(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5935025号
(P5935025)

(45)発行日　平成28年6月15日(2016.6.15)　(24)登録日　平成28年5月20日(2016.5.20)

(51)Int.Cl.　　F I
B23K 20/10 (2006.01)　　B23K 20/10
H01R 43/02 (2006.01)　　H01R 43/02　B

請求項の数 2　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2011-137761 (P2011-137761)
(22)出願日　平成23年6月21日 (2011.6.21)
(65)公開番号　特開2013-792 (P2013-792A)
(43)公開日　平成25年1月7日 (2013.1.7)
審査請求日　平成26年6月18日 (2014.6.18)

(73)特許権者　000195649
精電舎電子工業株式会社
東京都荒川区西日暮里２丁目２番１７号
(74)代理人　100090022
弁理士　長門　侃二
(72)発明者　森田　重富
東京都荒川区西日暮里２丁目２番１７号
精電舎電子工業株式会社内
(72)発明者　石井　高一
東京都荒川区西日暮里２丁目２番１７号
精電舎電子工業株式会社内

審査官　篠原　将之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波金属接合装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
アンビルと、
前記アンビルの上に載置され、それぞれ接する表面の少なくとも一方に予め凹凸が設けられ、当該凹凸のある表面で互いに接する、メッキ処理を施した金属板および表面を絶縁被覆した金属線と、
捩り振動する工具ホーンと、
前記工具ホーンの押圧面を前記アンビルの上に載置された前記金属板と金属線に押下げる押下手段と、
を備え、
前記工具ホーンの下面の軸心から偏心した位置に前記押圧面を有する突起状押圧部が一つのみ設けられ、
前記突起状押圧部の押圧面は、下に凸になる曲面であって、当該曲面は、断面が円弧状または放物線状の一部となる曲面であり、
前記突起状押圧部の外側でない表面と前記工具ホーンの下面とが曲面で結ばれて前記突起状押圧部の根元部分が太くなり、前記突起状押圧部の根元部分が押圧面より広い面積で前記工具ホーンの下面と一体的に接続した形状であり、
前記工具ホーンを超音波捩り振動させ、
前記押下手段で、前記押圧面の中央部分が、前記凹凸のある表面で互いに接するメッキ処理を施した金属板あるいは表面を絶縁被覆した金属線にくい込むように、前記工具ホーン

を前記金属板と金属線の上方から押圧し、
凹凸のある表面で互いに接している前記金属板を覆っていたメッキ層と前記金属線の絶縁皮膜を溶融させて金属接合する領域外に出して、
前記メッキ層が無くなった前記金属板と前記絶縁皮膜が無くなった前記金属線の金属同士を金属接合させる超音波金属接合装置。

【請求項２】

アンビルと、

前記アンビルの上に載置され、それぞれ接する表面の少なくとも一方に予め凹凸が設けられ、当該凹凸のある表面で互いに接する、メッキ処理を施した複数の金属板と、

捩り振動する工具ホーンと、

前記工具ホーンの押圧面を前記アンビルの上に載置された前記複数の金属板に押下げる押下手段と、
を備え、

前記工具ホーンの下面の軸心から偏心した位置に前記押圧面を有する突起状押圧部が一つのみ設けられ、

前記突起状押圧部の押圧面は、下に凸になる曲面であって、当該曲面は、断面が円弧状または放物線状の一部となる曲面であり、
前記突起状押圧部の外側でない表面と前記工具ホーンの下面とが曲面で結ばれて前記突起状押圧部の根元部分が太くなり、前記突起状押圧部の根元部分が押圧面より広い面積で前記工具ホーンの下面と一体的に接続した形状であり、
前記工具ホーンを超音波捩り振動させ、
前記押下手段で、前記押圧面の中央部分が前記凹凸のある表面で互いに接するメッキ処理を施した金属板にくい込むように、前記工具ホーンを前記複数の金属板の上方から押圧し、
凹凸のある表面で互いに接している前記複数の金属板を覆っていたメッキ層を溶融させて金属接合する領域外に出して、
前記複数の金属板のメッキ層がなくなった金属同士を金属接合させる超音波金属接合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、超音波金属接合装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来から、アンビルの上に複数の金属板、あるいは金属板に金属線を重ねた状態で載置し、上方から超音波振動している工具ホーンを押し付けて金属接合する超音波金属接合方法（超音波接合方法）および超音波金属接合装置（超音波接合装置）が実用化されている。そして、錫メッキしたターミナル（接続端子）に表面を皮膜絶縁したアルミ線や銅線などのマグネットワイヤを超音波接合することも知られている（例えば、特許文献１参照）。

【０００３】

図２０に、従来の超音波金属接合装置の一部を断面とした正面図を示す。図２０では、アンビル３の上に錫メッキをした銅板９を載置し、その上にマグネットワイヤ８であるポリイミドなど絶縁皮膜付き銅線を載置している。そして上方から工具ホーン５０を押し当て、マグネットワイヤ８の軸線に沿った水平方向、つまり図２０の紙面手前から奥の方向に超音波振動する。このことにより、マグネットワイヤ８と錫メッキをした銅板９を金属接合する。図２１に、図２０で示した従来の超音波金属接合装置の紙面左から見た状態を図示した。工具ホーン５０の先端面（押圧面）には機械加工によりローレット状の凹凸５０ａを設けて、工具ホーン５０の先端面と金属線や金属板等の表面を滑りにくくし、超音波振動を伝わりやすくしている。この構成で、工具ホーン５０に、例えば周波数が１５KH

ｚから９０KHｚで、振幅が１０μｍから９０μｍ程度の超音波振動を加えると、工具ホーン５０とアンビル３に挟まれたマグネットワイヤ８と錫メッキをした銅板９に超音波振動が伝わり、マグネットワイヤ８の絶縁皮膜８ｂとそれに接する錫メッキ層９ｂが溶融して除去され、線材８ａである銅線と銅板９ａを金属接合（固相接合）することができる。図２２に従来の超音波金属接合装置で金属接合したときの部分正面図を示す。また、図２３に従来の超音波金属接合装置の、図２２の紙面左から見た部分側面図を示す。これらの図に示すように、線材８ａが銅板９ａに金属接合する。

