

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5205042号
(P5205042)

(45) 発行日 平成25年6月5日 (2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日 (2013.2.22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/302 (2006.01)

H O 1 L 21/302 2 O 1 B

H O 1 L 21/336 (2006.01)

H O 1 L 29/78 6 2 7 C

H O 1 L 29/786 (2006.01)

H O 1 L 29/78 6 1 2 D

請求項の数 2 (全 83 頁)

(21) 出願番号 特願2007-320383 (P2007-320383)
 (22) 出願日 平成19年12月12日 (2007.12.12)
 (65) 公開番号 特開2008-177553 (P2008-177553A)
 (43) 公開日 平成20年7月31日 (2008.7.31)
 審査請求日 平成22年11月4日 (2010.11.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-343418 (P2006-343418)
 (32) 優先日 平成18年12月20日 (2006.12.20)
 (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
 (72) 発明者 秋元 健吾
 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
 審査官 栗野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の引っ張り応力を有する第1の薄膜を形成する工程と、
 前記第1の薄膜上にフォトリソが形成されていない状態で、前記第1の薄膜にレーザビームを選択的に照射することにより、前記レーザビームが照射された前記第1の薄膜の一部を除去して、前記第1の引っ張り応力を有する第2の薄膜を形成する工程と、
 所定の元素を前記第2の薄膜に添加することにより、前記第1の引っ張り応力よりも小さい第2の引っ張り応力を有する第3の薄膜を形成する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】

第1の引っ張り応力を有する第1の薄膜を形成する工程と、
 前記第1の薄膜上に第1の透光性を有する薄膜を形成する工程と、
 前記第1の透光性を有する薄膜上にフォトリソが形成されていない状態で、前記第1の薄膜に前記第1の透光性を有する薄膜を介してレーザビームを選択的に照射することにより、前記レーザビームが照射された前記第1の薄膜の一部及び前記第1の透光性を有する薄膜の一部を除去して、前記第1の引っ張り応力を有する第2の薄膜と、前記第2の薄膜上の第2の透光性を有する薄膜と、を形成する工程と、
 所定の元素を前記第2の薄膜に添加することにより、前記第1の引っ張り応力よりも小さい第2の引っ張り応力を有する第3の薄膜を形成する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置の作製方法に関する。特に、導電層、絶縁層等の薄膜をレーザ加工する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、MOSトランジスタや薄膜トランジスタ及びそれらを有する半導体装置は、基板上に絶縁層、導電層などの薄膜を形成し、リソグラフィー技術により所望のパターンを形成して製造されている。リソグラフィー技術とは、フォトマスクと呼ばれる透明な平板面状に遮光性の材料で形成された回路等のパターンを、光を利用して目的とする対象物に転写する技術であり、半導体集積回路等の製造工程において、広く用いられている。

10

【0003】

しかし、リソグラフィー技術を用いた製造工程では、フォトレジストと呼ばれる感光性樹脂を用いたレジスト塗布、パターン露光、現像、レジスト剥離といった多段階の工程が必要になる。よってリソグラフィー工程の回数が増える程コストが増加し、スループットが低下するという問題がある。

【0004】

例えば、本出願人は、フォトレジストを用いることなく線状のパターンを形成する技術を提案している。具体的には、透明導電膜(ITO)にエキシマレーザを線状に照射して線状開口を形成し、パターンを形成する技術を提案している(例えば、特許文献1参照)。

20

【0005】

また、特許文献2には、一度エッチングマスクとして用いたレジストマスクを体積膨張させて異なる形状のエッチングマスクを形成し、1回のフォトリソグラフィー工程で2種類のパターンを形成する方法が記載されている。

【特許文献1】特開昭63-84789号公報

【特許文献2】特開2000-133636号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

本発明は、フォトレジストを用いることなく薄膜を加工することができる加工方法及び当該加工方法を用いた半導体装置を作製する方法を提供することを課題とする。また、容易に薄膜を加工できる方法及び加工後の薄膜の不良を防止する方法及び当該加工方法を用いた半導体装置の作製方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は薄膜加工前後で、加工する薄膜の応力を制御することを特徴としている。また、本発明は、フォトレジストを用いることなく、レーザビームを利用して半導体層、導電層、絶縁層等の薄膜を加工することを特徴とする。本発明に係る薄膜加工は、レーザビームの照射によるアブレーションを利用する薄膜加工と、レーザビームの照射により付着力が低下する層(剥離層)を利用する薄膜加工を含む。

40

【0008】

基板上にレーザビームを吸収する層を少なくとも形成し、当該レーザビームを吸収する層又はレーザビームを吸収する層に接する層を所望の形状に加工する。薄膜加工は、レーザビームの照射を利用する。加工する薄膜は、加工前は引っ張り応力を有する層とすることが好ましい。加工前の薄膜を引っ張り応力を有する層とすることで、所望の領域を容易に除去することが可能になる。また、加工後の薄膜は、引っ張り応力を小さくすることが好ましい。より好ましくは圧縮応力とするのが望ましい。加工後の薄膜の引っ張り応力を小さくすることで、膜剥がれ等の不良を防止することができる。加工後の薄膜は、一導電

50

型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加することで、引っ張り応力を小さくすることが可能である。

【0009】

本発明に係る薄膜加工において、レーザアブレーションを利用してパターンを形成するプロセスは、本明細書では、レーザ・アブレーション・パターニング・プロセス(LAPP; Laser Ablation Patterning Process)とする。また、本明細書において、アブレーション(又はレーザアブレーション)とは、レーザビームを照射することにより薄膜の照射領域の一部が固体状態から気体状態に変化して昇華され除去される現象、或いは固体状態から液体状態を経て気体状態に変化して蒸発され除去される現象のことをいう。

10

【0010】

本発明は、基板上に光吸収層を形成し、光吸収層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームが照射された領域の光吸収層を除去し、残存する光吸収層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、光吸収層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくすることを特徴とする。

【0011】

本発明の他の構成は、基板上に光吸収層、透光性を有する層を順に積層して形成し、透光性を有する層及び光吸収層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームが照射された領域の透光性を有する層を少なくとも除去し、残存する透光性を有する層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、前記透光性を有する層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくすることを特徴とする。

20

【0012】

本発明の他の構成は、基板上に第1材料層、光吸収層を順に積層して形成し、光吸収層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームが照射された領域の光吸収層を除去し、残存する光吸収層をマスクとして第1材料層を選択的にエッチングし、残存する光吸収層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、光吸収層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくすることを特徴とする。

【0013】

本発明の他の構成は、基板上に第1材料層、光吸収層、透光性を有する層を順に積層して形成し、透光性を有する層及び光吸収層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームが照射された領域の透光性を有する層及び光吸収層を除去し、残存する透光性を有する層及び光吸収層をマスクとして第1材料層を選択的にエッチングし、残存する透光性を有する層及び光吸収層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、前記透光性を有する層及び光吸収層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくすることを特徴とする。

30

【0014】

本発明の他の構成は、基板上に光吸収層、透光性を有する層を順に積層して形成し、前記透光性を有する層及び光吸収層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームが照射された領域の透光性を有する層を少なくとも除去して開口を形成し、残存する透光性を有する層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、透光性を有する層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくし、開口に導電層を形成して光吸収層と電氣的に接続させることを特徴とする。

40

【0015】

本発明の他の構成は、基板上に第1材料層、光吸収層、透光性を有する層を順に積層して形成し、透光性を有する層及び光吸収層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームが照射された領域の透光性を有する層及び光吸収層を除去して開口を形成し、残存する透光性を有する層及び光吸収層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、透光性を有する層及び光吸収層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくし、開口に導電層を形成して第1材料層と電氣的に接続させることを特徴とする。

【0016】

50

光吸収層は、レーザビームを吸収する層を形成することが好ましい。具体的には、光吸収層は導電材料又は半導体材料を用いて形成することができる。

【0017】

また、本発明の他の構成は、基板上に第1材料層、剥離層を順に積層して形成し、剥離層にレーザビームを選択的に照射して剥離層の付着力を低下させ、レーザビームが照射された領域の剥離層を除去し、残存する剥離層をマスクとして第1材料層を選択的にエッチングし、残存する剥離層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、剥離層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくすることを特徴とする。

【0018】

また、本発明の他の構成は、基板上に第1材料層、剥離層、透光性を有する層を順に積層して形成し、透光性を有する層及び剥離層にレーザビームを選択的に照射して剥離層の付着力を低下させ、レーザビームが照射された領域の剥離層及び剥離層に接する透光性を有する層を除去し、残存する透光性を有する層及び剥離層をマスクとして第1材料層を選択的にエッチングし、残存する透光性を有する層及び剥離層に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加して、透光性を有する層及び剥離層の引っ張り応力をレーザビームの照射前よりも小さくすることを特徴とする。

10

【0019】

剥離層としては、レーザビームを吸収する層を形成することが好ましい。具体的には、金属酸化物層を形成することが好ましい。

【0020】

20

また、透光性を有する層としては、レーザビームを透過する層を形成することが好ましい。第1材料層は、導電材料又は半導体材料を用いて形成することが好ましい。

【0021】

また、一導電型を付与する不純物元素としては、n型を付与する不純物元素であるリン(P)又はヒ素(As)、p型を付与する不純物元素であるボロン(B)、アルミニウム(Al)、又はガリウム(Ga)を添加することができる。また、不活性元素としては、窒素(N)、ヘリウム(He)、ネオン(Ne)、アルゴン(Ar)、クリプトン(Kr)又はキセノン(Xe)を添加することができる。

【発明の効果】

【0022】

30

本発明を適用することで、フォトリジストを用いることなく容易に薄膜を加工することができる。また、薄膜加工後、加工した薄膜の膜剥がれ等の不良を防止することができる。よって、本発明は薄膜等で構成される半導体装置の製造工程を容易にし、歩留まり良く、信頼性の高い半導体装置を製造することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明の実施の形態について、図面を用いて以下に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、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さまざまに変更しうることは当業者であれば容易に理解される。したがって、本発明は以下に示す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、以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間で共通して用いる場合がある。

40

【0024】

(実施の形態1)

本発明はフォトリジストを用いたリソグラフィー工程を行うことなく、所望の領域を加工することを特徴とする。本実施の形態では、レーザビームの照射により、所望の形状の薄膜パターンを形成する。以下、本発明を適用し、薄膜を加工して所望の形状の薄膜パターンを形成する方法の例について、図1を用いて具体的に説明する。また、図2に、図1の斜視図の一例を示す。

【0025】

50

基板 100 上に絶縁層 102、光吸収層 104 を順に積層して形成する。光吸収層 104 に対して、レーザビーム 106 を選択的に照射する（図 1（A）、図 2（A）参照）。図 2（A）では、光吸収層 104 にレーザビーム 106 が照射される領域を照射領域 107 として示し、レーザビーム 106 が照射されない領域を非照射領域 105 として示す。なお、図 2（A）に示すのはあくまで一例であり、非照射領域 105 の形状等は適宜選択すればよい。

【0026】

基板 100 は、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板、半導体基板等を用いる。絶縁層 102 は、酸化シリコン（ SiO_x ）、窒化シリコン（ SiN_x ）、酸化窒化シリコン（ SiO_xN_y ）（ $x > y$ ）、窒化酸化シリコン（ SiN_xO_y ）（ $x > y$ ）等の絶縁材料を用いて、単層構造又は積層構造で形成する。絶縁層 102 は下地絶縁層として機能する。基板 100 上に絶縁層 102 を設けることで、レーザビーム 106 を照射した際の基板 100 へのダメージを防止することができる。なお、絶縁層 102 は設けなくともよい。ここでは、基板 100 としてガラス基板を用い、基板 100 上に絶縁層 102 として窒化酸化シリコンと酸化窒化シリコンの積層構造を形成する。

【0027】

光吸収層 104 は、レーザビーム 106 を吸収する層を形成する。例えば、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、コバルト（Co）、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）等の金属元素、又は当該金属元素を含む合金材料若しくは化合物材料を用いて形成することができる。化合物材料としては、窒素化合物、酸素化合物、炭素化合物、ハロゲン化合物などを用いることができる。また、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、シリコンゲルマニウム、酸化モリブデン、酸化スズ、酸化ビスマス、酸化バナジウム、酸化ニッケル、酸化亜鉛、ヒ化ガリウム、窒化ガリウム、酸化インジウム、リン化インジウム、窒化インジウム、硫化カドミウム、テルル化カドミウム、チタン酸ストロンチウム等の半導体材料を用いることができる。その他、硫化亜鉛、窒化シリコン、硫化水銀、塩化アルミニウム等を用いることができる。

【0028】

光吸収層 104 は、上述した材料のうち 1 つ又は複数を用いて、スパッタリング法、CVD 法、蒸着法等により、単層構造又は積層構造で形成する。ここでは、光吸収層 104 としてタングステン層を、スパッタリング法を用いて形成する。

【0029】

また、光吸収層 104 は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。光吸収層 104 として引っ張り応力を有する層を形成すると、レーザビーム 106 を照射して光吸収層 104 の一部をアブレーションさせて除去し、所望の形状の薄膜（光吸収層）パターンを形成する際に、薄膜パターンの側端面でのバリ等の発生を低減することができる。また、光吸収層 104 を引っ張り応力を有する層とすることで、光吸収層 104 のアブレーションを起こりやすくすることができる。その結果、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。なお、選択する材料によっては光吸収層 104 として引っ張り応力を有する層を形成することができない場合もある。その場合は、光吸収層 104 が引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは光吸収層 104 の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

【0030】

なお、スパッタリング法を用いて光吸収層 104 を形成する場合、光吸収層 104 の有する応力は、成膜時の電力が一定の場合、成膜時の圧力によって制御することが可能である。光吸収層 104 として引っ張り応力を有する層を形成したい場合は、成膜時の圧力を高くするのが好ましい。例えば、光吸収層 104 としてタングステン層を形成する場合は、タングステントargetを用い、成膜電力 4 kW とし、成膜圧力 2 . 0 Pa 程度にすることで、引っ張り応力を有するタングステン層を、膜厚 200 nm で形成することができる。

【0031】

その他、光吸収層 104 を引っ張り応力とする条件として、スパッタリング法を用いて成膜する場合は、成膜時の電力を高くする、成膜時の基板温度を高くすることが好ましい。また、光吸収層 104 の成膜後でも加熱することで光吸収層 104 を引っ張り応力に近づけることが可能である。

【0032】

レーザビーム 106 は、光吸収層 104 に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。例えば、紫外領域、可視領域、又は赤外領域のレーザビームを適宜選択して照射する。レーザビーム 106 は、具体的には、KrF、ArF、XeCl、XeF 等のエキシマレーザ、He、He-Cd、Ar、He-Ne 等の気体レーザ、単結晶の YAG、YVO₄、YLF、フォスフェイト (Mg₂SiO₄)、YAlO₃、GdVO₄ 若しくは多結晶 (セラミック) の YAG、Y₂O₃、YVO₄、YAlO₃、GdVO₄ に、ドーパントとして Nd、Yb、Cr、Ti、Ho、Er、Tm、Ta のうち 1 種または複数種添加されているものを媒質とする固体レーザ、GaN、GaAs、GaAlAs、InGaAsP 等の半導体レーザ等を用いて得ることができる。固体レーザを用いる場合は、基本波から第 5 高調波まで適宜選択して用いればよい。また、レーザビーム 106 は、連続発振 (CW) のレーザビームとパルス発振のレーザビームのどちらを用いても構わない。なお、パルス発振のレーザビーム 106 を用いる場合、パルス幅がピコ秒台 (10⁻¹² 秒乃至 10⁻¹⁰ 秒) 台、又はフェムト秒 (10⁻¹⁵ 秒乃至 10⁻¹³ 秒) 台のレーザビームが得られるパルス発振のレーザを用いてもよい。このようなレーザビームは、ピコ秒レーザ、又はフェムト秒レーザ等の超短パルスレーザを用いて得ることができる。

【0033】

レーザビーム 106 のエネルギーは、光吸収層 104 内における気体の放出や光吸収層 104 の蒸発を起こさせる程度が好ましい。なお、アブレーションはある閾値以上のエネルギーが与えられた場合に起きることが知られている。本明細書ではアブレーションが起きるエネルギーの閾値をアブレーション閾値ともいう。本実施の形態において、レーザビーム 106 のエネルギーはアブレーション閾値以上であることが好ましい。また、アブレーションは任意の層で起こるわけではなく、レーザビームを吸収することができる層、又はレーザビームを吸収することができる層に接する層で起きる。

【0034】

ここで、本発明に適用することが可能なレーザ照射装置の例について、図 9、図 10 を用いて説明する。

【0035】

図 9 に示すレーザ照射装置は、フォトマスクを用いて被照射体にレーザビームを照射する装置の模式図である。

【0036】

図 9 において、レーザ照射装置 1720 は、レーザ発振装置 1702 と、レーザビームを成形する第 1 の光学系 1704 と、レーザビームを均一化する第 2 の光学系 1706 と、マスクホルダ 1709 と、第 3 の光学系 1710 と、ステージ 1712 とを具備している。マスクホルダ 1709 には、フォトマスク 1708 が配置される。ステージ 1712 には、被照射体 1700 が配置される。

【0037】

レーザ発振装置 1702 から射出されたレーザビーム 1705 は、第 1 の光学系 1704 を通り成形される。成形されたレーザビーム 1705 は、第 2 の光学系 1706 を通り、均一化される。そして、成形され、均一化されたレーザビーム 1705 がフォトマスク 1708 を通過し、第 3 の光学系 1710 内で所望の倍率に縮小され、ステージ 1712 上に保持された被照射体 1700 上にパターンを結像する。

【0038】

レーザ発振装置 1702 は、KrF、ArF、XeCl、XeF 等のエキシマレーザ、He、He-Cd、Ar、He-Ne 等の気体レーザ、単結晶の YAG、YVO₄、YLF

F、フォルステライト (Mg_2SiO_4)、 YAlO_3 、 GdVO_4 、若しくは多結晶 (セラミック) の YAG 、 Y_2O_3 、 YVO_4 、 YAlO_3 、 GdVO_4 に、ドーパントとして Nd 、 Yb 、 Cr 、 Ti 、 Ho 、 Er 、 Tm 、 Ta のうち 1 種または複数種添加されているものを媒質とする固体レーザ、 GaN 、 GaAs 、 GaAlAs 、 InGaAsP 等の半導体レーザ等を備えることができる。固体レーザを備える場合は、基本波から第 5 高調波のレーザビームを射出することができる。また、固体レーザを備えると、メンテナンスフリーの状態を長く保てるという利点や、出力が比較的安定している利点を有する。レーザ発振装置 1702 から得られるレーザビーム 1705 は、図 1 (A) に示すレーザビーム 106 に相当する。

【0039】

10

なお、レーザ発振装置 1702 は、連続発振のレーザ又はパルス発振のレーザのどちらを備えてもよい。また、パルス発振のレーザとして、パルス幅がピコ秒台 (10^{-12} 秒乃至 10^{-10} 秒) 台、又はフェムト秒 (10^{-15} 秒乃至 10^{-13} 秒) 台のレーザビームが得られるピコ秒レーザ、又はフェムト秒レーザ等の超短パルスレーザを備えることもできる。

【0040】

第 1 の光学系 1704 は、レーザ発振装置 1702 から射出されたレーザビームを所望の形状に成形するための光学系である。具体的には、レーザビームの断面形状を、円形、楕円形、或いは矩形等の面状、または線状 (厳密には、細長い長方形状) 等に成形する。例えば、第 1 の光学系 1704 にエキスパンダ等を用いて、レーザビームのビーム径を調整すればよい。その他、レーザビームの偏光方向を揃えるポーライザーや、レーザビームのエネルギーを調整するアテニュエーター、スペクトロメーター等を設けてもよい。

20

【0041】

第 2 の光学系 1706 は、第 1 の光学系 1704 により成形されたレーザビームのエネルギー分布を均一化するための光学系である。具体的には、フォトマスク 1708 を通過するレーザビームのエネルギー分布を均一化する。例えば、ホモジナイザ等を用いて、レーザビームのエネルギー分布を均一化すればよい。また、レーザビームが効率良くフォトマスク 1708 に導入されるように、ホモジナイザとフォトマスク 1708 との間にフィールドレンズ等を設けて集光させてもよい。

【0042】

30

ミラー 1707 は、第 2 の光学系 1706 でエネルギー分布が均一化されたレーザビームの光路を制御するために設けている。ここでは、ミラー 1707 に照射されたレーザビームが鉛直方向に曲げられる。

【0043】

フォトマスク 1708 としては、バイナリマスクを用いることができる。バイナリマスクは、石英等の透光性を有する基板上に、クロムや酸化クロム等の光を吸収する遮光層が選択的に形成されている。遮光層が形成されない領域において、光を透過することができる。

【0044】

また、被照射体 1700 に照射されるレーザビームのエネルギーが高いとき、透光性を有する基板及び遮光層の間に反射層を形成することが好ましい。反射層を設けることにより、遮光層におけるレーザビームの吸収量を低減することができる。このため、レーザビームの光吸収によるエネルギーの熱転化及び当該熱による遮光層のパターンが変形することを回避することができる。

40

【0045】

反射層としては、誘電体ミラーや反射性を有する層を用いることができる。誘電体ミラーとは、屈折率の異なる 2 種類の透明な層を交互に積層したものである。このとき 2 種類の透明な層の屈折率が大きいほど、また層数が多いほど反射効率は高くなる。なお、誘電体ミラーは照射されるレーザビームの波長により適宜積層する材料を選択する。例えば可視光を反射する誘電体ミラーの積層構造としては、二酸化チタン及び二酸化シリコンの積

50

層構造、硫化亜鉛及びフッ化マグネシウムの積層構造、アモルファスシリコン及び窒化シリコンの積層構造などがある。

【 0 0 4 6 】

また、反射性を有する層として、アルミニウム、金、銀、ニッケル等で形成される層を用いてもよい。さらには、誘電体ミラー及び反射性を有する層を積層させてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、フォトマスク 1 7 0 8 として、位相シフトマスクを用いることができる。位相シフトマスクを用いることにより、微細な形状、具体的には幅が小さい層、または幅及び長さが小さい層を形成することができる。

【 0 0 4 8 】

第 3 の光学系 1 7 1 0 は、フォトマスク 1 7 0 8 を通過してパターン化されたレーザービームを縮小するための光学系である。レーザービームはフォトマスク 1 7 0 8 の透過領域のみ透過するため、フォトマスク 1 7 0 8 を通過したレーザービームは、透過領域で形成されるパターンに対応したものとなる。第 3 の光学系 1 7 1 0 は、フォトマスク 1 7 0 8 によるレーザービームのパターン形状を維持したまま、縮小して被照射体 1 7 0 0 に結像する光学系である。例えば、5 分の 1、1 0 分の 1 等に縮小する縮小レンズ、代表的にはプロジェクションレンズを用いればよい。

【 0 0 4 9 】

被照射体 1 7 0 0 は、基板上に所望の薄膜が形成された積層体である。被照射体 1 7 0 0 は、基板上にレーザービームを吸収する層が少なくとも形成されている。その他、導電層、半導体層、絶縁層等の薄膜が形成されていてもよい。ここでは、図 1 (A) に示す基板 1 0 0 上に絶縁層 1 0 2、光吸収層 1 0 4 が順に積層された構造が被照射体 1 7 0 0 に相当する。

【 0 0 5 0 】

被照射体 1 7 0 0 は、ステージ 1 7 1 2 で保持され、X Y Z 方向に移動することができる。ここでは、光吸収層 1 0 4 が上面に向くように、被照射体 1 7 0 0 がステージ 1 7 1 2 に保持されているものとする。

【 0 0 5 1 】

また、被照射体 1 7 0 0 を保持するステージ 1 7 1 2 に代えて、ガスを吹きつけて被照射体 1 7 0 0 を浮上させる方法で被照射体 1 7 0 0 を移動させてもよい。大面積の基板サイズとしては、5 9 0 mm × 6 7 0 mm、6 0 0 mm × 7 2 0 mm、6 5 0 mm × 8 3 0 mm が製造ラインで使用されており、さらに 6 8 0 mm × 8 8 0 mm、7 3 0 mm × 9 2 0 mm、またはこれら以上のサイズが使用されることになると推測される。一辺が 1 m を越えるガラス基板を用いる場合には、基板の自重による撓みを軽減できる搬送方法、例えばガスを吹きつけて基板を浮上させる方法で基板を移動させることが好ましい。

【 0 0 5 2 】

また、横に置かれた基板を保持するステージに代えて、縦に立っている基板を保持するホルダーを用いても良い。基板を立てながらレーザービームを照射することにより、飛散物を基板から除去することができる。

【 0 0 5 3 】

レーザー照射装置 1 7 2 0 には、フォトマスク 1 7 0 8 にレーザービームが均一に照射されているかを監視、制御するための受光素子を設けてもよい。その他、基板にレーザービームの焦点を合わせるためのオートフォーカス機構として、受光素子を設けてもよい。受光素子の代表例としては、CCD カメラがある。

【 0 0 5 4 】

また、光学系を用いて、線状レーザービーム、又は矩形状レーザービーム或いは円形状レーザービーム等の面積の大きな面状レーザービームに加工することで、短時間で複数の領域にレーザービームを照射することが可能になる。したがって、大面積基板に、短時間で多くのパターンを形成することも可能となり、量産性を向上させることができる。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

図10に示すレーザ照射装置は、レーザビームを照射する面積及び位置をCAD装置で設計されたデータを用いて制御することができる。このようなレーザ照射装置を用いることにより、フォトリソを用いずとも選択的にレーザビームを照射することができる。

【0056】

図10はレーザ照射装置の一例を示す斜視図である。射出されるレーザビーム1015はレーザ発振装置1003(YAGレーザ、エキシマレーザなどを備える)から出力され、レーザビーム1015の断面形状を矩形状とするための第1の光学系1004と、レーザビーム1015の断面形状を成形するための第2の光学系1005と、レーザビーム1015のエネルギー分布を均一化するための第3の光学系1006とを通過し、反射ミラー1007で光路を鉛直方向に曲げられる。その後、被照射体1010に照射されるレーザビーム1015の面積及び位置を選択的に調節する電気光学素子1008にレーザビーム1015を通過させてレーザビーム1015を被照射体1010に照射する。なお、ここではレーザビーム1015は、図1(A)に示すレーザビーム106に相当する。また、被照射体1010は、基板上に所望の薄膜が形成された積層体であり、少なくとも基板上にレーザビームを吸収する層が形成された構造を有する。ここでは、被照射体1010は、図1(A)に示す基板100上に絶縁層102、光吸収層104が順に積層された構造が相当する。

10

【0057】

レーザ発振装置1003としては、図9に示すレーザ発振装置1702を適宜用いることができる。また、第1の光学系1004としては、スリット等を用いることができる。また、第2の光学系1005、第3の光学系1006、及びステージ1009はそれぞれ、図9の第1の光学系1704、第2の光学系1706、及びステージ1712を適宜適用することができる。

20

【0058】

制御装置1016は、代表的にはコンピュータがあり、半導体装置の設計データを格納する記憶部(RAM、ROM等)や、CPU等を含むマイクロプロセッサを有する。制御装置1016から、電気光学素子1008に半導体装置を設計するためのCADデータに基づく電気信号を入力することで、基板に照射するレーザビームの位置及び面積を制御する。また、被照射体1010を固定したステージ1009を移動させる場合、レーザ発振装置1003の射出タイミングと、電気光学素子1008に入力する電気信号と、ステージ1009の移動速度を同期させることで、レーザビーム1015の照射位置及び面積を制御することができる。

30

【0059】

電気光学素子1008は、半導体装置の設計CADデータに基づく電気信号を入力することで、光シャッターまたは光リフレクターとして機能し、可変のマスクとして機能する。光シャッターとなる電気光学素子1008に入力する電気信号を制御装置1016により変更することで、レーザビーム1015の面積及び位置を変更することが可能である。即ち、薄膜を加工する面積及び位置を選択的に変更することができる。このため、レーザビーム1015の断面形状を線状、矩形状、さらには任意の形状とすることができ、複雑な形状のレーザビームも照射することができる。

40

【0060】

電気光学素子1008としては、光透過する面積を選択的に調節できる素子、例えば、液晶材料、エレクトロクロミック材料を有する素子がある。また選択的に光反射が調節できる素子、例えばデジタルマイクロミラーデバイス(DMDともいう)がある。DMDとは空間光変調器の一種であり、静電界作用などによって固定軸周りに回転するマイクロミラーと呼ばれる複数の小型ミラーがSi等の半導体基板にマトリクス状に配置されたデバイスである。また、他の電気光学素子としては、電気光学効果により透過光を変調する光学素子であるPLZT素子を用いることができる。なお、PLZT素子とは、鉛、ランタン、ジルコニウム、チタンを含む酸化物セラミックスで、それぞれの元素記号の頭文字からPLZTと呼ばれているデバイスである。PLZT素子は、透明なセラミックで光を透

50

過するが、電圧をかけると光の偏光の向きを変えることができ、偏光子と組み合わせることによって光シャッターが構成される。ただし、電気光学素子 1008 は、レーザービーム 1015 を通過させても耐えうるデバイスを用いる。

【0061】

電気光学素子 1008 は、レーザービーム 1015 が通過できる領域を被照射体 1010 と同じとすることができる。電気光学素子 1008 において、レーザービーム 1015 が通過できる領域を被照射体 1010 と同じとする場合、被照射体 1010 と電気光学素子 1008 の位置合わせをしてそれぞれの位置を固定したままレーザービーム 1015 を走査する。なお、この場合、1 回の薄膜の加工において、電気光学素子 1008 に入力する電気信号は 1 回とする。

10

【0062】

レーザー照射装置 1000 の小型化を図るために、電気光学素子 1008 を少なくとも矩形ビームが通過または反射できるような細長い矩形としてもよい。例えば、細長い DMD を用いる場合、反射の角度を制御するマイクロミラーの個数を少なくすることができるため、変調速度を速くすることができる。また、細長い液晶を用いた電気光学素子 1008 を用いる場合にも、走査線や信号線が少なくなり駆動速度を速くすることができるので、同様の効果を得ることができる。また、電気光学素子 1008 を細長い矩形とした場合、1 回の薄膜の加工において、電気光学素子 1008 に入力する電気信号を変更する回数は複数回とする。矩形ビームの走査に同期するように、電気光学素子 1008 に入力する電気信号を順次変更させることで、薄膜の加工が連続的に行われる。

20

【0063】

また、被照射体 1010 に照射されるレーザービーム 1015 のビームスポットの形状は、矩形状または線状とすることが好ましく、具体的には、短辺が 1 mm 乃至 5 mm、且つ長辺が 10 mm 乃至 50 mm の矩形状とするのが好ましい。収差の少ないビームスポットとしたい場合には、5 mm × 5 mm 乃至 50 mm × 50 mm の正方形としてもよい。また、被照射体 1010 に大面積基板を用いる場合には、処理時間を短縮するため、レーザービームのビームスポットの長辺を 20 cm 乃至 100 cm とすることが好ましい。さらには、1 ショットあたりの面積を上記大きさとし、その中で複雑なビームスポット形状のレーザービームが照射されるように電気光学素子 1008 を制御してもよい。例えば、配線の形状と同様のビームスポット形状を形成するレーザービームを照射することもできる。

30

【0064】

さらには、矩形状または線状のレーザービームを重ね合わせて複雑なビームスポット形状を形成するレーザービームを用いてもよい。

【0065】

また、図 10 に示すレーザー照射装置 1000 において、レーザー発振装置及び光学系を複数設置して大面積の基板を短時間に処理してもよい。具体的には、ステージの上方に複数の電気光学素子を設置して、それぞれに対応するレーザー発振装置からレーザービームをそれぞれ照射して基板 1 枚における処理面積を分担してもよい。同様に、図 9 に示すレーザー照射装置 1720 もレーザー発振装置及び光学系を複数設置して大面積の基板を短時間に処理してもよい。

40

【0066】

また、図 10 に示すレーザー照射装置 1000 において、レーザー発振装置と、被照射体との間の光路上に複数の光学系を配置し、さらに微細な加工を行ってもよい。具体的には、被照射体より大きい電気光学素子及び縮小用の光学系を有するステッパ方式を用い縮小投影することで、レーザービームの面積及び位置を微細に加工することができる。また、ミラプロジェクション方式を用いた等倍投影をしてもよい。

【0067】

また、制御装置 1016 に電氣的に接続する位置アライメント手段を設置することが好ましい。照射位置のアライメントは、CCD カメラ等の撮像素子を設置し、撮像素子から得られるデータを基にレーザー照射を行うことで高精度に行うことができる。また、図 10

50

に示すレーザ照射装置 1000 において、所望の位置にレーザビームを照射して位置マーカを形成することもできる。

【0068】

また、図 9 に示すレーザ照射装置 1720、又は図 10 に示すレーザ照射装置 1000 において、レーザビームの照射によって粉塵が生じた場合、粉塵が被照射体に付着しないようにするためのブロー手段、または粉塵のパキュウム手段を設置することが好ましい。レーザビームの照射を行いながら、同時にブロー、または粉塵のパキュウムを行うことで粉塵が被処理体表面に付着することを防止できる。

