

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-502444
(P2010-502444A)

(43) 公表日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.

B23K 20/10

(2006.01)

F 1

B23K 103/10

(2006.01)

B 2 3 K 20/10

B 2 3 K 103:10

テーマコード(参考)

4 E O 6 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-526625 (P2009-526625)
 (86) (22) 出願日 平成19年8月17日 (2007.8.17)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年4月24日 (2009.4.24)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/018318
 (87) 國際公開番号 WO2008/030329
 (87) 國際公開日 平成20年3月13日 (2008.3.13)
 (31) 優先権主張番号 60/842,131
 (32) 優先日 平成18年9月1日 (2006.9.1)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 11/837,702
 (32) 優先日 平成19年8月13日 (2007.8.13)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

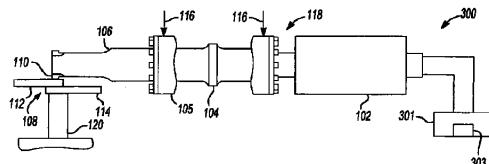
(71) 出願人 501410126
 ブランソン・ウルトラソニックス・コーポ
 レーション
 アメリカ合衆国コネチカット州ダンバリー
 , イーグル・ロード 41番
 (74) 代理人 100062007
 弁理士 川口 義雄
 (74) 代理人 100114188
 弁理士 小野 誠
 (74) 代理人 100140523
 弁理士 渡邊 千尋
 (74) 代理人 100119253
 弁理士 金山 賢教
 (74) 代理人 100103920
 弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】振幅プロファイリングを使用する超音波溶接

(57) 【要約】

超音波溶接装置は、溶接スタックに結合された電源を有する。溶接スタックは、ブースターによりホーンに結合された超音波振動子を有する。超音波溶接装置の溶接サイクルは、初期期間の間はホーンチップにおける溶接振幅は大きく、初期期間の後は溶接振幅が小さくなるように、振幅プロファイリングされる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

溶接サイクルの間の溶接振幅の振幅プロファイリングを含む、部品を互いに超音波溶接する方法。

【請求項 2】

振幅プロファイリングが、溶接サイクルの初期期間の間に超音波溶接装置のホーンのホーンチップで大きな溶接振幅を生成するステップと、初期期間の後にホーンチップで小さな溶接振幅を生成するステップとを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

初期期間満了から溶接サイクルの満了まで、小さい溶接振幅を生成するステップを含む、請求項 2 に記載の方法。 10

【請求項 4】

振幅を切り替えるタイミングを判断するトリガポイントが、時間、エネルギーレベル、またはピーク電力値のいずれかである、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

溶接サイクルの初期期間の間に超音波溶接装置の溶接ホーンのホーンチップで大きな溶接振幅を生成するステップ、および初期期間の後にホーンチップで小さな溶接振幅を生成するステップによる溶接サイクルの間の溶接振幅の振幅プロファイリングを含む、アルミニウム部品を互いに超音波溶接する方法。

【請求項 6】

大きい溶接振幅を生成するステップが、 $55 \mu m$ より大きい溶接振幅を生成するステップを含み、小さい溶接振幅を生成するステップは、 $55 \mu m$ より小さい溶接振幅を生成するステップを含む、請求項 5 に記載の方法。 20

【請求項 7】

大きい溶接振幅を生成するステップが、 $60 \mu m$ より大きい溶接振幅を生成するステップを含み、小さい溶接振幅を生成するステップは、 $50 \mu m$ より小さい溶接振幅を生成するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

大きい溶接振幅を生成するステップが、 $60 \mu m$ より大きい溶接振幅を生成するステップを含み、小さい溶接振幅を生成するステップは、 $50 \mu m$ より小さい溶接振幅を生成するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。 30

【請求項 9】

大きい溶接振幅と小さい溶接振幅とを生成するステップが、大きい溶接振幅が小さい溶接振幅より少なくとも $10 \mu m$ 大きくなるように大きい溶接振幅と小さい溶接振幅とを生成するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

初期期間が、ちょうどアルミニウムが大きい溶接振幅で超音波溶接される時に軟化し始めるのにかかる時間未満である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 11】

初期期間が、約 0.2 秒である、請求項 5 に記載の方法。 40

【請求項 12】

初期期間が、約 0.4 秒である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 13】

振幅を切り替えるタイミングを判断するトリガポイントが、時間、エネルギーレベル、またはピーク電力値のいずれかである、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 14】

