

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7590687号
(P7590687)

(45)発行日 令和6年11月27日(2024.11.27)

(24)登録日 令和6年11月19日(2024.11.19)

(51)国際特許分類

C 2 3 C 2/06 (2006.01)

F I C 2 3 C 2/06

請求項の数 7 (全59頁)

(21)出願番号	特願2024-542270(P2024-542270)	(73)特許権者	000006655
(86)(22)出願日	令和6年2月20日(2024.2.20)		日本製鉄株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2024/005957		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
審査請求日	令和6年7月17日(2024.7.17)	(74)代理人	100149548
早期審査対象出願			弁理士 松沼 泰史
		(74)代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(74)代理人	100134359
			弁理士 勝俣 智夫
		(74)代理人	100188592
			弁理士 山口 洋
		(74)代理人	100217249
			弁理士 堀田 耕一郎
		(74)代理人	100221279
			弁理士 山口 健吾
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 溶融めっき鋼材

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

母鋼材と、前記母鋼材の表面に配置されためっき層と、を有する溶融めっき鋼材であり、前記めっき層の平均化学組成が、質量％で、

A l : 1 0 % 超、4 5 % 未 満、

M g : 4 . 0 ~ 1 5 . 0 %、

S i : 0 ~ 2 . 0 0 %、

C r : 0 ~ 3 . 0 0 %、

M o : 0 ~ 3 . 0 0 %、

S n : 0 ~ 0 . 7 %、

B i : 0 ~ 0 . 3 %、

I n : 0 ~ 0 . 3 %、

C a : 0 ~ 0 . 6 0 %、

Y : 0 ~ 0 . 3 %、

L a : 0 ~ 0 . 3 %、

C e : 0 ~ 0 . 3 %、

S r : 0 ~ 0 . 3 %、

L i : 0 ~ 0 . 3 %、

N i : 0 ~ 1 . 0 %、

C u : 0 ~ 1 . 0 %、

A g : 0 ~ 0 . 2 5 %、

S b : 0 ~ 0 . 2 5 %、

P b : 0 ~ 0 . 2 5 %、

B : 0 ~ 0 . 5 0 %、

P : 0 ~ 0 . 5 0 %、

T i : 0 ~ 0 . 2 5 %、

C o : 0 ~ 0 . 2 5 %、

V : 0 ~ 0 . 2 5 %、

N b : 0 ~ 0 . 2 5 %、

M n : 0 ~ 0 . 2 5 %、

Z r : 0 ~ 0 . 2 5 %、

W : 0 ~ 0 . 2 5 %、

F e : 0 ~ 5 . 0 %、

残部：Z n 及び不純物であり、かつ、

C r 及び M o の合計量 ΣA : 0 . 0 3 ~ 3 . 0 0 %、

S n、B i 及び I n の合計量 ΣX : 0 ~ 0 . 7 %、

C a、Y、L a、C e、S r 及び L i の合計量 $\Sigma Y a$: 0 ~ 0 . 6 %、

N i、C u、A g、S b 及び P b の合計量 $\Sigma Y b$: 0 ~ 1 . 0 %、

B 及び P の合計量 $\Sigma Y c$: 0 ~ 0 . 5 0 %、

T i、C o、V、N b、M n、Z r 及び W の合計量 ΣZ : 0 ~ 0 . 2 5 %、

$\Sigma Y a \leq S i + C r + M o$ 、

であり、

前記めっき層の表面から前記母鋼材に向けて前記母鋼材の厚さ方向に G D S 分析した場合の元素分布プロファイルにおいて、母鋼材 F e 濃度の 9 5 % の F e 濃度が検出される厚さ位置を前記めっき層と前記母鋼材との界面とし、前記めっき層の前記表面から前記界面までの間隔を前記めっき層の厚さ t とした場合、

前記めっき層の前記表面から $0 . 1 \times t$ の厚さ位置から、前記母鋼材 F e 濃度の 4 0 % の F e 濃度が検出される厚さ位置までの領域において、前記合計量 ΣA が 0 . 0 5 質量% 以上である領域が、前記母鋼材の厚さ方向に連続して $1 . 0 \mu m$ 以上存在する、溶融めっき鋼材。

【請求項 2】

前記元素分布プロファイルにおいて、前記界面から前記めっき層の前記表面に向けて $1 . 0 \mu m$ までの領域における前記合計量 ΣA の平均値が、0 . 5 0 質量% 超である、請求項 1 に記載の溶融めっき鋼材。

