



(10) 授权公告号 CN 112930242 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 29

(21) 申请号 201980071312.2

(22) 申请日 2019.10.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112930242 A

(43) 申请公布日 2021.06.08

(30) 优先权数据
PCT/JP2018/040626 2018.10.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.04.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/042736 2019.10.31

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/090962 JA 2020.05.07

(73) 专利权人 株式会社尼康
地址 日本东京港区港南二丁目15番3号(邮
递区号:108-6290)

(72) 发明人 江上茂树 立崎阳介

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
有限公司 11205
专利代理师 杨文娟 臧建明

(51) Int.Cl.
B23K 26/00 (2014.01)
B23K 26/03 (2006.01)
B23K 26/08 (2014.01)

(56) 对比文件
JP H115185 A, 1999.01.12
JP H1015684 A, 1998.01.20
JP 2016215251 A, 2016.12.22
CN 106922135 A, 2017.07.04
JP H1058174 A, 1998.03.03
CN 101479832 A, 2009.07.08
TW 200915010 A, 2009.04.01
CN 101394965 A, 2009.03.25

审查员 涂兵伟

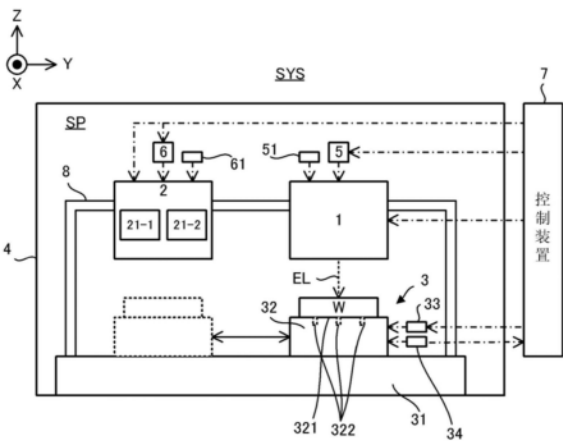
权利要求书4页 说明书71页 附图38页

(54) 发明名称

加工系统以及加工方法

(57) 摘要

提高物体加工的便利性及性能的加工系统及加工方法。加工系统包括:照射光学系统,将来自光源的能量射束照射至物体;物体载置装置,载置物体;受光装置,设于物体载置装置,接受来自照射光学系统的能量射束;及测量装置,对受光装置及与受光装置相关的部位的位置中的至少一者进行测量;使物体载置装置移动至受光装置可接受能量射束的位置,并使物体载置装置移动至可由测量装置来对受光装置的位置进行测量的位置,使用与受光装置接受能量射束时的物体载置装置的位置相关的第一信息及与使用测量装置来测量受光装置时的物体载置装置的位置相关的第二信息,控制由加工装置进行加工时的物体载置装置的位置与由测量装置进行测量时的物体载置装置的位置。



1. 一种加工系统,其特征在于,包括:
照射光学系统,将来自光源的能量射束照射至物体;
物体载置装置,载置所述物体;
受光装置,设于所述物体载置装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;
测量装置,对所述受光装置及所述物体载置装置上与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;
移动装置,使所述物体载置装置移动;以及
控制装置,至少控制所述移动装置,

所述控制装置以如下方式控制所述移动装置:使所述物体载置装置移动至所述受光装置能够接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置,并且使所述物体载置装置移动至能够由所述测量装置来测量所述至少一者的位置,

所述控制装置使用第一信息及第二信息,来控制由所述照射光学系统进行照射时的所述物体载置装置的位置、与由所述测量装置进行测量时的所述物体载置装置的位置中的至少一者,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述物体载置装置的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述至少一者时的所述物体载置装置的位置相关。

2. 根据权利要求1所述的加工系统,其特征在于,
通过来自所述照射光学系统的所述能量射束来对所述物体进行加工。

3. 根据权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,
所述测量装置对所述物体进行测量。

4. 根据权利要求3所述的加工系统,其特征在于,
能够使用所述测量装置来测量所述物体的形状。

5. 根据权利要求3所述的加工系统,其特征在于,
所述控制装置以如下方式控制所述移动装置:通过所述测量装置来测量被照射有所述能量射束的所述物体上的照射位置。

6. 根据权利要求3所述的加工系统,其特征在于,
所述控制装置以如下方式控制所述移动装置:对由所述测量装置所测量的所述物体上的区域的至少一部分照射所述能量射束。

7. 根据权利要求3所述的加工系统,其特征在于,
所述控制装置使用所述第一信息及所述第二信息,来求出所述能量射束的照射位置与所述测量装置的测量区域的位置关系。

8. 根据权利要求3所述的加工系统,其特征在于,
所述控制装置使用第三信息及第四信息,来使所述测量装置测量所述物体上的被照射有所述能量射束的区域的至少一部分,所述第三信息与所述物体载置装置的移动坐标系中的所述能量射束的照射位置相关,所述第四信息与所述移动坐标系和所述测量装置的测量区域的关系相关。

9. 根据权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,
所述物体载置装置能够在平台上移动,
在所述受光装置接受所述能量射束时、以及由所述测量装置测量所述受光装置时,所

述物体载置装置位于平台上。

10. 根据权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,

所述测量装置包括第一测量装置及第二测量装置,所述第一测量装置具有第一测量范围,所述第二测量装置具有与所述第一测量范围不同的第二测量范围。

11. 根据权利要求10所述的加工系统,其特征在于,

所述第一测量范围广于所述第二测量范围,

所述第二测量装置的测量分辨率高于所述第一测量装置的测量分辨率。

12. 根据权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,

包括能够通过所述测量装置来测量的基准构件。

13. 根据权利要求12所述的加工系统,其特征在于,

所述测量装置使用所述基准构件的测量结果来修正所述物体的测量结果。

14. 根据权利要求13所述的加工系统,其特征在于,

所述基准构件包括能够通过所述测量装置来测量的标记。

15. 根据权利要求14所述的加工系统,其特征在于,

所述标记被设于所述受光装置,

所述受光装置经由所述标记来接受所述能量射束。

16. 根据权利要求15所述的加工系统,其特征在于,

所述标记具有使所述能量射束通过的光通过部。

17. 根据权利要求16所述的加工系统,其特征在于,

所述测量装置被用于所述光通过部的位置测量。

18. 根据权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,

所述受光装置在第一位置接受所述能量射束,且在第二位置接受所述能量射束,所述第一位置是沿着与所述物体载置装置移动的面交叉的轴的位置,所述第二位置是沿着所述交叉的轴且与所述第一位置不同的位置。

19. 根据权利要求1或2所述的加工系统,其特征在于,

所述受光装置对所述物体载置装置移动的面或者与所述移动的面平行的面上的所述能量射束的强度分布进行测量。

20. 一种加工方法,其特征在于,包括:

将来自光源的能量射束照射至被载置于物体载置装置的物体;

使用设于所述物体载置装置的受光装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;

对载置于所述物体载置装置的所述物体进行测量;

使所述物体载置装置移动至所述受光装置能够接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置;

使所述物体载置装置移动至能够由测量装置来测量所述受光装置的位置,所述测量装置对所述受光装置及所述物体载置装置上与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;以及

使用第一信息及第二信息,来控制通过加工装置进行所述加工时的所述物体载置装置的位置、与通过所述测量装置进行所述测量时的所述物体载置装置的位置中的至少一者,

所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述物体载置装置的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述受光装置的至少一部分时的所述物体载置装置的位置相关。

21. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
能够使用所述测量装置来测量所述物体的形状。

22. 根据权利要求20或21所述的加工方法,其特征在于,
所述移动包括使用使所述物体载置装置移动的移动装置,来使所述物体载置装置移动,

所述控制包括以如下方式控制所述移动装置:通过所述测量装置来测量被照射有所述能量射束的所述物体上的照射位置。

23. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述移动包括使用使所述物体载置装置移动的移动装置,来使所述物体载置装置移动,

所述控制包括以如下方式控制所述移动装置:对由所述测量装置所测量的所述物体上的区域的至少一部分照射所述能量射束。

24. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述控制使用所述第一信息及所述第二信息,来求出所述能量射束的照射位置与所述测量装置的测量区域的位置关系。

25. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述控制使用第三信息及第四信息,来使所述测量装置测量所述物体上的被照射有所述能量射束的区域的至少一部分,所述第三信息与所述物体载置装置的移动坐标系中的所述能量射束的照射位置相关,所述第四信息与所述移动坐标系和所述测量装置的测量区域的关系相关。

26. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述物体载置装置能够在平台上移动,
在所述受光装置接受所述能量射束时、以及由所述测量装置测量所述受光装置时,所述物体载置装置位于平台上。

27. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述测量装置包括第一测量装置及第二测量装置,所述第一测量装置具有第一测量范围,所述第二测量装置具有与所述第一测量范围不同的第二测量范围。

28. 根据权利要求27所述的加工方法,其特征在于,
所述第一测量范围广于所述第二测量范围,
所述第二测量装置的测量分辨率高于所述第一测量装置的测量分辨率。

29. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
还包括通过所述测量装置对能够测量的基准构件进行测量。

30. 根据权利要求29所述的加工方法,其特征在于,
还包括使用所述基准构件的测量结果来修正所述物体的测量结果。

31. 根据权利要求29所述的加工方法,其特征在于,
所述基准构件包括能够通过所述测量装置来测量的标记。

32. 根据权利要求31所述的加工方法,其特征在于,
所述标记被设于所述受光装置,
所述受光装置经由所述标记来接受所述能量射束。

33. 根据权利要求32所述的加工方法,其特征在于,
所述标记具有使所述能量射束通过的光通过部。

34. 根据权利要求33所述的加工方法,其特征在于,
所述测量装置被用于所述光通过部的位置测量。

35. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述受光装置在第一位置接受所述能量射束,且在第二位置接受所述能量射束,所述第一位置是沿着与所述物体载置装置移动的面交叉的轴的位置,所述第二位置是沿着所述交叉的轴且与所述第一位置不同的位置。

36. 根据权利要求20所述的加工方法,其特征在于,
所述受光装置对所述物体载置装置移动的面或者与所述移动的面平行的面上的所述能量射束的强度分布进行测量。

加工系统以及加工方法

技术领域

[0001] 本发明例如涉及一种对物体进行加工的加工系统以及加工方法的技术领域。

背景技术

[0002] 专利文献1中记载了一种加工装置,其对物体照射激光(laser)光以对物体进行加工。此类与物体加工相关的技术领域,期望与物体加工相关的便利性及性能的提高。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利申请公开第2002/0017509号说明书

发明内容

[0006] 根据第一实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,将来自光源的能量射束照射至物体;物体载置装置,载置所述物体;受光装置,设于所述物体载置装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;测量装置,对所述受光装置及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;移动装置,使所述物体载置装置移动;以及控制装置,至少控制所述移动装置,所述控制装置控制所述移动装置,以使所述物体载置装置移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置,并且使所述物体载置装置移动至可由所述测量装置来测量所述至少一者的位置,所述控制装置使用第一信息及第二信息,来控制由所述照射光学系统进行照射时的所述物体载置装置的位置、与由所述测量装置进行测量时的所述物体载置装置的位置中的至少一者,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述物体载置装置的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述至少一者时的所述物体载置装置的位置相关。

[0007] 根据第二实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,将来自光源的能量射束照射至物体;物体载置装置,载置所述物体;受光装置,设于所述物体载置装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;测量装置,对所述受光装置及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;移动装置,使所述照射光学系统及所述测量装置移动;以及控制装置,至少控制所述移动装置,所述控制装置控制所述移动装置,以使所述照射光学系统移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置,且使所述测量装置移动至可通过所述测量装置来测量所述至少一者的位置,所述控制装置使用第一信息及第二信息,来控制由所述照射光学系统进行照射时的所述物体载置装置的位置、与由所述测量装置进行测量时的所述物体载置装置的位置中的至少一者,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述照射光学系统在所述照射光学系统移动的面内的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述至少一者时的所述测量装置在所述移动的面内的位置相关。

[0008] 根据第三实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,将来自光源的能量射束照射至物体;物体载置装置,载置所述物体;受光装置,设于所述物体载置装置,接受来自

所述照射光学系统的所述能量射束;测量装置,对所述受光装置及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;移动装置,使所述物体载置装置移动;以及控制装置,至少控制所述移动装置,所述控制装置控制所述移动装置,以使所述物体载置装置移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置,并且使所述物体载置装置移动至可由所述测量装置来测量所述至少一者的位置,所述控制装置使用第一信息及第二信息,来求出所述能量射束的照射位置与所述物体的测量位置的位置关系,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述物体载置装置的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述至少一者时的所述物体载置装置的位置相关。

[0009] 根据第四实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,将来自光源的能量射束照射至物体;物体载置装置,载置所述物体;受光装置,设于所述物体载置装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;测量装置,对所述受光装置及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;移动装置,使所述照射光学系统及所述测量装置移动;以及控制装置,至少控制所述移动装置,所述控制装置控制所述移动装置,以使所述照射光学系统移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置,且使所述测量装置移动至可通过所述测量装置来测量所述受光装置的位置,且所述加工系统包括下述控制装置,此控制装置使用第一信息及第二信息,来求出所述能量射束的照射位置与所述测量装置的测量区域的位置关系,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述照射光学系统在所述照射光学系统移动的面内的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述至少一者时的所述测量装置在所述移动的面内的位置相关。

[0010] 根据第五实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,朝向射束照射面照射来自光源的能量射束;受光装置,在沿着所述射束照射面或者与所述射束照射面平行的面的方向上移动,经由透光部来接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;以及计算装置,使用来自所述受光装置的输出,求出所述射束照射面上的所述能量射束的强度分布,所述受光装置一边改变在所述射束照射面或者与所述射束照射面平行的面上的位置,一边接受所述能量射束。

[0011] 根据第六实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,朝向射束照射面上的第一照射位置以及与所述第一照射位置不同的第二照射位置照射来自光源的能量射束;物体载置装置,载置物体;位置测量装置,测量所述物体载置装置的位置;受光装置,设于所述物体载置装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;以及移动装置,使所述物体载置装置移动,以利用所述受光装置来接受朝向所述第一照射位置的所述能量射束,且利用所述受光装置来接受朝向所述第二照射位置的所述能量射束,所述位置测量装置对由所述受光装置接受朝向所述第一及第二照射位置的所述能量射束时的所述物体载置装置的位置进行测量。

[0012] 根据第七实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,照射来自光源的能量射束;物体载置装置,载置物体,所述物体被照射来自所述照射光学系统的能量射束;受光装置,接受来自所述照射光学系统的能量射束;以及测量装置,对所述受光装置以及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量。

[0013] 根据第八实施例,提供一种加工系统,包括:照射光学系统,照射来自光源的能量射束;物体载置装置,载置物体,所述物体被照射来自所述照射光学系统的能量射束;受光

装置,设于所述物体载置装置,接受来自所述照射光学系统的能量射束;测量装置,对所述受光装置以及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;以及移动装置,使所述物体载置装置移动,以使所述受光装置以及与所述受光装置相关的相关物体的部位中的至少一者位于所述测量装置的测量位置,且使所述受光装置位于来自所述照射光学系统的所述能量射束的照射位置。

[0014] 根据第九实施例,提供一种加工方法,包括:将来自光源的能量射束照射至被载置于物体载置装置的物体;使用设于所述物体载置装置的受光装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;对载置于所述物体载置装置的所述物体进行测量;所述移动是使所述物体载置装置移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置;使所述物体载置装置移动至可由所述测量装置来测量所述受光装置的位置;以及使用第一信息及第二信息,来控制通过所述加工装置进行所述加工时的所述物体载置装置的位置、与通过所述测量装置进行所述测量时的所述物体载置装置的位置中的至少一者,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述物体载置装置的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述受光装置的至少一部分时的所述物体载置装置的位置相关。

[0015] 根据第十实施例,提供一种加工方法,包括:将来自光源的能量射束照射至被载置于物体载置装置的物体;使用设于所述物体载置装置的受光装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;对载置于所述物体载置装置的所述物体进行测量;使所述照射光学系统移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置;使所述测量装置移动至可由所述测量装置来测量所述受光装置的位置;以及使用第一信息及第二信息,来控制通过所述加工装置进行所述加工时的所述物体载置装置的位置、与通过所述测量装置进行所述测量时的所述物体载置装置的位置中的至少一者,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述照射光学系统在所述照射光学系统移动的面内的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述受光装置至少一部分时的所述测量装置在所述移动的面内的位置相关。

[0016] 根据第十一实施例,提供一种加工方法,包括:将来自光源的能量射束照射至被载置于物体载置装置的物体;使用设于所述物体载置装置的受光装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;对载置于所述物体载置装置的所述物体进行测量;使所述物体载置装置移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置;使所述物体载置装置移动至可由所述测量装置来测量所述受光装置的位置;以及使用第一信息及第二信息,来求出所述能量射束的照射位置与所述物体的测量位置的位置关系,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述物体载置装置的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述受光装置的至少一部分时的所述物体载置装置的位置相关。

[0017] 根据第十二实施例,提供一种加工方法,包括:将来自光源的能量射束照射至被载置于物体载置装置的物体;使用设于所述物体载置装置的受光装置,接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;对载置于所述物体载置装置的所述物体进行测量;使所述照射光学系统移动至所述受光装置可接受来自所述照射光学系统的所述能量射束的位置;使所述测量装置移动至可由所述测量装置来测量所述受光装置的位置;以及使用第一信息及第二

信息,来求出所述能量射束的照射位置与所述测量装置的测量区域的位置关系,所述第一信息与所述受光装置接受所述能量射束时的所述照射光学系统在所述照射光学系统移动的面内的位置相关,所述第二信息与使用所述测量装置来测量所述受光装置的至少一部分时的所述测量装置在所述移动的面内的位置相关。

[0018] 根据第十三实施例,提供一种加工方法,包括:朝向射束照射面照射来自光源的能量射束;使用在沿着所述射束照射面或者与所述射束照射面平行的面的方向上移动的受光装置,经由所述受光装置的透光部来接受来自所述照射光学系统的所述能量射束;以及使用来自所述受光装置的输出,求出所述射束照射面上的所述能量射束的强度分布,所述受光是一边改变所述透光部在所述射束照射面或者与所述射束照射面平行的面上的位置,一边接受所述能量射束。

[0019] 根据第十四实施例,提供一种加工方法,包括:朝向射束照射面上的第一照射位置以及与所述第一照射位置不同的第二照射位置照射来自光源的能量射束;对载置物体的物体载置装置的位置进行测量;使用设于所述物体载置装置的受光装置,利用所述受光装置来接受朝向所述第一照射位置的所述能量射束;使用设于所述物体载置装置的受光装置,利用所述受光装置来接受朝向所述第二照射位置的所述能量射束;以及通过所述位置测量装置,对由所述受光装置接受朝向所述第一及第二照射位置的所述能量射束时的所述物体载置装置的位置进行测量。

[0020] 根据第十五实施例,提供一种加工方法,包括:照射来自光源的能量射束;利用受光装置来接受所述照射的能量射束;以及对所述受光装置以及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量。

[0021] 根据第十六实施例,提供一种加工方法,包括:照射来自光源的能量射束;将物体载置于物体载置装置,所述物体被照射来自所述照射光学系统的能量射束;通过受光装置来接受来自所述照射光学系统的能量射束;通过测量装置,对所述受光装置以及与所述受光装置相关的部位中的至少一者进行测量;以及使所述物体载置装置移动,以使所述受光装置以及与所述受光装置相关的部位中的至少一者位于可由所述测量装置来测量的位置,且使所述受光装置位于所述照射的所述能量射束的照射位置。

[0022] 本发明的作用及其他优点将根据接下来说明的具体实施方式而明确。

附图说明

[0023] 图1是表示本实施方式的加工系统的结构的剖面图。

[0024] 图2的(a)至图2的(c)分别是表示对工件进行的去除加工的情形的剖面图。

[0025] 图3的(a)至图3的(c)分别是表示通过非热加工进行加工的工件的情形的剖面图。

[0026] 图4是表示加工装置的结构的剖面图。

[0027] 图5是表示加工装置所包括的光学系统的结构的立体图。

[0028] 图6是表示加工系统SYS所进行的加工动作的流程的流程图。

[0029] 图7的(a)是表示未加工的工件的剖面的剖面图,图7的(b)是表示未加工的工件W的上表面的平面图。

[0030] 图8是表示测量曝射(shot)区域与工件的位置关系的一例的平面图。

[0031] 图9是表示测量曝射区域与工件的位置关系的另一例的平面图。

[0032] 图10的 (a) 及图10的 (b) 分别是表示相对于工件表面而移动的测量曝射区域的移动轨迹的一例的平面图。

[0033] 图11的 (a) 是表示加工对象区域与工件的位置关系的一例的剖面图,图11的 (b) 是表示加工对象区域与工件的位置关系的一例的平面图。

[0034] 图12是表示加工对象部分及多个层状结构部分的剖面的剖面图。

[0035] 图13的 (a) 至图13的 (d) 分别是示意性地表示下述示例的平面图,即,与某层状结构部分对应的切片数据(slice data)表示在去除某层状结构部分的过程中在加工对象区域内实际进行去除加工的位置。

[0036] 图14是表示加工对象部分被去除的情形剖面图。

[0037] 图15(a) 及图15的 (b) 是表示去除加工已完成的工件的剖面图。

[0038] 图16是表示用于设定加工条件的初始值的初始设定动作的流程的流程图。

[0039] 图17是对加工光的聚焦(focus)位置描绘(plot)加工量的描绘图。

[0040] 图18是以近似曲线来表示加工光的聚焦位置与加工量的关系的图表。

[0041] 图19是表示加工光的聚焦位置与工件表面的位置关系的剖面图。

[0042] 图20是表示第一温度漂移(temperature drift)降低动作的流程的流程图。

[0043] 图21的 (a) 是表示载台装置的剖面的剖面图,图21的 (b) 是表示载台装置的上表面的平面图。

[0044] 图22的 (a) 是表示载台装置的剖面的剖面图,图22的 (b) 是表示载台装置的上表面的平面图。

[0045] 图23是表示控制装置所算出的Z轴方向上的工件位置的时间推移的图表。

[0046] 图24是表示第二温度漂移降低动作的流程的流程图。

[0047] 图25是示意性地表示Z轴方向上的工件位置在XY平面内的分布的图表。

[0048] 图26是表示第三温度漂移降低动作的流程的流程图。

[0049] 图27的 (a) 是表示相对于载台而倾斜的测量装置的剖面图,图27的 (b) 是表示在图27的 (a) 所示的状况下根据测量装置的测量结果而算出的工件形状的剖面图,图27的 (c) 是表示在测量装置相对于载台而倾斜的状况下由加工装置所加工的工件W的剖面图,图27的 (d) 是表示以降低倾斜量的影响的方式进行加工的工件的剖面图。

[0050] 图28是表示对测量装置相对于工件的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作的流程的流程图。

[0051] 图29是表示基准构件的平面图。

[0052] 图30的 (a) 是表示基准构件的平面图,图30的 (b) 是表示基准构件的剖面图。

[0053] 图31是表示为了进行第一倾斜测定动作而改变的载台的平面图。

[0054] 图32是表示对加工装置相对于工件的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作的流程的流程图。

[0055] 图33是表示第一变形例的加工系统的结构的示意图。

[0056] 图34是表示气体供给装置对气体的第一供给形态的剖面图。

[0057] 图35是表示气体供给装置对气体的第二供给形态的剖面图。

[0058] 图36是表示第二变形例的加工系统的结构的示意图。

[0059] 图37是表示第三变形例的加工系统的结构的示意图。

- [0060] 图38是表示第三变形例的加工系统的其他结构的示意图。
- [0061] 图39的(a)是表示受光装置的结构的剖面图,图39的(b)是表示受光装置的结构的平面图。
- [0062] 图40是表示照射至受光装置的加工光的剖面图。
- [0063] 图41的(a)是表示为了进行聚焦控制动作而加工装置将加工光照射至受光装置的情形的剖面图,图41的(b)是表示为了进行聚焦控制动作而加工装置将加工光照射至受光装置的情形的平面图,图41的(c)是表示受光装置所包括的检测器的检测结果的图表。
- [0064] 图42的(a)至图42的(c)是表示检测器的检测结果的图表。
- [0065] 图43是示意性地表示经检流镜(galvanometer mirror)偏向的加工光扫描工件表面时的工件表面上的各位置处的加工光EL的点径的平面图。
- [0066] 图44的(a)及图44的(c)分别是表示进行状态检测动作的期间内的加工装置与受光装置9d的位置关系的剖面图,图44的(b)及图44的(d)分别是表示进行状态检测动作的期间内的加工装置与受光装置的位置关系的平面图。
- [0067] 图45的(a)是表示未发生温度漂移的状况下的工件表面(即,沿着XY平面的面)上的加工光的照射位置的平面图,图45的(b)是表示发生了温度漂移的状况下的工件表面(即,沿着XY平面的面)上的加工光的照射位置的平面图。
- [0068] 图46的(a)是表示载台的剖面图,图46的(b)是表示载台的平面图。
- [0069] 图47是表示基于测量装置对开口的测量结果来控制载台位置的载台控制动作的流程的流程图。
- [0070] 图48是示意性地表示第四变形例中的基线(base line)量的剖面图。
- [0071] 图49的(a)至图49的(d)分别是表示在载台控制动作中所用的标识(maker)的平面图。
- [0072] 图50是表示第五变形例的加工系统的结构的剖面图。
- [0073] 图51是表示第五变形例的加工头的结构的图。
- [0074] 图52是表示第六变形例的加工系统的结构的剖面图。
- [0075] 图53的(a)是表示第七变形例的受光装置的平面图,图53的(b)是其剖面图。
- [0076] 图54是表示第八变形例的结构的剖面图。
- [0077] 图55是表示第九变形例的结构的剖面图。
- [0078] [符号的说明]
- [0079] 1、1B、17:加工装置
- [0080] 2、21、21-1、21-2:测量装置
- [0081] 3:载台装置
- [0082] 4:框体
- [0083] 5、5B、6、171:驱动系统
- [0084] 7:控制装置
- [0085] 8:支撑框架
- [0086] 8a:气体供给装置
- [0087] 8a1:气体供给口
- [0088] 8b:回收装置

- [0089] 8b1:回收口
- [0090] 8c:框体
- [0091] 9d、9f:受光装置
- [0092] 9e:光检器
- [0093] 11、161:光源
- [0094] 12:光学系统
- [0095] 13:分色镜
- [0096] 14:光学系统
- [0097] 15:回光防止装置
- [0098] 16:观察装置
- [0099] 18d:衰减构件
- [0100] 31:平台
- [0101] 32、32':载台
- [0102] 33:载台驱动系统
- [0103] 34、51、51B、61、1711:位置测量器
- [0104] 36:标识构件
- [0105] 81b:回收口
- [0106] 81c:隔壁构件
- [0107] 81g:分离壁
- [0108] 82b:回收管
- [0109] 82c:内部空间
- [0110] 83b:过滤器
- [0111] 83c:光通过构件
- [0112] 84c:振动装置
- [0113] 91d:遮光构件
- [0114] 91f1:透光性基板
- [0115] 91f2:遮光膜
- [0116] 92d、92f:检测器
- [0117] 93d、93f:开口
- [0118] 101、102:加工头
- [0119] 121:扩束器
- [0120] 122:聚焦透镜
- [0121] 123:强度分布控制构件
- [0122] 141:检流镜
- [0123] 141X:X扫描镜
- [0124] 141Y:Y扫描镜
- [0125] 142:f θ 透镜
- [0126] 151:1/2波长板
- [0127] 152:偏光分束器

- [0128] 153:1/4波长板
- [0129] 154:1/2波长板
- [0130] 155:射束扩散器
- [0131] 162:分束器
- [0132] 163:陷波滤波器
- [0133] 164:拍摄元件
- [0134] 211:光学系统
- [0135] 211s:光学面
- [0136] 321:载置面
- [0137] 322:开口、外周面
- [0138] 323:外周面
- [0139] 1021:照射光学系统
- [0140] 1022:材料喷嘴
- [0141] 1023:射出部
- [0142] 1024:供给口
- [0143] AM:标识
- [0144] BM1、BM2:基准构件
- [0145] BP1、BP2:块图案
- [0146] BSz:Z基准面
- [0147] DF1:第一距离
- [0148] DF2:第二距离
- [0149] DF3:第三距离
- [0150] DF4:第四距离
- [0151] DP:点图案
- [0152] DTP#1:第一位置
- [0153] EA、FA:照射区域
- [0154] EL、EL1、FL:加工光
- [0155] ELr:回光
- [0156] IL:照明光
- [0157] ILr:反射光
- [0158] M:造形材料
- [0159] MA:供给区域
- [0160] MSA:测量曝射区域
- [0161] P#1~P#9:位置
- [0162] PSA:加工曝射区域
- [0163] PZ(-2)、PZ(-1)、PZ(0)、PZ(+1)、PZ(+2):位置
- [0164] S21~S28、S51~S58、S101、S111~S116、S121~S125、S131~S135、S311~S313、S321~S322、S331~S332、S411~S413、S421~S423:步骤
- [0165] SL#1~SL#k:层状结构部分

- [0166] SP、SP1:收容空间
[0167] SP2:空间
[0168] SYS、SYSa、SYSb、SYSc、SYSd、SYSe、SYSf、SYSg:加工系统
[0169] TA:加工对象区域
[0170] W、Wt:工件
[0171] W_target:加工对象部分
[0172] Wp:突起
[0173] Z(-2)、Z(-1)、Z(0)、Z(+1)、Z(+2):检测结果

具体实施方式

[0174] 以下,参照附图来说明加工系统以及加工方式的实施方式。以下,使用对工件W进行加工的加工系统SYS来作为一例,对加工系统以及加工方式的实施方式进行说明。

[0175] 而且,以下的说明中,使用由彼此正交的X轴、Y轴及Z轴所定义的XYZ正交坐标系,来说明构成加工系统SYS的各种构成元件的位置关系。再者,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,水平面内的规定方向),Z轴方向为铅垂方向(即,与水平面正交的方向,实质上为上下方向或重力方向)。而且,将绕X轴、Y轴及Z轴的旋转方向(换言之,为倾斜方向)分别称作 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向。此处,也可将Z轴方向设为重力方向。而且,也可将XY平面设为水平方向。

[0176] (1) 加工系统SYS的结构

[0177] 首先,一边参照图1,一边说明加工系统SYS的结构。图1是表示加工系统SYS的结构剖面图。再者,为了简化附图,图1对于加工系统SYS的一部分构成元件未示出其剖面。

[0178] 如图1所示,加工系统SYS包括加工装置1、测量装置2、载台装置3、框体4、驱动系统5、驱动系统6以及控制装置7。

[0179] 加工装置1可在控制装置7的控制下对工件W进行加工。工件W例如既可为金属,也可为合金(例如杜拉铝(duralumin)等),也可为半导体(例如硅),也可为树脂,也可为碳纤维强化塑料(Carbon Fiber Reinforced Plastic,CFRP)等复合材料,也可为玻璃,也可为陶瓷,还可为包含除此以外的任意材料的物体。

[0180] 加工装置1为了对工件W进行加工,对工件W照射加工光EL。对于加工光EL,只要可通过照射至工件W来加工工件W,则也可为任何种类的光。本实施方式中,使用加工光EL为激光光的示例来进行说明,但加工光EL也可为与激光光为不同种类的光。进而,对于加工光EL的波长,只要可通过照射至工件W来加工工件W,则也可为任何波长。例如,加工光EL既可为可见光,也可为不可见光(例如红外光及紫外光中的至少一者等)。

[0181] 本实施方式中,加工装置1对工件W照射加工光EL1,以进行去除工件W的一部分的去除加工(所谓的切削加工或研削加工)。然而,如后所述,加工装置1也可进行与去除加工不同的加工(例如附加加工或标记(marking)加工)。去除加工也可包含平面切削加工、平面研削加工、圆筒切削加工、圆筒研削加工、开孔切削加工、开孔研削加工、平面研磨加工、切断加工以及形成任意文字或任意图案的(换言之,刻画)雕刻加工(换言之,刻印加工)中的至少一种。

[0182] 此处,一边参照图2的(a)至图2的(c)的各个,一边对使用加工光EL的去除加工的

一例进行说明。图2的(a)至图2的(c)分别是表示对工件W进行的去除加工的情形的剖面图。如图2的(a)所示,加工装置1对在工件W的表面设定(换言之,形成)的照射区域EA照射加工光EL。当对照射区域EA照射加工光EL时,加工光EL的能量传递至工件W中的照射区域EA及与照射区域EA靠近的部分。当因加工光EL的能量引起的热传递时,通过因加工光EL的能量引起的热,构成工件W中的照射区域EA及与照射区域EA靠近的部分的材料熔融。熔融的材料变为液滴而飞散。或者,熔融的材料通过因加工光EL的能量引起的热而蒸发。其结果,工件W中的照射区域EA及与照射区域EA靠近的部分被去除。即,如图2的(b)所示,在工件W的表面形成凹部(换言之,槽部)。此时可以说,加工装置1是利用所谓的热加工的原理来对工件W进行加工。进而,当加工光EL扫描工件W的表面时,照射区域EA在工件W的表面上移动。其结果,如图2的(c)所示,沿着加工光EL的扫描轨迹(即,照射区域EA的移动轨迹),工件W的表面至少被局部去除。即,沿着加工光EL的扫描轨迹(即,照射区域EA的移动轨迹),工件W的表面被实质上削除。因此,加工装置1通过沿着与欲去除加工的区域对应的所期望的扫描轨迹来使加工光EL在工件W的表面上进行扫描,便可适当去除工件W中的欲去除加工的部分。

[0183] 另一方面,根据加工光EL的特性,加工装置1也可利用非热加工(例如,剥蚀(ablation)加工)的原理来对工件W进行加工。即,加工装置1也可对工件W进行非热加工(例如,剥蚀加工)。例如,当使用发光时间为皮秒(picosecond)以下(或者,根据情况为纳秒(nanosecond)或飞秒(femtosecond)以下)的脉冲光来作为加工光EL时,构成工件W中的照射区域EA及与照射区域EA靠近的部分的材料将瞬间蒸发及飞散。再者,当使用发光时间为皮秒以下(或者,根据情况为纳秒或飞秒以下)的脉冲光来作为加工光EL时,构成工件W中的照射区域EA及与照射区域EA靠近的部分的材料也有时不经过熔融状态而升华。因此,如表示通过非热加工进行加工的工件W的情形的剖面图即图3的(a)至图3的(c)所示,可一边极力抑制因加工光EL的能量引起的热对工件W的影响,一边在工件W的表面形成凹部(换言之,槽部)。

[0184] 为了进行此种去除加工,加工装置1如表示加工装置1的结构剖面图即图4所示,包括光源11、光学系统12、分色镜(dichroic mirror)13、光学系统14、回光防止装置15以及观察装置16。

[0185] 光源11可生成加工光EL。在加工光EL为激光光的情况下,光源11例如也可作为激光二极管(laser diode)。进而,光源11也可作为可脉冲振荡的光源。此时,光源11可生成脉冲光(例如,发光时间为皮秒以下的脉冲光)来作为加工光EL。光源11将所生成的加工光EL朝向光学系统12射出。再者,光源11也可射出直线偏光状态的加工光EL。

[0186] 光学系统12是供从光源11射出的加工光EL入射的光学系统。光学系统12是将入射至光学系统12的加工光EL朝向回光防止装置15射出的光学系统。即,光学系统12是将光源11射出的加工光EL导向回光防止装置15的光学系统。

[0187] 光学系统12也可对从光源11射出的加工光EL的状态进行控制,并且将状态受到控制的加工光EL朝向回光防止装置15射出。例如,光学系统12也可对加工光EL的束径(即,与加工光EL的行进方向交叉的面内的加工光EL的尺寸)进行控制。光学系统12也可通过控制加工光EL的束径,来控制工件W表面的加工光EL的束径(即,点径)。此时,光学系统12也可包括扩束器(beam expander)121。例如,光学系统12也可对从光学系统12射出的加工光的收敛度或发散度进行控制。由此,加工光EL的聚焦位置(例如,所谓的最优选聚焦(best

focus)位置)得到控制。此时,光学系统12也可包括聚焦透镜122。聚焦透镜122包含一个以上的透镜,且是如下所述的光学元件,即,用于通过对其至少一部分透镜的沿着光轴方向的位置进行调整,从而变更加工光EL的收敛度或发散度,以调整加工光EL的聚焦位置。再者,聚焦透镜122既可与扩束器121一体化,也可独立于扩束器121。例如,光学系统12也可对与加工光EL的行进方向交叉的面内的加工光EL的强度分布进行控制。此时,光学系统12也可包括可对加工光EL的强度分布进行控制的强度分布控制构件123。再者,由光学系统12所控制的加工光EL的状态除了加工光EL的聚焦位置、加工光EL的束径、加工光EL的收敛度或发散度、及加工光EL的强度分布以外,也可为加工光EL的脉冲长或脉冲数、加工光EL的强度、加工光EL的行进方向、加工光EL的偏光状态。

[0188] 分色镜13将从光学系统12经由回光防止装置15入射至分色镜13的加工光EL导向光学系统14。分色镜13对加工光及与所述加工光为不同波长的观察光(照明光IL及反射光ILr)中的其中一者进行反射而使另一者透过。图4所示的示例中,分色镜13通过将加工光EL朝向光学系统14反射,从而将加工光EL导向光学系统14。然而,分色镜13也可通过使加工光EL通过而将加工光EL导向光学系统14。

[0189] 光学系统14是用于将来自分色镜13的加工光EL照射至(即,导向)工件W的光学系统。为了将加工光EL照射至工件W,光学系统14包括检流镜141与f θ 透镜142。检流镜141使加工光EL偏向,以使来自f θ 透镜142的加工光EL扫描工件W(即,加工光EL所照射的照射区域EA在工件W的表面移动)。再者,也可取代检流镜141,或者除了检流镜141以外,还使用多面镜(polygon mirror)。检流镜141如表示光学系统14的结构的立体图即图5所示,包括X扫描镜141X与Y扫描镜141Y。X扫描镜141X将加工光EL朝向Y扫描镜141Y反射。X扫描镜141X能以 θ Y方向(即,绕Y轴的旋转方向)为轴而摆动或旋转。通过X扫描镜141X的摆动或旋转,加工光EL沿着X轴方向来扫描工件W的表面。通过X扫描镜141X的摆动或旋转,照射区域EA在工件W的表面上沿着X轴方向移动。Y扫描镜141Y将加工光EL朝向f θ 透镜142反射。Y扫描镜141Y能以 θ X方向(即,绕X轴的旋转方向)为轴而摆动或旋转。通过Y扫描镜141Y的摆动或旋转,加工光EL沿着Y轴方向来扫描工件W的表面。通过Y扫描镜141Y的摆动或旋转,照射区域EA在工件W的表面上沿着Y轴方向移动。f θ 透镜142是用于将来自检流镜141的加工光EL聚光至工件W上的光学元件。再者,X扫描镜141X也能以从 θ Y方向(即,绕Y轴的旋转方向)稍许倾斜的方向为轴而摆动或旋转,Y扫描镜141Y也能以从 θ X方向(即,绕X轴的旋转方向)稍许倾斜的方向为轴而摆动或旋转。再者,本例中,f θ 透镜142是射出面侧(工件W侧)远心(telecentric)的光学系统,但作为f θ 透镜142,也可并非为远心的光学系统。若f θ 透镜142是射出面侧(工件W侧)远心的光学系统,则存在下述优点,即,即使工件W的厚度(Z轴方向的尺寸)有所变化,加工光EL在XY面内的照射位置也不变。

[0190] 再次在图4中,回光防止装置15防止被工件W反射的加工光EL即回光ELr返回光学系统12及光源11。另一方面,回光防止装置15将光学系统12所射出的加工光EL导向分色镜13(即,导向工件W)。为了既防止回光ELr返回光学系统12及光源11,又将加工光EL导向分色镜13,回光防止装置15例如也可利用偏光。在使用此种利用偏光的回光防止装置15的情况下,优选为光源11射出直线偏光状态的加工光EL。再者,在光源11射出圆偏光状态的加工光EL的情况下,也可在光源11与回光防止装置15之间配置1/4波长板。回光防止装置15例如包括1/2波长板151、偏光分束器(polarizing beam splitter)152、1/4波长板153、1/2波长板

154以及射束扩散器 (beam diffuser) 155。1/2波长板151对来自光学系统12的加工光EL的偏光方向进行变更。例如,1/2波长板151将来自光学系统12的加工光EL的偏光方向变更为可通过偏光分束器152的方向。通过了1/2波长板151的加工光EL通过偏光分束器152。此处,为了便于说明,使用下述示例来进行说明,即,偏光分束器152使偏光分束器的偏光分离面让p偏光通过,另一方面使s偏光反射。即,使用通过偏光分束器152的加工光EL为p偏光的示例来进行说明。通过了偏光分束器152的加工光EL通过1/4波长板153而成为圆偏光。通过了1/4波长板153的加工光EL通过1/2波长板154。此处,1/2波长板151、1/4波长板153及1/2波长板154分别以加工光EL的行进方向为轴可旋转地设置。

[0191] 此外,来自1/2波长板154的加工光EL成为圆偏光而入射至分色镜13。回光防止装置15可将加工光EL导向分色镜13。另一方面,入射至回光防止装置15的回光ELr在通过了1/2波长板154后入射至1/4波长板153。此时,回光ELr是被工件W的表面反射的加工光EL,因此回光ELr的旋转方向相对于加工光EL的旋转方向而反转。因此,通过了1/4波长板153的回光ELr变为s偏光。其结果,通过了1/4波长板153的回光ELr被偏光分束器152反射。偏光分束器152所反射的回光ELr被射束扩散器155吸收。因此,回光防止装置15可防止回光ELr返回光学系统12及光源11。通过使用此回光防止装置15,照射至工件W的加工光EL成为圆偏光状态,因此可降低因直线偏光方向引起的加工特性的差异。此种加工特性的差异多根据工件W的材质或朝向工件W的入射角度而不同。因而,通过使用圆偏光状态的加工光EL来进行加工,可降低因工件W的材质或朝向工件W的入射角度的不同引起的加工结果的差异。再者,在利用直线偏光状态的加工光来对工件W进行加工的情况下,也可在1/4波长板154与工件W之间的光路中配置1/4波长板。

