

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-113799

(P2017-113799A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23K 20/10 (2006.01)	B23K 20/10	4E167
H01L 21/60 (2006.01)	H01L 21/60	3O1G 5D107
H01L 21/607 (2006.01)	H01L 21/607	C 5F044
B06B 1/02 (2006.01)	B06B 1/02	K

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2015-254926 (P2015-254926)
 (22) 出願日 平成27年12月25日 (2015.12.25)
 (11) 特許番号 特許第5926439号 (P5926439)
 (45) 特許公報発行日 平成28年5月25日 (2016.5.25)

(71) 出願人 502342716
 株式会社シンアベックス
 長野県岡谷市神明町3丁目21番2号
 (74) 代理人 110001726
 特許業務法人綿貫国際特許・商標事務所
 (72) 発明者 佐藤 和弘
 長野県岡谷市神明町3丁目21番2号 株
 式会社シンアベックス内
 Fターム(参考) 4E167 BE01 BE03 BE10 BE11 DA04
 5D107 BB01 FF03
 5F044 BB01

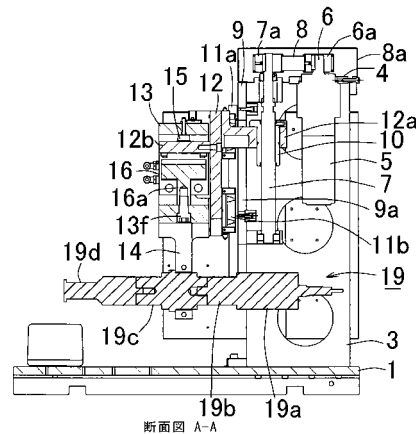
(54) 【発明の名称】 超音波接合装置

(57) 【要約】

【課題】超音波接合部を保持する保持部に振動が伝わり難く、しかも保持部の剛性を高めることで荷重検出部による垂直荷重の検出精度を向上させた超音波接合装置を提供する。

【解決手段】保持部は矩形枠体状のスライドブロック13と超音波接合部19を保持するクランプブロック14とが一体に形成され、第2のスライドプレート12に突設されたシリンダベース12bがスライドブロック13の枠体内に挿入配置されており、シリンダベース12bの一方面と対向する枠体内面がエアシリンダ16により連結され、シリンダベース12bの他方面と対向する枠体内面との間にロードセル15が挟み込まれて装着されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属材よりなるワークどうしを重ね合わせ、当該ワーク上に接合ツールを押し当てたまま超音波振動させて接合する超音波接合装置であって、

駆動源と、

前記駆動源の駆動を伝達する駆動伝達機構と、

前記駆動伝達機構により駆動伝達されて支持体に設けられた直動レールに沿って昇降する昇降部と、

前記昇降部の昇降動作に伴って昇降し、超音波接合部を保持する保持部と、

前記接合ツールからワークに作用する接合荷重を検出する荷重検出部と、

10

前記荷重検出部の検出値に応じて前記駆動源の動作を制御する制御部と、を具備し、

前記保持部は、前記昇降部の昇降動作に伴って昇降する矩形枠体状のスライドブロックと前記超音波接合部を保持するクランプブロックとが一体に形成され、前記昇降部に突設されたシリンダベースが前記スライドブロックの枠体内に挿入配置されており、前記シリンダベースの一方面と対向する枠体内面がエアシリンダにより連結され、前記シリンダベースの他方面と対向する枠体内面との間に前記荷重検出部が挟み込まれて装着されていることを特徴とする超音波接合装置。

【請求項 2】

前記クランプブロックは、前記超音波接合部の外周面を一对のブロックでクランプし、前記クランプブロックのクランプ面には所定角度範囲で前記超音波接合部外周面に非接触な逃げ凹部が複数箇所に形成されている請求項 1 記載の超音波接合装置。

20

【請求項 3】

前記荷重検出部には、前記保持部の自重に前記エアシリンダが動作した押圧力を加算した初期荷重が予め付与されており、前記昇降部の下降動作に伴って前記荷重検出部は初期荷重値から前記接合ツールがワークから受ける反力に相当する荷重値を減算した荷重値を検出する請求項 1 又は請求項 2 記載の超音波接合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばワイヤボンディング接続に用いる超音波接合装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、車載用の電装部品として積層バッテリー、車載用モータ、ECUなど多くのパワーデバイスが用いられている。これらの電装部品は基板接続端子としてボンディングワイヤを用いてワイヤボンディング接続することが多い。基板接続端子には50A（アンペア）や100Aなどの大電流を流す大径のボンディングワイヤが用いられる。また、接合する配線材としては銅線、銅板、ニッケル板、アルミ線、アルミ板などが用いられる。基板接続端子を接合する方法としては、抵抗溶接（スポット溶接）、はんだ接合、超音波接合等が用いられる。

【0003】

40

上記接合方法のうち、抵抗溶接を用いれば、接合部分が酸化しやすく発熱するため、近くに半導体デバイスを配置できない。はんだ接合によれば、接合部の信頼性が低く、接合部に接触抵抗が発生して通電により発熱しやすくなる。