【請求項 3】

前記めっき層の断面において、C r 含有化合物及び M o 含有化合物の合計の面積分率が 1 . 0 % 以上である、請求項 1 に記載の溶融めっき鋼材。

【請求項 4】

前記めっき層の断面において、C r 含有化合物及び M o 含有化合物の合計の面積分率が 1 . 0 % 以上である、請求項 2 に記載の溶融めっき鋼材。

【請求項 5】

前記めっき層の前記平均化学組成において、C a 濃度が 0 . 0 5 質量% 以上であり、C r 濃度または M o 濃度が 0 . 0 5 質量% 以上であり、 $\Sigma Y a < S i + C r + M o$ の関係を満たす場合に、

前記めっき層の前記表面の X 線回折パターンにおいて、下記 (1) 式及び (2) 式を満たす、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の溶融めっき鋼材。

$(I_{\max}(10.5^\circ \sim 11.0^\circ) / (I(10.5^\circ) + 0.2 \times \{(|I(11.0^\circ) - I(10.5^\circ)|)\}) \geq 1.5 \dots (1)$

$(I_{\max}(20.2^\circ \sim 20.5^\circ) / (I(20.2^\circ) + 0.667 \times \{(|I(20.5^\circ) - I(20.2^\circ)|)\}) \geq 1.5 \dots (2)$

ここで、 $I_{\max}(k \sim m^\circ)$ は回折角度 $k \sim m^\circ$ の間における X 線回折強度の最大値であり、 $I_{\max}(n^\circ)$ は回折角度 n° における X 線回折強度であり、 k 、 m 、 n はそれぞれ式 (1) 及び式 (2) 中に示される回折角度である。

【請求項 6】

前記めっき層の前記厚さ t が $15 \mu\text{m}$ 以上である、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の溶融めっき鋼材。

【請求項 7】

前記めっき層の前記厚さ t が $15 \mu\text{m}$ 以上である、請求項 5 に記載の溶融めっき鋼材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、溶融めっき鋼材に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼材を長期に使用する場合、鋼材には腐食に耐える何らかの防錆処理を適用することが好ましい。溶融 Zn めっき法は、鋼材を安価に防錆する手段として、土木・建築・自動車分野など鋼材防錆が求められる様々な分野で使用されている。

【0003】

めっき層による防食手段は、めっき層が有する固有の耐食性と、その厚さによって決定される。例えば、特許文献 1 には、鋼板を溶融めっき浴に連続的に浸漬させる、いわゆる連続式溶融めっき法により、めっき鋼板を製造することが記載されている。その後、めっき鋼板を加工することにより、部品形状に加工される。連続式溶融めっき法は、亜鉛めっきや、Al、Mg を含有する Zn 合金めっきを形成するために適用されている。連続式溶融めっき法では、後述する後めっき法に比べて、めっき層の厚さが比較的薄くなる。

20

【0004】

特許文献 2 には、所定の形状に加工した被めっき物をめっき浴に浸漬する方法が開示されている。この方法は、バッチ式溶融めっき法とも、後めっき法とも呼ばれる。後めっき法は、被めっき物をめっき浴に 1 分以上浸漬するので、めっき層の厚さが分厚くなる傾向にあるが、連続式溶融めっき法と比較して合金成分の制約が大きく、耐食性が劣る傾向にあり、製造性も大きく劣る。

30

【0005】

ところで、水に濡れる濡れ時間が長くなる環境下では、めっき鋼板は極めて腐食し易くなる。従って、水濡れ耐食性を高めるために、めっき層の厚さを厚くすることがめっき鋼板の長寿命化を図る上で重要な項目となる。そこで、Al を多量に含有する Zn 合金めっき層を、連続式溶融めっき法によって、後めっき法の場合と同程度に分厚く製造することができれば、鋼材を長期に防食する鋼板を効率的に製造することが可能になる。

【0006】

連続式溶融めっき法により製造されるめっき鋼板は、土木・建材分野で使用され、長期耐食性が求められる。連続式溶融めっき法により製造されるめっき鋼板のめっき層の厚さは、 $20 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度が多い。これは、めっき浴から鋼板を引き上げる際の溶融金属の持ち上げ、ガスワイピング、空凝固という連続式溶融めっき法のプロセス上の特徴に起因する。めっき浴からの引き上げ速度を上昇すれば、めっき層の厚さは分厚くなるが、表面外観制御が難しくなるため、実際は、ワイピング調整によってめっき層の厚さの上限が厳しく制限される。このため、Al 及び Mg を含有する Zn 合金めっき層を連続式溶融めっき法で製造する場合、一般に $30 \mu\text{m}$ 以上の厚さを有するめっき層の製造は困難である。これは、Al を多量に含有するめっき浴は、比重が軽くなってめっき浴自体の粘度が小さくなり、その結果、めっき浴から鋼板を引き上げる際の溶融金属の付着量が少なくなるためである。

