

(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2019-149378

(P2019-149378A)

(43) 公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>H05B 33/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H05B 33/02</b>		<b>3K107</b>
<b>H01L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H05B 33/14</b>	<b>A</b>	<b>5C094</b>
<b>H05B 33/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H05B 33/04</b>		
<b>H01L 27/32</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H01L 27/32</b>		
<b>G09F 9/30</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G09F 9/30</b>	<b>365</b>	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 19 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願2019-81083 (P2019-81083)	(71) 出願人	512225287
(22) 出願日	平成31年4月22日 (2019.4.22)		堺ディスプレイプロダクト株式会社
(62) 分割の表示	特願2018-533961 (P2018-533961)		大阪府堺市堺区匠町1番地
原出願日	平成29年9月13日 (2017.9.13)	(74) 代理人	100101683
			弁理士 奥田 誠司
		(74) 代理人	100155000
			弁理士 喜多 修市
		(74) 代理人	100139930
			弁理士 山下 亮司
		(74) 代理人	100125922
			弁理士 三宅 章子
		(74) 代理人	100202197
			弁理士 村瀬 成康
		(74) 代理人	100202142
			弁理士 北 倫子
最終頁に続く			

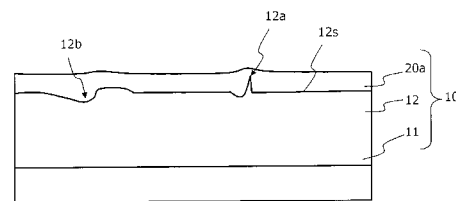
(54) 【発明の名称】 フレキシブルディスプレイ、その製造方法、およびフレキシブルディスプレイ用支持基板

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 十分な封止性能を実現するフレキシブルディスプレイを提供する。

【解決手段】 O L E D素子を支持するフレキシブルディスプレイ用支持基板10が、表面12sに研磨凹部12bを含む研磨傷を有する樹脂膜12であって、樹脂膜12と、樹脂膜12の表面12sに選択的に形成され、研磨凹部12bを含む研磨傷を平坦化する焼結体層20aとを有している。

【選択図】 図11



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

フレキシブル基板と、  
前記フレキシブル基板に支持された O L E D 素子と、  
前記フレキシブル基板を覆う第 1 のガスバリア膜であって、前記 O L E D 素子と前記フレキシブル基板との間に位置している第 1 のガスバリア膜と、  
前記フレキシブル基板に支持され、前記 O L E D 素子を覆う第 2 のガスバリア膜と、を  
備え、

前記フレキシブル基板は、

表面を有する樹脂膜であって、前記表面は 1 個または複数個の研磨凹部を有し、前記研磨凹部は、高さが 5 0 n m 以上 3 0 0 n m 以下の突起部、および / または深さが 5 0 n m 以上 3 0 0 n m 以下の凹部を含む研磨傷を有している、樹脂膜と、

前記樹脂膜の前記表面における前記 1 個または複数個の研磨凹部のそれぞれに選択的に形成された焼結体層であって、前記樹脂膜の前記表面における前記研磨傷を平坦化している、焼結体層と、

を有している、フレキシブルディスプレイ。

**【請求項 2】**

前記焼結体層は、前記樹脂膜の前記表面が有する前記研磨凹部よりも平坦な上面を有している、請求項 1 に記載のフレキシブルディスプレイ。

**【請求項 3】**

前記焼結体層の厚さは、1 0 0 n m 以上 5 0 0 n m 以下である、請求項 1 または 2 に記載のフレキシブルディスプレイ。

**【請求項 4】**

ガラスベースと、

表面を有する樹脂膜であって、前記表面は 1 個または複数個の研磨凹部を有し、前記研磨凹部は、高さが 5 0 n m 以上 3 0 0 n m 以下の突起部、および / または深さが 5 0 n m 以上 3 0 0 n m 以下の凹部を含む研磨傷を有しており、前記ガラスベースによって支持された、樹脂膜と、

前記樹脂膜の前記表面における前記 1 個または複数個の研磨凹部のそれぞれに選択的に形成された焼結体層であって、前記樹脂膜の前記表面における前記研磨傷を平坦化している、焼結体層と、

を有している、フレキシブルディスプレイ用支持基板。

**【請求項 5】**

前記焼結体層は、前記樹脂膜の前記表面が有する前記研磨凹部よりも平坦な上面を有している、請求項 4 に記載のフレキシブルディスプレイ用支持基板。

**【請求項 6】**

前記焼結体層の厚さは、1 0 0 n m 以上 5 0 0 n m 以下である、請求項 4 または 5 に記載のフレキシブルディスプレイ用支持基板。

**【請求項 7】**

前記樹脂膜の前記表面および前記焼結体層を覆うガスバリア膜を備えている、請求項 4 から 6 のいずれかに記載のフレキシブルディスプレイ用支持基板。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本開示は、フレキシブルディスプレイ、その製造方法、およびフレキシブルディスプレイ用支持基板に関する。

**【背景技術】****【0002】**

フレキシブルディスプレイの典型例は、ポリイミドなどの合成樹脂から形成されたフィ

10

20

30

40

50

ルム（以下、「樹脂膜」と称する）と、樹脂膜に支持されたＴＦＴ（Thin Film Transistor）およびＯＬＥＤ（Organic Light Emitting Diode）などの素子を備えている。樹脂膜はフレキシブル基板として機能する。ＯＬＥＤを構成する有機半導体層および電極層は水蒸気によって劣化しやすいため、フレキシブルディスプレイは、ガスバリア膜（封止用フィルム）によって封止されている。

#### 【０００３】

上記のフレキシブルディスプレイの製造は、樹脂膜が上面に形成されたガラスベース（フレキシブルディスプレイ用支持基板）を用いて行われる。ガラスベースは、製造工程中、樹脂膜の形状を平面状に維持する支持体として機能する。樹脂膜上にＴＦＴおよびＯＬＥＤなどの素子、およびガスバリア膜などが形成されることにより、ガラスベースに支持された状態でフレキシブルデバイスの構造が実現する。その後、フレキシブルデバイスはガラスベースから分離され、柔軟性を獲得する。ＴＦＴおよびＯＬＥＤなどの素子が配列された部分を全体として「機能層」と呼ぶことがある。

#### 【０００４】

ガラスベースに支持された樹脂膜の表面には、パーティクルなどの異物（以下、「コンタミネーション」と称する場合がある）が付着しやすい。コンタミネーションは、素子の特性およびガスバリア膜を劣化させることがある。直径が例えば０．５μmを超えるような大きさ（典型的には１μmから５μmの高さ）を有するパーティクルは、ＴＦＴを不良化したり、機能層における配線を短絡または断線させたり、ガスバリア膜に水蒸気のリークパスを形成する要因となり得る。

#### 【０００５】

特許文献１は、平板上の微小突起部分に研磨テープを接触させて研磨する微小突起研磨装置を開示している。このような突起研磨装置を用いると、パーティクルを研磨によって除去することができる。

#### 【０００６】

特許文献２は、絶縁性材料を溶媒に溶かした混合剤を、ニードルの先端から、画素電極上の異物、凸部、および凹部などの欠陥部に塗布し、これらの欠陥部を被覆する技術を開示している。混合剤は塗布時点において液状であるが、その後の加熱により、固化した絶縁膜に変化する。欠陥部を覆う絶縁膜は、欠陥部に起因する異常な電流の発生を抑制する。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【０００７】

【特許文献１】特開２００８－２１３０４９号公報

【特許文献２】国際公開第２０１３／１９０８４１号

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【０００８】

基板上のパーティクルを検知し、特許文献１に開示されているような研磨装置を用いて、パーティクルを選択的に研磨すると、基板表面の平滑性は改善される。しかし、本発明者らの検討によると、そのような基板の上にガスバリア膜、ならびにＴＦＴおよびＯＬＥＤなどの素子を形成した場合、十分な封止性能（耐湿性）が実現できない場合があることがわかった。

#### 【０００９】

特許文献２に記載されている技術によれば、欠陥部の絶縁性は向上するが、パーティクルのような凸部の高さは低減されないため、表面の平滑性は十分に改善されない。従って、特許文献２に記載されている技術をフレキシブルディスプレイの製造に適用すると、パーティクルのような凸部に起因して封止性能が劣化すると考えられる。

