

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6372113号
(P6372113)

(45) 発行日 平成30年8月15日(2018.8.15)

(24) 登録日 平成30年7月27日(2018.7.27)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 P	5/107	(2006.01)	HO 1 P	5/107	B
HO 1 L	23/02	(2006.01)	HO 1 L	23/02	H
HO 1 L	23/12	(2006.01)	HO 1 L	23/12	3 O 1 Z
HO 1 Q	23/00	(2006.01)	HO 1 Q	23/00	

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-53600 (P2014-53600)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成26年3月17日(2014.3.17)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2015-177423 (P2015-177423A)	(74) 代理人	100092978 弁理士 真田 有
(43) 公開日	平成27年10月5日(2015.10.5)	(74) 代理人	100112678 弁理士 山本 雅久
審査請求日	平成28年12月6日(2016.12.6)	(72) 発明者	飯島 真也 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	米倉 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】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】

半導体チップと、前記半導体チップと樹脂で一体化された導波管の一部分と、前記半導体チップに電氣的に接続され、前記導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置する部分がアンテナカプラとなる再配線線路とを有するパッケージ部と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側の反対側の他方の側に設けられ、前記導波管の一部分に接合された前記導波管の残りの部分と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側に、前記導波管の一部分との間に前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分が位置するように設けられたバックショートとを備え、

前記再配線線路は、前記樹脂上に形成された樹脂層に設けられたビア又は前記樹脂上に設けられた誘電体フィルムに形成されたビアを介して前記半導体チップに電氣的に接続された線路導体によっ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 2】

前記導波管の一部分の中に、前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分を支持する誘電体板を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の高周波モジュール。

【請求項 3】

前記誘電体板は、ベンゾシクロブテン、液晶ポリマ、シクロオレフィンポリマ、ポリオレフィン、ポリフェニレンエーテル、ポリスチレン及びポリテトラフルオロエチレンからなる群から選ばれるいずれか 1 種の材料からなることを特徴とする、請求項 2 に記載の高

周波モジュール。

【請求項 4】

半導体チップと、前記半導体チップと樹脂で一体化された導波管の一部分と、前記半導体チップに電氣的に接続され、前記導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置する部分がアンテナカプラとなる再配線線路とを有するパッケージ部を製造する工程と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側の反対側の他方の側に位置するように、前記導波管の一部分に前記導波管の残りの部分を接合する工程と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側に位置し、かつ、前記導波管の一部分との間に前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分が位置するように、バックショートを設ける工程とを含み、

前記パッケージ部を製造する工程は、

前記半導体チップと前記導波管の一部分を前記樹脂で一体化する工程と、

前記半導体チップに電氣的に接続されるように、前記樹脂上に形成された樹脂層に設けられたビア又は前記樹脂上に設けられた誘電体フィルムに形成されたビアを介して前記半導体チップに電氣的に接続された線路導体によって構成される前記再配線線路を設ける工程とを含むことを特徴とする高周波モジュールの製造方法。

10

【請求項 5】

前記パッケージ部を製造する工程は、前記導波管の一部分の中であって前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側に誘電体板を設ける工程を含むことを特徴とする、請求項 4 に記載の高周波モジュールの製造方法。

20

【請求項 6】

前記パッケージ部を製造する工程は、前記導波管の一部分が延びる方向の前記他方の側で前記導波管の一部分を閉じるように蓋を設ける工程を含むことを特徴とする、請求項 4 又は 5 に記載の高周波モジュールの製造方法。

【請求項 7】

前記樹脂で一体化する工程の後に、前記導波管の一部分が延びる方向の前記他方の側の前記樹脂及び前記蓋を除去する工程を含むことを特徴とする、請求項 6 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】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、高周波モジュール及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在市販されている同軸コネクタ・ケーブルは 110GHz が上限となっており、それを超える高周波信号の伝送には導波管が用いられる。また、導波管と半導体チップとの間で高周波信号を伝送するのに、平面の伝送線路に信号を変換すべくマイクロストリップ線路基板が用いられる。つまり、導波管 - マイクロストリップ線路変換器が用いられる。そして、半導体チップを実装し、半導体チップとマイクロストリップ線路基板とがワイヤボンディング又はフリップチップボンディングなどで接続される。

40

【0003】

例えば、図 5 (A)、図 5 (B) に示すように、金属筐体 100 の内部の導波管 101 に連なる空間に、導波管 101 の内部に突出するようにマイクロストリップ線路基板 102 が実装される。そして、さらに半導体チップ 103 が実装されて、ワイヤボンディング又はフリップチップボンディングなどで接続される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 198712 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 343904 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、図5(A)、図5(B)に示す構成では、マイクロストリップ線路及びワイヤボンディング又はフリップチップボンディングなどを介して高周波信号を伝送するため、導波管と半導体チップとの間で高周波信号を伝送する際の高周波特性の劣化が大きい。

例えば、導波管から半導体チップまで延びるマイクロストリップ線路の長さが必然的に長くなってしまい、また、ワイヤボンディング又はフリップチップボンディングなどで半導体チップに接続されるため、線路抵抗による信号損失が大きい。また、伝送される信号が高周波になるほど波長が短くなるが、半導体チップまでのマイクロストリップ線路の長さが波長の1/4以上になってしまうと信号反射による波形劣化も起こる。このため、導波管と半導体チップとの間で高周波信号を伝送する際の高周波特性の劣化が大きい。

【0006】

そこで、導波管と半導体チップとの間で高周波信号を伝送する際の高周波特性の劣化を抑制したい。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本高周波モジュールは、半導体チップと、半導体チップと樹脂で一体化された導波管の一部分と、半導体チップに電氣的に接続され、導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置する部分がアンテナカプラとなる再配線線路とを有するパッケージ部と、導波管の一部分が延びる方向の一方の側の反対側の他方の側に設けられ、導波管の一部分に接合された導波管の残りの部分と、導波管の一部分が延びる方向の一方の側に、導波管の一部分との間に再配線線路のアンテナカプラとなる部分が位置するように設けられたバックショートとを備え、再配線線路は、樹脂上に形成された樹脂層に設けられたビア又は樹脂上に設けられた誘電体フィルムに形成されたビアを介して半導体チップに電氣的に接続された線路導体によって構成されている。

【0008】

本高周波モジュールの製造方法は、半導体チップと、半導体チップと樹脂で一体化された導波管の一部分と、半導体チップに電氣的に接続され、導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置する部分がアンテナカプラとなる再配線線路とを有するパッケージ部を製造する工程と、導波管の一部分が延びる方向の一方の側の反対側の他方の側に位置するように、導波管の一部分に導波管の残りの部分を接合する工程と、導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置し、かつ、導波管の一部分との間に再配線線路のアンテナカプラとなる部分が位置するように、バックショートを設ける工程とを含み、パッケージ部を製造する工程は、半導体チップと導波管の一部分を樹脂で一体化する工程と、半導体チップに電氣的に接続されるように、樹脂上に形成された樹脂層に設けられたビア又は樹脂上に設けられた誘電体フィルムに形成されたビアを介して半導体チップに電氣的に接続された線路導体によって構成される再配線線路を設ける工程とを含む。

【発明の効果】

【0009】

したがって、本高周波モジュール及びその製造方法によれば、導波管と半導体チップとの間で高周波信号を伝送する際の高周波特性の劣化を抑制することができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態にかかる高周波モジュールの構成を示す模式的断面図である。

