



1. 一种增材制造方法,其特征在于,包含:  
使用镜阵列使激光束图案化;以及  
将图案化的所述激光束从所述镜阵列反射到粉末上,以熔化所述粉末,其中,图案对应于物品的层的一部分。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包含:  
在所述物品的所述层凝固之后,在所述物品的所述层上散布粉末层。
3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,进一步包含:  
调整支撑所述物品的构建台的位置。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包含:  
为所述激光束设置所需分布曲线。
5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,进一步包含:  
通过每个镜的反射角度的变化来控制图案化的所述束的能量强度。
6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,其中,图案化的所述激光束包含多个激光光斑,并且9到25个镜的群组构造提供图案化的所述激光束的每个激光光斑。
7. 如权利要求6所述的方法,特征在于,其中,每个镜的功率容量为1到3瓦,并且所述镜的群组构造提供10到25瓦的激光光斑。
8. 如权利要求7所述的方法,特征在于,其中,每个激光光斑为0.1mm。
9. 如权利要求1所述的方法,特征在于,其中,所述图案对应于所述物品的所述层的10%到100%。
10. 如权利要求1所述的方法,特征在于,其中,所述粉末是具有10到60 $\mu\text{m}$ 的颗粒尺寸的超合金。
11. 一种增材制造系统,其特征在于,包含:  
构建台,所述构建台构造成支撑要由粉末制造的物品;  
激光源,所述激光源构造成产生激光束;和  
镜阵列,所述镜阵列构造成使所述激光束图案化并且将图案化的所述激光束反射到所述粉末上,以熔化所述粉末,其中,图案对应于所述物品的层的一部分。
12. 如权利要求11所述的系统,其特征在于,进一步包含:  
粉末散布器,所述粉末散布器构造成在所述物品的所述层凝固之后,在所述物品的所述层上散布粉末层。
13. 如权利要求12所述的系统,其特征在于,其中,所述构建台构造成移动,以调整所述构建台相对于所述粉末散布器的位置。
14. 如权利要求11所述的系统,其特征在于,进一步包含:  
光学系统,所述光学系统构造成所述激光束设置所需分布曲线。
15. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,其中,所述光学系统进一步构造成通过每个镜的反射角度的变化来控制图案化的所述束的能量强度。
16. 如权利要求11所述的系统,其特征在于,其中,图案化的所述激光束包含多个激光光斑,并且9到25个镜的群组构造提供图案化的所述激光束的每个激光光斑。
17. 如权利要求16所述的系统,特征在于,其中,每个镜的功率容量为1到3瓦,并且所述镜的群组构造提供10到25瓦的激光光斑。

18. 如权利要求17所述的系统,特征在于,其中,每个激光光斑为0.1mm。

19. 如权利要求11所述的系统,特征在于,其中,所述图案对应于所述物品的所述层的10%到100%。

20. 如权利要求11所述的系统,特征在于,其中,所述粉末是具有10到60 $\mu\text{m}$ 的颗粒尺寸的超合金。

## 增材制造系统及方法

### 技术领域

[0001] 本技术大体涉及微镜技术在增材制造中的使用,例如直接金属激光熔化(DMLM)系统及处理,以允许同时创建完整图案以促进更高的构建速度。

### 背景技术

[0002] 增材制造是一种使之能够对各种材料(包括金属、陶瓷和塑料)的部件“3D打印”的技术。例如,在增材制造中,通过使用高功率激光或电子束平整金属粉末并且使粉末选择性地熔融在层内,而以逐层方式构建零件。每个层之后,增添更多粉末并且激光使下一层图案化,同时使其熔融到先前层以制造埋在粉末床中的完整的部件。增材制造系统及处理用以由数字模型制造精准三维部件。

[0003] 现有系统及处理在速度上受限于使用单个扫描镜沿着待制作零件的一个层的轮廓引导高功率激光束以串行方式全面地扫描出每个零件层所需要的时间。一旦零件的轮廓完成,扫描器将束引导到内壁和外壁之间的区域以填充材料。在每个处理中,激光熔化薄的粉末状金属层,以将金属熔化到生产的先前层上。一旦制作了一层,重涂覆机棒移动越过并增添另一层的粉末,并且重复利用激光的处理。每个层可能花费若干秒到几分钟来完成,需要好几千层来制作零件。

