

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-523040  
(P2006-523040A)

(43) 公表日 平成18年10月5日(2006.10.5)

(51) Int.C1.

H01L 21/60

(2006.01)

F 1

H01L 21/92

602G

テーマコード(参考)

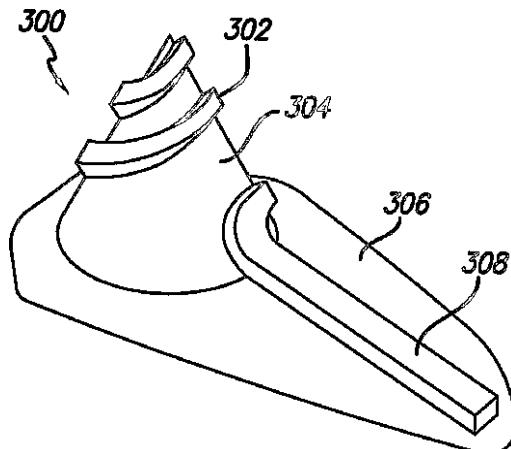
		審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)
(21) 出願番号	特願2006-509899 (P2006-509899)	(71) 出願人 598114804
(86) (22) 出願日	平成16年4月12日 (2004.4.12)	フォームファクター、インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成17年11月7日 (2005.11.7)	アメリカ合衆国カリフォルニア州94551、リヴモア、サウスフロント・ロード
(86) 國際出願番号	PCT/US2004/011115	・7005
(87) 國際公開番号	W02004/093189	(74) 代理人 100078282
(87) 國際公開日	平成16年10月28日 (2004.10.28)	弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	10/411,175	(74) 代理人 100062409
(32) 優先日	平成15年4月10日 (2003.4.10)	弁理士 安村 高明
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人 100113413
		弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】螺旋状マイクロエレクトロニクス用コンタクトおよびその製造方法

## (57) 【要約】

デバイスと接合相手の基板との間に電気的接触を達成するためのマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトおよびその製造方法を開示する。このスプリングコンタクトは、デバイスの基板に接着されかつデバイスの端子から離間したコンプライアントパッドを有する。コンプライアントパッドは、基板に接着された底面、および基板から離れる向きに延設されかつ基板から遠位側の小さい方の端部に向けて先細状をなす側面を有する。デバイスの端子からは、コイルパターンをなすトレースがコンプライアントパッドの上面沿いにその端部まで延設されて、螺旋をなす。コンプライアントパッドの端部の少なくとも一部はトレースによって被覆され、コンプライアントパッドの上にあるトレースの部分はコンプライアントパッドによって支持される。別の実施態様においては、トレースを残してコンプライアントパッドを取り除くことにより、自立螺旋形コンタクトが得られる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

デバイス基板の端子と接合相手の電子部品との間に電気的接触をなすためのマイクロエレクトロニクス用コンタクトであって、

該基板に接着された底面、および該基板から離れる向きに延設されかつ該基板から遠位の端部に向け先細状をなす側面を有するコンプライアントパッドと、

該デバイスの該端子から延設され、かつ該コンプライアントパッドの該側面の一部の上に該端子までコイル状に巻着されて螺旋をなすトレースと、

を備えたマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 2】**

前記コンプライアントパッドが前記端子から離間した位置にある、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 3】**

前記コンプライアントパッドが実質的に非導電性である、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 4】**

前記コンプライアントパッドが、角錐形、角錐台形、角柱形、角柱台形、円錐形、円錐台形、および半球形から選択される形状である、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 5】**

前記トレースがニッケル材を備える、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 6】**

前記コンプライアントパッドが、実質的に、シリコーンゴム、ポリエポキシド、ポリイミド、およびポリスチレンから選択される材料からなる、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 7】**

支持基板から延設され先細螺旋形をなすようコイル状に巻回された自立型の弾性部であって、導電材料を先細状犠牲パッド上でパターニングした後該犠牲パッドを除去することにより形成される弾性部と、

該基板および該基板に近位側の該弾性部の端部に固着された導電トレースと、  
該基板から遠位側の該弾性部の端部にあるコンタクト先端と、  
を備えたマイクロエレクトロニクス用コンタクト構造。

**【請求項 8】**

前記弾性部が、角錐形、角錐台形、角柱形、角柱台形、円錐形、円錐台形、および半球形から選択される形状で先細状をなす、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 9】**

前記コンタクト構造を金またはその合金で被覆した、請求項 1 に記載のマイクロエレクトロニクス用コンタクト。

**【請求項 10】**

デバイス基板に接着された底面、および該基板から離れる向きに延設されかつ該基板から遠位の端部に向けて先細状をなす側面を有する先細状パッドを設けるステップと、

該基板の端子から該端子まで該先細状パッドの上に螺旋をなすように、コイルパターンに従ってトレースをパターニングするステップと、

を包含するマイクロエレクトロニクス用コンタクトを製造する方法。

**【請求項 11】**

前記先細状パッドを設けるステップが、さらに、

犠牲基板上に先細状パッドを形成するステップと、

該先細状パッドを前記デバイス基板に移すステップと、

10

20

30

40

50

を包含する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記先細状パッドを移すステップが、該先細状パッドを該デバイス基板の端子から離間した位置に移すステップをさらに包含する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記トレースをパターニングするステップが、  
前記デバイス基板および前記先細状パッド上に犠牲材料のコンフォーマルな層を堆積するステップと、  
該コンフォーマルな層を、該端子から該端部までの間にわたるトレンチを形成するよう  
にパターニングするステップと、  
該トレンチに金属材料をメッキするステップと、  
該コンフォーマルな層を該デバイス基板から除去するステップと、  
をさらに包含する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

トレースをパターニングする前記ステップが、さらに、化学気相成長法、物理気相成長法、およびスパッタ法から選択される方法で金属材料を堆積するステップを包含する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

前記先細状パッドを形成するステップが、前記犠牲基板にピットをエッチングするステップをさらに包含する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

前記ピットをエッチングするステップが、角錐形、角錐台形、段付き角錐形、円錐形、半球形、角柱形、および角柱台形から選択される形状を有するピットをエッチングするステップをさらに包含する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記先細状パッドを形成するステップが、前記ピットに液体エラストマー材を充填するステップをさらに包含する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】

硬化ステップにおいて前記液体エラストマー材を前記デバイス基板に接触させるステップをさらに包含する、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記先細状パッドを設けるステップが、エラストマー材を備える前記先細状パッドを設けるステップをさらに包含する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 20】

トレースをパターニングする前記ステップの後に、前記基板から該トレースを残して前記先細状パッドを除去するステップをさらに包含する、請求項 10 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイスなどで使用するマイクロエレクトロニクス用コンタクトに関するものである。

【背景技術】

【0002】

(関連技術の説明)

