

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7698706号
(P7698706)

(45)発行日 令和7年6月25日(2025.6.25)

(24)登録日 令和7年6月17日(2025.6.17)

(51)国際特許分類 F I
C 2 5 D 5/50 (2006.01) C 2 5 D 5/50
C 2 5 D 5/36 (2006.01) C 2 5 D 5/36

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号	特願2023-503501(P2023-503501)	(73)特許権者	507289645 フェニックス・コンタクト・ゲーエムベ ーハー・ウント・コンパニー・カーゲー ドイツ国、プロムベルク デー - 3 2 8 2 5、フラークスマルクストラッセ 8
(86)(22)出願日	令和3年7月22日(2021.7.22)	(74)代理人	100106312 弁理士 山本 敬敏
(65)公表番号	特表2023-537226(P2023-537226 A)	(72)発明者	パーゼル, デイルク ドイツ連邦共和国 3 2 8 0 5 ホルン - パート マインベルク ヴァルトヴェーク 3 3
(43)公表日	令和5年8月31日(2023.8.31)	(72)発明者	ケーラー, ティモ ドイツ連邦共和国 2 7 3 2 1 エムティ ングハウゼン サイカーシュトラッセ 5
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/070597	(72)発明者	ファスマン, デニス
(87)国際公開番号	WO2022/018225		
(87)国際公開日	令和4年1月27日(2022.1.27)		
審査請求日	令和5年5月9日(2023.5.9)		
(31)優先権主張番号	LU101954		
(32)優先日	令和2年7月24日(2020.7.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	ルクセンブルク(LU)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鋼製部品に摩擦最適化亜鉛コーティングを生成する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気導体を電気接続要素に固定するべく少なくとも一条のネジ山を有する鋼製部品上に安定した低い摩擦値又は摩擦係数により摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法であって、

前記鋼製部品の表面に、ガルバニック堆積プロセスによって、亜鉛層を適用するステップと、その後、

ガルバニック堆積された前記亜鉛層内に金属間亜鉛 - 鉄相を形成するべく、420 以下の温度で熱処理するステップと、を含み、

前記亜鉛層の表面において、前記ネジ山を繰り返し締める際に一定の摩擦値又は摩擦係数が得られるように、少なくとも一つの金属間亜鉛 - 鉄相が、250 の温度で6時間 ~ 10時間の熱処理によって形成される、ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の鋼製部品上に摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法であって、

亜鉛コーティング鋼製部品を製造するための亜鉛層の適用及び後続の全ての方法ステップは、420 以下の温度で実施される、ことを特徴とする方法。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 又は 2 に記載の鋼製部品上に摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法であって、

前記鋼製部品の表面は、前記亜鉛層が適用される前に、酸洗及び/又はプレ亜鉛メッキが施される、
ことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 いずれか一つに記載の鋼製部品上に摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法であって、

前記亜鉛層が適用される前に及び/又は酸洗後に及び/又はプレ亜鉛メッキの後に、さらなる熱処理が、起こり得る水素脆化に対抗するために、200 ~ 250 の温度で実施される、
ことを特徴とする方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 いずれか一つに記載の鋼製部品上に摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法であって、

前記亜鉛層は、窒素含有ポリマーを含むアルカリ亜鉛電解液を用いて、ガルバニック堆積プロセスにおいて、前記鋼製部品の表面に適用される、
ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、鋼製部品において、摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

視覚的及び機能的な理由から、鋼製部品（スチール製部品）は技術的な用途でしばしば亜鉛メッキされる。特に、鋼製のネジやクランプスリーブ等のフィリグリー（線条細工）バルク部品（ばら積み品）は、通常、ガルバニック堆積プロセスにおいて純粋な亜鉛でコーティングされ、その後、不動態化（パッシベーション）される。亜鉛層の基本特性は、下にあるより貴な貴金属を腐食から保護する。亀裂が発生した場合でも、基材は亜鉛の陽極効果によって攻撃から保護され、これにより、亜鉛自体が酸化され、限られた時間だけ保護効果を確保できる。純粋な亜鉛は、大気中で既に酸化されているため、不動態化層によって保護されている。

