

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5586224号  
(P5586224)

(45) 発行日 平成26年9月10日 (2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日 (2014.8.1)

(51) Int. Cl.

F I

<b>C 2 3 C</b>	<b>2/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 2 3 C</b>	<b>2/06</b>
<b>C 2 2 C</b>	<b>18/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 2 2 C</b>	<b>18/00</b>
<b>C 2 2 C</b>	<b>18/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 2 2 C</b>	<b>18/04</b>
<b>C 2 3 C</b>	<b>2/40</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 2 3 C</b>	<b>2/40</b>
<b>C 2 3 C</b>	<b>2/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 2 3 C</b>	<b>2/02</b>

請求項の数 15 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-510444 (P2009-510444)
(86) (22) 出願日	平成19年5月15日 (2007.5.15)
(65) 公表番号	特表2009-537697 (P2009-537697A)
(43) 公表日	平成21年10月29日 (2009.10.29)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/054711
(87) 国際公開番号	W02007/132007
(87) 国際公開日	平成19年11月22日 (2007.11.22)
審査請求日	平成22年1月21日 (2010.1.21)
(31) 優先権主張番号	06113962.2
(32) 優先日	平成18年5月15日 (2006.5.15)
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者	500169782
	ティッセンクルップ スティール ユーロ ップ アクチエンゲゼルシャフト ThyssenKrupp Steel Europe AG ドイツ連邦共和国, デー-47166 デ ュイスブルク, カイザー-ビルヘルム-シ ュトラーセ 100 Kaiser-Wilhelm-Str. 100, D-47166 Duisb urg, Germany
(74) 代理人	100090251
	弁理士 森田 憲一
(74) 代理人	100139594
	弁理士 山口 健次郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防食コーティングを有するフラット鋼生成物並びに防食コーティングを有するフラット鋼生成物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋼基板と、前記鋼基板の少なくとも一面へ付与される亜鉛系防食コーティングとから形成される、フラット鋼生成物であって、

前記亜鉛系防食コーティングが、(以下、重量%で表示)：

Mg : 0.25 ~ 2.5 %

Al : 0.2 ~ 3.0 %

0.3 % &lt; Fe 4.0 %

及び、場合により、Bi、Cd、Ti、B、Si、Cu、Ni、Co、Cr、Mn、Sn

及び希土類からなる群からの1つ以上の元素を全体で0.8%以下、残余亜鉛、並びに、  
不可避の不純物を含み、そして、

防食コーティングの表面に位置する表面層と鋼基板に隣接する境界層との間に広がり、防食コーティングの全体の厚さの少なくとも20%に達する厚さを有している中間層において、最大0.5重量%のAl含有量を有しており、そして、

前記境界層は鋼基板上に位置し、前記中間層は前記境界層上に位置し、前記表面層は前記中間層上に位置している、前記フラット鋼生成物。

【請求項 2】

中間層のAl含有量が0.25重量%まで制限されることを特徴とする、請求項1に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 3】

中間層の厚さが、防食コーティングの全体の厚さの少なくとも 25 %であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 4】

表面層の厚さが、防食コーティングの全体の厚さの 10 %未満に達することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 5】

表面層の厚さが、防食コーティングの全体の厚さの 1 %未満であることを特徴とする、請求項 4 に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 6】

防食コーティングの Fe 含有量が、0.5 重量%を超えることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 7】

防食コーティングの Al 含有量が、0.6 重量%未満である、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 8】

防食コーティングの Al 含有量が、0.5 重量%未満である、請求項 7 に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 9】

防食コーティングの全体の厚さが、少なくとも 2.5  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 10】

防食コーティングの全体の厚さが、少なくとも 5  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする、請求項 9 に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 11】

防食コーティングのコーティング質量分布が、少なくとも 17.5  $\text{g}/\text{m}^2$ であることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載のフラット鋼生成物。

【請求項 12】

鋼基板上に防食コーティングをつくる、フラット鋼生成物の製造方法であって、前記鋼基板を焼鈍し、焼鈍温度から開始してストリップ浸漬温度 421 ~ 600 まで冷却し、そして、

前記ストリップ浸漬温度で、(以下、重量%で表示) Al 0.1 ~ 0.4 %、Mg 0.25 ~ 2.5 %、Fe 0.1 %以下、残余亜鉛、及び不可避の不純物を含む熔融浴中に前記鋼基板を導入し、そして、

