

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4908936号  
(P4908936)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月20日(2012.1.20)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/301 (2006.01)

HO 1 L 29/786 (2006.01)

HO 1 L 21/78 R

HO 1 L 29/78 6 2 6 C

HO 1 L 21/78 B

HO 1 L 21/78 Q

請求項の数 8 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2006-162445 (P2006-162445)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成18年6月12日 (2006.6.12)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2007-43100 (P2007-43100A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成19年2月15日 (2007.2.15)	(74) 代理人	100108741
審査請求日	平成21年6月2日 (2009.6.2)		弁理士 渡邊 順之
(31) 優先権主張番号	特願2005-192484 (P2005-192484)	(72) 発明者	鶴目 卓也
(32) 優先日	平成17年6月30日 (2005.6.30)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	楠本 直人
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
			半導体エネルギー研究所内
		審査官	岩瀬 昌治

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】

基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、  
前記基板の一方の面及び前記素子層に、前記複数の集積回路間を切断する位置において曲率を有する穴を形成し、  
前記基板の他方の面を薄くし、  
その後前記穴が形成された位置に対応して、前記基板の薄くされた他方の面から曲率を有する穴を形成することにより前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体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2】

基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、  
前記基板の一方の面及び前記素子層に、前記複数の集積回路間を切断する位置において曲率を有する穴を形成し、  
前記基板の他方の面を研削して薄くし、  
前記基板の研削された他方の面を研磨し、  
その後前記穴が形成された位置に対応して、前記基板の薄くされ、かつ研磨された他方の面から曲率を有する穴を形成することにより前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体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 3】

基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、  
前記基板の一方の面及び前記素子層に、前記複数の集積回路間を切断する位置において前記素子層の上面からレーザーを照射することにより、曲率を有する穴を形成し、  
前記基板の他方の面を研削して薄くし、  
前記基板の研削された他方の面を研磨し、  
その後前記穴が形成された位置に対応して、前記基板の薄くされ、かつ研磨された他方の面からレーザーを照射して曲率を有する穴を形成することにより、前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体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】

基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、  
前記基板の一方の面及び前記素子層に、前記複数の集積回路間を切断する位置において前記素子層の上面からレーザーを照射することにより、曲率を有する穴を形成し、  
前記基板の他方の面を研削して薄くし、  
前記基板の研削された他方の面を研磨し、  
その後前記穴が形成された位置に対応して前記基板の薄くされ、かつ研磨された他方の面からレーザーを照射して曲率を有する穴を形成することにより、前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体を形成し、

20

二枚の可撓性を有するフィルムを用いて、前記積層体の両面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 5】

請求項 3 又は 4 において、前記レーザーは紫外線レーザーであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

## 【請求項 6】

請求項 2 乃至 5 のいずれか一において、前記研磨された基板の切断面は凸型であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

## 【請求項 7】

請求項 2 乃至 6 のいずれか一において、前記研磨された基板の厚さは  $2\ \mu\text{m}$  以上  $50\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

30

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一において、前記積層体はアンテナを有す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、半導体装置の作製方法に関する。特に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作製方法に関する。

## 【背景技術】

40

## 【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 (例えば、特許文献 1 参照)。

## 【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。近年、無線チップの低コスト化や、可撓性を有する無線チップを製造することが求められている。無

50

線チップは、物品の表面に貼りつける、物品に埋め込むなどして固定して使用されることがあり、曲率または可撓性を有している物品に無線チップを貼り付けて固定する場合には、無線チップ自体も可撓性を有していることが望まれるためである。

【 0 0 0 4 】

低コスト化を図るための方法の一つとしては、シリコンウェハの代用としてガラスなどに代表される基板上に素子層を設けて無線チップを作製する方法が挙げられる。

【 0 0 0 5 】

また、無線チップ自体の可撓性に関する問題の解決策としては、無線チップが形成されている基板（シリコンウェハも含む。）の厚さを薄くする（代表的には、厚さを 1 0 0  $\mu$  m 以下にする。）方法がある。

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 8 2 0 5 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

無線チップは、通常基板上に複数のチップを形成した後に、個々のチップに分断して作製される。この分断の工程において、基板の端部や角部に欠け（以下、「チッピング」という。）が生じる問題があった。特に基板を薄型化した場合、その問題が顕著であった。また、チッピングが生じると、ガラス基板のクラックが発生しやすくなるという問題も生じていた。この結果、無線チップの信頼性の低下や歩留まりの低下につながっていた。

【 0 0 0 7 】

本発明では上記問題を鑑み、可撓性を有し、物理的強度にも優れた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】

【 0 0 0 8 】

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、  
基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、  
前記基板の一方の面側の一部に曲率を有する穴を形成し、  
前記基板を薄くし、

前記穴が形成された位置に対応して、前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体を形成することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

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発明の構成は、基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、前記基板の一方の面側の一部に曲率を有する穴を形成する。そして、前記基板の他方の面を研削し、前記基板の研削された他方の面を研磨し、前記穴が形成された位置に対応して、前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

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、基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、前記素子層の上面からレーザーを照射することにより、前記基板の一方の面側の一部に曲率を有する穴を形成する。そして、前記基板の他方の面を研削し、前記基板の研削された他方の面を研磨し、前記穴が形成された位置に対応して前記基板の研磨された他方の面からレーザーを照射することにより、前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

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、基板の一方の面上に複数の集積回路を含む素子層を形成し、前記素子層の上面からレーザーを照射することにより、前記基板の一方の面側の一部に曲率を有する穴を形成する。そして、前

10

20

30

40

50

記基板の他方の面を研削し、前記基板の研削された他方の面を研磨し、前記穴が形成された位置に対応して前記基板の研磨された他方の面からレーザーを照射することにより、前記基板の切断面が曲率を有するように当該基板を切断して前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体を形成し、二枚の可撓性を有するフィルムを用いて、前記積層体の両面を封止することを特徴とする。また、前記積層体の両面を封止する代わりに、可撓性を有するフィルムを用いて前記積層体の片面を封止する構成としてもよい。

【0012】

また、上記構成において、前記レーザーは紫外線（UV）レーザーであることを特徴とする。

【0013】

また、上記構成において、前記研磨された基板の切断面は凸型であることを特徴とする。

【0014】

また、上記構成において、前記研磨された基板の厚さは2  $\mu\text{m}$ 以上50  $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0015】

また、上記構成において、前記積層体はアンテナを有することを特徴とする。

【0016】

本明細書において、「素子層」とは、少なくとも薄膜トランジスタ（TFT）に代表される素子を用いることにより、CPU（central processing unit）やメモリ、マイクロプロセッサ等の集積回路が複数設けられた層をいう。また、素子層は、集積回路に加えてアンテナを有した形態もとりうる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の半導体装置は、厚さが100  $\mu\text{m}$ より薄い（好ましくは、2  $\mu\text{m}$ 以上50  $\mu\text{m}$ 以下）基板の切断面（以下、「端面」と記載することがある。）が曲率を有しているため、チップングが生じたり、基板の端面からクラック（亀裂）が発生することを防止することができる。その結果、可撓性を有し、長期的な使用に耐えうる信頼性の高い半導体装置を歩留まりよく提供することができる。また、研削、研磨した後の基板の加工は困難であるが、本発明は、物理的な手段を用いて基板を薄くする（例えば、研削、研磨する）前に基板の一方の面側に曲率を有する開口部を形成するため、基板の端面に容易に曲率をつけることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

