

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410098348.5

[51] Int. Cl.

H01L 21/20 (2006.01)

G02F 1/1368 (2006.01)

G09F 9/00 (2006.01)

B23K 26/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100337309C

[22] 申请日 2004.12.3

[21] 申请号 200410098348.5

[30] 优先权

[32] 2003.12.4 [33] JP [31] 2003-406167

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪

共同专利权人 株式会社日本激光

[72] 发明人 佐佐木伸夫 宇塚达也

[56] 参考文献

US6479837B1 2002.11.12

CN1404101A 2003.3.19

JP2003-86505A 2003.3.20

审查员 刘天飞

[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

代理人 王永刚

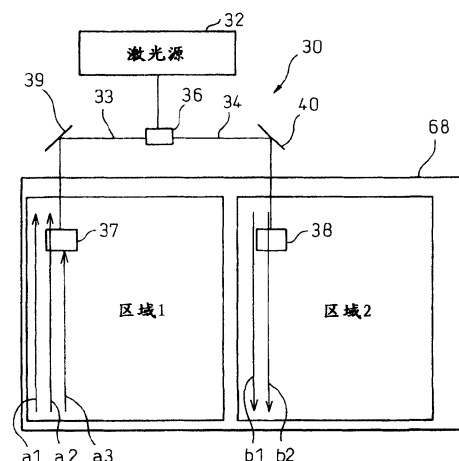
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 11 页

[54] 发明名称

激光结晶设备和激光结晶方法

[57] 摘要

本发明涉及一种即便在使用 CW 激光时也能实现高生产量的激光结晶设备和激光结晶方法。所述激光结晶设备包含支承上面形成有半导体层的衬底的可移动试样台、以时分方式使激光束导向多个光路的器件，以及向试样台支承的衬底上的半导体层聚光并应用通过光路的激光束的光学器件。使用激光束在一个方向上扫描半导体层的第一个区域，并且使用激光束在相反方向上扫描半导体层的第二个区域。



1、一种激光结晶设备，其包含：

支承上面形成有非晶半导体层的衬底并同时与所述半导体层进行光栅扫描的可移动试样台；

以时分方式将激光束导向多个光路的器件；以及

聚光通过所述各个光路的激光束并向所述试样台支承的所述衬底上的所述半导体层照射以晶化所述半导体的光学器件，

所述导向多个光路的器件是在所述光栅扫描时的去路和归路上对所述激光束进行时分的器件，以使激光束分别照射到所述半导体层中的不同区域。

2、根据权利要求 1 的激光结晶设备，其进一步包含控制装置，控制所述以时分方式将激光束导向光路的器件，以及同步附加所述衬底的所述试样台。

3、根据权利要求 2 的激光结晶设备，其中所述控制装置控制所述以时分方式将激光束导向光路的器件以及所述试样台，使得所述试样台在一个方向上移动时在所述半导体层上形成的束迹与所述试样台在所述一个方向移动时在所述半导体层中形成的另一个束迹彼此重叠。

4、根据权利要求 1 的激光结晶设备，其中所述以时分方式将激光束导向光路的器件包括可移动的平面镜。

5、根据权利要求 4 的激光结晶设备，其中所述可移动的平面镜包括检流计平面镜。

6、根据权利要求 1 的激光结晶设备，其中所述光学器件包括固定平面镜和至少一个聚光透镜。

7、根据权利要求 6 的激光结晶设备，其中安排所述光学器件的固定平面镜，使由一个所述固定平面镜反射的激光束与由另一个所述固定平面镜反射的激光束平行。

8、根据权利要求 1 的激光结晶设备，其进一步包含向所述以时

分方式将激光束导向光路的器件发射激光束的激光源。

9、根据权利要求 8 的激光结晶设备，其中所述激光源包括 CW 激光振荡器。

10、根据权利要求 9 的激光结晶设备，其中所述激光源直接将激光束发送到所述器件。

11、根据权利要求 9 的激光结晶设备，其进一步在所述激光源和所述器件之间包括分束器。

12、根据权利要求 1 的激光结晶设备，其中所述衬底是从其可以获得液晶显示器用的多个玻璃衬底的衬底。

13、一种激光结晶方法，其包括下列步骤：

以时分方式将 CW 激光束导向至少两个光学系统；

使通过时分被导向的所述光学系统的所述激光束沿着第一方向扫描，晶化所述衬底上形成的所述半导体层的第一个区域；接着

使通过时分被导向的另一个光学系统的所述激光束沿着与所述第一方向相反的第二方向扫描，晶化与所述衬底上形成的半导体层的第一个区域隔开的第二个区域。

14、根据权利要求 13 的激光结晶方法，其中所述衬底是从其可以获得多个液晶显示器用玻璃衬底的衬底，并且每个具有半导体的玻璃衬底具有显示区域和围绕着所述显示区域的外围区域，所述第一个区域对应于所述玻璃衬底之一的显示区域，所述第二个区域对应于另一个所述玻璃衬底的显示区域。

15、根据权利要求 14 的激光结晶方法，其进一步包含晶化一部分对应于所述外围区域的所述半导体层的步骤。

激光结晶设备和激光结晶方法

技术领域

本发明涉及一种激光结晶设备和激光结晶方法。

背景技术

液晶显示器包括带有 TFTs 的有源矩阵(active matrix)驱动电路。此外，系统液晶显示器在围绕显示区的外围区中包括带有 TFTs 的电路。低温多晶硅适于形成液晶显示器中的 TFTs 和系统液晶显示器外围区的 TFTs。此外，期望低温多晶硅能用于有机 EL 显示器中的像素驱动 TFTs，或者有机 EL 显示器外围区的电路。本发明涉及半导体结晶方法和使用 CW 激光器(连续波激光器)从低温多晶硅制造 TFTs 的设备。

通常，为了从低温多晶硅形成液晶显示器的 TFTs，在玻璃衬底上形成非晶硅薄膜，并且用受激准分子脉冲激光器照射玻璃衬底上的非晶硅薄膜，从而使非晶硅结晶。最近，已经发展了一种通过用 CW 固态激光器照射玻璃衬底上的非晶硅来使非晶硅结晶的技术(例如，参见日本未审查的专利申请 2003-86505 号和 the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE) Transactions, Vol. J85-C. 8, August 2002)。非晶硅被激光束熔化，然后固化，其中所固化的部分转变成多晶硅。

在通过受激准分子脉冲激光器结晶的硅中的迁移率值约为 150-300 (cm^2/Vs)，而在通过 CW 激光器结晶的硅中可以获得约 400-600 (cm^2/Vs)的迁移率，这有利于形成高性能的多晶硅。

