

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4593969号
(P4593969)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

| | |
|--------------------------|----------------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| HO 1 L 21/3205 (2006.01) | HO 1 L 21/88 B |
| GO 2 F 1/1368 (2006.01) | GO 2 F 1/1368 |
| GO 9 F 9/00 (2006.01) | GO 9 F 9/00 3 3 8 |
| HO 1 L 21/288 (2006.01) | HO 1 L 21/288 Z |
| HO 1 L 21/336 (2006.01) | HO 1 L 29/78 6 1 6 K |
| 請求項の数 7 (全 25 頁) 最終頁に続く | |

(21) 出願番号 特願2004-147036 (P2004-147036)
 (22) 出願日 平成16年5月17日(2004.5.17)
 (65) 公開番号 特開2005-5694 (P2005-5694A)
 (43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)
 審査請求日 平成19年4月26日(2007.4.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-139680 (P2003-139680)
 (32) 優先日 平成15年5月16日(2003.5.16)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100108741
 弁理士 渡邊 順之
 (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 山口 哲司
 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】配線の作製方法及び表示装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁膜に、下層部と配線とのコンタクトを形成する開口部と、前記配線のパターンに沿った溝とを形成し、

液滴吐出法により導電性組成物よりなる液滴を、前記溝及び前記開口部の内部に滴下することで前記配線を形成し、

加熱処理を行うことで前記配線をリフローすることを特徴とする配線の作製方法。

【請求項2】

請求項1において、前記加熱処理は、前記導電性組成物の軟化点以上の温度で行うことを特徴とする配線の作製方法。

【請求項3】

請求項1又は請求項2において、前記液滴の滴下は減圧下で行われることを特徴とする配線の作製方法。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれか一項において、前記加熱処理はランプを用いて行うことを特徴とする配線の作製方法。

【請求項5】

請求項1乃至請求項3のいずれか一項において、前記加熱処理はレーザを照射することにより行うことを特徴とする配線の作製方法。

【請求項6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、前記導電性組成物は、ナノメタル粒子を含む材料を溶媒に分散させたものであることを特徴とする配線の作製方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の配線の作製方法を用いることを特徴とする表示装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は配線、導電層を作製する技術に関し、特に絶縁表面上に液滴吐出法を用いて配線や導電層、半導体装置及び表示装置を作製する技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

絶縁表面上の薄膜を用いて形成された薄膜トランジスタ(TFT)は集積回路等に広く応用されている。そのうち、TFTを使用した表示パネルは、特に大型の表示装置に用途が大きく拡大していることから、更に、画面サイズの高精細化、高開口率化、高信頼性、大型化の要求が高まっている。

【0003】

また、それらの要求に対する研究も進んできており、これからはそれら要求に応えるのはもちろん、コスト的にも秀でた製品を作製することがより競争力をつけるためには必須の条件となりつつある。

20

【0004】

このような薄膜トランジスタにおける配線の作製方法としては、基板の全面に導電層の被膜を形成し、その後マスクを用いてエッチング処理を行う方法がある(特許文献1参照)。

【0005】

【特許文献1】特開2002-359246号公報

【0006】

また、高機能化に対する要求も高まっており、パネルと同一基板上に駆動回路やCPU等を同時に形成する試みもなされている。

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の特許文献1のように配線を形成する場合、ICPEッチング装置を例に挙げると、バイアス電力密度、ICP電力密度、圧力、エッチングガスの総流量、酸素添加率および下部電極の温度などのエッチング条件によってレジストと導電層との選択比が変化し、基板内で導電層の幅や長さがばらつく場合がある。

【0008】

また、エッチング処理を行う場合、フォトリソ等を用いたマスクを作製する工程が必要となるため、工程が長くなってしまふ。さらに、一旦全面に導電層を形成後、所望の形状になるようにエッチング処理を行うため、無駄となる材料が発生する。特に、パターンニングの際に使用するレジスト材料はその価格が非常に高価であることもあり、最終的な製品のコストに大きな影響を及ぼす一因となっている。

40

【0009】

その上、エッチングされる部分、もしくは使用しない部分に用いられる材料は除去され、廃液となる。近年は、環境に関する意識も高まってきているため、適切な処理を行い、適切に廃棄することが必須となるが、それには大きな設備投資と費用がかかってしまふ。これも、商品の低価格化を目指すためには大きな障害となる。もちろん、それら材料はただ捨てられるのみであるため、資源の無駄ともなっている。

【0010】

このような問題は、メータ角の大型基板上に配線を形成する場合に、より深刻な問題と

50

なる。

【0011】

これに対し、最近液滴吐出法を用いて、基板上に直接パターンニングを施す方法が検討され始めている。これに関しては、例えば金属の超微粒子を溶液に分散させた特殊なインクを用いて、直接基板上に配線あるいは電極パターンを形成する方法等が考えられている。また、従来のフォトリソグラフィ法のようにマスクを用いてパターンニングを行う代わりに、直接液滴吐出法でレジストを吐出しパターンを形成する方法も提案されている。

【0012】

しかしながら、液滴吐出法を用いて配線を形成すると、コンタクトホールに完全に充填ができなかったり、段差が発生してしまったりすることが考えられる。コンタクトホールが完全に充填できていないとその部分のコンタクトがとれず断線した状態になってしまう恐れがある。また、コンタクトがとれていたとしても、高抵抗化したり、中に取り込まれている気体（空気など）が後の工程において加熱をした際に膨張して不都合を引き起こしてしまったりする恐れがある。段差に関しては、大きな段差が発生したまま層を積み重ねてゆき、凹部同士、凸部同士が重なると段差も大きくなり、最終的には断線などの不良を起こす原因となる。これらのことは信頼性の面で大きな問題である。

【0013】

さらに、導電性組成物を含む液滴が基板に着弾してから薄膜パターンになるまでの現象は非常に複雑であり、乾燥課程がその特性に大きく関係する。すなわち、着弾した液滴が乾燥した後、どのような形状を取るかにより特性が変化し、それは液滴の乾燥課程に依存するのである。この乾燥課程を制御するのは非常に困難であり、安定した製品を提供するための一つの大きな課題となる。

【0014】

このような問題を鑑み、本発明では信頼性とコストパフォーマンスに秀でた半導体装置を提供するための配線形成法を提供することを目的とする。さらに、本発明の配線形成法を用いた半導体装置の作製方法、表示装置の作製方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

そこで本発明は、液滴吐出法により配線を形成する配線の作製方法において、配線を作製した後リフローする。

【0016】

これにより、平坦化、リペア及び配線形状を整えることができ、信頼性とコストパフォーマンスに秀でた半導体装置を提供するための配線形成法、半導体装置の作製方法、表示装置の作製方法を提供することが可能となる。

【0017】

本発明は、液滴吐出法を用いた配線の形成方法において、下層部とのコンタクトを形成する開口部が設けられた絶縁膜上に、液滴吐出法により導電性組成物よりなる液滴を滴下することで少なくとも前記開口部を含む位置に配線を作製し、前記配線が作製された基板に加熱処理を行うことで、前記開口部上の前記配線の表面位置とそれ以外の部分の前記配線の表面位置における高さを概略一致させることを特徴とする。

【0018】

また、本発明は、液滴吐出法を用いた配線の形成方法において、下層部とのコンタクトを形成する開口部が設けられた絶縁膜上に、液滴吐出法により導電性組成物よりなる液滴を滴下することで少なくとも前記開口部を含む位置に配線を作製し、前記配線が作製された基板に加熱処理を行うことで前記開口部を充填することを特徴とする。

【0019】

また、本発明は、液滴吐出法を用いた配線の形成方法において、下層部とのコンタクトを形成する開口部が設けられた絶縁膜上に、液滴吐出法により導電性組成物よりなる液滴を滴下することで少なくとも前記開口部を含む位置に配線を作製し、前記配線が作製された基板に加熱処理を行うことで、前記開口部上の前記配線の表面位置とそれ以外の部分の前

10

20

30

40

50

記配線の表面位置における高さを概略一致させ、かつ前記開口部を充填することを特徴とする。

【0020】

また、本発明は、上記構成において、前記加熱処理の後、前記配線上にマスクを形成し、前記マスクを用いて前記配線のエッチングを行うことを特徴とする。

【0021】

また、本発明は、上記構成において、前記配線が形成される前に前記基板上に隔壁を形成し、前記液滴吐出法により形成される配線は前記隔壁に囲まれた内部に形成されることを特徴とする。

【0022】

また、本発明は、上記構成において、前記マスクは液滴吐出法により形成されることを特徴とする。

【0023】

また、本発明は、上記構成において、前記隔壁は液滴吐出法により作製されることを特徴とする。

【0024】

また、本発明は、上記構成において、前記配線を作製する工程は減圧下で行われることを特徴とする。

【0025】

また、本発明は、上記構成において、前記加熱処理はランプを用いて行うことを特徴とする。

【0026】

また、本発明は、上記構成において、前記加熱処理はレーザーを照射することにより行うことを特徴とする。

【0027】

また、本発明は、上記構成において、前記導電性組成物は、ナノメタル粒子を含む材料を溶媒に分散させたものであることを特徴とする。

【0028】

また、本発明は、上記されたの配線の作成方法を用いたことを特徴とする表示装置の作成方法である。

【発明の効果】

【0029】

本発明を利用することによって配線の凹凸やコンタクト不良を大幅に低減することが可能となり、製品の信頼性、安定性が大幅に向上する。

【0030】

また、液滴吐出法により配線を形成しているため、材料を必要部分にのみ塗布することが可能となり、材料費の削減につながる。さらに配線のエッチングによる廃液もなくなるため、廃棄物処理に要する負担も軽くなり製品の低価格化に貢献することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様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。

【0032】

(実施の形態1)

図1(A)に本発明の実施の一形態を示す。基板101上に形成された下地絶縁膜102上の導電層103に層間絶縁膜104を介して導通をとる例を示す。

【0033】

層間絶縁膜104に形成された下層部とのコンタクトを形成する開口部であるコンタク

10

20

30

40

50

トホール 1 1 1 上にインクジェットのノズル 1 0 5 より導電性組成物を分散した液滴 1 0 6 を滴下し、配線 1 0 7 を形成する。その際、層間絶縁膜 1 0 4 に下層の導電層 1 0 3 の形状を反映して形成された凸部を反映した配線上の凸部 1 1 2、コンタクトホールの形状を反映して形成された凹部 1 1 3 により、段差 1 1 4 が形成されてしまう。

