

(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1月26日(26.01.2017)



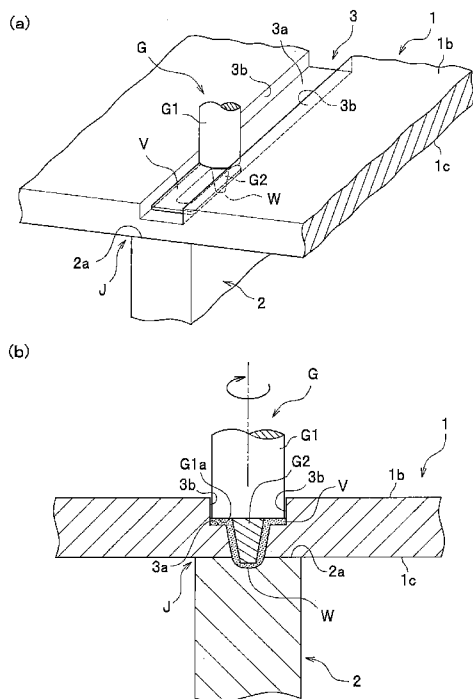
(10) 国際公開番号
WO 2017/013978 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/068074
- (22) 国際出願日: 2016年6月17日(17.06.2016)
- (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 2015-145373 2015年7月23日(23.07.2015) JP
特願 2015-156616 2015年8月7日(07.08.2015) JP
特願 2015-166409 2015年8月26日(26.08.2015) JP
特願 2016-073866 2016年4月1日(01.04.2016) JP
- (71) 出願人: 日本軽金属株式会社(NIPPON LIGHT METAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1408628 東京都品川区東品川二丁目2番20号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀 久司(HORI Hisashi); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP). 瀬尾 伸城(SEO Nobushiro); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: JOINING METHOD AND METHOD FOR MANUFACTURING HEAT SINK

(54) 発明の名称: 接合方法及びヒートシンクの製造方法



(57) Abstract: A joining method characterized by including a butting step for forming a butting part (J) by butting a back surface (1c) of a first metal member (1), that has a recessed channel (3) in a front surface (1b), into an end surface (2a) of a second metal member (2) and a friction stirring step for friction stir welding of the butting part (J) by inserting a stirring pin (G2) of a rotating tool (G) into the recessed channel (3) and relatively moving the rotating tool (G) along the recessed channel (3), and characterized in that: the diameter of a shoulder part (G1) is set smaller than the width of the recessed channel (3); and in the friction stirring step, the shoulder part (G1) of the rotating tool (G) is inserted into the recessed channel (3) and in a state in which the shoulder part (G1) is separated from the bottom surface (3a) of the recessed channel (3), friction stir welding of the butting part (J) is performed while pressing down burrs (V) generated from the first metal member (1) by means of the shoulder part (G1).

(57) 要約: 表面(1b)に凹溝(3)を有する第一金属部材(1)の裏面(1c)と第二金属部材(2)の端面(2a)とを突き合わせて突合せ部(J)を形成する突合せ工程と、凹溝(3)に回転ツール(G)の攪拌ピン(G2)を挿入し、回転ツール(G)を凹溝(3)に沿って相対移動させて、突合せ部(J)を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、ショルダ部(G1)の直径を凹溝(3)の幅よりも小さく設定し、摩擦攪拌工程において、回転ツール(G)のショルダ部(G1)を凹溝(3)内に挿入し、ショルダ部(G1)を凹溝(3)の底面(3a)から離間させた状態で、第一金属部材(1)から発生するバリ(V)をショルダ部(G1)で押えつつ、突合せ部(J)を摩擦攪拌接合することを特徴とする。



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：接合方法及びヒートシンクの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、板状の金属部材同士の接合方法及びヒートシンクの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、板状の第一金属部材と板状の第二金属部材とを T 字状に突き合わせて接合する接合方法が開示されている。当該接合方法では、第一金属部材の裏面と第二金属部材の端面とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、第一金属部材の表面から回転ツールを押し込んで突合せ部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程とを行う。

[0003] 特許文献 2 には、板状の第一金属部材と板状の第二金属部材とを突き合わせて摩擦攪拌接合する接合方法が開示されている。当該接合方法では、第一金属部材の端面と第二金属部材の端面とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、第一金属部材及び第二金属部材の表面及び裏面から回転ツールをそれぞれ押し込んで突合せ部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程とを行う。

[0004] 特許文献 3 には、第一金属部材と第二金属部材とを重ねわせて接合する接合方法が開示されている。当該接合方法では、第一金属部材の裏面と第二金属部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、第一金属部材の表面から回転ツールを押し込んで重合部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程とを行う。

[0005] 特許文献 4 には、ベース部材の一方面に複数のフィンが並設された一对のヒートシンク片同士を突き合わせて、当該突合せ部に摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程が記載されている。当該摩擦攪拌工程では、回転した回転ツールをベース板の他方面（フィンが形成されていない面）又は一方面（フィンが形成されている面）から挿入する形態が例示されている。摩擦攪拌工程にお

いて、回転ツールをベース板の一方面から挿入することで、ベース板の他方面にバリが発生するのを防ぐことができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第3947271号公報

特許文献2：特開2009-172649号公報

特許文献3：特許第4126966号公報

特許文献4：特許第3336277号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の接合方法（特許文献1，3）では、回転ツールのショルダ部の下端面を第一金属部材の表面に押し込んで摩擦攪拌工程を行うため、第一金属部材の表面にバリが発生する。そのため、バリを除去するバリ除去工程を行わなければならない。また、回転ツールのショルダ部の下端面を第一金属部材の表面に押し込んで摩擦攪拌工程を行うため、摩擦攪拌装置にかかる負荷が大きくなるという問題がある。

[0008] また、従来の接合方法（特許文献2）では、回転ツールのショルダ部の下端面を第一金属部材及び第二金属部材の表面及び裏面にそれぞれ押し込んで摩擦攪拌工程を行うため、表面及び裏面にバリが発生する。そのため、バリを除去するバリ除去工程を行わなければならない。また、回転ツールのショルダ部の下端面を第一金属部材及び第二金属部材の表面及び裏面にそれぞれ押し込んで摩擦攪拌工程を行うため、摩擦攪拌装置にかかる負荷が大きくなるという問題がある。

[0009] さらに、従来のヒートシンクの製造方法（特許文献4）では、ベース部材の一方面側においては、隣り合うフィン同士の間が、流体が流通する流路となるとともに、突合せ部を挟んで形成されたフィン同士の間も流体が流通する流路となる。そのため、摩擦攪拌工程によってベース部材の一方面に発生

したバリを除去するバリ除去工程を行って、バリが流体の流通の妨げにならないようにする必要がある。しかし、ベース部材の一方面側においては、突合せ部を挟んで両側に形成されたフィン間が狭隘なスペースになるため、バリ除去工程が困難になるという問題がある。

[0010] このような観点から、本発明は、第一金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができるとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる接合方法を提供することを特徴とする。

また、本発明は、第一金属部材及び第二金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができるとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる接合方法を提供することを特徴とする。また、本発明は、第一金属部材及び第二金属部材の表面及び裏面にバリが発生するのを防ぐことができるのと同時に、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる接合方法を提供することを特徴とする。

さらに本発明は、摩擦攪拌工程によって発生するバリが流体の流通の妨げになるのを抑制するとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができるヒートシンクの製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0011] このような課題を解決するために本発明は、板状を呈し表面に凹溝を有する第一金属部材の裏面と板状の第二金属部材の端面とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の表面側から前記凹溝に回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記凹溝に沿って相対移動させて、前記突合せ部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、前記摩擦攪拌工程において、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

- [0012] かかる接合方法によれば、凹溝の底面、凹溝の両側壁及びショルダ部の下端面で狭い空間が形成されるため、バリが散飛するのを防ぐとともに凹溝の底面にバリを堆積させることができる。これにより、第一金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができる。また、凹溝の底面にショルダ部を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。
- [0013] また、前記第二金属部材の板厚は、前記凹溝の幅よりも大きく設定することが好ましい。かかる接合方法によれば、回転ツールの攪拌ピンによって塑性流動化した金属部材の材料が、第一金属部材の裏面と板状の第二金属部材の端面との突合せ部から飛び出ることを確実に防止することができる。
- [0014] また、本発明は、金属部材同士を摩擦攪拌接合する接合方法であって、前記金属部材同士の対向する端面を、裏面側に形成された外側端面と、表面側に形成され前記外側端面に対して対向する前記金属部材とは離間する側に形成された内側端面と、前記外側端面と前記内側端面とを繋ぐ中間面とを備えるように形成し、前記金属部材の前記外側端面同士を突き合わせて突合せ部を形成するとともに、前記中間面同士と前記内側端面同士とで構成される凹溝を形成する突合せ工程と、前記金属部材同士の表面側から回転ツールを挿入し前記突合せ部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、各前記金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。
- [0015] かかる接合方法によれば、凹溝の底面、凹溝の両側壁及びショルダ部の下端面で狭い空間が形成されるため、バリが散飛するのを防ぐとともに凹溝の底面にバリを堆積させることができる。これにより、第一金属部材及び第二金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができる。また、凹溝の底面にショルダ部を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくする

ことができる。

[0016] また、本発明は、金属部材同士を摩擦攪拌接合する接合方法であって、前記金属部材同士の端面を、板厚方向の中央に形成された外側端面と、前記外側端面に対して表面側及び裏面側の両方に形成されるとともに前記外側端面に対して対向する前記金属部材とは離間する側に形成された一对の内側端面と、前記外側端面と一对の前記内側端面とをそれぞれ繋ぐ一对の中間面とを備えるように形成し、前記金属部材の前記外側端面同士を突き合わせて突合せ部を形成するとともに、前記金属部材同士の表面側及び裏面側にそれぞれ形成され前記中間面同士と前記内側端面同士とで構成される一对の凹溝を形成する突合せ工程と、前記金属部材同士の表面側から回転ツールを挿入し前記突合せ部に対して摩擦攪拌接合を行う第一の摩擦攪拌工程と、前記金属部材同士の裏面側から回転ツールを挿入し前記突合せ部に対して摩擦攪拌接合を行う第二の摩擦攪拌工程と、を含み、前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、前記第一の摩擦攪拌工程及び前記第二の摩擦攪拌工程では、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内にそれぞれ挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、各前記金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0017] かかる接合方法によれば、各凹溝の底面、両側壁及びショルダ部の下端面で狭い空間が形成されるため、バリが散飛するのを防ぐとともに各凹溝の底面にバリを堆積させることができる。これにより、第一金属部材及び第二金属部材の表面及び裏面にバリが発生するのを防ぐことができる。また、凹溝の底面にショルダ部を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。

[0018] また、前記第一の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域と、前記第二の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域とを重複させることが好ましい。

[0019] かかる接合方法によれば、突合せ部の深さ方向の全長が摩擦攪拌されるた

め、接合強度が向上するとともに、水密性及び気密性を高めることができる。

[0020] また、前記突合せ部の両端にそれぞれタブ材を配置するタブ材配置工程を含み、前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌の開始位置を一方のタブ材に設けるとともに、摩擦攪拌の終了位置を他方のタブ材に設けることが好ましい。

[0021] かかる接合方法によれば、摩擦攪拌の開始位置及び終了位置を容易に設定することができるとともに、金属部材の側面をきれいに形成することができる。

[0022] また、本発明は、表面に凹溝を有する第一金属部材の裏面と、第二金属部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、前記第一金属部材の表面側から前記凹溝に回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記凹溝に沿って相対移動させて、前記重合部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する前記攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、前記摩擦攪拌工程において、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記重合部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

また、本発明は、表面に凹溝を有する第一金属部材の裏面と、第二金属部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、前記第一金属部材の表面側から前記凹溝に回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記凹溝に沿って相対移動させて、前記重合部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、前記凹溝を閉ループとなるように形成し、前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する前記攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、前記摩擦攪拌工程において、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記重合部を摩擦攪拌接

合することを特徴とする。さらに、前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールを前記凹溝に沿って一周させて前記重合部を摩擦攪拌接合することが好ましい。

[0023] かかる接合方法によれば、凹溝の底面、凹溝の両側壁及びショルダ部の下端面で狭い空間が形成されるため、バリが散飛するのを防ぐとともに凹溝の底面にバリを堆積させることができる。これにより、第一金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができる。また、凹溝の底面にショルダ部を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。

[0024] また、本発明は、ベース部材と、前記ベース部材の表面に形成され直方体を呈する被切削ブロックとを有する被切削金属部材に、複数枚の円盤カッターが並設されたマルチカッターを回転させながら相対移動させて複数のフィン及び溝を備えるヒートシンク片を形成する溝入れ加工工程と、少なくとも二つの前記ヒートシンク片のベース部材の側端面同士を突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有する回転ツールを前記突合せ部に沿って相対移動させて、前記突合せ部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、前記ショルダ部の直径を、隣り合う前記ヒートシンク片のフィン群間のスペースの幅よりも小さく設定し、前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの攪拌ピンを前記突合せ部に挿入するとともに前記ショルダ部を前記ベース部材の表面から離間させた状態で、前記ベース部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0025] かかる製造方法によれば、摩擦攪拌工程において、突合せ部を挟んで両側に形成されたフィン同士及びショルダ部の下端面で狭い空間が形成されるため、バリが散飛するのを防ぐとともにベース部材の表面にバリを堆積させることができる。これにより、バリが流体の流通の妨げになるのを抑制することができる。また、ベース部材の表面に回転ツールのショルダ部を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。また、マルチカッターでフィンを形成するため、フィンの板厚やフィン間寸法等を容

易に変更することができる。

[0026] また、前記摩擦攪拌工程では、前記ショルダ部と前記ベース部材の表面との離間距離を、前記溝の底面と前記ベース部材の表面との距離よりも小さく設定することが好ましい。かかる製造方法によれば、バリが流体の流通の妨げになるのをより抑制することができる。

[0027] また、前記突合せ部の両端に一对のタブ材を配置するタブ材配置工程と、を含み、前記摩擦攪拌工程では、一方の前記タブ材に摩擦攪拌の開始位置を設定し、他方の前記タブ材に摩擦攪拌の終了位置を設定することが好ましい。

[0028] かかる製造方法によれば、回転ツールを挿入する開始位置及び終了位置を容易に設定することができる。また、突合せ部の全長を摩擦攪拌接合できるとともに、ベース部材の側端面をきれいに仕上げることができる。

[0029] また、前記突合せ工程では、一方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向と、他方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向とが平行となるように突き合わせることが好ましい。また、前記突合せ工程では、一方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向と、他方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向とが異なるように突き合わせることが好ましい。

[0030] かかる製造方法によれば、流体が流通する流路のバリエーションを増やすことができる。

発明の効果

[0031] 本発明に係る接合方法によれば、第一金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができるとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。

また、本発明に係る接合方法によれば、第一金属部材及び第二金属部材の表面にバリが発生するのを防ぐことができるとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。また、本発明に係る接合方法によれば、第一金属部材及び第二金属部材の表面及び裏面にバリが発生するのを防ぐことができるとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。

。

また、本発明に係るヒートシンクの製造方法によれば、摩擦攪拌工程によって発生するバリが流体の流通の妨げになるのを抑制するとともに、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の第一実施形態に係る接合方法の突合せ工程を示す斜視図である

。

[図2]第一実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す図であって、(a)は斜視図であり、(b)は断面図である。

[図3]第一実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図4]第一実施形態に係る接合方法の変形例を示す断面図である。

[図5]本発明の第二実施形態に係る接合方法の突合工程を示す断面図である。

[図6] (a)は第二実施形態に係る接合方法の第一摩擦攪拌工程を示す断面図であり、(b)は第二摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図7]本発明の第三実施形態に係る接合方法を示す図であって、(a)は準備工程を示す斜視図であり、(b)は突合せ工程を示す断面図である。

[図8]第三実施形態に係る接合方法を示す図であって、(a)はタブ材配置工程を示す斜視図であり、(b)は摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図9]第三実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す模式断面図である。

[図10]本発明の第四実施形態に係る接合方法を示す図であって、(a)は準備工程を示す断面図であり、(b)は突合せ工程を示す断面図である。

[図11]第四実施形態に係る第一の摩擦攪拌工程を示す図であって、(a)は斜視図であり、(b)は模式断面図である。

[図12]第四実施形態に係る第二の摩擦攪拌工程を示す模式断面図である。

[図13]本発明の第五実施形態に係る接合方法の重合工程を示す斜視図である

。

[図14]第五実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図15]第五実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図16]本発明の第六実施形態に係る接合方法の重合工程を示す斜視図である。

[図17]第六実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す平面図である。

[図18]本発明の第七実施形態に係るヒートシンクを示す斜視図である。

[図19]第七実施形態に係るヒートシンクの要部断面図である。

[図20]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法の溝入れ加工工程を示す斜視図である。

[図21]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法の溝入れ加工工程を示す模式側面図である。

[図22]第七実施形態に係るヒートシンク片を示す斜視図である。

[図23]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法の突合せ工程を示す断面図である。

[図24]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法のタブ材配置工程を示す斜視図である。

[図25]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法の摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図26]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法の摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図27]第七実施形態に係るヒートシンクの製造方法の摩擦攪拌工程を示す平面図である。

[図28]第七実施形態に係るヒートシンクの変形例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0033] [第一実施形態]

本発明の第一実施形態に係る接合方法について図面を参照して詳細に説明する。図1に示すように、第一実施形態に係る接合方法では、第一金属部材1と第二金属部材2とをT字状に突き合わせて接合する。第一実施形態に係る接合方法は、突合せ工程と、摩擦攪拌工程とを行う。なお、説明における「表面」とは、「裏面」に対する反対側の面という意味である。

- [0034] 第一金属部材 1 は、板状の金属部材である。第一金属部材 1 の材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。第一金属部材 1 の表面には、断面矩形の凹溝 3 が形成されている。凹溝 3 は、第一金属部材 1 の延長方向に延設されている。第二金属部材 2 は、板状の金属部材である。第二金属部材 2 の板厚寸法は適宜設定すればよいが、本実施形態では凹溝 3 の幅よりも大きく形成されている。第二金属部材 2 の材料は、前記した摩擦攪拌可能な金属から適宜選択すればよいが、第一金属部材 1 と同等の材料であることが好ましい。
- [0035] 突合せ工程は、図 1 に示すように、第一金属部材 1 の裏面 1 c と、第二金属部材 2 の端面 2 a とを正面視 T 字状に突き合わせる工程である。突合せ工程では、凹溝 3 の対応する位置に第二金属部材 2 の端面 2 a を突き合わせる。第一金属部材 1 の裏面 1 c と第二金属部材 2 の端面 2 a とを突き合わせるにより突合せ部 J が形成される。
- [0036] 摩擦攪拌工程は、図 2 の (a) 及び (b) に示すように、回転ツール G のショルダ部 G 1 を凹溝 3 内に挿入して突合せ部 J を摩擦攪拌接合する工程である。回転ツール G は、円柱状のショルダ部 G 1 と、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a から垂下する攪拌ピン G 2 とで構成されている。ショルダ部 G 1 の外径は、凹溝 3 の幅よりも若干小さく形成されている。ショルダ部 G 1 の外径は、ショルダ部 G 1 の外周面と凹溝 3 の側壁 3 b, 3 b とが接触するように設定してもよいが、摩擦攪拌工程を行う際に、ショルダ部 G 1 の外周面と凹溝 3 の側壁 3 b, 3 b とがわずかな隙間をあけて相対移動可能な寸法であることが好ましい。
- [0037] 攪拌ピン G 2 は、先細りになっている。攪拌ピン G 2 の外周面には螺旋溝が形成されている。本実施形態では、回転ツール G を右回転させるため、攪拌ピン G 2 の螺旋溝は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。

