

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5604034号
(P5604034)

(45) 発行日 平成26年10月8日 (2014. 10. 8)

(24) 登録日 平成26年8月29日 (2014. 8. 29)

(51) Int. Cl.	F I
H O 5 B 33/10 (2006. 01)	H O 5 B 33/10
H O 1 L 21/312 (2006. 01)	H O 1 L 21/312 C
H O 1 L 51/50 (2006. 01)	H O 5 B 33/14 A

請求項の数 1 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2008-32526 (P2008-32526)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成20年2月14日 (2008. 2. 14)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2008-244447 (P2008-244447A)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008. 10. 9)	(72) 発明者	藤井 照幸
審査請求日	平成23年2月14日 (2011. 2. 14)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
審判番号	不服2013-20767 (P2013-20767/J1)		半導体エネルギー研究所内
審判請求日	平成25年10月25日 (2013. 10. 25)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-45146 (P2007-45146)	合議体	
(32) 優先日	平成19年2月26日 (2007. 2. 26)	審判長	松本 貢
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	審判官	恩田 春香
		審判官	加藤 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の電極を形成し、
 前記第 1 の電極上に、第 1 の有機溶媒中にシロキサン樹脂またはシロキサン系材料を有する懸濁液を用いて薄膜を形成し、
 前記薄膜に第 1 の加熱処理を施し、
 前記薄膜上にマスクを形成し、
 前記薄膜に第 2 の加熱処理を施し、
 第 2 の有機溶媒を用いて前記薄膜をウェットエッチングすることで、前記第 1 の電極の一部を露出させ、
 前記薄膜に第 3 の加熱処理を施し、
 前記第 1 の電極及び前記薄膜上に電界発光層を形成し、
 前記電界発光層上に第 2 の電極を形成する発光装置の作製方法であって、
 前記第 1 の有機溶媒は、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、及び、3 - メトキシ - 3 - メチル - 1 - ブタノールを有し、
 前記マスクは、ノボラックを有し、
 前記第 2 の有機溶媒は、2 - ブタノールを有し、
 前記第 2 の加熱処理は、1 3 0 以上 1 4 0 以下の温度で施すことを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は所望の形状に加工された絶縁膜の作製方法に関する。また本発明は、該絶縁膜を層間に用いた半導体装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子または配線間に設けられる絶縁膜は、誘電率の低さのみならず、その表面に平坦性を有することが、該絶縁膜上に形成された各種膜のリソグラフィやエッチングを均一に行うため、または絶縁膜の段差における各種膜の被覆性を向上させるために重要である。表面の平坦性という点においては、CVD法よりも塗布法(SOD: Spin On Deposition)の方が、より質の高い絶縁膜を容易に形成することができる。特にシロキサン樹脂を用い、塗布法で形成した絶縁膜は、その平坦性の高さもさることながら、誘電率が低く、耐熱性に優れているという特性を有するため、集積回路の絶縁膜として広く用いられている。

10

【0003】

シロキサン樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン樹脂は高い耐薬品性を有するため、所望の形状に加工(パターニング)する際にウェットエッチングは適さず、ドライエッチングによる加工が主流である。下記特許文献1には、ドライエッチングによるシロキサン樹脂のパターニングについて記載されている。

20

【0004】

また近年では、本来は非感光性であるシロキサン樹脂に、分子設計によって感光性を付与する技術について研究がなされている。感光性を有するシロキサン樹脂の登場により、リソグラフィ法を用いてシロキサン樹脂をパターニングすることが可能になる。下記特許文献2には、感光性を有するシロキサン樹脂について記載されている。

【特許文献1】特開平7-133350号公報

【特許文献2】特開2007-17481号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

しかしシロキサン樹脂で形成された絶縁膜をドライエッチングでパターニングすると、断面のテーパー角が大きくなりやすい。テーパー角が大きいと、シロキサン樹脂で形成された絶縁膜の端部において、絶縁膜に接するように形成された配線や各種膜が極端に薄くなる、あるいは切断されるなどの問題が生じやすい。

【0006】

特に発光素子の1つであるOLED(Organic Light Emitting Diode)は、絶縁膜の平坦性にとってもシビアな素子である。一般的に発光素子は、一対の電極と、該電極間に設けられた、電場を加えることで発生するルミネッセンス(Electroluminescence)が得られる電界発光材料を含む層(以下、電界発光層と記す)とを有している。絶縁膜に十分高い平坦性が確保されていないと、該絶縁膜上に形成される発光素子の電極に凹凸が生じ、さらにその電極上に形成される電界発光層が部分的に極端に薄くなる、もしくは段切れを起こすなどの問題が生じやすい。そして電界発光層の極端に薄い部分は電界発光材料の劣化が促進されやすいため、発光素子の信頼性を低くする一因となる。また電界発光層が段切れを起こした部分では一対の電極がショートするため、発光素子が発光しない、或いはショートした部分の近傍から電界発光材料の劣化が促進されやすく、いずれも発光素子の信頼性を低くする一因となる。

40

【0007】

またシロキサン樹脂で形成された絶縁膜をドライエッチングでパターニングすると、エッチングの際に発生するプラズマにより、シロキサン樹脂で形成された絶縁膜の表面にOH基が生成されやすくなるという問題もある。OH基が増加すると絶縁膜の吸湿性が高まり

50

、絶縁膜中の水分が半導体素子の信頼性に悪影響を与える恐れが生じる。特に上述した発光素子に用いられる電界発光材料は水分により劣化が促進されるため、絶縁膜中の吸湿性の高さは半導体装置の信頼性を左右する大きな問題である。

【0008】

一方、感光性を有するシロキサン樹脂を用いる場合、リソグラフィ法を用いてパターンニングするのでドライエッチングの際に生じる上記問題は回避できる。しかし、感光性を有するシロキサン樹脂は種々の用途に向けて開発途上の段階であり、いまだ安価な製品は市場に普及していないのが現状である。

【0009】

本発明は上記問題に鑑み、従来から使用されている非感光性のシロキサン樹脂を用いて、ウェットエッチング法で所望の形状に形成された絶縁膜を形成することができる、絶縁膜の作製方法の提供を課題とする。また本発明は、上記作製方法を用いた半導体装置の作製方法の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者は、シロキサン樹脂で絶縁膜を形成した後ではなく、シロキサン樹脂で絶縁膜を形成する過程において、有機溶媒を用いたウェットエッチングが可能であることを見いだした。本発明では、シロキサン樹脂またはシロキサン樹脂の前駆体であるシロキサン系材料を含む薄膜を焼成し、絶縁膜として完成させる前の段階において、有機溶媒で該薄膜をウェットエッチングする。

【0011】

具体的に本発明では、シロキサン樹脂の絶縁膜を形成する過程において、少なくとも2回の加熱処理が行われる。有機溶媒によるウェットエッチングは、該2回の加熱処理の間に行う。1回目の加熱処理（ベーク）は、シロキサン樹脂またはシロキサン樹脂の前駆体であるシロキサン系材料を含む懸濁液で薄膜を形成した後に行う。このベークにより、該薄膜中のシロキサン系材料がゲル化する、もしくは該薄膜中に含まれる有機溶媒が一部揮発することで、ウェットエッチングが可能な程度に該薄膜が固められる。そしてベークにより固められた薄膜は、有機溶媒によるウェットエッチングで所望の形状に加工される。2回目の加熱処理（キュア）は、ウェットエッチングの後に行われる。キュアにより、該薄膜中においてゲル化したシロキサン系材料が重合する、または該薄膜中に含まれる有機溶媒がさらに揮発することで、所望のパターンを有するシロキサン樹脂の絶縁膜が形成される。

【0012】

上記エッチングに用いられる有機溶媒は、炭素数が3から5の中級アルコール、例えばブタノール、プロパノールなどが好ましい。上記アルコールをエッチャントとして用いることで、ベークにより固まった薄膜をウェットエッチングする際に、エッチングに適したエッチングレートと、マスクに対する高い選択比とを確保することができる。また上記有機溶媒をエッチャントとして用いることで、フッ酸などの無機材料のエッチャントを用いた場合とは異なり、絶縁膜の下層に設けられた配線、電極などの導電膜の表面が荒れるのを抑えることができ、また取り扱いの危険度も低くすることができる。

【0013】

ベークの処理温度は、選択的なウェットエッチングができる程度に、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を有する薄膜を固めることができる温度範囲で設定する。具体的には、所望のエッチングレートを確保できる程度に高く、薄膜を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より低くなるように設定する。

【0014】

またキュアの処理温度は、薄膜に含まれるシロキサン系材料が重合する、もしくは薄膜に含まれる有機溶媒の揮発が促進される程度の範囲に設定する。具体的には、薄膜を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より高くなるように、キュアの温度を設定する。

【 0 0 1 5 】

なお選択的にウェットエッチングを行う際に用いるマスクは、リソグラフィ法で形成しても良いし、液滴吐出法または印刷法を用いて形成しても良い。なお液滴吐出法とは、所定の組成物を含む液滴を細孔から吐出または噴出することで所定のパターンを形成する方法を意味し、インクジェット法などがその範疇に含まれる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明の絶縁膜の作製方法では、ウェットエッチングを用いることができるので、パターンが形成された絶縁膜の端部におけるテーパ角を小さく抑えることができ、より平坦性の高い絶縁膜を形成することができる。そして本発明の絶縁膜の作製方法では、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜の吸湿性が高まるという問題が生じない。また従来の非感光性のシロキサン樹脂で絶縁膜を形成することができるので、安価な原材料を用いることができる。

10

【 0 0 1 7 】

また上記絶縁膜の作製方法を用いた本発明の半導体装置の作製方法では、絶縁膜の端部におけるテーパ角を小さく抑えることで、絶縁膜に接するように形成された配線や各種の膜が、絶縁膜の端部において極端に薄くなる、あるいは切断されるのを防ぐことができる。よって半導体装置の歩留まり、または信頼性を高めることができる。また発光素子を有する半導体装置の場合、絶縁膜の端部におけるテーパ角が小さくなることで、電界発光層が部分的に極端に薄くなる、もしくは段切れを起こすのを防ぐことができる。よって、発光素子の信頼性、延いては該発光素子を有する半導体装置の信頼性を高めることができる。

20

【 0 0 1 8 】

また上記絶縁膜の作製方法を用いた本発明の半導体装置の作製方法では、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜の吸湿性が高まるという問題が生じないため、絶縁膜中の水分が半導体素子の信頼性、延いては半導体装置の信頼性に悪影響を与えるのを防ぐことができる。そして発光素子を有する半導体装置の場合、絶縁膜中の吸湿性が抑えられることで発光素子の劣化を抑えることができるので、半導体装置の信頼性を高めることができる。

【 0 0 1 9 】

また上記絶縁膜の作製方法を用いた本発明の半導体装置の作製方法では、従来の非感光性のシロキサン樹脂で絶縁膜を形成することができるので、安価な原材料を用いることができ、よって半導体装置の作製にかかるコストを抑えることができる。

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態及び実施例の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【 0 0 2 1 】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、図 1、図 2 を用いて、リソグラフィ法を用いた本発明の絶縁膜の作製方法について説明する。まず図 1 (A) に示すように、シロキサン樹脂またはシロキサン樹脂の前駆体であるシロキサン系材料が分散した懸濁液を基板 2 0 0 上に塗布することで、薄膜 2 0 1 を形成する。シロキサン樹脂は、シリコン (Si) と酸素 (O) との結合で骨格構造が構成される材料である。置換基として、水素の他、フッ素、フルオロ基、有機基 (例えばアルキル基、芳香族炭化水素) のうち、少なくとも 1 種を有していても良い。

40

【 0 0 2 2 】

懸濁液の溶媒は、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を分散させることができる有機溶媒であることが望ましく、例えばプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート

50

(PGMEA)、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)、N-メチル-2-ピロリドン(NMP)などを用いることができる。本実施の形態では、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)及び3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)を用いる。懸濁液の塗布は、基板200上に懸濁液を滴下した後、基板200を高速回転するスピンコート法で行うことができる。またスピンコート法に限らず、スリットコート法、ディップコート法などを用いて懸濁液の塗布を行うようにしても良い。

【0023】

なお図1(A)では、基板200上に直接薄膜201を形成する場合を例示しているが、本発明はこの構成に限定されない。基板200上に絶縁膜の他、配線または電極を含む導電膜などの各種膜を形成した後、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を有する薄膜201を形成するようにしても良い。

10

【0024】

次に、薄膜201にプリベークと呼ばれる加熱処理を行い、薄膜201を固める。本実施の形態では、プリベークを行うことで、リソグラフィ法でマスクを形成する後の工程における作業性を向上させることができる。

【0025】

プリベークの温度は、薄膜201を作業しやすくなるよう固めることができる程度に高く、なおかつ薄膜201中の有機溶媒の沸点よりも低くするのが望ましい。本実施の形態では、90～100、30秒～60秒の条件でプリベークを行う。

20

【0026】

次に薄膜201とレジストとの密着性を高めるために、薄膜201を現像液にさらす。そして図1(B)に示すように、レジストを用いて薄膜201上にレジスト層202を形成する。本実施の形態では、ノボラック樹脂をレジストとして用いる。そしてレジスト層202に110～120、30秒～90秒の加熱処理(レジストのプリベーク)を施す。上記加熱処理により、表面に難溶化層を形成することでレジスト層202を固め、作業性を向上させることができる。

【0027】

次にレジスト層202を露光、現像することで、レジスト層202が部分的に取り除かれる。その結果、図1(C)に示すように、選択的に薄膜201上に設けられたマスク203が形成される。

30

【0028】

そして図2(A)に示すように、ベークと呼ばれる加熱処理を行って薄膜201をさらに固める。図2(A)では、ベーク後の薄膜201を、薄膜204として図示する。

【0029】

ここで、ベークの条件とエッチャントの種類別に、薄膜及びレジストのエッチングレート(nm/min)について調べた結果を、表1に示す。

【0030】

【表 1】

	エタノール		OK73シンナー		アセトン		2-ブタノール	
	レジスト	薄膜	レジスト	薄膜	レジスト	薄膜	レジスト	薄膜
加熱なし							2.284	100<
130℃ 0.5時間							0.114	16.115
135℃ 0.5時間	42.349	22.201	17.397	11.903	39.657	15.627	-0.068	13.028
140℃ 0.5時間	23.557	12.454	17.008	8.604	24.315	10.95	-0.03	4.58
150℃ 0.5時間	12.956	5.008	8.603	4.334	15.906	5.831	-0.088	2.716
160℃ 0.5時間	2.988	2.649	1.801	0.271	5.086	3.275	-0.058	1.33
180℃ 0.5時間	0.018	0.409	0.041	0.019	2.379	0.865		

※単位はnm/s

【0031】

いずれのサンプルも、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を有機溶媒に分散させた懸濁液を基板上に塗布して薄膜を形成した後、温度90、時間90秒の条件でプリベークを施して該薄膜を作業しやすい程度に固めている。次に、各温度条件に従って該サンプルにベークを行った後に、もしくはベークを行わずにプリベークした直後に、室温でウェットエッチングを行った。

【0032】

用いたシロキサン樹脂またはシロキサン系材料は東レ株式会社製のPSB-K31であり、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料が、溶媒である3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)中に、15wt%～25wt%の割合で含まれている。上記シロキサン系材料をさらに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)に分散させた。レジストにはノボラック樹脂を用いた。エッチャントには、エタノール、OK73シンナー(東京応化工業株式会社製)、アセトン、2-ブタノールを用いた。OK73シンナーは、プロピレングリコールモノメチルエーテル(PGME)と、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)とを、その重量比が7:3となるように含んでいる。

【0033】

ベークを行わない「加熱なし」のサンプル以外は、全て0.5時間(h)でベークが行われている。ベークの温度は、130、135、140、150、160、180とした。

【0034】

表1に示すように、エッチャントとしてエタノール、OK73シンナー、アセトンを用いたサンプルでは、ベークの条件に関わらず、薄膜のエッチングレートがレジストのエッチングレートよりも小さくなっている。しかし、エッチャントとして2-ブタノールを用いたサンプルでは、薄膜のエッチングレートがレジストのエッチングレートよりも大きくなっている。よって表1に示した結果から、上記有機溶媒の中で2-ブタノールが、シロキサン系材料を含む薄膜のエッチャントとして最も適していることが分かる。

【0035】

また2-ブタノールをエッチャントとして用いたサンプルでは、ベークの条件が135、140、150、160の場合にレジストのエッチングレートが負の値になっている。これは、レジストの膨潤に因るものと考えられるため、これらのサンプルではレジストのエッチングがなされていないと見なすことができる。上記サンプルのうち、特にベークの条件が135のサンプルが最も薄膜のエッチングレートが高く、ベークの温度が高くなるほど薄膜のエッチングレートが低くなっている。

10

20

30

40

50

【0036】

よって2-ブタノールをエッチャントとして用いたサンプルにのみ注目すると、ベークの温度が高すぎると、パターンの形成が可能な程度にエッチングレートの差を確保できるものの、薄膜のエッチングレートが低くなりすぎて、エッチングの条件としては適さないことがわかる。よってベークの温度は、懸濁液に用いられる有機溶媒の沸点よりも低い温度であることが望ましい。

