



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115415552 B

(45) 授权公告日 2024.08.27

(21) 申请号 202211167553.7

(22) 申请日 2018.12.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115415552 A

(43) 申请公布日 2022.12.02

(30) 优先权数据
PCT/JP2017/044624 2017.12.12 JP

(62) 分案原申请数据
201880080527.6 2018.12.10

(73) 专利权人 株式会社 尼康
地址 日本东京都

(72) 发明人 上野和树

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 王涛 汤在彦

(51) Int. Cl.
B22F 12/00 (2021.01)

B22F 10/25 (2021.01)

B22F 10/20 (2021.01)

B22F 10/85 (2021.01)

B22F 12/41 (2021.01)

B22F 12/90 (2021.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 50/02 (2015.01)

B23K 26/34 (2014.01)

B23K 26/21 (2014.01)

B29C 64/20 (2017.01)

B29C 64/268 (2017.01)

B29C 64/393 (2017.01)

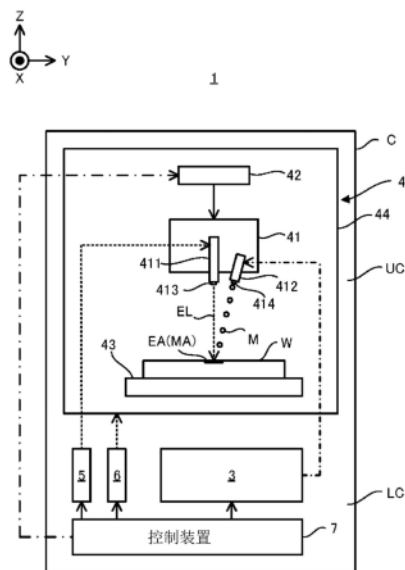
B29C 64/153 (2017.01)

(56) 对比文件
US 2017304946 A1, 2017.10.26
审查员 郑小雯

权利要求书4页 说明书49页 附图46页

(54) 发明名称
造型系统、造型方法及计算机程序

(57) 摘要
本发明提供一种造型系统、造型方法、计算机程序、记录媒体及控制装置,造型系统具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对能量束的照射区域供给造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更能量束与对象物的相对位置;并且使对象物的第1区域所进行的造型处理的条件、与对象物的第2区域所进行的造型处理的条件不同。



1. 一种造型系统,其特征在于,包括:

造型装置,其进行造型处理,即,借由一面经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对所述对象物供给造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及

变更装置,其可变更所述能量束与所述对象物的相对位置;并且

一面利用所述变更装置变更所述能量束与所述对象物的相对位置,一面造型一个所述层状构造物时,沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的表面与所述能量束的聚焦位置之间的相对位置;

所述变更装置基于所述照射区域的移动速度变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述行进方向的相对位置。

2. 一种造型系统,其特征在于,包括:

造型装置,其进行造型处理,即,借由一面经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对所述对象物供给造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及

变更装置,其可变更所述能量束与所述对象物的相对位置;并且

一面利用所述变更装置变更所述能量束与所述对象物的相对位置,一面造型一个所述层状构造物时,沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的表面与所述能量束的聚焦位置之间的相对位置;

所述变更装置基于所述造型材料的供给率变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述行进方向的相对位置。

3. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使所述能量束的照射区域于沿着所述层状构造物的所述表面的方向移动;

所述造型装置对所述移动的所述照射区域供给所述造型材料。

4. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

将所述能量束的所述聚焦位置设定在所述对象物的表面与所述光学系统之间来进行所述造型处理。

5. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使照射所述能量束的所述光学系统移动,来沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的相对位置。

6. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使构成照射所述能量束的所述光学系统的一部分的光学构件移动,来沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的相对位置。

7. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的相对位置,来改变所述能量束的照射区域中所述能量束的每单位面积的强度或是能量的量。

8. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使所述能量束的照射位置沿着移动轨迹移动,且

基于所述移动轨迹上的所述照射区域的位置变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述行进方向的相对位置。

9. 如权利要求1或2所述的造型系统,其特征在于,

照射所述能量束的所述光学系统具备将自光源发出的所述能量束进行偏向的偏向构件,且

控制装置控制所述偏向构件而变更所述能量束与所述对象物的相对位置。

10. 一种造型方法,其特征在于,包括:

向对象物照射能量束;

对所述对象物供给造型材料;以及

进行造型处理,即,借由一面向所述对象物照射所述能量束,一面对所述对象物供给所述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;

所述造型处理的进行包括一面变更所述能量束与所述对象物之间的相对位置,一面造型一个所述层状构造物;

于造型所述一个层状构造物时,沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的表面与所述能量束的聚焦位置之间的相对位置;

一面变更所述能量束与所述对象物之间的相对位置,一面造型一个所述层状构造物,包括:基于所述照射区域的移动速度变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述行进方向的相对位置。

11. 一种造型方法,其特征在于,包括:

向对象物照射能量束;

对所述对象物供给造型材料;以及

进行造型处理,即,借由一面向所述对象物照射所述能量束,一面对所述对象物供给所述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;

所述造型处理的进行包括一面变更所述能量束与所述对象物之间的相对位置,一面造型一个所述层状构造物;

于造型所述一个层状构造物时,沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的表面与所述能量束的聚焦位置之间的相对位置;

一面变更所述能量束与所述对象物之间的相对位置,一面造型一个所述层状构造物,包括:基于所述造型材料的供给率变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述行进方向的相对位置。

12. 一种造型系统,其特征在于,包括:

造型装置,其进行造型处理,即,借由一面经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对所述能量束的照射区域供给造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及

变更装置,其可变更所述能量束与所述对象物的相对位置;并且

于所述对象物的表面与所述光学系统之间设定所述能量束的聚焦位置来进行所述造型处理;

所述变更装置基于所述照射区域的移动速度变更所述层状构造物的所述表面与所述

能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述能量束的行进方向的相对位置。

13. 一种造型系统,其特征在于,包括:

造型装置,其进行造型处理,即,借由一面经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对所述能量束的照射区域供给造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及

变更装置,其可变更所述能量束与所述对象物的相对位置;并且

于所述对象物的表面与所述光学系统之间设定所述能量束的聚焦位置来进行所述造型处理;

所述变更装置基于所述造型材料的供给率变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述能量束的行进方向的相对位置。

14. 如权利要求12或13所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使所述能量束的所述照射区域于沿着所述层状构造物的所述表面的方向移动;

所述造型装置对所述移动的所述照射区域供给所述造型材料。

15. 如权利要求12或13所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使照射所述能量束的所述光学系统移动,来沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的相对位置。

16. 如权利要求12或13所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使构成照射所述能量束的所述光学系统的一部分的光学构件移动,来沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的相对位置。

17. 如权利要求12或13所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置沿着所述能量束的行进方向变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的相对位置,来改变所述能量束的所述照射区域中所述能量束的每单位面积的强度或是能量的量。

18. 如权利要求12或13所述的造型系统,其特征在于,

所述变更装置使所述能量束的照射位置沿着移动轨迹移动,且

基于所述移动轨迹上的所述照射区域的位置变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述行进方向的相对位置。

19. 如权利要求12或13所述的造型系统,其特征在于,

照射所述能量束的所述光学系统具备将自光源发出的所述能量束进行偏向的偏向构件,且

控制装置控制所述偏向构件而变更所述能量束与所述对象物的相对位置。

20. 一种造型方法,其特征在于,包括:

向对象物照射能量束;

对所述对象物供给造型材料;以及

进行造型处理,即,借由一面向所述对象物照射所述能量束,一面对所述能量束的照射区域供给所述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;并且

所述造型处理的进行包括:于所述对象物的表面与光学系统之间设定所述能量束的聚

焦位置来进行所述造型处理;以及

基于所述照射区域的移动速度变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述能量束的行进方向的相对位置。

21. 一种造型方法,其特征在于,包括:

向对象物照射能量束;

对所述对象物供给造型材料;以及

进行造型处理,即,借由一面向所述对象物照射所述能量束,一面对所述能量束的照射区域供给所述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;并且

所述造型处理的进行包括:于所述对象物的表面与光学系统之间设定所述能量束的聚焦位置来进行所述造型处理;以及

基于所述造型材料的供给率变更所述层状构造物的所述表面与所述能量束的所述聚焦位置之间的沿着所述能量束的行进方向的相对位置。

22. 一种计算机程序,其特征不在于,其使计算机执行如权利要求10、11、20或21中任一项所述的造型方法。

造型系统、造型方法及计算机程序

[0001] 本发明为申请日为2018年12月10日,申请号为“201880080527.6”,发明名称为“造型系统”的发明专利的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明关于一种例如形成造型物的造型系统、造型方法、计算机程序、记录媒体及控制装置的技术领域。

背景技术

[0003] 专利文献1中,记载有借由将粉状的材料以能量束熔融后,使熔融的材料再固化而形成造型物的造型装置。此种造型装置中,形成适当的造型物成为技术性课题。

[0004] [现有技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] [专利文献1]美国专利申请公开第2017/014909号说明书

发明内容

[0007] 依据第1形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使于上述对象物的第1区域进行的上述造型处理的条件,与于上述对象物的第2区域进行的上述造型处理的条件不同。

[0008] 依据第2形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使上述对象物中将上述照射区域设定多次的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物中将上述照射区域设定较上述第1区域中所设定的次数少的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0009] 依据第3形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而于上述能量束与上述对象物的相对位置的变更方向上使造型物成长,来进行造型处理;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且当在第2时刻进行上述造型处理时的上述能量束与上述对象物的相对位置关系成为在第1时刻进行上述造型处理的上述能量束与上述对象物的相对位置关系时,使第2时刻的上述造型处理的条件不同于第1时刻的上述造型处理的条件。

[0010] 依据第4形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统,经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及变

更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且上述光学系统的焦点深度的大小大于上述层状构造物的1个层的厚度且小于2个层的厚度。

[0011] 依据第5形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物上的照射区域照射能量束,一面利用供给系统对上述照射区域供给上述造型材料而形成造型物;变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且于将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置设定为第1方向的第1期间之后,将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向交叉的第2方向,接着,于第2期间将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向平行的方向,于上述第1期间及上述第2期间中的至少一者的至少一部分进行上述造型处理。

[0012] 依据第6形态,提供一种造型方法,其包括:进行造型处理,即,借由一面向对象物照射能量束,一面对上述能量束的照射区域供给造型材料而形成造型物;变更上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置;以及使上述对象物的第1区域所进行的上述造型处理的条件、与上述对象物的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0013] 依据第7形态,提供一种造型方法,其包括:进行造型处理,即,借由一面向对象物照射能量束,一面对上述能量束的照射区域供给造型材料而形成造型物;变更上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置;以及使上述对象物中将上述照射区域设定多次的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物中将上述照射区域设定较上述第1区域所设定的次数少的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0014] 依据第8形态,提供一种造型方法,其包括:进行造型处理,即,借由一面向对象物照射能量束,一面对上述能量束的照射区域供给造型材料而形成造型物;变更上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置;以及当在第2时刻进行上述造型处理时的上述能量束与上述对象物的相对位置关系,成为在第1时刻进行上述造型处理的上述能量束与上述对象物的相对位置关系时,使第2时刻的上述造型处理的条件与第1时刻的上述造型处理的条件不同。

[0015] 依据第9形态,提供一种造型方法,其包括:向对象物照射能量束;对上述对象物供给造型材料;以及进行造型处理,即,借由一面向上述对象物照射上述能量束,一面对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;并且照射上述能量束,包括经由焦点深度的大小大于上述层状构造物的1个层的厚度且小于2个层的厚度的光学系统来照射上述能量束。

[0016] 依据第10形态,提供一种计算机程序,其使计算机执行上述造型方法。

[0017] 依据第11形态,提供一种记录媒体,其记录有上述计算机程序。

[0018] 依据第12形态,提供一种使计算机执行的计算机程序,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使计算机执行如下处理:使上述对象物的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0019] 依据第13形态,提供一种使计算机执行的计算机程序,其控制具备以下装置的造

型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使计算机执行如下处理:使上述对象物中将上述照射区域设定多次的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物中将上述照射区域设定较上述第1区域所设定的次数少的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0020] 依据第14形态,提供一种使计算机执行的计算机程序,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而于上述能量束与上述对象物的相对位置的变更方向上使造型物成长,来进行造型处理;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使计算机执行如下处理:当在第2时刻进行上述造型处理时的上述能量束与上述对象物的相对位置关系,成为在第1时刻进行上述造型处理的上述能量束与上述对象物的相对位置关系时,使第2时刻的上述造型处理的条件不同于第1时刻的上述造型处理的条件。

[0021] 依据第15形态,提供一种使计算机执行的计算机程序,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统,经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使计算机执行如下处理:使上述光学系统的焦点深度的大小大于上述层状构造物的1个层的厚度且小于2个层的厚度。

[0022] 依据第16形态,提供一种使计算机执行的计算机程序,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物上的照射区域照射能量束,一面利用供给系统对上述照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且使计算机执行如下处理:于将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置设定为第1方向的第1期间之后,将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向交叉的第2方向,接着,于第2期间将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向平行的方向,于上述第1期间及上述第2期间中的至少一者的至少一部分进行上述造型处理。

[0023] 依据第17形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;以及接收装置,其接收如下的控制信号:以使上述对象物的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同的方式,来控制上述造型装置及上述变更装置。

[0024] 依据第18形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;以及接收装置,其接收以如下方式来控制上述造型装置及上述变更装置的控制信号:使上述对象物中将上述照射区域设定多次的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象

物中将上述照射区域设定较上述第1区域所设定的次数少的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0025] 依据第19形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而于上述能量束与上述对象物的相对位置的变更方向上使造型物成长,来进行造型处理;变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;以及接收装置,其接收以如下方式来控制上述造型装置及上述变更装置的控制信号:当在第2时刻进行上述造型处理时的上述能量束与上述对象物的相对位置关系,成为在第1时刻进行上述造型处理的上述能量束与上述对象物的相对位置关系时,使第2时刻的上述造型处理的条件不同于第1时刻的上述造型处理的条件。

[0026] 依据第20形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统,经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;以及接收装置,其接收如下的控制信号:以上述光学系统的焦点深度的大小大于上述层状构造物的1个层的厚度且小于2个层的厚度的方式,来控制上述造型装置及上述变更装置。

[0027] 依据第21形态,提供一种造型系统,其具备:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物上的照射区域照射能量束,一面利用供给系统对上述照射区域供给上述造型材料而形成造型物;变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;以及接收装置,其接收以如下方式来控制上述造型装置及上述变更装置的控制信号:于将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置设定为第1方向的第1期间之后,将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向交叉的第2方向,接着,于第2期间将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向平行的方向,于上述第1期间及上述第2期间中的至少一者的至少一部分进行上述造型处理。

[0028] 依据第22形态,提供一种控制装置,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且进行如下处理:使上述对象物的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0029] 依据第23形态,提供一种控制装置,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且进行如下处理:使上述对象物中将上述照射区域设定多次的第1区域所进行的上述造型处理的条件,与上述对象物中将上述照射区域设定较上述第1区域所设定的次数少的第2区域所进行的上述造型处理的条件不同。

[0030] 依据第24形态,提供一种控制装置,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其借由一面利用照射系统向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而于上述能量束与上述对象物的相对位置的变更方向上使造型物成长,来进行造型处理;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且

进行如下处理:当在第2时刻进行上述造型处理时的上述能量束与上述对象物的相对位置关系,成为在第1时刻进行上述造型处理的上述能量束与上述对象物的相对位置关系时,使第2时刻的上述造型处理的条件不同于第1时刻的上述造型处理的条件。

[0031] 依据第25形态,提供一种控制装置,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统,经由光学系统而向对象物照射能量束,一面利用供给系统对上述能量束的照射区域供给上述造型材料,而形成层状构造物被积层多层而成的积层构造物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且进行如下处理:使上述光学系统的焦点深度的大小大于上述层状构造物的1个层的厚度且小于2个层的厚度。

[0032] 依据第26形态,提供一种控制装置,其控制具备以下装置的造型系统:造型装置,其进行造型处理,即,借由一面利用照射系统向对象物上的照射区域照射能量束,一面利用供给系统对上述照射区域供给上述造型材料而形成造型物;以及变更装置,其可变更上述能量束与上述对象物的相对位置;并且进行如下处理:于将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置设定为第1方向的第1期间之后,将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向交叉的第2方向,接着,于第2期间将上述能量束的照射区域与上述对象物的相对位置变更为与上述第1方向平行的方向,于上述第1期间及上述第2期间中的至少一者的至少一部分进行上述造型处理。

[0033] 本发明的作用及其他优点由以下所说明的实施方式而明确。

附图说明

[0034] 图1表示本实施方式的造型系统的构造的剖面图。

[0035] 图2(a)至图2(c)分别为表示对工件上的某个区域照射光且供给造型材料的情形的状态的剖面图。

[0036] 图3(a)及图3(b)分别为表示造型面上的照射区域的移动轨迹的俯视图。

[0037] 图4(a)至图4(c)分别为表示形成三维构造物的过程的剖面图。

[0038] 图5(a)表示造型面上的照射区域的移动路径的俯视图,图5(b)表示形成于照射区域的移动路径交叉的区域中的造型物以及形成于照射区域的移动路径不交叉的区域中的造型物的剖面图,图5(c)表示形成于照射区域的移动路径交叉的区域中的造型物以及形成于照射区域的移动路径不交叉的区域中的造型物的俯视图。

[0039] 图6(a)至图6(c)分别为表示为了抑制造型物的高度的不均而控制的造型材料的供给率的图表。

[0040] 图7表示造型材料的供给率与来自材料喷嘴的造型材料的供给量的关系的图表。

[0041] 图8(a)表示于气体喷出装置喷出惰性气体时的情形时的造型材料的供给形态的剖面图,图8(b)表示于气体喷出装置不喷出惰性气体时的情形时的造型材料的供给形态的剖面图。

[0042] 图9(a)表示于遮蔽构件处于非遮蔽状态时的情形时的造型材料的供给形态的剖面图,图9(b)表示于遮蔽构件处于遮蔽状态时的情形时的造型材料的供给形态的剖面图。

[0043] 图10(a)表示于材料喷嘴处于供给状态时的情形时的造型材料的供给形态的剖面图,图10(b)表示于材料喷嘴处于非供给状态时的情形时的造型材料的供给形态的剖面图。

[0044] 图11 (a) 至图11 (c) 分别为表示为了抑制造型物的高度的不均而控制的热传递率的图表。

[0045] 图12表示热传递率与照射区域上的光的强度的关系的图表。

[0046] 图13 (a) 表示于遮光构件处于遮光状态的情形时的光的照射形态的剖面图,图13 (b) 表示于遮光构件处于非遮光状态的情形时的光的照射形态的剖面图。

[0047] 图14 (a) 表示于聚焦位置设定于造型面上的情形时的光的照射形态的剖面图,图14 (b) 表示于聚焦位置设定于从造型面上分离的位置上的情形时的光的照射形态的剖面图。

[0048] 图15 (a) 及图15 (b) 分别为表示为了抑制造型物的高度的不均而控制的照射区域的移动速度的图表。

[0049] 图16 (a) 表示造型面上的照射区域的移动路径的俯视图,图16 (b) 表示照射区域的移动速度与造型物的高度的关系的图表。

[0050] 图17表示为了抑制造型物的高度的不均而基于照射区域的移动速度来控制的造型材料的供给率的图表。

[0051] 图18表示照射区域的移动速度及造型材料的供给率与造型物的高度的关系的图表。

[0052] 图19表示为了抑制造型物的高度的不均而基于照射区域的移动速度来控制的热传递率的图表。

[0053] 图20表示照射区域的移动速度及热传递率与造型物的高度的关系的图表。

[0054] 图21 (a) 表示既有构造物中的热相对难以扩散的区域以及热相对容易扩散的区域的位置的一例的立体图,图21 (b) 表示形成于热相对难以扩散的区域中的造型物以及形成于热相对容易扩散的区域中的造型物的剖面图。

[0055] 图22表示为了抑制造型物的高度的不均而基于热的扩散程度来控制的造型材料的供给率的图表。

[0056] 图23表示为了抑制造型物的高度的不均而基于热的扩散程度来控制的热传递率的图表。

[0057] 图24表示为了抑制造型物的高度的不均而基于热的扩散程度来控制的照射区域的移动速度的图表。

[0058] 图25 (a) 表示光EL相对高频率地照射的区域以及光EL相对低频率地照射的区域的位置的一例的立体图,图25 (b) 表示形成于光EL相对高频率地照射的区域中的造型物以及形成于光EL相对低频率地照射的区域中的造型物的剖面图。

[0059] 图26表示为了抑制造型物的高度的不均而基于光所照射的频率来控制的造型材料的供给率的图表。

[0060] 图27表示为了抑制造型物的高度的不均而基于光所照射的频率来控制的热传递率的图表。

[0061] 图28表示为了抑制造型物的高度的不均而基于光所照射的频率来控制的照射区域的移动速度的图表。

[0062] 图29表示形成于造型面上的标记的俯视图及剖面图。

[0063] 图30 (a) 及图30 (b) 分别为表示于形成图29所示的标记的情形时的造型面上的照

射区域的移动轨迹的俯视图。

[0064] 图31(a)至图31(d)分别为表示借由尺寸控制动作来控制尺寸的标记的俯视图。

[0065] 图32表示热传递率与标记的尺寸的关系的图表。

[0066] 图33表示照射区域的移动速度与标记的尺寸的关系的图表。

[0067] 图34表示照射区域的尺寸与标记的尺寸的关系的图表。

[0068] 图35(a)及图35(b)分别为表示标记的尺寸与构成标记的线状构造物的数量之间的关系俯视图,图35(c)至图35(d)分别为表示标记的尺寸与构成标记的线状构造物的长度之间的关系俯视图。

[0069] 图36(a)至图36(d)分别为表示借由高度控制动作来控制高度的标记的俯视图。

[0070] 图37表示供给率与标记的高度的关系的图表。

[0071] 图38表示热传递率与标记的高度的关系的图表。

[0072] 图39表示照射区域的移动速度与标记的高度的关系的图表。

[0073] 图40(a)及图40(b)分别为表示标记的高度与构成标记的构造层的数量之间的关系剖面图。

[0074] 图41(a)至图41(c)分别为表示借由形状控制动作来控制表面的形状的标记的剖面图。

[0075] 图42(a)至图42(c)分别为表示借由形状控制动作来控制连结面的形状的标记的剖面图。

[0076] 图43(a)表示作为印章而按压于对象物上的标记的俯视图及剖面图,图43(b)表示转印于标记所按压的对象物上的印记的俯视图。

[0077] 图44(a)至图44(c)分别为表示以与对象物的对象面成为互补关系的方式来控制连结面的形状的标记的剖面图。

[0078] 图45(a)表示形成多个标记的期间中的特定气体的特性的控制形态的一例的图表,图45(b)表示于以图45(a)所示的控制形态来控制特定气体的特性的情形时所形成的多个标记的俯视图,图45(c)表示于形成单一标记的期间中的特定气体的特性的控制形态的一例的图表,图45(d)表示于以图45(c)所示的控制形态来控制特定气体的特性的情形时所形成的标记的俯视图。

[0079] 图46(a)至图46(c)分别为表示于进行研磨动作的过程中的研磨对象面的状态的剖面图。

[0080] 图47(a)表示于进行造型动作的期间中的照射区域的移动路径的俯视图,图47(b)表示于进行研磨动作的期间中的照射区域的移动路径的俯视图。

[0081] 图48(a)表示于进行造型动作的期间中的照射区域的移动路径的俯视图,图48(b)表示于进行研磨动作的期间中的照射区域的移动路径的俯视图。

[0082] 图49表示第1变形例的造型系统所具备的照射光学系统的焦点深度的剖面图。

[0083] 图50(a)表示于在造型面上的某个区域部分设定照射区域的情形时,由第1变形例的造型系统所形成的构造层的剖面图,图50(b)表示于在与图50(a)所示的区域部分相同的区域部分再次设定照射区域的情形时,由第1变形例的造型系统所形成的构造层的剖面图。

[0084] 图51(a)及图51(b)分别为表示造型面与照射光学系统的焦点深度的范围之间的位置关系的剖面图。

- [0085] 图52表示第2变形例的造型系统的构造的剖面图。
- [0086] 图53(a)表示第3变形例的造型系统所具备的照射光学系统的构造的剖面图,图53(b)表示第3变形例的照射光学系统所具备的光学系统的构造的立体图。
- [0087] 图54表示第4变形例的造型系统所具备的造型装置的构造的剖面图。
- [0088] 图55表示第5变形例的造型系统所具备的造型装置的构造的剖面图。
- [0089] 图56(a)至图56(c)分别表示由第6变形例所造型的造型物的构成的剖面图。
- [0090] 图57表示由第7变形例所造型的造型物的构成的剖面图。
- [0091] 图58(a)及图58(b)分别表示第8变形例的动作的剖面图。
- [0092] 图59表示第8变型例中所使用的供给量变更装置的一例的剖面图。
- [0093] 图60表示第8变型例中所使用的供给量变更装置的一例的剖面图。
- [0094] 图61(a)表示造型面上的照射区域的移动轨迹的俯视图,图61(b)表示于照射区域沿着图61(a)所示的移动轨迹而移动的情形时所形成的造型物的一部分的剖面图。
- [0095] 图62(a)表示造型面上的照射区域的移动轨迹的俯视图,图62(b)表示于照射区域沿着图62(a)所示的移动轨迹而移动的情形时所形成的造型物的一部分的剖面图。
- [0096] 符号说明
- [0097] 1:造型系统;
- [0098] 3:材料供给装置;
- [0099] 4:造型装置;
- [0100] 41:造型头;
- [0101] 411:照射光学系统;
- [0102] 412:材料喷嘴;
- [0103] 42:驱动系统;
- [0104] 43:平台;
- [0105] 5:光源;
- [0106] W:工件;
- [0107] M:造型材料;
- [0108] SL:构造层;
- [0109] CS:造型面;
- [0110] EA:照射区域;
- [0111] MA:供给区域;
- [0112] MP:熔融池。

具体实施方式

[0113] 以下,参照图式,对处理装置、处理方法、标记方法、造型系统、造型方法、计算机程序、记录媒体及控制装置的实施方式进行说明。以下,使用可执行如下处理的造型系统1,该处理用以借由利用激光增厚焊接法(LMD:Laser Metal Deposition),进行使用造型材料M的附加加工而形成三维构造物ST,来对处理装置、处理方法、标记方法、造型系统、造型方法、计算机程序以、记录媒体及控制装置的实施方式进行说明。此外,激光增厚焊接法(LMD)亦可称为:直接金属沉积、直接能量沉积、激光披覆、激光近净成形、直接光制造、激光固结、

形状沉积制造、送丝激光沉积、通气线、激光粉末熔合、激光金属成形、选择性激光粉末熔融、激光直接浇铸、激光粉末沉积、激光积层制造、激光快速成形。

[0114] 又,以下的说明中,使用由相互正交的X轴、Y轴及Z轴所定义的XYZ正交坐标系,对构成造型系统1的各种构成要素的位置关系进行说明。此外,以下的说明中,为便于说明,X轴方向及Y轴方向分别设为水平方向(即,水平面内的既定方向),Z轴方向设为铅直方向(即,与水平面正交的方向,实质上为上下方向)。又,将围绕X轴、Y轴及Z轴的旋转方向(换言之,倾斜方向)分别称为 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向。此处,亦可将Z轴方向设为重力方向。又,亦可将XY平面设为水平方向。

[0115] (1) 造型系统1的构造

[0116] 首先,参照图1,对本实施方式的造型系统1的整体构造进行说明。图1表示本实施方式的造型系统1的构造的一例的剖面图。

[0117] 造型系统1可形成三维构造物ST(即,于三维方向的任一方向上均具有大小的三维的物体,立体物)。造型系统1可于成为用以形成三维构造物ST的基础(即,母材)的工件W上形成三维构造物ST。造型系统1可借由对工件W进行附加加工而形成三维构造物ST。于工件W为后述平台43的情形时,造型系统1可于平台43上形成三维构造物ST。于工件W为由平台43所保持的既有构造物的情形时,造型系统1可于既有构造物上形成三维构造物ST。于该情形时,造型系统1形成与既有构造物一体化的三维构造物ST亦可。形成与既有构造物一体化的三维构造物ST的动作与对既有构造物附加新构造物的动作等效。或者,造型系统1形成可与既有构造物分离的三维构造物ST亦可。此外,图1示出工件W为由平台43所保持的既有构造物的例。又,以下,亦使用工件W为由平台43所保持的既有构造物的例来推进说明。

[0118] 如上所述,造型系统1可利用激光增厚焊接法来形成三维构造物ST。即,造型系统1亦可称为使用积层造型技术来形成物体的3D(three dimensional,三维)列印机。此外,积层造型技术亦称为:快速原型设计(Rapid Prototyping)、快速制造(Rapid Manufacturing)、或者积层制造(Additive Manufacturing)。

[0119] 为形成三维构造物ST,造型系统1如图1所示,具备:材料供给装置3、造型装置4、光源5、气体供给装置6、及控制装置7。材料供给装置3、造型装置4、光源5、气体供给装置6、及控制装置7收纳于筐体C内。图1所示的例中,造型装置4收纳于筐体C的上部空间UC中,材料供给装置3、光源5、气体供给装置6及控制装置7收纳于位于上部空间UC的下方的筐体C的下部空间LC中。但,材料供给装置3、造型装置4、光源5、气体供给装置6以及控制装置7各自于筐体C内的配置位置并不限定于图1所示的配置位置。

[0120] 材料供给装置3对造型装置4供给造型材料M。材料供给装置3以将如下分量,即,为使造型装置4形成三维构造物ST而于每单位时间内所必需的分量的造型材料M供给至造型装置4中的方式,供给与该必需的分量相应的所需量的造型材料M。

[0121] 造型材料M为可借由既定强度以上的光EL的照射而熔融的材料。作为此种造型材料M,例如可使用金属性的材料及树脂性的材料中的至少一者。但,作为造型材料M,使用与金属性的材料以及树脂性的材料不同的其他材料亦可。造型材料M为粉状或粒状的材料。即,造型材料M为粉粒体。但,造型材料M不为粉粒体亦可,例如亦可使用线状的造型材料或气体状的造型材料。

[0122] 造型装置4将由材料供给装置3所供给的造型材料M进行加工而形成三维构造物

ST。为将造型材料M进行加工,造型装置4具备:造型头41、驱动系统42、及平台43。进一步地,造型头41具备:照射光学系统411、材料喷嘴(即,供给造型材料M的供给系统)412。造型头41、驱动系统42、及平台43收纳于腔室44内。

[0123] 照射光学系统411为用以从射出部413中射出光EL的光学系统(例如聚光光学系统)。具体而言,照射光学系统411系经由光纤或光导管等未图示的光传输构件而与发出光EL的光源5光学性连接。照射光学系统411射出经由光传输构件而从光源5传播而来的光EL。照射光学系统411从照射光学系统411朝向下方(即,-Z侧)而照射光EL。于照射光学系统411的下方配置有平台43。于在平台43上搭载有工件W的情形时,照射光学系统411向工件W照射光EL。具体而言,照射光学系统411可对作为光EL所照射(典型而言,聚光)的区域而设定于工件W上的照射区域EA照射光EL。进一步地,照射光学系统411的状态可于控制装置7的控制下,于对照射区域EA照射光EL的状态、与对照射区域EA不照射光EL的状态之间切换。此外,从照射光学系统411中射出的光EL的方向并不限定于正下方(即,与-Z轴方向一致),例如为相对于Z轴而倾斜既定角度的方向亦可。

[0124] 材料喷嘴412具有供给造型材料M的供给出口414。材料喷嘴412从供给出口414中供给(具体而言,喷射、喷出、吹送)造型材料M。材料喷嘴412经由未图示的导管等而与造型材料M的供给源亦即材料供给装置3物理性连接。材料喷嘴412经由导管而供给从材料供给装置3中供给的造型材料M。材料喷嘴412经由导管而压送从材料供给装置3中供给的造型材料M亦可。即,将来自材料供给装置3的造型材料M与搬送用的气体(例如氮或氩等惰性气体)混合,经由导管而压送至材料喷嘴412亦可。此外,图1中,材料喷嘴412描绘为管状,但材料喷嘴412的形状并不限定于该形状。材料喷嘴412从材料喷嘴412朝向下方(即,-Z侧)而供给造型材料M。于材料喷嘴412的下方配置有平台43。于在平台43上搭载有工件W的情形时,材料喷嘴412朝向工件W供给造型材料M。此外,从材料喷嘴412中供给的造型材料M的行进方向是相对于Z轴方向而倾斜既定角度(一例为锐角)的方向,为-Z侧(即,正下方)亦可。

[0125] 本实施方式中,材料喷嘴412以向照射光学系统411照射光EL的照射区域EA供给造型材料M的方式,而与照射光学系统411配合设置。即,以使作为材料喷嘴412供给造型材料M的区域而设定于工件W上的供给区域MA与照射区域EA一致(或者至少部分性地重复)的方式,材料喷嘴412与照射光学系统411配合设置。此外,将材料喷嘴412以由从照射光学系统411射出的光EL所形成的熔融池MP供给造型材料M的方式配合设置亦可。

[0126] 驱动系统42使造型头41移动。驱动系统42使造型头41沿着X轴、Y轴及Z轴中的至少任一者移动。若造型头41沿着X轴及Y轴中的至少一者移动,则照射区域EA于工件W上沿着X轴及Y轴中的至少一者移动。进一步地,除X轴、Y轴及Z轴中的至少任一者以外,驱动系统42使造型头41沿着 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向中的至少一者移动亦可。驱动系统42例如包含电机等。此外,驱动系统42使照射光学系统411与材料喷嘴412分别移动亦可。具体而言,例如,驱动系统42对射出部413的位置、射出部413的朝向、供给出口414的位置以及供给出口414的朝向中的至少一者进行调整亦可。于该情形时,照射光学系统411成为可分别对照射光EL的照射区域EA、与材料喷嘴412供给造型材料M的供给区域MA进行控制。此外,驱动系统42使造型头41沿着围绕X轴的旋转轴、围绕Y轴的旋转轴而旋转亦可。

[0127] 平台43可保持工件W。进一步地,平台43可将所保持的工件W释放。上述照射光学系统411于平台43保持工件W的期间的至少一部分照射光EL。进一步地,上述材料喷嘴412于平

台43保持工件W的期间的至少一部分供给造型材料M。此外,材料喷嘴412所供给的造型材料M的一部分有着从工件W的表面向工件W的外部(例如,向平台43的周围)散落或者洒落的可能性。因此,造型系统1于平台43的周围具备将散落或洒落的造型材料M回收的回收装置亦可。此外,平台43为了保持工件W,亦可具备机械性夹具或真空吸附夹具等。

[0128] 光源5将例如红外光、可见光及紫外光中的至少一者作为光EL而射出。但,光EL使用其他种类的光亦可。光EL为激光。于该情形时,光源5包含激光光源(例如激光二极管(LD: Laser Diode))等半导体激光亦可。激光光源为光纤激光或CO₂激光、YAG(yttrium aluminum garnet,钇铝石榴石)激光、准分子激光等亦可。但,光EL不为激光亦可,光源5包含任意光源(例如LED(Light Emitting Diode,发光二极管)及放电灯等的至少一者)亦可。

[0129] 气体供给装置6为冲洗气体的供给源。冲洗气体包含惰性气体。惰性气体的一例可列举氮气或氩气。气体供给装置6对造型装置4的腔室44内供给冲洗气体。其结果为,腔室44的内部空间成为由冲洗气体所冲洗的空间。此外,气体供给装置6亦可为储存有氮气或氩气等惰性气体的高压罐,于惰性气体换为氮气的情形时,亦可为以大气为原料而产生氮气的氮气发生装置。

[0130] 控制装置7控制造型系统1的动作。控制装置7可包含例如CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)或GPU(Graphics Processing Unit,图形处理单元)、存储器。控制装置7借由CPU执行计算机程序,而作为控制造型系统1的动作用的装置来发挥功能。该计算机程序用以使控制装置7(例如CPU)进行(即,执行)控制装置7所应进行之后述动作的计算机程序。即,该计算机程序是以使造型系统1进行后述动作的方式而用以使控制装置7发挥功能的计算机程序。CPU所执行的计算机程序可记录于控制装置7所具备的存储器(即,记录媒体)中,记录于控制装置7中所内藏或者控制装置7上可附加的任意的存储媒体(例如硬碟或半导体存储器)中亦可。或者,CPU亦可经由网络接口,而从控制装置7的外部的装置中下载应执行的计算机程序。又,控制装置7不配置于造型系统1的内部亦可,例如,作为服务器等而配置于造型系统1外亦可。于该情形时,控制装置7与造型系统1由有线、无线等的通讯线路或网络所连接亦可。于使用有线来物理性连接的情形时,例如可为:IEEE(institute of electrical and electronics engineers,美国电机电子工程师学会)1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485、USB(universal serial bus,通用序列汇流排)等串联连接、并联连接;或者10BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-T等经由网络的电连接。又,于使用无线来连接的情形时,利用IEEE802.1x、OFDM(orthogonal frequency division multiplexing,正交分频多工)方式等无线LAN(local area network,局域网)或Bluetooth(蓝牙,注册商标)等的电波、红外线、光通讯等亦可。于该情形时,控制装置7与造型系统1构成为可经由通讯线路或网络来收发各种信息亦可。又,控制装置7经由上述通讯线路或网络而对造型系统1发送指令或控制参数等信息亦可。造型系统1具备接收装置亦可,其经由上述通讯线路或网络而接收来自控制装置7的指令或控制参数等信息。此外,记录CPU所执行的计算机程序的记录媒体包含:CD-ROM(compact disk read only memory,唯读光盘存储器)、CD-R(CD-recordable,可录式光盘)、CD-RW(CD-rewritable,可覆写光盘)或软磁盘、MO(magneto optical,磁光)、DVD-ROM(digital versatile disc-read only memory,唯读式数字多功能光盘)、DVD-RAM(digital versatile disc-random access memory,随机存取式数字多功能光盘)、DVD-R、DVD+R、DVD-RW(digital versatile disc-read/write,可读写

数字多功能光盘)、DVD+RW、Blu-ray(蓝光,注册商标)等磁盘或磁带等磁性媒体;光盘、光磁盘、USB存储器等半导体存储器;其他可存储程序的媒体亦可。又,程序中,除存储于上述记录媒体中而分布者以外,亦包含通过网际网络等网络线路而借由下载来分布的形态者。进一步地,记录媒体中包含可记录程序的机器,例如安装为上述程序可以软件或固体等形态来执行的状态的通用或专用机器。又进一步地,程序中所包含的各处理或功能可利用可由计算机执行的程序软件来执行,以既定的门阵列(FPGA(field programmable gate array,现场可编程逻辑门阵列)、ASIC(application specific integrated circuit,专用集成电路)等硬件,或者程序软件与实现硬件的一部分要素的部分性硬件模块混在的形式来实现各部的处理亦可。尤其于本实施方式中,控制装置7控制借由照射光学系统411的光EL的射出形态。射出形态包含例如光EL的强度以及光EL的射出时刻中的至少一者。于光EL为脉冲光的情形时,射出形态可包含例如脉冲光的发光时间的长度以及脉冲光的发光时间与消光时间的比(所谓工作比)中的至少一者。进一步地,控制装置7控制由驱动系统42所引起的造型头41的移动形态。移动形态包含例如移动量、移动速度、移动方向以及移动时刻中的至少一者。进一步地,控制装置7控制由材料喷嘴412所引起的造型材料M的供给形态。供给形态包含例如供给量(尤其是每单位时间的供给量)以及供给时刻中的至少一者。此外,控制装置7不设置于造型系统1的内部亦可,例如作为服务器等而设置于造型系统1外亦可。

[0131] (2) 由造型系统1进行的造型动作

[0132] 接着,对由造型系统1进行的造型动作(即,用以形成三维构造物ST的动作)进行说明。如上所述,造型系统1利用激光增厚焊接法来形成三维构造物ST。因此,造型系统1借由进行依据激光增厚焊接法的既有的造型动作,来形成三维构造物ST亦可。以下,对利用激光增厚焊接法的三维构造物ST的造型动作的一例进行简单说明。

