(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3982111号

(P3982111)

(45)発行日　平成19年9月26日(2007.9.26)　(24)登録日　平成19年7月13日(2007.7.13)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 23/14	(2006.01)	H01L	23/14	Z
C04B 37/02	(2006.01)	C04B	37/02	B
H05K 3/38	(2006.01)	H05K	3/38	C

請求項の数 7　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平11-127035
(22)出願日　平成11年5月7日(1999.5.7)
(65)公開番号　特開2000-323619(P2000-323619A)
(43)公開日　平成12年11月24日(2000.11.24)
審査請求日　平成17年11月22日(2005.11.22)

(73)特許権者　000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号
(74)代理人　100083910
弁理士　山本　正緒
(72)発明者　石井　隆
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号　住友電気工業株式会社　伊丹製作所内
(72)発明者　佐々木　一隆
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号　住友電気工業株式会社　伊丹製作所内
(72)発明者　桧垣　賢次郎
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号　住友電気工業株式会社　伊丹製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】セラミックを用いた半導体装置用部材及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

セラミック基材と、該セラミック基材上に設けた主に高融点金属からなる高融点金属層と、該高融点金属層上に設けたＡｌ－Ｓｉ系合金、Ｚｎ－Ａｌ系合金、Ｚｎ－Ｓｎ系合金から選ばれた少なくとも１種からなる金属介在層とを備え、該金属介在層にアルミニウムを主体とする導体層が接合されていて、該導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅が前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短いことを特徴とする半導体装置用部材。

【請求項２】

前記高融点金属層がW、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｎから選ばれた少なくとも１種からなることを特徴とする、請求項１に記載の半導体装置用部材。

【請求項３】

前記導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅が、前記金属介在層のそれと同一であることを特徴とする、請求項１又は２に記載の半導体装置用部材。

【請求項４】

前記セラミック基材がＡｌＮ系、Al_2O_3 系及びSi_3N_4 系セラミックのいずれかであることを特徴とする、請求項１～３のいずれかに記載の半導体装置用部材。

【請求項５】

セラミック基材にアルミニウムを主体とする導体層を接合した半導体装置用部材の製造方法であって、焼結体からなるセラミック基材上に高融点金属を含むペーストを塗布し、

焼成して高融点金属層を形成する工程と、該高融点金属層上にＡｌ－Ｓｉ系合金、Ｚｎ－Ａｌ系合金、Ｚｎ－Ｓｎ系合金から選ばれた少なくとも１種からなる金属介在層を形成する工程と、該金属介在層上にアルミニウムを主体とする導体層とを接合する工程とを備え、該導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅を前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短くすることを特徴とする半導体装置用部材の製造方法。

【請求項６】

セラミック基材にアルミニウムを主体とする導体層を接合した半導体装置用部材の製造方法であって、セラミック原料粉末の成形体上に高融点金属を含むペーストを塗布し、焼成して成形体からセラミック基材を得ると同時に該セラミック基材上に高融点金属層を形成する工程と、該高融点金属層上にＡｌ－Ｓｉ系合金、Ｚｎ－Ａｌ系合金、Ｚｎ－Ｓｎ系合金から選ばれた少なくとも１種からなる金属介在層を形成する工程と、該金属介在層上にアルミニウムを主体とする導体層とを接合する工程とを備え、該導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅を前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短くすることを特徴とする半導体装置用部材の製造方法。

【請求項７】

請求項１～４のいずれかの半導体装置用部材に、半導体素子をダイボンディングしてなる半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミック基材上にアルミニウムを主体とする導体層を設けた、半導体素子を搭載するための半導体装置用部材に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来、アルミニウムにより形成された導体回路をセラミック基板に接合する方法として、セラミック基板と導体回路を直接接着する方法が知られている。この直接接着方法として、例えば、アルミニウム溶融体にセラミック基材を直接接触させ、その接触部を順次アルミニウムの凝固温度以下にしてアルミニウムの導体回路を形成する方法、Ａｌ－Ｓｉロウ材又はＡｌ－Ｇｅロウ材を用いて両者を接合する方法、アルミニウム板を融点付近まで加熱した後、セラミック基材との間に圧力をかけて接合する方法等がある。

