

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4628469号
(P4628469)

(45) 発行日 平成23年2月9日(2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日(2010.11.19)

| | | | |
|---------------|-----------|--------------|---------|
| (51) Int. Cl. | | F I | |
| HO 1 Q 23/00 | (2006.01) | HO 1 Q 23/00 | |
| HO 1 P 5/08 | (2006.01) | HO 1 P 5/08 | L |
| HO 1 L 23/12 | (2006.01) | HO 1 L 23/12 | 3 O 1 L |
| HO 1 Q 21/08 | (2006.01) | HO 1 Q 21/08 | |
| HO 1 Q 13/10 | (2006.01) | HO 1 Q 13/10 | |

請求項の数 29 (全 12 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-515735 (P2008-515735) | (73) 特許権者 | 503455363 |
| (86) (22) 出願日 | 平成18年5月24日 (2006.5.24) | | レイセオン カンパニー |
| (65) 公表番号 | 特表2008-543248 (P2008-543248A) | | アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O |
| (43) 公表日 | 平成20年11月27日 (2008.11.27) | | 2451 ウォルサム ウィンター スト |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2006/020014 | | リート 870 |
| (87) 国際公開番号 | W02006/132803 | (74) 代理人 | 100070150 |
| (87) 国際公開日 | 平成18年12月14日 (2006.12.14) | | 弁理士 伊東 忠彦 |
| 審査請求日 | 平成21年5月25日 (2009.5.25) | (74) 代理人 | 100091214 |
| (31) 優先権主張番号 | 11/145,889 | | 弁理士 大貫 進介 |
| (32) 優先日 | 平成17年6月6日 (2005.6.6) | (74) 代理人 | 100107766 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | 弁理士 伊東 忠重 |
| | | (74) 代理人 | 100120167 |
| | | | 弁理士 木田 博 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波及びミリ波システム強化用インダクタンス低減接続構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロ波及びミリ波構造であって、

10ミリよりも薄い厚さを有する薄い誘電体層であって、複数の正確に寸法付けられた鉛直方向の側壁をそれぞれ備える複数のポケットが内部に形成された誘電体層と、

前記各ポケットに対して前記誘電体層の第1面に形成された少なくとも1つの伝送ラインであって、該少なくとも1つの伝送ラインが、前記各ポケットの前記正確に寸法付けられた鉛直方向の側壁の1つの近傍の各ボンダパッドに結合される、少なくとも1つの伝送ラインと、

前記誘電体層の第1面の反対側の第2面上で前記誘電体層に取り付けられた金属性熱及び電気グランド面と、

マイクロ波回路、ミリ波回路、及び、単機能半導体からなる集合から選択されたデバイスであって、前記各ポケット内に配置され、前記正確に寸法付けられた鉛直方向の側壁に略平行な両側面及び前記少なくとも1つの伝送ラインと略同一面内の表面を有するデバイスと、

当該マイクロ波及びミリ波構造に対して高周波の低伝送損失を生む長さを有する前記各ボンダパッドと前記デバイスの間の接続部であって、長さが15ミリよりも短い接続部と、

電磁放射を送受するように動作可能な複数の放射体のアレイとを含み、

各伝送ラインは、前記デバイス及び前記複数の放射体の少なくとも1つに前記誘電体層

10

20

を介して電氣的に結合され、

前記接続部の長さは、より高い動作周波数のために、隣接する伝送ライン間のチャンネル分離距離を0.762ミリ(0.03インチ)まで低減することを可能とする、マイクロ波及びミリ波構造。

