

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3718131号
(P3718131)

(45) 発行日 平成17年11月16日(2005.11.16)

(24) 登録日 平成17年9月9日(2005.9.9)

(51) Int. Cl. ⁷	F I		
HO 1 L 23/00	HO 1 L 23/00		C
HO 1 L 23/28	HO 1 L 23/28		F
// HO 1 L 23/12	HO 1 L 23/12		E

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-76373 (P2001-76373)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成13年3月16日(2001.3.16)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開2002-280468 (P2002-280468A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成14年9月27日(2002.9.27)	(74) 代理人	100095555
審査請求日	平成15年2月21日(2003.2.21)		弁理士 池内 寛幸
		(74) 代理人	100076576
			弁理士 佐藤 公博
		(74) 代理人	100107641
			弁理士 鎌田 耕一
		(74) 代理人	100110397
			弁理士 席丘 圭司
		(74) 代理人	100115255
			弁理士 辻丸 光一郎
		(74) 代理人	100115152
			弁理士 黒田 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波モジュールおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、前記基板の一表面上に搭載された、高周波半導体素子を含む高周波回路と、少なくとも前記高周波半導体素子を封止するように形成された絶縁性樹脂と、前記絶縁性樹脂の表面に形成された金属薄膜とを備え、前記高周波回路は、グランド電位に接続された配線パターンを有し、前記絶縁性樹脂は、前記配線パターンを露出させるために、前記基板の前記一表面の周縁部に設けられた開口部を有し、前記金属薄膜は、前記開口部の内面にも形成され、前記配線パターンと電氣的に接続されていることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項2】

基板と、前記基板の一表面上に搭載された、高周波半導体素子を含む高周波回路と、少なくとも前記高周波半導体素子を封止するように形成された絶縁性樹脂と、前記絶縁性樹脂の表面に形成された金属薄膜とを備え、前記高周波回路は、グランド電位に接続された配線パターンを有し、前記絶縁性樹脂は、前記配線パターンを露出させるために、前記絶縁性樹脂の周縁部に形成された切り欠き部を有し、前記金属薄膜は、前記切り欠き部を設けた前記絶縁性樹脂の表面にも形成され、前記配線パターンと電氣的に接続されていることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項3】

前記開口部は、0.2mm以上5mm以下の最短径を有する請求項1に記載の高周波モジュール。

【請求項 4】

前記金属薄膜の膜厚は、1 μm以上300 μm以下である請求項 1 または 2 に記載の高周波モジュール。

【請求項 5】

前記開口部の少なくとも一部の側面に、前記側面と前記基板の前記一表面とが絶縁性樹脂側において鋭角を構成するテーパが付されている請求項 1 に記載の高周波モジュール。

【請求項 6】

前記切り欠き部の少なくとも一部の側面に、前記側面と前記基板の前記一表面とが絶縁性樹脂側において鋭角を構成するテーパが付されている請求項 2 に記載の高周波モジュール。

10

【請求項 7】

請求項 1 または 2 に記載の高周波モジュールの製造方法であって、前記絶縁性樹脂を、金型を用いた成形、または前記絶縁性樹脂の成形の後に行うレーザー光の照射もしくは機械的研削により、前記配線パターンの一部が基板の表面から露出するように形成することを特徴とする高周波モジュールの製造方法。

【請求項 8】

高周波回路が配置される一表面の対向面に予め形成したマークにより位置を定めて、レーザー光の照射または機械的研削を行う請求項 7 に記載の高周波モジュールの製造方法。

【請求項 9】

マークが、基板母材を基板へと分割するためのスクライブラインまたは外部との電気的接続のための電極である請求項 8 に記載の高周波モジュールの製造方法。

20

【請求項 10】

基板材料としてセラミックを用い、基板を焼成する前にマークを形成し、前記基板を焼成した後にレーザー光の照射または機械的研削を行う請求項 8 に記載の高周波モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波モジュールとその製造方法に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