30

【0003】

亜鉛層と不動態化層からなる堆積層系（堆積層システム）は、腐食保護を提供するだけでなく、高い耐摩耗性を備えている必要がある。その結果、繰り返しの締め付けに対して一定の摩擦係数を維持する必要がある。しかしながら、従来技術の亜鉛メッキ及び不動態化された鋼製部品、例えばボルトは、締め付けを繰り返すと摩擦値の大幅な増加と大きな変化を示す。これは、鋼基材上の亜鉛層の層特性と接着強度に起因する。しかしながら、電気接触要素の場合、ネジを繰り返して締めることで摩擦値が増加すると、電流バーに対する導体の接触圧力が減少し、電気接触抵抗が増加し、接触要素の機能が損なわれる。

40

【0004】

電気亜鉛メッキの代替として、鋼製部品には、しばしば、熔融亜鉛メッキ又は亜鉛焼き（セラダイジング）が施されるが、これは、場合によっては、例えば鋼製のフィリグリー（線条細工）バルク部品にとって経済的に実行可能ではない。さらに、熔融亜鉛メッキは、亜鉛コーティングの形成をもたらす、特に、摩擦係数が大幅に増加した金属間（化合物の）亜鉛-鉄相の形成をもたらす、熔融亜鉛メッキされた鋼製ネジの摩擦係数は、締め付けを繰り返すとさらに顕著に増加する。

【0005】

さらに、亜鉛メッキ焼鈍鋼ストリップを製造する方法が、DE 6 8 9 1 2 0 1 9 T 2 に

50

より既に知られており、それによれば、鋼ストリップが最初に洗浄され、次に鋼ストリップの少なくとも片側が亜鉛コーティングで電気メッキされる。その後、コーティングされた鋼ストリップは誘導コイルを通して搬送され、そこで、ストリップは427 ~ 510の温度に加熱され、亜鉛コーティングが亜鉛 - 鉄合金コーティングに完全に交換される。最後に、鋼ストリップは冷却される。しかしながら、このような方法は、幾つかの処理工程で亜鉛の溶融温度を超え、したがって、この方法は、ストリップ及びシートに適用することはできるが、バルク部品、ネジ及びクランプスリーブ等のより小さい鋼製部品には経済的に適用できない、という欠点を有する。さらに、このような方法では、亜鉛コーティングが、鉄の質量分率が10%を超える亜鉛 - 鉄相に広範囲に変化し、特に繰り返し締め付けの場合に摩擦値の悪化を生じ、又、製造されコーティングされた鋼製部品の摩擦係数の大きな変動を生じる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】DE 6 8 9 1 2 0 1 9 T 2

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、本発明は、良好な防食特性、良好な接着性、及び鋼製部品の繰り返し使用特に繰り返し締め付けにおいて安定した常に低い摩擦値を有するコーティングが得られ、容易かつ経済的に実施することができる、摩擦が最適化された亜鉛コーティングを鋼製部品上に生成する方法を提供するという目的に基づいている。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的は、本発明によれば、請求項1に記載の鋼製部品上に摩擦を最適化した亜鉛コーティングを生成する方法によって解決される。有利な更なる発展形態は、従属請求項に示されている。

【0009】

鋼製部品、特にバルク材料部品上に摩擦を最適化した亜鉛コーティングを生成するための本発明による方法においては、最初に亜鉛層が鋼製部品の表面にガルバニック堆積プロセスによって適用され（施され）、その後、鋼製部品の摩擦値を最適化するために、ガルバニック堆積（蒸着）された亜鉛層内に金属間亜鉛 - 鉄相の目標とされた形成のために、420 以下の温度で熱処理が行われる。

30

【0010】

本発明者等は、鋼製部品の表面とガルバニック適用された（電着された）亜鉛コーティングとの間の亜鉛 - 鉄相の特性は熱処理によって明確に制御及び調整され得る、ことを認識した。これにより、亜鉛層の接着強度を単純かつ容易に反復可能な方法で増加させ、亜鉛層の特性、特に層の硬度及び表面摩擦値を最適化することが可能になる。さらに、熱処理には、バルク部品を含むあらゆる鋼製部品に対して経済的に実施できるという利点がある。

