



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109643644 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201780051126.3

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

(22)申请日 2017.08.16

代理人 徐川 姚开丽

(30)优先权数据

1614342.2 2016.08.22 GB

1700800.4 2017.01.17 GB

(51)Int.Cl.

H01L 21/20(2006.01)

H01L 21/36(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2017/052423 2017.08.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/037211 EN 2018.03.01

(71)申请人 万佳雷射有限公司

地址 英国牛津

(72)发明人 P·T·路姆斯比

大卫·托马斯·埃德蒙·迈尔斯

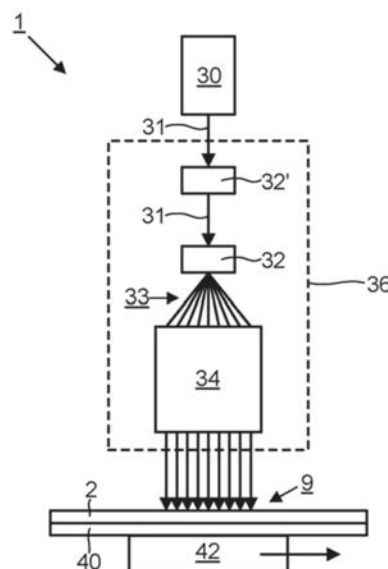
权利要求书4页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

用于对半导体材料的层进行退火的设备、对半导体材料的层进行退火的方法以及平板显示器

(57)摘要

本发明提供了用于对半导体材料的层,特别是非晶硅或IGZO进行退火的方法和设备。在一种布置中,设备包括产生激光束的激光源。光束扫描装置以选择性地辐射半导体材料的层的多个区域的方式相对于半导体材料的层扫描激光束或由激光束产生的多个子光束并由此产生相应的多个退火的半导体材料的区域,特别是相应的多个多晶硅或退火的IGZO的区域。退火的半导体材料的区域中的每一个与其他退火的半导体材料的区域中的所有区域分隔开。



1. 一种用于对半导体材料的层进行退火的设备,所述设备包括:
激光源,所述激光源被配置成产生激光束;以及
光束扫描装置,所述光束扫描装置被配置成以选择性地辐射所述半导体材料的层的多个区域的方式相对于所述半导体材料的层扫描所述激光束或从所述激光束产生的多个子光束,并由此通过退火产生相应的多个退火的半导体材料的区域,其中,所述退火的半导体材料的区域中的每一个与其他退火的半导体材料的区域中的所有区域分隔开。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述激光束是脉冲激光束,并且所述光束扫描装置被配置成使得以如下方式相对于所述半导体材料的层扫描所述多个子光束中的每个子光束:所述子光束的连续脉冲分别辐射待被辐射的半导体材料的层的多个区域中的不同区域。
3. 根据权利要求1或2所述的设备,所述设备被配置成使得所述多个区域中的每一个从至少两个不同的子光束中的每一个接收一个辐射脉冲。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,其中,所述激光源是脉冲激光源,并且所述设备被配置成使得由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于每个脉冲基本上相同。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的设备,其中,所述激光源是脉冲激光源,并且所述设备被配置成使得由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于由所述区域接收的脉冲中的至少两个基本上不同。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中,由所述多个区域中的每一个接收的所述每脉冲能量对于由所述区域接收的每个脉冲逐步增加。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,其中:
所述待被辐射的多个区域包括沿第一方向以第一间距彼此间隔开的至少一组区域;并且
所述多个子光束包括在所述半导体材料的层处在所述第一方向上以所述第一间距彼此间隔开的至少一组子光束。
8. 根据权利要求7所述的设备,所述设备被配置成使得所述多个区域中的每一个从所述子光束的组中的至少一组中的子光束中的每一个接收单个辐射脉冲。
9. 根据权利要求8所述的设备,其中,所述子光束的组中的每组中的子光束在所述半导体材料的层处沿所述第一方向彼此对齐。
10. 根据权利要求7至9中任一项所述的设备,其中,在所述子光束相对于所述半导体材料的层的扫描期间,所述光束扫描装置在所述第一方向上移动所述半导体材料的层。
11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述光束扫描装置在所述半导体材料的层的参考系中在待被辐射的所有多个区域上对来自所述子光束的组中的至少一组中的每一个的每个光束点提供光栅扫描。
12. 根据权利要求11所述的设备,其中,所述光栅扫描的长轴垂直于所述半导体材料的层的所述参考系中的所述第一方向。
13. 根据权利要求7至12中任一项所述的设备,其中,所述多个子光束包括多个所述子光束的组,每个组在所述半导体材料的层处在垂直于所述第一方向的方向上以第二间距与每个其他组分隔开,从而形成由所述第一间距和所述第二间距限定的子光束的二维阵列。

14. 根据权利要求13所述的设备,其中,所述光束扫描装置在所述半导体材料的层的所述参考系中在所述半导体材料的层上对来自所述子光束的二维阵列的光束点提供光栅扫描。

15. 根据权利要求14所述的设备,其中,所述光栅扫描的长轴平行于所述第一方向。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,其中,所述光束扫描装置包括光束扫描器,所述光束扫描器被配置成提供由所述激光束或由所述多个子光束产生的一个或多个光束点相对于所述激光源的移动,并且因而相对于所述半导体材料的层至少部分地执行对所述激光束或所述多个子光束的扫描。

17. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,其中,所述光束扫描装置包括层传送装置,所述层传送装置被配置成移动所述半导体材料的层,并且因而相对于所述半导体材料的层至少部分地执行对所述激光束或所述多个子光束的扫描。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,其中,所述光束扫描装置包括光学器件传送装置,所述光学器件传送装置被配置成:移动以下一者或两者:所述激光源,以及用于将所述激光束或所述多个子光束引导到所述半导体材料的层上的光学器件;并且因而相对于所述半导体材料的层至少部分地执行对所述激光束或所述多个子光束的扫描。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,所述设备进一步包括光学元件,所述光学元件被配置成通过分裂所述激光束来产生所述多个子光束。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,其中,辐射的每个子光束具有基本上顶帽形的截面强度分布。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,所述设备被配置成将所述半导体材料的层的少于20%转换成退火的半导体材料。

22. 根据前述权利要求中任一项所述的设备,所述设备被配置成使得所述多个区域中的每一个从所述激光束接收单个辐射脉冲。

23. 根据权利要求22所述的设备,所述设备进一步包括光学元件,所述光学元件被配置成将所述激光束分裂成多个子光束,其中,对所述激光束的扫描包括对所述子光束的扫描,并且所述多个区域中的每一个所接收的单个辐射脉冲是从所述子光束中的一个接收到的。

24. 根据前述权利要求中的任一项所述的设备,其中,所述半导体材料包括退火前的非晶硅并且所述退火的半导体材料包括多晶硅。

25. 根据权利要求1至23中任一项所述的设备,其中,所述半导体材料包括退火前的镉镓氧化物并且所述退火的半导体材料包括退火的镉镓氧化物。

26. 一种用于对半导体材料的层进行退火的方法,所述方法包括:
产生激光束;并且

以选择性地辐射所述半导体材料的层的多个区域的方式在所述半导体材料的层上扫描所述激光束或从所述激光束产生的多个子光束,并由此产生相应的多个退火的半导体材料的区域,其中,所述退火的半导体材料的区域中的每一个与其他退火的半导体材料的区域中的所有区域分隔开。

27. 根据权利要求26所述的方法,其中,所述激光束是脉冲激光束,并且以如下方式在半导体材料的层上扫描每个子光束:所述子光束的连续脉冲分别辐射待被辐射的半导体材料的层的多个区域中的不同区域。

