

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 26/00 (2006.01)

B23K 26/08 (2006.01)

B23K 26/067 (2006.01)

B23K 26/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510080124.6

[43] 公开日 2006年5月10日

[11] 公开号 CN 1768999A

[22] 申请日 2005.6.29

[21] 申请号 200510080124.6

[30] 优先权

[32] 2004.11.5 [33] KR [31] 10-2004-0089703

[71] 申请人 LG. 飞利浦 LCD 株式会社

地址 韩国首尔

[72] 发明人 朴正权

[74] 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司

代理人 徐金国 梁 挥

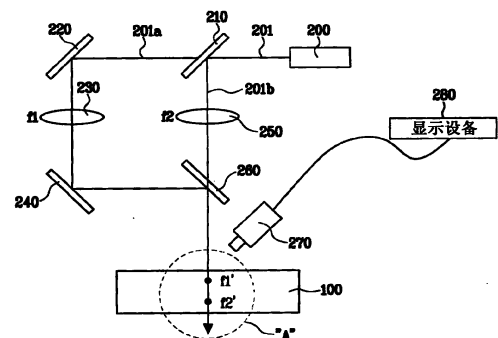
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

切割基板的装置及其使用方法

[57] 摘要

本发明公开了一种用来切割基板的装置，包括产生飞秒激光束的激光振荡器，将飞秒激光束分离成第一和第二飞秒激光束的第一分束器；接收第一飞秒激光束并汇聚第一飞秒激光束达到第一聚焦深度的第一聚光透镜，接收第二飞秒激光束并汇聚第二飞秒激光束达到不同于第一聚焦深度的第二聚焦深度的第二聚光透镜，以及第二分束器，用来接收并且分离通过第一聚光透镜汇聚的第一飞秒激光束和通过第二聚光透镜汇聚的第二飞秒激光束，并将分离的第一和第二飞秒激光束照射在待切割基板上的不同位置。



- 1、一种用来切割基板的装置，包括：
产生飞秒激光束的激光振荡器；
- 5 将飞秒激光束分离成第一和第二飞秒激光束的第一分束器；
接收第一飞秒激光束并汇聚第一飞秒激光束达到第一聚焦深度的第一聚光透镜；
接收第二飞秒激光束并汇聚第二飞秒激光束达到不同于第一聚焦深度的第二聚焦深度的第二聚光透镜；以及
- 10 第二分束器，用来接收并且分离通过第一聚光透镜汇聚的第一飞秒激光束和通过第二聚光透镜汇聚的第二飞秒激光束，并将分离的第一和第二飞秒激光束照射在待切割基板上的不同位置。
- 2、按照权利要求1所述的装置，其特征在于，还包括：
第一反射器，将第一分束器发出的第一飞秒激光束反射到第一聚光透镜；
- 15 以及
第二反射器，将通过第一聚光透镜汇聚的第一飞秒激光束反射到第二分束器。
- 3、按照权利要求2所述的装置，其特征在于，还包括：
在第一反射器和第一聚光透镜之间用来调节飞秒激光束能量的光学衰减
- 20 器。
- 4、按照权利要求3所述的装置，其特征在于，所述光学衰减器为盘形。
- 5、按照权利要求3所述的装置，其特征在于，所述光学衰减器包括 $\lambda/2$ 板、线性偏振器和 $\lambda/4$ 板。
- 6、按照权利要求1所述的装置，其特征在于，还包括：
- 25 监视基板切割部位图像的电荷耦合器件照相机；以及
显示受电荷耦合器件照相机监视的图像的显示设备。
- 7、按照权利要求1所述的装置，其特征在于，所述基板为在其上面形成有多个液晶面板的母基板。
- 8、一种用来切割基板的装置，包括：
- 30 产生至少第一和第二飞秒激光束的多个激光振荡器；

多个聚光透镜，用来接收至少第一和第二飞秒激光束，并将接收到的至少第一和第二飞秒激光束分别汇聚以具有彼此不同的第一和第二聚焦深度；

反射第一汇聚的飞秒激光束的反射器；以及

- 5 分束器，其接收并且分离汇聚的至少第一和第二飞秒激光束，并将分离的第一和第二飞秒激光束照射在待切割基板上的不同位置。

9、一种切割基板的方法，包括以下步骤：

将基板设置在台架上并由飞秒激光振荡器产生飞秒激光束；

将飞秒激光束分离成至少第一和第二飞秒激光束并将至少第一和第二飞秒激光束汇聚以具有不同的聚焦深度；以及

- 10 将汇聚的至少第一和第二飞秒激光束照射在基板的不同位置上以对基板进行切割。

10、按照权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述台架是移动台架。

11、按照权利要求 9 所述的方法，其特征在于，还包括用电荷耦合器件照相机识别基板上对应于至少第一和第二飞秒激光束照射位置的切割部位。

- 15 12、按照权利要求 9 所述的方法，其特征在于，还包括对飞秒激光振荡器产生的飞秒激光进行强度和密度调节。

13、按照权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述基板的切割是随着台架沿一个方向的移动且飞秒激光振荡器处于固定状态下执行的。

- 20 14、按照权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述基板的切割是随着飞秒激光振荡器的移动且台架处于固定状态下执行的。

15、按照权利要求 9 所述的方法，其特征在于，还包括在切割基板时监视其切割状态，以使操作人员能够识别切割状态。

切割基板的装置及其使用方法

- 5 本申请要求享有 2004 年 11 月 5 日在韩国递交的韩国专利申请 P2004-89703 号的权益，该申请可供参考。

技术领域

- 10 本发明涉及一种液晶显示（LCD）器件，具体涉及一种切割基板的装置及其使用方法。尽管本发明适合的应用范围很宽，但特别适合提供制造液晶显示器件的产量。

背景技术

- 15 随着信息通信领域的迅猛发展，与适合显示所需信息的显示器有关的工业越来越重要。在各种信息显示器当中，阴极射线管（CRT）因其再现各种色彩和优良的屏幕亮度等优点一直受到关注。然而，由于近来对大尺寸、便携和高分辨率显示器的需求，为了替代笨重的 CRT，对平板显示器的开发有巨大需求。

