



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111655454 A

(43)申请公布日 2020.09.11

(21)申请号 201880088228.7

(22)申请日 2018.12.22

(30)优先权数据

62/611,416 2017.12.28 US

62/611,927 2017.12.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/067407 2018.12.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/133553 EN 2019.07.04

(71)申请人 株式会社 尼康

地址 日本东京都

(72)发明人 艾瑞克·彼得·古德温

强纳森·马格司

麦可·B·宾纳德 布列德·海尔

马修·帕克-麦考密克·比尔格

保罗·戴瑞克·库恩 派翠克·张

石川元英

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 刘金凤 赵燕力

(51)Int.Cl.

B29C 64/153(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

B23K 26/03(2006.01)

B29C 64/141(2006.01)

B33Y 30/00(2006.01)

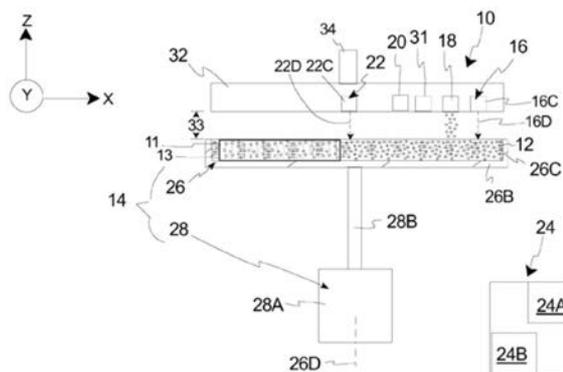
权利要求书5页 说明书20页 附图6页

(54)发明名称

有旋转式粉体床的积层制造系统

(57)摘要

一种用于建置部件(11)的处理机(10),其包括:支撑装置(26),其包括支撑表面(26B);驱动装置(28),其移动该支撑装置(26)以便沿着移动方向(25)而移动该支撑表面(26B)上的特定位置;粉体供应装置(18),其将粉体(12)供应至移动的该支撑装置(26)以形成粉体层(13);照射装置(22),其用能量束(22D)照射该粉体层(13)的至少一部分以在第一时段期间自该粉体层(13)形成该部件(11)的至少一部分;及量测装置(20),其在第二时段期间量测该部件(11)的至少一部分。该照射装置(22)用该能量束(22D)照射该粉体层(13)的该第一时段及该量测装置(22)进行量测的该第二时段重叠。



1. 一种用于建置部件的处理机,该处理机包含:
支撑装置,其包括支撑表面;
驱动装置,其移动该支撑装置以便沿着移动方向而移动该支撑表面上的特定位置;
粉体供应装置,其将粉体供应至该移动支撑装置以形成粉体层;
照射装置,其用能量束照射该粉体层的至少一部分以在第一时段期间自该粉体层形成该部件的至少一部分;及
量测装置,其在第二时段期间量测该部件的至少一部分,
其中该照射装置用该能量束照射该粉体层的该第一时段的至少部分及该量测装置进行量测的该第二时段的至少部分重叠。
2. 如权利要求1所述的处理机,其中该量测装置在该第二时段期间量测该粉体层的至少一部分。
3. 如权利要求1或2所述的处理机,其中该照射装置沿着与该支撑表面的移动方向交叉的扫掠方向扫掠该能量束。
4. 如权利要求1至3中任一项所述的处理机,其中该支撑装置的移动方向包括围绕旋转轴线的旋转方向。
5. 如权利要求4所述的处理机,其中该旋转轴线穿过该支撑表面。
6. 如权利要求4或5所述的处理机,其中该照射装置沿着与该旋转方向交叉的方向扫掠该能量束。
7. 如权利要求4至6中任一项所述的处理机,其中该照射装置配置于沿着与该旋转方向交叉的照射装置方向远离该旋转轴线的位置处。
8. 如权利要求4至6中任一项所述的处理机,其中该量测装置配置于沿着与该旋转方向交叉的量测装置方向远离该旋转轴线的位置处。
9. 如权利要求8所述的处理机,其中该照射装置配置于沿着照射装置方向远离该旋转轴线的位置处,该照射装置方向与该旋转方向交叉且该位置沿着该旋转方向与该量测装置隔开。
10. 如权利要求1至9中任一项所述的处理机,其进一步包含
预加热装置,其在远离照射区定位的预加热区中预加热粉体,在该照射区处,通过该照射装置发射的该能量束沿着该移动方向导引于该粉体处。
11. 如权利要求10所述的处理机,其中该预加热装置沿着该移动方向配置于该粉体供应装置与该照射装置之间。
12. 如权利要求10或11所述的处理机,其中该第一时段的至少部分及该预加热装置预加热该粉体的第三时段的至少部分重叠。
13. 如权利要求10至12中任一项所述的处理机,其中该第二时段的至少部分及该预加热装置预加热该粉体的第三时段的至少部分重叠。
14. 如权利要求1至13中任一项所述的处理机,其中该照射装置包括多个照射系统,所述多个照射系统用该能量束照射该粉体层。
15. 如权利要求14所述的处理机,其中所述多个照射系统沿着与该移动方向交叉的方向配置。
16. 如权利要求1至15中任一项所述的处理机,其在远离用该能量束照射的照射区的冷

却区中冷却粉体,该能量束是通过该照射装置沿着该移动方向发射。

17.如权利要求16所述的处理机,其中该粉体冷却的该冷却区沿着该移动方向配置于该照射装置与该粉体供应装置之间。

18.如权利要求1至17中任一项所述的处理机,其中该支撑表面包括多个支撑区。

19.如权利要求18所述的处理机,其中所述多个支撑区沿着移动方向配置。

20.如权利要求1至19中任一项所述的处理机,其中

该支撑表面面向第一方向,且

该驱动装置驱动该支撑装置以便沿着与至少该第一方向交叉的第二方向移动该支撑表面上的该特定位置。

21.如权利要求20所述的处理机,其中该粉体供应装置沿着与该第一方向交叉的表面形成粉体的一层。

22.如权利要求1至21中任一项所述的处理机,其中该第一时段的至少部分及该粉体供应装置形成该粉体层的第四时段的至少部分重叠。

23.如权利要求22所述的处理机,其中该第四时段的至少部分及该预加热装置预加热该粉体的第三时段的至少部分重叠。

24.如权利要求22或23所述的处理机,其中该第二时段的至少部分及该粉体供应装置形成该粉体层的第四时段的至少部分重叠。

25.如权利要求1至24中任一项所述的处理机,其中该照射装置用带电粒子束照射该层。

26.如权利要求1至25中任一项所述的处理机,其中该照射装置用激光束照射该层。

27.一种处理机,其包含:

支撑装置,其包括支撑表面;

驱动装置,其驱动该支撑装置以便沿着移动方向移动该支撑表面上的特定位置;

粉体供应装置,其将粉体供应至移动的该支撑装置且形成粉体层;及

照射装置,其用能量束照射该层以自该粉体层形成建置部件,

其中该照射装置改变照射位置,在该照射位置处,该能量束沿着与该移动方向交叉的方向照射至该粉体层。

28.如权利要求27所述的处理机,其中

该驱动装置驱动该支撑装置以便围绕旋转轴线旋转,且

该照射装置沿着与该旋转轴线交叉的方向改变该照射位置。

29.如权利要求27或28所述的处理机,其中粉体经供应的时间的至少一部分及该照射束经照射的时间的至少一部分重叠。

30.如权利要求27至29中任一项所述的处理机,其中该能量束正照射该粉体层的第一时段的至少部分及该粉体供应装置正供应粉体的第二时段的至少部分重叠。

31.如权利要求27至30中任一项所述的处理机,其进一步包含

预加热装置,其在远离照射区定位的预加热区中预加热粉体,在该照射区处,通过该照射装置发射的该能量束沿着该移动方向导引于该粉体处。

32.如权利要求31所述的处理机,其中该预加热装置沿着该移动方向配置于该粉体供应装置与该照射装置之间。

33. 如权利要求30至32中任一项所述的处理机,其中该能量束正照射该粉体层的第一时段的至少部分及该预加热装置预加热该粉体的第三时段的至少部分重叠。

34. 如权利要求30至33中任一项所述的处理机,其中该粉体供应装置正供应粉体的第二时段的至少部分及该预加热装置预加热该粉体的第三时段的至少部分重叠。

35. 如权利要求27至34中任一项所述的处理机,其中该照射装置包括多个照射系统,所述多个照射系统用该能量束照射该粉体层。

36. 如权利要求35所述的处理机,其中所述多个照射系统沿着与该移动方向交叉的方向配置。

37. 如权利要求27至36中任一项所述的处理机,其在远离用该能量束照射的照射区的冷却区中冷却粉体,该能量束是通过该照射装置沿着该移动方向发射。

38. 如权利要求37所述的处理机,其中该粉体冷却的该冷却区沿着该移动方向配置于该照射装置与该粉体供应装置之间。

39. 一种处理机,其包含:

支撑装置,其包括支撑表面;

驱动装置,其驱动该支撑装置以便沿着移动方向移动该支撑表面上的特定位置;

粉体供应装置,其将粉体供应至移动的该支撑装置且形成粉体层;及

照射装置,其包括多个照射系统,所述多个照射系统用能量束照射该层以自该粉体层形成建置部件,

其中所述多个照射系统沿着与该移动方向交叉的方向配置。

40. 如权利要求39所述的处理机,其中

该驱动装置驱动该支撑装置以便围绕旋转轴线旋转,且

所述多个照射系统沿着与该旋转轴线交叉的方向配置。

41. 一种用于自粉体制造三维物件的积层制造系统,该积层制造系统包含:

粉体床;

粉体沉积器,其将该粉体沉积于该粉体床上;及

第一移动器,其在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时使该粉体床及该粉体沉积器中的至少一个围绕旋转轴线旋转。

42. 如权利要求41所述的积层制造系统,其进一步包含第二移动器,该第二移动器在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时沿着该旋转轴线移动该粉体床及该沉积器中的至少一个。

43. 如权利要求41所述的积层制造系统,其进一步包含第二移动器,该第二移动器在该粉体床将该粉体沉积于该粉体床上同时横向于该旋转轴线移动该粉体床,以维持该粉体床与该粉体床沉积器之间的实质恒定高度。

44. 如权利要求41所述的积层制造系统,其中该第一移动器在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时相对于该粉体沉积器围绕该旋转轴线旋转该粉体床。

45. 如权利要求41所述的积层制造系统,其进一步包含照射装置,该照射装置产生照射束,该照射束导引于该粉体床上的该粉体处以将该粉体的至少一部分熔融在一起以形成该三维物件的至少一部分,其中该第一移动器相对于该照射装置旋转该粉体床。

46. 如权利要求41所述的积层制造系统,其中该照射装置包括相对于该粉体床经径向

扫描的照射源。

47. 如权利要求41所述的积层制造系统,其中该粉体沉积器越过该旋转粉体床线性地移动。

48. 如权利要求41所述的积层制造系统,其进一步包含预加热该粉体的预加热装置,且其中该第一移动器相对于该预加热装置旋转该粉体床。

49. 如权利要求41所述的积层制造系统,其中该第一移动器在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时以实质上恒定速度旋转该粉体床。

50. 如权利要求41所述的积层制造系统,其进一步包含照射能量源,该照射能量源在该粉体床处产生具有形状的照射束,其中该粉体床包括弯曲支撑表面,该弯曲支撑表面经弯曲以对应于该粉体床处该照射束的该形状。

51. 一种用于自材料制造三维物件的积层制造系统,该积层制造系统包含:
材料床;
材料沉积器,其将熔融材料沉积于该材料床上以形成该物件;及
移动器,其在该材料沉积器将该熔融材料沉积于该材料床上同时使该材料床及该材料沉积器中的至少一个围绕旋转轴线旋转。

52. 如权利要求51所述的积层制造系统,其中该沉积器为送丝及能量束。

53. 如权利要求52所述的积层制造系统,其中该能量束为带电粒子束。

54. 如权利要求52所述的积层制造系统,其中该带电粒子束是电子束。

55. 如权利要求51至54中任一项所述的积层制造系统,其中第二移动器在平行于该旋转轴线的第二方向上移动该材料床及该材料沉积器中的至少一个。

56. 如权利要求55所述的积层制造系统,其中第三移动器在垂直于该第一方向及该旋转轴线两者的第三方向上移动该材料床及该材料沉积器中的至少一个。

57. 一种用于建置一部件的处理机,该处理机包含:
支撑装置,其包括支撑表面;
驱动装置,其移动该支撑装置以便沿着移动方向移动该支撑表面上的特定位置;
粉体供应装置,其将粉体供应至该移动支撑装置以在粉体供应时间期间形成粉体层;
及

