

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6660279号
(P6660279)

(45) 発行日 令和2年3月11日(2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月12日(2020.2.12)

(51) Int.Cl.

F 1

G09F	9/00	(2006.01)	G09F	9/00	338
H01L	51/50	(2006.01)	H05B	33/14	A
H05B	33/02	(2006.01)	H05B	33/02	
H05B	33/10	(2006.01)	H05B	33/10	
G02F	1/13	(2006.01)	G02F	1/13	101

請求項の数 12 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-231491 (P2016-231491)
(22) 出願日	平成28年11月29日 (2016.11.29)
(65) 公開番号	特開2018-87921 (P2018-87921A)
(43) 公開日	平成30年6月7日 (2018.6.7)
審査請求日	平成30年12月21日 (2018.12.21)

(73) 特許権者	514188173 株式会社 J O L E D 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地
(74) 代理人	110001357 特許業務法人つばさ国際特許事務所
(72) 発明者	藤森 隆成 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地 株式会社 J O L E D 内
(72) 発明者	加藤 祐一 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地 株式会社 J O L E D 内
(72) 発明者	木下 智豊 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地 株式会社 J O L E D 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フレキシブルデバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、
前記可撓性基板の表面に素子層を形成し、
前記第1面に対向する前記支持基板の第2面を流動性部材に接触させ、
前記支持基板の前記第2面側からレーザ光を照射して、前記支持基板を前記可撓性基板
から剥離し、
前記流動性部材として液体を用い、
前記支持基板の前記第2面にダムを形成し、
前記ダムに前記液体を溜めて、前記支持基板の前記第2面を前記液体に接触させる
フレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 2】

前記支持基板の前記第2面には凹部が設けられており、
前記凹部を前記流動性部材で埋めた後に、前記レーザ光を照射する
請求項1に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記流動性部材の屈折率は、空気の屈折率よりも大きく、前記支持基板の構成材料の屈
折率以下である

請求項2に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 4】

10

20

前記流動性部材の屈折率は、前記支持基板の構成材料の屈折率と同じまたは略同じである

請求項 1 に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 5】

支持基板の第 1 面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、

前記可撓性基板の表面に素子層を形成し、

前記第 1 面に対向する前記支持基板の第 2 面を流動性部材に接触させ、

前記支持基板の前記第 2 面側からレーザ光を照射して、前記支持基板を前記可撓性基板から剥離し、

前記流動性部材として高粘度材料を用い、

10

前記高粘度材料を前記支持基板の前記第 2 面に塗布する

フレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 6】

前記高粘度材料を前記支持基板の前記第 2 面に塗布した後、前記高粘度材料を硬化させる

請求項 5 に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 7】

前記支持基板の前記第 2 面を前記流動性部材に接触させた状態で、前記支持基板の前記第 2 面側からレーザ光を照射する

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

20

【請求項 8】

支持基板の第 1 面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、

前記可撓性基板の表面に素子層を形成し、

前記第 1 面に対向する前記支持基板の第 2 面に表面処理を施し、

前記支持基板の前記第 2 面側からレーザ光を照射して、前記支持基板を前記可撓性基板から剥離し、

前記表面処理として、研磨剤を用いたエッチング処理を行う

フレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 9】

支持基板の第 1 面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、

30

前記可撓性基板の表面に素子層を形成し、

前記第 1 面に対向する前記支持基板の第 2 面に表面処理を施し、

前記支持基板の前記第 2 面側からレーザ光を照射して、前記支持基板を前記可撓性基板から剥離し、

前記表面処理として、溶解処理を行う

フレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 10】

前記支持基板の前記第 2 面に表面処理を施して前記支持基板の前記第 2 面側に一様な被処理面を形成する

請求項 8 または請求項 9 に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

40

【請求項 11】

前記支持基板の前記被処理面は一様な粗さを有する

請求項 10 記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

【請求項 12】

ガラスにより構成された前記支持基板を用いる

請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、可撓性基板を用いたフレキシブルデバイスの製造方法に関する。

50

【背景技術】**【0002】**

プラスチック基板（樹脂基板）等の可撓性基板上に各種の素子層が形成されたフレキシブルデバイスとして、種々のものが提案されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開平10-125930号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

【0004】

ところで、このようなフレキシブルデバイスでは一般に、製造の際の歩留りを向上させることが求められている。製造の際の歩留りを向上させることが可能なフレキシブルデバイスの製造方法を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法（1）は、支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、可撓性基板の表面に素子層を形成し、第1面に対向する支持基板の第2面を流動性部材に接触させ、支持基板の第2面側からレーザ光を照射して、支持基板を可撓性基板から剥離し、流動性部材として液体を用い、支持基板の第2面にダムを形成し、ダムに液体を溜めて、支持基板の第2面を液体に接触させるものである。

20

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法（2）は、支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、可撓性基板の表面に素子層を形成し、第1面に対向する支持基板の第2面を流動性部材に接触させ、支持基板の第2面側からレーザ光を照射して、支持基板を可撓性基板から剥離し、流動性部材として高粘度材料を用い、高粘度材料を支持基板の第2面に塗布するものである。

【0006】

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法（1）（2）では、支持基板の第2面を流動性部材に接触させて、レーザ光が照射される。これにより、例えば支持基板の第2面に傷（凹部）が存在するような場合であっても、この傷に流動性部材が入り込むので、レーザ光照射時に傷が与える影響を小さくすることが可能となる。例えば、流動性部材の屈折率を、支持基板の構成材料の屈折率と近づけることにより、傷部分から入射したレーザ光も、他の部分と同様に支持基板内を進むようになる。

30

【0007】

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法（3）は、支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、可撓性基板の表面に素子層を形成し、第1面に対向する支持基板の第2面に表面処理を施し、支持基板の第2面側からレーザ光を照射して、支持基板を可撓性基板から剥離し、表面処理として、研磨剤を用いたエッティング処理を行うものである。

40

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法（4）は、支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、可撓性基板の表面に素子層を形成し、第1面に対向する支持基板の第2面に表面処理を施し、支持基板の第2面側からレーザ光を照射して、支持基板を可撓性基板から剥離し、表面処理として、溶解処理を行うものである。

【0008】

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法（3）（4）では、支持基板の第2面に表面処理を施して、レーザ光が照射される。これにより、例えば支持基板の第2面に傷または異物等が存在する場合であっても、第2面側に一様な被処理面が形成されるので、レーザ光照射時に傷や異物等が除去され、あるいは、レーザ光が散乱しやすくなる。したがって、傷や異物等が与える影響が小さくなる。表面処理は、例えば、研磨

50

剤を用いたエッティングまたは溶解処理等である。

【発明の効果】

【0009】

本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法(1)(2)によれば、支持基板の第2面を流動性部材に接触させ、また、本技術の一実施の形態に係るフレキシブルデバイスの製造方法(3)(4)によれば支持基板の第2面に表面処理を施すようにしたので、レーザ光照射時に傷等が与える影響を小さくすることができる。よって、支持基板を可撓性基板から剥離する工程での不具合の発生を抑え、製造の際の歩留りを向上させることが可能となる。

