(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3661243号
(P3661243)
(45)発行日　平成17年6月15日(2005.6.15)　(24)登録日　平成17年4月1日(2005.4.1)

(51)Int.Cl.[7]	F I
B23K 11/30	B23K 11/30　320
B23K 11/18	B23K 11/18
C22C 21/06	C22C 21/06
// B23K 103:10	B23K 103:10

請求項の数 5　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-272081
(22)出願日　平成7年9月27日(1995.9.27)
(65)公開番号　特開平9-85465
(43)公開日　平成9年3月31日(1997.3.31)
審査請求日　平成14年3月8日(2002.3.8)

(73)特許権者　000176707
三菱アルミニウム株式会社
東京都港区芝２丁目３番３号
(73)特許権者　000001258
ＪＦＥスチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
(74)代理人　100096862
弁理士　清水　千春
(72)発明者　木村　裕介
静岡県裾野市千福１９４　三菱アルミニウム株式会社内

審査官　加藤　昌人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】アルミニウム合金材の溶接用電極および溶接方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

アルミニウム合金材同士の抵抗スポット溶接に用いられる電極であって、チップ本体における上記アルミニウム合金材と接触する側の先端部分の全体に５μｍ以上の厚さの純銀部材を拡散接合してなり、上記純銀部材は銀を９９．９wt%以上含む純銀によって形成されていることを特徴とするアルミニウム合金材の溶接用電極。

【請求項２】

アルミニウム合金材同士の抵抗スポット溶接に用いられる電極であって、上記アルミニウム合金材と接触する先端部を有するチップ本体の全体が銀を９９．９wt%以上含む純銀によって形成されていることを特徴とするアルミニウム合金材の溶接用電極。

【請求項３】

上記チップ本体は、シャンクを介して電極ホルダ本体に取付けられていることを特徴とする請求項１又は２に記載のアルミニウム合金材の溶接用電極。

【請求項４】

上記積層されたアルミニウム合金材を抵抗スポット溶接によって互いに接合する溶接方法であって、対向配置された請求項１ないし３に記載の電極によって、上記アルミニウム合金材を加圧状態で挟み、上記両電極間に電流を加えることにより、積層された上記アルミニウム合金材を抵抗発熱溶融させて互いに接合することを特徴とするアルミニウム合金材の溶接方法。

【請求項５】

上記アルミニウム合金材は、マグネシウムを２～６wt%含むアルミニウム合金からなることを特徴とする請求項４に記載のアルミニウム合金材の溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、アルミニウム合金からなる板材や形材等の各種アルミニウム合金材の抵抗スポット溶接に用いられる電極、および当該電極を用いたアルミニウム合金材の溶接方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

周知のように、各種自動車の外板等に用いられる軟鋼や亜鉛メッキ鋼板などの鉄系の薄肉の板同士を接合する場合には、図１２に示すように、これら２枚の鋼板１、１を、対向配置した一対の溶接用電極２、２によって加圧状態で挟み、上記両電極２、２を冷却部３において水冷しつつ、これら電極２、２間に瞬間的に大きな電流を加えることにより、上記２枚の鋼板１、１の当該箇所を抵抗発熱溶融させて互いに接合する抵抗スポット溶接が用いられている。この際に、上記鋼板１は、一般にビッカース硬度（Ｈｖ）が１５０～２５０程度と高いため、電極２として、加圧時における当該電極２側の変形を防止するために、クロム（Ｃｒ）を０．４wt%程度加えて硬度を高めた（Ｈｖ＝１６７）クロム銅を用いたものが採用されている。

【０００３】

一方、上記各種自動車においては、近年における燃費向上や素材のリサイクル性といった省エネルギーの要請から、外板等の車体構成部材として、上述した鉄系の部材に代えて、軽量なアルミニウム合金によって成形された構成部材を用いる比率が増加している。

