

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5030470号
(P5030470)

(45) 発行日 平成24年9月19日 (2012. 9. 19)

(24) 登録日 平成24年7月6日 (2012. 7. 6)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 K 19/077 (2006. 01)
H O 1 L 27/12 (2006. 01)
H O 1 L 21/02 (2006. 01)
H O 1 Q 1/38 (2006. 01)
H O 1 Q 23/00 (2006. 01)

G O 6 K 19/00 K
H O 1 L 27/12 B
H O 1 Q 1/38
H O 1 Q 23/00
H O 1 P 11/00 N

請求項の数 10 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-132147 (P2006-132147)
(22) 出願日 平成18年5月11日 (2006. 5. 11)
(65) 公開番号 特開2007-12031 (P2007-12031A)
(43) 公開日 平成19年1月18日 (2007. 1. 18)
審査請求日 平成21年2月6日 (2009. 2. 6)
(31) 優先権主張番号 特願2005-158462 (P2005-158462)
(32) 優先日 平成17年5月31日 (2005. 5. 31)
(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 3 9 8 番地
(72) 発明者 青木 智幸
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内
(72) 発明者 山田 大幹
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内

審査官 神田 太郎

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】

基板上に剥離層を形成し、
前記剥離層上に薄膜トランジスタ、及び前記薄膜トランジスタを覆う絶縁膜を有する素子層を形成し、
前記絶縁膜にコンタクトホールを形成し、
前記コンタクトホール内を充填するように、前記素子層上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、
前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射し、少なくとも前記コンタクトホール上の前記硬化された導電性の粒子を含有する導電膜を残すように、エッチングしてアンテナを形成し、
前記素子層を選択的に除去して、前記剥離層が露出された開口部を形成し、
前記基板から前記素子層及び前記アンテナを分離し、
可撓性を有する第 1 及び第 2 のフィルムを用いて前記素子層及び前記アンテナを封止する半導体装置の作製方法であって、
前記アンテナは、前記コンタクトホール内に充填された前記導電膜を介して、前記薄膜トランジスタと電気的に接続されてい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 の基板上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、
前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射することにより前

記第 1 の基板上にアンテナを形成し、

前記アンテナが形成された前記第 1 の基板と、剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層が形成された第 2 の基板とを貼り合わせ、

前記貼り合わされた第 1 の基板及び第 2 の基板のうち、前記第 1 の基板を研削し、

前記研削された第 1 の基板を研磨し、

可撓性を有する第 1 及び第 2 のフィルムを用いて、前記研磨された第 1 の基板及び前記第 2 の基板を封止することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記硬化させた流動体に前記レーザーを照射することによりエッチングして、前記アンテナを形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一において、前記導電性の粒子を含有する流動体を塗布する方法として、スクリーン印刷法、スピンコーティング法、ディッピング、または液滴吐出法を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、前記導電性の粒子として、金、銀、銅、金と銀の合金、金と銅の合金、銀と銅の合金、金と銀と銅の合金、インジウム錫酸化物、酸化インジウムに 2 wt % 以上 20 wt % 以下の酸化亜鉛を混合した導電性酸化物、酸化インジウムに 2 wt % 以上 20 wt % 以下の酸化珪素を混合した導電性酸化物、鉛フリーのはんだ、または鉛を含有するはんだを主成分とする粒子を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

20

【請求項 6】

第 1 の基板上に導電膜を形成した後、レーザーを照射することにより前記第 1 の基板上にアンテナを形成し、

前記アンテナが形成された前記第 1 の基板と、剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層が形成された第 2 の基板とを貼り合わせ、

前記貼り合わされた第 1 の基板及び第 2 の基板のうち、前記第 1 の基板を研削し、

前記研削された第 1 の基板を研磨し、

可撓性を有する第 1 及び第 2 のフィルムを用いて、前記研磨された第 1 の基板及び前記第 2 の基板を封止することを特徴とする半導体装置の作製方法。

30

【請求項 7】

請求項 6 において、前記導電膜を、CVD 法、スパッタ法、メッキ法、または蒸着法により形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 において、前記導電膜に前記レーザーを照射することによりエッチングして、前記アンテナを形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一において、前記レーザーとして、1 nm 以上 380 nm 以下の波長を有する固体レーザーを用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】

40

請求項 1 乃至 8 のいずれか一において、前記レーザーとして、UV レーザーを用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示する発明は、アンテナの製造方法に関する。また、アンテナを有する半導体装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信によりデータを交信することのできる半導体装置の開発が盛んに進めら

50

れている。このような半導体装置は、ICタグ、IDタグ、RF (Radio Frequency) タグ、RFID (Radio Frequency Identification) タグ、無線タグ、電子タグ、無線プロセッサ、無線メモリ、無線チップ等と呼ばれている。

【0003】

一般的に、無線チップはアンテナとICチップとから構成され、ICチップはシリコンウェハ上に設けられたトランジスタ等を有する素子層により形成されている。

【0004】

無線チップのアンテナに求められる特性の一つとして、アンテナ（配線）自身の低抵抗化がある。アンテナの電気特性を評価するパラメーターとしてQ値が一般的に知られており、 $Q = \omega L / R$ の一般式で表される。ここで、 ωL は、コイルのリアクタンスであり、Rはアンテナの電気抵抗を表している。この式から明らかなように、Q値はアンテナの抵抗値（R）と反比例の関係にあり、抵抗値（R）が小さいほどQ値は大きくなる。Q値は、その値が大きいほど無線チップの通信距離は長いものとなるため、アンテナの抵抗値（R）が高いとQ値は小さくなり、通信距離の低下を及ぼす懸念がある。

【0005】

アンテナの低抵抗化を図るための手段の一つとして、アンテナとして用いる配線のラインスペース（配線と配線との間の幅）が広がらないようにすることが望まれる。アンテナとして用いる配線を形成する方法として、導電膜を成膜した後、パターニングすることで、アンテナを形成する方法がある（例えば、特許文献1参照。）。なお、本明細書において「パターニング」とは、所望の形状にエッチングすることを指すものとする。

【特許文献1】特開2004-220591号公報

【0006】

スパッタ法を用いて導電膜を形成した後、レジストマスクを用いてパターニングする方法を用いると、ラインスペースは10 μm 程度にすることができる。しかしながら、この方法はレジストマスクを用いるため、アンテナを形成するまでの工程数が増加し、多大な処理時間を要する問題がある。また、それに伴い、製造コストも高いものになってしまう。

【0007】

インクジェット技術などを用いた液滴吐出法の場合は、レジストマスクを用いる方法に比較してアンテナ形成の処理時間は短くなるが、ラインスペースは50 μm 程度が限界であり、アンテナの抵抗値が大きいものになってしまう。なお、液滴吐出法とは、導電膜や絶縁膜等の材料を含んだ組成物の液滴（ドットともいう）を選択的に吐出（噴射）して任意の場所に形成する方法であり、ドット法とも呼ばれている。

【0008】

また、スクリーン印刷法を用いる場合、液滴吐出法の場合と同様に、レジストマスクを用いる方法に比較してアンテナ形成の処理時間は短くなるが、ラインスペースは50～100 μm 程度が限界であり、アンテナの抵抗値が大きいものになってしまう。特に、アンテナパターンを予め形成した印刷版を用いてアンテナを形成しようとする場合、樹脂のダレ量を考慮して印刷版を設計しなければならない。このため、アンテナのライン同士のスペースを十分に確保しなければならなかった。

【0009】

このように、従来の方法ではアンテナの形成に要する処理時間を短くしようとすると、アンテナのラインスペースが大きくなってしまった。その結果、アンテナ自身の幅を十分に大きくすることができずアンテナの抵抗値が高くなり、通信距離を向上させることが困難であった。また、アンテナとしてループアンテナを形成する場合、十分な巻き数を確保することができず、十分な通信距離を有する半導体装置を製造することが困難であった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

10

20

30

40

50

本発明では上記問題を鑑み、マスクを使用せずにアンテナを形成する従来の方法よりも抵抗値が低いアンテナの製造方法を提供することを目的とする。また、従来に比較して通信距離を向上した、アンテナを有する半導体装置の作製方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、被処理物（例えば、基板や、絶縁膜が一表面に形成されている基板、基板上に形成された薄膜トランジスタなどの素子を覆っている絶縁膜）上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射（スクライブ）することによりアンテナを形成することを特徴とする。また、アンテナを形成する被処理物（基板）として、表面が平坦な基板だけでなく、薄膜トランジスタやゲート電極、配線などが設けられていることにより表面に凹凸や曲面を有する基板も用いることができる。

10

【0012】

本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する発明の構成は、基板上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射することによりアンテナを形成することを特徴とする。

【0013】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する別の発明の構成は、基板上に剥離層を形成し、前記剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層を形成し、前記素子層上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射することにより前記薄膜トランジスタに電氣的に接続するアンテナを形成する。そして、前記素子層及び前記アンテナ上に保護層を形成し、前記素子層及び前記保護層を選択的に除去して、開口部を形成し、前記基板から前記素子層、前記アンテナ、及び前記保護層を分離し、可撓性を有する第1及び第2のフィルムを用いて前記素子層、前記アンテナ、及び前記保護層を封止することを特徴とする。

20

【0014】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する別の発明の構成は、第1の基板上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射することにより前記第1の基板上にアンテナを形成する。そして、前記アンテナが形成された第1の基板と、剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層が形成された第2の基板とを貼り合わせて前記アンテナと前記薄膜トランジスタとを電氣的に接続し、前記貼り合わされた第1の基板及び第2の基板を選択的に除去して、開口部を形成し、前記貼り合わされた第1の基板及び第2の基板から、前記素子層及び前記アンテナが設けられた前記第2の基板を分離し、可撓性を有する第1及び第2のフィルムを用いて、前記素子層及び前記アンテナが設けられた前記第2の基板を封止することを特徴とする。

30

【0015】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する別の発明の構成は、第1の基板上に導電性の粒子を含有する流動体を塗布し、前記導電性の粒子を含有する流動体を硬化させた後、レーザーを照射することにより前記第1の基板上にアンテナを形成する。そして、前記アンテナが形成された第1の基板と、剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層が形成された第2の基板とを貼り合わせて前記アンテナと前記薄膜トランジスタとを電氣的に接続する。そして、前記貼り合わされた第1の基板及び第2の基板のうち、前記第1の基板を研削し、前記研削された第1の基板を研磨し、可撓性を有する第1及び第2のフィルムを用いて、前記研磨された第1の基板及び第2の基板を封止することを特徴とする。

40

【0016】

また、上記構成において、前記導電性の粒子を含有する流動体を塗布する方法として、スクリーン印刷法、スピンコーティング法、ディッピング、または液滴吐出法を用いるこ

50

とを特徴とする。

【0017】

また、上記構成において、前記導電性の粒子として、金、銀、銅、金と銀の合金、金と銅の合金、銀と銅の合金、金と銀と銅の合金、インジウム錫酸化物、酸化インジウムに2wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を混合した導電性酸化物、酸化インジウムに2wt%以上20wt%以下の酸化珪素を混合した導電性酸化物、鉛フリーのはんだ、または鉛を含有するはんだを主成分とする粒子を用いることを特徴とする。

【0018】

また、上記構成において、前記硬化させた流動体に前記レーザーを照射することによりパターンニングして、前記アンテナを形成することを特徴とする。

10

【0019】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する別の発明の構成は、基板上に剥離層を形成し、前記剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層を形成し、前記素子層上に導電膜を形成した後、レーザーを照射することにより前記薄膜トランジスタに電氣的に接続するアンテナを形成する。そして、前記素子層及び前記アンテナ上に保護層を形成し、前記素子層及び前記保護層を選択的に除去して、開口部を形成し、前記基板から前記素子層、前記アンテナ、及び前記保護層を分離し、可撓性を有する第1及び第2のフィルムを用いて前記素子層、前記アンテナ、及び前記保護層を封止することを特徴とする。

【0020】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する別の発明の構成は、第1の基板上に導電膜を形成した後、レーザーを照射することにより前記第1の基板上にアンテナを形成する。そして、前記アンテナが形成された第1の基板と、剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層が形成された第2の基板とを貼り合わせて前記アンテナと前記薄膜トランジスタとを電氣的に接続し、前記貼り合わされた第1の基板及び第2の基板を選択的に除去して、開口部を形成し、前記貼り合わされた第1の基板及び第2の基板から、前記素子層及び前記アンテナが設けられた前記第2の基板を分離し、可撓性を有する第1及び第2のフィルムを用いて、前記素子層及び前記アンテナが設けられた前記第2の基板を封止することを特徴とする。

20

【0021】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する別の発明の構成は、第1の基板上に導電膜を形成した後、レーザーを照射することにより前記第1の基板上にアンテナを形成する。そして、前記アンテナが形成された第1の基板と、剥離層上に薄膜トランジスタを有する素子層が形成された第2の基板とを貼り合わせて前記アンテナと前記薄膜トランジスタとを電氣的に接続する。そして、前記貼り合わされた第1の基板及び第2の基板のうち、前記第1の基板を研削し、前記研削された第1の基板を研磨し、可撓性を有する第1及び第2のフィルムを用いて、前記研磨された第1の基板及び第2の基板を封止することを特徴とする。

30

【0022】

また、上記構成において、前記導電膜を、CVD法、スパッタ法、メッキ法、または蒸着法により形成することを特徴とする。

40

【0023】

また、上記構成において、前記導電膜に前記レーザーを照射することによりパターンニングして、前記アンテナを形成することを特徴とする。

【0024】

また、上記構成において、前記レーザーとして、1nm以上380nm以下の波長を有する固体レーザーを用いることを特徴とする。

【0025】

本明細書において、「流動体」とは、流動性を帯びた状態の材料をいう。

【発明の効果】

【0026】

50

本発明は、レーザーを照射することによりアンテナを形成しているため、アンテナのライン間の幅を $20 \pm 5 \mu\text{m}$ と、マスクを使用せずにアンテナを形成する従来の方法よりも格段に狭くすることができる。このため、所定の面積内にアンテナを形成するとき、アンテナの配線を太くしたり、巻き数を多くすることができる。この結果、アンテナの低抵抗化を図り、無線チップの通信距離を向上させることができる。また、アンテナの形成に要する処理時間を、レジストマスクを用いてパターニングする方法に比較して格段に短くすることができるため、スループットが向上する。また、本発明はアンテナを形成する被処理物（基板）として、表面が平坦な基板だけでなく、表面に凹凸を有する基板や曲面を有する基板も用いることができるので、本発明は半導体分野に限らず他の様々な工業分野においても適用することが期待できる。本明細書において「パターニング」とは、所望の形状にエッチングすることを指すものとする。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

