

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6282029号
(P6282029)

(45) 発行日 平成30年2月21日 (2018. 2. 21)

(24) 登録日 平成30年2月2日 (2018. 2. 2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 Q 1/38 (2006. 01)	HO 1 Q 1/38
HO 1 Q 7/00 (2006. 01)	HO 1 Q 7/00
HO 1 Q 9/16 (2006. 01)	HO 1 Q 9/16

請求項の数 23 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-200301 (P2012-200301)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年9月12日 (2012. 9. 12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-214939 (P2013-214939A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成25年10月17日 (2013. 10. 17)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成27年9月14日 (2015. 9. 14)		弁理士 阿部 琢磨
(31) 優先権主張番号	特願2012-51951 (P2012-51951)	(74) 代理人	100124442
(32) 優先日	平成24年3月8日 (2012. 3. 8)		弁理士 黒岩 創吾
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	ドゥブレ アレクシ
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	井辻 健明
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		審査官	橘 均憲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁波を放射または受信する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁波を受信する装置であって、
くぼみが設けられている基板と、
金属部と、
前記基板上に配置されており、前記金属部と電氣的に接続している整流素子と、を有し

、
前記金属部は、前記くぼみ上に配置されている部分と、前記基板上に配置されている部分と、を有し、

前記金属部の前記基板上に配置されている前記部分と前記整流素子とが接続しており、
前記くぼみは、前記基板の比誘電率と異なる比誘電率を有する材料又は空気が充填されており、前記前記金属部と対向している底面を有し、

前記金属部は、コイルアンテナ又はダイポールアンテナとしての機能を有することを特徴とする装置。

【請求項 2】

電磁波を受信する装置であって、
くぼみが設けられている基板と、
金属部と、
前記基板上に配置されており、前記金属部と電氣的に接続している整流素子と、を有し

10

20

前記金属部は、前記くぼみ上に配置されている部分と、前記基板上に配置されている部分と、を有し、

前記金属部の前記基板上に配置されている前記部分と前記整流素子とが接続しており、前記くぼみは、前記基板の比誘電率と異なる比誘電率を有する材料又は空気が充填されており、前記前記金属部と対向している底面を有し、

前記くぼみの開口部は、前記金属部より大きく、

前記基板は、前記整流素子を支持する支持部を有し、

前記支持部は、前記くぼみの端から前記くぼみの内側に伸びている又は前記底面から前記くぼみの開口部側に伸びていることを特徴とする装置。

【請求項 3】

10

前記基板と前記金属部の前記基板上に配置されている前記部分との間に配置されている金属層と、

前記金属層と前記金属部の前記基板上に配置されている前記部分との間に配置されている絶縁層と、を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記基板は、前記整流素子を支持する支持部を有し、

前記支持部は、前記くぼみの端から前記くぼみの内側に延びていることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

20

前記基板は、前記整流素子を支持する支持部を有し、

前記支持部は、前記底面から前記くぼみに開口部側に延びていることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記くぼみは、前記底面と交差する側面を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

前記くぼみの比誘電率は、前記基板の比誘電率より低いことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 8】

前記くぼみは、湾曲している曲面を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

30

【請求項 9】

前記金属部に分布する電磁界の節に対し、前記金属部を支持する支持部を有し、前記支持部は、前記基板と同じ材料を含むことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

電磁波を受信する装置であって、

基板と、

前記基板の表面に配置されている整流素子及び金属部と、を有し、

前記基板は、前記整流素子が配置されている第 1 の領域と、前記第 1 の領域の比誘電率と異なる比誘電率を有する第 2 の領域と、を有し、

40

前記金属部は、前記第 1 の領域上に配置されており前記整流素子と接続している部分と、前記第 2 の領域上に配置されている部分と、を有し、

前記第 2 の領域は、前記金属部と対向している底面を有し、

前記金属部は、コイルアンテナ又はダイポールアンテナとしての機能を有することを特徴とする装置。

【請求項 11】

電磁波を受信する装置であって、

基板と、

前記基板の表面に配置されている整流素子及び金属部と、を有し、

50

前記基板は、前記整流素子が配置されている第１の領域と、前記第１の領域の比誘電率と異なる比誘電率を有する第２の領域と、を有し、

前記金属部は、前記第１の領域上に配置されており前記整流素子と接続している部分と、前記第２の領域上に配置されている部分と、を有し、

前記第２の領域は、前記金属部と対向している底面を有し、

前記表面における前記第２の領域は、前記金属部に完全に覆われておらず、

前記金属部に分布する電磁界の節を含む位置に配置されており、前記金属部を支持する支持部を有し、

前記支持部は、前記第１の領域と同じ材料を含むことを特徴とする装置。

【請求項１２】

10

前記第２の領域は、前記底面と、前記底面と交差する側面を有することを特徴とする請求項１０又は１１に記載の装置。

【請求項１３】

前記第２の領域の比誘電率は、前記基板の比誘電率より低いことを特徴とする請求項１０から１２のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１４】

前記第２の領域は、曲面を有することを特徴とする請求項１０から１３のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１５】

前記金属部に分布する電磁界の節を含む位置に配置されており、前記金属部を支持する支持部を有し、

20

前記支持部は、前記第１の領域と同じ材料を含むことを特徴とする請求項１０に記載の装置。

【請求項１６】

前記底面に配置されている金属層を有することを特徴とする請求項１から１５のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１７】

前記整流素子は、ショットキーバリアダイオードであることを特徴とする請求項１から１６のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１８】

30

前記金属部に分布する電磁界の節に対し、外部回路と接続するための接続部が設けられていることを特徴とする請求項１から１７のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１９】

前記接続部は、分布定数フィルタを有していることを特徴とする請求項１８に記載の装置。

【請求項２０】

前記金属部は、電磁波の指向性を調整するためのスリットを有することを特徴とする請求項１から１９のいずれか１項に記載の装置。

【請求項２１】

前記金属部に分布する電磁界の節は、動作波長に対し少なくとも二つ以上存在することを特徴とする請求項１から２０のいずれか１項に記載の装置。

40

【請求項２２】

前記電磁波の周波数は、３０ＧＨｚから３０ＴＨｚの領域であることを特徴とする請求項１から２１のいずれか１項に記載の装置。

【請求項２３】

複数の請求項１から２２のいずれか１項に記載の装置を有し、前記複数の装置は、アレイ状に配置されており、

前記複数の装置のそれぞれからの信号をもとに画像を形成することを特徴とする画像センサ。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明の技術分野は、電磁波を放射また受信する装置に関し、特に、電磁波の周波数がテラヘルツ領域（30GHzから30THzの領域をいい、以後、THzレンジという。）にあるものに関する。

【背景技術】

【0002】

電磁波を放射または受信する装置は、普通、金属性の構造から成る放射素子（または受信素子）と信号処理のための電子回路とを含む。放射素子のサイズは、普通、受信または放射されるべき電磁波の波長と同等である。この周波数がTHzレンジに達すると、放射素子のサイズはサブミリメートル級となって、普通は、電子回路が既に集積されている基板上に直接集積することが可能になる。放射素子と電子回路とを製造する技術は、VLSIの製造技術を用いることができる。

10

【0003】

電磁波を受信する装置が高い受信感度を持つためには、該装置の受信素子の抵抗が該装置の信号処理回路の抵抗と整合することが必要である。ここで、信号処理回路は、有効周波数能力と共にファインパターンニングを要求されるため、信号処理回路の抵抗は増大してしまう。その結果として、装置が高周波電磁波を受信するためには、該装置の受信素子の抵抗を高くする必要がある。

【0004】

20

ここで、信号処理回路は、普通、VLSI技術を用いて作られるので、半導体基板上に集積される。その中で、アンテナの放射素子を製造する簡単な方法は、同じVLSI技術を用いて半導体基板上に金属パターン（金属部）を製造することである。しかし、半導体の比誘電率は普通大きい。例えば、シリコンの比誘電率は12.1である。高い比誘電率は、より低い比誘電率を有する材料と比較して、媒体中に電界を生じさせることがより容易であるということを意味する。その結果として、受信素子が高比誘電率を有する半導体上に置かれている場合、受信素子（アンテナ）の抵抗は、受信素子が低い比誘電率を有する媒体であるため、基板内に電界が生じやすくなり放射効率が低下する。そこで、これまで集積アンテナの放射効率を高めるために幾つかの発明が報告されている。

