

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3629399号

(P3629399)

(45) 発行日 平成17年3月16日(2005.3.16)

(24) 登録日 平成16年12月17日(2004.12.17)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 Q 13/10

H O 1 Q 13/10

H O 1 P 5/02

H O 1 P 5/02 6 O 3

H O 1 Q 23/00

H O 1 Q 23/00

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-116010 (P2000-116010)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成12年4月18日 (2000.4.18)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2001-308631 (P2001-308631A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(43) 公開日	平成13年11月2日 (2001.11.2)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成14年7月26日 (2002.7.26)		弁理士 深見 久郎
前置審査		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロ波回路またはミリ波回路が形成された半導体チップと、
前記半導体チップを搭載する高周波回路線路と、
第1のスロット孔を介して前記高周波回路線路と電磁界結合するアンテナ給電線路と、
該アンテナ給電線路に対して第1のスロット孔とは反対側に位置し、電磁波を放射する第2のスロット孔と、を備えてなり、
第2のスロット孔は、前記アンテナ給電線路により給電される給電スロット孔と、前記アンテナ給電線路から給電されず、前記給電スロット孔から多層基板内に漏れて導体層により反射した漏れ電磁波を放射する無給電スロット孔とを交互に配し、
前記無給電スロット孔と前記給電スロット孔との間隔は、 λ を実効波長、 n を1以上の整数としたときに、略 $(0.5 + n)$ であることを特徴とするアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュール。

【請求項2】

請求項1に記載のアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュールにおいて、前記無給電スロット孔と前記給電スロット孔との間隔は、 λ を実効波長としたときに、略 1.5 であることを特徴とするアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュール。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載のアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュールにおいて、前記高周波回路線路、第1のスロット孔、前記アンテナ給電線路、第2のスロット孔は

多層基板により構成されており、前記多層基板の第1の表面に前記高周波回路線路が形成され、第1の内層に第1のスロット孔が形成され、第1の内層に対して第1の表面とは反対側に位置する第2の内層にアンテナ給電線路が形成され、第1の表面の対面である第2の表面に第2のスロット孔が形成されており、第2の表面に、有機基板が貼り合わされていることを特徴とするアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュール構造に関し、特に、アンテナ効率と指向性を向上させたスロットアンテナを一体化したマイクロ波・ミリ波モジュールに関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

近年、情報量の増大に伴い、高速・大容量データ伝送手段として、マイクロ波やミリ波のような高周波での無線通信が注目されている。このような通信においては送受信機として、アンテナとマイクロ波・ミリ波回路とを一体化させた、小型・軽量で高性能のアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波回路が必要となってくる。

【0003】

従来のスロットアンテナは、マイクロストリップ線路のストリップ導体の開放端に対し、誘電体を介して、対抗する位置にスロットを設け、マイクロストリップ線路とスロットを電磁的に結合する構造になっている。

20

【0004】

図4は従来のスロットアンテナを示す多層基板の断面図である。図において、101はスルーホール、102はストリップ導体の接続導体、103はトリプレート型ストリップ線路、104はスロット孔である。放射素子としては、スロットアンテナが用いられ、RF信号回路を含めてトリプレート型ストリップ線路103で構成され、これらが多層基板構成にされている。電磁波はこれらのRF信号回路を経由してスロット孔104から放射され、各誘電体基板間は多数のスルーホール101により接続されている。また、スロットアンテナの周辺にも多数のスルーホール101が形成されている（例えば、電子通信学会総合全国大会講演論文集（1982）参照）。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記の従来例においては、次のような欠点を有している。つまり、アンテナ給電線路がRF信号回路と一体化して、多層基板構成をとる場合、基板間の導体接続を多く必要とし、平行平板モードを抑制するためスロット孔周辺にも接地導体板間を接続する多数のスルーホールを必要とするなど、給電回路の構造が複雑になり、作製が極めて困難になるという課題があった。

【0006】

また、システムを小型にできる点ではメリットを有するが、スロット孔のインピーダンスと空間のインピーダンスにミスマッチがあり、アンテナとしての効率が一般的に低いものであった。

40

【0007】

本発明は、以上のような事情を考慮してなされたものであり、高効率で小型、軽量でかつ高効率なアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュールを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

アンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュールは、マイクロ波回路またはミリ波回路が形成された半導体チップと、半導体チップを搭載する高周波回路線路と、第1のスロット孔を介して高周波回路線路と電磁界結合するアンテナ給電線路と、該アンテナ給電線路に対して第1のスロット孔とは反対側に位置し、電磁波を放射する第2のスロット孔と、を備

