

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 9 月 15 日(15.09.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/111137 A1

PCT

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/006785
- (22) 国際出願日: 2010 年 11 月 19 日(19.11.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-055276 2010 年 3 月 12 日(12.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 靖 (IKEDA, Osamu) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 東平 知丈 (TOHEL, Tomotake) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

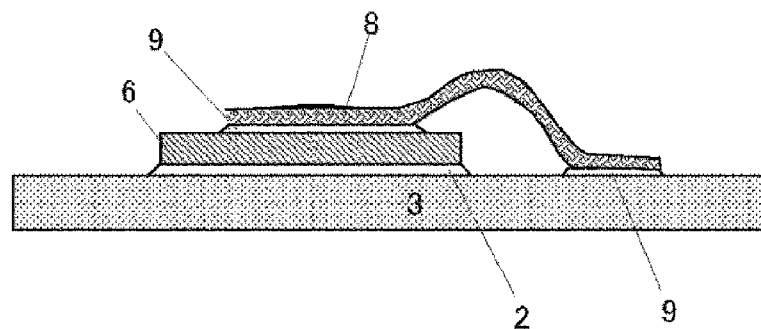
[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

【図3】

【図3】



(57) Abstract: Disclosed is a semiconductor device wherein a metal conductor (for instance, Cu or a Cu alloy) having a low electrical resistance value and a high linear expansion coefficient is braided into a braided wire, and the wire is connected using a conductive bonding material to the wiring connecting portion on the upper surface of the semiconductor element of the semiconductor device. Thus, strain of the conductive bonding material due to linear expansion of the conductor having the low electrical resistance and the high linear expansion coefficient is suppressed, and both the low electrical resistance and high connecting reliability can be achieved. Thus, the technology of connecting the wiring on the upper surface of the power semiconductor element by having the low electrical resistance and high reliability wire bonding is provided.

(57) 要約: 半導体装置の半導体素子上面の配線接続に、電気抵抗値は低い線膨張係数が大きい金属（例えば Cu あるいは Cu 合金）の導体を、編み線状にして導電性接合材により接続する。これによって、電気抵抗小・線膨張係数大の導体の線膨張による導電性接合材のひずみを抑え、低電気抵抗化と高い接続信頼性が両立できる。これによって、低電気抵抗で高い信頼性を有するワイヤボンディングを有するパワー半導体素子上面の配線接続技術を提供する。



WO 2011/111137 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、低電気抵抗で接続信頼性の高い素子上面電極接続部を有するパワー半導体装置に関するものである。

背景技術

[0002] パワーモジュールにおいて、パワー半導体素子上面電極の配線方法として、図1に示すような直径300から400 μ mの太Al線を用いたワイヤボンディング1が一般的に用いられている。パワーモジュールでは、数十から数百アンペア以上の大電流をワイヤボンディング部に通電するため、ジュール熱によってAlワイヤボンディング部およびパワー半導体素子等が発熱する。この発熱により温度変化が生じると、Al線と素子の熱膨張率差でAlワイヤボンディング部に応力が発生する。そのため、通電のオンオフが繰り返された場合、Alワイヤボンディング部の接合界面近傍が熱応力によって疲労破壊する。近年、パワーモジュールの大容量化が進み、パワー半導体素子1つあたりに通電する電流が増大しており、熱応力に対するワイヤボンディング部の接続信頼性確保が課題となっている。

[0003] Alワイヤボンディング部に発生する熱応力を低減する方法の1つとして、Al線の本数を増やすことが挙げられる。Al線1本あたりに流れる電流を減らすことで、ワイヤボンディング部の発熱量を低減し、接続信頼性を向上することができる。しかしながら、パワー半導体素子の面積によってボンディング可能なAl線の本数が限られるため発熱を大きく低減することは難しい。また、本数を増やすためにパワー半導体素子のサイズを大きくした場合、パワーモジュールの大型化に繋がる。そのため、Alワイヤボンディングに替わる低電気抵抗の配線方法が必要となっている。低電気抵抗な上面電極配線方法としては、特許文献1のように、太Al線の代わりに幅広のAlリボンを超音波ボンディングする方法、特許文献2、3のように、Al線の代わりにCu部材を素

子上面にはんだ接続する方法がある。何れも、一般的な太AI線によるワイヤボンディングに比べて低電気抵抗であり、通電による発熱を低減することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-336043号公報