【0037】

またベークの条件が130のサンプルと、加熱処理なしのサンプルとでは、レジストのエッチングレートが正の値になっている。特に加熱処理なしのサンプルでは、レジストのエッチングレートが2.284 nm/sと比較的高くなっている。さらに2-ブタノールでエッチングした加熱なしのサンプルでは、薄膜のエッチングレートが高すぎて正確な値を測定するのが困難であったため、実際には100 nm/sを超えるほどの速さで薄膜がエッチングされていると推測される。

10

【0038】

よって2-ブタノールをエッチャントとして用いたサンプルにのみ注目すると、ベークの温度が低すぎると、レジストのみならず薄膜のエッチングレートも高くなりすぎる。エッチングレートが高すぎると、ウェットエッチングしてからエッチャントを洗浄するまでに最低限必要な、装置間における基板の移動時間を確保することができなくなるため、エッチングの条件としては適さないことがわかる。よってベークの温度は、薄膜の膜厚に関わらず、エッチングが終了するまでの時間が30秒以上となる程度に薄膜が固まる温度に設定するのが好ましい。或いは、ベークの温度の下限を、溶媒の沸点よりも70低い温度とすることで、所望のエッチングレートを確保する程度に薄膜を固めることができる。

20

【0039】

従って、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を分散させる有機溶媒として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)及び3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)を用い、後のエッチングの工程において2-ブタノールをエッチャントとして用いる場合、薄膜のエッチングレートの高さ、及び、レジストと薄膜のエッチングレートの差を考慮すると、ベークは100～170程度とするのが望ましいと推測される。

【0040】

上述した実験結果に鑑み、本実施の形態では、ベークを130～140、0.5h～1hの条件で行う。

30

【0041】

ベークにより、後のウェットエッチングにおいて用いられる有機溶媒によって、マスク203が腐食もしくは溶解することを防ぐことができる。

【0042】

次に図2(B)に示すように、有機溶媒をエッチャントとして用い、薄膜204のウェットエッチングを行う。エッチャントとして用いる有機溶媒は、炭素数が3から5の中級アルコール、例えばブタノール、プロパノールなどが好ましい。上記アルコールをエッチャントとして用いることで、ベークにより固まった薄膜204をウェットエッチングする際に、エッチングに適したエッチングレートと、マスク203に対する高い選択比とを確保することができる。また上記有機溶媒をエッチャントとして用いることで、フッ酸などの無機材料のエッチャントを用いた場合とは異なり、薄膜204の下層に設けられた配線、電極などの導電膜の表面が荒れるのを抑えることができ、また取り扱いの危険度も低くすることができる。

40

【0043】

本実施の形態では、2-ブタノールをエッチャントとして用い、ウェットエッチングを行う。ウェットエッチングにより、所望の形状に加工(パターニング)された薄膜205を形成することができる。

【0044】

50

次にマスク 203 を除去する。マスク 203 を除去するための剥離液は、マスク 203 を選択的に除去できるものを用いる。例えばノボラック樹脂を用いてマスク 203 を形成する場合、2 - アミノエタノールとグリコールエーテルを含む剥離液を用いることができる。

【0045】

次に図 2 (C) に示すように、薄膜 205 にキュアと呼ばれる加熱処理を行う。キュアの処理温度は、薄膜 205 に含まれるシロキサン系材料が重合する、もしくは薄膜 205 に含まれる有機溶媒の揮発が促進される程度の範囲に設定する。具体的には、薄膜 201 を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より高くなるように、キュアの温度を設定する。

10

【0046】

本実施の形態では、300 ~ 350 、1 時間程度の条件でキュアを行う。キュアにより、薄膜 205 中においてシロキサン系材料が重合する、または該薄膜 205 中に含まれる有機溶媒がベークよりもさらに揮発することで、所望のパターンを有するシロキサン樹脂の絶縁膜 206 が形成される。

【0047】

上記作製方法により、絶縁膜 206 の端部におけるテーパ角を抑える、すなわち端部 207 における勾配をゆるやかにすることができる。そして上記絶縁膜の作製方法では、ドライエッチングのように、OH 基の増加によって絶縁膜の吸湿性が高まるという問題が生じない。また従来の非感光性のシロキサン樹脂で絶縁膜を形成することができるので、安価な原材料を用いることができる。

20

【0048】

また本実施の形態の作製方法では、薄膜を固めるためのベークが、有機溶媒によってマスク 203 が腐食もしくは溶解することを防ぐ、言い換えるとマスク 203 の耐有機溶媒性を高めるための加熱処理を兼ねることができる。

【0049】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0050】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、図 3、図 4 を用いて、本発明の絶縁膜の作製方法について説明する。まず図 3 (A) に示すように、実施の形態 1 と同様に、シロキサン樹脂またはシロキサン樹脂の前駆体であるシロキサン系材料が分散された懸濁液を基板 100 上に塗布することで、薄膜 101 を形成する。シロキサン樹脂は、シリコン (Si) と酸素 (O) との結合で骨格構造が構成される材料である。置換基として、水素の他、フッ素、フルオロ基、有機基 (例えばアルキル基、芳香族炭化水素) のうち、少なくとも 1 種を有していても良い。

30

【0051】

懸濁液の溶媒は、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を分散させることができる有機溶媒であることが望ましく、例えば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)、3 - メトキシ - 3 - メチル - 1 - ブタノール (MMB)、N - メチル - 2 - ピロリドン (NMP) などを用いることができる。本実施の形態では、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) 及び 3 - メトキシ - 3 - メチル - 1 - ブタノール (MMB) を用いる。懸濁液の塗布は、基板 100 上に懸濁液を滴下した後、基板 100 を高速回転するスピンコート法で行うことができる。またスピンコート法に限らず、スリットコート法、ディップコート法などを用いて懸濁液の塗布を行うようにしても良い。

40

【0052】

なお図 3 (A) では、基板 100 上に直接薄膜 101 を形成する場合を例示しているが、本発明はこの構成に限定されない。基板 100 上に絶縁膜の他、配線または電極を含む導電膜などの各種膜を形成した後、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を有する薄膜 1

50

01を形成するようにしても良い。

【0053】

次に、ベークを行う前に、薄膜101にプリベークと呼ばれる加熱処理を施しても良い。プリベークは作業性を向上させるために行う加熱処理である。例えば懸濁液で薄膜101を形成するための装置と、ベークを行うための装置とが切り離されて存在している場合などに、プリベークにより薄膜101を固めておくことで、作業の効率を高めることができる。

【0054】

プリベークの温度は、薄膜101を作業しやすくなるよう固めることができる程度に高く、なおかつ薄膜101中の有機溶媒の沸点よりも低くするのが望ましい。有機溶媒に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)及び3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)を用いた場合、例えば90～100、30秒～60秒の条件でプリベークを行えばよい。

【0055】

そして図3(B)に示すように、ベークと呼ばれる加熱処理を行って、薄膜101を固める。図3(B)では、ベーク後の薄膜101を、薄膜102として図示する。ベークは、選択的にウェットエッチングできる程度に薄膜101を固める温度範囲で設定する。具体的には、所望のエッチングレートを確認できる程度に高く、薄膜101を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より低くなるように設定するのが望ましい。本実施の形態では、ベークを130～140、0.5h～1hの条件で行う。

【0056】

次に図3(C)に示すように、ベークにより形成された薄膜102上に、マスク103を形成する。マスク103は、レジストを用いたリソグラフィ法で形成しても良いし、液滴吐出法または印刷法を用いて形成しても良い。

【0057】

なお本実施の形態では、ベークを行った後にマスク103を形成しているが、本発明はこの構成に限定されない。マスク103を形成した後に、ベークを行っても良い。

【0058】

またリソグラフィ法を用いる場合でも、液滴吐出法または印刷法を用いる場合でも、マスクを形成する過程において加熱処理が一回もしくは複数回行われる。本発明は、該加熱処理の一つがベークを兼ねていても良い。

【0059】

次に図4(A)に示すように、有機溶媒をエッチャントとして用い、薄膜102のウェットエッチングを行う。エッチャントとして用いる有機溶媒は、炭素数が3から5の中級アルコール、例えばブタノール、プロパノールなどが好ましい。上記アルコールをエッチャントとして用いることで、ベークにより固まった薄膜102をウェットエッチングする際に、エッチングに適したエッチングレートと、マスクに対する高い選択比とを確保することができる。また上記有機溶媒をエッチャントとして用いることで、フッ酸などの無機材料のエッチャントを用いた場合とは異なり、薄膜102の下層に設けられた配線、電極などの導電膜の表面が荒れるのを抑えることができ、また取り扱いの危険度も低くすることができる。

【0060】

本実施の形態では、2-ブタノールをエッチャントとして用い、ウェットエッチングを行う。ウェットエッチングにより、所望の形状に加工(パターニング)された薄膜104を形成することができる。

【0061】

次に図4(B)に示すように、マスク103を除去する。マスク103を除去するための剥離液は、マスク103を選択的に除去できるものを用いる。例えばノボラック樹脂を用いてマスク103を形成する場合、2-アミノエタノールとグリコールエーテルを含む剥離液を用いることができる。

【0062】

次に図4(C)に示すように、薄膜104にキュアと呼ばれる加熱処理を行う。キュアの処理温度は、薄膜104に含まれるシロキサン系材料が重合する、もしくは薄膜104に含まれる有機溶媒の揮発が促進される程度の範囲に設定する。具体的には、薄膜101を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より高くなるように、キュアの温度を設定する。

【0063】

本実施の形態では、300 ~ 350、1時間程度の条件でキュアを行う。キュアにより、薄膜104中においてシロキサン系材料が重合する、または該薄膜104中に含まれる有機溶媒がベークよりもさらに揮発することで、所望のパターンを有するシロキサン樹脂の絶縁膜105が形成される。

10

【0064】

上記作製方法により、絶縁膜105の端部におけるテーパ角を抑える、すなわち端部106における勾配をゆるやかにすることができる。そして上記絶縁膜の作製方法では、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜の吸湿性が高まるという問題が生じない。また従来の非感光性のシロキサン樹脂で絶縁膜を形成することができるので、安価な原材料を用いることができる。

【0065】

(実施の形態3)

【0066】

20

次に、本発明の半導体装置の具体的な作製方法について説明する。なお本実施の形態では、発光素子と、トランジスタとを同じ基板上に作製する場合を例に挙げて説明する。

【0067】

まず図5(A)に示すように、基板300上に絶縁膜301を形成する。基板300には、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、セラミック基板等を用いることができる。また、ステンレス基板を含む金属基板またはシリコン基板の表面に絶縁膜を形成したものをを用いても良い。プラスチック等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板は、一般的に上記基板と比較して耐熱温度が低い傾向にあるが、作製工程における処理温度に耐え得るのであれば用いることが可能である。

【0068】

30

絶縁膜301は基板300中に含まれるNaなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体膜中に拡散し、トランジスタなどの半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために設ける。よってアルカリ金属やアルカリ土類金属の半導体膜への拡散を抑えることができる酸化珪素や、窒化珪素、窒化酸化珪素などを用いて絶縁膜301を形成する。本実施の形態では、プラズマCVD法を用いて窒化酸化珪素膜を10 ~ 400 nm (好ましくは50 ~ 300 nm)の膜厚になるように形成した。

【0069】

なお絶縁膜301は単層であっても複数の絶縁膜を積層したものであっても良い。またガラス基板、ステンレス基板またはプラスチック基板のように、アルカリ金属やアルカリ土類金属が多少なりとも含まれている基板を用いる場合、不純物の拡散を防ぐという観点から基板と半導体膜との間に絶縁膜を設けることは有効である。しかし、石英基板など不純物の拡散がさして問題とならない場合は、必ずしも設ける必要はない。

40

【0070】

次に絶縁膜301上に、島状の半導体膜302、303を形成する。島状の半導体膜302、303の膜厚は25 ~ 100 nm (好ましくは30 ~ 60 nm)とする。なお島状の半導体膜302、303は、非晶質半導体であっても良いし、多結晶半導体であっても良い。また半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができる。シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は0.01 ~ 4.5 atomic %程度であることが好ましい。

【0071】

50

多結晶半導体を用いる場合、まず非晶質半導体を形成して、公知の結晶化方法を用いて該非晶質半導体を結晶化すれば良い。公知の結晶化方法としては、加熱器による加熱で結晶化を行なう方法、レーザ光の照射で結晶化を行なう方法、触媒金属を用いて結晶化を行なう方法、赤外光を用いて結晶化を行なう方法等が挙げられる。

【0072】

例えばレーザ光を用いて結晶化する場合、パルス発振型または連続発振型のエキシマレーザ、YAGレーザ、YVO₄レーザ等を用いれば良い。例えばYAGレーザを用いる場合は、半導体膜に吸収されやすい第2高調波の波長を用いるのが望ましい。そして発振周波数30～300kHz、エネルギー密度を300～600mJ/cm²（代表的には350～500mJ/cm²）とし、任意のポイントに数ショットずつ照射できるように走査速度を設定すると良い。

10

【0073】

次に、該島状の半導体膜302、303を用いてトランジスタを形成する。なお本実施の形態では、図5(B)に示すように、島状の半導体膜302、303を用いてトップゲート型のトランジスタ304、305を形成するが、トランジスタはトップゲート型に限定されず、例えばボトムゲート型であっても良い。

【0074】

具体的には、島状の半導体膜302、303を覆うようにゲート絶縁膜306を形成する。そして、ゲート絶縁膜306上に、所望の形状に加工（パターニング）された導電膜307、308を形成する。そして、導電膜307、308、あるいはレジストを成膜しパターニングしたものをマスクとして用い、島状の半導体膜302、303にn型またはp型を付与する不純物を添加し、ソース領域、ドレイン領域、さらにはLDD領域として機能する不純物領域等を形成する。なおここでは、トランジスタ304をn型、トランジスタ305をp型とする。

20

【0075】

なおゲート絶縁膜306には、例えば酸化珪素、窒化珪素または窒化酸化珪素等を用いることができる。また形成方法は、プラズマCVD法、スパッタ法などを用いることができる。例えば、酸化珪素を用いたゲート絶縁膜をプラズマCVD法で形成する場合、TEOS（Tetraethyl Orthosilicate）とO₂を混合したガスを用い、反応圧力40Pa、基板温度300～400℃、高周波（13.56MHz）電力密度0.5～0.8W/cm²とし、形成する。

30

【0076】

また窒化アルミニウムをゲート絶縁膜306として用いることができる。窒化アルミニウムは熱伝導率が比較的高く、トランジスタで発生した熱を効率的に発散させることができる。またアルミニウムの含まれない酸化珪素や酸化窒化珪素等を形成した後、窒化アルミニウムを積層したものをゲート絶縁膜として用いても良い。

【0077】

上記一連の工程によって、nチャネル型トランジスタ304と、発光素子に供給する電流を制御するpチャネル型トランジスタ305とを形成することができる。なおトランジスタの作製方法は、上述した工程に限定されない。液滴吐出法により所望の形状に加工された導電膜を作製しても良い。

40

【0078】

なお本実施の形態では薄膜トランジスタを例に挙げて説明しているが、本発明はこの構成に限定されない。薄膜トランジスタの他に、単結晶シリコンを用いて形成されたトランジスタ、SOIを用いて形成されたトランジスタなども用いることができる。また、有機半導体を用いたトランジスタであっても良いし、カーボンナノチューブを用いたトランジスタであってもよい。

【0079】

次に、トランジスタ304、305を覆うように、絶縁膜309を形成する。絶縁膜309は、珪素を含む酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素などの絶縁膜を用いることができ、

50

その厚さは100～200nm程度とする。

【0080】

次に、島状の半導体膜302、303に添加された不純物元素を活性化するために、熱処理を行なう。この工程はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法(RTA法)を用いることができる。例えば熱アニール法で活性化を行なう場合、窒素濃度が1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下の窒素雰囲気中で、400～700(好ましくは500～600)で行なう。さらに、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～450で1～12時間の熱処理を行い、島状の半導体膜を水素化する工程を行なう。この工程は、熱的に励起された水素によりダングリングボンドを終端する目的で行なわれる。水素化の他の手段として、プラズマ水素化(プラズマにより励起された水素を用いる)を行っても良い。また活性化処理は絶縁膜309を形成する前に行っても良い。

10

【0081】

次に図5(C)に示すように、絶縁膜309を覆うように、絶縁膜310と絶縁膜311を形成する。絶縁膜310として、有機樹脂膜、無機絶縁膜、シロキサン樹脂を含む絶縁膜等を用いることができる。本実施の形態では、ポリイミドを用いて絶縁膜を形成する。絶縁膜311は、水分や酸素などの発光素子の劣化を促進させる原因となる物質を、他の絶縁膜と比較して透過させにくい膜を用いる。代表的には、RFスパッタ法で形成された窒化珪素膜を用いるが、その他にもダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜や、窒化アルミニウム膜などを用いることができる。

