(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
2019年5月9日(09.05.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/087455 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/21 (2014.01) *H01M 2/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/023566

(22) 国際出願日： 2018年6月21日(21.06.2018)

(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 2017-209258 2017年10月30日(30.10.2017) JP

(71) 出願人:パナソニックＩＰマネジメント株式会社(**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号 Osaka (JP).

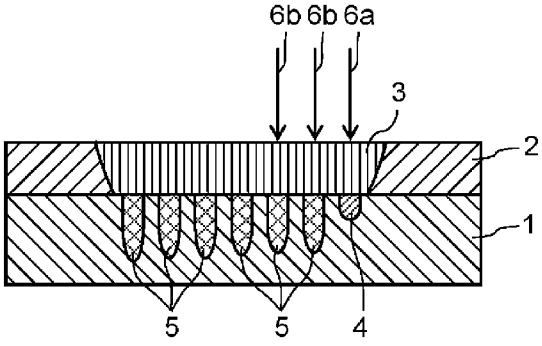
(72) 発明者: 熊澤 誠二 (**KUMAZAWA Seiji**). 芦田 高之(**ASHIDA Takayuki**).

(74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (**KAMATA Kenji** et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号 パナソニックＩＰマネジメント株式会社内 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) **Title:** WELDING STRUCTURE FOR METAL MEMBER AND WELDING METHOD

(54) 発明の名称： 金属部材の溶接構造および溶接方法



(57) **Abstract:** A welding structure for metal member has: a first member that includes a metal member; a second member that includes a metal member; a first solidified part; a second solidified part; and the third solidified part. The first solidified part is present extending from a first surface to a second surface of the first member. A first end of the second solidified part is present within the second member, and a second end is connected to the first solidified part. A first end of the third solidified part is present within the second member, and a second end is connected to the first solidified part. The third solidified part is shorter than the second solidified part. The second solidified part and the third solidified part are separated from each other within the second member.

(57) 要約：金属部材の溶接構造は、金属部材を含む第１部材と、金属部材を含む第２部材と、第１凝固部と、第２凝固部と、第３凝固部と、を有する。第１凝固部は、第１部材の第１面から第２面に亘って存在する。第２凝固部は、第１端が第２部材内に存在し、第２端が第１凝固部と接続している。第３凝固部は、第１端が第２部材内に存在し、第２端が第１凝固部と接続している。第３凝固部は、第２凝固部より短い。第２凝固部および第３凝固部は、第２部材内において、互いに離間している。

WO 2019/087455 A1

［続葉有］

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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 金属部材の溶接構造および溶接方法

技術分野

[0001] 本開示は、第１部材を第２部材の上に重ね合わせて溶接する金属部材の溶接構造および溶接方法に関する。

背景技術

[0002] バッテリシステムは、複数の電池セルを金属板のバスバーで接続している。バスバーは、バッテリシステムを構成する電池セルの電極端子にレーザ溶接して接続される。この接続構造は、電池セルの電極端子の平らな部分の上にバスバーを配置させ、バスバーの表面側からレーザ光を照射して、電極端子とバスバーとの両方を溶融して接続している。

[0003] 電池には正極と負極があり、通常、正極側にはアルミニウムの端子が使用され、負極側にはニッケルめっきされた銅端子が使用されている。バスバーは、隣接する電池セルを直列又は並列に接続するので、１つのバスバーには、少なくとも２つの電池セルの電極端子が接続される。

[0004] バスバーに、クラッド材と呼ばれるアルミニウムと銅との結合部材を用いた場合、正極側のアルミニウム端子はクラッド材のアルミニウム側と溶接し、負極側の銅端子はクラッド材の銅側と溶接すれば良いので、それぞれ同種金属同士の溶接であり、特に技術的に困難な点はない。

[0005] しかしながら、このクラッド材は、アルミニウムと銅との薄い板を接合部が重なるようにそれぞれ重ね合わせて、熱を加えながら圧力をかけて圧着するため、工程にかかる費用が高くまた直材費も高価なため、低コスト化ができない。

[0006] そこで、バスバーに安価なアルミニウムを用いることにより、安価で軽いバッテリシステムを生産することが可能となる。しかし、アルミニウムバスバーを用いる場合、正極側はアルミニウムバスバーとアルミニウム端子の同種材溶接で問題無いが、負極側はアルミニウムバスバーとニッケルめっきの

銅端子との異種材溶接となり、安定して高品質な溶接を実現することが非常に困難となる。

[0007] 異種材溶接は、異なる金属材料を共に溶融し、混ざり合った後に凝固させることにより溶接を行っている。アルミニウムと銅との異種材溶接については、その合金が十分に加熱されて、ある温度以上で一定の時間溶融していると、アルミニウムと銅との組成が一定比率の金属間化合物が形成される。この金属間化合物は、格子欠陥が少なく非常に硬い層であるが、応力を加えると脆く千切れてしまう。このため、単に溶融体積を増やせば高い接合強度が得られる訳ではなく、高い接合強度を安定して得ることが困難である。特に、バッテリシステムの製造において、アルミニウムバスバーとニッケルめっきの銅端子とを全てにおいて完全に隙間無く配置することは難しく、隙間がある程度あっても、あるいは隙間が無くても、常に、高い接合強度が得られる高品質な溶接を安定的に実現することは非常に困難である。

[0008] 異種材溶接において、その強度対策の構造としては、高硬度層と低硬度層とを溶接の進行方向に交互に繰り返して積層してなる溶接構造が発明されている（特許文献１参照）。

[0009] 特許文献１の方法を、図１０Ａ及び図１０Ｂの断面図に示す。図１０Ｂは、図１０ＡのＡ－Ａ線の断面図である。フェライト系ステンレス鋼または低炭素鋼の第１部材２１と、マルテンサイト系ステンレス鋼または高炭素鋼の第２部材２２と、を重ね合せ、第１部材２１の表面にレーザ光を照射する。

[0010] 斜線の領域で示している溶融凝固部は、図１０Ｂに示すように、レーザ光の照射方向と直角方向の断面では、第１部材２１の表面側から内部に向けて徐々に幅が狭くなる逆三角形の断面構造を有している。

[0011] また、溶融凝固部は、その表面側に低硬度層２３を、内部側には高硬度層２４を有している。かつ、高硬度層２４は、第１層２５と、それよりも硬度が低い第２層２６と、を溶接進行方向に交互に繰返し積層してなる。

[0012] この溶接構造の作製方法として、第１部材２１の表面にレーザ光をパルス的に照射する。まず、第１パルスのレーザ光により第１部材２１及び第２部

材２２を溶融させてなる第１溶融部を形成する。

[0013] 次いで、第１溶融部の凝固の成長がレーザ光軸の移動距離の１／２に達した時点において、位置を少しずらして、第２パルスのレーザ光の照射を開始する。これにより、第１溶融部と一部重なるように第２溶融部が形成される。この後、順次、同様に、第３以降のパルスのレーザ光を所定のインターバルでオン・オフしながら照射することにより、溶接構造を形成する。

[0014] この溶接構造の特徴として、前述のように溶接の進行方向と直角方向の断面（図１０Ｂ）は逆三角形の構造となっており、進行方向の断面（図１０Ａ）は進行方向に第１層２５と第２層２６とが繰返し積層している。第１層２５と第２層２６の溶融深さは、ほぼ同じである。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開平１１－２３９８８８号公報

発明の概要

[0016] 本開示の金属部材の溶接構造は、第１部材と、第２部材と、第１凝固部と、第２凝固部と、第３凝固部と、を有する。

[0017] 第１部材は、第１面と、第１面の反対側の第２面とを有し、金属部材を含む。

[0018] 第２部材は、第１部材の第２面に積層され、金属部材を含む。

[0019] 第１凝固部は、第１部材の第１面から第２面に亘って存在する。

[0020] 第２凝固部は、第１端が第２部材内に存在し、第２端が第１凝固部と接続している。

[0021] 第３凝固部は、第１端が第２部材内に存在し、第２端が第１凝固部と接続している。

[0022] 第３凝固部は、第２凝固部より短い。

[0023] 第２凝固部および第３凝固部は、第２部材内において、互いに離間している。

[0024] また、本開示の金属部材の溶接方法は、金属部材を含む第１部材と、金属

部材を含む第２部材との溶接方法である。

[0025] 第１部材は、第１面と、第１面の反対側の第２面とを有する。

[0026] 第２部材は、第１部材の第２面に積層される。

[0027] 金属部材の溶接方法は、

第１レーザ光を第１軌道に沿って走査する第１走査と、

第１レーザ光より高出力又は低速度で第２レーザ光を第１軌道と異なる第２軌道に沿って走査する第２走査と、

を有する。

[0028] 第１走査と第２走査とを、少なくともそれぞれ１回ずつ交互に行う。

[0029] 第１走査と第２走査とにより、第１部材の第１面から第２面に亘って第１部材の金属を溶融したのち凝固させて第１凝固部を形成する。

[0030] 第１走査により、第１凝固部を形成するとき、第２部材の金属を溶融したのち凝固させて、第１端が第２部材内に存在し、第２端が第１凝固部と接続される第２凝固部を形成する。

[0031] 第２走査により、第１凝固部を形成するとき、第２部材の金属を溶融したのち凝固させて、第１端が第２部材内に存在し、第２端が第１凝固部と接続される第３凝固部を形成する。

[0032] 第１走査に続いで第２走査を行うとき、第１走査による第２部材の溶融部が互いに分離可能な距離まで移動した第２軌道で第２レーザ光による第２走査を行う。

図面の簡単な説明

[0033] [図1A]図１Ａは、実施の形態１における実施例１のレーザ照射パターンを示す上面図である。

[図1B]図１Ｂは、実施例１の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図2]図２は、実施例１の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図3A]図３Ａは、実施の形態１における実施例２の隙間が無い場合の溶接構

造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図3B]図３Ｂは、実施例２の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図4A]図４Ａは、実施の形態１における実施例３の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図4B]図４Ｂは、実施例３の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図5A]図５Ａは、実施の形態２における実施例４のレーザ照射パターンを示す上面図である。

[図5B]図５Ｂは、実施例４の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図5C]図５Ｃは、実施例４の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図6A]図６Ａは、実施の形態２における実施例５のレーザ照射パターンを示す上面図である。

[図6B]図６Ｂは、実施例５の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図6C]図６Ｃは、実施例５の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図7A]図７Ａは、実施の形態２における実施例６，７，８のレーザ照射パターンを示す上面図である。

[図7B]図７Ｂは、実施例６，７，８の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図7C]図７Ｃは、実施例６，７，８の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図8A]図８Ａは、比較例１の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図8B]図８Ｂは、比較例１の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直