[0133] 造型系统1基于应形成的三维构造物ST的三维模型数据(例如,CAD(Computer Aided Design,计算机辅助设计)数据)等,于工件W上形成三维构造物ST。作为三维模型数据,可使用:利用设置于造型系统1内的测量装置45来测量的立体物的测量数据;与造型系统1分开设置的三维形状测量机,例如可相对于工件W而移动且具有可接触工件W的探针的接触型的三维坐标测定机、或非接触型的三维测量机(作为一例,图案投影方式的三维测量机、光切方式的三维测量机、飞行时间方式的三维测量机、迭纹形貌方式的三维测量机、全像干涉方式的三维测量机、CT(Computed Tomography,计算机断层摄影)方式的三维测量机、MRI(Magnetic resonance imaging,磁共振造影)方式的三维测量机等)的测量数据。此外,作为三维模型数据,例如可使用:STL(Stereo Lithography,立体印刷)格式、VRML(Virtual Reality Modeling Language,虚拟实境建模语言)格式、AMF(Additive Manufacturing File Format,积层制造档案格式)、IGES(Initial Graphics Exchange Specification,起始图形交换规格)格式、VDA-FS(Association of German Automotive Manufactures-Surfaces Interface,德国汽车制造商协会-表面接口)格式、HP/GL(Hewlett-Packard Graphics Language,HP图形语言)格式、点阵图格式等。为形成三维构造物ST,造型系统1依序形成例如沿着Z轴方向排列的多个层状的部分构造物(以下称为“构造层”)SL。例如,造型系统1一层一层地依序形成借由将三维构造物ST沿着Z轴方向进行环切而获得的多个构造层SL。其结果为,形成积层有多个构造层SL的积层构造体即三维构造物ST。以下,对借由一层一层地依序形成多个构造层SL而形成三维构造物ST的动作的流程进行说明。

[0134] 首先,对形成各构造层SL的动作进行说明。造型系统1于控制装置7的控制下,于工件W的表面或者与已形成的构造层SL的表面相当的造型面CS上的所需区域中设定照射区域EA,从照射光学系统411对该照射区域EA照射光EL。此外,将由照射光学系统411所照射的光EL于造型面CS上所占的区域称为照射区域EA亦可。本实施方式中,光EL的聚焦位置(即,聚光位置)与造型面CS一致。其结果为,如图2(a)所示,借由从照射光学系统411所射出的光EL而于造型面CS上的所需区域形成熔融池(即,借由光EL而熔融的金属的池(pool))MP。进一步地,造型系统1于控制装置7的控制下,于造型面CS上的所需区域设定供给区域MA,从材料喷嘴412中对该供给区域MA供给造型材料M。此处,如上所述,照射区域EA与供给区域MA一致,因此供给区域MA设定于形成有熔融池MP的区域。因此,造型系统1如图2(b)所示,从材料喷嘴412中对熔融池MP供给造型材料M。其结果为,供给至熔融池MP中的造型材料M熔融。若随着造型头41的移动,不再对熔融池MP照射光EL,则于熔融池MP中熔融的造型材料M冷却而再次固化(即,凝固)。其结果为,如图2(c)所示,再固化的造型材料M堆积于造型面CS上。即,形成由再固化的造型材料M的堆积物所形成的造型物。

[0135] 如上所述的包含借由光的照射EL而进行的熔融池MP的形成、造型材料M向熔融池MP中的供给、所供给的造型材料M的熔融以及熔融的造型材料M的再固化的一系列造型处理,一面相对于造型面CS,使造型头41沿着XY平面而相对移动一面反复进行。即,若造型头41相对于造型面CS而相对移动,则相对于造型面CS,照射区域EA亦相对移动。因此,一系列造型处理一面相对于造型面CS,使照射区域EA沿着XY平面(即,于二维平面内)相对移动一面反复进行。此时,光EL对设定于造型面CS上欲形成造型物的区域中的照射区域EA选择性地照射,另一方面,对设定于造型面CS上不欲形成造型物的区域中的照射区域EA选择性地不照射(称为于不欲形成造型物的区域中不设定照射区域EA亦可)。即,造型系统1一面使照射区域EA于造型面CS上沿着既定的移动轨迹而移动,一面在与欲形成造型物的区域的分布图案(即,构造层SL的图案)相应的时刻,对造型面CS照射光EL。其结果为,熔融池MP也沿着与照射区域EA的移动轨迹相应的移动轨迹而于造型面CS上移动。具体而言,熔融池MP于造型面CS上,依序形成于沿着照射区域EA的移动轨迹的区域中的光EL所照射的部分。进一步地,由于如上所述,照射区域EA与供给区域MA一致,故而供给区域MA也沿着与照射区域EA的移动轨迹相应的移动轨迹而于造型面CS上移动。其结果为,于造型面CS上形成与由凝固的造型材料M所形成的造型物的聚集体相当的构造层SL。即,形成与以与熔融池MP的移动轨迹相应的图案而形成于造型面CS上的造型物的聚集体相当的构造层SL(即,俯视时,具有与熔融池MP的移动轨迹相应的形状的构造层SL)。此外,于在不欲形成造型物的区域中设定有照射区域EA的情形时,对照射区域EA照射光EL,并且停止造型材料M的供给亦可。又,于在不欲形成造型物的区域中设定有照射区域EA的情形时,将造型材料M供给至照射区域EL中,并且对照射区域EL照射无法形成熔融池MP的强度的光EL亦可。

[0136] 于在造型面CS上形成某一个构造层SL的层形成期间中,照射区域EA如图3(a)所示,顺着沿着Y轴方向的照射区域EA的移动以及沿着X轴方向的照射区域EA的移动反复进行的第1移动轨迹而移动亦可。图3(a)所示的例中,照射区域EA顺着反复进行照射区域EA的向+Y侧的移动、照射区域EA的向+X侧的移动、照射区域EA的向-Y侧的移动以及照射区域EA的向+X侧的运动的移动轨迹而移动。于该情形时,造型系统1于在造型面CS上欲形成造型物的区域中设定照射区域EA的时刻,照射光EL。尤其于图3(a)所示的例中,照射区域EA的沿着Y

轴方向的移动量(尤其是至照射区域EA的移动方向切换为X轴方向为止的1次移动的移动量)多于照射区域EA的沿着X轴方向的移动量。于该情形时,造型系统1于照射区域EA沿着Y轴(或者于X轴及Y轴中,照射区域EA的1次移动的移动量较多的任一轴)而移动的期间中照射光EL,且于照射区域EA沿着X轴(或者于X轴及Y轴中,照射区域EA的1次移动的移动量较少的任一者)而移动的期间,不照射光EL。此外,图3(a)所示的移动轨迹可称为与借由所谓光栅扫描的扫描所对应的移动轨迹。于该情形时,虽然照射区域EA的移动轨迹于造型面CS上交叉的可能性未必为零,但照射区域EA的移动轨迹基本上不交叉。

[0137] 或者,于层形成期间中,照射区域EA如图3(b)所示,顺着沿着构造层SL的图案的第2移动轨迹而移动亦可。于该情形时,造型系统1亦于在造型面CS上欲形成造型物的区域中设定照射区域EA的时刻,照射光EL。但,由于照射区域EA顺着沿着构造层SL的图案的第2移动轨迹而移动,故而照射区域EA实质上可称为与造型面CS上欲形成造型物的区域大致重叠。因此,造型系统1于照射区域EA移动的期间中继续照射光EL亦可。于该情形时,熔融池MP也顺着沿着构造层SL的图案的第2移动轨迹而移动。结果,进行于照射区域EA与构造层SL相对移动的方向上使造型物成长的造型处理。此外,图3(b)所示的移动轨迹可称为与借由所谓向量扫描的扫描对应的移动轨迹。于该情形时,控制装置7以照射区域EA的移动轨迹于造型面CS上不交叉(尤其是熔融池MP的移动轨迹于造型面CS上不交叉)的方式,设定照射区域EA的移动轨迹亦可。但,根据欲形成造型物的区域于造型面CS上的分布图案,有着照射区域EA的移动轨迹(尤其是熔融池MP的移动轨迹)于造型面CS上交叉的可能性。

[0138] 此外,上述中,借由使造型头41(即光EL)相对于造型面CS而移动,从而使照射区域EA相对于造型面CS而移动,但使造型面CS移动亦可,使造型头41(即光EL)与造型面CS的两者移动亦可。

[0139] 造型系统1于控制装置7的控制下,基于三维模型数据来反复进行用以形成此种构造层SL的动作。具体而言,首先,将三维模型数据以积层间距进行切片处理而制成切片数据。此外,使用根据造型系统1的特性而对该切片数据进行一部分修正的数据亦可。造型系统1基于与构造层SL#1对应的三维模型数据、即与构造层SL#1对应的切片数据,来进行用以相当于工件W的表面的造型面CS上形成第1层的构造层SL#1的动作。其结果为,于造型面CS上,如图4(a)所示般形成构造层SL#1。然后,造型系统1将构造层SL#1的表面(即,上表面)设定为新的造型面CS上之后,于该新的造型面CS上形成第2层的构造层SL#2。为形成构造层SL#2,控制装置7首先以造型头41沿着Z轴而移动的方式控制驱动系统42。具体而言,控制装置7系控制驱动系统42,以照射区域EA及供给区域MA设定于构造层SL#1的表面(即,新的造型面CS)上的方式,使造型头41向+Z侧移动。借此,光EL的聚焦位置与新的造型面CS一致。然后,造型系统1于控制装置7的控制下,以与形成构造层SL#1的动作同样的动作,基于与构造层SL#2对应的切片数据,而于构造层SL#1上形成构造层SL#2。其结果为,如图4(b)所示般形成构造层SL#2。以下,同样的动作反复进行,直至构成应形成于工件W上的三维构造物ST的所有构造层SL形成为止。其结果为,如图4(c)所示,由积层有多个构造层SL的积层构造物来形成三维构造物ST。

[0140] (3) 不均抑制动作

[0141] 接着,对用以抑制借由造型动作而形成的造型物(即,构成各构造层SL的造型物)的特性的不均的不均抑制控制动作进行说明。本实施方式中,造型系统1进行第1不均抑制

动作、第2不均抑制动作、第3不均抑制动作以及第4不均抑制动作中的至少一种。因此,以下,对第1不均抑制动作至第4不均抑制动作依序进行说明。

[0142] 此外,以下的说明中,作为造型物的特性,使用造型物的从造型面CS起的高度(即,Z轴方向的尺寸或Z轴方向的大小,实质上为造型物的厚度)。即,以下的说明中,对用以抑制造型物的高度的不均的不均抑制动作进行说明。但,作为造型物的特性,使用造型物的高度以外的任意特性亦可。例如,作为造型物的特性,除了或代替造型物的从造型面CS起的高度,亦可使用沿着造型面CS的造型物的尺寸(即,X轴方向及Y轴方向的至少一者的尺寸,例如宽度)。

[0143] (3-1) 第1不均抑制动作

[0144] 首先,对第1不均抑制动作进行说明。第1不均抑制动作相当于在造型面CS上形成任意一个构造层SL的层形成期间中,于造型面CS上的相同区域上设定2次以上照射区域EA的情形时,用以抑制造型物的高度的不均的动作。此外,第1不均抑制动作设为用以抑制任意一个构造层SL中的连同该构造层SL所坐落的面内的位置在内的高度(与构造层SL所坐落的面交叉的方向的大小)的不均的动作亦可。

[0145] 具体而言,如图5(a)所示,于在造型面CS上形成某一个构造层SL的层形成期间中,照射区域EA沿着造型面CS上的与构造层SL的图案相应的移动轨迹而于造型面CS上移动。此处,根据构造层SL的图案,有着照射区域EA的移动轨迹于造型面CS上交叉的可能性。图5(a)所示的例中,于造型面CS上的区域WA1中,照射区域EA的移动轨迹交叉。于照射区域EA的移动轨迹交叉的造型面CS上的区域WA1中,设定2次以上的照射区域EA。另一方面,在与照射区域EA的移动轨迹重叠,并且照射区域EA的移动轨迹不交叉的造型面CS上的区域WA2中,仅设定1次照射区域EA。即,造型面CS包含:于层形成期间中设定2次以上照射区域EA的区域WA1、以及于层形成期间中仅设定1次照射区域EA的区域WA2。此外,区域WA1可设为于层形成期间中设定M次(M为2以上的整数)照射区域EA的区域,区域WA2可设为于层形成期间中设定N次(N为1以上的整数,满足 $N < M$ 的关系)照射区域EA的区域。换言之,对区域WA1的造型处理的次数与对区域WA2的造型处理的次数不同,具体而言,对区域WA1的造型处理的次数多于对区域WA2的造型处理的次数。进一步换言之,对区域WA2的造型处理的次数少于对区域WA1的造型处理的次数。

[0146] 于区域WA1中有着如下可能性:上述包含借由光EL的照射而进行的熔融池MP的形成、造型材料M向熔融池MP的供给、所供给的造型材料M的熔融以及熔融的造型材料M的再固化的一系列造型处理等,于区域WA1与照射区域EA的至少一部分一致的不同时刻进行2次以上。即,于区域WA1中,有着造型面CS上的熔融池MP的移动轨迹交叉的可能性。另一方面,于区域WA2中,一系列造型处理不会进行2次以上。于区域WA2中,于区域WA2与照射区域EA的至少一部分一致的时刻,一系列造型处理至多仅进行1次。即,于区域WA2中,造型面CS上的熔融池MP的移动轨迹不会交叉。此外,于形成一个构造层SL的层形成期间中,为了进行第2次以后的造型处理而形成的熔融池MP的至少一部分,形成于借由第1次的造型处理而形成于区域WA1上的造型物上亦可。即,为了进行第2次以后的造型处理而形成的熔融池MP的至少一部分,由造型材料M所形成亦可。

[0147] 若于区域WA1中进行2次以上的一系列造型处理,而于区域WA2中仅进行1次的一系列造型处理,换言之,若对区域WA1的造型处理的次数与对区域WA2的造型处理的次数不同,

则产生以下所示的技术性课题。具体而言,于区域WA1中,与区域WA2相比较,有着更多的造型材料M供给、熔融及再固化的可能性。因此,若于应于区域WA1与区域WA2中形成相同高度的造型物的状况下,对区域WA1与区域WA2不加以区别而进行一系列造型处理,则有形成于区域WA1中的造型物的高度与形成于区域WA2中的造型物的高度不一致的可能性。典型而言,如图5(b)所示,有如下可能性:形成于区域WA1中的造型物的高度 h_1 ,与一系列造型处理所进行的次数多的程度相应地,较形成于区域WA2中的造型物的高度 h_2 更高。即,于在层形成期间中于造型面CS上的某个区域中设定2次以上照射区域EA的情形时,有着造型物的高度不同的可能性。此外,以下,为说明的简略化,而将形成于区域WA1中的造型物称为“造型物S1”,且将形成于区域WA2中的造型物称为“造型物S2”。

[0148] 因此,本实施方式中,控制装置7(换言之,处于控制装置7的控制下的造型系统1)借由进行第1不均抑制动作,而抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均。此外,本实施方式中,“抑制一个造型物的高度与另一造型物的高度的不均”的动作与不进行不均抑制动作的情形相比较,包括减小一个造型物的高度与另一个造型物的高度的差分(即,减少差异)的动作。“抑制一个造型物的高度与另一个造型物的高度的不均”的动作包含使一个造型物的高度与另一个造型物的高度一致(即,设为相同)的动作。

[0149] 此外,如图5(c)所示,于在区域WA1与区域WA2中应形成相同尺寸的造型物的状况下,亦有如下可能性,即,形成于区域WA1中的造型物的尺寸(此处为X轴方向的尺寸,实质上为宽度) w_1 大于形成于区域WA2中的造型物的尺寸 w_2 。即,于在层形成期间中于造型面CS上的某个区域设定2次以上照射区域EA的情形时,有造型物的尺寸不均的可能性。因此,如上所述,造型物的尺寸(尤其是沿着XY平面的尺寸)可成为应借由第1不均抑制动作来抑制不均的造型物的特性。于该情形时,第1不均抑制动作作为用以抑制任意一个构造层SL中的连同该构造层SL所坐落的面内的位置在内的,沿着该面的方向的大小的不均的动作亦可。反言的,满足如下条件的任意特性作为应借由第1不均抑制动作来抑制不均的造型物的特性而使用亦可,上述条件为:若于应于区域WA1与区域WA2中形成相同特性的造型物的状况下,将区域WA1与区域WA2不加以区别而进行一系列造型处理,则有形成于区域WA1中的造型物的特性与形成于区域WA2中的造型物的特性不一致的可能性。关于以下所说明的第2至第4不均抑制动作亦同样。

[0150] 控制装置7亦可进行如下的第1不均抑制动作:借由控制(例如调整、变更或设定,以下相同)每单位时间内对供给区域MA(即,照射区域EA或者熔融池MP)供给的造型材料M的供给量,来抑制造型物的高度的不均。以下,为便于说明,将每单位时间内对供给区域MA供给的造型材料M的供给量称为“供给率”。此外,使用重量或体积来作为造型材料M的供给量的单位亦可。控制装置7除了或代替控制供给率,进行如下的第1不均抑制动作亦可:借由对经由照射区域EA(即,供给区域MA)而于每单位时间内从光EL传递至造型面CS上的热量进行控制,来抑制造型物的高度的不均。以下,为便于说明,将经由照射区域EA而于每单位时间内从光EL传递至造型面CS上的热量称为“热传递率”。控制装置7除了或代替控制供给率及热传递率中的至少一者,进行如下的第1不均抑制动作亦可:借由控制照射区域EA(即,供给区域MA或者熔融池MP)相对于造型面CS的相对移动速度,来抑制造型物的高度的不均。以下,对控制供给率的第1不均抑制动作、控制热传递率的第1不均抑制动作以及控制照射区域EA的移动速度的第1不均抑制动作依序进行说明。

[0151] (3-1-1) 控制造型材料M的供给率的第1不均抑制动作

[0152] 首先,参照图6(a)至图6(c),对控制造型材料M的供给率的第1不均抑制动作进行说明。此外,为了说明的简略化,图6(a)至图6(c)分别示出在层形成期间中于区域WA1中设定2次照射区域EA的情形时的造型材料M的供给率的控制方法。

[0153] 图6(a)至图6(c)分别为横轴表示时间且纵轴表示造型材料M的供给率的图表。随着时间的经过,照射区域EA于造型面CS上移动,因此图6(a)至图6(c)的横轴实质上与在造型面上设定照射区域EA的位置对应。即,图6(a)至图6(c)分别表示于在造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的期间中的造型材料M对该区域部分的供给率。

[0154] 如图6(a)所示,控制装置7以如下方式来控制供给率亦可:(i)于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率成为与对区域WA2的供给率相同,且(ii)于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率成为零。换言之,控制装置7如下方式来控制供给率亦可:(i)对初次设定照射区域EA的区域WA1的供给率成为与对区域WA2的供给率相同,且(ii)对再次设定照射区域EA的区域WA1的供给率成为零。此外,控制装置7亦可以对再次设定照射区域EA的区域WA1的供给率低于对初次设定照射区域EA的区域WA1的供给率的方式,来控制供给率。

[0155] 或者,控制装置7以如下方式来控制供给率亦可:(i)于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率成为与对区域WA2的供给率相同,且(ii)于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率成为零。即,控制装置7以如下方式来控制供给率亦可:(i)对在某个时刻设定有照射区域EA的区域WA1的供给率成为与对区域WA2的供给率相同,且(ii)对在此外的时刻设定有照射区域EA的区域WA1的供给率成为零。于在层形成期间中于区域WA1中设定2次以上照射区域EA的情形时亦同样,控制装置7可以如下方式来控制供给率:(i)对在某个时刻设定有照射区域EA的区域WA1的供给率成为与对区域WA2的供给率相同,且(ii)对在此外的时刻设定有照射区域EA的区域WA1的供给率成为零。此外,控制装置7以如下方式来控制供给率亦可:对在某个时刻设定有照射区域EA的区域WA1的供给率成为与对区域WA2的供给率相同,且对在此外的时刻设定有照射区域EA的区域WA1的供给率低于对区域WA2的供给率。

[0156] 以上述方式控制供给率的结果为,于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量成为相同。更具体而言,于层形成期间中供给至某种大小的区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至相同大小的区域WA2中的造型材料M的总量成为相同。即,将于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量除以区域WA1的面积而得的值(即,每单位面积的造型材料M的供给量)、与将于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量除以区域WA2的面积而得的值成为相同。因此,于区域WA1及区域WA2中,每单位面积中相同量的造型材料M被供给、熔融及再固化。其结果为,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。即,与造型材料M的供给率未经控制的情形相比较,造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的差分变小。典型而言,造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 一致。其结果为,造型物的聚集体亦即三维构造物ST的形成精度提高。此外,于供给率和于层形成期间中供给至各区域WA1、WA2中的造型材料M的总量的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制供给率即可。又,于供给率与造型物的高度 h_1 、 h_2 的关系为

非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制供给率即可。

[0157] 或者,如图6(b)及图6(c)所示,控制装置7以每次于区域WA1中设定照射区域EA时对区域WA1供给造型材料M的方式(即,对区域WA1的供给率不成为零的方式),来控制供给率亦可。于该情形时,控制装置7以如下方式来控制供给率:于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率以及于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率的两者,小于对区域WA2的供给率。此外,控制装置7如图6(b)所示,以于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率和于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率不同的方式,来控制供给率亦可。或者,控制装置7如图6(c)所示,以于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率和于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率成为相同的方式,来控制供给率亦可。于如图6(b)或图6(c)所示般控制供给率的情形时,相较于对区域WA1的供给率与对区域WA2的供给率经常相同的情形,于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量的差分减小。其结果为,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。

[0158] 于以每次于区域WA1中设定照射区域EA时对区域WA1供给造型材料M的方式来控制供给率的情形时,控制装置7以于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量成为相同的方式,来控制于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率以及于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的供给率亦可。其结果为,与如图6(b)所示般控制供给率的情形同样地,于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量成为相同。于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均更适当地得到抑制。此外,于供给率和于层形成期间中供给至各区域WA1、WA2中的造型材料M的总量的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制供给率即可。又,于供给率与造型物的高度 h_1 、 h_2 的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制供给率即可。

[0159] 此外,于在层形成期间中于区域WA1中设定2次以上的照射区域EA的情形时亦同样,控制装置7以于区域WA1中设定有照射区域EA的各期间中的对区域WA1的供给率小于对区域WA2的供给率的方式,来控制供给率亦可。进一步地,控制装置7以于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量成为相同的方式,来控制于区域WA1中设定有照射区域EA的各期间中的对区域WA1的供给率亦可。此外,以于层形成期间中供给至区域WA1中的造型材料M的总量、和于层形成期间中供给至区域WA2中的造型材料M的总量不同的方式,来控制供给率亦可。

[0160] 接着,参照图7至图10,对用以控制造型材料M的供给率的具体方法进行说明。

[0161] 控制装置7为了控制供给率,控制来自材料喷嘴412中的造型材料M的每单位时间的供给量(即,喷射量)亦可。具体而言,如图7所示,来自材料喷嘴412中的造型材料M的每单位时间的供给量越多,供给率越大。因此,控制装置7可借由控制来自材料喷嘴412中的造型材料M的每单位时间的供给量,来控制供给率。为控制来自材料喷嘴412中的造型材料M的每单位时间的供给量,控制装置7控制材料供给装置3,来控制从材料供给装置3向材料喷嘴412中的造型材料M的每单位时间的供给量亦可。或者,为控制来自材料喷嘴412中的造型材

料M的每单位时间的供给量,控制装置7控制材料喷嘴412亦可。例如,于材料喷嘴412具备配置于材料喷嘴412内的造型材料M的供给路径中的阀的情形时,控制装置7控制该阀,来控制来自材料喷嘴412中的造型材料M的每单位时间的供给量亦可。

[0162] 控制装置7亦可如图8(a)及图8(b)所示,为了控制供给率而控制造型装置4所具备的气体喷出装置461,其用于将由材料喷嘴412所供给的造型材料M的至少一部分,于到达供给区域MA(即,照射区域EA或者熔融池MP)之前吹散。具体而言,气体喷出装置461向材料喷嘴412与供给区域MA之间的造型材料M的供给路径的至少一部分喷出惰性气体。此外,气体喷出装置461沿着与材料喷嘴412和供给区域MA之间的造型材料M的供给路径的方向交叉的方向而喷出惰性气体亦可。气体喷出装置461所喷出的惰性气体例如是从气体供给装置6而供给至气体喷出装置461。于气体喷出装置461喷出惰性气体的情形时,如图8(a)所示,材料喷嘴412所供给的造型材料M的至少一部分于到达供给区域MA之前,以从供给区域MA离开的方式被吹散。即,由材料喷嘴412供给的造型材料M的至少一部分不到达供给区域MA。另一方面,于气体喷出装置461不喷出惰性气体的情形时,如图8(b)所示,由材料喷嘴412供给的造型材料M并未以从供给区域MA离开的方式吹散。即,由材料喷嘴412供给的造型材料M到达供给区域MA。其结果为,于气体喷出装置461喷出惰性气体的情形时,与气体喷出装置461不喷出惰性气体的情形相比较,造型材料M对供给区域MA的每单位时间的供给量减少。即,于气体喷出装置461喷出惰性气体的情形时,与气体喷出装置461不喷出惰性气体的情形相比较,供给率减小。因此,控制装置7可借由控制气体喷出装置461来控制供给率。

[0163] 控制装置7如图9(a)及图9(b)所示,为控制供给率而控制遮蔽构件462亦可,其于材料喷嘴412与供给区域MA之间的造型材料M的供给路径上以可插拔的方式配置于造型装置4中。具体而言,遮蔽构件462可借由未图示的驱动系统(例如致动器等),相对于造型材料M的供给路径而移动。此外,遮蔽构件462沿着与材料喷嘴412和供给区域MA之间的造型材料M的供给路径的方向交叉的方向而移动亦可。随着遮蔽构件462的移动,遮蔽构件462的状态可于遮蔽构件462不遮挡造型材料M的供给路径的非遮蔽状态(参照图9(a))、与遮蔽构件462遮挡造型材料M的供给路径的遮蔽状态(参照图9(b))之间切换。于遮蔽构件462处于非遮蔽状态的情形时,如图9(a)所示,由材料喷嘴412供给的造型材料M不会由遮蔽构件462所遮挡,而到达供给区域MA。另一方面,于遮蔽构件462处于遮蔽状态的情形时,如图9(b)所示,由材料喷嘴412供给的造型材料M的至少一部分于到达供给区域MA之前由遮蔽构件462所遮挡。即,由材料喷嘴412供给的造型材料M的至少一部分不到达供给区域MA。其结果为,于遮蔽构件462处于遮蔽状态的情形时,与遮蔽构件462处于非遮蔽状态的情形相比较,造型材料M对供给区域MA的每单位时间的供给量减少。即,于遮蔽构件462处于遮蔽状态的情形时,与遮蔽构件462处于非遮蔽状态的情形相比较,供给率减小。因此,控制装置7可借由控制遮蔽构件462来控制造型材料M的供给率。此外,遮蔽构件462的状态为遮蔽构件462遮挡造型材料M的供给路径的一部分的半遮蔽状态亦可。又,以对一处供给区域MA间歇地供给造型材料M的方式来控制遮蔽构件462的状态亦可。于该情形时,控制非遮蔽状态与遮蔽状态的比(工作比),来控制对于该一处供给区域MA的造型材料M的每单位时间的供给量亦可。此时,非遮蔽状态与遮蔽状态的各自的时间短于单位时间亦可。

[0164] 此外,气体喷出装置461及遮蔽构件462均可称为用以抑制由材料喷嘴412供给的造型材料M的至少一部分到达供给区域MA的供给量变更装置。因此,于造型装置4具备与气

体喷出装置461及遮蔽构件462不同的任意的供给量变更装置的情形时,控制装置7亦可为了控制造型材料M的供给率,而控制任意的供给量变更装置。此外,任意的供给量变更装置可设置于材料供给装置3以及从材料供给装置3至材料喷嘴412的供给出口414为止的供给路中的至少一者上。此种供给量变更装置使用例如可变更通过流量的阀亦可。又,此种可变更通过流量的阀可设置于材料供给装置3内以及供给路中的至少一者上。此种阀可使用例如蝶形阀、门阀、球形阀(globe valve)、球阀(ball valve)等。

[0165] 控制装置7为了控制供给率,控制来自材料喷嘴412中的造型材料M的供给方向(即,喷射方向)亦可。具体而言,如图10(a)及图10(b)所示,控制装置7借由控制材料喷嘴412对于造型面CS的朝向,而控制来自材料喷嘴412中的造型材料M的供给方向亦可。材料喷嘴412的朝向可借由使用驱动系统42,使材料喷嘴412移动来控制。但,于该情形时,驱动系统42使照射光学系统411与材料喷嘴412分别移动。随着材料喷嘴412的朝向的控制,材料喷嘴412的状态可于能向供给区域MA(即,照射区域EA或者熔融池MP)供给造型材料M的供给状态(参照图10(a))、与不能向供给区域MA(即,照射区域EA或者熔融池MP)供给造型材料M的非供给状态(参照图10(b))之间切换。于材料喷嘴412处于供给状态的情形时,如图10(a)所示,由材料喷嘴412供给的造型材料M到达供给区域MA。另一方面,于材料喷嘴412处于非供给状态的情形时,如图10(b)所示,由材料喷嘴412供给的造型材料M不到达供给区域MA。因此,材料喷嘴412处于非供给状态的期间越长,造型材料M对供给区域MA的每单位时间的供给量越减少。即,材料喷嘴412处于非供给状态的期间越长,造型材料M的供给率越小。因此,控制装置7可借由控制造型材料M的供给方向,来控制造型材料M的供给率。此外,材料喷嘴412的状态为可向供给区域MA(即,照射区域EA或者熔融池MP)的一部分供给造型材料M的半供给状态亦可。于该情形时,将从材料喷嘴412中供给造型材料的上述一部分的面积加以变更,来控制造型材料M的供给率亦可。

[0166] (3-1-2) 控制热传递率的第1不均抑制动作

[0167] 接着,参照图11(a)至图11(c),对控制热传递率的第1不均抑制动作进行说明。此外,为了说明的简略化,图11(a)至图11(c)分别示出在层形成期间中于区域WA1中设定2次照射区域EA的情形时的造型材料M的供给率的控制方法。

[0168] 图11(a)至图11(c)分别为横轴表示时间且纵轴表示热传递率的图表。随着时间的经过,照射区域EA于造型面CS上移动,因此图11(a)至图11(c)的横轴与上述图6(a)至图6(c)的横轴同样,和于造型面CS上设定有照射区域EA的位置对应。

[0169] 如图11(a)所示,控制装置7以如下方式来控制热传递率亦可:(i)于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率成为与对区域WA2的热传递率相同,且(ii)于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率成为零。换言之,控制装置7以如下方式来控制热传递率亦可:(i)对初次设定照射区域EA的区域WA1的热传递率成为与对区域WA2的热传递率相同,且(ii)对再次设定照射区域EA的区域WA1的热传递率成为零。此外,热传递率成为零的状态与未照射光EL的状态等效。因此,控制装置7以如下方式来控制造型装置4亦可:(i)对于初次设定有照射区域EA的区域WA1,以与区域WA2相同的方式照射光EL,且(ii)对再次设定有照射区域EA的区域WA1不照射光EL。此外,控制装置7以对第2次设定有照射区域的区域WA1的热传递率低于对第1次设定有照射区域的区域WA1的热传递率的方式,来控制热传递率亦可。又,控制装置7以对第2次设定有照射区域的区域

WA1的光EL的每单位时间的强度或能量的量低于对第1次设定有照射区域的区域WA1的光EL的每单位时间的强度或能量的量的方式来控制亦可。

[0170] 或者,控制装置7以如下方式来控制热传递率亦可:(i)于区域WA1中第2次设定有照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率成为与对区域WA2的热传递率相同,且(ii)于区域WA1中第1次有设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率成为零。即,控制装置7以如下方式来控制热传递率亦可:(i)对在某个时刻设定有照射区域EA的区域WA1的热传递率成为与对区域WA2的热传递率相同,且(ii)对在此外的时刻设定有照射区域EA的区域WA1的热传递率成为零。于在层形成期间中于区域WA1中设定2次以上照射区域EA的情形时亦同样,控制装置7以如下方式来控制热传递率亦可:(i)对在某个时刻设定有照射区域EA的区域WA1的热传递率成为与对区域WA2的热传递率相同,且(ii)对在此外的时刻设定有照射区域EA的区域WA1的热传递率成为零。此外,控制装置7以对第1次设定有照射区域的区域WA1的热传递率低于对第2次设定有照射区域的区域WA1的热传递率的方式,来控制热传递率亦可。又,控制装置7以对第1次设定有照射区域的区域WA1的光EL的每单位时间的强度或能量的量低于对第2次设定有照射区域的区域WA1的光EL的每单位时间的强度或能量的量的方式来控制亦可。又,控制装置7以如下方式来控制热传递率亦可:对在某个时刻设定有照射区域EA的区域WA1的热传递率成为与对区域WA2的热传递率相同,且对在此外的时刻设定有照射区域EA的区域WA1的热传递率低于对区域WA2的热传递率。

[0171] 以上述方式控制热传递率的结果为,于层形成期间中从光EL传递至区域WA1的热的总量、和于层形成期间中从光EL传递至区域WA2的热的总量成为相同。更具体而言,于层形成期间中从光EL传递至某种大小的区域WA1的热的总量、和于层形成期间中从光EL传递至相同大小的区域WA2的热的总量成为相同。即,将于层形成期间中从光EL传递至区域WA1的热的总量除以区域WA1的面积而得的值(即,每单位面积中从光EL传递的热量)、与将于层形成期间中从光EL传递至区域WA2的热的总量除以区域WA2的面积而得的值成为相同。因此,于区域WA1及区域WA2中,每单位面积中相同量的造型材料M供给、熔融及再固化。其原因在于,有着从光EL传递的热量越多,则越多量的造型材料M熔融的可能性,从光EL传递至区域WA1的热的总量与从光EL传递的区域WA2的热的总量相同,因此,区域WA1中的造型材料M的熔融量(具体而言为每单位面积的熔融量,以下相同)与区域WA2中的造型材料M的熔融量成为相同的可能性相对较高。其结果为,与上述控制供给率的情形同样,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。其结果为,造型物的聚集体亦即三维构造物ST的形成精度提高。此外,于热传递率与造型物的高度 h_1 、 h_2 的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制热传递率即可。

[0172] 于控制热传递率的情形时,进一步地,于区域WA1中形成与区域WA2相同大小的熔融池MP。其原因在于,有着从光EL传递的热量越多,则形成越大的熔融池MP的可能性,从光EL传递至区域WA1的热的总量与从光EL传递至区域WA2的热的总量相同,因此形成于区域WA1中的熔融池MP的大小与形成于区域WA2中的熔融池MP的大小成为相同的可能性相对较高。其结果为,与上述控制供给率的情形同样,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。其原因为有如下可能性:熔融池MP越大,则于熔融池MP中熔融后再固化的造型材料M的宽度(沿着造型面CS的方向的尺寸)越大。因此,假设若于相对较大的熔融池MP以及相对较小的熔融池MP中供给相同分量的造型材料

M,则有如下可能性:于形成有相对较大的熔融池MP的部分,由于宽度变大而形成相对较低的造型物,另一方面,于形成有相对较小的熔融池MP的部分,由于宽度变小而形成相对较高的造型物。然而,本实施方式中,由于形成于区域WA1中的熔融池MP的大小与形成于区域WA2中的熔融池MP的大小成为相同,故而形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。其结果为,造型物的聚集体亦即三维构造物ST的形成精度提高。

[0173] 或者,如图11(b)及图11(c)所示,控制装置7亦可以每次于区域WA1中设定照射区域EA时对区域WA1照射光EL的方式(即,以对区域WA1的热传递率不成为零的方式),来控制热传递率。于该情形时,控制装置7以如下方式来控制造型材料M的供给率,即,于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率以及于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率的两者,小于对区域WA2的热传递率。此外,控制装置7亦可如图11(b)所示,以于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率和于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率不同的方式,来控制热传递率。或者,控制装置7亦可如图11(c)所示,以于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率和于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率成为相同的方式,来控制热传递率。于如图11(b)或图11(c)所示来控制热传递率的情形时,相较于对区域WA1的热传递率与对区域WA2的热传递率经常相同的情形,于层形成期间中传递至区域WA1的热的总量、和于层形成期间中传递至区域WA2的热的总量的差分减小。其结果为,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。此外,于热传递率与造型物的高度 h_1 、 h_2 的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制热传递率即可。

[0174] 于控制装置7以每次于区域WA1中设定照射区域EA时对区域WA1照射光EL的方式来控制热传递率的情形时,以于层形成期间中传递至区域WA1的热的总量、和于层形成期间中传递至区域WA2的热的总量成为相同的方式,来控制于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率以及于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的对区域WA1的热传递率亦可。其结果为,与如图11(a)所示来控制热传递率的情形同样,于层形成期间中传递至区域WA1的热的总量、和于层形成期间中传递至区域WA2的热的总量成为相同。其结果为,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均更适当地得到抑制。

[0175] 此外,于在层形成期间中于区域WA1中设定2次以上照射区域EA的情形时亦同样,控制装置7可以于区域WA1中设定有照射区域EA的各期间中的对区域WA1的热传递率小于对区域WA2的热传递率的方式,来控制热传递率。进一步地,控制装置7亦可以于层形成期间中传递至区域WA1的热的总量、和于层形成期间中传递至区域WA2的热的总量成为相同的方式,来控制于区域WA1中设定有照射区域EA的各期间中的对区域WA1的热传递率。

[0176] 接着,参照图12至图14,对用以控制热传递率的具体方法进行说明。

[0177] 控制装置7为了控制热传递率,控制照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量亦可。具体而言,如图12所示,照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量越大,热传递率越大。因此,控制装置7可借由控制照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量,来控制热传递率。

[0178] 为控制照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度,控制装置7控制光源5亦可。例如,控制装置7控制光源5所射出的光EL的强度亦可。于光EL为脉冲光的情形时,脉冲光的发光时间越长(换言之,脉冲光的消光时间越短),照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度越大。因此,于光EL为脉冲光的情形时,例如,控制装置7控制光源5所射出的光EL的工作比亦可。

[0179] 为控制照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量,控制装置7控制照射光学系统411亦可。例如,控制装置7控制照射光学系统411所射出的光EL的强度或能量的量亦可。于该情形时,照射光学系统411具备用以于照射光学系统411内调整光EL的强度或能量的量的光学构件亦可。

[0180] 为控制照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量,控制装置7亦可如图13(a)及图13(b)所示来控制遮光构件471,其于照射光学系统411与照射区域EA之间的光EL的光程上以可插拔的方式配置于造型装置4中。具体而言,遮光构件471可借由未图示的驱动系统(例如致动器等),相对于光EL的光程而移动。随着遮光构件471的移动,遮光构件471的状态可于遮挡光EL的光程的遮光状态(参照图13(a))、与不遮挡光EL的光程的非遮光状态(参照图13(b))之间切换。于遮光构件471处于遮光状态的情形时,如图13(a)所示,从照射光学系统411射出的光EL由遮光构件471所遮挡。于由光EL无法通过的材料来形成遮光构件471的情形时,光EL不到达照射区域EA。于由光EL的一部分可通过的材料来形成遮光构件471的情形时,光EL的一部分不到达照射区域EA。即,借由遮光构件471而强度衰减的光EL照射至照射区域EA。另一方面,于遮光构件471处于非遮光状态的情形时,如图13(b)所示,从照射光学系统411射出的光EL未由遮光构件471所遮挡,到达照射区域EA。其结果为,于遮光构件471处于遮光状态的情形时,与遮光构件471处于非遮光状态的情形相比较,照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度减小。此外,遮光构件471以成为将从照射光学系统411射出的光EL的一部分遮蔽的半遮光状态的方式,由控制装置7来控制亦可。此外,控制装置7亦可控制遮光构件471处于遮光状态的期间与遮光构件471处于非遮光状态的期间的比。遮光构件471处于遮光状态的期间越长(换言之,遮光构件471处于非遮光状态的期间越短),照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度越小。又,遮光构件471可设置于照射光学系统411的内部,设置于光源5与照射光学系统411之间的光程上亦可。

