

(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
2017年3月16日(16.03.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/043555 A1

- (51) 国際特許分類:
H01B 13/00 (2006.01) H01R 4/68 (2006.01)
B23K 20/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/076371
- (22) 国際出願日: 2016年9月8日(08.09.2016)
- (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 2015-178672 2015年9月10日(10.09.2015) JP
- (71) 出願人: 東レエンジニアリング株式会社(TORAY ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1030028 東京都中央区八重洲1丁目3番22号(八重洲龍名館ビル) Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森 誠樹(MORI, Masaki); 〒5200842 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

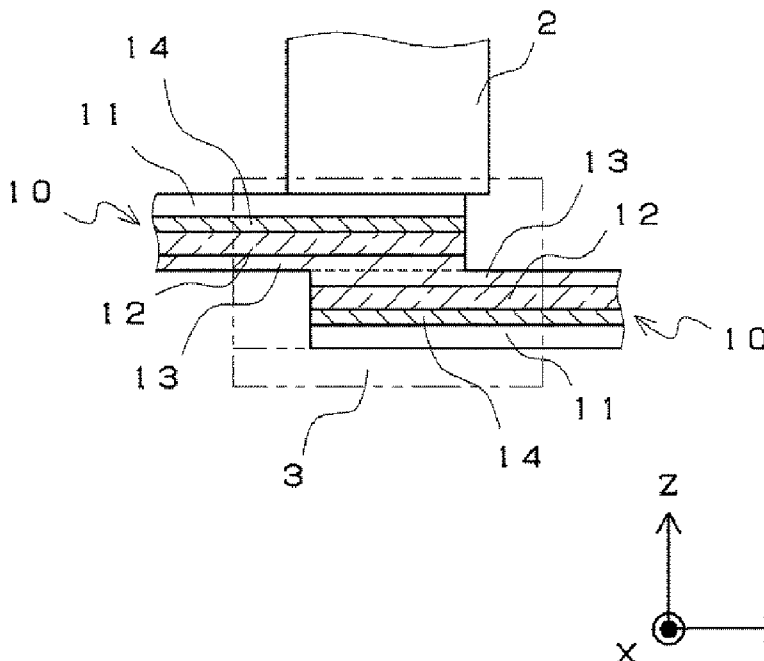
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))

(54) Title: SUPERCONDUCTING WIRE ROD BONDING METHOD

(54) 発明の名称: 超電導線材の接合方法



(57) Abstract: Provided is a superconducting wire rod bonding method for simply bonding superconducting wire rods to each other with the minimum superconducting characteristic deterioration. Specifically, the present invention is a method for bonding to each other superconducting wire rods 10 each having a superconducting layer 12 that is coated with a stabilization layer 13. The method has: an overlapping step for overlapping each other the stabilization layers 13 of the two superconducting wire rods 10 such that the stabilization layers 13 face each other, said stabilization layers being in contact with the superconducting layers 12, respectively; and a bonding step for bonding the overlapping portions of the two superconducting wire rods 10 to each other by ultrasonic bonding. The overlapping step and the bonding step are performed at a room temperature.

(57) 要約: 超電導特性の劣化を最小限にして簡便に超電導線材同士を接合する超電導線材の接合方法を提供する。具体的には、超電導層12に安定化層13が被覆された超電導線材10の接合方法であり、2本の超電導線材10のそれぞれ超電導層12と接する安定化層13同士が対向するように重ね合わせる重ね合わせ工程と、2本の超電導線材10の重なった部分を超音波接合する接合工程と、を有し、前記重ね合わせ工程および前記接合工程は室温で行う。

WO 2017/043555 A1

明 細 書

発明の名称：超電導線材の接合方法

技術分野

[0001] 本発明は、安定化膜が被覆された超電導線材同士を超電導特性の劣化を最小限にして接合する超電導線材の接合方法に関するものである。

背景技術

[0002] 超電導体はたとえば液体窒素温度（ -196°C ）といった低温条件下において電気抵抗がゼロになる特性を有し、大型加速器、リニアモーターカーなど多岐の分野において利用されている。

[0003] このような超電導体を有する超電導線材はたとえば図2のような構造を有し、基板材11上に超電導体からなる超電導層12が形成され、その超電導層12の上に銀などの良導体からなる安定化層13が被覆されている。

[0004] 一方、このような超電導線材は品質が安定しかつ長尺のものを一度に製作することは困難であり、長尺の超電導線材を必要とする場合は、短尺の超電導線材を連結させて長尺にする工程が発生する。ただし、はんだ接合などの一般的な連結方法では接合部が大きな電気抵抗となるため、仮にこのような方法で超電導線材の連結を行った場合、連結された線材の超電導特性が著しく悪化する。

[0005] ここで、連結後も超電導特性を劣化させない超電導線材の連結方法として、特許文献1に示すように超電導線材の接合面に熱エネルギーおよび圧力を付与して直接接合する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-012582号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、上記方法によって超電導線材を接合する場合、製造コストがかか

り非効率的であるという問題があった。具体的には、熱エネルギーによって超電導線材同士を接合させる際に超電導線材が高温（たとえば300℃）となった場合に、超電導層からの酸素抜けが生じて超電導特性が劣化するおそれがある。それを防ぐために超電導線材同士の接合は酸化性雰囲気中で実施する必要があるため、そのような環境を用意するためにはコストがかかる上に大掛かりな接合装置を必要としていた。

[0008] 本発明は上記問題を鑑みてなされたものであり、超電導特性の劣化を最小限にして簡便に超電導線材同士を接合する超電導線材の接合方法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