- [0038] なお、回転ツールGを左回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。螺旋溝をこのように設定することで、摩擦攪拌工程の際に塑性流動化した金属が螺旋溝によって攪拌ピンG2の先端側に導かれる。これにより、凹溝3の底面3aから溢れ出る金属の量を少なくすることができる。
- [0039] 摩擦攪拌工程では、回転ツールGの攪拌ピンG2を第一金属部材1の表面1b側から凹溝3の底面3aの中央に挿入し、突合せ部J（凹溝3）に沿って回転ツールGを相対移動させる。回転ツールGの挿入深さは、適宜設定すればよいが、本実施形態では、攪拌ピンG2が第二金属部材2に達するように、つまり、第一金属部材1及び第二金属部材2と攪拌ピンG2とを接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。回転ツールGの移動軌跡には塑性化領域Wが形成される。
- [0040] また、摩擦攪拌工程では、ショルダ部G1の下端面G1aを、凹溝3の底面3aから離間させ、かつ、第一金属部材1の表面1bよりも低い位置に設定している。つまり、摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌によって発生するバリVをショルダ部G1の下端面G1aで押さえ込みつつ摩擦攪拌接合を行う。特許請求の範囲の「前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態」とは、バリVが発生する前の凹溝3の底面3aからショルダ部G1の下端面G1aを離間させるという意味である。また、特許請求の範囲の「前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ」とは、堆積するバリVとショルダ部G1の下端面G1aとが接触しており、バリVの表面（上面）をショルダ部G1の下端面G1aによって押えるという意味である。
- [0041] また、ショルダ部G1の外周面と凹溝3の側壁3b、3bとはわずかな隙間をあけて離間している。凹溝3の底面3a、凹溝3の側壁3b、3b及びショルダ部G1の下端面G1aで狭い空間が形成されている。
- [0042] なお、攪拌ピンG2は、第二金属部材2に達しないように設定してもよい。つまり、摩擦攪拌工程では、第一金属部材1と攪拌ピンG2のみとが接触

するように攪拌ピンG 2の挿入深さを設定してもよい。このように、攪拌ピンG 2の先端が、第二金属部材2に達しないように設定する場合は、第一金属部材1と攪拌ピンG 2との摩擦熱によって突合せ部Jの周囲の金属が塑性流動化して第一金属部材1と第二金属部材2とが接合するようにする。

[0043] 摩擦攪拌工程によって凹溝3の底面3 aにバリVが発生するが、凹溝3の底面3 a、凹溝3の側壁3 b、3 b及びショルダ部G 1の下端面G 1 aで構成された狭い空間（断面矩形の閉空間）に当該バリVが閉じ込められ、底面3 aにバリVが堆積する。図3に示すように、バリVは、凹溝3内に收容されるとともに、バリVの表面（上面）は、ショルダ部G 1の下端面G 1 aによって押えられて略平坦になる。

[0044] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、摩擦攪拌工程を行う際に、凹溝3の底面3 a、凹溝3の側壁3 b、3 b及びショルダ部G 1の下端面G 1 aで狭い空間が形成されるため、バリVが散飛するのを防ぐとともに凹溝3の底面3 aにバリVを堆積させることができる。これにより、第一金属部材1の表面1 bにバリVが発生するのを防ぐことができる。よって、第一金属部材1の表面1 bのバリ除去工程等の表面処理を省略化することができる。

[0045] また、本実施形態に係る接合方法によれば、凹溝3の底面3 aにショルダ部G 1を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。また、本実施形態では、第二金属部材2の板厚寸法を凹溝3の幅よりも大きく設定しているため、回転ツールGの攪拌ピンG 2によって塑性流動化した材料が、第一金属部材1の裏面1 cと板状の第二金属部材2の端面2 aとの突合せ部Jから飛び出ることを確実に防止することができる。

なお、摩擦攪拌工程を行う前に、第一金属部材1と第二金属部材2とで構成される内隅に溶接を行う溶接工程を行ってもよい。溶接工程を行うことで、摩擦攪拌接合を安定して行うことができる。

[0046] [変形例]

図4は、第一実施形態に係る接合方法の変形例を示す断面図である。図4

に示すように、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とを正面視 L 字状に突き合わせてもよい。つまり、変形例に係る突合せ工程では、第一金属部材 1 の裏面 1 c と第二金属部材 2 の端面 2 a とを突き合わせつつ、第一金属部材 1 の端面 1 a と第二金属部材 2 の側面 2 c とが面一になるように突き合わせる。変形例では、突合せ工程を除いては第一実施形態と略同等であるため、詳細な説明は省略する。当該変形例によっても第一実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0047] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態に係る接合方法について説明する。図 5 及び図 6 に示すように、第二実施形態に係る接合方法では、一对の第一金属部材 1 (1 A, 1 B) と複数の第二金属部材 2 とを接合して構造物 Z を形成する。

[0048] 第一金属部材 1 A は、板状を呈する金属部材である。第一金属部材 1 A の表面 1 b には、複数の凹溝 3 が形成されている。凹溝 3 は、所定の間隔をあけて形成されている。第一金属部材 1 B は、第一金属部材 1 A と同等の部材である。第二実施形態に係る接合方法では、突合せ工程と、摩擦攪拌工程とを行う。

[0049] 突合せ工程は、第一金属部材 1 A, 1 B と複数の第二金属部材 2 とを突き合わせて複数の突合せ部 J 1, J 2 を形成する工程である。突合せ工程では、第一金属部材 1 A の裏面 1 c と、複数の第二金属部材 2 の一方の端面 2 a とを突き合わせて複数の突合せ部 J 1 を形成する。第二金属部材 2 の一方の端面 2 a は、第一金属部材 1 A の凹溝 3 に対応する位置に突き合わせる。また、突合せ工程では、第一金属部材 1 B の裏面 1 c と、複数の第二金属部材 2 の他方の端面 2 a とを突き合わせて複数の突合せ部 J 2 を形成する。第二金属部材 2 の他方の端面 2 a は、第一金属部材 1 B の凹溝 3 に対応する位置に突き合わせる。

[0050] 摩擦攪拌工程は、第一金属部材 1 A と第二金属部材 2 とで形成された突合せ部 J 1 を接合する第一摩擦攪拌工程と、第一金属部材 1 B と第二金属部材

2とで形成された突合せ部J2を接合する第二摩擦攪拌工程とを行う。図6の(a)に示すように、第一摩擦攪拌工程では、回転ツールGを用いて突合せ部J1を摩擦攪拌接合する。第一摩擦攪拌工程は、第一実施形態の摩擦攪拌工程と同等であるため、詳細な説明は省略する。また、図6の(b)に示すように、第二摩擦攪拌工程では、回転ツールGを用いて突合せ部J2を摩擦攪拌接合する。第二摩擦攪拌工程は、第一実施形態の摩擦攪拌工程と同等であるため、詳細な説明は省略する。

[0051] 第二実施形態に係る接合方法によれば、内部に断面視矩形の複数の中空部Qを備えた構造物Zを形成することができる。また、第二実施形態に係る接合方法によれば、凹溝3の底面3a、凹溝3の側壁3b、3b及びショルダ部G1の下端面G1aで狭い空間が形成されるため、バリVが散飛するのを防ぐとともに凹溝3の底面3aにバリVを堆積させることができる。これにより、第一金属部材1Aの表面1b及び第一金属部材1Bの表面1bにバリVが発生するのを防ぐことができる。また、本実施形態に係る接合方法によれば、凹溝3の底面3aにショルダ部G1を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。

[0052] [第三実施形態]

本発明の第三実施形態に係る接合方法について図面を参照して詳細に説明する。図7に示すように、第三実施形態に係る接合方法では、第一金属部材101と第二金属部材102とを突き合わせて接合する。第一実施形態に係る接合方法は、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、摩擦攪拌工程とを行う。

[0053] 準備工程は、図7の(a)に示すように、第一金属部材101及び第二金属部材102を用意する工程である。第一金属部材101は、板状の金属部材である。第一金属部材101の材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。準備工程では、第一金属部材101の端面が、外側端面101dと、内側端面101eと、中間面101fと

で構成されるように形成する。内側端面１０１ｅは、外側端面１０１ｄに対して対向する第二金属部材１０２から離間する側に形成されている。中間面１０１ｆは、外側端面１０１ｄと内側端面１０１ｅとを繋ぐとともに、外側端面１０１ｄ及び内側端面１０１ｅに対して直角になっている。第一金属部材１０１の内側端面１０１ｅ及び中間面１０１ｆは、端面を切り欠いて形成してもよいし、ダイキャストで予め成形してもよい。

[0054] 第二金属部材１０２は、板状の金属部材である。第二金属部材１０２の材料は、前記した摩擦攪拌可能な金属から適宜選択すればよいが、第一金属部材１０１と同等の材料であることが好ましい。第二金属部材１０２は、第一金属部材１０１と同等の形状で形成されている。つまり、準備工程では、第二金属部材１０２の端面が、外側端面１０２ｄと、内側端面１０２ｅと、中間面１０２ｆとで構成されるように形成する。内側端面１０２ｅは、外側端面１０２ｄに対して対向する第一金属部材１０１から離間する側に形成されている。中間面１０２ｆは、外側端面１０２ｄと内側端面１０２ｅとを繋ぐとともに、外側端面１０２ｄ及び内側端面１０２ｅに対して直角になっている。

[0055] 突合せ工程は、図７の（ｂ）に示すように、第一金属部材１０１の端面と第二金属部材１０２の端面とを突き合わせて突合せ部Ｊ３を形成する工程である。突合せ工程では、第一金属部材１０１の外側端面１０１ｄと第二金属部材１０２の外側端面１０２ｄとを突き合わせる。これにより、突合せ部Ｊ３が形成される。また、対向する内側端面１０１ｅ，１０２ｅと、連続する中間面１０１ｆ，１０２ｆとで凹溝１１０が形成される。凹溝１１０は、断面矩形を呈する。凹溝１１０は、底面１１０ａ（中間面１０１ｆ，１０２ｆ）と、側壁１１０ｂ，１１０ｂ（内側端面１０１ｅ，１０２ｅ）とで構成されている。

[0056] タブ材配置工程は、図８の（ａ）に示すように、突合せ部Ｊ３の両端に、一对のタブ材Ｔを配置する工程である。タブ材Ｔは、直方体を呈し、第一金属部材１０１及び第二金属部材１０２と同等の材料で形成されている。タブ

材Ｔの板厚寸法は、外側端面１０１ｄ，１０２ｄの高さ寸法と同等に形成されている。タブ材配置工程では、タブ材Ｔの側面を第一金属部材１０１及び第二金属部材１０２の側面に当接させて、第一金属部材１０１とタブ材Ｔとの内隅及び第二金属部材１０２とタブ材Ｔとの内隅を溶接により仮接合する。タブ材Ｔの表面Ｔａと凹溝１１０の底面１１０ａとを面一にするとともに、タブ材Ｔの裏面Ｔｂと第一金属部材１０１の裏面１０１ｃ及び第二金属部材１０２の裏面１０２ｃとを面一にする。

[0057] 摩擦攪拌工程は、図８の（ａ）及び（ｂ）に示すように、回転ツールＧのショルダ部Ｇ１を凹溝１１０内に挿入して突合せ部Ｊ３を摩擦攪拌接合する工程である。回転ツールＧは、円柱状のショルダ部Ｇ１と、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａから垂下する攪拌ピンＧ２とで構成されている。ショルダ部Ｇ１の直径は、凹溝１１０の幅よりも若干小さく形成されている。ショルダ部Ｇ１の直径は、ショルダ部Ｇ１の外周面と凹溝１１０の側壁１１０ｂ，１１０ｂとが接触するように設定してもよいが、摩擦攪拌工程を行う際に、ショルダ部Ｇ１の外周面と凹溝１１０の側壁１１０ｂ，１１０ｂとがわずかな隙間をあけて相対移動可能な寸法であることが好ましい。

[0058] 攪拌ピンＧ２は、先細りになっている。攪拌ピンＧ２の外周面には螺旋溝が形成されている。本実施形態では、回転ツールＧを右回転させるため、攪拌ピンＧ２の螺旋溝は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。

[0059] なお、回転ツールＧを左回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。螺旋溝をこのように設定することで、摩擦攪拌工程の際に塑性流動化した金属が螺旋溝によって攪拌ピンＧ２の先端側に導かれる。これにより、凹溝１１０の底面１１０ａから溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0060] 摩擦攪拌工程では、図8の（b）に示すように、まず、一方のタブ材Tの表面T aに設定された開始位置S pに回転ツールGの攪拌ピンG 2を挿入し、下端面G 1 aを表面T aに押し込みつつ突合せ部J 3に向けて相対移動させる。回転ツールGが突合せ部J 3に突入したら、図9に示すように、下端面G 1 aを凹溝1 1 0の底面1 1 0 aから離間させつつ、突合せ部J 3（凹溝1 1 0）に沿って回転ツールGを相対移動させる。回転ツールGの移動軌跡には塑性化領域Wが形成される。

[0061] 摩擦攪拌工程では、ショルダ部G 1の下端面G 1 aを、凹溝1 1 0の底面1 1 0 aから離間させ、かつ、第一金属部材1 0 1の表面1 0 1 bよりも低い位置に設定している。つまり、摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌によって発生するバリVをショルダ部G 1の下端面G 1 aで押さえ込みつつ摩擦攪拌接合を行う。特許請求の範囲の「前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態」とは、バリVが発生する前の凹溝1 1 0の底面1 1 0 aからショルダ部G 1の下端面G 1 aを離間させるという意味である。また、特許請求の範囲の「各前記金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ」とは、堆積するバリVとショルダ部G 1の下端面G 1 aとが接触しており、バリVの表面（上面）をショルダ部G 1の下端面G 1 aによって押えるという意味である。

[0062] また、ショルダ部G 1の外周面と凹溝1 1 0の側壁1 1 0 b， 1 1 0 bとはわずかな隙間をあけて離間している。凹溝1 1 0の底面1 1 0 a、凹溝1 1 0の側壁1 1 0 b， 1 1 0 b及びショルダ部G 1の下端面G 1 aで狭い空間が形成されている。

[0063] 摩擦攪拌工程によって凹溝1 1 0の底面1 1 0 aにバリVが発生するが、凹溝1 1 0の底面1 1 0 a、凹溝1 1 0の側壁1 1 0 b， 1 1 0 b及びショルダ部G 1の下端面G 1 aで構成された狭い空間（断面矩形の閉空間）に当該バリVが閉じ込められ、底面1 1 0 aにバリVが堆積する。図9に示すように、バリVは、凹溝1 1 0内に收容されるとともに、バリVの表面（上面）は、ショルダ部G 1の下端面G 1 aによって押えられて略平坦になる。回

転ツールGが、他方のタブ材Tの表面Taに設定された終了位置Epに達したら、タブ材Tから回転ツールGを離脱させる。また、第一金属部材101及び第二金属部材102からタブ材Tを切除する。

[0064] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、摩擦攪拌工程を行う際に、凹溝110の底面110a、凹溝110の側壁110b、110b及びショルダ部G1の下端面G1aで狭い空間が形成されるため、バリVが散飛するのを防ぐとともに凹溝110の底面110aにバリVを堆積させることができる。これにより、第一金属部材101の表面101b及び第二金属部材102の表面102bにバリVが発生するのを防ぐことができる。よって、第一金属部材101の表面101b及び第二金属部材102の表面102bのバリ除去工程等の表面処理を省略化することができる。

[0065] また、本実施形態に係る接合方法によれば、凹溝110の底面110aにショルダ部G1を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。また、一对のタブ材Tを用いて摩擦攪拌工程を行うため、摩擦攪拌工程の開始位置Sp及び終了位置Epを容易に設定することができるとともに、第一金属部材101及び第二金属部材102の側面をきれいに仕上げることができる。

[0066] [第四実施形態]

次に、本発明の第四実施形態に係る接合方法について説明する。第四実施形態に係る接合方法では、第一金属部材101A及び第二金属部材102Aの表裏から摩擦攪拌接合を行う点で第三実施形態と相違する。第四実施形態に係る説明では、第三実施形態と重複する部分については説明を省略する。

[0067] 第四実施形態に係る接合方法では、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、第一の摩擦攪拌工程と、第二の摩擦攪拌工程とを行う。準備工程では、図10の(a)に示すように、第一金属部材101Aの端面が、外側端面101dと、内側端面101eと、中間面101fと、内側端面101gと、中間面101hとで構成されるように形成する。内側端面101gは、外側端面101dの裏側に形成されており、対向する第二金属部材102

Aから離間する側に形成されている。中間面101hは、外側端面101dと内側端面101gとを繋ぐとともに、外側端面101d及び内側端面101gに対して直角になっている。つまり、内側端面101e及び中間面101fは、第一金属部材101Aの表面1b側に形成されており、内側端面101g及び中間面101hは、第一金属部材101Aの裏面101c側に形成されている。

[0068] 第二金属部材102Aは、第一金属部材101Aと同等の形状で形成されている。つまり、準備工程では、第二金属部材102Aの端面が、外側端面102dと、内側端面102eと、中間面102fと、内側端面102gと、中間面102hとで構成されるように形成する。内側端面102gは、外側端面102dに対して対向する第一金属部材101Aから離間する側に形成されている。中間面102hは、外側端面102dと内側端面102gとを繋ぐとともに、外側端面102d及び内側端面102gに対して直角になっている。つまり、内側端面102e及び中間面102fは、第二金属部材102Aの表面102b側に形成されており、内側端面102g及び中間面102hは、第二金属部材102Aの裏面102c側に形成されている。

[0069] 突合せ工程は、図10の(a)及び(b)に示すように、第一金属部材101Aの端面と第二金属部材102Aの端面とを突き合わせて突合せ部J4を形成する工程である。突合せ工程では、第一金属部材101Aの外側端面101dと第二金属部材102Aの外側端面102dとを突き合わせる。これにより、突合せ部J4が形成される。また、対向する内側端面101e, 102eと、連続する中間面101f, 102fとで凹溝110が形成される。また、対向する内側端面101g, 102gと、連続する中間面101h, 102hとで凹溝111が形成される。凹溝111は、断面矩形を呈する。凹溝111は、底面111a(中間面101h, 102h)と、側壁111b, 111b(内側端面101g, 102g)とで構成されている。

[0070] タブ材配置工程は、図11の(a)に示すように、突合せ部J4の両端に、一对のタブ材Tを配置する工程である。タブ材Tは、直方体を呈し、第一

金属部材 101A 及び第二金属部材 102A と同等の材料で形成されている。タブ材 T の板厚寸法は、外側端面 101d, 102d の高さ寸法と同等に形成されている。タブ材配置工程では、タブ材 T の側面を第一金属部材 101A 及び第二金属部材 102A の側面に当接させて、第一金属部材 101 とタブ材 T との内隅及び第二金属部材 102 とタブ材 T との内隅を溶接により仮接合する。タブ材 T の表面 Ta と凹溝 110 の底面 110a とを面一にするとともに、タブ材 T の裏面 Tb と凹溝 111 の底面 111a とを面一にする。

[0071] 第一の摩擦攪拌工程は、図 11 の (a) 及び (b) に示すように、第一実施形態の摩擦攪拌工程と同じ要領で回転ツール G を凹溝 110 に挿入して突合せ部 J4 を摩擦攪拌接合する。回転ツール G の移動軌跡には塑性化領域 W1 が形成される。第二の摩擦攪拌工程は、図 12 に示すように、第一金属部材 101A 及び第二金属部材 102A をひっくり返し、凹溝 111 に回転ツール G を挿入して突合せ部 J に対して摩擦攪拌接合を行う。