これに対して、超音波接合は、金属材料どうしを接合する加工時間が0.5secと瞬間的に接合でき、拡散接合するため接触抵抗が小さく、大電流を流しても発熱が生じ難いため注目されている。超音波接合は、重ね合わせたワークに超音波接合ホーンを押し当てて接合荷重を加えたまま超音波接合部により超音波振動させることで、接合金属同士の表面に形成された酸化膜を破壊し、露出面どうしが摩擦により拡散接合されるものである。

【0004】

この場合、超音波接合ツールをワークに加圧する方式としては、エアシリンダによっ

50

て加圧する第1の加圧方式、超音波接合ツールをスプリングにより付勢して予めワークに一定荷重を加圧しておき、加工が始まるとスプリングが伸びるが超音波接合ツールにより加圧を続ける第2の加圧方式、超音波接合ツールを昇降させるサーボモータの出力電流値（トルク）を一定に保つように制御する第3の加圧方式などがある。

【0005】

第1の加圧方式は、超音波接合ツールを比較的長いストロークで移動させる場合には適するが、急激な荷重変化に追従できず、応答性が悪い。

第2の加圧方式は、超音波接合ツールの移動距離が少ない場合には有効であるが、移動距離が長くなるとスプリングの伸びが増えて荷重が減少し、減少した荷重は戻らない。

第3の加圧方式は、超音波接合する際の細かい荷重変化に対するモータ電流値の変化まで検出することができないため、機械摩擦レベルの微細な荷重変化を制御することができない。

【0006】

尚、超音波接合ツールに関する先行技術として引用文献1が存在し、電子部品のボンディング装置として、圧着ツールによる荷重を検出するロードセルに予め荷重をかけておき、圧着ツールが電子部品を押圧した際にロードセルで検出される荷重が減少させて圧着荷重の制御性を向上させた先行技術として引用文献2、3が存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-113083号公報

【特許文献2】特開2002-280421号公報

【特許文献3】特開平9-64119号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した超音波接合方法においては、超音波接合ツールをワークに押し当てたまま超音波接合する際にワークが塑性変形するため、超音波接合に急激な高さ変化があっても超音波接合の途中で接合荷重を増加若しくは減少させる必要があるため接合荷重を一定に保つことが難しい。

また、超音波接合部を保持する保持部を昇降させる昇降部に荷重検出部を設けてワークに作用する接合荷重（垂直荷重）を検出する場合、保持部には超音波接合ホーンの超音波振動が伝わるため、荷重検出精度を高めるためには昇降部へ振動を伝わり難くする必要がある。また、保持部は昇降部の昇降動作により加圧減圧されて昇降するため、垂直荷重の検出精度を高めるためには、保持部の歪みや変形を避ける必要がある。

【0009】

本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、超音波接合部を保持する保持部に振動が伝わり難く、しかも保持部の剛性を高めることで荷重検出部による垂直荷重の検出精度を向上させた超音波接合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は上記目的を達成するため、次の構成を備える。

金属材料よりなるワークどうしを重ね合わせ、当該ワーク上に接合ツールを押し当てたまま超音波振動させて接合する超音波接合装置であって、駆動源と、前記駆動源の駆動を伝達する駆動伝達機構と、前記駆動伝達機構により駆動伝達されて支持体に設けられた直動レールに沿って昇降する昇降部と、前記昇降部の昇降動作に伴って昇降し、超音波接合部を保持する保持部と、前記接合ツールからワークに作用する接合荷重を検出する荷重検出部と、前記荷重検出部の検出値に応じて前記駆動源の動作を制御する制御部と、を具備し、前記保持部は、前記昇降部の昇降動作に伴って昇降する矩形棒体状のスライドブロックと前記超音波接合部を保持するクランプブロックとが一体に形成され、前記昇降部に突設

10

20

30

40

50

されたシリンダベースが前記スライドブロックの枠体内に挿入配置されており、前記シリンダベースの一方面と対向する枠体内面がエアシリンダにより連結され、前記シリンダベースの他方面と対向する枠体内面との間に前記荷重検出部が挟み込まれて装着されていることを特徴とする。

【0011】

上記構成によれば、昇降部の昇降動作に応じてシリンダベースに設けられたエアシリンダを通して保持部であるスライドブロック及びクランプブロックが昇降する。このとき、スライドブロックは矩形枠体状に形成されており、接合荷重が作用しても或いは超音波振動が伝わっても剛性が高いため歪み難く、荷重検出部の荷重検出精度が低下することがない。また、昇降部に突設されたシリンダベースがスライドブロックの枠体内に挿入配置されているため、昇降部と保持部を直列配置する場合に比べて装置を高さ方向に小型化することができる。

10

また、制御部は、超音波接合動作におけるワークへの加圧力を、荷重検出部を通じて常時検出しており、超音波接合部よりワークに作用する加圧力が駆動源を通じて一定になるように制御する。これにより、ワークに作用する超音波振動のエネルギーのばらつきを抑えて安定した接合動作が可能となる。

