



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105980159 B

(45)授权公告日 2018.01.02

(21)申请号 201480075736.3

(22)申请日 2014.12.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105980159 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(30)优先权数据

13197751.4 2013.12.17 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/077931 2014.12.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/091459 EN 2015.06.25

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 R.G.康拉德斯 S.格龙恩博恩

G.赫斯勒 H.梅恩奇

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 孙之刚 景军平

(51)Int.Cl.

B41J 2/45(2006.01)

(56)对比文件

CN 1379583 A, 2002.11.13,

US 8547410 B2, 2013.10.01,

US 5793783 A, 1998.08.11,

CN 102742100 A, 2012.10.17,

CN 1375744 A, 2002.10.23,

EP 0781661 A1, 1997.07.02,

US 6264981 B1, 2001.07.24,

US 2005151828 A1, 2005.07.14,

US 2008180759 A1, 2008.07.31,

CN 1659479 A, 2005.08.24,

审查员 刘小惠

权利要求书2页 说明书12页 附图10页

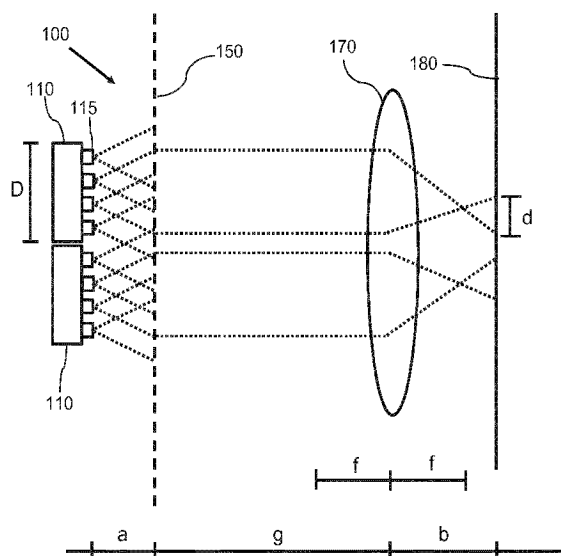
(54)发明名称

激光打印系统

(57)摘要

本发明描述了用于照射在工作平面(180)中相对于激光打印系统(100)的激光模块移动的物体的激光打印系统(100)和相应的激光打印方法。该激光模块包括半导体激光器(115)的至少两个激光器阵列(110)和至少一个光学元件(170)。所述光学元件(170)被适配成对由激光器阵列(110)发射的激光进行成像,使得一个激光器阵列(110)的半导体激光器(115)的激光被成像到激光打印系统(100)的工作平面(180)中的一个像素并且像素的区域单元被借助于至少两个半导体激光器(115)进行照射。该光学元件不使每个单个半导体激光器(115)的激光投影或聚焦到工作平面(180),而是将整个激光器阵列成像到工作平面。由半导体激光器(115)发射的激光的重叠可改善照射或能量输入的均匀性和关

于单个半导体激光器(115)的故障的可靠性。



1. 一种用于照射在工作平面(180)中相对于激光打印系统(100)的激光模块移动的物体的激光打印系统(100),该激光模块包括半导体激光器(115)的至少两个激光器阵列(110)和至少一个光学元件(170),其中所述光学元件(170)被适配成对由激光器阵列(110)发射的激光进行成像,使得一个激光器阵列(110)的半导体激光器(115)的激光被成像到激光打印系统(100)的工作平面(180)中的一个像素并且像素的区域单元被借助于至少两个半导体激光器(115)进行照射,其中所述光学元件(170)被以这样的方式布置:光学元件(170)相对于工作平面(180)的物体平面(150)不与半导体激光器(115)的平面重合,使得由相邻半导体激光器(115)发射的激光的圆锥体在物体平面(150)中重叠。

2. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中所述激光模块包括三个、四个或更多激光器阵列(110)。

3. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中所述光学元件(170)包括被适配成将激光器阵列(110)的激光成像到工作平面(180)的一个透镜。

4. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中所述光学元件(170)被适配使得激光器阵列(110)的图像在工作平面(180)中重叠。

5. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中激光模块的激光器阵列(110)被布置在垂直于工作平面(180)中的物体的移动方向(250)的列中,所述列相对于彼此交错,使得激光器阵列(110)的第一列的第一激光器阵列(110)被适配成照射物体的第一区域并且激光器阵列(110)的第二列的第二激光器阵列(110)被适配成照射物体的第二区域,其中第一区域邻近于第二区域,使得能够实现物体的连续照射。

6. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中所述激光器阵列(110)是矩形的,矩形的长边被平行于工作平面(180)中的物体的移动方向(250)布置。

7. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),包括两个、三个、四个或更多激光模块。

8. 根据权利要求7所述的激光打印系统(100),其中激光模块被布置在垂直于工作平面(180)中的物体的移动方向(250)的列中,所述列相对于彼此交错,使得激光模块的第一列的第一激光模块被适配成照射物体的第一区域并且激光模块的第二列的第二激光模块被适配成照射物体的第二区域,其中第一区域邻近于第二区域,使得能够实现物体的连续照射。

9. 根据权利要求8所述的激光打印系统(100),其中激光模块的列的数目是以使得激光模块的一个列中的激光模块之间的距离被最小化的方式布置的。

10. 根据权利要求8所述的激光打印系统(100),其中每个激光模块的激光器阵列(110)被以细长布置来布置,该细长布置的长边被垂直于物体平面(180)中的物体的移动方向(250)布置。

11. 根据权利要求8所述的激光打印系统(100),其中每个激光模块的激光器阵列(110)被以细长布置来布置,该细长布置的长边被布置成向垂直于工作平面(180)中的物体的移动方向(250)的方向倾斜。

12. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中所述光学元件(170)被布置成对工作平面(180)中的激光器阵列(110)的图像进行缩微。

13. 根据权利要求1所述的激光打印系统(100),其中每个激光器阵列(110)包括微透镜阵列(175),该微透镜阵列被布置成降低由半导体激光器(115)发射的激光的散度。

14. 根据权利要求1所述的激光打印系统,至少包括彼此挨着布置的第一和第二激光模块,每个激光模块包括至少两个激光器阵列(110),其中第一或第二激光模块的两个激光器阵列(110)中的至少一个被布置为重叠激光源(117),使得在操作中工作平面(180)中的至少一个限定区域单元可以被重叠激光源(117)和挨着包括重叠激光源(117)的激光模块布置的激光模块的激光器阵列(110)照射。

15. 一种激光打印方法,该方法包括步骤:

- 使工作平面(180)中的物体相对于激光模块移动;
- 借助于包括半导体激光器(115)的至少两个激光器阵列(110)和至少一个光学元件(170)的激光模块来发射激光;以及
- 借助于光学元件(170)对由激光器阵列(110)发射的激光进行成像,使得一个激光器阵列(110)的半导体激光器(115)的激光被成像到工作平面(180)中的一个像素并且像素的区域单元被借助于至少两个半导体激光器(115)进行照射,其中所述光学元件(170)被以这样的方式布置:光学元件(170)相对于工作平面(180)的物体平面(150)不与半导体激光器(115)的平面重合,使得由相邻半导体激光器(115)发射的激光的圆锥体在物体平面(150)中重叠。

激光打印系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种激光打印系统和一种激光打印方法。激光打印指的是文档打印以及针对增材制造(例如被用于快速制原型)的借助于激光器的3D打印。

背景技术

[0002] 常规激光打印机和选择性激光熔化机由单个高功率激光器和扫描仪组成以在要照射的区域上扫描激光。为了增加处理速度,期望具有打印头,该打印头具有若干独立通道,即覆盖区域的相当一部分的可寻址激光器阵列。优选地,打印头在每个像素一个可寻址激光源的情况下覆盖要打印的区域的全宽,使得打印头只需要在一个方向上移动。此类可寻址阵列的可靠性和服务成本可能是个问题。

[0003] US 2005/0151828 A1公开了一种用于静电复印激光打印的设备。静电复印打印系统具有激光打印条(printbar)成像器组件,其包括多个微光学发光阵列。该微光学发光阵列包括多个垂直腔面发射激光器,其中每个垂直腔面发射激光器被用微光学元件聚焦。

发明内容

[0004] 因此本发明的目的是提供一种改进的激光打印系统和相应的激光打印方法。

[0005] 根据第一方面,提供了一种用于照射在工作平面中相对于激光打印系统的激光模块移动的物体的激光打印系统。该激光模块包括半导体激光器的至少两个激光器阵列和至少一个光学元件。该光学元件被适配成对由激光器阵列发射的激光进行成像,使得一个激光器阵列的半导体激光器的激光被成像到激光打印系统的工作平面中的一个像素,并且像素的区域单元(area element)被借助于至少两个半导体激光器照射。

[0006] 已知激光打印系统使用单个高功率激光器或激光器阵列。例如,在高功率激光器的情况下,可使用单个边缘发射半导体激光器,而在激光器阵列的情况下,优选地使用垂直腔面发射激光器(VCSEL)。VCSEL阵列可以容易地在基于晶片的过程中制造,但是其通常发射比边缘发射半导体激光器少的功率。这些已知激光打印系统的光学系统使每个半导体激光器的发光层投影或聚焦到工作平面。

[0007] 与这种方法相反,本发明提出借助于光学元件在工作平面中将至少两个激光器阵列成像到两个像素。激光器阵列的图像不包括半导体激光器的发光层的锐利图像。借助于激光器阵列中的一个的至少两个激光器发射的光照射像素的每个区域单元,使得不存在仅仅借助于一个单个半导体激光器被照射的区域单元。优选地,一个激光器阵列的三个、四个或大量半导体激光器同时照射像素的一个区域单元。甚至可能两个激光器阵列被同时地成像到同一像素。因此可以通过每像素区域单元使用大量的半导体激光器来向工作平面提供更多的强度。阵列的大量半导体激光器的漫射图像形成工作平面中的像素。该激光打印系统由于每个单个半导体激光器对照射的相对低贡献或借助于光学能量的到工作平面中的物体的能量输入而可以更加可靠。激光器阵列的单个半导体激光器的故障因此不引起激光打印系统的故障。发射激光的波长适配于工作平面中的物体的吸收。