主として携帯電話などの移動体通信機器に用いられる高周波モジュールでは、基板上に高周波半導体素子と周辺回路とからなる高周波回路が形成され、半導体素子の保護および電磁波シールドのために、高周波回路を配置した基板表面を覆うように金属キャップが配置されることが多い。一般に、従来の高周波モジュールは、図 12 に示すように、基板 101 上に、高周波半導体素子 102 やチップ抵抗、チップコンデンサなどの電子部品 103 が実装され、これらが金属細線 104 や配線パターン（詳細は図示省略）によって電気的に接続されて高周波回路を形成している。金属キャップ 120 は、基板に嵌め込まれ、またははんだ付けされる。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図 12 に示した従来の高周波モジュールでは、金属キャップがパッケージ低背化の支障となっていた。金属キャップを薄肉化すると、金属キャップの強度が維持できず、容易に撓んで高周波回路と接触するおそれが生じる。高周波回路との接触によるショートを防ぐため、金属キャップ下方には金属キャップの撓みを考慮したクリアランスを設ける必要もある。一例を挙げると、金属キャップの厚さは 100 μm 程度とする必要があり、内部のクリアランスとして 80 μm 程度を確保するように設計する必要があった。この合計約 0.2 mm の厚さを削減できれば、モジュールの低背化を進めることができる。

【0004】

50

そこで、本発明は、電磁波を遮蔽しつつも低背化に有利な構造を有する高周波モジュールとその製造方法とを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の高周波モジュールは、基板と、前記基板の一表面上に搭載された、高周波半導体素子を含む高周波回路と、少なくとも前記高周波半導体素子を封止するように形成された絶縁性樹脂と、前記絶縁性樹脂の表面に形成された金属薄膜とを備え、前記高周波回路は、グランド電位に接続された配線パターンを有し、前記絶縁性樹脂は、前記配線パターンを露出させるために、前記基板の前記一表面の周縁部上に設けられた開口部を有し、前記金属薄膜は、前記開口部の内面にも形成され、前記配線パ

10

ターンと電氣的に接続されていることを特徴とする。
また、本発明の別の高周波モジュールは、基板と、前記基板の一表面上に搭載された、高周波半導体素子を含む高周波回路と、少なくとも前記高周波半導体素子を封止するように形成された絶縁性樹脂と、前記絶縁性樹脂の表面に形成された金属薄膜とを備え、前記高周波回路は、グランド電位に接続された配線パターンを有し、前記絶縁性樹脂は、前記配線パターンを露出させるために、前記絶縁性樹脂の周縁部に形成された切り欠き部を有し、前記金属薄膜は、前記切り欠き部を設けた前記絶縁性樹脂の表面にも形成され、前記配線パターンと電氣的に接続されていることを特徴とする。

ここで、高周波半導体素子とは、周波数400MHz以上で使用されるものをいう。

【0006】

これらの高周波モジュールでは、金属薄膜によって高周波回路への電磁波の影響が緩和される。また、絶縁性樹脂が金属薄膜を支持しているため、金属薄膜の厚さを薄くしても、金属キャップを薄くした場合のように強度や撓みが問題となることはない。絶縁性樹脂を用いれば、金属キャップの下方に設けられていたクリアランスを削減することもできる。こうして、高周波モジュールの低背化が可能となる。

20

【0007】

本発明の高周波モジュールでは、電磁波シールドの効果を高めるために、基板の上記一表面において高周波半導体素子とともに高周波回路を構成する配線パターンと金属薄膜とが電氣的に接続されている。具体的には、絶縁性樹脂が形成されていない基板の表面に露出した配線パターンと金属薄膜とを電氣的に接続すればよい。

30

【0008】

絶縁性樹脂に開口を設けて配線パターンを露出させる場合、絶縁性樹脂の開口部は、0.2mm以上5mm以下の最短径を有するように形成するとよい。最短径が小さすぎると金属薄膜との安定した電氣的接触を確保することが困難となり、最短径が大きすぎると実装面積が制限されてモジュール小型化に不利となる。

【0009】

金属薄膜と電氣的に接続する配線パターンは、高周波的なグラウンド、換言すれば高周波信号が伝送されない配線パターンであり、電位の高さは問わないが、グランド電位に接続された配線パターンであれば、より高い電磁波シールド効果を得ることができる。