【０００３】

しかし、上記した直接接合方法では、導体回路をセラミックス基板に接合できるものの、セラミック基板とアルミニウムの導体回路との熱膨張係数が異なるため、基板に反りを生じたり、熱サイクルにより基板に割れが発生するという問題があった。特に電流密度を高めるために導体回路の断面積を増大させようとすると、導体回路に生じる熱応力がセラミック基板の強度を上回ってセラミックス基板が破損する恐れがあった。これを解消するためにセラミック基板の厚さを増加させると、重量の増加と形状の大型化を招くと共に、熱抵抗値の増大から放熱特性が低下してしまう。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

上記の問題を解決する方法として、特開平９－３６２７７号公報には、セラミック基板と金属導体回路との間に、気孔率２０～５０％のＣｕ、Ａｌ又はＡｇの多孔質焼結体からなる可塑性多孔質金属層を設け、この可塑性多孔質金属層により熱変形を吸収して接合する方法が提案されている。

【０００５】

しかしながら、上記可塑性多孔質金属層とセラミック基板との接合は、前記直接接合着法と同様に、セラミック基板と可塑性多孔質金属層との熱膨張係数が異なるため、セラミック基板に反りを生じたり、実装時や使用時の熱サイクルによりセラミック基板に割れが発生する等の欠点がある。

【０００６】

本発明は、かかる従来の事情に鑑み、セラミック基材とアルミニウムの導体回路とを接合する際のセラミック基材の破損や変形をなくし、両者が高い接合強度で接合され、過酷な熱サイクルにおいても高い信頼性を有する半導体装置用部材を提供する。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明が提供する半導体装置用部材は、セラミック基材と、該セラミック基材上に設けた主に高融点金属からなる高融点金属層と、該高融点金属層上に設けたＡｌ－Ｓｉ系合金、Ｚｎ－Ａｌ系合金、Ｚｎ－Ｓｎ系合金から選ばれた少なくとも１種からなる金属介在層とを備え、該金属介在層にアルミニウムを主体とする導体層が接合されていて、該導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅が前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短いことを特徴とするものである。

【０００８】

また、本発明の半導体装置用部材においては、前記アルミニウムを主体とする導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅が、前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短いことが必要であるが、この場合、導体層のこれらの寸法は前記金属介在層のそれと同一である方がより好ましい。

【０００９】

上記本発明の半導体装置用部材の製造方法の一つは、焼結体からなるセラミック基材上に高融点金属を含むペーストを塗布し、焼成して高融点金属層を形成する工程と、該高融点金属層上にＡｌ－Ｓｉ系合金、Ｚｎ－Ａｌ系合金、Ｚｎ－Ｓｎ系合金から選ばれた少なくとも１種からなる金属介在層を形成する工程と、該金属介在層上にアルミニウムを主体とする導体層とを接合する工程とを備え、該導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅を前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短くすることを特徴とする。

【００１０】

また、本発明の半導体装置用部材の製造方法の他の一つは、セラミック基材原料粉末の成形体上に高融点金属を含むペーストを塗布し、焼成して成形体からセラミック基材を得ると同時にその上に高融点金属層を形成する工程と、該高融点金属層上にＡｌ－Ｓｉ系合金、Ｚｎ－Ａｌ系合金、Ｚｎ－Ｓｎ系合金から選ばれた少なくとも１種からなる金属介在層を形成する工程と、該金属介在層上にアルミニウムを主体とする導体層とを接合する工程とを備え、該導体層の接合界面における平面方向の長さ及び幅を前記高融点金属層のそれより０．０５ｍｍ以上短くすることを特徴とする。

【００１１】

【発明の実施の形態】

本発明では、図１に示すように、セラミック基材１の上に高融点金属層２を形成し、この高融点金属層２を介してアルミニウムを主体とする導体層３をセラミック基材１に接合する。高融点金属層２は、セラミック基材１と導体層３の間の熱膨張係数差による熱応力を緩和し、接合時や使用時の熱サイクルによるセラミック基材１の割れや変形を防止する。