在硅结晶体中，非晶硅薄膜被激光束扫描。在此情况下，在可移动的试样台上安装具有硅薄膜的衬底，以至于通过相对于固定的激光束移动硅薄膜来扫描硅薄膜。举例来说，在受激准分子脉冲激光器的

情况中，可以通过带有束斑为 27.5 厘米 × 0.4 毫米的激光束来实施扫描操作。另一方面，在带有较小束斑的 CW 固态激光器的情况中，使用例如柱面透镜的光学系统将激光束聚光成椭圆斑。举例来说，在此情况下，束斑的尺寸为数十到数百微米，并且在垂直于椭圆主轴的方向上实施扫描操作。因此，即便可以获得高质量的多晶硅，但通过 CW 固态激光器的结晶具有低的生产量。

因为 CW 激光器具有小的束斑，并因此在一次扫描中只有小面积的非晶硅被结晶，所以需要连续实施多次扫描来结晶所需面积的非晶硅。在此情况下，在可移动的试样台上安装玻璃衬底并且实施光栅扫描，以至于束斑轨迹一次扫描在向前的方向上而下一次扫描在彼此部分重叠的相反方向上。如果重叠的量小，在两次轨迹之间形成未结晶区，因此在加上位置公差下确定重叠量。但是，如果重叠量太大，两次束斑的总宽度降低，从而生产量降低。

在最近的研究中，已经发现束斑轨迹微弱弯曲。尽管通常可以说试样台线性移动，但是试样台的移动事实上与微小的弯曲相关，即便控制试样台使之线性移动，一次扫描中结晶的束斑轨迹也会弯曲，如后面所述。如果有弯曲，两次束斑轨迹之间的重叠量肯定增加，结果生产量降低。

此外，当结晶液晶显示器显示区周围的外围区中的半导体层时，必须在两个彼此正交的方向上实施扫描。因此，支承上面形成有半导体层的衬底的可移动试样台必须是可旋转的。传统旋转台包括 XY 台和旋转台，其中衬底粘附到旋转台上并且该旋转台可以旋转 90 度，此外，如果旋转，可以在两个彼此正交的方向上实施扫描。但是，提供传统的旋转台还用于在最终定位衬底中进行角度校正，并且在此情况下，必须在几度的旋转范围内以 0.1-0.2 秒的高精确度和准确度来操作。为了实现这种精确度，传统的旋转试样台并没有设计成旋转 90 度。因此，试样台整体必须重新设计，以至于旋转试样台可以被旋转 90 度。此外，即使在生产旋转试样台时使之能旋转 90 度，也必须设计来精确地操作衬底的最终定位，因此，旋转试样台的成本将是高的。结果，

当在两个彼此正交的方向上实施扫描时，操作者必须手动取下衬底，使之转动 90 度，并且重新设定旋转试样台，因此操作变得麻烦并且生产量降低。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种即便在使用 CW 激光时也能实现高生产量的激光结晶设备和激光结晶方法。

根据本发明的激光结晶设备包含支承上面形成有半导体层的衬底的可移动试样台、以时分方式使激光束导向多个光路的器件，以及向试样台支承的衬底上的半导体层聚光并应用通过光路的激光束的光学器件。

此外，根据本发明的激光结晶方法包含以时分方式将 CW 激光束导向至少两个光学系统；使用一个激光束导向的光学系统晶化衬底上形成的半导体层的第一个区域，以及使用另一个激光束导向的光学系统晶化与第一个区域隔开的衬底上形成的半导体层的第二个区域。

在上述的激光结晶设备和激光结晶方法中，以时分方式将 CW 激光束导向至少两个光学系统，并且使用各个光学系统连续晶化半导体层的不同区域。因此，一个方向上扫描形成的束迹(*beam traces*)与相反方向上扫描形成的另一个束迹彼此不会重叠，并且可能安排成仅在一个特定方向上的扫描形成的束迹才彼此重叠。结果，可以在较低估计源于试样台的束迹弯曲的影响下确定重叠的量。因此，即便在使用 CW 激光器时，也能实现高的生产量。

另外，根据本发明的激光结晶设备包含支承上面形成有半导体层的衬底的可移动试样台、向试样台支承的衬底上的半导体层施用激光束的光学器件，与试样台分开提供并且可以旋转衬底的旋转装置，以及能够至少在试样台和旋转装置之间传送衬底的传送装置。

在 XY 试样台上与旋转试样台分开提供旋转装置的所述结构中，当在两个彼此正交的方向上实施扫描时，首先，在一个方向上实施扫描，同时支承上面形成有半导体层的衬底，然后将所述衬底从试样台

传送到旋转装置上,旋转所述衬底 90 度,然后从旋转装置上将所述衬底传送到试样台上,并将衬底放置在试样台上,在另一个方向实施另一次扫描。因而,可以在两个彼此正交的方向上连续实施扫描。因此,当按原样使用带有有限旋转范围但具有高精度度的传统试样台时,仅通过重新提供可以旋转 90 度的旋转试样台就可以实施扫描而不会降低生产量。在此情况下,只需要旋转装置可以旋转 90 度或 90 度加几度,但是它不一定需要提供高精度度和 0.1-1 度的准确度(通过在 XY 试样台上的旋转台来确保精确度)。

如上所述,根据本发明,因为可以使用向前和向后扫描来结晶,所以可以显著改善生产量,并且即便在有弯曲时,仅通过在每个结晶区域中向前或向后扫描就可以实现结晶,因此可以增加扫描行距。此外,本发明通过 CW 激光结晶改善了低温多晶硅 TFTs 的产量,结果有助于开发包含源于低温多晶硅技术的高性能 TFTs 的器件,例如薄片电脑、智能 FPDs 和低成本 CMOS。

附图说明

图 1 是表示根据本发明生产的液晶显示器的示意剖视图。

图 2 是表示图 1 的 TFT 衬底的示意平面图。

图 3 是表示制造图 2 TFT 衬底的母体玻璃的示意平面图。

图 4 是表示根据本发明实施方案的激光结晶设备的示意平面图。

图 5 是表示图 4 激光结晶设备的透视图。

图 6 是表示图 4 和 5 的光学器件结构的侧视图。

图 7 是表示图 4 和 5 中以时分方式将激光束导向多个光路的器件实例的平面图。

图 8 是表示试样台支承的衬底的透视图。

图 9 是表示重叠束迹实例的图。

图 10 是弯曲束迹实例的图。

图 11 是表示在实施根据本发明的扫描时重叠束迹实例的图。

图 12 是表示在实施往复扫描时重叠束迹实例的图。

图 13 是表示根据本发明另一个实施方案的激光结晶设备的侧视图。

图 14 是表示试样台实例的透视图。

图 15 是表示图 13 的传送装置实例的透视图。

图 16 是表示激光结晶设备变体的示意平面图。

具体实施方式

现在参照附图说明本发明的优选实施方案。

图 1 是表示根据本发明一个实施方案的液晶显示器的示意剖视图。该液晶显示器 10 包含一对相对的玻璃衬底 12 和 14, 和插在其间的液晶 16。所述玻璃衬底 12 和 13 可以提供有电极和取向薄膜。一个玻璃衬底 12 是 TFT 衬底, 并且另一个玻璃衬底 14 是彩色滤光片衬底。