【0069】

なお、図 10 及び図 9 に示すレーザ照射装置は一例であり、レーザビームの光路に配置する各光学系や電気光学素子の位置関係は特に限定されない。例えば、レーザ発振装置を被照射体の上方に配置し、レーザ発振装置から射出するレーザビームが基板面に垂直な方向となるように配置すれば、反射ミラーを用いずともよい。また、各光学系は、集光レンズ、ビームエキスパンダ、ホモジナイザ、または偏光子などを用いればよく、これらを組み合わせてもよい。また、各光学系としてスリットを組み合わせてもよい。

【0070】

また、図 10 に示すレーザ照射装置 1000 において、被照射体上でレーザビームの照射領域を 2 次元的に、適宜、レーザビームまたは被照射体を走査させることによって、被照射体の広い面積に照射を行うことができる。ここでは、被照射体 1010 を保持しているステージ 1009 を X Y 方向に移動させる移動手段（図示しない）で走査を行う。

【0071】

また、制御装置 1016 は、基板ステージ 1009 を X Y 方向に移動させる移動手段も制御できるように連動させることが好ましい。さらに、制御装置 1016 は、レーザ発振装置 1003 も制御できるように連動させることが好ましい。さらに、制御装置 1016 は、位置マーカを認識するための位置アライメント機構と連動させることが好ましい。

【0072】

図 9 に示すレーザビーム 1705、図 10 に示すレーザビーム 1015 は、それぞれ被照射体 1700、被照射体 1010 に形成された光吸収層又は光吸収層に接する薄膜をアブレーションさせる程度のエネルギーを有するものとする。具体的には、被照射体 1700、1010 に光吸収層が形成されている場合、レーザビーム 1705、1015 は光吸収層のアブレーション閾値以上のエネルギーを有することが好ましい。

【0073】

なお、レーザビーム 1705、1015 の照射は大気圧下、または減圧下で行うことができる。減圧下で行うと、被照射体にレーザビームを照射することで発生する粉塵等の回収が容易となる。

【0074】

また、被照射体 1700 を加熱しながらレーザビーム 1705 を照射してもよい。同様に、被照射体 1010 を加熱しながらレーザビーム 1015 を照射してもよい。

【0075】

図 9 又は図 10 に示すようなレーザ照射装置を適用して照射されるレーザビーム 106 は、光吸収層 104 で吸収される。光吸収層 104 は、レーザビーム 106 によりアブレーションされて除去される。なお、レーザビーム 106 は選択的に照射されており、光吸収層 104 はレーザビーム 106 が照射された領域においてアブレーションされる。その結果、所望のパターン形状を有する光吸収層 108 が残存する。（図 1（B）、図 2（B）参照）。

【0076】

次に、光吸収層 108 に一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素 110 を添加する（図 1（C）参照）。一導電性を付与する不純物元素としては、リン（P）やヒ素（As）等の n 型を付与する元素、ボロン（B）、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）等の p 型を付与する元素等を用いることができる。不活性元素としては、窒素（N）、又

10

20

30

40

50

はヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）等の希ガス元素を用いることができる。これらの元素のうち1つ又は複数を、光吸収層108に添加する。不純物元素又は不活性元素110の添加は、イオン注入法や熱拡散法等のドーピング法を用いればよい。また、不純物元素又は不活性元素110の濃度は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加するのが好ましい。ここでは、タンゲステンを用いて形成した光吸収層108に、イオン注入法を用いて、一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素110としてボロン（B）をドーズ量 $1.5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ 程度で添加する。

【0077】

10

光吸収層108に不純物元素又は不活性元素110を添加することで、光吸収層108の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム106を照射する際の光吸収層104よりも、レーザビーム106の照射によるアブレーション後の光吸収層108の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、光吸収層108を圧縮応力にできるとよい。このように光吸収層108の引っ張り応力を小さくする、或いは光吸収層108を圧縮応力にすることで、後の工程で光吸収層108が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で光吸収層108を熱処理する場合、引っ張り応力により光吸収層108の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

【0078】

20

以上で、所望のパターン形状を有し、アブレーション前よりも引っ張り応力が小さい光吸収層108を形成することができる。得られた光吸収層108は、半導体装置を形成する導電層や半導体層、又はRFタグ等に用いられるアンテナ等として用いることができる。引っ張り応力の小さい光吸収層108は、膜剥がれ等の不良が生じにくいいため、本発明を適用することで歩留まり良く半導体装置を製造することができる。また、信頼性の高い半導体装置を製造することができる。

【0079】

なお、ここまではレーザビームを吸収することができる層である光吸収層のみをレーザビームの照射により加工する例を説明したが、本発明は特に限定されない。

【0080】

30

例えば、光吸収層に接して透光性を有する層を形成する場合にも、本発明を適用することができる。図11（A）に示すように、基板100上に絶縁層102を介して光吸収層104、透光性を有する層156を順に積層して形成する。そして、透光性を有する層156側から光吸収層104に対して、レーザビーム158を選択的に照射する。

【0081】

なお、基板100上に絶縁層102を介して光吸収層104が設けられている構造は、図1と同様である。また、レーザビーム158についても、前述のレーザビーム106と同様のものを適用することができる。また、レーザビーム158は、図9、図10に示すようなレーザ照射装置を用いて、選択的に照射することができる。

【0082】

40

透光性を有する層156は、レーザビーム158を透過することができる材料を用いて形成する。例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の無機絶縁材料、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ樹脂等の有機絶縁材料を用いることができる。透光性を有する層156は、これらの材料のうち1つ又は複数をを用いて、スパッタリング法、CVD法、又は塗布法等により、単層構造又は積層構造で形成する。なお、透光性を有する層156は、レーザビーム158の一部を吸収してもよい。ここでは、透光性を有する層156として酸化窒化シリコン層を形成する。

【0083】

また、透光性を有する層156は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。透光性を有する層156に引っ張り応力を持たせると、レーザビーム158の照射によ

50

り透光性を有する層の一部を除去して所望の形状の薄膜（透光性を有する層）パターンを形成する際に、薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を低減し、精度良く容易に加工することができる。なお、選択する材料によっては、透光性を有する層 156 に引っ張り応力を持たせることが難しい場合もある。その場合は、透光性を有する層 156 が引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは透光性を有する層 156 の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

【0084】

レーザビーム 158 は、透光性を有する層 156 を透過して光吸収層 104 で吸収される。レーザビーム 158 が照射された領域では、光吸収層 104 がレーザビーム 158 の照射により加熱される。その結果、透光性を有する層 156、又は透光性を有する層 156 及び光吸収層 104 がアブレーションされて除去される。ここでは透光性を有する層 156 及び光吸収層 104 がアブレーションされて、所望のパターン形状を有する透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 が残存する（図 11（B）参照）。

【0085】

本発明は、レーザビームを吸収せず（又は吸収しにくく）、単層ではアブレーションしない層（本実施の形態では透光性を有する層 156）に接してレーザビームを吸収する層（本実施の形態では光吸収層 104）を形成することで、単層ではアブレーションが起きない層をレーザ加工することを可能にしている。このとき、レーザビームを吸収する層（光吸収層）はレーザビームを吸収しない層（透光性を有する層）を加工するための補助層として機能する。もちろん、レーザビームを吸収する層（光吸収層 104）はレーザビームを吸収しない層（透光性を有する層 156）とともにアブレーションさせて除去してもよい。図 11（B）では、透光性を有する層 156 及び光吸収層 104 をアブレーションさせて除去する例を示している。このように、レーザビームを吸収する層と、レーザビームを吸収しない層或いは吸収しにくい層とを積層構造とすることで、単層ではレーザアブレーションが起きない層をレーザアブレーションを利用して加工することが可能になる。

【0086】

次に、透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 に一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素 164 を添加する（図 11（C）参照）。不純物元素又は不活性元素 164 は、前述の不純物元素又は不活性元素 110 と同様の元素を用いて添加すればよい。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。また、不純物元素又は不活性元素 164 は、添加に用いるドーピング法によって適宜イオン注入の深さや拡散の深さを制御することで、光吸収層 162 に添加させることができる。

【0087】

透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 に不純物元素又は不活性元素 164 を添加することで、透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム 158 を照射する際の透光性を有する層 156 及び光吸収層 104 よりも、レーザビーム 158 の照射によるアブレーション後の透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 を圧縮応力にできるとよい。透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 の引っ張り応力を小さくする或いは圧縮応力にすることで、透光性を有する層 160 又は光吸収層 162 が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 を熱処理する場合、引っ張り応力により透光性を有する層 160 及び光吸収層 162 の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

【0088】

なお、本実施の形態では、基板上に下地絶縁層を介して光吸収層を設ける構造を示したが、本発明は特に限定されない。例えば、下地絶縁層は設けなくともよいし、基板と光吸収層との間に、絶縁層、導電層、又は半導体層等を単層又は複数層組み合わせて設けてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

また、光吸収層 1 0 4 下の絶縁層 1 0 2 及び基板 1 0 0 が透光性を有する場合は、レーザビームを基板 1 0 0 側から光吸収層 1 0 4 に対して照射し、アブレーションすることも可能である。

【 0 0 9 0 】

本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い半導体装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。

10

【 0 0 9 1 】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる薄膜加工の方法の例について、図 5、図 6 を用いて説明する。ここでは、電極や配線として機能する導電層を加工する例について説明する。

【 0 0 9 2 】

基板 5 0 0 上に絶縁層 5 0 2、第 1 材料層 5 0 4、光吸収層 5 0 6 を順に積層して形成する。光吸収層 5 0 6 に対して、レーザビーム 5 0 8 を選択的に照射する(図 5 (A) 参照)。なお、基板 5 0 0、絶縁層 5 0 2 は、上記実施の形態 1 で示した基板 1 0 0、絶縁層 1 0 2 と同様のものを用いることができるため、説明は省略する。

20

【 0 0 9 3 】

第 1 材料層 5 0 4 は、目的に応じた材料を用いて形成する。例えば、第 1 材料層 5 0 4 として導電層を形成したい場合は、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)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、ニッケル (Ni)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、イリジウム (Ir)、ロジウム (Rh) 等の金属元素、又は当該金属元素を含む合金材料若しくは化合物材料等の導電材料を用いて形成する。化合物材料としては、窒素化合物、酸素化合物、炭素化合物、ハロゲン化合物などが挙げられる。また、リン (P) 等の一導電型を付与する不純物元素を添加した多結晶シリコンを用いて形成してもよい。また、第 1 材料層 5 0 4 として、チャネル等を形成する半導体層を形成したい場合は、半導体材料を用いて形成する。例えば、シリコン、ゲルマニウム、シリコンゲルマニウム、酸化亜鉛等の半導体材料を用いることができる。第 1 材料層 4 0 4 は、これらの導電材料や半導体材料のうち 1 つ又は複数を用いて、スパッタリング法、CVD 法、蒸着法等により、単層構造又は積層構造で形成することができる。

30

【 0 0 9 4 】

光吸収層 5 0 6 は、レーザビーム 5 0 8 を吸収する層を形成する。例えば、クロム (Cr)、モリブデン (Mo)、ニッケル (Ni)、チタン (Ti)、コバルト (Co)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、タングステン (W) 等の金属元素、又は当該金属元素を含む合金材料若しくは化合物材料を用いて形成することができる。光吸収層 5 0 6 は、上述の材料のうち 1 つ又は複数を用いて、スパッタリング法、CVD 法、蒸着法等により、単層構造又は積層構造で形成する。

40

【 0 0 9 5 】

なお、光吸収層 5 0 6 は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。光吸収層 5 0 6 として引っ張り応力を有する層を形成することで、所望の形状の薄膜(光吸収層)パターンを形成する際に、薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を抑えることができる。また、光吸収層 5 0 6 のアブレーションを起こりやすくすることができる。その結果、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。なお、材料によって光吸収層 5 0 6 が引っ張り応力とならない場合もあるが、その場合は光吸収層 5 0 6 が引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは光吸収層 5 0 6 の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

50

【0096】

レーザビーム508は、光吸収層506に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。なお、レーザビーム508は、上記実施の形態1で示したレーザビーム106と同様のものを適用することができる。また、レーザビーム508は、上記実施の形態1で説明した図9、図10に示すようなレーザ照射装置を用いることで、選択的に照射することが可能である。

【0097】

レーザビーム508は光吸収層506で吸収される。光吸収層506は、レーザビーム508によりアブレーションされて除去される。なお、光吸収層506はレーザビーム508が照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有する光吸収層510が残存する(図5(B)参照)。

10

【0098】

次に、光吸収層510をマスクとして第1材料層504を選択的にエッチングし、第2材料層512を形成する(図5(C)参照)。エッチングは、ドライエッチング法やウェットエッチング法を適宜選択して用いればよい。形成される第2材料層512のパターンは、レーザビーム508が照射されない領域に対応したパターンとなる。

【0099】

次に、光吸収層510に一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素514を添加する(図5(D)参照)。不純物元素又は不活性元素514は、上記実施の形態1で説明した不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。また、不純物元素又は不活性元素514は、光吸収層510下層の第2材料層512に添加してもよい。不純物元素又は不活性元素514の添加に適用するドーピング法によって適宜イオン注入の深さや拡散の深さを制御することで、第2材料層512に添加させることができる。

20

【0100】

光吸収層510に不純物元素又は不活性元素514を添加することで、光吸収層510の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム508を照射する際の光吸収層506よりも、レーザビーム508の照射によるアブレーション後の光吸収層510の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、光吸収層510を圧縮応力にできるとよい。光吸収層510の引っ張り応力を小さくする、或いは光吸収層510を圧縮応力にすることで、光吸収層510が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で光吸収層510に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により光吸収層510の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。このとき、光吸収層510下層の第2材料層512まで不純物元素又は不活性元素514を添加しておくことで、第2材料層512の膜剥がれ等の不良を防止することができ好ましい。

30

【0101】

以上で形成された光吸収層510及び第2材料層512の積層構造は、半導体装置のゲート電極、配線等を形成する導電層や、RFタグ等に用いられるアンテナとして機能する導電層として用いることができる。本発明を適用することで、薄膜パターンの端部にバリ等が発生するのを防止して精度良く加工を行うことができ、且つ膜剥がれ等の不良が生じにくい半導体装置を製造できるため、歩留まり良く信頼性の高い半導体装置を製造することが可能になる。

40

【0102】

また、光吸収層506の上層に透光性を有する層558を形成する場合にも、本発明を適用することができる。図6(A)に示すように、基板500上に絶縁層502を介して第1材料層504、光吸収層506、透光性を有する層558を順に積層して形成する。そして、透光性を有する層558側から光吸収層506に対して、レーザビーム560を選択的に照射する。

【0103】

50

なお、基板 5 0 0 上に絶縁層 5 0 2 を介して第 1 材料層 5 0 4、光吸収層 5 0 6 が設けられている構造は、図 5 (A) と同様である。また、レーザビーム 5 6 0 についても、前述のレーザビーム 5 0 8 と同様のものを適用することができる。また、レーザビーム 5 6 0 は、図 9、図 1 0 に示すようなレーザ照射装置を用いて、選択的に照射することができる。

【 0 1 0 4 】

透光性を有する層 5 5 8 は、レーザビーム 5 6 0 を透過することができる材料を用いて形成する。例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の無機絶縁材料、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ樹脂等の有機絶縁材料を用いることができる。透光性を有する層 5 5 8 は、これらの材料のうち 1 つ又は複数をを用いて、スパッタリング法、C V D 法、又は塗布法等により、単層構造又は積層構造で形成する。なお、透光性を有する層 5 5 8 は、レーザビーム 5 6 0 の一部を吸収してもよい。

10

【 0 1 0 5 】

また、透光性を有する層 5 5 8 は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。透光性を有する層 5 5 8 に引っ張り応力を持たせると、レーザビーム 5 6 0 の照射により透光性を有する層 5 5 8 の一部を除去して所望の形状の薄膜（透光性を有する層）パターンを形成する際に、薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を低減し、精度良く容易に加工することができる。なお、選択する材料によっては、透光性を有する層 5 5 8 に引っ張り応力を持たせることが難しい場合もある。その場合は、透光性を有する層 5 5 8 が引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは透光性を有する層 5 5 8 の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

20

【 0 1 0 6 】

レーザビーム 5 6 0 は、透光性を有する層 5 5 8 を透過して光吸収層 5 0 6 で吸収される。レーザビーム 5 6 0 が照射された領域では、光吸収層 5 0 6 がレーザビーム 5 6 0 の照射により加熱される。その結果、透光性を有する層 5 5 8、又は透光性を有する層 5 5 8 及び光吸収層 5 0 6 がアブレーションされて除去される。ここでは透光性を有する層 5 5 8 及び光吸収層 5 0 6 がアブレーションされて、所望のパターン形状を有する透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 が残存する（図 6 (B) 参照）。

【 0 1 0 7 】

ここでは、レーザビームを吸収する光吸収層 5 0 6 と、レーザビームを吸収しない（又は吸収しにくい）透光性を有する層 5 5 8 とを積層構造とすることで、レーザアブレーションを利用して、単層ではレーザアブレーションが起きない層を加工することを可能にしている。

30

【 0 1 0 8 】

次に、透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 をマスクとして第 1 材料層 5 0 4 を選択的にエッチングし、第 2 材料層 5 6 6 を形成する（図 6 (C) 参照）。エッチングは、ドライエッチング法やウェットエッチング法を適宜選択して用いればよい。形成される第 2 材料層 5 6 6 のパターンは、レーザビーム 5 6 0 が照射されない領域に対応したパターンとなる。

40

【 0 1 0 9 】

次に、透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 に一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素 5 6 8 を添加する（図 6 (D) 参照）。不純物元素又は不活性元素 5 6 8 は、前述の不純物元素又は不活性元素 5 1 4 と同様の元素を用いて添加すればよい。その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。また、不純物元素又は不活性元素 5 6 8 は、光吸収層 5 6 4 下層の第 2 材料層 5 6 6 に添加してもよい。適用するドーピング法によって適宜イオン注入の深さや拡散の深さを制御することで、光吸収層 5 6 4、第 2 材料層 5 6 6 に不純物元素又は不活性元素 5 6 8 を添加することができる。

【 0 1 1 0 】

50

透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 に不純物元素又は不活性元素 5 6 8 を添加することで、透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム 5 6 0 を照射する際の透光性を有する層 5 5 8 及び光吸収層 5 0 6 よりも、レーザビーム 5 6 0 の照射によるアブレーション後の透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 を圧縮応力にできるとよい。透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 の引っ張り応力を小さくする、或いは圧縮応力にすることで、透光性を有する層 5 6 2 又は光吸収層 5 6 4 が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 を熱処理する場合にも、引っ張り応力により透光性を有する層 5 6 2 及び光吸収層 5 6 4 の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

10

【 0 1 1 1 】

なお、本実施の形態では、基板上に下地絶縁層を介して導電層を設ける構造を示したが、本発明は特に限定されない。例えば、下地絶縁層は設けなくともよいし、基板と導電層との間に、絶縁層、導電層、又は半導体層等を単層又は複数層組み合わせて設けてもよい。

【 0 1 1 2 】

本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い半導体装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。

20

【 0 1 1 3 】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【 0 1 1 4 】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる薄膜加工の方法の例について、図 3、図 4 を用いて説明する。ここでは、薄膜を加工して導電層同士、又は導電層と半導体層とを電氣的に接続させるための開口を形成する例について説明する。

30

【 0 1 1 5 】

基板 3 0 0 上に絶縁層 3 0 2、光吸収層 3 0 4、透光性を有する層 3 0 6 を順に積層して形成する。透光性を有する層 3 0 6 側から光吸収層 3 0 4 に対して、レーザビーム 3 0 8 を選択的に照射する (図 3 (A) 参照)。なお、基板 3 0 0、絶縁層 3 0 2 は、上記実施の形態 1 で示した基板 1 0 0、絶縁層 1 0 2 と同様のものを用いることができるため、説明は省略する。

【 0 1 1 6 】

光吸収層 3 0 4 は、レーザビーム 3 0 8 を吸収する層を形成する。例えば、クロム (Cr)、モリブデン (Mo)、ニッケル (Ni)、チタン (Ti)、コバルト (Co)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、タングステン (W) 等の金属元素、又は当該金属元素を含む合金材料を用いて形成することができる。また、光吸収層 3 0 4 は、上述の金属元素又は当該金属元素を含む合金材料と、該金属元素を含む化合物材料とを用いた積層構造としてもよい。その他、シリコン (Si)、ゲルマニウム (Ge)、シリコンゲルマニウム、酸化モリブデン、酸化スズ、酸化ビスマス、酸化バナジウム、酸化ニッケル、酸化亜鉛、ヒ化ガリウム、窒化ガリウム、酸化インジウム、リン化インジウム、窒化インジウム、硫化カドミウム、テルル化カドミウム、チタン酸ストロンチウム等の半導体材料を用いることができる。光吸収層 3 0 4 は、上述の材料のうち 1 つ又は複数を用いて、スパッタリング法、CVD法、蒸着法等により、単層構造又は積層構造で形成する。

40

【 0 1 1 7 】

透光性を有する層 3 0 6 は、レーザビーム 3 0 8 を透過することができる材料を用いて

50

形成する。例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の無機絶縁材料、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ樹脂等の有機絶縁材料を用いることができる。透光性を有する層306は、これらの材料のうち1つ又は複数を用いて、スパッタリング法、CVD法、又は塗布法等により、単層構造又は積層構造で形成する。なお、透光性を有する層306は、レーザービーム308の一部を吸収してもよい。

【0118】

また、透光性を有する層306は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。透光性を有する層306に引っ張り応力を持たせると、レーザービーム308の照射により透光性を有する層306の一部を除去して開口を形成する際に、開口部側面でのバリ等の発生を低減し、精度良く容易に加工することができる。なお、選択する材料によっては、透光性を有する層306に引っ張り応力を持たせることが難しい場合もある。その場合は、透光性を有する層306が引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは透光性を有する層306の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

【0119】

レーザービーム308は、光吸収層304に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。なお、レーザービーム308は上記実施の形態1で示したレーザービーム106と同様のものを適用することができる。好ましくは、パルス幅がピコ秒台(10^{-12} 秒乃至 10^{-10} 秒)台、又はフェムト秒(10^{-15} 秒乃至 10^{-13} 秒)台のレーザービームを用いるとよい。このような超短パルスレーザービームを用いると、微細な領域に集光しやすく、微細加工に有利である。よって、微細な開口を精度良く形成することが可能になるため好ましい。

【0120】

レーザービーム308は、透光性を有する層306を透過して光吸収層304で吸収される。レーザービーム308が照射された領域では、光吸収層304がレーザービーム308の照射により加熱される。その結果、透光性を有する層306、又は透光性を有する層306及び光吸収層304がアブレーションされて除去され、開口が形成される。ここでは透光性を有する層306がアブレーションされて、光吸収層304に達する開口310が形成される(図3(B)参照)。

【0121】

本発明は、レーザービームを吸収せず(又は吸収しにくく)、単層ではアブレーションしない透光性を有する層306に接してレーザービームを吸収する光吸収層304を形成することで、透光性を有する層306をレーザ加工することを可能にしている。このように、レーザービームを吸収する層と、レーザービームを吸収しない層或いは吸収しにくい層とを積層構造とすることで、容易に微細な開口を形成することができる。

【0122】

次に、透光性を有する層306に一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素312を添加する(図3(C)参照)。不純物元素又は不活性元素312は、上記実施の形態1の不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。また、不純物元素又は不活性元素312は、添加に用いるドーピング法によって適宜イオン注入の深さや拡散の深さを制御することで、光吸収層304に添加させることができる。

【0123】

透光性を有する層306に不純物元素又は不活性元素312を添加することで、透光性を有する層306の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザービーム308を照射する際の透光性を有する層306よりも、開口310形成後の透光性を有する層306の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、開口310形成後透光性を有する層306を圧縮応力にできるとよい。透光性を有する層306の引っ張り応力を小さくする或いは圧縮応力にすることで、透光性を有する層306が膜剥がれ等の不良を起

こすことを防止することができる。また、後の工程で透光性を有する層 306 を熱処理する場合、引っ張り応力により透光性を有する層 306 の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

【0124】

次に、開口 310 に導電層 314 を形成し、導電層 314 と光吸収層 304 を電氣的に接続させる（図 3（D）参照）。なお、光吸収層 304 が導電材料を用いて形成される場合、導電層 314 と光吸収層 304 の電氣的接続は、導電層同士の電氣的な接続、例えばソース電極又はドレイン電極と画素電極との接続等として適用することができる。光吸収層 304 がシリコン等の半導体材料を用いて形成される場合、導電層 314 と光吸収層 304 の電氣的接続は、半導体層と導電層との電氣的な接続、例えばソース領域又はドレイン領域とソース電極又はドレイン電極との接続等として適用することができる。

10

【0125】

なお、図 3（B）ではレーザービーム 308 の照射により、透光性を有する層 306 がアブレーションされ除去されて開口 310 が形成される例を示したが、本発明は特に限定されない。例えば、図 3（E）に示すようにレーザービームの照射により透光性を有する層 306 及び光吸収層 304 がアブレーションされて、光吸収層 304 を貫通する開口 360 を形成することもできる。開口 360 に導電層 368 を形成し、導電層 368 を光吸収層 304 の側面で電氣的に接続させることができる。また、レーザービームの照射により透光性を有する層及び光吸収層の上層部をアブレーションさせて開口を形成することもできる。

20

【0126】

また、光吸収層 304 下の絶縁層 302 及び基板 300 が透光性を有する場合は、レーザービームを基板 300 側から光吸収層 304 に対して照射し、アブレーションさせて開口を形成することも可能である。

【0127】

また、第 1 材料層上に光吸収層及び透光性を有する層を積層形成し、光吸収層及び透光性を有する層に開口を形成し、当該開口に導電層を形成して第 1 材料層と導電層を接続させてもよい。以下、具体的に説明する。

【0128】

図 4（A）に示すように、基板 400 上に絶縁層 402 を介して第 1 材料層 404、光吸収層 405、透光性を有する層 406 を順に積層して形成する。透光性を有する層 406 側から光吸収層 405 に対して、レーザービーム 408 を選択的に照射する（図 4（A）参照）。なお、基板 400、絶縁層 402 は、上記実施の形態 1 で示した基板 100、絶縁層 102 と同様のものを用いることができるため、説明は省略する。

30

【0129】

第 1 材料層 404 は、目的に応じた材料を用いて形成する。例えば、第 1 材料層 404 として導電層を形成したい場合は、導電材料を用いて形成する。例えば、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）、銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）、ニッケル（Ni）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、イリジウム（Ir）、ロジウム（Rh）等の金属元素、又は当該金属元素を含む合金材料若しくは化合物材料等の導電材料を用いて形成する。化合物材料としては、窒素化合物、酸素化合物、炭素化合物、ハロゲン化合物などが挙げられる。また、リン（P）等の一導電型を付与する不純物元素を添加した多結晶シリコンを用いて形成してもよい。また、第 1 材料層 404 として、チャネル等を形成する半導体層を形成したい場合は、半導体材料を用いて形成する。例えば、シリコン、ゲルマニウム、シリコンゲルマニウム、酸化亜鉛等の半導体材料を用いることができる。第 1 材料層 404 は、これらの導電材料や半導体材料のうち 1 つ又は複数をを用いて、スパッタリング法、CVD 法、蒸着法等により、単層構造又は積層構造で形成することができる。

40

【0130】

光吸収層 405 は、レーザービーム 408 を吸収する層を形成する。例えば、クロム（C

50

r)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)等の金属元素を含む材料、シリコン(Si)、酸化亜鉛等の半導体材料を用いることができる。具体的には、上記実施の形態1で示した光吸収層104と同様のものを用いることができる。

【0131】

透光性を有する層406は、レーザービーム408を透過することができる材料を用いて形成する。例えば、酸化シリコン、窒化シリコン等の無機絶縁材料、ポリイミド、アクリル等の有機絶縁材料を用いることができる。具体的には、前述した透光性を有する層306と同様のものを用いることができる。

【0132】

なお、透光性を有する層406は、前述の透光性を有する層306と同様に、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。透光性を有する層406に引っ張り応力を持たせると、レーザービーム408の照射により透光性を有する層406の一部を除去して開口を形成する際に、開口部側面でのバリ等の発生を低減し、精度良く容易に加工することができる。なお、選択する材料によっては、透光性を有する層406に引っ張り応力を持たせることが難しい場合もある。その場合は、透光性を有する層406が引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは透光性を有する層406の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

【0133】

レーザービーム408は、光吸収層405に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。なお、レーザービーム408は上記実施の形態1で示したレーザービーム106と同様のものを適用することができる。好ましくは、パルス幅がピコ秒台(10^{-12} 秒乃至 10^{-10} 秒)台、又はフェムト秒(10^{-15} 秒乃至 10^{-13} 秒)台のレーザービームを用いるとよい。このような超短パルスレーザービームを用いると、微細な領域に集光しやすく、微細加工に有利である。よって、微細な開口を精度良く形成することが可能になるため好ましい。

【0134】

レーザービーム408は、透光性を有する層406を透過して光吸収層405で吸収される。レーザービーム408が照射された領域では、光吸収層405がレーザービーム408の照射により加熱される。その結果、透光性を有する層406、又は透光性を有する層406及び光吸収層405がアブレーションされて除去され、開口が形成される。ここでは透光性を有する層406及び光吸収層405がアブレーションされて、第1材料層404に達する開口409が形成される(図4(B)参照)。

【0135】

本発明は、レーザービームを吸収せず(又は吸収しにくく)、単層ではアブレーションしない透光性を有する層406に接してレーザービームを吸収する光吸収層405を形成することで、透光性を有する層406をレーザ加工することを可能にしている。このように、レーザービームを吸収する層と、レーザービームを吸収しない層或いは吸収しにくい層とを積層構造とすることで、容易に微細な開口を形成することができる。

【0136】

次に、透光性を有する層406に一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素412を添加する(図4(C)参照)。不純物元素又は不活性元素412は、上記実施の形態1の不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。また、不純物元素又は不活性元素412は、添加に用いるドーピング法によって適宜イオン注入の深さや拡散の深さを制御することで、光吸収層405や第1材料層404に添加させることができる。

【0137】

透光性を有する層406に不純物元素又は不活性元素412を添加することで、透光性を有する層406の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザービーム408を照射する際の透光性を有する層406よりも、開口409形成後の透光性を有する層4

10

20

30

40

50

06の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、開口409形成後の透光性を有する層406を圧縮応力にできるとよい。透光性を有する層406の引っ張り応力を小さくする或いは圧縮応力にすることで、透光性を有する層406が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で透光性を有する層406を熱処理する場合、引っ張り応力により透光性を有する層406の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

【0138】

次に、開口409に導電層414を形成し、導電層414と第1材料層404を電氣的に接続させる(図4(D)参照)。なお、光吸収層405及び第1材料層404が導電材料を用いて形成される場合、第1材料層404と光吸収層405で導電層の積層構造が形成され、導電層414と光吸収層405も電氣的に接続させることができる。このような開口409を介した導電層同士又は導電層と半導体層との電氣的な接続は、例えばソース電極又はドレイン電極と画素電極との接続、半導体層とソース電極又はドレイン電極との接続等に適用することができる。

【0139】

なお、本実施の形態では、基板上に下地絶縁層を介して光吸収層、又は基板上に下地絶縁層を介して第1材料層を設ける構造を示したが、本発明は特に限定されない。例えば、下地絶縁層は設けなくともよいし、基板と光吸収層、又は基板と第1材料層との間に、絶縁層、導電層、又は半導体層等を単層又は複数層組み合わせ設けてもよい。

【0140】

本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を用いることなく、微細な開口を容易に形成することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、開口形成後の薄膜に不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い半導体装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。

【0141】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0142】

(実施の形態4)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる薄膜加工の方法の例について、図7、図8を用いて説明する。

【0143】

基板700上に絶縁層702、第1材料層704、剥離層706を順に積層して形成する。剥離層706に対して、レーザビーム708を選択的に照射する(図7(A)参照)。

【0144】

基板700は、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板、半導体基板等を用いる。絶縁層702は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の絶縁材料を用いて形成する。絶縁層702は下地絶縁層として機能する。基板700上に絶縁層702を設けることで、レーザビーム708を照射した際の基板700へのダメージを防止することができる。なお、絶縁層702は設けなくともよい。ここでは、基板700としてガラス基板を用い、基板700上に絶縁層702として窒化酸化シリコン層を形成する。

【0145】

第1材料層704は、目的に応じた材料を用いて形成する。例えば、第1材料層704として、電極や配線として機能する導電層を形成したい場合は、導電材料を用いて形成する。例えば、銀(Ag)、金(Au)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、イリジウム(Ir)、ロジウム(Rh)、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)、銅(Cu)等の金属

元素、又は当該金属元素を含む合金材料若しくは化合物材料を用いることができる。また、第1材料層704として、チャネル等を形成する半導体層を形成したい場合は、半導体材料を用いて形成する。例えば、シリコン、ゲルマニウム、シリコンゲルマニウム、酸化亜鉛等の半導体材料を用いることができる。第1材料層704は、これらの導電材料や半導体材料のうち1つ又は複数を用いて、スパッタリング法、CVD法等により、単層構造又は積層構造で形成することができる。ここでは、第1材料層704としてタングステン層を形成する。