【００１２】

本発明が用いるセラミック基材は、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）系、窒化ケイ素（Si_3N_4）系、アルミナ（Al_2O_3）系のセラミックスである。これらのセラミックは、焼結助剤として例えばY_2O_3等の希土類元素化合物、ＣａＯ等のアルカリ土類元素化合物等を添加したもの、更に必要に応じて例えばＴｉＮ系のような他の遷移元素化合物が添加されたものであってよい。これらのセラミックスは相対密度が９５％以上、好ましくは９８％以上のものを用いる。相対密度が９５％未満では基材の強度が低下し、製品として用いた場合に熱衝撃に対する信頼性が低下することがある。尚、セラミック基材の高融点金属層形成面には、予め酸素を含む薄層を形成してもよく、更には表面部にＡｌ、Ｓｉ、希土類元素、アルカリ土類元素等を含ませることができる。

【００１３】

高融点金属層の主成分は高融点金属であり、例えばW、Ｍｏ、Ｔａ、Ｍｎ等である。この高融点金属層は、セラミック基材との接合性を改善するため、通常その焼結体中に添加さ

れる希土類元素、アルカリ土類元素、Ｓｉ、Ａｌ並びにその他の遷移元素を含有するガラスフリットを含んでいてもよい。高融点金属層の焼付け後の成分構成は高融点金属を８０体積％以上とし、前述のガラスフリットは２０体積％以下とするのが好ましい。高融点金属が８０体積％未満か、又はガラスフリットが２０体積％を越えると、高融点金属層の熱伝導性が低下し易いからである。また、焼付け後の高融点金属層の厚みは、３μｍ未満では高融点金属層とセラミック基材との間に十分な接合強度が得られず、また５０μｍを超えると高融点金属層形成後の反り量が増す傾向があるため、３～５０μｍの範囲とすることが好ましい。

【００１４】

高融点金属層を介してセラミック基材に接合されるアルミニウムを主体とする導体層としては、純度９９.９％を越えるアルミニウム、例えばＪＩＳ １０８０のアルミニウム材を用いることが好ましい。純度が下がると電気伝導率が低下するため、通電時に温度上昇を招く恐れがあるからである。

【００１５】

尚、上記高融点金属層上に金属介在層を設け、この金属介在層を介して導体層を接合してもよい。金属介在層はアルミニウムを主体とする導体層より低融点のもの、例えば比較的融点の高いＡｌ－Ｓｉ系合金からなるロウ材や、これより融点の低いＺｎ－Ａｌ系、Ｚｎ－Ｓｎ系及びＰｂ－Ｓｎ系の合金からなる共晶半田材の少なくとも１種を主成分とした、融点６６０℃以下の材料からなることが好ましい。これは、アルミニウムを主体とする導体層の回路パターンの形状を維持するためである。また、金属介在層は２層以上を積層してもよい。金属介在層の厚みは２～２００μｍの範囲が好ましく、５～５０μｍが更に好ましい。金属介在層の厚みが２μｍ未満では接合時に十分な液相が得られず、それによって熱抵抗が増大したり、導体層とセラミック基材との熱収縮差に起因する応力が集中して基材に破損や変形が発生しやすくなり、逆に厚みが２００μｍを越えると熱抵抗が増大するからである。

【００１６】

また、上記高融点金属層の上にニッケル層を形成し、このニッケル層上に上記金属介在層を配置することもできる。高融点金属層上のニッケル層と金属介在層を介してセラミック基材と導体層を接合することにより、接合時の濡れ性が向上し、接合率を高めることができる。

【００１７】

更に、本発明においては、アルミニウムを主体とする導体層の長さ及び幅を高融点金属層のそれより０.０５ｍｍ以上短くすることにより、導体層の外周端縁が高融点金属層の外周端縁の内側に位置し、導体層の外周端部から高融点金属層の外周端部にかかる熱応力を分散させて、この部分でのセラミックス基材の割れを無くすことができる。また、導体層と金属介在層との関係でも同様に、導体層の長さ及び幅を金属介在層のそれと同一にするか、又は０.０５ｍｍ以上短くすることが好ましい。