[0181] 控制装置7为了控制热传递率,控制光EL的聚焦位置(换言之,散焦量)亦可。具体而言,聚焦位置越从造型面CS离开(即,散焦量越大),设定于造型面CS上的照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量越小。因此,聚焦位置越从造型面CS离开(即,散焦量越大),热传递率越小。因此,控制装置7可借由控制聚焦位置,来控制热传递率。为控制聚焦位置,如图14(a)及图14(b)所示,控制装置7控制照射光学系统411所具备的聚光光学器件472亦可。此外,图14(a)示出由于聚焦位置设定于造型面CS上,故而照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量相对较大的状态。另一方面,图14(b)示出由于聚焦位置设定于与造型面CS分离的位置,故而照射区域EA上的光EL的每单位面积的强度或能量的量相对较小的状态。或者,为控制聚焦位置,控制装置7控制驱动系统42亦可。具体而言,控制装置7借由使造型头41(尤其是照射光学系统411)相对于造型面CS而沿着Z轴移动,来控制造型面CS与聚焦位置之间的相对位置亦可。于如后所述,造型装置4具备使平台43移动的驱动系统的情形时,控制装置7借由使平台43(即,造型面CS)相对于造型头41而沿着Z轴移动,来控制

造型面CS与聚焦位置之间的相对位置亦可。此外,借由使构成照射光学系统411的光学构件的一部分移动,来控制造型面CS与聚焦位置之间的相对位置亦可。

[0182] 控制装置7为了控制热传递率,控制照射区域EA内的光EL的强度分布或能量的量分布亦可。此外,上述照射区域EA内的光EL的每单位面积的强度或能量的量的控制以及聚焦位置的控制为照射区域EA内的光EL的强度分布的控制的一具体例。为控制照射区域EA内的光EL的强度分布,控制装置7控制照射光学系统411所具备的用以调整强度分布的光学构件亦可。用以调整强度分布的光学构件可使用:于将光EL的光程横切的面内具有所需的浓度分布的滤光器、于将光EL的光程横切的面内具有所需的面形状的非球面的光学构件(例如折射型光学构件或者反射型光学构件)、绕射光学器件以及空间光变调器等中的至少一者。

[0183] 控制装置7为了控制热传递率,控制造型面CS上的照射区域EA的大小、形状及位置中的至少一者亦可。若造型面CS上的照射区域EA的大小、形状及位置中的至少一者改变,则造型面CS上的光EL的强度分布或能量的量分布改变。因此,控制装置7可借由控制造型面CS上的照射区域EA的大小、形状及位置中的至少一者,来控制热传递率。

[0184] 控制装置7为了控制热传递率,控制与光EL的强度相关的光EL的任意特性亦可。控制装置7为了控制热传递率,控制与热传递率相关的光EL的任意特性亦可。作为此种光EL的任意特性的一例,可列举造型面CS上的照射区域EA的大小、形状及位置中的至少一者。其原因在于,若造型面CS上的照射区域EA的大小、形状及位置中的至少一者改变,则造型面CS上的光EL的强度分布改变。又,作为任意特性的一例,亦可为朝向造型面CS的光EL的波长。若光EL的波长不同,则造型材料M中的光的吸收率不同,因此每单位时间内从光EL传递至造型面CS的热量即热传递率改变。此外,如上所述,于第2次以后的造型处理中,亦考虑于造型材料M的造型物上形成熔融池。于该情形时,有着造型面CS与造型材料M的光EL的吸收率不同的可能性。例如,于形成造型面CS的材料与造型材料M不同的情形时,有着造型面CS与造型材料M的光EL的吸收率不同的可能性。于此种情形时,考虑光EL所照射的部分的光EL的吸收率等来控制热传递率亦可。

[0185] (3-1-3) 控制照射区域EA的移动速度的第1不均抑制动作

[0186] 接着,参照图15(a)及图15(b),对控制照射区域EA的移动速度的第1不均抑制动作进行说明。此外,为了说明的简略化,图15(a)及图15(b)分别示出在层形成期间中于区域WA1中设定2次照射区域EA的情形时的照射区域EA的移动速度的控制方法。

[0187] 图15(a)及图15(b)分别为横轴表示时间且纵轴表示照射区域EA的移动速度的图表。随着时间的经过,照射区域EA于造型面CS上移动,故而图15(a)及图15(b)的横轴与上述图6(a)至图6(c)的横轴同样,与造型面CS上设定有照射区域EA的位置对应。

[0188] 如图15(a)至图15(b)所示,控制装置7以如下方式来控制照射区域EA的移动速度:于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度以及于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度的两者,较于区域WA2中设定有照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度更快。此外,控制装置7如图15(a)所示,以于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度和于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度不同的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。或者,控制装置7如图15(b)所示,以于区域WA1中第1次设定照射区域EA的期间中的照

射区域EA的移动速度和于区域WA1中第2次设定照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度成为相同的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。

[0189] 此处,照射区域EA的移动速度越快,于造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的时间越短。于造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的时间越短,从光EL对该区域部分传递的热量越减少。光EL对造型面CS上的某个区域部分传递的热量越减少,该区域部分中的造型材料M的熔融量越减少。进一步地,照射区域EA的移动速度越快,设定在与照射区域EA相同的位置上的供给区域MA的移动速度越快。供给区域MA的移动速度越快,于造型面CS上的某个区域部分设定有供给区域MA的时间越短。于造型面CS上的某个区域部分设定有供给区域MA的时间越短,则造型材料M对于该区域部分的供给量越减少。造型材料M对于造型面CS上的某个区域部分的供给量越减少,该区域部分中的造型材料M的熔融量越减少。因此,若如图15(a)或图15(b)所示来控制照射区域EA的移动速度,则与照射区域EA的移动速度经常一定的情形相比较,于层形成期间中在区域WA1中熔融的造型材料M的总量、和于层形成期间中在区域WA2中熔融的造型材料M的总量的差分减小。更具体而言,于层形成期间中在某种大小的区域WA1中熔融的造型材料M的总量、和于层形成期间中在相同大小的区域WA2中熔融的造型材料M的总量的差分减小。即,将于层形成期间中在区域WA1中熔融的造型材料M的总量除以区域WA1的面积而得的值(即,每单位面积的造型材料M的熔融量)、和将于层形成期间中在区域WA2中熔融的造型材料M的总量除以区域WA2的面积而得的值的差分减小。其结果为,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均得到抑制。

[0190] 控制装置7以于层形成期间中在区域WA1中熔融的造型材料M的总量、和于层形成期间中在区域WA2中熔融的造型材料M的总量成为相同的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。例如,于因于区域WA1中设定N(其中,N为2以上的整数)次照射区域EA而进行N次的一系列造型处理的情形时,控制装置7以于区域WA1中设定有照射区域EA的各期间中的照射区域EA的移动速度,成为于区域WA2中设定有照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度的N倍的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。或者,例如,于因于区域WA1中设定N次照射区域EA而进行N次的一系列造型处理的情形时,控制装置7以于区域WA1中设定有照射区域EA的各期间中的照射区域EA的移动速度的平均值,成为与在区域WA2中设定有照射区域EA的期间中的照射区域EA的移动速度相同的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。其结果为,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均更适当地得到抑制。此外,于照射区域EA的移动速度与造型物的高度 h_1 、 h_2 的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制移动速度即可。

[0191] 控制装置7为了控制照射区域EA的移动速度,控制驱动系统42亦可。即,控制装置7借由控制造型头41的移动速度(尤其是沿着XY平面的方向的移动速度),来控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度亦可。于如后所述,造型装置4具备使平台43移动的驱动系统的情形时,控制装置7借由控制平台43的移动速度(尤其是沿着XY平面的方向的移动速度),来控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度亦可。于如后所述,照射光学系统411具备可使光EL偏向的光学构件(例如Galvano Scanner等)的情形时,控制装置7借由控制可使光EL偏向的光学构件,来控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度亦可。

[0192] (3-2) 第2不均抑制动作

[0193] 接着,对第2不均抑制动作进行说明。第2不均抑制动作相当于,在与从光EL传递的热有关的特性(以后称为“热特性”)不同的区域存在于造型面CS上的情形时,用以抑制造型物的高度等的不均的动作。尤其,第2不均抑制动作相当于,因照射区域EA(即,供给区域MA或者熔融池MP)相对于造型面CS的相对移动速度的差异而导致热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,用以抑制造型物的高度的不均的动作。

[0194] 具体而言,如图16(a)所示,于造型面CS上形成某一个构造层SL的层形成期间中,如上所述,照射区域EA沿着造型面CS上的与构造层SL的图案相应的移动轨迹而于造型面CS上移动。此处,照射区域EA不一定沿着移动轨迹而以经常一定的移动速度而移动。即,有着照射区域EA的移动速度于层形成期间中改变的可能性。例如,如图16(a)所示,于造型面CS上的某地点P3中,有着照射区域EA的移动方向改变的可能性。于该情形时,如图16(b)所示,随着照射区域EA接近地点P3,起初一定的照射区域EA的移动速度缓缓地减少。然后,照射区域EA的移动速度于照射区域EA到达地点P3的时间点成为最小(例如成为零)。然后,随着照射区域EA从地点P3远离,照射区域EA的移动速度缓缓增加。然后、于照射区域EA的移动速度增加了某种程度后,照射区域EA以一定的移动速度而移动。

[0195] 若如上所述般照射区域EA的移动速度变化,则于造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的时间也变化。若于造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的时间变化,则光EL对于该区域部分传递的热量也变化。因此,于照射区域EA的移动速度变化的情形时,与从光EL传递的热量有关的热特性不同的区域存在于造型面CS上。更具体而言,照射区域EA的移动速度越缓慢,于造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的时间越长。于造型面CS上的某个区域部分设定照射区域EA的时间越长,则从光EL对该区域部分传递的热量越多。

[0196] 若从光EL传递至造型面CS上的某个区域部分的热量产生变化,则有着该区域部分中的造型材料M的熔融量变化的可能性。若造型面CS上的某个区域部分中的造型材料M的熔融量变化,则有着该区域部分中由熔融的造型材料M所形成的造型物的高度(或者,尺寸等任意特性)也变化的可能性。更具体而言,从光EL传递的造型面CS上的某个区域部分的热量越多,则有着该区域部分中的造型材料M的熔融量越多的可能性。于造型面CS上的某个区域部分,造型材料M的熔融量越多,则有着该区域部分中由熔融的造型材料M所形成的造型物越高的可能性。因此,若于应于造型面CS上形成一定高度的造型物的状况下,不考虑照射区域EA的移动速度的变化而进行一系列造型处理,则如图16(b)的下部所示,有着与照射区域EA的移动速度相应地形成高度不同的造型物的可能性。更具体而言,于造型面CS上的某个区域部分移动的照射区域EA的移动速度越缓慢,则有着形成于该区域部分中的造型物越高的可能性。

[0197] 作为一例,于照射区域EA的移动速度改变的情形时,如图16(a)及图16(b)所示可称为,于造型面CS上,存在照射区域EA以第1移动速度而移动的区域WA3、以及照射区域EA以较第1移动速度缓慢的第2移动速度而移动的区域WA4。于该情形时,若于应于区域WA3与区域WA4上形成相同高度的造型物的状况下,将区域WA3与区域WA4不加以区别而进行一系列造型处理,则如图16(b)的下部所示,有着形成于区域WA3中的造型物的高度与形成于区域WA4中的造型物的高度不一致的可能性。典型而言,如图16(b)所示,有着如下可能性:形成于区域WA3中的造型物的高度是与从光EL传递的热量变多的程度相应地,较形成于区域WA4

中的造型物的高度更高。

[0198] 因此,本实施方式中,控制装置7(换言之,处于控制装置7的控制下的造型系统1)借由进行第2不均抑制动作,来抑制形成于因照射区域EA的移动速度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均。例如,控制装置7借由进行第2不均抑制动作,来抑制形成于区域WA3中的造型物的高度与形成于区域WA4中的造型物的高度的不均。

[0199] 控制装置7亦可借由控制造型材料M的供给率,来进行抑制造型物的高度的不均的第2不均抑制动作。具体而言,如图17所示,控制装置7以照射区域EA的移动速度越缓慢,供给率越小的方式,来控制供给率亦可。即,控制装置7以于造型面CS上的某个区域部分移动的照射区域EA的移动速度越缓慢,对该区域部分的供给率越小的方式,来控制供给率亦可。其结果为,于形成于照射区域EA以相对缓慢的移动速度而移动的区域部分中的造型物变得相对较高的状况下,造型材料M对该区域部分的供给量减少。若造型材料M的供给量减少,则造型材料M的熔融量也减少。因此,形成于照射区域EA以相对缓慢的移动速度而移动的区域部分中的造型物变得相对较高的情形得到抑制。其结果为,形成于因照射区域EA的移动速度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于移动速度与造型物的高度的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制供给率即可。

[0200] 作为一例,于如图18的第1段的图表(与图16(b)的上部的图表相同)所示般,照射区域EA的移动速度变化的情形时,控制装置7如图18的第2段的图表所示般,以供给率变化的方式来控制供给率亦可。即,控制装置7以对照射区域EA以相对快速的第1移动速度而移动的区域WA3的供给率大于对照射区域EA以相对缓慢的第2移动速度而移动的区域WA4的供给率的方式,来控制供给率亦可。其结果为,如图18的第3段所示,于因照射区域EA的移动速度的差异而导致热特性不同的区域中,可形成一定高度的造型物。即,形成于区域WA3中的造型物的高度与形成于区域WA4中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,图18中,将不论照射区域EA的移动速度如何,均维持一定的供给率以及于该情形时形成的造型物作为比较例,以一点炼线表示。

[0201] 控制装置7除了或者代替控制供给率,进行借由控制热传递率,来抑制造型物的高度的不均的第2不均抑制动作亦可。具体而言,如图19所示,控制装置7以照射区域EA的移动速度越缓慢,热传递率越小的方式,来控制热传递率亦可。即,控制装置7以于造型面CS上的某个区域部分移动的照射区域EA的移动速度越缓慢,对该区域部分的热传递率越小的方式,来控制热传递率亦可。其结果为,于形成于照射区域EA以相对缓慢的移动速度而移动的区域部分中的造型物变得相对较高的状况下,从光EL对该区域部分传递的热量减少。若所传递的热量减少,则造型材料M的熔融量亦又减少。因此,形成于照射区域EA以相对缓慢的移动速度而移动的区域部分中的造型物变得相对较高的情形得到抑制。其结果为,形成于因照射区域EA的移动速度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于移动速度与造型物的高度的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制热传递率即可。

[0202] 作为一例,于如图20的第1段的图表(与图16(b)的上部的图表相同)所示,照射区域EA的移动速度变化的情形时,控制装置7如图20的第2段的图表所示,以热传递率变化的方式来控制热传递率亦可。即,控制装置7以对照射区域EA以相对快速的第1移动速度而移动的区域WA3的热传递率大于对照射区域EA以相对缓慢的第2移动速度而移动的区域WA4的

热传递率的方式,来控制热传递率亦可。其结果为,如图20的第3段所示,于因照射区域EA的移动速度的差异而导致热特性不同的区域,可形成一定高度的造型物。即,形成于区域WA3中的造型物的高度与形成于区域WA4中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,图20中,将不论照射区域EA的移动速度如何,均维持一定的热传递率以及于该情形时形成的造型物作为比较例,以一点炼线来表示。

[0203] 此外,于第2不均抑制动作中用以分别控制供给率以及热传递率的具体方法与上述第1不均抑制动作中用以分别控制供给率以及热传递率的具体方法相同亦可。因此,与用以分别控制供给率以及热传递率的具体方法有关的说明省略。

[0204] 又,如上所述,第2不均抑制动作中应抑制的造型物的高度的不均产生的原因的一为照射区域EA(即,供给区域MA)相对于造型面CS的相对移动速度变化。如此一来,于即便控制照射区域EA的移动速度而从本来的移动速度发生变化,仍能形成所需的构造层SL(进一步,三维构造物ST)的情形时,控制装置7借由控制照射区域EA的移动速度,来进行抑制造型物的高度的不均的第2不均抑制动作亦可。于该情形时,借由控制照射区域EA的移动速度,产生造型物的高度的不均的原因(即,产生造型物的高度的不均的技术性课题)其本身消除。因此,控制照射区域EA的移动速度的第2不均抑制动作亦可称为用以排除产生造型物的高度的不均的原因的动作。另一方面,根据照射区域EA的移动轨迹的图案,有着控制照射区域EA的移动速度,而无法从本来的移动速度发生变化的可能性。于该情形时,控制装置7为了进行抑制造型物的高度的不均的第2不均抑制动作,不控制照射区域EA的移动速度亦可。此外,于移动速度与造型物的高度的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制移动速度即可。

[0205] (3-3) 第3不均抑制动作

[0206] 接着,对第3不均抑制动作进行说明。第3不均抑制动作与第2不均抑制动作同样,于热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,相当于用以抑制造型物的高度等的不均的动作。但,于表面的至少一部分设定成造型面CS的既有构造物(例如,工件W及已形成完毕的构造层SL中的至少一者)中的因热的扩散程度的差异而导致热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,第3不均抑制动作相当于用以抑制造型物的高度的不均的动作。

[0207] 具体而言,于形成三维构造物ST的情形时,如上所述,对造型面CS照射光EL。对于造型面CS,从光EL传递热。该热经由造型面CS而亦传递(实质上为扩散)至既有构造物的内部。此处,根据既有构造物的特性(例如构造、材质及形状中的至少一者),既有构造物中的热的扩散程度(即,表示扩散的容易度或者困难度的指标)未必均匀。即,有着与从光EL传递的热的扩散程度有关的热特性不同的区域存在于造型面CS上的可能性。例如有着如下可能性:于造型面CS上存在从光EL传递的热相对难以扩散的区域、以及从光EL传递的热相对容易扩散的区域。

[0208] 例如,如图21(a)所示,既有构造物除了具有设定有造型面CS的表面SF1以外,还具有未设定有造型面CS的表面SF2。于该情形时,根据造型面CS上的某个区域部分与表面SF2的接近程度,可推定出传递至造型面CS上的某个区域部分的热的扩散程度。具体而言,如图21(a)所示,造型面CS上的区域WA5较造型面CS上的区域WA6接近表面SF2。因此,传递至区域WA5的热的扩散路径(即,既有构造物的内部的扩散路径)小于或者少于传递至区域WA6的热的扩散路径。因此,造型面CS上的某个区域部分与未设定造型面CS的表面SF2之间的距离越

短,传递至该区域部分的热越难以扩散。此外,图21(a)所示的例中,称为于造型面CS上存在从光EL传递的热相对难以扩散的区域WA5、以及从光EL传递的热相对容易扩散的区域WA6亦可。

[0209] 热相对难以扩散的区域WA5中,与热相对容易扩散的区域WA6相比较,热蓄积相对较长的时间。其结果为有着如下可能性:于区域WA5中,仅与热蓄积相对较长的时间的程度相应地,较区域WA6多的造型材料M熔融。因此,若于应于造型面CS上形成一定高度的造型物的状况下,不考虑热的扩散程度的差异而进行一系列造型处理,则有着根据热的扩散程度的差异而形成高度不同的造型物的可能性。更具体而言,有着如下可能性:传递至造型面CS上的某个区域部分的热越难以扩散,形成于该区域部分中的造型物越高。作为一例,例如,若于应于区域WA5与区域WA6中形成相同高度的造型物的状况下,将区域WA5与区域WA6不加以区别而进行一系列造型处理,则如图21(b)所示,有着形成于区域WA5中的造型物S5的高度 h_5 与形成于区域WA6中的造型物S6的高度 h_6 不一致的可能性。

[0210] 因此,本实施方式中,控制装置7(换言之,处于控制装置7的控制下的造型系统1)借由进行第3不均抑制动作,来抑制形成于因热的扩散程度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均。例如,控制装置7借由进行第3不均抑制动作,来抑制形成于区域WA5中的造型物的高度与形成于区域WA6中的造型物的高度的不均。

[0211] 控制装置7借由控制造型材料M的供给率,来进行抑制造型物的高度的不均的第3不均抑制动作亦可。具体而言,如图22所示,控制装置7以热越难以扩散,供给率越小的方式,来控制供给率亦可。即,控制装置7以传递至造型面CS上的某个区域部分的热越难以扩散,对该区域部分的供给率越小的方式,来控制供给率亦可。其结果为,于形成于热相对难以扩散的区域部分的造型物相对变高的状况下,造型材料M对该区域部分的供给量减少。若造型材料M的供给量减少,则造型材料M的熔融量也减少。因此,形成于热相对难以扩散的区域部分的造型物相对变高的情形得到抑制。其结果为,形成于因热的扩散程度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于热的扩散程度与造型物的高度的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制供给率即可。

[0212] 控制装置7除了或者代替控制供给率,进行借由控制热传递率,来抑制造型物的高度的不均的第3不均抑制动作亦可。具体而言,如图23所示,控制装置7以热越难以扩散,热传递率越小的方式,来控制热传递率亦可。即,控制装置7以传递至造型面CS上的某个区域部分的热越难以扩散,对该区域部分的热传递率越小的方式,来控制热传递率亦可。其结果为,于形成于热相对难以扩散的区域部分的造型物相对变高的状况下,对该区域部分传递的热量减少。若所传递的热量减少,则造型材料M的熔融量也减少。因此,形成于热相对难以扩散的区域部分的造型物相对变高的情形得到抑制。其结果为,形成于因热的扩散程度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于热的扩散程度与造型物的高度的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制热传递率即可。

[0213] 控制装置7除了或者代替控制供给率及热传递率中的至少一者,进行借由控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度,来抑制造型物的高度的不均的第3不均抑制动作亦可。具体而言,如图24所示,控制装置7以热越难以扩散,则照射区域EA的移动速度越快的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。即,控制装置7以传递至造型面CS上的某个区

域部分的热越难以扩散,则于该区域部分设定有照射区域EA的情形时的照射区域EA的移动速度越快的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。已如上所述,于造型面CS上的某个区域部分设定有照射区域EA的情形时的照射区域EA的移动速度越快,造型材料M对该区域部分的供给量以及从光EL对该区域部分传递的热量越减少。因此,若如图24所示来控制照射区域EA的移动速度,则于形成于热相对难以扩散的区域部分的造型物相对变高的状况下,对该区域部分的造型材料M的供给量以及对该区域部分传递的热量减少。因此,形成于热相对难以扩散的区域部分的造型物相对变高的情形得到抑制。其结果为,形成于因热的扩散程度的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于热的扩散程度与造型物的高度的关系为非线形的情形时,只要考虑该非线形的关系来控制移动速度即可。

[0214] 此外,于第3不均抑制动作中用以分别控制供给率、热传递率及照射区域EA的移动速度的具体方法与上述第1不均抑制动作中用以分别控制供给率、热传递率及照射区域EA的移动速度的具体方法相同亦可。因此,与用以分别控制供给率、热传递率及照射区域EA的移动速度的具体方法有关的说明省略。

[0215] 此外,于第3不均抑制动作的说明中,作为热特性,已列举热的经时性特性为例进行说明,但为与热有关的其他特性亦可。

[0216] (3-4) 第4不均抑制动作

[0217] 接着,对第4不均抑制动作进行说明。第4不均抑制动作与第2不均抑制动作同样,于热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,相当于用以抑制造型物的高度等的不均的动作。但,于因光EL所照射的频率的差异而导致热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,第4不均抑制动作相当于用以抑制造型物的高度的不均的动作。

[0218] 具体而言,于构成三维构造物ST的各构造层SL形成的情形时,如上所述,于照射区域EA于造型面CS上移动且于造型面CS上欲形成造型物的区域中设定有照射区域EA的时刻照射光EL。此处,根据照射区域EA的移动轨迹的图案以及构造层SL的图案(即,于造型面CS上欲形成造型物的区域的分布图案)中的至少一者,具有于造型面CS上存在光EL所照射的频率不同的区域的可能性。例如,如图25(a)所示,具有于造型面CS上存在光EL相对高频率地照射的区域WA7、以及光EL相对低频率地照射的区域WA8的可能性。

[0219] 此外,对造型面CS上的某个区域照射光EL的频率从对该某个区域的一部分照射光EL后,直至接着对该某个区域的另一部分照射光EL为止的时间越短,而越高。对造型面CS上的某个区域照射光EL的频率于每单位时间内对该某个区域照射光EL的次数越多,而越高。对造型面CS上的某个区域照射光EL的频率于每单位面积中对该某个区域照射光EL的次数越多,而越高。

[0220] 于光EL相对高频率地照射的区域WA7中,与光EL相对低频率地照射的区域WA8相比较,于借由从光EL传递的热而加热的区域WA7冷却之前,借由来自重新对区域WA7照射的光的热而进一步对区域WA7加热的可能性提高。即,于光EL相对高频率地照射的区域WA7中,与光EL相对低频率地照射的区域WA8相比较,来自光EL的热难以散热。换言之,于光EL相对高频率地照射的区域WA7中,与光EL相对低频率地照射的区域WA8相比较,来自光EL的热蓄积相对较长的时间。其结果为,于区域WA7中,有着仅与热蓄积相对较长的时间的程度相应地,多于区域WA8的造型材料M熔融的可能性。因此,若于应于造型面CS上形成一定高度的造型

物的状况下,不考虑光EL所照射的频率的差异而进行一系列造型处理,则有着根据光EL所照射的频率的差异而形成高度不同的造型物的可能性。更具体而言,有着如下可能性:对造型面CS上的某个区域照射光EL的频率越高,形成于该区域部分中的造型物越高。作为一例,例如,若于应于区域WA7及区域WA8上形成相同高度的造型物的状况下,将区域WA7与区域WA8不加以区别而进行一系列造型处理,则如图25(b)所示,有着形成于区域WA7中的造型物S7的高度 h_7 与形成于区域WA8中的造型物S8的高度 h_8 不一致的可能性。

[0221] 因此,本实施方式中,控制装置7(换言之,处于控制装置7的控制下的造型系统1)借由进行第4不均抑制动作,来抑制形成于因光EL所照射的频率的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均。例如,控制装置7借由进行第4不均抑制动作,来抑制形成于区域WA7中的造型物的高度与形成于区域WA8中的造型物的高度的不均。

[0222] 控制装置7借由控制造型材料M的供给率,来进行抑制造型物的高度的不均的第4不均抑制动作亦可。具体而言,如图26所示,控制装置7以光EL所照射的频率越高,供给率越小的方式,来控制供给率亦可。即,控制装置7以光EL对造型面CS上的某个区域部分照射的频率越高,对该区域部分的供给率越小的方式,来控制供给率亦可。其结果为,于形成于光EL所照射的频率高的区域部分的造型物相对变高的状况下,造型材料M对该区域部分的供给量减少。若造型材料M的供给量减少,则造型材料M的熔融量也减少。因此,形成于光EL所照射的频率高的区域部分的造型物相对变高的情形得到抑制。其结果为,形成于因光EL所照射的频率的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于光EL所照射的频率与造型物的高度的关系为非线形的情形时,考虑该非线形的关系来控制供给率亦可。

[0223] 控制装置7除了或者代替控制供给率,进行借由控制热传递率,来抑制造型物的高度的不均的第4不均抑制动作亦可。具体而言,如图27所示,控制装置7以光EL所照射的频率越高,热传递率越小的方式,来控制热传递率亦可。即,控制装置7以光EL对造型面CS上的某个区域部分照射的频率越高,对该区域部分的热传递率越小的方式,来控制热传递率亦可。其结果为,于形成于光EL所照射的频率高的区域部分中的造型物相对变高的状况下,对该区域部分传递的热量减少。若所传递的热量减少,则造型材料M的熔融量也减少。因此,形成于光EL所照射的频率高的区域部分中的造型物相对变高的情形得到抑制。其结果为,形成于因光EL所照射的频率的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于光EL所照射的频率与造型物的高度的关系为非线形的情形时,考虑该非线形的关系来控制热传递率亦可。

[0224] 控制装置7除了或者代替控制供给率及热传递率中的至少一者,进行借由控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度,来抑制造型物的高度的不均的第4不均抑制动作亦可。具体而言,如图28所示,控制装置7以光EL所照射的频率越高,照射区域EA的移动速度越快的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。即,控制装置7以光EL对造型面CS上的某个区域部分照射的频率越高,于该区域部分设定照射区域EA的情形时的照射区域EA的移动速度越快的方式,来控制照射区域EA的移动速度亦可。已如上所述,于造型面CS上的某个区域部分设定有照射区域EA的情形时的照射区域EA的移动速度越快,造型材料M对该区域部分的供给量以及从光EL对该区域部分传递的热量越少。因此,若如图28所示来控制照射区域EA的移动速度,则于形成于光EL所照射的频率高的区域部分中的造型物相对变高的状

况下,造型材料M对该区域部分的供给量以及对该区域部分传递的热量减少。因此,形成于光EL所照射的频率高的区域部分中的造型物相对变高的情形得到抑制。其结果为,形成于因光EL所照射的频率的差异而导致热特性不同的区域中的造型物的高度的不均得到抑制。此外,于光EL所照射的频率与造型物的高度的关系为非线形的情形时,考虑该非线形的关系来控制移动速度亦可。

[0225] 此外,于第4不均抑制动作中用以分别控制供给率、热传递率及照射区域EA的移动速度的具体方法,与上述第1不均抑制动作中用以分别控制供给率、热传递率及照射区域EA的移动速度的具体方法相同亦可。因此,与用以分别控制供给率、热传递率及照射区域EA的移动速度的具体方法有关的说明省略。

[0226] 此外,第4不均抑制动作的说明中,作为热特性,已列举热的经时性特性为例进行说明,但为与热有关的其他特性亦可。

[0227] (3-5) 不均抑制动作的变形例

[0228] 上述说明中,控制装置7为了抑制形成于造型面CS上的不同区域中的造型物的高度(或者,尺寸等任意特性)的不均,而控制造型材料M的供给率、热传递率以及照射区域EA相对于造型面CS的移动速度中的至少一者。然而,反言的,控制装置7可借由控制供给率、热传递率以及照射区域EA相对于造型面CS的移动速度中的至少一者,来控制形成于造型面CS上的造型物(进一步为构造层SL及三维构造物ST)的特性。因此,控制装置7以形成于造型面CS上的造型物(进一步为构造层SL及三维构造物ST)的特性成为所需特性的方式,来控制供给率、热传递率以及照射区域EA相对于造型面CS的移动速度中的至少一者亦可。即,控制装置7为了与抑制特性不均的目的不同的目的,而控制供给率、热传递率以及照射区域EA相对于造型面CS的移动速度中的至少一者亦可。例如,控制装置7为了控制借由后述的标记动作而形成的标记的特性(例如高度及尺寸中的至少一者),而控制供给率、热传递率以及照射区域EA相对于造型面CS的移动速度中的至少一者亦可。

[0229] 上述说明中,作为热特性不同的多个区域存在于造型面CS上的原因的一例,已对照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度的差异、表面的至少一部分设定于造型面CS上的既有构造物中的热的扩散程度的差异、以及光EL所照射的频率的差异进行说明。然而,由于其他理由,亦有着热特性不同的区域存在于造型面CS上的可能性。于该情形时亦有着如下可能性:若于应于热特性不同的区域中形成相同特性的造型物的状况下,不考虑热特性的差异而进行一系列造型处理,则有着形成特性不均的造型物的可能性。因此,控制装置7亦可进行用以抑制如下造型物的高度的不均的不均抑制动作,该造型物形成于因与上述原因不同的其他原因而热特性不同的区域。此外,作为热特性不同的多个区域存在于造型面CS上的情形,可列举于造型面CS的每个位置上材料的种类或密度等不同的情形。

[0230] (4) 标记动作

[0231] 接着,对用以使用上述造型动作而于造型面CS上形成标记SM的标记动作进行说明。

[0232] (4-1) 标记动作的概要

[0233] 标记动作用以借由使用上述造型动作,于造型面CS上形成以既定的分布图案来分布的造型物,而将由该造型物的聚集体所构成的标记SM形成于造型面CS上的动作。

[0234] 标记SM包含与在沿着造型面CS的平面上具有既定含义的记号有关的标记亦可。记

号包含例如：意指任意文字的记号、意指任意数字的记号、意指任意图形的记号、意指任意标志的记号以及具有其他任何含义的记号中的至少一者亦可。例如，图29示出在造型面CS上，与意指字母的N的记号有关的标记SM1、与意指惊叹号的记号有关的标记SM2以及与意指圆形的图形的记号有关的标记SM3形成于造型面CS上的例。

[0235] 标记SM如图29的下部所示，为从造型面CS上凸状突出的构造物。标记SM可为包含单一的构造层SL的构造物。即，标记SM可由单一的构造层SL所构成。于该情形时，标记SM的高度（即，从造型面CS至标记SM的上表面（即，+Z侧的面）为止的长度，以下相同）与构造层SL的高度相同。或者，标记SM为包含所积层的多个构造层SL的构造物亦可。即，标记SM由所积层的多个构造层SL来构成亦可。于该情形时，标记SM的高度成为与所积层的多个构造层SL的高度相同。因此，典型而言，构成标记SM的构造层SL的数量越增加，标记SM的高度越高。

[0236] 但，标记SM的高度的最大值不超过沿着造型面CS的方向上的标记SM的尺寸的最小值。即，标记SM中最高的部分的高度不超过标记SM中最细的部分的尺寸。例如，图29所示的例中，标记SM1的高度的最大值 $hm1$ 不超过沿着造型面CS的方向上的标记SM1的尺寸的最小值 $wm1$ 。标记SM2的高度的最大值 $hm2$ 不超过沿着造型面CS的方向上的标记SM2的尺寸的最小值 $wm2$ 。但，形成高度的最大值超过沿着造型面CS的方向上的标记SM的尺寸的最小值的标记SM亦可。

[0237] 为形成此种标记SM，控制装置7首先取得与应形成于造型面CS上的标记SM有关的坐标数据。坐标数据为表示于造型面CS上，标记SM所分布的位置（即，应形成构成标记SM的造型物的标记形成区域所分布的位置）的数据。由于造型面CS为平面，故而坐标数据相当于在二维坐标系上与标记SM所分布的位置对应（或者，相关联）的数据。作为此种坐标数据的一例，可列举字型数据（例如点阵图字型数据等）以及图像数据（例如点阵图图像数据等）中的至少一者。控制装置7从提供坐标数据的其他装置来取得坐标数据亦可。或者，控制装置7由控制装置7自身来生成坐标数据亦可。于该情形时，控制装置7首先取得表示与应形成于造型面CS上的标记SM对应的记号的记号信息。例如，控制装置7从为了输入欲形成于造型面CS上的记号而可由使用者操作的输入装置中，取得与指定该记号的使用者的操作内容有关的信息而作为记号信息。然后，控制装置7将所取得的记号信息转换为坐标数据。例如，控制装置7将记号信息所表示的记号转换为二维平面上的记号图案，确定该记号图案所分布的区域的二维平面上的坐标。其结果为，控制装置7可取得表示所确定的坐标的坐标数据。

[0238] 取得坐标数据后，控制装置7借由基于坐标数据来进行造型动作，而形成标记SM。具体而言，控制装置7借由基于坐标数据来形成至少一个构造层SL，从而形成由该构造层SL所构成的标记SM。于形成各构造层SL的情形时，控制装置7如图30(a)所示，以如下方式来控制造型装置4：一面以将照射区域EA沿着Y轴方向的移动与照射区域EA沿着X轴方向的移动反复进行的方式，使照射区域EA相对于造型面CS而移动，一面于坐标数据所表示的标记形成区域与照射区域EA重叠的时刻照射光EL亦可。换言之，使照射区域EA以于造型面CS上进行光栅扫描的方式而移动亦可。或者，控制装置7如图30(b)所示，以一面沿着坐标数据所表示的标记形成区域的分布图案而使照射区域EA移动，一面照射光EL的方式，来控制造型装置4亦可。换言之，使照射区域EA以于造型面CS上进行向量扫描的方式而移动亦可。总之，于造型面CS上形成与标记SM相应的图案（即，与熔融池MP的移动轨迹相应的图案）的构造层SL。

[0239] 此外,控制装置7于进行标记动作的期间的至少一部分中,进行上述不均抑制动作亦可。即,控制装置7于进行标记动作的期间的至少一部分中,借由进行上述不均抑制动作,来抑制由标记动作所形成的标记SM的特性(例如高度及尺寸中的至少一者)的不均亦可。例如,于在形成标记SM的期间的至少一部分中,于造型面CS上的相同区域设定2次以上照射区域EA的情形时,控制装置7进行上述第1不均抑制动作亦可。例如,于在形成标记SM的期间的至少一部分中,因照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度的差异而造成热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,控制装置7进行上述第2不均抑制动作亦可。例如,于在形成标记SM的期间的至少一部分中,表面的至少一部分因设定于造型面CS上的既有构造物中的热的扩散程度的差异而导致热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,控制装置7进行上述第3不均抑制动作亦可。例如,于在形成标记SM的期间的至少一部分中,因光EL所照射的频率的差异而导致热特性不同的区域存在于造型面CS上的情形时,控制装置7进行上述第4不均抑制动作亦可。

[0240] (4-2) 用以控制标记SM的特性的特性控制动作

[0241] 接着,对用以控制借由标记动作而形成的标记SM的特性的特性控制动作进行说明。本实施方式中,作为特性控制动作的一例,造型系统1进行:控制标记SM的尺寸的尺寸控制动作、控制标记SM的高度的高度控制动作、控制标记SM的表面(尤其是构成标记SM的凸状构造物的上表面)的形状的形状控制动作、以及控制标记SM的色调的色调控制动作中的至少一种。因此,以下,对尺寸控制动作、高度控制动作、形状控制动作以及色调控制动作依序进行说明。此外,造型系统1进行用以控制标记SM的其他特性的特性控制动作亦可。

[0242] (4-2-1) 尺寸控制动作

[0243] 首先,对尺寸控制动作进行说明。尺寸控制动作用以控制标记SM的尺寸(尤其是X轴方向及Y轴方向中的至少一方向的尺寸,例如宽度)的特性控制动作。此外,标记SM的尺寸为造型面CS的面内方向上的尺寸亦可。造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行尺寸控制动作,而形成所需尺寸的标记SM。进一步地,造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行尺寸控制动作,而形成分别表示相同记号,但尺寸不同的多个标记SM。进一步地,造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行尺寸控制动作,而于标记SM的形成中一面改变标记SM的尺寸一面形成标记SM。

[0244] 例如,图31(a)至图31(d)均示出形成于造型面CS上的与线状图形有关的标记SM11以及与圆形图形有关的标记SM12。图31(a)所示的例中,控制装置7以标记SM11的尺寸(具体而言为Y轴方向的尺寸,宽度)成为所需的第1尺寸 $wm11$,且标记SM12的尺寸成为所需的第2尺寸 $wm12$ 的方式,来进行尺寸控制动作。图31(b)所示的例中,控制装置7以标记SM11的尺寸成为小于第1尺寸 $wm11$ 的所需的第3尺寸 $wm13$,且标记SM12的尺寸成为大于第2尺寸 $wm12$ 的所需的第4尺寸 $wm14$ 的方式,来进行尺寸控制动作。此外,图31(a)及图31(b)所示的例中,控制装置7以标记SM11的一个部分的尺寸、与和一个部分不同的标记SM11的其他部分的尺寸成为相同的方式(即,以于标记SM11的形成中不改变尺寸的方式),进行尺寸控制动作亦可。图31(c)所示的例中,控制装置7以沿着标记SM11的长边方向(即,X轴方向),标记SM11的尺寸从第1尺寸 $wm11$ 连续变化至大于第1尺寸 $wm11$ 的第5尺寸 $wm15$ (此处,变大)的方式,来进行尺寸控制动作。图31(d)所示的例中,控制装置7以沿着标记SM11的长边方向,标记SM11的尺寸从第1尺寸 $wm11$ 阶段性或离散性地变化至第5尺寸 $wm15$ (此处,变大)的方式,来进行尺寸

控制动作。此外,图31(c)及图31(d)所示的例中,控制装置7亦可以标记SM11的一个部分的尺寸、与和一个部分不同的标记SM11的其他部分的尺寸成为不同的方式(即,以于标记SM11的形成中改变尺寸的方式),来进行尺寸控制动作。