#### 【００１０】

本開示は、上記の課題を解決することができる、フレキシブルディスプレイ、その製造

10

20

30

40

50

方法、およびフレキシブルディスプレイ用支持基板を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本開示のフレキシブルディスプレイは、例示的な実施形態において、フレキシブル基板と、前記フレキシブル基板に支持されたOLED素子とを備える。前記フレキシブル基板は、表面を有する樹脂膜であって、前記表面は研磨凹部を有する、樹脂膜と、前記樹脂膜の前記表面の一部に位置し、かつ、前記研磨凹部の少なくとも一部を覆っている酸化物層とを有している。

【0012】

ある実施形態において、前記研磨凹部は複数の研磨傷を含む。

10

【0013】

ある実施形態において、前記酸化物層は焼結体層である。

【0014】

ある実施形態において、前記酸化物層は、前記樹脂膜の前記表面が有する前記研磨凹部よりも平坦な上面を有している。

【0015】

ある実施形態において、前記樹脂膜の前記表面および前記酸化物層を覆い、前記OLED素子と前記フレキシブル基板との間に位置している、第1のガスバリア膜と、前記フレキシブル基板に支持され、前記OLED素子を覆う第2のガスバリア膜と、を備えている。

20

【0016】

本開示のフレキシブルディスプレイ用支持基板は、例示的な実施形態において、ガラスベースと、表面を有する樹脂膜であって、前記表面は研磨凹部を有し、前記ガラスベースによって支持された樹脂膜と、前記樹脂膜の前記表面の一部に位置し、かつ、前記研磨凹部の少なくとも一部を覆っている酸化物層とを有している。

【0017】

ある実施形態において、前記研磨凹部は複数の研磨傷を含む。

【0018】

ある実施形態において、前記酸化物層は焼結体層である。

【0019】

ある実施形態において、前記酸化物層は、前記樹脂膜の前記表面が有する前記研磨凹部よりも平坦な上面を有している。

30

【0020】

ある実施形態において、前記樹脂膜の前記表面および前記酸化物層を覆うガスバリア膜を備えている。

【0021】

本開示のフレキシブルディスプレイの製造方法は、例示的な実施形態において、ガラスベースおよび前記ガラスベース上の樹脂膜を有するフレキシブルディスプレイ用支持基板を用意する工程と、前記樹脂膜の前記表面の一部を研磨して前記表面に研磨凹部を形成する工程と、前記樹脂膜の前記表面における前記研磨凹部の少なくとも一部を覆う焼結体層を形成する工程とを含む。

40

【0022】

ある実施形態において、前記焼結体層を形成する工程は、前記樹脂膜の前記表面に形成された前記研磨凹部に液体材料を供給すること、および、前記液体材料を加熱することによって前記液体材料から前記焼結体層を形成することを含む。

【0023】

ある実施形態において、前記液体材料はアルコキシドを含むゾルである。

【0024】

ある実施形態において、前記焼結体層を形成する工程は、前記液体材料を350 以上に加熱することを含む。

50

## 【 0 0 2 5 】

ある実施形態において、前記樹脂膜の前記表面を覆う第 1 のガスバリア膜を形成する工程と、前記フレキシブル基板に支持される O L E D 素子を形成する工程と、前記フレキシブル基板に支持され、前記 O L E D 素子を覆う第 2 のガスバリア膜を形成する工程とを含む。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 6 】

本発明の実施形態によれば、ガスバリア膜を形成する前における基板表面の微細構造に起因してフレキシブルディスプレイの封止性能が劣化してしまうことを抑制できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 7 】

【 図 1 】フレキシブルディスプレイ用支持基板の典型例における一部の断面を示す図である。

【 図 2 A 】走行する研磨テープをパーティクルに押しあてることにより、パーティクルを研磨して除去する工程の一部を示す図である。

【 図 2 B 】走行する研磨テープをパーティクルに押しあてることにより、パーティクルを研磨して除去する工程が終了した段階を示す図である。

【 図 3 A 】研磨凹部を模式的に示す上面図である。

【 図 3 B 】図 3 A に示される研磨凹部 1 2 c の B 1 - B 2 線断面図である。

【 図 3 C 】図 3 A に示される研磨凹部 1 2 c の C 1 - C 2 線断面図である。

【 図 3 D 】図 3 A に示される研磨凹部 1 2 c の D 1 - D 2 線断面図である。

【 図 4 】従来例におけるフレキシブルディスプレイ用支持基板の上にガスバリア膜を形成した構造物の断面図である。

【 図 5 A 】本開示の実施形態で使用され得る研磨平坦化装置の概略構成を示す斜視図である。

【 図 5 B 】上記研磨平坦化装置の概略構成を示す他の斜視図である。

【 図 6 】本開示の実施形態におけるフレキシブルディスプレイの製造方法を示す工程断面図である。

【 図 7 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 8 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 9 A 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 9 B 】本開示の実施形態における研磨平坦化装置のリペアヘッドの構成例を模式的に示す図である。

【 図 9 C 】研磨凹部 1 2 c と、赤外線照射領域 I R 1、I R 2 との関係の例を示す平面図である。

【 図 1 0 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 1 1 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 1 2 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 1 3 A 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 1 3 B 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 1 3 C 】本開示の実施形態における製造方法を示す工程断面図である。

【 図 1 3 D 】本開示の実施形態におけるフレキシブルディスプレイの断面図である。

【 図 1 4 】フレキシブルディスプレイにおける 1 個のサブ画素の等価回路図である。

【 図 1 5 】製造工程の途中段階におけるフレキシブルディスプレイ用支持基板の斜視図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 8 】

図 1 は、フレキシブルディスプレイ用支持基板（以下、単に「支持基板」と称する）1 0 の典型例における一部の断面を示す図である。図 1 の支持基板 1 0 は、ガラスベース 1 1 と、ガラスベース 1 1 上の樹脂膜 1 2 を備えている。一般に、ガラスベースはガラス基

10

20

30

40

50

板と称される。この例において、樹脂膜 12 はポリイミドの膜である。

【0029】

支持基板 10 の樹脂膜 12 の表面 12 s には、不要な凸部および / またはコンタミネーションが存在し得る。凸部は樹脂膜 12 の一部であるが、コンタミネーションは、樹脂膜 12 に付着した異物である。コンタミネーションの典型例は、「パーティクル」と呼ばれる異物であり、その材料は様々（有機物および / または無機物）である。図 1 には、簡単のため、樹脂膜 12 の表面 12 s に付着した 1 個のパーティクル 30 が模式的に記載されている。パーティクル 30 は、薄膜堆積装置、搬送装置などに付着していた物質、または空中を浮遊する物質に由来することが多い。また、支持基板 10 の搬送中に支持基板 10 そのものから削り出された物質に由来することもあり得る。このようなパーティクル 30 の幾つかは、樹脂膜 12 に強く付着し、洗浄工程によっても樹脂膜 12 の表面 12 s から除去されないことがある。また、パーティクル 30 などのコンタミネーションは、洗浄工程の後に樹脂膜 12 の表面 12 s に付着することもある。

10

【0030】

本願では、典型的にはパーティクルに代表される凸部およびコンタミネーションを総称して研磨除去対象（ターゲット）と称することがある。

【0031】

図 1 には、1 個のパーティクル 30 が記載されているが、1 枚の支持基板 10 における研磨除去対象の個数は、この例に限定されない。例えば、支持基板 10 の樹脂膜 12 の表面 12 s には、単位面積（ $1\text{ m}^2$ ）あたり、数個から 100 個のパーティクルが付着することがある。個々のパーティクルのサイズ（直径または高さ）は例えば  $1 \sim 5\text{ }\mu\text{m}$  であり得る。パーティクル 30 の直径または高さは、例えば数  $\mu\text{m}$  であり得る。

20

【0032】

図示されているパーティクル 30 は球状であるが、実際のパーティクル 30 の形状は多様である。パーティクル 30 の直径または高さが例えば  $0.5\text{ }\mu\text{m}$  を超えると、支持基板 10 に支持される素子の特性およびガスバリア膜が劣化する可能性がある。従って、素子およびガスバリア膜の形成前に、パーティクル 30 は除去されることが好ましい。一般に、パーティクル 30 は、外部からの観察によって検知することが可能な凹凸構造の例である。パーティクル 30 の除去は、公知の研磨装置を用いた局所的な研磨処理によって行われ得る。

30

【0033】

図 2 A および図 2 B を参照して、研磨装置による研磨処理の概略と発明者が見出した問題点を説明する。この例における研磨装置は、図 2 A に示されるように、走行する研磨テープ 532 をパーティクル 30 に押しあてる加圧装置 534 を備えている。研磨テープ 532 の表面には砥粒が固着されている。砥粒は、例えばダイヤモンド、炭化珪素、アルミナ系材料などの高硬度材料の粉末粒子から形成され得る。研磨テープ 532 は、モータによって回転するローラに巻き取られ、異なる 2 方向に往復することができる。

