(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116113512 A
(43)申请公布日 2023.05.12

(21)申请号 202080104780.8
(22)申请日 2020.07.22
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.01.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/028425 2020.07.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/018853 JA 2022.01.27
(71)申请人 株式会社 尼康
地址 日本东京都
(72)发明人 仓见俊光 林志威 郑允晶
麦可·比尔克·宾纳德
(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 郝博
(51)Int.Cl.
B22F 3/105(2006.01)

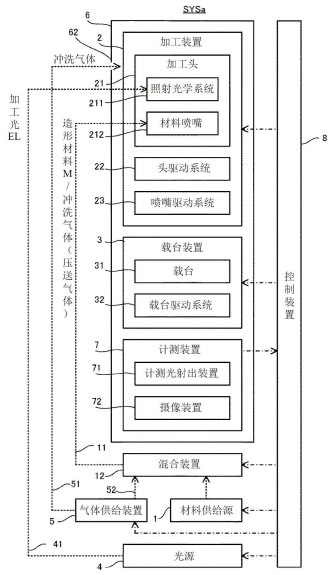
权利要求书6页 说明书32页 附图29页

(54)发明名称

加工系统

(57)摘要

本发明的加工系统具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由能量束照射的造形材料;计测装置,获取与物体的表面高度相关的信息;及距离变更装置,基于计测装置的计测结果,变更材料供给部件与物体表面之间的距离。



CN 116113512 A

1.一种加工系统,其特征在于,具备:

照射系统,对物体照射能量束;

材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;

计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及

距离变更装置,基于所述计测装置的计测结果,变更所述材料供给部件与所述表面之间的距离;

所述距离变更装置在所述表面高度低于期望高度的情况下,以延长所述材料供给部件与所述表面之间的距离的方式进行变更,在所述表面高度高于期望高度的情况下,以缩短所述材料供给部件与所述表面之间的距离的方式进行变更。

2.如权利要求1所述的加工系统,其特征在于,

与所述物体的表面高度相关的信息包含表示所述物体的高度的信息、及表示所述物体的理想高度的信息中的至少一者。

3.如权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,

与所述物体的表面高度相关的信息包含和所述物体的高度与所述物体的理想高度的差相关的信息。

4.一种加工系统,其特征在于,具备:

照射系统,对物体照射能量束;

材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;

计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及

距离变更装置,基于所述计测装置的计测结果,变更所述材料供给部件与所述表面之间的距离。

5.如权利要求4所述的加工系统,其特征在于,

与所述物体的表面高度相关的信息包含表示所述物体的高度的信息、及表示所述物体的理想高度的信息中的至少一者。

6.如权利要求4或5所述的加工系统,其特征在于,

与所述物体的表面高度相关的信息包含和所述物体的高度与所述物体的理想高度的差相关的信息。

7.如权利要求1至6中任一项所述的加工系统,其特征在于,

还具备使所述照射系统在第1移动方向上移动的移动装置,且

所述计测装置获取与所述第1移动方向的前方的所述表面高度相关的信息。

8.如权利要求1至7中任一项所述的加工系统,其特征在于,还具备:

获取部,在加工所述物体之前,获取用来控制所述照射系统的照射系统控制信息;及

控制部,基于通过所述获取部而获取到的所述照射系统控制信息,控制所述照射系统;

开始所述物体的加工后,并不变更所述照射系统控制信息,而是通过所述距离变更装置变更所述材料供给部件与所述表面之间的距离,由此来控制造形量。

9.如权利要求1至8中任一项所述的加工系统,其特征在于,

所述距离变更装置控制所述材料供给部件使所述材料供给部件移动。

10.如权利要求9所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件从朝向不同方向的多个材料供给口供给所述造形材料,且

通过利用所述距离变更装置移动所述材料供给部件,来变更从所述多个材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

11.如权利要求9或10所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件从朝向不同方向的多个材料供给口供给所述造形材料,且

通过利用所述距离变更装置移动所述材料供给部件,来变更从所述多个材料供给口供给的所述造形材料的集中区域与所述物体之间的距离。

12.如权利要求9至11中任一项所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件包含:第1材料供给部件,具有朝向第1方向的第1材料供给口;以及第2材料供给部件,具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口;

通过利用所述距离变更装置仅移动所述第1及第2材料供给部件中的一者,来变更从所述第1及第2材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

13.如权利要求9至12中任一项所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件包含:第1材料供给部件,具有朝向第1方向的第1材料供给口;以及第2材料供给部件,具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口;

通过利用所述距离变更装置使所述第1材料供给部件与所述第2材料供给部件以不同的移动量移动,来变更从所述第1及第2材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

14.如权利要求1至13中任一项所述的加工系统,其特征在于,

还具备输出装置,该输出装置输出与对所述造形材料照射所述能量束而附加加工所述物体的位置相关的信息;

所述输出装置根据实施所述附加加工时所述材料供给部件与所述表面之间的距离差异,输出与被施以所述附加加工后的所述物体的位置相关的信息。

15.如权利要求14所述的加工系统,其特征在于,

所述输出装置包含显示装置。

16.一种加工系统,其特征在于,具备:

照射系统,对物体照射能量束;

材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;

计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及

方向变更装置,基于所述计测装置的计测结果,使所述材料供给部件的方向变化。

17.如权利要求16所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件从朝向不同方向的多个材料供给口供给所述造形材料,且

通过利用所述方向变更装置改变所述材料供给部件的方向,来变更从所述多个材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

18.如权利要求16或17所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件从朝向不同方向的多个材料供给口供给所述造形材料,且

通过利用所述方向变更装置改变所述材料供给部件的方向,来变更从所述多个材料供给口供给的所述造形材料的集中区域与所述物体之间的距离。

19.如权利要求16至18中任一项所述的加工系统,其特征在于,

所述材料供给部件包含:第1材料供给部件,具有朝向第1方向的第1材料供给口;以及第2材料供给部件,具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口;

通过利用所述方向变更装置仅变更所述第1及第2材料供给部件中一者的方向，来变更从所述第1及第2材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

20.如权利要求16至19中任一项所述的加工系统，其特征在于，

所述材料供给部件包含：第1材料供给部件，具有朝向第1方向的第1材料供给口；以及第2材料供给部件，具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口；

通过利用所述方向变更装置以不同的变化量变更所述第1材料供给部件与所述第2材料供给部件的方向，来变更从所述第1及第2材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

21.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；

计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；及

材料供给控制装置，基于所述计测装置的计测结果，变更所述造形材料的供给量。

22.如权利要求21所述的加工系统，其特征在于，

所述材料供给部件包含：第1材料供给部件，具有朝向第1方向的第1材料供给口；以及第2材料供给部件，具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口；

通过所述材料供给控制装置，仅变更所述第1及第2材料供给部件中一者的供给量。

23.如权利要求21所述的加工系统，其特征在于，

所述材料供给部件包含：第1材料供给部件，具有朝向第1方向的第1材料供给口；以及第2材料供给部件，具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口；

通过所述材料供给控制装置，变更所述第1材料供给部件与所述第2材料供给部件的供给量，使两者不同。

24.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；

计测装置，获取与所述物体的表面位置相关的信息；及

材料供给控制装置，基于所述计测装置的计测结果，控制所述材料供给部件。

25.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

距离变更装置，在所述物体的表面高度低于期望高度的情况下，以延长所述材料供给部件与所述表面之间的距离的方式进行变更。

26.如权利要求25所述的加工系统，其特征在于，

所述材料供给部件包含：第1材料供给部件，具有朝向第1方向的第1材料供给口；以及第2材料供给部件，具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口；

通过利用所述距离变更装置仅移动所述第1及第2材料供给部件中的一者，来变更从所述第1及第2材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

27.如权利要求25或26所述的加工系统，其特征在于，

所述材料供给部件包含：第1材料供给部件，具有朝向第1方向的第1材料供给口；以及第2材料供给部件，具有朝向与所述第1方向不同的第2方向的第2材料供给口；

通过利用所述距离变更装置使所述第1材料供给部件与所述第2材料供给部件以不同的移动量移动，来变更从所述第1及第2材料供给口供给的所述造形材料的集中区域。

28.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

集中区域变更装置，在所述物体的表面高度低于期望高度的情况下，以缩短通过所述材料供给部件而供给的所述造形材料的集中区域与所述表面之间的距离的方式进行变更。

29.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

控制装置，以所述物体的表面高度低于期望高度时的所述造形材料的集中区域位于比所述表面高度高于所述期望高度时的所述集中区域靠上的位置的方式进行控制。

30.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；

计测装置，获取与所述物体的表面位置相关的信息；及

控制装置，基于所述计测装置的计测结果，控制所述照射系统，来变更所述能量束的收敛位置。

31.如权利要求30所述的加工系统，其特征在于，

所述控制装置以使对第1面照射的所述能量束的收敛位置与所述第1面之间的距离和对第2面照射的所述能量束的收敛位置与所述第2面之间的距离不同的方式，变更所述能量束的收敛位置。

32.如权利要求31所述的加工系统，其特征在于，

所述第2面位于比所述第1面高的位置，且

所述控制装置以使对所述第1面照射的所述能量束的收敛位置与所述第1面之间的距离小于对所述第2面照射的所述能量束的收敛位置与所述第2面之间的距离的方式，变更所述能量束的收敛位置。

33.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；

所述照射系统的最终光学元素与所述材料供给部件的相对位置可变。

34.如权利要求33所述的加工系统，其特征在于，

与所述物体的表面高度相关的信息包含表示所述物体的高度的信息、及表示所述物体的高度与所述物体的理想高度的关系的信息中的至少一者。

35.如权利要求33或34所述的加工系统，其特征在于，

与所述物体的表面高度相关的信息包含和所述物体的高度与所述物体的理想高度的差相关的信息。

36.如权利要求33至35中任一项所述的加工系统，其特征在于，

基于利用所述计测装置而获取到的信息，变更所述照射系统的最终光学元素与所述材料供给部件的相对位置。

37.如权利要求33至36中任一项所述的加工系统，其特征在于，

所述计测装置为了获取与所述物体的表面高度相关的信息，而接收来自所述物体的光，且

随着所述最终光学元素与所述材料供给部件的相对位置变化，接收来自所述物体的光的光学元素与所述材料供给部件的相对位置变化。

38.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；

所述计测装置与所述材料供给部件的相对位置可变。

39.如权利要求38所述的加工系统，其特征在于，

与所述物体的表面高度相关的信息包含表示所述物体的高度的信息、及表示所述物体的高度与所述物体的理想高度的关系的信息中的至少一者。

40.如权利要求38或39所述的加工系统，其特征在于，

与所述物体的表面高度相关的信息包含和所述物体的高度与所述物体的理想高度的差相关的信息。

41.如权利要求38至40中任一项所述的加工系统，其特征在于，

所述计测装置配置在相对于所述照射系统的最终光学元素固定的位置。

42.如权利要求38至41中任一项所述的加工系统，其特征在于，

所述计测装置包含对所述物体照射光的照射装置、及接收来自所述物体的光的光学元素中的至少一者，且

所述材料供给部件相对于所述照射装置及所述光学元素中至少一者的位置可变。

43.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；

所述照射系统的最终光学元素与所述材料供给部件的相对方向关系可变。

44.如权利要求43所述的加工系统，其特征在于，

与所述物体的表面高度相关的信息包含表示所述物体的高度的信息、及表示所述物体的高度与所述物体的理想高度的关系的信息中的至少一者。

45.如权利要求43或44所述的加工系统，其特征在于，

与所述物体的表面高度相关的信息包含和所述物体的高度与所述物体的理想高度的差相关的信息。

46.一种加工系统，其特征在于，具备：

照射系统，对物体照射能量束；

材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及

计测光照射装置，照射用来获取与所述物体的表面高度相关的信息的计测光；

所述计测光照射装置与所述材料供给部件的相对方向关系可变。

47.如权利要求46所述的加工系统,其特征在于,

与所述物体的表面高度相关的信息包含表示所述物体的高度的信息、及表示所述物体的高度与所述物体的理想高度的关系的信息中的至少一者。

48.如权利要求46或47所述的加工系统,其特征在于,

与所述物体的表面高度相关的信息包含和所述物体的高度与所述物体的理想高度的差相关的信息。

49.如权利要求46至48中任一项所述的加工系统,其特征在于,

所述计测光照射装置配置在相对于所述照射系统的最终光学元素固定的位置。

加工系统

技术领域

[0001] 本发明例如涉及加工物体的加工系统的技术领域。

背景技术

[0002] 专利文献1中记载有加工物体的加工系统的一例。作为这种加工系统所存在的技术课题之一,可例举如何得当地加工物体。

[0003] 背景技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利公开第2016/0375521A1号

发明内容

[0006] 根据第1态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及距离变更装置,基于所述计测装置的计测结果,变更所述材料供给部件与所述表面之间的距离;且所述距离变更装置在所述表面高度低于期望高度的情况下,以延长所述材料供给部件与所述表面之间的距离的方式进行变更,在所述表面高度高于期望高度的情况下,以缩短所述材料供给部件与所述表面之间的距离的方式进行变更。

[0007] 根据第2态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及距离变更装置,基于所述计测装置的计测结果,变更所述材料供给部件与所述表面之间的距离。

[0008] 根据第3态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及方向变更装置,基于所述计测装置的计测结果,使所述材料供给部件的方向变化。

[0009] 根据第4态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;计测装置,获取与所述物体的表面高度相关的信息;及材料供给控制装置,基于所述计测装置的计测结果,变更所述造形材料的供给量。

[0010] 根据第5态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;计测装置,获取与所述物体的表面位置相关的信息;及材料供给控制装置,基于所述计测装置的计测结果,控制所述材料供给部件。

[0011] 根据第6态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;及距离变更装置,在所述物体的表面高度低于期望高度的情况下,以延长所述材料供给部件与所述表面之间的距离的方式进行变更。

[0012] 根据第7态样,提供一种加工系统,具备:照射系统,对物体照射能量束;材料供给部件,供给将由所述能量束照射的造形材料;及集中区域变更装置,在所述物体的表面高度低于期望高度的情况下,以缩短通过所述材料供给部件而供给的所述造形材料的集中区域

与所述表面之间的距离的方式进行变更。

[0013] 根据第8态样，提供一种加工系统，具备：照射系统，对物体照射能量束；材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及控制装置，以所述物体的表面高度低于期望高度时的所述造形材料的集中区域位于比所述表面高度高于所述期望高度时的所述集中区域靠上的位置的方式进行控制。

[0014] 根据第9态样，提供一种加工系统，具备：照射系统，对物体照射能量束；材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；计测装置，获取与所述物体的表面位置相关的信息；及控制装置，基于所述计测装置的计测结果，控制所述照射系统，来变更所述能量束的收敛位置。

[0015] 根据第10态样，提供一种加工系统，具备：照射系统，对物体照射能量束；材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；且所述照射系统的最终光学元素与所述材料供给部件的相对位置可变。

[0016] 根据第11态样，提供一种加工系统，具备：照射系统，对物体照射能量束；材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；且所述计测装置与所述材料供给部件的相对位置可变。

[0017] 根据第12态样，提供一种加工系统，具备：照射系统，对物体照射能量束；材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及计测装置，获取与所述物体的表面高度相关的信息；且所述照射系统的最终光学元素与所述材料供给部件的相对方向关系可变。

[0018] 根据第13态样，提供一种加工系统，具备：照射系统，对物体照射能量束；材料供给部件，供给将由所述能量束照射的造形材料；及计测光照射装置，照射用来获取与所述物体的表面高度相关的信息的计测光；且所述计测光照射装置与所述材料供给部件的相对方向关系可变。

[0019] 本发明的作用及其它优点将由以下所说明的实施方式来加以明确。

附图说明

[0020] 图1是表示第1实施方式的加工系统的结构的剖视图。

[0021] 图2是表示第1实施方式的加工系统的系统构成的系统构成图。

[0022] 图3是表示从材料喷嘴供给的造形材料M的供给路径的剖视图。

[0023] 图4是表示对具备高度不同的多个表面的计测对象物照射的多个计测光的剖视图。

[0024] 图5的(a)至图5的(c)分别是表示在计测对象物的表面形成多个计测光的光斑的俯视图。

[0025] 图6的(a)至图6的(e)分别是表示对工件上的某区域照射加工光且供给造形材料后的状况的剖视图。

[0026] 图7的(a)至图7的(c)分别是表示形成三维结构物的过程的剖视图。

[0027] 图8是表示以使材料喷嘴与造形面之间的距离(集中区域与造形面之间的距离)成为基准距离的方式配置的材料喷嘴的剖视图。

[0028] 图9是表示以使材料喷嘴与造形面之间的距离(集中区域与造形面之间的距离)比基准距离长的方式配置的材料喷嘴的剖视图。

[0029] 图10是表示以使材料喷嘴与造形面之间的距离(集中区域与造形面之间的距离)比基准距离短的方式配置的材料喷嘴的剖视图。

[0030] 图11是表示造形物的高度(造形量)和材料喷嘴与造形面之间的距离(集中区域与造形面之间的距离)之间的关系的曲线图。

[0031] 图12示出了在包含具有凹凸的表面的结构层之上新形成的结构层及其造形量。

[0032] 图13的(a)及图13的(b)分别是表示用来于在造形面上形成结构层的期间内获取该造形面的高度相关信息的计测光的剖视图。

[0033] 图14的(a)及图14的(b)分别是表示用来于形成结构层的期间内获取该结构层的高度相关信息的计测光的剖视图。

[0034] 图15是表示对造形面MS上的多个不同位置照射的计测光的俯视图。

[0035] 图16是表示第2实施方式的加工系统的系统构成的系统构成图。

[0036] 图17是表示显示器所显示的图像的一例的俯视图。

[0037] 图18的(a)是表示绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转之前的材料喷嘴的剖视图,图18的(b)是表示绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转之后的材料喷嘴的剖视图。

[0038] 图19是表示第4实施方式的加工系统的系统构成的系统构成图。

[0039] 图20是表示造形物的高度(造形量)与来自材料喷嘴的造形材料的供给量之间的关系的曲线图。

[0040] 图21示出了在包含具有凹凸的表面的结构层之上新形成的结构层及其造形量。

[0041] 图22是表示第5实施方式的加工系统的结构的剖视图。

[0042] 图23是表示第5实施方式的加工系统的系统构成的系统构成图。

[0043] 图24是表示第6实施方式的加工系统的结构的剖视图。

[0044] 图25是表示造形物的高度(造形量)和材料喷嘴与造形面之间的距离之间的关系的曲线图。

[0045] 图26示出了在包含具有凹凸的表面的结构层之上新形成的结构层及其造形量。

[0046] 图27是表示第7实施方式的加工系统的系统构成的系统构成图。

[0047] 图28是表示相当于造形面与加工光的收敛位置之间的距离的散焦量的剖视图。

[0048] 图29是表示造形物的高度(造形量)与散焦量之间的关系的曲线图。

[0049] 图30示出了在包含具有凹凸的表面的结构层之上新形成的结构层及其造形量。

[0050] 图31是表示第8实施方式的加工系统的系统构成的系统构成图。

[0051] 图32是表示相当于一部分缺损、破损或摩耗的物体(在图32所示的例子中,为配管)的工件的立体图。

[0052] 图33是表示未缺损、破损或摩耗的原状的物体W2(在图33所示的例子中,为配管)的立体图。

[0053] 图34是表示通过计算图32所示的物体的三维形状与图33所示的原状物体的三维形状的差量而算出的、通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状(即,缺损、破损或摩耗的部分的三维形状)的立体图。

[0054] 图35是表示以通过附加加工新形成的三维结构物修补缺损、破损或摩耗的部分后的物体的立体图。

[0055] 图36是表示相当于对缺损、破损或摩耗的部位施以加工(在图36所示的例子中,为去除加工)后的物体的工件的立体图。

[0056] 图37是表示以通过附加加工新形成的三维结构物修补对缺损、破损或摩耗的部分施以去除加工所得的部分后的物体的立体图。

[0057] 图38是表示以通过附加加工新形成的三维结构物修补对缺损、破损或摩耗的部分施以去除加工所得的部分,并且附加新结构后的物体的立体图。

[0058] 附图标号

[0059] SYS:加工系统

[0060] 1:材料供给源

[0061] 2:加工装置

[0062] 21:加工头

[0063] 211:照射光学系统

[0064] 212:材料喷嘴

[0065] 22:头驱动系统

[0066] 23:喷嘴驱动系统

[0067] 3:载台装置

[0068] 31:载台

[0069] 7:计测装置

[0070] 8:控制装置

[0071] W:工件

[0072] M:造形材料

[0073] SL:结构层

[0074] MS:造形面

[0075] MP:熔融池

[0076] EL:加工光

具体实施方式

[0077] 以下,参照附图,对作为加工系统的一个实施方式的加工系统SYS进行说明。本实施方式的加工系统SYS是可通过进行附加加工而形成三维结构物ST的加工系统。加工系统SYS例如可通过基于激光熔覆焊接法(LMD:Laser Metal Deposition,激光金属沉积)进行附加加工而形成三维结构物ST。此外,激光熔覆焊接法(LMD)也可称为直接金属沉积、直接能量沉积、激光包覆、激光工程化净成形、直接写入制造、激光固结、成形沉积制造、馈线激光沉积、气体贯通线、激光粉末熔融、激光金属成型、选择性激光粉末重熔、激光直接铸造、激光粉末沉积、激光增材制造、激光快速成型。

[0078] 在以下说明中,使用由相互正交的X轴、Y轴及Z轴定义的XYZ正交坐标系统,对构成加工系统SYS的各种构成元素的位置关系进行说明。此外,在以下说明中,为了便于说明,将X轴方向及Y轴方向分别设为水平方向(即,水平面内的指定方向),将Z轴方向设为铅直方向(即,与水平面正交的方向,实质为上下方向或重力方向)。另外,将绕着X轴、Y轴及Z轴的旋转方向(换句话讲,为倾斜方向)分别称为θX方向、θY方向及θZ方向。这里,也可将Z轴方向设

为重力方向。另外，也可将XY平面设为水平方向。

[0079] (1)第1实施方式的加工系统SYS的结构

[0080] 首先，对第1实施方式的加工系统SYS(以后，称为“加工系统SYSa”)进行说明。

[0081] (1-1)加工系统SYSa的结构

[0082] 首先，参照图1及图2，对第1实施方式的加工系统SYSa的结构进行说明。图1是表示第1实施方式的加工系统SYSa的结构的一例的剖视图。图2是表示第1实施方式的加工系统SYSa的系统构成的一例的系统构成图。

[0083] 加工系统SYSa可进行用来形成三维结构物(即，在三维方向中的任一方向上均具有大小(尺寸)的三维物体，立体物，换句话讲，为在X轴方向、Y轴方向及Z轴方向上均具有大小(尺寸)的物体)ST的造形动作。加工系统SYSa可在作为用来形成三维结构物ST的基础(即，母材)的工件W上形成三维结构物ST。加工系统SYSa可通过对工件W进行附加加工，而形成三维结构物ST。在工件W为下述载台31的情况下，加工系统SYSa可在载台31上形成三维结构物ST。在工件W为载台31上所载置(或载台31上所保持)的既存结构物的情况下，加工系统SYSa也可在既存结构物上形成三维结构物ST。该情况下，加工系统SYSa也可形成与既存结构物一体化的三维结构物ST。可认为形成与既存结构物一体化的三维结构物ST的动作和在既存结构物上附加新的结构物的动作等效。此外，既存结构物例如也可为存在缺损部位的需修理品。加工系统SYSa可在需修理品上形成三维结构物ST，以填补需修理品的缺损部位。或者，加工系统SYSa也可形成能与既存结构物分离的三维结构物ST。此外，图1示出了工件W为由载台31保持的既存结构物的例子。另外，以下也使用工件W为由载台31保持的既存结构物的例子来进行说明。

[0084] 如上所述，加工系统SYSa可通过激光熔覆焊接法形成三维结构物ST。即，加工系统SYSa也可说成是使用积层造形技术形成物体的3D打印机。此外，积层造形技术也可称为快速成型(Rapid Prototyping)、快速制造(Rapid Manufacturing)或增材制造(Additive Manufacturing)。

[0085] 加工系统SYSa通过加工光EL加工造形材料M，而形成三维结构物ST。造形材料M是可通过指定强度以上的加工光EL的照射而熔融的材料。作为这种造形材料M，例如可使用金属性材料及树脂性材料中的至少一者。但作为造形材料M，也可使用与金属性材料及树脂性材料不同的其它材料。造形材料M是粉状或粒状的材料。即，造形材料M是粉粒体。但造形材料M也可不是粉粒体。例如，作为造形材料M，也可使用线状的造形材料及气状的造形材料中的至少一者。

[0086] 为了进行用来形成三维结构物ST的造形动作，加工系统SYSa如图1及图2所示，具备材料供给源1、加工装置2、载台装置3、光源4、气体供给装置5、壳体6、计测装置7及控制装置8。加工装置2、载台装置3及计测装置7各自的至少一部分收容在壳体6内部的腔室空间63IN内。

[0087] 材料供给源1向加工装置2供给造形材料M。材料供给源1根据要形成三维结构物ST每单位时间内所需的分量来供给期望量的造形材料M，以向加工装置2供给该所需分量的造形材料M。

[0088] 加工装置2对从材料供给源1供给的造形材料M进行加工，而形成三维结构物ST。为了形成三维结构物ST，加工装置2具备加工头21、头驱动系统22及喷嘴驱动系统23。进而，加

工头21具备照射光学系统(照射系统)211、材料喷嘴(即供给造形材料M的供给系统,也可称为材料供给部件)212及头壳体213。加工头21、头驱动系统22及喷嘴驱动系统23收容在腔室空间63IN内。但加工头21、头驱动系统22及/或喷嘴驱动系统23的至少一部分也可配置在壳体6外部的空间即外部空间64OUT内。此外,外部空间64OUT也可为加工系统SYSa的操作员能够进入的空间。

[0089] 照射光学系统211是用来射出加工光EL的光学系统。具体来说,照射光学系统211经由包含光纤及光管等中至少一者的光传输部件41,与发出加工光EL的光源4光学连接。照射光学系统211射出经由光传输部件41从光源4传送过来的加工光EL。更具体来说,照射光学系统211从照射光学系统211所具备的最终光学元素(换句话讲,为终端光学元件)2112射出加工光EL。最终光学元素2112是照射光学系统211所具备的靠工件W最近(在图1所示的例子中,位于最靠-Z侧的位置)的光学元素(即,光学部件)。照射光学系统211从照射光学系统211向下方(即,-Z侧)照射加工光EL。因此,照射光学系统211的光轴AX也可为沿着Z轴的轴。在照射光学系统211的下方配置有载台31。在载台31上载置有工件W的情况下,照射光学系统211对物体即工件W照射加工光EL。具体来说,照射光学系统211可对作为供照射(典型来讲,为聚集)加工光EL的区域而设定在工件W上或工件W附近的目标照射区域EA照射加工光EL。即,照射光学系统211对设定有目标照射区域EA的位置照射加工光EL。进而,照射光学系统211的状态可于控制装置8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。此外,从照射光学系统211射出的加工光EL的方向并不限定于正下方(即,与-Z轴方向一致),例如也可为相对于Z轴倾斜了指定角度的方向。

[0090] 照射光学系统211收容在头壳体213内。照射光学系统211以至少射出加工光EL的射出口2111露出于头壳体213的外部的方式,收容在头壳体213内。

[0091] 在头壳体213安装有材料喷嘴212。第1实施方式中,在头壳体213安装有三个材料喷嘴212(但图1中仅图示出两个材料喷嘴212)。三个材料喷嘴212以包围照射光学系统211的光轴AX的方式安装于头壳体213。但也可在头壳体213安装两个以下或四个以上材料喷嘴212。