【0010】

金属薄膜の膜厚は、1μm以上300μm以下が好適である。膜厚が薄すぎると電磁波シールドの効果が十分に得られなくなり、膜厚が厚すぎると十分にモジュールを低背化できない。

40

【0011】

本発明は、基板の表面において配線パターンと金属薄膜とが電氣的に接続した高周波モジュールの製造方法も提供する。この製造方法は、絶縁性樹脂を、金型を用いた成形、または絶縁性樹脂の成形の後に行うレーザー光の照射もしくは機械的研削により、配線パターンの一部が基板の表面から露出するように形成することを特徴とする。

【0012】

上記製造方法において絶縁性樹脂の成形の後にレーザー照射などの加工を行う場合は、加

50

工の位置精度を高めるために、高周波回路が配置される一表面の対向面に予め形成したマーク（例えば、基板母材を基板へと分割するためのスクライプラインなどの凹部、外部との電氣的接続のための電極などの異種材料露出部）により位置を定めて、レーザ光の照射または機械的研削を行うことが好ましい。この方法は、特に、焼成による歪みを避けがたいセラミックを基板材料として用いる場合に有効である。この場合は、基板を焼成する前にマークを形成し、基板を焼成した後にマークにより位置を定めながら、レーザ光の照射などによる加工を行うとよい。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施形態について説明する。

10

図1は、本発明の高周波モジュールの一形態を、内部構造を示すために絶縁性樹脂の一部を便宜上除去して示した部分切り取り斜視図である。従来と同様、基板1上には、高周波半導体素子2と、チップ抵抗、チップコンデンサなどの電子部品3が配置されている。これらの素子や電子部品は、詳細は図示を省略する配線パターンにより互いに接続されている。高周波半導体素子1は、金属細線4により配線パターンと電氣的に接続されている。さらに、基板の表面は絶縁性樹脂5により覆われており、この絶縁性樹脂の表面には金属薄膜6が形成されている。

【0014】

こうして絶縁性樹脂5により半導体素子や電子部品を気密に封止すれば、例えば金属キャップを用いた場合よりも、耐湿性、耐衝撃性などの特性も向上する。金属キャップは、場合によってははんだ付け工程を要していたが、鉛フリーはんだの採用に伴ってはんだ付けは高温で行う必要が生じ、このための加熱が各部品や基板に望ましくない影響を及ぼすこともあった。しかし、絶縁性樹脂を用いれば、このようなはんだ付け工程が不要となる。

20

【0015】

さらに絶縁性樹脂5は、金属薄膜6を支持する安定した「下地」ともなる。この下地の上に、金属薄膜6は、例えば蒸着、スパッタリング、メッキなど各種の薄膜形成法を適用して形成される。後述する測定結果から明らかなように、実用的な電磁波シールド効果を得るために必要な金属薄膜の膜厚（図1； H_1 ）は、従来用いられてきた金属キャップよりも二桁程度も小さい。なお、絶縁性樹脂の形成方法には特に制限はなく、トランスファーマールド、印刷、射出成形などにより形成すればよい。

30

【0016】

本発明の高周波モジュールを用いれば、例えば6mm角、厚さ1mm（図1： H_3 ）のセラミック基板を用いた場合、モジュール高さ（図1： $H_1 + H_2 + H_3$ ）を1.65mm以下とすることが可能となる。このモジュールは、同様の条件で金属キャップを用いて電磁波遮蔽効果を得ようとした場合よりも、少なくとも0.2mm程度は小さい。

【0017】

絶縁性樹脂5、金属薄膜6の種類、材料などは、本発明の目的が達成される限り特に制限はない、例えば、絶縁性樹脂としてはエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂を用いればよく、金属薄膜としては金、銀、銅、ニッケルなどを用いればよい。金属薄膜は、単層に限らず多層としてもよい。例えば、メッキにより金属薄膜を形成する場合、金属薄膜を、絶縁性樹脂側から、銅/ニッケル/フラッシュ金の多層構成とすると、金属薄膜と樹脂との密着性が良好になるとともに金属薄膜を低シート抵抗化できる。この多層構成は、例えば、その厚さを順に、 $1\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.05\mu\text{m}$ （総厚 $1.5 \sim 1.6\mu\text{m}$ ）とすると、無電解ニッケルメッキ $3\mu\text{m}$ と同程度の電磁波遮蔽効果が得られる。

