

(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2004-140267  
(P2004-140267A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

**H01L 27/12**  
**G02F 1/1333**  
**G02F 1/1368**  
**G09F 9/00**  
**G09F 9/30**

F 1

H01L 27/12  
G02F 1/1333 500  
G02F 1/1368  
G09F 9/00 342Z  
G09F 9/30 310

テーマコード(参考)

2H090  
2H092  
3K007  
5C094  
5F110

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号  
(22) 出願日特願2002-305084 (P2002-305084)  
平成14年10月18日 (2002.10.18)

(71) 出願人 000153878  
株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地  
(72) 発明者 山崎 舜平  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
半導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 高山 徹  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
半導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 丸山 純矢  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
半導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 大野 由美子  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

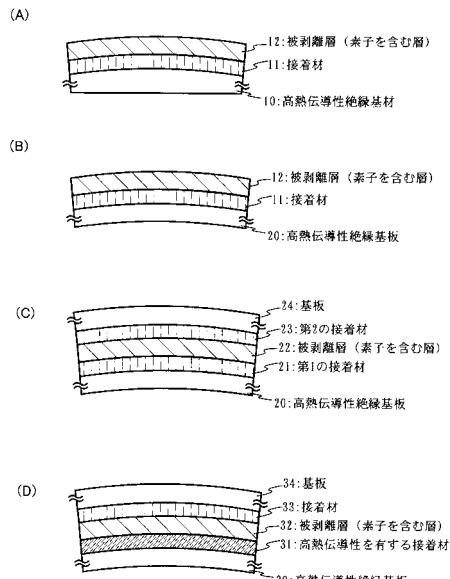
(54) 【発明の名称】半導体装置およびその作製方法

## (57) 【要約】

【課題】水分や酸素の透過による劣化を抑えることが可能な半導体装置、例えば、プラスチック基板上に形成された有機発光素子を有する発光装置、プラスチック基板を用いた液晶表示装置の提供を課題とする。

【解決手段】本発明は、ガラス基板または石英基板上に形成した素子(TFTや、有機化合物を含む発光素子や、液晶を有する素子や、メモリー素子や、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子や、シリコン抵抗素子など)を含む被剥離層12を基板から剥離した後、熱伝導性の高いプラスチック基板10に転写する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

熱伝導性を有するプラスチック基板またはプラスチック基材を支持体とし、

前記プラスチック基板に接する接着材と、

該接着材に接する絶縁膜上に素子とを備えたことを特徴とする半導体装置。

**【請求項 2】**

請求項 1において、前記素子は、薄膜トランジスタ、有機化合物を含む層を有する発光素子、液晶を有する素子、メモリー素子、薄膜ダイオード、シリコンの PIN 接合からなる光電変換素子、またはシリコン抵抗素子であることを特徴とする半導体装置。

**【請求項 3】**

請求項 1または請求項 2において、前記接着材は、熱伝導性を有することを特徴とする半導体装置。

**【請求項 4】**

請求項 1乃至 3 のいずれか一において、前記熱伝導性を有するプラスチック基板またはプラスチック基材は、前記接着材よりも熱伝導率が高いことを特徴とする半導体装置。

**【請求項 5】**

請求項 1乃至 4 のいずれか一において、前記熱伝導性を有するプラスチック基板またはプラスチック基材は、ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルフォン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂中に低融点金属とセラミックスとが混合されたものであることを特徴とする半導体装置。

**【請求項 6】**

請求項 1乃至 5 のいずれか一において、前記接着材は、銀、ニッケル、アルミニウム、窒化アルミニウムからなる粉末、またはフィラーを含むことを特徴とする半導体装置。

**【請求項 7】**

請求項 1乃至 6 のいずれか一において、前記半導体装置は、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、カーナビゲーション、パソコンコンピュータまたは携帯情報端末であることを特徴とする半導体装置。

**【請求項 8】**

第 1 の基板上に半導体素子を含む被剥離層を形成する第 1 工程と、

前記被剥離層上に溶媒に溶ける有機樹脂膜を塗布する第 2 工程と、

前記有機樹脂膜に第 2 の基板を第 1 の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とで挟む第 3 工程と、

第 2 の両面テープで第 3 の基板を前記第 1 の基板と接着する第 4 工程と、

前記第 3 の基板が接着された前記第 1 の基板と、前記被剥離層とを物理的手段で分離する第 5 工程と、

前記被剥離層に第 4 の基板を第 1 の接着材で接着させ、前記被剥離層を前記第 2 の基板と前記第 4 の基板とで挟む第 6 工程と、

前記被剥離層および第 1 の両面テープと前記第 2 の基板とを分離する第 7 工程と、

前記被剥離層と前記第 1 の両面テープとを分離する第 8 工程と、

前記有機樹脂膜を溶媒で除去する第 9 工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

**【請求項 9】**

第 1 の基板上に半導体素子を含む被剥離層を形成する第 1 工程と、

前記被剥離層上に溶媒に溶ける有機樹脂膜を塗布する第 2 工程と、

前記有機樹脂膜に第 2 の基板を第 1 の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とで挟む第 3 工程と、

第 2 の両面テープで第 3 の基板を前記第 1 の基板と接着する第 4 工程と、

前記第 3 の基板が接着された前記第 1 の基板と、前記被剥離層とを物理的手段で分離する第 5 工程と、

10

20

30

40

50

前記被剥離層に第4の基板を第1の接着材で接着させ、前記被剥離層を前記第2の基板と前記第4の基板とで挟む第6工程と、

前記被剥離層および第1の両面テープと前記第2の基板とを分離する第7工程と、

前記被剥離層と前記第1の両面テープとを分離する第8工程と、

前記有機樹脂膜を溶媒で除去する第9工程と、

第5の基板を第2の接着材で前記被剥離層に接着させ、前記被剥離層を前記第4の基板と前記第5の基板とで挟む第10工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項10】

第1の基板上にTFTを含む被剥離層を形成する第1工程と、

前記被剥離層上に溶媒に溶ける有機樹脂膜を塗布する第2工程と、

前記有機樹脂膜に第2の基板を第1の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第1の基板と前記第2の基板とで挟む第3工程と、

第2の両面テープで第3の基板を前記第1の基板と接着する第4工程と、

前記第3の基板が接着された前記第1の基板と、前記被剥離層とを物理的手段で分離する第5工程と、

前記被剥離層に第4の基板を第1の接着材で接着させ、前記被剥離層を前記第2の基板と前記第4の基板とで挟む第6工程と、

前記被剥離層および第1の両面テープと前記第2の基板とを分離する第7工程と、

前記被剥離層と前記第1の両面テープとを分離する第8工程と、

前記有機樹脂膜を溶媒で除去する第9工程と、

前記被剥離層上に有機化合物を含む発光素子を形成する第10工程と、

前記発光素子を封止する第5の基板を第2の接着材で貼り合わせ、前記被剥離層を前記第4の基板と前記第5の基板とで挟む第11工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項11】

請求項8乃至10のいずれか一において、前記溶媒は、水またはアルコール類であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項12】

請求項8乃至11のいずれか一において、前記第7工程における前記第1の両面テープと前記第2の基板との密着性よりも前記被剥離層と前記第4の基板との密着性が高いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項13】

請求項9乃至12のいずれか一において、前記第1の基板は、ガラス基板であり、前記第2の基板および前記第3の基板は、石英基板、または金属基板であり、前記第4の基板及び前記第5の基板は、プラスチック基板であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項14】

請求項9乃至12のいずれか一において、前記第1の基板は、ガラス基板であり、前記第2の基板および前記第3の基板は、石英基板、または金属基板であり、前記第4の基板と前記第5の基板は、一方が透光性を有するプラスチック基板であり、もう一方が熱伝導性を有するプラスチック基板であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項15】

請求項9乃至14のいずれか一において、前記第4の基板または前記第5の基板は、表面にSiNx膜、SiNxOy膜、AlNx膜、またはAlNxOy膜が形成されたプラスチック基板であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、剥離した被剥離層を基材に貼りつけて転写させた薄膜トランジスタ（以下、TFTという）で代表される素子によって構成された回路を有する半導体装置およびその作

10

20

30

40

50

製方法に関する。例えば、液晶モジュールに代表される電気光学装置や E L モジュールに代表される発光装置、およびその様な装置を部品として搭載した電子機器に関する。また、素子の剥離方法およびプラスチック基板への素子の転写方法に関する。

#### 【 0 0 0 2 】

なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用して機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、発光装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

#### 【 0 0 0 3 】

##### 【 従来の技術 】

近年、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数～数百 nm 程度）を用いて薄膜トランジスタ（TFT）を構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタは I C や電気光学装置のような電子デバイスに広く応用され、特に画像表示装置のスイッチング素子として開発が急がれている。

#### 【 0 0 0 4 】

このような画像表示装置を利用したアプリケーションは様々なものが期待されているが、特に携帯機器への利用が注目されている。現在、ガラス基板や石英基板が多く使用されているが、割れやすく、重いという欠点がある。また、大量生産を行う上で、ガラス基板や石英基板は大型化が困難であり、不向きである。そのため、可撓性を有する基板、代表的にはフレキシブルなプラスチックフィルムの上に TFT 素子を形成することが試みられている。

#### 【 0 0 0 5 】

しかしながら、プラスチックフィルムの耐熱性が低いためプロセスの最高温度を低くせざるを得ず、結果的にガラス基板上に形成する時ほど良好な電気特性の TFT を形成できないのが現状である。そのため、プラスチックフィルムを用いた高性能な発光素子や液晶表示装置は実現されていない。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【 発明が解決しようとする課題 】

もし、プラスチックフィルム等の可撓性を有する基板の上に有機発光素子（OLED：Organic Light Emission Device）が形成された発光装置や、液晶表示装置を作製することができれば、厚みが薄く軽量であるということに加えて、曲面を有するディスプレイや、ショーウィンドウ等などにも用いることができる。よって、その用途は携帯機器のみに限られず、応用範囲は非常に広い。

#### 【 0 0 0 7 】

しかし、プラスチックからなる基板は、一般的に水分や酸素を透過しやすく、有機発光層はこれらのものによって劣化が促進されるので、特に発光装置の寿命が短くなりやすい。そこで従来では、プラスチック基板と有機発光素子の間に窒化珪素や窒化酸化珪素などの絶縁膜を設け、水分や酸素の有機発光層への混入を防いでいた。

#### 【 0 0 0 8 】

加えて、プラスチックフィルム等の基板は一般的に熱に弱く、窒化珪素や窒化酸化珪素などの絶縁膜の成膜温度を高くしすぎると、基板が変形しやすくなる。また、成膜温度が低すぎると膜質の低下につながり、水分や酸素の透過を十分防ぐことが難しくなる。また、プラスチックフィルム等の基板上に設けた素子を駆動する際、局所的に発熱が生じて基板の一部が変形、変質してしまうことも問題になっている。

#### 【 0 0 0 9 】

本発明は上記問題に鑑み、水分や酸素の透過による劣化を抑えることが可能な半導体装置、例えば、プラスチック基板上に形成された有機発光素子を有する発光装置、プラスチック基板を用いた液晶表示装置の提供を課題とする。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【 課題を解決するための手段 】

本発明は、ガラス基板または石英基板上に形成した素子（TFT や、有機化合物を含む発

10

20

30

40

50

光素子や、液晶を有する素子や、メモリー素子や、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子や、シリコン抵抗素子など)を基板から剥離した後、熱伝導性の高いプラスチック基板に転写する。本発明は、素子からの発熱を熱伝導性の高いプラスチック基板で放熱させることにより素子の長寿命化を図るものである。

#### 【0011】

熱伝導性の高いプラスチック基板は、高熱伝導性樹脂からなり、高熱伝導性樹脂とは、ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルフォン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂に銅、鉄、アルミニウム等の金属粉末や、金属繊維や、低融点金属(鉛フリーハンダ:スズ、ビスマス、亜鉛)や、窒化ボロン、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム等のセラミックスを混入させることにより、2~30W/mKの高い熱伝導率を有する合成樹脂のことである。

10

#### 【0012】

また、合成樹脂にセラミックスと鉛フリーハンダとを混合させると、射出成形時の熱によってハンダが溶け出し、冷えて固まると、散らばったセラミックスの粒子間をネットワークのようにつなぎ、熱を伝える効果がさらに増大する。

#### 【0013】

上記高熱伝導性樹脂に所定量配合して混練、造粒し、得られたペレットを射出成形法により平板に造形することによって基板を形成する。また、平板に限らず、様々な形状の基材を形成することもできる。

20

#### 【0014】

熱伝導性の高いプラスチック基板は、金属(チタンやアルミニウム合金やマグネシウム合金)と同程度の熱伝導性を持たせることができ、プラスチック基板であるので金属基板と比較して安価、且つ、軽量なものである。