28. 根据权利要求26或27所述的方法,其中,所述多个区域中的每一个从至少两个不同的子光束中的每一个接收一个辐射脉冲。

29. 根据权利要求26至28中任一项所述的方法,其中,由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于每个脉冲基本上相同。

30. 根据权利要求26至28中任一项所述的方法,其中,由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于由所述区域接收的脉冲中的至少两个基本上不同。

31. 根据权利要求30所述的方法,其中,由所述多个区域中的每一个接收的所述每脉冲能量对于由所述区域接收的每个脉冲逐步增加。

32. 根据权利要求26至31中任一项所述的方法,其中:

所述待被辐射的多个区域包括沿第一方向以第一间距彼此间隔开的至少一组区域;并且

所述多个子光束包括在所述半导体材料的层处在所述第一方向上以所述第一间距彼此间隔开的至少一组子光束。

33. 根据权利要求32所述的方法,其中,所述多个区域中的每一个从所述子光束中的组中的至少一个中的所述子光束中的每一个接收单个辐射脉冲。

34. 根据权利要求33所述的方法,其中,所述子光束的组中的每组中的子光束在所述半导体材料的层处沿所述第一方向彼此对齐。

35. 根据权利要求32至34中任一项所述的方法,其中,在所述子光束相对于所述半导体材料的层的扫描期间,在所述第一方向上移动所述半导体材料的层。

36. 根据权利要求35所述的方法,其中,在所述待被辐射的所有多个区域上在所述半导体材料的层的参考系中对来自所述子光束的组中的至少一组中的每一个的每个光束点进行光栅扫描,所述光栅扫描的长轴垂直于所述半导体材料的层的所述参考系中的所述第一方向。

37. 根据权利要求26至36中任一项所述的方法,其中,所述多个子光束包括多个所述子光束的组,每个组在所述半导体材料的层处在垂直于所述第一方向的方向上以第二间距与每个其他组分隔开,从而形成由所述第一间距和所述第二间距限定的子光束的二维阵列。

38. 根据权利要求37所述的方法,其中,在所述半导体材料的层上对所述子光束的阵列进行光栅扫描,所述光栅扫描的长轴平行于所述第一方向。

39. 根据权利要求26至38中任一项所述的方法,其中,通过分裂所述激光束产生所述多个子光束。

40. 根据权利要求26至39中任一项所述的方法,所述方法进一步包括在所述退火的半导体材料的区域中的每一个中制造电子器件。

41. 根据权利要求40所述的方法,其中,退火的半导体材料的每个区域的表面积比由每个区域中的所述电子器件占据的区域的表面积大至少10%。

42. 根据权利要求40或41所述的方法,其中,每个电子器件包括薄膜晶体管。

43. 根据权利要求26至42中任一项所述的方法,所述方法进一步包括使用所述退火的半导体材料的区域来制造平板显示器。

44. 根据权利要求26至43中任一项所述的方法,其中,所述半导体材料包括退火前的非晶硅并且所述退火的半导体材料包括多晶硅。

45. 根据权利要求26至43中任一项所述的方法,其中,所述半导体材料包括退火前的铟镓锌氧化物并且所述退火的半导体材料包括退火的铟镓锌氧化物。

46. 一种平板显示器,所述平板显示器使用根据权利要求26至45中任一项所述的方法来制造。

用于对半导体材料的层进行退火的设备、对半导体材料的层进行退火的方法以及平板显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对半导体材料进行有效退火的设备和方法,例如以通过退火将非晶硅转换成多晶硅或将IGZO转换成退火的IGZO,以特别地用于制造例如基于液晶(LC)材料或有机发光二极管(OLED)材料的大型平板显示器(FPD)中所需的薄膜晶体管。

背景技术

[0002] 为了在LC显示器(LCD)或OLED显示器(或其它FPD)的每个像素中为电子器件(例如,TFT)提供多晶硅,已知的是提供非晶硅的层并且使用退火将非晶硅转换成多晶硅。在一个工艺中,如图1所示,在衬底2上的非晶硅的层上缓慢扫描长的窄线激光束4,以提供单个连续的多晶硅区域。例如,可以使用UV(例如,308nm)准分子激光器或多模绿色DPSS激光器形成线激光束。线激光束通常可达约750mm的长度以及约30微米的宽度。控制扫描的速度和脉冲重复率,使得所有受辐射区域接收基本上相同的辐射剂量并且可靠地转换为多晶硅。通过在连续区域中将所有非晶硅转换成多晶硅,多晶硅将在需要设置TFT的子区域6中可获得,以用于驱动显示器的各个像素(以及像素内的颜色)。

[0003] 对诸如铟镓锌氧化物(IGZO)的可选的半导体材料进行退火可能需要类似的加工以提高该半导体材料的性能,例如,提高该半导体材料的电性能的空间均匀性和/或载流子迁移率。

[0004] 随着显示器变得越来越大,足够快速地和以成本上有效的方式执行上述加工变得越来越困难。例如,难以增加各个线激光束的长度并且难以提供在激光脉冲能量方面所需的增加。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供用于提供退火的半导体材料的区域,特别是用于制造大型FPD的区域的改进方法和设备。根据本公开的方面,提供一种用于对半导体材料的层进行退火的设备,该设备包括:激光源,该激光源被配置成产生激光束;以及光束扫描装置,该光束扫描装置被配置成以选择性地辐射半导体材料的层的多个区域的方式相对于半导体材料的层扫描激光束或从激光束产生的多个子光束并由此通过退火产生相应的多个退火的半导体材料的区域,其中退火的半导体材料的区域中的每一个与退火的半导体材料的所有其它区域分隔开。

[0006] 待退火的半导体材料可以包括例如非晶硅或IGZO。退火的半导体材料可以包括多晶硅或IGZO的退火形式(例如,IGZO的形式,其中通过退火已经使电性能更均匀和/或其中通过退火已经提高了载流子迁移率)。

[0007] 在实施例中,提供一种用于使所述非晶硅的层退火的设备,该设备包括:激光源,该激光源被配置成产生激光束;以及光束扫描装置,该光束扫描装置被配置成以选择性地辐射所述非晶硅的层的多个区域的方式相对于所述非晶硅的层扫描激光束或从激光束产

生的多个子光束并因此通过退火产生相应的多个多晶硅的区域,其中多晶硅的区域中的每一个与多晶硅的所有其它区域分隔开。

[0008] 通过提供能够选择性地辐射多个分离区域的设备,可以使用低得多的总能量对半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)执行退火。半导体材料的原始层的比例可以更接近于支持待被制造的电子器件(例如,TFT)实际所需的比例。例如,在LCD显示器或OLED显示器的情况下,可能需要形成TFT的显示器的总面积的比例通常约为总面积的3%。如果如在现有技术中那样使用线激光束来提供多晶硅,则将对总面积的基本上100%进行退火。本发明的选择性辐射通常需要更接近3%的比例的辐射,通常在约10%的区域中(以提供围绕TFT区域中的每一个的安全裕度)。该方法降低了功率要求,提高了加工速度并且降低了处理成本。在一个实施例中,激光束被分成多个子光束。在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层上扫描多个子光束。已发现该方法提供了提供选择性辐射的特别有效的方式。该技术可以低成本来实施并且为快速加工半导体材料的较大区域提供了基础。多个激光器和相应的分束器可以被用于并行处理特别大的区域或多个区域。