角方向の断面図である。

[図9A]図９Ａは、比較例２の隙間が無い場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図9B]図９Ｂは、比較例２の隙間がある場合の溶接構造を示す走査方向と直角方向の断面図である。

[図10A]図１０Ａは、従来の溶接構造を示す走査方向の断面図である。

[図10B]図１０Ｂは、従来の溶接構造を示す走査方向と直角方向の図１０ＡのＡ－Ａ線の断面図である。

発明を実施するための形態

[0034] しかしながら、特許文献１に示される従来技術の溶接構造は、第１層２５と第２層２６との溶接深度が同じであるため、工程のばらつきで発生する隙間に対して、弱い。隙間がほとんど無い場合には、一方の層が他方の層に深く溶け込んで溶融体積が増えるため、金属間化合物が多く形成されて接合強度が弱くなる。接合強度を高くするには、溶接深度を浅くして金属間化合物の生成を抑制する必要がある。しかし、溶接深度を浅くすると、隙間が発生した場合に、更に溶接深度が浅くなり、溶接強度が低下する。以下、本実施の形態について、図面を参照しながら説明する。説明の簡略化のため、実質的に同一の機能を有する構成要素を同一の参照符号で示す。

[0035] 実施の形態１～２とそれぞれに対応する実施例の関係をまとめたものを、表１に示す。

[0036]

[表1]

実施の形態	深度の浅い凝固部の数	深度の浅い/深い凝固部のﾚｰｻﾞ照射条件	隙間	対応する図	実施例/比較例
実施の形態１	１箇所	低出力/高出力	なし/あり	図 1A、図 1B、図 2	実施例１
	２箇所		なし/あり	図 3A、図 3B	実施例２
	交互に形成(深度の深い凝固部の数とほぼ同じ)		なし/あり	図 4A、図 4B	実施例３
	全て浅い	低出力	なし/あり	図 8A、図 8B	比較例１
	全て深い	高出力	なし/あり	図 9A、図 9B	比較例２
実施の形態２	１箇所	高速走査/低速走査	なし/あり	図 5A~図 5C	実施例４
	２箇所		なし/あり	図 6A~図 6C	実施例５
	交互に形成(深度の深い凝固部の数とほぼ同じ)		なし/あり	図 7A~図 7C	実施例６ 実施例７(深さの比) 実施例８(凝固部間距離)

[0037] 以下に、各実施の形態について説明する。

[0038] （実施の形態１）

本実施の形態１において、第１部材の一例がアルミニウムを含む金属部材であり、第２部材の一例が銅を含む金属部材である。より具体的には、電池セルを接続するバスバーを第１部材の一例とし、セルの端子を第２部材の一例とする。第１部材と第２部材とは、合金を形成する金属同士であればよい。

[0039] 図１は、本実施の形態１における、セルのニッケルめっきの銅端子とアルミニウムバスバーとの溶接構造又は溶接構造体を説明する図である。図１Ａは、アルミニウムバスバー側から溶接構造体を見た上面図である。図１Ｂは、図１ＡのＡ－Ａ’の断面図である。

[0040] 第２部材の一例であるニッケルめっきの銅端子１の上に、第１部材の一例であるアルミニウムバスバー２の接続部を重ね合せて配置する。この時、図１Ｂに図示していないが、アルミニウムバスバー２の、レーザを照射しない表面部分を、図１Ｂの上方より下方に向って押し当てる治具により、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との隙間がなるべく小さくなるようにする。

[0041] 次に、第１走査として、任意の出力に設定された第１レーザ光６ａを照射

しながら、図１Ａに示す直線の軌道７に沿って、図１Ａの上方から下の方向へ、すなわち、図１Ｂの奥の方から手前側へ任意の速度で走査する。これにより、図１Ｂの右端のアルミニウムバスバー２の第１レーザ光６ａが照射された近傍が溶融する。

[0042] その後、第１レーザ光６ａがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、第１レーザ光６ａで溶融していたアルミニウムが凝固し、アルミニウムバスバー２の表面からニッケルめっきの銅端子１の界面に近い部分のアルミニウムバスバー２は、第１凝固部の一例である第１凝固部３となる。一方、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との界面付近からニッケルめっきの銅端子１の界面近傍が溶融した部分は、アルミニウムと、ニッケルと銅とが溶融した状態で混ざり合い、第１レーザ光６ａがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、深度（すなわち、長さ）が浅い合金の第３凝固部４となる。ここで、浅いとは、金属間化合物生成の影響を抑えるため、一例として５ｍｍ程度浅い場合を意味する。

[0043] 次に、第２走査として、直線の軌道７と平行でかつ軌道７の隣の図１Ａに示す直線の軌道８に沿って、軌道７の第１レーザ光６ａよりも高出力である第２レーザ光６ｂを、第１レーザ光６ａと同様に、図１Ａの上方から下の方向へ、すなわち図１Ｂの奥の方から手前側へ走査する。なお、第２レーザ光６ｂの出力は、少なくとも第１レーザ光６ａの１０５％以上とする。

[0044] その後、第２レーザ光６ｂがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、第２レーザ光６ｂで溶融したアルミニウムが凝固し、アルミニウムバスバー２の表面からニッケルめっきの銅端子１の界面に近い部分のアルミニウムバスバー２は、アルミニウムの第１凝固部３となる。一方、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との界面付近からニッケルめっきの銅端子１の界面近傍が溶融した部分は、アルミニウムと、めっきである僅かなニッケルと銅とが溶融した状態で、第１レーザ光６ａの出力よりも第２レーザ光６ｂの出力が高い分、より深くまで混ざり合い、第２レーザ光６ｂがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、深度が深い合金の第２

凝固部５となる。

[0045] このとき、第１レーザ光６ａの軌道７と、第２レーザ光６ｂの軌道８との間隔は、アルミニウムバスバー２の第１凝固部３では互いにくっついて一塊となり、かつ、ニッケルめっき銅端子１の内部の第３凝固部４と第２凝固部５とでは互いに離れて位置するよう、調整されている。ここで、例えば、第１レーザ光６ａの出力は１６００Ｗ、第２レーザ光６ｂの出力は２０００Ｗ、第３凝固部４と第２凝固部５との間隔は０．２５ｍｍ、アルミニウムバスバーの厚さ１ｍｍである。第１レーザ光６ａが軌道７を走査した後、第１レーザ光６ａで溶融された溶融部は速やかに冷却されて第３凝固部４となるが、次の第２レーザ光６ｂが軌道８を走査するときには、第３凝固部４では、まだ高い温度を保っている。従って、第２レーザ光６ｂによって溶融される溶融金属部は、第３凝固部４からの熱伝導により、第２レーザ光６ｂを１回のみ走査したときの溶融温度よりも高くなる。しかしながら、第２レーザ光６ｂによって溶融される溶融金属部の温度は、第３凝固部４から距離が離れており、且つ第３凝固部４と溶融金属部との間に未溶融の銅が存在するため、この部分でのレーザ走査方向と平行な方向への熱伝導により、溶融金属部への熱伝導量が減衰し、温度上昇がかなり抑制される。

[0046] 続けて、第３走査として、図１Ｂにおいて、第２レーザ光６ｂと同様に、既に走査した軌道８に隣接する軌道８沿いに第３レーザ光６ｂを照射しながら走査する。これにより、アルミニウムバスバー２の表面に近い部分には、アルミニウムの第１凝固部３を形成し、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との界面近傍には、深度が深い合金の第２凝固部５を形成する。

[0047] その後、第４以降の走査として、順次、レーザ光をずらして同様に第４～第ｎ（ｎは５以上の整数、）のレーザ光６ｂで軌道８と平行な軌道８を走査することにより、図１Ｂに示す第３凝固部４あるいは第２凝固部５が互いに離れている溶接構造となる。ここで、第１レーザ光６ａによる第１走査に続いで第２レーザ光６ｂによる第２走査を行うとき、第１走査によるニッケル

めっきの銅端子１の溶融部が互いに分離可能な距離まで移動した第２軌道８で、第２レーザ光６ｂによる第２走査を行う。同様に、第２レーザ光６ｂによる第２走査に続いで第３レーザ光６ｂによる第３走査を行うとき、第２走査によるニッケルめっきの銅端子１の溶融部が互いに分離可能な距離まで移動した第３軌道８で、第３レーザ光６ｂによる第３走査を行う。以後、同様である。

[0048] 図１Ｂにおいて、深度が浅い合金の第３凝固部４は、第１レーザ光６ａの出力が第２レーザ光６ｂの出力よりも低いため、溶融時の温度が低い。そのため、第１レーザ光６ａが移動して溶融部から離れると、その溶融部は速やかに凝固する。このため、その溶融部は、溶融時間が短く、金属間化合物が生成され難く、通常の合金（すなわち、格子欠陥が多く存在する固溶体）が主の成分となり、引張り応力に対して格子のズレが簡単に起こり、応力を緩和するため、強度の高い溶接となる。

[0049] 一方、第２～第ｎレーザ光６ｂの出力が高い第２凝固部５は、第３凝固部４と比較して出力が高いため、溶融時の温度が高い。このため、第２～第ｎレーザ光６ｂが移動してそれぞれの溶融部から離れてから凝固するまでに、時間が十分に長く、格子欠陥の殆ど無い金属間化合物が多く形成される。すなわち、第２凝固部５には、第３凝固部４と比べて、より多くの金属間化合物が存在する。これに対して、隣接する第２凝固部５が互いに離間するように形成することで、溶融部から未溶融部を介して熱を開放させることができるため、凝固部を密着させる場合に比べて金属間化合物の発生を抑制できる。上記の構成にすれば、図１Ｂにおけるニッケルめっき銅端子１内の第３凝固部４、あるいは第２凝固部５が互いに離れて間が空いて、接合部が形成されている。このため、第３凝固部４と第２凝固部５とのそれぞれが第１レーザ光６ａ，第２レーザ光６ｂによって溶融したのち凝固する際、直前の軌道７，８の蓄熱の影響を受け難く、温度上昇を抑えることができる。このため、各凝固部で金属間化合物が多く生成されることを抑制でき、接合強度の高い異種材溶接が可能となる。なお、第２凝固部５の断面を占める金属間化合

