

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4610348号  
(P4610348)

(45) 発行日 平成23年1月12日 (2011. 1. 12)

(24) 登録日 平成22年10月22日 (2010. 10. 22)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 K 19/07 (2006. 01)

G O 6 K 19/00 H

H O 1 L 21/768 (2006. 01)

H O 1 L 21/90 L

H O 1 L 23/522 (2006. 01)

H O 1 L 29/78 6 1 3 Z

H O 1 L 29/786 (2006. 01)

H O 1 L 21/02 B

H O 1 L 21/02 (2006. 01)

H O 1 L 29/78 6 2 7 D

請求項の数 10 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-5908 (P2005-5908)  
 (22) 出願日 平成17年1月13日 (2005. 1. 13)  
 (65) 公開番号 特開2005-228304 (P2005-228304A)  
 (43) 公開日 平成17年8月25日 (2005. 8. 25)  
 審査請求日 平成19年12月14日 (2007. 12. 14)  
 (31) 優先権主張番号 特願2004-8752 (P2004-8752)  
 (32) 優先日 平成16年1月16日 (2004. 1. 16)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878  
 株式会社半導体エネルギー研究所  
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地  
 (72) 発明者 荒井 康行  
 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 秋葉 麻衣  
 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 館村 祐子  
 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 神野 洋平  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持体と、

前記支持体上に薄膜集積回路と、

前記薄膜集積回路上に分離層と、

前記分離層の上または下に前記薄膜集積回路と電氣的に接続されたアンテナを有し、

前記薄膜集積回路は複数の半導体素子を有し、

前記複数の半導体素子間を電氣的に接続するための配線が、前記分離層を貫通していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

支持体と、

前記支持体上に薄膜集積回路と、

前記薄膜集積回路上にアンテナ及び分離層を有し、

前記薄膜集積回路と前記アンテナは電氣的に接続され、

前記アンテナは直列に接続された複数の配線を有し、

前記複数の配線の少なくとも1つは、前記分離層を貫通していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記アンテナは、印刷法または液滴吐出法を用いて形成されていることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項 4】

支持体と、

前記支持体上に薄膜集積回路およびアンテナと、

前記薄膜集積回路およびアンテナ上に分離層を有し、

前記薄膜集積回路と前記アンテナとを電氣的に接続するための配線が、前記分離層を貫通し、

前記薄膜集積回路は T F T を含み、

前記 T F T は半導体膜と、ゲート電極と、前記半導体膜と前記ゲート電極の間に形成されているゲート絶縁膜とを有し、

前記アンテナと前記ゲート電極は同じ導電膜をパターンニングすることで形成されていることを特徴とする半導体装置。

10

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、前記薄膜集積回路および前記アンテナは、基板上に形成された後、前記基板を除去することで前記基板から剥離され、接着剤を用いて前記支持体上に貼りあわされていることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、前記分離層は窒化チタン、窒化タングステン、モリブデン、またはタングステンを有する金属酸化膜であることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項 7】

請求項 6 において、前記金属酸化膜は結晶化されていることを特徴とする半導体装置。

20

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項において、前記支持体は紙またはプラスチックであることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項において、前記アンテナは前記支持体の外周に沿っていることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項において、前記分離層の層内または界面近傍の一部に損傷を与えてあることを特徴とする半導体装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、支持体に形成された無線通信の可能な半導体装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

無線で識別情報などのデータの送受信が可能な I D タグに代表される半導体装置は、様々な分野において実用化が進められており、新しい形態の通信情報端末としてさらなる市場の拡大が見込まれている。I D タグは、無線タグ、R F I D ( R a d i o f r e q u e n c y i d e n t i f i c a t i o n ) タグ、I C タグとも呼ばれており、現在実用化されている I D タグは、アンテナと、半導体基板を用いて形成された集積回路 ( I C チップ ) とを有しているものが多い。

40

## 【0003】

I D タグは、同じく無線でのデータの読み取りが可能な磁気カード、バーコードなどとは異なり、記憶されているデータを物理的方法により読み取られる恐れがなく、またそのデータが改ざんされにくいという点において優れている。また磁気カード、バーコードなどとは異なり、I D タグの製造には比較的大規模な生産設備が必要となるため、偽造されにくいというメリットを有する。

## 【0004】

50

下記特許文献１には、偽造されにくいというメリットを生かしたＩＤラベルについて記載されている。特許文献１に記載のＩＤラベルは、貼着されている対象物から剥離されると、アンテナが切断されるようになっている。よって、剥がされるとそのことを確実に発見することができる封印シールとして使用することができる。

【０００５】

【特許文献１】特開２００１－１３８７４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

具体的に上記特許文献１に記載のＩＤラベルは、接着強度の強い強接着剤と、接着強度の弱い弱接着剤とを部分的に使い分け、アンテナが基材シート側と対象物側とに切断されるような仕組みになっている。しかし上記構成の場合、ＩＤラベルの剥がし方によってはアンテナを構成している膜の一部だけが剥離してしまい、アンテナを切断するには至らない場合も想定される。また実際のアンテナは、複数の金属膜が積層されている場合が多い。このような場合は特に、接着強度の強弱を使い分けることでアンテナを切断しようとしても、アンテナを構成している金属膜の一部だけが剥離してしまい、アンテナを確実に切断できるとは限らない。よってＩＤラベルを剥がしても、アンテナが通常通り機能し、ＩＤラベルとリーダ／ライタとの間における信号または電源電圧の送受が通常通り行なわれてしまうという事態も生じうる。

【０００７】

またＩＤタグは、用途によって紙、プラスチックなどのフレキシブルな素材に取り付けられることも想定されるが、半導体基板は上述した素材に比べると機械的強度が低い。ＩＤタグ自体の面積を縮小化することで、機械的強度をある程度向上させることはできるが、この場合、回路規模やアンテナの利得の確保が難しくなってしまう。特にアンテナの利得が低下すると通信距離が短くなり、ＩＤタグの用途が制限されるので好ましくない。従ってＩＣチップの回路規模やアンテナの利得の確保を重要視すると、やみくもにＩＤタグの面積を縮小化することはできず、機械的強度の向上にも限界が生じる。

【０００８】

さらに半導体基板を用いて形成されたＩＣチップの場合、半導体基板が導体として機能し電波を遮蔽するので、送信されてくる電波の方向によっては信号が減衰しやすいという問題もあった。

【０００９】

本発明は上述した問題に鑑み、対象物に貼り合わされた後で剥離されると、リーダ／ライタとの間における信号または電源電圧の送受を確実に制限することができる半導体装置の提供を課題とする。さらに本発明は、コストを抑え、機械的強度を高めることができ、より簡単なプロセスで形成することができ、なおかつ電波が遮蔽されるのを防ぐことができる半導体装置の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明の半導体装置は、支持体上に形成された集積回路及びアンテナを有している。さらに本発明の半導体装置は、絶縁膜を間に挟んで該集積回路及びアンテナと重なっている分離層が、該支持体上に形成されている。そして、集積回路とアンテナとを電気的に接続するための配線、集積回路内の半導体素子どうしを電気的に接続するための配線、或いは、アンテナを形成している配線が、該分離層を貫通していることを特徴とする。上記構成を有する半導体装置を対象物から物理的に引き剥がすと、該分離層が分離し、分離層を境に半導体装置が引き裂かれる。これにより、集積回路とアンテナとを電気的に接続するための配線、集積回路内の半導体素子どうしを電気的に接続するための配線、或いは、アンテナを形成している配線を切断することができる。本発明の半導体装置とは、代表的にＩＤタグ、ＩＤカード、ＩＤチップ、無線チップなどである。但し、これらに限定されず、様々な利用形態が可能である。

## 【 0 0 1 1 】

なお分離層として、金属酸化物を有する膜（金属酸化膜）を用いることができる。

## 【 0 0 1 2 】

例えば、集積回路とアンテナとを電氣的に接続するための配線を切断することで、アンテナと集積回路とを電氣的に分離させることができる。また例えば、集積回路内の半導体素子どうしを電氣的に接続するための配線を切断することで、集積回路の機能を破壊することができる。また例えば、アンテナを形成している配線を切断することで、アンテナの機能を破壊することができる。いずれの場合も、配線が切断されることで、半導体装置とリーダ／ライタとの間における信号または電源電圧の送受を確実に制限することができる。

10

## 【 0 0 1 3 】

さらに本発明では、絶縁分離された薄膜の半導体膜を有するＴＦＴ（薄膜トランジスタ）で形成された集積回路（以下、薄膜集積回路）を半導体装置に用いる。そして該半導体装置は、薄膜集積回路とアンテナとが、プラスチック、紙などのフレキシブルな支持体上に形成されている。アンテナにより、リーダライタと薄膜集積回路の間における信号の送受、またはリーダライタから薄膜集積回路への電源電圧の供給を行なうことができる。