ところで、このようなアルミニウム合金材同士を抵抗スポット溶接によって接合する際には、当該アルミニウム合金は、軟鋼と比較して固有抵抗が１／３程度と低く、かつ熱伝導率が良いため、局部的に抵抗発熱溶融させて良好なナゲットを形成させるために、軟鋼の２倍程度以上の大きな電流を短時間に流す必要がある。加えて、アルミニウム合金は、その表面に高抵抗の酸化被膜があるうえに、ナゲットの凝固時にブローホールやクラック等が発生し易いため、溶接時の加圧力を鉄系のものと比較して２倍程度高くする必要がある。

このため、従来は、上記アルミニウム合金材を抵抗スポット溶接するに際して、専ら強度上の要請から、鉄系の場合と同様の硬度に優れたクロム銅の電極が用いられていた。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、クロム銅を用いた電極によって上記アルミニウム合金材を抵抗スポット溶接する場合は、鉄系の場合に必要とされる値の約２倍の電流を流すという条件も禍して、電極とアルミニウム合金材との界面での発熱も大となり、アルミニウムと銅とが合金化し易い傾向にある。そして、上記合金化により電極汚損（ピックアップ）が発生し、見掛けの電極先端径が大きくなるとともに、電極－アルミニウム合金材間の接触が不均一でナゲットの平面形が真円から大きく外れて不定形を呈するため、連続打点を重ねて３００点前後に達する頃には、引張り剪断強度およびナゲット径が基準を下回るようになる。而して、その都度電極のドレッシングや交換が必要となるために作業能率が極めて悪いという問題点があった。

【０００５】

そこで、本発明者等は、上記クロム銅からなる電極の他に、敢えて硬度に劣る銀を９９．９wt%以上含む純銀からなる電極を用いて、アルミニウム合金材を連続打点によってスポット溶接する実験を鋭意重ねたところ、当該純銀を用いた電極は、クロム銅の電極等と比較して導電率がはるかに大きいために、短時間に大電流を均一に流すことにより、良好なナゲットを形成することができて高い接合強度が得られ、さらにこの際に、クロム銅電極使用時よりも低い電流でも充分な接合強度が得られることが判明した。

しかも、純銀製の電極にあっては、高導電率に対応して熱伝導性も大きいために、アルミニウム合金材との接触部分での発熱が小さく、かつ電極の冷却効率が向上して電極とアルミニウム合金材との界面で発生する有害な熱を迅速に電極の冷却部側に導いて円滑に逃がすことができ、この結果上記界面における局部的な温度上昇が低減されてピックアップの発生が抑制され、却ってクロム銅からなる電極よりも使用寿命が大幅に延びるうえ、さらにより軟質の電極であるために、電極を加圧することによってアルミニウム合金材に形成される圧痕が少なくて外観にも優れるという知見を得るに至った。

【０００６】

本発明は、このような知見に基づいてなされたもので、良好なナゲットを形成して接合強度に優れるとともに、従来のクロム銅を用いた場合よりも連続打点数を大幅に向上させることができて溶接能率に優れるアルミニウム合金材の溶接用電極、およびこれを用いた溶接方法を提供することを目的とするものである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

請求項１に記載の本発明に係るアルミニウム合金材の溶接用電極は、アルミニウム合金材同士の抵抗スポット溶接に用いられる電極であって、チップ本体における上記アルミニウム合金材と接触する側の先端部分の全体に５μｍ以上の厚さの純銀部材を拡散接合してなり、上記純銀部材は銀を９９．９wt％以上含む純銀によって形成されていることを特徴とするものである。

【０００８】

また、請求項２に記載の発明は、アルミニウム合金材同士の抵抗スポット溶接に用いられる電極であって、上記アルミニウム合金材と接触する先端部を有するチップ本体の全体が銀を９９．９wt％以上含む純銀によって形成されていることを特徴とするものである。

