

(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2004-71558

(P2004-71558A)

(43) 公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

テーマコード(参考)

**H05B 33/10**  
**H05B 33/12**  
**H05B 33/14**  
**H05B 33/22**

H05B 33/10  
H05B 33/12  
H05B 33/14  
H05B 33/22

B  
A  
Z

3K007

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2003-279442 (P2003-279442)  
(22) 出願日 平成15年7月24日 (2003.7.24)  
(31) 優先権主張番号 特願2002-217248 (P2002-217248)  
(32) 優先日 平成14年7月25日 (2002.7.25)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 村上 智史  
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  
長尾 里築子  
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  
坂倉 真之  
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 仲沢 美佐子  
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

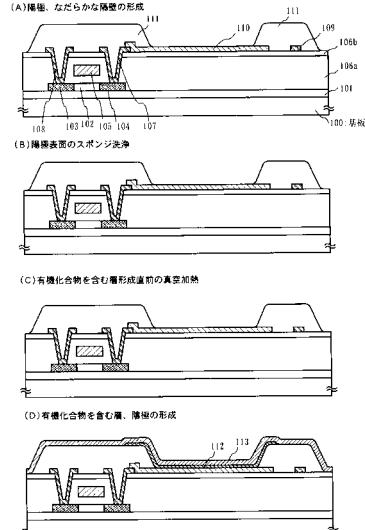
(54) 【発明の名称】発光装置の作製方法

## (57) 【要約】

【課題】 有機化合物を有する発光素子における様々な不良モード(シュリンク、ダークスポットなど)の発生を低減または除去することを課題とする。

【解決手段】 本発明は、隔壁111を上端部または下端部に曲率半径を有する曲面を持たせることによって、発光素子作製直後の非発光領域を抑え、且つ、陽極表面に点在する微小な粒を除去するために、多孔質なスポンジで陽極110表面を洗浄し、且つ、有機化合物を含む層112を形成する直前に、不活性雰囲気下での加熱と、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との両方を行うことによってシュリンクの発生を抑える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。 10

**【請求項 2】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。 20

**【請求項 3】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

再び前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。 30

**【請求項 4】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

TFTを覆う有機絶縁膜を形成する工程と、

有機絶縁膜上にスパッタ法で窒化珪素膜または酸化珪素膜を形成する工程と、

該窒化珪素膜上に前記TFTと電気的に接続する陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。 40

**【請求項 5】**

請求項1乃至4のいずれか一において、前記真空加熱の温度は、100～250であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 6】**

請求項1乃至5のいずれか一において、前記真空加熱を行う工程と、前記有機化合物を含む層を形成する工程と、前記陰極を形成する工程は、大気にふれることなく連続的に順次行うことを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 7】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、 50

陽極を形成する工程と、  
 前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、  
 前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、  
 前記陽極に接する第1の有機化合物を含む層を塗布法で形成する工程と、  
 第2の有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、  
 第2の有機化合物を含む層を蒸着法で形成する工程と、  
 陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項8】**

請求項7において、前記第1の有機化合物を含む層は高分子材料であり、第2の有機化合物を含む層は低分子材料であることを特徴とする発光装置の作製方法。 10

**【請求項9】**

請求項7または請求項8において、前記真空加熱の温度は、100～200であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項10】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

不活性雰囲気下で加熱を行う工程と、 20

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項11】**

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

不活性雰囲気下で加熱を行う工程と、 30

前記陽極に紫外光を照射する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項12】**

請求項10または請求項11において、前記不活性雰囲気下での加熱の温度は、100～250であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項13】**

請求項1乃至12のいずれか一において、前記真空加熱の真空度は、 $1 \times 10^{-3}$ Pa～ $1 \times 10^{-6}$ Paであることを特徴とする発光装置の作製方法。 40

**【請求項14】**

請求項1乃至13のいずれか一において、前記陰極を形成する工程は、抵抗加熱法またはスパッタ法であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は薄膜トランジスタ（以下、TFTという）で構成された回路を有する半導体装置およびその作製方法に関する。例えば、一対の電極間に有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）を設けた素子に電界を加えることで、蛍光又は燐光が得られる發

光素子を用いた発光装置及びその作製方法に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクター、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

#### 【0002】

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する装置全般を指し、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。10

#### 【背景技術】

#### 【0003】

薄型軽量、高速応答性、直流低電圧駆動などの特徴を有する有機化合物を発光体として用いた発光素子は、次世代のフラットパネルディスプレイへの応用が期待されている。特に、発光素子をマトリクス状に配置した表示装置は、従来の液晶表示装置と比較して、視野角が広く視認性が優れる点に優位性があると考えられている。

#### 【0004】

発光素子の発光機構は、一対の電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光するといわれている。励起状態には一重項励起と三重項励起が知られ、発光はどちらの励起状態を経ても可能であると考えられている。20

#### 【0005】

このような発光素子をマトリクス状に配置して形成された発光装置には、パッシブマトリクス駆動（単純マトリクス型）とアクティブマトリクス駆動（アクティブマトリクス型）といった駆動方法を用いることが可能である。しかし、画素密度が増えた場合には、画素（又は1ドット）毎にスイッチが設けられているアクティブマトリクス型の方が低電圧駆動できるので有利であると考えられている。

#### 【0006】

また、発光素子の中心とも言える有機化合物層（厳密には発光層）となる有機化合物は、低分子系材料と高分子系（ポリマー系）材料とがそれぞれ研究されているが、低分子系材料よりも取り扱いが容易で耐熱性の高い高分子系材料が注目されている。30

#### 【0007】

なお、これらの有機化合物の成膜方法には、蒸着法、スピンドルコート法、インクジェット法といった方法が知られているが、高分子系材料を用いてフルカラー化を実現させるための方法としては、スピンドルコート法やインクジェット法が特に良く知られている。

#### 【0008】

また、有機化合物を有する発光素子の最大の課題は、信頼性（長寿命化）であり、様々な要因によって劣化しやすいという欠点を有している。40

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

有機化合物を有する発光素子は、主に水分や酸素が原因で劣化しやすく、この原因に起因する不良状態として、部分的な輝度の低下が生じたり、非発光領域が生じる状態が見られる。

#### 【0010】

また、単なる経時変化、または発光素子を駆動させて時間が経つと非発光領域の拡大が進行する状態も見られる。特に、有機化合物を有する発光素子の作製直後の段階で非発光50

領域が生じている場合、時間の経過につれて非発光領域の拡大が進行することが多く、進行が進んで最終的には全て非発光領域となってしまうことも見受けられる。

【0011】

また、非発光領域は発光領域の周縁部から発生しやすく、あたかも発光領域が収縮するように時間がたつにつれて非発光領域の拡大が進行することから、この不良モードをシュリンクと呼んでいる。なお、図11(A)には発光素子作製直後の発光状態を示しており、発光素子作製直後から時間が経ちシュリンクが発生した様子を図11(B)に示している。図11(B)では発光領域の周縁部から均一に発生している例を示したが、不均一にシュリンクが進行して発光領域の周縁が凸凹になることもある。

【0012】

発光面積が縮小するため、これらの不良は特にアクティブマトリクス型の発光装置のように発光領域が小さい面積である場合、ある一つの発光素子が早く非発光の素子となることを意味する。さらに、発光領域が小さい面積である場合、発光面積が縮小すると非発光領域の占める割合が大きくなる。従って、発光素子を用いて表示装置を作製する場合、高精細(画素ピッチが小さい)、且つ、信頼性の高い表示を得ることが困難である。

【0013】

また、有機化合物を有する発光素子の作製直後で黒点のような非発光領域が生じることもあり、この不良モードをダークスポットと呼んでいる。また、このダークスポットも時間とともに拡大することがある。なお、図12(A)には発光素子作製直後にダークスポットが左列の上から3個目、右列の上から1個目、6個目に存在している図であり、発光素子作製直後から時間が経ちダークスポットの拡大が生じている様子を図12(B)に示している。図12(B)ではダークスポットの拡大と同時にシュリンクも発生している。

【0014】

本発明は、有機化合物を有する発光素子における上記様々な不良モードの発生を低減または除去することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明人らは数多くの実験により、有機化合物を有する発光素子の作製直後において生じている非発光領域の主原因は、陽極のクラックによるものと、各陽極間に配置される隔壁(パンク、土手とも呼ばれる)の形状によるものであることを突き止めた。

【0016】

そこで、本発明は、陽極のクラックを防ぐために、陽極の下面に接する面を平坦とすることが好ましく、例えば、有機樹脂膜のような層間絶縁膜上に陽極を形成する場合、有機樹脂膜と陽極との間にR Fスパッタ法による窒化珪素膜を設けてカバレッジを良好なものとすることによって陽極のクラックを防ぐことができる。なお、有機樹脂膜と窒化珪素膜との密着性を上げるためにH M D S処理を行ってもよい。また、層間絶縁膜として陽極の下面に接する無機絶縁膜(P C V D法による酸化珪素膜)のみを設ける構成とすると、発光素子の作製直後において生じている非発光領域を無くすことができる。