【0005】

30

レビーズ（Rebiez）他の米国特許第4,888,597号（特許文献1）は、ミリメートルまたはサブミリメートル電磁波を送信または受信するための集積アンテナに関して報告している。集積アンテナは、図12に示すようにピラミッド形状を有するホーン構造のアレイを形成するために2つの基板（35、40）を組み合わせることで製造している。各ホーンの内側で2つの基板間の結合部に膜45が広がっている。その膜は電氣的に透明である。この膜上に、アンテナ（放射素子）54として機能する金属パターンが存在する。また、該基板間に処理回路が取り付けられる。この集積アンテナの目的は、アンテナにより生成される電磁パターンを、ホーンのピラミッド形状により電磁エネルギーをその中に集中させることによって、強化することである。

【0006】

40

集積アンテナの第2の目的は、各アンテナ間の電磁結合を低減することである。しかしながら、この発明は、アンテナの電磁パターンを改善すると共に電磁結合を低減するが、アンテナの放射インピーダンスに対して特に対処するものではない。例えば、特許文献1は、アンテナ（放射素子）と処理回路との間の電氣的接続部を論じていない。特許文献1によれば、アンテナは該膜の中心に置かれ、処理回路は2つの基板の間に置かれる。その結果として、アンテナと処理回路とは互いに遠く離れる。基板の内側の処理回路と電磁波を放射する放射素子の間の遠く離れた異なる基板間の接続部の存在により、放射素子の放射インピーダンスが理想値から変化する。

【0007】

また、この発明は製造プロセスが複雑である。集積アンテナは、組み立てられなければ

50

ならない2つの基板を使用する。これは、ウェハ接着およびウェハのアライメントなどの複雑な技術を必要とすることがある。さらに、ホーンを製造するのに必要とされるような、大きな深さにわたるエッチングを精度よく行うことは現状のマイクロ素子製造技術では難しい。最後に、最終の集積アンテナの形状は不ぞろいであり、これは、例えばマイクロレンズのアレイなどの他の素子を集積するための製造プロセスが少なくなる。

【0008】

米国特許第6,061,026号(特許文献2)は、モノリシックのマイクロ波/ミリ波アンテナ装置に関して報告している。該装置は、基板と、該基板と共に設けられた電子回路と、該基板内の開口部と、該開口部の上に存在するストリップ線路アンテナと、該基板と共に設けられて該開口部と整列するホーンと、該ストリップ線路アンテナの上のカバーとから成る。この装置は、該ホーンのために達成することができる形状と、該カバー、該ホーンおよび最終的に該ホーンを埋める材料とのために選択することができる材料とに多少の自由度を与える。しかし、装置のサイズがTHzレンジで必要とされるサイズに縮小されると、その製造は困難となることが予想される。例えば、基板内の開口部の深さは波長より大きくなる。実際に、1THzでの波長は300 μ mに対し、4インチのシリコンウェハのための標準的厚さは525 μ mであり、製造プロセス中の取り扱いが難しくなる。さらに、THzレンジでは、マイクロ波の場合と比べてストリップ線路アンテナの寸法が小さくされるので、ストリップ線路アンテナと開口部とのアライメントが困難となることが予想される。開口部は、ストリップ線路アンテナの堆積後にエッチングされて裏面から行われなければならないおそれがある。この場合、ストリップ線路を表面に現れる開口部の外形と適切に整列させることは、極めて困難である。

【0009】

特開2006-064679号(特許文献3)には、電磁波の受け取りまたは発生のための装置に関して開示されている。この装置は、アンテナの特性を、アンテナを基板から離して支持部分上に置くことによって、高めることを目的としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許第4888597号

【特許文献2】米国特許第6061026号

【特許文献3】特開2006-064679号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1は高い放射抵抗を有する放射素子を提供する能力を有する。しかし、それらの製造プロセスは、数個のウェハを含んでおり、または、THzレンジに適合させられるときには放射素子と開口部とアライメントが不良となるため不ぞろいである。さらに、それらによって、基板表面が平らでなくなり、製造プロセスが複雑になる。その結果、放射素子において望む放射抵抗を得ることが難しく、または、背景技術で述べた電氣的な接続の課題も含めて放射素子と信号処理回路とのインピーダンス整合を成し遂げることが困難な状況であった。

【0012】

よって、本発明は、電磁波を放射または受信する素子の抵抗が信号処理回路の高い抵抗に整合するように充分高くかつ電氣的接続が不連続にならない信号処理回路および該素子を含む電磁波を放射または受信する装置を提供することを目的とする。また、その電磁波を放射または受信する装置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】

【0013】

そこで、本発明の一側面としての電磁波を受信するための装置は、くぼみが設けられている基板と、金属部と、前記基板上に配置されており、前記金属部と電氣的に接続してい

10

20

30

40

50

る整流素子とを有し、前記金属部は、前記くぼみ上に配置されている部分と、前記基板上に配置されている部分とを有し、前記金属部の前記基板上に配置されている前記部分と前記整流素子とが接続しており、前記くぼみは、前記基板の比誘電率と異なる比誘電率を有する材料又は空位が充填されており、前記金属部と対向している底面を有し、前記金属部はコイルアンテナ又はダイポールアンテナとしての機能を有することを特徴とする。

【0014】

また、本発明の別の側面としての電磁波を受信するための装置は、電磁波を受信する装置であって、くぼみが設けられている基板と、金属部と、前記基板上に配置されており、前記金属部と電氣的に接続している整流素子と、を有し、前記金属部は、前記くぼみ上に配置されている部分と、前記基板上に配置されている部分と、を有し、前記金属部の前記基板上に配置されている前記部分と前記整流素子とが接続しており、前記くぼみは、前記基板の比誘電率と異なる比誘電率を有する材料又は空気が充填されており、前記前記金属部と対向している底面を有し、前記くぼみの開口部は、前記金属部より大きく、前記基板は、前記整流素子を支持する支持部を有し、前記支持部は、前記くぼみの端から前記くぼみの内側に伸びている又は前記底面から前記くぼみの開口部側に伸びていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明の側面としての電磁波を放射または受信するための装置によれば、電磁波を放射または受信する金属部が、部分的に基板と異なる比誘電率を有する材料又は空気に包囲されるため電磁放射線の基板内への放射は、該金属部が基板上にのみ存在する場合と比較してより抑制される。その結果として、金属部の放射抵抗は高く、信号処理回路の高い抵抗とよりインピーダンスが整合する。これは、該金属部がセンサとして使用されるならば高い感度をもたらす、該金属部が放射素子として使用されるならば高い放射率をもたらす。

【0017】

本発明のその他の側面については、以下で説明する実施の形態で明らかにする。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態の装置を示した斜視図である。

【図2】側面と底面が垂直に交わっているくぼみを有する装置の一実施形態の断面図である。

【図3】側面と底面の接合部分が湾曲しているくぼみを有する装置の一実施形態の断面図である。

【図4】くぼみ表面が基板と異なる層である装置の一実施形態の断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態の装置を示した斜視図である。

【図6】H F S Sでシュミレーションされた第3実施形態の装置に係る放射抵抗を示した図である。

【図7】本発明の第4実施形態の装置に係る9個のセンサアレイの斜視図である。

【図8】H F S Sによってシミュレートされた第4実施形態の装置に係る9個のセンサアレイのSパラメータを示す図である。

【図9】H F S Sによってシミュレートされた第4実施形態の装置に係る2個のセンサアレイの放射インピーダンスとSパラメータのくぼみ深さ依存性を示す図である。

【図10】H F S Sによってシミュレートされた第4実施形態の装置に係る2個のセンサアレイの放射インピーダンスとSパラメータのくぼみ幅依存性を示す図である。

【図11】本発明の第4実施形態のドーナツ型くぼみを持つ装置を示した斜視図である。

【図12】背景技術に係る装置について示した図である。

【図13】実施形態5に記載の装置の構成を説明する図である。

【図14】実施形態5の解析に用いた装置構成を説明する図である。

【図15】実施形態5の装置の指向性に関する解析結果である。

【図 16】実施形態 5 の装置の放射インピーダンスに関する解析結果である。

【図 17】実施形態 6 の装置の構成を説明する図である。

【図 18】実施形態 7 の装置の構成を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(第 1 実施形態)