## 【 0 0 1 4 】

また、別途作製された薄膜集積回路どうしを貼り合わせることで、薄膜集積回路を積層し、回路規模やメモリの容量を大きくするようにしても良い。薄膜集積回路は半導体基板で作製したＩＣチップに比べて飛躍的に薄いので、複数の薄膜集積回路を積層させても半導体装置の機械的強度をある程度維持することができる。積層した薄膜集積回路どうしの接続は、フリップチップ法、ＴＡＢ（Ｔape Automated Bonding）法、ワイヤボンディング法などの、公知の接続方法を用いることができる。

20

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 5 】

本発明では上記特許文献１とは異なり、半導体装置を対象物から剥がす際に、アンテナの一部のみが剥離するという事態が生じにくい。よって、アンテナと薄膜集積回路との間の電氣的な分離を、確実に行なうことができる。したがって、半導体装置を対象物から剥がすと、半導体装置とリーダ／ライタとの間における信号または電源電圧の送受を確実に制限することができる。

30

## 【 0 0 1 6 】

また本発明の半導体装置では、絶縁分離されたＴＦＴを用いて薄膜集積回路を形成するので、半導体基板に形成されたトランジスタとは異なり、基板との間に寄生のダイオードが形成されにくい。従って、ソース領域またはドレイン領域与えられた交流の信号の電位によって、ドレイン領域に大量の電流が流れ込むことがなく、劣化または破壊が起こりにくい。

## 【 0 0 1 7 】

またフレキシブルな支持体を用いて半導体装置を形成することで、対象物の形状に半導体装置の形状を合わせることが可能になり、半導体装置の用途範囲を大幅に広げることができる。

40

## 【 0 0 1 8 】

また本発明の半導体装置は、半導体基板を用いた従来の半導体装置ほど面積を小さくせずとも、高い機械的強度を得ることができる。よって、アンテナの利得の確保が容易になり、通信距離を長くしやすく、半導体装置の用途範囲をより広げることができる。

## 【 0 0 1 9 】

また一般的にＩＤタグに代表される半導体装置で用いられている電波の周波数は、１３．５６ＭＨｚ、２．４５ＧＨｚが多く、該周波数の電波を検波できるように半導体装置を形成することが、汎用性を高める上で非常に重要である。

## 【 0 0 2 0 】

また本発明の半導体装置では、半導体基板を用いて形成されたＩＣチップよりも、薄膜

50

集積回路において電波が遮蔽されにくく、電波の遮蔽により信号が減衰するのを防ぐことができるというメリットを有している。よってＩＣチップの場合に比べて、アンテナ径を抑えることができる。

#### 【 0 0 2 1 】

そして、半導体基板を用いずに済むので、半導体装置のコストを大幅に低くすることができる。例えば、直径１２インチのシリコン基板を用いた場合と、 $7300 \times 9200 \text{ mm}^2$ のガラス基板を用いた場合とを比較する。前者のシリコン基板の面積は約 $73000 \text{ mm}^2$ であるが、後者のガラス基板の面積は約 $672000 \text{ mm}^2$ であり、ガラス基板はシリコン基板の約９．２倍に相当する。後者のガラス基板の面積は約 $672000 \text{ mm}^2$ では、基板の分断により消費される面積を無視すると、 $1 \text{ mm}$ 四方のＩＤタグが約 $672000$ 個形成できる計算になり、該個数はシリコン基板の約９．２倍の数に相当する。そしてＩＤタグの量産化を行なうための設備投資は、 $7300 \times 9200 \text{ mm}^2$ のガラス基板を用いた場合の方が直径１２インチのシリコン基板を用いた場合よりも工程数が少なく済むため、額を３分の１で済ませることができる。さらに本発明では、薄膜集積回路を剥離した後、ガラス基板を再び利用できる。よって、破損したガラス基板を補填したり、ガラス基板の表面を清浄化したりする費用を踏まえても、シリコン基板を用いる場合より大幅にコストを抑えることができる。またガラス基板を再利用せずに廃棄していったとしても、 $7300 \times 9200 \text{ mm}^2$ のガラス基板の値段は、直径１２インチのシリコン基板の半分程度で済むので、半導体装置のコストを大幅に低くすることができる。 10

#### 【 0 0 2 2 】

従って、 $7300 \times 9200 \text{ mm}^2$ のガラス基板を用いた場合、直径１２インチのシリコン基板を用いた場合よりも、半導体装置の値段を約３０分の１程度に抑えることができる。半導体装置は、使い捨てを前提とした用途も期待されているので、コストを大幅に低くすることができる本発明のＩＤタグは上記用途に非常に有用である。 20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【 0 0 2 3 】

以下、本発明の半導体装置としてＩＤタグの実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。例えば、本発明の半導体装置はＩＤタグに限定されず、ＩＤカード、ＩＤチップ、無線チップなど様々な利用形態が可能である。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。 30

#### 【 0 0 2 4 】

図１（Ａ）に、本発明のＩＤタグ１００を用いて容器１０１の蓋１０２を封印している様子を示す。容器１０１は、蓋１０２と本体１０７とを有している。ＩＤタグ１００を剥離しない限り、容器１０１の蓋１０２を開けることができないような位置にＩＤタグ１００を貼り合わせることで、ＩＤタグ１００が貼られた後に蓋１０２が開けられたか否かを確実に把握することができる。破線１０６は、容器１０１の蓋１０２と本体１０７との境目を示している。 40

#### 【 0 0 2 5 】

図１（Ｂ）に、ＩＤタグ１００の一形態を示す。ＩＤタグ１００は、支持体１０３と、支持体１０３に形成されたアンテナ１０４と、薄膜集積回路１０５とを有している。破線１０６は、容器１０１の蓋１０２と本体１０７との境目を示している。配線１０８はアンテナ１０４の一部に相当し、配線１０８によりアンテナ１０４の端子１０９、１１０間を電氣的に接続することができる。 50

#### 【 0 0 2 6 】

薄膜集積回路１０５は、アンテナ１０４において生じた交流の電気信号から電源電圧または各種信号を生成し、該電源電圧、各種信号を用いて各種動作を行なうことができる。そして、薄膜集積回路１０５において生成した交流の電気信号がアンテナ１０４に入力され、アンテナ１０４からリーダ／ライタに各種信号が送られる。

## 【 0 0 2 7 】

次に図 1 ( B ) に示した I D タグ 1 0 0 の、破線 1 1 1 で囲まれた領域の拡大図を、図 2 ( A ) に示す。また図 2 ( A ) の A - A ' における断面図を図 2 ( B ) に示す。なお図 2 ( B ) では、薄膜集積回路 1 0 5 として T F T 1 1 2、1 1 3 の断面図を示しているが、本発明の I D タグにおいて薄膜集積回路 1 0 5 に含まれる半導体素子は T F T に限られない。例えば T F T の他に、記憶素子、ダイオード、光電変換素子、抵抗素子、コイル、容量素子、インダクタなどの、その他の半導体素子が用いられていても良い。

## 【 0 0 2 8 】

支持体 1 0 3 は、薄膜集積回路 1 0 5 及びアンテナ 1 0 4 が形成されている側とは反対の面に接着剤 1 1 4 が塗布されている。接着剤 1 1 4 は、I D タグの支持体を、対象物に貼り合わせることができる物質であれば良い。なお、支持体 1 0 3 の一部が接着剤として機能させても良い。或いは、接着剤を敢えて塗布せず、貼り合わせる際に別途用意した接着剤を用いるようにしても良い。

10

## 【 0 0 2 9 】

そして本発明の I D タグでは、薄膜集積回路 1 0 5 が有する半導体素子、図 2 ( B ) では T F T 1 1 2、1 1 3、と、アンテナ 1 0 4 との間に、分離層 1 1 5 が形成されている。なお薄膜集積回路 1 0 5 とアンテナ 1 0 4 とは、重なっていても良いし、重なっていなくとも良い。そしてアンテナ 1 0 4 と T F T 1 1 2、T F T 1 1 3 とを電気的に接続するための配線 1 1 6 は、分離層 1 1 5 を貫通するように形成されている。なお配線 1 1 6 は、アンテナ 1 0 4 の一部であっても良いし、別途形成された配線であっても良い。

20

## 【 0 0 3 0 】

なお図 2 ( B ) では、薄膜集積回路 1 0 5 とアンテナ 1 0 4 との間に分離層 1 1 5 が形成されている例を示しているが、本発明はこの構成に限定されない。アンテナ 1 0 4 と薄膜集積回路 1 0 5 とを電気的に接続するための配線 1 1 6 が、分離層 1 1 5 を貫通するように形成されていれば良い。或いは、アンテナ 1 0 4 を構成している配線が、分離層 1 1 5 を貫通するように形成されていれば良い。或いは、薄膜集積回路 1 0 5 を構成している半導体素子どうしを電気的に接続している配線が、分離層 1 1 5 を貫通するように形成されていれば良い。