浴温度 420 ~ 500 まで加熱する前記方法において、

ストリップ浸漬温度と浴温度との温度差が +1 ~ +100 の範囲で変化することによって、防食コーティングを鋼基板上に形成し、

前記防食コーティングが、(以下、重量%で表示)

Mg : 0.25 ~ 2.5 %

Al : 0.2 ~ 3.0 %

0.3 % < Fe < 4.0 %

及び、場合により、Bi、Cd、Ti、B、Si、Cu、Ni、Co、Cr、Mn、Sn 及び希土類からなる群からの 1 つ以上の元素を全体で 0.8 %以下、残余亜鉛、並びに、不可避の不純物を含み、そして、

防食コーティングの表面に位置する表面層と鋼基板に隣接する境界層との間に広がり、防食コーティングの全体の厚さの少なくとも 20 %に達する厚さを有している中間層において、最大 0.5 重量%の Al 含有量を有しており、そして、

前記境界層は鋼基板上に位置し、前記中間層は前記境界層上に位置し、前記表面層は前記中間層上に位置している、前記方法。

【請求項 13】

浴温度が 440 ~ 480 であることを特徴とする、請求項 12 に記載の方法。

## 【請求項 1 4】

ストリップ浸漬温度と浴温度との温度差が、+ 1 ~ + 7 0 の範囲にあることを特徴とする、請求項 1 2 又は 1 3 に記載の方法。

## 【請求項 1 5】

ストリップ浸漬温度が 4 2 1 ~ 5 1 0 であることを特徴とする、請求項 1 2 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

本発明は、鋼基板（例えば、鋼ストリップ又は鋼板）と、前記鋼基板の少なくとも一面に付与される亜鉛系防食コーティングとから形成されるフラット鋼生成物に関する。更に、本発明は、前記フラット鋼生成物の製造方法にも関する。

10

## 【0 0 0 2】

腐食抵抗性を改良するために、金属コーティング（多くの付与において、亜鉛又は亜鉛合金系である）を鋼ストリップ又は鋼板へ付与する。バリア保護及び陰極保護効果のために、前記亜鉛又は亜鉛合金コーティングは、相当するコーティングされた鋼板の実際の使用における良好な防食性を提供する。

## 【0 0 0 3】

しかしながら、先行技術において、適当な腐食抵抗性のために必要とされるコーティングの厚さは、加工時（例えば、成形及び溶接時）で問題を生じさせる。このことは、例えば、高い腐食負担を被るフランジが実際の使用でスポット溶接される場合に、当てはまる。この要件が、特に、車体構造分野、一般建築用途、又は、家庭電化製品用枠構造で生じる。適当な溶接電流を使用して、前記溶接によりつくられる連結部は、 $4 \times t$ （ $t$  = 個々の板厚）の最小限のスポット直径を有することが好ましく、そして、スパッタを生じせずに溶接することができる。

20

## 【0 0 0 4】

加工時の問題に関して、比較的厚い Zn 層、高い腐食抵抗の Zn - Mg、又は Zn - Mg - Al でコーティングされる従来のシートが展開されてきた。前記シートは、かなり減少された層の厚さを有し、通常の 7 . 5  $\mu$ m 厚の亜鉛コーティングのものに匹敵する防食性を提供するが、かなり容易に加工される。

30

## 【0 0 0 5】

腐食抵抗性が増加すると同時にコーティング質量が低下されている、前記のどぶ漬けガルバナイズングされた鋼板を製造するための或る可能性が、EP 0 0 3 8 9 0 4 B 1 に記載されている。前記先行文献によると、Al 0 . 2 重量% 及び Mg 0 . 5 重量% を含む亜鉛コーティングをどぶ漬けコーティングによって鋼板へ付与する。前記方法によってコーティングされる金属は、鋳形成に対する改良された抵抗性を有するが、実際には、前記パネル（特に、車体の連結フランジの領域）の腐食抵抗性について、現今で課される要件を満たさない。