装置の斜視図が図 1 に示されている。該装置は、信号処理回路となる電子素子 101 を含む基板 100 をベースに構成されている。例えば、基板は半導体ウェハから成り、ウェハはシリコン、GaAs、InP または他の半導体材料から製造することができる。電子素子 101 は半導体基板に VLSI 技術を用い集積して製造することができる。

10

【0020】

電子素子 101 は、くぼみ 102 上ではなく基板上に配置されているが、放射素子として用いる金属部 103 との位置関係からくぼみに近い位置に配置されることが好ましい。そのため、くぼみの内部に基板の凸部を作り、その基板の凸部上に電子素子 101 形成するのが好ましい。

【0021】

電磁波を反射する壁で覆われているくぼみ 102 が基板内に設けられる。例えば、基板がシリコンから製造される場合、くぼみ 102 は SF₆ ガスでのプラズマによるドライエッチング、または KOH もしくは TMAH を用いるウェットエッチング、または XeF₂ を用いるガスエッチングで製造できる。また、サンドブラスト、またはレーザアブレーションを用いて製造することも可能である。これらの技術のうちの幾つかは、他の材料で作成された基板のエッチングにも同様に用いることが可能である。その結果として、電磁波を反射する壁で覆われたくぼみは種々の材料において種々の形状を持って製造することができる。このときくぼみ 102 は図 1 のように基板内に壁を有し、誘電率の不連続面が形成されるため、放射もしくは受信する電磁波が反射できる面を有している。これは、基板表面があるだけでもよいし、後述するように金属膜で基板表面を覆い反射率を向上させてもよい。この電磁波を反射するための壁は典型的には図 1 に示すようにすべてが壁に覆われている。しかし、原理的には動作させる電磁波が反射する面であればよく、その電磁波の波長の $1/20$ 以下 (THz レンジでは数 $10 \mu\text{m}$ オーダー) のサイズのすきまや、突起、ホール、メッシュ、ワイヤ構造等があっても本発明でいうところの反射面と定義できる。これは電磁界理論で一般的に $1/20$ 以下のサイズの構造物は反射、屈折、散乱の効果が極めて小さく、有限要素法などの計算機シミュレーションなどでもメッシュサイズとして指標とされており、当業者には周知のことである。つまり、電磁波が反射されず通過されるようなホールなどをくぼみを覆う壁中に有するものではない。

20

30

【0022】

金属部 103 は電子素子 101 に物理的かつ電氣的に接続している。この金属部は放射素子または受信素子として機能する。該金属部は、空気中を伝播する電磁波を受け取りあるいは放射し、それらのエネルギーおよび信号を該電子素子に伝える。該金属部は薄膜技術を用いて製造することができる。例えば、基板にくぼみを形成した後、一時的にくぼみに材料を再充填する。その後、金属層が基板上に堆積され、フォトリソグラフィおよび金属エッチングによりパターンニングされ金属部が形成される。くぼみを埋めている材料は、金属部を形成後に、溶解、エッチングまたはアンダーエッチングによって除去される。金属部もキャリア基板からの構造移動または流体セルフアセンブリなどのセルフアセンブリを用いて製造することもできる。金属部は 2 つの部分から成る。1 つの部分 104 は、電子素子 101 に接続するために基板上に存在する。他方の部分 105 はくぼみ 102 の開口部の上方に存在する。このとき、電子素子 101 が 2 つの電極 (不図示) を持つ場合には、放射素子 103 を構成する金属部は電子素子 101 のある場所に小さなギャップ 110 をもつ構成を取ることも可能である。この金属部のうち基板上にある部分 104 は電子素子 101 に接続するために必要であるが、放射素子 103 の特性的にはなるべく少ない方が放射素子の不連続性の影響が少なくなるために望ましい。実際には作製するフォトリ

40

50

ソグラフィ工程に依存するが、金属パターンの基板に有る部分 104 の長さは典型的に $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、望ましくは $2\mu\text{m}$ である。該装置がエミッタとして使用されると想定する。放射素子である金属部 103 は、部分的に基板 100 に、また部分的にくぼみ 102 を満たしている空気に、放射線を放射する。もし金属部が基板にだけ放射線を放射したならば、その放射抵抗は、基板の比誘電率が大きいので、小さいと想定される。くぼみにより提供される空気に放射線を部分的に放射することにより、金属部は、空気の比誘電率が小さいので、より大きな放射抵抗を有する。これにより、金属部の放射抵抗は電子素子のそれと整合し得る。

【0023】

第1実施形態の幾つかの変形形態を説明する。

10

【0024】

製造プロセスを容易にするために、さらに、くぼみの開口部上方に存在する放射素子の部分を補強するために、くぼみを固体材料で埋めることが望ましい。例えば、くぼみを BCB (ベンゾシクロブテン) で埋めることができる。BCB は、MEMS で一般に用いられ、THz レンジでおよそ 2.4 の低い比誘電率を有する誘電材料である。くぼみは、スピンコーティング、またはスプレーコーティング、またはマイクロ調剤 (micro-dispensing) を用いて適切な材料で埋められることができる。必要ならば、くぼみを埋めている材料の上面は、化学的や機械的な平坦化技術を用いて平らにすることができる。この場合、くぼみを埋めている材料の上面は、基本的に、基板の上面と同じレベルにある。従って、放射素子を形成する金属部は、金属堆積ならびにその後のフォトリソグラフィおよび金属エッチングによるパターンニングなどの VLSI 技法を用いて製造されることができる。金属部を形成する面は平らなので、フォトリソグラフィのためにスピンコーティングおよび従来のマスクアライナが使用され得る。さらに、結果として得られる装置の面は本質的に平らなので、例えば、マイクロレンズを集積することも VLSI 技法を用いてできる。

20

【0025】

第1実施形態のもう1つの変形形態は、くぼみの壁を湾曲させることにある。図2は、くぼみの側面と底面の接合する接合部分が垂直に交わっている本発明の第1実施形態の一例である装置の断面図を示す。代替的に、図3は、くぼみの側面と底面の接合する部分が湾曲している本発明の第1実施形態の一例である装置の断面図を示す。くぼみの壁を湾曲させることには2つの利点がある。第1に製造プロセスを容易にできる。例えば、材料がくぼみを埋める場合、くぼみの底に鋭い角が無ければくぼみを基板の誘電率よりも低い材料で埋めることがより容易になる。第2に、くぼみの壁を湾曲させれば、くぼみの中に定在波が生じることを避けることができ、放射素子の上方への放射が容易になる。基板がシリコンから成るならば、 SF_6 プラズマエッチングもしくは XeF_2 エッチングなどの等方性エッチングを用いることにより、基板内にくぼみの湾曲した壁を容易に製造することができる。また、他の材料の場合にはレーザアブレーションを用いることにより、くぼみの湾曲した壁は容易に製造することが可能である。

30

【0026】

第1実施形態のもう1つの変形形態は、くぼみの全体的な形状を画定することにある。過去に放射素子の種々の形状が報告されているが、設計の目的のためには、1つまたは数個の糸状金属形状から成る放射素子を選択するのが好ましい。より具体的には、放射パターンはダイボールまたはコイルである。この場合、この糸状放射素子により生成される磁界はアンペールの法則によってこの素子の周りを回転するということが知られている。その結果として、くぼみの形状を、放射素子のそれと類似する、放射素子を取り囲むように放射素子のそれより大きいサイズを有する形状にすればより効果的に電磁波を放射できる。この場合、電子素子を収容するためにくぼみの中に突出する基板の部分を備え、突出する基板の部分上に電子素子と放射素子の一部が設置されている。また、基板上の放射素子の部分とくぼみの開口部上方に存在する放射素子の部分に厳密に接続することが必要である。

