

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5657188号
(P5657188)

(45) 発行日 平成27年1月21日(2015.1.21)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 23/40	(2006.01)	HO 1 L 23/40		F
HO 1 L 25/07	(2006.01)	HO 1 L 25/04		C
HO 1 L 25/18	(2006.01)			

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-96225 (P2006-96225)	(73) 特許権者	500587067
(22) 出願日	平成18年3月31日(2006.3.31)		アギア システムズ エルエルシー
(65) 公開番号	特開2006-287227 (P2006-287227A)		Agere Systems LLC
(43) 公開日	平成18年10月19日(2006.10.19)		アメリカ合衆国、18109 ペンシルヴ
審査請求日	平成20年3月19日(2008.3.19)		ァニア、アレントウン、アメリカン パー
審判番号	不服2011-27631 (P2011-27631/J1)	(74) 代理人	100087642
審判請求日	平成23年12月22日(2011.12.22)		弁理士 古谷 聡
(31) 優先権主張番号	11/095929	(74) 代理人	100082946
(32) 優先日	平成17年3月31日(2005.3.31)		弁理士 大西 昭広
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100121061
			弁理士 西山 清春
		(74) 代理人	100195693
			弁理士 細井 玲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積回路デバイスにおける反りの制御

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベースと、

前記ベースに取り付けられた複数のダイと、

ベースの1つの片面のみの少なくとも一部分上に堆積され、前記ベースと前記複数のダイの間に存在する熱膨張の差の少なくとも一部分を補償するようになされた、カウンターバランス層とを含み、前記カウンターバランス層は、少なくとも一つの金属を含む、集積回路デバイス。

【請求項 2】

パワー・トランジスタ・デバイスを含む、請求項 1 に記載のデバイス。

10

【請求項 3】

前記熱膨張の差が、前記複数のダイを前記ベースに取り付ける間に発生する熱の結果として生じる、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記複数のダイが、半田付けによって前記ベースに取り付けられる、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 5】

前記ベースと前記複数のダイの間の前記熱膨張の差が、少なくとも部分的に、前記ベースが前記複数のダイと異なる熱膨張係数を有することに起因する、請求項 1 に記載のデバイス。

20

【請求項 6】

少なくともその一面に凹部を有し、または前記層の全厚を貫通して延びる開口部を有する前記カウンターバランス層がセグメント化され、各セグメントの長手方向が反りの方向に平行に延びる、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記ベースの少なくとも一面のほぼ全体を覆って延びる連続的な層として、前記カウンターバランス層が堆積される、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記カウンターバランス層が、前記複数のダイとは反対側の前記ベースの一面に堆積される、請求項 1 に記載のデバイス。

10

【請求項 9】

ベースに取り付けた複数のダイを含むパワー・トランジスタ・デバイスの反りを制御する方法であって、前記ベースと前記複数のダイの間に存在する熱膨張の差を少なくとも部分的に補償するようになされた前記ベースの 1 つの片面のみの少なくとも一部分にカウンターバランス層を堆積する工程を含み、前記カウンターバランス層は、少なくとも一つの金属を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にパワー・トランジスタ・デバイスなどの集積回路デバイスに関し、さらに詳しくはそのようなデバイスにおける反りを制御する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

金属酸化膜半導体 (MOS) パワー・トランジスタ・デバイスは、特定の用途では高出力機能で評判が良い。横型 DMOS (LDMOS)、縦型 DMOS、トレンチ DMOS デバイスなどの拡散金属酸化膜半導体 (DMOS) デバイスを含めて、様々なタイプの MOS パワー・トランジスタ・デバイスがある。

【0003】

MOS パワー・トランジスタ・デバイスは、1 つまたは複数のベース上に実装されたトランジスタ・ダイを含むことができる。ダイ、ベース、および場合によってはトランジスタ・デバイスの他の構成部品を、少なくとも部分的にパッケージ内に収容することができる。例えば、ベースは、通常パッケージの空洞側壁を形成するポリマーまたはセラミック壁で囲まれている。次いで、ポリマーまたはセラミック製の蓋が、側壁の上に置かれる。これらの「パッケージ」構成部品は、ここでは集積的にデバイス・パッケージと称される。一般に、デバイス・パッケージの底部を含むベースは、動作中にデバイス・パッケージからの熱を取り除くためにヒート・シンク上に取り付けることができる。