- 20 平板显示器的用途广泛并适合诸如计算机监视器和航空、航天用监视器等不同领域。目前已研发成功或市场化的平板显示器有 LCD、电致发光显示（ELD）器件，场发射型显示器（FED）和等离子体显示面板（PDP）等等。

 制造这种平板显示器的工艺通常包括用切割工艺将易碎的母基板分离成多个单位 LCD。在母基板上按矩阵形式形成许多单位元件例如是半导体芯片而制成大规模集成电路。

- 25 分离由玻璃、硅片或陶瓷等制成的易碎的母基板有两种基本切割工艺。第一种工艺是采用 50-200 μm 厚度的金刚石刀片的切片方法，刀片高速旋转在基板上形成切割槽。第二种工艺是采用 0.6-2 mm 厚度的金刚石划线轮的划线方法，在基板表面上形成切割槽，从而在基板的厚度方向上形成裂纹。

- 30 与划线方法相比，切片方法因为使用很薄的刀片更适合切割在表面上具有薄膜或突起的基板。然而，按照切片方法，在叶片执行切割工序的区域会摩

擦发热。另外，由于这种切割工艺是在对切割区域提供冷却水的条件下执行的，切片方法对包括诸如金属电极层或金属端子等金属部件的平板显示器不是一种理想的方法。

换句话说，按照切片方法，在切割工艺之后难以完全去除冷却水。如果因不能完全去除冷却水而留下湿气，平板显示器的金属部件就可能受到腐蚀。另外，切片方法存在切割时间延长的问题，与划线方法相比会降低产量。

另一方面，划线方法不需要使用冷却水。因此，划线方法与切片方法相比具有优质的产量。另外，由于划线方法所需的切割时间比切片方法要短，划线方法有助于提高产量。

10 图 1 是现有技术 LCD 器件的截面图。该 LCD 器件是按以下方法制造。为了简便，仅仅结合一个像素区来说明。

如图 1 所示，在第一透明基板 10 的预定区域上淀积诸如金属的导电材料的栅极 11。然后在包括栅极 11 的第一基板 10 的整个表面上淀积一层氮化硅 (SiN_x) 或氧化硅 (SiO₂) 的栅绝缘膜 12。

15 然后，在栅绝缘膜 12 上对应于栅极 11 的区域上形成非晶硅的有源层 13。在有源层 13 上对应于有源层 13 的各侧边边缘部分的区域上形成欧姆接触层 14。

在欧姆接触层 14 上依次形成诸如金属的导电材料的源极和漏极 15 和 16。源极和漏极 15 和 16 连同栅极 11 构成薄膜晶体管 T。同时，尽管图中没有示出，栅极 11 连接到栅线，源极 15 连接到数据线。栅线和数据线彼此交叉以限定像素区。

25 然后在包括源极和漏极 15 和 16 的第一基板 10 的整个上表面上形成保护膜 17。保护膜 17 由氮化硅、氧化硅或有机绝缘材料形成。保护膜 17 具有接触孔 18，通过该接触孔暴露出漏极 16 表面的预定部分。然后在像素区内的保护膜 17 上形成透明导电材料的像素电极 19。像素电极 19 通过接触孔 18 连接到漏极 16。

30 随后，在包括像素电极 19 的第一基板 10 的整个表面上方形成第一定向膜 20。第一定向膜 20 为聚酰亚胺，并具有在其上按预定方向取向第一定向膜 20 的分子的表面。同时，在第一基板 10 上方设置第二透明基板 31，其与第一基板 10 垂直相隔预定距离。

在对应于第一基板 10 的薄膜晶体管 T 的第二基板 31 的下表面上形成黑矩阵 32。尽管图中没有示出，黑矩阵 32 还覆盖除像素电极 19 以外的区域。

然后在第二基板 32 上的黑矩阵 32 下方形成滤色片 33。具体的，滤色片按红 (R)、绿 (G) 和蓝 (B) 重复的滤色片图案的形式设置，其中各滤色片图案对应着一个像素区。

随后，在第二基板 31 上的滤色片 33 下方形成透明导电材料的公共电极 34。然后在第二基板 32 上的公共电极 34 下方形成第二定向膜 35。第二定向膜 35 为聚酰亚胺，并具有在其上按预定方向取向有第二定向膜 35 的分子的表面。然后，在第一定向膜 20 和第二定向膜 35 之间形成液晶层 40。

10 制造上述 LCD 器件采用的步骤有：包括在基板上形成薄膜晶体管和像素电极以制成阵列基板的阵列基板制造工艺，包括在另一基板上形成滤色片和公共电极以制成滤色片基板的滤色片基板制造工艺，以及包括排列制造的基板、注入并且密封液晶材料以及粘结偏振板以制成液晶显示面板的液晶面板制造工艺。

15 图 2 表示现有技术 LCD 制造方法的流程图。

按照这种方法，首先如图 2 所示，制备包括 TFT 的薄膜晶体管 (TFT) 阵列基板和包括滤色片的滤色片基板 (S1)。反复执行沉积薄膜并对沉积的薄膜构图的工艺制成 TFT 阵列基板。在这种情况下，在制造 TFT 阵列基板中用于对薄膜构图的掩模数量代表着制造 TFT 阵列基板所使用的工序数量。当前正在积极研究如何减少掩模数量来降低制造成本。

20 滤色片基板的制造是在除像素区，诸如 R、G 和 B 滤色片和公共电极之外的区域依次形成防止漏光的黑矩阵。可以用染色方法、印刷方法、色素分配方法和电沉积方法等等形成滤色片。当前最多采用色素分配方法。

25 然后，在各基板上方形形成定向膜来确定液晶分子的初始排列方向 (S2)。形成定向膜的方法是采用涂覆聚合物薄膜并且处理聚合物薄膜的表面使经过处理的表面上的聚合物薄膜的分子按预定方向取向的工艺。定向膜主要采用聚酰亚胺基有机材料。最广泛采用的取向方法是研磨方法。