40

50

【 0 0 2 7 】

放射素子から生ずる信号を処理するために種々の電子素子が考えられるが、電子素子としては整流素子が容易に製造でき、1 THz より高い周波数で動作できるので好適に用いられる。これらの整流素子の中で、ショットキーバリアダイオードはTHzレンジにおいて数十年にわたって研究されてきており、受信装置として動作させるのに本発明の構造を用いることは特性向上の上で望ましい。THzレンジとは30 GHz から30 THz の領域であるが、その中でも0.1 THz から10 THz の周波数領域が有用である。ここで、くぼみは本実施形態や図1～3で示すように、基板を貫通させることを意図せず、また典型的にはくぼみの周囲は放射素子の動作させる電磁波の波長よりも小さいサイズで取り囲んだものである。くぼみの具体的な寸法については後に述べる実施形態で明らかになる。

10

【 0 0 2 8 】

(第2実施形態)

空気とくぼみとの間の境界には、放射素子の形状的には変化していなくても誘電率および透磁率の不連続性がある。この不連続性の結果として、放射素子により放射された電磁波は、部分的に反射され、部分的に基板内に伝えられる。用途によっては、基板内に伝わった電磁波が基板に集積された他の構成要素を混乱させることがある。例えば、画像センシングの目的のために数個の装置がアレイを成して同じ基板内に形成されている場合に、1つの装置で電磁波を受信し、受信後にこの装置により再放射された電磁波が基板内に伝わり別の装置により受信され、誤った画像を生じさせることがある。

20

【 0 0 2 9 】

第2実施形態は、本発明のこの問題を解決する。第2実施形態に係る装置の1つの断面図が図4に示されている。くぼみ102の壁上に金属層400が設けられている。この金属層400のおかげで、くぼみの上方に存在する放射素子103の部分105により放射された放射線は金属層で反射され、基板内に侵入しない。一方、基板上に存在する放射素子103の部分104は、基板との間に金属層が存在しないため基板内に電磁波の一部が伝わる。このため、基板上に存在する放射素子の部分104が放射素子全体に対してできるだけ小さくすることがノイズ成分を小さくするうえで重要になる。また、製造方法にもよるが、基板と放射素子の部分104との間に、金属層と絶縁層との積層構造を設けることにより、より電磁波の基板内の伝播を低減することが可能になる。この場合、基板上に存在する放射素子の部分104と金属層が接しないように絶縁層を挿入する。

30

【 0 0 3 0 】

もし、くぼみ102の壁が完全に金属層400により覆われると、この金属層は放射素子の部分104と部分105の間の境界で放射素子103と接触する。接触していると放射素子103の放射特性を変化させるおそれがある。従って、放射素子の部分104および部分105の境界の近傍にあるくぼみ103の壁に、金属層400によって覆われない部分401(くぼみ構造において基板表面が側壁を構成している部分)を設けることがより好ましい。表現を変えると、基板内のくぼみの壁の縁と金属部が接する部分において、金属層で覆われていない部分を作ることが好ましい。

40

【 0 0 3 1 】

金属層400は、標準的な金属堆積技術、フォトリソグラフィおよび金属エッチングによるパターンングを用いて製造され得る。もし、くぼみがフォトリソグラフィのためのスピンコーティングの使用を妨げるほど深すぎるならば、スプレーコーティングが使用され得る。金属層で覆われてない部分401は、標準的なフォトリソグラフィ、または必要ならば3Dフォトリソグラフィ、またはレーザブレーションにより画定され得る。ここでは金属層について言及したが、使用する電磁波に対して侵入しない導電性のある材料であれば金属でなくても、高ドープ半導体などでもよい。

【 0 0 3 2 】

(第3実施形態)

コイルアンテナは大きな放射抵抗を持つように操作され得るということは良く知られて

50

いる。そこで、THzレンジ向けの電子処理回路の高い抵抗に放射素子の放射抵抗が整合するよう設計された、放射素子がコイルの形状を有する場合の実施形態について説明する。これは、第3実施形態の目的である。

【0033】

図5は、本発明の第3実施形態に係る装置の斜視図を示す。第1実施形態と同様に、基板500は電子素子501を含む。特に、電子素子501は基板に集積されている。例えば、基板500は、電子素子501としてショットキーバリアダイオードが使用されているシリコン基板である。該ショットキーバリアダイオードは、基板に集積され、VLSI技術を用いて製造される。第1実施形態と同様に、金属部503が設けられて、放射素子として使用される。該金属部は、他の形状を有するアンテナと比べて高い放射抵抗をもたらすコイルの形状を有する。金属材料としてはたとえばTi/Auなどが用いられるが、それに限るものではない。くぼみ502も基板500内に設けられている。第1実施形態の場合と同じく、くぼみ502は、基板500がシリコンから成るならばシリコンエッチング、またはサンドブラスト、またはレーザアブレーションなどの種々の技術を用いて製造されることができる。金属部503の放射抵抗をさらに高めるために、金属部503の一部分505は、基板500内に設けられたくぼみ502の開口部上方に存在する。第1実施形態の場合と同じく、くぼみ502は、基板500を構成する材料のそれより低い比誘電率を有する材料、たとえば、BCB（ベンゾシクロブテン）で埋められることができる。この材料は、金属部503の部分505に機械的な支持を提供すると共に、製造プロセスを容易にすることができる。金属部503は、基板上に存在して電子素子501に機械的（又は物理的）かつ電氣的に接続する別の部分504をも備えている。

【0034】

図6は、市販のシミュレータHFSSによって本発明の第3実施形態の一例について計算された結果を示している。図6には、1THz前後の周波数の関数としての放射インピーダンス（実部と虚部）を示す。この例では、コイルの半径は50μmであり、そのワイヤの幅は4μmである。くぼみの深さは15μmであって、コイルが基板を離れてくぼみの上方に存在し始めるコイル近傍を除いて、第2実施形態で述べたような薄い金属層によって覆われる。くぼみ502の全体がBCBで埋められ、コイルはその上に存在する状態でシミュレーションを行っている。コイルと、くぼみの外縁との間の距離はおよそ45μmである。基板はシリコンから成り、このシミュレーションでエミッタとして作用する電子素子は基板に集積されている。このシミュレーションは、シリコン基板上に集積されたアンテナのために0.9THz近傍で1000より大きな放射抵抗を達成し得るということを示している。このように本実施形態では0.9THz近傍で主に動作させる放射素子となる例を説明したがその波長は概ね333μm（自由空間）であり、くぼみ（深さ、外周の半径等）の寸法はそのオーダー以下で本発明で意図する効果を奏することが示された。本実施形態で例示した周波数以外で動作させる場合にも同様にHFSS等で設計し、動作させる電磁波の波長に応じてくぼみの寸法を変化させればよい。

【0035】

装置の構造は比較的単純であり、たった1つの基板から成る。さらに、放射素子、電子回路、およびくぼみは基板の同じ面上に製造されることができるため、精密なアライメントを可能にする。最後に、基板の最終的な面は平らであり、例えば、マイクロレンズを集積するためのさらなる製造プロセスを可能にする。

【0036】

ここに基本的な作製プロセスの例を説明する。Si基板にはすでに述べたようにVLSIの技術等を用いて電子素子（ここではショットキーバリアダイオード）が形成される。図5のように電子素子が配置される部分を除き、半径95μmの円形のくぼみ構造をフォトリソグラフィおよびすでに述べた方法により15μmの深さまでエッチングする。このとき、電子素子はのちに述べる円形（コイル）電極パターンの形を変えずに接続できるような位置に配置する。次に、Si基板内に形成されたくぼみの内壁にTi/Auなどの金属膜を形成する。この場合、全面に蒸着したのちにくぼみの領域にのみレジストを

形成するフォトリソグラフィを行って、平坦部の金属膜をエッチングにより除去する。B C Bはスピンコートなどで基板全面に塗布を行い、基板の平坦部が露出するようにエッチバックを行う。全体が平坦化されたところで、半径50 μm で幅4 μm の円形電極パターンを、その円の中心がくぼみの外縁による円の中心と一致するようにB C B上および電子素子のある基板上にまたがって形成する。その際、この電極パターンは電子素子の電極と接続するように形成される。当然ながら電子素子の電極間でショートしないように形成する電極パターンにはギャップ部(図2でいうところの110)が存在する。ここで、円形電極パターンの長さは半径50 μm のためおよそ314 μm である。そのうち基板上にある長さは実施形態1で述べた作製の要請から1電極につきおよそ2~10 μm 程度なので、2電極の本実施形態の場合は4~20 μm となる。すなわち、電極パターンの基板上にある割合は概ね10%以下、望ましくは1%程度になるということができる。