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な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。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。

【0019】

また、本明細書では、以下に様々な材料や数値の条件などを記載しているが、これらはあくまで形成しようとする目標の材料や数値の条件であって、実際に形成されたものの元素組成や物性値に若干の誤差が生じることがあることは、当業者であれば容易に理解される。また、様々な分析方法により測定された結果自体にも通常誤差が含まれていることは、当業者であれば容易に理解される。したがって、本発明は以下に示す実施の形態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く、本明細書で記載している材料や数値などの条件から若干誤差を含んでいるものも、本発明の範囲に含まれるものとする。

【0020】

（実施の形態1）

本実施の形態では、薄膜トランジスタ及びアンテナを含む本発明の半導体装置の作製方

10

20

30

40

50

法の一構成例に関して図面を用いて説明する。

【 0 0 2 1 】

まず、基板 1 1 の一方の面上に下地膜 1 2 を形成する（図 1（A））。なお、基板からの汚染が懸念される場合には、基板 1 1 上に下地膜 1 2 を形成するのが好ましいが、必ずしも下地膜 1 2 を設ける必要はない。なお、本明細書において、「基板 1 1 の一方の面」とは、下地膜 1 2 や、後に形成される素子層 1 3 が設けられている側の面をいう。

【 0 0 2 2 】

基板 1 1 は、ガラス基板や石英基板、シリコン基板、金属基板、セラミック基板、ステンレス基板、プラスチック基板、アクリル基板などを用いることができるが、好ましくはガラス基板を用いる。ガラス基板は、その面積や形状に大きな制限がない。このため、基板 1 1 としてガラス基板を用いる場合は、例えば 1 辺が 1 メートル以上であって、矩形状のものを容易に用いることが可能であり、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。また、基板自体のコストの点においても、石英基板やシリコン基板、金属基板、セラミック基板、ステンレス基板などよりガラス基板を用いることが好ましい。特に基板の大型化が求められる場合は、それが顕著となり、量産性の点を考慮してもガラス基板を用いることが好ましい。本実施の形態では、基板 1 1 としてガラス基板を用いる。

【 0 0 2 3 】

下地膜 1 2 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 1 2 は、後に設けられる素子層 1 3 に含まれている薄膜トランジスタ等の素子に対して、ガラス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。

【 0 0 2 4 】

下地膜 1 2 は、スパッタ法やプラズマ CVD 法等により、酸化珪素膜（ $\text{SiO}_x$  膜）、窒化珪素膜（ $\text{SiN}_x$  膜）、窒素を含む酸化珪素膜（ $\text{SiO}_x\text{N}_y$  膜）（ $x > y$ ）（ $x$ 、 $y$  は正の整数）、酸素を含む窒化珪素膜（ $\text{SiN}_x\text{O}_y$  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 1 2 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。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 1 2 を形成する。

【 0 0 2 5 】

次に、下地膜 1 2 上に薄膜トランジスタ等の素子を有する集積回路が複数設けられた層 1 3（以下、「素子層 1 3」と記す。）を形成する。続いて、下地膜 1 2 及び素子層 1 3 を覆うように絶縁膜 1 4 を形成する（図 1（B））。絶縁膜 1 4 は、素子層 1 3 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 1 4 を「保護層」と記載することがある。絶縁膜 1 4 は、下地膜 1 2 及び素子層 1 3 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 1 4 が、下地膜 1 2 及び素子層 1 3 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。また、本実施の形態では絶縁膜 1 4 を設ける構成としているが、絶縁膜 1 4 を設けない構成としても本発明を実施することができる。

【 0 0 2 6 】

素子層 1 3 は、複数の集積回路を有しており、当該複数の集積回路は、それぞれ後に分断され、半導体装置（チップ）の一部となる。すなわち、後の半導体装置（チップ）は、少なくとも一つの集積回路が設けられた層を有する。集積回路は、少なくとも薄膜トランジスタ（TFT）や抵抗などに代表される素子を有しており、当該素子を用いることによって、CPU、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形成することができる。また、素子層 1 3 は、薄膜トランジスタなどの素子に加えてアンテナを有する形態もとらうる。例えば、薄膜トランジスタで構成される集積回路は、アンテナで発生した

10

20

30

40

50

交流の電圧を用いて動作を行い、アンテナに印加する交流の電圧を変調することにより、リーダ/ライタへの電磁波または電波の送信を行うことができる。アンテナは、薄膜トランジスタとともに形成してもよいし、薄膜トランジスタとは別個に形成し、後に電氣的に接続するようにして設けてもよい。薄膜トランジスタとは別個にアンテナを形成する場合は、後の工程でアンテナと薄膜トランジスタを電氣的に接続しやすくするために、素子層 13 の上に絶縁膜 14 を設けない構成としておくことが好ましい。

#### 【0027】

絶縁膜 14 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、有機材料からなる膜 (例えば、エポキシ等の樹脂材料) 等で形成する。絶縁膜 14 を形成する方法としては、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、または印刷法などを用いることができる。

#### 【0028】

次に、基板 11、下地膜 12、素子層 13、及び絶縁膜 14 に対して曲率を有する開口部 (「切れ込み」または「穴」とも呼ぶ。) を形成する (図 1 (C))。曲率を有する開口部とは、開口部の深さに対して垂直に切断したときの断面積が変化する (好ましくは、連続的に変化する) ものをさす。例えば、図 1 (C) に示すように、開口部の深さが深くなるほど断面積が小さくなるように開口部を形成することが好ましい。また、開口部は、素子層 13 を構成する薄膜トランジスタ等を避けた領域や、基板 11 の端面に設けるようにする。本発明においては、後の基板 11 の研削、研磨工程を行う前に、基板 11 の一方の面側の一部に曲率を有する開口部を形成することが重要である。研削、研磨した後の基板は、基板が薄型化されているためその加工が困難であるが、本発明は研削、研磨する前に基板の一方の面側に曲率を有する開口部 (穴) を形成するため、基板の端面に容易に曲率をつけることができる。

#### 【0029】

開口部を形成する方法としては、レーザー光 (例えば、紫外線 (UV) レーザー (波長が紫外領域のレーザー)) を照射する方法を用いることができる。レーザー光の条件としては、特に限定されず、好ましくは下地膜 12、素子層 13、及び絶縁膜 14 に用いられた材料に対して吸収係数が大きいものを用いる。なお、図 1 (C) に示すような開口部が形成される手段であれば、レーザー光を照射する以外の方法を用いてもよい。

#### 【0030】

次に、物理的な手段を用いて基板 11 を薄くする。例えば、研削手段 31 により、基板 11 の他方の面を研削する (図 2 (A))。このとき、基板 11 の厚さとして  $100\text{ }\mu\text{m}$  以下になるように研削する。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 53 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 の他方の面を研削する。研削手段 31 とは、例えば、砥石に相当する。なお、本明細書において、「基板 11 の他方の面」とは、下地膜 12 や素子層 13 が設けられている側の面とは逆側の面であり、研削手段 31 により研削される側の面をいう。