[0072] 第二の摩擦攪拌工程では、一方のタブ材 T の裏面 Tb に設定された開始位置に回転ツール G を挿入し、第一金属部材 101A 及び第二金属部材 102A に向けて回転ツール G を相対移動させる。そして、回転ツール G が突合せ部 J4 に突入したら、図 12 に示すように、下端面 G1a を凹溝 111 の底面 111a から離間させつつ、突合せ部 J4 (凹溝 111) に沿って回転ツール G を相対移動させる。回転ツール G の移動軌跡には、塑性化領域 W2 が形成される。

[0073] 第二の摩擦攪拌工程では、ショルダ部 G1 の下端面 G1a を、凹溝 111 の底面 111a から離間させ、かつ、第一金属部材 101A の裏面 101c よりも低い位置に設定している。つまり、第二の摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌によって発生するバリ V をショルダ部 G1 の下端面 G1a で押さえ込みつつ摩擦攪拌接合を行う。また、第二の摩擦攪拌工程では、回転ツール G の攪拌ピン G2 が、第一の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域 W1 に達するように挿入深さを調整することを除いては、第一の摩擦攪拌工程と同等である

。

[0074] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、第一の摩擦攪拌工程を行う際に、凹溝１１０の底面１１０a、凹溝１１０の側壁１１０b、１１０b及びショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１aで狭い空間が形成されるため、バリＶが散飛するのを防ぐとともに凹溝１１０の底面１１０aにバリＶを堆積させることができる。これにより、第一金属部材１０１Aの表面１０１b及び第二金属部材１０２Aの表面１０２bにバリＶが発生するのを防ぐことができる。

[0075] また、第二の摩擦攪拌工程を行う際に、凹溝１１１の底面１１１a、凹溝１１１の側壁１１１b、１１１b及びショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１aで狭い空間が形成されるため、バリＶが散飛するのを防ぐとともに凹溝１１１の底面１１１aにバリＶを堆積させることができる。これにより、第一金属部材１０１Aの裏面１０１c及び第二金属部材１０２Aの裏面１０２cにバリＶが発生するのを防ぐことができる。よって、第一金属部材１０１A及び第二金属部材１０２Aのバリ除去工程等の表面処理を省略化することができる。

[0076] また、本実施形態に係る接合方法によれば、凹溝１１０の底面１１０a及び凹溝１１１の底面１１１aにショルダ部Ｇ１を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。また、第一の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域Ｗ１と第二の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域Ｗ２とを重複させることで、突合せ部Ｊ４の深さ方向の全長が摩擦攪拌されるため、接合強度を高めることができるとともに、水密性及び気密性を高めることができる。また、タブ材Ｔの高さ寸法を、外側端面１０１d、１０２dの板厚寸法と同等にしているため、タブ材Ｔで第一の摩擦攪拌工程及び第二の摩擦攪拌工程の両方に対応することができる。

[0077] [第五実施形態]

本発明の第五実施形態に係る接合方法について図面を参照して詳細に説明する。図１３に示すように、第五実施形態に係る接合方法では、第一金属部材２０１と第二金属部材２０２とを重ね合わせて接合する。第一実施形態に

係る接合方法は、重合工程と、タブ材配置工程と、摩擦攪拌工程とを行う。

[0078] 第一金属部材201は、板状の金属部材である。第一金属部材201の材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。第一金属部材201の表面201bには、断面矩形の凹溝203が形成されている。凹溝203は、第一金属部材201の延長方向に延設されている。凹溝203は、底面203aと、底面203aから立ち上る側壁203b、203bとで構成されている。

[0079] 第二金属部材202は、板状の金属部材である。第二金属部材202の材料は、前記した摩擦攪拌可能な金属から適宜選択すればよいが、第一金属部材201と同等の材料であることが好ましい。第二金属部材202は、第一金属部材201と同形状になっているが、異なる形状であってもよい。また、第一金属部材201及び第二金属部材202の形状は本実施形態ではいずれも板状（直方体）を呈するが、平面視他の多角形状であってもよいし、平面視円形又は楕円形であってもよい。

[0080] 重合工程は、図13に示すように、第一金属部材1の裏面201cと、第二金属部材202の表面202bとを重ね合わせる工程である。第一金属部材201の裏面201cと第二金属部材202の表面202bとを重ね合わせるにより重合部J5が形成される。

[0081] タブ材配置工程は、図13に示すように、タブ材T、Tを配置する工程である。タブ材Tは、直方体を呈する。タブ材Tの表面Taと、凹溝203の底面203aとが面一になるようにして、第一金属部材201及び第二金属部材202の端面201a、202aに溶接によりタブ材Tを仮接合する。

[0082] 摩擦攪拌工程は、図13及び図14に示すように、回転ツールGのショルダ部G1を凹溝203内に挿入して重合部J5を摩擦攪拌接合する工程である。回転ツールGは、円柱状のショルダ部G1と、ショルダ部G1の下端面G1aから垂下する攪拌ピンG2とで構成されている。ショルダ部G1の直径は、凹溝203の幅よりも若干小さく形成されている。ショルダ部G1の

直径は、ショルダ部G 1の外周面と凹溝2 0 3の側壁2 0 3 b, 2 0 3 bとが接触するように設定してもよいが、摩擦攪拌工程を行う際に、ショルダ部G 1の外周面と凹溝2 0 3の側壁2 0 3 b, 2 0 3 bとがわずかな隙間をあけて相対移動可能な寸法であることが好ましい。

[0083] 攪拌ピンG 2は、先細りになっている。攪拌ピンG 2の外周面には螺旋溝が形成されている。本実施形態では、回転ツールGを右回転させるため、攪拌ピンG 2の螺旋溝は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。

[0084] なお、回転ツールGを左回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。螺旋溝をこのように設定することで、摩擦攪拌工程の際に塑性流動化した金属が螺旋溝によって攪拌ピンG 2の先端側に導かれる。これにより、凹溝2 0 3の底面2 0 3 aから溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0085] 摩擦攪拌工程では、回転ツールGの攪拌ピンG 2を一方のタブ材Tの表面T aに設定された開始位置S p 1に挿入し、他方のタブ材Tの表面T aに設定された終了位置E p 1まで重合部J 5（凹溝2 0 3）に沿って回転ツールGを相対移動させる。回転ツールGの挿入深さは、適宜設定すればよいが、本実施形態では図1 5に示すように、攪拌ピンG 2が第二金属部材2に達するように、つまり、第一金属部材2 0 1及び第二金属部材2 0 2と攪拌ピンG 2とを接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。回転ツールGの移動軌跡には塑性化領域Wが形成される。

[0086] また、摩擦攪拌工程では、図1 5に示すように、ショルダ部G 1の下端面G 1 aを、凹溝2 0 3の底面2 0 3 aから離間させ、かつ、第一金属部材2 0 1の表面2 0 1 bよりも低い位置に設定している。つまり、摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌によって発生するバリVをショルダ部G 1の下端面G 1 aで

押さえ込みつつ摩擦攪拌接合を行う。特許請求の範囲の「前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態」とは、バリVが発生する前の凹溝203の底面203aからショルダ部G1の下端面G1aを離間させるという意味である。また、特許請求の範囲の「前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ」とは、堆積するバリVとショルダ部G1の下端面G1aとが接触しており、バリVの表面（上面）をショルダ部G1の下端面G1aによって押えるという意味である。

[0087] また、ショルダ部G1の外周面と凹溝203の側壁203b, 203bとはわずかな隙間をあけて離間している。凹溝203の底面203a、凹溝203の側壁203b, 203b及びショルダ部G1の下端面G1aで狭い空間が形成されている。

[0088] なお、攪拌ピンG2は、第二金属部材202に達しないように設定してもよい。つまり、摩擦攪拌工程では、第一金属部材201と攪拌ピンG2のみとが接触するように攪拌ピンG2の挿入深さを設定してもよい。このように、攪拌ピンG2の先端が、第二金属部材202に達しないように設定する場合は、第一金属部材201と攪拌ピンG2との摩擦熱によって重合部J5の周囲の金属が塑性流動化して第一金属部材201と第二金属部材202とが接合するようにする。

[0089] 摩擦攪拌工程によって凹溝203の底面203aにバリVが発生するが、凹溝203の底面203a、凹溝203の側壁203b, 203b及びショルダ部G1の下端面G1aで構成された狭い空間（断面矩形の閉空間）に当該バリVが閉じ込められ、底面203aにバリVが堆積する。図15に示すように、バリVは、凹溝203内に収容されるとともに、バリVの表面（上面）は、ショルダ部G1の下端面G1aによって押えられて略平坦になる。回転ツールGが終了位置Ep1に達したら、タブ材Tから回転ツールGを離脱させるとともに、タブ材T, Tを切除する。

[0090] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、摩擦攪拌工程を行う際に、凹溝203の底面203a、凹溝203の側壁203b, 203b及び

ショルダ部G 1の下端面G 1 aで狭い空間が形成されるため、バリVが散飛するのを防ぐとともに凹溝203の底面203 aにバリVを堆積させることができる。これにより、第一金属部材201の表面201 bにバリVが発生するのを防ぐことができる。よって、第一金属部材201の表面201 bのバリ除去工程等の表面処理を省略することができる。

[0091] また、本実施形態に係る接合方法によれば、凹溝203の底面203 aにショルダ部G 1を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。なお、摩擦攪拌工程を行う前に、第一金属部材201の端面201 aと第二金属部材202の端面202 aから、重合部J 5に対して仮接合を行う仮接合工程を行ってもよい。この場合は、例えば、小型の仮接合用回転ツールを用いて重合部J 5に対して仮接合を行う。仮接合工程は、溶接で行ってもよい。仮接合工程を行うことで、回転ツールGを用いた前記摩擦攪拌工程において、第一金属部材201と第二金属部材202とが位置ずれしにくくなり、安定して作業を行うことができる。

[0092] [第六実施形態]

次に、本発明の第六実施形態に係る接合方法について説明する。本実施形態に係る接合方法は、重合工程と、摩擦攪拌工程とを行う。本実施形態に係る接合方法では、タブ材配置工程を省略する点、凹溝303が閉ループとなっている点で第一実施形態と相違する。第六実施形態に係る接合方法では、第五実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0093] 図16に示すように、第一金属部材301は、板状の金属部材である。第一金属部材301の表面301 bには、閉ループの凹溝303が形成されている。閉ループとは、凹溝303が循環するように閉じられていることを意味する。凹溝303の平面形状は閉じられていればどのような形状であってもよいが、本実施形態では第一金属部材301の周縁に沿って平面視矩形枠状に形成されている。

[0094] 第二金属部材302は、板状の金属部材である。第二金属部材302の平断面は、第一金属部材301と同形状になっているが、異なる形状であって

もよい。また、第一金属部材 301 及び第二金属部材 302 の形状は本実施形態ではいずれも板状（直方体）を呈するが、平面視他の多角形状であってもよいし、平面視円形又は楕円形であってもよい。また、第二金属部材 302 の表面 302b に、溝又は凹部が形成されていてもよい。当該溝又は凹部は、平面視して第一金属部材 301 の凹溝 303 の内側に位置するように形成することが好ましい。

[0095] 重合工程は、図 16 に示すように、第一金属部材 301 の裏面 301c と、第二金属部材 302 の表面 302b とを重ね合わせる工程である。第一金属部材 301 の裏面 301c と第二金属部材 302 の表面 302b とを重ね合わせるにより重合部 J6 が形成される。

[0096] 摩擦攪拌工程は、図 16 及び図 17 に示すように、回転ツール G のショルダ部 G1 を凹溝 303 内に挿入して重合部 J6 を摩擦攪拌接合する工程である。摩擦攪拌工程では、凹溝 303 内に設定した開始位置 Sp に回転ツール G の攪拌ピン G2 を挿入し、凹溝 303 に沿って重合部 J6 を接合する。回転ツール G の移動軌跡には塑性化領域 W が形成される。攪拌ピン G2 の挿入深さやバリ V をショルダ部 G1 の下端面 G1a で押えることは第五実施形態と同等である。

[0097] 回転ツール G を凹溝 303 に沿って一周させたら塑性化領域 W の始端と終端とをオーバーラップさせて、凹溝 303 に設定された終了位置 Ep で回転ツール G を第一金属部材 301 から離脱させる。

[0098] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、摩擦攪拌工程を行う際に、凹溝 303 の底面 303a、凹溝 303 の側壁 303b、303b 及びショルダ部 G1 の下端面 G1a で狭い空間が形成されるため、バリ V が散飛するのを防ぐとともに凹溝 303 の底面 303a にバリ V を堆積させることができる。これにより、第一金属部材 301 の表面 301b にバリ V が発生するのを防ぐことができる。よって、第一金属部材 301 の表面 301b のバリ除去工程等の表面処理を省略することができる。閉ループの凹溝 303 に沿って重合部 J6 の摩擦攪拌接合を行うことで、接合強度を高めることが

できる。また、閉ループの凹溝 303 の内側に閉じられた領域を形成することができる。

[0099] また、本実施形態に係る接合方法によれば、凹溝 303 の底面 303a にショルダ部 G1 を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。なお、摩擦攪拌工程を行う前に、第一金属部材 301 の端面 301a と第二金属部材 302 の端面 302a から、重合部 J6 に対して仮接合を行う仮接合工程を行ってもよい。また、本実施例形態では、凹溝 303 に設定された終了位置 Ep で回転ツール G を第一金属部材 301 から離脱させたが、回転ツール G を凹溝 303 に沿って移動させながら徐々に第一金属部材 301 から離脱させるようにしてもよい。また、摩擦攪拌工程では、閉ループの凹溝 303 に沿って回転ツール G を一周させない（塑性化領域 W の始端と終端とをオーバーラップさせない）ようにしてもよい。

[0100] [第七実施形態]

本発明の第七実施形態に係るヒートシンク及びヒートシンクの製造方法について図面を参照して説明する。図 18 に示すように、本実施形態に係るヒートシンク 401 は、ヒートシンク片 401A とヒートシンク片 401B とを摩擦攪拌接合して形成されている。

[0101] ヒートシンク片 401A は、板状のベース部材 410 と、ベース部材 410 の表面 410a に並設された複数のフィン 411 とで形成されている。隣り合うフィン 411、411 の間には溝 412 が形成されている。複数の溝 412 は、気体又は液体等の流体が流通する部位である。ヒートシンク片 401B は、ヒートシンク片 401A とフィン 411 の配向方向を除いて同一である。ヒートシンク片 401A のフィン 411 の配向方向と、ヒートシンク片 401B のフィン 411 の配向方向とは直角となるように配置されている。

[0102] 図 19 に示すように、ヒートシンク片 401A とヒートシンク片 401B との突合せ部 J7 は、塑性化領域 W で接合されている。また、塑性化領域 W の上には、バリ V が堆積している。つまり、ヒートシンク片 401A 及びヒ

ートシンク片401Bのフィン411, 411群の間のスペースSにおいて、突合せ部J7に沿ってバリVが堆積している。

[0103] 次に、本実施形態に係るヒートシンクの製造方法について説明する。ヒートシンクの製造方法は、溝入れ加工工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、摩擦攪拌工程と、を行う。

[0104] 溝入れ加工工程は、図20に示すように、被切削金属部材430をマルチカッターMで切削して、ヒートシンク片401A(401B)を形成する工程である。被切削金属部材430は、板状を呈するベース部材410と、ベース部材410の表面410aに形成された被切削ブロック420とで形成されている。被切削ブロック420は直方体を呈する。被切削ブロック420は、ベース部材410の略中央に形成されている。被切削金属部材430は、熱伝導性の高い金属であることが好ましく、本実施形態ではアルミニウム合金又はアルミニウムで形成されている。

[0105] マルチカッターMは、軸部M1と、軸部M1に間をあけて並設された複数の円盤カッターM2とで構成されている。円盤カッターM2の周縁には図示しない刃部が形成されている。マルチカッターMは、被切削ブロック420を切削して、複数のフィン411及び溝412を形成する回転工具である。

[0106] 溝入れ加工工程では、図21に示すように、マルチカッターMの軸部M1を被切削ブロック420の一方の稜線420eの直上に配置し、円盤カッターM2を回転させつつ下降させる。そして、所定の深さに達したら、高さ位置を一定にしつつ他方の稜線420fに向けてマルチカッターMを相対移動させる。軸部M1が他方の稜線420fに達したら、マルチカッターMを上昇させて被切削ブロック420からマルチカッターMを離脱させる。

[0107] 円盤カッターM2の挿入深さは適宜設定すればよいが、本実施形態では、ベース部材410の表面410aから円盤カッターM2の外縁までが距離L1となるように設定する。つまり、溝412の底面からベース部材410の表面410aまでの距離が距離L1となる。これにより、図22に示すように、複数のフィン411及び溝412が形成されたヒートシンク片401A

が形成される。また、同じ要領で、ヒートシンク片401Bを形成する。

[0108] 突合せ工程は、図23に示すように、ヒートシンク片401Aとヒートシンク片401Bとを突き合わせる工程である。突合せ工程では、ヒートシンク片401Aとヒートシンク片401Bの互いにフィン411の配向方向が直角となるようにしつつ、ヒートシンク片401Aの側端面410bと、ヒートシンク片401Bの側端面410cとを突き合わせて突合せ部J7を形成する。また、突合せ工程では、ベース部材410の表面410a、410a同士が面一になるように突き合わせる。

[0109] タブ材配置工程は、図24に示すように、突合せ部J7の両端に一对のタブ材T、Tを配置する工程である。タブ材Tは直方体を呈し、ヒートシンク片401Aと同じ材料で形成されている。タブ材配置工程では、タブ材Tの側端面とヒートシンク片401Aの側端面410c及びヒートシンク片401Bの側端面410bとを突き合わせて内隅部を溶接により仮接合する。タブ材Tの表面Ta及び裏面Tbは、ベース部材410の表面410a及び裏面410dとそれぞれ面一になるように配置する。

[0110] 摩擦攪拌工程は、図25に示すように、回転ツールGを用いて突合せ部J7を摩擦攪拌接合する工程である。回転ツールGは、ショルダ部G1と、攪拌ピンG2で構成されている。ショルダ部G1は、円柱状を呈する。攪拌ピンG2は、ショルダ部G1の下端面G1aから垂下しており、先細りになっている。攪拌ピンG2の外周面には螺旋溝（図示省略）が刻設されている。ショルダ部G1の直径は、ヒートシンク片401A及びヒートシンク片401Bのフィン411、411群間に係るスペースSの幅Xよりも小さくなるように設定されている。つまり、ショルダ部G1の直径は、回転ツールGがスペースS内を相対移動可能な寸法に設定されている。

[0111] 摩擦攪拌工程では、図24に示すように、一方のタブ材Tの表面Taに設定された開始位置Spに回転ツールGを挿入し、突合せ部J7に沿って相対移動させた後、他方のタブ材Tの表面Taに設定された終了位置Epで回転ツールGを離脱させる。より詳しくは、図25に示すように、タブ材Tの表

面 T a に設定された開始位置 S p に回転させた攪拌ピン G 2 を挿入し、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a を表面 T a に押し込む。そして、回転ツール G を突合せ部 J 7 に向けて相対移動させる。回転ツール G の移動軌跡には、塑性化領域 W が形成される。

