

(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
2012 年 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/172854 A1

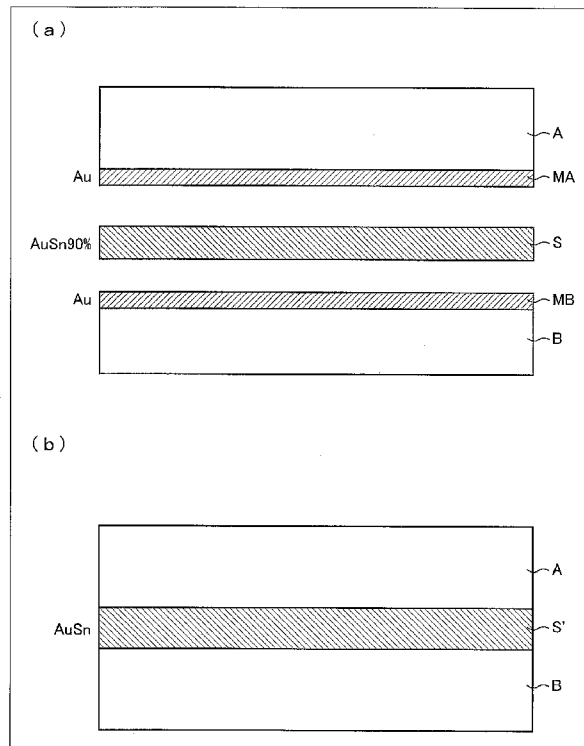
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/52 (2006.01) C22C 13/00 (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01) H01S 5/022 (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01) H05K 3/34 (2006.01)
C22C 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059153
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 4 日(04.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-134549 2011 年 6 月 16 日(16.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社フジクラ(Fujikura Ltd.) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 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): 豊原 望 (TOYOHARA, Nozomu). 坂元 明 (SAKAMOTO, Akira). 葛西 洋平(KASAI, Yohei).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル Osaka (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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: BONDING METHOD AND PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 接合方法、及び、製造方法

[図1]



(57) Abstract: This bonding method is a bonding method that bonds two members (A, B) using an Au-Sn solder. In this bonding method, the Sn wt% concentration in the Au-Sn solder (S') after bonding is 38.0%-82.3%.

(57) 要約: 本発明の接合方法は、2つの部材(A, B)をAu-Sn半田で接合する接合方法である。本発明の接合方法においては、接合後のAu-Sn半田(S')におけるSnの重量%濃度を、38.0%以上82.3%以下としている。

WO 2012/172854 A1



(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, 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).

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：接合方法、及び、製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半田によって2つの部材を接合する接合方法に関する。また、そのような接合方法を用いた、レーザモジュールの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 光ファイバにレーザ光を入射させる装置として、レーザモジュールが広く用いられている。レーザモジュールは、レーザ光を発するレーザ光源、レーザ光を受ける光ファイバ、及び、レーザ光源と光ファイバとの双方が取り付けられる放熱基板を備えている。レーザ光源及び光ファイバは、レーザ光源から発せられたレーザ光が光ファイバに効率よく入射するように位置合わせした上で放熱基板に固定される。

[0003] レーザモジュールでは、通常、レーザ光源と光ファイバとを直接的に放熱基板に接合するのではなく、先ず、レーザマウントとファイバマウントとを放熱基板に接合し、更に、レーザ光源と光ファイバとをレーザマウントとファイバマウントとに接合する構成が採用される。これらの部材の接合には、Au-Sn（金・錫）90%半田やAu-Sn20%半田などが頻用されている。このような構成を有する光ファイバを開示した文献としては、例えば、特許文献1が挙げられる。

[0004] また、特許文献2には、Snの重量%濃度が13%以下のAu-Sn半田を用いて、レーザモジュールを構成する複数の部材を、前に接合した半田を再溶融させることなく、順に接合する接合方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第6,758,610号明細書（登録日：2004年6月6日）

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2003-200289号」（公開日

: 2003年7月15日)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、上述したAu-Sn半田には以下のような問題があった。
- [0007] すなわち、Au-Sn20%半田は、その融点が278℃と高いため、Au-Sn20%半田を用いて部材を接合すると、その部材に熱歪を生じさせる。したがって、半導体レーザーチップなど、熱歪に弱い部材の接合には適さない。また、特許文献2に記載されたAu-Sn半田は、その融点が300℃以上であり、尚更、熱歪に弱い部材の接合には適さない。
- [0008] 一方、Au-Sn90%半田は、その融点が217℃であり、半導体レーザーチップの接合にしばしば利用されるものである。しかしながら、Au-Sn90%半田は、ヤング率が小さい軟質半田（ソフトソルダ）であるため、部材の位置精度が低下し易いという問題があった。
- [0009] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、Au-Sn90%半田などのAu-Sn半田を、接合後に硬質半田として使用し得る接合方法を実現することである。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記課題を解決するために、本発明に係る接合方法は、第1の部材と第2の部材とをAu-Sn半田で接合する接合方法であって、接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、38.0%以上82.3%以下である、ことを特徴とする。
- [0011] 上記の構成によれば、接合後のAu-Sn半田は、 ϵ -AuSnと η -AuSnとの共晶を含む硬質半田（接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、55.0%以上82.3%以下である場合）、又は、 δ -AuSnと ϵ -AuSnとの共晶を含む硬質半田（接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、38.0%以上61.0%以下である場合）となる。また、第1の部材又は第2の部材の接合面に形成されたAu層と併用すれば、Au-Sn90%半田を接合後に硬質半田として使用するこ

