

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2011-49397
(P2011-49397A)

(43) 公開日 平成23年3月10日 (2011.3.10)

(51) Int.Cl.
H O 1 L 23/12 (2006.01)
H O 1 P 11/00 (2006.01)

F I
H O 1 L 23/12 3 O 1 Z
H O 1 P 11/00 P
H O 1 L 23/12 B

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-197153 (P2009-197153)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成21年8月27日 (2009. 8. 27)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100130915
			弁理士 長谷部 政男
		(74) 代理人	100155376
			弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	御手洗 俊
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株 式会社内

最終頁に続く

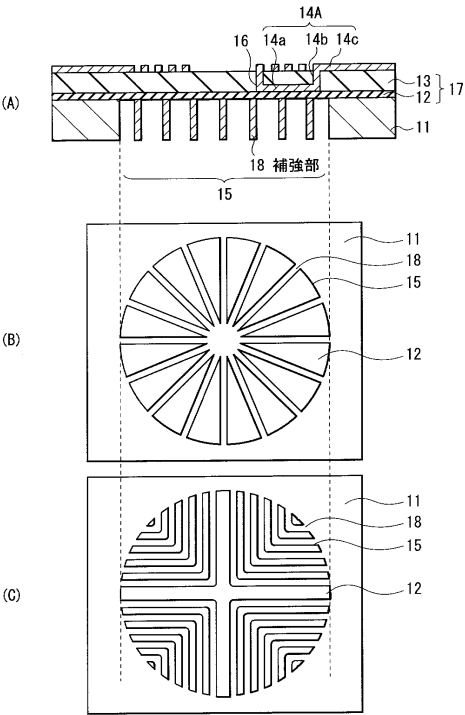
(54) 【発明の名称】 高周波デバイス

(57) 【要約】

【課題】 機械的強度の向上したメンブレン構造を有する高周波デバイスを提供する。

【解決手段】 開口15を有する基板11上に、ストップパ層12（第1誘電体層）および素子形成層としての誘電体層13（第2誘電体層）がこの順に設けられ、誘電体層13上の開口15に対向する位置に高周波素子14（インダクタ）を有する。開口15内には、基板11をパターンニングして開口15を形成する際に同時に補強構造18が設けられている。この補強構造18は開口15内を複数の領域に分割するパターンを有する。ストップパ層12により、基板11をエッチングの際の誘電体層13の損傷を防ぐことができ、補強構造18によりメンブレン17の機械的強度が増加する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

開口を有する基板と、
前記基板の材料に対してエッチング選択性を有する材料により形成されると共に前記基板上に前記開口を覆うように設けられた第 1 誘電体層と、
前記第 1 誘電体層上の第 2 誘電体層と、
前記第 2 誘電体層上の前記開口に対向する位置に設けられた高周波素子と
を備えた高周波デバイス。

【請求項 2】

前記基板の開口内に前記第 1 誘電体層および第 2 誘電体層に対する補強構造を有する、
請求項 1 に記載の高周波デバイス。 10

【請求項 3】

前記補強構造は、前記基板と一体化されると共に前記開口内を複数の領域に分割するパターンを有する、請求項 1 に記載の高周波デバイス。

【請求項 4】

前記高周波素子は、インダクタ、アンテナ、キャパシタまたは伝送線路である、請求項 1 に記載の高周波デバイス。

【請求項 5】

前記高周波素子はインダクタであり、前記補強構造は前記開口内をその中央から複数の領域に分割する放射状パターンを有する、請求項 4 に記載の高周波デバイス。 20

【請求項 6】

前記高周波素子は線状の放射素子を有するアンテナであり、前記補強構造は前記放射素子の長手方向に対して垂直なパターンを有する、請求項 4 に記載の高周波デバイス。

【請求項 7】

前記基板は導電性材料により形成されている、請求項 1 に記載の高周波デバイス。

【請求項 8】

前記第 2 誘電体層は有機材料により形成されている、請求項 1 に記載の高周波デバイス。

【請求項 9】

前記有機材料は、BCB、パリレンまたはポリイミドである、請求項 8 に記載の高周波デバイス。 30

【請求項 10】

前記誘電体層は無機材料により形成されている、請求項 1 に記載の高周波デバイス。

【請求項 11】

前記無機材料は酸化シリコンまたは窒化シリコンである、請求項 10 に記載の高周波デバイス。

【請求項 12】

開口を有する基板と、
前記基板上に前記開口を覆うように設けられた誘電体層と、
前記誘電体層上の前記開口に対向する位置に設けられた高周波素子と、
前記基板と一体化されると共に前記開口内を複数の領域に分割するパターンを有する、
前記誘電体層に対する補強構造と
を備えた高周波デバイス。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems ; マイクロマシン) に用いられる高周波デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