[0004] 一次构建完整区段的替代途径是使用一次只让宽束的小区域到达粉末的掩模。该办法的缺点是激光功率非常无效率,要求丢下大部分激光功率。

[0005] 在现有粉末床系统中进行构建时,激光束或电子束用于扫描粉末层,以在粉末床的各层中烧结并熔化所需图案。用于这种系统的一般扫描时间每一层在70-100秒的范围中。对于一些应用,构建可能要求数天的处理时间。DMLM的一个应用是用于飞行器的燃气涡轮发动机的翼型件的制造和修理。使用常规铸造技术难以形成翼型件的几何构型,因而已提出使用DMLM处理或电子束熔化来处理来制造翼型件。利用各层构建在彼此之上并且横截面和横截面彼此连结,可以生产具有要求的几何构型的翼型件或其部分,诸如用于修理。翼型件可能要求后处理,以提供所需结构特性。

### 发明内容

[0006] 根据文中公开的技术的一个示例,增材制造方法包含:使用镜阵列使激光束图案化;以及将图案化的激光束从镜阵列反射到粉末上以熔化粉末,其中,图案对应于物品的层的一部分。

[0007] 根据文中公开的技术的另一示例,增材制造系统包含:构建台,构建台构造成支撑将要由粉末制造的物品;激光源,激光源构造成产生激光束;和镜阵列,镜阵列构造成使激光束图案化并将图案化的激光束反射到粉末上以熔化粉末,其中,图案对应于物品的层的一部分。

## 附图说明

[0008] 当参考附图阅读以下详细描述时,将更好地了解本技术的这些及其他特征、方面和优点,附图中,类似的字符在所有附图中表示类似的零件,其中:

[0009] 图1示意性地描绘根据本技术的示例的DMLM系统;

[0010] 图2示意性地描绘根据本技术的示例的微镜的阵列;

[0011] 图3示意性地描绘根据本技术的示例的阵列的单独微镜;

[0012] 图4示意性地描绘处于倾斜位置的图3的微镜;以及

[0013] 图5示意性地描绘用于形成所需束曲线的图1的系统的一部分。

## 具体实施方式

[0014] 参考图1,增材制造系统20(例如DMLM系统20)包括,用于保持粉末床24的构建台22,用于将粉末床24散布在构建台22上的颗粒散布器或擦拭器或重涂覆机棒26,用于向散布器26供应粉末的粉末供应料斗30,以及粉末多余料斗32。增材制造系统20可以构造成以逐层型式构建或修理工件36。

[0015] 控制器38可以具有一体的CAD系统,用于将工件36建模成大体在竖直或z坐标方向上(参见箭头42)在彼此顶上增材构建的多个层40。制造时,在凝固以前,每个凝固层40对应于粉末床24的层44。粉末床层44放置在先前凝固层40的构建表面46的顶部上。控制器38构造成经过发送到系统20部件的一系列电气和/或数字信号48来操作系统20。例如,控制器38可以将信号48发送到供应料斗30的活塞50,以依序向上推动供应粉末52,用于通过散布器26接收,或者替代地或除此之外,供应料斗30可以经由重力向下进送粉末。散布器26可以是擦拭器、辊子或其他设备,其在方向54上推动粉末床层44,或者以其他方式以经过控制器38控制的构建台22的向下移动42来建立的预定厚度而将供应粉末52放置在工件36的构建表面46上。任何过量粉末56可以通过散布器26被推动到多余料斗32中。应当理解,粉末床层44可以不由粉末组成,而是可以采取可以越过构建表面46层叠或施加的、准备用于熔化的任何基底的形式。

