(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2017-140633
(P2017-140633A)
(43)公開日　平成29年8月17日(2017.8.17)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23K 11/16	(2006.01)	B23K	11/16	101	4E065
B23K 11/11	(2006.01)	B23K	11/11	540	
B23K 11/34	(2006.01)	B23K	11/34		

審査請求 未請求　請求項の数 1　OL　（全 10 頁）

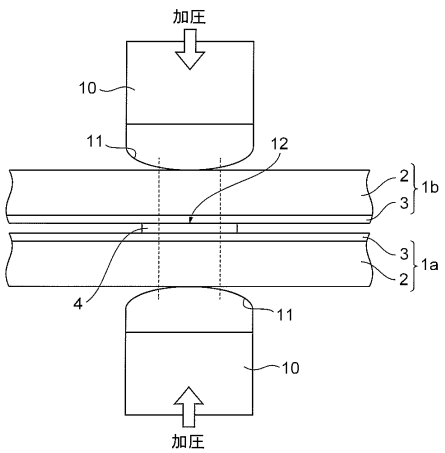
(21)出願番号　特願2016-23642(P2016-23642)
(22)出願日　平成28年2月10日(2016.2.10)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100091096
弁理士　平木　祐輔
(74)代理人　100105463
弁理士　関谷　三男
(74)代理人　100099128
弁理士　早川　康
(74)代理人　100129861
弁理士　石川　滝治
(72)発明者　林　義之
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】スポット溶接方法

(57)【要約】
【課題】スポット溶接において、チリが発生するときの電流値を向上させる。
【解決手段】表面粗さＲｚが１～９μｍの亜鉛めっき鋼板１ａ，１ｂ同士を積層してスポット溶接する方法において、溶接される亜鉛めっき鋼板における、対向する一対の電極チップ１０，１０によって加圧される部分の合わせ面１２に、粒径２５μｍ以下、ビッカース硬さが２Ｆ／πＤ^2（Ｆ：スポット溶接時の加圧力、Ｄ：電極チップ先端直径）で計算されるＨＶｍａｘ以下の鉄系粉末を、使用する電極チップの先端直径よりも５mm以上大きい直径の円形状に配置した状態で溶接を行う。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
表面粗さＲｚが１～９μｍの亜鉛めっき鋼板同士を積層してスポット溶接する方法であって、
溶接される前記亜鉛めっき鋼板における、対向する一対の電極チップによって加圧される部分の合わせ面に、粒径２５μｍ以下、ビッカース硬さが２Ｆ／πＤ^2（Ｆ：スポット溶接時の加圧力、Ｄ：電極チップ先端直径）で計算されるＨＶｍａｘ以下の鉄系粉末を、使用する電極チップの先端直径よりも５ｍｍ以上大きい直径の円形状に配置した状態で溶接を行うことを特徴とするスポット溶接方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明はスポット溶接方法に関し、特に、表面粗さがＲｚ＝１～９μｍの亜鉛めっき鋼板を積層してスポット溶接する際のスポット溶接方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
スポット溶接は、接合を行う複数枚の金属板を対向する電極チップで挟んで加圧し、電極チップ間に電流を流すことで発生するジュール熱により、金属板の重ね合わせ部を溶融し、接合を行う手法である。高い接合強度を得るには、大きな接合径(ナゲット径)を形成させる必要がある。そのためにはより大きなジュール熱が必要であり、より大きな電流を流すことが有効であるが、ある値より大きな電流を流すと、チリと呼ばれる溶融金属の飛散が発生し、ブローホールなどの溶接欠陥を引き起こす可能性がある。
【０００３】
そのような課題を解決するためのスポット溶接方法が、特許文献１あるいは特許文献２に記載されている。特許文献１では、チリの発生を防止しながら必要な大きさのナゲットを形成するために、加圧力および電流値を三段階に分けて変化させ、第二段は第一段より高加圧力、低電流または同じ電流、長通電時間または同じ通電時間の溶接とし、第三段は第二段よりも高加圧力、高電流通電を繰り返すようにしている。また、特許文献２には、金属板の重ね合わせ部に電流を流す一対の電極およびその周囲を加圧する電極を有したスポット溶接機構を用いることで、チリの発生を抑制し、適正電流範囲を拡大することのできるスポット溶接方法が記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１０－２４０７４０号公報
【特許文献２】特開２０１４－２８３９２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本発明者らは、金属板同士をスポット溶接で接合することに関し、多くの実績を上げてきているが、近年、亜鉛めっき鋼板同士をスポット溶接する場合、特に、表面粗さＲｚが大きな亜鉛めっき鋼板の場合に、チリが発生して良好な接合状態が得られない場合があることを経験した。その理由は明確ではないが、表面粗さＲｚが大きくなると、亜鉛めっき鋼板の表面に無視できない凹凸が形成され、スポット溶接時に板同士が密着し難くなって接触界面に隙間が生じてしまい、その隙間からチリが発生しやすくなるものと考えられた。
【０００６】
その課題を解決するために、前記特許文献１に記載されるような多段階でスポット溶接を施すことを考えたが、細かな溶接条件の制御が必要であり、実用には供し難いと判断した。また、前記特許文献２に記載されるように電極形状によりチリの発生を抑制すること