S i - C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) の微細化に伴い、トランジスタの遮蔽周波数は 1 0 0 G H z 以上へと飛躍的に向上している。これにより現在の無線機器で主に使用されている数 G H z 帯への適用は勿論、6 0 G H z 以上のミリ波帯への応用も見えてきた。いわゆる R F - C M O S 回路とよばれるもので、ベースバンド部と R F フロントエンド部を C M O S で 1 チップ化することにより大幅な低コスト化が可能となるため、活発な開発が行われている。

【0003】

この R F - C M O S 回路開発における課題の一つに、例えばインダクタがある。R F - C M O S では、化合物半導体において使用される半絶縁性の G a A s 基板と比較して低抵抗 (数〜数 k Ω c m) の S i 基板を用いるため、基板上にインダクタを形成すると、基板と容量性カップリングや渦電流損失などの問題が生じる。その結果、C M O S オンチップ・インダクタの Q 値は低くなり、これが R F - C M O S 回路の低消費電力化や低コスト化の障害の一つとなっている。

【0004】

このインダクタを含め、高周波素子の Q 値を向上させる試みとして、基板の一部を除去することにより、基板との間の寄生容量を低減したり、渦電流による損失を抑制したりする試みがなされている。例えば、水酸化カリウムによる S i 基板の裏面からのエッチングにより形成したメンブレン上にインダクタを設け、これにより共振周波数が向上すると共に高い Q 値 (3 0 ~ 4 0 G H z にて 5 0 ~ 6 0) を実現した例が報告されている (例えば、非特許文献 1)。また、高周波 M C M (Multi Chip Module) において、基板裏面からの D R I E (Deep Reactive Ion Etching) により基板を選択的に除去し、ベンゾシクロブテン (B C B) などの有機薄膜 (メンブレン) 上にフィルタやアンテナを形成することで、損失が小さく急峻な周波数特性を実現した例もある (例えば、特許文献 1)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】C. Y. Chi and G. M. Rebeiz, "Planer microwave and millimeter-wave lumped elements and coupled-line filters using micromachining techniques", IEE E Trans. Microwave Theory Tech., Vol. 43, No. 4, pp. 730-738, 1995.

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 2 2 9 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記メンブレン構造 (薄膜構造) は一般的に機械的強度が弱く、また裏面からの基板除去のエッチングの際にメンブレンが損傷することにより、さらに強度が低下するという問題があった。特に、メンブレンの設計膜厚が薄い場合や面積が大きい場合には、実装時のチップのハンドリングが困難になるだけでなく、メンブレンの自立自体にも支障が生じる。その一方、例えばインダクタやアンテナの場合では、必要な特性値を実現しようとするとはほぼ一意的に素子寸法が決まる。このためインダクタやアンテナと言った比較的面積の大きな素子をメンブレン構造上に形成する場合には、強度的な問題から歩留まりが低下する。これを解決するためにはメンブレンを厚くするなどの配線設計寸法を増大させる必要があるといった問題が生じる。

【0008】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、機械的強度の向上したメンブレン構造を有する高周波デバイスを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第 1 の高周波デバイスは、開口を有する基板と、基板の材料に対してエッチン

10

20

30

40

50

グ選択性を有する材料により形成されると共に基板上に開口を覆うように設けられた第1誘電体層と、第1誘電体層上の第2誘電体層と、第2誘電体層上の開口に対向する位置に設けられた高周波素子と、を備えたものである。

【0010】

この高周波デバイスでは、基板と素子形成層としての第2誘電体層との間にストッパ層（第1誘電体層）を有するため、基板の裏面側からのエッチングにより開口を形成する際に、素子形成層（第2誘電体層）に損傷を与えることがない。

【0011】

本発明の第2の高周波デバイスは、開口を有する基板と、基板上に開口を覆うように設けられた誘電体層と、誘電体層上の開口に対向する位置に設けられた高周波素子と、基板と一体化されると共に開口内を複数の領域に分割するパターンを有する、誘電体層に対する補強構造と、を備えたものである。

