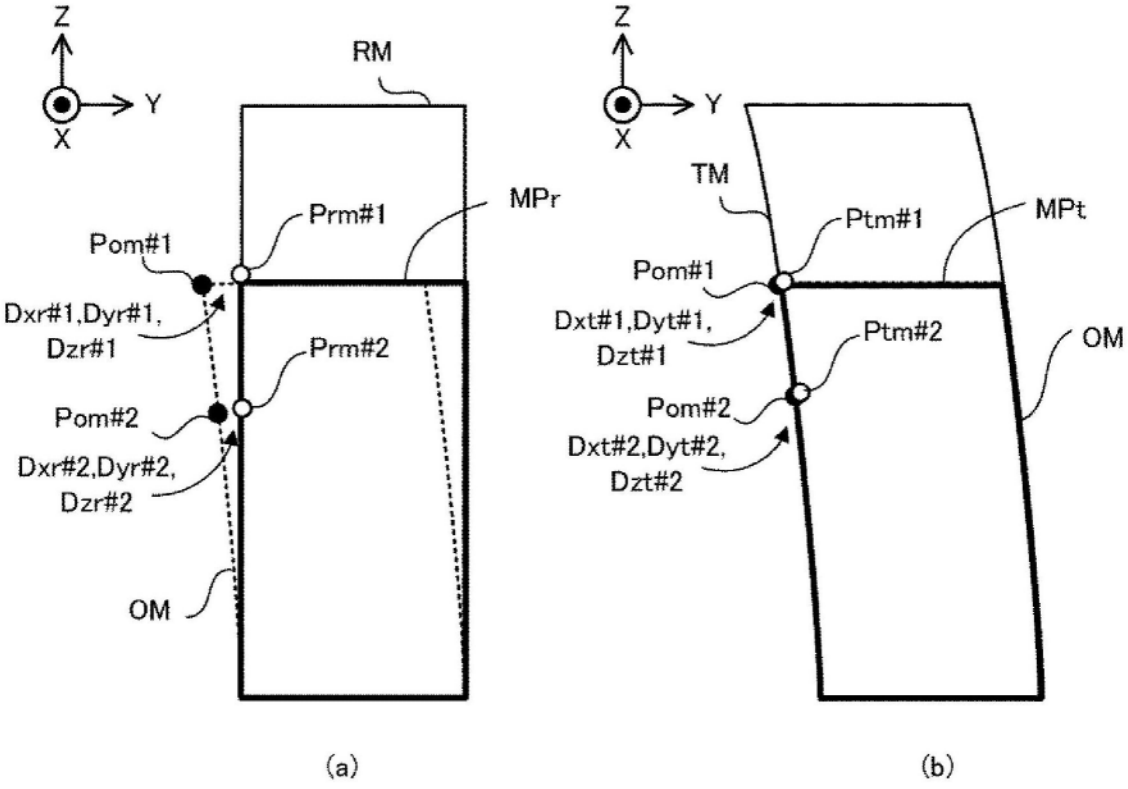

Z
Y
X
RM
MPr
Prm#1
Pom#1
Dxr#1,Dyr#1,
Dzr#1
Prm#2
Pom#2
Dxr#2,Dyr#2,
Dzr#2
OM
(a)
Z
Y
X
TM
Ptm#1
MPt
Pom#1
Dxt#1,Dyt#1,
Dzt#1
Ptm#2
OM
Pom#2
Dxt#2,Dyt#2,
Dzt#2
(b)