ホーンチップを有するホーンにブースターにより結合された超音波振動子を含む溶接スタックに結合された電源を備え、

該電源は、溶接サイクルの初期期間の間に超音波振動子を駆動させて、ホーンチップで大きい溶接振幅を生成し、初期期間の後に超音波振動子を駆動させて、ホーンチップで小 50

さい溶接振幅を生成する超音波溶接装置。

【請求項 15】

超音波溶接装置により溶接される材料はアルミニウムであり、大きい溶接振幅は 55 μ m より大きく、小さい溶接振幅は 55 μ m より小さい、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

大きい溶接振幅が 60 μ m より大きく、小さい溶接振幅は 50 μ m より小さい、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

大きい溶接振幅が 60 μ m より大きく、小さい溶接振幅は 45 μ m より小さい、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】

初期期間が、ちょうど溶接される部分が大きい溶接振幅で超音波溶接される時に軟化し始めるのにかかる時間未満である、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 19】

初期期間が、ちょうどアルミニウムが大きい溶接振幅で超音波溶接される時に軟化し始めるのにかかる時間未満である、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 20】

初期期間が、約 0.2 秒である、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 21】

初期期間が、約 0.4 秒である、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 22】

電源が溶接振幅を切り替えるタイミングを判断するトリガポイントが、時間、エネルギーレベル、またはピーク電力値のいずれかである、請求項 15 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2007年8月13日出願の米国特許実用新案出願第 11/837,702 号明細書の継続出願であり、2006年9月1日出願の米国特許仮出願第 60/842,131 号明細書の優先権を主張するものである。上述の出願の開示内容は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

米国政府は、米商務省により交付された NIST ATP #70NANB3H3015 の条項により規定されるように、本発明の一括払いライセンスおよび適切な条件で他にライセンスを供与する限定された状況での権利を有する。

【0003】

本発明は、超音波溶接装置およびその方法に関し、より詳細には、超音波装置およびせん断波振動としても知られているワークの表面に平行な方向に加振される振動により溶接するための方法に関する。

【背景技術】

【0004】

典型的な超音波金属溶接装置 100 の型が、図 1 に示されている。超音波金属溶接装置 100 の典型的な構成要素には、超音波振動子（変換器）102、ブースター 104、および超音波ホーン 106 が含まれる。ブースター 104 は、シリンドラ 105 に反対位置にある両端部に取り付けられた外周縁部の極性マウント（図示せず）により振動子 102 とホーン 106 とに結合される。電源 101 からの周波数 20 から 60 kHz の電気的エネルギーは、超音波振動子 102 により機械的エネルギーに変換される。超音波振動子 102、ブースター 104、ホーン 106 は、全て電源の電気入力周波数に一致するように機械的に調整される。超音波振動子 102 で変換された機械的エネルギーは、ブースター 104 およびホーン 106（典型的には軸方向の 1/2 波長共鳴器具である）を通って、溶接負荷 108（2 つの金属片 112、114 などの）に伝えられる。ブースター 104 お

10

20

30

40

50

よりホーン 106 は、機械的エネルギーを伝えるだけでなく、超音波振動子 102 からの機械的振動をゲイン係数により変換する機能を実行する。ブースターのゲインは、典型的には、1:0.5 から 1:2 である。ホーンのゲインは、典型的には、1:1 から 1:3 である。ブースターおよびホーンのゲインは、20 μm ピークトゥピークの（超音波振動子 102 からの）出力振幅とし、この振幅を増減する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ホーンチップ 110 で発生する機械的振動は、金属を互いに溶接する作業を行う運動である。本質的に、軸方向の変位は超音波振動子 102 により生成され、ブースター 104 によりゲインの修正が行われ、ホーン 106 により再びゲインの修正が行われる。互いに溶接される金属片 112、114 は、溶接先端部（ホーンチップ 110）に隣接して配置される。垂直力（矢印 116 で示される）が溶接スタック 118（超音波振動子 102、ブースター 104、ホーン 106）に加えられる時、ホーンチップ 110 は溶接される上側金属片 112 と接触することになる。ここで超音波ホーン 106 の軸方向の振動は、上側金属片 112 へのせん断振動となる。溶接のクランプ力 116 が増大されると、ますますせん断振動が上側金属片 112 へ伝えられ、上側金属片 112 を前後に移動させることになる。溶接アンビル 120 に下側金属片 114 を設置する。下側金属片 114 に対する上側金属片 112 の前後運動は、互いに接触している金属片 112、114 の表面から酸化物や汚れをこすり取ることになる。このせん断運動やクランプ力を受けた後、2つの金属片 112、114 の間の溶接領域の金属材料が絡み合い、最終的に接合される。