## 【0 0 0 6】

腐食抵抗性の増加した金属保護コーティングを提供される更なるシートが、EP 1 6 2 1 6 4 5 A 1 から公知である。前記文献中に記載される鋼板は、通常のどぶ漬けガルバナイズングによって（以下、重量% で表示）、Mg : 0 . 3 ~ 2 . 3 %、Al : 0 . 6 ~ 2 . 3 %、場合により、その他の有効成分 0 . 2 % 未満、並びに、残余亜鉛及び不可避の不純物を含む保護コーティングでコーティングされる。Al 及び Mg の高い比率によって、前記金属は腐食に対する特に優れた抵抗性を有する。しかしながら、EP 1 6 2 1 6 4 5 A 1 により製造されるパネルも前記パネルの溶接性について加工産業により課せられる要件を満たさないということが、実際の試験で分かっている。関連するパネルは、現行の基準で不十分なリン酸塩処理適正を有することも分かっている。

40

## 【0 0 0 7】

従って、本発明の目的は、高い腐食抵抗性と最適化された加工性との最適な組合せを有

50

し、そして、車体構造、一般建築用途、又は家庭電化製品用の材料として使用されるために特に適当な、鋼板生成物をつくることである。更に、前記フラット生成物を製造する方法も特定される。

#### 【 0 0 0 8 】

前記目的は、本発明によると、

鋼基板（例えば、鋼ストリップ又は鋼板）と、前記鋼基板の少なくとも一面へ付与される亜鉛系防食コーティングとから形成される、フラット鋼生成物であって、

前記亜鉛系防食コーティングが、（以下、重量％で表示）：

M g : 0 . 2 5 ~ 2 . 5 %

A l : 0 . 2 ~ 3 . 0 %

F e : 4 . 0 %

及び、場合により、P b、B i、C d、T i、B、S i、C u、N i、C o、C r、M n、S n及び希土類からなる群からの1つ以上の元素を全体で0 . 8 %以下、残余亜鉛、並びに、不可避の不純物を含み、そして、

中間層（フラット鋼生成物の表面に直接隣接する表面層と鋼基板に隣接する境界層との間に広がっており、そして、防食コーティングの全体の厚さの少なくとも20 %に達する厚さを有している）において最大0 . 5重量％のA l含有量を有している、前記フラット鋼生成物に関して達成される。

相当して、前記目的は、本発明によると、

鋼基板（例えば、鋼ストリップ又は鋼板）上に防食コーティングをつくる、フラット鋼生成物の製造方法であって、

前記鋼基板を焼鈍し、焼鈍温度から開始してストリップ入口温度400 ~ 600 まで冷却し、そして、前記ストリップ入口温度で、（以下、重量％で表示）A l 0 . 1 ~ 0 . 4 %、M g 0 . 2 5 ~ 2 . 5 %、F e 0 . 2 %以下、残余亜鉛、及び不可避の不純物を含む熔融浴中に前記鋼基板を導入し、そして、浴温度420 ~ 500 まで加熱する、

前記方法において、

ストリップ浸漬温度と浴温度との温度差が - 20 ~ + 100 の範囲で変化することによって、防食コーティングを基板上に形成し、

前記防食コーティングが、（以下、重量％で表示）

M g : 0 . 2 5 ~ 2 . 5 %

A l : 0 . 2 ~ 3 . 0 %

F e : 4 . 0 %

及び、場合により、P b、B i、C d、T i、B、S i、C u、N i、C o、C r、M n、S n及び希土類からなる群からの1つ以上の元素を全体で0 . 8 %以下、残余亜鉛、並びに、不可避の不純物を含み、そして、

中間層（フラット鋼生成物の表面に直接隣接する表面層と鋼基板に隣接する境界層との間に広がっており、そして、防食コーティングの全体の厚さの少なくとも20 %に達する厚さを有している）において最大0 . 5重量％のA l含有量を有している、

