

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3575478号
(P3575478)

(45) 発行日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(24) 登録日 平成16年7月16日(2004.7.16)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 1 L 25/00

H O 1 L 25/00

B

H O 1 L 23/12

H O 1 P 1/12

H O 1 P 1/12

H O 1 L 23/12

N

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2002-195022 (P2002-195022)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成14年7月3日(2002.7.3)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2004-39868 (P2004-39868A)		東京都品川区北品川6丁目7番35号
(43) 公開日	平成16年2月5日(2004.2.5)	(74) 代理人	100067736
審査請求日	平成15年6月18日(2003.6.18)		弁理士 小池 晃
前置審査		(74) 代理人	100086335
			弁理士 田村 榮一
		(74) 代理人	100096677
			弁理士 伊賀 誠司
		(72) 発明者	奥洞 明彦
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	今井 拓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュール基板装置の製造方法、高周波モジュール及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に1個以上の素子体を実装する工程と、

上記第1の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板を、上記凹陷部により構成された素子体収納空間部内に上記素子体を封止するようにして上記第1の有機基板に接合し、上記素子体収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成する工程と、

上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板の互いに接合させる面とは反対側の上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板の少なくとも一方の第2の主面の全面に絶縁樹脂層を形成する工程と、

上記絶縁樹脂層に研磨処理を施して上記第2の主面を平坦なビルドアップ形成面とする工程と、

上記ビルドアップ形成面に薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種類以上の受動素子を有する一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程とを有することを特徴とするモジュール基板装置の製造方法。

【請求項2】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、不活性ガス雰囲気中で行われることを特徴とする請求項1記載のモジュール基板装置の製造方法。

【請求項3】

上記第1の有機基板又は上記第2の有機基板に、上記素子体収納空間部に連通する空気抜き孔が形成されており、

上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程に続いて、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内の空気を抜く工程と、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内に不活性ガスを充填する工程と、上記空気抜き孔を閉塞する工程とが施されることを特徴とする請求項1記載のモジュール基板装置の製造方法。

【請求項4】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板のいずれか一方の接合面に接着シートを貼り付ける工程と、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを圧着する工程とからなることを特徴とする請求項1記載のモジュール基板装置の製造方法。

10

【請求項5】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、第1の有機基板と第2の有機基板の接合面に超音波を印加して溶着する工程とからなることを特徴とする請求項1記載のモジュール基板装置の製造方法。

【請求項6】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との、少なくとも上記素子収納空間部を構成する素子体実装領域と凹陷部とに低温条件において成膜可能な少なくとも一層以上の酸化珪素、窒化珪素、炭化珪素、窒化ホウ素或いはダイヤモンド・ライク・カーボンからなるシールド材によりシールド層を形成する工程を有し、

20

上記シールド層により、上記素子収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成されることを特徴とする請求項9記載のモジュール基板装置の製造方法。

【請求項7】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との、少なくとも上記素子収納空間部を構成する素子体実装領域と凹陷部とに少なくとも一層以上の金属膜からなるシールド層を形成する工程を有し、

上記シールド層により、上記素子収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性とともに耐電磁波特性を保持された空間部として構成されることを特徴とする請求項1記載のモジュール基板装置の製造方法。

30

【請求項8】

主面上に導体パターンが形成されるとともに素子体の実装された第1の有機基板と、上記第1の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板とを備え、上記第1の有機基板に対して上記第2の有機基板を接合した状態において上記凹陷部により上記素子体を封止する素子体収納空間部が構成され、上記素子体収納空間部を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して構成するとともに、上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板の互いに接合させる面とは反対側の上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板の少なくとも一方の第2の主面上に設けられた絶縁樹脂層に研磨処理が施されて平坦化されたビルドアップ形成面が形成されてなるベース基板部と、

40

上記ベース基板部のビルドアップ形成面に形成された誘電絶縁層上に形成された導体パターンと薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種類以上の受動素子を有し、さらに上記ベース基板部や上記素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層と、最上層のビルドアップ配線層上に実装された高周波回路部品とを有する高周波回路部とからなり、

上記ベース基板部に形成された上記素子体収納空間部が、上記第1の有機基板の素子実装領域と上記第2の有機基板の凹陷部とに少なくとも一層以上の金属層からなるシールド層が形成されることにより、耐湿特性及び耐酸化特性とともに耐電磁波特性を保持された空間部として構成されていることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項9】

50

上記ベース基板部に実装された上記素子体が1個以上のメカニカル・エレクトリカル・マイクロ・システム・スイッチであり、切換操作が行われることによって上記高周波回路部のビルドアップ配線層に形成された容量パターンの容量特性を切り換えることを特徴とする請求項8記載の高周波モジュール。

【請求項10】

導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に1個以上の素子体を実装する工程と、上記第1の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板を、上記凹陷部により構成された素子体収納空間部内に上記素子体を封止するようにして上記第1の有機基板に接合し、上記素子体収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成される工程と、上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板の互いに接合させる面とは反対側の上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板の少なくとも一方の第2の主面の全面に絶縁樹脂層を形成する工程と、上記絶縁樹脂層に研磨処理を施して上記第2の主面を平坦なビルドアップ形成面とする工程とを経てベース基板部を製作する工程と、

10

上記ベース基板部のビルドアップ形成面に形成された誘電絶縁層上に導体パターンを形成するとともに薄膜技術や厚膜技術によって少なくとも一種類以上の受動素子を形成しかつ上記第1の有機基板の導体パターンや上記素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程と、最上層のビルドアップ配線層上に高周波回路部品を実装する工程とを経て高周波回路部を形成する工程と

を有することを特徴とする高周波モジュールの製造方法。

20

【請求項11】

上記ベース基板部の製作工程において、上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、不活性ガス雰囲気中で行われることを特徴とする請求項10記載の高周波モジュールの製造方法。

【請求項12】

上記素子体収納空間部に連通する空気抜き孔が形成された上記第1の有機基板又は上記第2の有機基板が用いられ、

上記ベース基板部の製作工程において、上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程の次工程として、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内の空気を抜く工程と、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内に不活性ガスを充填する工程と、上記空気抜き孔を閉塞する工程とを施して上記素子体収納空間部に不活性ガスを封入することを特徴とする請求項10記載の高周波モジュールの製造方法。

30

【請求項13】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板のいずれか一方の接合面に接着シートを貼り付ける工程と、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを圧着する工程とからなることを特徴とする請求項10記載の高周波モジュールの製造方法。

【請求項14】

上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、第1の有機基板と第2の有機基板の接合面に超音波を印加して溶着する工程とからなることを特徴とする請求項10記載の高周波モジュールの製造方法。

40

【請求項15】

上記ビルドアップ配線層の形成工程が、上記ベース基板部の上記ビルドアップ形成面の全面に感光性誘電体層を形成する工程と、ビア形成工程と、上記感光性誘電体層上に導体パターンを形成する工程とを経て第1の配線層を形成するとともに、この第1の配線層上に同様の工程を経て上層の配線層を順次形成し、

最上層の配線層に対して、ソルダレジスト層の形成工程と、電極形成工程とを施して高周波回路部品を実装することを特徴とする請求項10記載の高周波モジュールの製造方法。

50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばパーソナルコンピュータ、オーディオ機器或いは各種モバイル機器や携帯電話機等の無線通信機能を有する各種電子機器等に備えられ異なる周波数帯域での互換性を可能とする無線通信モジュールに好適に用いられるモジュール基板装置の製造方法、高周波モジュール及びこの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、音楽、音声或いは画像等の各種情報は、近年、データのデジタル化に伴ってパーソナルコンピュータやモバイルコンピュータ等によっても手軽に扱えるようになっている。また、これらの情報は、音声コーデック技術や画像コーデック技術により帯域圧縮が図られて、デジタル通信やデジタル放送により各種の通信端末機器に対して容易にかつ効率的に配信される環境が整いつつある。例えば、オーディオ・ビデオデータ（AVデータ）等は、有線による受信ばかりでなく携帯電話機等を介して屋内外での受信も可能となっている。

10

【0003】

ところで、データ等の送受信システムは、家庭内や小規模な地域内においても好適なネットワークシステムの提案によって、様々に活用されるようになっている。ネットワークシステムとしては、例えばIEEE802.11aで提案されている5GHz帯域の狭域無線通信システム、IEEE802.11bで提案されている2.45GHz帯域の無線LANシステム或いはBluetoothと称される近距離無線通信システム等の種々の次世代ワイヤレスシステムが注目されている。データ等の送受信システムは、このような種々のワイヤレスネットワークシステムを有効に利用して、家庭内や屋外等の様々な場所において手軽にかつ中継装置等を介することなく様々なデータの授受、インターネット網へのアクセスやデータの送受信が可能となる。

20

【0004】

ワイヤレスネットワークシステムにおいては、各通信端末機器があらゆる通信方式に対して接続可能とされることによって、有効利用が図られるようになる。しかしながら、かかるワイヤレスネットワークシステムは、通信端末機器の大型化や高コスト化を招くばかりでなく、通信インフラ側にとっても大きな負担となる。通信端末機器は、屋内ばかりでなく戸外等においても利用されるために小型軽量で携帯可能であるとともに廉価であることが必須であるために、かかるワイヤレスネットワークシステムの仕様に適合するように構成することは極めて困難である。

30

【0005】

通信端末機器においては、各通信方式や周波数帯域に対して変復調処理以下のベースバンド処理によって対応することで無線通信ユニットを単一に構成する、いわゆるソフトウェア・ディファインド・ラジオ（Software Defined Radio）技術の開発が進められている。しかしながら、かかるSDR技術も、信号処理のための計算量が膨大となり、通信インフラ側における負担の対応を図ることができても通信端末機器側における消費電力の対応或いは集積化による大型化の対応が大きな問題であり、特に携帯型通信端末機器の実用化が図られていない。