【 0 0 3 4 】

この段差 1 1 4 は何らかの平坦化の処理を行わないとそのまま上層に反映されていってしまう。表示装置の画素部で大きな段差が発生してしまうと表示ムラや欠陥の原因となることがある。また、CPU など高密度に集積する必要がある場合に有効である多層配線を形成する場合にも、段差が存在すると積層するうちに段差が深くなり、断線などによる不良が発生しやすくなる。

10

【 0 0 3 5 】

そこで、液滴吐出法により形成された配線 1 1 5 に、配線に使用されている導電性組成物の軟化点以上の温度をかけてリフローする。配線に使用された導電性組成物は有機溶媒などの溶媒に分散している状態であるが、熱をかけることで溶媒は蒸発し分散されていた導電性組成物は凝集する。さらに熱を加えてゆくと導電性組成物の融点に近づくため、再度、流動性が増してくる。流動性が増し、配線の形状が変わり始める温度を軟化点と呼ぶことにする。

【 0 0 3 6 】

軟化点以上の熱が加えられたことによって導電性組成物は、流動性を増し、表面張力や位置エネルギーなどの推進力によって凹部 1 1 3 に配線材料が移動する。これにより配線 1 1 5 は配線 1 0 9 のように段差 1 1 4 が小さくなり平坦化する。

20

【 0 0 3 7 】

図 1 1 にはリフローを行った場合と行わなかった場合の積層された配線の模式図を示す。おのこの層間絶縁膜の厚さ、コンタクトホールの場所、コンタクト径は同一となっている。図 1 1 (A) のように多層配線化した場合、積層する毎に凹凸が大きくなっていくことがわかる。一方、図 1 1 (B) のようにリフローを行うことによって明らかに凹凸が少なくなり平坦化されている。

【 0 0 3 8 】

このように配線が平坦化されると、前述の問題は起こりにくくなり、結果として信頼性の向上につながる。また、液滴吐出法により配線を形成しているため、材料を必要部分にのみ塗布することが可能となり、材料費の削減につながる。さらに配線のエッチングによる廃液もなくなるため、廃棄物処理に要する負担も軽くなり製品の低価格化に貢献することができる。

30

【 0 0 3 9 】

図 1 (B) は減圧下での液滴吐出法による配線形成の様子を表したものである。減圧下での液滴吐出法による塗布は、分散媒の揮発が早いため、迅速に作製工程が進められるなどメリットが大きい。液滴の粘度が高くなり 1 1 0 の様に配線表面が平坦にならない場合も考えられる。この場合でも、リフローを行うことで段差の改善とともに表面の平坦性も得られるため、減圧下での恩恵を享受した上大きな信頼性も得ることができる。

【 0 0 4 0 】

(実施の形態 2)

本発明の他の実施の形態について図 2 を用いて説明する。

40

【 0 0 4 1 】

基板上 2 0 1 上の下地絶縁膜 2 0 2 上に形成した T F T (半導体層 2 0 3、ゲート絶縁膜 2 0 6、ゲート電極 2 0 5) に層間絶縁膜 2 0 7 に開けた下層部とのコンタクトを形成する開口部であるコンタクトホールを介して液滴吐出法により必要とする部分配線を形成した。

【 0 0 4 2 】

ノズル 2 0 8 から導電性組成物が分散された液滴 2 0 9 を滴下し配線 2 1 0 を形成する。配線 2 1 0 は実施の形態 1 で説明した様にコンタクトホールの形状を反映して凹部 2 1

50

2 が形成されてしまう。また、アスペクト比の大きいコンタクトホールなどでは液滴が完全に充填されず、コンタクト不良 2 1 1 を起こす可能性もある。コンタクト不良は特に減圧下において液滴吐出法により配線を形成した場合に予想される。

【 0 0 4 3 】

ここで、配線 2 1 0 を構成する導電性組成物が軟化し、流動性を増す温度（軟化点）以上の熱を加えることによってリフローさせると、凹部 2 1 2 の段差は緩和され、コンタクトホールは充填され、それぞれ 2 1 4、2 1 3 の様にリペアされる。

【 0 0 4 4 】

このように、液滴吐出法により形成された配線の不良をリフローすることにより回復させることが可能となり、コスト的にも工程的にも、信頼性的にも秀でた製品を作製することが可能となる。

10

【 0 0 4 5 】

（実施の形態 3）

本実施の形態では他の実施の形態について図 3 を用いて説明する。T F T に接続するように開けられたコンタクトホールに液滴吐出法を用いてノズル 3 0 1 から導電性組成物が分散された液滴を滴下し、配線 3 0 2 を形成する。

【 0 0 4 6 】

配線 3 0 2 は今まで述べてきたように、コンタクトホールの形状を反映した凹凸部、及びコンタクト不良 3 0 6 ができてしまっている可能性がある。

【 0 0 4 7 】

20

そこで、配線を形成した導電性組成物の軟化点以上の温度で加熱を行い、リフローすることによってそれらの不都合を解消することができる。（図 3（B））

【 0 0 4 8 】

ところが、駆動回路や集積回路など、微細なパターンが必要である部分においては、図 3（B）3 0 4 に示したように、リフローによって広がってしまった配線がショートを起こしてしまう可能性がある。また、非常に微細なパターンが要求される様な部分では液滴吐出法により滴下した時点でショートを起こす可能性も考えられる。

【 0 0 4 9 】

そこで、これら駆動回路や集積回路など、微細なパターンを要求されるような部分には選択的にマスク 3 0 5 を使用し（図 3（C））、エッチングを行うことにより（図 3（D））、高度な集積を要する回路であっても信頼性高く作製することが可能となる。また、液滴吐出法のみで配線を作成する方法に比べるとエッチング工程が増えてしまうが、マスクを液滴吐出法により作製すれば、マスク材料の削減ができ、コスト的に有利である。

30

【 0 0 5 0 】

また、さらに微細なパターンが要求される場合には液滴吐出法によりレジストなどの感光性の材料でマスクを作製し、マスクの露光、現像工程を経てエッチングを行うとよい。この場合であっても従来の全面にレジストを塗布し、露光、現像を行う場合と比較し、大幅なレジスト使用量の削減になる。

【 0 0 5 1 】

もちろん、レジストによるマスクは全面に塗布しても、本発明の適用は可能である。

40

【 0 0 5 2 】

（実施の形態 4）

本発明の他の実施の形態について図 4 を参照して説明する。図 4（A）は図 4（B）を A - A' で切断した場合の斜視図である。なお、この図面の膜圧などの比率はわかりやすさのために変更してあるため、実際の比率と異なる場合がある。また、記載を省略している部分もある。

【 0 0 5 3 】

本実施の形態では、T F T を作製して層間絶縁膜などを作製し、コンタクトホールを開けた後、配線のパターンに沿って隔壁 4 0 1 を形成する。隔壁 4 0 1 は液滴吐出法を用いて材料を滴下して作製するとよいが、それに限ることでは無い。また、材料としては、リ

50

フローの熱に耐えることができ隔壁の役割を果たす絶縁物よい。また、この隔壁401はリフロー後、選択的に除去が可能な材料であり、除去することが前提であれば絶縁物で無くともよい。これら材料は使用者が適宜選択することが可能である。この隔壁作製の工程はコンタクトホールを開ける前に形成してもよい。

【0054】

続いて、液滴吐出法により導電性組成物の分散した液滴を、隔壁の内側に滴下し、402に代表されるような配線を形成する。配線は前述してきたとおり、コンタクトホールの形状を反映し凹部403が形成される。また、場所によっては404の様にコンタクトホールが完全に充填されず、コンタクト不良を起こす場合もある。

【0055】

液滴吐出法により液滴を配線のパターンに沿って形成したら、配線を構成している導電性組成物の軟化点以上の温度に加熱処理を行ってリフローする。

【0056】

結果、凹部の凹凸は緩和され、配線表面は平坦化し、コンタクトホールが充填されることでコンタクト不良はリペアされこれら起因の不都合が解消される。これによって飛躍的に信頼性が向上することとなる。また、隔壁が設けられていることでリフローされた配線が不都合な部分に広がり、ショートしてしまうことも防止でき精密なパターンを形成する際にも信頼性を損なうことが無い。もちろん、これらの工程は液滴吐出法を使用しているため材料の無駄が少なくコスト的にも非常に優秀な方法である。また、必要な部分のみの加工であるため大面積基板であっても迅速に処理を行うことが可能である。

【0057】

本実施の形態には表示装置の画素部を例にとって説明したが、もちろんそれに限らず駆動回路部においても、CPUを代表とする集積回路にも適用することが可能である。

【0058】

また、本実施の形態は図18に示したように隔壁の代わりに溝1401を設けることによっても実現が可能である。

【実施例1】

【0059】

本発明の実施の一例として、アクティブマトリクス型液晶表示装置の作成方法を図5, 6により詳細に説明する。本実施例では従来使用していたフォトリソグラフィ法によるパターンニングを用いていないが、適宜前述した実施の形態3~4と組み合わせることによって、より信頼性の向上した液晶表示装置を提供することができるようになる。また、必要に応じて従来のプロセスを使用することは使用者の判断にゆだねるところである。

【0060】

ここでは、本発明を用いて、アクティブマトリクス液晶表示装置のうち、NチャンネルTFT(スイッチ用)と容量を同一基板上に形成する作製工程について説明する。

【0061】

基板601には、ガラス基板、プラスチック基板に代表される可撓性基板など、本工程の処理温度に耐えうる基板を用いる(図5(A))。具体的には、透光性を有する基板601を用いてアクティブマトリクス基板を作製する。基板サイズとしては、600mm×720mm、680mm×880mm、1000mm×1200mm、1100mm×1250mm、1150mm×1300mm、1500mm×1800mm、1800mm×2000mm、2000mm×2100mm、2200mm×2600mm、または2600mm×3100mmのような大面積基板を用い、製造コストを削減することが好ましい。用いることのできる基板として、コーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板を用いることができる。更に他の基板として、石英基板、プラスチック基板などの透光性基板を用いることもできる。