10

【0012】

この高周波デバイスでは、基板と一体化した開口内の補強構造により素子形成層としての誘電体層の機械的強度が増加する。

【発明の効果】

【0013】

本発明の第1の高周波デバイスによれば、基板と素子形成層としての第2誘電体層との間にストッパ層として第1誘電体層を設けるようにしたので、基板に開口を形成する際のエッチングによる素子形成層（第2誘電体層）の損傷を防ぐことができる。よって機械的強度が向上し、製造歩留まりが向上する。

20

【0014】

本発明の第2の高周波デバイスによれば、基板の開口内に基板と一体化した補強構造を設け、開口内を複数の領域に分割するようにしたので、同じく素子形成層（誘電体層）の機械的強度が増加し、製造歩留まりが向上する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る高周波デバイスの平面図および断面図である。

【図2】図1に示した高周波デバイスの製造方法の一例を表す断面図である。

【図3】図2に続く工程を表した断面図である。

30

【図4】図1に示した高周波デバイスのインダクタンスおよびQ値を比較例と共に示した特性図である。

【図5】第2の実施の形態に係る高周波デバイスの平面図および断面図である。

【図6】第3の実施の形態に係る高周波デバイスの平面図および断面図である。

【図7】第4の実施の形態に係る高周波デバイスの断面図である。

【図8】高周波デバイスの実装例を表す断面図である。

【図9】高周波デバイスの変形例を表す平面図および断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、以下の順に図面を参照しつつ説明する。

40

〔第1の実施の形態〕

（1）全体構成

（2）製造方法

〔第2の実施の形態〕

補強構造を有する高周波デバイスの全体構成

〔第3の実施の形態〕

高周波素子としてアンテナを有する高周波デバイス

〔第4の実施の形態〕

〔実装例〕

【0017】

50

〔第 1 の実施の形態〕

(1) 全体構成

図 1 (A) ~ (C) は本発明の第 1 の実施の形態に係る高周波デバイス 1 の構成を表すものである。図 1 (A) は高周波デバイス 1 を上面から見た平面構成、図 1 (B) は図 1 (A) の I - I 線における断面構成、図 1 (C) は下面から見た平面構成をそれぞれ表している。この高周波デバイス 1 は、基板 1 1 上にメンブレンとしてストッパ層 1 2 および誘電体層 1 3 をこの順に積層した構造を有する。誘電体層 1 3 (素子形成層) 上には高周波素子 1 4 が形成されている。基板 1 1 には一部が除去されることにより開口 1 5 が形成されている。

【0018】

10

基板 1 1 は例えばシリコン基板であるが、その他、合成石英、ガラス、金属、樹脂または樹脂フィルムなどの材料からなるものでもよい。

【0019】

ストッパ層 1 2 (第 1 誘電体層) は例えばシリコン (S i) を含む誘電体材料から構成されている。このストッパ層 1 2 の材質は、基板 1 1 をエッチングする際に基板 1 1 との間で選択性を有するものであればよく、基板 1 1 の材料によって適宜選択する。エッチングはドライエッチング例えば D R I E (Deep Reactive Ion Etching) であるが、これに限るものではなく、例えばウェットエッチングでもよい。

【0020】

20

素子形成層としての誘電体層 1 3 (第 2 誘電体層) は有機材料または無機材料により構成されているが、その材料は寸法や膜厚、要求される高周波特性等を勘案して選択される。有機材料としては、例えばベンゾシクロブテン (B C B)、ポリイミド (P I)、パリレンおよびダイヤモンドライクカーボン (D L C) などの低誘電率材料を用いることができる。無機材料としては、例えば S i O 2 または S i N を主成分とする材料を用いる。因みに、有機材料は高周波特性が高く、厚膜が形成し易いという長所がある。一方、無機材料は、厚膜は形成しにくい、S i との熱膨張の差が小さいため応力が発生しにくいという長所がある。

【0021】

高周波素子 1 4 は、例えば A l C u などの金属材料を用いたコイル状のインダクタ 1 4 A である。インダクタ 1 4 A はここでは 2 層構造であるが、1 層構造でもよい。この高周波素子 1 4 は基板 1 1 に形成された開口 1 5 に対向する位置 (開口 1 5 内) に形成されている。