[0245] 控制装置7借由控制热传递率来控制标记SM的尺寸亦可。具体而言,对造型面CS的某个区域部分的热传递率越大,从光EL传递至该区域部分的热量越大。传递至造型面CS的某个区域部分的热量越多,则形成于该区域部分的熔融池MP的尺寸越大。造型面CS的某个区域部分中的熔融池MP的尺寸越大,形成于该区域部分中的造型物的尺寸越大。形成于造型面CS的某个区域部分的造型物的尺寸越大,由该造型物所构成的标记SM的尺寸亦变大,即,如图32所示,热传递率越大,标记SM的尺寸亦越大,因此,控制装置7可借由控制热传递率来控制标记SM的尺寸。此外,于包含尺寸控制动作的特性控制动作中用以控制热传递率的具体方法与上述不均抑制动作中用以控制热传递率的具体方法相同亦可。因此,于特性控制动作的说明中,与用以控制热传递率的具体方法有关的说明省略。此外,于热传递率与标记SM的尺寸的关系成为非线形的关系的情形时,考虑该非线形的关系来控制热传递率亦可。

[0246] 控制装置7借由控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度,来控制标记SM的尺寸亦可。具体而言,造型面CS的某个区域部分中的照射区域EA的移动速度越缓慢,于造型面CS上的某个区域部分设定有照射区域EA的时间越长。于造型面CS上的某个区域部分设定有照射区域EA的时间越长,从光EL对该区域部分传递的热量越多。传递至造型面CS上的某个区域部分的热量越多,形成于该区域部分中的造型物的尺寸(进一步为标记SM的尺寸)越大。即,如图33所示,照射区域EA的移动速度越缓慢,标记SM的尺寸亦越大,因此,控制装置7可借由控制照射区域EA的移动速度,来控制标记SM的尺寸。此外,于包含尺寸控制动作的特性控制动作中用以控制照射区域EA的移动速度的具体方法与上述不均抑制动作中用以控制照射区域EA的移动速度的具体方法相同亦可。因此,特性控制动作的说明中,与用以控制照射区域EA的移动速度的具体方法有关的说明省略。此外,于移动速度与标记SM的尺寸的关系成为非线形的关系的情形时,考虑该非线形的关系来控制移动速度亦可。

[0247] 控制装置7借由控制照射区域EA的尺寸来控制标记SM的尺寸亦可。具体而言,设定于造型面CS上的某个区域部分中的照射区域EA的尺寸越大,该区域部分中光EL实际所照射的区域的尺寸越大。造型面CS上的某个区域部分中光EL实际照射的区域的尺寸越大,形成于该区域部分的熔融池MP的尺寸越大。造型面CS的某个区域部分中的熔融池MP的尺寸越大,形成于该区域部分中的造型物的尺寸(进一步为标记SM的尺寸)越大。即,如图34所示,照射区域EA的尺寸越大,标记SM的尺寸亦越大,因此,控制装置7可借由控制照射区域EA的尺寸,来控制标记SM的尺寸。此外,于照射区域EA的尺寸与标记SM的尺寸的关系成为非线形的关系的情形时,考虑该非线形的关系来控制照射区域EA的尺寸亦可。

[0248] 为控制照射区域EA的尺寸,控制装置7控制照射光学系统411亦可。例如,控制装置7为了控制照射区域EA的尺寸,而借由控制照射光学系统411所具备的光学构件来控制照射区域EA的尺寸亦可。作为此种光学构件的一例,可列举:聚光光学器件;可将光EL可通过的开口的形状及大小中的至少一者加以变更的光圈构件;以及在与照射光学系统411的光轴交叉的面(即,与光EL的传播方向交叉的面)内,能够以可变的方式设定光EL可通过的区域以及可遮挡光EL的区域的成形构件等中的至少一者。或者,由于若造型面CS相对于照射

光学系统411的相对位置(尤其是Z轴方向上的相对位置)改变,则照射区域EA的尺寸亦可改变,故而控制装置7借由控制驱动系统42,来控制造型面CS相对于照射光学系统411的相对位置,从而控制照射区域EA的尺寸亦可。

[0249] 如图35(a)至图35(b)所示,存在某个标记SM由多个线状构造物LP所构成的情形。此种由多个线状构造物LP所构成的标记SM可能于将以下动作反复进行的情形时形成:例如,如图5(a)及图30(a)所示,一面使照射区域EA沿着Y轴方向移动一面照射光EL的动作、以及不照射光EL而使照射区域EA沿着X轴方向移动的动作。具体而言,若借由一面使照射区域EA沿着Y轴方向移动一面照射光EL,而以于Y轴方向上延伸的方式形成的多个线状构造物LP沿着X轴方向而无间隙或隔开间隙地形成,则可形成相当于该多个线状构造物LP的聚集体的标记SM。

[0250] 于如上所述,标记SM由多个线状构造物LP所构成的情形时,控制装置7借由控制构成标记SM的多个线状构造物LP的数量,来控制标记SM的尺寸(尤其是沿着多个线状构造物LP所排列的方向的尺寸)亦可。具体而言,如图35(a)及图35(b)所示,构成标记SM的多个线状构造物LP的数量越少,标记SM的尺寸越小。图35(a)及图35(b)示出较由N1根的线状构造物LP所构成的标记SM的尺寸wm16,由N2(其中, $N2 < N1$)根的线状构造物LP所构成的标记SM的尺寸wm17变小的例。

[0251] 于如上所述,标记SM由多个线状构造物LP所构成的情形时,控制装置7借由控制构成标记SM的多个线状构造物LP的长度,来控制标记SM的尺寸(尤其是沿着多个线状构造物LP的长边方向或者延伸方向的尺寸)亦可。具体而言,如图35(c)及图35(d)所示,构成标记SM的多个线状构造物LP的长度越短,标记SM的尺寸越小。图35(c)及图35(d)示出较由相对较长(具体而言,长度成为wm18)的线状构造物LP所构成的标记SM的尺寸wm18,由相对较短(具体而言,长度成为wm19(其中, $wm19 < wm18$))的线状构造物LP所构成的标记SM的尺寸wm19变小的例。

[0252] 此外,控制装置7将造型材料M的供给率的控制、热传递率的控制、移动速度的控制以及线状构造物的数量的控制中的至少两者加以组合而控制亦可。

[0253] (4-2-2) 高度控制动作

[0254] 接着,对高度控制动作进行说明。高度控制动作为用以控制标记SM的高度的特性控制动作。造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行特性控制动作,而形成所需高度的标记SM。进一步地,造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行高度控制动作,而形成分别表示相同记号,但高度不同的多个标记SM。进一步地,造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行高度控制动作,而一面改变标记SM的形成中的标记SM的高度一面形成标记SM。

[0255] 例如,图36(a)至图36(d)均示出与形成于造型面CS上的线状图形有关的标记SM。图36(a)所示的例中,控制装置7以标记SM的高度成为所需的第1高度hm21的方式,来进行高度控制动作。图36(b)所示的例中,控制装置7以标记SM的高度成为高于第1高度hm21的所需的第2高度hm22的方式,来进行高度控制动作。此外,图36(a)及图36(b)所示的例中,控制装置7以标记SM的一个部分的高度、与和一个部分不同的标记SM的其他部分的高度成为相同的方式(即,于标记SM的形成中不改变高度的方式),来进行高度控制动作亦可。图36(c)所示的例中,控制装置7以沿着标记SM的长边方向(即,X轴方向),标记SM的高度从第1高度hm21连续变化至高于较第1高度hm21高的第3高度hm23为止(此处,为变高)的方式,来进行

高度控制动作。图36(d)所示的例中,控制装置7以沿着标记SM的长边方向,标记SM的高度从第1高度 hm_{21} 阶段性或离散性变化至第3高度 hm_{23} 为止(此处,为变高)的方式,来进行高度控制动作。尤其于图36(c)及图36(d)所示的例中,控制装置7以构成如下所述的标记SM的各部分的高度(即,沿着与Y轴方向交叉的Z轴方向的高度),对应至该各部分的沿着Y轴方向的位置而不同的方式,来进行高度控制动作,前述的标记SM为于造型面CS上,借由使照射区域EA(即,熔融池MP)沿着Y轴方向移动而形成的于Y轴方向上延伸的标记。此外,图36(c)及图36(d)所示的例中,控制装置7以标记SM的一个部分的高度、与和一个部分不同的标记SM的其他部分的高度成为不同的方式(即,以于标记SM的形成中改变高度的方式),来进行高度控制动作亦可。此外,控制装置7以沿着标记SM的长边方向,标记SM的高度连续变化的方式,来进行高度控制动作亦可。

[0256] 控制装置7借由控制造型材料M的供给率,来控制标记SM的高度亦可。具体而言,对造型面CS的某个区域部分的供给率越大,造型材料M对该区域部分的供给量越多。对造型面CS的某个区域部分的造型材料M的供给量越多,该区域部分中的造型材料M的熔融量越多。造型面CS的某个区域部分中的造型材料M的熔融量越多,形成于该区域部分中的造型物越高。形成于造型面CS的某个区域部分的造型物越高,由该造型物所构成的标记SM亦越高。即,如图37所示,供给率越大,标记SM越高。因此,控制装置7可借由控制供给率来控制标记SM的高度。此外,于包含高度控制动作的特性控制动作中用以控制供给率的具体方法与上述不均抑制动作中用以控制供给率的具体方法相同亦可。因此,于特性控制动作的说明中,与用以控制供给率的具体方法有关的说明省略。此外,于供给率与标记SM的高度的关系为非线形的关系的情形时,考虑该非线形的关系来控制供给率亦可。

[0257] 控制装置7借由控制热传递率,来控制标记SM的高度亦可。具体而言,对造型面CS的某个区域部分的热传递率越大,从光EL传递至该区域部分的热量越大。传递至造型面CS的某个区域部分的热量越多,有着该区域部分中的造型材料M的熔融量越多的可能性。于造型面CS上的某个区域部分,造型材料M的熔融量越多,形成于该区域部分中的造型物(进一步地,标记SM)越高。即,如图38所示,热传递率越大,标记SM越高。因此,控制装置7可借由控制热传递率,来控制标记SM的高度。此外,于热传递率与标记SM的高度的关系为非线形的关系的情形时,考虑该非线形的关系来控制热传递率亦可。

[0258] 控制装置7借由控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度,来控制标记SM的高度亦可。具体而言,如上所述,造型面CS的某个区域部分中的照射区域EA的移动速度越缓慢,从光EL对该区域部分传递的热量越多。传递至造型面CS上的某个区域部分的热量越多,形成于该区域部分中的造型物(进一步地,标记SM)越高。即,如图39所示,照射区域EA的移动速度越缓慢,标记SM越高。因此,控制装置7可借由控制照射区域EA的移动速度,来控制标记SM的高度。此外,于移动速度与标记SM的高度的关系为非线形的关系的情形时,考虑该非线形的关系来控制移动速度亦可。

[0259] 如上所述,存在标记SM为包含所积层的多个构造层SL的构造物的情形。于该情形时,控制装置7借由控制构成标记SM的多个构造层SL的数量(即,构造层SL的积层数),来控制标记SM的高度亦可。具体而言,如图40(a)及图40(b)所示,构成标记SM的多个构造层SL的数量越少,标记SM越低。图40(a)及图40(b)示出较由 L_1 个构造层SL所构成的标记SM的高度 hm_{24} ,由 L_2 (其中, $L_2 > L_1$)个构造层SL所构成的标记SM的高度 wm_{25} 变高的例。

[0260] 此外,控制装置7亦可将造型材料M的供给率的控制、热传递率的控制、移动速度的控制以及积层数的控制中的至少两者加以组合而控制。

[0261] (4-2-3) 形状控制动作

[0262] 接着,对形状控制动作进行说明。形状控制动作为用以控制标记SM的表面(尤其是构成标记SM的凸状的构造物的上表面)的形的特性控制动作。造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行形状控制动作,而形成表面的形状成为所需形状的标记SM。例如,如图41(a)所示,控制装置7以形成表面包含平面(尤其是与造型面CS平行的平面)的标记SM的方式,来进行形状控制动作亦可。例如,如图41(b)所示,控制装置7以形成表面包含曲面的标记SM的方式,来进行形状控制动作亦可。例如,如图41(c)所示,控制装置7以形成表面包含相对于造型面CS而倾斜的平面的标记SM的方式,来进行形状控制动作亦可。

[0263] 控制装置7借由进行与上述尺寸控制动作同样的动作,而控制构成标记SM的造型物的尺寸,来控制标记SM的表面的形状亦可。控制装置7借由进行与上述高度控制动作同样的动作而控制构成标记SM的造型物的高度,来控制标记SM的表面的形状亦可。控制装置7借由进行与用以形成所需形状的三维构造物ST的通常的造型动作同样的动作,而形成表面的形状成为所需形状的标记SM亦可。

[0264] 造型系统1于控制装置7下,控制标记SM的表面的形状以及标记SM的高度中的至少一者,来控制将形成于造型面CS上的标记SM的表面连结的虚拟连结面VS的形状(尤其是包含构造层SL的积层方向即Z轴的剖面的形状)亦可。造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行形状控制动作以及高度控制动作中的至少一者,而形成连结面VS的形状成为所需形状的多个标记SM。例如,如图42(a)所示,控制装置7以形成连结面VS包含平面(尤其是与造型面CS平行的平面)的标记SM的方式,来进行形状控制动作亦可。例如,如图42(b)所示,控制装置7以形成连结面VS包含曲面的标记SM的方式,来进行形状控制动作以及高度控制动作中的至少一者亦可。例如,如图42(c)所示,控制装置7以形成连结面VS包含相对于造型面CS而倾斜的平面的标记SM的方式,来进行形状控制动作以及高度控制动作中的至少一者亦可。

[0265] 如上所述,标记SM为从造型面CS上突出的凸状构造物。于该情形时,标记SM可作为印章来使用,该印章用以借由标记SM的表面按压于对象物TG上,而将与标记SM的图案对应的印记转印于对象物TG上。例如,图43(a)表示于相当于工件W的表面的造型面CS上,形成有具有字母N及C反转的图案的标记SM的例。于此种标记SM的表面涂布涂料后,若将该标记SM的表面按压于对象物TG的对象面TGS上,则如图43(b)所示,包含字母N及C的印记转印于对象面TGS上。

[0266] 于如上所述,标记SM按压于对象物上的情形时,控制装置7以基于对象物TG的特性而控制连结面VS的形状的方式,来进行形状控制动作亦可。具体而言,控制装置7以基于对象物TG的表面中的标记SM所按压的对象面TGS的形状(具体而言为包含与对象面TGS交叉的轴的剖面的形状),而控制连结面VS的形状的方式,来进行形状控制动作亦可。于该情形时,控制装置7以连结面VS的形状与对象面TGS的形状成为互补的关系的方式,来控制连结面VS的形状亦可。例如,如图44(a)所示,于对象面TGS成为平面的情形时,控制装置7以形成连结面VS成为与对象面TGS具有互补关系的平面的标记SM的方式,来进行形状控制动作亦可。例如,如图44(b)所示,于对象面TGS成为凹状的曲面的情形时,控制装置7以形成连结面VS成

为与对象面TGS具有互补关系的凸状曲面的标记SM的方式,来进行形状控制动作亦可。例如,如图44(c)所示,于对象面TGS成为凸状的平面的情形时,控制装置7以形成连结面VS成为与对象面TGS具有互补关系的凹状平面的标记SM的方式,进行形状控制动作亦可。若以上述方式进行形状控制动作,则与不进行形状控制动作的情形相比较,可将标记SM的表面对于对象物TG的对象面TGS适当地按压。具体而言,于将标记SM的表面按压于对象面TGS上时,于标记SM的表面与对象面TGS之间难以形成间隙。其结果为,不论对象面TGS为何种形状,与标记MS的图案相应的印记均可适当转印于对象面TGS上。

[0267] 于基于对象物TG的特性而控制连结面VS的形状的情形时,控制装置7取得与对象物TG的特性有关的特性信息,基于该取得的特性信息而控制连结面VS的形状亦可。控制装置7取得对于对象物TG的特性进行测量的测量装置的测量结果来作为特性信息亦可。于该情形时,测量装置可由造型系统1所具备,与造型系统1分开准备亦可。或者,控制装置7从保有特性信息的其他装置中取得特性信息亦可。

[0268] 此外,上述说明中,对象物TG的特性为对象面TGS的形状,但对象物TG的特性为对象物TG的硬度、弹性等亦可。

[0269] (4-2-4) 色调控制动作

[0270] 接着,对色调控制动作进行说明。色调控制动作为用以控制标记SM的色调(尤其是标记SM的表面的色调)的特性控制动作。造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行色调控制动作,而形成所需色调的标记SM。进一步地,造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行色调控制动作,而形成分别表示相同记号,但色调不同的多个标记SM。进一步地,造型系统1可借由于控制装置7的控制下进行色调控制动作,而于标记SM的形成中一面改变标记SM的色调一面形成标记SM。

[0271] 控制装置7借由控制腔室44的内部空间中的特定气体的特性,来控制标记SM的色调亦可。尤其是控制装置7借由控制位于腔室44的内部空间中的熔融池MP的周围的空间中的特定气体的特性,来控制标记SM的色调亦可。于该情形时,控制装置7以特定气体的特性成为可将标记SM的色调设定为所需色调的所需特性的方式,来控制特定气体的特性亦可。特定气体包含对标记SM的色调造成影响的既定气体。作为此种特定气体的一例,可列举氧气。

[0272] 特定气体的特性亦可包含特定气体的浓度(即,腔室44的内部空间(尤其是该内部空间中的熔融池MP的周围的空间)中的特定气体的浓度)。于特定气体包含于冲洗气体中(即,气体供给装置6供给包含特定气体的冲洗气体)的情形时,控制装置7借由控制冲洗气体中的特定气体的浓度(即,冲洗气体中的特定气体的含量),来控制腔室44的内部空间中的特定气体的浓度亦可。于特定气体不包含于冲洗气体中(即,气体供给装置6经由与冲洗气体不同的供给路径而供给特定气体或者由与气体供给装置6不同的装置供给特定气体)的情形时,控制装置7借由控制供给至腔室44的内部空间中的冲洗气体以及特定气体中的至少一者的流量,来控制腔室44的内部空间中的特定气体的浓度亦可。此外,代替腔室44的内部空间整体中的特定气体的浓度的控制,而进行仅于熔融池MP的周围的空间中的特定气体的浓度的控制亦可。

[0273] 控制装置7如图45(a)所示,以形成有第1标记SM21的期间中的特定气体的特性、与形成有和第1标记SM21不同的第2标记SM22的期间中的特定气体的特性不同的方式,来控制

特定气体的特性亦可。于该情形时,如图45(b)所示,第1标记SM21的色调成为与第2标记SM22的色调不同。控制装置7如图45(c)所示,以形成有第1标记SM21中的第1部分SM21-1的期间中的特定气体的特性、与形成有第1标记SM21中的和第1部分SM21-1不同的第2部分SM21-2的期间中的特定气体的特性不同的方式,来控制特定气体的特性亦可。于该情形时,如图45(d)所示,第1标记SM21的第1部分SM21-1的色调成为与第1标记SM21的第2部分SM21-2的色调不同。

[0274] (4-2-5) 特性控制动作的变形例

[0275] 上述说明中,控制装置7为了控制由标记动作所形成的标记SM的特性,而进行特性控制动作。然而,并不限于标记SM,控制装置7为了控制由造型动作所形成的造型物、构造层SL以及三维构造物ST中的至少一者的特性,而进行上述特性控制动作亦可。即,控制装置7为了控制造型物、构造层SL以及三维构造物ST中的至少一者的尺寸,而进行上述尺寸控制动作亦可。控制装置7为了控制造型物、构造层SL以及三维构造物ST中的至少一者的高度,而进行上述高度控制动作亦可。控制装置7为了控制造型物、构造层SL以及三维构造物ST中的至少一者的形状,而进行上述形状控制动作亦可。控制装置7为了控制造型物、构造层SL以及三维构造物ST中的至少一者的色调,而进行上述色调控制动作亦可。

[0276] (5) 加工动作(研磨动作)

[0277] 造型系统1进行用以对三维构造物ST以及标记SM中的至少一者的表面的至少一部分进行加工的加工动作亦可。此外,由标记动作所形成的标记SM为由造型动作所形成的三维构造物ST的一具体例。因此,于加工动作的说明中,三维构造物ST意指三维构造物ST以及标记SM中的至少一者。

[0278] 本实施方式中,作为加工动作的一例,造型系统1进行用以对三维构造物ST的表面(尤其是构成三维构造物ST的最上层的构造层SL的上表面)的至少一部分进行研磨的研磨动作亦可。以下,对研磨动作进行说明。此外,以下,为便于说明,将由研磨动作进行研磨的面称为研磨对象面PS。此外,造型系统1亦可进行用以对三维构造物的1个以上构造层SL的侧面(朝向与构造层SL所积层的方向交叉的方向的面)的至少一部分进行研磨的研磨动作。

[0279] 本实施方式中,“对研磨对象面PS进行研磨的研磨动作”包含:“与进行研磨动作的前相比较,使研磨对象面PS光滑,提高研磨对象面PS的平坦度(即,使其平坦);及/或使研磨对象面PS的表面粗糙度变细(即,减小)的动作”。此外,若研磨对象面PS被研磨,则与研磨对象面PS被研磨的前相比较,有着研磨对象面PS的色调改变的可能性。因此,“对研磨对象面PS进行研磨的研磨动作”包含“与进行研磨动作的前相比较,改变研磨对象面PS的色调的动作”亦可。若研磨对象面PS被研磨,则与研磨对象面PS被研磨的前相比较,有着研磨对象面PS的反射率(例如,对任意光的反射率)以及扩散率(例如,对任意光的扩散率)中的至少一者改变的可能性。因此,“对研磨对象面PS进行研磨的研磨动作”包含:“与进行研磨动作的前相比较,改变研磨对象面PS的反射率以及扩散率中的至少一者的动作”亦可。

[0280] 此种研磨对象面PS有着成为可借由研磨动作进行研磨而变得光滑(或者,平坦或使表面粗糙度变细)的相对较粗糙的面(即,形成有凹凸的面)的可能性。例如,如上所述,本实施方式中,借由将粉状或粒状的造型材料M熔融后使其再固化而形成三维构造物ST。因此,有着于三维构造物ST的表面的至少一部分上附着有未熔融的造型材料M的可能性。于该情形时,附着有未熔融的造型材料M的面可成为可借由研磨动作而变得光滑的相对较粗糙

的面。进一步地,有着于三维构造物ST的表面的至少一部分上附着有以未预期的形状而再固化的造型材料M的可能性。于该情形时,附着有以未预期的形状而再固化的造型材料M的面可成为可借由研磨动作而变得光滑的相对较粗糙的面。例如,如上所述,本实施方式中,于形成各构造层SL的期间中,造型头41沿着X轴及Y轴中的至少一者(即,沿着XY平面)移动。于该情形时,根据造型头41相对于造型面CS的相对移动形态,有着如下可能性:于沿着XY平面的构造层SL的表面(或者是,三维构造层ST的表面)的至少一部分上,出现与造型头41的移动图案(典型而言,移动的间距)相应的规则或不规则的凹凸。于该情形时,出现规则或不规则的凹凸的面可成为可借由研磨动作而变得光滑的相对较粗糙的面。

[0281] 为对此种研磨对象面PS进行研磨,造型系统1于控制装置7的控制下,对研磨对象面PS照射光EL。即,本实施方式中,以光EL对研磨对象面PS进行研磨。具体而言,控制装置7如图46(a)所示,于研磨对象面PS上的某个区域部分设定照射区域EA,从照射光学系统411对该照射区域EA照射光EL。此外,图46(a)示出如下例:研磨对象面PS为出现应由研磨动作进行研磨的规则或不规则的凹凸的面。此时,控制装置7视需要使造型头41移动,而于研磨对象面PS上的所需的区域部分设定照射区域EA。若对照射区域EA照射光EL,则如图46(b)所示,研磨对象面PS中设定有照射区域EA的区域部分内的造型材料M借由光EL而再次熔融。若以形成凹凸的方式而固化的造型材料M熔融,则借由所熔融的造型材料M的自重以及表面张力中的至少一者,熔融的造型材料M的表面(即,界面)接近于平面或者成为平面。即,熔融的造型材料M的表面(即,界面)的光滑度提高。然后,若对随着造型头41的移动而熔融的造型材料M不再照射光EL,则熔融的造型材料M冷却而再次固化(即,凝固)。其结果为,如图46(c)所示,以具有变得光滑(或者,平坦度提高、及/或表面粗糙度变细)的表面的方式而再固化的造型材料M构成三维构造物ST的表面。如上所述,借由研磨动作对研磨对象面PS进行研磨。

[0282] 控制装置7一面使造型头41相对于三维构造物ST而相对移动,一面将如上所述的包含借由光EL的照射而进行的造型材料M的熔融以及熔融的造型材料M的再固化的一系列的研磨处理反复进行。即,控制装置7一面使照射区域EA相对于研磨对象面PS而相对移动,一面反复进行一系列的研磨处理。具体而言,例如,控制装置7一面将沿着Y轴方向的照射区域EA的移动与沿着X轴方向的照射区域EA的移动反复进行,一面反复进行一系列的研磨处理亦可。即,控制装置7一面沿着与借由参照图3(a)而说明的光栅扫描的扫描所对应的移动轨迹,而使照射区域EA移动,一面反复进行一系列的研磨处理亦可。于该情形时,控制装置7于照射区域EA沿着X轴及Y轴中的1次移动的移动量多的任一轴而移动的期间中,照射光EL而对研磨对象面PS进行研磨,另一方面,于照射区域EA沿着X轴及Y轴中的1次移动的移动量少的任意另一轴而移动的期间中,不照射光EL。但,控制装置7一面沿着与借由参照图3(b)而说明的向量扫描的扫描所对应的移动轨迹而使照射区域EA移动,一面反复进行一系列的研磨处理亦可。

[0283] 于造型动作(或标记动作)以及研磨动作的两者中,照射区域EA沿着与借由光栅扫描的扫描对应的移动轨迹而移动的情形时,控制装置7以于造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向、和于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向交叉(即,成为不同)的方式,使照射区域EA移动亦可。具体而言,如图47(a)及图47(b)所示,于造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向为Y轴方向的情形时,控制装置7以

于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向成为X轴方向的方式,设定研磨动作中的照射区域EA的移动方向亦可。或者,于造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向为X轴方向的情形时,以于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向成为Y轴方向的方式,来设定研磨动作中的照射区域EA的移动方向亦可。其结果为,造型系统1可将于造型动作时因造型头41的移动图案(典型而言为移动的间距)而产生的凹凸所存在的研磨对象面PS进行适当研磨,以使该凹凸变得光滑(尤其是从研磨对象面PS上去除该凹凸)。此外,于造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向、和于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向亦可不正交。

[0284] 或者,于造型动作(或者标记动作)以及研磨动作的两者中,照射区域EA沿着与借由光栅扫描的扫描对应的移动轨迹而移动的情形时,控制装置7以于造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向、和于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的移动方向一致(即,成为相同)的方式,而使照射区域EA移动亦可。即便于该情形时,仍然可对研磨对象面PS进行研磨。但,于该情形时,控制装置7以于造型动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的1次移动量(即,移动的间距)、和于研磨动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的1次移动量成为不同的方式,而使照射区域EA移动亦可。尤其,控制装置7以较于造型动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的移动量,于研磨动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的移动量变小的方式,而使照射区域EA移动亦可。例如,具体而言,如图48(a)及图48(b)所示,于在造型动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的移动量为第1移动量P1的情形时,控制装置7以于研磨动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的移动量成为小于第1移动量P1的第2移动量P2的方式,而使照射区域EA移动亦可。其结果为,造型系统1可将于造型动作时因造型头41的移动图案而产生的凹凸所存在的研磨对象面PS进行适当研磨,以使该凹凸变得光滑。此外,相对于造型动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的移动的间距,研磨动作中不照射光EL的期间中的照射区域EA的移动的间距可大,亦可小。

[0285] 控制装置7以造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的大小、与研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的大小成为不同的方式,来控制照射区域EA的尺寸亦可。例如,控制装置7以造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA成为大于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的方式,来控制照射区域EA的尺寸亦可。例如,控制装置7以造型动作中照射光EL的期间中的照射区域EA小于研磨动作中照射光EL的期间中的照射区域EA的方式,来控制照射区域EA的尺寸亦可。于该情形时,造型系统1亦可将于造型动作时因造型头41的移动图案而产生的凹凸所存在的研磨对象面PS进行适当研磨,以使该凹凸变得光滑。此外,用以控制照射区域EA的尺寸的具体方法与上述尺寸控制动作中用以控制照射区域EA的尺寸的具体方法相同亦可。

[0286] (6) 变形例

[0287] (6-1) 第1变形例

[0288] 首先,对造型系统1的第1变形例进行说明。上述说明中,为了抑制于层形成期间中形成于设定2次以上照射区域EA的区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 、和于层形成期间中形成于设定1次照射区域EA的区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 的不均,控制装置7进行第1不均抑制动作。另一方面,第1变形例中的造型系统1a即便不进行第1不均抑制动作,亦可抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均。

[0289] 具体而言,造型系统1a与造型系统1的不同之处在于:代替造型装置4而具备造型装置4a。造型装置4a与造型装置4的不同之处在于:代替照射光学系统411而具备聚光光学系统亦即照射光学系统411a。照射光学系统411a与照射光学系统411的不同之处在于:为抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均而预先设定(换言之,设计或调整)光学特性。造型系统1a的其他构成要件可与造型系统1相同。

[0290] 照射光学系统411a的光学特性是为了抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均而预先设定。本实施方式中,作为照射光学系统411a的光学特性,使用焦点深度。因此,照射光学系统411a的焦点深度是为了抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均而预先设定。焦点深度与照射光学系统411a的光学特性的另一例亦即数值孔径(NA: Numerical Aperture)相关。因此,照射光学系统411a的数值孔径以抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均的方式而预先设定。此外,本说明中的所谓焦点深度,指光EL的每单位面积强度或能量的量变得大于可将造型材料M熔融的强度的光轴方向(光的行进方向)上的范围亦可。

[0291] 照射光学系统411a的焦点深度基于造型系统1a所形成的构造层SL的设计上的高度(即,厚度) h_0 而设定。具体而言,照射光学系统411a的焦点深度如图49所示,设定为满足如下的第1条件:焦点深度的大小(换言之,沿着Z轴的宽度)成为不足至构造层SL的设计上的高度 h_0 的2倍。即,照射光学系统411a的焦点深度设定为满足如下的第1条件:积层的2个以上构造层SL无法同时位于焦点深度的范围内(即,积层的2个以上构造层SL的一部分脱离焦点深度的范围)。

[0292] 于满足此种条件的情形时,设想于区域WA1中设定2次照射区域EA的状况。于该情形时,若于区域WA1中设定第1次的照射区域EA,则如图50(a)所示,于该区域WA1中形成其高度 h_a 与高度 h_0 一致的造型物S0a。然后,若于区域WA1中设定第2次的照射区域EA,则具有于已形成于该区域WA1中的造型物S0a上形成新的造型物S0b的可能性。然而,由于焦点深度的大小不足高度 h_0 的2倍,故而如图50(b)所示,即便假设形成新的造型物S0b,其高度 h_b 亦小于高度 h_0 。其原因在于,于脱离焦点深度的范围的区域中,由于光EL的强度不足,故而造型材料M不熔融。另一方面,于不满足第1条件的情形时,若于区域WA1中设定第2次的照射区域EA,则具有于造型物S0a上形成高度 h_b 与高度 h_0 一致的造型物S0b的可能性。因此,于满足第1条件的情形时,与不满足第1条件的情形相比较,形成于区域WA1中的造型物S1的高度 h_1 (=造型物S0a的高度 h_a 与造型物S0b的高度 h_b 的总和)与形成于区域WA2中的造型物S2的高度 h_2 (=造型物S0a的高度 h_a)的不均得到抑制。即,造型系统1a即便如上所述,不控制造型材料M的供给率、与从光EL传递的热有关的热传递率以及照射区域EA的移动速度中的至少一者,亦可适当抑制造型物S1的高度 h_1 与造型物S2的高度 h_2 的不均。

[0293] 造型物形成于造型面CS上。进一步地,由于造型材料M于照射光学系统411a的焦点深度的范围内熔融,故而造型物形成于焦点深度的范围内。因此,造型物如图51(a)及图51(b)所示,形成于造型面CS、与照射光学系统411a的物体面侧(于图51(a)及图51(b)所示的例中为+Z侧,上侧)的焦点深度的范围的边界UB之间。如此一来,为了将与构造层SL的设计上的高度 h_0 相同的造型物形成于造型面CS上,如图51(a)及图51(b)所示,以造型面CS与边界UB之间的间隔成为高度 h_0 以上的方式,使照射光学系统413相对于造型面CS而对准亦可。图51(a)示出造型面CS与边界UB之间的间隔与高度 h_0 一致的例。于该情形时,于造型面CS上

形成高度成为 h_0 的造型物。另一方面,图51 (b) 示出造型面CS与边界UB之间的间隔大于高度 h_0 的例。于该情形时,于造型面CS上形成高度成为至少 h_0 的造型物。此外,如图51 (a) 所示,造型面CS与边界UB之间的间隔与高度 h_0 一致的状态与光EL的聚焦位置设定于造型面CS上的状态等效。同样,如图51 (b) 所示,造型面CS与边界UB之间的间隔大于高度 h_0 的状态与光EL的聚焦位置设定于较造型面CS向照射光学系统411a的物体面侧偏移的位置的状态等效。

[0294] 但,若照射光学系统411a的焦点深度的大小成为不足至构造层SL的设计上的高度 h_0 ,则无法将造型面CS与边界UB之间的间隔设为高度 h_0 以上。其结果为,无法于造型面CS上形成高度成为 h_0 的造型物。因此,照射光学系统411a的焦点深度设定为亦同时满足如下的第2条件:焦点深度的大小成为构造层SL的设计上的高度 h_0 以上亦可。

[0295] 此外,第1变形例中,造型系统1a一并进行第1不均抑制动作亦可。

[0296] (6-2) 第2变形例

[0297] 接着,参照图52,对造型系统1的第2变形例进行说明。第2变形例中的造型系统1b与造型系统1的不同之处在于:代替造型装置4而具备造型装置4b。造型装置4b与造型装置4的不同之处在于:具备驱动系统45b。造型系统1a的其他构成要件亦可与造型系统1相同。

[0298] 驱动系统45b使平台43移动。驱动系统45b使平台43沿着X轴、Y轴及Z轴中的至少任一者而移动。除了X轴、Y轴及Z轴中的至少任一者以外,驱动系统45b使平台43沿着 θX 方向、 θY 方向及 θZ 方向中的至少一方向而移动亦可。驱动系统45b包含例如电机等。若平台43移动,则平台43所保持的工件W(进一步地,工件W上的构造层SL)相对于造型头41而移动。即,工件W或者构造层SL的表面的至少一部分亦即造型面CS相对于从造型头41照射光EL的照射区域EA(即,由造型头41来供给造型材料M的供给区域MA)而移动。因此,第2变形例中,控制装置7可借由除了或代替控制驱动系统42,而控制驱动系统45b,来控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度。

[0299] (6-3) 第3变形例

[0300] 接着,参照图53 (a) 及图53 (b),对造型系统1的第3变形例进行说明。第3变形例中的造型系统1c与造型系统1的不同之处在于:代替造型装置4而具备造型装置4c。造型装置4c与造型装置4的不同之处在于:代替照射光学系统411而具备照射光学系统411c。照射光学系统411c系如图53 (a) 所示,与照射光学系统411的不同之处在于:具备可使光EL偏向的光学系统491c。造型系统1a的其他构成要件亦可与造型系统1相同。

[0301] 如图53 (b) 所示,光学系统491c具备聚焦透镜4911c、电流镜(Galvano Mirror) 4912c、及 $f\theta$ 透镜4913c。光EL经由聚焦透镜4911c、电流镜4912c、及 $f\theta$ 透镜4913c而照射至造型面CS(进一步地,视需要的研磨对象面PS)上。

[0302] 聚焦透镜4911c由1个以上的透镜所构成,借由调整其至少一部分的透镜的沿着光轴方向的位置,而用以调整光EL的聚光位置(即,光学系统491c的焦点位置)的光学器件。电流镜4912c以光EL扫描造型面CS(即,照射区域EA于造型面CS上移动)的方式,将光EL偏向。电流镜4912c具备X扫描镜4912X、及Y扫描镜4912Y。X扫描镜4912X将光EL向Y扫描镜4912Y反射。X扫描镜4912X可于 θY 方向(即,围绕Y轴的旋转方向)上摇动或者旋转。借由X扫描镜4912X的摇动或者旋转,光EL沿着X轴方向而扫描造型面CS。借由X扫描镜4912X的摇动或者旋转,照射区域EA沿着X轴方向而于造型面CS上移动。Y扫描镜4912Y将光EL向 $f\theta$ 透镜4913c反射。Y扫描镜4912Y可于 θX 方向(即,围绕X轴的旋转方向)上摇动或者旋转。借由Y扫描镜

4912Y的摇动或者旋转,光EL沿着Y轴方向而扫描造型面CS。借由Y扫描镜4912Y的摇动或者旋转,照射区域EA沿着Y轴方向而于造型面CS上移动。 $f\theta$ 透镜4913c为用以将来自电流镜4912c的光EL于造型面CS上聚光的光学器件。

[0303] 因此,第3变形例中,控制装置7可借由除了或者代替控制驱动系统42而控制光学系统491c(尤其是电流镜4912c),来控制照射区域EA相对于造型面CS的相对移动速度。

[0304] 此外,第3变形例中,供给造型材料M的材料喷嘴412为了可对应照射区域EA的造型面CS上的位置,对照射区域EA形成于造型面CS上的熔融池MP中供给造型材料M,沿着X轴、Y轴及Z轴中的至少一者移动亦可。

[0305] (6-4) 第4变形例

[0306] 接着,对造型系统1的第4变形例进行说明。上述说明中,造型系统1所具备的造型头41为射出造型动作中所使用的光EL以及研磨动作中所使用的光EL的两者。即,进行造型动作的期间中的光EL的照射光学系统411内的光程与进行研磨动作的期间中的光EL的照射光学系统411内的光程相同。另一方面,第4变形例的造型系统1d与射出造型动作中所使用的光EL的造型头41分开而具备射出研磨动作中所使用的光EL的研磨头41d。

[0307] 具体而言,造型系统1d与造型系统1的不同之处在于:代替造型装置4而具备造型装置4d。造型装置4d与造型装置4的不同之处在于:具备研磨头41d以及驱动系统42d。造型系统1d的其他构成要件亦可与造型系统1相同。因此,以下,参照图54,对第4变形例的造型装置4d进一步说明。此外,关于与造型系统1所具备的构成要件相同的构成要件,标注同一参照符号而省略其详细说明。

[0308] 如图54所示,造型装置4d除具备上述造型头41、驱动系统42、平台43以外,还具备研磨头41d以及驱动系统42d。研磨头41d具备照射光学系统411d。

[0309] 照射光学系统411d为用以从射出部413d中射出光ELd的光学系统(例如,聚光光学系统)。具体而言,照射光学系统411d经由光纤或光导管等未图示的光传输构件,而与发出光EL的光源5光学性连接。照射光学系统411d将经由光传输构件而从光源5传播而来的光EL,作为光ELd而射出。即,光源5所发出的光EL经由配置于光源5与造型装置4d之间或者造型装置4d内的分光器而分支为2个光EL,其中一个光EL传播至造型头41,另一个光EL传播至研磨头41d。照射光学系统411d从照射光学系统411d向下方(即,-Z侧)照射光ELd。于照射光学系统411d的下方配置有平台43。于平台43上搭载有三维构造物ST的情形时,照射光学系统411d向三维构造物ST照射光ELd。具体而言,照射光学系统411d系对作为光ELd所照射的区域而设定于研磨对象面PS上的圆形的(或者,其他任意形状的)照射区域EAd照射光ELd。照射区域EAd虽设定在与来自造型头41的光EL所照射的照射区域EA不同的位置,但设定于相同位置亦可。照射区域EAd虽不会与照射区域EA重复,但至少部分性地重复亦可。进一步地,照射光学系统411d的状态可于控制装置7的控制下,于对照射区域EAd照射光ELd的状态、以及对照射区域EAd不照射光ELd的状态之间切换。