40

【0007】

また、近年、めっき層に耐食性以外の性能付与のために、Zn 合金めっき浴に Al 及び

50

Mg 以外の様々な元素が添加されるようになっている。特許文献 1 に示すように、例えば、Si、Sn などがめっき浴に添加される場合がある。これらの元素は、Zn 合金中の Mg、Al または Zn と結合して、融点の高い金属間化合物を形成しやすい。また、Si、Sn 等は、めっき浴を通過する鋼板の鋼成分とも結びついて、Fe などと金属間化合物を作り、細かい微粒子（微細ドロス）となってめっき浴中に浮遊、沈降する。このようなマイクロサイズの金属間化合物は、溶融めっきを行う際に、鋼板に付着して不めっき（めっき層が鋼板上に形成されない部分）を発生させたり、めっき層表面を凹凸させたりして、外観不良の問題となってきた。このような微細な金属間化合物の析出を抑制するためには、めっき浴温の高温化が有効とされる。めっき浴を高温浴とすることで、微細ドロスをめっき浴中に再溶解させて、長期に渡り安定的なめっき操作が可能となる。しかしながら、めっき浴の高温化は、界面合金層の厚さの増大を招きやすいため、浴温の高温化も限界がある。

10

【0008】

すなわち、Al 濃度の高いめっき浴が低粘度かつ高融点であることを踏まえると、耐食性が優れためっき層を、その厚さが厚くなるように連続溶融めっき法により製造しようとした場合、めっき浴の比重、粘度の点で製造が困難であるとされる。また、様々な合金元素が添加される系での、浮遊ドロスを発生させずに長時間操作するための実現手段が存在しなかった。

【0009】

例えば、特許文献 3 には、鋼材の表面にアルミニウム・亜鉛合金めっき層を少なくとも含む下地層を介して塗膜を形成した表面処理鋼材が開示されている。しかしながら、特許文献 3 においては、耐食性及び水濡れ耐食性向上の観点から改善の余地がある。

20

また、めっき層を備える鋼板は様々な形状の部品に加工されるため、加工性に優れることも要求される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】国際公開第 2018/139619 号

【文献】日本国特開昭 61-295361 号公報

【文献】日本国特開 2017-197795 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、耐食性、水濡れ耐食性及び加工性に優れた溶融めっき鋼材を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を採用する。

【1】母鋼材と、前記母鋼材の表面に配置されためっき層と、を有する溶融めっき鋼材であり、前記めっき層の平均化学組成が、質量%で、

40

Al：10%超、45%未満、

Mg：4.0～15.0%、

Si：0～2.00%、

Cr：0～3.00%、

Mo：0～3.00%、

Sn：0～0.7%、

Bi：0～0.3%、

In：0～0.3%、

Ca：0～0.60%、

Y：0～0.3%、

50

L a : 0 ~ 0 . 3 % 、
 C e : 0 ~ 0 . 3 % 、
 S r : 0 ~ 0 . 3 % 、
 L i : 0 ~ 0 . 3 % 、
 N i : 0 ~ 1 . 0 % 、
 C u : 0 ~ 1 . 0 % 、
 A g : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 S b : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 P b : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 B : 0 ~ 0 . 5 0 % 、
 P : 0 ~ 0 . 5 0 % 、
 T i : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 C o : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 V : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 N b : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 M n : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 Z r : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 W : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 F e : 0 ~ 5 . 0 % 、

10

残部：Z n 及び不純物であり、かつ、

20

C r 及び M o の合計量 ΣA : 0 . 0 3 ~ 3 . 0 0 % 、
 S n 、 B i 及び I n の合計量 ΣX : 0 ~ 0 . 7 % 、
 C a 、 Y 、 L a 、 C e 、 S r 及び L i の合計量 $\Sigma Y a$: 0 ~ 0 . 6 % 、
 N i 、 C u 、 A g 、 S b 及び P b の合計量 $\Sigma Y b$: 0 ~ 1 . 0 % 、
 B 及び P の合計量 $\Sigma Y c$: 0 ~ 0 . 5 0 % 、
 T i 、 C o 、 V 、 N b 、 M n 、 Z r 及び W の合計量 ΣZ : 0 ~ 0 . 2 5 % 、
 $\Sigma Y a \leq S i + C r + M o$ 、

であり、

前記めっき層の表面から前記母鋼材に向けて前記母鋼材の厚さ方向に G D S 分析した場合の元素分布プロファイルにおいて、母鋼材 F e 濃度の 9 5 % の F e 濃度が検出される厚さ位置を前記めっき層と前記母鋼材との界面とし、前記めっき層の前記表面から前記界面までの間隔を前記めっき層の厚さ t とした場合、