30

【0004】

通常、ベース上にダイを実装するために使用される方法は、半田付けである。しかし、半田付け中に、高い温度にあって、ダイもベースも共に、膨張させられる。ダイとベースは、一般に異なる材料を含み、従って、異なる大きさで膨張する。例えば、ダイは、一般にシリコンを含み、加熱したときに銅またはその何らかの合金を通常含むベースよりも膨張量が少ない。この異なる膨張およびそれに関連した、例えば冷却中の収縮によって、ベースの反りが引き起こされるおそれがある。

40

【0005】

ベースの反りは、望ましくない。例えば、生じる反りの大きさ次第では、デバイス・パッケージは、ヒート・シンクへの取り付けに適さなくなることがある。具体的には、反ったベースをヒート・シンクに取り付けると、ベースとヒート・シンクの間にはボイドや間隙ができることがある。これらのボイドは、デバイス・パッケージとヒート・シンクの間を熱流路に対し障害になり、従ってデバイスの過熱を引き起こすおそれがある。

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、パワー・トランジスタ・デバイスおよび他の種類の集積回路デバイスにおいて反りを最少限にし、あるいはそれを無くすることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0007】

集積回路デバイスを製作する技術が提供される。本発明の一態様では、集積回路デバイスは、ベースと、ベースに取り付けられた少なくとも1つのダイと、ベースの少なくとも一方の面の少なくとも一部分上にあり、ベースとダイの間に存在する熱膨張の差の少なくとも一部を補償するようになされた、カウンターバランス層とを含む。

10

【0008】

本発明の他の態様において、ベースとダイの間に存在する熱膨張の差の少なくとも一部分を補償するようになされたカウンターバランス層を、ベースの少なくとも一方の面の少なくとも一部分に付着させることによって、ベースに取り付けられた少なくとも1つのダイを含む集積回路デバイスの反りを制御する。

【0009】

図示の実施形態において、集積回路デバイスは、1つまたは複数のシリコン(Si)・ダイの反対側のベースの片面に堆積させたニッケル(Ni)を含むカウンターバランス層を含む。カウンターバランス層は、Siダイとベースの膨張および収縮の差の少なくとも一部分を相殺するように、それ自体、膨張し収縮することによって、ベースとSiダイの間の膨張と収縮の差を補償する。

20

【0010】

本発明は、図示の実施形態において、有利なことに、ベースの反りの全てではないとしても大部分を防止し、それによって集積回路デバイスをヒート・シンクに取り付けるための平坦なまたはほぼ平坦な面をもたらす。

【0011】

本発明の新規な態様を説明する前に、従来のパワー・トランジスタ・デバイスについて説明する。例えば、図1に示すように、従来のパワー・トランジスタ・デバイスは、例えば、一般に金属製のベース106に半田付けによって実装されたシリコン(Si)ダイ102および104を含む。このパワー・トランジスタ・デバイスは、ヒート・シンク108上に、例えば半田領域110および112の所で半田付けされている。

30

【0012】

シリコン・ダイ102および104(例えば、異なる材料を含む)は、ベース106と(また場合によっては互いのダイとも)異なる組成を有するので、それらは異なる熱膨張係数(CTE)を有し、従ってベース106に半田付けする間に発生する熱にさらされたとき、ベース106とは異なる量だけ膨張することになる。この熱膨張およびそれに関連する(例えば、冷却中の)収縮の差が、ベース106の反りを生ずることになる。具体的には、半田を溶かすために、半田の組成にもよるが、約400もの高い温度が用いられることがある。これらの高い温度は、シリコン・ダイ102、104およびベース106を膨張させる。半田が一旦溶けた後、温度を下げて、半田を再凝固させ、ボンドを形成させる。典型的な金/スズ(Au/Sn)半田は、ほぼ320で再凝固し始める。従って、この温度で、Siダイ102および104は、ベース106に固定される(つまり、再凝固した半田によって)。この温度で、Siダイ102、104もベース106も異なる量だけ膨張しているが、このときそれらの位置は、凝固した半田によって、互いに固定されている。デバイスは、さらに例えば室温まで冷却し続けるので、Siダイ102、104およびベース106は収縮し始めることになる。Siダイ102、104およびベース106は、それらの膨張に比例した量だけ収縮するので、Siダイ102、104およびベース106は、異なる量だけ収縮することになる。それらの位置が互いに固定されている場合、この収縮の違いによって、ベース106が図示した反りを生じるおそれがある。

