

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-56482

(P2009-56482A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23K 26/38 (2006.01)	B23K 26/38 320	2H088
B23K 26/40 (2006.01)	B23K 26/40	2H090
B23K 26/073 (2006.01)	B23K 26/073	3C069
B28D 5/00 (2006.01)	B28D 5/00 Z	4E068
G02F 1/13 (2006.01)	G02F 1/13 101	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-225318 (P2007-225318)
 (22) 出願日 平成19年8月31日 (2007.8.31)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 吉村 和人
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 尼子 淳
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 最終頁に続く

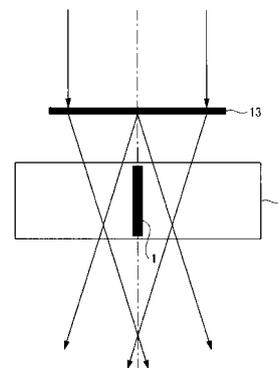
(54) 【発明の名称】 基板分割方法、及び表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザビームの走査回数を低減することが可能な基板分割方法を提供する。

【解決手段】 T F T 素子基板等の分割対象基板 4 に対し、当該分割対象基板 4 の厚さ方向からレーザビームを照射して当該分割対象基板 4 を分割するにあたり、回折光学素子 1 3 でレーザビームを回折することにより、分割対象基板 4 の厚さ方向全域又はほぼ全域にわたってレーザビームのエネルギーを集光し、当該集光領域に改質領域 1 を形成する。これにより、基板分割に適した長くて細い集光領域により十分なエネルギー密度を得て分割対象基板 4 の厚さ方向全域又はほぼ全域にわたる改質領域 1 を形成することができ、これによりレーザビームの走査回数を低減することが可能となる。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単一の又は複数の基板からなる基板に対し、レーザ光を照射して当該基板を分割する基板分割方法であって、回折光学素子で前記レーザ光を回折させ、少なくとも前記基板の厚さ方向の所望領域の全域にわたって前記レーザ光を照射して改質領域を形成することを特徴とする基板分割方法。

【請求項 2】

前記改質領域を形成した後、前記基板に外力を加えることで当該基板を分割することを特徴とする請求項 1 に記載の基板分割方法。

【請求項 3】

前記レーザ光がフェムト秒レーザ、ピコ秒パルスレーザ、又は Y A G レーザの何れかであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の基板分割方法。

【請求項 4】

前記請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の基板分割方法で前記基板から表示装置用基板を分割することを特徴とする表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光を照射して基板を分割する方法、特に基板の内部に改質領域を形成することにより基板を分割する基板分割方法、及びそれにより表示装置用基板を分割する表示装置の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

このような基板分割方法としては、例えば下記の特許文献に記載されるものがある。このうち特許文献 1 では、基板の内部に改質領域を形成し、この改質領域が形成されている部分に外力を加えて基板を分割することが開示されている。また、特許文献 2 では、基板の厚さ方向に改質領域を複数形成し、その部分に外力を加えて基板を分割することが開示されている。また、特許文献 3 では、レーザビームの偏光方向の長軸と走査方向を一致させることが開示されている。また、特許文献 4 では、収差補正手段によってレーザビームの集光領域を長くして、つまりエネルギー密度の高い領域を長くして改質領域を厚さ方向に長くするようにしている。

【特許文献 1】特開 2002 - 192367 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 205180 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 192369 号公報

【特許文献 4】特開 2007 - 021556 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、例えば液晶表示パネルに使用される T F T (Thin Film Transistor) 基板として、石英基板の何れか一方の端面に T F T としての機能を有する T F T 膜を形成したり、そうした石英基板を貼り合わせたりしてなる基板に対し、前記各特許文献に記載されるように、この基板にレーザビームを照射して改質領域を形成し、外力を加えて基板を分割しようとする場合には、一回のレーザビームの照射では基板内に形成される改質領域の当該基板の厚さ方向の長さが短いので、レーザビームの集光領域を基板の厚さ方向にずらしながら当該レーザビームを分割線に沿って複数回走査しなければならないという問題がある。これに対し、前記特許文献 4 のように収差補正によって集光領域を長くすることは可能であるが、例えば前記 T F T 基板の厚さ方向全域に及ぶように集光領域を長くしようとすると、集光領域の光軸直交方向の径が太くなってしまふ。集光領域が長く且つ太くなると、集光領域におけるエネルギー密度が低下してしまふので、基板内に所望の改質領域を形成することができず、結局、収差補正による改質領域の長さの増大には限界がある。