も考えたが、特殊形状の電極、非汎用の溶接設備が必要となることから、この手法も実用には供し難いと判断した。

【０００７】

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、表面粗さＲｚが大きい亜鉛めっき鋼板同士を積層してスポット溶接するに当たって、従来から用いられているスポット溶接設備をそのまま用いることができ、かつ、溶接時に格別の条件制御を導入することなしに、所要の大きさの接合径(ナゲット径)を形成することができ、かつチリの発生も抑制することのできるようにした、新たな亜鉛めっき鋼板同士のスポット溶接方法を開示することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明によるスポット溶接方法は、表面粗さＲｚが１～９μｍの亜鉛めっき鋼板同士を積層してスポット溶接する方法であって、溶接される前記亜鉛めっき鋼板における、対向する一対の電極チップによって加圧される部分の合わせ面に、粒径２５μｍ以下、ビッカース硬さが$2F/\pi D^2$（Ｆ：スポット溶接時の加圧力、Ｄ：電極チップ先端直径）で計算されるＨＶｍａｘ以下の鉄系粉末を、使用する電極チップの先端直径よりも５ｍｍ以上大きい直径の円形状に配置した状態で溶接を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

本発明よれば、従来のスポット溶接設備をそのまま用いて、また格別の溶接時の条件制御を行うことなく、対向する一対の電極チップによって加圧される部分の合わせ面に所定の鉄系粉末を配置することを行うだけで、積層した表面粗さがＲｚ＝１～９μｍの亜鉛めっき鋼板に対して、チリの発生が抑制されかつ所要の接合径(ナゲット径)を有したスポット溶接を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】スポット溶接しようとする亜鉛めっき鋼板の断面を示す模式図（ａ）と亜鉛めっき層の表面に鉄系粉末を配置した状態を示す模式図（ｂ）。

【図２】スポット溶接前の模式図。

【図３】スポット溶接時での積層した亜鉛めっき鋼板の断面を示す模式図であり、図３（ａ）は本発明による方法での図、図３（ｂ）は亜鉛めっき層の表面に鉄系粉末を配置しない場合での図。

【図４】スポット溶接後の状態を示す模式図。

【図５】実施例と比較例でのチリ発生電流値を示すグラフ。

【図６】比較例におけるマイクロスコープでの観察写真。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施の形態に基づき説明する。図１（ａ）は、亜鉛めっき鋼板１の断面を示す模式図である。図において、２は鋼板であり、鋼板２の例としては、冷間圧延鋼板、熱間圧延鋼板、ホットスタンプ鋼板等が挙げられる。３は鋼板２の表面に形成された亜鉛めっき層であり、亜鉛めっき層３の表面粗さＲｚは１～９μｍである。なお、上記のような表面粗さがＲｚ＝１～９μｍの亜鉛めっき鋼板１は、一例として、次のような方法により製造することができる。

