

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4328622号
(P4328622)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 3 K 20/02	(2006.01)	B 2 3 K 20/02
B 2 3 K 20/14	(2006.01)	B 2 3 K 20/14
B 2 3 K 101/16	(2006.01)	B 2 3 K 101:16
B 2 3 K 103/10	(2006.01)	B 2 3 K 103:10

請求項の数 24 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-545440 (P2003-545440)	(73) 特許権者	508029907
(86) (22) 出願日	平成14年11月19日(2002.11.19)		ハイボンド・エイエス
(65) 公表番号	特表2005-509527 (P2005-509527A)		HyBond AS
(43) 公表日	平成17年4月14日(2005.4.14)		ノルウェー国、エン-6460 エードス
(86) 国際出願番号	PCT/N02002/000427		ヴォーグ・イ・ロムスダール、ネセット・
(87) 国際公開番号	W02003/043775		ネーリングスハーイェ
(87) 国際公開日	平成15年5月30日(2003.5.30)	(74) 代理人	100078662
審査請求日	平成17年10月17日(2005.10.17)		弁理士 津国 肇
(31) 優先権主張番号	20015680	(74) 代理人	100113653
(32) 優先日	平成13年11月21日(2001.11.21)		弁理士 東田 幸四郎
(33) 優先権主張国	ノルウェー (N0)	(74) 代理人	100116919
			弁理士 齋藤 房幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軽金属部品を接合する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化物を、接合直前に開先の表面から除去し、次いで、開先への酸素供給を所定量に制限しながら、押し出しによって開先に金属充填材料を充填することを特徴とする、部品間に設けられた開先によって軽金属合金製の部品を接合する方法。

【請求項 2】

酸化物を、機械的な切削により開先表面から除去することを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

粉体ベースの充填材料、またはワイヤー状の充填材料を用いる連続式の押し出しを使用することを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

バッチ式の押し出しを使用することを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

あらかじめ密閉パック詰めしたエレメントの金属充填材料を使用することを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

同じ化学成分を有する部品を接合し、充填材料が前記部品と同じ化学成分であることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

10

20

異なる化学成分を有する部品を接合し、両方の金属部品の化学成分に適合する充填材料を使用することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

開先表面および/または充填材料を、電気抵抗加熱、誘導加熱、摩擦加熱および/またはレーザー光線による加熱を含む他の形態のジュール加熱によって予熱することを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

方法を実施するために使用され、開先表面および/または充填材料と接触する装置のパーツを、電気抵抗加熱、誘導加熱、または他の形態のジュール加熱によって予熱することを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 10】

部品の溶接速度、外部加熱および/または充填材料の溶着速度を制御するために、開先内の温度を使用することを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

部品の溶接速度、外部加熱および/または充填材料の溶着速度を制御するために、開先内の圧力を使用することを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

部品間に設けられた開先によって軽金属合金製の部品を接合する装置であって、装置が、開先(10)を画定する金属表面から酸化物層を除去するツール(5、31)と、接合中に開先(10)に金属充填材料を供給するダイ(2、3および22、23)と、金属充填材料が充填される側である上方で開先(10)を閉じる手段(7、8)と、ツール(5)の後方の金属が添加される領域への酸素の供給を減少させる手段と、を含むことを特徴とする、装置。

20

【請求項 13】

装置が、金属充填材料が充填される側である上方とは反対側の下方で開先(10)を閉じる手段(6)を備え、それにより、金属充填材料が開先を通り抜けて押し出されることを防止することを特徴とする、請求項 12 記載の装置。

【請求項 14】

押し出し手段(22、23)が、バッチ式の押し出しを備えることを特徴とする、請求項 12 記載の装置。

30

【請求項 15】

押し出し手段(2、3)が、連続式の押し出しを備えることを特徴とする、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 16】

連続式の押し出し手段(2、3)が、押し出し機ホイール(2)、または、押し出し機スクリューを含むことを特徴とする、請求項 15 記載の装置。

【請求項 17】

上方で開先を閉じる手段(7、8)が、押し出し機ホイール(2)の周辺のパーツによって構成されることを特徴とする、請求項 16 記載の装置。

【請求項 18】

開先(10)に金属充填材料を供給する手段が、押し出し機ホイール(2)およびホイール受け(3)によって構成され、

40

上方で開先(10)を閉じる第1の手段が、接合される金属部品間の開先をシールするように配置された足部(7)によって構成され、上方で開先(10)を閉じる第2の手段が、足部(7)に対して恒久的に連結しているストッパー(8)によって構成され、そして、

金属充填材料用の押し出しダイス(9)が、足部(7)と、ストッパー(8)と、押し出し機ホイール(2)との間で画定される、請求項 12 記載の装置。

【請求項 19】

下方で開先を閉じる手段(6)が、上方で開先を閉じる手段(7)に機械的に取り付け

50

られていることを特徴とする、請求項 1 3 記載の装置。

【請求項 2 0】

金属充填材料の一部が、開先(10)に押し込まれる代わりに、金属チップとして上方で開先を閉じる手段を通過できるように、該手段が別個の孔を備えていることを特徴とする、請求項 1 2 記載の装置。

【請求項 2 1】

酸化物層を除去するツールが、機械的スクレーパ(5、31)、研磨機または別の切削ツールであることを特徴とする、請求項 1 2 記載の装置。

【請求項 2 2】

酸化物層(5、31)を除去するツールが、開先表面および/または充填材料を予熱する手段をも含むことを特徴とする、請求項 1 2 記載の装置。

10

【請求項 2 3】

開先(10)および/または充填材料を予熱する手段が、電気抵抗加熱、誘導加熱、摩擦加熱またはレーザー光線による加熱を含む他の形態のジュール加熱に基づくことを特徴とする、請求項 2 2 記載の装置。