[0016] 一旦在构建表面46上建立大致平整的粉末层44,控制器38可以将信号48发送到激光光源28,以通过使用小的、单独引导的镜的阵列12选择性地熔化顶层44。宽激光束18或相似的照射方式(如,可以来自诸多激光光源)构造成照射阵列12。激光束18或束可以具有从大约10到60W的功率。镜的群组(如,9到25个镜)可以将激光功率从阵列12引导到在粉末床层44的完整图案上的一个光斑,粉末床层44通过擦拭器26散布到构建表面46上。镜的另一群组(例如,9到25个镜的另一组)可以将激光功率从阵列12引导到相邻光斑。该镜的组群可以用于将激光能量引导到图案中的多个光斑,例如足够的光斑,以形成整个图案,从而可以同时形成图案的多个光斑。以该方式,可以同时照射更大的百分比(如,超过10%),尽可能多到完整图案(取决于层的复杂性)。这可以将用于工件36的整个层40的层熔化时间减少到一秒以下。然后将粉末的下一层44散布在构建表面46上,例如通过擦拭器26或者流化床,其中在该流化床处,例如通过工件36以小步进量(即,以下一层40的厚度)降低到粉末床中。每个微镜尺寸可以是0.5到0.9mm。取决于涂层和激光波长,用于这种镜的典型功率容量额定为1到3W。对于颗粒尺寸大约10到60 $\mu\text{m}$ 的超合金粉末,熔化一个光斑要求在0.1mm光斑中的10到25W功率。对于200x200镜的阵列,这将容许同时照射1600到4000个光斑。这足够在几毫

秒内创建20到超过100mm线性的零件壁。阵列12可以在多几毫秒内重定点,以获得超过每秒4000mm的构建速率。

[0017] 参考图1到图4,阵列12可以是薄膜微镜的阵列,例如可以具有200x200镜的阵列,每个镜尺寸是0.5到0.9mm。参考图3和图4,每个微镜80可以由铝形成。阵列12可以使用微悬臂的形式的薄膜压电致动器82。如图3和图4所示,每个镜80可以经过支撑柱86连接到悬臂84。悬臂84可以锚固到下面的基底。悬臂84包括支撑层88、底部电极90、压电层92和顶部电极94。当在电极90和94之间施加电场时,压电层92在水平方向上层收缩并且在竖直方向上伸展。因为由于支撑层88的厚度造成悬臂84的中性平面朝向电极90的底部位移,所以,压电层92的机械应变导致悬臂84的竖直偏转 $\delta 96$ 和在其顶部上的镜80的角度 $\alpha 98$ 的倾斜。根据通过控制器38确定的能量分布图案,图2中的镜以各种倾斜角度示出。图2和图3示出镜的倾斜角度 $\alpha 98$ 可以与电压工作范围内的施加电压成线性比例。

[0018] 每个层40的图案或轮廓可以存储在控制器38中,并且阵列12的镜80可以受控制器控制,以反射激光束或各激光束18并且以将要熔融(即,构建)的下一层40的形状将反射的束或各束58引导到设置在构建表面46上的粉末层44上。用于与激光源26和阵列12一起操作,成像光学部件18提供激光束均匀化和成形的控制。如图1所示,控制器38设置有用于每个层40的预选图案,并且控制阵列12,以修改来自激光源28的束或各束18,以形成反射的或输出的束或各束58。镜80能够连续地移动,用于反射来自激光源28的能量的变化量。控制器38可以构造成使镜80移动到部分反射位置,以在空间上改变激光束能量曲线。

[0019] 为了均匀化激光束18的空间强度分布,制作束空间曲线测量值122并且将束空间曲线测量值122发送到控制器38并且与所需空间曲线比较。控制器38定位镜80,以将每个镜80设定成根据所需束曲线变动在熔化光斑处的能量的量的角度。为了均匀化束58,所需曲线横跨束58是均一的,并且镜80设定成这样。控制器38可以构造成监控激光束曲线测量值122并且根据所需曲线调整阵列12。可以基于逐个脉冲快速进行调整。

[0020] 如图2和图5所示,光学系统可以经过每个镜80的反射角度的连续变动来控制能量强度。反射在镜80上的激光能量在投射停止平面62上形成强度图像,并且随着反射角度变动,该图像沿着水平轴线移动。通过变动引导到一个光斑或一系列光斑的束的数量,系统20可以以连续的方式调整一个光斑到下一个光斑的功率分布。利用具有连续可调的镜位置的二维阵列12创建均匀化激光束分布曲线124,可以包括所有束能量分布,可以从简单高斯形状到复杂能量曲线(如,环状环圈和具有不同峰值能量强度的多个高斯小束(beamlets))。

