

(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
2018年10月25日(25.10.2018)



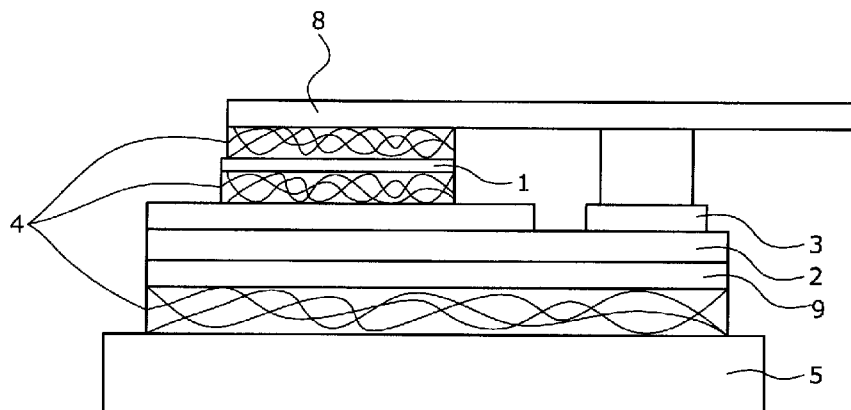
(10) 国際公開番号

WO 2018/193760 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/52 (2006.01) H01L 23/373 (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01) C22C 12/00 (2006.01)
B23K 35/14 (2006.01) C22C 13/00 (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01) C22C 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/010087
- (22) 国際出願日: 2018年3月14日(14.03.2018)
- (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 2017-082415 2017年4月18日(18.04.2017) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 齊藤 隆 (SAITO, Takashi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 谷口 克己 (TANIGUCHI, Katsumi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 望月 英司 (MOCHIZUKI, Eiji); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 昭徳 (SAKAI, Akinori); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 番 1 2 号 紀尾井町ビル 7 階 酒井総合特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 半導体装置および半導体装置の製造方法



(57) Abstract: A semiconductor device comprising an assembly structure in which a semiconductor element (1) is mounted on a laminated substrate. The semiconductor element (1) and an electrode pattern (3) on the laminated substrate are bonded by means of a bonding layer. The bonding layer comprises a solder material which includes metal fibers and in which gaps between the metal fibers are filled with solder. The metal fibers (20) have mutually contacting points. The assembly structure may include a heatsink (5) on which the laminated substrate is mounted.

(57) 要約: 半導体装置は、半導体素子 (1) を積層基板に搭載した組立構造を有する。半導体素子 (1) と積層基板上の電極パターン (3) とを接合する接合層は、金属繊維を含み、金属繊維間がはんだで充填されているはんだ材が使用される。また、金属繊維 (20) は、互いに接点を有する。組立構造は、積層基板を搭載した放熱板 (5) を有してもよい。

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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：半導体装置および半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、半導体装置および半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] パワー半導体モジュールは、1つまたは複数のパワー半導体チップを内蔵して変換接続の一部または全体を構成し、かつ、パワー半導体チップと積層基板または金属基板との間が電氣的に絶縁された構造を持つパワー半導体デバイスである。パワー半導体モジュールは、産業用途としてエレベータなどのモータ駆動制御インバータなどに使われている。さらに近年では、車載用モータ駆動制御インバータに広く用いられるようになっている。車載用インバータでは、燃費向上のため小型・軽量化や、エンジンルーム内の駆動用モータ近傍に配置されることから、高温動作での長期信頼性が求められる。

[0003] 従来のパワー半導体モジュールの構造を、一般的な I G B T (I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r) パワー半導体モジュール構造を例にとって説明する。

[0004] 図9は、従来構造のパワー半導体モジュールの構成を示す断面図である。図9に示すように、パワー半導体モジュールは、パワー半導体チップ1と、絶縁基板2と、電極パターン3と、絶縁基板2の裏面に配置される導電性板9、はんだ材14と、放熱板5と、冷却体7と、金属ワイヤ10と、外部端子11と、端子ケース12と、封止材料13と、を備える。

[0005] パワー半導体チップ1は、I G B Tあるいはダイオードチップ等の半導体素子である。絶縁基板2の両面には、電極パターン3と導電性板9が設けられている。電極パターン3上には、接合材であるはんだ材14にてパワー半導体チップ1が接合される。裏面の導電性板9上には、はんだ材14にて放熱板5が接合される。放熱板5は、放熱グリス6を介して放熱フィンが設けられた冷却体7に接合される。なお、絶縁基板2の少なくとも片面に電極パ

ターン 3 が設けられた基板を積層基板という。また、パワー半導体チップ 1 の上面には、電気接続用の配線として金属ワイヤ 10 が電極パターン 3 との間を接続している。電極パターン 3 の上面には、外部接続用の金属外部端子 11 が設けられている。また、パワー半導体チップ 1 の絶縁保護のため、端子ケース 12 内には低弾性率のシリコンゲル等の封止材料 13 が充填され、蓋（不図示）にてパッケージされている。

[0006] ここで、車載用パワー半導体モジュールは、産業用パワー半導体モジュールに比べ、設置空間の制約から小型、軽量化が求められる。また、モータを駆動するための出力パワー密度が高くなるため、運転時における半導体チップ温度が高くなるとともに、高温動作時の長期信頼性の要求も高まってきている。このため、高温動作・長期信頼性を有したパワー半導体モジュール構造が要求されてきている。

[0007] 上記構成のパワー半導体モジュールは、放熱フィンが設けられた冷却体 7 が取り付けられ、通電に伴うパワー半導体チップ 1 の発生熱を放熱フィンに伝熱させて系外に放熱するようにしている。冷却体 7 の表面と放熱板 5 の表面との間が密着していないと両者間の接触熱抵抗が増して放熱性が低下する。

[0008] そこで、従来の半導体装置では、高い放熱性能を確保するために放熱板 5 および冷却体 7 の表面平坦度、表面粗さができるだけ小さくなるように仕上げ、さらに冷却体 7 の表面に放熱グリス 6 等のサーマルコンパウンドを塗布するなどして放熱板 5 と冷却体 7 間の接触熱抵抗を低く抑えるようにしている。

[0009] また、パワー半導体チップ 1 と電極パターン 3 との間、および、導電性板 9 と放熱板 5 との間を、はんだ材 14 を用いて接合している。例えば、パワー半導体チップ 1 の下の接合には、Pb（鉛）フリーはんだを、フラックス含有したペーストはんだ、または、板はんだで接合している。

[0010] 半導体モジュールに用いる Pb フリーはんだとして、半導体チップのダイボンドなどの温度階層接続に用いられる、Cu（銅）からなる金属網が 2 枚

のはんだ箔によって挟まれて圧着された構成からなる複合はんだがある（例えば、特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2004-174522号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] ここで、パワー半導体チップ1の下の接合に用いられるはんだ材14の熱伝導率は40～60W/m・Kである。この値は、銅の熱伝導率390W/m・Kと比較すると低い値である。このため、通電に伴うパワー半導体チップ1の発生熱を電極パターン3に十分伝熱できず、発生熱が放熱フィンに到達できないため、パワー半導体チップ1を十分に冷却することができないという課題がある。また、はんだ材14の熱伝導率が低いため、はんだ材14自身の温度が上昇し、はんだ材14中にクラックが発生して熱抵抗が上昇し、放熱性能がさらに低下するという課題がある。

[0013] この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、パワー半導体チップの発生熱を効率よく放熱でき、はんだにクラックが発生して熱抵抗が上昇することを抑制できる半導体装置および半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置は、次の特徴を有する。半導体装置は、半導体素子を積層基板に搭載した組立構造を有する。前記半導体素子と前記積層基板上の電極パターンとを接合する接合層は、金属繊維を含み、前記金属繊維間がはんだで充填されているはんだ材が使用される。

[0015] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記半導体素子と、前記半導体素子と前記積層基板上の電極パターンとの電気接続用

の配線とを接合する接合層は、前記はんだ材が使用されることを特徴とする。

[0016] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記組立構造は、前記積層基板を搭載した放熱板をさらに有し、前記積層基板と前記放熱板とを接合する接合層は、前記はんだ材が使用されることを特徴とする。