20

【0082】

次いで、絶縁膜309、絶縁膜310及び絶縁膜311をエッチングし、開口部を形成する。そして、島状の半導体膜302、303と接続する導電膜312～315を形成する。

【0083】

次に、絶縁膜311及び導電膜312～315を覆うように、透光性を有する導電膜316を形成する。本実施の形態ではスパッタ法を用い、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(ITSO)で導電膜316を形成した。なおITSOの他、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化インジウム亜鉛(IZO)、ガリウムを添加した酸化亜鉛(GZO)など、ITSO以外の透光性酸化物導電材料を導電膜316に用いても良い。

30

【0084】

ITSOを用いる場合、ターゲットとしてITOに酸化珪素が2～10重量%含まれたものを用いることができる。具体的に本実施の形態では、 In_2O_3 と、 SnO_2 と、 SiO_2 とが85:10:5の重量%の割合で含むターゲットを用い、Arの流量を50sccm、 O_2 の流量を3sccm、スパッタ圧力を0.4Pa、スパッタ電力を1kW、成膜速度30nm/minとし、105nmの膜厚で、導電膜316を形成した。

【0085】

導電膜316を形成した後、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による拭浄などで研磨しておいても良い。

40

【0086】

次に、図6(A)に示すように、導電膜316をパターニングすることで、導電膜315に接続された陽極317を形成する。

【0087】

そして、絶縁膜311、導電膜312～315、陽極317を覆うように、シロキサン樹脂またはシロキサン樹脂の前駆体であるシロキサン系材料を有する薄膜318を形成する。薄膜318は、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料が分散した懸濁液を、導電膜312～315、陽極317を覆うように絶縁膜311上に塗布することで形成することができる。

【0088】

50

懸濁液の溶媒は、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を分散させることができる有機溶媒であることが望ましく、例えば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）、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール（MMB）、N-メチル-2-ピロリドン（NMP）などを用いることができる。本実施の形態では、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）及び3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール（MMB）を用いる。懸濁液の塗布は、絶縁膜311上に懸濁液を滴下した後、基板300を高速回転するスピンコート法で行うことができる。またスピンコート法に限らず、スリットコート法、ディップコート法などを用いて懸濁液の塗布を行うようにしても良い。

【0089】

次に薄膜318にプリベークと呼ばれる加熱処理を行い、薄膜318を固める。本実施の形態では、プリベークを行うことで、リソグラフィ法でマスクを形成する後の工程における作業性を向上させることができる。プリベークの温度は、薄膜318を作業しやすくなるよう固めることができる程度に高く、なおかつ薄膜318中の有機溶媒の沸点よりも低くするのが望ましい。本実施の形態では、90～100、30秒～60秒の条件でプリベークを行う。

【0090】

次に薄膜318とレジストとの密着性を高めるために、薄膜318を現像液にさらす。そして図6（B）に示すように、レジストを用いて薄膜318上にレジスト層319を形成する。本実施の形態では、ノボラック樹脂をレジストとして用いる。そしてレジスト層319に110～120、30秒～90秒の加熱処理（レジストのプリベーク）を施す。上記加熱処理により、表面に難溶化層を形成することでレジスト層319を固め、作業性を向上させることができる。

【0091】

次にレジスト層319を露光、現像することで、レジスト層319が部分的に取り除かれる。その結果、図7（A）に示すように、選択的に薄膜318上に設けられたマスク320が形成される。

【0092】

そして図7（B）に示すように、ベークと呼ばれる加熱処理を行って薄膜318をさらに固める。図7（B）では、ベーク後の薄膜318を、薄膜321として図示する。ベークは、選択的にウェットエッチングできる程度に、薄膜318を固める温度範囲で設定する。具体的には、所望のエッチングレートを確保できる程度に高く、薄膜318を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より低くなるように設定するのが望ましい。本実施の形態では、ベークを130～140、0.5h～1hの条件で行う。

【0093】

またベークにより、後のウェットエッチングにおいて用いられる有機溶媒によって、マスク320が腐食もしくは溶解することを防ぐことができる。

【0094】

次に図8（A）に示すように、有機溶媒をエッチャントとして用い、薄膜321のウェットエッチングを行う。エッチャントとして用いる有機溶媒は、炭素数が3から5の中級アルコール、例えばブタノール、プロパノールなどが好ましい。上記アルコールをエッチャントとして用いることで、ベークにより固まった薄膜321をウェットエッチングする際に、エッチングに適したエッチングレートと、マスク320に対する高い選択比とを確保することができる。また上記有機溶媒をエッチャントとして用いることで、フッ酸などの無機材料のエッチャントを用いた場合とは異なり、薄膜321の下層に設けられた配線、電極などの導電膜の表面が荒れるのを抑えることができ、また取り扱いの危険度も低くすることができる。

【0095】

本実施の形態では、2-ブタノールをエッチャントとして用い、ウェットエッチングを行う。ウェットエッチングにより、所望の形状に加工（パターニング）された薄膜322を

10

20

30

40

50

形成することができる。薄膜 3 2 2 の形成により、陽極 3 1 7 が部分的に露出される。

【 0 0 9 6 】

次にマスク 3 2 0 を除去する。マスク 3 2 0 を除去するための剥離液は、マスク 3 2 0 を選択的に除去できるものを用いる。例えばノボラック樹脂を用いてマスク 3 2 0 を形成する場合、2 - アミノエタノールとグリコールエーテルを含む剥離液を用いることができる。

【 0 0 9 7 】

次に図 8 (B) に示すように、薄膜 3 2 2 にキュアと呼ばれる加熱処理を行う。キュアの処理温度は、薄膜 3 2 2 に含まれるシロキサン系材料が重合する、もしくは薄膜 3 2 2 に含まれる有機溶媒の揮発が促進される程度の範囲に設定する。具体的には、薄膜 3 1 8 を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より高くなるように、キュアの温度を設定する。

【 0 0 9 8 】

本実施の形態では、3 0 0 ~ 3 5 0 、1 時間程度の条件でキュアを行う。キュアにより、薄膜 3 2 2 中においてシロキサン系材料が重合する、または該薄膜 3 2 2 中に含まれる有機溶媒がベークよりもさらに揮発することで、陽極 3 1 7 が露出するような開口部を有する、シロキサン樹脂の絶縁膜 3 2 3 が形成される。

【 0 0 9 9 】

次に本発明では、電界発光層 3 2 4 を形成する前に、絶縁膜 3 2 3 及び陽極 3 1 7 に吸着した水分や酸素等を除去するために、大気雰囲気下で加熱処理または真空雰囲気下で加熱処理（真空ベーク）を行なう。具体的には、基板の温度を 2 0 0 ~ 4 5 0 、好ましくは 2 5 0 ~ 3 0 0 で、0 . 5 ~ 2 0 時間程度、真空雰囲気下で加熱処理を行なう。望ましくは 4×10^{-5} Pa 以下とし、可能であるならば 4×10^{-6} Pa 以下とするのが最も望ましい。そして、真空雰囲気下で加熱処理を行なった後に電界発光層 3 2 4 を形成する場合、電界発光層 3 2 4 を形成する直前まで当該基板を真空雰囲気下に置いておくことで、信頼性をより高めることができる。また真空ベークの前または後に、陽極 3 1 7 に紫外線を照射してもよい。

【 0 1 0 0 】

次に図 9 に示すように、陽極 3 1 7 上に電界発光層 3 2 4 を形成する。電界発光層 3 2 4 は、単数または複数の層からなり、各層には有機材料のみならず無機材料が含まれていても良い。電界発光層 3 2 4 におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（リン光）とが含まれる。

【 0 1 0 1 】

次に、電界発光層 3 2 4 を覆うように陰極 3 2 5 を形成する。陰極 3 2 5 は、一般的に仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。具体的には、Li や Cs 等のアルカリ金属、および Mg 、 Ca 、 Sr 等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（Mg : Ag 、 Al : Li など）の他、Yb や Er 等の希土類金属を用いて形成することもできる。また、電子注入性の高い材料を含む層を陰極 3 2 5 に接するように形成することで、アルミニウムや、酸化物導電材料等を用いた、通常の導電膜も用いることができる。

【 0 1 0 2 】

陽極 3 1 7 、電界発光層 3 2 4 、陰極 3 2 5 は、絶縁膜 3 2 3 の開口部において重なり合っており、該重なり合っている部分が発光素子 3 2 6 に相当する。

【 0 1 0 3 】

なお発光素子 3 2 6 を形成したら、陰極 3 2 5 上に、絶縁膜を形成しても良い。該絶縁膜は絶縁膜 3 1 1 と同様に、水分や酸素などの発光素子の劣化を促進させる原因となる物質を、他の絶縁膜と比較して透過させにくい膜を用いる。代表的には、例えば DLC 膜、窒化炭素膜、RF スパッタ法で形成された窒化珪素膜等を用いるのが望ましい。また上述した水分や酸素などの物質を透過させにくい膜と、該膜に比べて水分や酸素などの物質を透

10

20

30

40

50

過させやすい膜とを積層させて、上記絶縁膜として用いることも可能である。

【0104】

なお図9では、発光素子326から発せられる光が基板300側に照射される構成を示しているが、光が基板300とは反対側に向かうような構造の発光素子としても良い。

【0105】

実際には図9まで完成したら、さらに外気に曝されないように気密性が高い保護フィルム（貼り合わせフィルム、紫外線硬化樹脂フィルム等）や透光性のカバー材でパッケージング（封入）することが好ましい。その際、カバー材の内部を不活性雰囲気とする、または内部に吸湿性材料（例えば酸化バリウム）を配置すると、発光素子の信頼性が向上する。

【0106】

なお本実施の形態では、マスク320をリソグラフィ法で形成する場合を例に挙げて説明したが、本発明はこの構成に限定されない。液滴吐出法、印刷法など、リソグラフィ法以外の方法を用いてマスク320を形成するようにしても良い。

【0107】

また本実施の形態では、実施の形態1と同様にマスク320を形成した後に薄膜のベークを行う場合を例に挙げて説明したが、本発明はこの構成に限定されない。実施の形態2のように、マスク320を形成する前に薄膜のベークを行うようにしてもよい。

【0108】

本発明では上記作製方法により、絶縁膜323の端部におけるテーパ角を抑える、すなわち端部207における勾配をゆるやかにすることができる。上記構成により、後に形成される電界発光層324や陰極のカバレッジを良好とすることができる。電界発光層324のカバレッジを良好とすることで、陽極317と陰極が電界発光層324に形成された穴においてショートするのを防ぎ、発光領域が減少するシュリンクとよばれる不良を低減させることができ、信頼性を高めることができる。

【0109】

そして上記半導体装置の作製方法では、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜323の吸湿性が高まるという問題が生じない。よって、絶縁膜中の水分が半導体素子の信頼性、延いては半導体装置の信頼性に悪影響を与えるのを防ぐことができる。そして発光素子を有する半導体装置の場合、絶縁膜中の吸湿性が抑えられることで発光素子の劣化を抑えることができるので、半導体装置の信頼性を高めることができる。

【0110】

また従来の非感光性のシロキサン樹脂で絶縁膜323を形成することができる。よって半導体装置の作製にかかるコストを抑えることができる。

【0111】

また本実施の形態の作製方法では、薄膜を固めるためのベークが、有機溶媒によってマスク320が腐食もしくは溶解することを防ぐ、言い換えるとマスク320の耐有機溶媒性を高めるための加熱処理を兼ねることができる。

【0112】

また本実施の形態では、発光素子326の隔壁として機能する絶縁膜323を、本発明の作製方法で形成したが、本発明はこの構成に限定されない。隔壁以外の絶縁膜、例えば絶縁膜310をシロキサン樹脂で形成する場合、絶縁膜310を本発明の作製方法で形成しても良い。この場合、絶縁膜310に形成される開口部の端部における勾配をなだらかにすることができる。よって、開口部の端部において導電膜312～315が極端に薄くなる、または段切れを起こすのを防ぐことができる。

【0113】

本実施の形態は、上記実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0114】

（実施の形態4）

次に、本発明の半導体装置の具体的な作製方法について説明する。なお本実施の形態では、トランジスタを半導体素子の一例として示すが、本発明の半導体装置に用いられる半導

10

20

30

40

50

体素子はこれに限定されない。例えばトランジスタの他に、記憶素子、ダイオード、抵抗、容量、インダクタなどを用いることができる。

【0115】

まず図10(A)に示すように、耐熱性を有する基板700上に、絶縁膜701、剥離層702、絶縁膜703と、半導体膜704とを順に形成する。絶縁膜701、剥離層702、絶縁膜703及び半導体膜704は連続して形成することが可能である。

【0116】

基板700として、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、セラミック基板等を用いることができる。また、ステンレス基板を含む金属基板、またはシリコン基板等の半導体基板を用いても良い。プラスチック等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板は、上記基板と比較して耐熱温度が一般的に低い傾向にあるが、作製工程における処理温度に耐え得るのであれば用いることが可能である。

【0117】

プラスチック基板として、ポリエチレンテレフタレート(PET)に代表されるポリエステル、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリカーボネート(PC)、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリスルホン(PSF)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリアリレート(PAR)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリイミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂などが挙げられる。

【0118】

なお本実施の形態では、剥離層702を基板700上の全面に設けているが本発明はこの構成に限定されない。例えばリソグラフィ法などを用いて、基板700上において剥離層702を部分的に形成する様にしても良い。

【0119】

絶縁膜701、絶縁膜703は、CVD法やスパッタリング法などを用いて、酸化珪素、窒化珪素(Si_xN_y 、 Si_3N_4 等)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)($x > y > 0$)、窒化酸化珪素($\text{Si}_x\text{N}_y\text{O}_z$)($x > y > 0$)等の絶縁性を有する材料を用いて形成する。

【0120】

絶縁膜701、絶縁膜703は、基板700中に含まれるNaなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が半導体膜704中に拡散し、トランジスタなどの半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために設ける。また絶縁膜703は、剥離層702に含まれる不純物元素が半導体膜704中に拡散するのを防ぎ、なおかつ後の半導体素子を剥離する工程において、半導体素子を保護する役目も有している。

【0121】

絶縁膜701、絶縁膜703は、単数の絶縁膜を用いたものであっても、複数の絶縁膜を積層して用いたものであっても良い。本実施の形態では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜、膜厚50nmの窒化酸化珪素膜、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜を順に積層して絶縁膜703を形成するが、各膜の材質、膜厚、積層数は、これに限定されるものではない。例えば、下層の酸化窒化珪素膜に代えて、膜厚0.5~3μmのシロキサン系樹脂をスピンコート法、スリットコート法、液滴吐出法、印刷法などによって形成しても良い。また、中層の窒化酸化珪素膜に代えて、窒化珪素膜(Si_xN_y 、 Si_3N_4 等)を用いてもよい。また、上層の酸化窒化珪素膜に代えて、酸化珪素膜を用いても良い。また、それぞれの膜厚は、0.05~3μmとするのが望ましく、その範囲から自由に選択することができる。

【0122】

或いは、剥離層702に最も近い、絶縁膜703の下層を酸化窒化珪素膜または酸化珪素膜で形成し、中層をシロキサン系樹脂で形成し、上層を酸化珪素膜で形成しても良い。

【0123】

酸化珪素膜は、シランと酸素、TEOS(テトラエトキシシラン)と酸素等の組み合わせ

10

20

30

40

50

の混合ガスを用い、熱CVD、プラズマCVD、常圧CVD、バイアスECRCVD等の方法によって形成することができる。また、窒化珪素膜は、代表的には、シランとアンモニアの混合ガスを用い、プラズマCVDによって形成することができる。また、酸化窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜は、代表的には、シランと一酸化二窒素の混合ガスを用い、プラズマCVDによって形成することができる。

【0124】

剥離層702は、金属膜、金属酸化膜、金属膜と金属酸化膜とを積層して形成される膜を用いることができる。金属膜と金属酸化膜は、単層であっても良いし、複数の層が積層された積層構造を有していても良い。また、金属膜や金属酸化膜の他に、金属窒化物や金属酸化窒化物を用いてもよい。剥離層702は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法等を用いて形成することができる。

10

【0125】

剥離層702に用いられる金属としては、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、ジルコニウム(Zr)、亜鉛(Zn)、ルテニウム(Ru)、ロジウム(Rh)、パラジウム(Pd)、オスミウム(Os)またはイリジウム(Ir)等が挙げられる。剥離層702は、上記金属で形成された膜の他に、上記金属を主成分とする合金で形成された膜、或いは上記金属を含む化合物を用いて形成された膜を用いても良い。

【0126】

また剥離層702は珪素(Si)単体で形成された膜を用いても良いし、珪素(Si)を主成分とする化合物で形成された膜を用いても良い。或いは、珪素(Si)と上記金属とを含む合金で形成された膜を用いても良い。珪素を含む膜は、非晶質、微結晶、多結晶のいずれでもよい。