【0062】

本実施例ではガラス基板601を用いた。続いて基板601上に、絶縁膜から成る下地

10

20

30

40

50

膜602を形成する。下地膜602は単層又は積層構造のいずれでもよく、本実施例では、2層構造として、スパッタリング法を用い、1層目として窒化酸化珪素膜を50nm、2層目として酸化窒化珪素膜を50nmの厚さに形成し、その後CMP法などの方法により表面を平坦化した(図5(A))。

【0063】

次いで、下地膜602上に半導体層603を形成する。半導体層603は、まず公知の方法(スパッタリング法、LPCVD法、プラズマCVD法等)により25~80nmの厚さで半導体膜を成膜する。次いで前記半導体膜を公知の結晶化法(レーザー結晶化法、RTA又はファーンেসアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法等)を用いて結晶化させる。なお前記半導体膜としては、非晶質半導体膜、微結晶半導体膜、結晶質半導体膜又は非晶質珪素ゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜などを用いても良い。

10

【0064】

本実施例では、プラズマCVD法を用いて、膜厚50nmの非晶質珪素膜を成膜した。その後、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させ、この非晶質珪素膜に脱水素化(500、1時間)を行った後、熱結晶化(550、4時間)を行って結晶質珪素膜を形成した。その後、本発明による液滴吐出法によって、インクジェットノズル604より吐出したレジスト605によりマスクパターンを形成した。さらに、該マスクパターンを使用してドライエッチング法により半導体層603を形成した(図5(B))。

【0065】

なお、レーザー結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合のレーザーは、連続発振またはパルス発振の気体レーザー又は固体レーザーを用いれば良い。前者の気体レーザーとしては、エキシマレーザー、YAGレーザー等が挙げられ、後者の固体レーザーとしては、Cr、Nd等がドーピングされたYAG、YVO₄等の結晶を使ったレーザー等が挙げられる。なお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は、連続発振が可能な固体レーザーを用い、基本波の第2~第4高調波を適用するのが好ましい。上記レーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザービームを光学系で線状に集光して、半導体膜に照射すると良い。

20

【0066】

但し、本実施例では、結晶化を助長する金属元素を用いて非晶質珪素膜の結晶化を行ったため、前記金属元素が結晶質珪素膜中に残留している。そのため、前記結晶質珪素膜上に50~100nmの非晶質珪素膜を形成し、加熱処理(RTA法、ファーンেসアニール炉を用いた熱アニール等)を行って、該非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させ、前記非晶質珪素膜は加熱処理後にエッチングを行って除去する。その結果、前記結晶質珪素膜中の金属元素の含有量を低減または除去することができる。また半導体層603を形成後、TFTのしきい値を制御するために微量な不純物元素(ボロン)のドーピング(チャネルドーピング)を行ってもよい。

30

【0067】

次いで、半導体層603を覆うゲート絶縁膜606を形成する。ゲート絶縁膜606はプラズマCVD法やスパッタ法を用いて、膜厚を40~150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、ゲート絶縁膜606としてプラズマCVD法により酸化窒化珪素膜を115nmの厚さに形成した。

40

【0068】

さらに、同様に液滴吐出法により、減圧又は真空中で第1の導電層(ゲート配線、ゲート電極、キャパシタ電極)608を形成する(図5(C))。

【0069】

インクジェットには多数の液滴噴射ノズルを有している。また、ノズル径の異なるインクヘッドを複数用意し、用途に応じて、ノズル径の異なるインクヘッドを使い分けてもよい。なお、通常のインクヘッドのノズル径は50~100μmであり、このノズル径にも依存するが、スループットを考慮して、一度の走査で形成できるようにするために、一行又

50

は一列と同じ長さになるように、複数のノズルを並列に配置してもよい。また、任意の個数のノズルを配置して、複数回走査しても構わないし、また同じ箇所を複数回走査することで重ね塗りをしてもよい。さらに、インクヘッドを走査することが好ましいが、基板を移動させても構わない。なお基板とインクヘッドとの距離は、所望の箇所に滴下するために、できるだけ近づけておくことが好ましく、具体的には、0.1~2ミリ程度が好ましい。

【0070】

インクヘッドから1回に吐出する組成物の量は10~70 μ l、粘度は100cP以下、粒径0.1 μ m以下が好ましい。これは、乾燥が起こることを防ぎ、また粘度が高すぎると、吐出口から組成物を円滑に吐出できなくなったりするためである。用いる溶媒や、用途に合わせて組成物の粘度、表面張力、乾燥速度などは適宜調節する。またインクヘッドから吐出される組成物は、基板上で連続して滴下して線状又はストライプ状に形成することが好ましい。しかし、例えば1ドット毎などの所定の箇所毎に滴下してもよい。

10

【0071】

インクヘッドから吐出する組成物は、タンタル(Ta)、タングステン(W)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、銅(Cu)、クロム(Cr)、ニオブ(Nb)から選択された元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料、AgPdCu合金などのAg合金、もしくはAl合金から適宜選択された導電性の材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いる。溶媒には、酢酸ブチル、酢酸エチル等のエステル類、イソプロピルアルコール、エチルアルコール等のアルコール類、メチルエチルケトン、アセトン等の有機溶剤などを用いる。溶媒の濃度は、導電性材料の種類などに適宜決定するとよい。

20

【0072】

また、インクヘッドから吐出する組成物として、銀(Ag)、金(Au)、白金(Pt)を粒径10nm以下で分散させた超微粒子(ナノメタル粒子)を用いてもよい。このように、粒径の微細な粒子を溶媒に分散又は溶解した組成物を用いると、ノズルの目詰まりという問題を解決することができる。なお、液滴吐出法を用いる本発明では、組成物の構成材料の粒径は、ノズルの粒径よりも小さいことが必要となる。また、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(PEDT/PSS)水溶液などの導電性ポリマー(導電性高分子)を用いてもよい。

30

【0073】

また、銀または銅といった低抵抗金属を配線材料として用いると、配線抵抗の低抵抗化を図ることができるため、大型の基板を用いる場合に好ましい。しかも、これらの金属材料は通常のドライエッチング法によって加工することが難しいため、液滴吐出法で直接パターンニングを行うことは、極めて効果的である。但し、例えば銅などの場合には、トランジスタの電気的特性に悪影響を及ぼさないようにするために、拡散を防ぐバリア性の導電膜を設けることが好ましい。バリア性の導電膜により、トランジスタが有する半導体に銅が拡散することなく、配線を形成することができる。このバリア性の導電膜としては、窒化タンタル(TaN)、窒化チタン(TiN)又は窒化タングステン(WN)から選ばれた一種又は複数種の積層膜を用いることができる。また、銅は酸化しやすいため、酸化防止剤などを併用することが好ましい。

40

【0074】

その後、第1の導電層が形成された基板に常圧または減圧、あるいは真空中で、150~300度の範囲で加熱処理を施すことで、その溶媒を揮発させて、その組成物密度を向上させて、抵抗値が低くなるようにする。但し、インクジェットノズル604から吐出する組成物における溶媒は、基板に滴下後に揮発するものが適している。本実施例の様に真空下で吐出が行われている場合は、通常の大気圧下の場合に比べて、蒸発速度が早いのが特徴であるが、特にトルエンなどの揮発性の高い溶媒を用いると、組成物を基板に滴下後、瞬時に揮発する。そのような場合には、加熱処理の工程は削除しても構わない。しかし、組成物の溶媒は特に限定されず、滴下後に揮発する溶媒を用いた場合であっても、加熱

50

処理を施すことで、その組成物密度を向上させて、所望の抵抗値になるようにしてもよい。またこの加熱処理は、液滴吐出法により薄膜を形成した毎に行ってもよいし、任意の工程毎に行ってもよいし、全ての工程が終了した後に一括して行ってもよい。また、リフローを行う場合には省略しあかまわらない。

【0075】

加熱処理は、加熱源にハロゲンなどのランプを用いて、直接基板を高速加熱するランプアニール装置や、レーザー光を照射するレーザー照射装置を用いる。両者とも加熱源を走査することで、所望の箇所のみ加熱処理を施すことができる。その他の方法として、所定の温度に設定されたファーンズアニールを用いてもよい。但し、ランプを用いる場合には、加熱処理を行う薄膜の組成を破壊せず、加熱のみを可能とする波長の光であり、例えば、400nmよりも波長の長い光、即ち赤外光以上の波長の光が好ましい。取り扱いの面からは、遠赤外線（代表的な波長は4～25μm）を用いることが好ましい。またレーザー光を用いる場合、レーザー発振装置から発振されるレーザー光の基板におけるビームスポットの形状は、列又は行の長さと同じ長さになるように線状に成形することが好ましい。そうすると、一度の走査でレーザー照射を終了させることができる。本実施例では、加熱処理として、通常のファーンズアニールを用いた。

10

【0076】

続いて、ゲート電極608をマスクとして、半導体層603に、N型又はP型を付与する不純物元素を添加するドーピング処理を行う。本実施例では、半導体層603にN型を付与する不純物元素を添加し、半導体層603にP型を付与する不純物元素を添加して、不純物領域を形成した。同時に、不純物元素が全く添加されない領域又は微量の不純物元素が添加された領域（チャンネル形成領域と総称）を形成した。

20

【0077】

この後、一旦全面を覆う第1の層間絶縁膜609を形成する。該第1の層間絶縁膜609はプラズマCVD法やスパッタ法を用いて、膜厚を40～150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、第1の層間絶縁膜609としてプラズマCVD法により窒化珪素膜を100nmの厚さに形成した。さらに、同様にして全面を覆う第2の層間絶縁膜610を形成する。第2の層間絶縁膜610としては、CVD法によって形成された酸化珪素膜、SOG（Spin On Glass）法又はスピコート法によって塗布された酸化珪素膜、アクリル等の有機絶縁膜又は非感光性の有機絶縁膜が0.7～5μmの厚さで形成する。本実施例では、塗布法で膜厚1.6μmのアクリル膜50を形成した。なお第2の層間絶縁膜610は、基板601上に形成されたTFTによる凹凸を緩和し、平坦化する意味合いが強いので、平坦性に優れた膜が好ましい。さらに、第3の層間絶縁膜611となる窒化珪素膜を0.1μmの厚さで形成する。