【図2】本実施形態にかかる高周波モジュールの製造方法(パッケージ部の製造方法)において樹脂に埋め込まれる導波管の一部分を説明するための模式図である。

【図3】(A)~(F)は、本実施形態にかかる高周波モジュールの製造方法(パッケー

10

20

30

40

50

ジ部の製造方法)を説明するための模式的断面図である。

【図4】(A)、(B)は、本実施形態にかかる高周波モジュールの製造方法(導波管の残りの部分を接合する工程、及び、バックショートを接合する工程)を説明するための模式的断面図である。

【図5】(A)、(B)は、従来の高周波モジュールの構成を示す模式的断面図であって、(A)はワイヤボンディングを用いた場合を示しており、(B)はフリップチップボンディングを用いた場合を示している。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面により、本発明の実施の形態にかかる高周波モジュール及びその製造方法について、図1～図4を参照しながら説明する。

10

本実施形態にかかる高周波モジュールは、例えばミリ波・テラヘルツ波などの高周波を用いたレーダー、センサー、無線通信システムに実装される高周波モジュールである。

本実施形態の高周波モジュールは、図1に示すように、半導体チップ1と、導波管2の一部分2Xと、再配線線路3とを有するパッケージ部4と、導波管2の残りの部分2Yと、バックショート5とを備える。ここでは、導波管2は金属管(金属製の導波管)であるため、導波管2の一部分2Xは金属管の一部分であり、導波管2の残りの部分2Yは金属管の残りの部分である。なお、半導体チップ1を回路チップともいう。

【0012】

ここでは、パッケージ部4は、半導体チップ1と、半導体チップ1と樹脂6で一体化された導波管2の一部分2Xと、半導体チップ1に電気的に接続され、導波管2の一部分2Xが延びる方向の一方の側に位置する部分3Xがアンテナカプラ7となる再配線線路3とを有する。

20

つまり、パッケージ部4は、半導体チップ1と、導波管2の一部分2Xと、再配線線路3とを有する。ここで、半導体チップ1と導波管2の一部分2Xとは樹脂6で一体化されている。そして、この樹脂6上に、半導体チップ1に電気的に接続された再配線線路3、即ち、再配線線路3を含む再配線層30が設けられている。この再配線線路3は、導波管2の延長上まで延びており、再配線線路3の導波管2の延長上に位置する部分3X、即ち、再配線線路3の導波管2の一部分2Xが延びる方向の一方の側(図1中、上側)に位置する部分3Xがアンテナカプラ7として機能するようになっている。この場合、再配線線路3(アンテナカプラ7を含む)は、導波管2の一部分2Xが延びる方向の一方の側に設けられていることになる。そして、導波管2の一部分2Xが延びる方向の一方の側は、半導体チップ1の回路面が設けられている側である。このような再配線線路3を含む再配線層30は、例えばFan-out WLP(wafer level package)に用いられる再配線技術を用いて作製することができる。また、導波管2の一部分2Xは、再配線線路3のアンテナカプラ7として機能する部分3Xの裏面側の樹脂6を厚さ方向に貫通している。なお、樹脂6をパッケージ樹脂又はモールド樹脂ともいう。また、半導体チップ1の回路面をチップ表面、パッド面又は端子面ともいう。

30

【0013】

導波管2の残りの部分2Yは、パッケージ部4の裏面側(図1中、下側)で、パッケージ部4に備えられる導波管2の一部分2Xに接合されている。つまり、導波管2の残りの部分2Yは、パッケージ部4に備えられる半導体チップ1の回路面が設けられている側の反対側(図1中、下側)、即ち、パッケージ部4の再配線線路3が設けられている側の反対側に設けられ、パッケージ部4に備えられる導波管2の一部分2Xに接合されている。この場合、導波管2の残りの部分2Yは、導波管2の一部分2Xが延びる方向の一方の側の反対側の他方の側(図1中、下側)に設けられることになる。例えば、導波管2の残りの部分2Yは導電性接着剤8(例えばAgペースト等)によってパッケージ部4に備えられる導波管2の一部分2Xに接合すれば良い。

40

【0014】

バックショート5は、パッケージ部4の表面側(図1中、上側)で、パッケージ部4に

50

備えられる導波管 2 の一部分 2 X の延長上に位置するように、再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X を挟んで導波管 2 の一部分 2 X の反対側に設けられている。つまり、バックシヨート 5 は、パッケージ部 4 に備えられる半導体チップ 1 の回路面が設けられている側（図 1 中、上側）、即ち、パッケージ部 4 の再配線線路 3 が設けられている側に、導波管 2 の一部分 2 X との間に再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X が位置するように設けられている。この場合、バックシヨート 5 は、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側（図 1 中、上側）に設けられていることになる。例えば、樹脂 6 に埋め込まれた導波管 2 の一部分 2 X の端面に沿うように、パッケージ部 4 の表面側に設けられた再配線層 3 0 にグラウンド層 3 1（再配線グラウンド層）を設け、このグラウンド層 3 1 を、ビア 3 2 を介して導波管 2 の一部分 2 X の端面に接続する。そして、このグラウンド層 3 1 上に、底部 9 A と枠状の側部 9 B とを有するバスタブ状金属部材 9（例えば銅製のバスタブ状部材）の枠状の側部 9 B の端面を接合し、このバスタブ状金属部材 9 の底部 9 A をバックシヨート 5 とすれば良い。なお、バスタブ状金属部材 9 を、バスタブ構造（バスタブ形状）の金属ブロック、又は、金属バスタブ構造ともいう。

【0015】

この場合、バスタブ状金属部材 9 の深さ、即ち、再配線線路 3 の一部であるアンテナカプラ 7 とバスタブ状金属部材 9 の底部 9 A との間の距離は、伝送する高周波信号の波長の $1/4$ （ $\lambda/4$ ）になっている。ここで、バックシヨート 5 は、アンテナカプラ 7 から $\lambda/4$ 離れたグラウンド面である。

そして、このようにしてバックシヨート 5 が取り付けられたパッケージ部 4 の表面側の全体を覆うように、キャップ 1 0 が設けられている。

【0016】

ところで、本実施形態では、導波管 2 の一部分 2 X の中に、再配線線路のアンテナカプラ 7 となる部分を支持する誘電体板を備える。つまり、導波管 2 の一部分 2 X の中の再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X の側に誘電体板 1 1 が設けられており、この誘電体板 1 1 上に再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X が設けられている。なお、誘電体板 1 1 を、板状の誘電体、又は、誘電体基板ともいう。この場合、再配線線路 3 側の樹脂 6 の表面と再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X 側の誘電体板 1 1 の表面とは同一面上に位置する。また、半導体チップ 1 の回路面と誘電体板 1 1 の表面とは同一面上に位置する。そして、これらの同一面上に位置する誘電体板 1 1、樹脂 6、半導体チップ 1 の回路面上に、再配線線路 3 を含む再配線層 3 0 が設けられていることになる。

【0017】

このように、誘電体板 1 1 を設けて、再配線線路 3 の一部であるアンテナカプラ 7 を支持することで、再配線線路 3 の一部であるアンテナカプラ 7 の位置を保つことが可能となる。これにより、利得や高周波特性が劣化してしまうのを抑制することが可能となる。

