

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3775894号  
(P3775894)

(45) 発行日 平成18年5月17日(2006.5.17)

(24) 登録日 平成18年3月3日(2006.3.3)

(51) Int. Cl.	F I
<b>C 2 3 C 24/00 (2006.01)</b>	C 2 3 C 24/00
<b>C 2 2 C 1/02 (2006.01)</b>	C 2 2 C 1/02 5 O 1 G

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平9-204450	(73) 特許権者	000002004
(22) 出願日	平成9年7月30日(1997.7.30)		昭和電工株式会社
(65) 公開番号	特開平11-50266		東京都港区芝大門1丁目13番9号
(43) 公開日	平成11年2月23日(1999.2.23)	(74) 代理人	100071168
審査請求日	平成16年7月26日(2004.7.26)		弁理士 清水 久義
		(74) 代理人	100099885
			弁理士 高田 健市
		(74) 代理人	100099874
			弁理士 黒瀬 靖久
		(72) 発明者	小久保 貞男
			堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内
		(72) 発明者	潮田 俊太
			堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 母材の局部的改質方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

母材の改質を要する領域に改質用材料を配置し、加工用ツールの回転子に突設されたプローブを回転しつつ母材に埋入させた状態で、当該ツールを前記改質用材料の配置部に沿って相対移動させることにより、

埋入した前記プローブの回転に伴う摩擦攪拌によって改質用材料と母材の素材とを固相で混合し一体化することを特徴とする母材の局部的改質方法。

【請求項 2】

母材の改質を要する領域に凹所を形成し、この凹所内に改質用材料を配置する請求項 1 記載の母材の局部的改質方法。

【請求項 3】

前記改質用材料は前記凹所に適嵌するように寸法設定した板状、帯状、ブロック状である請求項 2 に記載の母材の局部的改質方法。

【請求項 4】

改質用材料が粉末ないし粒状形態である請求項 2 に記載の母材の局部的改質方法。

【請求項 5】

加工用ツールのプローブ周面にねじが刻設され、このプローブを前記ねじの進行方向に回転させながら改質用材料の配置部に埋入させる請求項 4 に記載の母材の局部的改質方法。

【請求項 6】

10

20

プローブの径及び長さを凹所の幅及び深さよりも大きく設定する請求項2ないし5のいずれか1項に記載の母材の局部的改質方法。

【請求項7】

請求項1ないし5のいずれか1項に記載の母材の局部的改質方法により局部的に改質された金属材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、各種工業分野において使用される金属等よりなる母材の一部分の特性、例えば硬さ、電気伝導度、磁気特性等を、当該母材とは異なるように改質するための局部的改質方法に関する。

10

【0002】

【従来技術とその課題】

近年、各種工業分野における製造工程や製品自体の高機能化に伴い、例えば硬さ、電気伝導度、磁気特性等の特性が局部的に異なる材料の需要が増大すると共に、このような材料として特に耐久性及び信頼性に優れて且つ安価なものが希求されている。ところが、従来におけるこの種の材料は、一般的に母材の一部に特性の異なる異種材料を接合した形態であるため、その接合強度が不十分で耐久性に乏しかったり、溶融接合では接合部にクラックの発生や組織の変質を生じて品質低下をきたす等の問題を生じることが多い上、接合に要するコストが高く付くという難点があった。

20

【0003】

例えば、各種工場の自動生産システムにおいては、加工用及び組立用の各種機器の動作や移動、ワークの移動等のために多くのガイドレールが設けられるが、その耐摩耗性を向上させる手段として、ガイドレール母材の他との接触部分に母材金属とは異なる硬質金属の板材を接合させることが多い。しかるに、異種金属間では密着性に乏しいため、接合界面が剥離して浮き上がり等を生じ易く、耐久性に劣るという問題があった。また、自動車等のエンジンに使用されるピストンでは、ピストンの母材にリング状の異種金属を融着させてピストンリング部を形成する方法が多用されているが、その融着後の凝固時にピストンリング部に微小なクラックが発生し易いという問題があった。

【0004】

30

この発明は、上述の事情に鑑みて、母材の一部を異なる特性を持つように局部的に改質する手段として、改質部に実質的な接合界面を生じず、もって界面剥離等による耐久性の低下が防止されると共に、熱影響によるクラックの発生や変質による品質低下を回避できる上、加工を容易に且つ低コストで行える方法を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を行う過程で、近年において金属材の溶接やろう付けに代わる新しい接合技術として普及しつつある摩擦攪拌接合法に着目し、これを母材の局部改質に応用することを考えた。