[0112] 突合せ部 J 7 に沿って回転ツール G を相対移動させ、回転ツール G がスペース S に達したら、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a をベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a から離間させる。図 2 6 に示すように、スペース S 内においては、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a をベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a から離間させ、ショルダ部 G 1 の下端面で摩擦攪拌によって発生するバリ V を押さえつける。これにより、塑性化領域 W の上にはバリ V が堆積する。堆積されたバリ V は、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a で押えられるため略平坦になる。ベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a からショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a までの距離 L 2 (バリ V の厚さ) は、適宜設定すればよいが、本実施形態では、距離 L 1 (溝 4 1 2 の底面からベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a までの距離) よりも小さくなるように設定している。

[0113] 回転ツール G が、スペース S を通過したら、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a を再度ベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a に押し込みつつ、回転ツール G を相対移動させる。そして、回転ツール G が終了位置 E p に達したら他方のタブ材 T から回転ツール G を離脱させる。

[0114] 図 2 7 に示すように、摩擦攪拌工程では、スペース S (対向するフィン 4 1 1, 4 1 1 群の間のスペース) の領域 S A では、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a をベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a から離間させ、その他の領域 T A, T A (開始位置 S p からスペース S までの間、終了位置 E p からスペース S までの間) においてはショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a をベース部材 4 1 0 の表面 4 1 0 a に押し込んで摩擦攪拌を行う。つまり、突合せ部 J 7 の両端部に相当する領域 T A, T A については、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 a を表面 4 1 0 a に押し込むことで、バリ V が外部に溢れ出るのを抑制することができる。摩擦攪拌工程が終了したら、タブ材 T, T は切除する。以上の工

程により図18のヒートシンク401が形成される。

[0115] 以上説明した本実施形態にかかるヒートシンクの製造方法によれば、図26に示すように、摩擦攪拌工程において、突合せ部J7を挟んで両側に形成されたフィン411、411同士及びショルダ部G1の下端面G1aで狭い空間が形成されるため、バリVが散飛するのを防ぐとともにベース部材410の表面410aにバリVを堆積させることができる。これにより、スペースSにおいて、バリVが流体の流通の妨げになるのを抑制することができる。また、バリVを表面410aに堆積させて流路を確保できるので、バリ除去工程を省略することができる。

[0116] また、スペースSにおいては、ベース部材410の表面410aに回転ツールGのショルダ部G1を押し込まないため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を小さくすることができる。これにより、ベース部材410の板厚が大きい場合も、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに深い位置まで摩擦攪拌接合することができる。また、マルチカッターMで複数のフィン411を形成するため、フィン411の板厚やフィン411、411間寸法等を容易に変更することができる。つまり、マルチカッターMの円盤カッターM2の厚さや間隔を変更するだけで様々な寸法のフィン411及び溝412を容易に形成することができる。

[0117] また、本実施形態のように、ショルダ部G1の下端面G1aとベース部材410の表面410aとの距離L2を、溝412の底面とベース部材410の表面410aとの距離L1よりも小さく設定することにより、バリVが流体の流通の妨げになるのをより抑制することができる。また、本実施形態のように、ヒートシンク片401A、401Bのフィン411、411同士を配向方向が直角になるように突き合わせる場合において、バリ除去工程を行うとヒートシンク片401Bの各溝412内にバリが飛散し、流体の流通の妨げになる。しかし、距離L2を距離L1より小さく設定することで、各412溝内にバリVが飛散するのを防ぐことができる。

[0118] また、本実施形態のように、一方のタブ材Tに摩擦攪拌の開始位置Spを

設定し、他方のタブ材Tに摩擦攪拌の終了位置E pを設定することで、突合せ部J 7の全長を摩擦攪拌接合できるとともに、ベース部材4 1 0の側端面4 1 0 b, 4 1 0 cをきれいに仕上げることができる。

[0119] 以上本発明の実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、本実施形態では、2つのヒートシンク片4 0 1 A, 4 0 1 Bを接合したが、3つ以上のヒートシンク片を接合してもよい。また、この際、各ヒートシンク片のフィンの配向方向は適宜設定すればよい。

[0120] また、例えば、図28に示す変形例では、ヒートシンク片4 0 1 A, 4 0 1 Bを合計6つ接合して一のヒートシンク4 0 1 Zを形成している。当該変形例に係るヒートシンク片4 0 1 A, 4 0 1 Bのフィン4 1 1の配向方向は、すべて平行になるように配置している。このように、ヒートシンク片4 0 1 A, 4 0 1 Bのフィン4 1 1の配向方向を適宜変更するだけで流体が流れる流路バリエーションを容易に増やすことができる。なお、ベース部材4 1 0の平面形状は適宜設定すればよいが、本実施形態のように平面視正方形とすることで、フィン4 1 1の配向方向を変えつつ、複数のヒートシンク片4 0 1 A, 4 0 1 Bを容易に突き合わせることができる。

符号の説明

- [0121]
- | | |
|-----|--------|
| 1 | 第一金属部材 |
| 1 b | 表面 |
| 1 c | 裏面 |
| 2 | 第二金属部材 |
| 2 b | 表面 |
| 2 c | 裏面 |
| 3 | 凹溝 |
| J | 突合せ部 |
| G | 回転ツール |
| G 1 | ショルダ部 |

G 2	攪拌ピン
W	塑性化領域
4 0 1	ヒートシンク
4 0 1 A	ヒートシンク片
4 0 1 B	ヒートシンク片
4 1 0	ベース部材
4 1 0 a	表面
4 1 0 b	側端面
4 1 0 c	側端面
4 1 1	フィン
4 1 2	溝
4 2 0	被切削ブロック
4 3 0	被切削金属部材
M	マルチカッター
M 1	軸部
M 2	円盤カッター
S	スペース
T	タブ材
V	バリ

請求の範囲

- [請求項1] 板状を呈し表面に凹溝を有する第一金属部材の裏面と板状の第二金属部材の端面とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、
- 前記第一金属部材の表面側から前記凹溝に回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記凹溝に沿って相対移動させて、前記突合せ部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、
- 前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、
- 前記摩擦攪拌工程において、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。
- [請求項2] 前記第二金属部材の板厚は、前記凹溝の幅よりも大きく設定す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] 金属部材同士を摩擦攪拌接合する接合方法であって、
- 前記金属部材同士の対向する端面を、裏面側に形成された外側端面と、表面側に形成され前記外側端面に対して対向する前記金属部材とは離間する側に形成された内側端面と、前記外側端面と前記内側端面とを繋ぐ中間面とを備えるように形成し、
- 前記金属部材の前記外側端面同士を突き合わせて突合せ部を形成するとともに、前記中間面同士と前記内側端面同士とで構成される凹溝を形成する突合せ工程と、
- 前記金属部材同士の表面側から回転ツールを挿入し前記突合せ部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、
- 前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、

前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、各前記金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項4]

金属部材同士を摩擦攪拌接合する接合方法であって、

前記金属部材同士の端面を、板厚方向の中央に形成された外側端面と、前記外側端面に対して表面側及び裏面側の両方に形成されるとともに前記外側端面に対して対向する前記金属部材とは離間する側に形成された一对の内側端面と、前記外側端面と一对の前記内側端面とをそれぞれ繋ぐ一对の中間面とを備えるように形成し、

前記金属部材の前記外側端面同士を突き合わせて突合せ部を形成するとともに、前記金属部材同士の表面側及び裏面側にそれぞれ形成され前記中間面同士と前記内側端面同士とで構成される一对の凹溝を形成する突合せ工程と、

前記金属部材同士の表面側から回転ツールを挿入し前記突合せ部に対して摩擦攪拌接合を行う第一の摩擦攪拌工程と、

前記金属部材同士の裏面側から回転ツールを挿入し前記突合せ部に対して摩擦攪拌接合を行う第二の摩擦攪拌工程と、を含み、

前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、

前記第一の摩擦攪拌工程及び前記第二の摩擦攪拌工程では、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内にそれぞれ挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、各前記金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項5]

前記第一の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域と、前記第二の摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域とを重複させることを特徴とする

請求項4に記載の接合方法。

[請求項6] 前記突合せ部の両端にそれぞれタブ材を配置するタブ材配置工程を含み、

前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌の開始位置を一方のタブ材に設けるとともに、摩擦攪拌の終了位置を他方のタブ材に設けることを特徴とする請求項3乃至請求項5のいずれか一項に記載の接合方法。

[請求項7] 表面に凹溝を有する第一金属部材の裏面と、第二金属部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記凹溝に回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記凹溝に沿って相対移動させて、前記重合部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、

前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する前記攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、

前記摩擦攪拌工程において、前記回転ツールのショルダ部を前記凹溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記重合部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項8] 表面に凹溝を有する第一金属部材の裏面と、第二金属部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記凹溝に回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記凹溝に沿って相対移動させて、前記重合部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、

前記凹溝を閉ループとなるように形成し、

前記回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する前記攪拌ピンとを有し、前記ショルダ部の直径を前記凹溝の幅よりも小さく設定し、

前記摩擦攪拌工程において、前記回転ツールのショルダ部を前記凹

溝内に挿入し、前記ショルダ部を前記凹溝の底面から離間させた状態で、前記第一金属部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記重合部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項9] 前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールを前記凹溝に沿って一周させて前記重合部を摩擦攪拌接合することを特徴とする請求項8に記載の接合方法。

[請求項10] ベース部材と、前記ベース部材の表面に形成され直方体を呈する被切削ブロックとを有する被切削金属部材に、複数枚の円盤カッターが並設されたマルチカッターを回転させながら相対移動させて複数のフィン及び溝を備えるヒートシンク片を形成する溝入れ加工工程と、

少なくとも二つの前記ヒートシンク片のベース部材の側端面同士を突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、

円柱状を呈するショルダ部と前記ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを有する回転ツールを前記突合せ部に沿って相対移動させて、前記突合せ部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌工程と、を含み、

前記ショルダ部の直径を、隣り合う前記ヒートシンク片のフィン群間のスペースの幅よりも小さく設定し、

前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの攪拌ピンを前記突合せ部に挿入するとともに前記ショルダ部を前記ベース部材の表面から離間させた状態で、前記ベース部材から発生するバリを前記ショルダ部で押えつつ、前記突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とするヒートシンクの製造方法。

[請求項11] 前記摩擦攪拌工程では、前記ショルダ部と前記ベース部材の表面との離間距離を、前記溝の底面と前記ベース部材の表面との距離よりも小さく設定することを特徴とする請求項10に記載のヒートシンクの製造方法。

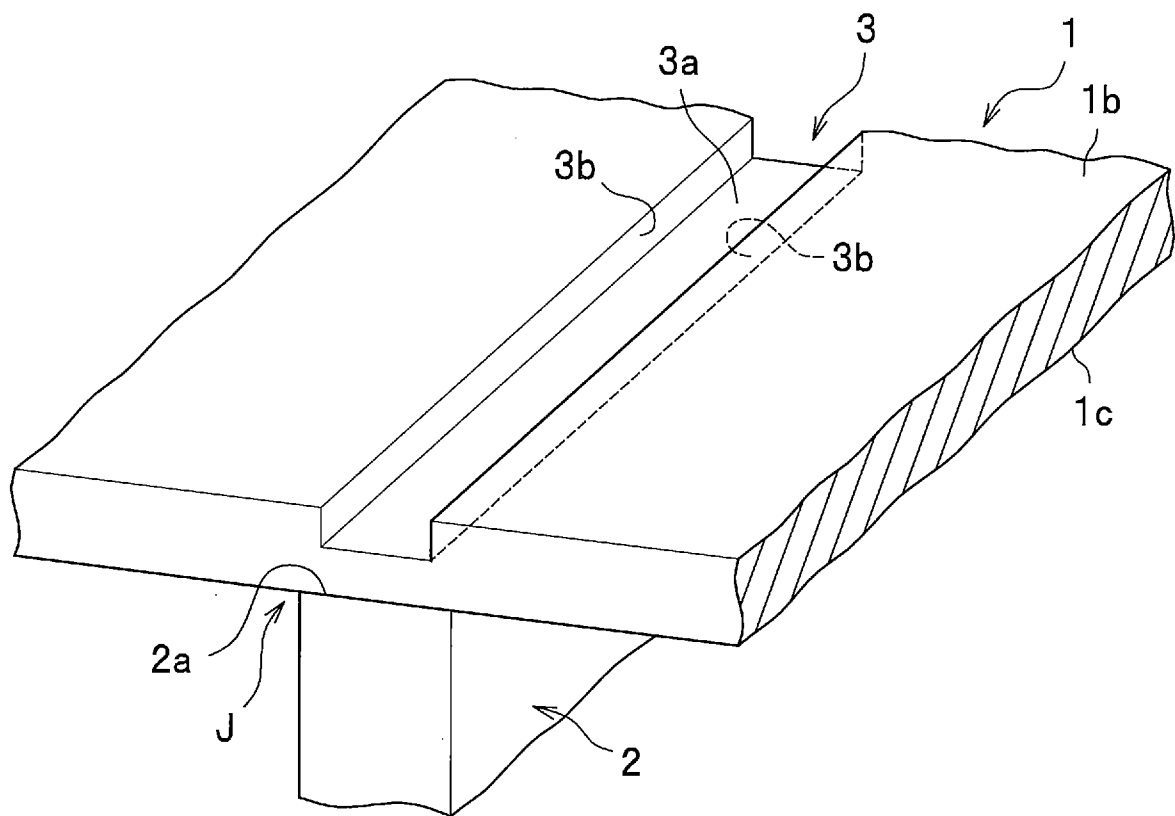
[請求項12] 前記突合せ部の両端に一对のタブ材を配置するタブ材配置工程と、を含み、

前記摩擦攪拌工程では、一方の前記タブ材に摩擦攪拌の開始位置を設定し、他方の前記タブ材に摩擦攪拌の終了位置を設定することを特徴とする請求項 10 又は請求項 11 に記載のヒートシンクの製造方法。

[請求項13] 前記突合せ工程では、一方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向と、他方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向とが平行となるように突き合わせることを特徴とする請求項 10 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載のヒートシンクの製造方法。

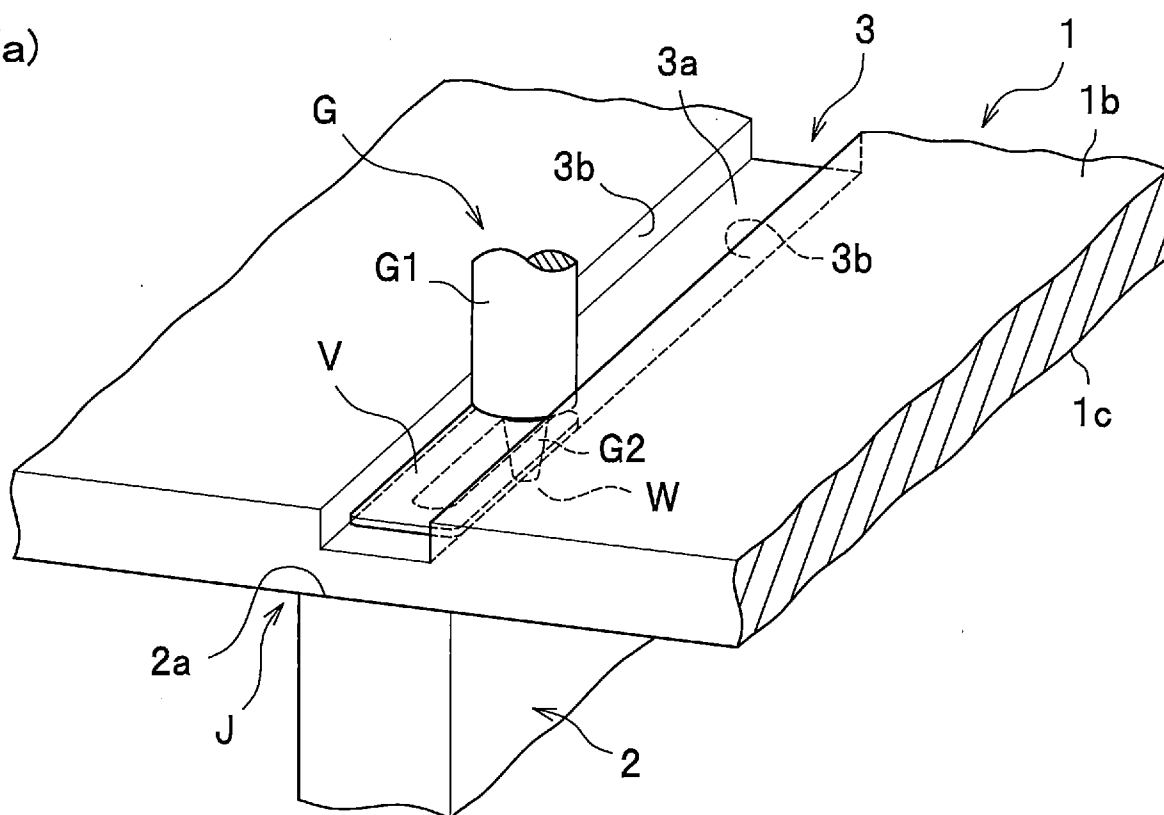
[請求項14] 前記突合せ工程では、一方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向と、他方の前記ヒートシンク片のフィンの配向方向とが異なるように突き合わせることを特徴とする請求項 10 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載のヒートシンクの製造方法。

[図1]