前記方法に関して達成される。

#### 【 0 0 0 9 】

本発明は、一般特性（例えば、腐食に対する保護としてのZ n - M g - A lコーティングに対する鋼板又は鋼ストリップの付着性及び溶接性）が、コーティング層中のアルミニウムの分布によって決定的に左右されるという教示に基づいている。本発明によって特定されるように、本発明により十分な厚さの中間層（表面に近い）中で、低いA l含有量が生じる場合に、全体としてのコーティングのA l含有量が高い防食性を保証するレベルであっても、従来法により形成されるシートと比べて溶接性が改良することが分かった。鋼基板へ移行する境界層の領域で高いA l濃度を有する、本発明により形成されるシートは、中間層での低いA l比率にもかかわらず、防食性に対するアルミニウムのポジティブな効果を保持する。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明により形成されるフラット鋼生成物は、その表面上及び中間層中でのAl含有量が低く、リン酸塩処理にも特に適当であるので、例えば、それらに有機塗料コーティングを特別な追加手段なしで付与することができる。本発明のコーティング中には、Pb、Bi、Cd、Ti、B、Si、Cu、Ni、Co、Cr、Mn、Sn及び希土類からなる群からの元素が、合計で0.8重量%の含有量まで存在することができる。Pb、Bi及びCdはより大きな結晶構造（酸化亜鉛）を形成させるために使用し、Ti、B及びSiは成形性を改良させ、Cu、Ni、Co、Cr及びMnは境界層に作用し、Snは表面酸化物に作用し、そして、希土類（特に、ランタン及びセリウム）はメルトのフロー態様に作用する。本発明の防食コーティング中に存在することのある不純物は、どぶ漬けコーティングの結果として、コーティングの特性に影響しない量で鋼基板からコーティング中へ移動する成分を含む。

10

#### 【0011】

ストリップ浸漬及び/又は浴温度の適当な設定によって、本発明方法の実施で使用される溶融浴の比較的低いAl含有量が、本発明により所望される層構造の性質にさえも直接影響を及ぼすことができることが分かった。本発明方法によって、鋼基板に隣接する境界層中で高いAl及びMg含有量が濃縮することが達成され、それに対して、中間層では特に低いAl含有量が存在するということが達成される。浸漬時のストリップ温度と溶融浴の温度との温度差は、特に重量である。この温度差が-20 ~ 100（好ましくは、-10 ~ 70）の範囲で変化するので、本発明により最小限化されるAlの中間層における存在を目標とされた態様で確実に設定することができる。

20

#### 【0012】

中間層のアルミニウム含有量をできる限り減少させる場合に、特に好ましい溶接性が生じる。従って、本発明の有利な実施態様によって、中間層のAl含有量を0.25重量%まで制限することができる。

#### 【0013】

更に、本発明の中間層の厚さが、防食コーティングの全体の厚さの少なくとも25%に達する場合に、本発明で使用される層構造は、コーティングの良好な防食効果を残しつつも、溶接性及びリン酸塩処理性に対する特にポジティブな効果を有する。本明細書及び請求の範囲中に示される、防食コーティングの構造及びその個々の層のための図面は、GDOS測定（グロー放電発光分光法）によって決定される層プロファイルに関連する。GDOS測定法（例えば、VDI Glossary of Materials Technology, published by Hubert Graef, VDI Verlag GmbH, Duesseeldorf 1993中に記載される）は、コーティングの濃度プロファイルの高速検出用の標準的方法である。

30

#### 【0014】

本発明により製造されるフラット鋼プロファイルでは、コーティングの表面にすぐ隣接する表面層中に、製造による酸化の結果としてAl含有量が必然的に増加することが、前記GDOS測定により分かった。しかしながら、前記表面層の厚さがコーティングの全体の厚さと比較すると非常に薄いので、本発明のフラット鋼生成物の溶接時に、前記表面層が容易に中断され、そして、溶接結果がほとんど影響されない。高いAl含有量を有する表面コーティングの見込まれる任意のネガティブな効果を除外するために、表面コーティングの厚さを、防食コーティングの全体の厚さの10%未満（特に、1%未満）まで制限することが好ましい。本発明により製造されるフラット鋼生成物では、表面層が最大0.2µm厚であるので、6µm以上の従来のコーティング厚では、コーティング構造の全体の厚さにおける表面境界層の比率は約3.5%以下であるということが、実際の試験により確認された。

40

#### 【0015】

本発明のフラット鋼生成物では、0.3重量%（特に、0.4重量%、そして、更に、

50

0.5重量%)を超えるFe含有量をコーティングが有することが好ましい。比較的高いFe含有量は、特に、鋼基板に隣接する境界層の領域中で存在する。この場合、合金が形成されることが好ましく、それによって、鋼基板へのコーティングの最適な接着性が保証される。このように、本発明により製造されるフラット鋼生成物は、防食コーティングが高いMg及びAl含有量を有する場合に、従来のフラット鋼生成物のものよりも優れた使用特性を有する。