30

前記めっき層の前記表面から 0 . 1 $\times t$ の厚さ位置から、前記母鋼材 F e 濃度の 4 0 % の F e 濃度が検出される厚さ位置までの領域において、前記合計量 ΣA が 0 . 0 5 質量% 以上である領域が、前記母鋼材の厚さ方向に連続して 1 . 0 μm 以上存在する、溶融めっき鋼材。

〔2〕前記元素分布プロファイルにおいて、前記界面から前記めっき層の前記表面に向けて 1 . 0 μm までの領域における前記合計量 ΣA の平均値が、0 . 5 0 質量% 超である、

〔1〕に記載の溶融めっき鋼材。

〔3〕前記めっき層の断面において、C r 含有化合物及び M o 含有化合物の合計の面積分率が 1 . 0 % 以上である、〔1〕又は〔2〕に記載の溶融めっき鋼材。

40

〔4〕前記めっき層の前記平均化学組成において、C a 濃度が 0 . 0 5 質量% 以上であり、C r 濃度または M o 濃度が 0 . 0 5 質量% 以上であり、 $\Sigma Y a < S i + C r + M o$ の関係を満たす場合に、

前記めっき層の前記表面の X 線回折パターンにおいて、下記（1）式及び（2）式を満たす、〔1〕～〔3〕のいずれか 1 項に記載の溶融めっき鋼材。

$$(I_{\max}(10.5^{\circ} \sim 11.0^{\circ})) / (I(10.5^{\circ}) + 0.2 \times \{(|I(11.0^{\circ}) - I(10.5^{\circ})|)\}) \geq 1.5 \quad \cdots (1)$$

$$(I_{\max}(20.2^{\circ} \sim 20.5^{\circ})) / (I(20.2^{\circ}) + 0.667 \times \{(|I(20.5^{\circ}) - I(20.2^{\circ})|)\}) \geq 1.5 \quad \cdots (2)$$

50

ここで、 $I_{\max}(k \sim m^\circ)$ は回折角度 $k \sim m^\circ$ の間における X 線回折強度の最大値であり、 $I_{\max}(n^\circ)$ は回折角度 n° における X 線回折強度であり、 k 、 m 、 n はそれぞれ式 (1) 及び式 (2) 中に示される回折角度である。

【5】前記めっき層の前記厚さ t が $15 \mu\text{m}$ 以上である、【1】～【4】のいずれか 1 項に記載の溶融めっき鋼材。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、耐食性、水濡れ耐食性及び加工性に優れた溶融めっき鋼材を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】式 (1) 及び (2) を説明するための図であって、X 線回折測定結果を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明者らは、Al、Mg 及び Zn を含有するめっき層を備え、連続式の溶融亜鉛めっき法により製造される溶融めっき鋼材について、めっき層の付着量が大きく、耐食性及び水濡れ耐食性に優れ、かつ加工性に優れた溶融めっき鋼材およびその製造方法を鋭意検討した。

【0016】

低融点金属である Zn に、Al もしくは Mg といった元素を含有させた Zn 合金の溶融めっき浴の融点は、3 元共晶組成や、 $\text{Zn}-3\% \text{Al}-3\% \text{Mg}$ (% 表示の単位は質量%) から離れるに従い、上昇する傾向になる。Al が 10% 超かつ、Mg が 4% 以上含有されるめっき浴の融点は、純 Zn (つまり、100% Zn) の融点よりも高くなる。このような Zn 合金めっき浴では、溶融めっきプロセスを考慮した場合、純 Zn のめっき浴の融点より 50°C 以上高い 500°C 近傍で操業される。

【0017】

Al、Mg 等の合金元素は、Zn と比べると比重が小さい。合金成分の比重は、溶融状態における粘度と密接に関係する。すなわち、Al、Mg 等を高濃度で含む溶融金属は、粘度が小さくなる。このため、連続式溶融めっき法において、一定のライン速度で鋼板を 500°C 程度のめっき浴に通板させると、鋼板に付着して鋼板と共に持ち上がる溶融めっき浴の付着量は、純 Zn めっきの場合に比べて大幅に少なくなる。従って、厚さが $20 \mu\text{m}$ を超えるめっき層を安定して製造するためには、ワイピング技術などの開発が必須になる。しかしながら、めっき層を構成する溶融金属の比重がそもそも小さいゆえに軽いため、ワイピングブロー時に、溶融金属が容易に吹き飛ばされてしまう。また、皺が寄りやすいため、ワイピング技術などを改良したとしても、分厚いめっき層を製造することは困難が伴う。