【００１８】

次に、本発明の半導体装置用部材の製造方法を説明する。まず、前記したセラミック基材の表面に高融点金属層を形成する。その方法の一は、セラミック基材となる焼結体を予め用意し、このセラミック基材上に高融点金属ペーストを焼き付けて高融点金属層とする、いわゆるポストファイアメタライズ法である。他の方法は、セラミック原料粉末の成形体上に高融点金属ペーストを塗布し、焼成してセラミック基材を得ると同時に高融点金属層を形成する、いわゆるコファイアメタライズ法である。

【００１９】

具体的には、ポストファイアメタライズ法では、セラミック基材に、必要により前述の酸素含有薄層の形成等の表面処理を行った後、高融点金属ペーストを印刷等により好ましくは５～６０μｍの厚さに塗布する。高融点金属ペーストは、高融点金属を主成分とする金属単体若しくはその混合物又はこれらに更にガラスフリット等を含ませ、有機バインダーと有機溶媒（バインダー粘度調整用）を混合して調整する。その後焼成することにより、

高融点金属ペーストを焼き付けてセラミック基材上に高融点金属層を形成する。

【００２０】

一方、コファイアメタライズ法では、所定の組成に配合したセラミック原料粉末に有機バインダーを加え、これを成形した成形体上に上記と同様の手順で高融点金属ペーストを塗布する。その後焼成することにより、成形体が焼結されてセラミック基材が得られると同時に、そのセラミック基材上に高融点金属層が形成される。このコファイアメタライズ法の場合には、ペースト中の高融点金属粒子は可能な限り微粒を用い、セラミックの焼結促進のための添加剤についても低温で液相形成できるものを選ぶことによって、より低温で同時焼結でき且つ双方の収縮率が同程度になるように工夫し、焼結時の基材の変形を防止することが重要である。また、低温で焼結させることにより、セラミック基材の結晶粒子が微細になり、基材強度が上がることも期待される。

【００２１】

このようにして形成した高融点金属層上には、導体層を接合する前に、前記金属介在層又はニッケル層を形成するか、若しくはその両方を形成してもよい。金属介在層の形成方法としては、メッキ法やロウ材箔を用いる方法が好ましいが、印刷法、蒸着法等の他の方法を採用することもできる。また、Ｎｉ層もメッキ法、印刷法、蒸着法等により形成できる。このようにして形成した金属介在層及びＮｉ層は、導体層を接合する前に、非酸化性雰囲気中において焼成することが好ましい。

【００２２】

以上のように高融点金属層を形成し、必要に応じて更にニッケル層及び／又は金属介在層を形成したセラミック基材上に、アルミニウムを主体とする導体層を接合する。アルミニウムを主体とする導体層の接合は、通常の場合、アルミニウムを主体とする素材をセラミック基材の高融点金属層又はニッケル層若しくは金属介在層と密着させ、非酸化性雰囲気中か又は真空中において導体層素材の融点未満の温度で焼成することにより接合する。尚、高融点金属層上に導体層を接合する場合には、溶融アルミニウムを高融点金属層に接触させた後、冷却して順次凝固させてもよい。

【００２３】

尚、上記のセラミック基材に導体層素材を接合する際には、必要により、例えば炭素質、アルミナ質、窒化アルミニウム質等の耐火物からなる治具を用いて両者の仮固定を行うと共に、更に必要に応じて両者を積層したセット上に適当な荷重をかけてもよい。

【００２４】

以上のごとく、高融点金属層又はその上のニッケル層や金属介在層を介してアルミニウムの導体層をセラミック基材に接合した本発明の半導体装置用部材は、接合時の温度がアルミニウムを主体とする導体層の融点未満と低いことに加え、高融点金属層の応力緩和効果によって、セラミック基材の破損や変形がなく安定した接合が得られる。しかも、接合部の接合強度は剥離強度で０．５ｋｇ／ｍｍ以上と実用上不具合を生じない高いレベルが得られ、且つ接合強度のバラツキも少なく安定している。