物の面積割合は、０％より多く１０％以下であることが望ましい。

[0050] なお、複数の第２凝固部５および複数の第３凝固部４は、同一の第１凝固部３に接続されている。

[0051] 実施の形態１の構成によれば、図１Ｂのように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が殆ど無い場合でも、第３凝固部４によって高い強度を維持することができる。また、生産のばらつきにより図２のようにニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が発生した場合には、深度が浅い第３凝固部４は殆ど銅端子１と溶融しておらず、第３凝固部４による引張り強度は殆ど無い。しかしながら、この場合は、深度の深い複数個の第２凝固部５が広い面積で銅端子１と溶融しており、一つ一つの第２凝固部５は引張り強度が低いが、全体として大きな引張り強度を持つ溶接構造の接合部が形成できる。このように、本開示の溶接構造は、溶接の進行方向と直角方向の断面に対して、深い第２凝固部５と、第３凝固部４とをそれぞれ少なくとも１箇所以上有している。第２凝固部５は、照射するエネルギが大きな第２レーザ光６ｂの照射により、重ね合わせ位置からの深度が深い。第３凝固部４は、照射するエネルギが小さな第１レーザ光６ａの照射により、重ね合わせ位置からの深度が浅い。これより、生産のばらつきによりニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が殆ど無い場合でも、あるいは大きな隙間９が発生した場合でも、接合強度が高い安定した溶接を安価な押さえ治具を用いて作製できる。

[0052] 深度の浅い第３凝固部４が１箇所でもあれば、上記のように隙間９が殆ど無い場合において、接合強度を維持する効果を持つ。しかし、深度の浅い第３凝固部４は、２箇所以上ある方が、応力が一箇所に集中せず分散されるため、好ましい。その場合、隙間９がある場合と同じ理由で、深度の深い第２凝固部５も、２箇所以上ある方が好ましい。その一例として、深度の深い第２凝固部５が中央に５箇所あり、且つ、深度の浅い第３凝固部４が両端に２箇所ある場合を図３Ａ、図３Ｂに示す。図３Ａは隙間９が無い場合、図３Ｂは隙間９がある場合を示している。なお、図３Ａ及び図３Ｂでは、両端に深

度の浅い第３凝固部４があるが、第３凝固部４の位置はこれに限らず、また第３凝固部４が３箇所以上であっても構わない。

[0053] 第３凝固部４と第２凝固部５とが交互に配置されている場合を図４Ａ、図４Ｂに示す。図４Ａは隙間９が無い場合を示し、図４Ｂは隙間９がある場合を示している。レーザ光６ａ，６ｂの走査方向と交差する方向（例えば直交する方向）沿いに、深度の浅い第３凝固部４と深度の深い第２凝固部５とが交互に配置されている。そして、第３凝固部４と第２凝固部５の数が同じか、差が±１個である場合では、引張りの応力が溶接部全体に均等に分散されるため、応力集中せずに、破壊に対する耐性が向上して安定するため、好ましい。

[0054] （実施例１）

実施の形態１おいて、以下の具体的な実施例について説明する。図１Ｂにおいて、めっき厚６μｍニッケルめっきを施した厚み２ｍｍの銅端子１の上に、厚み１ｍｍのアルミニウムバスバー２を重ねる。そして、アルミニウムバスバー２の上方から下方に向けて押し当てる治具（図示せず）により、銅端子１とアルミニウムバスバー２との間の隙間９がなるべく開かないように配置する。アルミニウムバスバー２の表面から深度が浅い第３凝固部４を形成するための軌道７に沿って、ファイバーレーザから発振した出力１６００Ｗの第１レーザ光６ａを、８００ｍｍ／ｓの速度で１０ｍｍの距離を照射しながら走査する。

[0055] 次に、軌道７に対して０．２５ｍｍだけ横にずらして、深度が深い第２凝固部５を形成するための軌道８に沿って、２０００Ｗの第２レーザ光６ｂを、第１レーザ光６ａと同様に８００ｍｍ／ｓの速度で１０ｍｍの距離を走査する。

[0056] その後、順次、０．２５ｍｍずつずらしながら、第２レーザ光６ｂと同様に、レーザ光６ｂを計６回走査する。このときの図１Ｂの上方への引張り強度（剥離強度）を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２０２Ｎ、１５７Ｎ、１６８Ｎであり、何れも１５０Ｎを越える高い引張り強度

を示した。

[0057] 次に、図２に示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍ開くように配置し、上記と同様に溶接を行う。このときの引張り強度は、同様に作製した３つのサンプルで、１９８Ｎ、２０７Ｎ、２３２Ｎであり、隙間９が０．１ｍｍの場合でも、１５０Ｎを越える高い引張り強度を示した。

[0058] また、深度が浅い第３凝固部４を、図１Ｂの最も右側の位置から、右側から４番目の位置になるように、レーザ照射パターンを変更して、同様の溶接を行った。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、同様に１５０Ｎを越える引張り強度が得られた。

[0059] 更に、深度が浅い第３凝固部４の位置が最も左側の位置になるように、レーザ照射パターンを変更して同様な溶接を行った。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、同様に１５０Ｎを越える引張り強度が得られた。

[0060] このように、接合部を、少なくとも１箇所の深度が浅い第３凝固部４と、複数の深度が深い第２凝固部５とを形成する溶接構造とすることにより、隙間９があっても無くても、安定した溶接が実現できる。

[0061] なお、本実施例１では、めっき厚、端子の厚み、及びバスバーの厚みの一例を示した。しかし、本開示の内容は、この値に限らない。また、レーザ出力、溶接速度、又は走査間隔等の条件は、溶接する金属部材の材料、表面状態、板厚、又は治具を含めた総熱容量に依存するため、上記の条件に限らない。

[0062] また、本実施例１では、深度の浅い第３凝固部４を、最も右側の位置、右側から４番目の位置、及び最も左側の位置の３箇所についてのみ説明した。しかし、何れの箇所に配置しても同様の効果が得られる。

[0063] 本実施例１では、レーザ発振器としてファイバーレーザを用いたが、高出力が得られるディスクレーザ、ＹＡＧレーザ、CO_2レーザ、又は半導体レーザ等の他のレーザを用いても、同様の効果が得られる。

[0064] 本実施例１では、ニッケルめっき銅端子とアルミニウムバスバーとの事例について記載した。しかし、合金を形成する金属同士の組合せであれば、その他の金属の組合せでも同様の効果が得られる。

[0065] （実施例２）

深度が浅い第３凝固部４を形成する第１レーザ光６ａの軌道７と、深度が深い第２凝固部５を形成する第２レーザ光６ｂの軌道８との配置以外は、実施例１と同様に溶接を行った。

[0066] 図３Ａに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置する。その後、深度が浅い第３凝固部４が、接合部の最も右側の位置と、最も左側の位置との２箇所に形成されるようなレーザ照射パターンに変更し、同様に溶接を行る。このときの引張り強度（言い換えれば接合強度）を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、１７０Ｎ、１９６Ｎ、１７３Ｎとなり、何れも１５０Ｎを越える高い接合強度が得られた。

[0067] 次に、図３Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍとなるように配置した後、同様の溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２２１Ｎ、１９０Ｎ、１９９Ｎとなり、何れも１５０Ｎを越える高い接合強度が得られた。

[0068] 次に、深度が浅い第３凝固部４を、図３Ａの最も右側の位置と最も左側の位置とから、最も右側の位置と右側から４番目の位置とになるようにレーザ照射パターンを変更して、同様の溶接を行った。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、１５０から２３０Ｎの間の高い引張り強度が得られた。

[0069] 更に、深度が浅い第３凝固部４を、右側から４番目の位置と最も左側の位置とになるようにレーザ照射パターンを変更して同様の溶接を行った。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、同様に１５０から２３０Ｎの間の高い引張り強度が得られた。

[0070] このように、接合部を、２箇所の深度が浅い第３凝固部４と、それ以外の複数個所の深度が深い第２凝固部５とする溶接構造とすることにより、隙間９があっても無くても、より安定した溶接が実現できる。

[0071] なお、本実施例２では、深度の浅い第３凝固部４を、最も右側の位置と最も左側の位置、最も右側の位置と右側から４番目の位置、及び右側から４番目の位置と最も左側の位置の３つの配置についてのみ説明した。しかし、第３凝固部４を、任意の箇所に配置しても同様の効果が得られる。

[0072] （実施例３）

深度が浅い第３凝固部４を形成する第１レーザ光６ａの軌道７と、深度が深い第２凝固部５を形成する第２レーザ光６ｂの軌道８との配置以外は、実施例１と同様に溶接を行う。

[0073] 図４Ａに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置する。その後、レーザ光６ａ，６ｂの走査方向と交差する方向（例えば直交する方向）沿いに、深度が浅い第３凝固部４が最も右側の位置に形成され、その左側の位置に深度が深い第２凝固部５が形成されるようにする。更に、その左側の位置に深度が浅い第３凝固部４が形成され、その左側の位置に深度が深い第２凝固部５が形成されるようにする。このように、深度が浅い第３凝固部４と、深度が深い第２凝固部５とが交互に配置される溶接構造とするレーザ照射パターンで、同様に溶接を行った。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２１１Ｎ、２０１Ｎ、２３３Ｎとなり、何れも１５０Ｎを越える高い接合強度が得られた。

[0074] 次に、図４Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍとなるように配置する。その後、同様の溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、１９８Ｎ、２２６Ｎ、２０１Ｎとなり、何れも１５０Ｎを越える高い接合強度が得られた。

[0075] このように、接合部を、深度が浅い第３凝固部４と深度が深い第２凝固部

５とを交互に配置する溶接構造とすることにより、隙間９があっても無くても、更に安定した溶接が実現できる。

[0076] なお、本実施例３では、深度の浅い第３凝固部４を最も右側の位置に配置し、次いで深度の深い第２凝固部５を順次形成した。しかし、深度の深い第２凝固部５を先に形成し、その後、深度の浅い第３凝固部４を順次形成しても、同様の効果が得られる。

[0077] （比較例１）

深度の深い第２凝固部５は形成せずに、深度が浅い第３凝固部４のみを形成する以外は、実施例１と同様に溶接を行う。

[0078] 図８Ａに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置する。その後、深度が浅い第３凝固部４のみを形成するようにレーザ照射パターンを変更し、同様に溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２２４Ｎ、２１５Ｎ、２３１Ｎとなり、何れも２００Ｎを越える非常に高い接合強度が得られた。

[0079] 次に、図８Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍとなるように配置した後、同様の溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２６Ｎ、５２Ｎ、９Ｎとなり、何れも１００Ｎ未満の低い接合強度であった。

[0080] 深度が浅い第３凝固部４のみの溶接構造では、隙間９が無いときは、金属間化合物の生成が抑制されて応力に強い通常の合金層となるため、引張り応力を緩和することができて高い接合強度を得ることができる。一方、隙間９がある場合は、ニッケルめっきの銅端子１と合金を生成する溶融量が極端に少なくなり、接合強度が著しく低下してしまう。このように、隙間９を無くすことができれば高い接合強度が得られるが、実際の生産において安定して確実に隙間９を無くすことは困難なため、安定した生産を行うことができない。

