

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

H01L 21/20 (2006.01)

H01L 21/36 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03819047.8

[43] 公开日 2006年4月5日

[11] 公开号 CN 1757093A

[22] 申请日 2003.8.19 [21] 申请号 03819047.8

[30] 优先权

[32] 2002.8.19 [33] US [31] 60/404,447

[86] 国际申请 PCT/US2003/025947 2003.8.19

[87] 国际公布 WO2004/017380 英 2004.2.26

[85] 进入国家阶段日期 2005.2.7

[71] 申请人 纽约市哥伦比亚大学托管会

地址 美国纽约州

[72] 发明人 J·S·艾姆

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

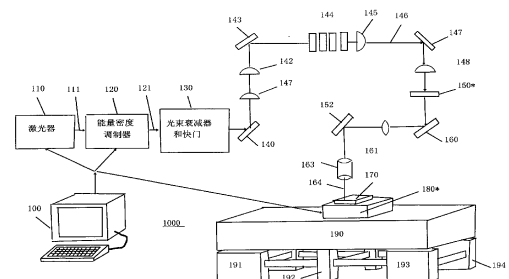
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

具有多种照射图形的单步半导体处理系统和方法

[57] 摘要

本发明提供了一种高生产量系统和在低温下沉积到衬底上的薄膜半导体的再结晶工艺。用激光光束照射薄膜半导体工件来熔化和再结晶暴露在激光光束的表面目标区域。使用图形掩模，使激光光束成形为一个或多个波束。掩模图形具有合适的尺寸和方向来图形化激光光束照射，使得由波束对准的区域具有传导到半导体再结晶的尺寸和方向。在高速条件下工件沿着相对应激光光束的线性路径机械地平移来处理工件的表面。位置灵敏的触发激光可被用于产生激光脉冲，来熔化和再结晶电动平台上平移的工件时精确地位于工件表面上的半导体材料。



1、一种提高半导体薄膜结晶质量的再结晶方法，包括下述步骤：

(a) 利用一辐射束脉冲照射半导体薄膜表面的第一区域，其中所述辐射束首先被图形化成一波束图形中的至少一个波束，其中每个波束入射到第一区域中的目标区域上，每个波束具有足够的流量来熔化其所入射的目标区域中的半导体材料，并且在所述目标区域中熔化的半导体材料当它不再暴露于所述入射波束时再结晶；并且

(b) 相对于所述辐射束，连续地平移半导体薄膜，使得以与步骤(a)相同的方式照射半导体薄膜表面的下一个区域。

2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述波束具有微米级的截面面积。

3、如权利要求1所述的方法，其特征在于，进一步包括利用一掩模从所述辐射束脉冲图形化得到所述波束的步骤。

4、如权利要求3的方法，其特征在于，所述掩模包括：

阻挡部分，用于阻挡入射在其上的辐射从中通过；

布置成一图形的多个狭缝，所述狭缝允许入射在它们上的辐射从中通过，并且所述狭缝在所述图形中设置为彼此基本平行。

5、如权利要求3的方法，其特征在于，所述掩模包括：

阻挡部分，用于阻挡入射在其上的辐射从中通过；

布置成一图形的多个狭缝，所述狭缝允许入射在它们上的辐射从中通过，并且所述狭缝在所述图形中沿着长方形的两边成对布置。

6、如权利要求1的方法，其特征在于，进一步包括如下步骤：在一移动平台上支撑所述半导体薄膜，并且相对于所述辐射束平移半导体薄膜的所述步骤包括沿着一线形路径将所述可移动平台移到下一个区域。

7、如权利要求6的方法，其特征在于，所述半导体薄膜包括行区域，并且所述方法进一步包括下述步骤：沿着所述线形路径，移动所述可移动平台穿过半导体薄膜表面上的第一行区域。

8、如权利要求7的方法，其特征在于，所述可移动平台不停顿地通过所述第一行区域连续移动。

9、如权利要求7的方法，其特征在于，所述可移动平台在一区域处停顿，然后移到一邻近的区域。

10、如权利要求7的方法，其特征在于，进一步包括下述步骤：沿着线形路径，移动所述可移动平台穿过连续的行区域，直到处理了半导体薄膜的整个表面。

11、如权利要求1的方法，其特征在于，所述第一区域中的至少一个目标区域与下一个区域中的相应目标区域相连，使得在照射第一和下一个区域之后，形成一延伸的条或再结晶的半导体材料。

12、一种提高半导体薄膜结晶质量的再结晶方法，包括下述步骤：

10 (a) 使用激光产生一辐射束脉冲；

(b) 利用所述辐射束脉冲照射半导体薄膜表面的第一区域，其中所述辐射束首先被图形化成一波束图形中的至少一个波束，每个波束入射到第一区域中的一个目标区域上，每个波束具有足够的流量来熔化其所述入射的目标区域中的半导体材料，并且所述目标区域中熔化的半导体材料当它不再暴露于所述入射波束时再结晶；并且

15 (c) 在利用所述辐射束脉冲照射了半导体薄膜表面的第一区域之后，相对于所述辐射束平移半导体薄膜，使得以步骤(a)和(b)的方式照射半导体薄膜表面的下一个区域。

13、如权利要求12的方法，其特征在于，根据薄膜半导体区域相对于辐射束的位置，触发所述激光器，以产生所述辐射束脉冲。

14、如权利要求12的方法，其特征在于，进一步包括在一可移动平台上支撑所述半导体薄膜，并且相对于所述辐射束平移半导体薄膜的所述步骤包括移动所述可移动平台，并且根据所述可移动平台的位置，触发所述激光器，以产生所述辐射束脉冲。