10

20

30

30

40

【0006】

ホーンチップ 110 において必要な振幅量は、典型的には、溶接される材料と接合に要する時間との関数である。ホーンチップ 110 でより大きな溶接振幅を使用することは、より多くの電力を超音波振動子 102 で変換させ、より短時間で溶接材料を接合することになる。溶接チップ 110 でより小さな溶接振幅を使用することは、より少ない電力を超音波振動子 102 で変換させ、より長い時間で溶接材料を接合することになる。ホーンチップ 110 における溶接振幅を指定することは、超音波振動子 102 の出力が、典型的には、例えば、20 ミクロン（ μm ）ピークトゥピークと一定であるため、ホーン 106 のゲイン係数とブースター 104 のゲイン係数との組み合わせの設計に影響することになる。

【0007】

さらに、溶接される材料もホーンチップ 110 においてどのくらいの振幅が必要であるかに影響することになる。金属溶接に使用される典型的なホーン振幅は、40 μm から 80 μm （ピークトゥピーク）の範囲である。アルミニウムの場合は、50 から 60 μm （ピークトゥピーク）より大きい振幅が問題になる。ホーンの振幅がより高いときに、アルミニウムを加熱し、アルミニウムを軟化させる傾向がある。上側金属片 112 の界面領域が十分に軟化されれば、ホーンチップ 110 は上側金属片 112 に侵入し、母材を劣化させ、このことが溶接の質を落とすことになる。典型的には、アルミニウム溶接では、こうした理由から、ホーン振幅が通常 55 μm （ピークトゥピーク）より小さいままの状態であることが望ましい。

【0008】

図 2 は、種々の一定の溶接振幅を使用して超音波溶接された 3 mm 厚さのアルミニウム 5754 のサンプルに対するエネルギーを関数とする溶接強度を示すグラフである。達成された最大溶接強度は、約 7500 N（ニュートン）以下であった。すなわち、比較的大きな一定の溶接振幅（64 μm ）では、溶接強度は約 4200 N であり、比較的小さい一定の溶接振幅（40 μm ）では、溶接強度は約 7500 N である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の超音波溶接装置およびその方法は、振幅プロファイリングを使用して、より高

50

い溶接強度を達成する。溶接サイクルの初期期間で、超音波振動子が駆動信号で駆動されて、ホーンチップで比較的大きな溶接振幅を生成する。その初期期間の後、超音波振動子がより小さな駆動信号で駆動されて、ホーンチップでより小さな溶接振幅のより低レベルの生成をもたらす。

【0010】

本発明が適用できるさらなる分野は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。詳細な説明および具体例は、本発明の好ましい実施形態を示すが、一例にすぎず、本発明の範囲を制限しようとするものではないことは理解されたい。

【0011】

本発明は、詳細な説明および添付図面からより十分に理解できるであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】先行技術の超音波溶接装置の概略図である。

【図2】種々の一定の溶接振幅を使用して超音波溶接される3mm厚さのアルミニウム5754サンプルに対するエネルギーを関数とする溶接強度を示すチャートである。

【図3】本発明の一態様に従う振幅プロファイリングを使用する超音波溶接装置の概略図である。

【図4】本発明の一態様に従う振幅プロファイリングを使用する超音波溶接の方法のフローチャートである。

【図5】典型的な先行技術の超音波溶接サイクルの間の電圧および電力を示す一連のチャートである。

20

【図6】振幅プロファイリング(60μmおよび40μmの溶接振幅)を使用して溶接される3mm5734アルミニウムを、柔軟アンビルを使用して一定の60μmおよび一定の40μmの溶接振幅で溶接される3mm5734アルミニウムと比較したテスト結果のグラフである。

【図7】振幅プロファイリング(60μmおよび40μmの溶接振幅)を使用して溶接される3mm5734アルミニウムを、固定アンビル(緩いアンビルブロック)を使用して一定の60μmおよび一定の40μmの溶接振幅で溶接される3mm5734アルミニウムと比較したテスト結果のグラフである。