照射装置,其用能量束照射该粉体层的至少一部分以在照射时间期间自该粉体层形成该部件的至少一部分;且

其中该粉体供应时间的至少部分及该照射时间重叠。

58. 如权利要求57所述的处理机,其中该照射装置沿着与该支撑表面的移动方向交叉的扫掠方向扫掠该能量束。

59. 如权利要求57及58中任一项所述的处理机,其中该支撑装置的移动方向包括围绕旋转轴线的旋转方向。

60. 如权利要求59所述的处理机,其中该旋转轴线穿过该支撑表面。

61. 如权利要求59或60所述的处理机,其中该照射装置沿着与该旋转方向交叉的方向扫掠该能量束。

62. 如权利要求59至61中任一项所述的处理机,其中该照射装置配置于沿着与该旋转方向交叉的照射装置方向远离该旋转轴的位置处。

63. 如权利要求59至61中任一项所述的处理机,其中该量测装置配置于沿着与该旋转方向交叉的量测装置方向远离该旋转轴线的位置处。

64. 如权利要求63所述的处理机,其中该照射装置配置于沿着一照射装置方向远离该旋转轴线的位置处,该照射装置方向与该旋转方向交叉且该位置沿着该旋转方向与该量测装置隔开。

65. 如权利要求57至64中任一项所述的处理机,其进一步包含
预加热装置,其在远离照射区定位的预加热区中预加热粉体,在该照射区处,通过该照射装置发射的该能量束沿着该移动方向导引于该粉体处。

66. 一种处理机,其包含:

支撑装置,其包括非平坦支撑表面;

粉体供应装置,其将粉体供应至该支撑装置且形成弯曲粉体层;及

照射装置,其用能量束照射该层以自该粉体层形成建置部件。

67. 如权利要求66所述的处理机,其中该非平坦支撑表面具有曲率。

68. 如权利要求67所述的处理机,其中该照射装置沿着扫掠方向扫掠该能量束,且其中该弯曲支撑表面在该能量束穿过的平面中包括曲率。

有旋转式粉体床的积层制造系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请案主张2017年12月28日申请且题为“THREE DIMENSIONAL PRINTER WITH ROTARY POWDER BED”美国临时申请案第62/611,416号的优先权。本申请案亦主张2017年12月29日申请且题为“SPINNING BEAM COLUMN FOR THREEDIMENSIONAL PRINTER”的美国临时申请案第62/611,927号的优先权。只要准许,美国临时申请案第62/611,416号及第62/611,927号的内容以引用方式并入本文中。

背景技术

[0003] 当前三维打印系统在打印部件的大小(移动块状物的过大大小)或可制造对象的速度或两者上受限。以另一方式陈述,当前三维打印系统为相对缓慢的,具有低输贯量,对于操作为昂贵的,且可仅制造相对小的部件。

[0004] 因此,存在从未结束的搜寻以增大三维打印系统的输贯量且减小操作成本。

发明内容

[0005] 本发明具体实例是针对一种用于建置一部件的处理机。在一个具体实例中,该处理机包括:(i)一支撑装置,其具有一支撑表面;(ii)一驱动装置,其移动该支撑装置以便沿着一移动方向移动该支撑表面上的一特定位置;(iii)一粉体供应装置,其将一粉体供应至该移动支撑装置以形成一粉体层;(iv)一照射装置,其用一能量束照射该粉体层的至少一部分以在一第一时段期间自该粉体层形成该部件的至少一部分;及(v)一量测装置,其在一第二时段期间量测该部件的至少一部分。在此具体实例中,该照射装置用该能量束照射该粉体层的该第一时段的至少一部分及该量测装置进行量测的该第二时段的至少一部分重叠。

[0006] 作为概述,因为第一时段及第二时段至少部分重叠,所以多个操作正同步发生,且每一部件可更快且更高效地制造。

[0007] 该量测装置可在该第二时段期间量测该粉体层的至少一部分。

[0008] 该照射装置可沿着与该支撑表面的一移动方向交叉的一扫掠方向扫掠该能量束。

[0009] 该支撑装置的该移动方向可包括围绕一旋转轴线的一旋转方向。另外,该旋转轴线可穿过该支撑表面。

[0010] 该照射装置可沿着与该旋转方向交叉的一方向扫掠该能量束。

[0011] 该照射装置可配置于沿着与该旋转方向交叉的一照射装置方向远离该旋转轴线的一位置处。

[0012] 该量测装置可配置于沿着与该旋转方向交叉的一量测装置方向远离该旋转轴线的一位置处。

[0013] 该照射装置可配置于沿着一照射装置方向远离该旋转轴线的一位置处,该照射装置方向与该旋转方向交叉且该位置沿着该旋转方向与该量测装置隔开。

[0014] 另外,该处理机可包括一预加热装置,其在远离一照射区定位的一预加热区中预

加热一粉体,在该照射区处,通过该照射装置发射的该能量束沿着该移动方向导引于该粉体处。在一个具体实例中,该预加热装置沿着该移动方向配置于该粉体供应装置与该照射装置之间。

[0015] 在一个具体实例中,第一时段的至少部分与预加热装置预加热粉体的一第三时段的至少部分重叠。另外或替代地,第二时段的至少部分与预加热装置预加热粉体的第三时段的至少部分重叠。

[0016] 照射装置可包括多个照射系统,所述多个照射系统用该能量束照射该粉体层。在一个具体实例中,所述多个照射系统沿着与该移动方向交叉的一方向配置。

[0017] 在一个具体实例中,该粉体在远离用该能量束照射的一照射区的一冷却区中冷却,该能量束是通过该照射装置沿着该移动方向发射。该粉体冷却的该冷却区可沿着该移动方向配置于该照射装置与该粉体供应装置之间。

[0018] 该支撑表面可包括多个支撑区。在此具体实例中,可在每一支撑区中制造一独立部件。此外,多个支撑区可沿着移动方向配置。该支撑表面可面向第一方向,且驱动装置可驱动该支撑装置以便沿着与至少该第一方向交叉的第二方向移动支撑表面上的特定位置。

[0019] 该粉体供应装置可沿着与该第一方向交叉的一表面形成粉体的一层。

[0020] 在一个具体实例中,第一时段的至少部分与粉体供应装置形成粉体层的一第三时段的至少部分重叠。另外或替代地,第三时段的至少部分与预加热装置预加热粉体的第四时段的至少部分重叠。另外或替代地,第二时段的至少部分与粉体供应装置沉积/形成粉体层的第三时段的至少部分重叠。

[0021] 在一个具体实例中,该照射装置用一带电粒子束照射该层。

[0022] 在另一具体实例中,该处理机包括:(i)一支撑装置,其具有一支撑表面;(ii)一驱动装置,其驱动该支撑装置以便沿着一移动方向移动该支撑表面上的一特定位置;(iii)一粉体供应装置,其将一粉体供应至移动的该支撑装置且形成一粉体层;及(iv)一照射装置,其用一能量束照射该粉体层以自该粉体层形成一建置部件。在此具体实例中,该照射装置改变一照射位置,在该照射位置处,该能量束沿着与该移动方向交叉的一方向经照射至该粉体层。

[0023] 该驱动装置可驱动该支撑装置以便围绕一旋转轴线旋转,且该照射装置沿着与该旋转轴线交叉的一方向改变该照射位置。

[0024] 在又一具体实例中,该处理机包括:(i)一支撑装置,其包括一支撑表面;(ii)一驱动装置,其驱动该支撑装置以便沿着一移动方向移动该支撑表面上的一特定位置;(iii)一粉体供应装置,其将一粉体供应至移动的该支撑装置且形成一粉体层;及(iv)一照射装置包括多个照射系统,所述多个照射系统用一能量束照射该层以自该粉体层形成一建置部件。在此具体实例中,所述多个照射系统沿着与该移动方向交叉的一方向配置。

[0025] 该驱动装置可驱动该支撑装置以便围绕一旋转轴线旋转,且所述多个照射系统可沿着与该旋转轴线交叉的一方向配置。

[0026] 再一具体实例是针对一种用于自粉体制造三维物件的积层制造系统。在此具体实例中,该积层制造系统包括:(i)一粉体床;(ii)一粉体沉积器,其将该粉体沉积于该粉体床上;及(iii)一移动器,其在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时使该粉体床及该粉体沉积器中的至少一个旋转。

[0027] 举例而言,该移动器可在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时相对于该粉体沉积器旋转该粉体床。

[0028] 该积层制造系统可包括一照射装置,该照射装置产生一照射束,该照射束导引于该粉体床上的该粉体处以将该粉体的至少一部分熔融在一起以形成该三维物件的至少一部分。在此具体实例中,该移动器可相对于该照射装置旋转该粉体床。该照射装置可包括相对于该粉体床经径向扫描的一照射源。

[0029] 在一个具体实例中,该粉体沉积器可横向于该旋转粉体床移动。举例而言,该粉体沉积器可越过该旋转粉体床线性地移动。

[0030] 该积层制造系统可包括预加热该粉体的一预加热装置。在此具体实例中,该移动器可相对于该预加热装置旋转该粉体床。

[0031] 该移动器可在该粉体沉积器将该粉体沉积于该粉体床上同时以实质上恒定角速度旋转该粉体床。

[0032] 在一个具体实例中,该粉体床包括一弯曲支撑表面,该弯曲支撑表面经弯曲以匹配该照射束的该形状。

[0033] 在又一具体实例中,该积层制造系统包括:一材料床;一材料沉积器,其将熔融材料沉积于该材料床上以形成该物件;及一移动器,其在该材料沉积器将该熔融材料沉积于该材料床上同时使该材料床及该材料沉积器中的至少一个围绕一旋转轴线旋转。

[0034] 在再一具体实例中,本发明具体实例系针对一种用于建置一部件的处理机,该处理机包括:(i)一支撑装置,其包括一支撑表面;(ii)一驱动装置,其移动该支撑装置以便沿着一移动方向移动该支撑表面上的一特定位置;(iii)一粉体供应装置,其将一粉体供应至该移动支撑装置以在一粉体供应时间期间形成一粉体层;及(iv)一照射装置,其用一能量束照射该粉体层的至少一部分以在一照射时间期间自该粉体层形成该部件的至少一部分;且其中该粉体供应时间的至少部分及该照射时间重叠。

[0035] 该照射装置可沿着与该支撑表面的一移动方向交叉的一扫掠方向扫掠该能量束。该支撑装置的该移动方向可包括围绕一旋转轴线的一旋转方向。该旋转轴线可穿过该支撑表面。该照射装置可沿着与该旋转方向交叉的一方向扫掠该能量束。该照射装置可沿着与该旋转方向交叉的一照射装置方向远离该旋转轴线定位。该量测装置可沿着与该旋转方向交叉的一量测装置方向远离该旋转轴线定位。该照射装置可沿着一照射装置方向远离该旋转轴线定位,该照射装置方向与该旋转方向交叉且沿着旋转方向与量测装置隔开。另外,该处理机可包括一预加热装置,其在远离一照射区定位的一预加热区中预加热一粉体,在该照射区处,通过该照射装置发射的该能量束沿着该移动方向导引于该粉体处。

[0036] 在另一具体实例中,该处理机包括:一支撑装置,其包括一非平坦支撑表面;一粉体供应装置,其将一粉体供应至该支撑装置且形成一弯曲粉体层;及一照射装置,其用一能量束照射该层以自该粉体层形成一建置部件。在一个版本中,该非平坦支撑表面具有一曲率。该照射装置可沿着扫掠方向扫掠该能量束,且其中该弯曲支撑表面在该能量束穿过的一平面中包括一曲率。

附图说明

[0037] 此具体实例的新颖特征以及具体实例自身关于其结构及操作两者将自结合随附

描述进行的附图最佳地理解,其中类似参考标号指类似部件,且其中:

- [0038] 图1A为具有本发明具体实例的特征的处理机的具体实例的简化侧视图;
- [0039] 图1B为图1A的处理机的一部分的简化俯视图;
- [0040] 图2为具有本发明具体实例的特征的处理机的另一具体实例的简化侧视图;
- [0041] 图3为具有本发明具体实例的特征的处理机的另一具体实例的一部分的简化俯视图;
- [0042] 图4为具有本发明具体实例的特征的处理机的再一具体实例的一部分的简化俯视图;
- [0043] 图5为具有本发明具体实例的特征的处理机的又一具体实例的一部分的简化俯视图;
- [0044] 图6为具有本发明具体实例的特征的处理机的另一具体实例的一部分的简化侧视图;
- [0045] 图7A为具有本发明具体实例的特征的处理机的再一具体实例的一部分的简化侧视图;
- [0046] 图7B及图7C为替代性粉体床的俯视图;
- [0047] 图8为具有本发明具体实例的特征的处理机的再一具体实例的一部分的简化侧视图;且
- [0048] 图9为具有本发明具体实例的特征的处理机的再一具体实例的一部分的简化侧视图。

具体实施方式

[0049] 图1A为处理机10的具体实例的简化侧视图,该处理机可用以制造一或多个三维物件11(说明为框)。如本文中所提供,处理机10可为诸如三维打印机的积层制造系统,在该积层制造系统中,粉体12(说明为小型圆)在一连串粉体层13(图示为水平虚线)中结合、熔融、固化及/或融合在一起以制造一或多个三维物件11。在图1A中,对象11包括多个小型正方形,其表示结合粉体层13以形成对象11。