【0017】

また、本発明は、各陽極間に配置される隔壁(パンク、土手とも呼ばれる)の形状として、表面荒れが少なく、且つ、緩やかなテーパー形状、望ましくは上端部または下端部に曲率半径を有する曲面を備えた形状(図2(B)または図3にその例を示す)とすることによって陰極のカバレッジを良好なものとし、発光素子の作製直後において生じている非発光領域を無くすことができる。

【0018】

また、本発明人らは、有機化合物を有する発光素子の作製直後において生じているダークスポットの主原因が、陽極表面に点在する微小な粒子によるものであることを突き止めた。

【0019】

図13に断面T E M写真を示す。図13では、0.1 μm以下の球状の微小な粒がITO

10

20

30

40

50

上に存在していることが観察できる。なお、図13は、発光素子を発光させた後、即ち通電後の断面図である。また、図13の断面において3箇所でEDX測定(図14、図15、図16)を行ったところ、微小な粒はITOとほぼ同じ成分であった。これらの微小な粒子は、スパッタ法によるITO成膜中のゴミ、隔壁のウエットエッチング工程におけるゴミ、またはITO膜のパターニング工程におけるゴミであると思われる。また、微小な粒によって電流が局所的に集中して輝点(周りよりも輝度の高い箇所)が発生する場合もある。

#### 【0020】

そこで、本発明では、この陽極表面に点在する微小な粒を除去するために、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、陽極表面を擦って洗浄する。さらに、この洗浄を行わない場合、微小な粒が陽極と陰極間での局所的なショートを引き起こして一つの画素が全て非発光(点欠陥)となったり、作製した発光素子の電気特性に異常が見られるといった問題が生じていた。なお、洗浄を行わずに作製した発光素子の電気特性は、電圧に対する輝度変化はほとんどない一方、低電圧(3V~5V)での駆動において極端に発光効率が低下するという異常が見られる。これらの問題を解決する上でも多孔質なスポンジに界面活性剤を含ませ、陽極表面を擦って洗浄することは有効である。図5に洗浄を行わなかった発光素子と、洗浄(TMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド)、CD200CR)を行った発光素子の電気特性を示す。また、スポンジによる洗浄は、隔壁の形成前または隔壁の形成後、または隔壁の形成前後で複数回行ってもよい。また、洗浄機構として、基板の面に平行な軸線まわりに回動して基板の面に接触するロールブラシ(PVA製)を有する洗浄装置を用いてもよいし、基板の面に垂直な軸線まわりに回動しつつ基板の面に接触するディスクブラシ(PVA製)を有する洗浄装置を用いてもよい。

#### 【0021】

また、本発明人らは、非発光領域が拡大するシュリンクの主原因が、吸着水分も含めた微量な水分が有機化合物を含む層に達することであることを突き止めた。

#### 【0022】

そこで、本発明はTFTを備えたアクティブマトリクス基板上有機化合物を含む層を形成する直前に、アクティブマトリクス基板に内在する水分(吸着水分を含む)を除去することが望ましく、有機化合物を含む層を形成する前に100~250の真空加熱を行うことによって、シュリンクの発生防止または低減を行うことができる。特に、層間絶縁膜や隔壁の材料として有機樹脂膜を用いた場合、有機樹脂材料によっては水分を吸着しやすく、さらに脱ガスが発生する恐れがあるため、有機化合物を含む層を形成する前に100~250の真空加熱を行うことは有効である。

#### 【0023】

また、真空加熱を行う前に、不活性雰囲気の大気圧下で加熱を行うことが好ましい。予め不活性雰囲気の大気圧下で加熱を行うことにより、真空加熱に要する時間を短縮することができる。また、不活性雰囲気の大気圧下での加熱後、紫外光を照射するUV処理を行って基板表面の有機物(ゴミ)の除去や仕事関数を向上させることが好ましい。UV処理の効果による仕事関数上昇は時間経過とともに弱まるため、UV処理を行った後は、即座に真空チャンバーに搬送して真空ベークを行うほうがよい。

#### 【0024】

さらに、本発明は、有機化合物を含む層に水分が侵入することを防ぐため、大気に触れることなく、有機化合物を含む層の形成から封止するまでの工程を行うことが好ましい。

#### 【0025】

また、隔壁が有機樹脂膜で形成されている場合、隔壁をRFスパッタ法による窒化珪素膜で覆うことによってもシュリンクの発生防止または低減を行うことができる。なお、有機樹脂膜からなる隔壁と窒化珪素膜との密着性を上げるためにHMDS処理を行ってもよい。

#### 【0026】

10

20

30

40

50

さらに、陰極膜厚を400nm以上に厚くすることによって、有機化合物を含む層に水分が侵入することを防いでもよい。

【0027】

本明細書で開示する発明の構成は、

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

10

【0028】

また、隔壁となる絶縁物を形成する前に洗浄してもよく、他の発明の構成は、

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

20

【0029】

また、隔壁となる絶縁物を形成する前後に洗浄してもよく、他の発明の構成は、

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

再び前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

30

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

【0030】

また、陽極の下面に接する絶縁膜は無機絶縁膜とすることが好ましく、他の発明の構成は、

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

TFTを覆う有機絶縁膜を形成する工程と、

有機絶縁膜上にスパッタ法で窒化珪素膜または酸化珪素膜を形成する工程と、

40

該窒化珪素膜上に前記TFTと電気的に接続する陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

【0031】

上記各構成において、前記真空加熱の温度は、100～250であることを特徴としており、基板の吸着水分を除去してシュリンクの発生を抑える。

【0032】

50

上記各構成において、前記真空加熱を行う工程と、前記有機化合物を含む層を形成する工程と、前記陰極を形成する工程は、大気にふれることなく連続的に順次行うことが好ましく、さらに望ましくは封止する工程まで大気にふれることなく連続的に行うことによって、水分や酸素の侵入を抑え、信頼性を向上させる。

【0033】

また、スポンジ洗浄された陽極上に接して高分子材料からなる第1の有機化合物を含む層を塗布法で成膜した後、低分子材料からなる第2の有機化合物を含む層を形成する直前に100～200の真空加熱を行い、第2の有機化合物を含む層を蒸着法で成膜することによって、点欠陥を低減することができる。さらに、素子作製直後の非発光領域の発生もなくすことができる。

10

【0034】

有機化合物を含む層をそれぞれ異なる成膜方法で積層形成してもよく、他の発明の構成は、

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

前記陽極に接する第1の有機化合物を含む層を塗布法で形成する工程と、

第2の有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

20

第2の有機化合物を含む層を蒸着法で形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

【0035】

上記構成において、前記第1の有機化合物を含む層は高分子材料であり、第2の有機化合物を含む層は低分子材料であることを特徴としている。また、前記真空加熱の温度は、高分子材料からなる第1の有機化合物を含む層の耐えうる温度範囲とすることが好ましく、100～200とするなどを特徴としている。

【0036】

また、真空加熱を行う前に、大気圧下での加熱処理を行うことが好ましく、他の発明の構成は、

30

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

不活性雰囲気下で加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

【0037】

また、真空加熱を行う前に、陽極表面に対してUV処理を行うことが好ましく、他の発明の構成は、

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、

陽極を形成する工程と、

前記陽極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、

前記陽極の表面を多孔質なスポンジで洗浄する工程と、

不活性雰囲気下で加熱を行う工程と、

前記陽極に紫外光を照射する工程と、

40

有機化合物を含む層を形成する直前に真空加熱を行う工程と、

50

有機化合物を含む層を形成する工程と、

陰極を形成する工程と、を有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

**【0038】**

また、上記各構成において、前記不活性雰囲気下での加熱の温度は、100～250であることを特徴としている。

**【0039】**

上記各構成において、前記真空加熱の真空中度は、 $1 \times 10^{-3}$  Pa～ $1 \times 10^{-6}$  Pa、好ましくは $1 \times 10^{-4}$  Pa～ $1 \times 10^{-5}$  Paであることを特徴としている。

**【0040】**

上記各構成において、前記陰極を形成する工程は、抵抗加熱法またはスパッタ法であることを特徴としており、TFTへのダメージの少ないものとする。 10

**【0041】**

EL素子は一対の電極間にEL層が挟まれた構造となっているが、EL層は通常、積層構造となっている。代表的には、コダック・イーストマン・カンパニーのTangらが提案した「正孔輸送層／発光層／電子輸送層」という積層構造が挙げられる。この構造は非常に発光効率が高く、現在、研究開発が進められている発光装置は殆どこの構造を採用している。 10

**【0042】**

また、他にも陽極上に正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層、または正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層の順に積層する構造も良い。発光層に対して蛍光性色素等をドーピングしても良い。また、これらの層は、低分子系の材料を用いて形成しても良いし、高分子系の材料を用いて形成しても良いし、無機材料を用いて形成してもよい。 20

**【0043】**

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有機化合物を含む層（EL層とも呼ぶ）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層に含まれるものとする。

**【0044】**

また、本明細書中では、陰極、EL層及び陽極で形成される発光素子をEL素子といい、これには、互いに直交するように設けられた2種類のストライプ状電極の間にEL層を形成する方式（単純マトリクス方式）、又はTFTに接続されマトリクス状に配列された画素電極と対向電極との間にEL層を形成する方式（アクティブマトリクス方式）の2種類がある。 30

**【発明の効果】**

**【0045】**

本発明により、ダークスポットが無く、且つ、点欠陥が無い発光装置を完成することができる。さらに、長い時間が経過してもシュリンクも発生せず、信頼性の高い発光装置を実現することができる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0046】**