#### 【0031】

なお、本実施の形態では、研削工程において、図 2 (A) に示すような治具を用いて研削を行う。まず、絶縁膜 14 を覆うようにフィルム 15 を貼る。次に、フィルム 15 をフレーム 51 に接着させる。また、逆の順番でもよいが、好ましくはフィルム 15 に対する絶縁膜 14 の貼り付けとフレーム 51 の接着を同時に行うとよい。

#### 【0032】

フィルム 15 は、基板 11 を研削、研磨する際に基板を固定するために用いているもので、後の工程でフィルム 15 と絶縁膜 14 とは分離される。このため、フィルム 15 として、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フィルムを用いることが好ましく、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。すなわち、フィルム 15 として UV テープを用いることで、後の工程でフィルム 15 と絶縁膜 14 とを容易に分離することができる。また、引

張ると延伸する性質を有するフィルム（「エキスパンドフィルム」と呼ばれる。）を用いることも好ましい。例えば、フィルム 15 として塩化ビニル樹脂、シリコン樹脂などを用いるとよい。

#### 【0033】

次に、基板 11 が接着されたフィルム 15 を、吸着治具の上に設置する。このとき、フレーム 51 の一表面よりも、基板 11 の一方の面の方が高くなるようにフィルム 15 を設置する。吸着治具は、例えばボラスチャック 52 とステージ 53 とから構成されている。また、ボラスチャック 52 は、多孔質からなり、真空チャック機構を有する。その後は、先に述べたとおり研削手段 31 により、基板 11 の他方の面を研削する。以上の工程により、基板 11 の研削は終了する。

10

#### 【0034】

次に、研削の工程で用いた吸着治具の上に、基板 11 が接着されたフィルム 15 を設置したまま、研磨手段 32 により、基板 11 の他方の面を研磨する（図 2（B））。基板 11 の厚さとしては  $100\text{ }\mu\text{m}$  より薄くなるように研磨すればよいが、好ましくは  $2\text{ }\mu\text{m}$  以上  $50\text{ }\mu\text{m}$  以下（さらに好ましくは  $4\text{ }\mu\text{m}$  以上  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下）になるように研磨する。このように基板 11 を薄くする（例えば、研削、研磨する）ことにより、基板 11 は可撓性を有するようになり、基板 11 から素子層を剥離する方法を用いずに可撓性を有する半導体装置を作製することが可能となる。また、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 53 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、必要に応じて研削、研磨工程により生じたごみを除去するために、洗浄を行う。また、洗浄した後に、乾燥する工程を行ってもよい。

20

#### 【0035】

次に、基板 11 の他方の面から、上述した開口部（穴）を形成した位置に対応する領域に対してレーザー光を照射することにより、集積回路同士の境界線（集積回路の間）を切断する。（図 2（C））。このとき、基板 11 の切断面が曲率を有する形状となるように切断することが本発明においては重要であり、好ましくは図 2（C）に示すように基板の端面が凸型になるようにすることでチップングやクラックの発生を最大限に抑制することができる。なお、図 2（C）に示す基板 11 の切断面の拡大図のように、基板 11 の切断面が曲率半径  $r_1$  の中心  $C_1$  を有するような構成を示しているが、図 12 に示すように、曲率を有する穴を形成する際の該穴の曲率半径  $r_2$  の中心  $C_2$  と、基板 11 の他方の面から前記穴を形成した位置に対応する領域に対してレーザー光を照射する際に形成される切断面の曲率半径  $r_3$  の中心  $C_3$  とが異なる構成としてもよい。また、素子層 13 に設けられた素子は切断せず、素子層 13 に設けられた絶縁膜を切断する。このようにして、素子層 13（複数の集積回路を含む層）が集積回路各々に分離され、前記複数の集積回路のうち少なくとも一つを有する積層体 16（以下、「集積回路を有する積層体 16」と略記する。）が複数形成される。

30

#### 【0036】

次に、集積回路を有する積層体 16 の間に隙間が形成されるように、フィルム 15 を延伸させる（図 3（A））。この際、集積回路を有する積層体 16 それぞれの間の隙間を均等にするために、面方向に対して均等に引っ張るとよい。続いて、フィルム 15 に光を照射する（図 3（B））。例えば、フィルム 15 が UV テープの場合は紫外光を照射する。フィルム 15 に光を照射することにより、フィルム 15 の接着力が弱くなり、フィルム 15 と集積回路を有する積層体 16 との間の密着性が小さくなる。そして、物理的手段により、集積回路を有する積層体 16 をフィルム 15 から分離することができる状態になる。

40

#### 【0037】

なお、本明細書において物理的手段とは、物理学により認識される手段であり、具体的には力学の法則に当てはめることが可能な過程を有する力学的手段または機械的手段を指し、何らかの力学的エネルギー（機械的エネルギー）を変化させる手段を指している。つまり、物理的手段を用いて剥離するとは、例えば、ノズルから吹付けられるガスの風圧、

50

超音波または楔状の部材を用いた負荷等を用いて外部から衝撃（ストレス）を与えることによって剥離することをいう。

【 0 0 3 8 】

なお、上記の工程では、フィルム 15 を延伸させる工程の後に、フィルム 15 に光を照射する工程を行っているが、本発明はこの順番に制約されない。フィルム 15 に光を照射する工程の後に、フィルム 15 を延伸させる工程を行ってもよい。

【 0 0 3 9 】

次に、必要に応じて基体（フィルム）を用いて封止処理を行う。封止処理には 2 通りの方法がある。まず、1 つ目の方法について説明する。

【 0 0 4 0 】

1 つ目の方法では、まず、ピックアップ手段 21 により、フィルム 15 から集積回路を有する積層体 16 を分離する。続いて、集積回路を有する積層体 16 の一方の面を第 1 の基体 18 に接着させるために、ピックアップ手段 21 により、集積回路を有する積層体 16 を第 1 の基体 18 上に設置する。

【 0 0 4 1 】

次に、集積回路を有する積層体 16 の他方の面を第 2 の基体 19 に接着させる（図 3（C））。この工程は、ラミネート装置（貼り合わせ装置）を用いて行うものであり、当該ラミネート装置は、第 2 の基体 19 が巻き付いた供給ロール 23 と、加熱手段と加圧手段の一方又は両方を有するラミネートロール 22 とを有する。そして、ラミネートロール 22 と、供給ロール 23 とが順次回転することで、集積回路を有する積層体 16 のラミネート処理を連続的に行う。具体的には、ラミネートロール 22 により、集積回路を有する積層体 16 の他方の面を第 2 の基体 19 に接着させると共に、加熱処理又は加圧処理の一方又は両方を行って、集積回路を有する積層体 16 を第 1 の基体 18 と第 2 の基体 19 により封止する。