さらに請求項３に記載の発明は、請求項１又は２に記載の発明において、上記チップ本体は、シャンクを介して電極ホルダ本体に取付けられていることを特徴とするものである。

【０００９】

次に、請求項４に記載の本発明に係るアルミニウム合金材の溶接方法は、積層されたアルミニウム合金材を抵抗スポット溶接によって互いに接合する溶接方法であって、対向配置された請求項１ないし３に記載の電極によって、上記アルミニウム合金材を加圧状態で挟み、上記両電極間に電流を加えることにより、積層された上記アルミニウム合金材を抵抗発熱溶融させて互いに接合することを特徴とするものである。

ここで、請求項５に記載の発明は、上記請求項４に記載のアルミニウム合金材が、マグネシウムを１～１０wt％含むアルミニウム合金からなることを特徴とするものである。

【００１０】

請求項１ないし３に記載の発明およびこれを用いた請求項４に記載の発明にあっては、アルミニウム合金材との接触部分における５μｍ以上の厚さ部分に、銀を９９．９wt％以上含む純銀を用いているので、従来用いられていたクロム銅の電極と比較して導電率がより大きくなるために、短時間に大電流を均一に流すことにより、ブローホール等内部欠陥の無い良好なナゲットを形成することができ、この結果高い接合強度が得られる。

しかも、本発明に係る溶接用電極によれば、上述した導電率に対応して熱伝導率も大きくなるために、電極の冷却効率が向上し、電極とアルミニウム合金材との界面で発生する有害な熱を迅速に電極の冷却部側に導いて円滑に逃がすことができ、よって上記界面における局部的な温度上昇が低減されてピックアップの発生を抑制することができるために、従来のクロム銅の電極を用いた場合よりも使用寿命が大幅に延びるうえ、さらにクロム銅の電極と比較してより軟質の電極であるために、電極を加圧することによってアルミニウム合金材に形成される痕跡が小さくなって外観にも優れる。

このような観点から、上記銀の含有量としては、これが高いほど優れた効果が得られるものであり、具体的には上述したように９９．９wt％以上であることが必要であり、さらに９９．９９wt％以上を含めば一層好適である。

【００１１】

この際に、請求項２に記載の発明のように、上記電極がシャンクを介して電極ホルダ本体に取付けられる電極チップである場合に、電極チップの上記アルミニウム合金材と接触する先端部分に、厚さ寸法が５μｍ以上である９９．９wt%以上の銀を含む純銀を接合すれば、所望の効果が得られるうえに必要部分のみが純銀製であるために経済的であるという利点があり、また請求項３に記載の発明のように、上記電極チップの全体を、銀を９９．９wt%以上含む純銀によって形成すれば、電極チップとしての導電性がより向上することにより、溶接電流の低電流化が図られ、従来の電極よりも低い電流で同等以上の継手強度が得られるため好ましい。

【００１２】

したがって、請求項４に記載の発明は、特に請求項５に記載の発明のように、自動車用外板として使用が増加しつつあり、かつ溶接箇所が多数にわたって連続打点の要請が強い、マグネシウムを２～６wt%含むアルミニウム合金材の溶接に用いた場合に工業的に顕著な効果を奏するものである。ここで、上記マグネシウムの含有量を２～６wt%としたのは、上記含有量が２wt%に満たないと、本来の添加目的である機械的強度の向上が充分に得られなくなって不適当であり、他方上記マグネシウムの含有量が６wt%を超えるもののスポット溶接に使用すると、マグネシア（MgO_2）が上記電極に付着して、電極損耗の一因となり、よって電極の使用寿命を短くする虞があるからである。

【００１３】

【発明の実施の形態】

次に、図面に基づいて、本発明の一実施例について説明する。

図１～図３は、それぞれ本発明に係るアルミニウム合金材の溶接用電極の実施形態を示すものである。これらの図に示す溶接用電極１０、１１、１２は、いずれも図４に示すように、シャンク１３を介して図示されない電極ホルダ本体に取付けられる電極チップである。