【0016】

防食コーティングの本発明による層構造に加えて、本発明のフラット鋼生成物の溶接性及びリン酸塩処理性を更に最適化するために、防食コーティングのAl含有量を、0.6重量%未満(特に、0.5重量%未満)まで制限することができる。

10

【0017】

その効果を確実にするために、防食コーティングの全体の厚さが少なくとも2.5 $\mu$ m(特に、少なくとも7 $\mu$ m)であることが好ましい。少なくとも100g/m<sup>2</sup>の防食コーティングのコーティング質量分布は、保護効果に対して特に好ましいことが分かった。防食コーティングの高いコーティング質量及び厚さにもかかわらず、本発明により特定されるAl含有量の分布によって、溶接性に悪影響が及ぼされない。

【0018】

溶融浴の浴温度が440~480である場合に、特に良好な生成物の結果が達成される。

【0019】

20

驚くべきことに、鋼基板が溶融浴を通過する速度が、コーティング結果に対する二次的な影響のみを有することが分かった。従って、例えば、前記速度を50~200m/分の範囲内で変化させて、最大の生産性を有する最適な作業結果を達成することができる。

【0020】

溶融浴前の鋼ストリップの焼鈍を不活性ガス雰囲気下で実施して、金属表面の酸化を防止することが好ましい。公知方法において、不活性ガス雰囲気は、3.5容量%を超えるH<sub>2</sub>と残余N<sub>2</sub>とを含むことができる。公知方法において、焼鈍温度も、700~900の範囲内にあることができる。

【0021】

鋼基板の浴入口温度と溶融浴の温度とが、-20~+100の範囲で異なることによって、溶融浴が、鋼基板の導入にもかかわらずその最適な温度を均一に保持するということを保証する。

30

【0022】

任意の場合において、溶融浴それ自体は微量の鉄のみを含むことが好ましい。なぜなら、本発明によると、防食コーティングのFe含有量が、鋼基板からの鉄の含有によって設定されるべきだからである。結果として、溶融浴のFe含有量を最大で0.1重量%(特に、最大で0.07重量%)までに制限することが好ましい。

【0023】

良好な防食性及び良好なリン酸塩処理性と同時に、良好な加工性は鋼基板の性質及び組成にかかわらず存在する。基板がIF鋼、例えば、従来のミクロ合金鋼又は通常の合金鋼(例えば、従来の高級鋼;Qualitaetsstahl)を含む場合には、本発明により製造されるフラット鋼生成物の特性における実質的な差がないということが、実際の試験で分かった。

40

【図面の簡単な説明】

【0024】

本発明を、実施例を参照しながら以下に説明する。

【図1】鋼基板に付与される第1防食コーティングの厚さにわたって、GFOS測定により得られるZn、Mg、Al及びFeの含有量の分布の図である。

【図2】鋼基板に付与される第2防食コーティングの厚さにわたって、GFOS測定により得られるZn、Mg、Al及びFeの含有量の分布の図である。

50

## 【 0 0 2 5 】

本発明により構成され、そして、容易にスポット溶接及びリン酸塩処理できる、高い防食性を有するフラット構成生物の試験片を製造するために、鋼基板として使用される鋼ストリップを、露点 - 30 ± 2 で、5 % の H<sub>2</sub> を含有する窒素雰囲気下に、60 秒の保持時間でそれぞれ焼鈍する。焼鈍温度は、加熱速度 10 / 秒で 800 であった。

## 【 0 0 2 6 】

焼鈍後で、鋼ストリップを冷却速度 5 ~ 30 / 秒で、470 ± 5 の温度まで急冷して、ここで、前記温度では鋼ストリップが 30 秒間保持された。次に、鋼ストリップを、ストリップ浸漬速度 100 m / 分で、浴温度 460 ± 5 を有する熔融浴中へ導入した。前記鋼ストリップの浴入口温度は、熔融浴の浴温度よりも 5 高かった。

10

## 【 0 0 2 7 】

決定される前述の方法でコーティングされる 12 の試験片 E 1 ~ E 12 についての、熔融浴の個々の組成と、防食コーティングの上側及び下側に熔融浴中でどぶ漬けガルバナイジングを通過する試験片の分析とを表 1 に示す。鋼基板上に形成されるコーティングが Fe の高い比率を有することが分かった。コーティングの製造間で生じる Fe での合金化によって、鋼基板に対するコーティングの特に高い接着性が保証される。

