

(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2008-211191

(P2008-211191A)

(43) 公開日 平成20年9月11日(2008.9.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 27/12 B	3K107
HO 1 L 27/12 (2006.01)	HO 1 L 29/78 627D	5F110
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 21/20	5F152
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 5 B 33/14 A	
HO 1 L 21/20 (2006.01)	HO 5 B 33/10	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 38 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-14407 (P2008-14407)  
 (22) 出願日 平成20年1月25日 (2008.1.25)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-23747 (P2007-23747)  
 (32) 優先日 平成19年2月2日 (2007.2.2)  
 (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 神保 安弘  
 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 伊佐 敏行  
 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 本田 達也  
 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  
 Fターム(参考) 3K107 AA01 AA05 BB01 CC45 EE03  
 GG09 HH05

最終頁に続く

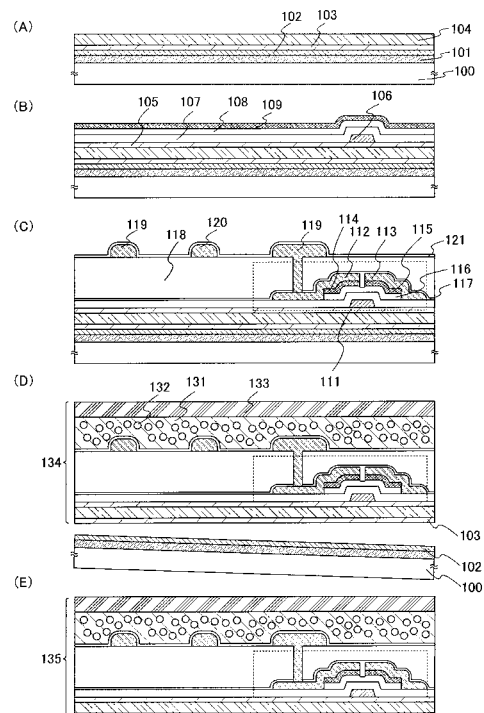
(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 比較的低温(500 未満)のプロセスで作製される素子を基板から剥離し、可撓性を有する半導体装置を作製する方法を提供する。

【解決手段】 既存の大型ガラス基板の製造装置を用いて、ガラス基板上にモリブデン膜及びその表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜及び有機化合物膜を積層し、有機化合物膜上に比較的低温(500 未満)のプロセスで作製される素子を形成した後、その素子をガラス基板から剥離する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上にモリブデン膜を形成し、  
前記モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、  
前記酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、  
前記非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、  
前記有機化合物膜上に非晶質半導体膜を形成し、  
前記非晶質半導体膜を用いて半導体素子を形成した後、前記非金属無機膜、前記有機化合物膜、及び前記半導体素子を含む積層体を前記基板から剥離することを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

**【請求項 2】**

基板上にモリブデン膜を形成し、  
前記モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、  
前記酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、  
前記非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、  
前記有機化合物膜上に有機化合物を有する半導体膜を形成し、  
前記有機化合物を有する半導体膜を用いて半導体素子を形成した後、前記非金属無機膜、前記有機化合物膜、及び前記半導体素子を含む積層体を前記基板から剥離することを特徴とする半導体装置の作製方法。

20

**【請求項 3】**

基板上にモリブデン膜を形成し、  
前記モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、  
前記酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、  
前記非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、  
前記有機化合物膜上に第 1 電極を形成し、  
前記第 1 電極上に発光層を形成し、  
前記発光層上に第 2 電極を形成し、  
前記第 2 の電極上に可撓性基板を貼り付けた後、前記非金属無機膜、前記有機化合物膜、前記第 1 電極、前記発光層、前記第 2 電極、及び可撓性基板を含む積層体を前記基板から剥離することを特徴とする半導体装置の作製方法。

30

**【請求項 4】**

基板上にモリブデン膜を形成し、  
前記モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、  
前記酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、  
前記非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、  
前記有機化合物膜上に印刷法により導電層を印刷した後焼成し、  
前記導電層及び半導体部品を貼り付けた後、前記非金属無機膜、前記有機化合物膜、及び前記導電層を含む積層体、並びに前記半導体部品を前記基板から剥離することを特徴とする半導体装置の作製方法。

40

**【請求項 5】**

基板上にモリブデン膜を形成し、  
前記モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、  
前記酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、  
前記非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、  
前記有機化合物膜上に印刷法により導電層を印刷した後焼成し、  
前記非金属無機膜、前記有機化合物膜、及び前記導電層を含む積層体を前記基板から剥離した後、前記導電層に半導体部品を接続することを特徴とする半導体装置の作製方法。

**【請求項 6】**

請求項 4 または 5 において、前記導電層は、アンテナであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

50

**【請求項 7】**

請求項 1 乃至 6 のいずれか一において、前記有機化合物膜は、180 以上 500 未満の加熱により形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

**【請求項 8】**

請求項 1 乃至 7 のいずれか一において、剥離する前に部分的にレーザ光を照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 乃至 8 のいずれか一において、前記基板は、ガラス基板、セラミックス基板、或いは石英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】**

10

**【技術分野】****【0001】**

本発明は薄膜トランジスタ、発光素子、受動素子等を含む半導体装置の作製方法に関する。また、液晶表示パネルに代表される電気光学装置や発光素子を有する発光表示装置や無線で情報の送受信が可能な IC タグを部品として搭載した電子機器に関する。

**【0002】**

なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで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、IC タグおよび電子機器は全て半導体装置である。

**【背景技術】**

20

**【0003】**

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を構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタは IC 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。

**【0004】**

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。画像表示装置に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薄膜トランジスタを形成することが試みられている。

30

**【0005】**

そこで、ガラス基板上に形成した薄膜トランジスタを含む半導体素子を基板から剥離し、他の基材、例えばプラスチックフィルムなどに転写する技術が提案されている。

**【0006】**

本出願人は、特許文献 1 や特許文献 2 に記載の剥離および転写技術を提案している。特許文献 1 には剥離層となる酸化珪素膜をウェットエッチングで除去して剥離する技術が記載されている。また、特許文献 2 には剥離層となるシリコン膜をドライエッチングで除去して剥離する技術が記載されている。

40

**【0007】**

また、本出願人は特許文献 3 に記載の剥離および転写技術を提案している。特許文献 3 には、基板に金属層（Ti、Al、Ta、W、Mo、Cu、Cr、Nd、Fe、Ni、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir）を形成し、その上に酸化物層を積層形成する際、該金属層の金属酸化物層を金属層と酸化物層との界面に形成し、この金属酸化物層を利用して後の工程で剥離を行う技術が記載されている。

【特許文献 1】特開平 8 - 288522 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 250745 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 174153 号公報

【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、比較的低温（500 未満）のプロセスで作製される素子、代表的には非晶質半導体膜、レーザ結晶化により形成された結晶性半導体膜などを用いた薄膜トランジスタや、有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタや、発光素子や、受動素子（センサ素子、アンテナ、抵抗素子、容量素子など）等をガラス基板から剥離し、可撓性基板（代表的にはプラスチックフィルム）に転写する技術を開示する。

## 【0009】

非晶質半導体膜などを用いた薄膜トランジスタや有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタは、プラスチックフィルム上に直接形成することも可能であるが、プラスチックフィルムは柔らかく丸まりやすいため、取り扱う製造装置も専用の製造装置とする必要がある。

10

## 【0010】

また、非晶質半導体膜などを用いた薄膜トランジスタや有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタをプラスチックフィルム上に直接形成する場合、薄膜トランジスタ製造プロセスの過程で使用される溶剤やエッチングガスに曝されて、プラスチックフィルム自体が変質する恐れがある。また、ZnOを用いた薄膜トランジスタをプラスチックフィルム上に直接形成する場合、スパッタリング法などにより発生するプラズマがプラスチックフィルムに照射されると、プラスチックフィルム自体が変形してしまう。また、薄膜トランジスタ製造プロセスの過程でプラスチックフィルムが水分などを取り込み、または放出することで素子を汚染する恐れもある。また、プラスチックフィルムはガラス基板に比べ耐熱性が低く、熱に対する伸縮も大きいため、製造プロセス中の全ての処理温度を細かく制御することが困難である。

20

## 【0011】

また、プラスチックフィルムを用いた半導体装置の大量生産を行う場合、ロールトゥロール方式で供給される製造装置となることが多い。しかしながら、ロールトゥロール方式の場合、既存の半導体作製装置を使うことができない。また、アライメントの精度が低く、微細な加工が困難である。よって、従来ガラス基板を用いた半導体装置と同等の特性を得る半導体装置を歩留まり高く作製すること困難である。

## 【0012】

そこで、本発明は、比較的低温、代表的には有機化合物が耐えうる温度でのプロセスで作製される素子、代表的には非晶質半導体膜などを用いた薄膜トランジスタや、レーザ結晶化による結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタ、有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタや、発光素子や受動素子（センサ素子、アンテナ、抵抗素子、容量素子など）等を有し、且つ薄型である半導体装置の作製方法を提供する。また、可撓性を有する半導体装置の作製方法を提供する。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

本発明は、ガラス基板上にモリブデン膜（Mo膜）及びその表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜及び有機化合物膜を積層し、有機化合物膜上に比較的低温、代表的には有機化合物膜が耐えうる温度でのプロセスで作製される素子（代表的には、非晶質半導体膜、レーザ結晶化による結晶性半導体膜などを用いた薄膜トランジスタ、有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタ、発光素子や受動素子（センサ素子、アンテナ、抵抗素子、容量素子など）等）を形成した後、その素子をガラス基板から剥離することを特徴としている。モリブデンはタングステンに比べ耐熱性に劣る欠点を有している。例えば、モリブデン膜は500 以上の熱処理を行うと剥離してしまうため、作製プロセス中の温度は500 未満とすることが好ましい。また、酸化モリブデン膜は脆い。本発明では、この脆い特性を有する酸化モリブデン膜の近傍で剥離を行う。代表的には、モリブデン膜、酸化モリブデン膜、及び非金属無機膜の積層構造により、脆い特性を有する酸化モリブデン膜の近傍で剥離を行うことが可能であり、比較的大型の基板を用いても歩留まりよく剥離を行うことができる。

40

50

## 【0014】

また、ガラス基板に設けられた酸化モリブデン膜上に形成した有機化合物を含む素子（発光素子や有機薄膜トランジスタなど）を剥離する際、発光素子や有機薄膜トランジスタなどに含まれる有機化合物層は密着性が弱いため、金属層近傍で剥離するのではなく有機化合物層内もしくは有機化合物層の界面で剥離してしまい、有機化合物を含む素子を破壊する恐れがある。また、印刷法によって形成される材料層も密着性が弱いため、同様に材料層内もしくは層の界面で剥離してしまう恐れがある。しかし、酸化モリブデン膜を用いた本発明の剥離法を用いる場合、酸化モリブデン膜は脆いため、比較的弱い力で剥離を行うことができる。また、剥離のため基板全体の加熱処理やレーザー光の照射なども特に必要でないため、プロセスが簡略になる。

10

## 【0015】

また、モリブデンは、他の金属元素に比べ、蒸気圧が小さく、ガス放出が少ない長所を有している。従って、モリブデン膜上に形成する素子への汚染を最小限に抑えることが可能である。

## 【0016】

なお、ガラス基板上にモリブデン膜を形成するとしているが、ガラス基板に限定されず、石英基板、セラミック基板、半導体基板なども用いることができる。

## 【0017】

本発明は、既存の大型ガラス基板の製造装置を用いて薄膜トランジスタなどの素子を形成した後、剥離することができる。従って、設備コストを大幅に低減することができる。

20

## 【0018】

また、酸化モリブデン膜に接する非金属無機膜と半導体素子との間に、厚さ5 $\mu$ m以上、好ましくは10 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下の厚さの有機化合物膜を形成することで、当該有機化合物膜後に形成される半導体装置の支持部材として機能させることが可能である。また、有機化合物膜を作製する際の加熱処理により、後に行う酸化モリブデン膜近傍での剥離が容易となる。

## 【0019】

本明細書で開示する発明の構成は、半導体素子を可撓性基板上に形成する作製方法であり、基板上にモリブデン膜を形成し、モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、有機化合物膜上に非晶質半導体膜を形成し、当該非晶質半導体膜を用いて半導体素子を形成した後、非金属無機膜、有機化合物膜、及び半導体素子を含む積層体を基板から剥離する。

30

## 【0020】

本発明は可撓性基板上に順次材料層を積層して半導体素子を形成するのではなく、ガラス基板、セラミックス基板、或いは石英基板に形成した非晶質珪素膜を用いて半導体素子を形成した後、ガラス基板、セラミックス基板、或いは石英基板から剥離するものである。なお、半導体素子を介して基板と反対側に可撓性基板を固定した後、基板から半導体素子を剥離してもよい。さらには、素子を2枚の可撓性基板に挟んで固定してもよい。

## 【0021】

また、他の発明の構成は、有機薄膜トランジスタなどの素子を可撓性基板上に形成する作製方法であり、基板上にモリブデン膜を形成し、モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、有機化合物膜上に有機化合物を有する半導体膜を形成し、有機化合物を有する半導体膜を用いて半導体素子を形成した後、非金属無機膜、有機化合物膜、及び半導体素子を含む積層体を基板から剥離する。

40

## 【0022】

また、他の発明の構成は、有機発光素子や無機発光素子などの発光素子を可撓性基板上に形成する作製方法であり、基板上にモリブデン膜を形成し、モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、非金属無機膜上に

50

有機化合物膜を形成し、有機化合物膜上に第1電極を形成し、第1電極上に有機化合物または無機化合物を有する発光層を形成し、発光層上に第2電極を形成し、第2の電極上に可撓性基板を貼り付けた後、非金属無機膜、有機化合物膜、第1電極、発光層、及び第2電極を含む積層体を基板から剥離する。

【0023】

また、他の発明の構成は、アンテナなどの受動素子を可撓性基板上に形成する作製方法であり、基板の上にモリブデン膜を形成し、モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、有機化合物膜上に印刷法により導電層を印刷し、導電層を焼成し、導電層及び半導体部品を貼り付けた後、非金属無機膜、有機化合物膜、及び導電層、及び半導体部品を基板から剥離する。

10

【0024】

また、他の発明の構成は、基板の上にモリブデン膜を形成し、モリブデン膜の表面に酸化モリブデン膜を形成し、酸化モリブデン膜上に非金属無機膜を形成し、非金属無機膜上に有機化合物膜を形成し、有機化合物膜上に印刷法により導電層を印刷し、導電層を焼成し、非金属無機膜、有機化合物膜、及び導電層を含む積層体を基板から剥離した後、導電層に半導体部品を接続する。

【0025】

また、上記各構成において、剥離を助長するための前処理を行ってもよく、例えば、剥離する前に部分的にレーザ光を照射することが好ましい。具体的には、固体レーザ（パルス励起QスイッチNd:YAGレーザ）を用い、基本波の第2高調波（532nm）や第3高調波（355nm）を用い、比較的弱いレーザ光（レーザ光源の照射エネルギーが1mJ～2mJ）を照射すればよい。また、鋭利な部材で切込をいれてもよい。

20

【0026】

また、薄膜トランジスタについては、素子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、トップゲート型薄膜トランジスタや、ボトムゲート型（逆スタガ型）薄膜トランジスタや、順スタガ型薄膜トランジスタを用いることが可能である。また、シングルゲート構造のトランジスタに限定されず、複数のチャンネル形成領域を有するマルチゲート型トランジスタ、例えばダブルゲート型トランジスタとしてもよい。

【0027】

また、本発明により、可撓性を有し、薄型で、大型の表示装置を作製することができ、パッシブマトリクス型の液晶表示装置、パッシブマトリクス型の発光装置に限らず、アクティブマトリクス型の液晶表示装置やアクティブマトリクス型の発光装置も作製することができる。

30

【0028】

なお、本明細書でモリブデン膜とはモリブデンを主成分とする膜を指しており、膜におけるモリブデンの組成比が50%以上であれば特に限定されず、膜の機械強度を増加させるためにCoやSnなどを添加してもよい。また、モリブデン膜の脆さを低減するために膜中に窒素を含ませてもよい。

【0029】

また、可撓性基板とは、フィルム状のプラスチック基板、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリカーボネート（PC）、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリスルホン（PSU）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアリレート（PAR）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）などのプラスチック基板を指している。

40

【発明の効果】

【0030】

本発明により、対角が1mを越える大面積基板を用いても剥離工程をよりスムーズに行うことができる。また、酸化モリブデン膜及び半導体素子の間に有機化合物膜を設けることで、当該有機化合物膜を半導体装置の支持部材として機能させることが可能である。こ