40

【0011】

さらに、比較試験により、本発明による方法を用いて、本発明に従って製造された個々の鋼製部品間において大きな変動なしに、容易に再現可能な方法で、一定の低い摩擦値を達成できることが示された。鋼製部品を数回使用しても、特にネジを数回締め付けても、摩擦値は大きく増加せず、理想的には、少なくとも10回の締め付け処理にわたって、特に好ましくは少なくとも20回の締め付け処理にわたって本質的に変化しない。低い摩擦値が特に好ましいが、摩擦値の絶対値は、先ずは二次的に重要なものである。

【0012】

鋼製部品は、最初は、任意の鉄合金、好ましくは鉄炭素合金、特に好ましくは炭素質量分率が2%以下の鉄炭素合金から作られた任意の部品である。個々の鋼製部品は、好まし

50

くは一体（ワンピース）に形成される。さらに、この方法は、好ましくは複数の鋼製部品を同時に被覆するために使用され、同時に被覆される全ての鋼製部品は、特に好ましくは互いに同一に形成される。一般に、複数の鋼製部品は、好ましくは、それぞれ少なくとも一条のネジ山を有する鋼製部品であり、特に好ましくは、正確に一条のネジ山を有する鋼製部品である。鋼製部品は、好ましくはバルク部品、特にフィリグリーバルク部品であり、好ましくは接続手段、例えば、ネジ、クランプスリーブ、ポケット（物入れ、網袋）、及び/又は電気接続要素、又は、その部品、例えば、端子台の部品である。ネジ-クランプ-スリーブ接続用の鋼製部品も好ましい。鋼製部品は、任意の機能を有することができるが、鋼製部品は、好ましくは、導電体を固定するために提供される。コーティングされた鋼製部品の表面、特に亜鉛層及び/又は不動態化層に課せられる要件は、一方では良好な腐食保護特性であり、他方では繰り返し締め付けにおける一定の摩擦係数である。

10

【0013】

この目的のために、亜鉛コーティングが鋼製部品の表面の少なくとも一部に、好ましくは表面全体に適用される。本発明によれば、この適用は、ガルバニック堆積プロセス、すなわち電気メッキによって行われる。電気メッキは、電解物（電解液）を使用して鋼製部品の金属表面上に金属を電気化学的に蒸着（析出）させる全ての方法を意味すると理解され、電解物（電解液）は、好ましくは導電性液体、特に塩水溶液である。

【0014】

好ましくは、純亜鉛層は、ガルバニック堆積プロセス、すなわち純亜鉛コーティングによって適用され、純亜鉛層は、特に好ましくは、鋼製部品の表面から拡散した金属原子を除いて、1%以下のさらなる金属原子を含有する。一方、他の物質、特に堆積プロセスからのポリマーが、亜鉛層に組み込まれる可能性がある。特に、亜鉛層は、純粋な及び/又は鉄及び/又はアルミニウムを含まない亜鉛電解液によって適用される。

20

【0015】

亜鉛層のガルバニック適用は、鋼製部品を加熱することによって及び/又は電気メッキ浴によって、又は温度を調整せずに行うことができる。しかしながら、一般に、その適用は、420 を超える加熱なしで、好ましくは100 を超える加熱なしで、特に好ましくは50 を超える加熱なしで行われる。また、好ましくは、電気メッキと金属間亜鉛-鉄相を形成するための熱処理との間において鋼製部品は加熱されない。

【0016】

亜鉛コーティングは、基本的に、鋼製部品の表面上の完全な亜鉛層であり、亜鉛コーティングは、好ましくは鋼製部品の表面を完全に覆い、特に好ましくは完全に閉じて、酸素及び/又は液体が鋼製部品の表面に到達できないようにする。摩擦が最適化された亜鉛コーティングは、摩擦値又は摩擦係数に関して最適化された特性を有し、特に低い摩擦値又は摩擦係数を有し、摩擦値又は摩擦係数が繰り返し締め付け中に特にほとんど変化しない及び/又は特に一定の摩擦値又は摩擦係数を有する、亜鉛又は亜鉛合金のコーティングであると理解される。特に、亜鉛層の少なくとも外面又はむしろ表面は、最適化された摩擦値又は摩擦係数が得られるように設計される。