[0009] 上記課題を解決するために本発明の超電導線材の接合方法は、超電導層に安定化層が被覆された超電導線材の接合方法であり、2本の超電導線材のそれぞれ超電導層と接する安定化層同士が対向するように重ね合わせる重ね合わせ工程と、2本の超電導線材の重なった部分を超音波接合する接合工程と、を有し、前記重ね合わせ工程および前記接合工程は室温で行うことを特徴としている。

[0010] 上記超電導線材の接合方法によれば、室温で重ね合わせおよび接合を行うため、超電導層からの酸素抜けは発生せず、超電導特性の劣化を最小限にして簡便に超電導線材同士を接合することが可能である。

[0011] また、前記接合工程では、前記重なった部分の複数箇所に対して超音波接合を行うと良い。

[0012] こうすることにより、個々の接合の範囲が狭くなるため、それぞれの接合を行う際にその接合範囲において超音波接合装置のホーンおよびアンピルの全面がしっかり超電導線材と接するようするための調整が容易となる。その結果、接合実施範囲内に未接合部が生じる可能性を低くして確実な接合を行うことができ、超電導特性が高い連結線材を得ることができる。

[0013] また、超音波接合に用いるホーンは円盤状の形状を有し、前記接合工程では前記重なった部分に対して前記ホーンを転がしながら超音波接合を行うと

良い。

[0014] こうすることにより、ホーンと超電導線材との接触面積は小さくなり、その結果、接合実施範囲内に未接合部が生じる可能性を低くして確実な接合を行うことができるため、超電導特性が高い連結線材を得ることができる。また、ホーンを転がしながら超音波接合を行うことにより、確実な接合を連続して行うことができる。

発明の効果

[0015] 本発明の超電導線材の接合方法によれば、超電導特性の劣化を最小限にして簡便に超電導線材同士を接合することが可能である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態における超電導線材の接合方法を行うための接合装置を示す概略図である。

[図2]本実施形態にかかる超電導線材を表す概略図である。

[図3]本実施形態における超電導線材の連結形態を表す概略図である。

[図4]本実施形態における超電導線材の接合方法を表す概略図である。

[図5]他の実施形態にかかる超電導線材の接合方法を表す概略図である。

[図6]他の実施形態にかかる超電導線材の接合方法を表す概略図である。

[図7]接合された超電導線材の断面写真である。

[図8]超電導線材上の接合部の形成状態を表す概略図である。

[図9]本発明の一実施形態における接合装置の概略図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明に係る実施の形態を図面を用いて説明する。

[0018] 図1は、本発明の一実施形態における超電導線材の接合方法を行うための接合装置を示す概略図である。

[0019] 接合装置1は、ホーン2およびアンビル3を備え、超音波接合により2つの超電導線材10を接合する。

[0020] ホーン2は、発振器4が接続された金属製のブロックであり、発振器4の動作によってホーン2は水平方向（図中の矢印方向（X軸方向））に所定の

振幅および周波数で超音波振動する。また、図示しない駆動装置により垂直方向（Z軸方向）に移動することが可能であり、アンビル3に設置された超電導線材10を上方から加圧することができる。

[0021] アンビル3は、接合物である2つの超電導線材10が重なるように位置決めし、保持する台であり、超音波接合を実施しているときにホーン2からの振動エネルギーが逃げないようにしている。

[0022] 上記接合装置1による超音波接合の原理は、以下の通りである。

[0023] アンビル3の上で重ね合わされた超電導線材10に対してホーン2により垂直方向（Z軸方向）の加圧力を与えながら、超電導線材10の接合面に平行な超音波振動を印加することにより接合が行われる。これにより、接合面は超音波振動によって互いに擦れ合い、接合面に存在する酸化被膜や付着物（汚れ）が破壊、除去されて清浄な金属面が露出する。これによって両接合面の金属原子間に引力が作用し、さらに加圧することより両接合面の接触面積を増加させ、固相状態で接合に至る。

[0024] 図2は、本実施形態にかかる超電導線材を表す概略図である。

[0025] 超電導線材10は、本実施形態ではイットリウム系（Y系）超電導線材であり、ハステロイなどのNi系合金などからなる基板材11の上にイットリウム系超電導体（ $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ）などからなる超電導層12が形成されている。

[0026] また、超電導層12の表面にはAg、Ag-Cuなどの良導体からなる安定化層13が被覆されている。この安定化層13は、超電導線材10の動きや磁場変動などに起因して万が一超電導層12の一部で超電導状態が失われて抵抗が発生した場合にこの安定化層13へ電流が迂回する働きを有しており、超電導層12全体の超電導状態が失われることを防ぐことができる。

[0027] また、基板材11と超電導層12の間には、中間層14が形成されており、基板材11と超電導層12との反応を防ぎ、超電導層12の超電導特性の劣化を防止している。

[0028] ここで、上記の構成の超電導線材10は、長尺のものを一度に製作するこ

とは困難であり、その場合は短尺の超電導線材 10 を連結させて長尺にする必要がある。

[0029] 図 3 は、本実施形態における超電導線材の連結形態を表す概略図である。

[0030] 本発明では、超電導層 12 と接する安定化層 13 同士が対向するように 2 本の超電導線材 10 を重ね合わせ（これを重ね合わせ工程と呼ぶ）、2 本の超電導線材 10 の重なった部分を超音波接合する（これを接合工程と呼ぶ）ことにより、超電導線材 10 同士を連結している。この連結作業を繰り返し行うことにより、長尺の線材を形成させることができる。