【0146】

剥離層706は、レーザビームを吸収して付着力が低下する層を形成する。例えば、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化バナジウム、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化タングステン、酸化モリブデン、酸化クロム、酸化テクネチウム、酸化レニウム、酸化鉄、酸化ルテニウム、酸化オスミウム、酸化コバルト、酸化ロジウム、酸化イリジウム、酸化ニッケル、酸化パラジウム等の金属酸化物を用いて形成することができる。なお、金属酸化物は、金属元素の価数により酸素の結合数が異なる。また、金属酸化物は、金属元素の価数により吸収する光の波長も異なる。このため、剥離層706に照射するレーザビームの波長は、剥離層を形成する材料にあわせて適宜選択する必要がある。

【0147】

剥離層706は、塗布法、蒸着法、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法等により形成する。また、膜厚の薄い導電層（金属元素を含む導電層）を成膜した後、当該導電層を加熱して金属酸化物層を形成することができる。また、金属元素を含む導電材料を用いて第1材料層704を形成する場合、第1材料層704の表面を酸化することにより剥離層706を形成することができる。第1材料層704の表面の酸化方法としては、酸素を含む雰囲気下における加熱（電気炉またはランプを用いた加熱）、酸素プラズマ、一酸化二窒素プラズマ、或いはオゾンプラズマ等のプラズマ処理、酸素を用いたアッシング、又はオゾン水、或いは水等の酸化力を有する液体による酸化処理等がある。ここでは、第1材料層704として形成したタングステン層の表面を一酸化二窒素プラズマ処理して酸化タングステン層を形成する。このとき、酸化タングステン層が剥離層706に相当する。

【0148】

また、剥離層706は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。剥離層706として引っ張り応力を有する層を形成することで、所望の形状の薄膜（剥離層）パターンを形成する際に、薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を抑えることができる。このように加工する層に引っ張り応力を持たせることで、容易に加工することができる要因として、以下のようなメカニズムが考えられる。例えば、剥離層706において、レーザビーム708が照射された領域と照射されない領域との界面において応力集中が高まり、該界面においてクラックが発生しやすくなる。つまり、剥離層706の膜厚方向に亀裂が入る。このため、剥離層706の付着力が低下するとともに、亀裂が入る部分の剥離層706が脆くなる。その結果、レーザビーム708が照射された領域の剥離層706を、容易に除去することが可能になる。

【0149】

レーザビーム708は、剥離層706、又は剥離層706及び第1材料層704に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。具体的には、照射されるレーザビーム708は剥離層706で全て吸収されてもよいし、レーザビーム708の一部が剥離層706を透過して第1材料層704に吸収されてもよい。なお、レーザビーム708は、上記実施の形態1で示したレーザビーム106と同様のものを適用することができる。例えば、紫外領域、可視領域、又は赤外領域のレーザビームを適宜選択して照射すればよい。また、上記実施の形態1で説明した図9、図10に示すようなレーザ照射装置を用いることで、選択的に照射することが可能である。

【0150】

なお、本実施の形態で図9に示すレーザ照射装置1720を適用する場合、図7(A)に示す基板700上に絶縁層702、第1材料層704、剥離層706が順に積層された

10

20

30

40

50

構造が図9における被照射体1700に相当する。同様に、図10に示すレーザ照射装置1000を適用する場合、図7(A)に示す基板700上に絶縁層702、第1材料層704、剥離層706が順に積層された構造が図10における被照射体1010に相当する。

【0151】

また、レーザビーム708のエネルギーは、剥離層706の付着力を十分に低下させる程度が好ましい。例えば、レーザビーム708は、剥離層706の付着力を低下させるのに十分なエネルギー密度として、具体的には、 50 mJ/cm^2 乃至 500 mJ/cm^2 のエネルギー密度範囲内とすることができる。また、レーザビーム708としてエキシマレーザビーム(波長 308 nm)を用いる場合、剥離層706の付着力を低下させるのに十分なエネルギー密度としては、 200 mJ/cm^2 乃至 300 mJ/cm^2 が好ましい。なお、本実施の形態で図9に示すレーザ照射装置1720を適用する場合、図7(A)に示すレーザビーム708は図9におけるレーザビーム1705に相当する。同様に、図10に示すレーザ照射装置1000を適用する場合、図7(A)に示すレーザビーム708は、図10におけるレーザビーム1015に相当する。

10

【0152】

レーザビーム708が剥離層706に照射されると、レーザビーム708が照射された領域の剥離層706の付着力が低下する。具体的には、剥離層706において、レーザビーム708が照射された領域で剥離層706の付着力が低下する。そして、付着力が低下した領域の剥離層706を除去することで、所望のパターン形状を有する剥離層710が残存する(図7(B)参照)。

20

【0153】

レーザビーム708が照射された領域(付着力が低下した領域)の剥離層706の除去方法は特に限定されないが、溶液を用いた化学的除去手段や、水洗除去、粘着部材に付着力が低下した剥離層を貼り付けることによる剥離除去、又は減圧による吸引除去等の物理的除去手段を用いることもできる。また、化学的除去手段及び物理的除去手段を組み合わせ用いてもよい。ここでは、種々の薄膜が積層形成された基板700を水洗して付着力が低下した剥離層を除去する。

【0154】

次に、剥離層710をマスクとして第1材料層704を選択的にエッチングし、第2材料層712を形成する(図7(C)参照)。エッチングは、ドライエッチング法やウェットエッチング法を適宜選択して用いればよい。例えば、第1材料層704としてタングステン層を形成する場合、ドライエッチングを利用して CF_4 、 CHF_3 等のフッ素系のガスを用いて行うことができる。また、 CF_4 と Cl_2 の混合ガスや、 CHF_3 と He の混合ガスを用いることができる。形成される第2材料層712のパターンは、レーザビーム708が照射されない領域に対応したパターンとなる。

30

【0155】

次に、剥離層710に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素714を添加する(図7(D)参照)。不純物元素又は不活性元素714は、上記実施の形態1で説明した不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。例えば、リン(P)、ヒ素(As)等のn型を付与する不純物元素、ボロン(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)等のp型を付与する不純物元素、窒素、希ガス等の不活性元素を用いて、イオン注入法や熱拡散法等のドーピング法を利用して添加することができる。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。なお、不純物元素又は不活性元素714は、イオン注入の深さや拡散の深さを適宜制御することによって、剥離層710下の第2材料層712まで添加することも可能である。ここでは、一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素としてリン(P)を添加する。

40

【0156】

剥離層710に不純物元素又は不活性元素714を添加することで、剥離層710の引

50

引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザービーム 708 を照射する際の剥離層 706 よりも、レーザービーム 708 の照射により一部除去した後の剥離層 710 の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、剥離層 710 を圧縮応力にできるとよい。剥離層 710 の引っ張り応力を小さくする、或いは剥離層 710 を圧縮応力にすることで、剥離層 710 が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で剥離層 710 に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により剥離層 710 の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。このとき、剥離層 710 下の第 2 材料層 712 まで不純物元素又は不活性元素 714 を添加しておくことで、第 2 材料層 712 の膜剥がれ等の不良を防止することができ好ましい。

【0157】

以上で形成された第 2 材料層 712 は、半導体装置のチャネルを形成する半導体層や、半導体装置のゲート電極、配線等を形成する導電層として用いることができる。また、剥離層 710 は、ゲート絶縁層や層間絶縁層の一部として機能することができる。本発明を適用することで、薄膜パターンの端部にバリ等が発生するのを防止して精度良く加工を行うことができ、且つ膜剥がれ等の不良が生じにくい半導体装置を製造できるため、歩留まり良く信頼性の高い半導体装置を製造することが可能になる。

【0158】

また、剥離層 706 の上層に透光性を有する層 758 を形成する場合にも、本発明を適用することができる。図 8 (A) に示すように、基板 700 上に絶縁層 702 を介して第 1 材料層 704、剥離層 706、透光性を有する層 758 を順に積層して形成する。そして、透光性を有する層 758 側から剥離層 706 に対して、レーザービーム 760 を選択的に照射する。

【0159】

なお、基板 700 上に絶縁層 702 を介して第 1 材料層 704、剥離層 706 が設けられている構造は、図 7 (A) と同様である。また、レーザービーム 760 についても、前述のレーザービーム 708 と同様のものを適用することができる。また、レーザービーム 760 は、図 9、図 10 に示すようなレーザー照射装置を用いて選択的に照射することができる。

【0160】

透光性を有する層 758 は、レーザービーム 760 を透過することができる材料を用いて形成する。例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の無機絶縁材料、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ樹脂等の有機絶縁材料を用いることができる。透光性を有する層 758 は、これらの材料のうち 1 つ又は複数をを用いて、スパッタリング法、CVD 法、又は塗布法等により、単層構造又は積層構造で形成する。なお、透光性を有する層 758 は、レーザービーム 760 の一部を吸収してもよい。ここでは、透光性を有する層 758 として窒化酸化シリコン層を形成する。

【0161】

また、透光性を有する層 758 は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。透光性を有する層 758 に引っ張り応力を持たせると、レーザービーム 760 の照射により透光性を有する層 758 及び剥離層 706 の一部を除去して所望の形状の薄膜（透光性を有する層及び剥離層）パターンを形成する際に、薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を低減し、精度良く容易に加工することができる。このように加工する層に引っ張り応力を持たせることで、容易に加工することができる要因として、以下のようなメカニズムが考えられる。例えば、剥離層 706 において、レーザービーム 760 が照射された領域と照射されない領域との界面において応力集中が高まり、該界面において上層に積層されている透光性を有する層 758 にクラックが発生しやすくなる。その結果、透光性を有する層 758 の膜厚方向に亀裂が入る。このため、剥離層 706 の付着力が低下するとともに、剥離層 706 におけるレーザービーム 760 が照射された領域と照射されない領域との界面上の透光性を有する層 758 が脆くなる。したがって、レーザービーム 760 が照射された領域の透光性を有する層 758 及び剥離層 706 を、容易に除去することが可能になる。

なお、選択する材料によっては、透光性を有する層 7 5 8 に引っ張り応力を持たせることが難しい場合もある。その場合は、透光性を有する層 7 5 8 を引っ張り応力に近い応力となるように形成する、或いは透光性を有する層 7 5 8 の圧縮応力が小さくなるように形成するのが好ましい。

【 0 1 6 2 】

レーザビーム 7 6 0 が透光性を有する層 7 5 8 を透過して剥離層 7 0 6 に照射されると、レーザビーム 7 6 0 が照射された領域の剥離層 7 0 6 の付着力が低下する。具体的には、剥離層 7 0 6 において、レーザビーム 7 6 0 が照射された領域で剥離層 7 0 6 の付着力が低下する。また、剥離層 7 0 6 において、レーザビーム 7 6 0 が照射された領域及び照射されない領域の界面に応力が集中して、その上層に位置する透光性を有する層 7 5 8 が脆弱化される。そして、付着力が低下した領域の剥離層 7 0 6 及びその上層の透光性を有する層 7 5 8 を除去することで、所望のパターン形状を有する透光性を有する層 7 6 2 及び剥離層 7 6 4 が残存する（図 8（B）参照）。

10

【 0 1 6 3 】

レーザビーム 7 6 0 が照射された領域（付着力が低下した領域）の剥離層 7 0 6 及びその上層の透光性を有する層 7 5 8 の除去方法は特に限定されないが、溶液を用いた化学的除去手段や、水洗除去、粘着部材に付着力が低下した剥離層を貼り付けることによる剥離除去、又は減圧による吸引除去等の物理的除去手段を用いることもできる。また、化学的除去手段及び物理的除去手段を組み合わせる用いてもよい。ここでは、フッ酸含有水溶液を用いて、付着力の低下した剥離層及びその上層に設けられる透光性を有する層を除去する。

20

【 0 1 6 4 】

次に、透光性を有する層 7 6 2 及び剥離層 7 6 4 をマスクとして第 1 材料層 7 0 4 を選択的にエッチングし、第 2 材料層 7 6 6 を形成する（図 8（C）参照）。エッチングは、ドライエッチング法やウェットエッチング法を適宜選択して用いればよい。形成される第 2 材料層 7 6 6 のパターンは、レーザビーム 7 6 0 が照射されない領域に対応したパターンとなる。

【 0 1 6 5 】

次に、透光性を有する層 7 6 2 及び剥離層 7 6 4 に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素 7 6 8 を添加する（図 8（D）参照）。不純物元素又は不活性元素 7 6 8 は、前述の不純物元素又は不活性元素 7 1 4 と同様の元素を用いて添加すればよい。また、不純物元素又は不活性元素 7 6 8 は、イオン注入の深さや拡散の深さを適宜制御することによって、透光性を有する層 7 6 2 下の剥離層 7 6 4、又は剥離層 7 6 4 下の第 2 材料層 7 6 6 まで添加することも可能である。

30

【 0 1 6 6 】

透光性を有する層 7 6 2 に不純物元素又は不活性元素 7 6 8 を添加することで、透光性を有する層 7 6 2 の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム 7 6 0 を照射する際の透光性を有する層 7 5 8 よりも、レーザビーム 7 6 0 照射後で透光性を有する層 7 5 8 を一部除去した状態である透光性を有する層 7 6 2 の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、透光性を有する層 7 6 2 を圧縮応力にできるとよい。透光性を有する層 7 6 2 の引っ張り応力を小さくする、或いは透光性を有する層 7 6 2 を圧縮応力にすることで、透光性を有する層 7 6 2 が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で透光性を有する層 7 6 2 に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により透光性を有する層 7 6 2 の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。このとき、透光性を有する層 7 6 2 下の剥離層 7 6 4、又は剥離層 7 6 4 及び第 2 材料層 7 6 6 まで不純物元素又は不活性元素 7 6 8 を添加しておくことで、それぞれの薄膜の膜剥がれ等の不良を防止することができるため好ましい。

40

【 0 1 6 7 】

以上のように形成された第 2 材料層 7 1 2 及び第 2 材料層 7 6 6 は、半導体装置のチャネルを形成する半導体層や、半導体装置のゲート電極、配線等を形成する導電層として用

50

いることができる。また、剥離層 710 及び剥離層 764 は、ゲート絶縁層や層間絶縁層の一部として機能することができる。本発明を適用することで、薄膜パターンの端部にバリ等が発生するのを防止して精度良く加工を行うことができ、且つ膜剥がれ等の不良が生じにくい半導体装置を製造できるため、歩留まり良く信頼性の高い半導体装置を製造することが可能になる。

【0168】

なお、本実施の形態では、基板上に下地絶縁層を介して第 1 材料層を設ける構造を示したが、本発明は特に限定されない。例えば、下地絶縁層は設けなくともよいし、基板と第 1 材料層との間に、絶縁層、導電層、又は半導体層等を単層又は複数層組み合わせ設けてもよい。

10

【0169】

本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。また、レーザビームの照射による剥離層の付着力の変化を用いて薄膜加工を行っているため、適用するレーザビームのエネルギーを低減させることも可能である。さらに、剥離層の一部の剥離前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い半導体装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。

【0170】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

20

【0171】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明を適用してトランジスタを作製する例について説明する。また、表示素子を有する表示装置を作製する例についても説明する。本実施の形態では、トランジスタとして逆スタガ型トランジスタを作製する例について示す。また、表示素子として発光素子を作製する例について示す。以下、具体的な作製方法について、図 12 乃至図 15 を用いて説明する。

【0172】

基板 200 上に下地絶縁層 202 を形成し、当該下地絶縁層 202 上に導電層 204 を形成する(図 12(A)参照)。基板 200 は、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等を含むガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板、又は本作製工程の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いる。また、基板 200 の表面が平坦化されるように CMP 法などによって、研磨しても良い。

30

【0173】

下地絶縁層 202 は、CVD 法、スパッタリング法、スピンコート法等の種々の方法により、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の絶縁材料を用いて、単層構造又は積層構造で形成する。下地絶縁層 202 は形成しなくとも良いが、基板 200 からの汚染物質などを遮断する効果がある。また、後にレーザビームを照射する際に、基板へのダメージを防止する効果もある。本実施の形態では、下地絶縁層 202 として窒化シリコン膜を膜厚 100 nm で形成する。

40

【0174】

導電層 204 はレーザビーム 206 を吸収する導電材料を用いて形成する。例えば、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)、コバルト(Co)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、タングステン(W)等の金属元素、又は当該金属元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料等を用いて形成すればよい。また、リン(P)等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコンに代表される半導体材料や、AgPdCu合金を用いてもよい。また、単層構造でも積層構造でもよく、例えば、窒化タングステン膜とモリブデン膜との 2 層構造としてもよい。また、膜厚 50 nm のタングステン膜、膜厚 500 nm のアルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)膜、膜厚 30

50

nmの窒化チタン膜を順次積層した3層構造としてもよい。なお、上記のように3層構造とする場合は、タングステン膜に代えて窒化タングステン膜を用いてもよいし、アルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)膜に代えてアルミニウムとチタンの合金膜(Al-Ti)を用いてもよいし、窒化チタン膜に代えてチタン膜を用いてもよい。また、導電層204は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。

【0175】

導電層204は、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)などにより形成する。

【0176】

本実施の形態では、スパッタリング法を用いて、導電層204としてタングステン膜を膜厚200nmで形成する。詳しい成膜条件の一例として、タングステンターゲット(直径305mm)を用いる例を示す。例えば、成膜する基板(本形態の場合は、絶縁層202が形成された基板200に相当する)とターゲットとの間隔60mm、Arガス流量100sccmとし、基板裏面から加熱したArガスを流量10sccm流し、成膜圧力2.0Pa、成膜電力4kWの条件とすることができる。

【0177】

導電層204に、レーザビーム206を選択的に照射する(図12(A)参照)。

【0178】

レーザビーム206は、導電層204に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。詳しくは、上記実施の形態1で示したレーザビーム106と同様のものを適用することができる。また、レーザビーム206は、上記実施の形態1で説明した図9、図10に示すようなレーザ照射装置を用いることで、選択的に照射することが可能である。

【0179】

レーザビーム206は、導電層204で吸収される。導電層204は、レーザビーム206の照射によりアブレーションされて除去される。なお導電層204はレーザビーム206が照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有するゲート電極層208が形成される(図12(B)参照)。このとき、導電層204を引っ張り応力を有する層としておくことで、アブレーションにより得られるゲート電極層208パターン端部でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。

【0180】

ゲート電極層208は、該ゲート電極層208の端部を垂直形状に近い形状としてもよいし、テーパ角90°未満のテーパ形状としてもよい。ここでは、レーザアブレーションを利用して、垂直形状に近い端部を有するゲート電極層208を形成するものとする。

【0181】

ゲート電極層208に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素210を添加する(図12(B)参照)。不純物元素又は不活性元素210は、上記実施の形態1で説明した不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。このように、ゲート電極層208に不純物元素又は不活性元素210を添加することで、ゲート電極層208の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム206を照射する際の導電層204よりも、レーザビーム206の照射によるアブレーション後のゲート電極層208の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、ゲート電極層208を圧縮応力にできるとよい。ゲート電極層208の引っ張り応力を小さくする、或いはゲート電極層208を圧縮応力にすることで、ゲート電極層208が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程でゲート電極層208に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力によりゲート電極層208の膜剥がれ等が生じるのを防止することが

10

20

30

40

50

できる。

【0182】

本実施の形態では、ゲート電極層208として膜厚200nmであるタングステン層を形成し、当該タングステン層にボロン(B)をドーズ量 $1.5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ 程度でイオン注入法により添加するものとする。

【0183】

ゲート電極層208は、上記実施の形態4で示した剥離層を利用して形成することもできる。具体的には、導電層204上に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして導電層204を選択的にエッチングして、ゲート電極層を形成することができる。なお、ゲート電極層形成後、エッチングマスクとして機能した剥離層は除去してもよいし、そのまま残してゲート絶縁層の一部としてもよい。また、ゲート電極層形成後、一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加してもよい。剥離層の材料や形成方法、レーザビーム等については、上記実施の形態4に準じるものとする。

【0184】

なお、本発明は特に限定されず、ゲート電極層208は、各種印刷法(スクリーン(孔版)印刷、オフセット(平版)印刷、凸版印刷やグラビア(凹版)印刷など所望なパターンで形成される方法)、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて形成してもよい。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に導電層を形成することができる。また、ゲート電極層208は、導電層204上にフォトレジストを用いてマスクを形成し、当該マスクを用いて導電層204を選択的にエッチングしてゲート電極層208を形成してもよい。この場合、形成するゲート電極層に、特に不純物元素や不活性元素を添加しなくともよい。

【0185】

ゲート電極層208上にゲート絶縁層212を形成し、当該ゲート絶縁層212上に半導体層を形成する。(図12(C)参照)。

【0186】

ゲート絶縁層212は、CVD法、スパッタリング法等により、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム等の絶縁材料を用いて形成する。また、ゲート絶縁層212は、単層構造でも積層構造でもよい。例えば、ゲート絶縁層212は、酸化窒化シリコン層の単層構造や、窒化シリコン層及び酸化シリコン層の2層の積層構造を用いればよい。また、これらを用いて、3層以上の積層構造としてもよい。好ましくは、緻密な膜質を有する窒化シリコン層を用いるとよい。また、ゲート絶縁層212は、下層のゲート電極層208を銀や銅を用いて液滴吐出法により形成した場合は、窒化シリコンやNiBを用いて形成することが好ましい。窒化シリコンやNiBを用いて形成した膜は、不純物の拡散を防ぎ、表面を平坦化する効果がある。なお、ゲート絶縁層212の成膜中に、アルゴンなどの希ガス元素を反応ガスに含ませてもよい。希ガス元素を反応ガスに含ませることで、低い成膜温度で、リーク電流の少ない緻密な絶縁層を得ることができる。

【0187】

半導体層は、半導体層214及び半導体層216の積層構造を形成する。半導体層は、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で作製されるアモルファス半導体(以下「AS」ともいう)や、当該アモルファス半導体を光エネルギーや熱エネルギーを利用して結晶化させた多結晶半導体、或いはセミアモルファス(微結晶若しくはマイクロクリスタルとも呼ばれる。以下「SAS」ともいう)半導体等の結晶性半導体などを用いて形成することができる。半導体層は各種手段(スパッタリング法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等)により形成することができる。

【0188】

SASは、アモルファスと結晶構造(単結晶、多結晶を含む)の中間的な構造を有し、

自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な領域を含んでいる。少なくとも膜中の一部の領域には、0.5 nm乃至20 nmの結晶領域を観測することができ、シリコンを主成分とする場合にはラマンスペクトルが 520 cm^{-1} よりも低波数側にシフトしている。X線回折ではシリコン結晶格子に由来するとされる(111)、(220)の回折ピークが観測される。未結合手(ダングリングボンド)を終端化するため水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。SASは、シリコンを含む気体をグロー放電分解(プラズマCVD)して形成する。シリコンを含む気体としては、 SiH_4 、その他にも Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 などを用いることが可能である。また F_2 、 GeF_4 を混合させても良い。このシリコンを含む気体を H_2 、又は、 H_2 とHe、Ar、Kr、Neから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈しても良い。希釈率は2倍乃至1000倍の範囲、圧力は概略0.1 Pa乃至133 Paの範囲、電源周波数は1 MHz乃至120 MHz、好ましくは13 MHz乃至60 MHzの範囲である。基板加熱温度は300 以下が好ましく、100 乃至200 の範囲の基板加熱温度でも形成可能である。ここで、主に成膜時に取り込まれる不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分に由来する不純物は $1 \times 10^{20}\text{ cm}^{-3}$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 以下となるようにするとよい。また、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで安定性が増し良好なSASが得られる。また半導体層としてフッ素系ガスより形成されるSAS層に水素系ガスより形成されるSAS層を積層してもよい。

10

20

【0189】

アモルファス半導体としては、代表的には水素化アモルファスシリコン、結晶性半導体としては代表的にはポリシリコン(多結晶シリコン)などがあげられる。ポリシリコンには、800 以上のプロセス温度を経て形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂高温ポリシリコンや、600 以下のプロセス温度で形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂低温ポリシリコン、また結晶化を促進する元素などを用いて、非晶質シリコンを結晶化させたポリシリコンなどを含んでいる。もちろん、前述したように、セミアモルファス半導体又は半導体層の一部に結晶相を含む半導体を用いることもできる。

【0190】

30

半導体層に、多結晶半導体又はセミアモルファス半導体等の結晶性半導体を用いる場合、その半導体層の作製方法は、各種の方法(レーザ結晶化法、熱結晶化法、ニッケルなどの結晶化を助長する元素を用いた熱結晶化法、又はこれらを組み合わせた方法等)を用いて形成すればよい。また、SASである微結晶半導体をレーザ照射して結晶化し、結晶性を高めることもできる。例えば、シリコンを用い、結晶化を助長する元素を導入しないで半導体層を作製する場合は、非晶質シリコン層にレーザビームを照射する前に、窒素雰囲気下で700 、1時間加熱することによって非晶質シリコン層の含有水素濃度を $1 \times 10^{20}\text{ atoms/cm}^3$ 以下にまで放出させるのが好ましい。これは水素を多く含んだ非晶質シリコン層にレーザビームを照射すると非晶質シリコン層が破壊されてしまうからである。

40

【0191】

非晶質半導体層への金属元素の導入の仕方としては、当該金属元素を非晶質半導体層の表面又はその内部に存在させ得る手法であれば特に限定はなく、例えばスパッタリング法、CVD法、プラズマ処理法(プラズマCVD法も含む)、吸着法、金属塩の溶液を塗布する方法を使用することができる。このうち溶液を用いる方法は簡便であり、金属元素の濃度調整が容易であるという点で有用である。また、このとき非晶質半導体層の表面の濡れ性を改善し、非晶質半導体層の表面全体に水溶液を行き渡らせるため、酸素を含む雰囲気中でのUV光の照射、熱酸化法、ヒドロキシラジカルを含むオゾン含有水又は過酸化水素水による処理等により、非晶質半導体層の表面に酸化膜を形成することが望ましい。

【0192】

50

非晶質半導体層の結晶化は、熱処理とレーザービーム照射による結晶化を組み合わせてもよく、熱処理やレーザービーム照射を単独で、複数回行ってよい。

【0193】

また、結晶性半導体層を、直接基板にプラズマ法により形成してもよい。また、線状プラズマ法を用いて、結晶性半導体層を選択的に基板に形成してもよい。

【0194】

また、半導体層は、有機半導体材料を用いて形成することができる。有機半導体材料としては、低分子材料、高分子材料などが用いられ、導電性高分子材料などの材料も用いることができる。例えば、骨格が共役二重結合から構成される電子共役系の高分子材料を用いることができ、具体的には、ポリチオフェン、ポリフルオレン、ポリ(3-アルキルチオフェン)、ポリチオフェン誘導体、ペンタセン等の可溶性の材料を用いることができる。その他、有機半導体材料としては、可溶性の前駆体を成膜した後で処理することにより半導体層を形成することができる材料がある。なお、このような有機半導体材料としては、ポリチエニレンビニレン、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)、ポリアセチレン、ポリアセチレン誘導体、ポリアリレンビニレンなどがある。

【0195】

前駆体を有機半導体に変換する際には、加熱処理だけではなく塩化水素ガスなどの反応触媒を添加する場合がある。これらの可溶性有機半導体材料を溶解させる溶媒としては、例えばトルエン、キシレン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、アニソール、クロロフォルム、ジクロロメタン、ブチラクトン、ブチルセルソルブ、シクロヘキサン、NM P(N-メチル-2-ピロリドン)、シクロヘキサノン、2-ブタノン、ジオキサン、ジメチルホルムアミド(DMF)または、THF(テトラヒドロフラン)などを適用することができる。

【0196】

本実施の形態では、半導体層214及び半導体層216として非晶質半導体層を形成する。半導体層216としては、n型を付与する不純物元素であるリン(P)を含むn型を有する半導体層を形成する。半導体層216は、ソース領域及びドレイン領域として機能し、半導体層214と、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層と、のオーミック接触を良好にする。なお、半導体層216は必要に応じて形成すればよく、n型を付与する不純物元素(P、As)を有するn型を有する半導体層やp型を付与する不純物元素(B)を有するp型を有する半導体層を形成することができる。

【0197】

半導体層216及び半導体層214に、レーザービーム218を選択的に照射する(図12(C)参照)。

【0198】

レーザービーム218は、半導体層216及び半導体層214に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。詳しくは、上記実施の形態1で示したレーザービーム106と同様のものを適用することができる。また、レーザービーム218は、上記実施の形態1で説明した図9、図10に示すようなレーザー照射装置を用いることで、選択的に照射することが可能である。

【0199】

レーザービーム218は、半導体層216及び半導体層214で吸収される。半導体層216及び半導体層214は、レーザービーム218の照射によりアブレーションされて除去される。なお、半導体層216及び半導体層214はレーザービーム218が照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターンを有する半導体層222及び半導体層220が形成される(図12(D)参照)。

【0200】

なお、半導体層222及び半導体層220は、端部を垂直形状に近い形状としてもよいし、テーパ各90°未満のテーパ形状としてもよい。ここでは、レーザーアブレーションを利用して、垂直形状に近い端部を有する半導体層222及び半導体層220を形成する。

【0201】

半導体層222に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素224を添加する(図12(D)参照)。不純物元素又は不活性元素224は、上記実施の形態1で説明した不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。このように、半導体層222に不純物元素又は不活性元素224を添加することで、半導体層222の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム218を照射する際の半導体層216よりも、レーザビーム218の照射によるアブレーション後の半導体層222の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、半導体層222を圧縮応力にできるとよい。半導体層222の引っ張り応力を小さくする、或いは半導体層222を圧縮応力にすることで、半導体層222が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で半導体層222に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により半導体層222の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

10

【0202】

半導体層222は、あらかじめ一導電型(n型又はp型)を有する半導体層216を形成し、当該半導体層216をレーザアブレーションして形成してもよい。また、特に不純物元素が添加されていない半導体層216をレーザアブレーションして半導体層222を形成し、該半導体層222に一導電型(n型又はp型)を付与する不純物元素を添加してもよい。このとき、不純物元素の他に不活性元素を添加してもよい。一導電型を有する半導体層222は、チャンネルを形成する半導体層220と、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層とのオーミック接触を良好にすることができる。

20

【0203】

半導体層222、半導体層220は、上記実施の形態4で示した剥離層を利用して形成することもできる。具体的には、半導体層216上に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを選択的に照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして半導体層216及び半導体層214を選択的にエッチングして、半導体層222、半導体層220を形成することができる。なお、半導体層222、半導体層220形成後、一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加してもよい。剥離層の材料や形成方法、レーザビーム等については、上記実施の形態4に準じるものとする。

30

【0204】

また、半導体層222、半導体層220は、各種印刷法(スクリーン(孔版)印刷、オフセット(平版)印刷、凸版印刷やグラビア(凹版)印刷など所望なパターンで形成される方法)、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて形成してもよい。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に目的の層を形成することができる。また、半導体層222、半導体層220は、半導体層216上にフォトレジストを用いてマスクを形成し、当該マスクを用いて半導体層216及び半導体層214を選択的にエッチングして形成してもよい。この場合、形成する半導体層に、特に不純物元素や不活性元素を添加しなくともよい。

40

【0205】

半導体層222上に導電層226を形成する(図13(A)参照)。

【0206】

導電層226はレーザビーム228を吸収する導電材料を用いて形成すればよく、例えばタングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、チタン(Ti)、コバルト(Co)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、イリジウム(Ir)、ロジウム(Rh)、タンタル(Ta)、等の金属元素、又は当該元素を主成分とする合金材料若しくは化合物等の導電材料を用いて形成すればよい。導電層226は、引っ張り応力を有する層を形成

50

することが好ましい。また、導電層 226 は、単層構造でも積層構造でもよい。

【0207】

導電層 226 は、スパッタリング法、PVD 法 (Physical Vapor Deposition)、減圧 CVD 法 (LPCVD 法)、またはプラズマ CVD 法等の CVD 法 (Chemical Vapor Deposition) などにより形成すればよい。

【0208】

導電層 226 に、レーザビーム 228 を選択的に照射する (図 13 (A) 参照)。

【0209】

レーザビーム 228 は、導電層 226 に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。詳しくは、上記実施の形態 1 で示したレーザビーム 106 と同様のものを適用することができる。また、レーザビーム 228 は、上記実施の形態 1 で説明した図 9、図 10 に示すようなレーザ照射装置を用いることで、選択的に照射することが可能である。

10

【0210】

レーザビーム 228 は、導電層 226 で吸収される。導電層 226 は、レーザビーム 228 の照射によりアブレーションされて除去される。なお導電層 226 はレーザビーム 228 が照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有するソース電極層又はドレイン電極層として機能する導電層 230a、導電層 230b が形成される (図 13 (B) 参照)。このとき、導電層 226 を引っ張り応力を有する層としておくことで、アブレーションにより得られる導電層 230a、導電層 230b パターン端部でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。

20

【0211】

導電層 230a、導電層 230b は、端部を垂直形状に近い形状としてもよいし、テーパ角 90°未満のテーパ形状としてもよい。ここでは、レーザアブレーションを利用して、垂直形状に近い端部を有する導電層 230a、導電層 230b を形成するものとする。

【0212】

導電層 230a、導電層 230b に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素 232 を添加する (図 13 (B) 参照)。不純物元素又は不活性元素 232 は、上記実施の形態 1 で説明した不純物元素又は不活性元素 110 と同様の元素を用いて添加すればよい。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。このように、導電層 230a、導電層 230b に不純物元素又は不活性元素 232 を添加することで、導電層 230a、導電層 230b の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム 228 を照射する際の導電層 226 よりも、レーザビーム 228 の照射によるアブレーション後の導電層 230a、導電層 230b の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、導電層 230a、導電層 230b を圧縮応力にできるとよい。導電層 230a、導電層 230b の引っ張り応力を小さくする、或いは導電層 230a、導電層 230b を圧縮応力にすることで、導電層 230a、導電層 230b が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で導電層 230a、導電層 230b に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により導電層 230a、導電層 230b の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