30

【0017】

熱処理は、最初はどのような形であっても良く、特に、どのような温度プロフィールを有していても良い。好ましくは、熱処理は、一定温度まで加熱し、この温度で一定時間保持し、続いて冷却することによって実施される。このような加熱サイクルは、原理的には数回繰り返すことも可能であるが、好ましくは一度だけ実行される。さらに、加熱は、好ましくは、特定の温度まで均一に及び/又は途切れることなく行われる。また、冷却は、好ましくは連続的に行われ、特に好ましくは熱処理前の初期温度まで下げられる。同様に、熱処理は、空气中又は気体雰囲気中で、すなわち液体の外側で行われる。特に好ましくは、熱処理は、炉内で、特に電気炉内で実施される。この目的のために、処理される鋼製部品は、好ましくは対応する炉内に配置される。特に、熱処理は、一定温度でのアニーリングである。特に好ましくは、熱処理は、100 以下の温度から開始し、非常に特に好ましくは50 以下の温度から開始し、特に好ましくは室温から開始して実施される。

40

50

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、熱処理は、固体に対して、すなわち約 4 2 0 の亜鉛の溶融温度以下で行われる。これにより、固体内で拡散プロセスが生じ、その結果、所望の金属間亜鉛 - 鉄相の形成、安定化及び/又はさらなる進展がもたらされる。一般に、熱処理の温度範囲については、好ましくは 2 0 0 ~ 4 2 0 の間、特に好ましくは 2 3 0 ~ 4 2 0 の間、非常に特に好ましくは 2 5 0 ~ 4 0 0 の間であり、温度が高いほど、所望の金属間亜鉛 - 鉄相の形成、安定化及び/又はさらなる進展が速くなる。

【 0 0 1 9 】

本発明による一つ以上の異なる金属間亜鉛 - 鉄相の形成は、ガルバニック堆積プロセス中に既に形成された亜鉛 - 鉄相の安定化及び/又はさらなる進展及び/又は改変も含む。しかしながら、好ましくは、少なくとも一つの金属間亜鉛 - 鉄相が、熱処理によって形成され、それは、以前には存在しなかったか、又は非常に少量しか存在しなかったか、あるいは非常に少ない割合でしか存在しなかったものである。特に好ましくは、熱処理は、亜鉛コーティングの層構造、特にその中に含まれる金属間亜鉛 - 鉄相の層の層構造を最適化するのに役立つ。非常に特に好ましくは、熱処理は、いくつかの重なった結合層を形成するため及び/又はこれらの層を安定化及びさらに進展させるために行われる。

10

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、少なくとも一つの金属間亜鉛 - 鉄相が熱処理によって形成され、ここでは、好ましくは純粋な亜鉛の層、すなわち相が同時に、特に亜鉛コーティングの表面上に存在し、純粋な亜鉛の層には、避けられない不純物と必要な補助物質の形のみ亜鉛以外の元素が含まれている。加えて、さらなる金属間亜鉛 - 鉄相は、通常、標的とされた方法で形成された特定の金属間亜鉛 - 鉄相と一緒に小さな割合で存在する。

20

【 0 0 2 1 】

一般に、熱処理の温度及び保持時間に応じて、異なる化学量論を有する金属間亜鉛 - 鉄相が形成され、化学量論は、堆積した亜鉛層の特性及び特に硬さに直接影響を及ぼし、したがって、耐摩耗性及び/又は摩擦値に直接的に影響を与える。複数の異なる金属間亜鉛 - 鉄相が存在するが、それらのうちの幾つかだけが、鋼製部品上の電気メッキ亜鉛コーティングの腐食保護及び摩擦値特性に関して決定的に重要なものである。先ず、例えば、脆い材料挙動を特徴とする面心立方相が、亜鉛メッキ鋼製部品上に形成される。さらに、鉄含有量の低い六方晶相が形成される可能性があり、これは非常に延性が高く、閉鎖層で発生する場合は高い耐食性を特徴とする。単斜晶系の結晶構造を持つ相は、脆い柵状層の形で形成される。この化合物の鉄含有量は、既に提供された金属間化合物相よりも低くなっている。純粋な亜鉛(相)には、鉄原子が含まれておらず、硬度が最も低くなる。しかしながら、鋼製部品の亜鉛コーティング内の金属間亜鉛 - 鉄相中の鉄質量分率は、好ましくは 1 0 % 以下、特に好ましくは 7 . 5 % 以下、非常に特に好ましくは 6 % 以下である。