10

20

30

40

50

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたものであり、レーザビームの走査回数を低減することが可能な基板分割方法及び表示装置の製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の基板分割方法は、単一の又は複数の基板からなる基板に対し、レーザ光を照射して当該基板を分割する基板分割方法であって、回折光学素子でレーザ光を回折させ、少なくとも基板の厚さ方向の所望領域の全域にわたってレーザ光を照射して改質領域を形成することを特徴とするものである。

この発明によれば、回折光学素子でレーザ光を回折させ、少なくとも基板の厚さ方向の所望領域の全域にわたってレーザ光を照射して改質領域を形成することとしたため、基板分割に適した長くて細い集光領域により、十分なエネルギー密度を維持したまま基板の厚さ方向の所望領域の全域にわたって改質領域を形成することができ、これによりレーザ光の走査回数を低減することが可能となる。

【0005】

また、改質領域を形成した後、基板に外力を加えることで当該基板を分割することを特徴とするものである。

この発明によれば、改質領域を形成した後、基板に外力を加えることで当該基板を分割することとしたため、基板を確実に且つ精度良く分割することができる。

また、本発明の基板分割方法は、レーザ光がフェムト秒レーザ、ピコ秒パルスレーザ、又はYAGレーザの何れかであることを特徴とするものである。

【0006】

この発明によれば、レーザ光がフェムト秒レーザ、ピコ秒パルスレーザ、又はYAGレーザの何れかであることとしたため、基板の分割に適したレーザ光を用いて基板を分割することができる。

また、本発明の表示装置の製造方法は、前記本発明の基板分割方法で基板から表示装置用基板を分割することを特徴とするものである。

この発明によれば、前記本発明の基板分割方法で基板から表示装置用基板を分割することとしたため、基板の分割に係るレーザ光の走査回数を低減することで安価な表示装置を製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

次に、本発明の基板分割方法及び表示装置の製造方法の実施形態について、図面を用いて説明する。本実施形態は、液晶表示装置を構成する液晶表示パネルの製造工程において、当該液晶表示パネルに使用されるTFT基板をウエハ状の分割対象基板から切出す（分割する）ものである。ちなみに、液晶表示パネルは、周知のように、TFTを有するTFT基板、対向電極を有する対向基板、及び両基板間の隙間に充填された液晶などを備えて構成される。

【0008】

図1には、分割される直前の分割対象基板の平面図を示す。この分割対象基板（基板）4は、複数の石英基板を貼り合わせてなり、図示しない絶縁層、画素電極なども形成され、これらがTFT膜としてTFT基板上に構成されている。このTFT基板上にはシール部材や液晶も載置され、それらを挟むようにして対向基板が接合されている。更に、TFT基板及び対向基板の外側には防塵用の石英基板が接着剤層を挟んで貼り付けられており、これら全体が分割対象基板としてのTFT基板をなす。

【0009】

図2には、本実施形態のレーザビーム照射装置の概略構成を示す。このレーザビーム照射装置10は、レーザビームを出射するレーザ光源11と、出射されたレーザビームを反射するダイクロイックミラー12と、反射したレーザビームを回折して集光する回折光学素子13とを備えている。また、このレーザビーム照射装置10は、前述した分割対象基

10

20

30

40

50

板 4 を載置するステージ 1 7 と、ステージ 1 7 を回折光学素子 1 3 に対して水平面直交 2 軸方向、即ち図 2 に記載の X 軸及び Y 軸方向に移動させる X 軸スライド部 2 0 及び Y 軸スライド部 2 1 と、ステージ 1 7 に載置された分割対象基板 4 に対して、回折光学素子 1 3 の高さ方向、即ち図 2 に記載の Z 軸方向の位置を変えてレーザビームの集光点の位置を調整する Z 軸スライド機構 1 4 と、ダイクロイックミラー 1 2 を挟んで回折光学素子 1 3 と反対側に位置する撮像装置 2 2 とを備えている。