[0031] 図 4 は、本実施形態における超電導線材の接合方法を表す概略図である。

[0032] 上述の通り本実施形態では接合装置 1 を用いて 2 本の超電導線材 10 の超音波接合を行っている。具体的には、2 本の超電導線材 10 を超電導層 12 と接する安定化層 13 同士が対向するように重ね合わせ、その重ね合わせ部分をアンビル 3 で保持した後、ホーン 2 を下降させて重ね合わせ部分を加圧する。この後、ホーン 2 を超音波振動させることにより、安定化層 13 同士が接合される。

[0033] このように安定化層 13 同士を直接接合することにより、すなわち、はんだなどの別材料を用いることなく超電導線材 10 同士を連結することにより、電気抵抗をほとんど増大させることなく超電導線材 10 同士を連結することができる。

[0034] また、本発明では上記重ね合わせ工程および接合工程は室温（約 $20 \pm 20^{\circ}\text{C}$ ）で行っている。すなわち、超電導線材 10 を別途加熱することは行っていない。これにより、超電導層 12 が高温になることに起因する超電導層 12 からの酸素抜けが生じないため、超電導層 12 の超電導特性は劣化しない。したがって、酸化性雰囲気です超電導線材 10 の接合を行う必要は無く、また、接合時に超電導線材 10 の加熱も冷却も行う必要も無いため、簡便に超電導線材 10 同士を接合することが可能である。

[0035] なお、本発明の接合を行う前の工程によって超電導線材 10 が上記室温の範囲より高い温度もしくは上記室温の範囲より低い温度となっていたとして

も、そのまま接合を行うと良い。すなわち、超電導線材 10 の加熱も冷却も行わずに室温条件下でそのまま接合を行うことにより、接合作業を簡便にすることができる。

[0036] 次に、他の実施形態にかかる超電導線材の接合方法を図 5 に示す。

[0037] 図 4 の実施形態では、ホーン 2 の超電導線材 10 と接する部分およびアンビル 3 の Y 軸方向の寸法が超電導線材 10 の重ね合わせ部の寸法よりも大きいのにに対し、図 5 の実施形態ではホーン 2 の超電導線材 10 と接する部分の Y 軸方向の寸法は超電導線材 10 の重ね合わせ部の寸法よりも小さい。そのため、1 回の超音波接合で接合が実施される範囲は小さくなり、超電導線材 10 同士の接合部の接続抵抗を小さくするためには、図中に矢印で示すようにホーン 2 をステップ送りするなど、超電導線材 10 に対してホーン 2 およびアンビル 3 を相対移動させながら重ね合わせ部の複数箇所に対して超音波接合を行う必要がある。

[0038] ただし、個々の接合の範囲が狭くなることにより、図 4 の実施形態に対してそれぞれの接合を行う際にその接合範囲においてホーン 2 およびアンビル 3 の全面がしっかり超電導線材 10（基板材 11）と接するようするための調整が容易となる。その結果、接合実施範囲内に未接合部が生じる可能性を低くして確実な接合を行うことができ、超電導特性が高い連結線材を得ることができる。

[0039] なお、図 5 の実施例ではホーン 2 の寸法を小さくすることにより 1 回の超音波接合で形成される接合部の寸法が小さくなっているが、アンビル 3 の寸法を小さくすることによっても、同様の結果を得ることができる。

[0040] また、上記の説明ではホーン 2 もしくはアンビル 3 を動かすことにより超電導線材 10 に対してホーン 2 およびアンビル 3 を相対移動させているが、ホーン 2 およびアンビル 3 は動かさずに超電導線材 10 の方を動かしても構わない。この場合、複数回の接合を実施している間ホーン 2 とアンビル 3 の平行度が維持できるため、都度平行度調整を行う必要無く連続して接合を行うことができる。

[0041] 次に、さらに別の実施形態にかかる超電導線材の接合方法を図6に示す。

[0042] 図6の実施形態では、ホーン2は円盤状の形状を有しており、X軸方向に中心軸を有し、この中心軸を回転軸として回転可能となっている。これにより、ホーン2がアンビル3上に設置された超電導線材10に接して加圧しながら図中に矢印で示すようにY軸方向に転がすことができる。

[0043] この実施形態でもホーン2と超電導線材10との接触面積は小さくなるため、接合実施範囲内に未接合部が生じる可能性を低くして確実な接合を行うことができ、超電導特性が高い連結線材を得ることができる。そして、ホーン2をY軸方向に転がしながら超音波接合を行うことにより、確実な接合を連続して行うことができ、Y軸方向に長く未接合部の無い接合部を形成させることができる。また、ホーン2やアンビル3の段取り替えを行うことなく、Y軸方向に任意の長さの接合部を形成させることができる。

[0044] 図7は、本発明の接合方法により接合された超電導線材の断面写真である。図7(a)は図4に示す実施形態で接合したものであり、図7(b)は図5および図6に示す実施形態で接合したものである。なお、この図におけるX軸方向、Y軸方向、Z軸方向は、図4乃至図6のように接合装置1に載置された状態の超電導線材10の向きに対応させている。

[0045] 2本の超電導線材10の連結部の抵抗値をより小さくするためには接合部の面積を大きくすることが有効である。図4の実施形態のように大きな寸法のホーン2およびアンビル3を用いることにより、1回の超音波接合でY軸方向に幅広い範囲(図4では重ね合わせ部全体)にわたる接合を行うことが可能であるが、ホーン2の全面がしっかり超電導線材10(基板材11)と接するようするための調整が難しくなる。調整がしっかりできており、ホーン2の全面が超電導線材10と接していれば問題は無いが、仮にホーン2と超電導線材10との接触部において一部隙間が生じると、その部分においてホーン2からの振動エネルギーが超電導線材10に伝搬せず、超電導線材10同士が接合されなくなる。その結果、図7(a)に示すように2本の超電導線材10の接合界面において接合部21のほかにも未接合部22が混在し、