25 15、如权利要求14的方法，其特征在于，通过位置传感器感测所述可移动平台的位置。

16、如权利要求14的方法，其特征在于，根据所述可移动平台的初始位置，计算所述可移动台的位置。

具有多种照射图形的单步半导体处理系统和方法

- 5 本申请要求于2002年8月19日提交的相关申请的交叉参考，申请号为 No. 60/404, 447 的美国专利申请为优先权。

发明背景

10 本发明涉及一种半导体工艺方法，更具体地，涉及形成适合于制造薄膜晶体管 (“TFT”) 器件形态的半导体材料。

15 平板显示器和其它显示单元用作视觉图像界面，用于普通和普遍存在的电子器件和应用，例如计算机、图像传感器和电视装置。例如，由置于玻璃或塑料衬底上的液晶薄膜和半导体材料制造显示器。每一个显示器在液晶层中由图像元件 (像素) 的阵列 (或矩阵) 组成。成千上万的这些像素一起构成显示器上的图像。在半导体材料层中制造的 TFT 器件用做开关以单独地 “接通” (亮) 或 “断开” (暗) 每一个像素。用于制造 TFT 的半导体材料，传统地是非晶硅或多晶硅薄膜。考虑到所使用的低熔化温度的衬底材料 (例如，玻璃或塑料)，通过物理或化学工艺以相对低的沉积温度将这些膜沉积在衬底上。相对低的沉积温度降低了沉积的硅薄膜的结晶性并使它们成为非晶或多晶。

20 不幸地，在硅薄膜中制造的 TFT 的器件特性一般不希望与硅薄膜的非结晶性成比例的降低。好的结晶质量的硅薄膜期望应用于工业 TFT 器件。在低温下沉积在衬底上的硅薄膜的结晶性可通过激光退火有效的提升。例如，Maegawa 等人的美国专利 5, 766, 989 描述了应用受激准分子激光退火 (“ELA”) 将在低温下沉积的非晶硅薄膜处理成用于 LCD 的多晶硅薄膜。但是，传统的 ELA 25 工艺由于退火的薄膜的晶粒尺寸没有工业应用足够的均一性，所以至少部分上不能完全满意。在退火薄膜中的晶粒尺寸的非均一性与在 ELA 工艺中扫描薄膜使用的激光光束的光束形状有关。

30 I m 等人的美国专利 6, 573, 531 和 6, 322, 625 下文中，分别为 “‘531 专利” 和 “‘625 专利”)，在此整体引入二者作为参考，描述激光退火设备和提高的用于产生大晶粒多晶硅或单晶硅结构的工艺。在这些专利中描述的激光退

火工艺包括通过激光照射熔化的薄膜的目标部分控制的再固化。薄膜可以是金属或半导体材料（例如，硅）。调制入射到硅薄膜上的一组激光脉冲的流量来控制硅薄膜目标部分熔化的范围。然后，在入射的激光波束脉冲之间，通过目标硅薄膜的轻微物理传送使目标部分的位置移位来促使外延侧向固化。该所谓的侧向固化工艺有利地传递初始熔化的目标部分的晶体结构到大尺寸的晶粒。用于加工的设备包括受激准分子激光器、光束流量调制器、光束聚焦透镜、图形掩模和用于在激光光束照射之间或期间用来移动目标薄膜的电动传送平台（参见例如，‘531 专利图 1，在此复制）。

现在考虑进一步提高半导体薄膜的激光退火工艺的方式，并且具体是用于薄膜的再结晶。将注意力直接指向设备和工艺技术，例如，在生产平板显示器中通过既提高退火工艺又增加设备产量的应用。

发明概要

本发明提供了再结晶非晶或多晶半导体薄膜的系统和方法，来提高它们的结晶质量并由此使得它们更适合于器件应用。设计系统和工艺使得可以快速处理大表面区域的半导体薄膜。

半导体薄膜的目标区域可计划给全部或部分半导体器件结构。例如，目标区域可计划用于半导体器件的有源区域。目标区域通过激光光束照射处理来使它们再结晶。使目标区域暴露到具有足够密度或流量的激光光束来熔化目标区域中的半导体材料。可使用单步激光光束曝光，当激光光束从目标区域关闭或移开时使熔化的半导体材料再结晶。

半导体薄膜表面上的区域中的大量的目标区域可通过使用图形化的激光照射同时处理。可以展开投影掩模合适地图形化激光光束。掩模将激光光束分为许多的波束，该波束入射在半导体薄膜表面区域中的相应数量的目标区域上。每一个波束具有足够的流量来熔化（波束）入射在其上的目标区域中的半导体材料。波束的面积可考虑到目标区域所希望的尺寸和可有效再结晶的半导体材料的量而选择。典型的波束面积和相应的目标区域的面积可大约 0.5 微米级或更小微米。

用于图形化激光光束照射的示例性掩模具有大许多彼此平行的长方形狭缝。使用该掩模，入射激光光束可分为多个平行的波束。相应于这些波束的目

标区域被分配到相似的平行图形中的表面区域中。另一示例性掩模具有许多设置在一组平行的长方形图形中的长方形狭缝和直角狭缝。例如，狭缝沿着正方形的两边成对地排列。使用该掩模，合成的照射波束和相应的目标区域还分配在相似的长方形图形中（例如，一组平行且直角的目标区域中）。

5 激光光束可扫描或步进穿过半导体薄膜表面来连续地处理只有重复图形的目标区域表面的所有区域。相反地，出于相同的目的半导体薄膜可相对于固定方向的激光光束移动。在发明的一个实施例中，使用电动线性传送平台相对于在线性 X-Y 路径上的光束移动半导体薄膜，使得半导体薄膜的所有表面区域可暴露于激光光束照射。在处理期间平台能连续移动跨过半导体薄膜的宽度或能
10 从一个区域步进到另一个区域。对于一些器件应用，在一个区域中的目标区域可邻接下一区域中的目标区域使得延伸条的半导体材料能被再结晶。邻接目标区域的再结晶可有利于熔化的目标区域顺序地侧向固化。对于其它的器件应用，目标区域可几何地与邻近的区域中的目标区域隔开。