30

40

【0213】

導電層 230a、導電層 230b は、上記実施の形態 4 で示した剥離層を利用して形成することもできる。具体的には、導電層 226 上に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを選択的に照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして導電層 226 を選択的にエッチングして、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層を形成することができる。なお、ソース電極

50

又はドレイン電極として機能する導電層形成後、エッチングマスクとして機能した剥離層は除去してもよいし、そのまま残して層間絶縁層の一部としてもよい。また、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層形成後、一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素を添加してもよい。剥離層の材料や形成方法、レーザビーム等については、上記実施の形態4に準じるものとする。

【0214】

また、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層230a、導電層230bは、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて形成してもよい。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に導電層を形成することができる。また、導電層230a、導電層230bは、導電層226上にフォトリソストを用いてマスクを形成し、当該マスクを用いて導電層226を選択的にエッチングして形成してもよい。

10

【0215】

導電層230a、導電層230bをマスクとして、一導電性を有する半導体層222を選択的にエッチングして、チャンネルを形成する半導体層220を露出させる。半導体層222は、分離した一導電性を有する半導体層236a、一導電性を有する半導体層236bとなる（図13（C）参照）。なお、一導電性を有する半導体層222を選択的にエッチングする際に、下層の半導体層220は露出部が他の部分と比較して凹む場合がある。

【0216】

なお、分離した半導体層236a、236bは、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層230a、230bを形成する前に、半導体層上にフォトリソストを用いてマスクを形成し、当該マスクを用いて選択的にエッチングして形成してもよい。

20

【0217】

また、分離した半導体層236a、236bは、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層230a、230bを形成する前に、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて形成してもよい。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に半導体層を形成することができる。

30

【0218】

以上の工程で、逆スタガ型トランジスタ（ボトムゲート型トランジスタともいわれる）であるトランジスタ240を作製することができる。

【0219】

次に、トランジスタ240を覆うように、絶縁層250を形成する（図14（A）参照）。

【0220】

絶縁層250は、レーザビーム252を透過することができる絶縁材料を用いて形成する。また、絶縁層250は、透光性を有する層を形成することが好ましい。例えば、絶縁層250として、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、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、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）、窒素含有炭素（CN）、ポリシラザン、その他の無機絶縁材料を用いて、単層構造又は積層構造で形成する。また、シロキサンを含む材料を用いて形成してもよい。また、有機絶縁材料を用いてもよく、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテンを用いることができる。また、オキサゾール樹脂を用いて形成することもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。なお、絶縁層250は、レーザビーム252の一部を吸収してもよい。また、絶縁層250は、引っ張り応力を有する層を形成することが好ましい。

40

【0221】

絶縁層250は、スパッタリング法、PVD法（Physical Vapor De

50

position)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)、スピコート法などにより形成することができる。

【0222】

次に、レーザビーム252を選択的に照射し(図14(A)参照)、導電層230bに達する開口254を絶縁層250に形成する(図14(B)参照)。

【0223】

図14(B)において、絶縁層250に形成される開口254は、上記実施の形態3で示したように、レーザビームの照射によるアブレーションを利用して形成する。詳しくは、絶縁層250側からレーザビーム252を選択的に照射し、照射領域の絶縁層250及び導電層230bの一部をアブレーションさせて、開口254を形成する。このとき、絶縁層250を引っ張り応力を有する層としておくことで、開口254側面でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な開口パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。

10

【0224】

レーザビーム252は、導電層230bに吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。なお、レーザビーム252は上記実施の形態1で示したレーザビーム106と同様のものを適用することができる。好ましくは、パルス幅がピコ秒台(10^{-12} 秒乃至 10^{-10} 秒)台、又はフェムト秒(10^{-15} 秒乃至 10^{-13} 秒)台のレーザビームを用いるとよい。このような超短パルスレーザビームを用いると、微細な領域に集光しやすく、微細加工に有利である。よって、微細な開口を精度良く形成することが可能になるため好ましい。

20

【0225】

なお、開口254は絶縁層250のみを貫通するように形成してもよいし、絶縁層250及び導電層230bを貫通するように形成してもよい。また、絶縁層250及び導電層230bの上層部に開口を形成してもよい。開口254の形状等は、レーザビーム252のエネルギー等を適宜調整することにより制御可能である。

【0226】

なお、基板200として透光性を有する基板を用い、下地絶縁層202、ゲート絶縁層212を透光性を用いる材料を用いて形成する場合は、レーザビーム252を基板200側から選択的に照射してアブレーションさせ、開口254を形成することも可能である。この場合、絶縁層250はレーザビームを透過させる必要がないため、絶縁層250を形成する材料の選択の幅が広がる。

30

【0227】

絶縁層250に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素256を添加する(図14(B)参照)。不純物元素又は不活性元素256は、上記実施の形態1で説明した不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。また、その濃度は特に限定されないが、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲の濃度で添加することができる。このように、絶縁層250に不純物元素又は不活性元素256を添加することで、絶縁層250の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザビーム252を照射する前よりも、開口254形成後の絶縁層250の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、開口254形成後、絶縁層250を圧縮応力にできるとよい。開口254形成後の絶縁層250の引っ張り応力を小さくする、或いは圧縮応力にすることで、絶縁層250が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で絶縁層250に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により絶縁層250の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

40

【0228】

また、開口254は、絶縁層250上にフォトリジストを用いてマスクを形成し、当該マスクを用いて選択的にエッチングして形成してもよい。そのほか、液滴吐出法を用いて

50

マスクを形成し、当該マスクを用いて選択的にエッチングして形成してもよい。

【0229】

次に、トランジスタ240と電氣的に接続する発光素子272を形成する(図15(B)参照)。発光素子272としては、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)のいずれかの発光を示すものを形成すればよい。また、発光素子272として白色(W)の発光を示すものを形成し、カラーフィルタと組み合わせてRGBの発光を得てもよい。以下に、発光素子272の形成方法について説明する。

【0230】

まず、開口254及び絶縁層250上に導電層258を形成する(図14(C)参照)

。

10

【0231】

導電層258はレーザービーム260を吸収する導電材料を用いて形成すればよく、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化シリコンを含むインジウム錫酸化物(ITSO)、酸化亜鉛などの導電材料で形成することができる。例えば、ITOに酸化シリコンが2wt%乃至10wt%の範囲で含まれたターゲットを用いて、スパッタリング法により形成する酸化シリコンを含む酸化インジウム錫(ITSO)を用いることができる。その他、酸化亜鉛にガリウム(Ga)をドーブした導電性材料、酸化シリコンを含み酸化インジウムに2wt%乃至20wt%の範囲の酸化亜鉛を混合したターゲットを用いて形成された酸化物導電性材料であるインジウム亜鉛酸化物(IZO(indium zinc oxide))を用いてもよい。また、導電層258は、引っ張り応力を有する層を形成すること

20

【0232】

導電層258は、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)などにより形成すればよい。

【0233】

導電層258に、レーザービーム260を選択的に照射する(図14(C)参照)。

【0234】

レーザービーム260は、導電層258に吸収されるエネルギーや波長を有するものを適宜選択する。詳しくは、上記実施の形態1で示したレーザービーム106と同様のものを適用することができる。また、レーザービーム260は、上記実施の形態1で説明した図9、図10に示すようなレーザー照射装置を用いることで、選択的に照射することが可能である。

30

【0235】

レーザービーム260は、導電層258で吸収される。導電層258は、レーザービーム260の照射によりアブレーションされて除去される。なお導電層258はレーザービーム260が照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有する第1の電極層262が形成される。第1の電極層262は、絶縁層250に形成された開口254を介して、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層230bと電氣的に接続される(図14(D)参照)。第1の電極層262は、画素電極として機能する。また、導電層258を引っ張り応力を有する層としておくことで、アブレーションにより得られる第1の電極層262パターン端部でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。

40

【0236】

第1の電極層262に一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素264を添加する(図14(D)参照)。不純物元素又は不活性元素264は、上記実施の形態1で説明した不純物元素又は不活性元素110と同様の元素を用いて添加すればよい。このように、第1の電極層262に不純物元素又は不活性元素264を添加することで、第1の電極層262の引っ張り応力を弱めることができる。詳しくは、レーザービーム260を照射する

50

際の導電層 2 5 8 よりも、第 1 の電極層 2 6 2 の引っ張り応力を小さくすることができる。好ましくは、第 1 の電極層 2 6 2 を圧縮応力にできるとよい。第 1 の電極層 2 6 2 の引っ張り応力を小さくする、或いは第 1 の電極層 2 6 2 を圧縮応力にすることで、第 1 の電極層 2 6 2 が膜剥がれ等の不良を起こすことを防止することができる。また、後の工程で第 1 の電極層 2 6 2 に熱が掛かるような処理をする場合にも、引っ張り応力により第 1 の電極層 2 6 2 の膜剥がれ等が生じるのを防止することができる。

【 0 2 3 7 】

第 1 の電極層 2 6 2 は、上記実施の形態 4 で示した剥離層を利用して形成することもできる。具体的には、導電層 2 5 8 上に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして導電層 2 5 8 を選択的にエッチングして、画素電極として機能する第 1 の電極層を形成することができる。なお、第 1 の電極層形成後、エッチングマスクとして用いた剥離層は除去する。また、第 1 の電極層形成後、一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加してもよい。剥離層の材料や形成方法、レーザビーム等については、上記実施の形態 4 に準じるものとする。

【 0 2 3 8 】

また、第 1 の電極層 2 6 2 は、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて形成してもよい。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に導電層を形成することができる。また、第 1 の電極層 2 6 2 は、導電層 2 5 8 上にフォトリジストを用いてマスクを形成し、当該マスクを用いて導電層 2 5 8 を選択的にエッチングして形成してもよい。

【 0 2 3 9 】

第 1 の電極層 2 6 2 は、その表面が平坦化されるように、CMP 法、ポリビニルアルコール系の多孔質体で拭淨し、研磨しても良い。また CMP 法を用いた研磨後に、第 1 の電極層 2 6 2 の表面に紫外線照射、酸素プラズマ処理などを行ってもよい。

【 0 2 4 0 】

次に、第 1 の電極層 2 6 2 上に開口を有するように隔壁層 2 6 6 を形成する（図 1 5（A）参照）。隔壁層 2 6 6 は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、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等の無機絶縁材料、又はアクリル酸、メタクリル酸及びこれらの誘導体、又はポリイミド（polyimide）、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール（polybenzimidazole）などの耐熱性高分子、又はシロキサン系材料を出発材料として形成されたシリコン、酸素、水素からなる化合物のうち Si - O - Si 結合を含む無機シロキサン、シリコンに結合する水素がメチルやフェニルのような有機基によって置換された有機シロキサン系の絶縁材料で形成することができる。アクリル、ポリイミド等の感光性、非感光性の材料を用いて形成してもよい。

【 0 2 4 1 】

隔壁層 2 6 6 は、液滴吐出法、印刷法、ディスペンサ法などを用いて選択的に形成することができる。また、絶縁材料を用いて隔壁層を全面に形成し、リソグラフィ工程を利用してレジストマスク等を形成し、エッチング加工して所望の形状を有する隔壁層 2 6 6 を形成してもよい。その他、感光性の材料を用いて隔壁層を全面に形成し、感光性の材料からなる隔壁層を露光及び現像することにより、所望の形状を有する隔壁層 2 6 6 を形成することもできる。なお、隔壁層 2 6 6 は曲率半径が連続的に変化する形状が好ましい。隔壁層をこのような形状にすることで、上方に形成される層 2 6 8、第 2 の電極層 2 7 0 の被覆性が向上する。

【 0 2 4 2 】

また、液滴吐出法により隔壁層 2 6 6 を形成した後、その平坦性を高めるために表面を圧力によってプレスして平坦化してもよい。プレスの方法としては、ローラー状のものを

10

20

30

40

50

表面に走査することによって、凹凸を軽減してもよいし、平坦な板状の物で表面を垂直にプレスしてもよい。また溶剤等によって表面を軟化、または融解させエアナイフで表面の凹凸部を除去しても良い。また、CMP法を用いて研磨しても良い。この工程は、液滴吐出法によって凹凸が生じる場合に、その表面の平坦化する場合適用することができる。この工程により平坦性が向上すると、表示装置の表示ムラなどを防止することができ、高繊細な画像を表示することができる。

【0243】

次に、第1の電極層262及び隔壁層266上に層268、第2の電極層270を積層して形成する。以上で、第1の電極層262と第2の電極層270との間に層268が挟持された構造の発光素子272を得る(図15(B)参照)。層268は、少なくとも所望の発光波長を得ることができる発光材料を含む層(以下、発光層ともいう)で構成される。具体的には、層268は、有機化合物、無機化合物、又は両者を含む層で形成される。

10

【0244】

以上の工程で、発光素子272を備えた表示装置を得ることができる。

【0245】

本発明を適用することで、フォトリソストを用いたリソグラフィー工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。よって、リソグラフィー工程を削減・簡略化することが可能になり、レジスト材料、現像液等の材料のロスを防ぎ、必要なフォトマスクの枚数を削減することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い表示装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。また、スループットの向上を図ることができる。

20

【0246】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0247】

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明に係る表示パネルの構成について説明する。

30

【0248】

図16(A)は本発明に係る表示パネルの構成を示す上面図であり、絶縁表面を有する基板2700上に画素2702をマトリクス状に配列させた画素部2701、走査線側入力端子2703、信号線側入力端子2704が形成されている。画素数は種々の規格に従って設ければ良く、XGAであってRGBを用いたフルカラー表示であれば1024×768×3(RGB)、UXGAであってRGBを用いたフルカラー表示であれば1600×1200×3(RGB)、フルスペックハイビジョンに対応させ、RGBを用いたフルカラー表示であれば1920×1080×3(RGB)とすれば良い。

【0249】

画素2702は、走査線側入力端子2703から延在する走査線と、信号線側入力端子2704から延在する信号線とが交差することで、マトリクス状に配設される。画素2702のそれぞれには、スイッチング素子とそれに接続する画素電極が備えられている。スイッチング素子の代表的な一例はトランジスタであり、トランジスタのゲート電極側が走査線と、ソース電極若しくはドレイン電極側が信号線と接続されることにより、個々の画素を外部から入力する信号によって独立して制御可能としている。

40

【0250】

図16(A)は、走査線及び信号線へ入力する信号を、外付けの駆動回路により制御する表示装置の構成を示しているが、図17(A)に示すように、COG(Chip on Glass)方式によりドライバIC2751を基板2700上に実装しても良い。また他の実装形態として、図17(B)に示すようなTAB(Tape Automate

50

d Bonding)方式を用いてもよい。ドライバICは単結晶半導体基板に形成されたものでも良いし、ガラス基板上にトランジスタで回路を形成したものであっても良い。図17において、ドライバIC2751は、FPC2750と接続している。

【0251】

また、画素に設けるトランジスタを、結晶性が高い多結晶(微結晶)半導体で形成する場合には、図16(B)に示すように走査線側駆動回路3702を基板3700上に形成することもできる。図16(B)において、3701は画素部であり、信号線側駆動回路は、図16(A)と同様に外付けの駆動回路により制御する。画素に設けるトランジスタを移動度の高い、多結晶(微結晶)半導体、単結晶半導体などで形成する場合は、図16(C)に示すように、走査線駆動回路4702と、信号線駆動回路4704を基板4700上に一体形成することもできる。

10

【0252】

本実施の形態において、スイッチング素子を形成する導電層や半導体層のパターン形成、様々な電氣的接続を形成するための開口の形成等に、上記実施の形態1乃至5で示したような、本発明に係るレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用することができる。本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を削減・簡略化することができ、さらに精度良く薄膜加工することが可能になる。したがって、表示パネルを作製する際の製造コストを低減し、歩留まりを向上させることができる。

【0253】

20

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0254】

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明に係る表示装置の例について、図27を用いて説明する。

【0255】

図27(A)は、本実施の形態で示す表示装置の上面の模式図を示している。また、図27(B)には、図27(A)中の線分QRにおける断面図を示す。

【0256】

図27に示す表示装置900は、基板901上に画素部902と、駆動回路部904と、を有する。また、基板901の上方には、シール材910を介して封止基板908が設けられている。さらに、基板901上には、端子部906が設けられている。画素部902を構成する複数の素子の動作を制御する信号や、電源電位は、端子部906を介して、外部から入力される。

30

【0257】

画素部902には発光素子930と、駆動用トランジスタ924と、スイッチング用トランジスタ922と、容量素子920と、が設けられている。発光素子930は、一対の電極層間に、少なくとも発光層を含む層が挟持されている。発光素子930は、駆動用トランジスタ924と電氣的に接続している。

【0258】

40

発光素子930の下方の電極層(駆動用トランジスタ924と電氣的に接続する電極層)の端部は、隔壁層918で覆われている。隔壁層918は、酸化シリコン、窒化シリコン等の無機絶縁材料、アクリル、ポリイミド、レジスト等の有機絶縁材料、又はシロキサン材料を用いて形成する。隔壁層918により、隣接して設けられる別の発光素子と分離することができる。なお、本実施の形態のように、曲率半径が連続的に変化するような丸みを帯びた形状の端部を有する隔壁層918とすることで、上方に積層して形成される層の被覆性が向上するので好ましい。

【0259】

駆動回路部904には、複数のトランジスタ926が設けられており、画素部902の動作を制御する駆動回路を構成する。駆動回路部904には、例えばシフトレジスタ、デ

50

コード、バッファ、サンプリング回路、ラッチ等が設けられる。

【0260】

基板901と封止基板908とは、画素部902及び駆動回路部904が封じ込められるように、シール材910を介して貼り合わされている。封止基板908には、カラーフィルタ942と、遮光層944とが設けられている。なお、本発明は特に限定されず、カラーフィルタ942と、遮光層944は設けなくともよい。

【0261】

本実施の形態と、上記実施の形態5は、トランジスタのゲート電極層が半導体層よりも下方にあるか、上方にあるかが大きく異なる。その他の構成は、上記実施の形態5に準じる。

10

【0262】

次に、具体的な作製方法の例について説明する。

【0263】

基板901の上に下地絶縁層として、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)などにより窒化酸化シリコンを用いて下地絶縁層903aを10nm乃至200nm(好ましくは50nm乃至150nm)形成し、酸化窒化シリコンを用いて下地絶縁層903bを50nm乃至200nm(好ましくは100nm乃至150nm)積層する。又はアクリル酸、メタクリル酸及びこれらの誘導体、又はポリイミド(polyimide)、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール(polybenzimidazole)などの耐熱性高分子、又はシロキサン樹脂を用いてもよい。また、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラルなどのビニル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂等の樹脂材料を用いてもよい。また、ベンゾシクロブテン、パリレン、フッ化アリーレンエーテル、ポリイミドなどの有機材料、水溶性ホモポリマーと水溶性共重合体を含む組成物材料等を用いてもよい。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。

20

【0264】

また、液滴吐出法や、印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、スピコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法などを用いることもできる。本実施の形態では、プラズマCVD法を用いて下地絶縁層903a、下地絶縁層903bを形成する。基板901としてはガラス基板、石英基板やシリコン基板、金属基板、またはステンレス基板の表面に絶縁層を形成したものをを用いて良い。また、本実施の形態の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いてもよいし、フィルムのような可撓性基板を用いても良い。プラスチック基板としてはPET(ポリエチレンテレフタレート)、PEN(ポリエチレンナフタレート)、PEs(ポリエーテルサルフォン)からなる基板、可撓性基板としてはアクリル等の合成樹脂を用いることができる。

30

【0265】

下地絶縁層としては、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンなどを用いることができる。下地絶縁層は、単層構造でも2層、3層といった積層構造でもよい。

40

【0266】

次いで、下地絶縁層上に半導体層を形成する。半導体層は10nm乃至200nm(好ましくは30nm乃至150nm)の膜厚で各種手段(スパッタリング法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等)により形成すればよい。本実施の形態では、非晶質半導体層を、レーザ結晶化し、結晶性半導体層とするものをを用いるのが好ましい。

【0267】

このようにして得られた半導体層に対して、トランジスタのしきい値電圧を制御するた

50

めに微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行ってもよい。この不純物元素のドーピングは、半導体層を結晶化した後に行ってもよいし、半導体層を結晶化する工程の前の非晶質半導体層に行ってもよい。非晶質半導体層の状態の不純物元素をドーピングすると、その後の結晶化のための加熱処理によって、不純物の活性化も同時に行うことができる。また、ドーピングの際に生じる欠陥等も改善することができる。

【0268】

半導体層は選択的にエッチングし、所望の形状に加工すればよい。その他、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて、所望の場所に選択的に半導体層を形成してもよい。

10

【0269】

また、半導体層は、上記実施の形態1、2で説明したレーザアブレーションを利用して所望のパターン形状に加工することもできる。具体的には、半導体層に対して、当該半導体層に吸収されるレーザビームを選択的に照射する。半導体層は、レーザビームが照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有する半導体層が形成される。

【0270】

さらに、上記実施の形態4で説明した剥離層を利用して形成してもよい。具体的には、半導体層に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを選択的に照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして半導体層を選択的にエッチングして、所望の形状に加工することができる。所望の形状の半導体層を形成した後、剥離層は除去してもよいし、そのまま残してゲート絶縁層の一部としてもよい。なお、剥離層を用いる場合は、レーザビームの照射前は引っ張り応力を有する剥離層を形成し、剥離層の一部除去後は一導電型を有する不純物元素又は不活性元素を添加して、圧縮応力を有する剥離層とするのが好ましい。レーザビームの照射前後の応力を制御することで、レーザビームを照射した領域を容易に除去することができ、さらに後の工程で残存する剥離層の膜剥がれ等の不良を防止することができる。

20

【0271】

なお、半導体層と同一の工程で、容量素子を構成する下部電極層も形成される。下部電極層は、トランジスタを構成する半導体層と同一層で形成される。

30

【0272】

半導体層を覆うゲート絶縁層を形成する。ゲート絶縁層はプラズマCVD法またはスパッタリング法などを用い、厚さを10nm乃至150nmとしてシリコンを含む絶縁層で形成する。ゲート絶縁層としては、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の無機絶縁材料で形成すればよく、積層構造でも単層構造でもよい。また、絶縁層は窒化シリコン層、酸化シリコン層、窒化シリコン層の3層の積層構造、酸化窒化シリコン層の単層、2層からなる積層構造でも良い。

【0273】

次いで、ゲート絶縁層上にゲート電極層を形成する。ゲート電極層は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等の手法により導電層を形成し、当該導電層を選択的にエッチングして形成することができる。その他、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて、所望の場所に選択的にゲート電極層を形成してもよい。ゲート電極層はタンタル（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）、銅（Cu）、クロム（Cr）、ネオジム（Nd）等の金属元素、又は当該金属元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料で形成すればよい。また、ゲート電極層としてリン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコンに代表される半導体層や、AgPdCu合金を用いてもよい。また、ゲート電極層は単層構造でも積層構造でもよい。このとき、後

40

50

に完成する容量素子の上部電極層も形成される。上部電極層は、ゲート電極層と同一材料となる。

【0274】

また、ゲート電極層は、上記実施の形態1、2で説明したレーザアブレーションを利用して所望のパターン形状に加工することもできる。具体的には、ゲート電極層を形成する導電層に対して、当該導電層に吸収されるレーザビームを選択的に照射する。導電層は、レーザビームが照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有するゲート電極層が形成される。

【0275】

さらに、上記実施の形態4で説明した剥離層を利用して形成してもよい。具体的には、ゲート電極層を形成する導電層に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを選択的に照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして導電層を選択的にエッチングして、所望の形状のゲート電極層を形成することができる。なお、ゲート電極層を形成した後、剥離層は除去してもよいし、そのまま残して層間絶縁層の一部としてもよい。

10

【0276】

なお、レーザビームによるアブレーション又は剥離層の付着力低下を利用してゲート電極層を形成する場合、レーザビームの照射前は引っ張り応力を有する導電層を形成し、ゲート電極層形成後は、一導電型を有する不純物元素又は不活性元素を添加して、圧縮応力を有する導電層とするのが好ましい。レーザビームの照射前後の応力を制御することで、レーザビームを照射した領域を容易に除去することができる。また、形成された薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。さらにゲート電極層形成後の工程では、該ゲート電極層の膜剥がれ等の不良を防止することができる。なお、剥離層を残存させる場合には、ゲート電極層を形成する導電層と同様に剥離層の応力を制御することが好ましい。

20

【0277】

また、本実施の形態では、ゲート電極層の側面をテーパ形状を有するように形成する。ゲート電極層のテーパ形状は、エッチング加工の際に、ウェットエッチング法を用いて形成することができる。また、ドライエッチング法を行った後、続けてウェットエッチング法を行うことで形成することもできる。なお、垂直形状の側面を有するゲート電極層を形成してもよい。また、ゲート電極層を2層の積層構造とし、各層でテーパ角度が異なるようにしてもよい。ゲート電極層の側面をテーパ形状にすることで、上層に積層する層の被覆性を向上することができる。

30

【0278】

なお、ゲート電極層を形成する際のエッチングによって、ゲート絶縁層は多少エッチングされ、膜厚が減る（いわゆる膜減り）ことがある。

【0279】

半導体層に一導電型を付与する不純物元素を添加し、一対の不純物領域を形成する。半導体層に形成された不純物領域は、ソース領域又はドレイン領域として機能する。添加する不純物元素は、n型を付与する不純物元素、又はp型を付与する不純物元素を適宜選択して添加すればよい。n型を付与する不純物元素としては、リン(P)や砒素(As)等を用いることができる。p型を付与する不純物元素としては、ボロン(B)やアルミニウム(Al)やガリウム(Ga)等を用いることができる。このとき、一対の不純物領域の間には、チャンネル形成領域が形成される。

40

【0280】

なお、半導体層において、ソース領域又はドレイン領域として機能する不純物領域とチャンネル形成領域との間に、LDD(Light Doped Drain)領域といわれる不純物領域を形成してもよい。LDD領域は、ソース領域又はドレイン領域よりも低濃度な不純物領域である。また、LDD領域は、ゲート電極層と重なる構造としてもよいし

50

、ゲート電極層と重ならない構造としてもよい。

【0281】

また、レーザビームの照射によるアブレーション又は剥離層の付着力低下を利用して半導体層やゲート電極層を形成する場合、ソース領域又はドレイン領域として機能する不純物領域を半導体層に形成するための不純物元素の添加を利用して、半導体層やゲート電極層の応力を制御することも可能である。詳しくは、引っ張り応力を有する層で半導体層やゲート電極層を形成した後、ソース領域又はドレイン領域として機能する不純物領域を半導体層に形成するための不純物元素の添加により、半導体層やゲート電極層を圧縮応力を有する層とすることも可能である。

【0282】

また、半導体層に添加された不純物元素を活性化するために加熱処理、強光の照射、又はレーザビームの照射を行ってもよい。このとき、活性化と同時にゲート絶縁層のプラズマダメージやゲート絶縁層と半導体層との界面へのプラズマダメージを回復することができる。

【0283】

次いで、ゲート電極層、ゲート絶縁層を覆う第1の層間絶縁層を形成する。本実施の形態では、絶縁層913と絶縁層914との積層構造とする。絶縁層913及び絶縁層914は、スパッタリング法、またはプラズマCVDを用いた窒化シリコン層、窒化酸化シリコン層、酸化窒化シリコン層、酸化シリコン層などを用いることができ、他のシリコンを含む絶縁層を単層構造または3層以上の積層構造として用いても良い。

【0284】

さらに、窒素雰囲気中で、300乃至550で1時間乃至12時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。好ましくは、400乃至500で行う。この工程は層間絶縁層である絶縁層913に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。本実施の形態では、410で加熱処理を行う。

【0285】

絶縁層913、絶縁層914としては、他に窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、窒素含有炭素(CN)、ポリシラザン、その他の無機絶縁材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。また、シロキサンを含む材料を用いてもよい。また、有機絶縁材料を用いてもよく、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテンを用いることができる。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。

【0286】

次いで、絶縁層913、絶縁層914、ゲート絶縁層に、半導体層に形成されたソース領域又はドレイン領域に達する開口を形成する。

【0287】

開口は、上記実施の形態3で示したように、レーザビームの照射によるアブレーションを利用して形成することができる。半導体層に吸収されるレーザビームを選択的に照射してアブレーションさせてゲート絶縁層、絶縁層913及び絶縁層914を除去し、半導体層に達する開口を形成する。適用可能なレーザの種類等の詳細については、上記実施の形態1乃至5のレーザビームの説明に準じる。なお、レーザアブレーションを利用して開口を形成する場合、絶縁層913、914としては、成膜時(レーザビームの照射前)は引っ張り応力を有する層を形成し、開口形成後は圧縮応力を有する層とすることが好ましい。絶縁層913、914は、開口形成後、一導電型を付与する不純物元素又は不活性元素を添加することで、圧縮応力を有する層とすることが可能である。

【0288】

もちろん、半導体層のソース領域又はドレイン領域に達する開口は、フォトリジストを用いてマスク層を形成し、当該マスク層を用いてエッチング加工して形成してもよい。

10

20

30

40

50

【0289】

半導体層のソース領域又はドレイン領域に達する開口にソース電極層又はドレイン電極層を形成する。以上で、半導体層のソース領域又はドレイン領域とソース電極層又はドレイン電極層とが電氣的に接続される。

【0290】

ソース電極層又はドレイン電極層は、PVD法、CVD法、蒸着法等により導電層を形成し、当該導電層を選択的にエッチングして形成することができる。ソース電極層又はドレイン電極層の材料は、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al、Ta、Mo、Cd、Zn、Fe、Ti、Si、Ge、Zr、Ba等の元素、又は当該元素を主成分とする合金材料若しくは当該元素を主成分とする金属窒化物を用いて形成する。ソース電極層又はドレイン電極層は、単層構造でも積層構造でもよい。

10

【0291】

また、ソース電極層又はドレイン電極層は、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて形成してもよい。更にはリフロー法、ダマシン法を用いても良い。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に導電層を形成することができる。なお、ソース電極層又はドレイン電極層の形成時に、端子部906の端子電極層950も形成される。

【0292】

また、ソース電極層又はドレイン電極層は、上記実施の形態1、2で説明したレーザアブレーションを利用して所望のパターン形状に加工することもできる。具体的には、ソース電極層又はドレイン電極層を形成する導電層に対して、当該導電層に吸収されるレーザビームを選択的に照射する。導電層は、レーザビームが照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有するソース電極層又はドレイン電極層が形成される。

20

【0293】

さらに、上記実施の形態4で説明した剥離層を利用して形成してもよい。具体的には、ソース電極層又はドレイン電極層を形成する導電層に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを選択的に照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして導電層を選択的にエッチングして、所望の形状のソース電極層又はドレイン電極層を形成することができる。なお、ソース電極層又はドレイン電極層を形成した後、剥離層は除去してもよいし、そのまま残して層間絶縁層の一部としてもよい。

30

【0294】

なお、レーザビームによるアブレーション又は剥離層の付着力低下を利用してソース電極層又はドレイン電極層を形成する場合、レーザビームの照射前は引っ張り応力を有する導電層を形成し、ソース電極層又はドレイン電極層形成後は、一導電型を有する不純物元素又は不活性元素を添加して、圧縮応力を有する導電層とするのが好ましい。レーザビームの照射前後の応力を制御することで、レーザビームを照射した領域を容易に除去することができる。また、形成された薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。さらにソース電極層又はドレイン電極層形成後の工程では、該ソース電極層又はドレイン電極層の膜剥がれ等の不良を防止することができる。なお、剥離層を残存させる場合には、ソース電極層又はドレイン電極層を形成する導電層と同様に剥離層の応力を制御することが好ましい。

40

【0295】

以上の工程で、画素部902にトランジスタ922、トランジスタ924、駆動回路部904に複数のトランジスタ926を有するアクティブマトリクス基板を作製することができる。

【0296】

50

なお、本発明は特に限定されず、トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でもよいし、二つ形成されるマルチゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

【0297】

次に第2の層間絶縁層として絶縁層916を形成する。絶縁層916としては酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒素を含む酸化アルミニウム（酸化窒化アルミニウムともいう）、酸素を含む窒化アルミニウム（窒化酸化アルミニウムともいう）、酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）、窒素含有炭素膜（CN）、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）、アルミナ、その他の無機絶縁材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。また、シロキサン樹脂を用いてもよい。また、有機絶縁材料を用いてもよく、有機材料としては、感光性、非感光性どちらでも良く、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン、ポリシラザン、低誘電率（Low-k）材料を用いることができる。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。平坦化のために設ける層間絶縁層としては、耐熱性および絶縁性が高く、且つ、平坦化率の高いものが要求されるので、絶縁層916の形成方法としては、スピンコート法で代表される塗布法を用いると好ましい。

【0298】

絶縁層916は、その他ディップ法、スプレー塗布、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター、CVD法、蒸着法等を採用することができる。液滴吐出法により絶縁層916を形成してもよい。液滴吐出法を用いた場合には材料液を節約することができる。また、液滴吐出法のようにパターンが転写、または描写できる方法、例えば印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）、ディスペンサ法なども用いることができる。