結果的に連結部の抵抗値が高くなるおそれがある。

[0046] これに対し、図5および図6の実施形態ではホーン2と超電導線材10との接触面積は小さく、確実な接合を行うことができるため、図7(b)に示すように接合範囲内に未接合部22が存在しない接合部21を形成することが容易である。

[0047] 図8は、超電導線材上の接合部の形成状態を表す概略図である。図8(a)は図4に示す実施形態で接合したものであり、図8(b)は図5に示す実施形態で接合したものであり、図8(c)は図6に示す実施形態で接合したものである。なお、この図におけるX軸方向、Y軸方向、Z軸方向も、図4乃至図6のように接合装置1に載置された状態の超電導線材10の向きに対応させている。

[0048] 図8の各図においてハッチングで示す部分が超電導線材10上に接合部21が形成された部分を表している。図4の実施例では一度の接合で広い範囲の超音波接合を行うことができる反面、ホーン2およびアンビル3がしっかり超電導線材10と接するようするための調整が困難である。そのため、調整が不十分であると図8(a)のように接合範囲(図中に鎖線で表示)内に接合部21がほとんど形成されないおそれがあるが、十分に調整されている場合は図8(c)のように接合範囲内の全面に接合部21を形成することを一度の超音波接合で行うことが可能である。

[0049] また、図5に示す実施形態で小さい接合部21を形成させる超音波接合を複数回行うことにより、結果的に図8(b)のように接合範囲内における接合部21の割合を十分大きくすることができる。

[0050] また、図6に示す実施形態でホーン2を転がしながら超音波接合を行うことにより、転がす距離に応じて任意のY軸方向の幅の接合部21を形成することが可能である。なお、接合部21のX軸方向の幅は、ホーン2の超電導線材10と接する部分の幅で決定される。これにより、図8(c)のように広範囲の接合部21を接合範囲内に形成することができる。

[0051] 次に、実際に超電導線材10同士を室温環境で重ね合わせ、接合した結果

を示す。このとき、各超電導線材 10 の安定化層 13 の厚みは約 10 μ m、幅は約 5 mm であった。

[0052] このときに使用したホーン 2、アンビル 3 の形態を図 9 に示す。図 9 (a) は上面図、図 9 (b) は側面図であり、図 9 (c) はアンビル 3 の先端部の拡大図である。超電導線材 10 同士の重ね合わせ部の長さ (図 9 (c) における長さ d1) は 30 mm であり、ホーン 2 の超電導線材 10 と接する部分は当該重ね合わせ部よりも大きく、重ね合わせ部全体と接している。

[0053] アンビル 3 は図 9 (c) に示すように半円柱状の先端部 31 が一方向に並べられた先端形状を有しており、本実施形態では半径 0.25 mm の半円柱が 0.5 mm ピッチで 8 個並べられた形態である。すなわち、アンビル 3 の超電導線材 10 と接する部分の幅方向 (図 9 における Y 軸方向) の寸法は約 3.5 mm である。また、奥行き方向 (図 9 における X 軸方向) の寸法も 3 mm であり、アンビル 3 の超電導線材 10 と接する部分は上記重ね合わせ部よりも十分に小さい。すなわち、これらホーン 2 とアンビル 3 により、図 5 の実施例と同様に接合実施範囲内に未接合部が生じる可能性を低くして確実な接合を行うことができる。そして、アンビル 3 の位置を Y 軸方向にずらしながら 9 回程度接合を繰り返し、Y 軸方向のほぼ全体にわたって上記重ね合わせ部の接合を行った。

[0054] 上記のホーン 2、アンビル 3 を使用して超音波接合時の荷重、接合時間、ホーン 2 の振幅をパラメータとし、複数条件において実際に超電導線材 10 同士を室温環境で重ね合わせ、接合した結果を表 1 に示す。

[0055]

[表1]

No.	荷重(N)	時間 (ms)	振幅 (μm)	接合状態
1	600	150	30	×
2	600	150	45	×
3	600	300	45	×
4	1000	300	45	×
5	1400	500	55	△
6	1000	300	60	○
7	1000	500	60	○
8	1200	500	60	○
9	1500	500	60	×
10	1000	750	60	○

[0056] 表1中の接合状態の評価は、接合が完了した超電導線材10を手にとり、曲げ、ねじりなどの外力を数回加え、その時点で剥がれたサンプルは×、曲げ、ねじりに耐えたサンプルを切断して接合部（図8で示す接合部21）の大きさを評価し、所定の大きさより小さいサンプルは△、大きいサンプルは○とした。

[0057] 接合時の荷重、接合時間、ホーン2の振幅が小さすぎる場合、接合が不十分で簡単に剥がれ、また、簡単に剥がれなくとも接合部の大きさが十分でなかったが、No. 6乃至No. 8、およびNo. 10のサンプルの作成条件では十分な接合部の面積を得ることができ、それらサンプルの抵抗値は約30～70 n Ω と電線用の超電導線材用途として十分な値であった。また、No. 9のサンプルは、荷重が大きすぎたため、安定化層13、超電導層12が破壊されていた。