[0009] 在实施例中,激光束是脉冲激光束,并且光束扫描装置被配置成使得以如下这样的方式相对于半导体材料的层扫描多个子光束中的每个子光束:子光束的连续脉冲分别辐射待被辐射的半导体材料的层的多个区域中的不同区域。该方法在如何将辐射剂量施加到现有技术中不可用的每个区域方面提供了一定程度的灵活性。例如,在使用线激光束的现有技术的布置中,平行于线激光束的扫描方向的线激光束内的强度分布通常是高斯分布。这意味着正在被线激光束辐射的每个区域将接收在强度方面先增加然后减小的脉冲,并且其它布置将不是很可能。以该方式改变脉冲强度对于对半导体材料进行退火将不是最佳的,相对于本发明,使用现有技术的方法进一步增加了需要施加的辐射总量。

[0010] 在一个特定实施例中,由多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于每个脉冲基本上相同。在可选的实施例中,由多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于由该区域接收的每个脉冲逐步增加。由此,相对于现有技术的装置提供的高斯变化,退火工艺的效率进一步提高。

[0011] 根据可选的方面,提供一种用于对半导体材料的层进行退火的方法,该方法包括:产生激光束;并且以选择性地辐射半导体材料的层的多个区域的方式在半导体材料的层上扫描激光束或从激光束产生的多个子光束并因此产生相应的多个退火的半导体材料的区域,其中退火的半导体材料的区域中的每一个与退火的半导体材料的所有其它区域分隔开。根据实施例,提供一种用于使所述非晶硅的层退火的方法,该方法包括:产生激光束;并且以选择性地辐射所述非晶硅的层的多个区域的方式在所述非晶硅的层上扫描激光束或从激光束产生的多个子光束并因此产生相应的多个多晶硅的区域,其中多晶硅的区域中的每一个与多晶硅的所有其它区域分隔开。

[0012] 该方法可以用作制造平板显示器的方法的一部分,特别是LCD显示器或OLED显示器。

附图说明

[0013] 现在将参考附图通过示例进一步描述本发明,其中:

[0014] 图1描绘了在半导体材料的层上扫描线激光束以对半导体材料进行退火;

- [0015] 图2描绘了包括光束扫描器的、用于对半导体材料的层进行退火的设备；
- [0016] 图3描绘了不包括光束扫描器的、用于对半导体材料的层进行退火的可选的设备；
- [0017] 图4描绘了相对于TFT区域的单个受辐射区域；
- [0018] 图5描绘了沿图4的受辐射区域中的线X-X'的强度分布；
- [0019] 图6描绘了沿图4的受辐射区域中的线Y-Y'的强度分布；
- [0020] 图7描绘了在半导体材料的层上扫描多个子光束以选择性地辐射半导体材料的多个区域；
- [0021] 图8描绘了蝴蝶结型扫描图案；
- [0022] 图9描绘了在半导体材料的层上光栅扫描多个子光束的第一实施例；
- [0023] 图10描绘了在半导体材料的层上光栅扫描多个子光束的第二实施例；
- [0024] 图11是示出了作为时间的函数的在区域处接收的能量密度的示例变化(对应于跨越多个子光束的强度分布)的条形图；
- [0025] 图12是示出了作为时间的函数的在区域处接收的能量密度的进一步示例变化(对应于跨越多个子光束的强度分布)的条形图；
- [0026] 图13是示出了作为时间的函数的在区域处接收的能量密度的进一步示例变化(对应于跨越多个子光束的强度分布)的条形图；以及
- [0027] 图14描绘了包括用于并行加工多个衬底的多个激光系统的台架。

具体实施方式

[0028] 如在说明书的介绍部分中提到的,随着显示器变大,为每个像素的TFT提供多晶硅(或其它退火的半导体材料)变得越来越困难。考虑例如70英寸8K分辨率显示器的典型要求。这种显示器的整体尺寸为 $1550 \times 872\text{mm}$ 。沿着长度将需要7680个像素。沿着宽度将需要4320个像素。每个像素将具有约67微米的宽度以及约202微米的高度。用于这种显示器的TFT单元的数量沿长度为23040(三种颜色中的每一种都需要一个TFT单元)并且沿宽度为4320。因此需要近1亿个TFT单元。

[0029] 在现有技术中,基本上所有的 $1550 \times 872\text{mm}$ 显示区域都需要经受退火辐射以提供退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火的IGZO)。下面描述的实施例大大减少了进行的退火的总量,同时仍然提供了近1亿个TFT所需的所有退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火的IGZO)。

[0030] 在实施例中,该实施例的示例在图2和图3中示出,提供了用于对半导体材料的层2(例如,非晶硅或IGZO)进行退火的设备1。半导体材料的层2(例如,非晶硅或IGZO)可以由层传送装置42运送。半导体材料的层2(例如,非晶硅或IGZO)可以被支撑在衬底40上。衬底40又可以由层传送装置42支撑(和运送)。层传送装置42可以包括支撑和/或夹持衬底40的可移动台。

[0031] 设备1包括产生激光束31的激光源30。激光源30可以是脉冲激光源30。可以使用能够对半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)进行退火的任何激光源。激光源的详情可以根据待退火的半导体材料的特定特征而变化。在实施例中,激光源30是低 M^2 高重复率DPSS激光器。在实施例中,激光源30是产生约355nm的辐射脉冲的UV激光源(特别适合于对非晶硅进行退火)。在可选的实施例中,激光源30是产生约532nm的辐射脉冲的绿色激光源(也适用于对非

晶硅进行退火)。在可选的实施例中,激光源30是产生约266nm的脉冲的DUV激光源(特别适用于对IGZO进行退火)。激光源30可以包括多模高功率激光器,可选地包括高 M^2 低重复率DPSS激光器。由于较高的功率要求,该后一实施例可以特别适用于产生光束点的二维阵列的情况。下面参考图10描述这种装置的示例。激光源30可以包括调Q激光源。在实施例中,激光源30被配置成提供脉冲长度为200ns或更短,可选地为150ns或更短,可选地为100ns或更短的脉冲。

[0032] 在图2和图3所示的实施例中,光学元件32(例如,衍射光学元件,DOE)通过分裂激光束31来产生多个子光束33。

[0033] 提供了光束扫描装置,该光束扫描装置相对于待退火的半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2(在待退火的半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上方)扫描激光束31,或从激光束31产生的多个子光束33(如图2和图3的实施例中的那样)。以选择性地辐射半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的多个区域的方式执行扫描。通过辐射产生相应的多个退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火IGZO)的区域。退火的半导体材料的每个区域与退火的半导体材料的每个其它区域分隔开。

[0034] 在一个实施例中,半导体材料包括非晶硅,基本上由非晶硅组成或由非晶硅组成,并且辐射使得非晶硅退火以形成多晶硅。

[0035] 在可选的实施例中,半导体材料包括IGZO,基本上由IGZO组成或由IGZO组成,并且辐射使得IGZO退火以形成退火的IGZO。在实施例中,退火的IGZO具有与退火之前的IGZO显著不同的电性能,包括例如电性能的更高的空间均匀性和/或增大的载流子迁移率。

[0036] 在实施例中,该实施例的示例在图2中示出,光束扫描装置包括光束扫描器34。光束扫描器34相对于激光源30向由激光束31或由多个子光束33产生的一个或多个光束点9提供移动,从而相对于半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2至少部分地执行对激光束31或多个子光束33的扫描。一个或多个光束点9的受控移动可以例如通过激光束31或子光束33的例如使用移动镜、扫描折射光学器件、声光偏转器或电子束-光学偏转器的受控偏转或转向或光束扫描仪领域中已知的任何其它技术来实现。光束扫描器34可以进一步包括光学器件(例如, $f-\theta$ 透镜),以将激光束31或子光束33聚焦到半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上。