[0021] 应当理解,替代地,激光源可以是能够以充足的速率将粉末加热到充足的温度的能量束的任何其他源。每个束可以以不同的频率操作,以满足制造目标。例如,具有较短波长的束可以比具有较长波长的束更快地加热粉末。不同光学频率或波长一般要求不同类型的激光器;例如, $\text{CO}_2$ 激光器、二极管激光器和光纤激光器。用于加热和/或熔化的波长(因而,激光器类型)可以基于粉末的组成(例如,金属或陶瓷或聚合物)。粉末的颗粒可以具有影响熔化速率和凝固速率的不同热量吸收速率。除波长外,可以考虑束的其他性质。例如,脉冲激光束或连续激光束可以用以熔化粉末。

[0022] 本技术解决对于零件的长构建时间的问题(即使对于小零件,构建时间也可以达到超过24小时)。通过利用一系列激光脉冲进行构建(每秒创建几千个构建点),并行地进行

操作,而不是如现有的做法一次一个点的串行构建。本技术的技术优点是使用微镜阵列以创建构建层的每个节段而高度并行地构建增材零件。本技术的另一技术优点是通过定制随时间谱的激光能量功率来控制加热和冷却速率的能力。控制冷却可以用以使一些材料的开裂最小化。本技术的进一步技术优点是消除当朝向一侧构建特征时有时与扫描振镜相关的几何误差。本技术的更进一步的技术优点是同时形成一些困难特征(诸如悬垂区域)的能力,这可以减少这种特征的歪曲。本技术的又一技术优点是其与瀑布型粉末输送(在水平构建零件前面粉末以薄片下落)一起使用,将一次创建完整区段。对于点扫描系统,可能需要减少扫描的速度,从而不比粉末的下落速率更快地移动。本技术的商业优点是更快的构建速率。

[0023] 尽管本技术可以适用于对部件的构建功能,但是,应当理解,本技术适用于部件的增材制造修理。

[0024] 应要了解,根据任何特定示例,可以不必获得上述所有这些目的或优点。因而,例如,本领域技术人员将认识到,文中描述的系统和技术可以以获得或优化文中教导的一个优点或一组优点的方式具化或实行,而不必获得文中可以教导或表明的其他目的或优点。