[0192] 观察装置16能以光学方式观察工件W表面的状态。例如,图4表示了观察装置16能以光学方式拍摄工件W的表面状态的示例。此时,观察装置16也可包括光源161、分束器162、陷波滤波器 (notch filter) 163以及拍摄元件164。光源161生成照明光IL。照明光IL为可见光,但也可为不可见光。然而,照明光IL的波长与加工光EL的波长不同。尤其,照明光IL的波长被设定为可通过分色镜13的波长。光源161将所生成的照明光IL朝向分束器162射出。分束器162将来自光源161的照明光IL的至少一部分朝向陷波滤波器163反射。陷波滤波器163是仅使入射的照明光IL中的一部分波长范围的光衰减的滤波器。再者,也可使用仅使入射的照明光IL中的一部分波长范围的光透过的带通滤波器 (band pass filter)。所述陷波滤波器163将通过陷波滤波器163的照明光IL的波长范围限制为可透过分色镜13的波长范围。分束器162所反射的照明光IL经由陷波滤波器163而入射至分色镜13。入射至分色镜13的照明光EL通过分色镜13。其结果,照明光IL经由光学系统14而照射至工件W的表面。即,照明光IL经由与加工光EL的光路至少局部重复的光路而照射至工件W的表面。照明光IL经由将来自光源11的加工光EL导向工件W的光学系统的一部分 (图4所示的示例中,为分色镜13及光学系统14) 而照射至工件W的表面。因而,图4所示的示例中,将来自光源11的加工光EL导向工件W的光学系统的一部分被共用作为将来自光源161的照明光IL导向工件W的光学系统的一部分。然而,将来自光源11的加工光EL导向工件W的光学系统与将来自光源161的照明光IL导向工件W的光学系统也可在光学上分离。被照射至工件W表面的照明光IL的至少一部分被工件W的表面反射。其结果,被工件W反射的照明光IL作为反射光ILr而入射至光学系统14。反射光ILr经由光学系统14而入射至观察装置16。入射至观察装置16的反射光ILr经由

陷波滤波器163而入射至分束器162。再者，也可将照明光IL与反射光ILr称作观察光。再者，陷波滤波器163被用作遮光构件，用于防止波长与观察光不同的加工光EL入射至观察装置16的内部（尤其是拍摄元件164）。入射至分束器162的反射光ILr的至少一部分通过分束器162而入射至拍摄元件164。其结果，观察装置16能以光学方式拍摄工件W的表面状态。

[0193] 观察装置16的观察结果（具体而言，拍摄结果）包含可确定工件W的状态的信息。因而，观察装置16也可被用于测量工件W的测量装置。尤其，观察装置16的观察结果（具体而言，拍摄结果）包含可确定工件W的形状（例如，工件W的表面形状）的信息。因而，观察装置16也可被用于测量工件W的形状的测量装置。此时可以说，加工装置1的一部分与用于测量工件W的测量装置（图4所示的示例中为观察装置16）的至少一部分共用。

[0194] 再次在图1中，测量装置2可在控制装置7的控制下，对测量对象物进行测量。测量对象物例如包含工件W。例如，测量装置2也可可为可对工件W的状态进行测量的装置。工件W的状态也可包含工件W的位置。工件W的位置也可包含工件W的表面位置。工件W的表面位置也可包含将工件W的表面细分化的各面部分在X轴方向、Y轴方向及Z轴方向中的至少一方向上的位置。工件W的状态也可包含工件W的形状（例如，三次元形状）。工件W的形状也可包含工件W的表面形状。工件W的表面形状也可除了所述工件W的表面位置以外或者取代于此，而包含将工件W的表面细分化的各面部分的方向（例如各面部分的法线方向，与各面部分相对于X轴、Y轴及Z轴中的至少一轴的倾斜量实质上等价）。工件W的状态也可包含工件W的尺寸（例如在X轴方向、Y轴方向及Z轴方向中的至少一方向上的尺寸）。与测量装置2的测量结果相关的测量信息从测量装置2输出至控制装置7。

[0195] 为了测量工件W，测量装置2也可包括测量曝射区域MSA的大小（换言之，广度）及测量分辨率中的至少一者不同的多个测量装置21。再者，本实施方式中的“测量曝射区域MSA”表示在将测量装置21与测量对象物（例如工件W）的位置关系予以固定的状态下（即，不变更），进行测量装置21的测量的区域（换言之，范围）（参照后述的图8及图9等）。再者，也可将测量曝射MSA称作测量装置2的可测量范围、可测量区（field）。图1表示测量装置2包括二个测量装置21（具体而言为测量装置21-1及测量装置21-2）的示例。然而，测量装置2也可包括单个测量装置21。多个测量装置21中的第一测量装置21的测量曝射区域MSA也可广于（即，也可大于）多个测量装置21中的与第一测量装置21不同的第二测量装置21的测量曝射区域MSA。另一方面，具有相对较广的测量曝射区域MSA的第一测量装置21的测量分辨率也可低于具有相对较窄的测量曝射区域MSA的第二测量装置21的测量分辨率。即，具有相对较窄的测量曝射区域MSA的第二测量装置21的测量分辨率也可高于具有相对较广的测量曝射区域MSA的第一测量装置21的测量分辨率。若以图1所示的示例而言，则测量装置21-1的测量曝射区域MSA也可广于测量装置21-2的测量曝射区域MSA，测量装置21-1的测量分辨率也可低于测量装置21-2的测量分辨率。作为满足此种条件的测量装置21-1及测量装置21-2的一例，可列举：使用将狭缝光投影至工件W的表面并且对所投影的狭缝光的形状进行测量的光截法来测量工件W的测量装置21-1；以及使用对经由工件W的白色光与未经由工件W的白色光的干涉图案进行测量的白色干涉法来测量工件W的测量装置21-2。测量装置21-2也可可为迈克生干涉仪（Michelson interferometer）、米劳干涉仪（Mirau interferometer）或林尼克干涉仪（Linnik interferometer）。再者，此处所说的白色光也可相对于单色光包括波长区间（频谱宽）的含义。然而，各测量装置21也可使用与光截法及白色干涉法不同的其他

方法来测量工件W。作为其他方法的一例,可列举图案投影法、飞行时间(timeofflight)法、云纹图(moire topography)法(具体而言,光栅照射法或光栅投影法)、全像(holographic)干涉法、自准直(auto collimation)法、立体(stereo)法、像散法、临界角法、刀锋(knifeedge)法、干涉测量法以及共焦法中的至少一种,所述图案投影法是将光图案投影至工件W的表面,对所投影的图案的形状进行测量,所述飞行时间法是将光投射至工件W的表面,根据直至所投射的光返回为止的时间来测定直至工件W为止的距离,并在工件W上的多个位置进行此测定。无论在何种情况下,测量装置21均也可包括光源及受光器,所述光源射出测量光(例如狭缝光或白色光),所述受光器接受来自被照射有测量光的工件W的光(例如测量光的反射光)。受光器既可包含单个光检器(photo detector),也可包含沿一次元方向排列的多个光检器,还可包含沿二次元方向排列的多个光检器。

[0196] 载台装置3被配置(即,设置)于加工装置1及测量装置2的下方(即,-Z侧)。载台装置3包括平台31及载台32。平台31被配置于框体4的底面上(或,载置框体4的地板面等支撑面上)。在平台31上,配置载台32。在框体4的底面或载置框体4的地板面等支撑面与平台31之间,也可设置有未图示的防振装置,用于降低平台31的振动向载台32的传递。进而,在平台31上,也可配置有支撑加工装置1及测量装置2的支撑框架8。即,加工装置1及测量装置2(进而,载台32)也可由相同的平台31予以支撑。然而,加工装置1的至少一部分也可不配置于平台31上。而且,测量装置2的至少一部分也可不配置于平台31上。加工装置1的至少一部分与测量装置2的至少一部分也可配置于各不相同的平台(或者其他的支撑面)上。再者,测量系统SYS也可省略平台31而构成。此时,也可在框体4的规定结构上设置载台32。

[0197] 载台32既可包含石英玻璃,也可包含其他材料(例如花岗岩(granite)等石材、金属、陶瓷等)。在载台32上,载置工件W。具体而言,载台32的表面包含可载置工件W的载置面321。载置面321是与XY平面平行的面。工件W被载置于载置面321上。此时,载台32也可不保持所载置的工件W。或者,载台32也可保持所载置的工件W。例如,载台32也可通过真空吸附和/或静电吸附工件W来保持工件W。再者,图1表示在载台32的载置面321形成有用于真空吸附工件W的至少一个开口322的示例。载台32通过经由所述开口322来抽吸工件W的背面,从而真空吸附工件W。

[0198] 载台32可在控制装置7的控制下,保持载置有工件W的状态而在平台31上移动。载台32可相对于平台31、加工装置1及测量装置2中的至少一者而移动。载台32可沿着X轴方向及Y轴方向分别移动。此时,载台32可沿着与XY平面平行的载台行走面而移动。载台32也可进而沿着Z轴方向、 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向中的至少一方向而移动。为了使载台32移动,载台装置3包括载台驱动系统33。载台驱动系统33例如使用任意马达(例如线性马达(linear motor)等)来使载台32移动。进而,载台装置3为了测量载台32的位置而包括位置测量器34。位置测量器34例如也可包含编码器(encoder)及激光干涉仪中的至少一者。

[0199] 当载台32移动时,载台32(进而,载置于载台32的工件W)、加工装置1与测量装置2的位置关系发生变化。即,当载台32移动时,载台32(进而,载置于载台32的工件W)相对于加工装置1及测量装置2的位置发生变化。因而,使载台32移动,等价于变更载台32(进而,载置于载台32的工件W)、加工装置1与测量装置2的位置关系。

[0200] 也可使载台32移动,以使得在加工装置1对工件W进行加工的加工期间的至少一部分,工件W的至少一部分位于加工曝射区域PSA内。也可使载台32移动,以使得在加工期间的

至少一部分,加工曝射区域PSA位于工件W上。再者,本实施方式中的“加工曝射区域PSA”,表示在将加工装置1与加工对象物(例如工件W)的位置关系予以固定的状态下(即,不变更),进行加工装置1的加工作业的区域(换言之,范围)。典型而言,加工曝射区域PSA如图5所示,被设定为与在将加工装置1与加工对象物的位置关系予以固定的状态下通过检流镜141而偏向的加工光EL的扫描范围一致、或者较所述扫描范围为窄的区域。换言之,加工曝射区域PSA被设定为与在将加工装置1与加工对象物的位置关系予以固定的状态下被照射加工光EL的照射区域EA可移动的范围一致、或者较所述范围为窄的区域。因此,加工曝射区域PSA成为以加工装置1为基准而定的区域(即,与加工装置1具有规定位置关系的区域)。当工件W的至少一部分位于加工曝射区域PSA内(即,加工曝射区域PSA位于工件W上)时,加工装置1可将加工光EL照射至位于加工曝射区域PSA内的工件W的至少一部分。其结果,工件W的至少一部分在被载置于载台32上的状态(或者,被保持于载台32的状态)下,由加工装置1所照射的加工光EL进行加工。再者,在工件W大至工件W无法整体位于加工曝射区域PSA内的程度的情况下,在工件W中的第一部分包含于加工曝射区域PSA内的状态下对第一部分进行加工,随后,载台32移动(进而,根据需要,通过后述的驱动系统5来使加工装置1移动),以使工件W中的与第一部分不同的第二部分包含于加工曝射区域PSA,随后,对工件W中的第二部分进行加工。以后,重复同样的动作,直至工件W的加工完成为止。

[0201] 也可使载台32移动,以使得在测量装置2测量工件W的测量期间的至少一部分,工件W的至少一部分位于测量曝射区域MSA内。也可使载台32移动,以使得在测量期间的至少一部分,测量曝射区域MSA位于工件W上。例如,在测量装置2包括使用光截法的测量装置21-1及使用白色干涉法的测量装置21-2的情况下,典型的是,测量曝射区域MSA被设定为在将测量装置2与测量对象物的位置关系予以固定的状态下与可照射用于光截法的狭缝光和/或用于白色干涉法的白色光的范围(例如狭缝光和/或白色光的扫描范围)一致、或者较所述范围为窄的范围。测量曝射区域MSA也可被设定为,与在将测量装置2与测量对象物的位置关系予以固定的状态下接受来自被照射有狭缝光和/或白色光的工件W的光的受光器的受光面(例如单个光检器、或者沿一次元方向或二次元方向排列的多个光检器的受光面)对应的范围。因此,测量曝射区域MSA成为以测量装置2为基准而定的区域(即,与测量装置2具有规定位置关系的区域)。在工件W的至少一部分位于测量曝射区域MSA内(即,测量曝射区域MSA位于工件W上)的情况下,测量装置2可对位于测量曝射区域MSA内的工件W的至少一部分进行测量。即,工件W的至少一部分在被载置于载台32上的状态(或,被保持于载台32的状态)下,由测量装置2进行测量。再者,在工件W大至工件W无法整体位于测量曝射区域MSA内的程度的情况下,在工件W中的第一部分包含于测量曝射区域MSA的状态下对第一部分进行测量,随后,载台32移动(进而,根据需要,通过后述的驱动系统6来使测量装置2移动),以使工件W中的与第一部分不同的第二部分包含于测量曝射区域MSA,随后,对工件W中的第二部分进行测量。以后,重复同样的动作,直至工件W的测量完成为止。在使用光截法的测量装置21-1中,测量曝射区域MSA典型的是沿规定方向伸展的狭缝形状,因此也可沿着与所述狭缝的长边方向交叉的方向而通过载台32来使工件W移动并进行工件W的测量。

[0202] 载台32也可在载台32上载置有工件W的状态下,在加工曝射区域PSA与测量曝射区域MSA之间移动。载台32也可在载台32上载置有工件W的状态下移动,以使得工件W在加工曝射区域PSA与测量曝射区域MSA之间移动。即,也可为,工件W除了加工装置1对工件W进行加

工的加工期间及测量装置2对工件W进行测量的测量期间以外,在工件W在加工曝射区域PSA与测量曝射区域MSA之间移动的移动期间内,也保持被载置于载台32的状态。工件W也可在加工装置1对工件W的加工与测量装置2对工件W的测量之间,保持被载置于载台32的状态。工件W也可在从加工装置1对工件W的加工直至测量装置2对工件W的测量为止的期间,保持被载置于载台32的状态。工件W也可在从测量装置2对工件W的测量直至加工装置1对工件W的加工为止的期间,保持被载置于载台32的状态。换言之,在从加工装置1对工件W的加工完成直至测量装置2对工件W的测量开始为止的期间、或者在从测量装置2对工件W的测量完成直至加工装置1对工件W的加工开始为止的期间,也可不从载台32拆下工件W。

[0203] 在载台32保持工件W的情况下,在加工期间的至少一部分由载台32保持工件W的保持形态、与在测量期间的至少一部分由载台32保持工件W的保持形态也可相同。作为保持形态的一例,可列举载台32保持工件W的力。在载台32通过真空吸附工件W来保持工件W的情况下,载台32保持工件W的力依存于经由开口322的排气速度。此时,为了使载台32保持工件W的力变得相同,加工期间内的排气速度与测量期间内的排气速度也可为相同。在载台32通过静电吸附工件W来保持工件W的情况下,载台32保持工件W的力依存于施加至电极的电压。此时,为了使载台32保持工件W的力变得相同,在加工期间内施加至静电吸附用电极的电压与在测量期间内施加至静电吸附用电极的电压也可为相同。然而,在加工期间的至少一部分由载台32保持工件W的保持形态与在测量期间的至少一部分由载台32保持工件W的保持形态也可不同。而且,也可在工件W上放置配重(weight)。尤其在工件W为轻量或小型的情况下有效。

[0204] 再者,载台32也可具有多个载台32。

[0205] 再者,本例中,加工装置1与测量装置2是沿着载台32的移动方向而配置。例如,若载台32的移动方向至少为Y方向,则加工装置1与测量装置2沿着Y方向而排列配置。此处,加工装置1与测量装置2也可沿着与载台32的移动方向交叉的方向而配置。

[0206] 而且,本例中,加工装置1及测量装置2是沿着与加工装置1的加工光EL的扫描方向交叉的方向而配置。例如,若加工装置1的加工光EL的扫描方向为X方向,则加工装置1与测量装置2沿着与X方向交叉的Y方向而排列配置。此处,加工装置1与测量装置2也可在沿着加工光EL的扫描方向的方向上配置。

[0207] 框体4在相对于框体4的外部空间而隔开的内部的收容空间SP,收容加工装置1、测量装置2及载台装置3。即,本实施方式中,加工装置1、测量装置2及载台装置3被配置于相同的框体4中。加工装置1、测量装置2及载台装置3被配置于相同的收容空间SP内。在载台装置3的载台32上载置有工件W的情况下,框体4在其内部的收容空间SP内收容工件W。即,加工装置1、测量装置2及工件W被配置于相同的收容空间SP内。然而,加工装置1的至少一部分也可不配置于收容空间SP内。加工装置1的至少一部分也可不配置于框体4的外部。测量装置2的至少一部分也可不配置于收容空间SP内。测量装置2的至少一部分也可不配置于框体4的外部。载台装置3的至少一部分也可不配置于收容空间SP内。载台装置3的至少一部分也可不配置于框体4的外部。

[0208] 如此,加工装置1、测量装置2及载台装置3(进而,工件W)被配置于相同的收容空间SP内,因此,载台32在载台32上载置有工件W的状态下,可在加工曝射区域PSA与测量曝射区域MSA之间移动。进而,在加工期间的至少一部分及测量期间的至少一部分这两期间,可由

相同的框体4继续收容工件W。换言之,在加工期间的至少一部分及测量期间的至少一部分这两期间,工件W可继续位于相同的框体4的内部。

[0209] 驱动系统5在控制装置7的控制下,使加工装置1移动。驱动系统5使加工装置1相对于平台31、载台32及载置于载台32的工件W中的至少一者而移动。驱动系统5也可使加工装置1相对于测量装置2而移动。驱动系统5使加工装置1沿着X轴方向、Y轴方向、Z轴方向、 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向中的至少一方向而移动。驱动系统5例如包含马达等。进而,加工系统SYS包括位置测量器51,所述位置测量器51可对驱动系统5所移动的加工装置1的位置进行测量。位置测量器51例如也可包含编码器及激光干涉仪中的至少一者。

[0210] 当驱动系统5使加工装置1移动时,照射区域EA及加工曝射区域PSA在工件W上移动。因而,驱动系统5通过使加工装置1移动,从而可变更工件W与照射区域EA及加工曝射区域PSA的位置关系。然而,由于载台32可移动,因而即使加工装置1并非可移动,仍可变更工件W与照射区域EA及加工曝射区域PSA的位置关系。因此,加工装置1也可并非为可移动。此时,加工系统SYS也可不包括驱动系统5。

[0211] 而且,本实施方式中,载台32可沿XY方向移动,因而也可为,加工装置1可沿Z轴方向移动。此时,也可通过加工装置1朝向Z轴方向的移动,来进行加工光EL的聚焦位置的控制、观察装置16的焦点位置的控制。

[0212] 驱动系统6在控制装置7的控制下,使测量装置2移动。驱动系统6使测量装置2相对于平台31、载台32及载置于载台32的工件W中的至少一者而移动。驱动系统6也可使测量装置2相对于加工装置1而移动。驱动系统6使测量装置2沿着X轴方向、Y轴方向、Z轴方向、 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向中的至少一方向而移动。驱动系统6例如包含马达等。进而,加工系统SYS包括位置测量器61,所述位置测量器61可对驱动系统6所移动的测量装置2的位置进行测量。位置测量器61例如也可包含编码器及激光干涉仪中的至少一者。

[0213] 当驱动系统6使测量装置2移动时,测量曝射区域MSA在工件W上移动。因而,驱动系统6通过使测量装置2移动,从而可变更工件W与测量曝射区域MSA的位置关系。然而,由于载台32可移动,因而即使测量装置2并非可移动,仍可变更工件W与测量曝射区域MSA的位置关系。因此,测量装置2也可并非为可移动。此时,加工系统SYS也可不包括驱动系统6。

[0214] 而且,本实施方式中,载台32可沿XY方向移动,因而也可为,测量装置2可沿Z轴方向移动。此时,也可通过测量装置2朝向Z轴方向的移动,来进行测量装置2的焦点位置的控制。

[0215] 再者,在测量装置2包括多个测量装置21的情况下,驱动系统6既可使多个测量装置21统一移动,也可使各测量装置21个别地移动。

[0216] 控制装置7控制加工系统SYS的动作。控制装置7例如也可包含中央处理器(Central Processing Unit,CPU)及图形处理单元(Graphics Processing Unit,GPU)中的至少一者与存储器。尤其,在本实施方式中,控制装置7设定工件W的加工条件,并且控制加工装置1、测量装置2、载台装置3、驱动系统5及驱动系统6,以按照所设定的加工条件来对工件W进行加工。再者,控制装置7也可并非配置于加工系统SYS的内部,例如,也可在加工系统SYS外作为伺服器(server)等而配置。此时,控制装置7与加工系统SYS也可利用有线、无线等通信线路而连接。

[0217] (2) 加工系统SYS的动作

[0218] 继而,对加工系统SYS所进行的动作进行说明。

[0219] (2-1) 加工动作

[0220] 首先,一边参照图6,一边对加工系统SYS所进行的动作之一即加工动作(即,对工件W进行加工的动作)进行说明。图6是表示加工系统SYS所进行的加工动作的流程的流程图。

[0221] 如图6所示,将预定要通过加工装置1进行加工的工件W新载置于载台32上(步骤S101)。即,将未加工的工件W新载置于载台32上。例如,从框体4的外部将未加工的工件W搬送至框体4内部的收容空间SP,随后,将搬送至收容空间SP的工件W新载置于载台32。再者,工件W也可由载台32予以保持。

[0222] 本实施方式中,为了便于说明,如表示未加工的工件W的剖面的剖面图即图7的(a)及表示未加工的工件W的上表面的平面图即图7的(b)所示,使用在表面形成有朝+Z侧突出的突起 W_p 的工件W作为一例,来进行加工动作的说明。尤其,在本实施方式中,使用以去除突起 W_p 的方式对工件W进行的加工动作作为一例,来说明加工动作。然而,加工系统SYS可通过进行基于图6所示的流程图的加工动作,来对具有与图7的(a)及图7的(b)所示的工件W不同的形状的任意工件进行加工。

[0223] 将工件W载置于载台32后,测量装置2所包括的测量装置21-1测量工件W(步骤S111)。具体而言,首先,载台32和/或测量装置21-1移动,以使工件W整体(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21-1的测量曝射区域MSA内。随后,测量装置21-1测量工件W。由于测量装置21-1的测量曝射区域MSA广于测量装置2-12的测量曝射区域MSA,因此在本实施方式中为了便于说明,将借助测量装置21-1所进行的测量称作“广域测量”。

[0224] 进行广域测量的测量装置21-1的测量曝射区域MSA的外缘也可如表示测量曝射区域MSA与工件W的位置关系的一例的平面图即图8所示,具有可包含工件W的整个表面的程度的大小。XY平面(或者沿着工件W表面的面,以下相同)内的测量装置21-1的测量曝射区域MSA的外缘大小既可较XY平面内的工件W的表面的外缘大小为大,或者也可为相同。此时,在载台32移动以使工件W位于测量曝射区域MSA内之后,即使载台32及测量装置21-1不移动,测量装置21-1也能完成工件W的广域测量。

[0225] 或者,测量装置21-1的测量曝射区域MSA的外缘也可如表示测量曝射区域MSA与工件W的位置关系的另一例的平面图即图9所示,具有可包含工件W的一部分表面、另一方面无法包含工件W的另一部分表面的程度的大小。XY平面内的测量装置21-1的测量曝射区域MSA的外缘大小也可较XY平面内的工件W表面的外缘大小为小。此时,重复下述动作,即:每当在载台32移动以使工件W的一部分位于测量曝射区域MSA内之后,如上所述,测量装置21-1完成工件W中的位于测量曝射区域MSA内的部分的测量时,载台32和/或测量装置21-1移动,以使工件W中的测量装置21-1尚未测量的其他部分位于测量曝射区域MSA内。即,重复下述动作:每当测量装置21-1完成工件W中的位于测量曝射区域MSA内的部分的测量时,使测量曝射区域MSA相对于工件W的表面而沿着X轴方向及Y轴方向中的至少一方向移动。

[0226] 此时,如表示相对于工件W的表面而移动的测量曝射区域MSA的移动轨迹的一例的平面图即图10的(a)所示,测量曝射区域MSA也能以移动前的测量曝射区域MSA与移动后的测量曝射区域MSA不重复的方式而移动。即,测量曝射区域MSA也能以包含工件W表面的第一部分的测量曝射区域MSA、与包含工件W表面的跟第一部分邻接的第二部分的测量曝射区域

MSA不重复的方式而移动。测量曝射区域MSA也能以移动前的测量曝射区域MSA中所含的工件W表面的第一部分、与移动后的测量曝射区域MSA中所含的工件W表面的第二部分不重复的方式而移动。或者,如表示相对于工件W的表面而移动的测量曝射区域MSA的移动轨迹的一例的平面图即图10的(b)所示,测量曝射区域MSA也能以移动前的测量曝射区域MSA与移动后的测量曝射区域MSA局部重复的方式而移动。即,测量曝射区域MSA也能以包含工件W表面的第一部分的测量曝射区域MSA、与包含工件W表面的跟第一部分邻接的第二部分的测量曝射区域MSA局部重复的方式而移动。测量曝射区域MSA也能以移动前的测量曝射区域MSA中所含的工件W表面的第一部分、与移动后的测量曝射区域MSA中所含的工件W表面的第二部分局部重复的方式而移动。再者,上述中,是使工件W相对于测量曝射区域MSA而移动,但例如也可通过测量装置21-1的移动来使测量曝射区域MSA相对于工件W而移动。

[0227] 再次在图6中,进行了工件W的广域测量后,控制装置7判定表示测量装置21-1的测量结果的广域测量信息是否存在缺损(步骤S112)。此处所述的缺损是指广域测量信息中未包含与工件W表面的某部分的测量结果相关的信息。若步骤S112中的判定结果是判定为广域测量信息存在缺损(步骤S112:是(Yes)),则控制装置7使用现有的数据插值法等,来对缺损的信息进行插值(步骤S113)。或者,控制装置7也可控制测量装置21-1等,以再次测量工件W中的与缺损的信息对应的部分。此时,也可改变测量装置21-1的测量条件(例如波长或测量装置21-1的方向等)来再次测量。

[0228] 随后,控制装置7基于广域测量信息而生成工件W的三次元模型数据(步骤S114)。以下,为了便于说明,将基于广域测量信息的三次元模型数据称作“广域3D模型数据”。再者,在步骤S101中,若是已生成广域3D模型数据的工件W被新载置于载台32,则测量装置21-1也可不在步骤S111中进行广域测量。具体而言,也可不进行用于生成广域3D数据的步骤S111至步骤S114的动作。此时,也可使用已生成的广域3D数据来进行步骤S115以下的动作。

[0229] 随后,控制装置7确定工件W在载台32移动时所用的坐标系(以下,称作“载台坐标系”)内的位置(步骤S115)。具体而言,测量装置21-1在进行步骤S111中的广域测量时,对预先形成于载台32表面(或者平台31等其他构件)的基准标记(例如后述的开口93d(参照图39的(a)及图39的(b))、标识AM(参照图49的(a)至图49的(d))或除此以外的任意标记)。与基准标记的测量结果相关的信息包含与基准标记的位置相关的信息。因此,控制装置7可基于包含基准标记的测量结果的广域测量信息,来确定基准标记与工件W的位置关系。进而,由于在载台32形成有基准标记(即,基准标记与载台32的位置关系已被固定),因而控制装置7可基于与由位置测量器34所测量的载台32的位置(即,在载台坐标系内的位置)相关的信息、及与基准标记和载台32的位置关系相关的信息,来确定基准标记在载台坐标系内的位置。其结果,控制装置7可基于与基准标记在载台坐标系内的位置相关的信息、及与通过广域测量所测量出的基准标记和工件W的位置关系相关的信息,来确定工件W在载台坐标系内的位置。再者,也可取代对载台32的基准标记的测量,而测量载台32的特征点。

[0230] 随后,控制装置7对工件W中的加工装置1应实际加工的加工对象区域TA进行设定(步骤S116)。例如,控制装置7也可根据对基于在步骤S114中生成的广域3D模型数据的工件W的三次元模型进行了确认的加工系统SYS的用户指示(例如,设定加工对象区域TA的指示),来设定加工对象区域TA。或者,例如,控制装置7也可确定工件W中的满足规定的特定条件的部分,并且设定包含所确定的部分的加工对象区域TA。具体而言,例如,若设定有“将沿

着Z轴方向比周围的面突出规定量以上的面设定为加工对象区域TA”这一特定条件,则控制装置7也可确定工件W中的沿着Z轴方向比周围的面突出规定量以上的面,并且设定包含所确定的面的加工对象区域TA。再者,以下的说明中,如表示加工对象区域TA与工件W的位置关系的一例的剖面图即图11的(a)、以及表示加工对象区域TA与工件W的位置关系的一例的平面图即图11的(b)所示,使用设定包含突起Wp的加工对象区域TA的示例来进行说明。

[0231] 随后,测量装置2所包括的测量装置21-2对工件W中的包含于加工对象区域TA的部分即加工对象部分W_target进行测量(步骤S121)。再者,图11的(a)及图11的(b)所示的示例中,加工对象部分W_target与突起Wp一致(或者,包含突起Wp的至少一部分)。具体而言,首先,载台32和/或测量装置21-2移动,以使加工对象区域TA整体(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21-2的测量曝射区域MSA内。即,载台32移动,以使加工对象部分W_target整体(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21-2的测量曝射区域MSA内。随后,测量装置21-2对加工对象部分W_target进行测量。由于测量装置21-2的测量分辨率高于测量装置21-1的测量分辨率,因此在本实施方式中为了便于说明,将借助测量装置21-2所进行的测量称作“精密(fine)测量”。

[0232] 进行精密测量的测量装置21-2的测量曝射区域MSA的外缘也可具有可包含整个加工对象区域TA的程度的大小。XY平面内的测量装置21-2的测量曝射区域MSA的外缘大小既可较XY平面内的加工对象区域TA的外缘大小为大,或者也可为相同。此时,在载台32移动以使加工对象区域TA位于测量曝射区域MSA内之后,即使载台32及测量装置21-2不移动,测量装置21-2也可完成加工对象部分W_target的广域测量。

[0233] 或者,进行精密测量的测量装置21-2的测量曝射区域MSA的外缘也可具有无法包含整个加工对象区域TA的程度的大小。XY平面内的测量装置21-2的测量曝射区域MSA的外缘大小也可较XY平面内的加工对象区域TA的外缘大小为小。此时,重复下述动作,即:每当在载台32移动以使加工对象部分W_target位于测量曝射区域MSA内之后,如上所述,测量装置21-2完成加工对象部分W_target中的位于测量曝射区域MSA内的部分的测量时,载台32和/或测量装置21-2移动,以使加工对象部分W_target中的测量装置21-2尚未测量的其他部分位于测量曝射区域MSA内。即,重复下述动作:每当测量装置21-2完成加工对象部分W_target中的位于测量曝射区域MSA内的部分的测量时,使测量曝射区域MSA相对于工件W的表面而移动。此时,测量装置21-2的测量曝射区域MSA也可与测量装置21-1的测量曝射区域MSA同样地,以移动前的测量曝射区域MSA与移动后的测量曝射区域MSA不重复的方式而移动。或者,测量曝射区域MSA也能以移动前的测量曝射区域MSA与移动后的测量曝射区域MSA局部重复的方式而移动。

[0234] 在进行了工件W的精密测量后,控制装置7基于表示测量装置21-2的测量结果的精密测量信息,来生成加工对象部分W_target的三次元模型数据(步骤S122)。以下,为了便于说明,将基于精密测量信息的三次元模型数据称作“精密3D模型数据”。再者,在步骤S101中,若是已生成精密3D模型数据的工件W被新载置于载台32,则测量装置21-2也可不在步骤S121中进行精密测量。具体而言,也可不进行用于生成精密3D数据的步骤S121至步骤S122的动作。此时,也可使用已生成的精密3D数据来进行步骤S123以下的动作。此时,精密3D数据也可使用3D-计算机辅助设计(Computer Aided Design,CAD)而生成。

[0235] 进而,控制装置7确定加工对象部分W_target在载台坐标系内的位置(步骤S123)。

再者,确定加工对象部分W_target在载台坐标系内的位置的动作只要与确定工件W在载台坐标系内的位置的动作(图6的步骤S116)同样地进行即可,因此省略其详细说明。

[0236] 随后,控制装置7以规定的切片间距来对精密3D模型数据进行切片处理,以制作切片数据,所述切片数据相当于被切片成层状的加工对象部分W_target的三次元模型数据(步骤S124)。具体而言,首先,控制装置7指定基准去除厚度量,所述基准去除厚度量是表示通过加工光EL的一次扫描而去除的去除部分的厚度(即,Z轴方向上的长度)的参数。基准去除厚度量依存于加工光EL的特性。加工光EL的特性例如也可包含加工光EL的总能量的量(例如,从加工光EL传递至工件W的能量的总量)、加工光EL的每单位面积的能量的量(例如,从加工光EL传递至工件W的每单位面积的能量的量,所谓的通量(fluence))、加工光EL的每单位时间的能量的量(例如,从加工光EL传递至工件W的每单位时间的能量的量)、加工光EL所照射的照射区域EA的尺寸及加工光EL的照射时间中的至少一者。加工光EL的特性也可包含加工光EL的聚焦位置、束径(或者点径)及偏光状态中的至少一者。在加工光EL为脉冲光的情况下,加工光EL的特性也可包含每单位时间的脉冲数。因而,控制装置7基于加工装置1所照射的加工光EL的特性,来指定基准去除厚度量。随后,控制装置7以相当于基准去除厚度量的切片间距来对精密3D模型数据进行切片处理。其结果,生成切片数据,所述切片数据相当于通过在Z轴方向上对加工对象部分W_target进行切片而获得的多个层状结构部分SL的三次元模型数据。即,如表示加工对象部分W_target及多个层状结构部分SL的剖面的剖面图即图12所示,控制装置7生成包含多个三次元模型数据的切片数据,所述多个三次元模型数据与通过沿着Z轴方向予以层叠而构成加工对象部分W_target的多个层状结构部分SL分别对应。再者,多个层状结构部分SL是数据上的假想性者。

[0237] 各层状结构部分SL可视为相当于去除部分,所述去除部分是通过在将Z轴方向上的工件W与加工装置1的位置关系(尤其是工件W与加工光EL的聚焦位置的位置关系)予以固定的状态下进行的加工光EL的扫描而被去除的部分。因而,可视为加工装置1依序去除多个层状结构部分SL。具体而言,首先,通过加工装置1,将相当于最上层的层状结构部分SL#1的部位予以去除。随后,载台32和/或加工装置1移动,以使加工装置1相对于工件W而以基准去除厚度量靠近。或者,控制光学系统12,以使加工光EL的聚焦位置相对于工件W而以基准去除厚度量靠近。随后,通过加工装置1,将相当于层状结构部分SL#1下一层的层状结构部分SL#2的部位予以去除。以下,重复同样的动作,直至相当于所有层状结构部分SL的部位被去除为止。

[0238] 此时,切片数据也可表示在去除各层状结构部分SL的过程中,在加工对象区域TA内实际进行去除加工的区域。即,切片数据也可表示在去除各层状结构部分SL的过程中,加工对象区域TA内的进行去除加工的预定区域。在加工对象区域TA内实际进行去除加工的区域中,存在相当于层状结构部分SL的实际部位。因而,切片数据也可表示下述部位所处的区域,所述部位相当于在去除相当于各层状结构部分SL的部位的时间点,在加工对象区域TA内应实际去除的层状结构部分SL。对于在加工对象区域TA内实际进行去除加工的区域,实际照射加工光EL。另一方面,对于加工对象区域TA内未实际进行去除加工的位置(即,未预定进行去除加工的区域),不照射加工光EL。因此,切片数据也可表示在去除各层状结构物SL的过程中,在加工对象区域TA内实际照射照射光EL的区域。即,切片数据也可表示在去除各层状结构物SL的过程中,加工对象区域TA内的照射光EL的照射预定区域。例如,图13的

(a) 示意性地表示了下述示例,即,切片数据表示在去除相当于层状结构部分SL#1的部位的过程中,在加工对象区域TA内实际进行去除加工的区域。图13的(b)示意性地表示了下述示例,即,切片数据表示在去除相当于层状结构部分SL#2的部位的过程中,在加工对象区域TA内实际进行去除加工的区域。图13的(c)示意性地表示了下述示例,即,切片数据表示在去除相当于层状结构部分SL#3的部位的过程中,在加工对象区域TA内实际进行去除加工的区域。图13的(d)示意性地表示了下述示例,即,切片数据表示在去除相当于层状结构部分SL#n(其中,n为层状结构部分SL的数)的部位的过程中,在加工对象区域TA内实际进行去除加工的位置。

[0239] 再次在图6中,随后,控制装置7基于在步骤S124中生成的切片数据,来设定对工件W进行去除加工时的加工条件(步骤S125)。具体而言,控制装置7设定加工条件,所述加工条件规定为了适当去除工件W中的加工对象部分W_target而求出的加工装置1、载台装置3和/或驱动系统5的动作内容。因而,只要加工装置1、载台装置3和/或驱动系统5基于在步骤S125中设定的加工条件来进行动作,便可适当去除工件W中的加工对象部分W_target。

[0240] 加工条件也可包含与对工件W进行加工的加工装置1相关的第一条件。第一条件也可包含与所述加工光EL的特性相关的条件。第一条件也可包含与加工光EL的照射位置相关的条件。第一条件也可包含与加工光EL的照射时机(timing)(例如,启动加工光EL的时机和/或关闭加工光EL的时机)相关的条件。第一条件也可包含与工件W上的照射区域EA的大小和/或形状相关的条件。在加工光EL为脉冲光的情况下,第一条件也可包含与脉冲的频率相关的条件。在加工光EL在工件W上进行扫描的情况下,第一条件也可包含与扫描速度相关的条件。在加工光EL为脉冲光且加工光EL在工件W上进行扫描的情况下,第一条件也可包含与加工光EL的多个照射位置间的间隔(曝射间隔)相关的条件。在加工光EL为脉冲光的情况下,第一条件也可包含与脉冲数相关的条件。在加工光EL为脉冲光的情况下,第一条件也可包含与脉宽(时间上的宽度)相关的条件。在加工光EL沿着多个扫描线而在工件W上进行扫描的情况下,第一条件也可包含与扫描线的间距相关的条件。第一条件也可包含与加工装置1的移动相关的条件(换言之,与使加工装置1移动的驱动系统5相关的条件)。与加工装置1的移动相关的条件也可包含与加工装置1的移动方向、移动量、移动速度及移动时机中的至少一者相关的条件。

[0241] 加工条件也可包含与载置工件W的载台装置3相关的第二条件。第二条件也可包含与载台32的移动相关的条件(换言之,与使载台32移动的载台驱动系统33相关的条件)。与载台32的移动相关的条件也可包含与载台32的移动方向、移动量、移动速度及移动时机中的至少一者相关的条件。当加工装置1和/或载台32移动时,加工装置1与载置于载台32的工件W的位置关系发生变化。因此,加工条件也可包含与加工装置1和工件W的位置关系相关的条件。当加工装置1与工件W的位置关系发生变化时,加工曝射区域PSA及照射区域EA与工件W的位置关系发生变化。因此,加工条件也可包含与加工曝射区域PSA及照射区域EA和工件W的位置关系相关的条件。再者,加工条件也可使用后述的初始设定动作来规定。

[0242] 随后,加工装置1开始工件W的去除加工(步骤S131)。具体而言,载台32和/或加工装置1移动,以使加工对象区域TA位于加工装置1的加工曝射区域PSA内。即,载台32和/或加工装置1移动,以使工件W从测量曝射区域MSA朝向加工曝射区域PSA移动。载台32和/或加工装置1移动,以使工件W从测量装置2的下方位置朝向加工装置1的下方位置移动。此时,如上

所述,可保持在载台32上载置有工件W的状态。随后,控制装置7基于在步骤S125中设定的加工条件来控制加工装置1、载台装置3及驱动系统5,以依序去除与多个层状结构部分SL对应的部位。其结果,多个层状结构部分SL被依序去除。例如,如表示加工对象部分W_target被去除的情形的剖面图即图14所示,加工装置1对在加工对象区域TA内实际进行去除加工的位置(即,层状结构部分SL所处的位置)照射加工光EL。其结果,照射有加工光EL的层状结构部分SL被去除。

[0243] 加工曝射区域PSA的外缘也可具有可包含整个加工对象区域TA的程度的大小。XY平面内的加工曝射区域PSA的外缘大小既可较XY平面内的加工对象区域TA的外缘大小为大,或者也可为相同。此时,在载台32移动以使加工对象区域TA位于加工曝射区域PSA内之后,即使载台32及加工装置1不移动,加工装置1也可完成工件W的加工。

[0244] 或者,加工曝射区域PSA的外缘也可具有可包含加工对象区域TA的一部分、另一方面无法包含加工对象区域TA的另一部分的程度的大小。XY平面内的加工曝射区域PSA的外缘大小也可较XY平面内的加工对象区域TA的外缘大小为小。此时,重复下述动作,即:每当在载台32移动以使加工对象区域TA的一部分位于加工曝射区域PSA内之后,加工装置1完成某层状结构部分SL中的位于加工曝射区域PSA内的部分的去除加工时,载台32和/或加工装置1移动,以使相同的层状结构部分SL中的加工装置1尚未进行去除加工的其他部分位于加工曝射区域PSA内。即,重复下述动作:每当加工装置1完成某层状结构部分SL中的位于加工曝射区域PSA内的部分的去除加工时,使加工曝射区域PSA相对于工件W而沿着X轴方向及Y轴方向中的至少一方向移动。

[0245] 本实施方式中,尤其也可每当加工对象部分W_target被加工了所需量时,评价是否适当进行了加工对象部分W_target的去除加工。例如,也可每当去除了一个层状结构部分SL时,评价是否适当进行了所述层状结构部分SL的去除加工。或者,是否适当进行了层状结构部分SL的去除加工的评价并不限于去除了一个层状结构部分SL的时机,也可在针对工件W的去除加工完成之前的期间内的所需时机进行。以下,为了便于说明,对下述示例进行说明,即,是否适当进行了层状结构部分SL的去除加工的评价是在去除了一个层状结构部分SL的时机进行。