[0058] 以上の超電導線材の接合方法により、超電導特性の劣化を最小限にして簡便に超電導線材同士を接合することが可能である。

[0059] ここで、本発明の超電導線材の接合方法は、以上で説明した形態に限らず本発明の範囲内において他の形態のものであってもよい。たとえば、上記の説明では安定化層は超電導層上にのみ形成されているが、基板材上（中間層が形成されている面と反対側の面）にも形成されていても構わない。この場合も、超電導層と接している方の安定化層同士を対向させて超音波接合を行

うことにより、超電導特性の劣化を最小限にして超電導線材の連結を行うことができる。

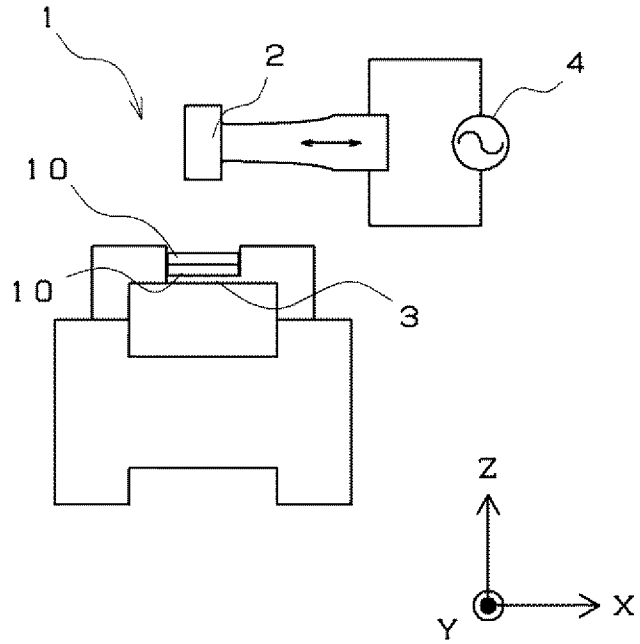
符号の説明

- [0060]
- 1 接合装置
 - 2 ホーン
 - 3 アンビル
 - 4 発振器
 - 10 超電導線材
 - 11 基板材
 - 12 超電導層
 - 13 安定化層
 - 14 中間層
 - 21 接合部
 - 22 未接合部
 - 31 先端部

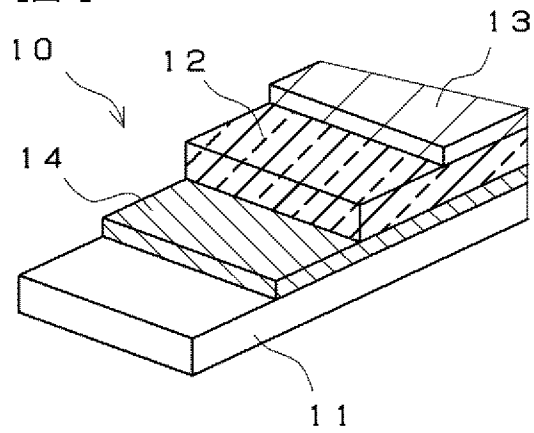
請求の範囲

- [請求項1] 超電導層に安定化層が被覆された超電導線材の接合方法であり、
2本の超電導線材のそれぞれ超電導層と接する安定化層同士が対向するように重ね合わせる重ね合わせ工程と、
2本の超電導線材の重なった部分を超音波接合する接合工程と、
を有し、
前記重ね合わせ工程および前記接合工程は室温で行うことを特徴とする、超電導線材の接合方法。
- [請求項2] 前記接合工程では、前記重なった部分の複数箇所に対して超音波接合を行うことを特徴とする、請求項1に記載の超電導線材の接合方法。
- [請求項3] 超音波接合に用いるホーンは円盤状の形状を有し、前記接合工程では前記重なった部分に対して前記ホーンを転がしながら超音波接合を行うことを特徴とする、請求項1に記載の超電導線材の接合方法。

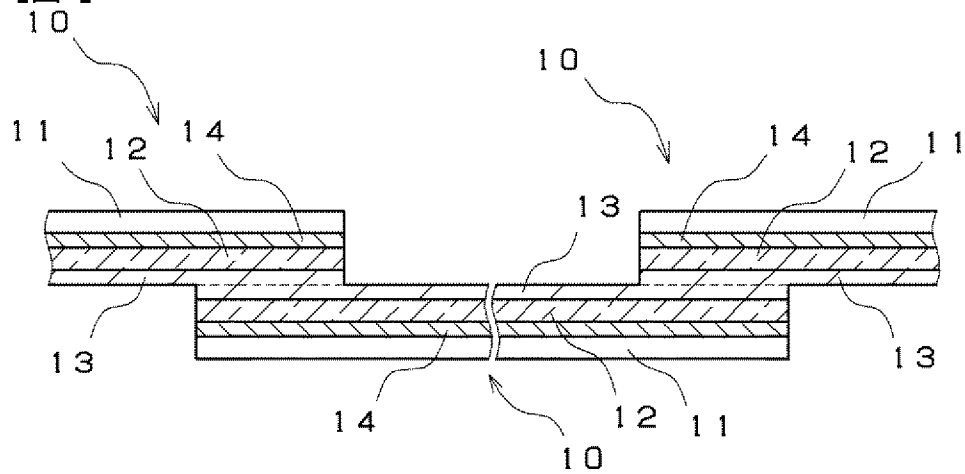
[図1]