【0006】

40

この摩擦攪拌接合法は、例えば特表平7-505090号公報に開示されるように、被加工物よりも硬い材質のプローブ（棒状物）を回転させながら被加工物に摺接させた際に、この摺接部分で発生する摩擦熱と圧力によって被加工物素材が塑性流動化し、該プローブが被加工物中に埋入して且つこの埋入状態のまま被加工物中を移動できることを利用したものであり、例えば金属板同士の突き合わせ接合線に沿ってプローブを上記埋入状態で移動させると、進行するプローブの前方側で塑性流動した両金属板の素材が攪拌混練されながら該プローブの後方側へ漸次移行し、後方側で摩擦熱を失って急速に冷却固化するから、両金属板は素材同士が攪拌混練されて完全に一体化した状態で接合されることになる。

【0007】

しかして、この発明者らは、摩擦攪拌接合法における金属素材の塑性流動化現象を、一般

50

的な金属材料同士の接合ではなく、母材の局部的改質に利用するという独特の発想のもとに、綿密な実験研究を重ねた結果、前記接合に使用するのと同様の加工用ツールを用い、簡単な手法によって上記の局部的改質を容易に行えることを見出し、この発明をなすに至った。

#### 【0008】

すなわち、この発明の請求項1に係る母材の局部的改質方法は、図面の参照符号を付して示せば、母材(1)の改質を要する領域(1a)に改質用材料(2)を配置し、この改質用材料(2)の配置部に、加工用ツール(3)の回転子(31)に突設されたプローブ(32)を回転しつつ埋入させると共に、この埋入状態で当該ツール(3)を前記改質用材料(2)の配置部に沿って移動させることにより、埋入した前記プローブ(32)の回転に伴う摩擦攪拌によって改質用材料(2)と母材(1)の素材とを一体化することを特徴としている。

10

#### 【0009】

上記構成では、プローブ(32)が改質用材料(2)の配置部に埋入すると、母材(1)の素材が摩擦攪拌によって塑性流動するが、このとき流動する素材中に改質用材料(2)が混ざり込んで一緒に流動することになる。しかして、この流動する材料は回転する該プローブ(32)の移動に伴い、攪拌混練されながら該プローブ(32)の後方側へ漸次移行し、後方側で摩擦熱を失って急速に冷却固化する。この固化部分は、母材(1)の素材と改質用材料(2)とが混練されて完全に一体化しており、改質用材料(2)に基づく所要の特性を具備する改質領域となる。

20

#### 【0010】

従って、母材(1)と改質用材料(2)との接合界面は存在せず、また母材(1)の素材に対する改質用材料(2)の混ざり込みは前記固化部分の周辺ほど少なくなる、なだらかな分布を示すため、改質部分とその周囲との間でも明確な界面が形成されない。しかして、この摩擦攪拌では、溶融法とは異なって材料の塑性流動化が融点よりもかなり低い温度で生じ、固化部分は母材(1)の素材と改質用材料(2)とが殆ど固相で混合した状態になり、溶融法のような凝固組織ではないからクラックの発生や熱変質を生起しにくく、両者が金属であっても金属間化合物の生成が抑制される。

#### 【0011】

請求項2の発明では、上記請求項1の母材の局部的改質方法において、母材(1)の改質を要する領域に凹所(11)を形成し、この凹所(11)内に改質用材料(2)を配置する構成としているから、プローブ(32)を埋入状態で移動させる際に改質用材料(2)が配置位置から逃げにくく、もって母材(1)の素材と改質用材料(2)とが摩擦攪拌によって効率よく混練されることになる。

30

#### 【0012】

請求項3の発明では、上記請求項2の母材の局部的改質方法において、改質用材料(2)が粉末ないし粒状形態である構成としているから、母材(1)の凹所(11)へ充填し易い上、その充填量の増減による改質特性の強弱調整が容易であり、また複数種の改質用材料(2)を併用して異なる特性を同時に付与することも容易になる。

#### 【0013】

請求項4の発明では、上記請求項3の母材の局部的改質方法において、加工用ツール(3)のプローブ(32)周面にねじ(33)が刻設され、このプローブ(32)を前記ねじ(33)の進行方向に回転させながら改質用材料(2)の配置部に埋入させる構成としているから、粉末ないし粒状形態の改質用材料(2)がねじ(33)の螺旋誘導によって圧縮作用を受けながら母材(1)の流動する素材中に混ざり込むことになる。