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。

【0028】

（実施の形態1）

20

本実施の形態では、本発明の半導体装置の作製方法の一構成例に関して図面を用いて説明する。

【0029】

まず、基板11の表面に、剥離層12を形成する（図1（A））。

【0030】

基板11は、後の工程で取り去るものであり、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、ステンレスを含む金属基板、シリコン基板、または半導体基板の表面に絶縁膜を形成したものを用いてもよい。また、アクリルなどの合成樹脂に代表される可撓性基板を用いることもできる。好ましくは、ガラス基板、または半導体装置の作製プロセスにおける加熱処理に耐えうる、耐熱性を有するプラスチック基板（例えば、アクリル基板）等を用いるとよい。耐熱性を有するプラスチック基板としては、ポリエチレンテレタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルホン（PES）が一例として挙げられる。このような基板は、その面積や形状に大きな制限がないため、例えば1辺が1メートル以上であって、矩形状のものを基板11として用いることにより、生産性を格段に向上させることができる。この点は、円形のシリコン基板を用いる場合と比較すると、大きな優位点である。本実施の形態では、基板11としてガラス基板を用いる。

30

【0031】

次に、剥離層12の形成に関して詳細に説明する。

【0032】

40

まず、基板11上に金属膜を形成する。金属膜は、単層で形成してもよいし、複数の層を積層させて形成してもよい。なお、剥離層12を形成する前に基板11上に絶縁膜を設けてもよい。特に、基板からの汚染が懸念される場合には、基板11と剥離層12との間に絶縁膜を形成するのが好ましい。基板11と剥離層12との間に設ける絶縁膜は、酸化珪素（ SiO_x ）、窒化珪素（ SiN_x ）、窒素を含む酸化珪素膜（ SiO_xN_y 膜）（ $x > y$ ）（ x 、 y は正の整数）、酸素を含む窒化珪素膜（ SiN_xO_y 膜）（ $x > y$ ）（ x 、 y は正の整数）等、少なくとも酸素または窒素を有する絶縁膜の単層構造、またはこれらの積層構造を用いることができる。これらの絶縁膜は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法を用いて形成することができる。本実施の形態では、基板11と剥離層12との間に設ける絶縁膜として窒素を含む酸化珪素膜を $50 \sim 150 \text{ nm}$ の厚さに形

50

成する。

【0033】

金属膜は、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)、イリジウム (Ir) から選択された元素または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料からなる膜を、単層または積層して形成する。また、これらの材料は、スパッタ法やプラズマ CVD 法等の各種 CVD 法を用いて形成することができる。本実施の形態では、金属膜としてスパッタ法によりタングステン (W) を $20 \pm 5 \text{ nm}$ の厚さに形成する。

10

【0034】

次に、金属膜上に金属酸化膜を形成する。金属酸化膜の形成方法の一例としては、スパッタ法により直接金属酸化膜を形成する方法、基板 11 上に形成した金属膜の表面を熱処理または酸素雰囲気下でのプラズマ処理により当該金属膜の表面を酸化して金属酸化膜を形成する方法が挙げられる。好ましくは、金属膜の表面に酸素雰囲気下で高密度プラズマ処理を行うことによって、当該金属膜の表面に金属酸化膜を形成するとよい。例えば、金属膜として $20 \sim 40 \text{ nm}$ の膜厚を有するタングステン膜をスパッタ法により形成する場合、タングステン膜に高密度プラズマ処理を行うことによって、タングステン膜表面に $1 \sim 20 \text{ nm}$ の膜厚を有し、タングステンの酸化物からなる金属酸化膜を形成することができる。

20

【0035】

本明細書において「高密度プラズマ処理」とは、プラズマの電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、プラズマの電子温度が 0.5 eV 以上 1.5 eV 以下であることを特徴としている。プラズマの電子密度が高密度でありながら、基板上に形成された被処理物 (金属膜) 付近での電子温度が低いため、基板に対するプラズマ損傷を防止することができる。また、プラズマの電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上と高密度であるため、酸化処理によって形成される酸化物の膜厚均一性に優れ、且つ緻密な膜を形成することができる。また、プラズマの電子温度が 1.5 eV 以下と低いため、プラズマ処理や熱酸化法と比較して低温度で酸化処理を行うことができる。たとえば、ガラス基板の歪点温度よりも 100 度以上低い温度 (代表的には、 $250 \sim 550^\circ\text{C}$) でプラズマ処理を行っても十分にプラズマ酸化処理を行うことができる。なお、プラズマを形成するための電源周波数はマイクロ波 (2.45 GHz) を用いている。また、プラズマの電位は 5 V 以下と低電位であり、原料分子の過剰解離を抑制することができる。

30

【0036】

本実施の形態では、金属膜として用いるタングステン (W) を酸素雰囲気下で高密度のプラズマ処理を行うことによって、金属膜の表面に金属酸化膜を形成する。プラズマの条件は、基板付近での電子密度は $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、プラズマの電子温度は 0.5 eV 以上 1.5 eV 以下である。また、酸素を含む雰囲気としては、酸素 (O_2) もしくは一酸化二窒素 (N_2O) と、希ガスとの混合ガス、または、酸素 (O_2) もしくは一酸化二窒素 (N_2O) と、希ガスと、水素 (H_2) との混合ガスを用いることができる。希ガスとしては、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe)、クリプトン (Kr) が挙げられる。また、混合ガス中の各ガスの圧力比 (または流量比) は、適宜決定すればよい。このような条件下で形成される金属酸化膜は、希ガス元素を含む膜となる。低電子温度 (1.5 eV 以下) でかつ高電子密度 ($1.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上) であるので、プラズマダメージが非常に少ない酸化膜を低温で形成することができる。

40

【0037】

混合ガスの組み合わせの一例としては、酸素 (または一酸化二窒素) を $0.1 \sim 100 \text{ sccm}$ 、アルゴンを $100 \sim 5000 \text{ sccm}$ とすればよい。また、混合ガスの組み合わせの他の一例としては、酸素 (または一酸化二窒素) を $0.1 \sim 100 \text{ sccm}$ 、水素

50

を0.1～100 sccm、アルゴンを100～5000 sccmとすればよく、酸素（または一酸化二窒素）：水素：アルゴン＝1：1：100の流量の比率で混合ガスを導入することが好ましい。例えば、酸素（または一酸化二窒素）を5 sccm、水素を5 sccm、アルゴンを500 sccmとして混合ガスを導入すればよい。混合ガス中に水素を導入することは、酸化の処理時間を短縮することができるため好ましい。

【0038】

このように、酸素雰囲気下で金属膜の表面に高密度プラズマ処理を行うことによって金属酸化膜を形成する場合、20 nm以下と非常に薄い厚さにも関わらず、膜厚均一性に優れた金属酸化膜を有する剥離層を形成することができる。このため、後の工程においても剥離層の膜とびがおきず、信頼性の高い半導体装置を作製することができる。また、膜厚均一性に優れた金属酸化膜を有する剥離層が形成できるため、基板上の一部において剥離層が形成されておらず、剥離することができないといった問題を抑制することができる。

10

【0039】

以上の工程を経て、金属膜及び金属酸化膜からなる剥離層12を形成することができる。なお、本実施の形態では、剥離層12として、金属膜及び金属酸化膜からなる積層構造としたが、この構成に限定されるものではない。例えば、金属酸化膜のみを用いて剥離層としてもよい。

【0040】

次に、剥離層12上に下地膜13を形成する（図1（B））。下地膜13は単層で設けてもよいし、複数の膜を積層させて設けてもよい。下地膜13は、後に設けられる素子層14に含まれている薄膜トランジスタ等の素子に対して、基板などに含まれるナトリウム（Na）などのアルカリ金属が侵入することを防止する機能を有している。このため、基板の種類によっては、必ずしも下地膜13を形成する必要はない。

20

【0041】

下地膜13は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法により、酸化珪素（SiO_x）、窒化珪素（SiN_x）、窒素を含む酸化珪素膜（SiO_xN_y膜）（x>y）（x、yは正の整数）、酸素を含む窒化珪素膜（SiN_xO_y膜）（x>y）（x、yは正の整数）等、少なくとも酸素または窒素を有する絶縁膜の単層構造、またはこれらの積層構造を用いて形成することができる。例えば、下地膜13を2層構造で設ける場合、1層目の絶縁膜として酸素を含む窒化珪素膜を形成し、2層目の絶縁膜として窒素を含む酸化珪素膜を形成するとよい。また、下地膜13を3層構造で設ける場合、1層目の絶縁膜として窒素を含む酸化珪素膜を形成し、2層目の絶縁膜として酸素を含む窒化珪素膜を形成し、3層目の絶縁膜として窒素を含む酸化珪素膜を形成するとよい。または、1層目の絶縁膜として酸化珪素膜を形成し、2層目の絶縁膜として酸素を含む窒化珪素膜を形成し、3層目の絶縁膜として窒素を含む酸化珪素膜を形成するとよい。本実施の形態では、酸素を含む窒化珪素膜と、前記酸素を含む窒化珪素膜上に形成された窒素を含む酸化珪素膜との2層構造として、下地膜13を形成する。

30

【0042】

次に、下地膜13上に薄膜トランジスタ等の素子が設けられた層14（以下、「素子層14」と記す。）を形成する。本明細書において、「素子層」とは、薄膜トランジスタ（TFT）に代表される素子が少なくとも設けられた層を有しているものをいう。当該薄膜トランジスタなどの素子を用いることにより、CPU（central processing unit）、メモリ、またはマイクロプロセッサ等のあらゆる集積回路を設けることができる。なお、本実施の形態では、素子層14として薄膜トランジスタに加えてアンテナを有する構造について説明する。

40

【0043】

次に、素子層14の形成方法の一例について説明する。

【0044】

まず、下地膜13上に、非晶質半導体膜704（例えば、非晶質珪素を主成分とする膜）を形成する（図1（C））。非晶質半導体膜704は、スパッタ法やプラズマCVD法

50

等の各種CVD法により、25～200nm（好ましくは30～150nm）の厚さで形成する。続いて、非晶質半導体膜704を結晶化して、結晶質半導体膜を形成する。結晶化の方法としては、レーザー結晶化法、RTAまたはファーネスアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法とレーザー結晶化法を組み合わせた方法等を用いることができる。その後、得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターンニングして、結晶質半導体膜706～710を形成する（図2（A））。なお、剥離層12、下地膜13及び非晶質半導体膜704は、大気に曝さずに連続して形成することもできる。

【0045】

結晶質半導体膜706～710の作製工程の一例を以下に簡単に説明する。非晶質半導体膜を結晶化する方法としては、レーザー結晶化法、RTAまたはファーネスアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法とレーザー結晶化法とを組み合わせた方法等が挙げられる。また、他の結晶化の方法として、DCバイアスを印加して熱プラズマを発生させ、当該熱プラズマを半導体膜に作用させることにより結晶化を行ってもよい。

【0046】

本実施の形態では、プラズマCVD法を用いて、膜厚40～300nmの非晶質半導体膜を形成し、加熱処理により結晶化された結晶質半導体膜706～710を形成する。加熱処理としては、レーザー加熱炉、レーザー照射、若しくはレーザー光の代わりにランプから発する光の照射（以下、ランプアニールと表記する）、又はこれらを組み合わせて用

【0047】

レーザー照射を用いる場合、連続発振型のレーザービーム（CWレーザービーム）やパルス発振型のレーザービーム（パルスレーザービーム）を用いることができる。使用可能なレーザービームとしては、Arレーザー、Krレーザー、エキシマレーザーなどの気体レーザー、単結晶のYAG、YVO₄、フォルステライト（Mg₂SiO₄）、YAlO₃、GdVO₄、もしくは多結晶（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種もしくは複数種添加されているものを媒質とするレーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライトレーザー、Ti：サファイアレーザー、銅蒸気レーザー、金蒸気レーザーのうち、一種または複数種から発振されるものを用いることができる。このようなレーザービームの基本波、及びこれらの基本波の第2高調波から第4高調波のレーザービームを照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、Nd：YVO₄レーザー（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）や第3高調波（355nm）を用いることができる。このときレーザーのエネルギー密度は0.01～100MW/cm²程度（好ましくは0.1～10MW/cm²）が必要である。そして、走査速度を10～2000cm/sec程度として照射する。

【0048】

なお、単結晶のYAG、YVO₄、フォルステライト（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レーザー、Arイオンレーザー、Ti：サファイアレーザーは、それぞれ連続発振をさせることが可能であり、Qスイッチ動作やモード同期などを行うことによって10MHz以上の発振周波数でパルス発振をさせることも可能である。10MHz以上の発振周波数でレーザービームを発振させると、半導体膜がレーザーによって溶融してから固化するまでの間に、次のパルスが半導体膜に照射される。従って、発振周波数が低いパルスレーザーを用いる場合と異なり、半導体膜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ため、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を得ることができる。

【0049】

上述した連続発振レーザーまたは10MHz以上の周波数で発振するレーザービームを用いて結晶化する場合、結晶化された半導体膜の表面を平坦なものとすることができる。この結果、後に形成するゲート絶縁膜705を薄膜化することも可能であり、また、ゲート絶縁膜の耐圧を向上させることに寄与することができる。

【0050】

また、媒質としてセラミック（多結晶）を用いると、短時間かつ低コストで自由な形状に媒質を形成することが可能である。単結晶を用いる場合、通常、直径数mm、長さ数十mmの円柱状の媒質が用いられているが、セラミックを用いる場合はさらに大きいものを作ることが可能である。

【0051】

発光に直接寄与する媒質中のNd、Ybなどのドーパントの濃度は、単結晶中でも多結晶中でも大きく変えることは困難なため、ドーパントの濃度を増加させることによるレーザーの出力向上にはある程度限界がある。しかしながら、セラミックの場合、単結晶と比較して媒質の大きさを著しく大きくすることができるため大幅な出力向上が期待できる。

【0052】

さらに、セラミックの場合では、平行六面体形状や直方体形状の媒質を容易に形成することが可能である。このような形状の媒質を用いて、発振光を媒質の内部でジグザグに進行させると、発振光路を長くとることができる。そのため、増幅が大きくなり、大出力で発振させることが可能になる。また、このような形状の媒質から射出されるレーザービームは射出時の断面形状が四角形状であるため、丸状のビームと比較すると、線状ビームに整形するのに有利である。このように射出されたレーザービームを、光学系を用いて整形することによって、短辺の長さ1mm以下、長辺の長さ数mm～数mの線状ビームを容易に得ることが可能となる。また、励起光を媒質に均一に照射することにより、線状ビームは長辺方向にエネルギー分布の均一なものとなる。

【0053】

この線状ビームを半導体膜に照射することによって、半導体膜をより均一にアニールすることが可能になる。線状ビームの両端まで均一なアニールが必要な場合は、その両端にスリットを配置し、エネルギーの減衰部を遮光するなどの工夫をすればよい。

