

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101184871 B

(45) 授权公告日 2011. 03. 30

(21) 申请号 200680018677. 1

(22) 申请日 2006. 04. 04

(30) 优先权数据

60/668, 934 2005. 04. 06 US

11/293, 655 2005. 12. 02 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 11. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/012435 2006. 04. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02006/107926 EN 2006. 10. 12

(73) 专利权人 纽约市哥伦比亚大学理事会

地址 美国纽约

(72) 发明人 詹姆斯·S·艾姆

保罗·C·万德维尔特

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王永刚

(51) Int. Cl.

H01L 21/268 (2006. 01)

C30B 13/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0224487 A1, 2004. 11. 11, 全文.

US 6322625 B2, 2001. 11. 27, 说明书第 1 栏第 16-21 行, 第 42-49 行, 第 6 栏第 9-10 行, 第 13-63 行, 图 10A-F.

CN 101111925 A, 2008. 01. 23, 权利要求 1, 12-13.

CN 1364310 A, 2002. 08. 14, 说明书第 1 页第 3-5 行, 第 19-21 行, 第 4 页第 3, 5 段, 第 5 页第 1-2 段.

审查员 王晓燕

权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 15 页

(54) 发明名称

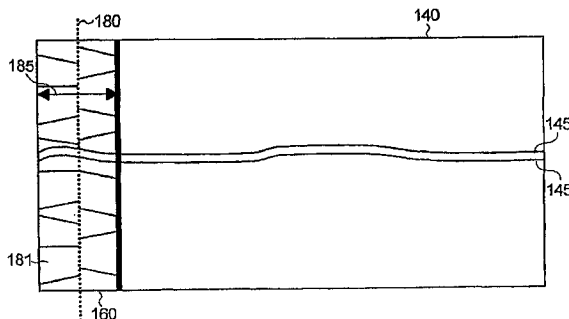
薄膜的线扫描顺序横向固化

(57) 摘要

一种多晶膜,其由以下步骤制造:a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;b、产生一个激光脉冲序列,所述激光脉冲具有足以在被照射区域贯穿薄膜的厚度使薄膜熔融的通量,每个脉冲形成具有长度和宽度的线束,所述宽度足以实质上阻止在由所述激光脉冲照射的薄膜的部分内固体的核化;c、用第一激光脉冲照射所述膜的第一区域以形成第一熔融区,所述第一熔融区的宽度呈现沿其长度的改变,从而限定最大宽度(W_{max})和最小宽度(W_{min}),其中W_{max}小于约2×W_{min},并且第一熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体;d、沿着横向生长方向将所述薄膜横向移动大于W_{max}的约一半而小于W_{min}的距离;以及e、用第二激光脉冲照射薄膜的第二区域以形成具有大致与第一熔融区的形状相同的形状的第二熔融区,其中第二熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,该

晶体是第一区中的一个或多个晶体的延长物。

CN 101184871 B



1. 一种用于制备多晶膜的方法,该方法包括以下步骤:

a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;

b、产生一个激光脉冲序列,所述激光脉冲具有足以在被照射区域贯穿薄膜的厚度使薄膜熔融的通量,每个脉冲形成具有长度、宽度和大于 50 的长宽比的线束,所述宽度足以实质上阻止在由所述激光脉冲照射的薄膜的部分内固体的核化;

c、用第一激光脉冲照射所述膜的第一区域以形成第一熔融区,所述第一熔融区的宽度呈现沿其长度的改变,从而限定最大宽度 W_{max} 和最小宽度 W_{min} ,其中 W_{max} 小于 $2 \times W_{min}$,并且第一熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,其中所述晶体基本上垂直于线束的长度生长;

d、沿着横向晶体生长方向将所述薄膜相对于线束横向移位大于 W_{max} 的一半而小于 W_{min} 的距离;以及

e、用第二激光脉冲照射薄膜的第二区域以形成具有与第一熔融区的形状相同的形状的第二熔融区,其中第二熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,该晶体是第一区中的一个或多个晶体的延长物。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中线束具有高达 2×10^5 的长宽比。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中 W_{max} 小于 7 微米。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的宽度沿着熔融区的长度改变大于 10%。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的宽度沿着熔融区的长度改变高达 50%。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中步骤 d 和 e 被重复足够的重复次数,以便在一次扫描中跨基板的整个宽度使薄膜晶化。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的长度与基板的宽度相同。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的长度与基板的长度相同。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的长度至少为基板的宽度的一半。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的长度至少为基板的长度的一半。

11. 如权利要求 7 所述的方法,其中步骤 d 和 e 被重复足够的重复次数,以便在一次扫描中沿着基板的长度和宽度使薄膜晶化。

12. 如权利要求 8 所述的方法,其中步骤 d 和 e 被重复足够的重复次数,以便在一次扫描中沿着基板的长度和宽度使薄膜晶化。

13. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的长度是基板边沿的尺寸或其一部分的尺寸。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中熔融区的长度是基板尺寸的一半或三分之一的尺寸。

15. 如权利要求 1 所述的方法,其中熔融区的长度是一个或多个装置的尺寸或该装置一部分的尺寸。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其中熔融区的长度是显示器的尺寸或该显示器的一部分的尺寸。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中熔融区的长度是显示器的集成区域的尺寸。

18. 如权利要求 1 所述的方法,其中通过把激光脉冲聚焦成为所需尺寸的形状来形成线束。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中使用圆柱形光学装置把激光脉冲聚焦成线束。
20. 如权利要求 18 所述的方法,其中使用从包括掩模、狭缝或直边的组中选择的整形装置进一步整形线束。
21. 如权利要求 1 所述的方法,其中使用从包括掩模、狭缝或直边的组中选择的整形装置形成线束。
22. 如权利要求 21 所述的方法,其中掩模限定线束的宽度和长度。
23. 如权利要求 21 所述的方法,其中狭缝限定线束的宽度,线束的长度由至少一个光学元件限定。
24. 如权利要求 21 所述的方法,其中整形装置具有包括非直线特征的长度。
25. 如权利要求 24 所述的方法,其中非直线特征是锯齿形。
26. 一种用于制备多晶膜的方法,所述方法包括以下步骤:
 - a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;
 - b、产生一个激光脉冲序列,所述激光脉冲具有足以在被照射区域贯穿薄膜的厚度使薄膜熔融的通量,每个脉冲形成具有预定长度、宽度和大于 50 的长宽比的线束;
 - c、用第一激光脉冲照射所述膜的第一区域以形成第一熔融区,其中所述第一熔融区相对于基板的边沿成角度地被定位,其中所述角度的范围为 $1 \sim 20$ 度,并且所述膜的第一熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,其中所述晶体基本上垂直于线束的长度生长;
 - d、沿与基板的边沿平行的方向将所述薄膜相对于线束横向移位一个距离,选择该距离使得在第一激光脉冲和第二激光脉冲之间具有重叠;
 - e、用第二激光脉冲照射所述膜的第二区域,从而形成具有与第一熔融区的形状相同的形状的第二熔融区,其中第二熔融区和第一区的横向生长的晶体的一部分重叠,并且所述膜的第二熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,该晶体是第一区中的一个或多个晶体的延长物。
27. 如权利要求 26 所述的方法,其中熔融区相对于要用于有源矩阵显示器中的像素的列的位置成角度地被定位。
28. 如权利要求 26 所述的方法,其中横向生长的晶体相对于基板的边沿成角度地取向。
29. 如权利要求 26 所述的方法,其中所述角度的范围为 $1 \sim 5$ 度。
30. 权利要求 26 所述的方法,其中选择激光脉冲的宽度以防止由激光脉冲照射的薄膜的一部分中的固体的核化。
31. 如权利要求 26 所述的方法,其中所述膜被移动一个距离,该距离大于熔融区的宽度的一半除以光束的长度与基板的边沿之间的夹角的余弦。
32. 如权利要求 26 所述的方法,其中所述膜被移动一个距离,该距离小于熔融区的宽度的一半除以光束的长度与基板的边沿之间的夹角的余弦。
33. 如权利要求 26 所述的方法,其中线束具有高达 2×10^5 的长宽比。
34. 如权利要求 26 所述的方法,其中平移距离小于熔融区宽度的一半以实现长的平行晶粒的生长,还包括周期地中断横向生长的晶体的横向生长,并开始新的一组横向生长晶体的生长。

35. 如权利要求 33 所述的方法,其中晶体的横向生长每隔 10 ~ 200 个激光脉冲被中断。

36. 如权利要求 33 所述的方法,其中晶体的横向生长每隔所述膜的横向再定位的 20 ~ 400 微米被中断。

37. 一种用于制备多晶膜的方法,该方法包括以下步骤:

a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;

b、产生一个激光脉冲序列,每个脉冲形成具有预定长度、宽度和大于 50 的长宽比的线束,并且具有足以贯穿被照射区域内的膜厚度使膜熔融的通量;

c、用多个激光脉冲照射膜的第一部分,其中在每个激光脉冲之后,被照射的膜被晶化而形成一个或多个横向生长的晶体,其中所述晶体基本上垂直于线束的长度生长,并且在每个激光脉冲之后,所述膜沿横向晶体生长的方向横向移动第一距离,从而形成第一晶体区;以及

d、不中断膜沿着横向晶体生长的方向的移动,用多个激光脉冲照射所述膜的第二部分,其中在每个激光脉冲之后,被照射的膜被晶化而形成一个或多个横向生长的晶体,并且在每个激光脉冲之后,所述膜沿横向晶体生长的方向横向移动第二距离,从而形成第二晶体区,

其中所述第一距离和所述第二距离不同。

38. 如权利要求 37 所述的方法,还包括重复步骤 c 和 d 一次或多次。

39. 如权利要求 37 所述的方法,其中第一和第二距离通过在恒定的激光脉冲率下改变膜的速度来实现。

40. 如权利要求 37 所述的方法,其中线束的预定宽度被选择以避免在由照射图案照射的膜的区域中发生核化。

41. 如权利要求 37 所述的方法,其中选择第一距离以提供横向生长的晶体的列,该晶体具有位置受控的晶界,该晶界中断横向晶体生长,并且垂直于横向生长的方向。

42. 如权利要求 41 所述的方法,其中每个激光脉冲形成熔融区,并且第一距离大于该熔融区宽度的一半而小于熔融区的宽度。

43. 如权利要求 42 所述的方法,其中所述熔融区的宽度呈现沿其长度的改变,从而限定最大宽度 W_{max} 和最小宽度 W_{min} ,并且第一距离大于 W_{max} 的一半而小于 W_{min} 。

44. 如权利要求 37 所述的方法,其中选择第二距离以提供沿所述膜的移动的方向延伸的横向生长晶体。

45. 如权利要求 44 所述的方法,其中每个激光脉冲形成熔融区,并且第二距离小于该熔融区宽度的一半。

46. 如权利要求 37 所述的方法,其中每个激光脉冲形成熔融区,并且第一距离大于该熔融区宽度的一半而小于该熔融区的宽度,第二距离大于该熔融区宽度的一半而小于该熔融区的宽度。

47. 如权利要求 37 所述的方法,其中选择第一距离以提供适合于像素 TFT 的沟道区的第一组预定晶体特性。

48. 如权利要求 47 所述的方法,其中选择第二距离以提供适合于集成 TFT 的沟道区的第二组预定晶体特性。

49. 如权利要求 48 所述的方法,其中第二部分足够宽以便容纳两个相邻显示器的一对集成区域。
50. 如权利要求 37 所述的方法,其中熔融区具有小于 7 微米的宽度。
51. 如权利要求 37 所述的方法,其中熔融区具有小于 10 微米的宽度。
52. 如权利要求 37 所述的方法,其中熔融区的长度在 10 毫米到 1000 毫米的范围内。
53. 如权利要求 37 所述的方法,其中线束的长宽比至少为 10^5 。
54. 如权利要求 37 所述的方法,其中利用整形装置通过把激光脉冲聚焦成一个或多个所需尺寸的形状来形成线束。
55. 如权利要求 54 所述的方法,其中使用圆柱形光学装置将激光脉冲聚焦成线束。
56. 如权利要求 37 所述的方法,其中使用从包括掩模、狭缝或直边的组中选择的整形装置形成所述线束。
57. 如权利要求 56 所述的方法,其中掩模限定照射图案的宽度和长度。
58. 如权利要求 56 所述的方法,其中狭缝限定照射图案的宽度,照射图案的长度由至少一个光学元件来限定。
59. 如权利要求 54 所述的方法,其中直边限定线束的宽度。
60. 如权利要求 54 所述的方法,其中整形装置具有呈非直线特征的长度。
61. 如权利要求 60 所述的方法,其中所述非直线特征呈锯齿状。
62. 如权利要求 58 所述的方法,其中晶体的横向生长每隔 10 ~ 200 个激光脉冲被中断。
63. 如权利要求 62 所述的方法,其中晶体的横向生长每隔所述膜的横向再定位的 20 ~ 400 微米被中断。
64. 如权利要求 62 所述的方法,其中周期地中断横向生长通过遮断激光束的一个或多个脉冲来实现。
65. 如权利要求 62 所述的方法,其中周期地中断横向生长通过关断激光器来实现。
66. 如权利要求 62 所述的方法,其中周期地中断横向生长通过重新定向激光器来实现。

薄膜的线扫描顺序横向固化

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求在 2005 年 12 月 2 日提交的名称为“Line Scan Sequential Lateral Solidification of Thin Films”专利申请号为 11/293655 的美国专利申请的利益,该专利申请按照 35U. S. C. § 119(e) 要求 2005 年 6 月 6 日申请的名称为“Line Scan Sequential Lateral Solidification of Thin Films”专利申请号为 60/668934 的美国专利申请的利益,这些专利申请的全部内容通过引用被包括在本说明中。

技术领域

[0003] 本发明涉及薄膜材料的处理,尤其涉及利用线束激光照射由非晶或多晶薄膜形成晶体薄膜。具体地说,本公开涉及用于处理薄膜以获得位于薄膜中的薄膜晶体管的基本上均匀的性能的系统和方法。

背景技术

[0004] 近些年来,研究了用于将非晶或多晶半导体膜晶化或者改善其结晶度的各种技术。这些技术用于许多装置例如图像传感器和有源矩阵液晶显示 (AM-LCD) 装置的制造中。在合适的基板上制造薄膜晶体管 (TFT) 的规则阵列,每个晶体管被用作像素控制器。