[0050] 用处理机10制造的三维物件11的类型可为几乎任何形状或几何形状。作为非排他性实例,三维物件11可为金属部件,或另一类型的部件,例如,树脂(塑料)部件或陶瓷部件等。三维物件11亦可被称作“建置部件”。

[0051] 结合及/或融合在一起的粉体12的类型可发生变化以适宜于对象11的所需性质。作为非排他性实例,粉体12可包括用于金属三维打印的粉体颗粒。替代地,粉体12可为金属粉体、非金属粉体、塑料、聚合物、玻璃、陶瓷粉体,或对于所属领域中具通常知识者已知的任何其他材料。粉体12亦可被称作“材料”。

[0052] 在某些具体实例中,处理机10包括(i)粉体床总成14;(ii)预加热装置16(说明为框);(iii)粉体供应装置18(说明为框);(iv)量测装置20(说明为框);(v)照射装置22(说明为框);及(vi)控制系统24,前述各者协作以制造每一个三维物件11。此等组件中每一个的设计可依照本文中所提供的教示发生变化。应注意到,处理机10的组件的位置可不同于说明于图1A中的位置。另外,应注意,处理机10可包括相较于图1A中所说明更多组件或更少组件。

[0053] 图1B为图1A的粉体床总成14的一部分及三维物件11的简化俯视图。图1B亦说明(i) 预加热装置16(说明为框)及预加热区16A(通过虚线说明),其表示粉体12正由于加热装置16预加热的区域;(ii) 粉体供应装置18(说明为框)及沉积区18A(以幻图说明),该沉积区表示粉体12正通过粉体供应装置18经添加至粉体床总成14的区域;(iii) 量测装置20(说明为框)及量测区20A(以幻图表示),该量测区表示粉体12及/或对象11正由量测装置20量测的区域;及(iv) 照射装置22(说明为框)及照射区22A,其表示粉体12通过照射装置22照射且融合在一起的区域。应注意,此等区可不同于说明于图1B中的非排他性实例而隔开。

[0054] 作为概述,参看图1A及图1B,在某些具体实例中,处理机10经独特地设计使得在正形成的对象11与预加热装置16、粉体供应装置18、量测装置20及照射装置22中的每一个之间存在沿着移动方向25(通过箭头说明)的实质上恒定相对运动。移动方向25可包括围绕支撑旋转轴线26D的旋转方向。通过此设计,粉体12可相对快速地沉积并融合。此情形允许更快速的形成对象11、增大处理机10的输贯量及减小物件11的成本。

[0055] 本文中提供处理机10的多个不同设计。在说明于图1A及图1B中的具体实例中,粉体床总成14包括(i) 在正形成同时支撑粉体12及对象11的支撑装置26,及(ii) 装置移动器28(例如,一或多个致动器),其沿着支撑移动方向26A相对于预加热装置16(及预加热区16A)、粉体供应装置18(及沉积区18A)、量测装置20(及量测区20A)及照射装置22(及照射区22A)选择性地移动支撑装置26。通过本设计,装置移动器28移动支撑装置26,使得支撑装置26的特定装置沿着支撑移动方向26A移动。装置移动器28可沿着移动方向26A相对于支撑装置移动以下各者中的至少一个:预加热装置16(及预加热区16A)、粉体供应装置18(及沉积区18A)、量测装置20(及量测区20A)及照射装置22(及照射区22A)。

[0056] 应注意,处理机10可在真空环境中操作。替代地,处理机10可在诸如惰性气体(例如,氮气或氩气)环境的非真空环境中操作。

[0057] 在一个具体实例中,支撑装置26相对于预加热装置16、粉体供应装置18、量测装置20及照射装置22以恒定径向速度移动(例如,旋转)。此情形允许处理机10的组件的剩余部分的几乎全部在支撑装置26移动同时被固定。因为支撑装置26正恒定地移动,所以对象11可更快速地制造。在此具体实例中,过多移动部件、大的力及粉体12于支撑装置26上的缓慢层沉积的问题通过利用旋转支撑装置26来解决。支撑装置26的径向速度可为恒定速度。

[0058] 在说明于图1A及图1B中的简化示意图中,支撑装置26包括支撑表面26B及支撑侧壁26C。在此具体实例中,支撑表面26B经平坦盘形塑形,且支撑侧壁26C经管状塑形且自支撑表面26B的周边向上延伸。替代地,可利用支撑表面26B及支撑件侧壁26C的其他形状。应注意,支撑装置26说明为图1A中的切开图。在一些具体实例中,支撑表面26B作为活塞相对于支撑侧壁26C移动,该支撑侧壁26C充当活塞的气缸壁。支撑表面26B的形状可能并非圆形形状,其亦可为矩形形状或多边形形状。另外,支撑侧壁26C的形状可能并非管形,该形状可为矩形柱状或多边形柱状。

[0059] 装置移动器28可沿着支撑移动方向26A以实质上恒定或可变角速度移动支撑装置26。作为替代的非排他性实例,装置移动器28可沿着支撑移动方向26A以至少大约2、5、10、20、30、60或大于60转/分钟(revolutions per minute;RPM)的实质恒定角速度移动支撑装置26。如本文中所使用,术语“实质上恒定的角速度”应意谓变化随时间小于5%的速度。在一个具体实例中,术语“实质上恒定的角速度”应意谓自目标速度变化低于0.1%的速度。装

置移动器28亦可被称作“驱动装置”。

[0060] 在一个具体实例中,装置移动器28在旋转方向(例如,支撑移动方向26A)上旋转支撑装置26,该旋转方向具有穿过支撑表面26B的支撑旋转轴线26D(例如,围绕图1A中的Z轴)。另外或替代地,装置移动器28可以可变速度的或以步进或以其他方式移动支撑装置26。支撑旋转轴线26D可与重力方向对准,且可围绕重力方向与倾斜方向对准。

[0061] 图1A中,装置移动器28包括马达28A(亦即,旋转马达)及装置连接器28B(亦即,硬质细杆轴),该装置连接器将马达28A固定地连接至粉体床26。在其他具体实例中,装置连接器28B可包括传输传动装置,诸如至少一个齿轮、传动带、链条或摩擦驱动器。

[0062] 在一个具体实例中,支撑表面26A面向第一方向(例如,沿着Z轴),且装置移动器28驱动支撑装置26以便沿着与第一方向交叉的第二方向(例如,支撑移动方向26A)移动支撑表面上26A上的特定位置。

[0063] 用以制造对象11的粉体12在一系列粉体层13中沉积于支撑装置26上。取决于处理机10的设计,具有粉体12的支撑装置26可为极重的。通过本设计,此大质量可以恒定或实质上恒定速度旋转以避免加速度及减速度,且所需要运动在除整个曝光工艺开始且结束外无非向心加速度情况下为大型质量的连续旋转。通过本设计,粉体床26的旋转运动消除对用以移动粉体床26的线性马达的需要。曝光工艺可在运动为恒定速度运动的时段期间执行。

[0064] 在一个具体实例中,粉体床26具有在中心的轴线或至少“非打印”区30(说明为圆),使得部件11可为极大的(粉体床的直径),其中约束为,部件具有中空中心,或其必须小于粉体床26的半径。替代地,粉体床26可经移动以消除非打印区30。举例而言,粉体床26的轴线26D可远离中心配置。

[0065] 预加热装置16在该预加热区16A中选择性地预加热粉体12,该粉体已在预加热时间期间沉积于支撑装置26上。以另一方式陈述,预加热装置16可用以使粉体床26中的粉体12达到所要预加热温度。在某些具体实例中,当正建置的对象11移动通过预加热区16A时,预加热装置16在预加热区16A中加热粉体12。

[0066] 在一个具体实例中,预加热装置16沿着预加热轴线(方向)16B延伸,且沿着移动方向26A配置于粉体供应装置18与照射装置22之间。另外,预加热轴线16B与移动方向26A交叉,且横向于旋转轴线26D。通过此设计,预加热区16A定位于沉积区18A与照射区22A之间,且预加热装置16可在沿着移动方向25远离照射区22A的预加热区16A中预加热粉体12。图1B中,预加热区16A说明为远离照射区22A。然而,此等区16A、22A的相对定位可不同于说明于图1B中的相对定位。另外,区16A、22A的相对大小可不同于说明于图1B中的相对大小。举例而言,预加热区16A可远远大于照射区22A。举例而言,此等区16A、22A可彼此邻接。预加热装置16的数目可为一或多个。

[0067] 预加热装置16的设计及所要预加热温度可发生变化。在一个具体实例中,预加热装置16可包括可将一或多个预加热束16C导引于粉体12处的一或多个预加热能量源16C。若利用一个预加热源16C,则预加热束16D可沿着预加热轴线16B径向操控以在预加热区16A中加热粉体12。替代地,多个预加热源16C可经定位以加热预加热区16A。作为替代性的非排他性实例,每一预加热能量源16C可为电子束系统、汞灯、红外激光、经加热空气供应源、热辐射系统、可见波长光学系统或微波光学系统。所要预加热温度可为用于打印中的粉体材料的熔融温度的50%、75%、90%或95%。应理解,不同粉体具有不同熔点,且因此具有不同所

要预加热点。作为非排他性实例,所要预加热温度可为至少摄氏300、500、700、900或1000度。预加热轴线16B可能并非一条直线。

[0068] 粉体供应装置18在沉积时间(亦被称作“粉体沉积时间”)期间将粉体12沉积于支撑装置26上。在某些具体实例中,在支撑装置26正经旋转以在支撑装置26上形成粉体层同时,粉体供应装置18将粉体12供应至定位于沉积区18A中的支撑装置26。在一个具体实例中,粉体供应装置18沿着粉体供应轴线(方向)18B延伸,且沿着移动方向26A配置于量测装置20与预加热装置16之间。另外,粉体供应轴线18B与移动方向26A交叉,且横向于旋转轴线26D。在一个具体实例中,粉体供应装置18包括:保留粉体12的一或多个贮器(图中未示);及一粉体移动器(图中未示),其将粉体12自贮器移动至支撑装置26上方的沉积区18A。粉体供应轴线18B可能并非一条直线。粉体供应装置18的数目可为一或多个。

[0069] 通过本设计,粉体供应装置18在每一旋转期间沿着粉体床26的支撑表面26B形成粉体12的个别层13,且支撑表面26B与支撑移动方向26A及支撑旋转轴线26D交叉。

[0070] 一旦粉体12的一层已通过照射装置22熔融,便有必要的是通过粉体供应装置18尽可能均匀且均一地沉积粉体12的另一(后续)层13。在旋转支撑装置26的状况下,沉积可通过正利用的多个隔开式粉体沉积器18发生于多个不同方位处。

[0071] 量测装置20在量测时间期间检验并监视量测区18A中熔融(融合)层及粉体12的沉积。以另一方式陈述,在支撑装置26及粉体12正经移动同时,量测装置20量测粉体12的至少一部分及部件11的一部分。在一个具体实例中,量测装置20沿着与旋转方向26D交叉的量测装置轴线(方向)20B配置于远离旋转轴线26D的位置处。量测装置20可检验仅粉体层的至少一部分,可检验仅部件11的至少部分或两者。量测装置20的数目可为一或多个。量测装置轴线20B可能并非一条直线。在此设计中,量测装置20配置于照射装置22与粉体供应装置18之间(粉体供应装置上游),然而,量测装置20可沿着移动方向26A配置于粉体供应装置18下游,可配置于粉体供应装置18与预加热装置16之间,或可配置于预加热装置16下游。量测装置20可以光学方式、电方式或实体方式检验粉体层13或建置部件中的至少一个。

[0072] 作为非排他性实例,量测装置20可包括一或多个光学组件,诸如均一照明装置、条纹照明装置、在一或多个波长起作用的摄影机、透镜、干涉计或光侦测器;或非光学量测装置,诸如,超声波、涡电流或电容性传感器。

[0073] 照射装置22在照射时间期间选择性地加热并熔融照射区22A中的粉体12,该粉体已沉积于支撑装置26上以形成物件11。更具体而言,在正移动粉体床26及对象11同时,照射装置22依序暴露粉体12以依序形成对象11的每一层13。照射装置22至少基于关于待建置的对象11的数据而选择性地照射粉体12。数据可对应于计算机辅助设计(computer-aided design;CAD)模型数据。照射装置22的数目可为一或多个。

[0074] 在一个具体实例中,照射装置22沿着照射轴线(方向)22B延伸,且沿着移动方向26A配置于预加热装置16与量测装置20之间。另外,照射轴线22B与移动方向26A交叉,且横向于旋转轴线26D。照射装置22的设计及所要照射温度可发生变化。在一个具体实例中,照射装置22可包括将一或多个照射(能量)束22D导引于粉体12处的一或多个照射能量源22C(“照射系统”)。若利用照射能量源22C,则照射束22D可经径向操控以照射粉体照射区22A。通过此设计,照射装置22可经控制以沿着与支撑表面26B的移动方向25交叉的扫掠方向(例如,沿着照射轴线22B)扫掠能量束22D。替代地,多个能量源22C可经定位以沿着照射轴线