[0092] 在材料喷嘴212形成有材料供给口2121。材料喷嘴212从材料供给口2121供给(例如,射出、喷射、喷出或吹送)造形材料M。材料喷嘴212经由供给管11及混合装置12,与造形材料M的供给源即材料供给源1物理连接。材料喷嘴212供给经由供给管11及混合装置12从材料供给源1供给的造形材料M。材料喷嘴212也可压送经由供给管11从材料供给源1供给的造形材料M。即,来自材料供给源1的造形材料M与用于搬送的气体(即,压送气体,例如包含氮及氩等中至少一者的惰性气体)也可在混合装置12中混合后经由供给管11被压送至材料喷嘴212。结果,材料喷嘴212将造形材料M连同用于搬送的气体一起供给。作为用于搬送的气体,例如使用从气体供给装置5供给的冲洗气体。但作为用于搬送的气体,也可使用从与气体供给装置5不同的气体供给装置供给的气体。此外,图1中材料喷嘴212被绘制成管状,但材料喷嘴212的形状并不限定于该形状。

[0093] 三个材料喷嘴212的材料供给口2121朝向下方。三个材料喷嘴212的材料供给口2121各自朝向不同的方向。例如,可第1材料喷嘴212的材料供给口2121朝向第1方向,第2材料喷嘴212的材料供给口2121朝向第2方向,第3材料喷嘴212的材料供给口2121朝向第3方

向。三个材料喷嘴212如表示从材料喷嘴212供给的造形材料M的供给路径的剖视图即图3所示，以来自分别朝向不同方向的三个材料供给口2121的造形材料M的供给路径在集中区域CP相交的方式定准位置。即，三个材料喷嘴212以从分别朝向不同方向的三个材料供给口2121供给的造形材料M向集中区域CP供给的方式定准位置。

[0094] 在图3所示的例子中，集中区域CP位于工件W的表面(尤其是上表面，在该段落的以下内容中同样如此)的下方(即，从工件W的表面向-Z侧偏移的位置)。即，本实施方式中，加工系统SYSa在从材料喷嘴212供给的造形材料M实际到达集中区域CP之前先到达工件W的表面(或下述造形面MS)的状态下，加工工件W。本实施方式中，加工系统SYSa在集中区域CP位于比工件W的表面(或下述造形面MS)靠下方的位置(即，造形面MS位于集中区域CP与材料喷嘴212之间)的状态下，加工工件W。但集中区域CP也可位于工件W的表面。即，加工系统SYSa也可在从材料喷嘴212供给的造形材料M到达集中区域CP的同时也到达工件W的表面(或下述造形面MS)的状态下，加工工件W。本实施方式中，加工系统SYSa也可在集中区域CP位于工件W的表面(或下述造形面MS)的状态下，加工工件W。或者，集中区域CP也可位于工件W的表面的上方(即，从工件W的表面向+Z侧偏移的位置)。即，加工系统SYSa也可在从材料喷嘴212供给的造形材料M实际到达集中区域CP之后再到达造形面MS的状态下，加工工件W。即，本实施方式中，加工系统SYSa也可在集中区域CP位于比造形面MS靠上方的位置(即，集中区域CP位于造形面MS与材料喷嘴212之间)的状态下，加工工件W。

[0095] 材料喷嘴212从材料喷嘴212向下方(即，-Z侧)供给造形材料M。在材料喷嘴212的下方配置有载台31。在载台31上搭载有工件W的情况下，材料喷嘴212向工件W或工件W的附近供给造形材料M。此外，从材料喷嘴212供给的造形材料M的行进方向是相对于Z轴方向倾斜了指定角度(作为一例，为锐角)的方向，但也可为-Z侧(即，正下方)。

[0096] 此外，加工系统SYSa可从三个材料喷嘴212的材料供给口2121供给同一种造形材料M。加工系统SYSa也可从三个材料喷嘴212的材料供给口2121分别供给不同种类的造形材料M。

[0097] 对从材料喷嘴212供给的造形材料M照射照射光学系统211所射出的加工光EL。结果，造形材料M熔融。加工系统SYSa使用熔融后的造形材料M对工件W进行附加加工。

[0098] 头驱动系统22使加工头21(具体为头壳体213)移动(即，挪动)。因此，头驱动系统22也可称为移动装置。头驱动系统22使头壳体213沿着例如X轴、Y轴、Z轴、θX方向、θY方向及θZ方向中的至少一者移动。由于在头壳体213收容有照射光学系统211且安装有材料喷嘴212，所以若头驱动系统22使头壳体213移动，则照射光学系统211及材料喷嘴212也会移动。因此，也可认为头驱动系统22是使照射光学系统211及材料喷嘴212同时移动的驱动系统。

[0099] 喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212移动(即，挪动)。但喷嘴驱动系统23不使照射光学系统211移动。即，喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212相对于照射光学系统211而移动。喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212与照射光学系统211分开地移动。喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212独立于照射光学系统211而移动。因此，喷嘴驱动系统23在能不使照射光学系统211移动地使材料喷嘴212移动这一点上，与使照射光学系统211及材料喷嘴212同时移动的头驱动系统22不同。为了喷嘴驱动系统23能使材料喷嘴212移动，材料喷嘴212是以可相对于头壳体213而移动的方式安装的。

[0100] 喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212沿着例如X轴、Y轴、Z轴、θX方向、θY方向及θZ方向

中的至少一者移动。第1实施方式中，喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212沿着Z轴移动。若材料喷嘴212沿着Z轴移动，则材料喷嘴212与工件W的上表面之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)改变。因此，也可认为喷嘴驱动系统23作为变更材料喷嘴212与工件W的上表面之间的距离的距离变更装置发挥作用。进而，若材料喷嘴212与工件W的上表面之间的距离改变，则供从材料喷嘴212供给的造形材料M集中的集中区域CP与工件W的上表面之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)改变。因此，也可认为喷嘴驱动系统23作为变更集中区域CP(具体来说，变更集中区域CP的位置，换句话讲，变更集中区域CP与工件W的上表面之间的距离)的集中区域变更装置发挥作用。此外，也可将集中区域CP称为集中空间。另外，若材料喷嘴212沿着Z轴移动，则材料喷嘴212与照射光学系统211(尤其是最终光学元素2112)的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)改变。因此，也可认为喷嘴驱动系统23作为变更材料喷嘴212与照射光学系统211(尤其是最终光学元素2112)的相对位置的装置发挥作用。

[0101] 在加工头21具备多个材料喷嘴212的情况下，喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212统一移动。即，喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212以相同的移动态样移动。或者，喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中的至少一者移动，不使多个材料喷嘴212中的至少另一者移动。或者，喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中的至少一者以第1移动态样移动，使多个材料喷嘴212中的至少另一者以与第1移动态样不同的第2移动态样移动。

[0102] 载台装置3具备载台31。载台31收容在腔室空间63IN内。载台31上可载置工件W。载台31可为能保持载台31上所载置的工件W。该情况下，载台31为了保持工件W，也可具备机械夹、静电夹及真空吸附夹等中的至少一者。或者，载台31也可为不能保持载台31上所载置的工件W。该情况下，工件W也可不用夹具地载置在载台31上。因为载台31收容在腔室空间63IN内，所以载台31所支撑的工件W也收容在腔室空间63IN内。进而，载台31在保持着工件W的情况下，可松开所保持的工件W。所述照射光学系统211在载台31上载置有工件W的至少一段期间内，照射加工光EL。进而，所述材料喷嘴212在载台31上载置有工件W的至少一段期间内，供给造形材料M。

[0103] 载台驱动系统32使载台31移动(即，挪动)。载台驱动系统32使载台31沿着例如X轴、Y轴、Z轴、θX方向、θY方向及θZ方向中的至少一者移动。若载台驱动系统32使载台31移动，则加工头21与载台31的相对位置改变。

[0104] 光源4例如射出红外光、可见光及紫外光中的至少一者作为加工光EL。但作为加工光EL，也可使用其它种类的光。加工光EL可包含多个脉冲光(即，多个脉冲束)。加工光EL也可包含连续光(CW:Continuous Wave)。加工光EL可为激光。该情况下，光源4可包含激光源(例如，激光二极管(LD:Laser Diode))等半导体激光。激光源可包含光纤激光、CO_2激光、YAG激光及准分子激光等中的至少一者。但加工光EL也可不为激光。光源4也可包含任意的光源(例如，LED(Light Emitting Diode)及放电灯等中的至少一者)。

[0105] 气体供给装置5是用来冲洗腔室空间63IN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，可例举氮气及氩气中的至少一者。气体供给装置5经由形成于壳体6的间隔壁部件61的供给口62、及将气体供给装置5与供给口62连接的供给管51，连接于腔室空间63IN。气体供给装置5经由供给管51及供给口62，向腔室空间63IN供给冲洗气体。结果，腔室空间63IN成为被冲洗气体冲洗过的空间。供给至腔室空间63IN的冲洗气体也

可从形成于间隔壁部件61的未图示的排出口排出。此外，气体供给装置5也可为储存有惰性气体的储气瓶。在惰性气体为氮气的情况下，气体供给装置5也可为以大气作为原料来产生氮气的氮气产生装置。

[0106] 在如上所述，材料喷嘴212将造形材料M连同冲洗气体一起供给的情况下，气体供给装置5也可除了腔室空间63IN以外，还向被供给来自材料供给源1的造形材料M的混合装置12供给冲洗气体。具体来说，气体供给装置5也可经由将气体供给装置5与混合装置12连接的供给管52，与混合装置12连接。结果，气体供给装置5经由供给管52，向混合装置12供给冲洗气体。该情况下，来自材料供给源1的造形材料M也可通过经由供给管52从气体供给装置5供给的冲洗气体，从供给管11内穿过而向材料喷嘴212供给(具体为压送)。即，气体供给装置5也可经由供给管52、混合装置12及供给管11，连接于材料喷嘴212。该情况下，材料喷嘴212从材料供给口2121，将造形材料M连同用来压送造形材料M的冲洗气体一起供给。

[0107] 壳体6是在壳体6的内部空间即腔室空间63IN内至少收容加工装置2及载台装置3各自的至少一部分的收容装置。壳体6包含界定腔室空间63IN的间隔壁部件61。间隔壁部件61是将腔室空间63IN与壳体6的外部空间640UT隔开的部件。间隔壁部件61经由其内壁面611面向腔室空间63IN，经由其外壁面612面向外部空间640UT。该情况下，由间隔壁部件61围成的空间(更具体为由间隔壁部件61的内壁面611围成的空间)成为腔室空间63IN。此外，也可在间隔壁部件61设置能够开关的门板。该门板可在将工件W载置于载台31时打开。门板也可在将工件W及/或三维结构物ST从载台31中取出时打开。门板也可在进行造形动作及加工动作各者的期间内关闭。此外，也可在间隔壁部件61形成用来从壳体6的外部空间640UT视认腔室空间63IN的观察窗(未图示)。

[0108] 计测装置7可计测载台31上所载置的计测对象物。具体来说，计测装置7可计测计测对象物的表面位置。即，计测装置7可获取与计测对象物的表面位置相关的信息。第1实施方式中，计测装置7尤其可计测计测对象物的表面的Z轴方向上的位置(所谓的高度)。计测装置7可获取与计测对象物的表面的Z轴方向上的位置(所谓的高度)相关的信息。作为计测对象物的一例，可例举工件W。作为计测对象物的一例，可例举工件W上所形成的三维结构物ST。作为计测对象物的一例，可例举形成过程中的三维结构物ST(即，构成三维结构物ST的一部分的造形物)。

[0109] 计测装置7可安装于界定腔室空间63IN的间隔壁部件61。计测装置7也可安装于与间隔壁部件61独立开来的腔室空间63IN内的结构体。计测装置7还可安装于头壳体213。在计测装置7安装于头壳体213的情况下，可以说成计测装置7配置在相对于照射光学系统211(例如，其最终光学元素2112)固定的位置。在计测装置7如此安装于头壳体213的情况下，若材料喷嘴212通过所述喷嘴驱动系统23沿着Z轴移动，则材料喷嘴212相对于计测装置7的位置改变。即，计测装置7与材料喷嘴212的相对位置也可是可变的。

[0110] 计测装置7可采用任意种类的计测装置，只要能计测计测对象物的位置即可。例如，计测装置7可具备能对计测对象物进行三维计测的3D扫描仪。例如，计测装置7也可具备能对计测对象物进行三维计测的立体摄影机。例如，计测装置7还可具备能通过经由用来对工件W照射加工光EL的照射光学系统211对计测对象物照射计测光，并经由照射光学系统211检测(即，接收)来自计测对象物的计测光的回光(例如，反射光及散射光中的至少一者)，而计测计测对象物的计测装置。例如，计测装置7也可具备能通过对计测对象物照射计

测光，并检测(即，接收)来自计测对象物的计测光的回光(例如，反射光及散射光中的至少一者)，而计测计测对象物的计测装置。例如，计测装置7还可具备能通过从计测对象物检测(即，接收)任意光(例如，环境光的反射光及散射光中的至少一者)，而计测计测对象物的计测装置。例如，在计测对象物为工件W的情况下，计测装置7还可具备能通过从工件W检测(即，接收)任意光(例如，环境光的反射光、环境光的散射光、及来自下述熔融池MP的光中的至少一者)，而计测计测对象物的计测装置。在图1及图2所示的例子中，计测装置7对计测对象物的表面照射多个计测光GL，基于多个计测光GL在计测对象物的表面分别形成的多个光斑的状态，计测计测对象物的位置。该情况下，计测装置7也可具备多个计测光射出装置71、及摄像装置72。

[0111] 多个计测光射出装置71安装于头壳体213。即，多个计测光射出装置71也可配置在相对于头壳体213内所收容的照射光学系统211(尤其是该最终光学元素2112)固定的位置。该情况下，若材料喷嘴212通过所述喷嘴驱动系统23沿着Z轴移动，则材料喷嘴212相对于各计测光射出装置71的位置改变。即，各计测光射出装置71与材料喷嘴212的相对位置也可是可变的。各计测光射出装置71向载台31上所载置的计测对象物射出计测光GL。即，各计测光射出装置71从加工头21向下方射出计测光GL。多个计测光射出装置71以多个计测光GL在加工头21下方的某位置相交的方式定准位置。此外，计测光射出装置71因为会对计测对象物照射计测光GL，所以也可称为照射装置或计测光照射装置。

[0112] 摄像装置72使用作为接收来自计测对象物的光(例如，多个计测光GL的回光)的光学元素的受光元件721(换句话讲，为摄像元件)，拍摄多个计测光GL在计测对象物的表面分别形成的多个光斑。多个光斑的状态根据计测对象物的表面位置(高度)而变化。具体来说，假定如下例子：如图4所示，对具备高度不同的多个表面CS(在图4所示的例子中，为三个表面CS#1、CS#2及CS#3)的计测对象物照射多个计测光GL。该情况下，表面CS#1上的多个光斑的状态(参照图5的(a))、表面CS#2上的多个光斑的状态(参照图5的(b))、及表面CS#3上的多个光斑的状态(参照图5的(c))互不相同。具体来说，如图5的(a)至图5的(c)所示，多个光斑的位置关系不同。例如，在图5的(a)至图5的(c)所示的例子中，多个计测光GL在表面CS#1相交。该情况下，如图5的(a)所示，多个光斑重合，因此在表面CS#1实质只形成一个光斑。而当多个计测光GL在表面CS#1相交，在与表面CS#1位于不同高度的表面CS#2及CS#3，多个计测光GL便不会相交。结果，如图5的(b)至图5的(c)所示，在表面CS#2及CS#3分别形成多个光斑。进而，以表面CS#1为基准的表面CS的高度越高，则多个光斑之间的距离越长。在图5的(a)至图5的(c)所示的例子中，比表面CS#3低的表面CS#2上所形成的多个光斑之间的距离比表面CS#3上所形成的多个光斑之间的距离长。因此，表示摄像装置72所拍出的多个光斑的状态(尤其是位置关系)的图像包含与计测对象物的表面位置(高度)相关的信息。因此，控制装置8能基于摄像装置72拍摄所得的图像，算出计测对象物的表面高度。例如，控制装置8也可基于摄像装置72拍摄所得的图像，算出计测对象物的高度。该情况下，也可认为表示摄像装置72所拍出的多个光斑的状态的图像包含与计测对象物的位置(高度)相关的信息。例如，控制装置8还可基于摄像装置72拍摄所得的图像，算出计测对象物的理想高度(例如，作为基准的表面CS#1的高度)。该情况下，也可认为表示摄像装置72所拍出的多个光斑的状态的图像包含与计测对象物的理想高度相关的信息。例如，控制装置8也可基于摄像装置72拍摄所得的图像，算出计测对象物的理想高度(例如，作为基准的表面CS#1的高度)与

计测对象物的实际高度(例如,表面CS#2或#3的高度)的差。该情况下,也可认为表示摄像装置72所拍出的多个光斑的状态的图像包含和计测对象物的理想高度(例如,作为基准的表面CS#1的高度)与计测对象物的实际高度(例如,表面CS#2或#3的高度)的差相关的信息。

[0113] 摄像装置72也可安装于头壳体213。即,摄像装置72也可配置在相对于头壳体213内所收容的照射光学系统211(尤其是该最终光学元素2112)固定的位置。该情况下,若材料喷嘴212通过所述喷嘴驱动系统23沿着Z轴移动,则材料喷嘴212相对于摄像装置72(例如,其受光元件721)的位置改变。即,摄像装置72(例如,其受光元件721)与材料喷嘴212的相对位置也可是可变的。此外,如上所述,若材料喷嘴212通过喷嘴驱动系统23沿着Z轴移动,则材料喷嘴212与照射光学系统211(尤其是最终光学元素2112)的相对位置改变。因此,也可认为随着材料喷嘴212与照射光学系统211(尤其是最终光学元素2112)的相对位置变化,摄像装置72(例如,其受光元件721)与材料喷嘴212的相对位置变化。

[0114] 控制装置8控制加工系统SYSa的动作。控制装置8例如也可具备运算装置及存储装置。运算装置例如也可包含CPU(Central Processing Unit)及GPU(Graphics Processing Unit)中的至少一者。存储装置例如也可包含存储器。控制装置8作为通过使运算装置执行计算机程序,而控制加工系统SYSa的动作的装置发挥作用。该计算机程序是用来使运算装置进行(即,执行)控制装置8所应进行的下述动作的计算机程序。即,该计算机程序是用来让控制装置8发挥作用而使加工系统SYSa进行下述动作的计算机程序。运算装置所执行的计算机程序可记录在控制装置8所具备的存储装置(即,记录媒体)中,也可记录在内置于控制装置8或能外设于控制装置8的任意存储媒体(例如,硬盘或半导体存储器)中。或者,运算装置也可经由网络接口从控制装置8外部的装置中下载所应执行的计算机程序。

[0115] 例如,控制装置8也可控制照射光学系统211射出加工光EL的态样。射出态样例如也可包含加工光EL的强度及加工光EL的射出时序中的至少一者。在加工光EL包含多个脉冲光的情况下,射出态样例如也可包含脉冲光的发光时间、脉冲光的发光周期、及脉冲光的发光时长与脉冲光的发光周期的比(所谓的占空比)中的至少一者。进而,控制装置8也可控制头驱动系统22使加工头21移动的态样。进而,控制装置8还可控制喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212移动的态样。控制装置8也可控制载台驱动系统32使载台31移动的态样。移动态样例如也可包含移动量、移动速度、移动方向及移动时序(移动时期)中的至少一者。进而,控制装置8还可控制材料喷嘴212供给造形材料M的态样。供给态样例如也可包含供给量(尤其是每单位时间的供给量)及供给时序(供给时期)中的至少一者。

[0116] 控制装置8也可不设置在加工系统SYSa的内部。例如,控制装置8也可作为服务器等设置在加工系统SYSa外。该情况下,控制装置8与加工系统SYSa可通过有线及/或无线网络(或数据总线及/或通信线路)连接。作为有线网络,例如可使用采用IEEE1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485及USB中至少一者所代表的串行总线式接口的网络。作为有线网络,也可使用采用并行总线式接口的网络。作为有线网络,还可使用采用10BASE-T、100BASE-TX及1000BASE-T中至少一者所代表的乙太网(注册商标)标准接口的网络。作为无线网络,可使用采用电波的网络。作为采用电波的网络的一例,可例举IEEE802.1x标准网络(例如,无线LAN及Bluetooth(注册商标)中的至少一者)。作为无线网络,也可使用采用红外线的网络。作为无线网络,也可使用采用光通信的网络。该情况下,也可构成为控制装置8与加工系统SYSa能经由网络收发各种信息。另外,控制装置8也可为能经由网络向加工系统SYSa发送

指令或控制参数等信息。加工系统SYSa也可具备经由所述网络接收来自控制装置8的指令或控制参数等信息的接收装置。加工系统SYSa也可具备经由所述网络向控制装置8发送指令或控制参数等信息的发送装置(即,向控制装置8输出信息的输出装置)。或者也可为如下情况:执行控制装置8所应进行的处理中的一部分的第1控制装置设置在加工系统SYSa的内部,而执行控制装置8所应进行的处理中的另一部分的第2控制装置设置在加工系统SYSa的外部。

[0117] 此外,作为记录由控制装置8执行的计算机程序的记录媒体,也可使用CD-ROM、CD-R、CD-RW、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、磁带等磁性媒体、磁光盘、USB存储器等半导体存储器、及其它能储存程序的任意媒体中的至少一者。记录媒体中也可包含能记录计算机程序的设备(例如,以能通过软件及固件等至少一种形态来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及功能可由通过控制装置8(即,计算机)执行计算机程序而在控制装置8内实现的逻辑处理块来实现,也可由控制装置8所具备的指定的栅极阵列(FPGA、ASIC)等硬件来实现,还可采用逻辑处理块与实现硬件的部分元素的部分硬件模块混合存在的形式来实现。

[0118] (1-2)第1实施方式的加工系统SYSa的动作

[0119] 接下来,对加工系统SYSa的动作进行说明。如上所述,加工系统SYSa进行通过对工件W实施附加加工而形成三维结构物ST的造形动作。进而,加工系统SYSa在进行造形动作的至少一段期间内,执行通过基于计测装置7的计测结果控制喷嘴驱动系统23,而使材料喷嘴212移动的喷嘴移动动作。因此,以下依次对造形动作及喷嘴移动动作进行说明。

[0120] (1-2-1)造形动作

[0121] 首先,对三维结构物ST的造形动作进行说明。如上所述,加工系统SYSa通过激光熔覆焊接法形成三维结构物ST。因此,加工系统SYSa也可通过进行符合激光熔覆焊接法的既存造形动作,而形成三维结构物ST。以下,对使用激光熔覆焊接法形成三维结构物ST的造形动作的一例简单地进行说明。

[0122] 加工系统SYSa基于所应形成的三维结构物ST的三维模型数据(例如,CAD(Computer Aided Design)数据)等,在工件W上形成三维结构物ST。作为三维模型数据,可使用由加工系统SYSa内所设置的未图示的计测装置、及与加工系统SYSa分开设置的三维形状计测仪中的至少一者计测所得的立体物的计测数据。加工系统SYSa为了形成三维结构物ST,例如依次形成沿着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。例如,加工系统SYSa基于通过沿着Z轴方向将三维结构物ST的模型切成圆片而获得的多个层的数据,逐层地依次形成多个结构层SL。结果,形成由多个结构层SL积层而成的积层结构体即三维结构物ST。以下,对通过逐层地依次形成多个结构层SL而形成三维结构物ST的动作流程进行说明。

[0123] 首先,参照图6的(a)至图6的(e),对形成各结构层SL的动作进行说明。加工系统SYSa以于控制装置8的控制下,在相当于工件W的表面或已形成的结构层SL的表面的造形面MS上的期望区域内设定目标照射区域EA的方式,使加工头21及载台31中的至少一者移动。之后,加工系统SYSa从照射光学系统211向目标照射区域EA照射加工光EL。这时,在Z轴方向上聚集加工光EL的集光面可与造形面MS一致。或者,集光面也可在Z轴方向上从造形面MS偏

离。结果，如图6的(a)所示，在被照射了加工光EL的造形面MS上形成熔融池(即，通过加工光EL而熔融的金属等的池子)MP。进而，加工系统SYSa在控制装置8的控制下，从材料喷嘴212供给造形材料M。结果，造形材料M供给至熔融池MP。供给至熔融池MP的造形材料M通过向熔融池MP照射的加工光EL而熔融。或者，也可为从材料喷嘴212供给的造形材料M在到达熔融池MP之前通过加工光EL而熔融，且熔融的造形材料M供给至熔融池MP。之后，若随着加工头21及载台31中至少一者的移动，不再对熔融池MP照射加工光EL，则在熔融池MP中熔融的造形材料M冷却而固化(即，凝固)。结果，如图6的(c)所示，固化的造形材料M堆积在造形面MS上。

[0124] 加工系统SYSa如图6的(d)所示，一面使加工头21相对于造形面MS沿着X轴方向及Y轴方向中的至少一者移动，一面重复包含如下处理的一系列造形处理：通过照射所述加工光EL而形成熔融池MP、向熔融池MP供给造形材料M、使所供给的造形材料M熔融、及使熔融的造形材料M固化。这时，加工系统SYSa对造形面MS上希望形成造形物的区域照射加工光EL，对造形面MS上不希望形成造形物的区域不照射加工光EL。即，加工系统SYSa一面使目标照射区域EA在造形面MS上沿着指定的移动轨迹移动，一面在符合了希望形成造形物的区域的分布态样的时序对造形面MS照射加工光EL。结果，熔融池MP也沿着与目标照射区域EA的移动轨迹对应的移动轨迹，在造形面MS上移动。具体来说，熔融池MP在造形面MS上，依次形成于沿着目标照射区域EA的移动轨迹的区域中被照射了加工光的部分。结果，如图6的(e)所示，在造形面MS上形成结构层SL，该结构层SL相当于由熔融后固化的造形材料M形成的造形物的集合体。即，形成结构层SL，该结构层SL相当于以与熔融池MP的移动轨迹对应的图案形成在造形面MS上的造形物的集合体(即，俯视下，该结构层SL具有与熔融池MP的移动轨迹对应的形状)。此外，在不希望形成造形物的区域内设定了目标照射区域EA的情况下，加工系统SYSa可对目标照射区域EA照射加工光EL，并且停止造形材料M的供给。另外，在不希望形成造形物的区域内设定了目标照射区域EA的情况下，加工系统SYSa也可向目标照射区域EA供给造形材料M，并且对目标照射区域EA照射强度不足以形成熔融池MP的加工光EL。

[0125] 加工系统SYSa在控制装置8的控制下，基于三维模型数据重复进行用来形成所述结构层SL的动作。具体来说，首先，控制装置8在进行用来形成结构层SL的动作之前，先以积层间距对三维模型数据进行切片处理，创建切片数据。之后，控制装置8基于切片数据，生成表示用来形成三维结构物ST的加工系统SYSa的动作内容的配方信息。配方信息例如可包含与头驱动系统22使加工头21移动的路径相关的信息(所谓的加工路径信息，用来控制射出加工光EL的照射光学系统211的移动的信息)。配方信息例如也可包含与照射光学系统211射出加工光EL的时序相关的信息(即，用来控制射出加工光EL的光源4、及/或照射光学系统211的动作的信息)。配方信息例如还可包含与照射光学系统211所射出的加工光EL的强度相关的信息(即，用来控制射出加工光EL的光源4、及/或照射光学系统211的动作的信息)。配方信息也可为由这些信息组合而成的信息。或者，控制装置8也可除了生成配方信息以外，还获取加工系统SYSa的外部装置所生成的配方信息；或以后者取代前者。加工系统SYSa基于与结构层SL#1对应的配方信息，进行用来在相当于工件W的表面的造形面MS上形成第1层结构层SL#1的动作。即，加工系统SYSa以通过基于配方信息控制头驱动系统22而使照射光学系统211移动，且在基于配方信息而定的期望时序射出具有基于配方信息而定的期望强度的加工光EL的方式，控制照射光学系统211。结果，如图7的(a)所示，在造形面MS上形成