図１に示す電極チップ１０は、クロム銅からなるチップ本体１４の上記アルミニウム合金材と接触する側の先端部分の全体に、厚さ寸法が５μｍ以上である９９．９wt%以上、好ましくは９９．９９wt%以上の銀を含む純銀部材１５が、拡散接合によって一体化されたものである。また、図２に示す電極チップ１１は、その全体が銀を９９．９wt%以上、好ましくは９９．９９wt%以上含む純銀によって形成されたものである。さらに、図３に示す電極チップ１２は、クロム銅からなるチップ本体１６の上記アルミニウム合金材との接触部分に、銀を９９．９wt%以上、好ましくは９９．９９wt%以上含む純銀層１７を、５μｍ以上の厚さメッキによって形成したものである。

【００１４】

【実施例】

次に、本発明に係るアルミニウム合金材の溶接用電極、およびこれを用いた溶接方法における作用効果を実証するために、以下に示す実験を行なった。

先ず、本発明のアルミニウム合金材の溶接用電極の一例として、図１および図２に示した形状の２種類の電極チップを準備した。以下、便宜上これの電極チップを、それぞれＣｕ－Ａｇ電極およびＡｌ－Ａｇ電極と略称する。また、比較例として、従来用いられていたクロム銅からなる電極チップ（以下、クロム銅電極チップと略す。）を用意した。ちなみに、これら３種類の電極は、いずれもＲ型（先端部１００Ｒ）であり、それぞれの主成分、導電率およびビッカース硬度は図５に示す通りである。

次いで、これらの３種類の電極を用いて、アルミニウム合金板の連続打点による抵抗スポット溶接試験を行った。

【００１５】

ここで、上記溶接試験に用いたアルミニウム合金板は、それぞれ板厚が１㎜で、マグネシウムを５．５％含むＪＩＳ５０５６相当の合金であり、硝酸洗浄による表面処理を行なった。

連続打点による溶接試験に先立ち、先ず電流を徐々に増加させて上記アルミニウム合金板の溶接を行い（適性電流範囲試験）、継手強度がＪＩＳ Ａ級最小値を超える電流値を得

た後に、これに所定の係数を乗じて試験に用いる最適電流値を決定した。なお、この最適電流値を決定する際には、破断形状等も考慮に入れた。
上記連続打点による溶接試験に用いた溶接条件は、下記の通りである。

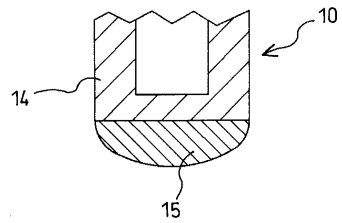
溶接装置：定置型単相交流式抵抗スポット溶接機
加圧力　：Ｃｕ－Ａｇ電極、Ａｌｌ－Ａｇ電極；２５０ｋｇｆ
クロム銅電極　；３００ｋｇｆ
通電時間：７ｃｙ／５０Ｈｚ（内アップスロープ３ｃｙを含む）
溶接電流：Ａｌｌ－Ａｇ電極　；２７ｋＡ
Ｃｕ－Ａｇ電極、クロム銅電極；３０ｋＡ
後熱電流：４ｃｙ／５０Ｈｚ
ホールド：１０ｃｙ／５０Ｈｚ