[0081] （比較例２）

深度が浅い第３凝固部４を形成せずに、深度が深い第２凝固部５のみを形成する以外は、実施例１と同様に溶接を行う。

[0082] 図９Ａに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置する。その後、深度が深い第２凝固部５のみを形成するようにレーザ照射パターンを変更し、同様に溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、１０３Ｎ、１４９Ｎ、１４４Ｎとなり、何れも１５０Ｎ未満の接合強度となった。

[0083] 次に、図９Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍとなるように配置する。その後、同様の溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、１８８Ｎ、２０４Ｎ、２１２Ｎとなり、何れも１５０Ｎ以上の高い接合強度が得られた。

[0084] 深度が深い第２凝固部５のみの溶接構造では、隙間９が無いときは金属間化合物が大量に生成されて引張り応力を緩和することができない。そのため、比較例１の隙間９が無い状態と比較して、接合強度が低くなる。一方、隙間９がある場合においては、ニッケルめっきの銅端子１内に金属間化合物が大量に形成されるのが緩和される。そのため、隙間９が無い場合より、高い接合強度となる。このように、照射するレーザ光の出力を向上させれば、隙間９が無い場合も隙間９がある場合も、ある一定程度の接合強度は安定して得られる。しかし、狭い接合面積で高い接合強度を安定して得られることはできず、高い接合強度が必要なバスバー溶接においては、溶接面積を大きくする必要があり、低コストでの生産が困難となる。

[0085] 以上のことから、実施例１、実施例２、および実施例３の溶接では、隙間９がある場合も隙間９が無い場合も、比較例と比べて、安定した溶接が可能であり、歩留りが高く低コストである溶接を実現できる。

[0086] （実施の形態２）

図５Ａ、５Ｂ、５Ｃは、本実施の形態２における、セルのニッケルめっきの銅端子とアルミニウムバスバーとの溶接パターンを説明する図である。

[0087] 図５Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の接続部を重合せて配置する。このとき、図示していないが、アルミニウムバスバー２のレーザを照射しない表面部分を、図５Ｂの上方より下方に向って押し当てる治具により、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との隙間９をなるべく小さくなるようにする。

[0088] 次に、任意の出力に設定された第１レーザ光６ｃを照射しながら、図５Ａに示す直線の軌道１０に沿って図５Ａの上方から下の方向へ、すなわち図５Ｂの奥の方から手前側へ任意の速度で走査する。これにより、アルミニウムバスバー２の第１レーザ光６ｃが照射された近傍が溶融する。

[0089] その後、第１レーザ光６ｃがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、第１レーザ光６ｃで溶融していたアルミニウムが凝固し、アルミニウムバスバー２の表面からニッケルめっきの銅端子１の界面に近い部分のアルミニウムバスバー２は、アルミニウムの第１凝固部３となる。一方、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との界面付近からニッケルめっきの銅端子１の界面近傍が溶融した部分は、アルミニウムと、めっきである僅かなニッケルと、銅とが溶融した状態で混ざり合い。そして、第１レーザ光６ｃがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、深度が浅い合金の第３凝固部４が形成される。

[0090] 次に、直線の軌道１０と平行で、かつ、軌道１０の隣の図５Ａに示す直線の軌道１１に沿って、第１レーザ光６ｃと同じ出力である第２レーザ光６ｄを、図５Ａの上方から下の方向へ、すなわち図５Ｂの奥の方から手前側へ走査する。ここで、第２レーザ光６ｄは、第１レーザ光６ｃと比較して少なくとも２５％、好ましくは５０％遅い速度で走査する。

[0091] その後、第２レーザ光６ｄがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、第２レーザ光６ｄで溶融したアルミニウムが凝固し、アルミニウムバスバー２の表面からニッケルめっきの銅端子１の界面に近い部分のアルミニ

ウムバスバー２は、アルミニウムの第１凝固部３となる。一方、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との界面付近からニッケルめっきの銅端子１の界面近傍が溶融した部分は、アルミニウムと、めっきである僅かなニッケルと、銅とが溶融した状態で、第１レーザ光６ｃの走査速度よりも第２レーザ光６ｄの走査速度が遅い分、溶融時間が長くなる。そのため、より深くまで混ざり合い、第２レーザ光６ｄがアルミニウムバスバー２から遠ざかることにより、深度が深い合金の第２凝固部５となる。

[0092] このとき、第１レーザ光６ｃの軌道１０と、第２レーザ光６ｄの軌道１１との間隔は、アルミニウムバスバー２の第１凝固部３は互いにくっついて一塊となり、かつ、ニッケルめっき銅端子１の内部の第３凝固部４と第２凝固部５とは互いに離れて位置している。ここで、例えば、第１レーザ光６ｃ及び第２レーザ光６ｄの出力は１６００Ｗである。第１レーザ光６ｃの走査速度は８００ｍｍ／ｓｅｃ、第２レーザ光６ｄの走査速度は５００ｍｍ／ｓｅｃである。第１レーザ光６ｃと第２レーザ光６ｄの間隔は０．２５ｍｍである。アルミニウムバスバー２の厚さは、１ｍｍである。第１レーザ光６ｃが軌道１０を走査した後、第１レーザ光６ｃで溶融された溶融部は速やかに冷却されて第３凝固部４となる。しかし、次の第２レーザ光６ｄが軌道１１を走査するときには、第３凝固部４では、まだ高い温度を保っている。従って、第２レーザ光６ｄによって溶融される溶融金属部は、第３凝固部４からの熱伝導により、第２レーザ光６ｄを１回のみ走査したときの溶融温度よりも高くなる。しかしながら、第２レーザ光６ｄによって溶融される溶融金属部の温度は、第３凝固部４から距離が離れており、且つ第３凝固部４と溶融金属部との間に未溶融の銅が存在するため、この部分でのレーザ走査方向と平行な方向への熱伝導により、溶融金属部への熱伝導量が減衰し、温度上昇がかなり抑制される。

[0093] 続けて、図５Ｂにおいて、第２レーザ光６ｄと同様に、既に走査した軌道に隣接する軌道沿いに第３レーザ光６ｄを照射しながら走査し、同様に、アルミニウムバスバー２の表面に近い部分には、アルミニウムの第１凝固部３

を形成し、アルミニウムバスバー２とニッケルめっきの銅端子１との界面近傍には、深度が深い合金の第２凝固部５を形成する。その後、順次、レーザ光をずらして同様に第４～第ｎ（ｎは５以上の整数、）のレーザ光６ｄで軌道１１と平行な軌道８を走査することにより、図５Ｂに示す第３凝固部４あるいは第２凝固部５が互いに離れている溶接構造となる。

[0094] 図５Ｂにおいて、深度が浅い合金の第３凝固部４は、第１レーザ光６ｃの走査速度が第２レーザ光６ｄの走査速度よりも速いため、加熱時間が短く、溶融時の温度が低い。そのため、第１レーザ光６ｃが移動して溶融部から離れると、その溶融部は速やかに凝固する。このため、その溶融部は、溶融時間が短く、金属間化合物とならず、通常の合金（すなわち、格子欠陥が多く存在する状態）となり、引張り応力に対して格子のズレが簡単に起こり、応力を緩和するため、強度の高い溶接となる。

[0095] 一方、第２～第ｎレーザ光６ｄの走査速度が遅い第２凝固部５は、第３凝固部４と比較して走査速度が遅く加熱時間が長くなって溶融時の温度が高いため、第２～第ｎレーザ光６ｄが移動してそれぞれの溶融部から離れても、凝固するまでに時間が十分に長く、格子欠陥の殆ど無い金属間化合物が多く形成される。この金属間化合物は、引張り応力に対して格子のズレが起き難く、応力を緩和できないため、第３凝固部４よりも低い引張り力で格子間の剥離が発生し、引張り強度が低いという特徴を持つ。

[0096] 上記の実施の形態２の構成によれば、図５Ｂのように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が殆ど無い場合でも、第３凝固部４によって高い強度を維持することができる。また、生産のばらつきにより図５Ｃのようにニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が発生した場合には、深度が浅い第３凝固部４は殆ど銅端子１と溶融しておらず、第３凝固部４による引張り強度は殆ど無い。しかしながら、この場合は、深度の深い複数個の第２凝固部５が広い面積で銅端子１と溶融しており、一つ一つの第２凝固部５は引張り強度が低いが、全体として大きな引張り強度を持つ溶接構造の接合部を形成できる。このように、第２

凝固部５と、第３凝固部４とをそれぞれ少なくとも１箇所以上形成する。ここで、第２凝固部５は、溶接の進行方向と直角方向の断面に対して、照射するエネルギが大きな第２レーザ光６ｄの照射による重ね合わせ位置からの深度が深い。また、第３凝固部４は、溶接の進行方向と直角方向の断面に対して、照射するエネルギが小さな第１レーザ光６ｃの照射による重ね合わせ位置からの深度が浅い。このような構成にすることにより、生産のばらつきによりニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が殆ど無い場合でも、あるいは大きな隙間９が発生した場合でも、どちらにおいても、接合強度が高い安定した溶接を、安価な押さえ治具を用いて作製できる。

[0097] また、深度が浅い第３凝固部４が１箇所でもあれば、上記のように隙間９が殆ど無い場合において、接合強度を維持する効果を持つ。しかし、深度の浅い第３凝固部４は２箇所以上ある方が、応力を一箇所に集中せず分散されるため、好ましい。その場合、隙間９がある場合と同じ理由で、深度の深い第２凝固部５も２箇所以上ある方が好ましい。その一例として、深度が深い第２凝固部５が中央に５箇所あり且つ深度が浅い第３凝固部４が両端に２箇所ある場合について、図６Ｂに隙間９が無い場合を、図６Ｃに隙間９がある場合をそれぞれ示す。また、そのときの上面から見たレーザ光の照射パターンを図６Ａに示す。なお、図６Ｂ及び図６Ｃでは、両端に深度が浅い第３凝固部４があるが、浅い第３凝固部４の位置はどこであってもよく、また第３凝固部４が３箇所以上であっても構わない。図６Ａ、６Ｂ、６Ｃに関しては、実施例５で詳細に説明する。

[0098] 深度が浅い第３凝固部４と、深度が深い第２凝固部５とが交互に配置されている例を図７Ａ、７Ｂ、７Ｃに示す。図７Ｂに隙間９が無い場合を示し、図７Ｃに隙間９がある場合を示す。また、そのときの上面から見たレーザ光の照射パターンを図７Ａに示す。このように、深度が浅い第３凝固部４と深度が深い第２凝固部５とが交互に配置され、その数が同じか、差が±１個である場合では、引張りの応力が溶接部全体に均等に分散されるため、応力集