目标区域照射的激光波束脉冲的产生可与线性传送平台的运动同步，使得
15 激光光束能入射到几何精确的指定的目标区域上。产生激光脉冲的时机可标为支撑半导体薄膜的传送平台的位置。标记可响应其指出平台位置的实际时间的位置传感器出现，或以薄膜半导体上面的几何栅格的计算的坐标为基础。

附图说明

20 本发明的进一步特征、性质和多种优点在下面优选实施例的详细描述和附图中将更清楚，其中相同的参考符号始终代表相同的元件，其中：

图 1 是用来再结晶半导体薄膜的激光退火的半导体工艺系统的方框图和示意图；

图 2 是薄膜硅工件样品的上分解图；

25 图 3a 和 3b 是基于本发明原理的掩模样品的上视图；

图 4 是根据本发明原理使用图 3a 的掩模进行处理的图 2 中的薄膜硅工件一部分的示意图；

图 5 是根据本发明原理使用图 3b 的掩模进行处理的图示范性处理了的薄膜硅工件的示意图；和

30 图 6 是说明根据本发明的原理使用几何图形的坐标来触发入射在薄膜硅工

件上的辐射脉冲的示意图。

具体实施方式

本发明提供了通过激光退火使半导体薄膜再结晶的工艺和系统来。再结晶
5 半导体薄膜的工艺包括激光束一次照射到半导体薄膜工件的区域。系统将激光束引到半导体薄膜上的区域或点。入射的激光束具有足够的密度或流量来熔化激光束入射到的半导体薄膜区域或点上的目标部分。目标入射区域或部分熔化之后，激光束移动或步进到半导体薄膜上的另一个区域或点。当入射的激光束移开时熔化了了的半导体材料再结晶。激光束在半导体薄膜上的点上的停留时间
10 可能足够的小，使得整个半导体薄膜工件再结晶可以快速高生产率的完成。

为使得在此描述的发明能被完全理解，在上下文中的硅薄膜的激光退火在后面的说明中提出。退火后的硅薄膜可被有意的用于示范性 TFT 器件应用中。然而将明白本发明相同地可用于其它类型的材料和或其它类型的器件应用。

在此，参考图 1-6 来描述本发明的实施例。在此薄膜硅工件（参见例如，工
15 件 170，图 2 和 4-6）用做说明性的工件。例如，工件 170 可以是使用在平板显示器中沉积在玻璃或塑料衬底上的非晶或随机晶粒的多晶硅薄膜。例如，硅薄膜的厚度可以是大约 100 埃到大于 5000 埃的范围内。而且，在图 1 中所示的激光退火设备 1000 的上下文中描述了本发明，其通过在此结合作为参考的专利
‘531 中公开。使用该设备仅仅用于说明的目的来描述本发明的工艺，基于对本
20 发明原理的理解可用于其它任何可利用的照射设备或系统。

设备 1000 包括能产生能量辐射束的辐射源 110、用来定形和引导辐射束到工件表面的合适的光学组件 120-163 和在处理过程中支撑工件 170 电动平台移动
25 部件 180。辐射源 110 可以是任何适当的辐射源，其可产生具有足够密度的辐射能量的连续或脉冲束来熔化工件 170 的半导体薄膜的入射区域或部分。例如，辐射源 110 可适用于固态或其它类型的激光、电子束或离子束源。对于许多的半导体再结晶应用，由辐射源 110 产生的辐射光束可具有约 10mJ/cm² 到 1J/cm² 范围的密度（例如，500mJ/cm²）。适当的光学和/或电子器件可被用来调制或脉
30 动通过辐射源 110 产生的辐射光束。例如，在约 10 到 200 纳秒范围中的脉冲周期 (FWHM)，在约 10Hz 到 200Hz 的范围中的脉冲重复率，适于硅薄膜工件 170 的激光退火。例如，用于硅薄膜工件 170 激光退火的合适辐射源 110 可是商用

XeCl 受激准分子激光器(例如,3201 West Commercial Blvd.Ft.Lauderdale,FL33309 USA 的美国 Lambda Physik 公司出售的 LPX-315I 型受激准分子激光器)。

合适的光学器件 120-163 可用于调制、校准或聚焦通过激光器 110 产生的照射到工件 170 上的辐射束。具体地, 能量密度调制器 120 可用于激光束脉冲计数和/或调制它们的流量。例如, 调制器 120 可以是商用可控制的光束能量密度调制器(例如, 美国 Lambda Physik 公司出售的 MicroLas® 双板可变衰减器 <two-plate variable-attenuator>)。用来定形激光束的其它光学组件(例如,控制镜 140、143、147、160 和 162、扩展和校准透镜 141 和 142、均化器 144 聚光透镜 145、场镜 148、目镜 161、可控制快门 152、多元件物镜 163), 例如, 也可以是其他任何合适的由美国 Lambda Physik 公司或其它公司出售的商用光学组件。

合适的光学组件 120-163 用于成形和引导辐射光束的可包括掩模系统 150。掩模系统 150 可为投影掩模系统, 用来图形化入射的放射线(149)使得最大限度的入射到工件 170 上的辐射光束(164)为几何成形或构图。

加工过程中工件 170 上的平台装置 180 可以是能够在在一个或多个方向上移动的任何合适的电动平台移动装置。能够高的传送速度的传送平台有利于在此描述的高生产量的一次工艺。平台装置 180 可被支撑在合适的支撑结构上以从震动中与薄膜硅工件 170 隔离。例如, 支持结构可以是包括传统光具座例如安装在震动隔离和自动调平系统 191、192、193 和 194 上的花岗石块光具座 190。

计算机 100 可连接到激光器 110、调制器 120、平台装置 180 和其它可控制组件的设备 1000 上。计算机 100 可用于控制入射激光束脉冲和平台装置 180 相对移动的定时和流量。编程计算机 100 在 X、Y 和 Z 方向上控制移动平台装置传送平台 180。例如, 响应于计算机 100 的指令, 工件 170 可在 X-Y 平面内和在 Z 方向上移动超过预定距离。在操作中, 根据用于工件 170 预先编程的一次再结晶的工艺方法, 在一次激光退火的合适时间工件 170 相对于入射激光束 164 的位置可被连续调整或间断性的重置。工件 170 的移动与激光器 110 产生的辐射光束脉冲的时机选择同步或同等。