40

【0006】

図25及び図26に示した無線通信モジュール100は、無線送受信機のアナログフロントエンドを構成し、同一の変復調方式若しくは異なる変復調方式に対してベースバンド部分を共有するとともに、複数の送受信部を有して異なる周波数帯域の無線信号の送受信を可能とするいわゆるマルチ・バンド構成が図られている。無線通信モジュール100は、アンテナ部101において異なる周波数帯域の無線信号を送受信する。

【0007】

無線通信モジュール100は、図25に示すように、詳細を省略するがアンテナ部101

50

において受信した高周波信号をRF-I F変換部102において基準周波数生成回路部103から供給される基準周波数に基づいて中間周波数信号に変換し、この中間周波数信号を増幅部104において増幅した後に復調部105において復調してベースバンド部106に出力する受信信号処理系107を備える。また、無線通信モジュール100は、詳細を省略するがベースバンド部106から出力された中間周波数信号をIF-R F変換部108において直接高周波信号に変換するとともに復調し、増幅部109を介してアンテナ部101から送信する送信信号処理系110を備える。

【0008】

無線通信モジュール100は、詳細を省略するが、各段間にそれぞれ種々のフィルタ、電圧制御発振器（VCO：Voltage Controlled Oscillator）、表面弾性波（SAW：Surface Acoustic Wave）デバイス等の大型機能部品が介挿されるとともに、高周波アナログ回路に特有なインダクタ、キャパシタ或いはレジスタ等の受動素子を有している。また、無線通信モジュール100には、図25に示すように、受信信号処理系107のRF-I F変換部102や基準周波数生成回路部103或いは復調部105に、第1の切換スイッチ111乃至第3の切換スイッチ113が設けられている。また、無線通信モジュール100には、送信信号処理系110内のIF-R F変換部108や増幅部109にも、第4の切換スイッチ114と第5の切換スイッチ115とが設けられている。

【0009】

第1の切換スイッチ111乃至第3の切換スイッチ113は、詳細を省略するが、切換動作されることによって可変コンデンサや可変リアクタンスの容量切換を行うことにより受信信号の周波数特性をマッチングするように時定数切換の制御を行う。第4の切換スイッチ114及び第5の切換スイッチ115も、詳細を省略するが、切換動作されることによって可変コンデンサや可変リアクタンスの容量切換を行うことにより送信信号の周波数特性をマッチングするように時定数切換の制御を行う。

【0010】

無線通信モジュール100は、図26に示すように多層配線基板からなるモジュール基板120を備え、詳細を省略するがこのモジュール基板120の各配線層内に配線パターンとともに上述した各機能ブロックを構成する受動素子や容量パターン等が形成されることによって構成される。モジュール基板120には、表面上に高周波信号処理用LSI121や適宜のチップ部品122が搭載されるとともに、電磁ノイズの影響を排除するためにシールドカバー123が組み付けられる。なお、モジュール基板120は、例えば表面のシールドカバー123に被覆されない部位にアンテナ部101を構成するアンテナパターンを形成するようにしてよい。また、モジュール基板120は、表面に実装したチップ型アンテナによりアンテナ部101を構成したり、別部材のアンテナから送受信信号を入出力されるようにしてもよい。

【0011】

無線通信モジュール100は、上述した第1の切換スイッチ111乃至第5の切換スイッチ115が、図26に示すようにモジュール基板120の表面に実装されるMEMS（Micro Electro Mechanical System）スイッチ130によって構成される。MEMSスイッチ130は、図27に示すように全体が絶縁カバー131によって覆われ、この絶縁カバー131から引き出されたリード132を介して上述したようにモジュール配線基板120に実装される。

【0012】

MEMSスイッチ130は、シリコン基板133に第1の固定接点134と、第2の固定接点135と、第3の固定接点136とが形成され、薄板状でかつ可撓性を有する可動接点片137が第1の固定接点134に固定されるとともに自由端を第3の固定接点136と対向させて片持ち支持されている。MEMSスイッチ130は、第1の固定接点134と第3の固定接点136とが出力接点として、ワイヤ138を介してそれぞれリード132と接続されている。なお、第2の固定接点136も、他のリード132と接続されてい

10

20

30

40

50

る。可動接点片 1 3 7 には、第 2 の固定接点 1 3 5 と対向する部位に電極 1 3 9 が設けられている。

【0013】

MEMS スイッチ 1 3 0 は、シリコン基板 1 3 3 に対してシリコンカバー 1 4 0 が例えば陽極接合法等によって接合されることにより、第 1 の固定接点 1 3 4 乃至第 3 の固定接点 1 3 6 及び可動接点片 1 3 7 を気密状態に保持してなる。MEMS スイッチ 1 3 0 は、さらに全体を絶縁カバー 1 3 1 によって封装することによりパッケージ化してなる。MEMS スイッチ 1 3 0 は、シリコン基板 1 3 3 とシリコンカバー 1 4 0 とにより可動部を封入するとともに絶縁カバー 1 3 1 によって全体を封装することによって、耐湿特性や耐酸化特性が保持されるとともに外部からの機械的負荷に対する耐久性が保持されてなる。

10

【0014】

以上のように構成された MEMS スイッチ 1 3 0 は、駆動電圧が印加されると第 2 の固定接点 1 3 5 と可動接点片 1 3 7 の電極 1 3 9 との間に生じる電磁的吸引力により、第 3 の固定接点 1 3 6 と可動接点片 1 3 7 とが短絡するとともにこの短絡状態が保持される。MEMS スイッチ 1 3 0 は、逆バイアス駆動電圧が印加されると第 2 の固定接点 1 3 5 と電極 1 3 9 との間に生じる磁気的反発力により可動接点片 1 3 7 が初期状態に復帰して第 3 の固定接点 1 3 6 との短絡状態が解除される。MEMS スイッチ 1 3 0 は、極めて微小であるとともに動作状態を保持するための保持電流を不要とするスイッチ素子であることから、無線通信モジュール 1 0 0 の大型化を抑制しかつ低消費電力化を図るようにする。

【0015】

20

【発明が解決しようとする課題】

上述したように無線通信モジュール 1 0 0 は、MEMS スイッチ 1 3 0 により時定数の切換を行うことによってアンテナ、各フィルタ或いは VCO 等の周波数特性を切り換えてチューナブルに構成してなる。ところで、MEMS スイッチ 1 3 0 は、可動部を有するために上述したようにシリコン基板 1 3 3 上に第 1 の固定接点 1 3 4 乃至第 3 の固定接点 1 3 6 や配線パターンが微細に作成され、陽極接合法等によってシリコン基板 1 3 3 とシリコンカバー 1 4 0 とを接合した後に絶縁カバー 1 3 1 で被覆してパッケージ化されてなり、他の実装部品と同様にモジュール基板に実装される。

【0016】

したがって、無線通信モジュール 1 0 0 においては、MEMS スイッチ 1 3 0 の寄生成分からの反射やロスによる高周波回路部への影響により特性が低下するといった問題があった。また、無線通信モジュール 1 0 0 においては、MEMS スイッチ 1 3 0 がモジュール基板 1 2 0 の表面に実装されることによって内部回路との間のパス長が大きくなることで、干渉やロスの影響により特性が低下するといった問題があった。さらに、無線通信モジュール 1 0 0 においては、MEMS スイッチ 1 3 0 がシリコン基板 1 3 3 上に各構成要素を組み立てるとともに絶縁カバー 1 3 1 により封装してパッケージ化した構造であるために、さらなる小型化が困難であるといった問題があった。

30

【0017】

また、無線通信モジュール 1 0 0 には、例えば SAW 素子 (Surface Acoustic Wave Device: 表面弾性波フィルタ素子) や、マイクロ波やミリ波用の IC、LSI 等も実装される。これら素子は、絶縁樹脂によってコーティングした場合に特性が著しく劣化するといった問題がある。

40

【0018】

したがって、本発明は、素子のパッケージ化を不要として小型化と低コスト化とともに信頼性の向上を図るモジュール基板装置及びその製造方法を提供することを目的に提案されたものである。また、本発明は、異なる周波数帯域での互換性を可能とする MEMS スイッチや樹脂封装により特性が劣化する素子を備え、これら素子の特性と信頼性の向上を図りかつ小型化と低コスト化を図ったマルチバンド対応機能化の高周波モジュール及びその製造方法を提供することを目的に提案されたものである。

【0021】

50

【課題を解決するための手段】

上述したような目的を達成するために提案される本発明に係るモジュール基板装置の製造方法は、導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に1個以上の素子体を実装する工程と、第1の有機基板との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板を、凹陷部により構成された素子体収納空間部内に素子体を封止するようにして第1の有機基板に接合する工程と、第1の有機基板及び第2の有機基板の互いに接合させる面とは反対側の第1の有機基板及び第2の有機基板の少なくとも一方の第2の主面の全面に絶縁樹脂層を形成する工程と、絶縁樹脂層に研磨処理を施して第2の主面を平坦なビルドアップ形成面とする工程と、ビルドアップ形成面に薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種類以上の受動素子を有する一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程とを有し、素子体収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成されることを特徴とする。

10

【0022】

上述した工程を有する本発明にかかるモジュール用基板装置の製造方法によれば、配線層の内部に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体が直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要とされ小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られたモジュール用基板装置が製造される。モジュール用基板装置の製造方法によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるモジュール用基板装置が、リフローはんだ等に際して内部に侵入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止して効率よく製造することが可能となる。