【０００４】

しかし、接合作業を始めた当初は問題ないのであるが、接合作業を繰り返すと工具ホーンの先端面の凹凸５０ａに金属材料が付着して目詰まりが生じる。目詰まりが生じると工具ホーンの先端面と金属板等の表面が滑り易くなり、超音波振動が伝わり難くなる。そして、接合するのに時間が掛かるという問題を生じる。従来は、目詰まりした工具ホーンの先端面の凹凸５０ａを定期的にブラシ等で清掃していた。なお、目詰まり対策として工具ホーンの先端部を着脱可能な構造として定期的に交換することも提案されている（例えば、特許文献２参照）。

【０００５】

また、超音波金属接合では、低融点、低強度のPb、Sn、Zn等によって表面処理を行った金属板の接合については、表面処理をしていない場合と比較して５０～８０％程度接合強度が低下するといわれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２０１１－３４８７９号公報

【特許文献２】特開２０１０－２７４２９６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

上記のような工具ホーンの先端部の目詰まり防止策はある程度有効であるが、例えばポリイミドなどの絶縁皮膜付き金属線や錫メッキした金属板に超音波振動を与えて金属接合する場合は、工具ホーンの先端面の凹凸に絶縁皮膜や錫メッキ層が付着して目詰まりが発生する頻度が多くなる。目詰まりすると、工具ホーンと金属線あるいは金属板が滑る。工具ホーンと金属線あるいは金属板との位置決めが難しくなる。接合時間が長くなる。十分な強度が得られないなどの問題がより深刻になる。そこで、頻繁に工具ホーンの先端面の目詰まりを除去したり、工具ホーンの凹凸を再加工したり、凹凸のある先端部を着脱しなくてすむ方法が求められている。

【０００８】

また、超音波金属接合であっても、低融点、低強度の錫（スズ）等によって表面処理を行った金属板の接合について表面処理をしていない場合に近い接合強度が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明の超音波金属接合装置では、アンビルと、前記アンビルの上に載置され、それぞれ接する表面の少なくとも一方に予め凹凸が設けられ、当該凹凸のある表面で互いに接する、メッキ処理を施した金属板および表面を絶縁被覆した金属線と、捩り振動する工具ホーンと、前記工具ホーンの押圧面を前記アンビルの上に載置された前記金属板と金属線に押下げる押下手段と、を備え、前記工具ホーンの下面の軸心から偏心した位置に前記押圧面を有する突起状押圧部が一つのみ設けられ、前記突起状押圧部の押圧面は、下に凸になる曲面であって、当該曲面は、断面が円弧状または放物線状の一部となる曲面であり、前記突起状押圧部の外側でない表面と前記工具ホーンの下面とが曲面で結ばれて前記突起状押圧部の根元部分が太くなり、前記突起状押圧部の根元部分が押圧面より広い面積で前記工具ホーンの下面と一体的に接続した形状であり、前記工具ホーンを超音波捩り振動させ

、前記押下手段で、前記押圧面の中央部分が、前記凹凸のある表面で互いに接するメッキ処理を施した金属板あるいは表面を絶縁被覆した金属線にくい込むように、前記工具ホーンを前記金属板と金属線の上方から押圧し、凹凸のある表面で互いに接している前記金属板を覆っていたメッキ層と前記金属線の絶縁皮膜を溶融させて金属接合する領域外に出して、前記メッキ層が無くなった前記金属板と前記絶縁皮膜が無くなった前記金属線の金属同士を金属接合させる。

【００１０】

また、本発明の超音波金属接合装置では、アンビルと、前記アンビルの上に載置され、それぞれ接する表面の少なくとも一方に予め凹凸が設けられ、当該凹凸のある表面で互いに接する、メッキ処理を施した複数の金属板と、捩り振動する工具ホーンと、前記工具ホーンの押圧面を前記アンビルの上に載置された前記複数の金属板に押下げる押下手段と、を備え、前記工具ホーンの下面の軸心から偏心した位置に前記押圧面を有する突起状押圧部が一つのみ設けられ、前記突起状押圧部の押圧面は、下に凸になる曲面であって、当該曲面は、断面が円弧状または放物線状の一部となる曲面であり、前記突起状押圧部の外側でない表面と前記工具ホーンの下面とが曲面で結ばれて前記突起状押圧部の根元部分が太くなり、前記突起状押圧部の根元部分が押圧面より広い面積で前記工具ホーンの下面と一体的に接続した形状であり、前記工具ホーンを超音波捩り振動させ、前記押下手段で、前記押圧面の中央部分が前記凹凸のある表面で互いに接するメッキ処理を施した金属板にくい込むように、前記工具ホーンを前記複数の金属板の上方から押圧し、凹凸のある表面で互いに接している前記複数の金属板を覆っていたメッキ層を溶融させて金属接合する領域外に出して、前記複数の金属板のメッキ層がなくなった金属同士を金属接合させる。

【発明の効果】

【００１２】

本発明の超音波金属接合装置によれば、複数の金属板同士あるいは金属板と金属線同士がそれぞれ互いに接する面の少なくとも一方または両方に凹凸を設けて互いに滑りにくくしている。そして、金属板と金属線同士を超音波振動させ、金属線や金属板を覆っていた絶縁皮膜や錫メッキ層を溶融させ、溶融した絶縁皮膜や錫メッキ層を凹凸の凹部を通じて金属接合する領域外に出やすくしている。その一方で、凹凸の凸部で金属線と金属板同士をこすり合わせ金属接合（固相結合）を開始し、凸部が溶融した後は、凹部を含めた広い面で金属接合を行わせている。