より小さくより高度な電子部品に対する需要が、より小さくより複雑な集積回路 (IC) を求める勢いを強めることになった。IC がより小さくなり、リードカウントが高くなることは、結果的に、永久取り付けまたは半永久取り付けのための実装技術においても、試験やバーンインのような容易に取り外し可能な形での利用においても、より高度な電気的接続手法が要求されることになる。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、最新の多くのICパッケージは、ほんの数年前によく使用されたICパッケージと比べて、実装面積がより小さく、リードカウントがより高く、電気性能および熱的性能がより優れている。このような稠密型ICパッケージの一例が、ボールグリッドアレイ(BGA)パッケージである。BGAパッケージは、一般に端子付きの矩形パッケージで、通常はパッケージの底面から突出したハンダボールのアレイの形をなす。これらの端子は、プリント回路基板(PCB)または他の適切な基板の表面に配設された複数のボンディングパッドに取り付けられる。アレイをなすハンダボールは、BGAパッケージを実装した電子部品を超音波室または同様の熱エネルギー源に通すなどの方法によってリフローさせ、接合相手の電子部品上のボンディングパッド(端子)と接合させた後、エネルギー源を取り除いてハンダを冷却硬化することにより、比較的永久性の接合を形成する。一度溶かして、再度硬化させたハンダボール接続のハンダは、たとえ再利用するにしても、容易には再利用することができない。したがって、試験やバーンイン処理時に、ICの端子パッドまたはBGAパッケージのハンダボールとの電気的接触を達成するために、容易に取り外し可能な個別型のコンタクトエレメントが必要とされている。

#### 【0004】

容易に取り外し可能なコンタクトエレメントを稠密実装・接続法で使用することの利点は従来から認識されていた。ICのような基板に直接取り付ける形で使用される可撓性および弾力性を有する容易に取り外し可能なマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトが、Khandros等の米国特許第5,917,707号に記載されている。とりわけ、この米国特許第5,917,707号には、極細線を基板に接合するステップ、およびその後その極細線を電気メッキして弾性エレメントを形成するステップを含むワイヤボンディングプロセスを用いて製造されるマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトが開示されている。これらのマイクロエレクトロニクス用コンタクトは、バックエンドウェーハ処理のような用途において、また特に、これがタンクステン細線に取って代わったプローブカード用のコンタクト構造としての用途で、相当大きな利益をもたらした。ほとんどすべての半導体デバイスにおいてこれらと同じまたは同様のコンタクトエレメントを用いてデバイス間の電気的接続を行うことにより、ほとんどすべての種類の電子デバイスにおける一時的な(容易に取り外し可能な)接続も、より永久性の接続も含めて、電気的接続をなすことが可能である。

#### 【0005】

しかしながら、現在、ファインピッチ・スプリングコンタクトは、製造コストが高いため、利用可能な範囲が比較的コストに左右されにくい用途に限られている。製造コストの大部分は、製造設備および工程所要時間に関連する。上記特許に記載のコンタクトは、並列型の一時多処理操作型プロセスに簡単には転換することができない逐次処理プロセス(すなわち一時一処理操作型プロセス)で製造される。そこで、複数のスプリング構造を並列に製造するのに好適なリソグラフィ型製造プロセスを用いて、本願でリソグラフィ型マイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトと称する新しい形態のコンタクト構造が開発され、1コンタクト当たりの単価が大きく低減されるに至った。

#### 【0006】

典型的なリソグラフィ型スプリングコンタクトおよびその製造方法としては、本願と同一所有権者の同時係属米国特許出願第09/032,473号(1998年2月26日出願、発明者:PedersenおよびKhandros、発明の名称:「LITHOGRAPHICALLY DEFINED MICRO ELECTRONIC CONTACT STRUCTURES」、および第60/073,679号(1998年2月4日出願、発明者:PedersenおよびKhandros、発明の名称:「MICRO ELECTRONIC CONTACT STRUCTURES」号に開示された技術がある。これらの出願には、一連のリソグラフィステップを使用することにより、種々のリソグラフィ技術を用いてパターン形成することが可能な数層のメッキ加工金属層でスプリングコンタクトの高さを累加するようにしたスプリング構造の製造方法が開示されている。マイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトは、好ましくは、基板表面でのこぼこを

10

20

30

40

50

補い、かつスプリングコンタクトの下方にコンデンサのような部品を実装するためのスペースを確保するために、十分な高さを持たせる。

【0007】

1回のリソグラフィステップで、すなわち単一の弾性層で十分な高さを達成する方法、およびこれにより形成される代表的な構造が、本願と同一所有権者の同時係属米国特許出願第09/364,788号(1999年7月30日出願、発明者: Elbridge and Mathieu、発明の名称:「INTERCONNECT ASSEMBLIES AND METHODS」、および第09/710,539号(2000年11月9日出願、発明者: Elbridge and Wenzel、発明の名称:「LITHOGRAPHIC SCALE MICROELECTRONIC SPRING STRUCTURES WITH IMPROVED CONTOURS」)に開示されている。上記出願には、単一の金属層から形成されたスプリングエレメントが開示されている。この金属層は、マイクロマシニングまたは成形プロセスを用いて付形され、パターン形成された犠牲材料の三次元層の表面にメッキされる。その後、犠牲材料層を取り除くと、その取り除かれた層の輪郭形状を持つ自立スプリングコンタクトが残る。

【0008】

したがって、改善されたマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクト、並びに多層および単層のスプリングコンタクトの性能が相当低コストで達成されあるいは改善されるその製造方法が必要とされている。このスプリングコンタクトは、ICデバイスおよび同様のデバイスに直接接続するのに非常に高密度のファインピッチアレイとして使用できるものでなければならず、また接続するのに相対的に取り外しやすくかつ相対的に永久性の(例えば、ハンダ付けによる)接続を行うこともできるものでなければならない。

【0009】

さらに、このマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトは、低コスト、取り外し可能であること、および弾力性が重要であるような稠密実装仕様で使用できることが望ましい。このスプリングコンタクトの典型的な用途としては、BGAパッケージより小さいパッケージが必要な可搬型電子機器(携帯電話、パームコンピュータ、ページャ、ディスクドライブなど)の部品がある。このような用途の場合、IC自体の表面に直接付着させたソルダバンプを用いて、ICをプリント回路基板(PCB)に固着することも行われる。この手法は、一般に、直接チップ固着法またはフリップチップ法と呼ばれる。フリップチップ法には様々な短所がある。一つの大きな短所は、ダイの下にポリマーアンダーフィルを入れる必要があるということである。このアンダーフィルが必要なのは、通常樹脂ベースのPCBは熱膨張が非常に大きいのに対して、シリコンチップは熱膨張が比較的小ないことにより生じる熱応力を小さくするためである。アンダーフィルの存在によって、この電子部品をさらに加工することが不可能になることがしばしばある。それゆえに、ICまたはそのPCBとの接続に欠陥があると、通常はPCB全体を廃棄しなければならない。