[0037] 光束扫描装置可以附加地或可选地包括移动半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的层传送装置42,并且由此相对于半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2至少部分地执行对激光束31或多个子光束33的扫描。

[0038] 光束扫描装置可以附加地或可选地包括例如如图3所示的光学器件传送装置50。光学器件传送装置50移动激光源30和(或光学器件的部分)中的任一个或两者,光学器件用于将激光束30或多个子光束33引导到半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上,并且由此相对于半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2至少部分地执行对激光束31或多个子光束33的扫描。在图3的特定示例中,由光学器件传送装置50移动的光学器件包括激光源30、光束成形光学元件32'(见下文)、光束分裂光学元件32和用以将子光束33聚焦到半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上的光学器件52(例如, $f-\theta$ 透镜)。

[0039] 如图4中示意性所示,在实施例中,退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火的IGZO)的多个区域8中的每一个包含区域6,其中将提供显示装置的像素(例如,LCD显示器或

OLED显示器)所需的单个电子单元(例如,TFT装置)。在实施例中,激光束31或每个子光束33由诸如衍射光学元件(DOE)的光学元件32'(参见图2和图3)成形,以在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上形成基本上矩形的点9。在实施例中,每个点9的尺寸和形状与多个区域8中的每一个的尺寸和形状基本上相同。在实施例中,每个激光束脉冲具有基本上顶帽形的截面强度分布。因此,对于图4的区域8,沿线X-X'的强度分布将如图5所示。沿Y-Y'线的强度分布将如图6所示。在实施例中,半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2位于聚焦透镜的远场。因为不需要高空间精度,因此没有必要在半导体材料的层2处形成精确的图像。可以使用诸如光刻的后续处理技术精确地去除不需要形成最终制造的装置的部分的半导体材料(无论是否退火)的区域。

[0040] 与将基本上100%的非晶硅转化为多晶硅的现有技术方法相反,至少在对应于待制造的显示器的显示区域的区域中,本文公开的实施例被配置成将半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层的少于20%、可选地小于10%、可选地小于8%、可选地小于6%、可选地小于4%转换为退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火的IGZO)。

[0041] 在实施例中,每个区域8略大于为每个像素(例如,TFT装置)创建电子单元所需的区域6的最小尺寸。例如,每个区域8的表面积可以等于其包含的区域6的表面积的110%和2000%之间,可选地在150%和1000%之间,可选地在200%和800%之间,可选地在300%和600%之间。在一个特定实施例中,对于10×35微米的TFT的区域6,提供30×55微米的区域8。

[0042] 在激光束31被分裂成多个子光束33的实施例中,每个子光束33可以利用激光束31的每个脉冲产生单个点9。子光束33中的每一个聚焦在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上。提供多个子光束33使得可以使用相应的多个点9同时辐射多个区域8。光束扫描装置(例如,光束扫描器34)在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上扫描子光束33。在实施例中,激光束31是脉冲激光束,并且扫描装置(例如,光束扫描器34)被配置成使得以如下这样的方式相对于半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2(在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上)扫描每个子光束33:子光束33的连续脉冲分别辐射待被辐射的半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的多个区域中的不同区域。

[0043] 图7描绘了(在半导体材料的层2的参考系中)跨越半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的部分的一系列的点9的示例轨迹10。沿着轨迹10的扫描速度和激光束31的脉冲速率被配置成使得每个子光束33在沿着轨迹10的每个点处产生对应于待形成TFT的区域6中的一个的辐射点9,针对激光束31的每个连续脉冲形成一个点。在随后的时间,子光束33中不同的一个遵循相同的轨迹10,并切在每个相同的点处提供进一步的辐射点9。重复该工艺,直到各自包含区域6中的一个的多个区域8完全退火,例如,形成多晶硅或退火的IGZO。因此,多个区域8中的每一个从子光束33中的(不同的)两个或更多个的每一个接收辐射的一个脉冲。在实施例中,多个区域8中的每一个从子光束33中的各个且每一个接收单个辐射脉冲(即,一个且仅一个脉冲)。

[0044] 在实施例中,待被辐射的多个区域8包括一组或多组区域8(每个区域8包含区域6),这些区域8沿第一方向以第一间距12彼此间隔开。在图7的示例中,第一方向是页面内的垂直方向,并且每组区域8包括一系列垂直对齐的区域8。提供多组(列)区域8的,每组区域8与相应的一组区域6对齐(使得每个区域8包含区域6中的一个)。多个子光束33包括至少一组

子光束33,该组子光束33在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2处在第一方向上以相同的第一间距12彼此间隔开,从而产生在第一方向上以相同的第一间距12彼此间隔开的相应的一组点9(如图7所示)。这使得多个子光束33能够同时照射多个相应的区域8(每个区域8位于水平轨迹10中不同的一个水平轨迹上)。每组子光束中的多个子光束33沿第一方向彼此对齐。

[0045] 在图7的示例中,多个子光束33仅包括(沿第一方向对齐的)上述多组子光束33中的一组。在其它实施例中,可以提供子光束33的进一步的这样的组,该组子光束33在垂直方向上彼此分离以形成子光束33的二维阵列。下面参考图10讨论示例。在实施例中,多个区域8中的每一个从子光束33的上述组中的至少一个中的子光束33中的一个接收单个辐射脉冲。

[0046] 在实施例中,在相对于半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2对子光束33的扫描期间,光束扫描装置在第一方向上,例如沿着图7的轨迹10移动半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层。在实施例中,半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2沿第一方向相对于光束扫描器34移动,并且光束扫描器34在相对于第一方向倾斜的方向上扫描子光束33(并因此扫描点9),以便补偿半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的移动。在图7中,在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的参考系中显示轨迹10。在光束扫描器34的参考系中,每个轨迹10将向上对角(即,相对于垂直方向倾斜的角度)移动,以便每当激光束31发出脉冲时,跟随区域6中的每一个的向上运动并且将点9定位在各个区域6上。

[0047] 在实施例中,每个区域8从子光束的上述组中至少一个中的辐射的子光束33各个且每一个(即,当提供一组子光束33中的仅一个时,从子光束33的各个且每一个)接收单个辐射脉冲(即,一个且仅一个脉冲)。因此,在每个区域8需要接收N个辐射脉冲的情况下,将在每一组子光束33中提供N个子光束33。在实施例中,N=20,但是可以使用N的其它值。

[0048] 蝴蝶结型扫描装置可以被用于将一组子光束33有效地移动跨过半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的表面,在图8中示出该蝴蝶结型扫描装置的示例。例如,在涉及沿着从点21到点22的轨迹的每个子光束33(以及相关点9)的移动的扫描中,沿着N行区域8(每个区域8包含TFT区域6中的一个)扫描一组N个子光束33。在点22处,每个子光束33(以及相关点9)向下移动到点23,该移动对应于等于第一间距12的距离,并且然后沿着从点23到点24的轨迹被扫描,以便辐射另外该的N行区域8(与之前的N行区域重叠)。然后,每个子光束33(以及相关的点)被移动回到点21,该移动再次对应于等于第一间距12的距离,从而准备好扫描另外的N行区域8。在该实施例中继续工艺,直到半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上的所有区域8已经被N个连续的激光脉冲所辐射,以在区域8中的每一个中形成退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火的IGZO)。