特許文献2：特開2001-332664号公報

特許文献3：特開2008-182074号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献1から3の方法は、何れにおいても下記のような問題点があった。特許文献1の場合、AI線の代わりに幅広のAIリボン超音波ボンディングする。AIリボンはAI線に比べてサイズが大きくなるため、ボンディングに必要な超音波を印加するツールのサイズ、接合時の超音波エネルギーが大きくなる。そのため、ボンディング時にパワー半導体素子を傷つける恐れがあり、接合可能なAIリボンサイズに制限があった。また、低電気抵抗のCuリボンを使用する選択もあるが、Cuの方がAIに比べて、ボンディング時の超音波エネルギーが大きいため、さらに素子を傷つける可能性が高くなる。結果として、リボンボンディングでは素子上面電極接合部の電気抵抗を大きく低減することは困難であった。一方、特許文献2、3の場合、図2のように、Cu部材をはんだで素子上面電極に接合する。Cuの電気抵抗率は約 $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ (20°C) から $2.9 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ (200°C) であり、AIの電気抵抗率約 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ (20°C) から $4.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ (200°C) に比べて低いため、電気抵抗を大きく低減できる。しかしながら、パワー半導体素子とCuの熱膨張率差によって熱応力が生じた場合、はんだ接続部の劣化が速く接続信頼性の確保が難しい。特許文献3では、はんだ接続部のフィレット形状を制御することにより接続信頼性の向上を図っているが、それだけでは十分に接続

信頼性を確保することが困難であった。そのため、半導体素子周辺部をトランスファーマールドにより拘束して、はんだ接続部に応力集中しない構造にする等の工夫がなされている。しかしながら、大型のパワーモジュールにおいては、軟質のゲル封止を用いるため、特許文献2、3の方法では、はんだ接続部の劣化を抑制することが困難であった。

[0006] 本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、素子上面接合部の電気抵抗を下げ、大電流が通電可能な配線接続を実現し、さらに接続信頼性の高い半導体装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明では、上記課題を解決するために、電極を有する半導体素子と、導体と、前記半導体素子の電極と、前記導体とを接合する導電性の接合材とを備えた半導体装置において、前記導体は複数の導線が編まれた編み線状導体であることを特徴とする半導体装置とする。

発明の効果

[0008] 以上説明したように本発明によれば、編素子上面配線の電気抵抗を抑え、また、はんだのひずみを抑えて、大電流を通電しても接続信頼性を確保できる半導体装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1] パワーモジュールの断面を模式的に示した図である。

[図2] Cu板をはんだ接続した素子上面電極構造を模式的に示した図である。

[図3] 本発明の一実施例にかかる接続機構を模式的に示す断面図である。

[図4] 本発明の一実施例にかかる接続機構を模式的に示す断面図である。

[図5] 本発明の一実施例にかかる接続機構を模式的に示す断面図である。

[図6] 本発明の一実施例にかかる接続機構を模式的に示す断面図である。

[図7] Cu板をはんだ接続した素子上面電極構造の熱衝撃による劣化状態を模式的に示した図である。

[図8] 接本発明の素子上面電極構造の熱衝撃による劣化状態を模式的に示した図である。

[図9]本発明の接続機構を模式的に示す断面図である。

[図10]本発明の実施例及び比較例にかかる検証結果の表である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明をパワー半導体モジュールに適用した実施例について、図面を用いて説明する。

[0011] 本実施例にかかるパワー半導体モジュールの断面図を図3に、平面図を図4に示す。基板3上に設けられた電極（図示せず）には、導電性接合材（はんだ）2をを介して、パワー半導体素子6が接続されている。半導体素子6の上には、導電性接合材（はんだ）9を介して、網み線状導体8が接続されている。また、この網み線状導体8は、導電性接合部材（はんだ）9を介して、基板9上の他の電極（図示せず）に接続されている。編み線状導体が接合部材9により接続される長さは、同方向の半導体素子6の大きさの1/3以上である。

[0012] 本実施例では、半導体素子6の上面電極に編み線状導体8を導電性接合材9で接続している。これによって、Alに比べて硬い材料を用いた場合でも、編み線を構成する一本の線の直径を調整することにより、編み線をたわませることができ、半導体素子6上面接続部に発生する応力を低減することができる。また、編み線にすることで、図5のように導電性接合材を介して線を積層できるため、電気抵抗が低くなり大電流化に対応することができる。

[0013] 図6に示すように導電性接合材で接続される編み線状導体の端部が、ほつれて広がった状態になっていることが望ましい。これによって、導電性接合材9により接合される編み線状導体の先端部が編まれておらず、ほつれて1つ1つの線にほつれて広がっている方が、より小さな力で変形することができるため、応力緩衝能を向上することができる。また、編み線状導体を構成する1つ1つの線は、導電性接合材を介して繋がっているため低電気抵抗を維持できる。

[0014] 編み線状導体がCuもしくは電気抵抗率 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金からなる線で構成されていることが望ましい。編み線状導体にCuもしくは電気抵抗率2