50

のため、半導体装置を支持するための支持基板を必要以上に設けなくともよく、コスト削減が可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。但し、本発明は多くの異なる形態で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

10

【0032】

(実施の形態1)

ここでは液晶表示装置を作製する例を、図1を用いて説明する。

【0033】

基板100上にモリブデン膜101を形成する。基板100としてはガラス基板を用いる。また、モリブデン膜101としては、スパッタリング法により得られる30nm~200nmのモリブデン膜を用いる。なお、スパッタリング法では基板を固定することがあるため、基板の周縁部付近のモリブデン膜の膜厚が不均一になりやすい。そのため、ドライエッチングによって周縁部のモリブデン膜を除去することが好ましい。

20

【0034】

次に、モリブデン膜101上に酸化モリブデン膜102を形成する。酸化モリブデン膜102は、蒸着法により形成することができる。また、モリブデン膜101の表面を酸化させて酸化モリブデン膜102を形成する。酸化モリブデン膜102の形成方法は、純水やオゾン水を用いて表面を酸化して形成してもよいし、酸素プラズマまたは一酸化二窒素プラズマで酸化して形成してもよい。また、酸素を含む雰囲気中で加熱を行って酸化モリブデン膜102を形成してもよい。

【0035】

次に、酸化モリブデン膜102上に非金属無機膜103を形成する。非金属無機膜103は、無機化合物または金属単体を除く単体で形成される膜である。無機化合物としては、金属酸化物、金属窒化物、金属酸化窒化物等がある。代表的には、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、シリコンゲルマニウム、窒化炭素、ITO、酸化スズ等があるが、これに限定されるものではない。また、金属単体を除く単体としては、代表的にはシリコン、ゲルマニウム、炭素等がある。代表的には、アモルファスシリコン、アモルファスゲルマニウム、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)等があるが、これに限定されるものではない。非金属無機膜103は、CVD法、スパッタリング法、蒸着法等で形成することができる。

30

【0036】

なお、非金属無機膜103をスパッタリング法、またはCVD法で形成する場合、非金属無機膜103の原料ガスの一部(例えば、一酸化二窒素または酸素)をチャンバー内に導入してプラズマを発生させてモリブデン膜101の表面に酸化モリブデン膜102を形成した後、他の原料ガスをチャンバー内に供給して、非金属無機膜103を形成してもよい。

40

【0037】

次に、非金属無機膜103上に有機化合物膜104を形成する。有機化合物膜104としては、後のプロセス温度(180以上500以下、好ましくは200以上400以下、更に好ましくは250以上350以下)に耐えうる耐熱温度を有する材料で形成することが好ましい。さらには、曲げに強く、クラックが入りにくい弾性材料であることが好ましい。さらには、透光性を有する材料で形成することが好ましい。有機化合物膜104が透光性を有することで、透過型液晶表示装置を作製することができる。有機化合物膜104は、厚さ5μm以上、好ましくは10μm以上100μm以下の厚さで形成す

50

ることで、後に形成される半導体装置の支持部材として機能させることが可能である。このため、半導体装置を支持するための支持基板を必要以上に設けなくともよい。有機化合物膜104の作製方法は、組成物を非金属無機膜103上に塗布し、180以上500以下、好ましくは200以上400以下、更に好ましくは250以上350以下で焼成する。有機化合物膜104の作製工程における加熱処理により、酸化モリブデンを脆弱化することが可能であり、後に行うモリブデン膜101近傍での剥離が容易となる。有機化合物膜104の代表例としては、ポリイミド、ポリベンゾオキサゾール、シリコーン等がある。ここまでの工程が終了した段階での断面工程図を図1(A)に示す。

#### 【0038】

次に、有機化合物膜104上に無機絶縁膜105を形成してもよい。無機絶縁膜105は、下地絶縁膜として機能し、ガラス基板または有機化合物からの不純物が後に形成される半導体膜に混入するのを抑制するためであり、必要に応じて形成する。無機絶縁膜105としては、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム等を形成することができる。下地絶縁膜として機能する代表的な一例は、無機絶縁膜105が2層構造から成り、プラズマCVD(PCVD)法によりSiH<sub>4</sub>、NH<sub>3</sub>、及びN<sub>2</sub>Oを反応ガスとして成膜される窒化酸化珪素膜を50~100nm、SiH<sub>4</sub>、及びN<sub>2</sub>Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜を100~150nmの厚さに積層形成する構造が採用される。また、無機絶縁膜105として、窒化酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜、窒化珪素膜とを順次積層した3層構造を用いてもよい。

10

#### 【0039】

次に、無機絶縁膜105上に第1の導電膜を成膜し、第1の導電膜上にマスクを形成する。第1の導電膜は、Ta、W、Ti、Al、Cu、Cr、Nd等から選ばれた元素、または元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料の単層、またはこれらの積層で形成する。また、第1の導電膜の形成方法としては、スパッタリング法、蒸着法、CVD法、塗布法等を適宜用いる。次に、マスクを用いて第1の導電膜をエッチングして、ゲート電極106を形成する。

20

#### 【0040】

次に、ゲート電極106上にゲート絶縁膜107を形成する。ゲート絶縁膜107としては、酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜を用いる。また、ゲート絶縁膜107として、シロキサンポリマーを含む組成物を塗布焼成して得られる膜、光硬化性有機樹脂膜、熱硬化性有機樹脂膜などを用いてもよい。

30

#### 【0041】

次に、ゲート絶縁膜107上に非晶質半導体膜108を形成する。非晶質半導体膜108は、シランやゲルマンに代表される半導体材料ガスを用いて気相成長法やスパッタリング法や熱CVD法で作製されるアモルファス半導体膜、或いは微結晶半導体膜で形成する。本実施の形態では、半導体膜として、非晶質半導体膜を用いた例を示す。また、半導体膜として、スパッタリング法やPLD(Pulse Laser Deposition)法で作製されるZnOや亜鉛ガリウムインジウムの酸化物を用いてもよいが、その場合にはゲート絶縁膜をアルミニウムやチタンを含む酸化物とすることが好ましい。

40

#### 【0042】

次に、一導電型の不純物元素を含有する半導体膜109として、n型を付与する不純物元素を含む半導体膜を20~80nmの厚さで形成する。n型を付与する不純物元素を含む半導体膜は、プラズマCVD法やスパッタリング法などの公知の方法で全面に形成する。ここまでの工程が終了した段階での断面工程図を図1(B)に示す。

#### 【0043】

次に、公知のフォトリソ技術を用いて形成したマスクを用いて非晶質半導体膜108及び一導電型の不純物元素を含有する半導体膜109をエッチングして、島状の非晶質半導体層、及び一導電型の不純物元素を含有する半導体層を得る。なお、公知のフォトリソ技術に代えて、液滴吐出法や印刷法(凸版、平板、凹版、スクリーンなど)を用いてマスクを形成し、選択的にエッチングを行ってもよい。

50



## 【0044】

次に、液滴吐出法により導電性材料（Ag（銀）、Au（金）、Cu（銅）、W（タングステン）、Al（アルミニウム）等）を含む組成物を選択的に吐出して、ソース電極及びドレイン電極112、113を形成する。なお、液滴吐出法に代えて、スパッタリング法で金属膜（Ta、W、Ti、Al、Cu、Cr、Ndなど）を形成し、公知のフォトリソ技術を用いたマスクを用いて金属膜をエッチングして、ソース電極及びドレイン電極112、113を形成してもよい。

## 【0045】

次に、ソース電極及びドレイン電極112、113をマスクとして、一導電型を付与する不純物を含む半導体層をエッチングして、一導電型を付与する不純物を含む半導体層114、115を形成する。また、ソース電極及びドレイン電極112、113をマスクとして島状の非晶質半導体層の上部をエッチングして島状の非晶質半導体層116を形成する。島状の非晶質半導体層116の露出させた部分は薄膜トランジスタのチャンネル形成領域として機能する箇所である。

10

## 【0046】

次に、非晶質半導体層116のチャンネル形成領域を不純物汚染から防ぐための保護膜117を形成する。保護膜117としては、スパッタリング法、または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材料を用いる。保護膜を形成した後に水素化処理を行ってもよい。こうして薄膜トランジスタ111が作製される。

## 【0047】

次に、保護膜117上に層間絶縁膜118を形成する。また、層間絶縁膜118は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂等の樹脂材料を用いる。また、ベンゾシクロブテン、パリレン、透過性を有するポリイミドなどの有機材料等を用いることができる。また、層間絶縁膜118としては、酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜を用いることもでき、これらの絶縁膜と上記樹脂材料とを積層してもよい。

20

## 【0048】

次に、公知のフォトリソ技術を用いて形成したマスクを用いて保護膜117及び層間絶縁膜118を選択的に除去してソース電極またはドレイン電極112に達するコンタクトホールを形成する。

30

## 【0049】

次に、液滴吐出法により導電性材料（Ag（銀）、Au（金）、Cu（銅）、W（タングステン）、Al（アルミニウム）等）を含む組成物を選択的に吐出して、ソース電極またはドレイン電極112と電氣的に接続する第1の電極119を形成する。また、第1の電極119と基板面に平行な方向の電場を形成する第2の電極120も液滴吐出法により形成する。なお、第1の電極119と第2の電極120は等間隔で配置することが好ましく、電極の上面形状を櫛歯形状としてもよい。なお、第1の電極119と第2の電極120は、液晶表示装置の画素電極として機能する。

## 【0050】

次に、第1の電極119と第2の電極120を覆う配向膜121を形成する。ここまでの工程が終了した段階での断面工程図を図1（C）に示す。

40

## 【0051】

次に、液晶材料、ここでは高分子分散型液晶を用いて可撓性基板133を基板100に対向するように固定させる。高分子分散型液晶は、液晶と高分子材料の分散状態によって、2つのタイプに大別できる。1つは液晶の小滴が高分子材料に分散し、液晶が不連続であるタイプ（PDLCと呼ばれる）、もう一つは液晶中に高分子材料がネットワークを形成し、液晶が連続しているタイプ（PNLCと呼ばれる）である。なお、本実施の形態において、いずれのタイプを用いてもよいが、ここではPDLCを用いる。本実施の形態では、液晶132を含む高分子材料131が可撓性基板133を固定する。必要であれば高分子材料131を囲むようにシール材を配置してもよい。また、必要であれば、高分子材料

50

131の厚さを制御する間隙材（ビーズスペーサ、カラム状スペーサ、ファイバーなど）を用いてもよい。さらには、高分子分散型液晶の代わりに、公知の液晶材料を用いてもよい。

#### 【0052】

次に、基板100から、非金属無機膜103、有機化合物膜104、薄膜トランジスタ111、及び可撓性基板133を含む積層体134を剥離する。酸化モリブデン膜は脆いため、比較的弱い力で剥離を行うことができる。図1(D)では酸化モリブデン膜102と非金属無機膜103の界面で分離する図を示したが、分離する場所は、薄膜トランジスタが破壊されない領域であればよく、非金属無機膜103から基板100の間であれば、特に限定されない。例えば、モリブデン膜内や酸化モリブデン膜内で分離してもよいし、基板とモリブデン膜の界面や、モリブデン膜と酸化モリブデン膜の界面で分離してもよい。ただし、透過型液晶表示装置を作製する場合には、基板とモリブデン膜の界面で分離してモリブデン膜が非金属無機膜103上に残存した場合には、後でモリブデン膜を除去することが好ましい。また、必要に応じて非金属無機膜103を除去してもよい。

10

#### 【0053】

なお、有機化合物膜104、薄膜トランジスタ111、及び可撓性基板133を含む積層体に複数の液晶表示装置が含まれる場合、当該積層体を分断して、複数の液晶表示装置を切り出してもよい。このような工程により、一度の剥離工程により複数の液晶表示装置を作製することができる。

#### 【0054】

以上の工程で、図1(E)に示すように、アモルファスシリコン薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置135を作製できる。液滴吐出法で形成された導電膜は、密着性が弱い、モリブデン膜を用いた本発明の剥離法を用いる場合、一部の配線に液滴吐出法で形成された導電層を用いても、酸化モリブデン膜近傍（本実施の形態では酸化モリブデン膜102と非金属無機膜103の界面）で剥離できる。本実施の形態の液晶表示装置は、薄型であり可撓性を有する。また、酸化モリブデン膜及び薄膜トランジスタの間に有機化合物膜を設けることで、当該有機化合物膜を液晶表示装置の支持部材として機能させることが可能である。このため、液晶表示装置を支持するための支持基板を必要以上に設けなくともよく、コスト削減が可能である。

20

#### 【0055】

なお、液晶表示装置の機械強度が低い場合には、剥離した面に接着層を用いて可撓性基板を固定してもよい。その場合は、温度変化によらず基板間隔を維持するため、可撓性基板133と同じ熱膨張係数の可撓性基板を用いることが好ましい。

30

#### 【0056】

また、高分子分散型液晶に代えて電子インクを用いて電気泳動ディスプレイを作製してもよい。その場合には、第1の電極119と第2の電極120を形成した後、印刷法により電子インクを塗布した後焼成し、可撓性基板133で固定すればよい。そして基板を剥離してもう一枚の可撓性基板を用いて封止すればよい。

#### 【0057】

(実施の形態2)

ここでは有機薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリクス型の発光装置を作製する例を、図2を用いて説明する。

40

#### 【0058】

実施の形態1と同様に、基板100上にモリブデン膜101を形成し、モリブデン膜101上に、酸化モリブデン膜102を形成し、酸化モリブデン膜102上に非金属無機膜103を形成し、非金属無機膜103上に有機化合物膜104を形成する。ここまでの工程が終了した段階での断面工程図を図2(A)に示す。

#### 【0059】

次に、有機化合物膜104上に無機絶縁膜105を形成してもよい。次に、有機化合物膜104または無機絶縁膜105上に、ゲート電極となる導電層211を形成する。導電層

50

211に用いる材料は、窒化及び/または酸化することで絶縁性を有する金属であれば良く、特にタンタル、ニオブ、アルミニウム、銅、チタンが好ましい。その他、タングステン、クロム、ニッケル、コバルト、マグネシウムなどがある。導電層211の形成方法について特に限定は無く、スパッタリング法や蒸着法などにより成膜した後、エッチングなどの方法により所望の形状に加工すればよい。また、導電物を含む液滴を用いてインクジェット法等により形成してもよい。

#### 【0060】

次に、導電層211を窒化及び/または酸化することで上記金属の窒化物、酸化物もしくは酸化窒化物からなるゲート絶縁膜212を形成する。なお、導電層のうち絶縁化したゲート絶縁膜212以外はゲート電極として機能する。

10

#### 【0061】

次に、ゲート絶縁膜212を覆う半導体層213を形成する。半導体層213を形成する有機半導体材料はキャリア輸送性があり、かつ電界効果によりキャリア密度の変化が起こりうる有機材料であれば、低分子、高分子のいずれも用いることができ、その種類は特に限定されるものではないが、多環芳香族化合物、共役二重結合化合物、金属フタロシアニン錯体、電荷移動錯体、縮合環テトラカルボン酸ジイミド類、オリゴチオフェン類、フラレン類、カーボンナノチューブ、などが挙げられる。例えばポリピロール、ポリチオフェン、ポリ(3アルキルチオフェン)、ポリフェニレンビニレン、ポリ(p-フェニレンビニレン)、ポリアニリン、ポリジアセチレン、ポリアズレン、ポリピレン、ポリカルバゾール、ポリセレノフェン、ポリフラン、ポリ(p-フェニレン)、ポリインドール、ポリピリダジン、ナフタセン、ヘキサセン、ヘプタセン、ピレン、クリセン、ペリレン、コロネン、テリレン、オパレン、クオテリレン、サーカムアントラセン、トリフェノジオキサジン、トリフェノジチアジン、ヘキサセン-6、15-キノン、ポリビニルカルバゾール、ポリフェニレンスルフィド、ポリビニレンスルフィド、ポリビニルピリジン、ナフタレントラカルボン酸ジイミド、アントラセンテトラカルボン酸ジイミド、C60、C70、C76、C78、C84及びこれらの誘導体を用いることができる。また、これらの具体例としては、一般的にP型半導体とされるテトラセン、ペンタセン、セクシチオフェン(6T)、銅フタロシアニン、ビス-(1,2,5-チアジアゾロ)-p-キノビス(1,3-ジチオール)、ルブレン、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)(PTV)、ポリ(3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル)(P3HT)、ポリ(9,9'-ジオクチルフルオレン-co-ピチオフェン)(F8T2)、一般的にN型半導体とされる7,7,8,8'-テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物(PTCDA)、1,4,5,8'-ナフタレントラカルボン酸二無水物(NTCDA)、N,N'-ジオクチル-3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸ジイミド(PTCDI-C8H)、銅ヘキサデカフルオロフタロシアニン(F<sub>16</sub>CuPc)、N,N'-2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-ジ15フッ化ヘキシル-1,4,5,8'-ナフタレントラカルボン酸ジイミド(NTCDI-C8F)、3',4'-ジブチル-5,5''-ビス(ジシアノメチレン)-5,5''-ジヒドロ-2,2':5',2''-テルチオフェン)(DCMT)、メタノフラレン[6,6]-フェニルC<sub>60</sub>、酪酸メチルエステル(PCBM)等がある。なお、有機半導体においてP型やN型の特性はその物質固有のものでは無く、キャリアを注入する電極との関係や注入の際の電界の強度に依存し、どちらになりやすいという傾向はあるもののP型半導体としてもN型半導体としても使用することができる。なお、本実施の形態においては、P型半導体がより好ましい。