【0299】

画素部902の絶縁層916に、トランジスタ924のソース電極層又はドレイン電極層に達する開口を形成する。開口は、上述したソース電極層又はドレイン電極層及び半導体層のソース領域又はドレイン領域を電氣的に接続するための開口と同様に形成すればよい。

【0300】

例えば、上記実施の形態3で示したように、レーザビームの照射によるアブレーションを利用して形成することができる。詳しくは、トランジスタ924のソース電極層又はドレイン電極層に吸収されるレーザビームを選択的に照射してアブレーションさせて絶縁層916を除去し、開口を形成する。適用可能なレーザの種類等の詳細については、上記実施の形態1乃至5のレーザビームの説明に準じる。なお、レーザビームの照射によるアブレーションを利用して開口を形成する場合には、ソース電極層又はドレイン電極層に比較的蒸発し易い低融点金属（本実施の形態ではクロム）を用いることが好ましい。また、レーザアブレーションを利用して開口を形成する場合、絶縁層916としては、成膜時（レーザビームの照射前）は引っ張り応力を有する層を形成し、開口形成後は圧縮応力を有するそうとすることが好ましい。絶縁層916は、開口形成後、一導電性を付与する不純物元素又は不活性元素を添加することで、圧縮応力を有する層とすることが可能である。もちろん、レーザアブレーションを利用せず、フォトリソを用いてマスク層を形成し、当該マスク層を用いてエッチング加工して開口を形成してもよい。

【0301】

画素部902の絶縁層916上に発光素子930を形成する。発光素子930は、トランジスタ924と電氣的に接続するようにする。

【0302】

まず、絶縁層916に設けられ、トランジスタ924のソース電極層又はドレイン電極層が露出した開口に、第1の電極層932を形成する。

【0303】

次に、第1の電極層932の端部を覆い、当該第1の電極層932上に開口を有するように隔壁層918を形成する。隔壁層918としては酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンなどを用いることができ、単層構造でも2層、3層といった積層構造でもよい。また、隔壁層918の他の材料として、窒化アルミニウム、酸素含有量が窒素含有量よりも多い酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、窒素含有炭素、ポリシラザン、その他の無機絶縁材料を含む物質から選ばれた材料を用いることができる。シロキサンを含む材料を用いてもよい。また、有機絶縁材料を用いてもよく、有機材料としては、感光性、非感光性どちらでも良く、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン、ポリシラザンを用いることができる。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。

10

【0304】

隔壁層918は、選択的にパターンを形成できる液滴吐出法や、パターンが転写または描写できる印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、ディスペンサ法、その他スピンコート法などの塗布法、ディッピング法などを用いて形成することができる。また、感光性の材料を用いて隔壁層を全面に形成し、感光性の材料からなる隔壁層を露光及び現像することで、所望の形状に加工することができる。また、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LP-CVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)などを用いて全面に形成し、リソグラフィ技術を用いてレジスト等のマスクを形成し、所望の形状にエッチング加工してもよい。

20

【0305】

所望の形状に加工するエッチング加工は、ドライエッチング法又はウェットエッチング法のどちらを採用しても良い。大面積基板を処理するにはプラズマエッチング(ドライエッチング法の一つ)が適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 CHF_3 、 NF_3 などのフッ素系のガス、又は Cl_2 、 BCl_3 などの塩素系のガスを用い、HeやArなどの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にレジスト等のマスクを形成する必要はない。

30

【0306】

隔壁層918は、曲率半径が連続的に変化する形状が好ましい。隔壁層をこのような形状にすることで、上方に積層形成される層の被覆性が向上する。

【0307】

次に、第1の電極層932及び隔壁層918上に層934、第2の電極層936を積層形成する。そして、第1の電極層932と第2の電極層936との間に層934が挟持された構造の発光素子930を得る。層934は、少なくとも所望の発光波長を得ることができる発光材料を含む層で構成される。

【0308】

第1の電極層932及び第2の電極層936のいずれか一方は陽極として機能し、他方は陰極として機能する。第1の電極層932及び第2の電極層936は、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化シリコンを含むインジウム錫酸化物、2wt%乃至20wt%の酸化亜鉛を含む酸化インジウムの他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)等を用いて形成することができる。また、アルミニウムの他、マグネシウムと銀との合金、アルミニウムとリチウムとの合金等も用いることができる。

40

【0309】

なお、層934で発光した光を外部に取り出すために、第1の電極層932と第2の電

50

極層 9 3 6 のいずれか一方または両方は、インジウム錫酸化物等を用いるか、或いは銀、アルミニウム等を数 nm 乃至数十 nm の厚さとなるように形成して、可視光が透過できるように形成することが好ましい。

【 0 3 1 0 】

第 1 の電極層 9 3 2 は、前述の材料を全面に形成した後、選択的にエッチングして形成することができる。その他、第 1 の電極層 9 3 2 は、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを用いて、所望の場所に選択的に形成してもよい。更にはリフロー法、ダマシン法を用いても良い。このような方法を用いると、所望の場所に選択的に導電層を形成することが

10

【 0 3 1 1 】

また、第 1 の電極層 9 3 2 は、上記実施の形態 1、2 で説明したレーザアブレーションを利用して所望のパターン形状に加工することもできる。具体的には、第 1 の電極層 9 3 2 を形成する材料層に対して、当該材料層に吸収されるレーザビームを選択的に照射する。材料層は、レーザビームが照射された領域においてアブレーションされ、所望のパターン形状を有する第 1 の電極層 9 3 2 が形成される。

【 0 3 1 2 】

さらに、上記実施の形態 4 で説明した剥離層を利用して形成してもよい。具体的には、第 1 の電極層 9 3 2 を形成する材料層に接して、レーザビームを吸収して付着力が低下する剥離層を形成する。剥離層にレーザビームを選択的に照射して、レーザビームを照射した領域の剥離層の付着力を低下させる。付着力が低下した領域の剥離層を除去した後、剥離層をマスクとして材料層を選択的にエッチングして、所望の形状の第 1 の電極層 9 3 2 を形成することができる。なお、第 1 の電極層 9 3 2 を形成した後、剥離層は除去する。

20

【 0 3 1 3 】

なお、レーザビームによるアブレーション又は剥離層の付着力低下を利用して第 1 の電極層 9 3 2 を形成する場合、レーザビームの照射前は引っ張り応力を有する材料層を形成し、第 1 の電極層 9 3 2 形成後は、一導電性を有する不純物元素又は不活性元素を添加して、圧縮応力を有する層とするのが好ましい。レーザビームの照射前後の応力を制御することで、レーザビームを照射した領域を容易に除去することができる。また、形成された薄膜パターンの端部でのバリ等の発生を抑えることができ、微細な薄膜パターンを精度良く容易に形成することが可能になる。さらに第 1 の電極層 9 3 2 形成後の工程では、該第 1 の電極層 9 3 2 の膜剥がれ等の不良を防止することができる。なお、剥離層を残存させる場合には、第 1 の電極層 9 3 2 を形成する導電層と同様に剥離層の応力を制御することが好ましい。

30

【 0 3 1 4 】

また、第 1 の電極層 9 3 2 は、その表面が平坦化されるように、CMP 法、ポリビニルアルコール系の多孔質体で拭拭し、研磨しても良い。また CMP 法を用いた研磨後に、第 1 の電極層 9 3 2 の表面に紫外線照射、酸素プラズマ処理などを行ってもよい。

【 0 3 1 5 】

第 1 の電極層 9 3 2 を形成後、加熱処理を行ってもよい。この加熱処理により、第 1 の電極層 9 3 2 中に含まれる水分は放出される。よって、第 1 の電極層 9 3 2 は脱ガスなどを生じないため、第 1 の電極層 9 3 2 上に水分によって劣化しやすい発光材料を形成しても、発光材料は劣化せず、信頼性の高い表示装置を作製することができる。

40

【 0 3 1 6 】

第 2 の電極層 9 3 6 は、蒸着法、スパッタリング法等を用いて形成することができる。また、第 2 の電極層 9 3 6 上にパッシベーション層（保護層）として絶縁層を設けてもよい。このように第 2 の電極層 9 3 6 を覆うようにしてパッシベーション層を設けることは有効である。パッシベーション層としては、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素

50

含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライカーボン(DLC)、窒素含有炭素膜を含む絶縁層からなり、該絶縁層の単層構造もしくは組み合わせた積層構造を用いることができる。又はシロキサン樹脂を用いてもよい。

【0317】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション層として用いることが好ましく、炭素膜、特にDLC膜を用いることは有効である。DLC膜は室温から100以下の温度範囲で成膜可能であるため、層934の耐熱性が低い場合でも、容易に積層形成することができる。DLC膜は、プラズマCVD法(代表的には、RFプラズマCVD法、マイクロ波CVD法、電子サイクロトロン共鳴(ECR)CVD法、熱フィラメントCVD法など)、燃焼炎法、スパッタリング法、イオンビーム蒸着法、レーザ蒸着法などで形成することができる。成膜に用いる反応ガスは、水素ガスと、炭化水素系のガス(例えば CH_4 、 C_2H_2 、 C_6H_6 など)とを用い、グロー放電によりイオン化し、負の自己バイアスがかかったカソードにイオンを加速衝突させて成膜する。また、CN膜は反応ガスとして C_2H_4 ガスと N_2 ガスとを用いて形成すればよい。DLC膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、層934の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間に層934が酸化するといった問題を防止できる。

10

【0318】

第1の電極層932上に形成される層934は、少なくとも発光材料を含む発光層で構成される。発光層は、有機化合物、無機化合物、又は有機化合物と無機化合物とを含む層で形成する。第1の電極層932と第2の電極層936との間に、層934が設けられて発光素子930を得ることができる。

20

【0319】

このように発光素子930が形成された基板901と、封止基板908とをシール材910によって固着し、発光素子930を封止する。シール材910としては、代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。例えば、ビスフェノールA型液状樹脂、ビスフェノールA型固形樹脂、含ブロムエポキシ樹脂、ビスフェノールF型樹脂、ビスフェノールAD型樹脂、フェノール型樹脂、クレゾール型樹脂、ノボラック型樹脂、環状脂肪族エポキシ樹脂、エピビス型エポキシ樹脂、グリシジルエステル樹脂、グリシジルアミン系樹脂、複素環式エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂を用いることができる。なお、シール材で囲まれた領域948には充填材を充填してもよく、窒素雰囲気下で封止することによって、窒素等を封入してもよい。充填材を透過して光を取り出す構造の場合は、充填材は透光性を有する必要がある。代表的には可視光硬化、紫外線硬化または熱硬化のエポキシ樹脂を用いればよい。以上の工程において、発光素子を用いた表示機能を有する表示装置が完成する。また充填材は、液状の状態で滴下し、表示装置内に充填することもできる。充填材として、乾燥剤などの吸湿性を含む物質を用いると、さらなる吸水効果が得られ、発光素子930の劣化を防ぐことができる。

30

【0320】

また、素子の水分による劣化を防ぐため、画素部902を取り囲むように乾燥剤を設けてもよい。例えば、封止基板に形成された凹部に乾燥剤を設置すればよく、このような構造にすることで、薄型化を妨げない構成とできる。また、ゲート配線層に対応する領域にも乾燥剤を形成し、吸水面積を広く取ると、吸水効果が高い。また、直接発光しないゲート配線層上に乾燥剤を形成すると、光取り出し効率を低下させることもない。

40

【0321】

なお、本実施の形態では、ガラス基板で発光素子を封止した場合を示すが、封止の処理とは、発光素子を水分から保護するための処理であり、カバー材で機械的に封入する方法、熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂で封入する方法、金属酸化物や窒化物等のバリア能力が高い薄膜により封止する方法のいずれかを用いる。カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を取り出す場合は透光性でなければならない。また、カバー材と上記発光素子が形成された基板と

50

は熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂等のシール材を用いて貼り合わせられ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。この吸湿材は、シール材の上に接して設けても良いし、発光素子からの光を妨げないような、隔壁層の上や周辺部に設けても良い。さらに、カバー材と発光素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を添加しておくことは有効である。

【0322】

また、ソース電極層又はドレイン電極層と第1の電極層932が直接接して電氣的な接続を行わず、配線層(導電層)を介して接続していてもよい。

10

【0323】

本実施の形態では、端子部906において、端子電極層950に異方性導電層952によってFPC954を接続し、外部と電氣的に接続する構造とする。

【0324】

また、図27(A)で示すように、本実施の形態において作製される表示装置は、画素部902と同一基板上に駆動回路部904が設けられている。なお、本発明は特に限定されず、周辺駆動回路としてICチップを前述したCOG方式やTAB方式によって実装したものでよい。

【0325】

また、本発明の表示装置において、画面表示の駆動方法は特に限定されず、例えば、点順次駆動方法や線順次駆動方法や面順次駆動方法などを用いればよい。代表的には、線順次駆動方法とし、時分割階調駆動方法や面積階調駆動方法を適宜用いればよい。また、表示装置のソース線に入力する映像信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよく、適宜、映像信号に合わせて駆動回路などを設計すればよい。

20

【0326】

本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。よって、リソグラフィ工程を削減・簡略化することが可能になり、レジスト材料、現像液等の材料のロスを防ぎ、必要なフォトリソグラフィの枚数を削減することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い表示装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。また、スループットの向上を図ることができる。

30

【0327】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0328】

(実施の形態8)

表示装置の表示機能を有する発光素子は、様々な素子構造を適用することができる。一般的に、発光素子は、発光材料が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって区別され、前者は有機EL素子、後者は無機EL素子と呼ばれている。ここでは、図33乃至図35を用いて、本発明に適用できる発光素子の例について説明する。

40

【0329】

図33は、有機EL素子について示している。図33に示す発光素子は、第1の電極層8270と第2の電極層8250との間に、層8260が挟持されている。第1の電極層8270及び第2の電極層8250のいずれか一方は陽極となり、他方は陰極となる。なお、陽極とは、発光層に正孔を注入する電極のことを示し、陰極とは発光層に電子を注入する電極のことを示す。本実施の形態では、第1の電極層8270を陽極とし、第2の電極層8250を陰極とする。また、層8260は、正孔注入層8262、正孔輸送層8264、発光層8266、電子輸送層8268、電子注入層8269が順次積層された構成

50

とする。

【0330】

第1の電極層8270と第2の電極層8250は、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化シリコンを含むインジウム錫酸化物、2wt%乃至20wt%の酸化亜鉛を含む酸化インジウムの他、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）等を用いて形成することができる。また、アルミニウムの他、マグネシウムと銀との合金、アルミニウムとリチウムとの合金等も第1の電極層8270を形成するのに用いることができる。第1の電極層8270の形成方法については、上述した実施の形態5の第1の電極層262や、実施の形態7の第1の電極層932と同じである。また、第2の電極層8250の形成方法について特に限定はなく、例えばスパッタリング法や蒸着法等を用いて形成することができる。

10

【0331】

なお、発光した光を外部に取り出すために、第1の電極層8270と第2の電極層8250のいずれか一方または両方は、インジウム錫酸化物等を用いるか、或いは銀、アルミニウム等を数nm乃至数十nmの厚さとなるように形成して、可視光が透過できるように、形成することが好ましい。

【0332】

正孔注入層8262は、第1の電極層8270から正孔輸送層8264へ正孔の注入を補助する機能を有する層である。正孔注入層8262を設けることによって、第1の電極層8270と正孔輸送層8264との間のイオン化ポテンシャルの差が緩和され、正孔が注入され易くなる。正孔注入層8262は、正孔輸送層8264を形成している物質よりもイオン化ポテンシャルが小さく、第1の電極層8270を形成している物質よりもイオン化ポテンシャルが大きい物質、または正孔輸送層8264と第1の電極層8270との間に1nm乃至2nmの薄膜として設けたときにエネルギーバンドが曲がるような物質を用いて形成することが好ましい。正孔注入層8262を形成するのに用いることのできる物質の具体例として、フタロシアニン（略称：H₂PC）や銅フタロシアニン（CuPC）等のフタロシアニン系の化合物、或いはポリ（エチレンジオキシチオフエン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）等の高分子等が挙げられる。つまり、正孔注入層8262におけるイオン化ポテンシャルが正孔輸送層8264におけるイオン化ポテンシャルよりも相対的に小さくなるような物質を正孔輸送性物質の中から選択することによって、正孔注入層8262を形成することができる。正孔注入層8262を設ける場合、第1の電極層8270は、インジウム錫酸化物等の仕事関数の高い物質を用いて形成することが好ましい。なお、本発明は特に限定されず、正孔注入層8262は設けなくともよい。

20

30

【0333】

正孔輸送層8264とは、第1の電極層8270側から注入された正孔を発光層8266へ輸送する機能を有する層である。このように、正孔輸送層8264を設けることによって、第1の電極層8270と発光層8266との距離を離すことができ、その結果、第1の電極層8270等に含まれている金属に起因して発光が消滅することを防ぐことができる。正孔輸送層8264は、正孔輸送性物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。なお、正孔輸送性物質とは、電子よりも正孔の移動度が高く、電子の移動度に対する正孔の移動度の比の値（＝正孔移動度／電子移動度）が好ましくは100よりも大きい物質をいう。正孔輸送層8264を形成するのに用いることができる物質の具体例としては、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：NPB）、4,4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：TPD）、4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4,4'-ビス

40

50

{ N - [4 - (N , N - ジ - m - トリルアミノ) フェニル] - N - フェニルアミノ } ビフェニル (略称 : D N T P D) 、 1 , 3 , 5 - トリス [N , N - ジ (m - トリル) アミノ] ベンゼン (略称 : m - M T D A B) 、 4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス (N - カルバゾリル) トリフェニルアミン (略称 : T C T A) 、 フタロシアニン (略称 : H ₂ P c) 、 銅フタロシアニン (略称 : C u P c) 、 バナジルフタロシアニン (略称 : V O P c) 、 4 , 4 ' - ビス [N - (4 - ビフェニリル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : B B P B) 等が挙げられる。なお、正孔輸送層 8 2 6 4 は、単層構造でもよいし、積層構造でもよい。

【 0 3 3 4 】

発光層 8 2 6 6 は、発光機能を有する層であり、有機化合物でなる発光材料を含む。また、無機化合物を含んでいてもよい。発光層 8 2 6 6 に含まれる有機化合物は、発光性の有機化合物であれば特に限定はなく、種々の低分子系有機化合物、高分子系有機化合物を用いることができる。また、発光性の有機化合物は、蛍光発光材料、又は燐光発光材料のどちらを用いることも可能である。発光層 8 2 6 6 は、発光性の有機化合物のみからなる層としてもよいし、発光性の有機化合物を当該有機化合物よりも大きいエネルギーギャップを有するホスト材料に分散した構成としてもよい。なお、発光層 8 2 6 6 を、有機化合物でなる発光材料とホスト材料とを含む層のように複数の化合物を混合した層とする場合は、共蒸着法を用いて形成することができる。ここで、共蒸着とは、一つの処理室内に設けられた複数の蒸着源からそれぞれ原料を気化させ、気化した原料を気相状態で混合し、被処理物上に堆積させる蒸着法をいう。

【 0 3 3 5 】

電子輸送層 8 2 6 8 は、第 2 の電極層 8 2 5 0 から注入された電子を発光層 8 2 6 6 へ輸送する機能を有する層である。このように、電子輸送層 8 2 6 8 を設けることによって、第 2 の電極層 8 2 5 0 と発光層 8 2 6 6 との距離を離すことができ、その結果、第 2 の電極層 8 2 5 0 等に含まれている金属に起因して発光が消滅することを防ぐことができる。電子輸送層 8 2 6 8 は、電子輸送性物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。なお、電子輸送性物質とは、正孔よりも電子の移動度が高く、正孔の移動度に対する電子の移動度の比の値 (= 電子移動度 / 正孔移動度) が好ましくは 1 0 0 よりも大きい物質をいう。電子輸送層 8 2 6 8 を形成するのに用いることができる物質の具体例としては、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (略称 : A l q ₃) 、 トリス (4 - メチル - 8 - キノリノラト) アルミニウム (略称 : A l m q ₃) 、 ビス (1 0 - ヒドロキシベンゾ [h] - キノリノラト) ベリリウム (略称 : B e B q ₂) 、 ビス (2 - メチル - 8 - キノリノラト) - 4 - フェニルフェノラト - アルミニウム (略称 : B A l q) 、 ビス [2 - (2 - ヒドロキシフェニル) ベンゾオキサゾラト] 亜鉛 (略称 : Z n (B O X) ₂) 、 ビス [2 - (2 - ヒドロキシフェニル) ベンゾチアゾラト] 亜鉛 (略称 : Z n (B T Z) ₂) 等の金属錯体の他、 2 - (4 - ビフェニリル) - 5 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール (略称 : P B D) 、 1 , 3 - ビス [5 - (p - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール - 2 - イル] ベンゼン (略称 : O X D - 7) 、 3 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - ビフェニリル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : T A Z) 、 3 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 4 - (4 - エチルフェニル) - 5 - (4 - ビフェニリル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : p - E t T A Z) 、 パソフェナントロリン (略称 : B P h e n) 、 パソキュプロイン (略称 : B C P) 、 4 , 4 - ビス (5 - メチルベンゾオキサゾル - 2 - イル) スチルベン (略称 : B z O s) 等が挙げられる。また、電子輸送層 8 2 6 8 は、単層構造でもよいし、積層構造でもよい。

【 0 3 3 6 】

電子注入層 8 2 6 9 は、第 2 の電極層 8 2 5 0 から電子輸送層 8 2 6 8 へ電子の注入を補助する機能を有する層である。電子注入層 8 2 6 9 は、B P h e n 、 B C P 、 p - E t T A Z 、 T A Z 、 B z O s 等の電子輸送層 8 2 6 8 を形成するのに用いることのできる物質の中から、電子輸送層 8 2 6 8 の形成に用いる物質よりも電子親和力が相対的に大きい

10

20

30

40

50

物質を選択して用いることによって形成することができる。このようにして電子注入層 8 2 6 9 を形成することによって第 2 の電極層 8 2 5 0 と電子輸送層 8 2 6 8 との間の電子親和力の差が緩和され、電子が注入され易くなる。また、電子注入層 8 2 6 9 には、Li、Cs 等のアルカリ金属、リチウム酸化物、カリウム酸化物、ナトリウム酸化物等のアルカリ金属の酸化物、カルシウム酸化物、マグネシウム酸化物等のアルカリ土類金属の酸化物、フッ化リチウム、フッ化セシウム等のアルカリ金属のフッ化物、フッ化カルシウム等のアルカリ土類金属のフッ化物、または Mg、Ca 等のアルカリ土類金属等の無機物が含まれていてもよい。また、電子注入層 8 2 6 9 は B P h e n、B C P、p - E t T A Z、T A Z、B z O s 等の有機化合物を含む構成であってもよいし、Li F 等のアルカリ金属のフッ化物、または Ca F₂ 等のアルカリ土類金属のフッ化物等の無機化合物からなる構成であってもよい。このように Li F 等のアルカリ金属のフッ化物、または Ca F₂ 等のアルカリ土類金属のフッ化物等の無機化合物を用いて 1 n m 乃至 2 n m の薄膜として電子注入層 8 2 6 9 が設けられることによって電子注入層 8 2 6 9 のエネルギーバンドが曲がる、或いは電子注入層 8 2 6 9 にトンネル電流が流れることにより、第 2 の電極層 8 2 5 0 から電子輸送層 8 2 6 8 へ電子の注入が容易となる。

10

【0337】

なお、正孔注入層 8 2 6 2 に換えて正孔発生層が設けられていてもよいし、または電子注入層 8 2 6 9 に換えて電子発生層が設けられていてもよい。

【0338】

ここで、正孔発生層とは、正孔を発生する層である。正孔輸送性物質の中から選ばれた少なくとも一の物質と、正孔輸送性物質に対して電子受容性を示す物質とを混合することによって正孔発生層を形成することができる。ここで、正孔輸送性物質としては、正孔輸送層 8 2 6 4 を形成するのに用いることのできる物質と同様の物質を用いることができる。また、電子受容性を示す物質としては、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、レニウム酸化物等の金属酸化物を用いることが好ましい。

20

【0339】

また、電子発生層とは、電子を発生する層である。電子輸送性物質の中から選ばれた少なくとも一の物質と、電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質とを混合することによって電子発生層を形成することができる。ここで、電子輸送性物質としては電子輸送層 8 2 6 8 を形成するのに用いることのできる物質と同様の物質を用いることができる。また、電子供与性を示す物質としては、アルカリ金属およびアルカリ土類金属の中から選ばれた物質、具体的にはリチウム (Li)、カルシウム (Ca)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、マグネシウム (Mg) 等を用いることができる。

30

【0340】

正孔注入層 8 2 6 2、正孔輸送層 8 2 6 4、発光層 8 2 6 6、電子輸送層 8 2 6 8、電子注入層 8 2 6 9 は、それぞれ、蒸着法、液滴吐出法、または塗布法等を用いて形成すればよい。第 1 の電極層 8 2 7 0 又は第 2 の電極層 8 2 5 0 は、スパッタリング法または蒸着法等を用いて形成すればよい。

【0341】

本実施の形態において、層 8 2 6 0 は、少なくとも発光層 8 2 6 6 を含んでいればよく、その他の機能を有する層 (正孔注入層 8 2 6 2、正孔輸送層 8 2 6 4、電子輸送層 8 2 6 8、電子注入層 8 2 6 9 等) は適宜設ければよい。

40

【0342】

また、第 1 の電極層 8 2 7 0 を陰極とし、第 2 の電極層 8 2 5 0 を陽極としてもよい。その場合、層 8 2 6 0 は、第 1 の電極層 8 2 7 0 側から、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層が順次積層された構成となる。

【0343】

次に、無機 E L 素子について、図 3 4、図 3 5 を用いて説明する。無機 E L 素子は、その素子構成により、分散型無機 E L 素子と薄膜型無機 E L 素子とに分類される。前者は、発光材料の粒子をバインダ中に分散させた発光層を有し、後者は、発光材料の薄膜からな

50

る発光層を有している点に違いはあるが、高電界で加速された電子を必要とする点では共通である。なお、得られる発光のメカニズムとしては、ドナー準位とアクセプター準位を利用するドナー - アクセプター再結合型発光と、金属イオンの内殻電子遷移を利用する局在型発光とがある。一般的に、分散型無機ELではドナー - アクセプター再結合型発光、薄膜型無機EL素子では局在型発光である場合が多い。

【0344】

本発明で用いることのできる発光材料は、母体材料と不純物元素とで構成される。不純物元素は、発光中心として機能する。含有させる不純物元素を変化させることで、様々な色の発光を得ることができる。発光材料の作製方法としては、固相法や液相法（共沈法）などの様々な方法を用いることができる。また、噴霧熱分解法、複分解法、プレカーサーの熱分解反応による方法、逆ミセル法やこれらの方法と高温焼成を組み合わせた方法、凍結乾燥法などの液相法なども用いることができる。

10

【0345】

固相法は、母体材料と、不純物元素又は不純物元素を含む化合物を秤量し、乳鉢で混合、電気炉で加熱、焼成を行い反応させ、母体材料に不純物元素を含有させる方法である。焼成温度は、700乃至1500が好ましい。温度が低すぎる場合は固相反応が進まず、温度が高すぎる場合は母体材料が分解してしまうからである。なお、粉末状態で焼成を行ってもよいが、ペレット状態で焼成を行うことが好ましい。比較的高温での焼成を必要とするが、簡単な方法であるため、生産性がよく大量生産に適している。

【0346】

液相法（共沈法）は、母体材料又は母体材料を含む化合物と、不純物元素又は不純物元素を含む化合物を溶液中で反応させ、乾燥させた後、焼成を行う方法である。発光材料の粒子が均一に分布し、粒径が小さく低い焼成温度でも反応が進むことができる。

20

【0347】

発光材料に用いる母体材料としては、硫化物、酸化物、窒化物を用いることができる。硫化物としては、例えば、硫化亜鉛、硫化カドミウム、硫化カルシウム、硫化イットリウム、硫化ガリウム、硫化ストロンチウム、硫化バリウム等を用いることができる。また、酸化物としては、例えば、酸化亜鉛、酸化イットリウム等を用いることができる。また、窒化物としては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化インジウム等を用いることができる。さらに、セレン化亜鉛、テルル化亜鉛等も用いることができ、硫化カルシウム - ガリウム (CaGa_2S_4)、硫化ストロンチウム - ガリウム (SrGa_2S_4)、硫化バリウム - ガリウム (BaGa_2S_4)、等の3元系の混晶であってもよい。

30

【0348】

局在型発光の不純物元素として、マンガン(Mn)、銅(Cu)、サマリウム(Sm)、テルビウム(Tb)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、ユーロピウム(Eu)、セリウム(Ce)、プラセオジウム(Pr)などを用いることができる。なお、フッ素(F)、塩素(Cl)などのハロゲン元素が添加されていてもよい。ハロゲン元素は電荷補償として機能することもできる。

【0349】

一方、ドナー - アクセプター再結合型発光の不純物元素として、ドナー準位を形成する第1の不純物元素及びアクセプター準位を形成する第2の不純物元素を含む発光材料を用いることができる。第1の不純物元素は、例えば、フッ素(F)、塩素(Cl)、アルミニウム(Al)等を用いることができる。第2の不純物元素としては、例えば、銅(Cu)、銀(Ag)等を用いることができる。

40

【0350】

固相法を用いてドナー - アクセプター再結合型発光の発光材料を合成する場合、母体材料と、第1の不純物元素又は第1の不純物元素を含む化合物と、第2の不純物元素又は第2の不純物元素を含む化合物をそれぞれ秤量し、乳鉢で混合した後、電気炉で加熱、焼成を行う。母体材料としては、上述した母体材料を用いることができ、第1の不純物元素又は第1の不純物元素を含む化合物としては、例えば、フッ素(F)、塩素(Cl)、硫化

50

アルミニウム等を用いることができ、第2の不純物元素又は第2の不純物元素を含む化合物としては、例えば、銅(Cu)、銀(Ag)、硫化銅、硫化銀等を用いることができる。焼成温度は、700乃至1500の範囲が好ましい。温度が低すぎる場合は固相反応が進まず、温度が高すぎる場合は母体材料が分解してしまうからである。なお、粉末状態で焼成を行ってもよいが、ペレット状態で焼成を行うことが好ましい。

【0351】

また、固相反応を利用する場合の不純物元素として、第1の不純物元素と第2の不純物元素で構成される化合物を組み合わせて用いてもよい。この場合、不純物元素が拡散されやすく、固相反応が進みやすくなるため、均一な発光材料を得ることができる。さらに、余分な不純物元素が入らないため、純度の高い発光材料を得ることができる。第1の不純物元素と第2の不純物元素で構成される化合物としては、例えば、塩化銅、塩化銀等を用いることができる。

10

【0352】

なお、これらの不純物元素の濃度は、母体材料に対して0.01atom%乃至10atom%の範囲であればよく、好ましくは0.05atom%乃至5atom%の範囲である。

【0353】

薄膜型無機EL素子の場合、発光層は上記発光材料を含む層であり、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着(EB蒸着)法等の真空蒸着法、スパッタリング法等の物理気相成長法(PVD)、有機金属CVD法、ハイドライド輸送減圧CVD法等の化学気相成長法(CVD)、原子層エピタキシ法(ALE)等を用いて形成することができる。

20

【0354】

図34(A)乃至(C)に発光素子として用いることのできる薄膜型無機EL素子の一例を示す。図34(A)乃至(C)において、発光素子は、第1の電極層50、層51、第2の電極層53を含む。層51は、少なくとも発光層52を含む構成とする。

【0355】

図34(A)に示す発光素子は、第1の電極層50と第2の電極層53との間に、発光層52のみで構成される層51が挟持されている。図34(B)及び図34(C)に示す発光素子は、図34(A)の発光素子において、第1の電極層50又は第2の電極層53と、発光層52と、の間に絶縁層を設ける構造である。図34(B)に示す発光素子は、第1の電極層50と発光層52との間に絶縁層54を有し、図34(C)に示す発光素子は、第1の電極層50と発光層52との間に絶縁層54a、第2の電極層53と発光層52との間に絶縁層54bとを有している。このように絶縁層は発光層を挟持する一对の電極層のうち一方の間にのみ設けてもよいし、両方の間に設けてもよい。また絶縁層は単層構造でもよいし、積層構造でもよい。

30

【0356】

また、図34(B)では第1の電極層50に接するように絶縁層54が設けられているが、絶縁層と発光層の順番を逆にして、第2の電極層53に接するように絶縁層54を設けてもよい。

【0357】

次に、分散型無機EL素子について説明する。分散型無機EL素子の場合、粒子状の発光材料をバインダ中に分散させ膜状の発光層を形成する。発光材料の作製方法によって、十分に所望の大きさの粒子が得られない場合は、乳鉢等で粉碎などによって粒子状に加工すればよい。バインダとは、粒状の発光材料を分散した状態で固定し、発光層としての形状に保持するための物質である。発光材料は、バインダによって発光層中に均一に分散し固定される。

40

【0358】

分散型無機EL素子の場合、発光層の形成方法は、選択的に発光層を形成できる液滴吐出法や、印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷など)、スピンコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法などを用いることもできる。膜厚は特に限定されるこ

50

とはないが、好ましくは、10 nm乃至1000 nmの範囲である。また、発光材料及びバインダを含む発光層において、発光材料の割合は50 wt %以上80 wt %以下とするよい。