50

えてなり、第2のスロット孔は、アンテナ給電線路により給電される給電スロット孔と、アンテナ給電線路から給電されず、給電スロット孔から多層基板内に漏れて導体層により反射した漏れ電磁波を放射する無給電スロット孔とを交互に配し、無給電スロット孔と給電スロット孔との間隔は、 λ を実効波長、 n を1以上の整数としたときに、 $\lambda(0.5 + n)$ であることを特徴とする。

【0012】

アンテナ一体化マイクロ波ミリ波モジュールは、前記無給電スロット孔と前記給電スロット孔との間隔は、 λ を実効波長としたときに、 $\lambda 1.5$ であることを特徴とする。

【0013】

アンテナ一体化マイクロ波ミリ波モジュールは、前記高周波回路線路、第1のスロット孔、前記アンテナ給電線路、第2のスロット孔は多層基板により構成されており、前記多層基板の第1の表面に前記高周波回路線路が形成され、第1の内層に第1のスロット孔が形成され、第1の内層に対して第1の表面とは反対側に位置する第2の内層にアンテナ給電線路が形成され、第1の表面の対面である第2の表面に第2のスロット孔が形成されており、第2の表面に、有機基板が貼り合わされてことを特徴とする。

10

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において同一の機能を有するものは同一の符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

20

【0015】

図1は、(a)本実施の形態のアンテナ一体化モジュールの断面図、(b)貼り合わせ部の拡大図である。なお、本実施の形態では、本発明を60GHz帯のミリ波モジュールに適用した例について説明する。

【0016】

図1において、1aは第1の誘電体基板、1bは第2の誘電体基板、1cは第3の誘電体基板であり、1は1a、1b、1cから構成される多層基板である。2は高周波回路線路(マイクロストリップ線路)、3、6は導体層、4、10はスロット孔、5はアンテナ給電線路、7は有機基板、8は半導体チップ、9は金属キャップ、11は接着層(樹脂層)である。

30

【0017】

第1の誘電体基板1aの一方の面(多層基板1における第1の表面)には高周波回路線路2が金メッキにより形成され、第3の誘電体基板1cの一方の面(多層基板1における第2の表面)には、アンテナ素子となる複数のスロット孔10(例えば16素子、36素子等のスロット孔)を有する導体層6と、他面(多層基板1における第2の内層)には、複数のスロット孔10に給電するアンテナ給電線路5が形成されている。また第2の誘電体基板1bの一方の面(多層基板1における第1の内層)には、略全面にスロット孔4を備えた導体層3が形成されている。なお、直流信号や中間周波数信号を内部から外部へ出すための多層基板1の周囲には、スルーホールが配置されているが、ここでは図示しない。

【0018】

多層基板1は線膨張係数が $4 \sim 10 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ のセラミック基板であり、 $150 \mu\text{m}$ 厚の3層からなり、全体の厚みは $450 \mu\text{m}$ 厚である。多層基板1の表層の高周波回路線路2上に搭載する半導体チップ8は、従来技術であるボールボンド法によりAuバンプが形成されており、そのAuバンプを介し、熱圧着によるフリップチップ法により多層基板1上に接続されている。なお、このセラミック基板としては、厚膜回路基板、薄膜回路基板、特殊機能基板等を用いることができる。

40

【0019】

また、金属キャップ9はコパール等の片面に半田材料をクラッドした材質からなり、半田付けにより多層基板1に固定されている。

【0020】

50

有機基板 7 は、有機樹脂、有機樹脂からなる複合材料等からなる基板（具体例：ガラスフッ素基板）であり、厚みは接着層 11 と合わせて 350 μm 厚から 800 μm 厚である。

【0021】

次に、多層基板 1 に形成されたアンテナ給電線路 5、高周波回路線路 2、スロット孔 4、10 の配置関係を説明する。図 2 はその位置関係を示す図であり、図 1 の多層基板 1 を層厚方向に見た図である。

【0022】

この図に示すように、第 2 の誘電体基板 1b に形成されたスロット孔 4 に対して、第 1 の誘電体基板 1a に形成された高周波線路 2、及び、第 3 の誘電体基板 1c に形成されたアンテナ給電線路 5 は、層厚方向に重なるように配置されている。

10

【0023】

第 3 の誘電体基板 1c に形成されたスロット孔 10 は、給電スロット孔 10a と無給電スロット孔 10b とから構成されており、給電スロット孔 10a のみが、アンテナ給電線路 5 と層厚方向に重なるよう配置されている。すなわち、給電スロット孔 10a のみがアンテナ給電線路 5 により給電されることとなっている。