20

30

40

#### 【0062】

これらの有機半導体材料は、蒸着法やスピンコート法、液滴吐出法などの方法により成膜することができる。

#### 【0063】

次に、半導体層213の上に密着性や界面の化学安定性を向上させるためバッファ層214を形成する。バッファ層214としては導電性を有する有機材料(電子受容性を示す有

50

機化合物、例えば 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン (TCNQ)、2, 3, 5, 6 - テトラフルオロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン ( $F_4$ -TCNQ) 等)、または有機化合物と金属酸化物の複合材料を用いればよい。なお、バッファ層 214 は必要がなければなくともよい。

#### 【0064】

次に、バッファ層 214 上にソース電極及びドレイン電極 215 を形成する。ソース電極及びドレイン電極 215 に使用する材料は、特に限定されるものではないが、金、白金、アルミニウム、タングステン、チタン、銅、タンタル、ニオブ、クロム、ニッケル、コバルト、マグネシウムなどの金属及びそれらを含む合金を用いることができる。また、ソース電極及びドレイン電極 215 に使用する他の材料としては、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアセチレン、ポリジアセチレンなどの導電性高分子化合物等が挙げられる。なお、ソース電極及びドレイン電極 215 の形成方法は半導体層 213 が分解しないようなものであれば特に限定は無く、スパッタリング法や蒸着法などにより成膜した後、エッチングするなどの方法により所望の形状に加工し作製すればよい。また、導電物を含む液滴を用いてインクジェット法等によってソース電極及びドレイン電極 215 を形成してもよい。以上の工程で有機トランジスタ 227 が作製できる。

10

#### 【0065】

また、半導体層 213 の下面に接して、ポリイミド、ポリアミック酸、ポリビニルフェニールなど有機絶縁材料を成膜しても良い。このような構成により、有機半導体材料の配向をさらに高めるほか、ゲート絶縁膜 212 と半導体層 213 との密着性をさらに向上することができる。

20

#### 【0066】

続いて、有機トランジスタ 227 を用いた発光装置の作製方法について説明する。

#### 【0067】

次に、有機トランジスタ 227 を覆う層間絶縁膜 228 を形成する。次に、層間絶縁膜 228 を選択的にエッチングしてソース電極及びドレイン電極 215 の一方に達するコンタクトホールを形成する。次に、ソース電極及びドレイン電極 215 の一方に電気的に接続する第 1 の電極 210 を形成する。次に、第 1 の電極 210 の端部を覆う隔壁 221 を形成する。隔壁 221 は絶縁材料を用いて形成されており、隣接して複数配置される第 1 の電極 210 の間を絶縁する機能を果たしている。

30

#### 【0068】

次に、第 1 の電極 210 のうち、隔壁 221 と接していない領域上に発光層 222 を形成する。発光層 222 に用いる材料として、有機化合物の単層もしくは積層、或いは無機化合物の単層もしくは積層で用いる場合が多いが、本明細書においては、有機化合物からなる膜の一部に無機化合物を用いる構成も含めることとする。発光素子中の各層については積層法を限定するものではない。積層が可能ならば、真空蒸着法やスピコート法、インクジェット法、ディップコート法など、どの様な手法を選んでも良いものとする。

#### 【0069】

次に、発光層 222 上に第 2 の電極 223 を形成する。第 1 の電極 210 と、第 2 の電極 223 と、発光層 222 とが重なる箇所で発光素子を構成する。なお、この発光素子は、電場を加えることで発生するルミネッセンス (Electro Luminescence) が得られる有機化合物を含む層或いは無機化合物を含む層 (以下、EL 層と記す) と、陽極と、陰極とを有している。特に ZnS:Mn の無機薄膜を用いた無機 EL と、有機蒸着薄膜を用いた有機 EL は明るく、高効率の EL 発光を示しディスプレイへの応用に適している。なお、発光素子の構成について特に限定はない。

40

#### 【0070】

次に、第 2 の電極 223 上に保護膜 224 を形成する。なお、必要でなければ、保護膜 224 はなくともよい。

#### 【0071】

次に、保護膜 224 上に接着層 226 で可撓性基板 225 を固定する。封止を強化するた

50

めに、図示しないが接着層 226 を囲むようにシール材を配置してもよい。ここまでの工程が終了した段階での断面工程図を図 2 ( B ) に示す。

【 0072 】

次に、基板 100 から、非金属無機膜 103、有機化合物膜 104、有機トランジスタ 227、発光素子、及び可撓性基板 225 を含む積層体 229 を剥離する。図 2 ( C ) では酸化モリブデン膜 102 と非金属無機膜 103 の界面で分離する図を示している。なお、剥離した後、必要に応じて非金属無機膜 103 を除去してもよい。

【 0073 】

なお、有機化合物膜 104、有機トランジスタ 227、及び可撓性基板 225 を含む積層体 229 に複数の発光装置が含まれる場合、当該積層体を分断して、複数の発光装置を切り出してもよい。このような工程により、一度の剥離工程により複数の発光装置 230 を作製することができる。

10

【 0074 】

以上の工程で有機トランジスタを用いたアクティブマトリクス型の発光装置 230 を作製できる。例えば、蒸着法で形成された発光層は密着性が弱い、酸化モリブデン膜近傍を用いた本発明の剥離法を用いる場合、蒸着法で形成された発光層を用いても、酸化モリブデン膜近傍（本実施の形態では酸化モリブデン膜 102 と非金属無機膜 103 の界面）で剥離できる。本実施の形態の発光装置は、薄型であり可撓性を有する。また、酸化モリブデン膜及び薄膜トランジスタの間に有機化合物膜を設けることで、当該有機化合物膜を発光装置の支持部材として機能させることが可能である。このため、発光装置を支持するための支持基板を必要以上に設けなくともよく、コスト削減が可能である。

20

【 0075 】

また、図 2 ( C ) に示した有機トランジスタ 227 の構造に限定されず、図 15 ( A )、または図 15 ( B ) に示す構造としてもよい。

【 0076 】

図 15 ( A ) はボトムコンタクト型構造と呼ばれる構造である。なお、図 2 と共通の部分には同じ符号を用いる。ボトムコンタクト型構造を用いた場合、ソース配線及びドレイン配線の微細加工を施すためにフォトリソグラフィなどの工程を容易に用いることができる。そのため、有機トランジスタの構造はその長所、短所に合わせて適宜選択すれば良い。

【 0077 】

基板 100 上には、モリブデン膜 101、酸化モリブデン膜 102、非金属無機膜 103、有機化合物膜 104、及び無機絶縁膜 105 を積層する。無機絶縁膜 105 にゲート電極 251 を形成する。ゲート電極 251 に用いる材料は、特に限定は無く、たとえば、金、白金、アルミニウム、タングステン、チタン、銅、モリブデン、タンタル、ニオブ、クロム、ニッケル、コバルト、マグネシウムなどの金属及びそれらを含む合金、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアセチレン、ポリジアセチレン、不純物をドーブしたポリシリコンなどの導電性高分子化合物等が挙げられる。ゲート電極 251 の形成方法は特に限定は無く、スパッタリング法や蒸着法などにより成膜した後、エッチングするなどの方法により所望の形状に加工し作製すればよい。また、導電物を含む液滴を用いてインクジェット法等により形成してもよい。

30

40

【 0078 】

次に、ゲート電極 251 を覆うゲート絶縁膜 252 を形成する。ゲート絶縁膜 252 は、酸化珪素、窒化珪素、酸窒化珪素などの無機絶縁材料を用いる。なお、これらのゲート絶縁膜 252 はディップ法、スピンコート法、液滴吐出法などの塗布法や、CVD法、スパッタリング法などの方法によって成膜することができる。このゲート絶縁膜 252 に対し、高密度プラズマを用いて窒化及び/または酸化処理を行ってもよい。高密度プラズマ窒化を行うことで、より高い濃度の窒素を含有する窒化珪素膜を得ることも可能である。高密度プラズマは、高い周波数のマイクロ波、たとえば 2.45 GHz を使うことによって生成される。このような高密度プラズマを用い、酸素（もしくは酸素を含むガス）や窒素（もしくは窒素を含むガス）などをプラズマ励起によって活性化し、これらを絶縁膜と

50

反応させる。低電子温度が特徴である高密度プラズマは、活性種の運動エネルギーが低い  
ため、従来のプラズマ処理に比べプラズマダメージが少なく欠陥が少ない膜を形成する  
ことができる。また、高密度プラズマを用いると、ゲート絶縁膜 2 5 2 の表面の粗さが小さ  
くできるため、キャリア移動度を大きくすることができる。さらに、ゲート絶縁膜 2 5 2  
上に形成される半導体層を構成する有機半導体材料の配向がそろいやすくなる。

【 0 0 7 9 】

次に、ゲート絶縁膜 2 5 2 上にソース電極及びドレイン電極 2 1 5 を形成する。次に、  
ソース電極及びドレイン電極 2 1 5 の間に半導体層 2 1 3 を形成する。半導体層 2 1 3 は  
、上述した図 2 ( B ) に示した半導体層 2 1 3 と同じ材料を用いることができる。

【 0 0 8 0 】

また、図 1 5 ( B ) の構造について説明する。図 1 5 ( B ) はトップゲート型構造と呼ば  
れる構造である。

【 0 0 8 1 】

基板 1 0 0 上には、モリブデン膜 1 0 1、酸化モリブデン膜 1 0 2、非金属無機膜 1 0 3  
、有機化合物膜 1 0 4、及び無機絶縁膜 1 0 5 を積層する。無機絶縁膜 1 0 5 上にソース  
電極及びドレイン電極 4 1 4、4 1 5 を形成する。次に、ソース電極及びドレイン電極 4  
1 4、4 1 5 の間に半導体層 4 1 3 を形成する。次に、半導体層 4 1 3 とソース電極及び  
ドレイン電極 4 1 4、4 1 5 とを覆うゲート絶縁膜 4 4 2 を形成する。次に、ゲート絶縁  
膜 4 4 2 上にゲート電極 4 4 1 を形成する。ゲート電極 4 4 1 は、ゲート絶縁膜 4 4 2 を  
介して半導体層 4 1 3 と重なる。

【 0 0 8 2 】

このように様々な有機トランジスタの構造としても、本発明により、剥離を行うことが  
できる。例えば、塗布法で形成された半導体層は、密着性が弱い、酸化モリブデン膜近  
傍を用いた本発明の剥離法を用いる場合、塗布法で形成された半導体層を用いても、モリ  
ブデン膜近傍（本実施の形態では酸化モリブデン膜 1 0 2 と非金属無機膜 1 0 3 の界面）  
で剥離できる。

【 0 0 8 3 】

また、有機トランジスタに代えて、スパッタリング法や P L D 法で作製される Z n O や垂  
鉛ガリウムインジウムの酸化物を半導体層に用いたトランジスタを用いることもできる。  
その場合、図 1 5 ( A ) や図 1 5 ( B ) の構造を適用することができる。また、Z n O や  
垂鉛ガリウムインジウムの酸化物を半導体層に用いる場合にはゲート絶縁膜をアルミニウ  
ムやチタンを含む酸化物とすることが好ましい。このようにプラズマが基板に照射される  
プロセスを有するトランジスタを形成する際にも本発明は有用であり、プラズマに耐えう  
る基板上にトランジスタを形成した後、プラズマへの耐久性の低い可撓性基板を貼り付け  
、剥離することで発光装置を作製することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、発光装置の機械強度が低い場合には、剥離した面に接着層用いて可撓性基板を固定  
してもよい。その場合は、温度変化によらず基板間隔を維持するため、可撓性基板 2 2 5  
と同じ熱膨張係数の可撓性基板を用いることが好ましい。

【 0 0 8 5 】

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。例えば、実施  
の形態 1 に示したアモルファス薄膜トランジスタに代えて実施の形態 2 に示した有機トラ  
ンジスタを用いて液晶表示装置を作製することができる。また、実施の形態 2 に示した有  
機トランジスタに代えて実施の形態 1 に示したアモルファス薄膜トランジスタを用いて発  
光装置を作製することもできる。

【 0 0 8 6 】

( 実施の形態 3 )

ここでは可撓性基板にパッシブマトリクス型の発光装置を作製する例を図 5 乃至図 9 を  
用いて説明する。

【 0 0 8 7 】

パッシブマトリクス型（単純マトリクス型）発光装置は、ストライプ状（帯状）に並列された複数の陽極と、ストライプ状に並列された複数の陰極とが互いに直交するように設けられており、その交差部に発光層或いは蛍光層が挟まれた構造となっている。従って、選択された（電圧が印加された）陽極と選択された陰極との交点にあたる画素が点灯することになる。

#### 【0088】

図5（A）は、発光素子の第2の電極516に可撓性基板を貼り付ける前における画素部の上面図を示す図であり、図5（A）中の鎖線A-A'で切断した断面図が図5（B）であり、鎖線B-B'で切断した断面図が図5（C）である。

#### 【0089】

基板100上には、実施の形態2と同様に、モリブデン膜101、酸化モリブデン膜102、非金属無機膜103、有機化合物膜104、及び無機絶縁膜105を積層する。無機絶縁膜105上には、ストライプ状に複数の第1の電極513が等間隔で配置されている。また、第1の電極513上には、各画素に対応する開口部を有する隔壁514が設けられ、開口部を有する隔壁514は絶縁材料（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SOG膜（例えば、アルキル基を含むSiO<sub>x</sub>膜））で構成されている。なお、各画素に対応する開口部が発光領域521となる。

#### 【0090】

開口部を有する隔壁514上に、第1の電極513と交差する互いに平行な複数の逆テーパ状の隔壁522が設けられる。逆テーパ状の隔壁522はフォトリソグラフィ法に従い、未露光部分がパターンとしてポジ型感光性樹脂を用い、パターンの下部がより多くエッチングされるように露光量または現像時間を調節することによって形成する。

#### 【0091】

また、平行な複数の逆テーパ状の隔壁522を形成した直後における斜視図を図6に示す。

#### 【0092】

逆テーパ状の隔壁522の高さは、発光層を含む積層膜及び導電膜の膜厚より大きく設定する。図6に示す構成を有する基板に対して発光層を含む積層膜と、導電膜とを積層形成すると、図5に示すように電氣的に独立した複数の領域に分離され、発光層を含む積層膜515R、515G、515Bと、第2の電極516とが形成される。第2の電極516は、第1の電極513と交差する方向に伸長する互いに平行なストライプ状の電極である。なお、逆テーパ状の隔壁522上にも発光層を含む積層膜及び導電膜が形成されるが、発光層を含む積層膜515R、515G、515B、及び第2の電極516とは分断されている。

#### 【0093】

ここでは、発光層を含む積層膜515R、515G、515Bを選択的に形成し、3種類（R、G、B）の発光が得られるフルカラー表示可能な発光装置を形成する例を示している。発光層を含む積層膜515R、515G、515Bはそれぞれ互いに平行なストライプパターンで形成されている。

#### 【0094】

また、全面に同じ発光色を発光する発光層を含む積層膜を形成し、単色の発光素子を設けてもよく、モノクロ表示可能な発光装置、或いはエリアカラー表示可能な発光装置としてもよい。また、白色発光が得られる発光装置と、カラーフィルタと組み合わせることによってフルカラー表示可能な発光装置としてもよい。

#### 【0095】

次に、FPCなどを実装した発光モジュールの上面図を図7に示す。

#### 【0096】

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、例えばFPC（Flexible

10

20

30

40

50

le 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。

【0097】

図7に示すように画像表示を構成する画素部は、走査線群とデータ線群が互いに直交するように交差している。

【0098】

図5における第1の電極513が図7の走査線602に相当し、第2の電極516がデータ線603に相当し、逆テーパ状の隔壁522が隔壁604に相当する。データ線603と走査線602の間には発光層が挟まれており、領域605で示される交差部が画素1つ分となる。