10

【0010】

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本技術の第1の実施の形態に係るフレキシブルデバイスとしての表示装置の概略構成例を表す模式断面図である。

【図2A】図1に示した表示装置の製造方法の一工程を表す模式断面図である。

【図2B】図2Aに続く工程を表す模式断面図である。

【図3】図2Bの前の工程を表す模式断面図である。

20

【図4】比較例に係るフレキシブルデバイスとしての表示装置の概略構成例を表す模式断面図である。

【図5】図4に示したレーザ光の照射領域の一例を表す模式断面図である。

【図6】図4に示した支持基板に傷が存在する場合の概略構成例を表す模式断面図である。

【図7】図6に示したレーザ光の進行状態の一例を表す模式断面図である。

【図8】図6に示したレーザ光の照射領域および非照射領域の一例を表す模式断面図である。

【図9A】支持基板を可撓性基板から剥離する前の表示状態の一例を表す図である。

【図9B】支持基板を可撓性基板から剥離した後の表示状態の一例を表す図である。

30

【図9C】図9Bに示した非発光領域を拡大して表す図である。

【図10A】支持基板の表面の光顕写真の一例を表す図である。

【図10B】支持基板の裏面の光顕写真の一例を表す図である。

【図11】図3に示した工程後、レーザ光を照射する時について説明するための模式断面図である。

【図12】図11に示したレーザ光の照射領域の一例を表す模式断面図である。

【図13】支持基板の裏面に傷があるときのレーザ光の進み方について説明するための図である。

【図14A】図13に示した長さと非照射領域の大きさとの関係を表す図である。

【図14B】図13に示したレーザ光の入射角度と非照射領域の大きさとの関係を表す図である。

40

【図15A】液体の屈折率の範囲についてシミュレーションを行った結果を表す図である。

【図15B】図15Aの一部を拡大して表す図である。

【図16A】変形例1に係る表示装置の製造方法について説明するための斜視図である。

【図16B】図16Aに示した工程を表す模式断面図である。

【図17A】変形例2に係る表示装置の製造方法について説明するための斜視図である。

【図17B】図17Aに示した工程を表す模式断面図である。

【図18A】第2の実施の形態に係る表示装置の製造方法について説明するための模式断面図である。

50

【図18B】図18Aに続く工程を表す模式断面図である。

【図19】フレキシブルデバイスとしての表示装置の概略構成例を表すブロック図である。

【図20】フレキシブルデバイスとしての撮像装置の概略構成例を表すブロック図である。

【図21】図19に示した表示装置または図20に示した撮像装置を備えた電子機器への適用例を表すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本技術の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。 10

1. 第1の実施の形態（支持基板の第2面を液体に接触させる製造方法の例）

2. 変形例1（ダム内に溜めた液体に支持基板の第2面を接触させる例）

3. 変形例2（高粘度材料に支持基板の第2面を接触させる例）

4. 変形例3（高粘度材料を支持基板の第2面に接触させた後、硬化させる例）

5. 第2の実施の形態（支持基板の第2面に表面処理を施す製造方法の例）

6. 適用例（フレキシブルデバイスの電子機器への適用例）

【0013】

<1. 第1の実施の形態>

【構成】

20

図1は、本技術の第1の実施の形態に係るフレキシブルデバイスとしての表示装置（表示装置1）の概略構成例を、模式的に断面図で表したものである。表示装置1は、例えば有機電界発光（EL：Electro-Luminescence）装置であり、半導体装置10上に表示素子層13および保護層14をこの順に備えたものである。半導体装置10は、可撓性基板11の上（表面）に、例えばTFT（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）層12を有している。なお、TFT層12および表示素子層13はそれぞれ、本技術の「素子層」の一具体例に対応している。

【0014】

可撓性基板11は、例えば、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PI（ポリイミド）、PC（ポリカーボネート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PA（ポリアミド）、PES（ポリエーテルサルファン）などの樹脂材料により構成されている。すなわち、この可撓性基板11は、例えば樹脂基板（プラスチック基板）からなる。ただし、可撓性基板11の構成材料としては、このような樹脂材料には限られず、他の材料を用いて可撓性基板11を構成するようにしてもよい。

30

【0015】

TFT層12は、薄膜トランジスタ等を含む層である。この薄膜トランジスタは、例えば、トップゲート型、ボトムゲート型あるいはデュアルゲート型の薄膜トランジスタであり、可撓性基板11上の選択的な領域に半導体層を有している。この半導体層は、チャネル領域（活性層）を含んでおり、例えば、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）、スズ（Sn）、チタン（Ti）およびニオブ（Nb）等のうちの少なくとも1種の元素の酸化物を主成分として含む、酸化物半導体により構成されている。具体的には、この酸化物半導体としては、酸化インジウム錫亜鉛（ITO）、酸化インジウムガリウム亜鉛（IGZO：InGaZnO）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化インジウムガリウム（IGO）、酸化インジウム錫（ITO）および酸化インジウム（InO）等が挙げられる。なお、この半導体層が、低温多結晶シリコン（LT-PSS）または非結晶シリコン（a-Si）等から構成されていてもよい。

40

【0016】

表示素子層13は、複数の画素を含むと共に、上記した薄膜トランジスタが複数配置されたバックプレーンにより表示駆動される、表示素子（発光素子）を含んでいる。この表示素子としては、例えば有機EL素子または液晶表示素子などが挙げられる。このうちの

50

有機EL素子は、TFT層12側から順に、例えば、アノード電極（第1電極）、有機電界発光層（表示機能層）およびカソード電極（第2電極）を有している。アノード電極は、例えば上記した薄膜トランジスタにおけるソース・ドレイン電極に接続されている。カソード電極には、例えば配線などを通じて、各画素に共通のカソード電位が供給されるようになっている。

【0017】

保護層14は、表示素子層13を外部から保護するための層である。この保護層14は、例えば、酸化シリコン（ SiO_x ）、窒化シリコン（ SiN_x ）、酸窒化シリコン（ $SiON$ ）などの無機材料により構成されている。ただし、保護層14が、有機材料により構成されていてもよい。

10

【0018】

このような表示装置1の製造の際には、図2Aに示したように、可撓性基板11に対して、支持基板9が貼り合わされた状態となっている。詳細な表示装置1の製造方法については後述する。支持基板9は、互いに対向する表面S1（第1面）および裏面S2（第2面）を有しており、支持基板9の表面S1が、可撓性基板11の裏面に貼り合わせられるようになっている。支持基板9は、例えばガラスにより構成されている。このガラスとしては、例えば、石英ガラス、ソーダガラスおよび無アルカリガラス等が挙げられる。

【0019】

この支持基板9は、図2Bに示したように、可撓性基板11上に各層（TFT層12、表示素子層13および保護層14）が形成された後、可撓性基板11から剥離されるようになっている（図2B中の矢印P1参照）。支持基板9は、支持基板9の裏面S2側からレーザ光（後述の図3のレーザ光L）が照射されることによって、可撓性基板11から剥離される。