【0018】

また、めっき浴には、性能付与を目的として Si などが添加される場合がある。しかし、Si などの添加元素は、Fe、Mg などと結合しやすく、さらには浮遊ドロスを形成し、めっき浴中に沈降しやすい。特に、 500°C 程度のめっき浴では浮遊ドロスが形成しやすい。

【0019】

更に、めっき浴に Al が含有されると、Al と Fe との反応が活発になるため、めっき浴中に母鋼材を通過させた際に、容易に Al-Fe 系界面合金層が形成する。Al-Fe 系界面合金層は、大きな凹凸を有するものである。そのため、Al-Fe 系界面合金層の厚さが $1.0 \mu\text{m}$ を超えると、分厚いめっき層を備えた場合に、曲げ試験などにおいて Al-Fe 系合金層を起点としたクラックがめっき層に伝播し、めっき層の剥離が起こる場合がある。このようなことは、めっき浴の温度が高いほど顕著になる。このことから、Al 濃度が高く、めっき浴の温度が高い条件では、加工性に富んだ溶融めっき鋼材を製造す

10

20

30

40

50

ることが難しくなる。

【0020】

そこで、上記の問題点を解決するため、本発明者らが鋭意検討した。めっき浴のAl濃度が高く、かつ、高い浴温の条件下で、付着量が大きなめっき層を製造するには、まず、めっき浴の粘性をあげることが必要である。これは、比重の重い元素をめっき浴に添加することで成し遂げられる。特に、Crを添加すると、めっき浴の比重及び粘性が大きくなり、通板時の母鋼材へのめっき付着量を大きくすることができる。なお、Crと同様の効果を発揮する元素としてMoが挙げられる。

【0021】

一方で、めっき浴にCrまたはMoを含有させると、CrまたはMoは、Si、Ca、Mgといった元素と結合しやすいために、めっき浴に浮遊ドロスが形成する傾向にある。ただし、これらの浮遊ドロスは微細であるので、めっき浴の温度を600℃近傍まで上昇させることで、浮遊ドロスをめっき浴中に再溶解させることができる。一方、600℃程度のめっき浴では、Al-Fe合金化反応が活発であり、母鋼材の短時間の浸漬で、Al-Fe系界面合金層が分厚く成長し、その後の溶融めっき鋼材の加工性を著しく損なう可能性がある。従って、母鋼材のめっき浴の浸漬時間を短時間になるように制御する必要がある。

【0022】

また、予め母鋼材にCrもしくはNiなどの高融点金属をプレめっきしておくことで、Al-Fe間の反応が抑制され、界面合金層の成長を大幅に抑制させることが可能にある。これにより、耐食性、水濡れ耐食性及び加工性に優れ、めっき層の付着量が比較的大きな溶融めっき鋼材を製造することが可能になる。

【0023】

以下、本発明の実施形態に係る溶融めっき鋼材について説明する。

【0024】

なお、以下の説明において、化学組成の各元素の濃度の「%」表示は、「質量%」を意味する。また、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。また、「～」の前後に記載される数値に「超」または「未満」が付されている場合の数値範囲は、これら数値を下限値または上限値として含まない範囲を意味する。

【0025】

めっきの対象となる母鋼材について説明する。

母鋼材は、例えば主に鋼板であるが、そのサイズに特に制限はない。鋼板は、通常の溶融亜鉛めっき工程に適用可能なものであればよい。具体的には、連続溶融亜鉛めっきライン(CGL)など、溶融金属に浸漬して凝固させる工程で適用可能な鋼板がこれに当てはまる。鋼板のサイズとしては、例えば、板厚10mm以下、板幅2000mm以下のものを適用できるが、鋼板のサイズはこれに限定されるものではない。

母鋼板の板厚は、0.25～10.00mmとすることが好ましく、0.40～10.00mm、0.50～10.00mm、又は0.5～6.00mmとすることが好ましい。

【0026】

母鋼材の材質には、特に制限はない。母鋼材は、例えば、一般鋼、各種金属が薄くめっきされたプレめっき鋼、Alキルド鋼、極低炭素鋼、高炭素鋼、各種高張力鋼、一部の高合金鋼(Ni、Cr等の耐食性強化元素含有鋼等)、軟鋼線、硬鋼線、ばね鋼、スチールコード、ボルト用鋼、橋梁ケーブル用鋼線材などの各種の鋼板、鋼線材、鋼線が適用可能である。より具体的には、例えばJIS G 3131:2018に示される熱間圧延軟鋼板及び鋼帯、JIS G 3141:2021に示される冷間圧延鋼板及び鋼帯、JIS G 3101:2020に示される一般構造用圧延鋼材、各種金属が薄くめっきされたJIS H 8641:2021、JIS G 3302:2022、JIS G 3303:2022、JIS G 3313:2021、JIS G 3314:2022、JIS G 3315:2022、JIS G 3317:2022、JIS G 3321:2022