【0054】

このようにして得られた強度が均一な線状ビームを用いて半導体膜をアニールし、この半導体膜を用いて半導体装置を作製すると、その半導体装置の特性を、良好かつ均一なものとするすることができる。

【0055】

結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法として、具体的な方法の一例を挙げる。結晶化を助長する金属元素であるニッケルを含む溶液を非晶質半導体膜上に保持させた後、非晶質半導体膜に脱水素化の処理（500℃、1時間）と、熱結晶化の処理（550℃、4時間）を行って結晶質半導体膜を形成する。その後、必要に応じてレーザー光を照射し、フォトリソグラフィ法を用いたパターンニング処理によって結晶質半導体膜706～710を形成すればよい。

【0056】

結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法は、低温且つ短時間で非晶質半導体膜の結晶化が可能となるうえ、結晶の方向が揃うという利点がある一方、金属元素が結晶質半導体膜に残存するためにオフ電流が上昇し、特性が安定しないという欠点がある。そこで、結晶質半導体膜上に、ゲッターリングサイトとして機能する非晶質半導体膜を形成するとよい。ゲッターリングサイトとなる非晶質半導体膜には、リンやアルゴンの不純物元素を含有させる必要があるため、好適には、アルゴンを高濃度に含有させることが可能なスパッタ法で形成するとよい。その後、加熱処理（RTA法やファーネスアニール炉を用いた熱アニール等）を行って、非晶質半導体膜中に金属元素を拡散させ、続いて、当該金属元素を含む非晶質半導体膜を除去する。このようなゲッターリングプロセスを行うことにより、結晶質半導体膜中の金属元素の含有量を低減または除去することができる。

【0057】

次に、結晶質半導体膜706～710を覆うゲート絶縁膜705を形成する。ゲート絶縁膜705は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法により、珪素の酸化物または珪素の窒化物を含む膜を、単層または積層して形成する。具体的には、酸化珪素を含む膜、酸化窒化珪素を含む膜、窒化酸化珪素を含む膜を、単層構造として形成するか、当該これらの膜を適宜積層して形成する。また、結晶質半導体膜706～710に対して、酸素、窒素、または酸素及び窒素を含む雰囲気中で、上述した高密度プラズマ処理を行うことにより、結晶質半導体膜706～710の表面を酸化または窒化して、ゲート絶縁膜を形成してもよい。高密度プラズマ処理により形成されたゲート絶縁膜は、CVD法やスパッタ法等により形成された膜と比較して膜厚や膜質などの均一性に優れ、且つ緻密な膜を形成することができる。酸素を含む雰囲気としては、酸素(O_2)、二酸化窒素(NO_2)、もしくは一酸化二窒素(N_2O)と、希ガスとの混合ガス、または、酸素(O_2)、二酸化窒素(NO_2)もしくは一酸化二窒素(N_2O)と、希ガスと、水素(H_2)との混合ガスを用いることができる。また、窒素を含む雰囲気としては、窒素(N_2)もしくはアンモニア(NH_3)と、希ガスとの混合ガス、または、窒素(N_2)もしくはアンモニア(NH_3)と、希ガスと、水素(H_2)との混合ガスを用いることができる。高密度プラズマにより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、結晶質半導体膜706～710の表面を酸化又は窒化することができる。

10

【0058】

高密度プラズマ処理を行ってゲート絶縁膜705を形成する場合、1～20nm、代表的には5～10nmの絶縁膜が結晶質半導体膜706～710に形成される。この場合の反応は固相反応であるため、当該絶縁膜と結晶質半導体膜706～710との界面準位密度をきわめて低くすることができる。また、結晶質半導体膜706～710を直接酸化または窒化するため、形成されるゲート絶縁膜705の厚さを、理想的にはばらつきをきわめて小さくすることができる。さらに、結晶性シリコンの結晶粒界でも強い酸化がおこらないため、非常に好ましい状態となる。すなわち、ここで示す高密度プラズマ処理で半導体膜の表面を固相酸化することにより、結晶粒界において異常に酸化反応をさせることなく、且つ、均一性が良く、界面準位密度が低い絶縁膜を形成することができる。

20

【0059】

なお、ゲート絶縁膜705は、高密度プラズマ処理によって形成される絶縁膜のみを用いても良いし、それに加えてプラズマや熱反応を利用したCVD法により酸化珪素、酸素を含む窒化珪素、窒素を含む酸化珪素などの絶縁膜を堆積し、積層させても良い。いずれにしても、高密度プラズマで形成した絶縁膜をゲート絶縁膜の一部又は全部に含んで形成されるトランジスタは、特性のばらつきを小さくすることができる。

30

【0060】

また、非晶質半導体膜704に対し、連続発振レーザーまたは10MHz以上の周波数で発振するレーザービームを照射しながら一方向に走査して結晶化した結晶質半導体膜706～710は、そのビームの走査方向に結晶が成長する特性がある。したがって、走査方向をチャンネル長方向(チャンネル形成領域が形成されたときにキャリアが流れる方向)に合わせてトランジスタを配置し、高密度プラズマ処理によって形成されたゲート絶縁膜705を組み合わせることで、特性ばらつきがより小さく、しかも電界効果移動度が高いトランジスタを得ることができる。

40

【0061】

次に、ゲート絶縁膜705上に、第1の導電膜と第2の導電膜とを積層して形成する。第1の導電膜及び第2の導電膜は、それぞれスパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法により形成すればよい。本実施の形態では、第1の導電膜を20～100nmの厚さに形成し、第2の導電膜を100～400nmの厚さに形成する。また、第1の導電膜と第2の導電膜は、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)等から

50

選択された元素またはこれらの元素を主成分とする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。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶珪素に代表される半導体材料により形成することもできる。第1の導電膜と第2の導電膜の組み合わせの例としては、窒化タンタル（Ta₂N₅）膜とタングステン（W）膜、窒化タングステン（WN）膜とタングステン膜、窒化モリブデン（Mo₂N₃）膜とモリブデン（Mo）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、第1の導電膜と第2の導電膜を形成した後に、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、第1の導電膜と第2の導電膜による2層構造ではなく、単層構造としてもよいし、3層構造とすることもできる。3層構造にする場合は、基板側から順にモリブデン膜、アルミニウム膜、モリブデン膜を積層した構造、またはチタン膜、アルミニウム膜、チタン膜を順に積層した構造を採用することが好ましい。

10

【0062】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスクを形成し、ゲート電極とゲート線を形成するためのエッチング処理を行って、ゲート電極として機能する導電膜716～725（以下、本明細書において「ゲート電極」とよぶことがある。）を形成する。

【0063】

次に、フォトリソグラフィ法により、レジストからなるマスクを形成した後、結晶質半導体膜706、708～710に、イオンドープ法またはイオン注入法により、N型を付与する不純物元素を低濃度に添加する。このようにして、N型不純物領域711、713～715及びチャンネル形成領域780、782～784が形成される。N型を付与する不純物元素は、15族に属する元素を用いればよく、例えばリン（P）、砒素（As）を用いる。

20

【0064】

次に、フォトリソグラフィ法によりレジストからなるマスクを形成して、結晶質半導体膜707に、P型を付与する不純物元素を添加して、P型不純物領域712とチャンネル形成領域781を形成する。P型を付与する不純物元素は、例えばボロン（B）を用いる。なお、N型不純物領域711、713～715及びP型不純物領域712を形成する順番は、本実施の形態のようにN型不純物領域711、713～715を形成した後にP型不純物領域712を形成してもよいし、P型不純物領域712を形成した後にN型不純物領域711、713～715を形成してもよい。

30

【0065】

次に、ゲート絶縁膜705と導電膜716～725を覆うように、絶縁膜を形成する。絶縁膜は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法により、珪素、珪素の酸化物、または珪素の窒化物など無機材料からなる膜や、有機樹脂などの有機材料からなる膜を、単層または積層して形成する。次に、絶縁膜を、垂直方向を主体とした異方性エッチングにより選択的にエッチングして、導電膜716～725の側面に接する絶縁膜（サイドウォールともよばれる）739～743を形成する（図2（B））。また、絶縁膜739～743の作製と同時に、ゲート絶縁膜705がエッチングされて形成された絶縁膜734～738を形成する。絶縁膜739～743は、後に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。

40

【0066】

次に、フォトリソグラフィ法により形成したレジストからなるマスクと、絶縁膜739～743をマスクとして用いて、結晶質半導体膜706、708～710にN型を付与する不純物元素を添加して、第1のN型不純物領域（LDD領域ともよぶ）727、729、731、733と、第2のN型不純物領域726、728、730、732とを形成する。第1のN型不純物領域727、729、731、733が含む不純物元素の濃度は、第2のN型不純物領域726、728、730、732の不純物元素の濃度よりも低い。上記工程を経て、N型の薄膜トランジスタ744、746～748と、P型の薄膜トランジスタ745が完成する。

50

【0067】

なお、LDD領域を形成するためには、ゲート電極を2層以上の積層構造として、当該ゲート電極にテーパがつくようなエッチングや異方性エッチングを行って、当該ゲート電極を構成する下層の導電膜をマスクとして用いる手法と、サイドウォールの絶縁膜をマスクとして用いる手法がある。前者の手法を採用して形成された薄膜トランジスタは、ゲート絶縁膜を介してLDD領域をゲート電極と重ねて配置させた構造となっているが、この構造は、ゲート電極にテーパがつくようなエッチングや異方性エッチングを利用するために、LDD領域の幅を制御することが難しく、エッチング工程が良好に行われなければ、LDD領域を形成することが出来ない場合がある。一方、後者のサイドウォールの絶縁膜をマスクとして用いる手法は、前者の手法と比較すると、LDD領域の幅の制御が容易であり、また、LDD領域を確実に形成することができる。なお、「ゲート電極にテーパがつくようなエッチング」とは、ゲート電極の側面がテーパ状になるようなエッチングのことをいう。

10

【0068】

なお、露出されたN型不純物領域726、728、730、732、及びP型不純物領域785の表面に形成された自然酸化膜を除去した後、金属膜を用いてシリサイド領域をそれぞれ適宜形成してもよい。金属膜としては、ニッケル膜、チタン膜、コバルト膜、白金膜、もしくはこれら元素のうち少なくとも2種類を含む合金でなる膜等を使用することができる。より具体的には、金属膜として例えばニッケル膜を用い、室温の下、成膜電力500W～1kWでニッケル膜をスパッタ法により成膜した後、加熱処理によってシリサイド領域を形成する。加熱処理はRTAやファーネスアニール等を用いることができる。このとき、金属膜の膜厚、加熱温度、加熱時間を制御することにより、N型不純物領域726、728、730、732、及びP型不純物領域785の表面のみをシリサイド領域にすることもできるし、全面をシリサイド領域とすることもできる。最後に、未反応のニッケルを除去する。例えば、 $\text{HCl}:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}=3:2:1$ からなるエッチング溶液を用いて未反応のニッケルを除去する。

20

【0069】

なお、本実施の形態では、薄膜トランジスタ744～748をトップゲート型とした例を説明したが、それぞれボトムゲート型の薄膜トランジスタとしてもよいことはいうまでもない。また、薄膜トランジスタ744～748のチャネル形成領域が、各々一つ形成されるシングルゲート構造について説明したが、チャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造または三つ形成されるトリプルゲート構造であってもよい。あるいは、チャネル形成領域の上下にゲート絶縁膜を介して配置された2つのゲート電極を有するデュアルゲート型やその他の構造としてもよい。

30

【0070】

また、薄膜トランジスタ744～748の構造は、それぞれ本実施の形態で説明した構成以外のものとしてもよく、例えば不純物領域（ソース領域、ドレイン領域、LDD領域を含む）を有してもよいし、Pチャネル型の薄膜トランジスタ、Nチャネル型の薄膜トランジスタ、またはCMOS回路としてもよい。また、半導体膜の上方または下方に設けられるゲート電極の側面と接するように絶縁膜（サイドウォール）を形成してもよい。

40

【0071】

上記工程を経て、N型の薄膜トランジスタ744、746～748と、P型の薄膜トランジスタ745を完成させた後、半導体膜の結晶性の回復や半導体膜に添加された不純物元素の活性化を目的とする加熱処理を行ってもよい。また、好ましくは加熱処理を行った後、露出されているゲート絶縁膜705に対して水素を含む雰囲気中で高密度プラズマ処理を行うことにより、当該ゲート絶縁膜705の表面に水素を含有させるようにしてもよい。これは、後の半導体膜の水素化の工程を行う際に、この水素を利用することができるためである。または、基板に対して350～450℃の加熱をしながら水素を含む雰囲気中で高密度プラズマ処理を行うことで、半導体膜の水素化を行うことができる。なお、水素を含む雰囲気としては、水素（ H_2 ）またはアンモニア（ NH_3 ）と、希ガス（例えば

50

、アルゴン（Ar））とを混合したガスを用いることができる。水素を含む雰囲気として、アンモニア（NH₃）と希ガス（例えば、アルゴン（Ar））との混合ガスを用いた場合、ゲート絶縁膜705表面の水素化と同時に表面を窒化することもできる。

【0072】

次に、薄膜トランジスタ744～748を覆うように、絶縁膜を単層または積層して形成する（図2（C））。薄膜トランジスタ744～748を覆う絶縁膜は、SOG法、液滴吐出法等により、珪素の酸化物や珪素の窒化物等の無機材料、ポリイミド、ポリアミド、ベンゾシクロブテン、アクリル、エポキシ、シロキサン等の有機材料等により、単層または積層で形成する。本明細書においてシロキサンとは、シリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成され、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。また、置換基として、フルオロ基を用いてもよいし、少なくとも水素を含む有機基及びフルオロ基を用いてもよい。例えば、薄膜トランジスタ744～748を覆う絶縁膜が3層構造の場合、1層目の絶縁膜749として酸化珪素を主成分とする膜を形成し、2層目の絶縁膜750として樹脂を主成分とする膜を形成し、3層目の絶縁膜751として窒化珪素を主成分とする膜を形成するとよい。また、薄膜トランジスタ744～748を覆う絶縁膜を単層構造にする場合、窒化珪素膜または酸素を含む窒化珪素膜を形成するとよい。このとき、好ましくは窒化珪素膜または酸素を含む窒化珪素膜に対して水素を含む雰囲気中で高密度プラズマ処理を行うことにより、当該窒化珪素膜または当該酸素を含む窒化珪素膜の表面に水素を含有させるようにする。これは、後の半導体膜の水素化の工程を行う際に、この水素を利用することができるためである。または、基板に対して350～450℃の加熱をしながら水素を含む雰囲気中で高密度プラズマ処理を行うことで、半導体膜の水素化を行うことができる。なお、水素を含む雰囲気としては、水素（H₂）またはアンモニア（NH₃）と、希ガス（例えば、アルゴン（Ar））とを混合したガスを用いることができる。水素を含む雰囲気として、アンモニア（NH₃）と希ガス（例えば、アルゴン（Ar））との混合ガスを用いた場合、ゲート絶縁膜705表面の水素化と同時に表面を窒化することもできる。