ここで、誘電体板 1 1 に使用可能な材料としては、高周波領域で誘電正接ができるだけ小さいものが損失低減（電波の伝送損失低減）の観点から好ましい。好ましい誘電正接（ $\tan \delta$ ）の値は約 0.002 以下（1 GHz）であり、より好ましくは約 0.001 以下である。これ以上でも必要とされる高周波特性に影響が少なければ使用可能であるが、約 100 ~ 約 300 GHz の高周波領域では約 1 GHz よりも誘電正接の上昇が大きいいため、この範囲が好ましい。

【0018】

特に、誘電体板 1 1 は、低誘電率の誘電体（低誘電率材料）又は低損失な誘電体（低損失材料）からなるものとするのが好ましい。例えば、ベンゾシクロブテン（BCB）、液晶ポリマ（LCP）、シクロオレフィンポリマ（COP）、ポリオレフィン、ポリフェニレンエーテル（PPE）、ポリスチレン及びポリテトラフルオロエチレン（PTFE；フッ素系樹脂）からなる群から選ばれるいずれか 1 種の材料からなるものとするのが好ましい。これにより、高周波利得の低減を抑制し、低損失化を図ることが可能となる。なお、このような誘電体板 1 1 を、板状の低誘電率誘電体、低誘電率誘電体基板、板状の低損失

10

20

30

40

50

誘電体又は低損失誘電体基板ともいう。

【0019】

また、誘電体板11は、厚さを約100 μ m以下とするのが好ましい。これにより、高周波利得の低減を抑制することが可能となる。

また、本実施形態では、再配線線路3は、樹脂6上に形成された樹脂層33に設けられたビア34を介して半導体チップ1に電氣的に接続された線路導体35によって構成されている。ここでは、再配線線路3としての線路導体35は、ビア34を介して半導体チップ1に電氣的に接続されている。また、樹脂層33は感光性樹脂層である。また、線路導体35は、例えば銅などの金属からなる金属配線である。

【0020】

このような構成を備える再配線線路3は、例えばセミアディティブ法を用いてめっきによって形成しても良いし、インクジェット法を用いて金属ペースト（例えば銅ペーストや銀ペースト）によって形成しても良い。但し、コスト及び実装精度を考慮すると、セミアディティブ法を用いてめっきによって形成するのが好ましい。

このように、導波管2の一部分2Xと半導体チップ1とをモールド樹脂6で埋め込んでこれらの位置を固定して一体化し、その上に導波管2の延長上に延びるアンテナカプラ7を含む再配線線路3を形成し、半導体チップ1に電氣的に接続したパッケージ部4に、図1に示すように、導波管2の残りの部分2Y及びバックショート5となるバスタブ状金属部材9を接合することで高周波モジュールが作製される。つまり、異種デバイス集積技術及び再配線技術を用いて、導波管2の一部分2Xと半導体チップ1とをモールド樹脂6で一体化し、半導体チップ1に、アンテナカプラ7を含む再配線線路3を電氣的に接続する。そして、導波管2の残りの部分2Y及びバックショート5となるバスタブ状金属部材9を接合して高周波モジュールが作製される。このようにして高周波モジュールを作製することで、導波管-線路変換（同軸変換）から半導体チップ実装までを実現することができる。

【0021】

この場合、導波管2と半導体チップ1との間で高周波信号を伝送するために、アンテナカプラ7を含む再配線線路3が用いられ、その長さを短くすることができる。つまり、アンテナカプラ7（変換部）と半導体チップ1との距離を短くことができ、伝送線路を短くすることができる。このため、伝送損失、即ち、線路抵抗による信号損失（線路損失）を低減することが可能である。また、伝送される信号が高周波になるほど波長が短くなるが、このような場合であっても、半導体チップ1までの長さを波長の1/4よりも短くことができ、信号反射による波形劣化も抑制することが可能である。例えば、ミリ波、テラヘルツ波などの超高周波の高周波信号を伝送する場合であっても、信号反射による波形劣化も抑制することが可能である。例えば、約100GHzの高周波信号で波長は約3mm、約300GHzの高周波信号で波長は約1mmと短くなる。このような場合であっても、半導体チップ1までの長さを波長の1/4よりも短くことができ、信号反射による波形劣化も抑制することが可能である。これにより、導波管2と半導体チップ1との間で高周波信号を伝送（入出力）する際の高周波特性の劣化を抑制することが可能となる。つまり、半導体チップ1から導波管2に向かって延びる伝送線路における高周波特性の劣化を抑制することが可能となる。

【0022】

また、導波管2の一部分2X、アンテナカプラ7として機能する部分3Xを含む再配線線路3及び半導体チップ1を一体化したパッケージ部4を作製し、これに導波管2の残りの部分2Yやバックショート5となるバスタブ状金属部材9を接合するため、アンテナカプラ7に対する導波管2やバックショート5の位置精度（実装精度）が高くなる。つまり、導波管2の一部分2Xと半導体チップ1を樹脂6で一体化し、この樹脂6上にアンテナカプラ7として機能する部分3Xを含む再配線線路3を形成し、この導波管2の一部分2Xに対して、導波管2の残りの部分2Yやバックショート5となるバスタブ状金属部材9を接合するため、アンテナカプラ7に対して導波管2やバックショート5を高い位置精度

10

20

30

40

50

で実装することが可能となる。これにより、実装誤差や加工ばらつき等によって特性が大きく変わってしまうのを抑制することができ、また、導波管 - 線路変換の変換効率を高めることもできる。

【 0 0 2 3 】

これに対し、従来のようにマイクロストリップ線路基板を用いる場合（例えば図 5（A）、図 5（B）参照）には、マイクロストリップ線路基板の加工ばらつきや実装精度によって特性（電気的特性）が大きく変わってしまう。例えば、ミリ波、テラヘルツ波などの超高周波の高周波信号を送信する場合には、導波管のサイズやマイクロストリップ線路からバックショートまでの距離が、マイクロストリップ線路基板の厚さや幅と同程度のオーダーになってくる。例えば、約 100 GHz の高周波信号で波長は約 3 mm、約 300 GHz の高周波信号で波長は約 1 mm と短くなり、マイクロストリップ線路基板の厚さや幅が波長に対して無視できない大きさとなる。このため、マイクロストリップ線路基板の加工ばらつきによって特性が大きく変わってしまう。また、マイクロストリップ線路基板を実装する際には、マイクロストリップ線路とバックショートとの間の距離、及び、マイクロストリップ線路基板の導波管内への突き出し長さを考慮して、垂直方向及び水平方向での位置合わせを行なわなくてはならず、精度良く位置合わせを行なうのは難しい。このため、マイクロストリップ線路基板の実装精度（加工誤差及び実装誤差）によって特性が大きく変わってしまう。

10

【 0 0 2 4 】

また、導波管 2 の一部分 2 X、アンテナカプラ 7 として機能する部分 3 X を含む再配線線路 3 及び半導体チップ 1 を一体化したパッケージ部 4 に、導波管 2 の残りの部分 2 Y やバックショート 5 となるバスタブ状金属部材 9 を接合することで、導波管 - 線路変換から半導体チップ実装までを実現するため、小型化、低損失化を実現することもできる。

20

また、半導体チップ 1 と導波管 2 との間の変換部に、アンテナカプラ 7 として機能する部分 3 X を含む再配線線路 3 を用いることで、従来、超高周波信号を送信するために半導体チップと導波管の間の変換部に用いられていたマイクロストリップ線路基板が不要となり、小型化、低損失化を実現することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