【請求項2】

前記グランド面は、構造上の支持及び放射体能力を提供するように動作可能であり、

前記誘電体の厚さは、

デバイスの厚さを基準として同一面内性を維持し、

高周波動作に対して前記誘電体の伝送損失を最小化し、

ポケット寸法及び側壁構成の正確な制御を得るように、選択される、請求項1に記載のマイクロ波及びミリ波構造。

10

【請求項3】

前記デバイスの両側面の少なくとも一方と、対応する側の略鉛直方向の側壁との間の距離は、1ミリよりも短い、請求項1に記載のマイクロ波及びミリ波構造。

【請求項4】

複数の略鉛直方向の側壁をそれぞれ備える複数のポケットが内部に形成された誘電体層と、

前記各ポケットに対して前記誘電体層の第1面に形成され、前記各ポケットの前記略鉛直方向の側壁の1つの近傍の各ボンダパッドに結合される少なくとも1つの伝送ラインと

20

、前記誘電体層の第1面の反対側の第2面上で前記誘電体層に取り付けられたグランド面と、

前記各ポケット内に配置され、前記略鉛直方向の側壁に略平行な両側面を有する集積回路と、

前記ボンダパッドとマイクロ波半導体デバイスとの間の接続部であって、長さが1.5ミリよりも短い接続部と、

電磁放射を送受するように動作可能な複数の放射体のアレイとを含み、

各伝送ラインは、前記集積回路及び前記複数の放射体の少なくとも1つに前記誘電体層を介して電氣的に結合され、

前記接続部の長さは、より高い動作周波数のために、隣接する伝送ライン間のチャンネル分離距離を0.762ミリ(0.03インチ)まで低減することを可能とし、

30

当該構造は、マイクロ波及びミリ波構造であり、

前記誘電体層は、1.0ミリよりも薄い厚さを有する薄い誘電体層であり、

前記集積回路は、マイクロ波回路、ミリ波回路、及び、単機能半導体からなる集合から選択され、

前記略鉛直方向の側壁は、正確に寸法付けられた鉛直方向の側壁であり、

前記グランド面は、金属性熱及び電気グランド面であり、

前記集積回路は、前記少なくとも1つの伝送ラインに略同一面内の表面を有し、

前記接続部は、当該マイクロ波及びミリ波構造に対して高周波の低伝送損失を生む長さを有する、構造。

40

【請求項5】

前記グランド面は、構造上の支持及び放射体能力を提供するように動作可能であり、

前記誘電体層の厚さは、

デバイスの厚さを基準として同一面内性を維持し、

高周波動作に対して前記誘電体の伝送損失を最小化し、

ポケット寸法及び側壁構成の正確な制御を得るように、選択される、請求項4に記載の構造。

【請求項6】

前記各ポケットの鉛直方向の側壁は、レーザー微細加工を用いて形成され、

前記各ポケットは、前記集積回路の高さよりも1ミリのオーダーで大きい深さで形成さ

50

れ、

前記接続部の長さは、3 から 15 ミリの間である、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 7】

前記各ポケットの鉛直方向の側壁は、レーザー微細加工を用いて形成される、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 8】

前記各ポケットは、前記集積回路の高さよりも 1 ミリのオーダーで大きい深さで形成される、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 9】

前記集積回路の両側面の少なくとも一方と、対応する側の略鉛直方向の側壁との間の距離は、1 ミリよりも短い、請求項 4 に記載の構造。 10

【請求項 10】

前記接続部の長さは、3 から 15 ミリの間である、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 11】

前記接続部の長さは、略 3 ミリである、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 12】

前記ボンダッドは、前記各ポケットの前記略鉛直方向の側壁の 1 つから約 0 ~ 1 ミリの距離に配置される、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 13】

前記集積回路は、レーダー、通信及び他のマイクロ波及びミリ波機能を実行するように動作する、請求項 4 に記載の構造。 20

【請求項 14】

前記金属性熱及び電気グランド面の下方に配置された印刷配線基板を更に含む、請求項 4 に記載の構造。

【請求項 15】

少なくとも 1 つの構造を含むシステムであって、
該構造が、

複数の略鉛直方向の側壁をそれぞれ備える複数のポケットが内部に形成された誘電体層と、

前記略鉛直方向の側壁の 1 つの近傍にて、前記誘電体層の第 1 面上に形成されたボンダッドと、 30

前記誘電体層の第 1 面の反対側の第 2 面上で前記誘電体層に取り付けられたグランド面と、

前記ポケット内に配置され、前記略鉛直方向の側壁に略平行な両側面を有する集積回路と、

前記ボンダッドと前記集積回路との間の接続部であって、長さが 15 ミリよりも短い接続部と、

電磁放射を送受するように動作可能な放射体のアレイと、

前記放射体の少なくとも 1 つと前記集積回路を前記誘電体を介して電氣的に結合する少なくとも 1 つの伝送ラインとを含み、 40

前記接続部の長さは、より高い動作周波数のために、隣接する伝送ライン間のチャンネル分離距離を 0.762 ミリ (0.03 インチ) まで低減することを可能とする、システム。

【請求項 16】

前記放射体のアレイは、複数の送受信チャンネルを含み、

当該システムは、レーダーシステム、通信システム、マイクロ波システム及びミリ波システムからなる集合から選択されたシステムであり、

前記誘電体層は、10 ミリよりも薄い厚さを有する薄い誘電体層であり、

前記集積回路は、マイクロ波回路、ミリ波回路、及び、単機能半導体からなる集合から選択され、 50

前記略鉛直方向の側壁は、正確に寸法付けられた鉛直方向の側壁であり、
前記グランド面は、金属性熱及び電気グランド面であり、
前記集積回路は、前記誘電体層と略同一面内の表面を有し、
前記接続部は、当該システムに対して高周波の低伝送損失を生む長さを有する、請求項
15に記載のシステム。