30

【 0 0 2 2 】

摩擦値の最適化は、特に鋼製部品の最初の作動中又は使用中の初期摩擦値の減少、及び/又はその後の鋼製部品の作動中又は使用中の摩擦値の増加の減少を意味すると理解される。代替的又は追加的に、最適化には、鋼製部品の作動又は使用を繰り返す間に、摩擦値をできるだけ低く及び/又は一定に保つことも含まれる。しかしながら、特に、鋼製部品の作動又は使用を繰り返す間に、摩擦値を減少させることも最適である。

40

【 0 0 2 3 】

本発明による摩擦が最適化された亜鉛コーティングを製造するための方法の好ましい実施形態において、亜鉛層の適用及び亜鉛コーティングされた鋼製部品を製造するための全ての後続の方法ステップは、4 2 0 以下の温度で実施され、これにより、亜鉛の溶融、したがって望ましくない相変態及び鋼製部品の表面での好ましくない材料の移動を、有利な方法で容易に回避することができる。特に好ましくは、4 0 0 の温度を超えないことである。

【 0 0 2 4 】

最適化された亜鉛コーティングを有する亜鉛コーティングを製造するための本発明によ

50

る方法の有利な更なる展開によれば、熱処理の保持時間は、10分～10時間、好ましくは20分～6時間、特に好ましくは30分～4時間であり、これにより、金属間亜鉛-鉄相の良好かつ広範な形成が達成される。ここで、保持時間は、亜鉛コーティング鋼製部品が高温、特に熱処理の最高温度に保持される熱処理の持続時間である。全体として、亜鉛層における層の厚さ及び鉄含有量は、保持時間及び/又は温度を変化させることによって制御することができ、保持時間が長くなると、亜鉛層中への鉄の拡散がより強くなり、したがって鉄含有量が増加する。好ましくは、熱処理は、特に好ましくは、多数の鋼製部品、特にバルク部品を同時に熱処理する場合に連続炉で実施される。しかしながら、代わりに、熱処理はチャンバー炉で行うこともできる。

【0025】

熱処理の持続時間は、とりわけ、同時に処理される鋼製部品の数にも依存し、例えば格子ボックス又はクレート(木枠)において特に多数の部品を同時に処理する場合、内部の部品も十分な時間加熱されていることを保証するために、熱処理の持続時間がより長いことが好ましい。したがって、個々の鋼製部品又はむしろ個別に配置された鋼製部品の熱処理は、大幅に短い時間で実施することができる。熱処理の持続時間に関しては、特に同時に加熱される全ての鋼製部品において、持続時間が長くなるほど、望ましい結果の再現性が向上することも当てはまる。

【0026】

好ましくは、最小保持時間は、特に300の温度において、少なくとも15分、特に好ましくは20分であり、それは、300の温度及び10分間の継続時間では、測定可能な鉄の拡散が未だ検出されないからである。最大保持時間は、原理的には制限されないが、時間が大幅に増加しても有意な変化は観察されないため、最大4時間の保持時間が妥当であり、特に好ましくは、保持時間は3時間以下であり、非常に特に好ましくは、2時間以下である。しかしながら、原理的には、特に220～330の間、好ましくは230～320の間、特に好ましくは250～310の間の温度のような低温では、3時間以上、特に4時間以上の保持時間が有用であり得る。300で10時間の保持時間でも、最大6%の鉄質量含有量が亜鉛層で測定された。