## 【 0 0 3 1 】

図 2 ( B ) に示した I D タグを対象物 1 2 0 に貼り合わせている様子を、図 3 ( A ) に示す。次に図 3 ( A ) に示した I D タグを、物理的な力を用いて、分離層 1 1 5 を境に引き剥がしている様子を図 3 ( B ) に示す。図 3 ( B ) に示すように、分離層 1 1 5 を境に I D タグの一部が引き剥がされることで、分離層 1 1 5 を貫通している配線 1 1 6 を切断することができる。よって、アンテナ 1 0 4 と薄膜集積回路 1 0 5 とを電気的に分離させることができ、I D タグとリーダ/ライタとの間における信号または電源電圧の送受を制限することができる。

30

## 【 0 0 3 2 】

なお図 1 に示したような、蓋 1 0 2 が開けられたか否かを把握するために用いる I D タグ 1 0 0 は、I D タグ 1 0 0 を引き剥がすことで切断される配線を少なくとも 2 つの箇所形成する。そして該 2 つの箇所は、破線 1 0 6 に示す容器 1 0 1 の蓋 1 0 2 と本体 1 0 7 との境目を間に挟んで存在していることが望ましい。上記構成により、蓋 1 0 2 を開けるためには 2 箇所の配線のうち少なくとも 1 箇所の配線を切断しなければならなくなり、確実に蓋 1 0 2 が開けられたか否かを把握することができる。

40

## 【 0 0 3 3 】

なお図 1 では、I D タグを用いて容器を封印しているが、封印するのは、口を閉じることができる入れ物であれば良い。

## 【 0 0 3 4 】

また本発明の I D タグの用途は、入れ物の封印のみに限定されない。一度 I D タグを剥がすと、剥がしたという事実を把握することができるという特徴を生かして、I D タグを剥離すると対象物が有する効力を無効にしたり、価値を低減させたりするという用途にも

50

用いることができる。例えば、荷札、値札、名札など、対象物の情報を有するタグに貼り合わせても良いし、本発明のＩＤタグ自体をタグとして用いても良い。また例えば、戸籍謄本、住民票、パスポート、免許証、身分証、会員証、鑑定書、クレジットカード、キャッシュカード、プリペイドカード、診察券、定期券など、事実を証明する文書に相当する証書に貼り合わせても良い。また例えば、手形、小切手、貨物引換証、船貨証券、倉庫証券、株券、債券、商品券、抵当証券など、私法上の財産権を表示する証券に相当する有価証券に貼り合わせても良い。

#### 【００３５】

図４（Ａ）に、封筒を封印するために本発明のＩＤタグを用いる例を示す。図４（Ａ）では、本発明のＩＤタグ４０２を貼り合わせることで、封筒４０１の入り口を閉じている。上記構成により、宛名に記載された人物が封筒を開封する前に、第三者によって開封されたか否かを把握することができる。

10

#### 【００３６】

図４（Ｂ）に、本発明のＩＤタグ４１０が貼り合わされた小切手４１１の一例を示す。図４（Ｂ）では、ＩＤタグ４１０が小切手４１１の表面に貼り合わされている。上記構成により、例えば偽造を目的としてＩＤタグ４１０を剥がしても、剥がしたことを後に把握することができるので、小切手４１１を無効とすることができる。

#### 【００３７】

図４（Ｃ）に、本発明のＩＤタグ４２０を有するパスポート４２１の一例を示す。図１３（Ａ）では、ＩＤタグ４２０がパスポート４２１の表紙に取り付けられているが、パスポート４２１が有する他のページに取り付けられていても良い。上記構成により、例えば偽造を目的としてＩＤタグ４２０を剥がしても、剥がしたことを後に把握することができるので、パスポート４２１を無効とすることができる。

20

#### 【００３８】

次に、本発明の半導体装置の作製方法について説明する。なお本実施の形態では、半導体素子として絶縁分離されたＴＦＴを例示するが、薄膜集積回路に含まれる半導体素子はこれに限定されず、あらゆる回路素子を用いることができる。例えば、ＴＦＴの他に、記憶素子、ダイオード、光電変換素子、抵抗素子、コイル、容量素子、インダクタなどが代表的に挙げられる。

#### 【００３９】

まず図５（Ａ）に示すように、スパッタ法を用いて基板５００上に剥離層５０１を成膜する。基板５００として、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、ＳＵＳ基板等、後の作製工程における処理温度に耐え得る基板を用いることができる。

30

#### 【００４０】

剥離層５０１は、非晶質シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコン、微結晶シリコン（セミアモルファスシリコンを含む）等、シリコンを主成分とする層を用いることができる。剥離層は、スパッタ法、プラズマＣＶＤ法等を用いて形成することができる。本実施の形態では、膜厚５００ｎｍ程度の非晶質シリコンをスパッタ法で形成し、剥離層５０１として用いる。

40

#### 【００４１】

次に、剥離層５０１上に下地膜５０２を形成する。下地膜５０２は、後に半導体素子を支持体上に接着剤で貼り合わせた際に、支持体や接着剤中に含まれるＮａなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体素子に用いられている半導体膜中に拡散し、半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために形成する。また下地膜５０２は、剥離層５０１をエッチングする際、エッチャントから半導体素子を保護する役割も有する。よってアルカリ金属やアルカリ土類金属の半導体膜への拡散を抑えることができ、なおかつシリコンのエッチングに用いられるエッチャントから半導体素子を保護することができる酸化珪素、窒化珪素、窒化酸化珪素などの絶縁膜を用いて形成することが望ましい。本実施の形態では、プラズマＣＶＤ法を用いて窒化酸化珪素膜を１０ｎｍ～４００ｎｍ（好ましくは５

50

0 nm ~ 300 nm) の膜厚になるように成膜する。なお下地膜 502 は単層の絶縁膜であっても複数の絶縁膜を積層したものであっても良い。

#### 【0042】

次に、下地膜 502 上に半導体膜を形成する。半導体膜は、下地膜 502 を形成した後、大気に曝さずに形成することが望ましい。半導体膜の膜厚は 20 ~ 200 nm (好ましくは 40 ~ 170 nm) とする。なお半導体膜は、非晶質半導体であっても良いし、セミアモルファス半導体であっても良いし、多結晶半導体であっても良い。また半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができる。シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は 0.01 ~ 4.5 atomic % 程度であることが好ましい。

10

#### 【0043】

なお半導体膜は、公知の技術により結晶化しても良い。公知の結晶化方法としては、電熱炉を使用した熱結晶化方法、レーザ光を用いたレーザ結晶化法、赤外光を用いたランプアニール結晶化法がある。或いは、触媒元素を用いる結晶化法を用いることもできる。例えばレーザ結晶化を用いる場合、レーザ結晶化の前に、レーザに対する半導体膜の耐性を高めるために、500、1時間の熱アニールを該半導体膜に対して行なう。そして連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第2高調波 ~ 第4高調波のレーザ光を照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、代表的には、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザ(基本波 1064 nm)の第2高調波(532 nm)や第3高調波(355 nm)を用いるのが望ましい。具体的には、連続発振のYVO<sub>4</sub>レーザから射出されたレーザ光を非線形光学素子により高調波に変換し、出力 10 W のレーザ光を得る。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または楕円形状のレーザ光に成形して、半導体膜に照射する。このとき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、照射する。

20

#### 【0044】

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

30

#### 【0045】

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

40

#### 【0046】

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

#### 【0047】

上述した半導体膜へのレーザ光の照射により、結晶性がより高められた半導体膜が形成される。なお、予め多結晶半導体を、スパッタ法、プラズマ CVD 法、熱 CVD 法などで形成するようにしても良い。

#### 【0048】

50



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

#### 【0049】

なおセミアモルファス半導体とは、非晶質半導体と結晶構造を有する半導体（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造の半導体を含む膜である。このセミアモルファス半導体は、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質なものであり、その粒径を $0.5 \sim 20 \text{ nm}$ として非単結晶半導体中に分散させて存在せしめることが可能である。セミアモルファス半導体は、そのラマンスペクトルが $520 \text{ cm}^{-1}$ よりも低波数側にシフトしており、またX線回折ではSi結晶格子に由来するとされる $(111)$ 、 $(220)$ の回折ピークが観測される。また、未結合手（ダングリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。ここでは便宜上、このような半導体をセミアモルファス半導体（SAS）と呼ぶ。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで安定性が増し良好なセミアモルファス半導体を得られる。

#### 【0050】

次に、図5（A）に示すように半導体膜をパターニングし、島状の半導体膜503、半導体膜504を形成する。そして図5（B）に示すように、該島状の半導体膜503、504を用いてTFTに代表される各種の半導体素子を形成する。なお図5（B）では、下地膜502と島状の半導体膜503、504とが接しているが、半導体素子によっては、下地膜502と島状の半導体膜503、504との間に、電極や絶縁膜等が形成されていても良い。例えば半導体素子の1つであるボトムゲート型のTFTの場合、下地膜502と島状の半導体膜503、504との間に、ゲート電極とゲート絶縁膜が形成される。