$7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金からなる線を用いることで、Alワイヤボンディングに比べて電気抵抗を小さくすることができる。Cu合金の場合、Cu含有率が高いほど電気抵抗が小さくなるため、Cu含有率95%以上であることが望ましい。Cuの剛性率は約 $0.44 \times 10^{11} \text{Pa}$ であり、Alの剛性率 $0.26 \times 10^{11} \text{Pa}$ の約1.7倍である。一般的なAlワイヤボンディングにおいて、直径0.4mmのAl線を使用していることを考慮すると、CuおよびCu合金線の直径は、0.2mm以下であることが望ましい。また、直径を0.01mm未満にした場合、導電性接合材にはんだを用いて接続する際にはんだと反応して、Cu線が溶断してしまう恐れがある。図7は、特許文献2、3のように、Cu板を導体にした場合の熱衝撃による接続部の劣化状況である。導電性接合材の周囲からクラックが進展し劣化する。一方、図8は、編み線状導体をはんだで接続した場合の熱衝撃によるクラック進展状況である。編み線状導体の場合、Cu板の場合とは異なり、Cu線とはんだの界面近傍に短いクラックが分散して線と導電性接合材界面近傍に発生する。この場合、長く連続したクラックとならないため、熱衝撃により劣化した際にも電気抵抗が上昇しにくい。

[0015] 編み線状導体がCuもしくは電気抵抗率 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金からなる線と、低熱膨張率材料からなる線で構成された半導体装置を提供することにある。

[0016] 編み線状導体の利点として、図9のように、編み込みによって複数の材料を複合化ができることが挙げられる。Cuの熱膨張率は約17ppm/K、半導体素子の熱膨張率は3ppm/Kと、熱膨張率差が大きい。そのため、編み線構造にしただけでは、応力緩衝能に余裕がない場合がある。そのような場合、低熱膨張率の線を必要に応じてCuもしくはCu合金線と一緒に編みこむことで、導体としての熱膨張率をCuもしくはCu合金線単体による導体に比べて小さくすることができ、導体接続部に発生する熱応力を低減できる。

[0017] 低熱膨張率材料としては、インバー、Mo、Wが好適である。これらの何れのも材料も線引き等により所望のワイヤ径に加工できる。インバーは熱膨張率が約4ppm/K、Moは5ppm/K、Wは4.5ppm/Kであるため、CuあるいはCu合金線と複合

化することにより、編み線状導体の熱膨張率を低減することができる。

[0018] Cuもしくは電気抵抗率 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金の表面にNi、Ni-P、Ni-Bめっきの少なくとも1つがなされていてもよい。CuおよびCu合金にSn系鉛フリーはんだが濡れた場合、CuとSnが反応して接続界面にCu-Sn化合物が形成する。Cu-Sn化合物が厚く形成した場合、Cu線間の距離が狭い箇所が化合物によって連結する可能性がある。その場合、編み線としての応力緩衝能が低減する。CuおよびCu合金線表面にNi系めっきをして接続界面の化合物成長を抑制し、応力緩衝能を維持することができる。Ni系めっき厚さは $1 \sim 5 \mu\text{m}$ にすることが望ましい。Ni系めっき厚さが $1 \mu\text{m}$ 未満の場合、界面反応によりNi系めっきが消失し、めっきの効果が得られない可能性がある。Ni系めっき厚さが $5 \mu\text{m}$ 以上の場合、めっき厚さの均一性が損なわれること、Cuに比べてNiが硬いことによって、応力緩衝能が低下する恐れがある。

[0019] 編み線状導体を接続する導電性接合材がSn系鉛フリーはんだである。

[0020] Sn系鉛フリーはんだは、Cuもしくは電気抵抗率 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金に濡れやすく反応性が良いため、導体を良好に接続できる。また、編み線状導体に対して、はんだが毛細管現象により編み線の隙間を充填するため、低電気抵抗の接続となる。

[0021] 編み線状導体を接続する導電性接合材が純Sn、Sn-Cu共晶はんだである半導体装置を提供することにある。

[0022] Sn系鉛フリーはんだの中でも、純Sn、Sn-Cu共晶はんだは、降伏応力が低いはんだであるため、これを用いることにより、応力緩衝能をより向上することができる。

(実施例 1 ～ 11)

本願発明の作用効果を実証するために、以下のようなサンプル（実施例 1 ～ 11）を作成した。図 3 に示すように、基板 3 上に、厚さ $200 \mu\text{m}$ のSn-7Cu (mass%) はんだ箔 2 を置き、その上に $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ のパワー半導体素子 6 を積層して、 H_2 還元雰囲気中、 $300^\circ\text{C} 5\text{min.}$ で接続を行った。接続した素子 6 と基板 3 の上に、図 10 に示した各々の実施例に用いた厚さ $100 \mu\text{m}$ のはんだ箔 9 を