图15

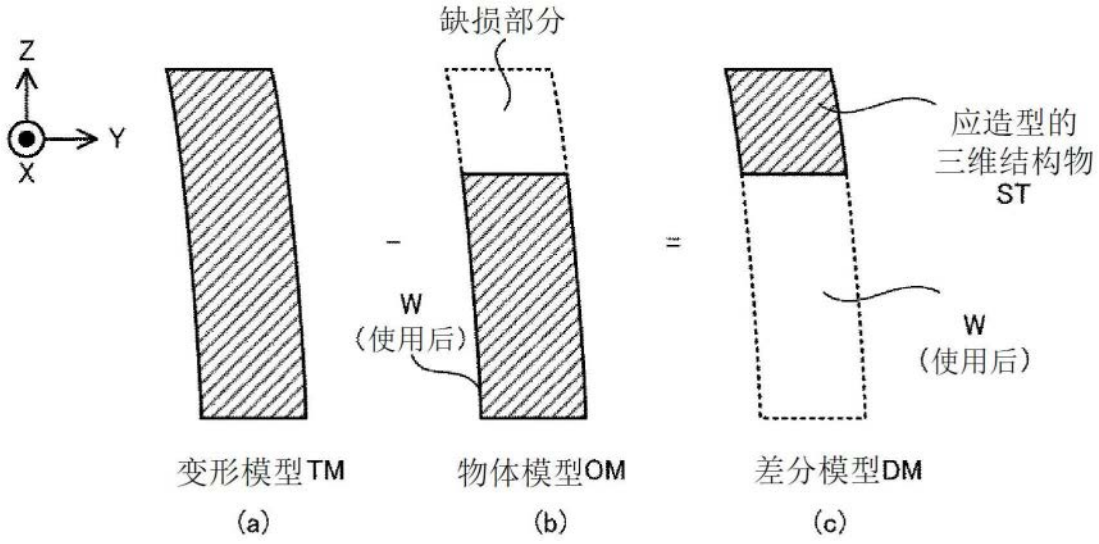

缺损部分
Z
Y
X
W
(使用后)
应造型的
三维结构物
ST
W
(使用后)
变形模型TM
(a)
物体模型OM
(b)
差分模型DM
(c)

图16

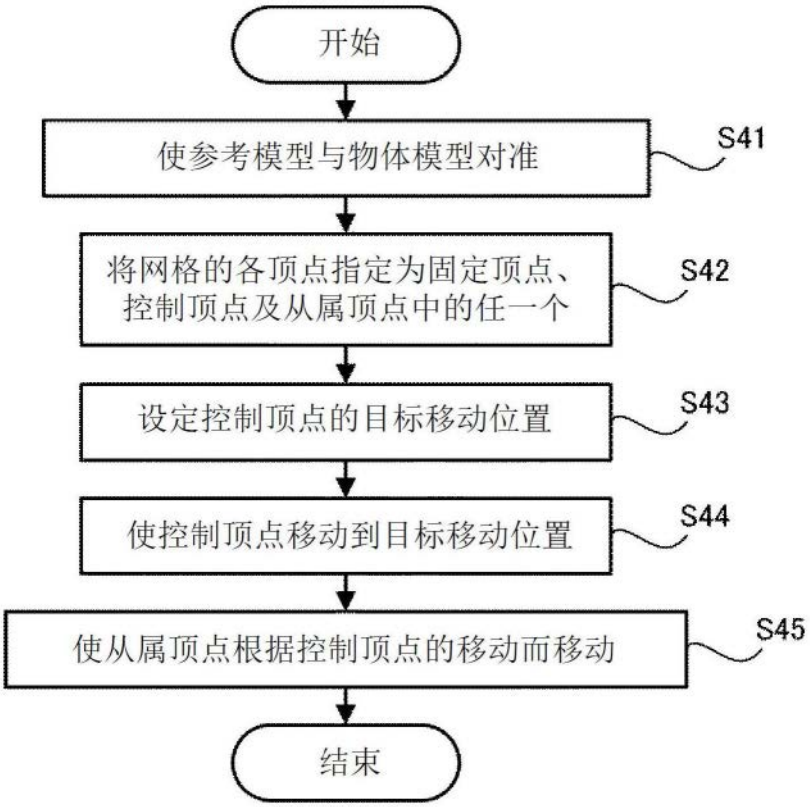

开始
使参考模型与物体模型对准
S41
将网格的各顶点指定为固定顶点、控制顶点及从属顶点中的任一个
S42
设定控制顶点的目标移动位置
S43
使控制顶点移动到目标移动位置
S44
使从属顶点根据控制顶点的移动而移动
S45
结束