10

20

30

40

50

などの各種めっき鋼（以下、めっき鋼板を母鋼材とするためにめっきすることを「プレめっき」ともいい、母鋼材としてのめっき鋼材又はめっき鋼板を「プレめっき鋼材又はプレめっき鋼板」ともいう。）、JIS G 3136：2022に示される建築構造用圧延鋼材、JIS G 3113：2018、JIS G 3134：2018、JIS G 3135：2018などに示される各種高張力鋼、一部の高合金鋼（Ni、Cr等の耐食性強化元素含有鋼等）が適用可能である。

【0027】

前述のとおり、母鋼材の表面に、あらかじめ、プレめっきとして、 $0.3 \sim 5.0 \text{ g/m}^2$ の付着量のNiめっき層、Crめっき層またはMoめっき層を設けてもよい。このようなプレめっき層を備えた母鋼材を用いることで、Al-Fe系界面合金層の成長を抑制し、パウダリング等の発生を抑制するとともに、加工性も向上できるようになる。

【0028】

また、母鋼材の製造工程としては、高炉または電炉による製鉄・製鋼工程、熱間圧延工程、酸洗工程、冷間圧延工程、熱処理工程などの一般的な工程が挙げられるが、本実施形態の母鋼材は、何れの工程を経たものでもよく、また、各工程の処理条件は限定されない。

【0029】

次に、めっき層について説明する。本実施形態に係るめっき層は、Zn-Al-Mg系合金層を含む。ZnにAl、Mgなどの合金元素が含有されると耐食性が改善するため、めっき層の厚さが小さい薄膜、例えば、通常のZnめっき層の半分程度で同等の耐食性を有する。そのため、本実施形態も同じように薄膜でZnめっき層と同等以上の耐食性が確保される。また、めっき層には、Al-Fe系界面合金層を含んでもよい。

【0030】

Zn-Al-Mg系合金層は、Zn-Al-Mg系合金よりなる。Zn-Al-Mg系合金とは、Zn、Al及びMgを含む三元系合金を意味する。

Zn-Al-Mg系合金層の厚さは、 $4 \sim 80 \mu\text{m}$ としてもよい。必要に応じて、その下限を $7 \mu\text{m}$ 、 $10 \mu\text{m}$ 、 $15 \mu\text{m}$ 又は $20 \mu\text{m}$ としてもよく、その上限を $70 \mu\text{m}$ 、 $60 \mu\text{m}$ 又は $50 \mu\text{m}$ としてもよい。

【0031】

Al-Fe系界面合金層は、多くの場合、母鋼材とZn-Al-Mg系合金層との間にある界面合金層であり、母鋼材の表面に接している。

【0032】

つまり、めっき層は、Zn-Al-Mg系合金層の単層構造であってもよく、Zn-Al-Mg系合金層とAl-Fe系界面合金層とを含む積層構造であってもよい。積層構造の場合、Zn-Al-Mg系合金層は、めっき層の表面を構成する層とすることがよい。

【0033】

Al-Fe系界面合金層は、耐食性における寄与は小さいが、溶融めっき鋼材の加工時におけるめっき層の密着性確保と、加工性（亀裂の有無）に影響する。特に、Al-Fe系界面合金層は、加工時のめっき層の剥落の度合いを示す耐パウダリング性に影響する場合がある。通常、Al-Fe系界面合金層の厚さが薄い方が、加工時のめっき層の亀裂発生起点を少なくして耐パウダリング性をより改善できる。このため、使用時に高い加工が付与される可能性のある溶融めっき鋼材では、Al-Fe系界面合金層が極力薄いことが好ましい。具体的には、Al-Fe系界面合金層の厚さは $5.0 \mu\text{m}$ 未満とすることが好ましい。Al-Fe系界面合金層の厚さは、 $2.0 \mu\text{m}$ 以下とすることがより好ましく、 $1.0 \mu\text{m}$ 以下、 $0.5 \mu\text{m}$ 以下、 $0.3 \mu\text{m}$ 以下とすることがより一層好ましい。これにより、加工時における亀裂の発生を抑制して耐パウダリング性をより改善できる。