中せずに、破壊に対する耐性が向上し安定するため最も好ましい。図７Ａ、７Ｂ、７Ｃに関しては、実施例６で詳細に説明する。

[0099] （実施例４）

実施の形態２おいて、以下の具体的な実施例について説明する。

[0100] 図５Ｂにおいて、めっき厚６μｍのニッケルめっきを施した厚み２ｍｍの銅端子１の上に、厚み１ｍｍのアルミニウムバスバー２を重ねる。そして、アルミニウムバスバー２の上方から下方に向けて押し当てる治具（図示せず）により、銅端子１とアルミニウムバスバー２との間の隙間９がなるべく開かないように配置する。アルミニウムバスバー２の表面から深度が浅い第３凝固部４を形成するための軌道１０に沿って、ファイバーレーザから発振した出力１６００Ｗの第１レーザ光６ｃを８００ｍｍ／ｓの速度で１０ｍｍの距離を照射しながら走査する。

[0101] 次に、軌道１０に対して０．２５ｍｍだけ横にずらして、深度が深い第２凝固部５を形成するための軌道１１に沿って、１６００Ｗの第２レーザ光６ｄを５００ｍｍ／ｓの速度で１０ｍｍの距離を走査する。

[0102] その後、順次、０．２５ｍｍずつずらしながら、第２レーザ光６ｄと同様に、レーザ光６ｄを計６回走査する。このときの図５Ｂの上方への引張り強度（剥離強度）を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、１７７Ｎ、１６７Ｎ、１９５Ｎであり、何れも１５０Ｎを越える高い引張り強度を示した。

[0103] 次に、図５Ｃに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍ開くように配置し、上記と同様に溶接を行う。このときの引張り強度は、同様に作製した３つのサンプルで、２１２Ｎ、２１０Ｎ、２００Ｎであり、隙間９が０．１ｍｍの場合でも、２００Ｎを越える非常に高い引張り強度を示した。

[0104] 深度が浅い第３凝固部４を、図５Ｂの最も右側の位置から、右側から４番目の位置になるように、レーザ照射パターンを変更して、同様な溶接を行う。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方におい

て、同様に１５０Ｎを越える引張り強度が得られた。

[0105] 更に、深度が浅い第３凝固部４の位置が最も左側の位置になるように、レーザ照射パターンを変更して同様な溶接を行う。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、同様に１５０Ｎを越える引張り強度が得られた。

[0106] このように、接合部を、少なくとも１箇所の深度が浅い第３凝固部４と、複数の深度が深い第２凝固部５とを形成する溶接構造とすることにより、隙間９があっても無くても、安定した溶接が実現できた。

[0107] なお、本実施例４では、めっき厚、端子の厚み、及びバスバーの厚みの一例を示したが、この値に限らない。また、レーザ出力、溶接速度、又は走査間隔等の条件は、溶接する金属部材の材料、表面状態、板厚、又は治具を含めた総熱容量に依存するため、上記の条件に限らない。

[0108] また、本実施例４では、深度の浅い第３凝固部４を、最も右側の位置、右側から４番目の位置、及び最も左側の位置の３箇所についてのみ説明した。しかし、何れの箇所に配置しても同様の効果が得られる。

[0109] 本実施例４では、レーザ発振器としてファイバーレーザを用いたが、高出力が得られるディスクレーザ、ＹＡＧレーザ、CO_2レーザ、又は半導体レーザ等の他のレーザを用いても、同様の効果が得られる。

[0110] （実施例５）

深度が浅い第３凝固部４を形成する第１レーザ光６ｃの軌道１０と、深度が深い第２凝固部５を形成する第２レーザ光６ｄの軌道１１との配置以外は、実施例４と同様に溶接を行う。

[0111] 図６Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置する。その後、深度が浅い第３凝固部４を、接合部の最も右側の位置と最も左側の位置との２箇所に形成するように、図６Ａに示すようなレーザ照射パターンに変更し、同様に溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２０７Ｎ、２２８Ｎ、２１０Ｎとなり、何れも２００Ｎを越える非常に高い接

合強度が得られた。

[0112] 次に、図６Ｃに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２の隙間９が０．１ｍｍとなるように配置した後、同様の溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２１１Ｎ、２０８Ｎ、２０９Ｎとなり、何れも２００Ｎを越える非常に高い接合強度が得られた。

[0113] 次に、深度が浅い第３凝固部４を、図６Ｂの最も右側の位置と最も左側の位置とから、最も右側の位置と右側から４番目の位置とになるようにレーザ照射パターンに変更して、同様な溶接を行う。その結果、隙間９が無い場合と、隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、２００Ｎ以上の高い引張り強度が得られた。

[0114] 更に、深度が浅い第３凝固部４が右側から４番目の位置と最も左側の位置とになるように、レーザ照射パターンを変更して、同様な溶接を行う。その結果、隙間９が無い場合と隙間９が０．１ｍｍの場合との両方において、同様に２００Ｎ以上の高い引張り強度が得られた。

[0115] このように、接合部を、２箇所の深度が浅い第３凝固部４と、それ以外の複数個所の深度が深い第２凝固部５とする溶接構造とすることにより、隙間９があっても無くてもより安定した溶接が実現できた。

[0116] なお、本実施例５では、深度の浅い第３凝固部４を、最も右側の位置と最も左側の位置、最も右側の位置と右側から４番目の位置、及び右側から４番目の位置と最も左側の位置の３つの配置についてのみ説明した。しかし、任意の箇所に配置しても同様の効果が得られる。

[0117] （実施例６）

深度が浅い第３凝固部４を形成する第１レーザ光６ｃの軌道１０と、深度が深い第２凝固部５を形成する第２レーザ光６ｄの軌道１１との配置以外は、実施例４と同様に溶接を行った。

[0118] 図７Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置する。その後、深度が浅い第３凝固部４を

最も右側の位置とし、その左側の位置に深度が深い第２凝固部５が形成されるようなレーザ照射パターンにする。更に、その左側の位置に深度が浅い第３凝固部４が形成され、その左側の位置が深度が深い第２凝固部５が形成されるように、図７Ａに示すレーザ照射パターンで、同様に溶接を行う。このように、深度が浅い第３凝固部４と、深度が深い第２凝固部５とを交互に配置する溶接構造を形成する。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２２４Ｎ、２４９Ｎ、２３０Ｎとなり、何れも２００Ｎを越える非常に高い接合強度が得られた。

[0119] 次に、図７Ｃに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍとなるように配置した後、同様の溶接を行う。このときの引張り強度を測定したところ、同様に作製した３つのサンプルで、２０７Ｎ、２３６Ｎ、２２２Ｎとなり、何れも２００Ｎを越える非常に高い接合強度が得られた。

[0120] このように、接合部を、深度が浅い第３凝固部と深度が深い第２凝固部とを交互に配置する溶接構造とすることにより、隙間９があっても無くても、更に安定した溶接が実現できる。

[0121] なお、本実施例６では、深度の浅い第３凝固部４を最も右側の位置に配置し、次いで深度の深い第２凝固部を順次形成した。しかし、深度の深い第２凝固部５を先に形成し、その後、深度の浅い第３凝固部４を順次形成しても、同様の効果が得られる。

[0122] （実施例７）

深度が浅い第３凝固部４の深度と、深度が深い第２凝固部５の深度との比率と接合強度との関係を調べる。

[0123] 接合強度の評価として、図７Ｂにおけるアルミニウムバスバー２の上方向への引張り強度（剥離強度）の測定を行う。ニッケルめっきの銅端子１をバイスで固定し、計測スタンド（引張り試験機）に固定したフォースゲージに取り付けたクランプにより、アルミニウムバスバー２の溶接されていない箇所を上方向に一定速度で引張り、剥離したときのフォースゲージの表示値を

、引張り強度とする。

[0124] 図７Ｂに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が無いように配置した後、深度が浅い第３凝固部４を最も右側の位置とし、次の位置に深度が深い第２凝固部５を形成する。更に、その次の位置には深度が浅い第３凝固部４を形成する。このように、第３凝固部４と第２凝固部５が交互になるように形成する。このときの深度が浅い第３凝固部４を形成するための第１レーザ光６ｃの出力を１６００Ｗとし、レーザ光の走査速度を８００ｍｍ／ｓとする。深度が深い第２凝固部５を形成するための第２レーザ光６ｄの出力は、第１レーザ光６ｃと同じ１６００Ｗで、走査速度を７００ｍｍ／ｓ、６００ｍｍ／ｓ、５００ｍｍ／ｓ、４００ｍｍ／ｓ、３００ｍｍ／ｓ、２００ｍｍ／ｓ、１００ｍｍ／ｓとする。続けて、図７Ｃに示すように、ニッケルめっきの銅端子１の上にアルミニウムバスバー２を隙間９が０．１ｍｍとなるように配置した後、同様の溶接を行った。

[0125] このときの、レーザ走査速度と、深度（すなわち、長さ）と、引張り強度との関係を表２に示す。

[0126] [表2]

	隙間なし					隙間 0.1mm				
深度の深い凝固部の走査速度	深度の浅い凝固部の深度	深度の深い凝固部の深度	深度の比率	引張り強度	判定	深度の浅い凝固部の深度	深度の深い凝固部の深度	深度の比率	引張り強度	判定
700mm/s	25μm	34μm	1.36	47N	×	0μm	8μm	–	ON	×
600mm/s	38μm	57μm	1.50	205N	○	10μm	35μm	3.50	186N	○
500mm/s	47μm	111μm	2.36	224N	○	18μm	72μm	4.00	207N	○
400mm/s	64μm	176μm	2.75	258N	○	22μm	128μm	5.81	244N	○
300mm/s	73μm	224μm	3.07	263N	○	25μm	177μm	7.08	273N	○
200mm/s	84μm	283μm	3.37	248N	○	31μm	202μm	6.51	269N	○
100mm/s	88μm	322μm	3.66	155N	×	38μm	256μm	6.74	232N	○

[0127] なお、深度は、それぞれの凝固部深さについての最も深い深度とした。深度が深く、走査速度が１００ｍｍ／ｓであり、隙間がない場合、引張り強度の強度は高くて問題はない。しかし、ニッケルめっきの銅端子の裏面に変色

が見られ、実際の電池においては裏面に樹脂の部品が配置される場合があるため、判定としては×（すなわち、不可）とした。

[0128] 表２より、深度が深い第２凝固部５を形成するためのレーザ光６ｄの走査速度が７００ｍｍ／ｓであり、隙間９がある場合には、深度が０μｍ～８μｍと浅く、接合強度が０Ｎと低い。走査速度を６００ｍｍ／ｓに下げると、隙間ありの場合は深度が１０μｍ～３５μｍであり、隙間なしの場合は深度が３８μｍ～５７μｍとなり、両方の場合において、深度が深くなる。また、接合強度は、それぞれ２０５Ｎと１８６Ｎと向上する。走査速度が６００ｍｍ／ｓの隙間ありの事例より、深度の浅い溶融部（凝固後は、第３凝固部４に相当）の深度（長さ）が１０μｍ以上において、接合強度が更に向上する効果を確認できた。一方、深度の浅い溶融部（凝固後は、第３凝固部４に相当）の深度は、８４μｍ以下の場合が、金属間化合物の生成を抑制して高い接合強度が保持できることから望ましい。