30 按照研磨方法，用摩擦布在预定方向上摩擦定向膜。这种研磨方法因易于实现取向处理而适合大批量生产。研磨方法的优点还有取向稳定并易于控制预倾角。近来已经开发并用于实际的光学取向方法，其通过使用偏振光束实现

取向。

接着，在两个基板之一上形成密封图案（S3）。密封图案围绕着显示图像的区域设置。密封图案有用来注入液晶材料的入口，并用来防止注入的液晶材料泄漏。

- 5 按预定图案形成热凝树脂层来形成密封图案。为了形成密封图案可以利用采用丝网掩模的丝网印刷方法和采用分配器的密封剂分配方法。

当前大多采用丝网印刷方法是因为其工艺更加简便。然而，丝网印刷方法的缺点是可能生产出劣质产品，因为丝网掩模可能会接触到定向膜。另外，丝网掩模不容易适应大尺寸基板。因此，密封剂分配方法正在逐渐替代丝网印

- 10 刷方法。

接着，在 TFT 阵列基板和滤色片基板之一的表面上喷射具有预定尺寸的衬垫料，以在两基板之间维持精确和均匀的空间（S4）。对于喷射衬垫料的方法，有将衬垫料与酒精混合在一起然后喷射的湿法喷射方法，还有只喷射衬垫料的干法喷射方法。对于干法喷射方法，有利用静电的静电喷射方法和利用加

15 压气体的离子喷射方法。由于 LCD 易受静电损害，所以主要采用离子喷射方法。

然后，设置 LCD 的两基板（即 TFT 阵列基板和滤色片基板）以将密封图案夹在基板之间。在这种状态下，在施压状态下固化密封图案以粘接基板（S5）。在这种情况下，基板的定向膜彼此面对，并且像素电极与滤色片一对一地对应。

- 20 接着，将粘接的基板分离为多个单位液晶面板（S6）。通常，各自作为一个 LCD 器件的多个液晶面板在一个基板片上形成，然后将其分离为多个独立单元，以便提高制造效率并降低制造成本。

液晶面板切割工艺包括划线工艺，在基板表面上用硬度大于诸如玻璃基板的金刚石划线轮在各基板的表面上形成裂纹。液晶面板切割工艺还包括断裂

25 工艺，其将断裂棒定位在基板上要形成裂纹的部分。接着对断裂棒施加预定的压力以沿着裂纹的延伸方向切割基板。

- 30 接着，在各液晶面板的两个基板之间注入液晶（S7）。为了注入液晶，主要采用真空注入方法，其利用液晶面板内外之间的压力差。在注入液晶面板内部的液晶分子当中可能存在气泡，气泡可能出现在液晶面板内部，造成液晶面板质量下降。为了防止这一问题，需要有去气泡工艺，其将液晶长时间维持在

真空状态下以去除气泡。

在完成液晶注入之后将注入口封闭以防液晶泄漏到注入口外边。通过在注入口上涂敷紫外线定型树脂来实现注入口的密封,并且用紫外线照射涂覆的树脂使涂覆的树脂定型。

- 5 接着,按照上述方法将偏振板粘结于液晶面板的外表面,并将驱动电路连接到液晶面板。这样就制成了LCD器件(S8)。以下要参照附图描述现有技术的基板切割装置和使用其的现有技术基板切割方法。

图3的示意图表示现有技术的划线装置。如图3所示,现有技术的划线装置包括在其上安置有基板G的台架51,用于将基板G固定在台架51上的真空卡盘单元(未表示),以及按悬挂状态枢轴支撑台架51并允许台架51沿Y轴方向移动的一对平行导轨52。划线装置还包括用于沿导轨52移动台架51的滚珠螺旋53,安装在台架51上方的导向棒54,使得该导向棒54沿X轴方向延伸,以及安装在导向棒54上的划线头55,使得该划线头55沿着导向棒54在X轴方向上滑动。划线装置还包括用来滑动划线头55的电机56,安装在划线头55下端的尖头支架57,使得该尖头支架57能在旋转的同时垂直移动,以及旋转安装在尖头支架57下端的划线轮1。

按照采用所述划线装置的现有技术基板切割方法,随着划线轮1的转动在需要切割的基板中形成具有一定深度的裂纹。然后将形成裂纹的基板送入断裂装置,其中用断裂棒沿着裂纹对基板施压来切割基板。

20 图4和5的示意图分别表示现有技术基板切割方法中包括的划线和断裂工艺。在划线工艺中,如图4所示,划线轮或切割轮82与基板81的表面接触。在这种状态下,在对基板81施加约 2.40Kgf/cm^2 压力的同时沿着基板81转动划线轮82。结果就会沿着划线轮82的轨迹在基板81的表面中形成具有一定深度的裂纹83。

25 然后,在基板81的表面中沿着裂纹83执行断裂工艺,以切割基板81。即,如图5所示,将断裂棒84设置在划线工艺中已经形成裂纹83的基板81上。直接接触到基板81表面的断裂棒84,即断裂棒84的部位A由具有足够硬度的材料制成,但是不会在基板81表面上形成划痕,例如是氨基甲酸酯橡胶。

30 接着,在断裂棒84精确对准裂纹83的条件下用断裂棒84对基板81瞬

时施加压力。结果就会使裂纹延伸，从而对基板 81 进行切割。

然后，用具有预定筛号的旋转磨石执行研磨工艺，以对划线和断裂工艺之后形成的基板切割面和边角进行研磨。

如此，按照现有技术的基板切割方法，形成在基板上的多个液晶面板按照所述划线和断裂工艺被分离为多个单位 LCD 器件。然而，所述现有技术的基板切割方法存在各种问题。例如，在切割基板的划线工艺中使用的划线轮价格昂贵并且使用寿命短，必须周期性更换。因此会增加制造成本。