【００１３】

本発明によれば、アンビルの上に載置する複数の金属板、あるいは金属板と金属線がそれぞれ接する表面の少なくとも一方または両方に凹凸を設けているため、複数の金属板同士、あるいは金属板と金属線同士の位置がずれにくく、互いの位置決めが容易である。また、複数の金属板同士、あるいは金属板と金属線同士の金属接合する接合時間が短時間ですむ。接合効率が高く、接合時間が短くなると、定在波が発生しても金属板や金属線が切断するという致命的なダメージを逃れることができる。

【００１５】

また、本発明で工具ホーンを捩れ振動する工具ホーンとして、工具ホーンの突起状押圧部を工具ホーンの下面の軸心から偏心した位置に一つのみ設けて、アンビルの上に載置した凹凸のある表面で互いに接している複数の金属板あるいは金属板と金属線の上方から超音波振動を与えることにより、工具ホーンに水平方向で一方向に振動する超音波振動を与えたときよりも、強固な金属接合を実現している。そして、低融点、低強度のPb、Sn、Zn等によって表面処理を行った金属板の接合について表面処理をしていない場合に近い接合強度を得ることを可能にしている。

【００１６】

また、本発明において工具ホーンの先端面である押圧面を、断面が円弧状または放物線状をなした曲面にしたことで、工具ホーンの押圧面の中央部が金属線あるいは金属板にくい込むように押圧し、より強い接合強度を得ることを可能にしている。

【図面の簡単な説明】

【００１７】
【図１】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置の一部を断面とした部分正面図。
【図２】本発明の実施の形態１にかかる表面に凹凸を設けた錫メッキ銅板の平面図。
【図３】本発明の実施の形態１にかかる表面に凹凸を設けた他の錫メッキ銅板の平面図。
【図４】（ａ）本発明の実施の形態１にかかる工具ホーンの突起状押圧部を下から見た斜面図（ｂ）本発明の実施の形態１にかかる他の工具ホーンの突起状押圧部を下から見た斜面図。
【図５】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置で金属接合を開始するときの部分正面図。
【図６】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置の図５の紙面左から見た部分側面図。
【図７】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置で金属接合を開始し、マグネットワイヤの絶縁皮膜を錫メッキ層の表面に押し付けて密着したときの部分正面図。
【図８】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置の図７の紙面左から見た部分側面図。
【図９】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置で錫メッキ層の凸部を溶融し、マグネットワイヤの線材を銅板の凸部に押し付けたときの部分正面図。
【図１０】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置の図９の紙面左から見た部分側面図。
【図１１】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置で銅板の凸部を潰した面にマグネットワイヤの線材を押し付けて金属接合したときの部分正面図。
【図１２】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置の図１１の紙面左から見た部分側面図。
【図１３】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置で錫メッキ銅板にマグネットワイヤの線材を押し付けて金属接合したときの平面図に相当する写真。
【図１４】本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置で錫メッキ銅板にマグネットワイヤの線材を押し付けて金属接合したときの側面図に相当する写真。
【図１５】本発明の実施の形態１にかかる表面に凹凸を設けた更に他の錫メッキ銅板の平面図。
【図１６】本発明の実施の形態１にかかる表面に凹凸を設けた更に他の錫メッキ銅板の平面図。
【図１７】（ａ）本発明の実施の形態２にかかる表面に凹凸を設けたマグネットワイヤの平面図（ｂ）本発明の実施の形態２にかかる表面に凹凸を設けた他のマグネットワイヤの平面図（ｃ）本発明の実施の形態２にかかる表面に凹凸を設けた更に他のマグネットワイヤの平面図。
【図１８】本発明の実施の形態２にかかる超音波金属接合装置で金属接合を開始するときの部分側面図。
【図１９】本発明の実施の形態２にかかる超音波金属接合装置の図１８の紙面左から見た部分側面図。
【図２０】従来の超音波金属接合装置の部分正面図。
【図２１】従来の超音波金属接合装置の図２０の紙面左から見た部分側面図。
【図２２】従来の超音波金属接合装置で銅板にマグネットワイヤの線材を押し付けて金属接合したときの部分正面図。
【図２３】従来の超音波金属接合装置の図２２の紙面左から見た部分側面図。
【発明を実施するための形態】
【００１８】
（実施の形態１）
本発明は、アンビルの上に載置する接合対象（ワーク）である複数の金属板、あるいは金属板と金属線がそれぞれ接する表面の少なくとも一方に凹凸を設けておき、アンビルの

上に載置した上記凹凸のある表面で互いに接している複数の金属板あるいは金属板と金属線の上方から超音波振動している工具ホーンを押し付けて金属接合するようにしている。なお、予め複数の金属板あるいは金属板と金属線同士がそれぞれ互いに接する面に凹凸を設ける方法としては、例えば金属板あるいは金属線を、凹部と凸部を設けたプレス金型で挟むことにより凹凸をつける。また、凹凸をつけるのは、金属板をプレスした後にメッキや皮膜をしてもよいし、メッキや皮膜した後にプレスするようにしてもよい。

【００１９】

本発明は、特に、接合対象である複数の金属板あるいは金属線の表面にメッキが施されていたり、絶縁皮膜で覆われていたりしたときであっても、これら表面を覆っているメッキ層や絶縁皮膜を金属板あるいは金属線の表面から迅速に除去して、金属板や金属線を短時間で強固に金属接合している。また、超音波振動する工具ホーンの押圧面に溶融したメッキ層や絶縁皮膜が付着しにくくしている。

【００２０】

以下、図面とともに本発明の実施の形態１を説明する。図１に本発明の実施の形態１にかかる超音波金属接合装置の一部を断面とした部分正面図を示す。図１では、アンビル３の上に錫メッキ銅板９を置き、その上に絶縁皮膜で表面を覆ったマグネットワイヤ８を重ねて載置している。そしてマグネットワイヤ８を、工具ホーン２００の下面の軸心（Ｉ軸）から所定量（偏心量ｅ）だけ偏心した位置（II軸）に設けた突起状押圧部３０で押圧している。この状態で、工具ホーン２００を例えば周波数が１５KHｚから９０KHｚで、振幅が１０μｍから９０μｍ程度の振り振動をさせることにより、錫メッキ銅板９上にマグネットワイヤ８を金属接合する。