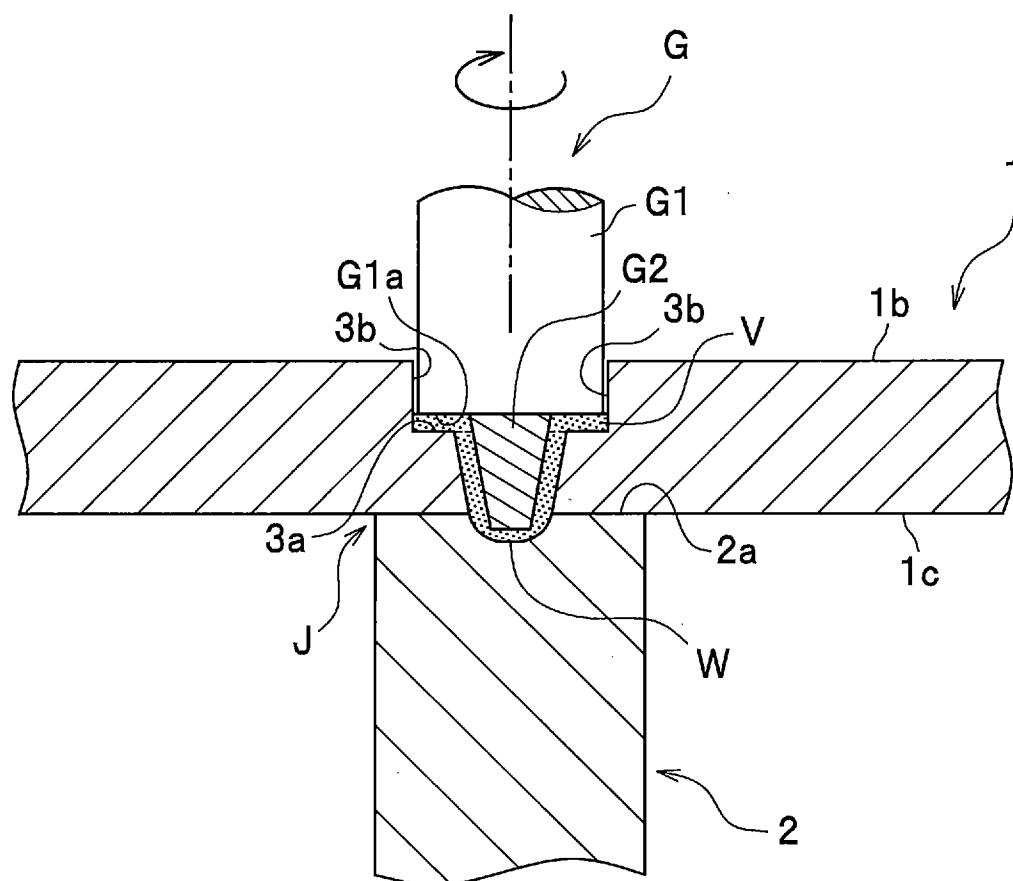


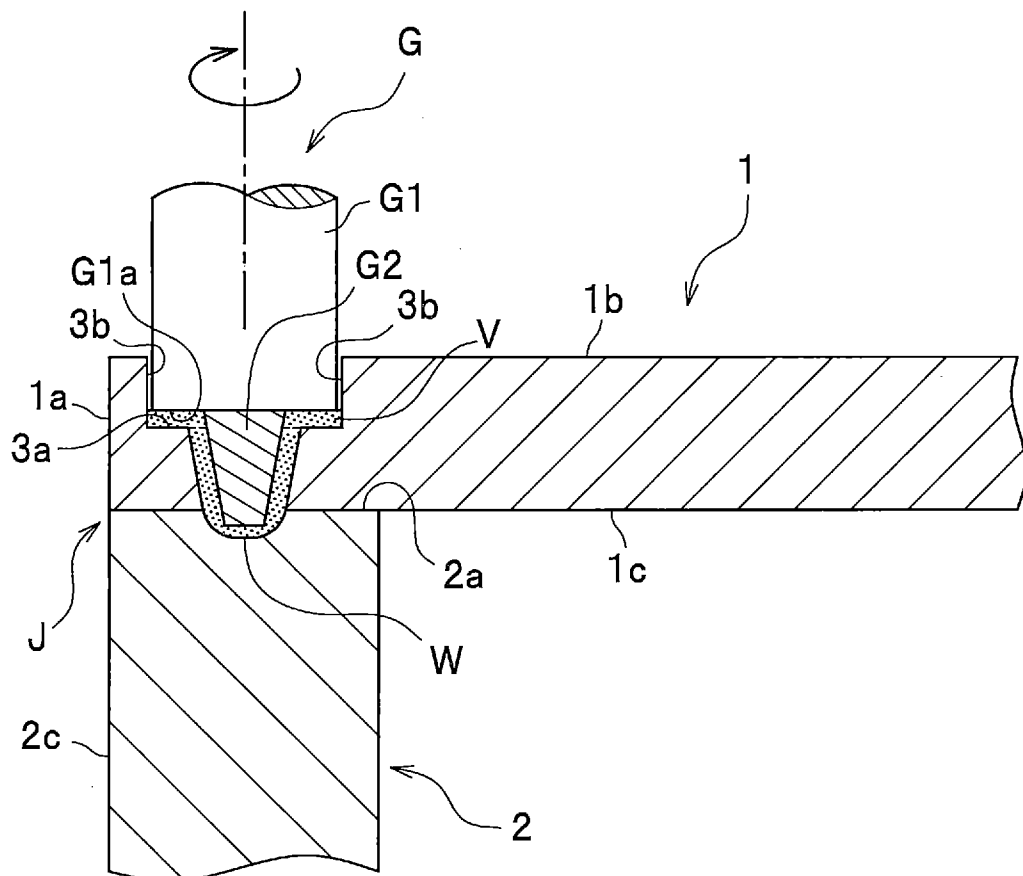
[図2]

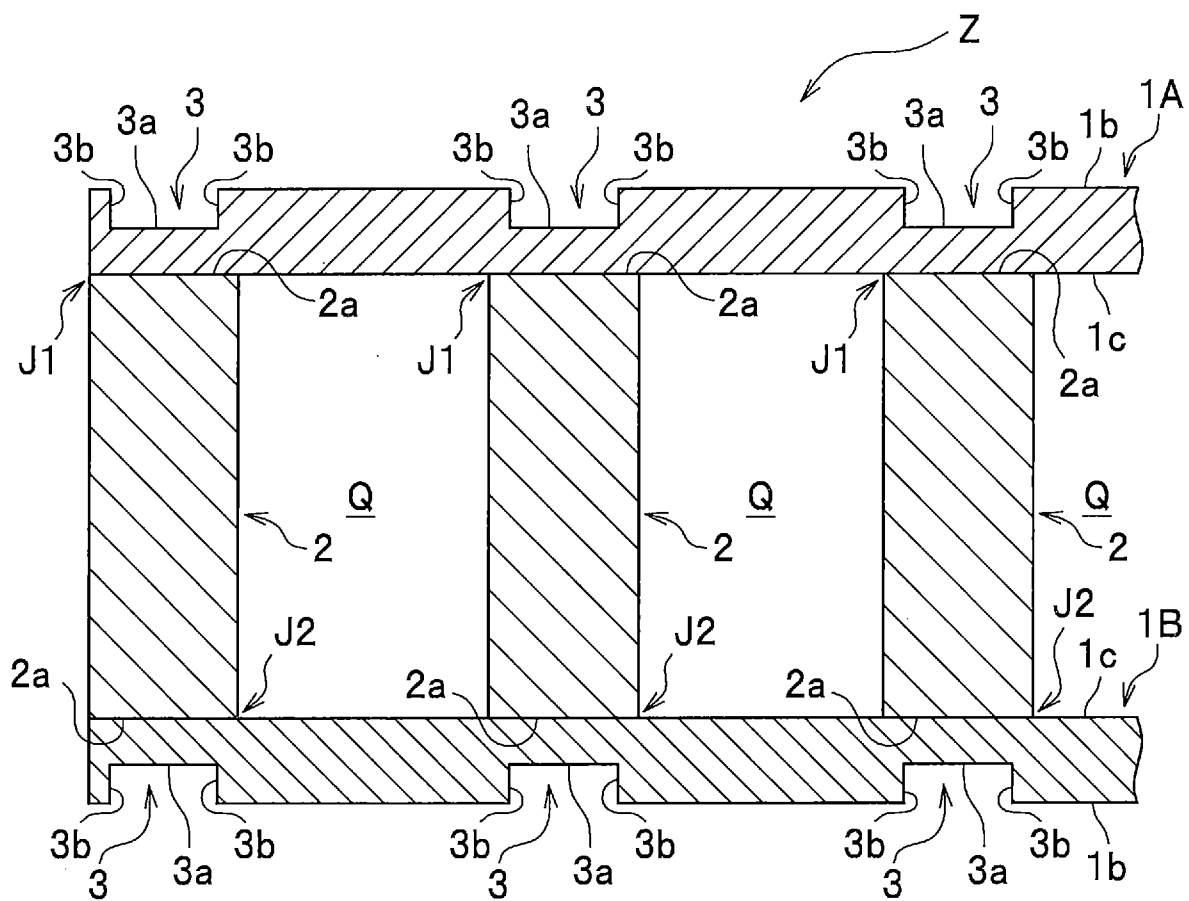
(a)



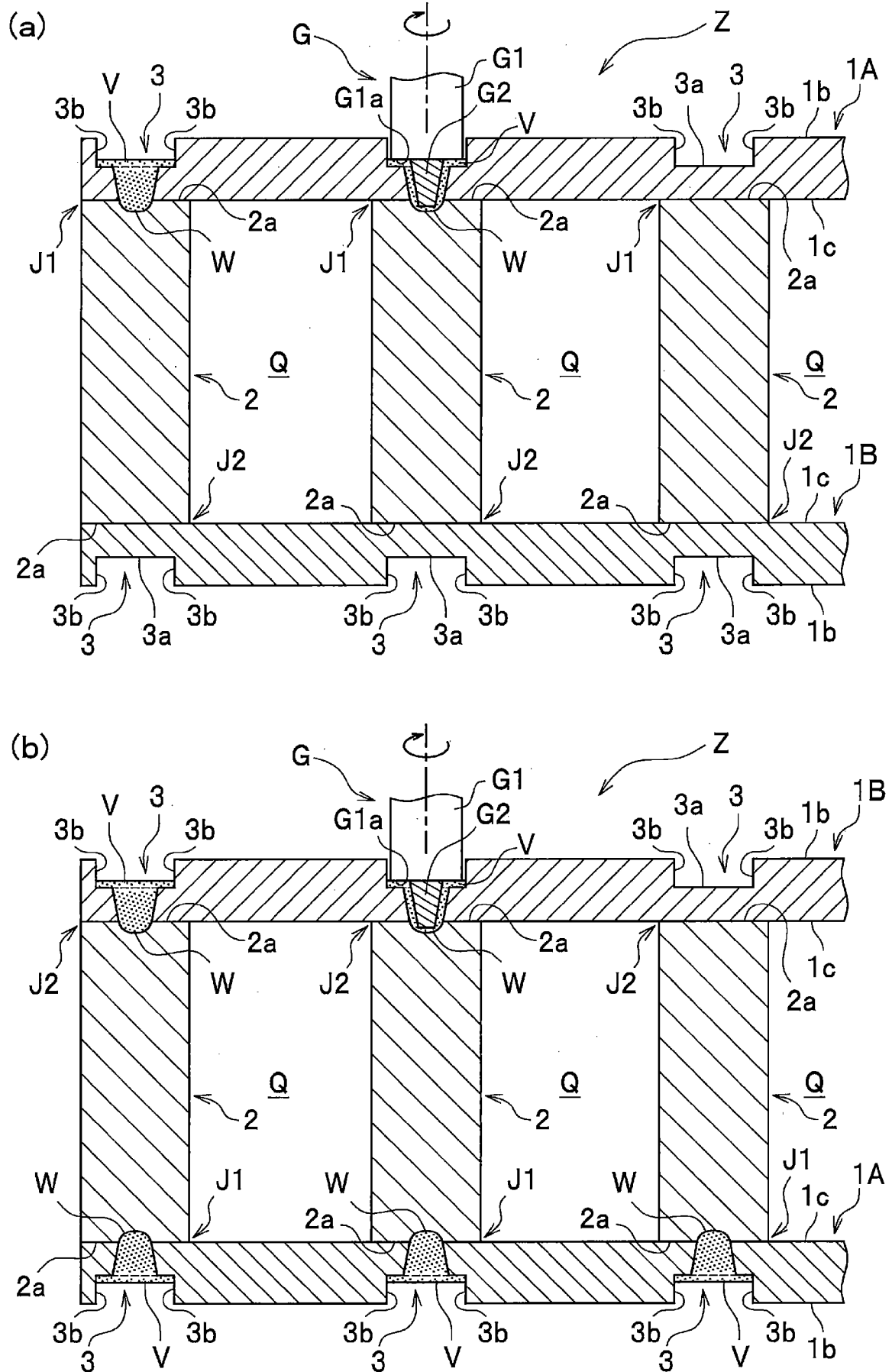
(b)





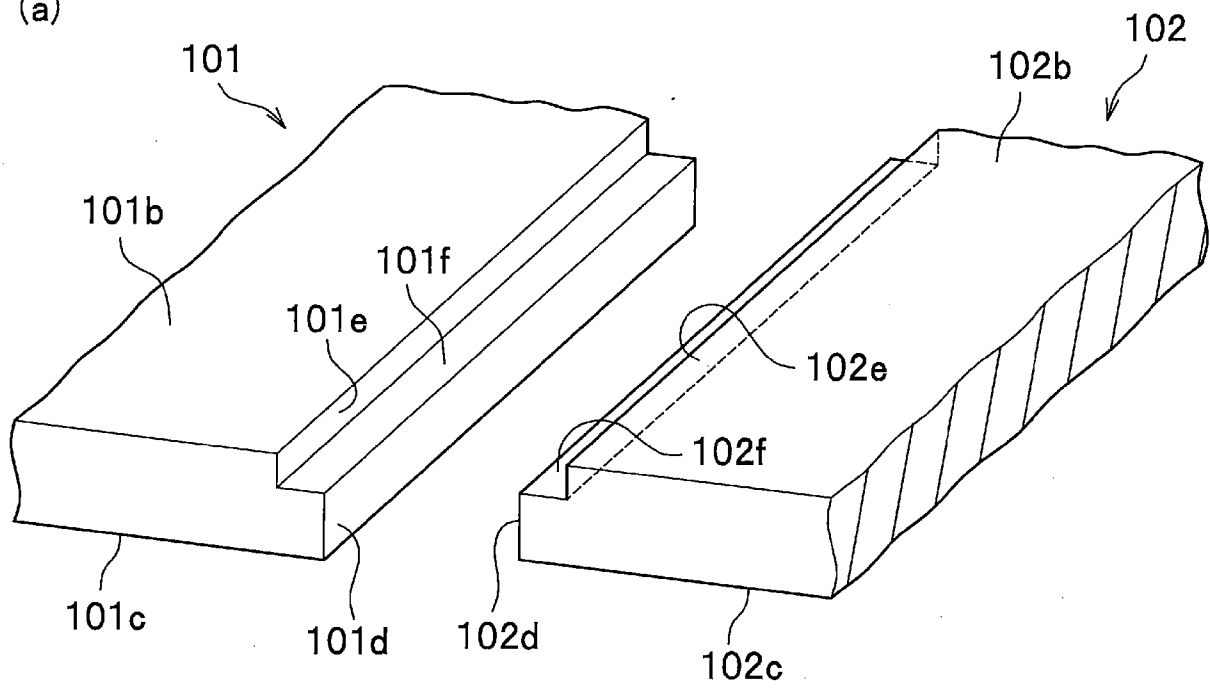


[図6]

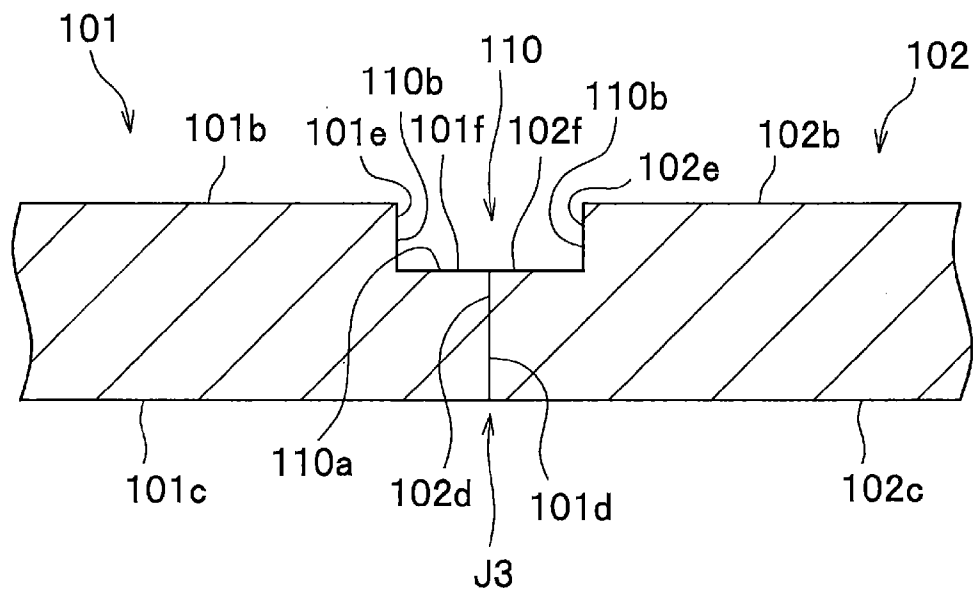


[図7]

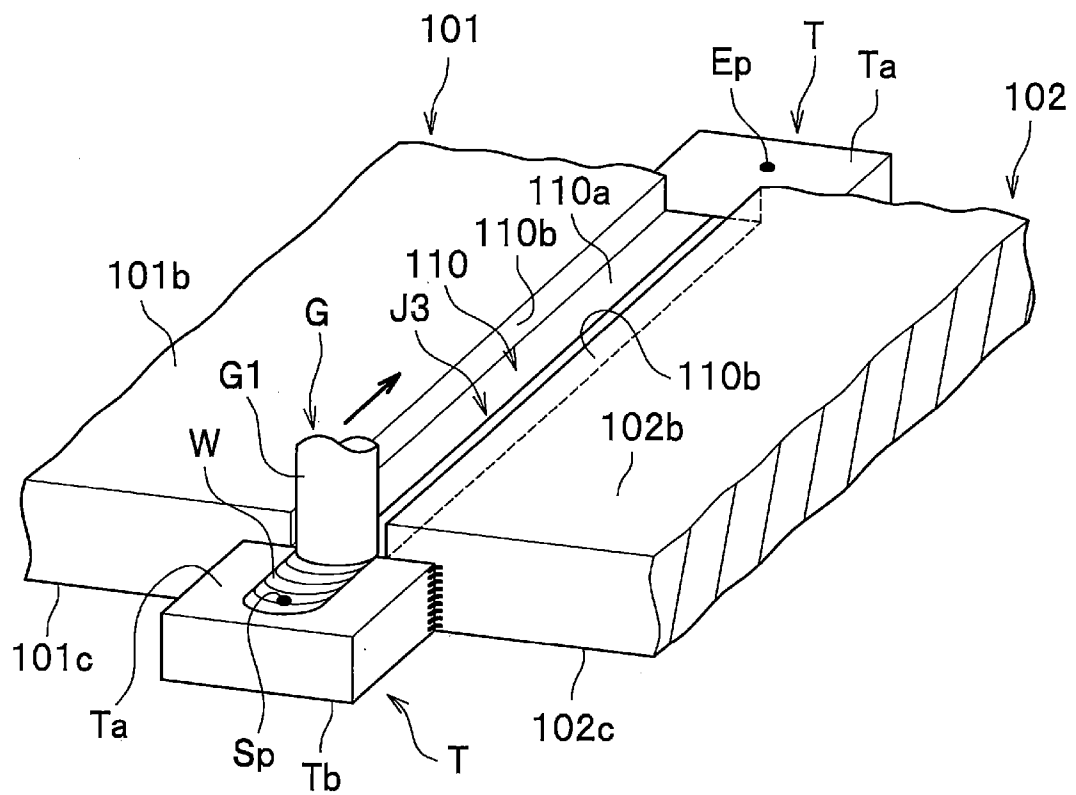
(a)



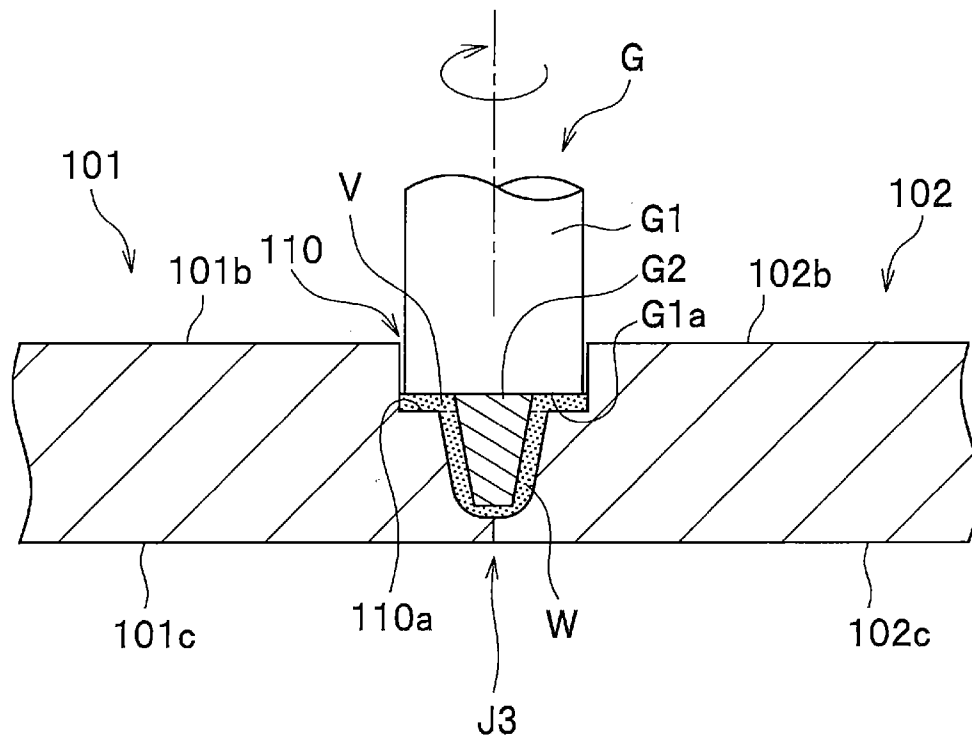
(b)