【請求項 2 4】

装置(1)が、酸化物除去ツール(5)、押し出し機ホイール(2)、ホイール受け(3)、支持体(6)およびダイス(9)の一つ以上のエレメントを加熱する手段を含み、前記加熱手段が、電気抵抗加熱、誘導加熱、またはレーザー光線による加熱を含む他の形態のジュール加熱に基づく加熱手段であることを特徴とする、請求項 1 2 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属部品、および合金、特に軽金属合金、および可能な限り、軽金属を含むハイブリッド材料/複合材料を含む軽金属の部品を接合する方法および装置に関する。

【0002】

背景

従来、金属部品を接合する方法は、鉄系材料を接合するために最初に開発された方法を採用した結果としてもたらされた。

30

【0003】

金属の接合は、主として溶融溶接と関連付けられてきたが、溶融溶接の場合には、ベース金属およびいずれかの充填材料の両方が、ともに電気アーク、電子ビームまたはレーザービームによって溶解され、金属-金属結合が結晶化中に溶融池の後行する部分(trailing part)で達成できるようにしている。溶融溶接の場合には、供給されるエネルギーの一部分だけが溶融に寄与し、その結果結合に寄与する。供給されるエネルギーのほとんどは、ベース金属の局部的加熱につながり、いわゆる熱影響部(文献では一般にHAZと呼ばれる)を溶接継手の周囲に形成することになる。結果として生じるマイクロストラクチャの変化が母材の恒久的な機械的劣化を起こすため、このゾーンが問題を呈する。このように、溶接ゾーンの特性は工学的設計上の制限要因となり、実際には、部品の耐荷重能力を決定する。また、過剰のエネルギー(すなわち、熱)が供給されると、全体的変形および歪みならびに溶接領域に高い残留応力が発生する。これらの問題は、鋼の溶接の場合よりもアルミニウムの溶接の場合のほうが大きい。理由は、必要な予防対策をとること、たとえばベース材料の化学成分を調整してHAZのマイクロストラクチャを修正することによる可能性が、アルミニウムの場合にはより難しいからである。

40

【0004】

一般に、レーザー溶接および電子ビーム溶接のようなより効率的な溶接法を使用すると、はるかに狭いHAZが得られ、この点において著しい改善が見られる。しかし、これらの方法は、溶融ゾーンにおける耐高温割れ性およびポロシティの形成に関連する他の問題を招く。加えて、これらの方法は、よりコストがかかるのに、用途がより制限される装置

50

であるという不利益をこうむる。さらに、通常は充填材料を添加しないという事実により、精度の要求がさらに厳しくなる。

【0005】

従来、いくつかの試みがなされ、軽金属を接合する代替方法が開発されてきたが、その中では、摩擦溶接、すなわち摩擦攪拌接合法(FSW)として知られる変形が、恐らく最も有望な方法である。FSWにおいては、回転するツールがともに接合される二つのプレートの間の界面(縁部)に沿って移動するうちに、二つのプレートが互いにしっかりと加圧され、少なくともアルミニウムに関しては表面上に常に存在するであろう酸化物層を除去する。かなりの摩擦熱が回転ツールと母材アルミニウムプレートとの間の界面で発生するにもかかわらず、供給されるエネルギー、そしてそれにより発生する熱は、溶融溶接の場合におけるよりも少なく、その結果、接合部近傍のベース材料は融解せず、液体状態に至らない。したがって、摩擦攪拌溶接法は、固体状態の接合方法の一例であり、溶融溶接に比べて有意な改善を示し、それにより一般的問題のいくつか、すなわち高い残留応力および高温割れの発生、ポロシティの形成および腐食抵抗の低下が減少する。他方、この新規の方法はいくつかの欠点があり、その一つが接合される表面を互いに正確に一致させる必要があるという要求であり、それは充填材料を使用する可能性がないからである。別の欠点は、接合する部品をかなりの力で互いに加圧しなくてはならないという点であり、それは、この方法が重くて剛性のある装置を必要とすることを意味する。最後に、このタイプの摩擦溶接は広いHAZを形成するが、その場合、得られるマイクロストラクチャの変化は、析出強化した材料を恒久的に軟化させることになる。

10

20

【0006】

他の接合方法のなかでも、ろう接、リベット打ちおよび接着に言及すべきである。これらの方法の1つ以上は、いくつかの応用分野で好都合であるかもしれないが、一般的には、破壊に対する安全性は低く、その結果、荷重または重量を担う構造における接合には現実的な代替方法にはならない。

【0007】

目的

本発明の目的は、従来技術の方法の欠点を大いにとり除く、軽金属、特にアルミニウムを接合する方法を提供することである。

【0008】

したがって、本発明の目的は、基本的に、軽金属という前提で開発され、鉄系材料を対象に意図された方法に由来するものではない、軽金属部品を接合する方法を提供することである。

30

【0009】

したがって、目的は、過剰の加熱を回避する軽金属部品を接合する方法を提供することであり、その結果、高い残留応力、変形、高温割れまたは、腐食という異常な問題は、主要な関心ではなくなるであろう。