[0008] 激光模块可相对于激光打印系统(扫描)移动和/或物体可相对于激光打印系统移动。物体可以是一张纸、可以借助于激光打印系统来烧结的粉末层或者可以借助于激光打印系统来处理的任何其它物体。可优选的是仅物体被移动。可使得激光打印系统能够借助于一个、两个、三个、四个或更多激光模块照射垂直于物体的宽度移动的物体的全宽。半导体激光器可以是边缘发射半导体激光器,但是VCSEL阵列由于较低的成本而可以是优选的。

[0009] 光学元件以这样的方式布置:光学元件相对于工作平面的物体平面并不与半导体激光器的平面重合,使得由相邻半导体激光器发射的激光的圆锥体在物体平面中重叠。借助于半导体激光器的发光层来限定激光器阵列的半导体激光器的平面。发光层包括半导体激光器的光学腔体,其包括有源层和相应的谐振腔反射镜。光学元件可以是单个成像透镜或更复杂的成像光学件,其相对于工作平面而限定物体平面。物体平面相对于激光器阵列的半导体激光器的发光层的布置可在工作平面中引起发光层的漫射重叠图像。工作平面中的能量分布因此与半导体层的每个发光层到工作平面的投影相比可更加均匀。此外,光学元件可简单到每个激光模块一个投影透镜,但是可使用更复杂的透镜组合以便增加工作平面与激光模块之间的距离。可不需要微透镜阵列以便提供每个发光层的锐利投影。

[0010] 激光打印系统的一个或多个激光模块优选地包括三个、四个或大量激光器阵列。单个激光器阵列可被成像到工作平面中的一个像素。该像素可彼此邻近,使得一个激光器阵列的发射光学功率的一部分与由另一激光器阵列发射的光学功率重叠。甚至可以两个、三个或更多激光器阵列可被映射到工作平面中的同一像素。光学元件可包括微光学元件阵列,其可将例如激光模块的例如两个相邻阵列的激光成像到工作平面中的一个像素。两个或更多阵列在这种情况下可被成像到一个像素。替换地或者另外,可以是由不同激光器阵列发射的激光可在不同的时间照射物体的表面的同一部分。后者意味着第一阵列的光可在时间 t_1 处照射物体的限定表面,并且第二阵列的光可在比 t_1 晚的时间 t_2 处照射物体的限定表面,其中物体被相对于(多个)激光模块移动。此外,打印系统可包括具有不同工作平面的激光模块。后者可通过相对于参考表面将激光模块放置在不同的高度处和/或通过提供不同的光学元件来完成。不同的工作平面可对三维打印有利。替换地或另外,可以是(多个)激光模块可以相对于参考表面移动,该参考表面平行于相对于激光模块而言始终在限定距离处的工作平面。

[0011] 可将一个或多个激光模块的激光器阵列布置在垂直于工作平面中的物体的移动方向的列中。可使这些列相对于彼此被交错或级联,使得激光器阵列的第一列的第一激光器阵列被适配成照射物体的第一区域,并且激光器阵列的第二列的第二激光器阵列被适配成照射物体的第二区域,其中第一区域邻近于第二区域,使得使能实现物体的连续照射。激光器阵列的图像可如上文所讨论的那样部分地重叠。

[0012] 激光器阵列可以是矩形的,矩形的长边被平行于工作平面中的物体的移动方向布置。此布置通过每像素提供更多的半导体激光器而允许每像素更高的总功率,而不降低在垂直于物体的移动方向的横向方向上的分辨率。

[0013] 激光打印系统可包括两个、三个、四个或大量激光模块。使用大量激光模块可使得能够实现较大的打印区域。此外,可通过每激光模块使用例如一个成像透镜来避免复杂的光学元件。

[0014] 可将激光模块布置在垂直于工作平面中的物体的移动方向的列中。可使这些列相

对于彼此被交错或级联,使得激光模块的第一列的第一激光模块被适配成照射物体的第一区域,并且激光模块的第二列的第二激光模块被适配成照射物体的第二区域,其中第一区域邻近于第二区域,使得使能够实现物体的连续照射。

[0015] 可以激光模块的一个列中的激光模块之间的距离被最小化的方式来布置激光模块的列数。模块直径和阵列的图像宽度可确定所需的列的数目,以便借助于激光模块而使得能够实现物体的区域覆盖照射。模块的直径相对于阵列布置的图像宽度越大,可能需要越多的列。

[0016] 每个激光模块的激光器阵列可以以细长布置来布置,该细长布置的长边被垂直于工作平面中的物体的移动方向布置。每个激光模块可包括与工作平面中的物体的移动方向垂直的例如两个、三个或更多列的激光器阵列。每列的阵列数目可超过列的数目。此布置可使得能够借助于单个阵列的相对简单的驱动方案来实现物体的均匀照射,尤其是如果激光打印系统包括超过一个激光模块的话。物体的每个区域单元在这种情况下可仅被一个专用激光器阵列照射,其中相邻激光器阵列照射相邻像素。可适配工作平面中的物体的移动速度以便限定物体的每区域单元的总能量。

[0017] 激光打印系统可包括两个、三个、四个或大量激光模块,其中每个激光模块的激光器阵列被以细长布置来布置以便使得能够实现激光打印系统的宽工作空间(垂直于物体的移动方向的打印宽度)。

[0018] 每个激光模块的激光器阵列可替换地以细长布置来布置,该细长布置的长边被相对于与工作平面中的物体的移动方向垂直的方向倾斜或旋转地布置。激光模块的细长布置围绕其中心的限定倾斜角或旋转可使得能够实现具有平滑斜率的积分强度分布图(profile),其也可与相邻像素重叠,以改善总强度分布的均匀性,尤其是如果像素相对于彼此略微不对准的话。后者减少激光器阵列的对准努力并因此降低激光模块和激光打印系统的制造成本。该不对准在极端情况下可被激光打印系统的附加校准运行所补偿,在该附加校准运行中确定相对于校准物体的每时间和区域单元的能量输入而言的物体的移动速度。

[0019] 替换地,可布置同一激光模块或不同激光模块的两个、三个或更多激光器阵列以照射物体的同一区域单元。激光器阵列可被布置成随后照射区域单元。可增加到工作平面中的物体的区域单元的每时间的能量输入。这可使得能够实现物体的较高速度和因此的激光打印系统的较高吞吐量。此外,可改善关于激光器阵列的不对准的公差和单个半导体激光器的故障。可基于如上所述的用校准物体的校准运行来适配不同阵列的驱动方案。

[0020] 激光模块的光学元件可被布置成缩微工作平面中的激光器阵列的图像。该缩微可使得能够实现较小的像素尺寸和较高的能量密度。每个激光器阵列还可包括作为光学元件的一部分的微透镜阵列,该微透镜阵列可被布置成降低由半导体激光器发射的激光的散度。可使用散度的降低来找到由物体平面中的半导体激光器发射的激光的重叠与单个像素的尺寸之间的折衷。此外,可借助于微透镜阵列来适配激光器阵列与工作平面之间的距离和/或可简化光学元件(成像光学件)。

[0021] 激光器阵列的密度可根据将借助于激光打印系统被照射的物体的区域而改变。后者可使得能够在物体的限定部分处实现较高的功率密度。替换地或另外,可适配阵列内的半导体激光器的密度,使得例如可在像素的边缘处提供较小或较大的密度。此外,可修整阵

列的形状以便改善均匀性和/或在工作平面中创建限定强度分布。阵列可具有例如菱形、三角形、圆形、椭圆形、梯形或平行四边形形状。

[0022] 激光打印系统可至少包括被彼此挨着布置的第一和第二激光模块。每个激光模块包括至少两个激光器阵列,其中第一或第二激光模块的两个激光器阵列中的至少一个被布置为重叠激光源,使得在操作中可以用重叠激光源和挨着包括该重叠激光源的激光模块布置的激光模块的激光器阵列来照射工作平面中的同一区域单元。

[0023] 该重叠激光源被布置成补偿激光模块的潜在不对准,该潜在不对准可导致工作平面中的物体上的非故意照射间隙。因此,重叠可以是部分地。

[0024] 激光器阵列照射工作平面中的每一个像素。被布置为重叠激光源的激光器阵列可被布置成照射与相邻激光模块的激光器阵列相同的像素或相同像素的一部分。这意味着两个激光器阵列都可以在相同的时刻照射工作平面中的同一区域单元。替换地,可将重叠激光源布置成照射与相邻激光模块的激光器阵列相同的区域单元,但是在较晚或较早的时间。重叠激光源的光可例如在时间 t_1 处照射工作平面中的物体的一个区域单元,并且相邻激光模块的激光器阵列可由于物体相对于激光模块的移动而在比 t_1 晚的时间 t_2 处照射同一区域单元。该相对移动可由物体的移动、激光模块的移动或物体和激光模块的移动引起。必须适配向移动物体或移动激光模块的限定区域单元提供的总强度,使得本质上每区域单元提供与在将不需要重叠激光源的完美对准激光模块的情况下相同的能量。必须适配每区域单元提供的能量,使得避免物体中的缺陷。如果在被照射区域之间存在完美匹配,则可仅使用重叠激光源或相邻激光模块的激光器阵列。替换地,两者都可以以已适配强度(例如50%强度)而被使用,其中已适配强度可适配于物体相对于激光模块的相对速度。如果在被照射区域单元之间不存在完美匹配(例如由于不对准而仅一半重叠),则所提供激光的适配可能是重要的,以便避免提供太多或太少的能量。

[0025] 可将如在对应于优选实施例的描述中所述的技术措施与如上所述的重叠激光源组合。

[0026] 提供给工作平面中的至少一个限定区域单元的总强度可使得本质上每所述至少一个限定区域单元提供与在没有重叠激光源的对准激光模块的情况下相同的能量。

[0027] 另外,提供给工作平面中的至少一个限定区域单元的总强度可使得本质上每所述至少一个限定区域单元提供与在由激光器阵列与相应重叠激光源进行的所述至少一个限定区域单元的照射之间没有时间偏移 t_2-t_1 的情况下相同的能量。

[0028] 激光器阵列和/或相应重叠激光源的已适配强度可使得在时间 t_1 处被激光器阵列且在时间 t_2 处被重叠激光源照射的工作平面中的限定区域单元的能量损耗被补偿。