20

【0023】

さらに、本発明に係る高周波モジュールは、主面上に導体パターンが形成されるとともに素子体の実装された第1の有機基板と、この第1の有機基板との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板とを備え、第1の有機基板に対して第2の有機基板を接合した状態において凹陷部により素子体を封止する素子体収納空間部が構成され、素子体収納空間部を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して構成するとともに、第1の有機基板及び第2の有機基板の互いに接合させる面とは反対側の第1の有機基板及び第2の有機基板の少なくとも一方の第2の主面上に設けられた絶縁樹脂層に研磨処理が施されて平坦化されたビルドアップ形成面が形成されてなるベース基板部と、ベース基板部のビルドアップ形成面上に設けられた高周波回路部とからなる。この高周波回路部は、ビルドアップ形成面に形成された誘電絶縁層上に形成された導体パターンと薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種類以上の受動素子を有し、さらにベース基板部や上記素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層と、最上層のビルドアップ配線層上に実装された高周波回路部品とを有する高周波回路部とから構成されている。

30

そして、ベース基板部に形成された素子体収納空間部は、第1の有機基板の素子実装領域と第2の有機基板の凹陷部とに少なくとも一層以上の金属層からなるシールド層が形成されることにより、耐湿特性及び耐酸化特性とともに耐電磁波特性を保持された空間部として構成されている。

40

【0024】

以上のように構成された本発明にかかる高周波モジュールによれば、例えばアンテナやフィルタの容量特性を可変としてマルチバンド機能化を図るMEMSスイッチ、或いは樹脂コーティングにより特性が劣化する素子体等がベース基板部の配線層内に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性とを保持された素子体収納空間部に直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られるようになる。また、高周波モジュールによれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフローはんだ等に際して内部に侵入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合

50

の発生も防止される。さらに、高周波モジュールによれば、比較的廉価な有機基板を有するベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に各種の受動素子を形成した高周波回路部が高精度に形成されることでコストの低減が図られるとともに、ベース基板部を例えば電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部との電气的分離を図られるようになる。高周波モジュールによれば、高周波回路部の電气的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われるようになる。

【0025】

更にまた、本発明に係る高周波モジュールの製造方法は、導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に1個以上の素子体を実装する工程と、第1の有機基板との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板を、凹陷部により構成された素子体収納空間部内に素子体を封止するようにして第1の有機基板に接合し、素子体収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成される工程と、第1の有機基板及び第2の有機基板の互いに接合させる面とは反対側の第1の有機基板及び第2の有機基板の少なくとも一方の第2の主面の全面に絶縁樹脂層を形成する工程と、絶縁樹脂層に研磨処理を施して第2の主面を平坦なビルドアップ形成面とする工程とを経てベース基板部を製作する工程と、ベース基板部のビルドアップ形成面に形成された誘電絶縁層上に導体パターンを形成するとともに薄膜技術や厚膜技術によって少なくとも一種類以上の受動素子を形成しかつ第1の有機基板の導体パターンや素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程と、最上層のビルドアップ配線層上に高周波回路部品を実装する工程とを経て高周波回路部を形成する工程とから構成される。

【0026】

上述した工程を有する本発明にかかる高周波モジュールの製造方法によれば、ベース基板部の配線層内に構成されるとともに耐湿特性や耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体を直接形成することから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られた高周波モジュールが製造される。また、高周波モジュールの製造方法によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフローはんだ等に際して内部に侵入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止して高周波モジュールの製造が行われる。さらに、高周波モジュールの製造方法によれば、比較的廉価な有機基板を有するベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に各種の受動素子を有形成した高周波回路部が高精度に形成されることでコストの低減が図られるとともに、ベース基板部を例えば電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部との電气的分離を図った高周波モジュールが製造される。高周波モジュールの製造方法によれば、高周波回路部の電气的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われる高周波モジュールが製造される。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。実施の形態として図1に示した高周波モジュール1は、例えばパーソナルコンピュータやオーディオ機器或いは各種モバイル機器や携帯電話機等の無線通信機能を有する各種電子機器等に備えられ、無線送受信部のアナログフロントエンドを構成する。高周波モジュール1は、同一の変復調方式若しくは異なる変復調方式に対してベースバンド部分を共有化するとともに、異なる周波数帯域の無線信号の送受信を可能とする送受信部を有していわゆるマルチ・バンド構成が図られている。高周波モジュール1は、詳細を後述するようにベース基板部製作工程により形成されたベース基板部2と、このベース基板部2の第1の主面を平坦化して

構成されたビルドアップ形成面 3 上に高周波回路部製作工程によりビルドアップ形成された高周波回路部 4 とから構成される。

【0028】

高周波モジュール 1 は、詳細を省略するが受信信号処理系や送信信号処理系の回路部を備え、上述した従来の無線通信モジュール 100 と同等の機能を有している。高周波モジュール 1 は、ベース基板部 2 が高周波回路部 4 に対する電源系や制御系の配線部或いは図示しないインターポーザに対する実装面を構成している。高周波モジュール 1 は、高周波回路部 4 の最上層面を実装面として、高周波 IC 5 やチップ部品 6 が実装されるとともに、図示しないシールドカバーが組み付けられて表面全体が封装されてなる。

【0029】

高周波モジュール 1 には、詳細を後述する構成によりベース基板部 2 の内部に MEMS スイッチ 7 が封装されて搭載され、この MEMS スイッチ 7 を切換動作することによって受信信号処理系や送信信号処理系の可変コンデンサや可変リアクタンスの容量切換が行われて受信信号や送信信号の周波数特性をマッチングするように時定数切換の制御を行う。高周波モジュール 1 には、詳細を後述する高周波回路部形成工程において、高周波回路部 4 内に配線層とともにキャパシタ素子 8、レジスタ素子 9 或いはインダクタ素子 10 が成膜形成されている。

【0030】

ベース基板部 2 は、両面基板（第 1 の有機基板）11 をベース基板として、この両面基板 11 に MEMS スイッチ 7 を実装する MEMS スイッチ実装工程と、両面基板 11 に対し 20
て有機絶縁ブロック体（第 2 の有機基板）12 を接合する接合工程と、有機絶縁ブロック体 12 に配線パターン 12a やビア 12b を形成する配線形成工程と、有機絶縁ブロック体 12 の表面を平坦化してビルドアップ形成面 3 を形成する平坦化工程等を経て形成される。両面基板 11 は、有機基板 11a の表裏主面に配線パターン 11b、11c を形成するとともにこれら配線パターン 11b、11c をスルーホール 11d を介して接続してなる。

【0031】

両面基板 11 は、有機基板 11a が低誘電率かつ低 $\tan \delta$ 特性、すなわち良好な高周波特性を有するとともに耐熱性や耐薬品性或いは耐湿性や耐気密性に優れた熱可塑性合成樹脂、例えばポリオレフィン系樹脂、液晶ポリマ（LCP）或いはポリフェニールエチレン 30
（PPE）等によって成形されてなる。両面基板 11 は、従来一般的に用いられている配線パターン形成方法、例えばアディティブ法等が施されることによって、図 2 に示すように有機基板 11a の表裏主面に配線パターン 11b、11c が形成されるとともにスルーホール 11d が形成される。両面基板 11 は、スルーホール 11d に対応して予め貫通孔が形成された有機基板 11a の表裏主面に、めっきレジストによるパターンニングを行い、無電解銅めっきで導体パターンを形成した後めっきレジストを除去する。

【0032】

なお、両面基板 11 は、例えばセミアディティブ法によって形成することも可能であり、或いは銅張り基板を用いてサブトラクティブ法により形成することも可能である。有機基板 11a については、詳細を後述するように防湿処理や気密処理を施すことにより、上述 40
した基板材ばかりでなく一般的な基板材料、例えばフェノール樹脂、ビスマレイドトリアジン（BT-resin）、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン、ポリノルボルネン（PNB）、ガラスエポキシ、セラミック或いはセラミックと有機基材の混合体等からなる基材も用いられる。

【0033】

両面基板 11 は、詳細を省略するが第 1 の配線パターン 11b が電源回路部やグランド部等を構成するとともに第 2 の配線パターン 11c がインターポーザ等への実装部を構成する。両面基板 11 は、詳細を後述するように、第 2 の配線パターン 11c を被覆するソルダレジストからなる保護層 13 が形成されるとともに入出力端子電極 14 が形成されてなる。

10

20

30

40

50

【0034】

両面基板11には、例えばフリップチップ法によるMEMSスイッチ実装工程が施されて、図3に示すように第1の配線パターン11bの所定位置にMEMSスイッチ7が実装される。MEMSスイッチ7は、基本的な構成を上述したMEMSスイッチパッケージ130と同様に構成されるが、図4に示すように絶縁カバー131やシリコンカバー140を有しないいわゆるベア状態で用いられる。したがって、MEMSスイッチ7は、MEMSスイッチパッケージ130と比較して全体が薄型に構成される。

【0035】

MEMSスイッチ7は、図4に示すようにシリコン基板15上に第1の固定接点16と、第2の固定接点17と、第3の固定接点18とが形成され、第1の固定接点16に対して薄板状でかつ可撓性を有する可動接点片19が片持ち支持されている。MEMSスイッチ7には、シリコン基板15に第1の固定接点16や第3の固定接点18と一体にそれぞれ接続パッド16a、18aが形成されている。MEMSスイッチ7は、可動接点片19が自由端を第3の固定接点18と対向されるとともに、第2の固定接点17と対向する部位に電極20が設けられている。