40

【0013】

50

例えば図1に示した、反ったパワー・トランジスタ・デバイスをヒート・シンクに取り付けることによって、複数のボイド、例えばボイド114が形成されることになる。これらのボイドは、熱の流れを妨げる働きをする空気を取り込む。具体的には、例えば矢印116で示した熱流路は、半田がベース106と金属ヒート・シンク108の間に連続的なボンドを形成している領域に制限されることになり、冷却が不十分になることがある。不十分な冷却によって、パワー・トランジスタ・デバイスが過熱されるおそれがある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図2に、パワー・トランジスタ・デバイスの反りを制御する例示的な方法200が提示されている。工程202で、ベース208が提供される。ベース208は、それだけに限らないが、銅(Cu)およびその合金、例えば、Cu/タングステン(Cu/W)合金などの金属と、例えば、炭化ケイ素(SiC)、窒化アルミニウム(AlN)および化学気相堆積(CVD)されたダイヤモンドなどの非金属とを含めてどんな適切な材料も含むことができる。例示的な一実施形態によれば、以下に詳細に説明するように、ベース208は、約1.27mm(50mil)~約1.78mm(70mil)の厚さを有することができる。

10

【0015】

例示的な一実施形態によれば、ベース208は、標準的な加工技術を用いてシートから作製される。例えば、ベース208は、大きなCuまたはCu合金シートから型押しされたものでよい。このような型押しプロセスでは、通常、作製されたベースは、平坦またはほぼ平坦になり、例えば、平面からのずれがあったとしても約25.4μm(1mil)以下である。例えば、平坦面上に置かれた場合、平坦面からの端部の反り上がりがあったとしても約25.4μm(1mil)以下となるものである。

20

【0016】

工程204では、カウンターバランス層210がベース208の一方の面に堆積される。カウンターバランス層210は、例えば、ベース208ならびにダイ212および214の間の膨張および収縮の差を補償する補償層として働く。以下の工程206を参照されたい。この膨張および収縮の差は、補償されずにおかれた場合、ベース208の反りを生ずるおそれがある。

【0017】

カウンターバランス層210は、それだけに限らないが、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、タングステン(W)および前述金属の少なくとも1つを含む組成物を含めてどんな適切な材料も含むことができる。ほんの一例を挙げると、カウンターバランス層210は、それだけに限らないが、電気化学メッキ法、CVD、スパッタリング、電子ビーム(e-beam)堆積法およびプラズマ支援堆積法を含めて何か適切な堆積技術を用いてベース208上に堆積させることができる。さらに、図2に示すようにカウンターバランス層210は、好ましくは、ベース208の片面に堆積される。本発明に従って、カウンターバランス層を形成するために堆積以外の技術を用いることもできる。

30

【0018】

カウンターバランス層210は、ダイおよびベースの膨張および圧縮の差の少なくとも一部分を相殺するように、それ自体、膨張し収縮することによって、ベース208ならびにダイ212および214の間の膨張および収縮の差を補償する。例えば、例示的な実施形態によれば、カウンターバランス層210は、ベース208に対して固定した位置にあり、またダイ(やはり、ベース208に対して固定した位置にある。以下の工程206の説明を参照されたい。)の反対側にある。次いで、カウンターバランス層210が、例えば、ダイをベース208に半田付けする間に加熱され、ベース208およびダイと共に膨張し、その後、収縮することになる。これら相互に関係する層の膨張および圧縮の調整は、デバイスの反りを防ぐ働きをすることができる。いくつかの例示的材料の相対的膨張について、以下に詳細に説明する。これも以下に詳細に説明するように、補償特性を調整す

40

50

るためにカウンターバランス層の厚さと構成を変えることができる。

【0019】

例示的な一実施形態によれば、カウンターバランス層210は、ほぼベース208の少なくとも1つの表面のかなり大きな部分を覆って延びる連続的な層である。しかし、カウンターバランス層は、連続である必要はない。ほんの一例を挙げると、カウンターバランス層210は、例えば、層の厚さの少なくとも一部分を通して延びる、穴開け部またはその他の開口部または凹部を有するセグメント化された層を含むことができる。例示的な一実施形態によれば、カウンターバランス層210は、その1つまたは複数の表面上に凹部を有するセグメント化された層を含むことができる。他の例示的な実施形態によれば、カウンターバランス層210は、層の厚さの全体を通して延びる穴開け部をもつセグメント化された層を含むことができる。各セグメントの長手方向は、反りの方向に平行である。以下の図3を参照されたい。カウンターバランス層210は、十字の層も含むことができる。以下、図4を参照されたい。

10

【0020】

さらに、例えば、以下の図6の説明に関連して説明するが、補償特性を調整するためにカウンターバランス層210の厚さを変えることができる。

工程206で、ダイ212および214が、ベース208のカウンターバランス層210とは反対側の面に半田付けされる。図2に示すように、ダイ212および214は、ベース208のカウンターバランス層210とは反対側の面に取り付けられている。