【0034】

図 2 B は、パーティクル 30 に対する研磨処理が終了した段階を模式的に示す断面図である。研磨処理を終了するタイミングは、図 2 B に示されるように、パーティクル 30 の全体を除去するように決定されることが好ましい。しかし、研磨処理を実行するとき、個々のパーティクル 30 の大きさを正確に測定することは効率的ではない。イメージセンサによって研磨前および研磨途中のパーティクル 30 を観察することは可能である。しかし、多数のパーティクル 30 のそれぞれについて、樹脂膜 12 の表面 12 s を研磨することなしにパーティクル全体を完全に除去することは困難である。このため、通常、個々のパーティクル 30 に対する研磨処理が終了したとき、樹脂膜 12 の表面 12 s のパーティクル 30 があった位置には、図 2 B に示されるように凹部（研磨凹部）12 c が形成されやすい。研磨凹部 12 c は、例えば  $0.1\text{ }\mu\text{m} \sim 1.0\text{ }\mu\text{m}$  程度の深さ、および数  $10\text{ }\mu\text{m} \sim$  数  $100\text{ }\mu\text{m}$  程度の径を有するほぼ円形の掘り込み状の凹面である。研磨凹部 12 c の内部には砥粒（研磨材）の粒径に依存する幅および深さを持つ微細なストライプ状の凹凸

40

50

を有し得る。

【0035】

研磨装置を用いてパーティクル30の除去を行った場合でもフレキシブルディスプレイの封止性能(耐湿性)が劣化し得る。この原因のひとつは、研磨処理によって形成される研磨凹部12cの内部にまたは近傍に、微視的な凹凸(研磨傷)が存在することにある。研磨傷は、典型的には、それぞれが砥粒サイズに相当する幅(例えば $0.1\mu\text{m} \sim 0.3\mu\text{m}$ 、あるいはそれ以下)を持つ多数の溝であり得る。このような研磨傷は、単純な溝形状を有する凹部ばかりではなく、溝形状の凹部の端部付近において複雑で微細な凹凸形状を有し得る。

【0036】

図3Aは、研磨凹部12cの上面図である。図3Aには、研磨によって形成された多数の研磨傷12dが模式的に単純化された形状で記載されている。図3B、図3C、および図3Dは、それぞれ、図3Aに示される研磨凹部12cのB1-B2線断面図、C1-C2線断面、D1-D2線断面図である。樹脂膜12の表面12sに微細な研磨傷12dが形成される。研磨傷12dは、図3Bおよび図3Cに示されるように研磨凹部12cの内部に形成されるとともに、図3Dに示されるように研磨凹部12cの周囲近傍にも形成され得る。研磨傷12dの多くは、図2Bの研磨テープ532が走行する方向に沿って形成される。図3Aの黒い矢印は、研磨テープ532の走行方向を示している。なお、図に示される研磨凹部12cの幅および深さ、ならびに研磨傷12dの幅および深さのスケールは、わかりやすさを優先し、現実のスケールを反映していない。

【0037】

図4は、研磨処理後における支持基板10の樹脂膜12上の研磨凹部12cに発生した代表的な凹凸形状を拡大して示す模式断面図である。図4の樹脂膜12の研磨凹部12cおよびその近傍の表面12sには、高さが50nm以上300nm以下の微細突起12a、および深さが50nm以上300nm以下の微細凹部12bが形成されている。このようなサイズの微細な凹凸は、断面を電子顕微鏡で観察することによって検知し得る。樹脂膜12上にはガスバリア膜13が堆積されている。

【0038】

研磨によって樹脂膜12の表面12sに多数の研磨傷が形成されることは公知であったが、樹脂膜12の表面12sをガスバリア膜13で覆えば、表面12sの凹凸は平坦化され、ガスバリア膜13の劣化は特に生じないと考えられてきた。ガスバリア膜13を形成した場合においても、封止性能が劣化した場合は、ガスバリア膜中のピンホール欠陥が封止性能劣化の原因であると推定された。このようなピンホール欠陥は、下地が平坦であっても、ガスバリア膜の形成時に自然に発生し得るとの見解があったからである。

【0039】

しかし、光学顕微鏡で観察されるようなサイズよりも更に小さな微細突起12aおよび微細凹部12bが存在する表面12s上にガスバリア膜13を形成する場合、ガスバリア膜13中にクラック13cが生じ封止性能を劣化させる可能性がある。

【0040】

後述するように、本開示の実施形態によれば、研磨ヘッドによって研磨処理を行った後、樹脂膜12の表面12sの全体に対して段差被覆性の高い膜で平坦化を行うのではなく、研磨によって微細な突起や凹部が形成され得る領域(研磨凹部12c)に対して選択的に必要な処置を施す。また、本開示の実施形態では、表面張力によって微小な段差を被覆し得る液体材料を研磨凹部に供給するため、化学気相成長(CVD)による薄膜堆積では実現できないレベルの平坦化が可能になる。より具体的には、研磨凹部12cの内部および近傍における樹脂膜12の表面12sに高さが50nm以上300nm以下の突起12a、および/または深さが50nm以上300nm以下の凹部12bが形成されたとしても、封止性能の劣化を抑制することが可能になる。

【0041】

実施形態

以下、本開示の実施形態を説明する。以下の説明において、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。本発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供する。これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

#### 【0042】

本開示の実施形態によるフレキシブルディスプレイは、フレキシブル基板と、フレキシブル基板に支持されたOLED素子とを備える。フレキシブル基板は、表面が研磨凹部を有する樹脂膜と、樹脂膜の前記表面の一部に位置し、かつ、研磨凹部の少なくとも一部を覆っている酸化物層とを有している。本実施形態では、研磨凹部の少なくとも一部を覆う酸化物層を、ゾルゲル法によって形成する。また、酸化物層で樹脂膜の表面の全体を覆うのではなく、研磨傷が存在する可能性のある領域を選択的に覆う。このため、樹脂膜のフレキシビリティおよび光透過率の低下を招くことなく、封止性能を効果的に向上させることが可能になる。

#### 【0043】

##### < 研磨平坦化装置 >

まず、図5Aおよび図5Bを参照して、本開示によるフレキシブルディスプレイを製造する方法の実施形態で好適に使用され得る研磨平坦化装置の概略構成を説明する。この研磨平坦化装置は、本開示によるフレキシブルディスプレイ製造装置の実施形態のひとつである。

#### 【0044】

本開示の実施形態における研磨平坦化装置500は、図5Aおよび図5Bに示されるように、支持基板10を支持するステージ520を備えている。ステージ520は、支持基板10のガラスベース11（図1参照）に接触して支持基板10を支持する。ステージ520の上面は、典型的には平坦であるが、真空吸着のための溝または孔などの凹部を有していてもよい。ステージ520に支持された状態の支持基板10は、図示される例において、XY平面に平行である。XY平面は、典型的には水平であるが、ステージ520が支持基板10をしっかりと支持していれば、任意の方向を向いていてもよい。

#### 【0045】

研磨平坦化装置500は、可動ユニット530と、ステージ520に対する可動ユニット530の位置を変化させる位置決め装置540と、可動ユニット530および位置決め装置540を制御する制御装置550とを備えている。

#### 【0046】

本実施形態における可動ユニット530は、研磨テープ532を走行させるモータ（不図示）と、研磨テープ532をステージ520上の支持基板10に押圧する加圧装置534とを備える研磨ヘッド535を備えている。

#### 【0047】

位置決め装置540は、典型的には、電気モータなどのアクチュエータによって駆動される機械的駆動装置である。図示されている例において、位置決め装置540は、可動ユニット530を第1ガイドレール542に沿ってY軸方向に移動させる第1支持体544と、第1支持体544を第2ガイドレール546に沿ってX軸方向に移動させる第2支持体548とを備えている。位置決め装置540は、研磨ヘッド535を有する可動ユニット530を二次元面（XY平面に平行な平面）上で移動させることができるため、支持基板10上の任意の位置に研磨ヘッド535でアクセス（接近）することができる。

#### 【0048】

図5Bは、図5Aに示される状態とは異なる状態にある研磨平坦化装置500を模式的に示す斜視図である。図5Aに示される状態と図5Bに示される状態とを比較すると、可動ユニット530の位置が異なっている。