#### 【0015】

また、熱伝導性の高いプラスチック基板の透光性が低い場合には、発光装置や液晶表示装置(反射型)に適用する際、表示される側には透光性を有する基板を用いる必要があるため、もう一方の側に熱伝導性の高いプラスチック基板を用いる。特に発熱する素子と間隔が近い側に熱伝導性の高いプラスチック基板を設けることが望ましい。

30

#### 【0016】

本明細書で開示する発明の構成は、  
熱伝導性を有するプラスチック基板またはプラスチック基材を支持体とし、  
前記プラスチック基板に接する接着材と、  
該接着材に接する絶縁膜上に素子とを備えたことを特徴とする半導体装置である。

#### 【0017】

上記構成において、前記素子は、薄膜トランジスタ、有機化合物を含む層を有する発光素子、液晶を有する素子、メモリー素子、薄膜ダイオード、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子、またはシリコン抵抗素子であることを特徴としている。

#### 【0018】

また、上記各構成において、前記接着材は、熱伝導性を有することを特徴としている。熱伝導性の高いプラスチック基板を接着するための接着材は熱伝導性の高い材料であることが好ましく、さらに厚さを薄いものとすることが好ましい。例えば、銀、ニッケル、アルミニウム、窒化アルミニウムなどからなるフィラーまたは粉末を含む接着材(絶縁熱伝導性接着剤)を用いる。

40

#### 【0019】

また、上記各構成において、前記熱伝導性を有するプラスチック基板またはプラスチック基材は、前記接着材よりも熱伝導率が高いことを特徴としている。前記熱伝導性を有するプラスチック基板またはプラスチック基材は、ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルフォン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂中に低

50

融点金属とセラミックスとが混合されたものである。

【0020】

また、剥離方法または転写方法は特に限定されず、被剥離層と基板との間に分離層を設け、該分離層を薬液(エッチャント)で除去して被剥離層と基板とを分離する方法や、被剥離層と基板との間に非晶質シリコン(またはポリシリコン)からなる分離層を設け、基板を通過させてレーザー光を照射して非晶質シリコンに含まれる水素を放出させることにより、空隙を生じさせて被剥離層と基板を分離させる方法などを用いることが可能である。なお、レーザー光を用いて剥離する場合においては、剥離前に水素が放出しないように熱処理温度を410以下として被剥離層に含まれる素子を形成することが望ましい。

【0021】

また、他の剥離方法として、2層間の膜応力をを利用して剥離を行う剥離方法(ストレスピールオフ法)を用いてもよい。この剥離方法は、基板上に設けた金属層、好ましくは窒化金属層を設け、さらに前記窒化金属層に接して酸化層を設け、該酸化層の上に素子を形成し、成膜処理または500以上の熱処理を行っても、膜剥がれ(ピーリング)が生じずに、物理的手段で容易に酸化層の層内または界面において、きれいに分離できるものである。さらに剥離を助長させるため、前記物理的手段により剥離する前に、加熱処理またはレーザー光の照射を行う処理を行ってもよい。

【0022】

また、本発明は、新規な剥離法および転写法を用いた作製方法も提供する。

【0023】

本明細書で開示する作製方法に関する発明の構成1は、  
 第1の基板上に半導体素子を含む被剥離層を形成する第1工程と、  
 前記被剥離層上に溶媒に溶ける有機樹脂膜を塗布する第2工程と、  
 前記有機樹脂膜に第2の基板を第1の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第1の基板と前記第2の基板とで挟む第3工程と、  
 第2の両面テープで第3の基板を前記第1の基板と接着する第4工程と、  
 前記第3の基板が接着された前記第1の基板と、前記被剥離層とを物理的手段で分離する第5工程と、  
 前記被剥離層に第4の基板を第1の接着材で接着させ、前記被剥離層を前記第2の基板と前記第4の基板とで挟む第6工程と、  
 前記被剥離層および第1の両面テープと前記第2の基板とを分離する第7工程と、  
 前記被剥離層と前記第1の両面テープとを分離する第8工程と、  
 前記有機樹脂膜を溶媒で除去する第9工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

【0024】

溶媒に溶ける有機樹脂膜を成膜することにより、第1の電極(発光素子の陽極または陰極)面を保護するとともに平坦化する。平坦化することによって、基板と被剥離層とを貼りあわせる際に密着性を上げることができる。平坦な有機樹脂膜を形成した後に基板と貼りあわせた場合、有機樹脂膜で覆われているため、被剥離層に接着する際に配線などによる凹凸が反映されず、密着性が向上する。さらに被剥離層のもう一方の側に基板を貼り合わせる際にも配線などによる凹凸が反映されず、密着性が向上する。

【0025】

また、作製方法に関する発明の構成2は、  
 第1の基板上に半導体素子を含む被剥離層を形成する第1工程と、  
 前記被剥離層上に溶媒に溶ける有機樹脂膜を塗布する第2工程と、  
 前記有機樹脂膜に第2の基板を第1の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第1の基板と前記第2の基板とで挟む第3工程と、  
 第2の両面テープで第3の基板を前記第1の基板と接着する第4工程と、  
 前記第3の基板が接着された前記第1の基板と、前記被剥離層とを物理的手段で分離する第5工程と、

10

20

30

40

50

前記被剥離層に第4の基板を第1の接着材で接着させ、前記被剥離層を前記第2の基板と前記第4の基板とで挟む第6工程と、

前記被剥離層および第1の両面テープと前記第2の基板とを分離する第7工程と、

前記被剥離層と前記第1の両面テープとを分離する第8工程と、

前記有機樹脂膜を溶媒で除去する第9工程と、

第5の基板を第2の接着材で前記被剥離層に接着させ、前記被剥離層を前記第4の基板と前記第5の基板とで挟む第10工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

#### 【0026】

また、作製方法に関する発明の他の構成3は、

10

第1の基板上にTFTを含む被剥離層を形成する第1工程と、

前記被剥離層上に溶媒に溶ける有機樹脂膜を塗布する第2工程と、

前記有機樹脂膜に第2の基板を第1の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第1の基板と前記第2の基板とで挟む第3工程と、

第2の両面テープで第3の基板を前記第1の基板と接着する第4工程と、

前記第3の基板が接着された前記第1の基板と、前記被剥離層とを物理的手段で分離する第5工程と、

前記被剥離層に第4の基板を第1の接着材で接着させ、前記被剥離層を前記第2の基板と前記第4の基板とで挟む第6工程と、

20

前記被剥離層および第1の両面テープと前記第2の基板とを分離する第7工程と、

前記被剥離層と前記第1の両面テープとを分離する第8工程と、

前記有機樹脂膜を溶媒で除去する第9工程と、

前記被剥離層上に有機化合物を含む発光素子を形成する第10工程と、

前記発光素子を封止する第5の基板を第2の接着材で貼り合わせ、前記被剥離層を前記第4の基板と前記第5の基板とで挟む第11工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

#### 【0027】

上記各作製方法に関する構成において、前記溶媒は、水またはアルコール類であることを特徴としている。

30

#### 【0028】

また、上記各作製方法に関する構成において、前記第7工程における前記第1の両面テープと前記第2の基板との密着性よりも前記被剥離層と前記第4の基板との密着性が高いことを特徴としている。

#### 【0029】

また、被剥離層を転写する基板は転写される基板よりも剛性の大きい基板であることが好ましく、上記作製方法に関する構成2、構成3において、前記第1の基板は、ガラス基板であり、前記第2の基板および前記第3の基板は、石英基板、または金属基板であり、前記第4の基板及び前記第5の基板は、プラスチック基板であることを特徴としている。

#### 【0030】

また、上記作製方法に関する構成2、構成3において、熱伝導性を有するプラスチック基板を貼り付けて放熱効果を持たせてもよく、前記第1の基板は、ガラス基板であり、前記第2の基板および前記第3の基板は、石英基板、または金属基板であり、前記第4の基板と前記第5の基板は、一方が透光性を有するプラスチック基板であり、もう一方が熱伝導性を有するプラスチック基板であることを特徴としている。

40

#### 【0031】

また、上記各作製方法に関する構成において、前記第4の基板または前記第5の基板は、表面に $\text{SiN}_x$ 膜、 $\text{SiN}_x\text{O}_y$ 膜、 $\text{AlN}_x$ 膜、または $\text{AlN}_x\text{O}_y$ 膜が形成されたプラスチック基板であることを特徴としている。プラスチック基板に $\text{SiN}_x$ 膜、 $\text{SiN}_x\text{O}_y$ 膜、 $\text{AlN}_x$ 膜、または $\text{AlN}_x\text{O}_y$ 膜を形成することによってバリア性を持たせ、半導体装置の信頼性を向上させることができる。

50

## 【0032】

また、第2の基板を両面テープで接着する工程と、第3の基板を両面テープで接着する工程は、どちらが先でもよく、上記各作製方法に関する構成において、前記有機樹脂膜に第2の基板を第1の両面テープで接着させ、前記被剥離層および有機樹脂膜を前記第1の基板と前記第2の基板とで挟む第3工程と、

第2の両面テープで第3の基板を前記第1の基板と接着する第4工程と、は順序が逆でも問題ない。

## 【0033】

なお、本明細書において、陰極と陽極との間に設けられる全ての層を総称してEL層という。したがって、上述した正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層は、全てEL層に含まれる。

## 【0034】

また、本明細書において、EL素子とはEL材料ならびにこのEL材料にキャリアを注入するための有機材料もしくは無機材料を含む層（以下、EL層という）を二つの電極（陽極および陰極）で挟んだ構造からなる発光素子であり、陽極、陰極およびEL層からなるダイオードを指す。

## 【0035】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、以下に説明する。

## 【0036】

## (実施の形態1)

ここでは、剥離法によって剥離した被剥離層（素子を含む）に高い熱伝導性を有する絶縁基材または基板を貼り付ける例を示す。

## 【0037】

図1（A）中、10は熱伝導性を有する絶縁基材、11は接着材、12は被剥離層（素子を含む層）である。被剥離層12は、予め基板（図示しない）に形成された半導体素子を含む層であって、剥離法によって基板から剥離させ、基材10に接着材11で貼り付けられたものである。

## 【0038】

熱可塑性樹脂としてポリフェニレンサルファイドなどを用い、AlやMgやセラミックスなどの粉末と、低融点金属（鉛フリーハンダ）の粉末とを所定量配合して混練、造粒し、得られたペレットを射出形成法または圧縮成形方法により曲面を有する基材10を成形すればよい。射出形成時の熱によって低融点金属が溶け出し、冷やされて固まると散らばったセラミックスの粒子間を纖維状になった金属がネットワークのようにつながって熱伝導の道筋が形成される。こうして得られた基材10は、5～30W/mKの高い熱伝導率を有する。なお、樹脂組成物を溶融混練する製造装置としては、樹脂やゴム、セラミックス用の一般的な混練装置を用いればよい。混練装置を用いることによって、比重が極端に異なる樹脂と低融点金属の粉末を分散させる。混練装置で溶融、混練された混練体は塊状で取り出される。この塊状の組成物を再度溶融させて、ペレットと呼ばれる粒状の組成物を作製する造粒工程を行う。射出形成法によりペレットを任意の形状に形成する。

## 【0039】

被剥離層12に設けられた素子（TFTや、有機化合物を含む発光素子や、液晶を有する素子や、メモリー素子や、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子や、シリコン抵抗素子など）を組み込み、半導体装置として完成させ、駆動させた際、素子からの発熱を基材10によって速やかに拡散することができる。さらに、接着材11の厚さを薄くすることによって、より放熱効果を高めることができる。

## 【0040】

また、図1（B）は、平板状に成形した熱伝導性を有する絶縁基板を用いた例である。なお、基板20以外は、図1（A）と同一であるため、詳細な説明は省略する。図1（B）中、20は熱伝導性を有する絶縁基板、11は接着材、12は被剥離層（素子を含む層）

10

20

30

40

50

である。被剥離層 12 は、予め基板(図示しない)に形成された半導体素子を含む層であって、剥離法によって基板から剥離させ、基板 10 に接着材 11 で貼り付けられたものである。なお、図 1 (B) では、フレキシブルであることを示すために基板 20 を湾曲させた状態の断面図を示している。

【0041】

また、図 1 (C) は、被剥離層を一対の基板 20、24 で挟みこんだ例である。被剥離層 22 が外部からの不純物拡散や外部からの物理的な力から保護するために基板 24 が第 2 の接着材 23 で貼り付けられ、封止されている。基板 24 は、フレキシブルなプラスチック基板、または曲面を有する薄いガラス基板であり、バリア性を高めるため、基板 24 表面に  $\text{SiN}_x$  膜、 $\text{SiN}_x\text{O}_y$  膜、 $\text{AlN}_x$  膜、または  $\text{AlN}_x\text{O}_y$  膜の単層またはこれらの積層を形成してもよい。さらに、バリア性を高めるため、基板 20 表面に  $\text{SiN}_x$  膜、 $\text{SiN}_x\text{O}_y$  膜、 $\text{AlN}_x$  膜、または  $\text{AlN}_x\text{O}_y$  膜の単層またはこれらの積層を形成してもよい。