10

【0036】

MEMSスイッチ実装工程においては、図4鎖線で示すようにMEMSスイッチ7の第1の固定接点16や第3の固定接点18の接続パッド16a、18a上にそれぞれ金ボールバンプ21を形成する。MEMSスイッチ実装工程においては、詳細を省略するが両面基板11の第1の配線パターン11bに形成した接続パッド上にニッケル-金めっきを施して電極形成を行う。なお、電極は、ニッケル層の厚みが4μm乃至5μm、金層の厚みが0.3μm以上に形成される。

20

【0037】

MEMSスイッチ実装工程においては、MEMSスイッチ7が両面基板11に対して、シリコン基板15を上側にして金ボールバンプ21によって対向間隔を保持された状態で位置決め載置される。MEMSスイッチ実装工程においては、例えば両面基板11を80℃乃至120℃程度に加熱した状態で金ボールバンプ21を数十g程度に加圧しながら超音波を印加することにより、両面基板11上にMEMSスイッチ7を実装する。なお、MEMSスイッチ実装工程は、かかる超音波フリップチップ実装法に限定されず、適宜のベアチップ実装法により両面基板11上にMEMSスイッチ7を実装するようにしてもよい。

30

【0038】

両面基板11には、MEMSスイッチ7を実装した主面上に有機絶縁ブロック体12を接合する接合工程が施される。有機絶縁ブロック体12も、低誘電率かつ低Tanδ特性、すなわち良好な高周波特性を有するとともに耐熱性や耐薬品性或いは耐湿性に優れた熱可塑性合成樹脂、例えばポリオレフィン系樹脂、液晶ポリマ(LCP)或いはポリフェニールエチレン(PPE)等によって成形されてなる。また、有機絶縁ブロック体12は、その他の一般的な基板材料、例えばフェノール樹脂、ビスマレイドトリアジン(BT-resin)、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン、ポリノルボルネン(PNB)、ガラスエポキシ、セラミック或いはセラミックと有機基材の混合体等も用いられる。有機絶縁ブロック体12は、両面基板11の全面を被覆するに足る外形とMEMSスイッチ7の高さよりもやや大きな厚みを有する矩形ブロックを呈している。

40

【0039】

有機絶縁ブロック体12には、両面基板11との接合面12cに、MEMSスイッチ7を被覆するに足る開口形状を有する凹陷部22が形成されている。凹陷部22には、金属シールド層23が成膜形成されることにより、後述するようにMEMSスイッチ7を被覆した状態において耐湿性や気密性が保持されるように構成されている。金属シールド層23については、例えばめっきにより樹脂成形品に対して三次元的に電気回路を形成するMID法(Molded Interconnect Device)等により成膜形成される。金属シールド層23については、蒸着法により成膜形成するようにしてもよい。

【0040】

50

接合工程は、上述した両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 とを、例えば窒素ボックス等の不活性ガス雰囲気に供給し、図 5 に示すように両面基板 1 1 に対して有機絶縁ブロック体 1 2 を位置合わせして重ね合わせた状態で例えば超音波溶着法等を施すことにより一体化する。両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 とは、接合した状態で凹陷部 2 2 により構成した MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に MEMS スイッチ 7 を封装する。

【0041】

接合工程は、上述したように両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 とを窒素ボックス内で接合することから、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に窒素ガスを封入する。したがって、MEMS スイッチ 7 は、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に耐湿特性及び耐酸化特性を保持して実装されることから、構成各部の酸化や可動接点片 1 9 の貼り付き等が防

10

【0042】

高周波モジュール 1 は、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 を内部に水分の侵入を防止するように耐湿特性に保持することから、後述するようにリフローはんだ工程時に侵入した水分が蒸発して MEMS スイッチ収納空間部 2 4 が破裂するといった事態の発生も防止される。また、高周波モジュール 1 は、内面に形成された金属シールド層 2 3 により MEMS スイッチ収納空間部 2 4 が電磁シールド空間部として構成されることで、MEMS スイッチ 7 への電磁ノイズの影響が低減され安定した動作が行われるようになる。

20

【0043】

有機絶縁ブロック体 1 2 には、配線形成工程が施されて主面 1 2 d 上に所定の配線パターン 1 2 a が形成されるとともに、両面基板 1 1 の第 1 の配線パターン 1 1 b との接続を図るビア 1 2 b が形成される。配線形成工程は、有機絶縁ブロック体 1 2 の所定位置にドリル法やレーザ法或いはプラズマ法等により第 1 の配線パターン 1 1 b をストッパにしてビア孔を形成し、各ビア孔にデスミア処理を施す。配線形成工程は、一般的に行われている配線パターン形成方法、例えばアディティブ法或いはセミアディティブ法等が施されることにより、図 6 に示すように主面 1 2 d に配線パターン 1 2 a を形成する。また、配線形成工程は、配線パターン 1 2 a とともに、ビア孔内に導通処理を施した後めっき法により蓋形成が行われてビア 1 2 b が形成される。

30

【0044】

両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 には、平坦化工程が施されることにより、図 7 に示すように平坦なビルドアップ形成面 3 を有するベース基板部 2 が形成される。有機絶縁ブロック体 1 2 には、配線パターン 1 2 a を被覆して所定の厚みを有する絶縁樹脂層 2 5 が形成されるとともに、この絶縁樹脂層 2 5 に研磨処理が施される。両面基板 1 1 にも、第 2 の配線パターン 1 1 c を被覆して所定の厚みを有する絶縁樹脂層 2 6 が形成されるとともに、この絶縁樹脂層 2 6 に研磨処理が施される。研磨処理には、例えばアルミナとシリカの混合液からなる研磨材が用いられ、配線パターン 1 2 a 及び第 2 の配線パターン 1 1 c が露出するまで絶縁樹脂層 2 5 及び絶縁樹脂層 2 6 を研磨する。

【0045】

なお、研磨処理は、両面基板 1 1 側について、第 2 の配線パターン 1 1 c を露出させずにわずかな厚みで絶縁樹脂層 2 6 を残すようにしてもよく、後述する高周波回路部製作工程において第 2 の配線パターン 1 1 c を薬品や機械的或いは熱的負荷から保護する。絶縁樹脂層 2 6 は、両面基板 1 1 に入出力電極 1 4 を形成する際に除去される。研磨処理については、例えば方向性化学エッチング法 (RIE: Reactive Ion Etching) やプラズマエッチング法 (PE: Plasma Etching) 等のドライエッチング法によって絶縁樹脂層 2 5 及び絶縁樹脂層 2 6 を研磨して平坦化を行うようにしてもよい。

40

【0046】

ベース基板部 2 は、両面基板 1 1 をベースとして上述した各工程を経て製作されるが、か

50

かる工程に限定されるものではない。ベース基板部 2 は、例えば 8 c m 以上のワーク上で多数個を同時に製作するようにしてもよい。ベース基板部 2 は、基本的な工程を従来の多層配線基板の製作工程と同様とすることで、多層配線基板の製作プロセスを適用することも可能であり大規模な設備投資が不要となる。ベース基板部 2 は、比較的廉価な両面基板 1 1 をベースにして製作するようにしたが、後述するようにさらに廉価な銅張り基板や樹脂付銅箔を接合してなる基板等の適宜の基板をベースとして製作することも可能である。

【0047】

上述した工程を経て製作されたベース基板部 2 には、高周波回路部形成工程が施されて有機絶縁ブロック体 1 2 のビルドアップ形成面 3 上に高周波回路部 4 が形成される。高周波回路部形成工程は、第 1 の誘電絶縁層形成工程と、第 1 の金属薄膜層成膜工程と、第 1 の配線層形成工程とを有する。第 1 の配線層形成工程においては、後述するようにキャパシタ素子 8 とレジスタ素子 9 とが成膜形成される。高周波回路部形成工程は、第 2 の誘電絶縁層形成工程と、第 2 の金属薄膜層成膜工程と、第 2 の配線層形成工程と、レジスト層形成工程と、部品実装工程とを有する。第 2 の配線層形成工程においては、後述するようにインダクタ素子 1 0 が成膜形成される。

10

【0048】

高周波回路部 4 は、図 1 に示すように第 1 の誘電絶縁層 2 7 と、第 1 の配線層 2 8 と、第 2 の誘電絶縁層 2 9 と、第 2 の配線層 3 0 と、この第 2 の配線層 3 0 を被覆保護する保護層 3 1 の 5 層構造からなる。高周波回路部形成工程は、高周波回路部 4 が多層に構成される場合に、誘電絶縁層形成工程と配線層形成工程とが必要な回数を繰り返される。

20

【0049】

高周波回路部 4 は、第 1 の配線層 2 8 が、ビア 3 2 を介してベース基板部 2 側の第 1 の配線パターン 1 1 b と層間接続されてなる。高周波回路部 4 は、第 1 の配線層 2 8 と第 2 の配線層 3 0 とが、ビア 3 3 を介して層間接続されてなる。高周波回路部 4 には、第 1 の配線層 2 8 内にキャパシタ素子 8 とレジスタ素子 9 が成膜形成されている。高周波回路部 4 には、第 2 の配線層 3 0 内にインダクタ素子 1 0 が成膜形成されている。なお、高周波回路部 4 は、必要に応じて表面に図示しないシールドカバーが組み付けられて電磁ノイズの影響が排除される。