## 【 0 0 2 8 】

更に、鋼基板上でそれぞれ形成される防食コーティングの厚さにわたる Zn、Al、Mg 及び Fe の含有量の分布の分析から、コーティングの Al 含有量は、表面に近い中間層においてそれぞれ 0.2 % 未満であり、前記中間層の厚さは、コーティングの層厚（全体の厚さ）の 25 % よりもそれぞれ大きいということが分かった。試験片 E 1 及び E 2 についての厚さ D（表面 D = 0 μm）にわたって相当する分布を、図 1 及び図 2 中に示す。

20

## 【 0 0 2 9 】

前記図面は、Al 含有量によって関連するコーティングの表面で表面境界層が形成されており、酸化の結果として前記 Al 含有量が高いことを示している。しかしながら、前記表面境界層の厚さは最大で 0.2 μm であり、そして、従って、溶接結果の品質を損なうことなくスポット又はレーザー溶接時に容易に破壊（durchbrochen）することができる。

## 【 0 0 3 0 】

表面境界層の隣は約 2.5 μm 厚の中間層であり、その Al 含有量は 0.2 % 未満である。従って、前記中間層の厚さは、個々の防食コーティングの全体の厚さ 7 μm の約 36 % である。

30

## 【 0 0 3 1 】

前記中間層は、鋼基板と隣接する境界層へ変換しており、ここで、Al、Mg 及び Fe の含有量は、中間層の相当する含有量と比較すると実質的に高い。

## 【 0 0 3 2 】

従来のミクロ合金鋼 IF 及び同等の従来の高級鋼 QS に基づいて、浴入口温度及び浴出口温度と、それぞれ処理される鋼基板とに対する、本発明により生じる腐食コーティングの層構造並びに組成の従属を調べるために、実験室検査において、防食コーティングによって追加の試験片 E 13 ~ E 22 を製造した。鋼 IF 及び鋼 QS の組成を表 3 に示す。

40

## 【 0 0 3 3 】

実験室試験中で設定される操作パラメータ、及び、それに従って生じるコーティング層の分析を表 2 に示す。特に、鋼基板から生じる高い Fe 含有量の含有と、表面に近く、0.25 重量 % 未満の Al 含有量を有する中間層の形成とに関する、コーティングの効果が鋼基板の組成と無関係であることが分かった。

## 【 0 0 3 4 】

全体では、試験片 E 1 ~ E 22 に対して実施された試験から、本発明により生じる防食コーティングによって、コーティングのすぐ表面に隣接する表面境界層中に、酸化物としての濃縮された形態で元素 Mg 及び Al が存在するということが確認された。更に、酸化亜鉛は、表面に存在する。

50

## 【 0 0 3 5 】

更に、作業試験 B 1 ～ B 1 9 を実施した。ここで、鋼基板は、高級鋼 Q S を含む鋼ストリップであった。設定される操作パラメータ（個々の熔融浴組成、及び、鋼基板上でそれぞれ得られる防食層の分析）を表 4 に示す。

## 【 0 0 3 6 】

作業試験では、先の実験室試験の全部の結果が確認された。研究される試験片中の表面酸化を吸収する表面境界層の厚さは、最大で 0 . 2  $\mu$  m に達し、そして、G D O S 測定により決定される層プロフィールに関して、層全体の厚さの 2 . 7 % 以下の範囲にある。すぐ表面での A l 濃縮物の量は、最大約 1 重量 % である。その後、コーティング全体の厚さの少なくとも 2 5 % までの厚さであって、最大 0 . 2 5 重量 % の低い A l 含有量を有する中間層が続く。次に、境界層において、A l 含有量は、鋼基板に対する境界で 4 . 5 % まで上昇する。コーティングのすぐ表面での M g 濃縮物は、A l 濃縮物よりも明らかに多い。ここで、2 0 % までの M g 比率が達成される。その後、M g 比率は、中間層にわたって減少し、そして、コーティングの全体の層厚の約 2 5 % の深さで、0 . 5 ～ 2 % に達する。M g 含有量は、境界層にわたって鋼基板の方向で上昇する。鋼基板に対する境界で、M g 含有量は 3 . 5 % に達する。