[0005] 晶体半导体膜例如硅膜提供用于液晶显示的像素。这种膜向来通过受激准分子激光器的照射进行处理,然后在受激准分子激光退火 (ELA) 处理中被晶化。描述了其它用于处理在液晶显示器和有机发光二极管 (OLED) 显示器中使用的半导体薄膜的较为有利的方法和系统例如顺序横向固化 (SLS) 技术。SLS 是一种可以在包括不耐热的基板例如玻璃和塑料的基板上生成晶体膜的脉冲激光晶化处理。

[0006] SLS 使用受控的激光脉冲来熔融基板上的非晶或多晶薄膜的区域。膜的熔融区域然后被横向晶化成为定向固化的横向柱形微结构或者位置受控的大的单晶区域。一般地说,熔融 / 晶化处理利用大量的激光脉冲在大的薄膜的表面上被顺序地重复。然后使用在基板上的被处理过的薄膜或者生产显示器,或者甚至被分割而生产多个显示器。

[0007] 不过,常规的 ELA 和 SLS 技术受到激光脉冲从一次发射到下一次发射的改变的限制。用于熔融膜的区域每个激光脉冲一般具有和用于熔融膜的其它区域的其它激光脉冲不同的能量通量。这可能引起在显示器的区域上被再晶化的膜的区域内略微不同的性能。例如,在薄膜的相邻区域的顺序照射期间,第一区域被具有第一能量通量的第一激光脉冲照射,第二区域被具有和第一激光脉冲至少略微不同的第二能量通量的第二激光脉冲照射,第三区域被具有和第一、第二激光脉冲至少略微不同的第三能量通量的第三激光脉冲照射。由于照射相邻区域的顺序束脉冲的不同的通量,半导体膜的被照射的和被晶化的第一、第二和第三区域的最终的能量密度至少在某种程度上互不相同。

[0008] 用于熔融薄膜的区域的激光脉冲的通量和 / 或能量密度的不同可能引起晶化区域的质量和性能的不同。当随后在这种被不同的能量通量和 / 或能量密度的激光束脉冲照射和晶化的区域内制造薄膜晶体管 (TFT) 器件时,可以检测到性能的差异。这可以由在显

示器的相邻像素上提供的相同的颜色可能看来互不相同来证明。薄膜的相邻区域的非均匀照射的另一个结果是,在由这种薄膜生产的显示器中这些区域中的一个区域的像素到下一个相邻区域中的像素之间的转变是可见的。这是由于在两个相邻区域中能量密度互不相同,使得在区域的边界上在区域之间的过渡相互之间具有差异。

发明内容

[0009] 在一种处理中半导体膜基板被晶化,所述处理减少相邻的束脉冲的不同的能量通量和能量密度对半导体膜的相邻区域的影响。减少的影响提供可用于 LCD 和 OLED 显示器的薄膜,其具有较大的均匀性,并在从相邻的晶化区域转变时具有减小的锐度。

[0010] 在一方面,一种用于制造多晶膜的方法包括:a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;b、产生一个激光脉冲序列,所述激光脉冲具有足以在被照射区域贯穿薄膜的厚度使薄膜熔融的通量,每个脉冲形成具有长度和宽度的线束,所述宽度足以实质上阻止在由所述激光脉冲照射的薄膜的部分内固体的核化;c、用第一激光脉冲照射所述膜的第一区域以形成第一熔融区,所述第一熔融区的宽度呈现沿其长度的改变,从而限定最大宽度 (W_{max}) 和最小宽度 (W_{min}),其中 W_{max} 小于约 $2 \times W_{min}$,并且第一熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体;d、沿着横向生长方向将所述薄膜横向移动大于 W_{max} 的约一半而小于 W_{min} 的距离;以及 e、用第二激光脉冲照射薄膜的第二区域以形成具有大致与第一熔融区的形状相同的形状的第二熔融区,其中第二熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,该晶体是第一区中的一个或多个晶体的延长物。在一个或多个实施例中,“足以实质上阻止核化”的宽度小于或等于在照射条件下薄膜的特征横向生长长度的约两倍。

[0011] 在一个或多个实施例中, W_{max} 小于约 7 微米,或者小于约 10 微米。熔融区的宽度沿其长度的改变大于 10%,或者沿其长度的改变高达 50%。熔融区的长度在约 10 毫米到约 1000 毫米的范围内。

[0012] 在一个或多个实施例中,熔融区具有大约和基板的宽度或长度一样大的长度。在一个或多个实施例中,熔融区具有至少和基板的宽度或长度的一半那样大的长度。

[0013] 在一个或多个实施例中,步骤 d 和 e 被重复足够的重复次数,以便利用一次扫描沿基板的整个宽度或长度使膜晶化。

[0014] 在另一方面,一种用于制备多晶膜的方法包括:a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;b、产生一个激光脉冲序列,所述激光脉冲具有足以在被照射区域贯穿薄膜的厚度使薄膜熔融的通量,每个脉冲形成具有预定长度和宽度的线束;c、用第一激光脉冲照射所述膜的第一区域以形成第一熔融区,其中所述第一熔融区相对于基板的边沿成角度地被定位,并且所述膜的第一熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体;d、沿与基板的边沿大致平行的方向将所述薄膜横向移动一个距离,选择该距离使得在第一激光脉冲和第二激光脉冲之间具有重叠;e、用第二激光脉冲照射所述膜的第二区域,从而形成具有大致与第一熔融区的形状相同的形状的第二熔融区,其中第二熔融区和第一区的横向生长的晶体的一部分重叠,并且所述膜的第二熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,该晶体是第一区中的一个或多个晶体的延长物。

[0015] 在一个或多个实施例中,所述角度在约 $1 \sim 5$ 度或者约 $1 \sim 20$ 度的范围内。

[0016] 在一个或多个实施例中,熔融区相对于要用于有源矩阵显示器的像素的列的位置成角度地被定位。

[0017] 在一个或多个实施例中,横向生长的晶体相对于基板的边沿成角度地取向。

[0018] 在一个或多个实施例中,选择激光脉冲的宽度以防止由激光脉冲照射的薄膜的一部分中的固体的核化。

[0019] 在一个或多个实施例中,所述方法还包括周期地中断横向生长的晶体的横向生长,并开始新的一组横向生长晶体的生长。晶体的横向生长每隔约 10 ~ 200 个激光脉冲被中断,或者每隔所述膜的横向再定位的约 20 ~ 400 微米被中断。

[0020] 在另一方面,一种用于制备多晶膜的方法包括:a、提供其上配置有薄膜的基板,所述膜能够由激光引起熔融;b、产生一个激光脉冲序列,每个脉冲形成具有预定长度和宽度的线束并具有足以贯穿被照射区域内的膜厚度使膜熔融的通量;c、用多个激光脉冲照射膜的第一部分,其中在每个激光脉冲之后,被照射的膜被晶化而形成个或多个横向生长的晶体,并且在每个激光脉冲之后,所述膜沿横向晶体生长的方向横向移动第一距离,从而形成第一晶体区;以及 d、不中断沿着横向晶体生长的方向的膜的移动,用多个激光脉冲照射所述膜的第二部分,其中在每个激光脉冲之后,被照射的膜被晶化而形成个或多个横向生长的晶体,并且在每个激光脉冲之后,所述膜沿横向晶体生长的方向横向移动第二距离,从而形成第二晶体区,其中所述第一距离和所述第二距离不同。

[0021] 在一个或多个实施例中,所述膜跨过基板的区域在移动第一平移距离和移动第二平移距离之间交替。或者激光的重复率或者样品的平移速度可被改变,以实现第一和第二平移距离。

[0022] 在一个或多个实施例中,选择第一距离使得提供横向生长的晶体的列,该晶体具有位置受控的晶粒边界,该边界中断横向晶体生长,并且基本上垂直于横向生长的方向。每个激光脉冲形成一个熔融区,并且第一距离大于熔融区宽度的一半而小于熔融区的宽度。

[0023] 在一个或多个实施例中,熔融区的宽度呈现沿其长度的改变,借以限定最大宽度 (W_{max}) 和最小宽度 (W_{min}),并且第一距离大于 W_{max} 的约一半而小于 W_{min} 。

[0024] 在一个或多个实施例中,选择第二距离,使得提供基本上沿膜移动的方向延伸的横向生长晶体。每个激光脉冲形成一个熔融区,并且第二距离小于熔融区宽度的一半。

[0025] 在一个或多个实施例中,每个激光脉冲形成一个熔融区,并且第一距离大于熔融区宽度的一半并小于熔融区的宽度,第二距离大于熔融区宽度的一半并小于熔融区的宽度。

[0026] 在一个或多个实施例中,选择第一距离,使得提供适用于像素 TFT 的沟道区的第一组预定晶体特性,和/或选择第二距离,使得提供适用于集成 TFT 的沟道区的预定的晶体特性,和/或第二部分足够宽,以便容纳两个相邻的显示的一对集成区。

[0027] 在一个或多个实施例中,所述线束通过使激光脉冲聚焦成所需尺度的形状而被形成,和/或使用圆柱形光学器件使激光脉冲聚焦成线束,和/或使用从包括掩模、狭缝或直边的组中选择的整形装置形成所述线束。

[0028] 在一个或多个实施例中,使用从包括掩模、狭缝或直边的组中选择的整形装置形成所述线束,掩模限定线束的宽度和长度,或者狭缝限定线束的宽度,线束的长度由至少一个光学元件来限定,或者直边限定整形激光束的宽度。整形装置可以具有呈非直线特征的

长度,和 / 或所述非直线特征是锯齿状。

[0029] 在一个或多个实施例中,线束具有大于 50 的长宽比,或者高达 2×10^5 的长宽比。

[0030] 在一个或多个实施例中,熔融区具有小于约 5 微米的宽度,或者小于约 10 微米的宽度,和 / 或熔融区的长度在约 10 毫米到约 1000 毫米的范围内。

[0031] 在另一方面,一种用于制备用于有源矩阵显示器的半导体膜的系统包括:激光源,用于提供脉冲频率大于约 4kHz、平均功率大于 300W 的激光脉冲;激光光学装置,用于把所述激光束整形成为线束,经过整形的激光束沿着线束的长度具有基本上均匀的通量;用于支撑样品的平台,其能够沿着至少一个方向平移;以及用于存储一组指令的存储器,所述指令包括:

[0032] a、用第一激光脉冲照射所述膜的第一区域以形成第一熔融区,所述第一熔融区的宽度呈现沿其长度的改变,从而限定最大宽度 W_{\max} 和最小宽度 W_{\min} ,其中第一熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体;

[0033] b、沿着横向生长方向将所述薄膜横向移动大于约 W_{\max} 的一半而小于 W_{\min} 的距离;以及

[0034] c、利用第二激光脉冲照射所述膜的第二区域以形成具有大致与第一熔融区的形状相同的形状的第二熔融区,其中第二熔融区在冷却时被晶化以形成一个或多个横向生长的晶体,该晶体是第一区中的一个或多个晶体的延长物,其中所述激光光学装置被选择以提供小于 $2 \times W_{\min}$ 的 W_{\max} 。

[0035] 在一个或多个实施例中,线束相对于要用于 TFT 的列的位置成角度地被定位,或者线束相对于基板的边沿成角度地被定位。

[0036] 在另一方面,一种用于制备用于有源矩阵显示器的半导体膜的系统包括:激光源,用于提供脉冲频率大于约 4kHz、平均功率大于 100W 的激光脉冲;激光光学装置,用于把所述激光束整形成为线束,经过整形的激光束沿着线束的长度具有大致均匀的通量;用于支撑样品的平台,其能够沿着至少一个方向平移;以及用于存储一组指令的存储器,所述指令包括:

[0037] a、用多个激光脉冲照射所述膜的第一部分,其中在每个激光脉冲之后,被照射的膜被晶化而形成一个或多个横向生长的晶体,并且在每个激光脉冲之后,所述膜沿横向晶体生长的方向横向移动第一距离,从而形成第一晶体区;以及

[0038] b、不中断沿着横向晶体生长的方向的膜的移动,用多个激光脉冲照射所述膜的第二部分,其中在每个激光脉冲之后,被照射的膜被晶化而形成一个或多个横向生长的晶体,并且在每个激光脉冲之后,所述膜沿横向晶体生长的方向横向移动第二距离,从而形成第二晶体区,其中所述第一距离和所述第二距离不同。

附图说明

[0039] 下面参照附图说明本发明,这些附图只用于说明的目的,并不用于限制本发明。

[0040] 图 1 表示按照本发明的一个或多个实施例用于产生定向晶体的线束顺序横向固化的步骤;

[0041] 图 2 表示按照本发明的一个或多个实施例用于产生定向晶体的线束顺序横向固化的步骤;

[0042] 图 3 表示按照本发明的一个或多个实施例用于产生定向晶体的线束顺序横向固化的步骤；

[0043] 图 4A-4D 表示按照本发明的一个或多个实施例用于产生均匀的晶体的线束顺序横向固化的步骤；

[0044] 图 5 示意地表示其宽度沿其长度改变的线束脉冲；

[0045] 图 6A-6C 表示按照常规的顺序横向固化处理过冲一个所需的步长的线束顺序横向固化；

[0046] 图 7A、7B 表示按照常规的顺序横向固化处理欠冲一个所需的步长的线束顺序横向固化；

[0047] 图 8A、8B 表示按照本发明的一个或多个实施例实现一个所需的步长的线束顺序横向固化；

[0048] 图 9 示意地表示按照本发明的一个或多个实施例使用两个或多个脉冲来脉动平移距离的脉动的线束激光晶化处理；

[0049] 图 10A、10B 示意地表示按照本发明的一个或多个实施例相对于基板一个角度进行的脉动的线束激光晶化处理；

[0050] 图 11 示意地表示在本发明的一个或多个实施例中使用的激光系统；以及

[0051] 图 12 是常规的 AM-OLED 的截面图。

具体实施方式

[0052] 本发明披露了一种使用脉冲的、窄的、细长的激光束进行的薄膜晶化处理。跟随激光引起的熔融的膜的区域晶化与激光脉冲的特性有关。具体地说，在晶化的区域内晶体晶粒的质量、尺寸和形状由熔融该区域的激光脉冲的能量、空间分布和 / 或时间分布确定。描述了用于显示装置中的多晶基板的各种照射方案。