【００２１】

図２に、本発明の実施の形態１にかかる表面に凹凸を設けた錫メッキ銅板９の平面図を示す。錫メッキ銅板９の表面には、ローレット状の凸部９ｃと凹部９ｂを設けている。二点鎖線Ｌで四角に囲った領域が、金属線を金属接合する接合領域である。

図３に、本発明の実施の形態１にかかる表面に凹凸を設けた他の錫メッキ銅板の平面図を示す。図３では、ローレット状の凸部９ｃの先端の平面の面積を図２よりも広くしている。この他、凸部９ｃの形状や平面上の分布状況については、よりよい金属接合を実現するために必要に応じて種々選択してもよい。

【００２２】

図４（ａ）に、本発明の実施の形態１にかかる工具ホーン２００の突起状押圧部３０を下から見た斜面図を、図４（ｂ）に、本発明の実施の形態１にかかる他の工具ホーン２０１の突起状押圧部３１を下から見た斜面図を示す。図４（ａ）では、工具ホーン２００の下面の軸心から偏心した位置に突起状押圧部３０を設けている。なお、突起状押圧部３０は図に示したとおり、押圧面３０ａが下に凸になる曲面にしている。この曲面は、断面が円弧状あるいは放物線状の一部となるようにしている。

【００２３】

図４（ｂ）では、工具ホーン２０１の下面の軸心から偏心した位置に突起状押圧部３１を設けている。突起状押圧部３１は図に示したとおり、押圧面３１ａを平面（フラット）にして、押圧面３１ａの角部（コーナー）を小さい曲面で面取りしている。押圧面３１ａの角部（コーナー）を小さい曲面で面取りをしておくと、押圧している金属線あるいは金属板を角部（コーナー）のエッジで傷つけたり切断したりしないですむ。本発明では、図４（ａ）図４（ｂ）のどちらの工具ホーンを用いても金属線と金属板、あるいは複数の金属板の強固な金属接合をすることができる。以下の説明では、図４（ａ）の押圧面の断面が円弧状あるいは放物線状の一部となる曲面とした工具ホーン２００を用いた場合を図示することにした。

【００２４】

以下、図５と図６を用いて、本発明の超音波金属接合装置で金属接合を開始するときの状態を説明し、図７と図８で、本発明の超音波金属接合装置で工具ホーン２００の超音波振り振動を開始し、マグネットワイヤの絶縁皮膜を錫メッキ層の表面に押し付けて密着し

たときの状態を説明し、図９と図１０で、本発明の超音波金属接合装置でマグネットワイヤ８下の絶縁皮膜を除去した後、錫メッキ層の凸部を溶融し、マグネットワイヤの線材を銅板の凸部に押し付けたときの状態を説明し、図１１と図１２で、本発明の超音波金属接合装置で銅板の凸部を潰した面にマグネットワイヤの線材を押し付けて、銅板とマグネットワイヤの線材を金属接合したときの状態を説明する。

【００２５】

そして、図１３に本発明の超音波金属接合装置で、実際に錫メッキ銅板にポリイミドの絶縁皮膜付きマグネットワイヤを金属接合したときの平面図に相当する写真を示し、図１４に、そのときの側面図に相当する写真を示している。

以下、詳細に説明する。図５、６では、錫メッキ銅板９上にマグネットワイヤ８を軽く載置しただけで、工具ホーン２００の突起状押圧部３０はこれらを強く押し付けていないため、錫メッキ銅板９とマグネットワイヤ８の間に空隙１１がある。しかし図７、８のように、工具ホーン２００の突起状押圧部３０に超音波の捩り振動を加え、アンビル３上の錫メッキ銅板９とマグネットワイヤ８を押下すると空隙１１は無くなり、下方の絶縁皮膜８ｂと錫メッキ層９ｂが密着する。そして、工具ホーン２００の突起状押圧部３０は線材８ａの上面の絶縁皮膜を超音波振動エネルギにより溶融・除去して、突起状押圧部３０で線材８ａの上面を直接押さえる。線材８ａの下面は絶縁皮膜が付いたまま錫メッキ銅板９の錫メッキ層９ｂの凸部９ｃで支えられる。

【００２６】

更に図９、１０のように、工具ホーン２００の突起状押圧部３０を押下すると線材８ａを介して超音波振動エネルギが伝達され、線材８ａの下面を覆っていた絶縁皮膜８ｂが溶融し、金属接合する領域（接合領域）から外に出る。そして、錫メッキ層９ｂの凸部９ｃが溶融して、線材８ａの下面は凸部の無い錫メッキ層および銅板９ａの凸部９ｃ’で支えられる。

【００２７】

更に図１１、１２のように、工具ホーン２００の突起状押圧部３０を押下すると、線材８ａの下面を支えていた錫メッキ層９ｂおよび銅板９ａの凸部９ｃ’は溶融あるいは一部が金属接合して、線材８ａの下面が凸部の無い銅板９ａのみで支えられる形になる。そして、線材８ａの下面と銅板９ａの間に超音波の捩れ振動が加わることにより、金属間が固相結合、つまり金属接合する。

【００２８】

従来、マグネットワイヤの線材と銅板の間には、絶縁皮膜と錫メッキ層が二重に重なっていて、これらが除去されるまでは、線材と銅板そのものの金属接合が始まらず、金属接合完了までに時間がかかっていた。