30

【0022】

次に、図 2 および図 3 を参照して高周波デバイス 1 の製造方法について説明する。

【0023】

(2) 製造方法

まず、図 2 (A) に示したように、基板 1 1 上にストッパ層 1 2 を形成する。ここでは、基板 1 1 の材料がシリコンであるので、ストッパ層 1 2 としてシリコンとのエッチング選択性を有するシリコン酸化膜を形成する。具体的には、例えば厚さ 0.6 μm のシリコン基板 1 1 を 1000 °C で加熱し、水蒸気雰囲気下における熱酸化によって厚さ 3 μm のシリコン酸化膜を基板 1 1 の表面に形成する。次に、基板 1 1 の一方の側 (裏面) のシリコン酸化層を研磨除去してシリコン基板 1 1 の厚さを例えば 0.5 mm とする。これにより基板 1 1 の表面にシリコン酸化膜からなるストッパ層 1 2 が形成される。

40

【0024】

続いて、図 2 (B) に示したようにストッパ層 1 2 上に例えば A l C u を成膜し、例えばドライエッチングにより所定の形状に加工することにより 1 層目のメタル配線 1 4 a を形成する。続いて、図 2 (C) に示したようにストッパ層 1 2 およびメタル配線 1 4 a 上に誘電体膜 1 3 を形成する。ここでは、例えば高周波において損失の低い低誘電率材料である B C B を材料としてスピンコート法により誘電体層 1 3 を形成する。

【0025】

50

次に、図 3 (A) に示したように誘電体層 1 3 に対してメタル配線 1 4 a に達する貫通孔 1 6 a, 1 6 b を形成した後、図 3 (B) に示したように、貫通孔 1 6 a, 1 6 b 内および誘電体膜 1 3 上に 2 層目のメタル配線 1 4 c を形成する。具体的には例えばメタル配線 1 4 a と同様に A l C u を成膜し、フォトリソグラフィおよびドライエッチングによってインダクタのコイル状パターンを形成する。このときメタル配線 1 4 c はビアコンタクト 1 4 b を通じてメタル配線 1 4 a と電氣的に接続される。

【0026】

最後に、図 3 (C) に示したように、基板 1 1 の裏面側から開口 1 5 を形成する。具体的には例えば基板 1 1 の裏面上にハードマスクを形成したのち、例えば D R I E (Deep Reactive Ion Etching) によって基板 1 1 をエッチングして開口 1 5 を形成し、所望のメンブレン構造を得る。ここでのエッチング条件は、一般に B O S C H 法と呼ばれている、S F 6 ガスによるエッチングステップと、C 4 F 8 によるパッシベーションステップを交互に繰り返して、垂直な加工形状を得る方法を用いる。このとき基板 1 1 と誘電体層 1 3 との間にストッパ層 1 2 が介在しているので、このストッパ層 1 2 においてエッチングが停止し、誘電体層 1 3 が損傷することはない。なお、エッチング方法はこれに限ったものではなく、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液 (T M A H) 等によるウエットエッチング法を用いてもよい。

【0027】

このように本実施の形態の高周波デバイス 1 は、基板 1 1 上にストッパ層 1 2、誘電体層 1 3 および高周波素子 1 4 (インダクタ 1 4 A) が形成され、この高周波素子 1 4 に対向する位置の基板 1 1 に開口 1 5 を有するメンブレン構造を有する。図 4 (A), (B) はこの開口 1 5 を有する高周波デバイス 1 と、開口を有しない (メンブレン構造を持たない) デバイス (比較例) とのインダクタンス (図 4 (A)) と Q 値 (図 4 (B)) を比較したものである。図 4 (A) では、比較例が周波数の上昇に伴ってインダクタンスも徐々に上昇しているのに対して、高周波デバイス 1 ではほぼ一定である。図 4 (B) からは、比較例では 5 G H z 付近において Q 値が 4 0 程度で頭打ちとなっているのに対して、高周波デバイス 1 では Q 値は 8 G H z 以上まで上昇を継続し、7 0 に達していることがわかる。このことから基板 1 1 に開口 1 5 を設けたメンブレン構造を有することにより、広範囲の周波数、特に高周波領域において使用可能であることがわかる。

【0028】

また、本実施の形態の高周波デバイス 1 では、基板 1 1 と誘電体層 1 3 との間にストッパ層 1 2 を設けるようにしたので、基板 1 1 に開口 1 5 を形成する際にこのストッパ層 1 2 においてエッチングが停止する。従って、メンブレン 1 7 を構成する誘電体層 1 3 に損傷を与えることなく、メンブレン 1 7 の機械的強度を向上させることが可能となる。これにより製造歩留まりが向上する。