【0021】

ダイ212および214は各々、それだけに限らないが、Si、リン化インジウム(InP)、インジウムガリウムリン(InGaP)、インジウムガリウムヒ素リン(InGaAsP)、ヒ化ガリウム(GaAs)、炭化ケイ素(SiC)、シリコンゲルマニウム(SiGe)、酸化インジウムスズ(InSnO)、ブラック・ダイヤモンド、結晶化カーボン、高分子半導体およびニオブ酸リチウム(LiNbO₃)の1つまたは複数を含めて、どんな適切な材料も含むことができる。さらにダイ212および214は、同様のまたは互いに異なる材料を含むことができる。例示的な一実施形態において、ダイ212および214は共にSiを含む。

20

【0022】

上で強調したように、カウンターバランス層210をセグメント化することができる。図3は、セグメント化されたカウンターバランス層を有するパワー・トランジスタ・デバイス300を示す。パワー・トランジスタ・デバイス300は、その片面にダイ312を有するベース302を含む。ベース302はまた、ダイ312とは反対側の面にカウンターバランス層セグメント304および306(その間に穴開け部308を有する)を有する。

30

【0023】

図3に示す構成によれば、カウンターバランス層セグメント304および306が、ベース302の反りの方向と同じ方向に、例えば、それと平行に延びている。ベース302の反りは、主に例示的な反り310の方向を示すために、誇張して示してあることに留意されたい。しかし、ここで提示された教示によれば、ベース302の反りの一部あるいは全てが、カウンターバランス層セグメント304および306によって妨げられ、従って、見えるとしても、やっと見えるはずである。

40

【0024】

パワー・トランジスタ・デバイスの構成によっては、反りが2方向以上に生じることがあることも分かっている。ほんの一例を示すと、パワー・トランジスタ・デバイスを、一側面が他方より長い構成、例えば、長く幅が狭いものにした場合、反りは、例えば図3に示したように、主に一方向に生じることがある。しかし、パワー・トランジスタ・デバイスが、両側面の長さが互いに等しいかほぼ等しい構成である場合、反りは、例えば図4に示すように2方向以上に生じることがある。

【0025】

50

図4のパワー・トランジスタ・デバイス400は、両側面の長さが互いに等しいかほぼ等しい構成である。その結果、反りは、2方向以上に、例えば反り402の方向および反り404の方向に生じる。図4のパワー・トランジスタ・デバイス400は、その片面に、例えば1つまたは複数のダイ（示した角度からは見えない）とは反対側の面に十字のカウンターバランス層408を有するベース406を含む。十字のカウンターバランス層408は、連続した層ではないが、両方向の反り402および404を釣り合わせることができる。

【0026】

図3および図4に示したカウンターバランス層の構成は、例示にすぎず、ここでの教示が、これら、または他のどんな特別な構成にも限定されるべきでないことに留意されたい。

10

【0027】

前述のように、ベース406の反りは、主に、例示的な反りの方向402および404を示すために、誇張して示してある。ここで提示された教示によれば、ベース406の反りの一部または全てが、十字のカウンターバランス層408によって妨げられ、従って、見えるとしても、やっと見えるようなものである。

【0028】

図5では、カウンターバランス508を有するパワー・トランジスタ・デバイス500が、ヒート・シンク、例えばヒート・シンク510に半田付けされている。パワー・トランジスタ・デバイス500は、前述の図2の説明に関連して説明したパワー・トランジスタ・デバイス200と同様であるが、その上に実装されたSiダイ502および504を有し、ダイとは反対側のベース506の面にカウンターバランス層508を有するベース506を含む。パワー・トランジスタ・デバイスは、半田層512によって金属ヒート・シンク510に取り付けられる。図5から、ベース506が平坦であるので、半田層512を介した連続的なボンドがヒート・シンク510と共に形成されていることに留意されたい。従って、ボイドが存在しない。従って、Siダイ502および504ならびにヒート・シンク510の間に、例えば矢印514によって示したような遮断されない熱流路が形成される。

20

【0029】

図6は、熱膨張係数（CTE）、弾性係数（弾性率）、ならびにSiすなわちダイ材料、Cu、すなわちベース材料、Ni、すなわちカウンターバランス層材料の厚さの値を示す表である。