20

【0020】

詳細は後述するが、本実施の形態では、このレーザ光Lの照射前に、図3に示したように、支持基板9の裏面S2を液体31（流動性部材）に接触させる。液体31は、例えば、食用油または有機溶剤等である。液体31の屈折率は、空気の屈折率よりも、支持基板9の構成材料の屈折率に近く、支持基板9の構成材料の屈折率と同じまたは略同じであることが好ましい。例えば、液体31の屈折率は、空気の屈折率（1.0）よりも大きく、支持基板9の構成材料の屈折率以下である。ここで、液体31の屈折率が支持基板9の構成材料の屈折率と略同じとは、例えば、支持基板9の構成材料の屈折率の98%～100%であることをいう。支持基板9がガラス（屈折率1.52）により構成されているとき、液体31の屈折率は例えば1.49～1.52である。

30

【0021】

【製造方法】

上記のような表示装置1は、例えば次のようにして製造することができる。

【0022】

まず、可撓性基板11の裏面に、上記した支持基板9の表面S1を貼り合わせる。この際の貼り合わせの手法としては、例えば、支持基板9上にワニス等を塗布して焼き固める手法や、接着層等を用いて貼り合わせる手法などが挙げられる。この接着層の構成材料としては、例えば、シロキサン等が挙げられる。

40

【0023】

次いで、このような支持基板9が貼り合わされた後、可撓性基板11の表面に、素子層（TFT層12および表示素子層13）を形成する。

【0024】

具体的には、まず、可撓性基板11上に、前述した材料（例えば酸化物半導体）よりなる半導体層を、例えばスパッタ法等を用いて成膜した後、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングにより、この半導体層を所定の形状にパターニングする。そして、各種の絶縁膜や電極を形成することにより、TFT層12が形成される。

【0025】

50

続いて、このTFT層12上に、表示素子層13を形成する。例えば表示素子層13が有機EL素子を含む場合には、TFT層12上に、例えばアノード電極、有機電界発光層、およびカソード電極を含む表示素子層13を形成する。

【0026】

そののち、表示素子層13上に、前述した材料よりなる保護層14を、例えばCVD(Chemical Vapor Deposition; 化学気相成長)法を用いて形成する。

【0027】

保護層14を形成した後、例えば、図3に示したように、支持基板9の裏面S2を液体31に接触させる。具体的には、ステージ51上に載置された支持基板9、可撓性基板11、TFT層12、表示素子層13および保護層14を、液体31で満たした容器52に入れる。このとき、ステージ51と支持基板9の表面S1が対向するように(支持基板9の裏面S2がステージ51と反対を向くように)支持基板9等をステージ51に固定しておく。支持基板9の裏面S2全面が液体31の液面よりも下側になるように、十分深く浸し、支持基板9の裏面S2全面に液体31を接触させる。

10

【0028】

このように液体31に支持基板9の裏面S2を接触させた状態で、支持基板9の裏面S2側からレーザ光Lを照射する。続いて、支持基板9、可撓性基板11、TFT層12、表示素子層13および保護層14を、容器52の外側に取りだし、図2B中の矢印P1で示したように、支持基板9を可撓性基板11から剥離させる。なお、このようなレーザ光Lの照射によって、支持基板9が可撓性基板11から剥離されるのは、例えば以下のようなメカニズムが考えられる。レーザ光Lが照射されると、例えば、可撓性基板11を構成する原子間または分子間の結合力が消失もしくは減少し、または、前述した接着層を構成する物質における原子間または分子間の結合力が消失または減少する。これに起因した層内剥離や界面剥離が生じ、支持基板9が剥離されると考えられる。

20

【0029】

以上により、図1に示した表示装置1が完成する。

【0030】

[作用・効果]

(基本動作)

この表示装置1では、外部から入力される映像信号に基づいて、表示素子層13における各画素が表示駆動され、映像表示がなされる。このとき、TFT層12では、例えば画素ごとに薄膜トランジスタが電圧駆動される。具体的には、この薄膜トランジスタに対して閾値電圧以上の電圧が供給されると、前述した半導体層が活性化され(チャネルが形成され)、その結果、薄膜トランジスタにおける一対のソース・ドレイン電極間に、電流が流れる。このような薄膜トランジスタに対する電圧駆動を利用して、表示装置1における映像表示が行われる。

30

【0031】

(比較例)

ここで、図4～図8は、比較例に係る表示装置1の製造方法を、断面図で模式的に表したものである。この比較例に係る製造方法では、前述した本実施の形態と同様に、可撓性基板11上に各層(TFT層12、表示素子層13および保護層14)を形成した後に、レーザ光Lの照射を利用して支持基板9を可撓性基板11から剥離させるようになっている。

40

【0032】

具体的には、例えば図4に示したように、支持基板9の裏面S2側から、支持基板9と可撓性基板11との界面付近に向けて、レーザ光Lを垂直方向に照射する。これにより、例えば図5に示したように、レーザ光Lの照射領域A101(この例では、支持基板9と可撓性基板11との界面の全領域)が形成され、支持基板9を可撓性基板11から剥離することができるようになる。照射領域A101では、支持基板9と可撓性基板11との密着力が小さくなる。

50

【0033】

ところが、例えば図6に示したように、支持基板9の裏面S2には製造工程で生じた傷9C等が存在しやすい。支持基板9の裏面S2は、製造工程で、製造装置と接触し、あるいは、薬液または反応性ガス雰囲気下に晒される。このため、支持基板9の裏面S2には傷9Cが生じやすい。また、支持基板9の裏面S2には異物（後述の図15Aの異物9D）等が付着するおそれもある。このような場合、この比較例では、レーザ光Lを利用した支持基板9の剥離の際に、以下の問題が生じ得る。

【0034】

図7に示したように、傷9Cの近傍部分から入射したレーザ光Lは屈折し、傷9Cのない部分と、傷9C部分とでは、レーザ光Lの入射角に違いが生じる。このため、傷9C部分から入射したレーザ光Lは、支持基板9と可撓性基板11との界面に到達しないおそれがある。

10

【0035】

このような場合、図8に示したように、支持基板9と可撓性基板11との界面に傷9Cに起因したレーザ光Lの非照射領域A103が形成される。この非照射領域A103では、支持基板9が可撓性基板11から剥離しにくくなるか、あるいは剥離できなくなる。その結果、この比較例に係る表示装置1の製造方法では、支持基板9を可撓性基板11から剥離する工程で不具合が生じ、表示装置1を製造する際の歩留りが低下する。例えば、支持基板9を可撓性基板11から剥離する工程で、表示素子層13の機能が低下する。

【0036】

20

図9Aは、支持基板9を可撓性基板11から剥離する前の表示装置1の表示状態、図9Bは支持基板9を可撓性基板11から剥離した後の表示装置1の表示状態をそれぞれ表している。また、図9Cは、図9Bの非発光領域を拡大したものである。このように、支持基板9の裏面S2の傷9Cおよび異物等に起因して表示不良が生じるおそれがある。

【0037】

図10Aは、支持基板9の表面S1の光顕写真、図10Bは、支持基板9の裏面S2の光顕写真をそれぞれ表している。これらから、支持基板9の裏面S2に存在する傷9Cまたは異物等に起因して非照射領域A103が生成することが確認できる。異物を除去する方法として洗浄の方法等も考え得る。しかしながら、洗浄では、異物の除去効果が低く、また、傷9Cを除去できないので、歩留まりを向上させることは困難である。