[0025] 虽然文中仅图示和描述了本技术的某些特征,但是,本领域技术人员将容易想到许多修改和变动。因此,应要理解,所附权利要求书意在涵盖所有这些修改和变动。

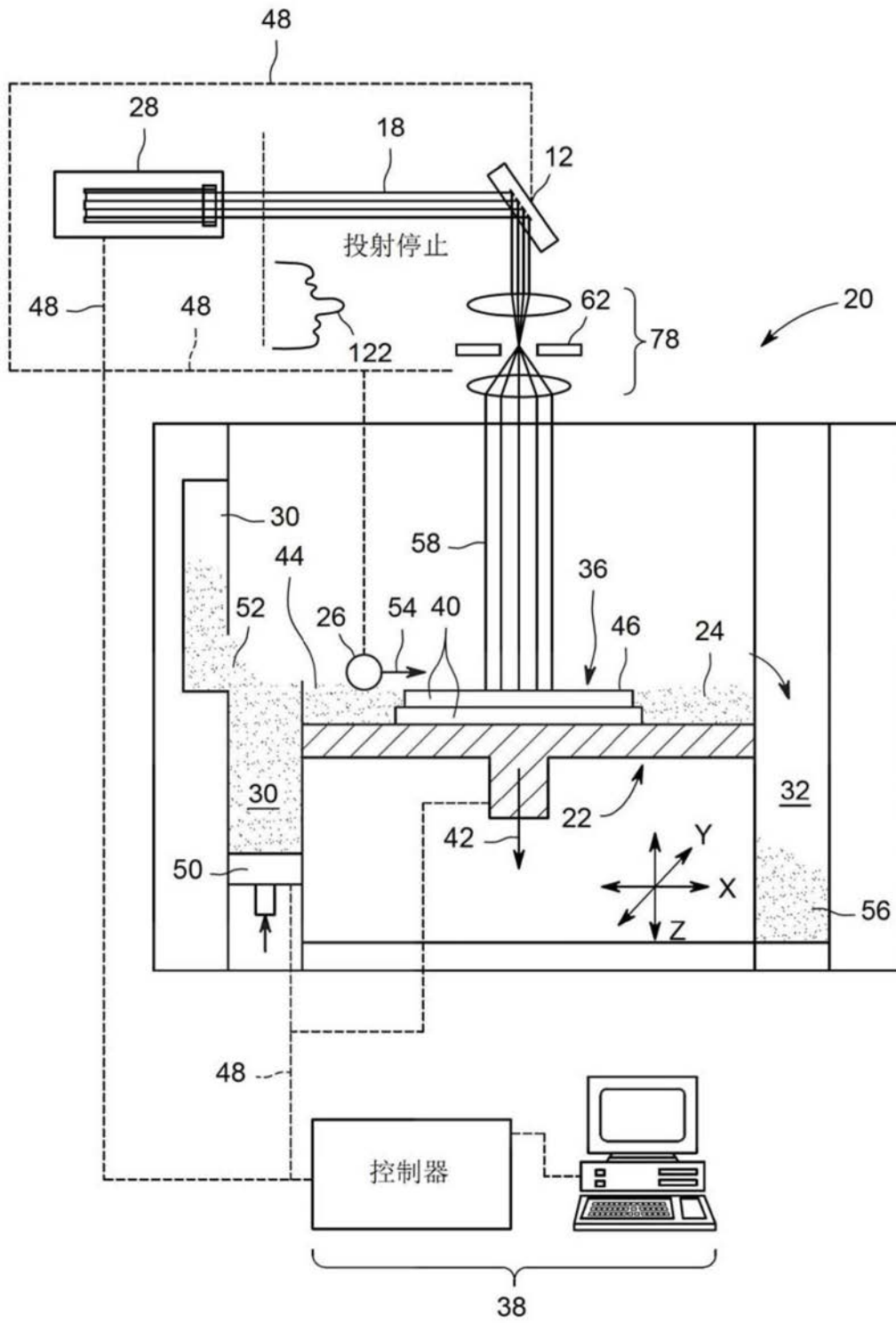