【請求項17】

前記複数の送受信チャンネルは、
高周波動作に必要とされる位置的及び寸法的精度及び低コストを達成するように形成され、

R F トランジションを最小化し、厳格な空間要求及び低伝送損失を満たすように密に間隔が空けられて製造され、且つ、

効率的に熱を放散するために熱生成半導体に接触する金属ベースを提供するグランド面上に形成される、請求項16に記載のシステム。

【請求項18】

前記ポケットの鉛直方向の側壁は、レーザー微細加工を用いて形成される、請求項15に記載のシステム。

【請求項19】

前記誘電体の厚さは、
デバイスの厚さを基準として同一面内性を維持し、
高周波動作に対して前記誘電体の伝送損失を最小化し、
ポケット寸法及び側壁構成の正確な制御を得るように、選択される、請求項16に記載のシステム。

【請求項20】

前記集積回路の上面は、前記誘電体層の上面と同一面内である、請求項15に記載のシステム。

【請求項21】

前記ポケットは、前記集積回路の高さよりも大きい1ミリのオーダーの深さで形成される、請求項15に記載のシステム。

【請求項22】

前記集積回路の両側面の少なくとも一方と、対応する側の略鉛直方向の側壁との間の距離は、1ミリよりも短い、請求項15に記載のシステム。

【請求項23】

前記接続部の長さは、3から15ミリの間である、請求項15に記載のシステム。

【請求項24】

前記接続部の長さは、略3ミリである、請求項15に記載のシステム。

【請求項25】

前記ボンドパッドは、前記ポケットの前記略鉛直方向の側壁の1つから約0～1ミリの距離に配置される、請求項15に記載のシステム。

【請求項26】

複数の放射フィンは、90ギガヘルツを超える周波数の電磁放射を送受するように動作する、請求項15に記載のシステム。

【請求項27】

複数の放射フィンは、1から200ギガヘルツのオーダーの周波数の電磁放射を送受するように動作する、請求項15に記載のシステム。

【請求項28】

前記集積回路は、前記誘電体層に取り付けられたグランド層上に直接支持され、前記金属グランド層は、前記集積回路により生成された熱を下方にある金属層に伝えてコールドプレートとして機能するよう動作可能であり、熱の拡散及び熱の効率的な抽出を可能とする、請求項15に記載のシステム。

【請求項29】

10

20

30

40

50

それぞれ関連付けられたポケット内に配置される複数の集積回路と、

前記誘電体層内に形成される複数のチャンネルであって、それぞれ、前記集積回路のうちの選択された1つと複数の放射フィンの選択された1つとの間の電氣的結合の少なくとも一部を形成する、複数のチャンネルと、

金属基板上に配置され、前記複数のチャンネルの選択された1つとそれぞれが関連付けられた複数のボンドパッドと、

複数の接続部であって、それぞれ、前記複数のボンドパッドの選択された1つに前記複数の集積回路の選択された1つを電氣的に結合し、前記半導体デバイスのインダクタンスの低減を生むように最小化された長さを有する複数の接続部とを更に含む、請求項15に記載のシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波及びミリ波デバイスのパッケージングに関し、より詳細には、マイクロ波及びミリ波システムの性能を強化するための低減されたインダクタンス接続に関する。

【背景技術】

【0002】

レーダーシステムは、典型的には、関連付けられた集積マイクロ波回路に電氣的に結合される、放射フィンと称されることができ送受信モジュール/要素のアレイを含む。典型的には、各放射フィンは、接続部を介した電気チャンネルの組み合わせにより関連付けられた集積回路に結合される。レーダーシステムは、典型的には、10~35ギガヘルツのオーダーの周波数でX-Kバンドで動作するが、あるアプリケーションでは、より高い周波数でレーダーシステムを動作させることが望ましい場合がある。しかし、レーダーを高い周波数で動作させるためには、レーダーは、1平方インチあたりにより多くの数の放射フィンを含む必要がある。従って、レーダーシステム内の部品のサイズが低減される必要がある。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、各放射フィンを集積回路に結合させる接続部の長さは、デバイス間の非常に低い誘導性の接続部が高周波数のアプリケーションにとって重要であるので、高周波レーダーシステムの開発において制約的なファクタとなる。フリップチップは、アクティブ集積回路及び周辺基板の間の短いボンド接続を有するので、フリップチップ技術は、この問題を対処するために使用されてきた。しかし、フリップチップは、その欠点を有する。マイクロ波フリップチップダイは、設計機能を達成すべく半導体ダイ上の受動素子を相互結合するために埋設型のマイクロストリップ若しくはコプラナー導波伝送ラインを必要とする。これは、製造プロセスの複雑化及び/又は性能の妥協を生む。更に、フリップ型集積回路を基板に結合するための集積回路の表面上に形成されたバンプは、形成が高価であり、複雑な組み立て技術を必要とする。更に、集積回路からの熱を放散するために用いられる冷媒流れは、フリップチップ設計内の半導体表面から除去され、フリップチップを組み込むレーダーシステムは、熱を放散させるためのアクティブデバイスの不能化及び非効率性に由来した熱欠陥問題を有する。半導体ダイ内に熱バーを組み込んだ複雑な冷却システムが、フリップチップパッケージに必要とされる。高い動作温度は、フリップチップ及びフリップチップを支持する基板の性能を低減する。