【0029】

また、誘電体層 1 3 の材料や膜厚等の設定を基板 1 1 のエッチング条件とは独立して自由に行うことが可能となる。

【0030】

[第 2 の実施の形態]

図 5 は本発明の第 2 の実施の形態に係る高周波デバイス 2 の断面構成を表すもので、図 5 (A) は高周波デバイス 2 の断面構成、図 5 (B) は同じく下面から見た平面構成をそれぞれ表している。本実施の形態はより大面積のメンブレン 1 7 (ストッパ層 1 2、誘電体層 1 3) が必要な場合に好適である。なお、第 1 の実施の形態と同一の構成部分は同一符号を付してその説明は省略する。

【0031】

この高周波デバイス 2 は、基板 1 1 上にストッパ層 1 2、誘電体層 1 3 および高周波素子 1 4 (インダクタ 1 4 A) を有することは第 1 の実施の形態と同様であるが、開口 1 5 内に補強構造 1 8 を有する点で異なる。この補強構造 1 8 は基板 1 1 と一体化したものであり例えば上記 D R I E により基板 1 1 に開口 1 5 を形成すると同時に形成される。高周

10

20

30

40

50

波素子 14 が、このような補強構造 18 として基板 11 を残すことによって特性劣化が生じる場合には、補強構造 18 のパターンを特性劣化を最小限に抑えるものとする。

【0032】

補強構造 18 のパターンは開口 15 内（つまり誘電体層 13 上の高周波素子 14）を複数の領域に分割するものであり、ここでは例えば開口 15 の中央から放射状に伸びたパターン（図 5（B））、あるいは開口 15 を十字に 4 等分するパターンとする（図 5（C））。これにより渦電流の発生を低減し、Q 値の低下を抑制することができる。その他の構成は実質的に第 1 の実施の形態と同様である。

【0033】

インダクタ 14 A としてより大きなインダクタンスが必要な場合には、インダクタ 14 A のループ径を拡大すればよいが、そのためにはメンブレン 17（すなわち開口 15）もそのループ径に対応するように面積を拡大する必要がある。しかし単純にメンブレン 17 の面積を拡大するとその機械的強度は低下する。

【0034】

本実施の形態の高周波デバイス 2 では、基板 11 をエッチングして開口 15 を形成する際に、開口 15 内の基板の一部を残して補強構造 18 を設ける。この補強構造 18 のパターンによってメンブレン 17 は複数の小さい領域に分割されるため、たわみや破損につながる機械的強度の低下を抑えることができるものである。よって、高周波デバイス 2 として大面積のメンブレン 17 を有する場合においても、所望の機械的強度を得ることができると共に製造歩留まりが向上する。また、補強構造 18 を設けることにより同時にチップ自体の機械的強度も向上するため実装時のハンドリングも容易になる。基板 11 と誘電体層 13 との間にストッパ層 12 を設けることによりエッチングの誘電体層 13 の損傷を防ぐことは第 1 の実施の形態と同様である。

【0035】

〔第 3 の実施の形態〕

図 6 は第 3 の実施の形態に係る高周波デバイス 3 を表すもので、図 6（A）は高周波デバイス 3 を上面から見た平面構成、図 6（B）は図 6（A）の II-II 線における断面構成、図 1（C）は下面から見た平面構成をそれぞれ表している。

【0036】

この高周波デバイス 3 は、高周波素子 14 としてアンテナ 14 B を備えたものである。アンテナ 14 B は、線状の放射素子 14 d、この放射素子 14 d への給電線 14 e および GND 領域 14 f からなる逆 F 型オンチップアンテナである。補強構造 18 としては放射素子 14 d の長手方向に対して垂直なパターンを有するものとし、放射素子 14 d を複数の領域に分割する。これによりアンテナ 14 B の指向性や周波数変動に対する影響を抑制しつつ、メンブレン 17 の強度を向上させることが可能となる。その他の構成は実質的に第 1 の実施の形態と同様である。