(a)

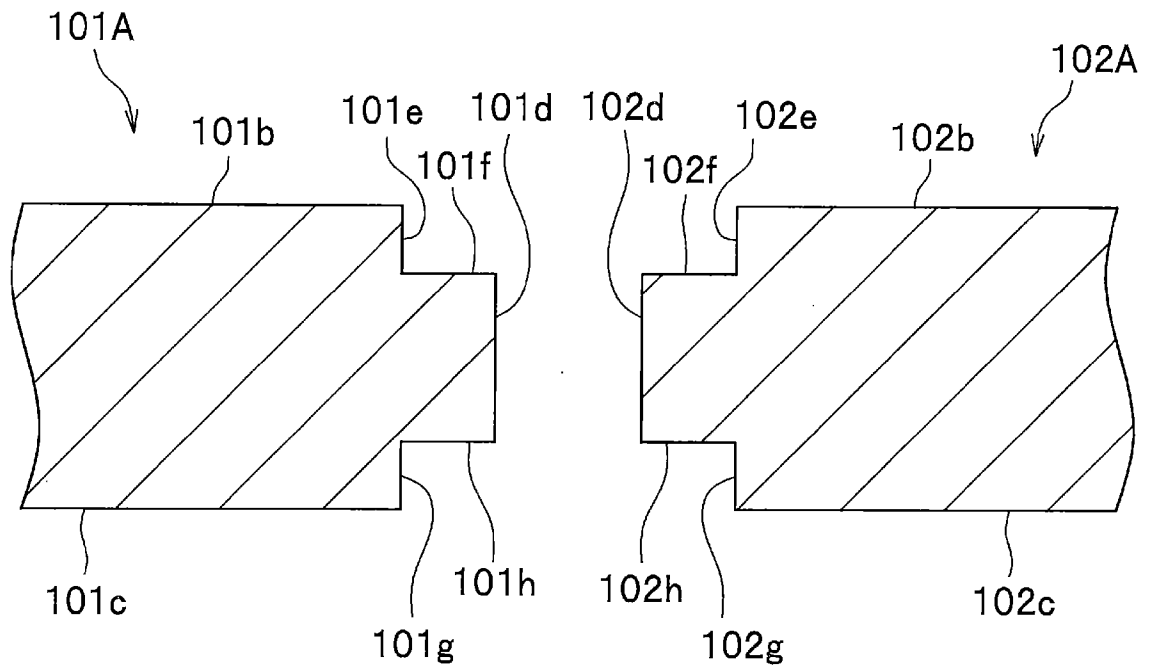


[図9]

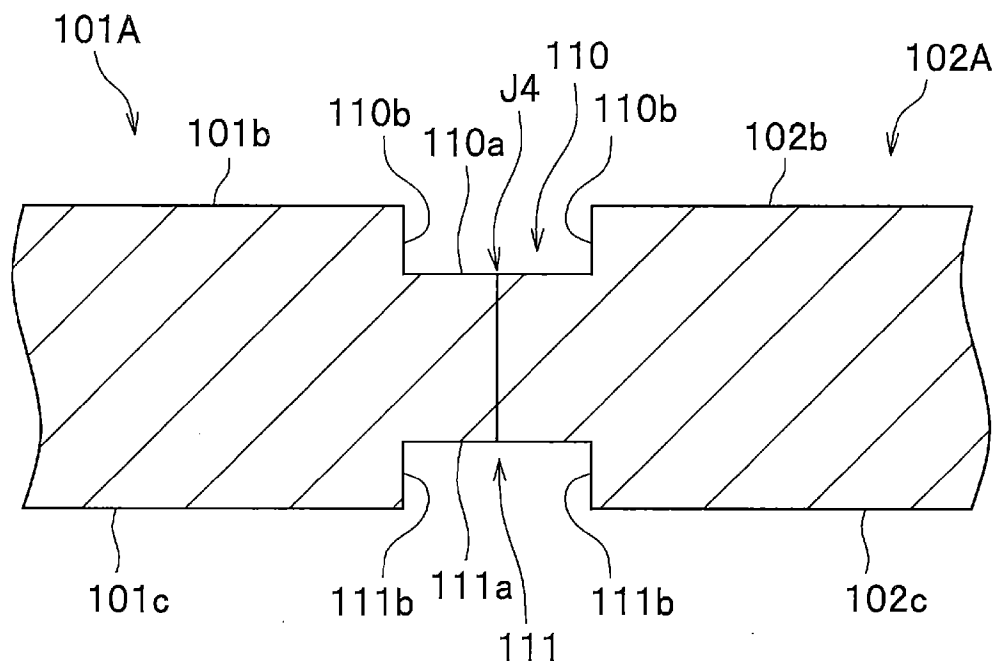


[図10]

(a)

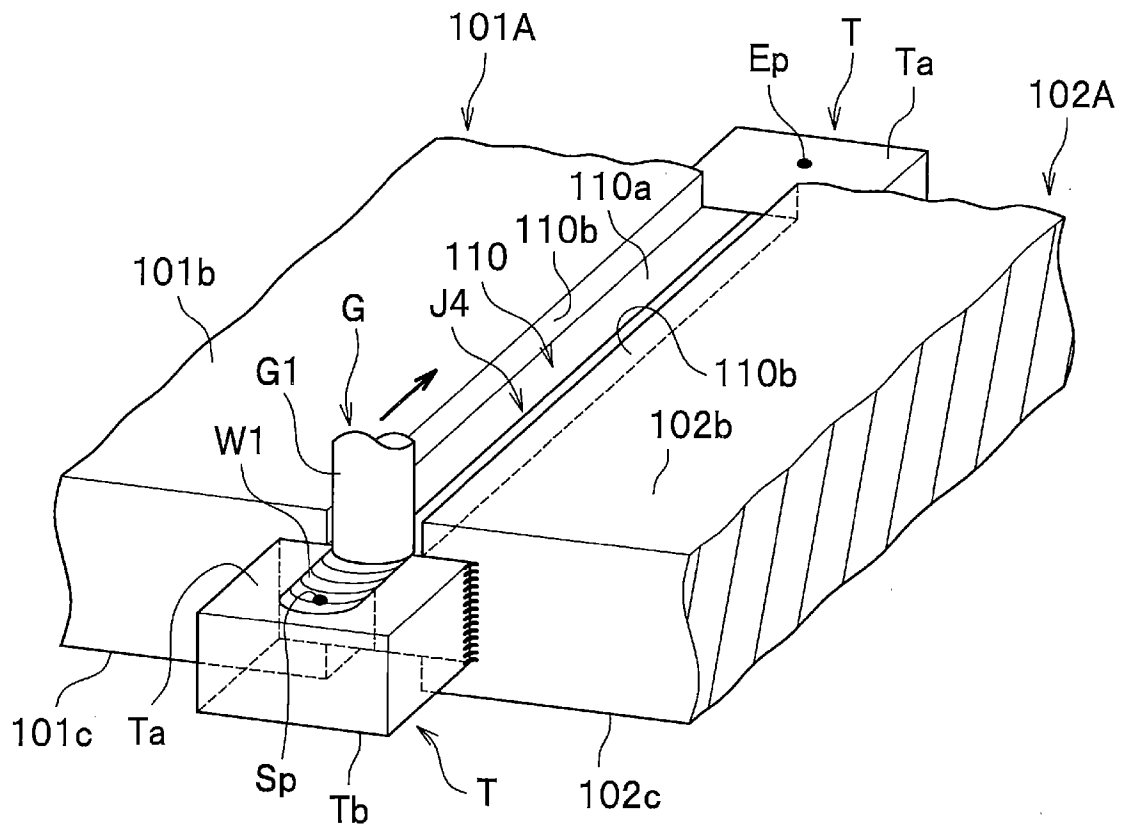


(b)

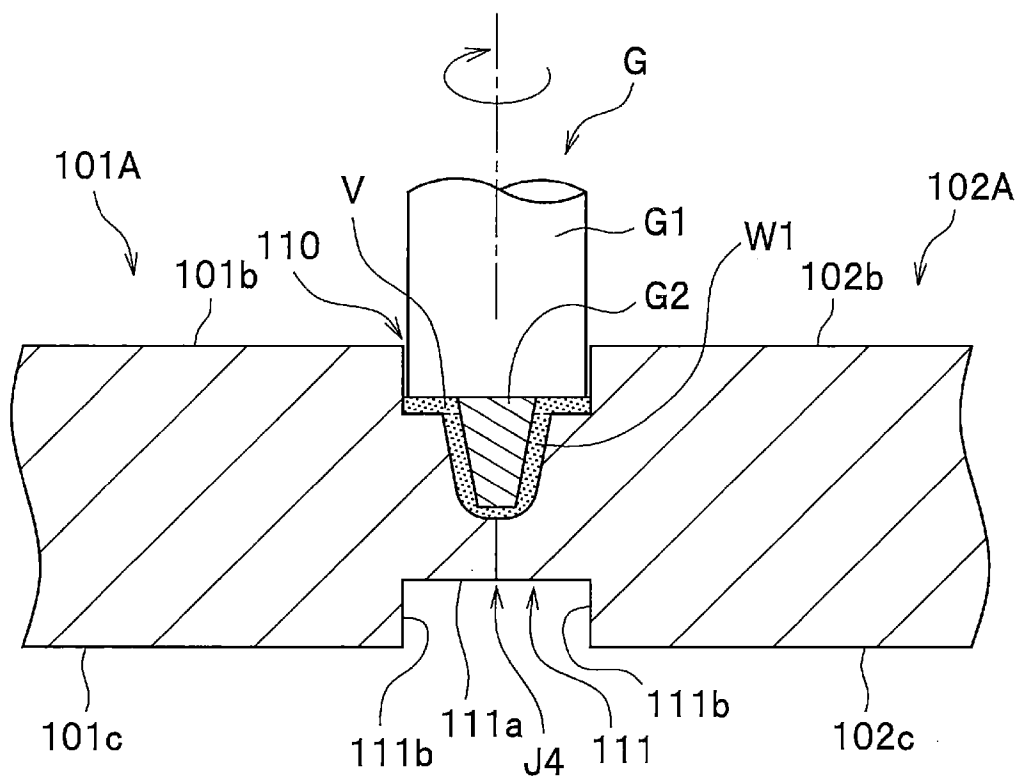


[図11]

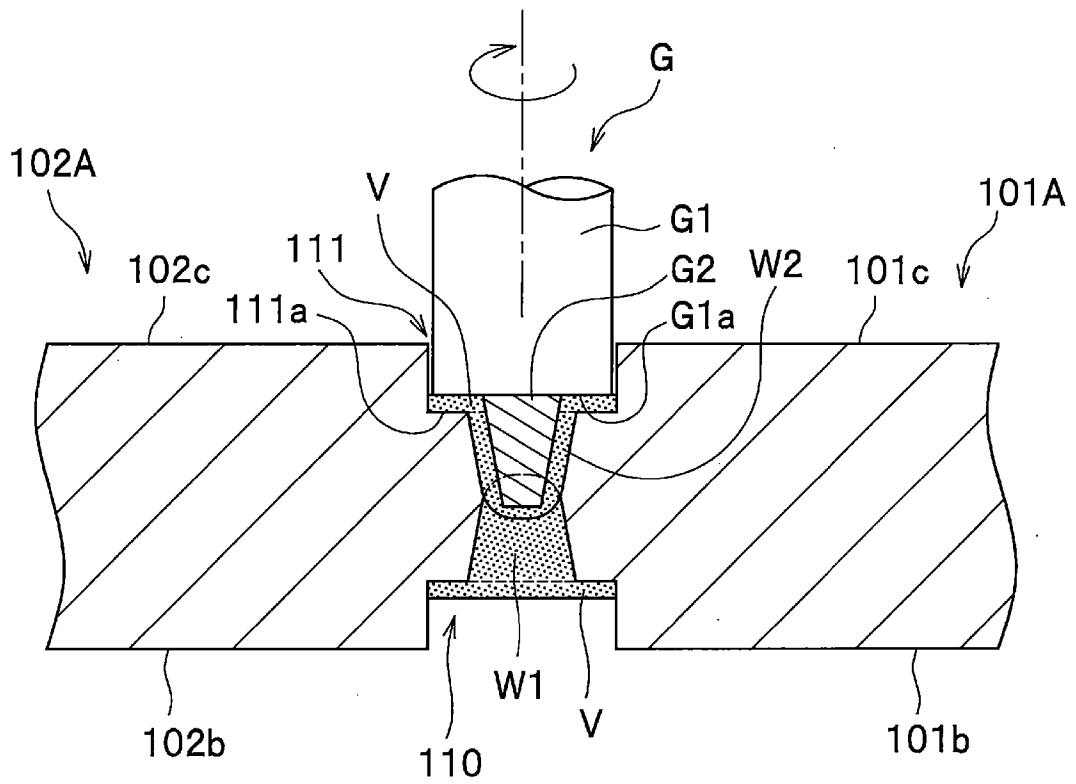
(a)



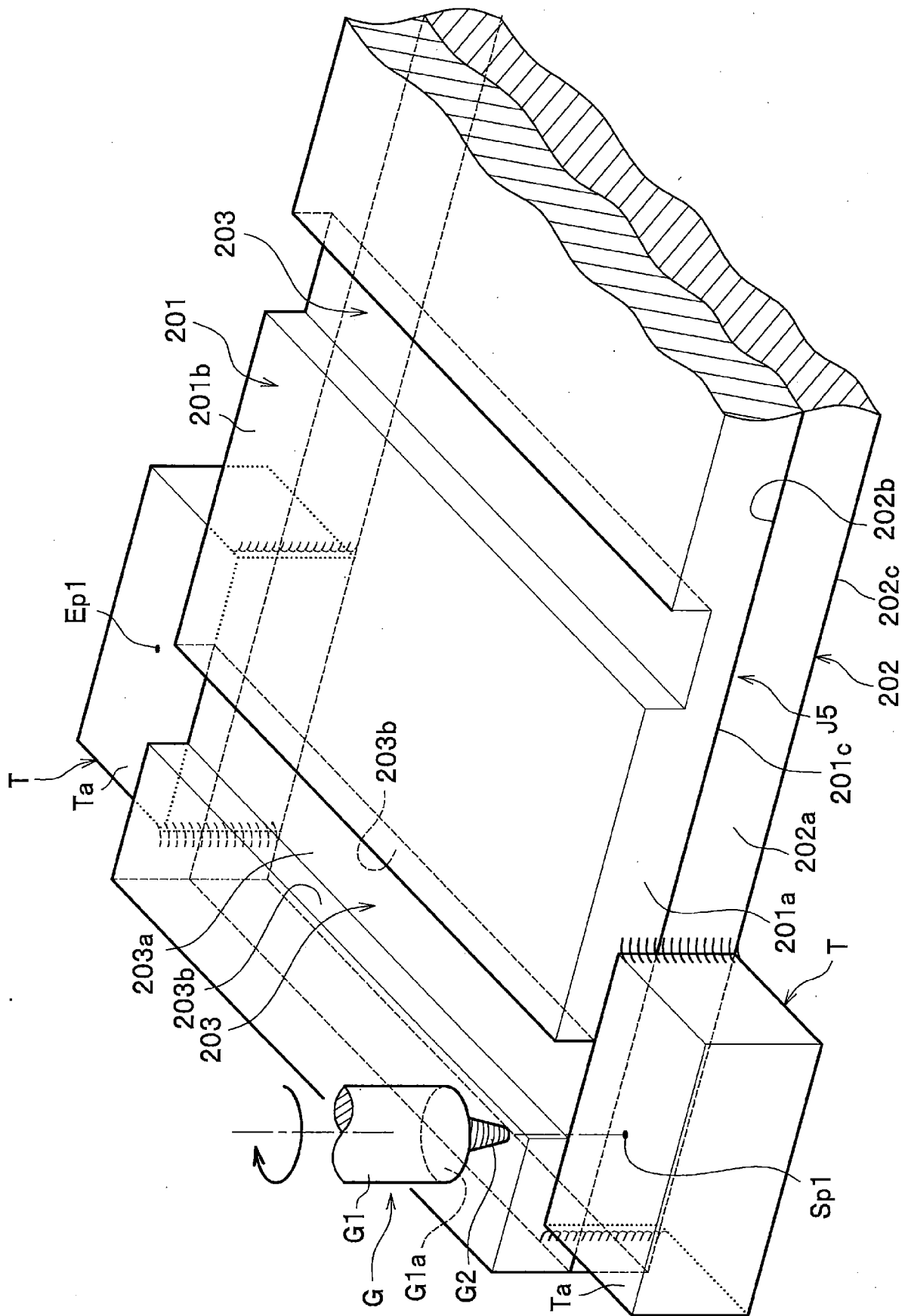
(b)



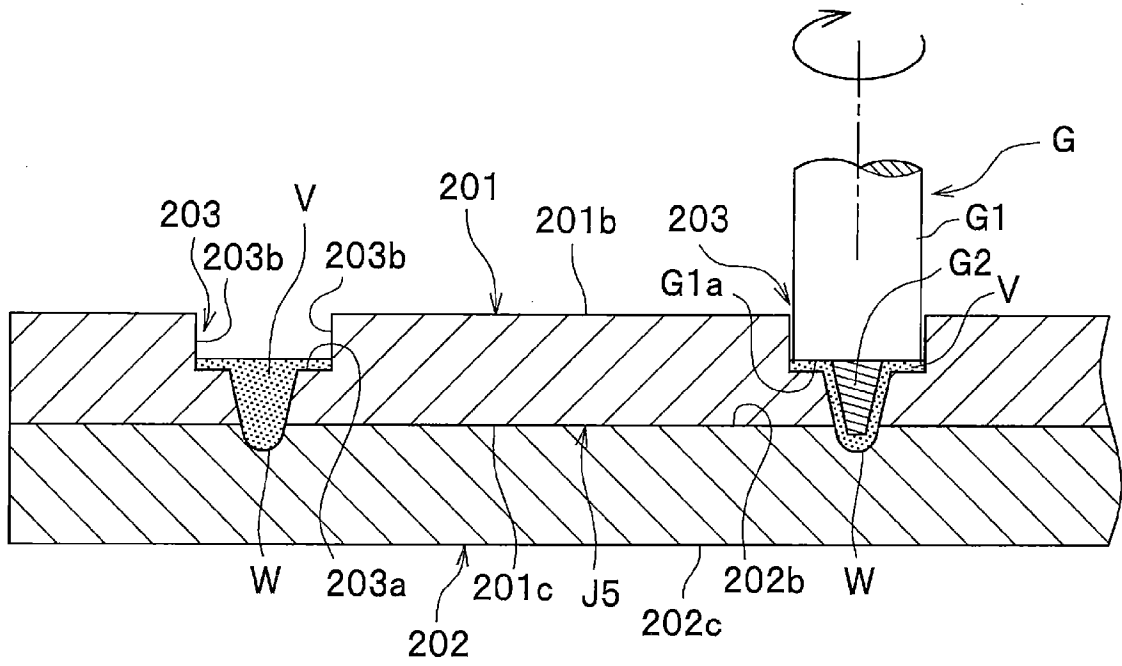
[図12]