[0129] なお、本実施例７では、レーザ出力と走査速度との設定の一例を示した。しかし、これらの値は、めっき厚、端子の厚み、又はバスバーの厚みにより最適値が異なり、また溶接する金属部材の材料、表面状態、板厚、又は治具を含めた総熱容量に依存する。そのため、この値に限らない。

[0130] （実施例８）

深度が浅い第３凝固部４の深度と、深度が深い第２凝固部５との凝固部間の距離と、接合強度との関係を調べる。

[0131] 溶接及び接合強度の評価方法は、軌道の間隔以外は、実施例４と同様に行う。軌道の間隔を、０．０５０ｍｍ、０．０７５ｍｍ、０．１００ｍｍと、０．０２５ｍｍずつ広げていき、０．３００ｍｍまで同様の溶接を行う。なお、凝固部間の距離は、それぞれの凝固部間の中で最も短い距離とする。

[0132] このときの、軌道の間隔と、凝固部間の最も近い距離と、引張り強度との関係を表３に示す。

[0133]

[表3]

	隙間なし			隙間 0.1mm		
軌道の間隔	凝固部間の最も近い距離	引張り強度	判定	凝固部間の最も近い距離	引張り強度	判定
0.050mm	0μm(接触)	130N	×	0μm(接触)	138N	×
0.075mm	4μm	146 N	×	10μm	154N	○
0.100mm	10μm	153N	○	13μm	155N	○
0.125mm	12μm	169N	○	13μm	176N	○
0.150mm	14μm	192N	○	18μm	201N	○
0.175mm	13μm	222N	○	27μm	221N	○
0.200mm	22μm	208N	○	42μm	228N	○
0.225mm	32μm	217N	○	66μm	221N	○
0.250mm	48μm	224N	○	82μm	207N	○
0.275mm	77μm	222N	○	111μm	193N	○
0.300mm	109μm	187N	○	152μm	155N	○

[0134] 表３より、軌道の間隔が０．０５０ｍｍ以下の場合は、隙間なしと、隙間９が０．１ｍｍとの両方において、凝固部間の最も近い距離が１０μｍ未満であり、引張り強度が１５０Ｎ未満の低い値となっている。軌道の間隔が０．０７５ｍｍ以上になると、隙間９が０．１ｍｍの場合には、凝固部間の最も近い距離が１０μｍ以上となり、引張り強度も１５０Ｎ以上の高い値を示す。ただし隙間なしの場合では、引張り強度は１５０Ｎ未満の値である。

[0135] これは、凝固部間がくっついて大きな塊になると、走査中のレーザにより溶融している金属部分の温度が、前に走査した箇所の蓄熱の影響を受けて高くなり、金属間化合物が生成されやすくなるためであると考えられる。また、大きな凝固部を形成してしまうと、大きな金属間化合物の塊も形成されてしまい、引張り強度の低下の原因となるためであると考えられる。

[0136] 従って、第２凝固部５および第３凝固部４は、それぞれ第１凝固部３に至るまで互いに離れている方が良い。特に第２凝固部５と第３凝固部４との間の距離が１０μｍ以上離れていると、溶融していない金属部分で走査方向と平行に熱伝導で熱が奪われ、溶融部分の温度上昇を抑制できるため好ましい。一方、第２凝固部５と第３凝固部４との間の距離は、１１１μｍ以下が、

凝固部が離れすぎて一つの大きな溶接部としての機能を保持できなくなることを防ぐ観点より望ましい。

[0137] なお、本実施例８ではレーザ出力、走査速度、及び軌道の間隔の設定の一例を示したが、これらの値は、めっき厚、端子の厚み、又はバスバーの厚みにより最適値が異なり、また溶接する金属部材の材料、表面状態、板厚、又は治具を含めた総熱容量に依存する。このため、この値に限らない。

[0138] 上記の実施の形態によれば、第１部材と第２部材とを溶接する際に、溶接強度の高い安定した溶接を実現することにより、高性能で、且つ、低コストの、金属部材の溶接構造および溶接方法を提供できる。

[0139] また、本実施の形態に係る技術は、アルミニウム、ニッケル、鉄、銅、ステンレス鋼、またはこれらの合金の溶接に適用できる。適用可能なステンレス鋼としては、オーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系やオーステナイト系・フェライト系（２相系）がある。

[0140] なお、上記の様々な実施の形態又は変形例のうちの任意の実施の形態又は変形例を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。また、実施の形態同士の組み合わせ又は実施例同士の組み合わせ又は実施の形態と実施例との組み合わせが可能であると共に、異なる実施の形態又は実施例の中の特徴同士の組み合わせも可能である。

[0141] 本開示によれば、第１部材と第２部材とを溶接する際に、溶接強度の高い安定した金属部材の溶接構造および溶接方法を提供できる。

産業上の利用可能性

[0142] 本開示にかかる金属部材の溶接構造および溶接方法によれば、高品質且つ低コストでアルミニウムとニッケルめっきの銅の異種材溶接を可能とする。そのため、バッテリシステムを低コストで提供できる。更には、本開示にかかる金属部材の溶接構造は、高出力を必要とする車載用電池又は定置用蓄電システムに適用できる。

符号の説明

[0143] １　銅端子

２　アルミニウムバスバー

３　第１凝固部

４　第３凝固部

５　第２凝固部

６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄ　レーザ光

７　軌道

８　軌道

９　隙間

１０　軌道

１１　軌道

２１　第１部材

２２　第２部材

２３　低硬度層

２４　高硬度層

２５　第１層

２６　第２層

請求の範囲

[請求項1] 第１面と、前記第１面の反対側の第２面とを有し、金属部材を含む第１部材と、

前記第１部材の前記第２面に積層された、金属部材を含む第２部材と、

前記第１部材の前記第１面から前記第２面に亘って存在する第１凝固部と、

第１端が前記第２部材内に存在し、第２端が前記第１凝固部と接続している第２凝固部と、

第１端が前記第２部材内に存在し、第２端が前記第１凝固部と接続している第３凝固部と、

を備え、

前記第３凝固部は、前記第２凝固部より短く、

前記第２凝固部および前記第３凝固部は、前記第２部材内において、互いに離間している

金属部材の溶接構造。

[請求項2] 前記第２凝固部および前記第３凝固部は、前記第１凝固部に至るまで互いに離間している

請求項１に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項3] 前記第２凝固部は複数の第２凝固部のうちの一つであり、

前記第３凝固部は複数の第３凝固部のうちの一つであり、

前記第２凝固部と前記第３凝固部は交互に配置されている、

請求項１に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項4] 前記第２凝固部と前記第３凝固部との距離は、１０μｍ以上、１１１μｍ以下である、

請求項１に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項5] 前記第３凝固部の前記第２部材内における長さは、１０μｍ以上、８４μｍ以下である、

請求項１に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項6] 前記第１部材は、アルミニウム、ニッケル、鉄、銅、ステンレス鋼、または、これらの合金であり、

前記第２部材は、アルミニウム、ニッケル、鉄、銅、ステンレス鋼、または、これらの合金である、

請求項１に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項7] 前記第１部材はアルミニウムを含む金属部材であり、

前記第２部材は銅を含む金属部材である、

請求項６に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項8] 前記第３凝固部には、前記第２凝固部よりも、多くの前記第１部材と前記第２部材との金属間化合物が存在する、

請求項１に記載の金属部材の溶接構造。

[請求項9] 第１面と、前記第１面の反対側の第２面とを有し、金属部材を含む第１部材と、

前記第１部材の前記第２面に積層される金属部材を有する第２部材と、の金属部材の溶接方法であって、

第１レーザ光を第１軌道に沿って走査する第１走査と、

前記第１レーザ光より高出力又は低速度で第２レーザ光を前記第１軌道と異なる第２軌道に沿って走査する第２走査と、

を備え、

前記第１走査と前記第２走査とは、少なくともそれぞれ１回ずつ交互に行われ、

前記第１走査と前記第２走査とにより、前記第１部材の前記第１面から前記第２面に亘って前記第１部材の金属を溶融したのち凝固させて第１凝固部を形成し、

前記第１走査により、前記第１凝固部を形成するとき、前記第２部材の金属を溶融したのち凝固させて、第１端が前記第２部材内に存在し、第２端が前記第１凝固部と接続される第２凝固部を形成し、

前記第２走査により、前記第１凝固部を形成するとき、前記第２部材の金属を溶融したのち凝固させて、第１端が前記第２部材内に存在し、第２端が前記第１凝固部と接続される第３凝固部を形成し、

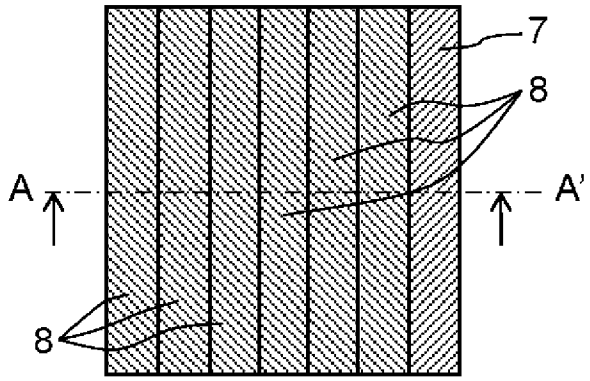
前記第１走査に続いで前記第２走査を行うとき、前記第１走査による前記第２部材の溶融部が互いに分離可能な距離まで移動した前記第２軌道で前記第２レーザ光による前記第２走査を行う、