22B照射该照射区22A,其中每一能量源具有独立能量束22D。在此具体实例中,多个照射系统22C沿着与移动方向26A交叉的方向(例如,照射轴线22B)配置。多个照射装置(多个能量源22C)可沿着移动方向26A或与移动方向26A交叉地配置。

[0075] 作为替代性的非排他性实例,照射能量源22C中的每一个可为产生带电粒子束的电子束系统、产生激光束的激光束系统、电子束、产生带电粒子束的离子束系统或放电电弧,且所要照射温度可为至少摄氏1000、1400、1700、2000或高于2000度。在另一具体实例中,照射能量源22C中的每一个可经设计以产生带电粒子束、红外光束、可见光束或微波光束,且所要照射温度可为用于打印中的粉体材料的熔融温度的至少50%、75%、90%或95%。应理解,不同粉体具有不同熔点,且因此具有不同所要预加热点。照射能量源22C可为产生激光束的激光束系统。

[0076] 如本文所提供,照射装置22可配置于沿着与旋转方向26A交叉的照射装置方向(例如,照射轴线22B)远离旋转轴线26D的位置处。另外,照射装置22沿着旋转方向26A与量测装置22隔开。

[0077] 控制系统24控制处理机10的组件以通过分层地连续添加粉体12而自计算机辅助设计(CAD)模型建置三维物件11。控制系统24可包括一或多个处理器24A及一或多个电子存储器装置24B。

[0078] 控制系统24可包括例如中央处理单元(Central Processing Unit;CPU)、图形处理单元(Graphics Processing Unit;GPU)及内存。控制系统24充当通过CPU执行计算机程序控制处理机10的操作的装置。此计算机程序为用于使得控制系统24(例如,CPU)执行待通过控制系统24执行的稍后描述的操作(即,执行该操作)的计算机程序。即,此计算机程序为用于使得控制系统24起作用以使得处理机10将执行稍后描述的操作的计算机程序。通过CPU执行的计算机程序可记录于包括在控制系统24中的内存(即,记录媒体)中,或建置于控制系统24中或外部附接至控制系统24的任意储存媒体中,例如,硬盘或半导体内存中。替代地,CPU可下载计算机程序以经由网络接口由控制系统24外部的装置执行。另外,例如,控制系统24可能并不安置于处理机10内部,且可配置为处理机10外部的服务器或类似者。在此状况下,控制系统24及处理机10可经由诸如有线通信(缆线通信)的通信管线、无线通信或网络连接。在通过有线连接实体地连接状况下,有可能经由网络使用以下串行连接或并行连接:IEEE1394、RS-232x、RS-422、RS-423、RS-485、USB等或10BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-T或类似者。另外,当使用无线电进行连接时,可使用诸如IEEE 802.1x、OFDM或类似的无线电波,诸如蓝牙(注册商标)、红外线、光学通信及类似的无线电波。在此状况下,控制系统24及处理机10可经组态以能够经由通信管线或网络传输并接收各种类型的信息。另外,控制系统24可能能够经由通信管线及网络传输诸如命令及控制参数的信息至处理机10。处理机10可包括接收装置(接收器),其经由通信管线或网络自控制系统24接收诸如命令及控制参数的信息。作为用于记录通过CPU执行的计算机程序的记录媒体,可系CD-ROM,CD-R,CD-RW,软性磁盘,MO,DVD-ROM,DVD-RAM,DVD-R,DVD+R,DVD-RW,诸如磁盘及磁带的磁性媒体(诸如DVD+RW及Blu-ray(注册商标)),诸如光盘、磁性光盘、USB内存或类似者的半导体存储器,及能够储存其他程序的媒体。除储存于记录媒体中且经分布的程序外,程序包括通过经由诸如因特网的网络线下载而分布的形式。另外,记录媒体包括能够记录程序的装置,例如,以程序可以软件、韧体或类似的形式执行的状态安装的通用或专用装置。此外,包

括于程序中的每一处理及功能可通过程序软件执行,该程序软件可通过计算机执行,或每一部分的处理可通过诸如预定门阵列(FPGA、ASIC)的硬件或程序软件执行,且实现硬件组件的部分的部分硬件模块可以混合形式实施。

[0079] 另外,视需要,处理机10可包括冷却器装置31(说明为框),其在通过照射装置22融合之后对冷却器区31A(说明为幻图)中的粉体床26上的粉体12冷却。在一个具体实例中,冷却器装置31沿着冷却器轴线31B延伸,且沿着移动方向26A配置于量测装置20与粉体供应装置18之间。通过此设计,冷却器装置31冷却沿着移动方向26A远离照射区22A的冷却器区31A中的粉体12。另外,冷却器区31A可沿着移动方向26A配置于照射装置22的照射区22A与粉体供应装置15的供应区18A之间。冷却器轴线31B可能并非一条直线。

[0080] 作为非排他性实例,冷却器装置31可利用辐射、传导及/或对流来将新熔融材料(例如,金属)冷却至所要温度。

[0081] 在图1A中的非排他性实例中,预加热装置16、粉体沉积器18、量测装置20、照射装置22及冷却器装置31可固定在一起且通过共同组件壳体32保持。此等组件可统称为顶部总成。替代地,此等组件中的一或多者可通过一或多个独立壳体保持。在此设计中,共同组件壳体32可沿着移动方向26A或移动方向26A的相对方向旋转。在此情形下,支撑装置26可为固定的,或可沿着移动方向移动(旋转)。预加热装置16、粉体沉积器18、量测装置20、照射装置22及冷却器装置31中的至少一个可在与移动方向26A交叉的方向上可移动。

[0082] 参看图1A及图1B,支撑床26为易于论述可作为钟面提及。在此具体实例中,在12点钟,暴露使用照射装置22发生。请注意,支撑床26的局部行进速率相较于中心处在边缘处更快,因此可能需要多个照射能量源22B的定位的调整。在合适旋转角处,即在钟面上的1:30,通过量测装置20进行的量测(说明于图1A中)可发生。量测装置20仅需要跨过粉体床26的半径,而非在其他方法中跨过粉体床12的整个面积。

[0083] 在约2:30,冷却器装置31可冷却粉体床26上的粉体12。在约3:15,粉体沉积器18可经定位以将粉体12沉积于粉体床26上。过量粉体12可经由离心力或通过粉体沉积器18的设计而被驱离旋转粉体床26的边缘。在某些具体实例中,粉体沉积器18的沉积速率为径向相依的。若需要,沉积度量衡可经添加,继之以补充粉体沉积系统,该补充粉体沉积系统可使用来自粉体度量衡系统的回馈以在需要时选择性地添加或移除粉体。

[0084] 接着,在约5点钟,通过预加热装置16进行的预加热可发生。

[0085] 如上文所提供,(i) 预加热装置16在预加热时间期间在预加热区16A中预加热粉体12;(ii) 粉体沉积器18在沉积时间期间将粉体12沉积于沉积区18A中的粉体床26上;(iii) 量测装置20在量测时间期间量测该量测区20A中的粉体12;(iv) 照射装置22在照射时间期间照射该照射区22A中的粉体12;且(v) 冷却器装置31在冷却器时间期间冷却该冷却器区31A中的粉体12。应注意,预加热时间、沉积时间、量测时间、照射时间及/或冷却器时间中的任一个可被称作第一时段、第二时段、第三时段、第四时段及/或第五时段。预加热装置16、粉体沉积器18、量测装置20、照射装置22及冷却器装置31的数目可为多个。在此情形下,例如,另一照射装置可定位于6:00,另一量测装置可定位于7:30,另一冷却器装置可定位于8:30,另一粉体沉积器可定位于9:15,且另一预加热装置可定位于11点钟。

[0086] 亦应注意,通过本文中提供的独特设计,多个操作可同时(同步)执行以改良处理机10的输贯量。以另一方式陈述,预加热时间、沉积时间、量测时间、照射时间及冷却时间中

的一或多个针对粉体12的层13的任何给定处理时间上部分或完全重叠,以改良处理机10的输贯量。举例而言,此等时间中的两个、三个、四个或所有五个可部分或完全重叠。

[0087] 更具体而言,(i) 预加热时间可与沉积时间、量测时间、照射时间及/或冷却时间至少部分重叠;(ii) 沉积时间可与预加热时间、量测时间、照射时间及/或冷却时间至少部分重叠;(iii) 量测时间可与沉积时间、预加热时间、照射时间及/或冷却时间至少部分重叠;(iv) 照射时间可与沉积时间、量测时间、预加热时间及/或冷却时间至少部分重叠;及/或(v) 冷却时间可与预加热时间、沉积时间、量测时间及/或照射时间至少部分重叠。

[0088] 作为第一实例,(i) 在第一时段期间,照射装置22用照射束22C照射粉体层,(ii) 在第二时段期间,量测装置20量测对象11/粉体12的至少部分,且(iii) 第一时段及第二时段至少部分重叠。另外,在第三时段期间,预加热装置16预加热粉体12,且第三时段与第一时段及第二时段至少部分重叠。替代地,在第三时段期间,粉体沉积器18沉积粉体12,且第三时段与第一时段及第二时段至少部分地重叠。仍替代地,第三时段的至少部分与预加热装置对粉体预加热的第四时段的至少部分可重叠。

[0089] 另外或替代地,第二时段的至少部分与粉体供应装置形成粉体层的第三时段的至少部分可重叠。在某些具体实例中,针对最大输贯量,部件11(或多个部件11)覆盖支撑表面26B的最大面积,且沉积时间、预加热时间、量测时间、照射时间及冷却时间的全部为实质上连续且同步的;亦即,沉积、预加热、量测、照射及冷却工艺在最大量的部件制造时间期间并行地执行。

[0090] 在一个具体实例中,(i) 照射装置22在第一时段期间照射粉体12的至少一部分以自粉体12的层13形成部件11的至少一部分;(ii) 驱动装置28驱动支撑装置26以便沿着移动方向26A移动支撑表面26B上的特定位置;(iii) 粉体供应装置18将粉体12供应至支撑装置26,该支撑装置移动且形成粉体层13;及(iv) 照射装置22用能量束22D照射层13以自粉体层13形成建置部件11。在此具体实例中,照射装置22改变照射位置,在该照射位置处,使能量束22D沿着与移动方向26A交叉的方向(照射轴线22B)照射至粉体层13。另外,驱动装置28可驱动支撑装置26以便围绕旋转轴线26D旋转,且照射装置22可沿着正交于旋转轴线26D的方向(照射轴线22B)改变照射位置。

[0091] 在另一具体实例中,处理机10包括:(i) 具有支撑表面26B的支撑装置26;(ii) 驱动装置28,其驱动支撑装置26以便沿着移动方向26A移动支撑表面26B上的特定位置;(iii) 粉体供应装置18,其将粉体12供应至支撑装置26,该支撑装置移动并形成粉体层13;及(iv) 包括多个照射系统22C的照射装置22,该等照射系统用能量束22D照射层13以自粉体层13形成建置部件11。在此具体实例中,照射系统22C沿着与移动方向26A交叉的方向(例如,照射轴线22B)配置。

[0092] 应注意,图1B说明,所有必需步骤可在粉体床26的旋转循环的一半内发生。此情形意谓,包括另一预加热装置、粉体沉积器、量测装置及照射装置的完整第二系统(图中未示)可添加于旋转循环的另一半上以允许针对粉体床26的同一旋转速度两倍高的三维打印速率。另外,组件的配置可经压缩以在必要时添加完整的第三系统(图中未示)或三个以上系统。替代地,对于“单一系统”具体实例,区域16A、18A、20A、22A、31A的大小可经增大以覆盖支撑表面26B的较大部分或实质全部。

[0093] 亦应注意,以上步骤中的一些或全部正于粉体床26的不同部件上同步地发生,使

得三维打印的工作循环为100%，且一直存在正发生的预加热、粉体沉积、量测及/或照射中的一或多个。添加第二(或第三)打印区将有效工作循环推动至200%(或300%)。

[0094] 使用此处理机10的最低效方式为在一时间使用仅一个对象11，该时间并不利用粉体床26的整个圆饼形暴露区。在此状况下，对象11依序自暴露转至度量衡，至沉积至预加热，且接着重复。然而，即使在此最低效操作模式下，部件制造速度仍与更传统系统相当。

[0095] 若更大部件或多个部件同步地制造，则系统可在几乎100%工作循环上运转，其中一些或全部阶段并行地发生，从而致使大的输贯量及工具利用改进。

[0096] 在某些具体实例中，粉体床26可经由精细螺距螺杆或某等效方法以连续速率沿着支撑旋转轴线26D通过装置移动器28向下移动。通过此设计，粉体12的最近(顶部)层与粉体沉积器18(及另一顶部总成)之间的高度33对于整个工艺可保持实质上恒定。替代地，粉体床12可在每一旋转时以步降样式向下移动，此举可导致粉体床12中一个径向位置处不连续的可能性。如本文所使用，“实质上恒定”是指，高度33发生变化小于三分之一，此是由于每一粉体层的典型厚度小于一公厘。在另一具体实例中，“实质上恒定”是指，高度33在制造工艺期间发生变化低于高度33的10%。