40

【0004】

本発明によれば、従来のマイクロ波モジュールに関連した欠点及び問題を実質的に無くす若しくは大幅に低減する、接続部のインダクタンスを低減するシステム及び方法が提供される。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 5 】

本発明の一実施例によれば、マイクロ波及びミリ波モジュールは、ポケットが内部に形成された誘電体層を備える。誘電体層は、金属基板に取り付けられる。ポケットは、略鉛直方向の側壁を備える。集積回路は、ポケット内に配置される。集積回路の両側面は、ポケットの側面に略平行である。接続部は、誘電体層の外面上に配置されたボンダパッドに集積回路を電氣的に結合させる。接続部は、半導体デバイスの低減されたインダクタンスを生むように最小化された長さを有する。

【 0 0 0 6 】

本発明の例は、1つ以上の技術的な効果をもたらすことができる。本発明の1つの模範的実施例の技術的な効果は、ポケット内に集積回路を配置することができることである。その結果、集積回路の上面は、集積回路が内部に埋設される誘電体材料の上面と略同一平面内となることができる。その他の技術的な効果は、集積回路を誘電体基板に結合する接続部の長さを低減することができることでありうる。その結果、集積システムのインダクタンスは低減されることができ、回路の性能が向上する。その他の技術的な効果は、集積回路が、集積回路により生成される熱が金属層を介して半導体システムから除去できる態様で、金属層上に直接支持されることである。

【 0 0 0 7 】

その他の技術的な効果は、レーダーシステム内のチャンネル間のチャンネル分離距離を減少して高周波動作を許容できると共に設計要求を満足することができることである。その結果、より高い密度のチャンネルを達成でき、1平方インチあたりのレーダーシステム内に存在する放射フィンの数を増加させることができる。例えば、特定の実施例では、レーダーシステムは、95ギガヘルツを超えるWバンド周波数で動作することができ、単一のモノリシックパッケージ内に32つ若しくはそれ以上のチャンネルを含むように形成されることができる。

【 0 0 0 8 】

他の技術的な効果は、ここに含まれる図、説明及び請求項から当業者に明らかになるだろう。例の全て又は幾つかが技術的効果を提供することができ、若しくは例のいずれも技術的効果を提供できない。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 9 】

本発明及びその特徴並びの効果のより完全な理解のため、これより、添付図面を連携しながら次の説明が参照され、添付図面では、同様の参照番号が同様の要素に付されている。

【 0 0 1 0 】

レーダーシステム若しくは他のマイクロ波又はミリ波システムを形成するために、種々の伝導性及び非伝導性層は、典型的には、適切な熱基板若しくは他の非熱基板上に形成される。図1A乃至図1Eは、金属層14の外面上の多層の形成中における例のマイクロ波及び/又はミリ波構造(“マイクロ波/ミリ波構造”)10の断面図である。半導体マイクロ波/ミリ波構造10は、ミサイル若しくは他の宇宙空間プラットフォーム又は他の高周波通信システムに組み込まれるレーダーシステムのような、多様なマイクロ波/ミリ波デバイスの任意を形成するための基礎として用いることができる。この文書全体を通して特定される特定の例及び寸法は、例示的な目的のみを意図し、本発明の範囲を限定する意図でない。更に、図1A乃至図1Eにおける図は、実寸となるよう意図されていない。以下で詳説する如く、半導体ベースのデバイスを形成するための従来のマイクロ波モジュール製造技術は、典型的には、集積回路の他の伝導性構成若しくはデバイスへのワイヤーボンディングを含む。ワイヤーボンドは接続部を形成する。集積回路が回路基板の上面に支持される場合、接続部は、より大きなインダクタンス及び高周波アプリケーションにおける性能低下を生むのに十分な長さとなる。しかし、多様な実施例によれば、かかる欠点大幅に低減され若しくは実質的に制限される。