【0027】

鉄-亜鉛の相(ゼータ相)を明確に形成、安定化及び/又はさらに発展(進展)させるために、それにより、亜鉛コーティング鋼製部品の特に良好な摩擦係数を達成することができるため、本発明による可能な実施形態は、熱処理が、220～330の間、好ましくは230～320の間、特に好ましくは250～310の間、非常に特に好ましくは300の温度で、及び/又は30分～2時間、特に好ましくは45分～1.5時間、非常に特に好ましくは1時間の保持時間で行われることを提供する。これに関連して、特に鋼製部品が数回締め付けられる場合、相は摩擦値の一定性に大きな影響を与える。好ましくは、相を形成、安定化及び/又はさらに発展(進展)させるための熱処理は、300の温度で、30分～2時間、特に好ましくは45分～1.5時間、非常に特に好ましくは1時間の保持時間に亘って実施される。同時に、相に加えて、鉄-亜鉛の相(デルタ相)の形成、安定化及び/又はさらなる発展(進展)が起こることがあり、これは場合によっては好ましいことでさえある。

【0028】

しかしながら、相は、特に延性があり亜鉛コーティング鋼製部品の特に良好な腐食保護をもたらすものであり、代替的又は追加的に、310～390の間、好ましくは330～370の間、特に好ましくは340～360の間、非常に特に好ましくは350の温度での熱処理によって特別に形成することもできる。特に最初に相を形成、安定化及び/又はさらに発展させ、続いて高温にて相を形成、安定化及び/又はさらに発展させるマルチステップ(多段階)熱処理も考えられる。或いは代わりに、最初に相を形成し、次に熱処理を行って相を形成することができる。

【0029】

理想的には、特に350の温度で、相を形成、安定化及び/又はさらに発展させる

10

20

30

40

50

ための保持時間は、30分より長く、より好ましくは45分より長く、最も好ましくは1時間より長く、又は、或いは、1時間～3時間の間、より好ましくは1.5時間～2.5時間の間、非常に特に好ましくは2時間である。特に温度が低い場合は、保持時間を長くすることも有効である。

【0030】

本発明による方法の好ましい実施形態では、熱処理は、350以下、好ましくは340以下、非常に特に好ましくは最高330、及び/又は、少なくとも200、好ましくは少なくとも220、特に好ましくは少なくとも230の温度で実施される。さらに、保持時間は、好ましくは10時間以下、特に好ましくは8時間以下、非常に特に好ましくは5時間以下、及び/又は、少なくとも10分、好ましくは少なくとも20分、特に好ましくは少なくとも30分である。

10

【0031】

他方、熱処理が、かなり高い温度、特に亜鉛の融点のすぐ下で行われる場合、それによって、鉄-亜鉛の相(ガンマ相)が、形成され、安定化され、及び/又はさらに発展させられる。このような熱処理は、好ましくは少なくとも390、特に好ましくは少なくとも400、非常に特に好ましくは少なくとも410で実施され、最高温度は好ましくは420である。この熱処理は、さらに好ましくは、少なくとも3時間、特に好ましくは少なくとも4時間、非常に特に好ましくは少なくとも5時間の長時間に亘って実施される。

【0032】

鋼製部品の表面は、亜鉛層を適用する前に、必要に応じて前処理することができる。この場合、前処理は、特に好ましくは鋼製部品の表面を調整するために行われる。これには、例えば、表面の洗浄、特に脱脂が含まれる。酸化物層の研磨又は化学的除去も考えられる。さらに、亜鉛層を適用する前に、鋼製部品の表面を酸洗及び/又はプレ(事前)亜鉛メッキすることもできる。酸洗は、例えば浸漬酸洗、噴霧酸洗、回転酸洗及び/又は電気化学的酸洗等の任意の方法で行うことができる。

20

【0033】

鋼製部品上に摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成するための本発明による方法の好ましいさらなる展開では、亜鉛層がガルバニック堆積プロセスにおいて鋼製部品の表面に適用される前に及び/又は酸洗後及び/又はプレ亜鉛メッキした後に、起こり得る水素脆化に対抗する(打ち消す)ための熱処理が、好ましくは200～250の間の温度で実施される。特に、この熱処理は水素脆化に対するエージング(時効)であり、水素が鋼製部品から拡散し及び/又は材料内においてより均一に分布し、それによって、水素脆化を少なくとも大幅に低減又は完全に回避しあるいは排除することができる。また、この熱処理の直後、特にエージングの直後に、ガルバニック堆積プロセスで最終的な亜鉛メッキを行うことが好ましい。このような熱処理、特にエージング処理(時効処理)は、鋼製部品の著しく強化された鋼ベース材料に特に有用である。

