

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4497093号
(P4497093)

(45) 発行日 平成22年7月7日(2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月23日(2010.4.23)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/822 (2006.01)	HO 1 L 27/04 L
HO 1 L 27/04 (2006.01)	HO 1 L 27/04 D

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-508737 (P2005-508737)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成15年8月28日(2003.8.28)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2003/010935		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02005/024949	(74) 代理人	100100310
(87) 国際公開日	平成17年3月17日(2005.3.17)		弁理士 井上 学
審査請求日	平成18年3月7日(2006.3.7)	(72) 発明者	宇佐美 光雄
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		審査官	大嶋 洋一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2. 4 5 G H z のマイクロ波を放射する外部装置と無線通信する半導体装置であって、
シリコン基板と、
金素材のアンテナと、
絶縁層と、
上記アンテナから送受信される情報を扱い、シリコン基板表面に形成される集積回路と
を有し、

上記アンテナ、絶縁層、集積回路の順に上記シリコン基板表面に積層され、
上記シリコン基板の厚さを200ミクロン以下、アンテナ幅及び厚さを2.6ミクロン
以上10ミクロン以下とすることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の半導体装置であって、
上記半導体基板の厚さが50μm未満であ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に記載の半導体装置であって、
上記絶縁層は樹脂層であり、
上記樹脂層がテーパ形状に形成された箇所に、上記アンテナと上記集積回路を接続する
電極部が形成されることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の半導体装置であって、
粘着層が塗布されたテープを有し、
上記半導体装置のアンテナ側が、上記粘着層に接着されることを特徴とする半導体装置

【請求項 5】

上記請求項 1 から 4 のいずれかに記載の半導体装置と
凹部を有する保護部材とを有し、
上記半導体装置が上記保護部材の上記凹部に包含されて漉き込まれていることを特徴とする紙。

【請求項 6】

ステープラーの針であって、
請求項 1 から 4 のいずれかに記載の半導体装置が、上記ステープラーの針の表面または内部に設置されることを特徴とするステープラーの針。

【請求項 7】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法であって、
上記アンテナ、樹脂層、集積回路の順に積層された半導体ウエハを裏面からウエハ内部の酸化膜までエッチングし、
エッチングにより分離溝を形成することにより上記ウエハを切断することを特徴とする製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

本発明は無線により認識を行う無線 IC チップに関するものである。

【背景技術】

この明細書で参照される文献は以下の通りである。文献は、その文献番号によって参照されるものとする。

[文献 1] 特開平 7-30323

[文献 2] 特開 2000-163544

[文献 3] 特開 2002-83894

[文献 4] 特開 2002-269520

[文献 1] は、半絶縁性化合物半導体基板表面にパッチアンテナ上部電極を、裏面に第 1 の接地金属を設け、パッチアンテナの上部電極下部に位置する前記第 1 の接地金属を部分的に除去し、第 2 の接地金属を構成する外部接地金属を、半絶縁性化合物半導体基板裏面より一定の距離を保って平行に設ける、これにより 150 μm 程度の厚みの化合物半導体基板上に構成されていても 60 GHz 以下の周波数の電波を容易に発射されることを可能とする旨を開示する。

[文献 2] は、チップの表側に処理回路が形成されると共にその裏側に磁性層を伴ったコイルが形成されるようにしたことにより、クロストークの防止する旨を開示する。

[文献 3] は、アナログ回路上にアンテナコイルが形成されないように配置し、半導体チップの通信特性の劣化を防止する旨を開示する。

また、最終製品である非接触式半導体装置の薄型化を図るため、ベアチップの厚さを 300 μm 以下とし、特に薄型のカードに適用されるものについては、50 μm ~ 150 μm 程度にすること旨を開始する。

[文献 4] は、基板表面と裏面にアンテナを接続した無線チップにおいて、無線チップの厚さと無線チップのトランスポンダ回路のグランド直列抵抗は比例関係にあって、このグランド直列抵抗が小さければ通信距離は長くなり、グランド直列抵抗が大きければ回路の損失抵抗が大きくなるため、通信距離は小さくなる旨を開示する。