#### 【0049】



制御装置 550 は、有線または無線により、可動ユニット 530 および位置決め装置 540 に電氣的に接続されている。制御装置 550 は、典型的には、通信バスによって相互に接続された、マイクロコントローラ、メモリ、および通信インタフェースを有している。メモリには、マイクロコントローラおよび通信インタフェースの動作を規定するソフトウェアプログラムが格納されている。制御装置 550 は、各種の処理動作を実行するためのプログラムがインストールされた汎用的なコンピュータであり得る。

#### 【0050】

図 5 A および図 5 B に例示される研磨平坦化装置 500 によれば、支持基板 10 の全面ではなく、検出されたパーティクルなどの研磨除去対象が位置する一部の領域を選択して局所的な研磨を実行することが可能である。

10

#### 【0051】

本実施形態において、研磨平坦化装置 500 は、後述するリペア処理を実行するリペアヘッド 536 を備えている。リペアヘッド 536 は、研磨凹部および研磨傷に対する局所的な平坦化処理（リペア）を実行することができる。研磨凹部および研磨傷に対する平坦化処理は、研磨凹部に液体材料を供給し、この液体材料を加熱することによって液体材料から酸化物の層（焼結体層）を形成するプロセスである。

#### 【0052】

本実施形態における研磨平坦化装置 500 のリペアヘッド 536 は、後述する図 8 および図 9 A に示されるノズル 537 およびヒータ 538 を有している。図示されている例において、リペアヘッド 536 は、研磨平坦化装置 500 の可動ユニット 530 に取り付けられているが、本開示によるフレキシブルディスプレイの製造装置は、この例に限定されない。研磨装置と平坦化装置とが別々の装置として構成され、研磨装置の可動ユニットが研磨ヘッドを備えているのに対して、平坦化装置の可動ユニットがリペアヘッドを備えていてもよい。

20

#### 【0053】

##### <フレキシブルディスプレイの製造方法>

本開示のフレキシブルディスプレイの製造方法は、実施形態において、ガラスベースおよびガラスベース上の樹脂膜を有するフレキシブルディスプレイ用支持基板を用意する工程と、樹脂膜の表面の一部を研磨して前記表面に研磨凹部を形成する工程と、樹脂膜の表面における研磨凹部の少なくとも一部を覆う焼結体層を形成する工程とを含む。

30

#### 【0054】

好ましい実施形態において、焼結体層を形成する工程は、樹脂膜の表面に形成された研磨凹部に液体材料を供給すること、および、液体材料を加熱することによって液体材料から焼結体層を形成することを含む。

#### 【0055】

上記の製造方法は、焼結体層を形成した後、樹脂膜の表面を覆う第 1 のガスバリア膜を形成する工程と、フレキシブル基板に支持される OLED 素子を形成する工程と、フレキシブル基板に支持され、前記 OLED 素子を覆う第 2 のガスバリア膜を形成する工程とを含み得る。

#### 【0056】

##### <フレキシブルディスプレイ用支持基板>

図 6 を参照する。図 6 は、研磨処理前におけるフレキシブルディスプレイ用支持基板 10 の一部の断面を示している。支持基板 10 は、ガラスベース 11、ガラスベース 11 上の樹脂膜 12 を有している。ガラスベース 11 は、プロセス用の支持基板であり、その厚さは、例えば 0.3 ~ 0.7 mm 程度であり得る。

40

#### 【0057】

本実施形態における樹脂膜 12 は、例えば厚さ 5  $\mu\text{m}$  以上 100  $\mu\text{m}$  以下のポリイミド膜である。ポリイミド膜は、前駆体であるポリアミド酸またはポリイミド溶液から形成され得る。ポリアミド酸の膜をガラスベース 11 の表面に形成した後に熱イミド化を行っても良いし、ポリイミドを溶融または有機溶媒に溶解したポリイミド溶液からガラスベース

50

11の表面に膜を形成してもよい。ポリイミド溶液は、公知のポリイミドを任意の有機溶媒に溶解して得ることができる。ポリイミド溶液をガラスベース11の表面12sに塗布した後、乾燥することによってポリイミド膜が形成され得る。

#### 【0058】

ポリイミド膜は、ボトムエミッション型のフレキシブルディスプレイの場合、可視光領域の全体で高い透過率を実現することが好ましい。ポリイミド膜の透明度は、例えばJIS K7105-1981に従った全光線透過率によって表現され得る。全光線透過率は80%以上、または85%以上に設定され得る。一方、トップエミッション型のフレキシブルディスプレイの場合には透過率の影響は受けない。

#### 【0059】

樹脂膜12は、後の工程でアルカリ性の液体材料に接する。このため、樹脂膜12は、耐アルカリ性に優れるビフェニル型ポリイミドから形成されていることが好ましい。ビフェニル型ポリイミドは、ビフェニル構造に隣接するイミド結合のカルボニル基を有している。このカルボニル基は、ベンゼン単環に隣接するイミド結合のカルボニル基に比べ、アルカリによって加水分解しにくい。

#### 【0060】

樹脂膜12は、ポリイミド以外の合成樹脂から形成された膜であってもよい。ただし、本開示の実施形態では、ゾルゲル法によって焼結体層を形成するとき、典型的には350以上の熱処理を行うため、この熱処理によって劣化しない材料から樹脂膜12は形成される。

#### 【0061】

樹脂膜12は、複数の合成樹脂層の積層体であっても良い。本実施形態では、フレキシブルディスプレイの構造物をガラスベース11から剥離するとき、ガラスベース11を透過する紫外線レーザ光を樹脂膜12に照射するレーザリフトオフが行われる。樹脂膜12は、ガラスベース11との界面において、このような紫外線レーザ光を吸収して分解（消失）する必要がある。また、例えば、ある波長帯域のレーザ光を吸収してガスを発生する犠牲層をガラスベース11と樹脂膜12との間に配置しておけば、そのレーザ光の照射により、樹脂膜12をガラスベース11から剥離することができる。

#### 【0062】

次に、図5Aおよび図5Bを参照しながら説明した研磨平坦化装置500による研磨処理および平坦化処理を行う。

#### 【0063】

##### < 研磨処理 >

まず、研磨平坦化装置500による研磨処理を行うとき、制御装置550は、位置決め装置540により、支持基板10における樹脂膜12の表面12s上に存在するパーティクルなどの研磨対象（ターゲット）に研磨ヘッド535を対向させる。パーティクル30の検出は、例えばイメージセンサによって取得した画像を処理することによって可能である。パーティクル30のサイズは、樹脂膜12の表面12sに平行な方向について、比較的に正確な測定が可能である。具体的には、支持基板10における樹脂膜12の表面12s上に存在するパーティクル30をイメージセンサなどによって検出し、パーティクルの座標を決定する。nを1以上の整数として、除去すべきn個のパーティクルP1、・・・、Pnが検出されたとする。kを1以上n以下の整数とし、k番目のパーティクルPkの平面位置座標を（ $x_k$ ， $y_k$ ）で表現する場合、制御装置550は、位置決め装置540を駆動して可動ユニット530を移動させ、研磨ヘッド535の下端の平面位置座標を（ $x_k$ ， $y_k$ ）に整合させる。

#### 【0064】

次に、研磨平坦化装置500は、研磨テープ532を走行させながら、研磨ヘッド535の加圧装置534を降下させる。降下の距離は、加圧装置534の下端における研磨テープ532が支持基板10の表面に達するように決定される。パーティクル30のサイズは、樹脂膜12の表面12sに平行な方向について、比較的に正確な測定が可能であるが

10

20

30

40

50

、表面 1 2 s に垂直な方向におけるサイズ、すなわち高さを正確に求めることは難しい。このため、研磨量の決定は、研磨残りがないように十分な余裕を含むように行うことが望ましい。過度の研磨は、樹脂膜 1 2 の表面 1 2 s に深い凹部を形成し得る。例えば高さ 3  $\mu\text{m}$  程度のパーティクルを研磨する条件で研磨処理を実行したとき、パーティクルの実際の高さが 2 . 5  $\mu\text{m}$  程度である場合がある。このような場合、研磨処理が行われた位置では、樹脂膜 1 2 の表面 1 2 s が 0 . 5  $\mu\text{m}$  程度削られるため、深さ 0 . 5  $\mu\text{m}$  程度の凹部が形成され得る。また、前述したように、研磨凹部の内部およびその周辺には研磨剤によって多数の微細な傷（研磨傷）が形成され得る。