10

【0042】

図 1 (C) 中、20 は熱伝導性を有する絶縁基材、21 は第 1 の接着材、22 は被剥離層(素子を含む層)、23 は第 2 の接着材、24 は基板である。被剥離層 22 は、予め基板(図示しない)に形成された半導体素子を含む層であって、剥離法によって基板から剥離させ、基板 20 に第 1 の接着材 21 で貼り付けられたもの、或いは第 2 の接着材 23 で基板 24 を貼り合わせた後、剥離し、その後、基板 20 に第 1 の接着材 21 で貼り付けられたものである。

20

【0043】

また、図 1 (D) は、接着材 31 として熱伝導性を持たせた材料を用い、被剥離層を一対の基板 30、34 で挟みこんだ例である。

【0044】

図 1 (D) 中、30 は熱伝導性を有する絶縁基板、31 は高熱伝導性を有する接着材、32 は被剥離層(素子を含む層)、33 は接着材、34 は基板である。

30

【0045】

高熱伝導性を有する接着材 31 としては、銀、ニッケル、アルミニウム、窒化アルミニウムなどからなるフィラーまたは粉末を含む接着材(絶縁熱伝導性接着剤)を用いればよい。高熱伝導性を有する接着材 31 を用いることによって、さらに放熱効果を高めることができる。

【0046】

(実施の形態 2)

ここでは、アクティブマトリクス型の発光装置を作製する例を挙げて図 3 に説明することとする。

【0047】

なお、本発明は、有機化合物を含む層を有する発光デバイスであれば、アクティブマトリクス型の発光装置に限定されず、カラー表示パネルとなるパッシブマトリクス型の発光装置や、面光源または電飾用装置となるエリアカラーの発光装置に適用することができる。

40

【0048】

まず、ガラス基板(第 1 の基板 300)上に素子を形成する。スパッタ法でガラス基板上に金属膜 301、ここではタンゲステン膜(膜厚  $10\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$ 、好ましくは  $50\text{ nm} \sim 75\text{ nm}$ )を形成し、さらに大気にふれることなく、酸化物膜 302、ここでは酸化シリコン膜(膜厚  $150\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$ )を積層形成する。なお、スパッタ法では基板端面に成膜されるため、基板端面に成膜されたタンゲステン膜と酸化シリコン膜とを  $\text{O}_2$  アッシングなどで選択的に除去することが好ましい。後の工程で剥離する際、タンゲステン膜と酸化シリコン膜との界面または酸化シリコン膜中で分離が生じる。

【0049】

次いで、P C V D 法で下地絶縁膜となる酸化窒化シリコン膜(膜厚  $100\text{ nm}$ )を形成し、さらに大気にふれることなく、アモルファスシリコン膜(膜厚  $54\text{ nm}$ )を積層形成す

50

る。

【0050】

アモルファスシリコン膜は水素を含んでおり、加熱してポリシリコン膜を形成する場合、結晶化させるため500以上熱処理を行えば、ポリシリコン膜を形成すると同時に水素の拡散を行うことができる。得られたポリシリコン膜を用いて、TFTを代表とする様々な素子（薄膜ダイオード、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子やシリコン抵抗素子やセンサ素子（代表的にはポリシリコンを用いた感圧式指紋センサー）を形成することができる。また、本発明は、アモルファスシリコン膜を活性層とするTFTを用いる素子にも適用することができる。

【0051】

ここでは、公知の技術（固相成長法、レーザー結晶化方法、触媒金属を用いた結晶化方法など）を用いてポリシリコン膜を形成した後、パターニングを行って島状の半導体領域を形成し、それを活性層とするトップゲート型TFT303を作製する。適宜、ゲート絶縁膜の形成、ゲート電極の形成、活性層へのドーピングによるソース領域またはドレイン領域の形成、層間絶縁膜の形成、ソース電極またはドレイン電極の形成、活性化処理などを行う。

【0052】

次いで、一対の電極（陽極、陰極）間に有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）を設け、一対の電極間に電界を加えることで、蛍光又は磷光が得られる発光素子を形成するための第1の電極を形成する。まず、陽極または陰極となる第1の電極304を形成する。ここでは第1の電極304として仕事関数の大きい金属膜（Cr、Pt、Wなど）、または透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ZnO）、酸化亜鉛（ZnO）等）を用い、陽極として機能させる例を示す。

【0053】

なお、TFTのソース電極またはドレイン電極をそのまま第1電極とする場合、またはソース領域またはドレイン領域に接して第1電極を別途形成する場合には、TFTとは第1電極を含める。

【0054】

次いで、第1電極（陽極）の両端には、第1電極の周縁を囲むように隔壁（バンク、障壁、土手などと呼ばれる）305aを形成する。カバレッジを良好なものとするため、隔壁の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようとする。例えば、隔壁の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、隔壁の上端部のみに曲率半径（0.2μm～3μm）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、隔壁305aとして、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

【0055】

また、複数の有機樹脂を積層する場合、有機樹脂同士では使用している溶媒によって塗布または焼成時に一部溶解したり、密着性が高くなりすぎる恐れがある。従って、隔壁の材料として有機樹脂を用いた場合、後の工程で水溶性樹脂を塗布した後に除去しやすくなるように隔壁305aを無機絶縁膜（SiNx膜、SiNxOy膜、AlNx膜、またはAlNxOy膜）で覆うことが好ましい。この無機絶縁膜は、隔壁の一部305bとして機能する。（図3（A））

【0056】

次いで、水またはアルコール類に可溶な接着材を全面に塗布、焼成する。この接着材の組成としては、例えば、エポキシ系、アクリレート系、シリコーン系等いかなるものでもよい。ここではスピンドルコートで水溶性樹脂（東亜合成製：VL-WSHL10）からなる膜（膜厚30μm）306を塗布し、仮硬化するために2分間の露光を行ったあと、UV光を裏面から2.5分、表面から10分、合計12.5分の露光を行って本硬化させる。（図3（B））

10

20

30

40

50

## 【0057】

次いで、後の剥離を行いやすくするために、金属膜301と酸化物膜302との密着性を部分的に低下させる処理を行う。密着性を部分的に低下させる処理は、剥離しようとする領域の周縁に沿って金属膜301または酸化物膜302にレーザー光を部分的に照射する処理、或いは、剥離しようとする領域の周縁に沿って外部から局所的に圧力を加えて酸化物膜302の層内または界面の一部分に損傷を与える処理である。具体的にはダイヤモンドペンなどで硬い針を垂直に押しつけて荷重をかけて動かせばよい。好ましくは、スクライバー装置を用い、押し込み量を0.1mm～2mmとし、圧力をかけて動かせばよい。このように、剥離を行う前に剥離現象が生じやすくなるような部分、即ち、きっかけをつくることが重要であり、密着性を選択的(部分的)に低下させる前処理を行うことで、剥離不良がなくなり、さらに歩留まりも向上する。

10

## 【0058】

次いで、両面テープ307を用い、水溶性樹脂からなる膜306に第2の基板308を貼り付ける。さらに、両面テープ309を用い、第1の基板300に第3の基板310を貼り付ける。(図3(C))第3の基板310は、後の剥離工程で第1の基板300が破損することを防ぐ。第2の基板308および第3の基板310としては、第1の基板300よりも剛性の高い基板、例えば石英基板、半導体基板を用いることが好ましい。

20

## 【0059】

次いで、上記密着性を部分的に低下させた領域側から剥離させ、金属膜301が設けられている第1の基板300を物理的手段により引き剥がす。比較的小さな力(例えば、人間の手、ノズルから吹付けられるガスの風圧、超音波等)で引き剥がすことができる。こうして、酸化物層302上に形成された被剥離層を第1の基板300から分離することができる。剥離後の状態を図3(D)に示す。

20

## 【0060】

次いで、接着材311で第4の基板312と酸化物層302(及び被剥離層)とを接着する。(図3(E))接着材311は、両面テープ307による第2の基板308と被剥離層との密着性よりも酸化物層302(及び被剥離層)と第4の基板との密着性のほうが高いことが重要である。

30

## 【0061】

第4の基板312としては、2～30W/mKの高い熱伝導率を有するプラスチック基板を用いる。ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルフオン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂にセラミックスと鉛フリー・ハンダとを混合させ、セラミックスの粒子間をネットワークのようにつながれたプラスチック基板を用いることが好ましい。

30

## 【0062】

接着材311としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤が挙げられる。さらに好ましくは、銀、ニッケル、アルミニウム、窒化アルミニウムからなる粉末、またはフィラーを含ませて接着材311も高い熱伝導性を備えていることが好ましい。

40

## 【0063】

次いで、両面テープ307から第2の基板308を分離させる。(図3(F))

## 【0064】

次いで、両面テープ307を剥がす。(図3(G))

## 【0065】

次いで、水を用いて水溶性樹脂306を溶かして除去する。(図3(H))ここで水溶性樹脂が残っていると不良の原因となるため、第1の電極304の表面を洗浄処理やO<sub>2</sub>プラズマ処理で清浄な表面とすることが好ましい。

## 【0066】

次いで、必要であれば、多孔質なスポンジ(代表的にはPVA(ポリビニルアルコール))

50

製、ナイロン製)に界面活性剤(弱アルカリ性)を含ませ、第1の電極304表面を擦つて洗浄する。

【0067】

次いで、有機化合物を含む層313を形成する直前に、TFT及び隔壁が設けられた基板全体の吸着水分を除去するための真空加熱を行う。さらに有機化合物を含む層を形成する直前に、第1電極に対して紫外線照射を行ってもよい。

【0068】

次いで、第1電極(陽極)上に、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層313を選択的に形成する。有機化合物を含む層313としては、高分子材料、低分子材料、無機材料、またはこれらを混合させた層、またはこれらを分散させた層、またはこれらの層を適宜組み合わせた積層とすればよい。

【0069】

さらに、有機化合物を含む層上には第2電極(陰極)314を形成する。(図3(I))陰極314としては、仕事関数の小さい材料(A1、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、またはCaN)の薄膜(発光を透過する膜厚)と透明導電膜との積層を用いればよい。また、必要であれば、第2電極を覆ってスパッタ法または蒸着法により形成する保護層を形成する。保護層としてはスパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜(SiNO膜(組成比N>O)またはSiON膜(組成比N<O))、炭素を主成分とする薄膜(例えば DLC膜、CN膜)を用いることができる。

【0070】

次いで、封止材となる第5の基板314に一対の基板間隔を保持するギャップ材が含まれたシール材(図示しない)を所望のパターンに描画する。発光素子の発光を第5の基板314に透過させる例であるので、第5の基板314としては透光性を有する基板であればよい。ここでは軽量化を図るため、表面にバリア膜(SiN<sub>x</sub>膜、SiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>膜、AlN<sub>x</sub>膜、またはAlN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>膜など)が形成されたプラスチック基板を用いる。次いで、シールが描画された封止基板とアクティブマトリクス基板とを貼り合わせ、封止基板に設けられたシールパターンがアクティブマトリクス基板に設けられた発光領域を囲む位置になるように封止する。また、シール材に囲まれた空間には透明な有機樹脂からなる接着材314が充填されるように封止する。(図3(J))

【0071】

以上の工程で高い熱伝導性を有するプラスチック基板312と、第5の基板314とを支持体とし、TFTと発光素子とを備えた発光装置を作製することができる。こうして得られる発光装置はプラスチック基板が高い熱伝導性を有しているため、駆動時における素子の発熱を放熱することができ、さらに支持体をプラスチック基板としているため薄く、軽量、且つ、フレキシブルなものとすることができます。

【0072】

なお、ここではタンゲステン膜と酸化シリコン膜との界面付近で剥離する方法を用いたが、特に限定されず、例えば、第1の基板に水素を含むアモルファスシリコン膜を成膜した後にレーザー光を照射して分離する方法を用いてもよいし、第1の基板を溶液やガスを用いてエッティングまたは機械的に削る方法を用いてもよい。

【0073】

また、本実施の形態は実施の形態1と自由に組み合わせることができる。

【0074】

(実施の形態3)

ここでは、発光素子の発光を第1の電極に通過させて光を取り出す発光装置の作製例を図4に示す。なお、途中までは実施の形態2と同一であるため、詳細な説明は省略するとともに同一である部分には同じ符号を用いる。