在设备 1000 中, 平台装置 180 的运动使工件 170 和辐射光束(164)彼此平移。在此描述的工艺中, 当平台 180 被移动时, 辐射光束(164)固定在一个位置和方向中。光学组件的可选择的配置或安排可用于沿着定义的路径相对彼此移动辐射光束 164 和工件 170。例如, 当平台 180 固定在一个位置时, 计算机

控制光束控制镜可用于偏转辐射光束 164。通过如此的光束偏转，能够完全或部分省去机械投影掩模（例如，掩模系统 150）的使用和代替电子或光学光束引导机械以快步扫描或步进工件 170 的选择部分。

例如，使用设备 1000，可利用如下工艺实现熔化的半导体材料顺序的侧向
5 固化，工艺包括如专利 ‘531 中描述的受激准分子激光脉冲之间增加的运动或平台 180 的位置移动。平台 180 的移动小，使得由连续脉冲熔化的部分硅薄膜相互最接近。两个熔化部分的近似性允许第一部分再结晶和扩散其晶体结构到通过下一脉冲熔化的相邻部分中。

在此描述的一次再结晶工艺中，通过移动平台装置 180，设备 1000 可用于
10 激光束扫描或步进穿过半导体薄膜的表面。激光束在激光光束脉冲入射的区域或点上具有足够的密度或流量来熔化目标区域。为了加工整个工件 170，平台装置 180 可移动预定的距离，来引起激光束沿着穿过半导体薄膜 175/工件 170 的路径移动。图 2 也示意性的显示了路径 230、255 等，该路径在它移动穿过工件 170 表面时通过入射辐射光束 164 跟踪。

15 路径数和它们的几何方向可通过激光束的截面面积和被加工的工件 170 的应用电路或设备要求的目标区域来确定。因此，半导体薄膜 175/工件 170 的表面可被分配在产生计算机 100 的处理方法或另外的设备 1000 的控制操作的几何阵列区域中。图 2 显示了工件 170 上的半导体薄膜 175 表面示例性的几何分配。在示于图 2 的示例性的几何分配中，表面分为每个具有宽度 W 的许多行（例如，
20 205，206，207，等）。可考虑入射辐射光束 164 的截面宽度来选择行的宽度 W。每一行包含一个或多个区域。如说明性的数字示例，工件 170 在 X 和 Y 方向可分别为大约 30cms 和 40cms。例如，每一行 205、206、207 等可具有在 Y 方向上大约 1/2 厘米的宽度 W。例如，该值 W 可对应大约相同大小的激光束宽度。因而，工件 170 的表面在 X 方向可以分为每个具有长度大约 30 cms 的八十(80)
25 个行。每一行包括结合长度等于 30cms（未示出）的一个或多个区域。

每一行的坐标可存储在计算机 100 中通过工艺方法来使用。例如，计算机 100 可使用存储坐标，以在处理过程中来计算平台 180 的方向、时序和移动距离。例如，坐标也可用来记录激光器 110 开启的时间，使得在平台 180 移动时照射
30 半导体薄膜 175 分配的区域。

当硅薄膜 175 被照射时，工件 170 可在线性方向上传送，使得半导体薄膜

175 的线性条暴露给熔化密度或流量的辐射光束。可配制通过辐射光束追踪的传送路径,使得薄膜硅 175 整个表面的预期部分通过暴露给激光光束而依次处理。例如,可配制传送路径使得激光束依次横穿行 205、206、207,等。在图 2 中,一开始将辐射光束定向在接近行 205 左端附近的 210' 反面的点 220 上。例如,5 路径 230 表示,当平台 180 在 X 负方向上移动时通过行 205 的辐射光束的中心追踪的传送路径。

平台 180 的运动可进行一系列的步骤,间断的停-和-进的方式或连续的无停顿的直到辐射光束的中心引入到行 205 右端附近的点 240 上。路径段 225 和 235 分别表示延伸出工件 170 的边缘 210' 和 210'' 到点 220 和 240 的路径 230 的延长。10 这些段可能需要使平台装置 180 适应在路径 230 末端加速或减速和/或在平台 180 在另一方向移动重新初始化平台 180 的位置。例如,平台 180 可从点 240 在 Y 的负方向上移动,使得辐射光束的中心追踪路径 245 到在行 206 右端的点 247 准备处理行 206 中的硅材料。从点 247 相似于沿着行 205 中路径 230 的方式(但在反方向),平台 180 在 X 方向上移动使得辐射光束中心沿着在行 206 中照15 射薄膜硅材料的路径 255 移动。继续移动直到辐射光束的中心入射到邻近行 206 左端的点 265 上。路径延伸 260 和 250 分别表示延伸过边 210' 和 210'' 到点 247 和 265 的路径 255 的段。进一步在 Y 方向上平台 180 的线性移动沿着路径 270 到下一行 207 的点 272 移动入射辐射光束的中心。然后,可通过在 X 负方向上沿着路径 275 且进一步朝向工件 170 的相对侧 210'' 移台 180 来处理在行 207 中20 的薄膜硅材料。以对行 205、206 和 207 描述的方式使平台 180 在 X 和 Y 方向上连续运动,可处理或照射薄膜硅 175 表面上的所有行。应当明白,上述的具体的方向或路径顺序仅仅作为说明的目的,也可适当地使用其它方向或顺序。

在设备 1000 的操作中,硅薄膜 175 可以通过利用掩模系统 150 定义几何外形的光束脉冲 164 来照射。掩模系统 150 可包括合适的用于此目的的投影掩模。25 掩模系统 150 可使单一入射辐射光束(例如光束 149)入射到其上来掩饰到几何图形中的多个波束中。波束照射到薄膜硅工件上的区域中的目标区域的相应几何图形上。可选择每个波束有足够充分的密度来引起贯穿它们的(膜)厚度照射的薄膜硅部分完全熔化。