【0010】

このようなフリップチップの短所を解消するために、BGAパッケージのもう一つの形態、すなわちチップスケール・ボールグリッドアレイまたはチップスケールパッケージ(CSP)が開発された。チップスケールパッケージでは、パッケージサイズを小さくするためにソルダボール端子は通常半導体チップの下方に配置され、アンダーフィルを使わなくて済むようにするための実装エレメントが追加される。例えば、一部のCSPでは、柔軟なコンプライアントエラストマー層(またはエラストマーパッド)がチップとソルダボール端子との間に配設される。ソルダボール端子は、薄型2層フレックス回路に取り付けられることもあれば、上記コンプライアント部材上の端子に取り付けられることがある。ICは、通常、ワイヤリードまたはタブリードを用いてフレックス回路端子または弾性部材に接続され、アセンブリ全体(ボールグリッドアレイを除く)が適切な樹脂に封入される。

【0011】

10

20

30

40

50

エラストマー部材は、通常、シリコーンのようなポリマーであり、約  $125\text{ }\mu\text{m} \sim 175\text{ }\mu\text{m}$  ( 5 ~ 7 ミル ) の厚さを持つ。エラストマーパッドまたは層は、基本的にはフリップチップで用いられるアンダーフィルに代わってその機能を果たす、すなわちチップと P C B との間の熱的不整合による応力をできる最小限にする。他のいくつかの C S P 設計においては、I C は、2 層フレックス回路の表面に直接接着され、ワイヤリードを用いてフレックス回路のチップ側端子に接続される。ハンダボールは、フレックス回路の反対側の面に取り付けられる。この設計では、チップを P C B と分離するためのエラストマー層がなく、それ故、アンダーフィルの必要をなくすることはできない。

#### 【 0 0 1 2 】

現時のチップスケールパッケージにはいくつかの短所がある。エラストマー材料は水分を吸収する性質があり、水分を過剰に吸収すると、リフロー温度におけるこの水分からの急速な気体放出によって、エラストマー層中にボイドが形成されたり、パッケージの破裂を生じたりすることがある。例えば、水分は、エラストマーのポリマー材料から放出され、チップ接着用接着剤内部に捕捉されることがある。すると、この捕捉された水分が基板アセンブリの加熱処理時に膨張してボイドが形成され、通常亀裂やパッケージ破損を引き起こす。このようなボイドの形成は、特にリフローによる P C B への固着に際して障害になり得る。

#### 【 0 0 1 3 】

チップスケールパッケージ設計に伴うもう一つの難題は、エラストマー部材を組み込むためのプロセスであり、これは、通常エラストマーパッドを拾い上げてそれぞれ個々の場所に配置するか、あるいは液状ポリマーをスクリーン印刷した後、硬化させることによって行われる。このどちらの場合も、C S P 分野で要求される厳格な公差およびパッケージの平坦性を満たすことが困難なことがある。例えば、典型的な C S P 設計においては、パッケージの平坦性 ( 平面性 ) は、リフロー時にすべてのハンダボールが P C B との接触を確実に達成できるよう、約  $25\text{ }\mu\text{m}$  ( 1 ミル ) 以下でなければならない。この水準の平坦性は、エラストマー材料を付着させるための従来技術のプロセスを使用しては達成することが困難である。

#### 【 0 0 1 4 】

したがって、C S P およびフリップチップのような用途のための改善されたマイクロエレクトロニクス用コンタクトエレメントがさらに要望されている。

#### 【 発明の開示 】

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 1 5 】

##### ( 発明の概要 )

本発明のスプリングコンタクトの構造は、それを製造する代表的な方法について考察することにより理解することができる。本発明の方法の最初のステップでは、例えばエッチングまたはエンボス加工のような任意の適切な技法を用いて、角錐 ( ピラミッド ) 状ピットのような精密な形状を有するピットを犠牲基板に形成する。通常は、これと同時に、電子デバイスに形成しようとするコンタクト先端の所望の位置に対応するパターンに従って、同一ピットからなる大きなピットアレイを、犠牲基板に形成する。次に、必要ならば、ピットの表面にポリテトラフルオロエチレン ( P T F E ) のような適切な薄い離型材層を塗布することができる。そして、適切な液状エラストマーまたは同様のコンプライアント材をピットに充填する。別の態様では、ピットに犠牲材料を充填する。次に、スプリングコンタクトを形成しようとするデバイス基板に犠牲基板を合わせて結合し、エラストマーまたは犠牲材料をその位置で硬化 ( 固化 ) させることによりエラストマーまたは犠牲材料をデバイスに接着してから、犠牲基板を取り除く。別の態様においては、犠牲基板をデバイス基板に接合する前に、コンプライアント材料または犠牲材料を硬化させ、コンプライアント部材または犠牲部材を、熱を加えるなどの何らかの他の方法で、あるいは適切な接着剤を用いることにより、工程中のデバイスに接着することが可能である。

#### 【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

上記ステップの結果、デバイス基板には少なくとも1つのコンプライアントパッド (compliant pad) または犠牲パッドまたは突起部が実装され、通常は、複数のコンプライアントパッドまたは犠牲パッドがデバイス基板の加工する端子から離れた位置に実装される。多くの用途の場合、パッドは、好ましくは同様のあるいはほぼ同じ高さおよび形状とし、比較的幅広の底面および尖った先端を有する。もちろん、パッドは、所期の用途の必要に従って異なる寸法および/または形状とすることができます。適切な形状としては、角錐形、角錐台形、段付き角錐形、角柱形、円錐形、四角状立体、および同様の形状がある。パッドは、基本的には中実体で、均質な構造であるが、空隙、気泡、層部などが含まれていてもよい。導電コンタクトは必ずしもコンプライアント部材または犠牲部材とデバイス基板との間に配設する必要はない。また、コンプライアントパッドまたは犠牲パッドは、一般に、デバイス基板上の端子を基準とするピッチ拡大パターンに従い配設する。

10

#### 【0017】

本発明の一実施例においては、コンプライアントパッドは主として弾性構造、すなわち加えた荷重を取り除くと元の位置に跳ね返るような構造を有する。別のいくつかの実施例においては、コンプライアントパッドは主として非弾性構造、すなわち加えた荷重を取り除いても元の位置に跳ね返らない構造とすることもできる；あるいは、コンプライアントパッドは、弾性拳動と非弾性拳動が何らかの形で組み合わさった拳動を呈するよう構成することが可能である。当業者であれば、予測荷重条件下で所望の応答特性が得られるよう、いろいろ異なる材料とパッドの幾何学的特徴を選択することができよう。もちろん、犠牲突起部を形成する場合、それらの突起部はスプリングコンタクトが出来上がる前に取り除くので、犠牲材料の弾性特性はそれほど重要ではない。

20

#### 【0018】

本発明の一実施例においては、デバイス基板は突起部を含めて、スパッタ法のような任意の適切なプロセスによりチタン-タンゲステン層のような薄い金属シード層を塗工して被覆することができる。次に、電気泳動レジスト材のような犠牲材料よりなる1層以上のコンフォーマルな (conformal) 層をデバイス基板に塗工する。次いで、デバイス基板の端子からコンプライアントパッドまたは犠牲パッドのそれぞれの最上端まで延設されたトレースのパターンに従ってシード層を露出させるよう、犠牲層を所望の通りにパターニングする。このトレースパターンは、結果的に得られるコンタクト構造に螺旋形を付与するためのコンプライアントパッド上でコイル形状をなす。