【 0 0 1 0 】

また、このレーザビーム照射装置 1 0 は、前記各構成を制御するメインコンピュータ 3 0 を備えており、メインコンピュータ 3 0 には CPU や各種メモリの他に、撮像装置 2 2 で撮像した画像情報を処理する画像処理部 3 4 を備えている。撮像装置 2 2 は、同軸落射型光源と CCD (固体撮像素子) とが組み込まれており、同軸落射型光源から出射した可視光は、回折光学素子 1 3 を透過する際に回折して集光する。また、このメインコンピュータ 3 0 には、レーザ加工の際に用いられる各種加工条件のデータを入力する入力部 3 5 と、レーザ加工時の各種情報を表示する表示部 3 6 とが接続されている。また、レーザ光源 1 1 の出力やパルス幅、パルス周期を制御するレーザ制御部 3 1 と、Z 軸スライド機構 1 4 を駆動して回折光学素子 1 3 の Z 軸方向の位置を制御するレンズ制御部 3 2 と、X 軸スライド部 2 0 と Y 軸スライド部 2 1 を夫々レール 1 8 , 1 9 に沿って移動させるサーボモータ (不図示) を駆動するステージ制御部 3 3 とが接続されている。

10

【 0 0 1 1 】

回折光学素子 1 3 を Z 軸方向に移動させる Z 軸スライド機構 1 4 には、移動距離を検出可能な位置センサが内蔵されており、レンズ制御部 3 2 は、この位置センサの出力を検出して回折光学素子 1 3 の Z 軸方向の位置を制御可能となっている。従って、撮像装置 2 2 の同軸落射型光源から出射した可視光の焦点が分割対象基板 4 の表面に一致するように回折光学素子 1 3 を Z 軸方向に移動させれば、分割対象基板 4 の厚さを計測することが可能である。

20

【 0 0 1 2 】

なお、本実施形態では、ステージ 1 7 は、Y 軸スライド部 2 1 に支持されているが、X 軸スライド部 2 0 と Y 軸スライド部 2 1 との位置関係を逆転させて X 軸スライド部 2 0 にステージ 1 7 が支持される形態としてもよい。また、テーブルを介してステージ 1 7 を Y 軸スライド部 2 1 に支持することが好ましい。これによれば、分割対象基板 4 を光軸に対してより垂直な状態とすることが可能となる。

30

【 0 0 1 3 】

レーザ光源 1 1 としては、例えばチタンサファイヤを固体光源とするレーザビームをフェムト秒のパルス幅で出射する、所謂フェムト秒レーザが用いられる。この場合、パルスレーザビームは、波長分散特性を有しており、中心波長が 8 0 0 n m 、パルス幅は凡そ 3 0 0 f s (フェムト秒) 、パルス周期は 5 k H z 、出力は凡そ 1 0 0 0 m W である。レーザ光源 1 1 には、これに代えて、ピコ秒パルスレーザ (中心波長 : 8 0 0 n m 、パルス幅 : 3 p s 、平均出力 : 1 W) や Y A G レーザ (波長 : 3 5 5 n m 、パルス幅 : 3 5 n s 、平均出力 : 1 0 W) を用いることも可能である。

40

【 0 0 1 4 】

回折光学素子 1 3 としては、例えば本出願人が先に提案した特開 2 0 0 4 - 1 3 6 3 5 8 号公報に記載のものが適用可能である。この回折光学素子 1 3 は、例えば以下のようにして形成する。即ち、まず石英基板にレジストを塗布し、例えば周期が等しい同心円のレジストパターンに応じて、集光したレーザビームの露光量を変えながらレジストを露光し、その後、レジストを現像して凹凸形状のレジストパターンとし、このレジストパターンに、例えば C H F ₃ 等のイオン化したガスをあてて同パターンをマスクとして利用することにより、イオンエッチングで石英基板にパターンを転写し、その後、残存するレジストを除去して石英基板上に所望の凹凸形状の回折光学素子 1 3 を形成する。

【 0 0 1 5 】

この回折光学素子 1 3 によれば、図 3 に示すように、その表面に周期が等しい同心円状

50

の凹凸パターンが形成されているため、レーザビーム波面に位相変調を加えることができ、これにより被加工物である分割対象基板 4 に改質領域 1 を形成するのに必要な強度分布を持ったビームが得られ、このビームの強度分布によって分割対象基板 4 の厚さ（深さ）方向に形成される改質領域 1 の形状及び大きさを変えることができる。本実施形態では、この強度分布を調整することにより、図 3 に示すように、一回のレーザビームの照射によって分割対象基板 4 の厚さ方向の所望領域の全域にわたって改質領域 1 を形成し、当該改質領域 1 を形成した後、外力を加えるだけで当該分割対象基板 4 を分割可能とする。

分割対象基板 4 の厚さ方向の所望領域の全域にわたって改質領域 1 を形成するための回折光学素子 1 3 の同心円中心からの半径 r に応じた位相分布 $\phi(r)$ は下記 1 式で与えられる。