[0017] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記接合層では、前記はんだ材に含まれる前記金属繊維は中央部に配置され、前記接合層の端部から所定の距離の間、前記金属繊維が配置されないことを特徴とする。

[0018] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記所定の距離は、0.1 mm以上1 mm以下であることを特徴とする。

[0019] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記接合層では、前記はんだ材に含まれる前記金属繊維は、前記半導体素子、前記積層基板および前記放熱板側に配置され、前記金属繊維間に、所定の厚さのはんだが配置されることを特徴とする。

[0020] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記所定の厚さは、5 μ m以上20 μ m以下であることを特徴とする。

[0021] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記所定の厚さは、前記はんだ材の厚さの5%から20%であることを特徴とする。

[0022] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維の直径は、前記はんだ材の厚さ以下であることを特徴とする。

[0023] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維は、銅繊維であることを特徴とする。

[0024] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維の直径は、20 μ m以下であることを特徴とする。

[0025] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維は、互いに接点を有することを特徴とする。

[0026] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記はんだは銅を含まないことを特徴とする。

[0027] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記はんだは、 $Sn-Sb$ 系はんだに Ni または Co を含有したもの、 $Sn-Bi$ 系はんだに Ni または Co を含有したもの、または、 $Sn-Ag$ 系はんだに Ni または Co を含有したものであることを特徴とする。

[0028] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維は、 Ni めっきがされていることを特徴とする。

[0029] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維は、 Co めっきがされていることを特徴とする。

[0030] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属繊維間は、 Ag または Cu の焼結材で充填されていることを特徴とする。

[0031] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記はんだ材は、前記金属繊維が2層以上折り重ねられていることを特徴とする。

[0032] 上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、次の特徴を有する。まず、金属繊維を含み、前記金属繊維間がはんだで充填されているはんだ材を用いて、積層基板上の電極パターンと半導体素子とを接合して、前記積層基板に前記半導体素子を搭載する工程を行う。前記積層基板を積層組立体に組み立てる工程を行う。次に、前記半導体素子と、前記積層基板上の電極パターンとを、電氣的に接続する工程を行う。次に、前記積層組立体に、樹脂ケースを組み合わせる工程を行う。

[0033] また、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、上述した発明において、前記電氣的に接続する工程では、前記はんだ材を用いて、前記半導体素子と、前記積層基板上の電極パターンとを、電氣的に接続することを特徴とする。

[0034] また、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、上述した発明において、前記組み立てる工程では、前記積層基板を、前記はんだ材を用いて、前記

積層組立体の放熱板に接合することを特徴とする。

- [0035] 上述した発明によれば、パワー半導体素子と電極パターンとを接合する接合部は、銅繊維を含み、銅繊維間がはんだで充填されている銅繊維含有はんだ材である。これにより、熱伝導率が、フラックスを含有したペーストはんだや板はんだより向上するため、パワー半導体チップの発生熱を効率よく放熱できる。また、はんだの中に銅繊維が含まれているため、はんだ中にクラックが発生しても、クラックが迂回して進展するため、はんだの寿命が向上する。さらに、はんだの中に銅繊維が含まれているため、フィレットが発生することを防止でき、はんだが脇にはみ出ることが少なくなる。また、銅繊維が互いに接点を有し熱パスを形成しているため、はんだにクラックが発生しても熱抵抗の上昇を抑制できる。また、銅繊維部材に、はんだをしみこませて板はんだとすることで、従来と同様の取り扱いができ、従来よりもはんだ厚さを均一に制御することが可能になる。

発明の効果

- [0036] 本発明にかかる半導体装置および半導体装置の製造方法によれば、パワー半導体チップの発生熱を効率よく放熱でき、はんだにクラックが発生して熱抵抗が上昇することを抑制できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0037] [図1]図1は、実施の形態にかかるパワー半導体モジュールの構成を示す断面図である。

[図2]図2は、パワー半導体チップと電極パターンを接合するはんだ材の詳細を示す断面図である（その1）。

[図3]図3は、パワー半導体チップと電極パターンを接合するはんだ材の詳細を示す断面図である（その2）。

[図4]図4は、実施の形態にかかるはんだのパワーサイクル試験の結果を示す表である。

[図5]図5は、はんだ厚と等価熱伝導率との関係を示すグラフである。

[図6]図6は、銅占有率と等価熱伝導率との関係を示すグラフである。

[図7]図7は、銅繊維含有はんだ材の実施例を示す断面図である。

[図8]図8は、銅繊維含有はんだ材の実施例の接合部の断面図である。

[図9]図9は、従来構造のパワー半導体モジュールの構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0038] 以下に添付図面を参照して、この発明にかかる半導体装置および半導体装置の製造方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。図1は、実施の形態にかかるパワー半導体モジュールの構成を示す断面図である。

[0039] (実施の形態)

図1に示すように、パワー半導体モジュールは、パワー半導体チップ1と、絶縁基板2と、電極パターン3と、接合部4と、放熱板5と、リードフレーム配線8と、絶縁基板2の裏面に配置される導電性板9、を備える。ここでは、従来構造のパワー半導体モジュールと同様のため、冷却体7、外部端子11、端子ケース12、封止材料13等の記載は省略する。図1では、リードフレーム配線8を用いて、パワー半導体チップ1と電極パターン3とを接続しているが、従来構造と同様に金属ワイヤ10を用いて接続してもよい。

[0040] パワー半導体チップ1は、IGBTあるいはダイオードチップ等の半導体素子である。絶縁性を確保するセラミック基板等の絶縁基板2のおもて面（パワー半導体チップ1側）および裏面（放熱板5側）には、銅（Cu）等の導電性の板などからなる電極パターン3等が設けられている。なお、絶縁基板2の少なくとも片面に電極パターン3が設けられた基板を積層基板とする。電極パターン3上には、接合部4にてパワー半導体チップ1が接合される。裏面の導電性板9上には、接合部4にて放熱板5が接合される。放熱板5は、放熱フィンが設けられた冷却体（不図示）に接合される。なお、積層基板のおもて面の銅などの導電性板を電極パターンといい、裏面の銅等の導電性板を導電性板という。また、パワー半導体チップ1の上面（接合部4と接する面と反対側の面）には、電気接続用の配線としてリードフレーム配線8

の一端が接合部4にて接合される。リードフレーム配線8の他端は、電極パターン3と接合される。また、上述の箇所以外においても、従来の半導体モジュールにおいてはんだ材が用いられる箇所において、本発明の接合部は用いられる。

[0041] 接合部4は、金属繊維部材を含んだ金属繊維含有はんだ材により形成される。金属繊維含有はんだ材は、繊維状の金属（以下、金属繊維と称する）を含み、その金属繊維が互いに接点を有し熱パスを形成し、さらに、金属繊維間がはんだで充填されている。金属としては、熱伝導率の高い金属、例えば銅であることが好ましい。以下、繊維状の銅を銅繊維と称し、接合部4を銅繊維含有はんだ材4と称する。以降は銅繊維について説明する。なお、ここで、繊維状とは、細長い形状、つまり直径に対して長さがきわめて大きいものをいう。実施の形態では、1本の銅繊維の直径が $20\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、銅繊維の長さは $50\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 1mm 以上がより好ましい。前記長さであると、銅繊維間の接触がより多くなり、3次元的な構造になり易いからである。また、長さは銅繊維部材の長さ程度である 10mm 以下であることが好ましい。

[0042] また、接点とは、銅繊維含有はんだ材4の銅繊維が、他の銅繊維と接触している点のことである。銅繊維部材は、複数の銅繊維により形成される。銅繊維部材は、織物のように銅繊維が織られた布状でもよく、網状またはメッシュ状に形成されても良い。これらの、布状または網状の銅繊維が複数枚積層されてもよい。また、複数の繊維がランダムに集積され積層されてシート状に形成されていてもよい。さらに、積層されたシート状を加圧し、銅繊維同士を圧着してもよい。また、これらはシート状に成形されていることが好ましい。シート状の銅繊維部材の厚さは、 $50\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ が好ましい。 $50\mu\text{m}$ より厚くすると所定の接合強度を得られるためである。また、 $200\mu\text{m}$ 以上にすると熱抵抗自体が増加するとともに、ボイドが発生し、熱伝導率が低下し、熱抵抗を増加させてしまう。なお、銅繊維間は、はんだで充填するのではなく、銀（Ag）またはCuの焼結材で充填してもよい。