置き、その上に各種仕様で構成される幅8mmに成形した編み線状導体8を置き、 H_2 還元雰囲気中、 $300^{\circ}C$ 5min. で接続した。その後、基板3にケースを取り付けて、接続部周辺にゲルを注入して硬化させ、半導体装置を作製した。

[0023] この半導体装置組立後の半導体素子のオン抵抗を測定した。また、 $-40^{\circ}C$ (10min.) $\leftrightarrow$ $125^{\circ}C$ (10min.) の温度サイクル試験を1000サイクル行い、温度サイクル試験後のオン抵抗変動を測定した。組立時のオン抵抗については、比較例2であるAlリボンボンディングを用いた半導体装置に比べて、オン抵抗が低い場合を○、オン抵抗が同等以上の場合に×とした。温度サイクル試験結果については、1000サイクル後にオン抵抗の変動が初期値の1.2倍以内であれば○、1.2倍より大きくなった場合を×と判定した。

[0024] 図10の表のように、全ての実施例において、組立後のオン抵抗は比較例2のAlリボンボンディングを用いた半導体装置に比べて小さくなった。実施例1から9のオン抵抗は、Alリボンボンディング半導体装置の約0.8倍、実施例10、11は約0.9倍となった。温度サイクル試験結果についても、図10のように全ての実施例で1000サイクル後もオン抵抗の上昇は、初期値の1.2倍以下となった。実施例1～9の値は初期値の約1.1倍、実施例10、11は初期値からほとんど変動が見られなかった。素子上面配線接続部を断面観察した結果、実施例1～9においては、図8のようにCu線とはんだの接続界面近傍にクラックが発生していることを確認することができた。このクラックにより、接続部の電気抵抗が上昇したために、オン抵抗が上昇したと考えられる。一方、実施例10、11についても同様に断面観察を行ったところ、同様なクラックは観察されるものの、クラック発生量が少ないことが分かった。クラックの発生量で3グループに分類した場合、最もクラック発生量が少ないものが、実施例10、11、次に実施例2、4、5～9、一番多いものが実施例1、3であった。このことから、複合化による応力緩衝が最も有効で、軟質のSn系はんだで接続すること、編み線状導体接続部の編み線をほぐすことも有効であることを確認することができた。

[0025] 以上のことから、本発明を用いることで、低電気抵抗で高接続信頼性を

有する素子上面配線接続が可能となった。なお、上記では全体構造を編み線状導体と半導体素子、半導体素子と基板の接続を別々に接続するプロセスについて述べたが、編み線状基板、はんだ箔、半導体素子、はんだ箔、基板を積層した後、一度のプロセスで接続しても良い。

(比較例 1、2)

基板上に、厚さ200 μ mのSn-7 Cu (mass%) はんだ箔を置き、その上に10mm $\times$ 10mm. のパワー半導体素子を積層して、H₂還元雰囲気中、300°C5min. で接続を行った。その後、比較例 1 では半導体素子上と基板上の電極間を直径0.4mmのAlワイヤを12本ボンディングし、比較例 2 では半導体素子上と基板上の電極間を厚さ0.1mm、幅3mmのAlワイヤを2本ボンディングした。その後、基板 3 にケースを取り付けて、接続部周辺にゲルを注入して硬化させ、半導体装置を作製した。

[0026] この半導体装置組立後の半導体素子のオン抵抗、-40°C (10min.) $\leftrightarrow$ 125°C (10min.) の温度サイクル試験を1000サイクル後のオン抵抗を測定した。組立時のオン抵抗については、比較例 2 であるAlリボンボンディングを用いた半導体装置に比べて、オン抵抗が低い場合を○、オン抵抗が同等以上の場合に×とした。温度サイクル試験結果については、1000サイクル後にオン抵抗の変動が初期値の1.2倍以内であれば○、1.2倍より大きくなった場合を×と判定した。

[0027] 図 10 の表のように、比較例 1 のAlワイヤボンディングの場合、比較例 2 のAlリボンボンディングに対して、1.4倍のオン抵抗となった。比較例 1、2 共に実施例1から11に比べて、組立後のオン抵抗が高くなることを確認した。ただし、温度サイクル試験後については、比較例 1、2 共に温度サイクル試験後も初期値に対してほぼ変動は見られなかった。(比較例 3)