结构层SL#1。之后，加工系统SYSa将结构层SL#1的表面(即，上表面)设定为新的造形面MS，继而在该新的造形面MS上形成第2层结构层SL#2。为了形成结构层SL#2，控制装置8首先以使加工头21相对于载台31沿着Z轴移动的方式，控制头驱动系统22及载台驱动系统32中的至少一者。具体来说，控制装置8控制头驱动系统22及载台驱动系统32中的至少一者，使加工头21向+Z侧移动，及/或使载台31向-Z侧移动，以便将目标照射区域EA设定于结构层SL#1的表面(即，新的造形面MS)。之后，加工系统SYSa在控制装置8的控制下，以与形成结构层SL#1的动作相同的动作，基于与结构层SL#2对应的配方信息，在结构层SL#1上形成结构层SL#2。结果，如图7的(b)所示，形成结构层SL#2。以后，重复同样的动作，直至形成构成应在工件W上形成的三维结构物ST的所有结构层SL为止。结果，如图7的(c)所示，通过由多个结构层SL积层而成的积层结构物，形成了三维结构物ST。

[0126] (1-2-2)喷嘴移动动作

[0127] 接着，对喷嘴移动动作进行说明。如上所述，喷嘴移动动作是在进行所述造形动作的至少一段期间内，基于计测装置7的计测结果控制喷嘴驱动系统23，由此使材料喷嘴212移动(即，基于计测装置7的计测结果控制材料喷嘴212)的动作。如上所述，若材料喷嘴212移动，则材料喷嘴212与工件W的上表面之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)改变。因此，喷嘴移动动作也可看作是基于计测装置7的计测结果，变更材料喷嘴212与工件W的上表面之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)的动作。另外，如上所述，若材料喷嘴212移动，则供从材料喷嘴212供给的造形材料M集中的集中区域CP与工件W的上表面之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)、及集中区域CO的位置改变。因此，喷嘴移动动作也可看作是基于计测装置7的计测结果，变更集中区域CP与工件W的上表面之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)、及集中区域CP的位置的动作。另外，如上所述，若材料喷嘴212移动，则材料喷嘴212与照射光学系统211(尤其是最终光学元素2112)的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)改变。因此，喷嘴移动动作也可看作是基于计测装置7的计测结果，变更材料喷嘴212与照射光学系统211(尤其是最终光学元素2112)的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)的动作。另外，如上所述，若材料喷嘴212移动，则计测装置7与材料喷嘴212的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)改变。因此，喷嘴移动动作也可看作是基于计测装置7的计测结果，变更计测装置7与材料喷嘴212的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)的动作。具体来说，喷嘴移动动作也可看作是基于计测装置7的计测结果，变更多个计测光射出装置71中的至少一者与材料喷嘴212的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)的动作。喷嘴移动动作也可看作是基于计测装置7的计测结果，变更摄像装置72(例如，其受光元件721)与材料喷嘴212的相对位置(例如，沿着Z轴的相对位置)的动作。

[0128] 第1实施方式中，加工系统SYSa通过在控制装置8的控制下进行喷嘴移动动作，来控制通过造形动作而形成的造形物的高度。以下，对之所以能通过进行喷嘴移动动作来控制造形物高度的技术理由进行说明。

[0129] 具体来说，如上所述，喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212沿着Z轴移动。结果，若材料喷嘴212移动，则材料喷嘴212与造形面MS之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)D1改变。此外，材料喷嘴212与造形面MS之间的距离也可表示材料喷嘴212的材料供给口2121与造形面MS之间的距离。进而，若材料喷嘴212沿着Z轴移动，则供从材料喷嘴212供给的造形材料M集中的集中区域CP也沿着Z轴移动。因此，也可以说喷嘴驱动系统23通过使材料喷嘴212移动

而变更了集中区域CP(具体来说,变更了集中区域CP的位置)。结果,集中区域CP与造形面MS之间的距离(具体为沿着Z轴的距离)D2改变。例如,图8示出了以使距离D1及D2分别成为基准距离D10及D20的方式配置的材料喷嘴212。

[0130] 若处于图8所示状态下的材料喷嘴212向+Z侧移动,则如图9所示,距离D1变成比基准距离D10长的距离D11,距离D2变成比基准距离D20短的距离D21。另一方面,若处于图8所示状态下的材料喷嘴212向-Z侧移动,则如图10所示,距离D1变成比基准距离D10短的距离D12,距离D2变成比基准距离D20长的距离D22。

[0131] 这里,距离D2越短(即,距离D1越长),则向熔融池MP供给的造形材料M的分量越多。其原因在于,距离D2越短,则供造形材料M集中的集中区域CP靠造形面MS越近。向熔融池MP供给的造形材料M的分量越多,则在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越多。在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越多,则在造形面MS固化的造形材料M的分量越多。结果,由固化的造形材料M形成的造形物的高度(即,沿着Z轴方向的尺寸,以后称为“造形量”)变高。因此,如图11所示,距离D2与造形量之间存在距离D2越短则造形量越多的关系。即,距离D2与造形量之间存在距离D2越长则造形量越少的关系。同样地,如图11所示,距离D1与造形量之间存在距离D1越长则造形量越多的关系。即,距离D1与造形量之间存在距离D1越短则造形量越少的关系。

[0132] 此外,图11示出了将集中区域CP位于造形面MS的上方时的距离D2设为正的距离,且将集中区域CP位于造形面MS的下方时的距离D2设为负的距离的曲线图。如上所述,本实施方式中,加工系统SYSa在集中区域CP位于比造形面MS靠下方的位置(即,造形面MS位于集中区域CP与材料喷嘴212之间)的状态下,加工工件W。因此,距离D2具有小于零的区域(称为使用区域)范围的值。该情况下,距离D2越短则造形量越多的关系表示距离D2的绝对值越小则造形量越多的关系。同样地,距离D2越长则造形量越少的关系表示距离D2的绝对值越大则造形量越少的关系。因此,在以下说明中,只要未特别说明,距离D2便表示距离D2的绝对值。

[0133] 加工系统SYSa于控制装置8的控制下,利用这种在距离D2(进而,距离D1)与造形量之间成立的关系进行喷嘴移动动作,以此来控制造形物的造形量。即,加工系统SYSa通过以变更距离D2的方式使材料喷嘴212移动,来控制造形物的造形量。

[0134] 例如,加工系统SYSa在希望使实际造形量相比于距离D2成为基准距离D20时的造形量(以后,称为“基准造形量”)有所增加的情况下,能以使距离D2比基准距离D20短的方式使材料喷嘴212移动。即,加工系统SYSa在希望使实际造形量相比于距离D1成为基准距离D10时的基准造形量有所增加的情况下,能以使距离D1比基准距离D10长的方式使材料喷嘴212移动。换句话讲,加工系统SYSa可通过以使距离D2比基准距离D20短(即,使距离D1比基准距离D10长)的方式使材料喷嘴212移动,而使实际造形量比基准造形量多。

[0135] 例如,加工系统SYSa在希望使实际造形量相比于距离D2成为基准距离D20时的基准造形量有所减少的情况下,能以使距离D2比基准距离D20长的方式使材料喷嘴212移动。即,加工系统SYSa在希望使实际造形量相比于距离D1成为基准距离D10时的基准造形量有所减少的情况下,能以使距离D1比基准距离D10短的方式使材料喷嘴212移动。换句话讲,加工系统SYSa可通过以使距离D2比基准距离D20长(即,使距离D1比基准距离D10短)的方式使材料喷嘴212移动,而使实际造形量比基准造形量少。

[0136] 此外,图9及图10示出了多个材料喷嘴212向相同方向移动相同移动量的例子。即,图9及图10示出了多个材料喷嘴212以相同的移动态样移动的例子。但喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中的至少一者移动,使多个材料喷嘴212中的至少另一者不移动。该情况下,因为至少有一个材料喷嘴212移动了,所以距离D2依然会改变。或者,喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中的至少一者以第1移动态样移动,使多个材料喷嘴212中的至少另一者以与第1移动态样不同的第2移动态样移动。例如,喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中的至少一者以第1移动量移动,使多个材料喷嘴212中的至少另一者以与第1移动量不同的第2移动量移动。即,喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212以多个材料喷嘴212的移动量不同的方式移动。该情况下,因为至少有一个材料喷嘴212移动了,所以距离D2依然会改变。

[0137] 作为使造形量相对于基准造形量有所变化的情景的一例,可例举在具有凹凸的造形面MS上形成具有平坦表面的新的结构层SL的情景。例如,图12的第1节段(最上面的图)示出了包含具有凹凸的表面的结构层SL#n(此外,n为1以上的整数)。像这样在结构层SL#n之上形成新的结构层SL#n+1的情况下,结构层SL#n的表面被设定为造形面MS。结果,造形面MS成为具有凹凸的面。在图12所示的例子中,造形面MS包含造形面MS#1、位于比造形面MS#1高的位置(即,+Z侧,以下相同)的造形面MS#2、位于比造形面MS#1低的位置(即,-Z侧,以下相同)的造形面MS#3、及与造形面MS#1位于相同高度的造形面MS#4。该情况下,为了使新形成的结构层SL#n+1的表面变得平坦,加工系统SYSa也可通过进行喷嘴移动动作,而使造形面MS#2上所形成的造形物的高度低于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度,且使造形面MS#3上所形成的造形物的高度高于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度。即,加工系统SYSa也可通过进行喷嘴移动动作,而使造形面MS#2上的造形量少于造形面MS#1及MS#4上的造形量,使造形面MS#3上的造形量多于造形面MS#1及MS#4上的造形量。

[0138] 具体来说,加工系统SYSa也可如图12的第2节段所示,以使对造形面MS#2形成造形物的期间内造形面MS#2与材料喷嘴212之间的距离D1比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内造形面MS#1及#4与材料喷嘴212之间的距离D1短的方式,使材料喷嘴212移动。即,加工系统SYSa也可如图12的第3节段所示,以使对造形面MS#2形成造形物的期间内造形面MS#2与集中区域CP之间的距离D2比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内造形面MS#1及#4与集中区域CP之间的距离D2长的方式,使材料喷嘴212移动。换句话讲,加工系统SYSa也能以使对造形面MS#2形成造形物的期间内的集中区域CP配置得比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内的集中区域CP(进而,对造形面MS#3形成造形物的期间内的集中区域CP)靠下的方式,使材料喷嘴212移动。结果,如图12的第4节段的曲线图所示,造形面MS#2上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量少。

[0139] 加工系统SYSa也可如图12的第2节段所示,以使对造形面MS#3形成造形物的期间内造形面MS#3与材料喷嘴212之间的距离D1比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内造形面MS#1及#4与材料喷嘴212之间的距离D1长的方式,使材料喷嘴212移动。即,加工系统SYSa也可如图12的第3节段所示,以使对造形面MS#3形成造形物的期间内造形面MS#3与集中区域CP之间的距离D2比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内造形面MS#1及#4与集中区域CP之间的距离D2短的方式,使材料喷嘴212移动。换句话讲,加工系统SYSa也能以使对造形面MS#3形成造形物的期间内的集中区域CP配置得比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间

内的集中区域CP(进而,对造形面MS#2形成造形物的期间内的集中区域CP)靠上的方式,使材料喷嘴212移动。结果,如图12的第4节段的曲线图所示,造形面MS#3上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量多。

[0140] 结果,如图12的第5节段所示,在具有凹凸的造形面MS新形成的结构层SL#n+1的表面(尤其是上表面)成为平坦的面。更具体来说,在具有凹凸的造形面MS新形成的结构层SL#n+1的表面(尤其是上表面)的平坦度变得比未进行喷嘴移动动作的情况下形成的结构层SL#n+1的表面(尤其是上表面)的平坦度大。

[0141] 在具有凹凸的造形面MS形成新的结构层SL#n+1时进行喷嘴移动动作的情况下,加工系统SYSa使用计测装置7,获取与造形面MS(即,结构层SL#n的表面)的高度相关的信息。该情况下,加工系统SYSa可在形成结构层SL#n+1的期间内,获取与相当于结构层SL#n的表面的造形面MS的高度相关的信息。具体来说,如图13的(a)所示,加工系统SYSa可在对造形面MS上的第1部分MSA#11照射加工光EL的期间内,对造形面MS上与第1部分MSA#11不同的第2部分MSA#12照射计测光GL。第2部分MSA#12可为在造形动作中的照射光学系统211的移动方向(即,配方信息所规定的移动方向,沿着X轴方向及Y轴方向中至少一者的移动方向)上,位于比第1部分MSA#11靠前方(即,比熔融池MP及目标照射区域EA靠前方)的位置的部分。该情况下,第2部分MSA#12相当于将构成结构层SL#n+1的一部分的造形物形成于第1部分MSA#11之后,形成构成结构层SL#n+1的另一部分的造形物的部分。结果,加工系统SYSa能一面在第1部分MSA#11形成造形物,一面获取与之后预定要形成造形物的第2部分MSA#12的高度相关的信息。

[0142] 之后,如图13的(b)所示,加工系统SYSa在为了于第2部分MSA#12形成造形物而对第2部分MSA#12照射加工光EL的期间内,基于预先获取到的与第2部分MSA#12的高度相关的信息,进行喷嘴移动动作。即,加工系统SYSa在对第2部分MSA#12照射加工光EL的期间内,以使第2部分MSA#12上的造形量成为根据第2部分MSA#12的高度而定的期望量的方式,基于与第2部分MSA#12的高度相关的信息,使材料喷嘴212移动。此外,在对造形面MS上的第2部分MSA#12照射加工光EL的期间内,加工系统SYSa也可对造形面MS上与第2部分MSA#12不同的第3部分MSA#13(例如,在照射光学系统211的移动方向上位于比第2部分MSA#12靠前方的位置的部分)照射计测光GL。

[0143] 或者,加工系统SYSa也可在对造形面MS上的第1部分MSA#11照射加工光EL的期间内,对第1部分MSA#11照射计测光GL。即,加工系统SYSa也可对形成有熔融池MP的部分照射计测光GL。该情况下,加工系统SYSa可一面对第1部分MSA#11照射加工光EL,一面获取与第1部分MSA#11的高度相关的信息,并基于获取到的与第1部分MSA#11的高度相关的信息,使材料喷嘴212移动。

[0144] 或者,加工系统SYSa也可于形成要在形成结构层SL#n+1时将表面设定为造形面MS的结构层SL#n的期间内,获取与要在形成结构层SL#n+1时将表面设定为造形面MS的结构层SL#n的表面高度相关的信息。具体来说,如图14的(a)所示,加工系统SYSa为了形成结构层SL#n,对相当于结构层SL#n－1的表面的造形面MS照射加工光EL。该情况下,加工系统SYSa也可在对造形面MS上的第1部分MSA#21照射加工光EL的期间内,对已作为结构层SL#n的一部分而形成在造形面MS上与第1部分MSA#21不同的第2部分MSA#22的造形物SM#22照射计测光GL。第2部分MSA#22可为在造形动作中的照射光学系统211的移动方向上,配置得比第1部

分MSA#21靠后方(即,比熔融池MP及目标照射区域EA靠后方)的部分。该情况下,第2部分MSA#22相当于在构成结构层SL#n的一部分的造形物形成于第1部分MSA#21之前,已形成构成结构层SL#n的另一部分的造形物SM#22的部分。结果,加工系统SYSa能一面在第1部分MSA#21形成造形物,一面获取与之后形成结构层SL#n+1时预定要成为造形面MS的造形物SM#22的高度相关的信息。

[0145] 之后,如图14的(b)所示,加工系统SYSa在完成结构层SL#n的形成后,将结构层SL#n的表面设定为新的造形面MS,继而开始结构层SL#n+1的形成。该情况下,加工系统SYSa于为了在新的造形面MS中相当于造形物SM#22的表面的第3部分MSA#23形成造形物而对第3部分MSA#23照射加工光EL的期间内,基于预先获取到的与造形物SM#22的高度相关的信息(即,与第3部分MSA#23的高度相关的信息),进行喷嘴移动动作。即,加工系统SYSa在对第3部分MSA#23照射加工光EL的情况下,以使第3部分MSA#23上的造形量成为根据第3部分MSA#23的高度而定的期望量的方式,基于与第3部分MSA#23的高度相关的信息,使材料喷嘴212移动。

[0146] 如上所述,对在照射光学系统211的移动方向上配置得比被照射加工光EL的部分(即,熔融池MP及目标照射区域EA)靠前方或后方的部分照射计测光GL的情况下,照射光学系统211的移动方向有可能改变。该情况下,若在沿着XY平面的面内,计测光GL的照射位置与加工光EL的照射位置固定,则加工系统SYSa有可能无法对在照射光学系统211的移动方向上配置得比熔融池MP及目标照射区域EA靠前方或后方的部分照射计测光GL。具体来说,在照射光学系统211沿着第1移动方向移动的情况下,加工系统SYSa能对在照射光学系统211的移动方向上配置得比熔融池MP及目标照射区域EA靠前方或后方的部分照射计测光GL,另一方面,在照射光学系统211沿着与第1移动方向相交的第2移动方向移动的情况下,加工系统SYSa有可能无法对在照射光学系统211的移动方向上配置得比熔融池MP及目标照射区域EA靠前方或后方的部分照射计测光GL。因此,加工系统SYSa也可具备多个包含分别照射相交的多个计测光GL的多个计测光射出装置71的射出装置群。多个射出装置群以从一个射出装置群射出的计测光GL相交的位置与从另一个射出装置群射出的计测光GL相交的位置在X轴方向及Y轴方向中的至少一者上不同的方式配置。例如,如图15所示,加工系统SYSa也可具备:(i)第1射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向-Y侧及-X侧的位置相交的多个计测光GL#1;(ii)第2射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向-X侧的位置相交的多个计测光GL#2;(iii)第3射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向-Y侧及+X侧的位置相交的多个计测光GL#3;(iv)第4射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向-X侧的位置相交的多个计测光GL#4;(v)第5射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向+X侧的位置相交的多个计测光GL#5;(vi)第6射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向+Y侧及-X侧的位置相交的多个计测光GL#6;(vii)第7射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA

偏向+Y侧的位置相交的多个计测光GL#7;及(viii)第8射出装置群,其包含多个计测光射出装置71,该多个计测光射出装置71分别射出在相对于熔融池MP及目标照射区域EA偏向+Y侧及+X侧的位置相交的多个计测光GL#8。该情况下,即便照射光学系统211的移动方向改变,加工系统SYSa也能对在该移动方向上配置得比熔融池MP及目标照射区域EA靠前方或后方的部分照射计测光GL。或者,计测光射出装置71也可变更计测光GL的照射位置。例如,计测光射出装置71可变更计测光GL的照射位置,以对在照射光学系统211的移动方向上配置得比熔融池MP及目标照射区域EA靠前方或后方的部分照射计测光GL。

[0147] (1-3)第1实施方式的加工系统SYSa的技术效果

[0148] 正如以上所说明,加工系统SYSa能通过进行喷嘴移动动作,来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此,加工系统SYSa能得当地形成具有所期望的形状及尺寸的三维结构物ST。

[0149] 尤其是,加工系统SYSa能通过使材料喷嘴212独立于照射光学系统211地移动,来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此,加工系统SYSa即便在执行造形动作的至少一段期间内进行喷嘴移动动作,也能不变更配方信息地执行造形动作。因此,加工系统SYSa能不对造形动作造成影响地,通过进行喷嘴移动动作,来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。

[0150] (2)第2实施方式的加工系统SYS

[0151] 接下来,参照图16,对第2实施方式的加工系统SYS(以后,称为“加工系统SYSb”)进行说明。图16是表示第2实施方式的加工系统SYSb的系统构成的系统构成图。

[0152] 如图16所示,第2实施方式的加工系统SYSb相对于所述第1实施方式的加工系统SYSa来讲,不同点在于:具备显示器9b。加工系统SYSb的其它特征可与加工系统SYSa的其它特征相同。

[0153] 显示器9b是在控制装置8的控制下,可显示期望图像的显示装置。第2实施方式中,显示器9b也可显示包含与造形动作相关的信息的图像。例如,如表示显示器9b所显示的图像的一例的俯视图即图17所示,已进行用来在结构层SL#n之上形成结构层SL#n+1的造形动作的情况下,显示器9b也可显示包含与通过附加加工而形成的结构层SL#n+1的位置相关的信息的图像。即,显示器9b也可显示包含与为了形成结构层SL#n+1而在造形面MS上进行附加加工的位置相关的信息的图像。在图17所示的例子中,作为包含与进行附加加工的位置相关的信息(即,与结构层SL#n+1的位置相关的信息)的图像,显示器9b显示了以影线区域表示所形成的结构层SL#n+1的图像。

[0154] 显示器9b也可显示包含与喷嘴移动动作相关的信息的图像。例如,通过喷嘴移动动作,形成结构层SL#n+1的各部分时集中区域CP与造形面MS之间的距离D2(进而,材料喷嘴212与造形面MS之间的距离D1)变更。该情况下,显示器9b也可显示以与进行该附加加工时距离D2(或距离D1)的不同对应的显示态样展示与进行附加加工的位置相关的信息的图像。例如,显示器9b也可采用不同的显示态样,显示结构层SL#n+1中在距离D2成为基准距离D20的状态下形成的第1部分SLp1、结构层SL#n+1中在距离D2成为距离D21的状态下形成的第2部分SLp2、及结构层SL#n+1中在距离D2成为距离D22的状态下形成的第3部分SLp3。在图17所示的例子中,显示器9b以使表示第1部分SLp1的影线的种类、表示第2部分SLp2的影线的种类、及表示第3部分SLp3的影线的种类不同的方式,显示包含与进行附加加工的位置相关

的信息(即,与结构层SL#n+1的位置相关的信息)的图像。

[0155] 或者,例如,显示器9b也可除了采用不同的显示态样显示结构层SL#n+1的各部分以外,还显示结构层SL#n+1的各部分、及表示形成各部分时的距离D2(或距离D1)的信息;或以后者取代前者。具体来说,例如,如图17所示,显示器9b也可显示第1部分SLp1、及表示形成第1部分SLp1时的距离D2为基准距离D20的数值信息,显示第2部分SLp2、及表示形成第2部分SLp2时的距离D2为距离D21的数值信息,显示第3部分SLp3、及表示形成第3部分SLp3时的距离D2为距离D22的数值信息。

[0156] 这种第2实施方式的加工系统SYSb可享受与所述第1实施方式的加工系统SYSa所能享受的效果相同的效果。进而,加工系统SYSb可显示包含造形动作相关信息及喷嘴移动动作相关信息中至少一者的图像。因此,加工系统SYSb能向加工系统SYSb的操作员提示造形动作相关信息及喷嘴移动动作相关信息中的至少一者。例如,加工系统SYSb能向操作员提示在材料喷嘴212距离造形面MS的高度已通过喷嘴移动动作而变更的状态下形成造形物的位置。

[0157] 此外,加工系统SYSb也可除了显示器9b以外,还具备任意能输出信息的输出装置;或以后者取代前者。输出装置也可为能输出造形动作相关信息及喷嘴移动动作相关信息中的至少一者。作为输出装置的一例,可例举任意能将信息以声音形式输出的扬声器、及任意能将印刷有信息的纸媒体输出的打印机中的至少一者。

[0158] (3)第3实施方式的加工系统SYS

[0159] 接下来,对第3实施方式的加工系统SYS(以后,称为“加工系统SYSc”)进行说明。第3实施方式的加工系统SYSc相对于所述第1实施方式的加工系统SYSa来讲,不同点在于:喷嘴驱动系统23除了使材料喷嘴212沿着Z轴移动以外,还使材料喷嘴212沿着θX方向及θY方向中的至少一者移动;或以后者取代前者。即,加工系统SYSc相对于加工系统SYSa来讲,不同点在于:喷嘴驱动系统23使材料喷嘴212绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转。加工系统SYSc相对于加工系统SYSa来讲,不同点在于:除了使材料喷嘴212沿着Z轴移动的喷嘴移动动作以外,还进行使材料喷嘴212绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转的喷嘴移动动作;或以后者取代前者。加工系统SYSc的其它特征可与加工系统SYSa的其它特征相同。此外,使材料喷嘴212绕旋转轴旋转的喷嘴移动动作也可称为喷嘴旋转移动动作。

[0160] 若材料喷嘴212绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转,则与材料喷嘴212沿着Z轴移动时同样地,集中区域CP与造形面MS之间的距离D2改变。关于其技术理由,将对图18的(a)及图18的(b)进行说明。图18的(a)是表示绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转之前的材料喷嘴212的剖视图,图18的(b)是表示绕沿着X轴及Y轴中至少一者(在图18的(b)所示的例子中,为X轴)的旋转轴旋转之后的材料喷嘴212的剖视图。

[0161] 如图18的(a)及图18的(b)所示,若材料喷嘴212绕沿着X轴及Y轴中至少一者的旋转轴旋转,则材料喷嘴212的方向(即,材料喷嘴212朝向的方向,更具体为材料供给口2121朝向的方向)改变。例如,材料喷嘴212相对于照射光学系统211(例如,其最终光学元素2112)的方向改变。例如,照射光学系统211(例如,其最终光学元素2112)与材料喷嘴212的相对方向关系(即,照射光学系统211(例如,其最终光学元素2112)朝向的方向与材料喷嘴212朝向的方向的相对关系)改变。例如,材料喷嘴212相对于计测装置7(例如,计测光射出装置71及摄像装置72中的至少一者)的方向改变。例如,计测装置7(例如,计测光射出装置

71及摄像装置72中的至少一者)与材料喷嘴212的相对方向关系(即,计测装置7(例如,计测光射出装置71及摄像装置72中的至少一者)朝向的方向与材料喷嘴212朝向的方向的相对关系)改变。因此,第3实施方式中,也可认为喷嘴驱动系统23作为使材料喷嘴212的方向变化的方向变更装置发挥作用。若材料喷嘴212的方向改变,则来自材料喷嘴212的造形材料M的供给方向改变。若来自材料喷嘴212的造形材料M的供给方向改变,则供从多个材料喷嘴212的材料供给口2121供给的造形材料M集中的集中区域CP的位置改变。在图18的(a)及图18的(b)所示的例子中,材料喷嘴212以使沿着来自材料喷嘴212的造形材料M的供给方向的轴与Z轴所形成的角度θ变大的方式旋转。该情况下,集中区域CP的位置以向造形面MS靠近的方式变化。即,集中区域CP与造形面MS之间的距离D2从图18的(a)所示的距离D23向比距离D23短的图18的(b)所示的距离D24变化。另一方面,虽然为了简化说明未加图示,但在图18的(a)及图18的(b)所示的例子中,若材料喷嘴212以使沿着来自材料喷嘴212的造形材料M的供给方向的轴与Z轴所形成的角度θ变小的方式旋转,则集中区域CP的位置以从造形面MS离开的方式变化。即,集中区域CP与造形面MS之间的距离D2从距离D23向比距离D23长的距离变化。

[0162] 距离D2与造形量之间存在距离D2越短则造形量越多的关系这一点如同第1实施方式中已经说明的那样。因此,第3实施方式的加工系统SYSc可与第1实施方式的加工系统SYSa同样地,通过以变更距离D2的方式改变材料喷嘴212的方向,来控制造形物的造形量。结果,第3实施方式的加工系统SYSc可享受与所述第1实施方式的加工系统SYSa所能享受的效果相同的效果。