图1

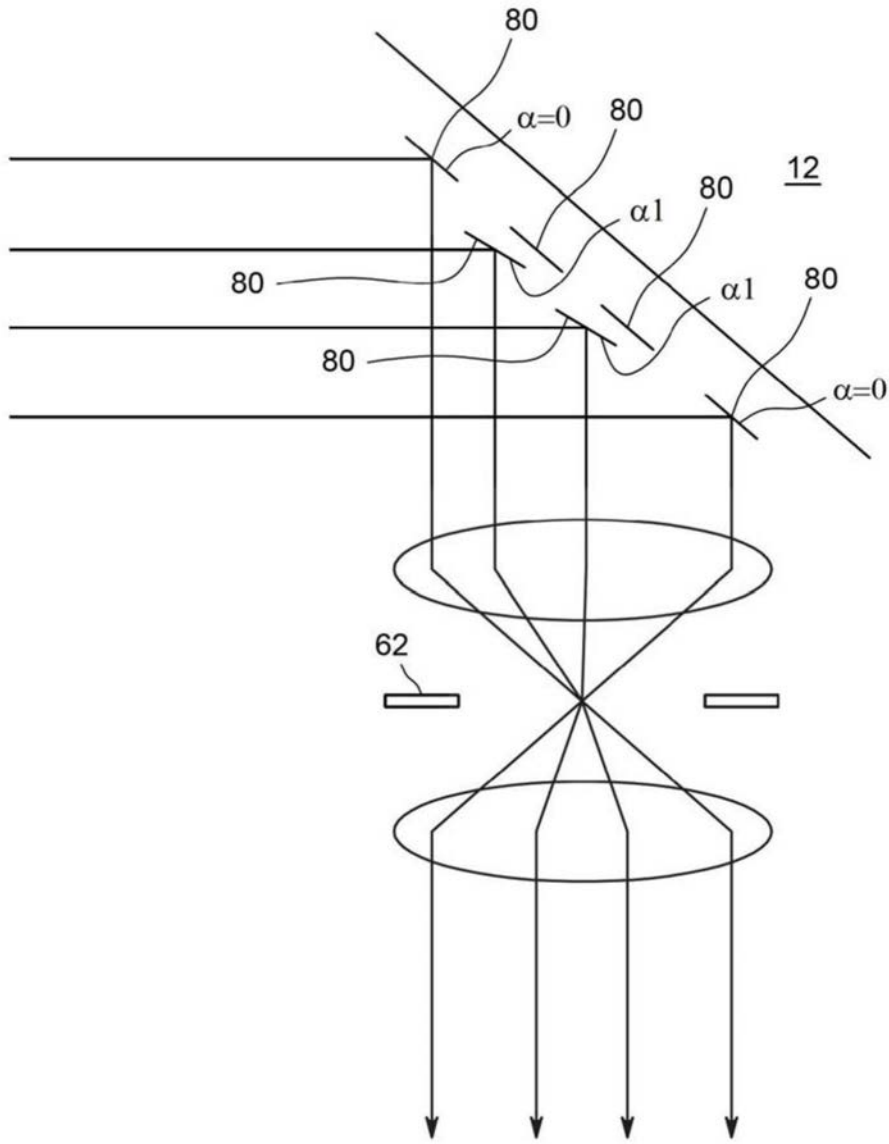


图2

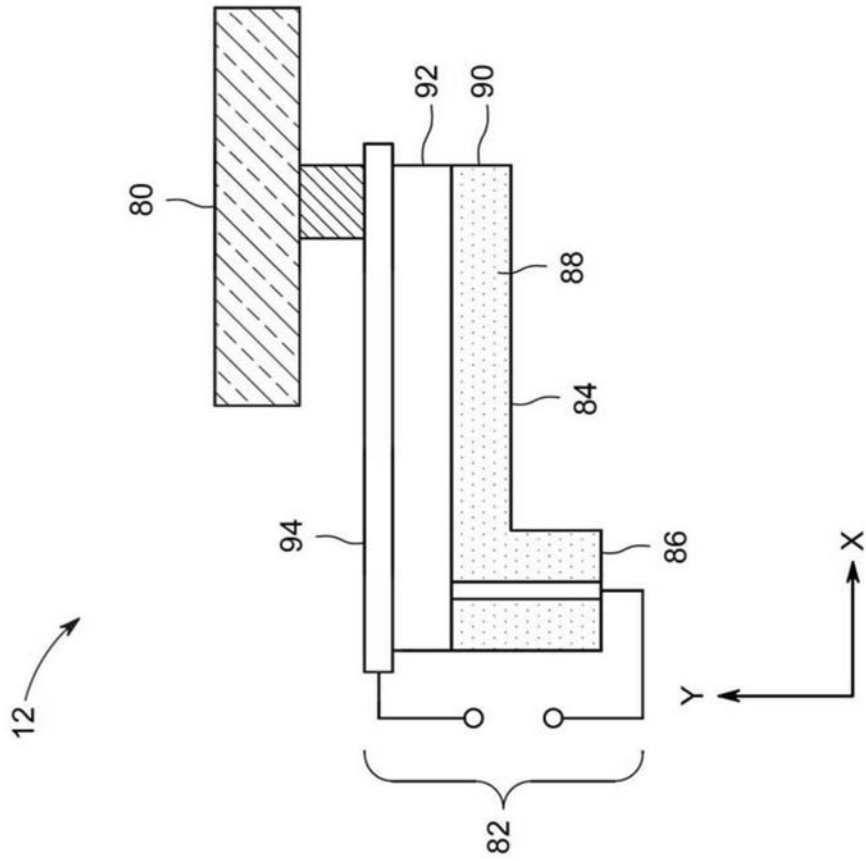