【 0 0 4 2 】

封止に用いる第 1 の基体 18、第 2 の基体 19 としては、帯電防止対策を施したフィルム（以下、「帯電防止フィルム」という。）、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。なお、帯電防止フィルムとしては、帯電防止可能な材料を樹脂中に分散させたフィルム、帯電防止可能な材料が貼り付けられたフィルム等が挙げられる。帯電防止可能な材料が貼り付けられたフィルムは、片面に帯電防止可能な材料を貼り付けられたフィルムであってもよいし、両面に帯電防止可能な材料を貼り付けられたフィルムであってもよい。また、片面に帯電防止可能な材料が貼り付けられたフィルムは、帯電防止可能な材料が貼り付けられた面をフィルムの内側になるように貼り付けてもよいし、フィルムの外側になるように貼り付けてもよい。また、帯電防止可能な材料はフィルムの全面、あるいは一部に貼り付けてあればよい。なお、帯電防止可能な材料としては、アルミなどの金属、インジウムと錫を含む酸化物（ITO）、両性界面活性剤の金属塩、イミダゾリン型両性界面活性剤、側鎖にカルボキシル基および 4 級アンモニウム塩基をもつ架橋性共重合体高分子を含む樹脂材料などが挙げられる。帯電防止フィルムを第 1 の基体 18、第 2 の基体 19 として用いることで、外部からの静電気によって集積回路に悪影響が及ぶことを防止することができる。

【 0 0 4 3 】

フィルムは、熱圧着（加熱処理と加圧処理）により、集積回路を有する積層体 16 に接着される。加熱処理と加圧処理を行う際には、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 の基体 18 と第 2 の基体 19 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

10

20

30

40

50



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。

#### 【 0 0 4 4 】

以下には、上記のラミネート処理についてより詳しく説明する。ラミネートロール 2 2 と供給ロール 2 3 は、順次回転しており、供給ロール 2 3 は、ラミネートロール 2 2 に第 2 の基体 1 9 を供給する。また、複数の集積回路を有する積層体 1 6 が設けられた第 1 の基体 1 8 は、搬送手段 2 4 により順次搬送されている。ラミネート処理とは、集積回路を有する積層体 1 6 が接着された第 1 の基体 1 8 が、ラミネートロール 2 2 と搬送手段 2 4 との間を通過する際、ラミネートロール 2 2 と搬送手段 2 4 により、集積回路を有する積層体 1 6 と第 1 の基体 1 8 と第 2 の基体 1 9 に加圧処理と加熱処理の一方又は両方が行われる処理に相当する。ラミネート処理が行われると、集積回路を有する積層体 1 6 は、第 1 の基体 1 8 と第 2 の基体 1 9 により封止される。なお、搬送手段 2 4 は、ベルトコンベア、複数のローラー又はロボットアームに相当する。また、ラミネートロール 2 2 と搬送手段 2 4 により加熱処理が行われる場合、ラミネートロール 2 2 は、電熱線のヒータ又はオイル等に相当する加熱手段を有する。

10

#### 【 0 0 4 5 】

次に、切断手段 2 5 により、第 1 の基体 1 8 と第 2 の基体 1 9 を切断する（図 3（D））。切断手段 2 5 は、ダイサー、レーザー、ワイヤソーなどに相当する。以上の工程を経て、半導体装置 1 7（チップ）が完成する。

20

#### 【 0 0 4 6 】

次に、2つ目の方法について説明する。

#### 【 0 0 4 7 】

まず、集積回路を有する積層体 1 6 の一方の面を覆うように、第 1 の基体 1 8 を設ける（図 4（A））。次に、加熱手段 2 6 により、第 1 の基体 1 8 を加熱することにより、集積回路を有する積層体 1 6 の一方の面を第 1 の基体 1 8 に接着させる。続いて、フィルム 1 5 から集積回路を有する積層体 1 6 を分離するために、集積回路を有する積層体 1 6 が接着した第 1 の基体 1 8 とフィルム 1 5 とを分離する（図 4（B））。

#### 【 0 0 4 8 】

次に、集積回路を有する積層体 1 6 の他方の面を、第 2 の基体 1 9 に接着させて、集積回路を有する積層体 1 6 を第 1 の基体 1 8 と第 2 の基体 1 9 により封止する（図 3（C））。続いて、第 1 の基体 1 8 と第 2 の基体 1 9 を切断する（図 3（D））。これらの工程は、上記の 1 つ目の方法と同様に行えばよい。以上の工程を経て、半導体装置 1 7（チップ）が完成する。

30

#### 【 0 0 4 9 】

なお、上記の 2 つ目の方法によると、フィルム 1 5 に光を照射してから、集積回路を有する積層体 1 6 の一方の面を覆うように第 1 の基体 1 8 を設けている（図 4（A））。しかしながら、本発明はこの順番に制約されず、集積回路を有する積層体 1 6 の一方の面を覆うように第 1 の基体 1 8 を設けて、当該第 1 の基体 1 8 を加熱した後に、フィルム 1 5 と集積回路を有する積層体 1 6 との間の密着性を小さくするために、フィルム 1 5 に光を照射してもよい。

40

#### 【 0 0 5 0 】

本実施の形態では、第 1 の基体 1 8、第 2 の基体 1 9 の 2 枚のフィルムを用いて集積回路を有する積層体 1 6 を封止したが、第 1 の基体 1 8 のみを用いて集積回路を有する積層体 1 6 を封止してもよい。これは、集積回路を有する積層体 1 6 における基板 1 1 自体が外部からの水分や不純物の混入を防止する役割を果たすからである。したがって、集積回路を有する積層体 1 6 における絶縁膜 1 4（絶縁膜 1 4 を設けない構成とした場合は、素子層 1 3）の表面を第 1 の基体 1 8 で覆う構成としてもよい。

#### 【 0 0 5 1 】

以上のように、基板上に素子層を形成した後に、基板を薄型化（例えば、研削、研磨）

50

して基板の厚さを $2\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $4\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下とし、且つ基板の端面が曲率を有するように形成することによって、信頼性の高い半導体装置を作製することができる。また、複数の集積回路を含む層を個々の集積回路に分断すると同時に基板の端面に曲率を付けるようにしているため、新たに工程を増やすことなく信頼性の高い半導体装置を作製することができる。

#### 【0052】

(実施の形態2)

本実施の形態では、薄膜トランジスタ及びアンテナを含む本発明の半導体装置の作製方法について、図面を参照して説明する。特に、素子層の構造について詳細に説明する。

#### 【0053】

まず、基板701上に下地膜703を形成する(図5(A))。基板701、下地膜703の材料や形成方法については実施の形態1で説明したものをを用いることができるので、ここでは説明を省略する。

#### 【0054】

次に、下地膜703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。非晶質半導体膜704は、スパッタ法やプラズマCVD法等の各種CVD法により、 $25\sim 200\text{nm}$ (好ましくは $30\sim 150\text{nm}$ )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またはファーンেসアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法、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パターンニングして、結晶質半導体膜706~710を形成する(図5(B))。なお、下地膜703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。なお、本明細書において「パターンニング」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。

#### 【0055】

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またはファーンেসアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法、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。

#### 【0056】

本実施の形態では、プラズマCVD法により膜厚 $40\sim 300\text{nm}$ の非晶質半導体膜を形成した後、加熱処理により非晶質半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜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いることができる。

#### 【0057】

レーザー照射を用いる場合、連続発振型のレーザー光(CWレーザー光)やパルス発振型のレーザー光(パルスレーザー光)を用いることができる。使用可能なレーザー光としては、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、 $\text{YVO}_4$ 、フォルステライト( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ )、 $\text{YAlO}_3$ 、 $\text{GdVO}_4$ 、もしくは多結晶(セラミック)のYAG、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{YVO}_4$ 、 $\text{YAlO}_3$ 、 $\text{GdVO}_4$ 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を用いることができる。このようなレーザー光の基本波、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、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー(基本波