30

【0078】

しかる後に、コンタクトホール613を形成するためのレジストパターン612を、上述の場合と同様に液滴吐出法によって形成する。ついで、該レジストパターンをマスクとして異方性ドライエッチング法によってコンタクトホール613を形成した（図5（D））。

【0079】

このコンタクトホールの形成は、上記の様にレジストを塗布することによって形成してもよいが、他の方法として図12の様にインクジェット装置のノズル505からエッチング液506を滴下することによって層間絶縁膜503をエッチングし、コンタクトホールを形成してもよい。コンタクトホールが形成されたら下層の配線または導電層504へのダメージを最小限に抑えるためにインクジェットのノズルを換えて洗浄液508を滴下するなどし、洗浄するとよい。

40

【0080】

この後、レジストパターン612を除去した後、液滴吐出法により、第2の導電層（ソース配線、ドレイン配線）615を前記コンタクトホール613の底部まで延在するように形成する。本実施例において、吐出する組成物としては、銀とアルミニウムの合金の微

50

粒子を分散剤を用いて有機溶媒中に分散させた液を用いた。銀とアルミニウムの比率は銀に対しアルミニウムが40～80atom%程度のもを使用するとよい。他にアルミニウム単体、アルミニウムとゲルマニウムの合金、銀とゲルマニウムの合金や銀と錫の合金等の材料を使用することが可能である。材料については使用者が適宜選択することが可能である。このときの断面図を図6(A)に示す。

【0081】

この場合、コンタクトホール底部には、Alで形成されたゲート電極パターンあるいはSiパターン上のソース/ドレイン領域が露出している。コンタクトホール内には、十分な液滴を与える必要が有るため、この部分に対してより多くの液滴の吐出を行うことが必要である。あるいは、重ね塗りにより、この部分の塗布量を増すことも、コンタクト抵抗

10

【0082】

引き続いて、加熱処理を行う。加熱処理はRTA、GRTA法、レーザー照射、ランプ加熱などにより行うとよい。本実施例ではAgとAlの合金で配線を作製しているため500～600で瞬間的に加熱を行うことによってリフローする。(図6(B))これにより、コンタクトホールの形状を反映した凹凸や乾燥課程によって発生した配線形状の差異が緩和される。また、コンタクトホールへの組成物の充填が不十分であったとしてもリペアが可能である。ここまでの工程により、絶縁表面を有する基板601上にトランジスタを形成することができた。

20

【0083】

続いて、全面に第2の導電層615と電氣的に接続されるように、透明導電体からなる画素電極616を形成する(図6(B))。画素電極616には、一例として、酸化インジウムと酸化スズの化合物(ITO)、酸化インジウムと酸化亜鉛の化合物、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム、窒化チタンなどが挙げられる。本実施例では画素電極616として、液滴吐出法で、0.1μmの厚さでITO膜を形成した(図6(C))。

【0084】

以上、画素部においてはソース配線と、画素部のTF T及び保持容量と、端子部で構成されたアクティブマトリクス基板を作製することができる。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。

30

この後、共通電極617、カラーフィルタ618、ブラックマトリクス619などが形成された対向基板620と貼り合わせる。そして所定の方法で液晶621を注入し、液晶表示装置を完成する。(図6(D))。

【0085】

以上の工程によって得られた液晶モジュールに、バックライト、導光板を設け、カバーで覆えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置(透過型)が完成する。なお、カバーと液晶モジュールは接着剤や有機樹脂を用いて固定する。また、透過型であるので偏光板は、アクティブマトリクス基板と対向基板の両方に貼り付ける。

【0086】

また、本実施の形態は透過型の例を示したが、特に限定されず、反射型や半透過型の液晶表示装置も作製することができる。反射型の液晶表示装置を得る場合は、画素電極として光反射率の高い金属膜、代表的にはアルミニウムまたは銀を主成分とする材料膜、またはそれらの積層膜等を用いればよい。

40

【0087】

また、必要に応じて駆動回路部など高度な集積が必要な部分において、実施の形態3や実施の形態4と組み合わせて配線を作製するとより信頼性が向上する。もちろん部分的にだけでなく全面に適用してもよい。

【0088】

以上、本発明の第1の実施例について、アクティブマトリクス型の液晶表示装置について説明したが、本実施例に限定されることなく、本発明の趣旨に基づき適用が可能と

50

なる。例えばアクティブマトリクス型有機EL表示装置の場合についても同様に適用することが可能である。また、本実施例で取り上げた材料、形成方法に関しても、本発明の趣旨に則り適宜選択して用いることが可能である。

【実施例2】

【0089】

本発明の第二の実施例について、図7、8を用いて詳細に説明する。本発明においても、従来使用していたフォトリソグラフィ法によるパターニングを用いていないが、適宜前述した実施の形態3~4と組み合わせることによって、より信頼性の向上した液晶表示装置を提供することができるようになる。また、必要に応じて従来のプロセスを使用することは使用者の判断にゆだねるところである。

10

【0090】

基板801には、ガラス基板、プラスチック基板に代表される可撓性基板など、本工程の処理温度に耐えうる基板を用いる(図8(A))。本実施例ではガラス基板801を用いた。続いて基板801上に、絶縁膜から成る下地膜802を形成する。下地膜802は単層又は積層構造のいずれでもよく、本実施例では、2層構造として、スパッタリング法を用い、1層目として窒化酸化珪素膜を50nm、2層目として酸化窒化珪素膜を50nmの厚さに形成し、その後CMP法などの方法により表面を平坦化した(図7(A))。

【0091】

次いで、下地膜802上に半導体層803を形成する。半導体層803は、まず公知の方法(スパッタリング法、LPCVD法、プラズマCVD法等)により25~80nmの厚さで半導体膜を成膜する。次いで前記半導体膜を公知の結晶化法(レーザー結晶化法、RTA又はファーネスアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法等)を用いて結晶化させる。なお前記半導体膜としては、非晶質半導体膜、微結晶半導体膜、結晶質半導体膜又は非晶質珪素ゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜などを用いても良い。

20

【0092】

本実施例では第一の実施例と同様にして、プラズマCVD法を用いて、膜厚50nmの非晶質珪素膜を成膜した。その後、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させ、この非晶質珪素膜に脱水素化(500℃、1時間)を行った後、熱結晶化(550℃、4時間)を行って結晶質珪素膜を形成した。その後、減圧又は真空中でインクジェットヘッド807より吐出したレジストのパターニングを行い、該レジストパターンをマスクレジストのパターニングを行い、該レジストパターンをマスクとしてドライエッチング法によって半導体層804~806を形成した(図7(B))

30

【0093】

続いて、ゲート絶縁膜809を形成する。ゲート絶縁膜809はプラズマCVD法により酸化窒化珪素膜を115nmの厚さに形成した(図7(B))。

【0094】

ついで、第一の実施例と同様にして、減圧又は真空中で第1の導電層(ゲート配線、ゲート電極)810~813をタングステン膜で形成する。(図7(B))

【0095】

その後、第1の導電層が形成された基板に常圧または減圧、あるいは真空中で、150~300度の範囲で加熱処理を施すことで、その溶媒を揮発させ良好な導電特性を得る。但し、インクヘッド807から吐出する組成物における溶媒は、基板に滴下後に揮発するものが適している。特にトルエンなどの揮発性の高い溶媒を用いると、組成物を基板に滴下後、揮発する。そのような場合には、加熱処理の工程は削除しても構わない。しかし、組成物の溶媒は特に限定されず、滴下後に揮発する溶媒を用いた場合であっても、加熱処理を施すことで、その組成物の粘度を低下させて、所望の粘度になるようにしてもよい。またこの加熱処理は、液滴吐出法により薄膜を形成した毎に行ってもよいし、任意の工程毎に行ってもよいし、全ての工程が終了した後に一括して行ってもよい。また、リフローを行う場合省略してもかまわない。

40

50

【0096】

さらに、ゲート電極811～813をマスクとして、半導体層804～806に、N型又はP型を付与する不純物元素を添加するドーピング処理を行う。本実施例では、半導体層804にN型を付与する不純物元素を添加し、半導体層805、806にP型を付与する不純物元素を添加して、不純物領域を形成した。同時に、不純物元素が全く添加されない領域又は微量の不純物元素が添加された領域（チャンネル形成領域と総称）を形成した。

【0097】

この後、一旦全面を覆う第1の層間絶縁膜814を形成する。該第1の層間絶縁膜814はプラズマCVD法やスパッタ法を用いて、膜厚を40～150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、第1の層間絶縁膜814としてプラズマCVD法により窒化珪素膜を100nmの厚さに形成した。さらに、同様にして全面を覆う第2の層間絶縁膜815を形成する。第2の層間絶縁膜815としては、塗布法で膜厚1.6μmのアクリル膜を形成した。さらに、第3の層間絶縁膜816となる窒化珪素膜を0.1μmの厚さで形成する。

【0098】

しかる後に、コンタクトホールを形成するためのレジストパターンを、上述の場合と同様に液滴吐出法によって形成する。ついで、該レジストパターンをマスクとして異方性ドライエッチング法によってコンタクトホールを形成した。（図7（C））

【0099】

この後、第2の導電層（ソース配線、ドレイン配線）817～822を前記コンタクトホールの底部まで延在するように形成する。本実施例においては、第2の導電層は銀と錫の微粒子を界面活性剤を用いて有機溶媒中に分散させた液を吐出して配線パターンを形成した。銀とアルミニウムの比率は銀に対しアルミニウムが40～80atom%程度のものを使用するとよい。他にアルミニウム単体、アルミニウムとゲルマニウムの合金、銀とゲルマニウムの合金や銀と錫の合金等の材料を使用することが可能である。材料については使用者が適宜選択することが可能である。

【0100】

このようにして形成された配線パターンにはコンタクトホールなどを反映して凹凸が形成されていたり、有機溶媒の乾燥状況によって形状に差異が生じてしまっていたり、完全にコンタクトホールが充填されていなかったりなどの不都合が発生している可能性がある。