30

【図8】振幅プロファイリング(60μmおよび40μmの溶接振幅)を使用して溶接される3mm5734アルミニウムを、固定アンビル(固定アンビルブロック)を使用して一定の60μmの溶接振幅で溶接される3mm5734アルミニウムと比較したテスト結果のグラフである。

【図9】柔軟アンビルで振幅プロファイリングを使用して溶接される3mm5734アルミニウムの25のサンプルを示すテスト結果のグラフである。

【図10】固定アンビルで振幅プロファイリングを使用して溶接される3mm5734アルミニウムの25のサンプルを示すテスト結果のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の好ましい実施形態の説明は、本来は一例にすぎず、決して本発明、その適用、またはその使用を制限しようとするものではない。

40

【0014】

図3では、本発明の一態様に従う振幅プロファイリングを利用する超音波溶接装置300が示されている。図1の超音波溶接装置100の要素と共に通の要素は、同じ符号で識別され、説明は相違点に焦点を合わせて行われる。超音波溶接装置300では、電源301は、電源301を制御する制御装置303の適切なプログラミングなどにより、超音波振動子102を駆動して、以下で説明するようなホーン106のホーンチップ110で生成される溶接振幅の振幅プロファイリングを生成するように構成される。

【0015】

図4は、本発明の一態様に従う振幅プロファイリングを示すフローチャートである。超

50

音波溶接装置 300 の電源 301 は、この振幅プロファイリングを実行するように構成される。溶接サイクルは、400 で開始し、402 で電源 301 が第 1 の（高い）レベルで駆動信号を出力して超音波振動子 102 を駆動し、ホーンチップ 110 で大きな溶接振幅を生成する。電源 301 は、溶接サイクルの初期期間では第 1 のレベルで駆動信号を出力し続ける。404 で、初期期間が満了したと判断した時に、電源 301 は、406 で駆動信号を第 1 のレベルより低い第 2 の（低い）レベルに下げて、ホーンチップ 110 で小さな溶接振幅を生成する。電源 301 は、その後、溶接サイクルの残りの期間、この低いレベルで超音波振動子 102 を駆動する。408 で、溶接サイクルが完了したと判断した時に、410 で溶接は停止される。

【0016】

10

本明細書で使用される振幅プロファイリングは、大きな溶接振幅で溶接サイクルを開始し、その後、溶接サイクルの初期期間の後に、その溶接振幅を小さな溶接振幅に下げるこ^トを意味する。上述した振幅プロファイリングは溶接振幅の 1 回の変更を伴うが、溶接振幅は 1 回以上変更され得ることは理解されたい。さらに、3 つ以上の振幅が使用できることも理解されたい。溶接サイクルの初期期間が終了するタイミングを判断する「トリガポイント」は、すなわち、大きな溶接振幅と小さな溶接振幅との間の遷移の「トリガポイント」は、具体的には時間としてもよい。エネルギーレベルおよびピーク電力値など他のトリガポイントも、遷移が発生するタイミングを判断するのに使用され得ることは理解されたい。

【0017】

20

本出願人は、振幅プロファイリングを使用してアルミニウムを超音波溶接することにより、一定の溶接振幅を使用して一般に達成される溶接強度より高い溶接強度を達成できることを見出した。例えば、溶接サイクルに入つて 0.2 秒後に 64 μm であった大きな溶接振幅が 43 μm に低減された振幅プロファイリングを使用して、5754 アルミニウムの 3 mm 厚さのサンプルを溶接する際に、8800 N と同じ大きさの溶接強度が達成される。さらに、上側金属片 112 などの部分に対するホーンチップ 110 の界面での溶着痕が、一定の溶接振幅での溶接と比べて低減された。

【0018】

30

また、振幅プロファイリングにより、一定の溶接振幅が使用される時より大きな溶接振幅が初期の溶接振幅に使用できるようになる。上述したように、アルミニウムを溶接する際に、溶接振幅は、典型的には、55 μm より小さく維持される必要がある。振幅プロファイリングを使用すれば、初期の大きな溶接振幅は 55 μm を超えてしまう可能性がある。例えば、初期の大きな溶接振幅は 64 μm であり得る。

【0019】

40

本出願人は、振幅プロファイリングを使用する超音波溶接により得られる溶接強度の増大は、溶接サイクルにとって理想的な電力プロファイルを人為的に生成することによりもたらされると考えている。例えば、アルミニウムを溶接する際の超音波溶接サイクルの電力曲線は、溶接サイクルの初めは比較的高く、溶接サイクルの終わり近くで下降する傾向に従う。これは、超音波振動子 102 における作動電圧 / 振幅が一定のままである時にも当てはまる。図 5 は、一定の溶接振幅を使用する先行技術の典型的な溶接サイクルの間の電圧、電力、および他の溶接パラメータを示す一連のチャートである。