また、本実施形態では、パッケージ部 4 の再配線線路 3 が設けられている側の反対側で導波管 2 の一部分 2 X に導波管 2 の残りの部分 2 Y が接合され、再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X の周囲を覆うようにバックショート 5 となるバスタブ状金属部材 9 が設けられており、再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X と半導体チップ 1 との間で高周波信号を送信する再配線線路 3 の上方のみが隙間となる。この隙間は小さいため、導波管モードで電波（信号）が漏洩して伝搬してしまうのを抑制することが可能である。

30

【 0 0 2 6 】

これに対し、従来のようにマイクロストリップ線路基板を用いる場合（例えば図 5（A）、図 5（B）参照）には、金属筐体の内部の導波管に連なる空間にマイクロストリップ線路基板を実装しなくてはならない。このため、マイクロストリップ線路基板の上方に大きな隙間ができてしまうため、導波管モードで電波が漏洩して伝搬してしまうのを抑制するのは難しい。また、マイクロストリップ線路基板は、その強度を確保するために厚さを薄くするのにも限界があるため、マイクロストリップ線路の下側の基板部分を通して電波が漏洩して伝搬してしまうのを抑制するのも難しい。

40

【 0 0 2 7 】

なお、半導体チップ 1 を回路チップ、半導体回路チップ又は半導体集積回路チップともいう。また、アンテナカプラ 7 は、変換用カプラ、集電用カプラ又はプローブともいう。また、導波管 2 の一部分 2 X と半導体チップ 1 とを樹脂 6 で一体化したものを、集積体ともいう。また、高周波モジュールは、導波管 - アンテナカプラ / 再配線線路変換器又はプローブ結合型変換器としての機能も有する。このため、信号変換モジュールともいう。

【 0 0 2 8 】

50

なお、上述の実施形態では、再配線線路 3 は、樹脂 6 上に形成された樹脂層 3 3 に設けられたビア 3 4 を介して半導体チップ 1 に電氣的に接続された線路導体 3 5 によって構成されているものとしているが、これに限られるものではない。

例えば、再配線線路は、樹脂上に設けられた誘電体フィルムに形成されたビアを介して半導体チップに電氣的に接続された線路導体によって構成されているものとしても良い。なお、誘電体フィルムを、絶縁フィルム、樹脂フィルム又は絶縁樹脂フィルムともいう。このような構成を備える再配線線路は、例えば導体層（例えば銅箔などの金属層）を有する誘電体フィルムを集積体の樹脂上に設け、導体層をパターンニングして線路導体を形成し、誘電体フィルムにビアを形成することによって設ければ良い。例えば、金属層が接着層を介して接着されている誘電体フィルムを集積体の樹脂上に貼り付けた後に、金属層をパターニングするとともに誘電体フィルムにビアを形成することによって、再配線線路を設ければ良い。ここで、誘電体フィルムは、低誘電率の誘電体（低誘電率材料）又は低損失な誘電体（低損失材料）からなるものとするのが好ましい。例えば、ベンゾシクロブテン（BCB）、液晶ポリマ、シクロオレフィンポリマ（COP）、ポリオレフィン、ポリフェニレンエーテル（PPE）、ポリスチレン及びポリテトラフルオロエチレンからなる群から選ばれるいずれか 1 種の材料からなるものとするのが好ましい。なお、このような低誘電率材料からなる誘電体フィルムを、低誘電材料フィルムともいう。また、導体層のパターニングとビアの形成はいずれが先でも良い。

【0029】

また、例えば、再配線線路がパターンニングされている誘電体フィルムを、集積体の樹脂上に取り付けることによって、再配線線路を設けても良い。例えば、ビア及びビアに接続される線路導体を有する誘電体フィルムを、集積体の樹脂上に設けることによって、再配線線路を設けても良い。例えば、集積体の樹脂上に、再配線線路としての線路導体及びビアがパターンニングされている誘電体フィルムを、接着剤で接着すれば良い。この場合、誘電体フィルムにパターンニングされているビア及びその近傍領域を接着するのに導電性接着剤を用い、それ以外の領域を接着するのに低誘電・低損失接着剤を用いるのが好ましい。但し、コスト及び実装精度を考慮すると、上述の集積体の樹脂上に誘電体フィルムを取り付けた後に再配線線路をパターンニングする方法によって再配線線路を設けるのが好ましい。

【0030】

次に、本実施形態にかかる高周波モジュールの製造方法について説明する。

まず、半導体チップ 1 と、半導体チップ 1 と樹脂 6 で一体化された導波管 2 の一部分 2 X と、半導体チップ 1 に電氣的に接続され、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側に位置する部分 3 X がアンテナカプラ 7 となる再配線線路 3 とを有するパッケージ部 4 を製造する（パッケージ部を製造する工程）。

【0031】

つまり、まず、半導体チップ 1 と導波管 2 の一部分 2 X を樹脂 6 で一体化する [図 3 (C) 参照]。次に、半導体チップ 1 に電氣的に接続されるように再配線線路 3 を設ける [図 3 (F) 参照]。

特に、半導体チップ 1 と導波管 2 の一部分 2 X を樹脂 6 で一体化する前に、導波管 2 の一部分 2 X の中であって導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側に誘電体板 1 1 を設けるのが好ましい (図 2 参照)。つまり、パッケージ部 4 を製造する工程を、導波管 2 の一部分 2 X の中であって導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側に誘電体板 1 1 を設ける工程を含むものとするのが好ましい。この場合、半導体チップ 1 の回路面と誘電体板 1 1 の表面とが同一面上に位置するように誘電体板 1 1 を設けるのが好ましい [図 2 、 図 3 (B) 参照]。

【0032】

また、半導体チップ 1 と導波管 2 の一部分 2 X を樹脂 6 で一体化する前に、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の他方の側で導波管 2 の一部分 2 X を閉じるように蓋 1 2 を設けるのが好ましい (図 2 参照)。つまり、パッケージ部 4 を製造する工程を、導波管 2 の一

10

20

30

40

50

部分 2 X が延びる方向の他方の側で導波管 2 の一部分 2 X を閉じるように蓋 1 2 を設ける工程を含むものとするのが好ましい [図 2、図 3 (B) 参照]。この場合、半導体チップ 1 と導波管 2 の一部分 2 X を樹脂 6 で一体化した後に、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の他方の側の樹脂 6 及び蓋 1 2 を除去することになる [図 3 (E) 参照]。

【 0 0 3 3 】

このようにしてパッケージ部 4 を製造する場合、再配線線路 3 を設ける工程を、樹脂 6 上に樹脂層 3 3 を形成する工程と、樹脂層 3 3 にビア 3 4 を形成する工程と、樹脂層 3 3 上に線路導体 3 5 を形成する工程とを含むものとすれば良い。例えば、セミアディティブ法やインクジェット法を用いるものが、これに含まれる。また、再配線線路 3 を設ける工程を、樹脂上に、導体層を有する誘電体フィルムを設ける工程と、誘電体フィルムにビアを形成する工程と、導体層をパターニングして線路導体を形成する工程とを含むものとしても良い。例えば、導体層を有する誘電体フィルムを集積体の樹脂上に取り付けた後に、再配線線路をパターニングするものが、これに含まれる。なお、ビアを形成する工程と線路導体を形成する工程はどちらが先であっても良い。また、再配線線路 3 を設ける工程において、ビア及びビアに接続される線路導体を有する誘電体フィルムを、樹脂上に設けるようにしても良い。例えば、再配線線路がパターニングされている誘電体フィルムを、集積体の樹脂上に取り付けるものが、これに含まれる。