[0029] 可根据被用于3D打印的构建材料来选择激光器阵列和/或相应重叠激光源的已适配强度。

[0030] 在未被要求保护的包括重叠激光源的激光系统中,作为如上所述的激光器阵列的替代,可使用作为单个激光器的激光源。可将如在对应于优选实施例的描述中所述的技术措施与包括单个激光器(而不是激光器阵列)的激光系统中的重叠激光源组合,如果适用的话。

[0031] 一个像素同时被激光器阵列的大量半导体激光器照射,并且半导体激光器的总数可使得少于预定数目的半导体激光器的失效仅在预定公差值内减少激光器阵列的输出

功率。这避免了不必要地提高相对于半导体激光器的工作寿命的要求。

[0032] 激光模块可被配置成使用与激光模块相关联的单个光学元件来照射至少2个、更优选地4、16、32、64或更多像素。

[0033] 与激光模块相关联的光学元件可具有从在两个相对侧上被截断的圆形或旋转对称轮廓获得的外轮廓,并且其中相对侧沿着优选地在垂直于移动方向的方向上定向的轴相对于彼此对准。由此,可以实现包括在移动方向上交错的多个模块的照射单元的紧凑设计。

[0034] 可提供控制设备,其以未被用于照射的半导体激光器或激光器阵列被用于向工作平面提供热量的方式来单独地控制半导体激光器或激光器阵列。

[0035] 未被用于照射的半导体激光器或激光器阵列可用比被用于照射的半导体激光器或激光器阵列更低的功率进行操作。

[0036] 一个激光器阵列的至少两个半导体激光器或一个激光器阵列的半导体激光器的至少两个子群可以是可单独寻址的,使得可通过关断一个或多个半导体激光器或半导体激光器的一个或多个子群来控制激光器阵列的输出功率。这允许用各激光器阵列执行各种功能,从而将激光器阵列用于加热而不使构建材料熔化或烧结或者在重叠激光源的情况下提供所需强度。

[0037] 可将形成阵列的多个半导体激光器布置成使得阵列的外轮廓具有基本上多边形的、优选地基本上六边形的形状。用此类设计,阵列的强度分布基本上没有锐利边缘。

[0038] 根据再另一方面,提供了一种激光打印系统,其中一个或多个激光模块优选地包括保护设备。

[0039] 该保护设备可由针对激光透明的板(优选地玻璃板)形成。保护设备保护光学元件和光源,并且保持激光模块没有水蒸气和冷凝液。

[0040] 可提供控制保护设备的温度的温度控制设备。

[0041] 可将该温度控制设备配置成将保护设备加热,使得基本上防止从工作平面中的材料到保护设备的热辐射。

[0042] 激光模块形成照射单元,并且该照射单元可被配置成跨工作平面移动。

[0043] 一个激光器阵列可包括至少两个半导体激光器。

[0044] 半导体激光器可以是VCSEL(垂直腔面发射激光器)和或VECSEL(垂直外部腔面发射激光器)。

[0045] 根据本发明的另一方面,提供了一种激光打印的方法。该方法包括步骤:

[0046] - 使工作平面中的物体相对于激光模块移动;

[0047] - 借助于包括半导体激光器的至少两个激光器阵列和至少一个光学元件的激光模块来发射激光;以及

[0048] - 借助于光学元件对由激光器阵列发射的激光进行成像,使得一个激光器阵列的半导体激光器的激光被成像到工作平面中的一个像素,并且该像素的区域单元被借助于至少两个半导体激光器进行照射,其中所述光学元件以这样的方式布置:光学元件相对于工作平面的物体平面并不与半导体激光器的平面重合,使得由相邻半导体激光器发射的激光的圆锥体在物体平面中重叠。

[0049] 该方法可使得能够实现工作平面中的更加均匀的强度分布。

[0050] 该方法可包括使(多个)激光模块垂直于与工作平面平行的参考平面移动的另一

步骤。垂直于参考平面的移动使得能够实现彼此平行的不同工作平面。

[0051] 应理解的是如在本发明实施例中定义的激光打印系统和如在本发明实施例中定义的方法具有类似和/或相同的实施例。

[0052] 应理解的是本发明的优选实施例也可以是从属权利要求与各独立权利要求的任何组合。

[0053] 下面限定更多有利实施例。

附图说明

[0054] 根据下文描述的实施例,本发明的这些及其它方面将变得清楚明白,并将参考实施例来对其进行描述。

[0055] 现在将参考附图基于实施例以示例的方式描述本发明。

[0056] 在所述附图中:

[0057] 图1示出了第一激光打印系统的主要草图。

[0058] 图2示出了第一激光打印系统的一段。

[0059] 图3示出了第二激光打印系统的一段的主要草图。

[0060] 图4示出了激光打印系统的激光模块中的激光器阵列的布置的主要草图。

[0061] 图5示出了激光打印系统的激光模块的第一布置的主要草图。

[0062] 图6示出了激光打印系统的激光模块的第二布置的主要草图。

[0063] 图7示出了图6中所示的激光模块的布置中在每隔一个像素关闭的情况下的积分强度分布图。

[0064] 图8示出了图6中所示的激光模块的布置中在任意图案的接通/关断像素的情况下的积分强度分布图。

[0065] 图9示出了激光打印的方法的方法步骤的主要草图。

[0066] 图10示出了激光打印系统的激光模块的第三布置的主要草图。

[0067] 图11示出了工作平面中的激光模块的第一布置和分别地关联的打印区域的主要草图。

[0068] 图12示出了与激光模块相关联的光学元件的实施例的主要草图。

[0069] 图13示出了激光源阵列中的激光源的替换布置的主要草图。

[0070] 图14示出了阵列中的激光源的布置的主要草图和阵列的关联的积分强度分布图。

[0071] 图15示出了具有开/关切换像素的图案的如图4中描绘的激光模块中的根据图14的激光器阵列的布置和关联的积分强度分布图。

[0072] 图16示出了类似于图13的阵列中的激光源的布置的主要草图和阵列的关联的积分强度分布图。

[0073] 图17示出了具有接通/关断像素的图案的如图4中描绘的激光模块中的根据图16的激光器阵列的布置和关联的积分强度分布图。

[0074] 在图中,相同的数字自始至终指代相同物体。图中的物体不一定按比例绘制。

具体实施方式

[0075] 现在将借助于附图来描述本发明的各种实施例。

[0076] 图1示出了第一激光打印系统100的主要草图。激光打印系统100包括具有半导体激光器115的两个激光器阵列110和光学元件170。半导体激光器115是在半导体芯片上提供的VCSEL。在这种情况下,在一个芯片上提供一个阵列110的所有VCSEL 115。光学元件170是具有焦距 f 的成像透镜。阵列110具有垂直于图的平面的宽度 D ,其被借助于成像透镜而漫射成像到工作平面180。在工作平面180中具有宽度 D 的每个阵列110的漫射图像的宽度 d 限定工作平面180中的像素的宽度。像素的宽度 d 小于相应阵列的宽度 D 。阵列的图像因此被缩小。工作平面180与成像透镜或光学元件170之间的距离 b 大于成像透镜的焦距 f 。光学元件170或成像透镜连同工作平面180一起以大于成像透镜的焦距的距离 g 限定物体平面150。VCSEL 115的发光表面未被布置在物体平面中,而是以一定距离在物体平面后面,使得不提供VCSEL 115的发光饱满的锐利投影。VCSEL 115的发光层与物体平面之间的距离 a 以这样的方式选择:一个激光器阵列110的至少两个VCSEL 115的激光同时地照射像素的区域单元。图2更详细地示出了由一个VCSEL 115发射的激光相对于物体平面150的发散角的布置。VCSEL 115的发散角由如图2中所示的角 α 给定并限定由单个VCSEL 115发射的激光的圆锥体。激光器阵列110中的VCSEL 115相对于彼此具有距离 p (节距)。节距 p 与距离 a 之间的关系必须满足条件:

$$[0077] \quad a \cdot p \cdot (\tan \alpha)^3$$

[0078] 由激光器阵列110的VCSEL 115发射的激光在物体平面150中重叠,使得与物体平面150中的激光器阵列110相同尺寸的每个区域被借助于至少两个VCSEL 115进行照射。由像素尺寸 d 限定的像素的每个区域单元因此也借助于相应激光器阵列110的至少两个VCSEL 115经由成像透镜被照射。每个激光器阵列的VCSEL被并行地驱动,并且因此同时地发射激光。像素的尺寸由下式给定:

$$[0079] \quad d = M \cdot D,$$

[0080] 其中,放大倍率 M 由下式给定

$$[0081] \quad M = b/g。$$

[0082] 工作平面180中的激光器阵列110的图像是漫射的,以便增加到工作平面180中的物体的能量输入的均匀性,并改善关于单个VCSEL的故障的可靠性。

[0083] 可借助于可与如图3中所示的激光器阵列110组合的微透镜阵列175来增加激光模块的激光器阵列110与工作平面180之间的总距离。可将微透镜阵列175布置在激光器阵列110与物体平面150之间以便减小每个VCSEL 115的发散角 α 。必须增加距离 a 和因此的到工作平面150的总距离以便满足条件 $a \cdot p \cdot (\tan \alpha)^3$,如果VCSEL 115的节距保持相同的话。

[0084] 可通过在具有圆形小孔的VCSEL 115的情况下考虑VCSEL 115的有效直径(active diameter) v 来实现相对于图2所讨论的条件改善。有效直径 v 对应于有源层的发光区域的直径。有效直径 v 、节距 p 与距离 a 之间的关系在本改善实施例中必须满足条件:

$$[0085] \quad a \cdot (p-v) \cdot (2 \tan \alpha)^3。$$

[0086] 图4示出了激光打印系统100的激光模块中的激光器阵列110的布置的主要草图。激光器或VCSEL阵列110不是正方形的而是矩形的,矩形的长边被布置于物体的移动方向上(参见图5)。这允许每像素较高的总功率,而不降低横向方向上的分辨率。VCSEL阵列110被进一步布置在相对于彼此略微移位(级联或交错布置)的两列中。如果物体垂直于VCSEL的