【0010】

さらに目的は、過剰な加熱を回避し軽金属部品を接合する方法を提供することであり、その結果、材料の特性が恒常的に劣化するような広い熱影響部の形成が回避される。

40

【0011】

さらにまた目的は、ベース材料の特性に対応する特性を有する充填材料を使用することが可能な、軽金属部品を接合する方法を提供することが目的である。

【0012】

最後に目的は、大きな過剰エネルギー、高レベルの力に寄与せず、または狭い公差限度を必要としない、軽金属部品を接合する方法を提供することである。自動化/ロボット化に応用できる単純で、小型で、可能な場合、携帯式の装置を使用可能にすることも目標とされる。

【0013】

本発明

50

本発明は、請求項 1 に述べられている特色によって特徴づけられる方法に関する。本発明の好ましい実施態様は、従属請求項 2 ~ 9 によって開示されている。

【 0 0 1 4 】

別の態様によれば、本発明は、請求項 1 0 に述べられているように、前記方法を実施する装置に関する。この装置の好ましい実施態様は、従属請求項 1 1 ~ 1 7 によって開示されている。

【 0 0 1 5 】

本発明による方法は、軽金属部品を接合する新規な、高度に改良された方法を提供する。

【 0 0 1 6 】

要求される結合温度は、変形および摩擦から発生する熱を利用し、場合により、たとえば、誘導加熱、電気抵抗加熱またはレーザービームを用いた加熱の形での外部のジュール熱と組み合わせられて、達成される。

【 0 0 1 7 】

摩擦攪拌溶接法 (F S W) との相違点は、充填材料が継手 (開先) に添加されて、互いに合致するには厳密な形状をなしていない表面に沿った接合を可能にするという点が、本発明の可能な特徴であるばかりでなく、必須な特徴でもあるという点である。強い力を部品に加える必要もないし、部品を一緒に固締する必要もなく、装置は、小型かつ単純にでき、そして、所望の場合には、携帯して使用するのに適したものにすることができる。

【 0 0 1 8 】

充填材料を添加することは溶融接合に類似しているように見えるかもしれないが、新規な方法は、材料の重大な機械的性質の劣化、残留応力および歪みにつながる過度の加熱を回避するので、本方法は実質的には異なっている。添加される充填材料が液体状であるという点は条件ではない。充填材料が継手開先に添加される場合は、充填材料は、液体状態、半液体状態、または部分的に可塑性 (固体) 状態であってもよい。エネルギーは開先のみ局部的に供給されるので、充填材料は、液体状態においてさえ、溶融溶接の間に発生するベース材料の加熱と同じ程度の加熱を発生させることはない。このことは、ベース材料の加熱に起因するマイナスの効果が、対応して小さくなることを意味する。

【 0 0 1 9 】

さらに、添加材料はベース材料自体と全く同じであってもよい。したがって、異種の、またはより劣る特性を有する材料は添加されない。このような材料は、ガルバニック効果等のために腐食を起こすかもしれない、またはベース材料に比較して異なる強度もしくは (熱) 膨張特性につながるかもしれない。全体として、進歩性のある本方法は軽金属部品の接合技術において大きな前進を表す。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、押し出し機ホイール 2、押し出し機ホイールに対するホイール受け 3、押し出し機ホイール 2 上の点 1 2 のところで装置 1 に添加する充填材料のワイヤ 4、酸化物除去ツール 5、および支持体 6 を含む、本発明による装置 1 の好ましい実施態様を概略的かつ簡略化して示す。接合される材料部品 A および B は、図 1 において、共通の平面に一方の後ろ側に配置されており、装置 1 の左側の領域は、部品同士の間で開放する開先が依然として存在する領域であり、装置 1 の右側の領域は、接合がちょうど行われたばかりの領域である。装置の移動方向は矢印 C で示されている。ホイール受け 3 は、押し出し機ホイール 2 から開先 1 0 にかけて共にダイス 9 を形成する足部 7 およびストッパー 8 に恒久的に接続している。支持体 6 は、開いた開先がある場合、開先を下方向に制限し、それにより、充填材が一定の圧力で下に押されて、開先を通り抜けることなく、開先の中に押し込まれるようにする。

【 0 0 2 1 】

(図 1 に示す) 好ましい実施態様の変形では、押し出し機ホイール 2 の下方部分を、接合される二つの材料部品 A および B の表面と同じレベルに配置し、開先中に幾分低く配置

10

20

30

40

50

することもできる。これらの場合においては、ホイール受け 3 およびストッパー 8 もまた、これらが全体的に、または部分的に開先 10 に突き出すこともあるから、ある種のダイスを形成する。所望の場合には、接合される二つの材料部品 A および B の表面（可能な場合、開先 10 の表面）に回転中に接触する押し出し機ホイール 2 のパーツは、それらが切削ツールまたは研磨ツールとして機能できる形態を有していてもよい。

【 0 0 2 2 】

装置 1 の移動方向は、図 1 において矢印 C で示されるとおりであってよく、または、これと反対でもよい。別の可能性としては、装置 1 全体を、開先に対して直角（90度）か、あるいは開先 10 に対して斜め - 図 1 に示されるような平行ではない - （すなわち、押し出し機ホイールを、開先の長手軸に関して任意の空間角度で配置してもよい）かのいずれかに配置する。装置 1 の移動方向は、開先の軸と依然として平行である。

10

【 0 0 2 3 】

支持体 6 の代替としては、開放する開先の下方部分は、開先の下に、その長手方向に配置した適切な支持体を提供することによって閉鎖してもよい。このような支持体は、セラミック材料または鋼のシートまたはストリップでもよく、それらに対しては、固形（可塑性）の、または部分的に溶融した充填材料は、大きな力をかけても固着しない。