图 2 是表示图 1 的玻璃衬底 12 的示意平面图。该玻璃衬底具有显示区 18 和绕着显示区 18 的外围区 20。显示区 18 包括大量的像素 22。在图 2 中, 像素 22 之一被部分放大表示。像素 22 包括三原色 RGB 的次像素区, 并且在三原色的每个次像素区中形成 TFTs 24。外围区域 20 具有 TFTs(未显示), 其中外围区域 20 中的 TFTs 被安排得比显示区 18 中的 TFTs 24 更密。

图 2 的玻璃衬底 12 构成了具有 2048×1536 像素 22 的 15 英寸 QXGA 液晶显示器。在排列三原色的次像素区 RGB 的方向(水平方向)上, 排列了 2048 个像素, 因此次像素区 RGB 的数量为 2048×3 。在垂直于排列三原色次像素区 RGB 方向(水平方向)的方向(垂直方向)上, 排列了 1056 个像素。在半导体结晶过程中, 外围区域 20 中在平行于其侧面的方向中实施激光扫描, 但是在显示区 18 中, 在方向 A 或 B 中实施激光扫描。

图 3 是表示制造图 2 玻璃衬底 12 的母体玻璃 26 的示意平面图。配置母体玻璃 26, 使得从其获得多个玻璃衬底 12。尽管在图 3 所示的实例中从一个母体玻璃 26 中可以获得 4 个玻璃衬底 12, 但是可以获得 4 个以上的玻璃衬底 12。

图 4 是表示根据本发明实施方案的激光结晶设备的示意平面图。图 5 是表示图 4 激光结晶设备的透视图。激光结晶设备 30 包含支承上面形成有半导体层(非晶硅薄膜)68 的衬底 66 的可移动试样台 62(图 8)、激光源 32、将激光源 32 发射的激光束以时分方式导向多个光路 33 和 34 的器件 36, 以及使通过光路 33 和 34 的激光束聚光并应用到试样台 62 支承的衬底 66 上的半导体层 68 上的光学器件 37 和 38。输入器件 36 的激光束不仅直接来自激光源 32, 而且举例来说可以是被半平面镜同时分割的次激光束之一, 如图 16 所示。此外, 相反地, 来自器件 36 的出射光被同时分成次束。

激光源 32 包含 CW 激光(连续波激光器)振荡器。半导体层 68 包括区 1 和区 2。半导体层 68 不一定被具体分成区 1 和区 2, 但是此处如此分仅是为了便于说明。在所示的实施方案中, 在相反方向上取向在器件 36 中分开的光路 33 和 34, 并且平面镜 39 和 40 分别反射光路 33 和 34, 以至于它们彼此平行。可以改变器件 36 和平面镜 39(40)的中央之间的距离 H, 以至于可以调节平面镜 39 和 40 之间, 或者换句话说光学器件 37 和 38 之间的距离。优选平面镜 39 和光学器件 37 一起由第一个支承装置支承, 并且平面镜 40 和光学器件 38 一起由第二个支承装置支承, 以至于第一个支承装置和第二个支承装置之间的相对位置可以通过单轴试样台改变。

图 6 是表示图 4 和 5 的光学器件 37 的结构侧视图。尽管图 6 表示了图 5 的光学器件 37 的结构, 但是应当理解光学器件 38 也可以相似配置。光学器件 37 包含从水平方向将激光束的光路反射成垂直方向的平面镜 42、基本上作为半圆柱形成的柱面透镜 44、与柱面透镜 44 正交设置并且基本上作为半圆柱形成的柱面透镜 46, 以及凸透镜 48。所述平面镜优选由全反射介电多层膜形成。所述光学器件 37(38)使激光束的束斑 BS 在半导体层 68 呈椭圆形。此外, 优选在平面镜 42 的上游面放置凹透镜 50。但是, 光学器件 37(38)不一定包括所有这些元件。

图 7 是表示图 4 和 5 中以时分方式将激光束导向多个光路 33 和

34 的器件 36 实例的平面图。所述器件 36 包括检流计平面镜 52。检流计平面镜 52 是由马达 54 驱动的平面镜，并且借助驱动装置(驱动电路)56，马达 54 连接到控制装置 58 上。试样台驱动装置(驱动电路)60 也被连接到控制装置 58 上。控制装置 58 控制检流计平面镜 52 和试样台 62，并彼此同步操作它们。检流计平面镜 52 可以用多角镜代替。

检流计平面镜 52 反射的激光束根据检流计平面镜 52 的位置被导向平面镜 39 或 40。驱动检流计平面镜 52，以至于激光束被两者选一地导向光路 33 或 34。在图 7 中，定位检流计平面镜 52，使激光束被反射向平面镜 40，其中从激光源 32 发射出的光被检流计平面镜 52 反射，进入光路 34，然后被平面镜 40 反射到图 6 光学器件 37 中的平面镜 42。在下一个时间点，将检流计平面镜 52 放置到使激光束导向平面镜 39 的位置上，其中从激光源 32 发射出的光被检流计平面镜 52 反射，进入光路 33，然后被平面镜 39 反射到光学器件 38 中的平面镜 42 上。在这种联系中，图 4 和 5 表示了直线取向到相反方向上的光路 33 和 34，但是图 7 表示了以一个角度取向到相反方向上的光路 33 和 34。重要的是分别由平面镜 39 和 40 反射的激光束彼此平行。

图 8 是表示试样台 62 支承的衬底 66 的透视图。试样台 62 包括 X 试样台 62X、Y 试样台 62Y 和旋转台(图 6 中未显示)。X 试样台 62X 被放置在导向装置(未显示)上，以至于 X 试样台 62X 可以在 X 方向上移动，并且在 X 方向上受例如进料螺杆(未显示)的驱动装置的驱动。Y 试样台 62Y 被放置在依次提供在 X 试样台 62X 上的导向装置(未显示)上，以至于 Y 试样台 62Y 在 Y 方向上受例如进料螺杆(未显示)的驱动装置的驱动。旋转台被可旋转地放置在 Y 试样台 62Y 上，并且受驱动装置(未显示)可旋转地驱动。