30

【0038】

(実施の形態)

これに対して本実施の形態に係る表示装置1の製造方法では、支持基板9の裏面S2に液体31を接触させた状態でレーザ光Lを照射するので、支持基板9の裏面S2に傷9Cが存在していても、傷9C部分とそれ以外の部分とでレーザ光Lの進み方を近づけることが可能となる。なお、ここでは傷9Cが本技術の凹部の一具体例である。

【0039】

具体的には、図11に示したように、支持基板9の裏面S2に生じた傷9Cに、支持基板9の構成材料の屈折率と同じまたは略同じ屈折率を有する液体31が入り込み、傷9Cが液体31で埋められる。したがって、傷9C部分から入射したレーザ光Lも、他の部分から入射したレーザ光Lと同じように支持基板9内を進み、支持基板9と可撓性基板11との界面に到達する。即ち、レーザ光L照射時に傷9Cが与える影響を軽減することができる。

40

【0040】

図12は、支持基板9の裏面S2に液体31を接触させた状態でレーザ光Lを照射したときのレーザ光Lの照射領域A101を表している。このように、支持基板9の裏面S2に液体31を接触させた状態でレーザ光Lを照射すると、支持基板9の裏面S2に傷9Cが存在する場合であっても、非照射領域A103が生じにくくなる。よって、素子層（TFT層12および表示素子層13）の機能を低下させることなく、支持基板9を可撓性基板11から剥離することが可能となる。

50

【0041】

液体31の屈折率と非照射領域A103の大きさとの関係を、シミュレーションを用いて調べた結果について説明する。

【0042】

図13は、支持基板9の裏面S2に傷9Cが存在するときのレーザ光Lの進み方を模式的に表したものである。傷面S9に対する垂線P1と、レーザ光Lとのなす角度（角度A1）をレーザ光Lの入射角とする。レーザ光Lは屈折して支持基板9内を進み、支持基板9と可撓性基板11との界面に到達する。屈折後のレーザ光Lは、垂線P1と角度A2をなしている。屈折前のレーザ光Lの進行方向と、屈折後のレーザ光Lとは角度A3をなしている。傷9Cから可撓性基板11への垂線P2と、レーザ光Lの進行方向と、支持基板9と可撓性基板11との界面とで直角三角形が形成される。この直角三角形を構成する、支持基板9と可撓性基板11との界面の辺が非照射領域A103となる。非照射領域A103の大きさXは、以下の式(1)～(3)により求められる。なお、以下の式(1)～(3)では、液体31の屈折率をn31、支持基板9の構成材料の屈折率をn9、上記直角三角形を構成する、垂線P2の辺の長さをT1とそれぞれ表している。

【0043】

(数1)

$$A_3 = A_1 - A_2 \dots \dots \dots (1)$$

(数2)

$$n_{31} \sin(A_1) = n_9 \sin(A_2) \dots \dots \dots (2)$$

(数3)

$$X = T_1 \times \tan(A_3) \dots \dots \dots (3)$$

10

20

式(2)はスネルの法則である。式(3)に式(1)、(2)を適用させると、以下の式(4)のように表すことができる。

(数4)

$$\begin{aligned} X &= T_1 \times \tan(A_1 - A_2) \\ &= T_1 \times \tan(A_1 - \sin^{-1}(n_{31}/n_9 \times \sin A_1)) \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

【0044】

傷9Cの形状およびレーザ光Lの入射角（角度A1）によって、長さT1および角度A1が変化するため、式(4)を用いて、これらと非照射領域A103の大きさXとの関係を求めた。

30

【0045】

図14Aは、長さT1と非照射領域A103の大きさXとの関係を表し、図14Bは、角度A1と非照射領域A103の大きさXとの関係を表している。図14A、14Bでは、n31を空気の屈折率1.0とし、支持基板9の屈折率n9をガラスの屈折率1.5として表している。非照射領域A103の大きさXは、長さT1が支持基板9の厚みT（以下では、厚みTを500μmとする）に近づくにつれて、また角度A1が90°に近づくにつれて大きくなることが分かった。よって、以下では、長さT1を500μm、角度A1を90°としてシミュレーションを行う。

40

【0046】

図15Aは、液体31の屈折率n31と非照射領域A103の大きさXとの関係についてシミュレーションを行った結果を表している。図15Bは、図15Aの一部（屈折率n31が1.4～1.5の部分）を拡大して表したものである。なお、このシミュレーションでは、支持基板9の屈折率n9をガラスの屈折率1.5とし、液体31の屈折率n31は1～1.5の間で変化させている。液体31の屈折率n31が、支持基板9の屈折率n9よりも大きくなると、全反射するおそれがあるため、液体31の屈折率n31は支持基板9の屈折率n9以下であることが好ましい。

【0047】

非照射領域A103の大きさXが100μmよりも大きいとき、非照射領域A103に

50

起因した発光不良が生じる可能性が高くなる。非照射領域 A 1 0 3 の大きさ X が 1 0 0 μ m 以下となるのは、図 1 5 A, 図 1 5 B より、液体 3 1 の屈折率 n 3 1 が 1 . 4 7 以上 1 . 5 以下のときであった。したがって、より効果的に非照射領域 A 1 0 3 を小さくすることが可能な液体 3 1 の屈折率 n 3 1 の範囲は、以下の式 (5) によって表すことができる。

(数 5)

$$n_9 - n_{31} = 0.98 \times n_9 \dots \dots \dots (5)$$

【0048】

以上のように本実施の形態では、支持基板 9 の裏面 S 2 を液体 3 1 に接触させてレーザ光 L を照射するようにしたので、支持基板 9 の裏面 S 2 に傷 9 C が存在する場合であっても、この傷 9 C に液体 3 1 が入り込み、レーザ光 L 照射時に傷 9 C が与える影響を小さくすることができる。よって、支持基板 9 を可撓性基板 1 1 から剥離する工程での不具合の発生を抑え、表示装置 1 を製造する際の歩留りを向上させることができる。

【0049】

以下、上記第 1 の実施の形態の変形例および他の実施の形態について説明するが、以降の説明において上記第 1 の実施の形態と同一構成部分については同一符号を付してその説明は適宜省略する。

【0050】

< 2 . 変形例 1 >

図 1 6 A, 1 6 B は、変形例 1 に係る表示装置 1 の製造方法の一工程を表している。図 1 6 A は、この一工程の斜視図、図 1 6 B は断面図である。支持基板 9 の裏面 S 2 を液体 3 1 に接触させる工程では、上記の容器 5 2 に代えて、ダム 5 3 を用いるようにしてもよい。

【0051】

上記第 1 の実施の形態で説明したのと同様にして、保護層 1 4 まで形成した後、支持基板 9 の裏面 S 2 の周縁にダム 5 3 を形成する。ダム 5 3 の平面形状は、例えば支持基板 9 と略同じであり、四角形状である。ダム 5 3 は、例えば樹脂などのダム材を用いて形成する。この樹脂としては、例えば、シリコーン系樹脂およびエポキシ系樹脂等が挙げられる。次いで、このダム 5 3 内に液体 3 1 を溜める。これにより、支持基板 9 の裏面 S 2 が液体 3 1 に接触するようになる。続いて、支持基板 9 の裏面 S 2 を液体 3 1 に接触させた状態で、支持基板 9 の裏面 S 2 側からレーザ光 L を照射する。この後、液体 3 1 およびダム 5 3 を除去し、支持基板 9 を可撓性基板 1 1 から剥離する。