发明内容

10 为此，本发明涉及一种用来切割基板的装置及其使用方法，能够基本上消除因现有技术的局限和缺点造成的这些问题。

本发明的目的是提供一种用来切割基板的装置，在采用飞秒激光器切割基板的过程中使用具有不同聚焦深度的聚光透镜，从而减小了切割表面的尖角。

15 以下要说明本发明的附加特征和优点，对于本领域的普通技术人员，一部分可以从说明书中看出，或者是通过对本发明的实践来学习。采用说明书及其权利要求书和附图中具体描述的结构就能实现并达到本发明的目的和其他优点。

20 为了按照本发明的意图实现上述目的和其他优点，以下要具体和广泛地说明，用来切割基板的一种装置包括产生飞秒激光束的激光振荡器，将飞秒激光束分离成第一和第二飞秒激光束的第一分束器，接收第一飞秒激光束并会聚第一飞秒激光束达到第一聚焦深度的第一聚光透镜，接收第二飞秒激光束并会聚第二飞秒激光束达到不同于第一聚焦深度的第二聚焦深度的第二聚光透镜，以及第二分束器，用来接收并且分离通过第一聚光透镜会聚的第一飞秒激光束和通过第二聚光透镜会聚的第二飞秒激光束，并将分离的第一和第二飞秒激光束照射在待切割基板上的不同位置。

30 按照本发明的另一方面，用来切割基板的一种装置包括至少产生第一和第二飞秒激光束的多个激光振荡器，多个聚光透镜，用来至少接收第一和第二飞秒激光束，并将接收到的至少第一和第二飞秒激光束分别会聚在彼此不同的第一和第二聚焦深度，反射第一会聚飞秒激光束的一个反射器，以及一个分束

器，它接收并且分离会聚的至少第一和第二飞秒激光束，并将分离的第一和第二飞秒激光束照射在待切割基板上的不同位置。

按照本发明的再一方面，一种切割基板的方法包括将基板布置在一个台架上并由一个飞秒激光器产生飞秒激光束，将飞秒激光束至少分离成第一和第二飞秒激光束并将至少第一和第二飞秒激光束会聚在不同的聚焦深度，并将会聚的至少第一和第二飞秒激光束照射在基板的不同位置上对基板进行切割。

应该意识到以上的概述和下文的详细说明都是解释性的描述，都是为了进一步解释所要求保护的发明。

10 附图说明

所包括的用来便于进一步理解本发明并且作为说明书一个组成部分的附图表示了本发明的实施例，连同说明书一起可用来解释本发明的原理。

在附图中：

图 1 是现有技术 LCD 器件的截面图；

15 图 2 表示现有技术 LCD 制造方法的流程图；

图 3 的示意图表示现有技术的划线装置；

图 4 和 5 的示意图分别表示现有技术基板切割方法中包括的划线和断裂工艺；

图 6 的示意图用来解释用按照本发明实施方式的飞秒激光束切割基板的一种方法；

图 7 的放大图对应图 6 中的部位“A”，表示按照本发明的实施例用具有不同聚焦深度的飞秒激光束执行基板切割工艺之后的基板截面图；以及

图 8 的示意图表示按照本发明另一实施方式的飞秒激光发生装置。

25 具体实施方式

以下要具体描述在附图中例举的本发明最佳实施方式。在所有附图中尽可能用相同的标号代表相同或类似的部件。

用激光执行的烧蚀（ablation）主要用来制造高精密元件。采用高速激光脉冲的优点是有可能减少在基板上激光脉冲照射区域周围的损伤。为此一般是采用这样的激光器，其使用脉冲速度在毫微秒量级例如是 10^9 m/s 的 YAG 激光

或准分子激光。这种激光器通常称为“毫微妙激光器”。

然而，使氧化铝人工结晶产生激光的 YAG 激光器有一个问题，那就是用 YAG 激光加工的侧壁容易粗糙。如果是红外基激光的 CO₂ 激光，则存在的问题是，在加工区可能会产生凹痕。因此，这种激光不能用于需要精确到微米级
5 以上的微加工设备。

因此可以将所述加工称为“热激光加工”，因为该加工是用光能转换而来的热能执行的。因此，采用这种加工方法难以实现精密加工，因为这种加工的结构容易崩溃。

另一方面，对于准分子激光的情况，其按照使碳原子共价键断开的光化学
10 学反应来执行精密蚀刻。这样就能实现精密加工。在准分子激光照射到被加工物体表面时，物体被照射的表面部位随等离子体和震动噪声消散分解。如此执行烧蚀光分解，以获得能够提供高加工精度的吸热蒸发加工。

准分子激光的能量不仅仅用来断开碳原子的共价键。换句话说，一部分准分子激光能量被转换为热能。由于准分子激光具有高密度，热能转换的效率
15 很高。因此，用准分子激光难以加工诸如金属，陶瓷和硅等矿物质材料以及具有低光吸收率的石英或玻璃。在这种情况下产生的热变型对加工产品的寿命有不利影响，即使热变型是由低于后一种情况的热能造成的。

另一方面，脉冲速度约为 10^{-15} m/s 的飞秒激光对解决上述问题具有优良的特性。这是因为在采用 1×10^{-12} m/s 的 1 皮秒或以下超短脉冲照射周期的激光
20 振荡时能够获得很高振荡密度的激光能量。如果激光的光能为 1mJ，而脉冲照射周期在 100 飞秒或以下，则激光的能量密度能达到约 10 千兆瓦的等级。在这种情况下能够加工任何材料。

在用飞秒激光这样的超短脉冲激光照射被加工物体的同时，在物体材料的晶格中会产生多光子现象，从而激发材料的原子。然而，入射激光脉冲的持续
25 时间比原子激发过程中由光子将热能传输到光子周围的晶格所需的时间要短。这样就能解决机加工精度下降，材料特性的物理和化学变化，以及机物体加工部位局部熔化等问题，这些问题都是因物体机加工过程中发生的热扩散造成的。由此就能实现高精度加工。