とが可能になる。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、Au-Sn90%半田などのAu-Sn半田を、接合後に硬質半田として使用することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1] Au-Sn半田、及び、このAu-Sn半田により接合される2つの部材の構成を示す断面図である。(a)は、接合前の状態、(b)は接合後の状態を示す。

[図2] Au-Sn半田の状態図(相図)である。

[図3] 図1に示す接合方法を適用した製造方法により製造される半導体レーザーモジュールの全体像を示す斜視図である。

[図4] 図3に示す半導体光モジュールの製造方法を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] [接合方法の概要]

本発明の一実施形態に係る接合方法について、図1を参照して説明する。本実施形態に係る接合方法は、2つの部材A、BをAu-Sn(金・錫)半田Sで接合する接合方法である。

[0015] なお、対象となる2つの部材A、Bは、それぞれ、少なくとも1つの平面を有していればよい。この場合、これらの平面(以下「接合面」と記載)同士をAu-Sn半田Sで接合する際に本実施形態に係る接合方法を適用することができる。部材A、Bの材料は特に限定されるものではないが、本実施形態においては、AlN(窒化アルミニウム)やCuW(銅タングステン)など、レーザーモジュール等の光学装置に頻用される材料を想定する。

[0016] 図1(a)は、2つの部材A、Bの接合前の状態を示す断面図である。

[0017] 部材Aの接合面には、図1(a)に示すように、Au層MAが形成されている。同様に、部材Bの接合面にも、図1(a)に示すように、Au層MBが形成されている。これらのAu層MA、MBは、メッキや蒸着などによって部材A、Bの接合面に形成されたものであり、「メタライズ」と呼ばれる

こともある。

[0018] Au-Sn半田Sは、板状に成形されたAu-Sn90%半田である。Au-Sn半田Sの融点は217℃であり、熱的なストレスに弱い半導体レーザなどの接合にしばしば用いられるものである。

[0019] Au-Sn半田Sによる2つの部材A、Bの接合は、部材Aの接合面をAu-Sn半田Sの一方の主面に当接させ、かつ、部材Bの接合面をAu-Sn半田Sの他方の主面に当接させた状態で、部材Bをヒータステージ等で加熱することによって行われる。ヒータステージから部材Bに伝導した熱は、更に、部材BからAu-Sn半田Sに伝導し、Au-Sn半田Sの温度を上昇させる。

[0020] Au-Sn半田Sの温度が融点217℃を超えると、Au-Sn半田Sが溶融し、Au層MA～MBに含まれるAuが溶融したAu-Sn半田Sに拡散する。したがって、溶融状態にあるAu-Sn半田S”（不図示）におけるSnの重量%濃度は、接合前のAu-Sn半田SにおけるSnの重量%濃度よりも小さくなる。これは、Au層MA～MBから拡散したAuによって、溶融状態にあるAu-Sn半田S”に含まれるAuの量が増え、Au-Sn半田S”全体の中でSnが占める比率が減少するためである。

[0021] 溶融状態にあるAu-Sn半田S”を冷却することによって、(1) η -AuSnと β -Snとの共晶、(2) ε -AuSnと η -AuSnとの共晶、又は、(3) ε -AuSnと δ -AuSnとの共晶を析出させることができる。何れの共晶が析出するかは、溶融状態にあるAu-Sn半田S”におけるSnの重量%濃度によって決まる。Au-Sn半田S”を更に急冷すると、Au-Sn半田S”は、何れかの共晶組成を保ったまま凝固する。これにより、部材Aと部材Bとの接合が完了する。なお、溶融状態にあるAu-Sn半田S”から何れの共晶が析出するかについては、参照する図面を代えて後述する。

[0022] 図1(b)は、2つの部材A、Bの接合後の状態を示す断面図である。

[0023] Au層MA～MBを構成するAuが全て溶融状態にあるAu-Sn半田S

”に拡散した場合、図1（b）に示すように、接合後のAu-Sn半田S’を介して部材Aと部材Bとが接合されることになる。接合後のAu-Sn半田S’におけるSnの重量%濃度は、溶融状態にあるAu-Sn半田S”の重量%濃度に等しく、また、接合前のAu-Sn半田SにおけるSnの重量%濃度よりも小さい。

[0024] Au層MA～MBを構成するAuが全て溶融状態にあるAu-Sn半田S”に拡散した場合、接合後のAu-Sn半田S’におけるSnの重量%濃度は、以下のように与えられる。すなわち、接合前のAu-Sn半田Sに含まれるSnの質量をx、接合前のAu-Sn半田Sに含まれるAuの質量をy_S、Au層MAに含まれるAuの質量をy_{MA}、Au層MBに含まれるAuの質量をy_{MB}、これらに含まれるAuの質量の合計を $y = y_S + y_{MA} + y_{MB}$ とすると、接合後のAu-Sn半田S’におけるSnの重量%濃度P’は、 $P' = 100 \times x / (x + y)$ で与えられる。

[0025] 次に、接合後のSn-Au半田S’の物性について、図2を参照して説明する。図2は、Sn-Au合金の状態図（相図）である。図2の状態図において、横軸はSnの重量%濃度[w t %]、縦軸は温度[°C]を表す。

[0026] まず、接合後のSn-Au半田S’の融点について、図2を参照して説明する。

[0027] 接合後のSn-Au半田S’の融点は、接合後のSn-Au半田S’におけるSnの重量%濃度に応じて決まる。具体的には、図2に示すように、Snの重量%濃度が38%以上であれば、Snの重量%濃度が小さくなるほど、接合後のSn-Au半田S’の融点は高くなる。上述したように、接合後のSn-Au半田S’におけるSnの重量%濃度は、接合前のSn-Au半田SにおけるSnの重量%濃度よりも小さくなる。したがって、接合後のSn-Au半田S’の融点は、接合前のSn-Au半田Sの融点よりも高くなる。