【0037】

〔第 4 の実施の形態〕

図 7 は第 4 の実施の形態に係る高周波デバイス 4 を表している。第 2 の実施の形態では補強構造 18 と共にストッパ層 12 を有する構造としたが、本実施の形態はストッパ層 12 を設けることなく補強構造 18 のみを備えるようにしたものである。この場合、開口 15 は必ずしも基板 11 を貫通するものでなくてもよく、溝構造あるいは凹部構造としてもよい。このような構成によってもメンブレン 17 の機械的強度を向上させることが可能となる。

【0038】

〔実装例〕

図 8 は一例として例えば高周波デバイス 2 の PCB（Printed circuit board；プリント基板）19 への実装例を表したものである。高周波デバイス 2 は、耐環境性や長期信頼性の面から気密的に封止された状態で実装されることが望ましい。そのためメンブレン 17 の上部には、例えばガラス、石英、シリコン等の基板を用いてウェハレベルパッケージ

10

20

30

40

50

のキャップ層 20 を設けてメンブレン 17 を封止する。メンブレン 17 の下部の基板 11 には、例えば貫通電極 (TSV) 21 を形成し、この貫通電極 21 と半田バンプ 22 を用いて PCB 19 にチップ実装したのち、モールド樹脂 23 により気密封止する。なお、高周波デバイス 2 の実装方法はこれに限定するものではなく、様々な気密封止方法を組み合わせた実装が可能であることは言うまでもない。

【0039】

以上、第 1 ～ 第 4 の実施の形態および実装例を挙げて説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく種々変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、高周波素子 14 の位置を開口 15 内の領域に対向する位置としたが、実質的にその特性に影響を与えない範囲であれば、高周波素子 14 が開口 15 からはみ出す態様としてもよい。

10

【0040】

また、補強構造 18 のパターンは上記実施の形態のものに限るものではなく、その他のパターンでもよい。更に、高周波素子 14 としてはインダクタ 14A やアンテナ 14B に限るものではなく、その他、例えばキャパシタや高周波伝送線路でもよい。図 9 は、例えば、コプレーナ線路に適用した高周波デバイス 5 を表すものである。図 9 (A) はこの高周波デバイス 5 の平面構成、図 9 (B) は図 9 (A) の III-III 線における断面構成、図 9 (C) は下面から見た平面構成を表している。特に高周波領域においては基板材料である Si に起因する誘電損失の影響が大きいため、コプレーナ線路 14C の中心導体 14h とその両側のスロット 14g, 14i 付近をメンブレン構造にすることで、損失を抑制することができる。その際、メンブレン構造は線路方向に長く伸びることになるため、線路方向に対して垂直な補強構造 18 を形成することにより、メンブレンの強度を維持することができる。