【0052】

< 3 . 変形例 2 >

図 1 7 A, 1 7 B は、変形例 2 に係る表示装置 1 の製造方法の一工程を表している。図 1 7 A は、この一工程の斜視図、図 1 7 B は断面図である。支持基板 9 の裏面 S 2 を液体 3 1 に接触させる工程では、液体 3 1 に代えて高粘度材料 3 2 (流動性部材) を用いるようにしてもよい。高粘度材料 3 2 は、例えばアクリル系樹脂およびエポキシ系樹脂等の樹脂である。液体 3 1 と同様に、高粘度材料 3 2 の屈折率は、支持基板 9 の構成材料と同じまたは略同じであることが好ましい。

【0053】

上記第 1 の実施の形態で説明したのと同様にして、保護層 1 4 まで形成した後、支持基板 9 の裏面 S 2 に高粘度材料 3 2 を塗布する。これにより、支持基板 9 の裏面 S 2 が高粘度材料 3 2 に接触するようになる。続いて、支持基板 9 の裏面 S 2 を高粘度材料 3 2 に接触させた状態で、支持基板 9 の裏面 S 2 側からレーザ光 L を照射する。この後、高粘度材料 3 2 を除去し、支持基板 9 を可撓性基板 1 1 から剥離する。

【0054】

< 4 . 変形例 3 >

10

20

30

40

50

紫外線硬化材料などの光硬化性の高粘度材料32を用いるようにしてもよく、あるいは熱硬化性の高粘度材料32を用いるようにしてもよい。このような高粘度材料32を用いることにより、高粘度材料32を固着させてからレーザ光Lを支持基板9の裏面S2に照射することが可能となる。光硬化性または熱硬化性の高粘度材料32としては、例えばアクリル系樹脂およびエポキシ系樹脂等の樹脂が挙げられる。

【0055】

まず、上記変形例2と同様にして、支持基板9の裏面S2に高粘度材料32を塗布する。次いで、光または熱により、高粘度材料32を硬化させた後、支持基板9の裏面S2側からレーザ光Lを照射するようにする。

【0056】

<5. 第2の実施の形態>

図18A、図18Bを用いて本技術の第2の実施の形態に係る表示装置1の製造方法について説明する。第2の実施の形態に係る表示装置1の製造方法では、支持基板9の裏面S2を液体(図3の液体31)に接触することに代えて、支持基板9の裏面S2に表面処理を施し、一様な被処理面S3(図18B)を形成している。この点において、第2の実施の形態に係る表示装置1の製造方法は、上記第1の実施の形態に係る表示装置1の製造方法と異なっている。

【0057】

まず、上記第1の実施の形態で説明したのと同様にして、保護層14までを形成する。次いで、支持基板9の裏面S2に表面処理を施す。この表面処理は、例えば、研磨剤を用いたエッティング処理または溶解処理等である。研磨剤を用いたエッティング処理としては、例えば、ウェットプラスト法等が挙げられる。研磨剤としては、例えば酸化アルミニウム粒子等を用いることができる。溶解処理としては、例えばウェットエッティングが挙げられ、フッ酸等の溶解液を用いることができる。このような表面処理を施すことにより、支持基板9の裏面S2が一様に削られて、裏面S2側に被処理面S3が形成される(図18B)。したがって、裏面S2が削られるのと同時に、支持基板9の裏面S2に存在する傷9Cおよび異物9D(図18A)が除去される。被処理面S3は、一様な粗さを有している。被処理面S3を形成した後、被処理面S3(裏面S2)側からレーザ光Lを照射し、支持基板9を可撓性基板11から剥離する。なお、傷9Cおよび異物9Dの大きさとレーザ光Lの伝搬効率とを考慮して、被処理面S3の粗さを決定すればよい。例えば、被処理面S3の粗さが大きいと、レーザ光Lの伝搬効率は下がるが、より深い傷9Cを除去することが可能となる。被処理面S3の粗さは、例えば研磨剤または溶解液の種類等によって変化する。

【0058】

本実施の形態では、支持基板9の裏面S2に表面処理が施されるので、支持基板9の裏面S2に傷9Cおよび異物9D等が存在する場合にも、これらが除去されて、一様な粗さの被処理面S3が形成される。この一様な被処理面S3には、レーザ光Lが均一に照射され、支持基板9と可撓性基板11との界面に均等にエネルギーが伝搬される。したがって、支持基板9の裏面S2に傷9Cおよび異物9D等が存在する場合であっても、レーザ光L照射時に傷9Cおよび異物9D等が与える影響を小さくすることができる。よって、支持基板9を可撓性基板11から剥離する工程での不具合の発生を抑え、表示装置1を製造する際の歩留りを向上させることが可能となる。

【0059】

また、仮に傷9Cおよび異物9D等を完全に除去できないとしても、被処理面S3は、表面処理を施す前の裏面S2よりも、粗くなっているので、レーザ光Lが散乱しやすい。これにより、傷9Cおよび異物9D等の存在に関わらず、支持基板9と可撓性基板11との界面全体にレーザ光Lが到達する。

【0060】

<6. 適用例>

続いて、上記した第1の実施の形態、変形例1～3および第2の実施の形態(以下、上

10

20

30

40

50

記実施の形態等という)に係るフレキシブルデバイス(表示装置1)の、電子機器への適用例(適用例)について説明する。

【0061】

まず、本技術におけるフレキシブルデバイスの一具体例としての、表示装置および撮像装置のブロック構成例について、それぞれ説明する。

【0062】

[表示装置1のブロック構成例]

図19は、フレキシブルデバイスとしての表示装置1の概略構成例を、ブロック図で模式的に表したものである。この表示装置1は、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、映像として表示するものであり、前述した有機ELディスプレイの他にも、例えば液晶ディスプレイなどにも適用される。表示装置1は、例えばタイミング制御部21と、信号処理部22と、駆動部23と、表示画素部24とを備えている。

10

【0063】

タイミング制御部21は、各種のタイミング信号(制御信号)を生成するタイミングジェネレータを有しており、これらの各種のタイミング信号を基に、信号処理部22等の駆動制御を行うものである。

【0064】

信号処理部22は、例えば、外部から入力されたデジタルの映像信号に対して所定の補正を行い、それにより得られた映像信号を駆動部23に出力するものである。

20

【0065】

駆動部23は、例えば走査線駆動回路および信号線駆動回路などを含んで構成され、各種制御線を介して表示画素部24の各画素を駆動するものである。

【0066】

表示画素部24は、例えば有機EL素子または液晶表示素子等の表示素子(前述した表示素子層13)と、表示素子を画素ごとに駆動するための画素回路とを含んで構成されている。これらのうち、例えば、駆動部23または表示画素部24の一部を構成する各種回路に、前述した TFT層12を含む半導体装置10が用いられている。

【0067】

[撮像装置2のブロック構成例]