また、制御部は、超音波接合部による接合中の荷重を上昇若しくは下降させる制御を行うことができる。例えば、ワーク表面にニッケルめっきなどの硬い材質が覆っている場合には、ワークに相対的に大きな加圧力を加え、めっきが除去されて銅などの柔らかい材質どうしの接合にはワークに相対的に小さな加圧力を加える必要があり、超音波接合過程で、加圧力の調整が必要な場合があるためである。よって、ワークの材質やめっき厚に合わせた適切な接合荷重に調整して接合品質を向上させることができる。

20

また、ワークの接合過程で超音波接合ホーンの加圧によりワークが潰れた距離をモータパルスの変動で検出できるので、その距離を記録して接合品質をワーク毎に確認することができるうえに、より広範囲の荷重コントロールが可能である。

【0012】

前記クランプブロックは、前記超音波接合部の外周面を一对のブロックでクランプし、前記クランプブロックのクランプ面には所定角度範囲で前記超音波接合部外周面に非接触な逃げ凹部が複数箇所に形成されているのが好ましい。

これにより、超音波接合部で発生した超音波振動を逃げ凹部で部分的に逃がすことで、クランプブロックからスライドブロックに伝わる振動を低減することができ、荷重検出部の検出精度が低下するのを防止できる。

30

【0013】

前記荷重検出部には、前記保持部の自重に前記エアシリンダが動作した押圧力を加算した初期荷重が予め付与されており、前記昇降部の下降動作に伴って前記荷重検出部は初期荷重値から前記接合ツールがワークから受ける反力に相当する荷重値を減算した荷重値を検出することが望ましい。

これにより、荷重検出部で検出される初期荷重 f_0 は、保持部の自重 M とエアシリンダの押圧力 F_0 との合計で $f_0 = M + F_0$ となる。また、昇降部が下降して保持部がワークより接合荷重に相当する反力 F を受けるとすると、荷重検出部で検出される荷重 f は、 $f = f_0 - F$ となる。制御部は、荷重検出部で検出される荷重 f の値に応じて駆動源の駆動（サーボモータの駆動パルス数）を制御することで、荷重変動に対して目標荷重に追従するように制御することができる。

40

また、ワークに対して最大加えることができる初期荷重 f_0 が $M + F_0$ （一定値）であるので、ワークや荷重検出部が破損することもない。

【0014】

前記超音波接合部は、超音波発振器から発振した電気信号から超音波振動を発生させる超音波振動子と超音波共振体である超音波接合ホーンとの間に、前記超音波振動子の振動を増減するブースターが接続されていてもよい。

ブースターにより振幅を変化させることで、ワークに合わせて最適な超音波振動を発生

50

させて接合することができるが、保持部で保持される超音波接合部の水平方向の長さが長くなり、負荷位置（溶接位置）が保持部（クランプブロック）の直下より離れるため、ねじりモーメントが増大する。しかしながら、矩形棒体状のスライドブロックと超音波接合部を保持するクランプブロックとが一体に形成され剛性を保っているため荷重検出に影響を及ぼさない。

【発明の効果】

【0015】

超音波接合部を保持する保持部に振動が伝わり難く、しかも荷重検出部が設けられる保持部の剛性を高めることで荷重検出精度を向上させた超音波接合装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】超音波接合装置に正面図である。

【図2】超音波接合装置の平面図である。

【図3】図1の矢印A-A方向断面図である。

【図4】図2の矢印B-B方向断面図である。

【図5】超音波接合装置の斜視図である。

【図6】図3の超音波接合機構を除く分解斜視図である。

【図7】スライドブロックの斜視図である。

【図8】クランプブロックの斜視図及び正面図である。

20

【図9】超音波接合ホーン、ワーク接合面の写真図及び荷重グラフの写真図である。

【図10】モータパルスと加圧力の関係を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明に係る超音波接合装置の実施形態について、添付図面を参照しながら説明する。超音波接合装置は、金属材料よりなるワークどうしを重ね合わせ、当該ワーク上に超音波接合ツールを押し当てたまま超音波接合部により振動させて超音波接合する。

【0018】

図1において、ベースプレート1には一対の支柱2が立設されている。また、ベースプレート1には、一対のリブプレート3が支柱2と各々近接して対向して立設されている。図3において、一対のリブプレート3の上端にはモータプレート4が組み付けられており、サーボモータ5（駆動源）がモータ出力軸6を上向きにして組み付けられている。サーボモータ5は、正逆回転駆動可能なモータと減速機が一体となった減速機付モータが用いられる。モータ出力軸6には駆動プーリ6aが設けられている。

30

【0019】

図3において、転造ボールねじ7の上端には従動プーリ7aが設けられている。駆動プーリ6aと従動プーリ7aの間には、無端状のタイミングベルト8が架設されている。タイミングベルト8が架設された駆動プーリ6a及び従動プーリ7aは、ベルトカバー8aにより覆われている。図1に示すように第1のスライドプレート9（支持体）は、一対の支柱2の前面側に一体に組み付けられている。図3に示すように転造ボールねじ7は、一対の支柱2の間であって第1のスライドプレート9の背面側にプレート面に対して平行に回転可能に支持されている。また、転造ボールねじ7には、ナット10がねじ嵌合している。サーボモータ5が正逆回転駆動すると、モータ出力軸6の駆動プーリ6a及び従動プーリ7aに架設されたタイミングベルト8を介して転造ボールねじ7が同方向に回転し、ナット10が昇降するようになっている（駆動伝達機構）。