さらには、めっき層の全体に占めるAl-Fe系界面合金層の厚さが平均で10%未満、さらに好ましくは、5%未満とすることが好ましい。

【0034】

なお、上述したようにめっき原料（母鋼材）として、Cr、MoまたはNiをプレめっきしたプレめっき鋼材を使用した場合は、本実施形態に係る溶融めっき鋼材において、A

10

20

30

40

50

l - F e系界面合金層が極めて薄くなり、ほとんど確認できない場合もある。また、予め、プレめっきされたプレめっき鋼材をめっき原材に使用する際には、プレめっき層をなす元素が、母鋼材側、もしくはA l - F e合金層に取り込まれることがある。

【0035】

A l - F e系界面合金層は、組織としてA l₅F e₂相が主相の層である。A l - F e系界面合金層は、地鉄（母鋼材）及びめっき浴の相互の原子拡散によって形成される。製法として連続式の溶融めっき法を用いた場合、A l元素を含有するめっき層では、A l - F e系界面合金層が形成され易い。本実施形態ではめっき浴中に一定濃度以上のA lが含有されることから、A l - F e系界面合金層にはA l₅F e₂相が最も多く形成する。しかし、原子拡散には時間を要するため、A l - F e系界面合金層におけるF e濃度は均一ではなく、地鉄に近い部分ではF e濃度が高くなる場合もある。そのため、A l - F e系界面合金層は、部分的には、A l F e相、A l₃F e相、A l₅F e₂相などが少量含まれる場合もある。また、めっき浴中にZ nも一定濃度含まれることから、A l - F e系界面合金層には、Z nも、もしくは界面に集積しやすいS iも少量含有される場合がある。

10

【0036】

本実施形態では、めっき層中にS iを含有することができる。S iの一部は、A l - F e系界面合金層中に取り込まれて、A l - F e - S i金属間化合物相となる。同定される金属間化合物相としては、A l F e S i相があり、異性体として、 α 、 β 、q 1、q 2 - A l F e S i相等が存在する。そのため、A l - F e系界面合金層では、これらA l F e S i相等が検出されることがある。これらA l F e S i相等を含むA l - F e系界面合金層をA l - F e - S i合金層とも称する。

20

【0037】

めっき層全体の厚さは、めっき条件に左右されるため、めっき層全体の厚さの上限及び下限については特に限定されるものではない。また、めっき浴からの鋼材の引抜速度及びワイピング条件の影響を受ける。すなわち、めっき層全体の厚さは、連続式溶融めっき法ではめっき浴の粘性及び比重の影響を受ける。連続式溶融めっき法で形成されるめっき層の厚さの最大値は、100 μ m以下であることが多いので、本実施形態の溶融めっき鋼材のめっき層の厚さは例えば100 μ m以下、80 μ m以下、70 μ m以下、60 μ m以下又は50 μ m以下でもよい。ただし、高濃度にA lを含有するめっき浴は、通常600℃近傍の浴温で製造する場合は、めっき浴の粘性が低いため、めっき層の厚さが20 μ m前後になることが多い。浸漬時間を長くすることで、A l - F e系界面合金層を厚くしてめっき層全体を厚くすることができる場合もあるが、前述のとおりA l - F e系界面合金層を厚くすると加工性が極めて悪くなる。なお、めっき層の厚さは、母鋼材の板厚の20%以下とするが、必要に応じて、母鋼材の板厚の15%以下、10%以下又は5%以下としてもよい。めっき層の厚さは、必要に応じて、15 μ m以上、20 μ m以上、30 μ m以上、35 μ m以上、40 μ m以上または45 μ m以上としてもよい。

30

【0038】

次に、めっき層の平均化学組成について説明する。めっき層全体の平均化学組成は、めっき層がZ n - A l - M g系合金層の単層構造の場合は、Z n - A l - M g系合金層の平均化学組成である。また、めっき層がA l - F e系界面合金層及びZ n - A l - M g系合金層の積層構造の場合は、A l - F e系界面合金層及びZ n - A l - M g系合金層の合計の平均化学組成である。

40

【0039】

A l：10%超、45%未満

A lは、めっき層の主体を構成する元素である。A l濃度が10%超になると、めっき層の融点が純Z nよりも高くなる。また、本実施形態におけるめっき層の厚さを増大させるのに必要なC rは、Z n、M gには固溶しない。そのため、C rを含有させるためには一定量以上のA lが必要である。そのために最低限必要な濃度が10%超であるため、A l濃度は10%超とする。また、A lは、C r含有金属間化合物またはM o含有金属間化合物を形成するために必須の元素である。A l濃度は、好ましくは18%以上であり、よ

50

り好ましくは25%以上である。

一方、Al濃度が45%以上になると、めっき浴と鉄の反応性が高まり、Al-Fe系界面合金層の抑制が困難になり、厚いめっき厚での加工性確保が厳しくなる。また、Al-Fe系界面合金層が厚く形成される分だけ、Zn-Al-Mg系合金層の厚さが減少する。従って、Al濃度を45%未満とする。Al濃度は、好ましくは38%以下であり、より好ましくは35%以下である。