しかしながら、「文献 1」から「文献 4」において例示したように、先行技術文献において基板厚さの薄型化による通信距離伸張の検討がなされたものはない。

【発明の開示】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記の

10

20

30

40

50

とおりである。

シリコン基板と、金素材のアンテナと、絶縁層と、上記アンテナから送受信される情報を扱い、シリコン基板表面に形成される集積回路とを有し、上記アンテナ、絶縁層、集積回路の順に上記シリコン基板表面に積層され、上記半導体基板の厚さを200ミクロン以下、アンテナ幅及び厚さを2.6ミクロン以上10ミクロン以下とすることを特徴とする半導体装置。

【図面の簡単な説明】

図1 アンテナ搭載した無線ICチップとその断面図を示す図面である。

図2 無線ICチップの基板の厚さを薄くしたときの効果を示す図面である。

図3 無線ICチップ内部の回路構成を示す図面である。

図4 無線ICチップにある絶縁層にテーパをつけてアンテナを断線させない構造を示す図面である。

図5 無線ICチップに搭載されるアンテナの形状を示す図面である。

図6 無線ICチップに搭載されたアンテナの保護を行うための構造を示す図面である。

図7 無線ICチップに搭載されたアンテナの端子は外付けアンテナ端子と共用されることを示す図面である。

図8 無線ICチップの基板を薄型化する工程を示す図面である。

図9 紙媒体にアンテナ搭載無線ICチップを埋め込む構造を示す図面である。

図10 アンテナ搭載無線ICチップをステープラーに貼付した断面図を示す図面である。

図11 無線ICチップのアンテナの幅と通信距離の関係の測定データのグラフである。

【発明を実施するための最良の形態】

大量に流通し、回収コストが膨大であるため、それが使い捨てとなるRFIDタグ等に利用される無線ICチップでは製造単価の削減が課題として存在する。1チップのサイズを縮小し、1ウエハー切り出せるチップの個数(RFIDタグ)を増大による量産性の向上させることにより、製造単価の削減という課題を解決可能である。

アンテナオンチップでは、無線ICチップの製造時の半導体プロセスにて製作することができる。従い、外付けアンテナ無線ICチップに比べ、アンテナを端子に接続するための部材、及びアンテナ接続工程が必要なくなるため製造単価の削減という点において効果が大きい。

単純にオンチップ化しただけでは、利用するアプリケーション事情、読み取る機械の読み取り精度から、従前から知られているアンテナサイズ、アンテナの幅、アンテナ抵抗値、読み取り装置の出力電力といった設計パラメータを変更しただけでは、大事な設計目標となる実用可能な通信距離を確保できない。これは、アンテナ幅を太くすると、半導体素子との浮遊容量が増大して、エネルギーの損失を招き通信距離を増大することができなくなり、アンテナ抵抗値を小さくする材料は経済的に限定され抵抗値の経済的下限值があって通信距離を増大することができない等の理由に拠る。このとき、無線ICチップの搭載アンテナサイズを大きくすることにより、通信距離拡大を図ることが可能であるが、エネルギーを捕獲する面積が小さな微小チップに対するオンチップアンテナ化が図れなくなる。

半導体基板は導体であるため、外部からオンチップアンテナに交流磁界を与えると渦電流が原理的に発生する。本発明は、設計パラメータとして基板厚が使用できることの発見に基き、この渦電流によるエネルギーの損失または減少を解消するため、基板厚さの薄型化をはかる。外部から交流磁界のエネルギーを半導体回路動作に活用させることにより、エネルギーの吸収を防ぎ、オンチップアンテナに流れる電流量の減少を防ぎ、通信距離の拡大をはかるものである。