【0073】

なお、絶縁膜749～751を形成する前、または絶縁膜749～751のうちの1つまたは複数の薄膜を形成した後に、半導体膜の結晶性の回復や半導体膜に添加された不純物元素の活性化、半導体膜の水素化を目的とした加熱処理を行うとよい。加熱処理には、熱アニール、レーザーアニール法、またはRTA法などを適用するとよい。例えば、不純物元素の活性化を目的とする場合、500℃以上の熱アニールを行えばよい。また、半導体膜の水素化を目的とする場合、350～450℃の熱アニールを行えばよい。

【0074】

次に、フォトリソグラフィ法により絶縁膜749～751をエッチングして、N型不純物領域726、728、730、732、及びP型不純物領域785を露出させるコンタクトホールを形成する。続いて、コンタクトホールを充填するように、導電膜を形成し、当該導電膜をパターン加工して、ソースまたはドレイン配線として機能する導電膜752～761を形成する。

【0075】

導電膜752～761は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法により、アルミニウム（Al）を主成分とする導電膜を用いて形成する。アルミニウムを主成分とする導電膜とは、例えば、アルミニウムを主成分としニッケルを含む材料、または、アルミニウムを主成分とし、ニッケルと、炭素と珪素の一方または両方を含む合金材料に相当する。アルミニウムを主成分とする導電膜は、一般に耐熱性に難点があるため、アルミニウムを主成分とする導電膜の上下をバリア膜で挟み込む構成とすることが好ましい。バリア膜とは、アルミニウムを主成分とする導電膜のヒロック抑制や、耐熱性を高める機能を有するものを指し、このような機能を有する材料としては、クロム、タンタル、タングステン、モリブデン、チタン、シリコン、ニッケルまたはこれらの窒化物からなるものが挙げられる。導電膜752～761の構造の一例として、基板側から順にチタン膜、アルミニ

ウム膜、チタン膜を順に積層する構造が挙げられる。チタン膜は、還元性の高い元素であるため、結晶質半導体膜上に薄い自然酸化膜ができていたとしても、この自然酸化膜を還元し、結晶質半導体膜と良好なコンタクトをとることができる。また、結晶質半導体膜とアルミニウム膜との間に形成されるチタン膜に対して、窒素を含む雰囲気中で高密度プラズマ処理を行い、表面を窒化することが好ましい。高密度プラズマ処理の条件として、プラズマの電子密度は $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、プラズマの電子温度は 0.5 eV 以上 1.5 eV 以下である。また、窒素を含む雰囲気としては、 N_2 もしくは NH_3 と、希ガスとの混合ガス、または、 N_2 もしくは NH_3 と、希ガスと、 H_2 との混合ガスを用いればよい。チタン膜の表面を窒化することにより、後の加熱処理の工程などでチタンとアルミニウムが合金化することを防ぎ、チタン膜を突き破って結晶質半導体膜中にアルミニウムが拡散することを防止することができる。なお、ここではアルミニウム膜をチタン膜で挟み込む例について説明したが、チタン膜に変えてクロム膜、タングステン膜などを用いた場合にも同じことが言える。さらに好ましくは、マルチチャンバー装置を用いて、チタン膜の成膜、チタン膜表面の窒化処理、アルミニウム膜の成膜、チタン膜の成膜を大気に曝すことなく連続して行う。

【0076】

次に、導電膜752～761を覆うように、絶縁膜762を形成する（図3）。絶縁膜762は、SOG法、液滴吐出法等を用いて、無機材料または有機材料により、単層または積層で形成する。本実施の形態では、絶縁膜762を $0.75 \mu\text{m}$ ～ $3 \mu\text{m}$ の厚さに形成する。

【0077】

次に、フォトリソグラフィ法により絶縁膜762をエッチングして、導電膜761を露出させるコンタクトホールを形成する。続いて、絶縁膜762の上面及びコンタクトホールを充填するように導電膜を形成する。導電膜を形成する方法としては、例えば導電性の粒子を含有する流動体を用いて、スクリーン印刷法や、スピンコーティング法、ディッピング、インクジェット技術などを用いた液滴吐出法などのいずれか一の方法により導電膜を形成することができる。また、CVD法、スパッタ法、メッキ法、または蒸着法により導電膜を形成してもよく、この場合は導電膜として、Au、Ag、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al、Ta、Mo、Cd、Zn、Fe、Ti、Zr、Baのいずれか一またはこれらの合金もしくは化合物を用いることができる。また、リンなどの不純物元素がドーピングされた多結晶Siまたは多結晶Geを導電膜として用いることもできる。

【0078】

本実施の形態では、スクリーン印刷法を用いて導電膜を形成する方法について詳細に説明する。スクリーン印刷法を用いて導電膜を形成する場合、他の方法に比較してその膜厚を厚くすることが容易であるので好ましい。例えば、スパッタ法では $5 \mu\text{m}$ 、インクジェット技術を用いた液滴吐出法では数 μm 程度の膜厚に形成することが限界であるのに対し、スクリーン印刷法を用いる場合、最大 $50 \mu\text{m}$ 程度（例えば、 $20 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下）の膜厚を有する導電膜を形成することができる。膜厚のより厚い導電膜を形成することで、後のアンテナとなる配線の抵抗値をより低くすることができる。

【0079】

導電性の粒子の粒径は 1 nm 以上 100 nm 以下のものを用いることができる。本明細書において、「流動体」とは、流動性を帯びた状態の材料を指し、例えばペースト状の材料を指す。スクリーン印刷法は、図3に示すように、被対象物の上方に、金網（メッシュ）304及びマスク用の乳剤305を枠303内に有するスクリーン印刷版301を設ける。次に、スクリーン印刷版301上に導電性の粒子を含有する流動体306を設け、スキージ307やローラー等を用いて導電性の粒子を含有する流動体306を押しつけながら押し出して、被対象物（絶縁膜762）の表面に塗布する。この結果、絶縁膜762の上面及びコンタクトホールを充填するように流動体が塗布される。なお、スキージやローラーで導電性の粒子を含有する流動体を押し出す前に、スクレーパーで導電性の粒子を含有

する流動体をスクリーン印刷版上に広げてもよい。

【0080】

次に、絶縁膜762の上面及びコンタクトホール内に塗布された導電性の粒子を含有する流動体306を焼成して硬化させ、導電膜310を形成する。流動体を完全に硬化させるためには、150℃以上の焼成温度が必要である。流動体中に含まれる導電性の微粒子として銀を主成分とする微粒子を用いる場合、焼成温度が300℃を越えると、緻密性が失われ、多孔で、表面が荒れた状態になりやすい。このため、150～300℃の温度範囲で焼成することが好ましい。本実施の形態では、焼成時間を1時間とするが、流動体が完全に硬化するように焼成時間を適宜設定すればよい。なお、本実施の形態においては流動体306を焼成することにより硬化させているが、流動体306として光硬化性樹脂を用いた場合は、流動体306に光（例えば紫外線や電子線、可視光線）を照射することにより硬化させることもできる。すなわち、流動体の硬化方法は、焼成に限定されるものではなく、光を照射させる方法を用いることもできる。光硬化性樹脂の例としては、アクリル樹脂やシリコン樹脂などが挙げられる。

10

【0081】

流動体は、導電性の微粒子が溶媒中に凝集することなく均一に分散している。流動体中に含まれる導電性の微粒子の一例として、上述した銀を主成分とする微粒子が挙げられるが、焼成後にアンテナとして機能する配線として使用可能な材料であれば何でもよい。例えば、金、銀、銅、金と銀の合金、金と銅の合金、銀と銅の合金、金と銀と銅の合金のいずれかを主成分とする微粒子でもよい。また、インジウム錫酸化物（以下、「ITO (indium tin oxide)」とよぶ。）、酸化インジウムに2wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を混合した導電性酸化物（以下、「IZO (indium zinc oxide)」とよぶ。）、または酸化インジウムに2wt%以上20wt%以下の酸化珪素を混合した導電性酸化物（以下、「ITSO」とよぶ。）を主成分とする微粒子でもよい。また、鉛フリーのはんだを主成分とする微粒子を用いてもよく、この場合は粒径20μm以下の微粒子を用いることが好ましい。鉛フリーのはんだは、上述した銀を主成分とする微粒子を用いる場合と比較して、低コストである点で優れている。また、公害のおそれはあるが、鉛を含有するはんだを主成分とする微粒子を用いることも可能である。

20

【0082】

次に、導電膜310にレーザーを照射してパターニングを行い、配線763～765を形成する（図4（A））。この配線763～765が、アンテナとして機能する。ここで、レーザー照射によるパターニングは、物理的な手法（「レーザーアブレーション」とも呼ばれる。）でもよいし、化学的な手法を用いてもよい。物理的な手法は、大気中または不活性ガス雰囲気中で、レーザー光の光子エネルギーによって固体内（本実施の形態では、導電膜）の原子や分子の結合を光解離させるとともに、過剰なレーザーエネルギーの吸収によって発生した熱で分解した導電膜を飛散させるプロセスである。化学的な手法は、反応性のガス（エッチャント）に被処理物を保持した状態でレーザーを照射するプロセスである。また、レーザーの条件や種類は、特に限定されない。例えば、連続発振型のレーザービーム（CWレーザービーム）やパルス発振型のレーザービーム（パルスレーザービーム）を用いることができる。使用可能なレーザービームとしては、Arレーザー、Krレーザー、エキシマレーザーなどの気体レーザー、単結晶のYAG、YVO₄、フォルスライト（Mg₂SiO₄）、YAlO₃、GdVO₄、若しくは多結晶（セラミック）のYAG、Y₂O₃、YVO₄、YAlO₃、GdVO₄に、ドープメントとして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レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライトレーザー、Ti：サファイアレーザー、銅蒸気レーザーまたは金蒸気レーザーのうち一種または複数種から発振されるものを用いることができる。好ましくは、1nm以上380nm以下の波長の固体レーザーを用いるとよい。本実施の形態では、UVレーザーを用いる。

30

40

【0083】

50

なお、導電膜 310 にレーザーを照射してパターンニング（スクライブ）を行う際に、導電膜 310 の下面に形成されている絶縁膜 762 が一部エッチングされるとともに、絶縁膜 762 の下に形成された素子にも損傷を与えてしまうおそれがある。絶縁膜 762 がエッチングされるかどうかは、絶縁膜 762 を構成する材質やレーザーの照射条件によって決定される。したがって、絶縁膜 762 がエッチングされないようにするには、絶縁膜 762 を DLC（ダイヤモンドライクカーボン）の如き緻密で硬質な膜で形成したり、レーザーの照射条件を適宜決定するようにすればよい。また、好ましくは、有機材料を用いて形成された平坦化膜と、当該平坦化膜上に形成された DLC 膜とからなる積層構造を絶縁膜 762 として用いるとよい。このような構造とすると、導電膜 752～761 により生じる段差を平坦化膜で吸収し、かつレーザー照射の際に絶縁膜 762 の下に形成された素子を DLC 膜により保護することができる。また、絶縁膜 762 の一部がエッチングされたとしても、エッチングされた絶縁膜 762 上に絶縁膜を設けるような構成にしてもよい。本実施の形態では、後に絶縁膜 15 を絶縁膜 762 上に設けているため、絶縁膜 762 の表面が一部エッチングされたとしても問題がない。

10

【0084】

本方法を用いて形成された導電膜（アンテナ）は、アンテナのライン間の幅が $20 \pm 5 \mu\text{m}$ と狭いため、単位面積当たりのアンテナ形成可能な領域を増大させることができる。この結果、アンテナの低抵抗化を図り、無線チップの通信距離を向上させることができる。また、アンテナの形成に要する処理時間を、レジストマスクを用いてパターンニングする方法と比較して格段に短くすることができる。

20

【0085】

また、スクリーン印刷法を用いて導電膜を形成した後、レーザーの照射によりパターンニングしてアンテナを形成する場合、スクリーン印刷法で直接アンテナを形成する方法に比べて、以下の効果を得ることができる。すなわち、スクリーン印刷法で直接アンテナを形成する場合、アンテナ形成の過程印刷後から焼成までの（焼成の工程）において樹脂ダレが生じるため、形成されたアンテナの断面形状が台形状になり、アンテナの抵抗値を上昇させてしまう。一方、スクリーン印刷法を用いて導電膜を形成した後、レーザーの照射によりパターンニングしてアンテナを形成する場合、形成されたアンテナの断面形状が台形状になりにくく、アンテナの抵抗値を低減することができる。

30

【0086】

以上の工程を経て、素子層 14 が完成される。

【0087】

次に、アンテナとして機能する配線 763～765 を覆うように、SOG 法、液滴吐出法等により絶縁膜 15（保護層）を形成する（図 4（B））。絶縁膜 15 は、素子層 14 の強度を確保するための保護層としての機能を有するため、以下、本明細書において絶縁膜 15 を保護層と記載することがある。絶縁膜 15 は、下地膜 13 及び素子層 14 の側面も覆うように形成することが好ましい。本実施の形態では、絶縁膜 15 が、下地膜 13 及び素子層 14 を覆うように全面に設けられているが、必ずしも全面に設ける必要はなく選択的に設けてもよい。なお、素子層 14 の強度が十分であれば、絶縁膜 15 を設けなくてもよい。

40

【0088】

絶縁膜 15 は、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）等の炭素を含む膜、窒素を含む酸化珪素膜、酸素を含む窒化珪素膜、エポキシ等の樹脂材料やその他の有機材料からなる膜などを用いて形成すればよい。絶縁膜 15 の形成方法としては、スパッタ法、プラズマ CVD 法等の各種 CVD 法、スピンコーティング法、液滴吐出法、またはスクリーン印刷法を用いて形成することができる。

【0089】

次に、剥離層 12 が露出されるように絶縁膜をエッチングして、開口部 773、774 を形成する（図 5（A））。開口部 773、774 を形成することにより、後の剥離工程の際に基板 11 から素子を容易に剥離することができる。また、開口部 773、774 は

50

、素子層 1 4 を構成する薄膜トランジスタ等の素子を避けた領域や、基板 1 1 の端部に設けることが好ましい。また、開口部 7 7 3、7 7 4 は、フォトリソグラフィ法やレーザー光（例えば UV 光）の照射、または試料の端面を研削、切断することにより形成することができる。