#### 【0051】

図5（B）では、島状の半導体膜503、504を用いてトップゲート型のTFT505、TFT506を形成する。具体的には、島状の半導体膜503、504を覆うようにゲート絶縁膜507を形成し、ゲート絶縁膜507上に導電膜を成膜し、パターニングすることで、ゲート電極508、ゲート電極509を形成する。そして、ゲート電極508、509や、あるいはレジストを成膜しパターニングしたものをマスクとして用い、島状の半導体膜503、504にn型を付与する不純物を添加し、ソース領域、ドレイン領域、さらにはLDD領域等を形成する。なおここではTFT505、506を共にn型とするが、p型のTFTの場合は、p型の導電性を付与する不純物を添加する。上記一連の工程によってTFT505、506を形成することができる。

#### 【0052】

なお、ゲート絶縁膜507を形成した後、 $3 \sim 100\%$ の水素を含む雰囲気中で、 $300 \sim 450$  で $1 \sim 12$ 時間の熱処理を行ない、島状の半導体膜503、504を水素化する工程を行なっても良い。また、水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。この水素化の工程により、熱的に励起された水素によりダングリングボンドを終端することができる。また、後の工程において可撓性を有する支持体上に半導体素子を貼り合わせた後、支持体を曲げることにより半導体膜中に欠陥が形成されたとしても、水素化により半導体膜中の水素の濃度を、 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ とすることで、半導体膜に含まれている水素によって該欠陥を終端させることができる。また該欠陥を終端させるために、半導体膜中にハロゲンを含ませておいても良い。

#### 【0053】

なおTFTの作製方法は上述した構成に限定されない。

#### 【0054】

次にTFT505、506を覆って、第1の層間絶縁膜510を形成する。そして、ゲ

ート絶縁膜 507 及び第 1 の層間絶縁膜 510 にコンタクトホールを形成した後、コンタクトホールを介して T F T 505、506 と接続する配線 511 ~ 514 を、第 1 の層間絶縁膜 510 に接するように形成する。

【0055】

次に図 5 ( C ) に示すように、配線 511 ~ 514 を覆うように、第 1 の層間絶縁膜 510 上に第 2 の層間絶縁膜 515 を形成する。そして、第 2 の層間絶縁膜 515 上に金属膜 516 を形成する。ここでは金属膜 516 にタングステンをを用い、膜厚を 10 nm ~ 200 nm、好ましくは 50 nm ~ 75 nm とする。なお金属膜 516 は、後にアンテナと電氣的に接続するための配線 511、514 と重なる領域に、開口部を形成しておく。

【0056】

そして図 5 ( D ) に示すように、金属膜 516 の形成後、大気に曝すことなく絶縁膜を構成する酸化物膜 517 を、積層するように成膜する。ここでは酸化物膜 517 として酸化珪素膜を膜厚 150 nm ~ 300 nm となるように成膜する。なお、スパッタ法を用いる場合、基板 500 の端面にも成膜が施される。そのため、後の工程における剥離の際に、酸化物膜 517 が基板 500 側に残ってしまうのを防ぐために、端面に成膜された金属膜 516 と酸化物膜 517 とを O<sub>2</sub> アッシングなどで選択的に除去することが好ましい。

【0057】

また酸化物膜 517 の成膜の際に、スパッタの前段階としてターゲットと基板との間をシャッターで遮断してプラズマを発生させる、プレスパッタを行なう。プレスパッタは A r を 10 s c c m、O<sub>2</sub> をそれぞれ 30 s c c m の流量とし、基板 500 の温度を 270

、成膜パワーを 3 k W の平行状態に保って行なう。プレスパッタにより、金属膜 516 と酸化物膜 517 の間に極薄い数 nm (ここでは 3 nm) 程度の分離層 (本実施の形態では金属酸化膜を用いる) 518 が形成される。金属酸化膜 518 は、金属膜 516 の表面が酸化することで形成される。よって図 5 ( D ) では、金属酸化膜 518 は酸化タングステンで形成される。

【0058】

なお図 5 ( D ) では、プレスパッタにより金属酸化膜 518 を形成しているが、本発明はこれに限定されない。例えば酸素、または酸素に A r 等の不活性ガスを添加し、プラズマにより意図的に金属膜 516 の表面を酸化し、金属酸化膜 518 を形成するようにしても良い。

【0059】

なお、第 1 の層間絶縁膜 510、第 2 の層間絶縁膜 515 として、有機樹脂膜、無機絶縁膜、シロキサン系材料を出発材料として形成された S i - O - S i 結合を含む絶縁膜 (以下、シロキサン系絶縁膜と呼ぶ) 等を用いることができる。シロキサン系絶縁膜は、置換基に水素の他、フッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも 1 種を有していても良い。

【0060】

次に、加熱処理を施すことで金属酸化膜 518 を結晶化する。結晶化により、金属酸化膜 518 が粒界において割れやすくなり、脆性を高めることができる。本実施の形態では金属酸化膜 518 として酸化タングステンが用いられており、この場合、金属酸化膜 518 の結晶化は 420 ~ 550、0.5 ~ 5 時間程度の加熱処理が望ましい。なお本実施の形態では、金属酸化膜 518 を結晶化するためだけに加熱処理の工程を設けているが、本発明はこの構成に限定されない。後に別の工程において加熱処理が行なわれる場合、後の工程の加熱処理がこの金属酸化膜の結晶化の工程を兼ねていても良い。また本実施の形態では酸化タングステンを用いている例を示しているので、金属酸化膜 518 を結晶化する工程を設けているが、本発明はこの構成に限定されない。金属酸化膜の脆性が十分に高い場合、必ずしも金属酸化膜 518 を結晶化するための工程を設けなくとも良い。

【0061】

次に図 5 ( E ) に示すように、金属膜 516 の開口部において第 2 の層間絶縁膜 515 及び酸化物膜 517 をエッチングし、配線 511、514 を一部露出させる。なお、第 2

10

20

30

40

50

の層間絶縁膜 5 1 5 と酸化物膜 5 1 7 とを同じ材料を用いて形成することで、上記エッチングの工程を簡略化することができる。

【 0 0 6 2 】

次に第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 を形成する。第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 は有機樹脂膜、無機絶縁膜またはシロキサン系絶縁膜を用いることができる。第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 は、配線 5 1 1、5 1 4 が一部露出する様な位置に開口部を有するように形成する。

【 0 0 6 3 】

次に図 6 ( A ) に示すように、第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 上にアンテナ 5 1 9 を形成する。アンテナ 5 1 9 は、A g、A u、C u、P d、C r、M o、T i、T a、W、A l などの金属、金属化合物を 1 つまたは複数有する導電材料を用いることができる。アンテナ 5 1 9 の一部は、金属酸化膜 5 1 8 を貫通している。そしてアンテナ 5 1 9 は、配線 5 1 1、5 1 4 と接続されている。なお図 6 ( A ) では、アンテナ 5 1 9 が配線 5 1 1、5 1 4 と直接接続されているが、本発明の I D タグはこの構成に限定されない。例えば別途形成した配線を用いて、アンテナ 5 1 9 と配線 5 1 1、5 1 4 とを電氣的に接続するようにしても良い。

【 0 0 6 4 】

アンテナ 5 1 9 は印刷法、フォトリソグラフィ法、蒸着法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。本実施の形態では、アンテナ 5 1 9 が単層の導電膜で形成されているが、複数の導電膜が積層されたアンテナ 5 1 9 を形成することも可能である。

【 0 0 6 5 】

なお液滴吐出法とは、所定の組成物を含む液滴を細孔から吐出して所定のパターンを形成する方法を意味し、インクジェット法などがその範疇に含まれる。また印刷法にはスクリーン印刷法、オフセット印刷法などが含まれる。印刷法、液滴吐出法を用いることで、露光用のマスクを用いずとも、アンテナ 5 1 9 を形成することが可能になる。また、液滴吐出法、印刷法だと、フォトリソグラフィ法と異なり、エッチングにより除去されてしまうような材料の無駄がない。また高価な露光用のマスクを用いなくとも良いので、I D タグの作製に費やされるコストを抑えることができる。

【 0 0 6 6 】

液滴吐出法または各種印刷法を用いる場合、例えば、C u を A g でコートした導電粒子なども用いることが可能である。なお液滴吐出法を用いてアンテナ 5 1 9 を形成する場合、該アンテナ 5 1 9 の密着性が高まるような処理を、第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 の表面に施すことが望ましい。