基板上に、厚さ200 μ mのSn-7 Cu (mass%) はんだ箔を置き、その上に10mm $\times$ 10mm. のパワー半導体素子を積層して、H₂還元雰囲気中、300°C5min. で接続を行った。接続した素子と基板の上に、厚さ100 μ mのSn-3.5Ag (mass%) はんだ箔を置き、厚さ0.2mm、幅8mmのCu板導体を置き、H₂還元雰囲気中、300°C5mi

n. で接続した。その後、基板にケースを取り付けて、接続部周辺にゲルを注入して硬化させ、半導体装置を作製した。

[0028] この半導体装置組立後の半導体素子のオン抵抗、 -40°C (10min.) $\leftrightarrow$ 125°C (10min.) の温度サイクル試験を1000サイクル後のオン抵抗を測定した。組立時のオン抵抗については、比較例2であるAlリボンボンディングを用いた半導体装置に比べて、オン抵抗が低い場合を○、オン抵抗が同等以上の場合に×とした。温度サイクル試験結果については、1000サイクル後にオン抵抗の変動が初期値の1.2倍以内であれば○、1.2倍より大きくなった場合を×と判定した。

[0029] 図10の表のように、組立後のオン抵抗は、比較例2のAlリボンボンディングを用いた半導体装置の約0.6倍と、実施例1から11を含む全ての半導体装置の中で最も低い値となった。一方、温度サイクル試験1000サイクル後に、オン抵抗が初期値の約1.5倍に上昇しており、実施例1から11を含む全ての半導体装置の中で最も低信頼性であった。素子上面配線接続部の断面を観察したところ、図7のようにはんだ接続部端部からクラックが進展し、接続面積の50%以上が破壊していた。

符号の説明

[0030] 1・・・Alワイヤ、2・・・導電性接合材（はんだ）、3・・・基板、4・・・はんだ、5・・・支持部材、6・・・パワー半導体素子、7・・・Cu板状導体、8・・・編み線状導体、9・・・導電性接合材、10・・・Cu線もしくはCu合金線、11・・・低熱膨張率材料線、101・・・クラック。

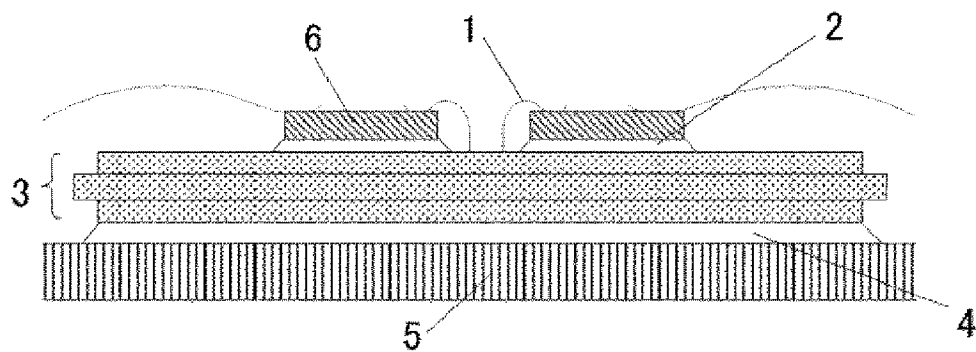
請求の範囲

- [請求項1] 電極を有する半導体素子と、
導体と、
前記半導体素子の電極と、前記導体とを接合する導電性の接合材とを備えた半導体装置において、
前記導体は複数の導線が編まれた編み線状導体であることを特徴とする半導体装置。
- [請求項2] 請求項 1 において、
前記編み線状導体の前記導電性接合材に接続される部分は、編まれていないことを特徴とする半導体装置。
- [請求項3] 請求項 1 または 2 において、
前記編み線状導体が、Cuもしくは電気抵抗率 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金からなる線を有することを特徴とする半導体装置。
- [請求項4] 請求項 1 または 2 において、
前記編み線状導体がCuもしくは電気抵抗率 $2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 未満のCu合金からなる導線と、当該CuまたはCu合金よりも線膨張係数が低い低熱膨張率材料からなる導線とを編みこんで形成されていることを特徴とする半導体装置。
- [請求項5] 請求項 4 において、
前記低熱膨張率材料が、インバー、Mo、Wの少なくとも 1 つであることを特徴とする半導体装置。
- [請求項6] 請求項 3 から 5 のいずれかにおいて、
前記CuまたはCu合金の表面に、Ni、Ni-P、Ni-Bめっきの少なくとも 1 つがなされていることを特徴とする半導体装置。
- [請求項7] 請求項 1 から 6 のいずれかにおいて、
前記導電性接合材が、Sn系鉛フリーはんだであることを特徴とする半導体装置。
- [請求項8] 請求項 1 から 6 のいずれかにおいて、