[0049] 在上面参考图7和图8描述的扫描工艺中,光束扫描装置在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的参考系中在所有多个待被辐射的区域8上对来自沿第一方向对齐的一组子光束33中的每一个的光束点9提供光栅扫描。因此,在待被辐射的区域8中的各个且每一个上扫描一组子光束33中的各个且每一个。在图9中(在待退火的半导体材料的层2的参考系中)示意性地示出了扫描路径46。沿第一方向对齐的一组子光束33产生光束点9的相应的组44。第一方向48在页面的平面中垂直向上。光栅扫描的长轴(在页面的平面中为水平的)垂直于第一方向48。

[0050] 在实施例中,多个子光束33包括沿第一方向对齐的子光束33的多个组(产生光束点9的相应的多个组44)。组44中的每一个在垂直于第一方向的方向上以第二间距彼此分隔开。由此形成由第一间距和第二间距限定的子光束33的二维阵列。子光束33的二维阵列产生光束点的相应的二维阵列9(在图10的左上部分示意性地示出)。在实施例中,每个组包括如上所述的N个子光束33(但是可以使用N的其它值)。组的数量M不受特别限制。可选地,M大于N,可选地大于20,可选地大于30,可选地大于40。图10描绘了包括产生光束点9的M×N阵列的子光束的M×N阵列的实施例的示例性扫描路径46。扫描路径包括在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的参考系中在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上对子光束33(以及光束点9)的阵列的光栅扫描。在该类型的实施例中,光栅扫描的长轴可以平行于第一方向48(在图10的示例中为垂直的)。该类型的实施例可以通过不使用光束扫描器34的光束扫描装置来实施。换言之,在不使用激光束的偏转或转向来提供扫描的情况下实现扫描。相反,通过移动以下一者或两者来提供扫描:1) 半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2,以及2) 激光源30和用于将激光束30或多个子光束33引导到半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上的光学器件(或光学器件的部分)。在图10所示的示例中,例如,可以通过使用层传送装置沿着扫描路径46的垂直部分中的每一个移动半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2,同时保持子光束33静止(通过保持激光源30和/或相关联的光学器件固定)来实施扫描。然后可以使用光学器件传送装置在水平方向上步进激光源和/或相关联的光学器件以移动子光束33,并且由此提供扫描路径46的水平部分中的每一个。可选地,所有扫描路径46(即,在二维扫描中)可以仅通过对半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2的移动来提供,或者所有扫描路径46可以仅通过对激光源30和/或相关联的光学器件的移动来提供。

[0051] 在实施例中,所有子光束33具有相同的强度,并且传递到每个子区域8的每脉冲能量因此是恒定的(每个脉冲向区域8传递相同的能量)。这通过图11中的条形图示意性地示出,图11示出了(在每个区域从25个不同子光束33接收脉冲的情况下)作为时间的函数的在区域8处接收的能量密度的变化。

[0052] 图12描绘了可选的实施例,其中子光束33具有逐步增加的强度,使得传递到每个子区域8的每脉冲能量随时间逐步增加(每个脉冲传递比前一个脉冲更高的每脉冲能量)。每个子光束33的强度在扫描期间保持恒定。由每个区域8接收的每脉冲能量的逐步增加由不同子光束33之间的强度差异提供,该不同子光束33之间的强度差异又可以通过衍射光学元件的适当设计来控制。图12中的条形图示出了逐步地(单调地)增加每脉冲能量的示例。其它布置是可能的。可以设想鼓励高效(例如,使用低总量的激光能量)和/或高质量(例如,提供高质量的多晶硅,该高质量的多晶硅特别适合于形成可靠且长寿命的电子器件和/或在不同区域8上实现高均匀性)的任何变化。

[0053] 与诸如图11中所示的恒定布置相比,诸如图12中所示的逐步增加的能量密度布置是期望的,因为逐步增加的能量密度布置导致更加平缓的退火,并且在可适用的情况下,导致半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的结晶并因此减少了薄膜破裂的可能性。

[0054] 图13描绘了示例,其中能量脉冲的变化被配置成模仿使用线激光束扫描的现有技术途径固有的变化,即,近似高斯变化。该途径允许生产具有对应于现有技术途径的质量的退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火IGZO)的方法。

[0055] 与诸如图13中所示的上升布置和下降布置相比,诸如图12中所示的逐步增加的能

量密度布置也是期望的,因为所有连续增加的能量密度脉冲完全有助于逐步的退火,并且在可适用的情况下,导致半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的结晶,而在图13中的峰值之后出现的具有降低的能量密度的脉冲对退火,并且在可适用的情况下,对结晶过程的贡献显著较小。

[0056] 在上面讨论的布置中,区域8中的每一个(例如,从所提供的子光束33中的每一个中的一个)接收多个辐射脉冲。在可选的实施例中,设备1被配置成使得多个区域8中的每一个从辐射束接收单个辐射脉冲。在不需要任何进一步的脉冲的情况下,辐射单个脉冲将半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)转换为退火的半导体材料(例如,多晶硅或退火的IGZO)。可选地,提供光学元件32以将激光束分裂成多个子光束。在该情况下,对激光束的扫描包括对子光束的扫描,并且从子光束中的一个接收到由多个区域8中的每一个接收的单个辐射脉冲。与在任何一个时刻只有一个辐射光束点可以入射在层2上的情况相比,提供多个子光束可以加速对半导体材料的层2的加工。

[0057] 图14示意性地描绘了如何按比例放大设备1以处理半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的更大的层2,例如,以用于更大的显示器,或者处理如图14所示的半导体材料的多个横向相邻的层2(例如,以用于多个显示器)。在示出的示例配置中,设备1包括台架,该台架包括多个激光源30(在所示的特定示例中为10个)。每个源30同时向两个光学系统36提供辐射(从而提供20个光学系统36)。每个光学系统36包括:光学元件32,该光学元件32被配置成将激光束31分裂成多个子光束33;光学元件32',该光学元件32'用于使子光束33成形;以及相应的光束扫描器34(包括聚焦光学器件,例如,f- θ 透镜)。光束扫描器34在半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2上扫描子光束33。在示出的配置中,半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2将在台架下方垂直向下移动(如页面中所示),而子光束33基本上左右扫描(例如,以如上所述的蝴蝶结型图案)。

[0058] 在实施例中,在加工半导体材料(例如,非晶硅或IGZO)的层2以产生多晶硅区域8之后,执行制造显示器的方法的进一步的步骤。在实施例中,在区域8中的每一个中形成用于驱动显示器的像素的诸如TFT的电子器件。在实施例中,制造包括电子器件的诸如LCD显示器或OLED显示器的平板显示器。

[0059] 还通过以下编号的条款描述了本公开的实施例。

[0060] 1、一种用于使所述非晶硅的层退火的设备,所述设备包括:

[0061] 激光源,所述激光源被配置成产生激光束;以及

[0062] 光束扫描器,所述光束扫描器被配置成以选择性地辐射所述非晶硅的层的多个区域的方式扫描所述激光束并由此通过退火产生相应的多个多晶硅的区域,其中,多晶硅的区域中的每一个与多晶硅的所有其它区域分隔开。

[0063] 2、根据条款1所述的设备,所述设备进一步包括光学元件,所述光学元件被配置成将所述激光束分裂成多个子光束,其中对所述激光束的扫描包括对所述子光束的扫描。

[0064] 3、根据条款2所述的设备,其中,所述激光束是脉冲激光束,并且所述光束扫描器被配置成使得以如下这样的方式在所述非晶硅的层上扫描每个子光束:所述子光束的连续脉冲分别辐射待被辐射的非晶硅的层的多个区域中的不同区域。