#### 【 0 0 6 5 】

図 7 に示されるように、研磨処理の結果、樹脂膜 1 2 の表面 1 2 s に研磨凹部 1 2 c が形成される。図 7 には記載されていないが、研磨凹部 1 2 c の内部または研磨凹部 1 2 c の近傍には、図 4 に例示されるような微細な突起 1 2 a および凹部 1 2 b が存在し得る。

#### 【 0 0 6 6 】

##### < 平坦化処理 >

次に、図 8 に示すように、研磨平坦化装置 5 0 0 の可動ユニット 5 3 0 が有するリペアヘッド 5 3 6 のノズル 5 3 7 から、樹脂膜 1 2 の表面 1 2 s に形成された研磨凹部 1 2 c に、液体材料 2 0 a を供給して液体材料 2 0 a の層によって研磨凹部 1 2 c を埋める。液体材料 2 0 a の典型例は、アルコキシドを含むゾルである。リペアヘッド 5 3 6 は、インクジェット方式によってノズル 5 3 7 から液体材料 2 0 a を噴射することができる。

#### 【 0 0 6 7 】

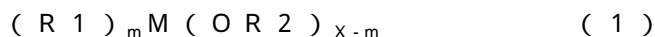
アルコキシドの典型例は、金属アルコキシドである。金属アルコキシドが含有する金属元素の例は、遷移金属、希土類金属、周期表 3 ~ 5、1 3 ~ 1 5 族の金属元素であり得る。典型例は、S i、T i、T a、A l からなる群から選択された 1 種以上の金属元素である。なお、厳密に言えば、S i は半導体を形成する元素であるが、本明細書では、便宜上、金属元素に含める。

#### 【 0 0 6 8 】

金属アルコキシドが有するアルコキシ基の例は、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、イソブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基を含む。金属アルコキシドは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、およびアラルキル基などの炭化水素基を含んでいても良い。

#### 【 0 0 6 9 】

金属アルコキシドは、下記式 ( 1 ) で表され得る。



ここで、R 1 は、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基またはアラルキル基であり、置換基を有していてもよい。R 2 は、低級アルキル基である。R 1 および R 2 は、m によって異なってもよい。M は、3 価以上の金属元素である。X は、金属 M の価数である。m は、0 ~ 2 の整数であり、X - m = 2 の関係を満足する。

#### 【 0 0 7 0 】

液体材料 2 0 a は、同種または異種の金属アルコキシドを含んでいてもよいし、他の添加物を含んでいてもよい。

#### 【 0 0 7 1 】

液体材料 2 0 a には有機溶媒が配合される。有機溶媒の例は、アルコール類、芳香族炭化水素、エーテル類、含窒素溶媒、スルホキシド類、または、これらの混合溶媒などである。溶剤可溶性ポリマも有機溶媒として使用され得る。

#### 【 0 0 7 2 】

液体材料 2 0 a は、硬化触媒を含有していてもよい。硬化触媒の例は、第三アミン類および酸触媒などである。また、液体材料 2 0 a は、可塑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、難燃剤、帯電防止剤、界面活性剤、充填剤、着色剤などの種々の添加剤を含んでいてもよい。

#### 【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

液体材料 20a は、金属アルコキシド、または、金属アルコキシドの加水分解物に溶剤可溶性ポリマ、硬化触媒、有機溶媒などを加えて混練することによって形成され得る。金属アルコキシドが強いアルカリ性を示す場合、樹脂膜 12 を劣化させる可能性がある。このため、樹脂膜 12 が一般的なポリイミドから形成されている場合、液体材料 20a の pH は、10 以下であることが好ましい。液体材料 20a の pH は、典型的には、例えば 3.5 以上 9.0 以下の範囲に設定され得る。

#### 【0074】

スパッタなどの物理蒸着法、または CVD 法によって堆積された固体の膜とは異なり、液体材料 20a は流動性を有する。また、液体材料 20a は表面張力によって樹脂膜 12 の表面 12s に形成された研磨凹部の全体に拡がり得る。このため、液体材料 20a はステップカバレッジに優れ、厚さが 300nm 以下の比較的薄い膜を形成しても、平坦度の高い表面が得られる。液体材料 20a は、樹脂膜 12 の突起 12a が微細であっても、表面張力によって突起 12a の表面に密着することができる。また、樹脂膜 12 の凹部 12b が局所的に深くても、深部にまで達して凹部 12b の内部を液体材料 20a で埋め込むことができる。

10

#### 【0075】

液体材料 20a の粘度は、例えば 25mPa・s 以上 200mPa・s 以下の範囲内に設定され得る。樹脂膜 12 の表面 12s に形成された研磨凹部を覆う液体材料 20a の層の厚さは、例えば 100nm 以上 1000nm 以下の範囲内にある。この液体材料 20a の層の厚さは、樹脂膜 12 の表面 12s に対する液体材料 20a の供給量を調整することによって制御され得る。

20

#### 【0076】

こうして、液体材料 20a は、研磨凹部 12c および研磨傷を適切に埋め、しかも液体材料 20a の表面は表面張力によって平滑化される。樹脂膜 12 の表面 12s の一部を局所的に覆う液体材料 20a の膜は、図 9A に示すように、研磨平坦化装置 500 の可動ユニット 530 が有するリペアヘッド 536 のヒータ 538 によって加熱される。1 個の研磨凹部 12c に供給される液体材料 20a の体積は、せいぜい数百ピコリットル (pl) であるので、ヒータ 538 が与える熱量は、支持基板 10 の全体的な温度を大きく上昇させるレベルには達しない。ヒータ 538 は、赤外線を発する光源であってもよい。このような光源の例は、LED (Light Emitting Diode) または半導体レーザ素子を含む。

30

#### 【0077】

赤外線光源による赤外線の照射領域は、樹脂膜 12 の表面 s において、例えば直径 10mm の円に含まれる大きさを有している。赤外線の照射領域が研磨凹部 12c の広さをカバーする大きさを有していれば、液体材料 20a を効率的に加熱することができる。研磨凹部 12c の広さは、せいぜい直径が数百  $\mu\text{m}$  の領域に含まれる大きさである。このような狭い領域を効率的に加熱するためには、赤外線放射の指向性およびエネルギー密度が高いレーザ光源を用いることが有効である。半導体レーザを励起光とする固体レーザ (Diode Pumped Solid State Laser: DPSS レーザ) によれば、例えば最大平均出力 25W、最大パルス出力 200mJ、最大繰り返し周波数 2kHz、パルス幅 40~600 マイクロ秒で赤外線の照射が可能になる。また、赤外領域で発振し得る半導体レーザ素子そのものも、例えば 250mW の出力を達成しているため、対物レンズによってレーザ光を例えば直径数百  $\mu\text{m}$  のサイズに集束すれば、半導体レーザ素子を局所ヒータとして使用する可能である。

40

#### 【0078】

図 9B は、リペアヘッド 536 のヒータ 538 の構成例を模式的に示している。図示されている例において、ヒータ 538 は、赤外線光源として機能する半導体レーザ素子 538a と、対物レンズを含む光学系 538b とを有し、赤外線ビーム 538c を放射する。赤外線の波長は、例えば 750nm 以上 1.4  $\mu\text{m}$  以下の近赤外であり得る。

#### 【0079】

図 9B に示されるように半導体レーザ素子 538a を赤外線光源として使用すると、赤

50

外線の照射領域は、樹脂膜 1 2 の表面 s において、例えば直径 1 mm の円に含まれる大きさ（例えば直径が 150  $\mu$ m 以上 500  $\mu$ m 以下）を有することができる。赤外線照射領域の形状は任意である。

#### 【0080】

赤外線の照射は、パルスのまたは連続的に行われ得る。個々の研磨凹部 1 2 c、より正確には、研磨凹部 1 2 c 上の液体材料 2 0 a を赤外線で照射しているとき、フレキシブルディスプレイ用支持基板 1 0 に対するヒータ 5 3 8 の相対的な位置は固定されている必要はない。赤外線照射領域の位置は、赤外線の照射中に、ステップ状または連続的にシフトしてもよい。

#### 【0081】

ビーム状に集束された赤外線で研磨凹部 1 2 c 上の液体材料 2 0 a を照射するとき、赤外線のビームスポットの大きさは、液体材料 2 0 a の大きさより小さくてもよい。液体材料 2 0 a の一部を赤外線のビームで照射しても、熱は照射点から周りに広がるため、液体材料 2 0 a の全体を 350 以上に昇温することが可能である。液体材料 2 0 a の異なる複数の位置をパルスまたは連続波の赤外線ビームで照射してもよい。