図1は本発明の実施例を示す。図1(a)は本発明の平面図を示す。無線ICチップ101の上にはオンチップアンテナ102が存在する。図1(b)は図1(a)のA-A'部分の断面図を示す。無線ICチップの回路を構成するデバイス層104の上にポリイミド樹脂などから構成される樹脂層があり、さらのその上に金メッキなどで構成されるオンチップアンテナがある。半導体基板105ではリーダからの電磁波があると、基板内部に

10

20

30

40

50

渦電流が発生する。これにより、リーダーからの電波による空間エネルギーが基板側とオンチップアンテナ側に分散されて、オンチップアンテナ102に流れる電流量を減少させる。そのため、無線ICチップが動作するのに必要な電流以下になってしまうため、最大通信距離の減少を招く。従い、半導体基板の基板厚さを薄型化させることが有効である。特に、渦電流を減少させるために、半導体基板の厚さを200ミクロンを超えないようにすると有効であることを本発明者は見出した。また、デバイス層を残し、基板を絶縁基板とすれば渦電流の発生を防ぐことができ、効率が向上する。

さらに、図1(c)は半導体基板を基板裏面からすべて除去してしまった実施例を示しており、このような形態が究極の構造として無駄な渦電流を発生させないために有効である。

10

ここで、基板主面とは、回路を構成する素子が形成されている面を示し、基板裏面とは基板主面の反対側の面を示す。また、デバイス層とは、基板主面側に形成され、回路を構成する素子、配線から成る層を示す。

基板厚さとは、基板裏面からデバイス層の配線層を除いた部分の厚さを言うものとする。つまり、基板裏面から回路を構成する素子が層までの厚さということになる。デバイス層厚さとは、回路を構成する素子、配線から成る層を示す。

図2は本発明の効果を示す図面である。無線ICチップの上に4ミクロン厚さの耐熱性に優れるポリイミド樹脂を付着し、さらに厚さ10ミクロンの金メッキによるオンチップアンテナを付着した無線ICチップにおいて、リーダーから300mWのマイクロ波を放射して通信距離を観測したものである。オンチップのアンテナ幅は5ミクロンと20ミクロンである。このとき、シリコン基板の比抵抗は10Ωcmである。

20

この観測データから、半導体基板の厚さが200ミクロンを超えない領域になると急に通信距離が伸びることが分かる。また、少なくとも600ミクロンの通信距離を確保することができる。

アンテナ幅が20ミクロンであると、アンテナと半導体基板の間の寄生容量が増加する。寄生容量の増加があると交流波では電流のめれが増加してエネルギーが漏れるため、アンテナ幅が20ミクロンの場合、半導体基板の厚さを減少してもさほど性能の変化がない。

しかし、この場合においても寄生容量によって半導体基板薄膜化の通信距離伸張の効果がキャンセルされているだけであり、半導体基板厚さを200ミクロン以下とすることによる通信距離の伸張という効果に関しては変わりはない。

30

グラフに示すように、本実験の条件によれば半導体基板厚さが100ミクロンを越えない領域になると、半導体基板厚さに対する通信距離を表すグラフの傾きが急になり通信距離が伸び、少なくとも通信距離700ミクロンを確保できる。。

又、半導体基板が50ミクロンを超えない領域になると、通信性能は極限まで向上し続け、少なくとも1000ミクロンの通信距離が確保できる。これは、さらに渦電流の減少が進むためである。

上記実験においては、ポリイミド樹脂の厚さを4ミクロンとしたが、ポリイミド樹脂を厚くして、アンテナは半導体基板との寄生容量の低減が可能である。従い、ポリイミド樹脂は少なくとも4ミクロン以上あれば良い。

上記実験においては、リーダーから300mWのマイクロ波を放射したが、一般的にはリーダーからのマイクロ波は300mW±150mWの間で変動する。また、リーダーからのマイクロ波は200mWであることも想定される。