【0075】

まず、第1の基板を剥離する工程までは、実施の形態2と同一である。ただし、発光を通

10

20

30

40

50

過させるために第1の電極304としては透明導電膜を用いる。

【0076】

実施の形態2に従って、図4(D)の状態を得たら、その後、接着材411で透明なプラスチック基板412を貼り付ける。(図4(E))

【0077】

次いで、両面テープ307から第2の基板308を分離させる。(図4(F))

【0078】

次いで、両面テープ307を剥がす。(図4(G))

【0079】

次いで、水を用いて水溶性樹脂306を溶かして除去する。(図4(H))ここで水溶性樹脂が残っていると不良の原因となるため、第1の電極304の表面を洗浄処理やO<sub>2</sub>プラズマ処理で清浄な表面とすることが好ましい。

【0080】

次いで、必要であれば、多孔質なスポンジ(代表的にはPVA(ポリビニルアルコール)製、ナイロン製)に界面活性剤(弱アルカリ性)を含ませ、第1の電極304表面を擦って洗浄する。

【0081】

次いで、有機化合物を含む層413を形成する直前に、TFT及び隔壁が設けられた基板全体の吸着水分を除去するための真空加熱を行う。さらに有機化合物を含む層を形成する直前に、第1電極に対して紫外線照射を行ってもよい。

【0082】

次いで、第1電極(陽極)上に、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層413を選択的に形成する。有機化合物を含む層413としては、高分子材料、低分子材料、無機材料、またはこれらを混合させた層、またはこれらを分散させた層、またはこれらの層を適宜組み合わせた積層とすればよい。

【0083】

さらに、有機化合物を含む層上には第2電極(陰極)414を形成する。(図4(I))陰極414としては、仕事関数の小さい材料(A1、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、またはCaN)を用いればよい。また、必要であれば、第2電極を覆ってスパッタ法または蒸着法により形成する保護層を形成する。保護層としてはスパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜(SiNO膜(組成比N>O)またはSiON膜(組成比N<O))、炭素を主成分とする薄膜(例えばDLC膜、CN膜)を用いることができる。

【0084】

次いで、高い熱伝導性を有する第5の基板416に一対の基板間隔を保持するギャップ材が含まれたシール材(図示しない)を所望のパターンに描画する。発光素子の発光を第3の基板412に透過させる例であるので、第5の基板416としては不透明または半透明な基板であっても構わない。次いで、シールが描画された第5の基板416とアクティブマトリクス基板とを貼り合わせ、第5の基板416に設けられたシールパターンがアクティブマトリクス基板に設けられた発光領域を囲む位置になるように封止する。また、シール材に囲まれた空間には有機樹脂からなる接着材415が充填されるように封止する。(図4(J))

【0085】

以上の工程で高い熱伝導性を有するプラスチック基板416と、第4の基板412とを支持体とし、TFTと発光素子とを備えた発光装置を作製することができる。こうして得られる発光装置はプラスチック基板が高い熱伝導性を有しているため、駆動時における素子の発熱を放熱することができ、さらに支持体をプラスチック基板としているため薄く、軽量、且つ、フレキシブルなものとすることができます。

【0086】

また、本実施の形態は実施の形態1、または実施の形態2と自由に組み合わせることができます。

きる。

【0087】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

【0088】

(実施例)

[実施例1]

ここでは、基板上にTFT (nチャネル型TFTまたはpチャネル型TFT)を作製する方法について詳細に説明する。なお、ここではTFTまでが設けられたアクティブマトリクス基板を作製する例を示すが、特に限定されず、適宜、TFTの配置や画素電極の材料を適宜変更し、さらに発光素子を形成すれば、有機化合物を含む発光層を有する発光装置も作製することもできることは言うまでもないことである。

【0089】

基板としては、ガラス基板 (#1737) を用いた。まず、基板上には、PCVD法により酸化窒化シリコン層を100nmの膜厚で成膜した。

【0090】

次いで、スパッタ法により金属層としてタンゲステン層を50nmの膜厚で成膜し、大気解放せず連続的にスパッタ法により酸化物層として酸化シリコン層を200nmの膜厚で成膜した。酸化シリコン層の成膜条件は、RF方式のスパッタ装置を用い、酸化シリコンターゲット(直径30.5cm)を用い、基板を加熱するために加熱したアルゴンガスを流量30sccmとして流し、基板温度300、成膜圧力0.4Pa、成膜電力3kW、アルゴン流量/酸素流量=10sccm/30sccmとした。

【0091】

次いで、基板周縁部または端面をO2アッシングによってタンゲステン層を除去する。

【0092】

次いでプラズマCVD法で成膜温度300、原料ガスSiH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oから作製される酸化窒化シリコン膜(組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%)を100nmの厚さに積層形成し、さらに大気解放せず連続的にプラズマCVD法で成膜温度300、成膜ガスSiH<sub>4</sub>で非晶質構造を有する半導体層(ここでは非晶質シリコン層)を54nmの厚さで形成した。この非晶質シリコン層は水素を含んでおり、後の熱処理によって水素を拡散させ、物理的手段で酸化物層の層内、あるいは界面において剥離することができる。

【0093】

次いで、重量換算で10ppmのニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液をスピナーで塗布する。塗布に代えてスパッタ法でニッケル元素を全面に散布する方法を用いてもよい。次いで、加熱処理を行い結晶化させて結晶構造を有する半導体膜(ここではポリシリコン層)を形成する。ここでは脱水素化のための熱処理(500、1時間)の後、結晶化のための熱処理(550、4時間)を行って結晶構造を有するシリコン膜を得る。また、この脱水素化のための熱処理(500、1時間)は、非晶質シリコン層に含まれる水素をW膜と酸化シリコン層との界面に拡散する熱処理を兼ねている。なお、ここではシリコンの結晶化を助長する金属元素としてニッケルを用いた結晶化技術を用いたが、他の公知の結晶化技術、例えば固相成長法やレーザー結晶化法を用いてもよい。

【0094】

次いで、結晶構造を有するシリコン膜表面の酸化膜を希フッ酸等で除去した後、結晶化率を高め、結晶粒内に残される欠陥を補修するためのレーザー光(XeCl:波長308nm)の照射を大気中、または酸素雰囲気中で行う。レーザー光には波長400nm以下のエキシマレーザ光や、YAGレーザの第2高調波、第3高調波を用いる。ここでは、繰り返し周波数10~1000Hz程度のパルスレーザー光を用い、当該レーザー光を光学系にて100~500mJ/cm<sup>2</sup>に集光し、90~95%のオーバーラップ率をもって照射し、シリコン膜表面を走査させればよい。ここでは、繰り返し周波数30Hz、エネル

10

20

30

40

50

ギー密度  $470 \text{ mJ/cm}^2$  でレーザー光の照射を大気中で行なった。なお、大気中、または酸素雰囲気中で行うため、レーザー光の照射により表面に酸化膜が形成される。なお、ここではパルスレーザーを用いた例を示したが、連続発振のレーザーを用いてもよく、非晶質半導体膜の結晶化に際し、大粒径に結晶を得るために、連続発振が可能な固体レーザーを用い、基本波の第2高調波～第4高調波を適用するのが好ましい。代表的には、Nd : YVO<sub>4</sub> レーザー（基本波  $1064 \text{ nm}$ ）の第2高調波（ $532 \text{ nm}$ ）や第3高調波（ $355 \text{ nm}$ ）を適用すればよい。連続発振のレーザーを用いる場合には、出力  $10 \text{ W}$  の連続発振のYVO<sub>4</sub> レーザーから射出されたレーザー光を非線形光学素子により高調波に変換する。また、共振器の中にYVO<sub>4</sub> 結晶と非線形光学素子を入れて、高調波を射出する方法もある。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または橢円形状のレーザー光に成形して、被処理体に照射する。このときのエネルギー密度は  $0.01 \sim 100 \text{ MW/cm}^2$  程度（好ましくは  $0.1 \sim 10 \text{ MW/cm}^2$ ）が必要である。そして、 $10 \sim 2000 \text{ cm/s}$  程度の速度でレーザー光に対して相対的に半導体膜を移動させて照射すればよい。

10

20

30

40

#### 【0095】

次いで、上記レーザー光の照射により形成された酸化膜に加え、オゾン水で表面を  $120 \text{ 秒}$  处理して合計  $1 \sim 5 \text{ nm}$  の酸化膜からなるバリア層を形成する。本実施例ではオゾン水を用いてバリア層を形成したが、酸素雰囲気下の紫外線の照射で結晶構造を有する半導体膜の表面を酸化する方法や酸素プラズマ処理により結晶構造を有する半導体膜の表面を酸化する方法やプラズマCVD法やスパッタ法や蒸着法などで  $1 \sim 10 \text{ nm}$  程度の酸化膜を堆積してバリア層を形成してもよい。また、バリア層を形成する前にレーザー光の照射により形成された酸化膜を除去してもよい。

#### 【0096】

次いで、バリア層上にスパッタ法にてゲッタリングサイトとなるアルゴン元素を含む非晶質シリコン膜を  $10 \text{ nm} \sim 400 \text{ nm}$ 、ここでは膜厚  $100 \text{ nm}$  で成膜する。本実施例では、アルゴン元素を含む非晶質シリコン膜は、シリコンターゲットを用いてアルゴンを含む雰囲気下で形成する。プラズマCVD法を用いてアルゴン元素を含む非晶質シリコン膜を形成する場合、成膜条件は、モノシリランとアルゴンの流量比（SiH<sub>4</sub> : Ar）を  $1 : 99$  とし、成膜圧力を  $6.665 \text{ Pa}$  ( $0.05 \text{ Torr}$ ) とし、RFパワー密度を  $0.087 \text{ W/cm}^2$  とし、成膜温度を  $350$  とする。

30

#### 【0097】

その後、 $650$  に加熱された炉に入れて  $3$  分の熱処理を行いゲッタリングして、結晶構造を有する半導体膜中のニッケル濃度を低減する。炉に代えてランプアニール装置を用いてもよい。

#### 【0098】

次いで、バリア層をエッチングストッパーとして、ゲッタリングサイトであるアルゴン元素を含む非晶質シリコン膜を選択的に除去した後、バリア層を希フッ酸で選択的に除去する。なお、ゲッタリングの際、ニッケルは酸素濃度の高い領域に移動しやすい傾向があるため、酸化膜からなるバリア層をゲッタリング後に除去することが望ましい。

#### 【0099】

次いで、得られた結晶構造を有するシリコン膜（ポリシリコン膜とも呼ばれる）の表面にオゾン水で薄い酸化膜を形成した後、レジストからなるマスクを形成し、所望の形状にエッチング処理して島状に分離された半導体層を形成する。半導体層を形成した後、レジストからなるマスクを除去する。

#### 【0100】

以上の工程で第1の基板上に窒化物層（または金属層）、酸化物層、下地絶縁膜を形成し、結晶構造を有する半導体膜を得た後、所望の形状にエッチング処理して島状に分離された半導体層を形成することができる。こうして得られた半導体層を活性層とするTFTを作製する。

#### 【0101】

50

次いで、フッ酸を含むエッチャントで酸化膜を除去すると同時にシリコン膜の表面を洗浄した後、ゲート絶縁膜となる珪素を主成分とする絶縁膜を形成する。本実施例では、プラズマCVD法により115nmの厚さで酸化窒化シリコン膜（組成比Si = 32%、O = 59%、N = 7%、H = 2%）で形成する。

#### 【0102】

次いで、ゲート絶縁膜上に膜厚20~100nmの第1の導電膜と、膜厚100~400nmの第2の導電膜とを積層形成する。本実施例では、ゲート絶縁膜上に膜厚50nmの窒化タンタル膜、膜厚370nmのタンゲステン膜を順次積層する。

#### 【0103】

第1の導電膜及び第2の導電膜を形成する導電性材料としてはTa、W、Ti、Mo、Al、Cuから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料で形成する。また、第1の導電膜及び第2の導電膜としてリン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコン膜に代表される半導体膜や、AgPdCu合金を用いてもよい。また、2層構造に限定されず、例えば、膜厚50nmのタンゲステン膜、膜厚500nmのアルミニウムとシリコンの合金（Al-Si）膜、膜厚30nmの窒化チタン膜を順次積層した3層構造としてもよい。また、3層構造とする場合、第1の導電膜のタンゲステンに代えて窒化タンゲステンを用いてもよいし、第2の導電膜のアルミニウムとシリコンの合金（Al-Si）膜に代えてアルミニウムとチタンの合金膜（Al-Ti）を用いてもよいし、第3の導電膜の窒化チタン膜に代えてチタン膜を用いてもよい。また、単層構造であってもよい。