[0053] 在用于生产晶体半导体膜的 SLS 系统中的脉冲不均匀性可能是由给定的激光脉冲内的不均匀性以及相继的脉冲之间的改变引起的。例如，在给定的激光脉冲中，空间能量密度分布（例如照射的均匀性）、时间强度分布（例如脉冲持续时间和 / 或时间形状）、和 / 或成像（例如场弯曲与变形）可以改变。此外，在激光通量中，在脉冲到脉冲之间存在波动，因而引起顺序的激光脉冲的能量密度的改变。在脉冲之间或在脉冲内的这些值的渐变可以导致所获得的薄膜的晶化区域的一个或多个特性的渐变，例如在晶化的半导体薄膜的微结构中。这可以引起在晶化的膜上制备的 TFT 器件的特性的渐变，因而引起在相邻像素之间亮度的渐变。此外，当由于激光束能量的脉冲间的波动而使得利用具有和照射一组像素不同的照射特性的激光脉冲处理另一组像素时，可以观察到像素亮度的突变。

[0054] 脉冲激光系统以及使用长的、窄的激光束的半导体薄膜晶化处理可以控制激光脉冲中的至少一些不均匀性的源和成像，从而在晶化薄膜上制备的 TFT 器件中观察不到伴随的不均匀性。在半导体膜质量中的缺陷或偏差影响 TFT 器件的质量，控制这些薄膜缺陷的性质和位置可以减少其对最终 TFT 器件的影响。

[0055] 一种例如可以从日本 JSW 得到的常规的 SLS 系统使用二维 (2D) 投射系统产生矩形激光脉冲，典型的短轴尺寸为 0.5 ~ 2.0mm，长轴尺寸为 15 ~ 30mm。因为这些尺寸不能按照 SLS 处理——SLS 要求至少一个尺寸是横向晶粒生长的数量级，例如 2 ~ 5 微米——

激光束被遮蔽以提供多个较小尺寸的小激光束。短轴的长度等中的绝对的变化小于沿着长轴的变化。此外,沿短轴方向具有显著的重叠例如约 50% 的重叠,其有助于将一些不均匀性平均掉。因而,在短边的不均匀性对像素亮度的差异没有大的贡献。不过,沿长轴的不均匀性更加突出,并且更加有害。长轴可以小于显示器的尺寸,因而不可避免地在一个扫描到另一个扫描之间发生像素亮度的突变。此外,沿长轴的不均匀性可以达到肉眼能够非常清晰可见的程度(例如 1 厘米内 10% 的亮度改变)。虽然眼睛适度地容忍随机的像素到像素的偏差,也容忍非常大规模的几十厘米(10s of cm)以及像素到像素的渐变,但是不能容忍显示器的区域之间的突变或者小规模几毫米至几厘米(mm to cms)的缓慢波动。

[0056] 线束 SLS 处理使用一维(1D)投射系统以产生长的、大的长宽比的激光束,一般长度为 1 ~ 100 厘米量级,例如“线束”。长宽比的范围可以是约 50 或更大,例如 100、或 500、或 1000、或 2000、或 10000、或者高达约 2×10^5 或更高,例如。在一个或多个实施例中,宽度是 W_{\min} 和 W_{\max} 的平均宽度。在一些线束 SLS 的实施例中,激光束在其尾部边沿的长度可能不能被很好地限定。例如,能量可能波动,在长度的远端缓慢降低。这里所述的线束的长度是沿着激光束的长度具有基本上均匀的能量密度,例如在平均能量密度或通量的 5% 以内的线束的长度。或者,该长度是具有足以进行所述的熔融和固化步骤的能量密度的线束的长度。

[0057] 由大的长宽比(长的)的照射图案照射的薄膜可被制成能够提供均匀的像素间亮度的 TFT,这是因为一次扫描可将足够大的用于整个显示的区域晶化。束的长度最好至少约是一个显示器例如液晶显示器或 OLED 显示器的尺寸,或者多个显示器的尺寸,或者最好约是用于制造多个显示器的基板的尺寸。这是有用的,因为其减少或消除在薄膜的被照射区域之间出现的任何边界。在给定的液晶显示器或 OLED 显示器内,一般看不出当需要对膜扫描多次时可能出现的任何接缝现象。束的长度可以适合于制备用于蜂窝电话显示器的基板,例如用于蜂窝电话大约为 2 英寸对角线,用于便携式显示器的范围达到 10 ~ 16 英寸对角线(长宽比为 2 : 3、3 : 4 或其它的通常的比例)。

[0058] 当涉及具有固有的光束不均匀性的激光束时,利用长而窄的激光束进行晶化具有优势。例如,在给定的激光脉冲内沿着长轴的任何不均匀性本质上是平缓的,在比肉眼可检测到的距离大得多的距离上将是不明显的。借助于使长轴的长度远大于像素的尺寸,甚至大于制造的液晶显示器或 OLED 显示器的尺寸,在给定的制备的显示器中,在激光扫描的边沿的突变可以变得不明显。

[0059] 利用长而窄的激光束进行晶化还能够减小沿短轴的任何不均匀性的影响,因为在显示器中的每个单个的 TFT 器件处于可以利用至少几个脉冲被晶化的区域内。换句话说,沿短轴不均匀性的规模小于一个 TFT 器件的规模,因而不会引起像素亮度的差异。此外,以和在常规的 2D SLS 系统中相同的方式,脉冲间的波动的影响较小。

[0060] 参照图 1 到图 3,说明使用线束进行薄膜的 SLS 处理的方法的例子。图 1 表示在“定向的”晶化之前半导体膜例如非晶硅膜的区域 140、以及在矩形区域 160 内照射的激光脉冲。该激光脉冲熔融区域 160 内的膜。熔融的区域的宽度被称为熔融区宽度(MZW)。应当注意,图 1 中的激光照射区域 160 未按比例示出,并且区域的长度比宽度大得多,如线 145、145' 所示。这使得能够照射膜的非常长的区域,其可以等于或大于可以由薄膜生产的显示器的长度。在一些实施例中,激光照射区域的长度实际上跨过几个装置或者甚至跨过基板

的宽度或长度。使用合适的激光源和光学装置,能够产生 1000mm 长的激光束,例如第五代 (Gen5) 基板的尺寸,或者甚至更长。与此相比,在先前的 SLS 技术中,被照射的膜的区域为显示器的单个的 TFT 器件的数量级甚至更小。一般地说,激光束的宽度足够窄,使得激光照射的通量足够高,以便完全熔融被照射的区域。在一些实施例中,激光束的宽度足够窄,以避免在熔融的区域中随后生成的晶体中的晶核形成。激光照射的图案,例如由激光脉冲限定的图像使用这里说明的技术被在空间上整形。例如,该脉冲可以由掩模或狭缝整形。或者,可以使用聚焦光学装置对脉冲整形。

[0061] 在激光照射之后,在区域 160 的固态的边界,熔融的薄膜开始晶化,并继续向内朝向中心线 180 晶化,从而形成晶体例如晶体 181。晶体生长的距离,也称为特征横向生长长度 (特征“LGL”,),是膜的成分、膜的厚度、基板的温度、激光脉冲的特性、缓冲层材料,如果有的话,以及掩模的构造等的函数,并可被定义为只由在过度冷却的液体中的固体的晶核的发生来限制生长时发生的 LGL。例如,50 纳米厚的硅膜的典型的特征横向生长长度大约为 1 ~ 5 微米或约 2.5 微米。当生长受其它的横向生长的前端限制时,如此处所述的情况,其中两个前端接近中心线 180,LGL 可能小于特征 LGL。在这种情况下,LGL 一般大约是熔融区的宽度的一半。

[0062] 横向晶化引起所需的结晶方向的伸长的晶体的晶粒边界的“位置受控的生长”。这里所指的位置受控的生长被定义为使用特定的束照射步骤进行的晶粒和晶界的受控制的位置。

[0063] 在区域 160 被照射并随后被横向晶化之后,可以使硅膜沿着晶体生长的方向前进一个距离,该距离小于横向晶体生长的长度,例如不大于横向生长长度的 90%。然后,将随后的激光脉冲导向硅膜的新的区域。为了制造“定向的”晶体,例如具有沿着特定轴线明显延伸的晶体,随后的脉冲最好实质上与已被晶化的区域重叠。借助于把膜向前推进一个小的距离,由以前的激光脉冲产生的晶体作为种子晶体,用于相邻材料的随后的晶化。通过重复使膜推进小的步长的处理,并在每一步利用激光脉冲照射膜,使得沿着膜相对于激光脉冲移动的方向跨过横向地生长晶体。

[0064] 图 2 表示在重复几次使膜移动并用激光脉冲照射之后膜的区域 140。可以清楚地看出,被几个脉冲照射的区域 120 已经形成细长的晶体,它们沿着基本上垂直于照射图案的长度的方向生长。基本上垂直指的是由晶体边界 130 形成的线的大部分可以延伸而和虚线的中心线 180 相交。

[0065] 图 3 表示在晶化几乎完成之后膜的区域 140。晶体沿着膜相对于照射区域移动的方向连续地生长,从而形成多晶区域。膜最好相对于照射区域例如区域 160 连续地前进基本上相等的距离。连续地重复膜的移动和照射,直到照射区域达到膜的多晶硅区域的边沿。

[0066] 借助于利用许多激光脉冲照射一个区域,即在激光脉冲之间薄膜有小的平移距离,可以生产具有被高度延长的、低缺陷密度的晶粒的膜。这种晶粒结构被称为“定向的”,因为晶粒以清楚可辨的方向被定向。关于其它细节,可参见美国专利第 6322625 号,该专利的全部内容通过引用被包括在本说明中。

[0067] 按照上述的使用大长宽比的脉冲顺序横向固化的方法,使用多个脉冲利用跨过基板的一次横向扫描便可使整个样品的区域晶化。不过,晶粒的连续延伸可能通过晶粒的加宽而产生局部化的纹理。晶粒的加宽作为在某些结晶方位之间重复的横向生长的结果而发

生。加宽的晶粒本身开始产生许多缺陷,这些缺陷的类型(例如小角度晶界、双边界或随机的大角度晶界)和密度可能和沿生长方向的结晶取向有关。因而每个晶粒分解成具有可比的特性的晶粒的“族”。这些晶粒族可以非常宽,例如宽于 10 微米或者甚至宽于 50 微米,与样品的构造以及晶化条件有关。因为 TFT 的性能取决于晶粒的结晶取向(例如通过作为表面取向的函数的界面缺陷密度的改变)以及晶粒的缺陷密度,这种局部化的纹理结构可能导致 TFT 性能的大的差异。因而,需要不时地或者在从区域到区域之间中断晶粒的生长,以避免局部化的纹理的形成和缺陷密度的相关的区域差异。

[0068] 在一个或多个实施例中,晶体结构还可以通过中断脉冲序列从而故意中断沿扫描方向的横向生长。因而,按照一个或多个实施例,在基板表面上的激光照射投射被遮蔽,因而不发生熔融和随后的晶化。这在膜中产生间歇的垂直的晶界,从而产生新的一组种子并开始生长的“新鲜”的一组晶粒。晶粒生长的中断可以防止晶粒族的过量的加宽或者甚至局部化的纹理,由于这种纹理可能对 TFT 的性能具有不同的影响,并因而对像素亮度具有不同影响,因而是希望的。在一个或多个实施例中,大约每 10 ~ 200 或者 10 ~ 100 个脉冲,或者以大约 20 ~ 400 微米或者 20 ~ 200 微米重复的距离中断横向晶体生长。可以通过定期地改变激光束的方向使其离开基板表面,或者通过在一个或几个脉冲宽度内在激光路径中设置激光束遮挡装置来中断横向晶体生长。这些垂直的晶界的位置是已知的,并且通过处理被仔细地控制。可以这样设计像素和显示器的处理过程以避免这些区域。

[0069] 这里称为“均匀晶粒顺序横向固化”或者“均匀 SLS”的另一种照射规程用于制备均匀的晶体膜,其特征在于重复被横向伸长的晶体的列。这种晶化规程涉及把膜向前推进一个大于横向生长长度的量,例如 $\delta > LGL$, 其中 δ 是脉冲之间的平移距离,并且小于横向生长长度的两倍,即, $5 < 2LGL$ 。下面参照图 4A-4C 说明均匀的晶体生长。

[0070] 参见图 4A, 利用窄的例如小于横向生长长度的两倍、以及被拉长的例如大于 10mm 直到或大于 1000mm 并具有足以使膜完全熔融的能量密度的激光束脉冲在膜上进行第一照射。结果,暴露于激光束下的膜(图 4A 的区域 400)被完全熔融,然后被晶化。在这种情况下,晶粒从未被照射的区域与熔融的区域之间的界面横向生长。通过选择激光束的宽度,使得熔融的区域的宽度小于特征 LGL 的约两倍,从固态 / 熔融的界面生长的晶粒在熔融区域的中心附近例如中心线 405 彼此相遇,并且停止横向生长。在熔融物的温度下降到足以引起核化之前,两个熔融物的锋面(front)在中心线 405 附近相遇。

[0071] 参见图 4B, 在位移至少大于 LGL 并小于至多两倍 LGL 的预定距离 δ 之后,利用第二激光束脉冲照射基板的第二区域 400'。基板的位移 δ 和激光束脉冲的所需的重叠的程度有关。随着基板的位移增大,重叠程度变小。有利的和优选的是,激光束的重叠程度小于 LGL 的约 90%, 并大于 LGL 的约 10%。重叠区域由括号 430 和虚线 435 表示。暴露于第二激光束照射的膜区域 400' 被完全熔融和晶化。在这种情况下,由第一照射脉冲生长的晶粒作为由第二照射脉冲生长的晶粒的横向生长的晶化种子。图 4C 表示具有横向延伸超过横向生长长度的晶体的区域 440。这样,由两个激光束照射平均形成一系列伸长的晶体。因为两个照射脉冲都是用于形成所述一系列横向延伸的晶体所需的照射脉冲,这个处理也叫做“两次曝光(two shot)”处理。继续在基板上进行照射,从而生成多列横向延伸的晶体。图 4D 表示在多次照射之后基板的微结构,并示出了几列横向延伸的晶体 440。

[0072] 这样,在均匀 SLS 中,膜被少量的例如 2 个脉冲照射并熔融,所述脉冲以比“定向”