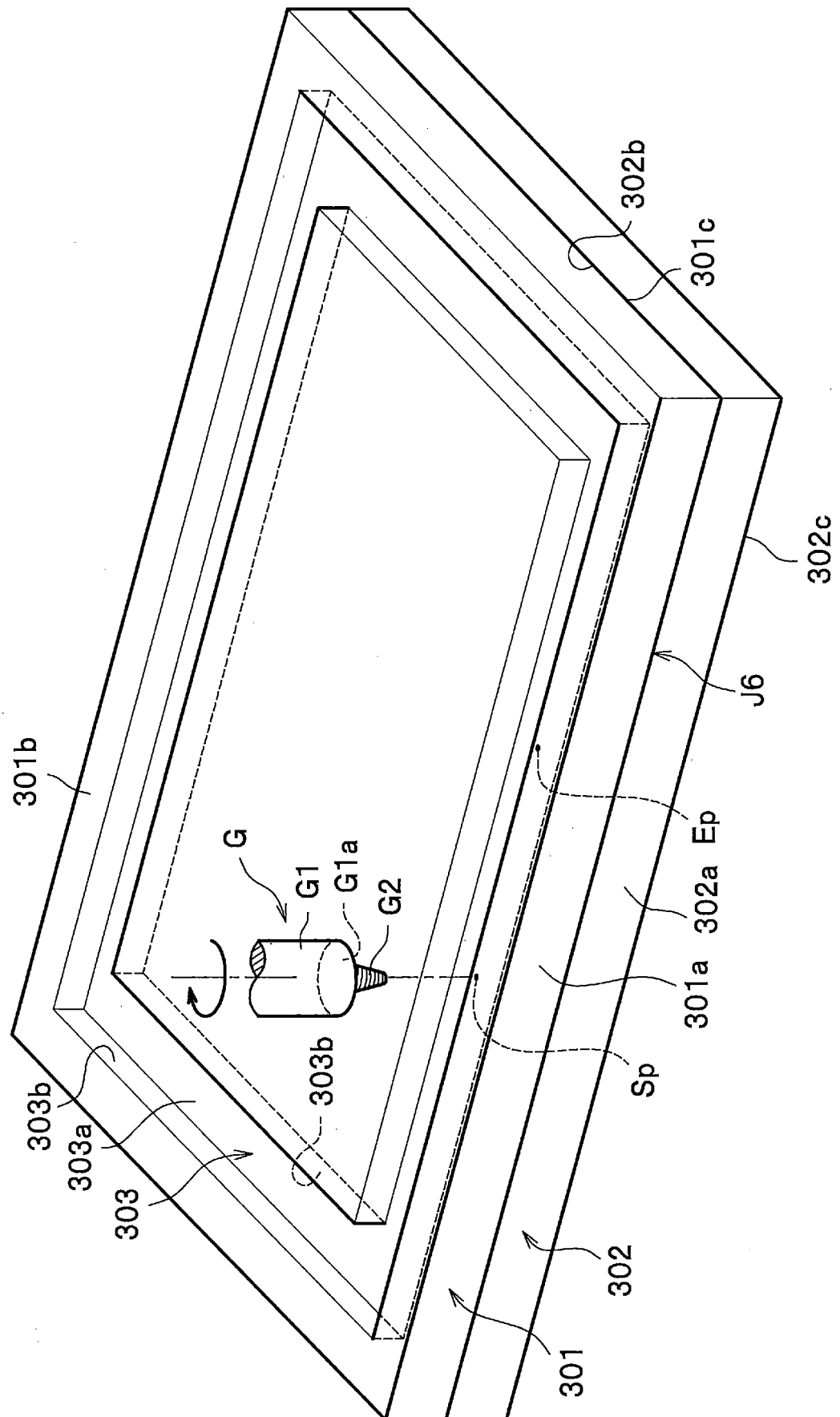
[図13]



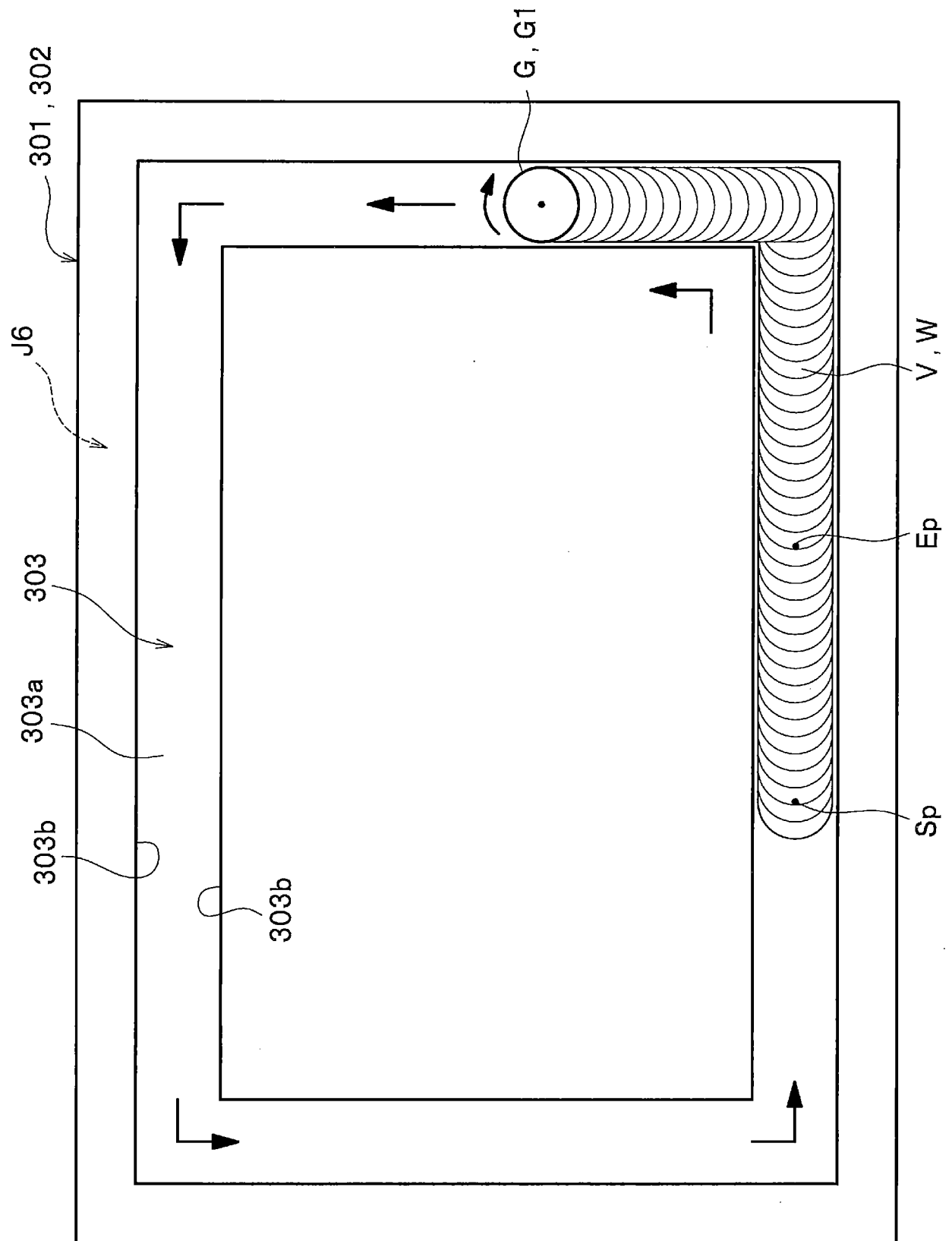
[図15]



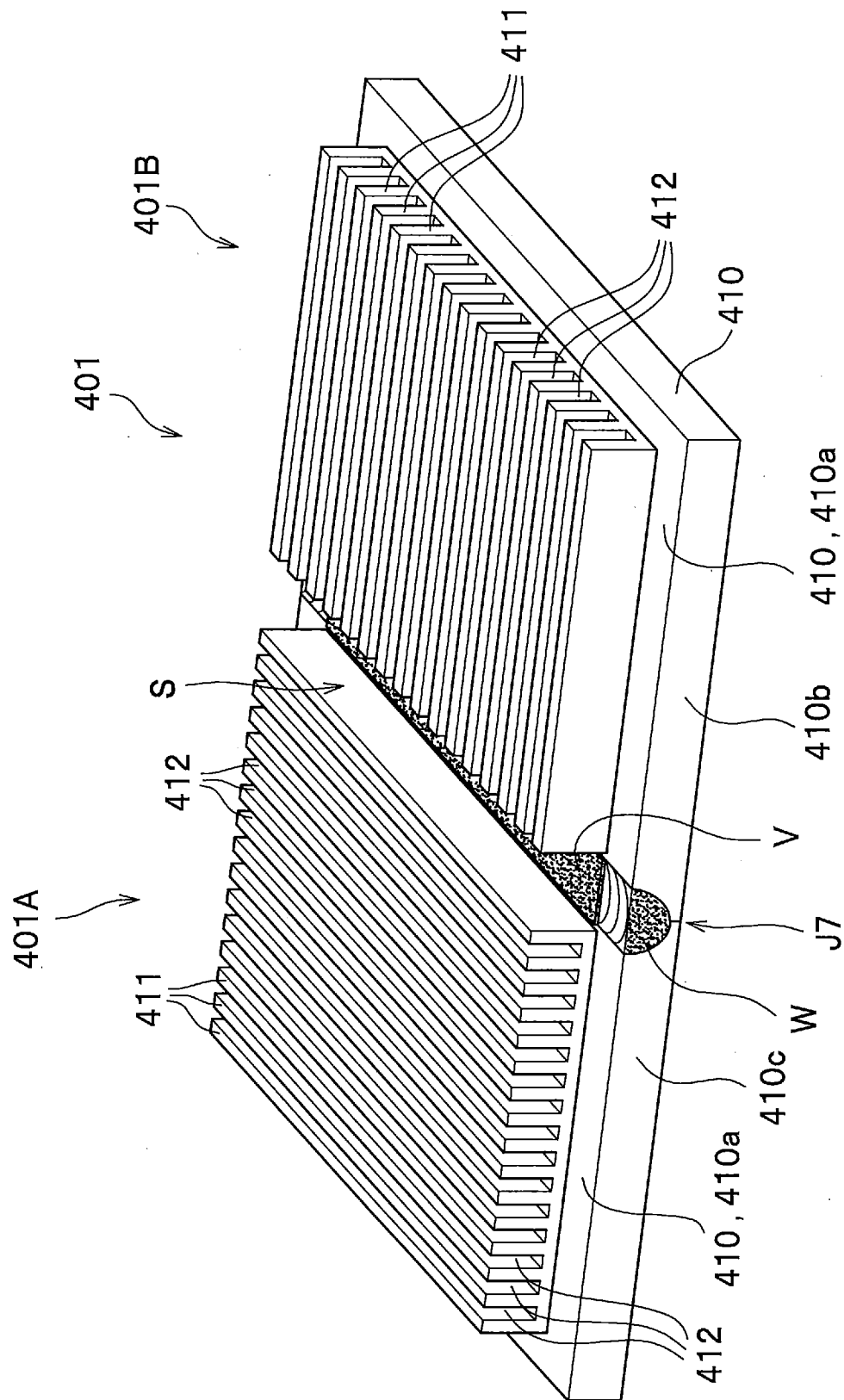
[図16]



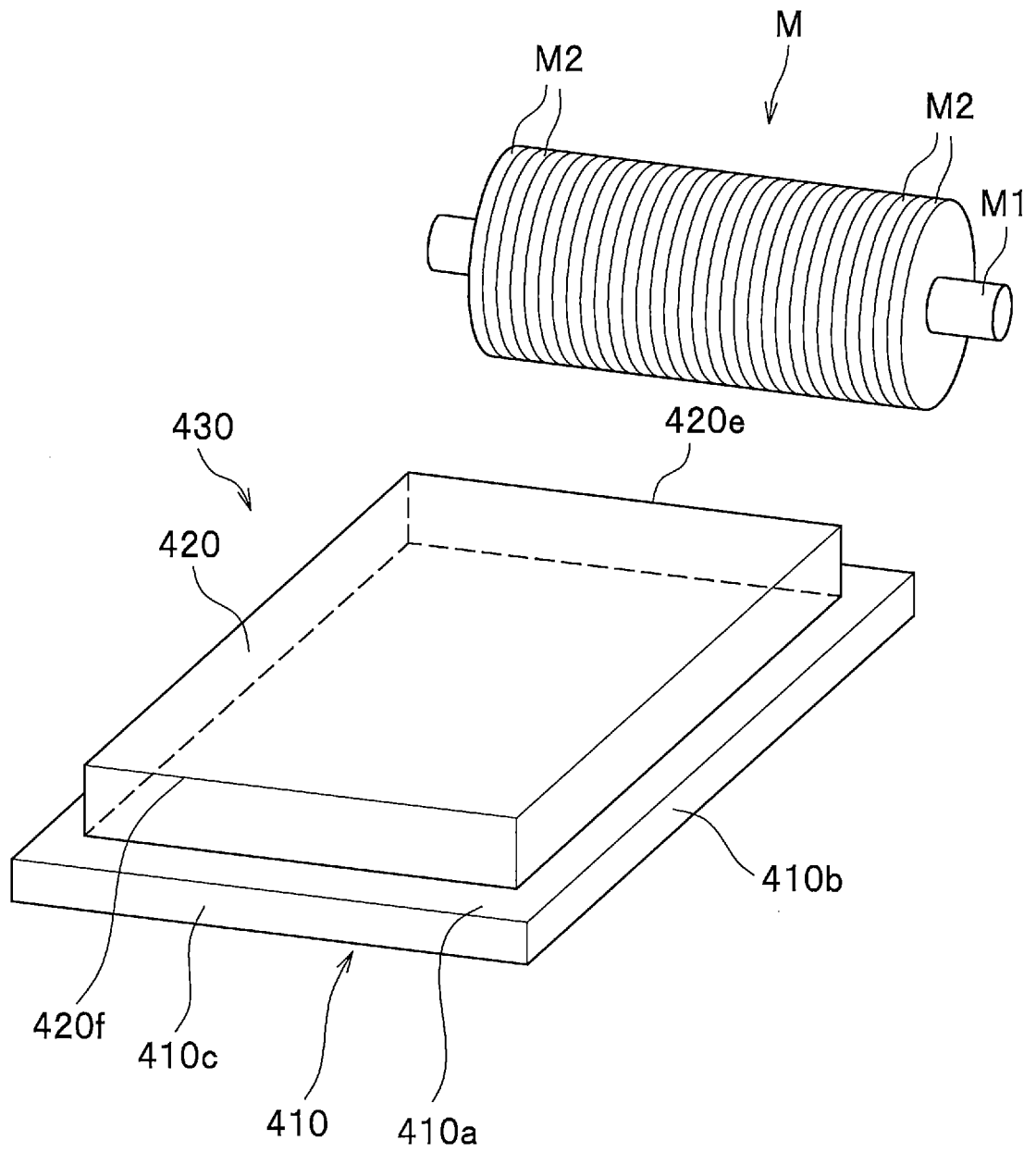
[図17]



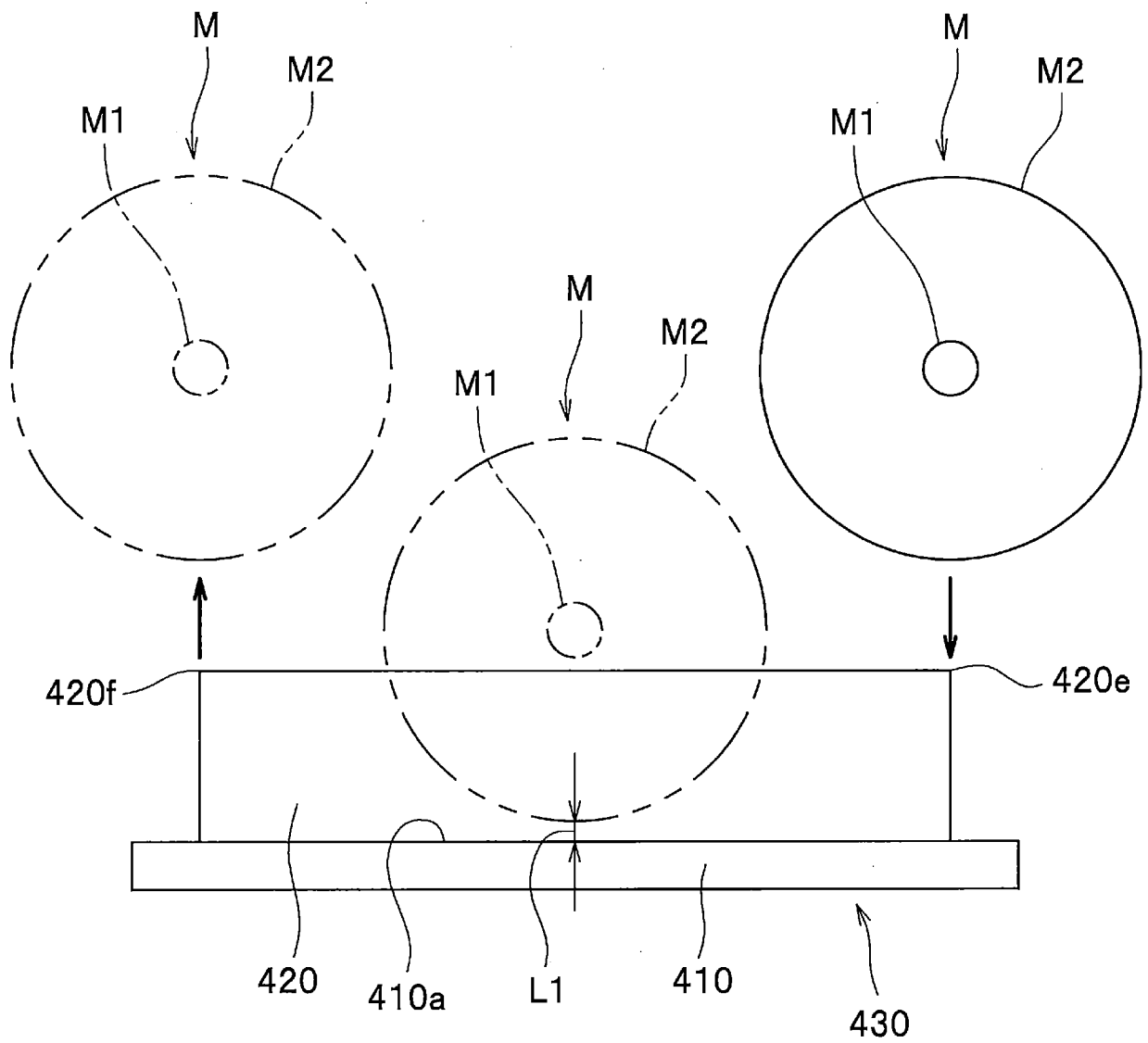
[図18]