[0028] この性質は、部材の接合に極めて好都合な性質である。すなわち、部材Aに部材Bを接合し、さらに、部材Bに部材Cを接合する場合、既に接合した

部材Aと部材Bとの間に介在するSn-Au半田S'の融点は、これから接合する部材Bと部材Cとの間に介在するSn-Au半田Sの融点217℃よりも高くなる。したがって、部材Bと部材Cとの間に介在するSn-Au半田Sを溶融させるために部材Bの温度を217℃まで上昇させても、既に接合した部材Aと部材Bとの間に介在するSn-Au半田S'が溶融することはない。

[0029] 次に、接合後のSn-Au半田S'の共晶組成について、図2を参照して説明する。

[0030] 図2から明らかなように、溶融状態にあるSn-Au半田S''におけるSnの重量%濃度が82.3%以上90.0%以下であるとき、接合後のSn-Au半田S'は、(1) η -AuSnと β -Snとの共晶となる。一方、溶融状態にあるSn-Au半田S''におけるSnの重量%濃度が55.0%以上82.3%以下であるとき、接合後のSn-Au半田S'は、(2) ε -AuSnと η -AuSnとの共晶を含む。また、溶融状態にあるSn-Au半田S''におけるSnの重量%濃度が38.0%以上61.0%以下であるとき、接合後のSn-Au半田S'は、(3) δ -AuSnと ε -AuSnとの共晶を含む。

[0031] ところで、 ε -AuSnのヤング率は、103 GPaであり、AuSn90%のヤング率(40 GPa)や β -Snのヤング率(41.4 GPa)よりも高い。また、 δ -AuSnのヤング率は、 87 ± 9 GPaであり、やはり、AuSn90%のヤング率や β -Snのヤング率よりも高い。したがって、溶融状態にあるSn-Au半田S''におけるSnの重量%濃度が38.0%以上82.3%以下となるようにすることによって、本来は軟質半田(ソフトソルダ)として機能するところのAu-Sn90%半田を、その2倍程度のヤング率を有する硬質半田(ハードソルダ)として機能させることができる。

[0032] この性質もまた、部材の接合に極めて好適な性質である。すなわち、対象となる部材の表面に形成するAu層の厚みを適宜変更することによって、接

合箇所毎に接合強度を異ならせることができる。例えば、応力の緩和が重要な箇所では、Au層の厚みを薄くしてSn-Au半田を軟質半田として機能させ、部材の固定が重要な箇所では、Au層の厚みを厚くしてSn-Au半田を硬質半田として機能させることなどが可能である。

[0033] なお、接合前のAu-Sn半田Sに含まれるSnの質量を x 、接合前のAu-Sn半田Sに含まれるAuの質量を y 、Au層MAに含まれるAuの質量を y_{MA} 、Au層MBに含まれるAuの質量を y_{MB} 、これらに含まれるAuの質量の合計を $y = y_S + y_{MA} + y_{MB}$ とすると、Au-Sn半田Sを硬質半田として機能させるための条件は、 $0.380 \leq x / (x + y) \leq 0.823$ と表現することができる。

[0034] [適用例]

次に、本実施形態に係る接合方法の適用例について、図3～図4を参照して説明する。

[0035] まず、本実施形態に係る接合方法を適用して製造する半導体レーザモジュール1の構成について、図3を参照して説明する。図3は、本実施形態に係る接合方法を適用して製造する半導体レーザモジュール1の全体像を示す斜視図である。

[0036] 半導体レーザモジュール1は、光ファイバ2の末端に装着されるレーザモジュールであり、図3に示すように、基板10、サブマウント20、CoS (Chip on Submount) 30、ファイバマウント40、及びケース50を備えている。なお、図3においては、半導体レーザモジュール1の内部の構造を明らかにするために、ケース50の天板及び側板の一部を省略している。

[0037] 基板10は、半導体レーザモジュール1の底板である。本適用例においては、図3に示すように、基板10として、主面が角丸矩形の板状部材を用いる。基板10は、半導体レーザモジュール1の内部（特にCoS 30）で発生した熱を半導体レーザモジュール1の外部に放熱するためのヒートシンクとして機能する。このため、基板10は、熱伝導率の高い材料、例えば、例えばCu（銅）により構成される。