【 0 0 2 4 】

上記の装置に加えていくつかの従来型の装置、たとえば、押し出し機ホイールの向きを変える電源、および装置を保持し、そして開先に沿って所定のほぼ一定の速度で移動させる手段などに対する必要性が明らかに存在する。さらに後述するように、工程をより良好に制御するために、一以上の箇所で温度および/または圧力を記録するセンサーを含むとしばしば都合がよくなる。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 は、上面から見た、材料部品 A と B および、ホイール 2 を含む装置 1 の概略を異なる倍率で示す。開先 10 は、装置 1 の左側に装置の移動方向に開いているが、開先は装置の右側では閉鎖されている。

【 0 0 2 6 】

開先 10 は、図 3 a に示すように開放形状を有してよく、または図 3 b に示すように底部が閉鎖した V 字形状であってもよい。酸化物除去ツール 5 の形状は開先の形状によって異なる。したがって、支持体 6 の必要性 - および形状 - は、開先が開放形状か閉鎖形状かに依存するであろう。

30

【 0 0 2 7 】

酸化物除去ツール 5 は複数の異なる形状であってよく、その最も単純な形態では、部品 A および部品 B のそれぞれに関して、清掃すべき開先の各表面について一枚ずつ、2 枚の刃があるスクレーパからなってもよい。ツールは、機械的除去だけに頼る必要はなく、特定の溶媒の使用を含むことも可能である。さらに、ツールは、研磨機などのスクレーパ刃以外の機械的解決法が備わっていてもいい。

【 0 0 2 8 】

開先の表面は平面である必要はなく、曲面形状であってもいい。たとえば、材料部品を互いに隣接して配置している場合に、閉鎖開先を形成する開先の表面は、V 字形状の代わりに U 字形状であってもよい。各開先の表面の上部が平面であり、その一方で下部は曲面であるという、別の選択肢もある。適切な酸化物除去を達成するように、酸化物除去ツールは、要求される範囲まで実際の開先形状に適応できなければならない。

40

【 0 0 2 9 】

図 4 は、図 1 でのライン I V - I V 線に沿った、押し出し機ホイール 2 および対応するホイール受け 3 の断面を示す。押し出し機ホイール 2 にはホイールの全外周に沿ってスロットがあり、それによりワイヤー 4 を、ホイール 2 との接触点 1 2 からダイス 9 まで引き抜く。接触点 1 2 からダイス 9 までの充填材ワイヤーの断面の減少は、典型的には、押し出しでは非常に小さい断面減少を表す二分の一より小さい可能性がある。充填材ワイヤー 4 の減少の程度は本発明の目的を達成するには決定的ではないが、接触する点 1 2 とダイ

50

ス9との間での変形が、ダイス9から離れる充填材料における表面酸化物を均一に分散させるのに充分であることが重要である。

【0030】

図1に示す本発明による装置を、ワイヤーの代わりに粉体の形の充填材料4を適用することによって変更することが可能である。この場合は、粉体を適切な粉体供給装置(図示せず)を用いて点12に供給する。装置の全体的原理は上述のとおりである。

【0031】

さらに図5に示すように、装置は、押し出し機ホイール2とホイール受け3とを、二つの反対方向に回転する押し出し機ホイール12₁および12₂に替えることによって変形してもいい。押し出し機ホイール2と同じ方法で、二つの押し出し機ホイール12₁および12₂には、全外周の周りに伸びたスロットが備えられており、それらのスロットは、ワイヤー形状の充填材料4をとり囲んでいる。図1に示す装置と同じ方法で、充填材料を、押し出し機ホイール12₁と12₂の間の入り口側開口部に都合のよい供給装置を用いて供給される、粉体状の充填材料と置き換えてもよい。

10

【0032】

図5に示す実施態様は、ワイヤー形状または粉体状の充填材料を開先に供給する方法に関するが、これは押し出しと見なすこともできる。本明細書では、押し出しという用語については、金属充填材料のいずれの種類の種類処理をも意味し、その場合には、直接的および/または間接的な加熱およびその後の加圧/塑性変形を含む工程により、充填材料をダイスなどを通して引き抜き、固体(可塑性)、部分的に液体または全体的に液体の状態が開先に添加し、その一方で当初存在した酸化物層はいずれも除去されるか、または充填材料中に分散する。

20

【0033】

本発明による装置を、図示した種類の一つまたは二つの押し出し機ホイールの代わりに、それ自体公知の種類のスクリュー押し出し機(図示せず)を用いて変更することも可能である。そのような場合には、充填材料を、スクリュー押し出し機を通して供給可能になる程度まで予備加熱しておかなければならない。ベース材料の部品と接触して使用される手段、すなわち、ダイス、酸化物除去ツール、および可能な場合支持体は、主として図1のものと同一である。

【0034】

上述の本発明の実施態様には、充填材料を、連続押し出しに基づく工程によって開先に添加するという共通の特徴がある。しかし、本発明は、従来型(バッチ式)の押し出しに基づく工程を通して行われてもよい。