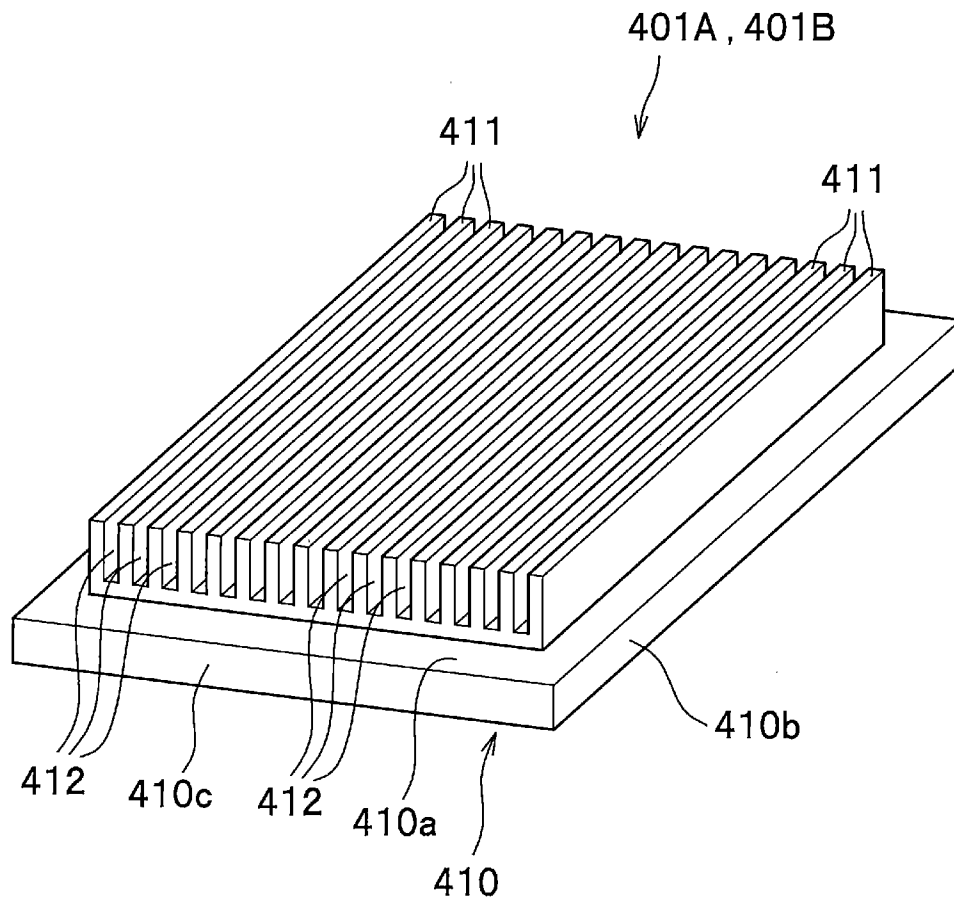
[図20]



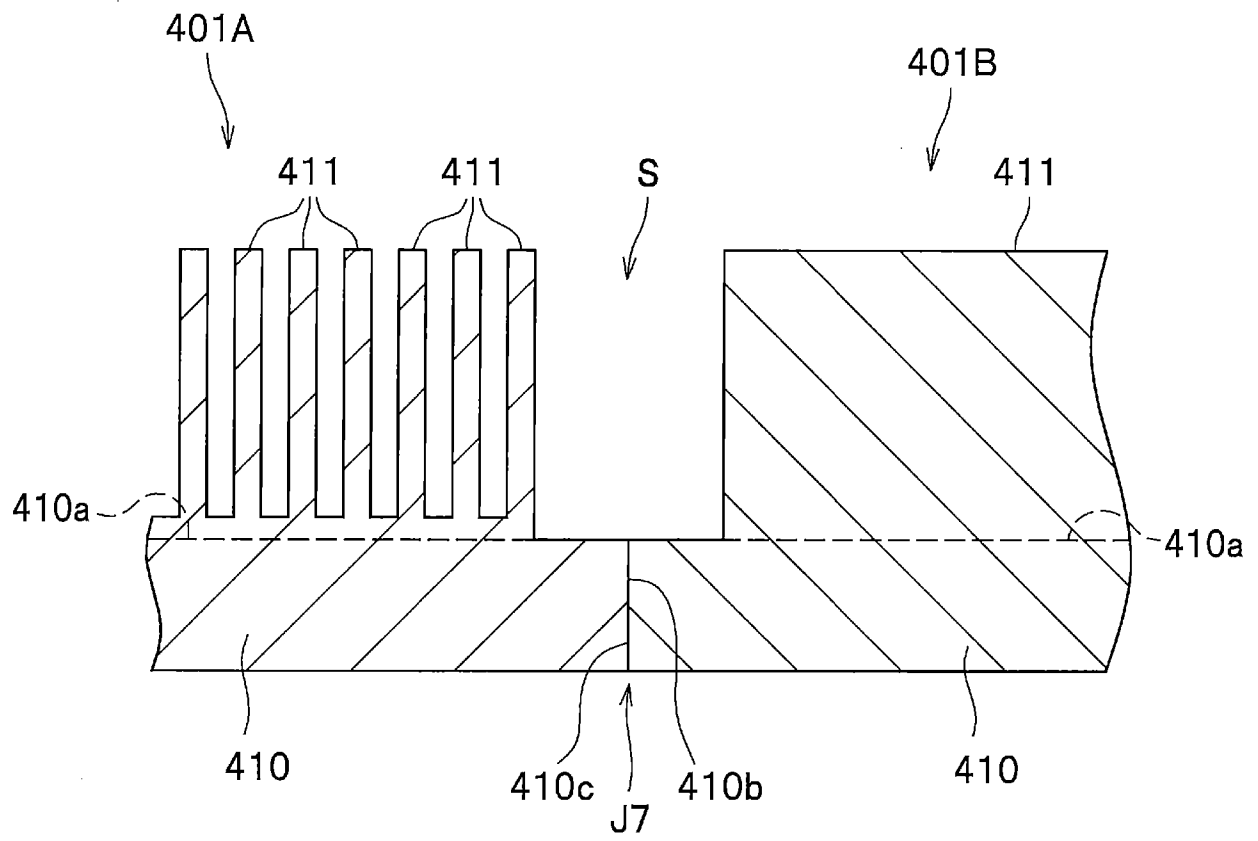
[図21]



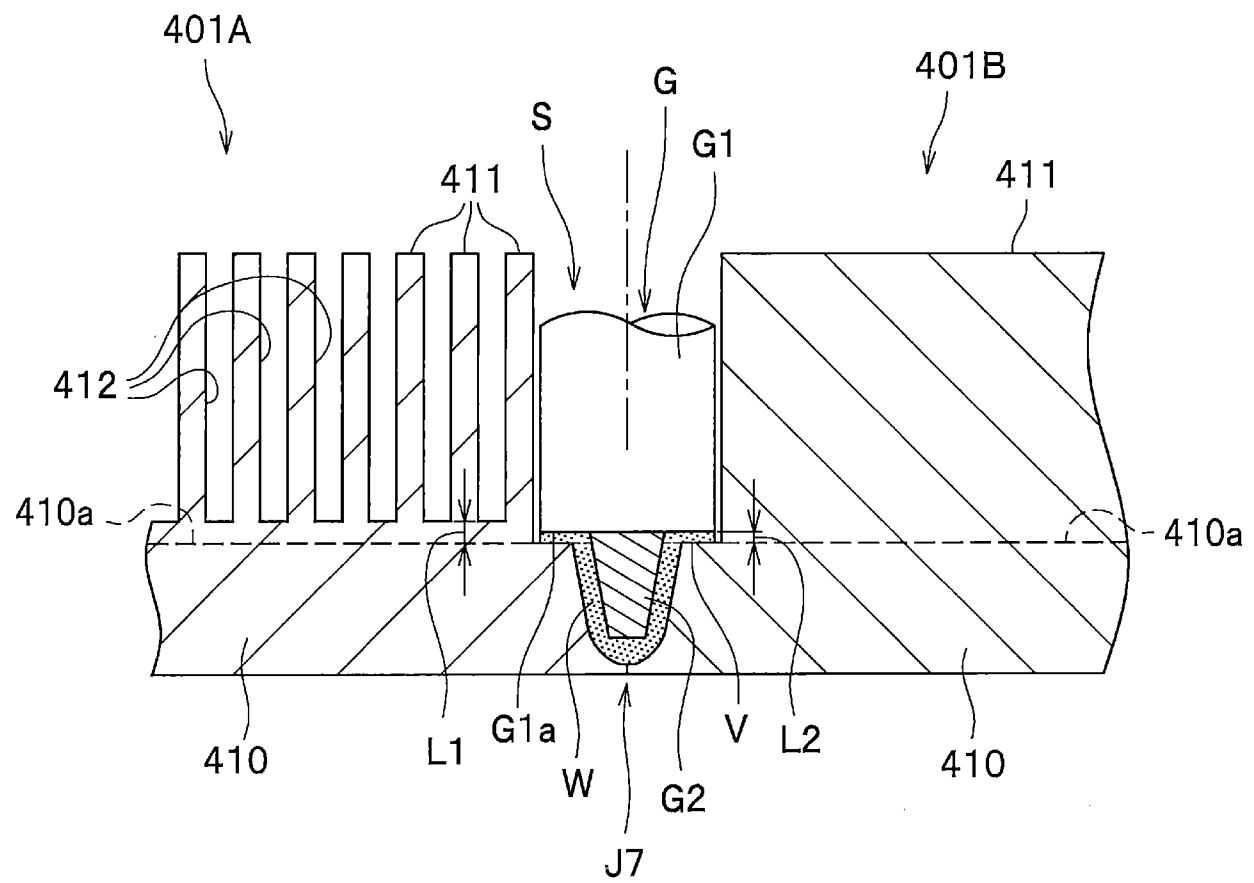
[図22]



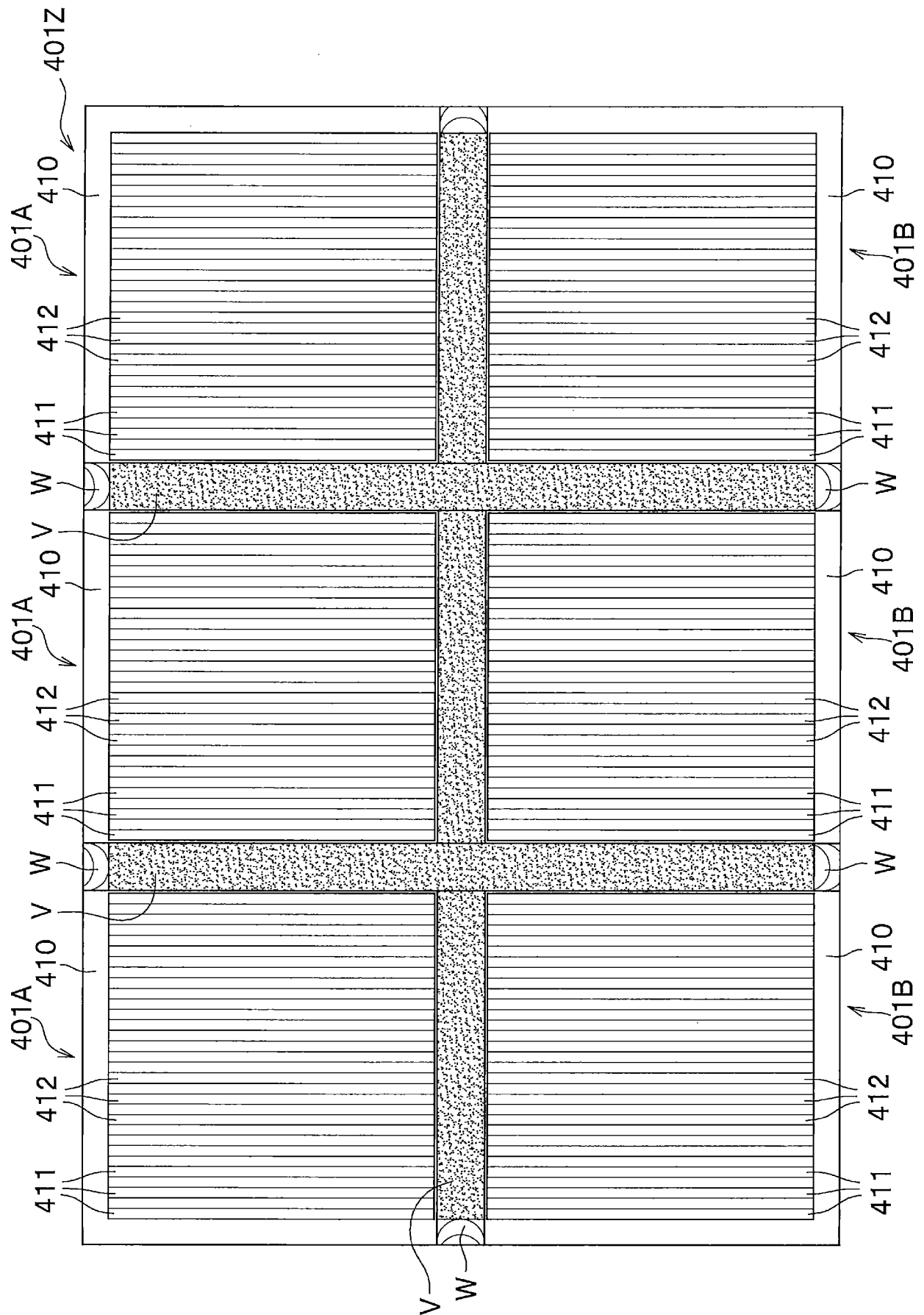
[図23]



[図26]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/12(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)

B23K20/12

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.
Y	JP 2009-018348 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 29 January 2009 (29.01.2009), paragraphs [0011] to [0014], [0035]; fig. 1, 17 (Family: none)	1-6
Y	JP 2015-89550 A (Musashi Seimitsu Industry Co., Ltd.), 11 May 2015 (11.05.2015), paragraphs [0020] to [0027]; fig. 1 to 3 & WO 2015/068463 A	1-14

☒ 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
30 August 2016 (30.08.16)

Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)

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/JP2016/068074

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 2010-82649 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), paragraphs [0036] to [0070]; fig. 14 to 16 & WO 2009/081731 A1 & KR 10-2010-0102171 A & CN 101883657 A & TW 200927345 A & KR 10-2012-0109615 A	6,12-14
Y	JP 2004-9113 A (Hitachi, Ltd.), 15 January 2004 (15.01.2004), paragraphs [0011] to [0013]; fig. 4 (Family: none)	7-9
Y	JP 11-70942 A (Showa Aluminum Corp.), 16 March 1999 (16.03.1999), paragraphs [0031] to [0037]; fig. 7 to 9 & US 6290085 B1 column 6, lines 14 to 47; fig. 7 to 9 & CA 2264219 A	8-9
Y	JP 2014-73499 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), paragraphs [0015] to [0025]; fig. 1 to 2 & CN 103706942 A	10-14
A	JP 2015-123488 A (UACJ Corp.), 06 July 2015 (06.07.2015), paragraphs [0017] to [0022]; fig. 1 to 2 & US 2015/0183053 A1 paragraphs [0027] to [0033]; fig. 1 to 3 & CN 104741769 A & KR 10-2015-0077361 A	1-14
A	JP 2012-192437 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraph [0029]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-14
A	JP 2009-519135 A (Airbus S.A.S.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraphs [0026] to [0032]; fig. 1 to 4 & US 2008/0296350 A1 & WO 2007/068456 A1 & EP 1971458 A paragraphs [0033] to [0039]; fig. 1 to 4 & DE 102005060178 A & CA 2632833 A & CN 101340998 A & RU 2008128438 A & BR PI0620689 A	1-14
A	US 2012/0070686 A1 (UT-BATTELLE, LLC), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0048] to [0049]; fig. 1A to 1E (Family: none)	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068074

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/0179682 A1 (CHRISTOPH, Schilling), 05 December 2002 (05.12.2002), paragraphs [0041] to [0044]; fig. 1a to 1e & WO 2001/036144 A1 & EP 1230062 A & DE 19955737 A & AT 326309 T	1-14
A	US 2002/0190100 A1 (FRANK, Gordon), 19 December 2002 (19.12.2002), paragraphs [0024] to [0025]; fig. 1a to 1c (Family: none)	1-14
A	US 5971247 A (LOCKHEED MARTIN CORP.), 26 October 1999 (26.10.1999), column 2, line 38 to column 3, line 40; fig. 1a to 1c (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K20/12(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（IPC））

Int.Cl. B23K20/12

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2009-018348 A（日本軽金属株式会社）2009.01.29, 段落 [0011] - [0014], [0035], [図1], [図17]（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2015-89550 A（武蔵精密工業株式会社）2015.05.11, 段落 [0020] - [0027], [図1] - [図3] & WO 2015/068463 A	1-14

☒ 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

30.08.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

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）

青木 正博

3 P

3935

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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
Y	JP 2010-82649 A (日本軽金属株式会社) 2010.04.15, 段落 [0036] - [0070], [図14] - [図16] & WO 2009/081731 A1 & KR 10-2010-0102171 A & CN 101883657 A & TW 200927345 A & KR 10-2012-0109615 A	6, 12-14
Y	JP 2004-9113 A (株式会社日立製作所) 2004.01.15, 段落 [0011] - [0013], [図4] (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 11-70942 A (昭和アルミニウム株式会社) 1999.03.16, 段落 [0031] - [0037], [図7] - [図9] & US 6290085 B1 (第6欄14-47行, FIG. 7-9) & CA 2264219 A	8-9
Y	JP 2014-73499 A (日本軽金属株式会社) 2014.04.24, 段落 [0015] - [0025], [図1] - [図2] & CN 103706942 A	10-14
A	JP 2015-123488 A (株式会社UACJ) 2015.07.06, 段落 [0017] - [0022], [図1] - [図2] & US 2015/0183053 A1 (段落 [0027] - [0033], [FIG. 1] - [FIG. 3] & CN 104741769 A & KR 10-2015-0077361 A	1-14
A	JP 2012-192437 A (三菱重工業株式会社) 2012.10.11, 段落 [0029], [図1] - [図2] (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2009-519135 A (エアバス ソシエテ パ アクシオンス シンプリフィエ) 2009.05.14, 段落 [0026] - [0032], [図1] - [図4] & US 2008/0296350 A1 & WO 2007/068456 A1 & EP 1971458 A (段落 [0033] - [0039], [FIG. 1] - [FIG. 4]) & DE 102005060178 A & CA 2632833 A & CN 101340998 A & RU 2008128438 A & BR PI0620689 A	1-14
A	US 2012/0070686 A1 (UT-BATTELLE, LLC) 2012.03.22, 段落 [0048] - [0049], [FIG. 1A] - [FIG. 1E] (ファミリーなし)	1-14
A	US 2002/0179682 A1 (CHRISTOPH, Schilling) 2002.12.5, 段落 [0041] - [0044], [Fig. 1a] - [Fig. 1e] & WO 2001/036144 A1 & EP 1230062 A & DE 19955737 A & AT 326309 T	1-14
A	US 2002/0190100 A1 (FRANK, Gordon) 2002.12.19, 段落 [0024] - [0025], [Fig. 1a] - [Fig. 1c] (ファミリーなし)	1-14
A	US 5971247 A (LOCKHEED MARTIN CORPORATION) 1999.10.26, 第2欄38行-第3欄40行, Fig. 1a-Fig. 1c (ファミリーなし)	1-14