- [0038] 基板 10 の上面には、図 3 に示すように、4 つの凸部 11 a ~ 11 d が設けられている。これらの 4 つの凸部 11 a ~ 11 d は、サブマウント 20 の下面を基板 10 の上面から離間させるためのスペーサとして機能する。これらの 4 つの凸部 11 a ~ 11 d は、打ち抜き加工や削り出し加工などによって成形された、基板 10 と一体のものである。
- [0039] 基板 10 の上面には、図 3 に示すように、サブマウント 20 が載置される。
- [0040] サブマウント 20 は、C o S 30 及びファイバマウント 40 を支持する支持体である。本適用例においては、図 3 に示すように、サブマウント 20 として、主面が矩形の板状部材を用い、このサブマウント 20 を、その下面が基板 10 の上面と平行になり、かつ、その主面の長辺が基板 10 の主面の長辺と平行になるように配置する。サブマウント 20 は、その下面と基板 10 の上面との間に広がった軟質半田 61 によって、基板 10 の上面に接合される。サブマウント 20 と基板 10 との接合に際しては、後述するように、A u - S n 半田 90 % を軟質半田 61 として利用する。
- [0041] サブマウント 20 の上面には、図 3 に示すように、C o S 30 とファイバマウント 40 とが載置される。サブマウント 20 の上面において、ファイバマウント 40 は、光ファイバ 2 が引き出される側（図 3 において右手前側、以下では「ファイバ側」と記載）に配置され、C o S 30 は、光ファイバ 2 が引き出される側と反対側（図 3 において左奥側、以下では「リード側」と記載）に配置される。
- [0042] C o S 30 は、レーザマウント 31 と半導体レーザチップ 32 とが一体化されたものである。
- [0043] レーザマウント 31 は、半導体レーザチップ 32 を支持する支持体である。本適用例においては、図 3 に示すように、レーザマウント 31 として、主面が矩形状の板状部材を用い、このレーザマウント 31 を、その下面がサブマウント 20 の上面と平行になり、かつ、その主面の長辺がサブマウント 20 の主面の長辺と平行になるように配置する。レーザマウント 31 は、その

下面とサブマウント20の上面との間に広がった硬質半田62によって、サブマウント20の上面に接合される。レーザマウント31とサブマウント20との接合に際しては、後述するように、Au-Sn半田90%を硬質半田62として利用する。

[0044] レーザマウント31の上面には、図3に示すように、半導体レーザチップ32が載置される。半導体レーザチップ32は、その端面32aからレーザ光を発するレーザ光源である。本適用例においては、主にGaAs（ガリウム砒素）からなる、5mm以上のキャビティ長を有する高出力半導体レーザを用いる。半導体レーザチップ32は、図3に示すように、その延在方向がレーザマウント31の主面の長辺と平行になるように配置され、その下面がレーザマウント31の上面に接合されている。また、半導体レーザチップ32は、図3に示すように、ワイヤ33を介してレーザマウント31の上面に形成された回路に接続されており、この回路から供給された電流によって駆動される。

[0045] ファイバマウント40は、光ファイバ2を支持する支持体である。本適用例においては、ファイバマウント40として、図3に示すように、主面が矩形状の板状部材を用い、このファイバマウント40を、その下面がサブマウント20と平行になり、かつ、その主面の長辺がサブマウント20の主面の長辺と垂直になるように配置する。ファイバマウント40は、その下面とサブマウント20の上面との間に広がった硬質半田63によって、サブマウント20の上面に接合される。

[0046] ファイバマウント40には、図3に示すように、ケース50に設けられた挿通パイプ51を通して半導体レーザモジュール1の内部に引き込まれた光ファイバ2が載置される。光ファイバ2は、楔状に加工された先端2aが半導体レーザチップ32の端面32aに正対するように配置され、半田64によってファイバマウント40の上面に接合される。半導体レーザチップ32の端面32aから発せられたレーザ光は、先端2aから光ファイバ2に入射し、光ファイバ2内を伝搬する。

[0047] 次に、本実施形態に係る接合方法の適用したレーザモジュール１の製造方法について、図４を参照して説明する。ここでは、特に、サブマウント２０を基板１０に接合する工程と、レーザマウント３１をサブマウント２０に接合する工程とに注目する。

[0048] まず、レーザマウント３１の下面をサブマウント２０の上面に接合する工程について説明する。

[0049] レーザマウント３１をサブマウント２０に接合する前に、図４に示すように、レーザマウント３１の下面及びサブマウント２０の上面に、それぞれ、Ａｕ層３１ｂ及びＡｕ層２０ｂを形成する。これらのＡｕ層３１ｂ、２０ｂの厚みは、以下のように決める。すなわち、Ａｕ－Ｓｎ９０％半田である接合前のＡｕ－Ｓｎ半田６２に含まれるＳｎの質量を x 、同じく接合前のＡｕ－Ｓｎ半田６２に含まれるＡｕの質量を y_{62} 、Ａｕ層３１ｂに含まれるＡｕの質量を y_{31b} 、Ａｕ層２０ｂに含まれるＡｕの質量を y_{20b} 、これらに含まれるＡｕの質量の合計を $y = y_{62} + y_{31b} + y_{20b}$ として、 $0.380 \leq x / (x + y) \leq 0.823$ となるように決める。この場合、接合後のＡｕ－Ｓｎ半田６２が硬質半田として機能することは、図２を参照して既に説明したとおりである。なお、接合前のＡｕ－Ｓｎ半田６２としては、板状に形成されたＡｕ－Ｓｎ９０％半田を利用する。

[0050] 上記の準備を行ったうえで、以下の工程Ｓ１～Ｓ８によって、レーザマウント３１とサブマウント２０とを接合する。

[0051] 工程Ｓ１：サブマウント２０をヒータステージ上に載置する。

[0052] 工程Ｓ２：板状に成形されたＡｕ－Ｓｎ半田６２を基板１０上に載置する。

[0053] 工程Ｓ３：レーザマウント３１をＡｕ－Ｓｎ半田６２上に載置する。

[0054] 工程Ｓ４：ヒータステージによるサブマウント２０の加熱を開始する。

[0055] ヒータステージによるサブマウント２０の加熱を開始すると、サブマウント２０の温度が次第に上昇する。サブマウント２０の温度が 217°C に達すると、Ａｕ－Ｓｎ半田６２がサブマウント２０側から溶融し始める。この際