#### 【0082】

図 9 C は、研磨凹部 1 2 c と、赤外線照射領域 I R 1、I R 2 との関係の例を示す平面図である。赤外線照射領域 I R 1 は、研磨凹部 1 2 c より広い範囲をカバーしている。一方、赤外線照射領域 I R 2 は、研磨凹部 1 2 c よりも狭い。赤外線光源の出力パワーが一定である場合、単位面積あたりの照射エネルギー密度は、赤外線照射領域の面積に反比例する。赤外線の照射時間は、使用する赤外線光源のパワー、赤外線照射領域の面積、および液体材料 2 0 a の焼結に必要な熱エネルギーなどを勘案して決定され得る。

#### 【0083】

図 9 C に記載されている赤外線照射領域 I R 1、I R 2 の形状は、それぞれ、円形であるが、赤外線照射領域の形状は、円形に限定されず、楕円、長方形、その他の形状であってもよい。また、光源から放射された赤外線が複数のビームに分岐され、同時に複数の赤外線ビームで液体材料 2 0 a を照射してもよい。

#### 【0084】

半導体レーザ素子 5 3 8 a から放射された赤外線ビーム 5 3 8 c を直径が数  $\mu$ m から数十  $\mu$ m の小さなビームスポットに集束する場合、図 9 C の赤外線照射領域 I R 1 の内部をビームスポットでスキャンしてもよい。

#### 【0085】

液体材料 2 0 a を加熱することにより、図 1 0 に示すように、液体材料 2 0 a からゲル化を経て焼結体層 2 0 を形成することができる。また、このとき、液体材料 2 0 a は、図 1 1 に示すように、研磨傷である微細な突起 1 2 a および微細な凹部 1 2 b を覆うことができる。本開示の実施形態によれば、樹脂膜 1 2 の表面 1 2 s の全体に対してではなく、研磨領域に対して選択的な平坦化処理を行うため、必要な液体材料 2 0 a の量および加熱エネルギーを大幅に低減できる。このことは、樹脂膜 1 2 のフレキシビリティおよび光透過率を高く維持することにも寄与し得る。

#### 【0086】

本実施形態において、焼結体層 2 0 を形成する工程（焼成工程）は、液体材料 2 0 a を 350 以上に加熱して行う。液体材料 2 0 a の加熱温度は、例えば 350 以上 500 以下であり、典型的には 400 以上、あるいは 450 以上である。この温度（焼結温度）は、後に行う T F T の製造工程における最高プロセス温度に近い値に設定され得る。

#### 【0087】

液体材料 2 0 a の層が焼結体層 2 0 に変化するとき、体積の収縮が生じる。焼結体層 2 0 による下地層の微細な凹凸に対するカバレッジは、焼結時の体積収縮によってもほとんど劣化しないことがわかった。なお、前述したように半導体レーザ素子から放射された赤外線の集光ビームで液体材料 2 0 a を加熱する場合、数ミリ秒から数秒の短時間で 350

10

20

30

40

50

以上に昇温できるため、焼結時の結晶粒成長を抑制し、平滑な表面を有する焼結体層 20 を実現できる。また、本開示の研磨平坦化装置によれば、加熱が局所的であるため、ガラスベース 11 および樹脂膜 12 の耐熱性に拘束されることなく、液体材料 20a の焼結温度を高く、例えば 500 超 750 以下に設定してもよい。

#### 【0088】

本実施形態によれば、研磨平坦化装置 500 の研磨ヘッド 535 が樹脂膜 12 の表面 12s に研磨を行って研磨凹部 12c を形成しても、リペアヘッド 536 が研磨凹部 12c に液体材料 20a を供給し、液体材料 20a を加熱することによって焼結体層 20 を形成する。また、この処理を、フレキシブルディスプレイ用支持基板 10 の平坦化すべき複数の位置のそれぞれにおいて局所的に実行することができる。

10

#### 【0089】

こうして形成された焼結体層 20 の厚さは、例えば 100 nm 以上 500 nm 以下である。直径 1  $\mu$ m を超えるような大きさのパーティクルなどを研磨によって除去する場合、焼結体層 20 の厚さは例えば 200 nm 以下に設定され得る。焼結体層 20 は、硬化前に流動性を有していたため、下地である樹脂膜 12 における研磨凹部 12c よりも平坦な上面を有している。ただし、本実施形態における焼結体層 20 は、単なる平坦化層ではなく、例えば図 4 に示されるような微細な突起 12a または凹部 12b による表面形状の急峻な変化（研磨傷）を緩和して、その上に形成するガスバリア膜の局所的な性能劣化を防止するという重要な効果を発揮する。この効果は、液体材料 20a が表面張力によって微細な突起 12a の周りに凝集し、微細な凹部 12b に溜まりやすいことによって得られる。

20

#### 【0090】

本開示において、樹脂膜 12 と、樹脂膜 12 上の焼結体層 20 とを総称して「フレキシブル支持基板 100」と称する。後述するように、ガラスベース 11 を取り除くことにより、フレキシブル支持基板 100 は、機能層およびガスバリア膜を支持するフレキシブルなシート状の基板として機能する。

#### 【0091】

##### < 第 1 ガスバリア層 >

次に、図 12 に示すように、研磨凹部に焼結体層 20 が形成された樹脂膜 12 上に第 1 のガスバリア膜 13 を形成する。第 1 のガスバリア膜 13 は、種々の構造を有し得る。第 1 のガスバリア膜 13 の例は、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜などの膜である。第 1 のガスバリア膜 13 の他の例は、有機材料層および無機材料層が積層された多層膜であり得る。第 1 のガスバリア膜 13 の下面は、平坦性の高い焼結体層 20 の上面によって規定されている。このため、樹脂膜 12 の表面 12s に存在する研磨凹部および研磨傷によって第 1 のガスバリア膜 13 の封止性能が劣化するという問題を解決することができる。

30

#### 【0092】

##### < 機能層 >

以下、図 13A から図 13D を主に参照して、TFT および OLED などを含む機能層、ならびに第 2 のガスバリア膜を形成する工程を説明する。

#### 【0093】

なお、本実施形態において最も特徴的な点は、フレキシブルディスプレイ用支持基板およびフレキシブル基板の構成、ならびにそれらの製造工程にある。以下に説明する各工程の説明は、例示に過ぎず、本開示の実施形態を限定するものではない。

40

#### 【0094】

まず、図 13A に示されるように、フレキシブルディスプレイ用支持基板 10 の上に、公知の方法によって TFT 層 200 および OLED 層 300 を順次形成する。TFT 層 200 は、アクティブマトリクスを実現する TFT アレイの回路を含む。OLED 層 300 は、各々が独立して駆動され得る OLED 素子のアレイを含む。TFT 層 200 の厚さは例えば 4  $\mu$ m であり、OLED 層 300 の厚さは例えば 1  $\mu$ m である。

#### 【0095】

図 14 は、有機 EL (Electro Luminescence) ディスプレイにおけるサブ画素の基本的

50

な等価回路図である。ディスプレイの1個の画素は、例えばR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）などの異なる色のサブ画素によって構成され得る。図14に示される例は、選択用TFT素子Tr1、駆動用TFT素子Tr2、保持容量CH、およびOLED素子ELを有している。選択用TFT素子Tr1は、データラインDLと選択ラインSLとに接続されている。データラインDLは、表示されるべき映像を規定するデータ信号を運ぶ配線である。データラインDLは選択用TFT素子Tr1を介して駆動用TFT素子Tr2のゲートに電氣的に接続される。選択ラインSLは、選択用TFT素子Tr1のオン/オフを制御する信号を運ぶ配線である。駆動用TFT素子Tr2は、パワーラインPLとOLED素子ELとの間の導通状態を制御する。駆動用TFT素子Tr2がオンすれば、OLED素子ELを介してパワーラインPLから接地ラインGLに電流が流れる。この電流がOLED素子ELを発光させる。選択用TFT素子Tr1がオフしても、保持容量CHにより、駆動用TFT素子Tr2のオン状態は維持される。

10

#### 【0096】

TFT層200は、選択用TFT素子Tr1、駆動用TFT素子Tr2、データラインDL、および選択ラインSLなどを含む。OLED層300はOLED素子ELを含む。OLED層300が形成される前、TFT層200の上面は、TFTアレイおよび各種配線を覆う層間絶縁膜によって平坦化されている。OLED層300を支持し、OLED層300のアクティブマトリクス駆動を実現する構造体は、「バックプレーン」と称される。