編み線状導体を接続する導電性接合材が純Snはんだ、またはSn-Cu共晶はんだであることを特徴とする半導体装置。

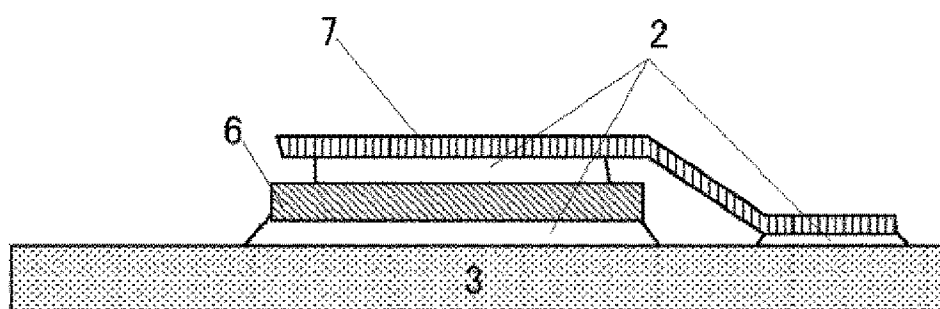
[図1]

【図1】



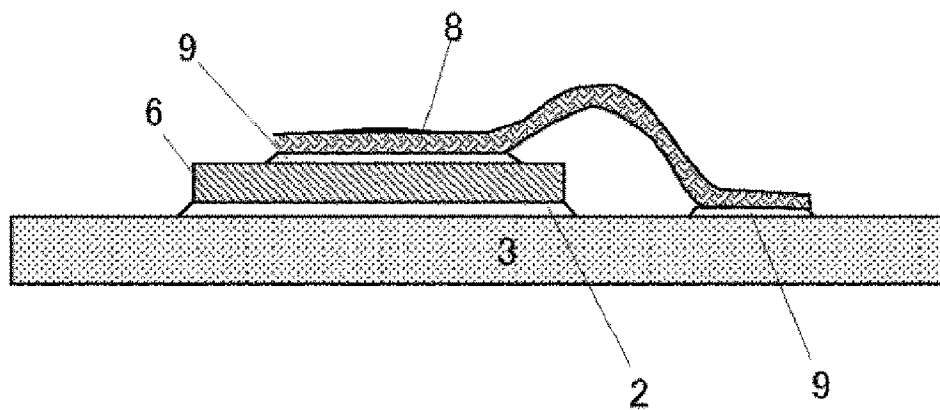
[図2]

【図2】



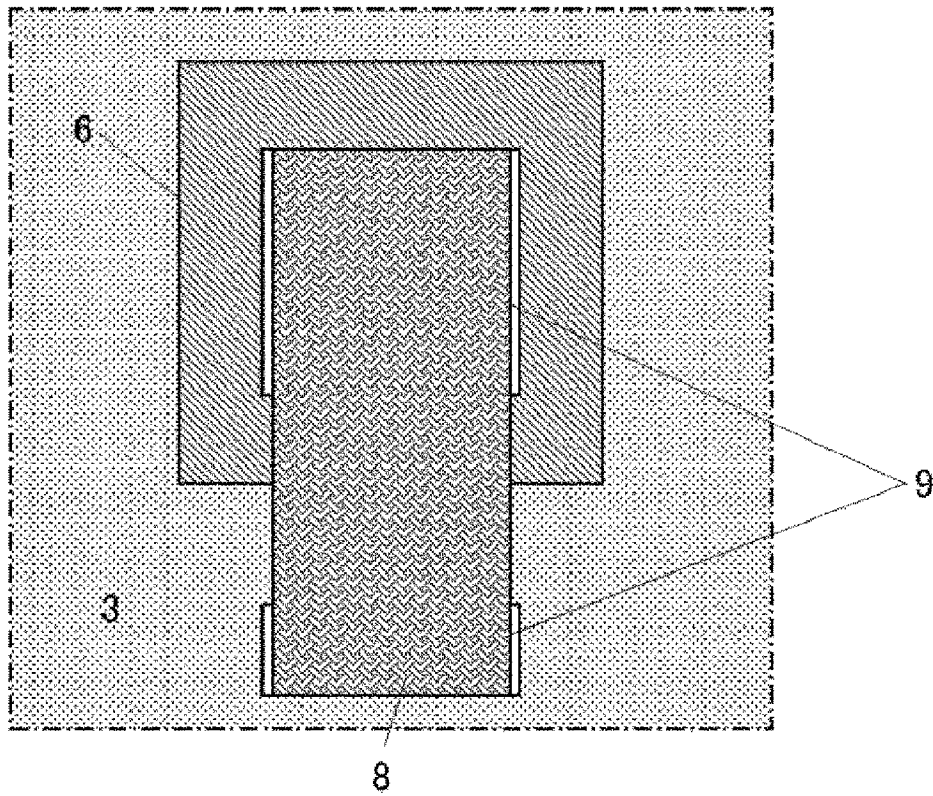
[図3]