、Au層31b及びAu層20bを構成するAuが溶融したAu-Sn半田62に拡散し、溶融したAu-Sn半田62におけるSnの重量%濃度が38.0%以上82.3%以下になる。なお、Auの拡散を促進するために、半導体レーザチップ32への悪影響が生じない範囲でAu-Sn半田62をできるだけ高温になるよう加熱すること、すなわち、Au-Sn半田62を240℃～250℃程度まで加熱することが望ましい。

[0056] 工程S5：Au-Sn半田62が完全に溶融したら、レーザマウント31をスクラブする。なお、レーザマウント31をスクラブするとは、レーザマウント31をサブマウント20の上面と平行な面内で何度か摺動させることを指す。これにより、Au-Sn半田62とレーザマウント31との間に混入した気泡を排除する。

[0057] 工程S6：ヒータステージによるサブマウント20の加熱を停止する。ヒータステージによるサブマウント20の加熱を停止すると、サブマウント20の温度が次第に下降する。

[0058] 工程S7：Au-Sn半田62を急冷する。この際、溶融したAu-Sn半田62におけるSnの重量%濃度が38.0%以上82.3%以下なので、 ϵ -AuSnと η -AuSnとの共晶、又は、 δ -AuSnと ϵ -AuSnとの共晶が形成される。

[0059] 以上のようにして、レーザマウント31とサブマウント20との接合が実現される。接合後のAu-Sn半田62は、ヤング率の大きい硬質半田となる。

[0060] 次に、サブマウント20の下面を基板10の上面に接合する工程について説明する。なお、サブマウント20を基板10に接合する工程は、レーザマウント31をサブマウント20に接合する工程の後に行われる。

[0061] サブマウント20を基板10に接合する前に、サブマウント20の下面及び基板10の上面に、それぞれ、Au層20a及びAu層10aを形成する。これらのAu層20a、10aの厚みは、以下のように決める。すなわち、接合前のAu-Sn半田61に含まれるSnの質量をx、接合前のAu-

S n半田61に含まれるA uの質量を y_{61} 、A u層20aに含まれるA uの質量を y_{20a} 、A u層10aに含まれるA uの質量を y_{10a} 、これらに含まれるA uの質量の合計を $y = y_{61} + y_{20a} + y_{10a}$ として、 $0.823 \leq x / (x + y) \leq 0.900$ を満たすように決める。この場合、接合後のA u-S n半田61が軟質半田として機能することは、図2を参照して既に説明したとおりである。なお、接合前のA u-S n半田61としては、板状に形成されたA u-S n90%半田を利用する。

[0062] 上記の準備を行ったうえで、以下の工程T1～T8によって、サブマウント20と基板10とを接合する。

[0063] 工程T1：基板10をヒータステージ上に載置する。

[0064] 工程T2：板状に成形されたA u-S n半田61を基板10上に載置する。

[0065] 工程T3：サブマウント20をA u-S n半田61上に載置する。

[0066] 工程T4：ヒータステージによる基板10の加熱を開始する。

[0067] ヒータステージによる基板10の加熱を開始すると、基板10の温度が次第に上昇する。基板10の温度が217℃に達すると、A u-S n半田61が基板10側から溶融し始める。この際、A u層20を構成するA uが溶融したA u-S n半田61に拡散し、溶融したA u-S n半田61におけるS nの重量%濃度が82.3%以上90.0%以下になる。

[0068] 工程T5：A u-S n半田61が完全に溶融したら、サブマウント20をスクラブする。

[0069] 工程T6：ヒータステージによる基板10の加熱を停止する。ヒータステージによる基板10の加熱を停止すると、基板10の温度が次第に下降する。

[0070] 工程T7：A u-S n半田61を急冷する。この際、溶融したA u-S n半田61におけるS nの重量%濃度が82.3%以上90.0%以下なので、 η -A uS nと β -S nとの共晶が形成される。

[0071] 以上のようにして、サブマウント20と基板10との接合が実現される。

接合後のAu-Sn半田61は、ヤング率の小さい軟質半田となる。

[0072] 〔まとめ〕

以上のように、本実施形態に係る接合方法は、第1の部材と第2の部材とをAu-Sn半田で接合する接合方法であって、接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、38.0%以上82.3%以下である、ことを特徴とする。

[0073] 上記の構成によれば、接合後のAu-Sn半田は、 ϵ -AuSnと η -AuSnとの共晶を含む硬質半田（接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、55.0%以上82.3%以下である場合）、又は、 δ -AuSnと ϵ -AuSnとの共晶を含む硬質半田（接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、38.0%以上61.0%以下である場合）となる。また、第1の部材又は第2の部材の接合面に形成されたAu層と併用すれば、Au-Sn90%半田を接合後に硬質半田として使用することが可能になる。

[0074] 本実施形態に係る接合方法においては、接合前の上記第1の部材の接合面、及び、接合前の上記第2の部材の接合面の少なくとも何れか一方には、Au層が形成されており、接合前の上記Au-Sn半田に含まれるSnの質量をx、接合前の上記Au-Sn半田及び上記Au層に含まれるAuの合計質量をyとしたときに、 $0.380 \leq x / (x + y) \leq 0.823$ となる、ことが好ましい。

[0075] 上記の構成によれば、上記Au層に含まれるAuの質量が上記条件を満たすよう、上記Au層の厚などを調整するだけで、容易にAu-Sn90%半田を接合後に硬質半田として使用することが可能になる。