【0024】

また、給電スロット孔 10a と無給電スロット孔 10b は、スロット孔の伸びる方向に垂直な方向（電波が伝搬する方向（図中 X 方向））に交互に設けられており、各間隔は多層基板 1 中における波長（以下、実効波長と記す）の略 1.5 倍に設定されている。

【0025】

20

以上説明した構成の本実施の形態のアンテナ一体化モジュールでは、半導体チップ 8 が接続された高周波回路線路 2 を伝送した RF 信号が、スロット孔 4 との構成で生じる電磁結合により、アンテナ給電線路 5 を介し、スロット孔 10a に給電され、放射される。

【0026】

このスロット孔 10a から放射された電磁波の一部は、多層基板内に洩れ、導体層 3 で反射される。この電磁波はスロット孔 10a の伸びる方向に対して垂直方向に、より顕著に洩れる。また、電磁波は導体層 3 で反射する位相が反転する。ここで、アンテナ給電線路 5 で給電されるスロット孔 10a に対して、多層基板内での実効波長に対して略 1.5 波長に相当する位置に無給電のスロット孔 10b があり、且つ、給電スロット孔 10a と導体層 3 との間隔が実効波長に対して無視できるほど小さいため、上記の洩れ電磁波は、給電スロット孔 10a と同位相で無給電スロット孔 10b から放射されることになる。したがって、無給電スロット孔 10b は無給電であるにも関わらず、あたかも給電スロット孔 10a と同様に働く。

30

【0027】

以上より、本来は洩れ電磁波として基板端から放射される無効な電磁波を、本実施の形態の構成では、所望の電磁波として放射することが可能となる。

【0028】

また、本実施の形態のように配列することにより、例えば、図 2 に記載の例では給電スロット孔 10a が 16 素子であるのに対して、全スロット孔数は 36 素子となり、全体として給電スロット孔 10a の 2 倍以上のスロット孔を具備することが可能となる。したがって、すべてのスロット孔に対して給電する場合と比較して、アンテナ給電線路 5 を短くすることが可能であるため、アンテナ給電線路 5 における伝送損を低減でき、その結果アンテナ効率を高めることが可能となる。

40

【0029】

なお、ここでは、給電スロット孔 10a と無給電スロット孔 10b の間隔を実効波長の略 1.5 倍にとしたが、これに限るものではなく、多層基板 1 内での実効波長に対して、略 $(0.5 + n)$ 倍（ n は 0 以上の整数）であれば、それぞれのスロット孔から放射される電磁波の位相が同相となる。但し、上記間隔が実効波長の略 0.5 倍であるときには、給電スロット孔 10a 同士の間隔の間隔が略 1 波長となり、ある給電スロット孔 10a からの漏れ電磁波が位相が反転して隣の給電スロット孔 10a から放射されることになるため、

50

電磁波が弱められてしまう。したがって、給電スロット孔10aと無給電スロット孔10bの間隔は、略 $(0.5 + n)$ 倍(n は1以上の整数)であることが望ましい。ここで、 n が大きくなると、無給電スロット10bからの放射量が減るため、 $n = 1$ のときに最も大きな効果を得ることができる。なお、給電スロット孔10aと無給電スロット孔10bの間隔が実効波長の $(0.5 + n)$ 倍(n は1以上の整数)である場合(例えば1.5倍である場合)、給電スロット孔10a同士の間隔は略 $(1 + 2n)$ 波長分(例えば3波長分)となり、上述のように、ある給電スロット孔10aからの漏れ電磁波が位相が反転して隣の給電スロット10aから放射されることになるが、それらの間隔は3波長以上であるため、ほとんど問題とはならない。

【0030】

次に、有機基板7について説明する。

【0031】

上述したように、有機基板7は多層基板1に対して電磁波の放射側に貼り合わせられている。この貼り合わせは、例えば以下のように行う。まず、半導体チップ8が搭載された多層基板1の他方の面上に、接着剤や樹脂をディスペンサー等で塗布し、貼りあわせる基板コーナーには位置ずれ防止のために、仮止め用のUV樹脂を前記接着剤や前記樹脂と同様に多層基板の他方の面上に塗布する。次に、金属キャップ9された多層基板1をステージ内に加工した凹状を有する部分に載置し吸着する。前記有機基板7を加圧ツールに吸着させ、前記多層基板1と前記有機基板7を位置合せし、接着剤や樹脂を介し、基板1,7同士を貼り付ける。