【0359】

図35(A)乃至(C)に発光素子として用いることのできる分散型無機EL素子の一例を示す。図35(A)乃至(C)において、発光素子は、第1の電極層60、層65、第2の電極層63を含む。層65は、少なくとも発光層を含む構成とする。

【0360】

図35(A)における発光素子は、第1の電極層60、発光層62、第2の電極層63の積層構造を有し、発光層62中にバインダによって保持された発光材料61を含む。

10

【0361】

本実施の形態に用いることのできるバインダとしては、絶縁材料を用いることができる。具体的には、有機絶縁材料や無機絶縁材料を用いることができ、有機絶縁材料及び無機絶縁材料の混合材料を用いてもよい。有機絶縁材料としては、シアノエチルセルロース系樹脂のように、比較的誘電率の高いポリマーや、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン系樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、フッ化ビニリデンなどの樹脂を用いることができる。また、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール(polybenzimidazole)などの耐熱性高分子、又はシロキサン樹脂を用いてもよい。なお、シロキサン樹脂とは、Si-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、芳香族炭化水素)が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。また、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラールなどのビニル樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、オキサゾール樹脂(ポリベンゾオキサゾール)等の樹脂材料を用いてもよい。これらの樹脂に、チタン酸バリウム(BaTiO_3)やチタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)などの高誘電率の微粒子を適度に混合して誘電率を調整することもできる。

20

【0362】

バインダに含まれる無機材料としては、酸化シリコン(SiO_x)、窒化シリコン(SiN_x)、酸素及び窒素を含むシリコン、窒化アルミニウム、酸素及び窒素を含むアルミニウムまたは酸化アルミニウム、酸化チタン、 BaTiO_3 、 SrTiO_3 、チタン酸鉛(PbTiO_3)、ニオブ酸カリウム(KNbO_3)、ニオブ酸鉛(PbNbO_3)、酸化タンタル(Ta_2O_5)、タンタル酸バリウム(BaTa_2O_6)、タンタル酸リチウム(LiTaO_3)、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、その他の無機材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。有機材料に、誘電率の高い無機材料を含ませる(添加等によって)ことによって、発光材料及びバインダよりなる発光層の誘電率をより制御することができ、より誘電率を大きくすることができる。バインダに無機材料と有機材料との混合層を用い、高い誘電率とすると、発光材料により大きい電荷を誘起することができる。

30

【0363】

作製工程において、発光材料はバインダを含む溶液中に分散されるが、本実施の形態に用いることのできるバインダを含む溶液の溶媒としては、バインダ材料が溶解し、発光層を形成する方法(種々のウェットプロセス)及び所望の膜厚に適した粘度の溶液を作製できるような溶媒を適宜選択すればよい。有機溶媒等を用いることができ、例えばバインダとしてシロキサン樹脂を用いる場合は、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PGMEAともいう)、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMBともいう)などを用いることができる。

40

【0364】

図35(B)及び図35(C)に示す発光素子は、図35(A)の発光素子において、第1の電極層60又は第2の電極層63と、発光層62と、の間に絶縁層を設ける構造で

50

ある。図 3 5 (B) に示す発光素子は、第 1 の電極層 6 0 と発光層 6 2 との間に絶縁層 6 4 を有し、図 3 5 (C) に示す発光素子は、第 1 の電極層 6 0 と発光層 6 2 との間に絶縁層 6 4 a、第 2 の電極層 6 3 と発光層 6 2 との間に絶縁層 6 4 b とを有している。このように絶縁層は発光層を挟持する一対の電極層のうち一方の間にのみ設けてもよいし、両方の間に設けてもよい。また絶縁層は単層構造でもよいし、積層構造でもよい。

【 0 3 6 5 】

また、図 3 5 (B) では第 1 の電極層 6 0 に接するように絶縁層 6 4 が設けられているが、絶縁層と発光層の順番を逆にして、第 2 の電極層 6 3 に接するように絶縁層 6 4 を設けてもよい。

【 0 3 6 6 】

図 3 4 における絶縁層 5 4、図 3 5 における絶縁層 6 4 のような絶縁層は、特に限定されることはないが、絶縁耐圧が高く、緻密な膜質であることが好ましい。さらには、誘電率が高いことが好ましい。例えば、酸化シリコン (SiO_x)、酸化イットリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化タンタル、チタン酸バリウム (BaTiO_3)、チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3)、チタン酸鉛 (PbTiO_3)、窒化シリコン、酸化ジルコニウム等やこれらの混合層又は 2 種以上の積層を用いることができる。これらの絶縁層は、スパッタリング法、蒸着法、CVD 法等により形成することができる。また、絶縁層はこれら絶縁材料の粒子をバインダ中に分散して形成してもよい。バインダ材料は、発光層に含まれるバインダと同様な材料、方法を用いて形成すればよい。膜厚は特に限定されることはないが、好ましくは 10 nm 乃至 1000 nm の範囲である。

【 0 3 6 7 】

図 3 4、図 3 5 に示す無機 EL 素子は、発光層を挟持する一対の電極層間に電圧を印加することで発光が得られるが、直流駆動又は交流駆動のいずれにおいても動作することができる。

【 0 3 6 8 】

本実施の形態 (図 3 3 乃至図 3 5) で示した発光素子は、他の実施の形態で示す表示装置の表示素子として具備されることができる。

【 0 3 6 9 】

例えば、図 1 5 (B) に示す表示装置に、図 3 3 に示す有機 EL 素子を適用する場合、第 1 の電極層 2 6 2 又は第 2 の電極層 2 7 0 は、第 1 の電極層 8 2 7 0 又は第 2 の電極層 8 2 5 0 に相当する。層 2 6 8 は、層 8 2 6 0 に相当する。同様に、図 2 7 に示す表示装置の場合も、第 1 の電極層 9 3 2 又は第 2 の電極層 9 3 6 は、第 1 の電極層 8 2 7 0 又は第 2 の電極層 8 2 5 0 に相当する。層 9 3 4 は、層 8 2 6 0 に相当する。

【 0 3 7 0 】

また、図 1 5 (B) に示す表示装置に、図 3 4、図 3 5 で示す無機 EL 素子を適用する場合も同様である。第 1 の電極層 2 6 2 若しくは第 2 の電極層 2 7 0 は、第 1 の電極層 5 0 若しくは第 2 の電極層 5 3、又は第 1 の電極層 6 0 若しくは第 2 の電極層 6 3 に相当する。層 2 6 8 は、層 5 1 若しくは層 6 5 に相当する。同様に、図 2 7 に示す表示装置の場合も、第 1 の電極層 9 3 2 若しくは第 2 の電極層 9 3 6 は、第 1 の電極層 5 0 若しくは第 2 の電極層 5 3、又は第 1 の電極層 6 0 若しくは第 2 の電極層 6 3 に相当する。層 9 3 4 は、層 5 1 若しくは層 6 5 に相当する。

【 0 3 7 1 】

本実施の形態で示す発光素子及びトランジスタ等を接続するための開口の形成に、本発明を適用することができる。本発明を適用することで、発光素子を有する表示装置の製造工程において、スループットが向上する。

【 0 3 7 2 】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【 0 3 7 3 】

(実施の形態 9)

本実施の形態では、液晶表示装置について説明する。

【0374】

図29(A)は、液晶表示装置の上面図であり、図29(B)は図29(A)の線分GHにおける断面図である。

【0375】

図29(A)で示すように、画素領域606、走査線駆動回路である駆動回路領域608a、走査線駆動領域である駆動回路領域608bが、シール材692によって、基板600と封止基板695との間に封止され、基板600上にICドライバによって形成された信号線駆動回路である駆動回路領域607が設けられている。画素領域606にはトランジスタ622及び容量素子623が設けられ、駆動回路領域608bにはトランジスタ620及びトランジスタ621を有する駆動回路が設けられている。基板600には、上記実施の形態と同様の基板を適用することができる。基板600として合成樹脂からなる基板を用いる場合は、他の基板と比較して耐熱温度が低いことが懸念されるが、耐熱性の高い基板を用いた作製工程の後、転置することによって採用することが可能となる。

【0376】

画素領域606には基板600上に、下地絶縁層604a、下地絶縁層604bを介してスイッチング素子となるトランジスタ622が設けられている。本実施の形態では、トランジスタ622にマルチゲート型薄膜トランジスタを用いる。トランジスタ622は、ソース領域及びドレイン領域として機能する不純物領域を有する半導体層、ゲート絶縁層、2層の積層構造であるゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層を有する。ソース電極層又はドレイン電極層は、半導体層の不純物領域と電氣的に接続される。また、ソース電極層又はドレイン電極層644a、644bは画素電極層630と電氣的に接続される。

【0377】

本実施の形態において、スイッチング素子となるトランジスタを形成する半導体層、ゲート電極層やソース電極層及びドレイン電極層を形成する導電層のパターン形成、様々な電氣的接続を形成するための開口の形成等に、上記実施の形態1乃至5で示したような、本発明に係るレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用することができる。本発明を適用することで、フォトレジストを用いたリソグラフィ工程を削減・簡略化することができ、さらに精度良く薄膜加工することが可能になる。

【0378】

なお、全ての薄膜の加工にレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用する必要はない。リソグラフィ工程を利用して選択的にエッチングして所望の形状に薄膜を加工してもよい。また、各種印刷法(スクリーン(孔版)印刷、オフセット(平版)印刷、凸版印刷やグラビア(凹版)印刷など所望なパターンで形成される方法)、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを適用して、所望の場所に選択的に目的の層を形成してもよい。

【0379】

薄膜トランジスタ(TFT)は、種々の方法で作製することができる。例えば、半導体層として、結晶性半導体層を適用する。結晶性半導体層上には、ゲート絶縁層を介してゲート電極層が設けられる。該ゲート電極層をマスクとして用いて該結晶性半導体層へ不純物元素を添加し、結晶性半導体層に不純物領域を形成する。ゲート電極層を用いて不純物元素を添加することにより、不純物元素添加のためのマスク層を形成する必要がない。ゲート電極層は、単層構造、又は積層構造とすることができる。不純物領域は、その濃度を制御することにより高濃度不純物領域及び低濃度不純物領域とすることができる。このように低濃度不純物領域を有する薄膜トランジスタを、LDD(Light doped drain)構造と呼ぶ。また低濃度不純物領域は、ゲート電極と重なるように形成することができ、このような薄膜トランジスタを、GOLD(Gate Overlapped LDD)構造と呼ぶ。また薄膜トランジスタの極性は、不純物領域にリン(P)等を用

いることにより n 型とする。p 型とする場合は、ボロン (B) 等を添加すればよい。その後、ゲート電極層等を覆う絶縁層 6 1 1 及び絶縁層 6 1 2 を形成する。絶縁層 6 1 1 (及び絶縁層 6 1 2) に混入された水素により、結晶性半導体層のダングリングボンドを終端することができる。

【 0 3 8 0 】

さらに平坦性を高めるため、層間絶縁層として絶縁層 6 1 5 を形成してもよい。絶縁層 6 1 5 は、有機絶縁材料、又は無機絶縁材料を用いて、単層構造又は積層構造で形成することができる。例えば酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン (D L C) 、ポリシラザン、窒素含有炭素 (C N) 、 P S G (リンガラス) 、 B P S G (リンボロンガラス) 、アルミナ、その他の無機絶縁材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。また、有機絶縁材料を用いてもよく、有機材料としては、感光性、非感光性どちらでも良く、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン、シロキサン樹脂などを用いることができる。なお、シロキサン樹脂とは、 S i - O - S i 結合を含む樹脂に相当する。シロキサンは、シリコン (S i) と酸素 (O) との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基 (例えばアルキル基、芳香族炭化水素) が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。

【 0 3 8 1 】

また結晶性半導体層を用いることにより、画素領域と駆動回路領域を同一基板上に一体形成することができる。その場合、画素部のトランジスタと、駆動回路領域 6 0 8 b のトランジスタとは同時に形成される。駆動回路領域 6 0 8 b に用いるトランジスタは、 C M O S 回路を形成してもよい。駆動回路領域 6 0 8 b に形成される薄膜トランジスタは、 G O L D 構造であるが、トランジスタ 6 2 2 のような L D D 構造を用いることもできる。

【 0 3 8 2 】

本実施の形態に限定されず、画素領域 6 0 6 の薄膜トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造、二つ形成されるダブルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。また、周辺駆動回路領域の薄膜トランジスタも、シングルゲート構造、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 3 8 3 】

なお、本実施の形態で示した薄膜トランジスタの作製方法に限らず、トップゲート型 (例えば順スタガ型) 、ボトムゲート型 (例えば、逆スタガ型) 、あるいはチャネル領域の上下にゲート絶縁膜を介して配置された 2 つのゲート電極層を有する、デュアルゲート型やその他の構造においても適用できる。

【 0 3 8 4 】

次に、画素電極層 6 3 0 を覆うように、印刷法や液滴吐出法により、配向膜と呼ばれる絶縁層 6 3 1 を形成する。なお、絶縁層 6 3 1 は、スクリーン印刷法やオフセット印刷法を用いれば、選択的に形成することができる。その後、ラビング処理を行う。このラビング処理は液晶のモード、例えば V A モードのときには処理を行わないときがある。配向膜として機能する絶縁層 6 3 3 も絶縁層 6 3 1 と同様である。続いて、シール材 6 9 2 を液滴吐出法により画素を形成した周辺の領域に形成する。

【 0 3 8 5 】

その後、配向膜として機能する絶縁層 6 3 3 、対向電極として機能する導電層 6 3 4 、カラーフィルタとして機能する着色層 6 3 5 、偏光子 6 4 1 (偏光板ともいう) 、及び偏光子 6 4 2 が設けられた封止基板 6 9 5 と、 T F T 基板である基板 6 0 0 とをスペーサ 6 3 7 を介して貼り合わせ、その空隙に液晶層 6 3 2 を設ける。本実施の形態の液晶表示装置は透過型であるため、基板 6 0 0 の素子を有する面と反対側にも偏光子 (偏光板) 6 4

3 を設ける。偏光子は、接着層によって基板に設けることができる。シール材にはフィラーが混入されていても良く、さらに封止基板 6 9 5 には、遮蔽膜（ブラックマトリクス）などが形成されていても良い。なお、カラーフィルタ等は、液晶表示装置をフルカラー表示とする場合、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）を呈する材料から形成すればよく、モノカラー表示とする場合、着色層を無くす、もしくは少なくとも一つの色を呈する材料から形成すればよい。

【0386】

なお、バックライトに RGB の発光ダイオード（LED）等を配置し、時分割によりカラー表示する継続加法混色法（フィールドシーケンシャル法）を採用するときには、カラーフィルタを設けない場合がある。ブラックマトリクスは、トランジスタや CMOS 回路の配線による外光の反射を低減するため、トランジスタや CMOS 回路と重なるように設けるとよい。なお、ブラックマトリクスは、容量素子に重なるように形成してもよい。容量素子を構成する金属膜による反射を防止することができるからである。

【0387】

液晶層を形成する方法として、ディスペンサ式（滴下式）や、素子を有する基板 6 0 0 と封止基板 6 9 5 とを貼り合わせてから毛細管現象を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。滴下法は、注入法を適用しづらい大面積基板を扱うときに適用するとよい。

【0388】

スペーサは数 μm の粒子を散布して設ける方法でも良いが、本実施の形態では基板全面に樹脂膜を形成した後、該樹脂膜をエッチング加工して形成する方法を採用した。このようなスペーサの材料を、スピナーで塗布した後、露光と現像処理によって所定のパターンに形成する。さらにクリーンオープンなどで 150 乃至 200 で加熱して硬化させる。このようにして作製されるスペーサは露光と現像処理の条件によって形状を異ならせることができる。好ましくは、スペーサの形状は柱状で頂部が平坦な形状となるようにすると、対向側の基板を合わせたときに液晶表示装置としての機械的な強度を確保することができる。形状は円錐状、角錐状などを用いることができ、特別な限定はない。

【0389】

続いて、画素領域と電氣的に接続されている端子電極層 6 7 8 a、6 7 8 b に、異方性導電体層 6 9 6 を介して、接続用の配線基板である FPC 6 9 4 を設ける。FPC 6 9 4 は、外部からの信号や電位を伝達する役目を担う。上記工程を経て、表示機能を有する液晶表示装置を作製することができる。

【0390】

なおトランジスタが有する配線層（導電層）、ゲート電極層、画素電極層 6 3 0、対向電極層である導電層 6 3 4 は、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化インジウムに酸化亜鉛を混合したターゲットを用いて形成した IZO（indium zinc oxide）、酸化インジウムに酸化シリコンを混合した導電材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）等の金属元素又は当該金属元素を主成分とする合金材料若しくは金属窒化物から選ぶことができる。

【0391】

偏光板と、液晶層との間に位相差板を有した状態で積層してもよい。

【0392】

なお、本実施の形態では TN 型の液晶パネルについて示しているが、上記のプロセスは他の方式の液晶パネルに対しても同様に適用することができる。例えば、ガラス基板と平行に電界を印加して液晶を配向させる横電界方式の液晶パネルに本実施の形態を適用する

10

20

30

40

50

ことができる。また、V A (V e r t i c a l A l i g n m e n t) 方式の液晶パネルに本実施の形態を適用することができる。

【 0 3 9 3 】

図 1 8 と図 3 2 は、V A 型液晶パネルの画素構造を示している。図 1 8 は平面図であり、図中に示す線分 I J に対応する断面構造を図 3 2 に表している。以下の説明ではこの両図を参照して説明する。

【 0 3 9 4 】

この画素構造は、一つの画素に複数の画素電極が有り、それぞれの画素電極に T F T が接続されている。各 T F T は、異なるゲート信号で駆動されるように構成されている。すなわち、マルチドメイン設計された画素において、個々の画素電極に印加する信号を、独立して制御する構成を有している。

10

【 0 3 9 5 】

画素電極層 1 6 2 4 は開口 1 6 2 3 (コンタクトホール) により、配線層 1 6 1 8 で T F T 1 6 2 8 と接続している。また、画素電極層 1 6 2 6 は開口 1 6 2 7 (コンタクトホール) により、配線層 1 6 1 9 で T F T 1 6 2 9 と接続している。T F T 1 6 2 8 のゲート電極層 1 6 0 2 と、T F T 1 6 2 9 のゲート電極層 1 6 0 3 には、異なるゲート信号を与えることができるように分離されている。一方、データ線として機能する配線層 1 6 1 6 は、T F T 1 6 2 8 と T F T 1 6 2 9 で共通に用いられている。

【 0 3 9 6 】

それぞれの画素電極に接続される T F T を形成する半導体層、ゲート電極層やソース電極層及びドレイン電極層を形成する導電層のパターン形成、様々な電氣的接続を形成するための開口の形成等に、上記実施の形態 1 乃至 5 で示したような、本発明に係るレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用することができる。本発明を適用することで、フォトレジストを用いたリソグラフィー工程を削減・簡略化することができ、さらに精度良く薄膜加工することが可能になる。

20

【 0 3 9 7 】

なお、全ての薄膜の加工にレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用する必要はない。リソグラフィー工程を利用して選択的にエッチングして所望の形状に薄膜を加工してもよい。また、各種印刷法 (スクリーン (孔版) 印刷、オフセット (平版) 印刷、凸版印刷やグラビア (凹版) 印刷など所望なパターンで形成される方法) 、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを適用して、所望の場所に選択的に目的の層を形成してもよい。

30

【 0 3 9 8 】

画素電極層 1 6 2 4 と画素電極層 1 6 2 6 は、導電材料を全面に形成した後、選択的にエッチングして形成することができる。画素電極層 1 6 2 4 と画素電極層 1 6 2 6 の形状は異なっており、スリット 1 6 2 5 によって分離されている。V 字型に広がる画素電極層 1 6 2 4 の外側を囲むように画素電極層 1 6 2 6 が形成されている。画素電極層 1 6 2 4 と画素電極層 1 6 2 6 に印加する電圧のタイミングを、T F T 1 6 2 8 及び T F T 1 6 2 9 により異ならせることで、液晶の配向を制御している。対向基板 1 6 0 1 には、遮光層 1 6 3 2 、着色層 1 6 3 6 、対向電極層 1 6 4 0 が形成されている。また、着色層 1 6 3 6 と対向電極層 1 6 4 0 の間には平坦化層 1 6 3 7 が形成され、液晶の配向乱れを防いでいる。図 1 9 に対向基板側の構造を示す。対向電極層 1 6 4 0 は異なる画素間で共通化されている電極であるが、スリット 1 6 4 1 が形成されている。このスリット 1 6 4 1 と、画素電極層 1 6 2 4 及び画素電極層 1 6 2 6 側のスリット 1 6 2 5 とを交互に咬み合うように配置することで、斜め電界を効果的に発生させて液晶の配向を制御することができる。これにより、液晶が配向する方向を場所によって異ならせることができ、視野角を広げている。

40

【 0 3 9 9 】

本発明を適用することで、フォトレジストを用いたリソグラフィー工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。よって、リソグラフィー工

50

程を削減・簡略化することが可能になり、レジスト材料、現像液等の材料のロスを防ぎ、必要なフォトリソの枚数を削減することができる。また、レーザービームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い表示装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。また、スループットの向上を図ることができる。

【0400】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0401】

10

(実施の形態10)

本実施の形態では、表示素子に液晶表示素子を用いる液晶表示装置について説明する。

【0402】

図30に示す表示装置は、基板450上に、画素領域に逆スタガ型トランジスタであるトランジスタ420、画素電極層451、絶縁層452、絶縁層453、液晶層454、スペーサ481、絶縁層435、対向電極層456、カラーフィルタ458、ブラックマトリクス457、対向基板410、偏光板(偏光子)431、偏光板(偏光子)433、封止領域にシール材482、端子電極層487、異方性導電層488、FPC486が設けられている。

【0403】

20

本実施の形態で作製されるトランジスタ420のゲート電極層、半導体層、ソース電極層、ドレイン電極層、及び画素電極層451は、上記実施の形態1乃至5で示したような、本発明に係るレーザービームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用して形成することができる。本発明を適用することで、フォトリソ工程を削減・簡略化することができ、さらに精度良く薄膜加工することが可能になる。

【0404】

なお、レーザービームを利用せず、リソグラフィ工程を利用して選択的にエッチングして所望の形状に薄膜を加工してもよい。また、各種印刷法(スクリーン(孔版)印刷、オフセット(平版)印刷、凸版印刷やグラビア(凹版)印刷など所望なパターンで形成される方法)、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを適用して、所望の場所に選択的に目的の層を形成してもよい。

30

【0405】

本実施の形態では、チャンネルを形成する半導体層として非晶質半導体層を用いている。チャンネルを形成する半導体層とソース電極層又はドレイン電極層との間に設けられる一導電性を有する半導体層は、必要に応じて形成すればよい。本実施の形態では、半導体層と一導電性を有する半導体層として非晶質n型半導体層を積層する。また一導電性を有する半導体層としてn型半導体層を形成し、nチャンネル型薄膜トランジスタのNMOS構造、p型半導体層を形成したpチャンネル型薄膜トランジスタのPMOS構造、nチャンネル型薄膜トランジスタとpチャンネル型薄膜トランジスタとが電気的に接続されたCMOS構造を作製することができる。

40

【0406】

導電性を付与するために、導電性を付与する元素をドーピングによって添加し、不純物領域を半導体層に形成することで、nチャンネル型トランジスタ、pチャンネル型トランジスタを形成することもできる。また、PH₃ガスによるプラズマ処理を行うことによって、半導体層に導電性を付与してもよい。

【0407】

本実施の形態では、トランジスタ420はnチャンネル型の逆スタガ型薄膜トランジスタとなっている。また、半導体層のチャンネル領域上に保護層を設けたチャンネル保護型の逆スタガ型薄膜トランジスタを用いることもできる。

50

【0408】

次いで、バックライトユニット352の構成について説明する。バックライトユニット352は、蛍光を発する光源361として冷陰極管、熱陰極管、発光ダイオード、無機EL、又は有機EL、蛍光を全反射しながら全面に光を導くための導光板365、蛍光を効率よく導光板365に導くためのランプリフレクタ362、明度のムラを低減するための拡散板366、及び導光板365の下に漏れた光を再利用するための反射板364を有する。

【0409】

バックライトユニット352には、光源361の輝度を調整するための制御回路が接続されている。制御回路からの信号供給により、光源361の輝度を制御することができる。

10

【0410】

トランジスタ420のソース電極層又はドレイン電極層及び画素電極層451は、絶縁層452に形成された開口で電氣的に接続される。当該開口は、上記実施の形態1乃至5で示したように、本発明に係るレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用して形成することができる。もちろん、リソグラフィー工程を利用して開口を形成してもよい。

【0411】

絶縁層452に形成された開口に画素電極層451を形成し、画素電極層451及びソース電極層又はドレイン電極層は電氣的に接続される。

20

【0412】

本発明を適用することで、フォトリソグラフィ工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。よって、リソグラフィー工程を削減・簡略化することが可能になり、レジスト材料、現像液等の材料のロスを防ぎ、必要なフォトマスクの枚数を削減することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い表示装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。また、スループットの向上を図ることができる。

【0413】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

30

【0414】

(実施の形態11)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる表示装置の一例について説明する。

【0415】

図20は、本発明を適用したアクティブマトリクス型の電子ペーパーを示す。なお、図20ではアクティブマトリクス型の電子ペーパーを示すが、本発明はパッシブマトリクス型の電子ペーパーにも適用することができる。

【0416】

電子ペーパーとしてツイストボール表示方式を用いることができる。ツイストボール表示方式とは、白と黒に塗り分けられた球形粒子を第1の電極層及び第2の電極層の間に配置し、第1の電極層及び第2の電極層に電位差を生じさせての球形粒子の向きを制御することにより、表示を行う方法である。

40

【0417】

トランジスタ5801は逆コプラナ型の薄膜トランジスタであり、ゲート電極層5802、ゲート絶縁層5804、配線層5805a、配線層5805b、半導体層5806を含む。配線層5805a、配線層5805bは、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する。また配線層5805bは第1の電極層5807と絶縁層5908に形成される開口で接して電氣的に接続されている。第1の電極層5807と第2の電極層5808と

50

の間には黒色領域 5 9 0 0 a 及び白色領域 5 9 0 0 b を有し、周りが液体で満たされているキャピティ 5 9 0 4 を含む球形粒子 5 8 0 9 が設けられており、球形粒子 5 8 0 9 の周囲は樹脂等の充填材 5 9 0 5 で充填されている。

【 0 4 1 8 】

本実施の形態において、トランジスタ 5 8 0 1 を構成するゲート電極層 5 8 0 2、半導体層 5 8 0 6、配線層 5 8 0 5 a、5 8 0 5 b などのパターン形成、様々な電氣的接続を形成するための開口の形成等に、上記実施の形態 1 乃至 5 で示したような、本発明に係るレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用することができる。本発明を適用することで、フォトレジストを用いたリソグラフィ工程を削減・簡略化することができ、さらに精度良く薄膜加工することが可能になる。

10

【 0 4 1 9 】

なお、全ての薄膜の加工にレーザビームの照射及び加工する薄膜の応力を利用した薄膜加工の方法を適用する必要はない。リソグラフィ工程を利用して選択的にエッチングして所望の形状に薄膜を加工してもよい。また、各種印刷法（スクリーン（孔版）印刷、オフセット（平版）印刷、凸版印刷やグラビア（凹版）印刷など所望なパターンで形成される方法）、ナノインプリント法、液滴吐出法、ディスペンサ法、選択的な塗布法などを適用して、所望の場所に選択的に目的の層を形成してもよい。

【 0 4 2 0 】

また、ツイストボールの代わりに、電気泳動素子を用いることも可能である。透明な液体と、正に帯電した白い微粒子と負に帯電した黒い微粒子とを封入した直径 1 0 μm 乃至 2 0 0 μm 程度のマイクロカプセルを用いる。第 1 の電極層と第 2 の電極層との間に設けられるマイクロカプセルは、第 1 の電極層と第 2 の電極層によって、電場が与えられると、白い微粒子と、黒い微粒子が逆の方向に移動し、白または黒を表示することができる。この原理を応用した表示素子が電気泳動表示素子であり、一般的に電子ペーパーとよばれている。電気泳動表示素子は、液晶表示素子に比べて反射率が高いため、補助ライトは不要であり、また消費電力が小さく、薄暗い場所でも表示部を認識することが可能である。また、表示部に電源が供給されない場合であっても、一度表示した像を保持することが可能であるため、電波発信源から表示機能付き表示装置を遠ざけた場合であっても、表示された像を保存しておくことが可能となる。

20

【 0 4 2 1 】

トランジスタはスイッチング素子として機能し得るものであれば、どのような構成で設けてもよい。半導体層も非晶質半導体、結晶性半導体、多結晶半導体、微結晶半導体など様々な半導体を用いることができ、有機化合物を用いて有機トランジスタを形成してもよい。

30

【 0 4 2 2 】

本実施の形態では、具体的には、表示装置の構成がアクティブマトリクス型の場合に関して示すが、勿論本発明はパッシブマトリクス型の表示装置にも適用できる。

【 0 4 2 3 】

本発明を適用することで、フォトレジストを用いたリソグラフィ工程を用いることなく、所望のパターン形状を有する層を形成することができる。よって、リソグラフィ工程を削減・簡略化することが可能になり、レジスト材料、現像液等の材料のロスを防ぎ、必要なフォトマスクの枚数を削減することができる。また、レーザビームの照射によるアブレーションの前後で加工する層の応力を制御することにより薄膜加工を精度良くでき、加工後の薄膜パターンに不良が生じるのを防止することができる。よって、信頼性の高い表示装置を、歩留まり良く製造することが実現できる。また、スループットの向上を図ることができる。

40

【 0 4 2 4 】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【 0 4 2 5 】

50

(実施の形態 12)

次に、実施の形態 6 乃至 11 によって作製される表示パネルに駆動用のドライバ回路を実装する態様について説明する。

【0426】

まず、COG方式を採用した表示装置について、図17(A)を用いて説明する。基板2700上には、文字や画像などの情報を表示する画素部2701が設けられる。複数の駆動回路が設けられた基板を、矩形状に分断し、分断後の駆動回路(ドライバICとも表記する)2751は、基板2700上に実装される。図17(A)は複数のドライバIC2751、ドライバIC2751の先にFPC2750を実装する形態を示す。また、分割する大きさを画素部の信号線側の辺の長さとはほぼ同じにし、単数のドライバICの先にテープを実装してもよい。

10

【0427】

また、TAB方式を採用してもよく、その場合は、図17(B)で示すように複数のテープを貼り付けて、該テープにドライバICを実装すればよい。COG方式の場合と同様に、単数のテープに単数のドライバICを実装してもよく、この場合には、強度の問題から、ドライバICを固定する金属片等を一緒に貼り付けるとよい。

【0428】

これらの表示パネルに実装されるドライバICは、生産性を向上させる観点から、一辺が300mm乃至1000mm以上の矩形状の基板上に複数個作り込むとよい。

【0429】

20

つまり、基板上に駆動回路部と入出力端子を一つのユニットとする回路パターンを複数個形成し、最後に分割して取り出せばよい。ドライバICの長辺の長さは、画素部の一辺の長さや画素ピッチを考慮して、長辺が15mm乃至80mm、短辺が1mm乃至6mmの矩形状に形成してもよいし、画素領域の一辺、又は画素部の一辺と各駆動回路の一辺とを足した長さに形成してもよい。

【0430】

ドライバICのICチップに対する外形寸法の優位性は長辺の長さであり、長辺が15mm乃至80mmで形成されたドライバICを用いると、画素部に対応して実装するのに必要な数がICチップを用いる場合よりも少なく済み、製造上の歩留まりを向上させることができる。また、ガラス基板上にドライバICを形成すると、母体として用いる基板の形状に限定されないため生産性を損なうことがない。これは、円形のシリコンウエハからICチップを取り出す場合と比較すると、大きな優位点である。

30

【0431】

また、図16(B)のように走査線側駆動回路3702は基板上に一体形成される場合、画素部3701の外側の領域には、信号線側の駆動回路が形成されたドライバICが実装される。これらのドライバICは、信号線側の駆動回路である。RGBフルカラーに対応した画素領域を形成するためには、XGAクラスで信号線の本数が3072本必要であり、UXGAクラスでは4800本が必要となる。このような本数で形成された信号線は、画素部3701の端部で数ブロック毎に区分して引出線を形成し、ドライバICの出力端子のピッチに合わせて集められる。

40

【0432】

ドライバICは、基板上に形成された結晶性半導体により形成されることが好適であり、該結晶性半導体は連続発振のレーザビームを照射することで形成されることが好適である。従って、当該レーザビームを発生させる発振器としては、連続発振の固体レーザ又は気体レーザを用いることが好ましい。連続発振のレーザビームを用いると、結晶欠陥が少なく、大粒径の多結晶半導体層を得ることができる。このような半導体層を用いてトランジスタを作製すると、移動度や応答速度が良好なために高速駆動が可能で、従来よりも素子の動作周波数を向上させることができ、特性バラツキが少ないために高い信頼性を得ることができる。なお、さらなる動作周波数の向上を目的として、トランジスタのチャネル長方向とレーザビームの走査方向と一致させるとよい。これは、連続発振レーザビームに