【0101】

この不都合を解消するために、引き続いて加熱処理を行う。加熱処理はRTA、GRTA法、レーザ照射、ランプ加熱などにより行うとよい。本実施例ではAgとAlの合金で配線を作製しているため500～600で瞬間的に加熱を行うことによってリフローする。これにより、コンタクトホールの形状を反映した凹凸や乾燥課程によって発生した配線形状の差異が緩和される。また、コンタクトホールへの組成物の充填が不十分であったとしてもリペアが可能である。ここまでの工程により、絶縁表面を有する基板801上にトランジスタを形成することができた。このときの断面図を図7（D）に示す。

【0102】

続いて、全面に第2の導電層820、822と電氣的に接続されるように、透明導電体からなる画素電極901、902を形成する。画素電極901、902には、一例として、酸化インジウムと酸化スズの化合物（ITO）、酸化インジウムと酸化亜鉛の化合物、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム、窒化チタンなどが挙げられる。本実施例では画素電極901、902として、液滴吐出法を使用して、0.1μmの厚さでITO膜を形成した（図8（A））。

【0103】

この後、有機ELによる発光素子の形成工程に入ることになる。画素電極901、902の端面を覆うように絶縁膜903を形成する。絶縁膜903を形成する材料は特に限定されず、無機又は有機の材料で形成することができる。この後、発光層となる有機ELを

10

20

30

40

50

含む領域を形成することになるが、画素電極 901、902 と接するように発光層 904、905 を減圧又は真空中で順次形成する(図 8(B、C))。発光層 904、905 の材料は特に限定されるものではないが、カラー表示を行う場合には、赤、緑、青の各色の材料を用いる。ついで、第 2 の画素電極(陰極) 906 を減圧又は真空中で蒸着法により形成する(図 8(D))。

【0104】

第 2 の画素電極(陰極) 906 は、仕事関数の小さい金属(リチウム(Li)、マグネシウム(Mg)、セシウム(Cs))を含む薄膜、Li、Mg 等を含む薄膜上に積層した透明導電膜との積層膜で形成する。膜厚は陰極として作用するように適宜設定すればよいが、0.01~1 μ m 程度の厚さで形成する。本実施例では、第 2 の画素電極 906 としてアルミニウムとリチウムの合金膜(Al-Li)を 0.1 μ m の厚さで形成した。なお第 2 の画素電極 906 は、全面に成膜する。

10

【0105】

陰極として良く用いられる金属膜は、周期律表の 1 族若しくは 2 族に属する元素を含む金属膜であるが、これらの金属膜は酸化しやすいので表面を保護しておくことが望ましい。また、必要な膜厚も薄いため、抵抗率の低い導電膜を補助的に設けて陰極の抵抗を下げ、加えて陰極の保護を図るとよい。抵抗率の低い導電膜としてはアルミニウム、銅又は銀を主成分とする金属膜が用いられる。

【0106】

発光層 904、905 と第 2 の画素電極 906 の形成は、インクヘッド 807 から吐出される組成物の変更、又は組成物が充填されたインクヘッド 807 の変更により実現する。この場合、大気開放されることなく行うことができるため、水分などに弱い発光素子の高信頼性につながる。

20

【0107】

これまでの工程において形成された、第 1 の画素電極 901、902、発光層 904、905 及び第 2 の画素電極 906 の積層体が発光素子に相当する。第 1 の画素電極 901、902 は陽極、第 2 の画素電極 906 は陰極に相当する。発光素子の励起状態には一重項励起と三重項励起があるが、発光はどちらの励起状態を経てもよい。

【0108】

本実施例では、発光素子から発せられる光を基板 801 側(底面)側から取り出す、所謂下面出射を行う場合を示した。しかし、基板 801 の表面から光を取り出す、所謂上面出射を行うようにしてもよい。その場合、第 1 の画素電極 901、902 を陰極、第 2 の画素電極 906 を陽極に相当するように形成し、さらに第 2 の画素電極は透明材料で形成するとよい。また、駆動用 TFT は N チャネル型 TFT で形成することが好ましい。なお、駆動用 TFT の導電型は適宜変更しても構わないが、容量素子は該駆動用 TFT のゲート・ソース間電圧を保持するように配置する。なお本実施例では、発光素子を用いた表示装置の場合を例示したが、液晶素子を用いた液晶表示装置やその他の表示装置に本発明を適用してもよい。

30

【0109】

また、必要に応じて駆動回路部など高度な集積が必要な部分において、実施の形態 3 や実施の形態 4 と組み合わせて配線を作製するとより信頼性が向上する。もちろん部分的にだけでなく全面に適用してもよい。

40

【0110】

上記構成を有する本発明は、基板の大型化に対応可能で、スルーボットや材料の利用効率を向上させた上で高い信頼性を備えた配線、導電層及び表示装置の作製方法を提供することができる。

【実施例 3】

【0111】

本発明における他の実施例を図 17 を用いて説明する。図 17 は CPU 等の高度な集積を必要とする場合に有効である多層配線を形成した例である。

50

【 0 1 1 2 】

本実施例では最上層第7層目の配線1700のみ液滴吐出法を使用して形成しており、1層目から6層目までの配線は従来の感光性のレジストをマスクに使用したフォトリソグラフィ工程を経て形成している。このように精密性を要求される配線の形成には従来通りスパッタリングによる膜を形成し、フォトリソ工程を経てエッチングにより配線パターンを形成し、上層の比較的太い配線パターンのみ液滴吐出法を用いて形成してもよい。本実施の形態では一例として最上層のみ液滴吐出法を使用して形成した例を示す。

【 0 1 1 3 】

図17は集積された回路のごく一部の断面の模式図を示したものであり、本発明の趣旨を逸脱しない限り、この構造に限られるものではなく、もちろん積層数もこれに限ったことではないことを明記しておく。

10

【 0 1 1 4 】

下地絶縁膜1702が形成された基板1701の上に半導体層1703を形成し、ゲート絶縁膜1704を介して一層目の配線としてゲート電極1705を形成する。続いて酸化シリコン、アクリル、ポリイミドなどの材料を使用して層間絶縁膜1706を形成し、感光性のレジストを露光、現像することにより作製したマスクを用いてエッチングを行いコンタクトホールを形成する。

【 0 1 1 5 】

続いて半導体層の不純物領域に接続する様にして第2層目の配線を形成する。配線の材料としてはアルミニウムやチタン、アルミニウムとチタンの合金そしてそれらの積層膜などがよく用いられるが、本実施例ではアルミニウムとゲルマニウムの合金を配線として使用する。アルミニウムとゲルマニウムの合金を使用することでリフローを行って平坦化することが可能となる。

20

【 0 1 1 6 】

第2層目の配線を形成したら、配線の軟化点以上の熱を瞬間的に加えることによりリフローする。具体的な温度については配線に使用したアルミニウムとチタンの合金におけるそれぞれの比率で変わってくるがだいたい250～400程度である。リフローすることによって平坦性が良好となり、コンタクト不良も回復するため信頼性の面で大きな改善が期待できる。

【 0 1 1 7 】

次に、再度層間絶縁膜を形成し、第3層目の配線を第2の配線と同様に形成する。ここでもアルミニウムとゲルマニウムの合金を使用し、リフローを行うとよい。

30

【 0 1 1 8 】

その後も順次同様に積層を重ね、最上層の配線1700に液滴吐出法を適用した。使用する吐出する組成物としては、銀とアルミニウムの合金の微粒子を分散剤を用いて有機溶媒中に分散させた液を用いた。形成した配線は500から600の熱をレーザやランプを用いることによって瞬間的に加熱し、リフローする。この際、瞬間的に加熱されることで熱的非平衡な状態でリフローされるため、下層の配線には熱はほとんど伝わらない。配線1700はリフローされ、配線1707のように平坦性を増す。

【 0 1 1 9 】

このように、順次積層しリフローを重ねることによって、多層構造の集積回路を形成したとしても平坦性と信頼性に優れたものを作製することが可能となる。

40

【 0 1 2 0 】

また、本発明のように最上層の配線まで平坦性が良好なものを作製すれば、その転写技術への応用が期待できる。最近研究されているプラスチック基板などへの素子の形成法の一つとして転写技術がある。

【 0 1 2 1 】

その技術は、一度通常と同様にガラス基板などに素子を形成し、形成した素子を支持体に貼り付けて元のガラス基板から剥離する技術がある。この際、素子の表面に大きな凹凸があったとすると、支持体との密着性が悪くなり、剥離が正常に行われないなどの不都合

50

が発生する恐れがある。本発明を使用することで、素子表面の平坦性が増し、そのような不都合の発生を抑制する効果を期待することができる。

【実施例 4】

【0122】

本実施例ではチャンネルエッチ型のボトムゲート型 T F T に本発明を適用した例について図 9 を用いて説明する。

【0123】

基板 1600 上に Ta、Cr、Mo、Al などゲート電極 1610 を形成する。その後、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、または酸化タンタル膜などでゲート絶縁膜 1601 を形成し、その上にゲート電極 1610 と一部が重なるように非晶質構造を有する半導体膜 1602 を形成する。非晶質構造を有する半導体膜 1602 の代表的な材料は非晶質シリコンであり、プラズマ CVD 法で 100 ~ 250 nm の厚さに形成する。続いて n 型または p 型不純物が添加されたは、非晶質構造を有する半導体膜 1602 と重ねて設ける。この 2 層を島状に加工してから次いで、Cr、Ti、Ta など膜を形成する。この膜はパターンングされソース・ドレイン電極 1605、1606 となる。このソース・ドレイン電極 1605、1606 をマスクとして n 型または p 型不純物が添加された半導体層をエッチング処理して 1603、1604 の 2 つの領域に分割する。このエッチング処理は、非晶質構造を有する半導体層 1602 との選択加工ができないので、その一部もエッチングして除去される。その後、絶縁膜を成膜しソース・ドレイン電極 1605、1606 に接続するようにコンタクトホールを形成する。(図 9 (A))

【0124】

コンタクトホールを介してソース・ドレイン電極 1606 に接続するように配線 1608 を液滴吐出法を用いて形成する。吐出する液滴の組成物としては、銀とアルミニウムの合金の微粒子を分散剤を用いて有機溶媒中に分散させた液を用いるとよい。(図 9 (B))