【0032】

本実施の形態のアンテナ一体化モジュールでは、多層基板1上の高周波回路線路2を伝送したRF信号はスロット孔4との構成で生じる電磁界結合により、アンテナ給電線路5を介し、複数のスロット孔10に給電される。有機基板7を有していない場合、スロット孔10のインピーダンスは空間のインピーダンスと異なるため、前記複数からなるスロット孔10から空間に直接、電磁波を放射しようとしても、インピーダンス不整合により反射され、アンテナ特性の低下が生じる。そこで、本実施の形態では、複数のスロット孔10を全面覆うように、有機基板7を貼り合わせることににより、各スロット孔10から放射される有機基板内の表面波を互いに相殺し、電波を高効率で空間に放射することを可能としている。

【0033】

図3は、有機基板厚7に対するスロットアンテナの60GHz帯でのアンテナ特性のシミュレーション結果を示す図である。この図より、特に、有機基板厚7が600 μm 厚であるときにアンテナゲインが最大となり、350 μm から800 μm 厚程度が好ましいことが分かる。実際には、貼り合わせに用いる接着層(樹脂層)11の厚みもアンテナ特性に関係してくるため、モジュールを構成する有機基板7と接着層11の厚みの合計が、350 μm 厚から800 μm 厚(有機基板7内での実効波長の0.1倍~0.3倍)程度が望ましい。なお、ここでは、接着層11は有機基板7よりもはるかに薄いため、接着層11の屈折率等の特性は有機基板7と同等であると仮定している。

【0034】

ところで、線膨張係数が1桁異なる有機基板7を多層基板1の一体化すると、通常25mmあたり10 μm 以上の反りが生じる。本実施の形態では、それを防止するために、有機基板7を多層基板1に貼り付ける接着層11としては、シリコン系樹脂を使用し、その厚さを25 μm ~100 μm とすることにより搭載されている半導体チップに過剰な負荷を与えず、高い信頼性を有するモジュールを得ることができる。また、低加圧で基板同士を貼り合わせることが可能になる。

【0035】

さらに、フッ素系樹脂等の誘電率が小さい接着剤や樹脂、例えば3.5以下の誘電率である接着剤や樹脂を用いることにより、更なるアンテナ特性の向上が可能になる。

【0036】

10

20

30

40

50

次に具体例について説明する。

【0037】

(実施例1)

比誘電率4～10のセラミックからなる多層基板1として、比誘電率8.9のアルミナセラミックを用い、高周波回路線路2とスロット孔4を有する導体層3をタングステンメタライズによって同時焼成して形成し、その後、高周波回路線路2と導体層6の表面に金メッキを施した。また、複数からなるスロット孔10の表面には、接着剤(樹脂)としてシリコーン樹脂(誘電率3.1)を用い、接着剤(樹脂)の厚みを変化させたサンプルと有機基板厚を変化させたサンプルを試作した。

【0038】

なお、接着剤(樹脂)の厚みは、貼り合わせる時や樹脂硬化時の加圧条件によりコントロールでき、本実施例では、接着層(樹脂層)11の厚みを25 μm 厚と100 μm 厚のサンプルを作製した。

【0039】

多層基板1と有機基板7を貼合せ、実際にサンプルを作製し、測定した結果を表1に示す。

【0040】

【表1】

有機基板厚: t1 (μm)	接着層厚: t2 (μm)	トータル厚み: t (μm)	アンテナ相対利得 (dB)
350	25	375	7.5
	100	450	8
450	25	475	8.5
	100	550	11
600	25	625	11.5
	100	700	8
貼り合わせ無し	—	—	0

【0041】

表1に示すように、複数のスロット孔10上に有機基板7を貼り合わせる事により、高効率のアンテナが形成出来ることが示唆される。特に、トータル厚み(有機基板厚+接着層厚)が625 μm 厚の場合が最も高ゲインであった。

【0042】

(実施例2)

複数のスロット孔10の表面に、接着剤(樹脂)として、シリコーン樹脂より誘電率(2.9)が低いフッ素系樹脂を用い、多層基板1と有機基板7を貼合せ、実施例1と同様に、実際にサンプルを作製し、測定した結果を表2に示す。

【0043】

【表2】

有機基板厚: t1 (μm)	接着層厚み: t2 (μm)	トータル厚: t (μm)	アンテナ相対利得 (dB)
450	100	550	17
600	100	700	14
貼り合わせ無し	—	—	0