[0043] このように、実施の形態の銅繊維含有はんだ材4は、互いに接点を有し熱パスを形成した銅繊維を含み、球状の銅を含んだはんだ材とは異なる。なお、熱パスとは、パワー半導体チップ等の発生熱を伝熱するための経路である。球状の銅を含んだはんだ材は、銅繊維に比べて熱パスが少なく、熱抵抗は大きく、接合強度もはんだ自体と変わらない。なお、単に板状あるいは箔状の銅などの金属をはんだ中に配置しても、銅繊維部材含有はんだのような接合強度や熱伝導率は得られない。銅板等をはんだ中に配置しても、所定の接合強度を得るためには、はんだ層自体の厚さは変わらないからである。つまり、熱抵抗は変わらない。3次元的な銅繊維間にはんだが含浸することにより、熱抵抗は低下し、さらに接合強度も向上することができる。

[0044] 銅繊維含有はんだ材4は、銅繊維を織り込み、焼結させて繊維間が互いに接点を有するよう折り重ねられている銅繊維部材を形成し、銅繊維部材に、はんだをしみこませて形成したはんだ材でもよい。予め、はんだをしみこませることで、板はんだとして取り扱うことができる。具体的には、予め、銅繊維部材にはんだを含浸させた銅繊維含有はんだを形成し、それを被接合材間に配置し、加熱し接合することができる。また、半導体モジュールを組み立てる際に、はんだと銅繊維部材を被接合材の間に配置して、加熱し接合してもよい。ここで、銅繊維は2層以上折り重ねられていることが好ましい。2層以上折り重ねられているとは、厚み方向（パワー半導体チップ1から放熱板5への方向）に互いに接点を有する銅繊維が2本以上存在することである。図1の例では、銅繊維は3層に折り重ねられている。ここで、銅が繊維状で折り重なっているために、メッシュ状に加工したものより、銅占有率が高く、例えば、銅繊維含有はんだ材4では、はんだと銅繊維部材の総量に対して、銅繊維部材の銅占有率は22～30重量%である。銅繊維部材の銅占有率は高い方が熱伝導性が優れるが、はんだの含浸量が少ないと接合性が悪くなる。従って、様々な形態の銅繊維部材の銅占有率は5～50重量%が好ましく、更に好ましくは、20～30重量%である。

[0045] このように、銅繊維部材がはんだ中に配置されることにより、銅繊維含有

はんだ材４の熱伝導率は向上し、発生熱を効率よく放熱することができる。
また、はんだの中に銅繊維が含まれているため、はんだ中にクラックが発生しても、クラックが迂回して進展するため、接合強度は向上する。また、銅繊維自体に強度があるため、接合強度は高い。ひいては、はんだの寿命が向上する。また、上記のシート状の銅繊維部材を用いることにより、銅繊維含有はんだ材４の厚さを均一にすることができる。従来のはんだ材のみの接合の場合、パワー半導体チップ１をはんだ材上に配置する際に位置ずれをおこしたり、加熱接合時にはんだ材が流れてしまったりし、銅繊維含有はんだ材４の厚さを均一にすることが難しかった。しかし、銅繊維部材を導入することで、上記の不具合が解消され、銅繊維含有はんだ材４の厚さを均一にすることができる。

[0046] また、銅繊維含有はんだ材４は、パワー半導体チップ１の発生熱を効率よく拡散するために、パワー半導体チップ１の下、つまり、パワー半導体チップ１と電極パターン３との接合層に使用することが好ましい。また、銅繊維含有はんだ材４は、導電性板９と放熱板５との接合層、パワー半導体チップ１とリードフレーム配線８との接合層に使用してもよい。

[0047] パワー半導体モジュールの製造方法では、まず、銅繊維含有はんだ材４を用いて、パワー半導体チップ１を積層基板に接合することで、積層基板にパワー半導体チップ１を実装する。ここで、銅繊維含有はんだ材４は、パワー半導体モジュールの製造より前に、銅繊維部材に、はんだをしみこませて作成しておいてもよい。また、パワー半導体チップ１を積層基板に接合する際、銅繊維部材とはんだを重ねて、例えば、銅繊維部材をはんだで挟むようにして、銅繊維含有はんだ材４を作成するようにしてもよい。

[0048] 次に、パワー半導体チップ１と、絶縁基板２上に設けられた電極パターン３とを、リードフレーム配線８で電氣的に接続する。次に、銅繊維含有はんだ材４を用いて、これらを放熱板５に接合して、パワー半導体チップ１、積層基板および放熱板５からなる積層組立体を組み立てる。この積層組立体に樹脂ケースをシリコンなどの接着剤で接着する。なお、金属ワイヤで、パワ

一半導体チップ1と、絶縁基板2上に設けられた電極パターン3と、を電氣的に接続してもよい。

[0049] 次に、金属ワイヤで電極パターン3と金属外部端子11との間を接続し、樹脂ケース内にエポキシなどの硬質樹脂等の封止材料を充填する。これにより、図1に示す実施の形態にかかるパワー半導体モジュールが完成する。なお、封止材料がエポキシ樹脂等の封止材料でない場合、封止材料が外に漏れないようにするため、蓋を取り付けるようにする。

[0050] 次に、銅繊維含有はんだ材4について説明する。パワー半導体チップの裏面のほぼ全面に銅繊維含有はんだ材4が配置される。図2、図3は、パワー半導体チップと電極パターンを接合するはんだ材の詳細を示す断面図である。図2に示すように、銅繊維含有はんだ材4の内部に銅繊維部材20を中央部に配置される。また、銅繊維を含まないはんだ23をパワー半導体チップ1や電極パターン3側に配置してもよい。この場合のそれぞれのはんだ23の厚さは、 $25\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ が好ましい。この範囲にすることで、接合強度とボイドの低減を両立できるからである。これは、パワー半導体チップ1の発生熱が、銅繊維部材20が配置された中央部から放熱されるためである。ここで、銅繊維部材20を銅繊維含有はんだ材4の端部から所定の距離dだけ離すことで、ボイドを低減し、接合性も向上させることができる。銅繊維部材20は銅繊維が複雑に折れ曲がり、互いに交差した構造で、空乏が存在する。加熱接合する際に、はんだは、銅繊維部材20中に含浸するが、前記空乏近傍でボイドになりやすい。しかし、所定の距離dだけ離すことで、ボイドが排出されやすく、結果としてボイドが低減されると推定される。距離dは、パワー半導体チップ1のサイズに関係なく、 0.1mm 以上 1mm 以下であることが好ましい。より好ましくは、 0.2mm 以上である。これは、 0.1mm より短いと、ボイドが生じ、電極パターン3との接合性が悪化し、制御も困難になるためである。

[0051] また、図3に示すように、銅繊維含有はんだ材4の内部に銅繊維部材20ではんだ23を挟んで配置してもよい。この場合、銅繊維部材の層の間に所

定の厚さ t のはんだ 23 の層がある。この形態では、パワー半導体チップ 1 や電極パターン 3 側に銅繊維部材 20 が配置されるため熱伝導性が向上する。例えば、図 3 の形態は、はんだ 23 がパワー半導体チップ 1 や電極パターン 3 側に存在する図 2 の形態よりも熱伝導性が向上する。また、この構造とすることで、銅繊維部材 20 近傍でボイドが生じにくくなる。中央部の厚さ t は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。 $20\ \mu\text{m}$ 以上だと熱抵抗が増し、 $5\ \mu\text{m}$ 以下だとボイドが生じやすいためである。また、厚さ t は、銅繊維含有はんだ材 4 の厚さに対する比率が、5% から 20% であることが好ましい。