膜更加受限的程度沿横向重叠。在熔融的区域内形成的晶体优选沿横向生长,并具有相似的取向,并在膜的特定照射区域内在边界彼此相遇。照射图案的宽度最好这样选择,使得晶体生长而不发生核化。在这种情况下,晶粒不被显著地拉长,不过,它们的尺寸和取向是均匀的。关于进一步的细节,可以参见美国专利第 6573531 号,该专利的全部内容通过引用被包括在本说明中。

[0073] 一般地说,在晶化期间不需要膜本身移动,可以使激光束或者用于限定激光束的形状的掩模在膜上扫描来代替照射的区域和膜的相对移动。不过,相对于激光束移动膜可以提供在每个随后的照射事件期间激光束的改善的均匀性。

[0074] 与其中熔融区的宽度沿其长度相对地不变的常规的 2D 投射的 SLS 不同,在 1D 投射的线束激光脉冲中具有光束变形的附加的无余量的源。在线扫描 SLS 处理中熔融区的宽度可以沿着照射区域的长度发生显著的改变。熔融区的宽度的改变归因于若干个因素,例如聚焦深度的限制、激光束轮廓的边沿模糊、脉冲间能量密度的差异、样品内的厚度差异、基板的厚度差异、台面的不平坦性、光学元件中折射的非均匀性、反射光学元件中的缺陷、与理想的高斯短轴和礼帽状 (Top-Hat) 长轴原始光束轮廓的强度差异等。由于沿长度方向光束的高的长宽比,这些效果沿着照射区域的长度变得更为明显。即使在使用掩模帮助光束整形并提供锐的能量密度分布的那些情况下,也可以观察到与目标宽度的偏差。宽度的差异可以十分显著,沿着长度的 $\pm 10\%$ 的宽度差异是通常的,曾经报告过高达 $\pm 50\%$ 的差异。

[0075] 这被示意地表示在图 5 中,该图表示在用线束激光脉冲照射之后膜的熔融区 500 的平面/顶视图。为了说明的目的,沿着长度宽度的差异被夸大了。熔融区域包括表示光束脉宽的差异的长边 510 和 510'。在其最宽点,熔融区域具有宽度 W_{\max} 。在其最窄点,熔融区域具有宽度 W_{\min} 。在晶化期间,晶体从长边 510、510' 朝向虚拟的中心线 520 横向生长。使用中心线作为测量点是因为从熔融区域的相对的边横向生长的晶体一般大约在中心线相遇。最终的横向生长的晶体可能具有明显不同的长度,例如范围从对应于 W_{\max} 的约一半的 LGL_{\max} 到对应于 W_{\min} 的约一半的 LGL_{\min} 的长度。

[0076] 在这种光束变形的条件下,常规的步长距离——大于平均横向生长长度 (LGL_{avg}) 并小于平均横向生长长度的两倍 ($2LGL_{\text{avg}}$)——可能不能提供均匀的晶粒结构。这可以参照图 6A 和 6B 进行说明。在图 6A 中,示出了横向晶化区域 600,其表示出了沿着长度的熔融区宽度的变形。晶粒横向生长,直到它们在中心线 610 相遇,于是形成不同晶粒长度的横向生长的晶体。晶体 620 具有最大的晶粒长度 LGL_{\max} ,如图 6A 所示。晶体 630 具有最小的晶粒长度 LGL_{\min} ,也如图 6A 所示。如果样品移动一个例如大于 LGL_{avg} 而小于 LGL_{avg} 的两倍的距离,则第二激光脉冲可能不会完全和区域 600 的横向生长的晶体重叠。薄膜的一些区域未被照射,形成非晶的或低质量的晶体材料的岛 670。

[0077] 图 6B 表示第二照射区域 600',其与第一区域间隔一个大于 LGL_{avg} 小于 LGL_{avg} 的两倍的距离。两个照射区域之间的重叠由括号 650 以及虚线 640 表示。区域 670 未由第一脉冲或第二脉冲照射。在横向固化时,如图 6C 所示,形成具有横向延伸超过横向生长长度的晶体的区域 660,不过,在 660 内留下非晶的或多晶的岛 670。如果 TFT 器件位于包括非晶区域 670 的区域部分 660 上方,则该 TFT 的性能受到不利影响。因而,在确定用于两次曝光处理的步进距离时应当考虑光束宽度的变形。除去一个熔融区域的宽度改变之外,脉冲间

的差异,例如聚焦或能量密度的差异,将引起熔融区域中宽度的差异。因而,由于脉冲间的差异,LGL_{min}和LGL_{max}实际上可能更小或者更大,这个增加的范围也可以考虑进去。

[0078] 上面的例子说明了其中第二激光脉冲“过冲(overshoot)”晶化区域600从而产生未被照射的区域670的情况。当步进距离太小并且第二脉冲“欠冲(undershoot)”晶化区域700使得在一些位置不能实现两次曝光处理时,则出现第二激光脉冲对准不良的另一个例子。如图7A所示,激光脉冲700'沿着区域700的整个长度未跨过中心线710。重叠的区域由括号705和虚线710表示。在第二激光脉冲700'未通过中心线710的那些部分,发生定向的晶化(不均匀的晶化)。在第二激光脉冲600'通过中心线710的那些部分,如两步处理所需要的,形成均匀的晶化。图7B表示最终的晶化晶粒结构。

[0079] 为了避免在激光照射处理中的这些缺陷并按照本发明的一个或多个实施例,样品被步进一个距离 δ ,其大于 W_{max} 的一约半而小于约 W_{min} ,即, $W_{max} < \delta < 2W_{min}$ 。如上所述,最终的横向生长的晶体将不同。LGL_{max}是在照射和横向晶化之后区域内的最长的横向晶粒长度,其相当于 W_{max} 的一半。类似地,LGL_{min}是在照射和横向晶化之后在区域中的最短的横向晶粒长度,其相当于 W_{min} 。通过用这种方式限定步进距离,具有从一次照射操作到下一次照射操作的完全的重叠,避免了未被照射的基板的岛。通过要求 δ 大于 W_{max} 的一半,使得确保第二激光脉冲跨过横向晶化区域的中心线(因而避免了上面参照图7A-B所述的问题),并且从而确保只发生均匀的晶粒。通过要求 δ 小于 W_{min} ,避免了过步进和产生非晶材料的岛的照射中的间隙(如上面参照图6A-6C所述)。

[0080] 这示于图8A和8B中,其中选择平移距离 δ ,使得提供在第一和第二激光照射脉冲之间的最优重叠。在图8A中,晶体815和818从沿其长度具有宽度的改变的熔融区800横向生长,因而产生可变长度的晶体。晶体820具有最大晶粒长度LGL_{max},如图8A所示;晶体830具有最小晶粒长度LGL_{min},这也示于图8A中。样品被移动一个大于LGL_{max}而小于LGL_{min}的两倍的距离(也就是大于 W_{max} 的一半而小于 W_{min})。在第一和第二位置之间的重叠由括号840和虚线850表示。暴露于第二激光束照射的薄膜区域860被熔融和晶化。在这种情况下,由第一照射脉冲生成的晶粒作为沿激光脉冲的整个长度横向生长的晶化种子。图8B表示区域870,其具有沿横向延伸超过横向生长长度的晶体(并且都具有基本上相似的长度)。因而,由两个激光束照射平均地形成均匀的LGL的延长的晶体的列,避免了过冲和欠冲或步进距离。

[0081] 对于特定的一组激光条件和基板特性,LGL_{max}和LGL_{min}是特定晶化条件的函数。LGL_{max}和LGL_{min}的具体值通过实验确定,其中进行样品的受控的照射并测量改变的横向生长长度,例如通过以大的放大倍数检查最终的晶体。或者,可以使用确定处理变量对晶化的影响的处理模型合理地估计光束宽度的改变(以及对应的横向生长长度的改变)。处理变量例如在膜厚可变性之内的膜厚、聚焦深度的限制、脉冲间能量密度的改变等可被输入到模型中,该模型理解和规定单个的和/或集中的因素如何起作用来影响晶化处理。适用于这个目的模型在以前已经描述过。见Robert S. Sposili, Doctoral Dissertation, Chapter 8: "Mathematical Model of the SLS process", Columbia University, 2001。

[0082] 虽然光束宽度的改变对于均匀的晶粒生长具有特别显著的影响,但是可以考虑这个改变来设计关于定向的线束SLS的SLS处理。因而,在定向的SLS处理中的步进距离应当小于LGL_{min}。因为在定向晶粒生长中的步进距离一般较小,这个要求可以由大多数处理规

程满足。

[0083] 在本发明的另一方面,当激光在基板上扫描时改变脉冲间的平移距离,以便在膜的不同的区域获得选择的晶化特征。在一个或多个实施例中,对膜进行线束 SLS 晶化,其中膜的至少两个区域以不同的脉冲间的平移距离被平移。

[0084] 例如,对膜的第一区域进行线束 SLS 晶化,同时使膜以一个速度移动以提供足以产生均匀的晶体晶粒结构脉冲间的平移距离,例如, $LGL_{\max} < \delta < 2LGL_{\min}$,并对膜的第二区域进行线束 SLS 晶化,同时使膜以一个速度移动以提供足以产生定向的晶体晶粒结构的脉冲间的平移距离,例如, $\delta < LGL_{\min}$ 。脉冲间的平移距离的改变在对正被晶化的基板或基板的一部分的一次扫描期间发生。

[0085] 借助于另一个例子,对膜的第一区域进行线束 SLS 晶化,同时使膜以一个速度移动以提供足以产生定向的晶体晶粒结构的第一脉冲间的平移距离,并对膜的第二区域进行线束 SLS 晶化,同时使膜以一个速度移动以提供足以产生定向的晶体晶粒结构的第二脉冲间的平移距离,其中第一和第二脉冲间的平移距离不同。激光的重复率一般是恒定的。或者,基板的速度是恒定的,而激光的重复率被改变,以便在膜的两个区域中改变脉冲间的平移距离。

[0086] 这个过程示于图 9。膜样品 900 被线束激光脉冲 910 照射,同时膜在该线束激光脉冲下沿着箭头 920 所示的方向移动。样品能够以不同的速率移动,使得脉冲间的平移距离可被改变。在其它实施例中,通过改变激光脉冲的频率来改变脉冲间的平移距离。当膜样品 900 的部分 930 在激光线束下移动时,例如膜以第一速度移动,从而提供适合于获得均匀的晶体生长的脉冲间的平移距离。当膜样品 900 的部分 940 在激光线束下移动时,例如膜以第二速度移动,从而提供适合于获得定向晶体生长的脉冲间的平移距离。用这种方式,可以在对膜的一部分的一次脉冲激光线束扫描期间形成具有不同晶体结构的区域。所述部分可以是膜样品的整个长度(L),或者是整个长度的一部分,例如 L/2、L/4 等。

[0087] 以前已经观察到,膜的特性例如硅膜中的电子迁移率,随在平移距离小于横向生长长度的定向 SLS 方式中平移距离 δ 的增加而变差。用类似方式,膜特性在定向生长的和均匀生长的晶体之间是不同的。定向生长的晶体一般具有优良的膜特性,不过,这以减少材料的产量为代价。借助于在激光对选择的基板的区域进行扫描时改变脉冲间的平移距离,可以使资源(例如激光能量)最大化,并且通过利用能够提供所需的膜特性的最大平移距离照射每个区域来增加产量。这些不同的晶体区域的位置是已知的,并且由处理进行仔细的控制。像素和显示处理可被这样设计,使得把这些器件置于合适的晶体区域中。

[0088] 另一方面,通过选择地预处理膜区域而得到所需的膜特性可以获得具有不同膜特性的膜区域。膜的质量通过使用诱发晶体结构和晶粒尺寸放大处理来预晶化基板的区域而被控制。随后利用 SLS 例如均匀的 SLS 处理而预晶化的基板来获得不同的晶体特性的区域。

[0089] 具有纹理的薄膜含有在至少一个方向主要具有相同的结晶方向的晶粒。不过,它们随机地位于表面上,并且没有特定的尺寸(微结构)。更具体地说,如果在多晶薄膜内大部分晶体的一个结晶轴线择优地指向给定的方向,则这种纹理是单轴的纹理。对于这里描述的实施例,单轴纹理的择优的方向是和晶体的表面正交的方向。因而,这里使用的“纹理”指的是晶粒的单轴表面纹理。纹理的程度根据特定的应用而不同。结晶取向是 $\langle 111 \rangle$ 方向,或者在另一个实施例中是 $\langle 100 \rangle$ 方向,或者在另一个实施例中结晶取向包括 $\langle 110 \rangle$ 方向。在

另一个实施例中,膜的不同区域包括不同的结晶方向。

[0090] 不过,晶体取向的不同可以导致器件行为的不同。通过控制在 SLS 处理中生长的晶粒的取向可以改善均匀性。因为在被处理的区域内所有晶粒具有相同的结晶取向,位于该区域内的器件的 TFT 的均匀性被改善。这些器件选择地位于所选方向的区域内。例如,较高的纹理程度最好用于驱动电路中使用的薄膜晶体管 (TFT),这与和开关电路中使用的 TFT 相反。

[0091] 为了提供具有不同晶体形态和不同的膜特性的区域,可以处理膜的选择的区域,使得在膜的区域中引入选择的纹理和大的晶粒尺寸。许多诱发纹理的方法导致大的晶粒尺寸。具有特定取向的晶粒以其它的晶粒为代价地生长,借以减少晶粒的数量并增加它们的平均尺寸。常规的用于获得前体纹理膜的方法包括区域熔融再结晶 (ZMR)、固相再结晶、直接淀积技术 (化学汽相淀积 (CVD)、溅射、蒸镀)、表面能驱动的二次晶粒生长 (SEDSGG) 以及脉冲激光晶化 (SLS、多脉冲 ELA) 法。可以设想,也可以用类似方式使用其它的诱发纹理的方法来产生具有纹理的前体。

[0092] 如在共同未决的共同拥有的美国专利申请号为 10/994205、名称为“Systems And Methods For Creating Crystallographic-Orientation Controlled Poly-Silicon Films”的美国专利申请中所讨论的,可以首先通过利用确定的纹理形成技术在膜中形成所需的纹理,然后通过使用选择的 SLS 晶化处理产生所需的晶体微结构来获得晶化薄膜的取向,该专利申请的全部内容通过引用被包括在本说明书中。