30

【0035】

図6は、シリンダー22、ピストン23、およびピストンの端部のダイス9による直接押し出し装置21を示す。装置21は、接合されるベース部品材料に接触する、図1に示すものと原理的には同じ種類の装置、すなわち、酸化物除去ツール5および可能な場合には支持体6を有する。充填材料を押し出しピストンにバッチ式に加えるのは不都合に見えるかもしれないが、必要な場合には、シリンダー22に配置される、関連した種類の充填材料の密閉したパッケージを使用することなどによって、完全に自動化(ロボット化)した操作システムと組み合わせれば、この方法は、特定の用途のために本発明を実施する非常に興味深い方法を表すことができる。

40

【0036】

間接的な押し出しおよび摩擦に基づく押し出しのようなその他の方法もまた、図6に示す方法/装置の代替法として使用することが可能である。

【0037】

図7は、本発明による方法が、T字形の輪郭を呈するなどの互いに対して角度がある二枚のシートを接合するためにはどのように行われうるかを、非常に単純化した方法で示す。ベース材料部品を、それらの部品の各々が、等しいか、または異なる角度の「傾斜」縁部を呈するように、研磨などによって作製する。材料部品を、互いに隣接して配置する場

50

合、前記の傾斜縁部は開先表面を構成することになり、開先10は、図3bに示される閉鎖した開先の変形として見なすことができる。接合操作のために使用すべき装置は、開先の表面同士の間々の角度に適合した、輪郭と適合性のある形状をした酸化物除去ツールを含む。

【0038】

図8は、本発明によれば、部分的に重なり合う二枚のシートのスポット溶接をどのように行うかを示す。中空の押し出し機のコアなどの形状をしたツール31を、第一のシートAを完全に貫通し、第二のシートBを部分的に貫通する、あらかじめ機械加工された穴部32に押し込む。ツール31が引きもどされるにつれて、穴部32は、装置の中の開口部9を通して、可塑性のまたは部分的には液体の充填材料で即座に充填される。この場合、開口部9はダイスとして機能し、このダイス9および酸化物除去ツールは、一体型ユニットのパーツである。押し出し機ホイール2がシートAの上面と同じレベルに配置された実施態様によって、スポット溶接の別の例が達成される。この実施態様では、ホイール受け3およびストッパー8は、一緒にシートAを通して下のシートBの中へと充填材料を直接押し出すことができる一種のダイスを画定する。このような実施態様において、装置は明らかに支持体6を含まない。所望の場合には、シートAから押し込まれた過剰の材料は、押し出し機ホイールを切削ツール（例えば研磨機）としても機能させることにより、連続して除去することができる。装置の外側パーツの外部（ジュール）加熱は、押し出しおよび接合のための所望の温度を得るために使用してもよい。

【0039】

図1に示す実施態様を参照しながら、以下、工程をさらに詳細に記述する。

【0040】

酸化物除去ツール5を有する装置1を開先に配設する。開先が、開放する開先である場合には、装置5、ホイール受け3、およびダイス9に架橋部片によって取り付けられる支持体6を使用する。材料の厚さ、開先の幅などに依存して、装置を正しい寸法に調整する。予熱を行うか行わずに、ワイヤー4を、点12のところで押し出し機ホイール2に供給し、この押し出し機ホイールが回転し始めるとホイールで引き抜く。ワイヤーは、3つの面で押し出し機ホイールと接触しており、ホイール受けとは1つの面だけで接触しているから、ワイヤーは常にホイールに追従することになる。摩擦力により、ワイヤーを接点12からダイス9への途上で次第に加熱する。この加熱は、可能な場合、そして特に始動中に、他の加熱手段、特にジュール加熱の方法と組み合わせることができる。ワイヤーは次第に加熱されるので、可塑性もまたますます増大し、十分に加熱された場合には、ワイヤーは部分的に液体になる。ワイヤーは、可能であるならば、少量の、特定の温度でワイヤー表面上に潤滑層を形成する、より低い融点を有する相（化学的化合物）を含むことができ、その層は押し出し中にある程度摩擦を減小する働きをする。ワイヤーがダイス9に到達すると、この点でスロット11に延びるストッパー8は、押し出し機ホイール2に沿った接線方向の連続した動きを抑える。ワイヤー/充填材料用の開いた経路だけが、ダイス9を通過して開先10に入るものである。これが生じる場合、装置1全体は、通常は、開先の長手方向に移動しているであろう。特定の場合、装置はゆとりがあってもよい。

【0041】

あるいはまた、ダイス9を通してスロット11中の充填材料の部分のみに力がかけられるのに対して、残りの部分は、ダイス9の後部のストッパー中のこの目的で形成された別個の孔を通して、金属チップとして除去されるように、ストッパー8を形作ることができる。押し出し機ホイール2は、その後、ダイス9を阻止させることなく、より早い速度で回転してもよく、したがって、温度を制御する可能性、および開先10への充填材料の溶着速度を同時に改善しながら、より大きい摩擦熱の発生を可能にする。

【0042】

ダイス9を通過して開先10へとホイール2から遠ざかると、冷却を回避する特定の予防策、たとえばダイスの電気抵抗加熱を行わない場合には、充填材料は次第に冷却される。このような特別の加熱が、好都合であるか、必要であるかは、各特定の場合について決定

10

20

30

40

50

される。多くの適用例について、ダイス9の長さは数ミリメートルに制限されるので、その結果、特別な加熱の必要性は減少する。充填材料がダイスを離れて開先に入る場合に、最適な条件を確実にするために、工程のこの段階では、連続的な温度調節を行うと都合がよい。ダイスの中または近くに配置した温度センサーを用いた自動温度制御装置を使用することがより好ましい。さらに、ツール5、支持体6、ダイス9、開先表面および/または充填材料などの装置/工程の別個のパーツを局部加熱することは、自由に選択できる。酸化物除去ツール5が、好ましい実施態様を示すスクレーパである場合、酸化物層を除去するのに必要な力を減少させるために、スクレーパの刃は加熱すると都合がよい。