[0163] 此外,图18的(a)及图18的(b)示出了多个材料喷嘴212沿着相反的旋转方向以相同的旋转量(即,旋转角度的符号相反但绝对值相等)旋转的例子。但喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中至少一者的方向变化,使多个材料喷嘴212中至少另一者的方向不变。该情况下,因为至少有一个材料喷嘴212的方向变化了,所以距离D2依然会改变。或者,喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中至少一者的方向以第1变化态样变化,使多个材料喷嘴212中至少另一者的方向以与第1变化态样不同的第2变化态样变化。例如,喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212中的至少一者以第1旋转量旋转,使多个材料喷嘴212中的至少另一者以与第1旋转量不同的第2旋转量旋转。即,喷嘴驱动系统23也可使多个材料喷嘴212的方向以多个材料喷嘴212的方向的变化量不同的方式变化。该情况下,因为至少有一个材料喷嘴212的方向变化了,所以距离D2依然会改变。

[0164] 另外,所述第2实施方式的加工系统SYSb也可具备第3实施方式的加工系统SYSc所特有的构成要件。第3实施方式的加工系统SYSc所特有的构成要件例如也可包含与变更材料喷嘴212的方向的喷嘴移动动作相关的构成要件。

[0165] (4)第4实施方式的加工系统SYS

[0166] 接下来,对第4实施方式的加工系统SYS(以后,称为“加工系统SYSd”)进行说明。第4实施方式的加工系统SYSd相对于所述第1实施方式的加工系统SYSa来讲,不同点在于:除了进行基于计测装置7的计测结果使材料喷嘴212移动的喷嘴移动动作以外,还进行基于计测装置7的计测结果控制来自材料喷嘴212的造形材料M的供给量(具体为每单位时间的供给量)的供给量控制动作,以此来控制造形量(甚至于结构层SL的高度);或以后者取代前者。在加工系统SYSd不进行喷嘴移动动作的情况下,如表示加工系统SYSd的系统构成的一

例的图19所示，加工系统SYSd也可不具备喷嘴驱动系统23。加工系统SYSd的其它特征可与加工系统SYSa的其它特征相同。

[0167] 来自材料喷嘴212的造形材料M的供给量会对造形量造成影响。具体来说，来自材料喷嘴212的造形材料M的供给量越多，则向熔融池MP供给的造形材料M的分量越多。向熔融池MP供给的造形材料M的分量越多，则在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越多。在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越多，则在造形面MS固化的造形材料M的分量越多。结果，由固化的造形材料M形成的造形物的高度(即，沿着Z轴方向的尺寸，造形量)变高。因此，如图20所示，造形材料M的供给量与造形量之间存在造形材料M的供给量越多则造形量越多的关系。即，造形材料M的供给量与造形量之间存在造形材料M的供给量越少则造形量越少的关系。

[0168] 加工系统SYSd于控制装置8的控制下，利用这种在造形材料M的供给量与造形量之间成立的关系进行供给量控制动作，以此来控制造形物的造形量。即，加工系统SYSd通过基于计测装置7的计测结果控制造形材料M的供给量，来控制造形物的造形量。

[0169] 作为一例，对在具有凹凸的造形面MS上形成具有平坦表面的新的结构层SL时所进行的供给量控制动作进行说明。例如，图21的第1节段(最上面的图)示出了包含图12所示的造形面MS#1至#4的造形面MS。该情况下，为了使新形成的结构层SL#n+1的表面变得平坦，加工系统SYSd也可通过进行供给量控制动作，而使造形面MS#2上所形成的造形物的高度低于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度，且使造形面MS#3上所形成的造形物的高度高于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度。即，加工系统SYSd也可通过进行供给量控制动作，而使造形面MS#2上的造形量少于造形面MS#1及MS#4上的造形量，使造形面MS#3上的造形量多于造形面MS#1及MS#4上的造形量。

[0170] 具体来说，加工系统SYSd也可如图21的第2节段所示，以使对造形面MS#2形成造形物的期间内向造形面MS#2供给的造形材料M的供给量少于对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内向造形面MS#1及#4供给的造形材料M的供给量的方式，控制造形材料M的供给量。结果，如图21的第3节段的曲线图所示，造形面MS#2上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量少。另一方面，加工系统SYSd也可如图21的第2节段所示，以使对造形面MS#3形成造形物的期间内向造形面MS#3供给的造形材料M的供给量多于对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内向造形面MS#1及#4供给的造形材料M的供给量的方式，控制造形材料M的供给量。结果，如图21的第3节段的曲线图所示，造形面MS#3上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量多。因此，通过基于和计测装置7的计测结果所示的造形面MS的位置(高度)相关的信息进行供给量控制动作，如图21的第4节段所示，在具有凹凸的造形面MS新形成的结构层SL#n+1的表面(尤其是上表面)成为平坦的面。

[0171] 为了控制造形材料M的供给量，控制装置8也可控制材料供给源1。具体来说，控制装置8也可通过控制材料供给源1向加工装置2(即，材料喷嘴212)供给的造形材料M的供给量，而控制来自材料喷嘴212的造形材料M的供给量。例如，控制装置8可通过减少材料供给源1向加工装置2供给的造形材料M的供给量，而减少来自材料喷嘴212的造形材料M的供给量。

[0172] 如此，第4实施方式的加工系统SYSd能通过进行供给量控制动作，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此，加工系统SYSd与所述加工系统SYSa同样地，能得当地形成

具有所期望的形状及尺寸的三维结构物ST。

[0173] 尤其是，加工系统SYSd能通过独立于照射光学系统211地控制造形材料M的供给量，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此，加工系统SYSd即便在执行造形动作的至少一段期间内进行供给量控制动作，也能不变更配方信息地执行造形动作。因此，加工系统SYSd与所述加工系统SYSa同样地，能不对造形动作造成影响地，通过进行供给量控制动作，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。

[0174] 此外，控制装置8可使来自多个材料喷嘴212的造形材料M的供给量变得相同。例如，控制装置8可使来自多个材料喷嘴212的造形材料M的供给量以相同的变化量变化。或者，控制装置8也可使来自多个材料喷嘴212中至少一者的造形材料M的供给量变化，使来自多个材料喷嘴212中至少另一者的造形材料M的供给量不变。该情况下，因为来自至少一个材料喷嘴212的造形材料M的供给量变化了，所以造形量依然会改变。或者，控制装置8也可使来自多个材料喷嘴212中至少一者的造形材料M的供给量以第1变化态样变化，使来自多个材料喷嘴212中至少另一者的造形材料M的供给量以与第1变化态样不同的第2变化态样变化。例如，控制装置8也可使来自多个材料喷嘴212中至少一者的造形材料M的供给量以第1变化量变化，使来自多个材料喷嘴212中至少另一者的造形材料M的供给量以与第1变化量不同的第2变化量变化。即，控制装置8也可使来自多个材料喷嘴212的造形材料M的供给量以来自多个材料喷嘴212的造形材料M的供给量的变化量不同的方式变化。该情况下，因为来自至少一个材料喷嘴212的造形材料M的供给量变化了，所以造形量依然会改变。

[0175] 另外，所述第2实施方式的加工系统SYSb及第3实施方式的加工系统SYSc中的至少一者也可具备第4实施方式的加工系统SYSd所特有的构成要件。第4实施方式的加工系统SYSd所特有的构成要件例如也可包含与供给量控制动作相关的构成要件。

[0176] (5)第5实施方式的加工系统SYS

[0177] 接下来，参照图22及图23，对第5实施方式的加工系统SYS(以后，称为“加工系统SYSe”)进行说明。图22是表示第5实施方式的加工系统SYSe的结构的剖视图。图23是表示第5实施方式的加工系统SYSe的系统构成的系统构成图。

[0178] 如图22及图23所示，第5实施方式的加工系统SYSe相对于所述第4实施方式的加工系统SYSd来讲，相同点在于：两者都进行供给量控制动作。另一方面，加工系统SYSe相对于加工系统SYSd来讲，不同点在于：使用线状的造形材料Me而非使用作为粉粒体的造形材料M来进行造形动作。

[0179] 因为使用线状的造形材料Me来进行造形动作，所以加工系统SYSe相对于加工系统SYSd来讲，不同点在于：具备材料供给源1e及加工装置2e而非材料供给源1及加工装置2。进而，加工系统SYSe相对于加工系统SYSd来讲，不同点在于：可不具备混合装置12。加工系统SYSe的其它特征可与加工系统SYSd的其它特征相同。

[0180] 材料供给源1e是将线状的造形材料Me供给至加工装置2e，而材料供给源1是将作为粉粒体的造形材料M供给至加工装置2，在这一点上两者不同。材料供给源1e的其它特征可与材料供给源1的其它特征相同。

[0181] 加工装置2e相对于加工装置2来讲，不同点在于：具备加工头21e而非加工头21。加工装置2e的其它特征可与加工装置2的其它特征相同。加工头21e相对于加工头21来讲，不同点在于：具备材料喷嘴212e而非材料喷嘴212。加工头21e的其它特征可与加工头21的其

它特征相同。材料喷嘴212e是将线状的造形材料Me从材料供给口2121e供给至造形面MS(造形面MS上的熔融池MP),而材料喷嘴212是将作为粉粒体的造形材料M从材料供给口2121供给至造形面MS(造形面MS上的熔融池MP),在这一点上两者不同。材料喷嘴212e的其它特征可与材料喷嘴212的其它特征相同。

[0182] 这种第5实施方式的加工系统SYSe与所述第4实施方式的加工系统SYSd同样地,也可进行供给量控制动作,即:基于计测装置7的计测结果,控制来自材料喷嘴212e的造形材料Me的供给量。例如,加工系统SYSe也可通过控制从材料供给源1e向加工装置2e送出的造形材料Me的分量(送出量),来控制造形量。结果,加工系统SYSe可享受与加工系统SYSd所能享受的效果相同的效果。除此以外,加工系统SYSe因为供给的是线状的造形材料Me,所以能减少向熔融池MP的外侧供给的造形材料Me(即,无助于造形物形成的无用的造形材料Me)的分量。因此,加工系统SYSe比起加工系统SYSd,能提高造形材料Me的利用效率。

[0183] (6)第6实施方式的加工系统SYS

[0184] 接下来,参照图24,对第6实施方式的加工系统SYS(以后,称为“加工系统SYSf”)进行说明。图24是表示第6实施方式的加工系统SYSf的结构的剖视图。

[0185] 如图24所示,第6实施方式的加工系统SYSf相对于所述第1实施方式的加工系统SYSa来讲,不同点在于:具备加工装置2f而非加工装置2。加工系统SYSf的其它特征可与加工系统SYSa的其它特征相同。加工装置2f相对于加工装置2来讲,不同点在于:具备加工头21f而非加工头21。加工装置2f的其它特征可与加工装置2的其它特征相同。加工头21f相对于加工头21来讲,不同点在于:照射光学系统211及材料喷嘴212的数量及配置位置不同。加工头21f的其它特征可与加工头21的其它特征相同。

[0186] 第6实施方式中,加工头21f具备单个材料喷嘴212及多个照射光学系统211。但加工头21f也可具备多个材料喷嘴212。加工头21f也可具备单个照射光学系统211。

[0187] 材料喷嘴212以从材料喷嘴212向正下方(即,朝向-Z侧)供给造形材料M的方式,安装于头壳体213。即,材料喷嘴212以经由沿着Z轴的供给路径供给造形材料M的方式,安装于头壳体213。另一方面,照射光学系统211以照射光学系统211的光轴AX相对于Z轴倾斜的方式,安装于头壳体213。尤其是,多个照射光学系统211以分别朝向不同方向射出加工光EL的方式,安装于头壳体213。多个照射光学系统211以从多个照射光学系统211分别射出的多个加工光EL在加工头21f的下方相交的方式,安装于头壳体213。

[0188] 如此配置材料喷嘴212及照射光学系统211的加工系统SYSf与加工系统SYSa同样地,也可进行喷嘴移动动作。但第6实施方式相对于第1实施方式来讲,不同点在于:材料喷嘴212向正下方(即,朝向-Z侧)供给造形材料M。该情况下,如图25所示,材料喷嘴212与造形面MS之间的距离D1和造形量之间存在距离D1越长则造形量越少的关系。即,第6实施方式中距离D1与造形量之间的关系是和第1实施方式中距离D1与造形量之间的关系相反的关系。虽说如此,但因为材料喷嘴212是向正下方供给造形材料M,所以从材料喷嘴212供给的造形材料M会从材料喷嘴212呈扇形落下。即,从材料喷嘴212供给的造形材料M会以越往下方越向外侧慢慢扩散的方式落下。结果,距离D1越长(即,造形面MS离材料喷嘴212越远),则造形材料M在造形面MS上的分布密度越小。若造形材料M在造形面MS上的分布密度变小,则向熔融池MP供给的造形材料M的分量变少。向熔融池MP供给的造形材料M的分量越少,则在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越少。在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越少,则在造

形面MS固化的造形材料M的分量越少。结果，由固化的造形材料M形成的造形物的高度(即，造形量)变低。因此，如图25所示，距离D1与造形量之间存在距离D1越长则造形量越少的关系。

[0189] 加工系统SYSf于控制装置8的控制下，利用这种在距离D1与造形量之间成立的关系进行喷嘴移动动作，以此来控制造形物的造形量。即，加工系统SYSf通过以变更距离D1的方式使材料喷嘴212移动，来控制造形物的造形量。

[0190] 作为一例，对在具有凹凸的造形面MS上形成具有平坦表面的新的结构层SL时所进行的喷嘴移动动作进行说明。例如，图26的第1节段(最上面的图)示出了包含图12所示的造形面MS#1至#4的造形面MS。该情况下，为了使新形成的结构层SL#n+1的表面变得平坦，加工系统SYSf也可通过进行喷嘴移动动作，而使造形面MS#2上所形成的造形物的高度低于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度，且使造形面MS#3上所形成的造形物的高度高于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度。即，加工系统SYSf也可通过进行喷嘴移动动作，而使造形面MS#2上的造形量少于造形面MS#1及MS#4上的造形量，使造形面MS#3上的造形量多于造形面MS#1及MS#4上的造形量。

[0191] 具体来说，加工系统SYSf也可如图26的第2节段所示，以使对造形面MS#2形成造形物的期间内造形面MS#2与材料喷嘴212之间的距离D1比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内造形面MS#1及#4与材料喷嘴212之间的距离D1长的方式，使材料喷嘴212移动。结果，如图26的第3节段的曲线图所示，造形面MS#2上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量少。另一方面，加工系统SYSf也可如图26的第2节段所示，以使对造形面MS#3形成造形物的期间内造形面MS#3与材料喷嘴212之间的距离D1比对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内造形面MS#1及#4与材料喷嘴212之间的距离D1短的方式，使材料喷嘴212移动。结果，如图26的第3节段的曲线图所示，造形面MS#3上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量多。因此，通过基于和计测装置7的计测结果所示的造形面MS的位置(高度)相关的信息进行喷嘴移动动作，如图26的第4节段所示，在具有凹凸的造形面MS新形成的结构层SL#n+1的表面(尤其是上表面)成为平坦的面。

[0192] 如此，第6实施方式的加工系统SYSf与第1实施方式的加工系统SYSa同样地，也能通过进行喷嘴移动动作，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此，加工系统SYSf可享受与加工系统SYSa所能享受的效果相同的效果。

[0193] 另外，所述第2实施方式的加工系统SYSb至第5实施方式的加工系统SYSe中的至少一者也可具备第6实施方式的加工系统SYSf所特有的构成要件。第6实施方式的加工系统SYSf所特有的构成要件例如也可包含与照射光学系统211及材料喷嘴212的配置位置及数量相关的构成要件。

[0194] (7)第7实施方式的加工系统SYS

[0195] 接下来，对第7实施方式的加工系统SYS(以后，称为“加工系统SYSg”)进行说明。第7实施方式的加工系统SYSg相对于所述第1实施方式的加工系统SYSa来讲，不同点在于：除了进行基于计测装置7的计测结果使材料喷嘴212移动的喷嘴移动动作以外，还进行基于计测装置7的计测结果控制加工光EL的收敛位置FP的收敛位置控制动作，以此来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)；或以后者取代前者。此外，加工光EL的收敛位置FP也可为加工光EL的行进方向上的、与加工光EL的行进方向相交的剖面的面积最小的位置。

[0196] 为了进行收敛位置控制动作，如表示加工系统SYSg的系统构成的一例的图27所示，照射光学系统211也可具备能控制加工光EL的收敛位置FP的聚焦调整元件2111g。聚焦调整元件2111g是能在沿着照射光学系统211的光轴AX的方向(即，沿着Z轴的方向)上变更加工光EL的收敛位置FP的光学部件。作为聚焦调整元件2111g的一例，可例举包含两个光学元件的光学部件，该两个光学元件沿着照射光学系统211的光轴AX配置，且能变更它们之间的距离。此外，在加工系统SYSg不进行喷嘴移动动作的情况下，加工系统SYSg也可不具备喷嘴驱动系统23。加工系统SYSg的其它特征可与加工系统SYSa的其它特征相同。

[0197] 加工光EL的收敛位置FP会对造形量造成影响。具体来说，若收敛位置FP改变，则造形面MS与收敛位置FP之间的距离D3(具体为沿着Z轴的距离，参照图28)改变。此外，在以下说明中，将造形面MS与收敛位置FP之间的距离D3称为“散焦量D3”。若散焦量D3改变，则加工光EL在造形面MS上的通量(例如，每单位面积的能量大小)改变。具体来说，散焦量D3越大，则加工光EL在造形面MS上所形成的光斑的尺寸越大，因此加工光EL在造形面MS上的通量越小。另一方面，散焦量D3越小，则加工光EL在造形面MS上所形成的光斑的尺寸越小，因此加工光EL在造形面MS上的通量越大。加工光EL在造形面MS上的通量越大，则在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越多。在熔融池MP中熔融的造形材料M的分量越多，则在造形面MS固化的造形材料M的分量越多。结果，由固化的造形材料M形成的造形物的高度(即，沿着Z轴方向的尺寸，造形量)变高。因此，如图29所示，散焦量D3与造形量之间存在散焦量D3越大则造形量越少的关系。即，散焦量D3与造形量之间存在散焦量D3越小则造形量越多的关系。

[0198] 加工系统SYSg于控制装置8的控制下，利用这种在收敛位置FP(具体为根据收敛位置FP而定的散焦量D3)与造形量之间成立的关系进行收敛位置控制动作，以此来控制造形物的造形量。即，加工系统SYSg通过以基于计测装置7的计测结果变更收敛位置FP的方式控制聚焦调整元件2111g，来控制造形物的造形量。更具体来说，加工系统SYSg通过以基于计测装置7的计测结果变更造形面MS与收敛位置FP的相对位置关系的方式控制聚焦调整元件2111g，来控制造形物的造形量。换句话讲，加工系统SYSg通过以基于计测装置7的计测结果变更相当于造形面MS与收敛位置FP之间的距离的散焦量D3的方式控制聚焦调整元件2111g，来控制造形物的造形量。

[0199] 作为一例，对在具有凹凸的造形面MS上形成具有平坦表面的新的结构层SL时所进行的供给量控制动作进行说明。例如，图30的第1节段(最上面的图)示出了包含图12所示的造形面MS#1至#4的造形面MS。该情况下，为了使新形成的结构层SL#n+1的表面变得平坦，加工系统SYSg也可通过进行收敛位置控制动作，而使造形面MS#2上所形成的造形物的高度低于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度，且使造形面MS#3上所形成的造形物的高度高于造形面MS#1及MS#4上所形成的造形物的高度。即，加工系统SYSg也可通过进行收敛位置控制动作，而使造形面MS#2上的造形量少于造形面MS#1及MS#4上的造形量，使造形面MS#3上的造形量多于造形面MS#1及MS#4上的造形量。

[0200] 具体来说，加工系统SYSg也可如图30的第2节段所示，以使对造形面MS#2形成造形物的期间内的散焦量D3大于对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内的散焦量的方式，控制收敛位置FP。结果，如图30的第3节段的曲线图所示，造形面MS#2上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量少。另一方面，加工系统SYSg也可如图30的第2节段所示，以使对造形面MS#3形成造形物的期间内的散焦量D3小于对造形面MS#1及#4形成造形物的期间内的

散焦量D3的方式，控制收敛位置FP。结果，如图30的第3节段的曲线图所示，造形面MS#3上的造形量变得比造形面MS#1及MS#4上的造形量多。因此，通过基于和计测装置7的计测结果所示的造形面MS的位置(高度)相关的信息进行收敛位置控制动作，如图30的第4节段所示，在具有凹凸的造形面MS新形成的结构层SL#n+1的表面(尤其是上表面)成为平坦的面。

[0201] 如此，第7实施方式的加工系统SYSg能通过进行收敛位置控制动作，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此，加工系统SYSg与所述加工系统SYSa同样地，能得当地形成具有所期望的形状及尺寸的三维结构物ST。

[0202] 尤其是，加工系统SYSg能通过与基于配方信息而移动的照射光学系统211独立开来地控制收敛位置FP，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。因此，加工系统SYSg即便在执行造形动作的至少一段期间内进行收敛位置控制动作，也能不变更配方信息地执行造形动作。因此，加工系统SYSg与所述加工系统SYSa同样地，能不对造形动作造成影响地，通过进行收敛位置控制动作，来控制造形量(甚至于结构层SL的高度)。

[0203] 此外，所述第2实施方式的加工系统SYSb至第6实施方式的加工系统SYSf中的至少一者也可具备第7实施方式的加工系统SYSg所特有的构成要件。第7实施方式的加工系统SYSg所特有的构成要件例如也可包含与收敛位置控制动作相关的构成要件。

[0204] 另外，在所述说明中，加工系统SYSg通过控制聚焦调整元件2111g，变更了造形面MS与加工光EL的收敛位置FP的相对位置关系。但加工系统SYSg也可除了控制聚焦调整元件2111g以外，还使加工头21及载台31中的至少一者移动，以此来变更造形面MS与加工光EL的收敛位置FP的相对位置关系；或以后者取代前者。

[0205] (8)第8实施方式的加工系统SYS

[0206] 接下来，参照图31，对第8实施方式的加工系统SYS(以后，称为“加工系统SYSh”)进行说明。图31是表示第8实施方式的加工系统SYSh的系统构成的系统构成图。

[0207] 如图31所示，第8实施方式的加工系统SYSh相对于所述第1实施方式的加工系统SYSa来讲，不同点在于：除了加工装置2以外，还具备加工装置2h。加工系统SYSh的其它特征可与加工系统SYSa的其它特征相同。加工装置2h相对于加工装置2来讲，不同点在于：具备三维计测装置24h。加工装置2h的其它特征可与加工装置2的其它特征相同。此外，三维计测装置24h可安装于界定腔室空间63IN的间隔壁部件61。三维计测装置24h也可安装于与间隔壁部件61独立开来的腔室空间63IN内的结构体。

[0208] 三维计测装置24h是可计测计测对象物的三维形状的计测装置。计测对象物例如可包含作为被施以附加加工的对象物的工件W。三维计测装置24h的计测结果向控制装置8输出。第8实施方式中，控制装置8也可基于三维计测装置24h的计测结果，生成表示用来形成三维结构物ST的加工系统SYSh的动作内容的所述配方信息。之后，加工系统SYSh也可根据基于三维计测装置24h的计测结果而生成的配方信息，对工件W进行附加加工。

[0209] 作为所述利用三维计测装置24h的计测结果生成配方信息的情景的一例，可例举如下情景：对相当于一部分因缺损、破损或摩耗而失去的物体W1的工件W形成(具体为附加)相当于因缺损、破损或摩耗而失去的部分(以后，称为“消失部分W11”)的三维结构物ST，由此生成消失部分W11得到修复(即，复原)的原状的物体W2。以下，参照图32至图35，来说明对相当于消失部分W11消失后的物体W1的工件W形成相当于消失部分W11的三维结构物ST，由此生成原状的物体W2的动作流程。但在对相当于任意的物体W1’的工件W形成(具体为附加)

三维结构物ST，由此生成具有与物体W1'不同的三维形状的任意的物体W2'的情景中，加工系统SYSh均可利用三维计测装置24h的计测结果生成配方信息。因此，在以下说明中，用语“物体W1”及“物体W2”也可替换成用语“物体W1'”及“物体W2'”。

[0210] 图32是表示相当于消失部分W11消失后的物体W1(在图32所示的例子中，为配管)的工件W的立体图。控制装置8根据计测了这种工件W的三维形状的三维计测装置24h的计测结果，确定出物体W1的三维形状。另一方面，图33是表示原状的物体W2(在图33所示的例子中，为配管)的立体图。控制装置8根据表示原状的物体W2的三维形状的三维模型数据，确定出原状的物体W2的三维形状。控制装置8基于三维计测装置24h计测物体W1所得的结果、及表示原状的物体W2的三维形状的三维模型数据，算出通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状(即，消失部分W11的三维形状)。具体来说，控制装置8算出三维计测装置24h的计测结果所示的物体W1的三维形状与三维模型数据所示的原状的物体W2的三维形状的差量，由此算出通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状(即，消失部分W11的三维形状)。图34示出了通过计算图32所示的物体W1的三维形状与图33所示的原状的物体W2的三维形状的差量而算出的、通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状(即，消失部分W11的三维形状)。

[0211] 之后，控制装置8基于通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状，生成配方信息。具体来说，控制装置8以积层间距对表示通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状的三维模型数据进行切片处理，创建切片数据。之后，控制装置8基于切片数据，生成表示用来形成三维结构物ST的加工系统SYSa的动作内容的配方信息。此外，关于配方信息，已在第1实施方式中进行过说明，因此省略其详细说明。

[0212] 之后，控制装置8控制加工系统SYSh，以基于所生成的配方信息进行附加加工。结果，如图35所示，生成以通过附加加工新形成的三维结构物ST修补消失部分W11后的物体W3。即，生成消失部分W11消失后的物体W1与新形成的三维结构物ST一体化而成的物体W3。

[0213] 物体W3在基于配方信息受到理想的附加加工的情况下，成为具有与原状的物体W2相同的三维形状的物体。因此，也可认为生成物体W3与再生成原状的物体W2等效。即，也可认为生成物体W3与将一部分缺损、破损或摩耗的物体W1修复而再生成原状的物体W2等效。

[0214] 另一方面，也可能未基于所生成的配方信息受到理想的附加加工。该情况下，物体W3有可能成为具有与原状的物体W2不同的三维形状的物体。因此，为了对物体W3是否具有与原状的物体W2相同的三维形状进行判定，加工系统SYSh也可使用三维计测装置24h，计测物体W3的三维形状。该情况下，因为加工装置2h本身已具备三维计测装置24h，所以通过附加加工在载台31上生成的物体W3可继续载置在载台31上不动。即，也可不使物体W3从载台31移走。之后，控制装置8也可基于三维计测装置24h计测物体W3所得的结果、及表示原状的物体W2的三维形状的三维模型数据，对物体W3是否具有与原状的物体W2相同的三维形状进行判定。具体来说，控制装置8可在三维计测装置24h的计测结果所示的物体W3的三维形状与三维模型数据所示的原状的物体W2的三维形状的差量低于允许阈值的情况下，判定为物体W3具有与原状的物体W2相同的三维形状。控制装置8可在三维计测装置24h的计测结果所示的物体W3的三维形状与三维模型数据所示的原状的物体W2的三维形状的差量高于允许阈值的情况下，判定为物体W3具有与原状的物体W2不同的三维形状。