10

20

30

40

#### 【0104】

次に、光露光工程によりレジストからなるマスクを形成し、ゲート電極及び配線を形成するための第1のエッチング処理を行う。第1のエッチング処理では第1及び第2のエッチング条件で行う。エッチングにはICP（Inductively Coupled Plasma：誘導結合型プラズマ）エッチング法を用いると良い。ICPエッチング法を用い、エッチング条件（コイル型の電極に印加される電力量、基板側の電極に印加される電力量、基板側の電極温度等）を適宜調節することによって所望のテーパー形状に膜をエッチングすることができる。なお、エッチング用ガスとしては、Cl<sub>2</sub>、BCl<sub>3</sub>、SiCl<sub>4</sub>、CCl<sub>4</sub>などを代表とする塩素系ガスまたはCF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>などを代表とするフッ素系ガス、またはO<sub>2</sub>を適宜用いることができる。

30

#### 【0105】

上記第1のエッチング処理では、レジストからなるマスクの形状を適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により第1の導電層及び第2の導電層の端部がテーパー形状となる。このテーパー部の角度は15~45°とすればよい。

#### 【0106】

こうして、第1のエッチング処理により第1の導電層と第2の導電層から成る第1の形状の導電層（第1の導電層と第2の導電層）を形成する。ゲート絶縁膜となる絶縁膜は、10~20nm程度エッチングされ、第1の形状の導電層で覆われない領域が薄くなったゲート絶縁膜となる。

#### 【0107】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第2のエッチング処理を行う。

#### 【0108】

この第2のエッチング処理によりWのテーパー角は70°となった。この第2のエッチング処理により第2の導電層を形成する。一方、第1の導電層は、ほとんどエッチングされない。実際には、第1の導電層の幅は、第2のエッチング処理前に比べて約0.3μm程度、即ち線幅全体で0.6μm程度後退する場合もあるがほとんどサイズに変化がない。

#### 【0109】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、第1のドーピング処理を行う。ドーピング処理はイオンドープ法、もしくはイオン注入法で行えば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を1.5×10<sup>14</sup>atoms/cm<sup>2</sup>とし、加速電圧を60~100keVと

50

して行う。n型を付与する不純物元素として、典型的にはリン(P)または砒素(As)を用いる。この場合、第1の導電層及び第2の導電層がn型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に第1の不純物領域が形成される。第1の不純物領域には $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加する。ここでは、第1の不純物領域と同じ濃度範囲の領域をn<sup>-</sup>領域とも呼ぶ。

【0110】

なお、本実施例ではレジストからなるマスクを除去した後、第1のドーピング処理を行ったが、レジストからなるマスクを除去せずに第1のドーピング処理を行ってもよい。

【0111】

次いで、レジストからなるマスク(駆動回路のpチャネル型TFTを形成する半導体層のチャネル形成領域及びその周辺の領域を保護するマスク、駆動回路のnチャネル型TFTの一つを形成する半導体層のチャネル形成領域及びその周辺の領域を保護するマスク、画素部のTFTを形成する半導体層のチャネル形成領域及びその周辺の領域と保持容量となる領域とを保護するマスク)を形成し第2のドーピング処理を行う。第2のドーピング処理におけるイオンドープ法の条件はドーズ量を $1.5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ とし、加速電圧を $60 \sim 100 \text{ keV}$ としてリン(P)をドーピングする。ここでは、第2の導電層をマスクとして各半導体層に不純物領域が自己整合的に形成される。勿論、マスクで覆われた領域には添加されない。こうして、第2の不純物領域と、第3の不純物領域が形成される。第2の不純物領域には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加されている。ここでは、第2の不純物領域と同じ濃度範囲の領域をn<sup>+</sup>領域とも呼ぶ。

【0112】

また、第3の不純物領域は第1の導電層により第2の不純物領域よりも低濃度に形成され、 $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加されることになる。なお、第3の不純物領域は、テーパー形状である第1の導電層の部分を通過させてドーピングを行うため、テーパー部の端部に向かって不純物濃度が増加する濃度勾配を有している。ここでは、第3の不純物領域と同じ濃度範囲の領域をn<sup>-</sup>領域とも呼ぶ。

【0113】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク(nチャネル型TFTを覆うマスク)を形成して第3のドーピング処理を行う。

【0114】

駆動回路において、上記第3のドーピング処理により、pチャネル型TFTを形成する半導体層および保持容量を形成する半導体層にp型の導電型を付与する不純物元素が添加された第4の不純物領域及び第5の不純物領域を形成する。

【0115】

また、第4の不純物領域には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でp型を付与する不純物元素が添加されるようとする。尚、第4の不純物領域には先の工程でリン(P)が添加された領域(n<sup>-</sup>領域)であるが、p型を付与する不純物元素の濃度がその $1.5 \sim 3$ 倍添加されていて導電型はp型となっている。ここでは、第4の不純物領域と同じ濃度範囲の領域をp<sup>+</sup>領域とも呼ぶ。

【0116】

また、第5の不純物領域は第2の導電層のテーパー部と重なる領域に形成されるものであり、 $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でp型を付与する不純物元素が添加されるようとする。ここでは、第5の不純物領域と同じ濃度範囲の領域をp<sup>-</sup>領域とも呼ぶ。

【0117】

以上までの工程でそれぞれの半導体層にn型またはp型の導電型を有する不純物領域が形成される。

【0118】

10

20

30

40

50

次いで、ほぼ全面を覆う絶縁膜を形成する。本実施例では、プラズマCVD法により膜厚50nmの酸化シリコン膜を形成した。勿論、この絶縁膜は酸化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0119】

次いで、それぞれの半導体層に添加された不純物元素を活性化処理する工程を行う。この活性化工程は、ランプ光源を用いたラピッドサーマルアニール法(RTA法)、或いはYAGレーザーまたはエキシマレーザーを裏面から照射する方法、或いは炉を用いた熱処理、或いはこれらの方のうち、いずれかと組み合わせた方法によって行う。

【0120】

また、本実施例では、上記活性化の前に絶縁膜を形成した例を示したが、上記活性化を行った後、絶縁膜を形成する工程としてもよい。

【0121】

次いで、窒化シリコン膜からなる第1の層間絶縁膜を形成して熱処理(300~550度1~12時間の熱処理)を行い、半導体層を水素化する工程を行う。この工程は第1の層間絶縁膜に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。酸化シリコン膜からなる絶縁膜の存在に関係なく半導体層を水素化することができる。ただし、本実施例では、第2の導電層としてアルミニウムを主成分とする材料を用いているので、水素化する工程において第2の導電層が耐え得る熱処理条件とすることが重要である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化(プラズマにより励起された水素を用いる)を行っても良い。

【0122】

次いで、第1の層間絶縁膜上有機絶縁物材料から成る第2の層間絶縁膜を形成する。本実施例では膜厚1.6μmのアクリル樹脂膜を形成する。次いで、窒化シリコン膜からなる第3の層間絶縁膜を形成する。次いで、適宜、配線や各不純物領域に達するコンタクトホールを形成する。

【0123】

その後、Al、Ti、Mo、Wなどを用いてソース電極、またはドレイン電極を形成する。

【0124】

以上の様にして、nチャネル型TFT、pチャネル型TFTを形成することができる。

【0125】

最後に、プラスチック基板を貼りつけ、基板からTFTを含む層とを分離する。このプラスチック基板として高い熱伝導性を有する材料を用いれば、放熱性が優れた信頼性の高い半導体装置を作製することができる。

【0126】

熱伝導性を有する基板は、ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルファン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂に低融点金属(鉛フリーハンダ:スズ、ビスマス、亜鉛)と、窒化ボロン、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム等のセラミックスとを混入させ、2~30W/mKの高い熱伝導率を有する樹脂からなる基板である。

【0127】

なお、酸化物層上に設けたTFTを含む層(被剥離層)の機械的強度が十分であれば、基板を引き剥がしてもよい。

【0128】

また、剥離の前後でTFTの特性は変化しない。pチャネル型TFTの電気特性を図6に示す。

【0129】

本実施例ではTFTを作製した段階で基板を剥離し、プラスチック基板に転写した例を示したが、さらに隔壁や有機化合物を含む層を発光層とする発光素子を形成した後に基板を

10

20

30

40

50

剥離し、プラスチック基板に転写して発光装置を作製してもよいし、TFTの電極を反射電極として対向基板を貼り合わせ、その間に液晶を充填した後で基板を剥離し、プラスチック基板を貼り合わせて反射型の液晶表示装置を作製してもよい。

### 【0130】

また、本実施例は、実施の形態1乃至3のいずれか一と自由に組み合わせができる。

### 【0131】

#### [実施例2]

本実施例では、絶縁表面を有する基板上に、有機化合物層を発光層とする発光素子を備えた発光装置（上面出射構造）を作製する例を図2に示す。

10

### 【0132】

なお、図2(A)は、発光装置を示す上面図、図2(B)は図2(A)をA-A'で切断した断面図である。点線で示された1101はソース信号線駆動回路、1102は画素部、1103はゲート信号線駆動回路である。また、1104は透明な封止基板、1105は第1のシール材であり、第1のシール材1105で囲まれた内側は、透明な第2のシール材1107で充填されている。なお、第1のシール材1105には基板間隔を保持するためのギャップ材が含有されている。

### 【0133】

なお、1108はソース信号線駆動回路1101及びゲート信号線駆動回路1103に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）1109からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基盤（PWB）が取り付けられていても良い。

20

### 【0134】

次に、断面構造について図2(B)を用いて説明する。高い熱伝導性を有する基板1110上には接着材1140を介して駆動回路及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路としてソース信号線駆動回路1101と画素部1102が示されている。高い熱伝導性を有する基板1110により駆動回路や画素部で発生する熱を放熱させる。熱伝導性を有する基板1110は、ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルフォン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂に低融点金属（鉛フリー・ハンダ：スズ、ビスマス、亜鉛）と、窒化ボロン、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム等のセラミックスとを混入させ、2~30W/mKの高い熱伝導率を有する樹脂からなる基板である。なお、本実施例は、実施の形態1に示した図1(C)の構造に対応している。

30

### 【0135】

なお、ソース信号線駆動回路1101はnチャネル型TFT1123とpチャネル型TFT1124とを組み合わせたCMOS回路が形成される。なお、実施例1に従って、これらのTFTを得ることもできる。また、駆動回路を形成するTFTは、公知のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施例では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。また、ポリシリコン膜を活性層とするTFTの構造は特に限定されず、トップゲート型TFTであってもよいし、ボトムゲート型TFTであってもよい。

40

### 【0136】

また、画素部1102はスイッチング用TFT1111と、電流制御用TFT1112とそのドレインに電気的に接続された第1の電極（陽極）1113を含む複数の画素により形成される。電流制御用TFT1112としてはnチャネル型TFTであってもよいし、pチャネル型TFTであってもよいが、陽極と接続させる場合、pチャネル型TFTとすることが好ましい。また、保持容量（図示しない）を適宜設けることが好ましい。なお、

50

ここでは無数に配置された画素のうち、一つの画素の断面構造のみを示し、その一つの画素に2つのTFTを用いた例を示したが、3つ、またはそれ以上のTFTを適宜、用いてもよい。

【0137】

ここでは第1の電極1113がTFTのドレインと直接接している構成となっているため、第1の電極1113の下層はシリコンからなるドレインとオーミックコンタクトのとれる材料層とし、有機化合物を含む層と接する最上層を仕事関数の大きい材料層とすることが望ましい。例えば、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造とすると、配線としての抵抗も低く、且つ、良好なオーミックコンタクトがとれ、且つ、陽極として機能させることができる。また、第1の電極1113は、窒化チタン膜、クロム膜、タンクスチタン膜、Zn膜、Pt膜などの単層としてもよいし、3層以上の積層を用いてもよい。

【0138】

また、第1の電極（陽極）1113の両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる）1114が形成される。絶縁物1114は有機樹脂膜もしくは珪素を含む絶縁膜で形成すれば良い。ここでは、絶縁物1114として、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いて図2に示す形状の絶縁物を形成する。

【0139】

カバレッジを良好なものとするため、絶縁物1114の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物1114の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物1114の上端部のみに曲率半径（0.2μm～3μm）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物1114として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

【0140】

また、絶縁物1114を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、炭素を主成分とする薄膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。

【0141】

また、第1の電極（陽極）1113上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層1115を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層1115上には第2の電極（陰極）1116が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、またはCaN）を用いればよい。ここでは、発光が透過するよう、第2の電極（陰極）1116として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>／ZnO）、酸化亜鉛（ZnO）等）との積層を用いる。こうして、第1の電極（陽極）1113、有機化合物を含む層1115、及び第2の電極（陰極）1116からなる発光素子1118が形成される。ここでは発光素子1118は白色発光とする例であるので着色層1131と遮光層（BM）1132からなるカラーフィルター（簡略化のため、ここではオーバーコート層は図示しない）を設けている。