【0043】

良好な金属結合および、結合後も溶着したままの充填材料における所望のマイクロストラクチャを得るためには、押し出し中のダイス開口部での圧力が、プロセス条件の選択とは無関係に、一定レベルに制御され保持できるとさらに好ましい。この理由は、降伏強度、引張強度、靱性、延性、疲労強度および耐食性などの特性を最適化できるようにするためである。この目的に適した手段は、使用する装置に依存して、押し出しホイール、押し出しピストンまたは押し出しスクリュウに作用するトルクまたは力を測定および調整するシステムである。ダイスの開口部でこのような固定圧力を維持する前提条件は、充填材料が、塑性を有するか部分的に液状である限り、閉じたシステムに保たれていることである。開先が、図3aに示すように開いている場合、このような圧力を維持するためには、支持体6を使用することが必要である。さらに、ダイス9の開口部をともに形成する足部7およびストッパー8が、開いている開先10、10の全体に必要なとされるシールをともに構成するような形状および寸法を有することが必要である。

【0044】

通常、接合される材料部品は同じタイプのものであるが、それらの部品は、それらの特性に互換性がある限り、異なるタイプのもでもよい。部品は、たとえば、異なる合金元素を含有するアルミニウム合金で作製されてもよい。そのような場合には、充填材料は、合金の一つと同一のものであってもよいし、または二つの合金の間の組成物を有していてもよく、その組成物は、二つの合金の間で化学的な「架橋」として作用する。シリーズ1XXX、2XXX、3XXX、5XXX、6XXXおよび7XXXのアルミニウム合金の部品を、当該の合金の組み合わせのための充填材料を都合よく選択して、本発明による方法および装置によって一緒に接合してもよい。

【0045】

充填材料に関しては、多くの方法でそして異なる目的のために変更してもよい。押し出し中の潤滑効果を得るために、比較的低い温度で溶解する小容量の相(化学的化合物)を含んでもよいことはすでに述べた。

【0046】

充填材料は、場合によっては所望の方向に材料の電気抵抗(オーム)を変える異なる元素を含んでもよい。高電流は、所望の加熱を達成するのに要求されることになるはずであるから、抵抗加熱がワイヤーに直接加えられる場合には、電気抵抗は低すぎるべきではない。高電流は、大きな寸法のケーブルおよび関連する電気装置を必要とするから望ましくない。

【0047】

一般に、使用される充填材料は、ベース材料と適合性がなくてはならないし、接合操作中または接合操作後に、押し出し性、降伏強度、引張強度、靱性、延性、疲労強度および耐食性などの特性を最適化するためには、ベース材料にしたがって調整してもよい。したがって、充填材料は、押し出しの実施および工業的熱処理が、たとえば再結晶を抑制したり析出を高めるなどのために周知であり、それにより、自然時効、または人工時効の後にさらなる強度を回復するような異なる元素または相を、当初含んでいてもよい。このような些細な偏差を除いては、化学成分は、所望の腐食特性を得るために、ベース材料の化学成分に可能な限り近づけるべきである。

【0048】

10

20

30

40

50

前述のとおり、接合される表面は、「バージン」、すなわち清浄で酸化物がないことが重要である。これは、充填材料が開先を満たすまでの短期間の時間内に、この領域への酸素の接近を必要な範囲まで制限することによって達成される。不活性ガスまたは他の種類の保護ガスを、酸化物除去ツールとダイスの間の領域に供給して、開先の同じ領域への酸素の供給を減少させてもよい。本発明による装置はまた、酸化物除去ツールの後方の「空間」が、常に充填材料で充たされている囲壁を形成できるようにもする。その場合には、不活性ガス/保護ガスは、過剰に加えてもよい。

【0049】

本発明による方法および装置によって、これまで議論した所期の長所が得られ、つまり、ベース材料を、材料の軟化および劣化につながる不必要な、または望ましくない加熱に付さない。同時に、接合される表面の些細な不完全性、および材料部品同士の間の開先の幅の変化は、充填材料の添加で補償することができる。

【0050】

例

以下の例は、原理レベルで本発明をテストするためだけに行われたものであり、その最適な範囲からは程遠いものである。したがって、これらの試行に関連して、いかなる種類の予熱も用いられず、いかなる種類の酸化物除去も行われなかった。

【0051】

〔例1〕

充填材料としてAA6082を使用したAA1070の2.4mmのシートを接合する試み。

実験のセットアップ：

直径40mmの押し出し機ホイールを使用し、接合する2枚のシート部品の表面と高さを合わせた。ホイール中のスロットの幅は1.5mm、そして深さは2.4mmであり、1.6mmのワイヤーの供給に適するものであった。裏当材（支持体）として作用する厚鋼板、および押し出し機ホイールを、開先の長手方向と平行になるように配置したスロットとともに配置して、シートの長手方向にあらかじめ機械加工した開放したI字形の開先（ルート間隙1mm）を使用した。外部加熱は、接合操作中にワイヤー、押し出し機またはツールのいずれに対しても適用しなかった。機械的な酸化物除去または表面の洗浄のどちらも行わ