[0215] 在判定为物体W3具有与原状的物体W2不同的三维形状的情况下，加工系统SYSh也

可进行用来使物体W3的三维形状变得与原状的物体W2的三维形状相同的加工。

[0216] 例如,在为了形成物体W3而进行的附加加工所实现的造形量相对于理想量来说不足的情况下(即,通过附加加工而形成的三维结构物ST小于消失部分W11的情况下),加工系统SYSh也可通过对物体W3的至少一部分进一步实施附加加工,而使物体W3的三维形状变得与物体W2的三维形状相同。该情况下,控制装置8也可算出三维计测装置24h的计测结果所示的物体W3的三维形状与三维模型数据所示的原状的物体W2的三维形状的差量,由此算出通过附加加工所应形成的三维结构物ST的三维形状(即,为了使物体W3的三维形状变得与物体W2的三维形状相同而应新形成的三维结构物ST的三维形状)。之后,控制装置8也可控制加工系统SYSh,以基于所算出的三维结构物ST的三维形状生成配方信息,并基于所生成的配方信息进行附加加工。

[0217] 例如,在为了形成物体W3而进行的附加加工所实现的造形量相对于理想量来说过剩的情况下(即,通过附加加工而形成的三维结构物ST大于消失部分W11的情况下),加工系统SYSh也可通过进行将物体W3的至少一部分去除的去除加工,而使物体W3的三维形状变得与物体W2的三维形状相同。该情况下,控制装置8也可算出三维计测装置24h的计测结果所示的物体W3的三维形状与三维模型数据所示的原状的物体W2的三维形状的差量,由此算出物体W3中通过去除加工所应去除的去除加工部分的三维形状(即,为了使物体W3的三维形状变得与物体W2的三维形状相同而应去除的部分的三维形状)。之后,控制装置8也可控制加工系统SYSh,以生成用来将所算出的去除加工部分去除的配方信息,并基于所生成的配方信息进行去除加工。此外,加工系统SYSh也可不从材料喷嘴212供给造形材料M,而是从照射光学系统211向物体W3照射具有能使物体W3熔融或升华的强度的加工光EL,由此对物体W3进行去除加工。

[0218] 生成物体W3后,加工系统SYSh也可对物体W3进行精加工。精加工例如可包含将作为物体W3的表面的至少一部分的平滑化对象面平滑化的平滑化加工。此外,第8实施方式中,“将平滑化对象面平滑化的平滑化加工”也可包含比起进行平滑化加工之前,使平滑化对象面的表面光滑,或提高平滑化对象面的平坦度(即,使其变得平坦),及/或使平滑化对象面的表面粗糙度变细(即,变小)的加工。作为一例,加工系统SYSh也可进行去除加工作为平滑化加工,该去除加工是对物体W3的表面上所产生的意外凹凸等照射加工光EL,由此将该凹凸等去除。作为另一例,加工系统SYSh也可进行重熔加工作为平滑化加工,该重熔加工是对物体W3的表面上所产生的意外凹凸等照射加工光EL,由此使构成该凹凸的造形材料M熔融,利用熔融的造形材料M的自重及/或表面张力,使熔融的造形材料M的表面接近于平面,之后将熔融的造形材料M冷却,使其固化,从而将表面平滑化。或者,精加工也可除了所述平滑化加工以外,还包含色调控制加工,或以后者取代前者,该色调控制加工是对物体W3的表面照射加工光EL,由此控制该表面的色调(例如,将物体W3的表面色调变更成期望色调)。

[0219] 视消失部分W11的三维形状,有可能不容易通过附加加工来形成相当于消失部分W11的三维结构物ST。因此,加工系统SYSh也可在通过附加加工来形成相当于消失部分W11的三维结构物ST之前,先进行用来将消失部分W11的三维形状变更成所期望的三维形状的加工,以便能得当地形成相当于消失部分W11的三维结构物ST。具体来说,加工系统SYSh也可对物体W1中因消失部分W11的消失而露出于外部的露出面WS11(即,连接于消失部分W11

的部分，参照图32)进行所述去除加工，由此改变物体W1的三维形状，最终改变消失部分W11的三维形状。例如，加工系统SYSh也可对图32所示的物体W1的露出面WS11进行去除加工，由此改变物体W1的三维形状，而从图32所示的三维形状变成图36所示的三维形状。在图32及图36所示的例子中，加工系统SYSh通过改变物体W1的三维形状，而将消失部分W11的三维形状从相对复杂的三维形状变成了相对简单的三维形状。

[0220] 视物体W1的露出面WS11的状态，有可能不容易对露出面WS11进行附加加工。因此，加工系统SYSh也可在通过附加加工来形成相当于消失部分W11的三维结构物ST之前，先进行用来改变露出面WS11的状态的加工。例如，加工系统SYSh也可对露出面WS11进行所述去除加工，由此改变露出面WS11的状态。例如，加工系统SYSh也可对露出面WS11进行所述平滑化加工，由此改变露出面WS11的状态。

[0221] 这种第8实施方式的加工系统SYSh既可享受与所述第1实施方式的加工系统SYSa所能享受的效果相同的效果，又能利用三维计测装置24h的计测结果，形成具有理想的三维形状的物体。

[0222] 此外，第8实施方式的加工系统SYSh也可不进行喷嘴移动动作。该情况下，加工系统SYSh也可不具备喷嘴驱动系统23。

[0223] 在所述说明中，加工系统SYSh是针对相当于一部分因缺损、破损或摩耗而失去的物体W1的工件W，将原状的物体W2的形状设定为理想的三维形状，而在此基础上，形成具有理想的三维形状的物体。但为了提高物体的性能，关于理想的三维形状，加工系统SYSh也可形成与原状物体不同形状的物体。例如，加工系统SYSh可形成与原状物体不同形状的物体，也可在与原状物体等同的形状上附加期望形状。图38是表示物体W5的图，该物体W5具备用来对通过作为工件W的配管的流体加以整流的鳍片W6。如图38所示，也可通过附加加工附加用来达成整流等新效果的结构(在图38所示的例子中，为鳍片W6)。

[0224] 另外，在所述说明中，加工系统SYSh是使用用来进行附加加工的加工光EL，进行精加工、去除加工及平滑化加工中的至少一者。但加工系统SYSh也可使用与用来进行附加加工的加工光EL不同的加工光，进行精加工、去除加工及平滑化加工中的至少一者。该情况下，加工系统SYSh也可具备用于照射用来进行精加工、去除加工及平滑化加工中至少一者的加工光的照射光学系统。或者，加工系统SYSh也可使用工具，进行精加工、去除加工及平滑化加工中的至少一者。即，作为精加工、去除加工及平滑化加工中的至少一者，加工系统SYSh也可进行机械加工。

[0225] 另外，所述第2实施方式的加工系统SYSb至第7实施方式的加工系统SYSg中的至少一者也可具备第8实施方式的加工系统SYSh所特有的构成要件。第8实施方式的加工系统SYSh所特有的构成要件例如也可包含与三维计测装置24h相关的构成要件。

[0226] (9)变化例

[0227] 在材料喷嘴212与工件W有可能因所述喷嘴移动动作而接触的情况下，喷嘴驱动系统23也可在控制装置8的控制下，停止材料喷嘴212的移动。结果，材料喷嘴212与工件W的接触得到防止。

[0228] 在所述说明中，加工系统SYS是通过对造形材料M照射加工光EL，而使造形材料M熔融。但加工系统SYS也可通过对造形材料M照射任意能量束，而使造形材料M熔融。该情况下，加工系统SYS也可除了照射光学系统211以外，还具备能照射任意能量束的束照射装置，或

以后者取代前者。作为任意能量束的一例，可例举荷电粒子束及电磁波等中的至少一者。作为荷电粒子束的一例，可例举电子束及离子束等中的至少一者。

[0229] 在所述说明中，加工系统SYS是通过激光熔覆焊接法进行附加加工。但加工系统SYS也可采用能通过对造形材料M照射加工光EL(或任意能量束)而形成三维结构物ST的其它方式，由造形材料M形成三维结构物ST。或者，加工系统SYS也可采用与对造形材料M照射加工光EL(或任意能量束)的方式不同的、用于附加加工的任意方式，来形成三维结构物ST。

[0230] (10)备注

[0231] 对以上所说明的实施方式进一步揭示以下备注。

[0232] [备注1]

[0233] 一种加工方法，包含如下步骤：

[0234] 对物体照射能量束；

[0235] 从材料供给部件供给将由所述能量束照射的造形材料；

[0236] 获取与所述物体的表面高度相关的信息；及

[0237] 基于与所述物体的表面高度相关的信息，变更所述材料供给部件与所述物体的表面之间的距离。

[0238] [备注2]

[0239] 一种加工方法，包含如下步骤：

[0240] 对物体照射能量束；

[0241] 从材料供给部件供给将由所述能量束照射的造形材料；

[0242] 获取与所述物体的表面高度相关的信息；及

[0243] 基于与所述物体的表面高度相关的信息，使所述材料供给部件的方向变化。

[0244] [备注3]

[0245] 一种加工方法，包含如下步骤：

[0246] 对物体照射能量束；

[0247] 供给将由所述能量束照射的造形材料；

[0248] 获取与所述物体的表面高度相关的信息；及

[0249] 基于与所述物体的表面高度相关的信息，变更所述造形材料的供给量。

[0250] [备注4]

[0251] 一种加工方法，包含如下步骤：

[0252] 对物体照射能量束；

[0253] 从材料供给部件供给将由所述能量束照射的造形材料；

[0254] 获取与所述物体的表面位置相关的信息；及

[0255] 基于与所述物体的表面位置相关的信息，控制所述材料供给部件。

[0256] [备注5]

[0257] 一种加工方法，包含如下步骤：

[0258] 对物体照射能量束；

[0259] 从材料供给部件供给将由所述能量束照射的造形材料；及

[0260] 在所述物体的表面高度低于期望高度的情况下，以延长所述材料供给部件与所述物体的表面之间的距离的方式进行变更。

[0261] [备注6]

[0262] 一种加工方法,包含如下步骤:

[0263] 对物体照射能量束;

[0264] 从材料供给部件供给将由所述能量束照射的造形材料;

[0265] 在所述物体的表面高度低于期望高度的情况下,以延长通过所述材料供给部件而供给的所述造形材料的集中区域与所述物体的表面之间的距离的方式进行变更。

[0266] [备注7]

[0267] 一种加工方法,包含如下步骤:

[0268] 对物体照射能量束;

[0269] 供给将由所述能量束照射的造形材料;及

[0270] 以所述物体的表面高度低于期望高度时的所述造形材料的集中区域位于比所述物体的表面高度高于所述期望高度时的所述集中区域靠上的位置的方式进行控制。

[0271] [备注8]

[0272] 一种加工方法,包含如下步骤:

[0273] 对物体照射能量束;

[0274] 供给将由所述能量束照射的造形材料;

[0275] 获取与所述物体的表面位置相关的信息;及

[0276] 基于与所述物体的表面位置相关的信息,变更所述能量束的收敛位置。

[0277] 所述各实施方式的构成要件中的至少一部分可与所述各实施方式的构成要件中的至少另一部分适当组合。也可不使用所述各实施方式的构成要件中的一部分。另外,在法律允许范围内,将所述各实施方式中引用的所有公开公报及美国专利的揭示内容作为本文记述的一部分加以援用。

[0278] 本发明并不限于所述实施例,而可在不违反能从权利要求书及说明书全文中读取到的发明主旨或思想的范围内适当变更,带有这些变更的加工系统也包含在本发明的技术范围内。

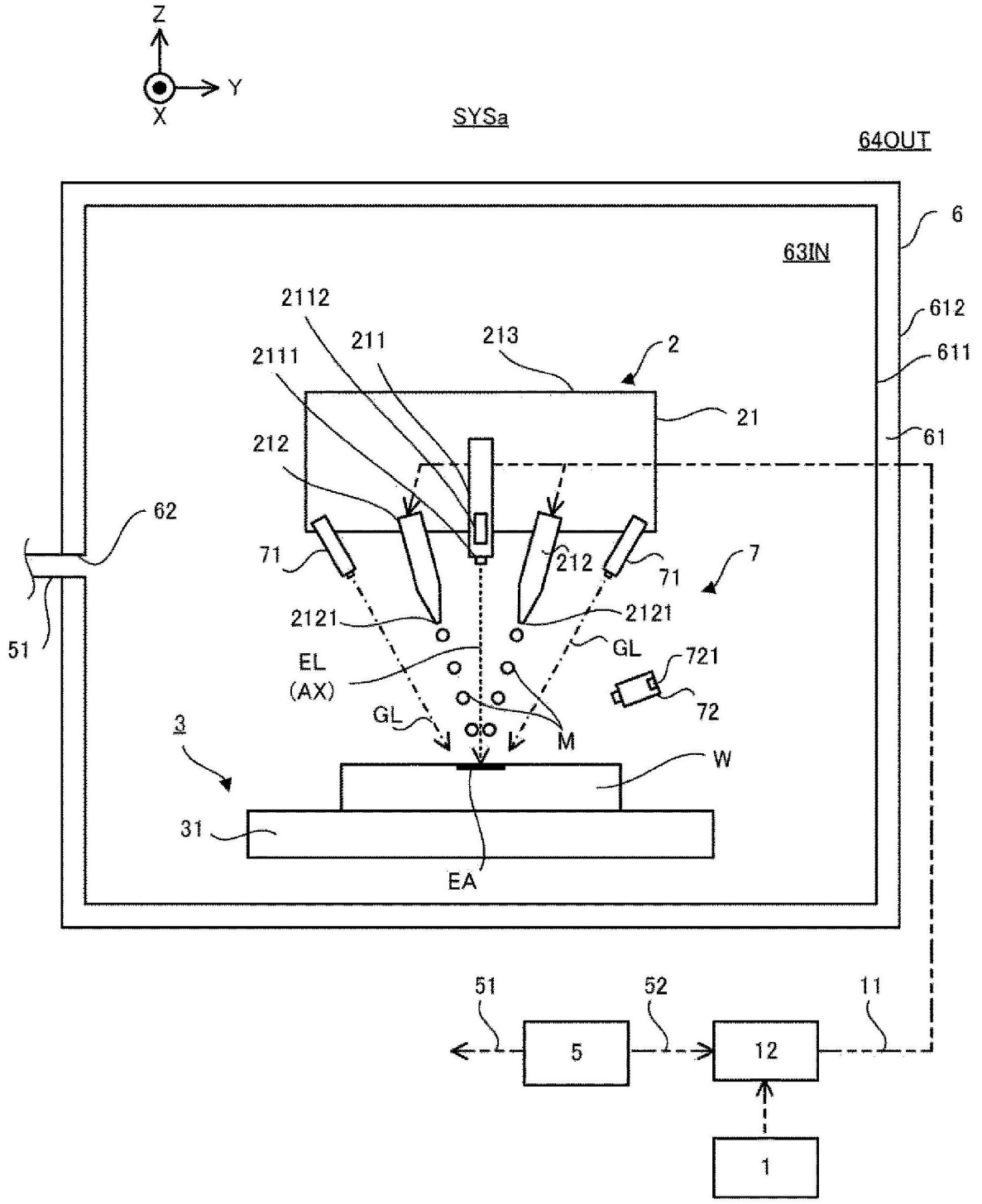

Z
Y
X
SYSa
64OUT
6
63IN
612
611
2112
211
213
2
2111
21
61
212
62
71
212
71
7
2121
2121
51
EL
(AX)
GL
721
72
GL
3
M
W
31
EA
51
52
11
5
12
1

图1

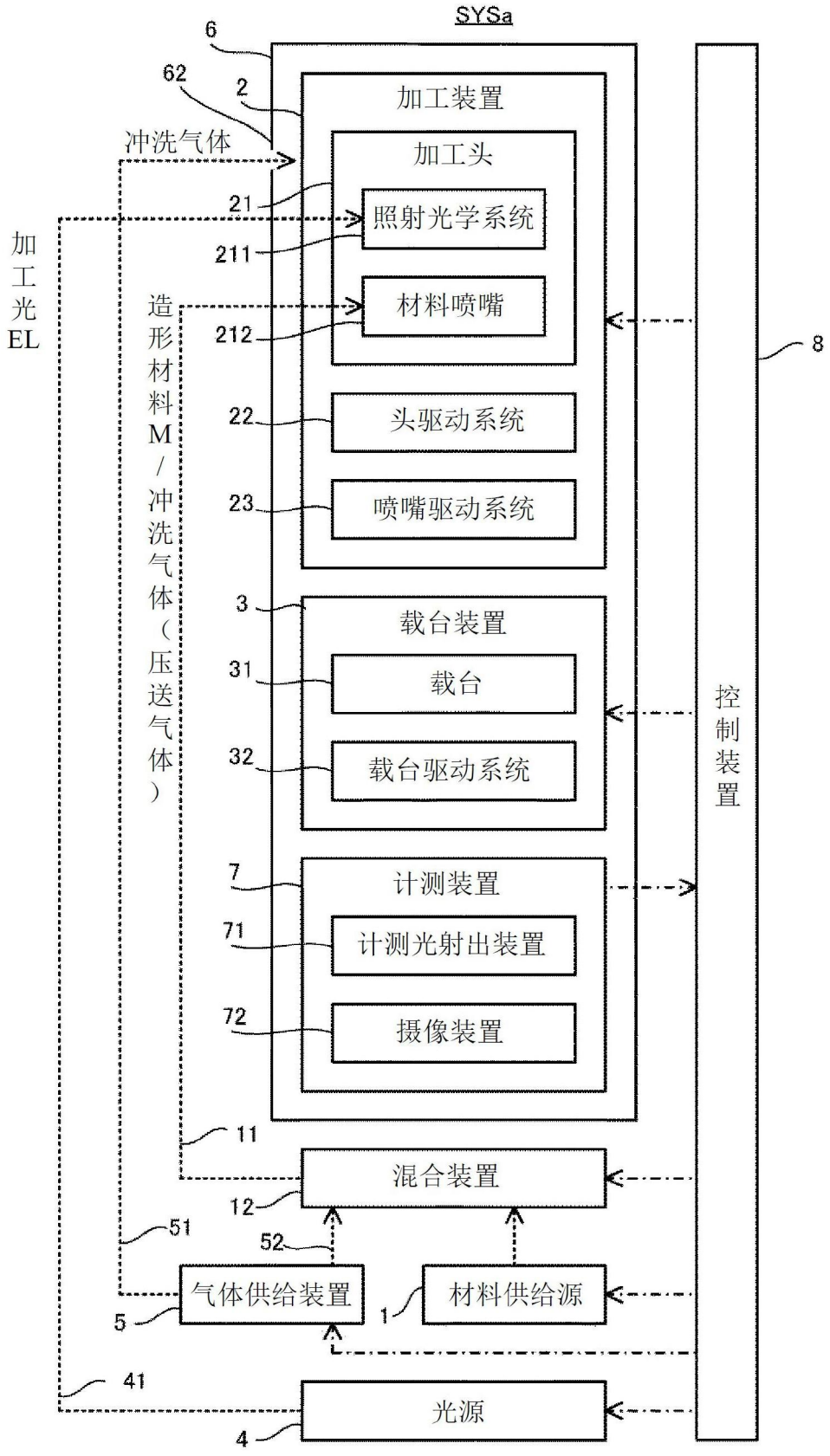

SYSa
6
62
2
加工装置
冲洗气体
加工头
21
照射光学系统
211
加工光EL
材料喷嘴
212
造形材料M/冲洗气体(压送气体)
22
头驱动系统
23
喷嘴驱动系统
3
载台装置
31
载台
32
载台驱动系统
7
计测装置
71
计测光射出装置
72
摄像装置
8
控制装置
11
混合装置
12
51
52
气体供给装置
5
材料供给源
1
41
光源
4

图2

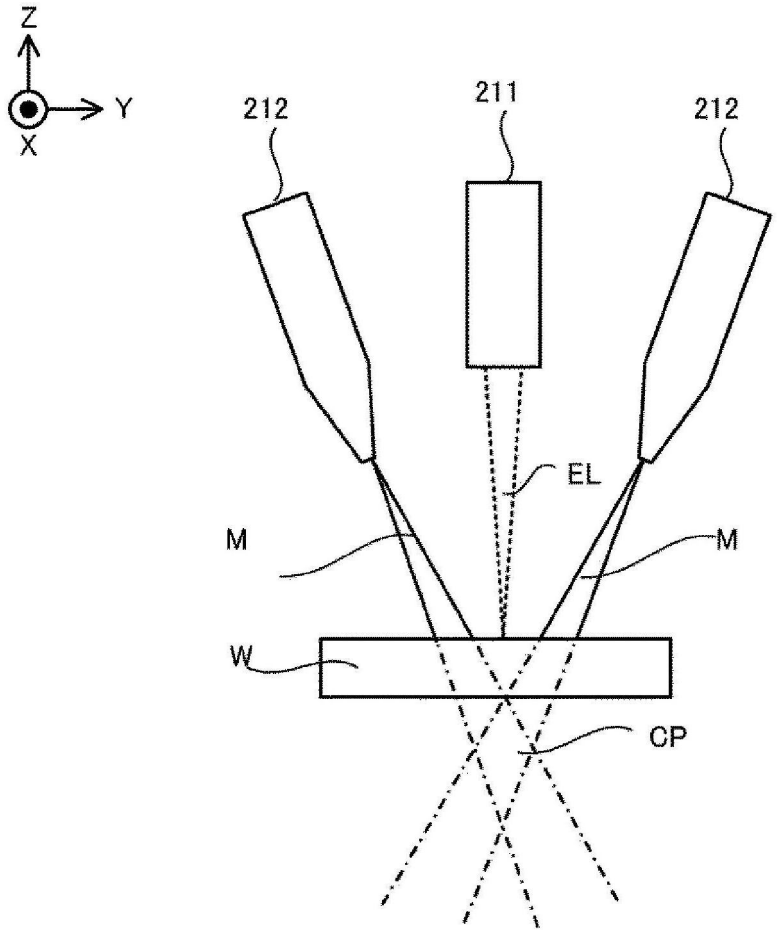


图3

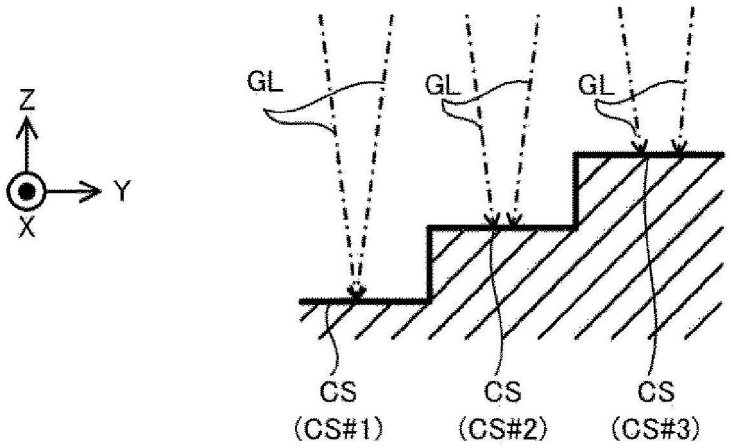


图4

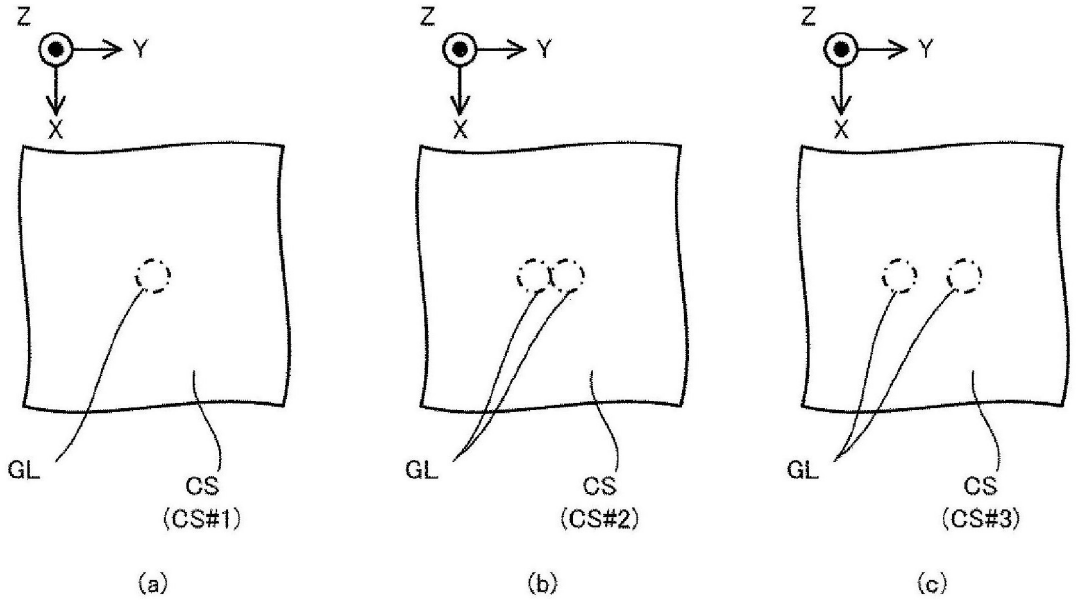


图5

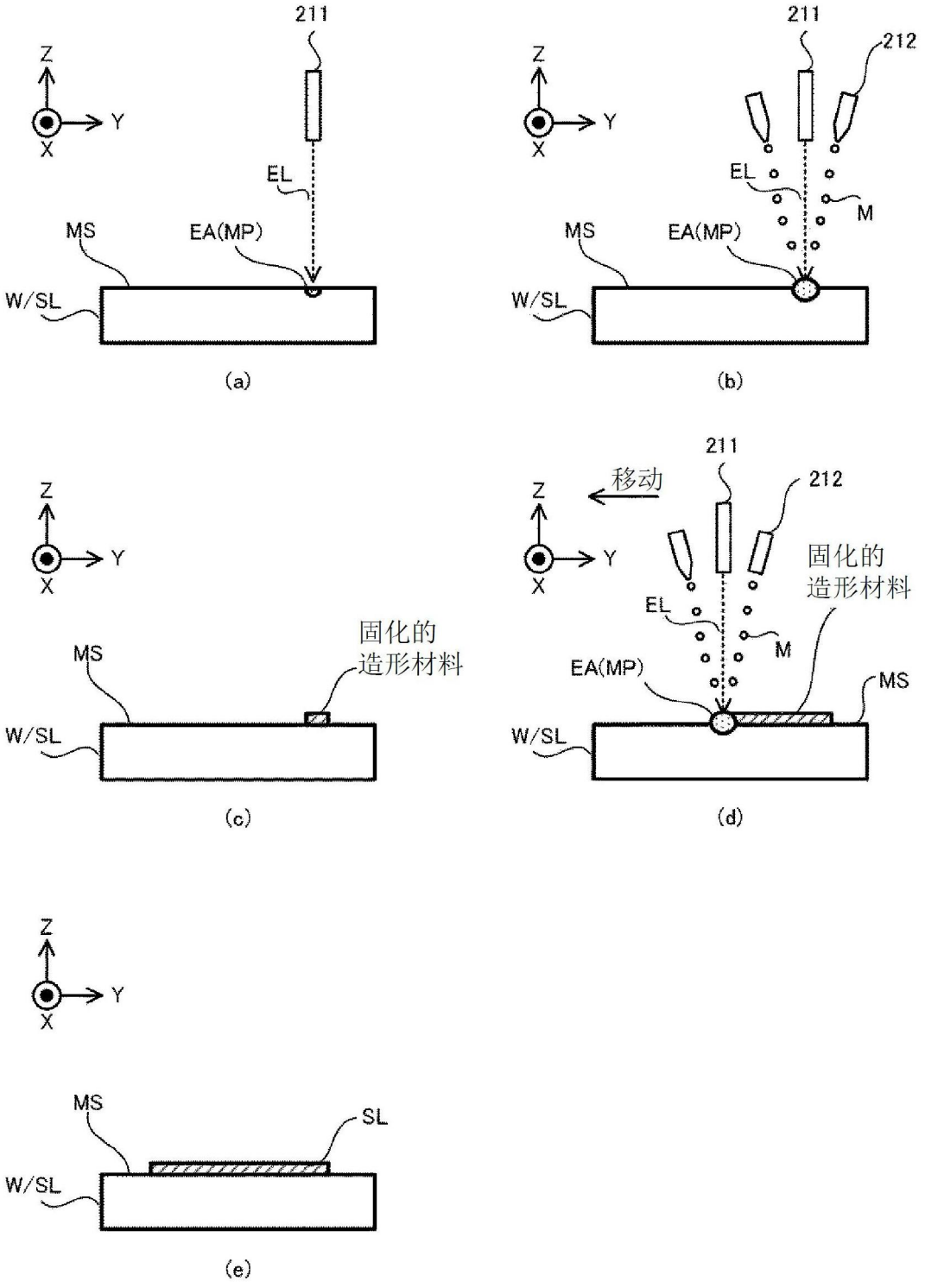
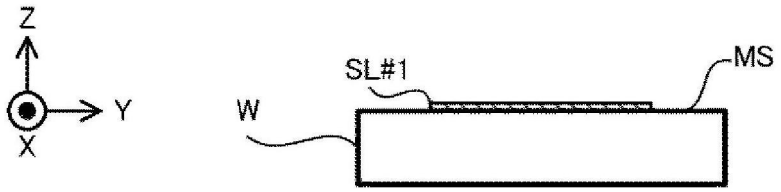
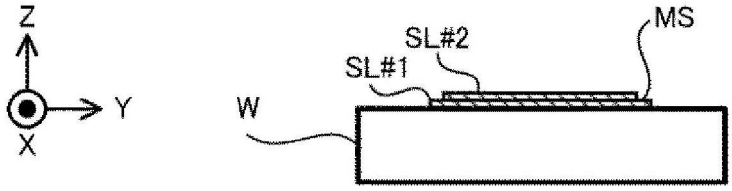