40

半導体基板の厚さが200ミクロン以下の構成は、渦電流が小さいので通信性能の向上に有効な領域である。半導体基板の厚さが200ミクロン以上では、渦電流がほぼ定常的に流れて、厚さと性能の関係はさほど顕著ではない。

図3は本発明での無線ICチップの内部の構成を示している。アンテナ102は図1では符号102に相当し、整流回路302、クロック抽出回路303、ロードスイッチ304、カウンタ・メモリ回路305は図1では符号101の内部に存在している。アンテナ102は整流回路302に接続されている。クロック抽出回路303により高周波のキャリアから低周波のクロックパルスが抽出されて、カウンタ・メモリ回路305に入力され

50

る。メモリ出力はロードスイッチ304により、アンテナ間のインピーダンスを変化させて、リーダヘータを送信する。クロック抽出回路においては、クロック幅および間隔が抽出される。アンテナは誘導電磁波によってエネルギーを得るのでコイル形状となっていることが多いが、特に形態を固定するものではない。アンテナのQ値を向上させるためには、アンテナとデバイス層での容量結合の減少、アンテナの抵抗値の減少を行う必要がある。そのため、樹脂層をアンテナとデバイス層の間に入れ、また、アンテナを厚い（1～10ミクロン以上）抵抗率の小さい材料たとえば金メッキや銅メッキで作成することによる効果が大きい。

図4は図1のアンテナ接続電極502、504の断面図を示している。この図4の断面図は図5の電極502や504、また図7の電極502や504の断面図を示している。アンテナ102は図1のアンテナ102の断面を示している。この図は、アンテナ102が絶縁樹脂402にカバーして、酸化膜403が部分的に被覆した半導体素子および配線層103および半導体基板105の上面にある接続パッド406と接続した断面図を示している。この図のように、絶縁樹脂は4ミクロン以上と厚いために、テープをつける断面形状とすることにより、断線なく、アンテナパターンを蒸着させることが可能となる。

図5は本発明の別の実施例を示している。本発明者は、オンチップアンテナ102が無線ICチップ101にあるとき、アンテナの幅が性能に寄与することを考案した。すなわち、オンチップアンテナは無線ICチップ上の電極端子502と504と接続するが、アンテナは絶縁膜が厚くとれないとき、アンテナは半導体基板との寄生容量をもつ構造となる。絶縁膜を厚くして、寄生容量の低減が可能であるが、製造単価の増大をまねく。そこで、本発明者はオンチップアンテナの幅を低減する構造を考案した。

図11はアンテナの幅と通信距離の関係を測定したデータを示しており、アンテナ幅を10ミクロン以下にすることにより、通信距離を確保することができることを示している。アンテナの厚さは10ミクロンで測定している。アンテナの厚さは高周波表皮効果以上であればよく、マイクロ波では、2.45GHzを想定し計算すると、2.6ミクロン以上となる。つまり、アンテナ厚さが2.6ミクロン以下となると通信距離は低下することになる。従い、アンテナ幅を2.6ミクロン以上、10ミクロン以下とすることにより、通信距離を確保することができる。また、図11にアンテナの幅と厚さの関係は逆であっても良い。つまり、図11の横軸をアンテナ厚さとし、アンテナ幅を10ミクロンとしても同様の結果が得られる。アンテナ材料は低抵抗であることが望ましく、金、銅、銀、アルミなどが用いられる。

図6は図1のオンチップアンテナ付無線ICチップをハンドリングしやすくするために、オンチップアンテナ付無線ICチップをテープに搭載する実施例について示している。無線ICチップ101の表面にあるオンチップアンテナ102は粘着層605が塗布されたフィルム602にフェースダウンで付着しており、リール606に巻き取られる形態を示している。オンチップアンテナの材料は金を用いることが多いが、このとき、金の表面に保護膜を付着しないと、金が傷つきやすく、性能低下をまねく。本実施例では、金によるアンテナの面をテープの粘着層により付着効果と保護効果を兼用させようとするものである。リールに巻かれた無線ICチップは必要なときにテープから引っ張り出されて、カットされ対象物に貼付される。