本発明の実施形態について、以下に説明する。 40

**【0047】**

ここではTFTと接続する陽極（ITO）がマトリクス状に配置されたアクティブマトリクス基板上に有機化合物を含む層、および陰極を形成する例を以下に示す。

**【0048】**

まず、絶縁表面を有する基板100上にTFTを形成する。TFTのドレイン電極またはソース電極108、107と接続する陽極（画素電極）110を形成する。陽極としては、仕事関数の大きい金属（Pt、Cr、W、Ni、Zn、Sn、In）、本実施例ではスパッタ法でITOからなる導電膜を用いる。TFTはゲート電極105と、チャネル形成領域102と、ソース領域またはドレイン領域103、104と、ドレイン電極または 50

ソース電極 108、107と、絶縁膜 106a、106b とからなる。ここでは TFT としてチャネル形成領域が結晶構造を有する半導体膜（代表的にはポリシリコン膜）である p チャネル型 TFT を例に説明する。

#### 【0049】

なお、TFT の層間絶縁膜の最上層、即ち、陽極 110 と下面で接する絶縁層 106b は無機絶縁膜（代表的には RF スパッタ法の窒化珪素膜）とする。カバレッジの良好な無機絶縁膜を設けることによって、上に形成する陽極のクラックをなくす。また、無機絶縁膜とすることで表面の吸着水分を低減することができるため、後に有機化合物を含む層の成膜を行ってもシューリングの発生を抑えることができる。

#### 【0050】

この RF スパッタ法の窒化珪素膜は、シリコンをターゲットとして用いた緻密な膜であり、LAL500 を用いたエッチング速度が 0.77 nm/min ~ 8.6 nm/min と遅く、膜中の水素濃度が SIMS 測定で  $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$  である。なお、LAL500 とは、橋本化成株式会社製「LAL500 SA バッファードフッ酸」であり、 $\text{NH}_4\text{HF}_2$  (7.13%) と  $\text{NH}_4\text{F}$  (15.4%) の水溶液である。また、この RF スパッタ法の窒化珪素膜は、BT ストレス試験前後における C-V 特性のシフトは殆ど差がなく、アルカリ金属や不純物のプロッキングができる。

#### 【0051】

また、層間絶縁膜 106a として有機樹脂膜を用いることで平坦性を向上させることができる。また、有機樹脂膜に代えて、PCVD 法やスパッタ法による酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜、窒化珪素膜を用いた場合には、発光素子作製直後の非発光領域の発生、および非発光領域の拡大が生じず、陽極のクラックもなくすことができる。

#### 【0052】

次いで、陽極 110 の端部を覆う隔壁 111 を形成する。（図 1 (A)）隔壁 111 は、TFT のコントラクトホールや配線 109 を覆い、隣り合う画素間や配線との絶縁を保つために形成するものである。隔壁 111 としては、無機材料（酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど）、感光性または非感光性の有機材料（ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジストまたはベンゾシクロブテン）、またはこれらの積層などを用いることができるが、ここではネガ型の感光性アクリルを用いる。光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型の有機樹脂を用い、隔壁の上端部に第 1 の曲率半径を有する曲面、および下端部に第 2 の曲率半径を有する曲面を持たせる。前記第 1 の曲率半径および前記第 2 の曲率半径は、0.2 μm ~ 3 μm とすることが好ましい。また、光によってエッチャントに溶解性となるポジ型の有機樹脂を用いた場合、隔壁の上端部のみに曲率半径を有する曲面を持たせることができる。隔壁の上端部または下端部に曲率半径を有する曲面を持たせることによって、発光素子作製直後の非発光領域が生じなくなる。

#### 【0053】

また、隔壁 111 を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。無機絶縁膜からなる保護膜で覆うことによって表面の吸着水分を低減することができるため、後に有機化合物を含む層の成膜を行ってもシューリングの発生を抑えることができる。

#### 【0054】

次いで、陽極 110 の表面を洗浄する。（図 1 (B)）ここでは、陽極表面に点在する微小な粒を除去するために、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、陽極表面を擦って洗浄する。陽極表面を擦って洗浄することによって、微小な粒による点欠陥やダークスポットを低減することができ、さらに低電圧（3V ~ 5V）での駆動において極端に発光効率が低下するという異常もなくすことができる。なお、ここでは隔壁 111 の形成後に洗浄した例を示したが、隔壁 111 の形成前に洗浄してもよいし、隔壁 111 の形成前後に洗浄してもよい。

10

20

30

40

50

## 【0055】

次いで、有機化合物を含む層を形成する直前に、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。(図1(C))有機樹脂膜の脱ガスを行うために予め、隔壁を形成する際にペークを行っているが、有機化合物を含む層を形成する直前に $5 \times 10^{-3}$  Torr (0.665 Pa)以下、好ましくは $10^{-4} \sim 10^{-6}$  Paまで真空排気して、100 ~ 250、好ましくは150 ~ 200、例えば30分以上の加熱を行った後、30分の自然冷却を行って吸着水分を除去する。加熱温度(110、140、170、200)を振って実験を行ったところ、170の条件が最もシュリンクを抑えることができた。ここで真空加熱が十分に行われなかつた場合には、非発光領域が拡大するシュリンクが発生する可能性が大きいため、加熱温度、真空度、加熱時間は十分なマージンをとることが望ましい。特に、均一性が悪いと部分的に吸着水分が残り、それが原因でシュリンクが発生してしまうため、基板全体が均一に加熱できる装置または条件とすることが重要である。なお、中には250の熱処理に耐えない材料もあるため、真空加熱は、層間絶縁膜材料や配線材料によって適宜設定することが必要である。

10

## 【0056】

図4に有機化合物を含む層を蒸着する直前に真空加熱を行わなかつた発光素子(従来)と、170、加熱時間30分、自然冷却30分で真空加熱を行つた発光素子(本発明)との比較を行い、65、湿度95%の雰囲気下において、それぞれ予め設計した発光領域の周縁部からどれだけ非発光領域が拡大するかの量(シュリンク量)を測定した結果を示す。それぞれ4つのサンプルを作製し、測定を行つたが、図4に示すように従来のサンプルは全て作製直後の段階で非発光領域が存在しており、時間が経つにつれてシュリンク量が増大していることが読み取れる。なお、図4では従来のサンプルの300時間以降のデータが記されていないが、全て測定不能なほど劣化が進行したためである。一方、図4に示すように本発明の4つのサンプルは全て700時間以上経過しても非発光領域の発生およびシュリンクがなかつた。

20

## 【0057】

次いで、 $5 \times 10^{-3}$  Torr (0.665 Pa)以下、好ましくは $10^{-4} \sim 10^{-6}$  Paまで真空排気した蒸着室で有機化合物を含む層112の蒸着を行い、その上に陰極113を蒸着法またはスパッタ法により形成する。(図1(D))有機化合物を含む層112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。

30

## 【0058】

なお、陰極113は、電子ビームを使用する蒸着法では蒸着の際に放出されるX線によってTFTにダメージを与えるため、抵抗加熱法を用いて蒸着を行うことが好ましい。陰極113の材料としては、MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、CaNなどの合金、または周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜を100nm~500nmの膜厚範囲用いればよい。陰極の膜厚が厚いほうが、有機化合物を含む層への水分や酸素の拡散をブロックすることができる。

40

## 【0059】

以上の工程により、シュリンクが無く、且つ、ダークスポットが無く、且つ、点欠陥が低減された発光素子を形成することができる。

## 【0060】

また、さらに好ましい条件としては、多孔質なスポンジで洗浄を行つた後、窒素雰囲気(大気圧下)で200、1時間の熱処理を行う。次いで、紫外光の照射を陽極表面に対して370秒行つた後、30分の真空加熱(150、冷却30分)する工程順序とすることによって、効率よく発光素子を作製することができる。

## 【0061】

また、図1中、隔壁111の端部における断面を観察した写真を図2(B)に示す。なお、図2(A)中の鎖線で囲んだ領域が図2(B)に対応している。

50

## 【0062】

図2(A)において、200は基板、201は下地絶縁膜、202はゲート絶縁膜、203は層間絶縁膜、204は窒化珪素膜、205は第1の電極(陽極)、206は隔壁、207は有機化合物を含む層、208は第2の電極(陰極)である。

## 【0063】

図2(A)において、隔壁206は、上端部206a(図2(A)中で点線で囲んだ領域)に曲面を有し、下端部206b(図2(A)中で点線で囲んだ領域)にも曲面を有しており、基板面と隔壁側面とのなす角(テーパー角) $t$ ( $t = 35^\circ \sim 70^\circ$ )を有しているため、なだらかであり、その上に形成される膜のカバレッジが良好なものとなっている。

10

## 【0064】

また、隔壁の材料として、ポジ型のアクリル樹脂を用いた場合の例を図3に示す。図3では図2(A)と左右が異なっているが、上端部のみに曲面を有したなだらかな側面となっている。