【００１６】
次いで、上記連続打点による溶接試験を行い、その際に各打点（２０打点毎）における溶接部の継手強度（引張り剪断強度）を測定し、溶接部（ナゲット）の断面観察写真を撮影するとともに、各電極の損耗状態を確認するために先端径を測定し、かつその先端形状を観察した。そして、１０００打点溶接時の各電極の損耗度を観察するために、各電極の先端部を接写した。
先ず、図６～図８は、各電極チップを用いて上記溶接条件でスポット溶接した際の、打点数毎の溶接部の引張り剪断強度を示すグラフであり、図６はＣｕ－Ａｇ電極、図７はＡｌｌ－Ａｇ電極、図８は従来のクロム銅電極使用時における溶接試験結果を示すものである。
【００１７】
これらのグラフから、本発明に係るＣｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極にあっては、１０００打点の溶接時においても、引張り剪断強度が低下したり、あるいはバラ付きを生じたりすることがなく、破断形態もプラグ（ボタン）破断により良好であった。また、特にＡｌｌ－Ａｇ電極にあっては、溶接電流の低電流化に寄与して従来のクロム銅電極よりも低い電流で同等以上の継手強度が得られた。
これらの結果、本発明に係るＣｕ－Ａｇ電極またはＡｌｌ－Ａｇ電極を用いた場合には、少なくとも上記１０００打点時において、従来のクロム銅電極の２倍以上の連続打点性の向上が確認されており、本試験においては１０００打点まで連続打点による溶接試験を行なったが、図６および図７から１０００打点以上の連続打点性を有していることが明らかである。
【００１８】
次いで、図９は、上記各電極における先端径の測定結果を示すグラフであり、同図から本発明に係るＣｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極にあっては、従来のクロム銅電極と比較して電極先端の損耗が極めて少なく、図６～図８に示した継手強度のグラフと比例していることが判る。
これは、上記Ｃｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極がその高導電性および高熱伝導性によって、電極の冷却効率が向上し、この結果クロム銅電極に比べて溶接時における被溶接材との拡散（ピックアップ）が少なかったことから、電極先端の摩耗が少なくなり、打点数の増加に伴うナゲット形状の不良が抑制されたものと思われる。
【００１９】
そこで次に、溶接部断面を観察したところ、本発明に係るＣｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極においては、クロム銅電極に比べてナゲットにブローホール等の内部欠陥が少なく、１０００打点溶接時も良好なナゲットが形成されていた。また、１０００打点溶接時における電極先端部の外観を接写したが、上記Ｃｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極の

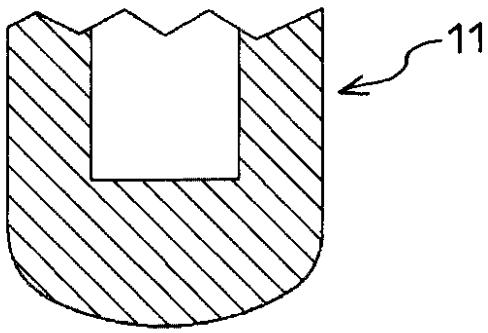
先端部は、クロム銅電極の先端部よりも汚損が少ないことが確認された。
さらに、上記各電極の先端形状の観察結果によれば、溶接初期においては、図１０に示すように、いずれの電極も先端部２０がＲ形状であったものが、打点数の増加に伴い、溶接性に劣るクロム銅電極では、図１１に示すように、それぞれの先端部２１が電極先端の中心部から漸次損耗したのに対して、本発明に係るＣｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極にあっては、それぞれの先端部が電極先端の周囲から損耗する形態であった。