【 0 0 6 7 】

密着性を高めることができる方法として、具体的には、例えば触媒作用により導電膜または絶縁膜の密着性を高めることができる金属または金属化合物を第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 の表面に付着させる方法、形成される導電膜または絶縁膜との密着性が高い有機系の絶縁膜、金属、金属化合物を第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 の表面に付着させる方法、第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 の表面に大気圧下または減圧下においてプラズマ処理を施し、表面改質を行なう方法などが挙げられる。また、上記導電膜または絶縁膜との密着性が高い金属として、チタン、チタン酸化物の他、3 d 遷移元素である S c、T i、V、C r、M n、F e、C o、N i、C u、Z n などが挙げられる。また金属化合物として、上述した金属の酸化物、窒化物、酸窒化物などが挙げられる。上記有機系の絶縁膜として、例えばポリイミド、シロキサン系絶縁膜等が挙げられる。

【 0 0 6 8 】

第 3 の層間絶縁膜 5 2 0 に付着させる金属または金属化合物が導電性を有する場合、アンテナの正常な動作が妨げられないように、そのシート抵抗を制御する。具体的には、導電性を有する金属または金属化合物の平均の厚さを、例えば 1 ~ 1 0 n m となるように制御したり、該金属または金属化合物を酸化により部分的に、または全体的に絶縁化したりすれば良い。或いは、密着性を高めたい領域以外は、付着した金属または金属化合物をエッチングにより選択的に除去しても良い。また金属または金属化合物を、予め基板の全面

10

20

30

40

50

に付着させるのではなく、液滴吐出法、印刷法、ゾル - ゲル法などを用いて特定の領域にのみ選択的に付着させても良い。なお金属または金属化合物は、第3の層間絶縁膜520の表面において完全に連続した膜状である必要はなく、ある程度分散した状態であっても良い。

#### 【0069】

そしてアンテナ519を形成した後、アンテナ519を覆うように、第3の層間絶縁膜520上に保護層521を形成する。保護層521は、後に剥離層501をエッチングにより除去する際に、アンテナ519を保護することができる材料を用いる。例えば、水またはアルコール類に可溶なエポキシ系、アクリレート系、シリコン系の樹脂を全面に塗布することで保護層521を形成することができる。

10

#### 【0070】

本実施の形態では、スピンコート法で水溶性樹脂（東亜合成製：VL - WSHL10）を膜厚30  $\mu\text{m}$  となるように塗布し、仮硬化させるために2分間の露光を行ったあと、UV光を裏面から2.5分、表面から10分、合計12.5分の露光を行って本硬化させて、保護層521を形成する。なお、複数の有機樹脂を積層する場合、有機樹脂同士では使用している溶媒によって塗布または焼成時に一部溶解したり、密着性が高くなりすぎたりする恐れがある。従って、第3の層間絶縁膜520と保護層521を共に同じ溶媒に可溶な有機樹脂を用いる場合、後の工程において保護層521の除去がスムーズに行なわれるように、第3の層間絶縁膜520を覆うように、無機絶縁膜（ $\text{SiN}_x$ 膜、 $\text{SiN}_x\text{O}_y$ 膜、 $\text{AlN}_x$ 膜、または $\text{AlN}_x\text{O}_y$ 膜）を形成しておくことが好ましい。

20

#### 【0071】

次に図6（B）に示すように、薄膜集積回路どうしを分離するために溝522を形成する。溝522は、剥離層501が露出する程度であれば良い。溝522の形成は、ダイシング、スクライピングなどを用いることができる。なお、基板500上に形成されている薄膜集積回路を分離する必要がある場合、必ずしも溝522を形成する必要はない。

#### 【0072】

次に図6（C）に示すように、剥離層501をエッチングにより除去する。本実施の形態では、エッチングガスとしてハロゲン化フッ素を用い、該ガスを溝522から導入する。本実施の形態では、例えば $\text{ClF}_3$ （三フッ化塩素）を用い、温度：350、流量：300 sccm、気圧：6 Torr、時間：3 hの条件で行う。また、 $\text{ClF}_3$ ガスに窒素を混ぜたガスを用いても良い。 $\text{ClF}_3$ 等のハロゲン化フッ素を用いることで、剥離層501が選択的にエッチングされ、基板500をTFT505、506から剥離することができる。

30

#### 【0073】

なおハロゲン化フッ素は、気体であっても液体であってもどちらでも良い。

#### 【0074】

次に図7に示すように、剥離されたTFT505、506及びアンテナ519を、接着剤530を用いて支持体531に貼り合わせる。接着剤530は、支持体531と下地膜502とを貼り合わせることができる材料を用いる。さらに接着剤530は、完成したIDタグを対象物に貼り合わせた後に引き剥がす際に、IDタグが金属酸化膜518において引き剥がされることはあっても、支持体531と下地膜502とが引き剥がされることはない程度の強度を有する材料を用いる。接着剤530は、例えば反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。

40

#### 【0075】

支持体531として、フレキシブルな紙またはプラスチックなどの有機材料を用いることができる。または支持体531として、フレキシブル無機材料を用いても良い。プラスチック基板は、極性基のついたポリノルボルネンからなるARTON（JSR製）を用いることができる。また、ポリエチレンテレフタレート（PET）に代表されるポリエステル、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリ

50

カーボネート（PC）、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリスルホン（PSF）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアリレート（PAR）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリイミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂などが挙げられる。支持体531は薄膜集積回路において発生した熱を拡散させるために、2～30W/mK程度の高い熱伝導率を有するのが望ましい。

#### 【0076】

また図7に示すように、保護層521を除去した後、アンテナ519を覆うように接着剤532を第3の層間絶縁膜520上に塗布し、カバー材533を貼り合わせる。カバー材533は支持体531と同様に、フレキシブルな紙またはプラスチックなどの有機材料を用いることができる。また接着剤532は、カバー材533と第3の層間絶縁膜520及びアンテナ519とを貼り合わせることができる材料を用いる。さらに接着剤532は、完成した半導体装置を対象物に貼り合わせた後に引き剥がす際に、半導体装置が金属酸化膜518において引き剥がされることはあっても、カバー材533と第3の層間絶縁膜520及びアンテナ519とが引き剥がされることはない程度の強度を有する有機樹脂または無機材料を用いる。接着剤532は、例えば反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。

#### 【0077】

上述した各工程を経て、本発明の半導体装置が完成する。上記作製方法によって、トータルの膜厚0.3μm以上3μm以下、代表的には2μm程度の飛躍的に薄い薄膜集積回路を支持体531とカバー材533との間に形成することができる。なお薄膜集積回路の厚さは、半導体素子自体の厚さのみならず、接着剤530と接着剤532間に形成された各種絶縁膜及び層間絶縁膜の厚さを含めるものとする。また半導体装置が有する薄膜集積回路の占める面積を、5mm四方以下、より望ましくは0.3mm四方～4mm四方程度とすることができる。

#### 【0078】

なお薄膜集積回路を、支持体531とカバー材533の間のより中央に位置させることで、半導体装置の機械的強度を高めることができる。具体的には、支持体531とカバー材533の間の距離をdとすると、支持体531と、薄膜集積回路の厚さ方向における中心との距離xが、以下の式1を満たすように、接着剤530、532の厚さを制御することが望ましい。

#### 【0079】

##### 【数1】

$$\frac{1}{2}d - 30\mu\text{m} < x < \frac{1}{2}d + 30\mu\text{m}$$

#### 【0080】

なお本実施の形態では、金属膜516としてWを用いる例について説明したが、本発明において金属膜はこの材料に限定されない。その表面に金属酸化膜518が形成され、該金属酸化膜518を境に半導体装置を部分的に引き剥がすことができるような金属を含む材料であれば良い。例えばWの他、TiN、WN、Mo等を用いることができる。またWを含めたこれら金属の合金を金属膜として用いる場合、その組成比によって金属酸化膜518を結晶化するための加熱処理の最適な温度が異なる。よって組成比を調整することで、半導体素子の作製工程にとって妨げとならない温度で加熱処理を行なうことができ、半導体素子のプロセスの選択枝が制限されにくい。

#### 【0081】

また上述した工程に加えて、金属酸化膜518と酸化物膜517の間の密着性、または金属酸化膜518と金属膜516の間の密着性を部分的に低下させ、剥離開始のきっかけとなる部分を形成する処理を行なっても良い。具体的には、剥離しようとする領域

の周縁に沿って外部から局所的に圧力を加えて金属酸化膜 518 の層内または界面近傍の一部に損傷を与える。例えば、ダイヤモンドペンなどの硬い針を金属酸化膜 518 の端部近傍に垂直に押しつけ、そのまま荷重をかけた状態で金属酸化膜 518 に沿って動かせば良い。好ましくは、スクライバー装置を用い、押し込み量を 0.1 mm ~ 2 mm とし、圧力をかけて動かせばよい。このように、剥離が開始されるきっかけとなるような、密着性の低下した部分を形成することで、半導体装置を対象物から引き剥がす際に、確実に金属酸化膜 518 の部分において半導体装置が引き剥がされるようにすることができる。