【0090】

次に、必要に応じて開口部 7 7 3、7 7 4 にエッチング剤を導入して、剥離層 1 2 を除去する（図 5（B））。剥離層 1 2 を除去することにより、後の剥離工程の際に基板 1 1 から素子をさらに容易に剥離することが可能になるが、本工程は省略してもよい。エッチング剤は、フッ化ハロゲンを含む気体または液体を使用する。フッ化ハロゲンを含む気体として、例えば三フッ化塩素（ ClF_3 ）ガスを使用することができる。そうすると、素子層 1 4 は、基板 1 1 から剥離された状態となる。なお、素子層 1 4 とは、薄膜トランジスタ 7 4 4～7 4 8 と、アンテナとして機能する導電膜 7 8 6 が設けられている層をさす。また、剥離層 1 2 は、全て除去せず一部分を残存させてもよい。剥離層 1 2 の一部分を残存することによって、エッチング剤の消費量を抑え、剥離層の除去に要する処理時間の短縮化が可能となり、低コスト化、高効率化を図ることができる。また、剥離層 1 2 の除去を行った後にも、基板 1 1 上に素子層 1 4 を保持しておくことが可能となる。

【0091】

なお、本実施の形態では、開口部 7 7 3、7 7 4 を形成した後、当該開口部 7 7 3、7 7 4 にエッチング剤を導入して剥離層 1 2 を除去する方法を用いているが、他の方法を用いて下地膜 1 3、素子層 1 4、及び保護層 1 5 を有する積層体を基板 1 1 から剥離するようにしてもよい。例えば、レーザーまたはカッターを用いて剥離層 1 2 に達するように開口部を形成した後、物理的手段によって前記積層体を基板 1 1 から剥離する方法を用いることができる。ここで、「物理的手段によって剥離する。」とは、外部からストレスが与えられて剥離することを指す。例えば、ノズルから吹き付けられるガスの風圧や超音波等からストレスを与えることにより剥離する方法がある。

【0092】

素子層 1 4 が剥離された基板 1 1 は、コストの削減のために、再利用するとよい。また、絶縁膜 1 5 は、剥離層 1 2 を除去した後に、素子層 1 4 が飛散しないように形成したものである。素子層 1 4 は小さく薄く軽いために、剥離層 1 2 を除去した後は、基板 1 1 に密着していないために飛散しやすい。しかしながら、素子層 1 4 上に絶縁膜 1 5 を形成することで、素子層 1 4 に重みが付き、基板 1 1 からの飛散を防止することができる。また、素子層 1 4 単体では薄くて軽い、絶縁膜 1 5 を形成することで、基板 1 1 から剥離した素子層 1 4 が応力等により巻かれた形状になることがなく、ある程度の強度を確保することができる。

【0093】

次に、絶縁膜 1 5 の一方の面を、第 1 のシート材 7 7 5 に接着させて基板 1 1 から完全に剥離する（図 6（A））。剥離層 1 2 を全て除去せず一部を残した場合には、物理的手段を用いて基板 1 1 から素子層を剥離する。続いて、絶縁膜 1 5 の一方の面と第 1 のシート材 7 7 5 とが接着された側とは逆側の面に第 2 のシート材 7 7 6 を設け、その後加熱処理と加圧処理の一方または両方を行って、第 2 のシート材 7 7 6 を貼り合わせる。また、第 2 のシート材 7 7 6 を設けると同時または設けた後に第 1 のシート材 7 7 5 を剥離し、代わりに第 3 のシート材 7 7 7 を設ける。そして、加熱処理と加圧処理の一方または両方を行って、第 3 のシート材 7 7 7 を貼り合わせる。こうして、第 2 のシート材 7 7 6 と第 3 のシート材 7 7 7 により封止された半導体装置が完成する（図 6（B））。

【0094】

なお、第 1 のシート材 7 7 5 と第 2 のシート材 7 7 6 によって封止を行っても良いが、基板 1 1 から素子層 1 4 を剥離するためのシート材と素子層 1 4 を封止するためのシート材に異なるシート材を用いる場合には、上述したように、同じ材質からなる第 2 のシート材 7 7 6 及び第 3 のシート材 7 7 7 を用いて素子層 1 4 を封止するとよい。これは、例えば、基板 1 1 から素子層 1 4 を剥離する際に、第 1 のシート材 7 7 5 が素子層 1 4 のみな

らず基板 11 への接着が懸念される場合等、粘着力が弱いシート材を利用したいときに有効となる。

【0095】

第1のシート材775、第2のシート材776、第3のシート材777は、それぞれポリプロピレン、ポリエステル、ビニル、ポリフッ化ビニル、塩化ビニルなどからなるフィルム、繊維質な材料からなる紙、基材フィルム（ポリエステル、ポリアミド、無機蒸着フィルム（酸化珪素やアルミナなどの無機材料が表面に蒸着されたフィルム）、紙類等）と接着性合成樹脂フィルム（アクリル系合成樹脂、エポキシ系合成樹脂等）との積層フィルム等を利用することができる。また、加熱処理と加圧処理を行うことによりフィルムを素子層に接着する際には、フィルムの最表面に設けられた接着層か、または最外層に設けられた層（接着層ではない）を加熱処理によって溶かし、加圧により接着する。また、第2のシート材776と第3のシート材777の表面には接着層が設けられていてもよいし、接着層が設けられていなくてもよい。接着層は、熱硬化樹脂、紫外線硬化樹脂、エポキシ樹脂系接着剤、樹脂添加剤等の接着剤を含む層に相当する。また、封止後に内部への水分等の侵入を防ぐために封止するシート材にシリカコートを行うことが好ましく、例えば、接着層とポリエステル等のフィルムとシリカコートを積層させたシート材を利用することができる。

10

【0096】

以上の工程を経て、可撓性を有する半導体装置を作製することができる。本実施の形態で説明した方法を用いて形成された導電膜（アンテナ）は、アンテナ形成に係る処理時間を短時間に抑えながらも、アンテナのライン間の幅を $20 \pm 5 \mu\text{m}$ と狭くすることができるため、単位面積当たりのアンテナ形成可能な領域を増大させることができる。このため、当該アンテナを有する半導体装置は通信距離が向上し、信頼性の高いものとなる。

20

【0097】

（実施の形態2）

本実施の形態では、半導体装置の形成方法に関して上記実施の形態1と異なる半導体装置の作製方法について、図面を用いて説明する。

【0098】

実施の形態1では、薄膜トランジスタとともにアンテナを素子層の内部に形成する場合について説明したが、本実施の形態では、薄膜トランジスタとは別個にアンテナを形成し、後に薄膜トランジスタと電氣的に接続するようにして半導体装置を作製する方法について説明する。

30

【0099】

まず、アンテナが設けられた基板を予め形成する。アンテナが設けられた基板を形成する方法について説明する。

【0100】

まず、基板235上に導電膜を塗布する。または、後の工程でレーザー照射により導電膜をパターニングする際に基板235の一部がエッチングされることを防止するために、基板235上に絶縁膜を形成した後、当該絶縁膜上に導電膜を塗布する構成としてもよい。なお、基板235としては、ガラス基板、石英基板、セラミック基板、ステンレスを含む金属基板、シリコン基板、半導体基板の表面に絶縁膜を形成した基板、またはアクリル基板に代表されるプラスチック基板などを用いることができる。

40

【0101】

導電膜を塗布する方法としては、導電性の粒子を含有する流動体を用いて、スクリーン印刷法や、スピンコーティング法、ディッピング、インクジェット技術などを用いた液滴吐出法などのいずれか一の方法により導電膜を形成することができる。また、CVD法、スパッタ法、メッキ法、または蒸着法により導電膜を形成してもよく、この場合は導電膜として、Au、Ag、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al、Ta、Mo、Cd、Zn、Fe、Ti、Zr、Baのいずれか一またはこれらの合金もしくは化合物を用いることができる。また、リンなどの不純物元素がドーピングされた多結晶Siまたは多

50

結晶Geを導電膜として用いることもできる。本実施の形態では、スクリーン印刷法を用いて導電膜を形成する方法について説明する。なお、スクリーン印刷法の条件や導電性の粒子の種類などは、実施の形態1で説明したものを使用すればよい。

【0102】

次に、基板上に塗布された導電性の粒子を含有する流動体を焼成して硬化させ、導電膜236を形成する(図7(A))。続いて、導電膜にレーザーを照射してパターンニング(スクライブ)を行い、配線237を形成する(図7(B))。この配線237が、アンテナとして機能する。

【0103】

本方法を用いて形成された配線(アンテナ)237は、アンテナのライン間の幅が $20 \pm 5 \mu\text{m}$ と狭いため、単位面積当たりのアンテナ形成可能な領域を増大させることができる。この結果、アンテナの低抵抗化を図り、無線チップの通信距離を向上させることができる。また、アンテナの形成に要する処理時間を、レジストマスクを用いてパターンニングする方法に比較して格段に短くすることができる。

【0104】

以上のようにして、アンテナが設けられた基板が完成される。

【0105】

次に、素子層が設けられた基板を形成する方法について説明する。まず、実施の形態1、及び図1、図2を用いて説明したように基板11上に導電膜752~761まで形成する(図2(C))。続いて、導電膜752~761及び絶縁膜751上に絶縁膜262を形成する(図8(A))。絶縁膜262は、SOG法、液滴吐出法等を用いて、無機材料または有機材料により、単層または積層で形成する。本実施の形態では、絶縁膜262を $0.75 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ の厚さに形成する。

【0106】

次に、フォトリソグラフィ法により絶縁膜262をエッチングして、導電膜752及び導電膜761を露出させるコンタクトホールを形成する。続いて、絶縁膜762の上面及びコンタクトホールを充填するように導電膜を形成する。この導電膜は、実施の形態1で説明した導電膜752~761に用いることが可能な材料を用いればよい。たとえば、アルミニウムを主成分とする導電膜を用いることができる。

【0107】

次に、導電膜をパターンニングして、導電膜752に接続する配線281、及び導電膜761に接続する配線282を形成する。

【0108】

以上のようにして、素子層が設けられた基板が完成される。なお、本実施の形態では、アンテナが設けられた基板を先に形成したが、アンテナが設けられた基板と素子層が設けられた基板を形成する順番は、両者のどちらを先に形成してもよい。

【0109】

次に、素子層が設けられた基板とアンテナが設けられた基板とを貼り合わせる(図8(B))。本実施の形態では、貼り合わせの手段として、導電体238が分散した異方性導電体239を用いている。異方性導電体239は、配線281(配線282)及びアンテナ234が設けられた領域にて、当該導電体が配線281(配線282)及びアンテナ234の厚みにより圧着され、導通をとることができる。その他の領域では、導電体238が十分な間隔を保っているため、電氣的に接続されることはない。なお、異方性導電体を用いて貼り合わせる方法の他に、金属と金属を超音波によって接合する方法(「超音波接合」と呼ぶ。)を用いたり、紫外線硬化樹脂または両面テープ等を用いて貼り合わせる方法を用いることもできる。

【0110】

以上のようにして、素子層が設けられた基板とアンテナが設けられた基板とが貼り合わされた基板(以下、「貼り合わせ基板240」とよぶ。)が完成される。

【0111】

次に、剥離層 1 2 が露出されるように絶縁膜をエッチングして、開口部 2 7 3、2 7 4 を形成する（図 9（A））。開口部 2 7 3、2 7 4 は、素子層 1 4 を構成する薄膜トランジスタ等を避けた領域や、基板 1 1 の端部に設ける。また、開口部 2 7 3、2 7 4 は、フォトリソグラフィ法やレーザー光の照射、または試料の端面を研削、切断することにより形成することができる。

【0 1 1 2】

次に、必要に応じて開口部 2 7 3、2 7 4 にエッチング剤を導入して、剥離層 1 2 を除去する（図 9（B））。エッチング剤は、フッ化ハロゲンを含む気体または液体を使用する。フッ化ハロゲンを含む気体として、例えば三フッ化塩素（ CF_3 ）ガスを使用することができる。そうすると、素子層 1 4 は、基板 1 1 から剥離された状態となる。また、剥離層 1 2 は、全て除去せず一部分を残存させてもよい。剥離層 1 2 の一部分を残存することによって、エッチング剤の消費量を抑え、剥離層の除去に要する処理時間の短縮化が可能となり、低コスト化、高効率化を図ることができる。また、剥離層 1 2 の除去を行った後にも、基板 1 1 上に素子層 1 4 を保持しておくことが可能となる。

10

【0 1 1 3】

素子層 1 4 が剥離された基板 1 1 は、コストの削減のために、再利用するとよい。また、絶縁膜 1 5 は、剥離層 1 2 を除去した後に、素子層 1 4 が飛散しないように形成したものである。素子層 1 4 は小さく薄く軽いために、剥離層 1 2 を除去した後は、基板 1 1 に密着していないために飛散しやすい。しかしながら、素子層 1 4 上に絶縁膜 1 5 を形成することで、素子層 1 4 に重みが付き、基板 1 1 からの飛散を防止することができる。また、素子層 1 4 単体では薄くて軽い、絶縁膜 1 5 を形成することで、基板 1 1 から剥離した素子層 1 4 が応力等により巻かれた形状になることがなく、ある程度の強度を確保することができる。

20

【0 1 1 4】

次に、素子層 1 4 を有する基板 2 3 5 を、基板 1 1 から完全に剥離する（図 10（A））。なお、剥離層 1 2 を全て除去せず一部を残した場合には、物理的手段を用いて基板 1 1 から素子層 1 4 を剥離する。

【0 1 1 5】

次に、基板 1 1 から剥離された素子層 1 4 を有する基板 2 3 5 を、第 1 のシート材 2 7 6 及び第 2 のシート材 2 7 7 を用いて封止する（図 10（B））。なお、封止を行う前に、素子層の保護を目的として、アンテナ用基板 2 3 5 上を覆うように保護フィルムを設けてもよい。

30

【0 1 1 6】

第 1 のシート材 2 7 6 と第 2 のシート材 2 7 7 との貼り合わせる方法としては、加熱処理と加圧処理の一方または両方を行って貼り合わせるができる。また、封止に用いる第 1 のシート材 2 7 6、第 2 のシート材 2 7 7 としては、ポリプロピレン、ポリエステル、ビニル、ポリフッ化ビニル、塩化ビニルなどからなるフィルム、繊維質な材料からなる紙、基材フィルム（ポリエステル、ポリアミド、無機蒸着フィルム、紙類等）と接着性合成樹脂フィルム（アクリル系合成樹脂、エポキシ系合成樹脂等）との積層フィルム等を利用することができる。また、加熱処理と加圧処理を行うことによりフィルムを素子層に接着する際には、フィルムの最表面に設けられた接着層か、または最外層に設けられた層（接着層ではない）を加熱処理によって溶かし、加圧により接着する。また、第 1 のシート材 2 7 6 と第 2 のシート材 2 7 7 の表面には接着層が設けられていてもよいし、接着層が設けられていなくてもよい。接着層は、熱硬化樹脂、紫外線硬化樹脂、エポキシ樹脂系接着剤、樹脂添加剤等の接着剤を含む層に相当する。また、封止後に内部への水分等の侵入を防ぐために封止するシート材にシリカコートを行うことが好ましく、例えば、接着層とポリエステル等のフィルムとシリカコートを積層させたシート材を利用することができる。