[0052] また、銅繊維含有はんだ材のはんだにおいて、特定の組成のはんだを用いることで、接合強度および熱物性の効果を生じさせることができる。例えば、銅繊維含有はんだ材 4 のはんだでは、銅繊維により伝熱するため、銅繊維の銅および銅合金の拡散を抑制する Cu フリーのはんだが好ましい。例えば、銅繊維の銅がスズ (Sn) と合金化して拡散すると伝熱する部分が減少し、熱伝導率が下がるため、銅および銅合金の拡散を抑制できるニッケル (Ni)、コバルト (Co) をはんだに入れることが好ましい。なお、Cu フリーとは、不純物程度以外に Cu を含まないということである。

[0053] 具体的なはんだの組成として、Sn-Sb (アンチモン) 系のはんだに Ni、Co を入れた Sn-(5~10) Sb-(0.1~1) Ni、Co のはんだ (実施例 1) を用いることが好ましい。ここでの単位は、重量% (wt%) である。例えば、実施例 1 では、Sb は、はんだ中に 5~10 重量% 含まれる。また、Ni、Co は、同様の効果を有するため、Ni のみを入れてもよいし、Co のみを入れてもよい。さらに、Ni、Co は、はんだ中に 0.2~0.5 重量% 含まれるのがより好ましい。

[0054] また、Sn-Bi (ビスマス) 系のはんだに Ni、Co を入れた Sn-(40~70) Bi-(0.1~1) Ni、Co のはんだ (実施例 2) を用いることも好ましい。この組成のはんだは、脆いため通常ではパワー半導体チップ 1 の接合に用いることはできないが、実施の形態のように銅繊維部材と

一緒に用いることで十分な強度を持ち、パワー半導体チップ1の接合に用いることができる。また、Ni、Coに関しては、Sn-Sb系のはんだと同様である。

[0055] また、Sn-Ag（銀）系のはんだにNi、Coを入れたSn-（1～6）Ag-（0.1～1）Ni、Coのはんだ（実施例3）を用いることも好ましい。また、Ni、Coに関しては、Sn-Sb系のはんだと同様である。

[0056] また、上記でははんだにNi、Coを入れることにより、銅繊維の銅および銅合金の拡散を抑制していたが、銅繊維にNiめっきまたはCoめっきをすることにより、同様の効果を得ることができる。

[0057] 図4は、実施の形態にかかるはんだのパワーサイクル試験の結果を示す表である。上記の実施例1から実施例3のはんだに加え、比較例として、Sn-Sb-Cu-Ni系のはんだも試験した。また、実施例1の場合は、Ni、Coが、はんだ中に0.4重量%含まれる場合も試験した。パワーサイクル試験は、電源のオン／オフを繰り返して、熱抵抗が初期より20%以上上昇した回数を測定した。

[0058] 図4に示すように、実施例1から実施例3の場合、電源のオン／オフを10万回以上繰り返しても、熱抵抗が初期より20%以上上昇しなかった。特に、Ni、Coが、はんだ中に0.4重量%含まれる場合は、20万回以上繰り返しても、熱抵抗が初期より20%以上上昇しなかった。これに対して、比較例の場合、5万回以下の繰り返しで熱抵抗が初期より20%以上上昇した。これにより、実施例1から実施例3のはんだを用いることで、接合強度および熱物性の効果を生じさせることがわかった。

[0059] 次に、本発明の効果を実際の例により確かめた。まず、銅繊維部材20に、はんだを上下から挟んで形成する際のはんだの厚さを決定する。図5は、はんだ厚と等価熱伝導率との関係を示すグラフである。横軸は、上下のはんだの厚さの合計であり、単位は μm であり、縦軸は等価熱伝導率であり、単位は、 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である。ここで、等価熱伝導率とは、複数の材質で構成さ

れる部品を、1つのブロックとみなして与える熱伝導率のことである。なお、銅繊維含有はんだ材4の端部から銅繊維部材の端までの距離dは0.5 mmとした。

[0060] 図5は、はんだの熱伝導率を40 W/m・K、銅の熱伝導率を390 W/m・Kとして、銅繊維部材の銅占有率を22%、銅繊維部材の厚さを100 μmにした場合の計算結果である。図5に示すように、等価熱伝導率yと上下のはんだの厚さの合計xとの関係は、

$$y = 113.04 x^{-0.151}$$

で表される。例えば、上側のはんだの厚さ、銅繊維部材の厚さ、下側のはんだの厚さをそれぞれ、10 μm、100 μm、10 μmとした場合、等価熱伝導率は約80 W/m・Kとなり、はんだ単体の40 W/m・Kの約2倍となる。また、それぞれ20 μm、100 μm、20 μmとした場合、等価熱伝導率は約72 W/m・Kとなる。

[0061] 図6は、銅占有率と等価熱伝導率との関係を示すグラフである。横軸は、銅占有率であり、単位は重量%であり、縦軸は等価熱伝導率であり、単位は、W/m・Kである。ここで、銅占有率とは、銅繊維部材に含まれる銅の重量%であり、残りは、はんだの重量である。図6において、●の直線は、上側のはんだの厚さ、銅繊維部材の厚さ、下側のはんだの厚さをそれぞれ、10 μm、100 μm、10 μmとした場合の銅占有率xと等価熱伝導率yとの関係であり、この場合、

$$y = 3.25x + 6.6667$$

で表される。また、○の直線は、それぞれ、50 μm、100 μm、50 μmとした場合の銅占有率xと等価熱伝導率yとの関係であり、この場合、

$$y = 1.95x + 20$$

で表される。図6より、●の直線の場合で、銅占有率を22重量%にすると等価熱伝導率は約80 W/m・Kとなることがわかる。

[0062] 以上の結果に基づいて、厚さ100 μmの銅繊維部材20に、それぞれ厚さ10 μmのSn-Sb系のはんだを上下から挟んで形成した結果を示す。

図 7 は、銅繊維含有はんだ材 4 の実施例を示す断面図である。図 7 に示すように、銅繊維含有はんだ材 4 は、銅繊維間が互いに接点を有するよう折り重ねられている銅繊維部 22 と、銅繊維部材 20 の間にはんだがしみこんだはんだ浸漬部 21 とからなる。

[0063] 図 8 は、銅繊維含有はんだ材の実施例の接合部の断面図である。図 8 において、右図は左図の中央を拡大したものである。図 8 に示すように、銅繊維 20 は互いに接点を持ち、銅繊維 20 間がはんだ 23 で充填されていることがわかる。このように作成した銅繊維含有はんだ材の熱伝導率は、計算上で $72.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ である。レーザーフラッシュ法により実測した結果、 $S_n - S_b$ 系のはんだのみでは、熱伝導率が約 $40 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ であるところ、銅繊維含有はんだ材では、熱伝導率が $75.8 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ まで向上したことを確認した。ここで、レーザーフラッシュ法とは、断熱真空中に置かれた平板状試料の表面を均一にパルス加熱し、表面から裏面への 1 次元の熱拡散現象を観測することにより、熱拡散率を求める方法である。

[0064] 以上、説明したように、実施の形態にかかる半導体装置によれば、パワー半導体素子と電極パターンとを接合する接合部は、銅繊維を含み、銅繊維間がはんだで充填されている銅繊維含有はんだ材である。これにより、熱伝導率が、フラックスを含有したペーストはんだや板はんだより向上するため、パワー半導体チップの発生熱を効率よく放熱できる。また、はんだの中に銅繊維が含まれているため、はんだ中にクラックが発生しても、クラックが迂回して進展するため、はんだの寿命が向上する。さらに、はんだの中に銅繊維が含まれているため、フィレットが発生することを防止でき、はんだが脇にはみ出ることが少なくなる。また、銅繊維が互いに接点を有し熱パスを形成しているため、はんだにクラックが発生しても熱抵抗の上昇を抑制できる。また、銅繊維部材に、はんだをしみこませて板はんだとすることで、従来と同様の取り扱いができ、従来よりもはんだ厚さを均一に制御することが可能になる。

[0065] また、銅繊維含有はんだ材は、内部の銅繊維を中央部に配置し、内部の銅

繊維がパワー半導体素子および電極パターンから離れて配置され、銅繊維含有はんだ材の端部には、銅繊維が配置されない。これにより、パワー半導体チップの発生熱を、銅繊維が配置された中央部から放熱し、ボイドを低減し、接合性も向上させることができる。