図7は図1のオンチップアンテナ付無線ICチップと共通のデバイス層と電極部をもつ状態のチップを活用して、無線ICチップの外付けアンテナを接続する実施例を示している。図5で示した電極端子502や504は無線ICチップ101において、外付けの放射アンテナである701や702を取り付ける端子を兼用するものであることを説明している。このようにすると、半導体製造工程において、最後の金メッキ工程直前までを共通工程として、最後の金メッキのマスクを変更するのみで、外付けの放射アンテナ端子形成とオンチップアンテナ形成を分離して製造することが可能となる。

図8は本発明の別の実施例を示している。前に、半導体基板をすべてを除去する実施例を記載した。この実現方法を述べる。図8(a)は完成したオンチップアンテナ付きウエハで基板105と酸化膜802とオンチップアンテナおよび半導体素子を含む層804の

10

20

30

40

50

断面図を示している。このウエハはガラス基板などの基板 805 に接着剤 803 にて接着されている。図 8 (b) はその次の工程を示しており、図 8 (a) で形成したウエハを水酸化カリウム等の溶液に浸漬して、ウエハ裏面のシリコンを除去した直後の工程の断面図を示している。ウエハ内部の酸化膜は水酸化カリウムではエッチングしないためにエッチングストップ層としての機能を有する。図 8 (c) は図 8 (b) に続けて、裏面をホトレジスト技術によりマスクパターンを形成して、ウェットまたはドライによって酸化膜 802 とオンチップアンテナおよび半導体素子を含む層 804 をエッチングして、エッチング溝 806 を形成した直後の断面図を示している。

図 9 はオンチップアンテナ付き無線 IC チップを紙幣などの有価証券に埋め込む構造について示している。図 9 (a) は有価証券 901 の平面図であって、その一部にスレッド 902 が紙の中に無線 IC チップ 101 を搭載して埋め込まれている。図 9 (b) は図 9 (a) の A-A' 部分の断面図を示している。この図で特徴的なのは、オンチップアンテナ 102 を搭載した無線 IC チップ 101 は図 8 などの工程を通して極めて薄いたとえば 10 ミクロンほどにも薄くなっていることが特徴であり、このまま紙媒体に入れてもカレンダー処理による高圧な紙圧縮工程に機械的に耐えることは困難である。そのために、スレッドのなかに凹部を設けて、その周辺サイドに土手 902 と 904 を設ける。この土手の作用によって、高圧が紙に印加されても、無線 IC チップを機械的に保護することが可能となる。このスレッドおよびその土手となる材料は PET などのプラスチック、紙などの繊維材料などが望ましく、加圧に対して変形しない材料が好まれる。

図 10 は、いままで述べたオンチップアンテナ付き無線 IC タグをステープラーの上または内部に取り付けた状態の断面図を示している。無線 IC チップ 101 とアンテナ 102 はステープラーの針 1003 に取り付けられ、紙やフィルム 1001 のところに挿入されている。無線 IC チップはあらかじめステープラーの針列に順序良く搭載されている。この針列をステープラー本体の装置に装着して、紙やフィルムにステープラー止めを行えば、従来のステープラーと同様に自由に無線 IC チップを取り付けることが可能であり、また、取り付けるための装置は従来のままでよい。無線 IC チップの取り付けのコストの低減に効果を発揮することができる。尚、ステープラーを書類等に押し付け針先を曲げるとき、無線 IC チップ 101 へのストレス印加による割れが発生するときは、ステープラーに溝を設けてそこに無線 IC チップを埋め込むことは有効である。

以上、本発明者によって成された発明を実施例にもとづき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更可能であることは言うまでもない。例えば、上記実施例では本発明が SOI 基板にて実現される場合について説明したが、SOI 基板に限定されるものではなく、一般的な Si 基板でも実現可能である。