20

【0127】

剥離層702は、上述した膜を単層で用いても良いし、上述した複数の膜を積層して用いても良い。金属膜と金属酸化膜とが積層された剥離層702は、元となる金属膜を形成した後、該金属膜の表面を酸化または窒化させることで形成することができる。具体的には、酸素雰囲気中または一酸化二窒素雰囲気中で元となる金属膜にプラズマ処理を行ったり、酸素雰囲気中または一酸化二窒素雰囲気中で金属膜に加熱処理を行ったりすればよい。また元となる金属膜上に接するように、酸化珪素膜または酸化窒化珪素膜を形成することでも、金属膜の酸化を行うことが出来る。また元となる金属膜上に接するように、窒化酸化珪素膜、窒化珪素膜を形成することで、窒化を行うことが出来る。

30

【0128】

金属膜の酸化または窒化を行うプラズマ処理として、プラズマ密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ から $9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、マイクロ波(例えば周波数2.45GHz)などの高周波を用いた高密度プラズマ処理を行っても良い。

【0129】

なお元となる金属膜の表面を酸化することで、金属膜と金属酸化膜とが積層した剥離層702を形成するようにしても良いが、金属膜を形成した後に金属酸化膜を別途形成するようにしても良い。例えば金属としてタングステンをを用いる場合、スパッタ法やCVD法等により元となる金属膜としてタングステン膜を形成した後、該タングステン膜にプラズマ処理を行う。これにより、金属膜に相当するタングステン膜と、該金属膜に接し、なおかつタングステンの酸化物で形成された金属酸化膜とを、形成することができる。

40

【0130】

なおタングステンの酸化物は WO_x で表される。Xは2以上3以下の範囲内にあり、Xが2の場合(WO_2)、Xが2.5の場合(W_2O_5)、Xが2.75の場合(W_4O_{11})、Xが3の場合(WO_3)となる。タングステンの酸化物を形成するにあたりXの値に特に制約はなく、エッチングレート等をもとにXの値を定めれば良い。

【0131】

50

半導体膜 704 は、絶縁膜 703 を形成した後、大気に曝さずに形成することが望ましい。半導体膜 704 の膜厚は 20 ~ 200 nm (望ましくは 40 ~ 170 nm、好ましくは 50 ~ 150 nm) とする。なお半導体膜 704 は、非晶質半導体であっても良いし、多結晶半導体であっても良い。また半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができる。シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は 0.01 ~ 4.5 atomic % 程度であることが好ましい。

【0132】

なお半導体膜 704 は、公知の技術により結晶化しても良い。公知の結晶化方法としては、レーザ光を用いたレーザ結晶化法、触媒元素を用いる結晶化法がある。或いは、触媒元素を用いる結晶化法とレーザ結晶化法とを組み合わせることもできる。また、基板 700 として石英のような耐熱性に優れている基板を用いる場合、電熱炉を使用した熱結晶化方法、赤外光を用いたランプアニール結晶化法、触媒元素を用いる結晶化法、950 程度の高温アニールを組み合わせた結晶法を用いても良い。

【0133】

例えばレーザ結晶化を用いる場合、レーザ結晶化の前に、レーザに対する半導体膜 704 の耐性を高めるために、550、4 時間の加熱処理を該半導体膜 704 に対して行なう。そして連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第 2 高調波 ~ 第 4 高調波のレーザ光を照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、代表的には、Nd:YVO₄ レーザ (基本波 1064 nm) の第 2 高調波 (532 nm) や第 3 高調波 (355 nm) を用いるのが望ましい。具体的には、連続発振の YVO₄ レーザから射出されたレーザ光を非線形光学素子により高調波に変換し、出力 10 W のレーザ光を得る。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または楕円形状のレーザ光に成形して、半導体膜 704 に照射する。このときのエネルギー密度は 0.01 ~ 100 MW/cm² 程度 (好ましくは 0.1 ~ 10 MW/cm²) が必要である。そして、走査速度を 10 ~ 2000 cm/sec 程度とし、照射する。

【0134】

連続発振の気体レーザとして、Ar レーザ、Kr レーザなどを用いることが出来る。また連続発振の固体レーザとして、YAG レーザ、YVO₄ レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、フォルステライト (Mg₂SiO₄) レーザ、GdVO₄ レーザ、Y₂O₃ レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライトレーザ、Ti:サファイアレーザなどを用いることが出来る。

【0135】

またパルス発振のレーザとして、例えば Ar レーザ、Kr レーザ、エキシマレーザ、CO₂ レーザ、YAG レーザ、Y₂O₃ レーザ、YVO₄ レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライトレーザ、Ti:サファイアレーザ、銅蒸気レーザまたは金蒸気レーザを用いることができる。

【0136】

また、パルス発振のレーザ光の発振周波数を 10 MHz 以上とし、通常用いられている数十 Hz ~ 数百 Hz の周波数帯よりも著しく高い周波数帯を用いてレーザ結晶化を行なっても良い。パルス発振でレーザ光を半導体膜 704 に照射してから半導体膜 704 が完全に固化するまでの時間は数十 nsec ~ 数百 nsec とされている。よって上記周波数を用いることで、半導体膜 704 がレーザ光によって溶融してから固化するまでに、次のパルスのレーザ光を照射できる。したがって、半導体膜 704 中において固液界面を連続的に移動させることができるので、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を有する半導体膜 704 が形成される。具体的には、含まれる結晶粒の走査方向における幅が 10 ~ 30 μm、走査方向に対して垂直な方向における幅が 1 ~ 5 μm 程度の結晶粒の集合を形成することができる。該走査方向に沿って連続的に成長した単結晶の結晶粒を形成することで、少なくともトランジスタのチャンネル方向には結晶粒界のほとんど存在しない半導体膜 704 の形成が可能となる。

【0137】

10

20

30

40

50

なおレーザ結晶化は、連続発振の基本波のレーザ光と連続発振の高調波のレーザ光とを並行して照射するようにしても良いし、連続発振の基本波のレーザ光とパルス発振の高調波のレーザ光とを並行して照射するようにしても良い。

【0138】

なお、希ガスや窒素などの不活性ガス雰囲気中でレーザ光を照射するようにしても良い。これにより、レーザ光照射による半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じる閾値のばらつきを抑えることができる。

【0139】

上述したレーザ光の照射により、結晶性がより高められた半導体膜704が形成される。なお、予め半導体膜704に、スパッタ法、プラズマCVD法、熱CVD法などで形成した多結晶半導体を用いるようにしても良い。

10

【0140】

また本実施の形態では半導体膜704を結晶化しているが、結晶化せずに非晶質珪素膜または微結晶半導体膜のまま、後述のプロセスに進んでも良い。非晶質半導体、微結晶半導体を用いたトランジスタは、多結晶半導体を用いたトランジスタよりも作製工程が少ない分、コストを抑え、歩留まりを高くすることができるというメリットを有している。

【0141】

非晶質半導体は、珪素を含む気体をグロー放電分解することにより得ることができる。珪素を含む気体としては、 SiH_4 、 Si_2H_6 が挙げられる。この珪素を含む気体を、水素、水素及びヘリウムで希釈して用いても良い。

20

【0142】

次に半導体膜704に対して、p型を付与する不純物元素又はn型を付与する不純物元素を低濃度に添加するチャンネルドーピングを行う。チャンネルドーピングは半導体膜704全体に対して行っても良いし、半導体膜704の一部に対して選択的に行っても良い。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。n型を付与する不純物元素としては、リン(P)やヒ素(As)等を用いることができる。ここでは、不純物元素として、ボロン(B)を用い、当該ボロンが $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ の濃度で含まれるよう添加する。

【0143】

次に図10(B)に示すように、半導体膜704を所定の形状に加工(パターニング)し、島状の半導体膜705、706を形成する。そして、島状の半導体膜705、706を覆うように、ゲート絶縁膜709を形成する。ゲート絶縁膜709は、プラズマCVD法またはスパッタリング法などを用い、窒化珪素、酸化珪素、窒化酸化珪素または酸化窒化珪素を含む膜を、単層で、または積層させて形成することができる。積層する場合には、例えば、基板700側から酸化珪素膜、窒化珪素膜、酸化珪素膜の3層構造とするのが好ましい。

30

【0144】

ゲート絶縁膜709は、高密度プラズマ処理を行うことにより島状の半導体膜705、706の表面を酸化または窒化することで形成しても良い。高密度プラズマ処理は、例えばHe、Ar、Kr、Xeなどの希ガスと酸素、酸化窒素、アンモニア、窒素、水素などの混合ガスとを用いて行う。この場合プラズマの励起をマイクロ波の導入により行うことで、低電子温度で高密度のプラズマを生成することができる。このような高密度のプラズマで生成された酸素ラジカル(OHラジカルを含む場合もある)や窒素ラジカル(NHラジカルを含む場合もある)によって、半導体膜の表面を酸化または窒化することにより、1~20nm、代表的には5~10nmの絶縁膜が半導体膜に接するように形成される。この5~10nmの絶縁膜をゲート絶縁膜709として用いる。

40

【0145】

上述した高密度プラズマ処理による半導体膜の酸化または窒化は固相反応で進むため、ゲート絶縁膜と半導体膜の界面準位密度をきわめて低くすることができる。また高密度プラズマ処理により半導体膜を直接酸化または窒化することで、形成される絶縁膜の厚さのば

50

らつきを抑えることが出来る。また半導体膜が結晶性を有する場合、高密度プラズマ処理を用いて半導体膜の表面を固相反応で酸化させることにより、結晶粒界においてのみ酸化が速く進んでしまうのを抑え、均一性が良く、界面準位密度の低いゲート絶縁膜を形成することができる。高密度プラズマ処理により形成された絶縁膜を、ゲート絶縁膜の一部または全部に含んで形成されるトランジスタは、特性のばらつきを抑えることができる。

【0146】

次に図10(C)に示すように、ゲート絶縁膜709上に導電膜を形成した後、該導電膜を所定の形状に加工(パターニング)することで、島状の半導体膜705、706の上方に電極710を形成する。本実施の形態では積層された2つの導電膜をパターニングして電極710を形成する。導電膜は、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)、ニオブ(Nb)等を用いることが出来る。また上記金属を主成分とする合金を用いても良いし、上記金属を含む化合物を用いても良い。または、半導体膜に導電性を付与するリン等の不純物元素をドーピングした、多結晶珪素などの半導体を用いて形成しても良い。

【0147】

本実施の形態では、1層目の導電膜として窒化タンタル膜またはタンタル(Ta)膜を、2層目の導電膜としてタングステン(W)膜を用いる。2つの導電膜の組み合わせとして、本実施の形態で示した例の他に、窒化タングステン膜とタングステン膜、窒化モリブデン膜とモリブデン膜、アルミニウム膜とタンタル膜、アルミニウム膜とチタン膜等が挙げられる。タングステンや窒化タンタルは、耐熱性が高いため、2層の導電膜を形成した後の行程において、熱活性化を目的とした加熱処理を行うことができる。また、2層の導電膜の組み合わせとして、例えば、n型を付与する不純物がドーピングされた珪素とニッケルシリサイド、n型を付与する不純物がドーピングされたSiとWSix等も用いることが出来る。

【0148】

また、本実施の形態では電極710を積層された2つの導電膜で形成しているが、本実施の形態はこの構成に限定されない。電極710は単層の導電膜で形成されていても良いし、3つ以上の導電膜を積層することで形成されていても良い。3つ以上の導電膜を積層する3層構造の場合は、モリブデン膜とアルミニウム膜とモリブデン膜の積層構造を採用するとよい。

【0149】

導電膜の形成にはCVD法、スパッタリング法等を用いることが出来る。本実施の形態では1層目の導電膜を20~100nmの厚さで形成し、2層目の導電膜を100~400nmの厚さで形成する。

【0150】

なお電極710を形成する際に用いるマスクとして、レジストの代わりに酸化珪素、酸化窒化珪素等をマスクとして用いてもよい。この場合、パターニングして酸化珪素、酸化窒化珪素等のマスクを形成する工程が加わるが、エッチング時におけるマスクの膜減りがレジストよりも少ないため、所望の幅を有する電極710を形成することができる。またマスクを用いずに、液滴吐出法を用いて選択的に電極710を形成しても良い。

【0151】

次に、電極710をマスクとして、島状の半導体膜705、706に、n型を付与する不純物元素(代表的にはP(リン)またはAs(砒素))を低濃度にドーピングする(第1のドーピング工程)。第1のドーピング工程の条件は、ドーピング量： $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 、加速電圧：50~70keVとしたが、これに限定されるものではない。この第1のドーピング工程によって、ゲート絶縁膜709を介してドーピングがなされ、島状の半導体膜705、706に、低濃度不純物領域711がそれぞれ形成される。なお、第1のドーピング工程は、pチャネル型のトランジスタとなる島状の半導体膜706をマスクで覆って行っても良い。

【0152】

次に図11(A)に示すように、nチャネル型のトランジスタとなる島状の半導体膜705を覆うように、マスク712を形成する。そしてマスク712に加えて電極710をマスクとして用い、島状の半導体膜706に、p型を付与する不純物元素(代表的にはB(ホウ素))を高濃度にドーピングする(第2のドーピング工程)。第2のドーピング工程の条件は、ドーピング量： $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 、加速電圧： $20 \sim 40 \text{ keV}$ として行なう。この第2のドーピング工程によって、ゲート絶縁膜709を介してドーピングがなされ、島状の半導体膜706に、p型の高濃度不純物領域713が形成される。

【0153】

次に図11(B)に示すように、マスク712をアッシング等により除去した後、ゲート絶縁膜709及び電極710を覆うように、絶縁膜を形成する。該絶縁膜は、プラズマCVD法やスパッタリング法等により、珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜や、有機樹脂などの有機材料を含む膜を、単層または積層して形成する。本実施の形態では、膜厚100nmの酸化珪素膜をプラズマCVD法によって形成する。

【0154】

そして、垂直方向を主体とした異方性エッチングにより、ゲート絶縁膜709及び該絶縁膜を部分的にエッチングする。上記異方性エッチングによりゲート絶縁膜709が部分的にエッチングされて、島状の半導体膜705、706上に部分的に形成されたゲート絶縁膜714が形成される。また上記異方性エッチングにより、ゲート絶縁膜709及び電極710を覆うように形成された絶縁膜が部分的にエッチングされて、電極710の側面に接するサイドウォール715が形成される。サイドウォール715は、LDD(Lightly Doped drain)領域を形成する際のドーピング用のマスクとして用いる。本実施の形態ではエッチングガスとして、 CHF_3 とHeの混合ガスを用いる。なお、サイドウォール715を形成する工程は、これらに限定されるものではない。

【0155】

次に図11(C)に示すように、pチャネル型のトランジスタとなる島状の半導体膜706を覆うようにマスク716を形成する。そして、形成したマスク716に加えて電極710及びサイドウォール715をマスクとして用い、n型を付与する不純物元素(代表的にはPまたはAs)を島状の半導体膜705に高濃度にドーピングする(第3のドーピング工程)。第3のドーピング工程の条件は、ドーピング量： $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 、加速電圧： $60 \sim 100 \text{ keV}$ として行なう。この第3のドーピング工程によって、島状の半導体膜705に、n型の高濃度不純物領域717が形成される。

【0156】

なおサイドウォール715は、後に高濃度のn型を付与する不純物をドーピングし、サイドウォール715の下部に低濃度不純物領域またはノンドープのオフセット領域を形成する際のマスクとして機能するものである。よって、低濃度不純物領域またはオフセット領域の幅を制御するには、サイドウォール715を形成する際の異方性エッチングの条件またはサイドウォール715を形成するための絶縁膜の膜厚を適宜変更し、サイドウォール715のサイズを調整すればよい。なお、半導体膜706において、サイドウォール715の下部に低濃度不純物領域またはノンドープのオフセット領域を形成しても良い。

【0157】

次に、マスク716をアッシング等により除去した後、不純物領域の加熱処理による活性化を行っても良い。例えば、50nmの酸化窒化珪素膜を形成した後、550℃、4時間、窒素雰囲気中において、加熱処理を行えばよい。

【0158】

また、水素を含む窒化珪素膜を、100nmの膜厚に形成した後、410℃、1時間、窒素雰囲気中において加熱処理を行ない、島状の半導体膜705、706を水素化する工程を行なっても良い。或いは、水素を含む雰囲気中で、300～450℃で1～12時間の加熱処理を行ない、島状の半導体膜705、706を水素化する工程を行なっても良い。加熱処理には、熱アニール、レーザーアニール法またはRTA法などを用いることが出来る。加熱処理により、水素化のみならず、半導体膜に添加された不純物元素の活性化も行

うことが出来る。また、水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。この水素化の工程により、熱的に励起された水素によりダングリングボンドを終端することができる。