30

【0030】

CuのCTE、例えば16.9 ppm/は、Si、例えば3 ppm/の5倍より大きいことに留意されたい。この膨張の差は、相殺しない場合、デバイスの反りを生じる差である。しかし、NiのCTE、例えば13.1 ppm/は、同じ桁であるが、Cuよりは小さい。この結果、Ni層は、Cuと同程度であるがそれよりはなお小さな大きさだけ膨張する。これら3つの相互に関係する層各々の膨張の差（およびそれに続く圧縮の差）が、少なくとも部分的に、互いに打ち消し合い、ベースを平坦なあるいはほぼ平坦な状態に維持する。

40

【0031】

弾性率または弾性係数の値により、各材料の応力と歪の比（ギガ・パスカル単位で測定（GPa））が定まる。弾性係数は、基本的に材料の「剛性」の指標、例えばどれほどたわみ易いかである。弾性係数の値は、当業者に知られているように、例えば材料供給メーカーから入手できる。

【0032】

図6の表に、特定の厚さの3つの材料のCTEおよび弾性係数のデータを提示する。例えば、厚さ50.8 μm（2 mil）のSi、厚さ1.27 mm（50 mil）のCu、および厚さ2.5 μm～8 μmのNiのデータを示す。

【0033】

50

図7は、先端のたわみ値 (mil 単位で)、ならびに連続的な Ni 層が様々な厚さで存在するか、または Ni 層が全く無いベース層の低減値を示す表である。厚さの値を、 μm とマイクロインチ (μ インチ) で提示する。

【0034】

先端のたわみ値は、ベースの平坦面からのずれの測度を与え、従ってベースの受ける変形の大きさを表すのに使用できる。低減 (例えば反りの低減) 値は、Ni 層が無いベースと比較した、特定の厚さの Ni 層を有するベースに対する先端のたわみ値の測度を与える。例えば、厚さ $50\ \mu\text{m}$ の Ni 層をベースに付着することによって、Ni 層が無い同様のベースと比較して 82.6% の反りの低減が得られる (すなわち -82.6% の低減値)。従って、低減値によって、Ni 層によって妨げられる反りの大きさを示す良好な表現が与えられる。

10

【0035】

特定の厚さの Ni 層の付加によって、ベースを、Ni 層が無いときに受ける方向とは逆の方向に反らせることができることに留意されたい。例えば、連続した $100\ \mu\text{m}$ の Ni 層をベースに付着した場合、低減値 -159.5% が得られる。従って、例えば、Ni 層が無いベースが、例えば所与の平坦な表面に対し凹形に反る場合、 $100\ \mu\text{m}$ Ni 層の付加によって、ベースが同じ平坦な表面に対し凸形にさせられることになる。この状況については、さらに図11で説明する。

【0036】

図8のグラフは、各々厚さ $10\ \mu\text{m}$ の Ni を含むカウンターバランス層を有する様々な厚さの Cu 合金ベースの反りを示す。用いた Cu 合金、C151は、合金の全重量に対して約 99.9% 重量%の Cu および約 0.1% 重量%のジルコニウム (Zr) を含む (以後「C151」と称す)。この合金の全重量に対して約 99.9% 重量%以上の Cu および約 0.05% 重量%未満の酸素 (O) を含む Cu 合金 C110 (以後「C110」と称す) を比較の目的で加えた。

20

【0037】

グラフで、反りは、パッケージの中心、例えばベースの中心からの長さの関数として測定した。このグラフは、厚いベースを使用するほど、生じる反りが小さくなることを示している。従って、ある程度の大きさの反りは、ベースの厚さを変えるだけで防ぐことができる。しかし、ベースの厚さは、小さな空間に集積するのに適するために通常必要とされるデバイスの所望の全体高さによって制約される。従って、デバイスの全体の高さは一般に、デバイスの反りをかなり解消するのに十分なベース厚さをそのまま受け入れるのに十分では無い。

30

【0038】

さらに、C110ベースは、同じ厚さの C151ベースと比較してより大きな反りを示す。従って、ある程度の大きさの反りは、異なるベース組成を選択するだけで防ぐこともできる。例えば以下の図9を参照されたい。

【0039】

図8のグラフの冒頭に示すように、ベースの底面に (例えばベースの、例えば1つまたは複数の Si ダイとは反対側の面に) ある $10\ \mu\text{m}$ の Ni 層は、「追加の」Ni 層と見なされる。というのは、少量の Ni が既にベース上に存在することもあるからである。具体的には、少量の Ni および Au が、通常、半田付性を高めるためにベース上にめっきされる (すなわち、Ni は、例えばベースからの Cu が、Au を貫通して拡散し半田に影響を与えるのを防止する)。ベース上に既にめっきされた、この Ni の量はデバイスの反りの制御に関しては無視できる。Au は、半田ぬれを促し半田付性を高めるために使用される。ベース上に既にめっきされた Au の量もデバイスの反りの制御に関しては同様に無視できる。