【 0 0 1 6 】

$$\phi(r) = \text{mod} [2 m \pi r / p] \dots\dots\dots (1)$$

【 0 0 1 7 】
 但し、 $\text{mod} [\]$ は位相分布を 2π で繰り返す関数を示し、 m は回折光学素子 1 3 の回折次数、 r は回折光学素子 1 3 の半径、 p は回折光学素子 1 3 の同心円の周期を示す。この位相分布から得られる光軸 z に応じた非回折ビームの強度分布 $I(z)$ は下記 2 式で与えられる。

【 0 0 1 8 】

$$I(z) = C_1 z \cdot \exp(-C_2 z^2)$$

$$C_1 = 2 \pi I_0 \sin^2$$

$$C_2 = 2 \pi \sin^2 / a^2 \dots\dots\dots (2)$$

【 0 0 1 9 】
 但し、入射ビームの強度分布はガウス分布で $I(r) = I_0 \exp(-2r^2/a^2)$ であり、その半径 $1/e^2$ を a とした。また、レーザ波長を λ としたとき、 $\sin^2 = m/\lambda p$ であり、 m 次の回折波を利用した光軸 z 上のビーム整形であることを意味する。

更に、2 式から、光軸 z 上の強度が最大となる位置 Z_c は、同式を微分することにより下記 3 式のように求まる。

【 0 0 2 0 】

$$Z_c = (a/2) (p/\lambda) (1/m) \dots\dots\dots (3)$$

【 0 0 2 1 】
 この 3 式から、分割対象基板 4 に厚さ方向の所望領域の全域にわたる改質領域 1 を形成するための強度分布を得るためには、例えば回折光学素子 1 3 の同心円状の凹凸パターンの周期 p を変えたり、回折次数 m を選んだりすればよい。光軸 z 上の強度が最大となる位置 Z_c におけるビーム強度 $I(Z_c)$ は下記 4 式で与えられる。

【 0 0 2 2 】

$$I(Z_c) = (a I_0 / \exp(1/2)) \cdot m (\lambda / p) \dots\dots\dots (4)$$

【 0 0 2 3 】
 4 式から明らかなように、回折光学素子 1 3 の同心円状の凹凸パターンの周期 p を短くすることにより光軸 z 上のビーム強度が高くなることが分かる。また、高次 ($m > 1$) の回折波を用いてビーム整形を行う場合にも、回折次数 m が大きくなるほど光軸 z 上のビーム強度が高くなる。

【 0 0 2 4 】
 これらの関係から、ビーム強度分布 $I(z)$ を計算すると、例えば回折次数 $m = 1$ の回折波を用いるものとし、レーザ波長 $\lambda = 800 \text{ nm}$ 、入射ビームの半径 $a = 3.0 \text{ mm}$ としたとき、例えば回折光学素子 1 3 の同心円状の凹凸パターンの周期 $p = 20.0 \text{ mm}$ とすると、光軸 z 上の強度が最大となる位置 Z_c は 37.5 mm であり、分割対象基板 4 に改質領域 1 を形成する所定レベル以上の強度分布の深さは 2.4 mm となる。また、回折光学素子 1 3 の同心円状の凹凸パターンの周期 $p = 10.0 \text{ mm}$ の場合には、光軸 z 上の強度が最大となる位置 Z_c は 18.8 mm であり、分割対象基板 4 に改質領域 1 を形成する所定レベル以上の強度分布の深さは 1.2 mm となる。また、回折光学素子 1 3 の同心円状

10

20

30

40

50

の凹凸パターンの周期 $p = 5.0 \text{ mm}$ の場合には、光軸 z 上の強度が最大となる位置 Z_c は 9.4 mm であり、分割対象基板 4 に改質領域 1 を形成する所定レベル以上の強度分布の深さは 6 mm となる。

【0025】

本実施形態では、このようにして分割対象基板 4 の厚さ方向の所望領域の全域にわたって改質領域 1 を形成することができるので、例えば図 4 のように、分割線に沿ってレーザービームを一回走査するだけで、分割線全域に帯状の改質領域 1 を連続して形成することができ、その後、図 4 の上下方向に外力を加えれば、当該分割対象基板 4 を容易且つ正確に分割することができる。