20

#### 【0097】

図14に示される回路要素および配線の一部は、TFT層200およびOLED層300のいずれかに含まれ得る。また、図14に示されている配線は、不図示のドライバ回路に接続される。

#### 【0098】

本開示の実施形態において、TFT層200およびOLED層300の具体的な構成は多様であり得る。これらの構成は、本開示の内容を制限しない。TFT層200に含まれるTFT素子の構成は、ボトムゲート型であってもよいし、トップゲート型であってもよい。また、OLED層300に含まれるOLED素子の発光は、ボトムエミション型であってもよいし、トップエミション型であってもよい。OLED素子の具体的な構成も任意である。

30

#### 【0099】

TFT素子を構成する半導体層の材料は、例えば、結晶質のシリコン、非晶質のシリコン、酸化物半導体を含む。本開示の実施形態では、TFT素子の性能を高めるために、TFT層200を形成する工程の一部が350以上の熱処理工程を含む。前述したように、本開示の実施形態では、焼結体層20の形成時に焼結温度を適切に調整するため、TFT層200を形成する工程で焼結体層20の劣化が抑制または防止される。

#### 【0100】

##### <第2ガスバリア層>

上記の機能層を形成した後、図13Bに示されるように、TFT層200およびOLED層300の全体を第2のガスバリア膜23によって覆う。第2のガスバリア膜23の典型例は、無機材料層と有機材料層とが積層された多層膜である。なお、第2のガスバリア膜23とOLED層300との間に、粘着膜、タッチスクリーンを構成する他の機能層、偏光膜などの要素が配置されていても良い。第2のガスバリア膜23の形成は、薄膜封止（Thin Film Encapsulation：TFE）技術によって行うことができる。封止信頼性の観点から、薄膜封止構造のWVTR（Water Vapor Transmission Rate）は、典型的には $1 \times 10^{-4} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 以下であることが求められている。本開示の実施形態によれば、この基準を達成している。第2のガスバリア膜23の厚さは例えば $1.5 \mu\text{m}$ 以下である。

40

#### 【0101】

図15は、第2のガスバリア膜23が形成された段階におけるフレキシブルディスプレ

50

イ用支持基板 10 の上面側を模式的に示す斜視図である。1 個のフレキシブルディスプレイ用支持基板 10 は、複数のフレキシブルディスプレイ 1000 を支持している。

【0102】

次に、図 13C に示すように、ガラスベース 11 の裏面側からレーザビームでフレキシブル支持基板 100 を照射し、リフトオフを行う。こうして、図 13D に示されるように、フレキシブルディスプレイ 1000 を得る。

【0103】

本開示の実施形態によれば、フレキシブル基板側のガスバリア膜の封止性能が向上するため、水蒸気の進入によるフレキシブルディスプレイの性能劣化を抑制できる。

【産業上の利用可能性】

10

【0104】

本発明の実施形態は、スマートフォン、タブレット端末、車載用ディスプレイ、および中小型から大型のテレビジョン装置に広く適用され得る。

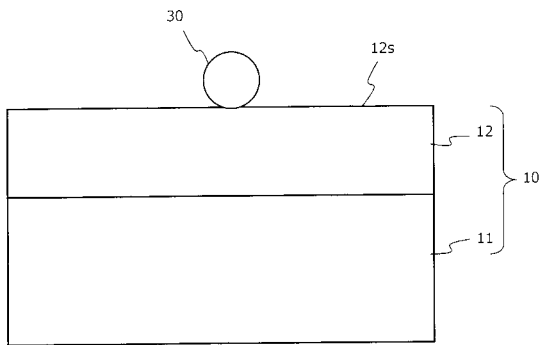
【符号の説明】

【0105】

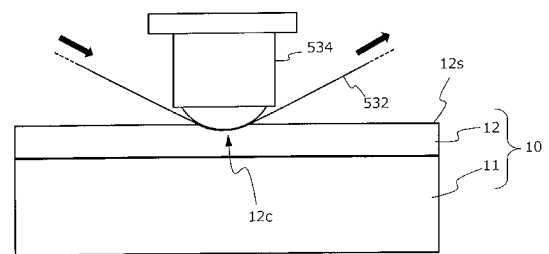
10・・・フレキシブルディスプレイ用支持基板、11・・・ガラスベース、12・・・樹脂膜、12a・・・微細突起（研磨傷）、12b・・・微細凹部（研磨傷）、12c・・・研磨凹部、12s・・・樹脂膜の表面、13・・・第 1 のガスバリア膜、13c・・・クラック、20・・・焼結体層、20a・・・液体材料、23・・・第 2 のガスバリア膜、100・・・フレキシブル基板、200・・・TFT 層、300・・・OLED 層、1000・・・フレキシブルディスプレイ