30

#### 【0019】

次に、一部露出したシード層に金属の弾性および/または導電性の層を所望の厚さにメッキする。これには、一般に、ニッケルまたはニッケル合金材が好ましく、適度の強度と弾力性を得るのに十分な厚さにメッキする。一実施例においては、得られるトレースがコンプライアントパッドより大きな剛性を持つよう、ニッケル材を十分な厚さにメッキする。任意態様として、弾性層 (resilient layer) には、メッキステップ後に、薄い金層のような保護導電層を塗工する。所望の金属層を塗工した後、デバイス基板上にコンプライアント突起部およびメタルトレースが残るようなプロセスを用いて、犠牲材料の層および余分のシード層を除去することができる。別の態様では、コンプライアントパッドまたは犠牲パッドも取り除いて、自立型のスプリングコンタクトおよびメタルトレースのみを残す。

40

#### 【0020】

結果として得られる構造は、その後さらに処理を行うことなくすぐにも使用できるもので、デバイス基板のそれぞれの端子に一体状のメタルトレースにより接続された螺旋スプリングコンタクトを備える。本発明の一実施例においては、それぞれ1つのコンプライアントパッド上に螺旋形コンタクトを配設する。別の態様では、螺旋形コンタクト自立型で、パッドには支持されない。好ましくは、各コンプライアントパッドまたは犠牲パッドの尖った最上部によって、高コンフォーマルなメッキプロセスを用いることにより、各スプリングコンタクトにかなり鋭く尖った先端を付与する。各コンタクトは、各コンプライ

50

アントパッド底面から各パッドの最上部までの間で水平方向にも垂直方向にも伸びて、スプリングコンタクトが撓むとコンタクト先端の運動に拭い取り作用が付与されるカンチレバー構造をもたらす。

#### 【0021】

犠牲パッドの代わりにコンプライアントパッドを使用する場合、コンプライアント材料の支持があるため、これがない場合に十分な接触力を得るのに必要になると思われる厚さよりスプリングコンタクトのメッキ層を薄くすることができる。一方、メッキ層を薄くすることによって、メッキステップにおける処理時間を相当節約することができる。また、上記の方法によれば、犠牲層の輪郭形成または成形の必要、尖ったコンタクト先端を得るために別途の形成ステップの必要、リディストリビューショントレースを得るために別途のステップの必要がなくなる。

#### 【0022】

コンプライアントパッドと共に使用するもう一つの実施例においては、メッキステップおよびこれに関連したシード層を塗工するステップ、およびレジスト層を塗工してパターンングするステップが省かれる。それよりむしろ、スパッタ法や気相成長法のような方法によって、所望のトレースおよびコンタクトエレメントを直接デバイス基板およびエラストマー/コンプライアント突起部上にパターニングする。

#### 【0023】

当業者は、以下の実施例の詳細な説明を考察することによって、この螺旋状マイクロエレクトロニクス用コンタクトおよび水平スプリングコンタクト、並びにそのさらなる長所および目的の達成についてのより詳細な理解が得られよう。以下の詳細な説明は、添付図面を参照しつつ行う。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

##### (発明の詳細な説明)

本発明は、従来技術のスプリングコンタクトの種々の制約を解消したマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトを提供するものである。以下の詳細な説明において、図中同じ構成要素は同じ参照符号を用いて説明する。

#### 【0025】

本発明によれば、本願で参照する特許出願に開示された多層および単層リソグラフィ型スプリングコンタクトの利点をより低コストで達成できる可能性があり、一定の実装および接続の用途技術においてはさらなる利点がもたらされる。本発明のスプリングコンタクトは、接続エレメントとしてのボールグリッドアレイに取って代わるかあるいはその使用を補うという面において、フリップチップパッケージおよびCSPのような精密実装技術用として特に好適であると考えられる。

#### 【0026】

材料を正しく選択することによって、本発明のスプリングコンタクトは試験やバーンイン処理の用途にも用いることができる。したがって、本発明のスプリングコンタクトを初期試験および/またはバーンイン処理のために未切り分けウェーハのデバイス上に直接作り込むこと；必要に応じて、実装前または実装後に行う試験またはバーンイン試験後にデバイスに残るようにすること；およびその後電子部品への最終組み付け用の一次接続エレメントとして使用すること（すなわち、ハンダまたは導電性接着剤を使う場合も使わない場合も含めて）、は本発明の範囲および目的に含まれる。別の態様として、本発明のスプリングコンタクトは、上記の用途の中から選択された任意の1つまたは任意の組合せで使用することができ、またBGAのような他のエレメントを組み込んだパッケージ内の二次接続エレメント（例えば、I<sub>C</sub>からフレックス回路への）として、テストプローブのコンタクトエレメントまたはインターポーラーとして、ランドグリッドアレイ（LGA）ソケットのようなコネクタの中で、あるいは任意の他の適切な接続用途のために使用することができる。

#### 【0027】

10

20

30

40

50

図1に代表的な螺旋状マイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクト100を示す。スプリングコンタクト100は、次の2つの主材料層を備える：角錐状コンプライアントパッド110の形の第1の非導電エラストマー層、およびメタルトレース102の形の第2の導電弾性層。スプリングコンタクト100は、導電層（トレース102）が非導電層（パッド110）の上に重なり、これら2つの層がコンタクト100の特徴をなすので、層状構造であるとして説明する。

## 【0028】

コンプライアントパッド110は、本願に記載する限定条件の範囲内で、任意の適切な形状とすることができる。本発明の一実施例においては、コンプライアントパッドは成形形材のような精密に形成された形状よりなる。他のいくつかの実施例においては、パッド110は、比較的無定形のドロップ（drop；半流動塊）のような輪郭があまりはっきりしていない形状のものもある。パッドの形状・構造は、パッド表面に付着させた比較的硬質の金属の先端部およびビームに付与することができる。高密集状のスプリングコンタクトアレイ全体にわたって高い一様性を確保するために、各パッドは、パッド間のばらつきが最小限に抑えられる並行プロセスを用いて形成することができる。一括成形のような並行形成によれば、個々にドロップを形成するよりも所要時間が短くなるという別の利点もある。

## 【0029】

詳細には、パッド110は角錐形であるが、例えば、円錐形、半球形、または円錐台形のような他の適切な形状とすることもできる。より広義に言うと、パッド110は、そこでパッドが基板116に接着される比較的大きく平たい底面部112、および基板から離れる向きに延設され、基板から遠位の比較的小さな端部に向けて先細状をなす自由側面（109）を有する錐体と説明することが可能である。この端部は、図1ではその上にかぶさる金属の先端部104のために見えない。この先細形状によって、基板116との接着面積が最大になる一方、輪郭が明確な先端構造が効率よく支持される。この実施例においては、角錐形状によって、エラストマー材料からのガス放出の可能性が小さくなり、ガス放出が起こってもコンタクト100が換気され、かつ横方向の柔軟性が増加して、コンタクトアレイ全体にわたる熱応力緩和がもたらされる。