40

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

この発明の局部的改質方法では、母材の改質を要する領域に改質用材料を配置し、この改質用材料の配置部に加工用ツールの回転子に突設されたプローブを回転しつつ埋入させて移動させる。すなわち、ここで用いる加工用ツールは既述の摩擦攪拌接合に使用されるも

50

のと同様であり、プローブを回転させながら母材に摺接させた際に、母材の素材が摩擦攪拌によって塑性流動化することにより、該プローブが母材中に埋入して且つこの埋入状態のまま母材中を移動可能となる。しかして、プローブの移動に伴い、流動化した母材の素材と改質用材料とが一体化して固化し、もって母材の上記領域に改質用材料に基づく異なった特性が付与される。

#### 【0015】

改質対象とする母材は、特に制約はないが、一般的にはアルミニウムやその合金その他の金属材料である。その改質すべき物性としては、硬さ（耐摩耗性）、電気伝導度、磁気特性、機械的強度、耐薬品性、表面粗さ等、極めて多岐にわた り、特に制約はない。また、改質を要する領域の形状、大きさ、長さ、深さ等についても制約はない。しかして、加工用ツールのプローブは、母材よりも硬い材質であればよく、単なる棒軸状でもよいが、特に改質用材料が粉末ないし粒状形態である場合には周面にねじを刻設したものが好適である。

10

#### 【0016】

一方、改質用材料としては、銅、鉄、ニッケル、マンガン等の金属材料や、酸化アルミニウム、酸化クロム、炭化チタン、炭化ケイ素、窒化ケイ素等のセラミック系材料を始めとして、極めて広範な材料を特に制約なく使用でき、母材の改質すべき物性に応じて適当なものを選択すればよい。また、その形態についても、粉末、粒状物、塊状物、板材、帯板材、ブロック等、特に制約はない。

#### 【0017】

20

このような改質用材料は、母材の改質を要する領域上に単に載置するだけでもよいが、埋入状態で移動するプローブとの接触によって当該改質用材料が配置位置から逃げるのを防止するために、例えば図1に示すように、母材(1)の図示一点鎖線鎖線で示す改質を要する領域(1a)に凹所(11)を設け、この凹所(11)内に、粉末、粒状物、塊状物等では充填し、板材、帯板材、ブロック等では嵌合させるのがよい。

#### 【0018】

次に、前記の図1に示す凹所(11)を設けた母材(1)を対象とした局部的改質方法の一例について、図2～図4を参照して説明する。

#### 【0019】

図2(A)(B)において、(3)は加工用ツールであり、丸軸状の回転子(31)の下端に、先端球面状で周面にねじ(33)を刻設したプローブ(32)が同心状に突設されており、回転駆動機構(図示省略)によって回転子(31)がプローブ(32)と一体に回転すると共に、昇降駆動機構(図示省略)によって昇降動作するようになっている。この加工用ツール(10)の下方には、母材(1)が粉末状ないし粒状の改質用材料(2)を充填した凹所(11)の一端部をプローブ(32)の直下に位置させて配置している。しかして、プローブ(32)の径及び長さは凹所(11)の幅及び深さよりも大きく設定してある。

30

#### 【0020】

改質に際しては、回転子(31)を図示矢印aの如くねじ(21)の進行方向に回転しつつ下降させ、プローブ(32)を凹所(11)にかかる状態で母材(1)中に埋入させる。これにより、凹所(11)の周辺にある母材(1)の素材が摩擦攪拌によって塑性流動化すると共に、この流動する素材中に改質用材料(2)が混ざり込む。次いで、この埋入状態のまま加工用ツール(3)を凹所(11)に沿って移動させてゆくと、図3に示すように、回転するプローブ(32)の前方では母材(1)の素材が改質用材料(2)を混ざり込ませて流動化する一方、該プローブ(32)の後方側では流動化していた母材(1)の素材が改質用材料(2)を混ざり込ませた状態で急速に固化し、改質領域(10)が形成されてゆく。しかして、この場合、プローブ(32)がねじ(33)の進行方向に回転するため、粉末ないし粒状形態の改質用材料(2)がねじ(33)の螺旋誘導によって圧縮作用を受けながら母材(1)の流動する素材中に混ざり込むから、改質領域(10)への空気の混入が防止される。