[0246] 具体而言,如图6所示,每当相当于层状结构部分SL的部位被去除时,测量装置21-2对加工对象部分W_target进行测量(步骤S132)。因此,首先,载台32和/或测量装置21-2移动,以使加工对象区域TA(即,加工对象部分W_target)位于测量装置21-2的测量曝射区域MSA内。即,载台32移动,以使工件W(尤其是加工对象部分W_target)从加工曝射区域PSA朝向测量曝射区域MSA移动。此时,如上所述,可保持在载台32载置有工件W的状态。随后,测量装置21-2对加工对象部分W_target进行测量。尤其,测量装置21-2对加工对象部分W_target中实际进行了去除加工的部分(即,被照射有加工光EL的部分)以及加工对象部分W_target中预定要进行去除加工的部分(即,预定要照射加工光EL的部分))中的至少一者进行测量。

[0247] 随后,控制装置7判定加工装置1的加工量是否为预先设定或料想的适当量(步骤S133)。本实施方式中,设加工量是如下所述的参数,即,表示进行用于去除相当于某层状结构部分SL的部位的去除加工之前的加工对象部分W_target的形状、与进行了用于去除相当于某层状结构部分SL的部位的去除加工之后的加工对象部分W_target的形状的差值。例

如,对相当于层状结构部分SL#1的部位进行去除加工时的加工量为下述参数,即,表示进行用于去除相当于层状结构部分SL#1的部位的去除加工之前的加工对象部分W_target的形状、与进行了用于去除相当于层状结构部分SL#1的部位的去除加工之后的加工对象部分W_target的形状的差值。例如,对相当于层状结构部分SL#2的部位进行去除加工时的加工量为下述参数,即,表示进行用于去除相当于层状结构部分SL#2的部位的去除加工之前的加工对象部分W_target的形状(即,已去除了层状结构部分SL#1的加工对象部分W_targetn形状)、与进行了用于去除层状结构部分SL#2的去除加工之后的加工对象部分W_target的形状的差值。例如,对相当于层状结构部分SL#3的部位进行去除加工时的加工量为下述参数,即,表示进行用于去除相当于层状结构部分SL#3的部位的去除加工之前的加工对象部分W_target的形状(即,已去除了相当于层状结构部分SL#1及层状结构部分SL#2的部位的加工对象部分W_targetn形状)、与进行了用于去除相当于层状结构部分SL#3的部位的去除加工之后的加工对象部分W_target的形状的差值。表示进行去除加工之前的测量装置21-2的测量结果的精密测量信息是表示进行去除加工之前的加工对象部分W_target的形状。表示进行了去除加工之后的测量装置21-2的测量结果的精密测量信息是表示进行了去除加工之后的加工对象部分W_target的形状。因而,控制装置7可基于表示进行去除加工之前的测量装置21-2的测量结果的精密测量信息、与表示进行了去除加工之后的测量装置21-2的测量结果的精密测量信息,来算出加工量。再者,在加工装置1进行去除加工的情况下,加工量可称作去除量。

[0248] 控制装置7也可判定对加工对象部分W_target中的一部分即比较对象部分的加工量是否为对所述比较对象部分预先设定或者料想的适当加工量。此时,控制装置7也可基于表示比较对象部分的位置的信息(例如,表示比较对象部分在所述载台坐标系内的位置的信息),根据进行去除加工之前的精密测量信息以及进行了去除加工之后的精密测量信息的各个,获取与比较对象部分的形状相关的信息,并且基于所述获取的信息来算出比较对象部分的加工量。此时可以说,控制装置7实质上是判定对于某个预定要进行去除加工的部分是否正确进行了所述去除加工。

[0249] 本实施方式中,由于加工装置1是进行去除加工,因此加工量也可与通过去除加工而实际去除的部分相关的参数即去除量。作为一例,加工量(去除量)也可表示通过去除加工而实际去除的部分的厚度的实际去除厚度量。此时,控制装置7也可通过对实际去除厚度量与所述基准去除厚度量进行比较,来判定加工量是否为适当量。例如,若实际去除厚度量与基准去除厚度量的差值小于规定阈值,则控制装置7也可判定加工量为适当量。例如,若实际去除厚度量与基准去除厚度量的差值大于规定阈值,则控制装置7也可判定为加工量并非适当量。

[0250] 若步骤S133中的判定结果是判定为加工量并非适当量(步骤S133:否(No)),则料想对加工量造成影响的加工条件并不适当的可能性相对较高。因此,控制装置7重新设定加工条件。具体而言,控制装置7至少基于当前设定的加工条件、与表示进行了去除加工后的加工对象部分W_target的测量结果的精密测量信息(即,在步骤S132中获取的精密测量信息),来重新设定加工条件(步骤S134)。例如,控制装置7也可基于在步骤S132中获取的精密测量信息来修正当前设定的加工条件,并且将经修正的加工条件设定为新的加工条件。此时,控制装置7也可基于在步骤S132中获取的精密测量信息来修正当前设定的加工条件。

[0251] 另一方面,若步骤S133中的判定结果是判定加工量为适当量(步骤S133:是),则料想对加工量造成影响的加工条件为适当的可能性相对较高。因此,此时,控制装置7也可不重新设定加工条件。

[0252] 随后,重复步骤S131至步骤S134为止的动作,直至针对工件W的去除加工全部完成为止(即,直至所有的层状结构部分SL被去除为止),(步骤S135)。即,加工装置1对测量装置21-2已测量的加工对象部分W_target照射加工光EL,对测量装置21-2已测量的加工对象部分W_target进行去除加工。随后,测量装置21-2对加工装置1所加工的加工对象部分W_target进行测量。随后,控制装置7基于测量装置21-2的测量结果,根据需要来重新设定加工条件。重复以上的动作,直至针对工件W的去除加工全部完成为止。其结果,如表示去除加工已完成的工件W的剖面图即图15的(a)及图15的(b)所示,从工件W去除加工对象部分W_target(图15的(a)及图15的(b)所示的示例中为突起Wp)。

[0253] 再者,每当相当于层状结构部分SL的部位被去除时,测量装置21-2也可不对加工对象部分W_target进行测量。作为一例,也可在对相当于最上层的层状结构部分SL#1的部位进行去除加工之前与进行了去除加工之后,对加工对象部分W_target进行测量,判定加工条件是否适当,并根据需要来重新设定加工条件。随后,每当相当于层状结构部分SL的部位被去除时,也可不对加工对象部分W_target进行测量。

[0254] (2-2) 设定加工条件初始值的初始设定动作

[0255] 继而,一边参照图16,一边对加工装置SYS所进行的动作之一即初始设定动作进行说明。初始设定动作是用于对在所述加工动作中所用的加工条件的初始值(换言之,为基准值或预设(default)值)进行设定的动作。尤其说明用于对与加工光EL的特性相关的加工条件的初始值进行设定的初始设定动作。图16是表示初始设定动作的流程的流程图。再者,典型的是,加工系统SYS在进行所述加工动作之前进行初始设定动作,但也可在进行加工动作的中途或者结束加工动作后进行初始设定动作。加工系统SYS也可在从进行某加工动作后,直至接下来进行另一加工动作为止的期间,进行初始设定动作。加工系统SYS也可在对工件W进行加工的一个期间与对相同的工件W进行加工的另一期间之间,进行初始设定动作。而且,当作为加工对象的工件W的特性(例如,构成工件W的材料的特性)发生变化时,加工条件也有可能发生变化。因此,加工系统SYS也可在对针对一工件W的加工动作中所用的加工条件的初始值进行了设定后,当要进行针对特性与一工件W不同的另一工件W的加工动作时,重新进行初始设定动作,由此,对在针对另一工件W的加工动作中所用的加工条件的初始值进行设定。然而,加工系统SYS也可未必进行初始设定动作。

[0256] 如图16所示,首先,将工件W新载置于载台32上(步骤S21)。在步骤S21中载置于载台32的工件W与预定要通过所述加工动作进行加工的工件W不同。例如,在步骤S21中载置于载台32的工件W是为了进行初始设定动作而使用的测试用的工件W。以下,为了便于说明,将为了进行初始设定动作而使用的测试用的工件W称作“工件Wt”,与预定要通过所述加工动作进行加工的工件W有所区别。然而,在步骤S21中载置于载台32的工件W也可预定要通过所述加工动作进行加工的工件W其自身。即,预定要通过所述加工动作进行加工的工件W也可在初始设定动作中载置于载台32。

[0257] 随后,控制装置7将与加工光EL的特性相关的加工条件设定为规定的暂定条件(步骤S22)。再者,暂定条件也可预定用于初始设定动作的加工条件。或者,暂定条件也可

在进行初始设定动作的时间点,实际(已)作为与加工光EL的特性相关的加工条件而使用的加工条件。

[0258] 随后,加工装置1在控制装置7的控制下,开始工件W_t的加工(步骤S23)。具体而言,在初始设定动作中,加工装置1对工件W_t表面的多个部分进行加工。在以下的说明中,为了便于说明,将工件W_t表面中的以初始设定动作进行加工的部分称作试加工面。因而,加工装置1对在工件W_t的表面设定的多个试加工面分别进行加工。因此,首先,载台32和/或加工装置1移动,以使多个试加工面的至少一部分位于加工曝射区域PSA内。随后,加工装置1对多个试加工面分别照射加工光EL,以对所述试加工面进行去除加工。

[0259] 此时,控制加工光EL的聚焦位置,以使加工光EL的聚焦位置对应于每个试加工面而变化。即,控制加工光EL的聚焦位置,以使Z轴方向上的加工光EL的聚焦位置与工件W_t的表面的位置关系对应于每个试加工面而变化。例如,加工装置1对于第一试加工面,照射聚焦位置被设定为第一位置的加工光EL,对于第二试加工面,照射聚焦位置被设定为第二位置(其中,第二位置沿着Z轴方向而与第一位置不同)的加工光EL,对于第三试加工面,照射聚焦位置被设定为第三位置(其中,第三位置沿着Z轴方向而与第一位置至第二位置不同)的加工光EL,⋯,对于第k(其中,k为表示试加工面的总数的2以上的整数)试加工面,照射聚焦位置被设定为第k位置(其中,第k位置沿着Z轴方向而与第一位置至第k-1位置不同)的加工光EL。换言之,例如,加工装置1对于第一试加工面,以聚焦位置与工件W_t的表面的位置关系成为第一位置关系的状态来照射加工光EL,对于第二试加工面,以聚焦位置与工件W_t的表面的位置关系成为第二位置关系(其中,第二位置关系与第一位置关系不同)的状态来照射加工光EL,对于第三试加工面,以聚焦位置与工件W_t的表面的位置关系成为第三位置关系(其中,第三位置关系与第一位置关系至第二位置关系不同)的状态来照射加工光EL,⋯,对于第k试加工面,以聚焦位置与工件W_t的表面的位置关系成为第k位置关系(其中,第k位置关系与第一位置关系至第k-1位置关系不同)的状态来照射加工光EL。

[0260] 为了控制聚焦位置,加工装置1也可控制聚焦透镜122。具体而言,加工装置1也可通过对构成聚焦透镜122的至少一个透镜的沿着光轴方向的位置进行调整,来控制聚焦位置。加工装置1也可通过在驱动系统5的控制下沿着Z轴方向移动,来控制聚焦位置。也可通过载台32沿着Z轴方向移动来控制聚焦位置。

[0261] 当聚焦位置发生变化时,工件W表面的加工光EL的点径,甚而被照射有加工光EL的照射区域EA的面积发生变化。其结果,工件W表面的加工光EL的通量发生变化。再者,通量是指每单位面积的加工光EL的能量密度。此时,加工装置1对于第一试加工面,照射通过将聚焦位置设定为第一位置而通量被设定为第一通量值的加工光EL,对于第二试加工面,照射通过将聚焦位置设定为第二位置而通量被设定为与第一通量值不同的第二通量值的加工光EL,对于第三试加工面,照射通过将聚焦位置设定为第三位置而通量被设定为与第一通量值至第二通量值不同的第三通量值的加工光EL,⋯,对于第k试加工面,照射通过将聚焦位置设定为第k位置而通量被设定为与第一通量值至第k-1通量值不同的第k通量值的加工光EL。因而可以说,加工装置1通过针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置,从而针对每个试加工面来改变加工光EL的通量。即,针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置的动作实质上等价于针对每个试加工面来改变加工光EL的通量的动作。

[0262] 另一方面,加工装置1也可不针对每个试加工面来改变聚焦位置以外的加工光EL

的特性(即,也可固定)。例如,加工装置1也可对第一试加工面至第k试加工面分别照射聚焦位置以外的特性相同的加工光EL。若聚焦位置以外的特性不变,则即使聚焦位置有所变化,加工光EL的总能量的量(即,从加工光EL传递至工件Wt的能量的总量)也不会变化。因此可以说,加工装置1通过在将聚焦位置以外的加工光EL的特性予以固定的状态下,针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置,从而在将加工光EL的总能量的量予以固定的状态下,针对每个试加工面来改变加工光EL的通量。即,在将聚焦位置以外的加工光EL的特性予以固定的状态下针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置的动作,实质上等价于在将加工光EL的总能量的量予以固定的状态下针对每个试加工面来改变加工光EL的通量的动作。而且,当加工光EL为脉冲光时,加工装置1也可考虑到由彼此不同的脉冲光所形成的多个照射区域EA在工件W上的间隔(或间距)即照射间隔(或照射间距)。当聚焦位置发生变化时,照射区域EA的大小(点径)会发生变化,因此由彼此不同的脉冲光所形成的多个照射区域EA间的重叠(overlap)率会发生变化。当重叠率发生变化时,加工效率有可能发生变化,因此在改变聚焦位置时,也能以重叠率变得相同的方式来调整其他条件(作为一例,为照射区域EA的扫描速度或脉冲光的频率)。

[0263] 在针对多个试加工面的加工完成后,测量装置21-2测量工件Wt(步骤S24)。尤其,测量装置21-2对工件Wt中的在步骤S23中经加工的多个试加工面的形状进行测量(步骤S24)。因此,首先,载台32和/或测量装置21-2移动,以使经加工的多个试加工面的至少一部分位于测量装置21-2的测量曝射区域MSA内。即,载台32移动,以使工件W中的多个试加工面的至少一部分所处的部分从加工曝射区域PSA朝向测量曝射区域MSA移动。此时,如上所述,可保持在载台32载置有工件Wt的状态。随后,测量装置21-2对多个试加工面的形状进行测量。

[0264] 随后,控制装置7基于步骤S24中的测量装置21-2的测量结果,来确定加工量达到最大的聚焦位置(步骤S25)。具体而言,控制装置7可基于步骤S24中的测量装置21-2的测量结果,来确定多个试加工面各自的加工量(例如,相当于实际去除的部分的厚度的实际去除厚度量)。其结果,控制装置7如相对于聚焦位置来描绘加工量的描绘图即图17所示,可确定被照射至各试加工面的加工光EL的聚焦位置与加工量的关系。再者,图17中的圆相当于与聚焦位置相关联地描绘基于测量装置21-2的测量结果所确定的加工量的描绘点。因而,控制装置7可确定加工量达到最大的聚焦位置。此处,聚焦位置可设为加工光EL的聚光点在Z轴方向的位置(加工光EL在与Z轴交叉的面内的剖面积达到最小的Z轴方向位置)。再者,图17中,也可将横轴置换为通量。而且,在加工光EL为脉冲光的情况下,当脉冲数(照射次数)对应于每个条件而不同时,也能以照射次数或总能量的量来标准化。再者,此时,也能以每一发脉冲光的脉冲能量来标准化。

[0265] 图17中,聚焦位置是使用Z轴方向上的从工件Wt表面计起的距离来表示。从工件Wt表面朝+Z侧偏离的聚焦位置使用正的距离来表示,从工件Wt表面朝-Z侧偏离的聚焦位置使用负的距离来表示。如图17所示,加工量未必是在聚焦位置与工件Wt的表面一致(即,工件Wt表面的加工光EL的点径达到最小的)状态下达到最大。例如,如图17所示,加工量在聚焦位置与工件Wt的表面一致的状态下取得极小值。例如,加工量在聚焦位置从工件Wt的表面朝-Z侧偏离第一距离DF1的状态下取得极大值。例如,加工量在聚焦位置从工件Wt的表面朝+Z侧偏离第二距离DF2的状态下取得极大值。此时,加工量达到最大的聚焦位置成为从工件

Wt表面朝+Z侧偏离第一距离DF1的聚焦位置、以及从工件Wt表面朝-Z侧偏离第二距离DF2的聚焦位置中的至少一者。然而,加工量也有可能在聚焦位置从工件Wt表面朝-Z侧偏离第一距离DF1的状态下取不到极大值。加工量也有可能在聚焦位置从工件Wt表面朝+Z侧偏离第二距离DF2的状态下取不到极大值。进而,加工量也有可能在聚焦位置与工件Wt的表面一致的情况下达到最大。

[0266] 当确定加工量达到最大的聚焦位置时,如以近似曲线来表示聚焦位置与加工量的关系的图表即图18所示,控制装置7也可算出表示聚焦位置与加工量的关系的近似曲线,基于所述近似曲线来确定加工量达到最大的聚焦位置。此时,控制装置7可将与对试加工面照射加工光EL时实际使用的聚焦位置不同的聚焦位置(例如,邻接的描绘之间的聚焦位置),确定为加工量达到最大的聚焦位置。图18所示的示例中,由近似曲线所示的加工量在聚焦位置从工件Wt表面朝-Z侧偏离第三距离DF3的状态下取得极大值。第三距离DF3有时与所述第一距离DF1一致,也有时不一致。进而,图18所示的示例中,由近似曲线所示的加工量在聚焦位置从工件Wt表面朝+Z侧偏离第四距离DF4的状态下取得极大值。第四距离DF4有时与所述第二距离DF2一致,也有时不一致。此时,加工量达到最大的聚焦位置成为从工件Wt表面朝+Z侧偏离第三距离DF3的聚焦位置、以及从工件Wt表面朝-Z侧偏离第四距离DF4的聚焦位置中的至少一者。再者,控制装置7也可不算出表示聚焦位置与加工量的关系的近似曲线,而确定光量达到最大的聚焦位置。此时,例如也可将对试加工面照射加工光EL时实际使用的聚焦位置中的加工量达到最大的聚焦位置确定为聚焦位置。

[0267] 根据本申请发明人等的实验,已判明的是:在聚焦位置从工件Wt表面朝-Z侧偏离的状态下加工量达到最大的可能性易高于在聚焦位置从工件Wt表面朝+Z侧偏离的状态下加工量达到最大的可能性。因此,加工装置1也可在针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置时,仅在较工件Wt表面为-Z侧的范围内改变聚焦位置。加工装置1在针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置时,也可改变聚焦位置,以免聚焦位置位于较工件Wt表面为+Z侧的范围。即,如表示聚焦位置与工件Wt的表面的位置关系的剖面图即图19所示,加工装置1也可在从加工装置1观察时较工件Wt表面为里侧(即,远侧)的范围内改变聚焦位置。加工装置1也能以聚焦位置不会位于从加工装置1观察时较工件Wt表面为跟前侧(即,近侧)的范围内的方式,来改变聚焦位置。其结果,与在较工件Wt表面为-Z侧的范围以及较工件Wt表面为+Z侧的范围这两范围内改变聚焦位置的情况相比,可缩短试加工面的加工所需的时间。然而,根据情况,也存在下述可能,即:加工量并非在聚焦位置被设定为从工件Wt表面朝-Z侧偏离的位置的情况下,而是在聚焦位置被设定为从工件Wt表面朝+Z侧偏离的位置的情况下达到最大。因而,加工装置1在针对每个试加工面来改变加工光EL的聚焦位置时,也可在较工件Wt表面为+Z侧的范围和/或较工件Wt表面为-Z侧的范围内改变聚焦位置。

[0268] 再次在图16中,随后,控制装置7算出通过在步骤S25中确定的聚焦位置而实现的通量(步骤S26)。即,控制装置7算出聚焦位置被设定为在步骤S25中确定的聚焦位置的加工光EL的通量(步骤S26)。具体而言,控制装置7基于由光源11的输出等而定的加工光EL的总能量的量(在加工光EL为脉冲光的情况下,为每一脉冲的能量的量)、与由聚焦位置而定的加工光EL的点径(即,工件Wt表面的点径(点面积)),来算出通量。更具体而言,控制装置7将由光源11的输出等而定的加工光EL的总能量的量除以由聚焦位置而定的加工光EL的点径(点面积),由此来算出通量。在步骤S26中算出的通量相当于可将加工量设为最大的通量。

即,在步骤S26中算出的通量相当于加工效率(具体而言,每单位能量的量的加工量)达到最大的通量。以下,将步骤S26中算出的通量称作“算出通量”。在步骤S26中确定的通量成为加工光EL的通量的初始值。

[0269] 随后,控制装置7基于继初始设定动作之后进行的加工动作中欲实际进行的加工内容,来决定与加工光EL的特性相关的加工条件之一即加工光EL的点径(步骤S27)。例如,加工光EL的点径越小,则可通过加工动作实现越微细的加工。因此,控制装置7也可基于加工动作中欲实现的加工微细度,来决定加工光EL的点径。在步骤S27中决定的点径成为加工光EL的点径的初始值。

[0270] 随后,控制装置7基于在步骤S26中确定的算出通量、与在步骤S27中决定的点径,来设定加工光EL的总能量的量(在加工光EL为脉冲光的情况下,为每一脉冲的能量的量)的初始值(步骤S28)。具体而言,控制装置7将通过在步骤S26中确定的算出通量乘以在步骤S27中决定的点径所得的值,设定为加工光EL的总能量的量的初始值。此时可以说,控制装置7是以在将步骤S27中决定的点径的加工光EL照射至工件W时,加工光EL的通量成为步骤S26中确定的算出通量的方式,来设定加工光EL的总能量的量的初始值。即,可以说,控制装置7是以使用步骤S27中决定的点径的加工光EL来对工件W进行加工时的加工效率(具体而言,为每单位能量的量的加工量)达到最大的方式,来设定加工光EL的总能量的量的初始值。

[0271] 当加工光EL的总能量的量的初始值已定时,光源11的输出等初始值也对应于总能量的量而定。随后,若有需要,则控制装置7也可基于已设定的初始值(具体而言,为通量的初始值、点径的初始值以及总能量的量的初始值)等,来设定与加工光EL的其他特性相关的加工条件。

[0272] 再者,在所述初始设定动作中,在测量装置21对工件Wt的测量与加工装置1对工件Wt的加工之间,工件Wt也可保持被载置于载台32的状态。

[0273] (2-3)温度漂移降低动作

[0274] 继而,对加工装置SYS所进行的动作之一即温度漂移降低动作进行说明。温度漂移降低动作是用于降低温度漂移的影响的动作,所述温度漂移是因测量装置21的温度(换言之,热)而导致测量装置21的测量精度发生变动的现象。典型的是,当伴随测量装置2的持续使用而测量装置21的温度上升时,测量装置21的测量精度会发生恶化。例如,因测量装置21的温度引起的误差成分即温度漂移成分会重叠于测量装置21的测量结果。温度漂移降低动作是用于降低因此种温度漂移成分的重叠引起的测量装置21的测量精度恶化的动作。本实施方式中,作为温度漂移降低动作的一例,尤其对用于降低Z轴方向上的工件W的位置测量精度恶化(具体而言,降低Z轴方向上的温度漂移成分的影响)的温度漂移降低动作进行说明。

[0275] 加工系统SYS也可在进行所述加工动作之前,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可在进行了所述加工动作之后,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可在进行所述加工动作的期间内,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可在从进行了某加工动作后,直至接下来进行另一加工动作为止的期间,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可在对工件W进行加工的一个期间与对相同的工件W进行加工的另一期间之间,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可在测量装置21测量工件W之前,进行温度漂移降低动作。加工系

统SYS也可在测量装置21测量了工件W之后,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可在测量装置21测量工件W的期间内,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可每当测量装置21测量工件W时,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可每当从测量装置21的使用开始经过固定时间时,进行温度漂移降低动作。加工系统SYS也可每当测量装置21对工件W测量了固定次数时,进行温度漂移降低动作。然而,加工系统SYS也可未必进行温度漂移降低动作。

[0276] 本实施方式中,加工系统SYS也可进行第一温度漂移降低动作至第三温度漂移降低动作中的至少一个,以作为温度漂移降低动作。以下,依序说明第一温度漂移降低动作至第三温度漂移降低动作。

[0277] (2-3-1) 第一温度漂移降低动作

[0278] 首先,一边参照图20,一边说明第一温度漂移降低动作。图20是表示第一温度漂移降低动作的流程的流程图。

[0279] 如图20所示,首先,测量装置21测量Z基准面BSz(步骤S311)。具体而言,载台32和/或测量装置21移动,以使整个Z基准面BSz(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21的测量曝射区域MSA内。随后,测量装置21测量Z基准面BSz。

[0280] Z基准面BSz例如也可为载体32的表面的一部分。例如,如表示载台装置3的剖面的剖面图即图21的(a)以及表示载台装置3的上表面的平面图即图21的(b)所示,Z基准面BSz也可为载体32的表面中的位于载置工件W的载置面321周边的外周面323的至少一部分。或者,如表示载台装置3的剖面的剖面图即图22的(a)以及表示载台装置3的上表面的平面图即图22的(b)所示,Z基准面BSz也可平台31的表面的一部分。或者,Z基准面BSz也可为其其他构件的表面的一部分。

[0281] 在Z基准面BSz的测量的大致同时,测量装置21测量工件W(步骤S312)。具体而言,载台32和/或测量装置21移动,以使整个工件W(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21的测量曝射区域MSA内。随后,测量装置21测量工件W。再者,步骤S312的动作也可作为所述加工动作中的工件W的测量动作(图6的步骤S111或步骤S121)的至少一部分而进行。因而,在进行第一温度漂移降低动作的情况下,加工系统SYS也可在图6的步骤S111及步骤S121的各个动作的大致前后,进行图20的步骤S311的动作(即,Z基准面BSz的测量)。

[0282] 随后,控制装置7基于Z基准面BSz的测量结果及工件W的测量结果,算出工件W的位置(尤其是Z轴方向上的位置)(步骤S313)。再者,步骤S313的动作也可作为所述加工动作中的生成三次元模型数据的动作(图6的步骤S114或步骤S122)、以及确定工件W或加工对象区域TA的位置的动作(图6的步骤S115或步骤S123)的一部分而进行。

[0283] 具体而言,控制装置7基于Z基准面BSz的测量结果,来算出Z基准面BSz在Z轴方向上的位置(即,高度)。进而,控制装置7基于工件W的测量结果,来算出工件W在Z轴方向上的位置(即,高度)。此处算出的Z基准面BSz的位置及工件W的位置这两者中,重叠有温度漂移成分。此时,在工件W的位置与Z基准面BSz的位置的差值中,无温度漂移成分重叠。即,在工件W相对于Z基准面BSz的相对位置中无漂移成分重叠。其原因在于,在从工件W的位置Z减去基准面BSz的位置的时间点,重叠于Z基准面BSz的位置的温度漂移成分与重叠于工件W的位置的温度漂移成分相互抵消。因而,控制装置7基于Z基准面BSz的位置及工件W的位置,来算出Z轴方向上的工件W相对于Z基准面BSz的相对位置。以下的处理中,控制系统SYS使用与Z轴方向上的工件W相对于Z基准面BSz的相对位置相关的信息,来取代与根据工件W的测量结

果而算出的Z轴方向上的工件W的位置相关的信息,以作为与Z轴方向上的工件W的位置相关的信息。其结果,加工系统SYS可不受温度漂移成分的影响而进行加工动作。例如,如表示控制装置7所算出的Z轴方向上的工件W的位置的时间推移的图表即图23所示,与未进行温度漂移降低动作时算出的工件W的位置(参照虚线)相比,进行第一温度漂移降低动作时所算出的工件W的位置(实线)未重叠或难以重叠漂移成分。

[0284] 再者,加工系统SYS也可通过进行与用于降低Z轴方向上的工件W的位置测量精度恶化的第一温度漂移降低动作同样的动作,从而进行用于降低与Z轴方向不同的方向(例如X轴方向及Y轴方向中的至少一方向)上的工件W的位置测量精度恶化的第一温度漂移降低动作。然而,此时,控制装置7也可基于Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)的测量结果来算出Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)在与Z轴方向不同的方向上的位置,并基于工件W的测量结果来算出工件W在与Z轴方向不同的方向上的位置,从而算出与Z轴方向不同的方向上的工件W相对于Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)的相对位置。

[0285] (2-3-2)第二温度漂移降低动作

[0286] 继而,一边参照图24,一边说明第二温度漂移降低动作。图24是表示第二温度漂移降低动作的流程的流程图。再者,对于与在所述第一温度漂移降低动作中进行的动作相同的动作,标注同一步骤编号并省略其详细说明。

[0287] 如图24所示,首先,测量装置21测量Z基准面BSz(步骤S311)。

[0288] 随后,在第二温度漂移降低动作中,控制装置7基于Z基准面BSz的测量结果,来推测重叠于测量装置21的测量结果的温度漂移成分(步骤S321)。再者,步骤S321的动作也可作为所述加工动作中的生成三次元模型数据的动作(图6的步骤S114或步骤S122)、以及确定工件W或加工对象区域TA的位置的动作(图6的步骤S115或步骤S123)的一部分而进行。

[0289] 具体而言,作为前提,在第二温度漂移降低动作中,使用Z轴方向上的位置对于控制装置7为已知的构件表面的至少一部分来作为Z基准面BSz。进而,使用Z轴方向上的位置无(或极少)变动的构件表面的至少一部分来作为Z基准面BSz。作为满足所述条件的构件的一例,可列举平台31。再者,平台31也可由低热膨胀陶瓷构件或低热膨胀玻璃构件所形成。在使用满足所述条件的Z基准面BSz的情况下,首先,Z基准面BSz的设计上的位置是对于控制装置7为已知的信息。因而,若未因测量装置21的温度导致测量装置21的测量精度产生偏差,则根据测量装置21的测量结果而算出的Z基准面BSz的位置应与设计上的位置一致。另一方面,若根据测量装置21的测量结果而算出的Z基准面BSz的位置与设计上的位置不一致,则根据测量装置21的测量结果而算出的Z基准面BSz的位置受到温度漂移影响的可能性相对较高。此时,根据测量装置21的测量结果而算出的Z基准面BSz的位置与设计上的位置的差值相当于温度漂移成分的可能性相对较高。因此,控制装置7首先基于Z基准面BSz的测量结果,来算出Z轴方向上的Z基准面BSz的位置。随后,控制装置7算出所算出的Z基准面BSz的位置与Z基准面BSz的设计上的位置的差值。所算出的差值被用作温度漂移成分的推测值。

[0290] 在Z基准面BSz的测量的大致同时,测量装置21测量工件W(步骤S312)。作为一例,也可在测量装置21测量工件W的前后测量Z基准面BSz。此时,对于温度漂移成分,也可推测工件W测量前的Z基准面BSz的测量时与工件W测量后的Z基准面BSz的测量时之间的温度漂移成分。随后,控制装置7基于在步骤S321中推测出的温度漂移成分,来修正工件W的测量结

果(步骤S322)。再者,步骤S322的动作也可作为所述加工动作中的生成三次元模型数据的动作(图6的步骤S114或步骤S122)、以及确定工件W或加工对象区域TA的位置的动作(图6的步骤S115或步骤S123)的一部分而进行。

[0291] 具体而言,控制装置7基于工件W的测量结果,来算出Z轴方向上的工件W的位置。此处所算出的工件W的位置中重叠有温度漂移成分。因此,控制装置7从所算出的工件W的位置减去在步骤S321中推测出的温度漂移成分。即,控制装置7从所算出的工件W的位置中去除在步骤S321中推测出的温度漂移成分。其结果,如示意性地表示Z轴方向上的工件W的位置在XY平面内的分布的图表即图25所示,控制装置7可获取与未重叠有温度漂移成分的工件W的位置相关的信息。以下的处理中,控制系统SYS使用与已减去了温度漂移成分的工件W的位置相关的信息,来取代与根据工件W的测量结果而算出的Z轴方向上的工件W的位置相关的信息,以作为与Z轴方向上的工件W的位置相关的信息。其结果,加工系统SYS可不受温度漂移成分的影响而进行加工动作。

[0292] 再者,加工系统SYS也可通过进行与用于降低Z轴方向上的工件W的位置测量精度恶化的第二温度漂移降低动作同样的动作,从而进行用于降低与Z轴方向不同的方向(例如X轴方向及Y轴方向中的至少一方向)上的工件W的位置测量精度恶化的第二温度漂移降低动作。然而,此时,Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)是如下所述的面,即,与Z轴方向不同的方向上的位置对于控制装置7为已知,且与Z轴方向不同的方向上的位置无(或极少)变动。进而,控制装置7也可基于Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)的测量结果来算出与Z轴方向不同的方向上的Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)的位置,并基于Z基准面BSz(或者,其他的任意基准面)的测量结果来推测温度漂移成分(尤其是与Z轴方向不同的方向上的温度漂移成分),从而基于所推测出的温度漂移成分来修正工件W的测量结果。

[0293] (2-3-3)第三温度漂移降低动作

[0294] 继而,一边参照图26,一边说明第三温度漂移降低动作。图26是表示第三温度漂移降低动作的流程的流程图。再者,对于与在所述第一温度漂移降低动作或第二温度漂移降低动作中进行的动作相同的动作,标注同一步骤编号并省略其详细说明。

[0295] 如图26所示,首先,控制装置7获取与测量装置21的温度相关的温度信息(步骤S331)。例如,控制装置7也可从对测量装置21的温度进行检测的温度传感器获取温度信息。例如,控制装置7也可根据测量装置21的动作状态来推测测量装置21的温度。再者,作为测量装置21的动作状态,例如也可使用运转时间(接通电源的期间的时间)。而且,控制装置也可根据与测量装置21相关的机器的动作状态来推测测量装置21的温度。作为与测量装置21相关的机器,可列举对测量装置21自身的温度进行控制的机器等。

[0296] 随后,控制装置7基于在步骤S331中获取的温度信息,来推测温度漂移成分(步骤S332)。具体而言,若考虑到温度漂移成分是因测量装置21的温度上升而发生,则温度漂移成分与测量装置21的温度存在相关的可能性相对较高。因此,控制装置7可基于温度信息来推测温度漂移成分。例如,控制装置7也可基于表示温度漂移成分与测量装置21的温度的相关关系的相关信息和温度信息,来推测温度漂移成分。

[0297] 在步骤S331至步骤S332的动作的大致同时,测量装置21测量工件W(步骤S312)。因而,在进行第三温度漂移降低动作的情况下,加工系统SYS也可在图6的步骤S111及步骤S121的各个动作的大致同时,进行图26的步骤S331至步骤S332的动作(即,推测温度漂移成

分的动作)。

[0298] 随后,在第三温度漂移降低动作中,也与第二温度漂移降低动作同样地,控制装置7基于在步骤S332中推测出的温度漂移成分,来修正工件W的测量结果(步骤S322)。其结果,加工系统SYS可不受温度漂移成分的影响而进行加工动作。

[0299] 再者,加工系统SYS也可通过进行与用于降低Z轴方向上的工件W的位置测量精度恶化的第三温度漂移降低动作同样的动作,从而进行用于降低与Z轴方向不同的方向(例如X轴方向及Y轴方向中的至少一方向)上的工件W的位置测量精度恶化的第三温度漂移降低动作。即,控制装置7也可基于温度信息来推测与Z轴方向不同的方向上的温度漂移成分,并基于所推测出的温度漂移成分来修正工件W的测量结果。

[0300] (2-4) 倾斜测定动作

[0301] 继而,对加工装置SYS所进行的动作之一即倾斜测定动作进行说明。倾斜测定动作是用于测定加工装置1及测量装置2各自相对于载台32的倾斜量(尤其是 θ_X 方向及 θ_Y 方向各自的倾斜量)的动作。然而,加工系统SYS也可未必进行倾斜测定动作。

[0302] (2-4-1) 倾斜引起的技术问题

[0303] 首先,一边参照图27的(a)至图27的(d),一边对加工装置1及测量装置2各自相对于载台32发生倾斜时产生的技术问题进行说明。

[0304] 图27的(a)是表示相对于载台32而倾斜的测量装置2的剖面图。再者,在测量装置2包括多个测量装置21的情况下,测量装置2相对于载台32的倾斜也可意味着各测量装置21相对于载台32的倾斜。测量装置2相对于载台32而倾斜的状态也可包含测量装置2发生倾斜的状态。测量装置2倾斜的状态也可包含测量装置2相对于测量装置2的设计上的配置而倾斜的状态。测量装置2相对于载台32而倾斜的状态也可包含载台32发生倾斜的状态。载台32倾斜的状态也可包含载台32相对于载台32的设计上的配置而倾斜的状态。例如,若载台32的载置面321成为与XY平面平行的面的状态是载台32的设计上的配置,则载台32倾斜的状态也可包含载置面321相对于XY平面而倾斜的状态。

[0305] 图27的(b)是表示在图27的(a)所示的状况下,根据测量装置2的测量结果而算出的工件W的形状的剖面图。如图27的(b)所示,在测量装置2相对于载台32而倾斜的情况下(反言之,在载台32相对于测量装置2而倾斜的情况下),由控制装置7根据测量装置2的测量结果而算出的工件W的形状与工件W原本的形状不同。例如,图27的(a)及图27的(b)所示的示例中,尽管工件W原本的形状是工件W的表面与载台32的载置面321平行的形状,但根据测量装置2的测量结果而算出的工件W的形状成为工件W的表面相对于载台32的载置面321而倾斜的形状。其原因在于,对于测量装置2的倾斜未作任何考虑。即,尽管工件W原本的形状是工件W的表面与XY平面平行的形状,但根据测量装置2的测量结果而算出的工件W的形状成为工件W的表面相对于XY平面而倾斜的形状。

[0306] 此种状况下,设想以工件W的表面与XY平面平行的方式来对工件W进行去除加工的案例(case)。此时,由于加工前的工件W的表面与XY平面平行,因此原本如图27的(a)所示,具有固定厚度的加工对象部分W_target为应通过去除加工而去除的部分。然而,在测量装置2相对于载台32而相对地倾斜的情况下,如图27的(b)所示,控制装置7误识别为加工前的工件W的表面相对于XY平面而倾斜。其结果,如图27的(b)所示,在沿着XY平面的方向上厚度发生变化的加工对象部分W_target被设定为应通过去除加工而去除的部分。其结果,如

表示在测量装置2相对于载台32而倾斜的状况下通过加工装置1来加工的工件W的剖面图即图27的(c)所示,尽管加工装置1应以在沿着XY平面的方向上加工量(例如实际去除厚度量)为固定的方式来对工件W进行加工,但却以在沿着XY平面的方向上加工量发生变化的方式来对工件W进行加工。因此,尽管加工后的工件W表面原本应与XY平面平行,但加工后的工件W的表面却相对于XY平面而倾斜。

[0307] 因此,本实施方式中,加工系统SYS进行对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定的倾斜测定动作。进而,加工系统SYS基于所测定出的倾斜量来进行加工动作,以使得即使在测量装置2相对于载台32而倾斜的情况下,也可与测量装置2未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。例如,控制装置7也可基于所测定出的倾斜量来修正测量装置2的测量结果,以排除测量装置2相对于载台32的倾斜的影响。作为一例,控制装置7也可对测量装置2的测量结果进行修正,以使得测量装置2相对于载台32而倾斜时的测量装置2的测量结果与测量装置2未相对于载台32而倾斜时的测量装置2的测量结果一致。例如,控制装置7也可基于所测定出的倾斜量,使用驱动系统6来使测量装置2移动和/或使用载台驱动系统33来使载台32移动,以使测量装置2相对于载台32变得不倾斜。例如,控制装置7也可基于所测定出的倾斜量来设定加工对象部分W_target(例如,设定加工对象区域TA),以排除测量装置2相对于载台32的倾斜的影响。作为一例,控制装置7也可对加工对象部分W_target进行设定,以使得测量装置2相对于载台32而倾斜时所设定的加工对象部分W_target与测量装置2未相对于载台32而倾斜时所设定的加工对象部分W_target一致。例如,控制装置7也可基于所测定出的倾斜量来控制加工装置1,以排除测量装置2相对于载台32的倾斜的影响。作为一例,控制装置7也可控制加工装置1,以使测量装置2相对于载台32而倾斜时加工装置1所加工的部分与测量装置2未相对于载台32而倾斜时加工装置1所加工的部分一致。加工装置1的控制也可包含加工装置1的位置控制(即,使加工装置1移动的驱动系统5的控制)、光学系统12的控制及光学系统14(尤其是检流镜141)的控制中的至少一种。其结果,如表示以排除测量装置2相对于载台32的倾斜的影响的方式经加工的工件W的剖面图即图27的(d)所示,即使在测量装置2相对于载台32而倾斜的情况下,加工装置1也能以在沿着XY平面的方向上加工量(例如实际去除厚度量)变得固定的方式来对工件W进行加工。

[0308] 进而,尽管为了简化说明而省略了详细说明,但在加工装置1相对于载台32而倾斜的情况下,也与测量装置2相对于载台32而倾斜的情况同样地,有可能会因加工装置1相对于载台32的倾斜,而导致加工装置1以与原本应加工的加工形态不同的加工形态来对工件W进行加工。因此,本实施方式中,加工系统SYS进行对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定的倾斜测定动作。进而,加工系统SYS基于所测定出的倾斜量,即使在加工装置1相对于载台32而倾斜的情况下,也与加工装置1未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。例如,控制装置7也可基于所测定出的倾斜量来控制加工装置1,以排除加工装置1相对于载台32的倾斜的影响。作为一例,控制装置7也可控制加工装置1,以使得加工装置1相对于载台32而倾斜时加工装置1所加工的部分与加工装置1未相对于载台32而倾斜时加工装置1所加工的部分一致。其结果,即使在加工装置1相对于载台32而倾斜的情况下,加工装置1也能以原本应加工的加工形态来适当地对工件W进行加工。

[0309] 加工系统SYS也可在进行所述加工动作之前,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可在进行了所述加工动作之后,进行倾斜测定降低动作。加工系统SYS也可在进行所述加工

动作的期间内,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可在从进行某加工动作后,直至接下来进行另一加工动作为止的期间,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可在对工件W进行加工的一个期间与对相同的工件W进行加工的另一期间之间,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可在测量装置21测量工件W之前,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可在测量装置21测量工件W之后,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可在测量装置21测量工件W的期间内,进行倾斜测定动作。加工系统SYS也可每当从加工系统SYS的使用开始经过固定时间时,进行倾斜测定动作。

[0310] 以下,分别依序说明对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作、以及对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定的第二倾斜测定动作。