另外，在飞秒激光加工的过程中不会发生颗粒积聚的现象。也不会形成
30 微小的凹痕等副产品。这样就不需要采用现有技术方法中需要的诸如超声波清

洗工艺等副产品去除工艺。还有可能加工具有高热传导系数或低光吸收率的材料。另外还有可能用单一工艺加工两种以上不同的材料或是具有多层结构的复合材料。

以下要参照附图描述按照本发明实施方式的飞秒激光发生装置和采用该
5 飞秒激光发生装置切割基板的一种方法。

图 6 的示意图表示按照本发明实施方式的飞秒激光发生装置。如图 6 所示，飞秒激光发生装置包括用来产生飞秒激光束 201 的飞秒激光振荡器 200，以及用来将飞秒激光振荡器 200 产生的飞秒激光束 201 分离成第一飞秒激光束 201a 和第二飞秒激光束 201b 的第一分束器 210。飞秒激光发生装置还包括用
10 来反射第一分束器 210 发出的第一飞秒激光束 201a 的第一镜片 220，接收被第一镜片 220 反射的第一飞秒激光束 201a 并将第一飞秒激光束 201a 汇聚为第一飞秒激光束 201a 具有 f_1 聚焦深度的第一聚光透镜 230，以及接收由第一分束器 210 发出的第二飞秒激光束 201b 并将第二飞秒激光束 201b 汇聚为第二飞秒激光束 201b 具有不同于 f_1 聚焦深度的 f_2 聚焦深度的第二聚光透镜 250。

15 飞秒激光发生装置包括第二镜片 240，用来反射通过第一聚光透镜 230 汇聚的第一飞秒激光束 201a，以及第二分束器 260，用来接收并分离由第二镜片 240 反射的第一飞秒激光束 201a 和通过第二聚光透镜 250 汇聚的第二飞秒激光束 201b，并将分离的第一和第二飞秒激光束 201a 和 201b 分别以不同深度照射在基板 100 上。

20 在所述情况下，尽管由飞秒激光振荡器 200 产生的振荡的飞秒激光束 201 被分离成两个飞秒激光束即第一和第二飞秒激光束 201a 和 201b，还能进一步将飞秒激光束 201 分离成三个或三个以上飞秒激光束，采用分别具有不同聚焦深度的多个聚光透镜照射在被切割基板的的不同位置。

25 为了按照被切割基板的类型（即，基板的材料和厚度）调节飞秒激光束的能量，还可以在第二镜片 220 和第一聚光透镜 230 之间设置光学衰减器（未表示）。光学衰减器可以是盘形的，其随着光学衰减器的旋转实现衰减作用。然而，在这种情况下，如果光束的直径很大，光束在其截面的不同部位上产生不同的衰减等级。因此，为了最多能衰减 99% 的激光束强度，最佳的光学衰减器包括随驱动电机旋转的 $\lambda/2$ 板、线性偏振器和 $\lambda/4$ 板。

30 可以在适合按预定角度反射大部分飞秒激光束同时使飞秒激光束的剩余

部分透射,从而使得透射的飞秒激光束通过用于测量飞秒激光束能量的光电二极管(未示出)的条件,用涂层形成各第一和第二镜片 220 和 240。在这种情况下,可以按照测得的飞秒激光束强度来控制光学衰减器,实现精度的提高。

同时,如果用飞秒激光振荡器 200 产生飞秒激光束 201,可以用与产生的飞秒激光束 201 设置在同一轴线上的 CCD 照相机(未示出)来识别基板 100 上的切割位置。还能通过显示设备 280 显示基板 100 的图像,以便精确切割基板 100 上的理想部位。

由于按照本发明实施方式用来将具有许多液晶面板的母基板切割成多个单位液晶面板的飞秒激光具有短脉冲宽度(约 150fs)和各脉冲的高峰值功率,在切割过程中不会在基板 100 的被切割部位周围产生热膨胀和超声波。

同时,飞秒激光束具有不同于其它一般激光束的特性。也就是“单色性”,其是一种飞秒激光束中不存在的激光特性。与一般激光不同,飞秒激光具有宽得多的频谱范围。通过聚光透镜放大的具有不同聚焦深度的飞秒激光束还具有比一般激光束更高的峰值功率,峰值功率例如可达到太瓦特(10^{12} 瓦特)的量级。近来,这种放大的飞秒激光所具有的峰值功率已提高到拍瓦特(10^{15} 瓦特)。

这样的飞秒激光可以被称为“T3 激光(Table Top Terawatt Laser)”。通过聚光透镜直接汇聚激光就能大大提高激光密度。当激光束聚焦在物体上时,物体中焦点周围的材料会立即变成等离子体状态。

作为某些例外,飞秒激光器能量一般能达到每脉冲微焦耳(μJ)的量级。在某些情况下,飞秒激光器具有每脉冲毫焦耳的强大脉冲能量,其对应于大约 1 瓦特的平均能量。

由一般激光器产生的等离子体与激光发生反应以吸收激光,或是使被加工材料发热。这种等离子体会造成热作用增大,加工不稳定和效率低下等各种问题。然而飞秒激光器能改变等离子体造成的这种环境。

在被激光加工材料的一侧接收激光能量的受主是电子。对于金属的情况,受主是出现在导带中的自由电子或受光激发进入导带的电子。激光的振动电场引起电子(电子系统)振动。即,电子接收来自激光的能量。振动的电子撞击材料晶格(晶格系统)内的原子或离子,从而为原子或离子提供动能(致使材料温度上升)。由此造成材料发生相变(熔化或蒸发),以对材料进行加工。

能量从电子系统传送到晶格系统所需的时间是飞秒量级。因此,按照飞

秒激光加工,激光能量的吸收和被加工材料随着激光能量吸收的变化在瞬间可以暂时彼此分开。

例如,被照射材料的原子被离子化而产生等离子体所需的时间比飞秒激光的脉冲宽度要长。因此可以预料等离子体不会与激光发生反应。另外,被照射区域上产生的热量扩散到被照射区域周围所需的时间比飞秒激光的脉冲宽度要短。激光能量被局限在照射区域内,仅有被照射区域的材料会发生相变。因此,在采用本发明实施方式的飞秒激光切割基板时,切割不会在执行切割的区域周围形成受热影响的地带。