【0050】

次に、高周波回路部 4 の製作工程について、以下図 8 乃至図 1 4 を参照して詳細に説明する。第 1 の誘電絶縁層形成工程は、ベース基板部 2 のビルドアップ形成面 3 上に絶縁性誘電材を塗布して、図 8 に示すように第 1 の誘電絶縁層 2 7 を成膜形成する。絶縁性誘電材には、ベース基板 5 と同様に高周波特性に優れかつ耐熱性や耐薬品性及び少なくとも 1 6 0 ℃ 以上の高耐熱性に優れた有機絶縁基材が用いられる。絶縁性誘電材には、例えばベンゾシクロブテン (BCB)、ポリイミド、ポリノルボルネン (PNB)、液晶ポリマ (LCP)、ビスマレイドトリアジン (BT-レジン)、ポリフェニールエチレン (PPE) 或いはエポキシ樹脂やアクリル系樹脂が用いられる。成膜方法としては、塗布均一性、厚み制御性が保持されるスピコート法、カーテンコート法、ロールコート法或いはディップコート法等が適用される。

30

【0051】

第 1 の誘電絶縁層 2 7 には、図 8 に示すようにベース基板部 2 側の第 1 の配線パターン 1 1 b に形成された電極部に連通する多数個のビアホール 3 2 が形成される。各ビアホール 3 2 は、絶縁性誘電材として感光性樹脂を用いた場合には、所定のパターンニングに形成されたマスクを第 1 の誘電絶縁層 2 7 に取り付けてフォトリソグラフィ法により形成される。各ビアホール 3 2 は、絶縁性誘電材として非感光性樹脂を用いた場合には、例えばフォトレジストや金等の金属膜等をマスクとして、第 1 の誘電絶縁層 2 7 に方向性化学エッチング等のドライエッチング法を施して形成される。

40

【0052】

第 1 の金属薄膜形成工程は、図 9 に示すように第 1 の誘電絶縁層 2 7 上に例えばスパッタリング法等により、Cu、Al、Pt、Au 等の金属薄膜層 3 4 を薄膜形成する。第 1 の

50

金属薄膜形成工程においては、第1の誘電絶縁層27と金属薄膜層34との密着性を向上させるために、バリア層として例えばCr、Ni、Ti等の金属薄膜を形成するようにしてもよい。金属薄膜層34は、例えば厚みが50nmのTi層と、厚みが500nmのCu層との2層からなり、第1の誘電絶縁層27の主面上に全面に亘って成膜形成される。

【0053】

第1の配線層形成工程は、金属薄膜層34に対して、レジスタ素子9の形成部位にエッチングを施す工程と、全面に亘ってTa₂N層35を形成する工程と、Ta₂N層35のレジスタ素子9の形成部位に陽極酸化処理を施してTa₂O層36を形成する工程と、不要なTa₂N層35及び金属薄膜層34とを除去して所定のパターンニングを行って第1の配線層28を形成する工程とを有する。第1の配線層形成工程においては、レジスタ素子9の形成部位 10
に対して、例えば硝酸、硫酸及び酢酸系の混合酸からなるエッチング液を用いて除去するエッチング処理を施す。第1の配線層形成工程においては、レジスタ素子9の形成部位を含む金属薄膜層34の全面を被覆するようにして、例えばスパッタリング法等により図9に示すようにTa₂N層35が成膜形成される。

【0054】

Ta₂N層35は、金属薄膜層34の除去部位において抵抗体として作用することで第1の配線層28内にレジスタ素子9を構成する。Ta₂N層35は、後述するようにキャパシタ素子8を成膜形成する際に陽極酸化により形成される酸化タンタル(Ta₂O)誘電体膜のベースとして作用する。Ta₂N層35は、例えばスパッタリング法により第1の誘電絶縁層27 20
或いは金属薄膜層34上に20μm程度の厚みを以って成膜形成される。なお、Ta₂N層35は、Ta薄膜であってもよい。

【0055】

第1の配線層形成工程においては、キャパシタ素子8の形成部位の下電極を開口部によって外方に臨ませその他の部位を被覆する陽極酸化用マスク層の形成処理が施される。陽極酸化用マスク層は、例えば容易にパターンニングが可能なフォトレジストを用い、次工程の陽極酸化処理時の印加電圧に対して被覆部位が十分な絶縁性を保持することが可能であればよく、数μm乃至数十μmの厚みを以って形成される。なお、陽極酸化用マスク層については、薄膜形成が可能であるその他の絶縁材料、例えば酸化シリコン材(SiO₂)を用いてパターンニング形成してもよい。

【0056】

第1の配線層形成工程においては、陽極酸化用マスク層を成膜形成した後に陽極酸化処理を行って、開口部から露出したキャパシタ素子部8の下電極に対応するTa₂N層35を選択的に陽極酸化する。陽極酸化処理は、例えば電解液としてホウ酸アンモニウムが用いられ、50V乃至200Vの電圧を印加する。印加電圧は、陽極酸化用マスク層の開口部に対応して形成されるTa₂O誘電体膜の膜厚を所望の厚みに形成するために適宜調整される。第1の配線層形成工程においては、この陽極酸化処理によって開口部に対応したTa₂N層35 30
が選択的に酸化されて、後述するキャパシタ素子8の誘電体材料となるTa₂O層36を形成する。

【0057】

第1の配線層形成工程においては、フォトレジスト層として機能する陽極酸化用マスク層 40
にフォトリソグラフ処理が施され、エッチング処理により金属薄膜層34の不要部位が除去されて図10に示すように所定の第1の配線層28が形成される。第1の配線層形成工程においては、陽極酸化用マスク層が除去された状態で、Ta₂O層36上にスパッタリング法等により形成されたTi-Cu膜からなる上電極37が成膜形成されて第1の配線層28内にキャパシタ素子8が形成される。なお、金属薄膜層34については、上述したように高周波帯域において線路損失の小さいCu薄膜によって形成したが、エッチング液に耐性を有する例えばAl、Pt或いはAuの金属薄膜によって形成するようにしてもよい。

【0058】

第1の配線層形成工程においては、陽極酸化用マスク層を介して金属薄膜層34のキャパ 50

シタ素子8とレジスタ素子9との形成部位に対応してTaN層35を選択的に陽極酸化するようにしたが、かかる工程に限定されるものではない。第1の配線層形成工程は、陽極酸化用マスク層にフォトレジストを用いたが、酸化シリコン材を用いる場合には第1の配線層28をパターニングする際に陽極酸化用マスク層上にフォトレジストが塗布されてフォトリソグラフ処理が施される。また、第1の配線層形成工程は、TaN層を全面に亘って陽極酸化させた後に、形成されたTaN+TaO層をパターニングするようにしてもよい。第1の配線層形成工程は、かかる処理を施した場合にレジスタ素子9の対応部位に形成されたTaN層も表面が陽極酸化されることにより、この酸化膜が保護膜としてレジスタ素子9を長期的に安定した状態に保持する。

【0059】

10

第1の配線層28には、その主面上に上述した第1の誘電絶縁層27の形成工程と同様の工程と同様の絶縁性誘電材による第2の誘電絶縁層形成工程が施されて、均一な厚みの第2の誘電絶縁層29が成膜形成される。第2の誘電絶縁層形成工程においては、第2の誘電絶縁層29に、図11に示すように第1の配線層28に形成された電極部に連通する多数個のビアホール33を形成する。第2の誘電絶縁層29には、第2の配線層形成工程が施される。

【0060】

第2の配線層形成工程は、金属薄膜層を成膜形成する工程と、この金属薄膜層のパターニング工程と、金属薄膜パターンに対する電解めっき処理を施す工程等からなる。金属薄膜層形成工程は、上述した第1の配線層形成工程の金属薄膜層34の形成工程と同様に、スパッタリング法等によってその主面上にTi-Cu層を成膜形成する。パターニング工程は、金属薄膜層の全面にフォトレジストを塗布した後にフォトリソグラフ処理を施することにより、図12に示すように第2の配線層30に対応する配線パターンを形成する。

20

【0061】

電解めっき工程は、例えば金属薄膜層に厚みが約12 μ m程度のメッキ用レジスト層をパターン形成した後に、金属薄膜層を電解取出用電極として電解銅メッキを行う。金属薄膜層には、メッキ用レジスト層の開口部位に約10 μ m以上の銅メッキ層がリフトアップ形成される。電解メッキ工程においては、メッキ用レジスト層を洗浄除去するとともに、例えばウェットエッチング処理を施して不要な金属薄膜層を除去することで銅メッキ層により所定のパターンからなる第2の配線層30を成膜形成する。第2の配線層形成工程においては、上述した電解メッキ工程によって、第2の配線層30の一部にインダクタ素子10が成膜形成される。インダクタ素子10は、電解メッキ法により厚膜形成されることで所定の特性を有する充分な膜厚を以って成膜形成される。

30

【0062】

第2の配線層30には、保護層形成工程が施されて、その主面上に保護層31が成膜形成される。保護層31は、例えばソルダレジストや層間絶縁層材料等の保護層材がスピンコート法等により均一に塗布されて形成される。第2の配線層形成工程においては、保護層31に対してマスクコーティング処理及びフォトリソグラフ処理を施して、図13に示すように第2の配線層30に形成された電極30aに対応して多数個の開口部38が形成される。第2の配線層形成工程においては、開口部38を介して露出された電極30aに対して例えば無電解Ni-Auめっき処理或いはNi-Cuめっき処理等を施すことにより、図14に示すように電極30a上にNi-Au層を成膜して電極形成を行う。