【産業上の利用可能性】

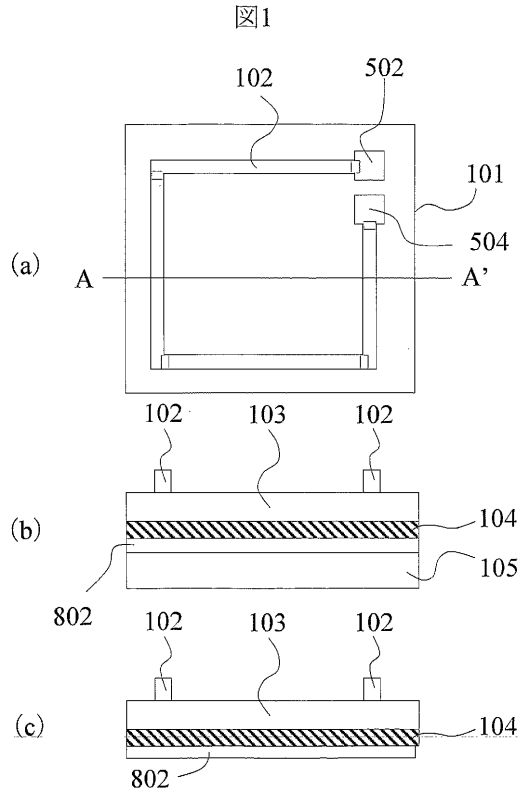
本願の背景となった技術分野である RFID に利用できる。

10

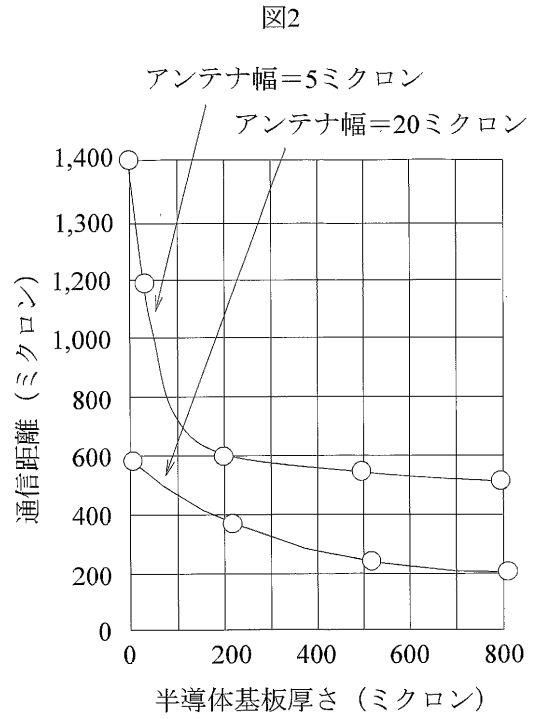
20

30

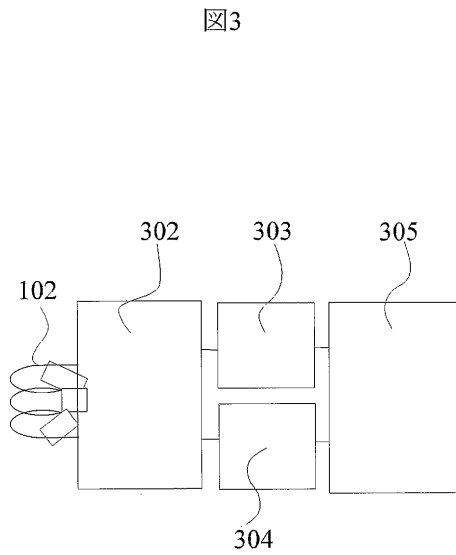
【図 1】



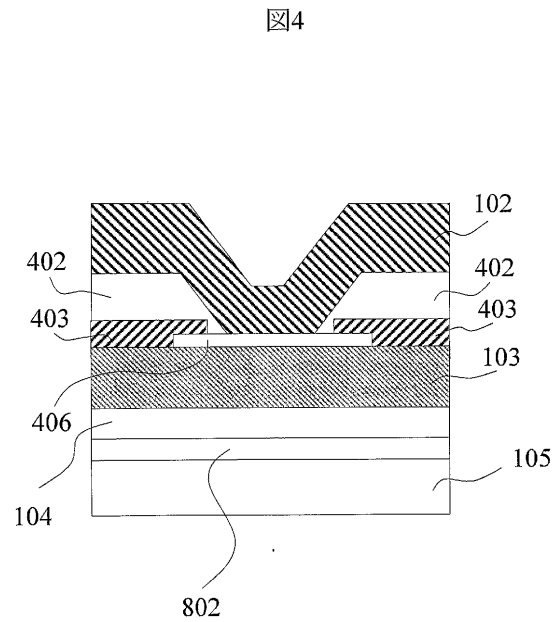
【図 2】



【図 3】

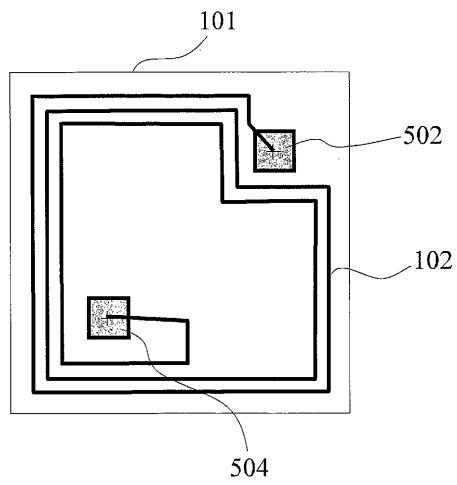


【図 4】



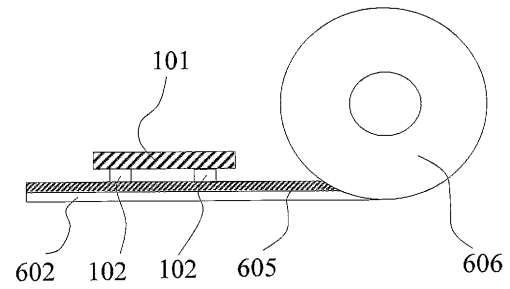
【図 5】

図5



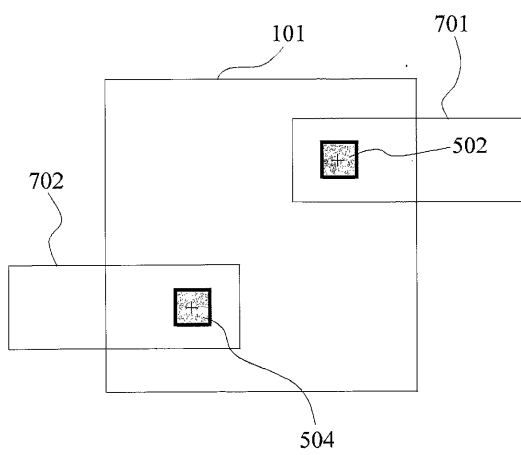
【図 6】