【0159】

上述した一連の工程により、nチャネル型のトランジスタ718と、pチャネル型のトランジスタ719とが形成される。

【0160】

なお本実施の形態では薄膜トランジスタを例に挙げて説明しているが、本発明はこの構成に限定されない。薄膜トランジスタの他に、単結晶シリコンを用いて形成されたトランジスタ、SOIを用いて形成されたトランジスタなども用いることができる。また、有機半導体を用いたトランジスタであっても良いし、カーボンナノチューブを用いたトランジスタであってもよい。

【0161】

次に図12(A)に示すように、トランジスタ718、719を保護するための絶縁膜722を形成する。絶縁膜722は必ずしも設ける必要はないが、絶縁膜722を形成することで、アルカリ金属やアルカリ土類金属などの不純物がトランジスタ718、719へ侵入するのを防ぐことが出来る。具体的に絶縁膜722として、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化珪素などを用いるのが望ましい。本実施の形態では、膜厚600nm程度の酸化窒化珪素膜を、絶縁膜722として用いる。この場合、上記水素化の工程は、該酸化窒化珪素膜形成後に行っても良い。

【0162】

次に、トランジスタ718、719を覆うように、シロキサン樹脂またはシロキサン樹脂の前駆体であるシロキサン系材料を有する薄膜723を、絶縁膜722上に形成する。薄膜723は、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料が分散した懸濁液を、トランジスタ718、719を覆うように絶縁膜722上に塗布することで形成することができる。

【0163】

懸濁液の溶媒は、シロキサン樹脂またはシロキサン系材料を分散させることができる有機溶媒であることが望ましく、例えば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)、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)、N-メチル-2-ピロリドン(NMP)などを用いることができる。本実施の形態では、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)及び3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール(MMB)を用いる。懸濁液の塗布は、絶縁膜722上に懸濁液を滴下した後、基板700を高速回転するスピンコート法で行うことができる。またスピンコート法に限らず、スリットコート法、ディップコート法などを用いて懸濁液の塗布を行うようにしても良い。

【0164】

次に薄膜723にプリベークと呼ばれる加熱処理を行い、薄膜723を固める。本実施の形態では、プリベークを行うことで、リソグラフィ法でマスクを形成する後の工程における作業性を向上させることができる。プリベークの温度は、薄膜723を作業しやすくなるよう固めることができる程度に高く、なおかつ薄膜723中の有機溶媒の沸点よりも低くするのが望ましい。本実施の形態では、90～100、30秒～60秒の条件でプリベークを行う。

【0165】

次に薄膜723とレジストとの密着性を高めるために、薄膜723を現像液にさらす。そして図12(C)に示すように、レジストを用いて薄膜723上にレジスト層724を形成する。本実施の形態では、ノボラック樹脂をレジストとして用いる。そしてレジスト層724に110～120、30秒～90秒の加熱処理(レジストのプリベーク)を施す。上記加熱処理により、表面に難溶化層を形成することでレジスト層724を固め、作業性を向上させることができる。

【0166】

次にレジスト層 724 を露光、現像することで、レジスト層 724 が部分的に取り除かれる。その結果、図 13 (A) に示すように、選択的に薄膜 723 上に設けられたマスク 725 が形成される。

【0167】

そして図 13 (B) に示すように、ベークと呼ばれる加熱処理を行って薄膜 723 をさらに固める。図 13 (B) では、ベーク後の薄膜 723 を、薄膜 726 として図示する。ベークは、選択的にウェットエッチングできる程度に、薄膜 723 を固める温度範囲で設定する。具体的には、所望のエッチングレートを確保できる程度に高く、薄膜 723 を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より低くなるように設定するのが望ましい。本実施の形態では、ベークを 130 ~ 140 、0.5 h ~ 1 h の条件で行う。

10

【0168】

またベークにより、後のウェットエッチングにおいて用いられる有機溶媒によって、マスク 725 が腐食もしくは溶解することを防ぐことができる。

【0169】

次に図 13 (C) に示すように、有機溶媒をエッチャントとして用い、薄膜 726 のウェットエッチングを行う。エッチャントとして用いる有機溶媒は、炭素数が 3 から 5 の中級アルコール、例えばブタノール、プロパノールなどが好ましい。上記アルコールをエッチャントとして用いることで、ベークにより固まった薄膜 726 をウェットエッチングする際に、エッチングに適したエッチングレートと、マスク 725 に対する高い選択比とを確保することができる。また上記有機溶媒をエッチャントとして用いることで、フッ酸などの無機材料のエッチャントを用いた場合とは異なり、薄膜 726 の下層に配線、電極などの導電膜が設けられている場合、その表面が荒れるのを抑えることができ、また取り扱いの危険度も低くすることができる。

20

【0170】

本実施の形態では、2 - ブタノールをエッチャントとして用い、ウェットエッチングを行う。ウェットエッチングにより、所望の形状に加工 (パターニング) された薄膜 727 を形成することができる。薄膜 727 の形成により、絶縁膜 722 が部分的に露出される。

【0171】

次にマスク 725 を除去する。マスク 725 を除去するための剥離液は、マスク 725 を選択的に除去できるものを用いる。例えばノボラック樹脂を用いてマスク 725 を形成する場合、2 - アミノエタノールとグリコールエーテルを含む剥離液を用いることができる。

30

【0172】

次に図 14 (A) に示すように、薄膜 727 にキュアと呼ばれる加熱処理を行う。キュアの処理温度は、薄膜 727 に含まれるシロキサン系材料が重合する、もしくは薄膜 727 に含まれる有機溶媒の揮発が促進される程度の範囲に設定する。具体的には、薄膜 723 を形成するための懸濁液中に含まれる有機溶媒の沸点より高くなるように、キュアの温度を設定する。

【0173】

本実施の形態では、300 ~ 350 、1時間程度の条件でキュアを行う。キュアにより、薄膜 727 中においてシロキサン系材料が重合する、または該薄膜 727 中に含まれる有機溶媒がベークよりもさらに揮発することで、絶縁膜 722 が露出するような開口部を有する、シロキサン樹脂の絶縁膜 728 が形成される。

40

【0174】

次に図 14 (B) に示すように、島状の半導体膜 705、706 がそれぞれ一部露出するように、絶縁膜 728 の開口部において絶縁膜 722 に開口部を形成する。本実施の形態では、絶縁膜 722 にドライエッチングを施すことで、開口部を形成する。絶縁膜 722 に開口部を形成する際、絶縁膜 728 はマスクで覆う。ドライエッチングに用いられるガスは、 CHF_3 と He の混合ガスを用いることができるが、本発明はこれに限定されるものではない。

50

【0175】

なお、絶縁膜722を設けない場合、上記ドライエッチングの工程は不要となる。

【0176】

そして図15(A)に示すように、絶縁膜722及び絶縁膜728の開口部において、導電膜729と、島状の半導体膜705、706に接する導電膜730～733とを形成する。

【0177】

導電膜729～733は、CVD法やスパッタリング法等により形成することができる。具体的に導電膜729～733として、アルミニウム(Al)、タングステン(W)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、銅(Cu)、金(Au)、銀(Ag)、マンガン(Mn)、ネオジム(Nd)、炭素(C)、珪素(Si)等を用いることが出来る。また上記金属を主成分とする合金を用いても良いし、上記金属を含む化合物を用いても良い。導電膜729～733は、上記金属が用いられた膜を単層または複数積層させて形成することが出来る。

10

【0178】

アルミニウムを主成分とする合金の例として、アルミニウムを主成分としニッケルを含むものが挙げられる。また、アルミニウムを主成分とし、ニッケルと、炭素または珪素の一方または両方を含むものも例として挙げることが出来る。アルミニウムやアルミニウムシリコンは抵抗値が低く、安価であるため、導電膜729～733を形成する材料として最適である。特にアルミニウムシリコン膜は、導電膜729～733をパターニングするとき、レジストベークにおけるヒロックの発生をアルミニウム膜に比べて防止することができる。また、珪素(Si)の代わりに、アルミニウム膜に0.5重量%程度のCuを混入させても良い。

20

【0179】

導電膜729～733は、例えば、バリア膜とアルミニウムシリコン膜とバリア膜の積層構造、バリア膜とアルミニウムシリコン膜と窒化チタン膜とバリア膜の積層構造を採用するとよい。なお、バリア膜とは、例えば、チタン、チタンの窒化物、モリブデンまたはモリブデンの窒化物等を用いて形成された膜である。アルミニウムシリコン膜を間に挟むようにバリア膜を形成すると、アルミニウムやアルミニウムシリコンのヒロックの発生をより防止することができる。また、還元性の高い元素であるチタンを用いてバリア膜を形成すると、島状の半導体膜705、706上に薄い酸化膜ができていたとしても、バリア膜に含まれるチタンがこの酸化膜を還元し、導電膜730～733と島状の半導体膜705、706が良好なコンタクトをとることができる。またバリア膜を複数積層するようにしても良い。その場合、例えば、導電膜729～733を下層からチタン、窒化チタン、アルミニウムシリコン、チタン、窒化チタンの5層構造とすることが出来る。

30

【0180】

なお、導電膜730、731はnチャネル型のトランジスタ718の高濃度不純物領域717に接続されている。導電膜732、733はpチャネル型のトランジスタ719の高濃度不純物領域713に接続されている。

【0181】

次に、導電膜729～733を覆うように絶縁膜734を形成し、その後、導電膜729の一部が露出するように、該絶縁膜734に開口部を形成する。そして該開口部において導電膜729と接するように、導電膜735を形成する。導電膜729～733に用いることが出来る材料であるならば、導電膜735の材料として使用することが出来る。

40

【0182】

絶縁膜734は、有機樹脂膜、無機絶縁膜またはシロキサン系絶縁膜を用いて形成することができる。有機樹脂膜ならば、例えばアクリル、エポキシ、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルフェノール、ベンゾシクロブテンなどを用いることが出来る。無機絶縁膜ならば酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)に代表される炭素を含む膜などを用いることができる。なおリソグラフィ法で開口部を形成す

50

るのに用いるマスクを、液滴吐出法または印刷法で形成することができる。また絶縁膜 734 はその材料に応じて、CVD 法、スパッタ法、液滴吐出法または印刷法などで形成することができる。

【0183】

なお絶縁膜 734 の形成も、本発明の作製方法を用いても良い。この場合、図 12 (B) から図 14 (A) までを参照して説明した絶縁膜 728 の作製方法を用いることができる。

【0184】

次に図 15 (B) に示すように、導電膜 735 を覆うように、絶縁膜 734 上に保護層 740 を形成する。保護層 740 は、後に剥離層 702 を境にして基板 700 を剥離する際に、絶縁膜 734、導電膜 735 を保護することができる材料を用いる。例えば、水またはアルコール類に可溶なエポキシ系、アクリレート系、シリコン系の樹脂を全面に塗布することで保護層 740 を形成することができる。

【0185】

本実施の形態では、スピンコート法で水溶性樹脂（東亜合成製：VL-WSHL10）を膜厚 30 μm となるように塗布し、仮硬化させるために 2 分間の露光を行ったあと、紫外線を裏面から 2.5 分、表面から 10 分、合計 12.5 分の露光を行って本硬化させて、保護層 740 を形成する。なお、複数の有機樹脂を積層する場合、有機樹脂同士では使用している溶媒によって塗布または焼成時に一部溶解する、密着性が高くなりすぎるなどの恐れがある。従って、絶縁膜 734 と保護層 740 を共に同じ溶媒に可溶な有機樹脂を用いる場合、後の工程において保護層 740 の除去がスムーズに行なわれるように、絶縁膜 734 を覆うように、無機絶縁膜（窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、 AlN_x 膜、または AlN_xO_y 膜）を形成しておくことが好ましい。

【0186】

次に、絶縁膜 703 から絶縁膜 734 上に形成された導電膜 735 までの、トランジスタに代表される半導体素子や各種導電膜を含む層（以下、「素子形成層 742」と記す）と、保護層 740 とを、基板 700 から剥離する。本実施の形態では、第 1 のシート材 741 を保護層 740 に貼り合わせ、物理的な力を用いて基板 700 から素子形成層 742 と、保護層 740 とを剥離する。剥離層 702 は、全て除去せず一部が残存した状態であっても良い。

【0187】

また上記剥離は、剥離層 702 のエッチングを用いた方法で行っても良い。この場合、剥離層 702 が一部露出するように溝を形成する。溝は、ダイシング、スクライピング、UV 光を含むレーザ光を用いた加工、リソグラフィ法などにより、溝を形成する。溝は、剥離層 702 が露出する程度の深さを有していれば良い。そしてエッチングガスとしてフッ化ハロゲンを用い、該ガスを溝から導入する。本実施の形態では、例えば CF_3 （三フッ化塩素）を用い、温度：350、流量：300 sccm 、気圧：800 Pa、時間：3 h の条件で行なう。また、 CF_3 ガスに窒素を混ぜたガスを用いても良い。 CF_3 等のフッ化ハロゲンを用いることで、剥離層 702 が選択的にエッチングされ、基板 700 を素子形成層 742 から剥離することができる。なおフッ化ハロゲンは、気体であっても液体であってもどちらでも良い。

【0188】

次に図 16 (A) に示すように、素子形成層 742 の上記剥離により露出した面に、第 2 のシート材 744 を貼り合わせる。そして、素子形成層 742 及び保護層 740 を第 1 のシート材 741 から剥離した後、保護層 740 を除去する。

【0189】

第 2 のシート材 744 として、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、可撓性を有する紙またはプラスチックなどの有機材料を用いることができる。または第 2 のシート材 744 として、フレキシブルな無機材料を用いても良い。プラスチック基板は、極性基のついたポリノルボルネンからなる ARTON (

10

20

30

40

50

J S R 製)を用いることができる。また、ポリエチレンテレフタレート(P E T)に代表されるポリエステル、ポリエーテルスルホン(P E S)、ポリエチレンナフタレート(P E N)、ポリカーボネート(P C)、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン(P E E K)、ポリスルホン(P S F)、ポリエーテルイミド(P E I)、ポリアリレート(P A R)、ポリブチレンテレフタレート(P B T)、ポリイミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂などが挙げられる。

【0190】

なお基板700上に複数の半導体装置に対応する半導体素子を形成している場合には、素子形成層742を半導体装置ごとに分断する。分断は、レーザ照射装置、ダイシング装置、スクライプ装置等を用いることができる。

10

【0191】

次に図16(B)に示すように、アンテナ745を導電膜735と電氣的に接続させる。アンテナ745と導電膜735との電氣的な接続は、異方導電性フィルム(A C F (Anisotropic Conductive Film))743でアンテナ745と導電膜735とを圧着させることにより行うことができる。異方導電性フィルムの他に、異方導電性ペースト(A C P (Anisotropic Conductive Paste))等を用いて圧着させても良い。また、銀ペースト、銅ペーストまたはカーボンペースト等の導電性接着剤や半田接合等を用いて接続を行うことも可能である。

20

【0192】

なお本実施の形態では、半導体素子を形成した後に、別途用意したアンテナ745を半導体素子に電氣的に接続させる例について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。アンテナを半導体素子と同じ基板上に形成するようにしても良い。この場合、アンテナとして機能する導電膜を、その一部が導電膜735と接するように形成すれば良い。アンテナとして機能する導電膜は、銀(A g)、金(A u)、銅(C u)、パラジウム(P d)、クロム(C r)、白金(P t)、モリブデン(M o)、チタン(T i)、タンタル(T a)、タングステン(W)、アルミニウム(A l)、鉄(F e)、コバルト(C o)、亜鉛(Z n)、錫(S n)、ニッケル(N i)などの金属を用いて形成することが出来る。アンテナとして機能する導電膜は、上記金属で形成された膜の他に、上記金属を主成分とする合金で形成された膜、或いは上記金属を含む化合物を用いて形成された膜を用いても良い。アンテナとして機能する導電膜は、上述した膜を単層で用いても良いし、上述した複数の膜を積層して用いても良い。

30

【0193】

アンテナとして機能する導電膜は、C V D法、スパッタリング法、スクリーン印刷やグラビア印刷等の印刷法、液滴吐出法、ディスペンサ法、めっき法、リソグラフィ法、蒸着法等を用いて形成することが出来る。

【0194】

例えばスクリーン印刷法を用いる場合、粒径が数nmから数十μmの導電性を有する粒子(導電体粒子)を有機樹脂に分散させた導電性のペーストを、絶縁膜734上に選択的に印刷することでアンテナとして機能する導電膜を形成することができる。導電体粒子は、銀(A g)、金(A u)、銅(C u)、ニッケル(N i)、白金(P t)、パラジウム(P d)、タンタル(T a)、モリブデン(M o)、錫(S n)、鉛(P b)、亜鉛(Z n)、クロム(C r)またはチタン(T i)等を用いて形成することが出来る。導電体粒子は上記金属で形成されたものの他に、上記金属を主成分とする合金で形成されていても良いし、上記金属を含む化合物を用いて形成されていても良い。またハロゲン化銀の微粒子または分散性ナノ粒子も用いることができる。また、導電性ペーストに含まれる有機樹脂として、ポリイミド、シロキサン系樹脂、エポキシ樹脂、珪素樹脂等を用いることが出来る。