【0142】

また、R、G、Bの発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成すれば、カラーフィルターを用いなくともフルカラーの表示を得ることができる。

【0143】

また、発光素子1118を封止するために透明保護層1117を形成する。この透明保護層1117としてはスパッタ法（DC方式やRF方式）やPCVD法により得られる窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、炭素を主成分とする薄膜（DLC膜、CN膜など）、またはこれらの積層を用いることが好ましい。シリコンターゲットを用い、窒素とアルゴンを含む雰囲気で形成すれば、水分やアルカリ金属などの不純物に対してブロッキング効果の高い窒化珪素膜が得られる。また、窒化シリコンターゲットを用いても

10

20

30

40

50

よい。また、透明保護層は、リモートプラズマを用いた成膜装置を用いて形成してもよい。また、透明保護層に発光を通過させるため、透明保護層の膜厚は、可能な限り薄くすることが好ましい。

【0144】

また、発光素子1118を封止するために不活性気体雰囲気下で第1シール材1105、第2シール材1107により封止基板1104を貼り合わせる。なお、第1シール材1105、第2シール材1107としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、第1シール材1105、第2シール材1107はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

【0145】

また、本実施例では封止基板1104を構成する材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。また、第1シール材1105、第2シール材1107を用いて封止基板1104を接着した後、さらに側面(露呈面)を覆うように第3のシール材で封止することも可能である。

【0146】

以上のようにして発光素子を第1シール材1105、第2シール材1107に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0147】

また、第1の電極1113として透明導電膜を用いれば両面発光型の発光装置を作製することができる。

【0148】

また、本実施例は、実施の形態1乃至3、実施例1のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

【0149】

【実施例3】

実施例2では陽極上に有機化合物を含む層を形成し、有機化合物を含む層上に透明電極である陰極を形成するという構造(以下、上面出射構造とよぶ)とした例を示したが、本実施例では、陽極上に有機化合物を含む層が形成され、有機化合物層上に陰極が形成される発光素子を有し、有機化合物を含む層において生じた発光を透明電極である陽極からTFTの方へ取り出す(以下、下面出射構造とよぶ)という構造とした例を示す。

【0150】

ここで、下面出射構造の発光装置の一例を図5に示す。

【0151】

なお、図5(A)は、発光装置を示す上面図、図5(B)は図5(A)をA-A'で切断した断面図である。点線で示された1201はソース信号線駆動回路、1202は画素部、1203はゲート信号線駆動回路である。また、1204は高い熱伝導性を有する基板、1205aは一対の基板間隔を保持するためのギャップ材が含有されているシール材であり、シール材1205aで囲まれた内側は、シール材1205bで充填されている。シール材1205b中に乾燥剤を配置してもよい。

【0152】

なお、1208はソース信号線駆動回路1201及びゲート信号線駆動回路1203に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)1209からビデオ信号やクロック信号を受け取る。

【0153】

次に、断面構造について図5(B)を用いて説明する。透光性を有する基板1210上には接着材1240を介して駆動回路及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路

10

20

30

40

50

としてソース信号線駆動回路 1201 と画素部 1202 が示されている。なお、ソース信号線駆動回路 1201 は n チャネル型 TFT1223 と p チャネル型 TFT1224 とを組み合わせた CMOS 回路が形成される。なお、実施例 1 に従って、これらの TFT を得ることもできる。

【 0154 】

また、画素部 1202 はスイッチング用 TFT1211 と、電流制御用 TFT1212 とそのドレインに電気的に接続された透明な導電膜からなる第 1 の電極（陽極）1213 を含む複数の画素により形成される。

【 0155 】

ここでは第 1 の電極 1213 が接続電極と一部重なるように形成され、第 1 の電極 1213 は TFT のドレイン領域と接続電極を介して電気的に接続している構成となっている。第 1 の電極 1213 は透明性を有し、且つ、仕事関数の大きい導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ZnO）、酸化亜鉛（ZnO）等）を用いることが望ましい。

【 0156 】

また、第 1 の電極（陽極）1213 の両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる）1214 が形成される。カバレッジを良好なものとするため、絶縁物 1214 の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。また、絶縁物 1214 を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、炭素を主成分とする薄膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。

【 0157 】

また、第 1 の電極（陽極）1213 上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層 1215 を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層 1215 上には第 2 の電極（陰極）1216 が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金 MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、またはCaN）を用いればよい。こうして、第 1 の電極（陽極）1213、有機化合物を含む層 1215、及び第 2 の電極（陰極）1216 からなる発光素子 1218 が形成される。発光素子 1218 は、図 5 中に示した矢印方向に発光する。ここでは発光素子 1218 は R、G、或いは B の単色発光が得られる発光素子の一つであり、R、G、B の発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成した 3 つの発光素子でフルカラーとする。

【 0158 】

また、発光素子 1218 を封止するために保護層 1217 を形成する。この透明保護層 1217 としてはスパッタ法（DC 方式や RF 方式）や PCVD 法により得られる窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、または炭素を主成分とする薄膜（ DLC 膜、CN 膜など）、またはこれらの積層を用いることが好ましい。シリコンターゲットを用い、窒素とアルゴンを含む雰囲気で形成すれば、水分やアルカリ金属などの不純物に対してプロッキング効果の高い窒化珪素膜が得られる。また、窒化シリコンターゲットを用いてもよい。また、保護層は、リモートプラズマを用いた成膜装置を用いて形成してもよい。

【 0159 】

また、発光素子 1218 を封止するために不活性気体雰囲気下でシール材 1205a、1205b により封止基板 1204 を貼り合わせる。なお、シール材 1205a、1205b としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、1205a、1205b はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

【 0160 】

また、本実施例では基板 1210 としてプラスチック基板、ガラス基板や石英基板の他、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【 0161 】

また、本実施例は実施の形態 1 乃至 3、実施例 1 または実施例 2 と自由に組み合わせることができる。

10

20

30

40

50

## 【0162】

## [実施例4]

本実施例では、一つの画素の断面構造、特に発光素子およびTFTの接続、画素間に配置する隔壁の形状について説明する。

## 【0163】

図7(A)中、40は基板、41は隔壁(土手とも呼ばれる)、42は絶縁膜、43は第1の電極(陽極)、44は有機化合物を含む層、45は第2の電極(陰極)46はTFTである。

## 【0164】

TFT46において、46aはチャネル形成領域、46b、46cはソース領域またはドレイン領域、46dはゲート電極、46e、46fはソース電極またはドレン電極である。ここではトップゲート型TFTを示しているが、特に限定されず、逆スタガ型TFTであってもよいし、順スタガ型TFTであってもよい。なお、46fは第1の電極43と一部接して重なることによりTFT46とを接続する電極である。 10

## 【0165】

また、図7(A)とは一部異なる断面構造を図7(B)に示す。

## 【0166】

図7(B)においては、第1の電極と電極との重なり方が図7(A)の構造と異なっており、第1の電極をパターニングした後、電極を一部重なるように形成することでTFTと接続させている。 20

## 【0167】

また、図7(A)とは一部異なる断面構造を図7(C)に示す。

## 【0168】

図7(C)においては、層間絶縁膜がさらに1層設けられており、第1の電極がコントакトホールを介してTFTの電極と接続されている。

## 【0169】

また、隔壁41の断面形状としては、図7(D)に示すようにテーパー形状としてもよい。フォトリソグラフィ法を用いてレジストを露光した後、非感光性の有機樹脂や無機絶縁膜をエッチングすることによって得られる。 30

## 【0170】

また、ポジ型の感光性有機樹脂を用いれば、図7(E)に示すような形状、上端部に曲面を有する形状とすることができます。

## 【0171】

また、ネガ型の感光性樹脂を用いれば、図7(F)に示すような形状、上端部および下端部に曲面を有する形状とすることができます。

## 【0172】

また、本実施例は実施の形態1乃至3、実施例1乃至3のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

## 【0173】

## [実施例5]

本発明を実施して様々なモジュール(アクティブマトリクス型ELモジュール、、反射型液晶表示装置、アクティブマトリクス型ECモジュール)を完成させることができる。即ち、本発明を実施することによって、それらを組み込んだ全ての電子機器が完成される。 40

## 【0174】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ(ゴーグル型ディスプレイ)、カーナビゲーション、プロジェクタ、カーステレオ、パソコンコンピュータ、携帯情報端末(モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等)などが挙げられる。それらの一例を図8、図9に示す。

## 【0175】

図8(A)はパソコンコンピュータであり、本体2001、画像入力部2002、表示 50

部 2003、キーボード 2004 等を含む。本発明により熱伝導性を有するプラスチック基板を用いることによって信頼性を向上させ、軽量化を図ることができる。

【0176】

図 8 (B) はビデオカメラであり、本体 2101、表示部 2102、音声入力部 2103、操作スイッチ 2104、バッテリー 2105、受像部 2106 等を含む。本発明により熱伝導性を有するプラスチック基板を用いることによって信頼性を向上させ、軽量化を図ることができる。

【0177】

図 8 (C) はゲーム機器であり、本体 2201、表示部 2205 等を含む。

【0178】

図 8 (D) はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体 2401、表示部 2402、スピーカ部 2403、記録媒体 2404、操作スイッチ 2405 等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体として DVD (Digital Versatile Disc)、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。

【0179】

図 8 (E) はデジタルカメラであり、本体 2501、表示部 2502、接眼部 2503、操作スイッチ 2504、受像部（図示しない）等を含む。本発明により熱伝導性を有するプラスチック基板を用いることによって信頼性を向上させ、軽量化を図ることができる。

【0180】

図 9 (A) は携帯電話であり、本体 2901、音声出力部 2902、音声入力部 2903、表示部 2904、操作スイッチ 2905、アンテナ 2906、画像入力部（CCD、イメージセンサ等）2907 等を含む。

【0181】

図 9 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体 3001、表示部 3002、3003、記憶媒体 3004、操作スイッチ 3005、アンテナ 3006 等を含む。本発明により熱伝導性を有するプラスチック基板を用いることによって信頼性を向上させ、軽量化を図ることができる。

【0182】

図 9 (C) はディスプレイであり、本体 3101、支持台 3102、表示部 3103 等を含む。本発明により熱伝導性を有するプラスチック基板を用いることによって信頼性を向上させることができる。

【0183】

ちなみに図 9 (C) に示すディスプレイは中小型または大型のもの、例えば 5 ~ 20 インチの画面サイズのものである。また、このようなサイズの表示部を形成するためには、基板の一辺が 1 m のものを用い、多面取りを行って量産することができる。

【0184】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器の作製方法に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施の形態 1 乃至 3、実施例 1 乃至 4 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【0185】

[実施例 6]

実施例 5 において示した電子機器には、発光素子が封止された状態にあるパネルに、コントローラ、電源回路等を含む IC が実装された状態にあるモジュールが搭載されている。モジュールとパネルは、共に発光装置の一形態に相当する。本実施例では、モジュールの具体的な構成について説明する。

【0186】

図 10 (A) に、コントローラ 1801 及び電源回路 1802 がパネル 1800 に実装されたモジュールの外観図を示す。パネル 1800 には、発光素子が各画素に設けられた画素部 1803 と、前記画素部 1803 が有する画素を選択する走査線駆動回路 1804 と

10

20

30

40

50

、選択された画素にビデオ信号を供給する信号線駆動回路 1805 とが設けられている。

【0187】

またプリント基板 1806 にはコントローラ 1801、電源回路 1802 が設けられており、コントローラ 1801 または電源回路 1802 から出力された各種信号及び電源電圧は、FPC 1807 を介してパネル 1800 の画素部 1803、走査線駆動回路 1804、信号線駆動回路 1805 に供給される。

【0188】

プリント基板 1806 への電源電圧及び各種信号は、複数の入力端子が配置されたインターフェース (I/F) 部 1808 を介して供給される。

【0189】

なお、本実施例ではパネル 1800 にプリント基板 1806 が FPC を用いて実装されているが、必ずしもこの構成に限定されない。COG (Chip on Glass) 方式を用い、コントローラ 1801、電源回路 1802 をパネル 1800 に直接実装させるようにも良い。

【0190】

また、プリント基板 1806 において、引きまわしの配線間に形成される容量や配線自体が有する抵抗等によって、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりすることがある。そこで、プリント基板 1806 にコンデンサ、バッファ等の各種素子を設けて、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりするのを防ぐようにしても良い。

【0191】

図 10 (B) に、プリント基板 1806 の構成をブロック図で示す。インターフェース 1808 に供給された各種信号と電源電圧は、コントローラ 1801 と、電源電圧 1802 に供給される。