10

【0037】

また、くぼみは外縁のみをもつ構造について説明したが、電極パターンの両側に所望の距離だけ離す構造として、内縁も持つドーナツ型のくぼみ構造でもよい。これについては第4実施形態に述べる。

【0038】

(第4実施形態)

画像センサの一部として電磁センサのアレイが使用され得るということは良く知られている。該画像センサは、特に、結像光学系、シャッタ、信号処理装置などを統合することができる。普通、電磁センサのアレイは、結像光学系の画像平面に置かれ、焦点面アレイとして知られている。該アレイの各素子は、画像センサのピクセルを構成する。

20

【0039】

第4実施形態では、くぼみ上の金属部と電子素子からなるピクセルを複数設けてアレイの形で提供した装置に関し、特にT H z レンジで、画像センサに使用される焦点面アレイとして使用することができる。T H z 画像センサは、製造管理、医療画像診断、および安全管理に応用されると期待されている。

【0040】

図7は、単一の基板700が複数の電子素子701a、701b、複数のくぼみ702a、702b、および複数の金属部703a、703bを組み入れている場合を示している。図7は、9個のピクセルの3x3アレイを示している。このアレイがC M O S回路などの処理装置、結像光学系、シャッタ、および他の素子と組み合わせられて、画像センサとして提供される。画像センサが正確な画像を提供するためには、各ピクセルが、自分に直接到来する情報だけを取り込み、別のピクセルに向けられているのに基板中に伝播したことによって到着した電磁波の情報は取り込まないことが必要である。情報が本来取り込むべきピクセルでなく別のピクセルへ伝わるこの現象はクロストークとして知られている。本実施形態は、くぼみに金属層で覆われた壁を有することによりピクセルをアレイの形で提供しても、クロストークを大幅に低減したアレイを提供することができる。

30

【0041】

図8は、中央のピクセルがエミッタとして使用されるとき、該ピクセルに対する各ピクセルについての、1 T H z 近傍の周波数の関数としてのSパラメータを示す。Sパラメータは、市販のシミュレータH F S Sを用いて計算されている。

40

【0042】

ピクセルには、図7で上から左から右そして下の左から右への順番で1から9までの番号が付されている。例えば、S(5,1)は1であり、図7の電子素子701b、くぼみ702b、金属部703bを含み構成されるピクセルを指している。また、S(5,3)は3であり、図7の電子素子701a、くぼみ702a、金属部703aを含み構成されるピクセルを指している。S(5,5)を除いて、Sパラメータは2つのピクセル間のクロストークを特徴づける。

【0043】

Sパラメータ(5,5)は、アンテナと電子素子との整合を評価する。このシミュレー

50

ションでは、電子素子の抵抗は1000にセットされた。各ピクセルの放射素子やくぼみの寸法および組成は、第3実施形態とほぼ同じであるが、図11のようにドーナツ型のくぼみ1102としている。この場合、くぼみの内側の縁も電極パターン1103から45 μm 離れた位置にあり、内縁の半径は5 μm 、ドーナツの肉厚すなわち幅Wは90 μm と設定している。基板はシリコンから成り、各ピクセル間の間隔は300 μm である。このシミュレーションは、放射するピクセルのそれと比べて受信するピクセルの相対位置が何処にあっても、およそ1THzではクロストークが-30dBより低いことを示す。

【0044】

さらに、パラメータS(5, 5)は、およそ1THzでの放射素子と電子素子との良好なインピーダンス整合を、後者の高いインピーダンスにもかかわらず、示している。その結果として、本発明はTHz画像センサに重要な影響を与えることができる。くぼみの寸法は放射インピーダンスやクロストークに影響を与える。図9および図10は1つの基板に2つの素子を集積させた場合に、市販のシミュレータHFSSを用いて計算したくぼみの深さや幅に依存した放射インピーダンスとS(1, 2)を示している。ここでの幅の定義は、すでに述べたように単一素子の形状を図11のようにコイル電極パターンの両側にくぼみを形成したとした場合のWの大きさ(Wの中心に電極がくる)としている。くぼみの深さが増えるに従って、放射電磁波とくぼみの底で反射した電磁波の干渉により放射インピーダンスが低下する。S(1, 2)で表現されるクロストークは、くぼみが深くなるに従って放射電磁波のくぼみへの密度が低減することで増えると考えられる。一方、くぼみの深さが低減すると、高い放射インピーダンスが維持される。クロストークもくぼみが浅くなることで電磁波が基板表面に集中することで改善される。しかし、くぼみが浅くなりすぎると、電磁波のエネルギーが基板内部に多く放射されてしまい、感度が低下すると考えられる。くぼみの幅については、小さくなればクロストークは改善されるが、放射インピーダンスは低下する。くぼみ幅を大きくしていくと、最終的に装置が大きくなってしまいうので望ましくない限界がある。このシミュレーション結果は動作に供する、すなわち放射あるいは受信する電磁波の周波数(波長)に応じたくぼみの寸法が、望ましい特性である高い放射インピーダンスと低いクロストークにとって重要である具体例を示している。

【0045】

このように本実施形態では実施形態3で述べたくぼみの壁の位置について望ましい位置をさらに提示している。すなわち、図10からくぼみの幅は100 μm 以下すなわち電極パターンから離れている距離が50 μm 以下の範囲が望ましいことがわかる。本実施形態はおよそ0.9THzで効率が良くなるように設計している。しかし、この周波数に対応する波長は概ね333 μm (自由空間)であり、くぼみを誘電率が約2.5のBCBで埋め込んだ場合には有効波長はおおよそ(自由空間での波長/屈折率)=333/2.5=210 μm となる。そこで、有効波長の1/4以下程度が望ましいくぼみの反射用の壁の電極パターンからの位置と言うことができる。

【0046】

(実施形態5)

本発明における別の実施形態を説明する。本実施形態では、これまで説明した装置と、外部回路との接続に関する形態を説明する。尚、これまでの説明と共通する部分の説明は省略する。

【0047】

図13は、本実施形態の装置構成を説明する図である。図13(a)において、基板1300、電子素子1301、くぼみ1302、金属部1303は、これまでの説明と同じである。基板1300の中で、上述した、基板上にあり電子素子と接続している部分104を支持する部分を、本実施形態では第1の支持部1306と呼ぶ。これまでの実施形態と異なる部分は、金属部1303に接続した接続部1307を介して、本発明の装置は外部回路1308と接続している箇所である。外部回路1308は、例えば、電子素子1301を駆動するための信号を印加したり、電子素子1301からの信号を調整または処理

する回路である。接続部 1307 は、金属部 1303 と同じ工程で形成された金属線路である。

【0048】

これまで説明したように、金属部 1303 がアンテナとして機能する場合、くぼみ 1302 は、電子素子 1301 と金属部 1303 のインピーダンスの整合状態を調整する機能を有する。このような装置に外部回路 1308 を接続する場合、装置の特性を維持するために、装置のインピーダンスの整合状態を維持することが望ましい。そこで、本実施形態の接続部 1307 は、金属部 1303 に分布する電磁界の節 1309 に接続し、接続部 1307 を介して金属部 1303 と外部回路 1308 を接続する。

【0049】

ここで電磁界の節 1309 は、動作波長 に対して、金属部 1303 に分布する電磁界のインピーダンスが零とみなせる場所を指す。図 13 (a) において、金属部 1303 として 1.5 のコイルアンテナを選択する場合、電磁界の節 1309 は電子素子 1301 を起点として、 $1/4$ 、 $3/4$ 、 $5/4$ の箇所に存在する。尚、金属部 1303 として使用されるアンテナの形状はこれに限らない。電磁界の節 1309 に接続された接続部 1307 と外部回路 1308 は、回路的にはインピーダンスが零の回路に並列に接続するとみなせる。そのため、電子素子 1301 と金属部 1303 のインピーダンスの整合状態を維持した状態で、外部回路 1308 の接続が可能になる。この結果、外部回路 1308 との接続が容易になる。