列的方向移动,则这使得能够实现相对于物体的区域单元的照射的限定重叠。

[0087] 图5示出了激光打印系统100的激光模块的第一布置的主要草图。该激光模块包括如图4中所示的激光器阵列110的交错或级联布置和光学元件170。光学元件170将各激光模块的所有激光器阵列110成像到激光打印系统100的工作平面180。光学元件170限定激光模块的总尺寸 Y ,其中相应激光模块的激光器阵列110的布置的宽度限定一个激光模块的打印宽度 y 。激光模块被布置在彼此平行的列中,其中每个列移位,使得如果物体相对于激光模块在方向250上移动,则可以在工作平面180中照射连续区域。因此打印区域可适配于独立于单个激光模块的尺寸 Y 和打印宽度 y 的工作平面中的物体的尺寸。为了连续地照射在工作平面180中移动的物体所需要的列的数目取决于激光模块的尺寸 Y 和打印宽度 y 。一个列内的激光模块隔开至少距离 Y ,使得需要至少 $N=Y/y$ 列。可例如通过玻璃模制将级联光学元件170制造为单件。替换地,可通过有源或无源对准而从单独透镜组装透镜阵列。

[0088] 图6示出了激光打印系统的激光模块的第二布置的主要草图。该布置相当类似于相对于图5所讨论的布置。激光模块的激光器阵列110相对于与物体相对于激光模块的移动方向250垂直的方向倾斜(绕着其中心旋转)。这使得能够实现具有如图7和8中所示的平滑斜率的积分强度分布图,其也可与相邻像素重叠,以改善总强度分布的均匀性,尤其是如果像素相对于彼此略微不对准的话。

[0089] 图7示出了图6中所示的激光模块的布置中在每隔一个像素关闭的情况下的在与物体相对于激光模块的移动方向250垂直的方向610上的积分强度分布图。该像素分布图是几乎三角形的,具有与相邻像素重叠的大斜率。图8示出了图6中所示的激光模块的布置中在任意图案的接通/关断像素的情况下的积分强度分布图。数字“1”和“0”指示相邻激光器阵列110中的哪些被接通或关断。积分强度分布图示出了工作平面180中的两个或更多相邻像素的重叠。

[0090] 图9示出了激光打印的方法的方法步骤的主要草图。所示的步骤顺序不一定暗示在方法的执行期间的同一顺序。可按照不同的次序或并行地执行方法步骤。在步骤910中,类似于一张纸的物体在激光打印系统的工作平面中相对于激光模块移动。在步骤920中,借助于包括半导体激光器的至少两个激光器阵列和至少一个光学元件的激光模块来发射激光。在步骤930中,由激光器阵列发射的激光被成像,使得一个激光器阵列的半导体激光器的激光被成像到工作平面中的一个像素,并且像素的区域单元被借助于至少两个半导体激光器照射。可以移动物体,并且同时可发射激光器阵列的激光并成像到工作平面。

[0091] 当使用可单独寻址激光器或激光器阵列时,当沿着一条线可以同时地、即用每像素的单独激光器或激光器阵列来写入所有单独像素时,可以获得打印、尤其是3D打印过程中的最大速度。激光打印系统或机器中的典型线宽为约30 μm 或更多。另一方面,可单独寻址激光器或激光器阵列的激光模块的尺寸或打印宽度局限于几厘米。这些激光模块通常对应于在其上面布置了激光模块的一个微通道冷却器。

[0092] 因此必须使用许多激光模块和相应的微通道冷却器并将它们堆叠在一起成完整的激光打印模块或打印头。相邻微通道冷却器与激光模块之间的对准公差可导致工作平面180中的间隙,其可能未被提供或提供不足的激光。在最坏情况下,此类间隙导致作为次质量的打印片材的相对于物体的处理的缺陷或者在借助于3D打印机/快速制原型机产生的零件中的缺陷。

[0093] 鉴于100 μm 的激光源116的典型尺寸和若干对准公差加在一起的事实,间隙的问题是严重问题。即使在组装激光打印系统的每个单独步骤中具有紧密的公差,总公差链可以导致30 μm 或更多的显著偏差。

[0094] 在这方面可有利的是不仅提供重叠强度分布,而且在每个激光模块的边缘处使用附加激光源116。所述激光源116是所谓的重叠激光源117,其被布置成使得这些重叠激光源117的光与相邻激光模块的激光源116的光重叠。这意味着相邻激光模块之间的节距至少是一个激光源116的宽度(例如100 μm),小于激光模块的总打印宽度。

[0095] 如果来自相邻激光模块的机械/光学对准的最大公差小于一个激光源116的宽度,则足以通过设计而具有一个激光源116的重叠,以避免工作平面中的不能向其提供激光的间隙。无论如何,如果来自相邻激光模块的机械/光学对准的最大公差大于一个激光源116的宽度,则可以替换地有可能提供多于一个重叠激光源117。在这种情况下可以有可能根据相邻激光模块之间的间隙的宽度而使用重叠激光源117。激光打印系统在这种情况下可被校准,使得重叠激光源117填充激光模块之间的非故意间隙。取决于间隙和一个激光源116的宽度,可以重叠激光源117中的一个、两个、三个或者甚至更多被使用以便使得能够实现工作平面的无缝照射。

[0096] 图10示出了具有重叠激光源117的此类布置的实施例,所述重叠激光源117为被布置在作为激光光子模块120的相邻激光模块的重叠布置中的激光源116,以便补偿激光光子模块120相对于彼此的潜在不对准。用线图案来指示重叠激光源117。

[0097] 相邻激光光子模块120的打印宽度重叠完整的激光源116或者更明确的重叠激光源117。激光源116可包括与先前的实施例不同的仅单个激光器或者根据先前实施例的激光器阵列,诸如激光器阵列110。该单个激光器可包括类似于微透镜的光学元件。在激光器阵列的情况下,可包括微透镜阵列。激光光子模块120的布置类似于如图5中所示的布置。图5中所示的激光模块被布置成使得每个激光器阵列110照射工作平面180中的专用像素或区域单元。如图10中所示的激光光子模块120被配置成使得在组装期间没有对准误差的情况下,重叠激光源117被适配,使得它们可以照射与相邻激光光子模块120的激光源116相同的工作平面180中的区域单元。

[0098] 图11示出了与图5的激光模块布置类似的激光模块布置,差别在于示出了多于两个列和由激光模块在工作平面180中用光学元件产生的缩微图像。如在图11中示意性地描绘的,激光模块的布置包括布置在垂直于移动方向250的列中的多个激光模块200。类似于在图5和6中,激光模块的列相对于彼此交错,使得激光模块的第一列c1的第一激光模块200₁被适配成照射工作平面180中的第一区域y1。激光模块的第二列c2的第二模块200₂被适配成照射工作平面180中的第二区域y2,其中第一区域y1邻近于第二区域y2,使得使能实现物体的连续照射。借助于此,工作平面180中的被照射区域y1、y2在垂直于移动方向的方向上形成毗连(contiguous)区域。如在图11中进一步描绘的,在移动方向250上交错的激光模块形成级联。第一级联k1由列的第一激光模块200₁、200₂、200_n形成。第二级联k2由列的第二激光模块201₁、201₂、201_n形成,以此类推。级联的数目使得在垂直于移动方向250的方向上的单独打印宽度y之和覆盖工作平面中的要照射的整个区域。

[0099] 优选地,模块200的激光器阵列110被如图4中描述的那样布置。在另一优选实施例中,与这样的激光器阵列110的布置相关联的光学元件175具有从圆形或旋转对称的轮廓获

得的轮廓,其被截断到相对侧上,并且其中光学元件175的相对侧1沿着轴相对于彼此对准,该轴优选地在垂直于移动方向250的方向上定向。更确切地,在如图4中的激光器阵列的布置的情况下,光学元件175具有已修改矩形的轮廓,该已修改矩形具有连接平行长边1的两个相对的圆形段状短边。这考虑到用如图4中描绘的激光器阵列的矩形布置将不会完全照射圆形光学元件。因此,可以省略未被完全照射的圆形光学元件的各部分。借助于光学元件175的形状,可以减小移动方向250上的模块的尺寸。作为其结果,可以减小移动方向250上的激光模块布置的尺寸。这具有优点:可以在减少的时间内照射在移动方向上定向的线,增强整个3D打印系统的生产力。并且,可以用减小的时间偏移来照射一个级联k1的一个模块200₁与相邻模块200₂之间的边界处和/或一个级联k1的一个模块200_n与相邻级联k2的相邻模块201₁的边界处的相邻像素。这还增加三维物品的质量。

[0100] 激光器阵列110中的VCSEL的布置限定强度分布图。如果该布置是基本上矩形的,即VCSEL被布置在阵列中在行和列中,则阵列的积分强度分布图600是基本上矩形的,即积分强度分布图具有如图14中描绘的所谓“平顶”分布图。在根据图4的模块中,在若干阵列110被接通且若干阵列被关断的情况下,在垂直于移动方向250的方向610上的模块的积分强度如图15中所示,即具有锐利边缘。

[0101] 可期望具有没有锐利边缘的积分强度分布图。这可以由根据图13的布置来实现,其中一个阵列110中的VCSEL被定位在行和列中,并且其中阵列的外轮廓是基本上多边形的,特别地,基本上是六边形。单独的VCSEL被定位在从一系列至下一列交错的网格点处,其中列垂直于移动方向250定向。优选地,阵列的外轮廓具有六边形形状,其具有垂直于移动方向250延伸的两个相对的平行边p。

[0102] 如图16中描绘的,如图3中所示的具有基本上六边形形状的激光器阵列的积分强度分布图600具有圆形边缘,并且类似于高斯强度分布。针对具有接通/关断阵列的激光模块,沿着方向610的积分强度分布图600包括如图17中描绘的圆形过渡。因此,与强度平均值的偏差较小。

[0103] 用该激光模块布置,工作区中的一个像素被激光器阵列110的大量半导体激光器同时地照射。可选择半导体激光器的总数,使得少于预定数目的半导体激光器的失效仅在预定公差值内减少激光器阵列110的输出功率。作为其结果,相对于单独VCSEL的工作寿命的要求可能不是非常高。