【0192】

コントローラ 1801 は、A/D コンバータ 1809 と、位相ロックループ (PLL : Phase Locked Loop) 1810 と、制御信号生成部 1811 と、SRAM (Static Random Access Memory) 1812、1813 を有している。なお本実施例では SRAM を用いているが、SRAM の代わりに、SDRAM や、高速でデータの書き込みや読み出しが可能であるならばDRAM (Dynamic Random Access Memory) も用いることが可能である。

【0193】

インターフェース 1808 を介して供給されたビデオ信号は、A/D コンバータ 1809 においてパラレル - シリアル変換され、R、G、B の各色に対応するビデオ信号として制御信号生成部 1811 に入力される。また、インターフェース 1808 を介して供給された各種信号をもとに、A/D コンバータ 1809 において Hsync 信号、Vsync 信号、クロック信号 CLK、交流電圧 (AC Cont) が生成され、制御信号生成部 1811 に入力される

【0194】

位相ロックループ 1810 では、インターフェース 1808 を介して供給される各種信号の周波数と、制御信号生成部 1811 の動作周波数の位相とを合わせる機能を有している。制御信号生成部 1811 の動作周波数は、インターフェース 1808 を介して供給された各種信号の周波数と必ずしも同じではないが、互いに同期するように制御信号生成部 1811 の動作周波数を位相ロックループ 1810 において調整する。

【0195】

制御信号生成部 1811 に入力されたビデオ信号は、一旦 SRAM 1812、1813 に書き込まれ、保持される。制御信号生成部 1811 では、SRAM 1812 に保持されている全ビットのビデオ信号のうち、全画素に対応するビデオ信号を 1 ビット分づつ読み出し、パネル 1800 の信号線駆動回路 1805 に供給する。

10

20

30

40

50

## 【0196】

また制御信号生成部1811では、各ビット毎の、発光素子が発光する期間に関する情報を、パネル1800の走査線駆動回路1804に供給する。

## 【0197】

また電源回路1802は所定の電源電圧を、パネル1800の信号線駆動回路1805、走査線駆動回路1804及び画素部1803に供給する。

## 【0198】

次に電源回路1802の詳しい構成について、図11を用いて説明する。本実施例の電源回路1802は、4つのスイッチングレギュレータコントロール1860を用いたスイッチングレギュレータ1854と、シリーズレギュレータ1855とからなる。

10

## 【0199】

一般的にスイッチングレギュレータは、シリーズレギュレータに比べて小型、軽量であり、降圧だけでなく昇圧や正負反転することも可能である。一方シリーズレギュレータは、降圧のみに用いられるが、スイッチングレギュレータに比べて出力電圧の精度は良く、リップルやノイズはほとんど発生しない。本実施例の電源回路1802では、両者を組み合わせて用いる。

## 【0200】

図11に示すスイッチングレギュレータ1854は、スイッチングレギュレータコントロール(SWR)1860と、アテニュエイター(減衰器:ATT)1861と、トランス(T)1862と、インダクター(L)1863と、基準電源(Vref)1864と、発振回路(OSC)1865、ダイオード1866と、バイポーラトランジスタ1867と、可変抵抗1868と、容量1869とを有している。

20

## 【0201】

スイッチングレギュレータ1854において外部のLiイオン電池(3.6V)等の電圧が変換されることで、陰極に与えられる電源電圧と、スイッチングレギュレータ1854に供給される電源電圧が生成される。

## 【0202】

またシリーズレギュレータ1855は、バンドギャップ回路(BG)1870と、アンプ1871と、オペアンプ1872と、電流源1873と、可変抵抗1874と、バイポーラトランジスタ1875とを有し、スイッチングレギュレータ1854において生成された電源電圧が供給されている。

30

## 【0203】

シリーズレギュレータ1855では、スイッチングレギュレータ1854において生成された電源電圧を用い、バンドギャップ回路1870において生成された一定の電圧に基づいて、各色の発光素子の陽極に電流を供給するための配線(電流供給線)に与える直流の電源電圧を、生成する。

## 【0204】

なお電流源1873は、ビデオ信号の電流が画素に書き込まれる駆動方式の場合に用いる。この場合、電流源1873において生成された電流は、パネル1800の信号線駆動回路1805に供給される。なお、ビデオ信号の電圧が画素に書き込まれる駆動方式の場合には、電流源1873は必ずしも設ける必要はない。

40

## 【0205】

なお、スイッチングレギュレータ、OSC、アンプ、オペアンプは、TFTを用いて形成することが可能である。

## 【0206】

また、本実施例は実施の形態1乃至3、実施例1乃至5のいずれか一と自由に組みあわせることができる。

## 【0207】

## [実施例7]

本実施例ではパッシブマトリクス型の発光装置(単純マトリクス型の発光装置とも呼ぶ)

50

を作製する例を示す。

【0208】

まず、ガラス基板上に金属膜（代表的にはタンゲステン膜）と酸化物層（代表的には酸化シリコン膜）とを積層し、その上にストライプ状に複数の第1配線をITOなどの材料（陽極となる材料）で形成する。次いで、レジストまたは感光性樹脂からなる隔壁を発光領域となる領域を囲んで形成する。次いで、蒸着法またはインクジェット法により、隔壁で囲まれた領域に有機化合物を含む層を形成する。フルカラー表示とする場合には、適宜、材料を選択して有機化合物を含む層を形成する。次いで、隔壁および有機化合物を含む層上に、ITOからなる複数の第1配線と交差するようにストライプ状の複数の第2配線をA1またはA1合金などの金属材料（陰極となる材料）で形成する。以上の工程で有機化合物を含む層を発光層とした発光素子を形成することができる。

10

【0209】

次いで、シール材で封止基板を貼り付ける、或いは第2配線上に保護膜を設けて封止する。封止基板としては、ポリプロピレン、ポリプロピレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンオキサイド、ポリサルフォン、またはポリフタールアミドからなる合成樹脂に低融点金属（鉛フリーハンダ：スズ、ビスマス、亜鉛）と、窒化ボロン、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム等のセラミックスとを混入させ、2～30W/mKの高い熱伝導率を有する樹脂からなる熱伝導性を有する基板を用いる。

20

【0210】

次いで、ガラス基板を剥離する。物理的手段で酸化物層の層内、あるいは界面において剥離することができる。その後、接着材で透光性を有するプラスチック基板を貼り合わせる。

【0211】

図12(A)に本実施例の表示装置の断面図の一例を示す。

【0212】

高い熱伝導性を有するプラスチック基板100の主表面上に接着材152を介して第1電極と第2電極とが交差してその交差部に発光素子が形成された画素部201が設けられている。すなわち、発光性の画素がマトリクス状に配列した画素部201が形成されている。画素数はVGA仕様であれば640×480ドット、XGA仕様であれば1024×768ドット、SXGA仕様であれば1365×1024ドット、またUXGA仕様となれば1600×1200ドットであり、第1電極及び第2電極の本数はそれに応じて設けられている。さらに、基板101の端部であり、画素部201の周辺部には、外部回路と接続する端子パットが形成された入力端子部が設けられている。

30

【0213】

図12(A)で示す表示装置において、画素部には接着材152を介して基板100の主表面上に、左右方向に延びる第1電極102と、その上層に形成されている発光体を含む薄膜105（エレクトロルミネセンスで発光する媒体を含むので、以下の説明において便宜上EL層と呼ぶ）と、その上層に形成され上下方向に延びる第2電極106とが形成され、その交差部に画素が形成されている。すなわち、第1電極102と第2電極106とを、行方向と列方向に形成することによりマトリクス状に画素を配設している。入力端子は、第1電極又は第2電極と同じ材料で形成している。この入力端子の数は、行方向と列方向に配設した第1電極及び第2電極の本数と同じ数が設けられている。

40

【0214】

隔壁104の断面形状は、第1電極102と接する下端部から上端部にかけて曲面形状を有している。その曲面形状は、隔壁又はその下層側に中心がある少なくとも一つの曲率半径を有する形状、又は、第1電極102と接する下端部で隔壁104の外側に中心がある少なくとも一つの第1の曲率半径と、隔壁104の上端部で隔壁又はその下層側に中心がある少なくとも一つの第2の曲率半径を有する形状である。その断面形状は、隔壁104の下端部から上端部にかけて曲率が連続して変化するものであって良い。EL層はその曲

50

面形状に沿って形成され、その曲面形状により応力が緩和される。すなわち、異なる部材を積層した発光素子において、その熱ストレスによる歪みを緩和する作用がある。

#### 【0215】

画素部201を封止する対向基板150がシール材141で固着されている形態を示している。基板101と対向基板150との間の空間には、不活性気体が充填されても良いし、有機樹脂材料140を封入しても良い。いずれにしても、画素部201における発光素子は、バリア性の絶縁膜107で被覆されているので、乾燥材などを特段設けなくても外因性の不純物による劣化を防ぐことができる。

#### 【0216】

また、図12(A)は、画素部201の各画素に対応して、対向基板150側に着色層142～144が形成されている。平坦化層145は着色層による段差を防いでいる。一方、図12(B)は、基板101側に着色層142～144を設けた構成であり、平坦化膜145の上に第1電極102が形成されている。基板101は接着材153で接着されている。対向基板151は高い熱伝導性を有する基板を用いている。また、図12(B)は、図12(A)と発光方向が異なっている。なお、同一の部分には同一の符号を用いる。

#### 【0217】

また、フルカラーの表示装置に限らず、単色カラーの発光装置、例えば、面光源、電飾用装置にも本発明を実施することができる。

#### 【0218】

また、本実施例は実施の形態1乃至3、実施例5のいずれか一と自由に組みあわせることができる。

#### 【0219】

#### 【発明の効果】

本発明により、素子からの発熱を熱伝導性の高いプラスチック基板で放熱させることで素子の長寿命化、即ち半導体装置の信頼性を向上することができる。

#### 【0220】

また、熱伝導性の高いプラスチック基板は、プラスチック基板であるので金属基板と比較して安価、且つ、フレキシブル、且つ、軽量なものとすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1を示す図である。