10

【0099】

なお、データ線603は配線端で、導電層829、830で形成される接続配線608と電気的に接続され、接続配線608が入力端子607を介してFPC609bに接続される。また、走査線602は入力端子606を介してFPC609aに接続される。

【0100】

次に、接着層を用いて可撓性基板を固定する。

【0101】

次に、基板100から発光素子を剥離する。なお、剥離した後、必要に応じて非金属無機膜103を除去してもよい。

20

【0102】

また、必要であれば、発光素子の射出面に偏光板、又は円偏光板(楕円偏光板を含む)、位相差板( /4板、 /2板)、カラーフィルタなどの光学フィルムを適宜設けてもよい。また、偏光板又は円偏光板に反射防止膜を設けて映りこみを低減することができる。また、表面の凹凸により反射光を拡散し、ぎらつきを低減できるアンチグレア処理を施すことができる。

【0103】

以上の工程でフレキシブルなパッシブマトリクス型の発光装置を作製できる。FPCを実装する際には熱圧着を行うため、硬い基板上で行うことが好ましい。本発明により、FPCを実装した後に剥離を行うことで、可撓性を有し、薄型の発光装置を作製することができる。

30

【0104】

また、図7では、駆動回路を基板上に設けていない例を示したが、以下に駆動回路を有するICチップを実装させた発光モジュールの作製方法の一例を、図8を用いて説明する。

【0105】

まず、基板100上に、実施の形態1と同様に、モリブデン膜、酸化モリブデン膜、絶縁膜を積層する。この絶縁膜上に、下層は反射性を有する金属膜、上層は透明な酸化物導電膜とした積層構造を有する走査線602(陽極としても機能する)を形成する。同時に接続配線608、709a、709b、および入力端子も形成する。

40

【0106】

次に、各画素に対応する開口部を有する隔壁を設ける。次に、開口部を有する隔壁(図示しない。)上に、走査線602と交差する互いに平行な複数の逆テーパ状の隔壁604を設ける。以上に示す工程を終えた段階での上面図を図8(A)に示す。

【0107】

次に、発光層を含む積層膜と、透明導電膜とを積層形成すると、図8(B)に示すように電気的に独立した複数の領域に分離され、発光層を含む積層膜と、透明導電膜からなるデータ線603とが形成される。透明導電膜からなるデータ線603は、走査線602と交差する方向に伸長する互いに平行なストライプ状の電極である。

50



## 【0108】

次に、画素部の周辺（外側）の領域に、画素部へ各信号を伝送する駆動回路が形成された走査線側IC706、データ線側IC707をCOG方式によりそれぞれ実装する。COG方式以外の実装技術としてTCPやワイヤボンディング方式を用いて実装してもよい。TCPはTABテープにICを実装したものであり、TABテープを素子形成基板上の配線に接続してICを実装する。走査線側IC706、およびデータ線側IC707は、シリコン基板を用いたものであってもよいし、ガラス基板、石英基板もしくはプラスチック基板上に薄膜トランジスタで駆動回路を形成したものであってもよい。また、片側に一つのICを設けた例を示しているが、片側に複数個に分割して設けても構わない。

## 【0109】

なお、データ線603は配線端で接続配線608と電氣的に接続され、接続配線608がデータ線側IC707と接続される。これはデータ線側IC707を逆テーパ状の隔壁604上に設けることが困難だからである。

## 【0110】

以上のような構成で設けられた走査線側IC706は接続配線709aを介してFPC711aに接続される。また、データ線側IC707は接続配線709bを介してFPC711bに接続される。

## 【0111】

さらに、ICチップ712（メモリチップ、CPUチップ、電源回路チップなど）を実装して集積化を図っている。

## 【0112】

次に、ICチップ712を覆うように、接着層を用いて可撓性基板を固定する。

## 【0113】

次に、基板100から発光素子を剥離する。なお、剥離した後、必要に応じて非金属無機膜103を除去してもよい。このときの図8（B）の鎖線C-Dで切断した断面構造の一例を図9に示す。

## 【0114】

走査線602は2層の積層構造であり、下層812は反射性を有する金属膜であり、上層813は透明な酸化物導電膜である。上層813は仕事関数の高い導電膜を用いることが好ましく、インジウム錫酸化物（ITO）の他、例えば、Si元素を含むインジウム錫酸化物や酸化インジウムに酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZO（Indium Zinc Oxide）などの透明導電材料、もしくはこれらを組み合わせた化合物を含む膜を用いることができる。また、下層812は、Ag膜、Al膜、またはAl合金膜を用いる。

## 【0115】

隣り合う走査線同士を絶縁化するための隔壁514は樹脂で形成されており、隔壁で囲まれた領域が発光領域と対応して同一面積になっている。

## 【0116】

データ線603（陰極）は、走査線602（陽極）と交差するように形成されている。データ線603（陰極）は、ITOや、Si元素を含むインジウム錫酸化物や、酸化インジウムに酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZOなどの透明導電膜を用いる。本実施の形態では、発光が可撓性基板820を通過する上方射出型の発光装置の例であるのでデータ線603は透明であることが重要である。

## 【0117】

また、発光層を有する積層膜815を挟んで走査線とデータ線の交点に位置する発光素子を複数配置した画素部、端子部、及び周辺部には、接着層817で可撓性基板820が貼り付けられる。接着層817としては、紫外線硬化樹脂、熱硬化樹脂、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、PVC（ポリビニルクロライド）、PVB（ポリビニルブチラル）またはEVA（エチレンビニルアセテート）を用いることが可能である。

## 【0118】

10

20

30

40

50

端子部には接続配線 709b が形成され、この部分で外部回路と接続する FPC711b (フレキシブルプリント配線板) を貼り合わせる。接続配線 709b は、反射性を有する金属膜 827 と、透明な酸化物導電膜 826 と、第 2 の電極から延在した酸化導電膜との積層で構成しているが、特に限定されない。

#### 【0119】

FPC711b を実装する方法は異方導電性材料もしくはメタルバンプを用いた接続方法またはワイヤボンディング方式を採用することができる。図 9 では異方性導電接着材 831 を用いて接続を行っている。

#### 【0120】

また、画素部の周辺には、画素部へ各信号を伝送する駆動回路が形成されたデータ線側 IC707 を異方導電性材料 824、825 により電氣的に接続している。また、カラー表示に対応した画素部を形成するためには、XGA クラスでデータ線の本数が 3072 本であり走査線側が 768 本必要となる。このような数で形成されたデータ線及び走査線は画素部の端部で数ブロック毎に区分して引出線を形成し、IC の出力端子のピッチに合わせて集める。

#### 【0121】

以上の工程で外側に非金属無機膜 103 が形成された有機化合物膜 104 と可撓性基板 820 で封止され、IC チップが実装された発光モジュールを作製できる。IC チップを実装する際には熱圧着を行うため、硬い基板上で行うことが好ましく、本発明により、IC チップを実装した後に剥離を行って、発光装置を作製することができる。

#### 【0122】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、無線チップとして機能する半導体装置を作製する形態を示す。本実施の形態で示す半導体装置は、非接触でデータの読み出しと書き込みが可能であることを特徴としており、データの伝送形式は、一対のコイルを対向に配置して相互誘導によって交信する電磁結合方式、誘導電磁界によって交信する電磁誘導方式、電波を利用して交信する電波方式の 3 つに大別されるが、いずれの方式を用いてもよい。

#### 【0123】

また、データの伝送に用いるアンテナは 2 通りの設け方があり、1 つは複数の素子および記憶素子が設けられた半導体部品 (以下、素子基板と示す。) に端子部を設け、別の基板に設けられたアンテナを当該端子部に接続して設ける場合、もう 1 つは、複数の半導体素子、受動素子等が設けられた素子基板上にアンテナを作りこむ場合がある。

#### 【0124】

別の基板に設けられたアンテナを素子基板の端子部に接続して、アンテナを設ける場合の作製方法を以下に示す。

#### 【0125】

まず、実施の形態 1 と同様に、図 10 (A) に示すように、基板 100 上にモリブデン膜 101 を形成し、モリブデン膜 101 上に酸化モリブデン膜 102 を形成し、酸化モリブデン膜 102 上に非金属無機膜 103 を形成し、非金属無機膜 103 上に有機化合物膜 104 を形成する。なお、必要であれば、実施の形態 1 に示すように、有機化合物膜 104 上に無機絶縁膜 105 を形成してもよい。

#### 【0126】

次に、図 10 (B) に示すように、有機化合物膜 104 上にアンテナとして機能する導電層 904 を形成する。アンテナとして機能する導電層 904 は、金、銀、銅等の導電体を有する液滴やペーストを液滴吐出法 (インクジェット法、ディスペンス法など) により吐出し、乾燥焼成して形成する。液滴吐出法によりアンテナとして機能する導電層 904 を形成することで、工程数の削減が可能であり、それに伴うコスト削減が可能である。また、スクリーン印刷法を用いて導電層 904 を形成してもよい。スクリーン印刷法を用いる場合、アンテナとして機能する導電層 904 の材料としては、粒径が数 nm から数十  $\mu$ m の導電体粒子を有機樹脂に溶解または分散させた導電性のペーストを選択的に印刷する。

10

20

30

40

50

導電体粒子としては、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、タンタル（Ta）、モリブデン（Mo）およびチタン（Ti）等のいずれか一つ以上の金属粒子やハロゲン化銀の微粒子、または分散性ナノ粒子を用いることができる。また、導電性ペーストに含まれる有機樹脂は、金属粒子のバインダー、溶媒、分散剤および被覆材として機能する有機樹脂から選ばれた一つまたは複数を用いることができる。代表的には、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の有機樹脂が挙げられる。また、導電層904の形成にあたり、導電性のペーストを押し出した後に焼成することが好ましい。また、はんだや鉛フリーのはんだを主成分とする微粒子を用いてもよく、この場合は粒径20μm以下の微粒子を用いることが好ましい。はんだや鉛フリーのはんだは、低コストであるといった利点を有している。また、上述した材料以外にも、セラミックやフェライト等をアンテナに適用してもよい。

10

**【0127】**

スクリーン印刷法や液滴吐出法を用いてアンテナを作製する場合、所望の形状に形成した後、焼成を行う。この焼成温度は、200～300である。200未満でも焼成は可能であるが、200未満の場合、アンテナの導電性が確保できないばかりかアンテナの通信距離までも短くなってしまう恐れがある。これらの点を考慮するとアンテナは、別の基板、即ち耐熱性を有する基板上に形成した後、剥離して素子基板と接続することが好ましい。

**【0128】**

また、アンテナは、スクリーン印刷法の他にもグラビア印刷等を用いてもよいし、メッキ法等を用いて、導電性材料により形成することができる。

20

**【0129】**

次に、図10（C）に示すように剥離を行って、基板100から、非金属無機膜103を分離する。本発明の酸化モリブデン膜を用いた剥離方法は比較的弱い力を加えるだけで剥離を行うことができるため、歩留まりが向上する。また、本発明の酸化モリブデン膜近傍を用いた剥離方法は、500以上の熱処理を必要とせず、比較的弱い力を加えるだけなので、剥離の際に有機化合物膜104の変形が抑えられ、導電層904へのダメージも少なくすることができる。なお、剥離工程の後、必要に応じて非金属無機膜103を除去してもよい。

**【0130】**

次に、図10（D）に示すように有機化合物膜104において導電層904が設けられている面に素子基板907を配置する。異方性導電材料を用いて圧着することで素子基板の端子部と導電層904との電気的な導通をとる。

30

**【0131】**

なお、図10においては、基板100から導電層904を含む積層体を剥離した後、導電層904と素子基板907とを接続したが、その代わりに、導電層904を焼成し、導電層904に素子基板907を接続した後、基板100から導電層904を含む積層体を剥離しても良い。

**【0132】**

また、導電層904を含む積層体に複数のアンテナとして機能する導電層が形成される場合、当該積層体を分断し、アンテナとして機能する導電層904を有する複数の積層体を形成した後、当該導電層904に素子基板を接続してもよい。

40

**【0133】**

また、図10（D）では有機化合物膜104に比較して小さい面積の素子基板907を設けた例を示したが、特に限定されず、有機化合物膜104とほぼ同じ面積の素子基板を設けてもよいし、有機化合物膜104よりも大きな面積の素子基板を設けてもよい。

**【0134】**

以上の工程により、ICタグとして機能する半導体装置が完成する。上記半導体装置は、薄型であり可撓性を有する。また、酸化モリブデン膜及びアンテナとして機能する導電層の間に有機化合物膜を設けることで、当該有機化合物膜を半導体装置の支持部材として機

50

能させることが可能である。このため、半導体装置を支持するための支持基板を必要以上に設けなくともよく、コスト削減が可能である。

【0135】

なお、最後に、保護のため、素子基板907を覆うように、有機化合物膜104と、もう一枚の可撓性基板を貼り付けてもよい。

【0136】

次に、素子および記憶素子が設けられた素子基板上にアンテナを形成して、無線チップとして機能する半導体装置を作製する方法について、図3を用いて説明する。

【0137】

実施の形態1と同様に、図3(A)に示すように、基板100上にモリブデン膜101を形成し、モリブデン膜101上に、酸化モリブデン膜102を形成し、酸化モリブデン膜102上に非金属無機膜103を形成し、非金属無機膜103上に有機化合物膜104を形成し、有機化合物膜104上に無機絶縁膜105を形成する。

10

【0138】

次に、無機絶縁膜105上に非晶質半導体膜を形成する。非晶質半導体膜は実施の形態1に示す非晶質半導体膜108と同様に形成する。ここでは、プラズマCVD法により、厚さ10nm以上100nm以下、好ましくは20nm以上80nm以下の非晶質珪素膜を形成する。

【0139】

次に、非晶質半導体膜にレーザービーム302を走査して、結晶性半導体膜を形成する。図3(A)においては、非晶質半導体膜301にレーザービームを走査するレーザーアニール法により結晶性半導体膜303を形成する例を示している。

20

【0140】

結晶化をレーザーアニール法にて行う場合には、パルス発振型または連続発光型のレーザーを用いることができる。また、レーザー波長は、半導体膜に効率よくレーザービームが吸収されるように可視～紫外領域(800nm以下)、好ましくは紫外領域(400nm以下)とする。レーザー発振器としては、KrF、ArF、XeCl、XeF等のエキシマレーザー発振器、N<sub>2</sub>、He、He-Cd、Ar、He-Ne、HF等の気体レーザー発振器、YAG、GdVO<sub>4</sub>、YVO<sub>4</sub>、YLF、YAlO<sub>3</sub>、ScO<sub>3</sub>、Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの結晶にCr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti、Yb、又はTmをドープした結晶を使った固体レーザー発振器、ヘリウムカドミウム発振器等の金属蒸気レーザー発振器等を用いることができる。なお、固体レーザー発振器においては、基本波の第3高調波～第5高調波を適用するのが好ましい。レーザー光は光学系により集光して利用するが、例えば線状に加工してレーザーアニールを行う。レーザーアニール条件は実施者が適宜選択するものであるが、その一例としてレーザーパルス発振周波数30Hzとし、レーザーエネルギー密度を100～500mJ/cm<sup>2</sup>(代表的には300～400mJ/cm<sup>2</sup>)とする。そして線状ビームを基板全面に渡って照射し、この時の線状ビームの重ね合わせ率(オーバーラップ率)を80～98%として行う。このようにして結晶性半導体膜を形成することができる。

30

【0141】

ここでは、エキシマレーザービームを非晶質珪素膜に照射して結晶性珪素膜を形成する。

40

【0142】

なお、非晶質半導体膜から水素が噴出するのを防ぐため、非晶質珪素膜にレーザービームを照射する前に、結晶化するためのレーザービームより弱いエネルギーのレーザービームを照射して、非晶質珪素膜中の水素を除去することが好ましい。

【0143】

次に、結晶性半導体膜303を選択的にエッチングして半導体層321、322を形成する。ここでは、結晶性半導体膜のエッチング方法としては、ドライエッチング、ウェットエッチング等を用いることができる。ここでは、結晶性半導体膜上にレジストを塗布した後、露光及び現像を行ってレジストマスクを形成する。次に、レジストマスクを用いて

50

SF<sub>6</sub> : O<sub>2</sub> の流量比を 4 : 15 としたドライエッチング法により、結晶性半導体膜を選択的にエッチングする。この後、レジストマスクを除去する。