211
Z
Y
X
EL
MS
EA(MP)
W/SL
(a)
211
212
Z
Y
X
EL
M
MS
EA(MP)
W/SL
(b)
Z
Y
X
固化的
造形材料
MS
W/SL
(c)
211
移动
212
Z
Y
X
固化的
造形材料
EL
M
EA(MP)
MS
W/SL
(d)
Z
Y
X
MS
SL
W/SL
(e)

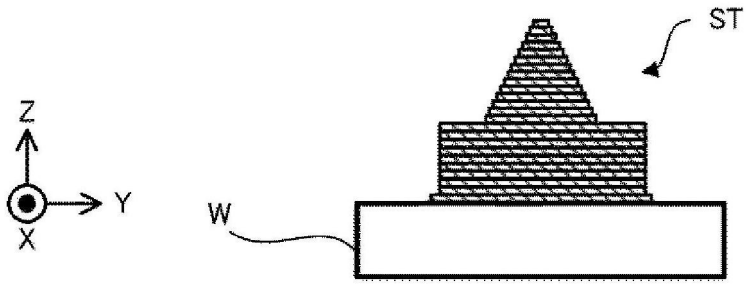
图6



(a)



(b)



(c)

图7

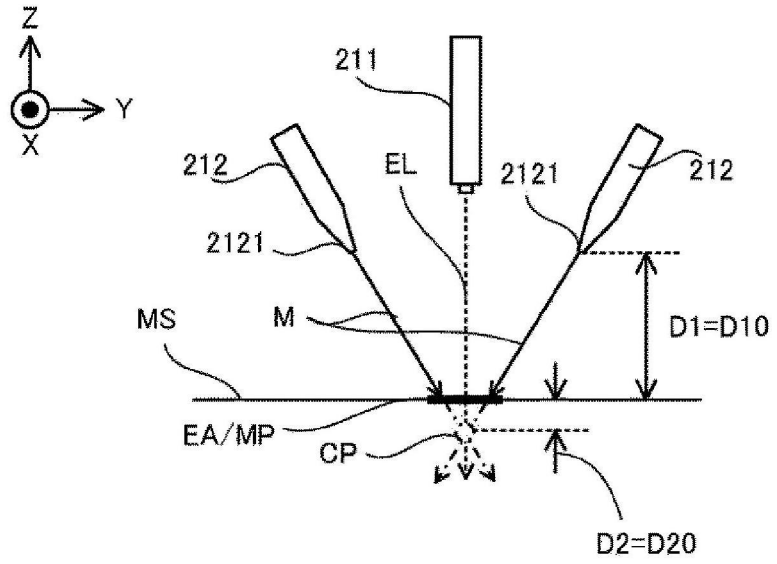

Z
Y
X
211
212
EL
2121
212
2121
MS
M
D1=D10
EA/MP
CP
D2=D20

图8

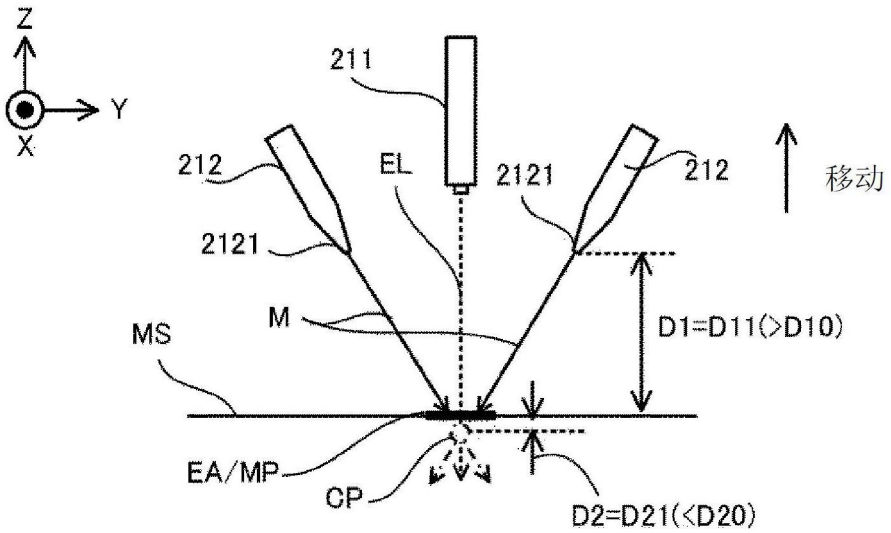

Z
Y
X
211
212
EL
2121
212
移动
2121
M
D1=D11(>D10)
MS
EA/MP
CP
D2=D21(<D20)

图9

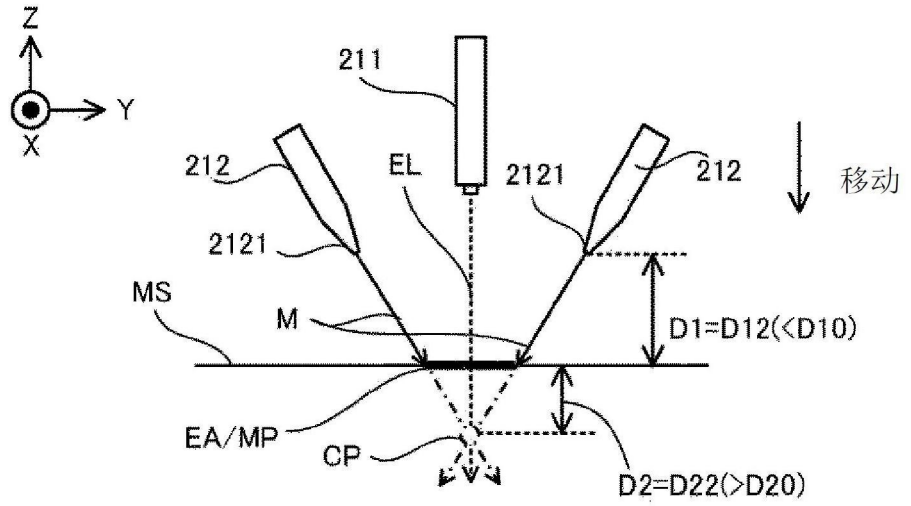

Z
Y
X
211
212
EL
2121
212
移动
2121
MS
M
D1=D12(<D10)
EA/MP
CP
D2=D22(>D20)

图10

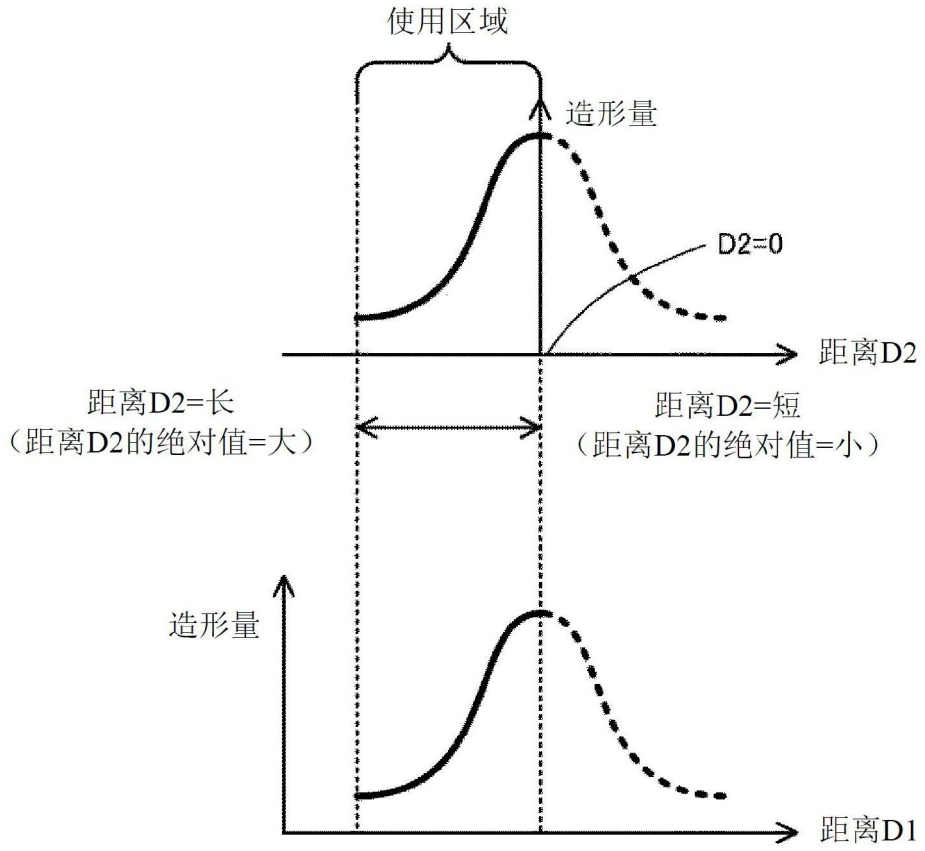

使用区域
造形量
D2=0
距离D2
距离D2=长
（距离D2的绝对值=大）
距离D2=短
（距离D2的绝对值=小）
造形量
距离D1

图11

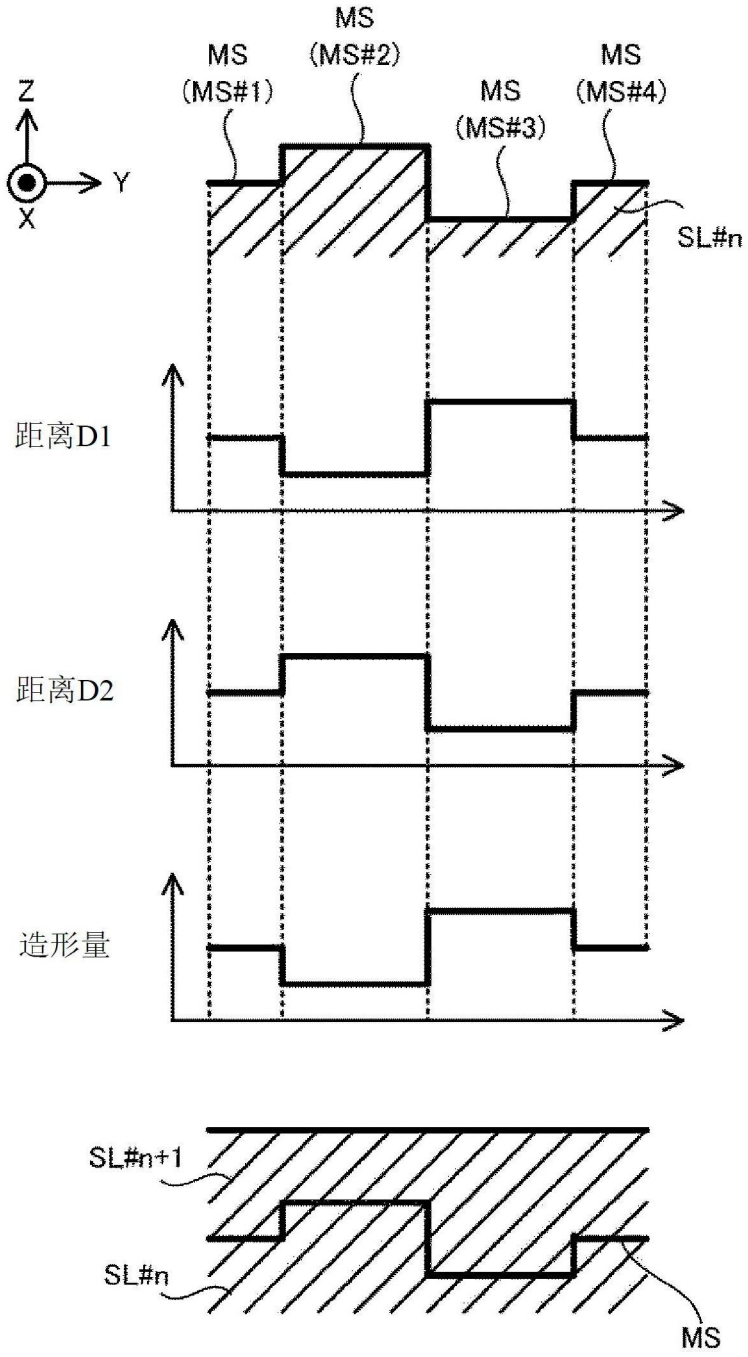


图12

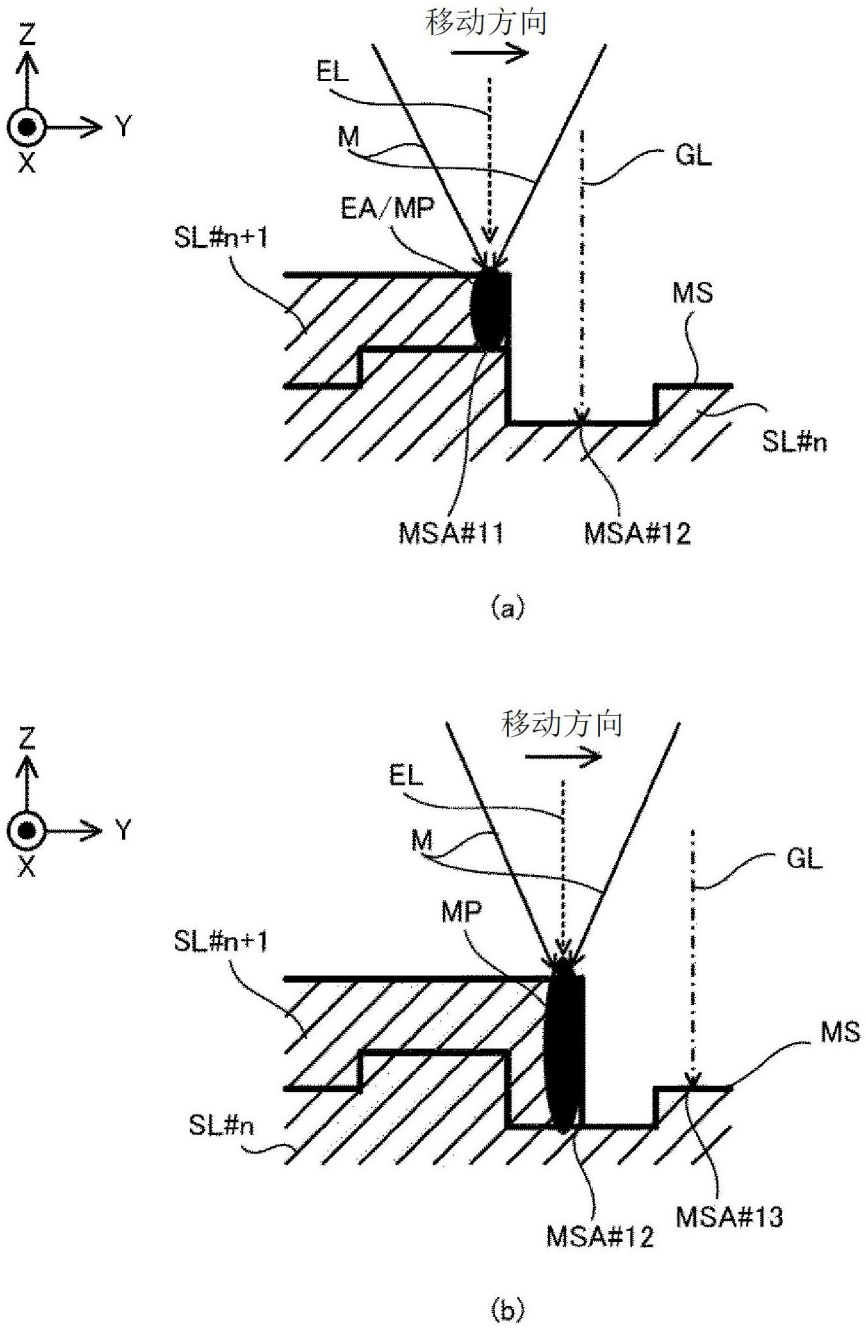
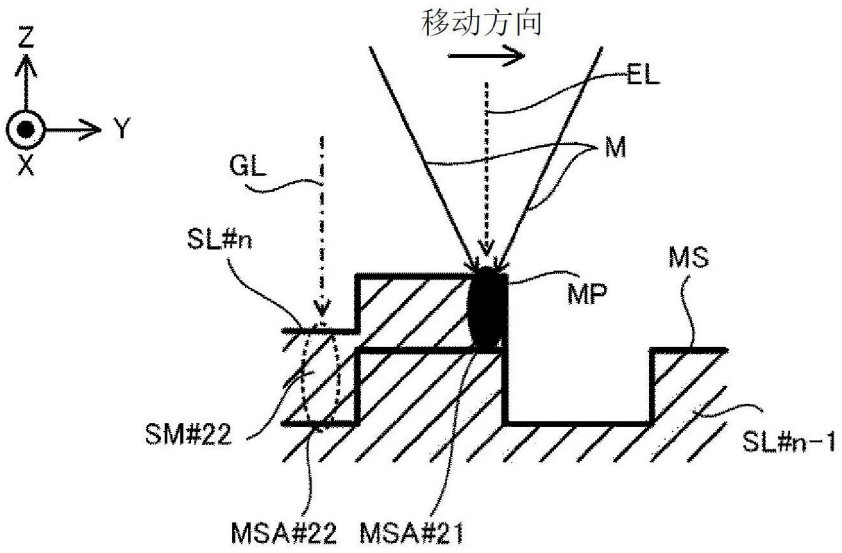
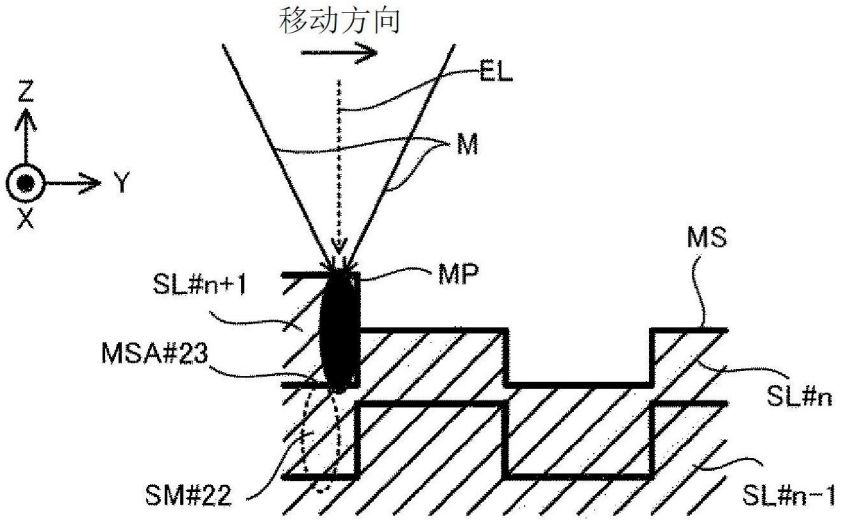

Z
Y
X
移动方向
EL
M
GL
EA/MP
SL#n+1
MS
SL#n
MSA#11
MSA#12
(a)
Z
Y
X
移动方向
EL
M
GL
MP
SL#n+1
MS
SL#n
MSA#12
MSA#13
(b)

图13


移动方向
Z
Y
X
EL
M
GL
SL#n
MS
MP
SM#22
SL#n-1
MSA#22
MSA#21

(a)


移动方向
Z
Y
X
EL
M
MS
SL#n+1
MP
MSA#23
SL#n
SM#22
SL#n-1

(b)

图14

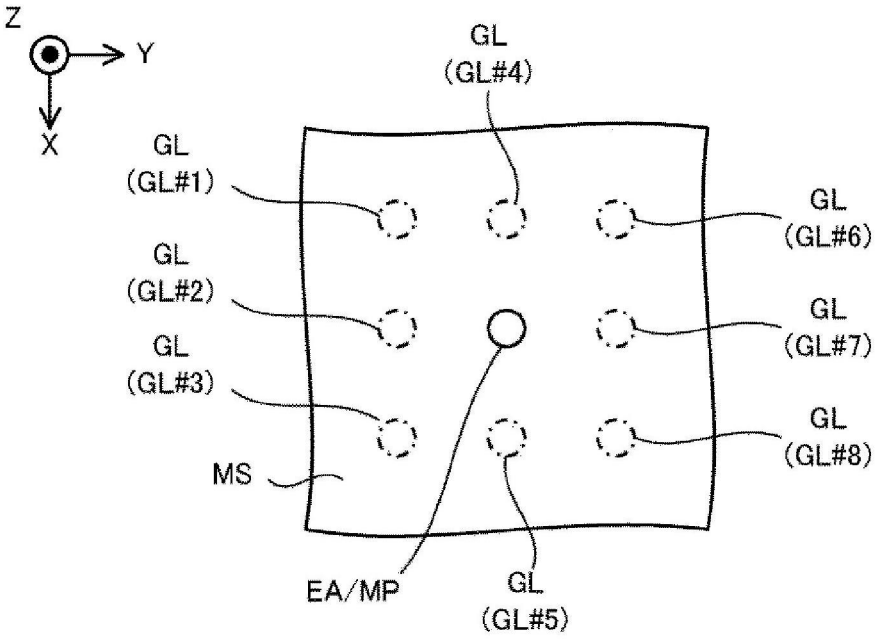


图15

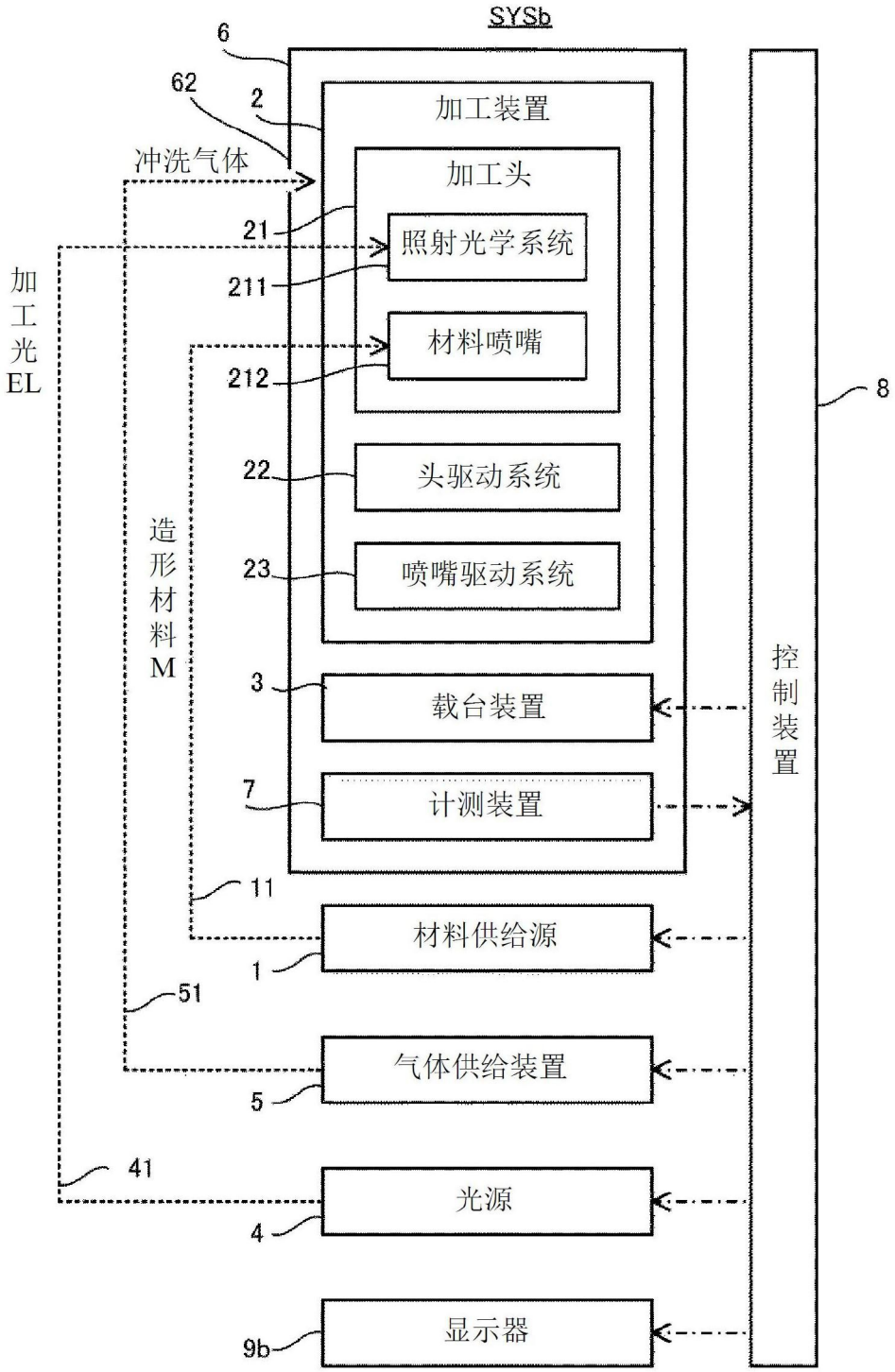

SYSb
6
62
2
加工装置
冲洗气体
加工头
21
照射光学系统
211
加工光EL
材料喷嘴
212
8
22
头驱动系统
造形材料M
23
喷嘴驱动系统
3
载台装置
控制装置
7
计测装置
11
材料供给源
1
51
气体供给装置
5
41
光源
4
显示器
9b