10

【 0 0 3 4 】

そして、上述のようにして製造されたパッケージ部 4 に、導波管 2 の残りの部分 2 Y を接合し、また、バックショート 5 を設ける [図 4 (A)、図 4 (B) 参照]。

20

つまり、上述のようにして製造されたパッケージ部 4 に備えられる導波管 2 の一部分 2 X に、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側の反対側の他方の側に位置するように、導波管 2 の残りの部分 2 Y を接合する。また、上述のようにして製造されたパッケージ部 4 に、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側に位置し、かつ、導波管 2 の一部分 2 X との間に再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X が位置するように、バックショート 5 を設ける。

【 0 0 3 5 】

以下、セミアディティブ法を用いてめっきによって再配線線路 3 を形成する場合を例に挙げて、図 2 ~ 図 4 を参照しながら説明する。

まず、図 2 に示すように、導波管 2 の一部分 2 X の下方の側に、即ち、導波管 2 の一部分 2 X の底面に、モールド時に導波管 2 の一部分 2 X の内部にモールド樹脂 6 が流入するのを防ぐための蓋 1 2 を設ける。例えば、導波管 2 の一部分 2 X の下方の開口部を閉じるように、導波管 2 の一部分 2 X の底面に蓋 1 2 を貼り付ければ良い。この蓋 1 2 は、後述のモールド樹脂 6 をバックグラインドする工程で全て削ってしまうため、特に材質は問わない。このため、蓋 1 2 の材料は、例えば金属 (例えば銅) などの導体でも良いし、絶縁体でも良い。

30

【 0 0 3 6 】

また、導波管 2 の一部分 2 X の上方の側に、即ち、導波管 2 の一部分 2 X の上面に、再配線線路 3 の一部であるアンテナカプラ 7 を支持するための誘電体板 1 1 を設ける。例えば、チップマウンタやチップボンダ (フリップチップボンダ) を用いて、導波管 2 の一部分 2 X の上方の開口部に誘電体板 1 1 を位置合わせし、誘電体板 1 1 に荷重をかけて、誘電体板 1 1 を導波管 2 の一部分 2 X の開口部に挿入し、導波管 2 の一部分 2 X の内側に誘電体板 1 1 を嵌め込めれば良い。

40

【 0 0 3 7 】

例えば、約 3 0 0 G H z の高周波信号を伝送する場合、導波管 2 の一部分 2 X のサイズを、内側の縦横の長さ約 5 0 0 μ m、高さ (導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の長さ ; 図 2 中、上下方向の長さ) 約 4 0 0 μ m、厚さ約 1 0 0 μ m とし、その底面に、縦横の長さ約 7 0 0 μ m、厚さ約 1 0 0 μ m の蓋 1 2 を貼り付け、その上方から、縦横の長さ約 5 0 0 μ m、厚さ約 1 0 0 μ m の誘電体板 1 1 を嵌め込めれば良い。このようにして蓋 1 2 及び誘電体板 1 1 が設けられた導波管 2 の一部分 2 X の高さは、約 5 0 0 μ m 程度となる。

50

なお、ここでは、約300GHzの高周波信号を伝送する場合を例に挙げているため、導波管2の一部分2Xの内側の縦横の長さを約500 μ mとしているが、これに限られるものではなく、伝送する高周波信号の周波数(波長)に応じて決めれば良く、例えば約400 μ m~約1mm程度に設定される。

【0038】

このようにして、導波管2の一部分2Xは、その上側の開口部に誘電体板11が取り付けられ、その反対側の下側の開口部に蓋12が取り付けられ、その内部が空洞になった中空構造を備えるものとなる。

次に、図3(A)~図3(C)に示すように、半導体チップ1と、上述のようにして蓋12及び誘電体板11が設けられた導波管2の一部分2Xとを樹脂6で一体化する。

10

【0039】

つまり、まず、図3(A)、図3(B)に示すように、支持基板20上に設けられた粘着シート21の粘着面上に、半導体チップ1及び上述のようにして蓋12及び誘電体板11が設けられた導波管2の一部分2Xを配置する。つまり、半導体チップ1の回路面及び上述のようにして蓋12及び誘電体板11が設けられた導波管2の一部分2Xの誘電体板挿入側を下にしたフェイスダウンで、支持基板20上に設けられた粘着シート21上の所望の位置に、半導体チップ1及び上述のようにして蓋12及び誘電体板11が設けられた導波管2の一部分2Xを仮固定する。なお、粘着シート21を微粘着シートともいう。

【0040】

この仮固定には、例えばチップボンダやチップマウンタなどを用いることができる。これにより、半導体チップ1と導波管の一部分2Xとを精度良い位置関係で搭載することが可能である。

20

ここで、支持基板20としては、例えば、Si基板(Siウエハ)、ガラス基板、アルミ板、ステンレス板及び銅板などの金属板、ポリイミドフィルムやプリント基板などを用いることができる。

【0041】

また、粘着シート21としては、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂などの耐熱性の高い基材上に粘着剤が設けられているものを用いることができる。なお、粘着シート21は支持基板20に取り付けられていれば良く、例えば、粘着シート21の基材の裏面側に設けられた粘着剤によって支持基板20に取り付けるようにしても良い。また、粘着シート21は1層構造でも良いし、2層以上の多層構造でも良い。また、粘着シート21を用いずに、粘着剤を支持基板20に直接設けたものを用いることもできる。また、粘着剤の材料としては、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂などを用いることができる。なお、粘着シート21を粘着フィルムともいう。

30

【0042】

また、粘着シート21には、その特性としてモールド時の加熱によって粘着性が低下しないこと、モールド成型によってモールド成形体(集積体;擬似ウエハ)を形成した後に、粘着性を低下させずにモールド成形体を容易に剥離できることが求められる。このため、横方向には半導体チップ1や導波管2の一部分2Xのずれを防止するだけの強度を有し、縦方向にはピールを容易とするために、例えば表面にクレータのような空洞の開いた突起状の形状が形成されていることが好ましい。

40

【0043】

次に、図3(C)に示すように、半導体チップ1と上述のようにして蓋12及び誘電体板11が設けられた導波管2の一部分2Xとをモールド樹脂6で埋め込んで一体化する(モールド工程)。つまり、半導体チップ1と上述のようにして蓋12及び誘電体板11が設けられた導波管2の一部分2Xとをモールド樹脂6で封止する。例えば、導波管2の一部分2Xのサイズを、内側の縦横の長さ約500 μ m、高さ約400 μ m、厚さ約100 μ mとし、それに、縦横の長さ約700 μ m、厚さ約100 μ mの蓋12を貼り付ける場合、厚さ約700 μ mの樹脂6で全体をモールドすれば良い。

50

【 0 0 4 4 】

ここで、モールド樹脂 6 としては、エポキシ系樹脂、シクロオレフィン系樹脂、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂などを用いることができる。また、モールド樹脂 6 は、必要に応じて、無機系のフィラーとして、例えばアルミナ、シリカ、窒化アルミ、水酸化アルミなどを含有させたものでも良い。