【００１２】

すなわち、素材である亜鉛めっき鋼板１を加熱し、Ａｃ３変態点以上かつ９０７℃（亜鉛の沸点）未満の温度域で１～３００秒間の保持後、４００℃以上の温度域でホットスタンプ熱処理を行う。なお、ここで「ホットスタンプ熱処理」とは、素材の鋼板を軟質化させた状態で金型にてプレス成形を行い、成形と同時に金型接触による急速冷却にて焼入れ硬化（マルテンサイト変態）させる処理を言い、１５００ＭＰａ級の引張強さを有する部品を形成することができる。

【００１３】
通常、このようなホットスタンプ熱処理を行うと、防錆性能を持たせるために施した亜鉛めっき層３が加熱されるために、表面粗さが大きくなり、表面粗さがＲｚ＝１～９μｍ程度となる。このような表面粗さＲｚの亜鉛めっき鋼板同士をそのまま積層して、スポット溶接しようとすると、図３（ｂ）の模式図に示すように、対面するめっき層間に隙間５が生じ、その隙間５が原因でチリが発生しやすくなる。
【００１４】
本発明者らが行った実験（測定機器として、東京精密社製Ｓｕｒｆｃｏｍ１４００Ｄを使用）では、表面粗さＲｚが１μｍ未満の亜鉛めっき鋼板に対して、加熱温度９００℃、温度保持時間３００秒でのホットスタンプ処理を行ったときに、表面粗さＲｚはほぼ９μｍとなった。
【００１５】
図１（ｂ）は、図１（ａ）に示した亜鉛めっき鋼板１の亜鉛めっき層３の表面に鉄系粉末４を配置した状態を模式的に示している。この鉄系粉末４は、亜鉛めっき層３の表面粗さに起因する凹凸部を埋めるために、配置されるものであり、鉄系粉末４の具体例としては、純鉄粉末、合金鋼粉末のような材料が挙げられる。
【００１６】
鉄系粉末４の粒径は２５μｍ以下であることが好ましい。凹凸部が鉄系粉末４によって埋められるためには、スポット溶接時の加圧力で変形する必要があり、そのために、鉄系粉末４のビッカース硬さは、ＨＶｍａｘ以下である必要がある。ここで、ＨＶｍａｘとは、スポット溶接時の圧縮応力をＦ／（πＤ^2／４）、鉄系粉末４のビッカース硬さをＨＶとすると、降伏点σ_Yは経験則的にσ_Y＝２ＨＶで表されるため、２ＨＶ＝Ｆ／（πＤ^2／４）から、ＨＶｍａｘが計算される。
【００１７】
なお、鉄系粉末４は、亜鉛めっき層３の全面に配置するのではなく、スポット溶接を行う位置を中心として円形状に配置する。具体的には、使用する電極チップの先端直径よりも好ましくは５ｍｍ以上大きい直径の円形状に配置する。なお、スポット溶接にて溶融される領域は亜鉛めっき鋼板１と電極チップの接触範囲（通電範囲）にて決まるために、本発明では、上記のように、使用する電極チップの先端径を基準として鉄系粉末４の配置範囲を設定している。
【００１８】
図２は、前記した亜鉛めっき鋼板１ａ、１ｂを、その亜鉛めっき層３側を対向させた状態で積層し、一対の電極チップ１０，１０で挟持して、スポット溶接するときのスポット溶接開始前の模式図である。電極チップ１０は円筒状であり、この例では先端１１が滑らかな凸面状をなしている。溶接時には、一対の電極チップ１０，１０によって、亜鉛めっき鋼板１ａ、１ｂが加圧される。それにより、積層した亜鉛めっき鋼板１ａ、１ｂには、対向する一対の電極チップ１０，１０によって加圧される部分の合わせ面１２が形成される。
【００１９】
図２に示す例では、電極チップ１０，１０に加圧力が作用すると、その先端１１の凸面部は、鋼板２の表面をわずかに変形させながら互いに近接するように前進し、電極チップ１０の先端１１の凸面部と鋼板２との間に、平面視で円形状の接触面を形成する。電極チップ１０，１０間に電流を流すと、この電極チップ１０の先端１１の凸面部と鋼板２との接触面部の間に電流が流れ、そこにジュール熱が発生する。
【００２０】
したがって、本発明において、「電極チップ先端直径Ｄ」とは、スポット溶接時に、電極チップ１０の先端１１が鋼板２と接触しているときの電極チップ先端の直径をいう。なお、図示しないが、電極チップ１０は先端が平坦面のものであってもよい。その場合には、その先端面の全面が亜鉛めっき鋼板１の鋼板２と接触することとなるので、その先端面の直径が「電極チップ先端直径Ｄ」に相当することとなる。