【0144】

次に、半導体層 321、322 上にゲート絶縁膜 323 を形成する。ゲート絶縁膜 323 は、窒化珪素、酸素を含む窒化珪素、酸化珪素、窒素を含む酸化珪素等の単層又は積層構造で形成する。ここでは、厚さ 115 nm の窒素を含む酸化珪素をプラズマ CVD 法により形成する。

【0145】

次にゲート電極 324、325 を形成する。ゲート電極 324、325 は、金属又は一導電型の不純物を添加した多結晶半導体で形成することができる。金属を用いる場合は、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)などを用いることができる。また、金属を窒化させた金属窒化物を用いることができる。或いは、当該金属窒化物からなる第1の層と当該金属から成る第2の層とを積層させた構造としても良い。また、液滴吐出法を用いて微粒子を含むペーストをゲート絶縁膜上に吐出し、乾燥・焼成して形成することができる。また、ゲート絶縁膜上に、微粒子を含むペーストを印刷法により印刷し、乾燥・焼成して形成することができる。微粒子の代表例としては、金、銅、金と銀の合金、金と銅の合金、銀と銅の合金、金と銀と銅の合金のいずれかを主成分とする微粒子でもよい。ここでは、ゲート絶縁膜 323 上に、膜厚 30 nm の窒化タンタル膜及び、膜厚 370 nm のタングステン膜をスパッタリング法により形成した後、フォトリソグラフィ工程により形成したレジストマスクを用いて窒化タンタル膜、及びタングステン膜を選択的にエッチングして、窒化タンタル膜の端部がタングステン膜の端部より外側に突き出した形状のゲート電極 324、325 を形成する。

【0146】

次に、ゲート電極 324、325 をマスクとして、半導体層 321、322 にそれぞれ n 型を付与する不純物元素及び p 型を付与する不純物元素を添加して、ソース領域及びドレイン領域 326 ~ 329 を形成する。また、ゲート電極 324、325 の一部に重複する低濃度不純物領域 331 ~ 334 を形成する。ここでは、ソース領域及びドレイン領域 326 ~ 329、及び低濃度不純物領域 331 ~ 334 に、n 型を付与する不純物元素であるリンをドーピングする。

【0147】

この後、半導体膜に添加した不純物元素を活性化してもよい。ここでは、レーザービームを照射して不純物の活性化をしてもよい。以上の工程により、薄膜トランジスタ 320a、320b を形成する。なお、薄膜トランジスタ 320a、320b としては n チャネル型の薄膜トランジスタを形成する。また、図示しないが、p チャネル型の薄膜トランジスタ及び n チャネル型の薄膜トランジスタにより駆動回路を構成する。

【0148】

次に、薄膜トランジスタ 320a、320b のゲート電極及び配線を絶縁化する層間絶縁膜を形成する。ここでは、層間絶縁膜として酸化珪素膜 335a、窒化珪素膜 335b、及び酸化珪素膜 335c を積層して形成する。また、層間絶縁膜の一部である酸化珪素膜 335c 上に薄膜トランジスタ 320a、320b のソース領域及びドレイン領域 326 ~ 329 に接続する配線 336 ~ 339 を形成する。ここでは、スパッタリング法により、Ti 膜 100 nm、Al 膜 333 nm、Ti 膜 100 nm を連続した後、フォトリソグラフィ工程によって形成したレジストマスクを用いて選択的にエッチングして、配線 336 ~ 339 を形成する。その後、レジストマスクを除去する。

【0149】

次に、薄膜トランジスタ 320b に接続する配線 339 上にアンテナとして機能する導電層 313 を形成する。アンテナとして機能する導電層 313 は、図 10 に示すアンテナとして機能する導電層 904 と同様に形成することができる。また、スパッタリング法により導電層を形成した後、フォトリソグラフィ工程により形成したマスクで選択的に導電

10

20

30

40

50

層をエッチングして、アンテナとして機能する導電層 3 1 3 を形成することができる。

【0150】

この後、アンテナとして機能する導電層 3 1 3 及び層間絶縁膜上にパッシベーション膜 3 1 4 を形成してもよい。パッシベーション膜 3 1 4 を形成することで、アンテナとして機能する導電層 3 1 3 や薄膜トランジスタ 3 2 0 a、3 2 0 b が外部の水分や酸素、不純物により汚染されるのを回避することができる。パッシベーション膜 3 1 4 としては、窒化珪素、酸化珪素、窒化酸化珪素、酸化窒化珪素、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）、炭化窒素等で形成する。

【0151】

次に、図 3 (C) に示すように、パッシベーション膜 3 1 4 上に接着層 3 4 1 を用いて可撓性基板 3 4 2 を固定する。

10

【0152】

次に、基板 1 0 0 から、非金属無機膜 1 0 3、有機化合物膜 1 0 4、薄膜トランジスタ 3 2 0 a、3 2 0 b、アンテナとして機能する導電層 3 1 3、及び可撓性基板 3 4 2 を含む積層体 3 4 3 を剥離する。酸化モリブデン膜は脆いため、比較的弱い力で積層体を基板から剥離することができる。なお、剥離した後、必要に応じて非金属無機膜 1 0 3 を除去してもよい。

【0153】

なお、非金属無機膜 1 0 3、有機化合物膜 1 0 4、薄膜トランジスタ 3 2 0 a、3 2 0 b、アンテナとして機能する導電層 3 1 3、及び可撓性基板 3 4 2 を含む積層体 3 4 3 に複数の半導体装置が含まれる場合、当該積層体を分断して、複数の半導体装置を切り出してもよい。このような工程により、一度の剥離工程により複数の半導体装置を作製することができる。

20

【0154】

以上の工程により、IC タグとして機能する半導体装置 3 4 4 が完成する。本実施の形態の半導体装置は、薄型であり可撓性を有する。また、酸化モリブデン膜及び薄膜トランジスタの間に有機化合物膜を設けることで、当該有機化合物膜を半導体装置の支持部材として機能させることが可能である。このため、半導体装置を支持するための支持基板を必要以上に設けなくともよく、コスト削減が可能である。

【0155】

ここでは、半導体装置における信号の伝送方式として、電磁結合方式または電磁誘導方式（例えば 1 3 . 5 6 MHz 帯）を適用する。磁界密度の変化による電磁誘導を利用するため、図 1 0 (D) では、アンテナとして機能する導電層の上面形状を輪状（例えば、ループアンテナ）、らせん状（例えば、スパイラルアンテナ）に形成しているが特に形状は限定されない。

30

【0156】

また、半導体装置における信号の伝送方式として、マイクロ波方式（例えば、UHF 帯（8 6 0 ~ 9 6 0 MHz 帯）、2 . 4 5 GHz 帯等）を適用することもできる。その場合には、信号の伝送に用いる電磁波の波長を考慮してアンテナとして機能する導電層の長さ等の形状を適宜設定すればよい。有機化合物膜 1 0 4 上に形成された、アンテナとして機能する導電層 9 1 2、集積回路を有するチップ状の半導体装置 9 1 3 の例を図 1 1 (A) ~ (D) に一例を示す。例えば、アンテナとして機能する導電層の上面形状を線状（例えば、ダイポールアンテナ（図 1 1 (A) 参照）、平坦な形状（例えば、パッチアンテナ（図 1 1 (B) 参照））またはリボン型の形状（図 1 1 (C)、(D) 参照）等に形成することができる。また、アンテナとして機能する導電層の形状は線状に限られず、電磁波の波長を考慮して曲線状や蛇行形状またはこれらを組み合わせた形状で設けてもよい。

40

【0157】

また、以上の工程により得られた半導体装置の構成について、図 1 2 (A) を参照して説明する。図 1 2 (A) に示すように、本発明で得られる半導体装置 1 1 2 0 は、非接触でデータを交信する機能を有し、電源回路 1 1 1 1、クロック発生回路 1 1 1 2、データ

50

復調又は変調回路 1 1 1 3、他の回路を制御する制御回路 1 1 1 4、インターフェイス回路 1 1 1 5、記憶回路 1 1 1 6、データバス 1 1 1 7、アンテナ 1 1 1 8、センサ 1 1 2 1、センサ回路 1 1 2 2 を有する。

【 0 1 5 8 】

電源回路 1 1 1 1 は、アンテナ 1 1 1 8 から入力された交流信号を基に、半導体装置 1 1 2 0 の内部の各回路に供給する各種電源を生成する回路である。クロック発生回路 1 1 1 2 は、アンテナ 1 1 1 8 から入力された交流信号を基に、半導体装置 1 1 2 0 の内部の各回路に供給する各種クロック信号を生成する回路である。データ復調又は変調回路 1 1 1 3 は、通信機 1 1 1 9 と交信するデータを復調又は変調する機能を有する。制御回路 1 1 1 4 は、記憶回路 1 1 1 6 を制御する機能を有する。アンテナ 1 1 1 8 は、電波の送受信を行う機能を有する。通信機 1 1 1 9 は、半導体装置との交信、制御及びそのデータに関する処理を制御する。なお、半導体装置は上記構成に制約されず、例えば、電源電圧のリミッタ回路や暗号処理専用ハードウェアといった他の要素を追加した構成であってもよい。

10

【 0 1 5 9 】

記憶回路 1 1 1 6 は、一对の導電層間に有機化合物層又は相変化層が挟まれた記憶素子を有することを特徴とする。なお、記憶回路 1 1 1 6 は、一对の導電層間に有機化合物層又は相変化層が挟まれた記憶素子のみを有していてもよいし、他の構成の記憶回路を有していてもよい。他の構成の記憶回路とは、例えば、DRAM、SRAM、FeRAM、マスクROM、PROM、EPROM、EEPROM及びフラッシュメモリから選択される 1 つ又は複数に相当する。

20

【 0 1 6 0 】

センサ 1 1 2 1 は抵抗素子、容量結合素子、誘導結合素子、光起電力素子、光電変換素子、熱起電力素子、トランジスタ、サーミスタ、ダイオードなどの半導体素子で形成される。センサ回路 1 1 2 2 はインピーダンス、リアクタンス、インダクタンス、電圧又は電流の変化を検出し、アナログ/デジタル変換(A/D変換)して制御回路 1 1 1 4 に信号を出力する。

【 0 1 6 1 】

本実施の形態は、実施の形態 1 や実施の形態 2 と自由に組み合わせることができる。例えば、実施の形態 1 や実施の形態 2 で得られる薄膜トランジスタを用いて集積回路を形成し、剥離を行った素子基板と、本実施の形態で得られるアンテナが設けられた可撓性基板とを貼り合わせて電気的な導通を行うことができる。

30

【 0 1 6 2 】

本発明によりプロセッサ回路を有する IC タグ(以下、IC チップ、プロセッサチップ、無線チップ、無線プロセッサ、無線メモリ、無線タグともよぶ)として機能する半導体装置を形成することができる。本発明で得られる半導体装置の用途は広範にわたるが、例えば、紙幣、硬貨、有価証券類、証券類、無記名債券類、包装用容器類、書籍類、記録媒体、身の回り品、乗物類、食品類、衣類、保健用品類、生活用品類、薬品類及び電子機器等に設けて使用することができる。

【 0 1 6 3 】

紙幣、硬貨とは、市場に流通する金銭であり、特定の地域で貨幣と同じように通用するもの(金券)、記念コイン等を含む。有価証券類とは、小切手、証券、約束手形等を指し、プロセッサ回路を有する IC タグ 9 0 を設けることができる(図 1 3 (A) 参照)。証券類とは、運転免許証、住民票等を指し、IC タグ 9 1 を設けることができる(図 1 3 (B) 参照)。乗物類とは、自転車等の車両、船舶等を指し、IC タグ 9 6 を設けることができる(図 1 3 (C) 参照)。無記名債券類とは、切手、おこめ券、各種ギフト券等を指す。包装用容器類とは、お弁当等の包装紙、ペットボトル等を指し、IC タグ 9 3 を設けることができる(図 1 3 (D) 参照)。書籍類とは、書物を指し、IC タグ 9 4 を設けることができる(図 1 3 (E) 参照)。記録媒体とは、DVD ソフト、ビデオテープ等を指し、IC タグ 9 5 を設けることができる(図 1 3 (F) 参照)。身の回り品とは、靴、眼

40

50

鏡等を指し、プロセッサ回路を有するチップ97を設けることができる(図13(G)参照)。食品類とは、食料品、飲料等を指す。衣類とは、衣服、履物等を指す。保健用品類とは、医療器具、健康器具等を指す。生活用品類とは、家具、照明器具等を指す。薬品類とは、医薬品、農薬等を指す。電子機器とは、液晶表示装置、EL表示装置、テレビジョン装置(テレビ受像機、薄型テレビ受像機)、携帯電話等を指す。

#### 【0164】

本発明で得られる半導体装置は、プリント基板への実装、表面への貼着、埋め込み等により、物品に固定される。例えば、本なら紙に埋め込んだり、有機樹脂からなるパッケージなら当該有機樹脂に埋め込んだりして、各物品に固定される。本発明の半導体装置は、小型、薄型、軽量を実現するため、物品に固定した後も、その物品自体のデザイン性を損なうことがない。また、紙幣、硬貨、有価証券類、無記名債券類、証書類等に本発明で得られる半導体装置を設けることにより、認証機能を設けることができ、この認証機能を活用すれば、偽造を防止することができる。また、包装用容器類、記録媒体、身の回り品、食品類、衣類、生活用品類、電子機器等に本発明で得られる半導体装置を設けることにより、検品システム等のシステムの効率化を図ることができる。

10

#### 【0165】

次に、本発明で得られる半導体装置を実装した電子機器の一態様について図面を参照して説明する。ここで例示する電子機器は携帯電話機であり、筐体2700、2706、パネル2701、ハウジング2702、プリント配線基板2703、操作ボタン2704、バッテリー2705を有する(図12(B)参照)。パネル2701はハウジング2702に脱着自在に組み込まれ、ハウジング2702はプリント配線基板2703に嵌着される。ハウジング2702はパネル2701が組み込まれる電子機器に合わせて、形状や寸法が適宜変更される。プリント配線基板2703には、パッケージングされた複数の半導体装置が実装されており、このうちの1つとして、本発明で得られる半導体装置を用いることができる。プリント配線基板2703に実装される複数の半導体装置は、コントローラ、中央処理ユニット(CPU、Central Processing Unit)、メモリ、電源回路、音声処理回路、送受信回路等のいずれかの機能を有する。

20

#### 【0166】

パネル2701は、接続フィルム2708を介して、プリント配線基板2703と接続される。上記のパネル2701、ハウジング2702、プリント配線基板2703は、操作ボタン2704やバッテリー2705と共に、筐体2700、2706の内部に収納される。パネル2701が含む画素領域2709は、筐体2700に設けられた開口窓から視認できるように配置されている。

30

#### 【0167】

上記の通り、本発明で得られる半導体装置は、可撓性基板を用いるため、薄型、軽量であることを特徴としており、上記特徴により、電子機器の筐体2700、2706内部の限られた空間を有効に利用することができる。

#### 【0168】

なお、筐体2700、2706は、携帯電話機の外觀形状を一例として示したものであり、本実施の形態に係る電子機器は、その機能や用途に応じて様々な態様に変容しうる。

40

#### 【0169】

(実施の形態5)

ここでは非晶質半導体膜を用いた半導体素子を有する半導体装置を作製する例を、図4を用いて説明する。非晶質半導体膜を用いた半導体素子としては、薄膜トランジスタ、ダイオード、抵抗素子等がある。ここでは、非晶質半導体膜を用いた半導体素子としてダイオードを用いた光電変換素子の例を用いて示す。

#### 【0170】

実施の形態1と同様に、基板100上にモリブデン膜101を形成し、モリブデン膜101上に、酸化モリブデン膜102を形成し、酸化モリブデン膜102上に非金属無機膜103を形成し、非金属無機膜103上に有機化合物膜104を形成する。ここまでの工程

50



が終了した段階での断面工程図を図4(A)に示す。

【0171】

次に、有機化合物膜104上に無機絶縁膜105を形成し、無機絶縁膜105上に第一の導電層242a~242cを形成する。次に、第1の導電層242a~242cの一部を露出させるように光電変換層243a~243cを形成する。次に、光電変換層243a~243c上であり、且つ第1の導電層242a~242cの露出部の一部に第2の導電層244a~244cを形成する。ここでは、第1の導電層242a、光電変換層243a、及び第2の導電層244aにより光電変換素子241aを構成する。また、第1の導電層242b、光電変換層243b、及び第2の導電層244bにより光電変換素子241bを構成する。また、第1の導電層242c、光電変換層243c、及び第2の導電層244cにより光電変換素子241cを構成する。なお、光電変換素子241a~241cが直列接続となるように、光電変換素子241aの第2の導電層244aは、第2の光電変換素子241bの第1の導電層242bと接するように形成する。また、光電変換素子241bの第2の導電層244bは、第3の光電変換素子241cの第1の導電層242cと接するように形成する。光電変換素子241cの第2の導電層244cは、第4の光電変換素子の第1の導電層と接するように形成する。