[0093] 显示器由图像元素 (像素) 的点阵 (或矩阵) 构成。数千个或数百万个像素一起在显示器上形成图像。薄膜晶体管 (TFT) 作为开关分别用于使每个像素“导通” (亮) 或“截止” (暗)。TFT 是有源元件,它们在显示器上呈矩阵排列。当前,这种有源矩阵需要和外部驱动电路连接。当前的研发致力于把 TFT 的驱动电路集成在同一个半导体膜上。驱动器电路一般具有更严格的性能要求,例如比像素 TFT 高的电子迁移率、低的泄漏电流和阈值电压。通过改变线束 SLS 处理中的平移距离来改变硅膜的晶粒结构的能力将允许研发者制作用于特定的集成和显示器应用的多晶硅膜。

[0094] 在另一方面,晶化的角度从基板例如显示器板的边沿略微偏移。当线扫描激光脉冲和显示器板的边沿对准时,可能导致同样亮的像素的列的机会,尽管脉冲间的波动会得到平衡。在这种情况下,可能需要略微偏移扫描的方向,以便形成倾斜的微结构。倾斜被这样选择,使得使用相同的激光脉冲序列被晶化的 TFT 区域被分隔开。在一个或多个实施例中,使用一个小的倾斜角度例如大约 1 ~ 5 度或大约 1 ~ 20 度。

[0095] 图 10A 示意地表示用于以一定角度实现表面晶化的激光器和样品的布置。在一个或多个实施例中,脉冲激光束 1000 相对于基板 1010 以角度 θ 被整形。选择线束的长度 L_{1b} ,使得覆盖膜样品的选择的部分 x 。线束长度和膜样品部分之间的关系是 $L_{1b} \cos \theta = x$ 。样品沿箭头 1020 所示的方向移动。图 10B 示出了一种示例的晶粒。

[0096] 在均匀晶粒结构中使用倾斜的晶粒边界是有利的。虽然均匀的晶化提供晶粒边界的位置控制和周期性的均匀晶粒结构,但周期性只沿晶粒的长度尺寸被控制。不过,在短的晶粒边界之间的间距不能被控制。可能希望相对于均匀晶化膜的长度尺寸的晶粒边界以一个倾斜的角度在硅基板上设置 TFT。见 US2005/0034653、名称为“Polycrystalline TFT Uniformity Through Microstructure Misalignment”的美国专利申请,该专利申请通过引

用被包括在本说明中。虽然这可以通过使 TFT 倾斜来实现,但是 TFT 的制造规程使得这样作是困难的。按照一个或多个实施例,提供相对于基板边沿呈一个角度的周期性均匀晶粒结构。此时 TFT 便可以利用常规的方法被制造。

[0097] 故意使晶体取向倾斜对于定向取向的晶体也有好处。虽然定向取向的多晶膜没有垂直于晶粒生长方向的重复的长晶界,如在均匀的多晶材料中看到的那样,但是膜可以呈现膜特性的周期性的改变,沿膜厚度所述改变最明显。SLS 晶化引起膜厚度的波动或周期性改变,因而在膜的区域上产生高的和低的区域。器件特性是膜厚度、表面形态、例如由于当其被凸起地或凹进地弯曲时栅电介质上(因而半导体膜内)的电场的改变、以及由表面的形态引起的栅电介质的厚度改变(例如在栅电介质膜淀积期间,在平坦的区域比倾斜的区域上可以获得更好的覆盖)的函数。以相对于基板的边沿并相对于可在薄膜内制造的任何 TFT 器件倾斜一个角度使定向的晶粒取向用于在厚度大和厚度小的区域上桥接每个 TFT 器件,从而最终平衡任何性能的差异。在定向的 SLS 中倾斜工程也是避免多个相邻像素的 TFT 落在同一个“晶粒族”中的方法。当晶体相对于像素 TFT 阵列呈对角线生长时,可以认为晶粒族只和几个 TFT 中的一个的 TFT 沟道相交。

[0098] 图 11 示出了使用高长宽比脉冲的线束晶化系统 200。该系统包括激光脉冲源 202,例如在 308nm(XeCl) 或 248nm 或 351nm 下工作。一系列的反射镜 206、208 和 210 把激光束导向样品台 212,该样品台沿 x 和 z(以及可选的 y)方向能够达到亚微米精度。该系统还包括用于控制激光束的空间轮廓的狭缝 220,以及用于读出狭缝 220 的反射的能量密度计 216。可以使用遮光器 228 以在当没有样品时或者不需要照射时遮挡激光束。样品 230 可被设置在样品台 212 上以供处理。

[0099] 激光诱发的晶化一般借助于具有足够高以便使膜熔融的能量密度或通量的、使用至少能够部分地被膜吸收的能量的波长的激光照射来完成。虽然膜可以由易于熔融和晶化的任何材料制成,但硅是用于显示器的优选材料。在一个实施例中,由激光脉冲源 202 产生的激光脉冲具有在 50 ~ 200mJ/脉冲的能量和约 4000Hz 或更高的脉冲重复率。目前可以从 Cymer, Inc. San Diego, California 得到的受激准分子激光器可以达到这个输出。虽然说明了受激准分子激光系统,应当理解,也可以使用能够提供至少部分地被所需的膜吸收的激光能量的其它源。例如,激光源可以是任何常规的激光源,包括但不限于:受激准分子激光、连续波激光和固态激光。可以由另一种已知的源产生照射束脉冲,或者可以使用适用于熔融半导体的短能量脉冲。这种已知的源可以是脉冲固态激光、斩波连续波激光、脉冲电子束和脉冲离子束等。

[0100] 该系统可选择地包括脉冲持续时间扩展器 214,用于控制激光脉冲的时间分布。可以使用可选的反射镜 204 把激光束引向扩展器 214,在这种情况下可以除去反射镜 206。因为晶体生长可能和用于照射膜的激光脉冲的持续时间有关,可以使用脉冲持续时间扩展器 214 延长每个激光脉冲的持续时间,以达到所需的脉冲持续时间。用于延长脉冲持续时间的方法是已知的。

[0101] 可以使用狭缝 220 控制激光束的空间分布。具体地说,用于使激光束具有高长宽比的轮廓。来自源 202 的激光束例如可以具有高斯分布。狭缝 220 使激光束的一个空间维度大大变窄。例如,在狭缝 220 以前,激光束的宽度可能在 10 到 15 毫米之间,长度在 10 到 30 毫米之间。狭缝的宽度可以大大小于激光束的上述宽度,例如约 300 微米宽,其产生具

有约 300 微米的短轴和不由狭缝改变的长轴的激光脉冲。狭缝 220 是一种用于由相对宽的光束产生窄的光束的简单方法,还具有提供“礼帽状”空间轮廓的优点,其具有跨短轴的相对均匀的能量密度。在另一个实施例中,代替使用狭缝 220,可以使用非常短的焦距的透镜把激光束的一个维度紧密地聚焦在硅膜上。还可以把光束聚焦到狭缝 220 上;或者更一般地,使用光学元件(例如简单的圆柱透镜)把来自激光源 202 的激光束的短轴变窄,从而在通过狭缝 220 时损失较小的能量,又能达到一定程度的锐化。

[0102] 然后使用两个熔凝石英圆柱透镜 220、222 修改激光束。第一透镜 220 是负焦距透镜,其扩展光束的长轴的尺寸,该光束的轮廓是相对均匀的,或者沿长轴的长度具有不明显的渐变。第二透镜 222 是用于减小短轴的尺寸的正焦距透镜。投射光学装置至少沿短的维度减少激光束的尺寸,这增加了当激光束照射膜时的激光脉冲的通量。投射光学装置可以是多个光学元件的系统,其例如以 $10 \sim 30\times$ 的因数至少沿短的维度减少激光束的尺寸。投射光学装置还可以用于校正激光脉冲的空间像差例如球面像差。一般地说,使用狭缝 220、透镜 220、透镜 222 和投射光学装置的组合来确保利用具有足够高以便使膜熔融的能量密度、均匀性和沿着长轴足够长的长度的每个激光脉冲照射膜,从而减小或消除膜晶化的差异。这样,300 微米宽的激光束例如被减小到 10 微米宽。还可以设想更窄的宽度。还可以在短轴上使用均化器。

[0103] 在一些实施例中,线扫描晶化系统 200 可以包括可变衰减器和/或均化器,其可用于改善沿着激光束的长轴的空间均匀性。可变衰减器可以具有能够调节产生的激光束脉冲的能量密度的动态范围。均化器可以包括能够产生具有均匀的能量密度分布的激光束脉冲的一对或两对透镜阵列(两个透镜阵列用于每个激光束轴线)。

[0104] 这种线扫描晶化系统被配置用于产生长而窄的激光束,在一些实施例中,激光束的尺寸例如在短轴上约 $4 \sim 15$ 微米,在长轴上约 $50 \sim 100$ 微米,在其它一些实施例中,在长轴上为几十厘米或高达 1 米。一般地说,光束的长宽比足够高,使得被照射的区域可被认为是一条“线”。长宽比例例如可以在约 50 到高达约 1×10^5 或更高的范围内。在一个或多个实施例中,短轴的宽度不超过横向固化的晶体的特征横向生长长度的两倍的宽度,从而在两个横向生长的区域之间不会形成核化的多晶硅。这对于“均匀”晶体的生长是有用的,并对于总体上改善晶体质量是有用的。激光束的长轴所需的长度可以由基板的尺寸决定,长轴可以沿着基板的、或者要制造的显示器的(或者其倍数)、或者显示器中的一个 TFT 器件的、或者在显示器周边上的 TFT 电路(例如包括驱动器)或者换句话说沿着集成区域延伸的整个长度。实际上,激光束的长度也可以由组合的两个相邻显示器的集成区域的尺寸决定。用这种方式,整个薄膜(或驱动电路)可以优选地借助于一次通过线束被晶化。沿着光束的长度的能量密度或通量以及均匀性最好是均匀的,例如沿着其整个长度的改变不大于 5%。在其它实施例中,沿着覆盖所关注的长度的激光束的长度的能量密度是足够低的值,使得由一个或一系列重叠脉冲不会引起凝聚(agglomeration)。所述凝聚是由局部的高能量密度引起的,其可以导致膜的破坏。

[0105] 在一些实施例中,该处理使用高频、高功率的脉冲激光源。高功率的激光提供每个脉冲的足够的能量,从而提供在被照射的区域的长度上的足够的能量密度,使得该脉冲可以熔融该区域内的膜。较高的频率允许膜能够以可以在工业上实际使用的速率相对于被照射区域被扫描或平移。在一个或多个实施例中,激光源的脉冲频率可以大于大约 1kHz 或者

高达约 9kHz。在其它实施例中,激光源的脉冲频率可以高达 100kHz 或更高,这是可以通过固态激光器能够实现的范围。

[0106] 所述的系统可用于产生例如“定向的”和/或“均匀的”晶体膜。利用高重复的激光可以获得高的产量,例如利用产生 1 米 × 6 微米尺寸的激光束的系统中的、光效率为 30% 的 4kHz、600W 的激光,导致 $750\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的能量密度。所得的线束可以用下述的速率晶化薄膜:当步进 1 ~ 2 微米以形成“定向的”晶体硅薄膜时速率为 $40 \sim 80\text{cm}^2/\text{s}$,当步进 4 ~ 5 微米以形成“均匀的”晶体硅薄膜时速率为 $160 \sim 200\text{cm}^2/\text{s}$ 。

[0107] 激光源具有低的发散性,这意味着其容易聚焦成小的光点。例如,激光源能够聚焦为约 100 微米,甚至更小到 10 微米。较小的焦点尺寸能够提高系统的效率,这是因为横向生长长度而不是光束的宽度决定步进大小。因为在一些应用中使用 1 微米的平移步进尺寸,更细的聚焦显然是有好处的。宽的光束引起每单位面积脉冲的增加,从而例如通过增加的表面粗糙度或者引入来自环境或来自缓冲材料的杂质而引起材料的相应的劣化。

[0108] 该系统可以包括用于提供紧密地聚焦的激光束以便减小激光束的短轴的尺寸的光学装置。一般地说,不需要利用狭缝或掩模以遮掩光束来获得适用于本发明的一个或多个实施例中的长轴照射图案。不过,可以使用掩模或狭缝获得所需的轮廓的光束图案。具体地说,掩模或狭缝帮助产生不同于高斯分布的礼帽状空间分布,使得跨过光束的能量密度更均匀。“礼帽状”分布对于横向生长是优选的,因为“较锐的”图像导致具有更陡的边沿的被更好限定了的熔池,因而可以立即进行横向生长。在高斯分布的情况下,熔融区域可能相当宽,可能只局部熔融被照射区域的一部分,这可以减慢晶体的横向生长。此外,当使用高斯分布时,脉冲间能量密度的波动可能导致熔融区域的宽度的差异,这可能引起脉冲间重叠的差异,引起横向生长的晶粒中的不均匀。此外,在顶帽分布的情况下,热量在熔融的区域内均匀地分布,因此可以使各处得到最大的热量,以便延迟冷却过程,借以增加横向生长。在高斯光束的情况下,只能在照射区域的中心获得最大热量,结果,总体上存留的热量较小。

[0109] 示例的掩模包括具有合适的狭缝间隔例如长度和宽度的狭缝。这种掩模可以由石英基板制造,并且包括金属的或者电介质的涂层,该涂层利用常规的技术被刻蚀,以形成具有任何形状或尺寸的特征的掩模。选择掩模特征的长度使得适应于要在基板表面上制造的器件的尺寸。根据被照射的膜的所需的特征,掩模的宽度也可以不同。在一些实施例中,其被选择为足够小,以避免在熔融区内的小的晶粒核化,而又要足够大,以使得每个激光脉冲的横向晶体生长最大。掩模特征的所需的尺寸还和系统中的其它光学元件的特征有关。仅仅作为例子,掩模特征可以在样品上产生长轴约为 10 到 100 厘米、短轴约为 2 ~ 10 微米或者约 4 ~ 6 微米的光束图像。