【００２５】

尚、この剥離強度の測定方法は、例えば図２に示すように、セラミック基材１上に設けた高融点金属層２及び必要に応じて設けた金属介在層４を介して、厚み０．１ｍｍ及び幅４．０ｍｍの導体層３を長さＬ＝３ｍｍとなるように接合し、導体層３の一端から上方に直角に突出させた把持部３ａを上方に引っ張ることにより、導体層３を含めた接合層又はそれらの接合界面の一部が剥離し始める引っ張り荷重を求め、これを長さＬの１ｍｍ当たりに換算した値をもって剥離強度の値とする。

【００２６】

【実施例】

実施例１

主成分のセラミック粉末として平均粒径１．２μｍのＡｌＮ粉末、Si_3N_4粉末、又はAl_2O_3粉末のいずれか９７重量％と、焼結助剤として平均粒径０．６μｍのY_2O_3粉及び平均粒径０．３μｍのＣａＯ粉末を共に１．５重量％となるよう秤取し、エタノール溶媒中

ボールミルにて２４時間均一に混合して、焼結助剤がY_2O_3－ＣａＯからなるＡｌＮ系、Si_3N_4系、及びAl_2O_3系の３種の原料混合粉末を得た。更に、これらの原料混合粉末１００重量部に対し有機バインダーとしてＰＶＢを１０重量部加え、混練してスラリーとした。このスラリーを噴霧乾燥し、得られた粉末をプレス成形して成形体とした。

【００２７】

得られた成形体の半数について、ＡｌＮとSi_3N_4を主成分とする各成形体は窒素雰囲気中にて１７００℃で５時間、及びAl_2O_3を主成分とする成形体は大気中にて１６００℃で５時間それぞれ焼結した。このようにして得られた各焼結体の相対密度（理論密度を１００％としたとき、水中法で測定したときの実測密度の比率）はいずれも９９％であり、その表面に実用上問題となるような空孔等の欠陥は存在しなかった。また、レーザーフラッシュ法で測定した熱伝導率は、ＡｌＮ焼結体が１５０～１６０Ｗ／ｍ・Ｋ、Si_3N_4焼結体が５０～６０Ｗ／ｍ・Ｋ、及びAl_2O_3焼結体が３０～４０Ｗ／ｍ・Ｋであった。

【００２８】

これらの各焼結体の片方の主面に高融点金属のペーストをスクリーン印刷により塗布し、窒素雰囲気中で脱バインダーした後、窒素雰囲気の炉中において１６５０℃で１時間焼成して、高融点金属層を形成した（ポストファイアメタライズ法）。使用した高融点金属ペーストは、平均粒径１μｍのW粉末８０重量％をボールミルで有機溶剤１０重量％、SiO_2－ＣａＯ－B_2O_3系ガラス５重量％、有機バインダー５重量％と混合することにより作製した。

【００２９】

また、残り半数の上記成形体については、片方の主面上に上記と同じ高融点金属ペーストをスクリーン印刷で塗布し、窒素雰囲気中にて６００℃で脱バインダーした後、窒素雰囲気中にて１７００℃で５時間焼成することにより、成形体を焼結すると同時にペーストを焼き付けて、セラミック基材上に高融点金属層を形成した（コファイアメタライズ法）。

【００３０】

以上の２方法によりセラミック基材上にW高融点金属層を形成した各メタライズ基板は、サイズは全て幅５０ｍｍ、長さ５０ｍｍ、厚み０．８ｍｍであり、またW高融点金属層の厚みは２０±１０μｍの範囲に入っていた。

【００３１】

上記コファイアメタライズ法で得られたＡｌＮ系のメタライズ基板を用い、そのW高融点金属層を６６０℃のルツボ内で溶融させた純度９９．９％のアルミウムに接触させた後、高融点金属層上に接合されたアルミニウムを順次凝固させることにより、主面全面に厚み０．３ｍｍのアルミニウムの導体層を形成し、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料１）を得た。

【００３２】

比較のため、上記ポストファイアメタライズ法で得たW高融点金属層を有しないＡｌＮ系基板を用い、この基板を６６０℃のルツボ内で溶融させた純度の９９．９％のアルミニウムに接触させた後、基板上に接合されたアルミニウムを順次凝固させることにより、主面全面に厚み０．３ｍｍのアルミニウムの導体層を形成し、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料２）を得た。