40

【0020】

図2に示すように第1のスライドプレート9の前面側には、一対の直動レール11a及び直動ブロック11bが上下方向に設けられている。直動ブロック11bには、第2のスライドプレート12（昇降部）が一体に組み付けられている。図3に示すように、第2のスライドプレート12の背面側には、ナットブラケット12aが突設されている。ナット

50

ブラケット 12 a は、第 1 のスライドプレート 9 に設けられた抜き孔 9 a を挿通してナット 10 と一体に嵌め込まれている。したがって、ナット 10 が昇降すると、ナットブラケット 12 a を通じて第 2 のスライドプレート 12 が、直動レール 11 a に沿って昇降するようになっている。

【0021】

また、図 3 において、第 2 のスライドプレート 12 の前面側には、シリンダベース 12 b が突設されている。シリンダベース 12 b は、矩形枠体状に形成されたスライドブロック 13 の枠体内に挿入配置されている。スライドブロック 13 は、例えば図 7 に示すように上枠部 13 a、下枠部 13 b 及び左枠部 13 c、右枠部 13 d に囲まれた矩形枠体である。スライドブロック 13 は、例えばアルミ削り出しにより製造される。下枠部 13 b の中央部には、エアシリンダ 16 との連結孔 13 e が設けられている。また、左右枠部 13 c、13 d の外面には、後述する直動ブロック 12 e が上下で 2 カ所に各々組み付けられる。スライドブロック 13 は、後述する超音波接合部 19 を保持するクランプブロック 14 と一体に組み付けられている（保持部）。スライドブロック 13 は、シリンダベース 12 b の昇降動作に伴って第 2 のスライドプレート 12 の前面側に昇降可能に組み付けられている（図 3 参照）。

10

【0022】

図 2 において、第 2 のスライドプレート 12 の前面左右両側には、レールベース 12 c が各々前方に向かって起立して設けられている。この左右一対のレールベース 12 c の対向面には、直動レール 12 d が各々設けられている。各直動レール 12 d には一対の直動ブロック 12 e が昇降可能に組み付けられている。一対の直動ブロック 12 e は、スライドブロック 13 の左右枠部 13 c、13 d の外面に一体に組み付けられている（図 4 参照）。

20

【0023】

図 4 において、シリンダベース 12 b の上面には、ワークに作用する接合荷重を検出するロードセル 15（荷重検出部）が組み付けられている。ロードセル 15 は、シリンダベース 12 b とスライドブロック 13 の上枠部 13 a との間に挟み込まれて、荷重検出を行っている。また、シリンダベース 12 b の下面にはエアシリンダ 16 が設けられている。エアシリンダ 16 のシリンダロッド 16 a はスライドブロック 13 の下枠部 13 b に設けられた連結孔 13 e（図 7 参照）を通してボルト 13 f により連結されている。ロードセル 15 には、保持部（スライドブロック 13 及びクランプブロック 14）の自重 M が作用するほか、エアシリンダ 16 を作動させることで、当該エアシリンダ 16 の押圧力 F_0 が作用し、初期荷重 f_0 としてこれらの合計 $M + F_0$ が検出されるようになっている。

30

尚、シリンダベース 12 b の下面に設けたエアシリンダ 16 の向きをシリンダロッド 16 a が上向きになるように上下反転させて配置してもよい。

【0024】

図 1 において、操作パネル 17 は、電源スイッチ、作業者が動作指令並びに目標荷重、エアシリンダ 16 の加圧指令等を入力することができるようになっている。また、制御部（コントローラ）18 は、装置全体の動作を制御する CPU（中央演算処理装置）や制御プログラムを記憶した ROM、ROM に記憶した制御プログラムを読み出したり、CPU のワークエリアとして演算を実行したり、操作パネル 17 から入力されたデータの一時的な記憶を行う RAM などを備えている。制御部 18 は、操作パネル 17 からのコマンドに応じてエアシリンダ 16 を起動したり、ロードセル 15 の荷重検出値に応じてサーボモータ 5 の動作を目標荷重値になるように制御したりする。

40

【0025】

上述して超音波接合装置の組み立ての一例について説明すると、図 6 において、リブプレート 3 の上端にモータプレート 4（図 3 参照）を組み付けてサーボモータ 5 を組み付け、一対の支柱 2 の前面側に第 1 のスライドプレート 9 を組み付ける。第 1 のスライドプレート 9 の背面側には、転造ボールねじ 7（図 3 参照）が回転可能に支持されている。そし

50

て、駆動プーリ 6 a と従動プーリ 7 a にタイミングベルト 8 を架設する。第 1 のスライドプレート 9 の前面に、直動レール 1 1 a 上をスライドする上下一対の直動ブロック 1 1 b に第 2 のスライドプレート 1 2 を一体に組み付ける。このとき、第 2 のスライドプレート 1 2 の背面側に設けられたナットブラケット 1 2 a は、第 1 のスライドプレート 9 の抜き孔 9 a を挿通して転造ボールねじ 7 にねじ嵌合するナット 1 0 に一体に組み付けられる (図 3 参照) 。