[0076] 本実施形態に係る接合方法において、接合前の上記Au-Sn半田は、Au-Sn90%半田である、ことが好ましい。

[0077] 上記構成によれば、広く利用されているAu-Sn90%半田を使って、硬質半田を実現することができる。

[0078] なお、上記接合方法を用いた接合工程を含むレーザモジュールの製造方法

も本実施形態の範疇に含まれる。

[0079] 〔付記事項〕

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明は、Au-Sn半田（例えば、Au-Sn90%半田）による部材の接合に広く適用することができる。特に、Au-Sn90%半田による光学部品の接合に広く適用することができる。

符号の説明

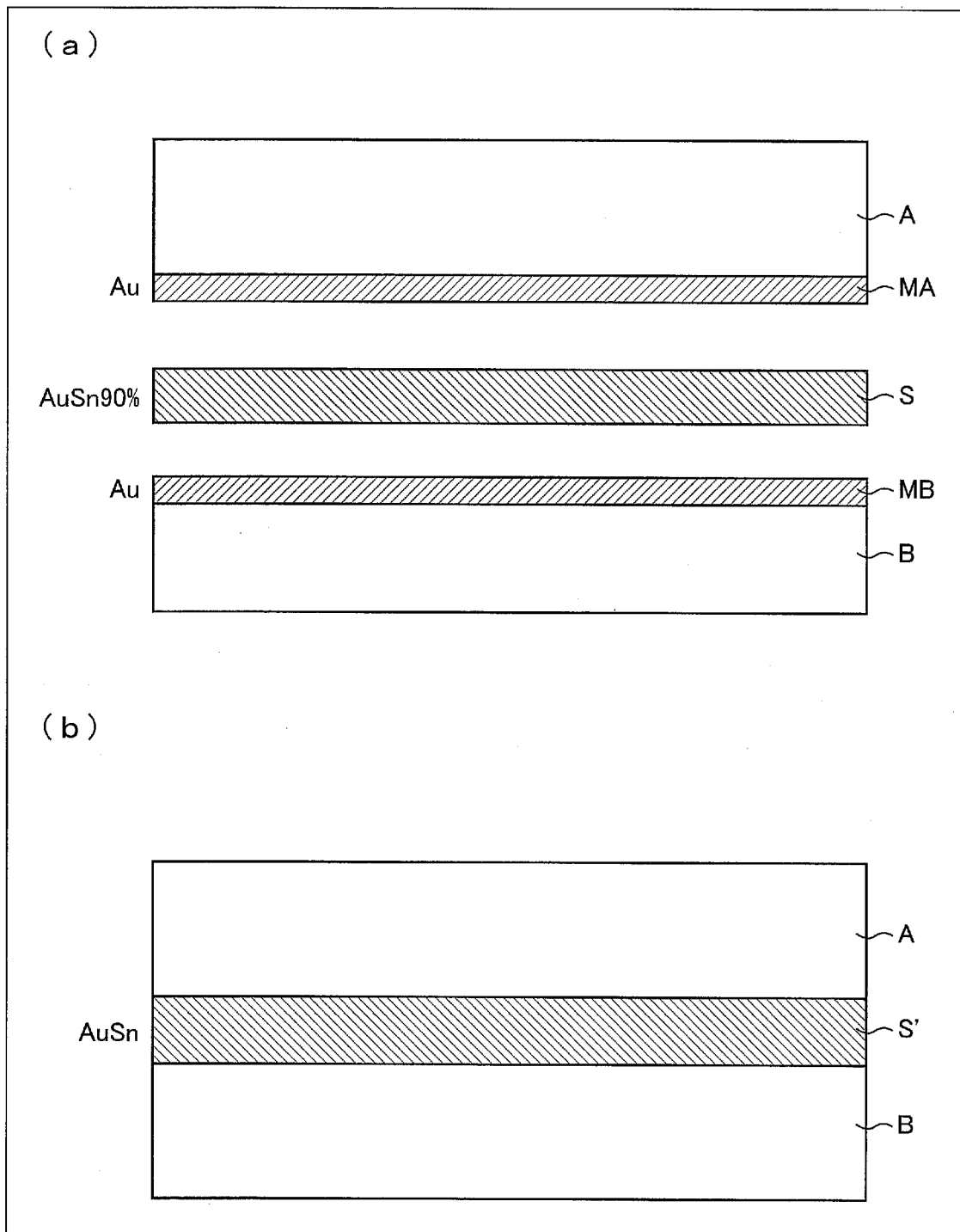
[0081]	A	部材（第1の部材）
	MA	Au層
	B	部材（第2の部材）
	MB	Au層
	S	Au-Sn半田（接合前）（Au-Sn90%半田）
	S'	Au-Sn半田（接合後）
	1	半導体レーザモジュール（レーザモジュール）
	10	基板
	11a～11d	凸部
	20	サブマウント
	30	CoS
	31	レーザマウント
	32	半導体レーザチップ（レーザ光源）
	40	ファイバマウント
	50	ケース
	61	軟質半田
	62	硬質半田