【００３３】

接合後の上記試料１及び試料２について超音波探傷面分析をした結果、異常な欠陥は認められなかった。また、接合後の試料断面を１０００倍のＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）で観察をしたところ、全ての試料の界面にクラック、ピンボール等は見られなかった。得られた各試料の接合率を下記表１に示した。尚、接合率とは以下のように定義する。欠陥のない試料の中央部を超音波探傷面分析したときの最小測定面積の超音波平均反射強度ａに対し、実際の各試料の接合界面を測定した場合の同平均反射強度が２ａより大きい領域をカウントして未接合部個数とする。また、試料の全測定面積を最小測定面積で割ったものを測定部個数とする。このとき、１－（未接合部個数／測定部個数）で算出した値の１００倍を接合率（％）として定義する。

【００３４】

上記のごとく作製した試料１及び試料２の部材を、図３に示すように、共晶半田５を用いてＣｕ－Ｗ合金製の放熱板６上に接合して、各試料ごとに半導体装置をそれぞれ１００個ずつ製造した。これらの各半導体装置を、－５０℃×１５分→＋１４０℃×１５分の条件で１０００サイクルのヒートサイクル試験にかけ、超音波探傷面分析により欠陥部を評価すると共に２０倍の実体顕微鏡で各接合端面部の欠陥の有無を調査し、作製した１００個の半導体装置に対するヒートサイクル試験後の良品率を下記表１に示した。

【００３５】

【表１】

試料	接合構造	接合率 (%)	良品率 (%)
1	AlN／W／Al	82	91
2*	AlN／Al	80	62

（注）表中の＊を付した試料は比較例である。

【００３６】

試料１と試料２の結果を比較すると、高融点金属層を介してＡｌＮ基材とＡｌ導体層を接合した本発明の試料１の方が、高融点金属層の応力緩和効果によって基板にかかる応力が小さくなり、ヒートサイクル試験による熱衝撃に耐え、良品率が大幅に高くなることが分かる。

【００３７】

尚、上記コファイアメタライズ法によるメタライズ基板に代えて、上記のポストメタライズ法で得たメタライズ基板を用い、上記試料１と同一条件で半導体装置を作製したところ、試料１とほぼ同様の接合率並びにヒートサイクル特性が得られた。この結果から、高融点金属層の形成方法が異なっても、ほぼ同様の効果が得られることが分かる。

【００３８】

また、上記高融点金属層をＷからＴａ、Ｍｏ又はＭｎに代え、あるいはセラミック基材をＡｌＮ系からAl_2O_3系又はSi_3N_4系に代えて、上記と同一条件で半導体装置を作製したが、いずれも試料１とほぼ同様の接合率並びにヒートサイクル特性が得られた。この結果から、セラミック基材及び高融点金属層の材質が異なっても、ほぼ同様の効果が得られることが分かる。

【００３９】

実施例２

上記実施例１と同様にして、同じ形状で高融点金属層を形成していないＡｌＮ焼結体を製造した。このＡｌＮ焼結体を大気雰囲気中にて１２００℃で加熱処理することにより、その表面に厚み０.２～２０μｍの表面酸化層を形成した。このＡｌＮ基材上に、長さ及び幅ともに基材と同じで厚みが０.０４ｍｍのＡｌ－Ｓｉロウ材を載せ、更にその上に導体層として長さ及び幅ともに基材と同じで厚みが０.３ｍｍのＪＩＳ １０８０のアルミニウム素材を載せ、これを黒鉛製のセッター上に並べ、６００℃の窒素気流中において３０分間の無負荷での炉中接合を行って、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料３）を得た。

【００４０】

上記と同じく高融点金属層を形成せず且つ表面酸化層を形成したＡｌＮ基材上に、厚み２μｍのＮｉ層をメッキにより形成し、その上に長さ及び幅ともに基板と同じで厚みが０.０４ｍｍのＡｌ－Ｓｉロウ材を載せ、更にその上に長さ及び幅ともに基板と同じで厚みが０.３ｍｍのＪＩＳ １０８０のアルミニウム素材を載せて、上記と同様に６００℃の窒素気流中において３０分間の無負荷での炉中接合を行い、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料４）を得た。