## 【0030】

普通に入手可能な結晶シリコン材の性質を利用することにより、所望の先細形状特性を持つ角錐形状を高い精度と非常に小さいスケールで容易に形成することができるので、角錐状コンプライアントパッドは特に好適である。シリコン材の結晶面の配向により形成される側面を持つ角錐状ピットは、適切にパターニングしたフォトレジスト層で覆われたシリコン基板をKOH（水酸化カリウム）のような適切なエッチング液にさらすことにより容易に作り出すことができるということは周知である。これによって、ほぼ同一の角錐状ピットからなるピットアレイをシリコン基板に作り出すことができ、このようにピットを形成した基板を同一の角錐状コンプライアントパッドからなるパッドアレイを形成するための型として用いることができる。当業者にとって自明であるように、これと同類の角柱、角錐台または角柱台、および段付き角錐または段付き角柱のような形状も、適切なエッチングおよびマスキングプロセスを用いて同様に形成することができる。

## 【0031】

コンプライアントパッド110は、任意の適切な材料で作ることができる。例えば、適切なエラストマー材料としては、シリコーンゴム、天然ゴム、ゴム引きプラスチック、およびその他多種多様な有機ポリマー材料を使用することができる。当業者であれば、所期の動作環境（温度または化学環境のような）およびスプリングコンタクトの所望の構造特性を考慮して、適切な材料を選択することができよう。例えば、コンタクトの幾何学的特徴、所望の圧縮率範囲、および最大接触力がはっきり決まったならば、それに応じて適度に柔らかく弾力性のある材料を選択することができる。好ましくは、パッドの材料は、如何なる粒状充填材も含まない本来的に非導電性である均質プラスチック材料とする。均質プラスチック材料は、例えば幅約5ミル（約130μm）以下のコンプライアントパッド

10

20

30

40

50

の場合のように、小さいスケールの精密なパッド形状により容易に形成することができる。

【0032】

コンプライアントパッド110は、電気的接続をしようとする端子114から離間した位置で基板116に接着する。次に、導電トレース102を電気メッキのようなプロセスによって端子114からコンプライアントパッドの端部まで堆積形成する。トレース102は、任意の適切な金属または金属合金で形成することができ、1層以上とすることが可能である。例えば、トレース102は、比較的厚いニッケルまたはニッケル合金層を備えて強度と合成を得、これに比較的薄い金層を被覆して導電性を高くした構成とすることができる。トレース102は、好ましくは、パッド110の端部上に堆積されたコンタクト先端部104、パッド110の底面112からコンタクト先端104までの間にわたってパッドに支持されたビーム部106、および基板に支持されてビーム部106を端子114に接続するリディストリビューショントレース(redistribution trace)部108を有する金属の一体部分とする。コンタクト先端104は、接合する端子の酸化膜およびコンタミネーション層に貫入するよう、かなり尖った形状(図示のような)とすることができます。別の態様においては、コンタクト先端104は、ハンダボールのようなフィーチャを支持する場合は比較的平たい形状とすることができます。ビーム部106は、底面112の比較的広幅の部分から先端104の比較的狭幅の部分に向けて先細状にすると、応力分布がビームの全長にわたってより均等になるという利点がある。別の態様では、ビーム106は一定幅でもよく、あるいは任意の他の形状とすることも可能である。基板116は、半導体チップまたはウェーハ、半導体チップまたはウェーハ用のコネクタまたはソケット、およびプリント回路基板などを含む(ただし、これらに限定されない)任意の適切な電子デバイスである。

【0033】

スプリングコンタクト100は、図2に示すようなピッチ拡大アレイ118として容易に使用することができる。基板116上の端子114は第1のピッチP1で配設され、コンタクト先端104はこれより粗いピッチP2で配設されている(P2 > P1)。

【0034】

本発明の一実施例においては、螺旋状トレースは、円錐形コンプライアントパッドの上面の周囲にパターニングして先細状螺旋スプリングコンタクトとすることができます。例えば、図3には、基板306上に配設した円錐形コンプライアントパッド304の上面の周囲にパターニングされたメタルトレース302よりなる螺旋形コンタクト300が示されている。コンタクト300は、この他に、基板の端子(図示省略)からコンプライアントパッドの底面まで伸びるリディストリビューショントレース308を備えることができる。メタルトレース302は、コンタクト300の所望の特性に応じて、コンプライアントパッド304に比べてより堅く、あるいはより柔軟にすることが可能である。メタルトレースをより堅くする場合、螺旋形状により、メタルトレース302の材料に過大な応力をかけることなくスプリングコンタクト300の撓み範囲をより大きくすることができます。

【0035】

いくつかの用途の場合、メタルトレースを形成した後、図4に示すように、基板416上にコンタクト400を残してコンプライアントパッドを取り除く方が好都合なこともある。別の態様では、コンタクト400を適切な形状を持つノンコンプライアント犠牲材料のパッド上に形成した後、犠牲材料を取り除くようにしてもよい。コンタクト300と同様、スプリングコンタクト400は、螺旋軌道沿いに基板416から離れる向きに延設されたメタルトレース412よりなる。任意態様として、スプリングコンタクトは、リディストリビューショントレースを介して基板416の端子(図示省略)に接続することも可能である。また、スプリングコンタクトはつる巻線形状(図示のような)とすることも、任意の他の所望の螺旋形状とすることもできる。例えば、図1に示すような角錐状パッドの上面の周囲にメタルトレースをパターニングすることにより、四角螺旋形コンタクトを形成することも可能である。

10

20

30

30

40

50

## 【0036】

図5は、本発明によるマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトを形成する方法500の代表的なステップを示す。最初のステップ502では、犠牲基板上にコンプライアントパッドを形成する。コンプライアントパッドのアレイを形成するには、形成しようとするスプリングコンタクトアレイにおける所望のコンタクト先端配列に対応するパターンに従って、シリコン基板のような犠牲基板に精密ピットを形成する。精密ピットは、例えば角錐状パッドを形成するには角錐状に形成したピットを使用するなど、所望のコンプライアントパッドの形状に対応する形状に形成する。精密ピットを形成するには、任意の適切な方法を使用することができる；特に、種々のリソグラフィ／エッチング技術を用いて様々な形状のピットを形成することができる。ピットを形成したならば、好ましくは犠牲基板にPTE材料または他のフッ素樹脂のような適切な離型剤の薄層を塗布する。コンプライアントパッドを形成する方法の別の態様は、未硬化または軟化エラストマー材のドロップを直接基板に堆積し、次いで、エラストマーをその位置で硬化または固化させるものである。

10

## 【0037】

犠牲基板を作製したならば、ピットに選択されたエラストマー材を好ましくは液体状態で充填する。次に、コンタクトを形成しようとする基板（「デバイス基板」）を犠牲基板に取り付け、デバイス基板をその位置に保ってエラストマー材料を硬化または固化させることにより、コンプライアントパッドを基板に接着する。次に、基板とこれに固着されたパッドを犠牲基板から取り外し、ステップ504に示すように、パッドをデバイス基板側に移す。必要ならば、犠牲基板は再利用することができる。