それが、本発明では、マグネットワイヤ８と錫メッキ銅板９ａの間に凹凸を設けたことにより、凹凸の凸部の振動で絶縁皮膜と錫メッキ層を溶融しやすくしており、更に溶融した絶縁皮膜と錫メッキ層が凹凸の凹部を通して接合領域外に出やすくしている。そして、迅速に工具ホーン２００の突起状押圧部３０と線材８ａの上面、そして線材８ａの下面と銅板９ａを直接接触させて、工具ホーン２００の突起状押圧部３０の超音波振動で線材８ａの下面と銅板９ａが金属接合するようにしている。このことにより、金属接合のトータル時間を短縮している。実際に、同じ接合強度を得るまでの金属接合の所要時間を測定したところ、マグネットワイヤ８と錫メッキ銅板９の間に凹凸を設けた場合は、凹凸を設けていない場合の約半分であった。接合時間をかければより強固な接合力が得られることも確認した。

【００２９】

なお、図１、図５から図１２では、銅板９ａおよび錫メッキ層９ｂの凸部９ｃの先端が尖っている形を示したが、図２、図３のように凸部９ｃの先端が小さい平面になっている角錐台状にしてもよい。必要により、凸部９ｃの先端の小さい平面の広さを大きくしたり小さくしたりして最適な接合条件を作り出すことができる。

図１３に、凸部９ｃの形を図３のような形として実際に金属接合したときの平面図に相

当する写真を、図１４にその側面図に相当する写真を示した。図１３の写真と図１４の写真では、線材８ａを覆っていた絶縁皮膜８ｂが溶融し長方形に押しつぶされた線材８ａの周囲に押し出されて固まっている状態がはっきりと確認できる。

【００３０】

上記説明では、銅板９ａの表面の全面に多数の凸部９ｃを均一に分散して設けた場合を説明したが、金属板間あるいは金属板と金属線の対向する面が凹凸になっていれば良く、連なった細長い凸部を格子状に設けてもよいし、溝のような凹部が格子状に連なった形に設けてもよい。また、金属線の軸方向に直角に並んだ凸部としてもよいし、金属線の軸方向に所定角度斜いた凸部が並んでいるようにしてもよい。あるいは、金属線の軸方向に並行な凸部としてもよい。また、溶融した絶縁皮膜や錫メッキ層が流出しやすいように溝を放射状に配置した形にしてもよい。

【００３１】

また、金属接合する領域（接合領域Ｌ）から外に設けた凹凸は、接合には直接寄与しないため、図１５、図１６で示したように、接合領域Ｌだけに凹凸、特に凸部９ｃを設けて、接合領域Ｌから外の部分は凹凸を設けない形にしてもよい。

本発明では、工具ホーン２００の先端面を凹凸のない平面とした場合でも金属線や金属板を強固に金属接合することができる。そのため、工具ホーンの先端面に凹凸の目詰まり防止のために凹凸を再加工しなくてすむ。あるいは、工具ホーンの凹凸のある先端部を着脱可能な別部品にしなくてすむ。金属接合作業を繰り返し、工具ホーンの凹凸のない平面である先端面に絶縁皮膜や錫メッキ層が付着した場合でも、工具ホーンの先端面に付着した絶縁皮膜や錫メッキ層を容易に除去できるという効果がある。

【００３２】

なお、工具ホーンの先端面は、凹凸のない平面のほか、下に凸で振動方向に対して円弧あるいは放物線を描く曲面としてもよい。下に凸で振動方向に対して円弧あるいは放物線を描く曲面とした場合、ワークである金属線や金属板に押圧力がいきわたり超音波振動が効率的に伝わって金属接合の状態が良好になる場合があるからである。また、上記ではワークである金属線や金属板に与える超音波振動の方向を金属線の軸方向と同じにした例を説明したが、ワークである金属線や金属板に与える超音波振動の方向を金属線の軸方向に対して直交する方向にしてもよい。

【００３３】

（実施の形態２）

本発明の実施の形態２では、本発明のポリイミドなどの絶縁皮膜付き金属線であるマグネットワイヤの表面に凹凸を設けた場合を説明する。図１７（ａ）に、表面に凹凸を設けたマグネットワイヤ８１の平面図を示す。マグネットワイヤ８１の表面に凹凸を設ける方法としては、マグネットワイヤ８１の所定長さの先端部分を一方に多数の凹部を設けたプレス型に挟むことにより凸部８１ｃを形成する。

【００３４】

図１７（ａ）で示したマグネットワイヤ８１の表面の凹凸模様は、既に説明した図２と同じにしている。実施の形態２では、マグネットワイヤ８１の表面に凹凸を設け、錫メッキ銅板９１の表面は平面にしている。

実施の形態２と実施の形態１との主たる違いは、凹凸を設ける側をマグネットワイヤ８１の表面にしたことであり、マグネットワイヤ８１と錫メッキ銅板９１の間が凹凸面で対向していることは同じである。そのため、図１８、１９のように、超音波振り振動している工具ホーン２００の突起状押圧部３０で押圧すると、超音波振動エネルギによりマグネットワイヤ８１の凸部８１ｃの絶縁皮膜が溶融しマグネットワイヤ８１の凹部８１ｄを通して接合対象領域（接合領域）の外に出る。そして、線材８１ａの凸部が錫メッキ銅板９１の錫メッキ層９１ｂと当接し、錫メッキ層９１ｂが溶融して、線材８１ａの凸部と銅板９１ａが金属接合する。そして、最終的には、線材８１ａの下側の凸部がなくなった下面と銅板９１ａが金属接合する。

【００３５】

従来のように、マグネットワイヤ８１と錫メッキ銅板９１の間に凹凸がないと、絶縁皮膜と錫メッキ層が全体的に溶融して接合対象領域の外に出た後に、線材８１ａと銅板９１ａの表面が接して金属接合が始まるのであるが、本発明では、マグネットワイヤ８１と錫メッキ銅板９１の間に凹凸面を設けたことにより、絶縁皮膜と錫メッキ層が迅速に溶融して接合対象領域の外に出て、金属接合も迅速に開始する。その結果、接合時間が短時間でできる。接合時間が短いので定在波により折損するというトラブルも防ぐことができる。強固に金属接合することができる。工具ホーンの先端が凹凸のないフラットでよいため溶融した金属や絶縁皮膜が凝着しにくい。そのため、工具ホーンの先端を頻繁に清掃しなくてすむ。工具ホーンの先端を着脱して交換可能な構造にしなくてすむという効果がある。これら本発明の作用と効果は、実施の形態１と同じである。