【 0 0 2 6 】

また、第 2 のスライドプレート 1 2 の前面側に、直動レール 1 2 d 上をスライドする上下一対の直動ブロック 1 2 e にスライドブロック 1 3 の左右枠部 1 3 c , 1 3 d を各々一体に組み付ける。このとき、第 2 のスライドプレート 1 2 の前面側に設けられたシリンダベース 1 2 b はスライドブロック 1 3 の枠体内に挿入配置される (図 3 参照) 。シリンダベース 1 2 b の下面に設けられたエアシリンダ 1 6 のシリンダロッド 1 6 a を下枠部 1 3 b の連結孔 1 3 e にボルト 1 3 f により連結する (図 4 参照) 。

10

【 0 0 2 7 】

また、図 5 に示すように、クランプブロック 1 4 には、超音波接合部 1 9 が保持される。また、一对のリブプレート 3 の上端にはベルトカバー 8 a が装着される。ベースプレート 1 には、図 5 に示す下のワーク W 2 を固定するクランプ治具 (図示せず) が設けられる。また、図 1 に示すように、支柱 2 には制御部 1 8 や操作パネル 1 7 が一体に組み付けられて組み立てられる。

20

【 0 0 2 8 】

上記構成によれば、第 2 のスライドプレート 1 2 の昇降動作に応じてスライドブロック 1 3 の枠体内に挿入配置されたシリンダベース 1 2 b がエアシリンダ 1 6 とロードセル 1 5 に挟み込まれたままスライドブロック 1 3 及びクランプブロック 1 4 が昇降する。このとき、図 7 に示すようにスライドブロック 1 3 は矩形枠体状に形成されており、接合荷重が作用しても或いは超音波振動が伝わっても剛性が高いため歪み難く、ロードセル 1 5 による垂直荷重の検出精度が低下することがない。また、シリンダベース 1 2 b がスライドブロック 1 3 の枠体内に挿入配置されているため、第 2 のスライドプレート 1 2 とスライドブロック 1 3 及びクランプブロック 1 4 を直列配置する場合に比べて装置を高さ方向に小型化することができる。

30

【 0 0 2 9 】

また、図 8 (A) (B) に示すように、クランプブロック 1 4 は、超音波接合部 1 9 の外周面を一对のブロック 1 4 a のクランプ面 1 4 b でクランプして保持する。図 8 (A) に示すように、クランプブロック 1 4 のクランプ面 1 4 b には所定角度範囲で超音波接合部 1 9 の外周面に非接触な複数の逃げ凹部 1 4 c が形成されている。本実施例では、例えば図 8 (B) に示すように、逃げ凹部 1 4 c が、クランプ面 1 4 b の周方向に 3 0 ° 間隔で 6 0 ° 幅で 4 か所に形成されている。逃げ凹部 1 4 c の数及び角度範囲は上記に限定されるものではなく、4 か所より少なくても多くてもよいし幅サイズも 6 0 ° より大きくても小さくてもよい。

40

これにより、超音波接合部 1 9 で発生した超音波振動を逃げ凹部 1 4 c で部分的に逃がすことで、クランプブロック 1 4 からスライドブロック 1 3 に伝わる振動を低減することができる。よって、ロードセル 1 5 による荷重検出が高精度に行える。

【 0 0 3 0 】

ここで超音波接合部 1 9 の構成例について図 3 を参照して説明する。超音波接合部 1 9 は、超音波振動子 1 9 a が電気信号により振動する。この振動をコンバータ 1 9 b によって共鳴振動させ、プースター 1 9 c で機械振動を増減して超音波接合ホーン (接合ツール) 1 9 d で先端を加工に必要な最大振幅に振動させる。尚、プースター 1 9 c は省略することも可能である。この超音波接合ホーン 1 9 d を、重ね合わせたワークに押し当てる。図 9 (A) の写真図に示すように、下ワーク W 2 は、治具 2 0 により固定され、上ワーク W 1 はフリーな状態で重ね合わせる。上ワーク W 1 上に、超音波接合ホーン 1 9 d の先端を押し当てる (図 5 参照) 。また、図 9 (C) に示すロードセルの荷重グラフ図のように

50

、超音波振動が始まるとホーン先端が急激に下降するので荷重値も急激に落ち込む。また、超音波接合ホーン19dの先端に形成された溝が上ワークW1に食い込んだまま(図9(B)写真図参照)上ワークW1は振動し、下ワークW2との摩擦によって表面付着物、酸化物、めっきなどが飛ばされ、金属面どうしが摩擦により拡散接合される。

【0031】

本実施例では、図1において、制御部18は、超音波接合部19による加圧制御をサーボモータ5の位置サーボにより制御している。位置サーボは、目標位置に対して近い場合には、小さなトルクを発生させ、遠い場合には大きなトルクを発生させて目標位置に移動させようと制御する。このときモータに発生するトルクの傾斜を利用して荷重制御を行う。本装置では、超音波接合ホーン19d先端がワークに当たった後、ロードセル15で検出した荷重値が目標荷重になるまでサーボモータ5を回転させて目標位置をずらして荷重を発生させる。ワークが変形(下降)して荷重が減少した場合には、不足分のパルスを加えて目標位置を変える。また、ワークが上昇した場合には、マイナス方向のパルスを加える。