[0066] また、銅繊維含有はんだ材は、銅繊維ではんだを挟んで接合し、パワー半導体チップや電極パターン側に銅繊維が配置される。これにより、熱伝導性がさらに向上する。銅繊維部材ではんだを挟んだ構造にした場合、はんだで銅繊維部材を挟んだ上記の結果に比べて、熱伝導率は約5%向上した。なお、銅繊維部材およびはんだを同じ厚さとした。また、銅繊維近傍でボイドが生じにくくなる。

[0067] また、銅繊維含有はんだ材に含まれるはんだの組成は、 $\text{Sn} - (5 \sim 10) \text{Sb} - (0.1 \sim 1) \text{Ni}$ 、 Co 、 $\text{Sn} - (40 \sim 70) \text{Sb} - (0.1 \sim 1) \text{Ni}$ 、 Co 、または、 $\text{Sn} - (1 \sim 6) \text{Sb} - (0.1 \sim 1) \text{Ni}$ 、 Co である。 Ni 、 Co により銅繊維の銅および銅合金の拡散を抑制することができ、熱伝導率が下がることを抑制できる。さらに、これらのはんだを用いることで、接合強度および熱物性の効果を生じさせることができる。

[0068] また、銅繊維に Ni めっきまたは Co めっきをしてもよい。 Ni 、 Co により銅繊維の銅および銅合金の拡散を抑制することができ、熱伝導率が下がることを抑制できる。

産業上の利用可能性

[0069] 以上のように、本発明にかかる半導体装置および半導体装置の製造方法は、インバータなどの電力変換装置や種々の産業用機械などの電源装置や自動車のイグナイタなどに使用されるパワー半導体装置に有用である。

符号の説明

- [0070]
- 1 パワー半導体チップ
 - 2 絶縁基板
 - 3 電極パターン
 - 4 接合部（銅繊維含有はんだ材）

- 5 放熱板
- 6 放熱グリス
- 7 冷却体
- 8 リードフレーム配線
- 9 導電性板
- 10 金属ワイヤ
- 11 外部端子
- 12 端子ケース
- 13 封止材料
- 14 はんだ材
- 20 銅繊維部材
- 21 はんだ浸漬部
- 22 銅繊維部
- 23 はんだ

請求の範囲

- [請求項1] 半導体素子を積層基板に搭載した組立構造を有する半導体装置において、
- 前記半導体素子と前記積層基板上の電極パターンとを接合する接合層は、金属繊維を含み、前記金属繊維間がはんだで充填されているはんだ材が使用されることを特徴とする半導体装置。
- [請求項2] 前記半導体素子と、前記半導体素子と前記積層基板上の電極パターンとの電気接続用の配線とを接合する接合層は、前記はんだ材が使用されることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記組立構造は、前記積層基板を搭載した放熱板をさらに有し、
- 前記積層基板と前記放熱板とを接合する接合層は、前記はんだ材が使用されることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記接合層では、前記はんだ材に含まれる前記金属繊維は中央部に配置され、
- 前記接合層の端部から所定の距離の間、前記金属繊維が配置されないことを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記所定の距離は、0.1 mm以上1 mm以下であることを特徴とする請求項4に記載の半導体装置。
- [請求項6] 前記接合層では、前記はんだ材に含まれる前記金属繊維は、前記半導体素子、前記積層基板および前記放熱板側に配置され、前記金属繊維間に、所定の厚さのはんだが配置されることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の半導体装置。
- [請求項7] 前記所定の厚さは、5 μ m以上20 μ m以下であることを特徴とする請求項6に記載の半導体装置。
- [請求項8] 前記所定の厚さは、前記はんだ材の厚さの5%から20%であることを特徴とする請求項6に記載の半導体装置。
- [請求項9] 前記金属繊維の直径は、前記はんだ材の厚さ以下であることを特徴

とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項10] 前記金属繊維は、銅繊維であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項11] 前記金属繊維の直径は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 10 に記載の半導体装置。

[請求項12] 前記金属繊維は、互いに接点を有することを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項13] 前記はんだは銅を含まないことを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項14] 前記はんだは、 $\text{Sn}-\text{Sb}$ 系はんだに Ni または Co を含有したもの、 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系はんだに Ni または Co を含有したもの、または、 $\text{Sn}-\text{Ag}$ 系はんだに Ni または Co を含有したものであることを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項15] 前記金属繊維は、 Ni めっきがされていることを特徴とする請求項 1 ～ 14 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項16] 前記金属繊維は、 Co めっきがされていることを特徴とする請求項 1 ～ 15 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項17] 前記金属繊維間は、 Ag または Cu の焼結材で充填されていることを特徴とする請求項 1 ～ 16 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項18] 前記はんだ材は、前記金属繊維が 2 層以上折り重ねられていることを特徴とする請求項 1 ～ 17 のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項19] 金属繊維を含み、前記金属繊維間がはんだで充填されているはんだ材を用いて、積層基板上の電極パターンと半導体素子とを接合して、前記積層基板に前記半導体素子を搭載する工程と、

前記積層基板を積層組立体に組み立てる工程と、

前記半導体素子と、前記積層基板上の電極パターンとを、電氣的に接続する工程と、

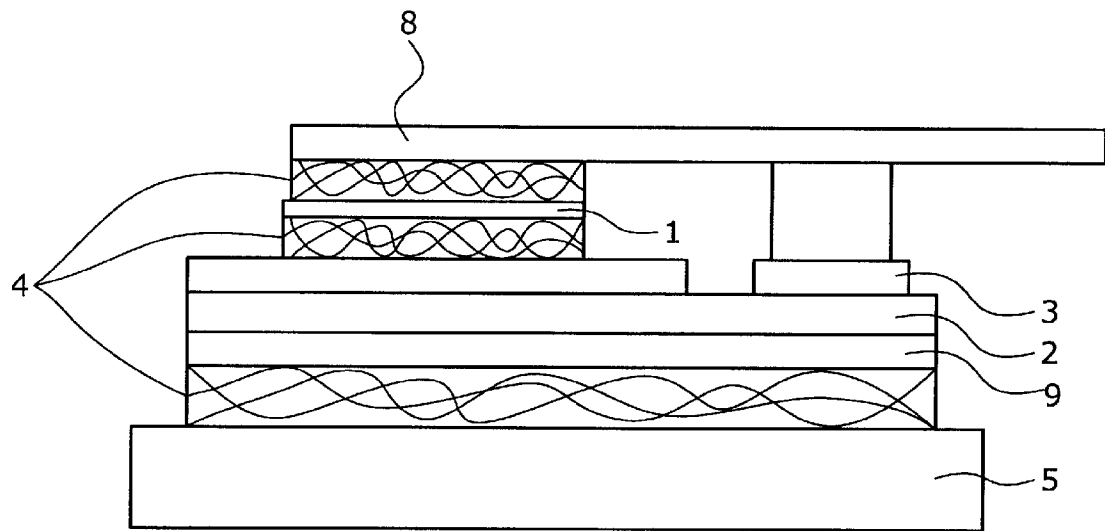
前記積層組立体に、樹脂ケースを組み合わせる工程と、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

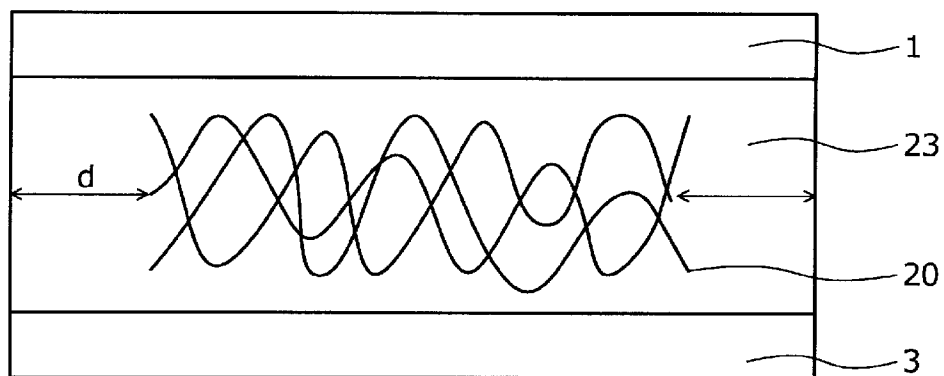
[請求項20] 前記電氣的に接続する工程では、前記はんだ材を用いて、前記半導体素子と、前記積層基板上の電極パターンとを、電氣的に接続することを特徴とする請求項19に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項21] 前記組み立てる工程では、前記積層基板を、前記はんだ材を用いて、前記積層組立体の放熱板に接合することを特徴とする請求項19または20に記載の半導体装置の製造方法。