在 Y 试样台 62Y 的旋转台上安装吸台 64。吸台 64 形成具有多个真空吸孔和真空通道的真空吸盘。举例来说，衬底 66 是图 3 中所示的母体玻璃 26，并且通过薄膜生产工艺在衬底 66 上形成由非晶硅构成的半导体层 68。激光束 LB 通过图 6 所示的光学器件 37(38)聚光并被应用到所述半导体层 68 上。

在激光束 LB 照射固定位置而试样台 62 移动的状态下实施扫描, 所以半导体层 68 的带状部分受激光束 LB 的照射。激光束照射的非晶硅半导体层 68 部分熔化、固化并且结晶成多晶硅。在半导体层 68 中受激光束照射的带状部分内, 存在半导体层 68 被充分熔化, 但是其背面部分没有被充分熔化的有效熔化宽度。此处, 包括在有效熔化宽度内的半导体层 68 的部分被称作束迹。

图 9 是表示重叠束迹一个实例的图。两个束迹 70 以重叠量 “I” 彼此重叠。“J” 表示有效熔化宽度。因为 CW 激光具有小的束斑, 因此在一次扫描中, 只有小面积的半导体层 68 被晶化, 所以连续实施多次扫描, 使束迹彼此重叠, 从而晶化所需面积的半导体层 68。

在此情况下, 如图 4 所示, 实施光栅扫描。在光栅扫描中, Y 试样台 62Y 沿着 Y 轴在一个方向(向前的方向)上移动, X 试样台 62X 沿着 X 轴方向移动, 然后 Y 试样台 62Y 沿着 Y 轴在相反方向(向后的方向)上移动。当在一个方向(向前的方向)上的扫描中晶化了半导体层 68 的区域 1 时, 在相反方向(向后的方向)上扫描中晶化了半导体层 68 的区域 2。

图 4 中, 如半导体层 68 的区域 1 中箭头 a1 所示, 实施第一次扫描。如半导体层 68 的区域 2 中箭头 b1 所示, 实施第二次扫描。如半导体层 68 的区域 1 中箭头 a2 所示, 实施第三次扫描。如半导体层 68 的区域 2 中箭头 b2 所示, 实施第四次扫描。如上所述, 通过在相反方向上交替重复所述扫描, 可以晶化半导体层 68 中需要晶化的部分。

控制装置 58 控制检流计平面镜 52 和试样台 62, 彼此同步操作它们。在向前的扫描 a1、a2 和 a3 中, 器件 36 工作, 使激光束通过光路 33, 但在向后的扫描 b1 和 b2 中, 器件 36 工作, 使激光束通过光路 34。

关于向前扫描, 试样台 62(62Y)在一个方向 a1 上移动时半导体层 68 中形成的束迹和试样台 62(62Y)在相同的方向 a2 上在接着移动时于半导体层 68 中形成的束迹彼此重叠。关于向后扫描, 试样台 62(62Y)在相反方向 b1 上移动时半导体层 68 中形成的束迹和试样台 62(62Y)

在相同的方向 b2 上在接着移动时半导体层 68 中形成的束迹彼此重叠。因此，图 9 中所示的两个束迹 70 代表了区 1(区 2)中的束迹。

在这种方式下，本发明包括与向前和向后扫描同步交替地在不同的光学系统之间开关激光束的机制，其中这些光学系统包含用来照射彼此不同的区域，并且起着以重叠方式扫描聚光的束迹功能的光学聚焦系统。

另一方面，关于连续向前和向后扫描，当试样台 62(62Y)在一个方向 a1 上移动时半导体层 68 中形成的束迹和试样台 62(62Y)在相反方向 b1 上移动时半导体层 68 中形成的束迹彼此分开。

图 10 是弯曲束迹一个实例的图。“K”表示弯曲量。在最近的研究中，已经发现束迹 70 会微小地弯曲。也就是说，试样台 62(62Y)通常线性移动，但是即便控制试样台使之线性移动，事实上试样台 62(62Y)移动也会伴随着弯曲，因此束迹 70 在一次扫描弯曲中结晶，如图 10 所示。

图 11 是表示在实施根据本发明的扫描时重叠束迹的一个实例的图。举例来说，图 11 表示了当试样台 62(62Y)在图 4 中的一个方向 a1 上移动时的束迹 70，以及当试样台 62(62Y)在图 4 中的相同方向 a2 上接着移动时的另一个束迹 70，其中这两个束迹彼此重叠，重叠量为“I”。在于相同方向上扫描的情况下，同相弯曲，因此可能降低重叠量。

图 12 是表示在实施前后扫描时重叠束迹的一个实例的图。例如图 12 表示了当试样台 62(62Y)在一个方向 a1 上移动时的束迹 70，以及当试样台 62(62Y)在相反方向 b1 上移动时的另一个束迹 70，这些束迹彼此接近，以至于它们彼此重叠。在此情况下，因为可能彼此独立发生的这两个束迹 70 中的弯曲，如果重叠的量小，在两个束迹 70 之间可能形成非晶区 70X。因而，如果存在弯曲，两个束迹 70 之间的重叠量肯定增加，结果生产率降低。

在优选的实施方案中，非晶硅薄膜通过 CW 激光照射结晶。使用 Nd:YVO4 的 DPSS 及其谐波(多重波)可以获得波长为 532 纳米的 CW

激光束。举例来说,使用椭圆束斑在 2.5W 的激光功率和 2m/s 的激光扫描速度下扫描最度约 100 纳米的非晶硅薄膜。如图 10 所示,在一个激光束迹 70 中,有效熔化宽度“J”为 20 微米,并且弯曲量“K”为 5 微米。

在如图 12 所示的重复扫描中,需要约为 10 微米的重叠量“I”,这是弯曲量“K”和约 5 微米的位置公差之和。假定重叠量“I”在理想条件下可以降低至 0,并且没有弯曲也没有位置公差的情况,图 12 所示的重复扫描中的产量就理想情况而言降低至 $(20-10)/20 = 0.50$ 。

与此相比,在图 11 所示本发明施用的扫描中可能有效地使用前后扫描来结晶,并且使用一个方向的扫描而不包括弯曲量“K”,就重叠量“I”可以降低为 0 的理想情况而言,图 11 中所示的扫描产量被提高为 $(20-5)/20 = 3/4 = 0.75$ 。