[0310] 驱动系统42d使研磨头41d移动。具体而言,驱动系统42d使研磨头41d分别沿着X轴、Y轴及Z轴而移动。此外,驱动系统42d的构造亦可与驱动系统42的构造相同。因此,与驱动系统42d的构造有关的详细说明省略。

[0311] 由于研磨头41d与造型头41分开准备,故而研磨头41d从与造型头41不同的方向照射光ELd。即,光ELd在与光EL的光程不同的光程上传播而照射至研磨对象面PS。因此,研磨

头41d可于造型头41照射光EL的期间的至少一部分中,照射光ELd。即,造型系统1d可将造型动作与研磨动作同时进行。换言之,造型系统1d可将进行造型动作的时间带(或时期)与进行研磨动作的时间带(或时期)设为其等之至少一部分重叠的状态、或者将进行造型动作的时刻与进行研磨动作的时刻的至少一部分重叠。具体而言,造型系统1d于借由造型头41将光EL照射至造型面CS上的一个区域而形成三维构造物ST的一部分的期间的至少一部分中,可借由对已于造型面CS上的其他区域形成完毕的三维构造物ST的另一部分的表面的至少一部分即研磨对象面PS照射光ELd,而对该研磨对象面PS进行研磨。其结果为,用以形成三维构造物ST且进行研磨的处理量提高。即,第4变形例的造型系统1d不仅享受与上述造型系统1可享受的效果同样的效果,而且可提高用以形成经研磨的三维构造物ST的处理量。

[0312] 但,即便为造型装置4d与造型头41分开具备研磨头41d的情形,造型系统1d于借由造型动作而形成三维构造物ST后,进行研磨动作亦可。即便于该情形时,第4变形例的造型系统1d亦可享受与上述造型系统1可享受的效果同样的效果。

[0313] 此外,图54中,共通的光源5所射出的光EL传播至造型头41及研磨头41d。然而,造型系统1d与射出造型动作中所使用的光EL的光源5分开,而另外具备射出研磨动作中所使用的光ELd的光源5d亦可。光源5d亦可射出与光源5所射出的光EL相同的特性(例如,强度、波长、或偏光等)的光ELd。光源5d射出与光源5所射出的光EL不同的特性(例如,强度、波长、或偏光等)的光ELd亦可。光源5d射出与光源5所射出的光EL不同种类的能量束亦可。

[0314] (6-5) 第5变形例

[0315] 接着,对造型系统1的第5变形例进行说明。上述说明中,造型系统1具备单一的造型头41。另一方面,第5变形例的造型系统1e具备多个造型头41。具体而言,造型系统1e与造型系统1的不同之处在于:代替造型装置4而具备造型装置4e。造型装置4e与造型装置4的不同之处在于:具备多个造型头41。造型系统1e的其他构成要件亦可与造型系统1相同。因此,以下,参照图55,对第5变形例的造型装置4e进一步说明。此外,关于与造型系统1所具备的构成要件相同的构成要件,标注同一参照符号而省略其详细说明。

[0316] 如图55所示,造型装置4e具备多个造型头41。多个造型头41以沿着X轴及Y轴中的任一者(于图55所示的例中为Y轴)而排列为直线状的方式,组装于支持框48e中。驱动系统42使支持框48e沿着X轴、Y轴及Z轴中的至少任一者而移动。即,驱动系统42使多个造型头41沿着X轴、Y轴及Z轴中的至少任一者而一并移动。

[0317] 借由此种第5变形例的造型系统1e,可将多个光EL同时照射至造型面CS上而形成三维构造物ST。因此,其结果为,用以形成三维构造物ST的处理量提高。即,第5变形例的造型系统1e不仅可享受与上述造型系统1可享受的效果同样的效果,而且可提高用以形成三维构造物ST的处理量。

[0318] 此外,多个造型头41不组装于支持框48e中亦可。于该情形时,造型装置4e具备用以使多个造型头41分别移动的多个驱动系统42亦可。

[0319] (6-6) 第6变形例

[0320] 上述说明中,当使造型物的从造型面CS起的高度根据造型物的位置而不同时,以造型面CS为平面的情形为例进行说明。然而,造型面CS自身并不限定于平面,即,造型面CS自身为根据造型面CS上的位置而高度(Z轴方向的位置)不同亦可。例如,如图56(a)所示,造型面CS为曲面亦可。此时,以造型于曲面状的造型面CS的上部的构造层SL#1的上表面沿着

XY平面的方式,换言之,以不论构造层SL#1的X轴方向及Y轴方向的位置如何,构造层SL#1的上表面的Z轴方向的高度均为一定的方式,与造型物的X轴方向的位置以及Y轴方向的位置相应的高度不同亦可。又,如图56(b)所示,造型面CS为凹凸状亦可,此时,以造型于凹凸状的造型面CS的上部的构造层SL#1的上表面沿着XY平面的方式,换言之,以不论构造层SL#1的X轴方向及Y轴方向的位置如何,构造层SL#1的上表面的Z轴方向的高度均为一定的方式,与造型物的X轴方向的位置以及Y轴方向的位置相应的高度不同亦可。又,如图56(c)所示,造型面CS为构造层SL#1的上表面亦可。于任一情形时,均可不论造型面CS的面形状如何,使造型物SL#1(进一步地,构造层SL#2)的上表面平坦。于该情形时,将构造层SL#1(进一步地,构造层SL#2)的上表面设为既定的曲面亦可。

[0321] (6-7)第7变形例

[0322] 上述说明中,使造型物的从造型面CS起的高度根据造型物的位置而不同。然而,造型物的从造型面CS起的高度不根据造型物的位置而不同亦可(为一定亦可)。例如,如图57所示,将与已造型的构造层SL#1的高度(Z轴方向(积层方向)的尺寸)不同高度的构造层SL#2造型于构造层SL#1上亦可。于该情形时,可使最终造型的三维构造物ST的积层方向(Z轴方向)的高度的精度成为高精度。

[0323] (6-8)第8变形例

[0324] 供给造型材料M的材料喷嘴412亦可从供给区域MA位于工件W的外侧的位置的状态,直至供给区域MA位于工件W上、进一步为造型面CS上的造型开始位置SP的状态为止之间的期间(以下称为第1期间)中,持续供给造型材料M。从由材料喷嘴412开始供给造型材料M的时间点,至所供给的每单位时间的供给量稳定的时间点为止之间耗费长时间的情形时,可使造型开始位置SP的每单位时间的供给量稳定。

[0325] 此时,造型材料MA从材料喷嘴412中冲撞造型面CS,有着损伤造型面CS的顾虑。于该情形时,如图58(a)所示,设置图8中所说明的气体喷出装置461亦可。而且,于第1期间中从气体喷出装置461中,使气体从将造型材料M的供给路径横切的方向喷出,使应从材料喷嘴412向供给区域MA的造型材料M朝向工件W、进一步为造型面CS的外侧吹散亦可。然后,如图58(b)所示,于借由材料喷嘴412的供给区域MA位于造型开始位置SP后的期间(以下称为第2期间)中,使气体喷出装置461的气体喷出动作停止,来自材料喷嘴412中的造型材料M向供给区域MA的供给开始亦可。此处,从借由材料喷嘴412的供给区域MA位于造型开始位置SP的时间点,开始借由照射光学系统411来对照射区域EA照射光EL亦可。

[0326] 此外,第1期间中的造型材料M的每单位时间的供给量可设为小于形成造型物的第2期间中的造型材料M的每单位时间的供给量。又,上述说明中,使用气体喷出装置461,将应从材料喷嘴412向供给区域MA的造型材料M朝向工件W、进一步为造型面CS的外侧吹散,但使用利用图9所说明的遮蔽构件462亦可,利用图10所说明的将供给喷嘴412的供给方向(喷射方向)改变亦可。又,于造型装置4具备与气体喷出装置461及遮蔽构件462不同的任意的供给量变更装置的情形时,控制装置7为了控制造型材料M的供给率,而控制任意的供给量变更装置亦可。此外,任意的供给量变更装置可为如图59所示,设置于材料供给装置3内的供给量变更装置3a,为如图60所示,设置于从材料供给装置3至材料喷嘴412的供给出口414为止的供给路上的供给量调整装置481亦可。此种供给量变更装置3a及481使用例如可变更通过流量的阀亦可。此外,图59及图60中分别所示的供给量变更装置3a以及481作为与使用图

8及图9来说明的气体喷出装置461及遮蔽构件462不同的任意的供给量变更装置而使用亦可。

[0327] (6-9) 第9变形例

[0328] 于使用图30而说明的例中,若着眼于沿着Y轴方向的照射区域EA的1次移动(即,至移动方向改变为止的移动,沿着光栅扫描中的1根扫描线的移动),则于照射区域EA的沿着Y轴方向的移动时,标记形成区域与照射区域EA重叠的时刻照射光EL,借由该1次移动(进一步地,该1次移动中进行的多次的光EL的照射)而造型的造型物的高度成为相同。然而,于照射区域EA的既定方向(例如,Y轴方向或X轴方向等造型面CS内的方向)的移动时照射多次光EL,而造型于既定方向上排列的多个造型物的情形时,该等造型物的高度(Z轴方向的从造型面CS起的高度)相互不同亦可。例如,图61(a)中,相对于沿着光栅扫描的相同扫描线而排列的区域WA9及区域WA10,使造型材料M的供给率、热传递率、以及照射区域EA的移动速度等中的至少一者不同亦可。借由该动作,例如图61(b)所示,可于Z轴方向上造型从造型面CS起的高度相互不同的造型物。

[0329] 又,上述例中,将借由照射区域EA的1次移动(即,沿着光栅扫描中的1根扫描线的移动)而造型的多个造型物的高度相互改变,但于借由使照射区域EA沿着多个扫描线而移动的光栅扫描中的沿着相互不同的扫描线的照射区域EA的移动(进一步地,移动中所进行的造型材料M的供给)而造型的多个造型物之间,改变高度(Z轴方向的从造型面CS起的高度)亦可。例如,如图62(a)所示,相对于排列于相互不同的扫描线上的区域WA9及区域WA11,而使造型材料M的供给率、热传递率、以及照射区域EA的移动速度等中的至少一者不同亦可。借由该动作,例如图62(b)所示,可于Z轴方向上造型从造型面CS起的高度相互不同的造型物。

[0330] 此外,第9变形例中,已列举对于造型面CS的标记动作为例,但该第9变形例亦可应用于造型面CS自身为经积层造型的造型物的面的情形时。

[0331] (6-10) 其他变形例

[0332] 上述说明中,造型装置4借由对造型材料M照射光EL,而使造型材料M熔融。然而,造型装置4将任意的能量束照射至造型材料M而形成熔融池MP,于该熔融池MP中使造型材料M熔融亦可。于该情形时,造型装置4除了或者代替照射光学系统411,具备可照射任意能量束的光束照射装置亦可。任意的能量束并无限定,包含电子束、离子束等带电粒子束或者电磁波。

[0333] 上述说明中,造型系统1可利用激光增厚焊接法来形成三维构造物ST。然而,造型系统1利用可借由对造型材料M照射光EL(或者,任意的激光光束)而形成三维构造物ST的其他方式,而由造型材料M来形成三维构造物ST亦可。其他方式例如可列举:选择性激光烧结法(SLS:Selective Laser Sintering)等粉末熔化成型法(Powder Bed Fusion)、黏着剂喷涂成型法(Binder Jetting)或者激光金属熔合法(LMF:Laser Metal Fusion)。

[0334] 上述各实施方式的构成要件的至少一部分可与上述各实施方式的构成要件的至少其他一部分适当组合。上述各实施方式的构成要件中的一部分亦可不使用。又,只要法令容许,则将上述各实施方式中所引用的全部公开公报以及美国专利的揭示加以援引而作为本文的记载的一部分。

[0335] 本发明并不限定于上述实施例,可于不违背从权利要求书的范围以及说明书整体

中所读取的发明的要旨或思想的范围内适当变更,伴随此种变更的处理装置、处理方法、标记方法、造型系统、造型方法、计算机程序、记录媒体及控制装置亦又包含于本发明的技术性范围内。

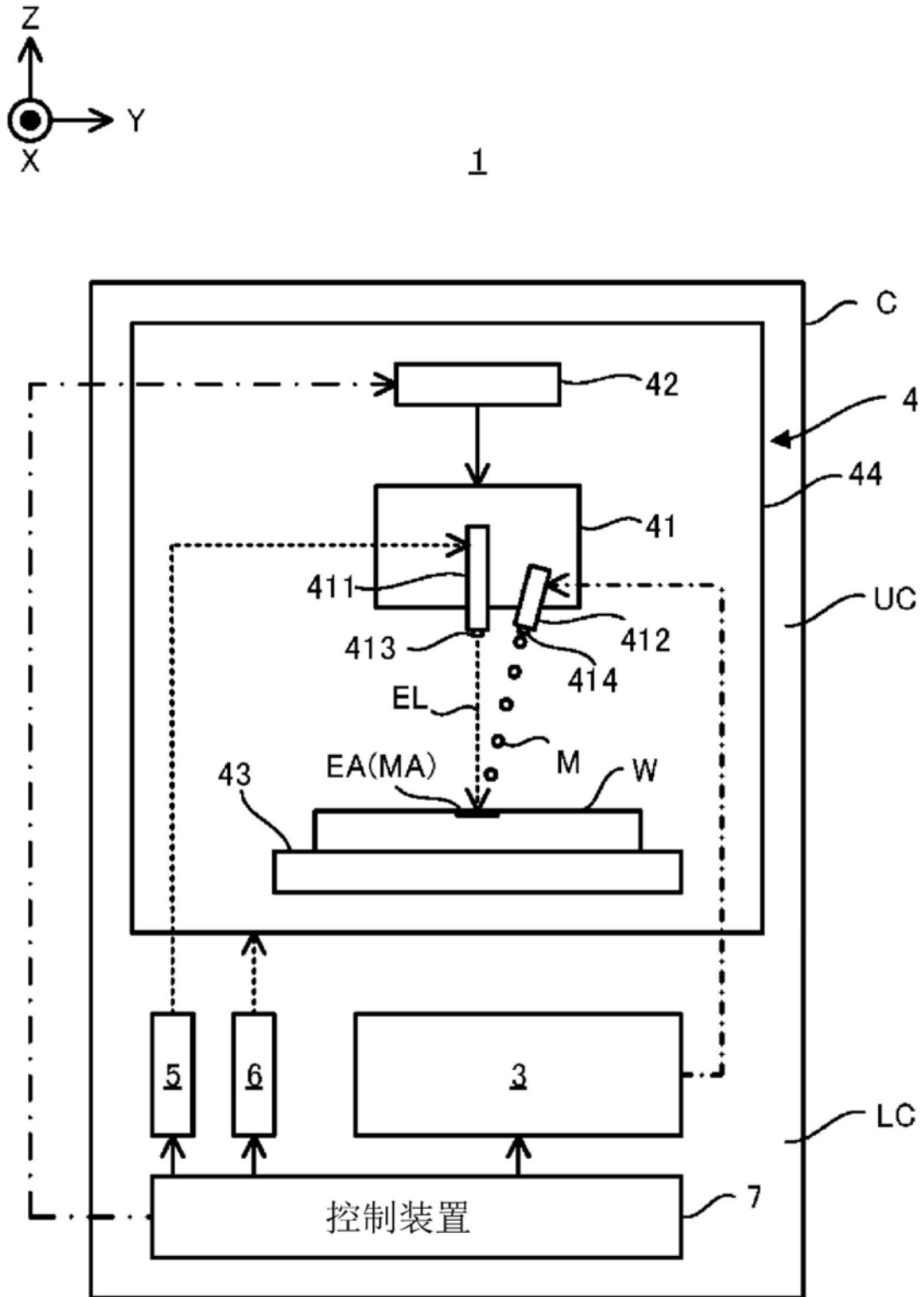
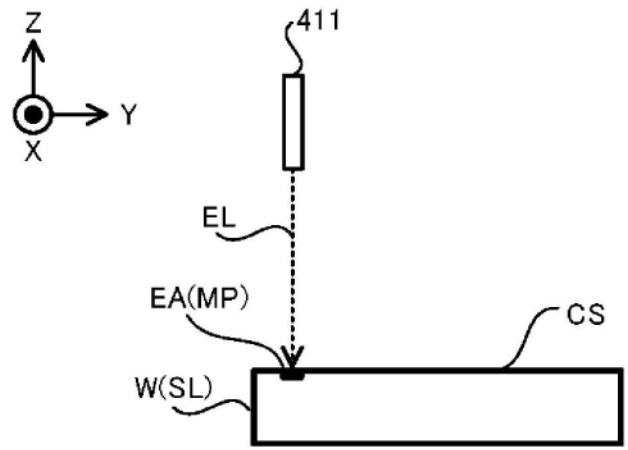
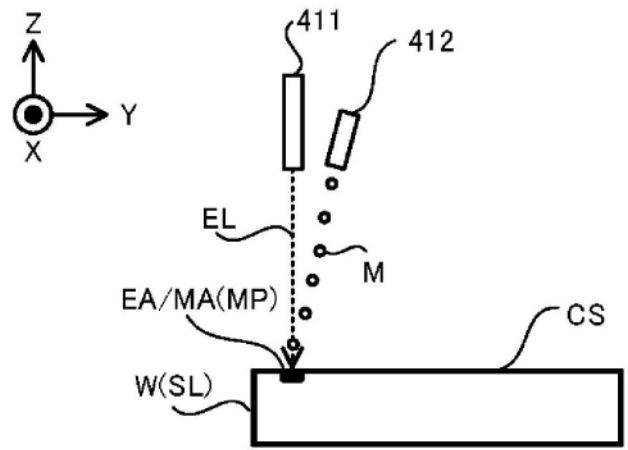


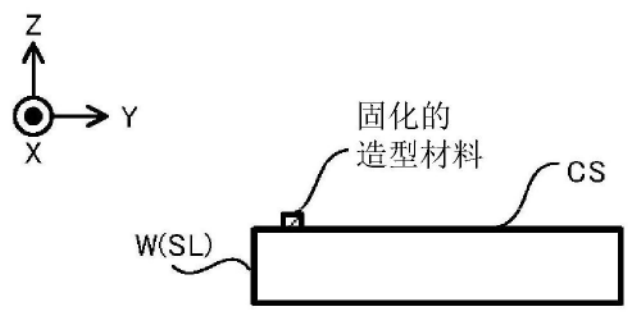
图1



(a)

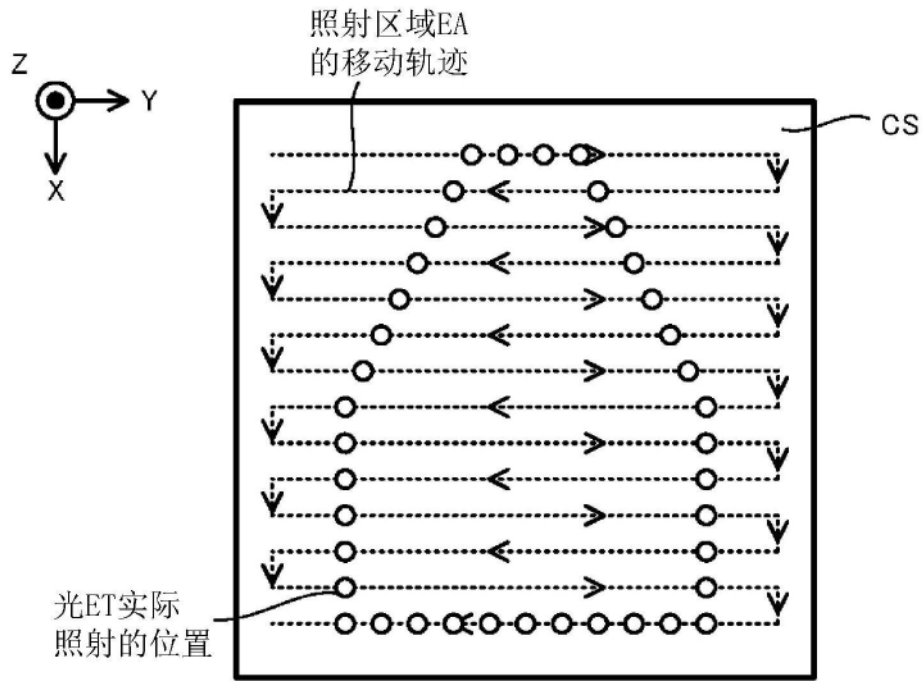


(b)

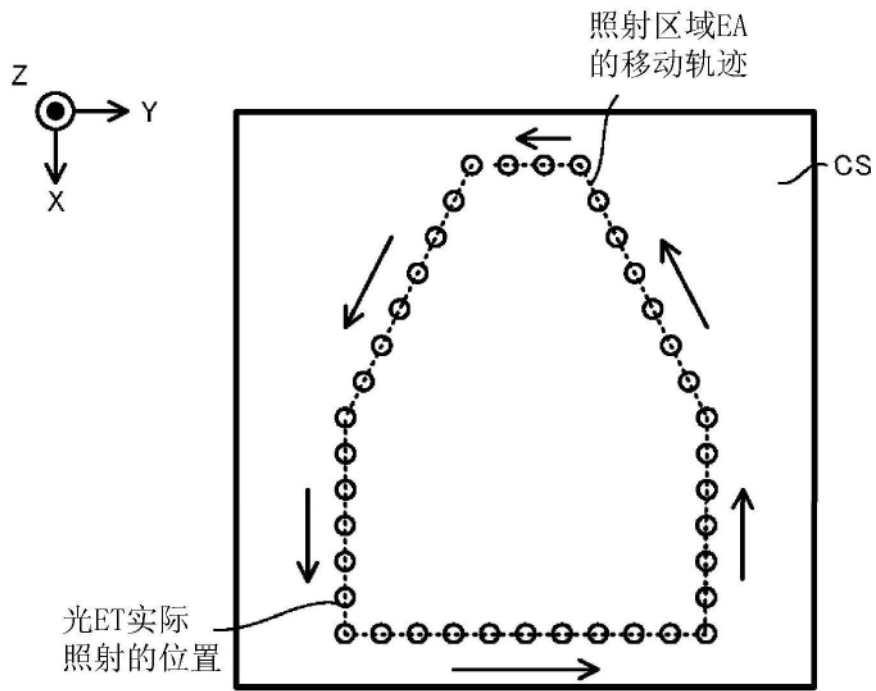


(c)

图2



(a)



(b)

图3

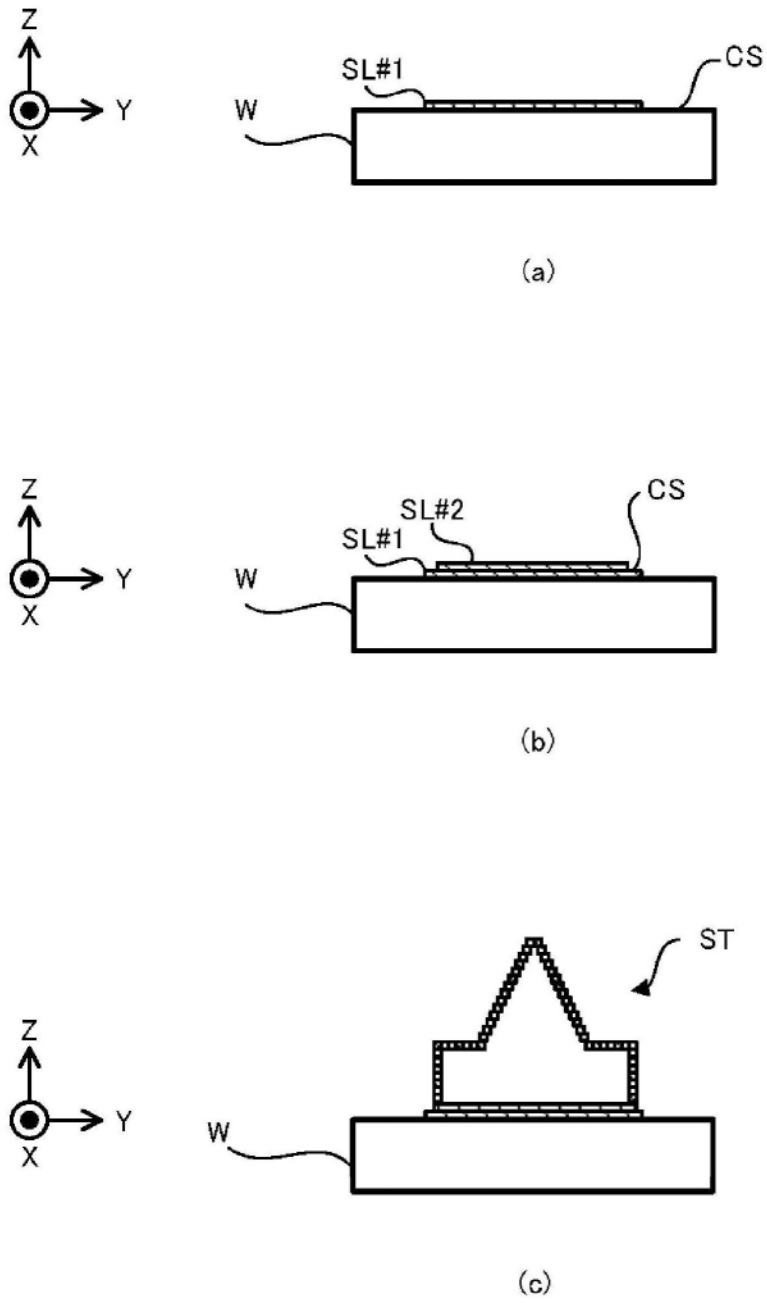


图4

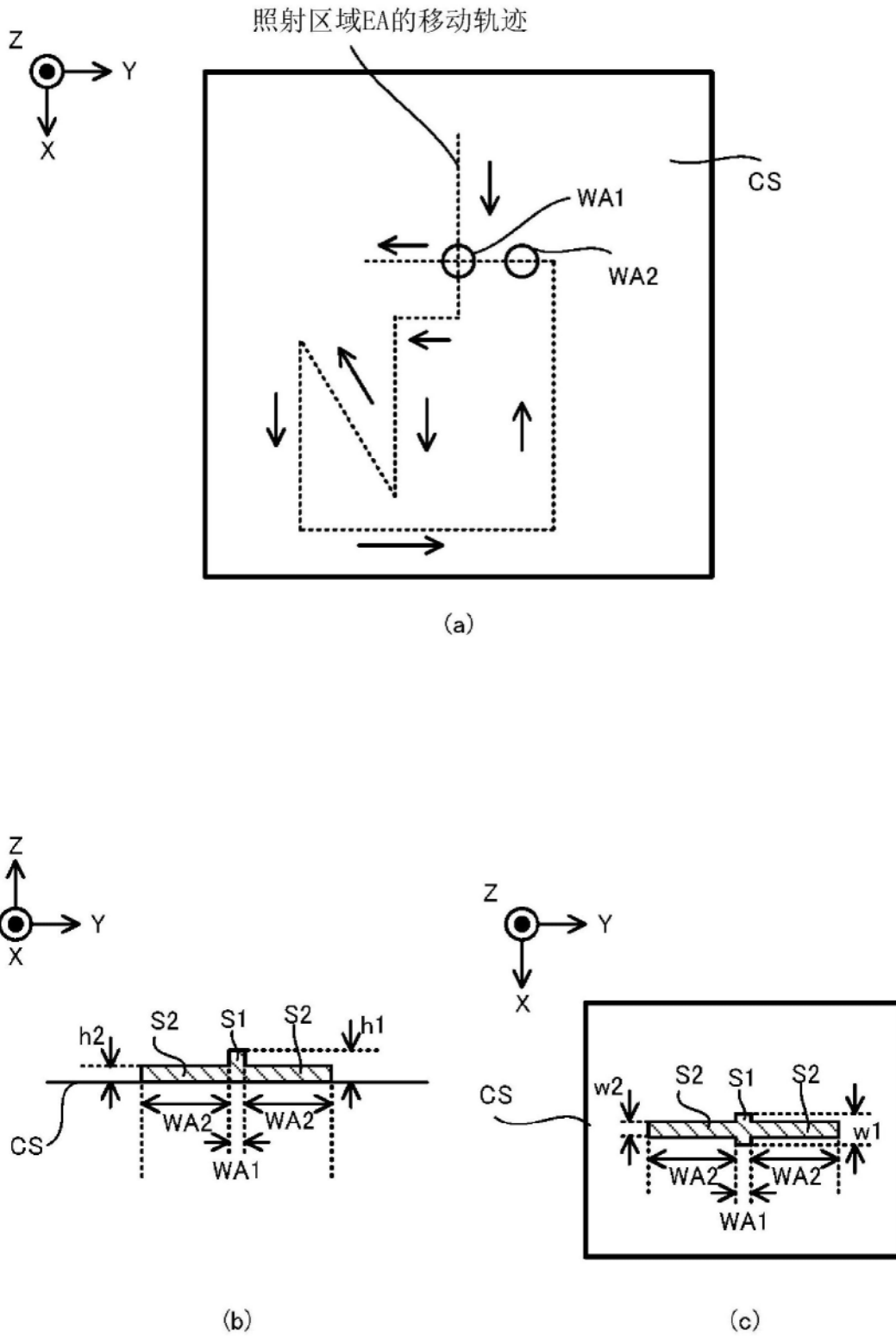
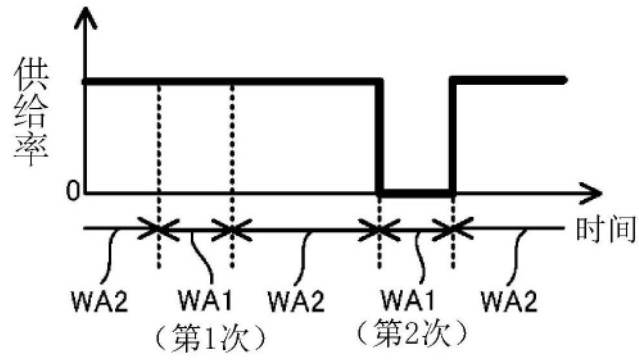
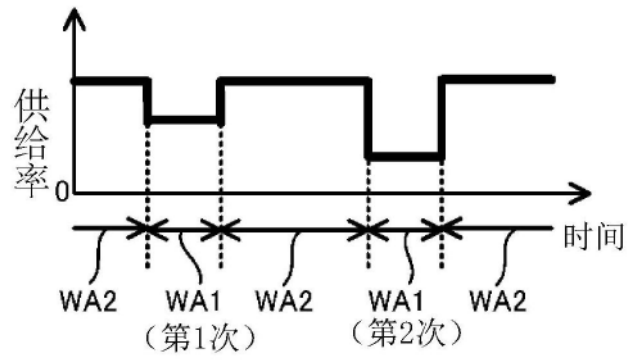


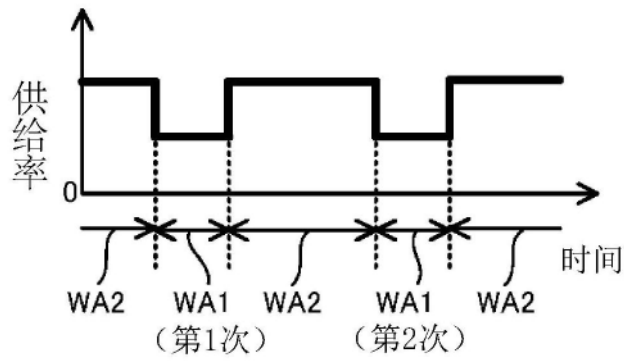
图5



(a)



(b)



(c)

图6

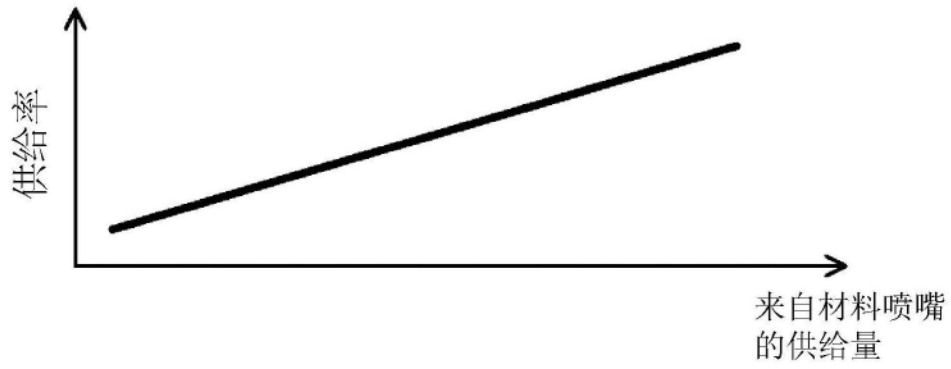


图7

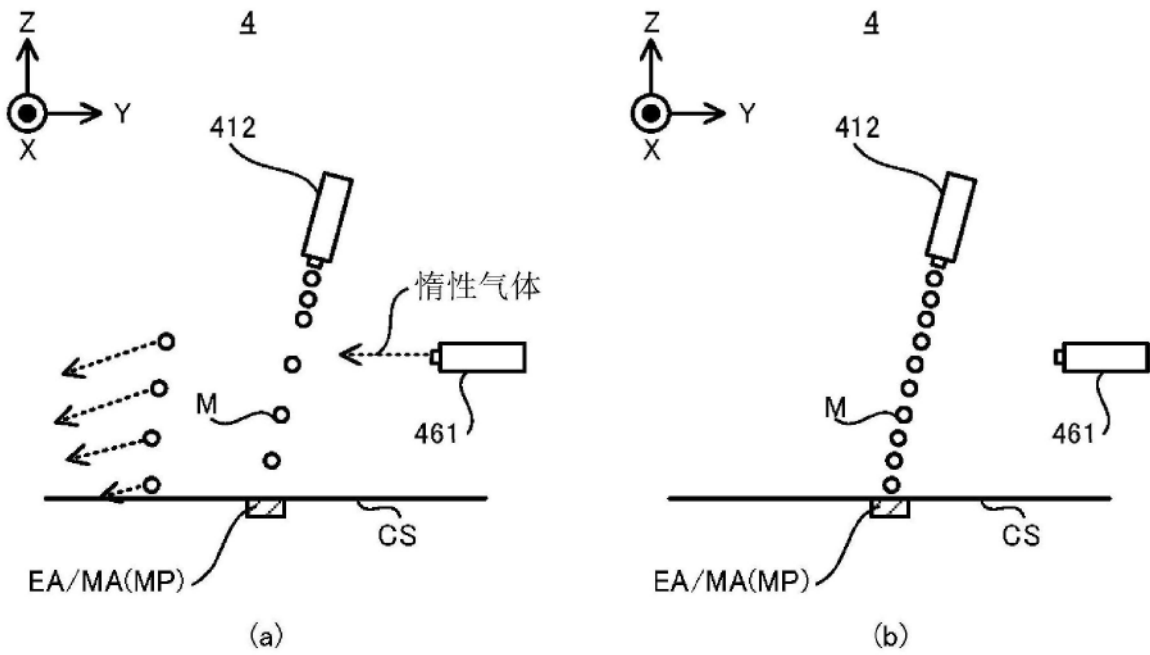


图8

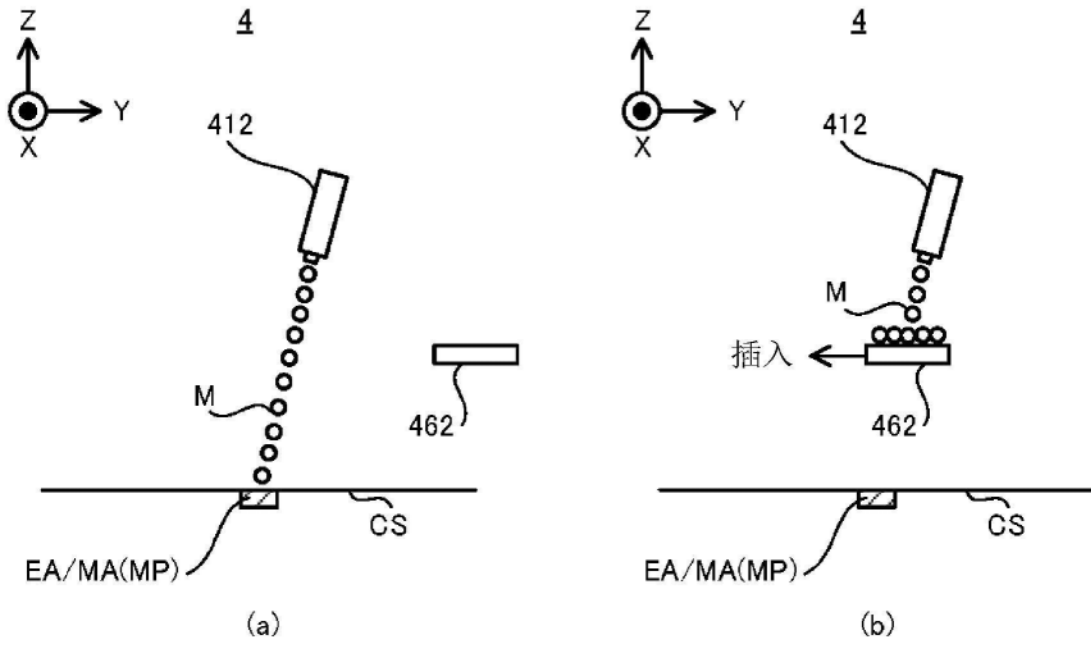


图9

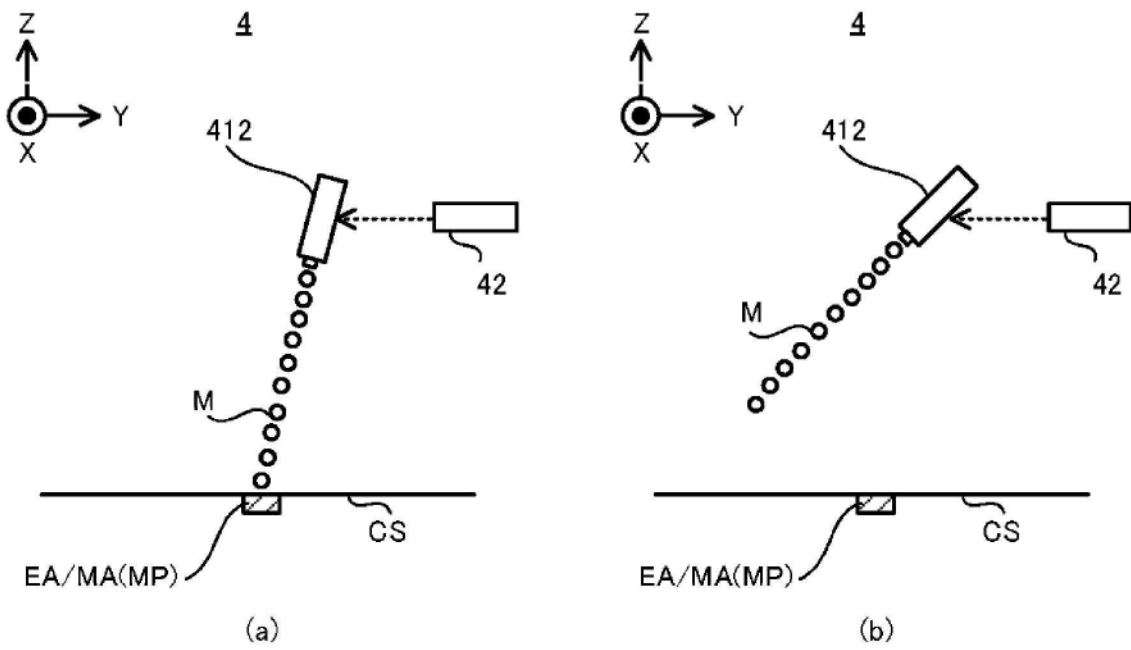
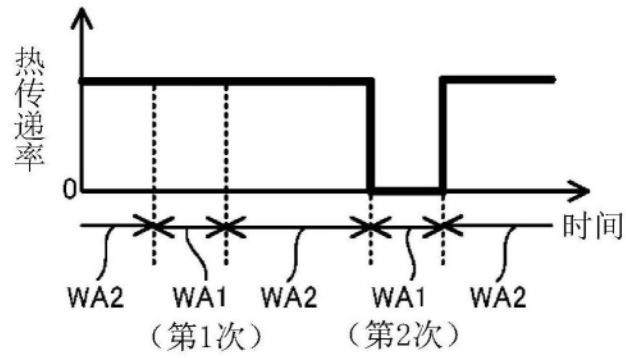
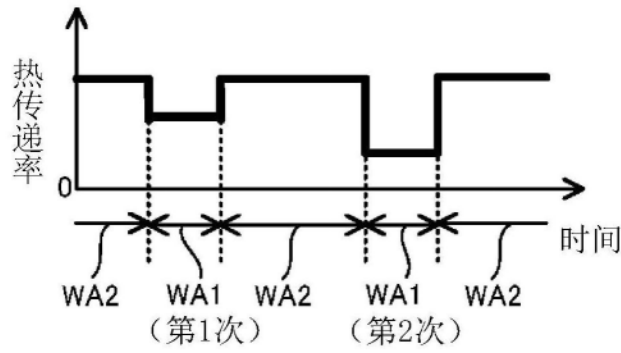