#### 【0082】

なお半導体装置に用いられる半導体膜や絶縁膜等に、シリアルナンバーを刻印しておけば、例えば ROM にデータを記憶させる前の IC カードが、盗難等により第三者に不正に渡ったとしても、シリアルナンバーからその流通のルートをある程度割り出すことが可能である。この場合、復元不可能な程度に半導体装置を分解しないと消せないような位置に、シリアルナンバーを刻印しておくことにより効果的である。

#### 【0083】

次に、例えば図 8 (A) に示すように、図 7 に示した半導体装置の支持体 531 に、接着剤 540 を用いて対象物 541 を貼り合わせたとする。このとき接着剤 540 は、半導体装置を対象物 541 に貼り合わせた後に引き剥がす際に、半導体装置が金属酸化膜 518 において引き剥がされることはあっても、支持体 531 と対象物 541 とが引き剥がされることはない程度の強度を有する材料を用いる。接着剤 540 は、例えば反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。

#### 【0084】

次に、図 8 (B) に示すように、半導体装置を引き剥がそうと力を加えると、金属酸化膜 518 が分離し、半導体装置が部分的に引き剥がされる。具体的にこの引き剥がしによって、金属膜 516 と金属酸化膜 518 の間で分離する部分と、酸化物膜 517 と金属酸化膜 518 の間で分離する部分と、金属酸化膜 518 自体が双方に分離する部分とが生じる。そして、支持体 531 側に半導体素子（ここでは TFT 505、506）が、またカバー材 533 側にアンテナ 519 が、それぞれ貼り付くように分離する。なおアンテナ 519 は、完全にカバー材 533 側に分離されていなくともよく、その一部が支持体 531 側に分離されていても良い。上記引き剥がしにより、アンテナ 519 と TFT 505、506 が電氣的に分離され、ID タグとリーダー/ライターとの間における信号または電源電圧の送受を確実に制限することができる。

#### 【0085】

なお本実施の形態では、アンテナ 519 と、薄膜集積回路に含まれる TFT 505、506 との間に金属酸化膜 518 が形成されているが、本発明はこの構成に限定されない。アンテナ 519 を構成している配線が、金属酸化膜 518 を貫通するように形成されていれば良い。或いは、薄膜集積回路を構成している半導体素子どうしを電氣的に接続している配線が、金属酸化膜 518 を貫通するように形成されていれば良い。或いは、アンテナ 519 と薄膜集積回路とを電氣的に接続するための配線が、金属酸化膜 518 を貫通するように形成されていれば良い。

#### 【0086】

なお薄膜集積回路を基板 500 から剥離する方法は、本実施の形態で示したように珪素膜のエッチングを用いる方法に限定されず、他の様々な方法を用いることができる。例えば、剥離層をレーザー光の照射により破壊し、薄膜集積回路を基板から剥離することもできる。また例えば、薄膜集積回路が形成された基板を機械的に削除または溶液やガスによるエッチングで除去することで、薄膜集積回路を基板から剥離することもできる。

#### 【0087】

なお、TFT 505、506 を第 1 の層間絶縁膜 510 で覆う前に、別途、窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜で TFT 505、506 を覆うようにしても良い。上記構成により、TFT 505、506 が下地膜 502 と上記窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜とで覆わ

10

20

30

40

50

れるため、Naなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体素子に用いられている半導体膜中に拡散し、半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのをより防ぐことができる。

【0088】

また半導体装置の可撓性を確保するために、下地膜502に接する接着剤530に有機樹脂を用いる場合、下地膜502として窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜を用いることで、有機樹脂からNaなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が半導体膜中に拡散するのを防ぐことができる。

【0089】

また対象物の表面が曲面を有しており、それにより該曲面貼り合わされた半導体装置の支持体が、錐面、柱面など母線の移動によって描かれる曲面を有するように曲がってしまう場合、該母線の方角とTFTのキャリアが移動する方角とを揃えておくことが望ましい。上記構成により、支持体が曲がっても、それによってTFTの特性に影響が出るのを抑えることができる。また、島状の半導体膜が薄膜集積回路内において占める面積の割合を、5～30%とすることで、支持体が曲がっても、それによってTFTの特性に影響が出るのをより抑えることができる。

【実施例1】

【0090】

本実施例では、1つの基板上に形成された複数の集積回路を剥離する際、形成される溝の形状について説明する。図9(A)に、溝901が形成された基板903の上面図を示す。また図9(B)に、図9(A)のA-A'における断面図を示す。

【0091】

薄膜集積回路902は、剥離層904上に形成されており、剥離層904は基板903上に形成されている。溝901は各薄膜集積回路902の間に形成されており、なおかつ剥離層904が露出する程度の深さを有している。また本実施例では、複数の薄膜集積回路902は溝901によって完全にではなく部分的に分離されている。

【0092】

次に図9(A)、図9(B)に示した溝901からエッチングガスを流し込み、剥離層904をエッチングにより除去した後の様子を、図9(C)、図9(D)に示す。図9(C)は、溝901が形成された基板903の上面図に相当し、図9(D)は、図9(C)のA-A'における断面図に相当する。エッチングにより溝901から破線905に示す領域まで、剥離層904のエッチングが進んだものとする。図9(C)、図9(D)に示すように、複数の薄膜集積回路902が、完全にではなく互いに一部繋がった状態で溝901により分離されていることで、剥離層904をエッチングした後に各薄膜集積回路902が支えをなくして移動してしまうのを防ぐことができる。

【0093】

図9(C)、図9(D)に示した状態まで形成したら、接着剤が付着したテープや、基板等を別途用意し、薄膜集積回路902を基板903から剥離する。そして剥離された複数の薄膜集積回路902は、互いに分断される前またはされた後に、支持体に貼りあわせられる。

【0094】

なお本実施例では、半導体装置の作製方法の一例を示しており、本発明の半導体装置の作製方法は本実施例で示した構成に限定されない。

【実施例2】

【0095】

次に図10を用いて、本発明の半導体装置の、機能的な構成の一形態について説明する。

【0096】

300はアンテナ、301は薄膜集積回路に相当する。アンテナ300は、アンテナコイル302と、アンテナコイル302内で形成される容量素子303とを有する。また薄膜集積回路301は、復調回路309、変調回路304、整流回路305、マイクロプロ

10

20

30

40

50

セッサ 306、メモリ 307、負荷をアンテナ 300 に与えるためのスイッチ 308 とを有している。なおメモリ 307 は 1 つに限定されず、複数であっても良い。

【0097】

リーダ/ライタから電波として送られてきた信号は、アンテナコイル 302 において電磁誘導により交流の電気信号に変換される。復調回路 309 では該交流の電気信号を復調し、後段のマイクロプロセッサ 306 に送信する。また整流回路 305 では、交流の電気信号を用いて電源電圧を生成し、後段のマイクロプロセッサ 306 に供給する。

【0098】

マイクロプロセッサ 306 では、入力された信号に従って各種演算処理を行なう。メモリ 307 にはマイクロプロセッサ 306 において用いられるプログラム、データなどが記憶されている他、演算処理時の作業エリアとしても用いることができる。そしてマイクロプロセッサ 306 から変調回路 304 に送られた信号は、交流の電気信号に変調される。スイッチ 308 は、変調回路 304 からの交流の電気信号に従って、アンテナコイル 302 に負荷を加えることができる。リーダ/ライタは、アンテナコイル 302 に加えられた負荷を電波で受け取ることで、結果的にマイクロプロセッサ 306 からの信号を読み取ることができる。

【0099】

なお、図 10 に示す半導体装置は、本発明の一形態を示したのに過ぎず、本発明は上記構成に限定されない。信号の伝送方式は、図 10 に示したような電磁結合方式に限定されず、電磁誘導方式、マイクロ波方式やその他の伝送方式を用いていても良い。また例えば GPS などの機能を有していても良い。

【実施例 3】

【0100】

本実施例では、薄膜集積回路内の半導体素子どうしを電氣的に接続するための配線が、分離層を貫通している半導体装置の一例について説明する。図 11 (A) に、薄膜集積回路が有する半導体素子の 1 つである TFT 1101、1102 と、アンテナ 1103 とが支持体 1104 上に貼りあわされている様子を示す。本実施例では、TFT 1101、1102 としてトップゲート型の TFT を用いている例を示している。

【0101】

また図 11 (A) では、アンテナ 1103 を構成している配線と、TFT 1101、1102 のゲート電極 1105、ゲート電極 1106 とが、同じ導電膜をパターニングすることで形成されている。そして TFT 1101 と TFT 1102 とは、分離層 (本実施例では金属酸化膜) 1108 を貫通している配線 1107 を用いて、電氣的に接続されている。具体的には、配線 1107 と、TFT 1101、1102 にそれぞれ接続されている配線 1110、1111 とが、接続されている。