【図3】



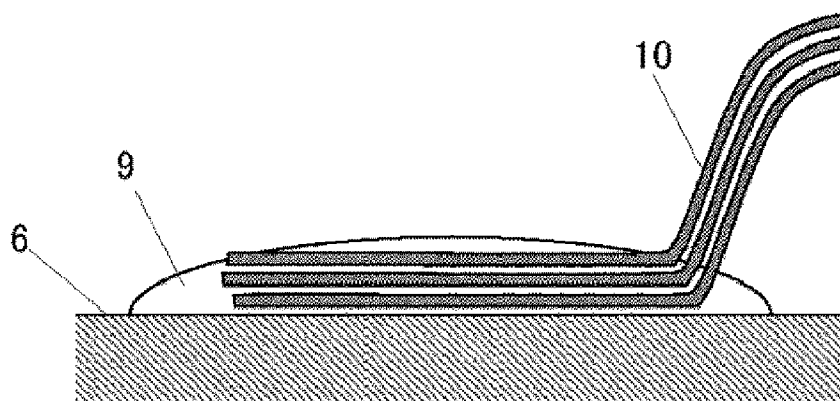
[図4]

【図4】



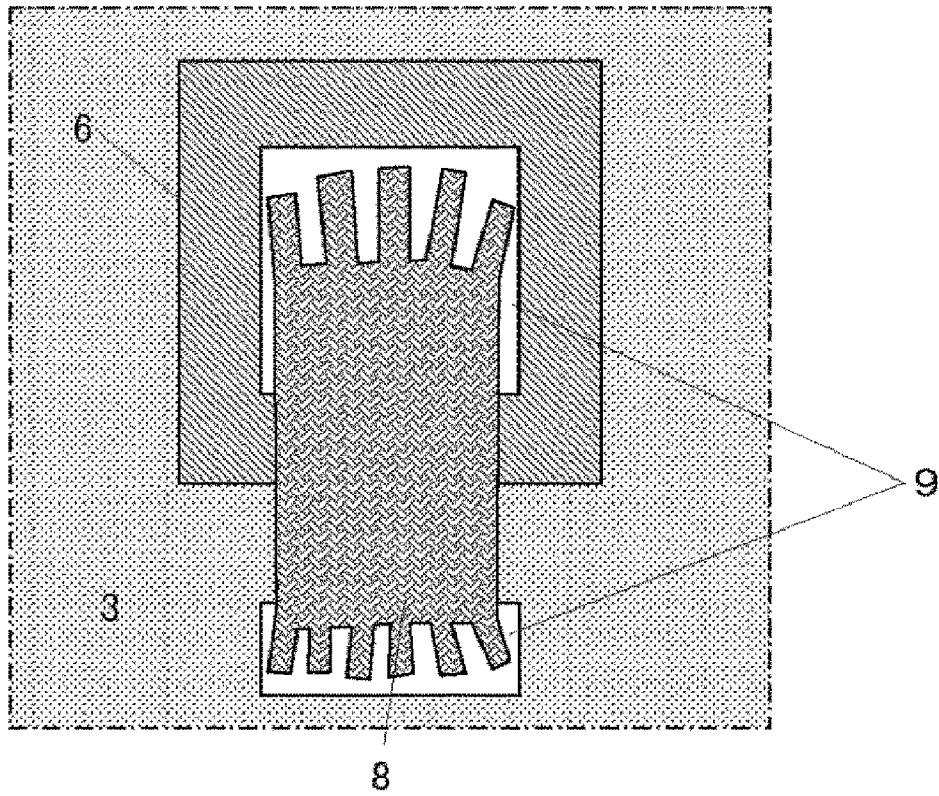
[図5]

【図5】



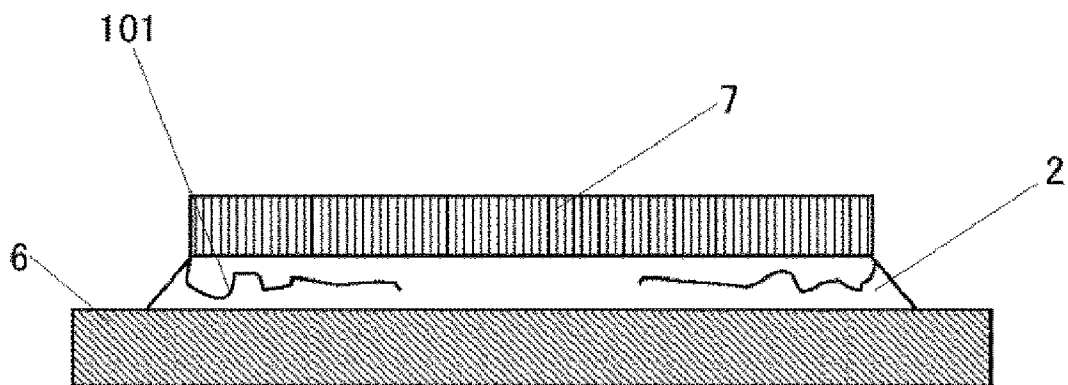
[図6]