## 【0065】

隔壁の形状としてはどちらでもよく、発光素子の作製直後における非発光領域の発生を防止することができる。

## 【0066】

さらに、陽極に接する有機化合物を含む層(第1の層)を塗布法で形成することによってカバレッジを向上させることができる。図6(A)～図6(D)にその工程例を示す。まず、図1(A)と同様に陽極610、なだらかな隔壁611を形成し、図1(B)と同様に陽極表面をスポンジ洗浄する。(図6(A))そして、塗布法で第1の層612aを焼成した(図6(B))後、さらに真空加熱(図6(C))を行った直後に蒸着法で有機化合物を含む層(第2の層)612b、陰極613を積層する。(図6(D))第1の層612aの膜厚を30nm～80nm、好ましくは60nmとすることにより、微小な粒子の影響を低減してダークスポットや点欠陥を低減するとともに、カバレッジを向上させて素子作製直後の非発光領域の発生をなくすことができる。

20

## 【0067】

なお、図6(A)中、600は基板、601は下地絶縁膜、602はチャネル形成領域、603、604はソース領域またはドレン領域、605はゲート電極、606a、606bは絶縁膜、607、608はソース電極またはドレン電極、609は配線である。

30

## 【0068】

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。

## 【実施例1】

## 【0069】

図8(A)はアクティブマトリクス型発光装置の上面図であり、図8(B)は鎖線A-A'、或いは鎖線B-B'で切断した断面図である。

40

## 【0070】

図8において、1はソース信号線駆動回路、2は画素部、3はゲート信号線駆動回路である。また、4は封止基板、5はシール剤であり、シール剤5で囲まれた内側は、乾燥剤(図示しない)により乾燥された不活性気体が充填された空間になっている。7は、各発光素子に共通する上部電極と基板上の配線とを接続する接続領域である。

## 【0071】

なお、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)6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。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

50

## 【0072】

次に、断面構造について図8(B)を用いて説明する。基板10上には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1と画素部2と端子部が示されている。

## 【0073】

なお、ソース信号線駆動回路1はnチャネル型TFTとpチャネル型TFTとを組み合わせたCMOS回路が形成される。nチャネル型TFTは、ゲート電極の上層とゲート絶縁膜15を挟んで重なるチャネル形成領域と、ゲート電極の下層とゲート絶縁膜15を挟んで重なる低濃度不純物領域と、ゲート電極の下層と重ならない低濃度不純物領域と、ソース領域またはドレイン領域となる高濃度不純物領域とを有している。

10

## 【0074】

また、pチャネル型TFTは、ゲート電極の上層とゲート絶縁膜15を挟んで重なるチャネル形成領域と、ゲート電極の下層とゲート絶縁膜15を挟んで重なる低濃度不純物領域62dと、ゲート電極の下層と重ならない低濃度不純物領域と、ソース領域またはドレイン領域となる高濃度不純物領域とを有している。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。

## 【0075】

また、画素部2には、スイッチング用TFT70と、第1の電極28aと接続している電流制御用TFT50とそのドレイン領域またはソース領域(高濃度不純物領域)62bに電気的に接続された下部電極となる第1の電極(陽極)28aを含む複数の画素により形成される。一つの画素には複数のTFTが形成される。電流制御用TFTは、ゲート電極の上層66bとゲート絶縁膜15を挟んで重なるチャネル形成領域62aと、ゲート電極の下層66aとゲート絶縁膜15を挟んで重なる低濃度不純物領域62dと、ゲート電極の下層66aと重ならない低濃度不純物領域62cとを有している。なお、23、24はソース電極またはドレイン電極であって、24は第1の電極28aと高濃度不純物領域62bとを接続する接続電極である。

20

## 【0076】

図8(B)では電流制御用TFT50と、スイッチング用TFT40と、容量41の断面図を示した。図2では、スイッチング用TFT40として、ゲート絶縁膜15を間に挟んでゲート電極64と重なる複数のチャネル形成領域60aを有するnチャネル型TFTを用いた一例を示している。なお、47、48はソース配線またはドレイン配線、60bはソース領域またはドレイン領域、60cはゲート電極64と重ならない低濃度不純物領域、60bはゲート電極64と重なる低濃度不純物領域である。容量41は、層間絶縁膜22、20を誘電体とし、電極46と電極63とで保持容量を形成し、さらにゲート絶縁膜15を誘電体とし、電極63と半導体膜42とでも保持容量を形成している。

30

## 【0077】

また、層間絶縁膜20、21、22としては、感光性または非感光性の有機材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジストまたはベンゾシクロブテン)、スペッタ法やCVD法や塗布法による無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、またはこれらの積層などを用いることができる。図8においては、ゲート電極およびゲート絶縁膜15を覆って窒化珪素膜からなる無機絶縁膜20を設けており、この無機絶縁膜20は、膜中に水素を含ませる条件で成膜を行い、加熱処理を行うことによって半導体層のダンギングボンドを終端する水素化のために設けられた無機絶縁膜である。酸化シリコン膜からなるゲート絶縁膜15の存在に関係なく下方に存在する半導体層を水素化することができる。また、層間絶縁膜21は、感光性の有機材料を塗布法により成膜した後、ウエットエッティングまたはドライエッティングによって上端部が曲率半径を有する曲面となるように選択的にエッティングしている。また、層間絶縁膜21として有機材料を用いる場合には、層間絶縁膜21中からの水分やガスや不純物が拡散し、後

40

50

に形成する発光素子を劣化させないようにブロッキングするため、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化窒化アルミニウム膜、またはこれらの積層からなる層間絶縁膜22で覆うことが好ましい。また、層間絶縁膜22は基板10から発光素子への不純物の拡散や発光素子からTFTへの不純物の拡散などをブロッキングすることもできる。また、層間絶縁膜21として、吸湿性を有する有機材料を用いる場合、後の工程で他のパターニングで使用する剥離液などの溶液に晒されると膨潤するため、再度ペークする必要があるが、層間絶縁膜22で覆うことによって層間絶縁膜21を膨潤させないようにすることができる。

#### 【0078】

また、本発明は、図8に示す層間絶縁膜の積層順序、或いは成膜と水素化の工程順序に限定されず、例えば、水素化のための層間絶縁膜上に不純物の拡散を防止する層間絶縁膜21を形成して水素化させた後、有機樹脂材料を塗布法により成膜し、さらにウェットエッチングまたはドライエッチングによって上端部が曲率半径を有する曲面とした層間絶縁膜22を形成してもよい。有機樹脂からなる膜をドライエッチングする場合には、チャージが生じてTFT特性を変化させる恐れがあるため、ウェットエッチングでエッチングすることが好ましく、無機絶縁膜と有機樹脂膜との積層からなる層間絶縁膜をエッチングする場合には、有機樹脂膜のみをウェットエッチングする、或いは、無機絶縁膜をドライエッチングした後、有機樹脂膜を成膜し、ウェットエッチングをすればよい。

#### 【0079】

層間絶縁膜21として、感光性の有機樹脂材料を用いた場合は、図8に示すように上端部に曲率半径を有する曲面となりやすいが、層間絶縁膜22として、非感光性の有機樹脂材料、または無機材料を用いた場合には、図1に示したコンタクトホールの断面図となる。

#### 【0080】

また、本実施例は下面出射型とする場合であるので層間絶縁膜20～22として透明な材料を用いることが望ましい。

#### 【0081】

また、第1の電極（陽極）28aの両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などとも呼ばれる）30が形成され、第1の電極（陽極）28a上には有機化合物を含む層（EL層とも呼ぶ）31が形成される。蒸着の際、抵抗加熱により、予め有機化合物は気化されており、蒸着時にシャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。気化された有機化合物は、上方に飛散し、メタルマスクに設けられた開口部を通って基板に蒸着され、発光層（正孔輸送層、正孔注入層、電子輸送層、電子注入層を含む）となる有機化合物を含む層31が形成される。有機化合物を含む層31は、極めて薄いため、第1の電極の表面は平坦であることが好ましく、例えば、第1の電極のパターニング前、またはパターニング後に化学的及び機械的に研磨する処理（代表的にはCMP技術）等により平坦化を行えばよい。CMPを行う場合には、電極24または絶縁物30の膜厚を薄くする、或いは電極24の端部をテーパー形状として行えば、さらに第1の電極の平坦性を向上させることができる。また、第1の電極（陽極）28aの平坦性を向上させるために層間絶縁膜21として有機樹脂膜を用いた場合、層間絶縁膜22として無機絶縁膜を設けることによってクラックの発生を防止して作製直後の非発光領域の発生や点欠陥の発生を抑えることが好ましい。また、第1の電極の表面における清浄度を向上させるため、絶縁物30の形成前後に異物（ゴミなど）をクリーニングするための洗浄（ブラシ洗浄やスポンジ洗浄）を行い、ダークスポットや点欠陥の発生を低減させる。

#### 【0082】

第1の電極（陽極）28aとしては、透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、ITSO、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）を用いればよい。

#### 【0083】

また、絶縁物30としては、感光性または非感光性の有機材料（ポリイミド、アクリル

10

20

30

40

50

、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジストまたはベンゾシクロブテン)、CVD法やスパッタ法や塗布法による無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、またはこれらの積層などを用いることができる。また、絶縁物30として感光性の有機材料を用いる場合、感光性の有機材料は大きく分けて2種類、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があるが、どちらも適宜使用することができる。