【0026】

前記従来の基板分割方法では、例えば図 2 に示すように、例えば集光レンズなどによってレーザービームを集光しながら分割対象基板 4 に照射する。レーザービームの集光領域では、エネルギー密度が高くなるので、石英基板等の分割対象基板 4 内に改質領域 1 が形成される。但し、この改質領域 1 の基板厚さ方向の長さは短い。従って、図 5 に示すように、集光領域を基板厚さ方向にずらしながら、分割線に沿ってレーザービームを複数回走査することで、改質領域 1 を分割対象基板 4 の分割断面の厚さ方向に複数層形成し、その後、曲げモーメントを外力として加えて当該分割対象基板 4 を分割する。

【0027】

このレーザービームの集光、照射において、収差補正を行うと、集光領域が長くなる。また、石英基板外の空气中でレーザービームが一点に集光するようにした場合においても、レーザービームの石英基板内を通過する長さが長くなると、石英基板内では一点で集光しなくなり、集光領域が長くなることもある。このように集光領域が長くなると、改質領域 1 も長くなる。しかしながら、一般に、レーザービームの集光、照射において、レーザービームの集光領域が長くなると、その径も太くなる。例えば、TFT 基板を分割対象基板 4 として、その厚さ方向の所望領域の全域が集光領域になるように、例えば収差補正を行うと、集光領域が太くなり過ぎ、集光領域におけるエネルギー密度が低くなって改質領域 1 を形成することができなくなる。

【0028】

これに対して、本実施形態のように、レーザービームを回折して集光する場合には、レーザー強度の高い領域が長く且つ細いので、分割対象基板 4 の厚さ方向の所望領域の全域にわたって改質領域 1 を形成することができる。

このように、本実施形態の基板分割方法によれば、単一の又は複数の基板からなる基板 4 に対し、レーザー光を照射して当該基板 4 を分割するにあたり、回折光学素子 13 でレーザー光を回折させ、少なくとも基板 4 の厚さ方向の所望領域の全域にわたってレーザー光を照射して改質領域 1 を形成することとしたため、基板分割に適した長くても細い集光領域により、十分なエネルギー密度を維持したまま基板 4 の厚さ方向の所望領域の全域にわたって改質領域 1 を形成することができ、これによりレーザービームの走査回数を低減することが可能となる。

【0029】

また、改質領域 1 を形成した後、基板 4 に外力を加えることで当該基板 4 を分割することとしたため、基板 4 を確実に且つ精度良く分割することができる。

また、レーザー光がフェムト秒レーザー、ピコ秒パルスレーザー、又は YAG レーザーの何れかであることとしたため、基板 4 の分割に適したレーザー光を用いて基板 4 を分割することができる。

また、本発明の基板分割方法で基板 4 から表示装置用基板を分割することとしたため、基板 4 の分割に係るレーザー光の走査回数を低減することで安価な表示装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図 1】本発明を適用した分割対象基板の平面図である。

10

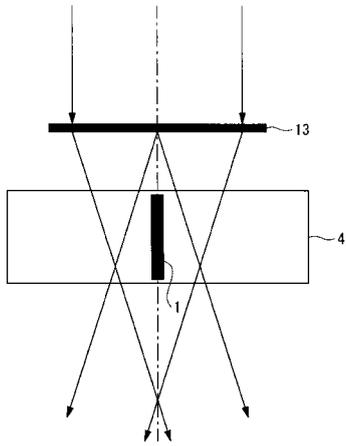
20

30

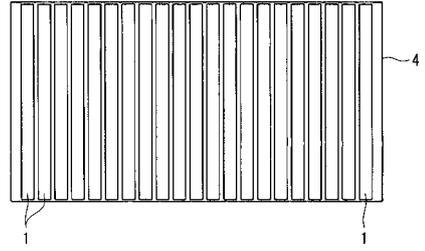
40

50

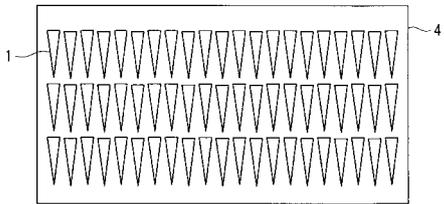
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 F 1/1333 (2006.01)	G 0 2 F 1/1333 5 0 0	
B 2 3 K 101/36 (2006.01)	B 2 3 K 101:36	

Fターム(参考) 2H088 FA07 HA01 HA02 HA08 MA20
2H090 JB02 JB03 JC13 LA01
3C069 AA01 BA08 BB01 CA03 CA11 EA01
4E068 AA02 AE01 CA01 CA03 CA08 CD02 CD03 CD05 CD08 DA09