[0311] (2-4-2)对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作

[0312] 首先,一边参照图28,一边说明对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作。图28是表示对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作的流程的流程图。再者,在测量装置2包括多个测量装置21的情况下,第一倾斜测定动作也可针对每个测量装置21来进行。例如,在测量装置2包括测量装置21-1及测量装置21-2的情况下,也可独立地进行对测量装置21-1相对于载台32的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作、与对测量装置21-2相对于载台32的倾斜量进行测定的第一倾斜测定动作。或者,在测量装置2包括多个测量装置21的情况下,第一倾斜测定动作也可将某特定的测量装置21作为对象来进行。此时,通过第一倾斜测定动作而测定出的倾斜量也可不仅被用作实际进行第一倾斜测定动作的测量装置21的倾斜量,还被用作其他测量装置21的倾斜量。即,通过第一倾斜测定动作而测定出的倾斜量也可被用作多个测量装置2各自的倾斜量。

[0313] 如图28所示,首先,将基准构件BM新载置于载台32(步骤S411)。基准构件BM是如下所述的构件,即,在其表面形成有为了对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案。此种基准构件BM的一例在图29及图30的(a)至图30的(b)中有所记载。例如,如表示作为基准构件BM的一例的基准构件BM1的平面图即图29所示,基准构件BM也可为在表面(尤其是沿着XY平面的面)有规则地形成有任意形状的点图案(dot pattern)DP的基准构件BM1。再者,图29表示了呈矩阵状地(即,在X轴方向及Y轴方向上分别有规则地,换言之,在X轴及Y轴方向上以规定周期)形成有矩形的点图案DP的基准构件BM1的示例。基准构件BM1也可被称作图案标线片(pattern reticle)。例如,如表示作为基准构件BM的一例的基准构件BM2的平面图即图30(a)以及表示基准构件BM2的剖面图即图30的(b)所示,基准构件BM也可为在其表面(尤其是沿着XY平面的面)形成有多个块图案BP的基准构件BM2。多个块图案(block pattern)BP既可与基准构件BM2一体化,也可为可从基准构件BM2拆卸。多个块图案BP也可包含沿着XY平面的任意方向(图30的(a)所示的示例中为X轴方向)上的尺寸不同的多个块图案BP1。多个块图案BP也可包含与XY平面交叉的方向(图30的(b)所示的示例中为Z轴方向)上的尺寸不同的多个块图案BP2。即,多个块图案BP也可包含与XY平面交叉的方向(图30的(b)所示的示例中为Z轴方向)上的高度不同的多个块图案BP2。再者,图30的(b)所示的示例中,块图案BP2具有从基准构件BM2突出的形状,但也可为刻入基准构件BM2的形状。

[0314] 而且,作为基准构件BM,可使用厚度经管理的板规(block gauge)或平面度均匀的玻璃构件等。

[0315] 再次在图28中,随后,测量装置21测量基准构件BM(步骤S412)。具体而言,载台32和/或测量装置21移动,以使整个基准构件BM(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21的测量曝射区域MSA内。或者,也可使载台32和/或测量装置21移动,以使形成于基准构件BM的规定图案整体(或者,根据情况为一部分)位于测量装置21的测量曝射区域MSA内。随后,测量装置21测量基准构件BM。尤其,测量装置21对形成于基准构件BM的图案(即,为了对测量装置2的倾斜量进行测定而使用的规定图案)进行测量。

[0316] 随后,控制装置7基于测量装置21的测量结果,算出测量装置21相对于载台32的倾斜量(尤其是 θ_X 方向及 θ_Y 方向的各方向上的测量装置21的倾斜量)(步骤S413)。例如,控制装置7基于测量装置21的测量结果,来确定形成于基准构件BM的图案的位置和/或形状。随后,控制装置7基于形成于基准构件BM的图案的设计上的位置和/或形状(即,测量装置21未相对于载台32而倾斜时,应根据测量装置2的测量结果而确定的图案的位置和/或形状)、与实际确定的图案的位置和/或形状的差异,来算出测量装置21相对于载台32的倾斜量。所算出的倾斜量如上所述那样被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在测量装置2相对于载台32而倾斜的情况下,也可与测量装置2未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。而且,控制装置7也可基于测量装置21的测量结果,来算出载台32自身的倾斜量(尤其是 θ_X 方向及 θ_Y 方向的各方向上的载台32的倾斜量)。

[0317] 再者,根据形成于基准构件BM的图案,控制装置7可基于测量装置21的测量结果,来算出 θ_Z 方向上的测量装置21的倾斜量以及Z轴方向上的测量装置21的位置偏移(offset)量(即,Z轴方向上的从基准位置计起的测量装置21的位置偏移量)中的至少一者。例如,在使用如图29所示那样有规则地形成有点图案DP的基准构件BM2的情况下,控制装置7可基于测量装置21的测量结果,来算出 θ_Z 方向上的测量装置21的倾斜量。例如,在使用如图30的(b)所示那样形成有与XY平面交叉的方向上的高度不同的多个块图案BP2的基准构件BM2的情况下,控制装置7可基于测量装置21的测量结果,来算出Z轴方向上的测量装置21的位置偏移量。此时, θ_Z 方向上的测量装置21的倾斜量也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在测量装置21在 θ_Z 方向上相对于载台32而倾斜的情况下,也能与测量装置21在 θ_Z 方向上未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。Z轴方向上的测量装置2的位置偏移量也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在产生了Z轴方向上的测量装置21的偏移的情况下,也能与未产生Z轴方向上的测量装置21的偏移的情况同样地对工件W进行加工。

[0318] 进而,根据形成于基准构件BM的图案,控制装置7可算出与测量装置21的测量曝射区域MSA的形状相关的参数。与测量曝射区域MSA的形状相关的参数例如也可包含测量曝射区域MSA的歪曲程度、测量曝射区域MSA的倍率(例如,测量曝射区域MSA的实际尺寸相对于测量曝射区域MSA的设计上的尺寸的倍率)、及测量曝射区域MSA的弯曲度(例如,测量曝射区域MSA相对于沿着XY平面的面的弯曲度)中的至少一种。此处,测量曝射区域MSA也可作为三次元区域。再者,测量曝射区域MSA的歪曲程度也能以在对测量曝射区域MSA进行定义的XYZ坐标系中,实际测量的XY位置相对于无误差时的XY位置之差、或者实际测量的Z位置相对于无误差时的Z位置之差来表示。而且,测量曝射区域MSA的弯曲度能以在对测量曝射区域MSA进行定义的XYZ坐标系中,对从测量装置21输出的Z位移成为规定的Z位移输出的XYZ位置进行近似的面、与成为基准的XY平面的背离度来表示。

[0319] 例如,在使用如图29所示那样有规则地形成有点图案DP的基准构件BM2的情况下,控制装置7可基于测量装置21的测量结果,来算出测量曝射区域MSA的歪曲程度及测量曝射区域MSA的倍率中的至少一者。例如,在使用如图30的(b)所示那样形成有与XY平面交叉的方向上的高度不同的多个块图案BP2的基准构件BM2的情况下,控制装置7可基于测量装置21的测量结果来算出测量曝射区域MSA的弯曲度。此时,测量曝射区域MSA的歪曲程度也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在测量曝射区域MSA发生了歪曲的情况下,也能与测量曝射区域MSA未发生歪曲的情况同样地对工件W进行加工。测量曝射区域MSA的倍率也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在测量曝射区域MSA的倍率并非所期望倍率的情况下,也能与测量曝射区域MSA的倍率为所期望倍率的情况同样地对工件W进行加工。测量曝射区域MSA的弯曲程度也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在测量曝射区域MSA发生了弯曲的情况下,也能与测量曝射区域MSA未发生弯曲的情况同样地对工件W进行加工。

[0320] 而且,所述说明中,为了进行第一倾斜测定动作,在载台32上载置有基准构件BM。然而,如表示为了进行第一倾斜测定动作而改变的载台32'的平面图即图31所示,也可在载台32'自身形成为了对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案。图31表示了载台32'表面中的位于载置面321周边的外周面323形成点图案DP的示例。此时,在第一倾斜测定动作中,也可在载台32载置有基准构件BM,测量装置2也可除了对载置于载台32的基准构件BM以外或者取代于此,而对形成于载台32'的图案进行测量。再者,点图案DP也可形成于载台32'表面中的位于载置面321周边的外周面323的一部分。

[0321] 而且,也可使用通过加工装置1对工件W进行加工而形成于工件W的图案,来作为为了测定倾斜量等而由测量装置2来测量的图案。此时,首先,加工装置1也可对工件W进行加工,以在工件W上形成为了对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案。此时,形成有为了对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案的工件W既可与预定要通过所述加工动作来进行加工的工件W不同(例如也可测试用的工件),也可与预定要通过所述加工动作来进行加工的工件W。随后,测量装置2也可除了对载置于载台32的基准构件BM以外或者取代于此,而对形成于工件W的图案进行测量。

[0322] (2-4-3) 对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定的第二倾斜测定动作

[0323] 继而,一边参照图32,一边说明对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定的第二倾斜测定动作。图32是表示对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定的第二倾斜测定动作的流程的流程图。

[0324] 如图32所示,首先,加工装置1对工件W进行加工,以在工件W上形成为了对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案(步骤S421)。在步骤S421中形成的图案也可与为了在第一倾斜测定动作中对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案同样的图案。或者,在步骤S421中形成的图案也可与为了对测量装置2相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案不同的图案。

[0325] 随后,测量装置21对在步骤S421中经加工的工件W(尤其是在步骤S421中经加工的加工部分)进行测量(步骤S422)。因此,首先,载台32和/或测量装置21移动,以使在步骤S421中经加工的工件W的加工部分位于测量装置21的测量曝射区域MSA内。即,载台32移动,以使在步骤S421中经加工的工件W的加工部分从加工曝射区域PSA朝向测量曝射区域MSA移

动。此时,如上所述,可保持在载台32载置有工件W的状态。随后,测量装置21对在步骤S421中经加工的工件W的加工部分进行测量。

[0326] 随后,控制装置7基于测量装置21的测量结果,来算出加工装置1相对于载台32的倾斜量(尤其是 θ_X 方向及 θ_Y 方向的各方向上的加工装置1的倾斜量)(步骤S423)。例如,控制装置7基于测量装置21的测量结果,来确定形成于工件W的图案的实际位置和/或形状。随后,控制装置7基于形成于工件W的图案的设计上的位置和/或形状(即,加工装置1未相对于载台32而倾斜时,加工装置1应形成于工件W的图案的位置和/或形状)、与形成于工件W的图案的实际位置和/或形状的差异,来算出加工装置1相对于载台32的倾斜量。所算出的倾斜量如上所述那样被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在加工装置1相对于载台32而倾斜的情况下,也可与加工装置1未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。

[0327] 再者,根据形成于工件W的图案,控制装置7可基于测量装置21的测量结果,来算出 θ_Z 方向上的加工装置1的倾斜量、Z轴方向上的加工装置1的位置偏移量(即,Z轴方向上的从基准位置计起的加工装置1的位置偏移量)、及与加工装置1的加工曝射区域PSA的形状相关的参数。与加工曝射区域PSA的形状相关的参数例如也可包含加工曝射区域PSA的歪曲程度、加工曝射区域PSA的倍率(例如,加工曝射区域PSA的实际尺寸相对于加工曝射区域PSA的设计上的尺寸的倍率)、及加工曝射区域PSA的弯曲度(例如,加工曝射区域PSA相对于沿着XY平面的面的弯曲度)中的至少一种。此时, θ_Z 方向上的加工装置1的倾斜量也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在加工装置1在 θ_Z 方向上相对于载台32而倾斜的情况下,也能与加工装置1在 θ_Z 方向上未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。Z轴方向上的加工装置1的位置偏移量也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在产生了Z轴方向上的加工装置1的偏移的情况下,也能与未产生Z轴方向上的加工装置1的偏移的情况同样地对工件W进行加工。加工曝射区域PSA的歪曲程度也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在加工曝射区域PSA发生了歪曲的情况下,也能与加工曝射区域PSA未发生歪曲的情况同样地对工件W进行加工。加工曝射区域PSA的倍率也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在加工曝射区域PSA的倍率并非所期望倍率的情况下,也能与加工曝射区域PSA的倍率为所期望倍率的情况同样地对工件W进行加工。加工曝射区域PSA的弯曲程度也可被用作下述参数,所述参数用于使加工系统SYS进行动作,以使得即便在加工曝射区域PSA发生了弯曲的情况下,也能与加工曝射区域PSA未发生弯曲的情况同样地对工件W进行加工。再者,也可取代与加工装置1的加工曝射区域PSA的形状相关的参数或者除此以外,将加工装置1的光学系统(典型的是f θ 透镜)的倍率、歪曲及像场弯曲作为参数。

[0328] 而且,在第二倾斜测定动作中,也与第一倾斜测定动作同样地,也可将基准构件BM(尤其是形成有为了对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案的基准构件BM)载置于载台32。或者,也可在载台32上形成为为了对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案。此时,加工装置1也可使用加工装置1所包括的观察装置16,来观察(实质上为测量)形成于基准构件BM和/或载台32的图案的位置和/或形状。进而,控制装置7也可基于观察装置16的观察结果,来算出加工装置1相对于载台32的倾斜量。具

体而言,控制装置7也可基于观察装置16的测量结果,来确定形成于基准构件BM的图案的位置和/或形状。随后,控制装置7也可基于形成于基准构件BM的图案的设计上的位置和/或形状、与实际确定的图案的位置和/或形状的差异,来算出加工装置1相对于载台32的倾斜量。此时,加工装置1也可不可以在工件W上形成为了对加工装置1相对于载台32的倾斜量进行测定而使用的规定图案的方式,来对工件W进行加工。

[0329] (3) 技术效果

[0330] 如以上所说明那样,加工系统SYS包括加工装置1与测量装置2这两者。尤其,加工系统SYS在收容载台装置3(即,收容工件W)的框体4内,包括加工装置1与测量装置2。因此,在加工装置1对工件W进行加工后,直至测量装置2对经加工的工件W进行测量为止的期间,也可不从载台32拆卸工件W。同样地,在测量装置2对工件W进行测量后,直至加工装置1对经测量的工件W进行加工为止的期间,也可不从载台32拆卸工件W。因此,与在加工装置1对工件W进行加工后直至测量装置2对经加工的工件W进行测量为止的期间、和/或在测量装置2对工件W进行测量后直至加工装置1对经测量的工件W进行加工为止的期间,必须从载台32拆卸工件W的情况相比,不需要从载台32拆卸工件W及将工件W重新载置于载台32,相应地,与工件W的加工相关的处理量(throughput)提高。进而,也可不进行伴随工件W向载台32的重新载置而有可能变得必要的对准(alignment)动作(例如,工件W相对于载台32的对位动作),因此,相应地,与工件W的加工相关的处理量也提高。

[0331] 而且,加工系统SYS在加工装置1对工件W的加工与测量装置2对工件W的测量之间,保持工件W被载置于载台32的状态。因此,可降低因工件W的载置或拆卸引起的加工误差或测量误差的影响,从而可提高与工件W的加工相关的处理量。

[0332] 而且,由于加工系统SYS包括加工装置1与测量装置2这两者,因此加工系统SYS可一边利用测量装置2来对加工装置1所加工的工件W的状态进行测量,一边对工件W进行加工。其结果,加工系统SYS在工件W的状态背离所期望的状态(例如,工件W的加工量不适当和/或工件W的加工位置不适当)的情况下,可立即控制加工装置1,以使工件W的状态接近或与所期望的状态一致。例如,加工系统SYS在工件W的加工量不适当和/或工件W的加工位置不适当的情况下,可立即控制加工装置1,以使工件W的加工量变得适当和/或工件W的加工位置变得适当。因此,与并不利用测量装置2来对加工装置1所加工的工件W的状态进行测量而对工件W进行加工的情况相比,加工系统SYS可更高精度地对工件W进行加工。

[0333] 而且,由于加工装置1使用加工光EL来对工件W进行加工,因此与使用切削构件等来对工件W进行加工的情况相比,难以产生工件W的切削屑。因此,即使将加工装置1与测量装置2配置于相同的框体4内,也几乎不会因切削屑而妨碍测量装置2的适当动作。

[0334] 而且,由于加工装置1使用加工光EL来对工件W进行加工,因此与使用切削构件等来对工件W进行加工的情况相比,不会有相对较大的外力作用于工件W。因此,载台32也可不以相对较大的保持力来保持工件W。其结果,在载台32上,在加工装置1对工件W进行加工的情况以及测量装置2对工件W进行测量的情况这两种情况下,能以实质上相同的状态来载置工件W。因此,测量装置2能以与加工装置1对工件W进行加工的情况同样的状态,来对载置于载台32的工件W进行测量。即,与在加工装置1对工件W进行加工的情况下以相对较强的保持力而通过载台32来保持工件W的情况相比,测量装置2能不受因相对较强的力而可能产生的工件W的微小变形的影响,而相对高精度地测量工件W。而且,可在降低工件W的变形影响的

状态下,高精度地对工件W进行加工。

[0335] 而且,加工系统SYS可进行用于对加工条件的初始值进行设定的初始设定动作。因此,加工系统SYS可相对较容易且以短的时间来设定加工条件的初始值。

[0336] 而且,加工系统SYS可进行温度漂移降低动作。因此,加工系统SYS可适当降低因测量装置21的温度导致测量装置21的测量精度产生偏差的现象即温度漂移的影响。因而,与未降低温度漂移的影响的情况相比,加工系统SYS可相对较高精度地测量工件W。进而,加工系统SYS可基于相对较高精度的工件W的测量结果,来相对较高精度地对工件W进行加工。

[0337] 而且,加工系统SYS可进行倾斜测定动作。因此,加工系统SYS能以排除倾斜影响的方式来对工件W进行加工。即,即使在加工装置1和/或测量装置2相对于载台32而倾斜的情况下,加工系统SYS也能与加工装置1和/或测量装置2未相对于载台32而倾斜的情况同样地对工件W进行加工。

[0338] (4)变形例

[0339] 继而,对加工系统SYS的变形例进行说明。

[0340] (4-1)第一变形例的加工系统SYSa

[0341] 首先,一边参照图33,一边对第一变形例的加工系统SYSa进行说明。图33是表示第一变形例的加工系统SYSa的结构的剖面图。再者,为了简化附图,图33对于加工系统SYSa的一部分构成元件未示出其剖面。

[0342] 如图33所示,第一变形例的加工系统SYSa与所述加工系统SYS相比,不同之处在于包括气体供给装置8a。加工系统SYSa的其他特征也可与加工系统SYS相同。再者,为了简化附图,图33省略或简化了加工系统SYSa所包括的一部分构成元件的记载。

[0343] 气体供给装置8a将气体供给至(即,流至)收容空间SP内。作为气体供给装置8a所供给的气体的一例,可列举大气、洁净干燥空气(Clean Dry Air,CDA)及非活性气体中的至少一种。作为非活性气体的一例,可列举氮气或氩气。

[0344] 气体供给装置8a也可通过供给气体,来降低因向工件W照射加工光EL而从工件W产生的物质附着于测量装置2的情况。即,气体供给装置8a也可作为附着降低装置发挥功能,所述附着降低装置可降低因向工件W照射加工光EL而从工件W产生的物质附着于测量装置2的情况。因向工件W照射加工光EL而从工件W产生的物质也可包含熔融或蒸发的工件W的材料。以下,为了便于说明,将因向工件W照射加工光EL而从工件W产生的物质称作“烟雾(fume)”。

[0345] 尤其,气体供给装置8a也可通过供给气体来降低烟雾附着于测量装置2的特定部分的情况。测量装置2的特定部分也可作为当有烟雾附着时可能会造成测量装置2的测量精度恶化的部分。例如,在测量装置2将测量光(例如,光截法中的狭缝光或白色干涉法中的白色光)照射至工件W以对工件W进行测量的情况下,可列举测量光所通过的测量装置2的光学系统211的光学面211s来作为特定部分的一例。尤其,可列举光学系统211的末端光学元件(即,面向收容空间SP的光学元件)的光学面来作为特定部分的一例。

[0346] 若有烟雾附着于测量装置2(尤其是其特定部分),则有可能会因所附着的烟雾而妨碍测量光的照射(例如,向工件W的照射)。其结果,测量装置2有可能无法适当地测量工件W。然而,第一变形例中,降低烟雾附着于测量装置2(尤其是其特定部分)的情况。其结果,测量装置2可在烟雾的影响得到降低的状态下适当地测量工件W。

[0347] 气体供给装置8a也可如表示气体供给装置8a对气体的第一供给形态的剖面图即图34所示,向收容空间SP内的加工装置1与测量装置2之间的空间供给气体。气体供给装置8a也可沿包含顺着从加工装置1朝向工件W的加工光EL的行进方向的成分的方向(图34所示的示例中,为包含Z轴方向作为成分的方向)来供给气体。此时,气体供给装置8a所供给的气体作为气帘(air curtain)发挥功能。即,气体供给装置8a所供给的气体作为可降低烟雾从较气帘位于加工装置1侧的空间侵入至较气帘位于测量装置2侧的空间的可能性的气帘发挥功能。其结果,烟雾附着于测量装置2的可能性得到适当降低。进而,烟雾侵入包含测量光的光路的空间内的可能性得到适当降低。

[0348] 气体供给装置8a也可如表示气体供给装置8a对气体的第二供给形态的剖面图即图35所示,向收容空间SP内的测量装置2与载台32之间的空间供给气体。气体供给装置8a也可向收容空间SP内的包含来自测量装置2的测量光的光路的空间供给气体。气体供给装置8a也可沿着与从加工装置1朝向工件W的加工光EL的行进方向交叉的方向(图35所示的示例中为Y轴方向)供给气体。气体供给装置8a也可供给从包含测量光的光路的空间朝向包含加工光EL的光路的空间流动的气体。其结果,烟雾难以侵入至包含测量光的光路的空间,因此烟雾附着于测量装置2的可能性得到适当降低。进而,烟雾侵入至包含测量光的光路的空间的可能性得到适当降低。进而,若从气体供给装置8a供给的气体喷吹至测量装置2的特定部分(例如所述光学系统211的光学面211s),则可通过所述气体来吹除(即,去除)附着于测量装置2的特定部分的烟雾。因而,即使有烟雾暂时附着于测量装置2,也可适当降低烟雾持续附着于测量装置2的可能性。并且,可降低烟雾附着于加工装置1的特定部分(例如,f θ 透镜142的末端光学元件的光学面)的可能性,从而可达成适当的加工。如此,通过气体供给装置8a对气体的供给,沿横切加工光EL和/或测量光的光路的方向形成气体的流路,因此烟雾沿着所述流路行进,从而烟雾附着于测量装置2或加工装置1的可能性得以降低。

[0349] (4-2)第二变形例的加工系统SYSb

[0350] 继而,一边参照图36,一边说明第二变形例的加工系统SYSb。图36是表示第二变形例的加工系统SYSb的结构剖面图。再者,为了简化附图,图36对于加工系统SYSb的一部分构成元件未示出其剖面。

[0351] 如图36所示,第二变形例的加工系统SYSb与所述加工系统SYS相比,不同之处在于,包括回收装置8b。加工系统SYSb的其他特征也可与加工系统SYS相同。再者,为了简化附图,图36省略或简化了加工系统SYSb所包括的一部分构成元件的记载。

[0352] 回收装置8b从框体4内部的收容空间SP回收气体(或者,包含液体的任意流体,以下在第二变形例中相同)。具体而言,回收装置8b也可经由形成于框体4的隔壁的开口即回收口81b、及连结于回收口81b的回收管82b,从收容空间SP回收气体。回收装置8b也可经由回收口81b及回收管82b来从收容空间SP抽吸气体,由此来回收气体。回收装置8b也可经由回收口81b及回收管82b来对收容空间SP的至少一部分进行排气,由此来回收气体。回收装置8b在关于加工装置1而与测量装置2为相反侧包括回收口81b,沿从测量装置2的正下方经由加工装置1的正下方到达回收口81b的路径形成流体(气体)的流路。再者,在图36的情况下,框体4外部的空间与内部的空间(收容空间SP)也可视为通过框体4而实质上隔开。

[0353] 回收装置8b也可将收容空间SP内的烟雾的至少一部分与气体一同予以回收。回收装置8b也可沿着与从加工装置1朝向工件W的加工光EL的行进方向交叉的方向(图36所示的

示例中为Y轴方向)来回收气体及烟雾。回收装置8b从收容空间SP回收的烟雾也可通过配置于回收管82b的过滤器83b来予以吸附。过滤器83b既可为可装卸,也可为可更换。其结果,与未通过回收装置8b来回收烟雾的情况相比,更适当地防止烟雾附着于测量装置2。因而,回收装置8b也可作为可降低烟雾附着于测量装置2的附着防止装置发挥功能。再者,也可在过滤器83b的下游侧设置流量传感器,以对过滤器83b的堵塞情况进行监控(monitor)。而且,也可根据所述流量传感器的输出来推测过滤器83b的更换时期。

[0354] 通过回收装置8b对气体的回收,沿横切加工光EL和/或测量光的光路的方向形成气体的流路,因此烟雾沿着所述流路而被回收装置8b回收,从而烟雾附着于测量装置2或加工装置1的可能性得以降低。

[0355] 再者,第二变形例的加工系统SYSb与第一变形例的加工系统SYSa同样地,也可包括气体供给装置8a。此时,进一步降低烟雾附着于测量装置2或加工装置1的情况。

[0356] (4-3)第三变形例的加工系统SYSc

[0357] 继而,一边参照图37,一边说明第三变形例的加工系统SYSc。图37是表示第三变形例的加工系统SYSc的结构的剖面图。再者,为了简化附图,图37对于加工系统SYSc的一部分构成元件未示出其剖面。

[0358] 如图37所示,第三变形例的加工系统SYSc与所述加工系统SYS相比,不同之处在于,包括框体8c。加工系统SYSc的其他特征也可与加工系统SYS相同。再者,为了简化附图,图37省略或简化了加工系统SYSc所包括的一部分构成元件的记载。

[0359] 框体8c被配置在收容空间SP内。框体8c在收容空间SP内收容测量装置2的至少一部分(例如测量装置2的特定部分)。具体而言,如图37所示,框体8c包括隔壁构件81c。隔壁构件81c规定收容测量装置2的内部空间82c。其结果,通过框体8c(尤其是隔壁构件81c)来防止烟雾从收容空间SP向收容空间82c的侵入。因此,适当防止烟雾附着于收容在收容空间82c内的测量装置2。

[0360] 然而,在通过测量装置2照射测量光来测量工件W的情况下,测量光的照射被框体4妨碍则不佳。因此,隔壁构件81c中的与来自测量装置2的测量光的光路重复的部分也可包含光通过构件83c。光通过构件83c也可为测量光可通过、但另一方面烟雾不可通过的构件。作为一例,光通过构件83c例如也可为相对于测量光而透明(例如,透射率为规定率以上)的构件。或者,光通过构件83c也可为如下所述的构件,即,在照射有测量光的期间(例如,测量装置2测量工件W的期间)的至少一部分,测量光可通过,另一方面,在未照射有测量光的期间(例如,测量装置2未测量工件W的期间,典型的是,加工装置1对工件W进行加工的期间)的至少一部分,烟雾无法通过。作为此种光通过构件83c的一例,可列举玻璃基板等透光性基板。其结果,通过光通过构件83c,既防止烟雾从收容空间SP向收容空间82c的侵入,又使来自测量装置2的测量光经由光通过构件83c而照射至工件W。因此,既可适当防止烟雾附着于收容在收容空间82a-3内的测量装置2,又可使测量装置2适当地测量工件W。

[0361] 此外,由于光通过构件83c面向收容空间SP,因此存在烟雾附着于光通过构件83c的可能性。因此,也可去除附着于光通过构件83c的烟雾。例如,加工系统SYSc也可供给气体,以吹除(即去除)附着于光通过构件83c的烟雾。此时,加工系统SYSc也可使用所述气体供给装置8a来吹除(即去除)附着于光通过构件83c的烟雾。例如,如表示加工系统SYSc的其他结构的剖面图即图38所示,加工系统SYSc也可包括振动装置84c,所述振动装置84c使光

通过构件83c振动,以抖落(即去除)附着于光通过构件83c的烟雾。其结果,防止烟雾持续附着于光通过构件83c。因而,不会因持续附着于光通过构件83c的烟雾而妨碍来自测量装置2的测量光的照射。

[0362] 附着于光通过构件83c的烟雾也可在所期望的时机被去除。例如,附着于光通过构件83c的烟雾量越多,则因烟雾而散射的测量光将变得越多。因此,控制装置7也可基于对散射的测量光进行检测的检测装置的检测结果,来判定是否有烟雾附着于光通过构件83c(或者,是否附着有一定量以上的烟雾),若判定为有烟雾附着于光通过构件83c(或者,附着有一定量以上的烟雾),则去除附着于光通过构件83c的烟雾。

[0363] 再者,光通过构件83c也可为可从框体8c拆卸。而且,光通过构件83c也可为可更换为与其不同的光通过构件。

[0364] 再者,第三变形例的加工系统SYS_c也可与第一变形例的加工系统SYS_a及第二变形例的加工系统SYS_b的至少一者同样地,包括气体供给装置8a及回收装置8b中的至少一者。此时,可更适当地防止烟雾附着于测量装置2。

[0365] (4-4)第四变形例的加工系统SYS_d

[0366] 继而,对第四变形例的加工系统SYS_d进行说明。第四变形例的加工系统SYS_d与前述加工系统SYS相比,不同之处在于,包括受光装置9d。加工系统SYS_d的其他特征也可与加工系统SYS相同。因而,以下,一边参照图39的(a)及图39的(b),一边说明受光装置9d。图39的(a)是表示受光装置9d的结构的剖面图,图39(b)是表示受光装置9d的结构的平面图。

[0367] 如图39的(a)及图39的(b)所示,受光装置9d被配置于载台32。受光装置9d也可配置于载台32中的从载置工件W的载置面321朝X轴方向及Y轴方向中的至少一方向偏离的位置。例如,受光装置9d也可配置于载台32中的外周面322(更具体而言,载台32中的外周面322成为表面的构件)。然而,受光装置9d也可配置于载台32中的载置面321(更具体而言,载台32中的载置面321成为表面的构件)。受光装置9d也可配置于载台32的任意位置。受光装置9d的至少一部分也可为可从载台32拆卸。或者,受光装置9d也可与载台32一体化。而且,受光装置9d也可配置于载置面321内。

[0368] 受光装置9d包括遮光构件91d与检测器92d。

[0369] 遮光构件91d是可遮挡加工光EL的构件。遮光构件91d被配置于载台32。遮光构件91d的表面(+Z侧的面)为与载台32的表面(+Z侧的面,例如外周面322)相同的高度,但也可为不同的高度。遮光构件91d的背面(-Z侧的面)为与载台32的背面(-Z侧的面)相同的高度,但也可为不同的高度。遮光构件91d的至少一部分也可与载台32一体化。载台32的至少一部分也可被兼用作遮光构件91d。然而,遮光构件91d也可为可从载台32予以拆卸。

[0370] 在遮光构件91d,形成有开口93d。开口93d是从遮光构件91d的表面贯穿至背面的贯穿孔。在遮光构件91d的至少一部分与载台32一体化的情况下,开口93d也可为从载台32的表面(例如外周面322)贯穿至背面的贯穿孔。开口93d在沿着XY平面的面内的形状为狭缝形状,但也可为其他的任意形状。开口93d在沿着XY平面的面内的尺寸(例如,狭缝形状的长边方向的尺寸)例如为数微米(micrometer)至数十微米(例如5微米至10微米),但也可为其他尺寸。开口93d为加工光EL可通过的贯穿孔。开口93d是朝向载台32的表面照射的加工光EL可通过至载台32的背面的贯穿孔。因而,形成有开口93d的遮光构件91d作为可使加工光EL通过的光通过构件发挥功能。再者,遮光构件91d也可包含在透光性基板的上表面的一部

分形成有遮光膜者。此时,未形成有遮光膜的部分成为开口93d。

[0371] 检测器92d是可检测(例如可接受)加工光EL的光检测器。作为光检测器的一例,可列举可对所接受的加工光EL进行光电转换的光电转换器。检测器92d被配置于遮光构件91d的背面。在遮光构件91d的至少一部分与载台32一体化的情况下,检测器92d被配置于载台32的背面。检测器92d对经由开口93d而入射至检测器92d的加工光EL进行检测。检测器92d对通过开口93d而入射至检测器92d的加工光EL进行检测。

[0372] 检测器92d的检测结果包含与入射至检测器92d的加工光EL的状态相关的信息。例如,检测器92d的检测结果包含与入射至检测器92d的加工光EL的强度(具体而言,与XY平面交叉的面内的强度)相关的信息。更具体而言,检测器92d的检测结果包含与加工光EL在沿着XY平面的面内的强度分布相关的信息。检测器92d的检测结果被输出至控制装置7。

[0373] 控制装置7基于检测器92d的检测结果来控制加工系统SYSd(例如加工装置1、测量装置2、载台装置3、驱动系统5及驱动系统6中的至少一者),以使加工系统SYSd可适当地对工件W进行加工。例如,控制装置7也可基于检测器92d的检测结果来进行对聚焦位置进行控制的聚焦控制动作。例如,控制装置7也可基于检测器92d的检测结果来进行光状态控制动作,所述光状态控制动作是与使用检流镜141的加工光EL的扫描同步地控制加工光EL的状态。例如,控制装置7也可基于检测器92d的检测结果来进行检流控制动作,所述检流控制动作是控制检流镜141,以降低因检流镜141的温度(即,热)而导致沿着XY平面的面内的加工光EL的照射位置产生偏差的现象即温度漂移的影响。加工系统SYSd也可在进行所述加工动作之前,进行这些动作(例如聚焦控制动作、光状态控制动作及检流控制动作)的至少一部分。加工系统SYSd也可在进行了所述加工动作之后,进行这些动作的至少一部分。加工系统SYSd也可在进行所述加工动作的期间内,进行这些动作的至少一部分。加工系统SYSd也可在从进行某加工动作后,直至接下来进行另一加工动作为止的期间,进行这些动作的至少一部分。加工系统SYSd也可在对工件W进行加工的一个期间与对相同的工件W进行加工的另一期间之间,进行这些动作的至少一部分。加工系统SYSd也可每当加工系统SYSd开始动作经过固定时间时,进行这些动作的至少一部分。在进行加工动作之前或进行了加工动作之后进行这些动作的至少一部分的情况下,在进行这些动作的至少一部分的期间,也可不在载台32上载置工件W。再者,对于聚焦控制动作、光状态控制动作及检流控制动作各自的详细,将在后文进行说明。

[0374] 加工系统SYSd也可包括多个受光装置9d。图39的(b)表示了加工系统SYSd包括二个受光装置9d(x)及受光装置9d(y)的示例。多个受光装置9d的开口93d的形状(具体而言,在沿着XY平面的面内的形状)也可为长边方向分别沿着不同方向的狭缝形状。例如,图39的(b)表示了下述示例,即,受光装置9d(x)的开口93d(x)的形状为长边方向沿着X轴方向的狭缝形状,受光装置9d(y)的开口93d(y)的形状为长边方向沿着Y轴方向的狭缝形状。

[0375] 再者,多个受光装置9d的数量并不限定于二个,例如也可为,除了受光装置9d(x)及受光装置9d(y)以外,还包括具有长边方向相对于X轴或Y轴呈规定角度(作为一例,为 $\pm 45^\circ$)的狭缝形状的一个以上的受光装置9d。

[0376] 而且,受光装置9d的开口93d的形状并不限定于矩形状,作为一例,也可为圆形状(针孔(pin hole)状)或L形状、十字形状。此处,在开口93d的形状为L形状或十字形状等的情况下,可利用一个受光装置9d来实现多个受光装置9d的功能。

[0377] 若考虑到通过加工光EL的照射来对工件W进行加工的情况,则存在受光装置9d(进而,配置有受光装置9d的载台32)的至少一部分也因加工光EL的照射而受到加工(实质上为破坏)的可能性。因此,也可控制加工光EL的强度(例如,在与加工光EL的行进方向交叉的面内每单位面积的能量的量),以使照射至受光装置9d的加工光EL的强度(例如,检测器92d的检测面上的每单位面积的能量的量)小于为了对工件W进行加工而照射至工件W的加工光EL的强度(例如,工件W表面的每单位面积的能量的量)。例如,加工装置1的光源11也能以下述方式生成加工光EL,即,在加工光EL被照射至受光装置9d的期间内射出的加工光EL的强度小于在为了对工件W进行加工而对工件W照射加工光EL的期间内射出的加工光EL的强度。例如,如表示照射至受光装置9d的加工光EL的剖面图即图40所示,也可在加工光EL的光路中配置可使加工光EL衰减的衰减构件18d。此时,加工装置1也可经由衰减构件18d来对受光装置9d照射加工光EL,另一方面,不经由衰减构件18d而对工件W照射加工光EL。因而,衰减构件18也可相对于加工光EL的光路而插脱,以使得在加工光EL被照射至受光装置9d的期间内,衰减构件18位于加工光EL的光路,且在为了对工件W进行加工而对工件W照射加工光EL的期间内,衰减构件18不位于加工光EL的光路。再者,衰减构件18d也可配置于加工装置1的内部,还可配置于加工装置1的外部(例如加工装置1与受光装置9d之间的空间或者受光装置9d上方的空间)。如此,通过衰减构件18d的使用,可在将光源11的发光条件(作为一例,为激光振荡条件)保持为与加工时相同的状态下,对加工光EL进行测量,因此可降低所测量的加工光EL的强度分布与加工时的强度分布不同的问题。再者,也可取代光源11的发光条件,而变更加工光EL的强度。此时,也可使用关于光源11的发光条件与加工光EL的强度分布的关系的信息,来修正测量结果。

[0378] (4-4-1) 聚焦控制动作

[0379] 继而,一边参照图41的(a)至图41的(c),一边对基于受光装置9d所包括的检测器92d的受光结果而进行的动作的一具体例即聚焦控制动作进行说明。图41的(a)是表示为了进行聚焦控制动作而加工装置1将加工光EL照射至受光装置9d的情形的剖面图,图41的(b)是表示为了进行聚焦控制动作而加工装置1将加工光EL照射至受光装置9d的情形的平面图,图41的(c)是表示受光装置9d所包括的检测器92d的检测结果的图表。

[0380] 如图41的(a)及图41的(b)所示,为了进行聚焦控制动作,加工装置1对受光装置9d(尤其是检测器92d)照射加工光EL。因此,首先,载台32和/或加工装置1移动,以使开口93d位于加工曝射区域PSA内。随后,加工装置1经由开口93d来朝向检测器92d照射加工光EL。

[0381] 此时,加工装置1使利用检流镜141而偏向的加工光EL通过 $f\theta$ 透镜142,由此,使加工光EL对载台32表面的至少一部分(具体而言,为包含形成有开口93d的部分的面)进行扫描。尤其,加工装置1以加工光EL(更具体而言,为加工光EL的照射区域EA)在沿着XY平面的面内横切开口93d的方式,来使加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描。尤其,加工装置1也能以加工光EL在沿着XY平面的面内,沿着构成开口93d的狭缝的短边方向而横切开口93d的方式,来使加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描。例如,在加工装置1对图39的(b)所示的受光装置9d(x)照射加工光EL的情况下,加工装置1也能以加工光EL在沿着XY平面的面内,沿着构成开口93d(x)的狭缝的短边方向即Y轴方向而横切开口93d(x)的方式,使加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描。例如,在加工装置1对图39的(b)所示的受光装置9d(y)照射加工光EL的情况下,加工装置1也能以加工光EL在沿着XY平面的面

内,沿着构成开口93d(y)的狭缝的短边方向即X轴方向而横切开口93d(y)的方式,来使加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描。严格而言,使加工光EL相对于在空间上静止的开口93(x)、开口93(y)进行扫描时的结果与使开口93(x)、开口93(y)相对于在空间上静止的加工光EL进行扫描时的结果不同,但在扫描量(加工光EL在XY面内的移动量)小的情况下(作为一例,为加工光EL的点尺寸的10倍以内),可对两者进行等价处理。再者,图41的(a)及图41的(b)表示了下述示例,即,在沿着XY平面的面内,加工光EL沿着构成开口93d的狭缝的短边方向即Y轴方向而横切开口93d。

[0382] 在加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描的期间内,载台32也可不移动。即,在加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描的期间内,加工装置1与载台32的位置关系(尤其是沿着XY平面的方向)也可被固定。其结果,加工光EL将以根据检流镜141的特性而定的固定的扫描速度,来对载台32表面的至少一部分进行扫描。即,加工光EL的照射区域EA将在载台32表面的至少一部分上,沿着沿载台32表面的方向(例如X轴方向及Y轴方向中的至少一方向)而以固定的速度移动。

[0383] 其结果,在加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描的期间内的某时机,加工光EL将被照射至开口93d。即,在加工光EL对载台32表面的至少一部分进行扫描的期间内的某时机,通过检测器92d来检测加工光EL。

[0384] 控制装置7如图41的(c)所示,获取下述检测信号来作为检测器92d的检测结果,所述检测信号表示:与加工光EL未照射至开口93d的期间内的加工光EL的强度相比,在加工光EL的至少一部分照射至开口93d的期间内,加工光EL的强度变大。再者,图41的(c)的横轴即时间(检测时期)可替换为加工光EL与载台32的沿着扫描方向(Y方向)的相对位置。控制装置7可基于检测信号来算出加工光EL的点径(即,在工件W表面上的点径)。具体而言,控制装置7可根据检测信号,来确定加工光EL的强度变得大于规定值的时间(即,加工光EL的至少一部分照射至开口93d的时间)。此时,控制装置7可基于所确定的时间与加工光EL的扫描速度,来算出加工光EL的点径。

[0385] 随后,控制装置7也可控制加工光EL的聚焦位置,以使所算出的点径与被设定作为加工条件的点径(例如,通过所述初始设定动作而设定的点径)一致。此时,在变更了聚焦位置的情况下,为了确认变更后的聚焦位置是否适当,控制装置7也可控制加工装置1,以再次进行受光装置9d对加工光EL的检测。此时,控制装置7也可判定基于检测器92d的再检测结果而重新算出的点径与被设定作为加工条件的点径是否一致。

[0386] 再者,图39的(a)至图41的(c)的示例中,沿Y方向对在X方向具有长边方向(Y方向的宽度相对于X方向为细)的开口93d(x)进行扫描,以对加工光EL的点的沿着Y方向的宽度(位置)进行检测,且沿X方向对在Y方向具有长边方向(X方向的宽度相对于Y方向为细)的开口93d(y)进行扫描,以对加工光EL的点的沿着X方向的宽度(位置)进行检测。因而,可求出加工光EL的点的椭圆度(X方向尺寸与Y方向尺寸之比(差))。再者,若加工光EL的点的椭圆度大(X方向尺寸与Y方向尺寸之差大),则也可在加工装置1的光学系统中配置在正交的二方向上折射能力不同的光学构件(作为示例,为复曲面透镜(toric lens)或柱状透镜(cylindrical lens)等),以减小椭圆度。