【 表 1 】

試験片	熔融浴			層分析 表面					層分析 裏面				
	Al	Fe	Mg	Al	Fe	Mg	コーティング 質量	コーティング 厚	Al	Fe	Mg	コーティング 質量	コーティング 厚
	% *)			% *)			g/m <sup>2</sup>	$\mu$ m	% *)			g/m <sup>2</sup>	$\mu$ m
E1	0.201	0.011	1.589	1.16	1.06	1.52	41.5	7.0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	9.0
E2	0.205	0.090	2.024	1.18	1.07	1.90	40.5	7.0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	8.5
E3	0.189	0.021	0.733	0.47	0.37	0.75	75.9	10.6	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	7.7
E4	0.189	0.021	0.733	0.66	0.58	0.75	50.0	6.7	1.61	1.69	0.77	17.6	2.1
E5	0.202	0.013	0.790	1.38	1.37	0.76	20.7	4.0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	2.9
E6	0.209	n.e.	0.825	0.63	0.55	0.81	47.8	n.e.	0.71	0.61	0.82	43.5	n.e.
E7	0.218	n.e.	0.498	0.87	0.8	0.48	37.4	n.e.	1.22	1.25	0.48	24.4	n.e.
E8	0.218	n.e.	0.498	0.69	0.57	0.47	57.3	n.e.	1.19	1.11	0.48	30.1	n.e.
E9	0.231	n.e.	1.265	1.16	1.13	1.29	35.1	n.e.	1.96	2.15	1.29	20.0	n.e.
E10	0.231	n.e.	1.265	1.12	1.11	1.24	28.7	n.e.	1.35	1.42	1.24	21.4	n.e.
E11	0.196	n.e.	0.288	1.65	1.94	n.e.	27.3	n.e.	2.96	3.88	0.27	14.6	n.e.
E12	0.200	0.011	0.297	1.02	1.09	n.e.	43.2	n.e.	0.59	0.62	0.27	83.8	n.e.

\*) 残余 Z n 及び不可避免の不純物; n. e. = 測定されず

【 表 2 】

試験片	鋼	焼鈍温度	溶入口 温度	溶温度	コーティング 質量	Al	Fe	Mg	Al	Fe	Mg
		[°C]	[°C]	[°C]	[g/m <sup>2</sup> ]	[%]			[g/m <sup>2</sup> ]		
E13	IF	800	445	440	51.6	0.52	0.36	1.21	0.27	0.19	0.62
E14	QS	800	445	440	55.9	0.56	0.40	1.16	0.31	0.22	0.65
E15	IF	800	465	460	64.3	0.81	0.75	1.15	0.52	0.48	0.74
E16	QS	750	465	460	54.1	0.98	0.84	1.21	0.53	0.45	0.65
E17	IF	800	485	460	49.4	1.08	0.97	1.18	0.53	0.48	0.58
E18	QS	750	485	460	55.1	0.97	0.84	1.19	0.53	0.46	0.66
E19	IF	800	500	460	54.3	1.14	1.08	1.20	0.62	0.59	0.65
E20	QS	750	500	460	36.7	1.50	1.41	1.19	0.55	0.52	0.44
E21	IF	800	485	480	62.4	1.15	1.26	1.15	0.72	0.79	0.72
E22	QS	750	485	480	43.6	1.57	1.68	1.16	0.68	0.73	0.51

【 表 3 】

鋼	C	Si	Mn	P	S	Ti	Al
	[重量%]						
IF	0.003	0.02	0.13	0.010	0.012	0.07	0.03
QS	0.07	0.04	0.40	0.012	0.005	0.005	0.04