[0097] 仍替代地，顶部总成可包括壳体移动器34，该壳体移动器在粉体12正经沉积以维持所要高度同时以连续(或步进)速率向上移动顶部总成(或其一部分)。壳体移动器34可包括一或多个致动器。壳体移动器34及/或装置移动器28可被称作第一移动器或第二移动器。

[0098] 尽管圆柱形粉体床26的直径将远大于可经制造的部件11的大小(除在中心处可具有孔的部件外)，但旋转式粉体床26的大小并非相较于能够打印相同最大大小的矩形粉体床26需要的大小大得多的大小。该情形是因为旋转式方法具有固定占据面积，同时粉体床的线性平移在暴露区的所有侧上需要空间从而沿着单一轴线进行扫描。

[0099] 如本文所提供，在某些具体实例中，本发明具体实例的优势的非排他性实例为，本文中提供的旋转粉体床26系统最初需要仅一个移动部件即粉体床26，而其他组件(预加热装置16、粉体供应装置18、量测装置20、照射装置22)皆为固定的，从而使得整个系统更简单。又，基于旋转的粉体床26系统的输贯量高得多，此是由于步骤并行而非串行地执行。

[0100] 应注意，说明于图1A及图1B中的处理机10可经设计使得(i)粉体床26围绕Z轴旋转且沿着Z轴移动以维持所要高度33；或(ii)粉体床26围绕Z轴旋转，且组件壳体32及顶部总成仅沿着Z轴移动以维持所要高度33。在某些具体实例中，可进行感测以向一个组件指派Z向移动且向另一组件指派旋转。

[0101] 图2为用于制造对象11的处理机210的另一具体实例的简化侧视图。在此具体实例中，三维打印机210包括(i)粉体床226；(ii)预加热装置216(说明为框)；(iii)粉体沉积器218(说明为框)；(iv)量测装置220(说明为框)；(v)照射装置222(说明为框)；(vi)冷却器装置231；及(vii)控制系统224，前述各者稍微类似于上述对应组件。然而，在此具体实例中，粉体床总成214的粉体床226为静止的，且处理机210包括壳体移动器234，其相对于粉体床226移动组件壳体232与预加热装置216、粉体沉积器218、量测装置220、照射装置222及冷却器装置231。

[0102] 作为非排他性实例，壳体移动器234可围绕旋转轴线236(例如，围绕Z轴)以恒定或可变速度旋转组件壳体232与预加热装置216、粉体沉积器218、量测装置220、照射装置222及冷却器装置231(统称为“顶部总成”)。另外或可替代地，壳体移动器234可沿着旋转轴线

236以步进式方式移动组件壳体232与预加热装置216、粉体沉积器218、量测装置220、照射装置222及冷却器装置231。

[0103] 应注意,图2的处理机210可经设计使得(i)顶部总成围绕Z轴旋转且沿着Z轴移动以通过壳体移动器234维持所要高度233;或(ii)顶部总成围绕Z轴旋转,且粉体床226仅通过装置移动器228沿着Z轴移动以维持所要高度233。在某些具体实例中,可进行感测以向一个组件指派Z向移动且向另一组件指派旋转。壳体移动器234及/或装置移动器238可被称作第一移动器或第二移动器。

[0104] 图3为处理机310的另一具体实例的简化俯视图。在此具体实例中,处理机310经设计以实质上同步地制造多个对象311。可并行地制造的对象311的数目可根据对象311的类型及处理机310的设计来制造。在说明于图3中的非排他性具体实例中,同步地制造六个对象311。替代地,可同步地制造多于六个或少于六个对象311。

[0105] 在说明于图3中的具体实例中,对象311中的每一个为相同设计。替代地,例如,处理机310可经控制,使得同步地制造一或多个不同类型的对象311。

[0106] 在说明于图3中的具体实例中,三维打印机310包括(i)粉体床326;(ii)预加热装置316(以幻图说明);(iii)粉体沉积器318(以幻图说明);(iv)量测装置320(以幻图说明);(v)照射装置322(以幻图说明);及(vii)控制系统324,前述各者稍微类似于上述对应组件。然而,在此具体实例中,粉体床326可包括支撑表面326B及定位于支撑表面326B上且通过该支撑表面支撑的多个隔开式建置腔室326E(例如,六个)。在此具体实例中,建置腔室326E中的每一个与侧壁326G一起界定独立支撑区326F用于正制造的每一独立部件311。另外,在此具体实例中,独立建置腔室326E定位于大型共同支撑表面326B上。另外,多个建置腔室326E可沿着移动方向325配置。

[0107] 在图3中,单一部件311在每一建置腔室326E中制造。替代地,一个以上部件311可建置于一建置腔室326E中。类似地,又在图1的设计中,一个以上部件11可实质上同步地建置于支撑装置26中。

[0108] 仍替代地,粉体床326的支撑表面326B可经划分以包括多个支撑区326F,其中每一支撑区326F支撑独立对象311。通过此设计,支撑区326F可邻接于彼此,且仅在共同粉体床326上实体地隔开(且并非通过壁隔开)。在此设计中,多个支撑区326F亦沿着移动方向325配置。

[0109] 在一个具体实例中,三维打印机310可经设计使得粉体床326相对于预加热装置316、粉体沉积器318、量测装置320及照射装置322旋转(例如,以实质上恒定速率)。在此具体实例中,建置用于金属部件311的大容量三维打印的实用且低成本三维打印机310的问题通过提供支撑多个支撑区326F的旋转粉体床326来提供。

[0110] 替代地,三维打印机310可经设计使得预加热装置316、粉体沉积器318、量测装置320及照射装置322相对于粉体床326及多个支撑区326F旋转(例如,以实质上恒定速率)。

[0111] 应注意,在此具体实例中,照射装置322包括沿着照射轴线322B定位的多个(例如,三个)独立照射能量源322C。在此具体实例中,能量源322C中的每一个产生独立照射束(图中未示)。在替代具体实例中,能量源322C可为激光或电子射束。在所展示的具体实例中,三个能量源322C配置成线,使得其一起可覆盖每一支撑区326F的全宽。因为暴露区域覆盖所要建置容量的整个径向尺寸,所以所需建置容量中的各点可通过能量束中的至少一个达

成。在一替代性具体实例中,在较低输贯量为可接受之处,可使用单一能量源322C,其中束沿着与旋转轴线交叉的照射轴线322B在径向(扫掠)方向上操控。在另一替代性具体实例中,具有用以覆盖所要部件半径的足够束偏转宽度的单一能量源322C可暴露建置容量内的各点。

[0112] 在一些具体实例中,对于每一建置腔室326E,侧壁326G包围可经垂直地移动的“升降器平台”(支撑区326F)。制造以升降器(支撑区326)置放于侧壁326G的顶部附近开始。随着每一建置腔室326E在粉体沉积器318下面移动(旋转),粉体沉积器318将较佳薄金属粉体层沉积于每一建置腔室326E中。在适当时间,每一建置腔室326E中的升降器平台(支撑区326F)以一个层厚度步降,使得下一粉体层可经恰当地分布。

[0113] 在一些具体实例中,实质上平面表面(图中未示)定位于建置腔室326E的侧壁326G之间,以防止非所要粉体在壁326G外部落下。在替代性具体实例中,粉体沉积器318包括特征,该等特征允许粉体分布在适当时间开始并停止,使得粉体的实质全部沉积于建置腔室326E内部。

[0114] 当建置腔室326E为充满的且部件311经充分建置时,支撑表面326B可即刻停止,且机器人可将充满腔室326E交换为空的腔室。在新部件311的制造在空的腔室326E中开始同时,充满腔室326E可经移动至用于新部件311的受控退火或逐渐冷却的不同方位。取决于针对特定应用的要求,所有建置腔室326E可同时“循环”,或循环可经交错至实质相等间隔的时间。

[0115] 在一个具体实例中,离散建置腔室326E可通过机器人(图中未示)(潜在地经由气塞)在转动的转台与辅助腔室之间移动,其中部件311可以受控方式缓慢地冷却的,该等腔室可经排气至大气,及/或该等腔室可与空的建置腔室326E交换用于后续制造处理。

[0116] 每一建置腔室326E的形状可为正方形、长方形、圆柱形、梯形或环形的扇区。

[0117] 通过说明于图3中的设计,三维打印机310需要来回运动,因此输贯量可经最大化,且许多部件311可在独立建置腔室326E中经并行地建置。

[0118] 图4为处理机410的再一具体实例的一部分的简化俯视图。在此具体实例中,处理机410包括:(i)粉体床426;(ii)粉体沉积器418;及(iii)照射装置422,前述各者稍微类似于上述对应组件。应注意,处理机410可包括为了清楚已自图4省略的预加热装置、量测装置、冷却器装置及控制系统。粉体沉积器418、照射装置422、预加热装置、冷却器装置及量测装置可统称为顶部总成。

[0119] 在此具体实例中,建置用于一或多个金属部件411(说明为框)的三维打印的实用及低成本三维打印机410的问题通过提供旋转粉体床426解决,且随着粉体床426围绕平行于Z轴的旋转轴线426D在移动方向425上旋转,粉体沉积器418越过粉体床426线性地移动。部件411建置于圆柱状粉体床426中。

[0120] 在一个具体实例中,粉体床426包括:具有升降器平台的支撑平面426B,该升降器平台可沿着旋转轴线426D(例如,平行于Z轴)垂直地移动;及圆柱形侧壁426C,其包围“升降器平台”。通过此设计,制造开始于支撑表面426B(升降器)置放于侧壁426C的顶部附近。粉体沉积器418越过粉体床426平移,从而越过支撑表面426B散布薄的粉体层。

[0121] 在图4中,照射装置422导引照射束422D以融合粉体从而形成部件411。在此具体实例中,照射装置422包括沿着照射轴线422B定位的多个(例如,三个)独立照射能量源422C

(各自说明为实线圆)。在此具体实例中,能量源422C中的每一个产生独立照射束422D(通过虚线圆说明)。在所展示的具体实例中,三个能量源422C沿着照射轴线422B(横向于旋转轴线426D)配置成线,使得其一起可至少覆盖支撑表面426B的半径。另外,三个能量源422C在此具体实例中实质上彼此相切,且照射束422D正重叠。因为照射束422D覆盖粉体床426的整个半径,但粉体床426中的各点可通过照射束422D中的至少一个达成。此情形防止粉体床426的旋转中心处的暴露“盲点”。

[0122] 在一替代性具体实例中,在较低输贯量为可接受之处,可使用单一能量源,其中束在径向方向上操控以在径向方向上smap。在此具体实例中,束平行于照射轴线422B经扫描,该照射轴线横向于旋转轴线426D且与移动方向交叉。在另一替代性具体实例中,具有用以覆盖所要部件半径的足够光束偏转宽度的单一能量源可暴露建置容量内的各点。

[0123] 粉体沉积器418越过粉体床426的顶部分布粉体。在此具体实例中,粉体沉积器418包括粉体散布器419A及粉体移动器总成419B,该粉体移动器总成横向于粉体床426线性地移动粉体散布器419A。

[0124] 在此具体实例中,粉体散布器419A将粉体沉积于粉体床426上。在一些具体实例中,粉体散布器419A包含特征,该等特征控制粉体分布区域的宽度以使自圆柱粉体床426外部掉落的粉体最小化或防止粉体掉落。在其他具体实例中,侧壁426C可包括延伸至粉体散布器区域的隅角中的凸缘,其中凸缘防止过量粉体自圆柱粉体床426外部散布。

[0125] 在粉体床426及粉体沉积器418一起围绕旋转轴线426D旋转同时,粉体移动器总成419B相对于粉体床426线性地移动粉体散布器419A。在一个具体实例中,粉体移动器总成419B包括一对隔开式致动器419C(例如,线性致动器)及一对隔开式线性导块419D(以幻图说明),该对线性导块横向(垂直)于旋转轴线426D及粉体床426沿着Y轴移动粉体散布器419A。粉体散布器419A可越过粉体床426移动至在图4的顶部处以点线展示的空的“停驻空间”419C。

[0126] 在粉体散布器419A停驻于旋转系统的相对侧处之后,照射装置422可经给予能量以选择性地熔融或融合适当粉体为固体部件411。

[0127] 在又一具体实例中,粉体床426可为矩形,且固持较大体积的粉体,但最大部件容量经约束至矩形粉体床426内的圆柱形体积容量。

[0128] 通过此设计,因为粉体床426相对于照射装置422旋转,所以有可能的是在不需要任何加速或减速时间情况下到达部件容量中的各点。此特征提供优于先前技术系统的实质输贯量改进。因为仅扫描部件为具有相对低质量的粉体散布器419A,所以高加速度可用以维持高输贯量。