[0110] 一种接近掩模,例如不透明的直边,可用于改善激光束的轮廓。直边减小激光束的宽度,使激光束的轮廓变陡,这两者都有助于改善熔融和晶粒的横向生长。掩模或狭缝特征的边沿可以是粗糙的即不光滑的。掩模或接近掩模的边沿偏离理想的直线。边沿的粗糙性例如可以是锯齿或锯齿状的图案,图案的频度大约为 3 微米到 50 微米或更大。边沿粗糙的效果是使得照射图案形成波动的非平坦的熔融界面。当锋面不是平坦的时,位于负曲率区域附近的晶粒当晶粒边界发散时趋于生长得较宽。相反,位于正曲率区域附近的晶粒将收敛并被消灭。这种曲率的效果是沿着横向生长的方向形成更加平行的晶粒。平行的晶粒的

宽度可以由边沿粗糙度的周期性确定。

[0111] 已经研发了使用有机发光元件的显示装置,其可以在上述的晶体膜上被制造。这里所述的方法可以提供具有沿着显示装置的长度的改变小于约 5%的半导体晶粒结构的晶体膜。在一种典型的有源矩阵有机发光二极管 (AM-OLED) 显示器中,有机发光层被夹在两个电极之间,通过激励有机分子把电能转换成光。其中像素由有机发光元件构成的显示装置是自发光的,和液晶显示器不同,不需要独立的光源作为背光。发光装置具有大的发光面积和高的亮度。因此,AM-OLED 显示器提供具有减小的重量和厚度的显示装置。

[0112] 图 12 是使用有机发光元件的常规的有源矩阵显示器的横截面示意图。基板 300 是透光的。有机发光元件 313 包括像素电极 303、有机化合物层 304、以及对置电极 305。有机发光元件的像素电极通过接触孔的内壁和层间绝缘膜 302 的顶面接触,所述接触孔的内壁刺穿层间绝缘膜到达控制电路 301。像素电极还和控制电路的顶部接触。控制电路 301 至少由 TFT 构成,可以包括一个开关 TFT 和一个电流控制 TFT。两个 TFT 的结构是最简单的结构,不过可以使用更复杂的电路。开关 TFT 按照驱动电路的输出在导通和不导通之间切换。电流控制 TFT 按照驱动电路的输出对像素电极 303 施加电压,从而在对置电极和像素电极之间流过电流。由有机化合物层 304 发出的光的强度取决于在像素电极和相对电极之间流动的电流的量。

[0113] 在 AM-OLED 中的像素控制电路以和 AM-LCD 中的像素控制电路不同的方式工作。在 AM-LCD 像素控制电路中,TFT 作为简单的开关器件工作,其根据数据打开或关闭像素,因而只需要均匀的阈值电压以获得可靠的操作。与此相比,在 AM-OLED 中的像素 TFT 实际上为发光而提供电流。因此,需要载流子迁移率的高度的均匀性。因此,实际上,和 AM-LCD 相比,在 AM-OLED 中的像素亮度对 TFT 中的半导体晶体的微结构更加敏感。在 OLED 应用中优选地使用约 4%的晶粒尺寸均匀性,而 LCD 应用的晶粒尺寸均匀性约为 10%。

[0114] 虽然已经示出并说明了本发明的一些例子,显然,对于本领域的技术人员,不脱离由所附权利要求限定的本发明的范围,可以作出许多改变和改型。因而,本发明只由所附的权利要求及其等效物限定。