#### 【0084】

絶縁物30として、ネガ型の感光性有機材料を用いた場合は、図2(B)に示すように上端部に曲率半径を有する曲面となりやすいが、ポジ型の感光性有機材料を用いた場合には、図3に示す絶縁物の断面形状となる。また、有機材料からなる絶縁物30とした場合、絶縁物30を無機絶縁膜(スパッタ法の窒化珪素膜など)で覆ってもよい。

10

#### 【0085】

また、絶縁物30または層間絶縁膜20～22として有機材料を用いる場合には、膜中のガスや水分を除去するため、真空中で加熱処理を行って脱気を行うことが重要であり、脱気した後に有機化合物を含む層31を形成することが好ましい。有機化合物を含む層31の成膜直前に100～250で真空加熱を行うことによりシュリンクの発生を抑えることができる。有機化合物を含む層31の形成後にも、真空加熱を行って脱気を行うことが好ましい。

#### 【0086】

また、層間絶縁膜20～22として無機絶縁膜を用いる場合には、PCVD法またはスパッタ法を用いて成膜すればよいが、特にRFスパッタ法でシリコンをターゲットとして用い、基板温度を室温～350、成膜圧力を0.1Pa～1.5Pa、13.56MHzの高周波電力(5～20W/cm<sup>2</sup>)を印加して、窒素ガスのみ、あるいは窒素ガスとアルゴンガスの混合ガスにより形成した窒化珪素膜は、Na、Liその他の周期表の1族もしくは2族に属する元素に対するプロッキング効果が極めて強く、これらの可動イオン等の拡散を効果的に抑制することができる。本実施例に用いる陰極としては、アルミニウムに0.2～1.5wt% (好ましくは0.5～1.0wt%) のリチウムを添加した金属膜が電荷注入性およびその他の点で好適であるが、リチウムを含む材料を陰極として用いる場合、リチウムの拡散によってトランジスタの動作に害を及ぼすことが懸念されるが、RFスパッタ法による窒化珪素膜であれば、リチウムが TFTに拡散することを防ぐことができる。

20

#### 【0087】

有機化合物を含む層31としては、フルカラー表示とする場合、具体的には赤色、緑色、青色の発光を示す材料層をそれぞれ蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法などによって適宜、選択的に成膜すればよい。緑色の発光を示す有機化合物を含む層31を形成する場合、本実施例では、NPDを60[nm]成膜した後、同一の蒸着マスクを用いて、緑色の発光層としてDMQDが添加されたAlq<sub>3</sub>を40[nm]成膜し、電子輸送層としてAlq<sub>3</sub>を40[nm]成膜し、電子注入層としてCaF<sub>2</sub>を1[nm]成膜する。また、青色の発光を示す有機化合物を含む層31を形成する場合、NPDを60[nm]成膜した後、同一のマスクを用いて、プロッキング層としてBCPを10[nm]成膜し、電子輸送層としてAlq<sub>3</sub>を40[nm]成膜し、電子注入層としてCaF<sub>2</sub>を1[nm]成膜する。また、赤色の発光を示す有機化合物を含む層31を形成する場合、NPDを60[nm]成膜した後、同一のマスクを用いて、赤色の発光層としてDCMが添加されたAlq<sub>3</sub>を40[nm]成膜し、電子輸送層としてAlq<sub>3</sub>を40[nm]成膜し、電子注入層としてCaF<sub>2</sub>を1[nm]成膜する。

40

#### 【0088】

また、白色発光として、カラーフィルターや色変換層などを別途設けることによってフルカラー表示可能な発光表示装置としてもよい。簡単な表示のみを行う表示装置、照明装置として使用する場合、単色発光(代表的には白色発光)とすればよい。例えば、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール(PVK)に電子輸送性の1,3,4-オキサジアゾール

50

誘導体（PBD）を分散させてもよい。また、30wt%のPBDを電子輸送剤として分散し、4種類の色素（TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド）を適量分散することで白色発光が得られる。また、赤色発光する有機化合物膜や緑色発光する有機化合物膜や青色発光する有機化合物膜を適宜選択し、重ねて混色させることによって全体として白色発光を得ることも可能である。

#### 【0089】

また、第1の電極（陽極）28a上に、正孔注入層（陽極バッファー層）として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）、ポリアニリン/ショウノウスルホン酸水溶液（PANI/CSA）、PTPDES、Et-PTPDEK、またはPPBAなどを全面に塗布、焼成してもよい。<sup>10</sup>スピンコートなどを用いた塗布法で高分子材料からなる正孔注入層を形成した場合、平坦性が向上し、その上に成膜される膜のカバレッジおよび膜厚均一性を良好なものとすることができます。特に発光層の膜厚が均一となるため均一な発光を得ることができます。この場合、正孔注入層を塗布法で形成した後、蒸着法による成膜直前に真空加熱（100～200）を行うことが好ましい。なお、この場合の工程例を図6に示す。例えば、第1の電極（陽極）の表面をスポンジで洗浄した後、スピンコート法でポリ（エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）を全面に膜厚60nm、80、<sup>20</sup>10分間で仮焼成、200、1時間で本焼成し、さらに蒸着直前に真空加熱（170、加熱30分、冷却30分）して大気に触れることなく蒸着法で発光層の形成を行う。特に、ITO膜表面に凹凸や微小な粒子が存在している場合、PEDOT/PSSの膜厚を厚めにすることでこれらの影響を低減することができる。

#### 【0090】

また、PEDOT/PSSはITO膜上に塗布すると濡れ性があまりよくないため、PEDOT/PSS溶液をスピンコート法で1回目の塗布を行った後、一旦純水で洗浄することによって濡れ性を向上させ、再度、PEDOT/PSS溶液をスピンコート法で2回目の塗布を行い、焼成を行って均一性良く成膜することが好ましい。なお、1回目の塗布を行った後、一旦純水で洗浄することによって表面を改質するとともに、微小な粒子なども除去できる効果が得られる。<sup>30</sup>

#### 【0091】

また、スピンコート法によりPEDOT/PSSを成膜した場合、全面に成膜されるため、基板の端面や周縁部、端子部、陰極と下部配線との接続領域などは選択的に除去することが好ましく、O<sub>2</sub>アッシングなどで除去することが好ましい。<sup>30</sup>

#### 【0092】

また、図7にPEDOT/PSSを成膜した後の真空加熱の条件を振って作製した4つの素子（素子1：170、加熱4時間半、冷却30分、素子2：250、加熱30分、冷却30分、素子3：270、加熱30分、冷却30分、素子4：170、加熱30分、冷却30分）の輝度-電圧の関係を示す。図7に示した実験結果では、170、加熱30分、冷却30分の加熱条件で作製した素子4が最も良好な輝度を示している。また、170、4時間半の加熱条件で作製した素子1と、270の加熱条件で作製した素子3は他の条件に比べて特性が悪いことが図7から読み取れ、PEDOT/PSSが熱によって変質てしまっていると思われる。PEDOT/PSSを用いた素子は発光効率の向上、長寿命化、および電気的ノイズの軽減などの効果が得られる。さらに、図7からPEDOT/PSSを用いた素子は駆動電圧の低減を実現していることが確認できる。<sup>40</sup>

#### 【0093】

また、有機化合物を含む層31上には上部電極となる第2の電極（陰極）32が蒸着法（抵抗加熱法）またはスパッタ法で形成される。これにより、第1の電極（陽極）28a、有機化合物を含む層31、及び第2の電極（陰極）32からなる発光素子が形成される。発光素子を白色発光とする場合、着色層とBMからなるカラーフィルター（簡略化のため、ここでは図示しない）を基板10に設ける。

#### 【0094】

10

20

30

40

50

第2の電極32は、全画素に共通の配線としても機能し、配線を経由してFPC6に電気的に接続されている。なお、図8には、第2の電極32と配線45を接続させる接続領域7を示しており、この配線45を引き回してFPCに電気的に接続させる。

#### 【0095】

また、端子部は、ゲート電極と同一工程で形成される電極と、ソース電極またはドレイン電極と同一工程で形成される電極と、第1の電極28aと同一工程で形成される電極との積層からなる端子電極がFPC6と導電性接着剤などの接着剤で貼りつけられている。なお、端子部の構成は特に限定されず、適宜形成すればよい。

#### 【0096】

また、基板10上に形成された発光素子を封止するためにフィラーを含むシール剤5により封止基板4を貼り合わせる。なお、封止基板4と発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤5の内側の空間には窒素等の不活性気体が充填されている。なお、シール剤5としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール剤5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。さらに、空間の内部に酸素や水を吸収する効果をもつ物質（乾燥剤など）を設けても良い。

#### 【0097】

また、本実施例では封止基板4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、シール剤5を用いて封止基板4を接着した後、さらに側面（露呈面）を覆うようにシール剤で封止することも可能である。

#### 【0098】

以上のようにして発光素子を閉空間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、シュリンクが発生しない信頼性の高い発光装置を得ることができる。

#### 【0099】

また、本発明は図8の画素部のスイッチングTFTの構造に限定されず、例えば、ゲート絶縁膜を介してゲート電極と重ならないLDD領域60cのみをチャネル形成領域60aとドレイン領域（またはソース領域）60bとの間に設けてもよい。また、ゲート電極形状も限定されず、単層のゲート電極としてもよい。