[0129] 此外,因为粉体散布器419A相对于粉体床426以线性样式移动,所以粉体可易于在平坦且薄的层中分布。此情形避免旋转中心处粉体的过量或缺少。

[0130] 在另一具体实例中,处理机410(i)可包括一个以上照射装置422及一个以上暴露区域(照射区);及/或(ii)多个部件411可一次性制造于粉体床426上以增大输贯量。举例而言,处理机410可包括界定两个暴露区域的两个照射装置422或界定三个暴露区域的三个照射装置422。

[0131] 在某些具体实例中,(i)粉体床426及整个粉体沉积器418相对于照射装置422、预加热装置、冷却器装置及/或量测装置围绕旋转轴线426D以实质上恒定速度旋转,且(ii)粉

体沉积器418在粉体散布操作期间相对于粉体床426线性地移动。替代地, (i) 粉体床426围绕旋转轴线426D相对于粉体沉积器418、照射装置422、预加热装置、冷却器装置及/或量测装置以实质恒定速度旋转, 且 (ii) 粉体沉积器418在粉体散布操作期间相对于照射装置422、预加热装置、冷却器装置及/或量测装置线性地移动。

[0132] 另外, 在又一具体实例中 (i) 粉体床426为静止的, (ii) 照射装置422、预加热装置、冷却器装置及/或量测装置围绕旋转轴线426D相对于粉体床426旋转, 且 (iii) 粉体沉积器418在粉体散布操作期间相对于静止粉体床426横向于旋转轴线426D线性地移动。

[0133] 在某些具体实例中, 粉体床426或顶部总成在进行打印同时沿着Z轴连续地移动以维持实质恒定高度。替代地, 粉体床426或顶部总成可沿着Z轴以类步进样式移动。作为另一替代例, 粉体床426或顶部总成可逐渐向下倾斜至下一打印位准。

[0134] 粉体床426为静止的且顶部总成经旋转的具体实例可具有以下益处: (i) 消除表面处的熔融金属及干燥粉体且在打印表面下方粉体床的未使用粉体与进展中的部件的变化混合物上的离心力; (ii) 消除粉体床的Z向步进使粉体/熔融金属/部件凝聚物真实地不受干扰; (iii) Z向移动控制相较于大规模且生长的粉体床通过轻得多且恒定质量顶部总成情况下更容易; (iv) 顶部总成可结束一个完整旋转, 接着对于20度旋转不进行任何操作, 接着开始新层; 此将在步进点处分布且可能平均任何非连续或冶金差异, 且例如每一层将进一步远离20度地开始; (v) 需要至粉体床的更容易冷却系统连接(若存在); (vi) 减小旋转部件及Z向移动的控制复杂度: 旋转粉体床恒定地获得质量但其需要稳定旋转速度及稳定Z向移动(或均一Z步进距离), 使得控制系统必须针对其进行调整; (vii) 旋转顶部总成轻得多且为粗略恒定的质量(依据粉体补充为连续的抑或周期性的); (viii) 可能简化量测系统, 此是因为每一事项相对于粉体床426的固定层量测。在一个具体实例中, 无线通信及电池组可用于旋转顶部总成中。另外, 打印可周期性地暂停以补充电力(经由电容器)及粉体。替代地, 若暂停将引入建置不连续, 则连续打印可经执行, 且电可能通过连续电感充电或另一非接触式方法供应, 且粉体料斗可经连续地补充。

[0135] 如上文所提供, 在一个具体实例中, 粉体床426沿着旋转轴线426D移动, 且顶部总成以恒定角速度围绕旋转轴线426D旋转。若粉体床426以恒定速度沿着旋转轴线426D移动, 则粉体床426与顶部总成之间的相对运动将经螺旋塑形(亦即, 螺旋)。在一个具体实例中, 部件411中的平坦表面可经倾斜以与粉体床426的轨道匹配, 或旋转轴线426D可相对于Z轴轻微倾斜, 使得部件411的暴露表面仍为平面的。

[0136] 在一个具体实例中, 粉体沉积器418经设计以将粉体连续地馈入至粉体床426。在此具体实例中, 粉体沉积器418可包括粉体料斗(图中未示), 其具有在旋转顶部总成上的覆盖旋转轴线426D(中心区)的漏斗及直接在漏斗上方终止的非旋转馈入器(图中未示)(例如, 螺杆驱动、传送带等)。若中心区归因于需要其他组件而不可用, 则环状漏斗将总是在静止离轴馈料器点下在其环形开口中具有一个、至少一个点。在此等具体实例中的两个中, 有利的是使得大型及重质粉体供应机制为静止的且将粉体馈入至旋转顶部总成中。

[0137] 若照射束422D的每一行的“熔融区”为近似线性的, 则其可与螺旋表面的稍微倾斜径向表面对准。螺旋表面是否为平坦的并不重要, 只要螺旋表面具有足够笔直的径向线段。亦有可能的是, 一些具体实例可将螺旋粉体表面看作“近似平坦的”, 此是由于粉体层厚度相较于部件大小、粉体床大小及能量束焦深为小的。

[0138] 图5为用于形成三维部件511的处理机510的再一具体实例的一部分的简化俯视图。在此具体实例中,处理机510包括稍微类似于上述对应组件的(i)粉体床526;(ii)粉体沉积器518;及(iii)照射装置522。应注意,处理机510可包括为了清楚已自图5省略的预加热装置、冷却器装置、量测装置及控制系统。粉体沉积器518、照射装置522、预加热装置、冷却器装置及量测装置可被统称为顶部总成。

[0139] 在说明于图5中的具体实例中,粉体床526包括大型支撑平台527A及定位于支撑平台527A上的一或多个建置腔室527B(说明仅一个)。在一个具体实例中,在每一部件511正经建置时,支撑平台527A固持且支撑每一建置腔室527B。举例而言,支撑平台527A可经盘形塑形或矩形塑形。

[0140] 在图5中,建置腔室527B含有金属粉体,该金属粉体根据所要部件几何形状经选择性融合或熔融。可使建置腔室527B的大小、形状及设计发生变化。在图5中,建置腔室527B通常经环形塑形,且包括(i)管状腔室内壁527C,(ii)管状腔室外壁527D,及(iii)在腔室壁527C、527D之间延伸的环盘状支撑表面527E。

[0141] 在此具体实例中,支撑表面527E可充当环形“升降器平台”,其可相对于腔室壁527C、527D垂直地移动。在某些具体实例中,制造以升降器527E置放于腔室壁527C、527D的顶部附近开始。粉体沉积器518在建置腔室527B与粉体沉积器518之间的相对移动期间沉积较佳薄的金属粉体层至建置腔室527B中。在部件511的制造期间,升降器支撑表面527E可每转缓慢降低一个层厚度,使得下一粉体层可恰当地以连续样式分布。以此方式,替代建置部件作为薄的并行平面层的堆叠,部件建置成自身盘旋许多次的连续螺旋层。

[0142] 在说明于图5中的具体实例中,支撑平台527A及建置腔室527B可在制造工艺期间相对于顶部总成的至少一部分通过一移动器(图中未示)以实质上恒定速度在旋转方向525上围绕旋转轴线526D旋转。替代地,顶部总成的至少一部分可相对于支撑平台527A及建置腔室527B旋转。仍替代地,替代支撑表面527E包括向下移动的升降器平台,支撑平台527A可经控制以在制造期间沿着旋转轴线526D向下移动及/或顶部总成可经控制以在制造期间沿着旋转轴线526D向上移动。

[0143] 通过本发明设计,建置用于金属部件511的大容量3D打印的实用且低成本三维打印机510的问题通过提供旋转转动件527A来解决,该旋转转动件支撑适合于多种小型部件511或适配于环形区中的个别大型部件的连续沉积的大型环形建置腔室527B。

[0144] 在图5中,照射装置522再次包括沿着照射轴线522B定位的多个(例如,三个)独立照射能量源522C(各自说明为圆)。在此具体实例中,三个能量源522C沿着照射轴线522B配置成一线,使得其一起可覆盖建置腔室527B的整个径向宽度。因为暴露区域覆盖所要建置容量的整个径向尺寸,所以所需建置容量中的各点可通过照射束中的至少一个达成。替代地,单一照射能量源522C可与扫描照射束一起利用。

[0145] 如本文中提供,此处理机510不需要来回运动(无转动运动),因此输贯量可经最大化。许多部件511可并行地建置于建置腔室527B中。适配于环形形状内的极大部件可予以制造。存在需要具有中心孔洞的大型修圆部件的许多应用,因此此能力在一些应用(诸如,喷气式引擎)中可为有价值的。

[0146] 图6为处理机610的再一具体实例的一部分的简化侧视说明。在此具体实例中,处理机610包括(i)支撑粉体611的粉体床626;及(ii)照射装置622。应注意,处理机610可包括

为了清楚已自图6省略的粉体沉积器、预加热装置、冷却器装置、量测装置及控制系统。粉体沉积器、照射装置622、预加热装置、冷却器装置及量测装置可被统称为顶部总成。

[0147] 在此具体实例中,照射装置622产生照射能量束622D以选择性地加热每一后续粉体层613中的粉体611以形成部件。在图6的具体实例中,能量束622D可经选择性地操控至锥形工作空间内的任何方向。在图6中,能量束622D的所有三个可能方向通过三个箭头表示。

[0148] 另外,在图6中,粉体床626的支撑表面626B经独特地设计以具有凹入弯曲形状。因此,每一粉体层613将具有弯曲形状。

[0149] 如本文中所提供,于平面粉体表面处越过大角度扫描能量束622D将产生聚焦误差,这是因为自偏转中心至粉体的距离以偏转角的余弦改变。为了避免聚焦误差,在展示于图6中的系统的一个具体实例中,支撑表面626B及每一粉体层613具有球形,该球形具有在能量束622D的偏转中心623处的球体中心。因此,能量束622D恰当地聚焦于粉体611的球体表面的各点处,且能量束622D在粉体层613处具有恒定射束光点形状。在图6中,粉体611在以束偏转中心623为中心的凹入支撑表面626B上散布。对于具有如图6中所说明的单一照射能量源的处理机610,粉体611可在单一凹入支撑表面626B上方散布。替代地,对于具有多个照射能量源的处理机610,粉体611可视情况在多个弯曲表面上散布,每一弯曲表面各自定中心于各别能量源的偏转中心623上。

[0150] 对于使用进入及离开页面的粉体床626(或行)的线性扫描的处理机610的替代性具体实例,弯曲支撑表面626B将为圆柱形状。替代地,对于粉体床626围绕旋转轴线旋转的具体实例,弯曲表面支撑表面626B将经设计以具有球形。

[0151] 在此等具体实例中,弯曲支撑表面626B的大小及形状经设计以对应于(i)顶部粉体层613处能量束622D的束偏转,及(ii)能量束622D与粉体层613之间的类型或相对移动。以另一方式陈述,弯曲支撑表面626B的大小及形状经设计使得能量束622D在能量束622D与粉体层613之间的相对移动期间具有至顶部粉体层613的实质恒定焦距。如本文所使用,术语实质上恒定焦距是指小于5%的焦距变化。在替代性具体实例中,术语实质上恒定焦距应意谓不超过10%、5%、4%、3%、2%或1%的焦距改变。

[0152] 在图6中,建置具有通过大的束偏转角引起的焦距变化的三维打印机610的问题通过提供至少一个圆柱或球形碗状支撑表面626B解决,该圆柱或球形碗状支撑表面维持针对照射能量束622D的恒定焦距。换言之,图6的具体实例包含:包括非平坦(例如,弯曲)支撑表面的支撑装置、将粉体供应至支撑装置且形成弯曲粉体层的粉体供应装置,及照射弯曲粉体层的照射装置。在此情形下,照射装置在包括扫掠方向的至少一扫掠平面(图6的纸平面)中扫掠能量束。且弯曲支撑表面在扫掠平面中包括一曲率。非平坦支撑表面可为具有多边形形状(由彼此交叉的多条直线构成的形状)的部分。

[0153] 图7A为处理机710的再一具体实例的一部分的简化侧视说明。在此具体实例中,处理机710包括(i)支撑粉体711的粉体床726;及(ii)照射装置722。应注意,处理机710可包括为了清楚已自图7A省略的粉体沉积器、预加热装置、冷却器装置、量测装置及控制系统。粉体沉积器、照射装置722、预加热装置及量测装置可被统称为顶部总成。

[0154] 在此具体实例中,照射装置722包括各自产生独立照射能量束722D的多个(例如,三个)照射能量源722C,该独立照射能量束可经操控(扫描)以选择性地加热每一后续粉体层713中的粉体711以形成部件。在图7A中,每一能量束722D可贯穿自各别能量源722C发散