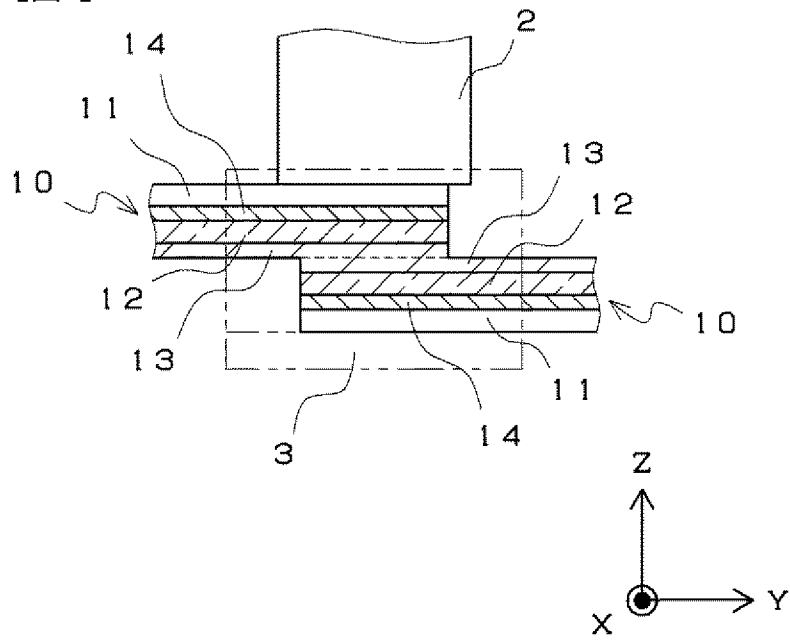
[図2]



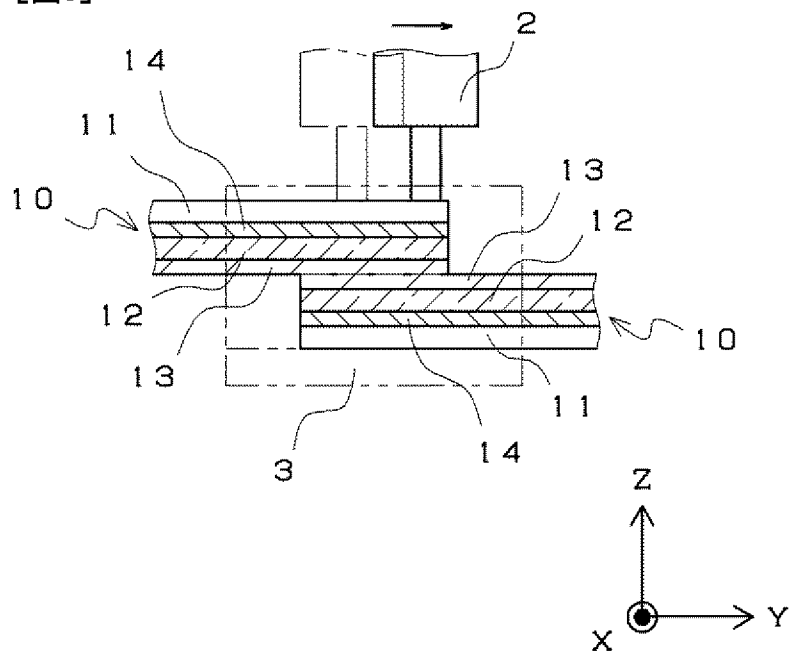
[図3]



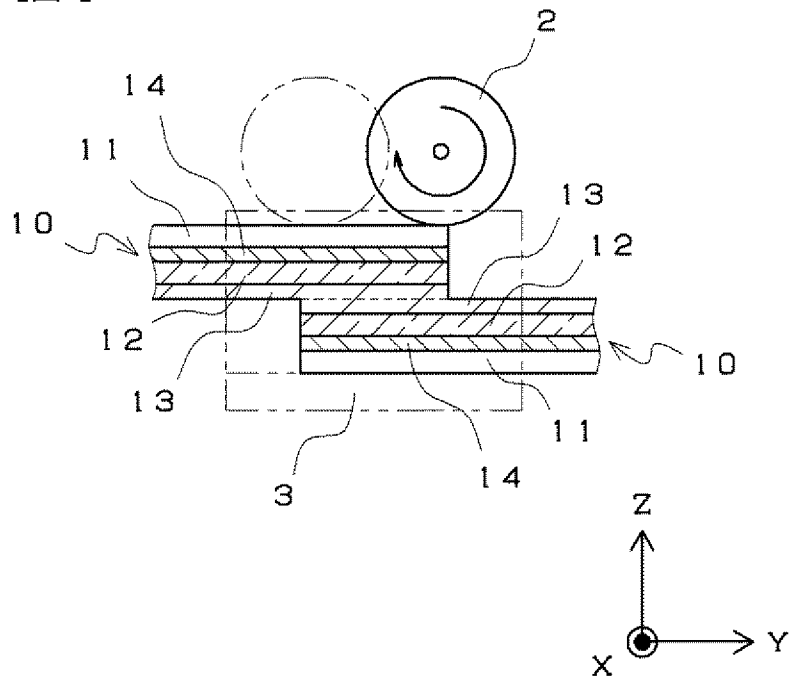
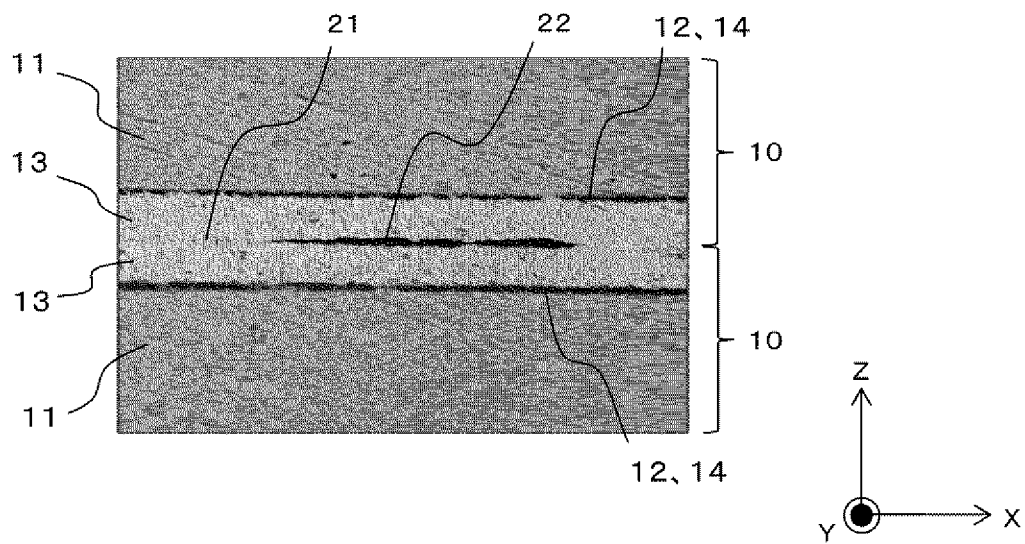
[図4]