40

【0040】

図9は、Si ダイを半田で取り付ける間に、種々の厚さの、異なる Cu 合金が受ける反りの大きさを示すグラフである。サンプルのどれにもカウンターバランス層は存在しない

50

。例えば、図8の説明に関連して前述したように、図9のグラフは、ある程度の大きさの反りは、異なるベース組成を選択するだけで防ぐことができることを示す。具体的には、図9のグラフは、同じ厚さ、例えば1.63mm(64mil)のCu合金を比較した場合、C110を含むベースが、C151を含むベースより反りが大きいことを示す。さらにC151を含むベースの厚さを、例えば1.88mm(74mil)に増加することによって、受ける反りの大きさが減少する。

【0041】

図10は、Niを含む連続したカウンターバランス層が存在する場合、カウンターバランス層が厚くなるほど、生じる反りが小さくなることを示すグラフである。比較のためにカウンターバランス層の無い同じ厚さのベースを含めてある。

10

【0042】

ベースは、図9の説明に関連して前述したように、C110を含む同じ厚さのベースと比べて受ける反りの大きさがより小さいC151を含む。ベースは、プラスチック空洞パッケージ内に収容されている。前述のように、ベースの反りは、ダイをベースに取り付けるために使用される工程の結果として起こる。

【0043】

図11は、Niを含む連続したカウンターバランス層が存在する場合、カウンターバランス層が厚くなるほど、生じる反りが小さくなることを示すグラフである。実際、このグラフでは、Ni層が前述のように100μmの厚さを有する場合に、Cu合金ベースが、Ni層が無いベースと比べて、実際、逆方向に反ることになることを示している。呼称「Ni bot」は、Niを含むカウンターバランス層が、Cu合金ベースの底面、つまりダイとは反対側の面にあることを示す。

20

【0044】

図10で前述した場合と同様に、このベースもC151を含む。やはり前述したように、ベースは、プラスチック空洞パッケージ内に収容されている。ベースの反りは、1つまたは複数のダイをベースに取り付けるために使用される工程の結果として起こる。

【0045】

同じ厚さのカウンターバランス層を有する図10の厚さ1.37mm(54mil)のベースと比べて、5μmおよび10μmのNi層を有する厚さ1.63mm(64mil)のベースは、受ける反りがより小さい。しかし上で強調したように、ベースの厚さは、デバイスの所望の全体高さによって制約される。

30

【0046】

従って、カウンターバランス層を付加することによって、特定の取り付け工程、例えば半田付け工程の間に発生する熱の結果引き起こされるパワー・トランジスタ・デバイスの受ける反りの少なくとも一部分を相殺することができる。さらに、諸特性、例えば、カウンターバランス層の厚さおよび組成、ならびにデバイス構成部品の厚さおよび組成も、反りの補償を調整するために変えることができる。

【0047】

さらに、本発明の説明では、特別の材料を含み特別の構成を有するパワー・トランジスタ・デバイスに焦点を当ててきたが、本発明の教示は、他の材料を含み他の構成を有する多種多様な集積回路デバイスにも適用できることを理解されたい。具体的には、本発明の技術は、熱的な膨張および収縮の差が生じるどんな集積回路にも適用することができる。ほんの一例を挙げると、本発明の技術は、動作中に発生する熱の結果、熱的な膨張および収縮の差が生じる集積回路デバイスに適用可能である。

40

【0048】

ここで説明した本発明の技術の少なくとも一部分を、集積回路において実施することができる。集積回路形成に際しては、通常、複数の全く同じダイを、半導体ウェハ表面上に繰返しパターンで製造する。それぞれのダイは、本明細書で説明したダイを含み、その他の構造または回路を含むこともできる。個々のダイを、ウェハから切断またはダイスし、

50

集積回路として実装する。集積回路を製造するためにどのようにウェハをダイスし実装するかは、当業者に知られている。そのように製造された集積回路は本発明の一部であると見なされる。

【0049】

本発明の例示的な実施形態を本明細書で説明してきたが、本発明がこれら実施形態のものだけに限定されないこと、ならびに様々なその他の変更や修正が、添付の特許請求の範囲に示される本発明の趣旨から逸脱せずに当業者には実施できることも理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】ヒート・シンク上に実装された従来技術のパワー・トランジスタ・デバイスを示す概略図である。 10