10

20

30

40

50

1064 nm)の第2高調波(532 nm)や第3高調波(355 nm)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0.01~100 MW/cm<sup>2</sup>程度(好ましくは0.1~10 MW/cm<sup>2</sup>)が必要である。そして、走査速度を10~2000 cm/sec程度として照射する。

【0058】

なお、単結晶のYAG、YVO<sub>4</sub>、フォルステライト(Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>)、YAlO<sub>3</sub>、GdVO<sub>4</sub>、若しくは多結晶(セラミック)のYAG、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、YVO<sub>4</sub>、YAlO<sub>3</sub>、GdVO<sub>4</sub>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10 MHz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。10 MHz以上の発振周波数でレーザー光を発振させると、半導体膜がレーザーによって熔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。

10

【0059】

上述した連続発振レーザーまたは10 MHz以上の周波数で発振するレーザー光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。

20

【0060】

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。

【0061】

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。

30

【0062】

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光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光を、光学系を用いて整形することによって、短辺の長さ1 mm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。

40

【0063】

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。

【0064】

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ることができる。

【0065】

50

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。

#### 【0066】

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。

#### 【0067】

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法により形成すればよい。具体的には、酸化珪素膜（ $\text{SiO}_x$ 膜）、窒化珪素膜（ $\text{SiN}_x$ 膜）、窒素を含む酸化珪素膜（ $\text{SiO}_x\text{N}_y$ 膜）（ $x > y$ ）（ $x$ 、 $y$ は正の整数）、酸素を含む窒化珪素膜（ $\text{SiN}_x\text{O}_y$ 膜）（ $x > y$ ）（ $x$ 、 $y$ は正の整数）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、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。

#### 【0068】

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。以後、本明細書において単に「高密度プラズマ処理」と記載している場合、上述の条件下でプラズマ処理を行っているものとする。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（または窒化）処理によって形成される酸化物（または窒化物）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（または窒化処理）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、250～550℃）でプラズマ処理を行っても十分にプラズマ酸化処理（またはプラズマ窒化処理）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。

#### 【0069】

酸素を含む雰囲気としては、酸素（ $\text{O}_2$ ）、二酸化窒素（ $\text{NO}_2$ ）、もしくは一酸化二窒素（ $\text{N}_2\text{O}$ ）と、希ガスとの混合ガス、または、酸素（ $\text{O}_2$ ）、二酸化窒素（ $\text{NO}_2$ ）もしくは一酸化二窒素（ $\text{N}_2\text{O}$ ）と、希ガスと、水素（ $\text{H}_2$ ）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。混合ガス中の各ガスの流量比（または圧力比）は、適宜決定すればよい。混合ガスの組み合わせの一例としては、酸素（または二酸化窒素や一酸化二窒素）を 0.1 ~ 100 sccm、アルゴンを 100 ~ 5000 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（または二酸化窒素や一酸化二窒素）を 0.1 ~ 100 sccm、水素を 0.1 ~ 100 sccm、アルゴンを 100 ~ 5000 sccm とすればよく、酸素（または二酸化窒素や一酸化二窒素）：水素：アルゴン = 1 : 1 : 100 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（または二酸化窒素や一酸化二窒素）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しておくことで、酸化の処理時間を短縮することができる。

10

#### 【0070】

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。混合ガスの組み合わせの一例としては、窒素（またはアンモニア）を 20 ~ 2000 sccm、アルゴンを 100 ~ 10000 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、窒素（またはアンモニア）を 20 ~ 2000 sccm、水素を 1 ~ 500 sccm、アルゴンを 100 ~ 10000 sccm とすればよく、窒素（またはアンモニア）：水素：アルゴン = 20 : 1 : 100 の比率で混合ガスを導入することが好ましい。例えば、窒素（またはアンモニア）を 100 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しておくことで、窒化の処理時間を短縮することができる。

20

#### 【0071】

酸素及び窒素を含む雰囲気としては、 $N_2$  または  $NH_3$  と、 $O_2$  と、希ガスとの混合ガスを用いることができる。混合ガスの組み合わせの一例としては、窒素（またはアンモニア）を 20 ~ 1000 sccm、酸素を 10 ~ 500 sccm、アルゴンを 100 ~ 5000 sccm とすればよく、窒素（またはアンモニア）：酸素：アルゴン = 2 : 1 : 10 の比率で混合ガスを導入することが好ましい。

#### 【0072】

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 ~ 20 nm、代表的には 5 ~ 10 nm 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。

30

#### 【0073】

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。

40

#### 【0074】

また、非晶質半導体膜 704 に対し、連続発振レーザーまたは 10 MHz 以上の周波数で発振するレーザー光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

50

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。

【0075】

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(TaN)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(MoN)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。単層構造や3層構造にする場合、導電膜の材料として、上述した第1の導電膜、第2の導電膜と同様のものを自由に選択することが可能である。

【0076】

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。

【0077】

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。

【0078】

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。

【0079】

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5(C))。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。

【0080】

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。

#### 【0081】

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。

#### 【0082】

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 712 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 やファーンেস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 712 の表面のみをシリサイド領域にすることもできるし、全体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。

#### 【0083】

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。

#### 【0084】

また、薄膜トランジスタ 744 ~ 748 を構成する半導体膜の構造は、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) をそれぞれ形成してもよいし、P チャネル型、N チャネル型または CMOS 回路を形成してもよい。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。

#### 【0085】

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

10

20

30

40

50

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、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( $NH_3$ )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。

10

#### 【0086】

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6(A))。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( $H_2$ )またはアンモニア( $NH_3$ )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。また、水素を含む雰囲気として、アンモニア( $NH_3$ )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。

20

30

#### 【0087】

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。

40

#### 【0088】

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712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。

#### 【0089】

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

50



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。

#### 【0090】

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。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。

#### 【0091】

次に、導電膜752～761を覆うように、絶縁膜762を形成する(図6(B))。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0.75～3 $\mu m$ の厚さに形成する。

#### 【0092】

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763を形成する。この導電膜763は、アンテナとして機能するので、以後、「アンテナ」と記載することがある。なお、導電膜763は、単層構造のみに限定されず、積層構造としてもよい。

#### 【0093】

アンテナとして機能する導電膜763の形状に関して説明する。アンテナ(導電膜763)を有し、非接触データのやりとりが可能である半導体装置(RFIDタグ)における信号の伝送方式は、電磁結合方式、電磁誘導方式またはマイクロ波方式等を用いることができる。伝送方式は、実施者が使用用途を考慮して適宜選択すればよく、伝送方式に伴って最適なアンテナを適宜設ければよい。

#### 【0094】

例えば、半導体装置における信号の伝送方式として、電磁結合方式または電磁誘導方式(例えば13.56MHz帯)を適用する場合には、磁界密度の変化による電磁誘導を利用するため、アンテナとして機能する導電膜を輪状(例えば、ループアンテナ)、らせん状に形成する。

#### 【0095】

半導体装置における信号の伝送方式として、マイクロ波方式(例えば、UHF帯(860～960MHz帯)、2.45GHz帯等)を適用する場合には、信号の伝送に用いる電磁波の波長を考慮してアンテナとして機能する導電層の長さ等の形状を適宜設定すればよい。例えば、導電膜763を線状(例えば、ダイポールアンテナ)、平坦な形状(例え