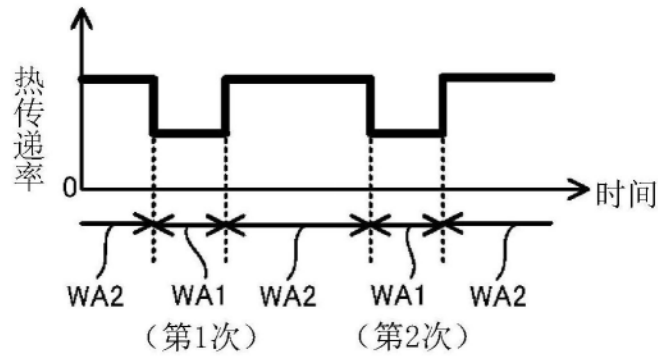
图10



(a)



(b)



(c)

图11

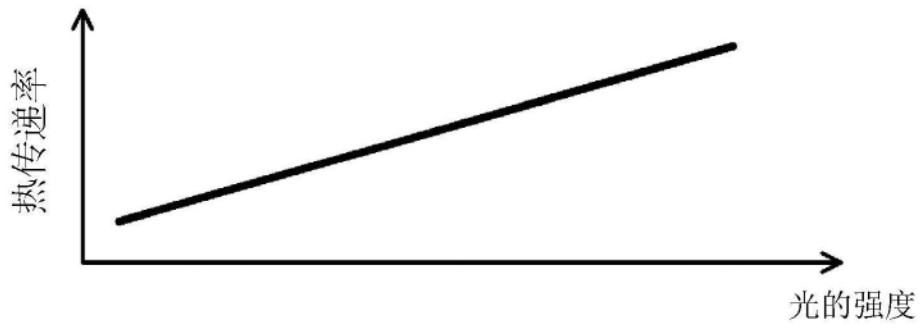


图12

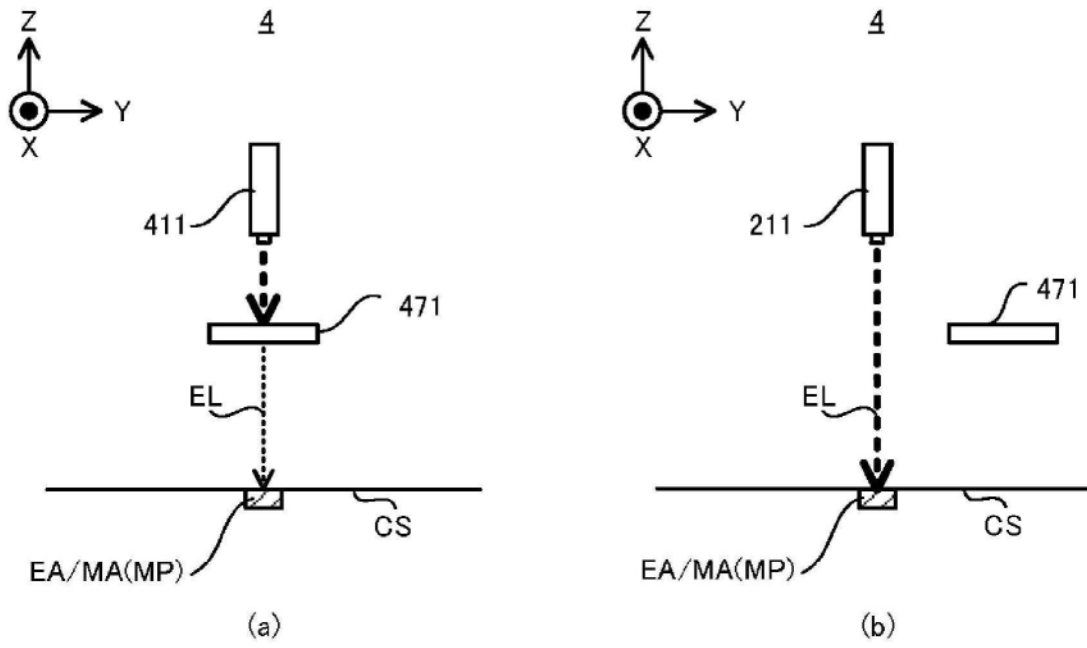


图13

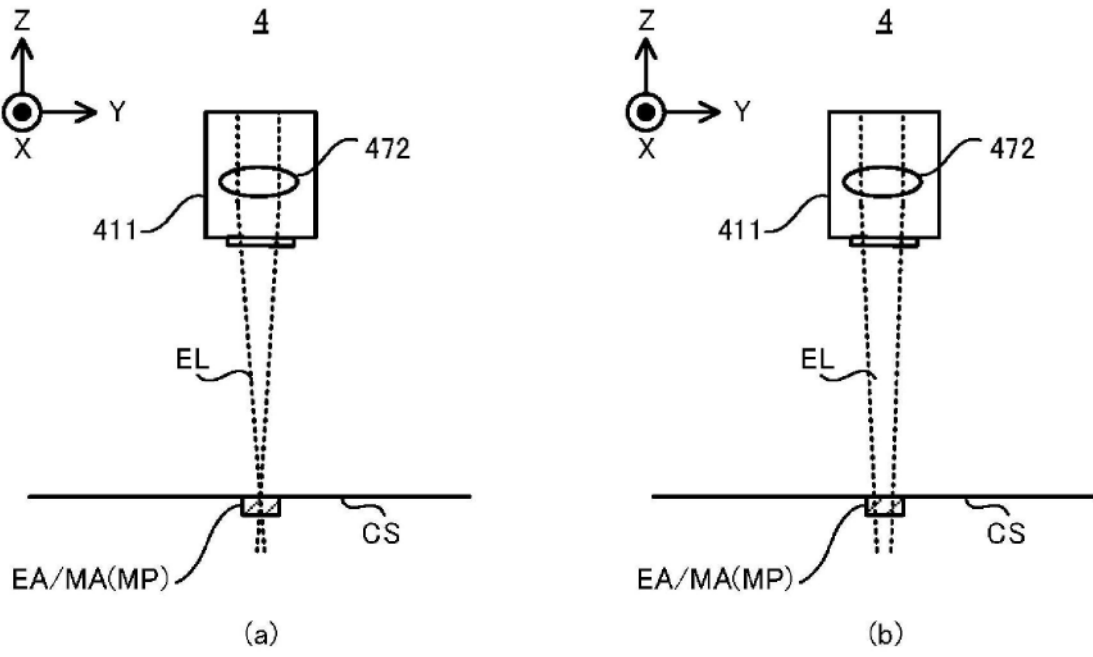


图14

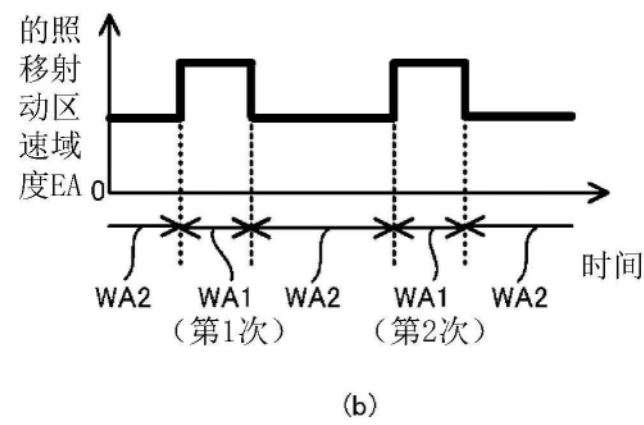
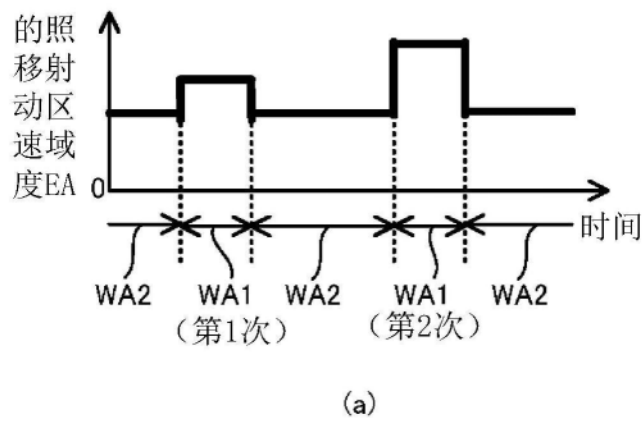
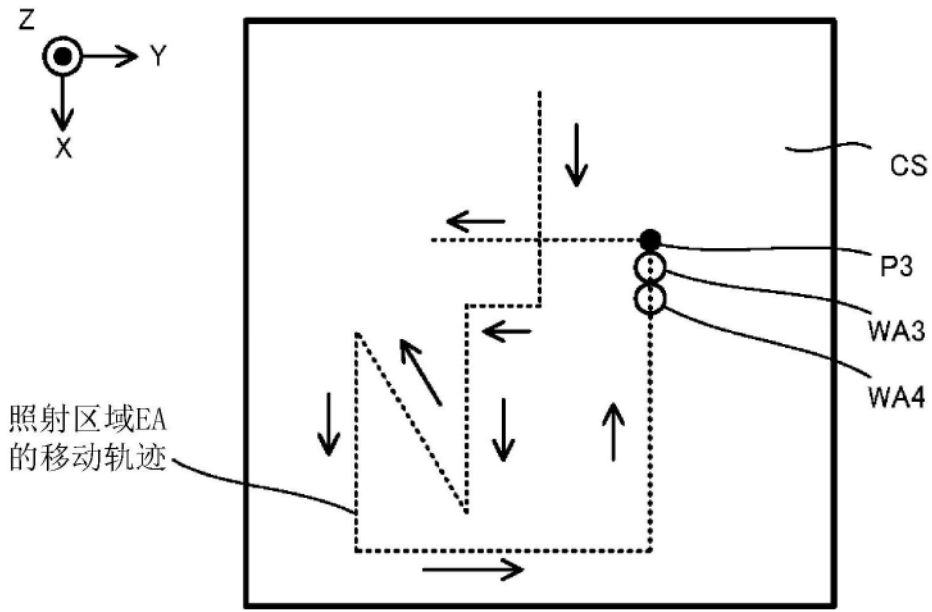
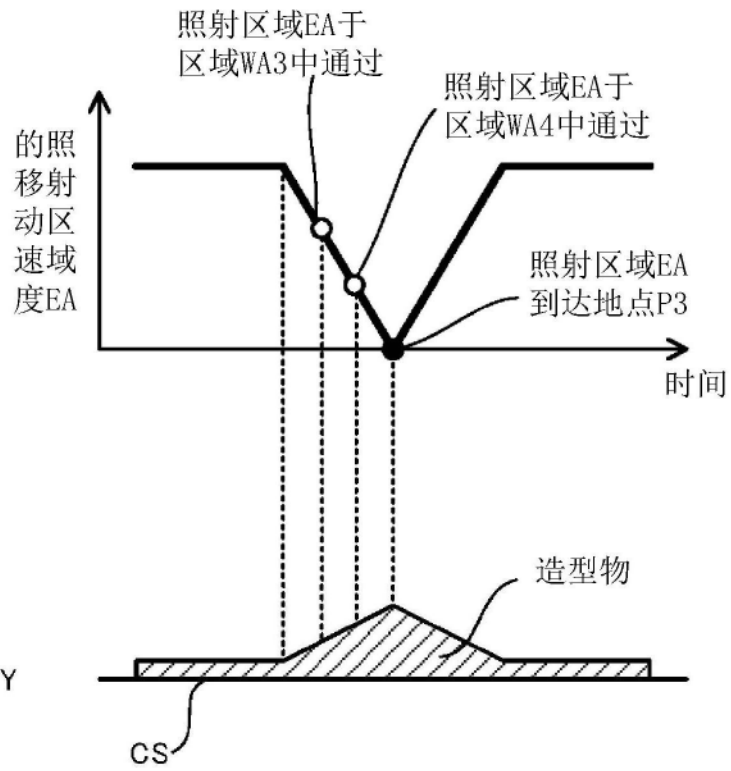


图15



(a)



(b)

图16

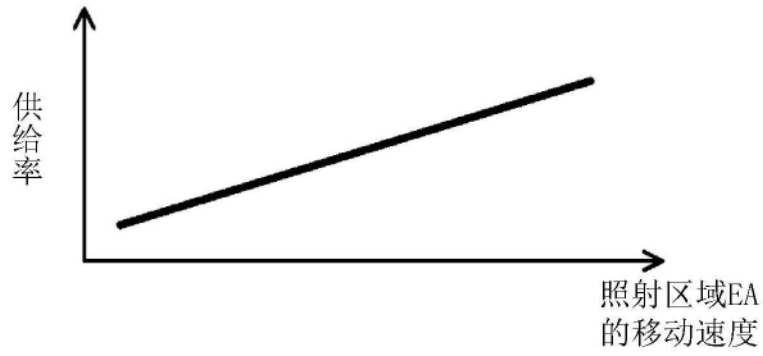


图17

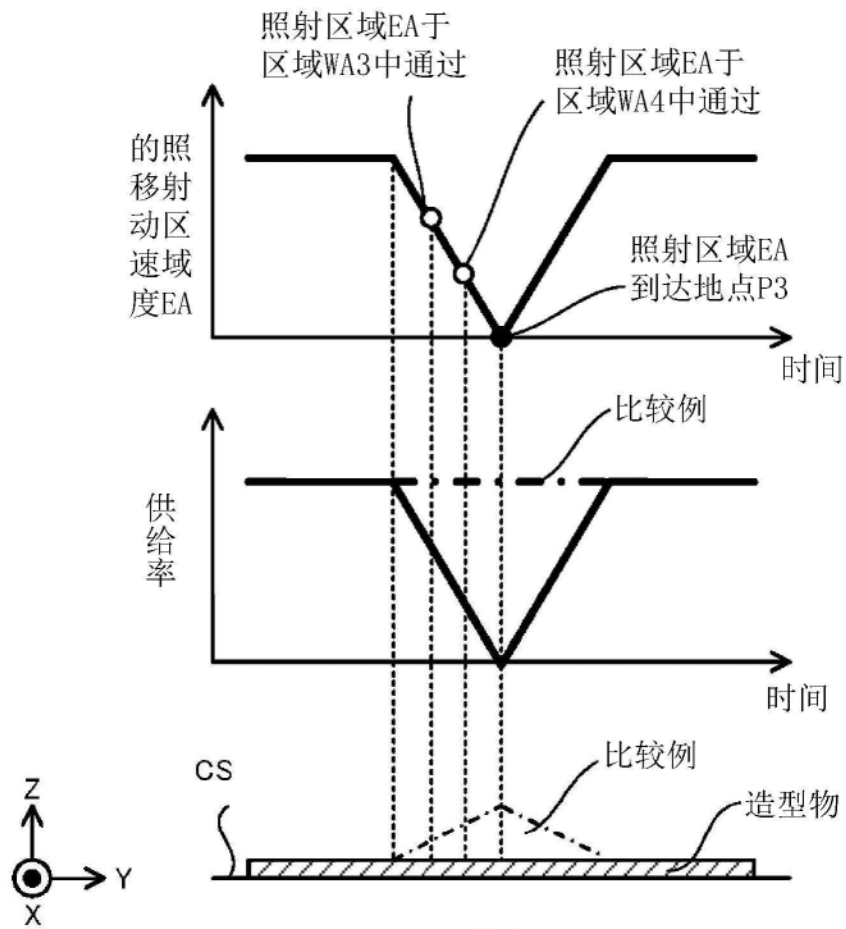


图18

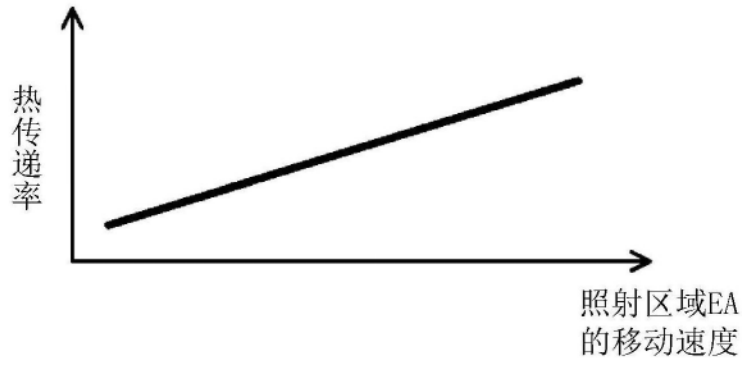


图19

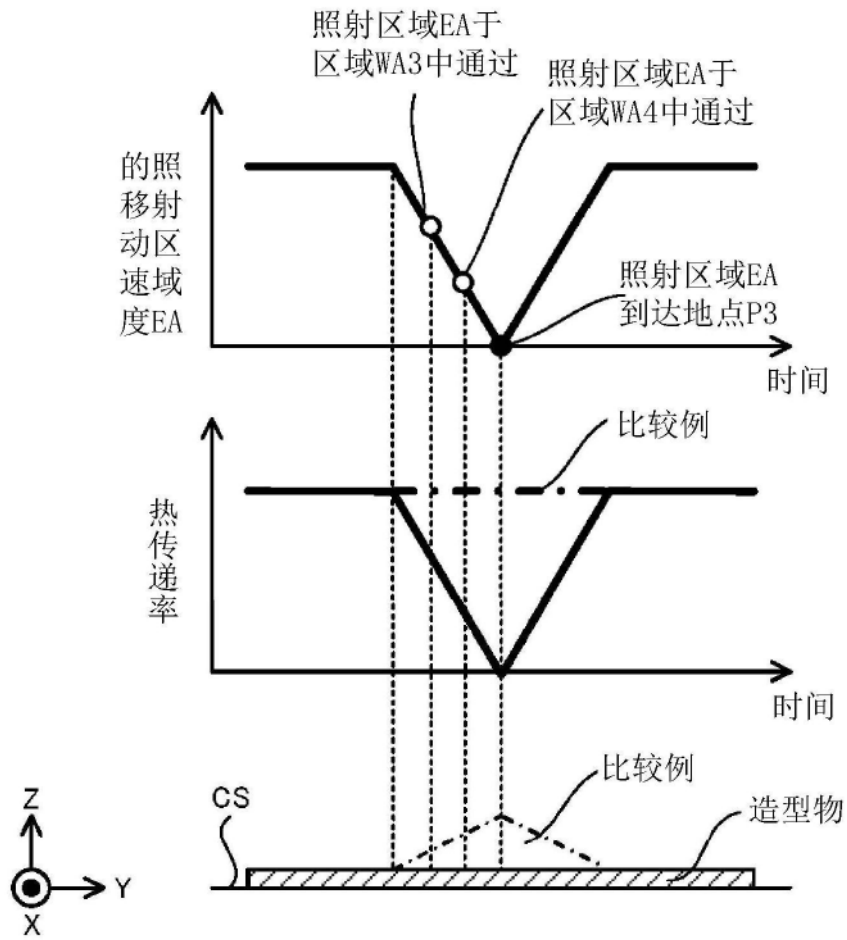


图20

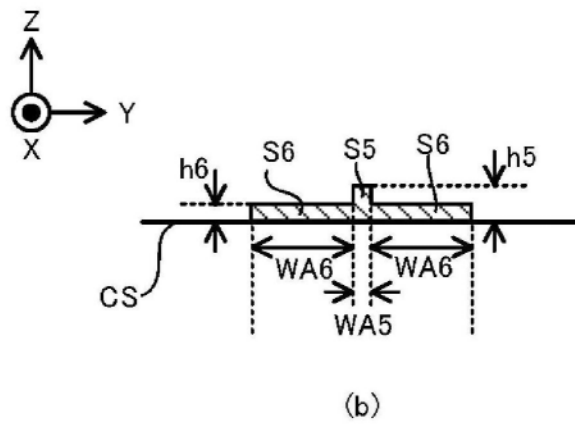
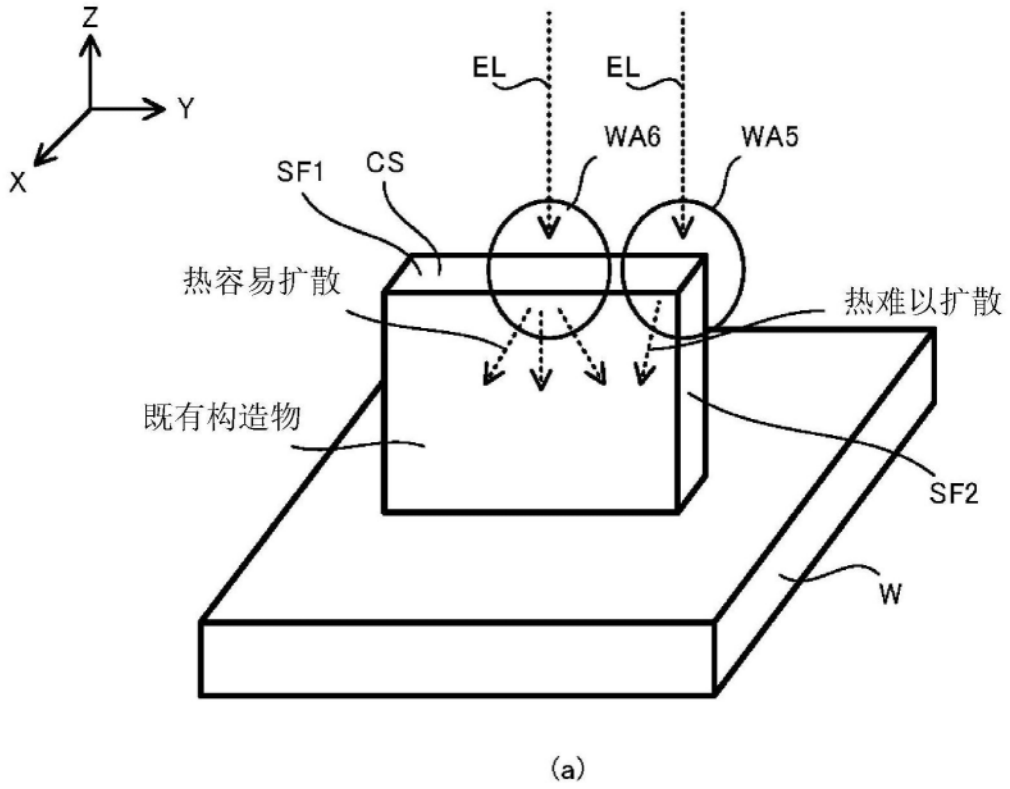


图21

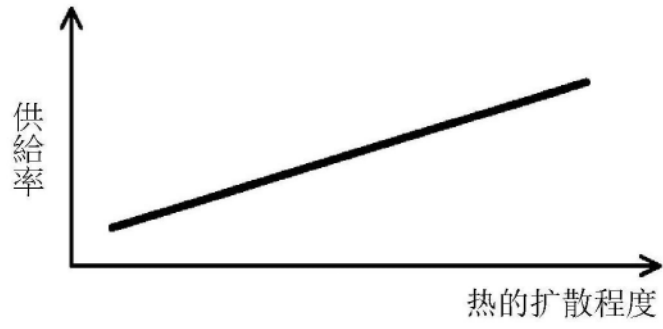


图22

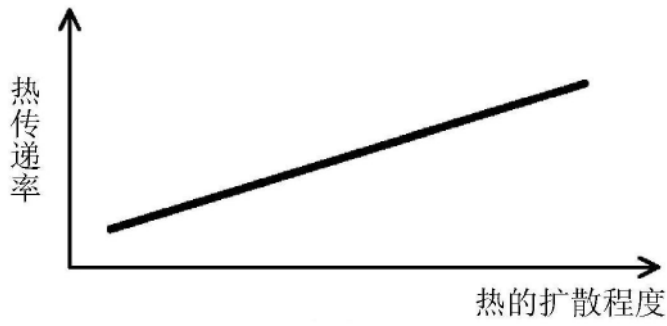


图23

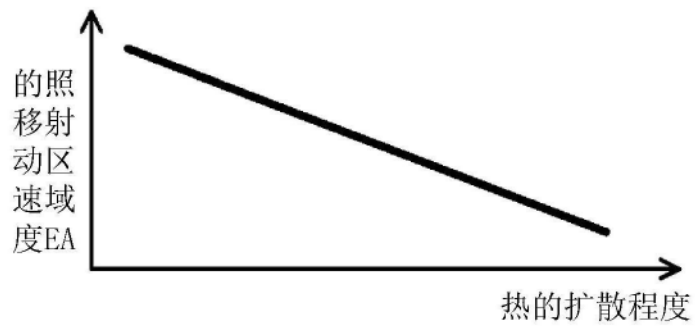


图24

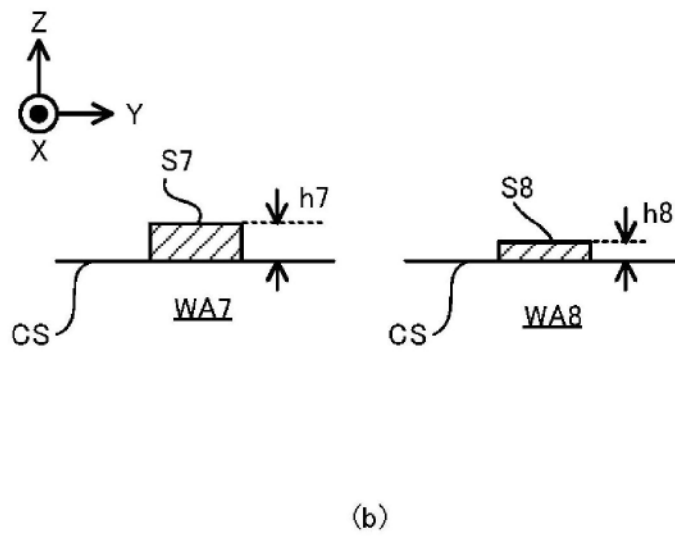
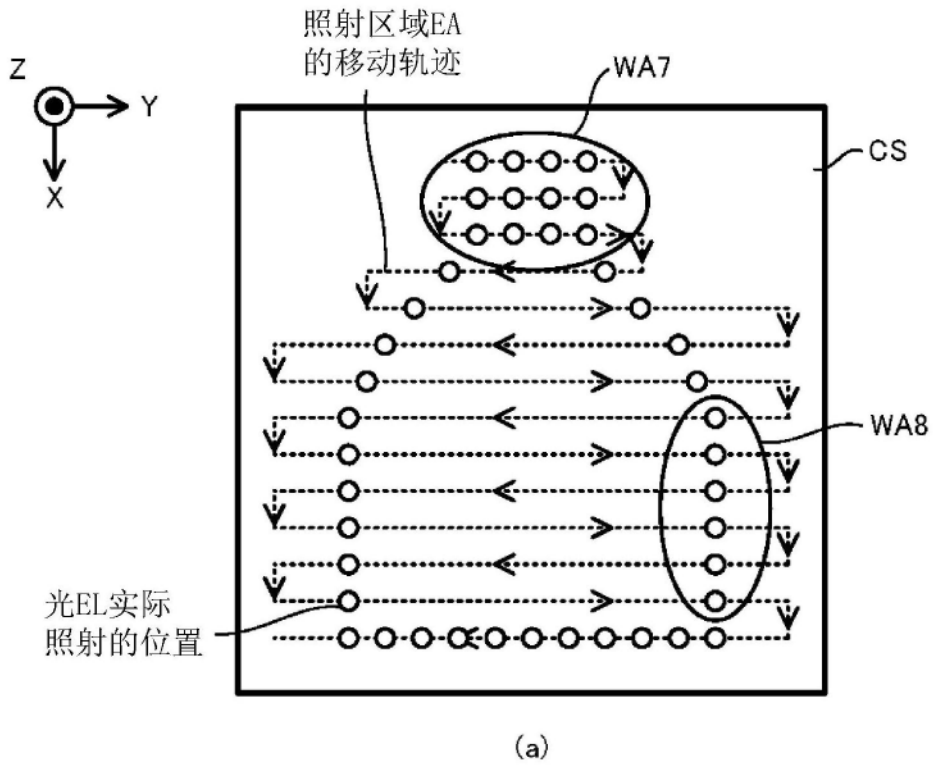


图25

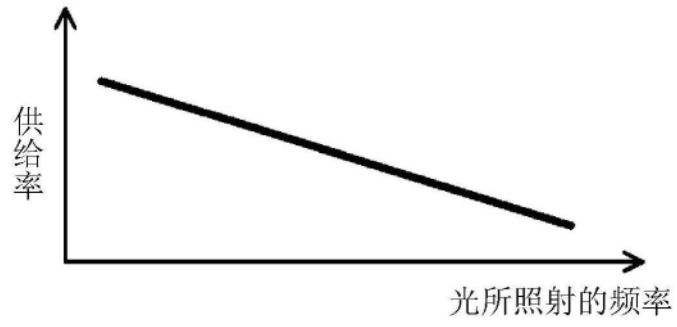


图26

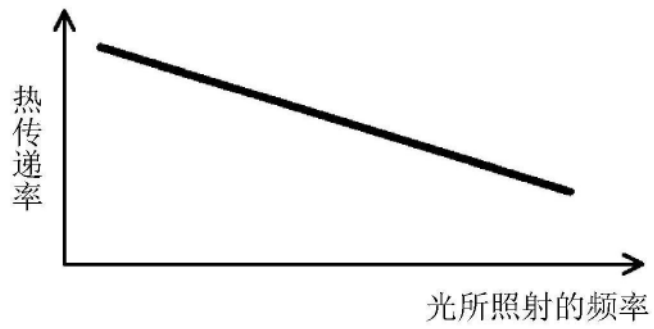


图27

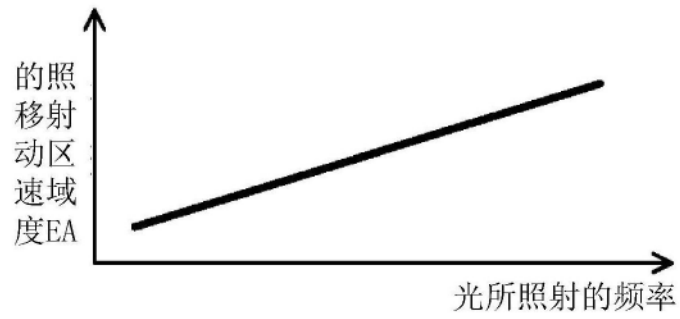


图28

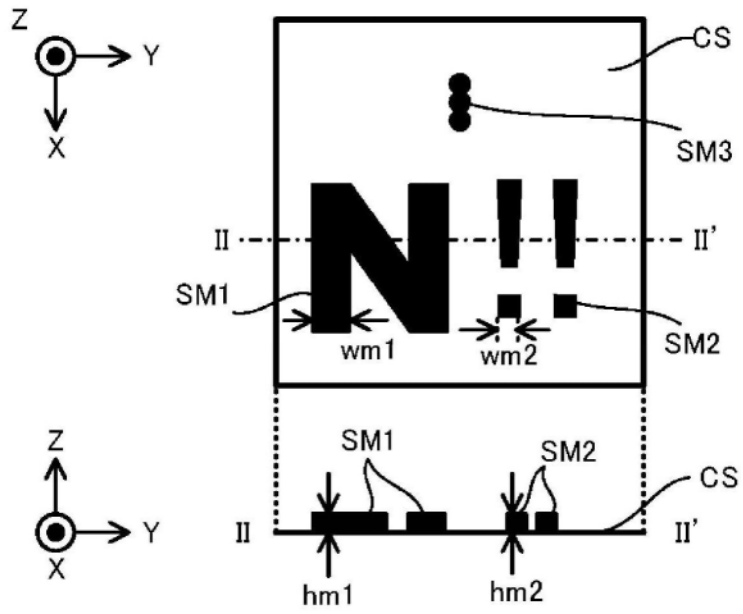
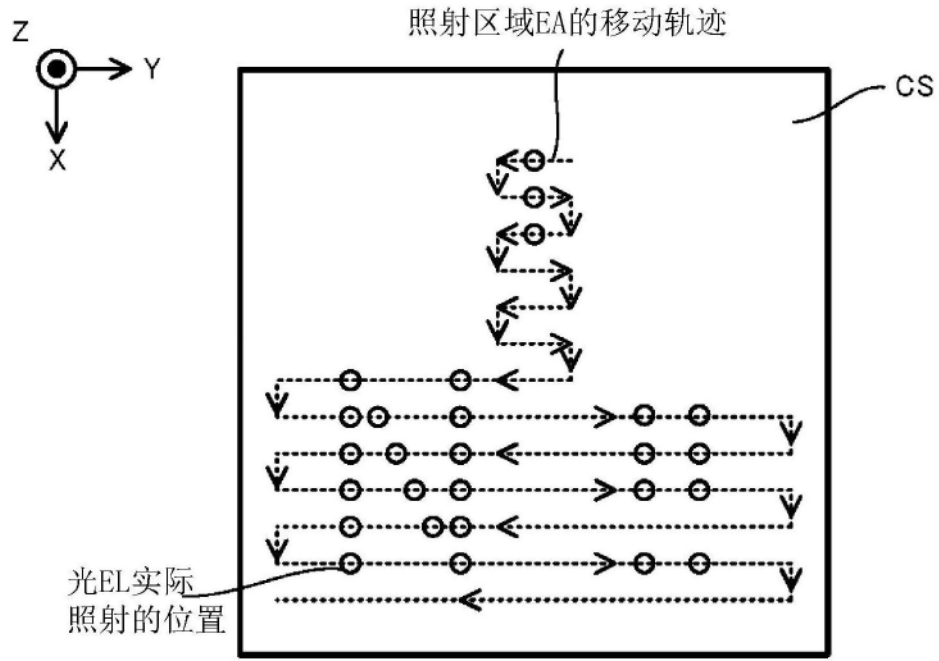
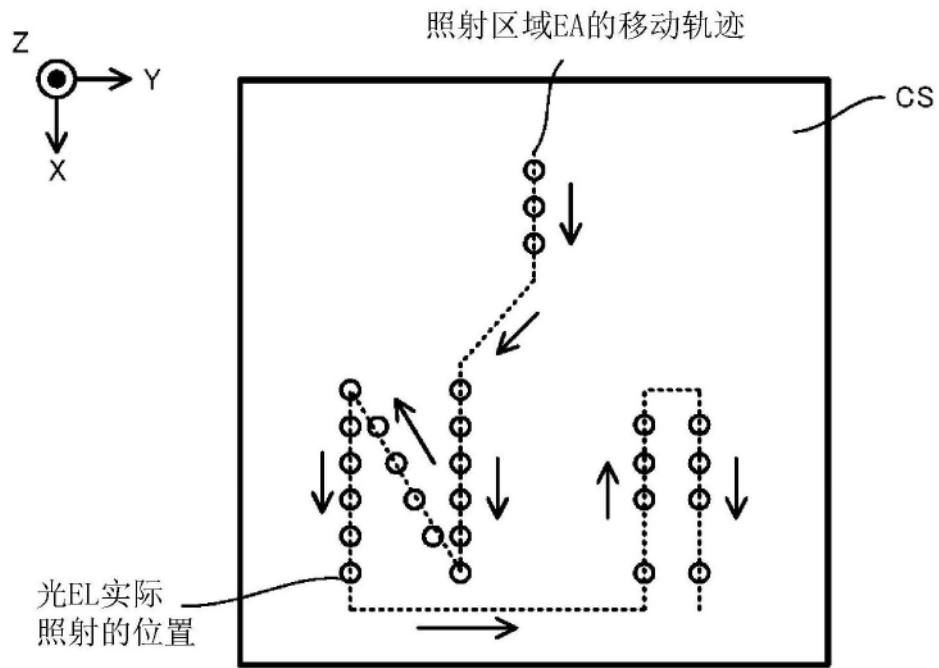


图29



(a)



(b)