[0104] 可将激光器阵列的单独VCSEL相对于它们被控制信号的可寻址性而分组成子群。子群可包括至少两个VCSEL。一个激光器阵列的VCSEL的至少两个子群可以是可单独寻址的,使得可通过关断一个或多个VCSEL子群来控制激光器阵列110的输出功率。并且,可提供实施例,其中一个激光器阵列的半导体激光器是可单独寻址的,使得可通过接通/关断单独的半导体激光器来控制激光器阵列的输出功率。

[0105] 在另一实施例中,可以进一步控制激光模块布置的半导体激光器或激光器阵列,使得未被用于照射的半导体激光器或激光器阵列可以可选地被用于向工作平面180中的材料提供热量。为此,提供单独地控制半导体激光器或激光器阵列的控制设备。此加热可以除上文所述的单独加热设备之外或者作为独有加热系统被使用,其将物体预加热至工作温度。

[0106] 激光模块的布置可包括如参考图10所解释的重叠光源117。优选地在一系列的一

个模块到相邻列的相邻模块(例如图13中的列c1的模块200₁和列c2的模块200₂)之间的边界处和/或从一个级联中的一个模块到相邻级联中的相邻模块(例如图11中的级联k1中的模块200_n和级联k2中的模块201₁)的边界处提供重叠光源117。重叠光源11平衡由于模块的交错布置和/或由于模块的级联布置而由垂直于移动方向250的相邻像素的时间偏移产生的能量损耗。

[0107] 可以以可以补偿由于时间偏移而引起的能量损耗和/或由于VCSEL或阵列的不对准而引起的能量损耗或能量过度的方式来控制重叠光源117。因此,可以将由重叠能量源117提供给工作区的能量之和调整至在时间偏移零和/或完美对准VCSEL或阵列的情况下进行照射所必需的能量。可以取决于构建材料的类型来选择由重叠VCSEL或阵列提供的能量。影响因素可以是物体的导热性。

[0108] 在另一修改中,用VECSEL(垂直外部腔面发射激光器)来实现照射单元的半导体激光器。

[0109] 虽然在附图和先前的描述中图示并详细地描述了本发明,但此类图示和描述应被视为说明性或示例性而非限制性的。

[0110] 通过阅读本公开,其它修改对于本领域的技术人员而言将是清楚明白的。此类修改可涉及到在本领域中已知且可作为本文已经描述的特征替代或除此之外使用的其它特征。

[0111] 根据附图、本公开和所附权利要求的研究,本领域的技术人员可以理解并实现对公开实施例的变型。在权利要求中,单词“包括”不排除其它元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个元件或步骤。在相互不同的从属权利要求中记载某些措施的仅有事实并不指示这些措施的组合不能被有利地使用。

[0112] 权利要求中的任何参考标号不应解释为限制其范围。

[0113] 参考数字列表:

[0114]	100	激光打印系统
[0115]	110	激光器阵列
[0116]	115	半导体激光器
[0117]	116	激光源
[0118]	117	重叠激光源
[0119]	120	激光光子模块
[0120]	150	物体平面
[0121]	170	光学元件
[0122]	175	微透镜阵列
[0123]	180	工作平面
[0124]	200、200 ₁ 、200 ₂ 、200 _n	
[0125]	201 ₁ 、201 ₂ 、201 _n	激光模块
[0126]	250	移动方向
[0127]	600	积分强度
[0128]	610	垂直于移动方向的方向
[0129]	750	保护设备