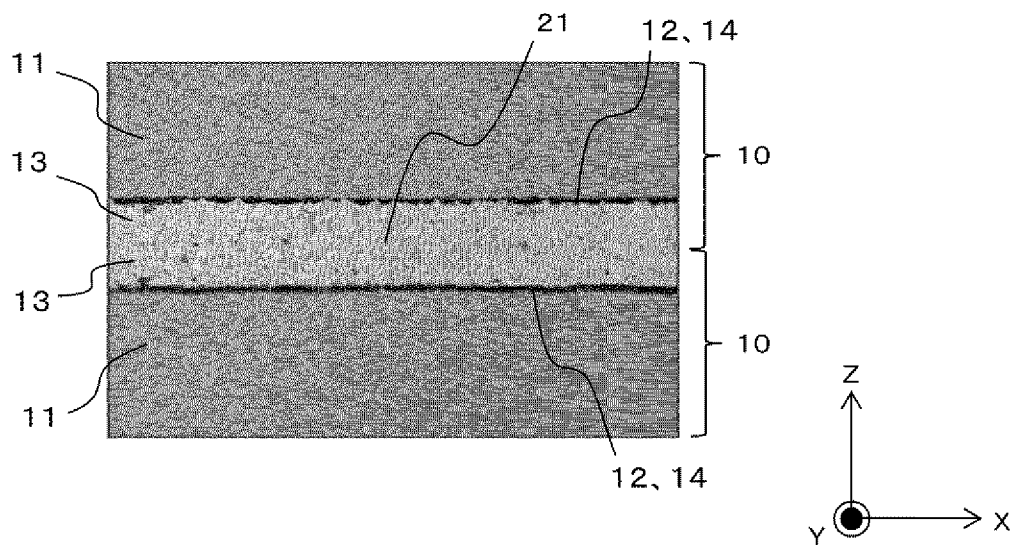
[図5]



[図6]

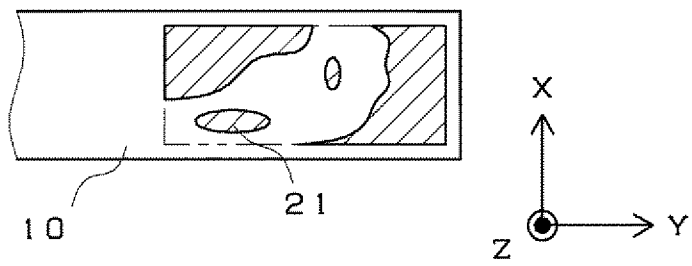
[図7]
(a)

(b)

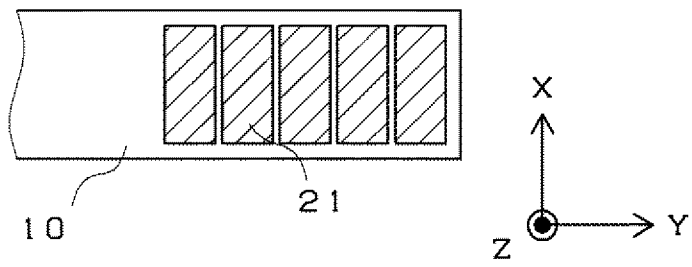


[図8]

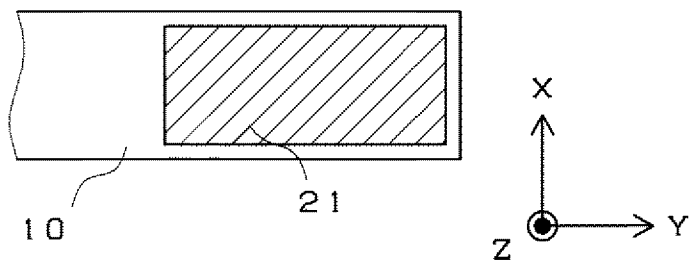
(a)



(b)