40

【0018】

基板1、高周波半導体素子2、各電子部品3についても、従来から用いられてきたものを制限なく用いることができる。基板1としては、通常、樹脂基板やセラミック基板が用いられる。

【0019】

金属薄膜6は、図1に示したように、電氣的に浮いた状態であってもある程度電磁波を遮

50

蔽するが、この遮蔽効果を高めるためには、基板表面の配線パターンに接続しておくといよい。金属薄膜と配線パターンとの接続の例を以下に示す。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示した高周波モジュールでは、配線パターン 1 0 が露出するように絶縁性樹脂 5 に円形の孔 7 が設けられ、この孔の内面（底面および側面）にも形成された金属薄膜によって、絶縁性樹脂表面の金属薄膜 6 と配線パターン 1 0 とが電氣的に接続している。配線パターン 1 0 は、グランド電位に接続した接地ラインであることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

図 3 に示した高周波モジュールでは、平面視で円形となるように設けられた孔に代えて、平面視で矩形の溝 8 が設けられている。ここでも、図 2 と同様、この溝の内部において、金属薄膜 6 と配線パターン 1 0 とが接続して、金属薄膜の電磁波遮蔽効果を高めている。なお、孔、溝など開口部の形状は、円、矩形に限らず、楕円その他であってもよい。

10

【 0 0 2 2 】

絶縁性樹脂 5 は、基板表面の全領域を覆うように形成する必要はないが、少なくとも高周波半導体素子を封止し、さらにはこの素子とともに高周波信号を処理する回路を構成する電子部品も封止するように形成することが好ましい。したがって、上記孔 7 などは、これら素子などが配置された領域を除く基板表面、典型的には図示したように基板表面の周縁部に設けることが好ましい。本発明の高周波モジュールでは、図 2、図 3 に示したように、接地パターンなどの配線パターンが基板表面周縁部に引き出され、この周縁部に孔などの開口部が形成され、この開口部において金属薄膜と配線パターンとが電氣的に接続された形態が好適である。

20

【 0 0 2 3 】

孔 7 などの開口部は、その内部に金属薄膜が形成されやすいように、その最短径（基板表面に平行な面における開口径の最短部長さ；例えば、図 3 において溝 8 について示した W）が 0.2 mm 以上となるように形成するとよい。最短径が 0.2 mm 未満であると、例えばメッキ液が内部に入りづらくなる。一方、上記最短径を 5 mm よりも大きくすると、素子小型化の妨げとなる。

【 0 0 2 4 】

開口部は、例えば、レーザー光の照射やダイサー（回転鋸）などによる機械的な研削加工により設ければよく、形成方法に制限はない。レーザー光による切削の速度は、材料により異なる場合がある。例えば、YAG レーザによるエポキシ樹脂の切削速度は、ニッケルなどの金属の切削速度よりも著しく大きい。これを利用すると、基板表面への配線パターンの露出加工が容易となる。

30

【 0 0 2 5 】

絶縁性樹脂の側部に切り欠きを設けたり、側部を後退させて配線パターンを露出させてもよい。図 4 および図 5 は、配線パターンが絶縁性樹脂に設けられた切り欠き部から露出した高周波モジュールの別の形態の部分切り取り斜視図である。これらのモジュールでは、例えばトランスファーマールドに用いる金型の形状により、絶縁性樹脂 5 の周縁部に切り欠き 9 が形成され、この切り欠きから配線パターン 1 0 が露出している。こうして切り欠きを設けた絶縁性樹脂の表面に金属薄膜 6 を形成すれば（例えば図 4 のハッチング部分に金属薄膜 6 が形成される）、金属薄膜と配線パターンとの電氣的接続を確保できる。