[0387] 通过以上的聚焦控制动作,可适当地控制加工光EL的聚焦位置。

[0388] 再者,根据需要,受光装置9d对加工光EL的检测也可一边改变受光装置9d(尤其是

检测器92d)在与XY平面交叉的方向(例如Z轴方向)上的位置,一边反复进行。即,也可在受光装置9d(尤其是检测器92d)位于与XY平面交叉的方向上的第一位置的状态下,进行受光装置9d对加工光EL的检测,在受光装置9d(尤其是检测器92d)位于与XY平面交叉的方向上的第二位置(其中,第二位置不同于第一位置)的状态下,进行受光装置9d对加工光EL的检测。再者,受光装置9d对加工光EL的检测也可一边改变加工光EL在与XY平面交叉的方向(例如Z轴方向)上的聚焦位置,一边反复进行。在这些情况下,如表示检测器92d的检测结果的图表即图42的(a)所示,控制装置7可获取与受光装置9d的位置变更相应的多个检测信号。此时,控制装置7也可基于多个检测信号与获取各检测信号时的受光装置9d的位置,来求出加工光EL的聚焦位置,甚而,也可控制加工光EL的聚焦位置。例如,变更受光装置9d(尤其是检测器92d)在与XY平面交叉的方向上的位置,实质上等价于变更加工光EL相对于受光装置9d的聚焦位置。因此,控制装置7可基于多个检测信号与获取各检测信号时的受光装置9d的位置而确定:使受光装置9d移动多少(即,使聚焦位置移动多少),加工光EL的点径会变化多少。其结果,控制装置7可确定:为了使加工光EL的点径与被设定作为加工条件的点径一致,只要使聚焦位置移动多少即可。

[0389] 而且,通过一边改变受光装置9d(尤其是检测器92d)在Z轴方向上的位置一边检测加工光EL,或者一边改变加工光EL在Z轴方向上的聚焦位置一边检测加工光EL,可求出加工光EL的远心性(telecentricity)(远心性、加工光EL相对于光轴的倾斜程度)。图42的(b)是将Z轴方向上的多个位置处的检测结果重叠表示的图。图42的(b)中,Z(0)表示受光装置9d位于Z轴方向上的第一位置的状态下的检测结果,Z(+1)表示受光装置9d位于Z轴方向上的第二位置的状态下的检测结果(第二位置较第一位置位于+Z侧(加工装置1侧)),Z(+2)表示受光装置9d位于Z轴方向上的第三位置的状态下的检测结果(第三位置较第二位置位于+Z侧(加工装置1侧)),Z(-1)表示受光装置9d位于Z轴方向上的第四位置的状态下的检测结果(第四位置较第一位置位于-Z侧(与加工装置1为相反侧)),Z(-2)表示受光装置9d位于Z轴方向上的第五位置的状态下的检测结果(第五位置较第四位置位于-Z侧(与加工装置1为相反侧))。图42的(c)是对各检测结果中的强度达到最大的位置PZ进行描绘的图,将这些描绘位置PZ(-2)、PZ(-1)、PZ(0)、PZ(+1)、PZ(+2)连成的直线表示远心性。此处,在所述直线垂直延伸的情况下,即使Z轴方向的位置发生变化,强度达到最大的点PZ的Y方向位置也不会变化,因此为远心。再者,位置PZ(-2)、PZ(-1)、PZ(0)、PZ(+1)、PZ(+2)分别对应于检测结果Z(-2)、Z(-1)、Z(0)、Z(+1)、Z(+2)。

[0390] 再者,在远心性差的情况下,例如也可改变构成 $f\theta$ 透镜142的至少一部分(也可为全部)的光轴方向的位置,以进行远心性的修正。

[0391] (4-4-2) 光状态控制动作

[0392] 继而,对光状态控制动作进行说明。首先,一边参照图43,一边对进行光状态控制动作的技术理由进行说明。图43是示意性地表示通过检流镜141而偏向并通过 $f\theta$ 透镜而位移的加工光EL对工件W的表面进行扫描时的工件W表面上的各位置处的加工光EL的点径的平面图。

[0393] 如图43所示,检流镜141使加工光EL偏向,以利用加工光EL来对工件W表面中的包含于加工曝射区域PSA的面部分进行扫描。此时,在高精度地对工件W进行加工的方面,下述状态为理想状态的一例,即:无论在加工曝射区域PSA的哪个位置,加工光EL的状态均为相

同。例如,下述状态为理想状态的一例,即:在加工曝射区域PSA内,照射至位置P#1的加工光EL的状态、照射至位置P#2的加工光EL的状态、照射至位置P#3的加工光EL的状态、照射至位置P#4的加工光EL的状态、照射至位置P#5的加工光EL的状态、照射至位置P#6的加工光EL的状态、照射至位置P#7的加工光EL的状态、照射至位置P#8的加工光EL的状态、与照射至位置P#9的加工光EL的状态彼此相同。

[0394] 然而,实际上,如图43所示,照射至加工曝射区域PSA的某位置的加工光EL的状态有可能与照射至加工曝射区域PSA内的其他位置的加工光EL的状态不同。即,在加工曝射区域PSA内,根据加工光EL所照射的位置,加工光EL的状态有可能产生偏差。再者,图43表示了下述示例,即,照射至加工曝射区域PSA的某位置的加工光EL的点径与照射至加工曝射区域PSA内的其他位置的加工光EL的点径不同。其理由之一可认为是因检流镜141的特性或 $f\theta$ 透镜42的特性(典型的是像差)所引起。

[0395] 因此,加工系统SYSd通过进行光状态控制动作,从而与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以使得与未进行光状态控制动作的情况相比,照射至加工曝射区域PSA的某位置的加工光EL的状态、与照射至加工曝射区域PSA内的其他位置的加工光EL的状态的差值变小。

[0396] 作为光状态控制动作的一部分,加工系统SYSd首先进行状态检测动作,所述状态检测动作用于利用受光装置9d来检测对加工曝射区域PSA内的多个位置分别照射的加工光EL的状态。为了进行状态检测动作,如表示进行状态检测动作的期间内的加工装置1与受光装置9d的位置关系的剖面图即图44的(a)、以及表示进行状态检测动作的期间内的加工装置1与受光装置9d的位置关系的平面图即图44的(b)所示,载台32和/或加工装置1移动,以使受光装置9d(尤其是开口93d)位于加工曝射区域PSA内。即,加工系统SYSd变更沿着XY平面的面内的加工装置1与受光装置9d的位置关系(更具体而言,加工曝射区域PSA与开口93d的位置关系),以使开口93d位于加工曝射区域PSA内。其结果,开口93d将位于加工曝射区域PSA内的第一位置DTP#1。然后,加工装置1利用加工光EL来对载台32表面中的包含于加工曝射区域PSA的面部分进行扫描。其结果,在加工光EL横切位于第一位置DTP#1的开口92d的时机,检测器92d检测加工光EL。即,在加工光EL的位移量(换言之,偏向角度)成为第一位移量的时机,加工光EL照射至位于第一位置的开口93d,检测器92d检测加工光EL。因此,控制装置7从检测器92d获取与照射至加工曝射区域PSA内的第一位置DTP#1的加工光EL的状态相关的信息。即,控制装置7从检测器92d获取与位移量成为第一位移量的加工光EL的状态相关的信息。进而,当检测器92d检测加工光EL时,控制装置7从位置测量器34一并获取与检测器92d检测到加工光EL的时间点的载台32的位置相关的信息。由于受光装置9d被配置于载台32,因此与载台32的位置相关的信息包含与受光装置9d的位置(尤其是开口93d的位置)相关的信息。

[0397] 随后,如表示进行状态检测动作的期间内的加工装置1与受光装置9d的位置关系的剖面图即图44的(c)、以及表示进行状态检测动作的期间内的加工装置1与受光装置9d的位置关系的平面图即图44的(d)所示,载台32和/或加工装置1移动,以使受光装置9d(尤其是开口93d)位于加工曝射区域PSA内的尚未检测到加工光EL的位置。即,加工系统SYSd变更沿着XY平面的面内的加工装置1与受光装置9d的位置关系,从而变更沿着XY平面的面内的加工曝射区域PSA与开口93d的位置关系。其结果,开口93d将位于加工曝射区域PSA内的第

二位置。然后,加工装置1利用加工光EL来对载台32表面中的包含于加工曝射区域PSA的面部分进行扫描。其结果,在加工光EL横切位于第二位置的开口92d的时机,检测器92d检测加工光EL。即,在加工光EL的位移量成为第二位移量的时机,加工光EL照射至位于第二位置的开口93d,检测器92d检测加工光EL。因此,控制装置7从检测器92d获取与照射至加工曝射区域PSA内的第二位置的加工光EL的状态相关的信息。即,控制装置7从检测器92d获取与位移量成为第二位移量的加工光EL的状态相关的信息。此时,控制装置7也进而从位置测量器34获取与载台32的位置相关的信息。

[0398] 以下,以所需的次数来重复:对沿着XY平面的面内的加工曝射区域PSA与开口93d的位置关系进行变更的动作;以及获取与加工光EL的状态相关的信息及与载台32的位置相关的信息的动作。其结果,控制装置7可获取与对加工曝射区域PSA内的多个位置分别照射的加工光EL的状态相关的信息。

[0399] 在进行了状态检测动作之后,作为光状态控制动作的另一部分,控制装置7基于在状态检测动作中获取的信息,来进行与加工光EL的扫描同步地控制加工光EL的状态的状态控制动作。具体而言,首先,控制装置7基于在状态检测动作中获取的与载台32的位置相关的信息,来算出检测器92d检测到加工光EL的时间点的开口93d的位置(尤其是在载台坐标系上的位置)。其结果,控制装置7可获取与开口93d的位置和经由开口93d而检测到的加工光EL的状态的关系相关的信息。进而,开口93d在载台坐标系上的位置可转换为开口93d在加工曝射区域PSA内的位置。因此,控制装置7可获取与开口93d在加工曝射区域PSA内的位置和经由开口93d而检测到的加工光EL的状态的关系相关的信息。即,控制装置7可获取与加工光EL在加工曝射区域PSA内的照射位置和照射至照射位置的加工光EL的状态的关系相关的信息。

[0400] 若此处所获取的信息表示不论加工光EL在加工曝射区域PSA内的照射位置如何,加工光EL的状态均为相同(即,不变),则推测加工光EL的状态是无论在加工曝射区域PSA的哪个位置,加工光EL的状态均为相同的理想状态。因而,在此情况下,控制装置7在实际对工件W进行加工时,也可不与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态。另一方面,若此处所获取的信息表示根据加工光EL在加工曝射区域PSA内的照射位置而加工光EL的状态有所变化,则推测加工光EL的状态并非理想状态。因而,在此情况下,控制装置7在实际对工件W进行加工时,与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态。具体而言,控制装置7与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以使照射至加工曝射区域PSA的某位置的加工光EL的状态、与照射至加工曝射区域PSA内的其他位置的加工光EL的状态的差值变小。控制装置7与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以使加工曝射区域PSA内的加工光EL的状态的偏差变小。此时,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以使得无论在加工曝射区域PSA的哪个位置,加工光EL的状态均变得相同。控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以使得加工曝射区域PSA内的加工光EL的状态偏差消失。再者,即使在根据加工光EL在加工曝射区域PSA内的照射位置而加工光EL的状态有所变化的情况下,控制装置7在实际对工件W进行加工时,也可不与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态。

[0401] 例如,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以满足加工曝射区域PSA内的第一位置处的加工光EL的点径与加工曝射区域PSA内的第二位置处的加

工光EL的点径的差值变得小于规定的容许值(或者变得相同)这一点径条件。此时,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的聚焦位置,以满足点径条件。例如,控制装置7也可将加工光EL的聚焦位置变更为根据加工光EL的照射位置而定的期望值,以满足点径条件。例如,控制装置7也可将加工光EL的聚焦位置变更为对应于加工光EL的每个照射位置而不同或经最优化了的期望值,以满足点径条件。

[0402] 例如,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以满足加工曝射区域PSA内的第一位置处的加工光EL的强度(例如,每单位面积的能量)、与加工曝射区域PSA内的第二位置处的加工光EL的强度的差值变得小于规定的容许值(或者变得相同)这一强度条件。此时,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更光源11所生成的加工光EL的强度,以满足强度条件。控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更光学系统12所包括的强度分布控制构件123对加工光EL的强度分布的控制形态,以满足强度条件。

[0403] 例如,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态,以满足加工曝射区域PSA内的第一位置处的加工光EL的强度分布、与加工曝射区域PSA内的第二位置处的加工光EL的强度分布的差值变得小于规定的容许范围(或者变得相同)这一强度分布条件。此时,控制装置7也可与加工光EL的扫描同步地变更光学系统12所包括的强度分布控制构件123对加工光EL的强度分布的控制形态,以满足强度分布条件。

[0404] 控制装置7也可在对工件W进行加工时,基于经由位于加工曝射区域PSA内的第一位置的开口93d而入射至检测器92d的加工光EL的状态检测结果,来对照射至加工曝射区域PSA内的第一位置的加工光EL的状态进行控制。控制装置7也可在对工件W进行加工时,在加工光EL被照射至加工曝射区域PSA内的第一位置的时机,基于经由位于加工曝射区域PSA内的第一位置的开口93d而入射至检测器92d的加工光EL的状态检测结果,来控制加工光EL的状态。另一方面,控制装置7也可在对工件W进行加工时,基于经由位于加工曝射区域PSA内的第二位置的开口93d而入射至检测器92d的加工光EL的状态检测结果,来对照射至加工曝射区域PSA内的第二位置的加工光EL的状态进行控制。控制装置7也可在对工件W进行加工时,在加工光EL被照射至加工曝射区域PSA内的第二位置的时机,基于经由位于加工曝射区域PSA内的第二位置的开口93d而入射至检测器92d的加工光EL的状态检测结果,来控制加工光EL的状态。

[0405] 通过以上所说明的光状态控制动作,因检流镜141或 $f\theta$ 透镜142的特性引起的加工光EL的状态偏差得到抑制。因而,加工系统SYSd可使用状态偏差得到抑制的加工光EL,来适当地对工件W进行加工。

[0406] 再者,在加工曝射区域PSA内加工光EL的状态产生偏差的情况下,所述偏差的影响有可能变成工件W的加工量的偏差而显现。因此,加工系统SYSd也可除了基于检测器92d的检测结果来与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态以外、或者取代于此,而基于工件W的实际加工量的测量结果来与加工光EL的扫描同步地变更加工光EL的状态。此时,例如,加工系统SYSd使用加工装置1来对工件W(例如,实际进行加工动作或测试用的工件)进行加工,并且使用测量装置2来测量工件W的加工结果。随后,加工系统SYSd基于测量装置2的测量结果,获取与加工光EL在加工曝射区域PSA内的照射位置和照射至照射位置的加工光EL的状态的关系相关的信息。以下,加工系统SYSd与基于检测器92d的检测结果来变更加工光EL的状态的情况同样地,基于与加工光EL在加工曝射区域PSA内的照射位置和照射至

照射位置的加工光EL的状态的关系相关的信息,来变更加工光EL的状态。

[0407] 再者,所述光状态控制动作并不限定于加工光EL的状态偏差并不随时间变化的情况,也能适用于加工光EL的状态偏差随时间变化的情况。此时,也可在去除加工(图6的示例中的步骤S131)的中途进行状态检测动作,并使用其结果来进行状态控制动作。

[0408] (4-4-3) 检流控制动作

[0409] 继而,对检流控制动作进行说明。检流控制动作是如下所述的动作,即,控制检流镜141,以降低如上所述那样因检流镜141的温度导致加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置产生偏差(即,发生变动)的现象即温度漂移的影响。因此,首先,一边参照图45的(a)及图45的(b),一边简单说明因检流镜141的温度导致加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置产生偏差的现象。

[0410] 图45的(a)是表示未发生温度漂移的状况下的工件W表面(即,沿着XY平面的面)的加工光EL的照射位置的平面图。图45的(b)是表示发生了温度漂移的状况下的工件W表面(即,沿着XY平面的面)的加工光EL的照射位置的平面图。如图45的(a)所示,在未发生温度漂移的情况下,加工光EL可在加工曝射区域PSA内,沿着理想的扫描轨迹来对工件W的表面(即,沿着XY平面的面)进行扫描。具体而言,加工光EL能以Y轴方向上的加工光EL的扫描轨迹呈直线状的方式,来对工件W的表面进行扫描。另一方面,如图45的(b)所示,在发生了温度漂移的情况下,加工光EL在加工曝射区域PSA内,有可能沿着与理想的扫描轨迹不同的扫描轨迹来对工件W的表面进行扫描。具体而言,加工光EL有可能以Y轴方向上的加工光EL的扫描轨迹呈曲线状的方式,来对工件W的表面进行扫描。

[0411] 即,在发生了温度漂移的情况下,与未发生温度漂移的情况相比,检流镜141所偏向的加工光EL的照射位置有可能与理想的位置(例如,设计上的位置)不同。在发生了温度漂移的情况下,与未发生温度漂移的情况相比,检流镜141所偏向的加工光EL的扫描轨迹有可能与理想的扫描轨迹(例如,设计上的扫描轨迹)不同。从工件W的适当加工这点来说,此种加工光EL的照射位置与理想的位置不同的状态难以说是理想的。

[0412] 因此,控制装置7基于检测器92d的检测结果,来确定检流镜141对加工光EL进行偏向的期间内的加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置。然后,控制装置7对检流镜141进行控制,以使检流镜141对加工光EL进行偏向的期间内的加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置接近(或者一致于)理想的位置。

[0413] 作为检流控制动作的一部分,加工系统SYSd首先进行照射位置检测动作,所述照射位置检测动作用于利用受光装置9d来检测通过检流镜141而偏向的加工光EL的照射位置。为了进行照射位置检测动作,载台32和/或加工装置1移动,以使受光装置9d(尤其是开口93d)位于加工曝射区域PSA内。在此状态下,加工装置1利用加工光EL来对载台32表面中的包含于加工曝射区域PSA的面部分进行扫描。其结果,在加工光EL横切开口93d的时机,检测器92d检测加工光EL。此时,控制装置7从位置测量器34获取与检测器92d检测到加工光EL的时间点的载台32的位置相关的信息。由于受光装置9d被配置于载台32,因此与载台32的位置相关的信息包含与受光装置9d的位置(尤其是开口93d的位置)相关的信息。一边在加工曝射区域PSA内使受光装置9d(尤其是开口93d)移动,一边重复以上的动作。其结果,控制装置7可获取与检流镜141所偏向的加工光EL所照射的多个照射位置相关的信息。即,控制装置7可获取与加工光EL在沿着XY平面的面内的多个区域各自的照射位置相关的信息。若

考虑到将多个照射位置依序相连的轨迹为加工光EL的扫描轨迹,则控制装置7可获取与检流镜141所偏向的加工光EL的扫描轨迹相关的信息。

[0414] 在进行了照射位置检测动作之后,作为检流控制动作的另一部分,控制装置7基于在照射位置检测动作中获取的信息,来进行实际控制检流镜141的控制动作。具体而言,首先,控制装置7基于在照射位置检测动作中获取的与加工光EL的照射位置相关的信息,算出检流镜141对加工光EL进行偏向的期间内的加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置与理想位置的偏移量。随后,控制装置7控制检流镜141,以使所算出的偏移量变小(或者变为零)。例如,控制装置7也可对检流镜141所包括的X扫描镜141X及Y扫描镜141Y的驱动量(具体而言,摆动量或旋转量)进行控制。其结果,加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置(即,扫描位置)得到修正,从而接近或一致于理想的位置。X轴方向及Y轴方向中的至少一方向上的加工光EL的照射位置得到修正,从而接近或一致于理想的位置。加工光EL的扫描轨迹得到修正,从而接近或一致于理想的轨迹。

[0415] 通过以上所说明的检流控制动作,可降低因检流镜141的温度导致加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置产生偏差(即,发生变动)的现象即温度漂移的影响。因而,加工系统SYS通过将检流镜141所偏向的加工光EL照射至理想的位置,可相对较高精度地对工件W进行加工。再者,也可通过与本例同样的流程,来降低因检流镜141以外的光学系统(作为一例,为 $f\theta$ 透镜142)的温度导致加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置产生偏差(即,发生变动)的现象。

[0416] 再者,并不限于受光装置9d,为了确定通过检流镜141而位移的加工光EL的照射位置,也可使用可检测加工光EL的任意检测装置。例如,如表示载台32的剖面图即图46的(a)以及表示载台32的平面图即图46的(b)所示,为了确定通过检流镜141而位移的加工光EL的照射位置,也可使用配置于载台32的多个位置的多个光检器(例如,四分割光检器)9e。再者,具有开口93d的受光装置9d也可与图46的(a)及图46的(b)的示例同样地配置于载台32的多个位置。

[0417] 再者,在加工光EL的照射位置与理想的位置不同的情况下,其影响有可能变成工件W的加工量的偏差而显现。因此,加工系统SYSd也可除了基于检测器92d的检测结果以外、或者取代于此,而基于工件W的实际加工量的测量结果,来获取与加工光EL在沿着XY平面的面内的多个区域各自的照射位置相关的信息。此时,例如,加工系统SYSd使用加工装置1来对工件W(例如,实际进行加工动作的工件或测试用的工件)进行加工,并且使用测量装置2来测量工件W的加工结果。随后,加工系统SYSd也可基于测量装置2的测量结果,来获取与加工光EL在沿着XY平面的面内的多个区域各自的照射位置相关的信息。

[0418] 而且,由于造成加工光EL的照射位置与理想位置不同的原因是检流镜141的温度(即,热),因而控制装置7也可除了基于检测器92d的检测结果以外、或者取代于此,而基于检流镜141的温度,来推测加工光EL在沿着XY平面的面内的多个区域各自的照射位置。进而,由于加工装置1包括检流镜141,因而检流镜141的温度有可能与加工装置1的温度存在相关。因此,控制装置7也可基于加工装置1的温度,来推测加工光EL在沿着XY平面的面内的多个区域各自的照射位置。此时,也可使用与所推测出的照射位置相关的信息,来作为与加工光EL在沿着XY平面的面内的多个区域各自的照射位置相关的信息。

[0419] 再者,所述检流控制动作并不限于加工光EL的照射位置的偏差随时间变化的情

况,也能适用于加工光EL的照射位置的偏差并不随时间变化的情况。此时,也可使用照射位置检测动作来求出加工光EL在沿着XY平面的面内的照射位置的偏差的初始值,并使用其结果来进行实际控制检流镜141的控制动作。

[0420] (4-4-4) 受光装置9d的其他用途

[0421] 所述说明中,受光装置9d主要用于下述用途,即,基于受光装置9d所包括的检测器92d的检测结果来控制加工系统SYSd。然而,受光装置9d也可用于其他用途。作为一例,受光装置9d的至少一部分(例如,开口93d)也可被用作可通过测量装置2来测量或者检测的标识(即,标记)。此时,也可基于测量装置2对开口93d的测量结果来控制加工系统SYSd(例如加工装置1、测量装置2、载台装置3、驱动系统5及驱动系统6中的至少一者),以使加工系统SYSd可适当地对工件W进行加工。以下,作为一例,一边参照图47,一边对载台控制动作进行说明,所述载台控制动作是基于测量装置2对开口93d的测量结果来控制载台32的位置。图47是表示基于测量装置2对开口93d的测量结果来控制载台32的位置的载台控制动作的流程的流程图。

[0422] 如图47所示,首先,载台32和/或加工装置1移动,以使受光装置9d(尤其是开口93d)位于加工曝射区域PSA内(步骤S51)。即,载台32和/或加工装置1移动,以使受光装置9d(尤其是开口93d)位于可接受来自加工装置1的加工光EL的位置。

[0423] 随后,加工装置1对加工曝射区域PSA内的加工基准点照射加工光EL(步骤S52)。例如,加工装置1也可不利用检流镜141来对加工光EL进行偏向(即,不驱动检流镜141)而照射加工光EL,由此来对加工基准点照射加工光EL。再者,也可对加工光EL进行偏向(即,驱动检流镜141)而照射加工光EL,由此来对加工基准点照射加工光EL。加工基准点例如也可加工曝射区域PSA的中心。加工基准点例如也可加工装置1的光轴与加工曝射区域PSA的交点。在此状态下,载台32和/或加工装置1沿着XY平面移动,直至检测器92d可检测到加工光EL为止(步骤S52)。即,载台32和/或加工装置1沿着XY平面移动,直至受光装置9d可接受加工光EL为止(步骤S52)。再者,所述移动也可步进性的移动(反复移动、停止)。

[0424] 随后,在步骤S51及步骤S52的至少一步骤中载台32进行了移动的情况下,控制装置7从位置测量器34获取与检测器92d检测到加工光EL的时间点的载台32的位置(尤其是在沿着载台32移动的XY平面的面内的位置)相关的载台位置信息(步骤S53)。再者,在检测器92d检测到加工光EL的时间点,载台32位于平台31上。

[0425] 进而,在步骤S51及步骤S52的至少一步骤中加工装置1进行了移动的情况下,控制装置7从位置测量器51获取与检测器92d检测到加工光EL时间点的加工装置1的位置(尤其是在沿着加工装置1移动的XY平面的面内的位置)相关的加工位置信息(步骤S53)。

[0426] 随后,载台32和/或测量装置2移动,以使受光装置9d(尤其是开口93d)位于测量曝射区域MSA内(步骤S54)。随后,测量装置2测量开口93d(步骤S55)。尤其,测量装置2测量开口93d的位置。在此状态下,载台32和/或测量装置2沿着XY平面移动,直至开口93d位于测量曝射区域MSA内的测量基准点为止(步骤S55)。测量基准点例如也可测量曝射区域MSA的中心。测量基准点例如也可测量装置2的光轴与测量曝射区域MSA的交点。在测量装置2包括包含沿一次元方向或二次元方向排列的多个光检器的受光器(作为一例,为一次元摄像传感器或二次元摄像传感器)的情况下,测量基准点为与多个光检器中的至少一个特定的光检器对应的测量曝射区域MSA内的位置。

[0427] 随后,在步骤S51及步骤S52的至少一步骤中载台32进行了移动的情况下,控制装置7从位置测量器34获取与开口93d位于测量基准点的时间点的载台32的位置(尤其是在沿着载台32移动的XY平面的面内的位置)相关的载台位置信息(步骤S56)。再者,在开口93d位于测量基准点的时间点,载台32位于平台31上。进而,在步骤S51及步骤S52的至少一步骤中测量装置2进行了移动的情况下,控制装置7从位置测量器61获取与开口93d位于测量基准点的时间点的测量装置2的位置(尤其是在沿着测量装置2移动的XY平面的面内的位置)相关的测量位置信息(步骤S56)。

[0428] 在步骤S53中获取的载台位置信息相当于与开口93d位于加工基准点的状态下的载台32的位置相关的信息。由于开口93d被配置于载台32,因此也可以说,与开口93d位于加工基准点的状态下的载台32的位置相关的信息间接地表示了位于加工基准点的开口93d的位置、加工基准点的位置、及成为加工基准点的基准的加工装置1与开口93d的相对位置。进而,在步骤S56中获取的载台位置信息相当于与开口93d位于测量基准点的状态下的载台32的位置相关的信息。因此也可以说,与开口93d位于测量基准点的状态下的载台32的位置相关的信息表示了位于测量基准点的开口93d的位置、测量基准点的位置、及成为测量基准点的基准的测量装置2与开口93d的相对位置。除此以外,在步骤S53中获取的载台位置信息所表示的载台32的位置、与在步骤S56中获取的载台位置信息所表示的载台32的位置的差值,相当于加工基准点的位置与测量基准点的位置的差值。因此,控制装置7基于在步骤S53及步骤S56中获取的载台位置信息,来算出相当于加工基准点与测量基准点之间的距离(具体而言,沿着XY平面的距离)的基线量(步骤S57)。此时,在步骤S53及步骤S56中获取的载台位置信息均为与载台坐标系上的位置相关的信息,因此控制装置7算出载台坐标系上的基线量。再者,图48是示意性地表示第四变形例中的基线量的剖面图。

[0429] 进而,在步骤S53中获取的加工位置信息相当于与开口93d位于加工基准点的状态下的加工装置1的位置相关的信息。进而,加工曝射区域PSA的位置(进而,加工基准点)是以加工装置1为基准而定的位置,因此可以说,在步骤S53中获取的加工位置信息间接地表示成为加工基准点的基准的加工装置1与开口93d的相对位置。在步骤S56中获取的测量位置信息相当于与开口93d位于测量基准点的状态下的测量装置2的位置相关的信息。进而,测量曝射区域MSA的位置(进而,测量基准点)是以测量装置2为基准而定的位置,因此可以说,在步骤S56中获取的测量位置信息间接地表示成为测量基准点的基准的测量装置2与开口93d的相对位置。因此,在步骤S53中获取的加工位置信息所表示的加工装置1的位置、与在步骤S56中获取的测量位置信息所表示的测量装置2的位置的差值,相当于加工基准点的位置与测量基准点的位置的差值。因此,控制装置7基于在步骤S53及步骤S56中分别获取的加工位置信息及测量位置信息,来算出相当于加工基准点与测量基准点之间的距离(具体而言,沿着XY平面的距离)的基线量(步骤S57)。

[0430] 若考虑到加工基准点是以加工装置1为基准而定的位置且测量基准点是以测量装置2为基准而定的位置,则也可以说,在步骤S57中算出的基线量是与加工装置1和测量装置2的相对位置相关的信息。因而,控制装置7在步骤S57中,并不限于基线量,而也可算出与加工装置1和测量装置2的相对位置相关的信息。与加工装置1和测量装置2的相对位置相关的信息,例如也可包含与加工曝射区域PSA和测量曝射区域MSA的相对位置相关的信息、以及与加工基准点和测量基准点的相对位置相关的信息中的至少一者。再者,在测量装置2包括

包含沿一次元方向或二次元方向排列的多个光检器的受光器(作为一例,为一次元摄像传感器或二次元摄像传感器)的情况下,控制装置7也可将受光器的多个光检器分别与载台坐标系相关联。

[0431] 在步骤S57中,控制装置7也可分别算出表示X轴方向上的加工基准点与测量基准点之间的距离的基线量、与表示Y轴方向上的加工基准点与测量基准点之间的距离的基线量,以作为基线量。而且,控制装置7也可在与所述X轴方向、Y轴方向相关的基线以外,还算出表示Z轴方向上的加工基准点与测量基准点之间的距离的基线量。

[0432] 步骤S57中,控制装置7也可进行基于载台位置信息来算出基线量的动作、与基于加工位置信息及测量位置信息来算出基线量的动作中的至少一者。在未进行基于载台位置信息来算出基线量的动作的情况下,也可不在步骤S53及步骤S56中分别获取与载台32的位置相关的信息。在未进行基于加工位置信息及测量位置信息来算出基线量的动作的情况下,既可不在步骤S53中获取与加工装置1的位置相关的信息,也可不在步骤S56中获取与测量装置2的位置相关的信息。

[0433] 步骤S51至步骤S57为止的动作也可在加工系统SYSd实际对工件W进行加工之前进行。步骤S51至步骤S57为止的动作也可在加工系统SYSd实际对工件W进行了加工之后进行。步骤S51至步骤S57为止的动作也可在从加工系统SYSd进行某加工动作后,直至接下来进行另一加工动作为止的期间内进行。步骤S51至步骤S57为止的动作也可在对工件W进行加工的一个期间与对相同的工件W进行加工的另一期间之间进行。然而,步骤S51至步骤S57为止的动作也可在加工系统SYSd实际对工件W进行加工的期间内进行。步骤S51至步骤S57为止的动作也可每当加工系统SYSd的使用开始经过固定期间时进行。

[0434] 随后,在加工系统SYSd实际对工件W进行加工的期间内(即,进行所述加工动作的期间内),加工系统SYSd基于在步骤S57中算出的基线量来进行加工动作(步骤S58)。例如,控制装置7也可基于在步骤S57中算出的基线量来控制载台32的位置(步骤S58)。控制装置7也可控制载台驱动系统33,以使载台32基于在步骤S57中算出的基线量来移动(步骤S58)。控制装置7也可控制驱动系统5,以使加工装置1基于在步骤S57中算出的基线量来移动。控制装置7也可控制驱动系统6,以使测量装置2基于在步骤S57中算出的基线量来移动。

[0435] 步骤S58中,例如,控制装置7也可使载台32移动,以使加工装置1对工件W中的测量装置2已实际测量的已测量部分照射加工光EL,从而对所述已测量部分进行加工。例如,控制装置7也可使载台32移动,以使测量装置2对工件W中的加工装置1已加工的已加工部分(即,被照射有加工光EL的部分)进行测量。

[0436] 然而,若考虑到基线量可基于在步骤S53及步骤S56中获取的载台位置信息来算出,则控制装置7也可不算出基线量,而是基于在步骤S53及步骤S56中获取的载台位置信息来控制载台32的位置。

[0437] 同样地,若考虑到基线量是基于在步骤S53及步骤S56中分别获取的加工位置信息及测量位置信息来算出,则控制装置7也可不算出基线量,而是基于在步骤S53及步骤S56中分别获取的加工位置信息及测量位置信息来控制载台32的位置。例如,控制装置7也可基于加工位置信息与测量位置信息来使载台32移动,以使测量装置2对工件W中的加工装置1已加工的已加工部分(即,被照射有加工光EL的部分)进行测量。

[0438] 加工位置信息所示的位置及测量位置信息所示的位置与载台坐标系上的位置不

同。因此,控制装置7也可将加工位置信息所示的位置作为载台坐标系上的位置来进行管理。同样地,控制装置7也可将测量位置信息所示的位置作为载台坐标系上的位置来进行管理。作为一例,例如,控制装置7也可基于在步骤S53中获取的加工位置信息所示的位置(进而,根据需要,为在步骤S53中获取的载台位置信息),来算出加工基准点在载台坐标系上的位置。例如,控制装置7也可基于在步骤S56中获取的测量位置信息所示的位置(进而,根据需要,为在步骤S56中获取的载台位置信息),来算出载台坐标系与测量曝射区域MSA的位置关系。然后,控制装置7也可基于与载台坐标系和测量曝射区域MSA的关系相关的信息、及与加工基准点在载台坐标系上的位置相关的信息来使载台32移动,以使测量装置2对工件W中的加工装置1已加工的已加工部分(即,被照射有加工光EL的部分)进行测量。或者,控制装置7也可基于与载台坐标系和测量曝射区域MSA的关系相关的信息、及与加工基准点在载台坐标系上的位置相关的信息来使载台32移动,以使加工装置1对工件W中的测量装置2已实际测量的已测量部分照射加工光EL,由此来对所述已测量部分进行加工。

[0439] 通过以上所说明的载台控制动作,加工系统SYSd可基于加工装置1与测量装置2的相对位置(例如,加工基准点与测量基准点的相对位置)来进行加工动作。因而,加工系统SYSd即使在随着时间经过而加工装置1与测量装置2的相对位置(例如,加工基准点与测量基准点的相对位置)发生变动的情况下,也可不受加工装置1与测量装置2的相对位置变动的影响,而进行加工动作。其结果,与未进行载台移动控制的情况相比,加工系统SYSd可相对较高精度地对工件W进行加工。

[0440] 再者,所述说明中,开口93d被用作可通过测量装置2来测量的标识(即,标记)。然而,也可通过测量装置2来测量与开口93d不同的任意标识AM。此时,也可使载台32和/或加工装置1移动,以使标识AM位于加工曝射区域PSA内(图47的步骤S51),观察装置16拍摄标识AM(即,观察装置16接受来自标识AM的照明光IL的回光ILr),以测量标识AM的位置,并且,控制装置7获取与此时间点的载台32及加工装置1的位置相关的信息(图47的步骤S53)。进而,也可使载台32和/或测量装置2移动,以使标识AM位于测量曝射区域MSA内(图47的步骤S54),利用测量装置2来测量标识AM的位置,并且,控制装置7获取与此时间点的载台32及测量装置2的位置相关的信息(图47的步骤S56)。以下,也可进行与使用开口93d时同样的动作。

[0441] 再者,测量装置2也可对开口93d与任意的标识AM进行测量。此时,也可利用不同的动作来进行:使载台32和/或加工装置1移动,以使开口93d位于测量曝射区域MSA内,并通过测量装置2来测量开口93d的动作;以及使载台32和/或加工装置1移动,以使标识AM位于测量曝射区域MSA内,并通过测量装置2来测量标识AM的动作。而且,在开口93d与标识AM可位于测量装置2的测量曝射区域MSA内的情况下,也可同时进行两动作。

[0442] 与开口93d不同的任意标识的一例在图49的(a)至图49的(d)中有所记载。图49的(a)表示了载台32的表面(例如外周面322(或者载置面321))形成有标识AM的示例。图49的(a)表示了载台32的表面形成标识AM的示例。图49的(b)表示了平台31的表面形成标识AM的示例。图49的(c)表示了与载台32独立地,将形成有标识AM的标识构件36配置于平台31上的示例。标识构件36也可与载台32一同移动。图49的(d)表示了载置于载台32的工件W形成标识AM的示例。形成于工件W的标识AM既可包含预先形成于工件W的标识AM,也可包含含有利用加工装置1的加工动作而形成的结构物的标识AM。

[0443] 再者,在通过测量装置2来测量与开口93d不同的任意标识AM的情况下,也可由测量装置2或其他测量装置来预先求出开口93d的位置与任意标识AM的位置的关系。此处,任意标识AM也可视为与开口93d(受光装置9d)相关的相关物体的部位。

[0444] 而且,也可通过加工装置1来对工件进行加工,并利用测量装置2来测量经加工的工件,由此来求出基线量。

[0445] (4-5)第五变形例

[0446] 所述说明中,加工装置1对工件W照射加工光EL,以进行去除工件W的一部分的去除加工。然而,加工装置1也可对工件W照射加工光EL,以进行与去除加工不同的加工。加工装置1也可除了去除加工以外、或者取代于此,而进行与去除加工不同的加工。例如,加工装置1也可对工件W照射加工光EL,以对工件W进行附加加工。

[0447] 在加工装置1进行附加加工的情况下,判定在加工动作中加工装置1的加工量是否为适当量的动作(图6的步骤S133)也可包含判定加工装置1的附加量是否为适当量的动作。附加量是与新附加于工件W的材料相关的量,例如,在进行依序形成多个层状结构物的附加动作的情况下,也可使用层状结构物的厚度来作为附加量。

[0448] 图50是表示进行去除加工及附加加工的加工系统SYSe的概略结构的图。图50所示的加工系统SYSe除了图1所示的加工系统SYS以外,还包括进行附加加工的加工装置1B。再者,图50中,为了便于说明,省略了支撑框架8。加工系统SYSe的加工装置1B可在控制装置7的控制下,对工件W进行附加加工。

[0449] 在详细表示加工装置1B的图51中,加工装置1B可形成三次元结构物(即,在三次元方向的任一方向均包括大小的三次元物体、立体物)。加工装置1B可在成为用于形成三次元结构物的基础的工件W上,形成三次元结构物。加工装置1B可在成为附加加工对象(即,成为加工处理对象)的工件W上,形成三次元结构物。也可将所述工件W称作基材或底座。加工装置1B可通过对工件W进行附加加工而形成三次元结构物。在工件W为由载台31予以保持(或者,被支撑或载置于载台31)的现有结构物的情况下,加工装置1B可在现有结构物上形成三次元结构物。此时,加工装置1B也可形成与现有结构物一体化的三次元结构物。形成与现有结构物一体化的三次元结构物的动作可视为等价于对现有结构物附加新的结构物的动作。再者,加工系统SYS也可形成可与现有结构物分离的三次元结构物ST。再者,图50及图51中表示了工件W是由载台31予以保持的现有结构物的示例。而且,以下,使用工件W是由载台31予以保持的现有结构物的示例来进行说明。

[0450] 加工装置1B可通过激光堆焊法来形成三次元结构物。即,加工系统SYSe也可以说是使用层叠造形技术来形成物体的3D打印机。再者,层叠造形技术也被称作快速原型设计(Rapid Prototyping)、快速制造(Rapid Manufacturing)、或者增材制造(Additive Manufacturing)。

[0451] 为了形成三次元结构物,加工装置1B如图51所示,包括材料供给装置101与加工头102。加工头102与载台32各自的至少一部分被收容在对加工装置1及测量装置2进行收容的框体4内。

[0452] 材料供给装置101供给造形材料M。材料供给装置101以将为了形成三次元结构物而每单位时间所需的分量的造形材料M供给至加工头102的方式,以与所需分量相应的供给速率来供给造形材料M。即,材料供给装置101以每单位时间的造形材料M的供给量成为

与所述所需分量相应的期望供给量的方式,来供给造形材料M。

[0453] 造形材料M是可通过规定强度以上的加工光EL的照射而熔融的材料。作为此种造形材料M,例如可使用金属材料及树脂材料中的至少一者。然而,作为造形材料M,也可使用与金属材料及树脂材料不同的其他材料。本例中,造形材料M为粉状的材料。然而,造形材料M也可为线状的材料。

[0454] 加工装置1B使用从材料供给装置101供给的造形材料M来形成三次元结构物。为了使用造形材料M来形成三次元结构物,加工装置1B包括加工头102与驱动系统5B。进而,加工头102包括照射光学系统1021与材料喷嘴 (nozzle) 1022 (即供给造形材料M的供给系统或供给装置)。

[0455] 照射光学系统1021是用于从射出部1023射出加工光FL的光学系统 (例如,聚光光学系统)。再者,以下,将照射光学系统1021所射出的加工光EL (即,加工装置1B所射出的加工光EL) 称作“加工光FL”,由此,与所述加工装置1所射出的加工光EL加以区别。照射光学系统1021从照射光学系统1021朝向下方 (即,-Z侧) 照射加工光FL。在照射光学系统211的下方,可配置载台32。在载台32上载置有工件W的情况下,照射光学系统1021朝向工件W照射加工光FL。具体而言,照射光学系统1021可对工件W上被设定作为照射加工光FL (典型的是聚光) 的区域的照射区域FA照射加工光FL。进而,照射光学系统1021的状态可在控制装置7的控制下,在对照射区域FA照射加工光FL的状态与不对照射区域FA照射加工光FL的状态之间切换。再者,从照射光学系统211射出的加工光FL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轴而倾斜规定角度的方向。