的锥形工作空间可控制地操控。在图7中,每一能量束722D的可能方向各自通过三个箭头表示。

[0155] 在图7A中,粉体床726的支撑表面726B经独特地设计以具有三个凹入弯曲状区726E。以另一方式陈述,支撑表面726B包括用于每一照射能量源722C的独立弯曲状区726E。因此,每一粉体层713将具有微凹弯曲形状。

[0156] 如上文所提供,越过大角度扫描每一能量束722D在粉体711的表面为平坦平面情况下将产生聚焦误差,这是因为自偏转中心至粉体711的距离将以偏转角的余弦改变。然而,在说明于图7中的具体实例中,粉体711在三个突起的弯曲支撑表面726B上散布,且每一能量束722D的偏转中心与粉体711的表面之间的距离为恒定的,因此不存在显著聚焦误差。

[0157] 在某些具体实例中,诸如粉体支撑表面726B正以类似于前述具体实例的方式旋转的系统,可更实际的是越过单一弯曲球面表面分布粉体。在此状况下,提供每一能量束722D的行可在垂直方向上彼此偏移,以使每一能量束722D的聚焦表面与粉体表面更紧密地对准。换言之,粉体711的表面的形状并不精准地匹配至每一能量束722D的焦距,但自最佳焦点的偏差相对于每一能量束722D的焦深足够小,使得恰当部件几何形状可形成于粉体711中。

[0158] 说明于图7A中的处理机710可与线性扫描粉体床726或旋转粉体床726一起使用。对于旋转系统,可较佳的是越过粉体床726的半径而非其直径分布多个行。在此状况下,粉体床的旋转轴将位于附图的右侧边缘处。

[0159] 在此等具体实例中,弯曲支撑区726E的大小及形状经设计以对应于(i)顶部粉体层713处每一能量束722D的束偏转,及(ii)能量束722D与粉体层713之间的相对移动的类型。以另一方式陈述,每一弯曲支撑区726E的大小及形状经设计使得能量束722D在能量束722D与粉体层713之间的相对移动期间在顶部粉体层713处具有实质恒定焦距。以另一方式陈述,支撑区726E的形状且能量束722D的位置关联至支撑区726E与能量束722D之间的相对移动的类型,使得能量束722D在顶部粉体层713处具有实质恒定焦距。

[0160] 举例而言,图7B为弯曲支撑区726E经塑形成线性列的支撑床726的俯视图。在此具体实例中,在维持实质上恒定焦距同时,存在粉体床726与照射装置722(说明于图7A中)之间的沿着移动轴线725的线性相对移动。每一束722D(说明于图7A中)的扫掠(扫描)方向723在图7B中以双头箭头说明。

[0161] 替代地,例如,图7C为弯曲支撑区726E塑形成环形列的支撑床726的俯视图。在此具体实例中,在维持实质恒定焦距同时,存在粉体床726与照射装置722(说明于图7A中)之间的沿着移动轴线725的旋转相对移动。每一束722D(说明于图7A中)的扫掠(扫描)方向723以图7C中的双头箭头说明。

[0162] 如本文所提供,维持恒定焦距将通过控制畸变及束光点大小来改良部件质量。

[0163] 回看图7A,在此具体实例中,(i)粉体床726具有非平坦支撑区(支撑表面)726E,(ii)粉体供应装置(图7A中未展示)供应粉体711至粉体床716以形成弯曲粉体层713;及(iii)照射装置722用能量束722D照射层713以自粉体层713形成建置部件(图7A中未展示)。在此具体实例中,非平坦支撑表面726E可具有曲率。另外,照射装置722可沿着扫掠方向723来回扫掠能量束722D,且其中弯曲支撑表面726E包括能量束722D穿过的平面中的曲率。

[0164] 图8为处理机810的再一具体实例的一部分的简化侧视说明。在此具体实例中,处

理机810包括稍微类似于上文描述且说明于图7A中的对应组件的(i)支撑粉体811的粉体床826;及(ii)照射装置822。应注意,处理机810可包括为了清楚已自图8省略的粉体沉积器、预加热装置、冷却器装置、量测装置及控制系统。粉体沉积器、照射装置822、预加热装置及量测装置可被统称为顶部总成。

[0165] 在此具体实例中,照射装置822包括各自产生独立照射能量束822D的多个(例如,三个)照射能量源822C,该独立照射能量束可经操控(扫描)以选择性地加热每一后续粉体层813中的粉体811以形成部件。在图8中,每一能量束822D可贯穿自各别能量源822C发散的锥形工作空间可控制地操控。在图8中,每一能量束822D的可能方向各自通过三个箭头表示。

[0166] 图8中,粉体床826的支撑表面826B经独特地设计以具有大的凹入曲面。以另一方式陈述,支撑表面826B经弯曲塑形。

[0167] 如上文所提供,越过大角度扫描每一能量束822D在粉体811的表面为平坦平面情况下将产生聚焦误差,这是因为自偏转中心至粉体811的距离将以偏转角的余弦改变。然而,在说明于图8中的具体实例中,粉体811散布于弯曲支撑表面726B上,且照射能量源822C相对于彼此倾斜,使得每一能量束822D的偏转中心与粉体811的表面之间的距离为实质上恒定的,使得不存在显著聚焦误差。

[0168] 在说明于图8中的具体实例中,粉体支撑表面826B正以类似于先前描述的具体实例的方式旋转,且粉体811越过单一弯曲球体表面826B分布。在此状况下,提供每一能量束822D的行可在垂直方向上彼此偏移(且成角度)以使每一能量束822D的聚焦表面与粉体表面更紧密地对准。换言之,粉体811的表面的形状并不精准地匹配至每一能量束822D的焦距,但自最佳焦点的偏差相对于每一能量束822D的焦深足够小,使得恰当部件几何形状可形成于粉体811中。

[0169] 说明于图8中的处理机810可与线性扫描粉体床826或旋转粉体床826一起使用。在此等具体实例中,弯曲支撑表面826B的大小及形状经设计,且照射能量源822C经定向并定位,(i)使得每一能量束822D在顶部粉体层813处具有实质恒定焦距,且(ii)与能量束822D与粉体层813之间的相对移动类型匹配。以另一方式陈述,支撑区826E的形状且能量束822D的位置关联至支撑区826E与能量束822D之间的相对移动的类型,使得能量束822D在顶部粉体层813处具有实质恒定焦距。

[0170] 图9为用于制造三维部件911的处理机910的又一具体实例的一部分的简化侧视透视图说明。在此具体实例中,处理机910为送丝三维打印机,其包括(i)支撑三维部件911的材料床总成914;及(ii)材料沉积器950。

[0171] 在图9中,材料床总成914包括材料床926及围绕支撑旋转轴线926D旋转材料床926的装置移动器928。

[0172] 另外,在图9中,材料沉积器950包括(i)照射装置952,其产生照射能量束954;及(ii)丝源956,其提供丝958的连续馈入。在此具体实例中,照射能量束954照射且熔融丝958以形成熔融材料960,其沉积于材料床926上以制造部件911。

[0173] 如本文中提供,通过三维打印制造高精度旋转对称部件911的问题具有使用以下各者来解决:旋转材料床926(建置平台)、供应丝958的丝源956(供丝机构)及用于熔融丝958的照射能量束954。

[0174] 在一个具体实例中,随着材料床926围绕旋转轴线926D旋转,材料沉积器950可提供熔融材料960以形成部件911。另外,材料沉积器950(照射装置952及丝源956)可通过沉积器移动器964相对于旋转材料床926横向地移动(例如,沿着箭头962)以建置部件911。另外,材料床926及/或材料沉积器950可垂直地移动(例如,通过移动器928、964中的一个)以维持材料沉积器950与部件911之间的所要高度。

[0175] 替代地,沉积器移动器964可经设计以围绕旋转轴线旋转材料沉积器950且相对于静止材料床926横向于旋转轴线移动材料沉积器950。仍替代地,沉积器移动器964可经设计以相对于材料床926围绕旋转轴线旋转材料沉积器950,且材料床926可通过装置移动器928横向于旋转轴线移动。

[0176] 修圆的实质上旋转对称的部件911可通过旋转材料床926且通过使用能量束954熔融导线馈线958而沉积金属来建置。基本操作类似于正常金属切割车床,除“工具”正沉积金属960而非移除金属外。

[0177] 所属领域中具通常知识者将认识到,本发明具体实例的以下详细描述仅为说明性的且并不意欲以任何方式为限制性的。本发明具体实例的其他具体实例将易于向所属领域中具通常知识者建议自身。现将详细参考如说明于附图中的本发明具体实例的实施。

[0178] 为了清楚,并未展示且描述本文中所描述的实施的的所有例行特征。当然,应了解,在任何此类实际实施的发展中,必须进行众多实施特定的决策以便达成开发者的特定目标,诸如符合应用相关及业务相关约束,且应了解,此等特定目标将在实施之间及开发者之间不同。此外,应了解,此类开发努力可为复杂且耗时的,但尽管如此仍将为受益于本发明的所属领域中具通常知识者的例行工程化任务。