請求の範囲

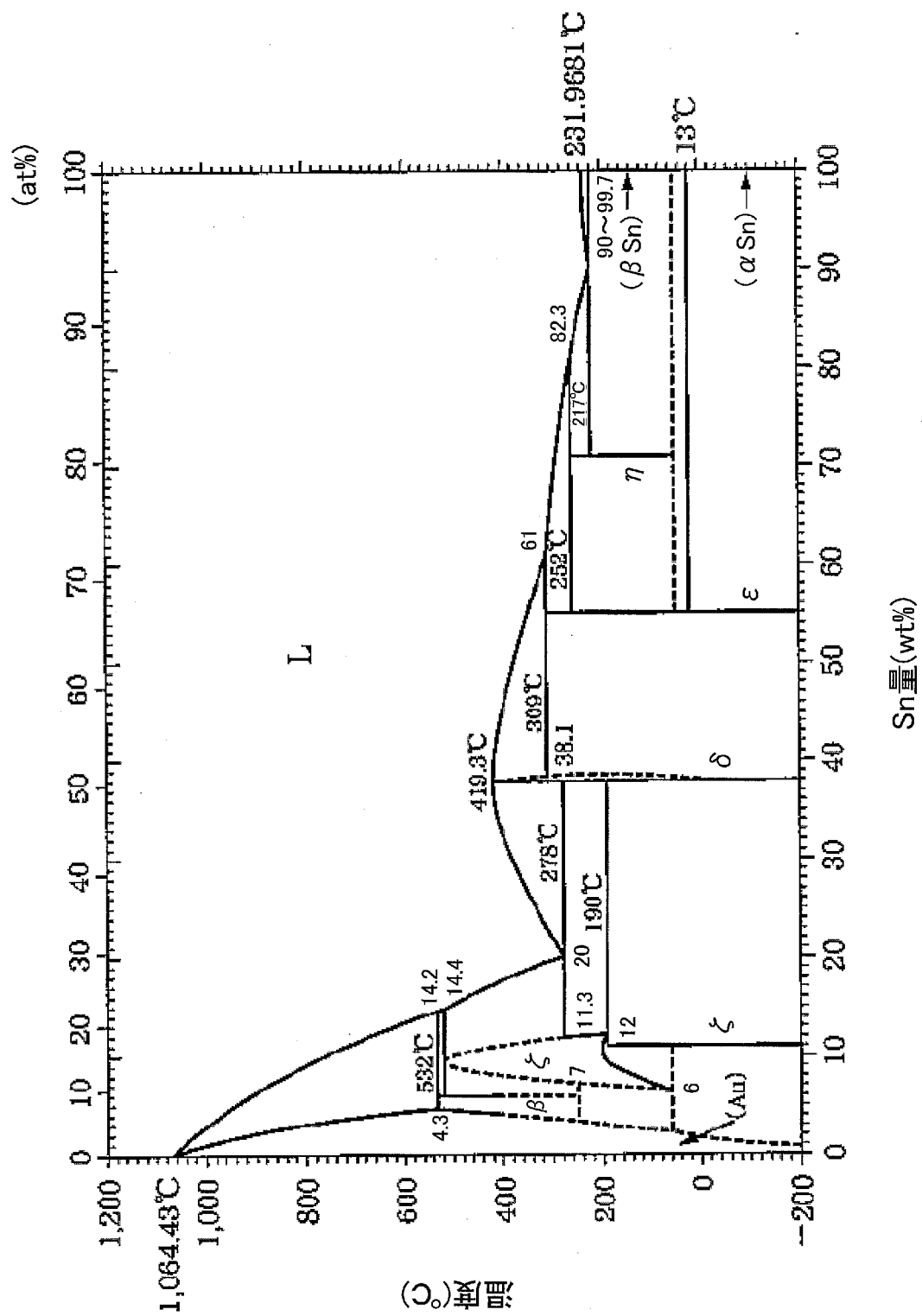
- [請求項1] 第1の部材と第2の部材とをAu-Sn半田で接合する接合方法であって、
接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、38.0%以上82.3%以下である、ことを特徴とする接合方法。
- [請求項2] 接合前の上記第1の部材の接合面、及び、接合前の上記第2の部材の接合面の少なくとも何れか一方に、Au層を形成する形成工程と、
接合前の上記第1の部材の接合面、及び、接合前の上記第2の部材の接合面の両方に当接した上記Au-Sn半田を溶融させる溶融工程とを含み、
接合前の上記Au-Sn半田に含まれるSnの質量をx、接合前の上記Au-Sn半田及び上記Au層に含まれるAuの合計質量をyとしたときに、 $0.380 \leq x / (x + y) \leq 0.823$ となる、ことを特徴とする請求項1に記載の接合方法。
- [請求項3] 接合前の上記Au-Sn半田は、Au-Sn90%半田である、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の接合方法。
- [請求項4] 接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、55.0%以上82.3%以下である、
ことを特徴とする請求項1から3までの何れか1項に記載の接合方法。
- [請求項5] 接合後の上記Au-Sn半田におけるSnの重量%濃度が、38.0%以上61.0%以下である、
ことを特徴とする請求項1から3までの何れか1項に記載の接合方法。
- [請求項6] レーザ光源が載置されたレーザマウントと、上記レーザマウントが載置されたサブマウントと、上記サブマウントが載置された基板とを備えたレーザモジュールの製造方法であって、
請求項1から5までの何れか1項に記載の接合方法を用いて、上記