【００３６】

図１７（ｂ）に、本発明の実施の形態２にかかる超音波金属接合装置で接合する表面に凹凸を設けた他のマグネットワイヤの平面図を示す。マグネットワイヤ８２の凸部８２ｃの形状は、既に図３で説明した凸部９ｃと同じである。図１７（ｃ）に、本発明の実施の形態２にかかる超音波金属接合装置で接合する表面に凹凸を設けた更に他のマグネットワイヤの平面図を示す。図１７（ｃ）のマグネットワイヤ８３では、凸部８３ｃを山状に形成し、凹部８３ｄを連なった溝に形成している。なお、図１７（ｃ）の例では、凸部８３ｃの先端面に小さい溝８３ｅを形成した例を示している。このように本発明は、マグネットワイヤと錫メッキ銅板の間に凹凸面を設けることにより、強固な金属接合を短時間に行い、工具ホーンに溶融した金属や絶縁皮膜が凝着しないという効果のある超音波金属接合方法を実現している。

【００３７】

上記では、ポリイミドなどの絶縁皮膜付き金属線であるマグネットワイヤの表面に凹凸を設けた場合を説明したが、実施の形態１と実施の形態２を組み合わせて実施しても良い。つまり、マグネットワイヤの表面と錫メッキ銅板の両方に凹凸を設けても同様の効果が得られる。

また本発明は、40KHz以下の周波数のひねり振動を利用した太線ワイヤボンディング工法で、500μｍを超える線径を接合でき、ホーン（ウェッジ）をフラットにできるという効果もある。

【産業上の利用可能性】

【００３８】

本発明は、複数の金属板、あるいは金属板と金属線を接合する超音波金属接合装置に適用できる。特に、耐熱絶縁体で被覆した金属線や錫メッキした金属板を金属接合する超音波金属接合装置に適用できる。

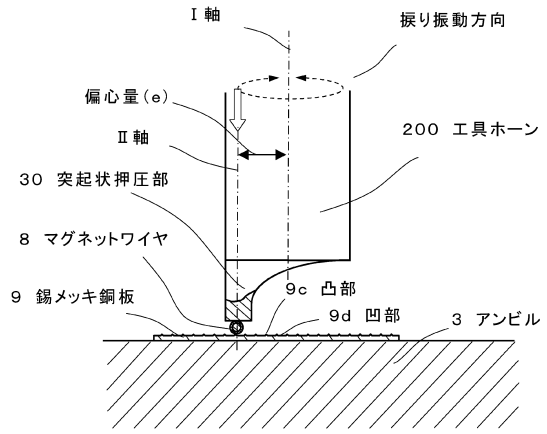
また本発明は、40KHz以下の周波数のひねり振動を利用した太線ワイヤボンディング工法にも適用できる。更に、耐熱絶縁体で被覆した金属線をプラスチック材に布線する布線装置にも適用することができる。

【符号の説明】

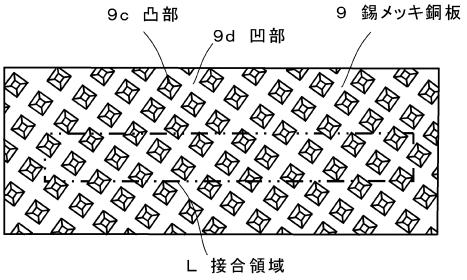
【００３９】

３　アンビル
８　マグネットワイヤ
８ａ　線材
８ｂ　絶縁皮膜
９　錫メッキ銅板
９ａ　銅板
９ｂ　錫メッキ層
９ｃ、９ｃ’　凸部
３０　突起状押圧部
２００　工具ホーン