40

【0063】

一方、ベース基板部2には、上述したように両面基板11の底面側に形成された第2の配線パターン11cを被覆して保護層13が形成されている。保護層13には、上述した高周波回路部4側の保護層31と同様にソルダレジスト等をスピンコート法等により均一に塗布されて形成される。なお、保護層13と保護層31は、例えばディップ法により同時に形成することも可能である。保護層13には、開口部38の形成工程と同様にマスクコーティング処理及びフォトリソグラフ処理を施すことにより、図13に示すように第2の配線パターン11cに形成された電極に対応して多数個の開口部39が形成される。ベー

50

ス基板部 2 は、開口部 3 9 を介して第 2 の配線パターン 1 1 c の電極上に無電解 N i - A u めっき処理を施して入出力端子電極 1 4 が形成される。

【0064】

以上の工程を経てベース基板部 2 上に積層形成された高周波回路部 4 には、電極 3 0 a により保護層 3 1 上に高周波 I C 5 やチップ部品 6 がフリップチップ法等の適宜の表面実装法により実装される。実装工程は、高周波 I C 5 やチップ部品 6 に詳細を省略するそれぞれの接続パッドに金バンプ 4 1 が設けられており、印刷法等によって電極 3 0 a 上にはんだを供給された高周波回路部 4 に対して位置決めされて載置される。実装工程は、この状態でリフローはんだを施すことにより、高周波 I C 5 及びチップ部品 6 が高周波回路部 4 上に電氣的に接続されて実装され高周波モジュール 1 が製造される。なお、実装工程においては、必要に応じて洗浄工程を施すとともに、高周波 I C 5 と保護層 3 1 との間にアンダーフィル樹脂 4 2 が充填される。

10

【0065】

以上の工程を経て製造された高周波モジュール 1 は、ベース基板部 2 の入出力端子電極 1 4 を介して図示しないインターポーザ等に適宜の実装法により実装される。高周波モジュール 1 は、例えば入出力端子電極 1 4 に金バンプが設けられて、接続電極上にはんだを供給されたインターポーザ上に位置決め載置されてリフローはんだを施すことによって実装される。

【0066】

高周波モジュール 1 は、上述したようにベース基板部 2 の内部にアンテナやフィルタの容量特性を可変としてマルチバンド機能化を図る M E M S スイッチ 7 を窒素ガス雰囲気中で耐湿特性及び耐酸化特性を保持して封入したことにより、M E M S スイッチ 7 の動作特性や耐久性の向上が図られる。高周波モジュール 1 は、M E M S スイッチ 7 をベース基板部 2 の内部に設けたことにより、各配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られる。高周波モジュール 1 は、パッケージ化されていない M E M S スイッチ 7 を用いることにより小型化、薄型化が図られる。

20

【0067】

高周波モジュール 1 は、比較的廉価な両面基板 1 1 を有するベース基板部 2 の平坦化されたビルドアップ形成面 3 上に受動素子 8 乃至 1 0 を成膜形成した高周波回路部 4 が高精度に形成される。したがって、高周波モジュール 1 は、特性の向上とコストの低減が図られるとともに、ベース基板部 2 を電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部 4 との電氣的分離が図られるようになる。高周波モジュール 1 は、高周波回路部 4 の電氣的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部 2 に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われるようになる。

30

【0068】

上述した高周波モジュール 1 においては、M E M S スイッチ 7 を両面基板 1 1 の第 1 の配線パターン 1 1 b に対してフリップチップ実装してベース基板部 2 内に構成した M E M S スイッチ収納空間部 2 4 内に収納したが、かかる構成に限定されるもので無い。図 1 5 に示した高周波モジュール 4 5 は、M E M S スイッチ 7 をワイヤボンディング法により両面基板 1 1 と接続して M E M S スイッチ収納空間部 2 4 内に収納される。なお、高周波モジュール 4 5 は、M E M S スイッチ 7 の実装方法を除いて他の構成を上述した高周波モジュール 1 と同等とすることから、各部の説明を省略する。

40

【0069】

M E M S スイッチ 7 は、例えばシリコン基板 1 5 の底面に接着剤が塗布され、図 1 5 に示すように両面基板 1 1 の実装領域に位置決めされて載置されて接合される。M E M S スイッチ 7 は、第 1 の固定接点 1 6 や第 3 の固定接点 1 8 の接続パッド 1 6 a 、1 8 a とが、第 1 の配線パターン 1 1 b に電極形成が施された接続パッドとの間にワイヤボンディング法を施してワイヤ 4 6 によりそれぞれ接続される。

【0070】

50

高周波モジュール４５は、ＭＥＭＳスイッチ収納空間部２４が、ＭＥＭＳスイッチ７の可動接点片１９の動作領域を保持するに足る高さを有すればよく、より薄型化を図ることが可能である。なお、両面基板１１は、第１の配線パターン１１ｂの接続パッドがＭＥＭＳスイッチ７の実装領域を囲んで形成される。

【００７１】

図１６乃至図２１に示したモジュール基板５０は、両面基板５１として、一般的な配線基板の基材として用いられるやや吸湿特性が低いガラスエポキシ基板やセラミックフィラーを分散した基材が用いられる。モジュール基板５０は、後述するように両面基板５１の少なくとも一方の主面５１ａにシールド層５２を形成した構成に特徴を有している。モジュール基板５０は、上述したベース基板部２と基本的な構成をほぼ同等としており、対応する部位には同一符号を付すことにより詳細な説明を省略する。

10

【００７２】

両面基板５１には、図１７に示すように表裏主面５１ａ、５１ｂにそれぞれ第１の配線パターン１１ｂと第２の配線パターン１１ｃとが形成されている。両面基板５１には、図１８に示すようにＭＥＭＳスイッチ７を実装する第１の主面５１ａに、その全面を被覆するようにしてシールド層５２が形成される。シールド層５２は、耐湿特性及び酸素等の活性気体分子の不透過特性すなわち耐酸化特性を有する例えば酸化珪素（ SiO_2 ）膜、窒化珪素（ Si_3N_4 ）膜、炭化珪素（ SiC ）膜、窒化ホウ素（ BN ）膜或いはダイヤモンド・ライク・カーボン（ $\text{DL C: Diamond Like Carbon}$ ）膜からなる。

20

【００７３】

シールド層５２は、上述した素材により成膜することにより、成膜時に両面基板５１からアウトガスを生じさせない１００℃程度の低温条件で成膜形成することが可能である。シールド層５２は、酸化珪素膜や炭化珪素膜を、例えばスパッタ法により成膜形成する。シールド層５２は、窒化珪素膜を光アシスト環境の化学蒸着法（ $\text{CVD: Chemical Vapor Deposition}$ ）により、また DL C 膜を CVD 法により成膜形成する。

【００７４】

シールド層５２には、全面にフォトリソグロフ処理を施すとともにドライエッチング法によって、図１９に示すように第１の配線パターン１１ｂの接続パッドに対応した部位に開口部５３が形成される。接続パッドには、開口部５３を介してニッケル・金めっきが施されて電極形成が行われる。

30

【００７５】

両面基板５１には、第１の主面５１ａ上にＭＥＭＳスイッチ７が実装される。ＭＥＭＳスイッチ７の実装方法については、上述した第１の実施の形態と同様に例えばフリップチップ法により行われる。ＭＥＭＳスイッチ７には、第１の固定接点１６や第３の固定接点１８上にそれぞれ金ボールバンプ２１が形成され、これら金ボールバンプ２１を開口部５３を介して第１の配線パターン１１ｂの接続パッドに押し付けて加熱状態で超音波を印加することにより、図２０に示すように両面基板５１に実装する。

【００７６】

40

両面基板５１には、第１の主面５１ａ上に、図２１に示した有機絶縁ブロック体５４が接合される。有機絶縁ブロック体５４も、一般的な配線基板の基材として用いられるやや吸湿特性が低いガラスエポキシやセラミックフィラーを分散した素材を用い、両面基板５１の全面を被覆するに足る外形とＭＥＭＳスイッチ７の高さよりもやや大きな厚みを有する矩形ブロックを呈して成形される。有機絶縁ブロック体５４には、両面基板５１との接合面５４ａにＭＥＭＳスイッチ７を被覆するに足る開口形状を有する凹陷部５５が形成されている。凹陷部５５は、後述するように有機絶縁ブロック体５４が両面基板５１に接合された状態において、内部にＭＥＭＳスイッチ７を耐湿特性と耐酸化特性を保持して封装するＭＥＭＳスイッチ収納空間部を構成する。

【００７７】

50

有機絶縁ブロック体 5 4 には、凹陷部 5 5 を含む接合面 5 4 a の全面に、上述した両面基板 5 1 側のシールド層 5 2 と同様にシールド層 5 6 が成膜形成されている。なお、シールド層 5 6 については、凹陷部 5 5 の内面にも形成することから、例えば M I D 法によって成膜形成される金属めっき層によって構成するようにしてもよい。有機絶縁ブロック体 5 4 には、凹陷部 5 5 を除く接合面 5 4 a に接着剤層 5 7 が塗布形成される。接着剤層 5 7 は、多層基板の製造工程において一般に用いられる紫外線硬化型接着剤や熱硬化型接着剤が用いられる。なお、紫外線硬化型接着剤を用いる場合には、有機絶縁ブロック体 5 4 が紫外線透過特性を有する。

【0078】

上述した両面基板 5 1 と有機絶縁ブロック体 5 4 は、窒素ボックス内において凹陷部 5 5 内に M E M S スイッチ 7 を収納するようにして互いに位置決めされて組み合わされて接合されることにより、図 1 6 に示すモジュール基板 5 0 を製作する。モジュール基板 5 0 は、凹陷部 5 5 がシールド層 5 2 とシールド層 5 6 とによって耐湿特性と耐酸化特性を保持された M E M S スイッチ収納空間部を構成して M E M S スイッチ 7 を封装する。モジュール基板 5 0 は、両面基板 5 1 や有機絶縁ブロック体 5 4 を比較的廉価な素材により形成することから、コスト低減が図られる。