[0130]	800	控制单元
[0131]	910	物体的方法步骤
[0132]	920	发射激光的方法步骤
[0133]	930	对激光进行成像的方法步骤

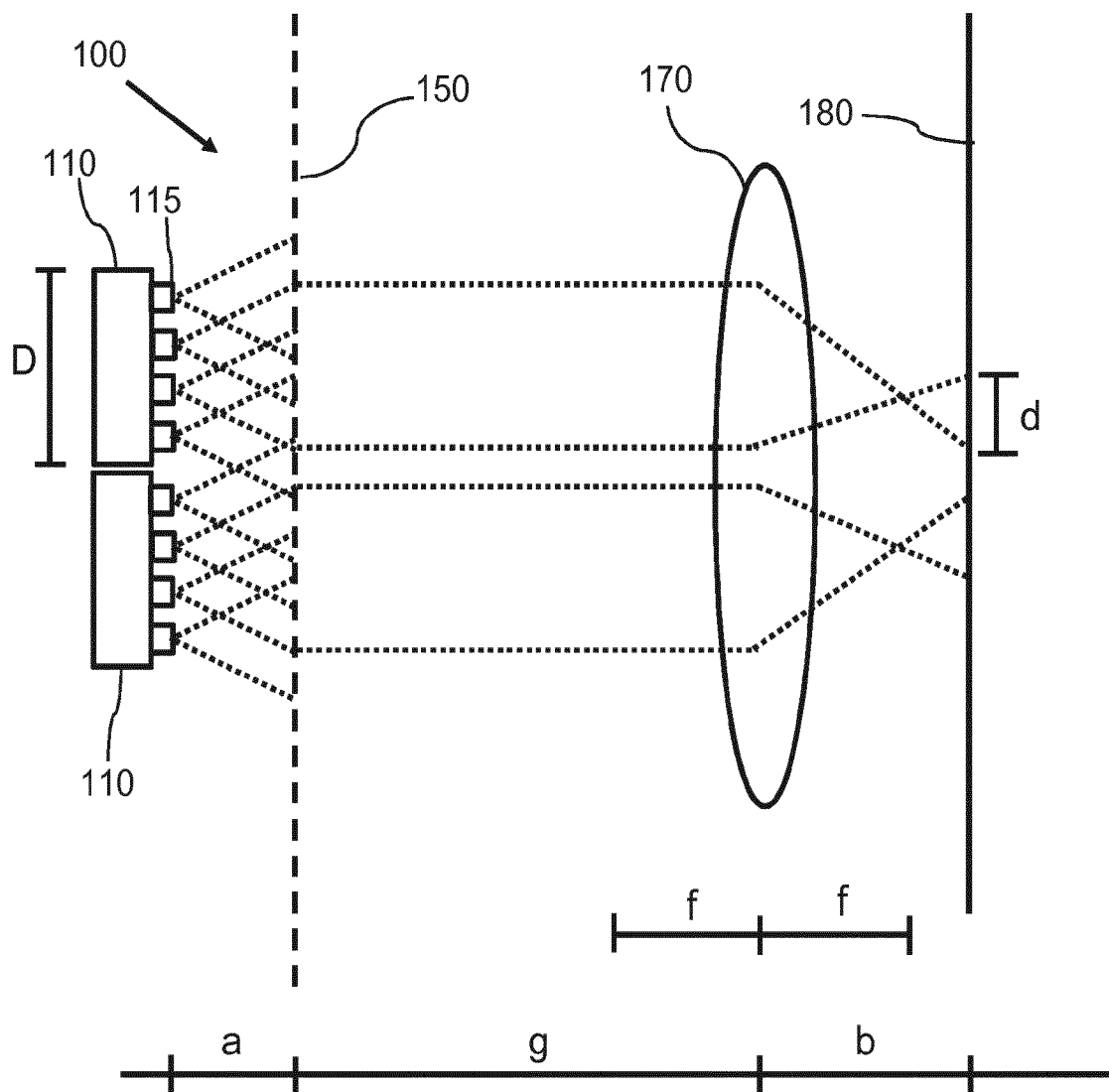


图 1

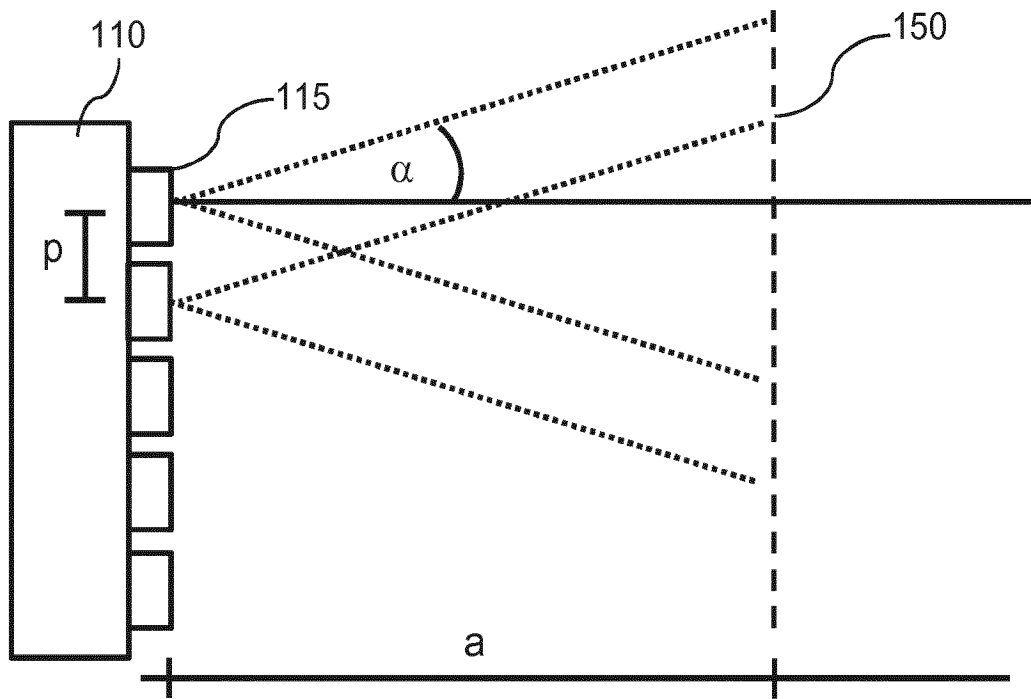


图 2

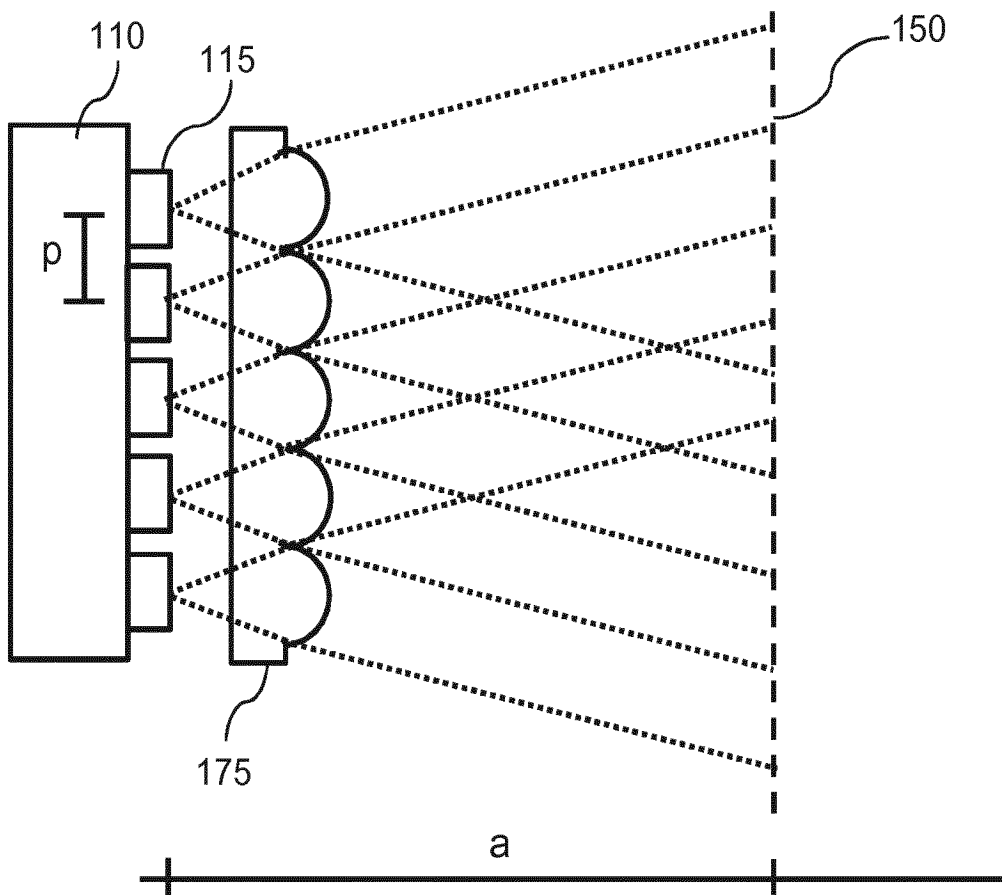


图 3

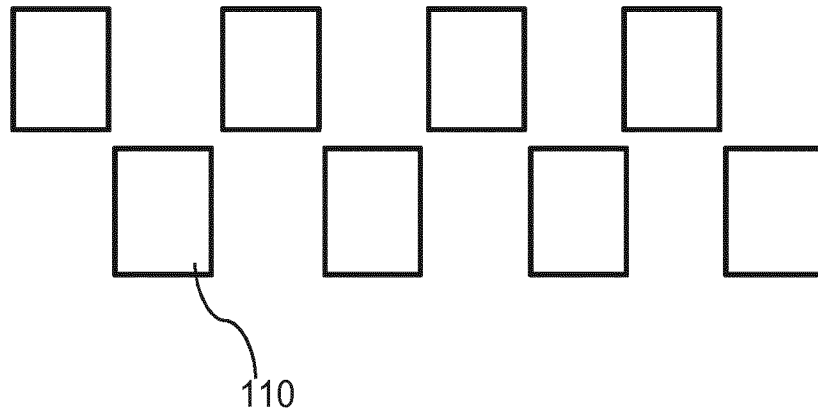


图 4

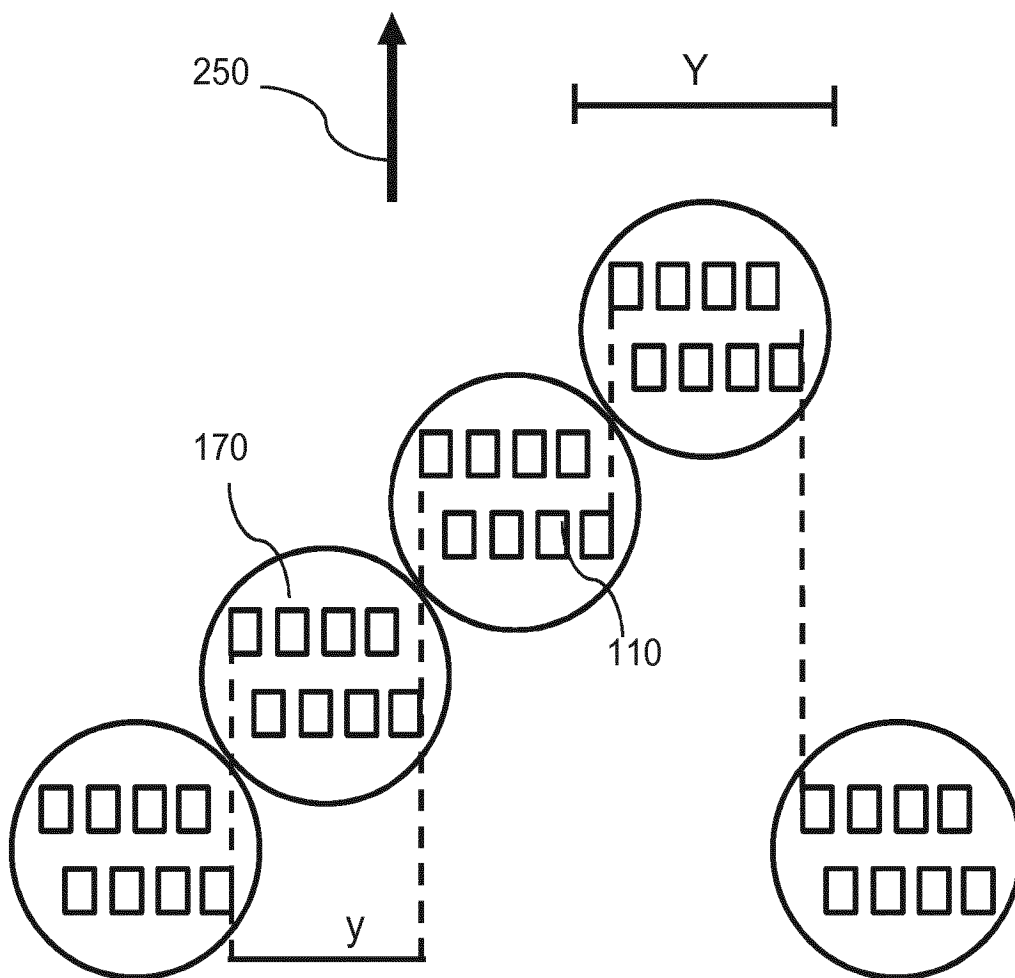