20

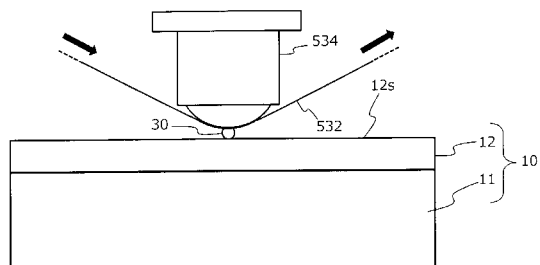
【図 1】



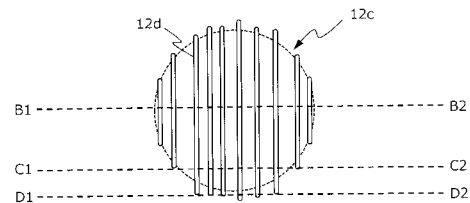
【図 2 B】



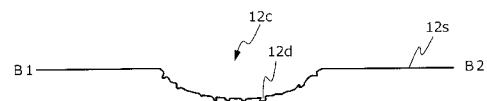
【図 2 A】



【図 3 A】

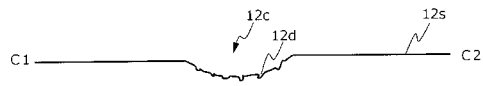


【図 3 B】

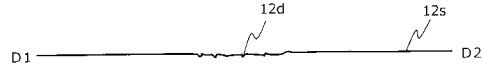




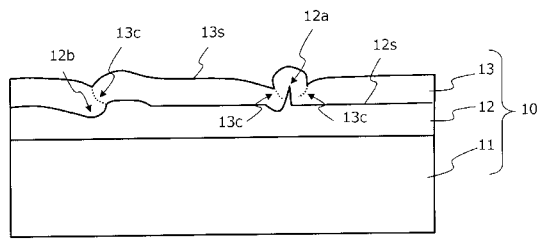
【図 3 C】



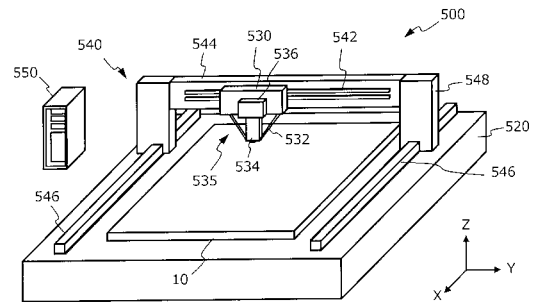
【図 3 D】



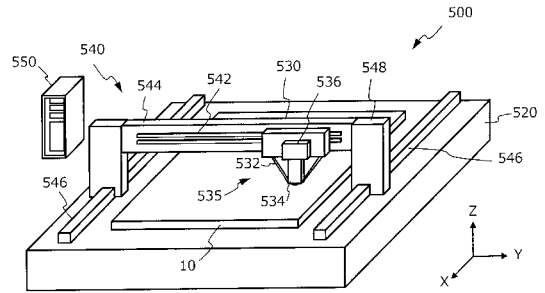
【図 4】



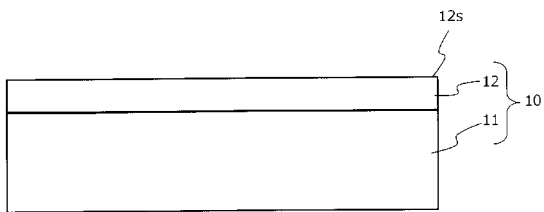
【図 5 A】



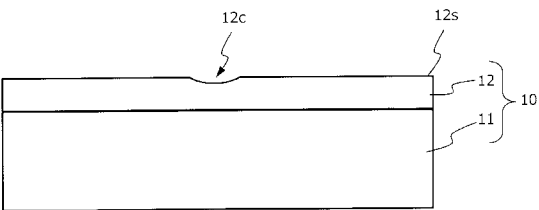
【図 5 B】



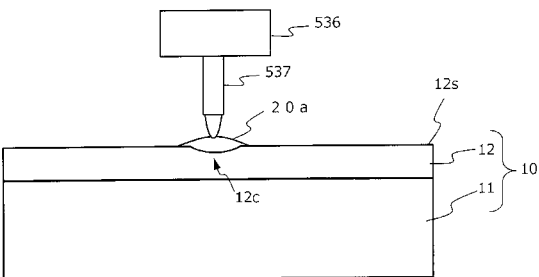
【図 6】



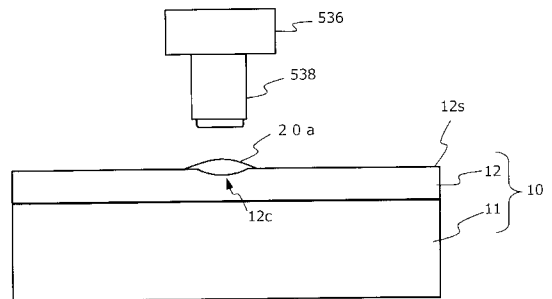
【図 7】



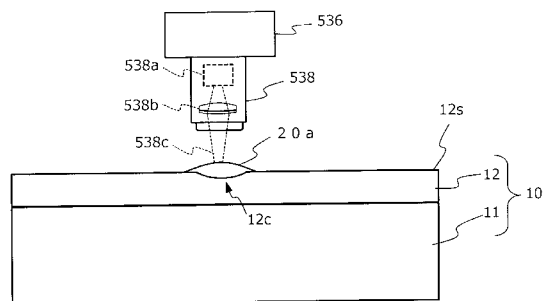
【図 8】



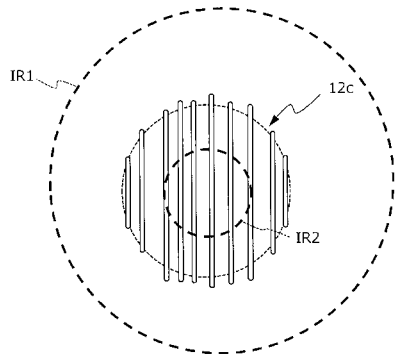
【図 9 A】



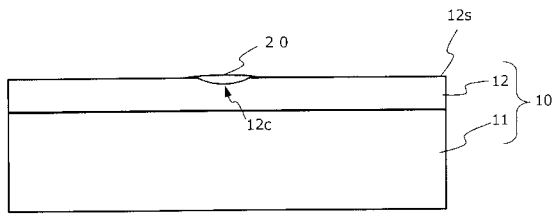
【図 9 B】



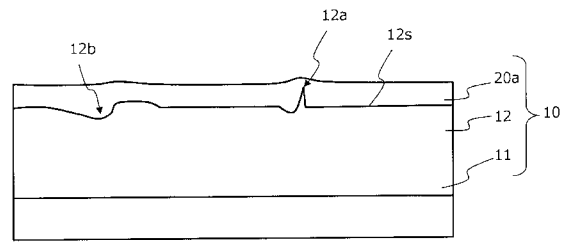
【図 9 C】



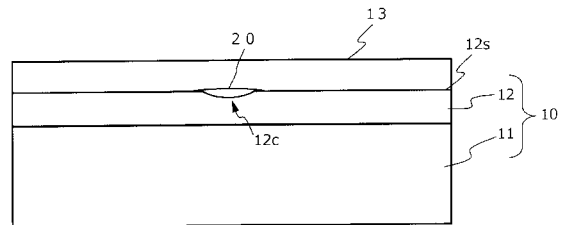
【図 10】



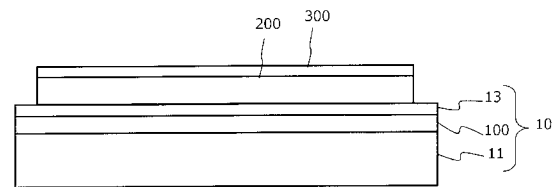
【図 11】



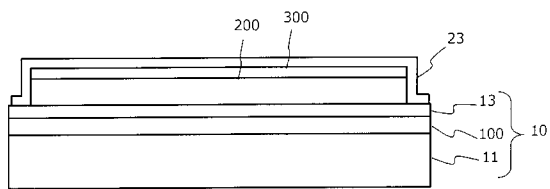
【図 12】



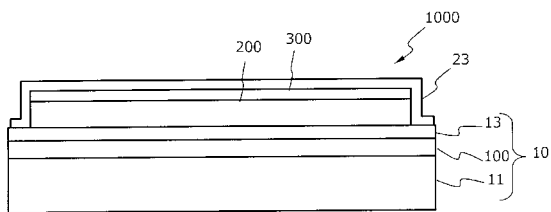
【図 13 A】



【図 13 B】

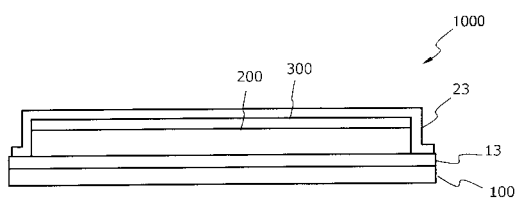


【図 13 C】

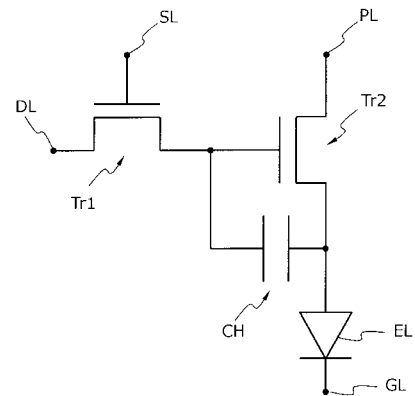


LASER BEAM

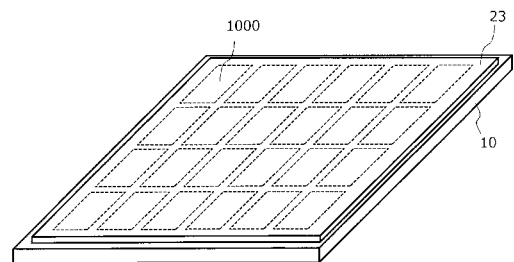
【図 13 D】



【図 14】



【図 15】



## 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 9 F 9/30	3 0 8 Z
	G 0 9 F 9/30	3 4 9 Z
	G 0 9 F 9/30	3 1 0

(72)発明者 岸本 克彦  
大阪府堺市堺区匠町 1 番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内

(72)発明者 田中 康一  
大阪府堺市堺区匠町 1 番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC23 DD13 DD16 DD17 DD19 DD90 DD95 EE46  
FF08 FF15 GG57  
5C094 AA38 BA27 DA06 DA07 DA13 EB01 JA08

专利名称(译)	柔性显示器，其制造方法以及用于柔性显示器的支撑基板		
公开(公告)号	<a href="#">JP2019149378A</a>	公开(公告)日	2019-09-05
申请号	JP2019081083	申请日	2019-04-22
[标]申请(专利权)人(译)	帕拉丁知识产权私人有限公司		
申请(专利权)人(译)	堺显示器制品有限公司		
[标]发明人	岸本克彦 田中康一		
发明人	岸本 克彦 田中 康一		
IPC分类号	H05B33/02 H01L51/50 H05B33/04 H01L27/32 G09F9/30		
FI分类号	H05B33/02 H05B33/14.A H05B33/04 H01L27/32 G09F9/30.365 G09F9/30.308.Z G09F9/30.349.Z G09F9/30.310		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC23 3K107/DD13 3K107/DD16 3K107/DD17 3K107/DD19 3K107/DD90 3K107/DD95 3K107/EE46 3K107/FF08 3K107/FF15 3K107/GG57 5C094/AA38 5C094/BA27 5C094/DA06 5C094/DA07 5C094/DA13 5C094/EB01 5C094/JA08		
代理人(译)	奥田诚治 三宅明子 Nariyasu村濑		
其他公开文献	JP6677842B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

为了提供实现足够的密封性能的柔性显示器。解决方案：用于支撑OLED元件的柔性显示器的支撑基板10包括具有抛光缺陷的树脂膜12，该树脂膜12的表面12s上具有抛光凹部12b，以及烧结体层20a。它选择性地形成在树脂膜12的表面12s上，并使包括抛光凹槽12b在内的抛光缺陷平坦化。图11