10

【0172】

有機化合物膜104側から光が入射する場合は、第1の導電層242a~242cを、非晶質半導体膜で形成される光電変換層243a~243cとオーム接触が可能であり、且つ透光性を有する導電膜を用いる。代表的には、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( $In_2O_3$  ZnO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化珪素を含む酸化インジウムスズ等を用いることができる。また、第2の導電層244a~244cとしては、非晶質半導体膜で形成される光電変換層243a~243cとオーム接触が可能な金属膜で形成する。この代表例としては、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、パラジウム(Pd)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、白金(Pt)、金(Au)から選ばれた一元素、又は該元素を50%以上含む合金材料で形成されている。

20

【0173】

一方、第2の導電層244a~244c側から光が入射する場合、第1の導電層242a~242cに、非晶質半導体膜で形成される光電変換層243a~243cとオーム接触が可能で金属膜を用い、第2の導電層244a~244cに非晶質半導体膜で形成される光電変換層243a~243cとオーム接触が可能であり、且つ透光性を有する電極を用いる。

30

【0174】

光電変換層243a~243cとしては、非晶質半導体膜を有する半導体層で形成することができる。この代表例としては、非晶質珪素層、非晶質シリコンゲルマニウム層、炭化シリコン層、又はこれらのPN接合層、PIN接合層が挙げられる。本実施形態では、PIN接合のアモルファスシリコンで光電変換層243a~243cを形成する。

【0175】

第2の導電層244a~244c上に接着材246を用いて可撓性基板245を貼り付けても良い。

40

【0176】

次に、基板100から、非金属無機膜103、有機化合物膜104、光電変換素子241a~241c、及び可撓性基板245を含む積層体247を剥離する。酸化モリブデン膜は脆いため、比較的弱い力で剥離を行うことができる。なお、剥離した後、必要に応じて非金属無機膜103を除去してもよい。

【0177】

なお、非金属無機膜103、有機化合物膜104、光電変換素子241a~241c、及び可撓性基板245を含む積層体247に複数の半導体装置が含まれる場合、当該積層体を分断して、複数の半導体装置を切り出してもよい。このような工程により、一度の剥離

50

工程により複数の半導体装置 248 を作製することができる。

【0178】

以上の工程で可撓性を有し、薄型な半導体装置を作製することができる。

【0179】

また、本実施の形態により作製される半導体装置を組み込むことによって、様々な電子機器を作製することができる。電子機器としては、携帯電話、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機、カーナビゲーション、携帯オーディオ機器、ハンディAV機器、デジタルカメラやフィルムカメラやインスタントカメラ等のカメラ、室内用エアコン、カーエアコン、換気・空調設備、電気ポット、CRT式プロジェクションTV、照明機器、照明設備などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を以下に示す。

10

【0180】

本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、ディスプレイ輝度、バックライト照度の最適調整及びバッテリーセーブ用のセンサとして、携帯電話、ノート型パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ゲーム機、カーナビゲーション、携帯オーディオ機器などに用いることができる。また、本実施の形態の光電変換素子を太陽電池として機能させ、当該太陽電池をバッテリーとしてこれらの電子機器に設けることができる。これらの半導体装置は、小型であり、高集積することが可能であるため、電子機器の小型化を図ることが可能である。

【0181】

また、本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、バックライト用LEDや冷陰極管のON/OFF制御、バッテリーセーブ用のセンサとして、携帯電話キースイッチ、ハンディAV機器に搭載することができる。光センサを搭載することにより、明るい環境ではスイッチをOFFにして、長時間ボタン操作によるバッテリー消耗を軽減することが可能である。本発明の半導体装置は、小型であり、高集積することが可能であるため、電子機器の小型化、及び省消費電力化を図ることが可能である。

20

【0182】

また、本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、フラッシュ調光、絞り制御用センサとしてデジタルカメラやフィルムカメラやインスタントカメラ等のカメラに搭載することが可能である。また、本実施の形態の光電変換素子を太陽電池として機能させ、当該太陽電池をバッテリーとしてこれらの電子機器に設けることができる。これらの半導体装置は、小型であり、高集積することが可能であるため、電子機器の小型化を図ることが可能である。

30

【0183】

また、本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、風量、温度制御用のセンサとして、室内用エアコン、カーエアコン、換気・空調設備に搭載することが可能である。本発明の半導体装置は、小型であり、高集積することが可能であるため、電子機器の小型化を図ることが可能である。省電力化を図ることが可能である。

【0184】

また、本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、保温温度制御用のセンサとして電気ポットに搭載することが可能である。本実施の形態の光センサにより、室内消灯後は、保温温度を低く設定することが可能である。また、小型かつ薄型であるため、任意の場所に搭載することが可能であり、この結果省電力化をはかることが可能である。

40

【0185】

また、本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、走査線位置調整用(RGB走査線の位置あわせ(Digital Auto Convergence))センサとして、CRT式プロジェクションTVのディスプレイに搭載することが可能である。本発明の半導体装置は、小型であり、高集積することが可能であるため、電子機器の小型化を図ることが可能であり、かつ任意の領域にセンサを搭載することが可能である。また、CRT式プロジェクションTVの高速自動制御が可能となる。

50

## 【0186】

また、本実施の形態の光電変換素子を光センサとして機能させ、当該光センサを、各種照明機器、照明設備のON/OFF制御用センサとして、家庭用各種照明器具、屋外灯、街路灯、無人公共設備、競技場、自動車、電卓等に用いることができる。本発明のセンサにより、省電力化が可能である。また、本実施の形態の光電変換素子を太陽電池として機能させ、当該太陽電池をバッテリーとしてこれらの電子機器に設けることで、バッテリーの大きさを薄型化することが可能となり、電子機器の小型化を図ることが可能である。

(実施の形態6)

## 【0187】

本発明により得られる液晶表示装置や発光装置によって、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)に用いることができる。即ち、それらを表示部に組み込んだ電子機器全てに本発明を実施できる。

10

## 【0188】

その様な電子機器としては、ビデオカメラやデジタルカメラ等のカメラ、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14に示す。

## 【0189】

図14(A)、(B)はテレビジョン装置である。表示パネルには、画素部のみが形成されて走査線側駆動回路と信号線側駆動回路とが、TAB方式により実装される場合と、COG方式により実装される場合と、薄膜トランジスタを形成し、画素部と走査線側駆動回路を基板上に一体形成し信号線側駆動回路を別途ドライバICとして実装する場合、また画素部と信号線側駆動回路と走査線側駆動回路を基板上に一体形成する場合などがあるが、どのような形態としても良い。

20

## 【0190】

その他の外部回路の構成として、映像信号の入力側では、チューナで受信した信号のうち、映像信号を増幅する映像信号増幅回路と、そこから出力される信号を赤、緑、青の各色に対応した色信号に変換する映像信号処理回路と、その映像信号をドライバICの入力仕様に変換するためのコントロール回路などからなっている。コントロール回路は、走査線側と信号線側にそれぞれ信号が出力する。デジタル駆動する場合には、信号線側に信号分割回路を設け、入力デジタル信号を複数に分割して供給する構成としても良い。

30

## 【0191】

チューナで受信した信号のうち、音声信号は、音声信号増幅回路に送られ、その出力は音声信号処理回路を経てスピーカーに供給される。制御回路は受信局(受信周波数)や音量の制御情報を入力部から受け、チューナや音声信号処理回路に信号を送出する。

## 【0192】

表示モジュールを、図14(A)、(B)に示すように、筐体に組みこんで、テレビジョン装置を完成させることができる。FPCまで取り付けられた表示パネルのことを表示モジュールとも呼ぶ。表示モジュールにより主画面2003が形成され、その他付属設備としてスピーカー部2009、操作スイッチなどが備えられている。このように、テレビジョン装置を完成させることができる。

40

## 【0193】

図14(A)に示すように、筐体2001に表示素子を利用した表示用パネル2002が組みこまれ、受信機2005により一般のテレビ放送の受信をはじめ、モデム2004を介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより一方向(送信者から受信者)又は双方向(送信者と受信者間、又は受信者間同士)の情報通信をすることもできる。テレビジョン装置の操作は、筐体に組みこまれたスイッチ又は別体のリモコン操作機2006により行うことが可能であり、このリモコン装置にも出力する情報を表示する表示部2007が設けられていても良い。

## 【0194】

50

また、テレビジョン装置にも、主画面 2003 の他にサブ画面 2008 を第 2 の表示用パネルで形成し、チャンネルや音量などを表示する構成が付加されていても良い。この構成において、主画面 2003 を視野角の優れた EL 表示用パネルで形成し、サブ画面を低消費電力で表示可能な液晶表示用パネルで形成しても良い。また、低消費電力化を優先させるためには、主画面 2003 を液晶表示用パネルで形成し、サブ画面を EL 表示用パネルで形成し、サブ画面は点滅可能とする構成としても良い。

【0195】

図 14 (B) は例えば 20 ~ 80 インチの大型の表示部を有するテレビジョン装置であり、筐体 2010、操作部であるキーボード部 2012、表示部 2011、スピーカー部 2013 等を含む。本発明は、表示部 2011 の作製に適用される。図 14 (B) の表示部は、わん曲可能な可撓性基板を用いているので、表示部がわん曲したテレビジョン装置となっている。このように表示部の形状を自由に設計することができるので、所望な形状のテレビジョン装置を作製することができる。

10

【0196】

本発明により、簡略な工程で表示装置を形成できるため、コストダウンも達成できる。よって本発明を用いたテレビジョン装置では、大画面の表示部を有しても低いコストで形成できる。

【0197】

勿論、本発明はテレビジョン装置に限定されず、パーソナルコンピュータのモニタをはじめ、鉄道駅の駅や空港などにおける情報表示盤や、街頭における広告表示盤など大面積の表示媒体としても様々な用途に適用することができる。

20

【0198】

また、図 14 (C) は携帯情報端末 (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。本発明の剥離方法は表示部 3002、3003 に適用することができる。可撓性基板を用いて携帯情報端末の薄型化及び軽量化を図ることができる。

【0199】

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

【0200】

30

(実施の形態 7)

本実施の形態では、実施の形態 6 に記載の表示部として電気泳動表示装置を用いる例を示す。代表的には図 14 (C) に示す携帯情報端末 (電子書籍) の表示部 3002、または表示部 3003 に適用する。

【0201】

電気泳動表示装置 (電気泳動ディスプレイ) は、電子ペーパーとも呼ばれており、紙と同じ読みやすさ、他の表示装置に比べ低消費電力、薄くて軽い形状とすることが可能という利点を有している。

【0202】

40

電気泳動ディスプレイは、様々な形態が考えられ得るが、プラスの電荷を有する第 1 の粒子と、マイナスの電荷を有する第 2 の粒子と、溶媒とを含むマイクロカプセルを複数有するものであり、マイクロカプセルに電界を印加することによって、マイクロカプセル中の粒子を互いに反対方向に移動させて一方側に集合した粒子の色のみを表示するものである。なお、第 1 の粒子または第 2 の粒子は染料を含み、電界がない場合において移動しないものである。また、第 1 の粒子の色と第 2 の粒子の色は異なるもの (無色を含む) とする。

【0203】

このように、電気泳動ディスプレイは、誘電定数の高い第 1 の粒子または第 2 の粒子が高い電界領域に移動する、いわゆる誘電泳動的効果を利用したディスプレイである。電気泳動ディスプレイは、液晶表示装置には必要な偏光板、対向基板も電気泳動表示装置には

50

必要なく、厚さや重さが半減する。

【0204】

上記マイクロカプセルを溶媒中に分散させたものが電子インクと呼ばれるものであり、この電子インクはガラス、プラスチック、布、紙などの表面に印刷することができる。また、カラーフィルタや色素を有する粒子を用いることによってカラー表示も可能である。

【0205】

また、基板上に適宜、二つの電極の間に挟まれるように上記マイクロカプセルを複数配置すれば表示装置が完成し、マイクロカプセルに電界を印加すれば表示を行うことができる。例えば、実施の形態1または2で得られるアクティブマトリクス基板を用いることができる。プラスチック基板に電子インクを直接印刷することも可能であるが、アクティブマトリクス型とした場合、熱や有機溶剤に弱いプラスチック基板上に素子を形成するよりも、ガラス基板上に素子及び電子インクを形成した後、ガラス基板を実施の形態1または実施の形態2に従って剥離することが好ましい。

10

【0206】

なお、マイクロカプセル中の第1の粒子および第2の粒子は、導電体材料、絶縁体材料、半導体材料、磁性材料、液晶材料、強誘電性材料、エレクトロルミネセント材料、エレクトロクロミック材料、磁気泳動材料から選ばれた一種の材料、またはこれらの複合材料を用いればよい。

【0207】

本実施の形態は、実施の形態1、2、または6のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

20

【実施例1】

【0208】

本実施例では、本発明の剥離工程前後における、半導体素子の一例である薄膜トランジスタの電流電圧特性の変化を示す。

【0209】

図16を用いて本実施例の薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【0210】

図16(A)に示すように、基板100上にモリブデン膜101を形成し、モリブデン膜101上に酸化モリブデン膜102を形成し、酸化モリブデン膜102上に非金属無機膜103を形成し、非金属無機膜103上に有機化合物膜104を形成し、有機化合物膜104上に無機絶縁膜105を形成し、無機絶縁膜105上に第1の導電膜151を形成する。

30

【0211】

ここでは、基板100としては、コーニング社製のガラス基板を用いた。

【0212】

また、モリブデン膜101としては、スパッタリング法により厚さ50nmのモリブデン膜を形成した。ここでは、モリブデンターゲットを用い、スパッタリングガスとしては、流量30sccmのアルゴンガスを用い、チャンパー内の圧力を0.4Paとし、電源パワーを1.5kWとした。

40

【0213】

また、酸化モリブデン膜102は、プラズマCVD装置のチャンパー内にN<sub>2</sub>Oガスを充填し、プラズマを発生させてモリブデン膜101表面を酸化して形成した。

【0214】

また、非金属無機膜103は、プラズマCVD法により、厚さ100nmの酸化珪素膜を形成した。ここでは、原料ガスとして、流量100sccmのSiH<sub>4</sub>及び流量1000sccmのN<sub>2</sub>Oを用い、チャンパー内の圧力を80Paとし、電源パワーを300kWとし、成膜温度を280とした。なお、電源周波数は13.56MHz、電極間距離24.5mm、電極サイズは60.3cm×49.3cm=2972.8cm<sup>2</sup>である。

50

## 【0215】

また、有機化合物膜104としては、スピンコーティング法により組成物を塗布し、80℃で5分加熱したのち、300℃で30分加熱して、厚さ15μmのポリイミドを形成した。

## 【0216】

また、無機絶縁膜105としては、プラズマCVD法により、厚さ50nmの窒化酸化珪素膜を形成した後、厚さ100nmの酸化窒化珪素膜を形成した。ここでは、原料ガスとして、流量15sccmのSiH<sub>4</sub>、流量1200sccmのH<sub>2</sub>、流量150sccmのNH<sub>3</sub>及び流量20sccmのN<sub>2</sub>Oを用い、チャンパー内の圧力を40Paとし、電源パワーを250kWとし、成膜温度を280℃とした。なお、電源周波数は13.56MHz、電極間距離24.5mm、電極サイズは60.3cm×49.3cm=2972.8cm<sup>2</sup>である。

10

## 【0217】

第1の導電膜151としては、モリブデン膜101と同様の条件により、厚さ100nmのモリブデン膜を形成した。

## 【0218】

次に、第1の導電膜151の表面改質処理を行った後、撥液膜（図示しない。）を形成し撥液膜にUV光を照射した後、第1のマスク152を形成した。

## 【0219】

ここでは、第1の導電膜151の表面には撥液膜が形成されないため、第1の導電膜の表面を過酸化水素で短時間処理して、第1の導電膜151の表面改質処理を行った。また、撥液膜は、第1のマスク152の形状を制御するために形成した。撥液膜の表面の表面張力が高いと、その上に吐出される組成物の塗れ性が低く、第1のマスクが分断され、所望の形状とならない恐れがあるため、撥液膜にUV光を照射して撥液膜の表面張力を制御した。ここでは、ヘプタデカフルオロデシルトリメトキシシランを170℃で10分蒸着し、第1の導電膜表面にヘプタデカフルオロデシルトリメトキシシランを吸着させて撥液膜を形成した。