【0020】

50

一定の溶接振幅を使用する先行技術の溶接サイクルでは、超音波振動子 102 は一定のレベルの駆動信号で駆動されるが、ホーンチップ 110 における実際の溶接振幅は溶接サイクルの間に衰える傾向がある。本出願人は、この減衰は、溶接ナゲットが大きくなる間はホーンチップ 110 における溶接振幅は大きいが、システム（金属片 112、114 およびホーンチップ 110 との金属片 112 の界面）の相対的剛性が小さいために生じると考えている。溶接サイクルが進行するにつれて、溶接ナゲットは大きくなり、システムはより硬くなる。より硬い溶接片（金属片 112、114）は、ホーンチップ 110 の機械的変形のためにホーンチップ 110 における溶接振幅を低減させる。ホーンチップ 110

における溶接振幅のこの低減は、溶接サイクル全体においてホーンチップ110における溶接振幅が大きい（また一定の）状態のままである場合に通常は生じる過度のせん断による溶接へのダメージを防ぐ傾向がある。しかし、場合によっては、この自然減衰が発生しないと、その結果、溶接強度が自然減衰の生じる時より低くなる。この結果、一貫性のない溶接強度を有する溶接となる。本発明の振幅プロファイリングを使用して溶接することにより、ホーンチップ110において確実に溶接振幅が低減され、生じた溶接は常に強度を有する。

【0021】

本発明の振幅プロファイリングを使用する超音波溶接の利点は、部分痕跡が低減された高いサンプルの引張り強度である。一定の大きな振幅での超音波溶接は、上述したように、ホーンチップ110との界面の金属片112を軟化させることができるアルミニウムの多量の表面熱を生成する。金属片112が軟化するにつれて、ホーンチップ110は金属片に侵入し、ホーンチップの深い痕跡を生成する。アルミニウムの場合には、この侵入はさらに、溶接の完了後にホーンチップに付着する過剰の部分を生成してしまう。

10

【0022】

本出願人は、振幅プロファイリングを使用してアルミニウムを超音波溶接することは、ホーンチップ110に隣接するアルミニウムの溶接部分（例えば、上側金属片112）を軟化させる影響を低減するように見えたことを見出した。溶接振幅が大きい初期期間の間、エネルギーは溶接ナゲットの形成に急速に投入される。金属片112、114などの溶接される部分の材料が軟化点（初期の溶接振幅が64μmである5754アルミニウムで、約0.4から0.5秒）に近付くにつれて、溶接振幅はより小さい第2の溶接振幅（例えば43μm）に低減され、溶接サイクルの残りの期間で溶接ナゲットに投入されるエネルギーの割合を低減する。このことにより、溶接ナゲットは、ホーンチップ110に隣接する金属片112が軟化しないで大きくなる。ホーンチップ110に隣接する金属片112の材料軟化が低減されることは、ホーンチップ110による金属片112への侵入を低減し、金属片112とホーンチップ110との間の付着を大きく低減する。

20

【0023】

一態様では、溶接される材料はアルミニウムであり、大きい溶接振幅は55μmより大きく、小さい溶接振幅は55μmより小さい。一態様では、溶接される材料はアルミニウムであり、大きい溶接振幅は60μmより大きく、小さい溶接振幅は50μmより小さい。一態様では、溶接される材料はアルミニウムであり、大きい溶接振幅は60μmより大きく、小さい溶接振幅は45μmより小さい。一態様では、大きい溶接振幅は、小さい溶接振幅より少なくとも10μm大きい。

30

【0024】

一態様では、初期期間は、ちょうどホーンチップに隣接する部分の材料が軟化するのにかかる時間未満である。一態様では、その時間は約0.2秒である。一態様では、初期期間は約0.4秒である。一態様では、初期期間は約0.5秒である。一態様では、初期期間は約0.2秒から約0.6秒の範囲である。

40

【0025】

上述した振幅プロファイリング溶接を使用する研究は、Branson Latera 1 Drive Weldシステムを使用してアルミニウム溶接に対して行われた。振幅を切り替える時間を判断するためのトリガポイント方法として時間が使用された。