また、導波管 2 の一部分 2 X は、モールドできる高さ（例えば約 5 0 0 μm ~ 約 6 0 0 μm 程度）を有するものとする。

【 0 0 4 5 】

次に、図 3 (D) に示すように、支持基板 2 0 及び粘着シート 2 1 を剥離（除去）する

10

。次いで、図 3 (E) に示すように、モールド樹脂 6 の裏面 [背面 ; 図 3 (E) 中、上面] から導波管 2 の一部分 2 X が露出するまで（即ち、導波管 2 の一部分 2 X に取り付けられた蓋 1 2 がなくなる位置まで）、モールド樹脂 6 をバックグラインドする。つまり、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の他方の側の樹脂 6 及び蓋 1 2 を除去する。これにより、導波管 2 の一部分 2 X の空洞を露出させ、導波管 2 の一部分 2 X の他方の側 [図 3 (E) 中、上側] を開口させる。ここで、モールド樹脂 6 の裏面は、導波管 2 の一部分 2 X に設けられた誘電体板 1 1 及び半導体チップ 1 の回路面が露出した面の反対側の面である。例えば、導波管 2 の一部分 2 X のサイズを、内側の縦横の長さ約 5 0 0 μm 、高さ約 4 0 0 μm 、厚さ約 1 0 0 μm とし、それに、縦横の長さ約 7 0 0 μm 、厚さ約 1 0 0 μm の蓋 1 2 を貼り付け、厚さ約 7 0 0 μm の樹脂で全体をウェハ状にモールドした場合、モールド樹脂 6 の厚さが約 4 0 0 μm になるまでバックグラインド（BG）すれば良い。これにより、蓋 1 2 が削れ、導波管 2 の一部分 2 X の空洞を露出させ、導波管 2 の一部分 2 X の他方の側 [図 3 (E) 中、上側] を開口させることができる。

20

【 0 0 4 6 】

このようにして、樹脂組成物で成型された集積体 2 2（擬似ウェハ；モールドウェハ）が作製される。

ここで、半導体チップ 1 と導波管 2 の一部分 2 X（内部に誘電体板 1 1 を含む）とを一体化した集積体 2 2 の形状は、ウェハのように丸い形状でも良いし、四角い形状でも良い。例えば、ウェハのように丸い形状であれば、再配線線路を形成する際に半導体製造設備を用いることが可能であり、四角い形状であれば、再配線線路を形成する際にプリント配線板製造設備を用いることが可能である。

30

【 0 0 4 7 】

次に、図 3 (F) に示すように、半導体チップ 1 に電氣的に接続される再配線線路 3 を設ける（再配線工程）。つまり、半導体チップ 1 に電氣的に接続され、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側に位置する部分 3 X がアンテナカプラ 7 となる再配線線路 3 を設ける。ここでは、アンテナカプラ 7 となる部分 3 X を含む再配線線路 3 を、半導体チップ 1 及び導波管 2 の一部分 2 X を埋め込んだモールド樹脂 6 上に、半導体チップ 1 の回路面から導波管 2 の一部分 2 X の一方の側に設けられた誘電体板 1 1 上まで延びるように設ける。この場合、集積体 2 2 の導波管 2 の一部分 2 X に設けられた誘電体板 1 1 及び半導体チップ 1 の回路面が露出した側に再配線線路 3 が設けられることになる。そして、再配線線路 3 の誘電体板 1 1 上に位置する部分 3 X がアンテナカプラ 7 となる。このため、モールド樹脂 6 に埋め込まれた導波管 2 の一部分 2 X の一方の側に設けられた誘電体板 1 1 上にアンテナカプラ 7 を設けることになる。

40

【 0 0 4 8 】

つまり、まず、上述のようにして作製した集積体 2 2 の導波管 2 の一部分 2 X に設けられた誘電体板 1 1 及び半導体チップ 1 の回路面が露出した側に、感光性樹脂を塗布して感光性樹脂層 3 3（絶縁層）を形成し、これにビアホールを形成する。例えば、感光性エポキシ樹脂（感光性エポキシワニス）をスピンコートによって塗布し、プリベーク、露光、現像、キュア、酸素プラズマ処理を施して、例えば厚さ約 8 μm で、ビアホール（貫通孔；貫通ビア）を有する感光性エポキシ樹脂層 3 3 を形成すれば良い。この場合、半導体チ

50

チップ 1 の回路面の上方に形成されるビアホールは、半導体チップ 1 の回路面に設けられる表面電極側で直径約 30 μm 、感光性エポキシ樹脂層 33 の表面側で直径約 100 μm となるように形成すれば良い。

【0049】

次に、図示していないが、シード層を形成する。例えば、スパッタ又は無電解めっきによって、例えば銅又は銅合金からなるシード層を形成する。なお、感光性樹脂層 33 とシード層との密着性を高めるために、例えば Ti、Cr、W 又はこれらの合金などからなる密着層を形成しても良い。例えば、スパッタによって、チタン、銅を、それぞれ、約 0.1 μm 、約 0.3 μm の厚さで成膜して、密着層及びシード層を形成すれば良い。なお、密着層も含めて全体をシード層と呼ぶこともある。

10

【0050】

次に、図示していないが、シード層上に、再配線線路 3 としての線路導体 35 及びビア 34 を形成するためのレジストパターンを形成する。つまり、シード層上に、再配線線路 3 としての線路導体 35 及びビア 34 を形成する部分を開口したレジストパターン（フォトレジストパターン）を形成する。

次に、シード層を用いて、例えば電気めっきによって、銅をめっきすることで、ビアホールにビア 34 を形成するとともに、感光性樹脂層 33 上に、再配線線路 3 としての線路導体 35（ここではアンテナカプラ 7 として機能する部分も含む）を形成する。なお、この工程で、他のビアや再配線グランド層 31 や再配線信号線なども形成される。そして、レジスト（フォトレジスト）を剥離した後、例えばウェットエッチングやドライエッチングなどによって、レジストの下に残存していたシード層を除去する。

20

【0051】

このようにして、モールド樹脂 6 上に形成された感光性樹脂層 33 に設けられたビア 34 を介して半導体チップ 1 に電氣的に接続された銅配線 35（金属配線；線路導体）によって構成される再配線線路 3 が形成される。そして、この再配線線路 3 は、導波管 2 の一部分 2X の上方の領域、即ち、誘電体板 11 上まで延びており、アンテナカプラ 7 となる部分 3X を含むように形成される。

【0052】

なお、導体層を有する誘電体フィルムを集積体の樹脂上に取り付けた後に、再配線線路をパターンニングする場合は、次のようにして再配線線路を形成すれば良い。つまり、上述のようにして作製した集積体を、導体層（金属層；例えば銅箔）が接着層を介して接着されている誘電体フィルム（例えば液晶ポリマ）にラミネートする。次に、レジストパターンを用いて導体層をエッチングして再配線線路としての線路導体を形成する。次に、例えばレーザ等を用いて誘電体フィルムにビアホールを形成し、このビアホールにビアを形成すれば良い。また、再配線線路がパターンニングされている誘電体フィルムを、集積体の樹脂上に取り付ける場合には、上述のようにして作製した集積体上に、再配線線路がパターンニングされている誘電体フィルムを取り付ければ良い。