图16

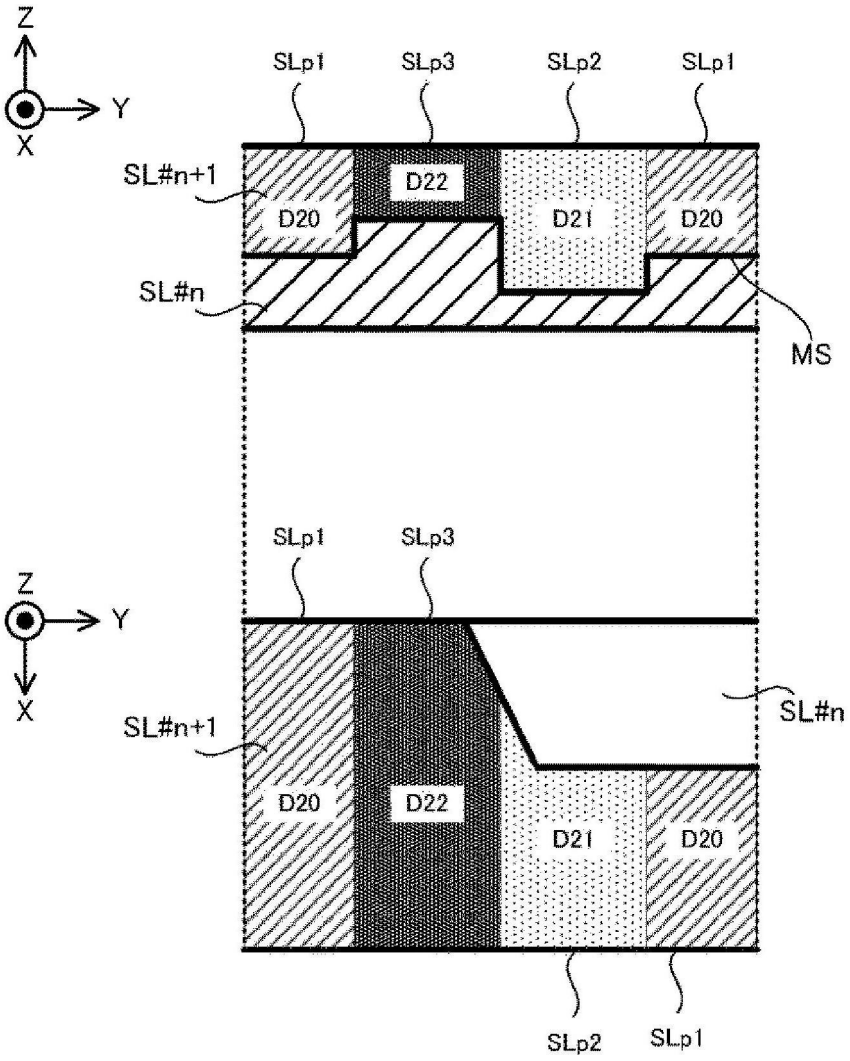
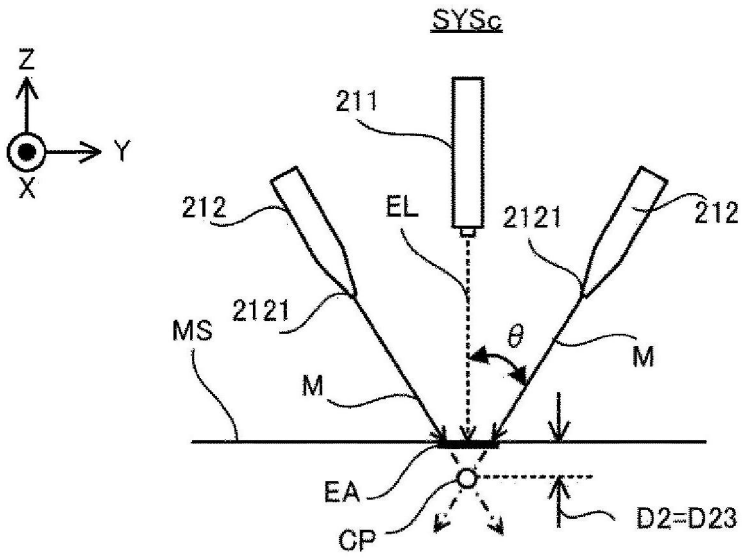
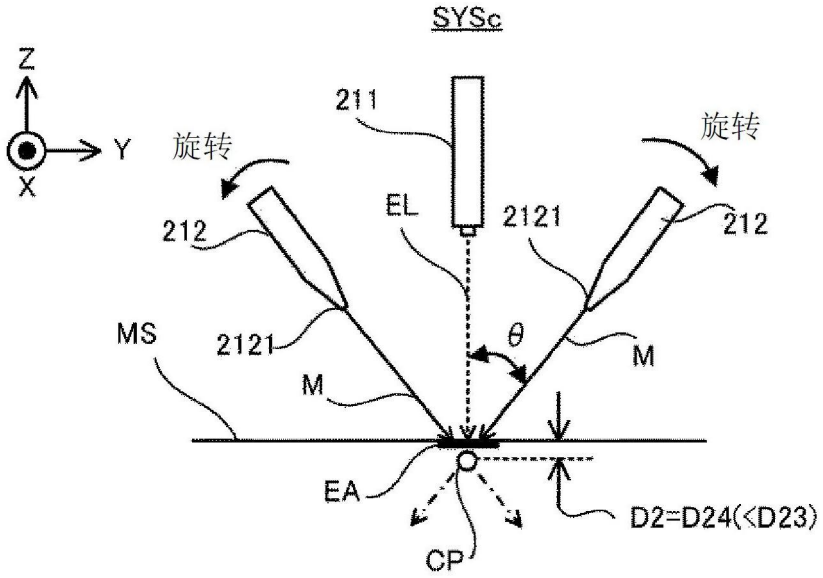

Z
Y
X
SLp1
SLp3
SLp2
SLp1
SL#n+1
D20
D22
D21
D20
SL#n
MS
SLp1
SLp3
Z
Y
X
SL#n
SL#n+1
D20
D22
D21
D20
SLp2
SLp1

图17


SYSc
Z
Y
X
211
212
EL
2121
212
2121
MS
θ
M
M
EA
CP
D2=D23

(a)


SYSc
Z
Y
X
旋转
211
旋转
EL
2121
212
212
MS
2121
θ
M
M
EA
CP
D2=D24(<D23)

(b)

图18

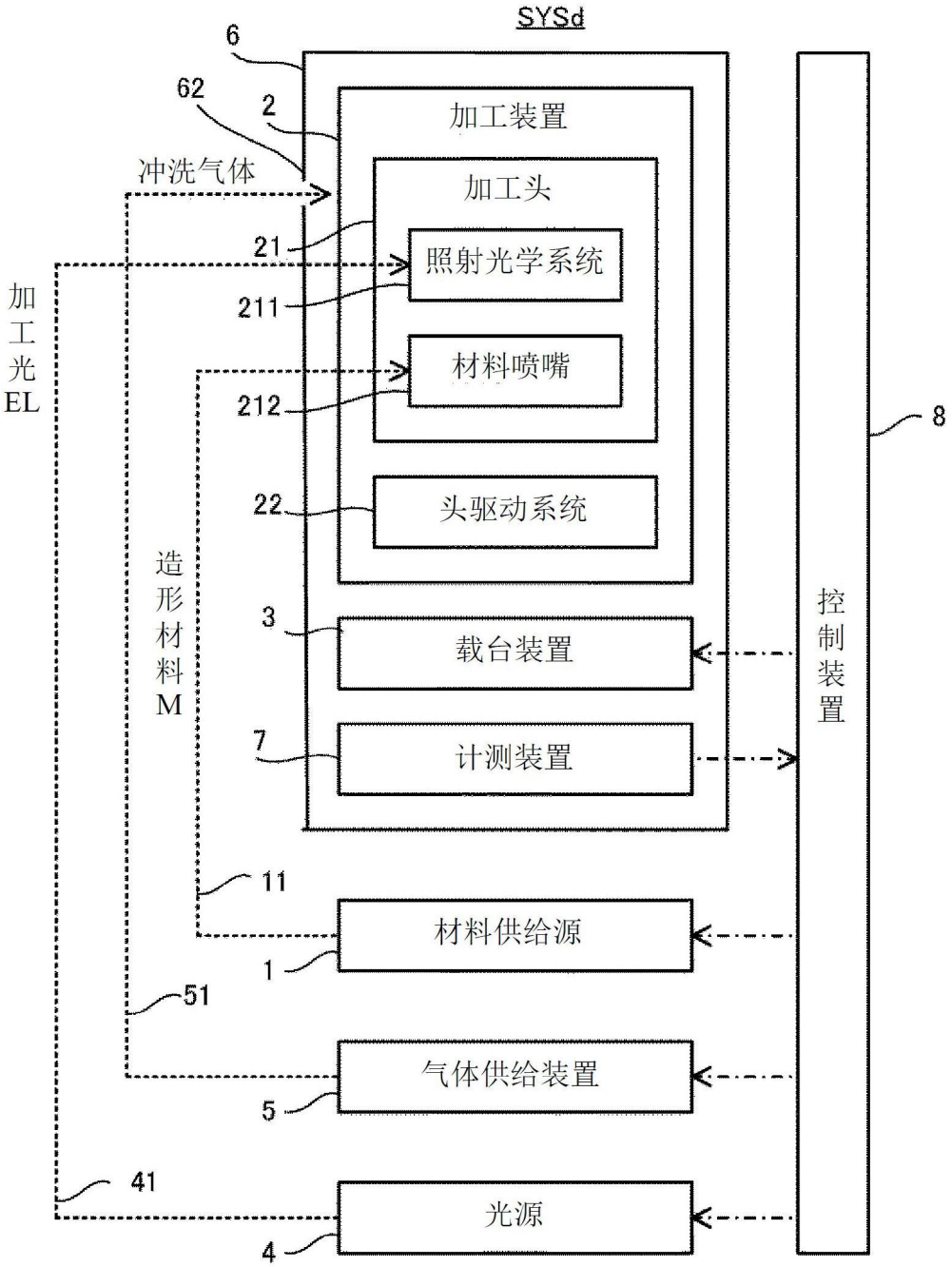

SYSd
6
62
2
加工装置
冲洗气体
加工头
21
照射光学系统
211
加工光EL
材料喷嘴
212
8
22
头驱动系统
造形材料M
3
载台装置
控制装置
7
计测装置
11
材料供给源
1
51
气体供给装置
5
41
光源
4

图19

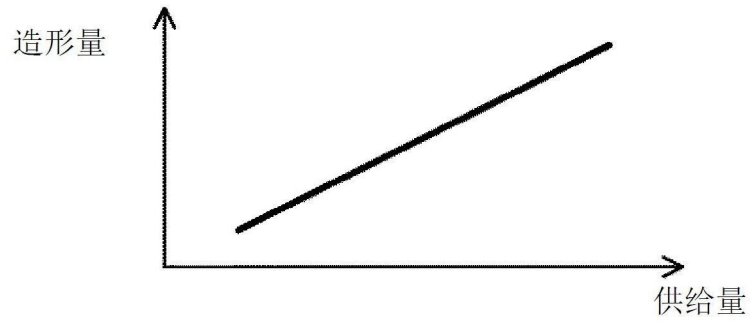


图20

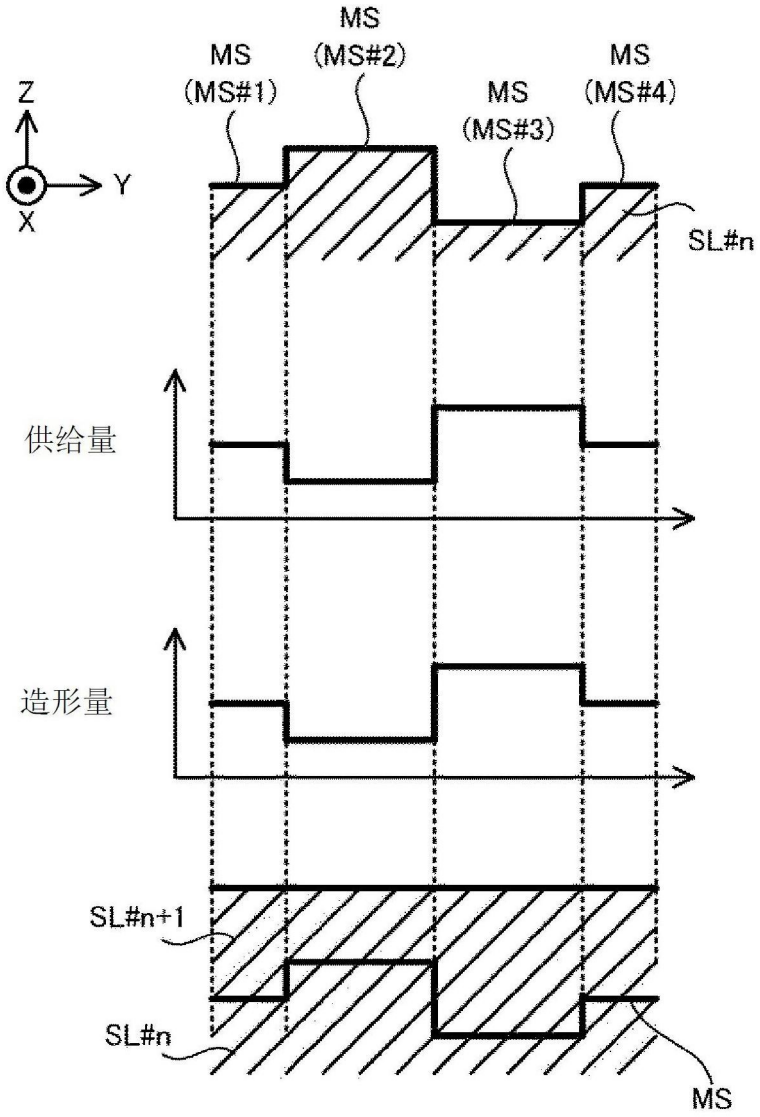


图21

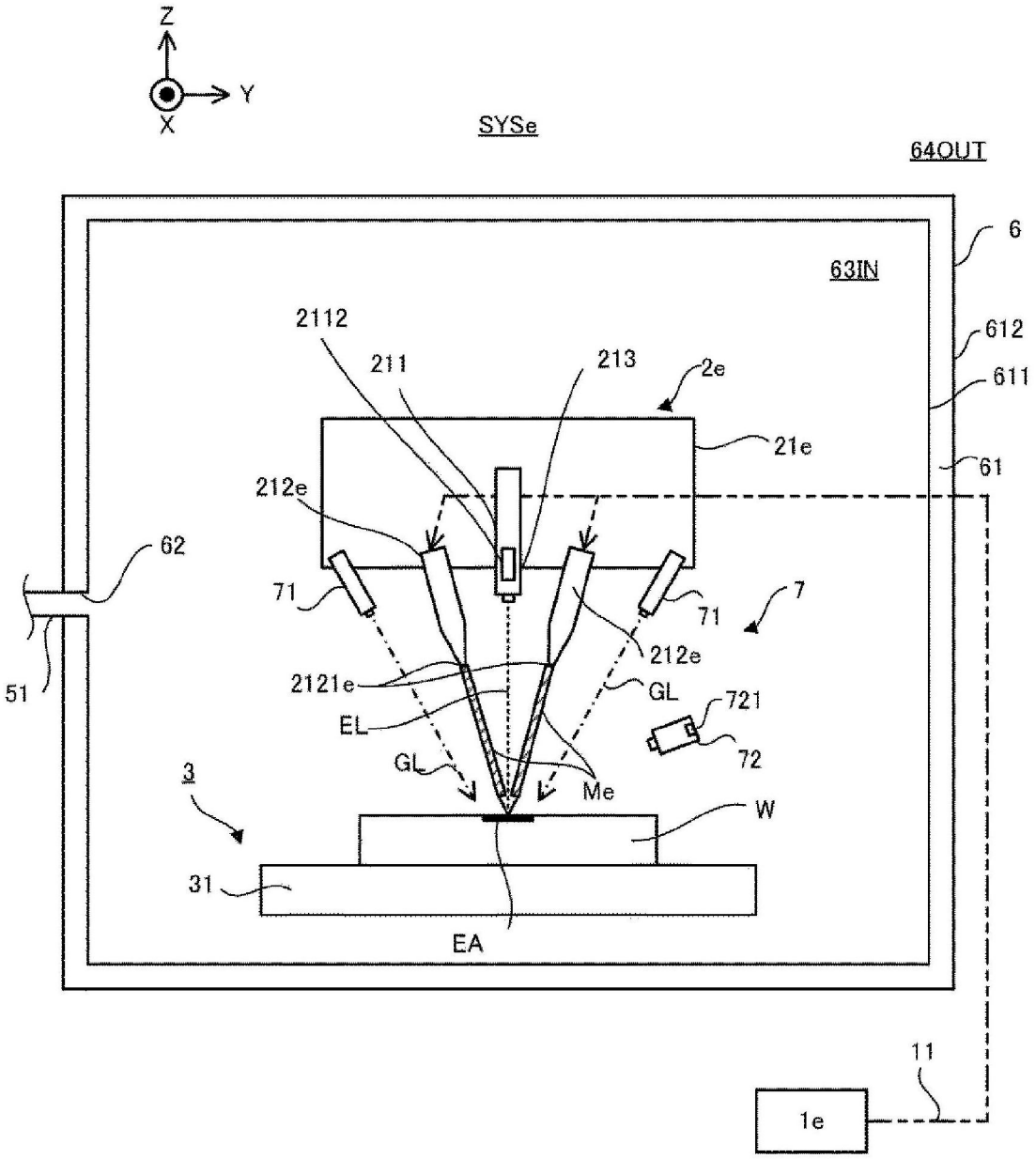

Z
Y
X
SYSe
64OUT
6
63IN
612
611
61
2112
211
213
2e
21e
212e
62
71
71
7
212e
51
2121e
GL
721
EL
72
GL
Me
3
W
31
EA
11
1e

图22

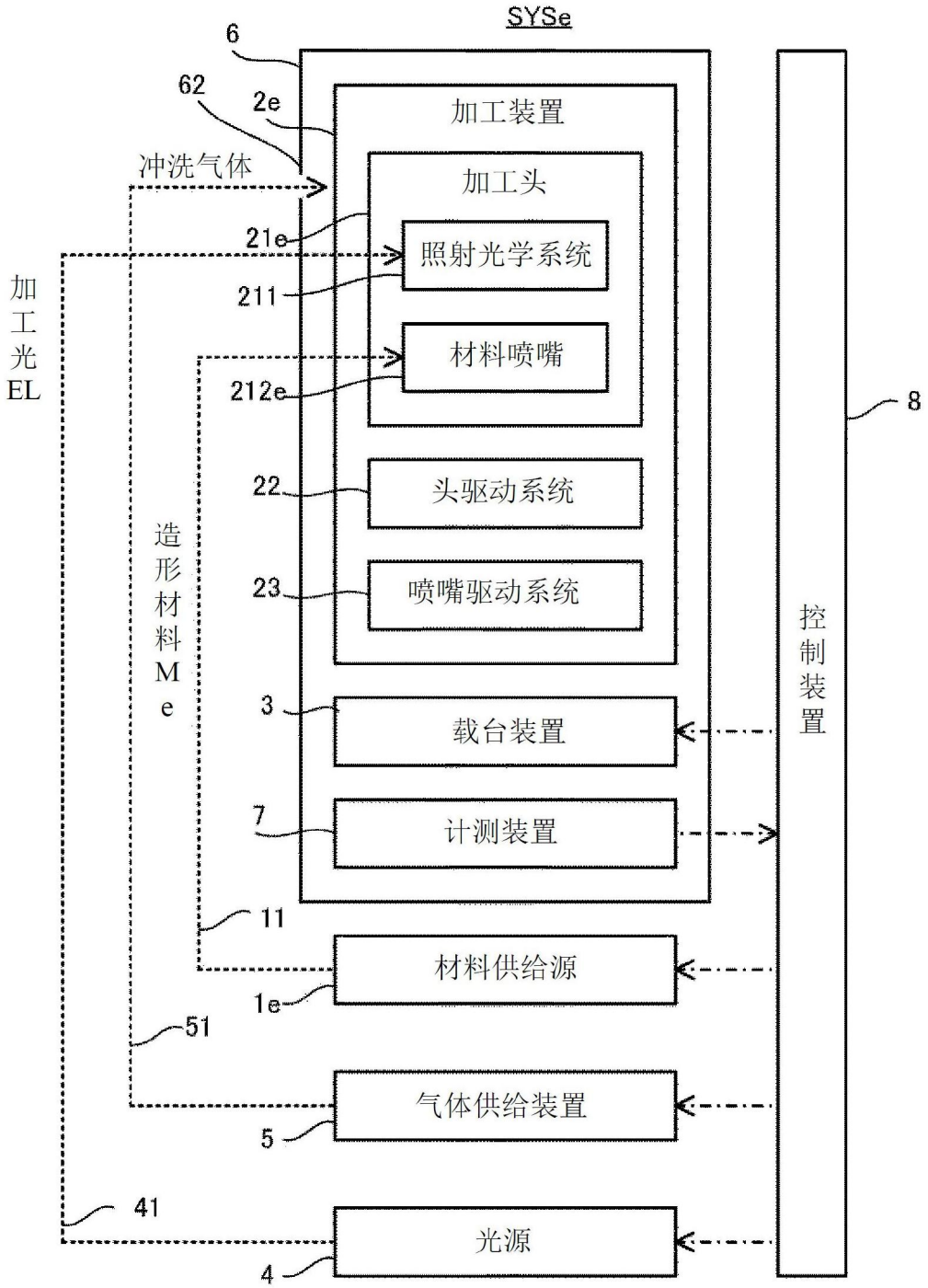

SYSe
6
62
2e
加工装置
冲洗气体
加工头
21e
照射光学系统
211
材料喷嘴
212e
加工光EL
22
头驱动系统
造形材料Me
23
喷嘴驱动系统
3
载台装置
控制装置
8
7
计测装置
11
材料供给源
1e
51
气体供给装置
5
41
光源
4

图23

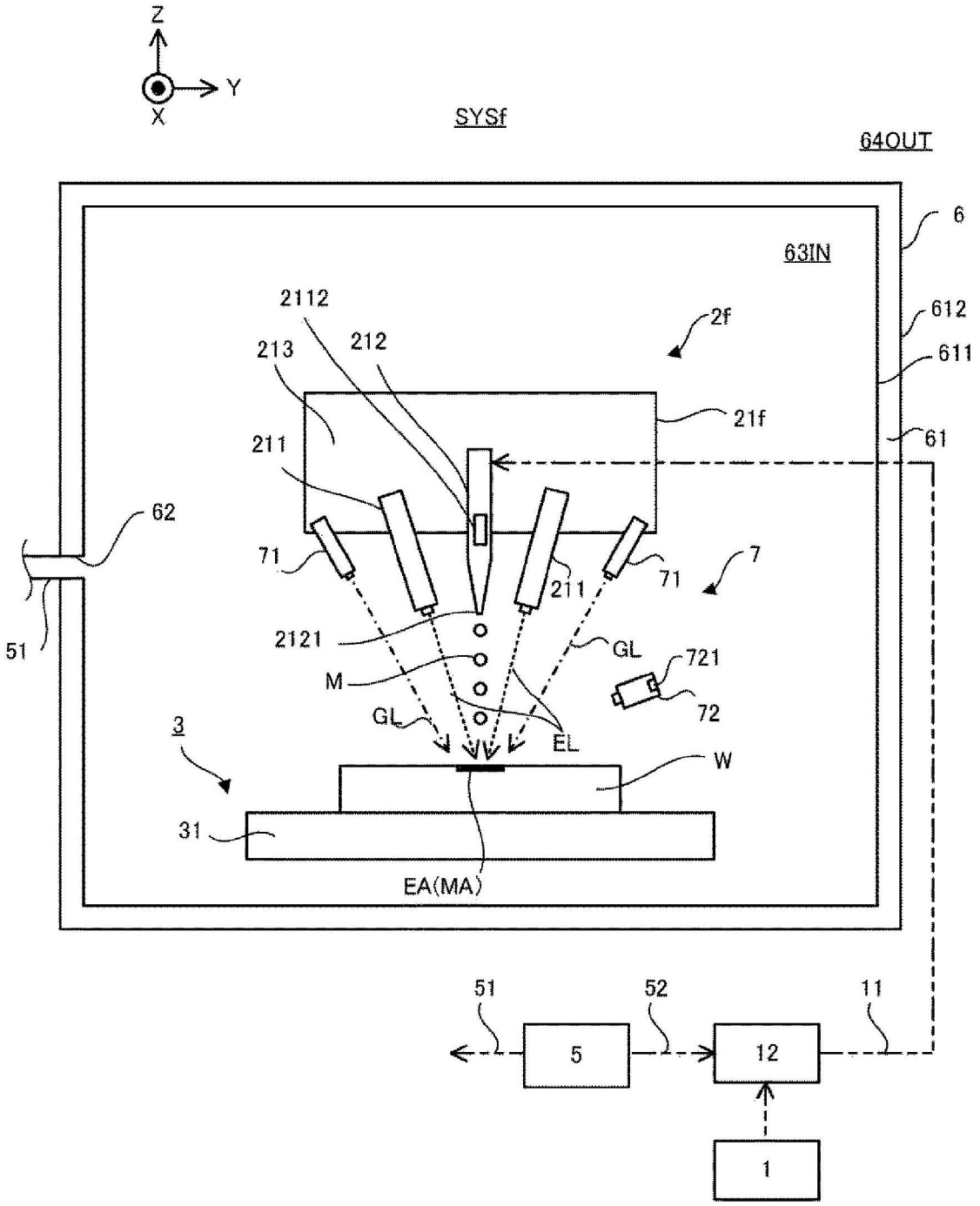

Z
Y
X
SYSf
64OUT
6
63IN
612
611
2112
212
213
2f
21f
211
61
62
71
7
211
71
51
2121
GL
721
M
72
GL
EL
3
W
31
EA(MA)
51
52
11
5
12
1