レーザマウントと上記サブマウントとをAu-Sn半田で接合する接合工程を含んでいる、
ことを特徴とするレーザモジュールの製造方法。

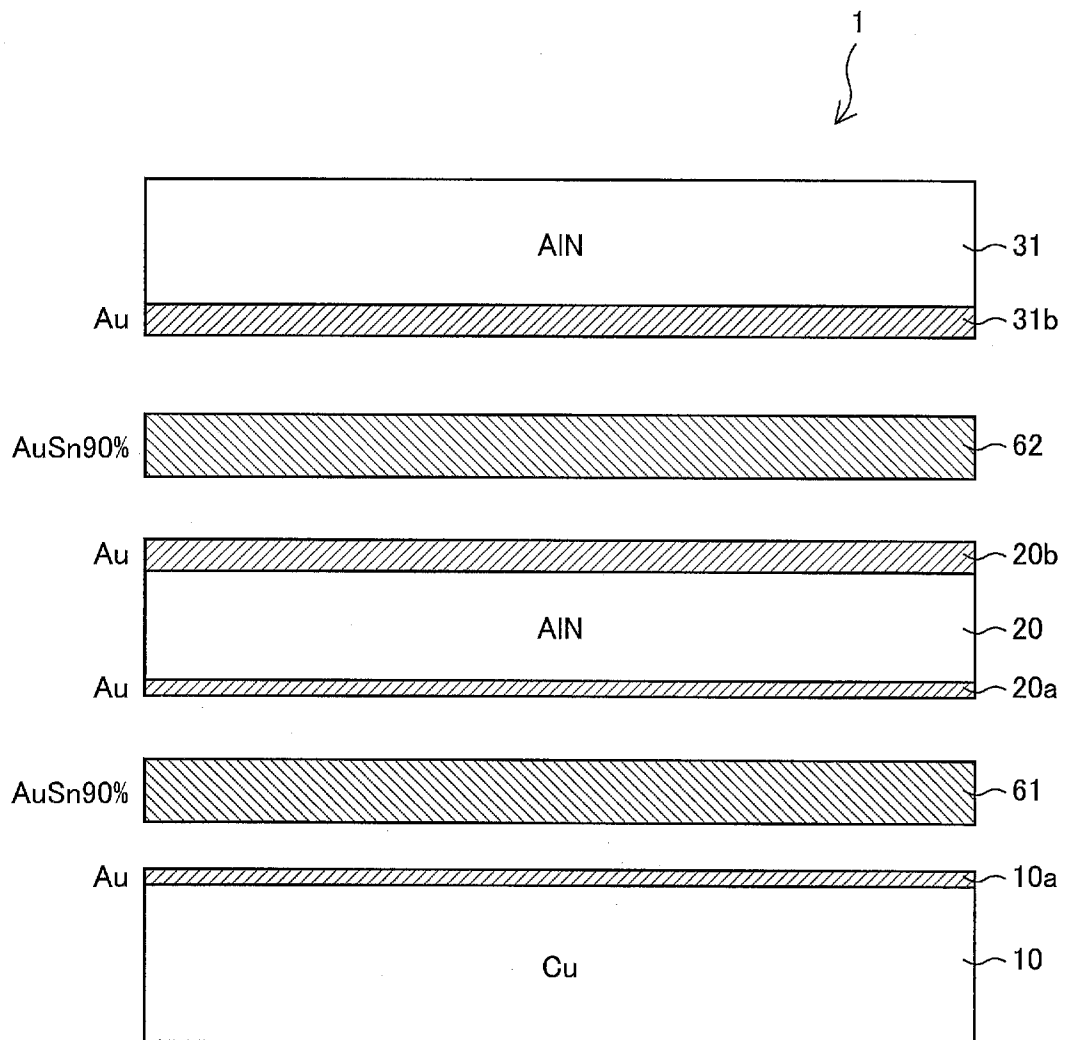
[図1]



[図2]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059153

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/52(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)i, C22C5/02(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i, H05K3/34(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)

H01L21/52, B23K35/26, B23K35/30, C22C5/02, C22C13/00, H01S5/022, H05K3/34

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
P, X	JP 2011-167761 A (Mitsubishi Materials Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraphs [0008] to [0052] (Family: none)	1, 4-5
X Y A	JP 2008-080393 A (Toshiba Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), fig. 1 to 3; paragraphs [0011] to [0080] (Family: none)	1-2, 4-5 $\frac{6}{3}$
Y	JP 2003-200289 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 15 July 2003 (15.07.2003), fig. 1 to 4; paragraphs [0012] to [0034] (Family: none)	6

☒ 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
14 May, 2012 (14.05.12)

Date of mailing of the international search report
29 May, 2012 (29.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059153

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-278463 A (Dowa Mining Co., Ltd.), 12 October 2006 (12.10.2006), fig. 1 to 2; paragraphs [0013] to [0043] & US 2009/0207580 A1 & EP 1868241 A1 & WO 2006/098454 A1 & KR 10-2007-0110889 A & CN 101916746 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/52 (2006.01)i, B23K35/26 (2006.01)i, B23K35/30 (2006.01)i, C22C5/02 (2006.01)i, C22C13/00 (2006.01)i, H01S5/022 (2006.01)i, H05K3/34 (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. H01L21/52, B23K35/26, B23K35/30, C22C5/02, C22C13/00, H01S5/022, H05K3/34

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
P, X	JP 2011-167761 A (三菱マテリアル株式会社) 2011.09.01, 【0008】 - 【0052】 (ファミリーなし)	1, 4-5
X Y A	JP 2008-080393 A (株式会社東芝) 2008.04.10, 図1 - 3, 【0011】 - 【0080】 (ファミリーなし)	1-2, 4-5 $\frac{6}{3}$
Y	JP 2003-200289 A (古河電気工業株式会社) 2003.07.15, 図1 - 4, 【0012】 - 【0034】 (ファミリーなし)	6

☒ 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

1 4 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 5 . 2 0 1 2

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)

越本 秀幸

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

4 R

4 0 3 6

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
A	JP 2006-278463 A (同和鉱業株式会社) 2006. 10. 12, 図 1 - 2, 【O O 1 3】 - 【O O 4 3】 & US 2009/0207580 A1 & EP 1868241 A1 & WO 2006/098454 A1 & KR 10-2007-0110889 A & CN 101916746 A	1-6