10

【0032】

このとき、荷重の減少から不足分のパルス数はどれくらいか、即ち「パルス/N(ニュートン)」の大きさを判断してから目標位置を決める必要がある。しかしながら、図10のグラフ図に示すように、実験によれば、制御する荷重範囲を広くとれば、「パルス/N(ニュートン)」は均一な値とならない。図10のデータ1は折れ線aに対応し、データ2は、折れ線cに対応し、データ3は、折れ線bに対応する。ちなみにデータ1はホーン先端の「パルス/N」の変化、データ2はクランプブロック14直下の「パルス/N」の変化、データ3はクランプブロック14直下にスプリングを介在させた場合の「パルス/N」の変化を示す対比例である。

20

これにより、データ1(折れ線a)の「パルス/N」の変化は、データ3(折れ線b)の「パルス/N」の変化に近いことがわかる。この理由は、超音波接合ホーン19dにはばね性が認められるためであり、特に超音波接合ホーン19dを水平方向に振動させる場合には、ホーン先端位置(負荷位置)が振動中心(クランプブロック14の位置)より離れるため、ばね性が増大して軽荷重領域の「パルス/N(ニュートン)」が大きくなることに起因している。これは、超音波接合ホーン19dを取り替えた場合も同様である。また、超音波接合ホーン19dとコンバータ19bとの間にブースター19cが介在することでホーン先端位置が振動中心より離れることにも起因する。

30

【0033】

そこで本装置では、目標荷重値の変更があった場合の最初の加圧工程で「パルス/N(ニュートン)」を検出している。実際には、目標荷重値に到達後、例えば30N荷重を下げ、再度目標値に上昇させたときの「パルス/N(ニュートン)」を測定し、減少した荷重値Nにこの値を乗算して目標荷重値に戻るようドライバーアンプに計算結果のパルスを加えるように制御している。これにより、接合中のワークへの加圧力を一定に保つことができ、広範囲(100N~2000N)な荷重コントロールが実現できる。

また、この「パルス/N(ニュートン)」の値を使って、時間変化で荷重変化させるプログラムも作成可能であり、±50N以内であれば、初期荷重500Nを0.2秒加えた後に450Nに0.2秒で下降させるような制御も可能であり、接合動作中の荷重の上昇と下降を制御することができる。

40

【0034】

また、図3に示すように、超音波接合部19は、電気信号により振動する超音波振動子19aと、固有振動数を持ち、超音波振動子19aの振動周波数に共振させることにより振動するコンバータ19bと、コンバータ19bで発生した機械振動を増減させるブースター19cと、ブースター19cで増減された振動に共鳴し先端の振幅を大きくする超音波接合ホーン19dを備える。このように、コンバータ19bと超音波接合ホーン19dとの間に、超音波振動を増減するブースター19cが接続されているので、ブースター19cにより振幅を変化させることで、ワークに合わせて最適な超音波振動を発生させて接

50

合することができるが、保持部で保持される超音波接合部 19 の水平方向の長さが長くなり、負荷位置（溶接位置）が保持部（クランプブロック 14）の直下より離れるため、ねじりモーメントが増大する。しかしながら、矩形棒体状のスライドブロック 13 と超音波接合部 19 を保持するクランプブロック 14 とが一体に形成され剛性を保っているため荷重検出に影響を及ぼさない。

【0035】

また、ロードセル 15 には、保持部（スライドブロック 13 及びクランプブロック 14）の自重 M に加えてエアシリンダ 16 が動作した押圧力 F_0 に相当する荷重を加算した初期荷重値 f_0 が予め付与されている。ロードセル 15 は、第 2 のスライドプレート 12 の下降動作に伴って初期荷重値 f_0 から保持部がワークから受ける反力 F に相当する荷重値を減算した荷重値 f を検出する。

10

【0036】

即ち、ロードセル 15 で検出される初期荷重値 f_0 は、保持部の自重 M とエアシリンダ 16 の押圧力 F_0 に相当する荷重との合計で $f_0 = M + F_0$ となる。また、第 2 のスライドプレート 12 が下降して保持部がワーク W より接合荷重に相当する反力 F を受けると、ロードセル 15 で検出される荷重値 f は、 $f = f_0 - F$ となる。制御部 18 は、荷重検出部で検出される荷重値 f の値に応じてサーボモータ 5 の駆動パルス数を制御することで、荷重変動に対して目標荷重に追従するように制御することができる。

また、サーボモータ 5 が暴走運転した場合や、過大な設定値を誤って入力した場合でも、ワーク W に対して最大加えることができる荷重値 F が $M + F_0$ （一定値）であるので、ロードセル 15 やワーク W が破損することもない。また、最大荷重設定値と検出範囲が同じ即ち安全率を大きく取る必要のないロードセル 15 が使えるうえに、押し当て型ロードセルを使用できるので連結部分がなく、懸垂重量がホーン先端荷重と等しくなる前後でバックラッシュの発生がないので、荷重検出精度が向上する。