40

【0 1 1 7】

次に、第 1 のシート材 2 7 6 と第 2 のシート材 2 7 7 により封止された基板を各チップ

50

に分断する。各チップに分断する方法としては、例えば、加熱手段としてレーザー発振装置を用い、第2のシート材上からレーザー光を後にチップとなる周囲に照射することによって、各チップに切断する。

【0118】

また、レーザー光以外の加熱手段として、ワイヤーを用いてもよい。すなわち、加熱したワイヤーを押しつけることによって、後のチップとなる周囲を溶融して切断してもよい。

【0119】

以上の工程を経て、可撓性を有する半導体装置（チップ）が完成される。本実施の形態で説明した方法を用いて形成された導電膜（アンテナ）は、アンテナ形成に係る処理時間を短時間に抑えながらも、アンテナのライン間の幅を $20 \pm 5 \mu\text{m}$ と狭くすることができる。このため、単位面積当たりのアンテナ形成可能な領域を増大させることができる。このため、当該アンテナを有する半導体装置は通信距離が向上し、信頼性の高いものとなる。

【0120】

本実施の形態は上記実施の形態と自由に組み合わせて行うことができる。すなわち、上記実施の形態1で示した材料や形成方法は、本実施の形態でも自由に組み合わせて利用することができる。

【0121】

（実施の形態3）

本実施の形態では、半導体装置の作製方法に関して実施の形態1及び実施の形態2と異なる半導体装置の作製方法について、図面を用いて説明する。本実施の形態と、実施の形態1及び実施の形態2との違いは、実施の形態1及び実施の形態2では基板11を後の工程で取り去るものであるのに対し、本実施の形態では基板11を取り去る代わりに研削、研磨し、半導体装置の一部として使用している点である。

【0122】

まず、基板11上に下地膜13を形成する。続いて、下地膜13上に素子層14を形成する。本実施の形態と、実施の形態1及び実施の形態2との違いは、本実施の形態では基板11上に剥離層12を設けず、基板11上に直接下地膜13を形成する点である。

【0123】

なお、アンテナは、実施の形態1で説明したように素子層14の内部に形成するようにしてもよいし、実施の形態2で説明したように素子層14を形成した後、素子層に設けられた薄膜トランジスタとアンテナが設けられた基板を電氣的に接続するようにして形成してもよい。本実施の形態では、素子層14の内部にアンテナを形成した後、素子層14の上に絶縁膜15（保護層）を設けた構成とする。

【0124】

次に、絶縁膜15上にフィルム41を形成する。フィルム41は、塩化ビニル樹脂、シリコン樹脂などからなり、引っ張ると、延伸する性質を有する。そのため、フィルム41は、エキスパンドフィルムとも呼ばれる。フィルム41は、通常の状態ではその接着力が強く、光を照射するとその接着力が弱くなる性質を有することが好ましく、具体的には、紫外光を照射するとその接着力が弱くなるUVテープを用いるとよい。

【0125】

次に、研削手段31により、基板11の一表面（素子層が設けられている側の表面）と反対の表面を研削する（図11（A）参照）。好適には、基板11の厚さが $100 \mu\text{m}$ 以下になるまで研削する。一般的に、この研削工程では、基板11が固定されたステージと研削手段31の一方又は両方を回転させることで、基板11の表面を研削する。研削手段31とは、例えば、砥石に相当する。

【0126】

次に、研磨手段32により、研削した基板11の表面を研磨する（図11（B）参照）。好適には、基板11の厚さが $2 \sim 50 \mu\text{m}$ 、好ましくは $4 \sim 30 \mu\text{m}$ になるように研磨

10

20

30

40

50

する。この研磨工程も、上記の研削工程と同様に、基板 11 が固定されたステージと研磨手段 32 の一方又は両方を回転させることで、基板 11 の表面を研磨する。研磨手段 32 とは、例えば、研磨パッドに相当する。その後、図示しないが、研削、研磨工程により生じたごみを除去するために、必要に応じて洗浄を行う。

【0127】

次に、切断手段 33 により、基板 11、下地膜 13、素子層 14、及び絶縁膜 15 の一部を切断する。このとき、フィルム 41 は切断せず、素子層 14 は複数の集積回路の各々が分離されるように、集積回路同士の境界線（集積回路の間）を切断する。また、素子層 14 に設けられた素子は切断せず、素子層 14 に設けられた絶縁膜のみを切断するようにする。この切断工程を経て、薄型化された基板 11 と下地膜 13 と素子層 14 とが積層された半導体装置 19（チップ）が複数形成される（図 11（C）参照）。なお、切断手段 33 とは、ダイサー、レーザー、ワイヤソーなどに相当する。基板 11 の厚さが 2～50 μm （好ましくは 4～30 μm ）と薄型化された基板は、可撓性を有し、完成された半導体装置 19 も可撓性を有する。したがって、曲率を有するような物体上にも本実施の形態により作製された半導体装置 19 を容易に貼り付けることができる。

10

【0128】

本実施の形態は上記実施の形態と自由に組み合わせて行うことができる。すなわち、上記実施の形態 1 及び実施の形態 2 で示した材料や形成方法は、本実施の形態でも自由に組み合わせて利用することができる。

【0129】

20

（実施の形態 4）

本実施の形態は、実施の形態 1 で説明した素子層 14 の薄膜トランジスタとは別の構造を有する薄膜トランジスタの作製方法について説明する。

【0130】

まず、実施の形態 1 で説明したように、基板 11 上に剥離層 12、下地膜 13、非晶質半導体膜 704 を形成する。続いて、非晶質半導体膜 704 を結晶化した後、パターニングを行うことにより、結晶質半導体膜 706～710 を形成する。続いて、結晶質半導体膜 706～710 を覆うようにゲート絶縁膜 705 を形成する。続いて、ゲート絶縁膜 705 上に第 1 の導電膜 1505a 及び第 2 の導電膜 1506a を積層する。ただし、本実施の形態では、結晶質半導体膜 706 のみを図示して説明する（図 15（A））。

30

【0131】

第 1 の導電膜 1505a 及び第 2 の導電膜 1506a としては、それぞれタングステン（W）、クロム（Cr）、タンタル（Ta）、窒化タンタル（Ta₂N₅）またはモリブデン（Mo）などの高融点金属、又は高融点金属を主成分とする合金もしくは化合物を用いることができる。本実施の形態では、第 1 の導電膜と第 2 の導電膜をそれぞれ異なる材料を用い、後に行うエッチング工程でエッチングレートの差が生じるようにする。より具体的には、第 1 の導電膜として窒化タンタルを 30～50 nm の厚さに形成し、第 2 の導電膜としてタングステン膜を 300～600 nm の厚さに形成する。

【0132】

次に、回折格子パターン或いは半透膜からなる光強度低減機能を有する補助パターンを設置した露光マスクを用いて形成されたマスクパターン 1507a を第 2 の導電膜上に形成する（図 15（A））。ここで、マスクパターン 1507a を形成する方法について図 17 を用いながら説明する。

40

【0133】

図 17（A）は、露光マスクの一部を拡大した上面図である。また、図 17（B）は、図 17（A）に対応する露光マスクの一部の断面図である。図 17（B）には露光マスクと、レジストが塗布形成された基板 11 とを対応させて図示している。

【0134】

露光マスクは、透光性の基体 1700 上に、クロム（Cr）やタンタル（Ta）、CrN_x などの金属膜からなる遮光部 1701a、1701b と、補助パターンとして、半透

50

膜1702とを有している。遮光部1701aの幅を t_1 とし、遮光部1701bの幅を t_2 とし、半透膜が設けられた部分1702の幅を S_1 とする。なお、遮光部1701aと遮光部1701bとの間隔が S_1 ということもできる。

【0135】

本実施の形態では、露光マスクとして、透光性の基体1700上に MoSi_xN_y (x 、 y は正の整数) からなる半透膜1702と、クロム (Cr) からなる遮光部1701a、1701bを設けられたものを用いる。なお、半透膜1702は、各露光波長に対して材料を適宜選択すればよい。例えば、 F_2 エキシマレーザーを用いるときは、 TaSi_xO_y (x 、 y は正の整数) を用いればよく、ArFエキシマレーザーを用いるときは、 MoSi_xN_y または TaSi_xO_y を用いればよい。また、i線 (波長365nmの光) を用いるときは、 CrO_xN_y (x 、 y は正の整数) を用いればよく、ArFエキシマレーザーを用いるときは、 CrF_xO_y (x 、 y は正の整数) または MoSi_xO_y (x 、 y は正の整数) を用いればよい。

10

【0136】

図17(A)及び図17(B)に示す露光マスクを用いてレジスト膜の露光を行うと、遮光部の回り込みや半透膜を通過することによって非露光領域1507aと露光領域1520が形成される。

【0137】

次に、現像を行うと露光領域1520が除去され、図15(A)に示すマスクパターン1507aが得られる。なお、現像後に約200℃のベークを行ってマスクパターン1507aを変形させてもよい。

20

【0138】

また、その他の露光マスクの例として、露光限界以下の間隔で設けたスリットを有する回折格子パターン1712を遮光部1701aと遮光部1701bとの間に設けた露光マスクの上面図を図17(C)に示す。例えば、 t_1 を6 μm 、 t_2 を6 μm 、 S_1 を1 μm とした露光マスクを用いる。図17(C)に示す露光マスクを用いても同様に図15(A)に示すマスクパターン1507aが得られる。

【0139】

次に、マスクパターン1507aを用いることにより、第1の導電膜1505a及び第2の導電膜1506aをパターンニングする。

30

【0140】

まず、図15(B)に示すように、ドライエッチングにより第2の導電膜1506aのエッチングを行う。エッチングガスには、 CF_4 、 SF_6 、 Cl_2 、 O_2 を用いる。エッチング速度の向上にはECR (Electron Cyclotron Resonance) やICP (Inductively Coupled Plasma) などの高密度プラズマ源を用いたドライエッチング装置を用いる。また、マスクパターン1507aに基づく加工形状において、端部もしくは側壁部をテーパ形状に加工するためには、基板側に負のバイアス電圧を印加する。このエッチングにより、レジストで形成されたマスクパターン1507aは電界で加速されたイオンによりスパッタされ、離間配置されたマスクパターン1507bとなる。

40

【0141】

次に、エッチングガスを CF_4 、 Cl_2 に切り替えて第1の導電膜1505aである窒化タンタルのエッチングを行う。このエッチングにより、第1の導電膜1505b、第2の導電膜1506bからなる第1の導電積層パターンが形成される (図15(C))。第2の導電膜1506bの端部におけるテーパ部と、基板11表面との成す角度は10～30度となるようにする。この角度は主に第2の導電膜1506bの膜厚に応じて決定されるが、本実施の形態ではテーパ部の占める長さが0.2～1.5 μm 、好ましくは0.5～1 μm となるようにする。

【0142】

次に、エッチングガスとして、 BCl_3 、 Cl_2 、 O_2 を用いて、第2の導電膜150

50

6bをマスクパターン1507bに基づいて選択的にエッチングすることにより、第2の導電膜1506cを形成する。レジストからなるマスクパターン1507bは電界で加速されたイオンによりスパッタされ、さらにサイズが縮小されたマスクパターン1507cとなる。また、ここでのエッチングは、基板側に印加するバイアス電圧を低くして第1の導電膜1505bがエッチングされないようにする。第2の導電膜1506cの端部は第1の導電膜1505bよりも内側に後退し、後述するようにその後退量でLovの長さが決まる。なお、Lovとは、結晶質半導体膜706において、第2の導電膜1506cに覆われていない第1の導電膜1505bと重なっている領域のことである。このようにして第1の導電膜1505b、第2の導電膜1506cからなる第2の導電積層パターンが形成され、これが結晶質半導体膜706と交差する部位においてゲート電極となる（図15（D））。こうして、2つのチャネル形成領域の間隔が2μm未満とすることができる。本発明により、マルチゲート構造のTFETが占める面積を縮小して集積することができ、高精細な発光装置を実現することができる。

10

【0143】

次に、結晶質半導体膜706に対して、一導電型を付与する不純物元素を添加する。このとき、第2の導電積層パターンを用いて自己整合的にLDDやソース領域やドレイン領域を形成することができる。

【0144】

図16（A）は、ゲート電極とオーバーラップするLDD領域を形成するためのドーピング処理を示す図であり、第2の導電膜1506cの下方に位置する結晶質半導体膜706に一導電型を付与する不純物元素を添加している。この添加により、第1濃度の不純物領域1508a、1508b、1509が形成される。ここで、一導電型を付与する不純物元素は、第2の導電膜1506cと重なっていない領域の第1の導電膜1505bを透過して、結晶質半導体膜706に添加されている。本実施の形態では、一導電型を付与する不純物元素としてリン（またはAs）を用い、nチャネル型TFETを作製する。ゲート絶縁膜705や第1の導電膜1505bの膜厚にもよるが、第1濃度の不純物領域1508a、1508b、1509を形成する場合には50kV以上の加速電圧を要する。第1濃度の不純物領域1508a、1508b、1509は、LDD領域を前提とすると、その不純物濃度が $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ （SIMS測定でのピーク値）となるようにすればよい。

20

30

【0145】

上記ドーピング処理の際、第2の導電膜1506cの下方に位置する結晶質半導体膜706の領域には、一導電型を付与する不純物元素が添加されず、後に形成されるTFETのチャネル形成領域として機能する部分となる。一導電型を付与する不純物元素が添加されない領域は結晶質半導体膜706に複数、本実施の形態では2つ形成される。本明細書では、この複数の領域（チャネル形成領域）、ここでは2つの領域に挟まれる一導電型を付与する不純物領域を中間不純物領域と呼ぶ。

【0146】

図16（B）は、ゲート電極の外側に位置するソース領域及びドレイン領域を形成するためのドーピング処理を示す図であり、第2の導電積層パターンをマスクとして一導電型を付与する不純物元素を結晶質半導体膜706に添加している。この添加により、第2濃度の不純物領域1510、1511が形成される。ソース領域及びドレイン領域を形成するためのドーピング処理は、加速電圧を30kV以下として行なう。第2濃度の不純物領域1510の不純物濃度は、 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ （SIMS測定でのピーク値）となるようにすればよい。