10

【0079】

モジュール基板 5 0 には、有機絶縁ブロック体 5 4 の主面に適宜の配線パターン 5 8 が形成される。この配線パターン 5 8 は、ビア 5 9 を介して第 1 の配線パターン 5 1 a と層間接続されている。モジュール基板 5 0 は、配線パターン 5 8 を形成した主面に平坦化処理を施すとともに、上述した高周波回路部 4 が積層形成されて高周波モジュールを構成する。なお、モジュール基板 5 0 は、両面基板 5 1 と有機絶縁ブロック体 5 4 とを例えば超音波溶着法等を施すことにより一体化するようにしてもよい。モジュール基板 5 0 は、両面基板 5 1 と有機絶縁ブロック体 5 4 のいずれか一方を上述したベース基板部 2 の両面基板 1 1 や有機絶縁ブロック体 1 2 の素材と同様に耐熱性や耐薬品性或いは耐湿性に優れた素材により成形することでシールド層を不要としてもよい。モジュール基板 5 0 は、かかる素材により成形した場合でも、シールド層を形成することにより信頼性の向上が図られるようになる。

20

【0080】

上述した各実施の形態のベース基板部 2 及びモジュール基板 5 0 は、M E M S スイッチ 7 の実装工程と両面基板 1 1、5 1 と有機絶縁ブロック体 1 2、5 4 の接合工程を窒素ボックス内において行うことにより、M E M S スイッチ収納空間部 2 4、5 5 の内部に窒素ガスを封入してなる。第 3 の実施の形態として図 2 2 乃至図 2 4 に示した高周波モジュール 6 0 は、有機絶縁ブロック体 1 2 が接合されてベース基板部 6 1 を構成する両面基板 6 2 に換気孔 6 3 が形成されてなる。高周波モジュール 6 0 は、M E M S スイッチ 7 の実装工程と、両面基板 6 2 と有機絶縁ブロック体 1 2 との接合工程が大気雰囲気において行われる。高周波モジュール 6 0 は、その他の構成を上述した高周波モジュール 1 と同等とすることから、対応する部位に同一符号を付して説明を省略する。

30

【0081】

両面基板 6 2 には、図 2 3 に示すように一方の主面上に、M E M S スイッチ 7 がフリップチップ法により実装される。M E M S スイッチ 7 の実装工程は、大気雰囲気中において行われる。両面基板 6 2 には、同図に示すように M E M S スイッチ 7 の実装領域に表裏主面を貫通する換気孔 6 3 が形成されている。両面基板 6 2 には、M E M S スイッチ 7 の実装工程を経て、主面上に有機絶縁ブロック体 1 2 が接合されてベース基板部 6 1 を構成する。この有機絶縁ブロック体 1 2 の接合工程も、大気雰囲気中において行われる。

40

【0082】

ベース基板部 6 1 は、この状態において換気孔 6 3 が M E M S スイッチ収納空間部 2 4 に連通するとともに、M E M S スイッチ収納空間部 2 4 が大気雰囲気にある。ベース基板部 6 1 は、図示しないが換気孔 6 3 に換気装置が接続され、この換気孔 6 3 を介して M E M S スイッチ収納空間部 2 4 内の空気抜き操作が行われる。ベース基板部 6 1 は、換気装置

50

により、MEMSスイッチ収納空間部24内を略真空状態とした後に窒素ガスの充填操作が行われる。

【0083】

ベース基板部61は、MEMSスイッチ収納空間部24内に窒素ガスを充填した後に、両面基板62の底面側から換気孔63に金属や気密性に優れたガラス或いは樹脂等の充填材64を充填することにより、図24に示すようにこの換気孔63を閉塞する。ベース基板部61は、MEMSスイッチ収納空間部24内に窒素ガスが封入されることにより、MEMSスイッチ7を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して収納する。なお、ベース基板部61は、両面基板62の底面側についても、ソルダレジスト等を塗布して形成した絶縁樹脂層26とともに充填材64も研磨処理を施されることにより全体が平坦化される。

10

【0084】

以上のようにして製作されたベース基板部61には、有機絶縁ブロック体12の主面上に配線パターン12aが形成され、さらに絶縁樹脂層が成膜形成されるとともに研磨処理が施されて平坦化されたビルドアップ形成面3が形成される。ベース基板部61には、このビルドアップ形成面3上に高周波回路部4が積層形成されるとともに、この高周波回路部4上に高周波IC5やチップ部品6が実装されて高周波モジュール60を製造する。

【0085】

なお、高周波モジュール60は、両面基板62に換気孔63を形成したが、有機絶縁ブロック体12側に換気孔を形成するようにしてもよい。有機絶縁ブロック体12は、その主面が平坦化されたビルドアップ形成面3を構成して高周波回路部4が積層形成されることから、換気孔を閉塞する充填材も研磨処理が施されて平坦化されるようにする。

20

【0086】

なお、上述した各実施の形態においては、ベース基板部2内にMEMSスイッチ収納空間部24を形成してMEMSスイッチ7を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して封装するようにしたが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。高周波モジュールは、MEMSスイッチ収納空間部24内に、素子体としてMEMSスイッチ7とともに例えば可動部を有する表面弾性波素子(SAW)等の素子体を封装するようにしてもよい。勿論、高周波モジュールは、表面弾性波素子を、ベース基板部2内にMEMSスイッチ収納空間部24と同様に形成した収納空間部に封装するようにしてもよい。

【0087】

30

また、高周波モジュールは、素子体として、可動部を有する素子体ばかりでなく例えば樹脂コートすることによって著しく特性が劣化するマイクロ波やミリ波用のICチップやLSIチップについても、ベース基板部2内に収納空間部を形成して封装するようにしてもよい。かかる収納空間部も、MEMSスイッチ収納空間部24と同様に耐湿特性を保持されて形成され、素子体が十分な特性が発揮されるようにするとともに外部からの機械的負荷等に対して保護を図りかつリフローはんだ時の損傷等を生じることが無い。

【0088】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、素子体が配線層の内部に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体が直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られたモジュール用基板装置が得られる。また、本発明によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフローはんだ等を施す際に、素子体収納空間部の内部に侵入した水分の蒸発による損傷等といった不都合の発生も防止され、精度の高いモジュール用基板装置が効率よく得られる。

40

【0089】

本発明によれば、アンテナやフィルタの容量特性を可変としてマルチバンド機能化を図るMEMSスイッチや樹脂コーティングにより特性が劣化する素子体等がベース基板部の配

50

線層内に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性とを保持された素子体収納空間部に直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られた高周波モジュールが得られる。また、本発明によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフローはんだ等に際して内部に侵入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止され、精度の高い高周波モジュールが効率よく得られる。さらに、本発明によれば、比較的廉価な有機基板を有するベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に各種の受動素子を形成した高周波回路部が高精度に形成されることで、コストの低減が図られるとともに、ベース基板部を例えば電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部との電氣的分離を図った高周波モジュールが得られる。本発明によれば、高周波回路部の電氣的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われる高周波モジュールが得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明にかかる高周波モジュールの要部縦断面図である。