20

【0037】

更には、制御部 18 は、接合強度のばらつきを判定して良否判定する機能を有する。ワーク W の接合強度のばらつきを数値で判断するためには、荷重変動よりも潰し量を積分値で測定の方がよい。同じワークで同じ面積であるならば、潰した距離のばらつきが接合強度を判断するうえで重要と考えられる。本装置ではワークを潰した距離を以下のように測定している。

30

【0038】

即ち、設定荷重に到達後、超音波を加える前の位置データ（モータパルス数）と、超音波振動を加えてから少し時間をおいて停止させ、設定荷重を加えているときの位置データ（モータパルス数）との差を加工距離とする。

【0039】

または、上ワーク $W1$ を下ワーク $W2$ に載せ、超音波接合ホーン 19 d を 20 N（ニュートン）程度の荷重で押さえて位置合わせを行う。このときのサーボモータ 5 の回転位置データ（回転パルス数）を記憶しておき、設定荷重を加えて、超音波振動を発生させてワークを接合させた後、最初に加えた 20 N の値までサーボモータ 5 を戻して際に要する回転位置データ（回転パルス数）と記憶データとの比較（減算処理）から加工により超音波接合ホーン 19 d が下降した距離を求める。尚、20 N の値はワークによって変更してもよい。

40

上述したいずれかの方法でワークを潰した距離が求められるため、加工毎にその数値から接合強度のばらつきを判定して良否を決めることができる。更に数値を超音波発振器にフィードバックして超音波出力の上下を制御することもできる。また、接合荷重のばらつきに応じて荷重の上昇と下降を制御することもできる。

【0040】

以上説明したように、超音波接合部 19 を保持する保持部（クランプブロック 14）に振動が伝わり難く、しかも保持部（スライドブロック 13）の剛性を高めることで荷重検出部（ロードセル 15）による垂直荷重の検出精度を向上させた超音波接合装置を提供す

50

ることができる。

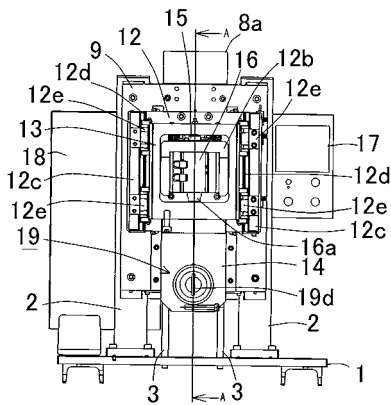
【符号の説明】

【0041】

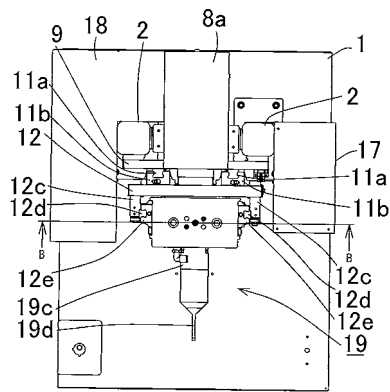
- 1 ベースプレート 2 支柱 3 リブプレート 4 モータプレート 5 サーボ
- モータ 6 モータ出力軸 6 a 駆動プーリ 7 転造ボールねじ 7 a 従動プーリ
- 8 タイミングベルト 8 a ベルトカバー 9 第1のライドプレート 10 ナ
- ット 11 a , 12 d 直動レール 11 b , 12 e 直動ブロック 12 第2のスラ
- イドプレート 12 a ナットブラケット 12 b シリンダベース 12 c レールベ
- ース 13 スライドブロック 13 a 上枠部 13 b 下枠部 13 c 左枠部 1
- 3 d 右枠部 13 e 連結孔 13 f ボルト 14 クランプブロック 15 ロー
- ドセル 16 エアーシリンダ 16 a シリンダロッド 17 操作パネル 18 制
- 御部 19 超音波接合部 19 a 超音波振動子 19 b コンバータ 19 c ブー
- スター 19 d 超音波接合ホーン W1 上ワーク W2 下ワーク 20 治具