投影掩模可由合适的材料形成,其阻挡照射通道穿过光束 149 不希望的截面区域但允许通道通过期望的区域。示例性的投影掩模可具有由矩形条或其它30

合适的阻挡/非阻挡几何图形，其可随机或按几何图形排列。例如，条可以如图 3a 所示的平行图形、或如图 3b 所示的平行和直角混合的图形、或任何其它合适的图形放置。

参考图 3a，示例性掩模 300A 包括具有多个开口或透明狭缝 301、302、303 等的光束阻挡部分 310。光束阻挡部分 310 避免入射光束 149 入射部分的通道穿过掩模 300A。相反，开口或透明狭缝 301、302、303 等，允许入射光束 149 入射部分的通道穿过掩模 300。因此，离开掩模 300A 的辐射束 164 具有和多个开口或透明狭缝 301、302、303 等的平行图形相对应的几何图形的截面。从而，当定位在掩模系统 150 中时，可使用掩模 300A 来图形化入射到半导体薄膜 175 上的辐射束 164 作为平行的矩形波束的收集。波束照射半导体薄膜 175 表面上的区域中的矩形目标区域的对应图形。在提高通过波束熔化的薄膜硅区域的再结晶或横向固化的角度选择波束的面积。例如，可选择波束的边长使得邻近区域中的相应的目标区域相邻接。波束的大小和波束中间分开的距离可通过大小合适的选择和透明狭缝 301、302、303 等的间隔来选择。例如，具有微米或较大线尺寸的开口或透明狭缝 301、302、303 等，产生具有在多种条件下适合硅薄膜再结晶工艺的面积的激光照射波束。

图 3b 示出另一具有与掩模 300A 不同的图形的示例性掩模 300B。例如，在掩模 300B 中，许多开口或透明狭缝 351、352、361、362 等可沿着正方形的两边成对排列。该掩模 300B 也可用在掩模系统 150 中来图形化入射在半导体薄膜 175 上的辐射束 164。例如，辐射束 164 可图形化作为按正方形图形排列的波束的收集。在可提高通过波束熔化的薄膜硅表面区域再结晶或横向固化的角度上选择波束的面积。具有约 0.5 微米线性尺寸开口或透明狭缝 351、352、361、362 等可产生具有合适面积的用于薄膜硅区域再结晶的激光照射波束。

应当明白，在图 3a 和 3b 中所示的具体掩模图形是示例性的。可使用任何其它合适的掩模图形，例如包括专利 '625 中描述的人字形图形。考虑到 TFT 期望的布置或打算再结晶化薄膜硅材料半导体产品中其它电路或器件元件的来选择特定的掩模图形。

例如图 4 表示，用图 3a 中的掩模 300A（掩模 300A 可在示于图 3a 中水平方向旋转约 90 度）处理了的工件 170 的部分。显示的该部分对应一行，例如，工件 170 的行 205（图 2）。处理了的工件 170 的行 205 包括再结晶的多晶硅线

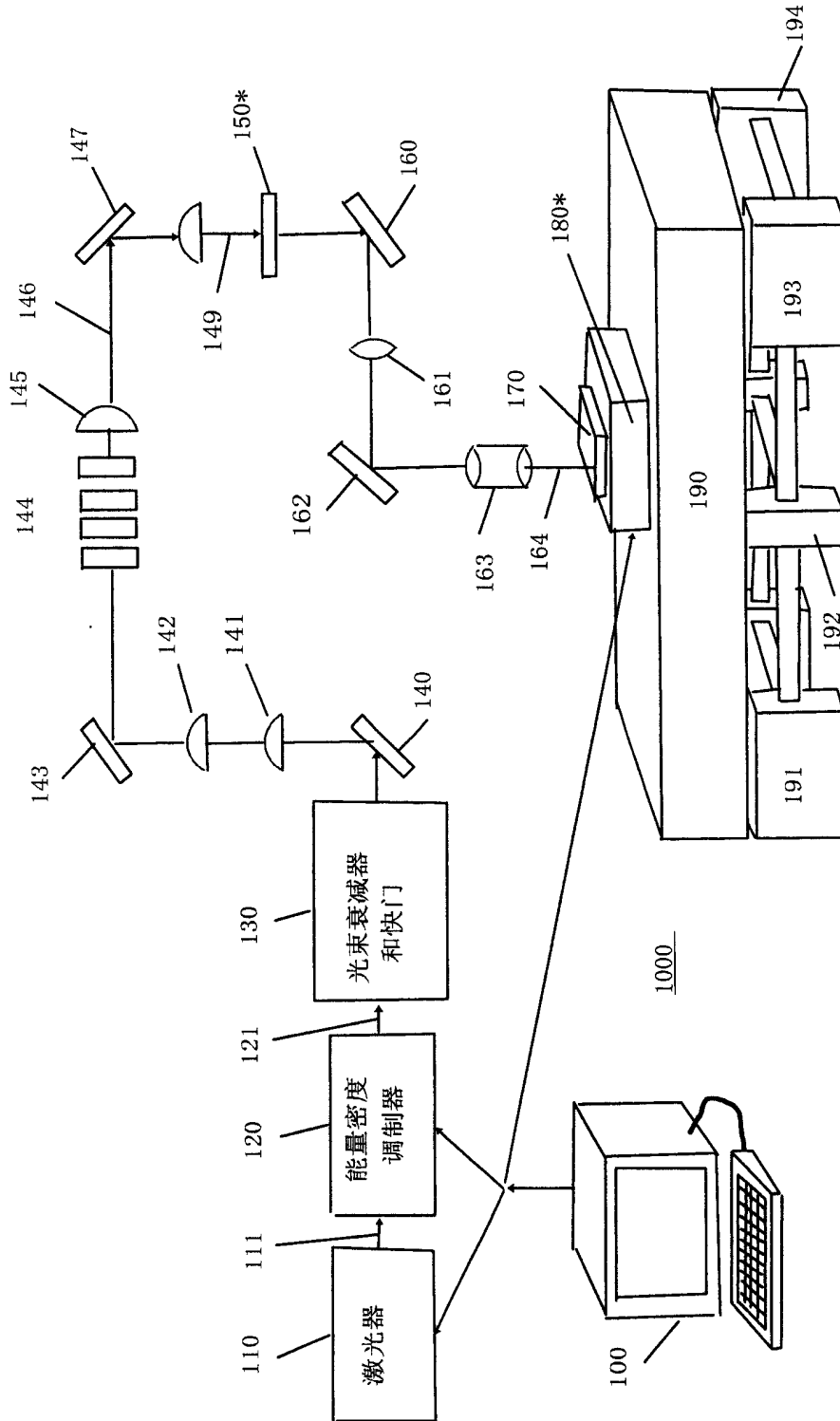
性区域或条 401、402 等。每一个线性条是通过照射由对应的狭缝 301、302 等形成的辐射束的结果。在穿过行 205 的线性条中再结晶的硅的连续延伸，例如是在激光束曝光下（图 2）沿着路径 230 的平台 180 的连续运动的结果。条 401、402 可具有对应于具有在中心碰撞液体/固体生长面的一次曝光产生位置控制晶粒边界的微结构。可选地，在方向性的固化过程中，连续区域是平台 180 沿着路径 230 接近的距离步进运动的结果，其充分的交叠允许连续再结晶的硅条形成。在该可选择工艺中，再结晶材料的微结构可具有平行于扫描方向的长晶粒。再结晶的多晶硅（例如，条 401、402 等）可具有一般均匀的结构，其适合于布置一个或多个 TFT 器件的活性区域。相似地，图 5 示出了使用图 3b 中掩模 300B 的示例性结果。示例性处理的工件 170 包括再结晶多晶硅条 501、502 等。再结晶多晶硅条 501、502 等象条 401、402 那样具有均匀的晶体结构，适合于 TFT 器件的活性区域的布置。一般彼此成直角显示的条 501 和 502 可对应于利用直角掩模狭缝（例如，图 3b 狭缝 351，361）形成的照射波束。条 501 和 502（对比于条 401 和 402 的延伸长度）明显的几何定向和物理间隔，例如可以在工件 170 处理过程中暴露给激光照射的物理间隔的结果。在处理过程中，可通过平台 180 的步进运动（例如，沿着图 2 路径 230）获得间隔的照射曝光。另外或可选择地，平台 180 和激光光束 160 彼此以固定速度移动或扫描时，平台 180 沿路径 230 在适当的时间和位置通过触发激光器 110 产生照射脉冲获得间隔曝光。