[0456] 材料喷嘴1022是朝向工件W供给造形材料M的材料供给构件 (粉体供给构件)。具体而言,在材料喷嘴1022,形成有供给造形材料M的供给口1024。供给口1024例如形成于材料喷嘴1022中的朝向工件W侧的部分 (即,与工件W相向的部分且朝向-Z侧的部分)。材料喷嘴1022从供给口214供给 (例如喷射、喷出或者喷吹) 造形材料M。材料喷嘴1022从材料喷嘴1022朝向下方 (即,-Z侧) 供给造形材料M。在材料喷嘴1022的下方,可配置载台32。在载台32搭载有工件W的情况下,材料喷嘴1022朝向工件W供给造形材料M。再者,从材料喷嘴1022供给的造形材料M的行进方向是相对于Z轴方向倾斜规定角度 (作为一例,为锐角) 的方向,但也可为-Z侧 (即,正下方)。

[0457] 第五变形例中,材料喷嘴1022相对于照射光学系统1021而对位,以朝向照射光学系统1021照射加工光FL的照射区域FA供给造形材料M。反言之,第五变形例中,照射光学系统1021相对于材料喷嘴1022而对位,以朝向工件W上被设定作为材料喷嘴1022供给造形材料M的区域的供给区域MA射出加工光FL。即,使材料喷嘴1022与照射光学系统1021对位,以使供给区域MA与照射区域FA一致 (或者,至少局部重复)。再者,也可进行对位,以使材料喷嘴1022对通过从照射光学系统1021射出的加工光FL而形成的熔融池供给造形材料M。

[0458] 驱动系统5B使加工头102移动。驱动系统5B沿着X轴、Y轴及Z轴中的至少一轴来使加工头102移动。进而,驱动系统5B也可除了X轴、Y轴及Z轴中的至少一轴以外,还沿着 θ X方向、 θ Y方向及 θ Z方向中的至少一个旋转方向来使加工头102移动。换言之,驱动系统5B也可使加工头102绕X轴、Y轴及Z轴中的至少一个轴旋转。驱动系统5B也可绕X轴、Y轴及Z轴中的至少一个轴改变加工头102的姿势。驱动系统5B例如包含马达等。进而,加工系统SYS_e也可包括位置测量器51B,所述位置测量器51B可对驱动系统5B所移动的加工头101的位置进行

测量。位置测量器51B例如也可包含编码器及激光干涉仪中的至少一者。

[0459] 当加工头102沿着X轴及 θY 方向的至少一者移动时,照射区域FA及供给区域MA分别在工件W上沿着X轴移动。当加工头102沿着Y轴及 θX 方向的至少一者移动时,照射区域FA及供给区域MA分别在工件W上沿着Y轴移动。即,驱动系统5B可通过使加工头102移动,来变更照射区域FA及供给区域MA各自与工件W的位置关系。

[0460] 再者,驱动系统5B也可使照射光学系统1021与材料喷嘴1022分别移动。具体而言,例如,驱动系统5B也可可为可调整射出部1023的位置、射出部1023的方向、供给口1024的位置及供给口1024的方向中的至少一者。此时,照射光学系统1021可分别控制照射加工光FL的照射区域FA与材料喷嘴1022供给造形材料M的供给区域MA。

[0461] 控制装置7控制加工系统SYS_e的动作。例如,控制装置7也可控制照射光学系统1021对加工光FL的射出形态。射出形态例如也可包含加工光FL的强度及加工光FL的射出时机中的至少一者。在加工光FL为脉冲光的情况下,射出形态例如也可包含脉冲光的发光时间的长度与脉冲光的发光周期之比(所谓的占空比)。而且,射出形态例如也可包含脉冲光的发光时间的长度其自身以及发光周期其自身中的至少一者。进而,控制装置7也可控制驱动系统5B对加工头102的移动形态。移动形态例如也可包含移动量、移动速度、移动方向及移动时机中的至少一者。进而,控制装置7也可控制材料供给装置101对造形材料M的供给形态。供给形态例如也可包含供给量(尤其是每单位时间的供给量)以及供给时机中的至少一者。

[0462] 如此,加工系统SYS_e判定附加加工量及去除加工量是否为适当量,并基于其判定结果来设定加工条件(在附加加工的情况下,作为一例,为加工光FL的射出形态、造形材料M的供给形态、及照射区域FA与供给区域MA的相对移动形态中的至少一个形态),因此可达成高精度的加工。

[0463] (4-6)第六变形例

[0464] 所述说明中,加工系统SYS包括一种加工装置1。然而,加工系统SYS也可包括多种加工装置。图52所示的加工系统SYS_f包括:加工装置1,包括具有第一输出的光源11;以及加工装置17,包括具有与第一输出不同的第二输出(典型的是较第一输出为大的输出)的光源,

[0465] 加工装置1所具有的光源11也可可为可供给第一发光时间(典型的是皮秒、飞秒)的脉冲光来作为加工光EL。加工装置17所具有的光源也可可为可供给较第一发光时间为长的第二发光时间(典型的是纳秒)的脉冲光来作为加工光。然而,加工装置17所具有的光源也可可为可供给与第一发光时间为同程度的发光时间(典型的是皮秒、飞秒)的脉冲光来作为加工光EL。

[0466] 图52中,加工装置17对工件W照射加工光EL1,以进行去除工件W的一部分的去除加工。此处,由于加工装置17所具有的光源的第二输出大于加工装置1所具有的光源11的第一输出,因此能以高处理量来进行工件W的去除加工。

[0467] 再者,图52中,驱动系统171在控制装置7的控制下,沿着X轴方向、Y轴方向、Z轴方向、 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向中的至少一个方向来使加工装置17移动。并且,位置测量器1711可对驱动系统171所移动的加工装置17的位置进行测量。

[0468] 此外,测量装置2对经加工装置17加工的工件W进行测量。测量装置2也可对经加工

装置17加工的工件W的加工部位的形状(三次元形状)进行测量。

[0469] 加工装置1基于与由测量装置2所测量的工件W的被加工部位的形状相关的测量结果来进行追加加工,以使所述部位成为目标(target)形状。如此,通过分开使用多种加工装置1及加工装置17,能以高处理量来实现高精度的加工。

[0470] (4-7)第七变形例

[0471] 所述说明中,可检测加工光EL的受光装置9d利用检测器92d来对通过设于遮光构件91d的开口93d的加工光EL进行检测。然而,受光装置9d也可利用检测器来对经由在上表面的一部分形成有遮光膜的透光性基板的加工光EL进行检测。

[0472] 以下,一边参照图53的(a)、图53的(b)及图54,一边对受光装置9f进行说明。图53的(a)是表示受光装置9f的配置的平面图,图53的(b)是表示受光装置9f的结构剖面图。图54是表示形成于遮光膜的图案的平面图。

[0473] 如图53的(a)所示,受光装置9f被配置于载台32。受光装置9f也可配置于载台32中的从载置工件W的载置面321朝X轴方向及Y轴方向中的至少一方向偏离的位置。

[0474] 如图53的(b)所示,受光装置9f包括透光性基板91f1、形成于透光性基板91f1上表面的一部分的遮光膜91f2以及检测器92f。

[0475] 遮光膜91f2是可遮挡加工光EL的构件。形成遮光膜91f2的面(光透过构件91f1的上表面)是与载台32的表面(例如外周面322)相同的高度,但也可为不同的高度。

[0476] 在遮光膜91f2形成有开口93f。朝向开口93f及所述开口93f周围照射的加工光EL的一部分照射至遮光膜91f2,另一部分照射至开口93f。照射至开口93f的加工光EL通过开口93f而由检测器92f予以接受。

[0477] (4-8)第八变形例

[0478] 图35所示的气体供给装置8a对气体的第二供给形态中,在收容有加工装置1及测量装置2的收容空间SP内进行加工。然而,也可如图54所示,将收容有加工装置1及测量装置2的收容空间SP1与进行加工的空间SP2予以分离。图54所示的加工系统SYSg为了分离收容空间SP1与空间SP2而包括分离壁81g。并且,气体供给装置8a的至少一部分被设于空间SP2。此处,只要将气体供给装置8a中的至少气体供给口的部分设于空间SP2即可。并且,气体供给装置8a也可沿着与从加工装置1朝向工件W的加工光EL的行进方向交叉的方向(图54所示的示例中,为Y轴方向)来供给气体,以在空间SP2内的加工装置1的附近形成层流。即,分离壁81g也可成为形成层流的部件中的一个。

[0479] (4-9)第九变形例

[0480] 以上所示的示例中,气体供给装置8a对框体4内部的整个收容空间SP供给气体,回收装置8b从整个收容空间SP回收气体等。然而,也可如图55所示,气体供给装置8a对收容空间SP内的工件W附近的区域(加工光EL的光路附近)供给气体,回收装置8b也可从收容空间SP内的工件W附近的区域(加工光EL的光路附近)回收气体等。图55中,气体供给装置8a包括气体供给口8a1。所述气体供给口8a1也可为可变更其位置。而且,回收装置8b包括回收口8b1。所述回收口8b1也可为可变更其位置。此处,也可将气体供给口8a1的位置与回收口8b1的位置设定为,在收容空间SP内的工件W附近的区域(加工光EL的光路附近),形成沿横切加工光的光路的方向流动的层流。再者,也可为,气体供给口8a1与回收口8b1不仅在Z轴方向上,也可在XY轴方向上进行位置变更。

[0481] (4-10) 其他变形例

[0482] 所述说明中,加工装置1对工件W照射加工光EL,以进行去除工件W的一部分的去除加工或附加加工。然而,加工装置1也可对工件W照射加工光EL,以进行与去除加工或附加加工不同的加工。加工装置1也可除了去除加工及附加加工中的至少一者以外、或者取代于此,而进行与去除加工或附加加工不同的加工。例如,加工装置1也可通过加工光EL的照射来改变工件W表面的至少一部分的特性,以进行在工件W的表面形成所期望的图案(例如文字图案、图形图案或任意图案)的标记加工。

[0483] 在加工装置1进行标记加工的情况下,判定在加工动作中加工装置1的加工量是否为适当量的动作(图6的步骤S133)也可包含判定由加工装置1所形成的图案的特性是否适当的动作。对于图案的特性,例如可列举图案对光的反射率、图案所呈的颜色及图案的形状来作为一例。

[0484] 所述说明中,载台装置3包括载台驱动系统33,但也可不包括载台驱动系统33。即,载台32也可不移动。在载台32不移动的情况下,载台装置3也可不包括位置测量器34。所述说明中,加工系统SYS包括驱动系统5,但也可不包括驱动系统5。即,加工装置1也可不移动。在加工装置1不移动的情况下,加工系统SYS也可不包括位置测量器51。所述说明中,加工系统SYS包括驱动系统6,但也可不包括驱动系统6。即,测量装置2也可不移动。在测量装置2不移动的情况下,加工系统SYS也可不包括位置测量器61。

[0485] 所述说明中,加工装置1包括回光防止装置15,但也可不包括回光防止装置15。所述说明中,加工装置1包括观察装置16,但也可不包括观察装置16。在加工装置1不包括观察装置16的情况下,加工装置1也可不包括分色镜13,所述分色镜13是为了使加工光EL的光路及照明光IL的光路至少局部重复而使用的光学元件。

[0486] 所述说明中,加工装置1通过对工件W照射加工光EL,从而对工件W进行加工。然而,加工装置1也可将与光不同的任意能量射束照射至工件W,以对工件W进行加工。此时,加工装置1也可除了光源11以外、或者取代于此,而包括可照射任意能量射束的射束照射装置。任意能量射束并无限定,但也可包含电子射束、离子射束等带电粒子射束或电磁波。

[0487] (5) 附记

[0488] 关于以上说明的实施方式,进而公开以下的附记。

[0489] 条项1所述的加工系统是一种加工系统,其包括:加工装置,对物体进行加工;以及测量装置,进行与所述加工装置的加工相关的测量动作。

[0490] 条项2所述的加工系统是根据条项1所述的加工系统,还包括载置所述物体的物体载置装置。

[0491] 条项3所述的加工系统是根据条项2所述的加工系统,其中,所述加工装置对载置于所述物体载置装置的物体进行加工,所述测量装置对载置于所述物体载置装置的物体进行所述测量动作。

[0492] 条项4所述的加工系统是根据条项2或条项3所述的加工系统,其中,所述物体载置装置可在进行所述加工装置的加工的加工执行位置与进行所述测量装置的所述测量动作的测量执行位置之间移动。

[0493] 条项5所述的加工系统是根据条项4所述的加工系统,其中,所述物体载置装置移动,以在所述加工装置对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分位于所述加工执行位

置,且在所述测量装置进行所述测量动作的测量期间的至少一部分位于所述测量执行位置。

[0494] 条项6所述的加工系统是根据条项4或条项5所述的加工系统,其中,所述物体载置装置可在保持载置有所述物体的状态下,在所述加工执行位置与所述测量执行位置之间移动。

[0495] 条项7所述的加工系统是根据条项2至条项6中任一项所述的加工系统,其中,所述物体载置装置可保持所述物体,在所述加工装置对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分由所述物体载置装置保持所述物体的保持形态,与在所述测量装置进行所述测量动作的测量期间的至少一部分由所述物体载置装置保持所述物体的保持形态相同。

[0496] 条项8所述的加工系统是根据条项7所述的加工系统,其中,所述保持形态包含保持所述物体的力。

[0497] 条项9所述的加工系统是根据条项1至条项8中任一项所述的加工系统,还包括:收容装置,可在收容空间内收容所述加工装置的至少一部分、所述测量装置的至少一部分及所述物体。

[0498] 条项10所述的加工系统是根据条项9所述的加工系统,其中,所述收容装置在所述加工装置对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分、及所述测量装置进行所述测量动作的测量期间的至少一部分这二期间,将所述物体收容于所述收容空间。

[0499] 条项11所述的加工系统是根据条项1至条项10中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置基于所述测量装置的测量结果来对所述物体进行加工。

[0500] 条项12所述的加工系统是根据条项1至条项11中任一项所述的加工系统,其中,交替地反复进行所述测量装置的所述测量动作与所述加工装置对所述物体的加工。

[0501] 条项13所述的加工系统是根据条项1至条项12中任一项所述的加工系统,其中,基于所述测量装置的测量结果,来决定所述物体中的所述加工装置应加工的加工对象区域。

[0502] 条项14所述的加工系统是根据条项1至条项13中任一项所述的加工系统,其中,基于所述测量装置的测量结果来决定所述加工装置的加工条件。

[0503] 条项15所述的加工系统是根据条项1至条项14中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置每当所述加工装置加工所述物体时,进行所述测量动作,基于所述测量装置的测量结果,来变更所述加工装置接下来加工所述物体时的所述加工装置的加工条件。

[0504] 条项16所述的加工系统是根据条项1至条项15中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置进行所述测量动作以测量所述物体的状态。

[0505] 条项17所述的加工系统是根据条项16所述的加工系统,其中,所述物体的状态包含所述物体的位置、形状及尺寸中的至少一者。

[0506] 条项18所述的加工系统是根据条项16或条项17所述的加工系统,其中,所述测量装置在对所述物体中的一个部分的状态进行了测量后,对所述物体中的与所述一个部分不同的另一部分的状态进行测量。

[0507] 条项19所述的加工系统是根据条项18所述的加工系统,其中,所述一个部分与所述另一部分不彼此重复而邻接。

[0508] 条项20所述的加工系统是根据条项18所述的加工系统,其中,所述一个部分与所述另一部分局部重复并邻接。

[0509] 条项21所述的加工系统是根据条项1至条项20中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置对所述物体照射能量射束以对所述物体进行加工。

[0510] 条项22所述的加工系统是根据条项21所述的加工系统,其中,所述能量射束包含以飞秒以下的发光时间进行脉冲发光的脉冲光。

[0511] 条项23所述的加工系统是根据条项1至条项22中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置包含第一测量装置与第二测量装置。

[0512] 条项24所述的加工系统是根据条项23所述的加工系统,其中,所述第一测量装置的测量分辨率与所述第二测量装置的测量分辨率不同。

[0513] 条项25所述的加工系统是根据条项23或条项24所述的加工系统,其中,所述第一测量装置的测量范围与所述第二测量装置的测量范围不同。

[0514] 条项26所述的加工系统是根据条项1至条项25中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置进行所述测量动作而对测量对象物的位置进行测量,所述测量装置基于与所述测量对象物的位置测量结果的精度相关的精度信息,来修正所述测量对象物的位置测量结果。

[0515] 条项27所述的加工系统是根据条项26所述的加工系统,其中,所述精度信息包含与规定基准面的位置相关的信息。

[0516] 条项28所述的加工系统是根据条项27所述的加工系统,其中,所述测量装置进行所述测量动作而对所述基准面及所述测量对象物的位置进行测量,所述测量装置基于包含与所述基准面的位置测量结果相关的信息的所述精度信息,来修正所述测量对象物的位置测量结果。

[0517] 条项29所述的加工系统是根据条项27或条项28所述的加工系统,还包括:物体载置装置,包含载置所述物体的载置面及所述基准面。

[0518] 条项30所述的加工系统是根据条项27至条项29中任一项所述的加工系统,还包括:物体装置,载置所述物体;以及基准构件,包含所述基准面。

[0519] 条项31所述的加工系统是根据条项27至条项30中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置基于包含与一个方向上的所述基准面的位置测量结果相关的信息的所述精度信息,来修正所述一个方向上的所述测量对象物的位置测量结果。

[0520] 条项32所述的加工系统是根据条项26至条项31中任一项所述的加工系统,其中,所述精度信息包含与一个方向上的所述测量对象物的位置测量结果的精度相关的信息,所述测量装置基于所述精度信息来修正所述一个方向上的所述测量对象物的位置测量结果。

[0521] 条项33所述的加工系统是根据条项31或条项32所述的加工系统,其中,所述一个方向包含重力方向。

[0522] 条项34所述的加工系统是根据条项26至条项33中任一项所述的加工系统,其中,所述精度信息包含与所述测量装置的温度相关的信息。

[0523] 条项35所述的加工系统是根据条项26至条项34中任一项所述的加工系统,其中,所述测量对象物包含所述物体。

[0524] 条项36所述的加工系统是根据条项1至条项35中任一项所述的加工系统,其中,生成与所述加工装置和所述测量装置的相对位置相关的第一位置信息,基于所述第一位置信息来对所述物体进行加工。

[0525] 条项37所述的加工系统是根据条项36所述的加工系统,其中,使用规定的标识来生成所述第一位置信息。

[0526] 条项38所述的加工系统是根据条项37所述的加工系统,其中,使用所述标识来确定所述标识与所述加工装置的相对位置且使用所述标识来确定所述标识与所述测量装置的相对位置后,基于所述标识与所述加工装置的相对位置以及所述标识与所述测量装置的相对位置,来确定所述加工装置与所述测量装置的相对位置,由此来生成所述第一位置信息。

[0527] 条项39所述的加工系统是根据条项37或条项38所述的加工系统,还包括对所述加工装置与所述标识的相对位置进行测量的位置测量装置,基于所述第一位置测量装置的测量结果来生成所述第一位置信息。

[0528] 条项40所述的加工系统是根据条项39所述的加工系统,其中,所述位置测量装置拍摄所述标识,以对所述加工装置与所述标识的相对位置进行测量。

[0529] 条项41所述的加工系统是根据条项39或条项40所述的加工系统,其中,所述加工装置对所述物体的表面照射能量射束以对所述物体进行加工,所述位置测量装置对经由被照射有所述能量射束的所述标识的射束进行检测,以测量所述标识与所述加工装置的相对位置。

[0530] 条项42所述的加工系统是根据条项39至条项41中任一项所述的加工系统,其中,所述标识包含形成于规定面的开口,所述位置测量装置对经由所述开口的所述能量射束的状态进行检测,以测量所述标识与所述加工装置的相对位置。

[0531] 条项43所述的加工系统是根据条项37至条项42中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置对所述测量装置与所述标识的相对位置进行测量,并基于所述测量装置的测量结果来生成所述第一位置信息。

[0532] 条项44所述的加工系统是根据条项37至条项43中任一项所述的加工系统,其中,所述标识形成于所述物体的至少一部分。

[0533] 条项45所述的加工系统是根据条项44所述的加工系统,其中,所述标识包含通过所述加工装置的加工而形成于所述物体的结构物。

[0534] 条项46所述的加工系统是根据条项37至条项45中任一项所述的加工系统,其中,所述标识包含形成于规定面的开口。

[0535] 条项47所述的加工系统是根据条项37至条项46中任一项所述的加工系统,还包括:物体载置装置,包含载置所述物体的载置面及形成有所述标识的标识形成面。

[0536] 条项48所述的加工系统是根据条项37至条项47中任一项所述的加工系统,还包括:物体载置装置,载置所述物体;以及标识构件,形成有所述标识。

[0537] 条项49所述的加工系统是根据条项36至条项48中任一项所述的加工系统,其中,所述第一位置信息包含与第一方向以及跟所述第一方向交叉的第二方向中的至少一方向上的所述加工装置和所述测量装置的相对位置相关的信息。

[0538] 条项50所述的加工系统是根据条项1至条项49中任一项所述的加工系统,还包括载置所述物体的物体载置装置,生成与所述加工装置及测量装置中的至少一者和所述物体载置装置的相对位置相关的第二位置信息,基于所述第二位置信息来对所述物体进行加工。

[0539] 条项51所述的加工系统是根据条项50所述的加工系统,其中,使用规定的基准构件来生成所述第二位置信息。

[0540] 条项52所述的加工系统是根据条项51所述的加工系统,其中,所述基准构件被载置于所述物体载置装置。

[0541] 条项53所述的加工系统是根据条项51或条项52所述的加工系统,其中,所述基准构件被形成于所述物体载置装置。

[0542] 条项54所述的加工系统是根据条项51至条项53中任一项所述的加工系统,其中,所述基准构件包含通过所述加工装置的加工而形成于所述物体的结构物。

[0543] 条项55所述的加工系统是根据条项51至条项54中任一项所述的加工系统,其中,所述基准构件包含图案构件,所述图案构件在沿着载置所述物体的所述物体载置装置的载置面的面上形成有规定图案。

[0544] 条项56所述的加工系统是根据条项51至条项55中任一项所述的加工系统,其中,所述基准构件包含多个阶差构件,所述多个阶差构件的沿着沿载置所述物体的所述物体载置装置的载置面的方向及与所述载置面交叉的方向中的至少一方向的尺寸不同。

[0545] 条项57所述的加工系统是根据条项52至条项56中任一项所述的加工系统,其中,所述测量装置测量所述基准构件的状态,基于所述测量装置的测量结果来生成所述第二位置信息。

[0546] 条项58所述的加工系统是根据条项52至条项57中任一项所述的加工系统,还包括对所述基准构件的状态进行测量的位置测量装置,基于所述位置测量装置的测量结果来生成所述第二位置信息。

[0547] 条项59所述的加工系统是根据条项50至条项58中任一项所述的加工系统,其中,所述第二位置信息包含下述信息,所述信息与绕沿着第一方向的轴的第一旋转方向以及绕沿着跟所述第一方向交叉的第二方向的轴的第二旋转方向中的至少一方向上的所述加工装置及测量装置的至少一者和所述物体载置装置的相对位置相关。

[0548] 条项60所述的加工系统是根据条项1至条项59中任一项所述的加工系统,还包括:附着防止装置,防止因所述物体的加工而产生的物质向所述测量装置中的至少一部分即特定部分的附着。

[0549] 条项61所述的加工系统是根据条项60所述的加工系统,其中,所述特定部分包含所述测量装置中的当有所述物质附着时会引起测量精度恶化的部分。

[0550] 条项62所述的加工系统是根据条项60或条项61所述的加工系统,其中,所述特定部分包含所述测量装置所包括的光学系统的光学面。

[0551] 条项63所述的加工系统是根据条项60至条项62中任一项所述的加工系统,其中,所述附着防止装置包含供给气体的气体供给装置。

[0552] 条项64所述的加工系统是根据条项63所述的加工系统,其中,所述气体供给装置以防止所述物质侵入至所述特定部分与所述物体之间的空间的方式来供给气体。

[0553] 条项65所述的加工系统是根据条项63或条项64所述的加工系统,其中,所述气体供给装置以防止所述物质侵入至所述特定部分的方式来供给气体。

[0554] 条项66所述的加工系统是根据条项63至条项65中任一项所述的加工系统,其中,所述气体供给装置以吹除附着于所述特定部分的所述物质的方式来供给气体。

[0555] 条项67所述的加工系统是根据条项60至条项66中任一项所述的加工系统,其中,所述附着防止装置包含将所述特定部分保存至内部空间的保存装置。

[0556] 条项68所述的加工系统是根据条项67所述的加工系统,其中,所述保存装置包括隔壁部,所述隔壁部将所述物体所产生的空间与所述内部空间予以隔开。

[0557] 条项69所述的加工系统是根据条项67或条项68所述的加工系统,其中,所述测量装置使用所述特定部分来照射测量光以进行测量动作,所述保存装置包含所述测量光可通过的通过部。

[0558] 条项70所述的加工系统是根据条项69所述的加工系统,其中,所述附着防止装置防止所述物质侵入至所述通过部与所述物体之间的空间。

[0559] 条项71所述的加工系统是根据条项70所述的加工系统,其中,所述附着防止装置以防止所述物质侵入至所述通过部与所述物体之间的空间的方式来供给气体。

[0560] 条项72所述的加工系统是根据条项69至条项71中任一项所述的加工系统,其中,所述附着防止装置去除附着于所述通过部的所述物质。

[0561] 条项73所述的加工系统是根据条项72所述的加工系统,其中,所述附着防止装置对所述通过部喷吹气体和/或使所述通过部振动,以去除所述物质。

[0562] 条项74所述的加工系统是根据条项72或条项73所述的加工系统,其中,所述附着防止装置基于因所述测量光照射至附着于所述通过部的所述物质而产生的光来判定是否有所述物质附着于所述通过部,若判定为有所述物质附着于所述通过部,则去除附着于所述通过部的所述物质。

[0563] 条项75所述的加工系统是根据条项1至条项74中任一项所述的加工系统,还包括:抽吸装置,抽吸因所述物体的加工而产生的物质。

[0564] 条项76所述的加工系统是根据条项1至条项75中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置一边变更所述物体表面的能量射束的每单位面积的能量的量,一边对所述物体的表面照射所述能量射束以对所述物体进行加工,所述测量装置进行所述测量动作,以对所述加工装置所加工的所述物体的状态进行测量,并基于所述测量装置的测量结果来决定所述加工装置的加工条件。

[0565] 条项77所述的加工系统是根据条项76所述的加工系统,其中,所述加工装置以在所述能量射束的每单位面积的能量的量的变更前后,所述能量射束对所述物体赋予的总能量的量不变的方式来照射所述能量射束,以对所述物体进行加工。

[0566] 条项78所述的加工系统是根据条项76或条项77所述的加工系统,其中,所述加工装置对跟所述物体表面交叉的方向上的所述物体的表面与所述能量射束所收聚的聚焦位置的相对位置进行变更,以变更所述物体表面的所述能量射束的每单位面积的能量的量。

[0567] 条项79所述的加工系统是根据条项78所述的加工系统,其中,所述加工装置在将所述聚焦位置以外的所述能量射束的特性予以固定的状态下,变更所述物体的表面与所述聚焦位置的相对位置,以变更所述物体表面的所述能量射束的每单位面积的能量的量。

[0568] 条项80所述的加工系统是根据条项78或条项79所述的加工系统,其中,所述加工装置在从所述加工装置观察时所述聚焦位置较所述物体表面位于里侧的状态下,变更所述物体的表面与所述聚焦位置的相对位置。

[0569] 条项81所述的加工系统是根据条项76至条项80中任一项所述的加工系统,其中,

以所述加工装置对所述物体的每单位能量的加工量达到最大的方式,来决定所述加工装置的加工条件。

[0570] 条项82所述的加工系统是根据条项76至条项81中任一项所述的加工系统,其中,所述物体的状态包含所述加工装置对所述物体的加工量。

[0571] 条项83所述的加工系统是根据条项76至条项82中任一项所述的加工系统,其中,所述加工条件包含所述物体表面的所述能量射束的每单位面积的能量的量。

[0572] 条项84所述的加工系统是根据条项76至条项83中任一项所述的加工系统,其中,所述加工条件包含所述物体表面的所述能量射束的每单位面积的能量的量、所述物体表面的所述能量射束的束径、及所述能量射束对所述物体赋予的总能量的量。

[0573] 条项85所述的加工系统是根据条项84所述的加工系统,其中,基于所述测量装置的测量结果来决定所述物体表面的所述能量射束的每单位面积的能量的量,根据加工内容来决定所述束径,以具有所述决定的束径的所述能量射束在所述物体表面的每单位面积的能量的量达到所述决定的能量的量的方式,来决定所述能量射束对所述物体赋予的总能量的量。

[0574] 条项86所述的加工系统是根据条项1至条项85中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置还包括:物体载置装置,对所述物体的表面照射能量射束,以对所述物体进行加工,且包含载置所述物体的载置面及形成有开口的开口形成面;以及射束检测装置,经由所述开口来检测所述能量射束的状态,所述加工装置基于所述射束检测装置的检测结果来变更所述能量射束的特性。

[0575] 条项87所述的加工系统是一种加工系统,其包括:物体载置装置,包含载置物体的载置面及形成有开口的开口形成面;加工装置,对所述物体的表面照射能量射束,以对所述物体进行加工;以及射束检测装置,经由所述开口来检测所述能量射束的状态,所述加工装置基于所述射束检测装置的检测结果来变更所述能量射束的特性。

[0576] 条项88所述的加工系统是根据条项86或条项87所述的加工系统,其中,所述载置面及所述开口形成面朝向相同的方向。

[0577] 条项89所述的加工系统是根据条项86至条项88中任一项所述的加工系统,其中,在所述开口形成面未载置所述物体。

[0578] 条项90所述的加工系统是根据条项86至条项89中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置以所述能量射束横切所述开口的方式来照射所述能量射束。

[0579] 条项91所述的加工系统是根据条项1至条项90中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置对所述物体的表面照射能量射束以对所述物体进行加工,且还包括经由形成于规定面的开口来对所述能量射束的状态进行检测的射束检测装置,所述加工装置以所述能量射束横切所述开口的方式来照射所述能量射束,并且基于所述射束检测装置的检测结果来变更所述能量射束的特性。

[0580] 条项92所述的加工系统是一种加工系统,其包括:加工装置,对物体的表面照射能量射束以对所述物体进行加工;以及射束检测装置,经由形成于规定面的开口来检测所述能量射束的状态,所述加工装置以所述能量射束横切所述开口的方式来照射所述能量射束,并且基于所述射束检测装置的检测结果来变更所述能量射束的特性。

[0581] 条项93所述的加工系统是根据条项90至条项92中任一项所述的加工系统,其中,

所述加工装置对所述能量射束进行偏向,以使所述能量射束横切所述开口。

[0582] 条项94所述的加工系统是根据条项93所述的加工系统,其中,所述加工装置在所述加工装置与所述开口的相对位置经固定的期间的至少一部分,对所述能量射束进行偏向而对所述开口照射所述能量射束。

[0583] 条项95所述的加工系统是根据条项86至条项94中任一项所述的加工系统,其中,所述开口包含:第一开口,沿着沿所述物体表面的第一延伸方向而延伸;以及第二开口,沿着沿所述物体表面且与所述第一延伸方向交叉的第二延伸方向而延伸。

[0584] 条项96所述的加工系统是根据条项86至条项95中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置对所述能量射束进行偏向以将所述能量射束照射至所述开口,所述射束检测装置对偏矢量不同的多个所述能量射束的状态进行检测,所述加工装置在对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分,基于所述射束检测装置的检测结果来变更所述能量射束的状态。

[0585] 条项97所述的加工系统是一种加工系统,其包括:加工装置,一边对能量射束进行偏向,一边将所述能量射束照射至物体的表面,以对所述物体进行加工;以及射束检测装置,对偏矢量不同的多个所述能量射束的状态进行检测,所述加工装置在对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分,基于所述射束检测装置的检测结果来变更所述能量射束的特性。

[0586] 条项98所述的加工系统是根据条项96或条项97所述的加工系统,其中,所述射束检测装置对偏矢量成为第一量的所述能量射束的状态、及偏矢量成为与所述第一量不同的第二量的所述能量射束的状态进行检测,所述加工装置在所述加工期间内,在照射偏矢量成为所述第一量的所述能量射束的时机,基于偏矢量成为所述第一量的所述能量射束的状态检测结果来变更所述能量射束的状态,且在照射偏矢量成为所述第二量的所述能量射束的时机,基于偏矢量成为所述第二量的所述能量射束的状态检测结果来变更所述能量射束的状态。

[0587] 条项99所述的加工系统是根据条项96至条项98中任一项所述的加工系统,其中,所述射束检测装置对与所述能量射束的行进方向交叉的方向上的所述加工装置与所述射束检测装置的相对位置进行变更,以检测偏矢量不同的多个所述能量射束的状态。

[0588] 条项100所述的加工系统是根据条项96至条项99中任一项所述的加工系统,其中,所述能量射束的状态包含所述能量射束收聚的聚焦位置。

[0589] 条项101所述的加工系统是根据条项100所述的加工系统,其中,所述加工装置将所述聚焦位置变更为基于所述射束检测装置的检测结果而定的期望位置。

[0590] 条项102所述的加工系统是根据条项100或条项101所述的加工系统,其中,所述射束检测装置检测所述聚焦位置不同的多个所述能量射束的状态,所述加工装置将所述聚焦位置变更为基于所述射束检测装置对所述多个能量射束的状态检测结果而定的期望位置。

[0591] 条项103所述的加工系统是根据条项96至条项100中任一项所述的加工系统,其中,所述能量射束的状态包含所述能量射束的每单位面积的强度。

[0592] 条项104所述的加工系统是根据条项103所述的加工系统,其中,所述加工装置将所述强度变更为基于所述射束检测装置的检测结果而定的期望强度。

[0593] 条项105所述的加工系统是根据条项86至条项104中任一项所述的加工系统,其

中,所述射束检测装置对所述能量射束的状态进行检测的期间内的所述射束检测装置的检测面上的所述能量射束的每单位面积的能量的量,较所述加工装置对所述物体进行加工的加工期间内的所述物体表面上的所述能量射束的每单位面积的能量的量为小。

[0594] 条项106所述的加工系统是根据条项105所述的加工系统,还包括:衰减装置,在所述加工装置至所述射束检测装置之间的所述能量射束的路径上,使所述能量射束衰减。

[0595] 条项107所述的加工系统是根据条项106所述的加工系统,其中,所述加工装置包括生成所述能量射束的射束源,所述射束源在所述射束检测装置对所述能量射束的状态进行检测的期间内,生成跟所述能量射束的行进方向交叉的光学面上的每单位面积的能量的量与对所述物体进行加工的加工期间变得相同的所述能量射束。

[0596] 条项108所述的加工系统是根据条项105所述的加工系统,其中,所述加工装置包括生成所述能量射束的射束源,所述射束源在所述射束检测装置对所述能量射束的状态进行检测的期间内,生成与所述能量射束的行进方向交叉的光学面上的每单位面积的能量的量比对所述物体进行加工的加工期间小的所述能量射束。

[0597] 条项109所述的加工系统是根据条项1至条项108中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置一边对所述能量射束进行偏向,一边对所述物体的表面照射所述能量射束,以对所述物体进行加工,且还包括进行测量动作的测量装置,所述测量动作是对所述加工装置所加工的所述物体的状态进行测量,所述加工装置在对所述物体进行加工的加工期间内,基于所述测量装置的检测结果来变更所述能量射束的状态。

[0598] 条项110所述的加工系统是根据条项109所述的加工系统,其中,所述测量装置对与所述物体表面交叉的方向上的所述物体的状态偏差进行测量,所述加工装置在所述加工期间内,基于所述测量装置的检测结果来变更所述能量射束的状态,以使所述偏差变小。

[0599] 条项111所述的加工系统是根据条项109或条项110所述的加工系统,其中,所述物体的状态包含所述加工装置对所述物体的加工量。

[0600] 条项112所述的加工系统是根据条项1至条项111中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置利用所述能量射束来扫描所述物体的表面,以对所述物体进行加工,且还包括扫描位置修正装置,所述扫描位置修正装置基于与所述能量射束的扫描位置相关的扫描位置信息,在所述加工装置对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分,修正所述能量射束的扫描位置。

[0601] 条项113所述的加工系统是一种加工系统,其包括:加工装置,利用能量射束来扫描物体的表面,以对所述物体进行加工;以及扫描位置修正装置,基于与所述能量射束的扫描位置相关的扫描位置信息,在所述加工装置对所述物体进行加工的加工期间的至少一部分,修正所述能量射束的扫描位置。

[0602] 条项114所述的加工系统是根据条项112或条项113所述的加工系统,其中,所述扫描位置信息是基于所述加工装置对所述物体进行加工后的所述物体的状态而生成。

[0603] 条项115所述的加工系统是根据条项114所述的加工系统,还包括对所述加工装置所加工的所述物体的状态进行测量的测量装置。

[0604] 条项116所述的加工系统是根据条项115所述的加工系统,其中,所述扫描位置修正装置基于所述测量装置的测量结果来生成所述扫描位置信息。

[0605] 条项117所述的加工系统是根据条项112至条项116中任一项所述的加工系统,其

中,所述扫描位置信息是基于所述能量射束对所述物体表面进行扫描的期间的至少一部分的所述能量射束的扫描位置的检测结果而生成。

[0606] 条项118所述的加工系统是根据条项112至条项117中任一项所述的加工系统,其中,所述扫描位置信息是基于沿着所述物体表面的方向上的位置不同的多个区域各自的所述能量射束的扫描位置的检测结果而生成。

[0607] 条项119所述的加工系统是根据条项117或条项118所述的加工系统,还包括对所述能量射束的扫描位置进行检测的扫描位置检测装置。

[0608] 条项120所述的加工系统是根据条项119所述的加工系统,其中,所述扫描位置修正装置基于所述扫描位置检测装置的检测结果来生成所述扫描位置信息。

[0609] 条项121所述的加工系统是根据条项119或条项120所述的加工系统,其包括多个所述扫描位置检测装置。

[0610] 条项122所述的加工系统是根据条项119至条项121中任一项所述的加工系统,其包括载置所述物体的物体载置装置,所述扫描位置检测装置被配置于所述物体载置装置。

[0611] 条项123所述的加工系统是根据条项122所述的加工系统,其中,所述物体载置装置包含载置所述物体的载置面、及配置所述扫描位置检测装置的装置配置面。

[0612] 条项124所述的加工系统是根据条项119至条项123中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置在所述扫描位置检测装置对所述能量射束的扫描位置进行检测的期间内,以与所述能量射束的行进方向交叉的光学面上的每单位面积的能量的量比对所述物体进行加工的期间小的所述能量射束,来扫描所述物体的表面。

[0613] 条项125所述的加工系统是根据条项112至条项124中任一项所述的加工系统,其中,所述扫描位置信息是基于所述加工装置的温度而生成。

[0614] 条项126所述的加工系统是根据条项125所述的加工系统,其中,所述扫描位置信息是基于所述加工装置中的通过所述能量射束进行扫描的扫描装置的温度而生成。

[0615] 条项127所述的加工系统是根据条项112至条项126中任一项所述的加工系统,其中,所述扫描位置变更装置对沿着所述物体表面的一个方向、以及沿着所述物体表面且与所述一个方向交叉的另一方向中的至少一方向上的所述能量射束的扫描位置进行修正。

[0616] 条项128所述的加工系统是根据条项1至条项127中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置将从射束源射出的所述能量射束经由光学系统而照射至所述物体,以对所述物体进行加工,且还包括返回射束防止装置,所述返回射束防止装置防止来自被照射有所述能量射束的所述物体的返回射束返回至所述射束源及所述照射光学系统中的至少一者。

[0617] 条项129所述的加工系统是根据条项1至条项128中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置经由光学系统来将所述能量射束照射至所述物体,以对所述物体进行加工,且还包括经由所述光学系统来观察所述物体的观察装置。

[0618] 条项130所述的加工系统是根据条项1至条项129中任一项所述的加工系统,其中,所述加工装置进行去除所述物体的至少一部分的去除加工、将所述物体与其他物体予以接合的接合加工、对所述物体附加材料的附加加工、及对所述物体实施标记的标记加工中的至少一种。

[0619] 所述各实施方式的构成要件的至少一部分可与所述各实施方式的构成要件的至少另一部分适当组合。也可不使用所述各实施方式的构成要件中的一部分。而且,在法律容

许的范围内,引用在所述各实施方式中引用的所有公开公报及美国专利的公开来作为本文记载的一部分。

[0620] 本发明并不限于所述实施例,可在不违反从整个权利要求书及说明书读取的发明主旨或思想的范围内进行适当变更,伴随此种变更的加工系统及加工方法也包含于本发明的技术范围内。