10

20

30

40

50

ば、パッチアンテナ)に形成することができる。また、導電膜763の形状は直線状に限られず、電磁波の波長を考慮して曲線状や蛇行形状またはこれらを組み合わせた形状でもよい。

#### 【0096】

次に、アンテナとして機能する導電膜763の形成方法と材料に関して説明する。導電膜763の形成方法としては、CVD法、スパッタ法、スクリーン印刷やグラビア印刷等の印刷法、液滴吐出法、ディスペンサー法、メッキ法等を用いることができる。また、導電膜763の材料としては、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、銀(Ag)、銅(Cu)、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、パラジウム(Pd)、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)から選択された元素、又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ることができる。また、はんだ(好ましくは鉛フリーのはんだ)を主成分とする微粒子を用いてもよく、この場合は粒径20 $\mu$ m以下の微粒子を用いることが好ましい。はんだは、低コストであるという利点を有している。また、セラミックやフェライトなどをアンテナに適用することも可能である。

#### 【0097】

例えば、スクリーン印刷法を用いて導電膜763を形成する場合には、粒径が数nmから数十 $\mu$ mの導電体粒子を有機樹脂に溶解または分散させた導電性のペーストを選択的に印刷することによって設けることができる。導電体粒子としては、銀(Ag)、金(Au)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)、及びチタン(Ti)のいずれか一つ以上の金属粒子やハロゲン化銀の微粒子、または分散性ナノ粒子を用いることができる。また、導電性ペーストに含まれる有機樹脂は、金属粒子のバインダー、溶媒、分散剤および被覆材として機能する有機樹脂から選ばれた一つまたは複数をを用いることができる。代表的には、エポキシ樹脂、珪素樹脂等の有機樹脂が挙げられる。また、導電膜763の形成にあたり、導電性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、導電性ペーストの材料として、銀を主成分とする微粒子(例えば、粒径1nm以上100nm以下)を用いる場合、150~300度の温度範囲で焼成して硬化させることにより、導電膜763を形成することができる。

#### 【0098】

また、電磁結合方式または電磁誘導方式を適用する場合であって、アンテナを有する半導体装置(RFIDタグ)を金属に接して設ける場合には、当該半導体装置と金属との間に透磁率を備えた磁性材料を設けることが好ましい。アンテナを備えた半導体装置を金属に接して設ける場合には、磁界の変化に伴い金属に渦電流が流れ、当該渦電流により磁界の変化が弱められて通信距離が低下する。そのため、半導体装置と金属との間に透磁率を備えた材料を設けることにより金属の渦電流を抑制し通信距離の低下を抑制することができる。なお、磁性材料としては、高い透磁率を有し高周波損失の少ないフェライトや金属薄膜を用いることができる。

#### 【0099】

以上の工程を経て、素子層が完成される。

#### 【0100】

次に、アンテナとして機能する導電膜763を覆うように、SOG法、液滴吐出法等により絶縁膜772を形成する(図7)。絶縁膜772は、素子層の強度を確保するための保護層として機能している。絶縁膜772は、下地膜703及び素子層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772が、下地膜703及び素子層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。また、絶縁膜772を設けない構成としても本発明を実施することは可能である。

#### 【0101】

絶縁膜772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、有機材料からなる膜(例えば、エポキシ等の樹脂

10

20

30

40

50

材料からなる膜)などを用いて形成すればよい。絶縁膜772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。

#### 【0102】

以後、絶縁膜772(保護層)を形成した後の工程については、実施の形態1で説明した方法を適用して半導体装置(チップ)を形成することができるので、ここでは説明を省略する。

#### 【0103】

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。つまり、上記実施の形態で示した材料や形成方法は、本実施の形態でも利用することができるし、本実施の形態で示した材料や形成方法は上記実施の形態でも利用することができる。

#### 【0104】

##### (実施の形態3)

本実施の形態では、実施の形態2で説明したアンテナの形成方法とは別の形成方法について説明する。すなわち、実施の形態2では、素子層の一部としてアンテナが形成された構造について説明したが、本実施の形態では、アンテナが設けられた基板を別に用意し、当該アンテナが設けられた基板と、素子層が設けられた基板とが貼り合わされた構造について説明する。

#### 【0105】

まず、実施の形態2で説明したように、基板701上に導電膜763まで形成する(図6(B))。導電膜763を形成するまでの工程は、実施の形態2で説明したので、ここでは説明を省略する。

#### 【0106】

次に、アンテナ782が設けられた基板781と、素子層が設けられた基板701とを貼り合わせる(図8)。図8では、貼り合わせの手段として、異方性導電材料を用いている。異方性導電材料は、導電性の粒子783と流動体を有しており、流動体は、焼成して硬化させることにより、接着層784となる。導電膜763と、アンテナ782は、導電性の粒子783の圧着により、導通をとることができる。その他の領域では、導電性の粒子783が絶縁膜762、及びアンテナ782と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、異方性導電材料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。また、アンテナ782が設けられた基板781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や、繊維質な材料からなる紙などを用いることができる。

#### 【0107】

次に、貼り合わされた基板に対し、基板781の一方の面(基板701と貼り合わされている面とは逆側の面)からレーザー光を照射することにより、曲率を有する開口部を形成する。開口部は、素子層を構成する薄膜トランジスタやアンテナ782等を避けた領域や、基板701の端面に設けるようにする。本発明において、開口部は、基板701の一方の面にも一部開口されるように形成し、この基板701に形成された開口部の領域が曲率を有していることが重要である。

#### 【0108】

レーザー光の条件としては、特に限定されず、好ましくは下地膜703、素子層に用いられた材料に対して吸収係数が大きいものを用いる。

#### 【0109】

以後、基板701の薄型化(例えば、研削、研磨)や切断工程については、実施の形態1で説明した方法を適用して、基板の端面が曲率を有する半導体装置(チップ)を作製することができるので、ここでは説明を省略する。その後、必要に応じて封止処理を行う。

#### 【0110】

また、本実施の形態では、基板 701 上に素子層を形成し、チップに分断する前にアンテナ 782 が設けられた基板 781 と素子層が設けられた基板 701 を貼り合わせているが、この方法に限定されるわけではない。例えば、基板 11 上に素子層 13 を形成し、チップに分断して集積回路を有する積層体 16 を形成した後に、集積回路を有する積層体 16 に設けられた集積回路を構成する素子と、アンテナ 782 が設けられた基板 781 とを接続するようにして、半導体装置（チップ）を作製してもよい（図 9）。この後、必要に応じて封止処理を行う。このようにして作製された半導体装置（チップ）は、集積回路を有する積層体 16 の端面が曲率を有しているため、半導体装置（チップ）を折り曲げた際のアンテナ 782 と集積回路を有する積層体 16 との接続部に加わる応力が緩和され、接触不良が生じにくい。

10

#### 【0111】

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。つまり、上記実施の形態で示した材料や形成方法は、本実施の形態でも利用することができるし、本実施の形態で示した材料や形成方法は上記実施の形態でも利用することができる。

#### 【0112】

##### （実施の形態 4）

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 R F I D タグとして利用した場合の一実施形態に関して図 10 を用いて説明する。