上記実施の形態等では、本開示におけるフレキシブルデバイスの具体例(半導体装置10の適用例)として表示装置1を例に挙げて説明したが、本開示におけるフレキシブルデバイスが、表示装置1以外の他の装置(例えば撮像装置など)により構成されていてもよい。すなわち、半導体装置10が、表示装置1の他にも、例えば撮像装置などに用いられててもよい。

30

【0068】

図20は、フレキシブルデバイスとしての撮像装置2の概略構成例を、ブロック図で模式的に表したものである。この撮像装置2は、例えば画像を電気信号として取得する固体撮像装置であり、例えばCCD(Charge Coupled Device)またはCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサなどから構成されている。撮像装置2は、例えばタイミング制御部25と、駆動部26と、撮像画素部27と、信号処理部28とを備えている。

40

【0069】

タイミング制御部25は、各種のタイミング信号(制御信号)を生成するタイミングジェネレータを有しており、これらの各種のタイミング信号を基に、駆動部26の駆動制御を行うものである。

【0070】

駆動部26は、例えば行選択回路、A/D(Analog-to-Digital)変換回路および水平転送走査回路などを含んで構成され、各種制御線を介して撮像画素部27の各画素から信号を読み出す駆動を行うものである。

【0071】

50

撮像画素部 27 は、例えばフォトダイオードなどの撮像素子（光電変換素子）と、信号読み出しのための画素回路とを含んで構成されている。なお、このような撮像素子としては、可視光を検出する素子の他、例えば、赤外光や紫外光、放射線（X線など）等を、直接もしくは間接的に検出する素子であってもよい。

【 0 0 7 2 】

信号処理部 28 は、撮像画素部 27 から得られた信号に対して様々な信号処理を施すものである。これらのうち、例えば、駆動部 26 または撮像画素部 27 の一部を構成する各種回路に、前述した TFT 層 12 を含む半導体装置 10 が用いられている。

【 0 0 7 3 】

[電子機器の構成例]

10

上記実施の形態等において説明したフレキシブルデバイス（半導体装置 10 を含む表示装置 1 または撮像装置 2 など）は、様々なタイプの電子機器に適用することが可能である。

【 0 0 7 4 】

図 21 は、図 19 に示した表示装置 1 または図 20 に示した撮像装置 2 を備えた電子機器（電子機器 3）への適用例を、ブロック図で表したものである。このような電子機器 3 としては、例えばテレビジョン装置、パーソナルコンピュータ（PC）、スマートフォン、タブレット型 PC、携帯電話機、デジタルスチルカメラおよびデジタルビデオカメラ等が挙げられる。

【 0 0 7 5 】

20

電子機器 3 は、例えば上記した表示装置 1 または撮像装置 2 と、インターフェース部 30 とを備えている。インターフェース部 30 は、外部から各種の信号および電源等が入力される入力部である。このインターフェース部 30 は、また、例えばタッチパネル、キーボードまたは操作ボタン等のユーザインターフェースを含んでいてもよい。

【 0 0 7 6 】

以上、実施の形態および適用例を挙げて本開示の技術を説明したが、本技術はこれらの実施の形態等に限定されず、種々の変形が可能である。

【 0 0 7 7 】

例えば、上記実施の形態等に記載した各層の材料および厚みは列挙したものに限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよい。更に、半導体装置では、上記した全ての層を備えている必要はなく、あるいは上記した各層に加えて更に他の層を備えていてもよい。

30

【 0 0 7 8 】

また、上記第 1 の実施の形態では、容器に入れた状態で支持基板にレーザ光を照射する場合について説明したが、一旦容器にいれた後、容器から出した状態で支持基板にレーザ光を照射するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

また、上記第 1 の実施の形態および変形例 1 ~ 3 では、流動性部材として液体または高粘度材料を用いる場合について説明したが、例えばゲル状など他の形状の流動性部材を用いることも可能である。

40

【 0 0 8 0 】

更に、これまでに説明した各種の例を、任意の組み合わせで適用させるようにしてもよい。例えば、支持基板の裏面を表面処理した後に、流動性部材に接触させ、レーザ光を照射するようにしてもよい。

【 0 0 8 1 】

なお、本明細書中に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また、他の効果があってもよい。

【 0 0 8 2 】

また、本技術は以下の構成を取ることも可能である。

支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、
 前記可撓性基板の表面に素子層を形成し、
 前記第1面に対向する前記支持基板の第2面を流動性部材に接触させ、
 前記支持基板の前記第2面側からレーザ光を照射して、前記支持基板を前記可撓性基板
 から剥離する
 フレキシブルデバイスの製造方法。

(2)

前記支持基板の前記第2面には凹部が設けられており、
 前記凹部を前記流動性部材で埋めた後に、前記レーザ光を照射する
 前記(1)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

10

(3)

前記流動性部材の屈折率は、空気の屈折率よりも大きく、前記支持基板の構成材料の屈
 折率以下である

前記(1)または(2)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(4)

前記流動性部材の屈折率は、前記支持基板の構成材料の屈折率と同じまたは略同じであ
 る

前記(1)乃至(3)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(5)

前記流動性部材として液体を用いる

20

前記(1)乃至(4)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(6)

前記液体を溜めた容器に前記支持基板を入れて、前記支持基板の前記第2面を前記液体
 に接触させる

前記(5)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(7)

前記支持基板の前記第2面にダムを形成し、

前記ダムに前記液体を溜めて、前記支持基板の前記第2面を前記液体に接触させる

前記(5)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(8)

30

前記流動性部材として高粘度材料を用い、

前記高粘度材料を前記支持基板の前記第2面に塗布する

前記(1)乃至(4)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(9)

前記高粘度材料を前記支持基板の前記第2面に塗布した後、前記高粘度材料を硬化させ
 る

前記(8)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(10)

前記支持基板の前記第2面を前記流動性部材に接触させた状態で、前記支持基板の前記
 第2面側からレーザ光を照射する

40

前記(1)乃至(9)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(11)

支持基板の第1面に可撓性基板の裏面を貼り合わせ、

前記可撓性基板の表面に素子層を形成し、

前記第1面に対向する前記支持基板の第2面に表面処理を施し、

前記支持基板の前記第2面側からレーザ光を照射して、前記支持基板を前記可撓性基板
 から剥離する

フレキシブルデバイスの製造方法。

(12)

前記支持基板の前記第2面に表面処理を施して前記支持基板の前記第2面側に一様な被

50

処理面を形成する

前記(11)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(13)

前記支持基板の前記被処理面は一様な粗さを有する

前記(12)記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(14)

前記表面処理として、研磨剤を用いたエッティング処理を行う

前記(11)乃至(13)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(15)

10

前記表面処理として、溶解処理を行う

前記(11)乃至(13)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

(16)