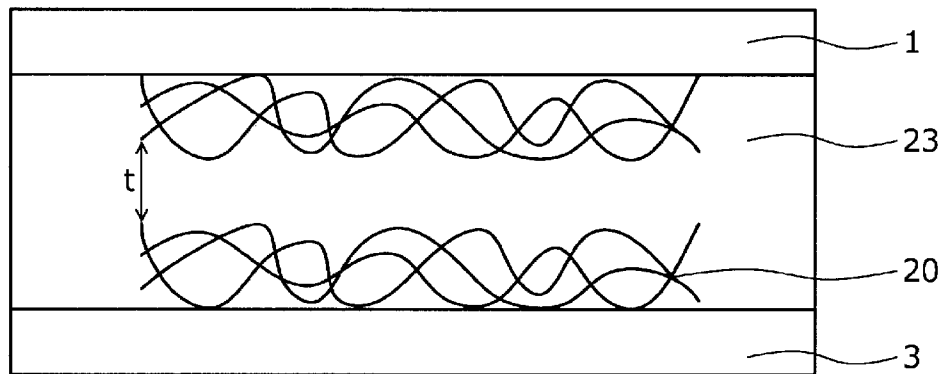
[図1]



[図2]



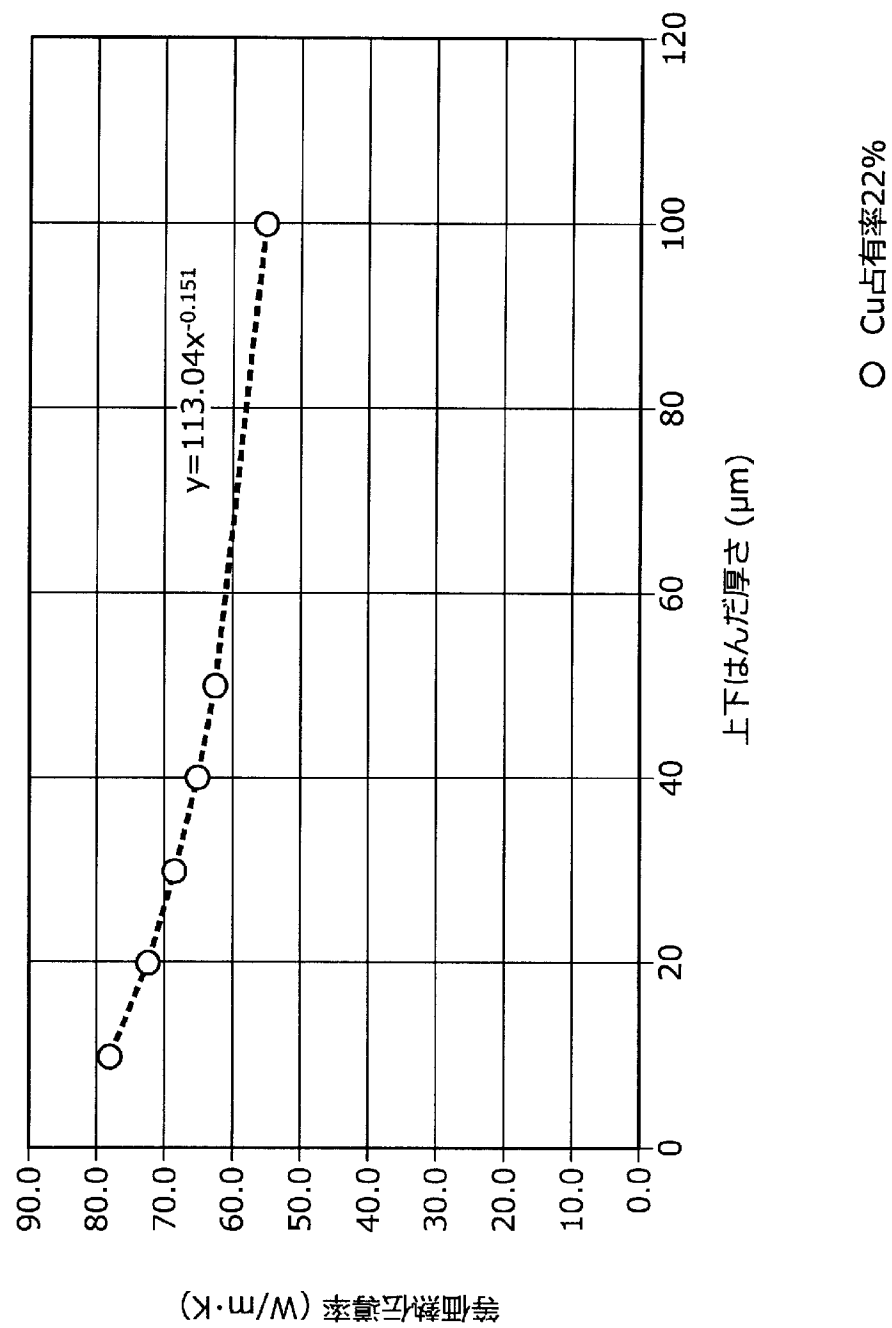
[図3]



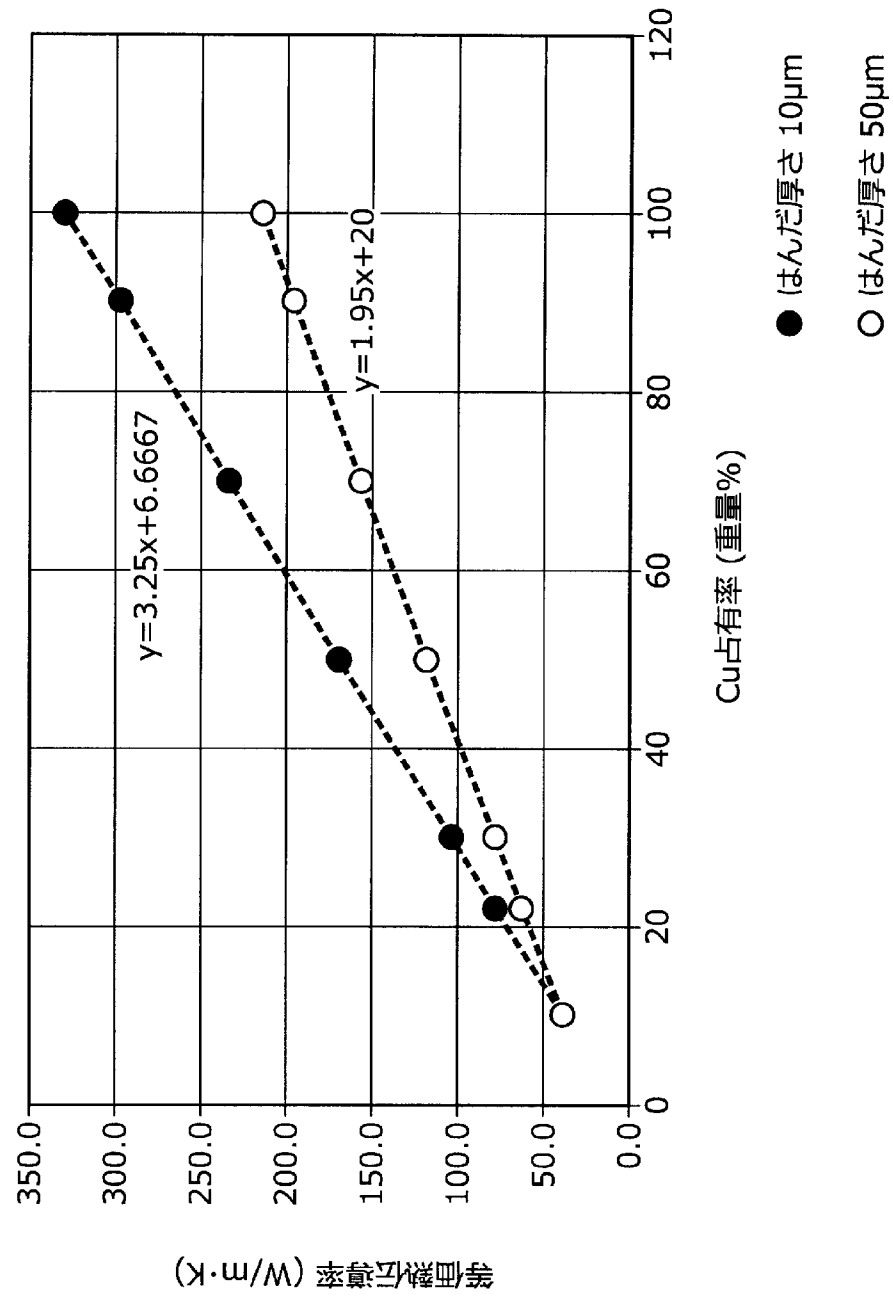
[図4]