【図6】



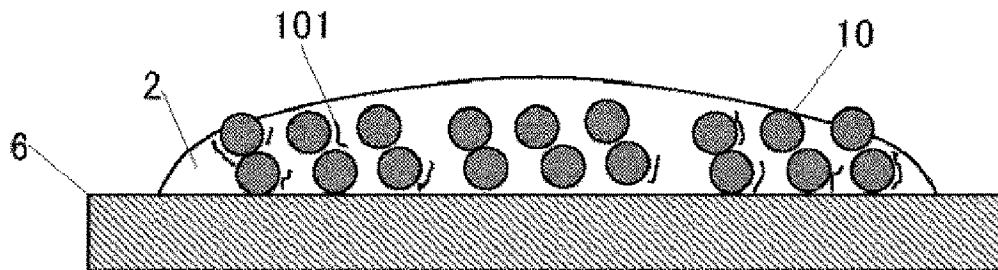
[図7]

【図7】



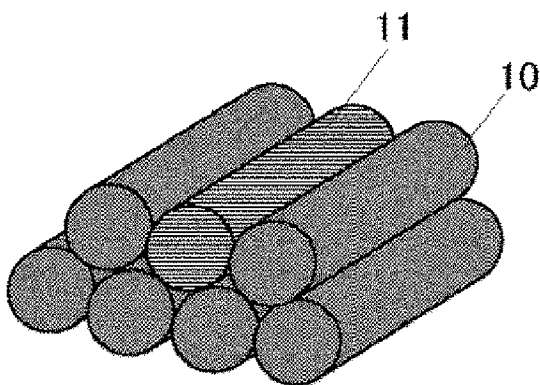
[図8]

【図8】



[図9]

【図9】



[図10]

【図10】

実施例	編み線状導体	導電性接合材	導体接合部分のほつれ	電気抵抗	温度サイクル試験
1	Cu編み線(直径:0.1mm):40本	Sn-3.5Ag	無し	○	○
2	Cu編み線(直径:0.1mm):40本	Sn-3.5Ag	有り	○	○
3	Cu編み線(直径:0.2mm):20本	Sn-3.5Ag	無し	○	○
4	Cu編み線(直径:0.2mm):20本	Sn-3.5Ag	有り	○	○
5	Cu編み線(直径:0.1mm):40本	Sn	無し	○	○
6	Cu編み線(直径:0.2mm):20本	Sn	無し	○	○
7	Cu編み線(直径:0.1mm):40本	Sn-0.7Cu	無し	○	○
8	Cu編み線(直径:0.2mm):20本	Sn-0.7Cu	無し	○	○
9	NiめっきCu編み線(直径:0.2mm):20本	Sn-0.7Cu	無し	○	○
10	Cu編み線(直径:0.1mm):24本 インバー編み線(直径:0.1mm):16本	Sn-3.5Ag	無し	○	○
11	Cu編み線(直径:0.2mm):24本 インバー編み線(直径:0.2mm):10本	Sn-3.5Ag	無し	○	○
比較例					
1	Alワイヤ(直径0.4mm):12本	無し	-	×	○
2	Alノボン(厚さ0.1mm、幅3mm):2本	無し	-	×	○
3	Cu板(厚さ0.2mm、幅6mm)	Sn-3.5Ag	-	○	×

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/006785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60 (2006.01) i

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)

H01L21/60

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-319740 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0007] to [0014]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-3 7-8
Y	WO 2007/125939 A1 (Neomax Materials Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraph [0015] & US 2009/0272577 A	7-8
A	JP 2003-37130 A (Sony Corp.), 07 February 2003 (07.02.2003), (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family 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 application or patent 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
09 December, 2010 (09.12.10)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2010 (21.12.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/60(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2004-319740 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2004.11.11, [0007]-[0014], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-3 7-8
Y	WO 2007/125939 A1 (株式会社 NEOMAX マテリアル) 2007.11.08, [0015] & US 2009/0272577 A	7-8
A	JP 2003-37130 A (ソニー株式会社) 2003.02.07, (ファミリーなし)	1-8

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 1 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

坂本 薫昭

4 R

9 2 6 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1