【図2】実施例2を示す図である。

【図3】実施の形態2を示す図である。

【図4】実施の形態3を示す図である。

【図5】実施例3を示す図である。

【図6】TFTの電気特性を示す図である。（実施例1）

【図7】TFTと第1の電極との接続、隔壁形状を説明する図である。（実施例4）

【図8】電子機器の一例を示す図。

【図9】電子機器の一例を示す図。

【図10】モジュールを示す図である。（実施例6）

【図11】ブロック図を示す図である。（実施例6）

【図12】パッシブ型の発光装置を示す図である。（実施例7）

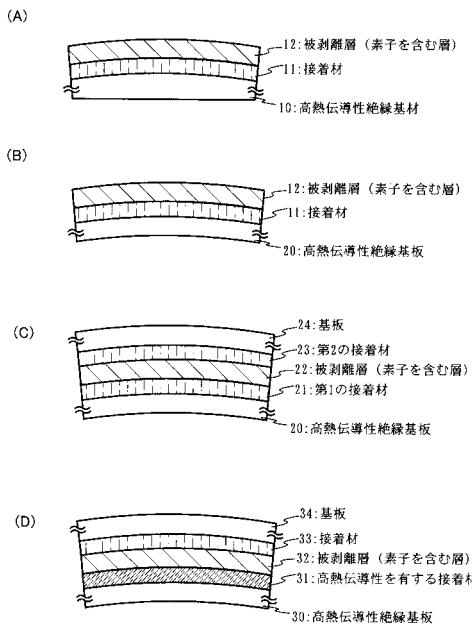
10

20

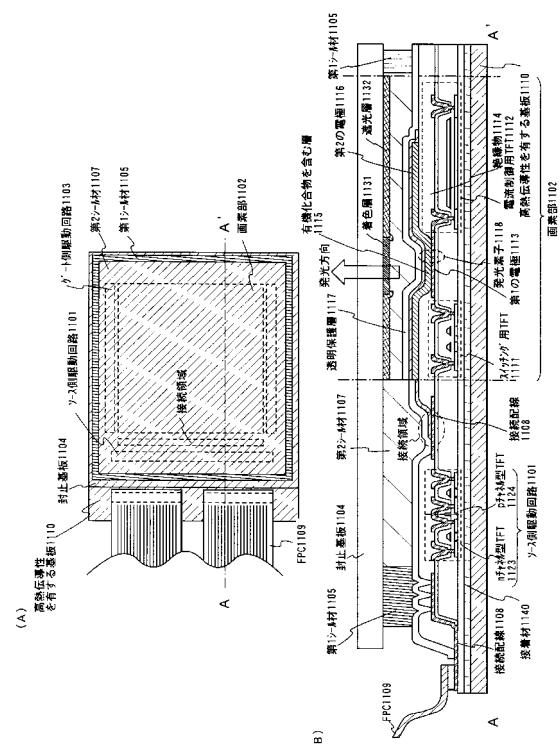
30

40

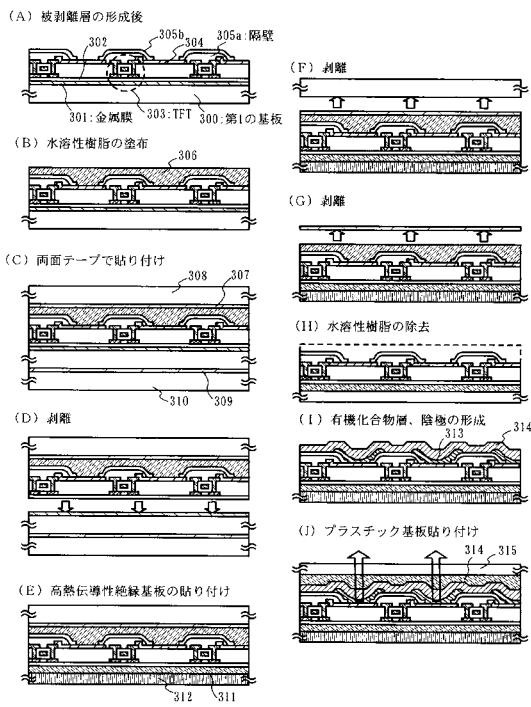
【図1】



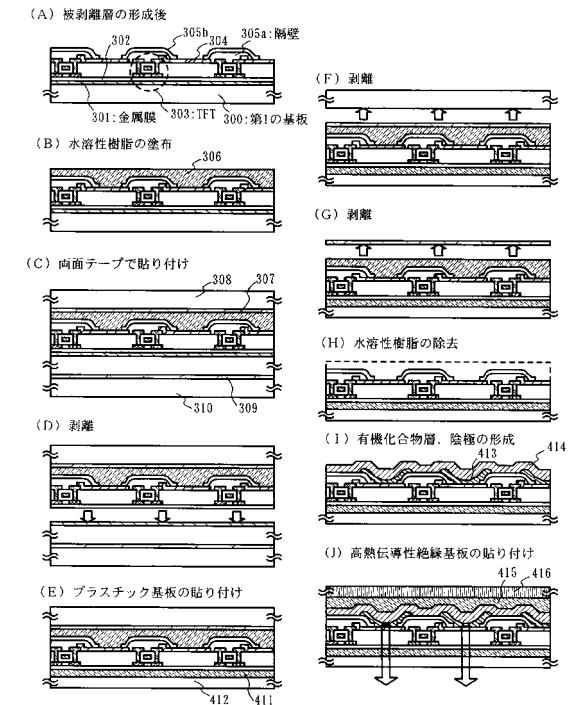
【 図 2 】



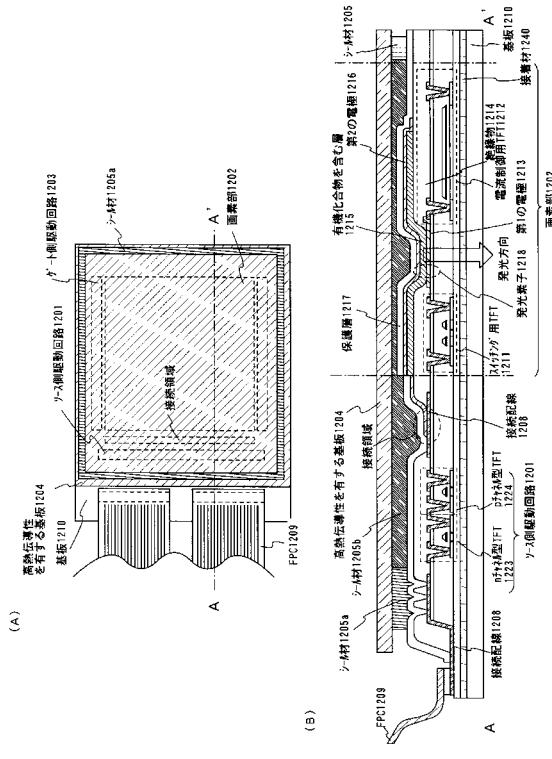
【 図 3 】



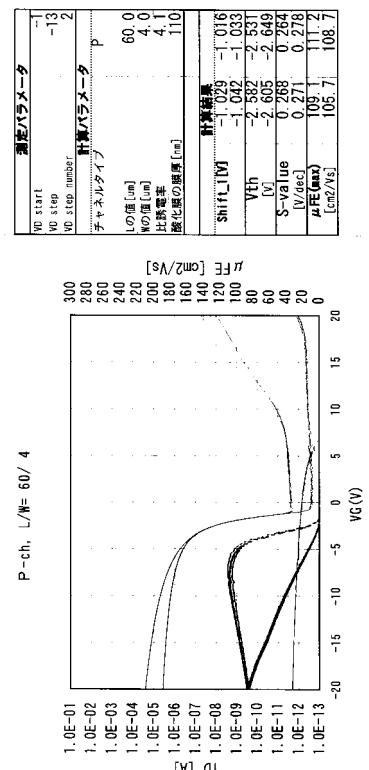
【 図 4 】



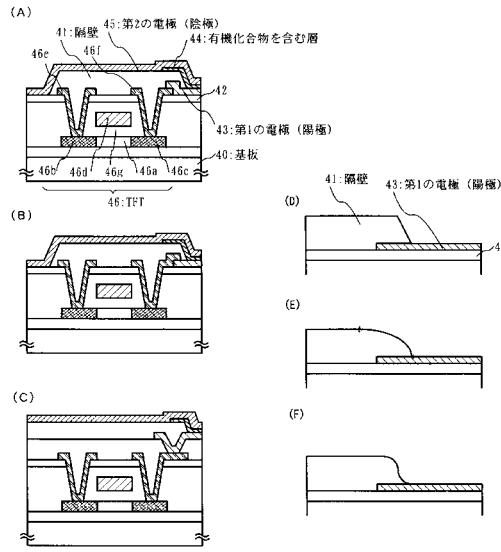
〔 図 5 〕



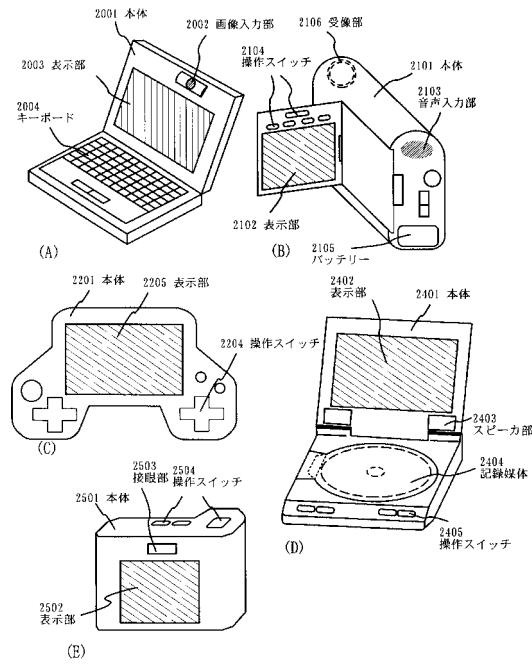
【 図 6 】



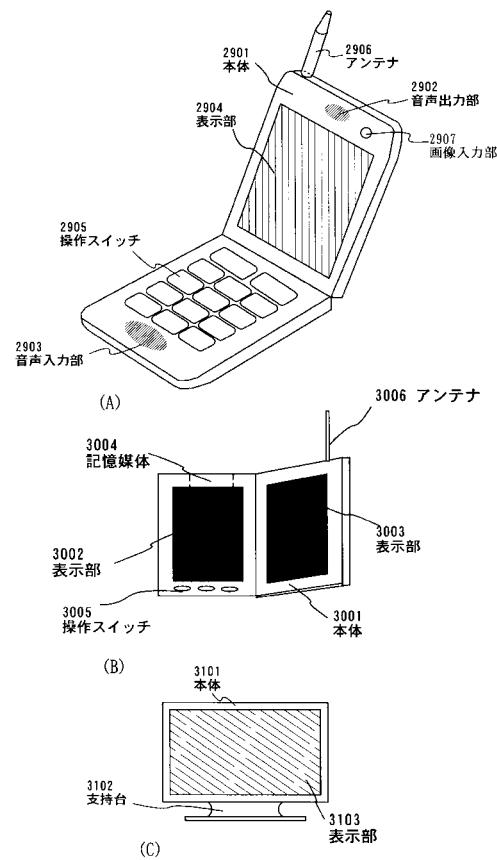
【 図 7 】



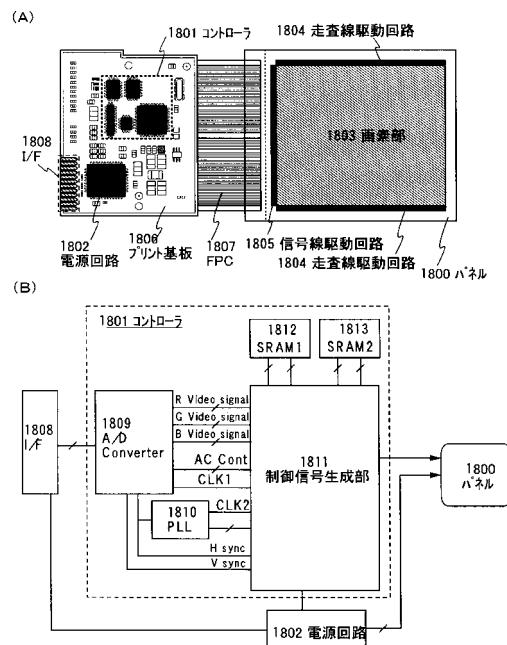
【 図 8 】



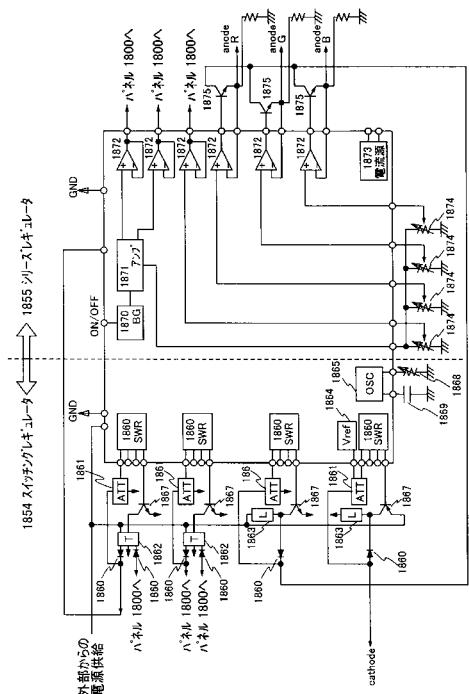
【図9】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/336	H 0 5 B 33/02	5 G 4 3 5
H 0 1 L 29/786	H 0 5 B 33/04	
H 0 5 B 33/02	H 0 5 B 33/10	
H 0 5 B 33/04	H 0 5 B 33/14	A
H 0 5 B 33/10	H 0 5 B 33/14	Z
H 0 5 B 33/14	H 0 1 L 29/78	6 2 6 C
	H 0 1 L 29/78	6 2 7 D

F ターム(参考) 2H090 HB03X HB04X HB06X HB13X HC05 HC12 HD08 JA07 JB02 JB03  
 JB04 JD11 JD12 JD19 LA04  
 2H092 GA50 GA59 GA60 JA25 JA26 JA40 JA47 JB42 JB61 KA04  
 KA05 KA10 KA18 KB24 KB25 MA04 MA05 MA08 MA10 MA13  
 MA14 MA17 MA20 MA27 MA29 MA30 MA31 MA41 NA18 NA25  
 PA01  
 3K007 AB11 AB12 AB13 AB14 AB18 BA06 BA07 BB01 BB02 CA06  
 CB01 DB03 FA00 FA02  
 5C094 AA38 AA43 BA03 BA27 BA43 DA09 DA13 EB02 FA02 FB01  
 FB02 FB20 GB10 HA06 HA07 HA08  
 5F110 AA30 BB02 BB04 CC02 CC05 CC07 DD01 DD06 DD12 DD14  
 DD15 DD17 EE01 EE02 EE03 EE04 EE05 EE06 EE14 EE23  
 FF04 FF30 FF35 GG02 GG13 GG25 GG45 HJ01 HJ04 HJ07  
 HJ12 HJ13 HJ23 HL03 HL04 HM15 NN03 NN23 NN27 NN35  
 NN72 PP03 PP05 PP10 PP13 PP29 PP34 PP35 QQ11 QQ16  
 QQ28  
 5G435 AA13 BB05 BB12 EE37 FF11 HH14 HH18 KK05 KK09 LL04  
 LL07 LL08