以下要具体描述采用来自本发明实施方式的飞秒激光发生装置的飞秒激光的基板切割方法。

按照这种基板切割方法,作为有许多液晶面板的母基板的基板 100 需要进行切割,以将母基板分离成多个单位液晶面板,首先将基板 100 设置在可移动台架(未表示)上。然后用飞秒激光振荡器 200 产生飞秒激光束 201。

在飞秒激光振荡器 200 产生飞秒激光束 201 的同时用与所产生的飞秒激光束 201 设置在同一轴线上的 CCD 照相机(未示出)识别基板 100 上的切割位置。为了精确切割基板 100 上的理想位置,还要显示出基板 100 的图像。

接着,对飞秒激光振荡器 200 产生的飞秒激光束 201 的强度和密度进行调节。调节后的飞秒激光束 201 通过第一分束器 210 被分离成第一飞秒激光束 201a 和第二飞秒激光束 201b。从第一分束器 210 发出的飞秒激光束 201a 被第一镜片 220 反射。

通过具有第一聚焦深度 f_1 的第一聚光透镜 230 汇聚被第一镜片 220 反射的第一飞秒激光束 201a。通过具有第一聚焦深度 f_1 的第一聚光透镜 230 会聚的第一飞秒激光束 201a 被第二镜片 240 反射。

接着,通过具有不同于第一聚焦深度 f_1 的第二聚焦深度 f_2 的第二聚光透镜 250 汇聚由第一分束器 210 发出的第二飞秒激光束 201b。第二分束器 260 接收并分离由第二镜片 240 反射的第一飞秒激光束 201a 和通过第二聚光透镜 250 汇聚的第二飞秒激光束 201b,并将分离的第一和第二飞秒激光束 201a 和 201b 照射在被切割基板 100 上的不同位置。在这种状态下,沿一个方向移动台架的同时切割基板。

可以在台架处于固定状态时移动飞秒激光振荡器 200 进行基板 100 的切

割。为了使操作人员能够检查切割工艺中的切割状态，可以通过作为监视器的显示设备 280 显示由 CCD 照相机 270 拍摄的相应图像。

图 7 的放大图对应于图 6 中的部位“A”，表示按照本发明的实施方式用具有不同聚焦深度的飞秒激光执行基板切割工艺之后的基板截面图。

5 基板 100 是有许多液晶面板的母基板，需要将母基板分离成单位液晶面板，在需要切割基板 100 时，如图 7 所示，用具有不同聚焦深度 f_1 和 f_2 的飞秒激光束分别照射在不同位置 f_1' 和 f_2' ，以对基板 100 进行切割。

10 如果按大约 $40\ \mu\text{m}$ 的切割宽度执行切割工艺，在执行切割的区域周围不会发生热膨胀，也不会产生超声波。在这种条件下就能沿理想的切割方向均匀并精确地切割基板 100。

如果采用在不同位置上具有不同聚焦深度的多个飞秒激光束照射基板进行切割，有可能使基板上被切割区域的尖角最小。这样就能精确并清洁地切割基板，不会在基板被切割部位的边沿和侧面上形成填充物（padding）或沉积。

15 图 8 的示意图表示按照本发明另一实施方式的飞秒激光发生装置。如图 8 所示，飞秒激光发生装置包括分别产生飞秒激光束 301 和 401 的第一飞秒激光振荡器 300 和第二飞秒激光振荡器 400，以及第一聚光透镜 310 和第二聚光透镜 410，其分别从第一和第二飞秒激光振荡器 300 和 400 接收第一和第二飞秒激光束 301 和 401，并且汇聚第一和第二飞秒激光束 301 和 401，使得第一和第二飞秒激光束 301 和 401 分别具有不同的聚焦深度 f_1 和 f_2 。

20 该飞秒激光发生装置还包括镜片 320，用来反射通过第一聚光透镜 310 汇聚的第一飞秒激光束 301，以及分束器 420，用来接收并分离被镜片 320 反射的第一飞秒激光束 301 和通过第二聚光透镜 410 汇聚的第二飞秒激光束 401，并且将分离的第一和第二飞秒激光束 301 和 401 照射在基板 500 的不同位置。

25 尽管在这种情况下使用了两个飞秒激光振荡器 300 和 400，可以使用三个或三个以上飞秒激光振荡器产生三个或三个以上具有不同聚焦深度的飞秒激光束来切割基板。另外，用于具有不同聚焦深度的三个或三个以上飞秒激光振荡器的镜片数量可以小于飞秒激光振荡器的数量。

30 如上所述，按照本发明实施方式的飞秒激光发生装置和使用这种装置的基板切割方法具有各种效果。例如，由于具有不同聚焦深度的多个飞秒激光分别照射在被切割基板的的不同位置以对基板进行切割，有可能减小切割后形成的

尖角。

本领域的技术人员能够看出，无需脱离本发明的原理和范围还能对本发明的基板切割装置及其使用方法做出各种各样的修改和变更。因此，本发明应该覆盖属于本发明权利要求书及其等效物范围内的修改和变更。