20

## 【0220】

第1のマスク152はインクジェット法により組成物を吐出し、120℃で3分加熱して、ノボラック樹脂で形成した。

30

## 【0221】

次に、第1のマスク152に覆われていない第1の導電膜151をエッチングして、図16(B)に示すゲート電極161を形成した。この後、第1のマスク152を除去した。

## 【0222】

ここでは、流量50sccmのCF<sub>4</sub>及び流量45sccmのO<sub>2</sub>をエッチングガスとして用い、チャンパー内の圧力を13.33Paとし、電源パワー500Wで、第1の導電膜151をドライエッチングした。

## 【0223】

次に、無機絶縁膜105、ゲート電極161上にゲート絶縁膜162を形成し、ゲート絶縁膜162上に非晶質半導体膜163を形成し、非晶質半導体膜163上にn型半導体膜164を形成した。

40

## 【0224】

ゲート絶縁膜162としては、プラズマCVD法により厚さ300nmの窒化珪素膜を形成し、非晶質半導体膜163としては、プラズマCVD法により厚さ150nmの非晶質珪素膜を形成し、n型半導体膜164としては、プラズマCVD法により厚さ50nmのn型非晶質珪素膜を形成した。

## 【0225】

ここでは、ゲート絶縁膜162として形成した窒化珪素膜の成膜条件は、原料ガスとして、流量40sccmのSiH<sub>4</sub>、流量500sccmのH<sub>2</sub>、流量550sccmのNH

50

3 及び流量 140 sccm の  $N_2O$  を用い、チャンパー内の圧力を 100 Pa とし、電源パワーを 370 kW とした。また、非晶質半導体膜 163 として形成した非晶質珪素膜の成膜条件は、原料ガスとして、流量 280 sccm の  $SiH_4$ 、及び流量 300 sccm の  $H_2$  を用い、チャンパー内の圧力を 170 Pa とし、電源パワーを 60 kW とした。また、n 型半導体膜 164 として形成した n 型非晶質珪素膜の成膜条件は、原料ガスとして、流量 100 sccm の  $SiH_4$ 、及び流量 170 sccm の 0.5%  $PH_3$  (水素希釈) を用い、チャンパー内の圧力を 170 Pa とし、電源パワーを 60 kW とした。なお、これらの成膜において、成膜温度を 280 とし、電源周波数は 13.56 MHz、電極間距離 24.5 mm、電極サイズは  $60.3 \text{ cm} \times 49.3 \text{ cm} = 2972.8 \text{ cm}^2$  である。

10

**【0226】**

次に、n 型半導体膜 164 表面に撥液膜 (図示しない。) を形成した後、第 2 のマスク 165 を形成した。なお、n 型半導体膜 164 の表面改質処理、撥液膜の形成、及び撥液膜の UV 光の照射は、第 1 の導電膜 151 上における第 1 のマスク 152 の形成前処理と同様である。

**【0227】**

第 2 のマスク 165 としては、インクジェット法により組成物を吐出し、120 で 3 分加熱して、ノボラック樹脂で形成した。

**【0228】**

次に、第 2 のマスク 165 を用いて n 型半導体膜 164 をエッチングして、図 16 (C) に示す n 型半導体層 172 を形成し、第 2 のマスク 165 を用いて非晶質半導体膜 163 をエッチングして非晶質半導体層 171 を形成した。

20

**【0229】**

ここでは、流量 60 sccm の  $Cl_2$ 、流量 10 sccm の  $CF_4$  をエッチングガスとして用い、チャンパー内の圧力を 13.3 Pa とし、電源パワー 750 W の条件で非晶質半導体膜 163 及び n 型半導体膜 164 をドライエッチングした。この後、第 2 のマスク 165 を除去した。

**【0230】**

次に、図示しないが第 3 のマスクをゲート絶縁膜 162 上に形成し、ゲート絶縁膜 162 の一部をエッチングして、ゲート電極 161 の一部を露出するコンタクトホールを形成した。この後、第 3 のマスクを除去した。

30

**【0231】**

ここでは、流量 35 sccm の  $CHF_3$  をエッチングガスとして用い、チャンパー内の圧力を 3.33 Pa とし、電源パワー 1000 W でゲート絶縁膜 162 をドライエッチングした。

**【0232】**

次に、ゲート電極 161、ゲート絶縁膜 162、非晶質半導体層 171、n 型半導体層 172 の露出部に第 2 の導電膜 173 を形成した。次に、図示しないが、第 2 の導電膜 173 の表面改質処理を行った後、撥液膜を形成し、撥液膜の表面に UV 光を照射した後、第 4 のマスク 174、175 を形成した。なお、第 2 の導電膜 173 の表面改質処理、撥液膜の形成、及び撥液膜の UV 光の照射は、第 1 の導電膜 151 上における第 1 のマスク 152 の形成前処理と同様である。

40

**【0233】**

ここでは、第 2 の導電膜 173 として、第 1 の導電膜 151 と同様の条件により、厚さ 200 nm のモリブデン膜を形成した。また、第 4 のマスク 174、175 としては、第 1 のマスク 152 と同様の条件により、ノボラック樹脂で形成した。

**【0234】**

次に、第 4 のマスク 174、175 を用いて第 2 の導電膜 173 をエッチングして、図 16 (D) に示すソース電極及びドレイン電極 181、182 を形成した。また、図示しないが、ゲート電極 161 に接続する接続配線も形成した。

50

## 【0235】

ここでは、燐酸、酢酸、及び硝酸の混合溶液を用いたウェットエッチングで第2の導電膜173をエッチングした。その後、第4のマスク174、175を除去した。

## 【0236】

次に、ソース電極及びドレイン電極181、182をマスクとしてn型半導体層172をエッチングしてソース領域及びドレイン領域183、184を形成した。このとき、非晶質半導体層171も若干エッチングされた。このときの非晶質半導体層を非晶質半導体層185と示す。

## 【0237】

次に、ゲート絶縁膜162、ソース電極及びドレイン電極181、182、非晶質半導体層185の露出部に第3の絶縁膜186を形成した。第3の絶縁膜186はパッシベーション膜として機能する。

## 【0238】

ここでは、第3の絶縁膜186として、ゲート絶縁膜162と同じ成膜条件で厚さ200nmの窒化珪素膜を形成した。

## 【0239】

次に、第3の絶縁膜186上に第5のマスク187~189を形成した後、第3の絶縁膜186をエッチングして、絶縁膜191を形成すると共に、ソース電極及びドレイン電極181、182、並びにゲート電極接続する接続配線のそれぞれ一部を露出した。当該工程により、作製された薄膜トランジスタの電流電圧特性を測定することができる。この後、第5のマスク187~189を除去した。

## 【0240】

ここでは、ゲート絶縁膜にコンタクトホールを形成したときと同様の条件により、ドライエッチングで第3の絶縁膜186をエッチングした。

## 【0241】

次に、薄膜トランジスタの電流電圧特性を向上させるため、加熱処理を行った。ここでは、250℃12分の加熱を行った。当該加熱によりオフ電流( $I_{off}$ )を低減させることが可能である。以上により薄膜トランジスタ192を作製した。

## 【0242】

ここで、薄膜トランジスタ192の電流電圧特性を測定した。この測定結果を図17(A)に示す。

## 【0243】

次に、基板の端部に補強用テープを貼り付け、当該テープ側から基板100にかけて切り込みを入れた後、図16(F)に示すように、基板100から非金属無機膜103を分離した。ここでは、酸化モリブデン膜102で分離が生じ、基板100から非金属無機膜103が分離した図を示す。

## 【0244】

次に、基板100から剥離した薄膜トランジスタ192の電流電圧特性を測定した結果を図17(B)に示す。また、図17(A)及び(B)の測定結果を表1に示す。なお、測定した薄膜トランジスタのチャネル長は50 $\mu\text{m}$ であり、チャネル幅は170 $\mu\text{m}$ であった。

## 【0245】

10

20

30

40



【表 1】

	剥離前	剥離後
S値[V/dec]	0.59	0.56
Vth[V]	5.39	5.28
$\mu$ FE[cm <sup>2</sup> /Vs]	0.66	0.61
on/off比(Vd=1V)	$7.54 \times 10^5$	$6.5 \times 10^5$
on/off比(Vd=14V)	$1.72 \times 10^6$	$1.97 \times 10^6$

図 17 から、剥離の前後において、薄膜トランジスタの電流電圧特性及び移動度がほぼ変化していないことがわかる。 10

【0246】

以上のことから、基板上に形成した薄膜トランジスタの特性の低下を回避しつつ、可撓性を有する半導体装置を作製することができることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0247】

【図 1】本発明の半導体装置の作製方法を説明する断面図である。

【図 2】本発明の半導体装置の作製方法を説明する断面図である。

【図 3】本発明の半導体装置の作製方法を説明する断面図である。

【図 4】本発明の半導体装置の作製方法を説明する断面図である。 20

【図 5】本発明の半導体装置の構成を説明する上面図および断面図である。

【図 6】本発明の半導体装置の構成を説明する斜視図である。

【図 7】本発明の半導体装置の構成を説明する上面図である。

【図 8】本発明の半導体装置の構成を説明する上面図である。

【図 9】本発明の半導体装置の構成を説明する断面図である。

【図 10】本発明の半導体装置の作製方法を説明する断面図および斜視図である。

【図 11】本発明に適用可能なアンテナの形状を説明する上面図である。

【図 12】(A) 本発明の半導体装置の構成を説明する図であり、(B) は、電子機器の一例を説明する図である。

【図 13】本発明の半導体装置の用途を説明する図である。 30

【図 14】電子機器の一例を示す図である。

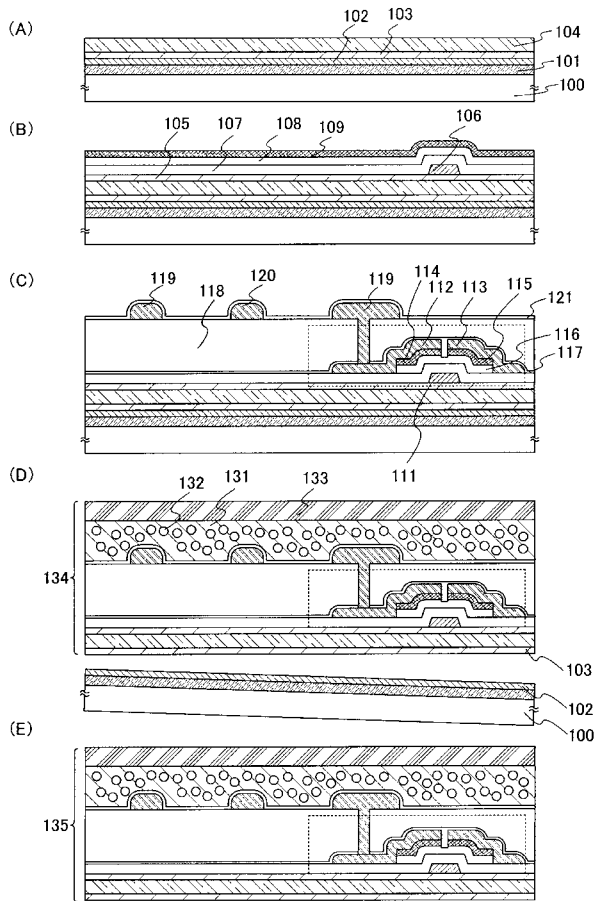
【図 15】有機薄膜トランジスタの断面構造の一例を示す図である。

【図 16】本発明の半導体装置の作製方法を説明する断面図である。

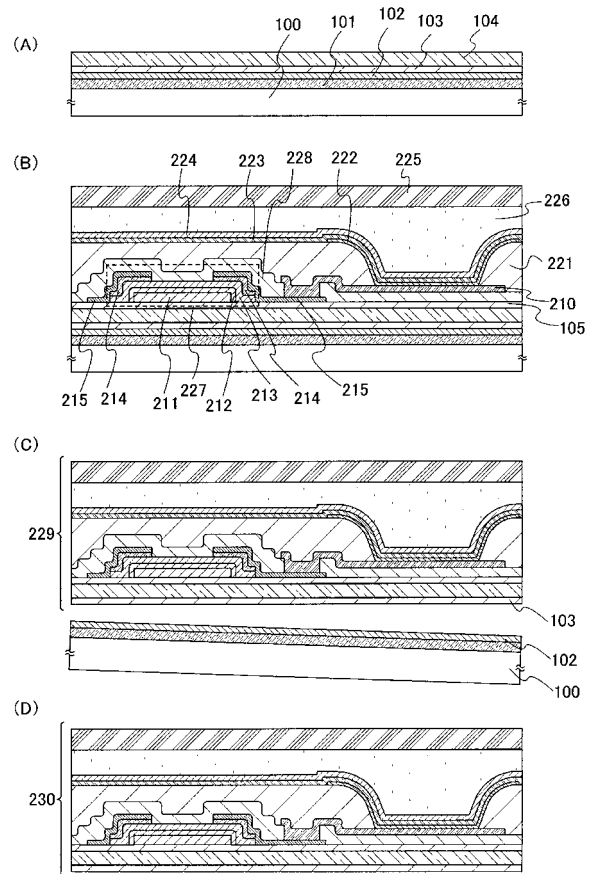
【図 17】本発明を用いて作製した薄膜トランジスタの電流電圧特性を説明する図である。