【図2】パワー・トランジスタ・デバイスの反りを制御するための例示的な方法を示す概略図である。

【図3】セグメント化されたカウンターバランス層を有する例示的なパワー・トランジスタ・デバイスを示す概略図である。

【図4】十字のカウンターバランス層を有する例示的なパワー・トランジスタ・デバイスを示す図である。

【図5】カウンターバランス層を有し、ヒート・シンクに半田付けされた例示的なパワー・トランジスタ・デバイスを示す図である。

【図6】パワー・トランジスタ・デバイスに使用される種々の材料の特性を示す表である 20

【図7】ニッケル(Ni)層が様々な厚さにあるか、またはNi層が全く無いベースが受ける反りを示す表である。

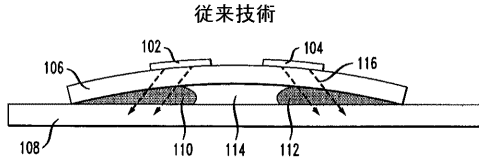
【図8】Niを含む各々厚さ10μmのカウンターバランス層を有する、様々な厚さの銅(Cu)合金ベースの反りを示すグラフである。

【図9】異なる組成と様々な厚さを有するCu合金ベースの反りを示すグラフである。

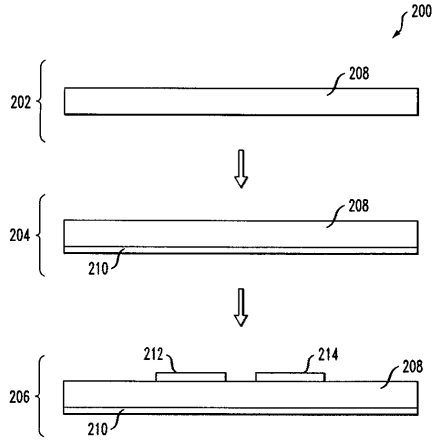
【図10】様々な厚さのカウンターバランス層が有るか、または全く無い厚さ1.37mm(54mil)のCu合金ベースの反りを示すグラフである。

【図11】様々な厚さのカウンターバランス層が有るか、または全く無い厚さ1.63mm(64mil)のCu合金ベースの反りを示すグラフである。 30

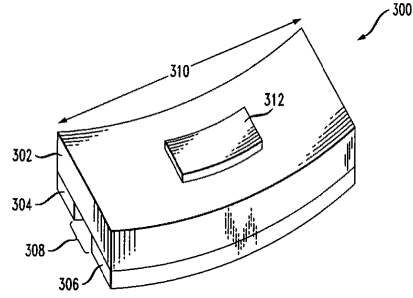
【図1】



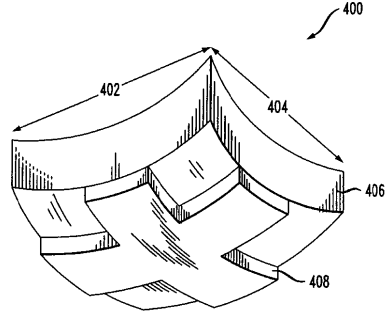
【図2】



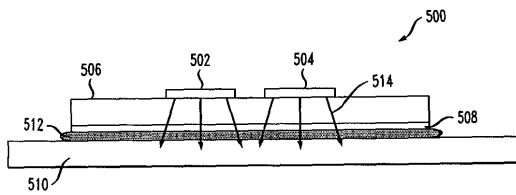
【図3】



【図4】



【図5】



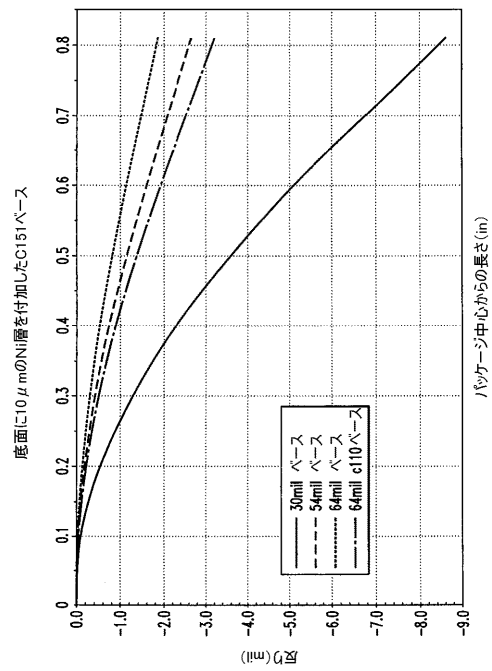
【図6】

材料	熱膨張係数 (ppm/°C)	弾性係数 (GPa)	厚さ
Si	3	150	2mil
Cu	16.9	120	50mil
Ni	13.1	225	2.5 - 8μm