【0050】

図 13 (a) では、外部回路 1308 は二端子の回路で構成される例を示している。ここでは、外部回路 1308 の各端子がショートすることを防止するため、金属部 1303 はスリット 1310 を有する。多くの回路は基準電極と信号線といった二つ以上の端子を有する。そのため、金属部 1303 は二つ以上の電磁界の節 1309 を持つことが望ましい。

【0051】

図 13 (b) は、接続部 1307 が分布定数フィルタを有する例を示している。分布定数フィルタとして、ここではスタブ 1309 を用いている。スタブ 1309 は、金属部 1303 や接続部 1307 と同じ工程で作製される金属線路である。このスタブ 1309 が接続する位置や形状を調整することで、接続部 1307 に分布定数フィルタを付与することが可能となる。例えば、動作波長 に対して、電磁界の節 1309 から $1/4$ の位置に $1/4$ の長さのスタブ 1309 を設けることで、波長 に対するノッチフィルタを形成できる。図 13 (b) は、長方形型のスタブ 1309 の例を示しているが、例えば、扇型や線路の途中で折れ曲がる L 型等、様々な形のスタブが適用できる。このような分布定数フィルタを設けることで、電子素子 1301 と金属部 1303 とくぼみ 1302 で構成される回路と外部回路 1308 の隔離が容易となり、インピーダンスの整合状態の維持が容易となる。特に、図 13 (b) のように、接続部 1307 に設けたスタブ 1309 で分布定数フィルタを形成すると、後工程でスタブ 1309 の形状を調整することができる。そのため、動作波長 に対する分布定数フィルタの特性の合わせ込みが厳密に行うことができ、装置の特性歩留りが向上する。

【0052】

次に、本実施形態の装置の解析結果を示す。図 14 は解析に用いたモデルであり、図 15 と図 16 は解析結果である。図 14 の装置は、これまで説明した実施形態の装置と同じ工程で作製されるので作製工程の詳細な説明は省略する。

【0053】

図 14 において、基板 1300 はシリコン基板であり、電子素子 1301 は、ショットキーバリアダイオードである。基板 1300 に設けられたくぼみ 1302 は、直径 $150\ \mu\text{m}$ 、深さ $10\ \mu\text{m}$ である。くぼみ 1302 の底部と側壁が交差する部分は、半径 $10\ \mu\text{m}$ の曲面を有している。また、図 14 のように、くぼみ 1302 は、接続部 1307 に沿って、長さ $40\ \mu\text{m}$ 、幅 $30\ \mu\text{m}$ の凹部を有している。凹部の深さは $10\ \mu\text{m}$ で、底部と

10

20

30

40

50

側壁が交差する部分は、半径 $10\ \mu\text{m}$ の曲面を有している。図 14 のように、くぼみ 1302 は第 1 の支持部 1406 を残して基板 1300 に形成される。図 13 における第 1 の支持部 1306 はくぼみ 1302 の端から延びる腕木形状であるが、図 14 における第 1 の支持部 1406 はくぼみ 1302 の底部から延びるピラー形状である。くぼみ 1302 の表面には金属が形成される。くぼみ 1302 には BCB (ベンゾシクロブテン) が充填されており、BCB と第 1 の支持部 1306 によって金属部 1303 は支持されている。金属部 1303 は、内径 $80\ \mu\text{m}$ 、外径 $100\ \mu\text{m}$ の導体で、 1.5 のコイルアンテナとして機能する。金属部 1303 の一部に電子素子 1301 が接続される。図 14 において、金属部 1303 を流れる電流が、金属部 1303 を時計周りに流れると仮定し、この方向を正とする。この時、電磁界の節 1309 (図 14 では不図示) は、電子素子 1301 を起点として正の方向に対し $1/4$ 、 $3/4$ 、 $5/4$ の位置に存在する。図 14 では、 $3/4$ と $5/4$ の位置に接続部 1307 が配置される。接続部 1307 の線幅は $4\ \mu\text{m}$ である。接続部 1307 の線路長は $500\ \mu\text{m}$ とした。金属部 1303 と接続部 1307 の交点から $50\ \mu\text{m}$ の位置に L 型スタブ 1409 が形成される。L 型スタブ 1409 の線幅は $4\ \mu\text{m}$ で、全長は $50\ \mu\text{m}$ である。L 型スタブ 1409 は、接続部 1307 と L 型スタブ 1409 の交点から $4\ \mu\text{m}$ の位置で、L 型スタブ 1409 の端部が金属部 1303 と対向するように折り曲げられている。ここで、 $50\ \mu\text{m}$ は、動作波長 に対し $1/4$ に相当し、L 型スタブ 1409 は、分布定数フィルタとして機能する。接続部 1307 と L 型スタブ 1409 は金属導体であり、金属部 1303 と同じ工程で作製される。また、不図示の外部回路 1308 は二端子の回路と仮定したため、二つの接続部 1307 を電氣的に切り離すため、金属部 1303 にスリット 1310 を形成する。

【0054】

図 15 は、図 14 の装置の電磁界の指向性に関する解析結果である。詳細には、装置を構成する金属部分だけを抽出し、解析したものである。ここでの解析の雰囲気は真空である。図 15 (a) は、金属部 1303 のみが存在し接続部 1307 と L 型スタブ 1409 がない装置の解析結果である。図 15 (b) は、金属部 1303 と接続部 1307 で構成される装置の解析結果である。図 15 (c) は、金属部 1303、接続部 1307、スタブ 1409 で構成される装置の解析結果である。スタブ 1409 の形状は、図 14 で示した装置と同じである。尚、ここでの解析は、指向性の確認をアンテナの指向性の確認を目的としたため、基板 1300 やくぼみ 1302 は省略して解析している。図 15 をみると、金属部 1303 に接続部 1307 を配置した装置では、アンテナの指向性にわずかなサイドローブや指向性の広がりの確認できる。これは、接続部 1307 の近傍に分布する電磁界の影響によるものである。この接続部 1307 に分布する電磁界の影響は、分布定数フィルタとして機能するスタブ 1309 で抑制することが可能である。特に、スタブ 1309 の形状に関し、鋭意検討の結果、図 14 に示す L 型スタブ 1409 が、接続部 1307 に分布する電磁界の影響に対し高い抑制効果を示すことを見出した。図 15 (a) と図 15 (c) を比較すると、互いのアンテナの指向性が近似していることがわかる。これは、L 型スタブ 1409 の端部が金属部 1303 と対向することで、接続部 1307 と L 型スタブ 1409 に分布する電流の方向が互いに逆方向になり、結果として、接続部 1307 と L 型スタブ 1409 から外部に漏れる電磁界が抑制されたためと考えられる。尚、図 14 のスリット 1310 の角度や形状を調整すると、金属部 1303 の内側と外側に分布する電磁界を微調整できるため、図 15 で示したアンテナの指向性を調整することもできる。

【0055】

図 16 は、図 14 の装置のインピーダンスの解析結果である。図 16 をみると、動作周波数 $0.97 \sim 0.98\ \text{THz}$ において、接続部 1307 を配置した状態においても約 700 という高いインピーダンスを確保できていることがわかる。

【0056】

(実施形態 6)

本発明における別の実施形態を説明する。詳細には、これまで説明した金属部を支持す

10

20

30

40

50

る構成に関する変形例である。尚、これまでの説明と共通する部分の説明は省略する。

【0057】

図17は、本実施形態の装置構成を説明する図である。これまでの装置を異なる部分は、金属部1303に分布する電磁界の節1309に対し、金属部1303を支持するための第2の支持部1706を有する部分である。電磁界の節1309で金属部1303を支持することで、支持部による装置のインピーダンスの変動を抑制する。図17(a)は、第2の支持部1706として、第1の支持部1306と同じ腕木形状での構成例を示している。ここでは、第2の支持部1706の上に、上述した接続部1307が配置されている。また、図17(b)は、第2の支持部1706として、ピラー形状での構成例を示している。これらの第2の支持部1706は、第1の支持部1306と同じく、基板1300と同じ材料で構成されている。

10

【0058】

このような第2の支持部1706を用いることで、金属部1303を中空に支持することが可能となる。その結果、材料による損失を抑制することができ、装置からの電磁波の発生効率や、電磁波の検出効率を改善することができる。