【００２０】
そこで、上記電極の損耗形態を、対するナゲットの断面観察写真と比較すると、上記Ｃｕ－Ａｇ電極およびＡｌｌ－Ａｇ電極においては、ナゲットが複数に分離することなく、かつナゲット径もほぼ一定であったのに対して、クロム銅電極にあっては、図１１に示すように、打点数の増加に伴いナゲット２２が二つに分離し、かつその径にもバラ付きが生じていた。
このような電極先端部の損耗形態およびナゲット形状の経時的変化は、図６～図８に示した連続打点による溶接試験の引張り剪断強度の変化の結果と一致していることが判る。
【００２１】
このように、図６～図９に示したように、本発明に係る純銀を用いた電極が従来のクロム銅電極と比較して連続打点性が大幅に優れている理由は、純銀を用いた電極では、クロム銅の電極と比較して導電率がより大きく、かつより軟質の電極であるために、短時間に大電流を均一に流すことにより、ブローホール等内部欠陥が無くて接合強度に優れ、しかも圧痕が小さい良好なナゲットを形成することができるとともに、高導電率に対応して熱伝導率も大きくなるために、電極の冷却効率が向上し、電極とアルミニウム合金材との界面で発生する有害な熱を迅速に電極の冷却部側に導いて円滑に逃がすことができ、よって上記界面における局部的な温度上昇が低減されてピックアップの発生を抑制することができるために１０００打点以上の連続打点が可能になるという結果が得られたのである。
特に、Ａｌｌ－Ａｇ電極にあっては、クロム銅電極よりも低電流で、同等の接合強度が得られ、さらに連続打点性も向上するということが確認された。
【００２２】
【発明の効果】
以上説明したように、請求項１ないし３に記載の発明およびこれを用いた請求項４に記載の発明にあっては、アルミニウム合金材との接触部分における５μｍ以上の厚さ部分に、銀を９９．９ｗｔ％以上含む純銀を用いた結果、従来のクロム銅の電極と比較してブローホール等内部欠陥の無い良好なナゲットを形成することができ、この結果高い接合強度が得られるとともに、ピックアップの発生を抑制することができ、よって使用寿命が大幅に延びて連続打点性に優れるうえ、さらにアルミニウム合金材に形成される痕跡が小さくなって外観にも優れるという効果が得られる。
【００２３】
また、請求項２に記載の発明によれば、上述した効果が得られるうえに必要部分のみが純銀製であるために経済的であるという利点があり、また請求項３に記載の発明によれば、電極チップとしての導電性がより向上することにより、溶接電流の低電流化が図られ、従来の電極よりも低い電流で同等以上の継手強度が得られるという効果が得られる。
したがって、請求項４に記載の発明は、特に請求項５に記載の発明のように、自動車用外板として使用が増加しつつあり、かつ溶接箇所が多数にわたって連続打点の要請が強い、マグネシウムを２～６ｗｔ％含むアルミニウム合金材の溶接に用いた場合に工業的に顕著な効果を奏するものである。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る溶接用電極の一実施形態を示す側断面図である。
【図２】図１の変形例を示す側断面図である。
【図３】図１の他の変形例を示す側断面図である。
【図４】電極チップとシャンクとの形状を示す一部を断面視した側面図である。
【図５】本発明に係る溶接用電極および比較例の電極の導電率、硬度および成分を示す図