40

【 0 0 2 6 】

図 5 に例示したように、切り欠きの側壁の一部にテーパを付すると、この面に金属薄膜が形成されやすくなって配線パターンとの電氣的接続を確保しやすい。このように、本発明の高周波モジュールでは、特に電氣的接続の安定性が問題となりやすい場合（とりわけ蒸着、スパッタリングなどの気相成膜法を採用する場合）には、絶縁性樹脂の開口部や切り欠き部の少なくとも一部の側面に、テーパ（側面と基板表面とが絶縁性樹脂側において鋭角を構成するテーパ）を付することが好ましい。例えば、図 3 の溝 8 の場合は、断面を V 字形、U 字形などとすればよい。

【 0 0 2 7 】

50

上記図 1 ~ 図 5 では、絶縁性樹脂の側面の全面に金属薄膜 6 が形成されていない形態を示した。本発明の高周波モジュールがこれらの形態に限られるわけではないが、量産に適した方法によって製造すると、このようなモジュールとなる場合が多い。この方法では、複数の基板へと分割される板材（基板母材）に、半導体素子、電子部品などを実装し、これらを絶縁性樹脂で封止し、さらに金属薄膜を形成してから、基板母材が基板へと分割される。この方法の例を図 6 を参照して以下に説明する。

【 0 0 2 8 】

まず、従来から行われてきたように、基板母材 1 1 上に、チップ抵抗、チップコンデンサなどの電子部品 3 を所定の位置に搭載する（図 6（a）、（b））。この搭載は、例えばはんだペーストを用いたリフロー法により行われる。次に、高周波半導体素子 2 を同じくはんだ付けなどにより搭載し（図 6（c））、金属細線 4 を用いたワイヤーボンディングを行う（図 6（d））。引き続き、エポキシ樹脂などの絶縁性樹脂 5 をトランスファーマールドなどによって所定の形状に成形する（図 6（e））。さらに、レーザ光の照射などによって、基板の分割予定線 1 3 上の絶縁性樹脂に開口 1 4 を設ける（図 6（f））。上記で説明したように、この開口の形成は、金型を用いて樹脂の成形とともに設けてもよい。そして、開口を形成した絶縁性樹脂 5 の表面に、例えばメッキにより金属薄膜 6 を形成する（図 6（g））。最後に、分割予定線 1 3 に沿って基板を分割すると、図 5 に示したような樹脂側部を部分的に切り欠いたモジュールが得られる。

【 0 0 2 9 】

開口 1 4 は、分割予定線 1 3 に沿って伸長する溝部として形成してもよい。この場合は、基板表面の周縁部において絶縁性樹脂が後退し、この後退部から配線パターンが露出したモジュールが得られる。

【 0 0 3 0 】

上記に例示した製造方法では、図 7 および図 8 に示すように、基板の裏面（高周波回路を形成する面の対向面）に、分割予定線 1 3 上に沿ってスクライプライン 1 2 を形成しておくともよい。一般には、分割予定線に貫通孔を配列することもよく行われるが、貫通孔がミシン目状に配列した分割予定線では、表面から樹脂が侵入したり裏面に漏れだす場合がある。

【 0 0 3 1 】

特にセラミック基板を用いると、焼成に伴う基板のわずかな歪みによってレーザ光照射位置がシフトしてしまう場合がある。しかし、スクライプラインを基準として、例えば図 7、図 8 に示した形態ではスクライプライン 1 2 に沿って、対向面からレーザ光を照射すれば、基板の焼成により、配線パターン 1 0 が部分的に左右に振れていたとしても、この湾曲した配線パターンに沿って精度良くレーザ光による研削を行うことができる。なお、セラミック基板を用いる場合は、未焼成の状態（例えばアルミナのグリーンシート）で、スクライプラインなどを例えば金型を用いて形成し、その後、例えば 8 0 0 ~ 1 3 0 0 で焼成しておくともよい。