30

【0034】

さらに優れた腐食保護、特に摩耗から亜鉛層を保護し、亜鉛コーティング鋼製部品の表面の純粋な亜鉛を酸化から保護し、又、摩擦値のさらに優れた最適化を達成するために、亜鉛表面は、好ましくは、亜鉛層が鋼製部品の表面に適用された後に、特に亜鉛表面の不動態化によって、ガルバニック堆積プロセスで調整され、不動態化は、好ましくは、有機セラミックコーティングによって又は少なくとも一つの好ましくは幾つかの有機セラミック層によってもたらされる。不動態化は、好ましくは、不動態化剤に浸漬することによって実施される。さらに、有機セラミック層は、好ましくは、主にクロム及び/又は酸化亜鉛から形成される。

40

【0035】

本発明による摩擦が最適化された亜鉛コーティングを製造するための方法の好ましい実施形態によれば、亜鉛-鉄相を形成するための熱処理が、耐熱性不動態化層が使用される場合に、不動態化の後又はむしろ不動態化に続いて行われる、ことが提供される。この目

50

的のために、不動態化層は、少なくとも熱処理の最高温度まで、好ましくは熱処理の最高温度よりも少なくとも10、特に好ましくは少なくとも20 高い温度までは耐熱性がなければならない。特に、亜鉛 - 鉄相を形成するための熱処理は、好ましくは、亜鉛コーティング鋼製部品の最後の製造工程として実施される。また、好ましくは、不動態化は、新しく形成された亜鉛層をできるだけ早く酸化から保護するために、亜鉛層をガルバニック堆積プロセスで鋼製部品の表面に適用した直後に行われる。非耐熱性の不動態化層の場合、不動態化の前に相応に熱処理が実施されなければならない。

【0036】

摩擦が最適化された亜鉛コーティングを製造するための本発明による方法の好ましいさらなる展開によれば、亜鉛層は、好ましくは窒素を含有するポリマー及び/又は好ましくはシアン化物を含まないアルカリ亜鉛電解液を用いて、ガルバニック堆積プロセスにおいて鋼製部品の表面に適用される。ガルバニック堆積プロセスで使用される亜鉛電解液の選択は、亜鉛コーティング鋼製部品の摩擦値にも影響を与え、それは、特に亜鉛層に組み込まれた物質特に有機物質に起因する。弱酸性の電解液及び/又は硫黄含有界面活性剤を含む電解液は、摩擦値の大幅な増加が観察されたことから、非常に限られた範囲でのみ適していることが解った。したがって、亜鉛電解液のpHは、好ましくは2.5より大きく、特に好ましくは5.0より大きく、非常に特に好ましくは7.0より大きく、とりわけ好ましくは8.0より大きい。

10

【0037】

続いて、本発明の幾つかの実施形態が、図面を参照してより詳細に説明される。

20

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】鋼製部品上に最適化された亜鉛コーティングを備えた亜鉛コーティングを生成する方法の概略フロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

鋼製部品上に摩擦が最適化された亜鉛コーティングを生成する方法の第1実施形態においては、電気端子ブロック用の鋼製ネジの表面に、純粋な亜鉛コーティングが最初にガルバニック堆積プロセスによって適用される。水溶液中においてシアン化物を含まないアルカリ性亜鉛電解液が使用され、その溶液は好ましくは窒素含有ポリマーを含む。このアルカリ性亜鉛電解液を使用すると、窒素含有ポリマーが少なくとも部分的に亜鉛コーティングに組み込まれ、その結果、鋼製ネジの摩擦値が大幅に安定する。