【0125】

形成した配線は 500 から 600 の熱をレーザやランプを用いることによって瞬間的に加熱し、リフローする。(図 9 (C)) この際、瞬間的に加熱されることで熱的非平衡な状態でリフローされるため、下層の配線には熱はほとんど伝わらない。配線 1608 は配線の凹凸やコンタクト不良が発生していてもリフローすることでそれら起因の不都合を低減することができる。結果として信頼性高い製品を材料の無駄を省き低コストで提供することが可能となる。

【実施例 5】

【0126】

液滴吐出法により形成された導電層や絶縁膜の表面の凹凸や盛り上がり平坦化するには図 10 のような方法も考えられる。基板 1000 上に下地絶縁膜 1001、半導体層 1002、ゲート絶縁膜 1003 まで形成されたところに液滴吐出法を用いてノズル 1004 から導電性組成物を含む液滴 1005 を滴下し導電層 1006 を形成する。

【0127】

形成した導電層を加熱してからテフロン(登録商標)等により被服された基板 1007 やローラー 1008 などでプレスしたり(図 10 (A) (B)) することにより表面の微細な凹凸が平坦化される。この際、プレス処理ではなく、パフ研磨や電解研磨、複合電解研磨などを用いてもよい。

【実施例 6】

【0128】

図 13 は液滴吐出法により配線等を形成するための装置の一例である。装置全体は、基板 1101 をメカニカルチャック等の手法で固定し Y 方向に正確に移動させるための手段 1106、インクヘッド 1102 に組成物を供給する手段 1107、処理室を真空にする真空排気手段 1103 などから構成される。

【0129】

10

20

30

40

50

まず、前記真空排気手段1103は、チャンパー内を排気し高真空下に保つことができる。さらに、チャンパー内において、インクヘッド1102は基板1101上に所望のパターン形成するための材料を含んだ微小な液滴を吐出する手段で、多数のノズルを有し、位置の微調整ができるようになっている。一方、基板1101はY軸方向に移動可能であり、基板上で連続した配線のパターンが形成されるように、インクヘッド1102から吐出する周期と基板1101の移動距離及びインクヘッド1102の位置の微調整を同時に調節することによって、種々のパターンを基板上に形成することができる。

【0130】

その他、付随する要素として、処理する基板を保持する基板保持手段1105から搬出入させる搬送手段、清浄な空気を送り出し作業領域の埃を低減するクリーンユニットなどを備えても良い。

10

【0131】

真空排気手段1103においては、排気ポンプとして、ターボ分子ポンプ、メカニカルプースターポンプ、油回転ポンプ、若しくはクライオポンプを用いることが可能であるが、それらを適宜組み合わせ使用することが望ましい。

【0132】

本発明では、配線、導電膜、あるいはレジスト材料のパターン形成は、インクジェット用処理室1108で行う。インクヘッド1102から1回に吐出する組成物の量は10~70pL、粘度は100cP以下、粒径0.1μm以下が好ましい。これは、乾燥が起こることを防ぎ、また粘度が高すぎると、吐出口から組成物を円滑に吐出できなくなったりするためである。用いる溶媒や、用途に合わせて組成物の粘度、表面張力、乾燥速度などは適宜調節する。またインクヘッドから吐出される組成物は、基板上で連続して滴下して線状又はストライプ状に形成することが好ましい。しかし、例えば1ドット毎などの所定の箇所毎に滴下してもよい。インクジェット用処理室1108には基板保持手段1105やインクヘッド1102等が設けられている。

20

【0133】

本実施の形態における装置に関しては、図13には記載していないが、さらに基板1101や基板上のパターンへの位置合わせのためのセンサや、インクジェット用処理室1108へのガス導入手段、インクジェット用処理室1108内部の排気手段、基板を加熱処理する手段、基板へ光照射する手段、加えて温度、圧力等、種々の物性値を測定する手段等を、必要に応じて設置しても良い。またこれら手段も、インクジェット用処理室1108外部に設置した制御手段1109によって一括制御することが可能である。さらに制御手段1109をLANケーブル、無線LAN、光ファイバ等で生産管理システム等に接続すれば、工程を外部から一律管理することが可能となり、生産性を向上させることに繋がる。

30

【0134】

以上、本発明は上記の実施形態の手段を様々に応用して自由に組み合わせ用いることが可能である。また、吐出に用いる材料としては、溶媒に溶かすことあるいは加温によって液化することができ、液滴として吐出が可能である材料であればよく、例えば、配線となる導電性材料、レジスト材料、配向膜となる樹脂材料、発光素子に用いる発光材料、ウエットエッチングに用いるエッチング溶液などと、用途に応じて使用が可能である。

40

【0135】

一方、本発明で用いられる基板としては、所望のサイズのガラス基板の他、プラスチック基板に代表される樹脂基板、或いはシリコンに代表される半導体ウエハ等の被処理物に適用することができる。さらに、表面が平坦な基板あるいは凹凸パターンが形成された基板のいずれであっても構わない。また、基板表面の親水性基板、疎水性に関しては、上述の如くその適用範囲において適宜選択しても良いし、そうでなくとも良い。

【0136】

なお、制御手段1109をパソコンなどに接続することで、入力された回路配線を即座に作製することができる。このときのシステムについて、図14を用いて簡単に説明する

50

。

【0137】

基幹となる構成要素としては、CPU3100、揮発性メモリ3101、不揮発性メモリ3102及びキーボードや操作ボタンなどの入力手段3103、液滴吐出手段3104を有する液滴吐出装置が挙げられる。その動作について簡単に説明すると、入力手段3103により、回路配線のデータが入力されたら、このデータはCPU3100を介して揮発性メモリ3101又は不揮発性メモリ3102に記憶される。そして、このデータを基に、液滴吐出手段3104が選択的に液滴組成物を吐出することで、配線を形成することができる。

【0138】

上記構成により、露光を目的としたマスクが不要となり、露光、現像などの工程を大幅に削減することができる。その結果、スループットが高くなり、大幅に生産性を向上させることができる。また本構成は、配線の断線箇所や、配線と電極間の電氣的接続の不良箇所などをリペアする目的で使用してもよい。この場合、例えばパソコンなどにリペア箇所を入力し、該箇所にノズルから液滴組成物を吐出させることが好適である。また、メータ角の大型基板に対しても簡単に配線を形成することができ、さらに所望の箇所に必要な量の材料のみを塗布すればよいため、無駄な材料が僅かとなることから材料の利用効率の向上、作製費用の削減を実現する。

【実施例7】

【0139】

本発明が適用される電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDigital Versatile Disc（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を図15、16に示す。

【0140】

図15（A）は表示装置であり、筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004等を含む。本発明は、表示部2003の作製に適用される。特に、本発明は20～80インチの大画面の表示装置に好適である。

図15（B）はデジタルスチルカメラであり、本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含む。本発明は、表示部2102に適用することができる。

【0141】

図15（C）はノート型パーソナルコンピュータであり、本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含む。本発明は、表示部2203に適用することができる。

【0142】

図15（D）はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明は、表示部2302に適用することができる。

【0143】

図15（E）は携帯型のゲーム機であり筐体2801、表示部2802、スピーカ部2803、操作キー2804、記録媒体挿入部2805等を含む。本発明は表示部2802に適用することができる。

【0144】

図16（E）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体

10

20

30

40

50

(DVD等)読込部2405、操作キー2406、スピーカー部2407等を含む。表示部A2403は主として画像情報を表示し、表示部B2404は主として文字情報を表示するが、本発明は表示部A、B2403、2404に適用することができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

【0145】

図16(F)はゴーグル型ディスプレイ(ヘッドマウントディスプレイ)であり、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。本発明は、表示部2502に適用することができる。

【0146】

図16(G)はビデオカメラであり、本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609等を含む。本発明は、表示部2602に適用することができる。

10

【0147】

図16(H)は携帯電話であり、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含む。本発明は、表示部2703及びCPU2709に適用することができる。CPU2709はパネルに同時形成され、多層配線化されている。本発明は特にこのCPU2709に好適に適用される。

【0148】

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に用いることが可能である。さらに不良も少なくなるため低価格化の実現にも貢献する。また、製品の信頼性も向上するためメーカーとしての信頼度も高めることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0149】