50

よるレーザ結晶化工程では、トランジスタのチャンネル長方向とレーザビームの基板に対する走査方向とが概ね平行（好ましくは - 30 度以上 30 度以下）であるときに、最も高い移動度が得られるためである。なおチャンネル長方向とは、チャンネル形成領域において、電流が流れる方向、換言すると電荷が移動する方向と一致する。このように作製したトランジスタは、結晶粒がチャンネル方向に延在する多結晶半導体層によって構成される半導体層を有し、このことは結晶粒界が概ねチャンネル方向に沿って形成されていることを意味する。

【0433】

レーザ結晶化を行うには、レーザビームの大幅な絞り込みを行うことが好ましく、そのレーザビームの形状（ビームスポット）の幅は、ドライバICの短辺と同じ幅の1mm以上3mm以下程度とすることがよい。また、被照射体に対して、十分に且つ効率的なエネルギー密度を確保するために、レーザビームの照射領域は、線状であることが好ましい。但し、ここでいう線状とは、厳密な意味で線を意味しているのではなく、アスペクト比の大きい長方形もしくは長楕円形を意味する。例えば、アスペクト比が2以上（好ましくは10以上1000以下）のものを指す。このように、レーザビームの形状（ビームスポット）の幅をドライバICの短辺と同じ長さとするこ

10

【0434】

図17(A)、(B)のように走査線駆動回路及び信号線駆動回路の両方として、ドライバICを実装してもよい。その場合には、走査線側と信号線側で用いるドライバICの仕様を異なるものにするとよい。

20

【0435】

画素領域は、信号線と走査線が交差してマトリクスを形成し、各交差部に対応してトランジスタが配置される。本実施の形態は、画素領域に配置されるトランジスタとして、非晶質半導体又はセミアモルファス半導体をチャンネル部としたTFTを用いることを特徴とする。非晶質半導体は、プラズマCVD法やスパッタリング法等の方法により形成する。セミアモルファス半導体は、プラズマCVD法で300以下の温度で形成することが可能であり、例えば、外寸550mm×650mmの無アルカリガラス基板であっても、トランジスタを形成するのに必要な膜厚を短時間で形成できるという特徴を有する。このような製造技術の特徴は、大画面の表示装置を作製する上で有効である。また、セミアモルファスTFTは、SASでチャンネル形成領域を構成することにより $2\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 乃至 $10\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ の電界効果移動度を得ることができる。このように、システムオンパネル化を実現した表示パネルを作製することができる。

30

【0436】

半導体層をSASで形成したTFTを用いることにより、走査線側駆動回路も基板上に一体形成することができる。なお、半導体層をSASで形成したTFTを用いる場合には、走査線側駆動回路及び信号線側駆動回路の両方にドライバICを実装するとよい。

【0437】

その場合には、走査線側と信号線側で用いるドライバICの仕様を異なるものにすることが好適である。例えば、走査線側のドライバICを構成するトランジスタには30V程度の耐圧が要求されるものの、駆動周波数は100kHz以下であり、比較的高速動作は要求されない。従って、走査線側のドライバを構成するトランジスタのチャンネル長(L)は十分大きく設定することが好適である。一方、信号線側のドライバICのトランジスタには、12V程度の耐圧があれば十分であるが、駆動周波数は3Vにて65MHz程度であり、高速動作が要求される。そのため、ドライバを構成するトランジスタのチャンネル長などはマイクロルールで設定することが好適である。

40

【0438】

ドライバICの実装方法は、特に限定されるものではなく、COG方法やワイヤボンディング方法、或いはTAB方法を用いることができる。

【0439】

50

ドライバＩＣの厚さは、対向基板と同じ厚さとすることで、両者の高さはほぼ同じものとなり、表示装置全体としての薄型化に寄与する。また、それぞれの基板を同じ材質のもので作製することにより、この表示装置に温度変化が生じても熱応力が発生することなく、ＴＦＴで作製された回路の特性を損なうことはない。その他にも、本実施形態で示すようにＩＣチップよりも長尺のドライバＩＣで駆動回路を実装することにより、１つの画素領域に対して、実装されるドライバＩＣの個数を減らすことができる。

【０４４０】

以上のようにして、表示パネルに駆動回路を組み入れることができる。

【０４４１】

(実施の形態１３)

実施の形態６乃至１２によって作製される表示パネル（ＥＬ表示パネル、液晶表示パネル）において、半導体層を非晶質半導体、又はＳＡＳで形成し、走査線側の駆動回路を基板上に形成する例を示す。

【０４４２】

図２２は、 $1\text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ 乃至 $15\text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ の電界効果移動度が得られるＳＡＳを使ったｎチャネル型のＴＦＴで構成する走査線側駆動回路のブロック図を示している。

【０４４３】

図２２において８５００で示すブロックが１段分のサンプリングパルスを出力するパルス出力回路に相当し、シフトレジスタはｎ個のパルス出力回路により構成される。８５０１はバッファ回路であり、その先に画素８５０２が接続される。

【０４４４】

図２３は、パルス出力回路８５００の具体的な構成を示したものであり、ｎチャネル型のＴＦＴ８６０１、ＴＦＴ８６０２、ＴＦＴ８６０３、ＴＦＴ８６０４、ＴＦＴ８６０５、ＴＦＴ８６０６、ＴＦＴ８６０７、ＴＦＴ８６０８、ＴＦＴ８６０９、ＴＦＴ８６１０、ＴＦＴ８６１１、ＴＦＴ８６１２、ＴＦＴ８６１３で回路が構成されている。このとき、ＳＡＳを使ったｎチャネル型のＴＦＴの動作特性を考慮して、ＴＦＴのサイズを決定すれば良い。例えば、チャネル長を $8\text{ }\mu\text{m}$ とすると、チャネル幅は $10\text{ }\mu\text{m}$ 乃至 $80\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で設定することができる。

【０４４５】

また、バッファ回路８５０１の具体的な構成を図２４に示す。バッファ回路も同様にｎチャネル型のＴＦＴ８６２０、ＴＦＴ８６２１、ＴＦＴ８６２２、ＴＦＴ８６２３、ＴＦＴ８６２４、ＴＦＴ８６２５、ＴＦＴ８６２６、ＴＦＴ８６２７、ＴＦＴ８６２８、ＴＦＴ８６２９、ＴＦＴ８６３０、ＴＦＴ８６３１、ＴＦＴ８６３２、ＴＦＴ８６３３、ＴＦＴ８６３４、ＴＦＴ８６３５で構成されている。このとき、ＳＡＳを使ったｎチャネル型のＴＦＴの動作特性を考慮して、ＴＦＴのサイズを決定すれば良い。例えば、チャネル長を $10\text{ }\mu\text{m}$ とすると、チャネル幅は $10\text{ }\mu\text{m}$ 乃至 $1800\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で設定することとなる。

【０４４６】

このような回路を実現するには、ＴＦＴ相互を配線によって接続する必要がある。

【０４４７】

以上のようにして、表示パネルに駆動回路を組み入れることができる。

【０４４８】

(実施の形態１４)

本実施の形態について、図２８を用いて説明する。図２８は、本発明を適用して作製されるＴＦＴ基板２８００を用いてＥＬ表示モジュールを構成する一例を示している。図２８において、ＴＦＴ基板２８００上には、画素により構成された画素部が形成されている。

【０４４９】

図２８では、画素部の外側であって、駆動回路と画素との間に、画素に形成されたもの

と同様なTFT又はそのTFTのゲート電極層とソース電極層若しくはドレイン電極層の一方とを接続してダイオードと同様に動作させた保護回路部2801が備えられている。駆動回路2809は、単結晶半導体で形成されたドライバIC、ガラス基板上に多結晶半導体層で形成されたスティックドライバIC、若しくはSASで形成された駆動回路などが適用されている。

【0450】

TFT基板2800は、液滴吐出法で形成されたスペーサ2806a、スペーサ2806bを介して封止基板2820と固着されている。スペーサは、基板の厚さが薄い場合、また画素部の面積が大型化した場合にも、2枚の基板の間隔を一定に保つために設けておくことが好ましい。TFT2802、TFT2803とそれぞれ接続する発光素子2804、発光素子2805上であって、TFT基板2800と封止基板2820との間にある空隙には少なくとも可視領域の光に対して透光性を有する樹脂材料を充填して固体化しても良いし、無水化した窒素若しくは不活性気体を充填させても良い。

10

【0451】

図28では発光素子2804、発光素子2805を上方放射型(トップエミッション型)の構成とした場合を示し、図中に示す矢印の方向に光を放射する構成としている。各画素は、画素を赤色、緑色、青色として発光色を異ならせることで、多色表示を行うことができる。また、このとき封止基板2820側に各色に対応した着色層2807a、着色層2807b、着色層2807cを形成しておくことで、外部に放射される発光の色純度を高めることができる。また、画素を白色発光素子として着色層2807a、着色層2807b、着色層2807cと組み合わせても良い。

20

【0452】

外部回路である駆動回路2809は、外部回路基板2811の一端に設けられた走査線若しくは信号線接続端子と、配線基板2810で接続される。また、TFT基板2800に接して若しくは近接させて、熱を機器の外部へ伝えるために使われる、パイプ状の高効率な熱伝導デバイスであるヒートパイプ2813と放熱板2812を設け、放熱効果を高める構成としても良い。

【0453】

なお、図28では、トップエミッション型のEL表示モジュールとしたが、発光素子の構成や外部回路基板の配置を変えてボトムエミッション構造とすることもできるし、もちろん上面、下面両方から光が放射する両方放射構造としても良い。トップエミッション型の構成の場合、隔壁となる絶縁層を着色しブラックマトリクスとして用いてもよい。この隔壁は液滴吐出法により形成することができ、ポリイミドなどの樹脂材料に、顔料系の黒色樹脂やカーボンブラック等を混合させて形成すればよく、その積層でもよい。

30

【0454】

また、EL表示モジュールは、位相差板や偏光板を用いて、外部から入射する光の反射光を遮断するようにしてもよい。また上方放射型の表示装置ならば、隔壁となる絶縁層を着色しブラックマトリクスとして用いてもよい。この隔壁は液滴吐出法などによっても形成することができ、顔料系の黒色樹脂や、ポリイミドなどの樹脂材料に、カーボンブラック等を混合させてもよく、その積層でもよい。液滴吐出法によって、異なった材料を同領域に複数回吐出し、隔壁を形成してもよい。位相差板としては、 $\lambda/4$ 板又は $\lambda/2$ 板とを用い、光を制御できるように設計すればよい。構成としては、TFT素子基板側から順に、発光素子、封止基板(封止材)、位相差板($\lambda/4$ 板又は $\lambda/2$ 板)、偏光板という構成になり、発光素子から放射された光は、これらを通し偏光板側より外部に放射される。この位相差板や偏光板は光が放射される側に設置すればよく、両方放射される両方放射型の表示装置であれば両方に設置することもできる。また、偏光板の外側に反射防止膜を有していても良い。これにより、より高精細で精密な画像を表示することができる。

40

【0455】

TFT基板2800において、画素部が形成された側にシール材や接着性の樹脂を用いて樹脂フィルムを貼り付けて封止構造を形成してもよい。本実施の形態では、ガラス基板

50

を用いるガラス封止を示したが、樹脂による樹脂封止、プラスチックによるプラスチック封止、フィルムによるフィルム封止、など様々な封止方法を用いることができる。樹脂フィルムの表面には水蒸気の透過を防止するガスバリア膜を設けておくことが良い。フィルム封止構造とすることで、さらなる薄型化及び軽量化を図ることができる。

【0456】

本発明を適用して作製したTFT基板等を備えた表示装置は、工程が一部簡略化し、その製造においてスループットが向上する。さらに、製造における不良を防止することができ、歩留まりが向上する。したがって、量産性良く、信頼性の高い表示モジュールを製造することが可能になる。

【0457】

10

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0458】

(実施の形態15)

本実施の形態を図31(A)及び図31(B)を用いて説明する。図31(A)、図31(B)は、本発明を適用して作製されるTFT基板2600を用いて液晶表示モジュールを構成する一例を示している。

【0459】

図31(A)は液晶表示モジュールの一例であり、TFT基板2600と対向基板2601がシール材2602により固着され、その間に画素部2603と液晶層2604が設けられた表示領域を形成している。着色層2605はカラー表示を行う場合に必要であり、RGB方式の場合は、赤、緑、青の各色に対応した着色層が各画素に対応して設けられている。TFT基板2600の外側には偏光板2607、拡散板2613が配設されており、対向基板2601の外側には偏光板2606が配設されている。光源は冷陰極管2610と反射板2611により構成され、回路基板2612は、フレキシブル配線基板2609によりTFT基板2600と接続され、コントロール回路や電源回路などの外部回路が組み込まれている。また偏光板と、液晶層との間に位相差板を有した状態で積層してもよい。

20

【0460】

液晶表示モジュールには、TN(Twisted Nematic)モード、IPS(In-Plane-Switching)モード、FFS(Fringe Field Switching)モード、MVA(Multi-domain Vertical Alignment)モード、PVA(Patterned Vertical Alignment)モード、ASM(Axially Symmetric aligned Micro-cell)モード、OCB(Optical Compensated Birefringence)モード、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal)モード、AFLC(AntiFerroelectric Liquid Crystal)モードなどを用いることができる。

30

【0461】

図31(B)は図31(A)の液晶表示モジュールにOCBモードを適用した一例であり、FS-LCD(Field sequential-LCD)となっている。FS-LCDは、1フレーム期間に赤色発光と緑色発光と青色発光をそれぞれ行うものであり、時間分割を用いて画像を合成しカラー表示を行うことが可能である。また、各発光を発光ダイオードまたは冷陰極管等で行うので、カラーフィルタが不要である。よって、3原色のカラーフィルタを並べ、各色の表示領域を限定する必要がなく、どの領域でも3色全ての表示を行うことができる。一方、1フレーム期間に3色の発光を行うため、液晶の高速な応答が求められる。本発明の表示装置に、FS方式を用いたFLCモード、及びOCBモードを適用し、高性能で高画質な表示装置、また液晶テレビジョン装置を完成させることができる。

40

【0462】

50

OCBモードの液晶層は、いわゆるセル構造を有している。セル構造とは、液晶分子のプレチルト角がアクティブマトリクス基板と対向基板との基板間の中心面に対して対称の関係で配向された構造である。セル構造の配向状態は、基板間に電圧が印加されていない時はスプレイ配向となり、電圧を印加するとベンド配向に移行する。このベンド配向が白表示となる。さらに電圧を印加するとベンド配向の液晶分子が両基板と垂直に配向し、光が透過しない状態となる。なお、OCBモードにすると、従来のTNモードより約10倍速い高速応答性を実現できる。

【0463】

また、FS方式に対応するモードとして、高速動作が可能な強誘電性液晶(FLC: Ferroelectric Liquid Crystal)を用いたHV(Half V)-FLC、SS(Surface Stabilized)-FLCなども用いることができる。OCBモードは粘度の比較的低いネマチック液晶を用い、HV-FLC、SS-FLCには、強誘電相を有するスメクチック液晶を用いることができる。

10

【0464】

また、液晶表示モジュールの高速光学応答速度は、液晶表示モジュールのセルギャップを狭くすることで高速化する。また液晶材料の粘度を下げることで高速化できる。上記高速化は、TNモードの液晶表示モジュールの画素領域の画素ピッチが30 μ m以下の場合に、より効果的である。また、印加電圧を一瞬だけ高く(または低く)するオーバードライブ法により、より高速化が可能である。

【0465】

20

図31(B)の液晶表示モジュールは透過型の液晶表示モジュールを示しており、光源として赤色光源2910a、緑色光源2910b、青色光源2910cが設けられている。光源は赤色光源2910a、緑色光源2910b、青色光源2910cのそれぞれオンオフを制御するために、制御部2912が設置されている。制御部2912によって、各色の発光は制御され、液晶に光は入射し、時間分割を用いて画像を合成し、カラー表示が行われる。

【0466】

以上に示す液晶表示モジュールは、TFT基板2600の作製に本発明を適用することができる。また、本発明を適用して、TFT基板2600と画素部等を接続するための開口を形成することができる。したがって、一部工程を簡略化することができ、スループットが向上する。また、製造における不良を防止することができ、歩留まりが向上する。よって、量産性良く、信頼性の高い表示モジュールを製造することが可能になる。

30

【0467】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0468】

(実施の形態16)

本発明によって形成される表示装置によって、テレビジョン装置(単にテレビ、又はテレビジョン受信機ともよぶ)を完成させることができる。図21はテレビジョン装置の主要な構成を示すブロック図を示している。

40

【0469】

本実施の形態に係るテレビジョン装置を構成する表示パネルは、画素部9011、信号線側駆動回路9012、走査線側駆動回路9013で構成される。該表示パネルにおいて、信号線側駆動回路9012及び走査線側駆動回路9013は、図16(A)で示すように外付けの駆動回路としてもよいし、図17(A)に示すようにCOG方式により別途ドライバICとして実装してもよいし、図17(B)に示すようにTAB方式によりドライバICとして実装してもよい。また、図16(B)に示すように走査線側駆動回路をTFTで形成して基板上に画素部と一体形成してもよいし、図16(C)に示すように信号線側駆動回路及び走査線側駆動回路をTFTで形成して基板上に画素部と一体形成してもよい。図16、図17の詳細な説明は、上記実施の形態で説明したので、ここでは省略する

50

。

【0470】

図21において、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9014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9015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9016と、その映像信号をドライバICの入力仕様に換するためのコントロール回路9017などからなっている。コントロール回路9017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9018を設け、入力デジタル信号をm個に分割して供給する構成としても良い。

【0471】

チューナ9014で受信した信号のうち、音声信号は、音声信号増幅回路9019に送られ、その出力は音声信号処理回路9110を経てスピーカ9113に供給される。制御回路9111は受信局（受信周波数）や音量の制御情報を入力部9112から受け、チューナ9014や音声信号処理回路9110に信号を送出する。

【0472】

これらの表示モジュールを、図25(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。表示モジュールとして液晶表示モジュールを用いれば液晶テレビジョン装置、EL表示モジュールを用いればELテレビジョン装置、またプラズマテレビジョン、電子ペーパーなども作製することができる。図25(A)において、表示モジュールにより主画面2403が形成され、その他付属設備としてスピーカ部2409、操作スイッチなどが備えられている。このように、本発明によりテレビジョン装置を完成させることができる。

【0473】

図25(A)において、筐体2401に表示用パネル2402が組みこまれ、受信機2405により一般のテレビ放送の受信をはじめ、モデム2404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2401に組みこまれたスイッチ又は別体のリモコン装置2406により行うことが可能であり、このリモコン装置2406にも出力する情報を表示する表示部2407が設けられていても良い。

【0474】

また、テレビジョン装置にも、主画面2403の他にサブ画面2408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2403及びサブ画面2408を本発明の液晶表示用パネル又はEL表示用パネルで形成しても良いし、主画面2403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2403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。本発明を用いると、このような大面積基板を用いて、多くのTFTや電子部品を用いても、製造コストを抑えて、信頼性の高い表示装置を製造することができる。

【0475】

図25(B)は例えば20インチ～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2410、表示部2411、操作部であるリモコン装置2412、スピーカ部2413等を含む。本発明は、表示部2411の作製に適用される。図25(B)のテレビジョン装置は、壁かけ型となっており、設置するスペースを広く必要としない。

【0476】

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様々な用途に適用することができる。

【0477】

本発明を適用して、表示装置のＴＦＴと画素を接続する開口等を形成することができる。その結果、簡略化した工程とすることができ、表示装置の製造において、スループットを向上させることができる。

【０４７８】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【０４７９】

(実施の形態１７)

本発明に係る電子機器として、テレビジョン装置（単にテレビ、又はテレビジョン受信機ともよぶ）、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ等のカメラ、携帯電話装置（単に携帯電話機、携帯電話ともよぶ）、ＰＤＡ等の携帯情報端末機器、携帯型ゲーム機、コンピュータ用のモニタ、コンピュータ、カーオーディオ等の音響再生装置、家庭用ゲーム機等の記録媒体を備えた画像再生装置等が挙げられる。その具体例について、図２６を参照して説明する。

【０４８０】

図２６（Ａ）に示す携帯情報端末機器は、本体９２０１、表示部９２０２等を含んでいる。表示部９２０２は、本発明に係る表示装置を適用することができる。その結果、製造工程における不良を防止して歩留まりを向上させることができるため、携帯情報端末機器を量産性良く製造することができる。

【０４８１】

図２６（Ｂ）に示すデジタルビデオカメラは、本体９７００、表示部９７０１等を含んでいる。表示部９７０１は本発明に係る表示装置を適用することができる。その結果、製造工程における不良を防止して歩留まりを向上させることができるため、デジタルビデオカメラを量産性良く製造することができる。

【０４８２】

図２６（Ｃ）に示す携帯電話機は、本体９１０１、表示部９１０２等を含んでいる。表示部９１０２は、本発明に係る表示装置を適用することができる。その結果、製造工程における不良を防止して歩留まりを向上させることができるため、携帯電話機を量産性良く製造することができる。

【０４８３】

図２６（Ｄ）に示す携帯型のテレビジョン装置は、本体９３０１、表示部９３０２等を含んでいる。表示部９３０２は、本発明に係る表示装置を適用することができる。その結果、製造工程における不良を防止して歩留まりを向上させることができるため、携帯型のテレビジョン装置を量産性良く製造することができる。またテレビジョン装置としては、携帯電話機などの携帯端末に搭載する小型のものから、持ち運びをすることができる中型のもの、また、大型のもの（例えば４０インチ以上）まで、幅広いものに、本発明に係る表示装置を適用することができる。

【０４８４】

図２６（Ｅ）に示す携帯型のコンピュータは、本体９４０１、表示部９４０２等を含んでいる。表示部９４０２は、本発明に係る表示装置を適用することができる。その結果、製造工程における不良を防止して歩留まりを向上させることができるため、携帯型のコンピュータを量産性良く製造することができる。

【０４８５】

このように、本発明に係る表示装置を適用することで、電子機器を量産性良く製造することができる。また、信頼性の高い電子機器を製造することも可能になる。

【０４８６】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【実施例１】

【０４８７】

本実施例では、光吸収層として機能することができる導電層の応力の変化を観察した結果を示す。

【0488】

石英基板上に、スパッタリング法を用いて、膜種A、膜種B、膜種Cのいずれかの導電層を膜厚100nmで形成し、イオン注入法を用いて、導電層に対してI、II、IIIのいずれかのドーピング条件で不純物元素又は不活性元素を添加した試料1乃至試料9を作製した。試料1乃至試料9の膜種及びドーピング条件について、下記「表1」に示す。試料1は、膜種Aの導電層を形成し、該導電層に対してドーピング条件Iで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料2は膜種Aの導電層を形成し、ドーピング条件IIで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料3は膜種Aの導電層を形成し、ドーピング条件IIIで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料4は膜種Bの導電層を形成し、ドーピング条件Iで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料5は膜種Bの導電層を形成し、ドーピング条件IIで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料6は膜種Bの導電層を形成し、ドーピング条件IIIで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料7は膜種Cの導電層を形成し、ドーピング条件Iで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料8は膜種Cの導電層を形成し、ドーピング条件IIで不純物元素又は不活性元素を添加した。試料9は膜種Cの導電層を形成し、ドーピング条件IIIで不純物元素又は不活性元素を添加した。

【0489】

【表1】

試料 No.	膜種	ドーピング条件
1	A	I
2	A	II
3	A	III
4	B	I
5	B	II
6	B	III
7	C	I
8	C	II
9	C	III

【0490】

膜種Aは、タングステン(W)層を形成した。成膜条件は、タングステントargetを用い、成膜電力4.0kW、成膜圧力2.0Pa、アルゴン(Ar)ガス流量100sccm、基板裏面からの加熱Arガス流量10sccmとした。

【0491】

膜種Bは、モリブデン(Mo)層を形成した。成膜条件は、モリブデントargetを用い、成膜電力1.5kW、成膜圧力0.4Pa、Arガス流量30sccm、基板裏面からの加熱Arガス流量10sccmとした。

【0492】

膜種Cは、モリブデン(Mo)層を形成した。成膜条件は、モリブデントargetを用い、成膜電力1.5kW、成膜圧力0.8Pa、Arガス流量50sccm、基板裏面からの加熱Arガス流量10sccmとした。膜種A～Cの材料、成膜電力、成膜圧力を「表2」に示す。

【0493】

【表 2】

膜種	材料	成膜電力(kW)	成膜圧力(Pa)
A	W	4.0	2.0
B	Mo	1.5	0.4
C	Mo	1.5	0.8

【0494】

ドーブ条件Ⅰは、導電層に対して、不純物元素又は不活性元素としてアルゴン（Ar）を添加した。ドーブ条件は、ドーピングガスとしてArガスを用い、ガス流量30sccm、ビーム電流5 μ A/cm²、加速電圧15kV、ドーズ量 5.0×10^{14} atoms/cm²とした。

10

【0495】

ドーブ条件Ⅱは、導電層に対して、不純物元素又は不活性元素としてボロン（B）を添加した。ドーブ条件は、ドーピングガスとしてジボラン（B₂H₆）（ドーピングガスはB₂H₆を水素（H₂）で希釈しており、ドーピングガス中のB₂H₆の比率は5%）ガスを用い、ガス流量30sccm、高周波電源20W、加速電圧10kV、ドーズ量 2.0×10^{15} atoms/cm²とした。

20

【0496】

ドーブ条件Ⅲは、導電層に対して、不純物元素又は不活性元素としてリン（P）を添加した。ドーブ条件は、ドーピングガスとしてフォスフィン（PH₃）（ドーピングガスはPH₃を水素（H₂）で希釈しており、ドーピングガス中のPH₃の比率は5%）ガスを用い、ガス流量20sccm、高周波電源20W、加速電圧10kV、ドーズ量 1.0×10^{15} atoms/cm²とした。ドーブ条件Ⅰ～Ⅲの添加する元素、ドーズ量を「表3」に示す。

【0497】

【表 3】

ドーブ条件	元素	ドーズ量
I	Ar	5.0×10^{14}
II	B	2.0×10^{15}
III	P	1.0×10^{15}

30

【0498】

試料1乃至試料9について、導電層成膜後と不純物元素又は不活性元素添加後の応力を測定した結果を図36に示す。図36に示すグラフは、横軸は試料番号を示し、縦軸は応力（GPa）を示す。試料1乃至試料9において、導電層成膜後に測定した応力を三角印でプロットした。また、試料1乃至9において、不純物元素又は不活性元素添加後に測定した応力を丸印でプロットした。また、図36では、応力なしをゼロ、引っ張り応力を正（+；プラス）、圧縮応力を負（-；マイナス）とした。

40

【0499】

図36から明らかであるように、試料1乃至3、試料7乃至9は、導電層成膜後と比較して、不純物元素又は不活性元素添加後は応力が正からゼロに近づいているのがわかる。よって、不純物元素又は不活性元素を添加することで、引っ張り応力が小さくなったことがわかる。

【0500】

また、試料4乃至6は、導電層成膜後と比較して、不純物元素又は不活性元素添加後は応力がゼロから負に遠のいていることがわかる。よって、不純物元素又は不活性元素を添

50

加することで、圧縮応力が大きくなったことがわかる。つまり、不純物元素又は不活性元素を添加することで、より引っ張り応力が小さい方向になっていることがわかる。

【0501】

以上の結果から、導電層に不純物元素又は不活性元素を添加することで、導電層が有する引っ張り応力を小さくできることがわかった。

【図面の簡単な説明】

【0502】

【図1】本発明を説明する概念図。

【図2】本発明を説明する概念図。

【図3】本発明を説明する概念図。

【図4】本発明を説明する概念図。

【図5】本発明を説明する概念図。

【図6】本発明を説明する概念図。

【図7】本発明を説明する概念図。

【図8】本発明を説明する概念図。

【図9】本発明に係るレーザ加工装置を説明する図。

【図10】本発明に係るレーザ加工装置を説明する図。

【図11】本発明を説明する概念図。

【図12】本発明に係る半導体装置の作製方法の例を示す図。

【図13】本発明に係る半導体装置の作製方法の例を示す図。

【図14】本発明に係る半導体装置の作製方法の例を示す図。

【図15】本発明に係る半導体装置の作製方法の例を示す図。

【図16】本発明に係る表示装置の上面図。

【図17】本発明に係る表示装置の上面図。

【図18】本発明に係る表示装置の例を示す図。

【図19】本発明に係る表示装置の例を示す図。

【図20】本発明に係る表示装置の例を示す図。

【図21】本発明に係る電子機器の主要な構成を示すブロック図。

【図22】本発明に係る表示装置の回路構成の例を示す図。

【図23】本発明に係る表示装置の回路構成の例を示す図。

【図24】本発明に係る表示装置の回路構成の例を示す図。

【図25】本発明に係る電子機器の例を示す図。

【図26】本発明に係る電子機器の例を示す図。

【図27】本発明に係る表示装置の例を示す上面図及び断面図。

【図28】本発明に係る表示モジュールの構成例を示す図。

【図29】本発明に係る表示装置の例を示す上面図及び断面図。

【図30】本発明に係る表示装置の例を示す図。

【図31】本発明に係る表示装置の例を示す図。

【図32】本発明に係る表示装置の例を示す図。

【図33】本発明に適用できる発光素子の構成例を示す図。

【図34】本発明に適用できる発光素子の構成例を示す図。

【図35】本発明に適用できる発光素子の構成例を示す図。

【図36】導電層の応力変化を示す図。

【符号の説明】

【0503】

100 基板

102 絶縁層

104 光吸収層

105 非照射領域

106 レーザビーム

10

20

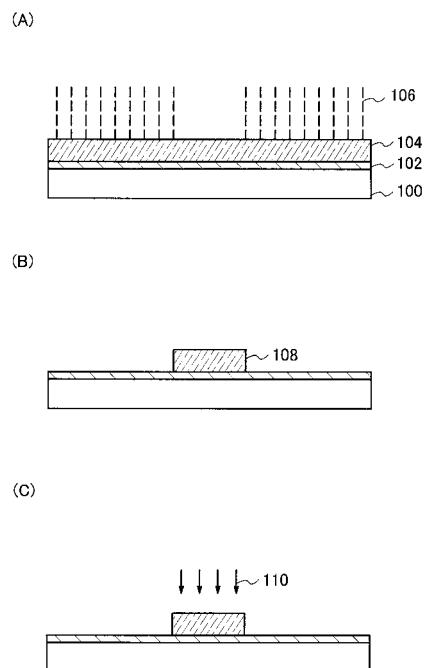
30

40

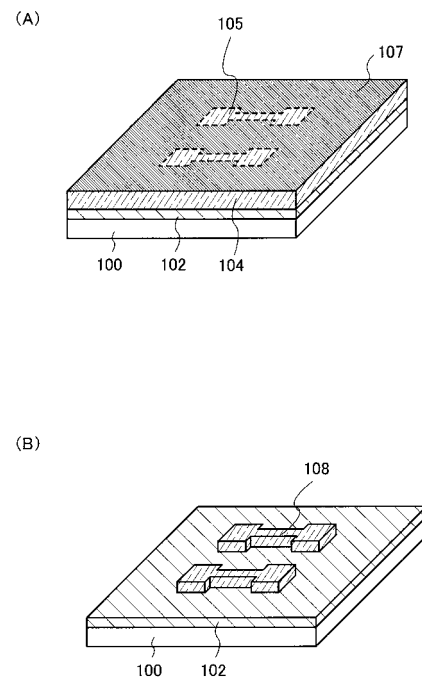
50

1 0 7	照射領域
1 0 8	光吸収層
1 1 0	不純物元素又は不活性元素
1 5 6	透光性を有する層
1 5 8	レーザビーム
1 6 0	透光性を有する層
1 6 2	光吸収層
1 6 4	不純物元素又は不活性元素