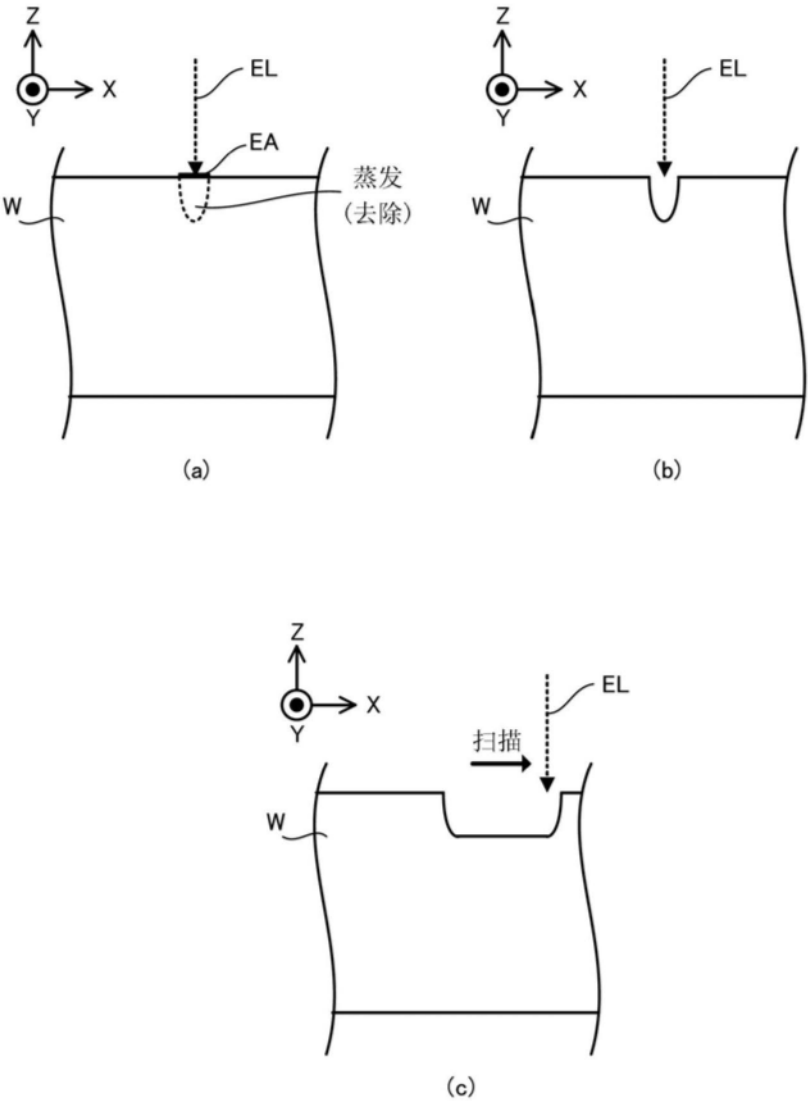


图2

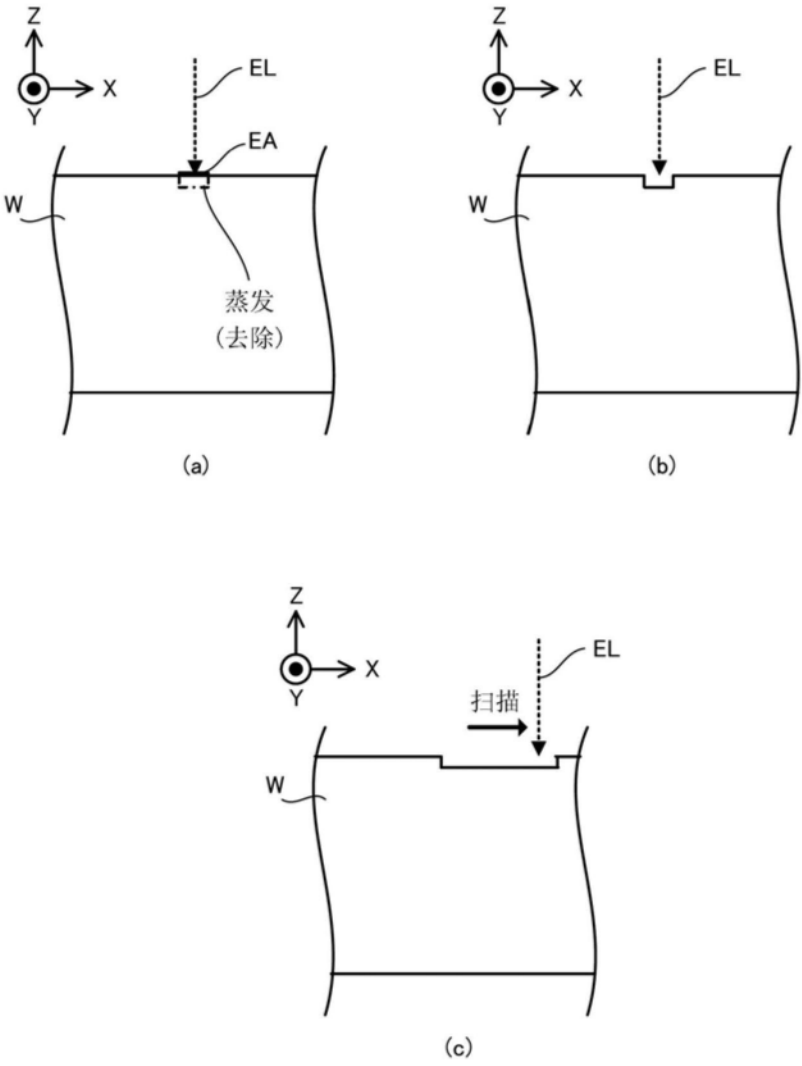


图3

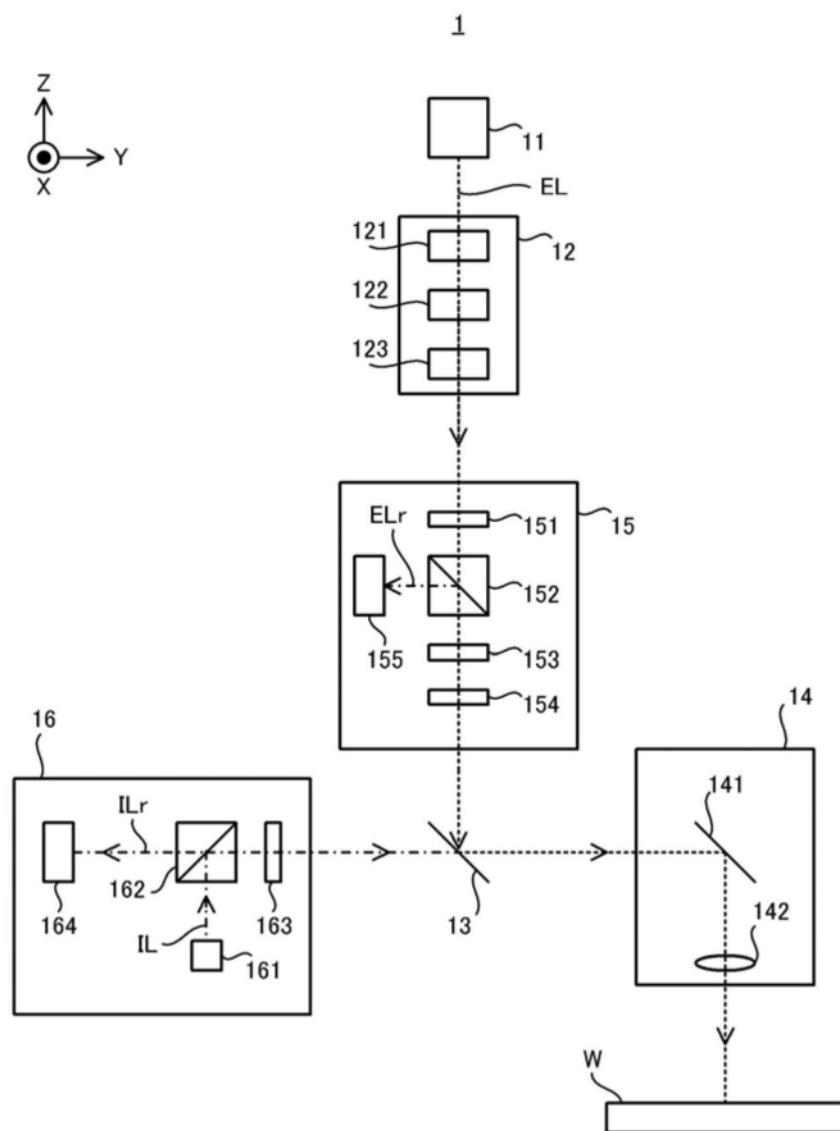


图4

14

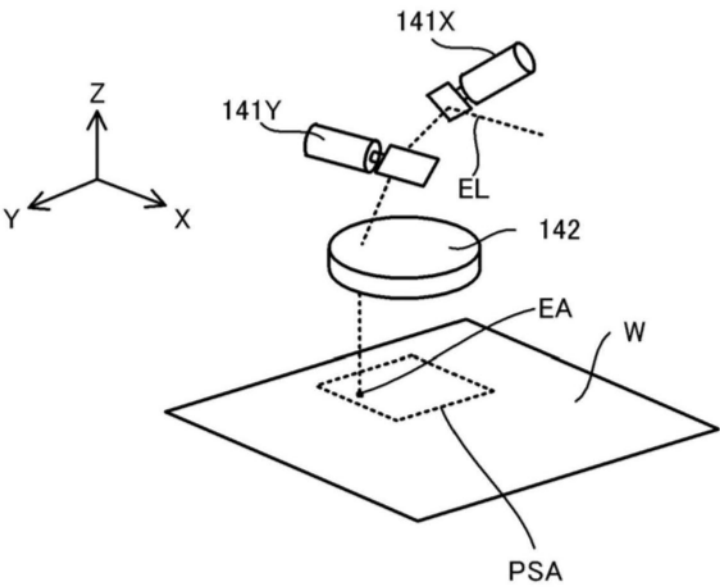


图5

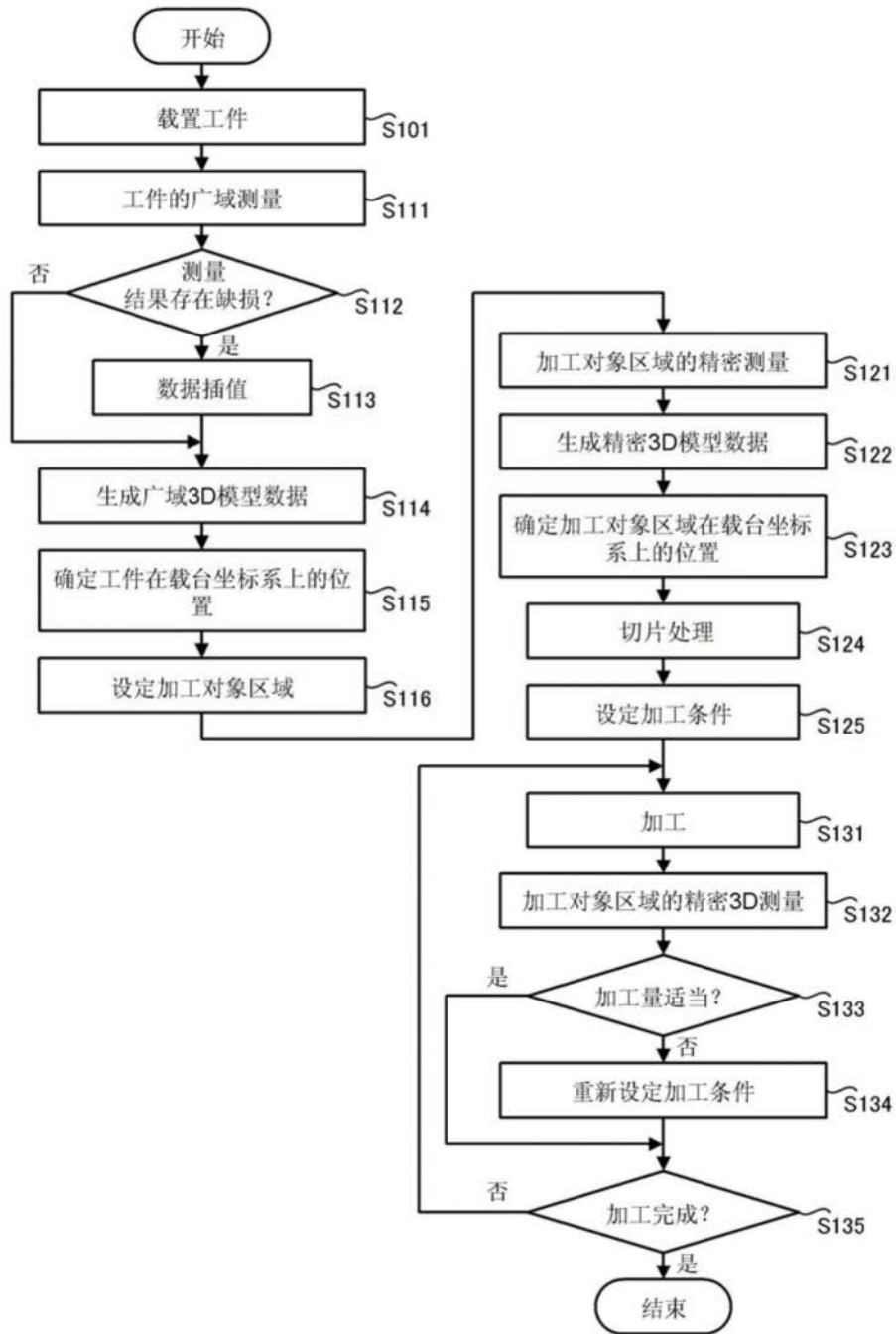


图6

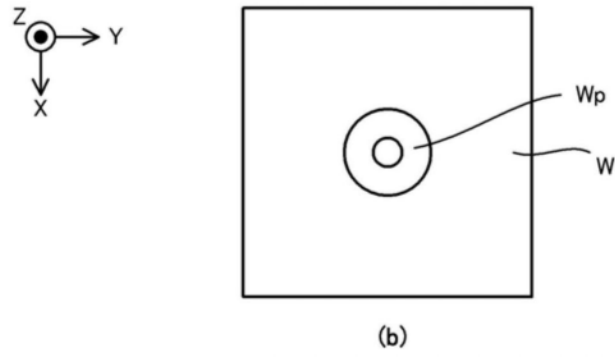
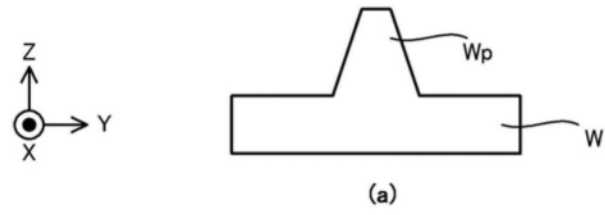