10

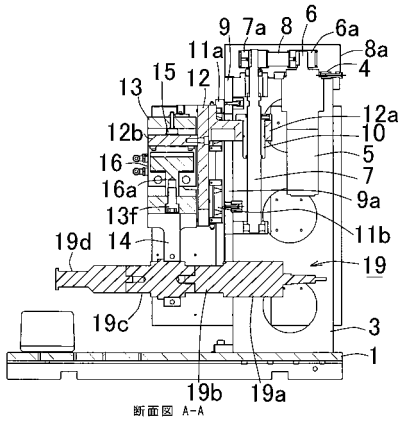
【図1】



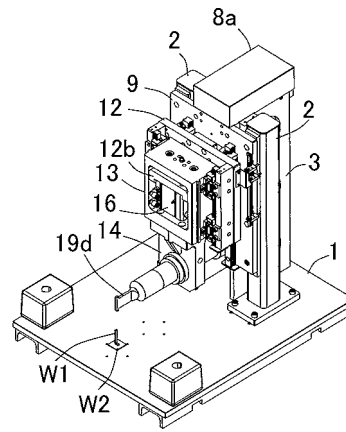
【図2】



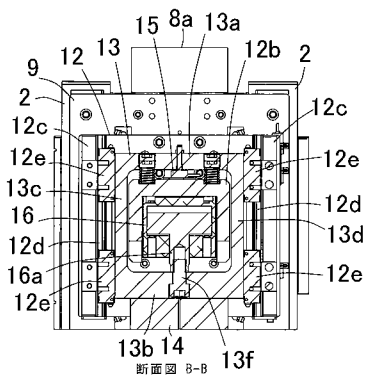
【 図 3 】



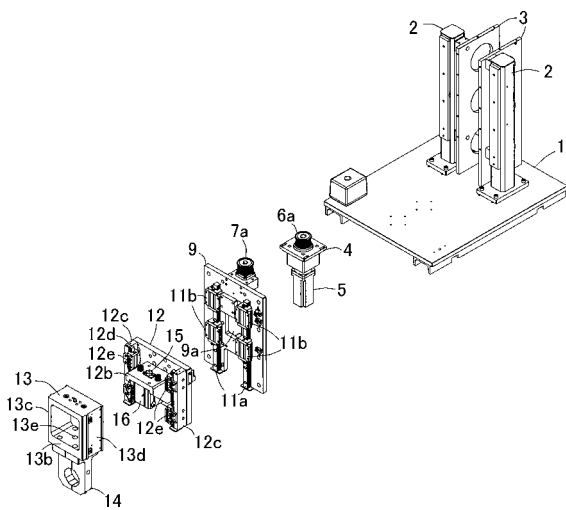
【 図 5 】



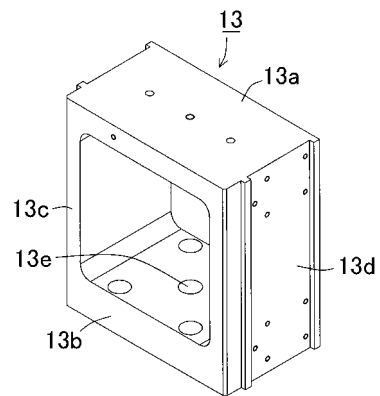
【 図 4 】



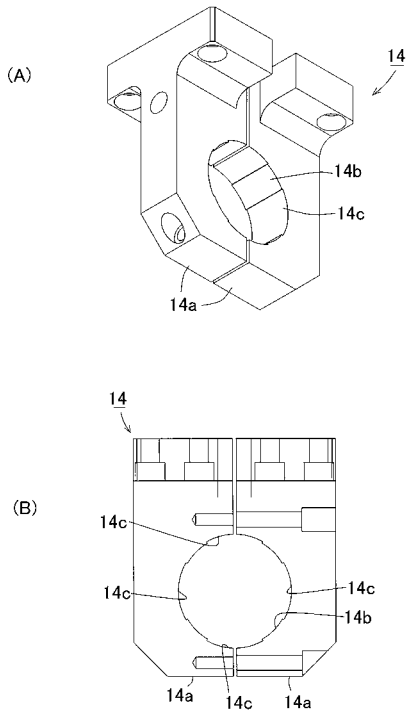
【 図 6 】



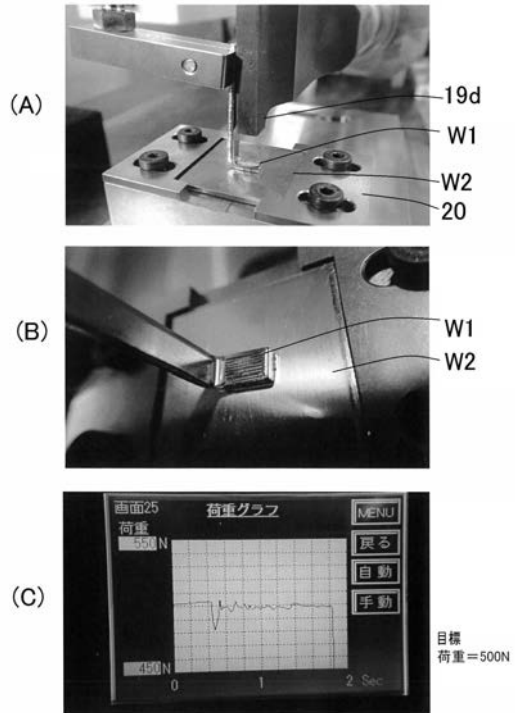
【 図 7 】



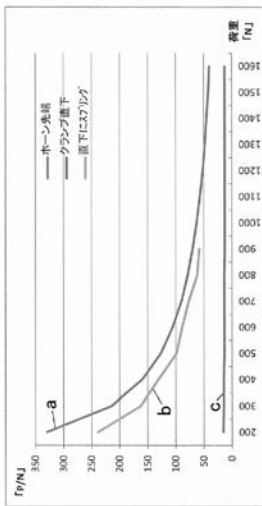
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



データ1	データ2	データ3
N	Pulse	Pulse
ホーン先端	クランプ直下	直下にスクリュー
200	10	10
300	15	15
400	21	21
500	27	27
600	33	33
700	39	39
800	45	45
900	51	51
1000	57	57
1100	63	63
1200	69	69
1300	75	75
1400	81	81
1500	87	87
1600	93	93
1700	99	99
1800	105	105

縦軸「Nあたりのパルス数」、横軸「加えた荷重」