图30

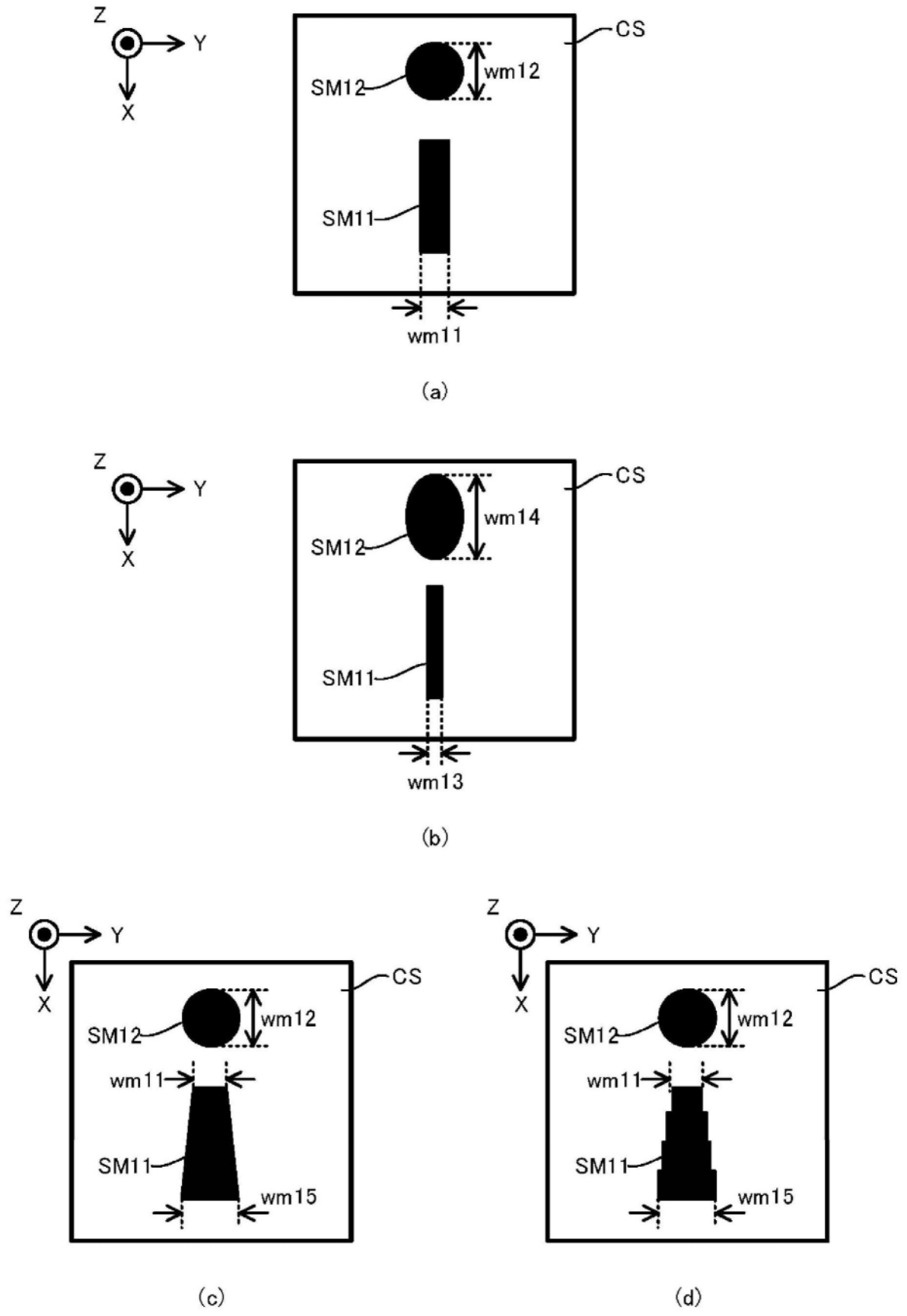


图31

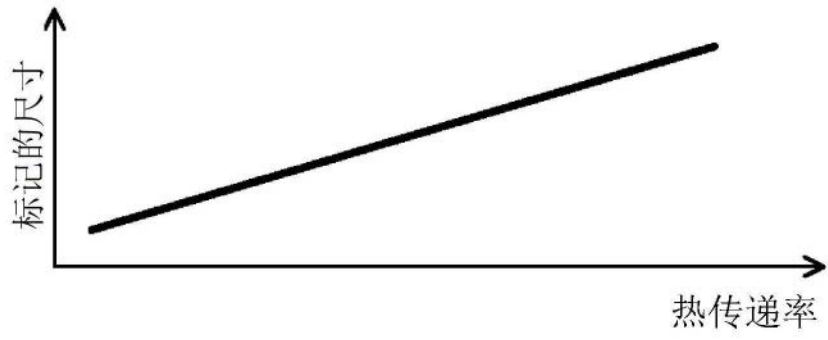


图32

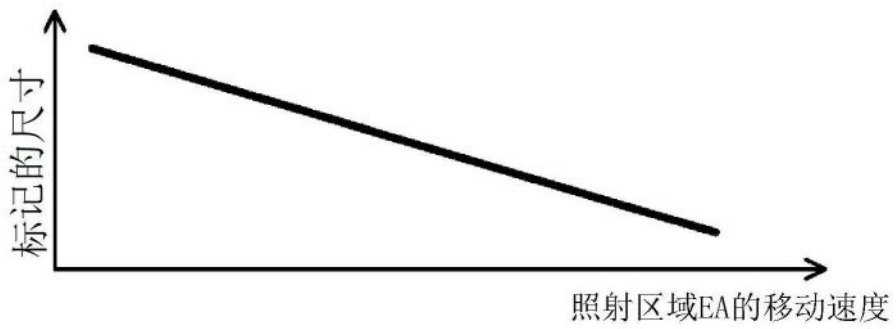


图33

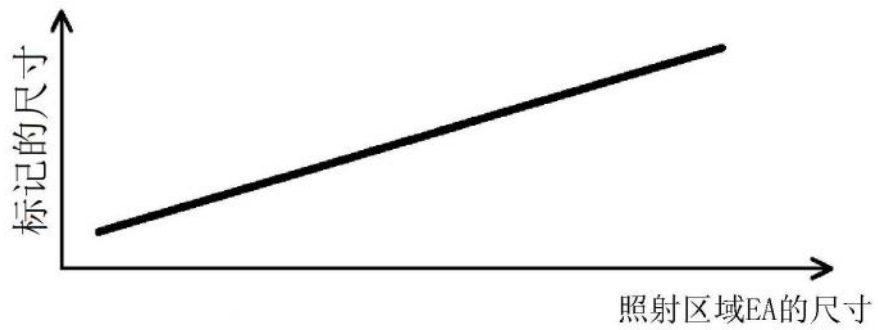


图34

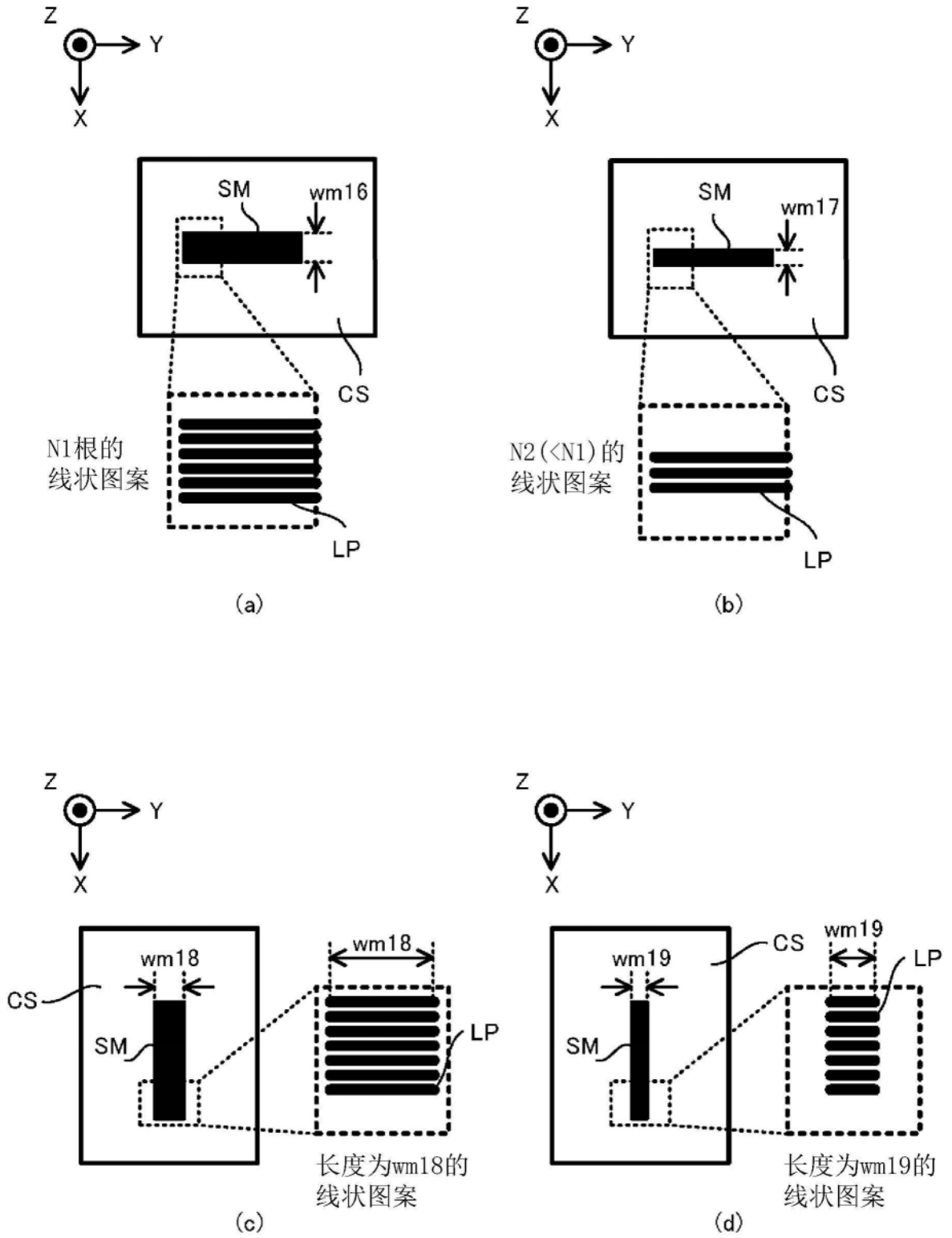


图35

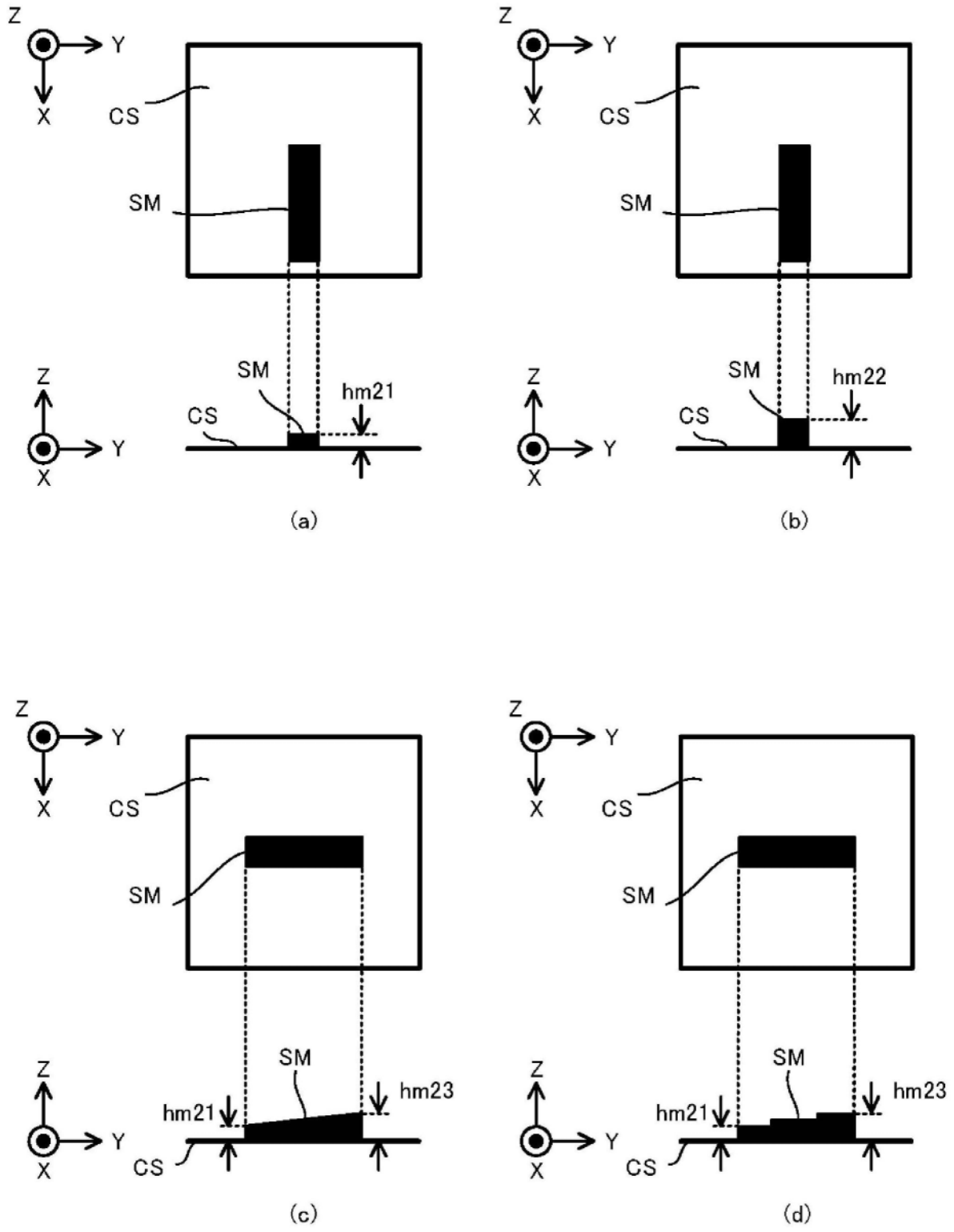


图36

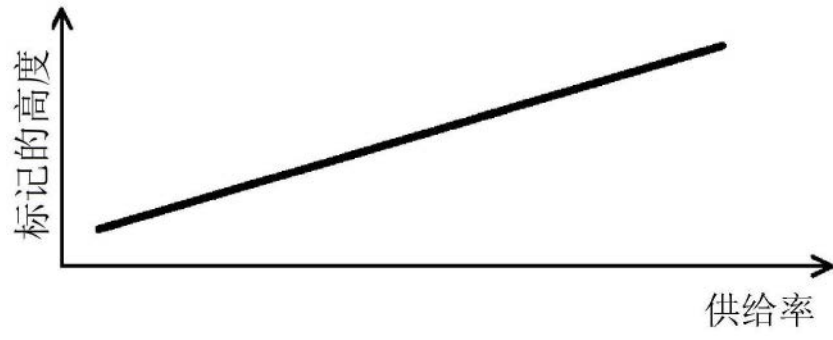


图37

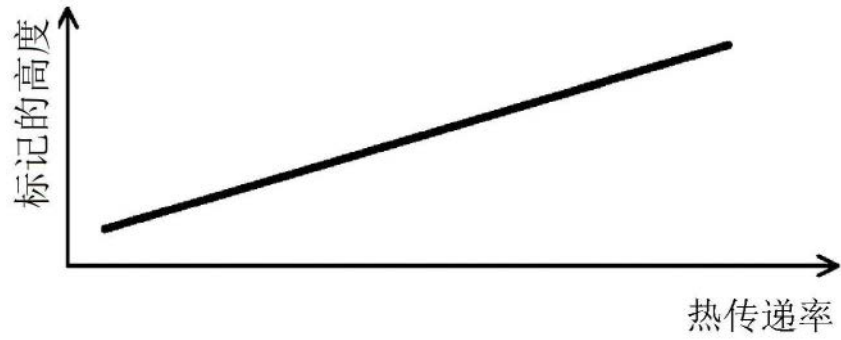


图38

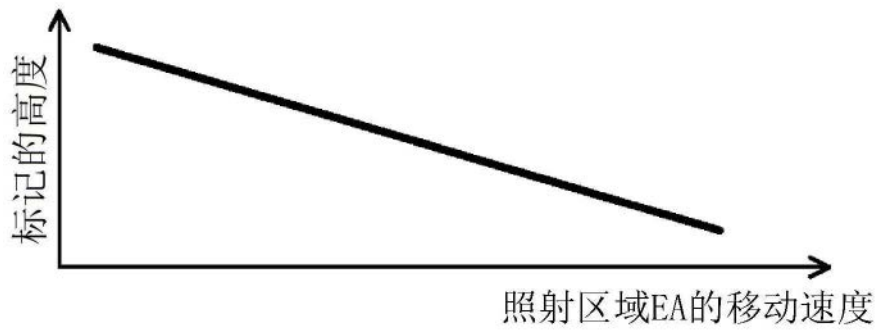


图39

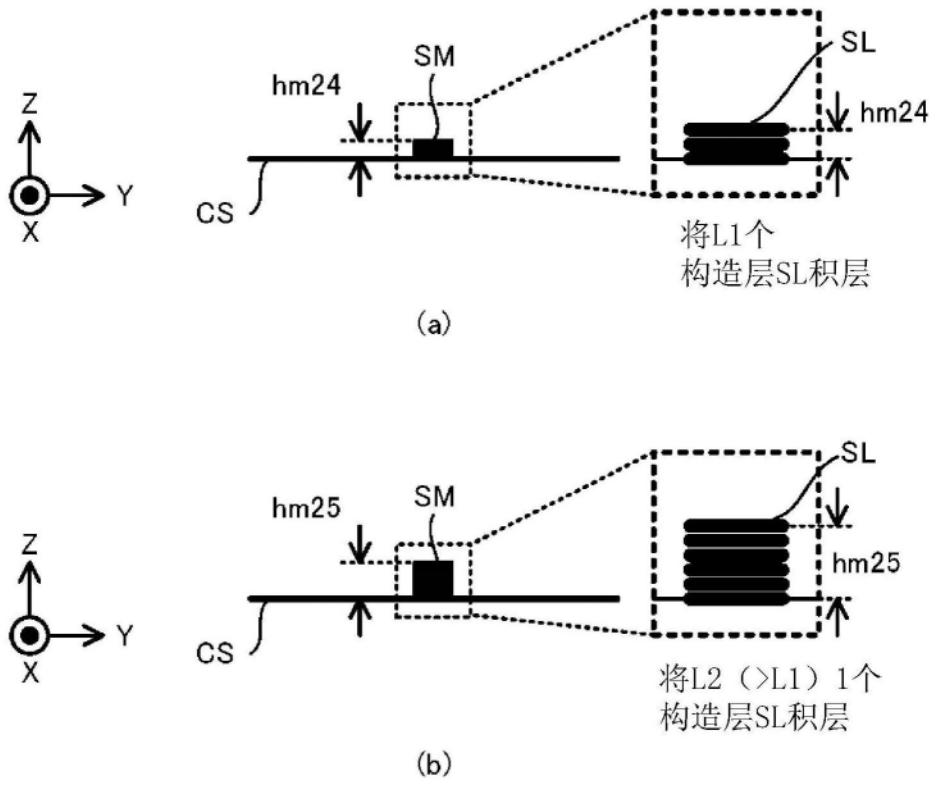


图40

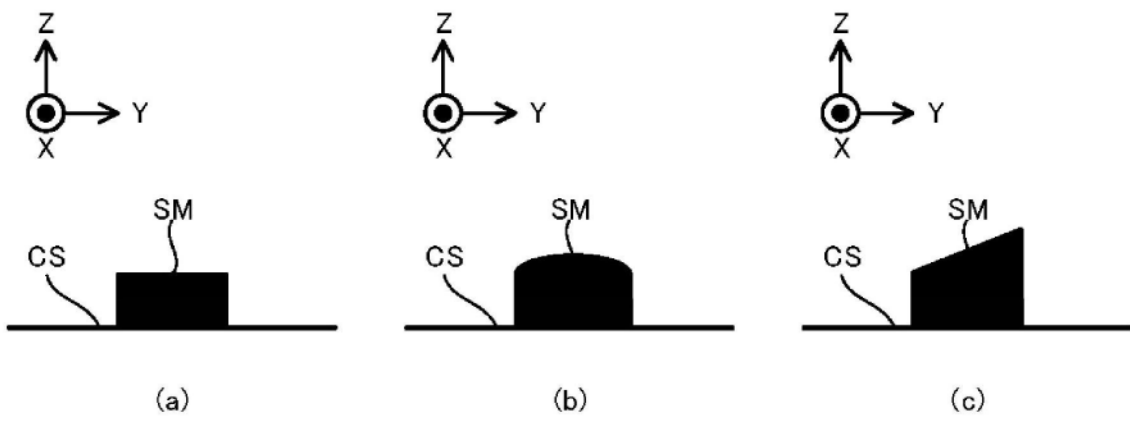


图41

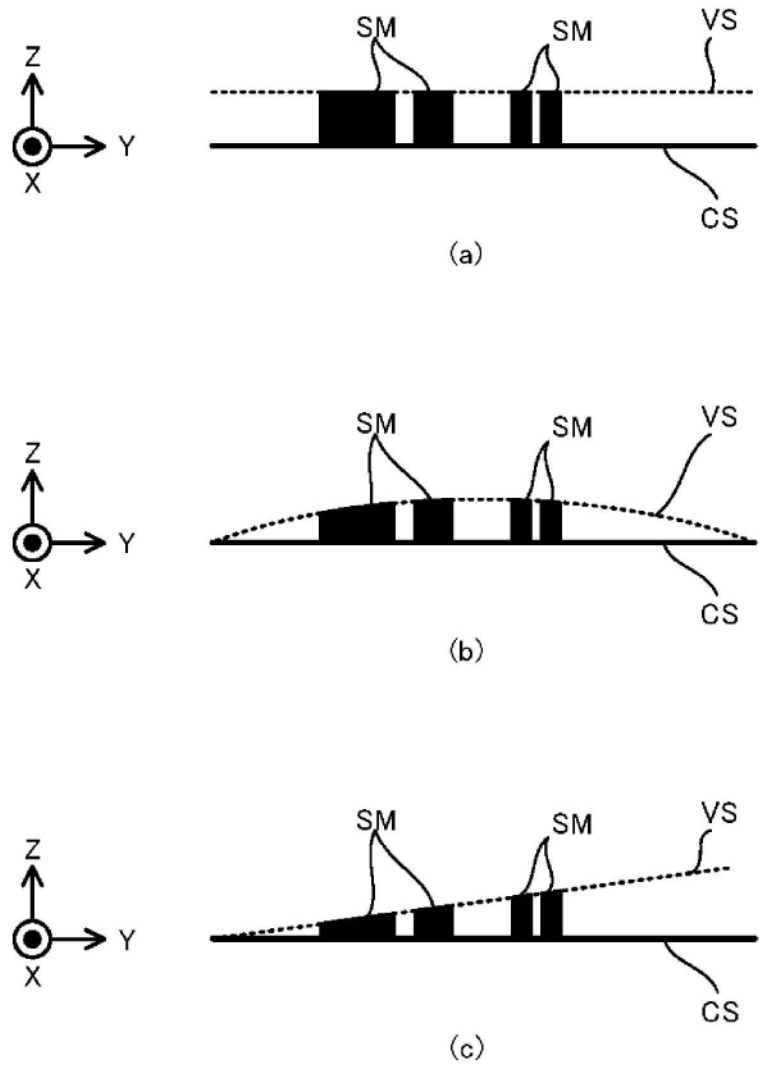


图42

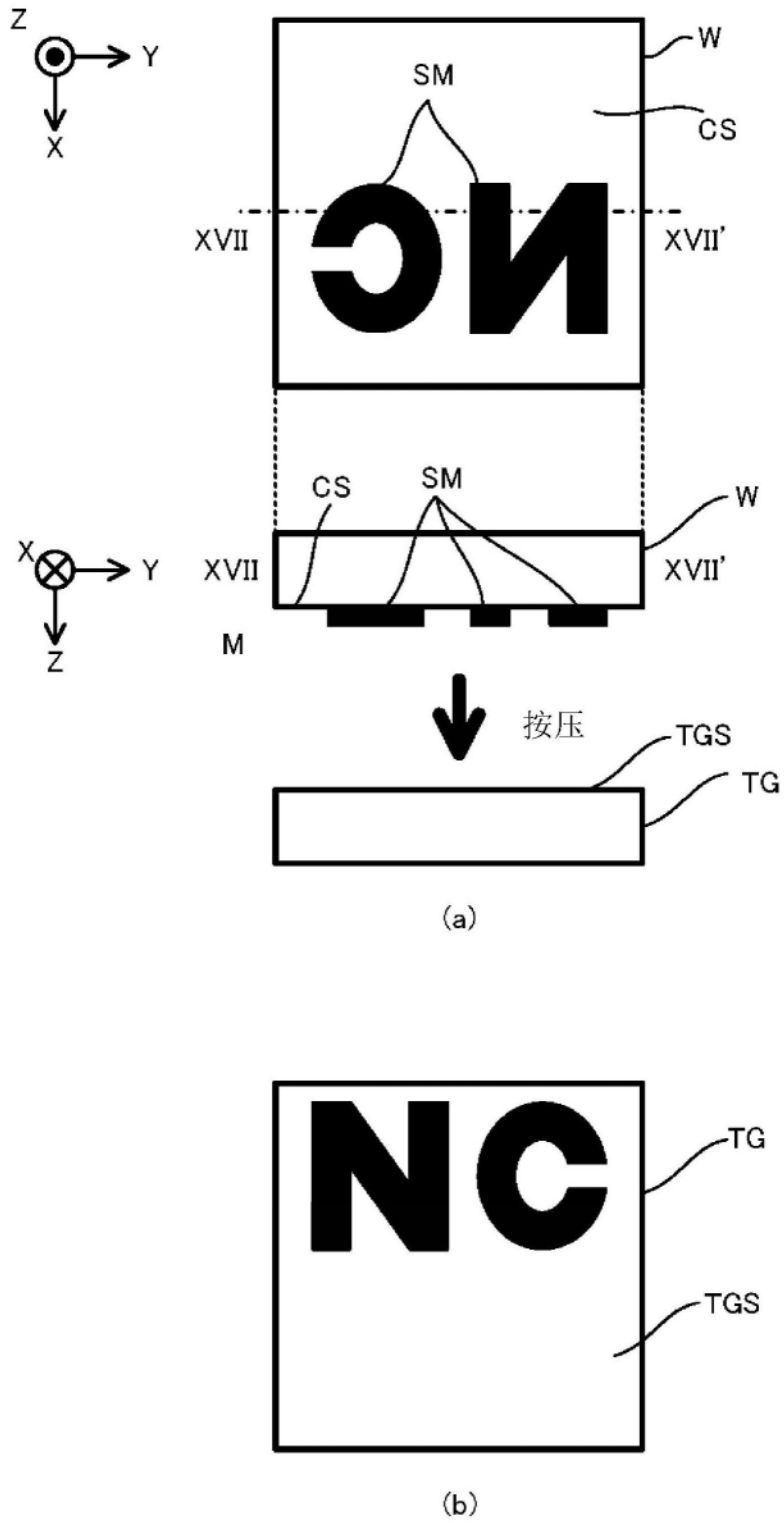


图43

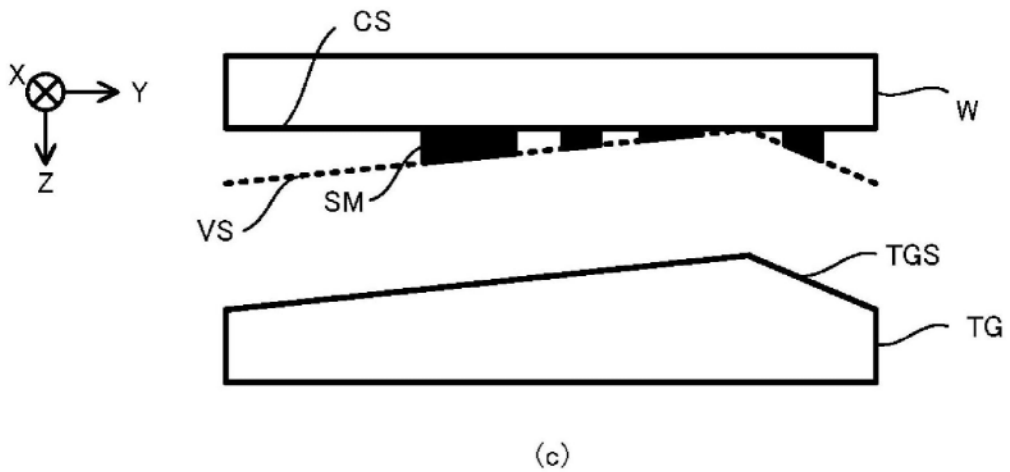
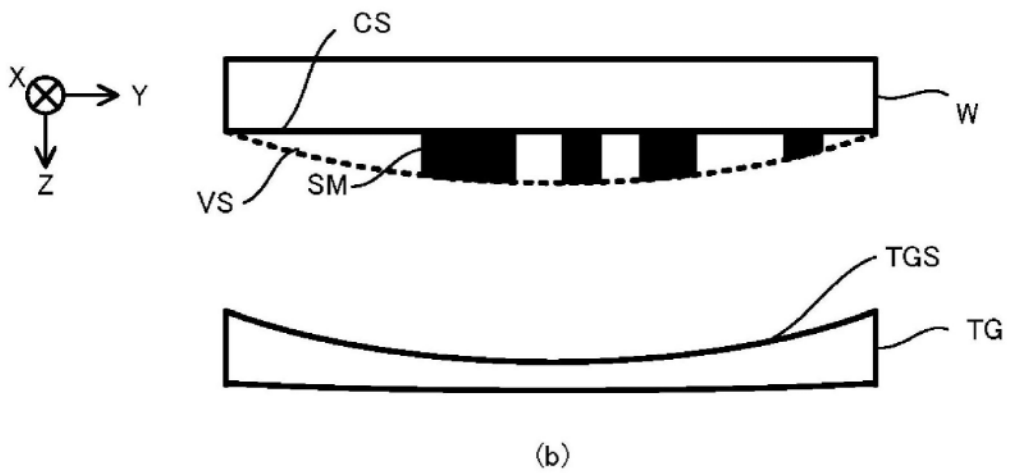
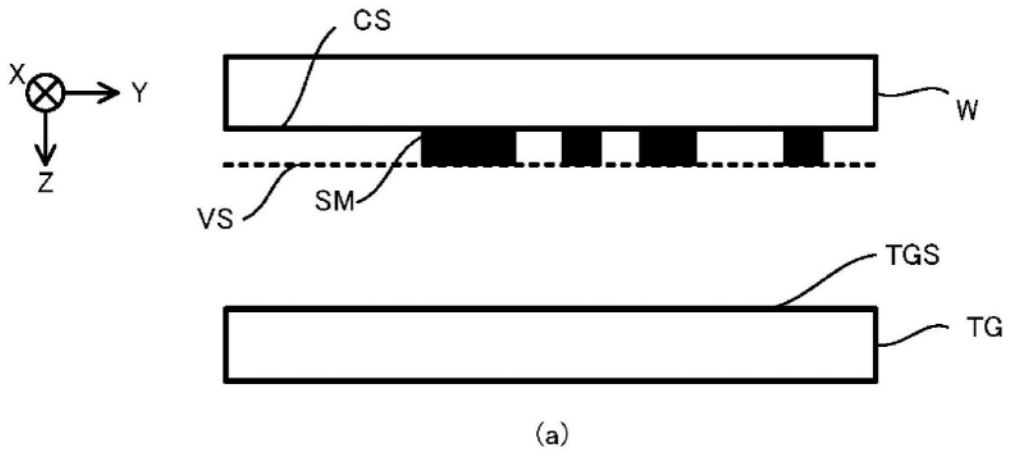
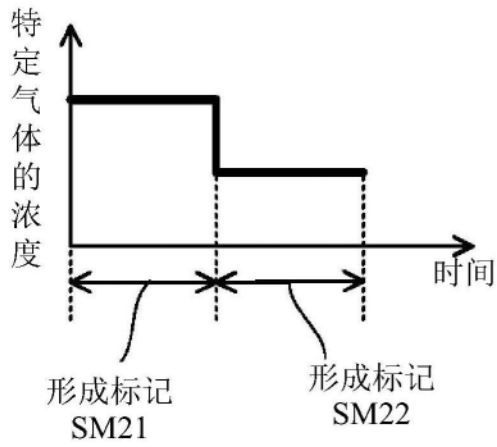
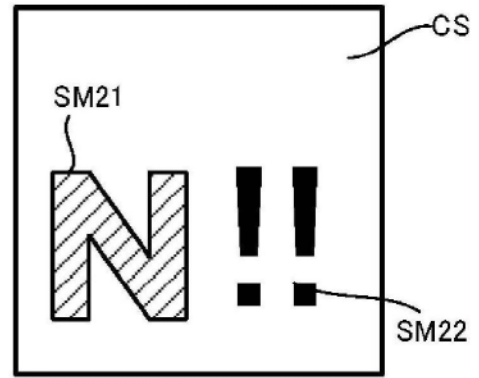


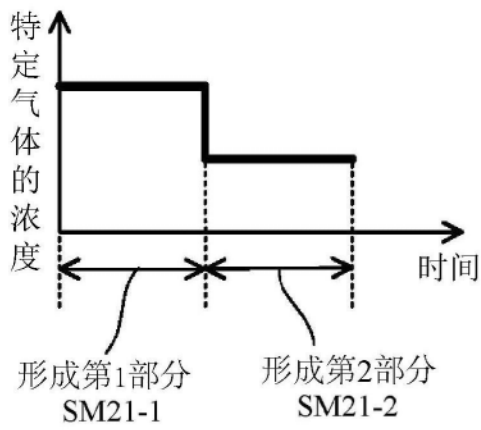
图44



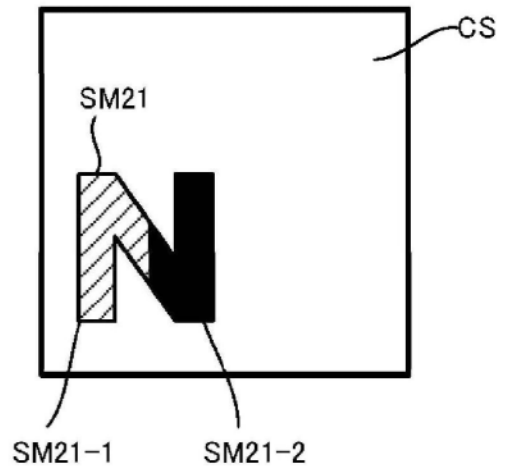
(a)



(b)



(c)



(d)

图45

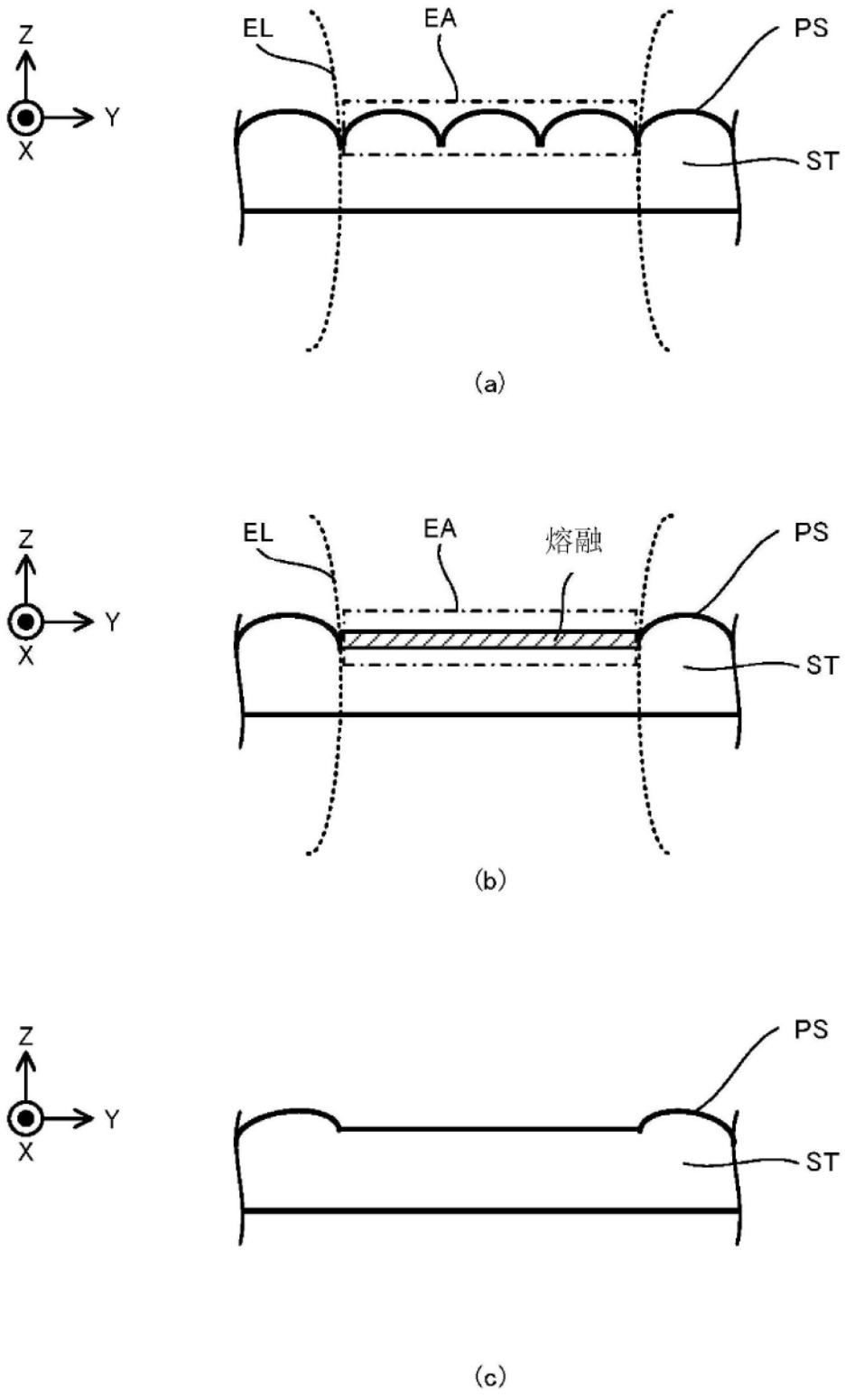


图46

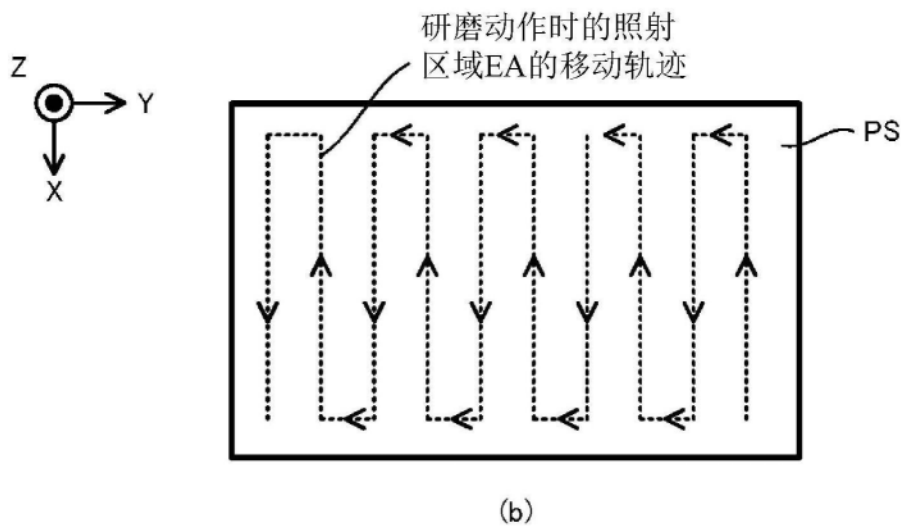
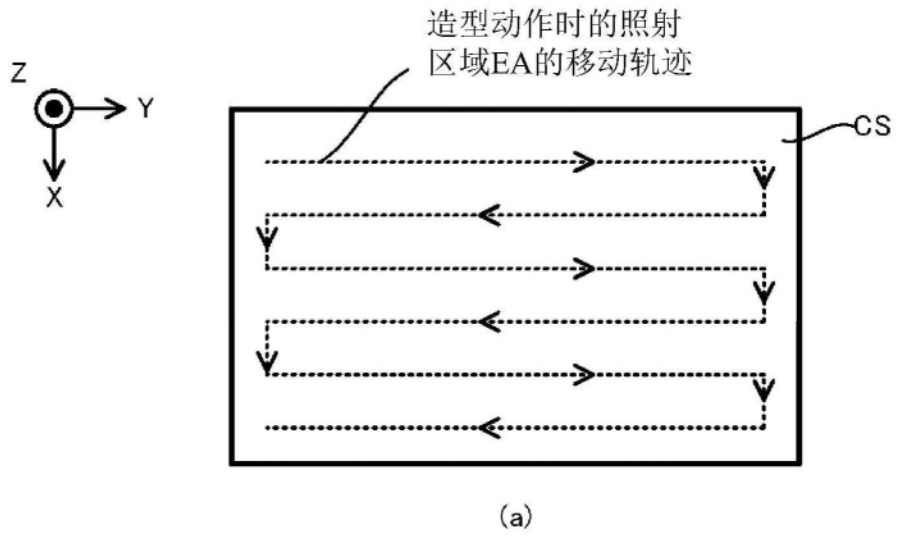