5

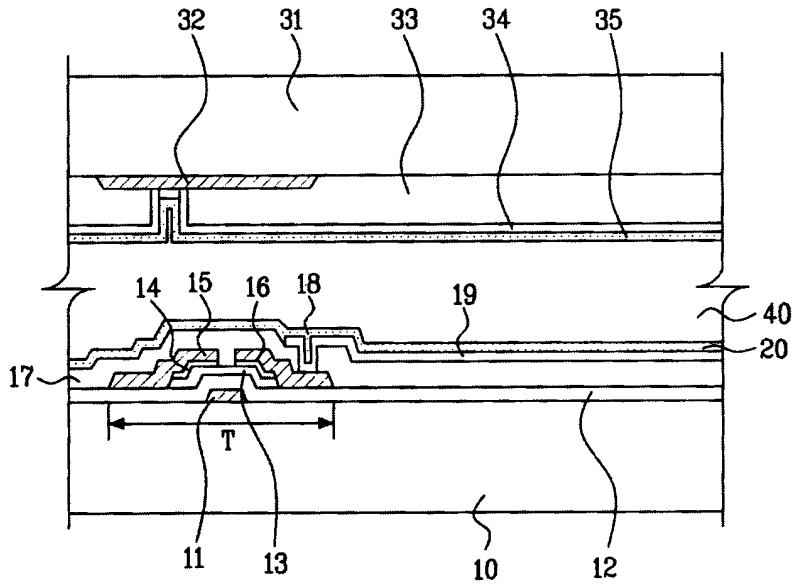


图 1

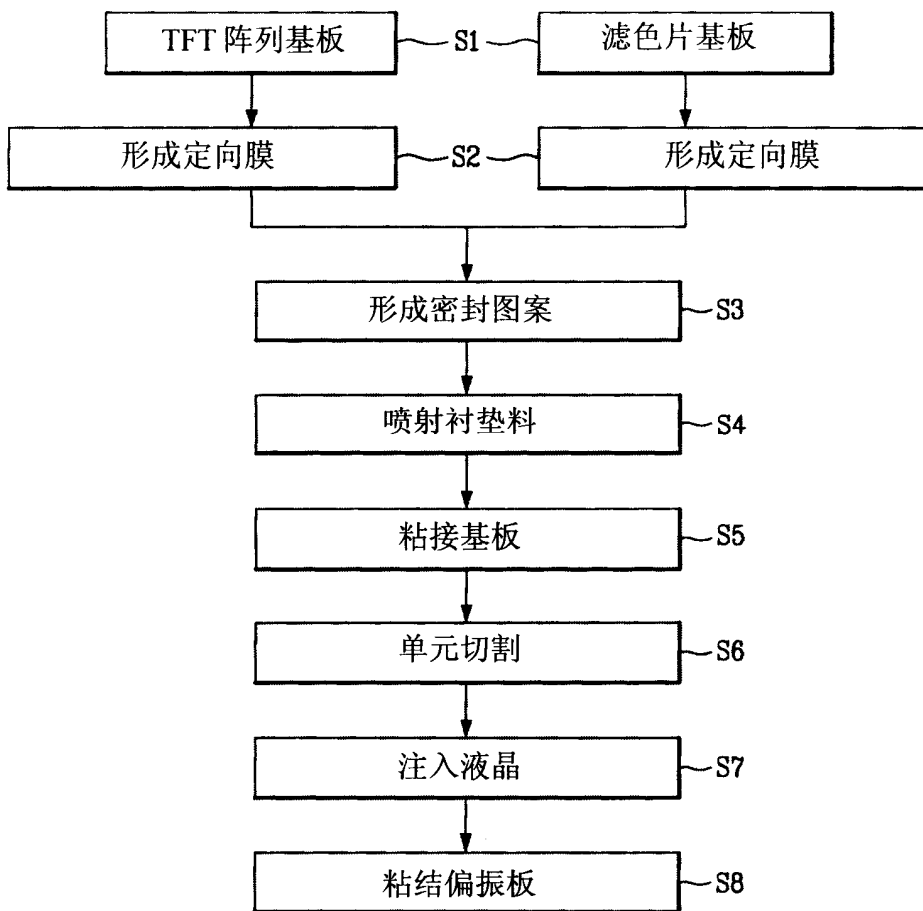


图 2

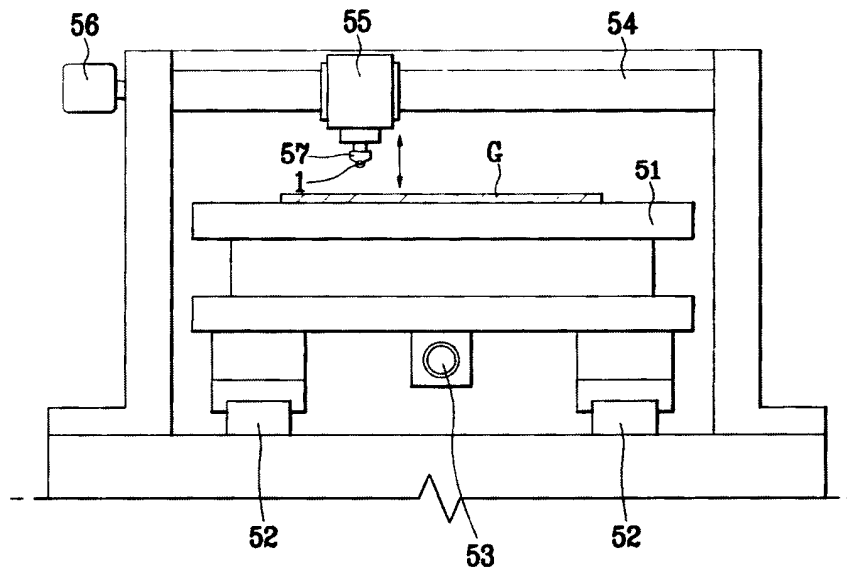


图 3

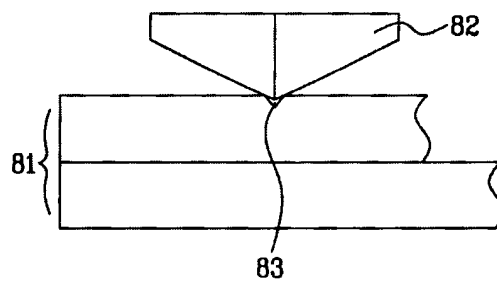