20

## 【0038】

別の態様においては、犠牲基板中のピットに液体エラストマーを充填した後、犠牲基板を何も取り付けない開放状態のままで、エラストマー材を硬化または固化させることができる。その後、犠牲基板に適切な接着材を塗工することにより、コンプライアントパッドの露出底面に塗工する。好ましくは、接着剤は、エラストマー材の上方の部分を除いて犠牲基板から取り除けるようにパターニング可能とする。さらに、接着剤は、接合する基板との接触と同時に接着されるよう、感圧型とすることが望ましい。次に、コンプライアントパッドを所望の通りにデバイス基板に移すことができる。

30

## 【0039】

コンプライアントパッドがデバイス基板に正しく定置されたならば、ステップ506で、デバイス基板の端子とそれに対応するパッドの最上端との間に導電トレースを堆積する。図6は、導電トレースをデバイス基板およびコンプライアントパッドに堆積する方法600の代表的なステップを示す。ステップ602の後、シード層をデバイス基板およびこれに固着したコンプライアントパッドの全表面に堆積する。適切なシード層の一例としては、スパッタ・チタン-タンゲステン層がある；当業者は、他の適切なシード層を選択することができる。シード層は、例えば、無電解析出法を含む他の方法で堆積することができる。

## 【0040】

ステップ604では、犠牲層をシード層上に堆積する。犠牲層は、フォトレジスト材のようなパターニング可能な材料で、好ましくは、高コンフォーマルな層としてデバイス基板およびその突起状エラストマーパッド上に提供する。フォトレジスト材のコンフォーマルな層を堆積するには、種々の方法を用いること可能である。膜厚約35μmまでの適切な塗工方法の一例は電着法（電気泳動レジスト法）である。これ以外の方法としては、例えば、スプレーコーティング、スピンドルコーティング、あるいはデバイス基板の上にコーティング材の層流を流すメニスカスコーティングがある。コーティング材層を連続して塗工し、硬化させることにより塗膜をより厚くすることが可能である。犠牲層の最小膜厚は、好ましくは、堆積するメタルトレースの所望の厚さ以上とする。

40

## 【0041】

ステップ606では、導電トレースを堆積しようとするシード層の部分が露出するよう

50

に犠牲層をパターニングする。一般に、パターニングは、当技術分野で周知の任意の適切なフォトパターニング技術を用いて行うことができる。ステップ 608 では、電気メッキ法などを用いてシード層の露出部分に導電トレース材を所望の厚さに堆積する。必要ならば、比較的厚いニッケルまたはニッケル合金層の後に比較的薄い金層というように、異なるいくつかの材料層を逐次堆積することも可能である。ステップ 610 では、適切な溶剤に溶解させるなどの方法により、犠牲層を取り除く。これによって、デバイスに本発明によるスプリングコンタクトアレイが設けられる。

#### 【0042】

メタルトレースが比較的薄く、柔軟なスプリングコンタクトの場合、メタルトレースは必ずしも電気メッキ法で堆積する必要はなく、好ましくは、スパッタ法や気相成長法のような方法で堆積する。このような場合、デバイス基板およびコンプライアントパッドの全表面に、シード層の場合同様、金属薄膜層を所望の厚さに堆積する。次に、フォトレジスト層を金属薄膜層に塗工して、メタルトレースを形成したいデバイス基板の部分を保護するようパターニングし、保護しなかった残りの部分の金属層をエッチングステップで取り除く。比較的堅い金属のコンタクトエレメントを必要としない用途の場合、電気メッキステップを省略することにより処理時間を大きく短縮することができる。

#### 【0043】

次に、螺旋スプリングコンタクトを形成するための方法 500 および 600 の一つの適切な修正態様について、図 7A ~ 図 7F を参照しつつ説明する。図 7A は、実質的に一様な厚さの層を用いることができるコンプライアント材料の層 722 で被覆された半導体ウェーハ、セラミックタイル、またはプローブカードのような基板 720 の断面図を示す。層 722 のコンプライアント材料は、硬化したときコンプラアントであるか否かを問わず、本願でコンプライアントパッド形成用として記載したポリマー材料中の 1 種のような任意の適切な成形可能な材料、あるいはフォトレジスト材のような任意の成形可能な材料とすることができる。

#### 【0044】

層 722 は、例えば、エンボス工具を層 722 に押し込むなど、一次成形または二次成形を行うことによって 1 つ以上のパッドまたは突起部 724 を得ることができる。エンボス工具では、残層 726 が残ることがあるが、これは等方性プラズマエッチングのような任意の適切なプロセスを用いて除去することができる。別の態様では、パッド 724 は、上に述べたような液体樹脂を用いて成形するか、あるいは層 722 の材料を適切なパターンに従ってエッチングするかまたは別途除去することによって得ることができる。ここで、パッド 724 は何らかの特定の尺度に基づいて図示したものではないということは理解されよう。大まかに言うと、図 7A ~ 図 7F は、基板 720 の典型的な厚さに対して垂直方向に拡大して示してあるが、これはこのように拡大しないと、この構成上の特徴がはっきり見えないことが考えられるためである。

#### 【0045】

次に、シード層 728 をスパッタ法などによって基板 720 およびパッド 724 上に堆積することができる。その後、フォトレジスト層のような犠牲層 730 をシード層上に堆積すると、図 7C に示すような構造が得られる。次に、層 730 をパターニングして、シード層 728 の比較的厚い金属材料層を堆積したい部分を露出させる。層 730 のパターニング後の状態を図 7D に示す。次に、電気メッキのようなプロセスを用いて、導電材料 732 を露出したシード層 728 上に堆積することができる。これには、上に述べたニッケルまたはニッケル合金のような任意の適切な導電材料を使用することができる。導電材料 732 をシード層上にメッキした犠牲層 730 を図 7E に示す。

#### 【0046】

次に、当技術分野で周知のように、犠牲層 730 を取り除いて、図 7F に示すような 1 つ以上のスプリングコンタクト 700、700' を得ることができる。パッド 724 は、例えば、本願で説明したようなコンプライアントパッドである。別の態様では、パッド 724 は、基板 720 から剥ぎ出して形成した図 8 (側面図) に示すような自立型コンタク

ト 800、800' であってもよい。同様のコンタクト 400 が図 4 の斜視図に示されている。

【0047】

図 9 は、螺旋形マイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクト 800 のアレイをその表面上に有する代表的なフリップチップデバイス 900 の拡大平面図を示す。各コンタクト 800 はデバイスの端子 914 に接続する。デバイス 900 は、例えば、メモリチップまたはマイクロプロセッサのような半導体デバイスである。スプリングコンタクト 800 は、好ましくは半導体ウェーハからの切り分けに前に、直接デバイス 900 上に形成することができる。次に、試験の場合も組み立て作業の場合も、コンタクト 800 を使用してデバイスとの接続を行うことができる。フリップチップへの取り付けは比較的簡単な設計例であるが、必要ならば、コンタクト 800 は CSP 設計にも同様に組み込むことができるということは理解されよう。