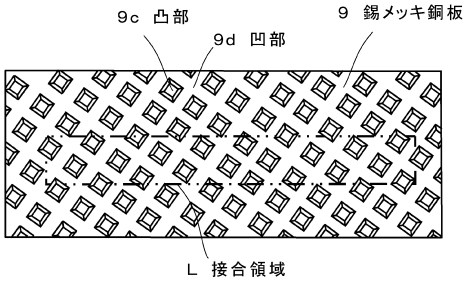
【図１】



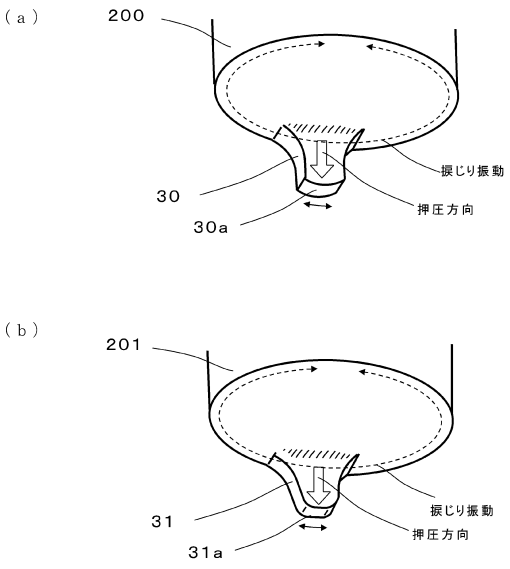
【図２】



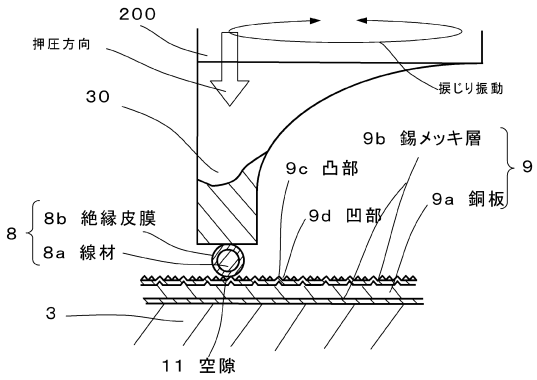
【図３】



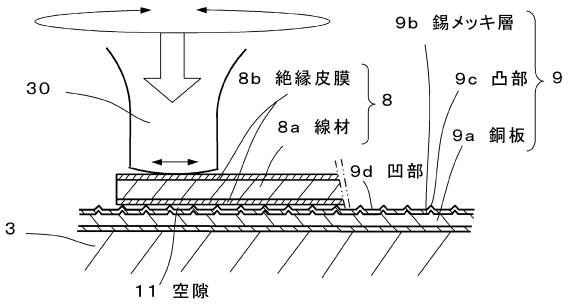
【図４】



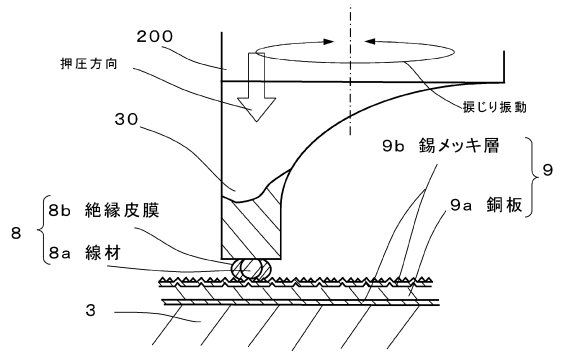
【図５】



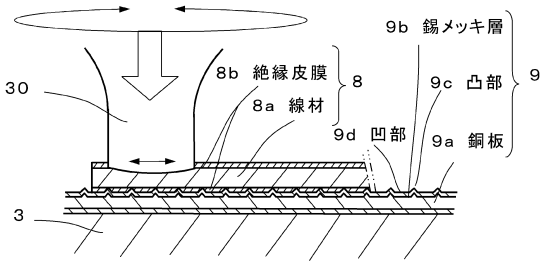
【図６】



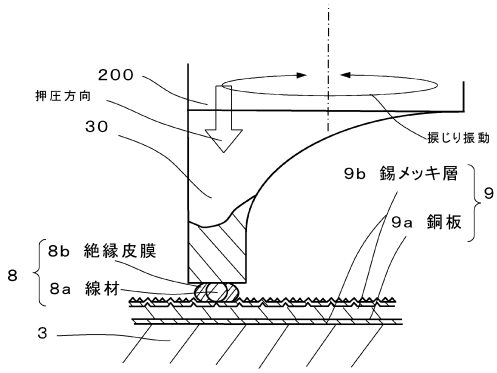
【図７】



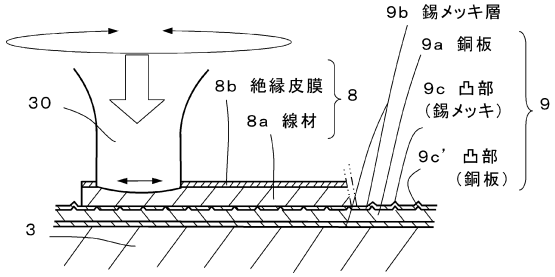
【図８】



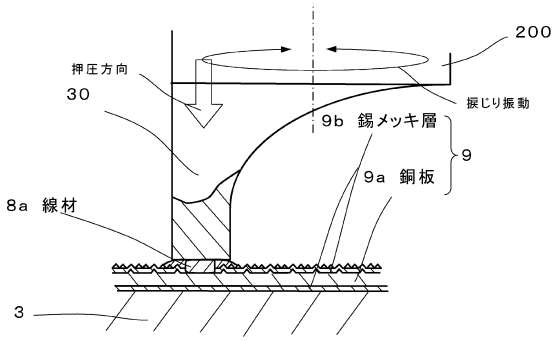
【図９】



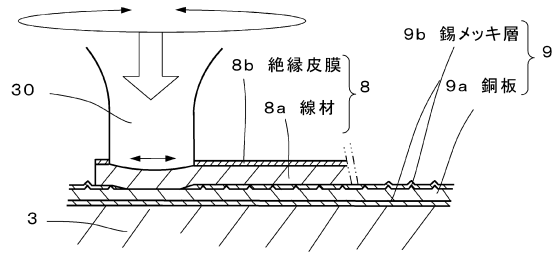
【図１０】



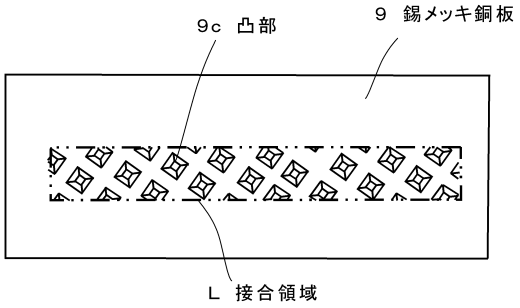
【図１１】



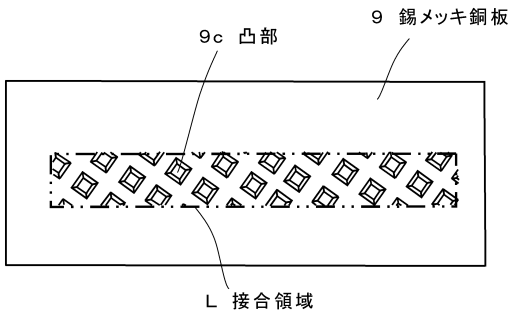
【図１２】



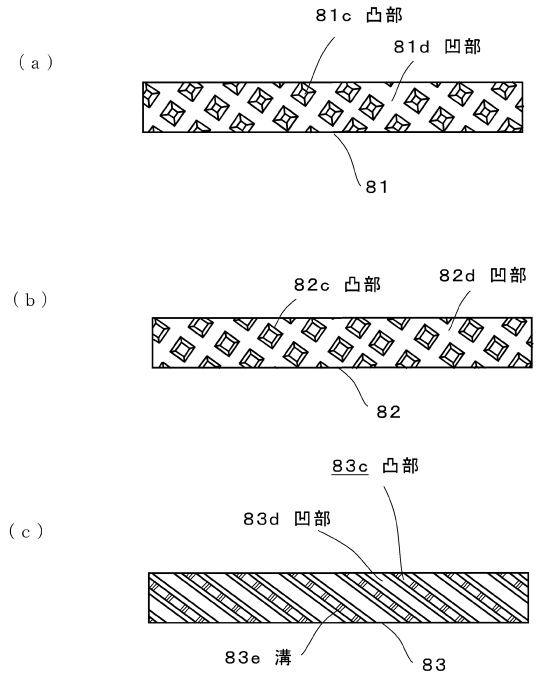
【図１５】



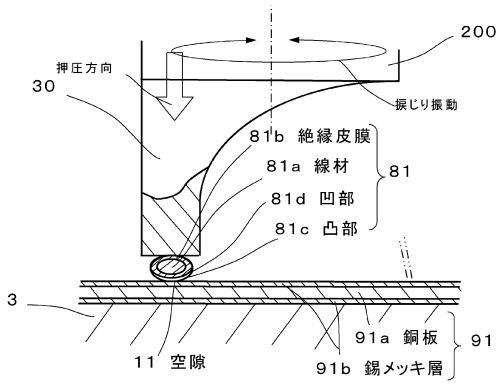
【図１６】



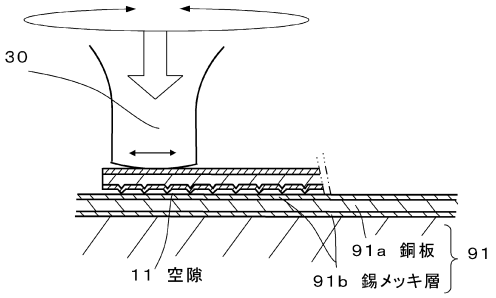
【図１７】



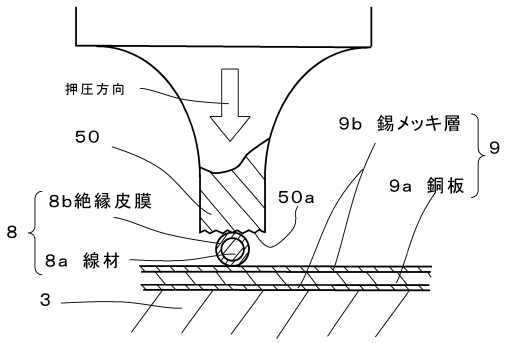
【図１８】



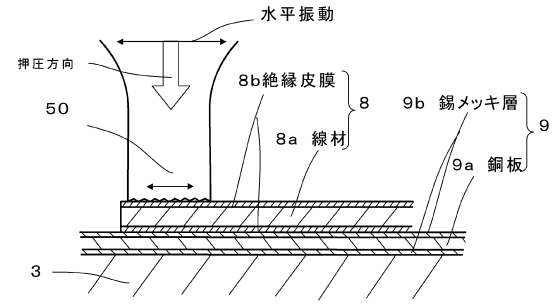
【図１９】



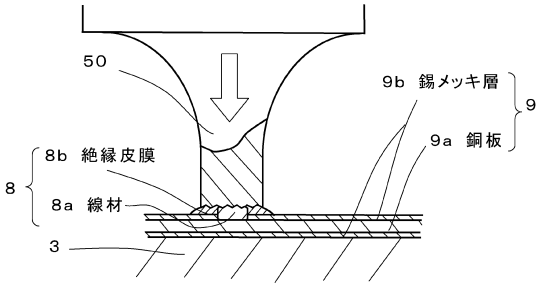