【００２１】
スポット溶接を開始する前に、図２で下位の亜鉛めっき鋼板１ａにおける亜鉛めっき層３の側に、前記した鉄系粉末４を円形状に配置する。配置する位置は、前記したように、スポット溶接時に対向する一対の電極チップ１０，１０によって加圧される部分の合わせ面１２の領域であり、配置する面積は、前記した電極チップ１０の先端直径よりも大きい直径での円形状面積、好ましくは電極チップ１０の先端直径よりも５ｍｍ以上大きい直径の円形状に配置する。その状態の模式図が前記した図１（ｂ）に示される。
【００２２】
次に、スポット溶接しようとするもう１枚の亜鉛めっき鋼板１ｂを、その亜鉛めっき層３が図２で下面側となるようにして、下位の亜鉛めっき鋼板１ａの上に積層する。積層後の２枚の亜鉛めっき鋼板１ａ，１ｂの模式的断面図が図３（ａ）に示される。対向する亜鉛めっき層３，３の表面粗さＲｚによって形成される隙間５は、配置した鉄系粉末４によって埋め込まれており、空所はほぼなくなっている。前記したように、図３（ｂ）は、鉄系粉末４を配置しないときでの模式図であり、対向する亜鉛めっき層３，３の間には、その表面粗さＲｚに起因する隙間５がそのまま残されている。
【００２３】
次に、定法に沿って、電極チップ１０，１０による加圧と通電を行う。図４に示すように、前記した対向する一対の電極チップ１０，１０によって加圧される部分の合わせ面１２の領域ではジュール熱が発生して鋼板２の溶融が発生し、ナゲット（溶融部）６が形成されて、亜鉛めっき鋼板１ａ、１ｂは接合される。その際に、前記したように、使用する電極先端径よりも大きな直径で鉄系粉末４を円形状に配置したことで、すなわち、溶融する領域よりも広い範囲に鉄系粉末４を配置したことで、加圧力による圧縮と溶融部からの熱伝導により結合した溶融部周囲の鉄系粉末４が、溶融部の飛散を防ぐ堤として働くようになり、結果、チリの発生を抑制することができるようになる。すなわち、本発明による方法を採用することにより、より大きな電流を流しても、チリと呼ばれる溶融金属の飛散が発生するのを効果的に抑制することが可能となり、ブローホールなどの溶接欠陥を引き起こすことなく、ナゲット（溶融部）６の径を大きなものとすることができるようになり、亜鉛めっき鋼板同士のより良好なスポット溶接が可能となる。
【実施例】
【００２４】
以下、実施例と比較例とにより、本発明の優位性を説明する。
［実施例１］
１．スポット溶接すべき亜鉛めっき鋼板の作製
亜鉛めっきホットスタンプ鋼板（新日鐵住金社製、板厚１．８ｍｍ）を加熱炉（大気炉）にて９００℃まで加熱し、３００秒間温度保持した後、水冷金型に搬送し、サーボプレス機にて、金型プレスおよび急速冷却し、ホットスタンプ鋼板を得た。亜鉛めっき層の表面粗さＲｚは９．０μｍであった。
【００２５】
２．鉄系粉末
鉄系粉末（ヘガネス社製アトマイズ粉末、Ｃ量＜０．０１ｗｔ％、硬さ６０ＨＶ）をふるい掛けし、粒径が２５μｍ以下となるような鉄系粉末を得た。
【００２６】
３．鉄系粉末の配置
上記鉄系粉末を上記ホットスタンプ鋼板上に、スポット溶接部を中心とする円形状に配置した。配置の際の直径は、使用する電極径（φ６ｍｍ）＋５ｍｍ以上（直径１１ｍｍ以上）とした。
【００２７】
４．試験体の作製
上記鉄系粉末を配置したホットスタンプ鋼板の鉄系粉末側の上に、別のホットスタンプ鋼板を配置し、２枚のホットスタンプ鋼板で鉄系粉末を挟んだ試験体を作製した。