当激光功率有限或者非晶硅薄膜的厚度大时,熔化宽度降低。如果熔化宽度为 15 微米,相对于理想情况而言,重复扫描的产量为 $(15-10)/15 = 1/3 = 0.33$;但是根据本发明的扫描产量为 $(15-5)/15 = 2/3 = 0.66$ 。

当不实施光栅扫描,仅在向前或向后方向上实施一个方向上的扫描时,多次扫描束迹中的弯曲同相,如图 11 所示,因此即便弯曲宽度为 5 微米,对应于上述位置公差的仅为 5 微米的重叠量也是足够的。但是,只在向前方向的一个方向上扫描(或者只在向后方向的一个方向上扫描)中,可以使用向前的束迹来结晶,但是在向后运动期间,激光束肯定会被光闸阻挡,这意味着一半的扫描时间浪费了,结果产量降低。

图 13 是表示根据本发明另一个实施方案的激光结晶设备的侧视图。该实施方案的激光结晶设备 72 包含支承上面形成有半导体层 68 的衬底 66 的可移动试样台 62(参见图 8)、激光源 32、将激光源 32 发射出的激光束施用到由试样台 62 支承的衬底 66 上的半导体层 68 上的光学器件 37、与试样台 62 分开提供并能旋转衬底 66 的旋转装置 74,以及至少能在试样台 62 和旋转装置 74 之间传送衬底 66 的传送装置

76。此外，提供了衬底堆料器(储器)78，作为传送器，并且传送装置76可以在试样台62和衬底堆料器(储器)78之间传送衬底66。

试样台62包括X试样台62X、Y试样台62Y和旋转台62R。X试样台62X被放置在导向装置(未显示)上，以至于X试样台62X可以在X方向上移动，并且在X方向上受例如进料螺杆(未显示)的驱动装置的驱动。Y试样台62Y被放置在依次提供在X试样台62X上的导向装置(未显示)上，以至于Y试样台62Y在Y方向上受例如进料螺杆(未显示)的驱动装置的驱动。旋转台62R被可旋转地放置在Y试样台62Y上，并且受驱动装置(未显示)可旋转地驱动。在旋转台62R上提供吸台64(参见图8)。

图14是表示试样台62的一个实例的透视图。包含多个分裂板的X试样台62X在低速下操作并具有高的位置分辨率。包含一个长板的Y试样台62Y在高速下操作并且具有较低的位置分辨率。

制造旋转台62R，使之在几度的旋转范围内精确地操作。也就是说，因为传送装置76以预定的姿态从衬底堆料器78中取出衬底66，并且以预定的姿态放在试样台62中，所以在所述操作范围中并不特别需要在试样台62上旋转衬底66。提供旋转台62R是为了精细地调节衬底66的位置。

另一方面，如图2所示，当半导体层68在液晶显示器显示区18的外围区域20中被晶化时，必须在两个彼此正交的方向上(在C和D方向上)实施扫描。因此，衬底66必须被旋转90度。在此情况下，如果不提供旋转装置74，应该手动旋转衬底66并且放在旋转台63R上。否则，必须将旋转台62R设计成可以旋转90度或更大角度，但是如果制造旋转台62R使之可以旋转90度或更大并具有高的分辨率，生产成本将显著增加。

旋转装置74包含安装在固定基板74A上的可旋转的旋转台74R，并且进一步包括用来旋转旋转台74R的驱动装置。在旋转台74R上提供有真空吸盘。所述旋转台74R可以旋转90度或更大角度。不需要旋转台74R能够实施高准确度地定位操作。

图 15 是表示图 13 的传送装置 76 的一个实例的透视图。传送装置 76 被构造成一个自动机械，其包含基板 80、可以如箭头 E 所示在垂直方向上移动并且可以如箭头 F 所示旋转的机身 82、连接到机身 82 上的平行四边形连接 84，以及叉状臂 86。如箭头 G 所示，平行四边形连接 84 是可伸展并且伸缩自如的。当衬底 66 被放在臂 86 时，它被传送。试样台 62 的旋转台 62R 和旋转装置 74 的旋转台 74R 具有单独的顶升杆(未显示)，以至于臂 86 可以插在衬底 66 和旋转台 62R 或旋转台 74R 之间。

在图 13 中，传送装置 76 以预定姿势取出衬底 66，并且将其以预定姿势放到试样台 62 上。试样台 62 的旋转台 62R 精细地调节衬底 66 的位置，并且举例来说半导体层 68 在箭头 C 的方向上沿着外围区域 20 的一边被晶化。然后，传送装置 76 从试样台 62 的旋转台 62R 将衬底 66 传送到旋转装置 74 的旋转台 74R。旋转台 74R 带着衬底 66 旋转 90 度，然后传送装置 76 从旋转装置 74 的旋转台 74R 将旋转了 90 度的衬底 66 传送到试样台 62 的旋转台 62R 上。试样台 62 的旋转台 62R 精细地调节衬底 66 的位置，并且举例来说半导体层 68 在箭头 D 的方向上沿着外围区域 20 的另一边被晶化。在这种方式下，通过提供简单结构的旋转装置 74 可以高产量地晶化半导体层。

图 16 是表示激光结晶设备变体的示意平面图。激光结晶设备 90 具有分束装置 92，例如将从激光源 32 发射出的激光束分成两个次束的半平面镜。对于分束装置 92 分开的每个的次束，激光结晶设备 90 包含图 4 和 5 所示的以时分方式将激光束导向多个光路 33 和 34 装置 36，以及将通过光路 33 和 34 的激光束聚光并应用到由试样台 62 支承的衬底上的半导体层 68 上。因此，可以增加同时结晶的半导体层 68 的面积。

在本发明的一个方面，提供了一种激光结晶设备，其包含：支承上面形成有半导体层的衬底的可移动试样台；向所述试样台支承的所述衬底上的所述半导体层施用激光束的光学器件；与所述试样台分开提供并且可以旋转所述衬底的旋转装置；以及能够至少在所述试样台

和所述旋转装置之间传送所述衬底的传送装置。

根据本发明的实施例，其中所述试样台包含 X 试样台、提供在 X 试样台上的 Y 试样台，以及提供在 Y 试样台上的旋转台；其中，所述旋转装置包含底板和提供在所述底板上并且可以旋转 90 度或更大角度的旋转台，所述可移动试样台的所述旋转台可被旋转小于所述旋转装置的所述旋转台的可旋转角度的角度；其中，所述传送装置可以以不变的姿势在可移动试样台的旋转台和所述旋转装置的旋转台之间传送所述衬底。在一个例子中，所述可移动试样台的所述旋转台被旋转小于 10 度的角度。