ガラスにより構成された前記支持基板を用いる

前記(1)乃至(15)のうちいずれか1つに記載のフレキシブルデバイスの製造方法。

。

【符号の説明】

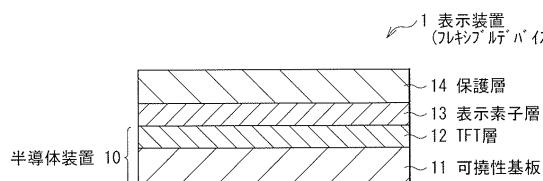
【0083】

1 ... 表示装置(フレキシブルデバイス)、10 ... 半導体装置、11 ... 可撓性基板、12 ... TFT層、13 ... 表示素子層、14 ... 保護層、2 ... 撮像装置(フレキシブルデバイス)、21, 25 ... タイミング制御部、22, 28 ... 信号処理部、23, 26 ... 駆動部、24 ... 表示画素部、27 ... 撮像画素部、3 ... 電子機器、30 ... インターフェース部、31 ... 液体、32 ... 高粘度材料、51 ... ステージ、52 ... 容器、53 ... ダム、9 ... 支持基板、9C ... 傷、9D ... 異物、S1 ... 表面、S2 ... 裏面、S3 ... 被処理面、L ... レーザ光。

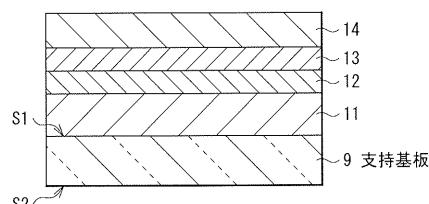
20

【図1】

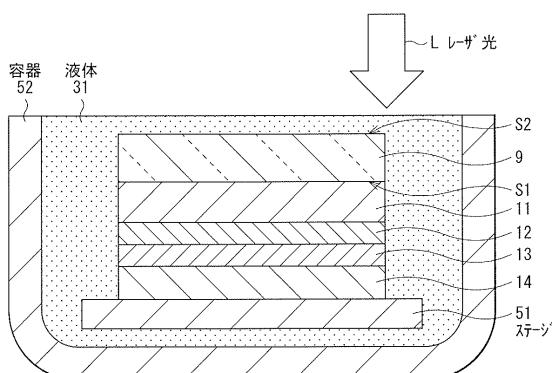
【図3】



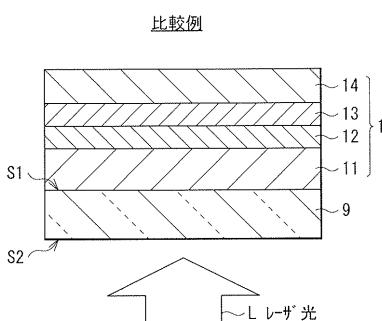
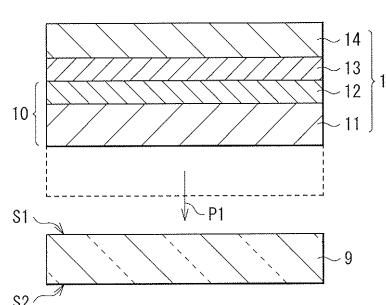
【図2A】