【 0 0 1 1 】

図1Aは、金属層14上の多層の形成後のマイクロ波/ミリ波構造10を示す断面図である。金属層14は、マイクロ波構造の製造に用いられる任意の適切な材料を含んでよい。例えば、特定の実施例では、金属層14は、銅、銅モリブテン、合金46、Kovar、アルミニウム若しくは他の伝導性材料を含んでよい。他の実施例では、金属層14は、アルミナ、アルミニウム窒化物、酸化ベリリウム及びシリコンのようなセラミック基板で置換されてもよい。金属層14は伝導性があるので、金属層14は、低温の周囲への金属層14上に支持された熱発生部品からの熱放散を強化することによってヒートシンクとして動作することができる。従って、種々の実施例では、金属層14の主たる目的は、デバイス製造者により特定された最大許容温度未満にマイクロ波/ミリ波構造10の温度を維持し、電気的グランド面として機能することである。しかし、金属層14は金属材料を含むものとして記載されているが、他の適切な熱放散材料が、10を生成するために形成された種々の層を支持するために用いられることができることを認識されるべきである。例えば、特定の実施例では、金属層14は、セラミック層若しくは上部層として金属面が形成された印刷配線基板で置換されてもよい。

【0012】

図示された実施例では、接着性金属層16が、金属層14の外表面18から外側に形成される。特定の実施例では、接着性金属層16は、チタン、タングステン、クロム、金、銅、ニッケル若しくは他の金属材料若しくは10の外表面18にスパッタリングされる材料の組み合わせを含んでよい。接着性金属層16は、0.05から1マイクロメートル(μm)のオーダーの厚さであってよい。接着性金属層16の主たる目的は、金属層14に、続いて形成される任意の層を付着させ、電気めっきフィルムに対する核生成を提供することである。模範的な実施例では、シード層16は、電気めっき材料に対する接点としても機能することができる。接着性金属層16は、アンダーダイ冶金(UDM: under-die metallurgy)を含んでよく、また、金属及び/又は金属合金のスタックを含んでよい。使用されてよい材料の例は、チタン、タングステン、銅、ニッケル、バナジウム、コバルト、クロム、金若しくはこれらの適切な組み合わせを含む。従って、多くの修正及び置換は、金属層14の形成に対してなすことができる。例えば、金属層14は、セラミック層若しくは上部層として金属面が形成された印刷配線基板で置換されてもよい。かかる全ての修正及び置換は、本発明の範囲内である。

【0013】

図1Bは、接着性金属層16の外表面22上の誘電体層20の形成後のマイクロ波/ミリ波構造を示す断面図である。誘電体層20は、二酸化けい素、窒化けい素、ガリウムヒ素、アルミナ、アルミニウム窒化物、ポリイミド、テフロン(登録商標)のような種々のポリマー、液体結晶ポリマーのような熱プラスチック若しくはこれらの組み合わせの1以上の層を含んでよい。他の実施例では、誘電体層20は、(高k誘電体のような)他の種類の誘電体を含んでよい。誘電体層20を形成するために用いられる材料及び採用される製造プロセスに依存して、誘電体層20は、多様なプロセスの任意のものを用いて形成されてもよい。例えば、一の模範的な実施例では、誘電体層20は、酸化若しくは窒化酸化層を成長させることにより形成されてもよい。従来的には、誘電体層20がポリマーを含む場合、誘電体層20は、スピンコーティング及び誘電性液体の層を硬化させることにより形成されてもよい。或いは、誘電体フィルムが、オートクレーブ若しくは他の適切な装置を用いて付着されてもよい。誘電体フィルムは、種々の温度、圧力シーケンス及び/又は蒸着を受けてもよい。

【0014】

誘電体層20の厚さは、半導体マイクロ波/ミリ波構造10が最終的に動作することになる周波数範囲に関連する。構造10が動作する周波数が高くなるほど、誘電体層20がより薄くなる。例えば、半導体マイクロ波/ミリ波構造10が10ギガヘルツを超えた周波数で動作する場合、誘電体層20は、誘電率の値に依存して約1から10ミリのオーダーの厚さであることができる。その他の例として、半導体マイクロ波/ミリ波構造10が30-35ギガヘルツのオーダーの周波数で動作する場合、誘電体層20は、約2から4

10

20

30

40

50

ミリのオーダーの厚さであることができる。更なるその他の例として、半導体マイクロ波/ミリ波構造10が95ギガヘルツを超えた周波数で動作する場合、誘電体層20は、約1から2ミリのオーダーの厚さであることができる。

【0015】

誘電体層20の形成に後続して、ポケットが、層20の表面の少なくとも一部に形成されてもよい。図1Cは、誘電体層20の外面23内のポケット24の形成後のマイクロ波/ミリ波構造10を示す断面図である。図示の模範的な実施例では、ポケット24は、接着性金属層16の外面22の少なくとも一部を露出するように形成される。ポケット24は、略鉛直方向の側壁を備えた切除ポケットを含んでよい。従って、ポケット24は、マスクの無い直接の書き込みプロセスであるレーザー切除を用いて形成されてもよい。ポケット24を形成するために用いられるレーザー切除プロセスは、レジストコート、露光、現像、エッチング及びストリップレジストのような従来のフォトリソグラフィに対する必要性を無くすことができる。他の実施例では、ポケット24は、ドライエッチング、プラズマエッチング、プラズマ補助型エッチング若しくはウエットエッチングを含んでよいエッチングプロセスを用いて形成されてもよい。エッチングは、誘電体層20の一部がエッチングプロセスにより除去されるといったように、誘電体層20を含む材料に対して選択可能であってよい。