30

【0053】

このようにして、再配線線路 3 を有する集積体 22、即ち、パッケージ部 4 が作製される。

40

その後、図 4 (A)、図 4 (B) に示すように、上述のようにして作製されたパッケージ部 4 に、導波管 2 の残りの部分 2Y を接合し、また、バックショート 5 を設ける。

つまり、図 4 (A) に示すように、上述のようにして作製されたパッケージ部 4 に備えられる導波管 2 の一部分 2X に、導波管 2 の一部分 2X が延びる方向の一方の側の反対側の他方の側 [図 4 (A) 中、下側] に位置するように、導波管 2 の残りの部分 2Y を接合する。例えば、パッケージ部 4 の背面に露出した導波管 2 の一部分 2X の端部（開口部）に、導波管 2 の残りの部分 2Y を、例えば Ag ペースト等の導電性接着剤 8（導電材料）で接合（接着；接続）する。ここで、導波管 2 の一部分 2X が延びる方向の一方の側の反対側の他方の側、即ち、パッケージ部 4 の背面は、再配線線路 3 が設けられている側の反対側である。これにより、パッケージ部 4 に備えられる導波管 2 の一部分 2X、即ち、モ

50

ールド樹脂 6 に埋め込まれた導波管 2 の一部分 2 X に、導電性接着剤 8 を介して、導波管 2 の残りの部分 2 Y が固定され、導波管 2 の長さが延長されて、所定の長さの導波管 2 となり、導波管 2 が完成する。なお、導波管 2 の一部分 2 X と残りの部分 2 Y との接合は、これに限られるものではなく、例えば拡散接合、溶接等の他の接合方法を用いても良い。なお、パッケージ部 4 の内部に備えられる導波管 2 の一部分 2 X、即ち、モールド樹脂 6 に埋め込まれた導波管 2 の一部分 2 X を、内側導波管又は内部導波管ともいい、これに接合される導波管 2 の残りの部分 2 Y を、外側導波管又は外部導波管ともいう。

【 0 0 5 4 】

また、図 4 (B) に示すように、上述のようにして作製されたパッケージ部 4 に、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側 [図 4 (B) 中、上側] に位置し、かつ、導波管 2 の一部分 2 X との間に再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X が位置するように、バックシヨート 5 を設ける。つまり、パッケージ部 4 の表面側に設けられた再配線線路 3 のアンテナカプラ 7 となる部分 3 X の上方に、バスタブ状金属部材 9 をかぶせることで、バックシヨート 5 を設ける。ここで、導波管 2 の一部分 2 X が延びる方向の一方の側、即ち、パッケージ部 4 の表面は、再配線線路 3 が設けられている側である。例えば、樹脂 6 に埋め込まれた導波管 2 の一部分 2 X の端面に沿うように、パッケージ部 4 の表面側に設けられた再配線層 3 0 にグランド層 3 1 (再配線グランド層) を設け、このグランド層 3 1 を、ビア 3 2 を介して導波管 2 の一部分 2 X の端面に接続する。そして、このグランド層 3 1 上に、底部 9 A と棒状の側部 9 B とを有するバスタブ状金属部材 9 の棒状の側部 9 B の端面を接合し、このバスタブ状金属部材 9 の底部 9 A をバックシヨート 5 とする。

【 0 0 5 5 】

そして、本実施形態では、このようにしてバックシヨート 5 が取り付けられたパッケージ部 4 の表面側の全体を覆うように、例えばセラミックス等からなるキャップ 1 0 を設け、気密封止する。

このようにして、本実施形態にかかる高周波モジュールを作製することができる。

したがって、本実施形態にかかる高周波モジュール及びその製造方法によれば、導波管 2 と半導体チップ 1 との間で高周波信号を伝送する際の高周波特性の劣化を抑制することができるという利点がある。

【 0 0 5 6 】

なお、本発明は、上述した実施形態及び変形例に記載した構成に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形することが可能である。

以下、上述の実施形態及び変形例に関し、更に、付記を開示する。

(付記 1)

半導体チップと、前記半導体チップと樹脂で一体化された導波管の一部分と、前記半導体チップに電氣的に接続され、前記導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置する部分がアンテナカプラとなる再配線線路とを有するパッケージ部と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側の反対側の他方の側に設けられ、前記導波管の一部分に接合された前記導波管の残りの部分と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側に、前記導波管の一部分との間に前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分が位置するように設けられたバックシヨートとを備えることを特徴とする高周波モジュール。

【 0 0 5 7 】

(付記 2)

前記導波管の一部分の中に、前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分を支持する誘電体板を備えることを特徴とする、付記 1 に記載の高周波モジュール。

(付記 3)

前記再配線線路側の前記樹脂の表面と前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分側の前記誘電体板の表面とは同一面上に位置することを特徴とする、付記 2 に記載の高周波モジュール。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

(付 記 4)

前記誘電体板は、ベンゾシクロブテン、液晶ポリマ、シクロオレフィンポリマ、ポリオレフィン、ポリフェニレンエーテル、ポリスチレン及びポリテトラフルオロエチレンからなる群から選ばれるいずれか 1 種の材料からなることを特徴とする、付記 2 又は 3 に記載の高周波モジュール。

【 0 0 5 9 】

(付 記 5)

前記再配線線路は、前記樹脂上に形成された樹脂層に設けられたビアを介して前記半導体チップに電氣的に接続された線路導体によって構成されていることを特徴とする、付記 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュール。

10

(付 記 6)

前記再配線線路は、前記樹脂上に設けられた誘電体フィルムに形成されたビアを介して前記半導体チップに電氣的に接続された線路導体によって構成されていることを特徴とする、付記 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュール。

【 0 0 6 0 】

(付 記 7)

前記誘電体フィルムは、ベンゾシクロブテン、液晶ポリマ、シクロオレフィンポリマ、ポリオレフィン、ポリフェニレンエーテル、ポリスチレン及びポリテトラフルオロエチレンからなる群から選ばれるいずれか 1 種の材料からなることを特徴とする、付記 6 に記載の高周波モジュール。

20

【 0 0 6 1 】

(付 記 8)

半導体チップと、前記半導体チップと樹脂で一体化された導波管の一部分と、前記半導体チップに電氣的に接続され、前記導波管の一部分が延びる方向の一方の側に位置する部分がアンテナカプラとなる再配線線路とを有するパッケージ部を製造する工程と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側の反対側の他方の側に位置するように、前記導波管の一部分に前記導波路の残りの部分を接合する工程と、

前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側に位置し、かつ、前記導波管の一部分との間に前記再配線線路の前記アンテナカプラとなる部分が位置するように、バックショートを設ける工程とを含み、

30

前記パッケージ部を製造する工程は、

前記半導体チップと前記導波管の一部分を前記樹脂で一体化する工程と、

前記半導体チップに電氣的に接続されるように前記再配線線路を設ける工程とを含むことを特徴とする高周波モジュールの製造方法。

【 0 0 6 2 】

(付 記 9)

前記パッケージ部を製造する工程は、前記導波管の一部分の中であって前記導波管の一部分が延びる方向の前記一方の側に誘電体板を設ける工程を含むことを特徴とする、付記 8 に記載の高周波モジュールの製造方法。

40

(付 記 1 0)