图 5

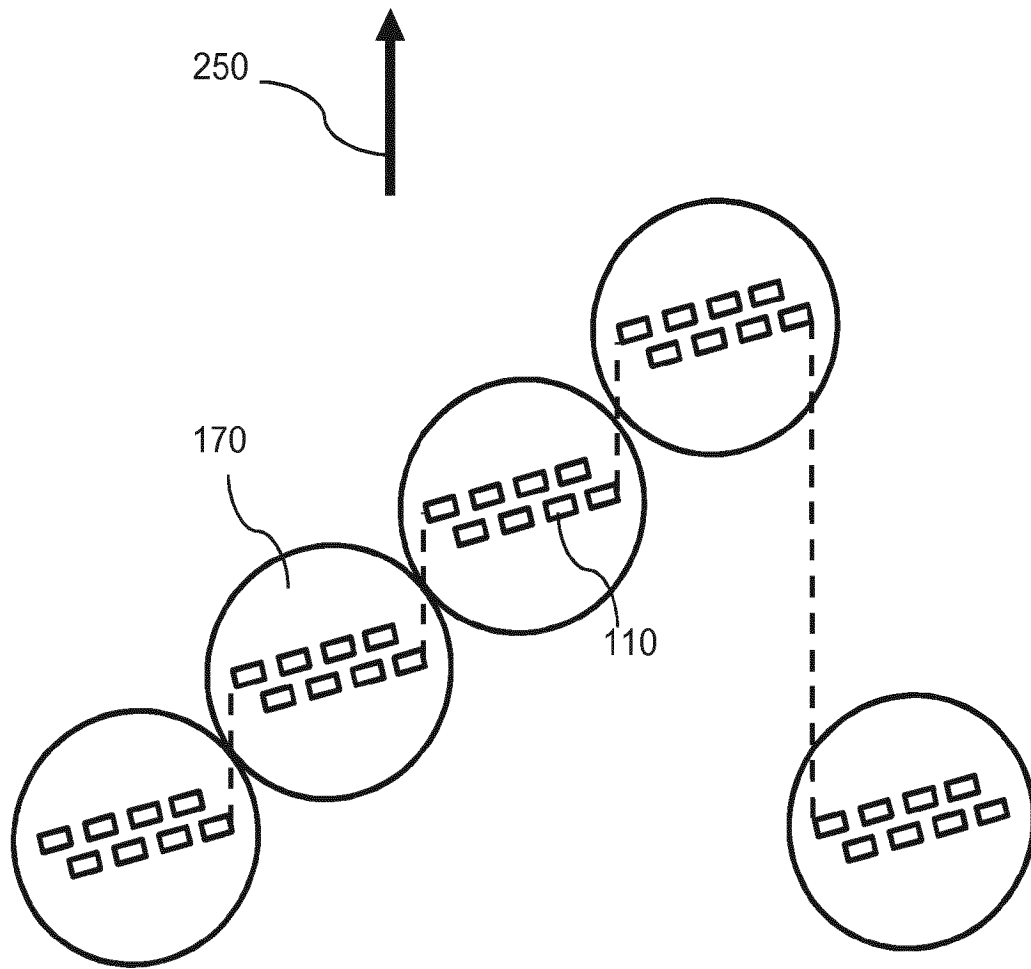


图 6

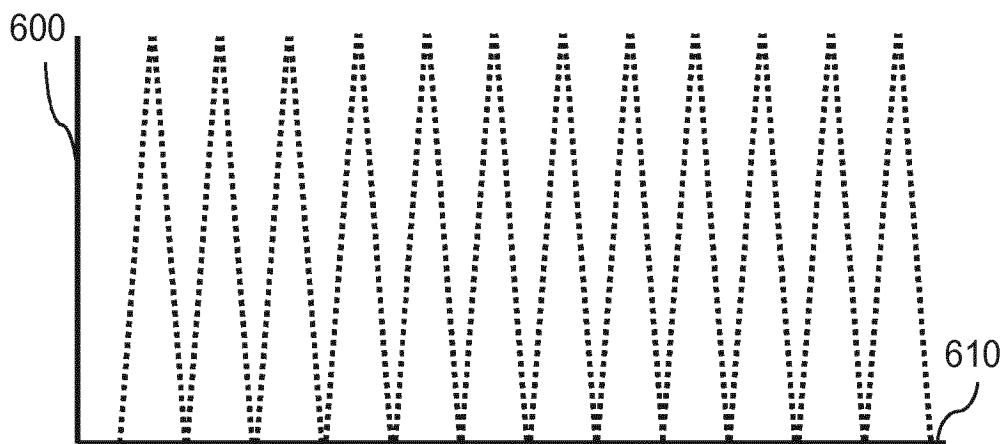


图 7

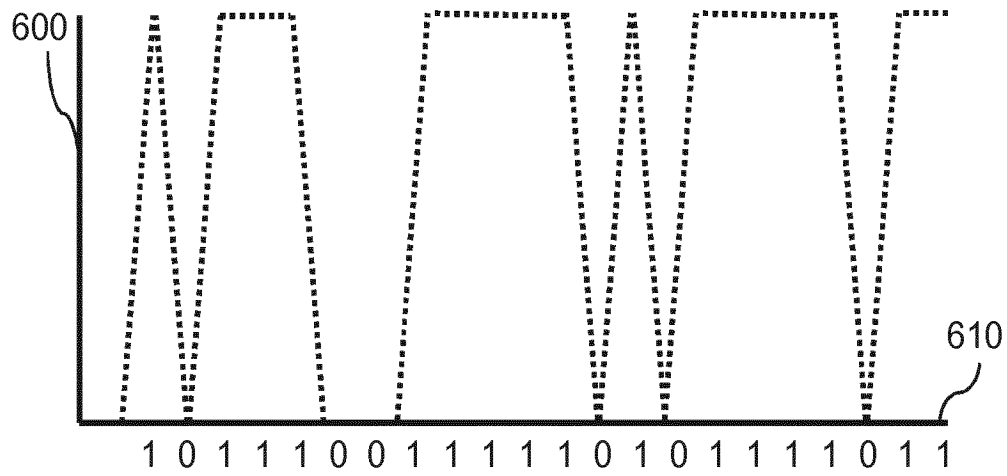


图 8

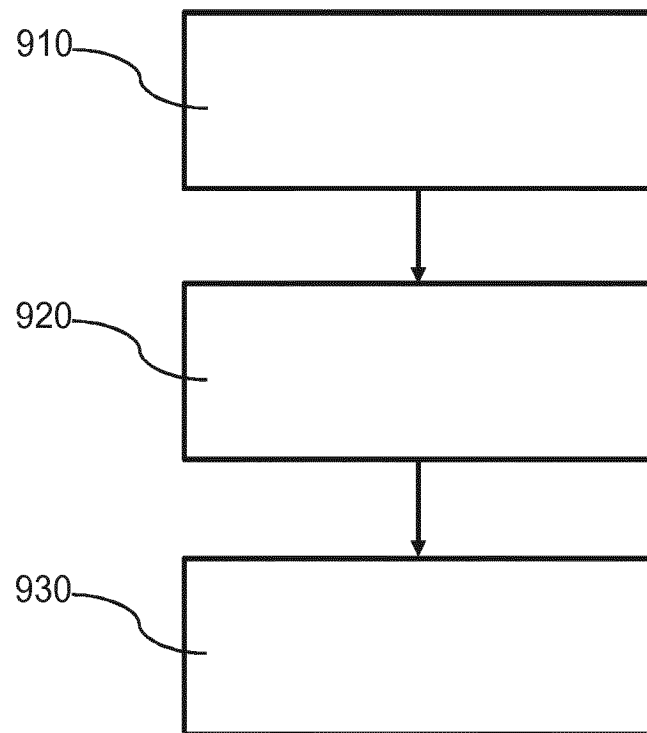


图 9

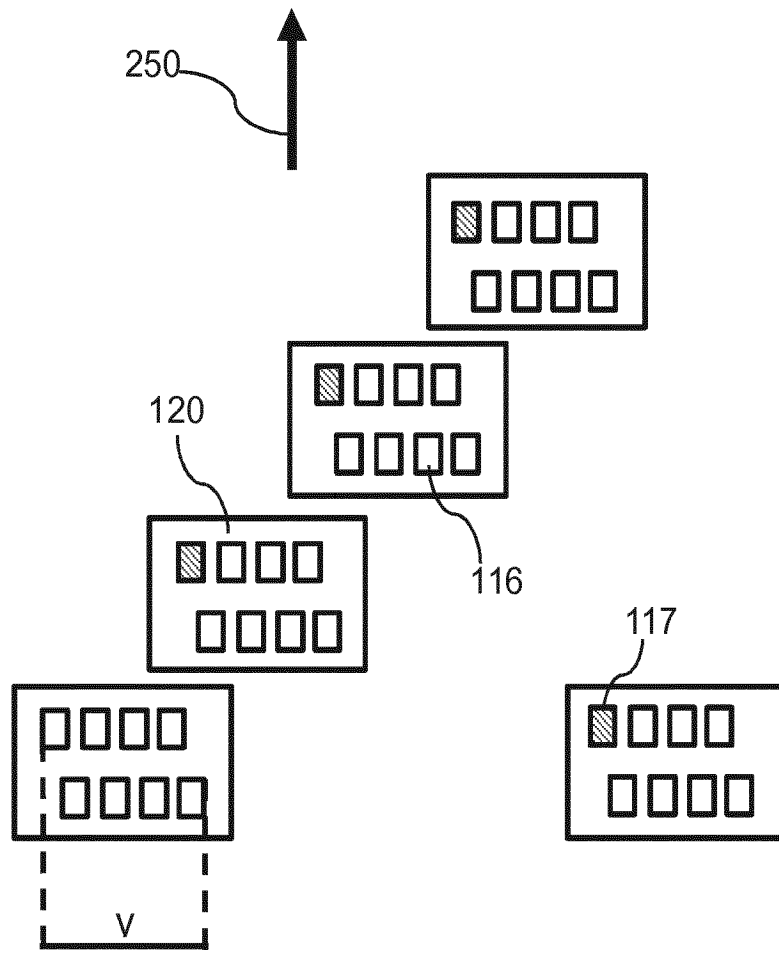


图 10

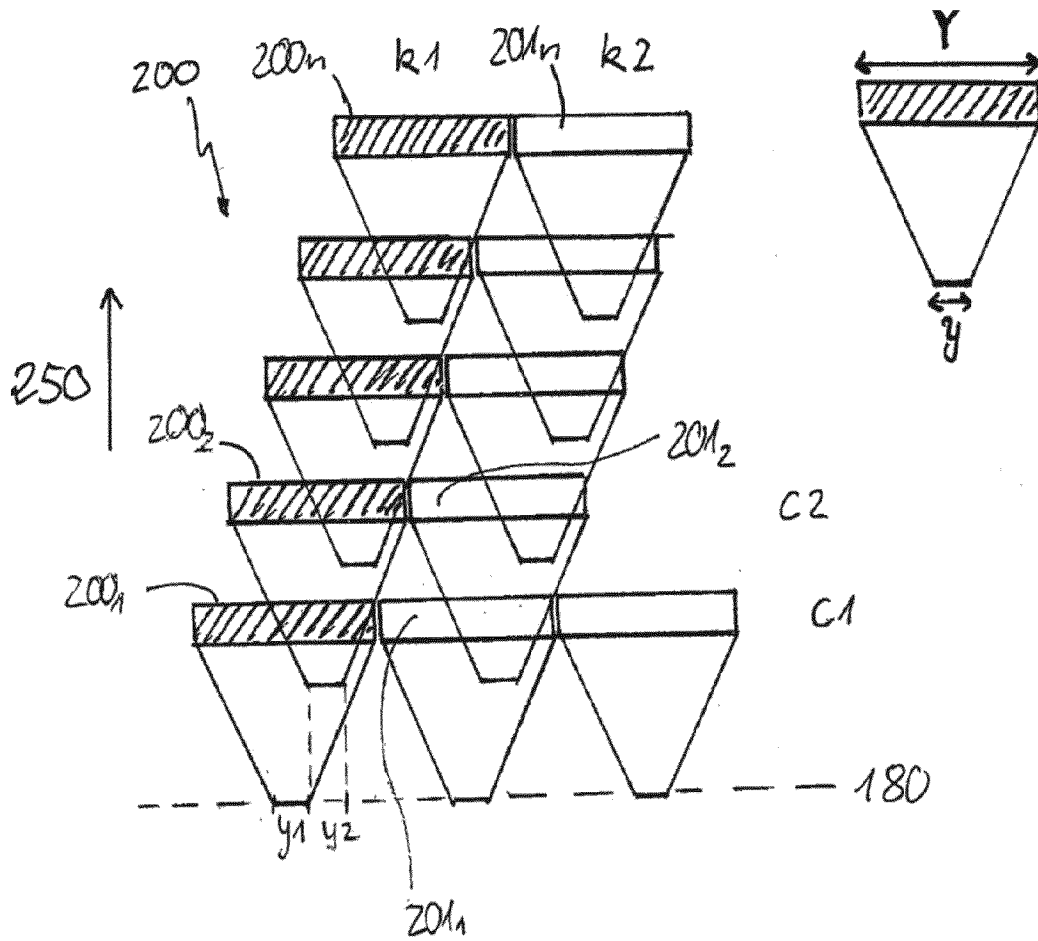