40

50

## 【0021】

かくして局部的改質を施した母材(1)は、図4に示すように、その素材中に改質用材料(2)が分散状態で一体化した改質領域(10)を有し、この改質領域(10)では混在する改質用材料(2)に基づいて当該母材(1)とは異なった特性が発揮される。しかるに、当該母材(1)と改質用材料(2)とのマクロ的な接合界面は存在せず、また改質領域(10)における改質用材料(2)の混ざり込みは周辺ほど少なくなる、なだらかな分布を示すため、改質領域(10)とその周囲との間でも明確な界面を有さず、もって従来の接合による改質のような接合強度面の問題がなく、優れた耐久性が得られる。なお、改質領域(10)の上面にはガイドレール等とする浅い溝(12)が形成されている。

## 【0022】

また、この改質方法では、溶融法とは異なって摩擦攪拌による材料の塑性流動化が融点よりもかなり低い温度で生じ、改質領域(10)は母材(1)の素材と改質用材料(2)とが殆ど固相で混合した状態となり、溶融法のような凝固組織にはならないから、クラックの発生や熱変質を生起しにくく、両者が金属であっても金属間化合物の生成が抑制され、この金属間化合物による本来の材料性状の変質も回避される。さらに、この例では、改質領域(10)への空気の混入が防止されるから、この空気混入による脆化も回避される。

## 【0023】

上記例では母材(1)の改質を要する領域(1a)が直線的に連続した細長い形状であるが、該領域(1a)の形状や大きさには制約はなく、不連続であっても差し支えない。例えば該領域(1a)の幅がプローブ(32)の径より大きい場合でも、加工用ツール(3)をジグザグ状に移動させたり、位置をずらせながら往復移動させることによって対応できる。なお、改質は、通常では上記の加工用ツール(3)による加工にて完了するが、付与する特性によっては、この加工後に母材(1)の全体あるいは改質領域(10)部分に熱処理等の後処理を施してもよい。

## 【0024】

しかして、上記例のように、凹所(11)に配置する改質用材料(2)として粉末状ないし粒状のものを使用すれば、該凹所(11)へ充填し易い上、その充填量の増減による改質特性の強弱調整が容易であり、また複数種の改質用材料(2)を併用して異なる特性を同時に付与することも可能となる。一方、母材(1)の改質を要する領域(1a)が円周面等の曲面上にある場合は、改質用材料(2)が粉末状ないし粒状のものでは凹所(11)を設けても保持できないため、該凹所(11)に適嵌するように寸法設定した板状、帯板状、ブロック状等の改質用材料(2)を用いるのがよい。

## 【0025】

なお、上記例の改質方法では母材(1)の改質領域(10)の上面側に浅い溝(12)が形成されるが、改質領域(10)の表面を母材(1)と略同レベルに設定することも可能である。例えば、母材(1)凹所(11)に対して、図5(A)に示すように粉末状ないし粒状の改質用材料(2)を空隙分を考慮して山盛り状態に充填したり、図6(A)に示すように該凹所(11)の容積に略等しい体積を有する帯板状の改質用材料(2)を嵌合することにより、図5及び図6の(B)に示すように形成される改質領域(10)の表面を母材(1)と略同レベルにすることができる。

## 【0026】

## 【実施例】

アルミニウムの6061-T5材からなる縦横200×100mm、厚さ4mmの母材の片面に、幅3mm、長さ80mm、深さ2mmの溝状の凹所を形成し、この凹所内に粒子径20~40μmの銅粉末を当該凹所の深さの約80%まで充填した。そして、図2に示す構成において長さ3mm、直径4mmで周面にねじを刻設したプローブを備える加工用ツールを使用し、その回転子を前記ねじの進行方向へ回転させつつ該プローブを上記母材の凹所の一端側に埋入させ、この埋入状態で当該ツールを凹所に沿って移動させることにより、該母材の局部的改質を行った。この母材の改質部及び非改質部のビッカース硬度(Hv)を測定したところ、改質部はHv=300、非改質部はHv=100であった。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

## 【 発明の効果 】

請求項 1 の発明によれば、母材の局部的改質方法として、改質部に実質的な接合界面を生じず、もって界面剥離等による耐久性の低下が防止されると共に、熱影響に起因したクラックの発生や変質による品質低下を回避できる上、加工を容易に且つ低コストで行える方法が提供される。

## 【 0 0 2 8 】

請求項 2 の発明によれば、上記の局部的改質方法において、母材の改質を要する領域に凹所を形成し、この凹所内に改質用材料を配置するから、この改質用材料が加工中に逃げにくく、もってより確実な改質を行えるという利点がある。

10

## 【 0 0 2 9 】

請求項 3 の発明によれば、母材の改質を要する領域に凹所を設ける上記の局部的改質方法において、改質用材料として粉末ないし粒状形態のものを使用することから、該凹所へ充填し易い上、改質特性の強弱調整が容易であり、また複数種の改質用材料を併用して異なる特性を同時に付与することも容易になるという利点がある。