【図２０】



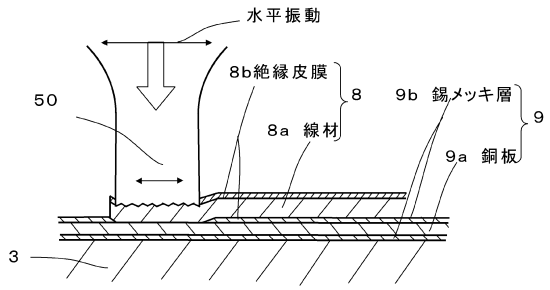
【図２１】



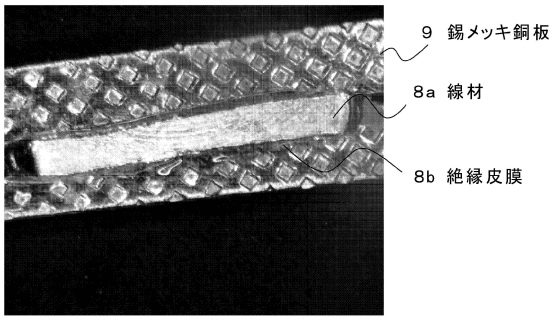
【図２２】



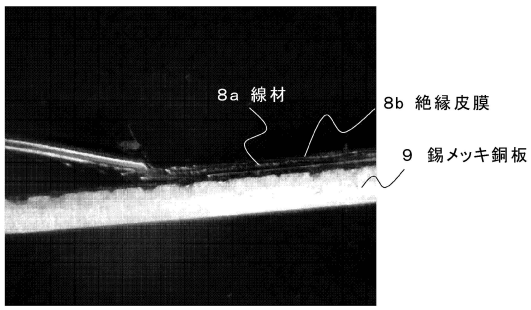
【図２３】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１１－００５１７８（ＪＰ，Ａ）
実開平０４－０３３５３０（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５５－０９７８８９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０３０５４６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１７１４２９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０９３８５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０９１７５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２０１２３６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－２５０８９１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－１３７１８８（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／００７８１１５（ＵＳ，Ａ１）
米国特許第０４２９４３９２（ＵＳ，Ａ）
米国特許第０３０４７９４２（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｋ ２０／１０
Ｈ０１Ｒ ４３／０２