40

【0195】

上記金属の合金の一例として、銀(A g)とパラジウム(P d)、銀(A g)と白金(P

50

t)、金(Au)と白金(Pt)、金(Au)とパラジウム(Pd)、銀(Ag)と銅(Cu)の組み合わせが挙げられる。また例えば、銅(Cu)を銀(Ag)でコートした導電体粒子なども用いることが可能である。

【0196】

なおアンテナとして機能する導電膜の形成にあたり、印刷法や液滴吐出法で導電性のペーストを押し出した後に焼成することが好ましい。例えば、導電性のペーストに、銀を主成分とする導電対粒子(例えば粒径1nm以上100nm以下)を用いる場合、150~300の温度範囲で焼成することにより、アンテナとして機能する導電膜を形成することができる。焼成は、赤外ランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプなどを用いたランプアニールで行なっても良いし、電気炉を用いたファーンズアニールで行なっても良い。またエキシマレーザや、Nd:YAGレーザを用いたレーザーアニール法で行なっても良い。また、半田や鉛フリーの半田を主成分とする微粒子を用いてもよく、この場合は粒径20μm以下の微粒子を用いることが好ましい。半田や鉛フリーの半田は、低コストであるといった利点を有している。

10

【0197】

なお本実施の形態では素子形成層742を基板700から剥離して利用する例を示しているが、剥離層702を設けずに、基板700上に上述の素子形成層742を作製し、半導体装置として利用しても良い。

【0198】

また本実施の形態では、アンテナを有する半導体装置の作製方法について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。本発明の作製方法を用いて作製される半導体装置は、必ずしもアンテナを有していなくとも良い。

20

【0199】

また本実施の形態では、マスク725をリソグラフィ法で形成する場合を例に挙げて説明したが、本発明はこの構成に限定されない。液滴吐出法、印刷法など、リソグラフィ法以外の方法を用いてマスク725を形成するようにしても良い。

【0200】

また本実施の形態では、実施の形態1と同様にマスク725を形成した後に薄膜のベークを行う場合を例に挙げて説明したが、本発明はこの構成に限定されない。実施の形態2のように、マスク725を形成する前に薄膜のベークを行うようにしてもよい。

30

【0201】

本実施の形態では、絶縁膜728に形成される開口部の端部における勾配をなだらかにすることができる。よって、開口部の端部において導電膜730~733が極端に薄くなる、または段切れを起こすのを防ぐことができる、半導体装置の信頼性を高めることができる。

【0202】

また本実施の形態では、絶縁膜728を本発明の作製方法で形成したが、本発明はこの構成に限定されない。絶縁膜728と絶縁膜734とを、本発明の作製方法で形成しても良いし、絶縁膜728と絶縁膜734のうち絶縁膜734だけを本発明の作製方法で形成しても良い。絶縁膜734を本発明の作製方法で形成する場合、開口部の端部において導電膜735が極端に薄くなる、または段切れを起こすのを防ぐことができる。

40

【0203】

そして上記半導体装置の作製方法では、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜728の吸湿性が高まるという問題が生じない。よって、絶縁膜728中の水分がトランジスタ718、719などの半導体素子の信頼性、延いては半導体装置の信頼性に悪影響を与えるのを防ぐことができる。

【0204】

また従来の非感光性のシロキサン樹脂で絶縁膜728を形成することができる。よって半導体装置の作製にかかるコストを抑えることができる。

【0205】

50

また本実施の形態の作製方法では、薄膜を固めるためのベークが、有機溶媒によってマスク725が腐食もしくは溶解することを防ぐ、言い換えるとマスク725の耐有機溶媒性を高めるための加熱処理を兼ねることができる。

【0206】

本実施の形態は、上記実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【実施例1】

【0207】

本実施例では、単結晶基板に形成された半導体素子上に絶縁膜を形成する、本発明の作製方法について説明する。なお本実施例では半導体素子としてトランジスタを用いた場合を例に挙げて説明するが、単結晶基板に形成される半導体素子はトランジスタに限定されない。

10

【0208】

まず図17(A)に示すように、半導体基板500に形成されたトランジスタ501及びトランジスタ502を覆うように、絶縁膜503を形成する。

【0209】

半導体基板500は、例えば、n型またはp型の導電型を有する単結晶シリコン基板、化合物半導体基板(GaAs基板、InP基板、GaN基板、SiC基板、サファイア基板、ZnSe基板等)、貼り合わせ法またはSIMOX(Separation by Implanted Oxygen)法を用いて作製されたSOI(Silicon on Insulator)基板等を用いることができる。

20

【0210】

トランジスタ501とトランジスタ502は、互いに素子分離用絶縁膜504により電気的に分離されている。素子分離用絶縁膜504の形成には、選択酸化法(LOCOS(Local Oxidation of Silicon)法)またはトレンチ分離法等を用いることができる。

【0211】

また半導体基板500にはpウェル505が形成されており、該pウェル505にトランジスタ502が形成されている。なお本実施例ではn型の導電型を有する単結晶シリコン基板を半導体基板500として用い、該半導体基板500にpウェル505を形成した例を示している。半導体基板500に形成されたpウェル505は、p型の導電型を付与する不純物元素を半導体基板500に選択的に導入することによって形成することができる。p型を付与する不純物元素としては、ボロン(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)等を用いることができる。

30

【0212】

なお本実施例では、半導体基板500としてn型の導電型を有する半導体基板を用いているため、トランジスタ501が形成される領域にはnウェルを形成していない。しかし、n型を付与する不純物元素を導入することにより、トランジスタ501が形成される領域にnウェルを形成してもよい。n型を付与する不純物元素としては、リン(P)やヒ素(As)等を用いることができる。

【0213】

また半導体基板500としてp型の導電型を有する半導体基板を用いる場合、該半導体基板にn型を付与する不純物元素を選択的に導入し、nウェルを形成すれば良い。そして該nウェルにトランジスタ501を形成することができる。

40

【0214】

トランジスタ501及びトランジスタ502は、ゲート絶縁膜506を有している。本実施例では、半導体基板500を熱酸化することで形成された酸化珪素膜を、ゲート絶縁膜506として用いる。また、熱酸化により酸化珪素膜を形成した後、窒化処理を行うことによって酸化珪素膜の表面を窒化させて酸窒化珪素膜を形成し、酸化珪素膜と酸窒化珪素膜とが積層された層を、ゲート絶縁膜506として用いても良い。また熱酸化ではなく、プラズマ処理を用いてゲート絶縁膜506を形成してもよい。例えば、高密度プラズ

50

マ処理により半導体基板 500 の表面を酸化または窒化することで、ゲート絶縁膜 506 として用いる酸化珪素 (SiO_x) 膜または窒化珪素 (SiN_x) 膜を形成することができる。

【0215】

またトランジスタ 501 及びトランジスタ 502 は、ゲート絶縁膜 506 上に導電膜 507 を有している。本実施例では導電膜 507 が、順に積層された 2 層の導電膜で形成されている例を示している。導電膜 507 は、単層の導電膜を用いていても良いし、3 層以上の導電膜が積層された構造を用いていても良い。

【0216】

導電膜 507 として、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)、ニオブ (Nb) 等を用いることが出来る。また導電膜 507 は、上記金属で形成された膜の他に、上記金属を主成分とする合金で形成された膜、或いは上記金属を含む化合物を用いて形成された膜を用いても良い。または、半導体膜に導電性を付与するリン等の不純物元素をドーピングした、多結晶珪素などの半導体を用いて形成しても良い。本実施例において導電膜 507 は、窒化タンタルを用いた導電膜と、タングステンを用いた導電膜とが積層された構成を有している。

【0217】

またトランジスタ 501 は、半導体基板 500 にソース領域またはドレイン領域として機能する一対の不純物領域 509 を有する。そして一対の不純物領域 509 の間が、トランジスタ 501 のチャンネル形成領域に相当する。不純物元素としては、n 型を付与する不純物元素または p 型を付与する不純物元素を用いる。n 型を付与する不純物元素としては、リン (P) やヒ素 (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。本実施例では、不純物元素としてボロン (B) を用いる。

【0218】

またトランジスタ 502 は、p ウェル 505 にソース領域またはドレイン領域として機能する一対の不純物領域 508 を有する。そして一対の不純物領域 508 の間が、トランジスタ 502 のチャンネル形成領域に相当する。不純物元素は、n 型を付与する不純物元素または p 型を付与する不純物元素を用いる。n 型を付与する不純物元素としては、リン (P) やヒ素 (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。本実施例では、不純物元素として、リン (P) を用いる。

【0219】

絶縁膜 503 は、ゲート絶縁膜 506 が部分的に露出するように、開口部を有している。絶縁膜 503 は上記実施の形態に示したような、本発明の絶縁膜の作製方法を用いることができる。

【0220】

なお、本実施例ではトランジスタ 501 及びトランジスタ 502 を、シロキサン樹脂の絶縁膜 503 で直接覆っている例を示しているが、本発明はこの構成に限定されない。絶縁膜 503 を形成する前に、トランジスタ 501 及びトランジスタ 502 にアルカリ金属やアルカリ土類金属などの不純物が侵入するのを防ぐための絶縁膜を形成しておいても良い。具体的に該絶縁膜は、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化珪素などを用いるのが望ましい。この場合、不純物の侵入を防ぐことができる上記絶縁膜が、絶縁膜 503 の開口部において露出することとなる。

【0221】

次に図 17 (B) に示すように、ゲート絶縁膜 506 をパターニングし、不純物領域 508、509 を露出させる。このパターニングはドライエッチングで行うことができる。なおゲート絶縁膜 506 をパターニングする際、絶縁膜 503 はマスクで覆っておくことが望ましい。なお不純物の侵入を防ぐことができる上記絶縁膜でトランジスタ 501 及びト

10

20

30

40

50

ランジスタ502を覆っている場合、該絶縁膜もパターンニングを行うようにする。

【0222】

次に図17(C)に示すように、開口部において不純物領域508、509に接するように、導電膜510～513を形成する。本実施例では、絶縁膜503に形成される開口部の端部における勾配をなだらかにすることができる。よって、開口部の端部において導電膜510～513が極端に薄くなる、または段切れを起こすのを防ぐことができ、半導体装置の信頼性を高めることができる。

【0223】

なおトランジスタ501、502は、本実施例において図示した構造に限定されるものではない。例えば、逆スタガ構造であっても良い。

10

【0224】

なお、本実施例は、上記実施の形態と適宜組み合わせて実施することが出来る。

【実施例2】

【0225】

本実施例では、発光素子を駆動させるためのトランジスタがp型の場合における、画素の断面構造について、図18を用いて説明する。なお図18では、第1の電極が陽極、第2の電極が陰極の場合について説明するが、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極であっても良い。

【0226】

図18(A)に、トランジスタ6001がp型で、発光素子6003から発せられる光を第1の電極6004側から取り出す場合の、画素の断面図を示す。

20

【0227】

トランジスタ6001は絶縁膜6007で覆われており、絶縁膜6007上には開口部を有する隔壁6008が形成されている。隔壁6008の開口部において第1の電極6004が一部露出しており、該開口部において第1の電極6004、電界発光層6005、第2の電極6006が順に積層されている。

【0228】

第1の電極6004は、光を透過する材料または膜厚で形成し、なおかつ陽極として用いるのに適する材料で形成する。例えば、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化インジウム亜鉛(IZO)、ガリウムを添加した酸化亜鉛(GZO)などその他の透光性酸化物導電材料を第1の電極6004に用いることが可能である。また、酸化珪素を含む酸化亜鉛、酸化珪素を含む酸化インジウムスズ(以下、ITSOとする)、ITSOにさらに2～20重量%の酸化亜鉛(ZnO)を混合したものを第1の電極6004に用いても良い。また上記透光性酸化物導電材料の他に、例えば窒化チタン、窒化ジルコニウム、チタン、タングステン、ニッケル、白金、銅、銀、アルミニウム等の1つまたは複数からなる単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との三層構造等を第1の電極6004に用いることもできる。ただし透光性酸化物導電材料以外の材料を用いる場合、光が透過する程度の膜厚(好ましくは、5nm～30nm程度)で第1の電極6004を形成する。

30

40

【0229】

また第2の電極6006は、光を反射もしくは遮蔽する材料及び膜厚で形成し、なおかつ仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などで形成することができる。具体的には、LiやCs等のアルカリ金属、およびMg、Ca、Sr等のアルカリ土類金属、これらを含む合金(Mg:Ag、Al:Li、Mg:Inなど)、およびこれらの化合物(フッ化カルシウム、窒化カルシウム)の他、YbやEr等の希土類金属を用いることができる。また電子注入層を設ける場合、Alなどの他の導電層を用いることも可能である。

【0230】

電界発光層6005は、単数または複数の層で構成されている。複数の層で構成されてい

50

る場合、これらの層は、キャリア輸送特性の観点から正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層などに分類することができる。電界発光層 6005 が発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層のいずれかを有している場合、第 1 の電極 6004 から正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層の順に積層する。なお各層の境目は必ずしも明確である必要はなく、互いの層を構成している材料が一部混合し、界面が不明瞭になっている場合もある。各層には、有機系の材料、無機系の材料を用いることが可能である。有機系の材料として、高分子系、中分子系、低分子系のいずれの材料も用いることが可能である。なお中分子系の材料とは、構造単位の繰返しの数（重合度）が 2 から 20 程度の低重合体に相当する。正孔注入層と正孔輸送層との区別は必ずしも厳密なものではない。便宜上正孔注入層は陽極に接する側の層であり、正孔注入層に接する層を正孔輸送層と呼んで区別する。電子輸送層、電子注入層についても同様であり、陰極に接する層を電子注入層と呼び、電子注入層に接する層を電子輸送層と呼んでいる。発光層は電子輸送層を兼ねる場合もあり、発光性電子輸送層とも呼ばれる。

10

【0231】

図 18 (A) に示した画素の場合、発光素子 6003 から発せられる光を、白抜きの矢印で示すように第 1 の電極 6004 側から取り出すことができる。

【0232】

次に図 18 (B) に、トランジスタ 6011 が p 型で、発光素子 6013 から発せられる光を第 2 の電極 6016 側から取り出す場合の、画素の断面図を示す。トランジスタ 6011 は絶縁膜 6017 で覆われており、絶縁膜 6017 上には開口部を有する隔壁 6018 が形成されている。隔壁 6018 の開口部において第 1 の電極 6014 が一部露出しており、該開口部において第 1 の電極 6014、電界発光層 6015、第 2 の電極 6016 が順に積層されている。

20

【0233】

第 1 の電極 6014 は、光を反射もしくは遮蔽する材料及び膜厚で形成し、なおかつ陽極として用いるのに適する材料で形成する。例えば、窒化チタン、窒化ジルコニウム、チタン、タングステン、ニッケル、白金、銅、銀、アルミニウム等の 1 つまたは複数からなる単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との三層構造等を第 1 の電極 6014 に用いることができる。

30

【0234】

また第 2 の電極 6016 は、光を透過する材料または膜厚で形成し、なおかつ仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などで形成することができる。具体的には、Li や Cs 等のアルカリ金属、および Mg、Ca、Sr 等のアルカリ土類金属、これらを含む合金 (Mg: Ag、Al: Li、Mg: In など)、およびこれらの化合物 (フッ化カルシウム、窒化カルシウム) の他、Yb や Er 等の希土類金属を用いることができる。また電子注入層を設ける場合、Al などの他の導電層を用いることも可能である。そして第 2 の電極 6016 を、光が透過する程度の膜厚 (好ましくは、5 nm ~ 30 nm 程度) で形成する。なお、インジウム錫酸化物 (ITO)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化インジウム亜鉛 (IZO)、ガリウムを添加した酸化亜鉛 (GZO) などその他の透光性酸化物導電材料を用いることも可能である。また、酸化珪素を含む酸化亜鉛、酸化珪素を含む酸化インジウムスズ (以下、ITSO とする)、ITSO にさらに 2 ~ 20 重量 % の酸化亜鉛 (ZnO) を混合したものを第 2 の電極 6016 に用いても良い。透光性酸化物導電材料を用いる場合、電界発光層 6015 に電子注入層を設けるのが望ましい。

40

【0235】

電界発光層 6015 は、図 18 (A) の電界発光層 6005 と同様に形成することができる。

【0236】

図 18 (B) に示した画素の場合、発光素子 6013 から発せられる光を、白抜きの矢印

50

で示すように第2の電極6016側から取り出すことができる。

【0237】

次に図18(C)に、トランジスタ6021がp型で、発光素子6023から発せられる光を第1の電極6024側及び第2の電極6026側から取り出す場合の、画素の断面図を示す。トランジスタ6021は絶縁膜6027で覆われており、絶縁膜6027上には開口部を有する隔壁6028が形成されている。隔壁6028の開口部において第1の電極6024が一部露出しており、該開口部において第1の電極6024、電界発光層6025、第2の電極6026が順に積層されている。

【0238】

第1の電極6024は、図18(A)の第1の電極6004と同様に形成することができる。また第2の電極6026は、図18(B)の第2の電極6016と同様に形成することができる。電界発光層6025は、図18(A)の電界発光層6005と同様に形成することができる。