前記誘電体板を設ける工程において、前記半導体チップの回路面と前記誘電体板の表面とが同一面上に位置するように前記誘電体板を設けることを特徴とする、付記 9 に記載の高周波モジュールの製造方法。

【 0 0 6 3 】

(付 記 1 1)

前記パッケージ部を製造する工程は、前記導波管の一部分が延びる方向の前記他方の側で前記導波管の一部分を閉じるように蓋を設ける工程を含むことを特徴とする、付記 8 ~ 1 0 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュールの製造方法。

(付 記 1 2)

50

前記樹脂で一体化する工程の後に、前記導波管の一部が延びる方向の前記他方の側の前記樹脂及び前記蓋を除去する工程を含むことを特徴とする、付記 11 に記載の高周波モジュールの製造方法。

【0064】

(付記 13)

前記再配線線路を設ける工程は、
前記樹脂上に樹脂層を形成する工程と、
前記樹脂層にビアを形成する工程と、
前記樹脂層上に線路導体を形成する工程とを含むことを特徴とする、付記 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュールの製造方法。

10

【0065】

(付記 14)

前記再配線線路を設ける工程は、
前記樹脂上に、導電層を有する誘電体フィルムを設ける工程と、
前記誘電体フィルムにビアを形成する工程と、
前記導電層をパターニングして線路導体を形成する工程とを含むことを特徴とする、付記 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュールの製造方法。

【0066】

(付記 15)

前記再配線線路を設ける工程において、ビア及び前記ビアに接続される線路導体を有する誘電体フィルムを、前記樹脂上に設けることを特徴とする、付記 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュールの製造方法。

20

【符号の説明】

【0067】

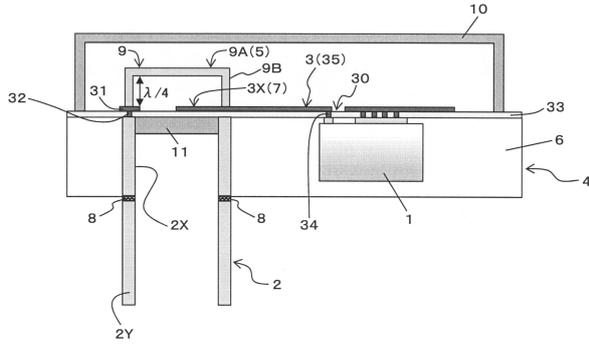
- 1 半導体チップ
- 2 導波管
- 2 X 導波管の一部
- 2 Y 導波管の残りの部分
- 3 再配線線路
- 3 X 再配線線路のアンテナカプラとなる部分
- 4 パッケージ部
- 5 バックシヨート
- 6 樹脂(モールド樹脂)
- 7 アンテナカプラ
- 8 導電性接着剤
- 9 バスタブ状金属部材
- 9 A 底部
- 9 B 棒状の側部
- 10 キャップ
- 11 誘電体板
- 12 蓋
- 20 支持基板
- 21 粘着シート
- 22 集積体
- 30 再配線層
- 31 グランド層
- 32 ビア
- 33 樹脂層(感光性樹脂層;絶縁層)
- 34 ビア
- 35 線路導体

30

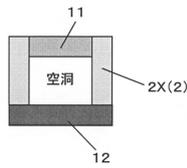
40

50

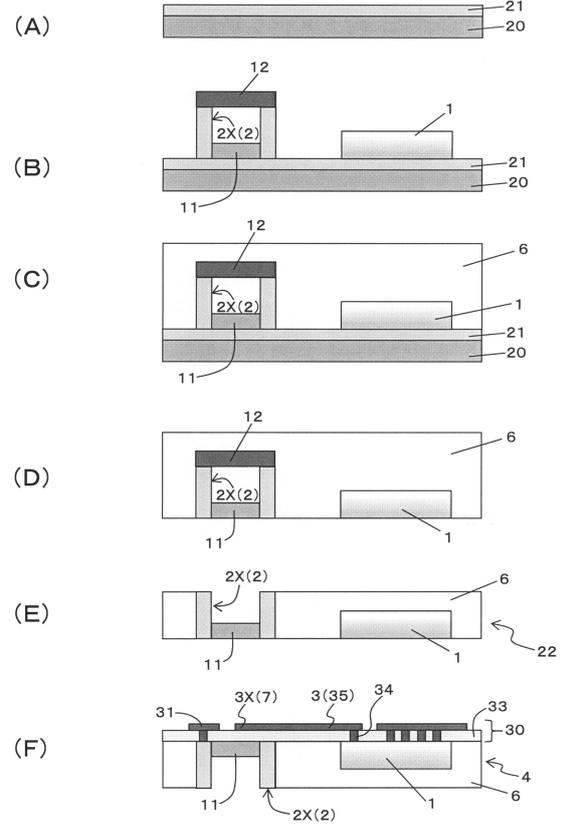
【図1】



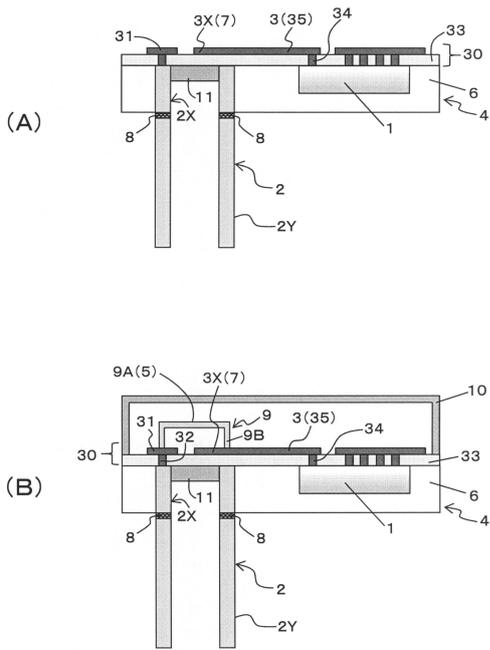
【図2】



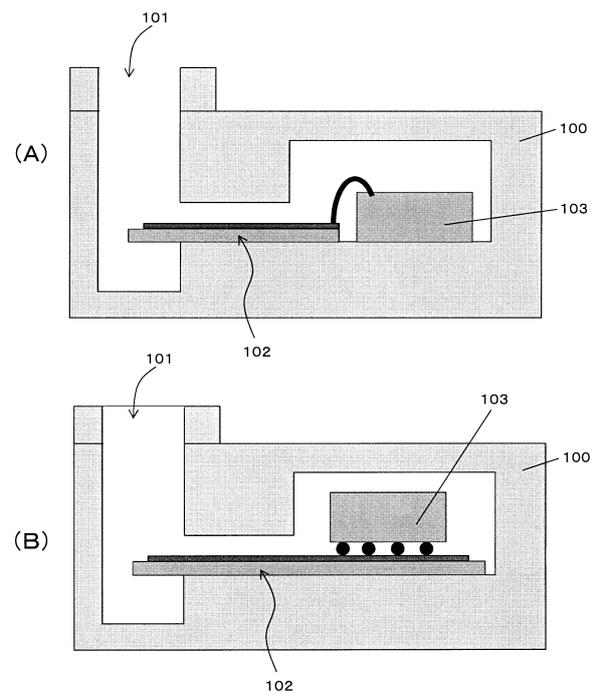
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2012-526434(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P 5/107

H01L 23/02

H01L 23/12

H01Q 23/00