图7

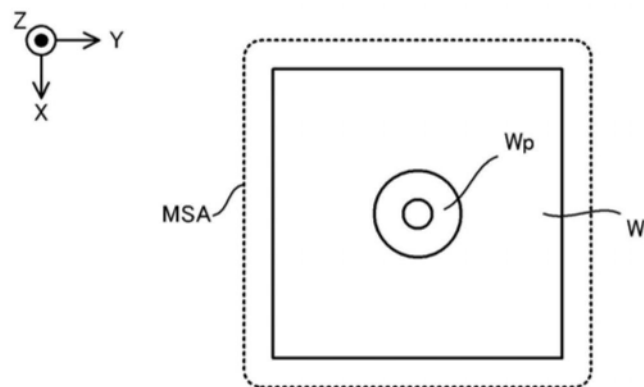


图8

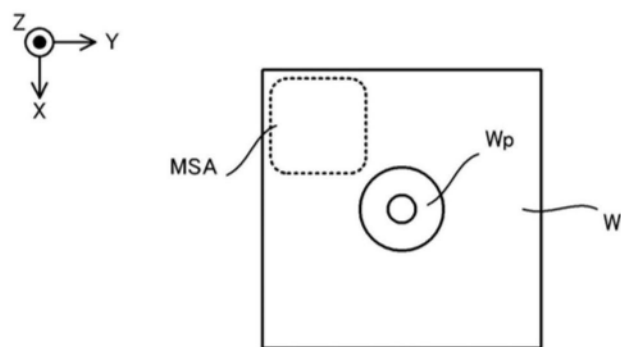


图9

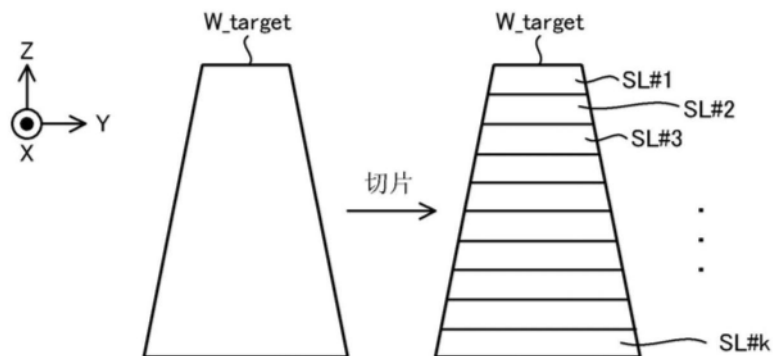


图12

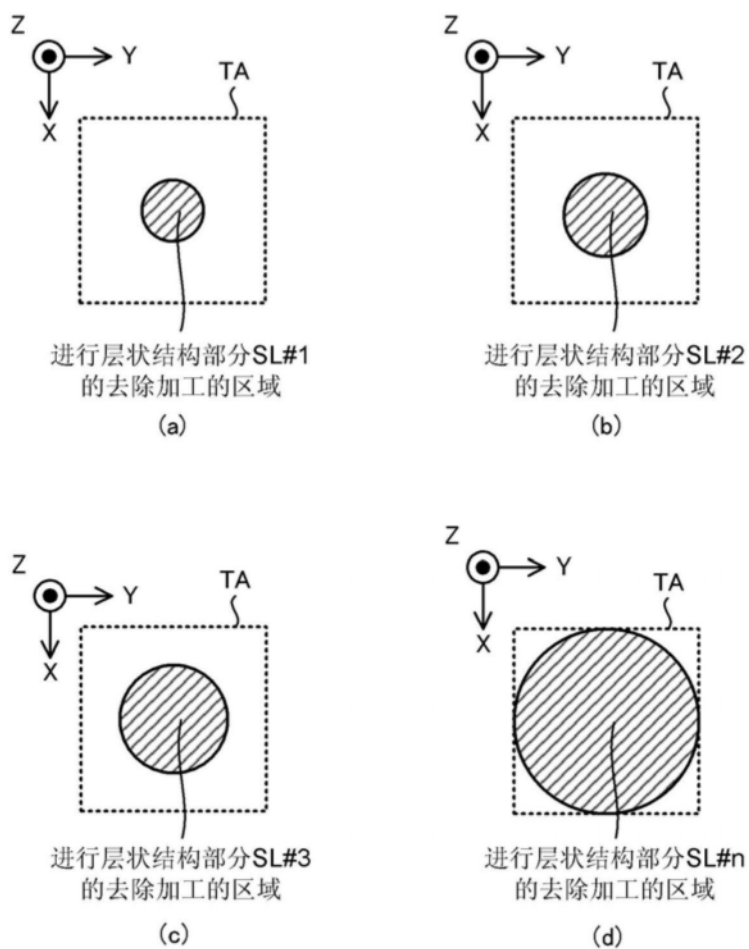


图13

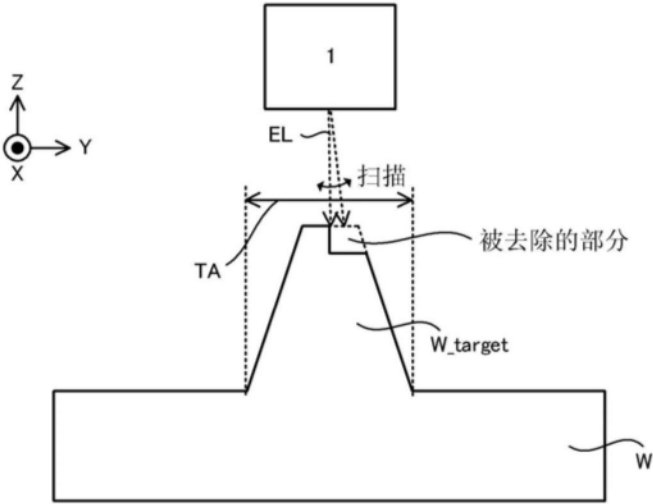


图14

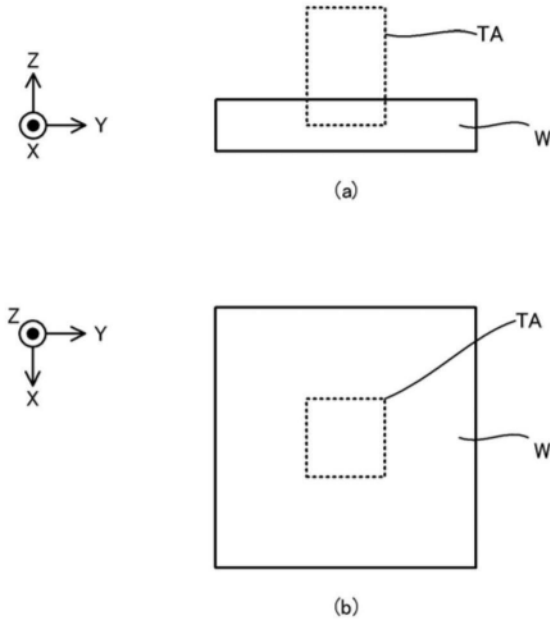


图15

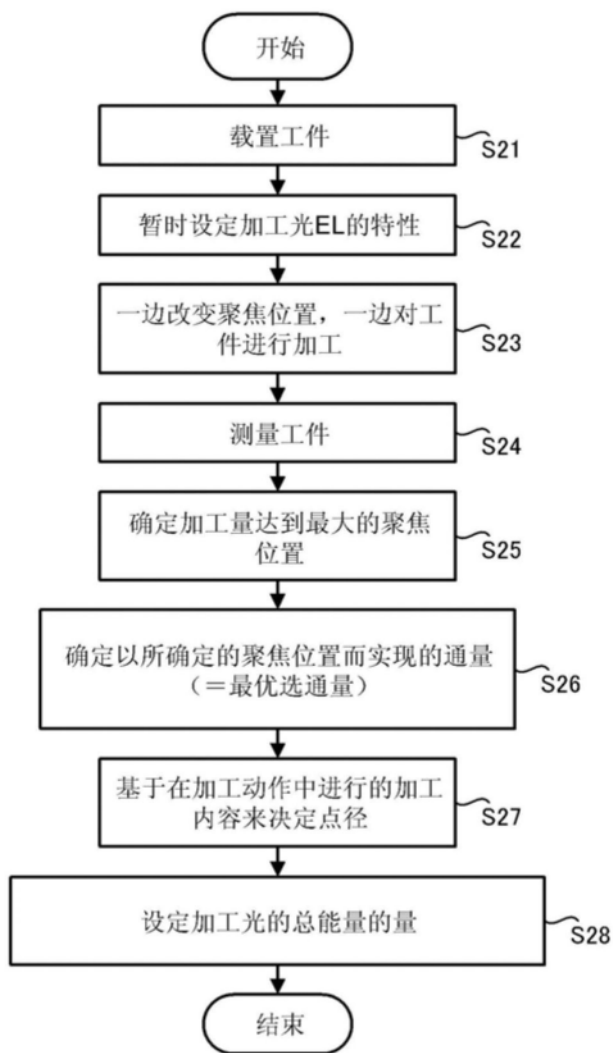


图16

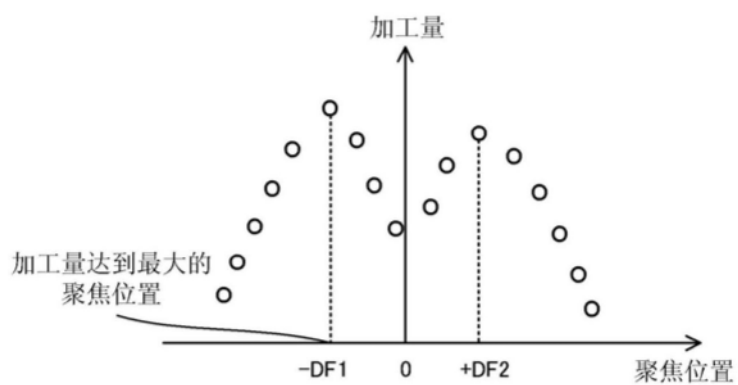


图17

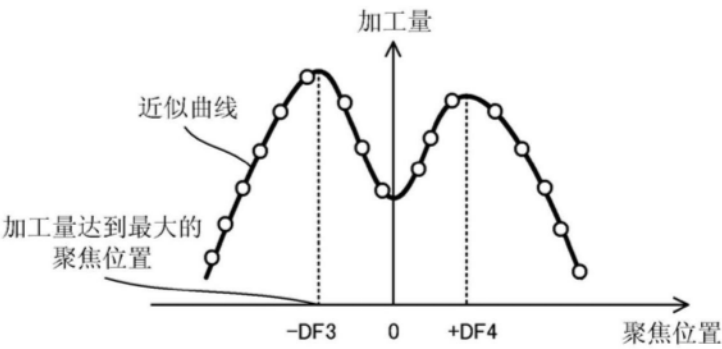


图18

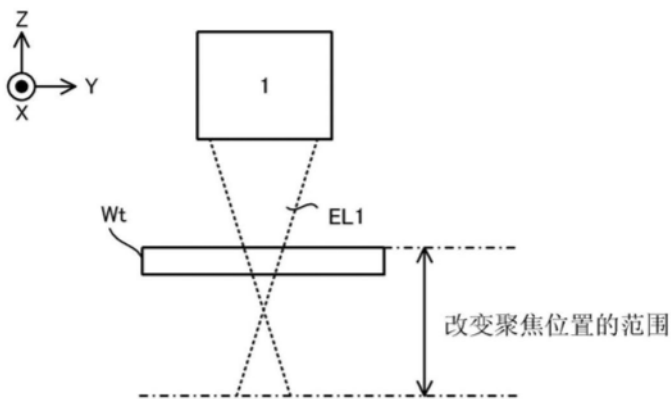


图19

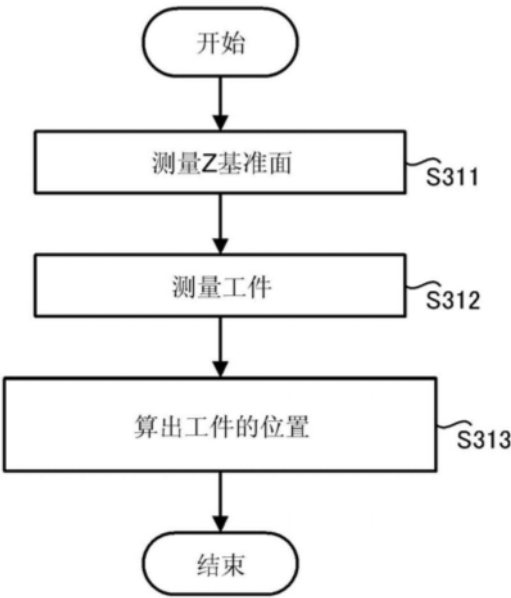


图20

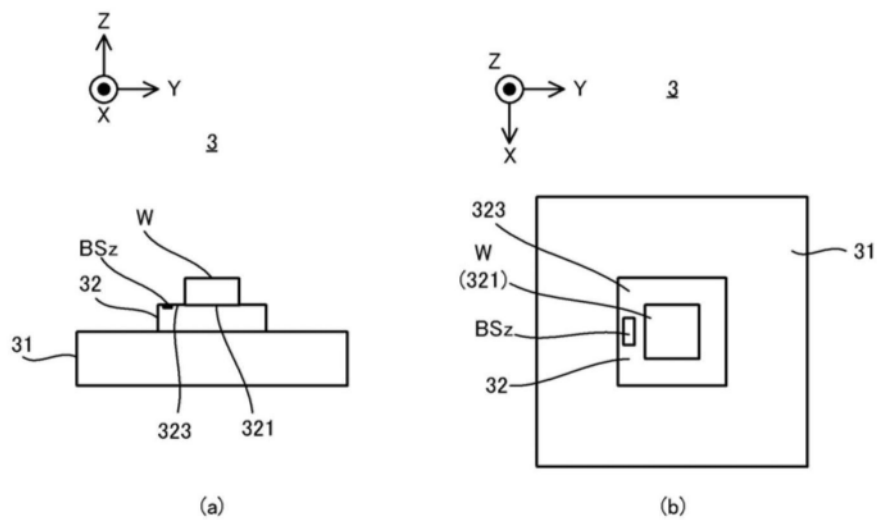


图21

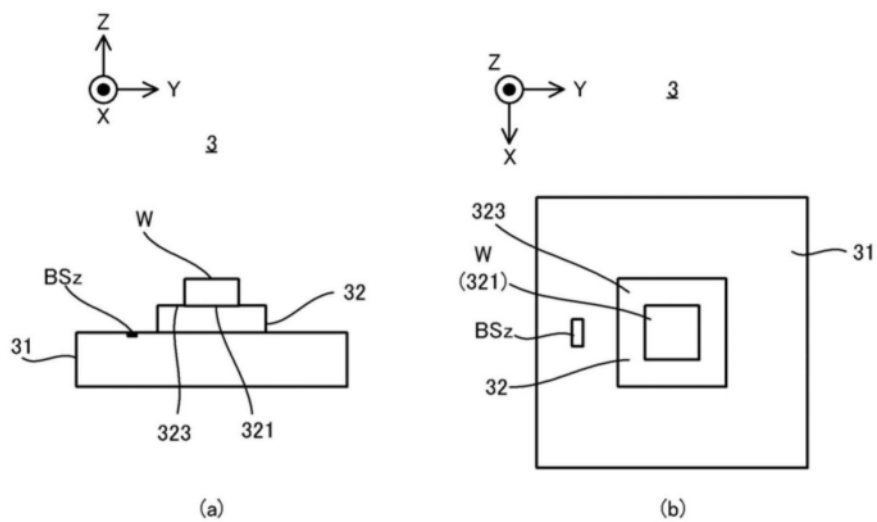


图22

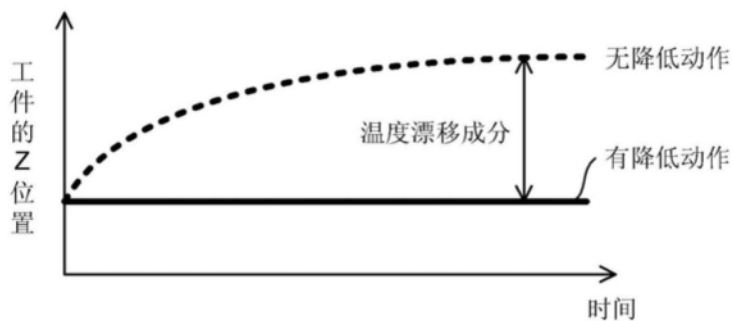


图23

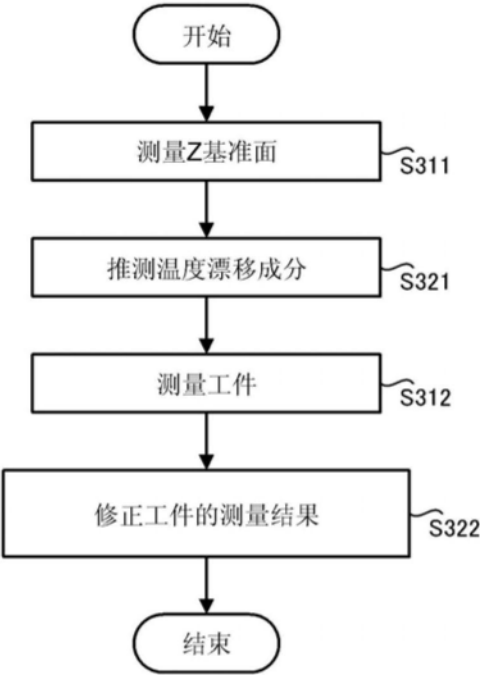


图24

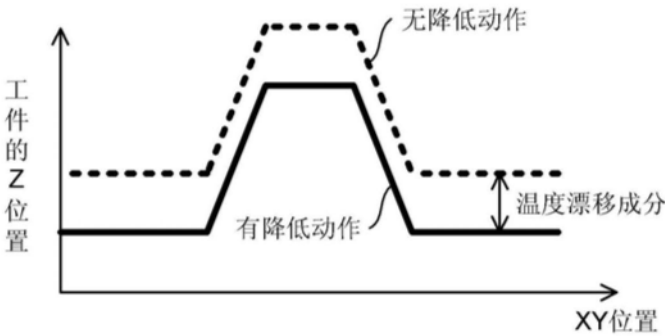


图25

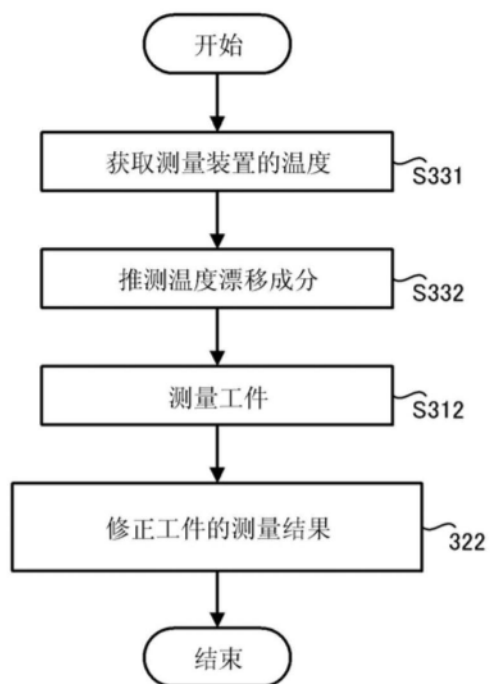


图26

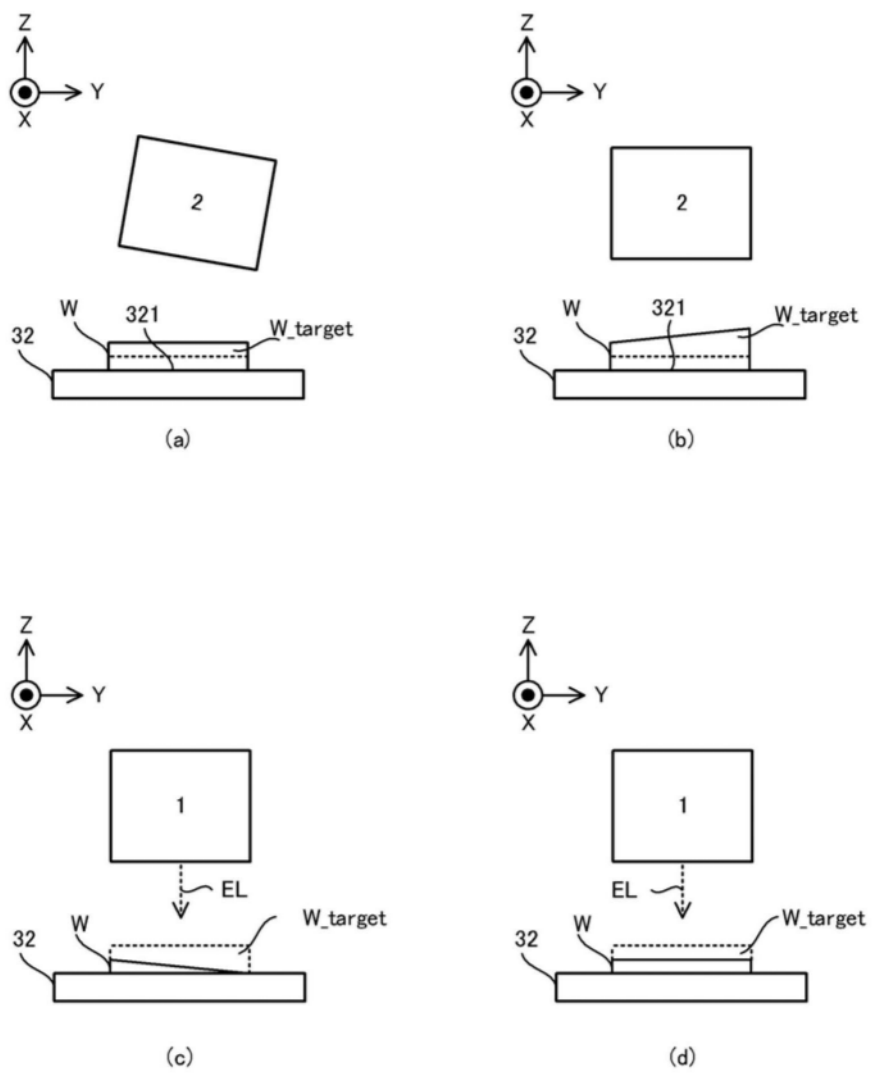


图27

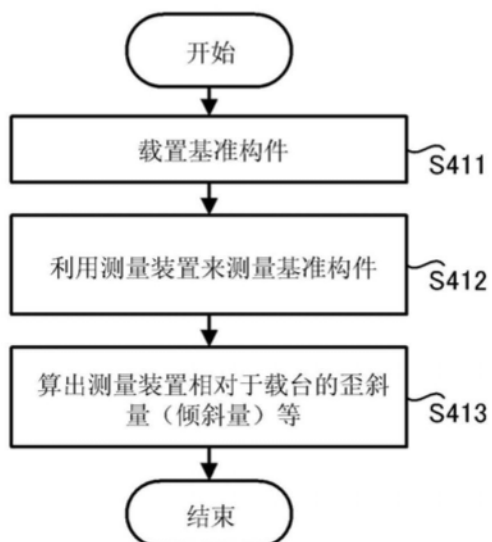


图28

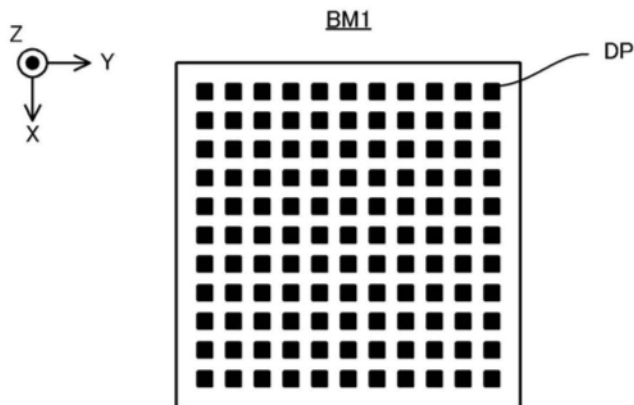


图29

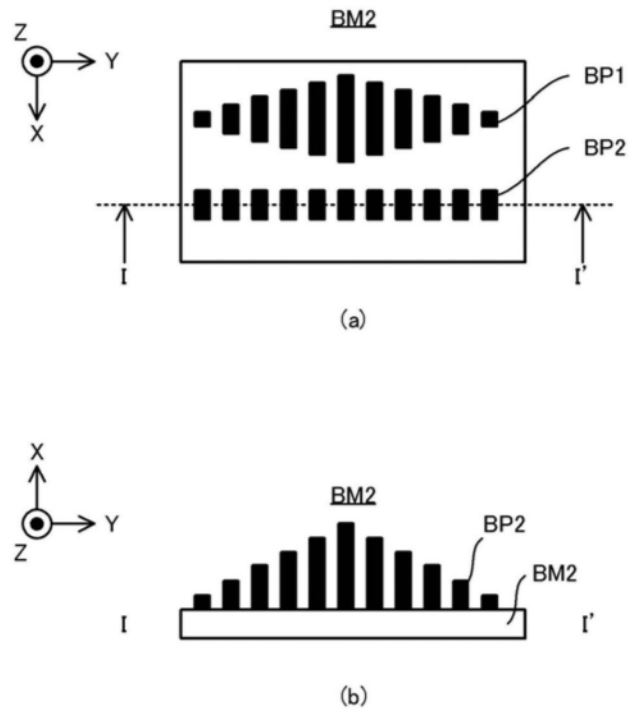


图30

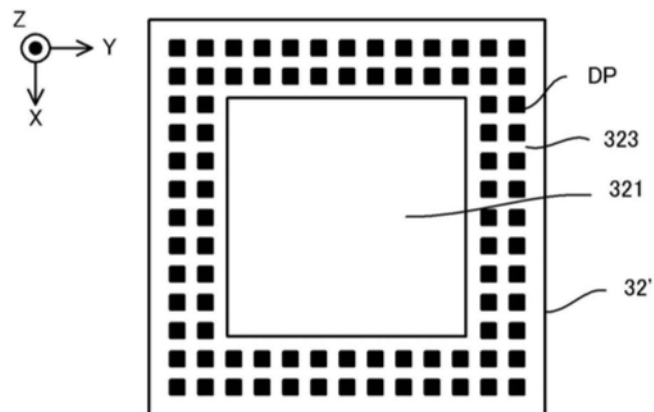


图31

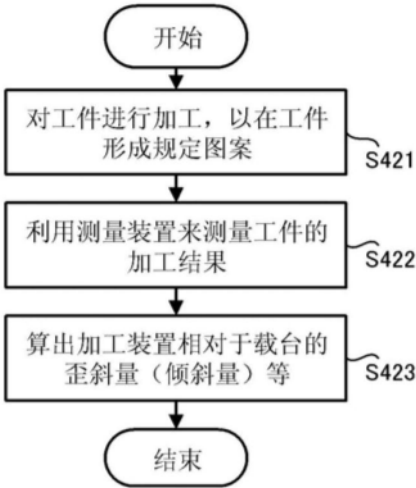


图32

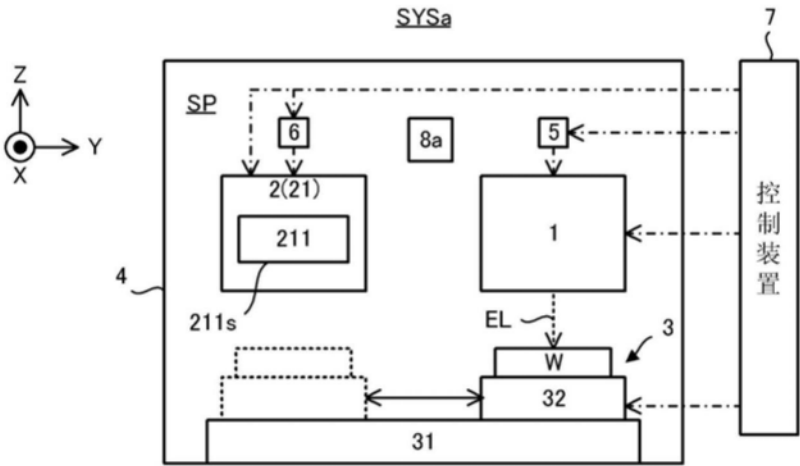


图33

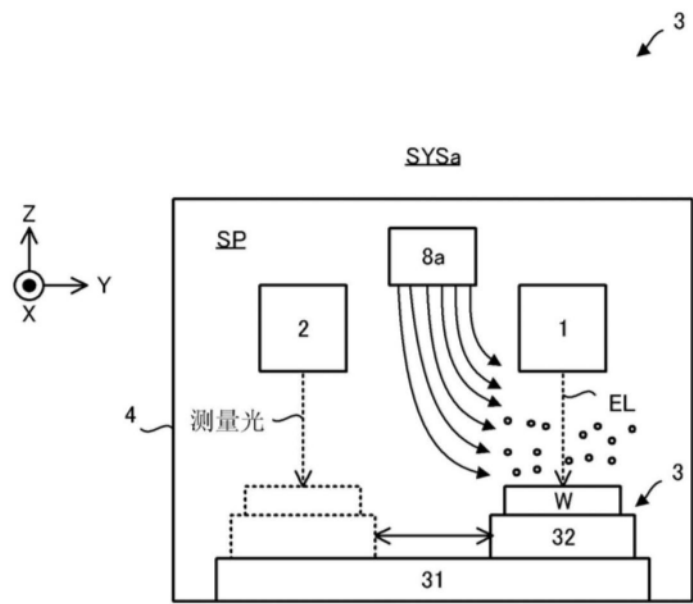


图34

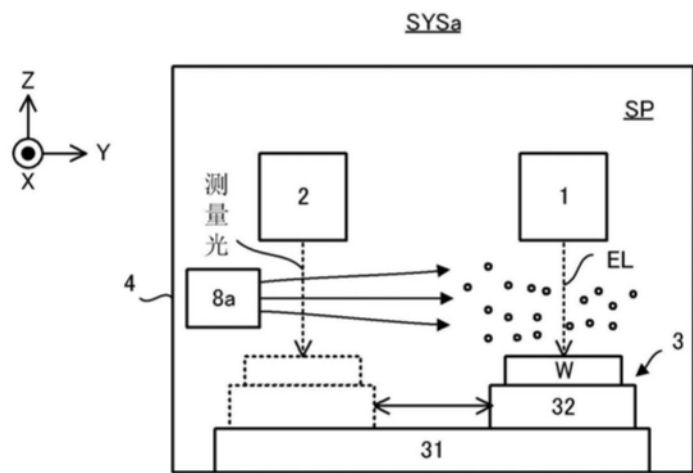


图35

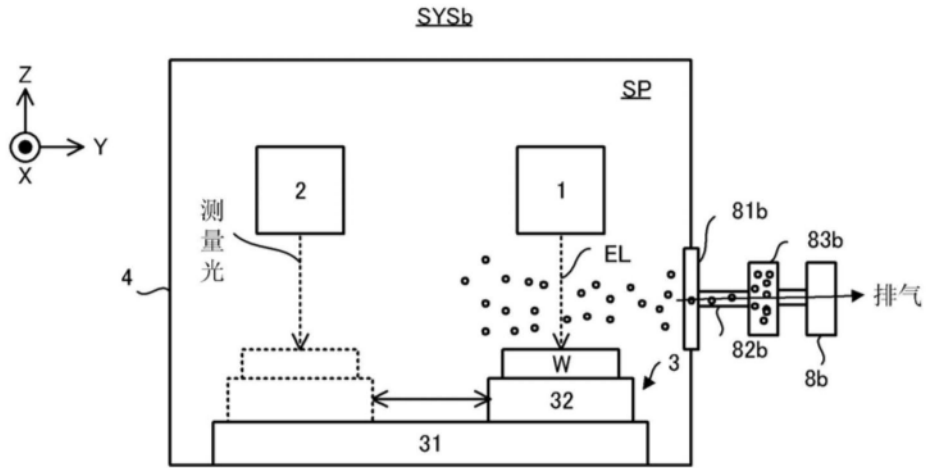


图36

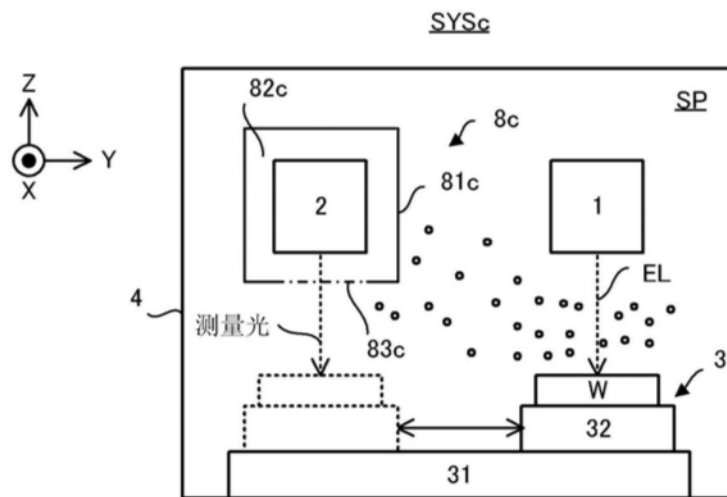


图37

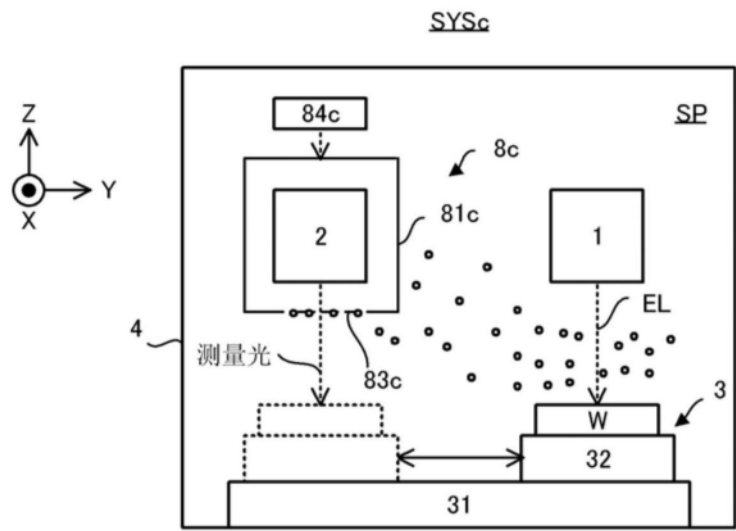


图38

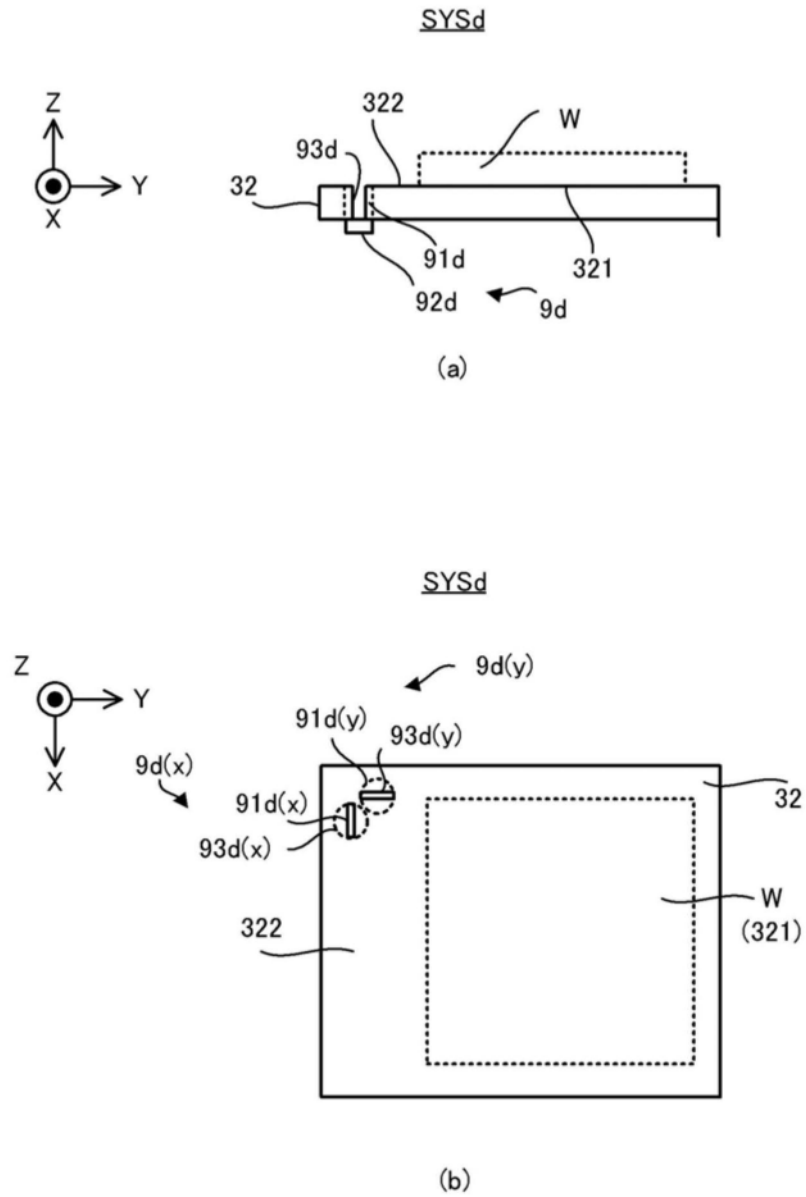


图39

SYSd

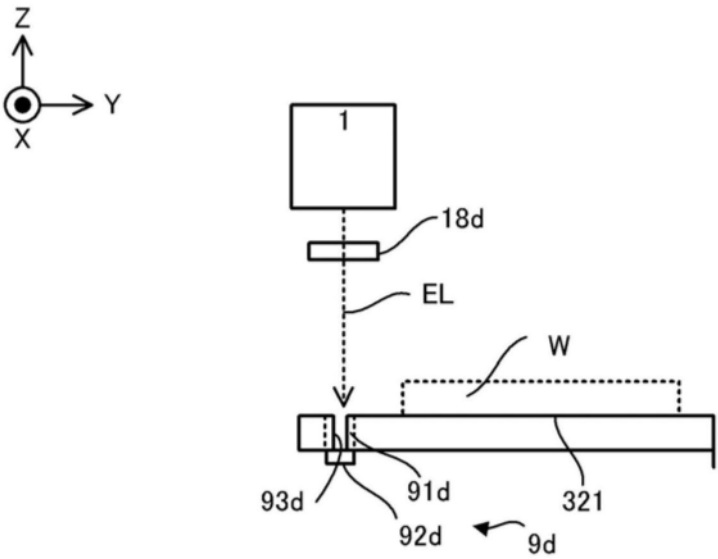


图40

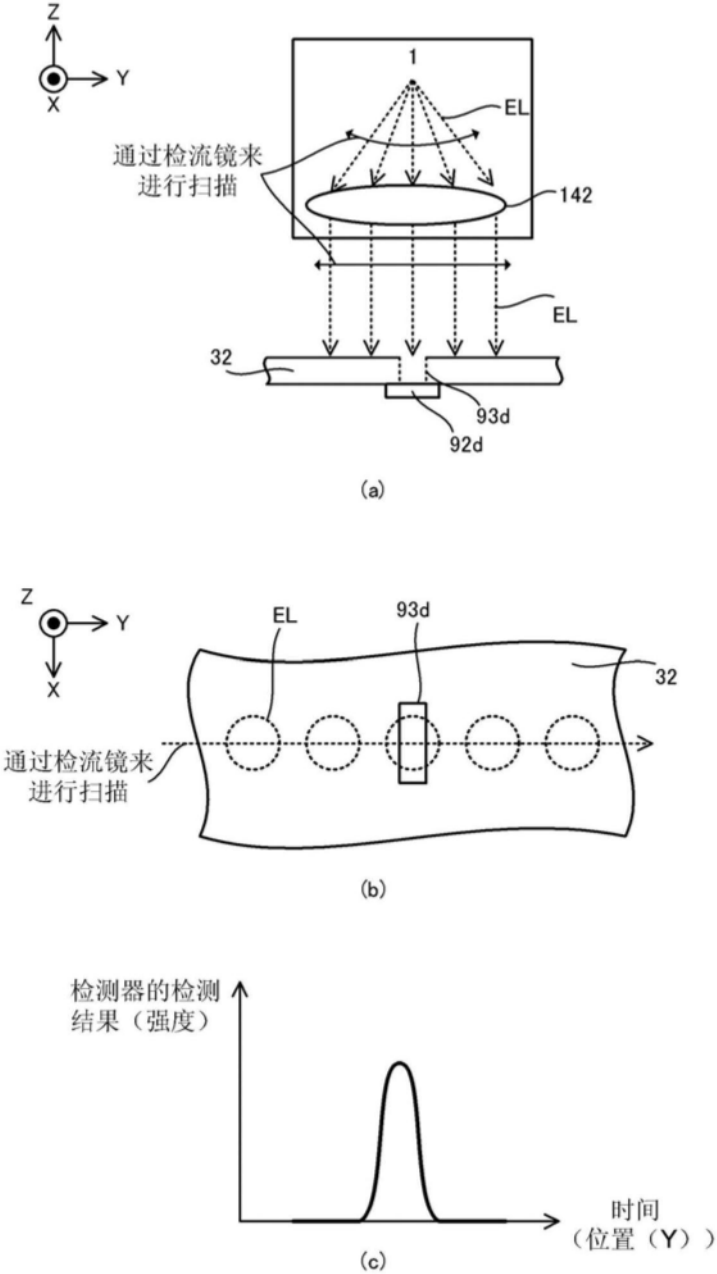


图41

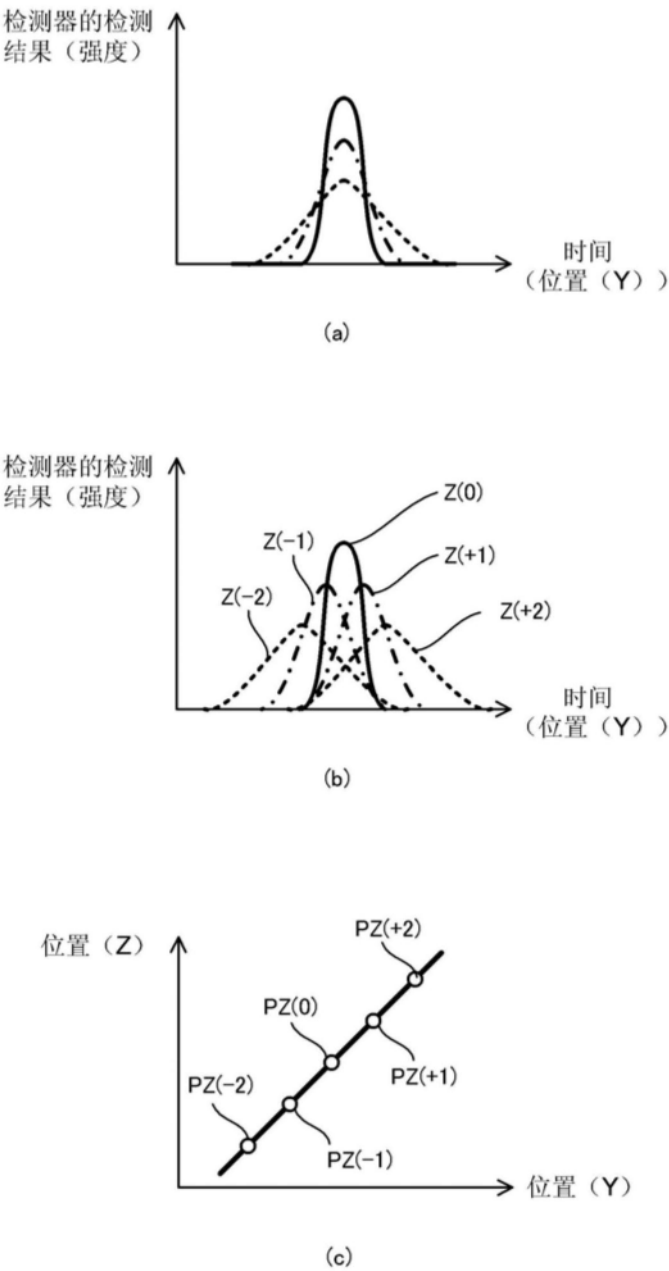


图42

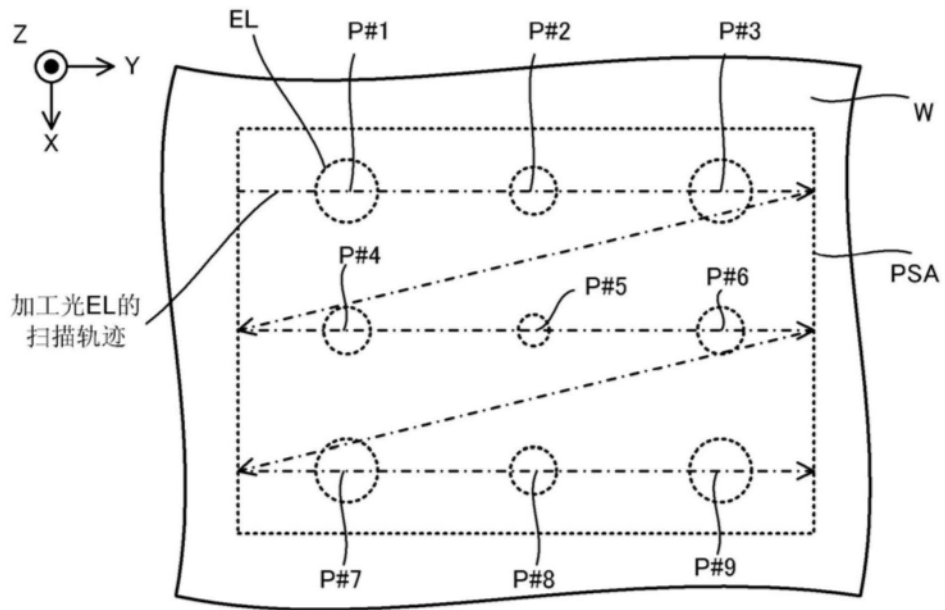


图43

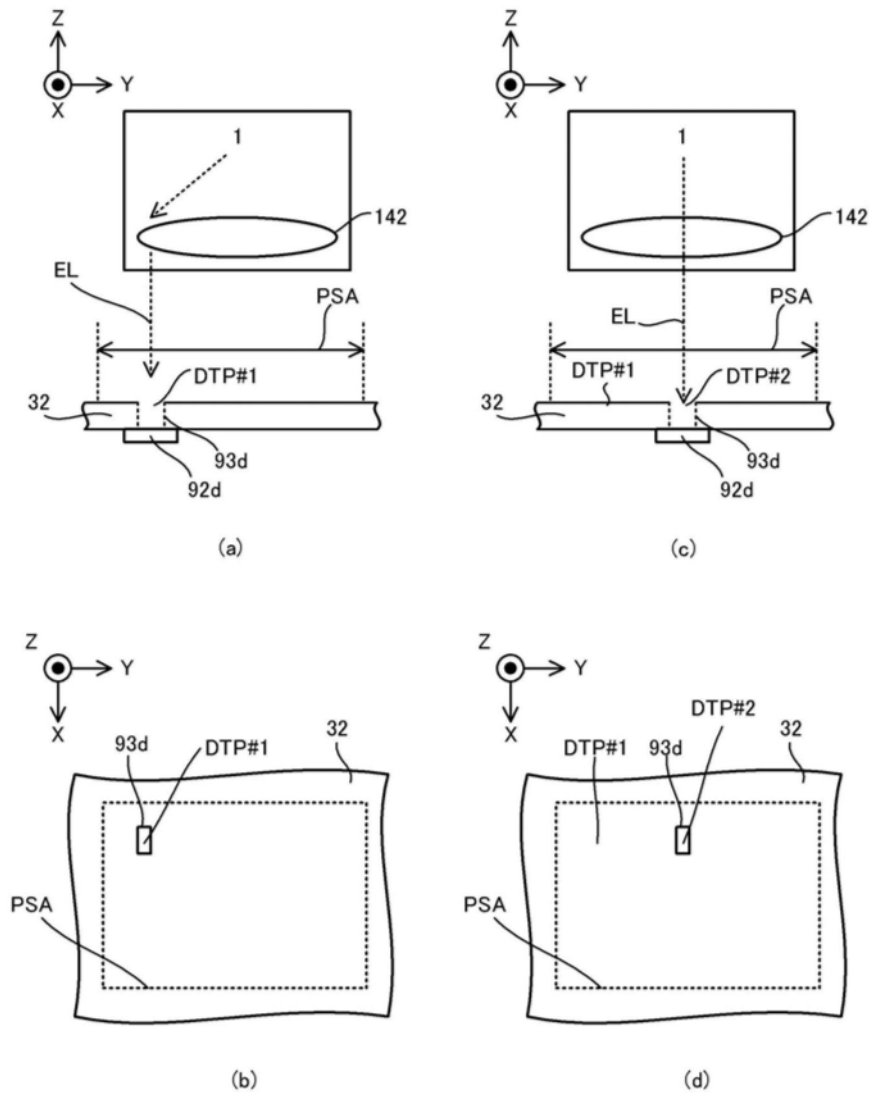


图44

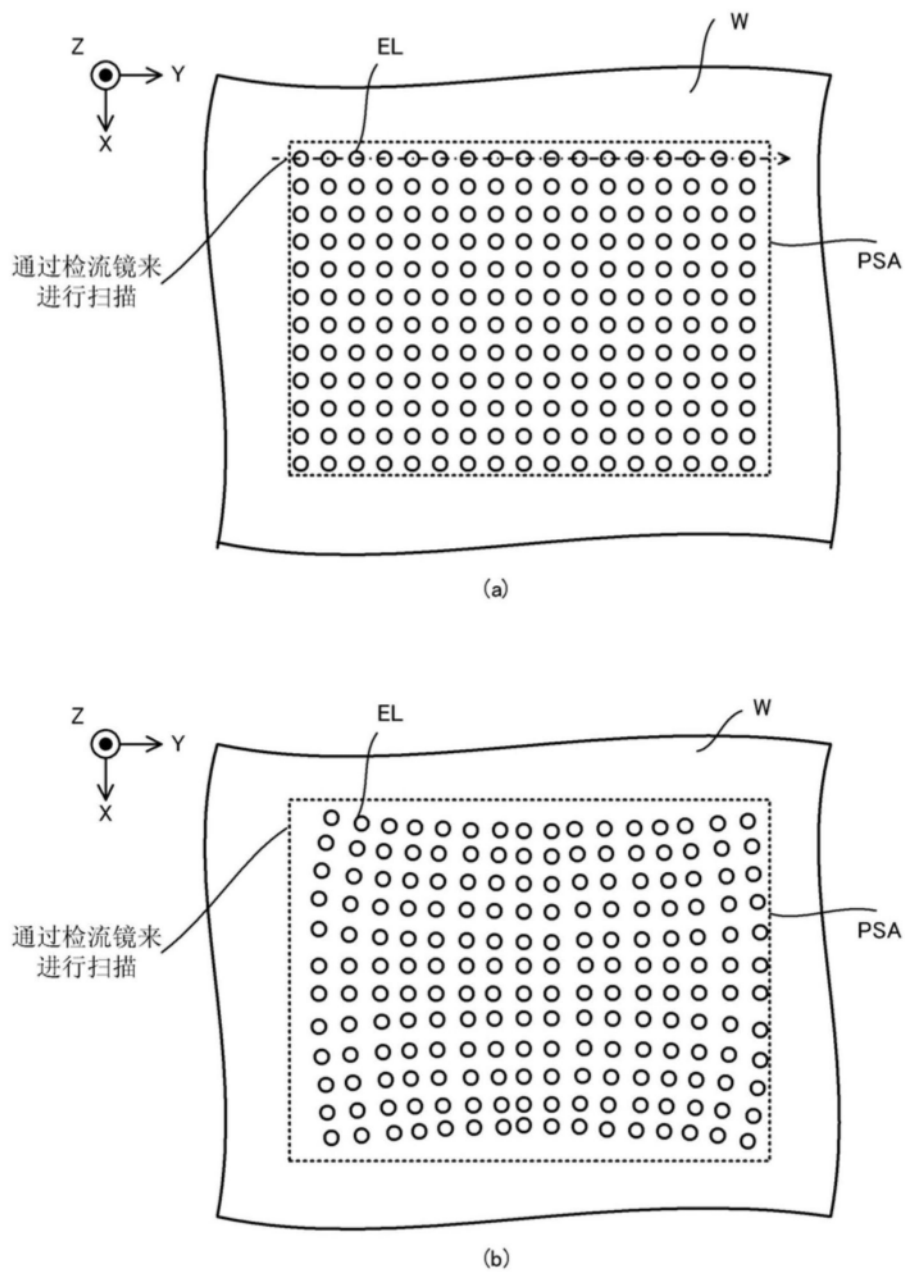


图45

SYSd

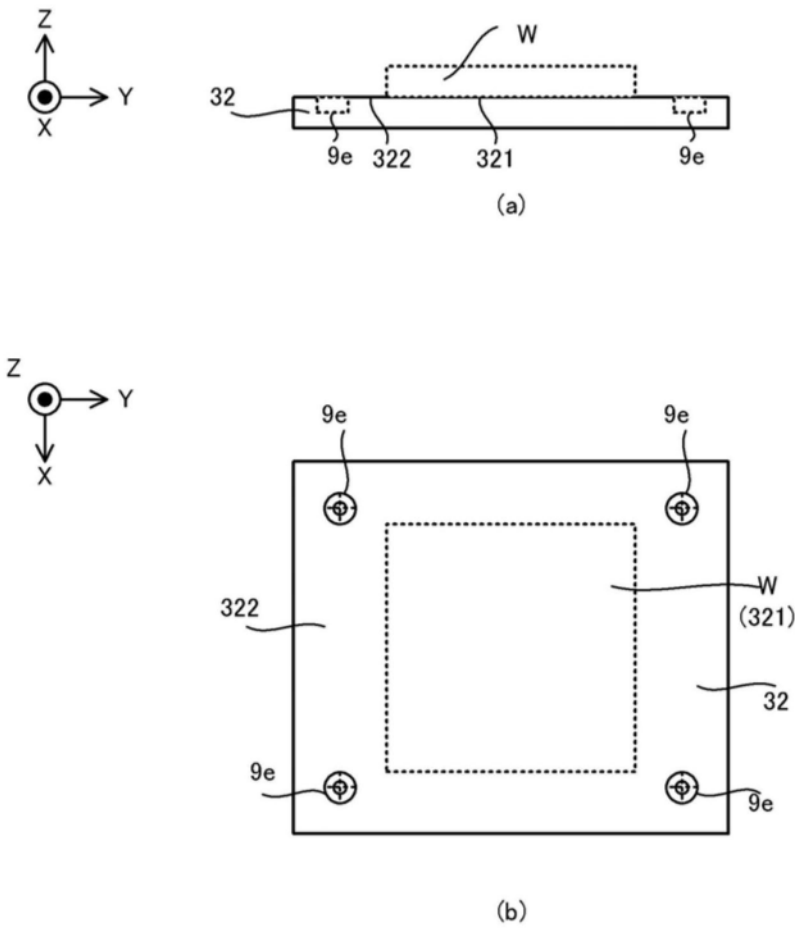


图46

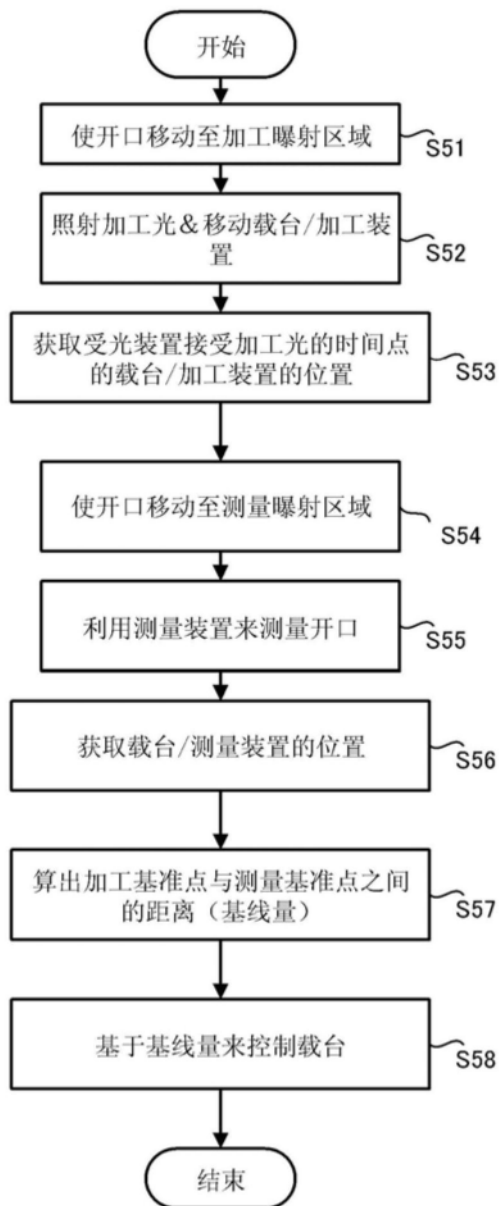


图47

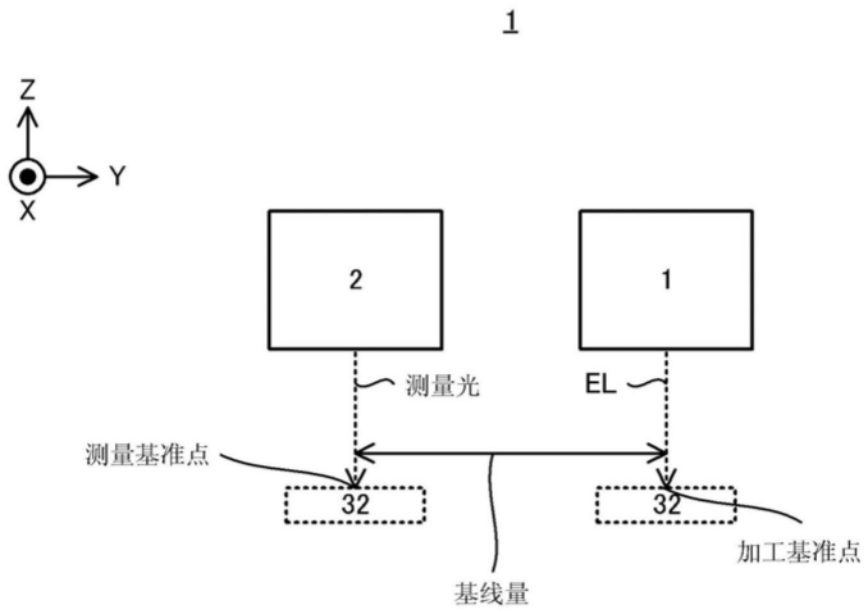


图48

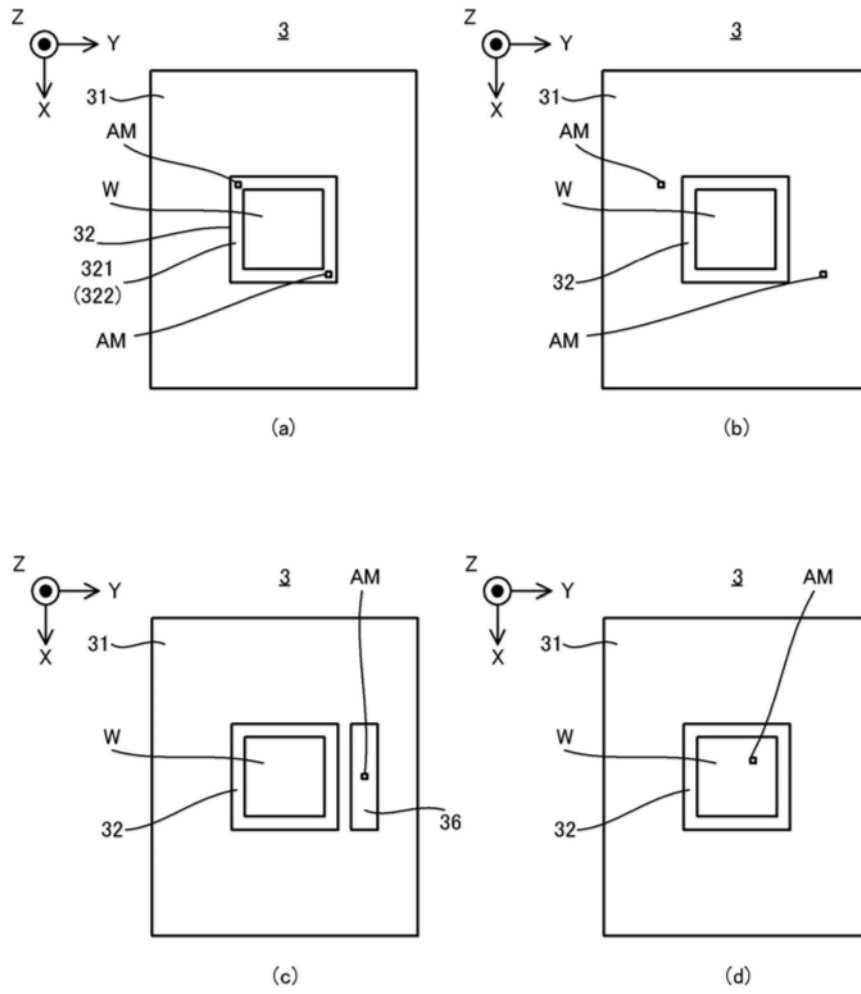


图49

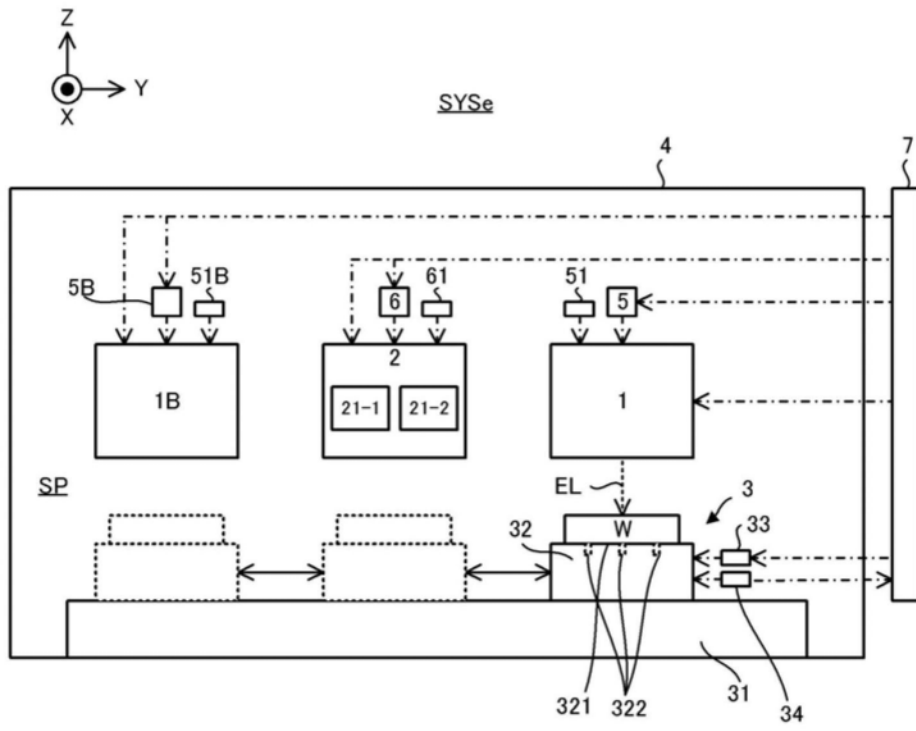


图50

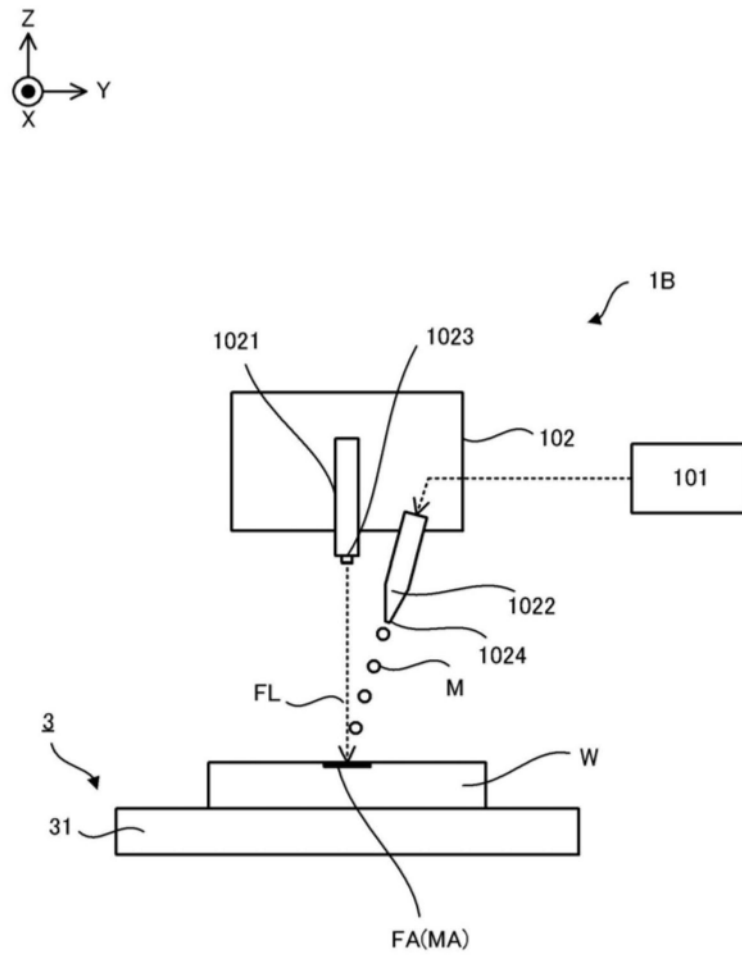


图51

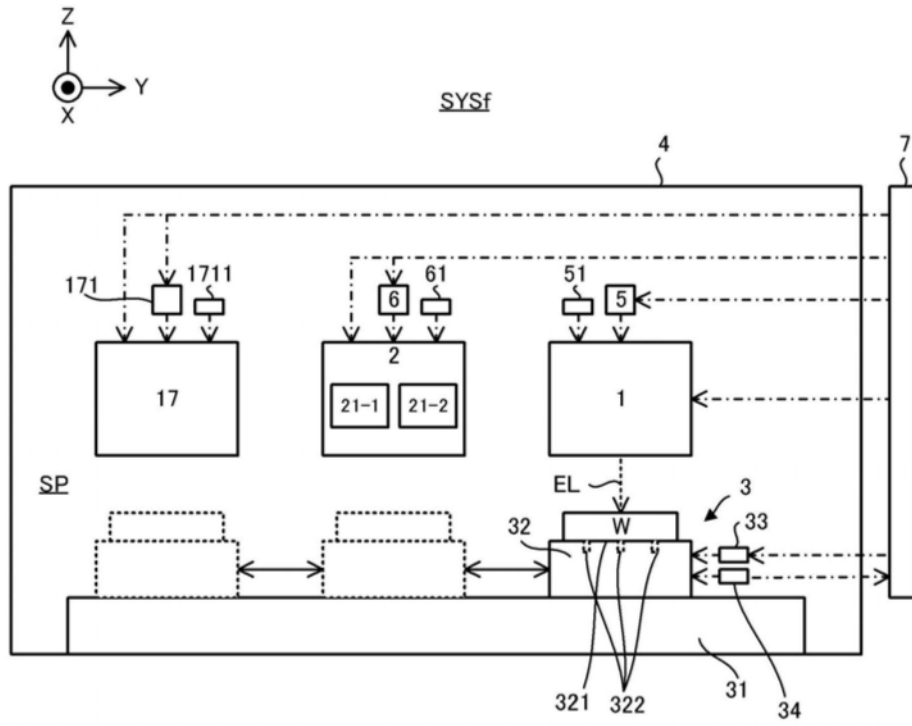


图52

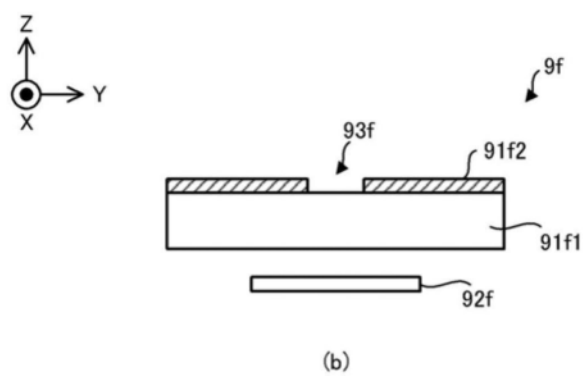
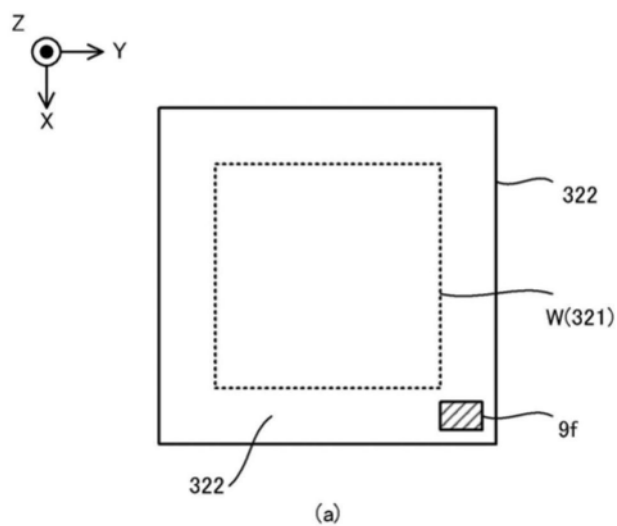


图53

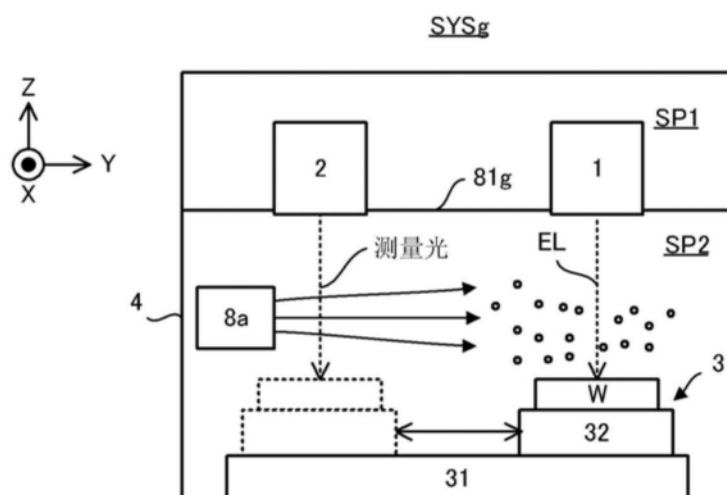


图54

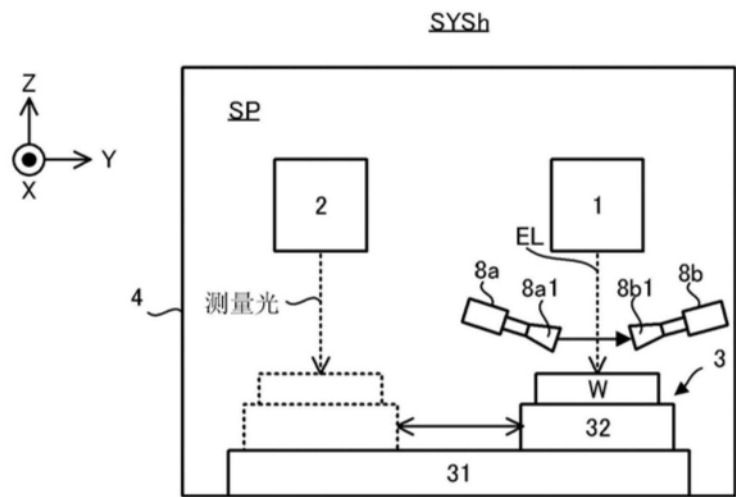


图55