图1

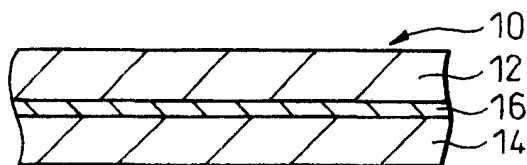


图2

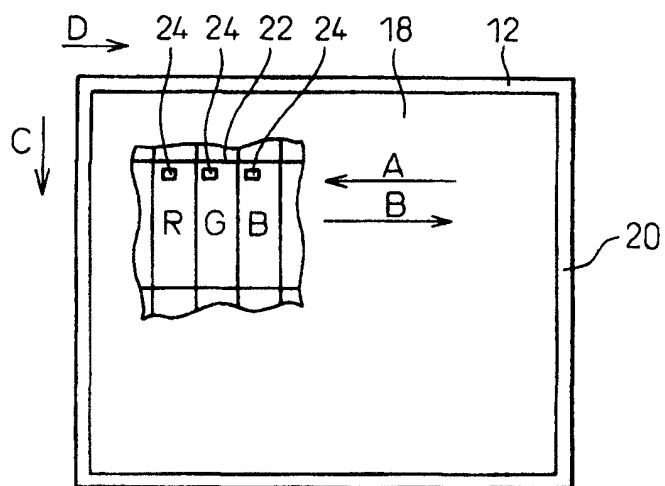


图3

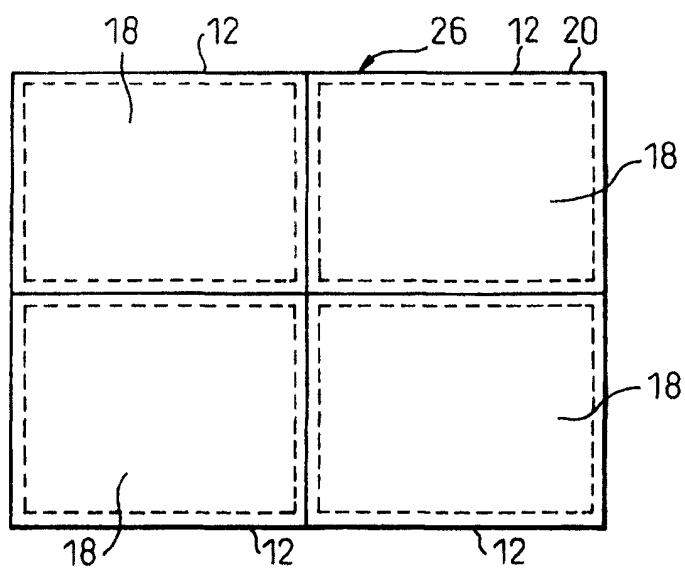


图 4

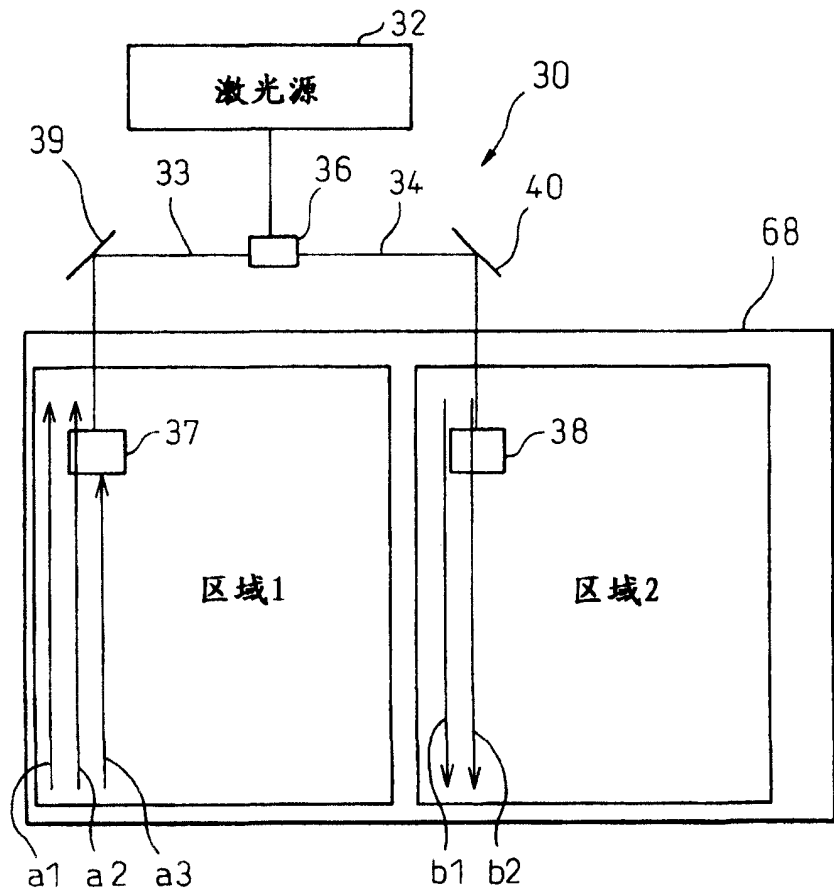


图5