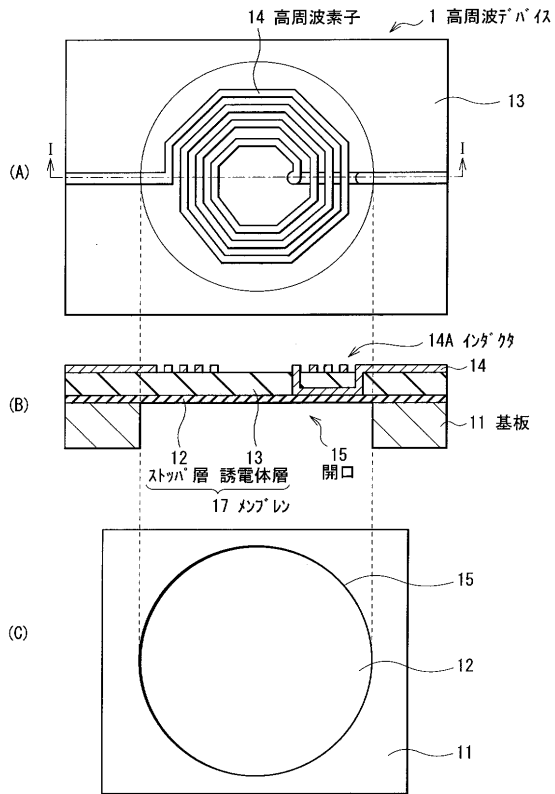
20

【符号の説明】

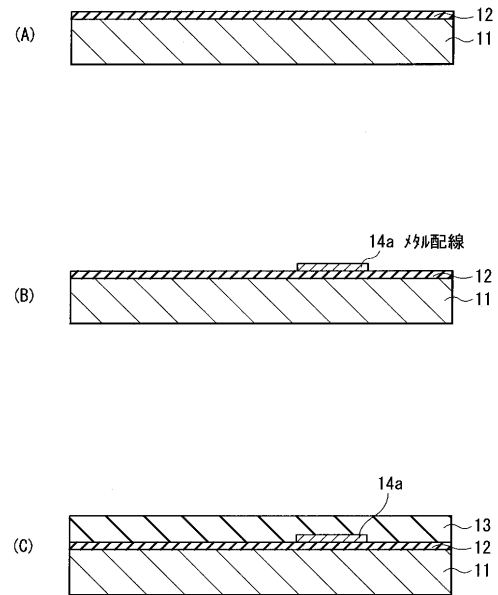
【0041】

1, 2, 3, 4, 5 … 高周波デバイス、11 … 基板、12 … ストップ層、13 … 誘電体層、14 … 高周波素子、15 … 開口、16a, 16b … 貫通孔、17 … メンブレン、18 … 補強構造、19 … プリント基板、20 … キャップ層、21 … 貫通電極、22 … 半田バンプ、23 … モールド樹脂。