【図1】実施の形態1を表す図。

【図2】実施の形態2を表す図。

【図3】実施の形態3を表す図。

【図4】実施の形態4を表す図。

【図5】実施例1を表す図。

30

【図6】実施例1を表す図。

【図7】実施例2を表す図。

【図8】実施例2を表す図。

【図9】実施例4を表す図。

【図10】実施例5を表す図。

【図11】液滴吐出法による多層配線形成の例を表す図。

【図12】液滴吐出法によるコンタクトホール形成の例を表す図。

【図13】本発明に用いられる装置を表す図。

【図14】コンピュータ制御に関するブロック図。

【図15】電子機器の一例を表す図。

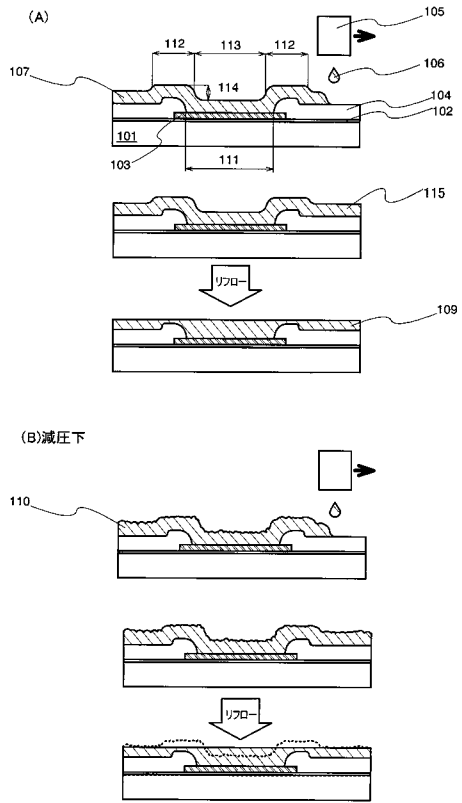
40

【図16】電子機器の一例を表す図。

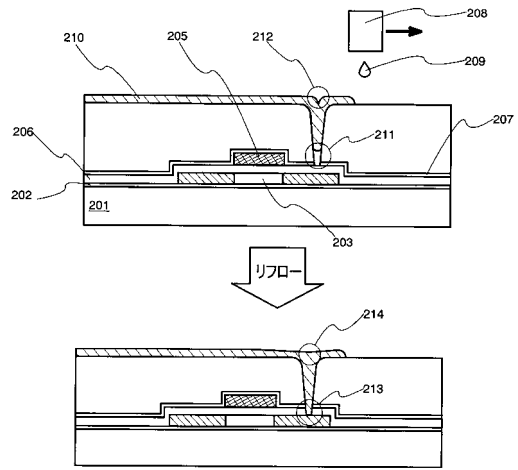
【図17】多層配線形成の例を表す図。

【図18】実施の形態4を表す図。

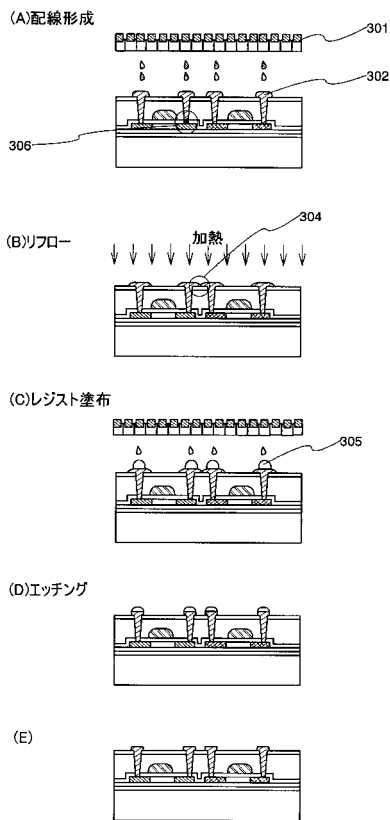
【図1】



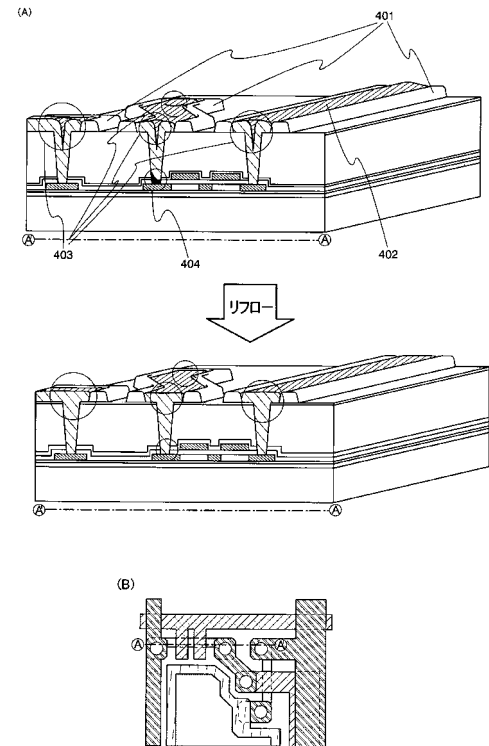
【図2】



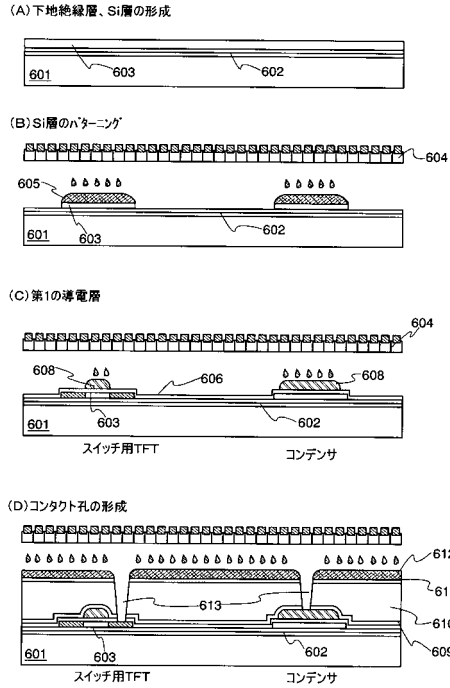
【図3】



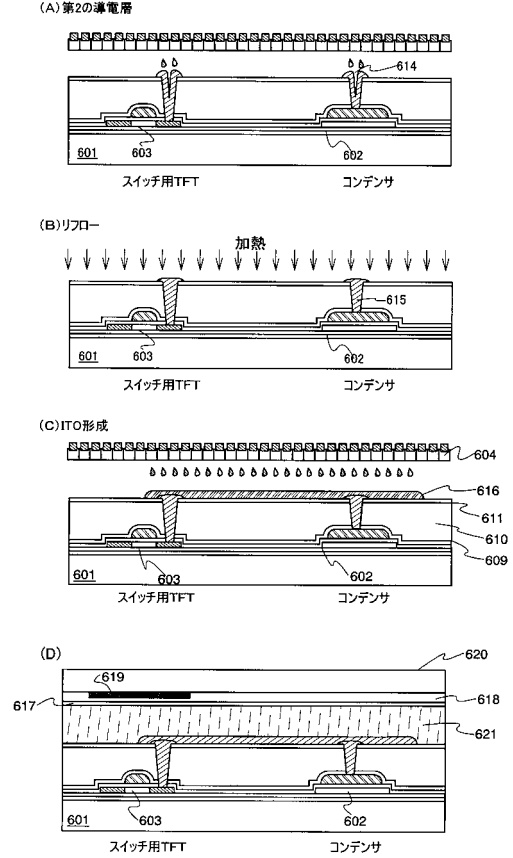
【図4】



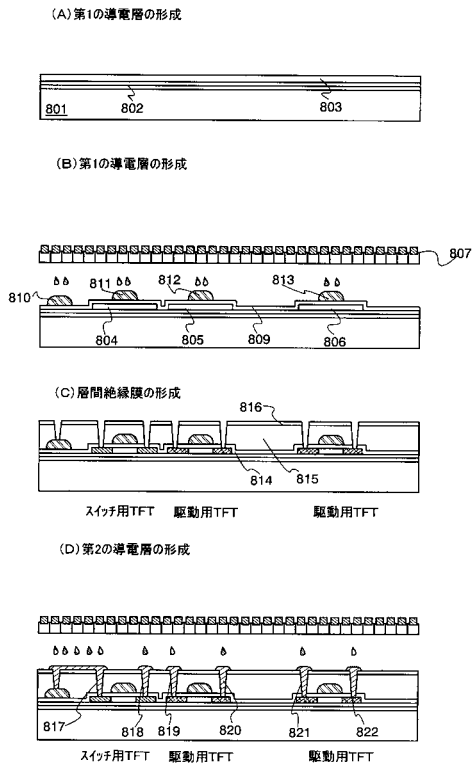
【図5】



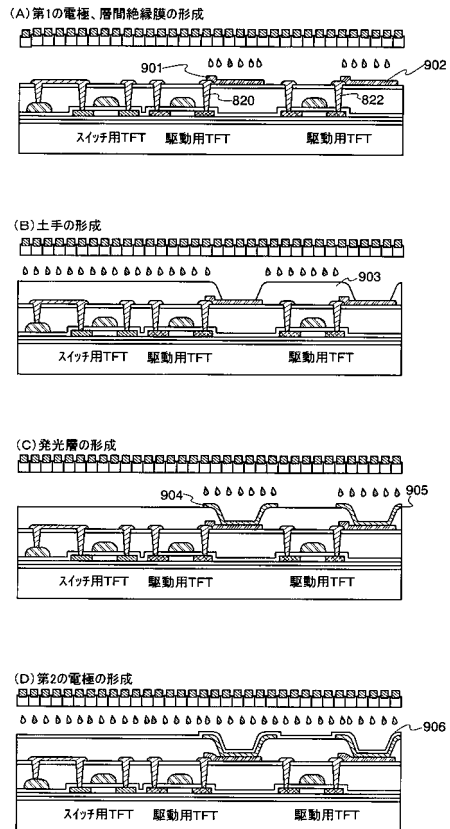
【図6】



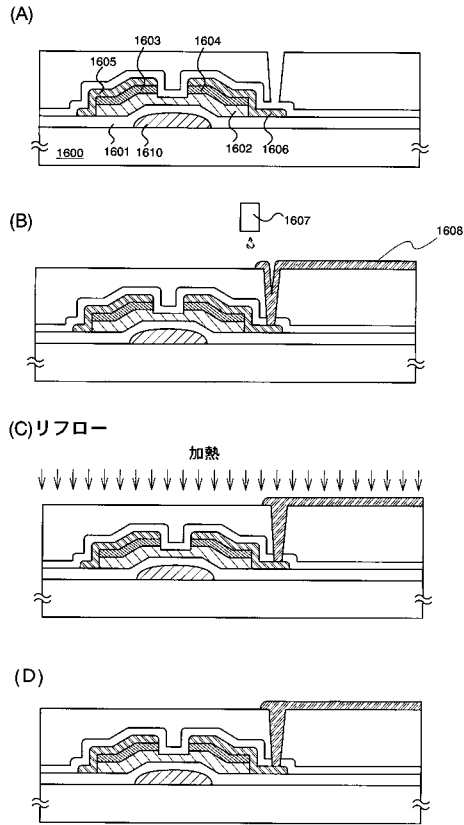
【図7】



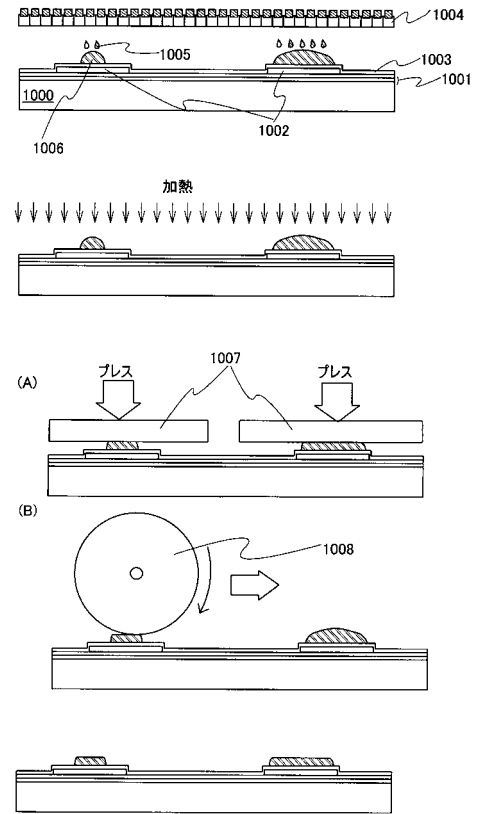
【図8】



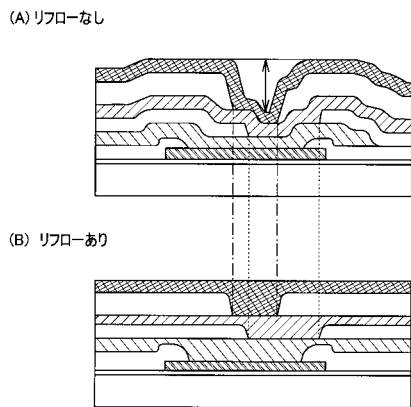
【図 9】



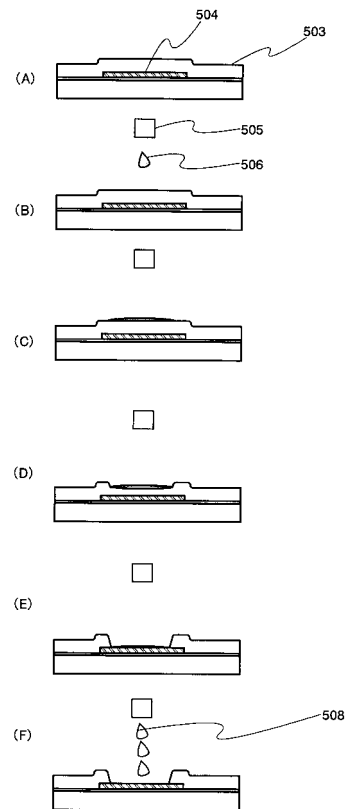
【図 10】



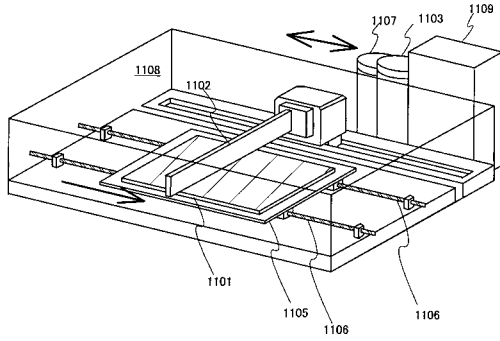
【図 11】



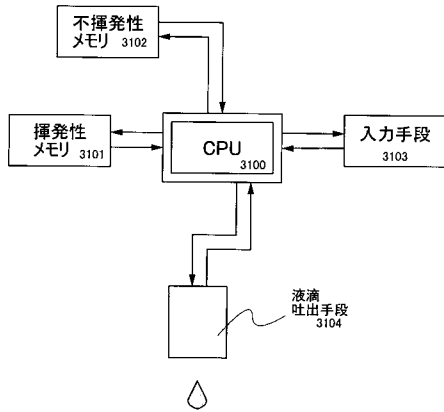
【図 12】



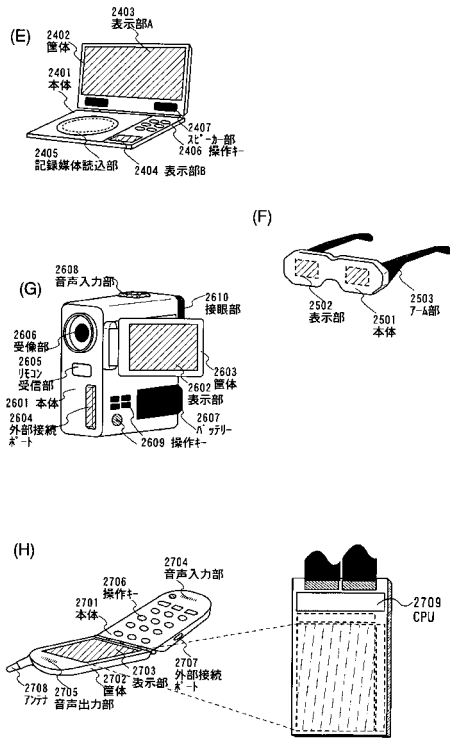
【図13】



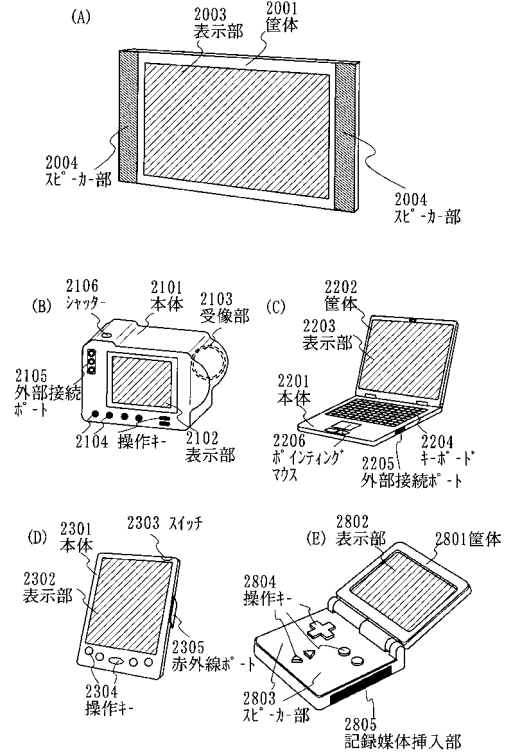
【図14】



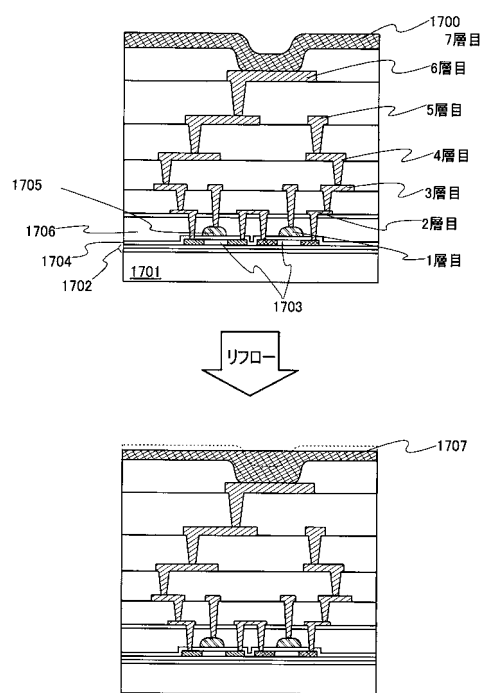
【図16】



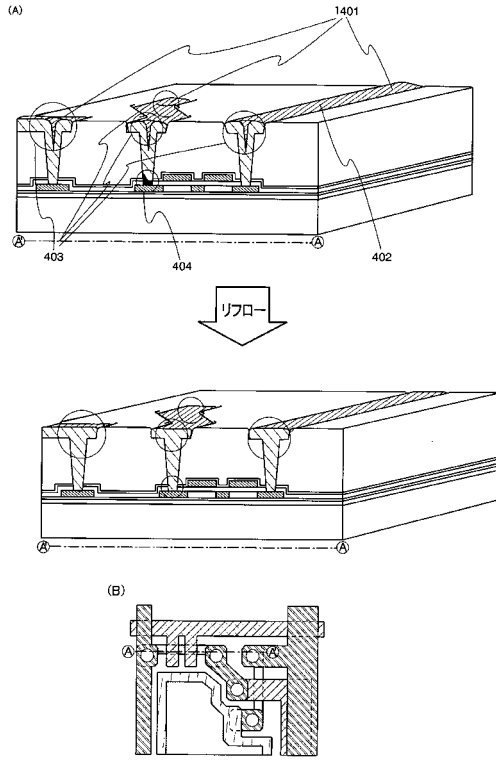
【図15】



【図17】



【 図 18 】



フロントページの続き

| | | | | |
|----------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------------|