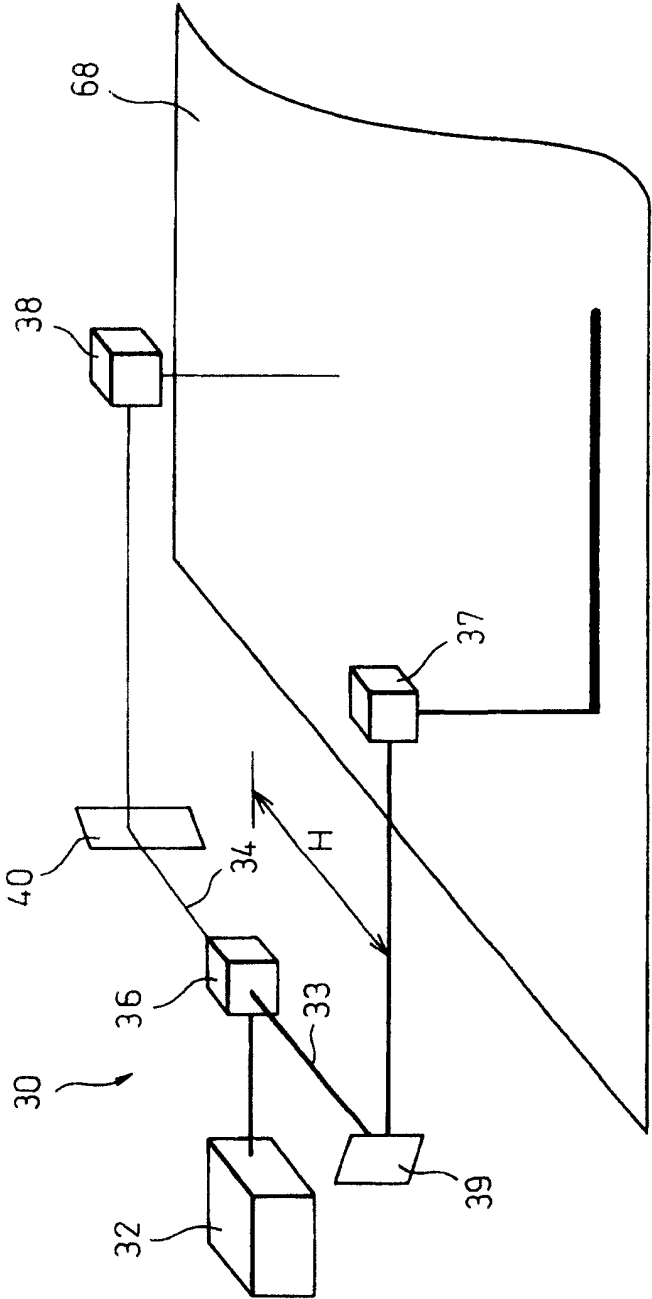


图6

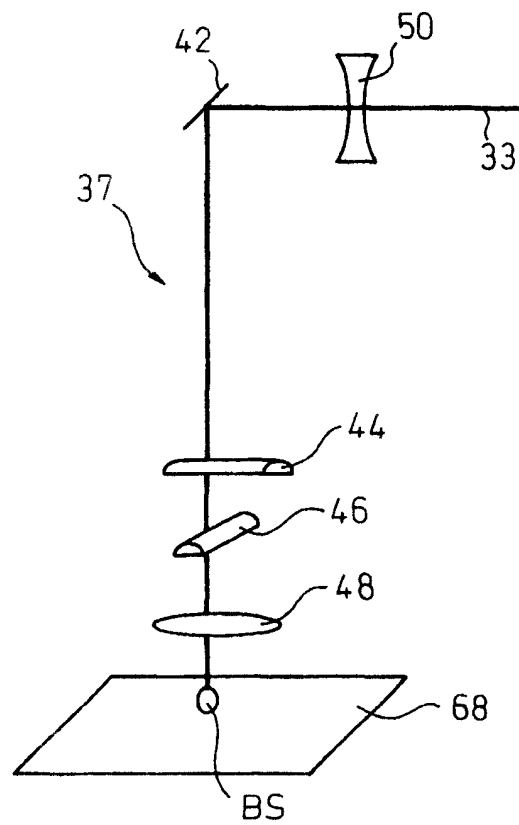


图7

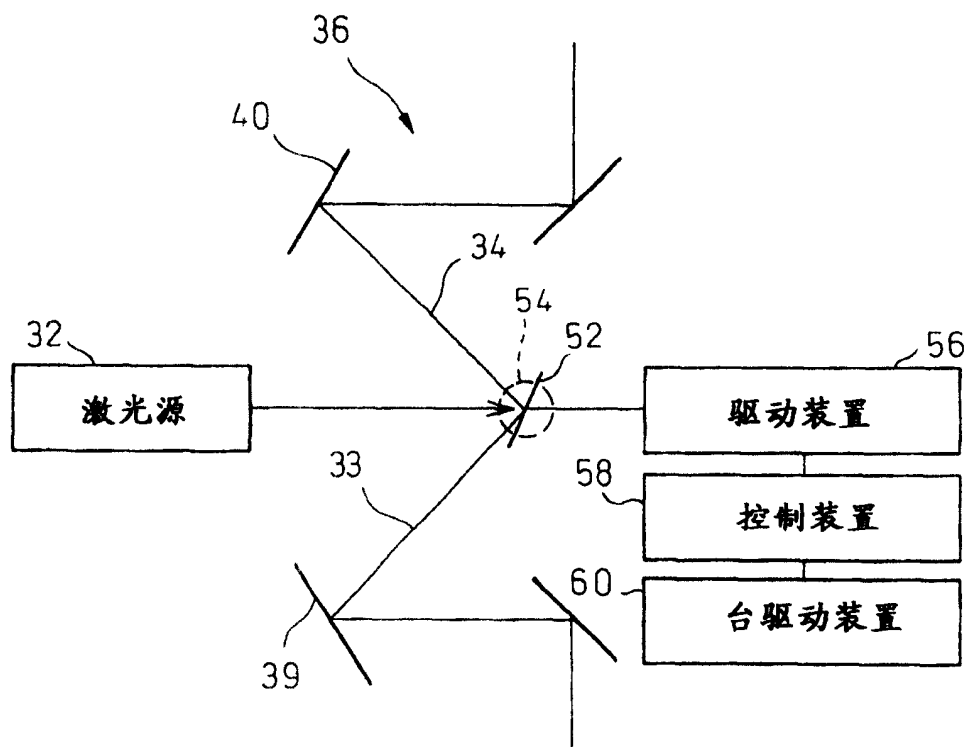


图8

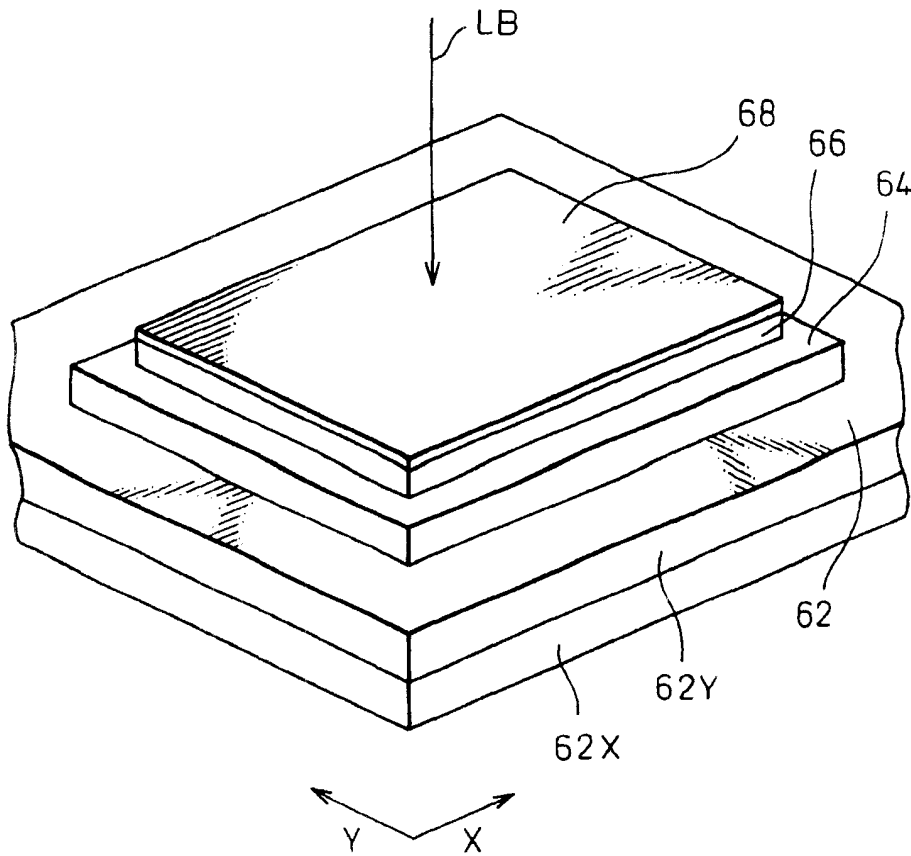


图9

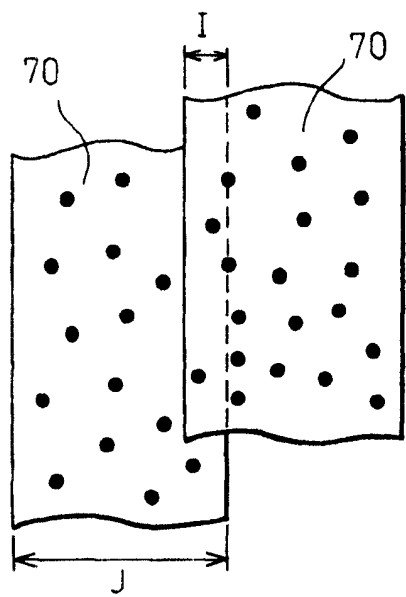