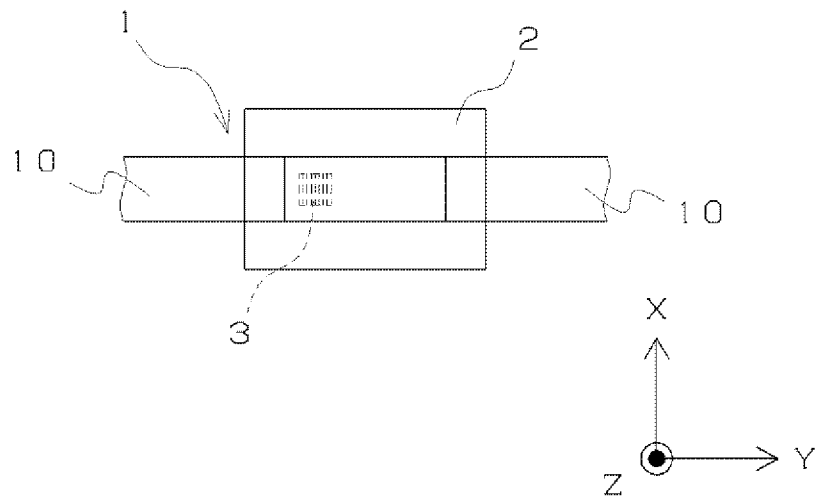


(c)

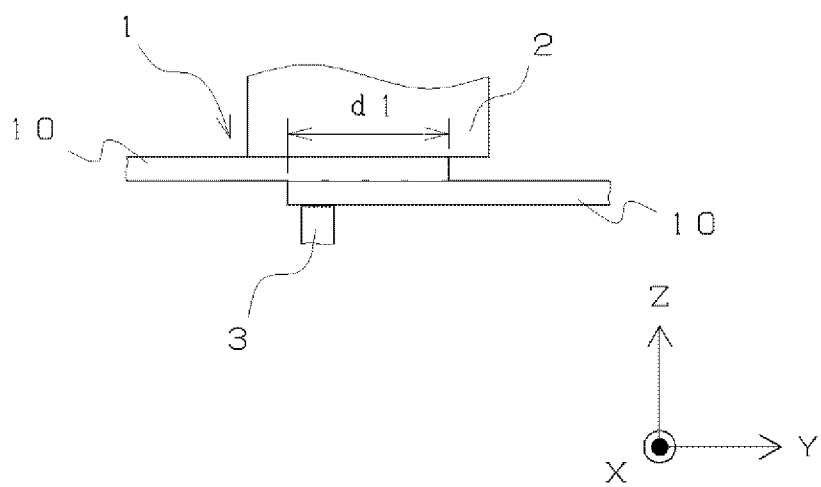


[図9]

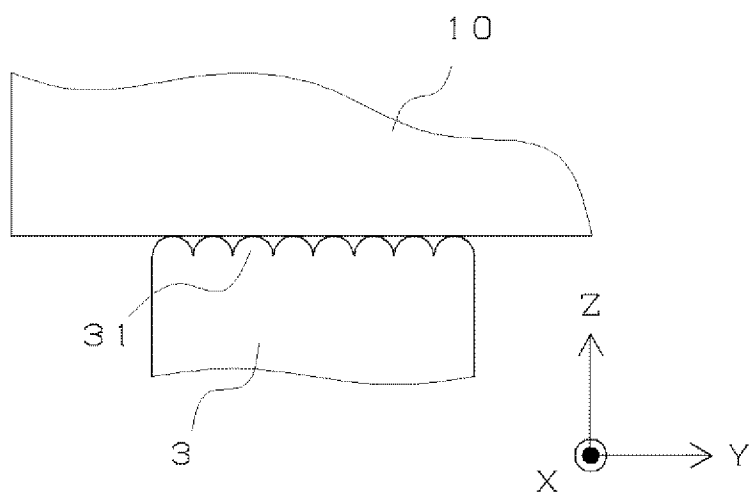
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/076371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B13/00(2006.01)i, B23K20/10(2006.01)i, H01R4/68(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)

H01B13/00, B23K20/10, H01R4/68

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 11-067523 A (Toshiba Corp.), 09 March 1999 (09.03.1999), paragraphs [0026] to [0027] (Family: none)	1-3
A	JP 11-317118 A (Toshiba Corp.), 16 November 1999 (16.11.1999), paragraph [0027] (Family: none)	1-3

☒ 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
01 November 2016 (01.11.16)

Date of mailing of the international search report
08 November 2016 (08.11.16)

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/JP2016/076371

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 2011-529255 A (American Superconductor Corp.), 01 December 2011 (01.12.2011), paragraph [0167] & WO 2010/011739 A1 paragraph [0184] & US 2010/0022396 A1 & EP 2324482 A1 & AU 2009274080 A1 & CA 2731693 A1 & KR 10-2011-0033865 A & CN 102105947 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01B13/00(2006.01)i, B23K20/10(2006.01)i, H01R4/68(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. H01B13/00, B23K20/10, H01R4/68

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
A	JP 11-067523 A（株式会社東芝）1999.03.09, 段落【0026】－【0027】（ファミリーなし）	1-3
A	JP 11-317118 A（株式会社東芝）1999.11.16, 段落【0027】（ファミリーなし）	1-3

☒ 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 1 . 1 1 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 8 . 1 1 . 2 0 1 6

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）

和田 財太

5 G

9 4 5 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 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 2011-529255 A (アメリカン スーパーコンダクター コーポレイション) 2011.12.01, 段落【0 1 6 7】 & WO 2010/011739 A1, 段落[0184] & US 2010/0022396 A1 & EP 2324482 A1 & AU 2009274080 A1 & CA 2731693 A1 & KR 10-2011-0033865 A & CN 102105947 A	1-3