【００２８】
５．試験体のスポット溶接
試験体を以下の条件で、溶接電流を変化させながらスポット溶接し、溶接体を作製した。試験体は、溶接電流を変更すること以外は同様の手順で新しく作製し、繰り返しスポット溶接を行い、各溶接電流で溶接した溶接体を作製した。
・溶接電流：直流、
・溶接チップ：ドーム型Ｃｕ電極（先端径６ｍｍ、Ｒ４０）、
・溶接電流：４．０～１２．０ｋＡの範囲で、０．５ｋＡごと、
・通電時間：２０サイクル、
・加圧力：３．４ｋＮ、
・ホールドタイム：１０サイクル。
【００２９】
なお、上記の条件（Ｆ＝３４００Ｎ、Ｄ＝８ｍｍ）より、ＨＶｍａｘ＝６００ＨＶである。
【００３０】
［比較例］
［比較例１］
鉄系粉末として、ふるい掛けにより粒径が４５～１００μｍとしたこと以外は、実施例１と同様にして溶接体を得た。
【００３１】
［比較例２］
鉄系粉末（伊藤機工株式会社製、Ｃ量＝１．０ｗｔ％、硬さ７００ＨＶ）をふるい掛けし、粒径が２５μｍ以下となるような鉄系粉末を得たこと以外は、実施例１と同様にして溶接体を得た。
【００３２】
［比較例３］
鉄系粉末の配置として、ホットスタンプ鋼板上に円形配置する際の直径を、使用する電極径と等しく、６ｍｍとしたこと以外は、実施例１と同様にして溶接体を得た。
【００３３】
［比較例４］
２枚のホットスタンプ鋼板の間に、鉄系粉末を挟まないこと以外は、実施例１と同様にして溶接体を得た。
【００３４】
［測定］
１．実施例１、比較例１～４にて作製した溶接体の２枚のホットスタンプ板を、スポット溶接部を中心としてねじり剥離し、マイクロスコープ（キーエンス製ＶＨＸ－５０００）にて、形成されたスポット溶接径を測定（円相当径を計測）するとともに、溶融金属の飛散が起きているかを確認した。その一例を図６に示した。図６に示す例では、スポット溶接金属が飛散した状態が撮影されている。また、溶融金属の飛散が確認されたときの電流値を「チリ発生電流」と定めた。
【００３５】
２．溶接時の溶接電流値と、その電流値にて形成されたスポット溶接径、その時の溶融金属の飛散有無を整理し、４．０ｋＡからチリ発生電流までの電流範囲の比較を行い、範囲が大きいものほどチリ発生が抑制されたとみなした。
【００３６】
［まとめ］
以上のまとめを「チリ発生電流のまとめ」として表１に示した。また、図５に示した。
【００３７】