【0102】

図 11 (B) に、図 11 (A) に示した半導体装置を対象物に貼り合わせた後、引き剥がしている様子を示す。図 11 (B) に示すように、金属酸化膜 1108 を境に半導体装置が引き裂かれることで、TFT 1101 と TFT 1102 とを電氣的に接続している配線 1107 が切断されるので、よって薄膜集積回路の機能を破壊することができる。

【0103】

なお図 11 (B) では、ID タグの引き剥がしにより配線 1107 が切断される例を示したが、本実施例はこの構成に限定されない。例えば、半導体装置の引き剥がしにより、配線 1107 と、配線 1110、1111 とが切り離されるようにしても良い。

【0104】

なお本実施例では、アンテナ 1103 を構成している配線と、TFT 1101、1102 のゲート電極 1105、1106 とが、同じ導電膜をパターニングすることで形成されているが、本実施例はこの構成に限定されない。例えばアンテナが、配線 1110、1111 とが、同じ導電膜をパターニングすることで形成されていても良い。

【実施例 4】



## 【0105】

本実施例では、アンテナを形成している配線が、分離層を貫通している半導体装置の一例について説明する。図12(A)に、薄膜集積回路が有する半導体素子の1つであるTFT1201と、アンテナ1202とが支持体1203上に貼りあわされている様子を示す。本実施例では、TFT1201としてトップゲート型のTFTを用いている例を示している。

## 【0106】

また図12(A)では、アンテナ1202を構成している配線の1つ1204、1205と、TFT1201に接続されている配線1210、1211とが、同じ導電膜をパターンニングすることで形成されている。そして配線1204と配線1205とは、分離層（本実施例では金属酸化膜）1207を貫通している配線1208を用いて、電氣的に接続されている。つまりアンテナ1202は、直列に接続された配線1204、配線1208、配線1205を有していることになる。

## 【0107】

図12(B)に、図12(A)に示したIDタグを対象物に貼り合わせた後、引き剥がしている様子を示す。図12(B)に示すように、金属酸化膜1207を境に半導体装置が引き裂かれることで、配線1208が切断される。よってアンテナを形成している配線1204と配線1205とが電氣的に切り離されるので、アンテナの機能を破壊することができる。

## 【0108】

なお図12(B)では、半導体装置の引き剥がしにより配線1208が切断される例を示したが、本実施例はこの構成に限定されない。例えば、半導体装置の引き剥がしにより、配線1208と、配線1204、1205とが切り離されるようにしても良い。

## 【0109】

なお本実施例では、アンテナ1202を構成している配線の1つ1204、1205と、TFT1201に接続されている配線1210、1211とが、同じ導電膜をパターンニングすることで形成されているが、本実施例はこの構成に限定されない。例えば配線1204、1205が、TFT1201のゲート電極とが、同じ導電膜をパターンニングすることで形成されていても良い。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0110】

【図1】本発明のIDタグ100を用いて容器101の蓋102を封印している様子を示す図と、IDタグ100の一形態を示す図。

【図2】図1(B)に示したIDタグ100の、破線111で囲まれた領域の拡大図と、その断面図。

【図3】図2(B)に示したIDタグを対象物120に貼り合わせている様子を示す図と、図3(A)に示したIDタグを、物理的な力を用いて、金属酸化膜115を境に引き剥がしている様子を示す図。

【図4】本発明のIDタグの利用形態を示す図。

【図5】本発明のIDタグの作製方法を示す図。

【図6】本発明のIDタグの作製方法を示す図。

【図7】本発明のIDタグの作製方法を示す図。

【図8】対象物に貼り合わされた本発明のIDタグの断面図と、対象物から引き剥がされているIDタグの断面図。

【図9】溝901が形成された基板903の上面図と断面図。

【図10】本発明のIDタグの、機能的な構成の一形態について示す図。

【図11】本発明のIDタグの断面図と、対象物から引き剥がされているIDタグの断面図。

【図12】本発明のIDタグの断面図と、対象物から引き剥がされているIDタグの断面図。

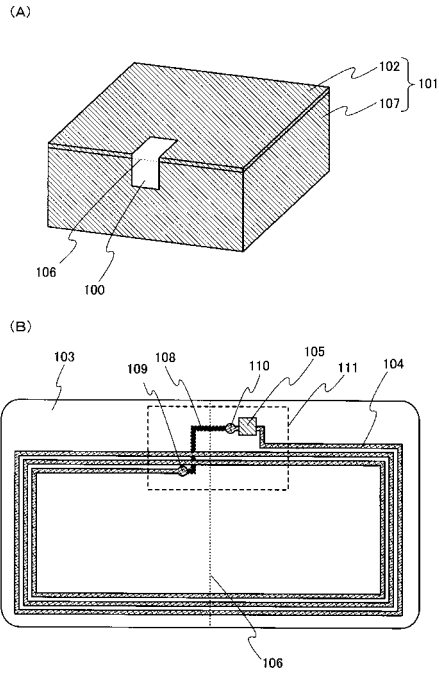
## 【符号の説明】

## 【 0 1 1 1 】

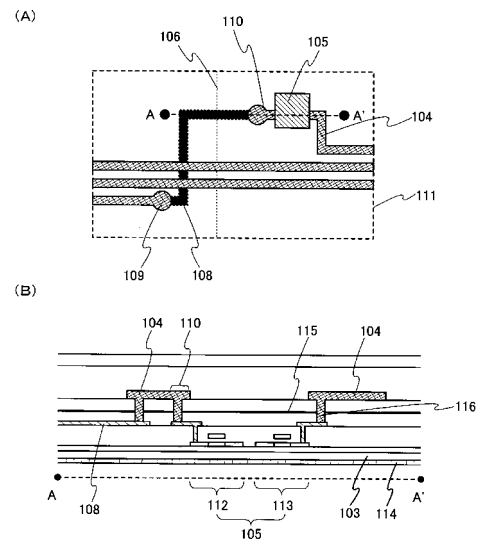
1 0 0	I D タグ	
1 0 1	容器	
1 0 2	蓋	
1 0 3	支持体	
1 0 4	アンテナ	
1 0 5	薄膜集積回路	
1 0 6	破線	
1 0 7	本体	10
1 0 8	配線	
1 0 9	端子	
1 1 0	端子	
1 1 1	破線	
1 1 2	T F T	
1 1 3	T F T	
1 1 4	接着剤	
1 1 5	分離層	
1 1 6	配線	
1 2 0	対象物	20
3 0 0	アンテナ	
3 0 1	薄膜集積回路	
3 0 2	アンテナコイル	
3 0 3	容量素子	
3 0 4	変調回路	
3 0 5	整流回路	
3 0 6	マイクロプロセッサ	
3 0 7	メモリ	
3 0 8	スイッチ	
3 0 9	復調回路	30
4 0 1	封筒	
4 0 2	I D タグ	
4 1 0	I D タグ	
4 1 1	小切手	
4 2 0	I D タグ	
4 2 1	パスポート	
5 0 0	基板	
5 0 1	剥離層	
5 0 2	下地膜	
5 0 3	半導体膜	40
5 0 4	半導体膜	
5 0 5	T F T	
5 0 6	T F T	
5 0 7	ゲート絶縁膜	
5 0 8	ゲート電極	
5 0 9	ゲート電極	
5 1 0	第 1 の層間絶縁膜	
5 1 1	配線	
5 1 2	配線	
5 1 3	配線	50

5 1 4	配線	
5 1 5	第 2 の層間絶縁膜	
5 1 6	金属膜	
5 1 7	酸化物膜	
5 1 8	金属酸化膜	
5 1 9	アンテナ	
5 2 0	第 3 の層間絶縁膜	
5 2 1	保護層	
5 2 2	溝	
5 3 0	接着剤	10
5 3 1	支持体	
5 3 2	接着剤	
5 3 3	カバー材	
5 4 0	接着剤	
5 4 1	対象物	
9 0 1	溝	
9 0 2	薄膜集積回路	
9 0 3	基板	
9 0 4	剥離層	
9 0 5	破線	20
1 1 0 1	T F T	
1 1 0 2	T F T	
1 1 0 3	アンテナ	
1 1 0 4	支持体	
1 1 0 5	ゲート電極	
1 1 0 6	ゲート電極	
1 1 0 7	配線	
1 1 0 8	金属酸化膜	
1 1 1 0	配線	
1 1 1 1	配線	30
1 2 0 1	T F T	
1 2 0 2	アンテナ	
1 2 0 3	支持体	
1 2 0 4	配線	
1 2 0 5	配線	
1 2 0 7	金属酸化膜	
1 2 0 8	配線	
1 2 1 0	配線	
1 2 1 1	配線	40