计算机 100 可用于当平台 180 运动时在合适的时间和位置时控制触发激光器 110。计算机 100 可根据预先编程的工艺方法完成，例如，包括工件加工中几何设计信息。图 6 显示了用于计算机 100 来触发激光器 110 的示例性的设计图形 600。图形 600 可以是覆盖薄膜硅 175/工件 170 的几何栅格。例如，栅格可以是具有坐标 (x_1, x_2, \dots) 和 (y_1, y_2, \dots) 的长方形 x-y 栅格。通过设计栅格的间隔可以是规则的或不规则的。在工艺方法中，图形 600 可按照物理基准的标记（例如，在薄膜硅工件上）布置或可以是数学的结构。当平台 180 在栅格坐标 (x_i, y_i) 处时，计算机 100 可触发激光器 110。例如，计算机 100 动作响应配置来感应平台 180 的位置的传统的位置传感器或指示器。可选地，计算机 100 可以计算的说明触发激光器 110，该计算的次数自例如平台初始位置和从初始平台位置平台移动的速度和方向的参数计算。计算机 100 也可有利地用于指示激

光器 110 来发出变化率的辐射脉冲，胜于通常的匀速。例如，脉冲产生变化率可有利地适应平台 180 速度的改变，如在路径 230 末端等的加速或减速。

应当明白，前述仅是示例性的本发明的原理，并且在不脱离本发明的范围与精神的前提下本领域技术人员可做多种修饰，其仅仅通过下面的权利要求限定。