【0048】

図 10 は、プリント回路基板のような接合相手の電子部品 950 と接触した状態にあるデバイス 900 の側面図を示す。各コンタクト 800 のコンタクト先端は、部品 950 の端子 952 と接触している。デバイス 900 の実装を容易に取り外し可能なように行いたい場合は、取付フレームまたは他の固定具を用いて制御された大きさの圧縮力 910 を加えることが可能である。圧縮力 910 は、コンタクト 800 に基板 950 に直角な方向の曲げを生じさせ、同時に基板 950 に平行な横方向の曲げを生じさせる。このコンタクト 800 の横方向曲げは、コンタクト先端に有益な拭い取り作用を生じさせる。デバイス 900 は、圧縮力 910 を取り去ることにより、必要に応じて取り外すことができる。コンタクト 800 が端子 952 にハンダ付けされていない場合、基板 950 とデバイス 900 との間の熱的不整合による応力を、コンタクト 800 のコンタクト先端と端子 952 との間の滑りによって軽減することができる。

【0049】

以上、螺旋状マイクロエレクトロニクス用コンタクトをその一実施例について説明したが、当業者にとって本発明に内包される構成の一定の長所が達成されているということは明らかであろう。また、本発明の範囲および精神の範囲内において、種々の修正、変更、並びに代替をなし得るということも理解されよう。例えば、コンプライアントパッドおよびスプリングコンタクトの具体的な形状を例示説明したが、本願に記載した発明の構想は、本願中に記載した全般的特性を持つパッドおよび金属エレメントの他の形状および構成についても同等に適用可能であることは自明であろう。

【0050】

もう一つの例として、本願中に記載のスプリングコンタクトは、半導体デバイスのみならずプロープカードおよびその他の試験装置を含め（ただし、これらに限定されない）、任意の電子部品と共に使用することができる。さらにもう一つの例として、上に説明したスプリングコンタクト構造には、次のような材料を上記材料に加えて堆積することも可能である；スプリングコンタクト構造の強度、弾力性、導電率などを高めるような材料。さらにもう一つの例として、上に説明したスプリングコンタクト構造を形成する前あるいは後に、電子部品上に 1 つ以上の材料層を形成することも可能である。例えば、電子部品上に 1 層以上のリディストリビューショントレース層を（互いに絶縁層で分離して）形成した後、リディストリビューション層上にスプリングコンタクトを形成することもできる。もう一つの例として、まずスプリングコンタクトを形成した後に、1 層または 2 層以上のリディストリビューショントレース層を形成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図 1】図 1 は、角錐状コンプライアントパッドを備えた本発明による代表的なマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトの拡大斜視図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に示す形態のマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトのアレイの拡大平面図で、ピッチ拡大アレイの部分を示す。

【図3】図3は、円錐形コンプライアントパッドによって支持された螺旋スプリングコンタクトの拡大斜視図である。

【図4】図4は、コンプライアントパッドを取り除いた螺旋スプリングコンタクトの拡大斜視図である。

【図5】図5は、本発明によるマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトを形成する方法の代表的なステップを示すフローチャートである。

【図6】図6は、端子とコンプライアントパッドとの間に導電トレースを堆積させる方法の代表的なステップを示すフローチャートである。

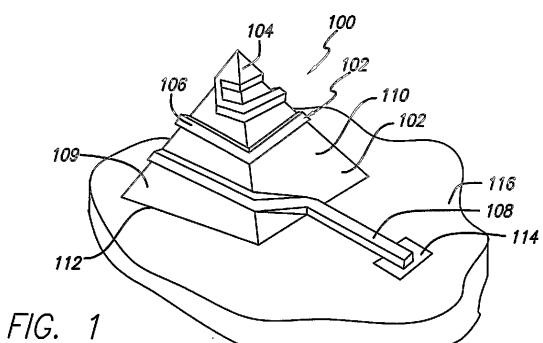
【図7】図7A～図7Fは、基板と、図3、4に示すような螺旋スプリングコンタクトを形成する方法の例示的なステップにおいて該基板上に層状に重ねられた材料の拡大断面図である。

【図8】図8は、図4に示すものと同様の形態の螺旋スプリングコンタクトを示す拡大側面図である。

【図9】図9は、本発明によるマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトのアレイを有する例示的なフリップチップ半導体デバイスの拡大平面図である。

【図10】図10は、本発明による容易に取り外し可能かつハンダ付け可能なマイクロエレクトロニクス用スプリングコンタクトのアレイを有する例示的なフリップチップ半導体デバイスの拡大側面図である。

【図1】



【図2】

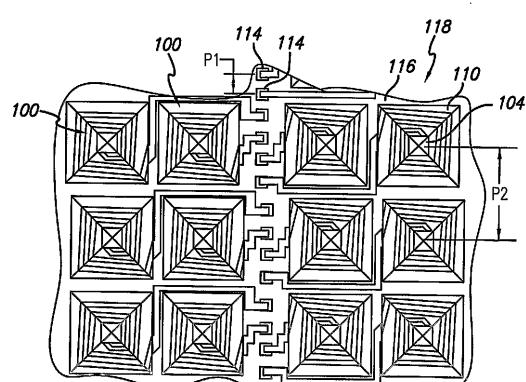
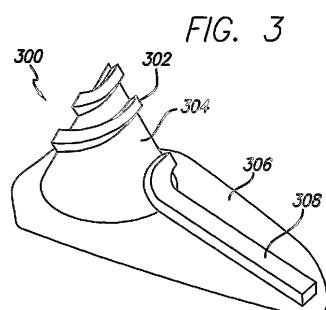