【0239】

図18(C)に示した画素の場合、発光素子6023から発せられる光を、白抜きの矢印で示すように第1の電極6024側及び第2の電極6026側から取り出すことができる。

【0240】

なお隔壁6008、6018、6028には、本発明の作製方法で形成された絶縁膜が用いられており、その開口部における勾配はドライエッチングで形成された場合よりもなだらかに平坦性が高い。よって、電界発光層6005、6015、6025が開口部の端部において極端に薄くなる、または段切れを起こすのを防ぐことができる。したがって、発光素子6003、6013、6023の信頼性、延いては該発光素子6003、6013、6023を有する半導体装置の信頼性を高めることができる。また、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜の吸湿性が高まるという問題が生じない。よって、隔壁6008、6018、6028中の吸湿性が抑えられることで発光素子6003、6013、6023の劣化を抑えることができるので、半導体装置の信頼性を高めることができる。また従来の非感光性のシロキサン樹脂で隔壁6008、6018、6028を形成することができるので、安価な原材料を用いることができ、よって半導体装置の作製にかかるコストを抑えることができる。

【0241】

本実施例は、上記実施の形態または実施例と適宜組み合わせることで実施することができる。

【実施例3】

【0242】

本実施例では、発光素子を駆動させるためのトランジスタがn型の場合における、画素の断面構造について、図19を用いて説明する。なお図19では、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極の場合について説明するが、第1の電極が陽極、第2の電極が陰極であっても良い。

【0243】

図19(A)に、トランジスタ6031がn型で、発光素子6033から発せられる光を第1の電極6034側から取り出す場合の、画素の断面図を示す。トランジスタ6031は絶縁膜6037で覆われており、絶縁膜6037上には開口部を有する隔壁6038が形成されている。隔壁6038の開口部において第1の電極6034が一部露出しており、該開口部において第1の電極6034、電界発光層6035、第2の電極6036が順に積層されている。

【0244】

第1の電極6034は、光を透過する材料または膜厚で形成し、なおかつ仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などで形成することができる。具体的には、LiやCs等のアルカリ金属、およびMg、Ca、Sr等のアルカリ土類金属、これらを含む合金(Mg:Ag、Al:Li、Mg:Inなど)、およびこれらの化

10

20

30

40

50

合物（フッ化カルシウム、窒化カルシウム）の他、YbやEr等の希土類金属を用いることができる。また電子注入層を設ける場合、Alなどの他の導電層を用いることも可能である。そして第1の電極6034を、光が透過する程度の膜厚（好ましくは、5nm～30nm程度）で形成する。さらに、光が透過する程度の膜厚を有する上記導電層の上または下に接するように、透光性酸化物導電材料を用いて透光性を有する導電層を形成し、第1の電極6034のシート抵抗を抑えるようにしても良い。なお、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、ガリウムを添加した酸化亜鉛（GZO）などその他の透光性酸化物導電材料を用いた導電層だけを用いることも可能である。また、酸化珪素を含む酸化亜鉛、酸化珪素を含む酸化インジウムスズ（以下、ITOSとする）、ITOSにさらに2～20重量%の酸化亜鉛（ZnO）を混合したものをを用いても良い。透光性酸化物導電材料を用いる場合、電界発光層6035に電子注入層を設けるのが望ましい。

10

【0245】

また第2の電極6036は、光を反射もしくは遮蔽する材料及び膜厚で形成し、なおかつ陽極として用いるのに適する材料で形成する。例えば、窒化チタン、窒化ジルコニウム、チタン、タングステン、ニッケル、白金、銅、銀、アルミニウム等の1つまたは複数からなる単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との三層構造等を第2の電極6036に用いることができる。

【0246】

20

電界発光層6035は、図18（A）の電界発光層6005と同様に形成することができる。ただし、電界発光層6035が発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層のいずれかを有している場合、第1の電極6034から、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層の順に積層する。

【0247】

図19（A）に示した画素の場合、発光素子6033から発せられる光を、白抜き矢印で示すように第1の電極6034側から取り出すことができる。

【0248】

次に図19（B）に、トランジスタ6041がn型で、発光素子6043から発せられる光を第2の電極6046側から取り出す場合の、画素の断面図を示す。トランジスタ6041は絶縁膜6047で覆われており、絶縁膜6047上には開口部を有する隔壁6048が形成されている。隔壁6048の開口部において第1の電極6044が一部露出しており、該開口部において第1の電極6044、電界発光層6045、第2の電極6046が順に積層されている。

30

【0249】

第1の電極6044は、光を反射もしくは遮蔽する材料及び膜厚で形成し、なおかつ仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などで形成することができる。具体的には、LiやCs等のアルカリ金属、およびMg、Ca、Sr等のアルカリ土類金属、これらを含む合金（Mg：Ag、Al：Li、Mg：Inなど）、およびこれらの化合物（フッ化カルシウム、窒化カルシウム）の他、YbやEr等の希土類金属を用いることができる。また電子注入層を設ける場合、Alなどの他の導電層を用いることも可能である。

40

【0250】

また第2の電極6046は、光を透過する材料または膜厚で形成し、なおかつ陽極として用いるのに適する材料で形成する。例えば、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、ガリウムを添加した酸化亜鉛（GZO）などその他の透光性酸化物導電材料を第2の電極6046に用いることが可能である。また、酸化珪素を含む酸化亜鉛、酸化珪素を含む酸化インジウムスズ（以下、ITOSとする）、ITOSにさらに2～20重量%の酸化亜鉛（ZnO）を混合したものを第2の電極6046に用いても良い。また上記透光性酸化物導電材料の他に、例えば窒化チタン、窒化

50

ジルコニウム、チタン、タングステン、ニッケル、白金、銅、銀、アルミニウム等の1つまたは複数からなる単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との三層構造等を第2の電極6046に用いることもできる。ただし透光性酸化物導電材料以外の材料を用いる場合、光が透過する程度の膜厚（好ましくは、5nm～30nm程度）で第2の電極6046を形成する。

【0251】

電界発光層6045は、図19（A）の電界発光層6035と同様に形成することができる。

【0252】

図19（B）に示した画素の場合、発光素子6043から発せられる光を、白抜き矢印で示すように第2の電極6046側から取り出すことができる。

【0253】

次に図19（C）に、トランジスタ6051がn型で、発光素子6053から発せられる光を第1の電極6054側及び第2の電極6056側から取り出す場合の、画素の断面図を示す。トランジスタ6051は絶縁膜6057で覆われており、絶縁膜6057上には開口部を有する隔壁6058が形成されている。隔壁6058の開口部において第1の電極6054が一部露出しており、該開口部において第1の電極6054、電界発光層6055、第2の電極6056が順に積層されている。

【0254】

第1の電極6054は、図19（A）の第1の電極6034と同様に形成することができる。また第2の電極6056は、図19（B）の第2の電極6046と同様に形成することができる。電界発光層6055は、図19（A）の電界発光層6035と同様に形成することができる。

【0255】

図19（C）に示した画素の場合、発光素子6053から発せられる光を、白抜き矢印で示すように第1の電極6054側及び第2の電極6056側から取り出すことができる。

【0256】

なお隔壁6038、6048、6058には、本発明の作製方法で形成された絶縁膜が用いられており、その開口部における勾配はドライエッチングで形成された場合よりもなだらかで平坦性が高い。よって、電界発光層6035、6045、6055が開口部の端部において極端に薄くなる、または段切れを起こすのを防ぐことができる。したがって、発光素子6033、6043、6053の信頼性、延いては該発光素子6033、6043、6053を有する半導体装置の信頼性を高めることができる。また、ドライエッチングのように、OH基の増加によって絶縁膜の吸湿性が高まるという問題が生じない。よって、隔壁6038、6048、6058中の吸湿性が抑えられることで発光素子6033、6043、6053の劣化を抑えることができるので、半導体装置の信頼性を高めることができる。また従来の非感光性のシロキサン樹脂で隔壁6038、6048、6058を形成することができるので、安価な原材料を用いることができ、よって半導体装置の作製にかかるコストを抑えることができる。

【0257】

本実施例は、上記実施の形態または実施例と適宜組み合わせることで実施することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0258】

【図1】本発明の絶縁膜の作製方法を示す図。

【図2】本発明の絶縁膜の作製方法を示す図。

【図3】本発明の絶縁膜の作製方法を示す図。

【図4】本発明の絶縁膜の作製方法を示す図。

【図5】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。

10

20

30

40

50

【図 6】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 7】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 8】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 9】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 10】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 11】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 12】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 13】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 14】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 15】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 16】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 17】本発明の半導体装置の作製方法を示す図。
 【図 18】本発明を用いて作製された半導体装置の断面図。
 【図 19】本発明を用いて作製された半導体装置の断面図。

10

【符号の説明】

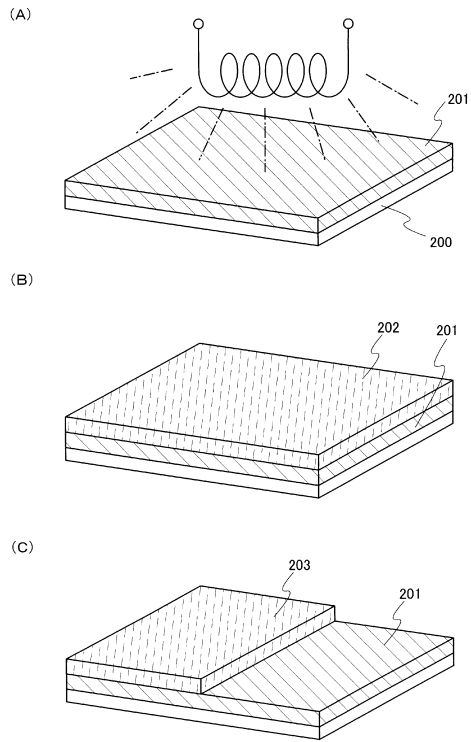
【 0 2 5 9 】

1 0 0	基板	
1 0 1	薄膜	
1 0 2	薄膜	
1 0 3	マスク	20
1 0 4	薄膜	
1 0 5	絶縁膜	
1 0 6	端部	
2 0 0	基板	
2 0 1	薄膜	
2 0 2	レジスト層	
2 0 3	マスク	
2 0 4	薄膜	
2 0 5	薄膜	
2 0 6	絶縁膜	30
2 0 7	端部	
3 0 0	基板	
3 0 1	絶縁膜	
3 0 2	半導体膜	
3 0 4	トランジスタ	
3 0 5	トランジスタ	
3 0 6	ゲート絶縁膜	
3 0 7	導電膜	
3 0 9	絶縁膜	
3 1 0	絶縁膜	40
3 1 1	絶縁膜	
3 1 2	導電膜	
3 1 5	導電膜	
3 1 6	導電膜	
3 1 7	陽極	
3 1 8	薄膜	
3 1 9	レジスト層	
3 2 0	マスク	
3 2 1	薄膜	
3 2 2	薄膜	50

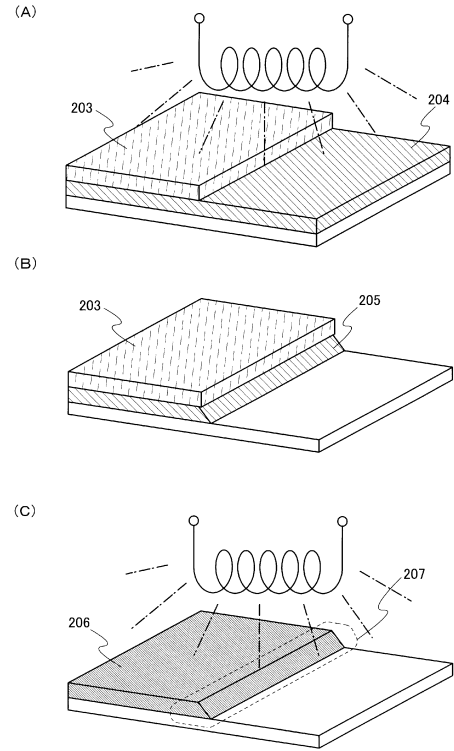
3 2 3	絶縁膜	
3 2 4	電界発光層	
3 2 5	陰極	
3 2 6	発光素子	
5 0 0	半導体基板	
5 0 1	トランジスタ	
5 0 2	トランジスタ	
5 0 3	絶縁膜	
5 0 4	素子分離用絶縁膜	
5 0 5	p ウェル	10
5 0 6	ゲート絶縁膜	
5 0 7	導電膜	
5 0 8	不純物領域	
5 0 9	不純物領域	
5 1 0	導電膜	
7 0 0	基板	
7 0 1	絶縁膜	
7 0 2	剥離層	
7 0 3	絶縁膜	
7 0 4	半導体膜	20
7 0 5	半導体膜	
7 0 6	半導体膜	
7 0 9	ゲート絶縁膜	
7 1 0	電極	
7 1 1	低濃度不純物領域	
7 1 2	マスク	
7 1 3	高濃度不純物領域	
7 1 4	ゲート絶縁膜	
7 1 5	サイドウォール	
7 1 6	マスク	30
7 1 7	高濃度不純物領域	
7 1 8	トランジスタ	
7 1 9	トランジスタ	
7 2 2	絶縁膜	
7 2 3	薄膜	
7 2 4	レジスト層	
7 2 5	マスク	
7 2 6	薄膜	
7 2 7	薄膜	
7 2 8	絶縁膜	40
7 2 9	導電膜	
7 3 0	導電膜	
7 3 2	導電膜	
7 3 4	絶縁膜	
7 3 5	導電膜	
7 4 0	保護層	
7 4 1	シート材	
7 4 2	素子形成層	
7 4 3	異方導電性フィルム	
7 4 4	シート材	50

7 4 5	アンテナ	
6 0 0 1	トランジスタ	
6 0 0 3	発光素子	
6 0 0 4	電極	
6 0 0 5	電界発光層	
6 0 0 6	電極	
6 0 0 7	絶縁膜	
6 0 0 8	隔壁	
6 0 1 1	トランジスタ	
6 0 1 3	発光素子	10
6 0 1 4	電極	
6 0 1 5	電界発光層	
6 0 1 6	電極	
6 0 1 7	絶縁膜	
6 0 1 8	隔壁	
6 0 2 1	トランジスタ	
6 0 2 3	発光素子	
6 0 2 4	電極	
6 0 2 5	電界発光層	
6 0 2 6	電極	20
6 0 2 7	絶縁膜	
6 0 2 8	隔壁	
6 0 3 1	トランジスタ	
6 0 3 3	発光素子	
6 0 3 4	電極	
6 0 3 5	電界発光層	
6 0 3 6	電極	
6 0 3 7	絶縁膜	
6 0 3 8	隔壁	
6 0 4 1	トランジスタ	30
6 0 4 3	発光素子	
6 0 4 4	電極	
6 0 4 5	電界発光層	
6 0 4 6	電極	
6 0 4 7	絶縁膜	
6 0 4 8	隔壁	
6 0 5 1	トランジスタ	
6 0 5 3	発光素子	
6 0 5 4	電極	
6 0 5 5	電界発光層	40
6 0 5 6	電極	
6 0 5 7	絶縁膜	
6 0 5 8	隔壁	