#### 【0100】

加えて、ここではトップゲート型TFTを例として説明したが、TFT構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型（逆スタガ型）TFTや順スタガ型TFTに適用することが可能である。

#### 【0101】

また、図8では、ソース領域またはドレイン領域に接する接続電極24を形成した後、第1の電極28aを形成した構造を示したが、特に限定されず、例えば、第1の電極を形成した後に、ソース領域またはドレイン領域に接する接続電極を形成してもよい。

#### 【0102】

また、ソース領域またはドレイン領域と接する電極を覆う層間絶縁膜をさらに設け、コンタクトホールを形成した後、その層間絶縁膜上に電極と接続する第1の電極を形成してもよい。

#### 【実施例2】

#### 【0103】

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液晶モジュール、アクティブマトリクス型ELモジュール、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。

10

20

30

40

50

## 【0104】

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、パーソナルコンピュータ、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9、図10に示す。

## 【0105】

図9(A)はパーソナルコンピュータであり、本体2001、画像入力部2002、表示部2003、キーボード2004等を含む。

## 【0106】

図9(B)はビデオカメラであり、本体2101、表示部2102、音声入力部2103 10、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106等を含む。

## 【0107】

図9(C)はモバイルコンピュータ（モービルコンピュータ）であり、本体2201、カメラ部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、表示部2205等を含む。

## 【0108】

図9(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等を行い、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。 20

## 【0109】

図9(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。

## 【0110】

図10(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。

## 【0111】

図10(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。 30

## 【0112】

図10(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。

## 【0113】

ちなみに図10(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1mのものを用い、多面取りを行って量産することが好ましい。

## 【0114】

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最良の形態、実施例1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。 40

## 【産業上の利用可能性】

## 【0115】

蒸着前に不活性雰囲気下での加熱と、真空加熱の両方を行うことで、発光装置の信頼性が大幅に向上する。また、予め不活性雰囲気の大気圧下で加熱を行うことにより、真空加熱に要する時間を短縮することができ、製造工程時間を短縮することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0116】

【図1】最良の形態を示す工程図である。

【図2】最良の形態を示す図およびTEM写真図である。 50

【図3】TEM写真図である。

【図4】本発明と従来とを比較するためのシュリンク量と時間の関係を示すグラフである。

【図5】本発明と従来とを比較するための発光素子における電流と電圧の関係を示すグラフである。

【図6】最良の形態を示す工程の一例を示す図である。

【図7】真空加熱条件を変えた時の輝度-電圧の関係を示す図である。

【図8】実施例1を示す上面図および断面図である。

【図9】電子機器の一例を示す図。(実施例2)

【図10】電子機器の一例を示す図。(実施例2)

【図11】時間とともに拡大するシュリンクの様子を示す図。

【図12】ダークスポットが時間とともに拡大する様子を示す図。

【図13】発光不良部分の断面TEM写真である。

【図14】発光不良部分(POINT1)のEDX測定結果である。

【図15】発光不良部分(POINT2)のEDX測定結果である。

【図16】発光不良部分(POINT3)のEDX測定結果である。

#### 【符号の説明】

【0117】

100：基板

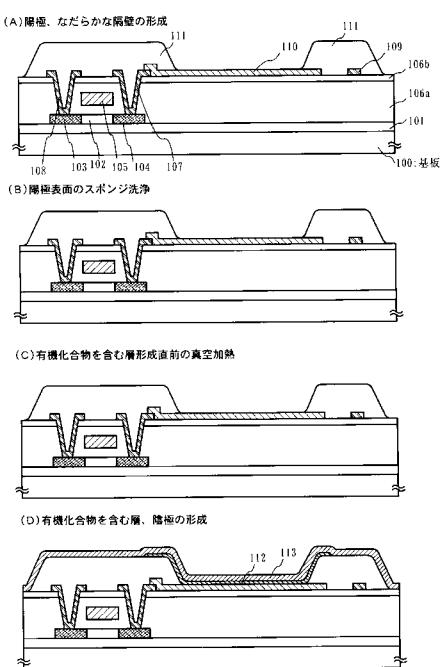
110：陽極

111：隔壁

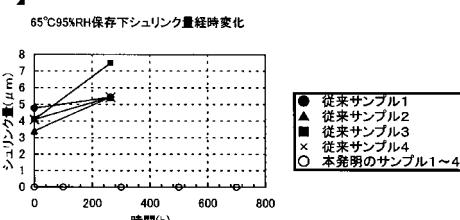
112：有機化合物を含む層

113：陰極

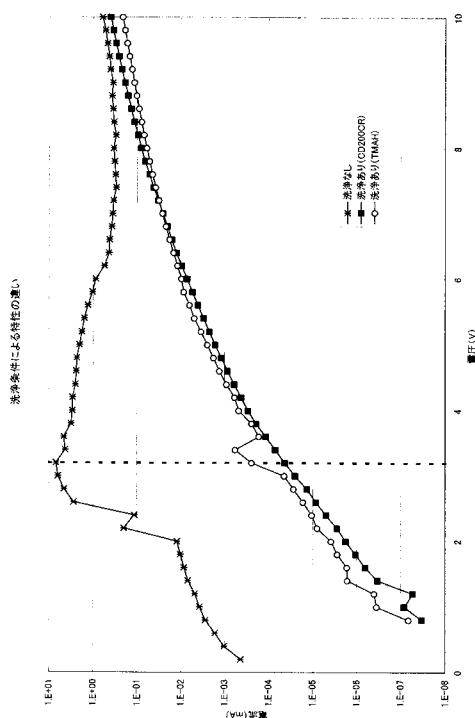
【図1】



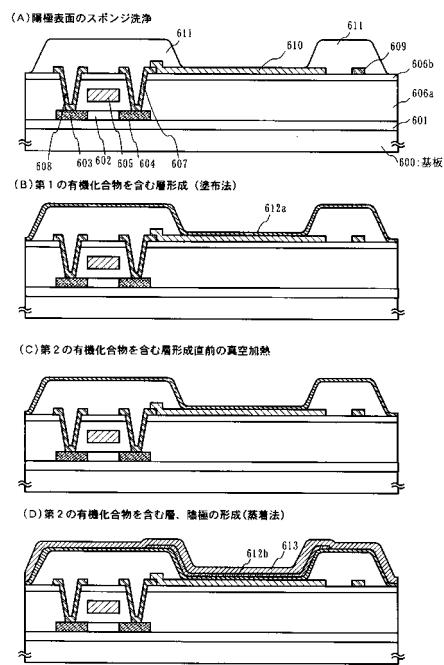
【図4】



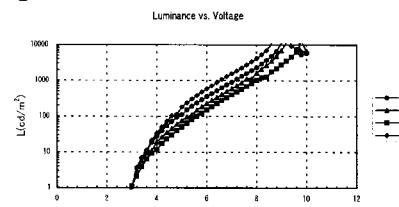
【図5】



【図6】

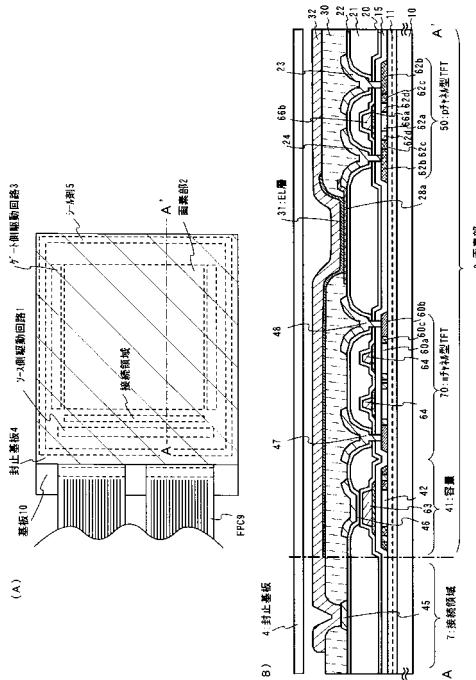


【図7】

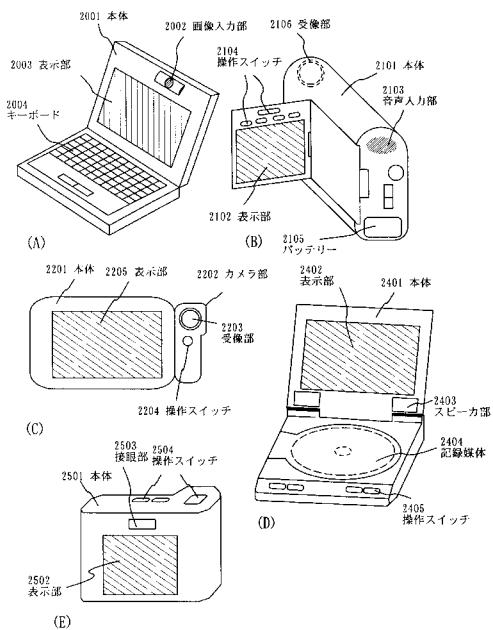


真空ペーク条件		
温度	加熱時間	冷却時間
素子1	170°C	4時間半 30分
素子2	250°C	30分 30分
素子3	270°C	30分 30分
素子4	170°C	30分 30分