[0065] 4、根据条款2或3所述的设备,其中,待被辐射的多个区域以间距彼此间隔开,并且由所述光学元件产生的所述子光束以相同的间距彼此间隔开。

[0066] 5、根据条款2至4中任一项所述的设备,所述设备被配置成在对所述多个区域的辐射期间,相对于所述光束扫描器移动所述非晶硅的层。

[0067] 6、根据条款5所述的设备,其中:

[0068] 所述非晶硅的层沿第一方向相对于所述光束扫描器移动;并且

[0069] 由所述光学元件产生的所述子光束平行于所述第一方向对齐,并且所述光束扫描器被配置成在相对于所述第一方向倾斜的方向上扫描所述子光束,以便补偿所述非晶硅的层的移动。

[0070] 7、根据条款2至6中任一项所述的设备,所述设备被配置成使得所述多个区域中的每一个从所述子光束的至少两个中的每一个接收一个辐射脉冲。

[0071] 8、根据条款7所述的设备,所述设备被配置成使得所述多个区域中的每一个从所述子光束中的每一个接收单个辐射脉冲。

[0072] 9、根据条款2至8中任一项所述的设备,其中,所述激光源是脉冲激光源,并且所述设备被配置成使得由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于每个脉冲基本上相同。

[0073] 10、根据条款2至8中任一项所述的设备,其中,所述激光源是脉冲激光源,并且所述设备被配置成使得由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于由所述区域接收的所述脉冲中的至少两个基本上不同。

[0074] 11、根据条款10所述的设备,其中,由所述多个区域中的每一个接收的所述每脉冲能量对于由所述区域接收的每个脉冲逐步增加。

[0075] 12、根据条款2至11中任一项所述的设备,其中,每个辐射的子光束具有基本上顶帽形的截面强度分布。

[0076] 13、根据前述条款中任一项所述的设备,所述设备被配置成将所述非晶硅的层的少于20%转换成多晶硅。

[0077] 14、根据条款7所述的设备,所述设备被配置成使得所述多个区域中的每一个从所述激光束接收单个辐射脉冲。

[0078] 15、根据条款14所述的设备,所述设备进一步包括光学元件,所述光学元件被配置成将所述激光束分裂成多个子光束,其中对所述激光束的扫描包括对所述子光束的扫描,并且从所述子光束中的一个接收到由所述多个区域中的每一个接收的所述单个辐射脉冲。

[0079] 16、一种用于使所述非晶硅的层退火的方法,所述方法包括:

[0080] 产生激光束;并且

[0081] 以选择性地辐射所述非晶硅的层的多个区域的方式在所述非晶硅的层上扫描所述激光束并由此产生相应的多个多晶硅的区域,其中,多晶硅的区域中的每一个与多晶硅的所有其它区域分隔开。

[0082] 17、根据权利要求16所述的方法,其中,通过将所述激光束分裂成多个子光束并在所述非晶硅的层上扫描所述子光束来执行选择性辐射。

[0083] 18、根据条款17所述的方法,其中,所述激光束是脉冲激光束,并且以如下这样的方式在所述非晶硅的层上扫描每个子光束:所述子光束的连续脉冲分别辐射待被辐射的非晶硅的层的多个区域中的不同区域。

[0084] 19、根据条款17或18所述的方法,其中,子光束以与待被辐射的多个区域的间距相

同的间距彼此间隔开。

[0085] 20、根据条款17至19中任一项所述的方法,其中,在对所述多个区域的辐射期间移动所述非晶硅的层。

[0086] 21、根据条款20所述的方法,其中:

[0087] 在对所述多个区域的所述辐射期间,所述非晶硅的层沿第一方向移动;并且所述子光束平行于所述第一方向对齐,并且在相对于所述第一方向倾斜的方向上被扫描,以便补偿所述非晶硅的层的移动。

[0088] 22、根据条款17至21中任一项所述的方法,其中,所述多个区域中的每一个从所述子光束的至少两个中的每一个接收一个辐射脉冲。

[0089] 23、根据条款22所述的方法,其中,所述多个区域中的每一个从所述子光束中的每一个接收单个辐射脉冲。

[0090] 24、根据条款17至23中任一项所述的方法,其中,辐射的每个子光束具有基本上顶帽形的截面强度分布。

[0091] 25、根据条款16至22中任一项所述的方法,其中,所述激光束是脉冲的,并且由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于每个脉冲基本上相同。

[0092] 26、根据条款16至24中任一项所述的方法,其中,所述激光束是脉冲的,并且由所述多个区域中的每一个接收的每脉冲能量对于由所述区域接收的所述脉冲中的至少两个基本上不同。

[0093] 27、根据条款26所述的方法,其中,由所述多个区域中的每一个接收的所述每脉冲能量对于由所述区域接收的每个脉冲逐步增加。

[0094] 28、根据条款16至27中任一项所述的方法,其中,将所述非晶硅的层的少于20%转换成多晶硅。

[0095] 29、根据条款16至28中任一项所述的方法,其中,所述多个区域中的每一个从所述激光束接收单个辐射脉冲。

[0096] 30、根据条款29所述的设备,所述设备进一步包括光学元件,所述光学元件被配置成将所述激光束分裂成多个子光束,其中,对所述激光束的扫描包括对所述子光束的扫描,并且所述多个区域中的每一个所接收的单个辐射脉冲是从所述子光束中的一个接收到的。