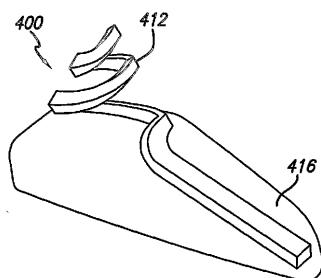
FIG. 2

【図3】



【図4】

FIG. 4



【図5】

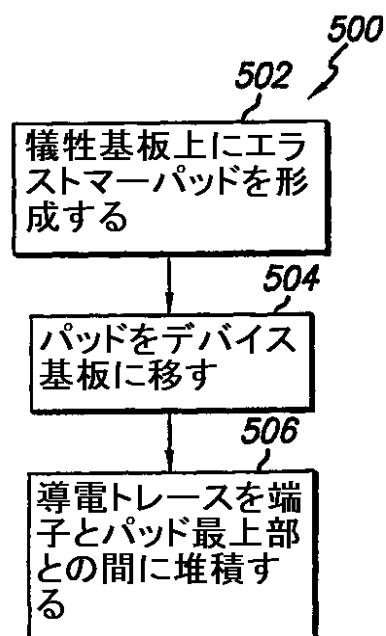


FIG. 5

【図6】

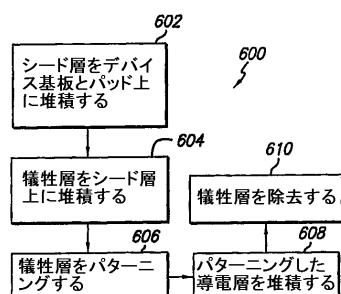


FIG. 6

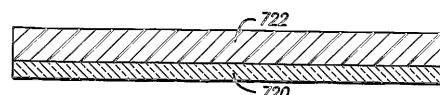


FIG. 7A

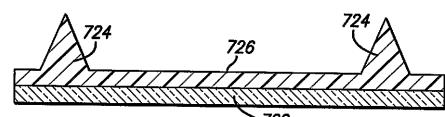


FIG. 7B

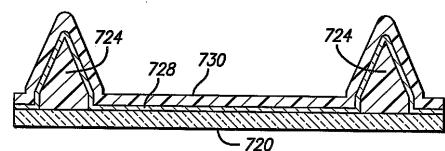


FIG. 7C

FIG. 7D

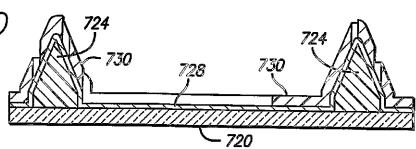


FIG. 7E

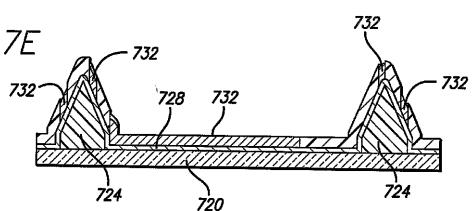
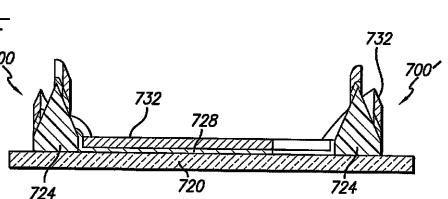


FIG. 7F



【図 9】

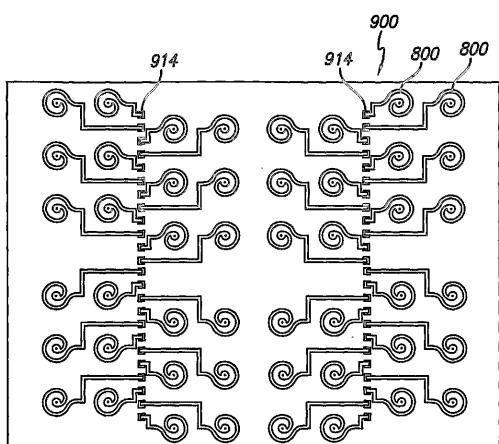
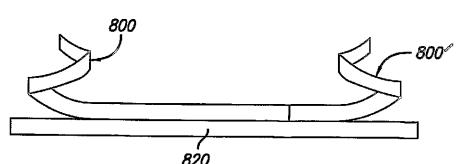


FIG. 9

【図 8】

FIG. 8



【図 10】

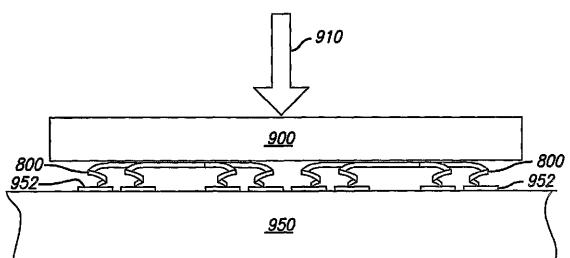


FIG. 10

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/US2004/011115

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L23/485 H01L23/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L H01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01/75969 A (POHL JENS ; HAIMERL ALFRED (DE); HEDLER HARRY (DE); INFINEON TECHNOLOG) 11 October 2001 (2001-10-11) abstract; figures 1-6 page 1, line 1 - page 19, line 9 page 24, line 20 - page 25, line 4 claim 25	1-6
A	US 2003/019836 A1 (WHITE JOSEPH M ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) abstract; figures 5-18 page 2, paragraph 27 - page 3, paragraph 40 claim 1	11-19
X	US 2003/019836 A1 (WHITE JOSEPH M ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) abstract; figures 5-18 page 2, paragraph 27 - page 3, paragraph 40 claim 1	7-10,20
Y	US 2003/019836 A1 (WHITE JOSEPH M ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) abstract; figures 5-18 page 2, paragraph 27 - page 3, paragraph 40 claim 1	1-6
A	US 2003/019836 A1 (WHITE JOSEPH M ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) abstract; figures 5-18 page 2, paragraph 27 - page 3, paragraph 40 claim 1	11-19
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

27 August 2004

06/09/2004

Name and mailing address of the ISA

Authorized officer

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Favre, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/US2004/011115

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 812 378 A (FJELSTAD JOSEPH ET AL) 22 September 1998 (1998-09-22) abstract; figures 12,13 column 16, line 22 – line 39	1-20
P,X	DE 102 39 080 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 11 March 2004 (2004-03-11) abstract; figures 1-4	1-20

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No  
T/US2004/011115

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 0175969	A 11-10-2001	DE 10016132 A1		18-10-2001
		WO 0175969 A1		11-10-2001
		EP 1279195 A1		29-01-2003
		JP 2004509449 T		25-03-2004
		TW 529146 B		21-04-2003
		US 2003067755 A1		10-04-2003
US 2003019836	A1 30-01-2003	CN 1400697 A		05-03-2003
		DE 10231172 A1		20-02-2003
		GB 2383188 A		18-06-2003
		JP 2003078075 A		14-03-2003
		SG 104332 A1		21-06-2004
US 5812378	A 22-09-1998	US 5802699 A		08-09-1998
		AT 267474 T		15-06-2004
		AU 2777395 A		04-01-1996
		DE 69533063 D1		24-06-2004
		EP 1424748 A2		02-06-2004
		EP 0764352 A1		26-03-1997
		JP 3449559 B2		22-09-2003
		JP 10501367 T		03-02-1998
		JP 2004006862 A		08-01-2004
		WO 9534106 A1		14-12-1995
		US 5632631 A		27-05-1997
		US 5615824 A		01-04-1997
		US 2003192181 A1		16-10-2003
		US 2002008966 A1		24-01-2002
		US 5980270 A		09-11-1999
		US 6205660 B1		27-03-2001
		US 5934914 A		10-08-1999
DE 10239080	A 11-03-2004	DE 10239080 A1		11-03-2004

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,M,D,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 リンゼイ, スコット イー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94513, プレントウッド, ブルックス ストリート  
724

(72)発明者 ミラー, チャールズ エー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94539, フレモント, セミロン ドライブ 4888  
1

(72)発明者 ロイスター, デイビッド エム.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94551, リバモア, ゴールデンロッド ドライブ 5  
571

(72)発明者 ウェンツェル, スチュアート ダブリュー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94114, サン フランシスコ, 24エスティー スト  
リート 72