	組成	評価結果
実施例1	Sn-(5~10)Sb-(0.1~1)Ni,Co	10万回以上
	Sn-(5~10)Sb-(0.4)Ni,Co	20万回以上
実施例2	Sn-(40~70)Bi-(0.1~1)Ni,Co	10万回以上
実施例3	Sn-(1~6)Ag-(0.1~1)Ni,Co	10万回以上
比較例	Sn-Sb-Cu-Ni	5万回以下

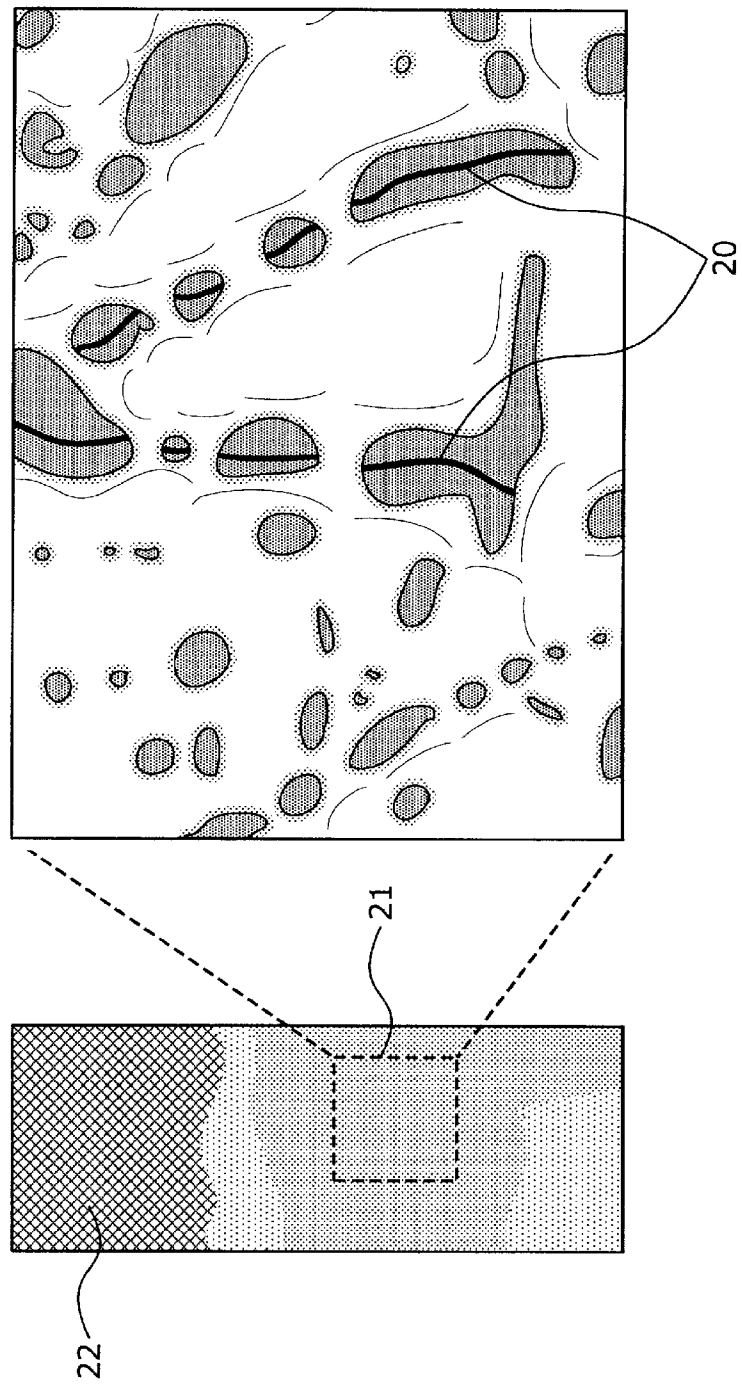
[図5]



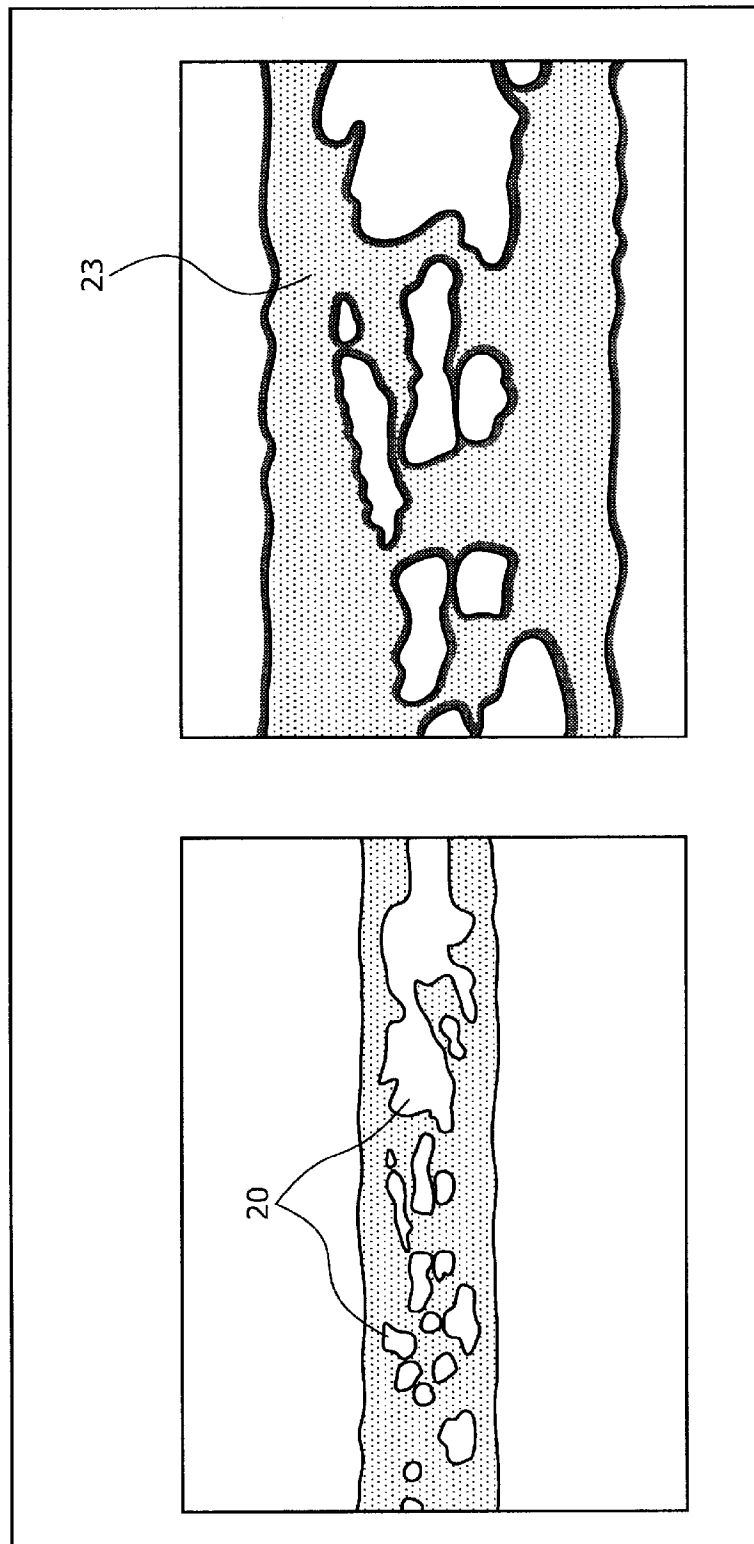
[図6]