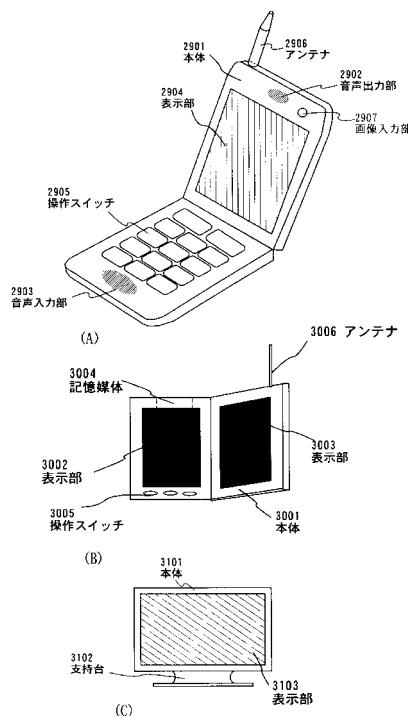
【図8】



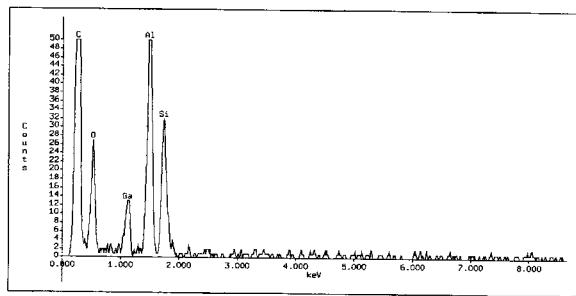
【図9】



【図10】

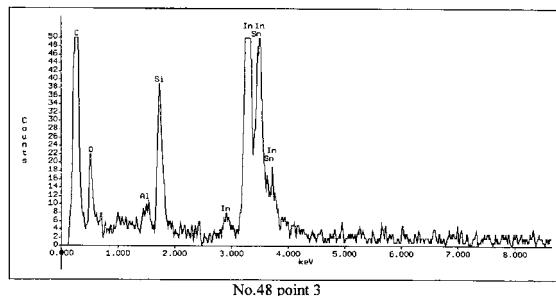


【図14】



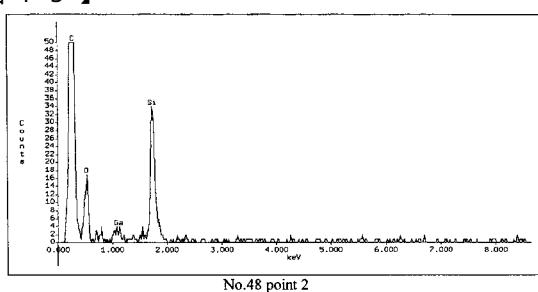
Accelerating Voltage: 200 kV  
Live Time: 30 seconds

【図16】



Accelerating Voltage: 200 kV  
Live Time: 30 seconds

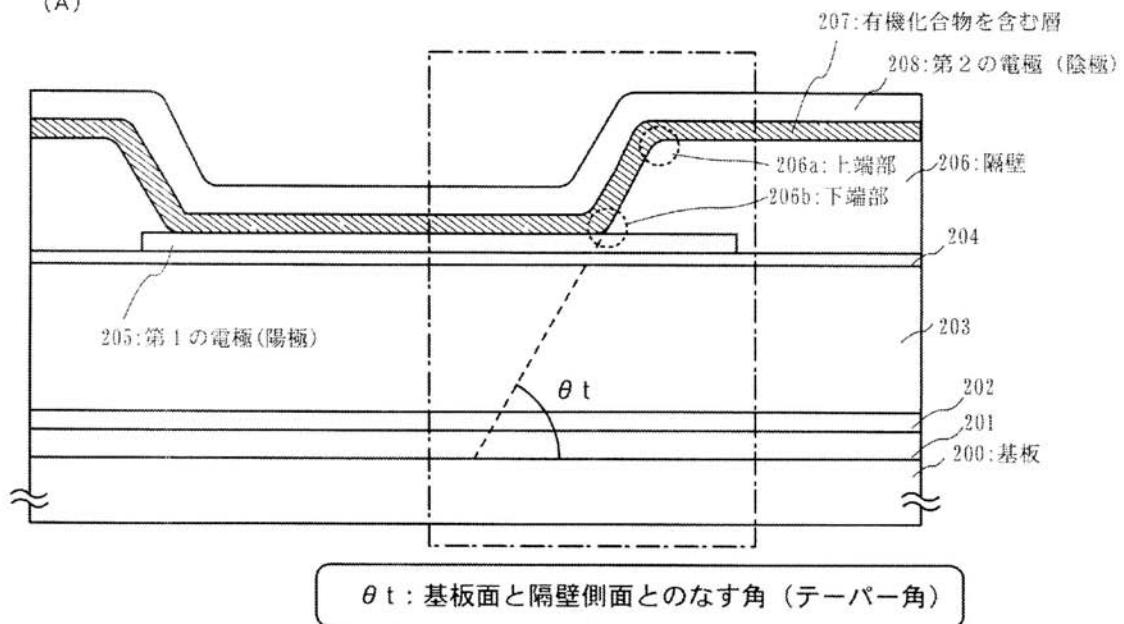
【図15】



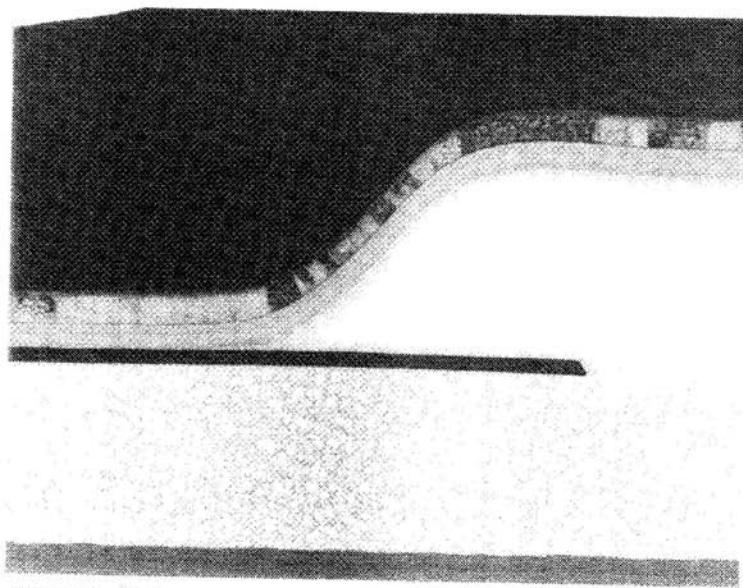
Accelerating Voltage: 200 kV  
Live Time: 30 seconds

【図2】

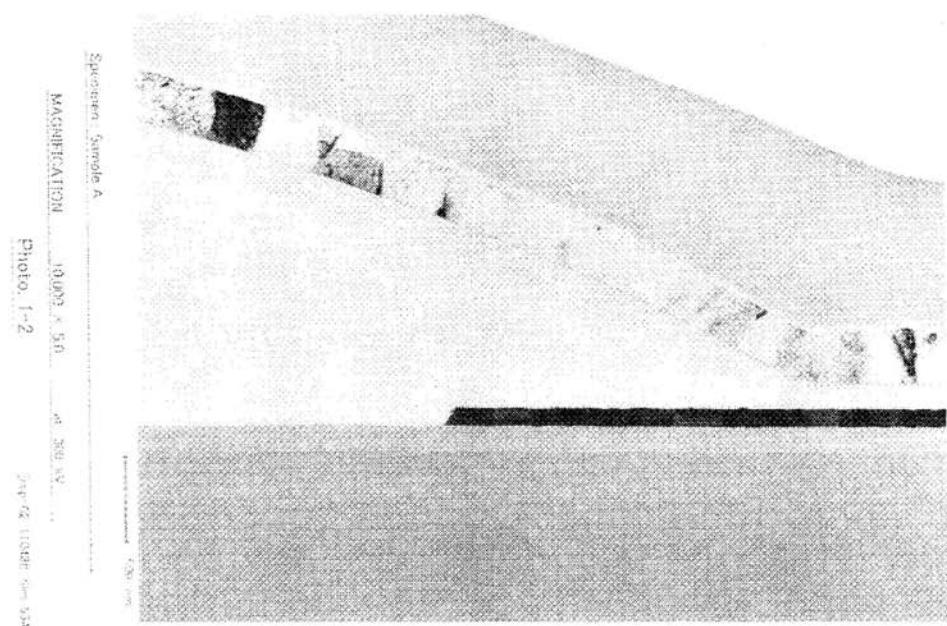
(A)

 $\theta t$ : 基板面と隔壁側面とのなす角 (テーパー角)

(B)