40

【0147】

なお、ドーピングの順序は上記順序に特に限定されず、ソース領域及びドレイン領域を形成するためのドーピング処理を先に行った後、LDD領域を形成するためのドーピング処理を行ってもよい。また、本実施の形態ではドーピング処理を2回に分けて異なる濃度の不純物領域の形成を行っているが、処理条件を調節して1回のドーピング処理で異なる

50

濃度の不純物領域の形成を行ってもよい。続いて、薄膜トランジスタ上に絶縁膜1512、1513を形成した後、絶縁膜1512、1513にコンタクトホールを形成する。次に、このコンタクトホールにソースまたはドレイン配線として機能する導電膜1514、1515を形成する(図16(C))。

【0148】

以上の工程を経て、2つのチャネル形成領域の間隔が2 μ m未満となる薄膜トランジスタが完成される。本実施の形態により作製されたマルチゲート構造のTFETは、TFET自体の占める面積を縮小して集積することができるため、高精細な発光装置を実現することができる。

【0149】

本実施の形態は、上述した他の実施の形態と自由に組み合わせて行うことができる。すなわち、上記実施の形態1～3で示した材料や形成方法は、本実施の形態でも自由に組み合わせて利用することができる。

【0150】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の半導体装置を非接触でデータの送受信が可能であるRFIDタグとして利用した場合の一実施形態に関して図12を用いて説明する。

【0151】

RFIDタグ2020は、非接触でデータを交信する機能を有し、電源回路2011、クロック発生回路2012、データ復調/変調回路2013、他の回路を制御する制御回路2014、インターフェース回路2015、メモリ2016、データバス2017、アンテナ(アンテナコイル)2018を有する(図12(A))。

【0152】

電源回路2011は、アンテナ2018から入力された交流信号を基に、半導体装置の内部の各回路に供給する各種電源を生成する回路である。クロック発生回路2012は、アンテナ2018から入力された交流信号を基に、半導体装置内の各回路に供給する各種クロック信号を生成する回路である。データ復調/変調回路2013は、リーダライタ2019と交信するデータを復調/変調する機能を有する。制御回路2014は、メモリ2016を制御する機能を有する。アンテナ2018は、電磁波の送受信を行う機能を有する。リーダライタ2019は、半導体装置との交信、制御及びそのデータに関する処理を制御する。なお、RFIDタグは上記構成に制約されず、例えば、電源電圧のリミッタ回路や暗号処理専用ハードウェアといった他の要素を追加した構成であってもよい。

【0153】

RFIDタグは、各回路への電源電圧の供給を電源(バッテリー)を搭載せず電波により行うタイプとしてもよいし、各回路への電源電圧の供給をアンテナの代わりに電源(バッテリー)を搭載させて行うタイプとしてもよい。また、電波と電源により電源電圧を供給するタイプとしてもよい。

【0154】

本発明の半導体装置をRFIDタグ等を利用した場合、非接触で通信を行う点、複数読取りが可能である点、データの書き込みが可能である点、様々な形状に加工可能である点、選択する周波数によっては、指向性が広く、認識範囲が広い点等の利点を有する。RFIDタグは、非接触による無線通信で人や物の個々の情報を識別可能なICタグ、ラベル加工を施して目標物への貼り付けを可能としたラベル、イベントやアミューズメント向けのリストバンド等に適用することができる。また、RFIDタグを樹脂材料により成型加工してもよいし、無線通信を阻害する金属に直接固定してもよい。さらに、RFIDタグは、入退室管理システムや精算システムといった、システムの運用に活用することができる。

【0155】

次に、本発明の半導体装置をRFIDタグとして実際に使用するときの一形態について説明する。表示部2031を含む携帯端末の側面には、リーダライタ2030が設けられ

10

20

30

40

50

、品物 2032 の側面には R F I D タグ 2033 が設けられる (図 12 (B))。品物 2032 に設けられた R F I D タグ 2033 にリーダライタ 2030 をかざすと、表示部 2031 に品物の原材料や原産地、生産工程ごとの検査結果や流通過程の履歴等、更に商品の説明等の商品に関する情報が表示される。また、商品 2036 をベルトコンベアにより搬送する際に、リーダライタ 2034 と、商品 2036 に設けられた R F I D タグ 2035 を用いて、該商品 2036 の検品を行うことができる (図 12 (C))。このように、システムに R F I D タグを活用することで、情報の取得を簡単に行うことができ、高機能化と高付加価値化を実現する。

【0156】

本実施の形態は、上述した他の実施の形態と自由に組み合わせて行うことができる。

10

【0157】

(実施の形態 6)

本発明の半導体装置の用途は広範にわたるが、例えば、電子機器に用いることができる。電子機器として、例えばテレビ受像器、コンピュータ、携帯電話機をはじめとする携帯情報端末、デジタルカメラ、ビデオカメラ、ナビゲーションシステム、プロジェクター等に利用することができる。本発明の半導体装置を携帯電話機に適用した場合に関して図 13 を用いて説明する。

【0158】

携帯電話機は、筐体 2700、2706、パネル 2701、ハウジング 2702、プリント配線基板 2703、操作ボタン 2704、及びバッテリー 2705 を有する。パネル 2701 はハウジング 2702 に脱着自在に組み込まれ、ハウジング 2702 はプリント配線基板 2703 に嵌着される。ハウジング 2702 はパネル 2701 が組み込まれる電子機器に合わせて、形状や寸法が適宜変更される。プリント配線基板 2703 には、パッケージングされた複数の半導体装置が実装されており、このうちの 1 つとして、本発明の半導体装置を用いることができる。プリント配線基板 2703 に実装される複数の半導体装置は、コントローラ、中央処理ユニット (CPU、Central Processing Unit)、メモリ、電源回路、音声処理回路、送受信回路等のいずれかの機能を有する。

20

【0159】

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

30

【0160】

本発明の半導体装置は、小型、薄型、軽量であることを特徴としており、上記特徴により、電子機器の筐体 2700、2706 内部の限られた空間を有効に利用することができる。

【0161】

また、本発明の半導体装置は R F I D タグとしても利用可能である。例えば、紙幣、硬貨、有価証券類、証券類、無記名債券類、包装用容器類、書籍類、記録媒体、身の回り品、乗物類、食品類、衣類、保健用品類、生活用品類、薬品類及び電子機器等に設けて使用することができる。これらの具体例に関して図 14 を用いて説明する。

40

【0162】

紙幣、硬貨とは、市場に流通する金銭であり、特定の地域で貨幣と同じように通用するもの (金券)、記念コイン等を含む。有価証券類とは、小切手、証券、約束手形等を指す (図 14 (A))。証券類とは、運転免許証、住民票等を指す (図 14 (B))。無記名債券類とは、切手、おこめ券、各種ギフト券等を指す (図 14 (C))。包装用容器類とは、お弁当等の包装紙、ペットボトル等を指す (図 14 (D))。書籍類とは、書物、本等を指す (図 14 (E))。記録媒体とは、DVD ソフト、ビデオテープ等を指す (図 1

50

4 (F))。乗物類とは、自転車等の車両、船舶等を指す(図14 (G))。身の回り品とは、靴、眼鏡等を指す(図14 (H))。食品類とは、食料品、飲料等を指す。衣類とは、衣服、履物等を指す。保健用品類とは、医療器具、健康器具等を指す。生活用品類とは、家具、照明器具等を指す。薬品類とは、医薬品、農薬等を指す。電子機器とは、液晶表示装置、EL表示装置、テレビジョン装置(テレビ受像機、薄型テレビ受像機)、携帯電話機等を指す。

【0163】

紙幣、硬貨、有価証券類、証書類、無記名債券類等にRFIDタグ20を設けることにより、偽造を防止することができる。特に、証書類の一種である健康保健証に、過去の既往症や薬の服用履歴を記録するための無線チップを設け、当該健康保険証を医者が診断する際に確認することにより、複数の病院に通院している場合においても薬の種類や投与量などの医者の診断ミスを防止することができる。また、包装用容器類、書籍類、記録媒体等、身の回り品、食品類、生活用品類、電子機器等にRFIDタグ20を設けることにより、検品システムやレンタル店のシステムなどの効率化を図ることができる。乗物類、保健用品類、薬品類等にRFIDタグ20を設けることにより、偽造や盗難の防止、薬品類ならば、薬の服用の間違いを防止することができる。RFIDタグ20の設け方としては、物品の表面に貼ったり、物品に埋め込んだりして設ける。例えば、本ならば紙に埋め込んだり、有機樹脂からなるパッケージなら当該有機樹脂に埋め込んだりするとよい。

10

【0164】

このように、包装用容器類、記録媒体、身の回り品、食品類、衣類、生活用品類、電子機器等にRFIDタグ20を設けることにより、検品システムやレンタル店のシステムなどの効率化を図ることができる。また乗物類にRFIDタグ20を設けることにより、偽造や盗難を防止することができる。また、動物等の生き物に埋め込むことによって、個々の生き物の識別を容易に行うことができる。例えば、家畜等の生き物にRFIDタグを埋め込むことによって、生まれた年や性別または種類等を容易に識別することが可能となる。

20

【0165】

以上のように、本発明の半導体装置は物品であればどのようなものにでも設けて使用することができる。本実施の形態は、上述した他の実施の形態と自由に組み合わせて行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0166】

【図1】実施の形態1を示す図。

【図2】実施の形態1を示す図。

【図3】実施の形態1を示す図。

【図4】実施の形態1を示す図。

【図5】実施の形態1を示す図。

【図6】実施の形態1を示す図。

【図7】実施の形態2を示す図。

【図8】実施の形態2を示す図。

40

【図9】実施の形態2を示す図。

【図10】実施の形態2を示す図。

【図11】実施の形態3を示す図。

【図12】実施の形態5を示す図。

【図13】実施の形態6を示す図。

【図14】実施の形態6を示す図。

【図15】実施の形態4を示す図。

【図16】実施の形態4を示す図。

【図17】実施の形態4を示す図。

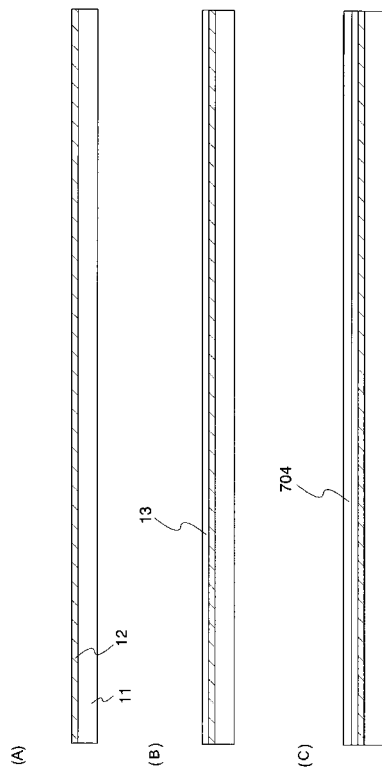
【符号の説明】

50

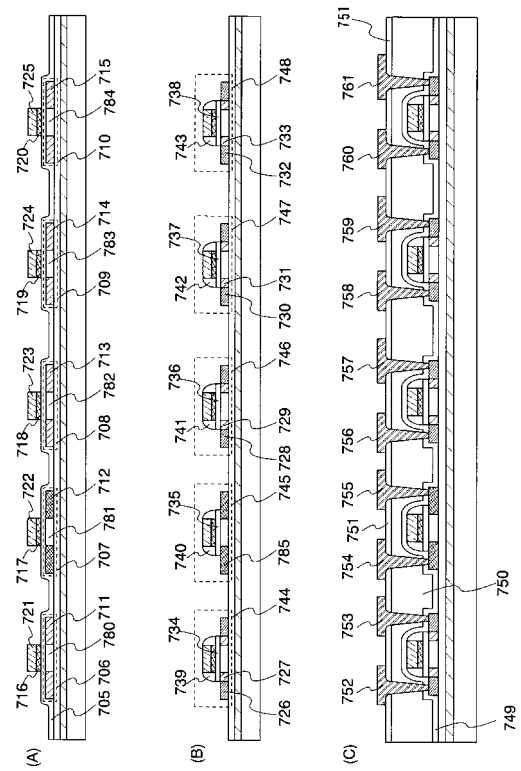
【0167】

- 11 基板
- 12 剥離層
- 13 下地膜
- 14 素子層
- 15 絶縁膜（保護層）
- 763 配線（アンテナ）
- 764 配線（アンテナ）
- 765 配線（アンテナ）