10

【0016】

以下で詳説する如く、ポケット24は、集積回路を収容するために誘電体層20の表面に形成される。従って、ポケット24の寸法は、ポケット24内に配置されるべき集積回路の寸法に関連する。例えば、集積回路が3-100ミリのオーダーの幅を有する場合、ポケット24は、約5-102ミリのオーダーの幅を有してよく、ある実施例では、約100ミリの幅までである。同様に、集積回路が1-9ミリのオーダーの深さを有する場合、ポケット24は、約2-10ミリのオーダーの深さを有してよく、ある実施例では、約6ミリの深さまでである。ポケット24は、典型的には、ポケット24内に収容される集積回路よりも大きい。集積回路とポケット24の側壁との間のギャップが最小化されることが非常に望ましい。本発明の更なる目的は、集積回路の外面が誘電体層20の外面23と略同一面内になるようにポケット24内に集積回路を埋め込むことである。図1Eに関連して以下で詳説する如く、かかる構成は、集積回路を、それに対応付けられたボンダパッドに結合するために形成される接続部ないし相互接続部の長さを低減する。その結果、接続部の固有インダクタンスが最小化される。本発明の教示が認識することは、この長さは、ポケット24を正確に位置づけ、ポケット24の寸法を正確に形成し、及び/又は、集積回路のサイズを正確に制御することによって、短くすることができることである。一実施例によれば、ポケット24の壁の傾斜は、1ミリあたり0.8ミリを越えず、一の実施例では、傾斜は1ミリあたり約0.3ミリである。

20

30

【0017】

ポケット24の形成に続いて、洗浄プロセスと共にレーザー微細加工プロセスが、ポケット24の所望の側壁位相幾何(トポロジー)を達成するために使用されてもよい。レーザー微細加工プロセスは、350ナノメートルの周波数で3周波数イットリウムアルミニウムガリウム(YAG)レーザーを用いることを含んでよい。レーザー微細加工は、高アスペクト比のポケット24の単一ステップの製造を可能とする。具体的には、ポケット24の側壁は、傾斜を有するよりも略鉛直であり、集積回路の側面と略平行であることができる。更に、ポケット24のサイズは、ポケット24内に埋設されるべき集積回路のサイズにより正確に対応することができる。その結果、埋設される集積回路とポケット24の側壁との間の空間の量を低減でき、ボンダパッドは、集積回路のより近い近傍に配置されることができる。従って、従来の技術が、集積回路と、誘電体層20の表面上に配置されるボンダパッドとの間に約20ミリの最小空間を生んでいたのに対して、レーザー微細加工プロセスは、集積回路の各側面と対応するポケット24の側壁との間に約1から2ミリの空間だけを生むことができる。更なる効果として、レーザー微細加工は、ポケット24が、約4ミリほどの厚さの誘電体を通して約0.5ほど低い径/高さ比を有することを可

40

50

能とし、この場合、ポケットの径が幅に対応し、ポケットの高さが、層20内のポケットの長さに対応する。ポケット24が形成される誘電体の厚さは、損失伝送のためにRF/マイクロ波設計により決まる。ポケットの径は、半導体ダイサイズにより決まる。

【0018】

ポケット24の形成後、エポキシが、ポケット24内の露出した表面22の一部に付与されてもよい。図1Dは、ポケット24内のエポキシ層32の形成後の半導体マイクロ波/ミリ波構造を示す断面図である。エポキシ層32は、ポケット24内に定量供給されてもよい。特定の実施例では、エポキシ層32は、ABLEBOND 8360、ABLEBOND 8390、ABLEBOND 8340及びその他の半導体接着剤のような伝導性エポキシからなる。以下で詳説する如く、エポキシ層32の目的は、集積回路がポケット24内に実質的に埋め込まれるように、接着性金属層16の外面22に集積回路を接着することである。

10

【0019】

図示した実施例では、エポキシ層32は、露出した表面22を被覆する。しかし、ポケットの略鉛直方向の側壁は、実質的に被覆されないままである。ポケット24の側壁のコーティングを防止するために、エポキシの量は、最小量が使用されるように注意深く制御されてもよい。最小量は、集積回路の底部周縁まわりに形成される薄いエポキシのフレットを生むことができる。かかる構成の効果は、図1Eの内容から容易に理解でき、図1Eは、集積回路34がポケット24内に配置され接続部36が形成された後の10の断面図である。集積回路34は、依然としてパッケージングされていない半導体ウエハの単一ピースを含む。特別な実施例では、集積回路34は、レーダー信号処理機能を実行するように動作可能な集積回路を含む。特定の実施例では、例えば、集積回路34は、レーダー部品による電磁放射の送受を生じさせ且つ電磁放射に関連付けられる信号を処理するための適切な回路を備える集積回路を含んでよい。