【００４１】

次に、上記実施例１と同様にコファイアメタライズ法により、上記と同じ形状でＷ高融点金属層を有するＡｌＮメタライズ基板を作製した。この基板のＷ高融点金属層上に長さ及

び幅ともに基板と同じで厚みが０．０４ｍｍのＡｌ－Ｓｉロウ材を載せ、更にその上に長さ及び幅ともに基板と同じで厚みが０．３ｍｍのＪＩＳ １０８０のアルミニウム素材を載せて、上記と同様に６００℃の窒素気流中において３０分間の無負荷での炉中接合を行い、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料５）を得た。

【００４２】

また、同じくコファイアメタライズ法で得たW高融点金属層を有するＡｌＮメタライズ基板を準備し、この基板のW高融点金属層上に厚み２μｍのＮｉ層をメッキにより形成した後、その上に長さ及び幅ともに基板と同じで厚みが０．０４ｍｍのＡｌ－Ｓｉロウ材を載せ、更にその上に長さ及び幅ともに基板と同じで厚みが０．３ｍｍのＪＩＳ １０８０のアルミニウム素材を載せて、上記と同様に６００℃の窒素気流中において３０分間の無負荷での炉中接合を行い、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料６）を得た。

【００４３】

上記と同じくコファイアメタライズ法で得たW高融点金属層を有するＡｌＮメタライズ基板を準備し、この基板のW高融点金属層上に厚み２μｍのＮｉ層をメッキにより形成した。更に、この基板上のＮｉ層の中央に、長さ及び幅ともに基板より０．６ｍｍ小さく、厚みが０．０４ｍｍのＡｌ－Ｓｉロウ材を載せ、その上の中央に長さ及び幅ともに基板より０．６ｍｍ小さく、厚みが０．３ｍｍのＪＩＳ１０８０のアルミニウム素材を載せて、上記と同様に６００℃の窒素気流中において３０分間の無負荷での炉中接合を行い、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料７）を得た。

【００４４】

更に、上記と同じくコファイアメタライズ法で得たW高融点金属層を有するＡｌＮメタライズ基板を準備し、この基板のW高融点金属層上に厚み２μｍのＮｉ層をメッキにより形成した。一方、この基板より長さ及び幅ともに０．６ｍｍ小さく、厚みが０．３ｍｍのＪＩＳ １０８０のアルミニウム素材を準備し、その接合面にＳｉのイオン注入により厚み２μｍのＳｉリッチ層を形成した。次に、上記ＡｌＮメタライズ基板のＮｉ層とアルミニウム素材のＳｉリッチ層とを中央位置合わせで密着させ、上記と同様に６００℃の窒素気流中において３０分間の無負荷での炉中接合を行って、Ａｌ－ＡｌＮ接合基板（試料８）を得た。

【００４５】

上記のごとく作製した各試料３～８について、超音波探傷面分析をした結果、異常な欠陥は認められなかった。また、接合後の試料断面を１０００倍のＳＥＭ（走査型電気顕微鏡）で観察をしたところ、各試料の界面にクラック、ピンホール等は見られなかった。尚、各試料について実施例１と同様に接合率を求め、下記表２に示した。

【００４６】

また、上記各試料３～８の部材を、実施例１と同様に、共晶半田を用いてＣｕ－W合金製の放熱板に接合し、半導体装置をそれぞれ１００個ずつ製造した。これらの各半導体装置を、－５０℃×１５分→＋１４０℃×１５分の条件で１０００サイクルのヒートサイクル試験にかけた後、超音波探傷面分析による欠陥部の評価を行うと共に２０倍の実体顕微鏡で各接合端面部の欠陥の有無を調査して、半導体装置１００個に対するヒートサイクル試験後の良品率を求め、その結果を下記表２に示した。

【００４７】

【表２】

試料	接合構造	接合率 (%)	良品率 (%)
3*	AlN/Al-Si/Al	82	68
4*	AlN/Ni/Al-Si/Al	91	72
5	AlN/W/Al-Si/Al	85	95
6	AlN/W/Ni/Al-Si/Al	99	92
7	AlN/W/Ni/Al-Si/Al	99	96
8	AlN/W/Ni/Al	99	99