图24

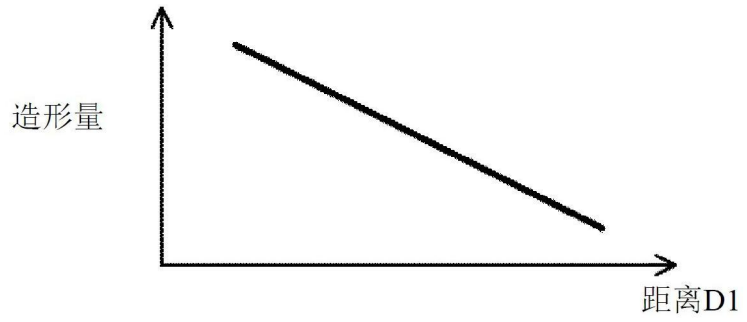


图25

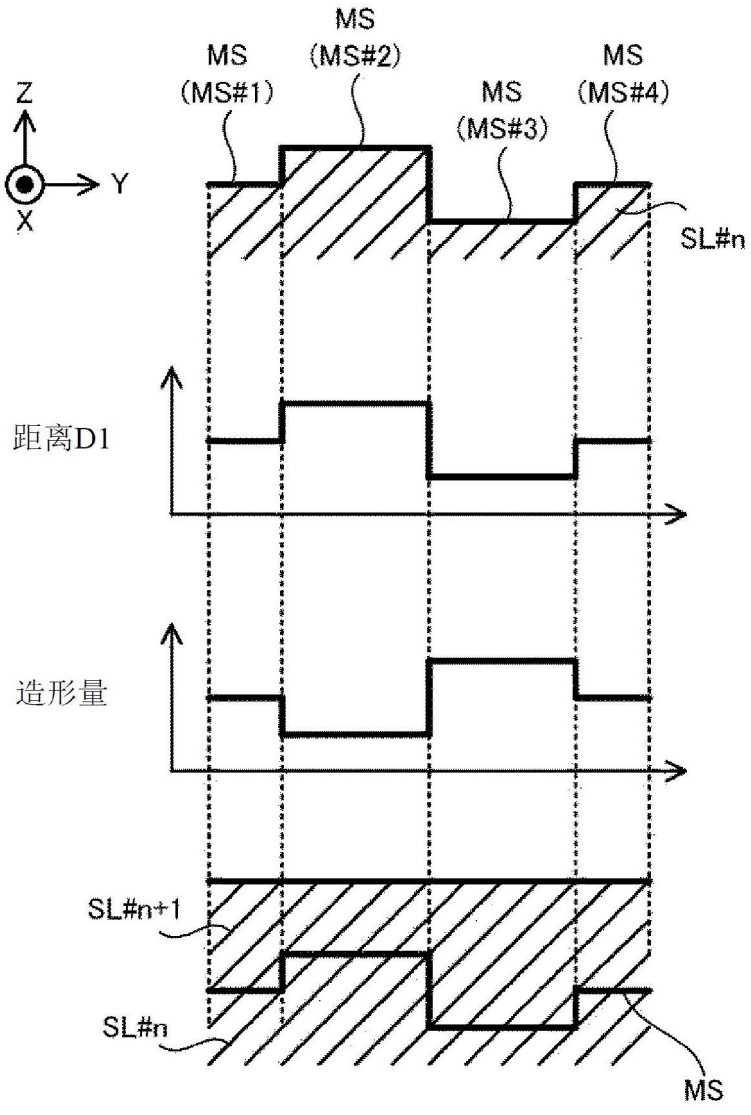


图26

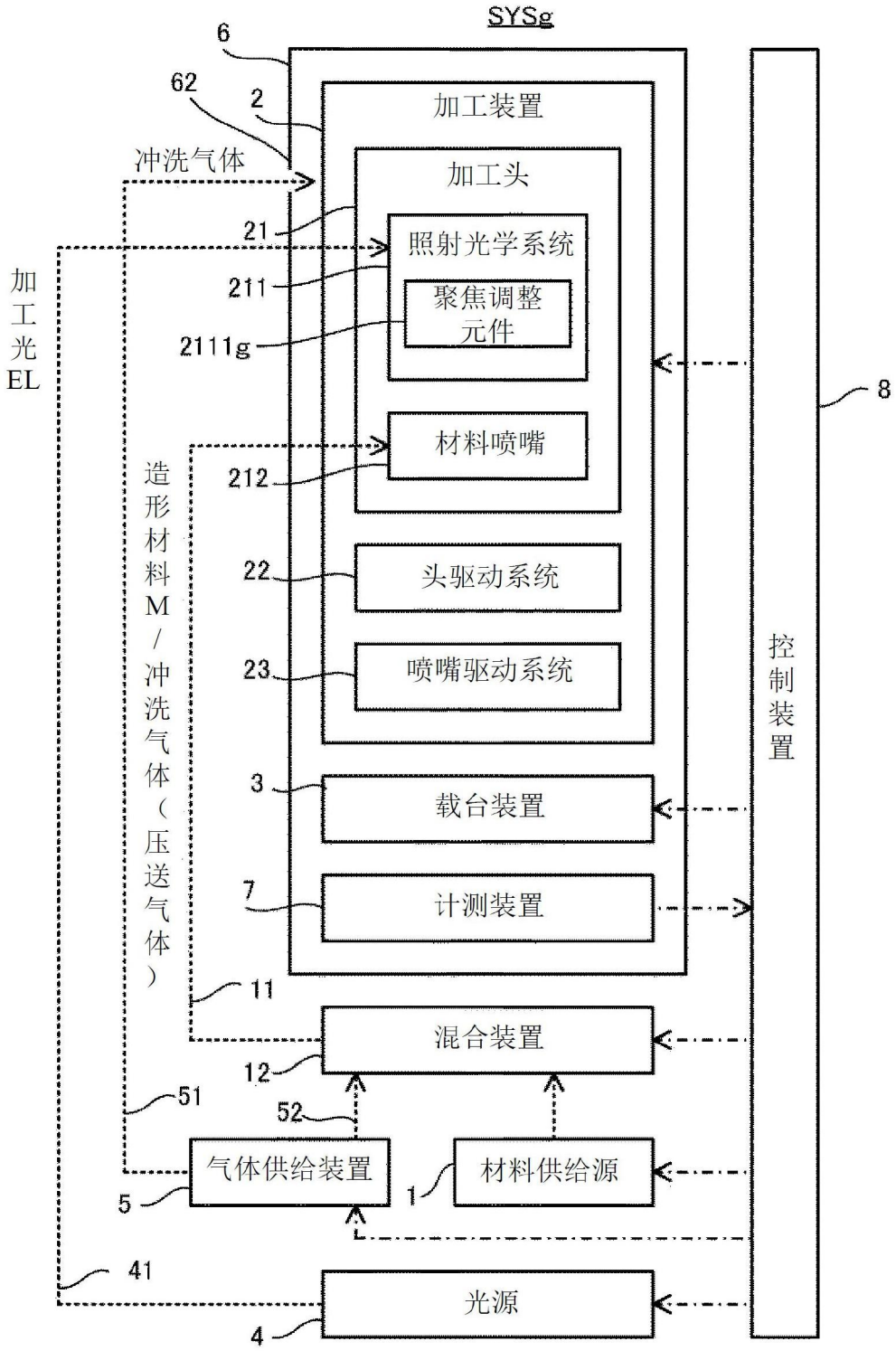

SYSg
6
62
2
加工装置
冲洗气体
加工头
21
照射光学系统
211
聚焦调整元件
2111g
加工光EL
材料喷嘴
212
造形材料M/冲洗气体（压送气体）
22
头驱动系统
23
喷嘴驱动系统
3
载台装置
7
计测装置
11
混合装置
12
51
52
气体供给装置
5
材料供给源
1
41
光源
4
8
控制装置

图27

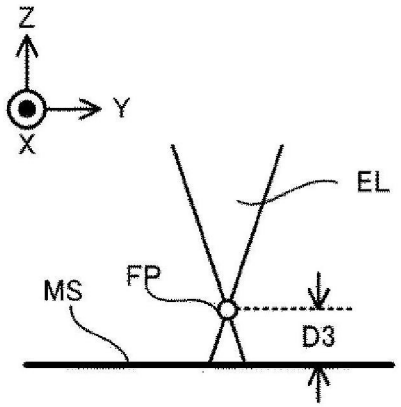


图28

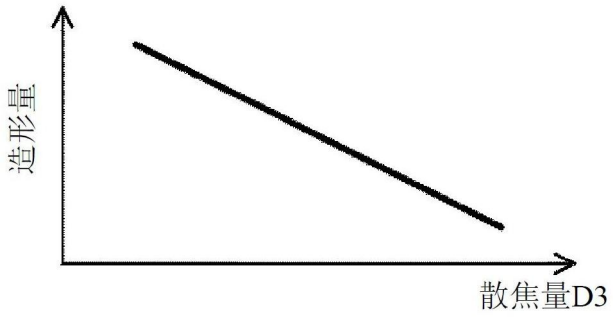


图29

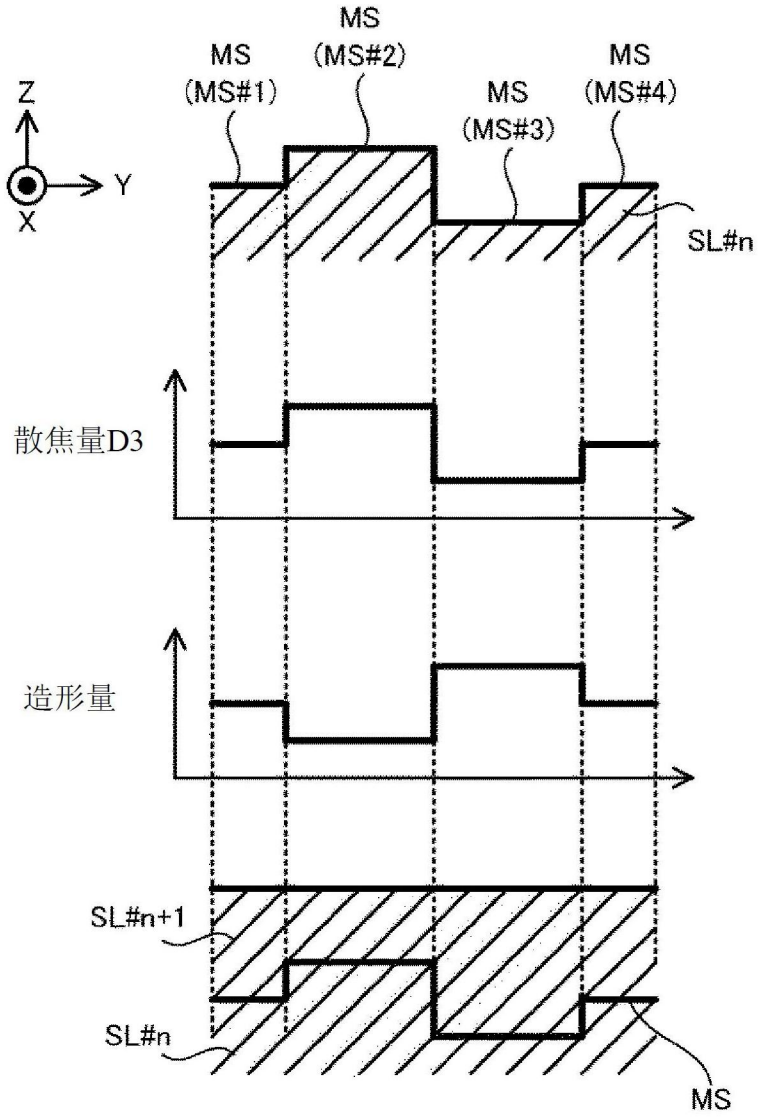


图30

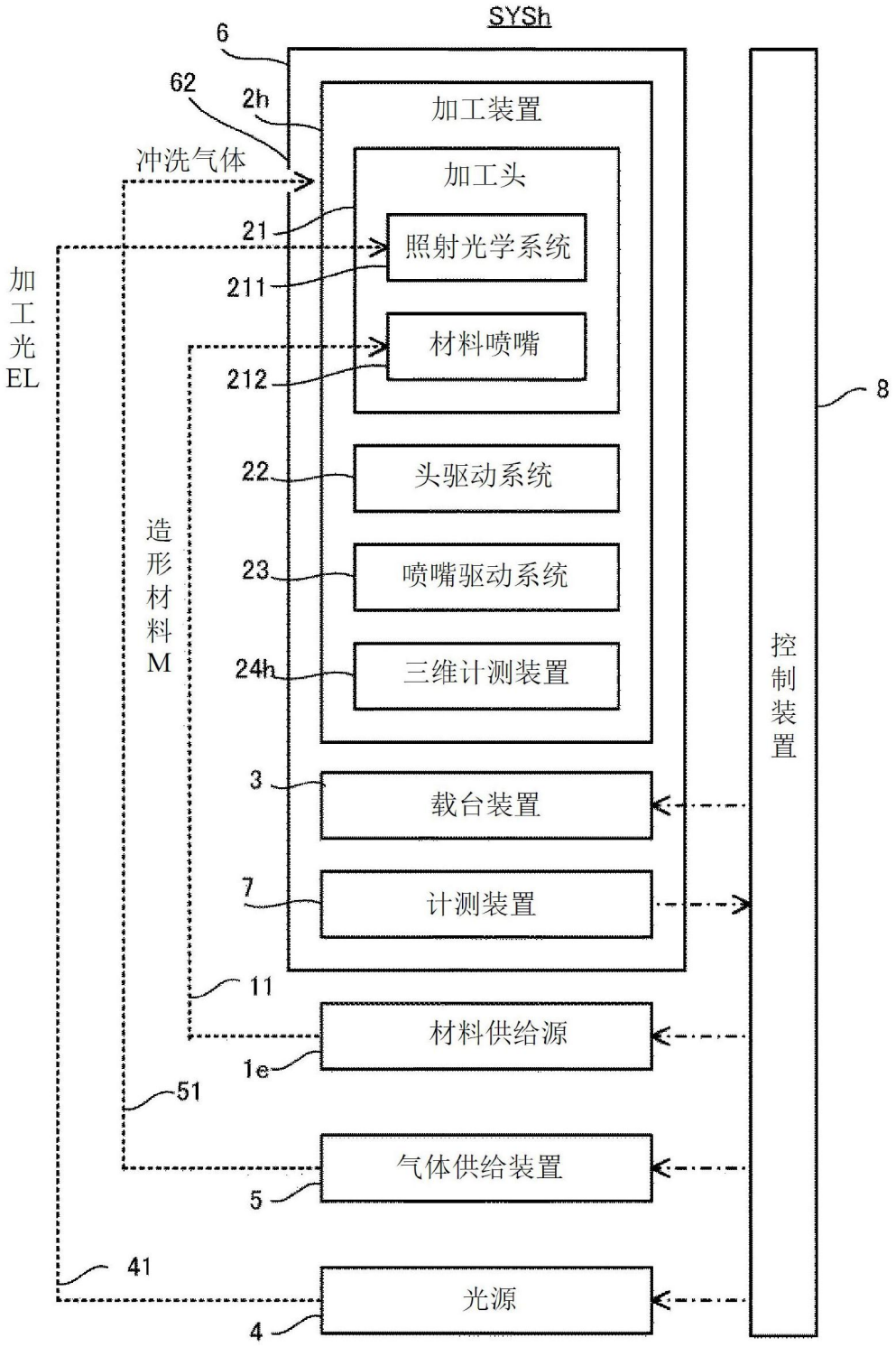

SYSh
6
62
2h
加工装置
冲洗气体
加工头
21
照射光学系统
211
加工光EL
材料喷嘴
212
8
22
头驱动系统
造形材料M
23
喷嘴驱动系统
24h
三维计测装置
控制装置
3
载台装置
7
计测装置
11
材料供给源
1e
51
气体供给装置
5
41
光源
4

图31

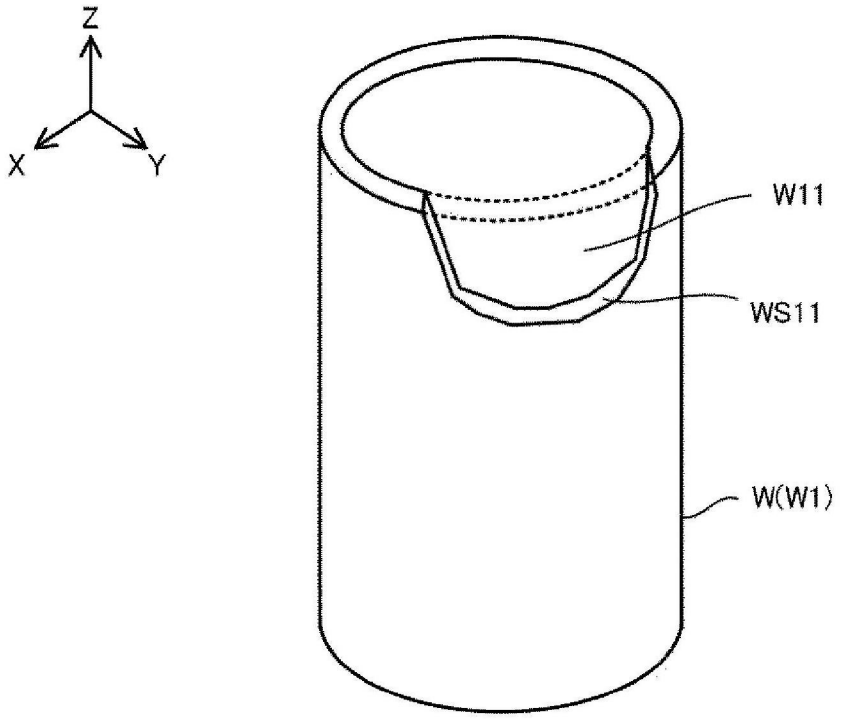


图32

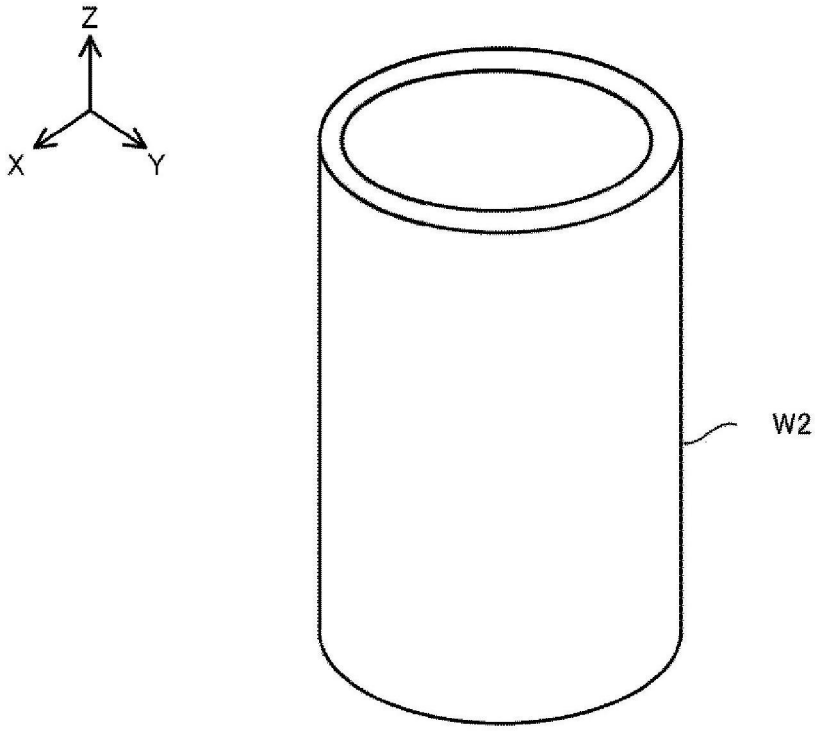


图33

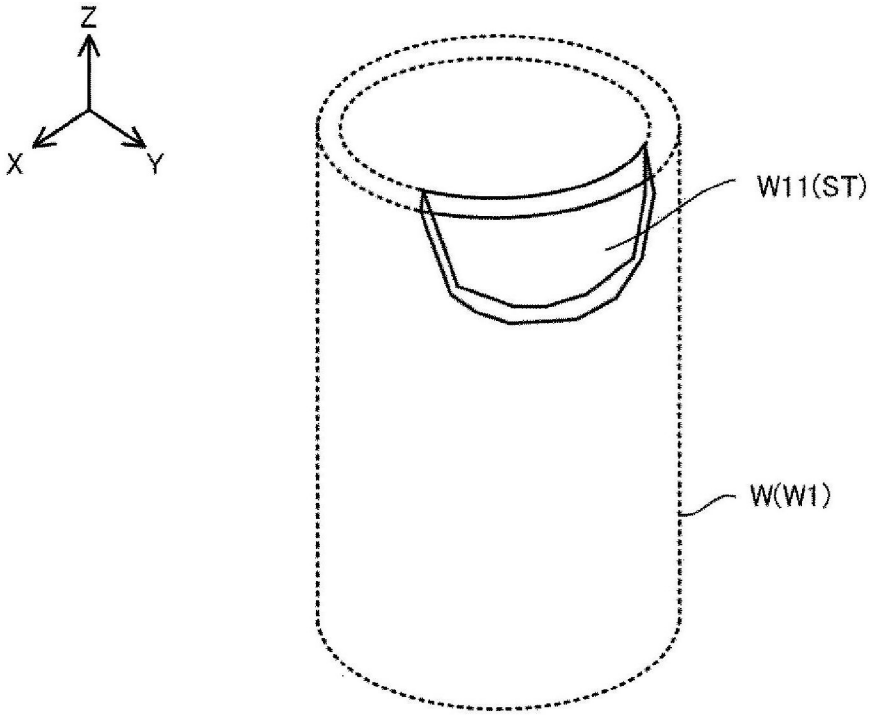


图34

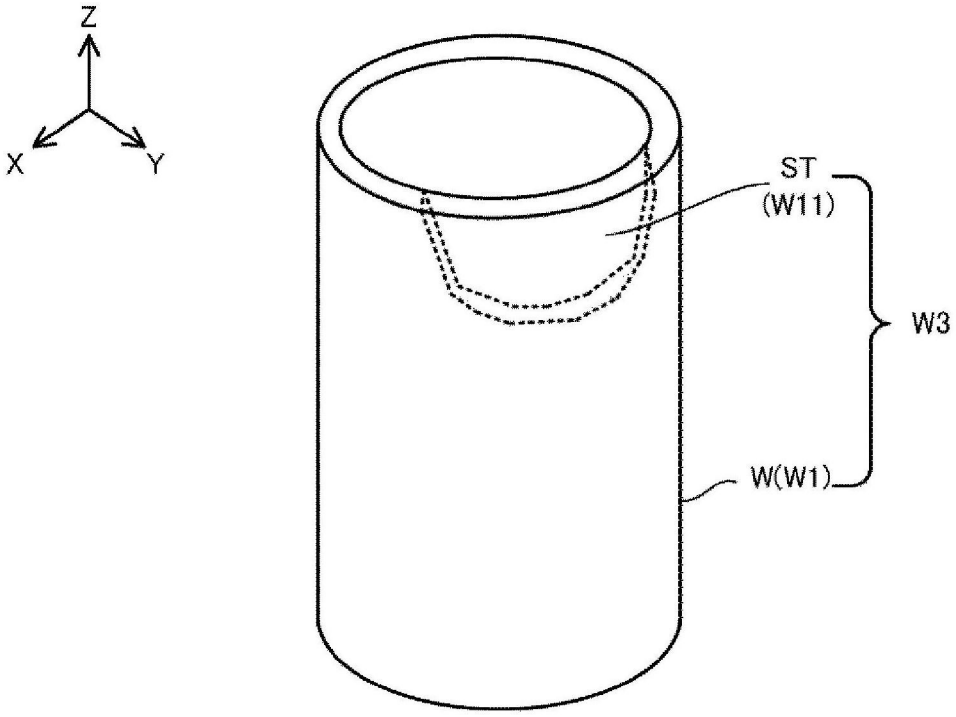


图35

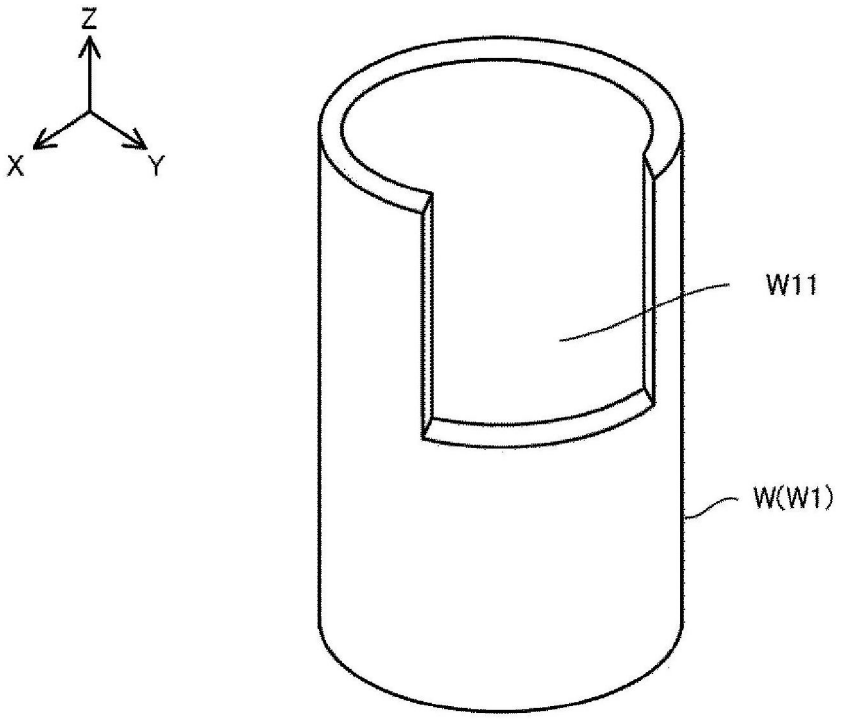


图36

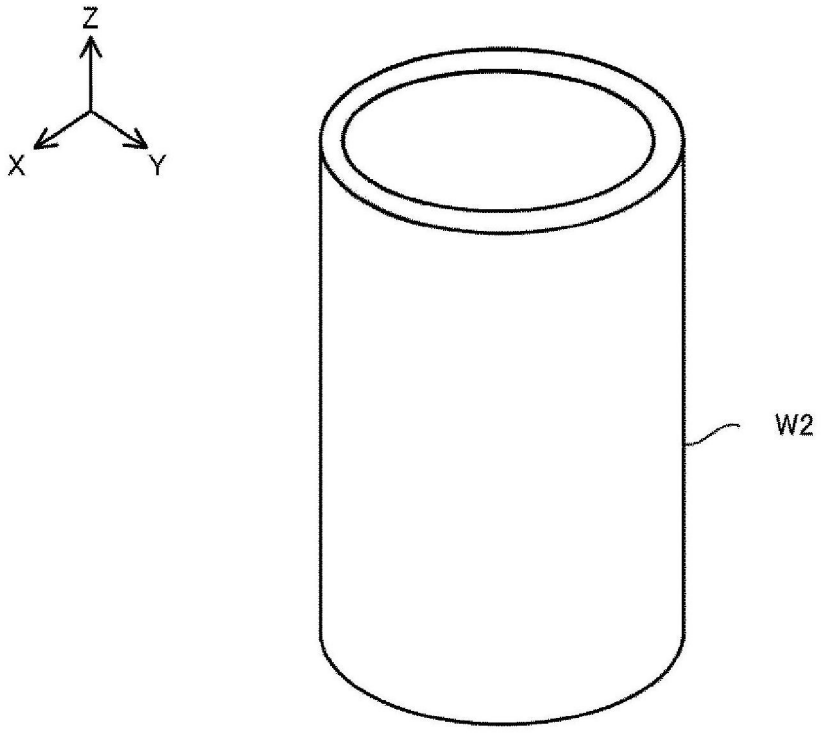


图37

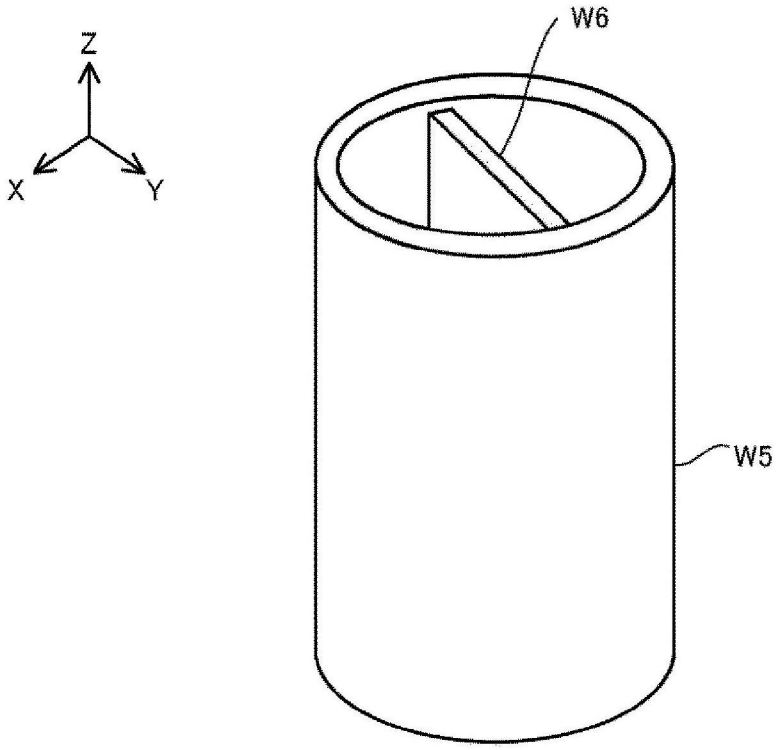


图38