20

【0020】

集積回路34の接続部に対して、1つ以上のボンドパッド38が誘電体層20上に配置されてもよい。ボンドパッド38は、接続部36がボンドパッド38に集積回路34を結合するために形成されるように、ポケット24の近傍に配置された金若しくは他の伝導性材料の層を含んでよい。特定の実施例では、ボンドパッド38は、2~10ミリのオーダーの横方向の寸法を有してよく、ポケット24の側壁の1つから約0~4ミリの距離で配置されてもよく、特定の実施例では、ポケット24の側壁の1つから約1ミリに配置されてもよい。より小さいサイズのボンドパッド38は、高周波デバイスの効率を低減するキャパシタンス作用を最小化するために用いられる。

30

【0021】

ボンドパッド38は、接続部36を用いて集積回路34に接続される。特定の実施例では、接続部36は、1から3ミリのオーダーの径のリボンで生成されたボンドワイヤを含む。接続部36は、15gmFから90gmFの力でサーモソニックボンディングされてもよい。しかし、超音波エネルギーの最小量が、信頼性のある結合を達成するために付与されるべきである。特定の実施例では、接続部36は、マイクロストリップ接続部として機能してもよい。インダクタンスを低減するために、接続部36の長さを最小化することが望ましい。従って、ボンドパッド38は、ポケット24に可能な限り近くに配置されてもよい。その結果、接続部36は、15ミリよりも小さい長さの結合ワイヤを含んでよい。より特定の実施例では、この長さは、3から15ミリであってよく、例えば、約3若しくは4ミリの長さを有してよい。

40

【0022】

集積回路34の幅がポケット24の幅よりも小さいので、空隙(明示的に示されず)が各接続部36下方に存在する。空気が充填された誘電性空隙は、接続部36の改善された性能を生む。この理由により、エポキシの最小量がエポキシ層32を形成するときに望まれる。過剰なエポキシ材料が用いられ、エポキシ層32がポケット24の側壁面をゆっくりと登ってくる場合、グランド層14と接続部36の間のキャパシタンスが増加しうる。半導体マイクロ波/ミリ波構造10がレーダーアプリケーションで実現される場合、非効

50

率な若しくは欠陥のある接続部 36 はレーダーシステムの欠陥を引き起こしうる。

【0023】

図2は、本発明の一実施例による構造10を組み込んだレーダー、通信若しくは他のマイクロ波及び/又はミリ波システム100の上面視である。レーダーシステム100は、複数の埋設された集積回路34、複数の伝送ライン若しくは伝送ライン/ラウンチ構造102、及び複数の放射体104を含む。特定の実施例では、レーダーシステム100は、10ギガヘルツを超える高周波数範囲で動作する。従って、レーダーシステム100は、30から35ギガヘルツの間のKaバンドで動作することができる。或いは若しくはそれに加えて、レーダーシステム100は、95ギガヘルツを超える周波数にてWバンドで動作してもよい。従って、レーダーシステム100は、1から200ギガヘルツのオーダーの範囲内の多様な周波数の任意で動作してもよいことが分かる。種々の実施例では、レーダー若しくは通信システム100は、対象、航空機、宇宙船、船若しくは地上目的物の検出のために電磁放射を送受する固体回路を含んでよい。

10

【0024】

レーダーシステム100における複数の放射体104は、フェーズアレイで配置された送信素子及び受信素子の双方を含む。各放射体は、伝送ライン/ラウンチ構造102により対応する集積回路34に結合される。伝送ライン/ラウンチ構造102は、従来のフォトリソグラフィプロセスにより誘電体層20上に形成される。この際、各伝送ライン/ラウンチ構造102は、図1Eに関連した上述したような接続部36を用いて誘電体層20を介して集積回路34に電氣的に結合されてもよい。尚、図2の実施例では、伝送ライン/ラウンチ構造102は、誘電体層20が2者の間に配置されるが(明示的に図示せず)、放射体104に電氣的に結合される。

20

【0025】

特定のレーダーシステムに含まれる放射体104の数及び相対サイズは、レーダーシステムが動作する波長周波数に関連する。例えば、Xバンド周波数で動作するレーダーシステムは、1インチあたり約2.6個の放射フィン104を有してもよい。比較として、Kバンドで動作するレーダーシステムは、1インチあたり約3.2個の放射フィン104を有してもよく、Wバンドで動作するレーダーシステムは、1インチあたり約250個の放射フィン104を有してもよい。従って、理解できることとして、レーダーシステムの動作周波数が増加するにつれて、レーダーシステムにおける放射フィン104及び他の部品