| (51)Int.Cl. | | F I | | |
| <i>H 0 1 L</i> | <i>29/786</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 1 L</i> | <i>29/78</i> <i>6 2 7 A</i> |
| <i>H 0 1 L</i> | <i>21/768</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 1 L</i> | <i>29/78</i> <i>6 2 7 C</i> |
| <i>H 0 1 L</i> | <i>27/088</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 1 L</i> | <i>21/90</i> <i>A</i> |
| <i>H 0 1 L</i> | <i>21/8234</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 1 L</i> | <i>21/90</i> <i>C</i> |
| <i>H 0 1 L</i> | <i>27/08</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 1 L</i> | <i>27/08</i> <i>1 0 2 D</i> |
| <i>H 0 5 B</i> | <i>33/10</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 1 L</i> | <i>27/08</i> <i>3 3 1 E</i> |
| <i>H 0 1 L</i> | <i>51/50</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>H 0 5 B</i> | <i>33/10</i> |
| | | | <i>H 0 5 B</i> | <i>33/14</i> <i>A</i> |

審査官 村岡 一磨

- (56)参考文献 特開平05 - 036683 (JP, A)
 特開平10 - 270442 (JP, A)
 特開平11 - 340129 (JP, A)
 特開平11 - 204529 (JP, A)
 特開2002 - 026229 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L *2 1 / 3 2 0 5*
H 0 1 L *2 1 / 2 8 8*
H 0 1 L *2 1 / 3 3 6*
H 0 1 L *2 1 / 7 6 8*
H 0 1 L *2 1 / 8 2 3 4*
H 0 1 L *2 7 / 0 8*
H 0 1 L *2 7 / 0 8 8*
H 0 1 L *2 9 / 7 8 6*
H 0 1 L *5 1 / 5 0*