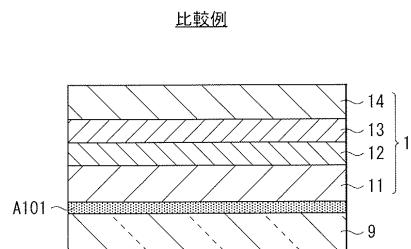
【図2B】



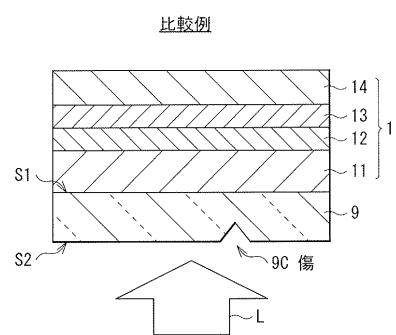
【図4】



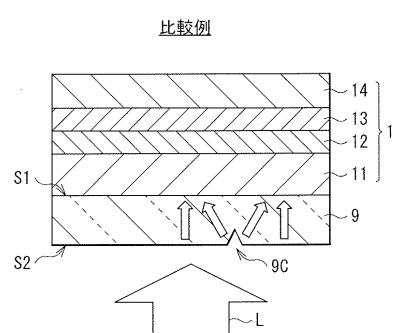
【図5】



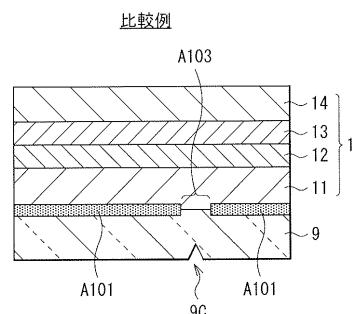
【図6】



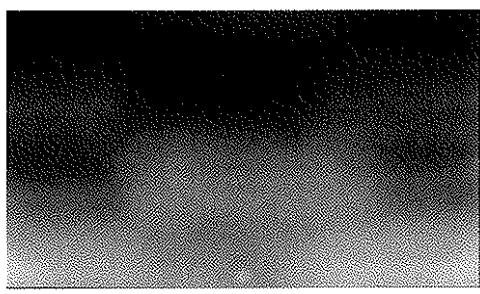
【図7】



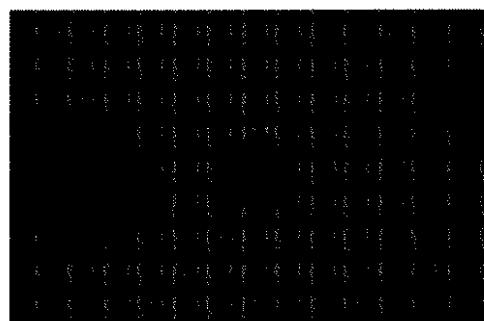
【図8】



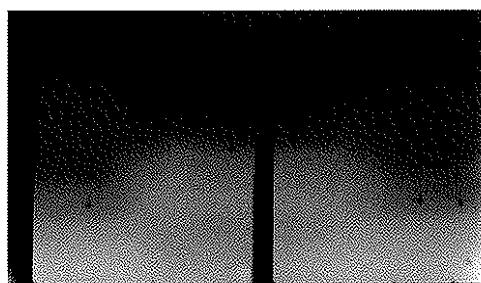
【図9A】



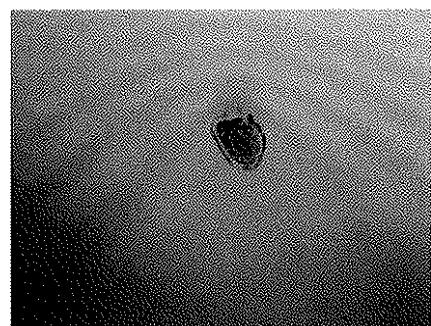
【図9C】



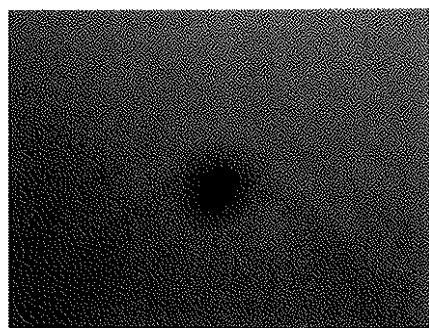
【図9B】



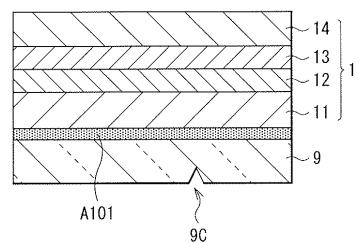
【図10A】



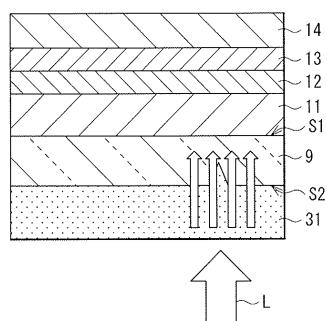
【図 10 B】



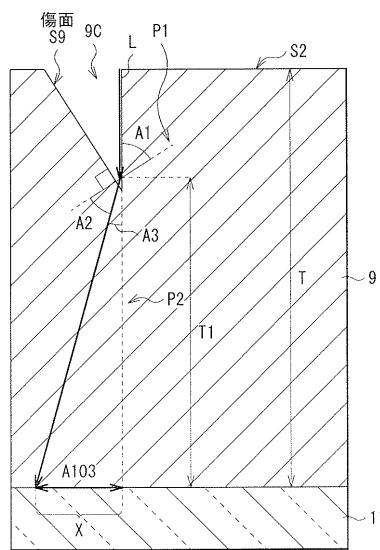
【図 12】



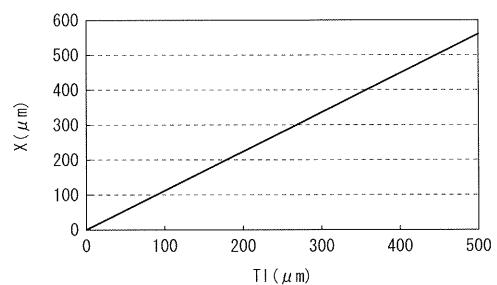
【図 11】



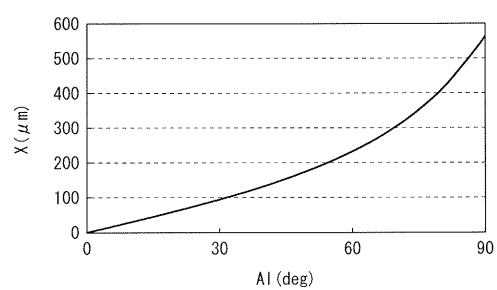
【図 13】



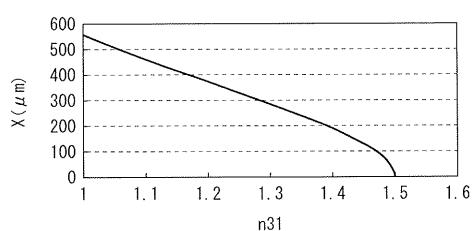
【図 14 A】



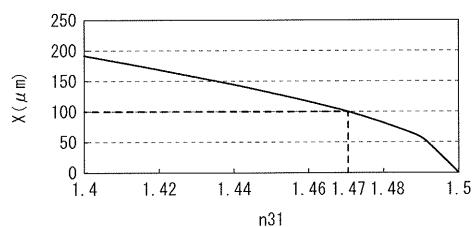
【図 14 B】



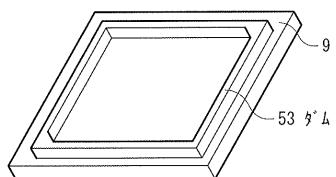
【図 15 A】



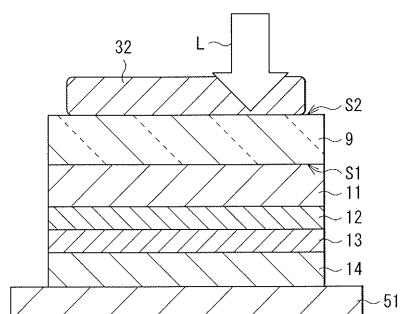
【図 15 B】



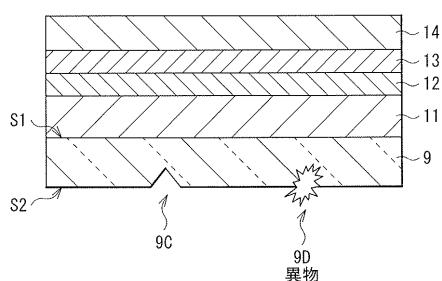
【図 16 A】



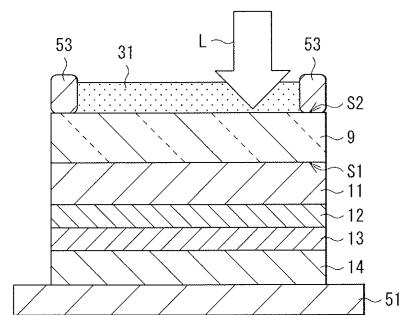
【図 17 B】



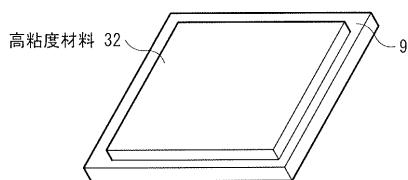
【図 18 A】



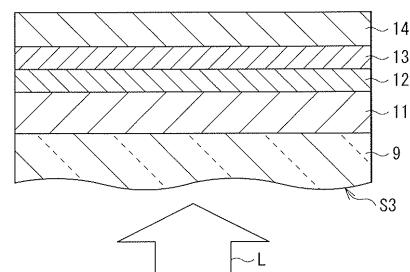
【図 16 B】



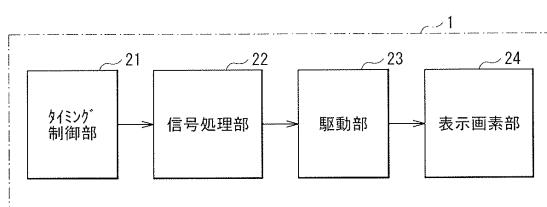
【図 17 A】



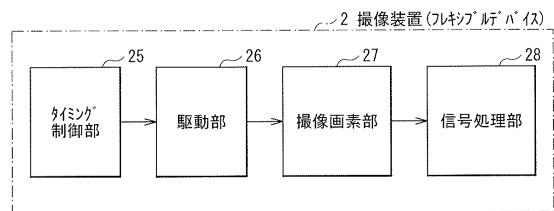
【図 18 B】



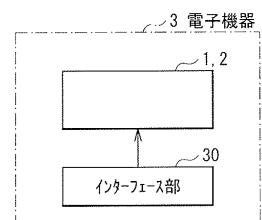
【図 19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 F 1/1333 (2006.01) G 0 2 F 1/1333 5 0 0

審査官 中村 直行

(56)参考文献 国際公開第2016/143316 (WO, A1)
特開2006-349599 (JP, A)
特開2009-177154 (JP, A)
米国特許出願公開第2013/0020731 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 9 F	9 / 0 0	-	9 / 4 6
H 0 1 L	5 1 / 5 0		
H 0 1 L	2 7 / 3 2		
H 0 5 B	3 3 / 0 0	-	3 3 / 2 8
G 0 2 F	1 / 1 3		
G 0 2 F	1 / 1 3 3 3		