#### 【0113】

R F I D タグ 2020 は、非接触でデータを通信する機能を有し、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 10（A））。

20

#### 【0114】

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 と通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、半導体装置との通信、制御及びそのデータに関する処理を制御する。なお、R F I D 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。

30

#### 【0115】

また、R F I D 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し、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。

#### 【0116】

本発明の半導体装置を R F I D タグ等に利用した場合、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。R F I D 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 I C 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、R F I D 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、R F I D 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。

40

#### 【0117】

次に、本発明の半導体装置を R F I D タグとして実際に使用するときの一形態について

50

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、品物 2032 の側面には R F I D タグ 2033 が設けられる（図 10（B））本発明により作製された R F I D タグ 2033 は可撓性を有し、且つ端面が曲率を有している。このため、品物 2032 の曲面上にも容易に設けることができ、且つ、はがれにくい構成とすることができる。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 10（C））。本発明により作製された R F I D タグ 2035 は可撓性を有し、且つ端面が曲率を有している。このため、商品 2036 の曲面上にも容易に設けることができ、且つ、はがれにくい構成とすることができる。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。

10

**【0118】**

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。

**【0119】**

（実施の形態 5）

本発明の半導体装置は、R F I D タグとして利用することができる。例えば、紙幣、硬貨、有価証券類、証書類、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本発明により作製された R F I D タグを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 11 を用いて説明する。なお、R F I D タグは図 11 において 2720 で示す。本発明により作製された R F I D タグは、可撓性を有し、且つ端面が曲率を有している。このため、図 11 に示すような様々な形状を有する物品にも容易に設けることができ、且つ、はがれにくい構成とすることができる。また、R F I D タグは薄型化されているため、物品のデザイン性の低下を招きにくい。

20

**【0120】**

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 11（A））。証書類とは、運転免許証、住民票等を指す（図 11（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 11（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 11（D））。書籍類とは、書物、本等を指す（図 11（E））。記録媒体とは、DVD ソフト、ビデオテープ等を指す（図 11（F））。乗物類とは、自転車等の車両、船舶等を指す（図 11（G））。身の回り品とは、靴、眼鏡等を指す（図 11（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、E L 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。

30

**【0121】**

紙幣、硬貨、有価証券類、証書類、無記名債券類等に R F I D タグを設けることにより、偽造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 R F I D タグ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 R F I D タグ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。R F I D タグの設け方としては、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。