【0059】

金属部1303の姿勢を保持しつつ、金属部1303を確実に支持するためには、三点で支持することが望ましい。そのため、第2の支持部1606は二つ以上あることが望ましい形態である。このことから、金属部1303は、動作波長において、電磁界の節1309が二つ以上存在するアンテナとして機能する形状を選択することが望ましい。

20

【0060】

(実施形態7)

本発明における別の実施形態を説明する。詳細には、実施形態5で説明した分布定数フィルタに関する変形例である。尚、これまでの説明と共通する部分の説明は省略する。

【0061】

図18は、本実施形態の装置の構成を説明する図である。これまで説明した分布定数フィルタは、接続部1307に配置されたスタブ1309で構成されていたが、本実施形態の分布定数フィルタは、基板1300に施された周期構造で構成する。詳細には、周期構造として周期が動作波長に対し $1/2$ となる構造を接続部1307に沿って配置する。図18(a)では、周期構造は、基板1300と同じ材料で構成される架橋部1810と第2のくぼみ1802を接続部1307に沿って交互に配置することで実現する。また、図14のように、くぼみ1302が凹部を有する場合、周期構造は、図18(b)のような構成でもよい。図18(b)では、周期構造は、くぼみ1302の凹部に対し、基板1300と同じ材料で構成されるピラー部1811を周期的に配置することで実現する。このような構成によると、接続部1307を伝搬する電磁波は、周期的な屈折率変化を受け、結果として分布定数フィルタは動作波長の電磁波を阻止する。

30

【0062】

以上説明したように、接続部1307に設ける分布定数フィルタを、基板1300に施された周期構造で実現することで、新たな金属材料をパターニングする必要がなくなるので、装置の設置スペースが小さくできる。

40

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明に係る装置を用いた画像センサは、製造管理、医療画像診断、および安全管理に用いることができるセンサとして応用が期待されている。

【0064】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【0065】

また、本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時の請求項に記載の組合せに限定されるもの

50

ではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

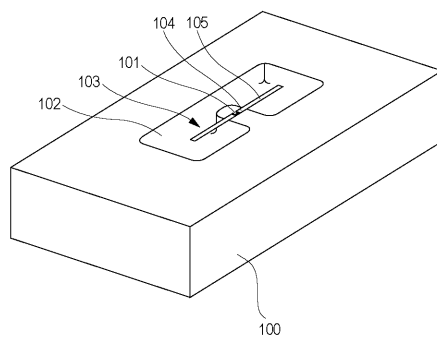
【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

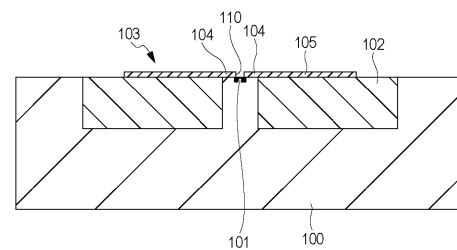
- 1 0 0 基板
- 1 0 1 電子素子
- 1 0 2 くぼみ
- 1 0 3 金属部
- 1 0 4 基板上にあり電子素子と接続する金属部の部分
- 1 0 5 くぼみ開口部上に存在する金属部の部分