图 4

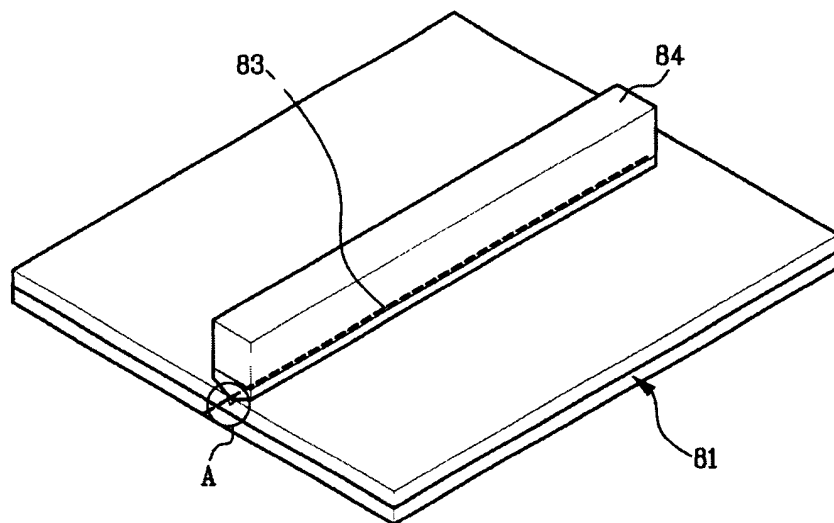


图 5

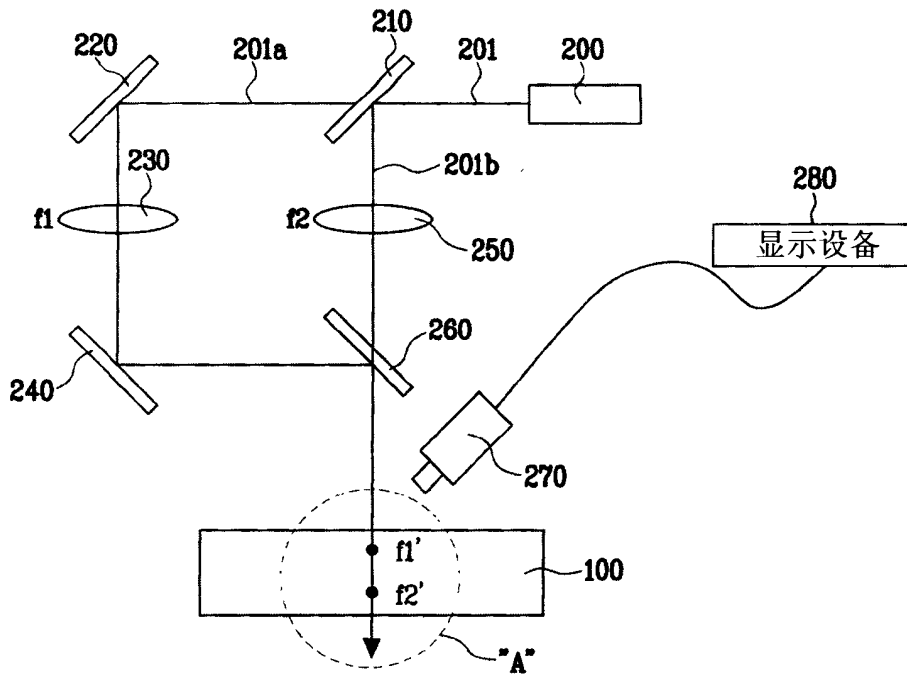


图 6

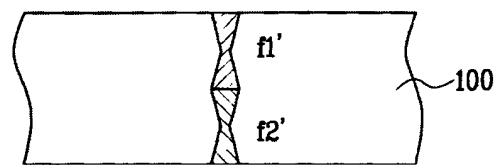


图 7

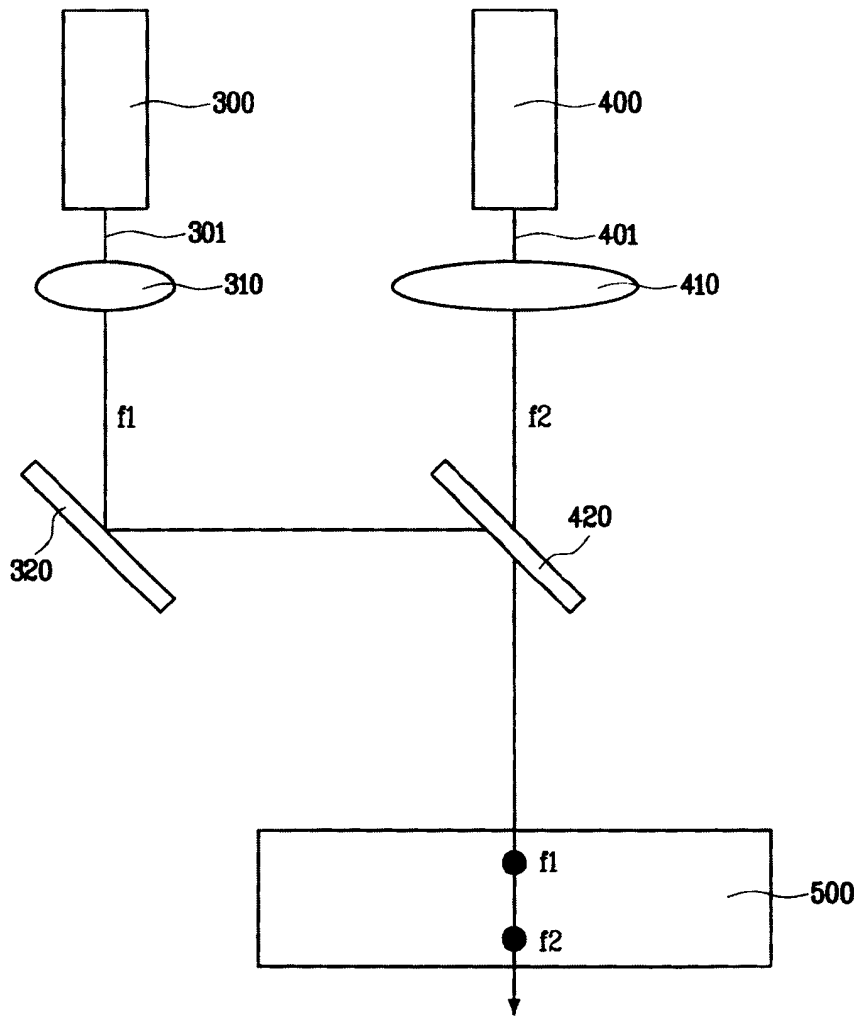


图 8