40

**【0122】**

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

50

機器等にＲＦＩＤタグ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。

#### 【０１２３】

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。

#### 【図面の簡単な説明】

10

#### 【０１２４】

【図１】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態１）。

【図２】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態１）。

【図３】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態１）。

【図４】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態１）。

【図５】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態２）。

【図６】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態２）。

【図７】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態２）。

【図８】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態３）。

【図９】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態３）。

20

【図１０】本発明の半導体装置の使用形態を説明する図（実施の形態４）。

【図１１】本発明の半導体装置の使用形態を説明する図（実施の形態５）。

【図１２】本発明の半導体装置の作製方法を示す図（実施の形態１）。

#### 【符号の説明】

#### 【０１２５】

１１ 基板

１２ 下地膜

１３ 素子層

１４ 絶縁膜（保護層）

１５ フィルム

30

１６ 集積回路を有する積層体

１７ 半導体装置（チップ）

１８ 第１の基体

１９ 第２の基体

２１ ピックアップ手段

２２ ラミネートロール

２３ 供給ロール

２４ 搬送手段

２５ 切断手段

２６ 加熱手段

40

３１ 研削手段

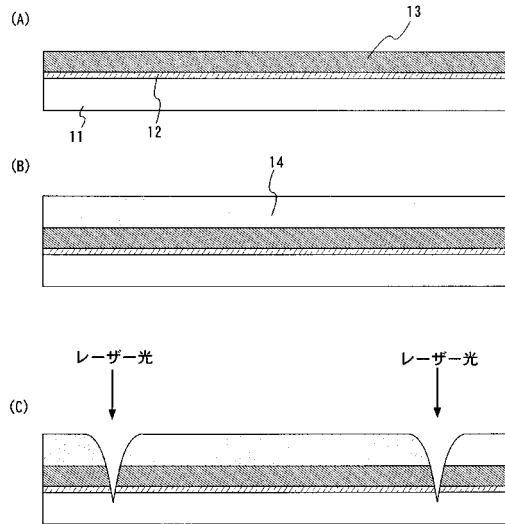
３２ 研磨手段

５１ フレーム

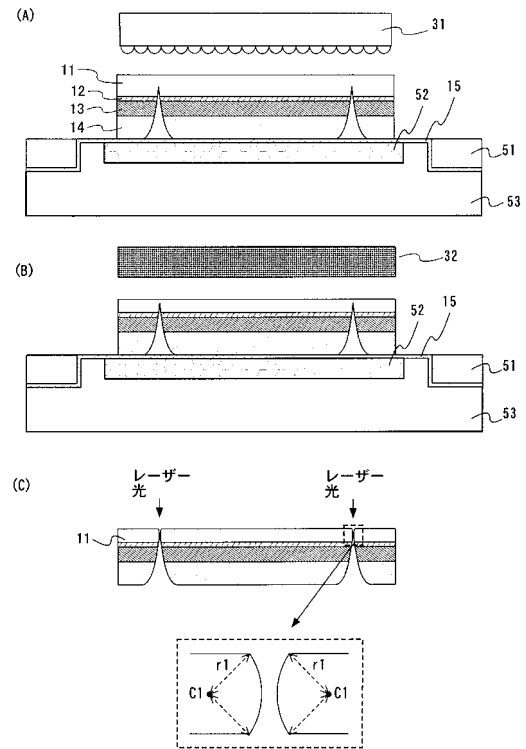
５２ ポーラスチャック

５３ ステージ

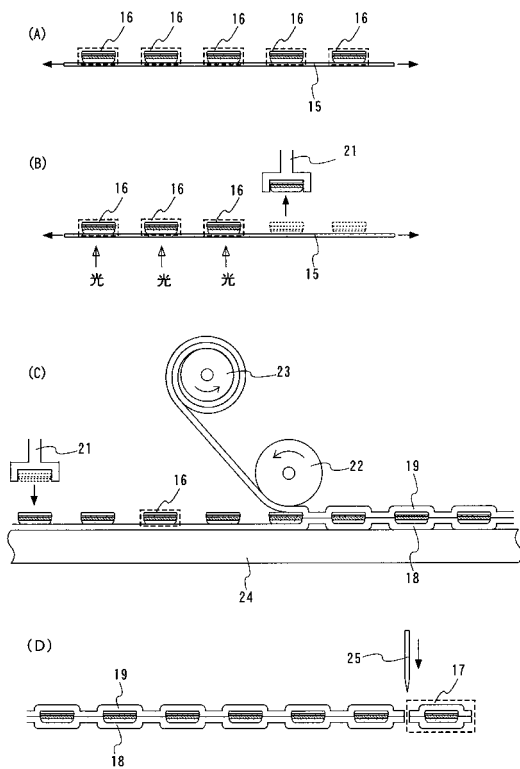
【図 1】



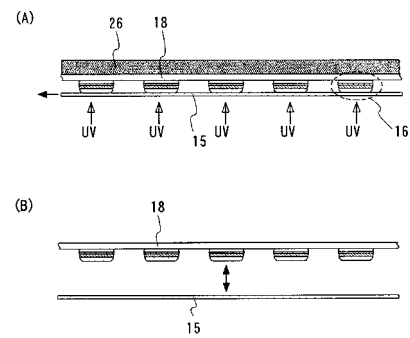
【図 2】



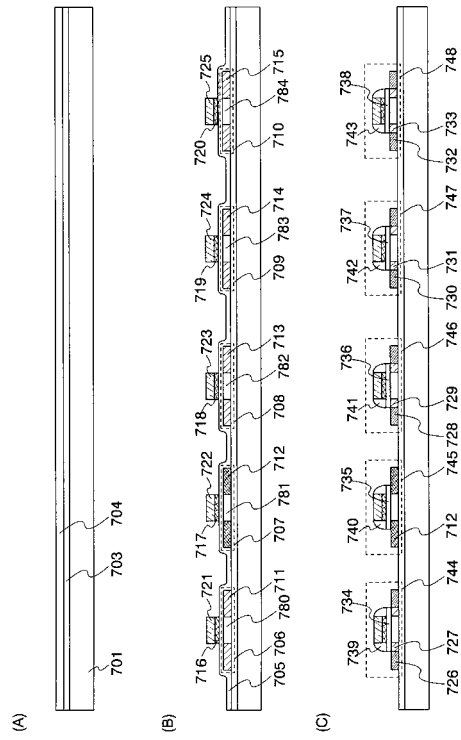
【図 3】



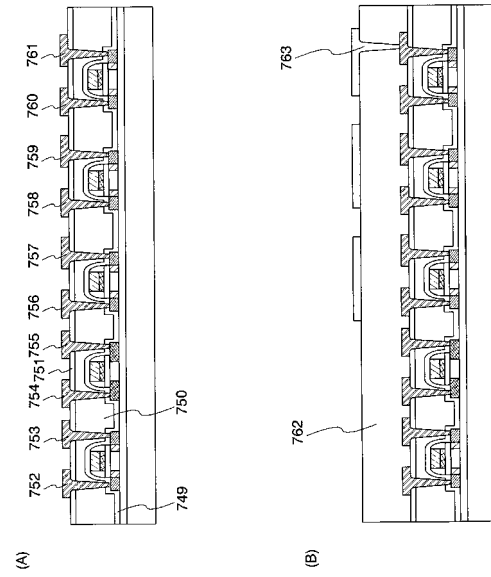
【図 4】



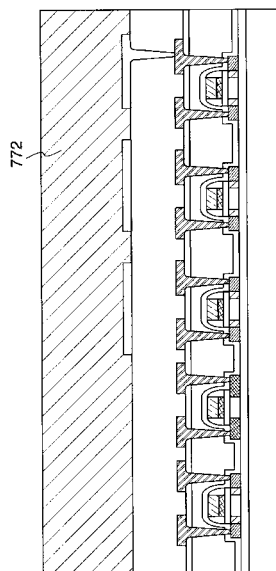
【図 5】



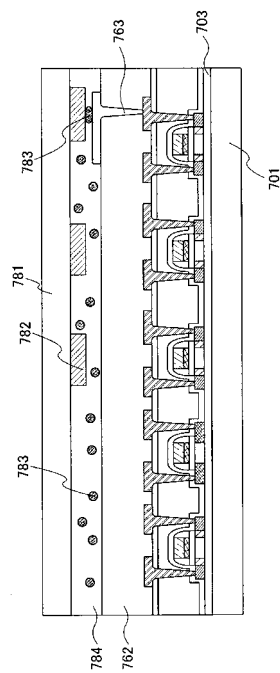
【図 6】



【図 7】

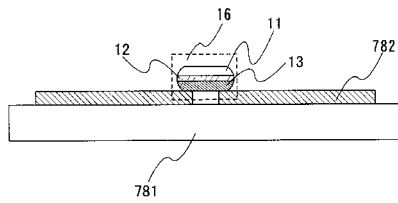


【図 8】

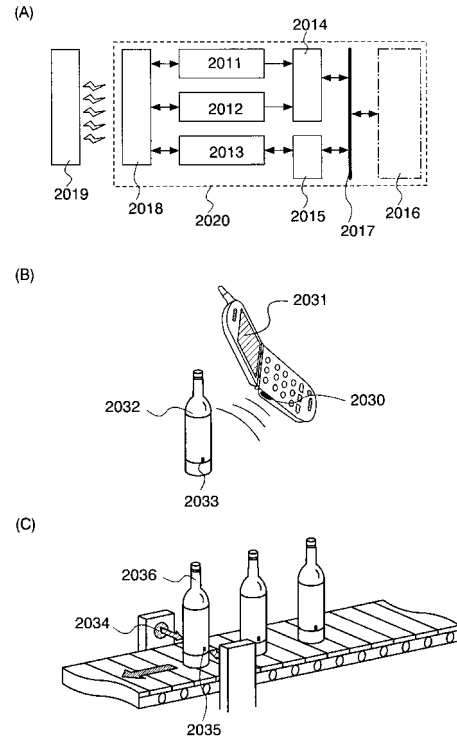




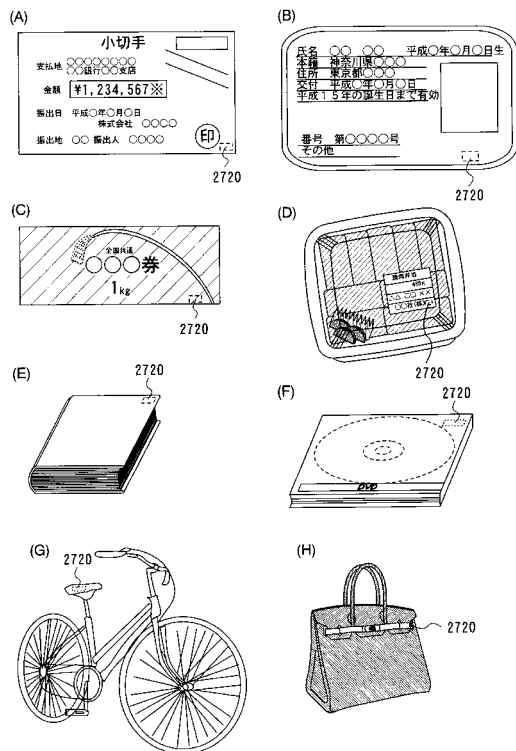
【図 9】



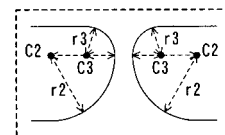
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-274008(JP,A)  
特開2004-140179(JP,A)  
特開2005-072174(JP,A)  
特開2004-289047(JP,A)  
特開2002-343747(JP,A)  
特開2002-299372(JP,A)  
特開2002-141443(JP,A)  
特開2005-086160(JP,A)  
特開2004-282050(JP,A)  
特開平09-029472(JP,A)  
特開平11-054885(JP,A)  
特開平01-321085(JP,A)  
特開昭56-129340(JP,A)  
特開2004-035315(JP,A)  
国際公開第2003/090258(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/301

H01L 29/786