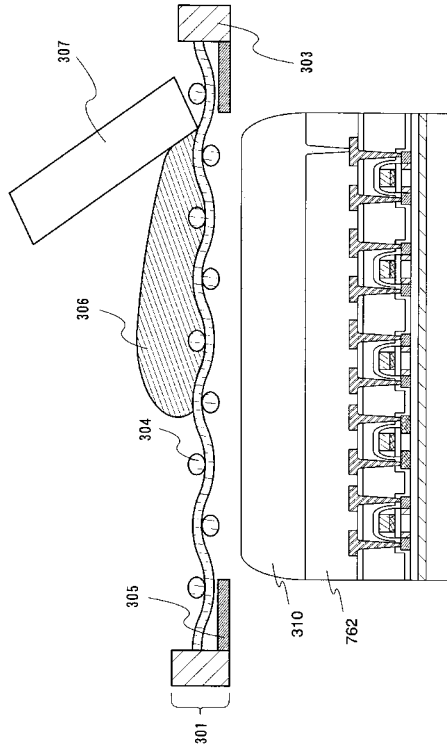
【図1】



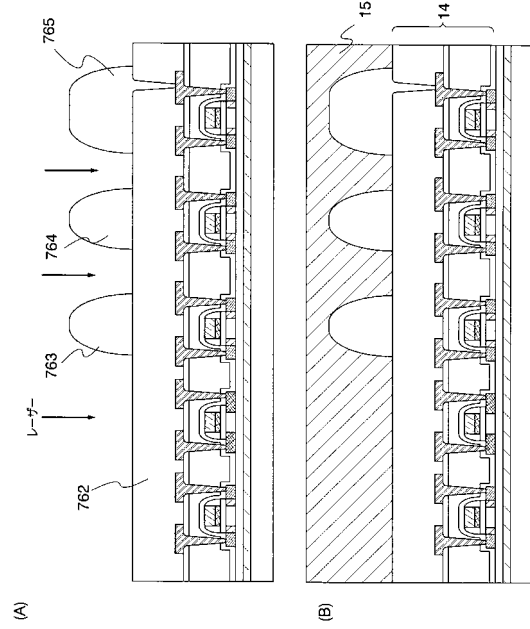
【図2】



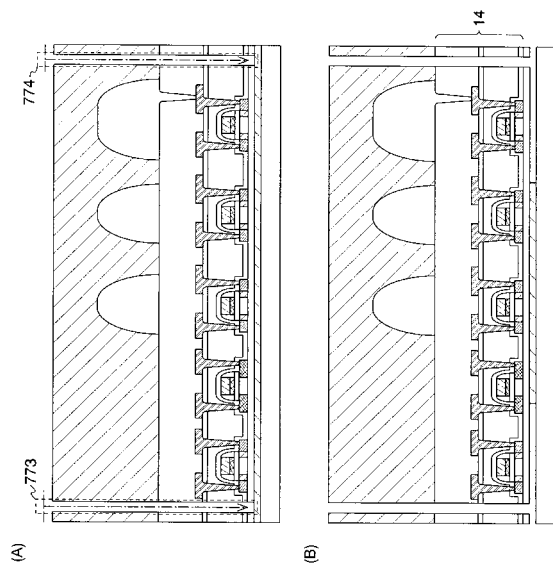
【図 3】



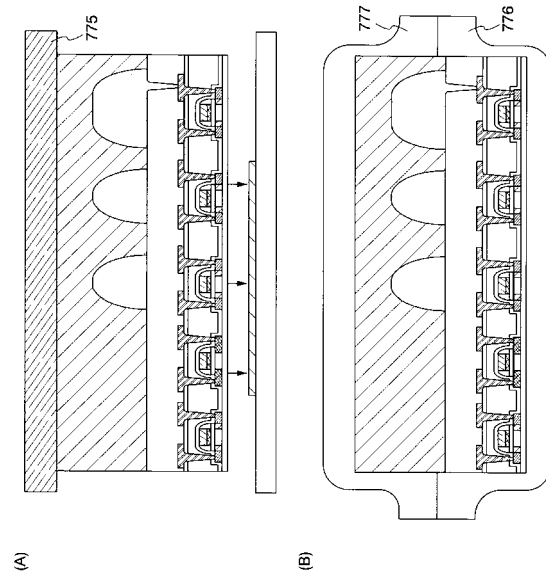
【図 4】



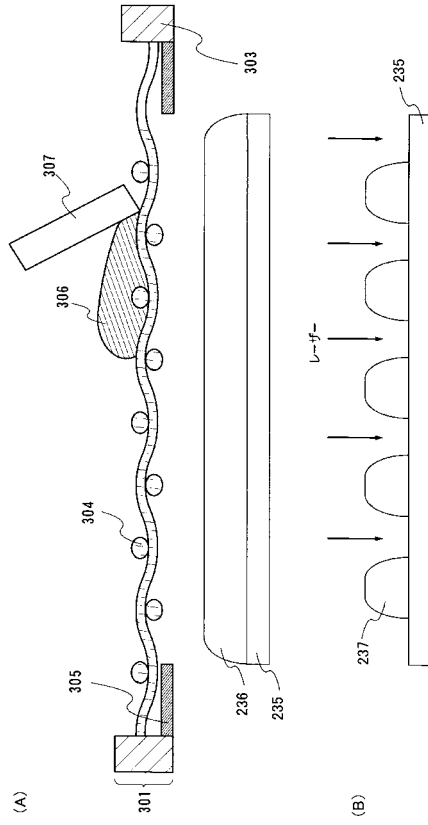
【図 5】



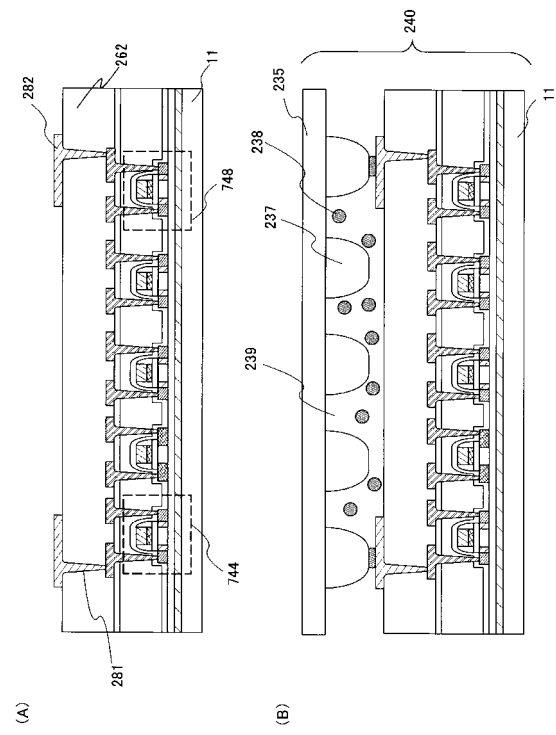
【図 6】



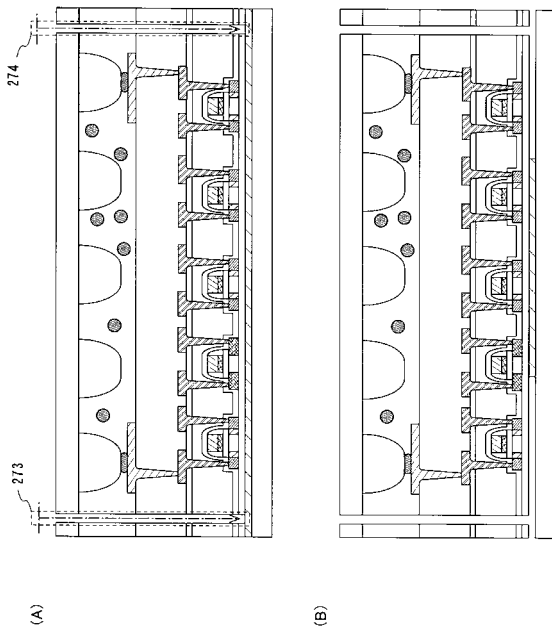
【図 7】



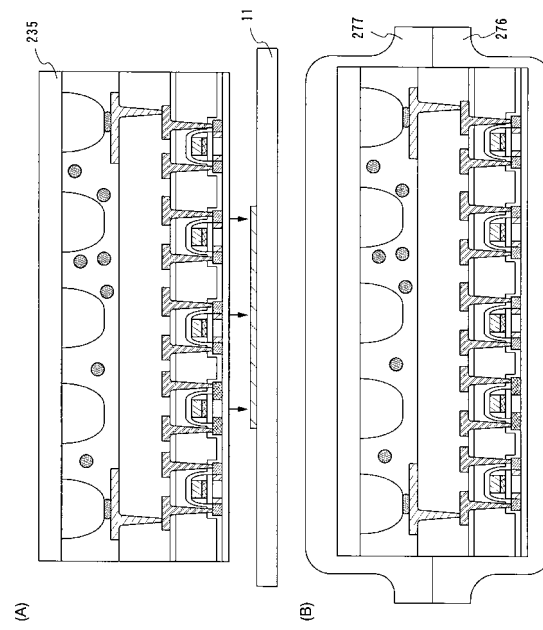
【図 8】



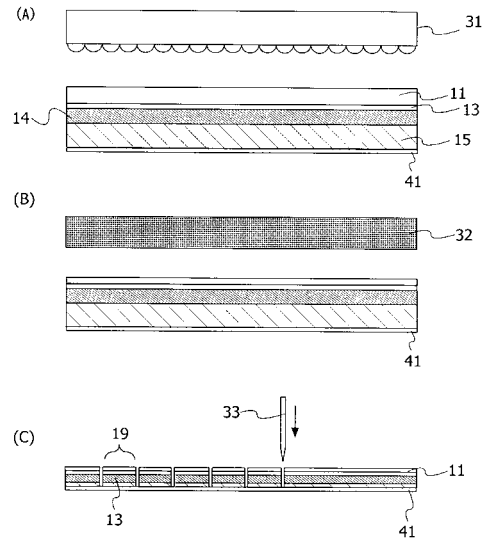
【図 9】



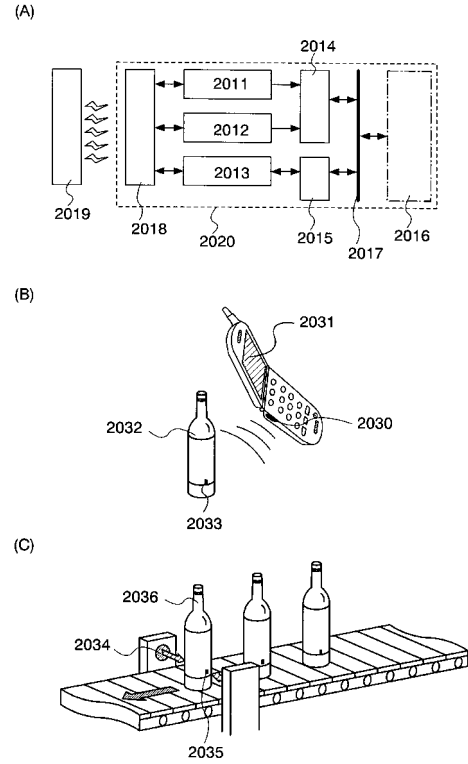
【図 10】



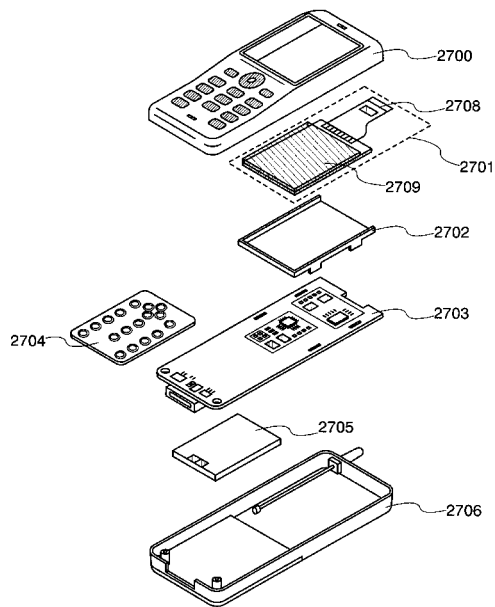
【図 1 1】



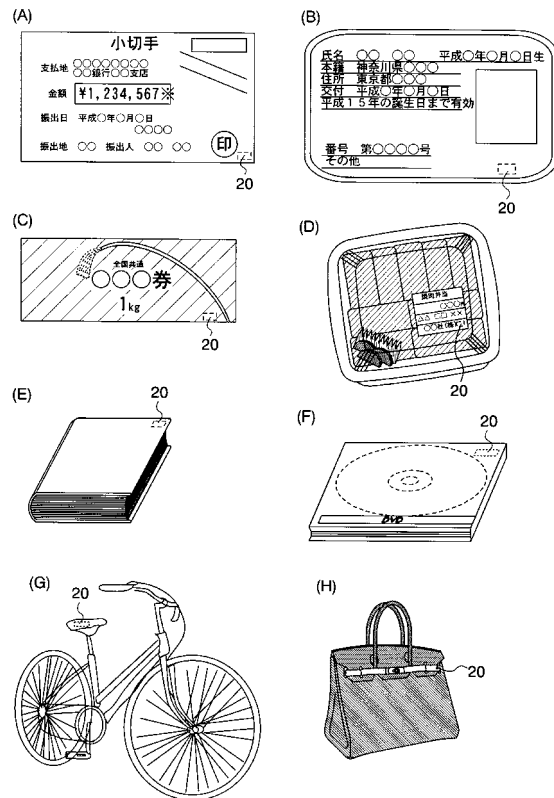
【図 1 2】



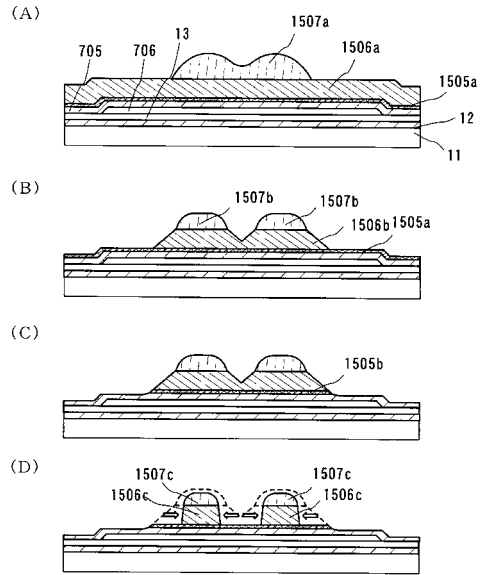
【図 1 3】



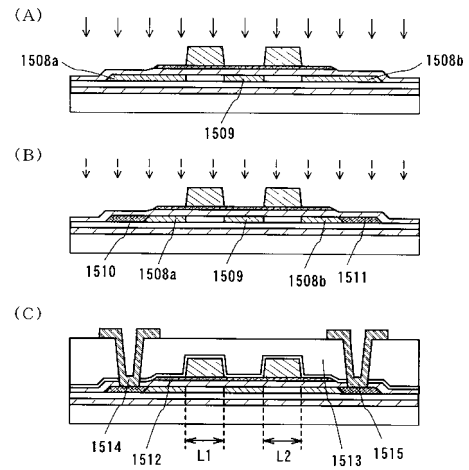
【図 1 4】



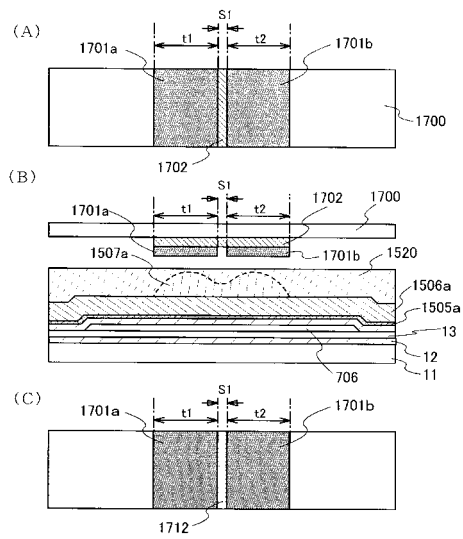
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 P 11/00 (2006.01) G 0 6 K 19/00 H
G 0 6 K 19/07 (2006.01)

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 3 2 6 5 2 (J P, A)
特表 2 0 0 4 - 5 1 6 1 6 7 (J P, A)
特開 2 0 0 4 - 2 2 0 3 0 4 (J P, A)
特表 2 0 0 2 - 5 3 5 7 0 1 (J P, A)
特開 2 0 0 4 - 2 8 2 0 5 0 (J P, A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 6 3 2 7 (J P, A)
特開 2 0 0 4 - 2 2 1 2 8 4 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
G 0 6 K 1 9 / 0 7 7
G 0 6 K 1 9 / 0 7
H 0 1 L 2 1 / 0 2
H 0 1 L 2 7 / 1 2
H 0 1 P 1 1 / 0 0
H 0 1 Q 1 / 3 8
H 0 1 Q 2 3 / 0 0