[0097] 31、根据条款16至30中任一项所述的方法,所述方法进一步包括在多晶硅的所述区域中的每一个中制造电子器件。

[0098] 32、根据条款31所述的方法,其中,多晶硅的每个区域的表面积比由每个区域中的所述电子器件占据的区域的表面积大至少10%。

[0099] 33、根据条款31所述的方法,其中,每个电子器件包括薄膜晶体管。

[0100] 34、根据条款16至33中任一项所述的方法,所述方法进一步包括使用多晶硅的所述区域来制造平板显示器。

[0101] 35、一种平板显示器,所述平板显示器使用根据条款16至34中的任一项所述的方法来制造。

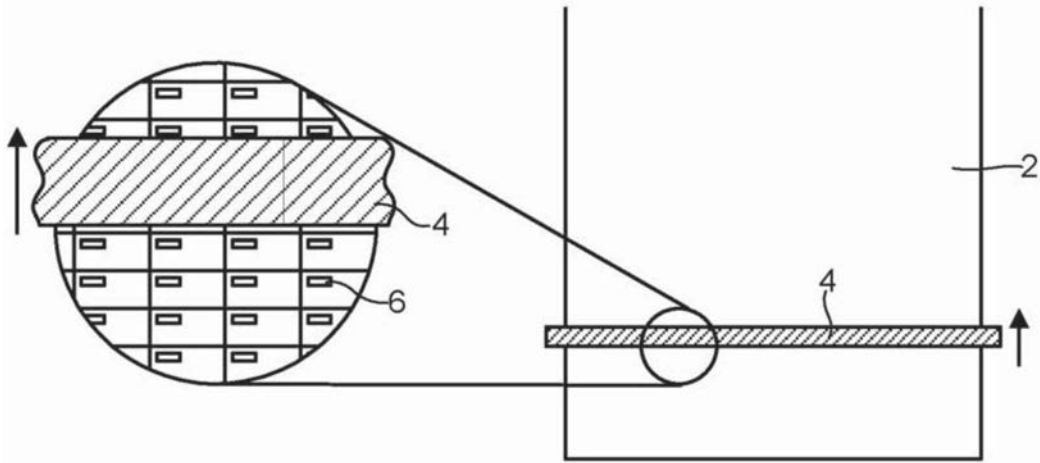


图1

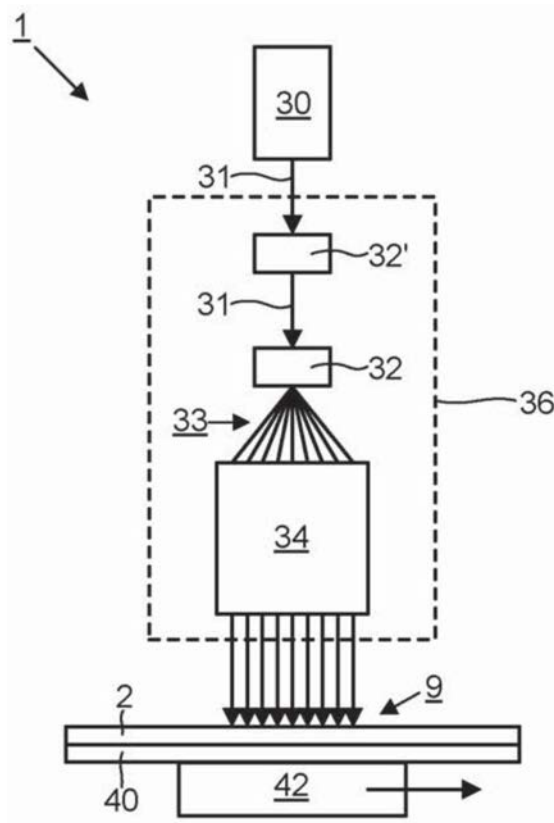


图2

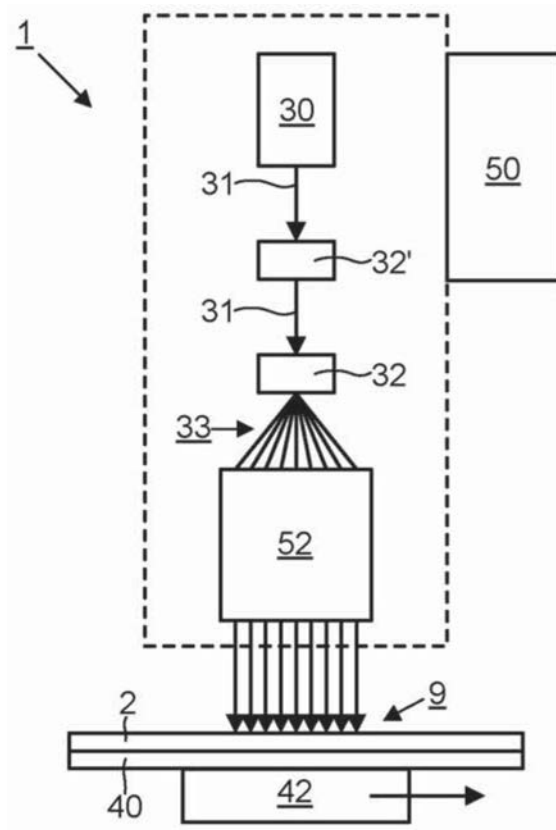


图3

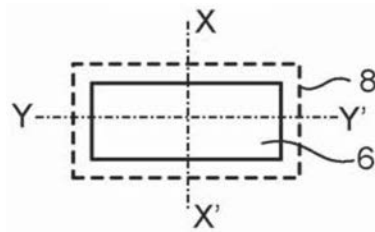


图4