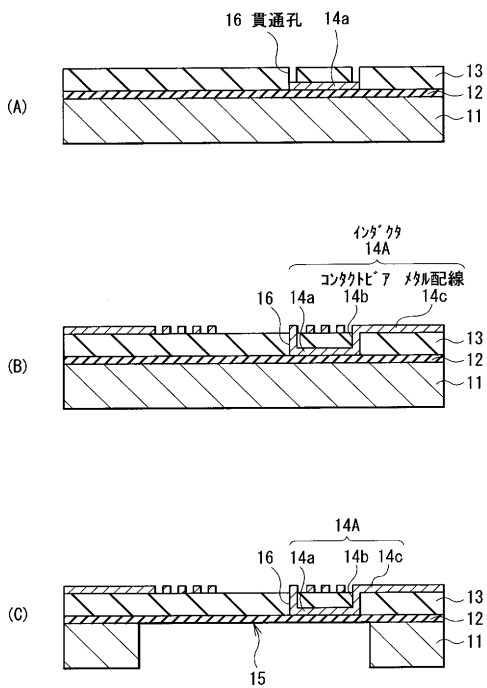
【図 1】



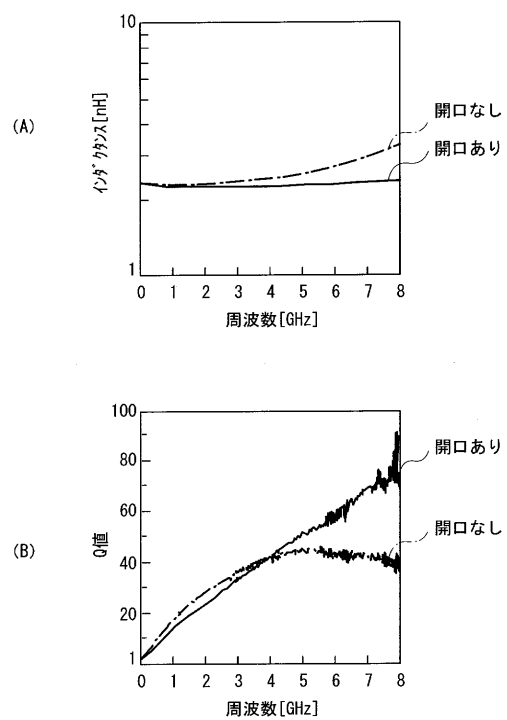
【図 2】



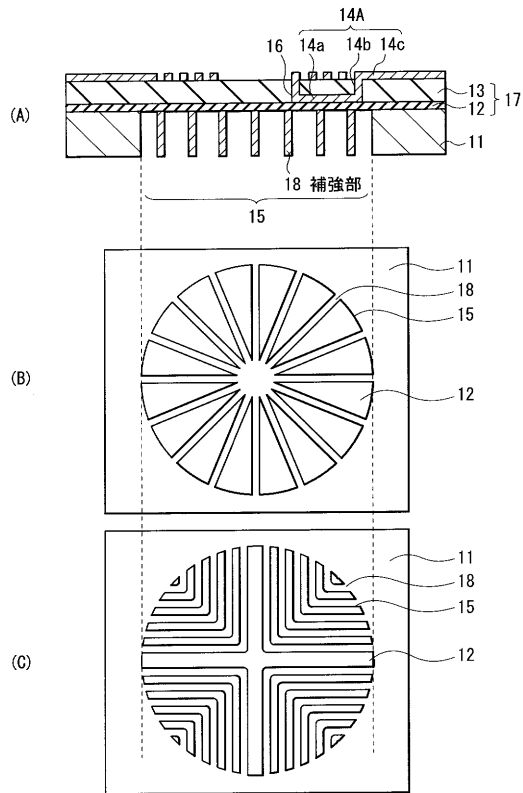
【図 3】



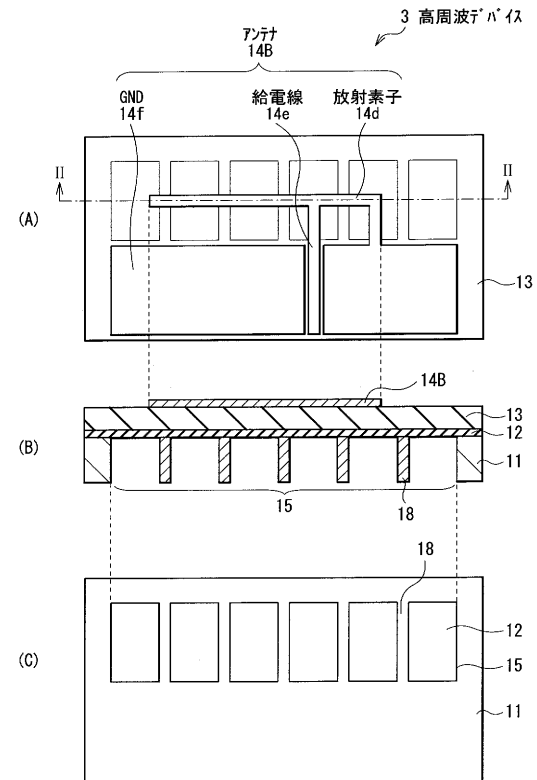
【図 4】



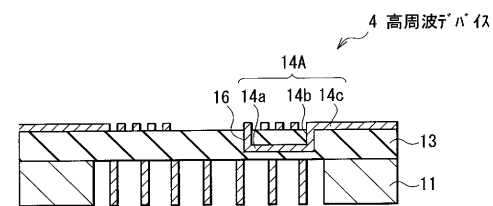
【図 5】



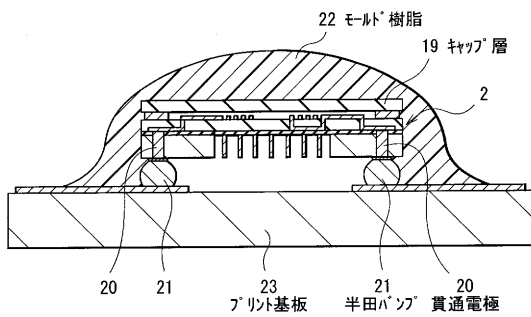
【図 6】



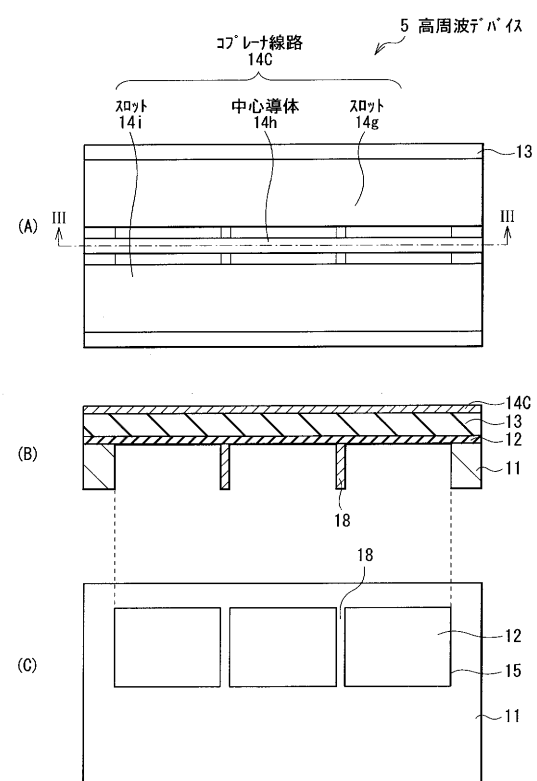
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 外崎 峰広
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 池田 浩一
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内