图17

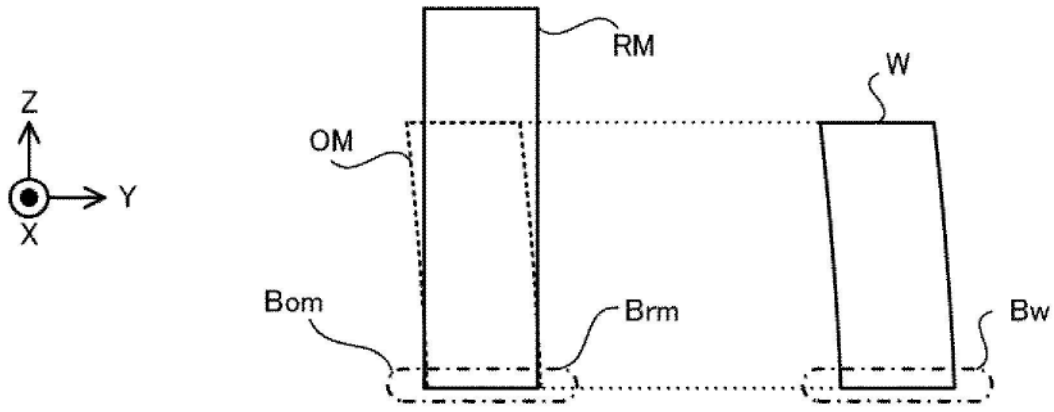

Z
Y
X
RM
W
OM
Bom
Brm
Bw

图18

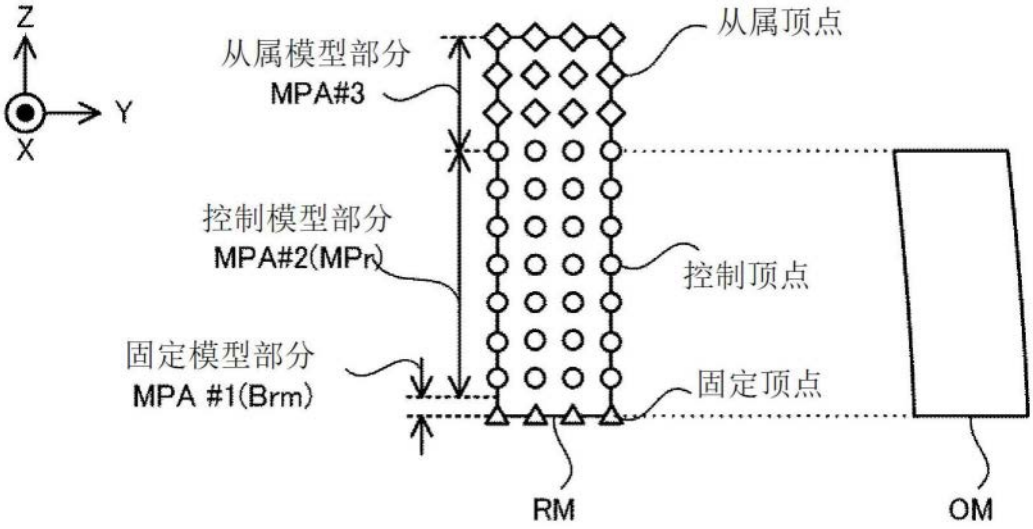

Z
Y
X
从属模型部分
MPA#3
从属顶点
控制模型部分
MPA#2(MPr)
控制顶点
固定模型部分
MPA #1(Brm)
固定顶点