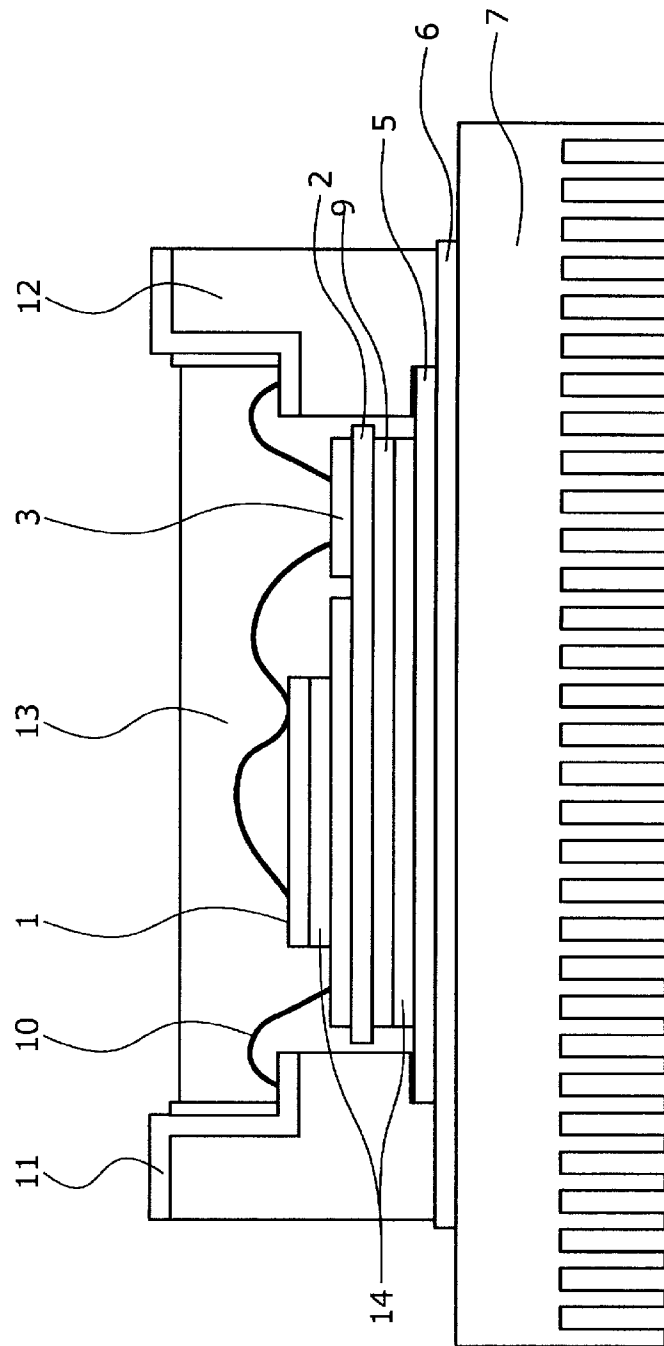
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L21/52 (2006.01) i, B23K1/00 (2006.01) i, B23K35/14 (2006.01) i, B23K35/26 (2006.01) i, H01L23/373 (2006.01) i, C22C12/00 (2006.01) n, C22C13/00 (2006.01) n, C22C13/02 (2006.01) n

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)

Int. Cl. H01L21/52, B23K1/00, B23K35/14, B23K35/26, H01L23/373, C22C12/00, C22C13/00, C22C13/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	JP 2004-174522 A (HITACHI, LTD.) 24 June 2004, paragraphs [0023]-[0192], fig. 1-19 (Family: none)	1, 4, 5, 9, 10, 12-15, 18
Y		2, 3, 6-8, 16, 19-21
X	JP 2002-301588 A (HITACHI, LTD.) 15 October 2002, paragraphs [0008]-[0093], fig. 1-17 & US	1, 9-11, 15, 18
Y	2006/0061974 A1, paragraphs [0078]-[0167], fig. 1-17 & WO 2002/049797 A1 & TW 592871 B & CN 1482956 A	2, 3, 6-8, 16, 19-21
X	JP 2008-4651 A (HITACHI, LTD.) 10 January 2008, paragraphs [0021]-[0069], fig. 1-7 & US	1-3, 9-12, 15, 17, 18
Y	2007/0298244 A1, paragraphs [0041]-[0088], fig. 1-7 & CN 101092005 A	2, 3, 6-8, 16, 19-21



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
26.04.2018

Date of mailing of the international search report
15.05.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010087

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-153470 A (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) 03 July 2008, paragraphs [0027]-[0067], fig. 1-4 & US 2008/0145607 A1, paragraphs [0047]-[0087], fig. 1-4	6-8
Y	JP 2014-86607 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 12 May 2014, paragraph [0018] (Family: none)	16
X	JP 2010-179336 A (TOYOTA CENTRAL RESEARCH AND DEVELOPMENT LABORATORIES, INC.) 19 August 2010, paragraphs [0073]-[0202], fig. 1-3 & US 2011/0291282 A1, paragraphs [0076]-[0204], fig. 1A-3 & WO 2010/089647 A1 & CN 102307701 A	1, 3, 13, 18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/52(2006.01)i, B23K1/00(2006.01)i, B23K35/14(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)i, H01L23/373(2006.01)i, C22C12/00(2006.01)n, C22C13/00(2006.01)n, C22C13/02(2006.01)n

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（IPC））

Int.Cl. H01L21/52, B23K1/00, B23K35/14, B23K35/26, H01L23/373, C22C12/00, C22C13/00, C22C13/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 2004-174522 A（株式会社日立製作所） 2004.06.24, 段落[0023]-[0192], 図1-19	1, 4, 5, 9, 10, 12-15, 18
Y	（ファミリーなし）	2, 3, 6-8, 16, 19-21
X	JP 2002-301588 A（株式会社日立製作所） 2002.10.15, 段落[0008]-[0093], 図1-17	1, 9-11, 15, 18
Y	& US 2006/0061974 A1, 段落[0078]-[0167], 図1-17 & WO 2002/049797 A1 & TW 592871 B & CN 1482956 A	2, 3, 6-8, 16, 19-21

☑ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

26.04.2018

国際調査報告の発送日

15.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

今井 聖和

50

4666

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 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	JP 2008-4651 A (株式会社日立製作所) 2008.01.10, 段落[0021]-[0069], 図 1-7	1-3, 9-12, 15, 17, 18
Y	& US 2007/0298244 A1, 段落[0041]-[0088], 図 1-7 & CN 101092005 A	2, 3, 6-8, 16, 19-21
Y	JP 2008-153470 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2008.07.03, 段落[0027]-[0067], 図 1-4 & US 2008/0145607 A1, 段落[0047]-[0087], 図 1-4	6-8
Y	JP 2014-86607 A (日産自動車株式会社) 2014.05.12, 段落[0018] (ファミリーなし)	16
X	JP 2010-179336 A (株式会社豊田中央研究所) 2010.08.19, 段落[0073]-[0202], 図 1-3 & US 2011/0291282 A1, 段落[0076]-[0204], 図 1A-3 & WO 2010/089647 A1 & CN 102307701 A	1, 3, 13, 18