【図 2】 同高周波モジュールに用いる両面基板の要部縦断面図である。

【図 3】 両面基板に M E M S スイッチを実装する工程説明図である。

【図 4】 同高周波モジュールに用いられる M E M S スイッチの構成を説明する要部側面図である。

20

【図 5】 両面基板に有機絶縁ブロック体を接合する工程説明図である。

【図 6】 有機絶縁ブロック体に形成する配線パターン及びスルホールの工程説明図である。

【図 7】 ベース基板部のビルドアップ形成面を平坦化する工程説明図である。

【図 8】 高周波回路部の第 1 の誘電絶縁層を形成する工程説明図である。

【図 9】 高周波回路部の第 1 の配線層を形成する工程説明図である。

【図 1 0】 第 1 の配線層にキャパシタ素子とレジスタ素子とを形成する工程説明図である。

【図 1 1】 高周波回路部の第 2 の誘電絶縁層を形成する工程説明図である。

30

【図 1 2】 高周波回路部の第 2 の配線層及びインダクタ素子を形成する工程説明図である。

【図 1 3】 ベース基板部及び高周波回路部に保護層を形成する工程説明図である。

【図 1 4】 ベース基板部及び高周波回路部に電極を形成する工程説明図である。

【図 1 5】 M E M S スイッチをワイヤボンディング実装した高周波モジュールの要部縦断面図である。

【図 1 6】 第 2 の実施の形態として示す高周波モジュールの要部縦断面図である。

【図 1 7】 同高周波モジュールに用いる両面基板の要部縦断面図である。

【図 1 8】 両面基板にシールド層を形成する工程説明図である。

【図 1 9】 シールド層に接続用開口部を形成する工程説明図である。

40

【図 2 0】 両面基板に M E M S スイッチを実装する工程説明図である。

【図 2 1】 両面基板に有機絶縁ブロック体を接合する工程説明図である。

【図 2 2】 第 3 の実施の形態として示す高周波モジュールの要部縦断面図である。

【図 2 3】 ベース基板部の構成を説明する要部縦断面図であり、両面基板と有機絶縁ブロック体との接合状態を示す。

【図 2 4】 ベース基板部の構成を説明する要部縦断面図であり、換気孔を閉塞した状態を示す。

【図 2 5】 マルチ・バンド構成が図られた無線通信モジュールの構成図である。

【図 2 6】 従来の無線通信モジュールの要部縦断面図である。

【図 2 7】 従来の無線通信モジュールに用いられる M E M S スイッチパッケージの縦断面

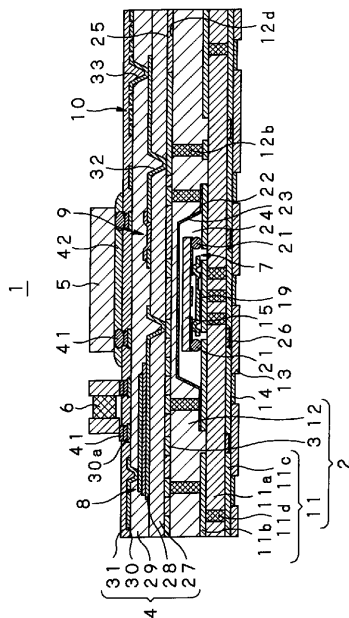
50

図である。

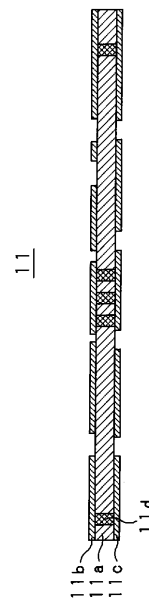
【符号の説明】

1 高周波モジュール、2 ベース基板部、3 ビルドアップ形成面、4 高周波回路部、5 高周波IC、6 チップ部品、7 MEMSスイッチ、8 キャパシタ素子、9 レジスタ素子、10 インダクタ素子、11 両面基板、12 有機絶縁ブロック体、22 凹陷部、23 金属シールド層、24 MEMSスイッチ収納空間部、45 高周波モジュール、50 モジュール基板、51 両面基板、54 有機絶縁ブロック体、55 MEMSスイッチ収納空間部、60 高周波モジュール、61 ベース基板部、62 両面基板、63 換気孔

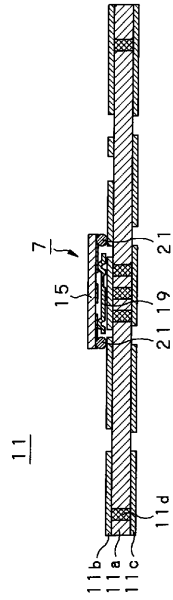
【図 1】



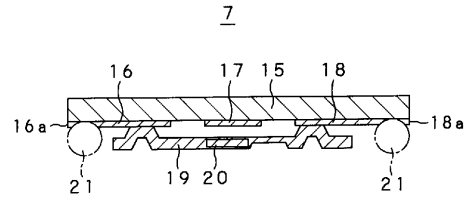
【図 2】



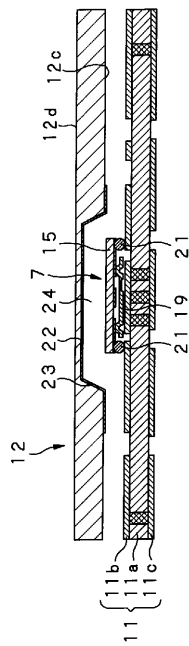
【図 3】



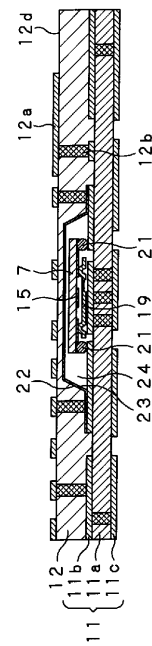
【図 4】



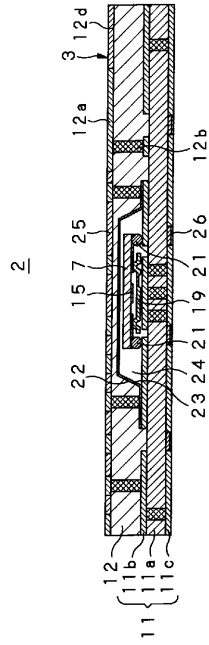
【図 5】



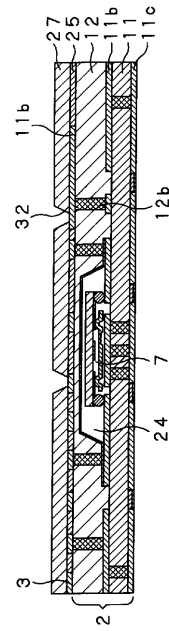
【図 6】



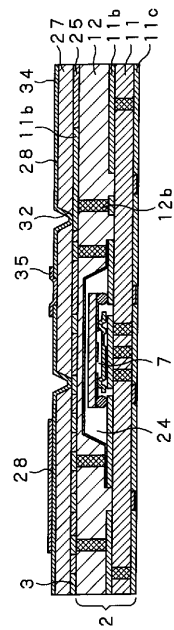
【图 7】



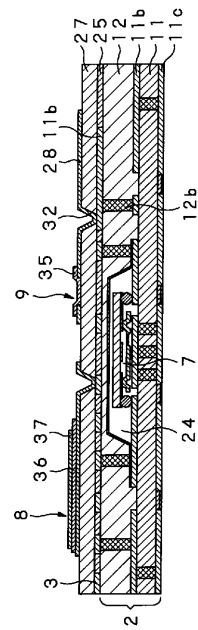
【図 8】



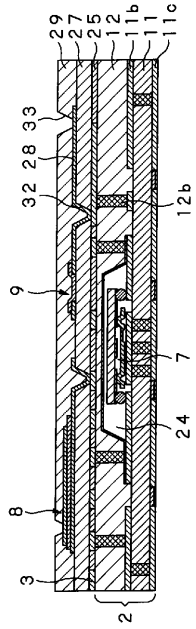
【 図 9 】



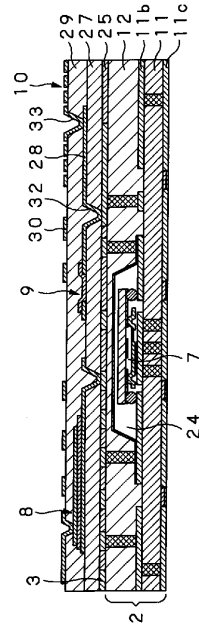
【 図 1 0 】



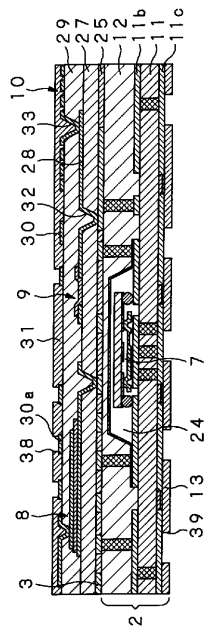
【 図 1 1 】



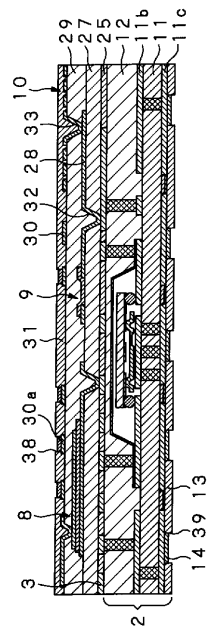
【 図 1 2 】



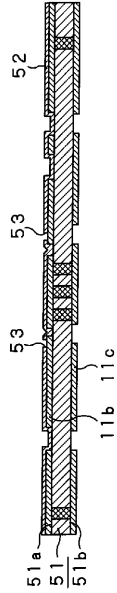
【 図 1 3 】



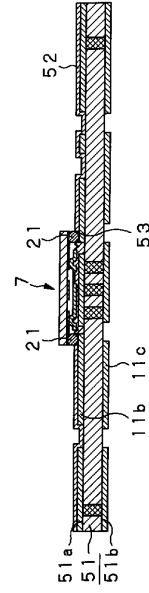
【 図 1 4 】



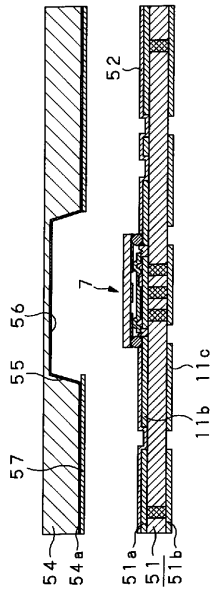
【图 19】



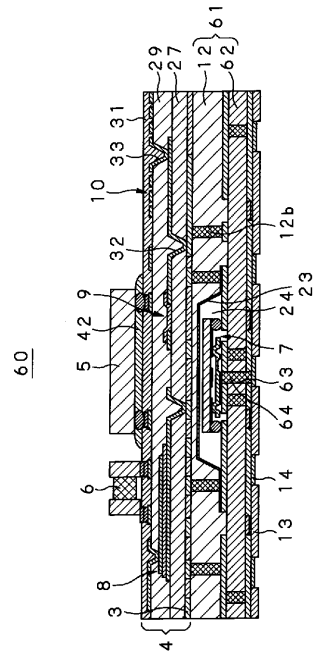
【 図 2 0 】



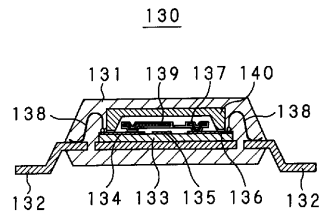
【图 2 1】



【 図 2 2 】



【図 27】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-024333 (JP, A)
特開2000-223837 (JP, A)
特開2001-291817 (JP, A)
実開平05-059847 (JP, U)
特開平09-321439 (JP, A)
特開2000-357771 (JP, A)
特開2003-100937 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 25/00

H01L 23/12

H05K 3/46

H01P 1/12