【 0 0 3 2 】

スクライプライン 1 2 に代えて、外部との電氣的接続のために、基板の裏面側に配列するように形成したランド電極 1 5 を位置決め用のマークとして、レーザ光照射などの加工を行ってもよい。図 9 および図 1 0 に示すように、ランド電極 1 6 は、基板裏面に設ける必要はなく、スクライプライン 1 2 に沿って配列した凹部として形成し、基板側面にも露出するように形成しても構わない。

【 0 0 3 3 】

以下に、金属薄膜による電磁波遮蔽の効果を測定した例を示す。金属薄膜としては、無電解メッキにより形成したニッケル金属薄膜を用い、厚さは 3 μm とした。絶縁性樹脂としてはエポキシ樹脂を用い、その厚さは約 1 mm とした。金属薄膜を形成することのみによる場合（図 1 の形態に相当）、金属薄膜を配線パターンに接続した場合（図 2 の形態に相当；配線パターンへの電圧は 3 V）、金属薄膜をグランド電位の配線パターンに接続した場合（図 4 の形態に相当）の各モジュールにおける電磁波遮蔽効果を、金属キャップを用

10

20

30

40

50

いた場合（図12の形態に相当）とともに、図11に示す。金属キャップの厚さは約300 μm とした。なお、図11では、基板表面を露出させた状態を基準（透過0dB）として電磁波の透過を相対的に示した。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電磁波を遮蔽しつつも低背化に有利な構造を有する高周波モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の高周波モジュールの一形態において絶縁性樹脂および金属薄膜を部分的に切り欠いて示す部分切り取り斜視図である。

10

【図2】 本発明の高周波モジュールの別の形態の部分切り取り斜視図である。

【図3】 本発明の高周波モジュールのまた別の形態の部分切り取り斜視図である。

【図4】 本発明の高周波モジュールのまたさらに別の形態の部分切り取り斜視図である。

【図5】 本発明の高周波モジュールのまた別の形態の部分切り取り斜視図である。

【図6】 本発明の高周波モジュールの製造工程をモジュール断面図により説明する図である。

【図7】 本発明の高周波モジュールの製造工程の一段階における例を基板表面側から見た状態を示す斜視図である。

【図8】 図7に示した一段階を基板裏面側から見た状態を示す斜視図である。

20

【図9】 本発明の高周波モジュールの製造工程の一段階における別の例を基板表面側から見た状態を示す斜視図である。

【図10】 図9に示した一段階を基板裏面側から見た状態を示す斜視図である。

【図11】 高周波モジュールの電磁波遮蔽特性を比較して示すグラフである。

【図12】 従来の高周波モジュールの一形態の部分切り取り斜視図である。

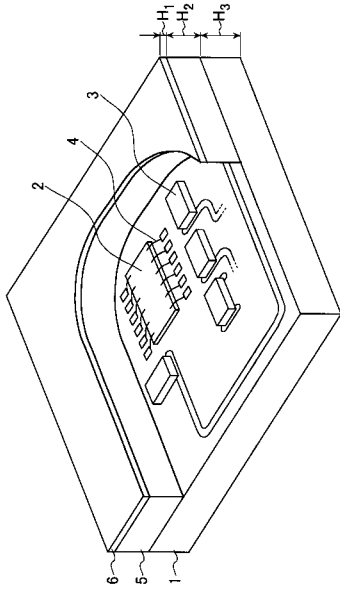
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 高周波半導体素子
- 3 電子部品
- 4 金属細線
- 5 絶縁性樹脂
- 6 金属薄膜
- 7 孔
- 8 溝
- 9 切り欠き
- 10 配線パターン
- 11 基板母材
- 12 スクライブライン
- 13 分割予定線
- 14 開口
- 15, 16 ランド電極