图3

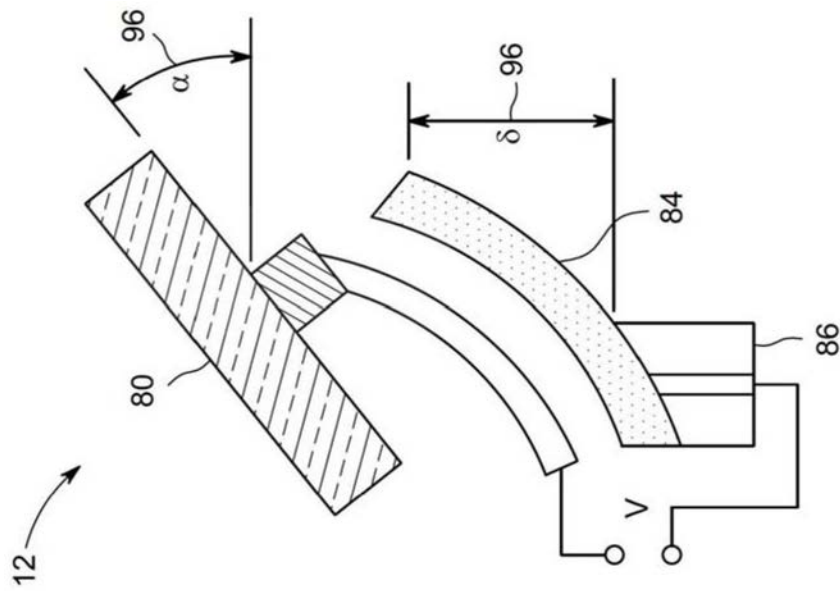


图4

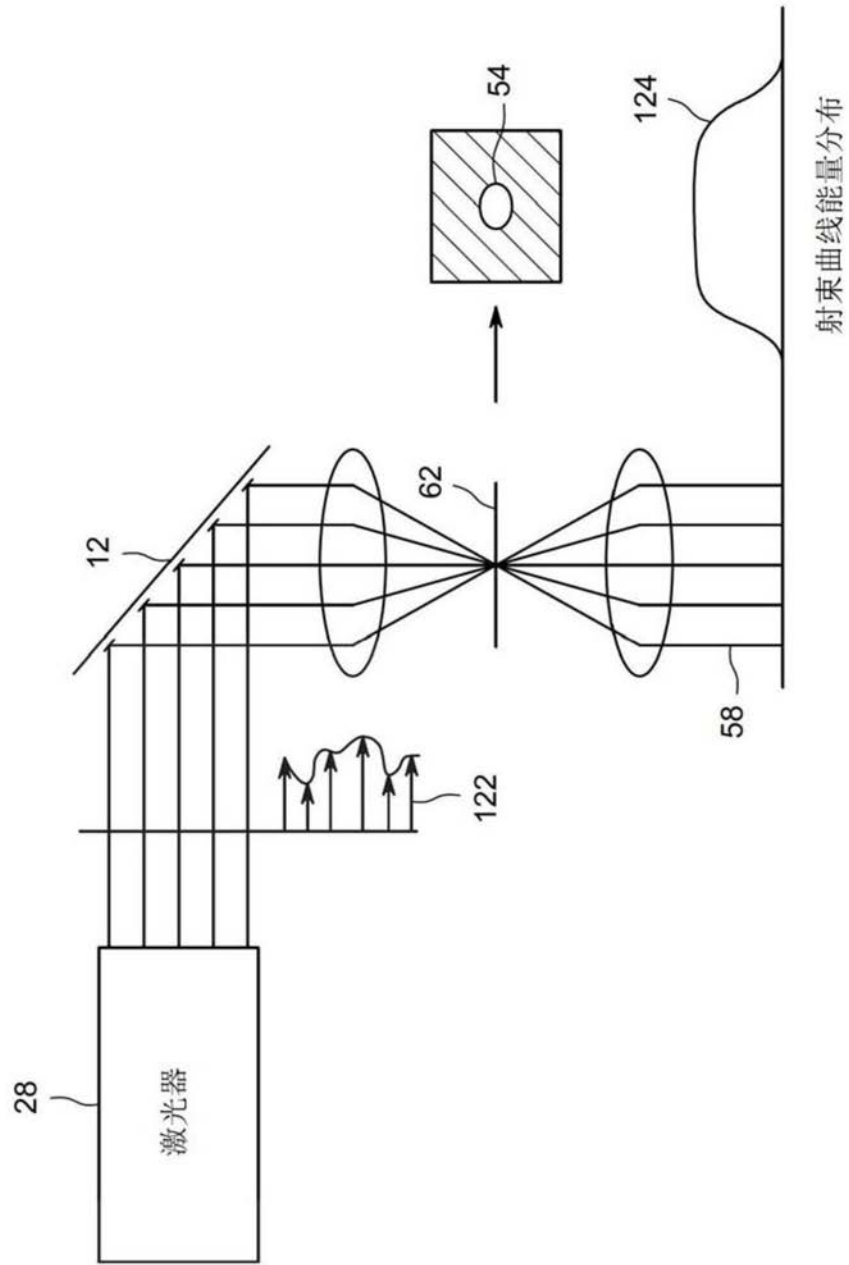


图5