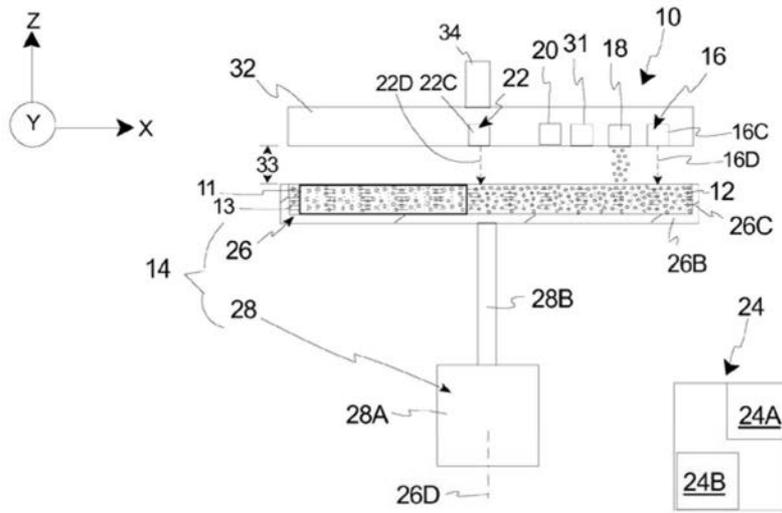


图1A

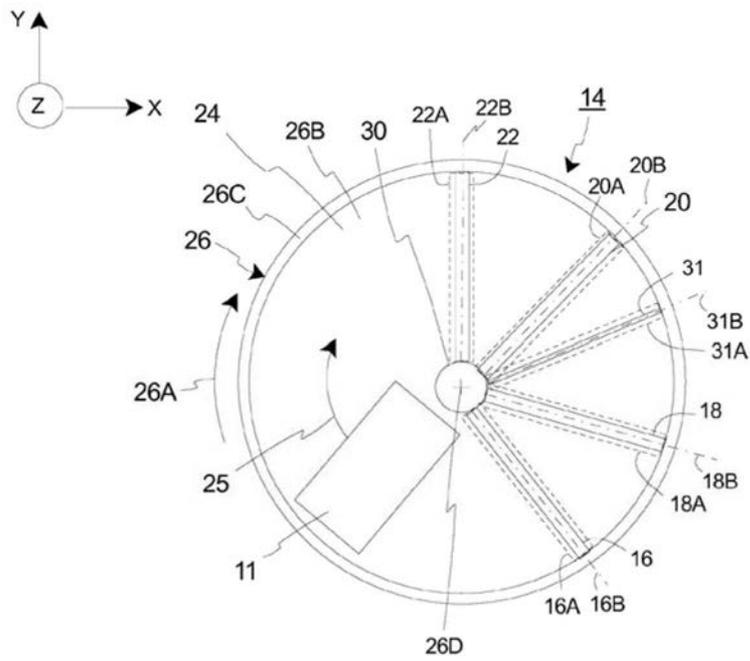


图1B

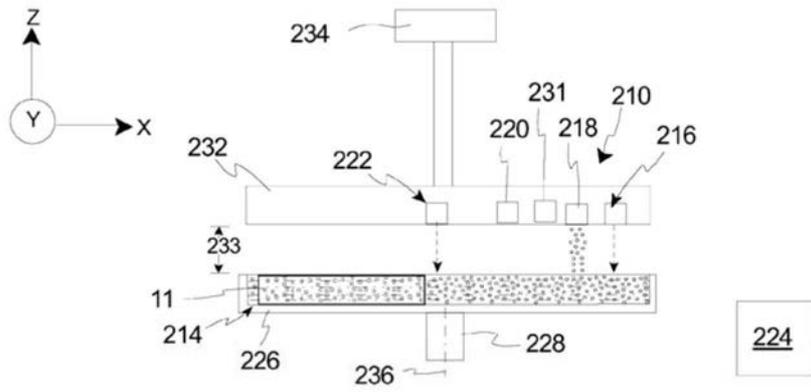


图2

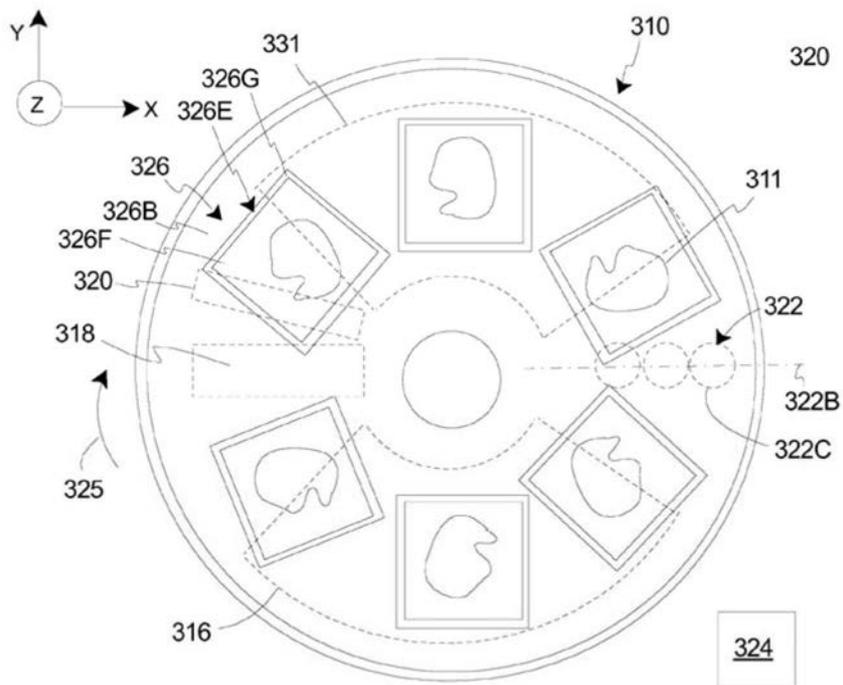


图3

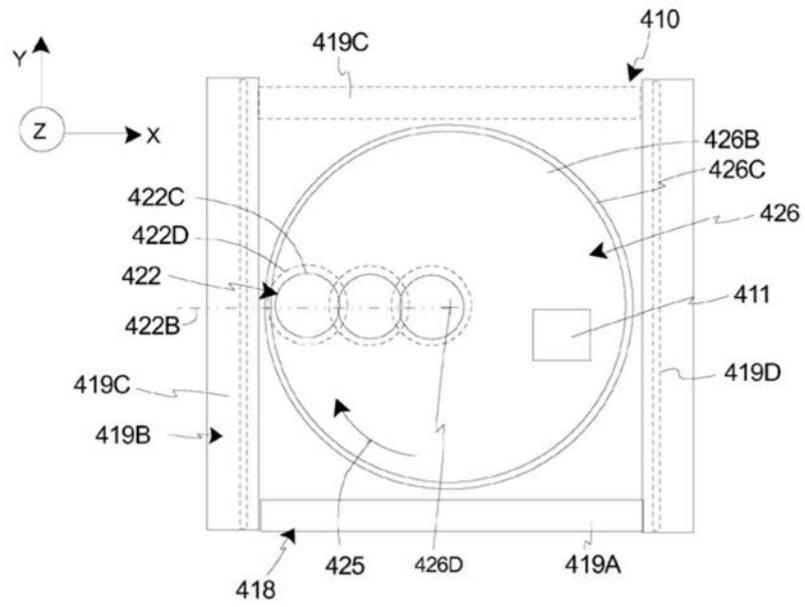


图4

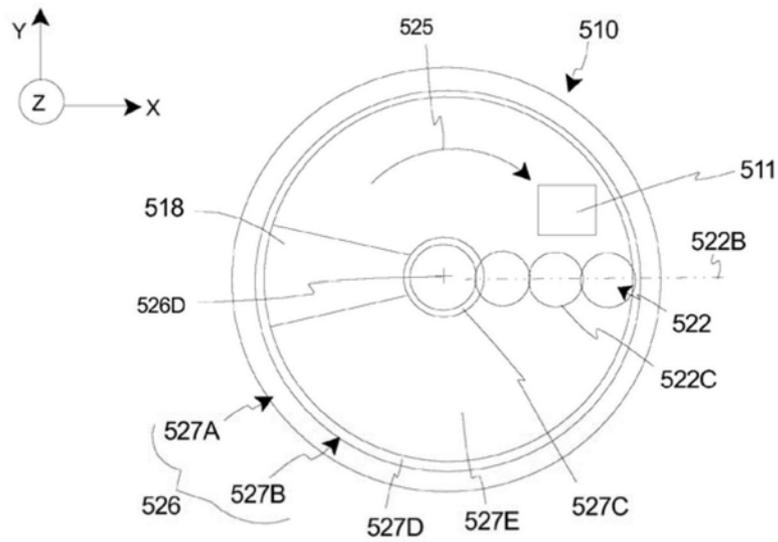


图5

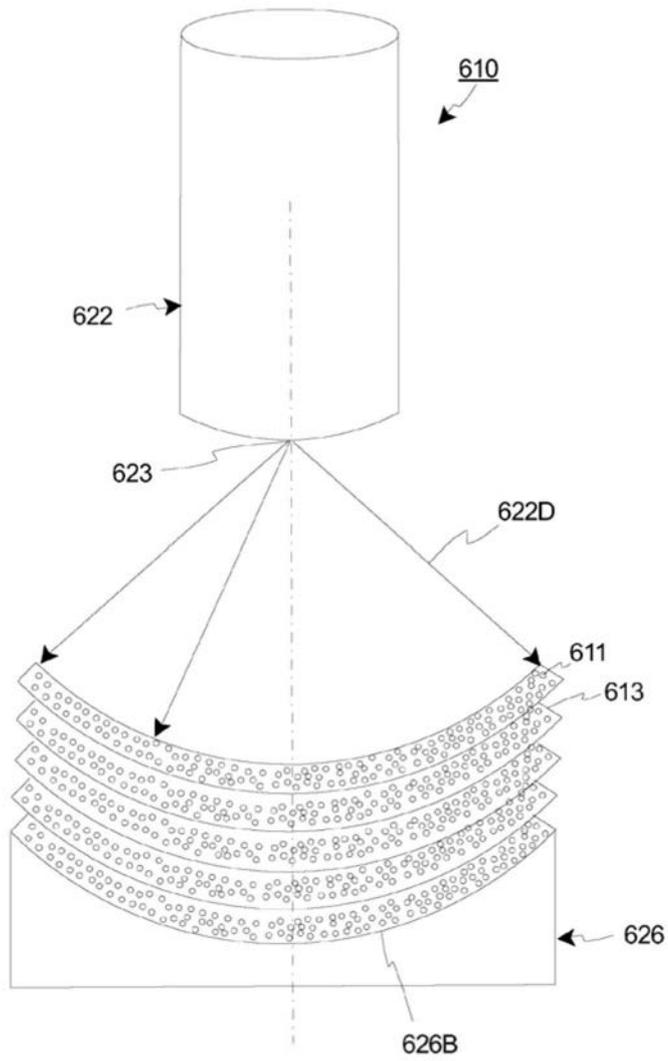


图6

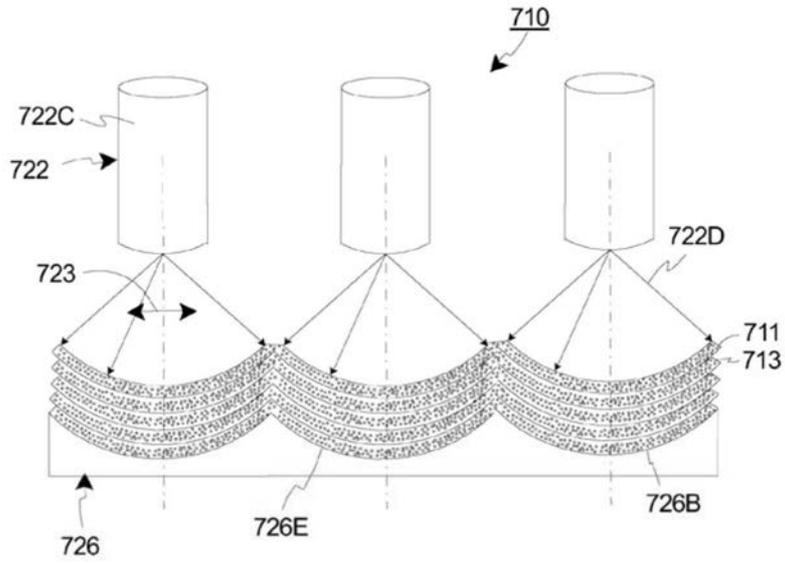


图7A

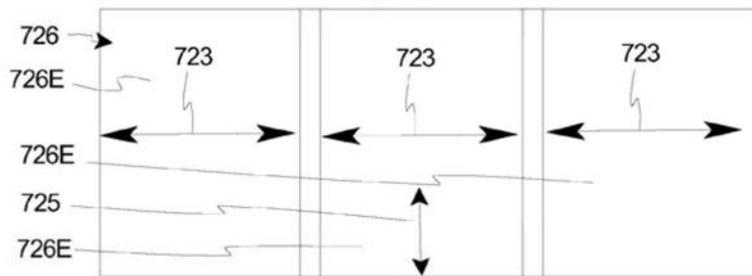


图7B

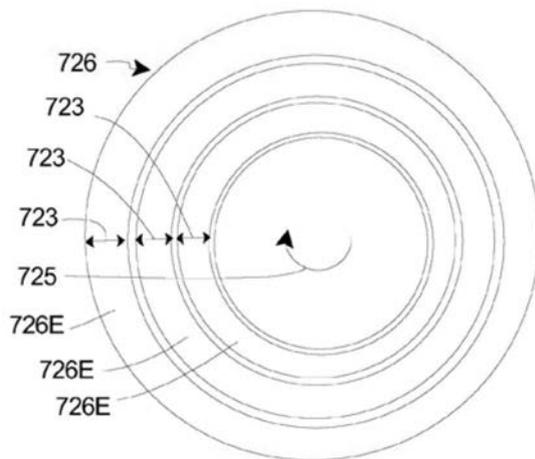


图7C

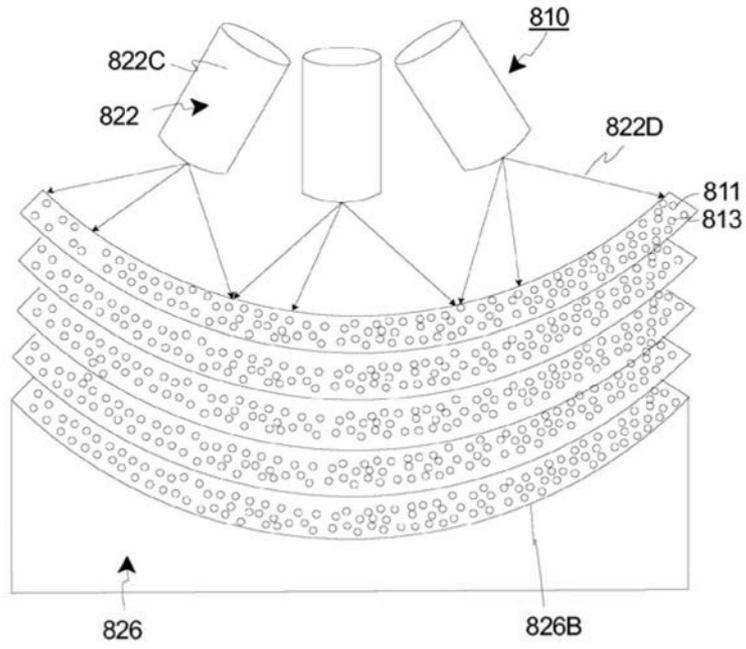


图8

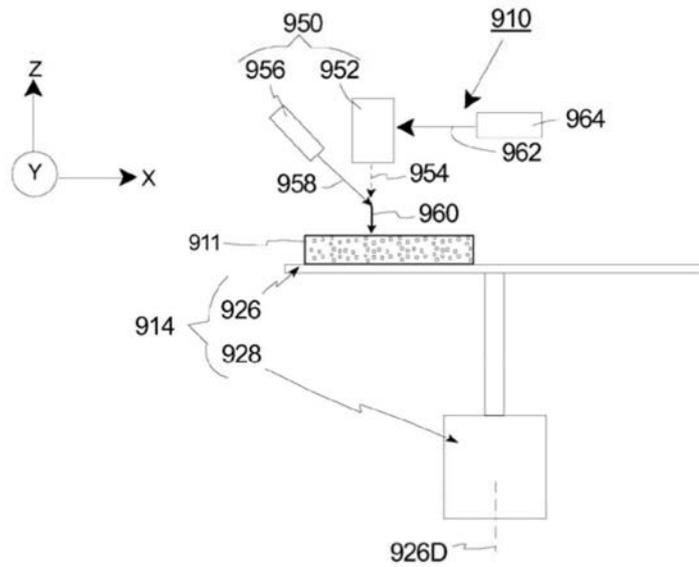


图9