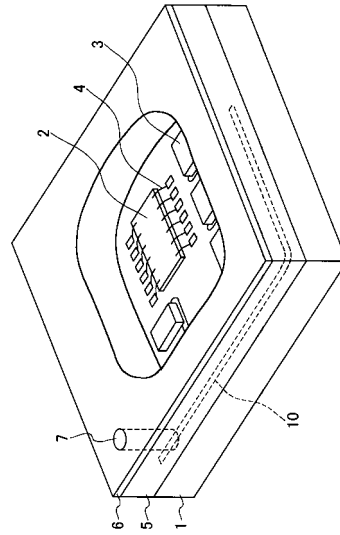
30

40

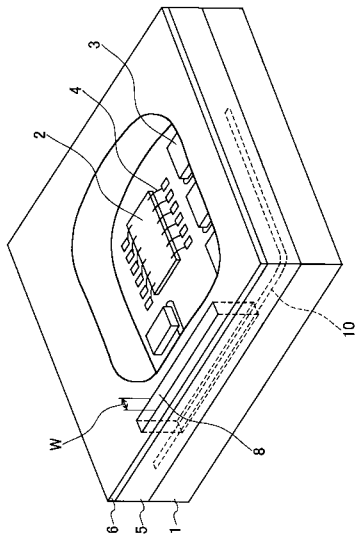
【 図 1 】



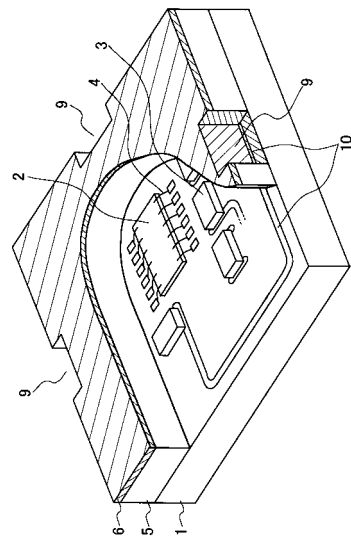
【 図 2 】



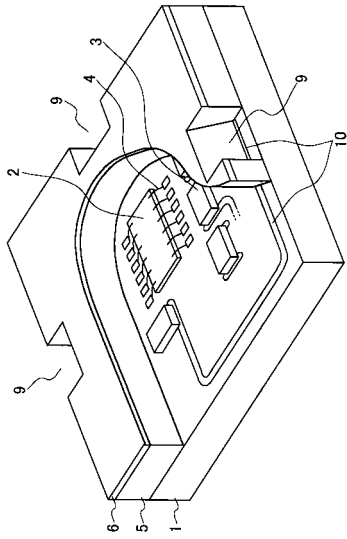
【 図 3 】



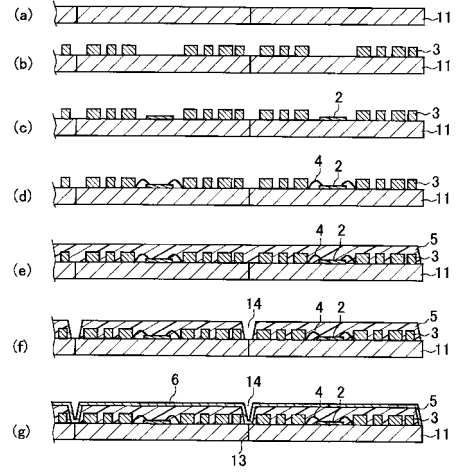
【 図 4 】



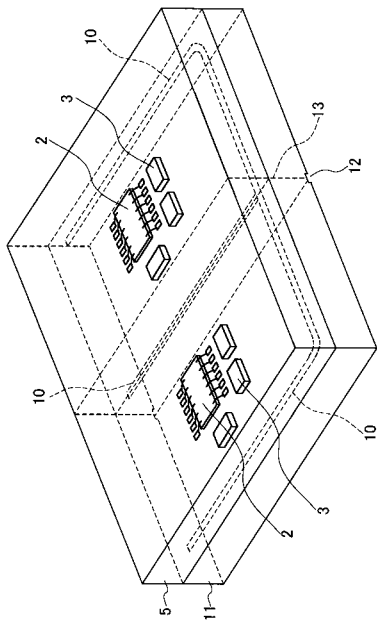
【 図 5 】



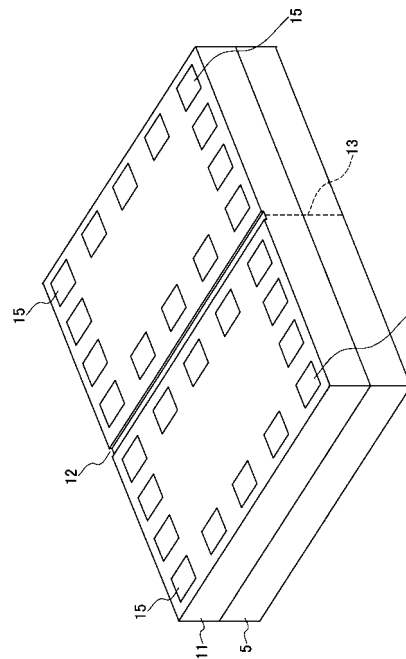
【 図 6 】



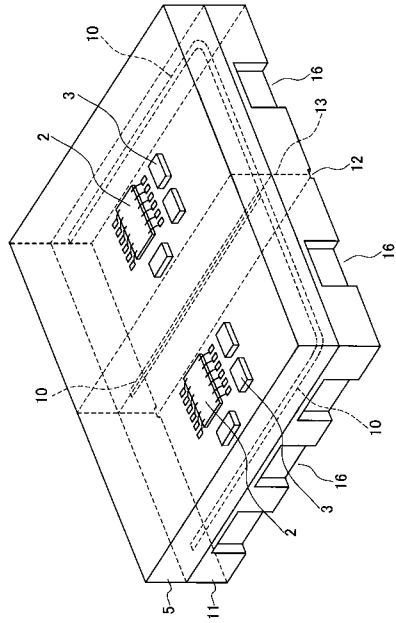
【 図 7 】



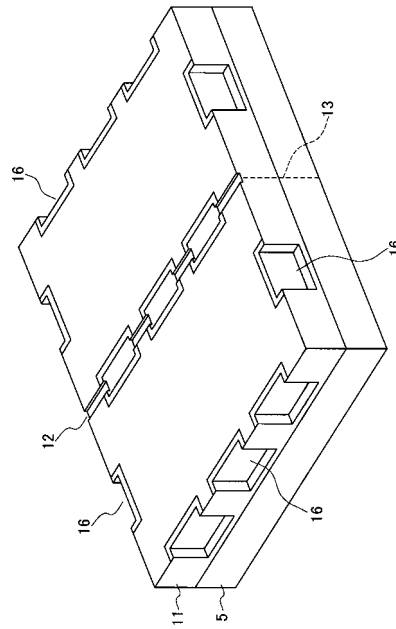