图 11

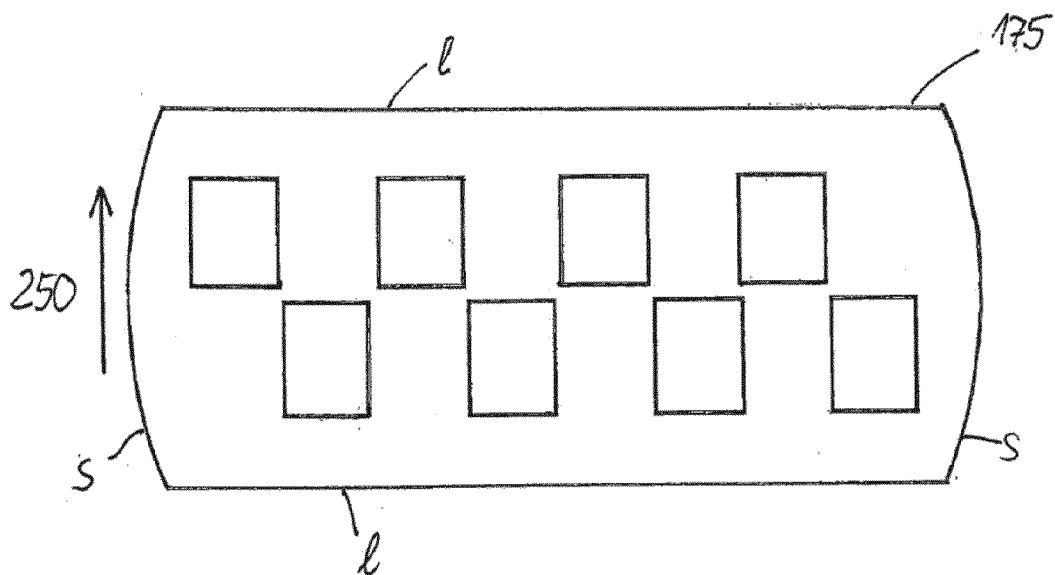


图 12

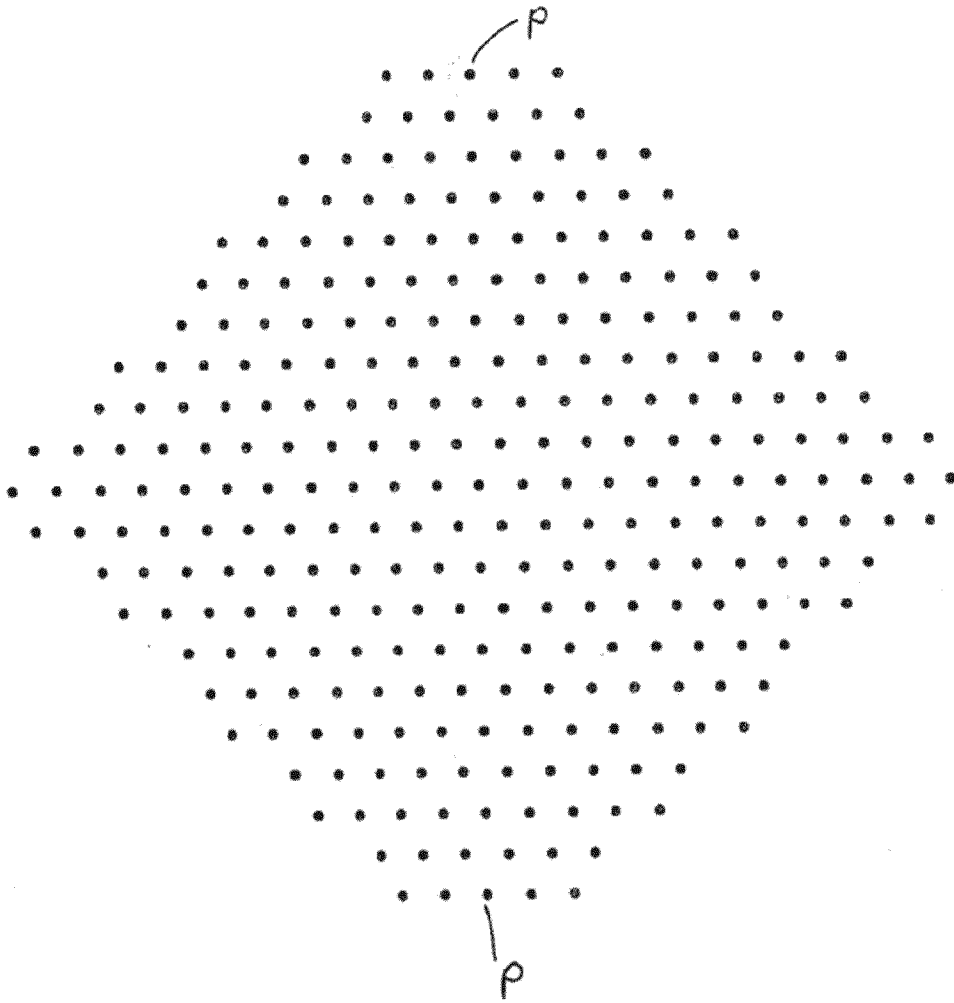


图 13

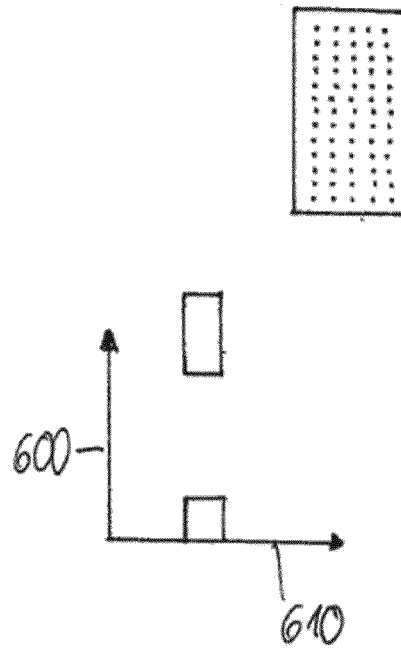


图 14

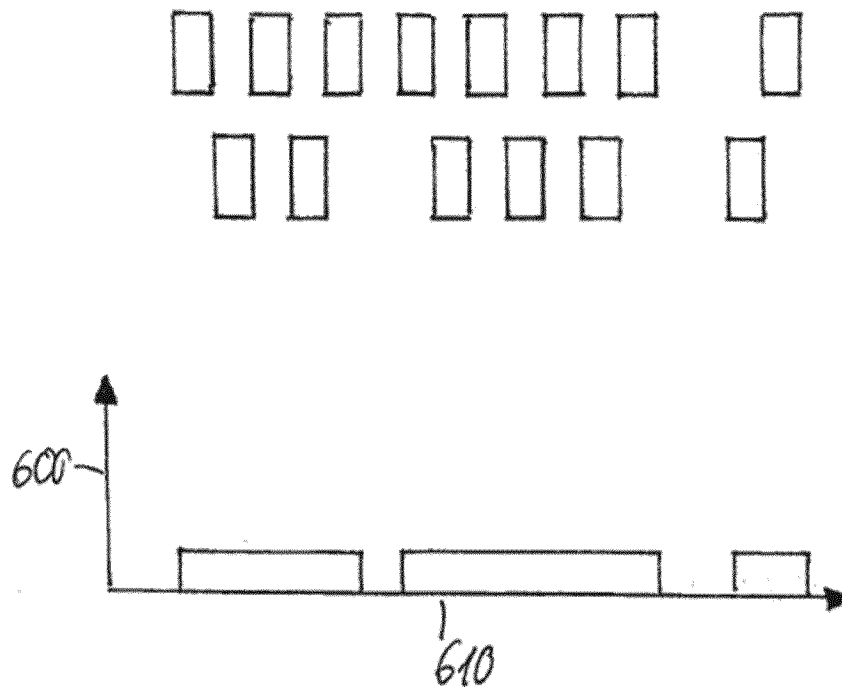


图 15

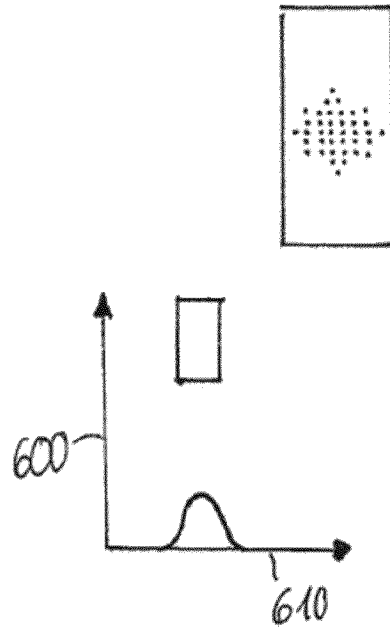


图 16

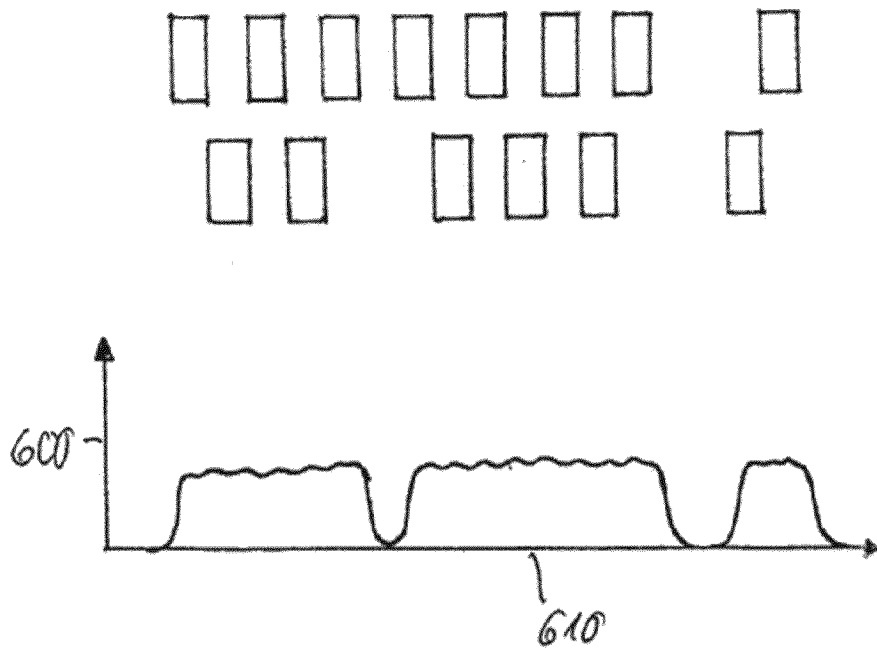


图 17