RM
OM

图19

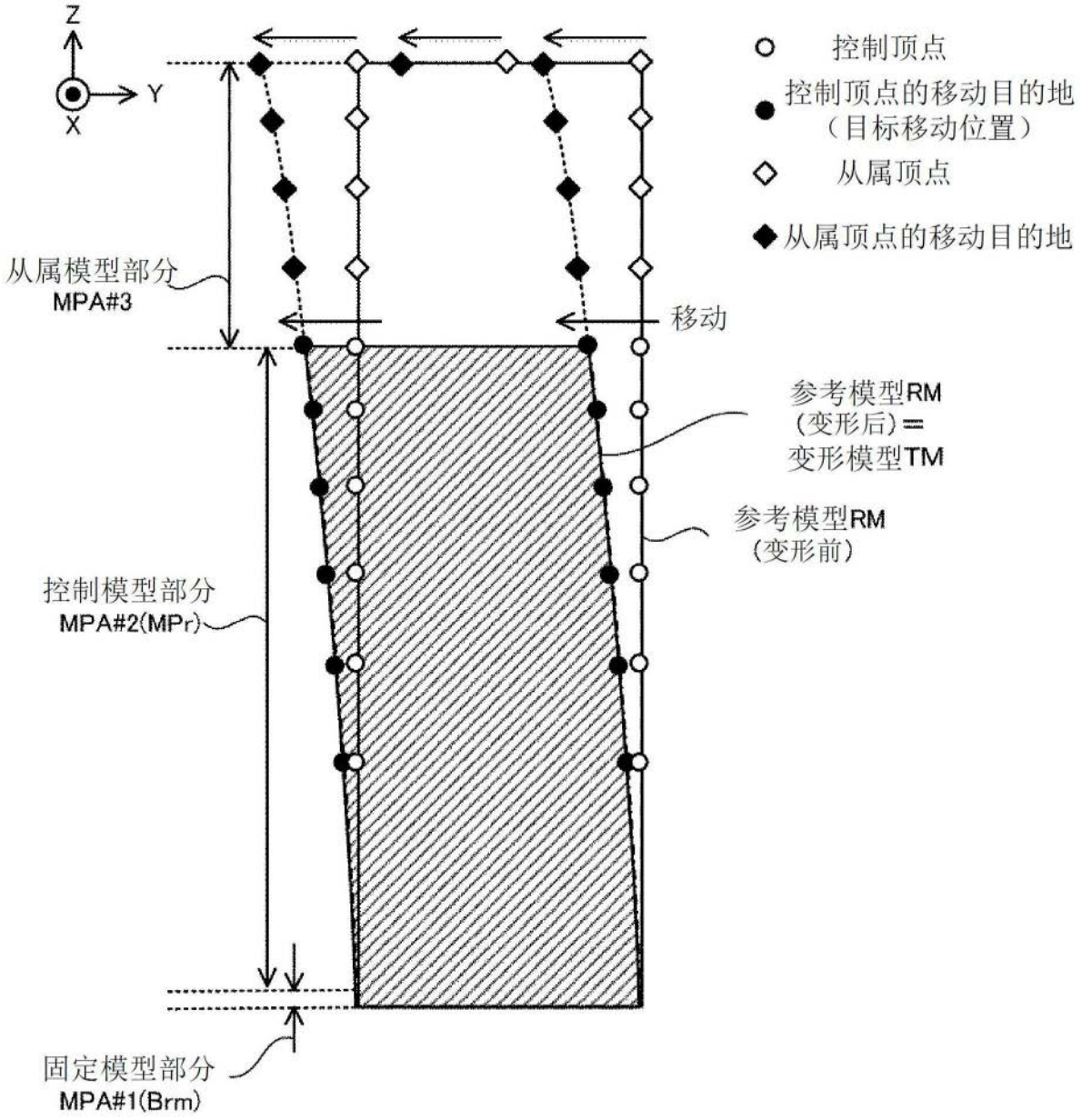

Z
Y
X
控制顶点
控制顶点的移动目的地
（目标移动位置）
从属顶点
从属顶点的移动目的地
从属模型部分
MPA#3
移动
参考模型RM
（变形后）=
变形模型TM
参考模型RM
（变形前）
控制模型部分
MPA#2(MPr)
固定模型部分
MPA#1(Brm)