5



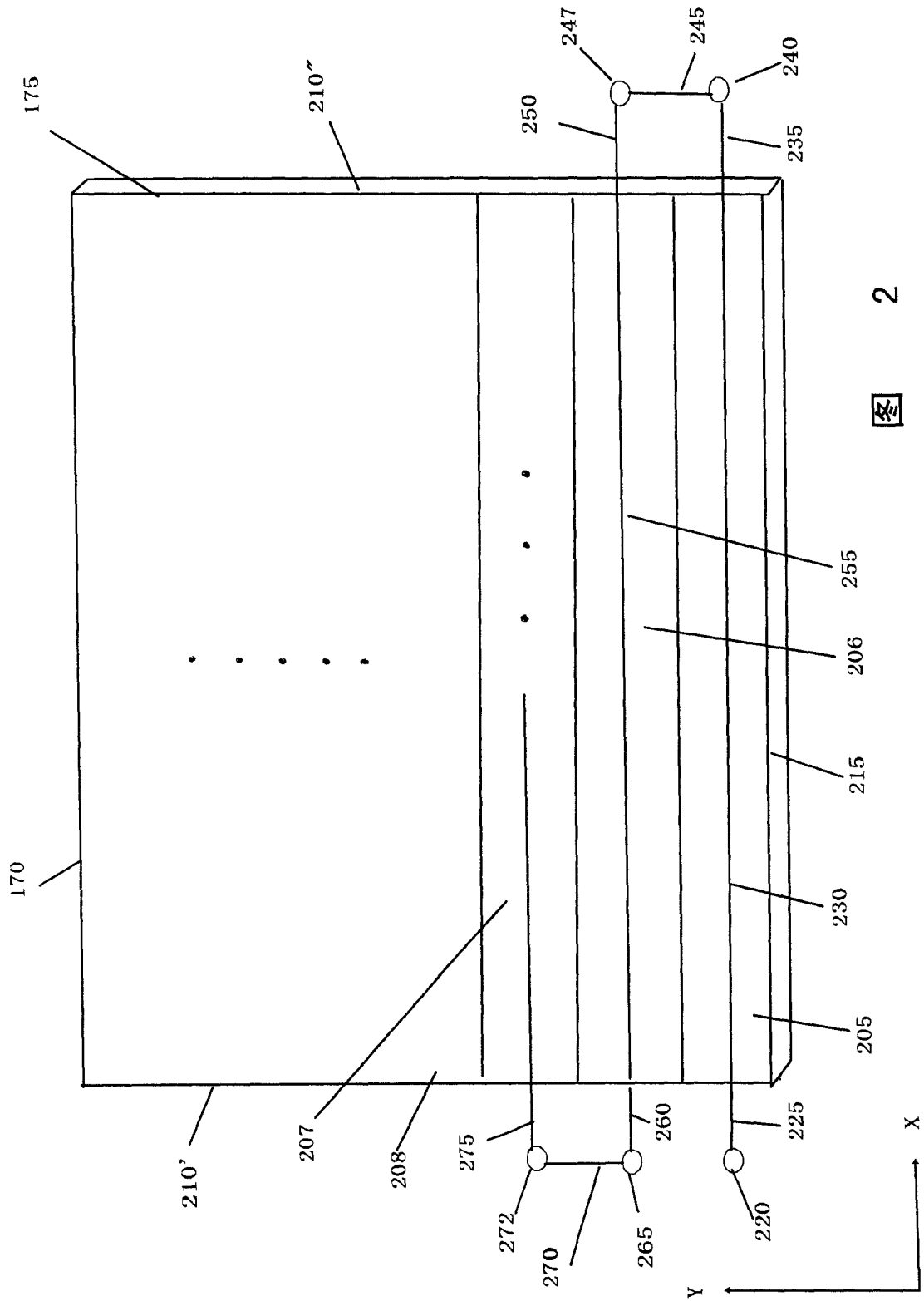


图 2

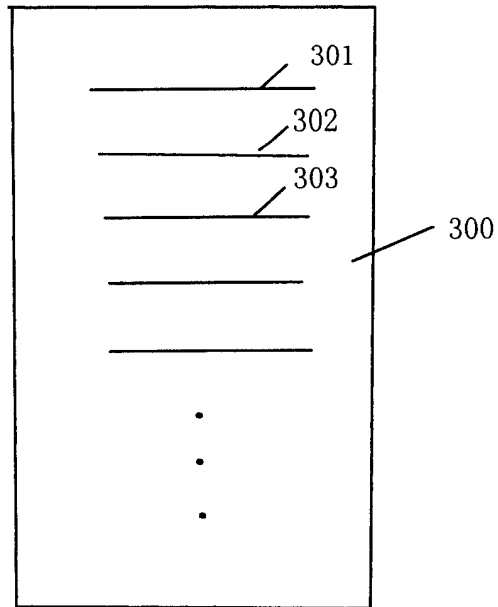


图 3a

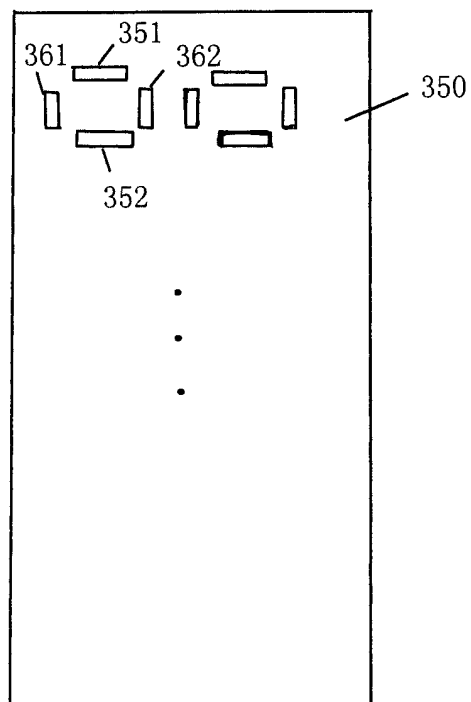


图 3b

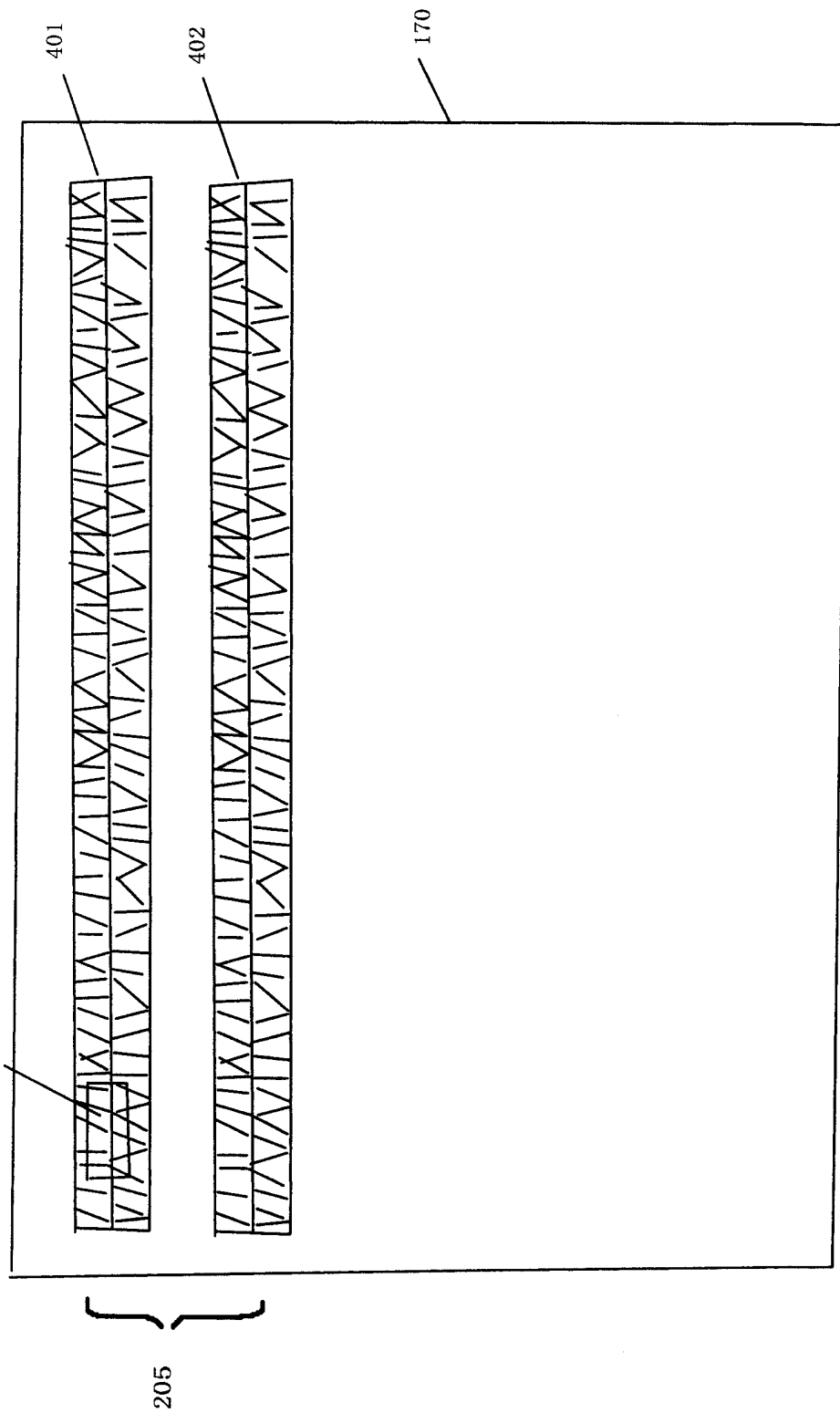


图 4

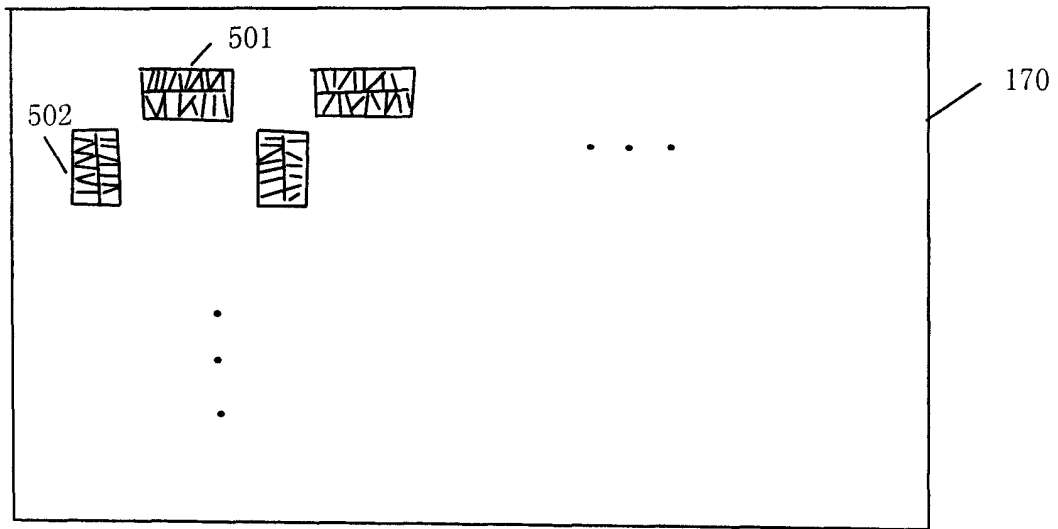


图 5

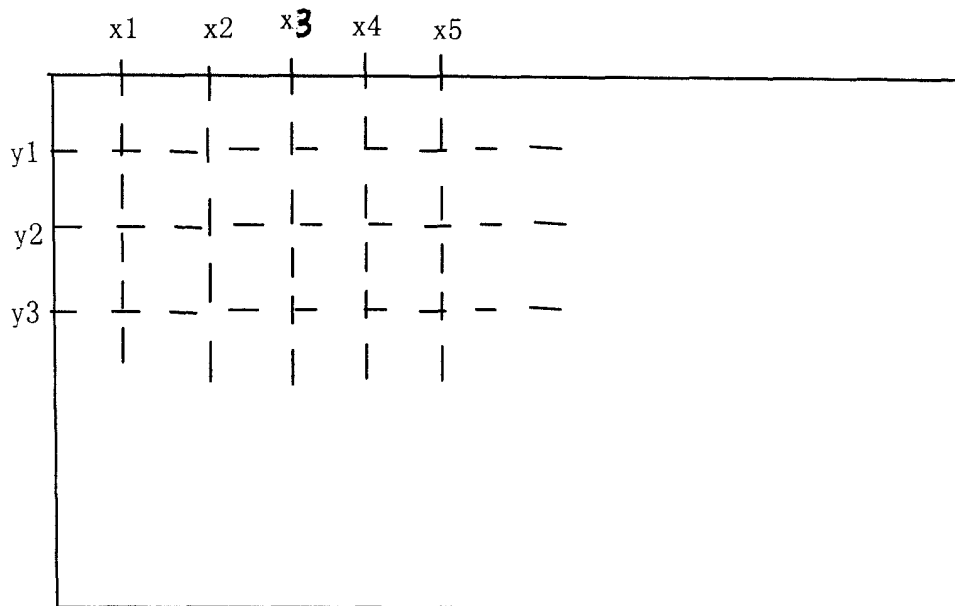


图 6