图 10

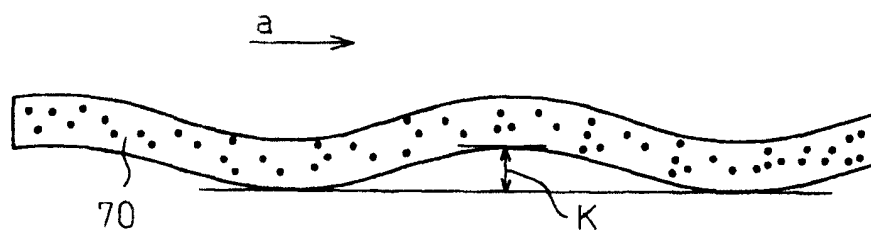


图 11

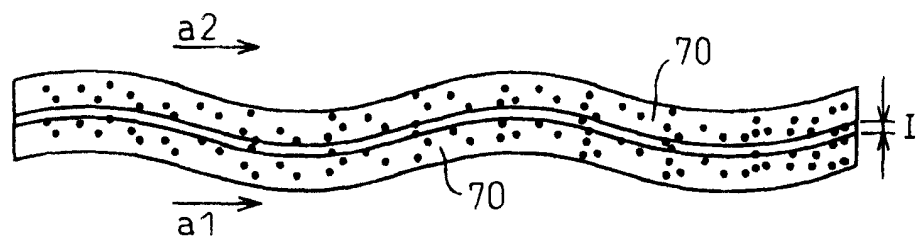


图 12

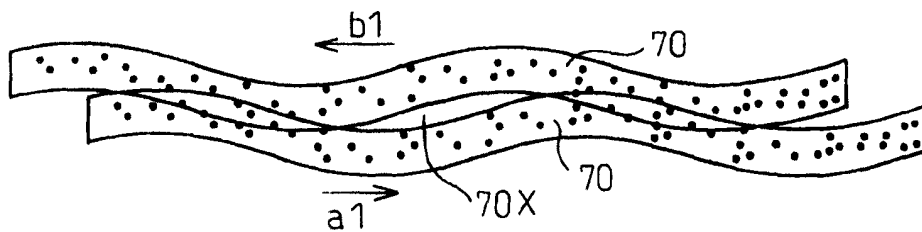


图13

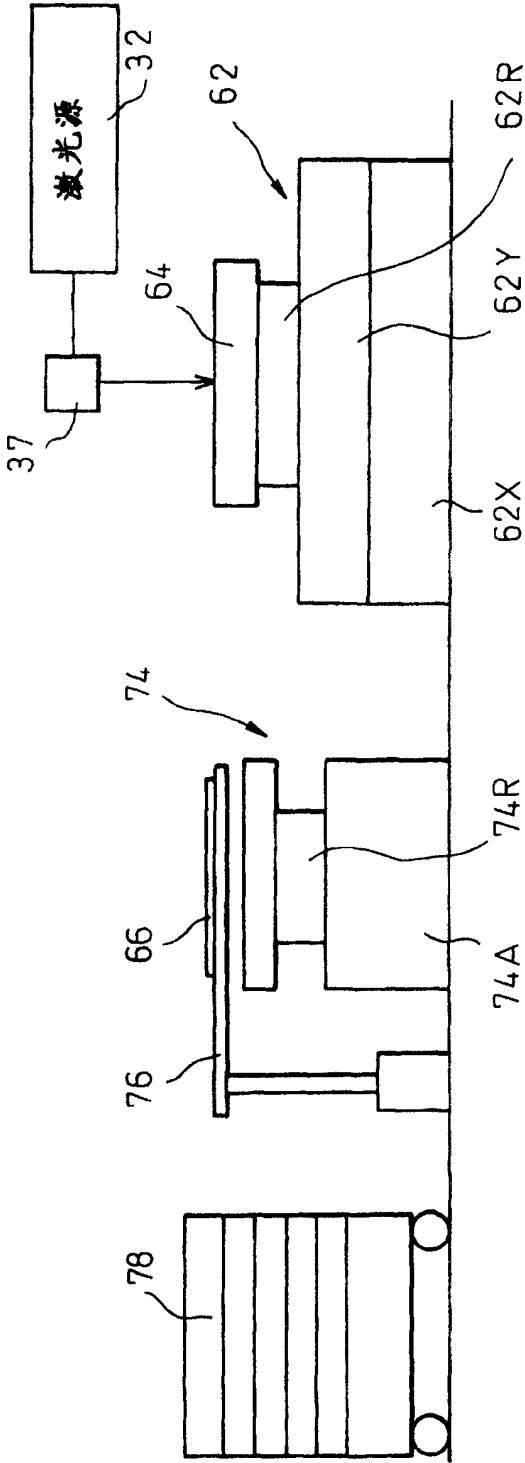


图16