10

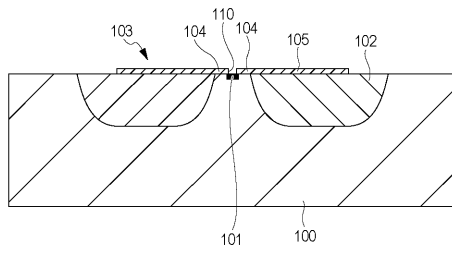
【 図 1 】



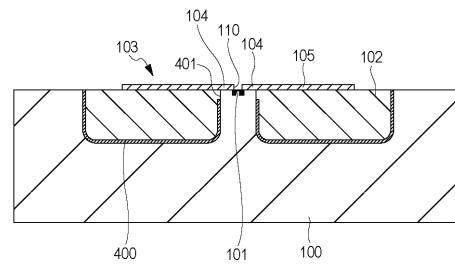
【 図 2 】



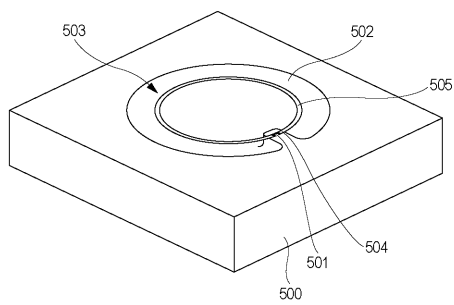
【図 3】



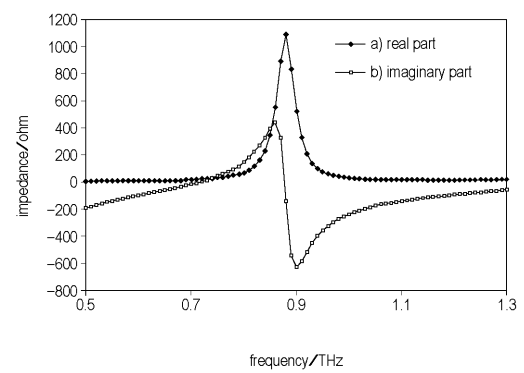
【図 4】



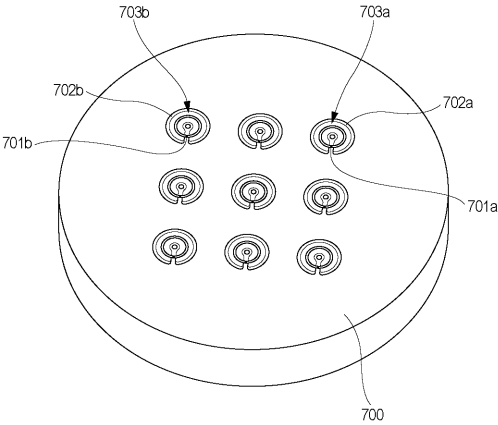
【図 5】



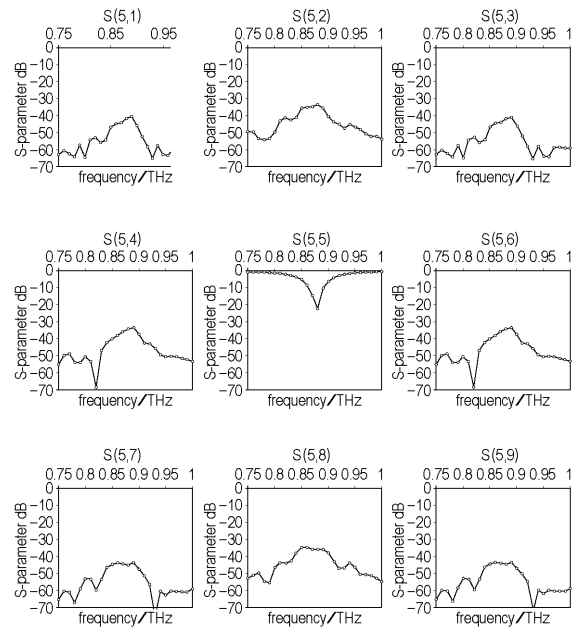
【図 6】



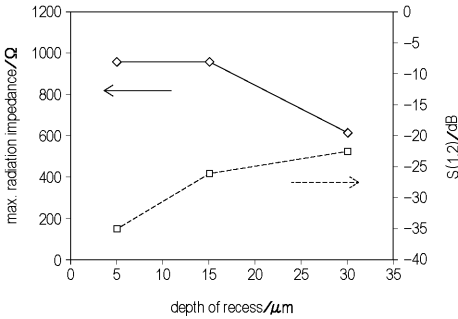
【図 7】



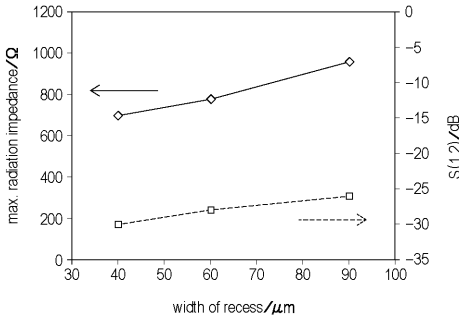
【図 8】



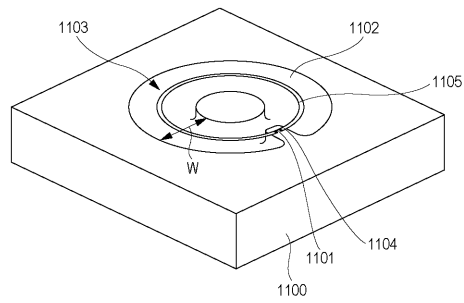
【図 9】



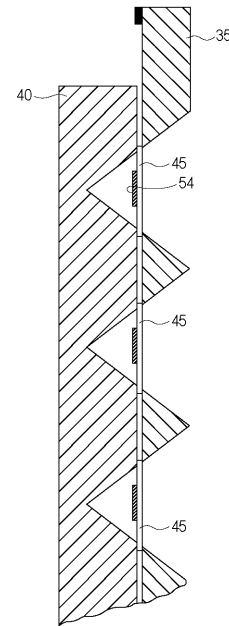
【図 10】



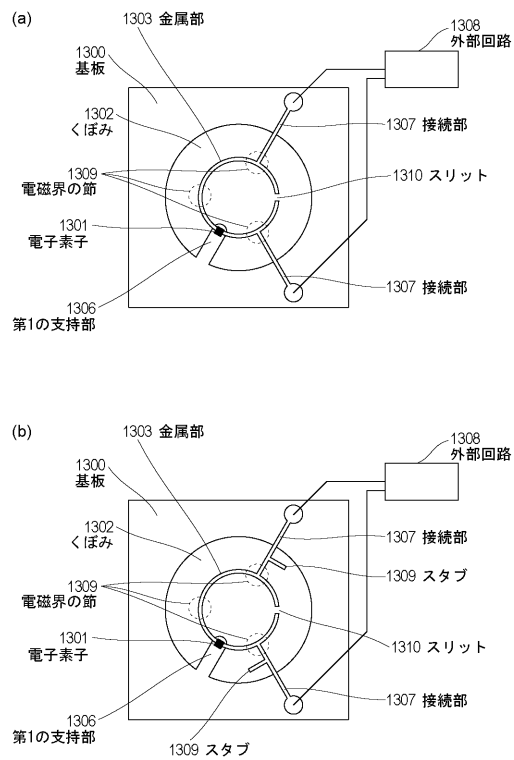
【図 1 1】



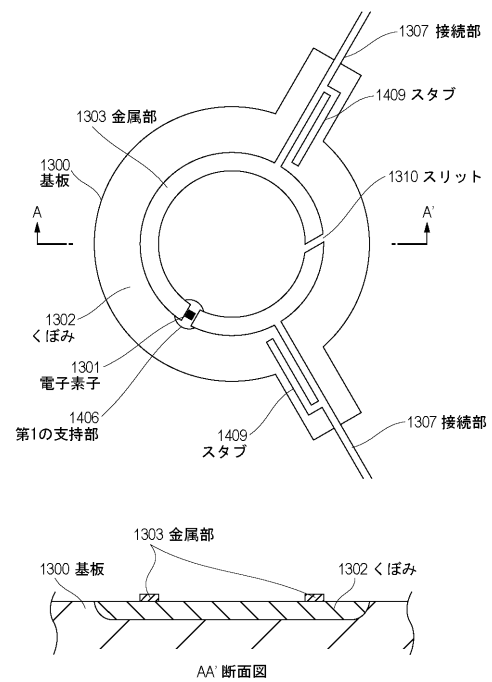
【図 1 2】



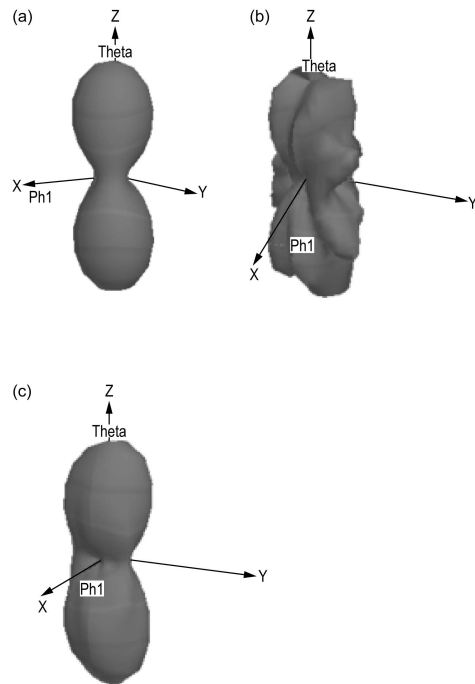
【図 1 3】



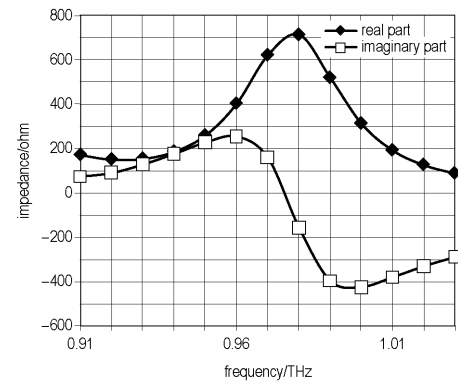
【図 1 4】



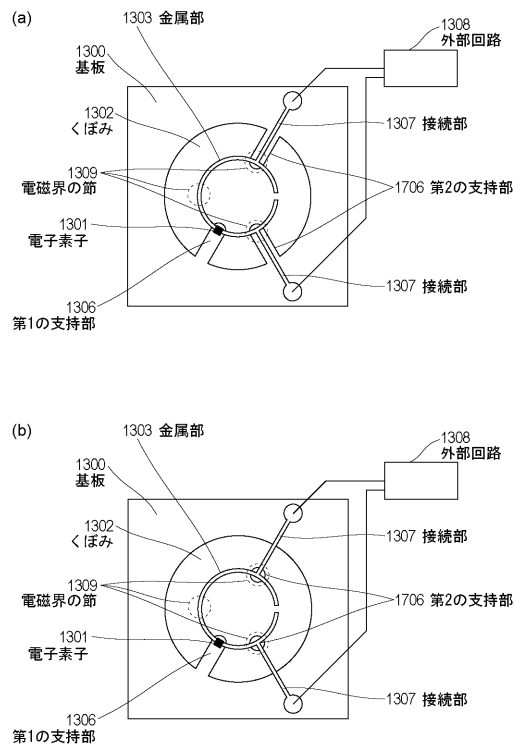
【図 15】



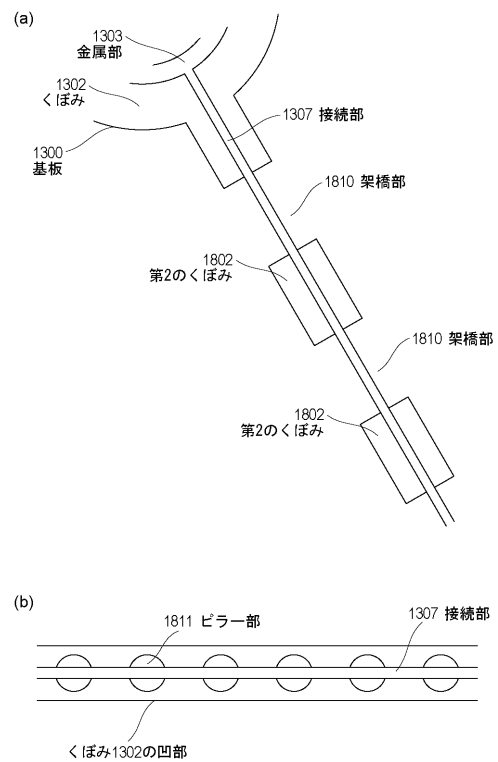
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 5 6 1 1 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 9 8 3 3 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 3 3 8 4 2 (J P , A)
特開昭 5 1 - 0 7 9 5 3 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 2 2 0 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 6 4 6 7 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 2 4 1 4 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 9 6 8 1 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 Q 1 / 0 0 - 2 5 / 0 4
H 0 1 S 1 / 0 2