【0026】

60μmから43μm、60μm、および40μmの3つの基本の振幅の制御技術が評価された。さらに、溶接は、標準的な柔軟アンビル、緩いアンビルブロックを有する固定アンビル、固定されたアンビルブロックを有する固定アンビルの3つの異なるアンビルタイプで実行された。この研究は、いずれの特定の設計も振幅制御方法と組み合わせた時に利点があるか否かを判断するために、さまざまなアンビルタイプを盛り込んだ。固定アンビル設計は、本質的に、横方向の駆動基板に固定される大きなアンビルブロックの設計である。固定アンビルブロックの中には、取り外し可能なアンビルブロックがある。このア

50

ンビルブロックはアンビルに堅く取り付けられるか、「遊動」するようになる。前の試験では、アンビルブロックが堅く取り付けられたか（固定 A B）、または遊動するようになるか（緩い A B）によって、溶接性能や強度に明らかな差異があることがわかった。種々の試験の組み合わせを示すマトリクスが以下に示されている。

【表 1】

試験	アンビル	振幅制御
1	柔軟	60 μm ~43 μm 、トリガポイント0.4秒
2	柔軟	60 μm
3	柔軟	40 μm
4	固定（緩い A B）	60 μm ~43 μm 、トリガポイント0.2秒
5	固定（緩い A B）	60 μm
6	固定（緩い A B）	40 μm
7	固定（固定 A B）	60 μm ~43 μm 、トリガポイント0.2秒
8	固定（固定 A B）	60 μm
9	固定（固定 A B）	40 μm

10

20

30

40

50

【0027】

柔軟アンビルと固定アンビルとのトリガポイントの時間は、0.4秒と0.2秒である。これは、2つのアンビルのタイプで安定した溶接プロセスを確実にし、過負荷を防ぐために行われた。全ての試験には、特定の溶接パラメータを一定にして以下の溶接システムが使用された。

溶接システム：L a t e r a l D r i v e

コンバータ：5.5 kW B r a n s o n C o n v e r t e r

ツーリング：G o l d B o o s t e r (ゲイン1.5)、H i g h Q T o o l (ゲイン1:1)

ホーン：C L R e v 1 (ゲイン1.8)、最大振幅 = 63 μm

溶接圧力：70 p s i (700 重量ポンド)

アルミニウムサンプル：3 mm の 5754

【0028】

それぞれの試験で、（図6から図8に示される3つのグラフ全体の）アンビルタイプの各々に対する引張り強度対エネルギーのグラフを生成した。各グラフデータポイントは、5つの溶接の平均および標準偏差を示す。これらのグラフを統計的に検証するために、溶接の25の選択されたデータポイントにおいて拡大して研究が実行された。

【0029】

研究の結果が図6から図8に示されている。図からわかるように、3つのアンビルタイプでは性能に明らかな差異がある。優れた引張り強度の性能は、柔軟アンビルタイプおよび固定（緩い A B）アンビルタイプの両方で示される。固定（固定 A B）アンビルは、分散が非常に大きく、他のアンビルタイプのほぼ半分の全体的な引張り強度を示す。低い性能の結果から、最小数のデータポイントを生成するのが不可能なために、試験 9 は実行されなかった。

【0030】

図6から図8のグラフからわかるように、試験は、振幅プロファイリング技術を使用した全体的な引張り強度性能の強化を示しているのが見てとれる。柔軟アンビルを使用すると、40 μm の溶接が振幅プロファイリング技術の強度に近付く領域を示している。図6から図8に示された試験結果では、一定の40 μm 振幅溶接が、より小さいエネルギー設定でより高い強度を生み出し、60 μm 溶接が、より高いエネルギー設定でより高い強度を示している。振幅プロファイリングは、より広いエネルギー範囲にわたって、より安定

した、より高い引張り強度を生み出すことにより、この効果を兼ね備えることが見てとれる。

【0031】

さらに、固定アンビル（緩いA B）の溶接は、広いエネルギー範囲にわたって、振幅プロファイリングがより安定した溶接強度を示す。小さな振幅設定の高い強度のエネルギーと大きな振幅設定の高い強度のエネルギーとは、柔軟アンビルのデータから相反することがわかる。固定アンビル（緩いA B）で40 μm の溶接振幅の使用は、より大きなエネルギー設定で高い強度の溶接をもたらすが、60 μm 使用の溶接は、より小さなエネルギー設定で強い溶接をもたらす。振幅プロファイリングの使用は、広いエネルギー範囲にわたって、より強い、より安定した溶接をもたらすことにより、これらの効果を兼ね備えることが見てとれる。固定アンビル（緩いA B）の3000Jのデータポイントにおける振幅プロファイリングから生成される強度は、実際には、柔軟アンビルでの同じエネルギーレベルで生成される溶接強度（7000N以下）より強い（8000N以下）ことが見てとれる。