图20

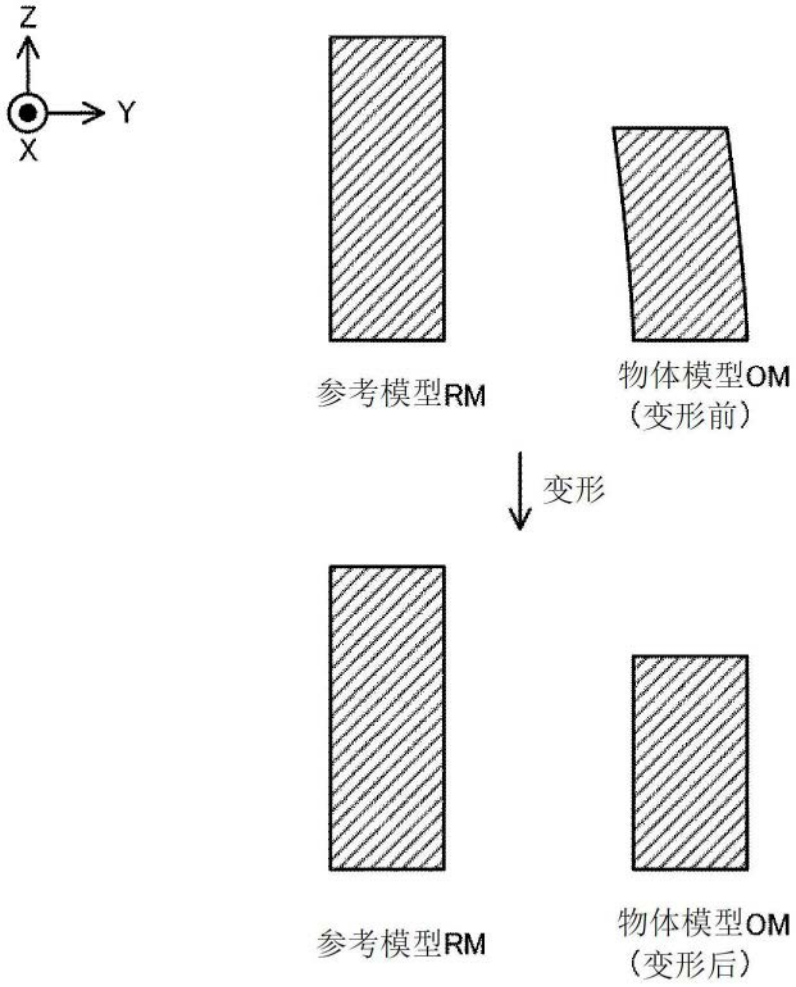


图21

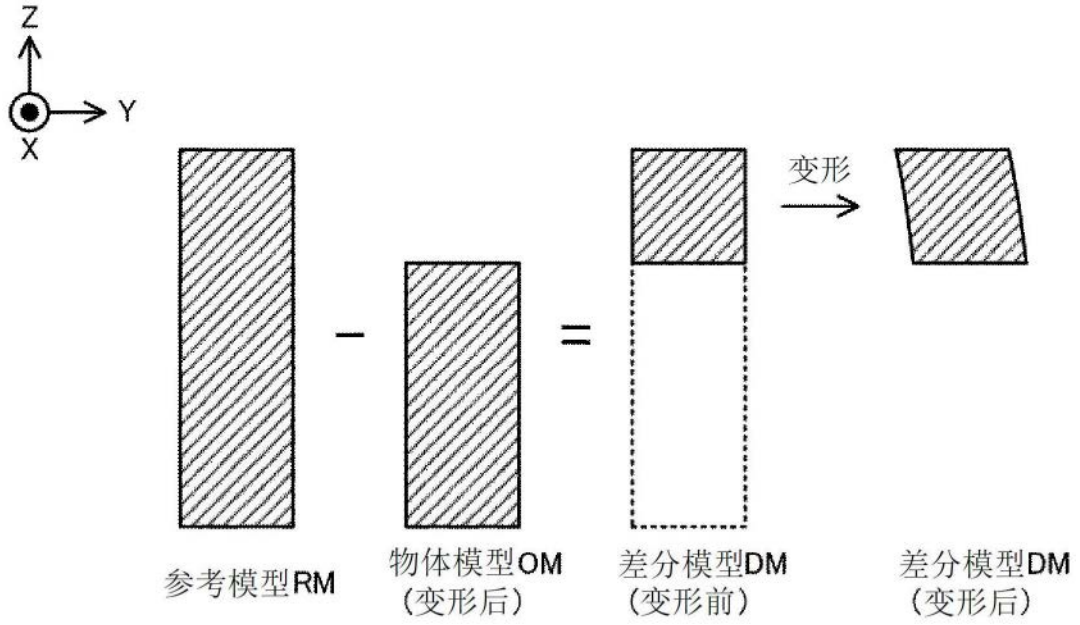

Z
Y
X
变形
参考模型RM
物体模型OM
(变形后)
差分模型DM
(变形前)
差分模型DM
(变形后)

图22

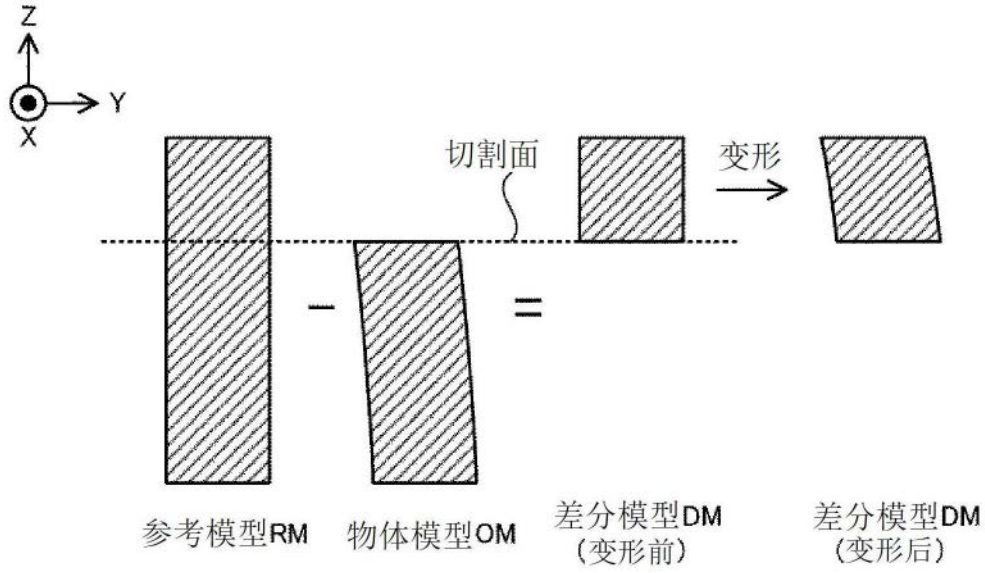

Z
Y
X
切割面
变形
参考模型RM
物体模型OM
差分模型DM
(变形前)
差分模型DM
(变形后)

图23