残余鉄及び不可避免の不純物

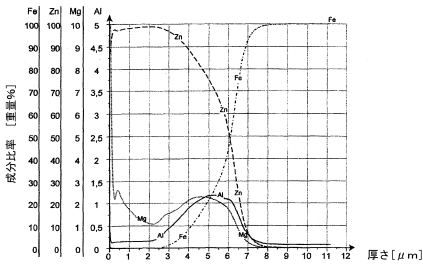


【表 4】

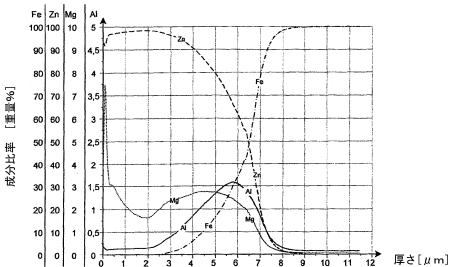
試験	ストリップ 浸漬温度 BET	浴温度 BT	温度差 BET-BT	コーティング 厚	コーティング 質量	Al	Fe	Mg	Al	Fe
	[°C]			[μm]	[g/m <sup>2</sup> ]	[重量%]*)			[g/m <sup>2</sup> ]	
B1	516	466	50	4.9	34.7	1.61	1.46	0.81	0.56	0.51
B2	536	478	58	7.8	55.1	1.00	0.88	0.82	0.55	0.48
B3	500	472	28	11.4	80.6	0.65	0.51	0.82	0.52	0.41
B4	522	472	50	10.2	72.1	0.94	0.82	0.81	0.68	0.59
B5	493	467	26	5.7	40.2	0.66	0.47	0.81	0.27	0.19
B6	457	456	1	11.2	79.2	0.43	0.20	0.81	0.34	0.15
B7	483	464	19	4.8	34.4	0.97	0.92	0.83	0.33	0.32
B8	509	466	43	9.2	65.5	0.72	0.61	0.81	0.47	0.40
B9	509	466	43	9.5	67.7	0.84	0.74	0.81	0.57	0.50
B10	506	471	35	7.0	49.6	1.14	1.05	0.81	0.56	0.52
B11	506	471	35	5.2	37.1	1.13	1.05	0.81	0.42	0.39
B12	521	457	64	5.5	39.1	1.32	1.22	0.81	0.51	0.48
B13	521	457	64	8.1	57.6	1.01	0.94	0.81	0.58	0.54
B14	479	460	19	7.3	51.8	0.55	0.41	1.11	0.28	0.21
B15	479	460	19	10.7	75.8	0.46	0.29	1.10	0.35	0.22
B16	460	471	-11	4.3	30.7	0.66	0.56	1.11	0.20	0.17
B17	460	471	-11	7.1	50.5	0.47	0.32	1.11	0.24	0.16
B18	460	460	0	7.2	50.9	0.48	0.32	1.11	0.24	0.16
B19	460	460	0	4.6	32.6	0.79	0.65	1.11	0.26	0.21
平均値	494	466	28	7.4	52.9	0.83	0.42	0.70	0.35	0.91
最大値	536	478	64	11.4	80.6	1.61	0.68	1.46	0.59	1.11
最小値	457	456	-11	4.3	30.7	0.43	0.20	0.20	0.15	0.81

\*) 残余Zn及び不可避の不純物

【図 1】



【図 2】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
 C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 1 N  
 C 2 2 C 38/14 (2006.01) C 2 2 C 38/14

(72)発明者 ヴァルネッケ, ヴィルヘルム  
 ドイツ連邦共和国, 4 6 4 9 9 ハンミンケルン, ブッシュフェルト 2 1  
 (72)発明者 モイラー, マンフレート  
 ドイツ連邦共和国, 4 7 4 9 5 ラインベルク, ヨハネス - レーアス - シュトラーセ 5 7 a  
 (72)発明者 シェーネンベルク, ルドルフ  
 ドイツ連邦共和国, 5 8 6 7 5 ヘーメル, ヴェステンドルフシュトラーセ 5 0  
 (72)発明者 ケーラー, ミヒャエル  
 ドイツ連邦共和国, 5 7 2 5 8 フロイデンベルク, ツム ポーネンガルテン 1 9  
 (72)発明者 エルスナー, アレクサンダー  
 ドイツ連邦共和国, 5 7 4 6 2 オルペ, シェーネ アオスジヒト 2

審査官 祢屋 健太郎

(56)参考文献 特開平 0 1 - 2 6 3 2 5 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 0 - 3 3 6 4 6 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 5 - 3 2 0 5 5 6 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 2 - 1 8 0 2 2 5 ( J P , A )  
 特許第 5 1 1 2 4 2 2 ( J P , B 2 )  
 特許第 5 2 7 0 1 7 2 ( J P , B 2 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
 C 2 3 C 2 / 0 0 - 2 / 4 0