10

【0032】

プロファイリングデータは、3000Jにおいて、固定アンビル（緩いA B）の平均引張り強度が柔軟アンビル（8kNから6.8kN）の引張り強度よりわずかに良好であったことを示している。その結果が小さいサンプルサイズでの結果でなかったことを確実にするために、25回のサンプルの実験が、柔軟アンビルおよび固定アンビル（緩いA B）の両方の振幅プロファイリングを使用して3000Jで行われた。その結果は、図9および図10で示され、柔軟アンビルおよび固定アンビル（緩いA B）の3000Jのポイントは、統計的に等しいことを示している。

20

【0033】

本発明の説明は、本来は単なる一例にすぎない。したがって、本発明の主旨から逸脱しない変形は本発明の範囲内にあるものとする。このような変形は、本発明の精神および範囲から逸脱するものとして見なされるべきではない。

【図1】

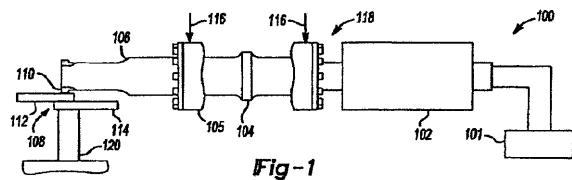


Fig-1

【図3】

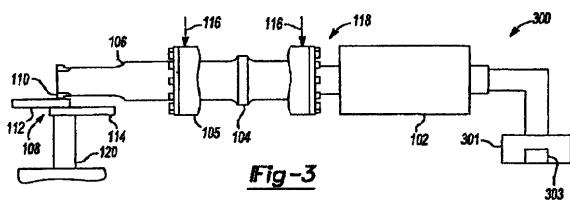


Fig-3

【図2】

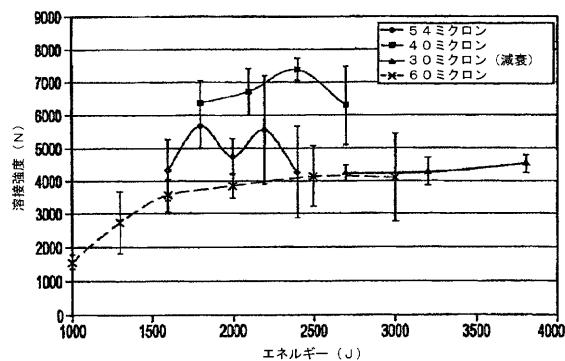


Fig-2

【図4】

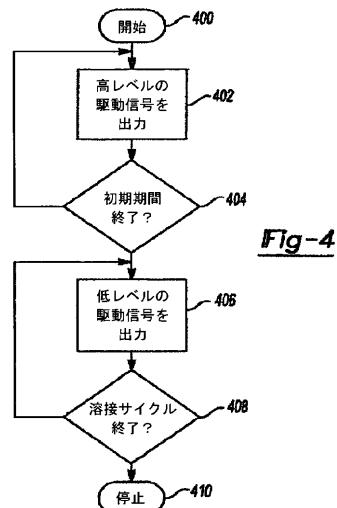


Fig-4

【図5】

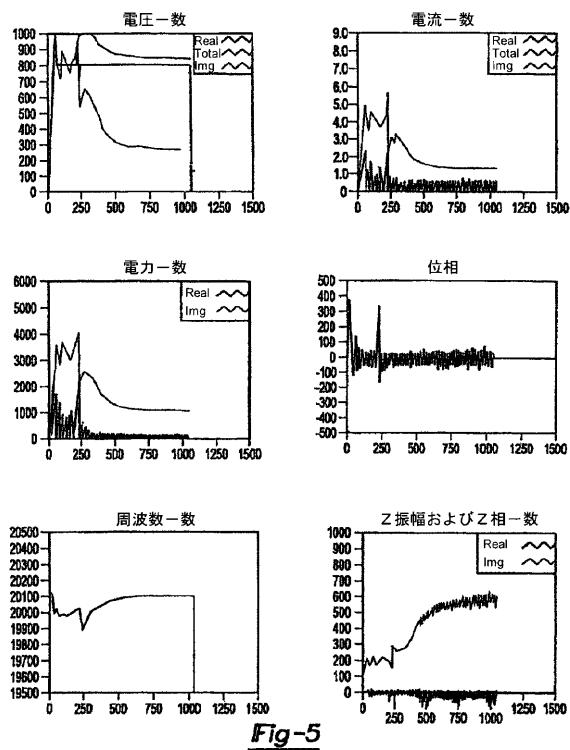


Fig-5

【図6】

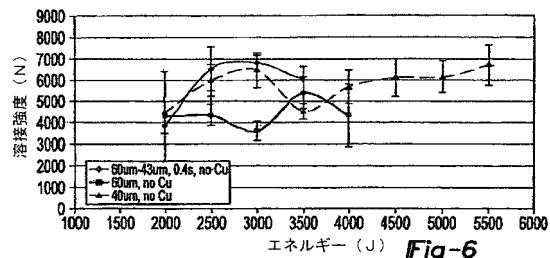


Fig-6

【図7】

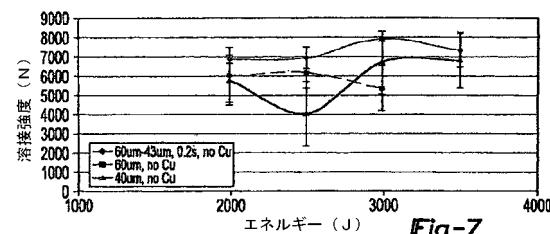


Fig-7

【図8】

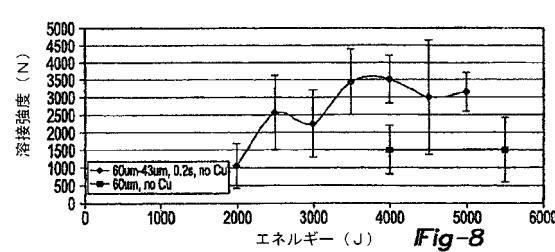
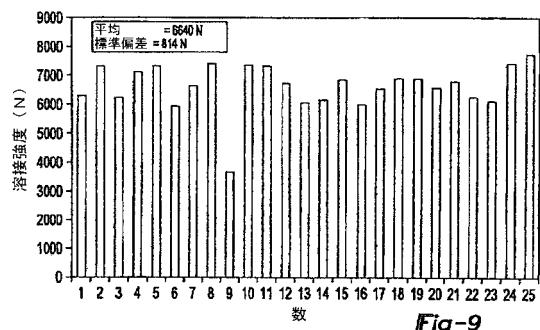
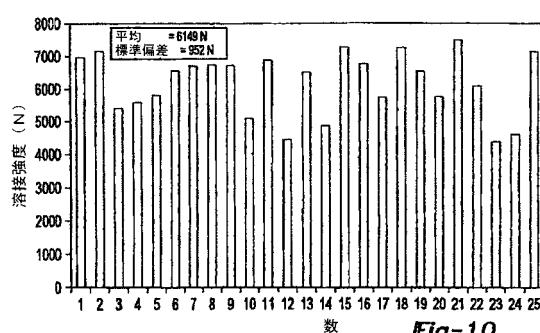


Fig-8

【図 9】



【図 10】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US07/18318
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01L 41/04 (2008.01). USPC - 156/580.1 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) IPC(8) - H01L 41/04 (2008.01) USPC - 156/73.1, 580.1; 310/334		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) USPTO EAST System (US, USPG-PUB, EPO, DERWENT)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6,979,376 B2 (NUSS) 27 December 2005 (27.12.2005) entire document	1-4, 13-18, 20-22
Y	US 6,870,708 B1 (FOSSUM et al) 22 March 2005 (22.03.2005) entire document	5-12, 19
		5-12, 19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 08 February 2008	Date of mailing of the international search report 26 MAR 2008	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Authorized officer: Blaine R. Copenheaver <small>PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774</small>	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 シーハン, ジエームズ・エフ

アメリカ合衆国、コネチカット・06813、ダンパリー、イーグル・ロード・41

(72)発明者 グリウエル, デイビッド・エイ

アメリカ合衆国、コネチカット・06813、ダンパリー、イーグル・ロード・41

F ターム(参考) 4E067 AA05 BF00 BF02 DC07