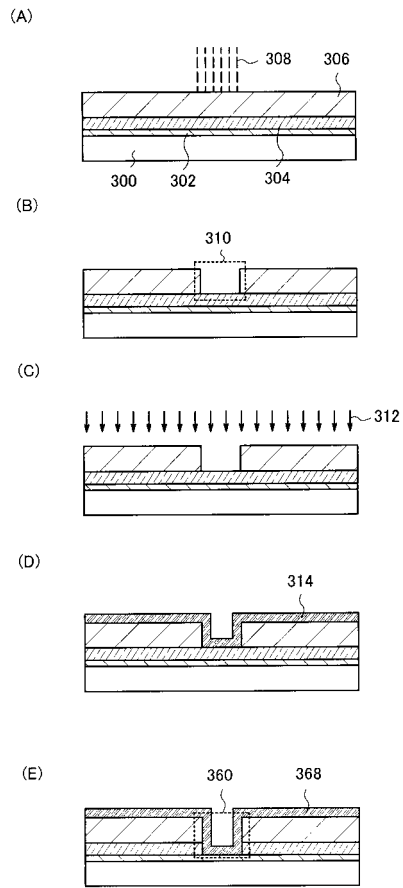
【図 1】



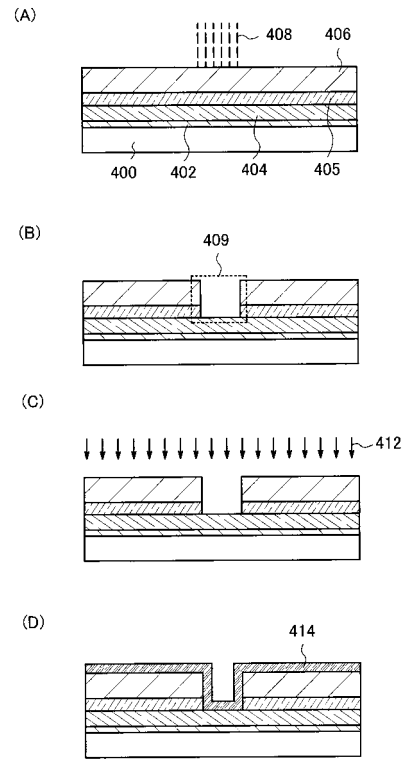
【図 2】



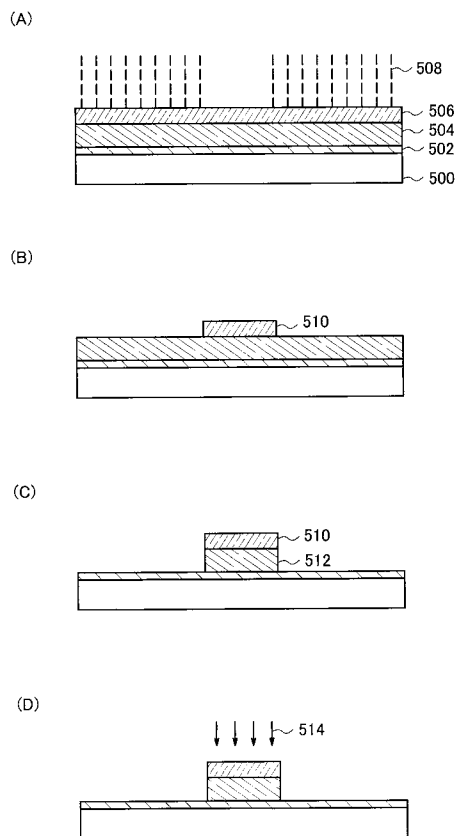
【図 3】



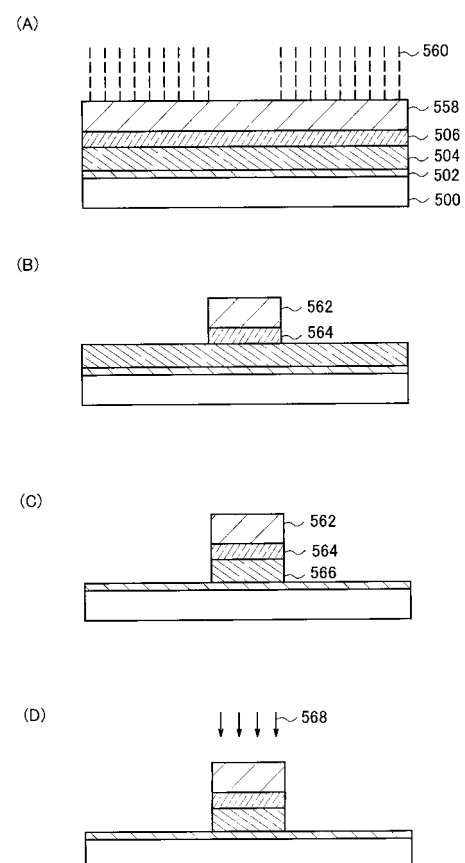
【図 4】



【図 5】

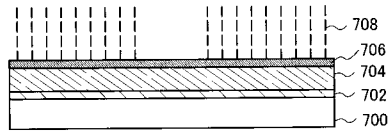


【図 6】

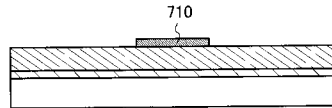


【図 7】

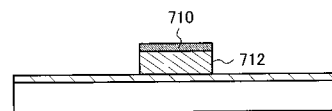
(A)



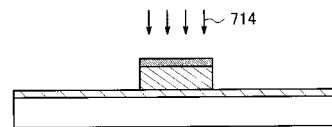
(B)



(C)

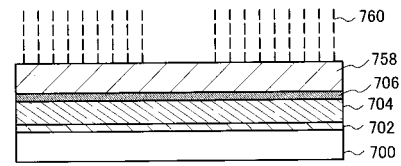


(D)

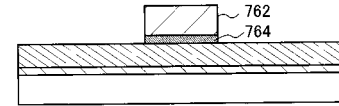


【図 8】

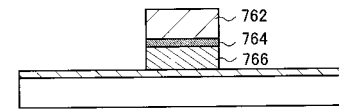
(A)



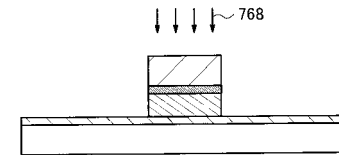
(B)



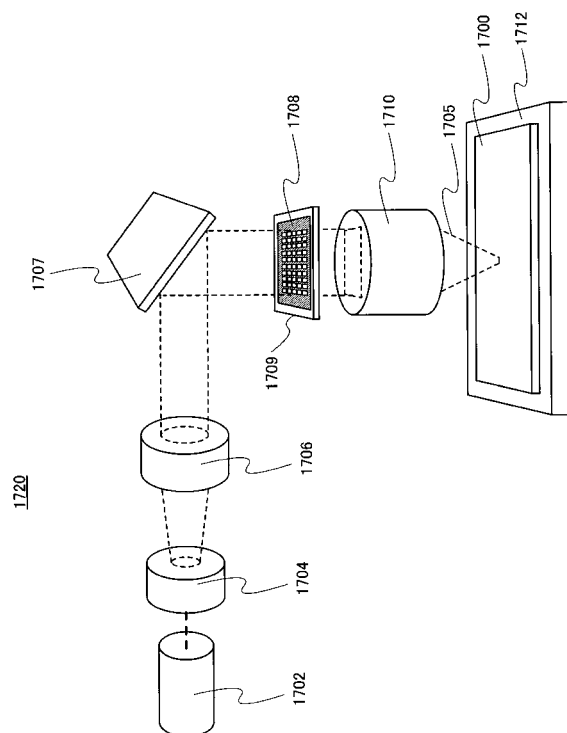
(C)



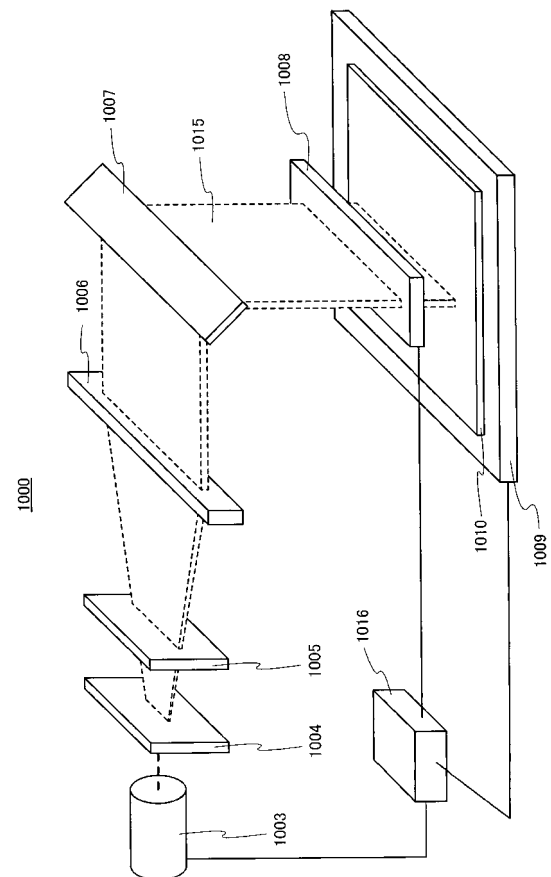
(D)



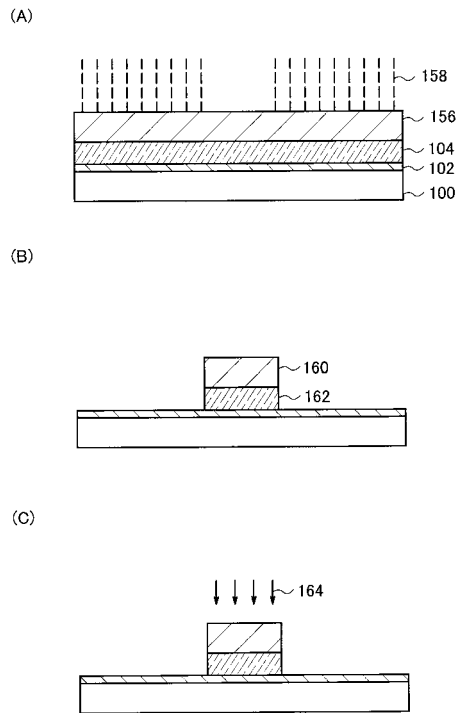
【図 9】



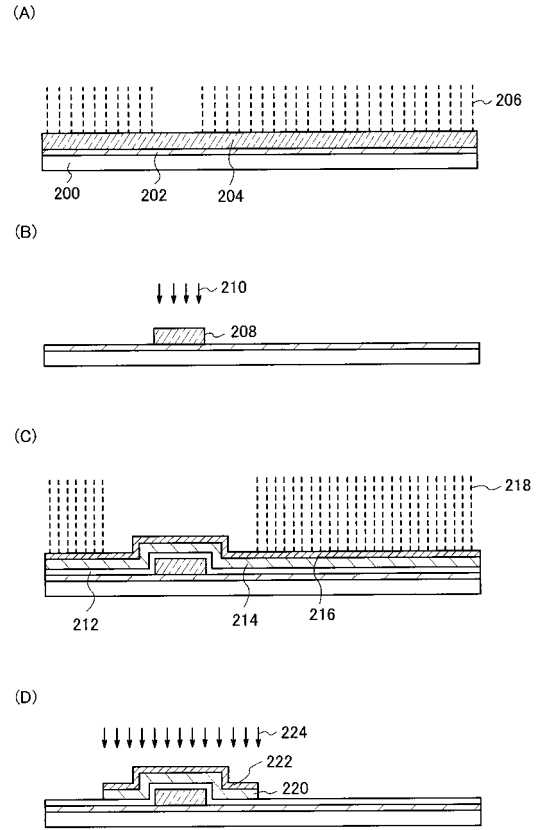
【図 10】



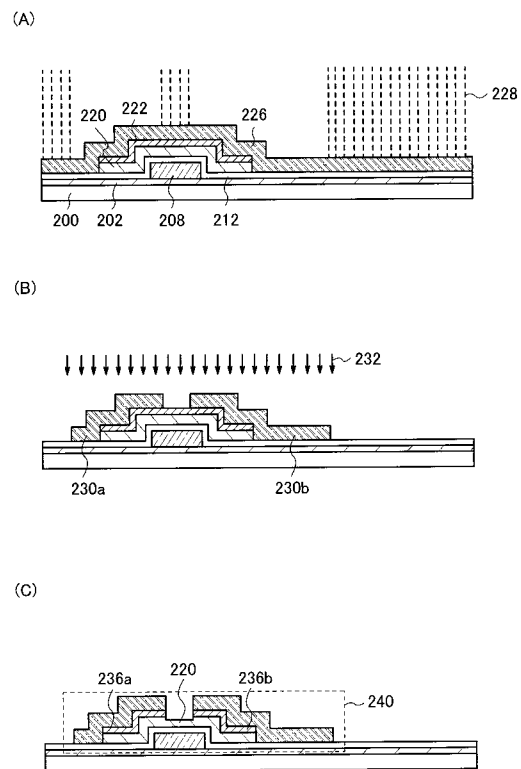
【図 1 1】



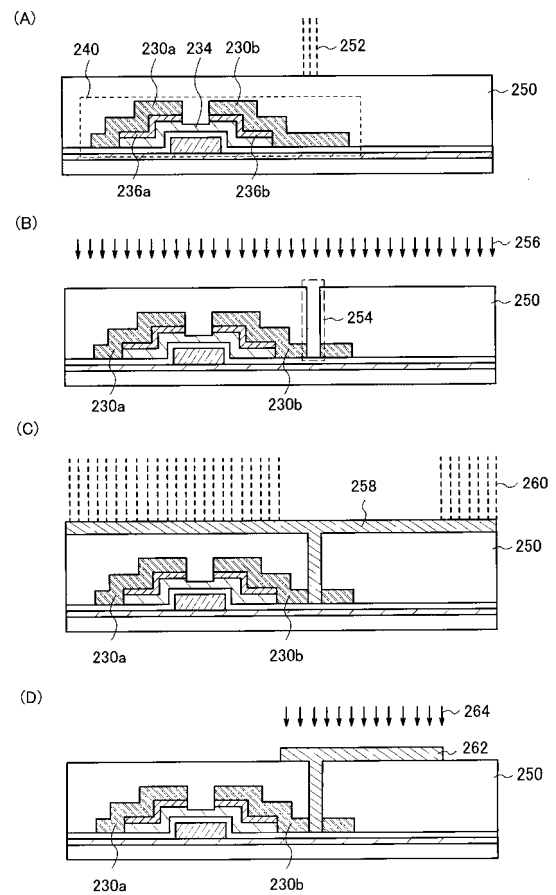
【図 1 2】



【図 1 3】

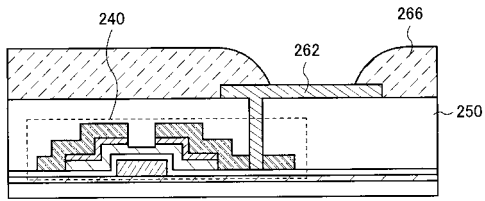


【図 1 4】

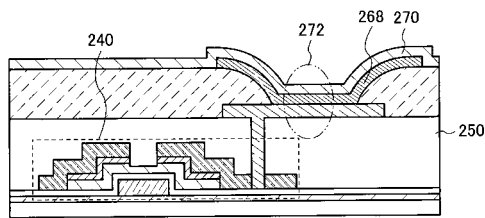


【図 15】

(A)

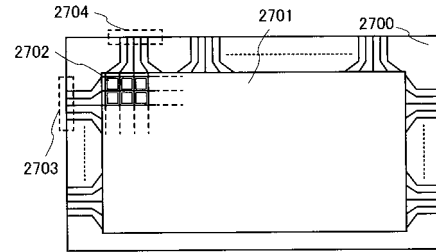


(B)

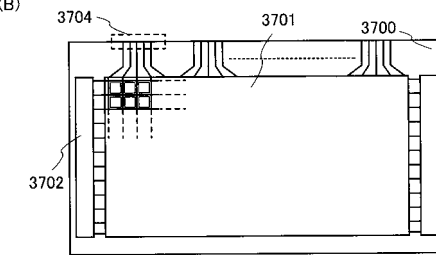


【図 16】

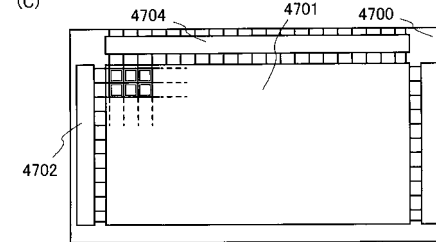
(A)



(B)

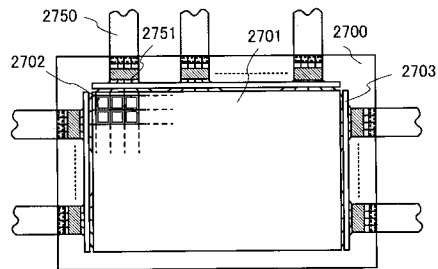


(C)

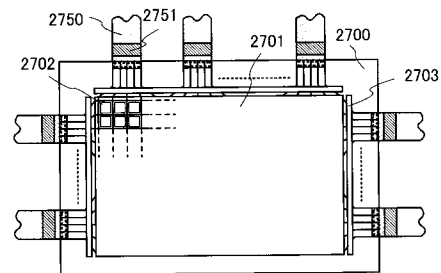


【図 17】

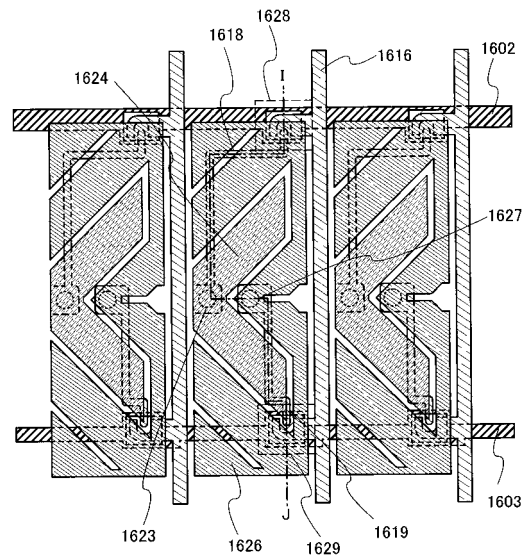
(A)



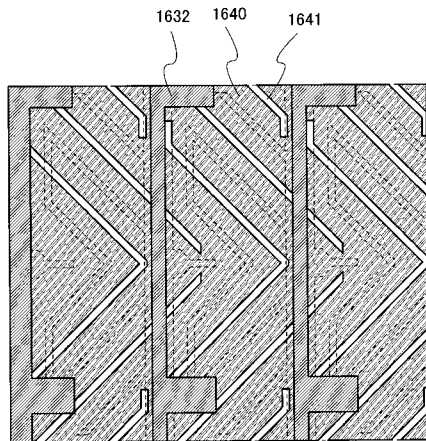
(B)



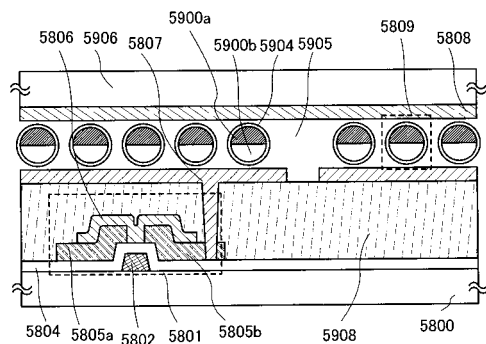
【図 18】



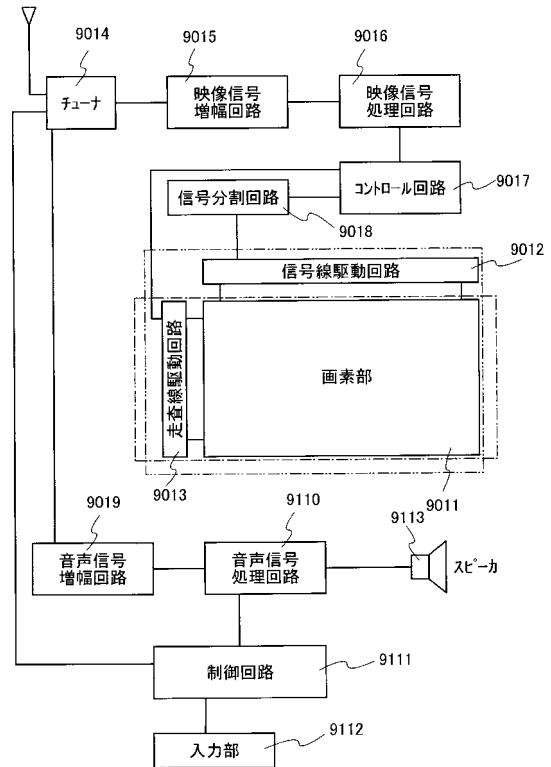
【図 19】



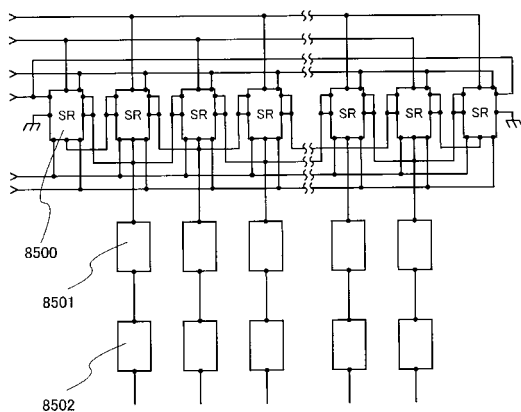
【図 20】



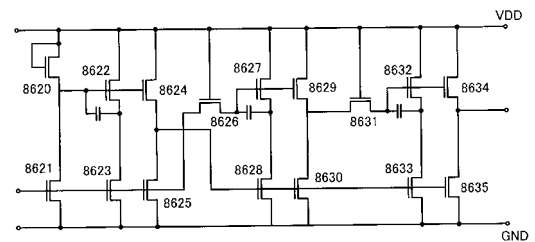
【図 21】



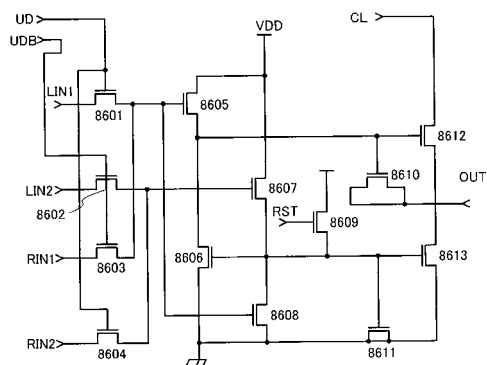
【図 22】



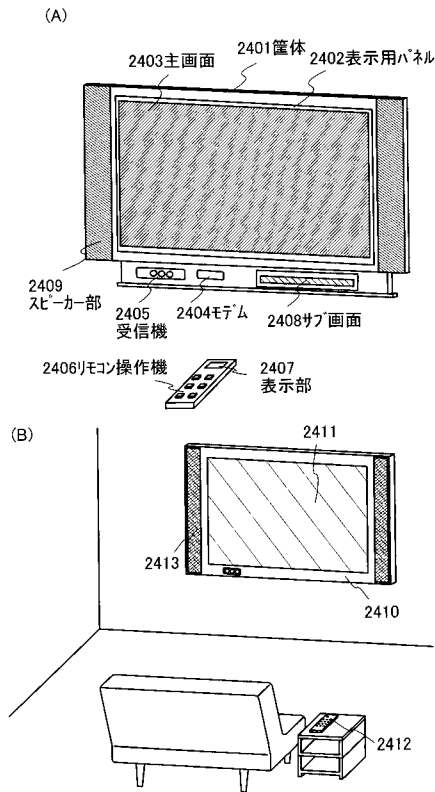
【図 24】



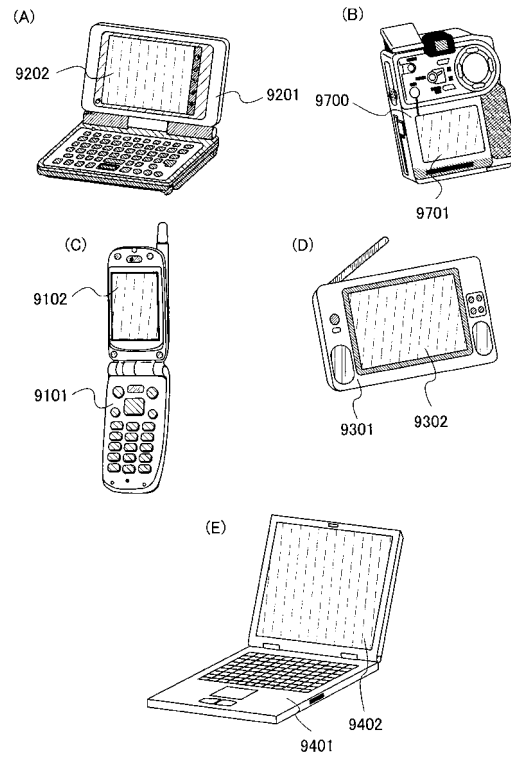
【図 23】



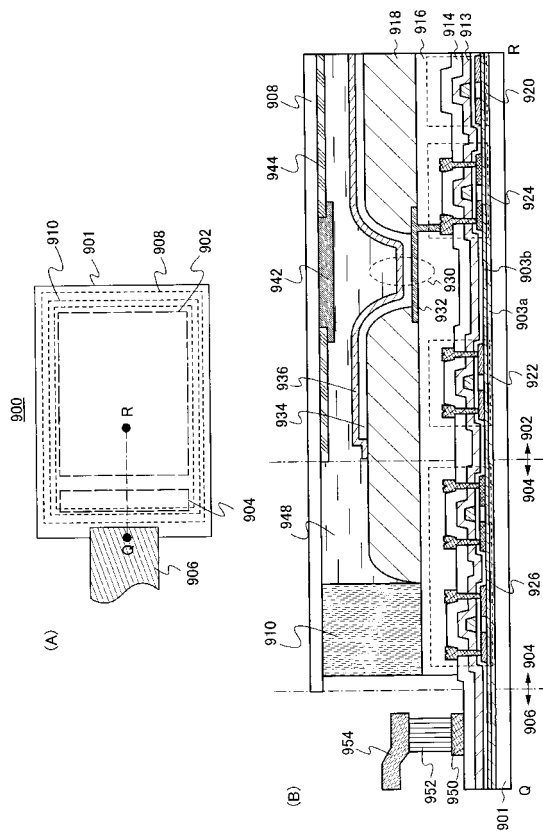
【図 25】



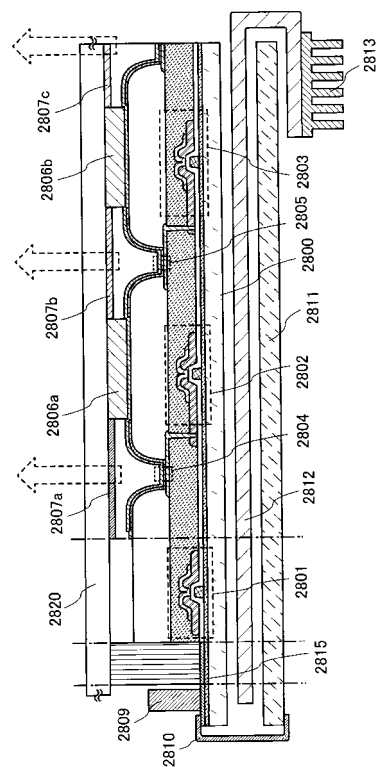
【図 26】



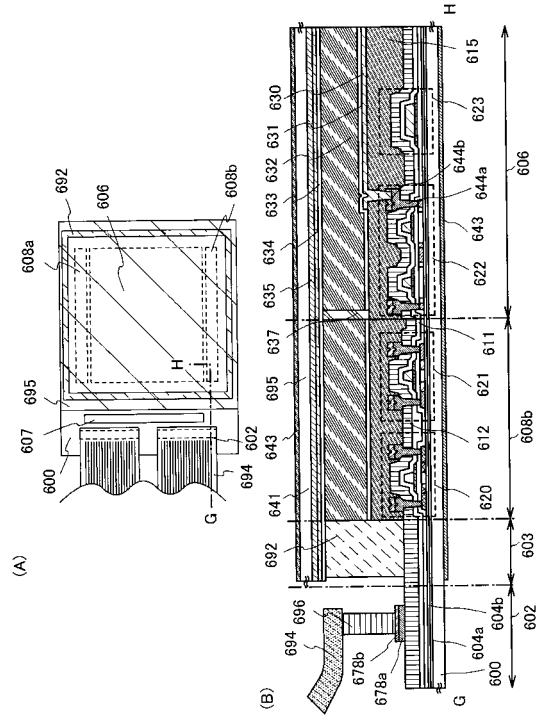
【図 27】



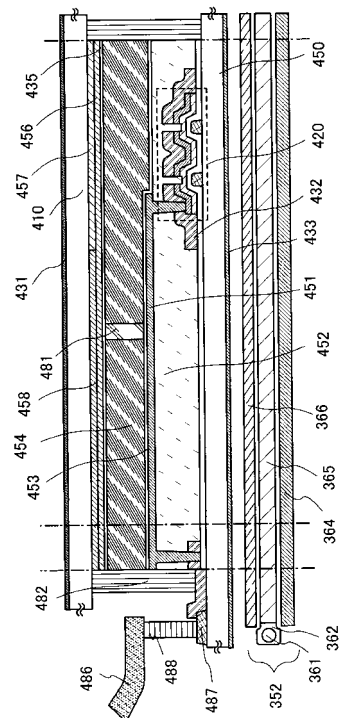
【図 28】



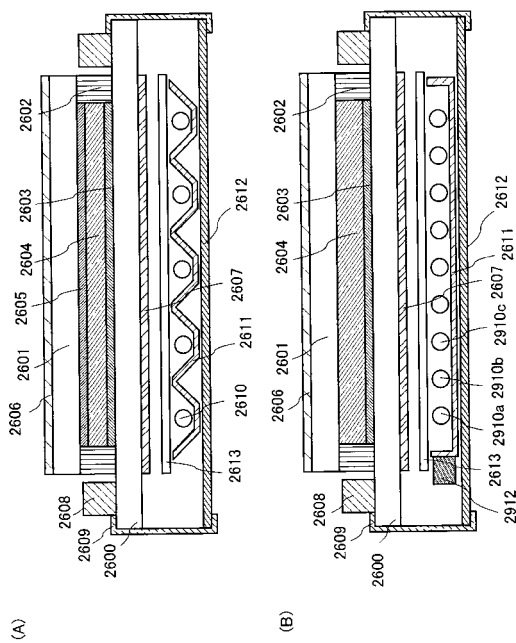
【図 29】



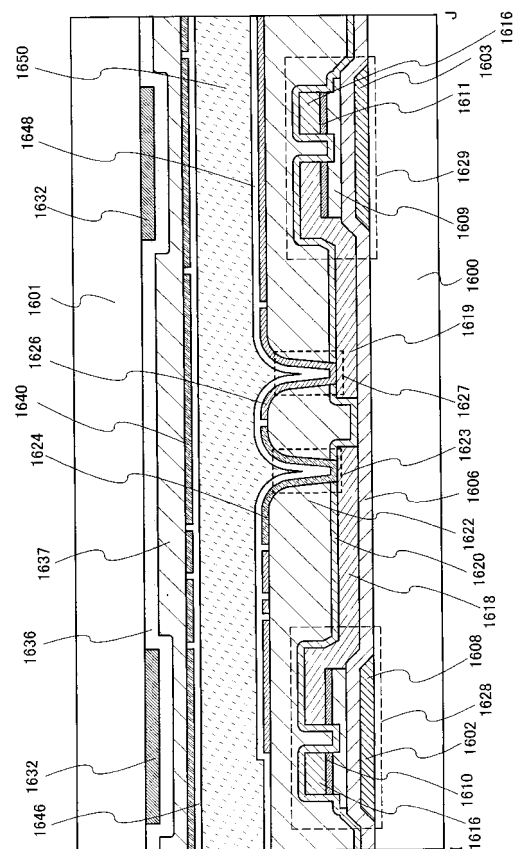
【図 30】



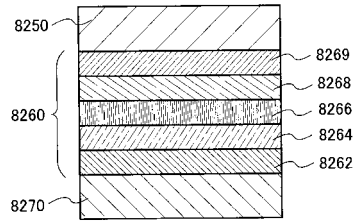
【図 31】



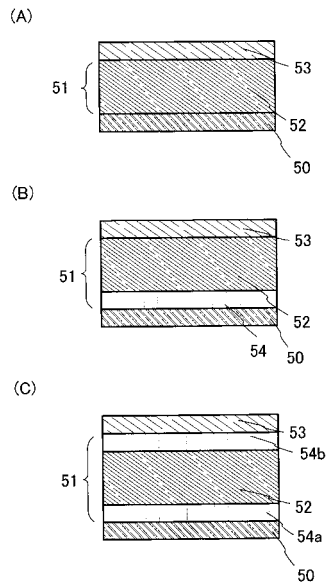
【図 32】



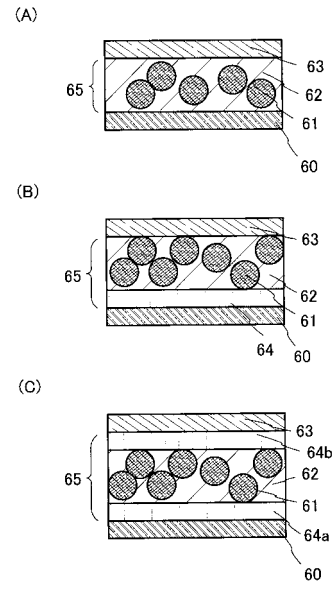
【図 3 3】



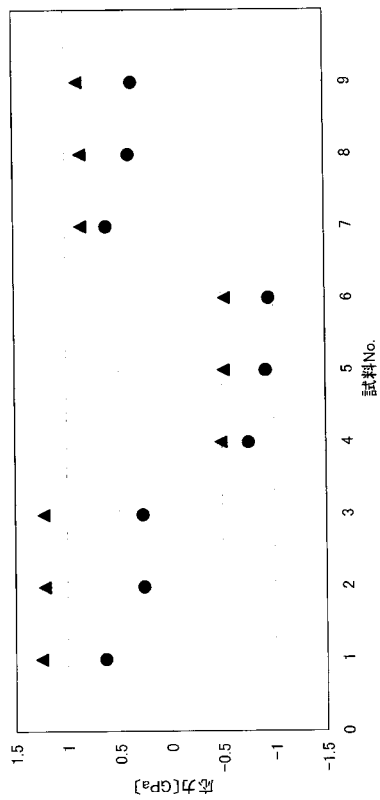
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 3 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-135289(JP,A)
特開平07-099335(JP,A)
特開平01-296623(JP,A)
特開2000-138203(JP,A)
特開平05-050272(JP,A)
特開平08-083779(JP,A)
特開昭63-084789(JP,A)
特開2000-133636(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/302
H01L 21/336
H01L 29/786
B23K 26/00-26/42