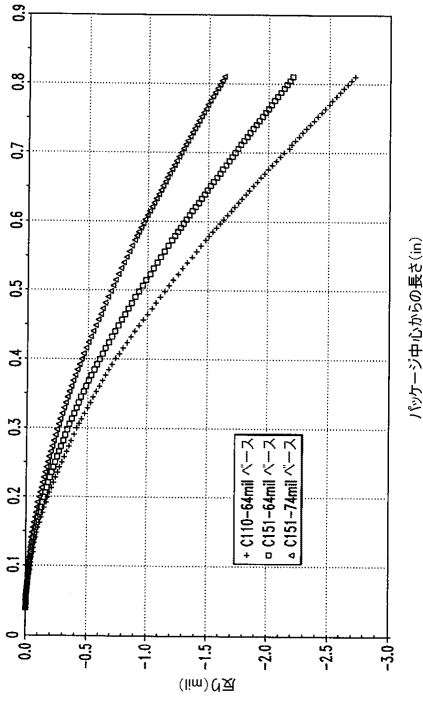
【図7】

Ni 層の厚さ		先端のたわみ (mil)	低減値
μm	μ-INCH (x10 ²)		
100	3.94	1.1	-159.5%
50	1.97	-0.3	-82.6%
10	0.39	-1.8	-10.3%
5	0.20	-2.0	-9.6%
0	0.00	-2.2	

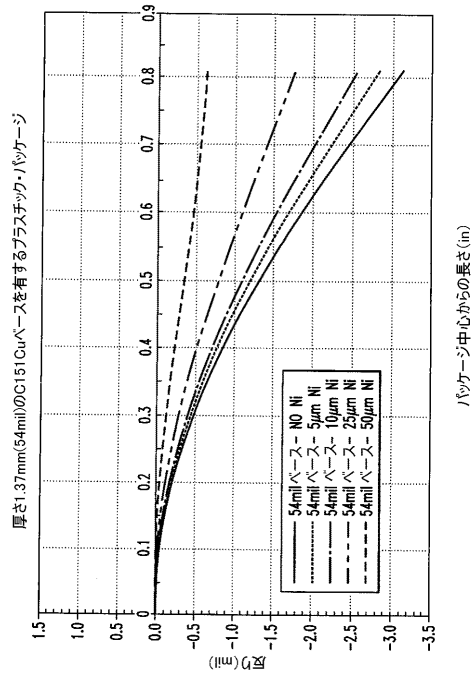
【図8】



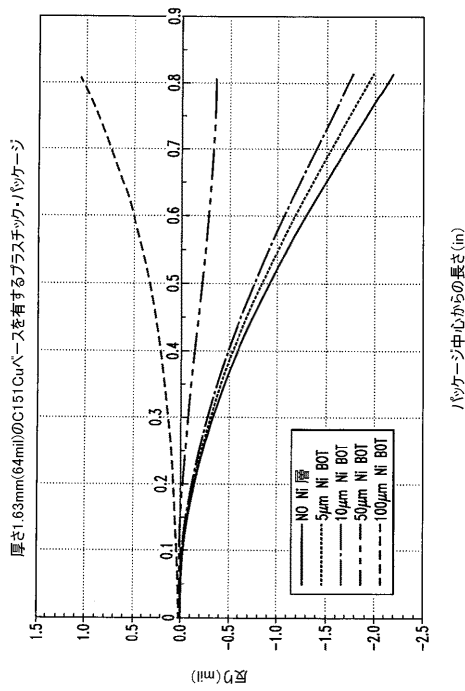
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョン ダブリュ・オーゼンバッハ
アメリカ合衆国 19530 ペンシルヴァニア, カッツタウン, ウォルナット ドライヴ 17
- (72)発明者 トーマス エッチ・シリング
アメリカ合衆国 18062 ペンシルヴァニア, マッカージー, フィールドビュー ドライヴ
2631
- (72)発明者 ウェイドン シエ
アメリカ合衆国 18069 ペンシルヴァニア オレフィールド, リッキー リッジ トレイル
5934

合議体

審判長 丸山 英行
審判官 平田 信勝
審判官 小関 峰夫

- (56)参考文献 特開2000-294721(JP, A)
特開平10-79405(JP, A)
特公昭53-39742(JP, B2)
特開平8-222658(JP, A)
特開昭63-261863(JP, A)
特開平8-184955(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/34-23/46
H05K 1/00-1/18