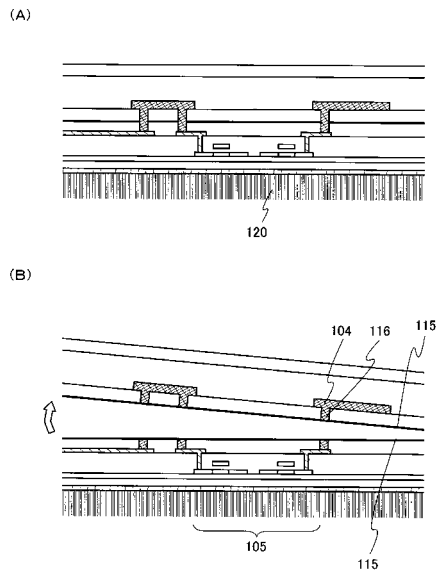
【図 1】



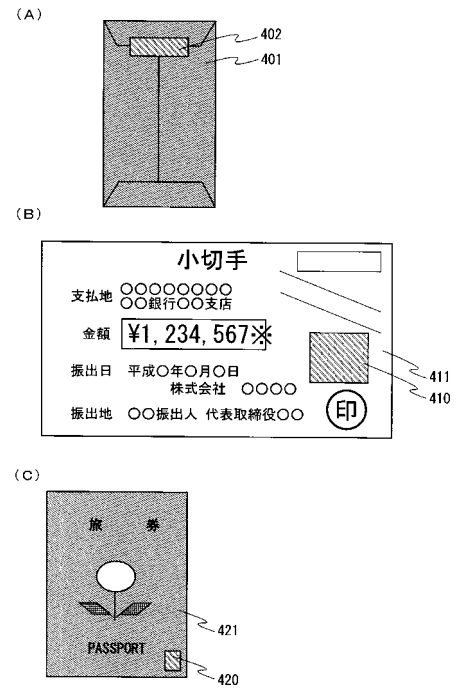
【図 2】



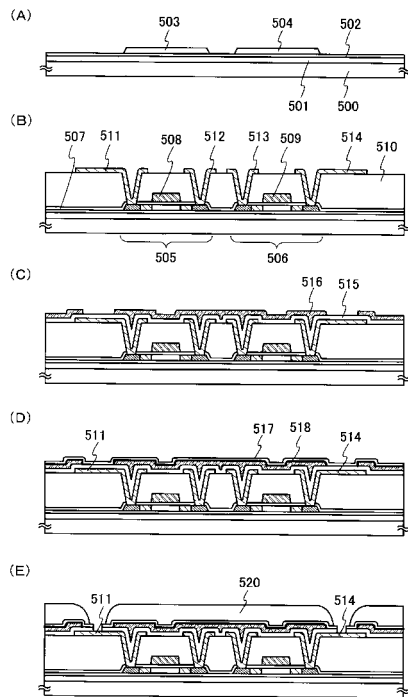
【図 3】



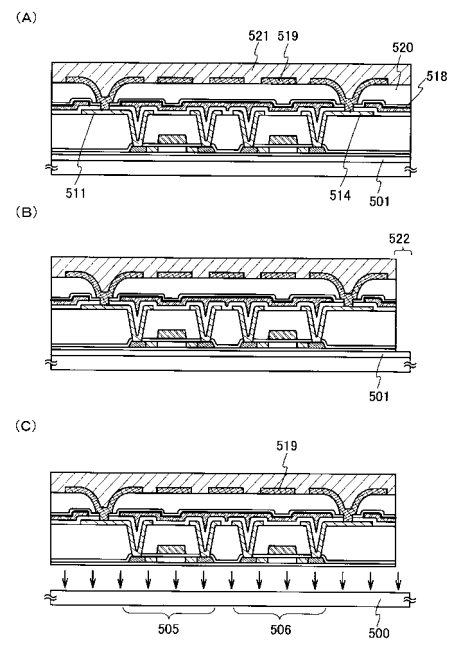
【図 4】



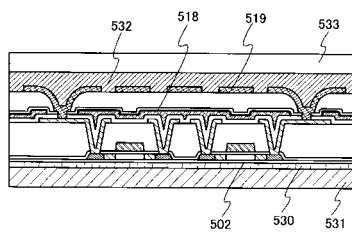
【図 5】



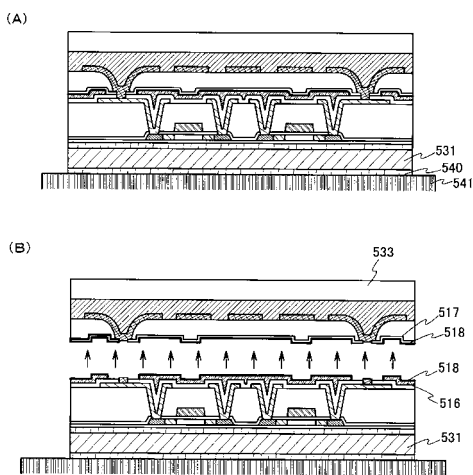
【図 6】



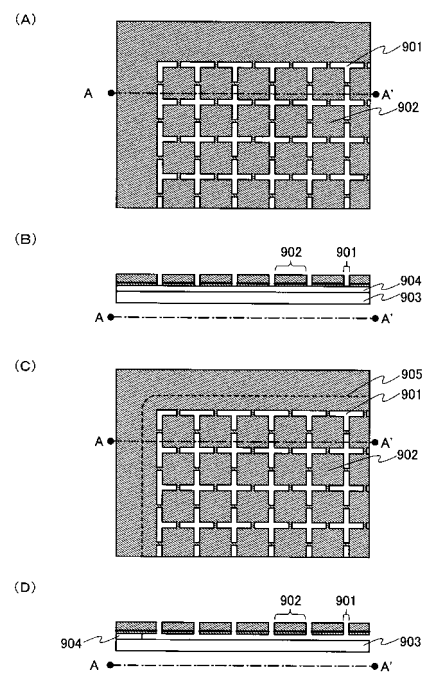
【図 7】



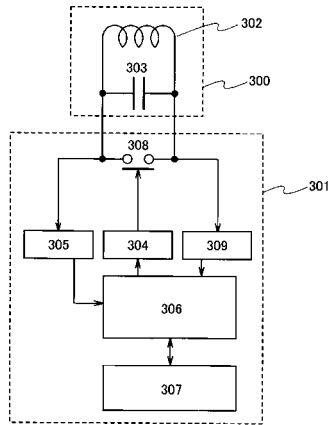
【図 8】



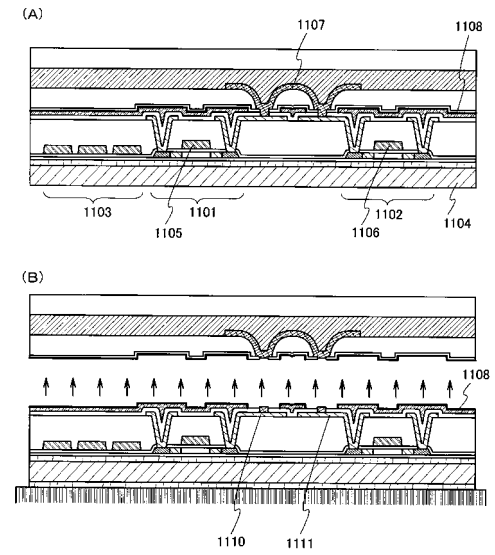
【図 9】



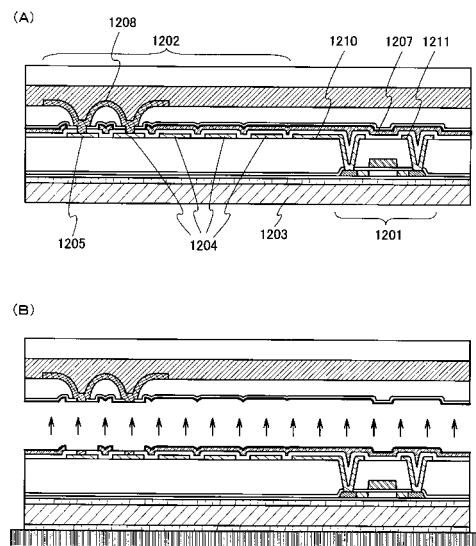
【図 10】



【図 11】



【図 12】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
H 0 1 L	21/336	(2006.01)	H 0 1 L	29/78	6 2 6 C
H 0 1 L	27/088	(2006.01)	H 0 1 L	27/08	1 0 2 D
H 0 1 L	21/8234	(2006.01)	G 0 6 K	19/00	K
G 0 6 K	19/077	(2006.01)	G 0 6 K	19/00	R
G 0 6 K	19/10	(2006.01)	H 0 1 L	27/08	3 3 1 E
H 0 1 L	27/08	(2006.01)	H 0 1 L	27/04	L
H 0 1 L	27/04	(2006.01)	H 0 1 L	27/12	B
H 0 1 L	21/822	(2006.01)			
H 0 1 L	27/12	(2006.01)			

審査官 梅沢 俊

- (56)参考文献 特開2001-13874(JP,A)  
 特開2001-14442(JP,A)  
 特開2000-20665(JP,A)  
 米国特許出願公開第2003/30689(US,A1)  
 特開2003-318133(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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