【表１】

サンプル	鉄系粉末の配置	鉄系粉末特性		鉄系粉末配置量	チリ発生電流
		粒径	硬さ		
実施例１	あり	25μｍ以下	60ＨＶ	ｽﾎﾟｯﾄ溶接径＋5ｍｍ	6.5kA
比較例１	あり	45-100μｍ	60ＨＶ	ｽﾎﾟｯﾄ溶接径＋5ｍｍ	5.5kA
比較例２	あり	25μｍ以下	60ＨＶ	ｽﾎﾟｯﾄ溶接径と同等	5.0kA
比較例３	あり	25μｍ以下	700HV	ｽﾎﾟｯﾄ溶接径＋5ｍｍ	5.0kA
比較例４	なし				5.0kA

【００３８】

［考察］

（ａ）実施例１では、鉄系粉末を配置していない比較例４に対し、チリ発生電流が＋１．５ｋＡ（６．５ｋＡ－５．０ｋＡ）と大きくなっており、鉄系粉末の配置によってチリの発生が抑止されることが確認できる。

【００３９】

（ｂ）比較例１では、比較例４に対してチリ発生電流が＋０．５ｋＡ（５．５ｋＡ－５．０ｋＡ）大きくなっているが、比較例２はホットスタンプ鋼板表面の凹凸を埋めるには鉄系粉末の粒径（４５～１００μｍ）が実施例１と比較して大きいため、実施例１と比較すると効果が小さくなっている。

【００４０】

（ｃ）比較例２では、実施例１よりも鉄系粉末の円形配置の直径が小さい（スポット溶接部径と同等）ため、鉄系粉末が溶融金属の飛散を防ぐ堰として働く効果が小さくなり、そのために、チリ発生電流の拡大が小さいものと推定される。

【００４１】

（ｄ）比較例３では、実施例１よりも硬い鉄系粉末（７００ＨＶ）を使用しているため、溶接時の加圧力で粉末が潰れず、逆に隙間を形成し、スポット溶接径が大きくなりにくく、チリ発生電流にも拡大の効果が生じていないと推定される。

【００４２】

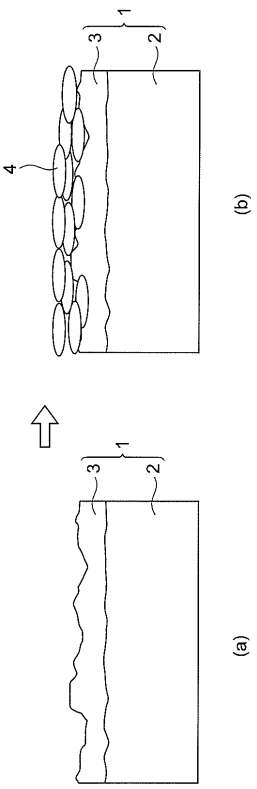
（ｅ）以上の考察から、表面粗さＲｚが１～９μｍの亜鉛めっき鋼板同士を積層してスポット溶接するに当たって、溶接される前記亜鉛めっき鋼板における、対向する一対の電極チップによって加圧される部分の合わせ面に、粒径２５μｍ以下、ビッカース硬さが２Ｆ／πＤ^2（Ｆ：スポット溶接時の加圧力、Ｄ：電極チップ先端直径）で計算されるＨＶｍａｘ以下の鉄系粉末を、使用する電極チップの先端直径よりも５ｍｍ以上大きい直径の円形状に配置した状態で溶接を行うことで、チリ発生電流を大きくすることができることがわかる。