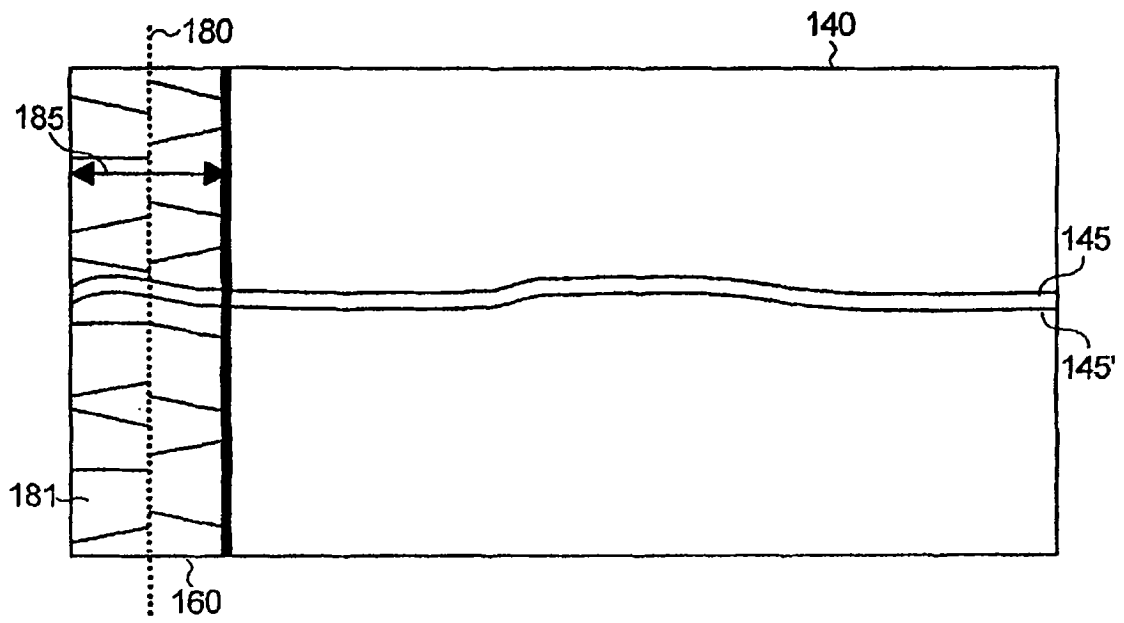


图 1

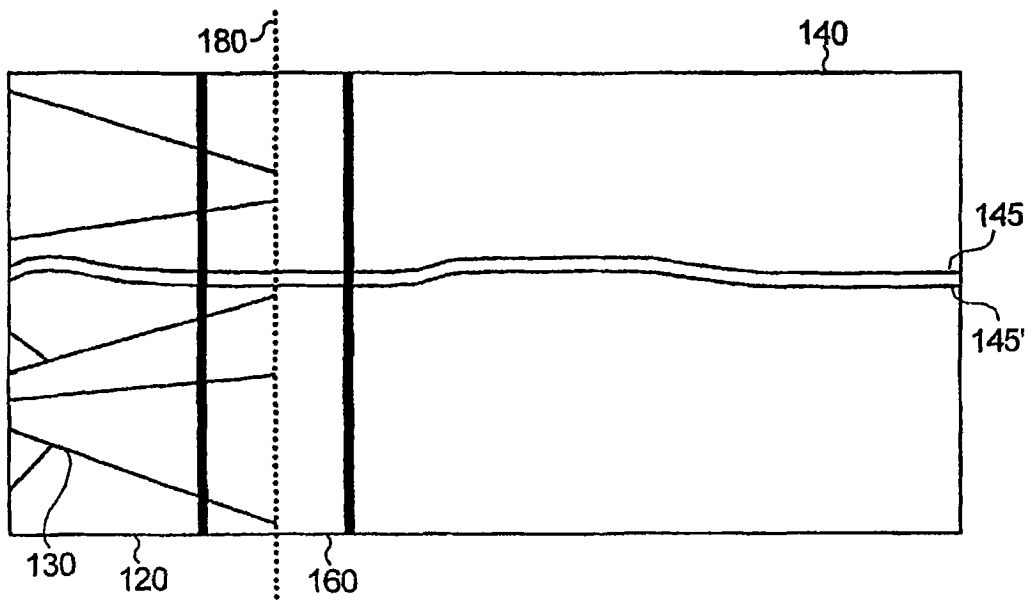


图2

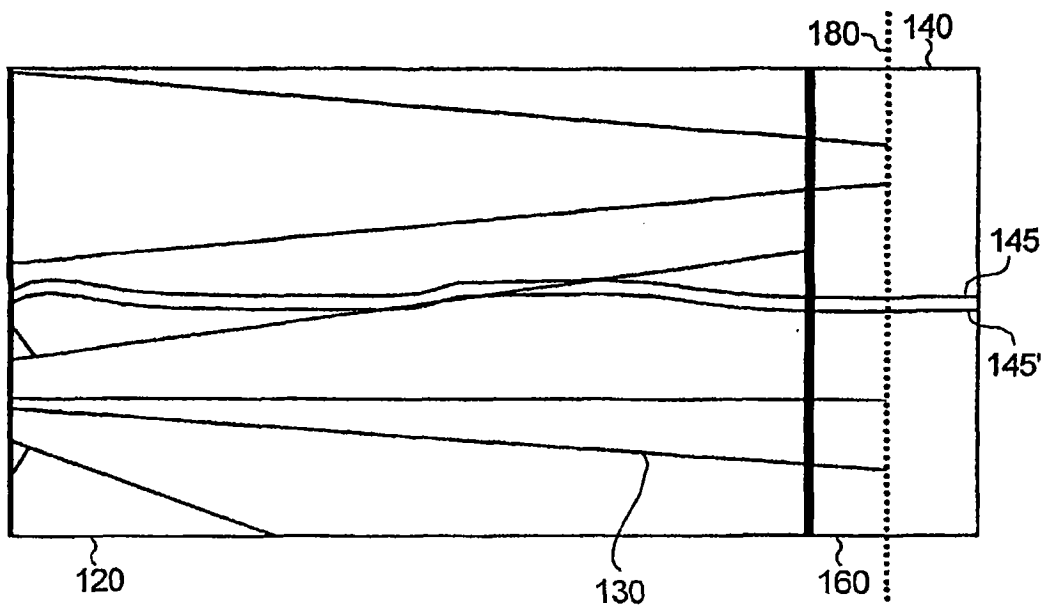


图 3

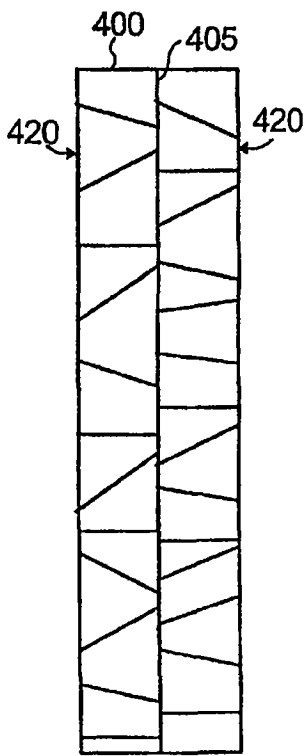


图 4A

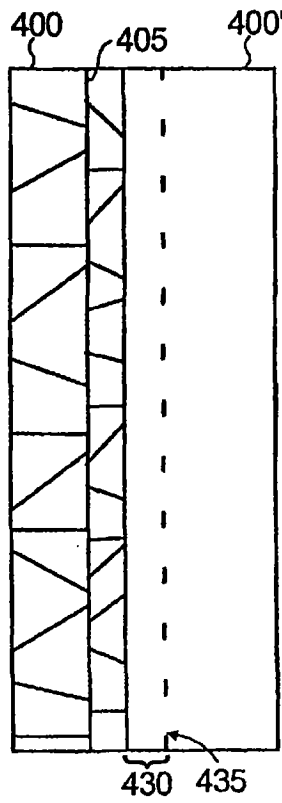


图 4B

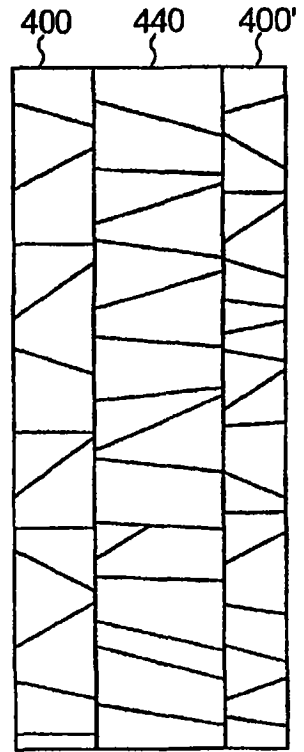


图 4C

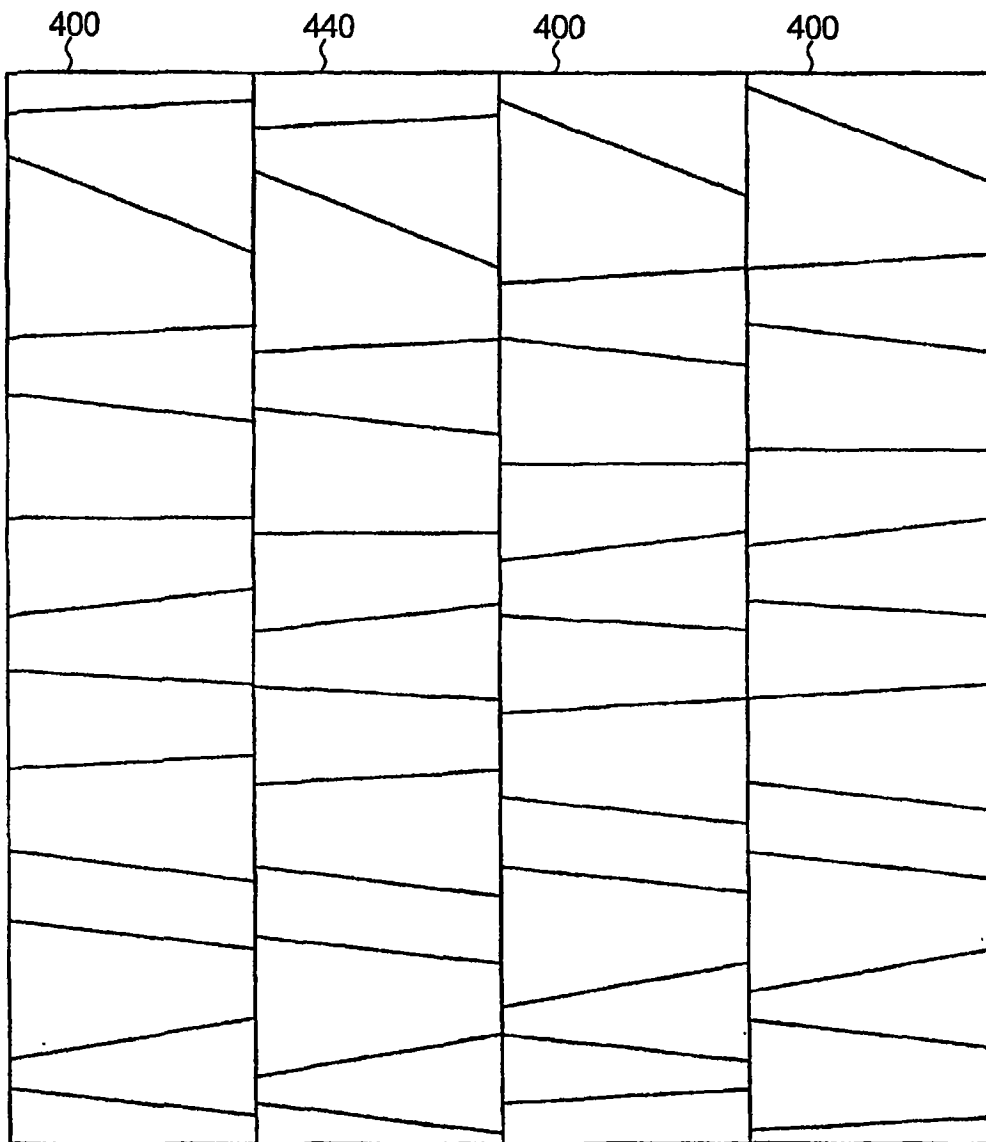


图4D

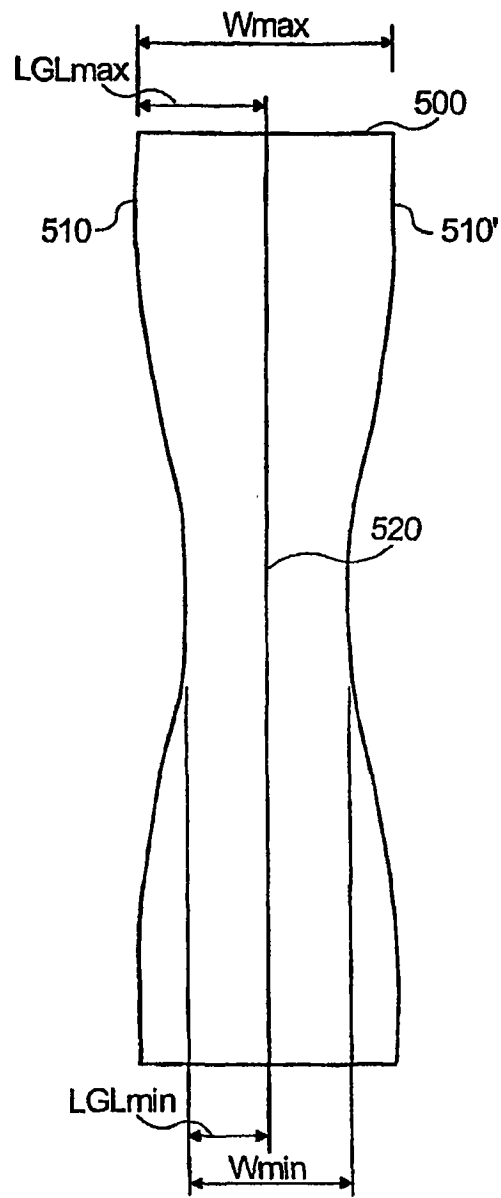


图 5

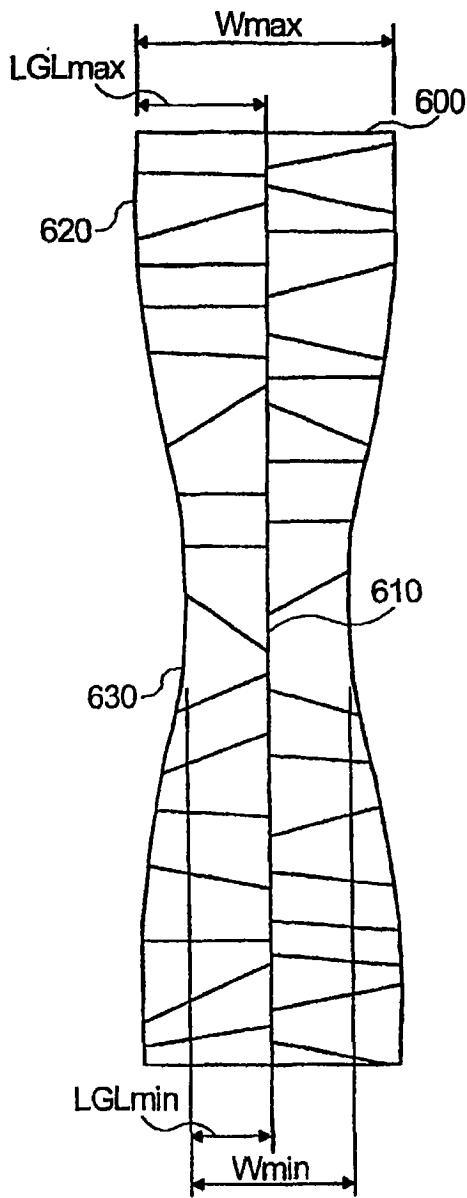


图 6A

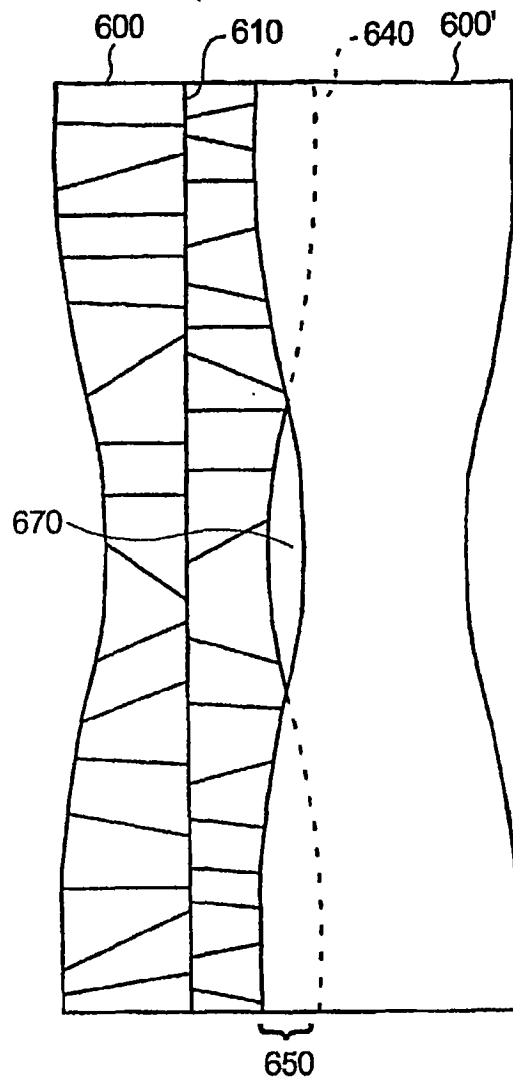


图 6B