【0044】

表2と表1を比較すると、有機基板7の厚さ(450 μm 、600 μm)及び接着層の厚

10

20

30

40

50

さ(100 μm)が同じ場合、表2の誘電率が低いフッ素系樹脂(フッ素を含有する樹脂)を用いた方が、高効率化を実現できることが分かる。

【0045】

以上、本実施の形態について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、ここでは60 GHz帯に使用する場合について述べたが、この周波数に限るものではない。特に周波数が50~70 GHzでは、上述した実施の形態と同一の構成により同一の効果を得ることができる。また、モジュールの構成も図1に限るものではない。さらに、図2にて示したスロット孔10も、16素子に給電している場合を説明したが、この場合限りではなく、異なる素子数の場合でも効果は同様である。また、ここでは給電スロット孔10aと無給電スロット孔10bを交互に配列したが、スロット孔10の伸びる方向に垂直な方向における、各給電スロット孔10a間に無給電スロット孔10bを2個ずつ配置しても良い。

10

【0046】

【発明の効果】

本発明では、有機基板を貼り合わせることにより、また、さらに接着層も含めた全体の厚さを規定することにより、スロットアンテナの効率を上げることが可能になり、高効率なスロットアンテナを得ることができる。したがって、特性が良好なアンテナ一体化マイクロ・ミリ波モジュールを提供できる。

【0047】

また、スロット孔を給電スロット孔と無給電スロット孔とで構成することにより、アンテナ給電線路における伝送損を低減でき、その結果アンテナ効率を高めることが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアンテナ一体化マイクロ波・ミリ波モジュールの実施の形態を示す図である。

【図2】図1におけるスロット孔、アンテナ給電線路等の配置を示す図である。

【図3】有機基板厚とゲインとの関係を示す図である。

【図4】従来のスロットアンテナを示す多層基板の断面図である。

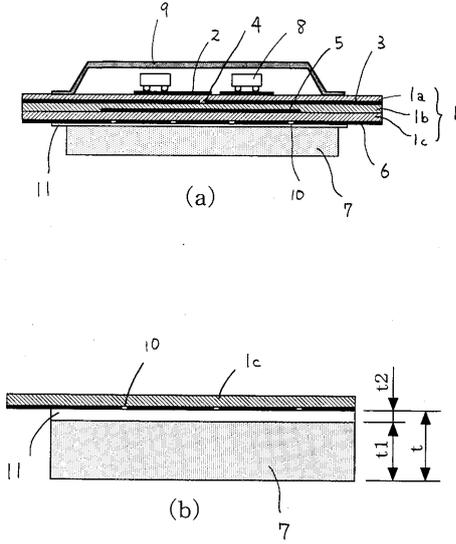
【符号の説明】

- 1 多層基板
- 1 a 第1の誘電体基板
- 1 b 第2の誘電体基板
- 1 c 第3の誘電体基板
- 2 高周波回路線路(マイクロストリップ線路)
- 3、6 導体層
- 4、10 スロット孔
- 5 アンテナ給電線路
- 7 有機基板
- 8 半導体チップ
- 9 金属キャップ
- 10 a 給電スロット孔
- 10 b 無給電スロット孔
- 11 接着層(樹脂層)

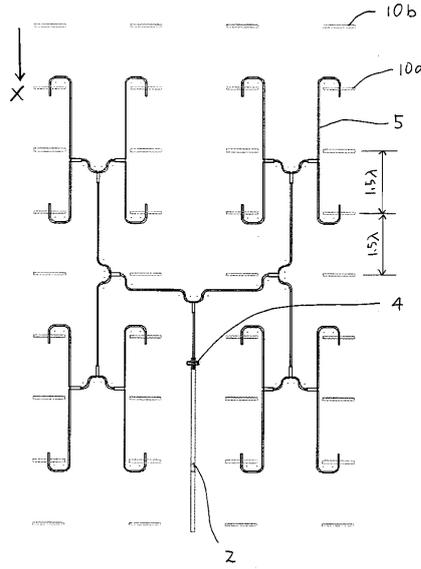
30

40

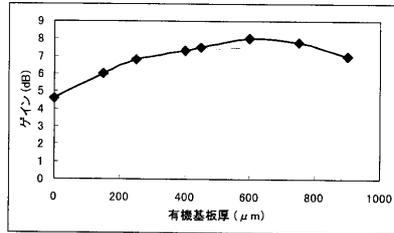
【 図 1 】



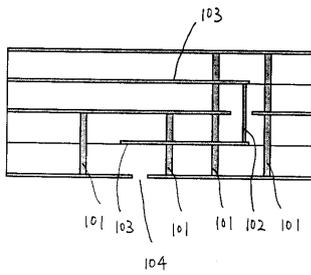
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 迫田 直樹
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 山田 敦史
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 北岡 幸喜
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 西山 昇

- (56)参考文献 特開平11-251829(JP,A)
特開平03-101507(JP,A)
特開平11-163625(JP,A)
特許第2979680(JP,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01Q 13/10
H01P 5/02 603
H01Q 23/00