【 図 8 】



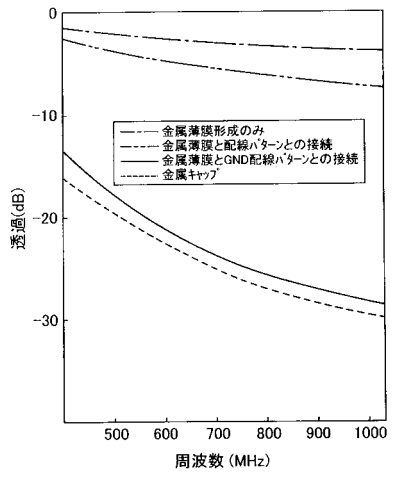
【図9】



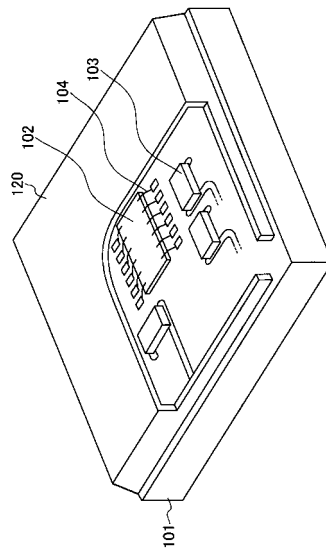
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹原 秀樹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 吉川 則之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 金澤 邦彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 田代 吉成

- (56)参考文献 特開2000-223647(JP,A)
特開2001-244688(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 23/00
H01L 23/28
H01L 23/12