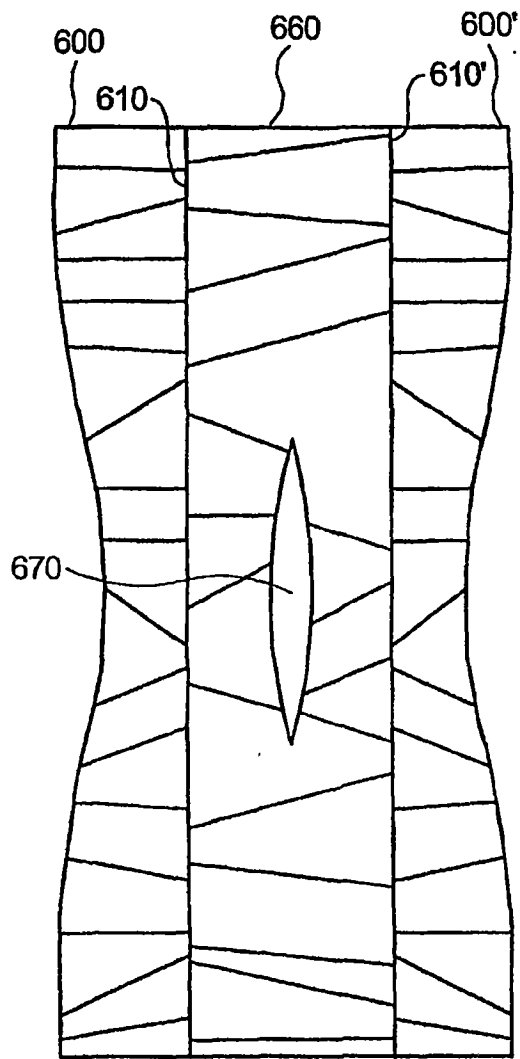


图6C

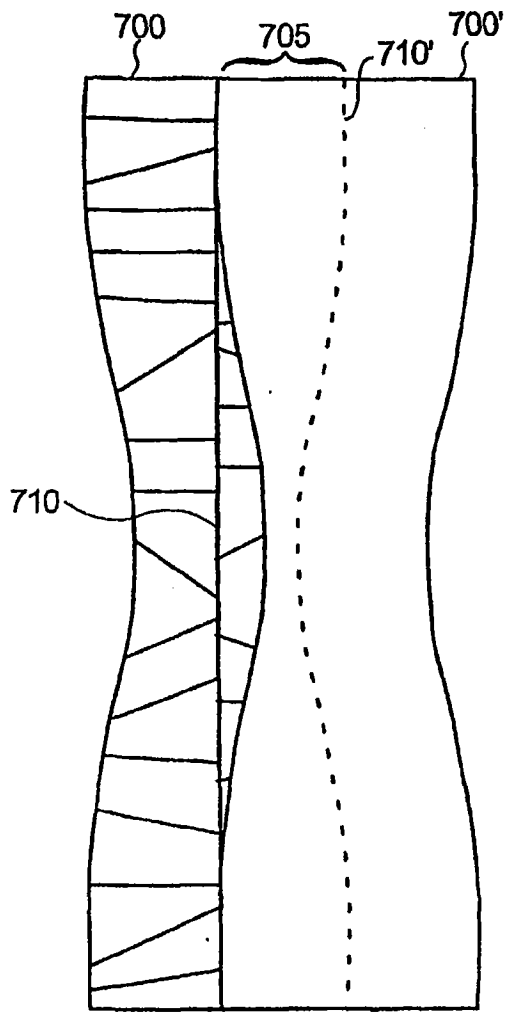


图 7A

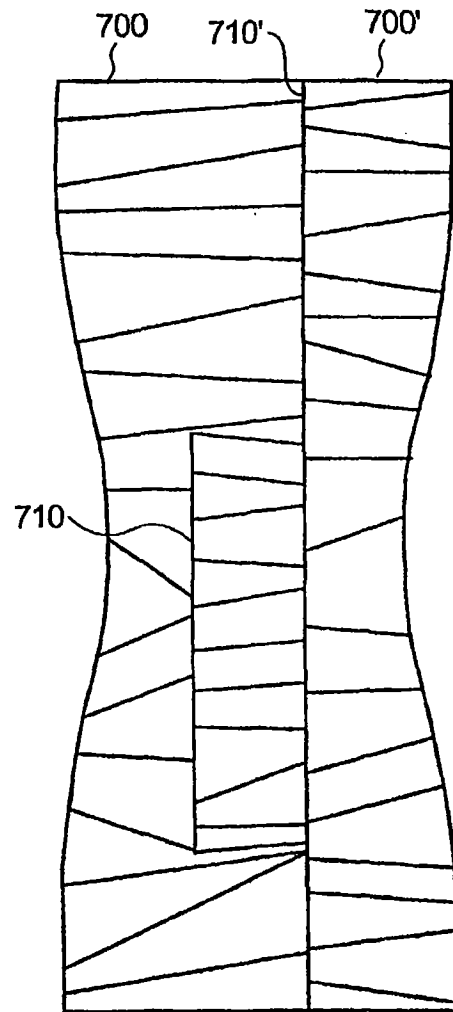


图 7B

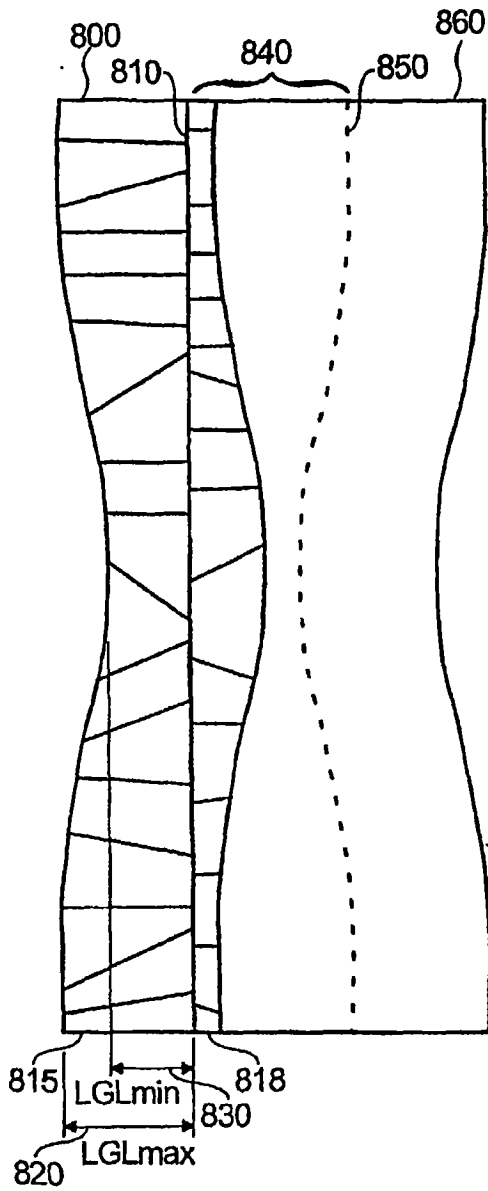


图8A

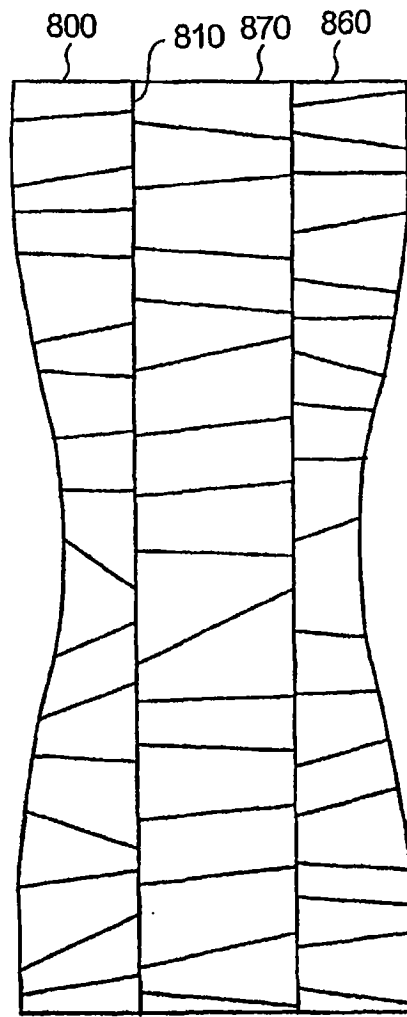


图8B

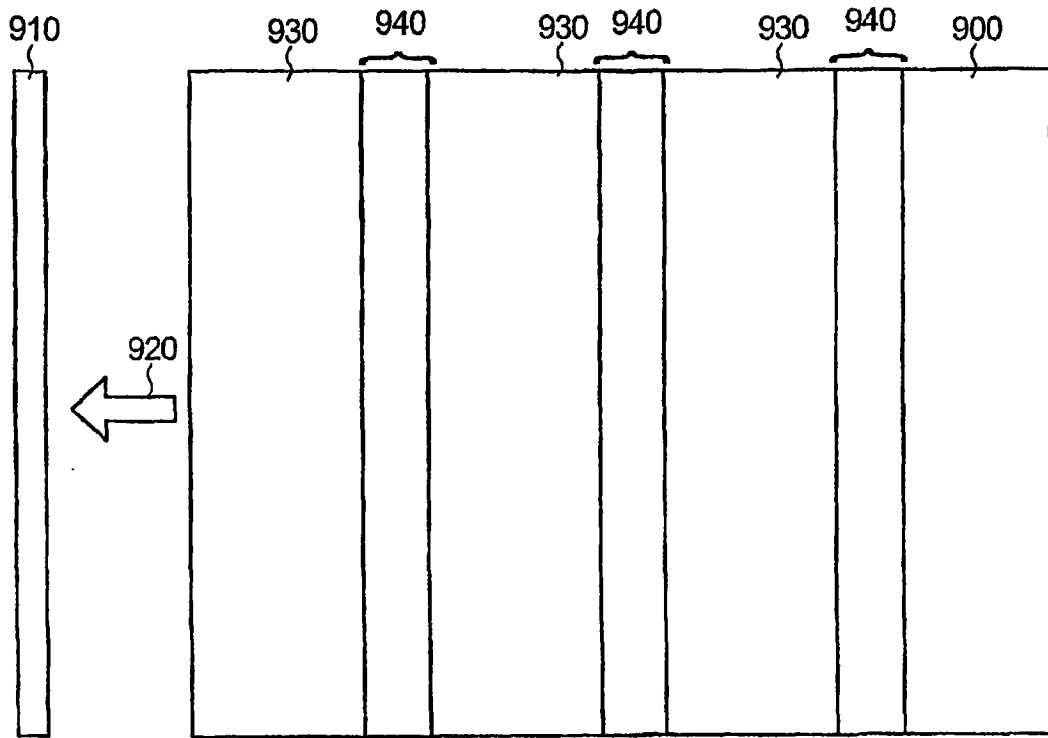


图9

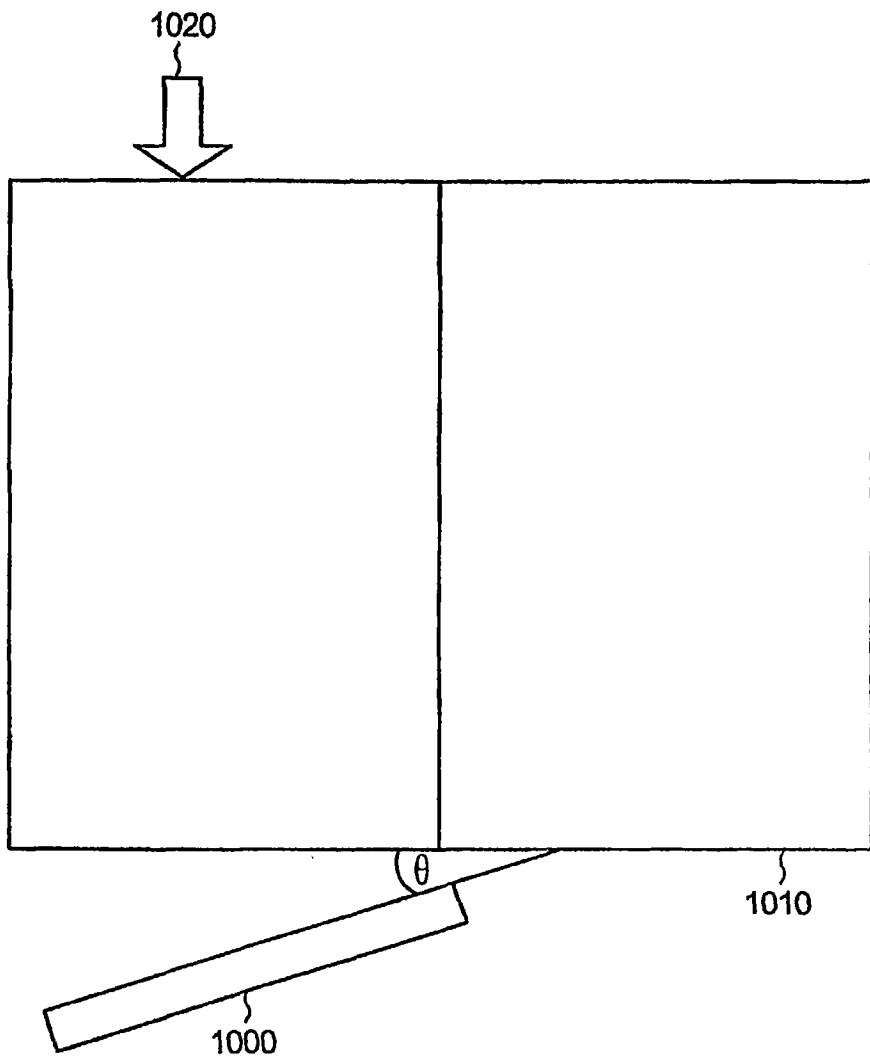


图10A

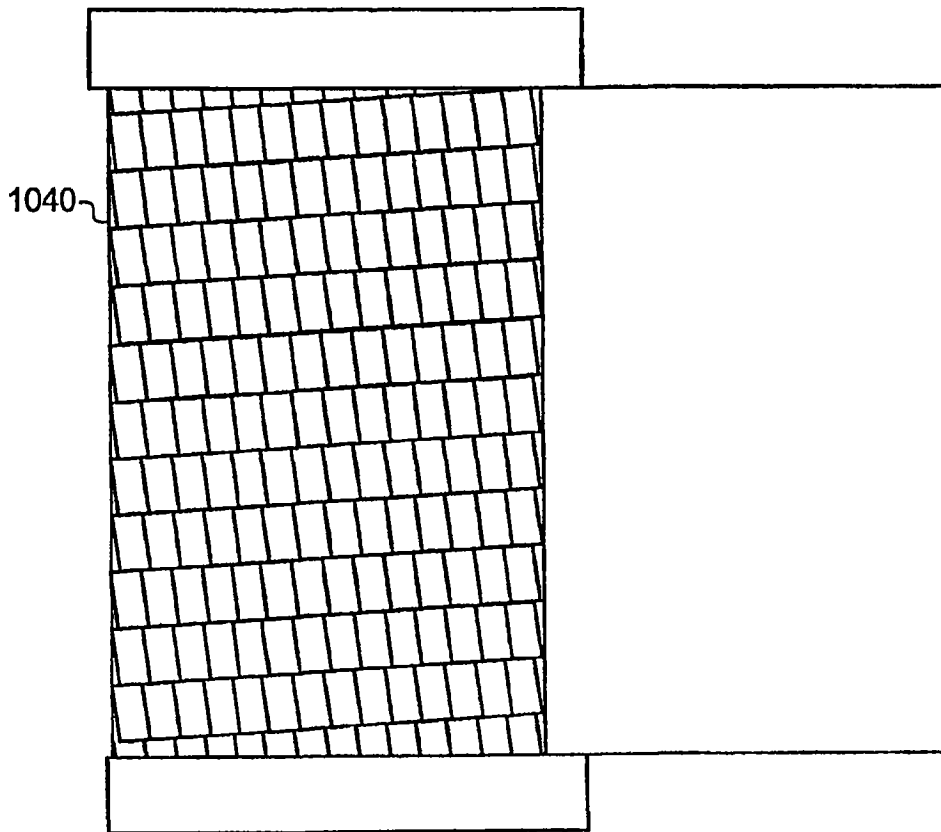


图 10B

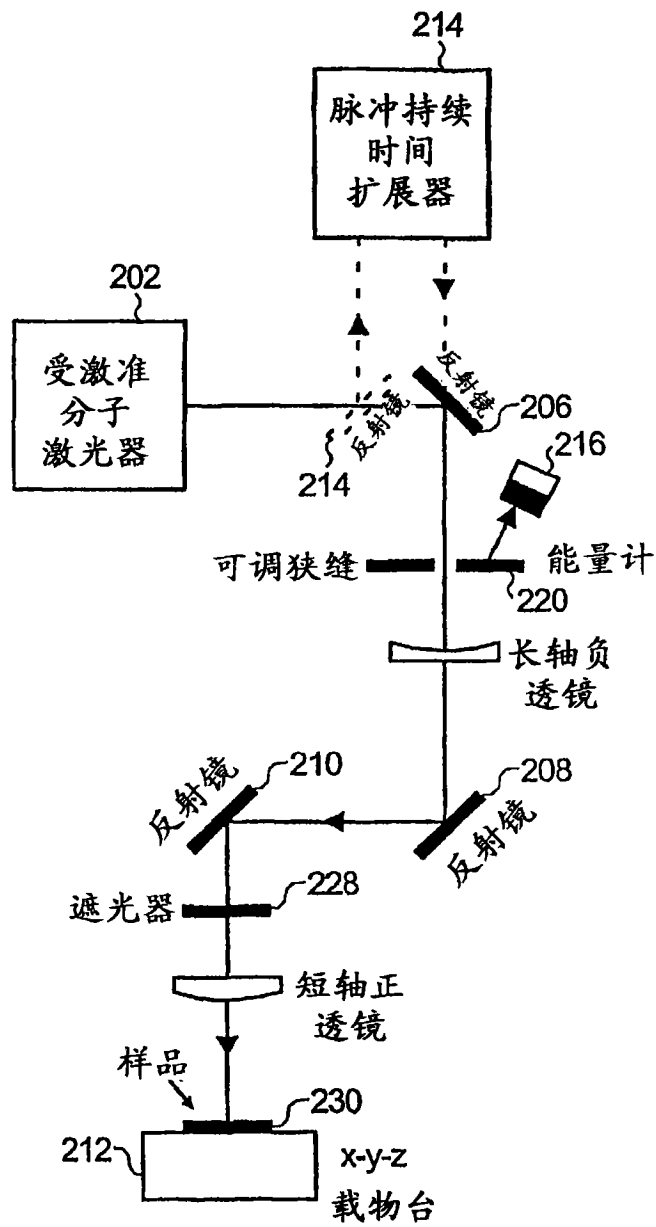


图 11

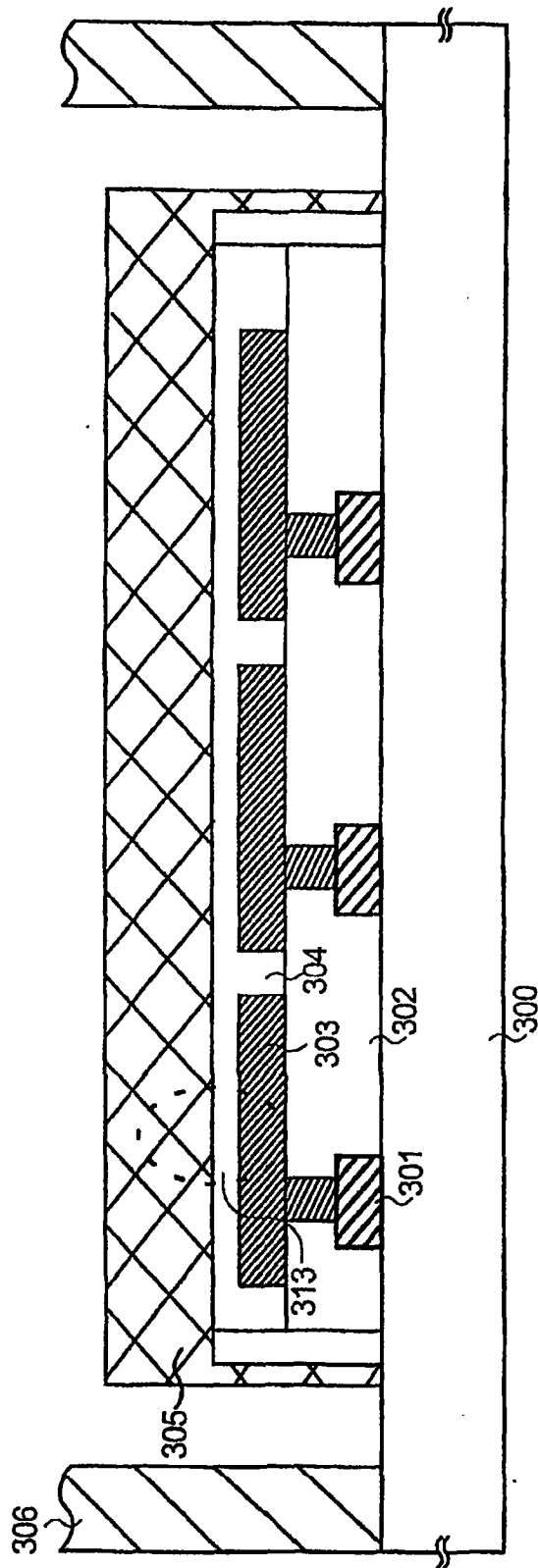


图12
现有技术