图47

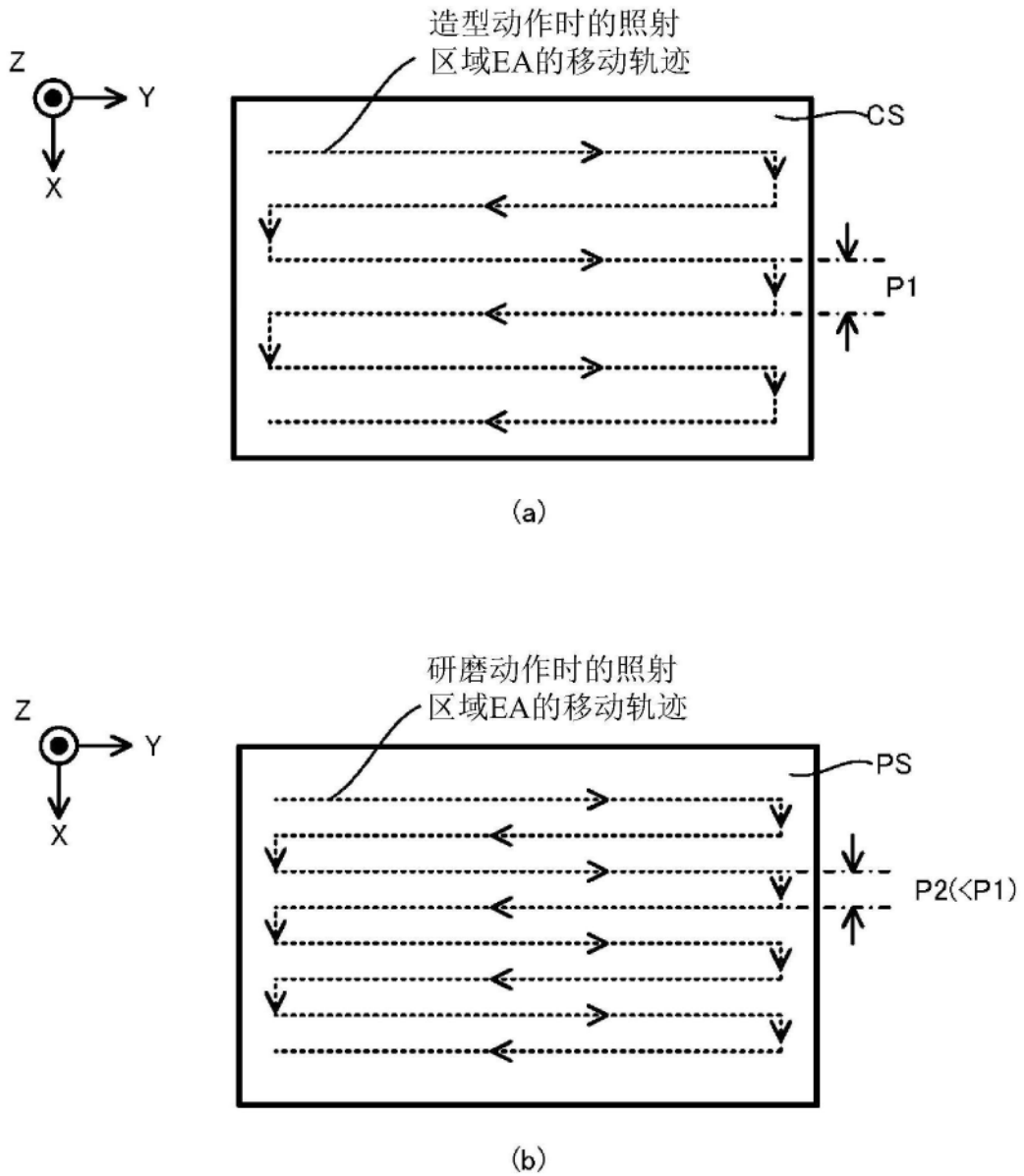


图48

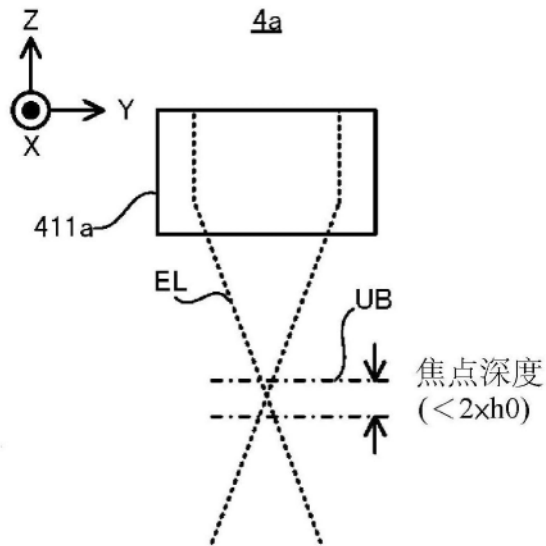


图49

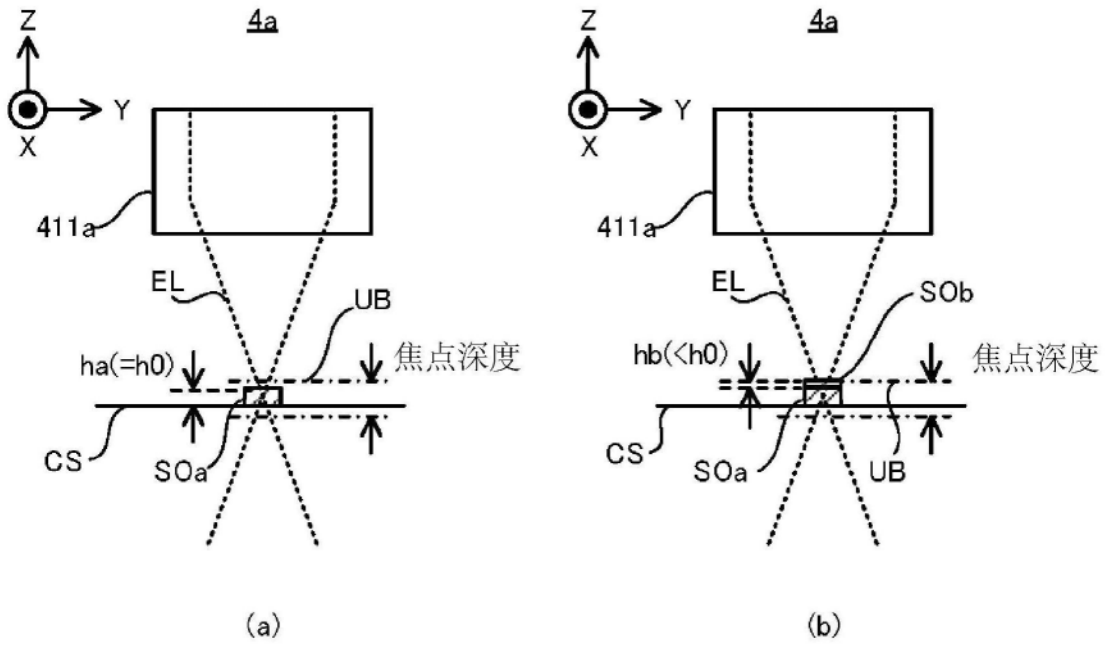


图50

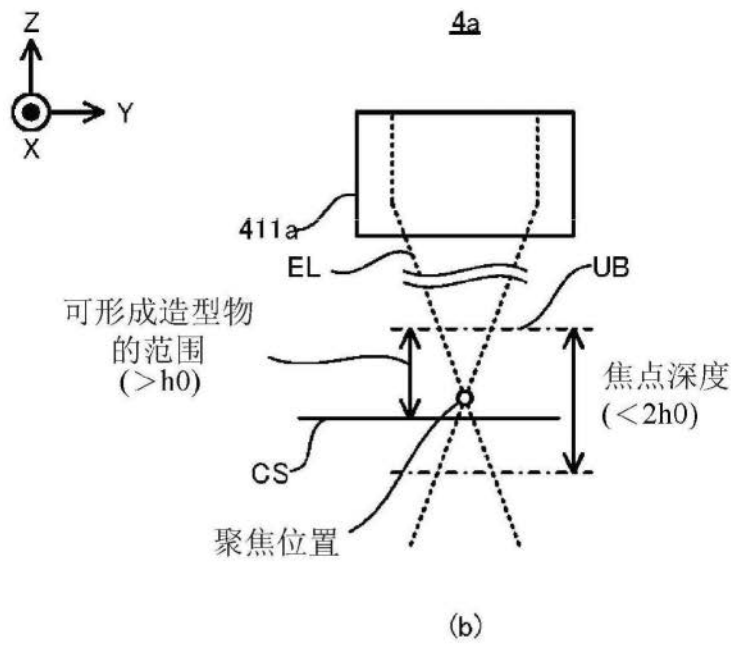
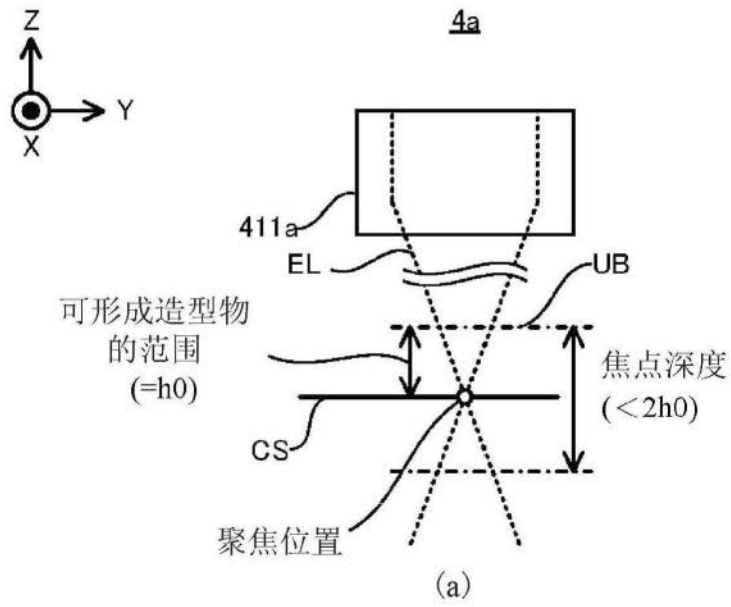


图51

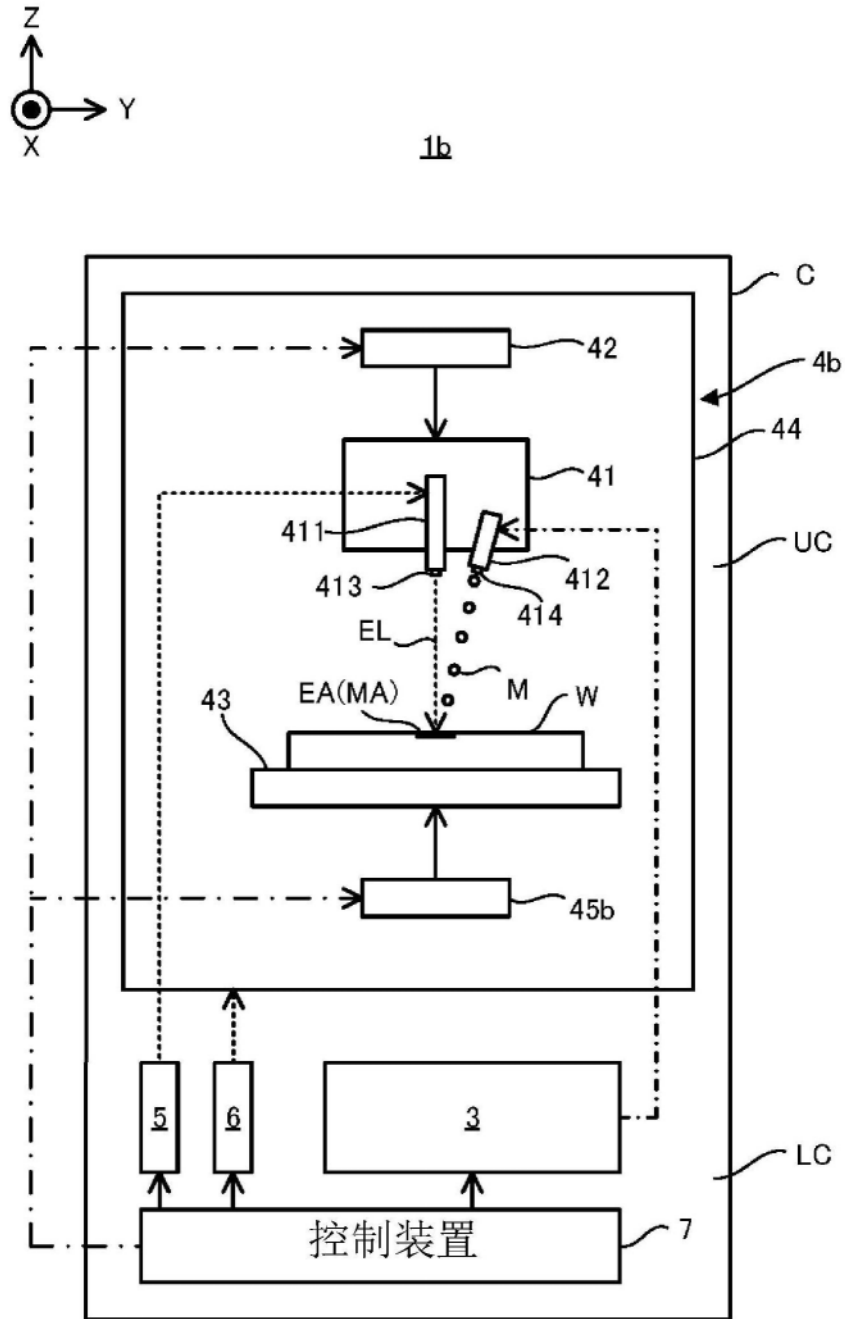


图52

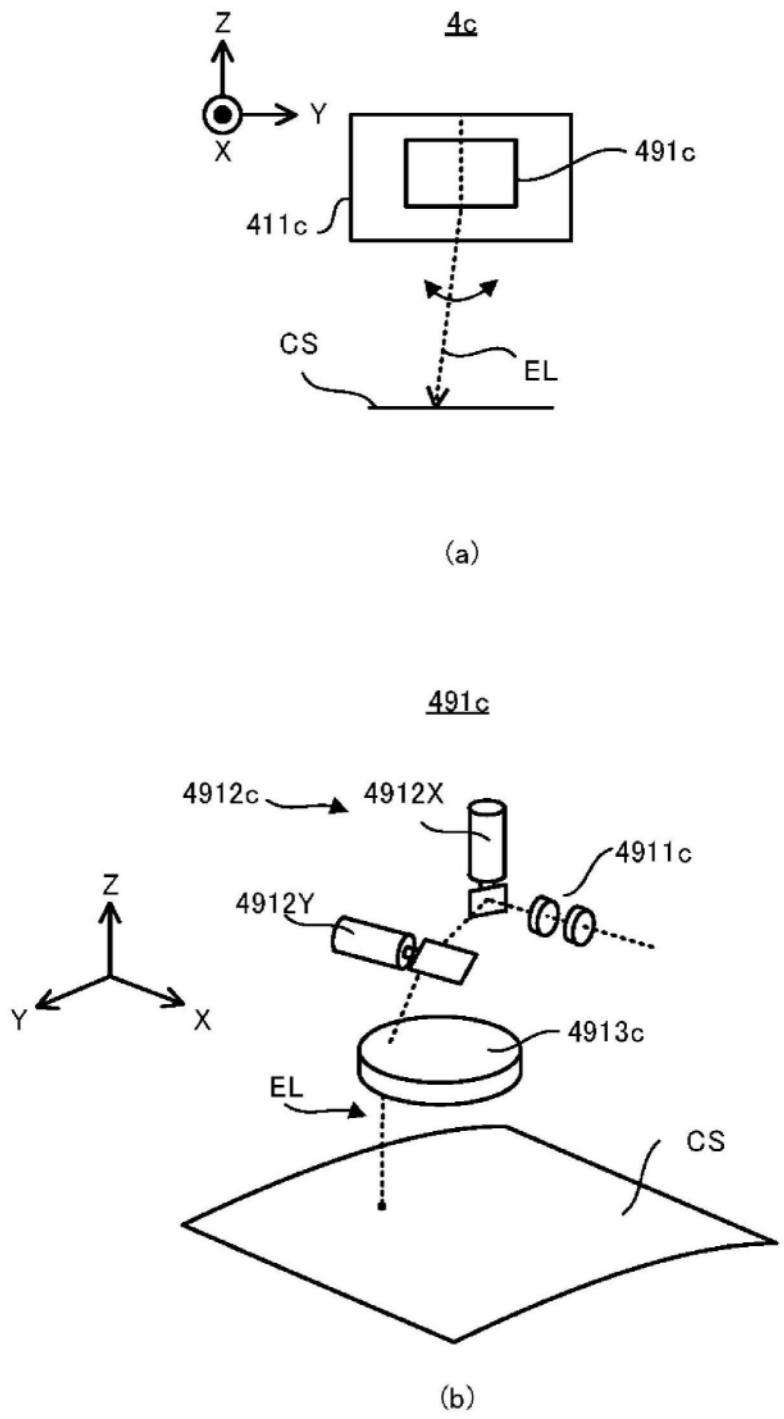


图53

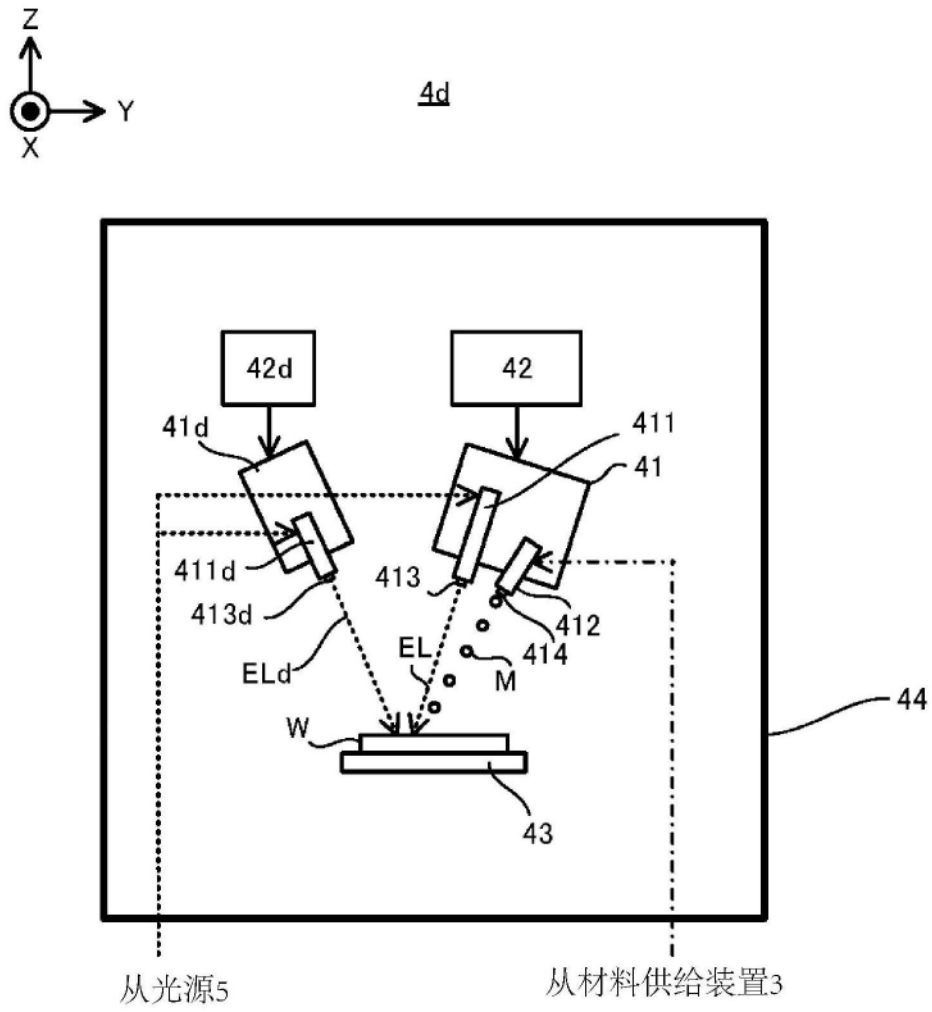


图54

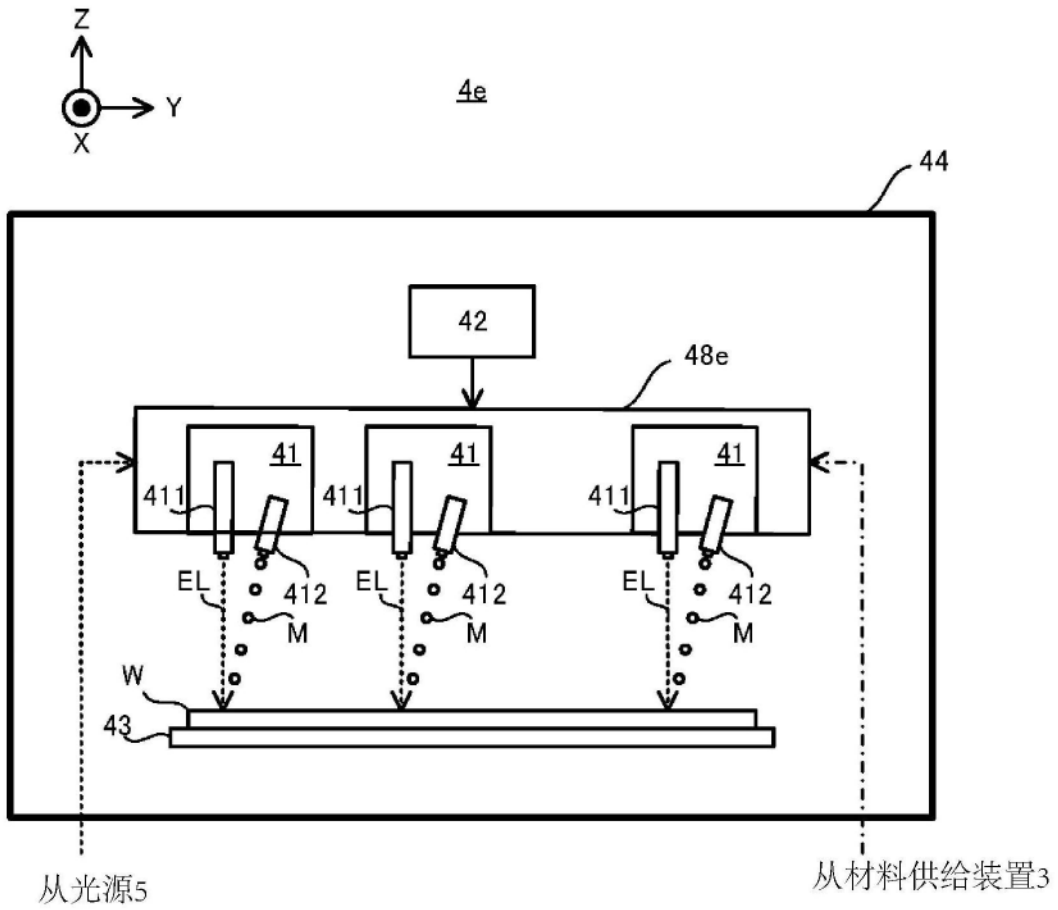


图55

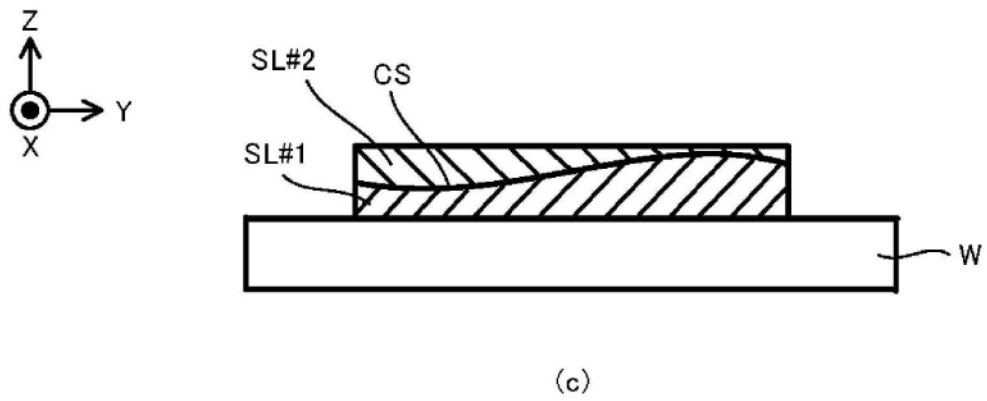
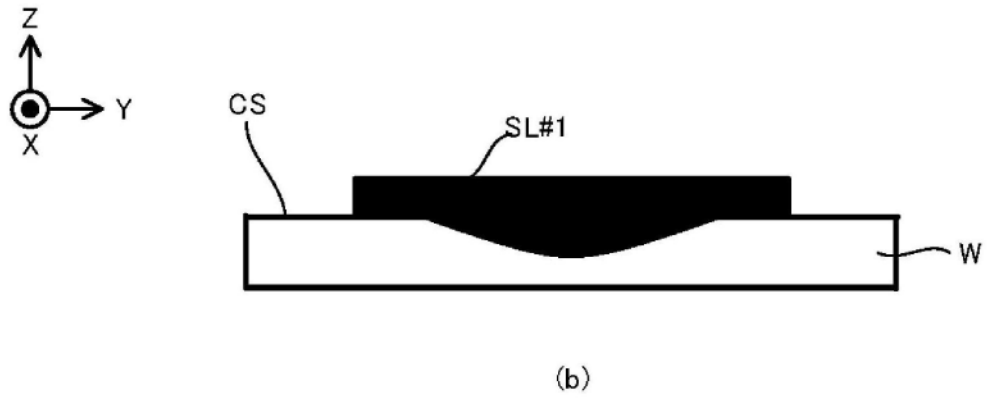
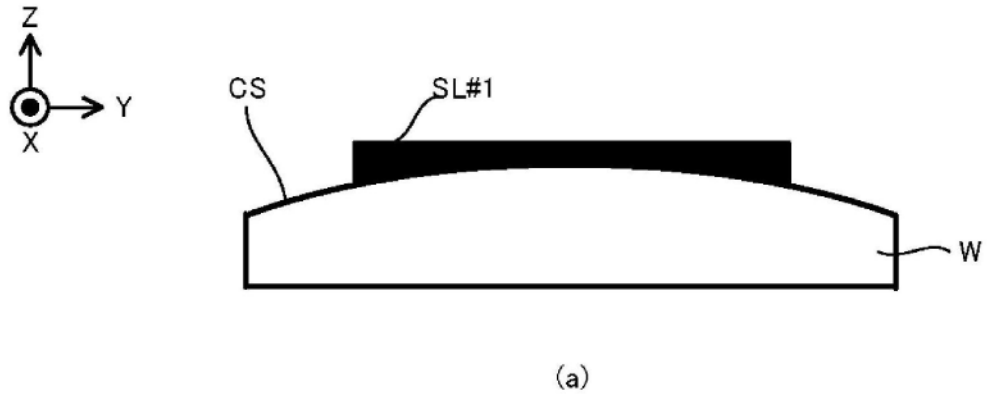


图56

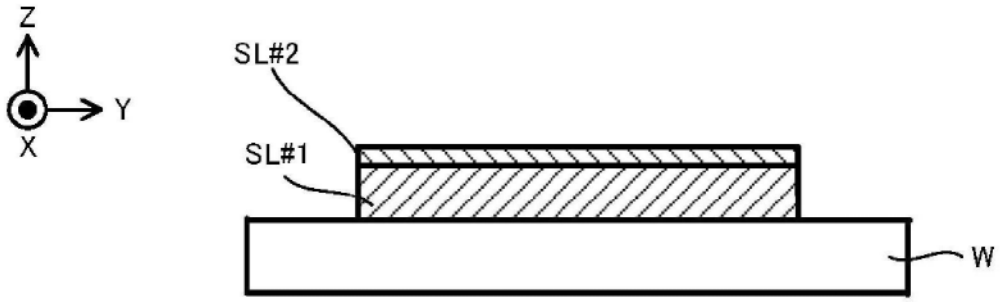


图57

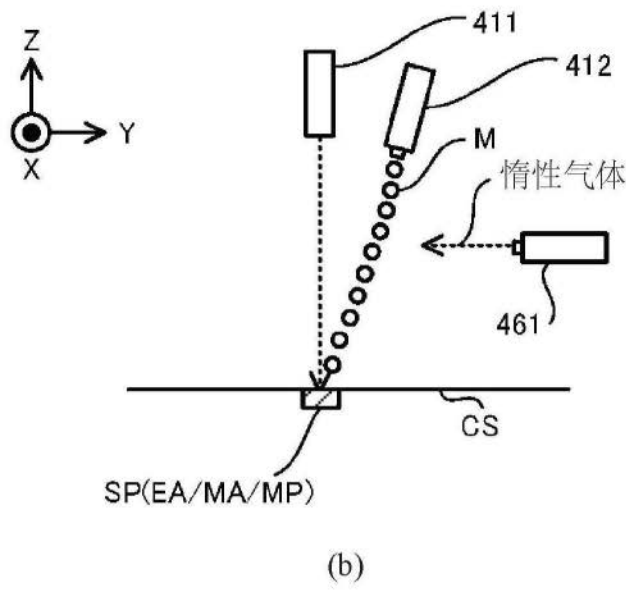
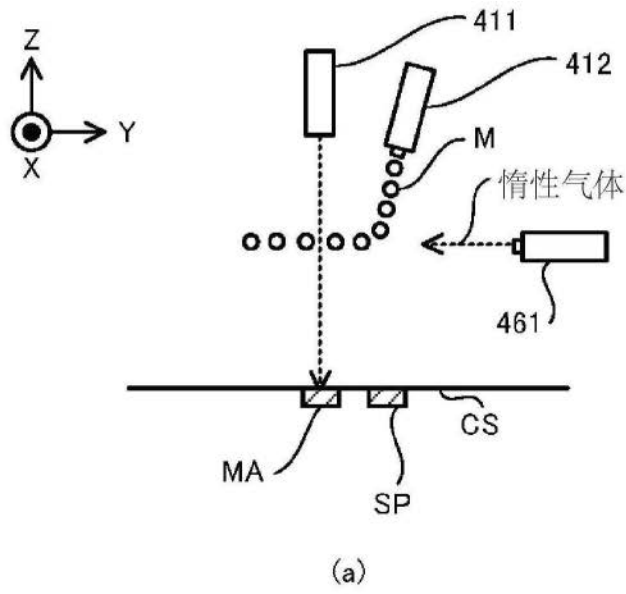


图58

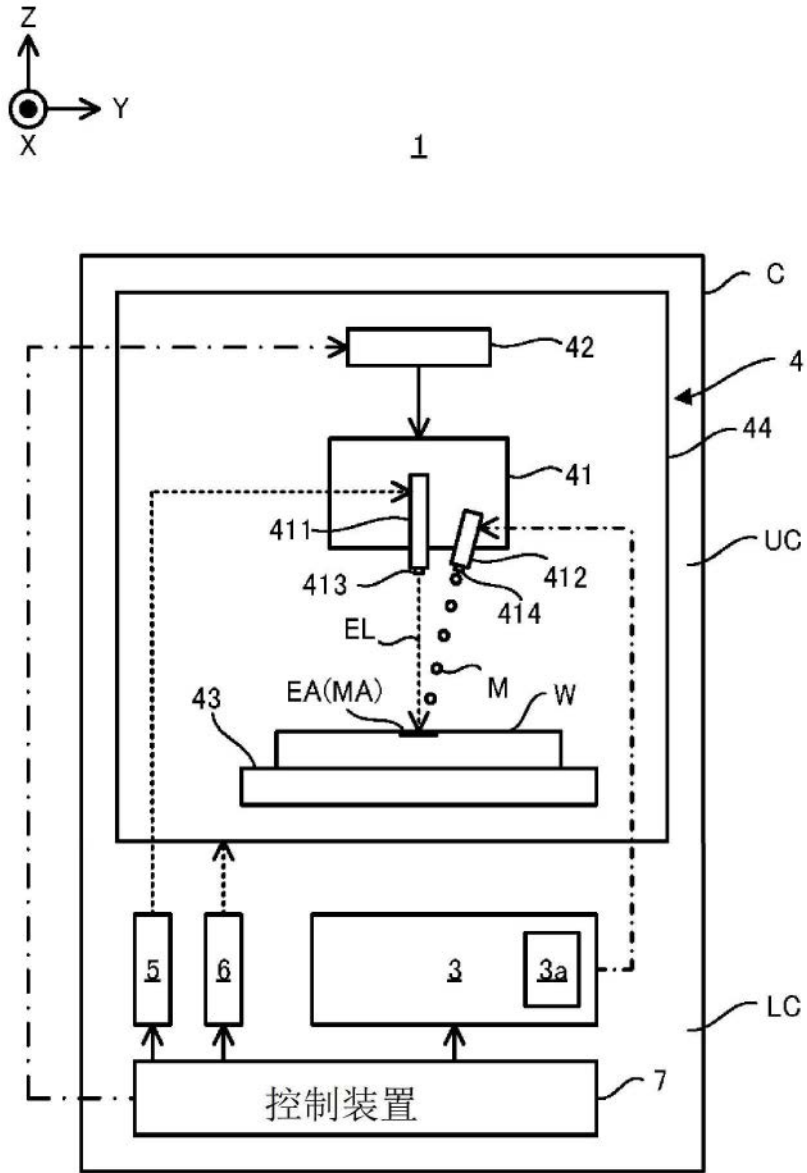


图59

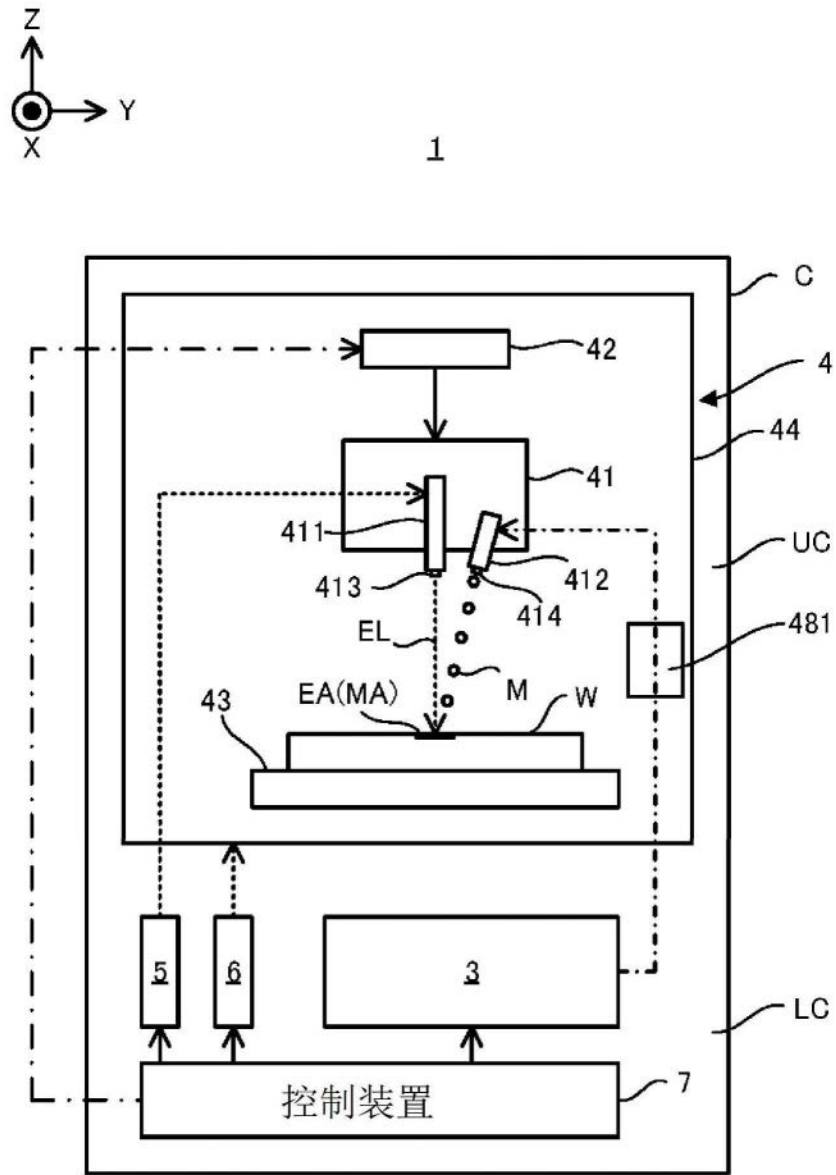
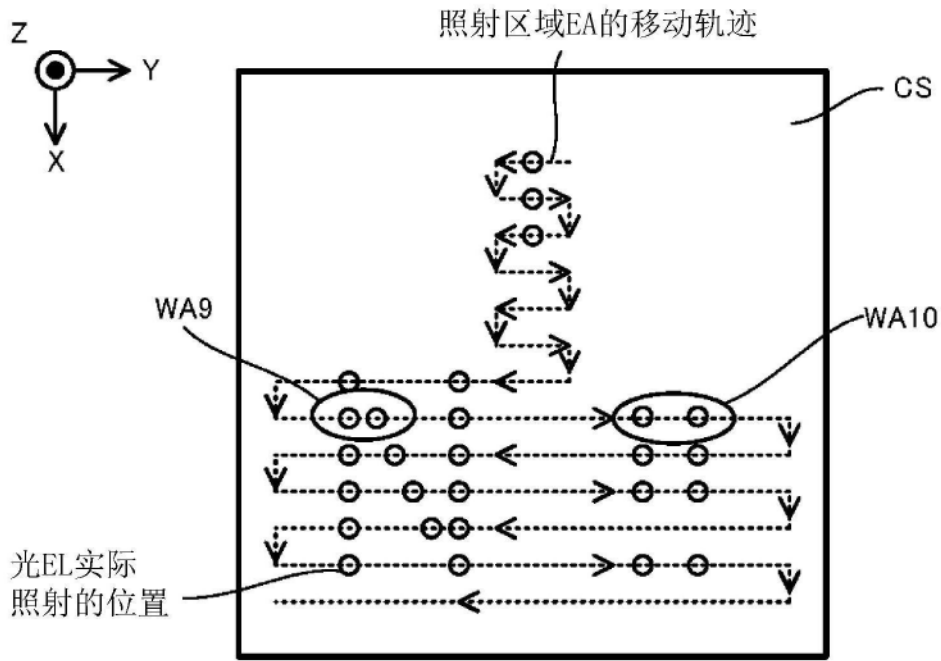
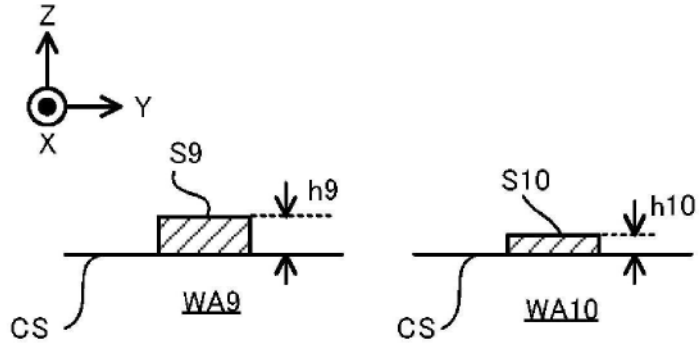


图60



(a)



(b)

图61

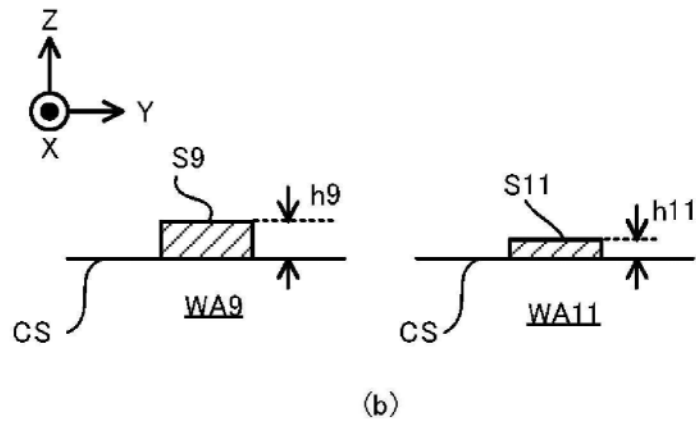
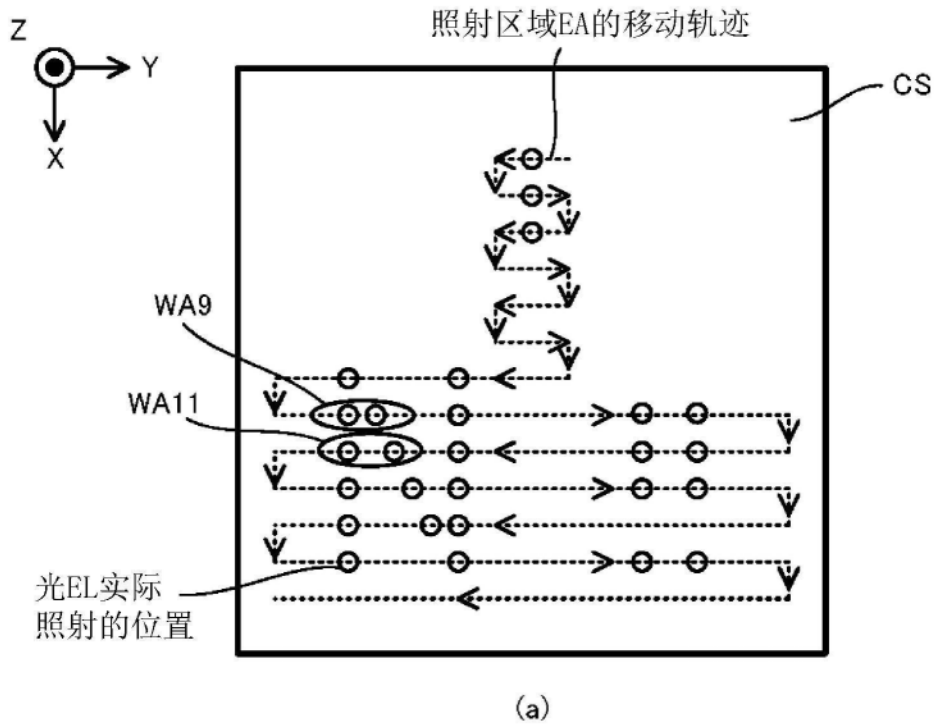


图62