30

【0040】

コーティングの直後に、コーティングされた鋼製ネジの表面の純粋亜鉛と鋼表面との間に亜鉛 - 鉄相を形成して安定させるために、亜鉛でコーティングされた鋼製ネジを炉内で300に30分間加熱する熱処理が行われる。この最適化された層構造は、この場合、亜鉛層から基材への遷移(移行)領域における相の安定化によって特徴付けられる。摩擦値の経過は、10回の締め付けサイクルに亘ってほぼ一定の摩擦値によって特徴付けられ、その結果として、摩擦係数のばらつきも大幅に減少させることができる。

【0041】

或いは代わりに、熱処理の持続時間は、20分~4時間の間とすることができる。いずれの場合も、1回だけの温度サイクルは、1回の加熱、300での保持、及び冷却で行われる。金属間亜鉛 - 鉄相を形成するためのこのような熱処理は、例えば、連続炉で行うことができ、ここでは、鋼製ネジが、約10K/minの加熱速度にて300まで加熱され、30分間この温度に保持される。これに続いて、特に約5K/sの冷却速度にて静止空気中で冷却される。

40

しかしながら、さらに、より低温で長時間の熱処理がもっぱら可能である。この目的のために、例えば、鋼製ネジが、チャンバー炉内で約10K/minの加熱速度にて250まで加熱されて、金属間亜鉛 - 鉄相が形成され、この温度で約6時間から10時間又はより長く保持される。これに続いて、特に約5K/sの冷却速度にて静止空気中で冷却さ

50

れる。

【 0 0 4 2 】

特に好ましくは、300 での熱処理の後に完全な冷却は行わず、図1に示すように、鋼製部品は、250 の温度で長時間、特に6時間に亘って保持される。これにより、全ての鋼製部品でより均一な結果が得られ、それぞれの鋼製部品の層構造が、より乱れず、均一になる。

【 0 0 4 3 】

別の実施形態では、電気接点要素の鋼製部品の電気メッキが、シアン化物を含まないアルカリ亜鉛電解液を使用して実施される。その直後に不動態化が行われ、主にクロム及び / 又は酸化亜鉛から形成された有機セラミック層が、鋼製部品の亜鉛メッキされた表面に適用される。

10

【 0 0 4 4 】

続いて、鋼製部品の最後の製造工程として、亜鉛コーティングされ不動態化された部品の熱処理が、炉内において、300 の温度で30分間行われる。

【 0 0 4 5 】

別の実施形態は、亜鉛で同様にコーティングされた部品から開始され、熱処理が二段階で行われる。まず、部品が、350 に加熱され、そこで30分間保持される。その後、その部品が300 まで冷却され、そこでさらに1時間保持される。

【 0 0 4 6 】

完全に冷却された後、非耐熱性不動態化剤を使用して、不動態化（パッシベーション）が行われる。

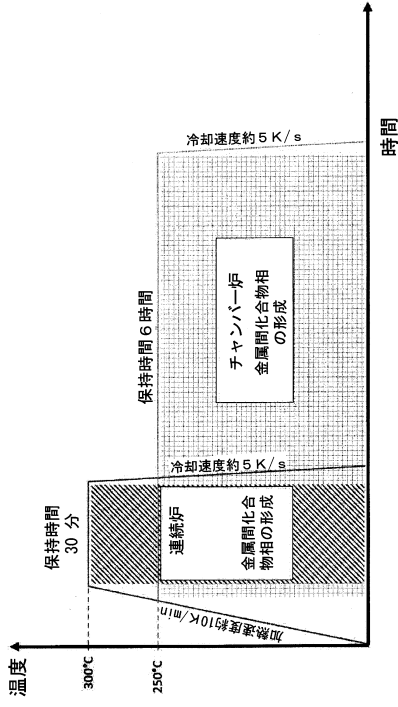
20

30

40

50

【図面】
【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

ドイツ連邦共和国 3 1 7 8 7 ハーメルン ハイน์リッヒ - リュブケ - ヴェーク 4

審査官 永田 史泰

- (56)参考文献 特開平 2 - 8 0 8 0 5 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 8 8 6 0 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 3 2 6 4 3 (W O , A 1)
特表 2 0 1 3 - 5 0 3 9 6 8 (J P , A)
特開昭 5 3 - 1 7 5 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 8 0 2 8 6 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 3 2 1 1 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 2 5 D 3 / 0 0 - 7 / 1 2