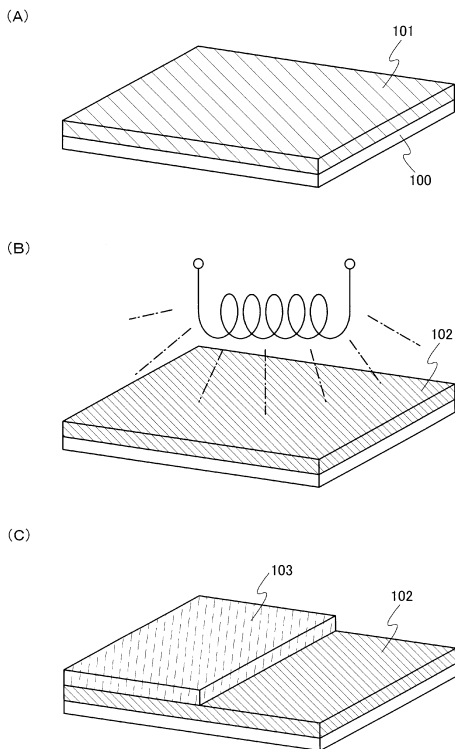
【図 1】



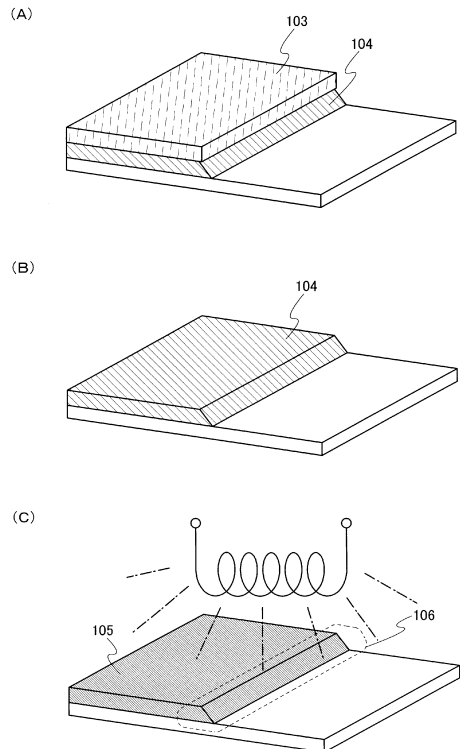
【図 2】



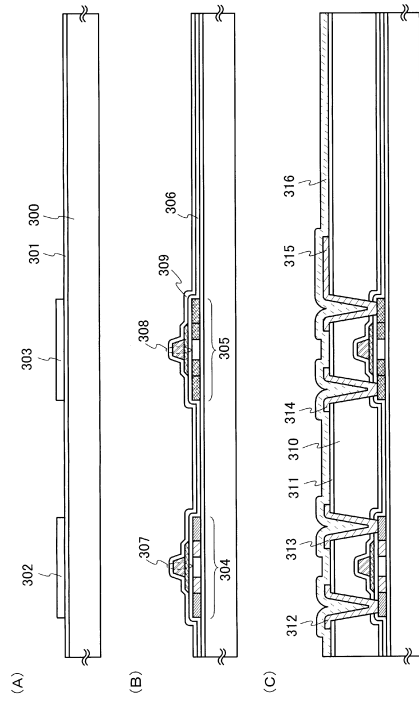
【図 3】



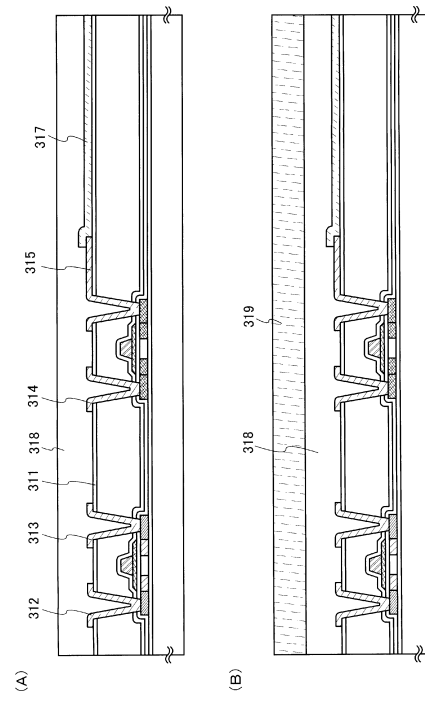
【図 4】



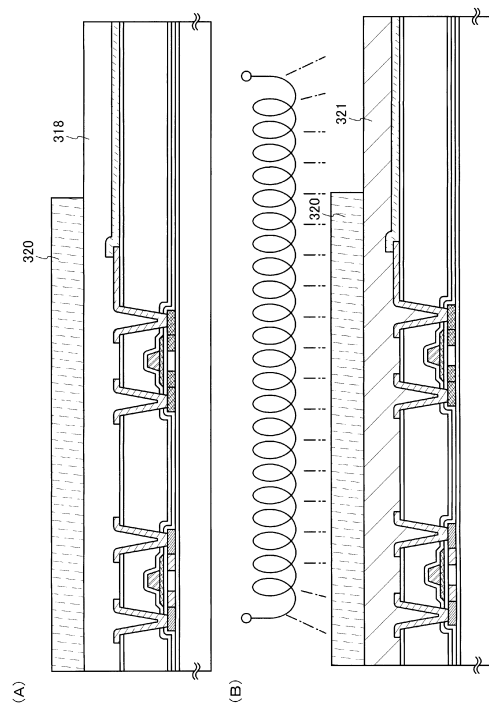
【図 5】



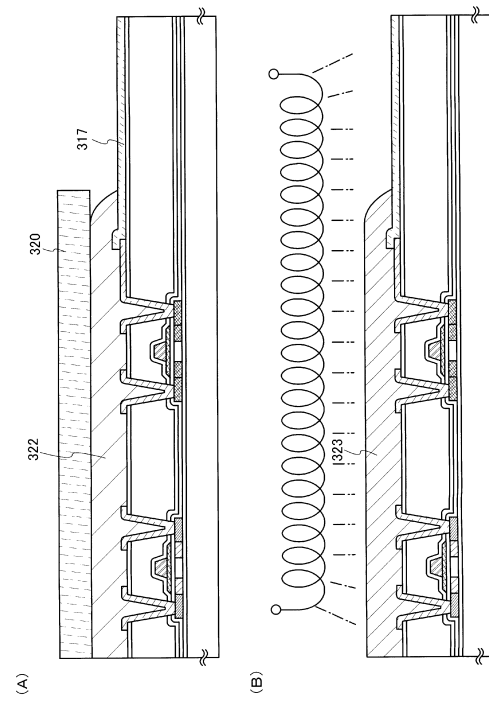
【図 6】



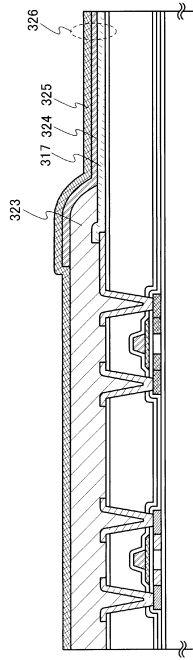
【図 7】



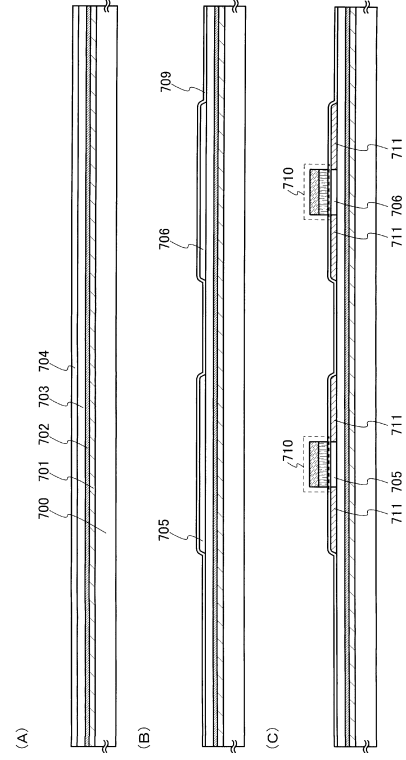
【図 8】



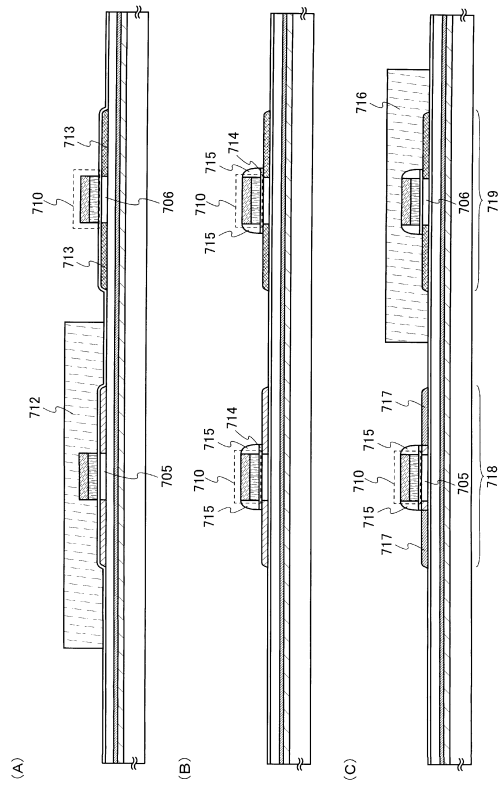
【図 9】



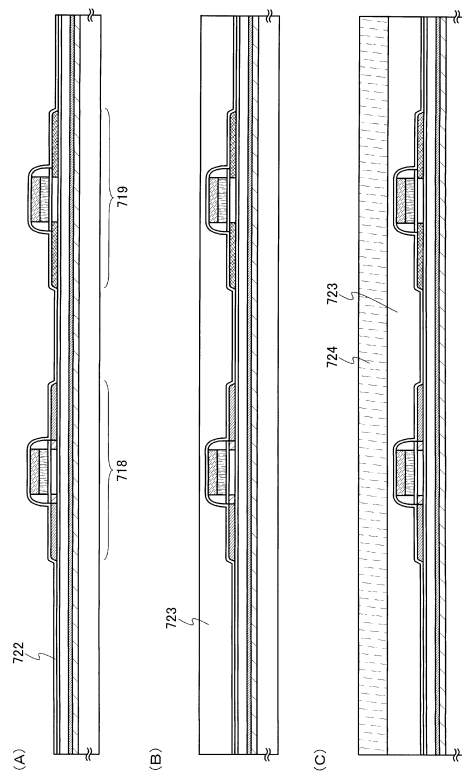
【図 10】



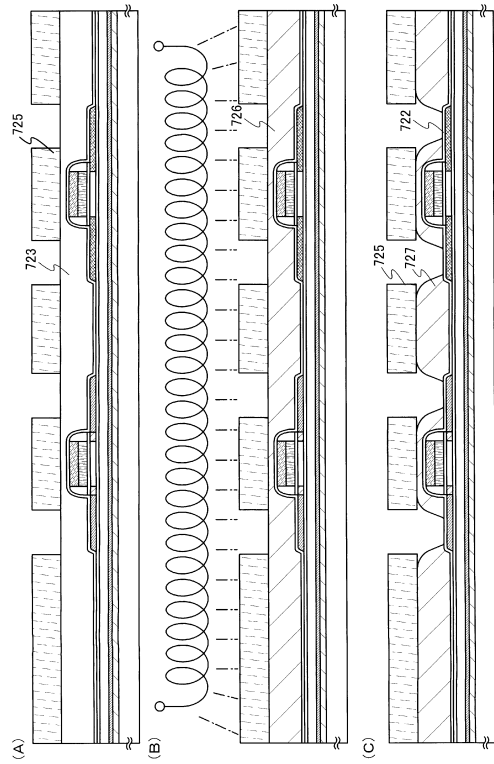
【図 11】



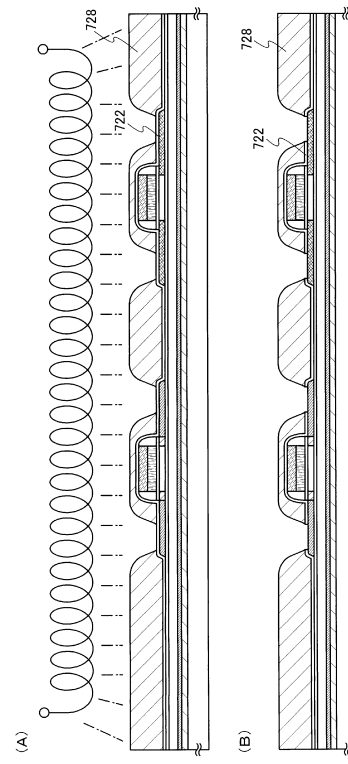
【図 12】



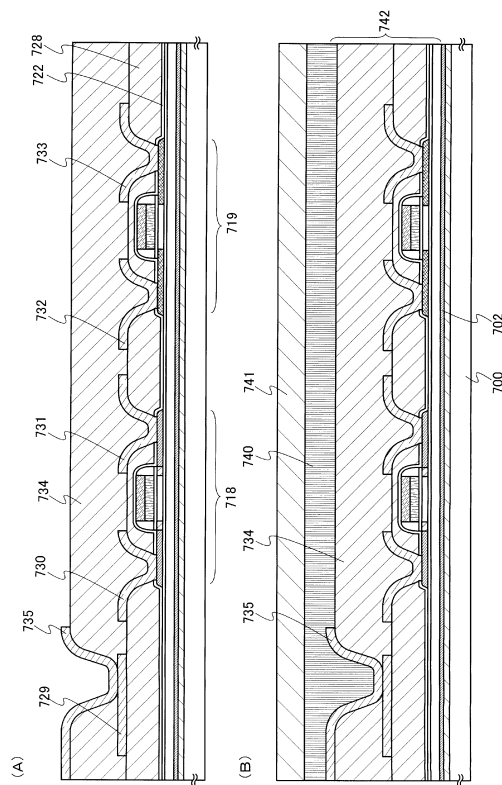
【図 13】



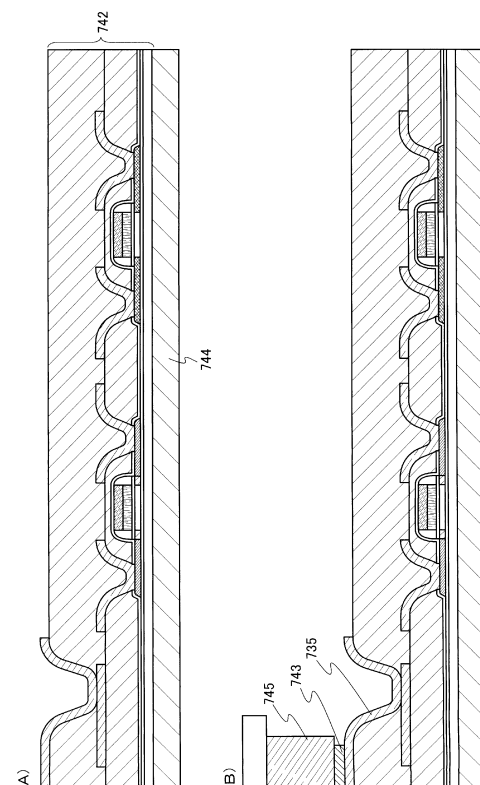
【図 14】



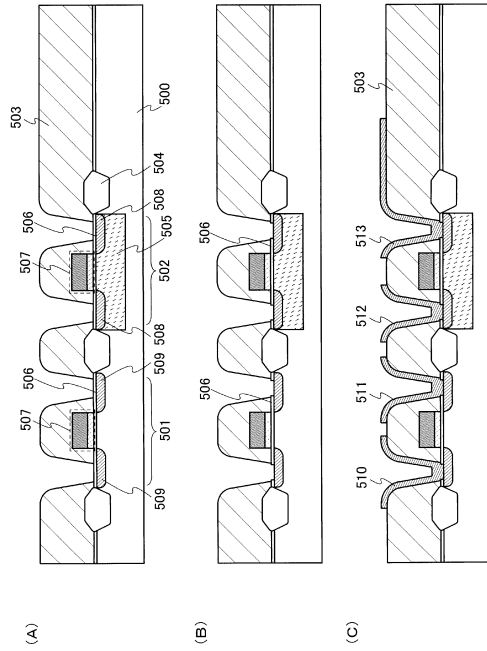
【図 15】



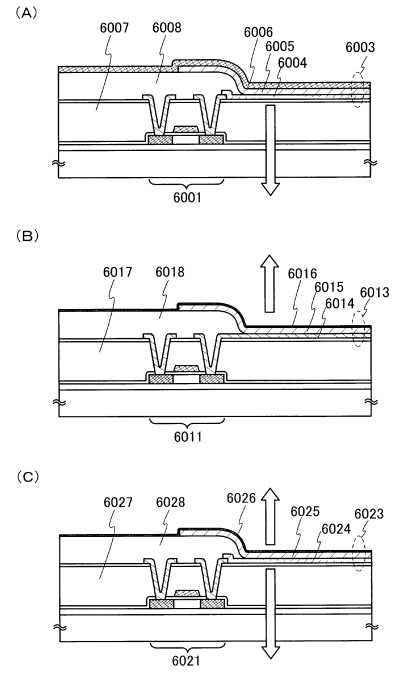
【図 16】



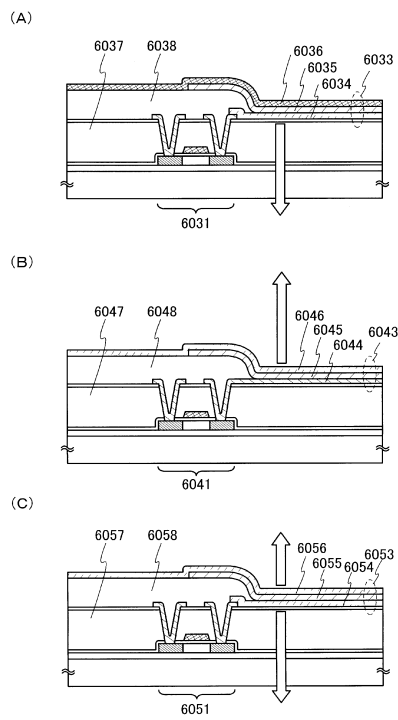
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 8 6 3 7 2 (J P , A)
特開平 5 - 2 1 8 0 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 7 3 8 9 0 (J P , A)
特開平 6 - 6 9 1 8 6 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 4 1 3 6 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 3 4 1 9 4 (W O , A 2)
特開平 8 - 2 2 2 5 5 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L21/312-21/32
H01L21/306-21/3063
H01L21/3205
H01L21/768
H01L23/522-23/532