結果：

接合を、回転する押し出し機ホイールをシート部品に対して力をかけることにより、長さ20mmにわたって行った。部品を、送り台上で一定速度で、押し出し機に対して水平に移動した。その後、二つの部品を目視により検査すると、充填材料が、かなりの力で開先の中へと押し込まれ、著しく冷間変形されたことが明らかになった。塑性変形が最も激しかった表面において結合が得られた。

【0052】

〔例2〕

I字型の開先および充填材料としてAA6082を使用した、完全にアニールしたAA6082の2枚の5mmシートスポット溶接の試み。

実験のセットアップ：

直径40mmの押し出し機ホイールを、接合する2つの部品の表面と高さを合わせた。ホイールにおけるスロットの幅は1.5mm、そして深さは2.4mmであり、1.6mmのワイヤーの供給に適するものであった。押し出し機ホイール中のスロットを、開先線に対して90度の角度で配設して、シートの長手方向にあらかじめ機械加工された深さ3mmのI字型の開先（ルート間隙1.5mm）を使用した。外部加熱は、接合操作中にワイヤー、押し出し装置、またはツールのいずれに対しても適用しなかった。機械的な酸化物除去または表面の洗浄のどちらも行わなかった。

結果：

10

20

30

40

50

接合を、回転する押し出し機ホイールを、固締しないシート部品に対して力をかけることにより行った。その後、二つの部品を目視により検査すると、充填材料が、かなりの力で開先の中へと押し込まれていて、開先の表面、特に、ストッパーに隣接して配置した表面が、著しい塑性変形を受けたことが示された。変形が最も激しかった開先の表面で結合が得られた。継手の断面で行った硬度測定では、溶着したままの充填材料は、ベース材料よりも有意により硬いことを示した。同時に、(変形した開先表面に沿った)ベース材料と、溶着したままの充填材料の両方について、光学顕微鏡で特徴的なフローラインが観察された。

【0053】

〔例3〕

V字型の開先および充填材料としてAA6082を使用した、完全にアニールしたAA6082の2枚の5mmシートの接合の試み。

実験のセットアップ：

直径40mmの押し出し機ホイールを、接合する2枚のシート部品の表面と高さを合わせた。ホイール中のスロットの幅は1.5mm、そして深さは2.4mmであり、1.6mmのワイヤーの供給に適するものであった。深さ4mmそして最大幅4mmのV字型(に閉じた)開先をシート部品の長手方向にあらかじめ機械加工し、押し出し機ホイールにおけるスロットを開先ラインと平行に配置した。外部加熱は、接合操作中にワイヤー、押し出し装置、または装置のいずれに対しても適用しなかった。機械的な酸化物除去または表面の洗浄のどちらも行わなかった。

結果：

接合を、回転する押し出し機ホイールをシート部品に対して力をかけることにより、長さ約60mmにわたって行った。シート部品を、送り台上で、押し出し機に対して一定速度で水平に移動した。その後、目視により検査すると、充填材料が、かなりの力で開先の中へと押し込まれ、著しく冷間変形されたことが示された。両方の開先表面は、局部的な塑性変形の徴候を示した。一方の開先表面に沿って長さ約5mmにわたって、結合を得た。

【0054】

装置、ベース材料または充填材料にいかなる種類の予熱を行わなくても、充填材料を開先の中へと押し込み、開先を充填できるため、上述した例は、本発明による方法が意図に従って実施されることを示す。しかし、許容できる品質の継手を得るためには、開先における酸化物層は、通常除去されるべきこと、および/または開先、装置、または充填材料の局部的加熱が行われるべきである。

【0055】

下記の特性および利点は、本発明による工程/装置について、典型的なものとみなされる。

- 全体の熱供給量は、レーザービーム溶接および電子ビーム溶接の熱供給量に類似である。
- 熱影響部HAZの幅は、非常に狭く、実際には、ベース材料の厚さよりも小さいか、またはベース材料の厚さに等しい。
- 接合後の局部的な残留応力、全体的変形および歪みは、レーザービーム溶接および電子ビーム溶接に対応するレベルであり、(火災)アーク溶接の場合よりも有意に少ない。
- 許容差の要求は、従来のアーク溶接法の許容差の要求に類似である。
- 充填材料がベース材料と同じ化学組成を有する場合であっても、溶着したままの充填材料における高温割れまたはポロシティ形成に関する問題はない。
- 腐食特性は、同一の合金の摩擦溶接の場合の特性に匹敵するか、またはより良好であり、溶融溶接の場合の特性よりも著しく良好である。
- 疲労強度は、機械加工による余盛の除去または平滑化後の摩擦溶接または従来の溶融溶接の疲労強度に匹敵する。
- 本発明による方法および装置は、従来の溶接法と同じ方法で、容易に自動化/ロボット化を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

従来の溶接プロセスおよび溶接方法によって接合可能なすべての種類のシート、管および、形状の接合、およびすべての位置での接合に、本発明による方法は原則として適している。本発明による方法は、原則的には、電気抵抗溶接、リベット打ち、または他の形式の機械的接合の代替法としてシート材のスポット溶接に（また接着剤を用いる結合と組み合わせても）適用できる。さらなる態様は、本方法が、小型の、軽量の、および廉価な設備で実施できることである。