30

【0026】

レーダーシステム100は、ポケット24内に集積回路34を埋設することにより形成され、接続部36の長さを最小化できるので、レーダーシステム100は、従来のレーダーシステムよりも高い動作周波数で動作することができる。例えば、図1A-Eに関して上述したように、ポケット24は、従来のエッチング技術及びレーザー微細加工プロセスを用いて誘電体層20の表面に形成されたレーザー切除ポケットを含み、ボンドパッド38は、従来のレーダーシステムよりも集積回路34の近くに配置されることが出来る。その結果、接続部36は、より短くでき、各集積回路34間の距離を低減でき、より高い周波数の動作を容易化する。特定の実施例では、例えば、チャンネル分離距離106は、0.03から1インチのオーダーであってよい。各集積回路34間の距離が減少する場合、各放射体104巻の距離も減少することができる。直接的な相関として、チャンネル分離距離106も低減でき、より高い動作周波数を達成することができる。例えば、模範的な実施例では、レーダーシステム100は、96ギガヘルツを超える周波数で動作することができる。

40

【0027】

本発明は詳説されたが、添付の請求項によってのみ定義される本発明の範囲から逸脱することなく、種々の変化、変更、置換及び修正が、個々で開示される教示に対してなされ

50

うることは、理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1A】本発明の一実施例によるマイクロ波若しくはミリ波基板の外面上の多層の形成過程を示す断面図である。

【図1B】本発明の一実施例によるマイクロ波若しくはミリ波基板の外面上の多層の形成過程を示す断面図である。

【図1C】本発明の一実施例によるマイクロ波若しくはミリ波基板の外面上の多層の形成過程を示す断面図である。

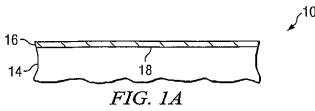
【図1D】本発明の一実施例によるマイクロ波若しくはミリ波基板の外面上の多層の形成過程を示す断面図である。

【図1E】本発明の一実施例によるマイクロ波若しくはミリ波基板の外面上の多層の形成過程を示す断面図である。

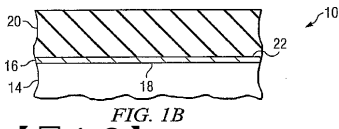
【図2】本発明の一実施例によるレーダーシステムの上面図である。

10

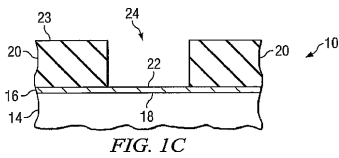
【図1A】



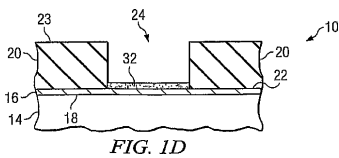
【図1B】



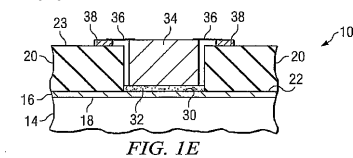
【図1C】



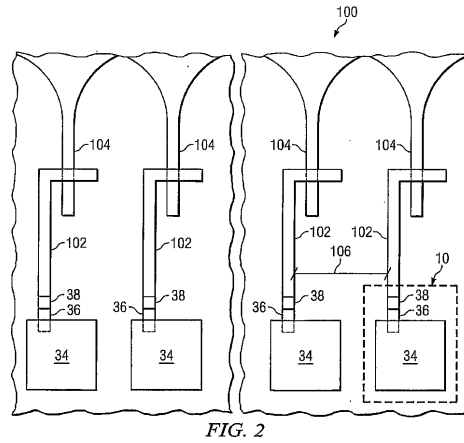
【図1D】



【図1E】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 メイソン, ジェイムズ, エス
アメリカ合衆国, テキサス州 75081, リチャードソン, ノース・スプリング・クリーク・ド
ライヴ 153
- (72)発明者 ベディンガー, ジョン, マイケル
アメリカ合衆国, テキサス州 75044, ガーランド, グリーンビュー 3318
- (72)発明者 ラジェンドラン, ラジ
アメリカ合衆国, テキサス州 75025, プレーノ, コルボーン・ドライヴ 2105

審査官 岸田 伸太郎

- (56)参考文献 特開2003-060116(JP, A)
特開2002-290150(JP, A)
特開昭60-133992(JP, A)
米国特許出願公開第2003/0012006(US, A1)
特開昭61-142803(JP, A)
特開2001-044235(JP, A)
米国特許第06246377(US, B1)
米国特許出願公開第2003/0117331(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 23/00
H01L 23/12
H01P 5/08
H01Q 13/10
H01Q 21/08