表である。
【図６】図１の形状の本発明に係る電極チップを用いたＪＩＳ５０５６相当合金板の連続打点溶接試験時の接合部強度の変化を示すグラフである。
【図７】図２の形状の本発明に係る電極チップを用いたＪＩＳ５０５６相当合金板の連続打点溶接試験時の接合部強度の変化を示すグラフである。
【図８】従来のクロム銅電極を用いたＪＩＳ５０５６相当合金板の連続打点溶接試験時の接合部強度の変化を示すグラフである。
【図９】図１の各電極によりＪＩＳ５１８２相当合金板を連続打点溶接試験した時の打点数の増加に伴う電極先端径の測定結果を示すグラフである。
【図１０】連続打点溶接試験初期の各電極の先端形状およびナゲット形状を示す側面図である。
【図１１】打点数の増加に伴うクロム銅電極の先端部の損耗形状およびナゲット形状を示す側面図である。
【図１２】一般的な抵抗スポット溶接の状態を示す縦断面図である。
【符号の説明】
１０、１１、１２　電極チップ（電極）
１５　純銀部分
１７　純銀層
２０、２１　電極チップの先端部
２２　溶接部（ナゲット）

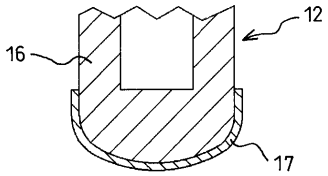
【図１】



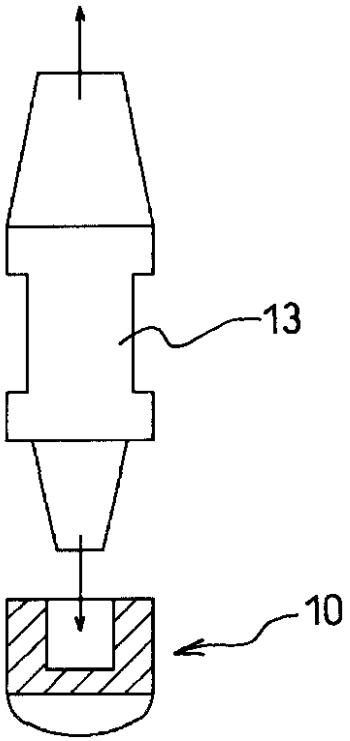
【図２】



【図３】



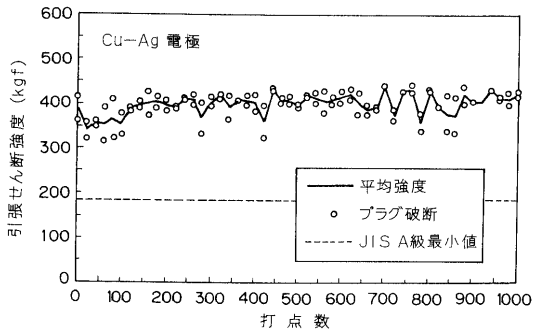
【図４】



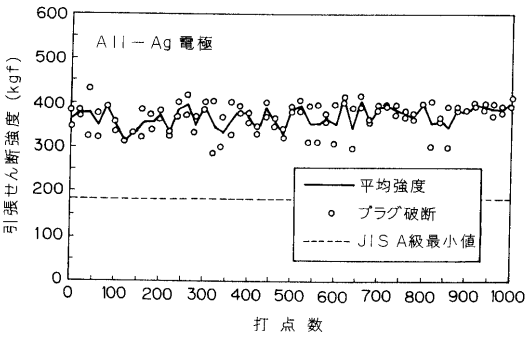
【図５】

	クロム鋼（従来）	Cu－Ag電極	All－Ag電極
導電率（％IACS）	83.5	107（先端部）	107
ビッカース硬さ（Hv）	167	52.1	68.8
主成分（wt％）	Cu－0.4Cr	クロム鋼＋99.99Ag	99.99Ag

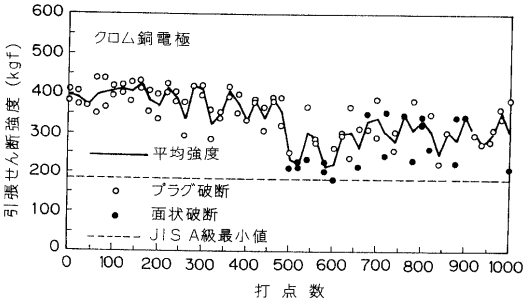
【図６】



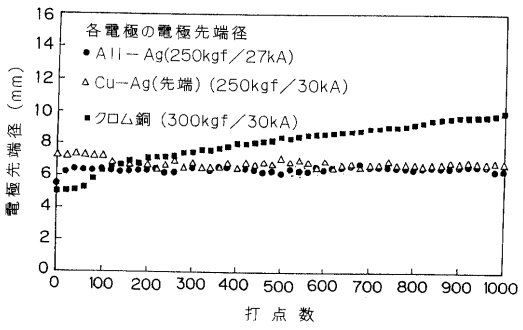
【図７】



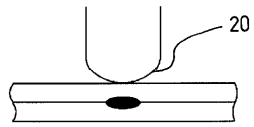
【図８】



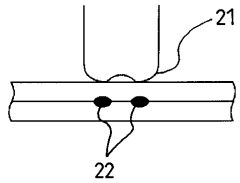
【図９】



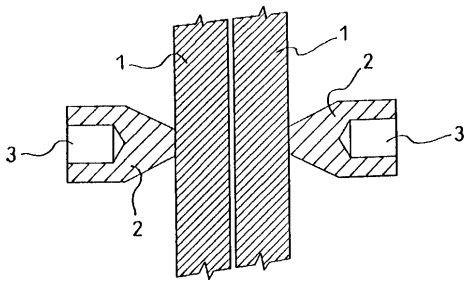
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭５９－１７４２８４（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０４４７２６２０（ＵＳ，Ａ）
特開昭６３－１７１２７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B23K 11/30