【符号の説明】

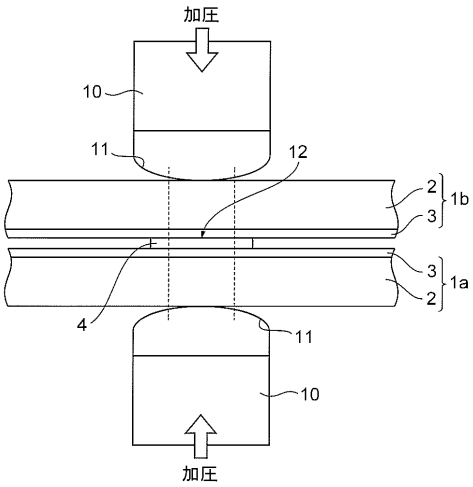
【００４３】

１，１ａ，１ｂ…亜鉛めっき鋼板、
２…鋼板、
３…亜鉛めっき層、
４…鉄系粉末、
５…亜鉛めっき鋼板の間に形成とされる隙間、
１０…電極チップ、
１１…電極チップの先端、
１２…対向する一対の電極チップによって加圧される部分の合わせ面。

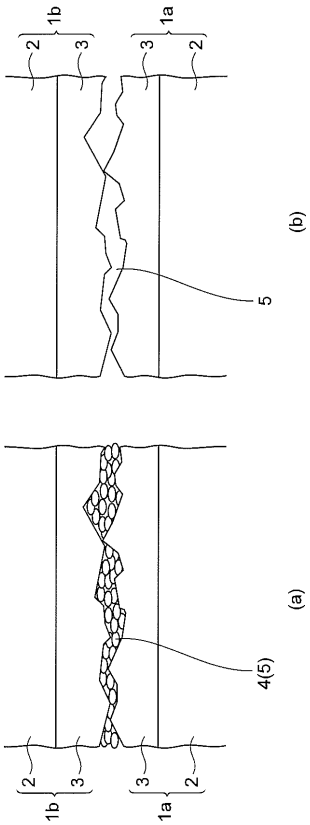
【図１】


1
3
2
4
(b)
1
3
2
(a)

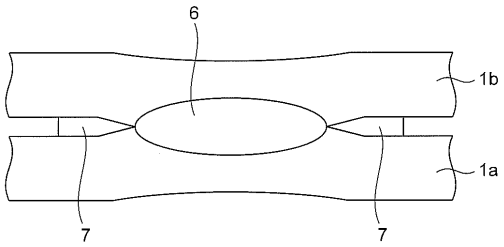
【図２】


加圧
10
11
12
2
3
1b
3
2
1a
4
11
10
加圧

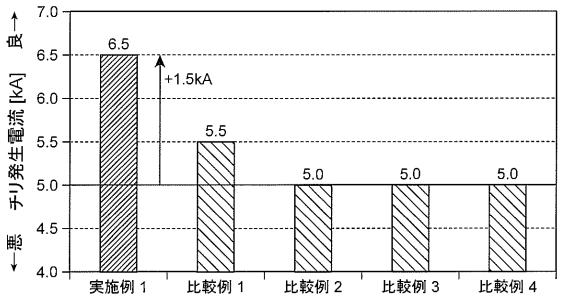
【図３】


1b
1a
2
3
3
2
(b)
5
(a)
4(5)
2
3
3
2
1b
1a

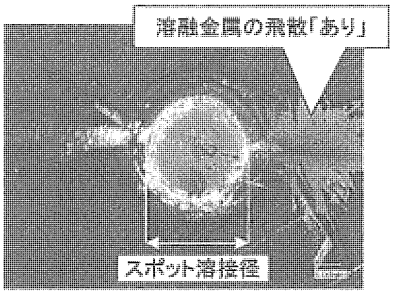
【図４】


6
1b
1a
7
7

【図５】


7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
←悪 チリ発生電流 [kA] 良→
6.5
+1.5kA
5.5
5.0
5.0
5.0
実施例 1
比較例 1
比較例 2
比較例 3
比較例 4

【図６】



マイクロスコープでの観察写真

フロントページの続き

(72)発明者　児玉　幸多
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考) 4E065 EA04