【 0 0 5 7 】

本方法は、固体状態または部分的に液体の状態で塑性的に形成可能または実施可能であるすべての種類の金属および合金の接合に適している。特に、本方法は、良好な押し出し性を有する、一般的には軽金属合金、および特に、アルミニウム合金などの材料部品を接合するのに適している。本方法の優秀性および特徴に鑑みて、本方法は、アルミニウムの接合に関しての製造技術において大躍進を表していると力説する理由である。したがって、本方法は、機械的性質への要求が特に厳しい場合に、いくつかの市場区分および製品領域、そのもとの輸送（自動車、船舶、飛行機、宇宙船）、オフショア産業、陸上を本拠とした産業、および建築用における、従来の溶融溶接法、および摩擦溶接法（FSWを含む）の両方に対する現実的な代替法である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 本発明による完全な装置の好ましい実施態様のアセンブリを示す。

【 図 2 】 図 1 における装置および材料部品を上から見て簡略化して示す。

【 図 3 a 】 開放形状の継手開先を示す。

【 図 3 b 】 底部が閉鎖した形状の継手開先を示す。

【 図 4 】 図 1 において、I V - I V 線に沿った断面を示す。

【 図 5 】 図 1 に示す本発明の実施態様とは別の実施態様の選択された部分を示す。

【 図 6 】 本発明による装置の第 3 の実施態様の断面図を示す。

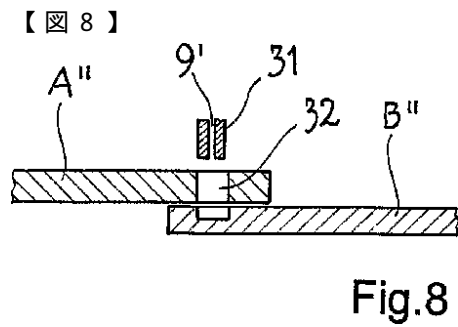
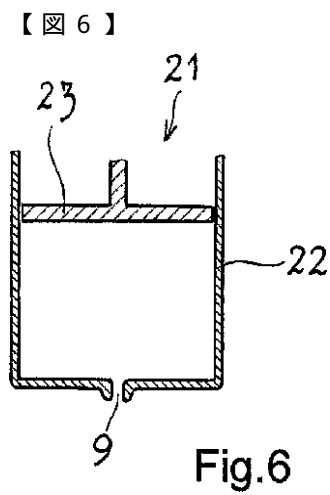
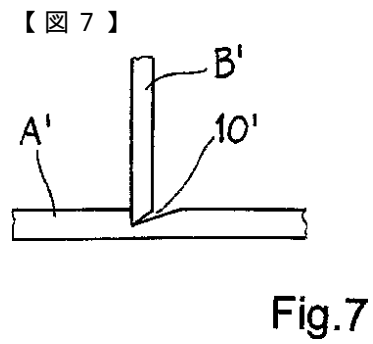
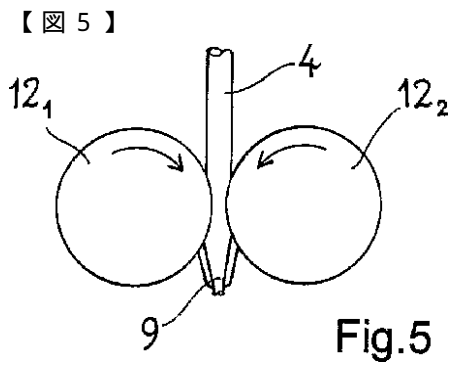
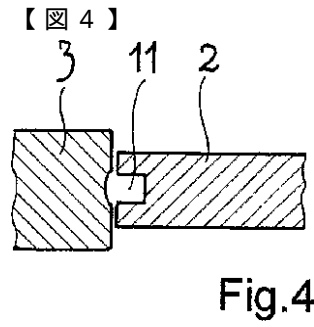
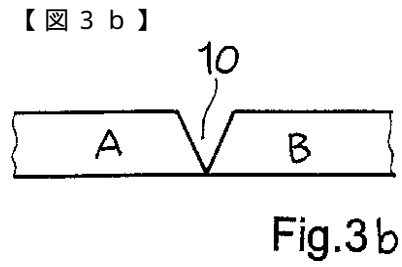
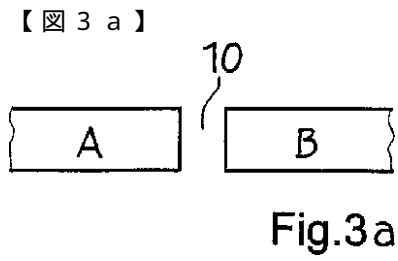
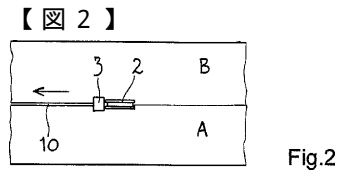
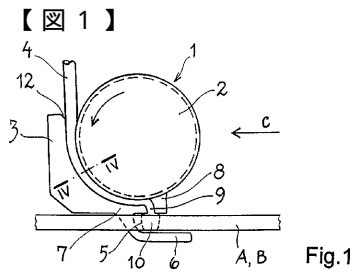
【 図 7 】 互いに対して直角に配置した部品を接合するために本方法がどのように使用されるかを簡略化した図である。

【 図 8 】 重畳するシートをスポット溶接するために本方法がどのように使用されるかを簡略化した図である。

10

20

30



フロントページの続き

(72)発明者 グロング, エイステイン
ノルウェー国、エン - 7 4 6 5 トロン Heim、アール・ビルケランス・ヴェイ 2ペー

審査官 松本 公一

(56)参考文献 特開平01 - 130891 (JP, A)
特開平06 - 039405 (JP, A)
特開平08 - 252678 (JP, A)
特開平09 - 057302 (JP, A)
特表2002 - 519991 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 20/00- 20/26