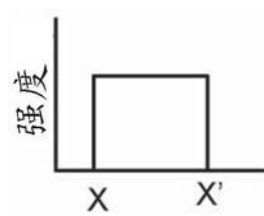


图5

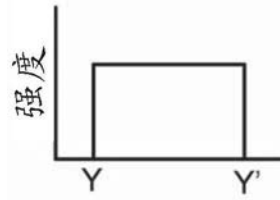


图6

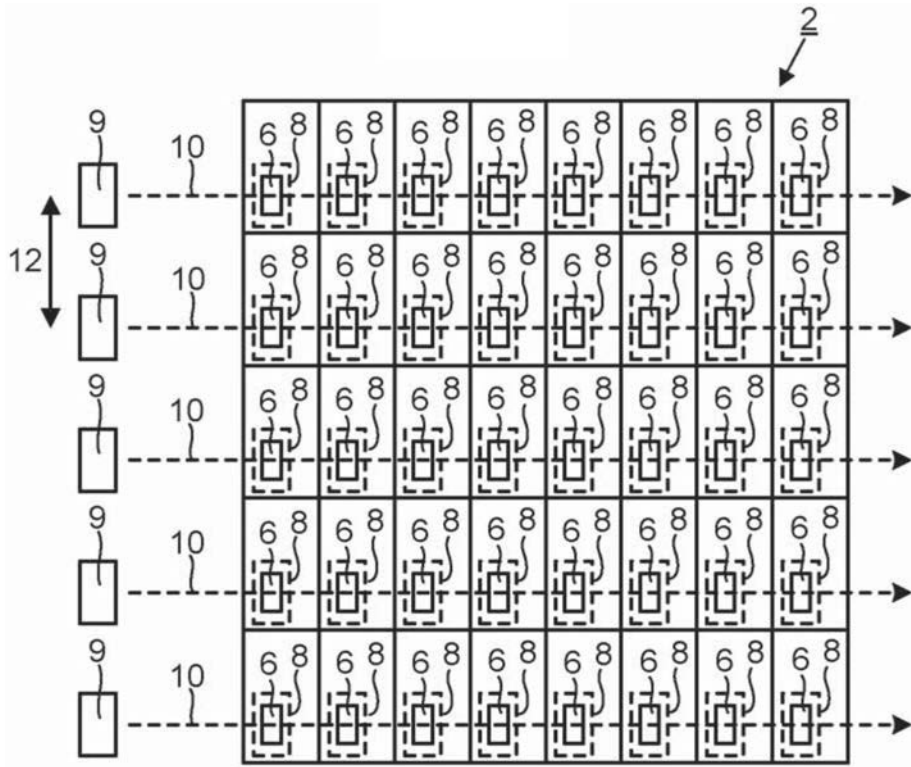


图7

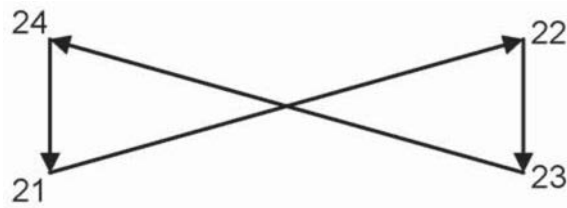


图8

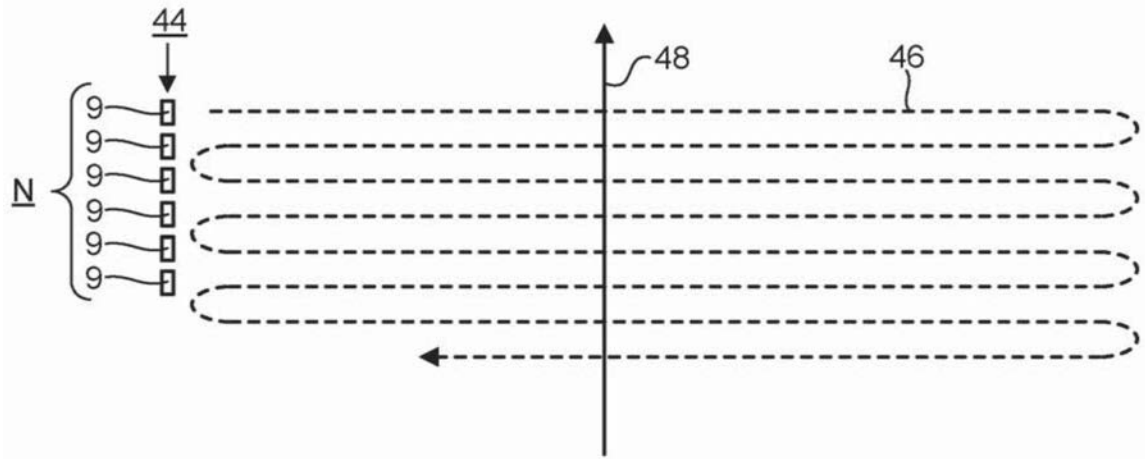


图9

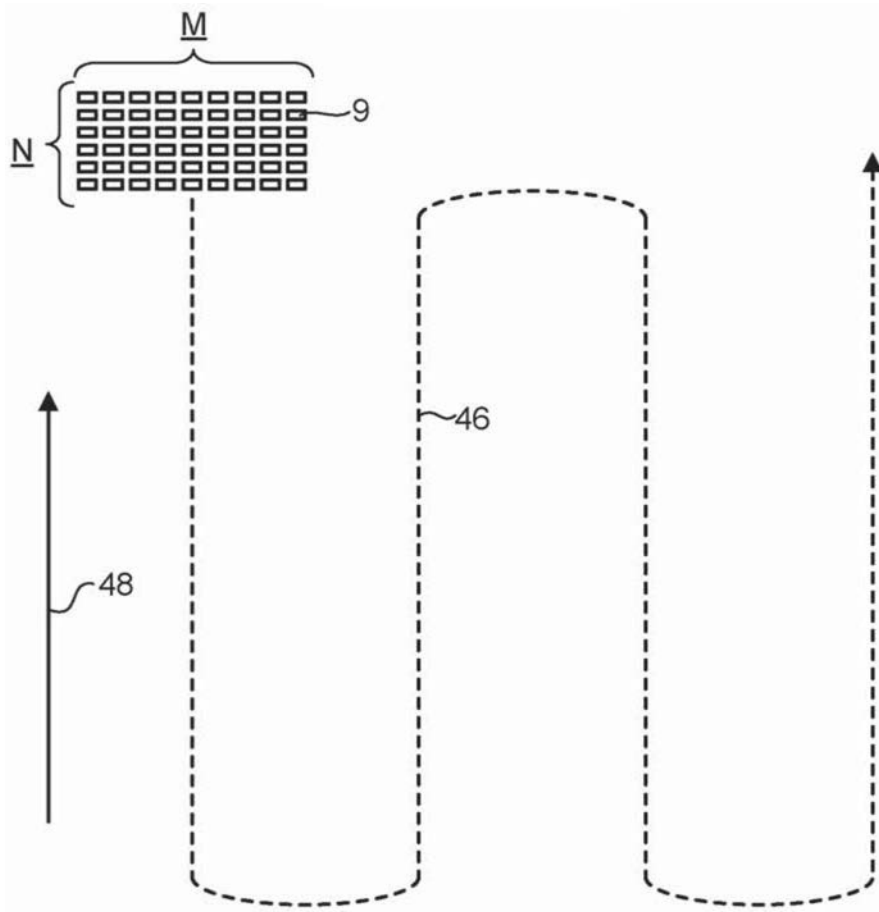


图10

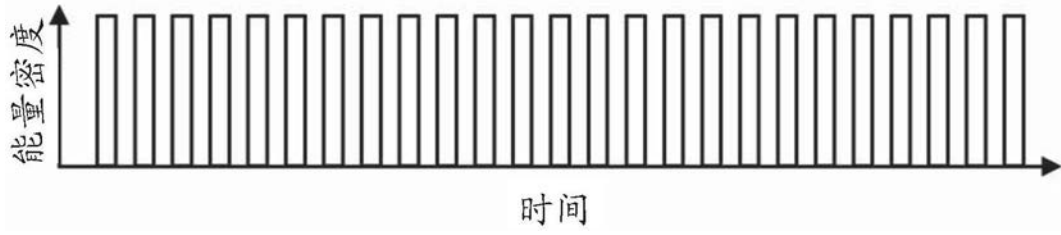


图11

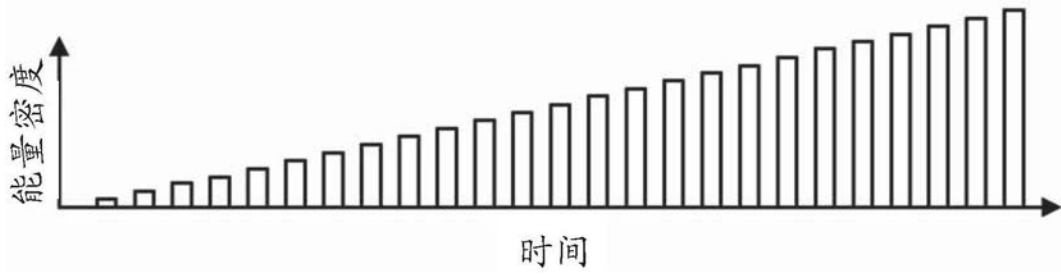


图12

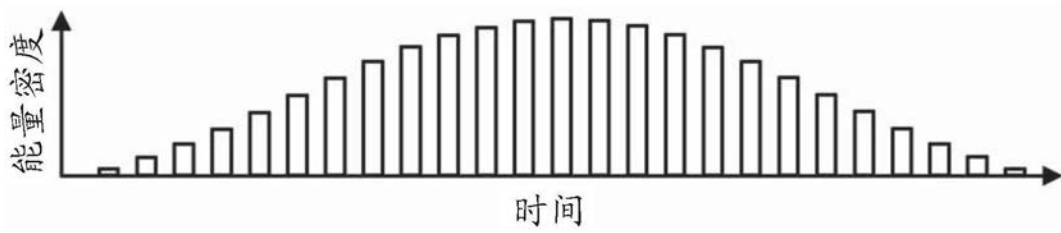


图13

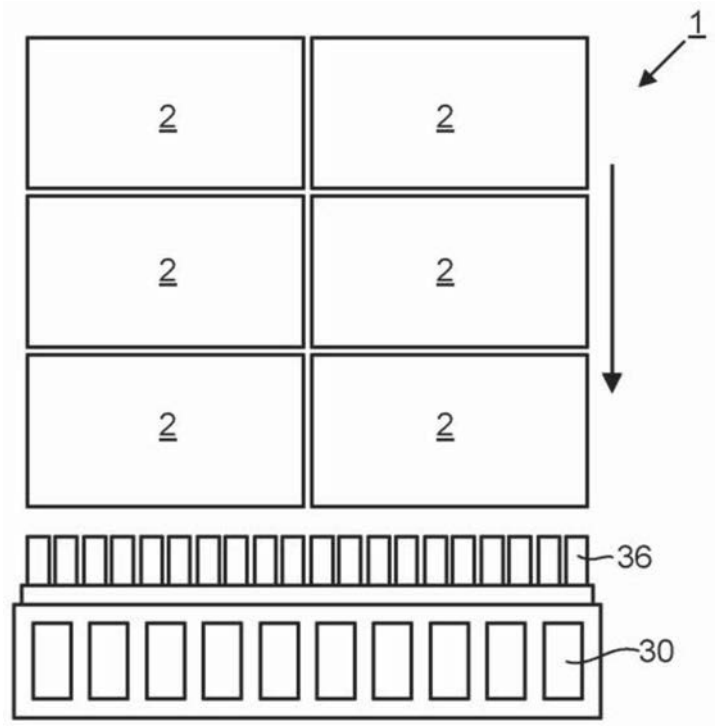


图14