金属部材の溶接方法。

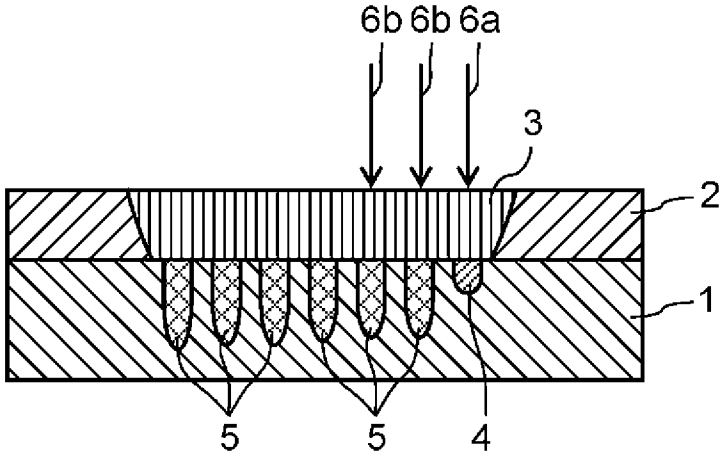
[請求項10] 前記第３凝固部は、前記第２凝固部より短い

請求項９に記載の金属部材の溶接方法。

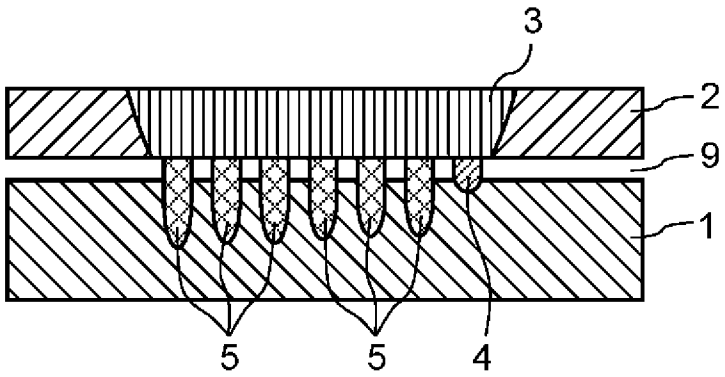
[図1A]



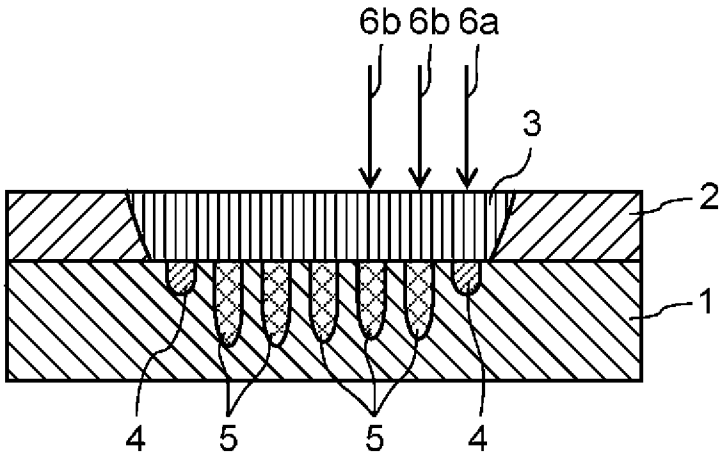
[図1B]



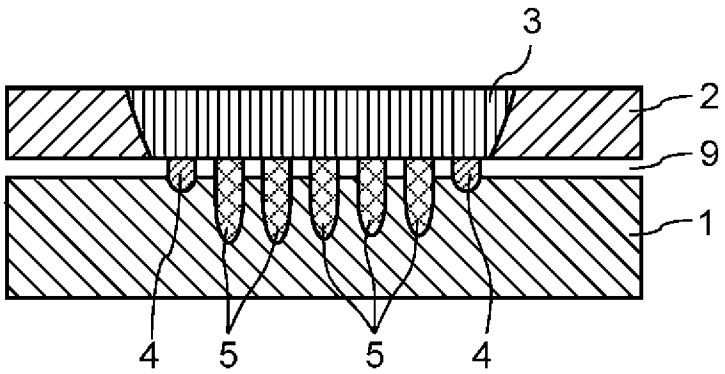
[図2]



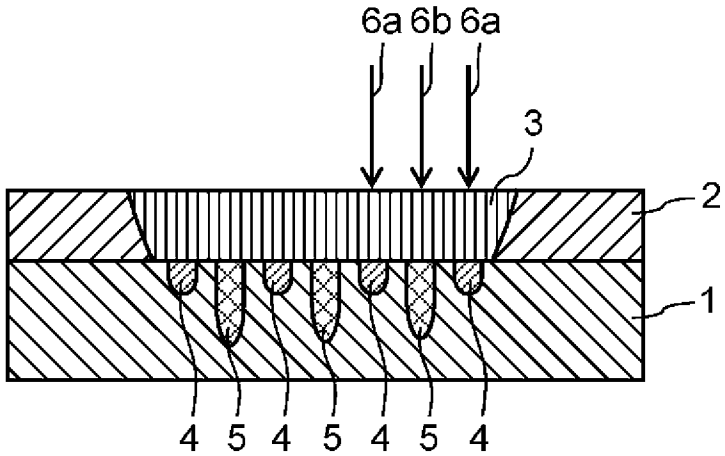
[図3A]



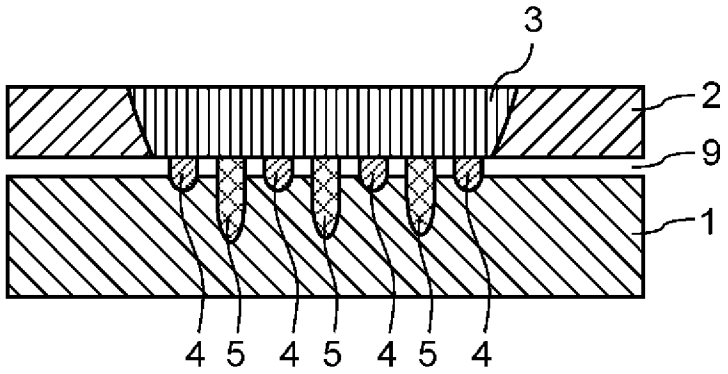
[図3B]



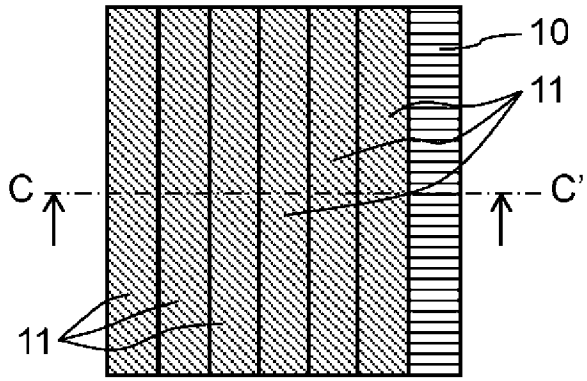
[図4A]



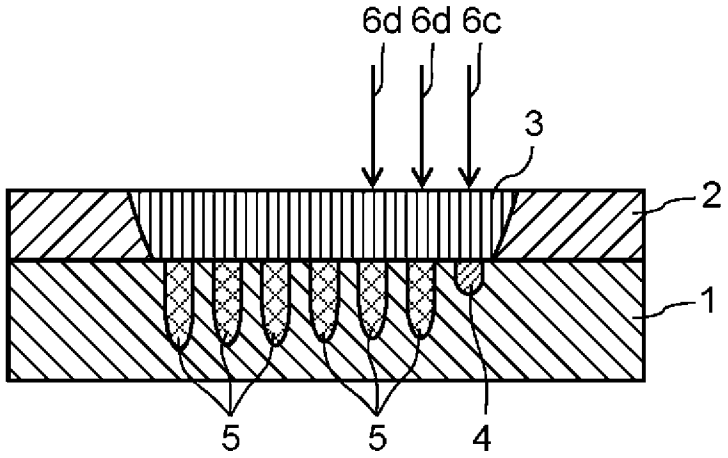
[図4B]



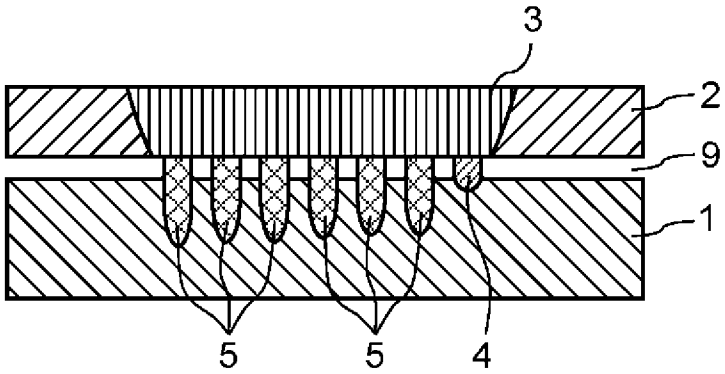
[図5A]



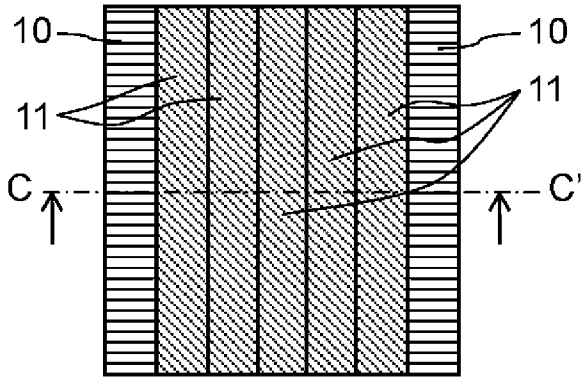
[図5B]



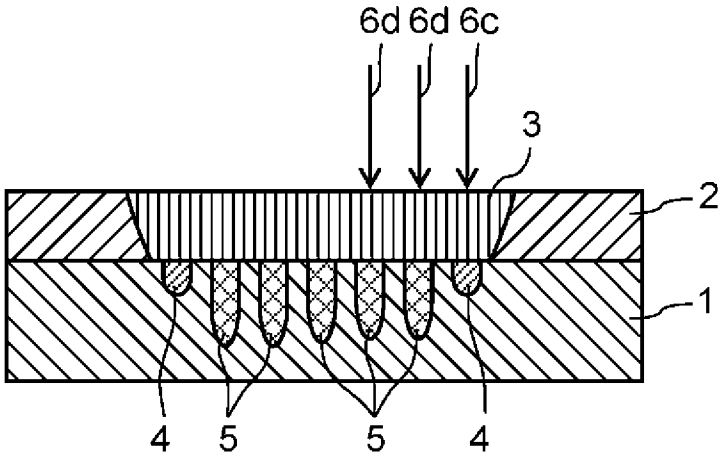
[図5C]



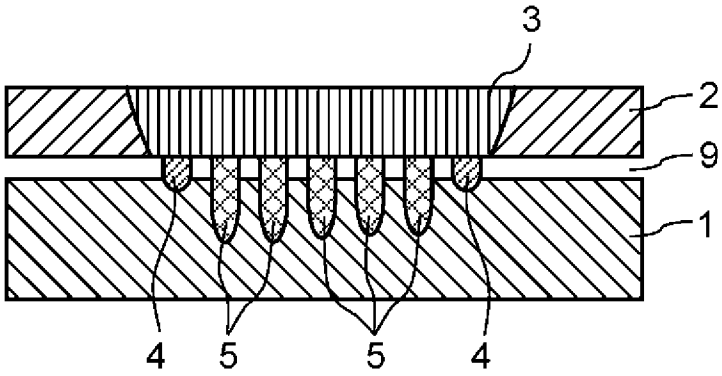
[図6A]