図6



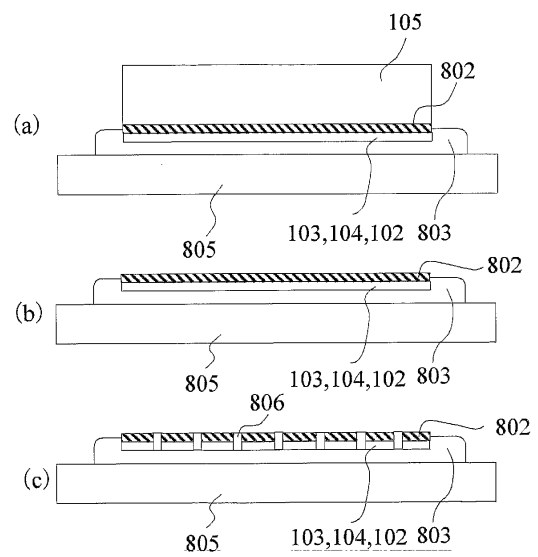
【図 7】

図7



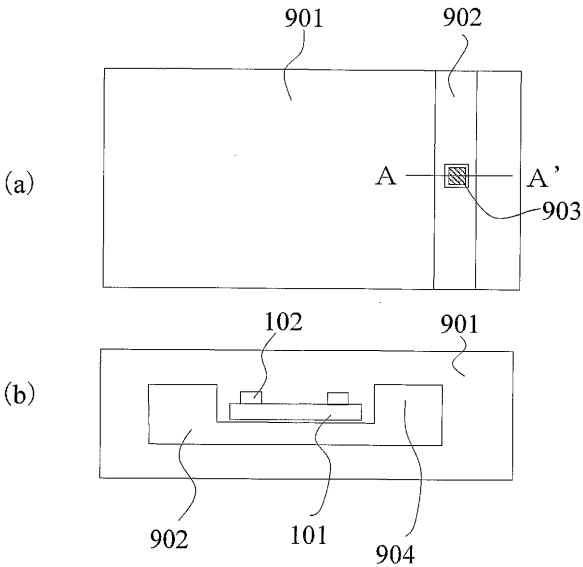
【図 8】

図8



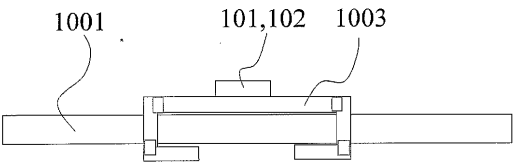
【図 9】

図9



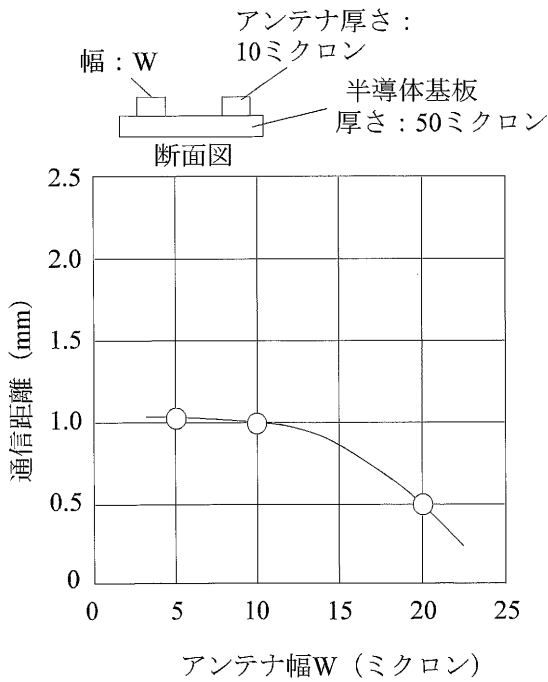
【図 1 0】

図10



【図 1 1】

図11



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-181289 (JP, A)
特開平10-321802 (JP, A)
特開平11-261008 (JP, A)
特開平11-087618 (JP, A)
特開2000-022085 (JP, A)
特開2000-036584 (JP, A)
特開2001-168288 (JP, A)
特開2001-284533 (JP, A)
特開2001-352040 (JP, A)
特開2001-077315 (JP, A)
特開2002-184872 (JP, A)
特開2002-337827 (JP, A)
特開2002-184945 (JP, A)
特開平09-260502 (JP, A)
特開2003-078023 (JP, A)
特開平07-183468 (JP, A)
特開2000-331830 (JP, A)
特開2001-283169 (JP, A)
登録実用新案第3066278 (JP, U)
特開2003-076961 (JP, A)
特開2003-086697 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/822

H01L 27/04