## 【 0 0 3 0 】

請求項 4 の発明によれば、改質用材料として粉末ないし粒状形態のものを使用する上記の局部的改質方法において、改質領域への空気の混入が防止され、この混入による脆化が回避されるという利点がある。

## 【 図面の簡単な説明 】

20

【 図 1 】 この発明に係る局部的改質方法の一例に適用する母材の斜視図である。

【 図 2 】 同局部的改質方法の一例における改質開始前の状態を示し、（ A ）は縦断側面図、（ B ）は縦断正面図である。

【 図 3 】 同局部的改質方法の一例における改質途上の状態を示す縦断側面図である。

【 図 4 】 同局部的改質方法の一例における改質後の母材の縦断正面図である。

【 図 5 】 同局部的改質方法の他の例に適用する母材を示し、（ A ）は改質開始前の縦断正面図、（ B ）は改質後の縦断正面図である。

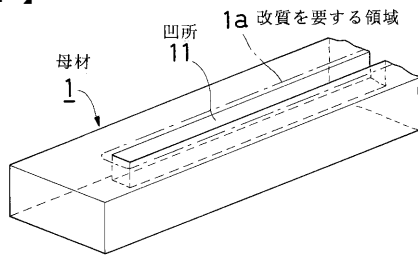
【 図 6 】 同局部的改質方法の更に他の例に適用する母材を示し、（ A ）は改質開始前の縦断正面図、（ B ）は改質後の縦断正面図である。

## 【 符号の説明 】

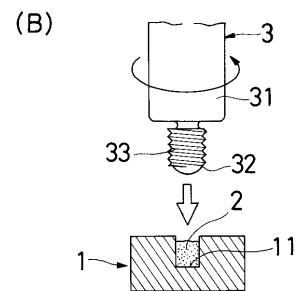
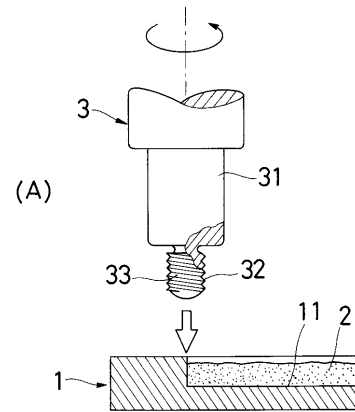
30

- 1     ・・・母材
- 1 a   ・・・改質を要する領域
- 1 0   ・・・改質領域
- 1 1   ・・・凹所
- 2     ・・・改質用材料
- 3     ・・・加工用ツール
- 3 1   ・・・回転子
- 3 2   ・・・プローブ

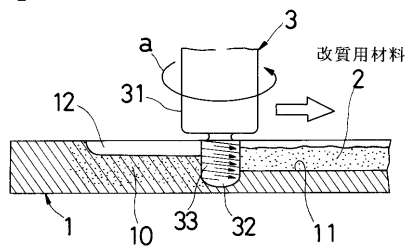
【図 1】



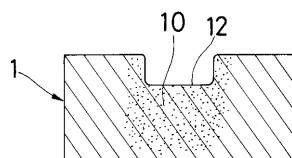
【図 2】



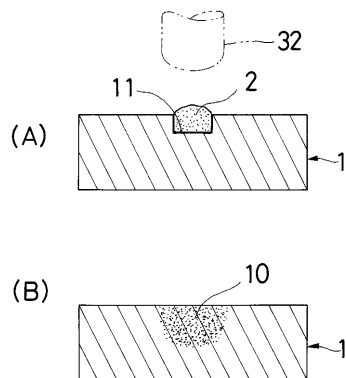
【図 3】



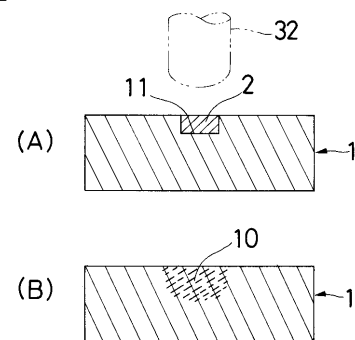
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 榎本 正敏  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内
- (72)発明者 橋本 武典  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特表平06-503037(JP,A)  
特表平01-502097(JP,A)  
特開昭56-116877(JP,A)  
特表平07-505090(JP,A)  
特表平09-508073(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C23C 24/00 ~ 30/00  
C22C 1/02  
B23K 20/12