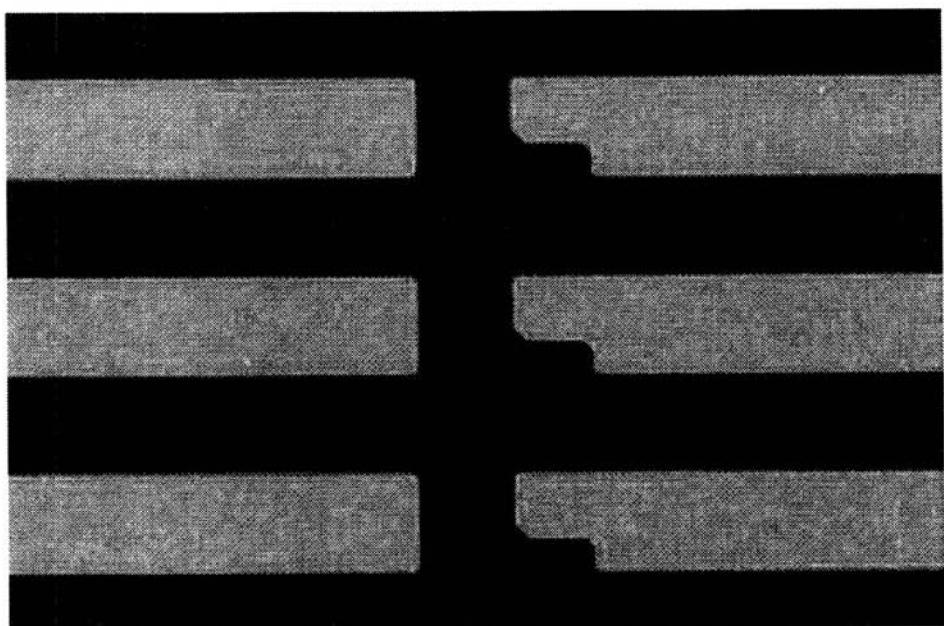


【図3】

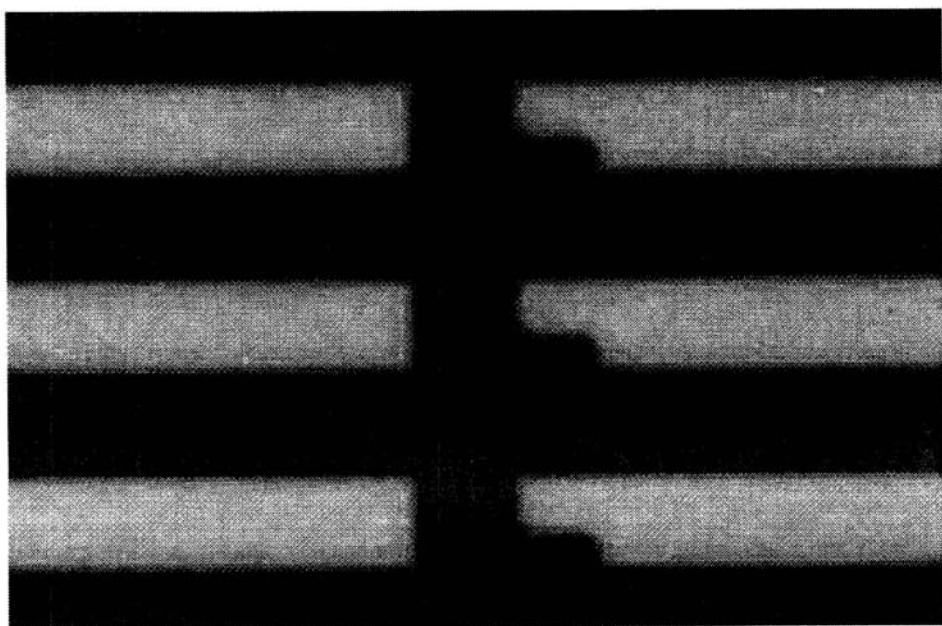


【図11】

(A)

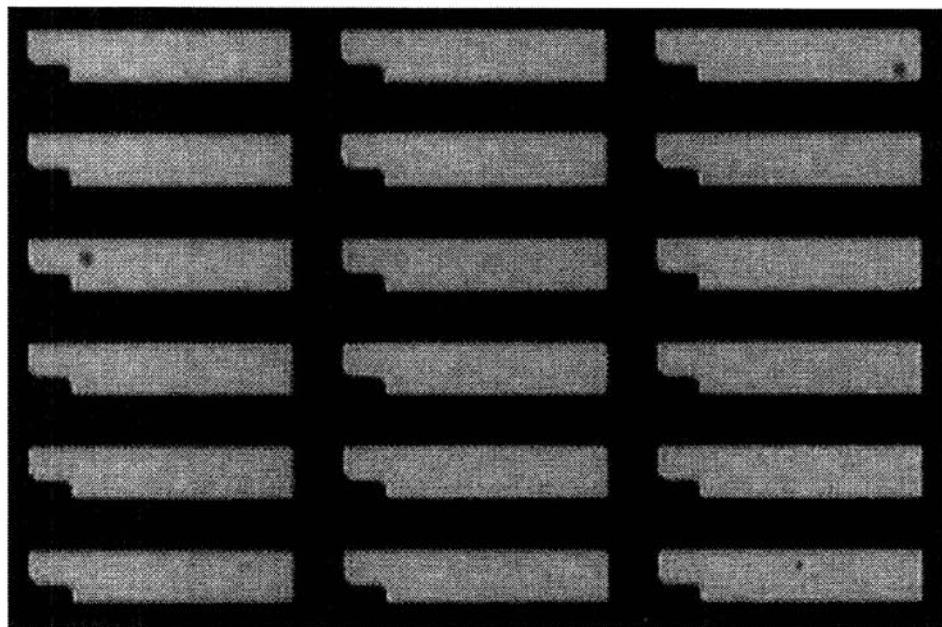


(B)

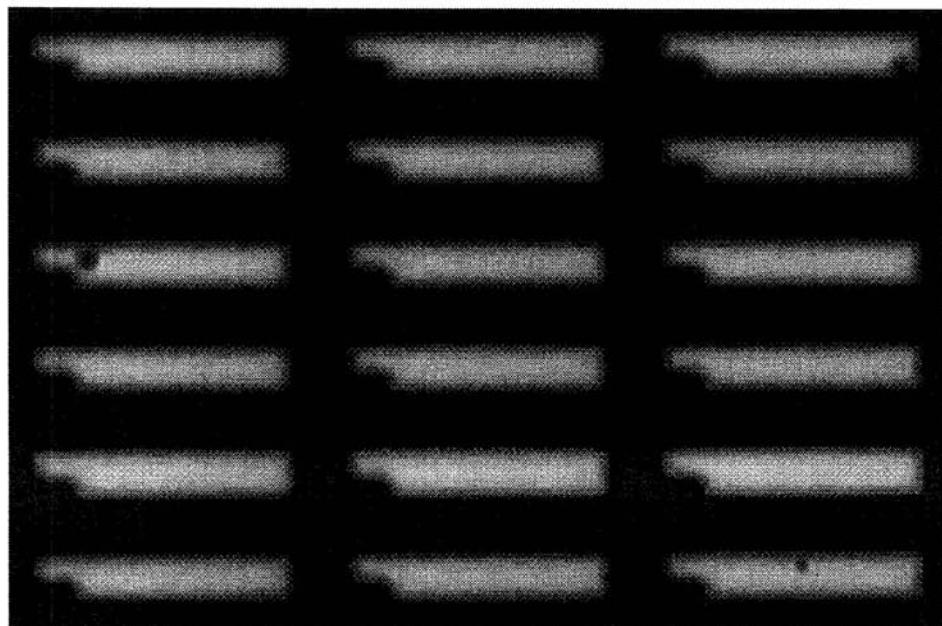


【図12】

(A)



(B)



【図13】

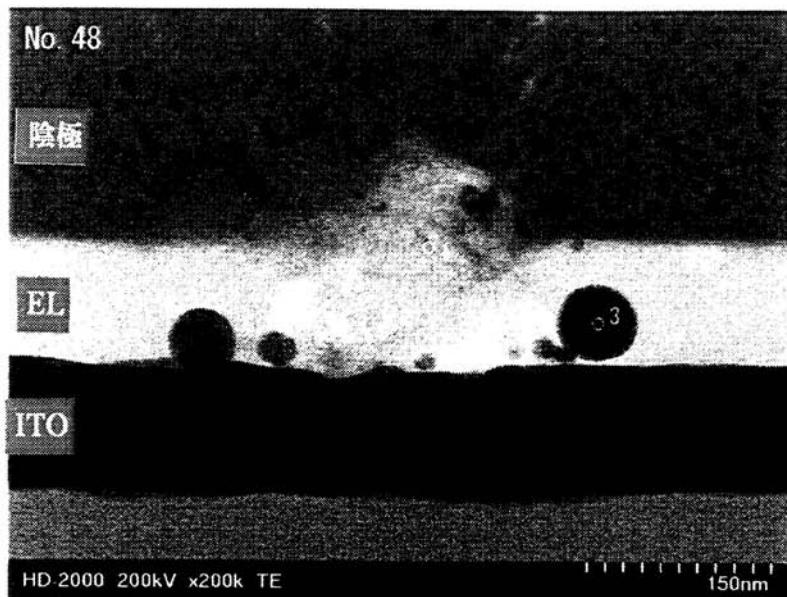


Photo. 2-5

---

フロントページの続き

(72)発明者 宮城 徳子

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 池田 寿雄

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 土屋 薫

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 石垣 歩

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 高橋 正弘

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 松田 憲之

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 大原 宏樹

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

F ターム(参考) 3K007 AB08 AB11 AB12 AB13 AB18 BA06 DB03 EA00 FA03