（注）表中の＊を付した試料は比較例である。

【００４８】

上記表２から、応力緩和層としてW高融点金属層を備えた本発明の試料５～８は、W高融点金属層を有しない比較例の試料３～４に比べ、セラミック基板にかかる応力が小さくなるため、ヒートサイクル試験による熱衝撃に耐え、最終的な良品率が大幅に高くなることが分かる。また、試料３と試料４、試料５と試料６を比較すると、Ｎｉ層を介在させた方がW高融点金属層とＡｉ－Ｓｉロウ材との濡れ性がよく、接合率が高くなることが分かる。

【００４９】

更に、試料６と試料７を比較したとき、基材と同じ大きさのＡｌ導体層を接合するよりも、基板よりも小さいＡｌ導体層を接合した場合の方が、接合時の応力を緩和でき、ヒートサイクル試験による熱衝撃に耐え、良品率が高くなることが分かる。また、試料７と試料８の比較から、W高融点金属層の上にＡｌ－Ｓｉ等の金属介在層が存在しない方が、応力緩和効果がより大きいことが分かる。

【００５０】

尚、上記コファイアメタライズ法によるメタライズ基板に代えて、上記のポストメタライズ法で得たメタライズ基板を用い、上記本発明の試料５～８と同一条件で半導体装置を作製したところ、それぞれほぼ同様の接合率並びにヒートサイクル特性が得られた。この結果から、高融点金属層の形成方法が異なっても、ほぼ同様の効果が得られることが分かる。

【００５１】

また、上記高融点金属層をWからＴａ、Ｍｏ又はＭｎに代え、あるいはセラミック基材をＡｌＮ系からAl_2O_3系又はSi_3N_4系に代えて、上記本発明の試料５～８と同一条件でそれぞれ半導体装置を作製したが、いずれもほぼ同様の接合率並びにヒートサイクル特性が得られた。この結果から、セラミック基材及び高融点金属層の材質が異なっても、ほぼ同様の効果が得られることが分かる。

【００５２】

更に、上記金属介在層としてのＡｌ－Ｓｉロウ材を、Ｚｎ－Ａｌ合金半田材、Ｚｎ－Ｓｎ合金半田材、及びＰｂ－Ｓｎ合金半田材に置き換えて、上記本発明の試料５～７と同一条件でそれぞれ半導体装置を作製したが、いずれもほぼ同様の接合率並びにヒートサイクル特性が得られた。この結果から、金属介在層の材質が異なっても、ほぼ同様の効果が得られることが分かる。

【００５３】

【発明の効果】

本発明によれば、アルミニウムからなるリードフレームのような金属部材をセラミック基材に実装する際に、高融点金属層の応力緩和作用によりセラミック基材の破損変形をなくし、しかも高い接合強度で接合でき、過酷な熱サイクルにおいても高い信頼性を有する半導体装置用部材を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の半導体装置用部材の一具体例を示す概略の断面図である。

【図２】本発明の半導体装置用部材における剥離強度の測定方法を説明するための概略の断面図である。

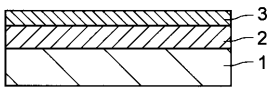
【図３】本発明の半導体装置用部材を用いた半導体装置の一具体例を示す概略の断面図である。

【符号の説明】

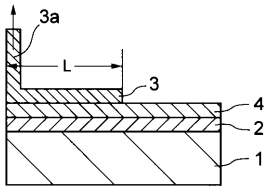
１　セラミック基材　　２　高融点金属層　　３　導体層

４　金属介在層　　５　共晶半田　　６　放熱板

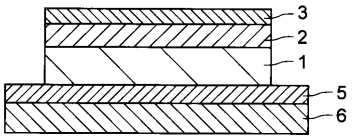
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(72)発明者　柊平　啓
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号　住友電気工業株式会社　伊丹製作所内
(72)発明者　仲田　博彦
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号　住友電気工業株式会社　伊丹製作所内

審査官　菅野　智子

(56)参考文献　特開昭５８－０４８９２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０５１５８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２７５１６６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９８／０５４７６１（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 23/14
C04B 37/02
H05K 3/38