。

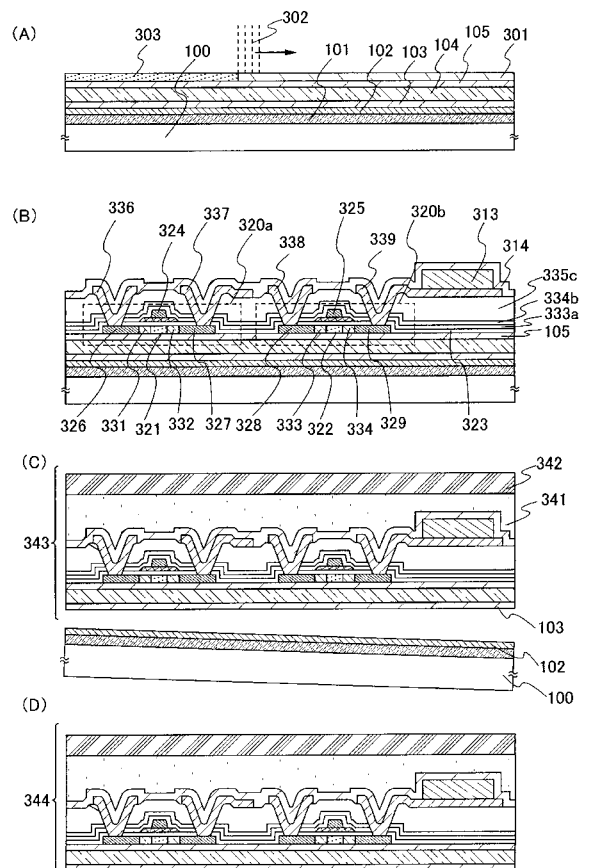
【 図 1 】



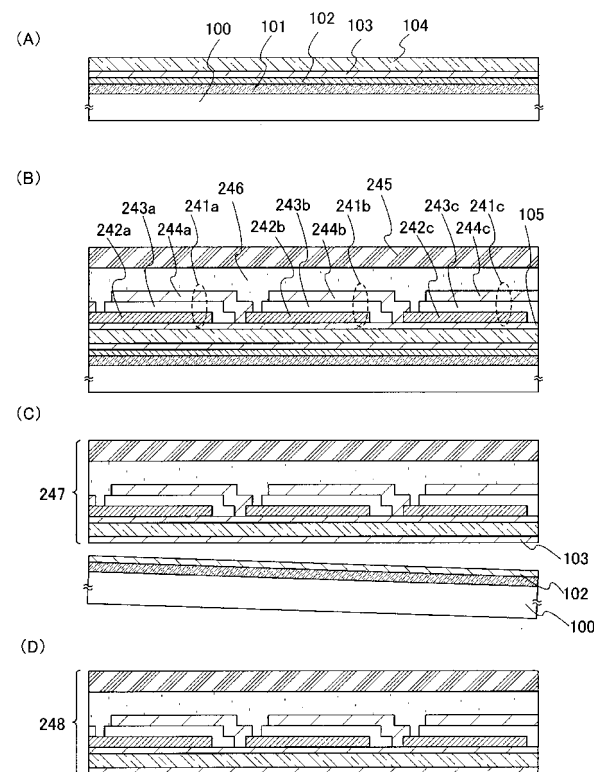
【 図 2 】



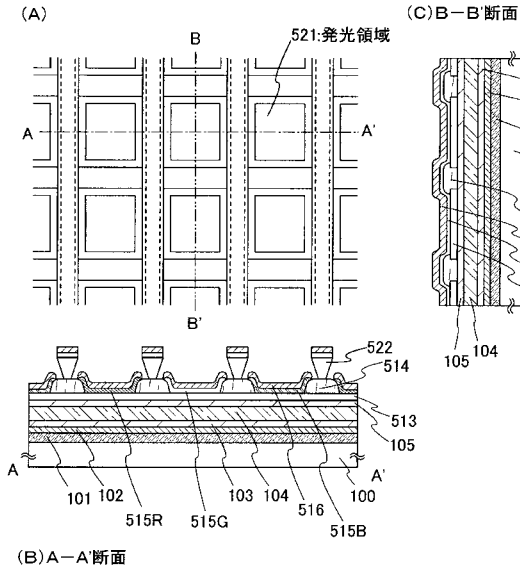
【 図 3 】



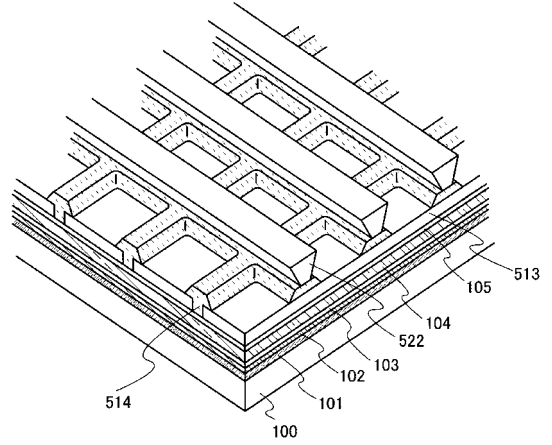
【 図 4 】



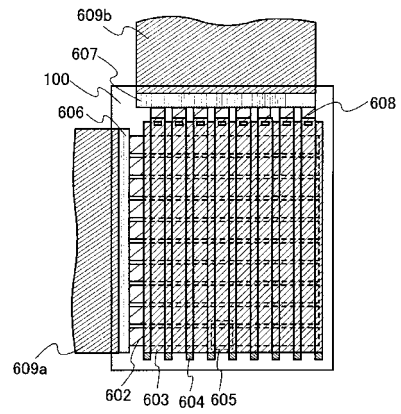
【 図 5 】



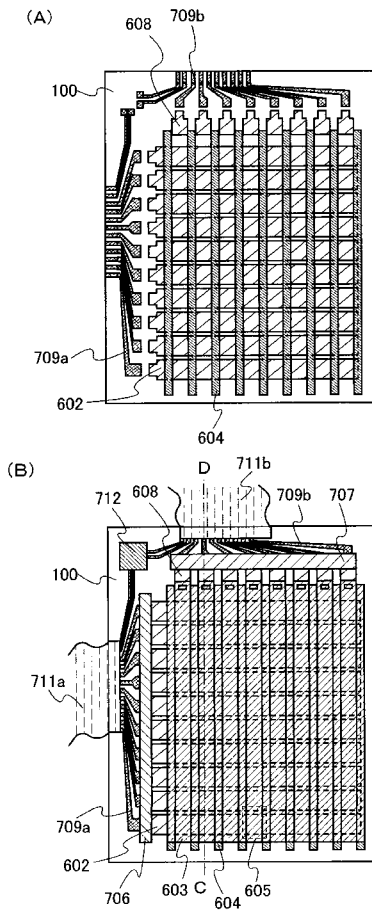
【 図 6 】



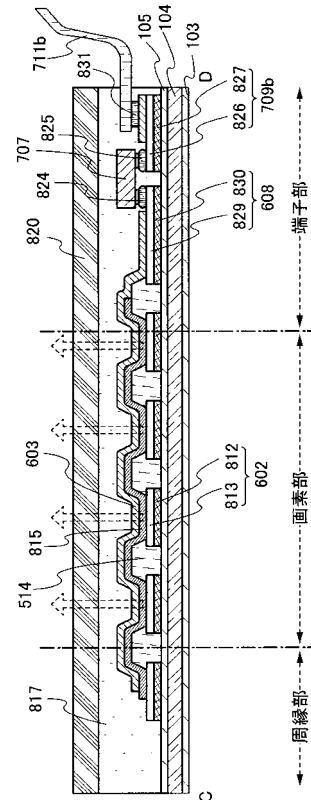
【 図 7 】



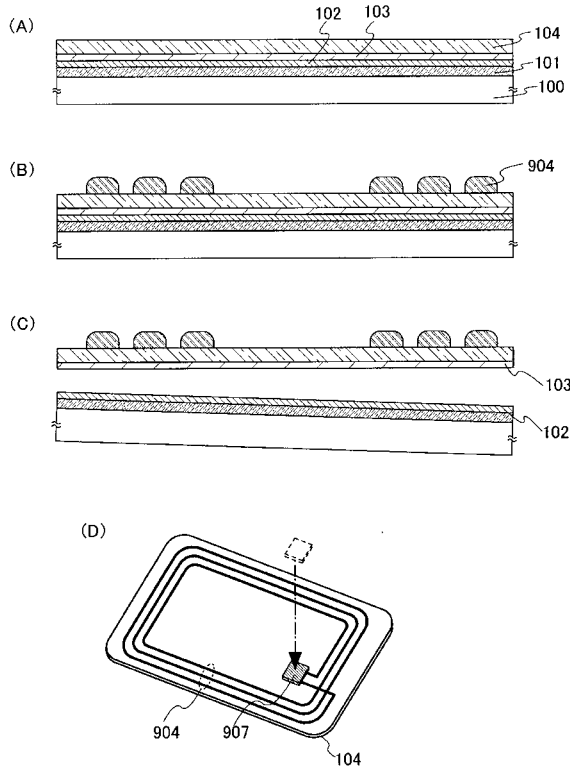
【 図 8 】



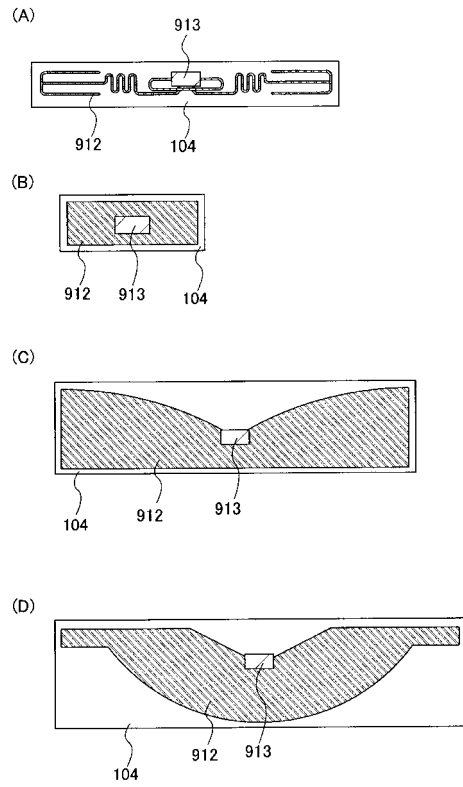
【 図 9 】



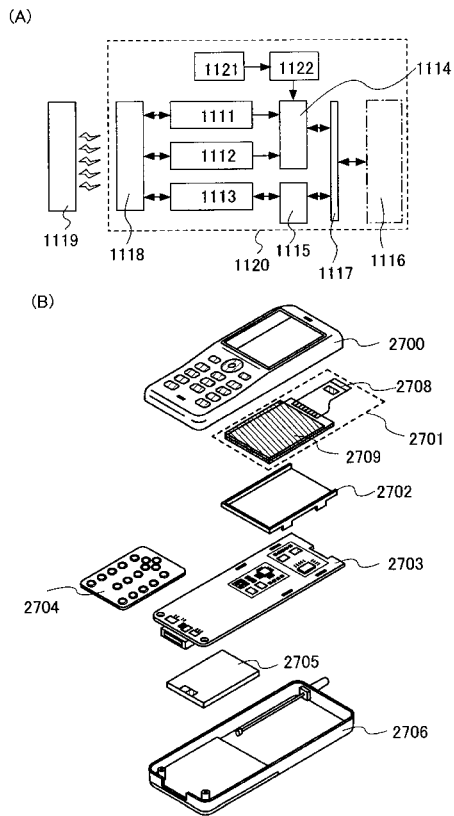
【図 10】



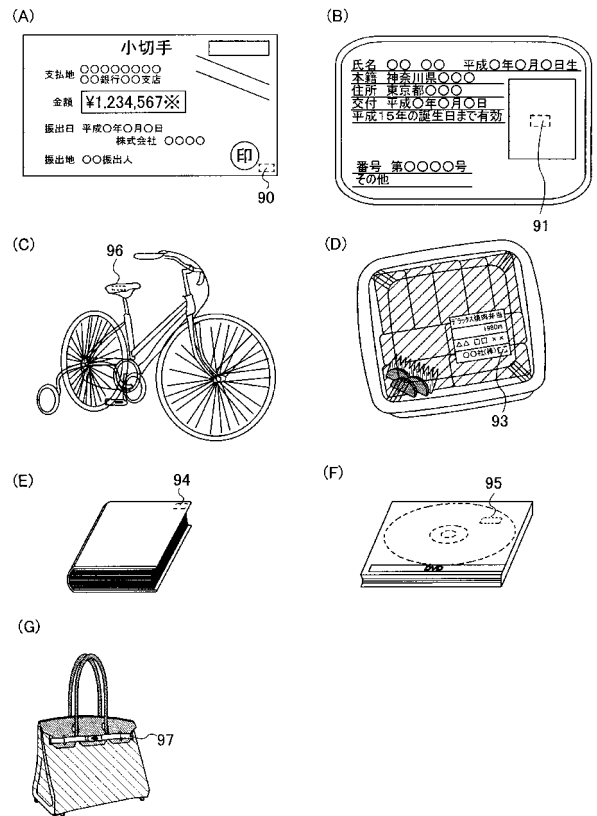
【図 11】



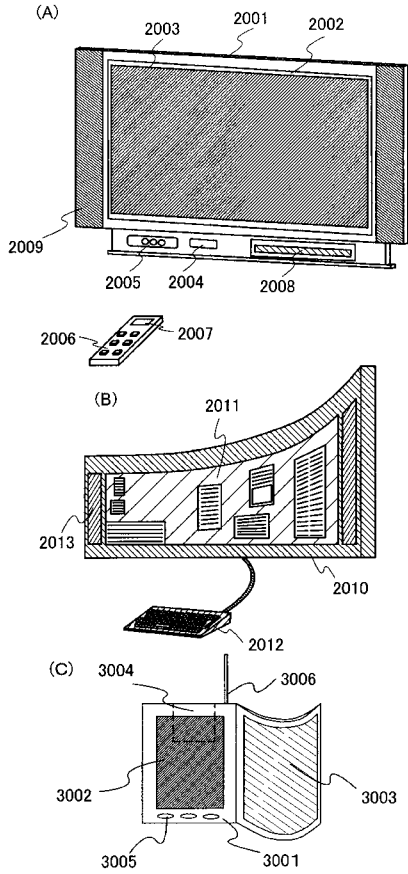
【図 12】



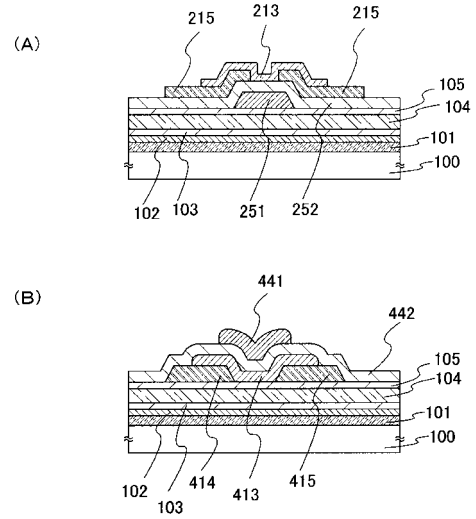
【図 13】



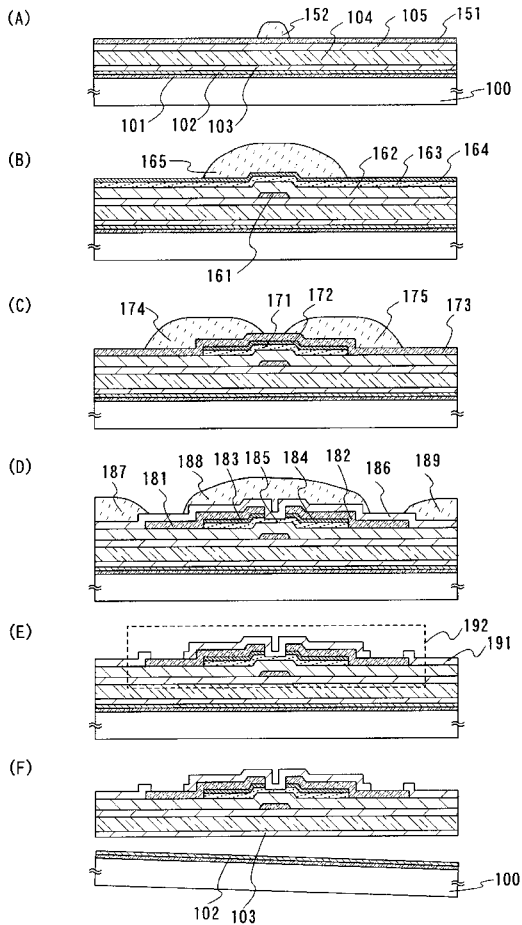
【 図 1 4 】



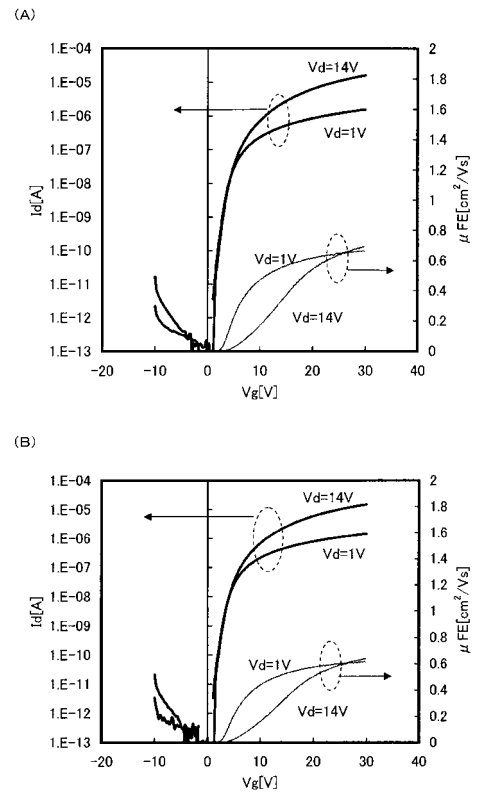
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<i>H 0 1 L 51/50 (2006.01)</i>		H 0 5 B 33/14	Z	
<i>H 0 5 B 33/10 (2006.01)</i>				
<i>H 0 5 B 33/14 (2006.01)</i>				

Fターム(参考)	5F110	AA16	AA17	BB01	BB02	BB04	BB05	BB06	BB07	BB08	BB09
		BB20	CC02	CC03	CC05	CC07	DD01	DD12	DD13	DD14	DD15
		DD17	EE01	EE02	EE03	EE04	EE06	EE09	EE14	EE28	EE30
		EE42	EE43	EE44	EE45	FF01	FF02	FF03	FF04	FF22	FF25
		FF26	FF27	FF28	FF29	FF30	GG02	GG04	GG05	GG13	GG14
		GG15	GG25	GG28	GG29	GG42	GG43	GG44	GG45	HJ01	HJ23
		HK01	HK02	HK03	HK04	HK06	HK09	HK16	HK21	HK32	HK33
		HK35	HL02	HL03	HL04	HL12	HL22	HL23	HM15	NN03	NN22
		NN23	NN24	NN27	NN34	NN35	NN71	PP03	PP04	PP06	PP35
		QQ06	QQ11	QQ16	QQ23						
	5F152	BB02	CC02	CC03	CC06	CD10	CD16	CD17	CE05	CE14	CE24
		CE42	FF02	FF03	FF06	FF07	FF47	FG01	FG04	FG18	FG23
		FH01	LL04	LP01	LP09	MM04	NN20	NQ03			