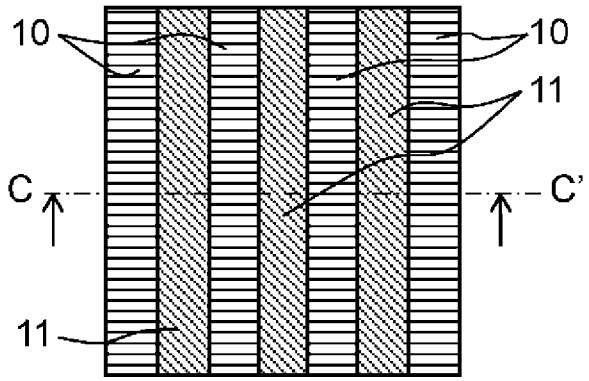
[図6B]



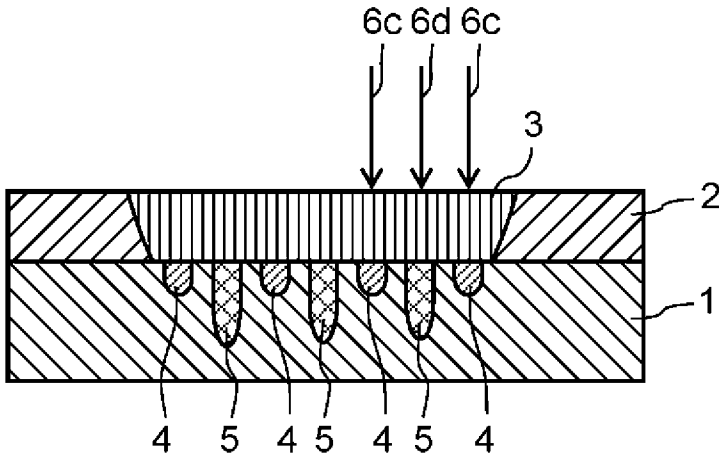
[図6C]



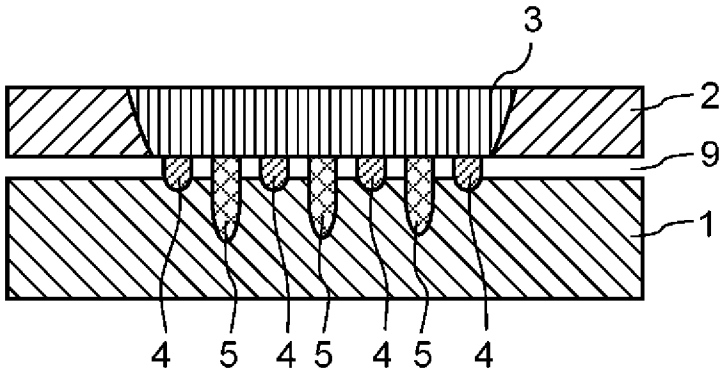
[図7A]



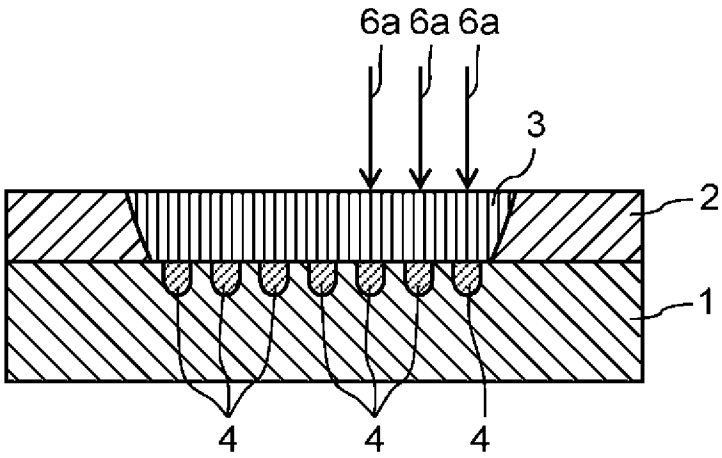
[図7B]



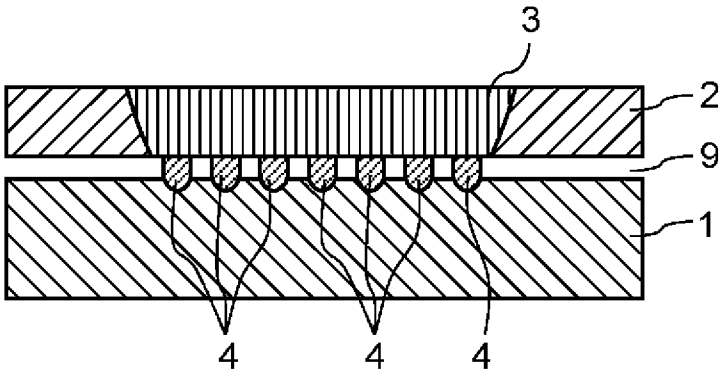
[図7C]



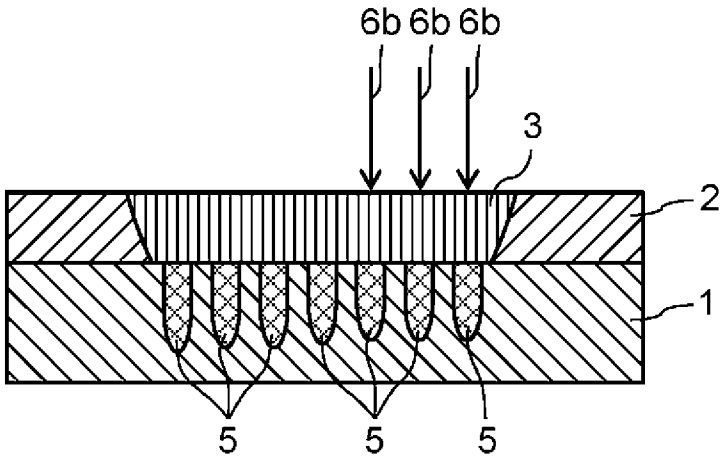
[図8A]



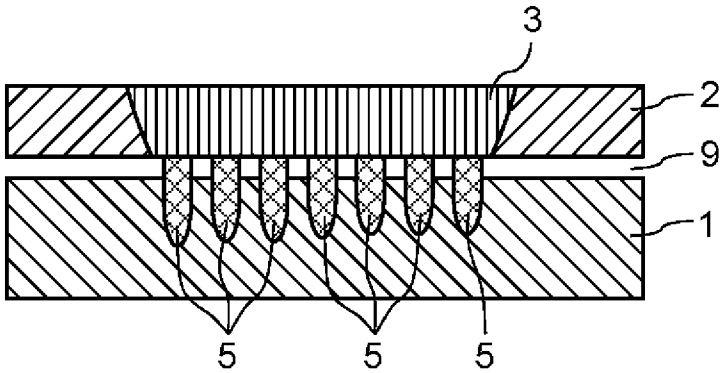
[図8B]



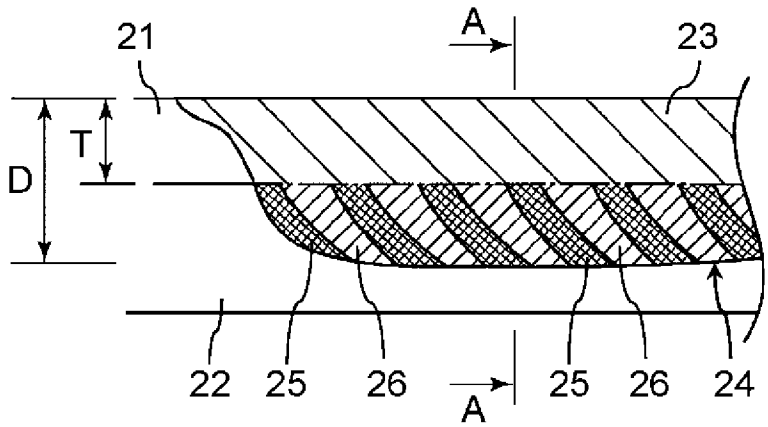
[図9A]



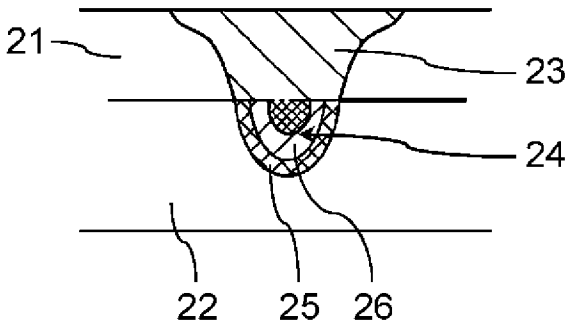
[図9B]



[図10A]



[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/023566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B23K26/21(2014.01)i, H01M2/20(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. B23K26/21, H01M2/20

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.
Y	WO 2017/047050 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 23 March 2017, paragraphs [0034]-[0054], [0105], fig. 1-3 & EP 3351339 A1, paragraphs [0063]-[0120], [0216]-[0218], fig. 1-3 & CN 107949454 A & KR 10-2018-0043291 A	1-10
Y	WO 2006/016441 A1 (NEC LAMILION ENERGY, LTD.) 16 February 2006, paragraphs [0021]-[0031], fig. 3-5 & US 2009/0223940 A1, paragraphs [0043]-[0053], fig. 3-5 & EP 1779962 A1 & KR 10-2007-0043876 A & CN 101018641 A	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15.08.2018	28.08.2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０２３５６６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/21(2014.01)i, H01M2/20(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.　B23K26/21, H01M2/20

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
Y	WO 2017/047050 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 2017.03.23, 段落[0034]-[0054],[0105],図 1-3 & EP 3351339 A1, 段落[0063]-[0120],[0216]-[0218],図 1-3 & CN 107949454 A & KR 10-2018-0043291 A	1-10
Y	WO 2006/016441 A1 (ＮＥＣラミリオンエナジー株式会社) 2006.02.16, 段落[0021]-[0031],図 3-5 & US 2009/0223940 A1, 段落[0043]-[0053],図 3-5 & EP 1779962 A1 & KR 10-2007-0043876 A & CN 101018641 A	1-10

☐　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	国際調査報告の発送日
１５．０８．２０１８	２８．０８．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｐ　３１１３
柏原　郁昭
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３