【0040】

Mg：4.0～15.0%

Mgは、Znと同様に、めっき層の主体を構成する元素である。Mgは、高耐食化に必要であって、Zn-Al-Mg系合金層中に比較的硬質なMgZn₂相を形成させる。Mgは、水濡れ環境において、水濡れ耐食性を確保するために必要な元素である。Mg濃度が4.0%未満では、Cr、Moなどと適切な化合物を形成しなくなるため、Crの含有に関わらず、めっき層は薄くなる。従って、Mg濃度は4.0%以上とする。Mgの含有により、高い水濡れ耐食性が得られる理由の一つは、MgZn₂、Mg₃Zn₂(Zn, Al)₄のZn-Mg系の化合物が存在することである。Mg濃度は、好ましくは、5.0%以上、6.0%以上である。

一方、Mg濃度が15.0%超となると、Crとの金属間化合物が形成しにくくなる。また、めっき浴の粘性が極めて高くなることで、めっき外観が大幅に悪化する。また、引き上げ時にめっき浴が引きあがらなくなり、極端に薄いめっき厚さになる。このため、Mg濃度は15.0%以下とする。Mg濃度は、好ましくは、13.0%以下、10.0%以下である。

【0041】

Cr：0～3.00%

Mo：0～3.00%

Cr及びMoの合計量ΣA：0.03～3.00%

Crは、Alを含有するZn系めっき浴に含有されると、めっき浴の比重を増大させ、めっき浴の粘度を向上させる。これにより、めっき浴から鋼材を引き上げる際に、鋼材に対する熔融金属の付着量が多くなり、めっき層の厚さが厚くなる。また、めっき浴中にCrが含まれることで、めっき相の凝固の初期段階においてAl₁₈Cr₂Mg₃に代表されるCr含有金属間化合物が形成され、めっき層の厚さの増大化がより促進される。これらの金属間化合物の効果や、比重・粘度の上昇効果は、どちらの効果が大きいかは切り分けることが難しいが、いずれもCrの含有効果と考えられる。Al, Mgが適切な濃度範囲にある際、この効果はCrが0.03%以上でめっき付着量が大きくなる傾向にある。そのため、Cr濃度を0.03%以上とすることが好ましい。Cr濃度は、より好ましくは、0.10%以上、0.30%以上、0.50%以上、0.70%以上または1.00%以上である。

【0042】

一方、Cr含有金属間化合物は、めっき浴中に浮遊ドロスを形成する。浮遊ドロスは、不めっき、ドロス付着疵といっためっき欠陥を発生させ、製品の形態・性能に大きな影響を与え、耐食性を劣化させる。従って、これらの浮遊ドロスは完全にめっき浴に溶解させることが好ましく、このため、本実施形態では、Crを含有する場合のめっき浴の温度は600℃以上にすることが必要である。Cr濃度が3.00%超では、めっき浴の温度を高めたとしても、これらの浮遊ドロスを完全溶解させることが困難であり、また、めっき浴の粘性が極めて高くなって鋼材のめっき浴からの引き上げ時に熔融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなる。また、めっき外観が大幅に悪化する。このため、Cr濃度は3.00%以下とする。Cr濃度は、好ましくは、2.50%以下、2.00%以下である。

【0043】

Crと同族元素であるMoは、Crと同様の効果を奏する。従って、CrまたはMoの少なくとも一方が含まれればよく、両方が含まれていてもよい。Mo濃度は、0.03%

10

20

30

40

50

以上とすることが好ましい。Mo濃度は、より好ましくは、0.10%以上、0.30%以上、0.50%以上、0.70%以上または1.00%以上である。

また、Crと同様の理由から、Mo濃度は3.00%以下とする。Mo濃度は、好ましくは、2.50%以下、2.00%以下である。

Moを含有させた場合のMo含有金属間化合物としては、 $Al_{10}CaMo_2$ が生成する。

本実施形態では、Cr含有又はMo含有による上述の効果を 얻 ため に、Cr及びMoの濃度の合計量 ΣA は0.03~3.00%とする。必ずしもCr及びMoの両方が含まれる必要はなく、Cr又はMoの一方の濃度がこの範囲内であってもよい。そのため、Cr及びMoの濃度の下限は0%である。

合計量 ΣA は、好ましくは、0.10%超、0.30%超、0.50%以上、0.70%以上または1.00%以上である。また、合計量 ΣA は、好ましくは、2.50%以下、2.00%以下である。

【0044】

Si：0~2.00%

Siは、Al-Fe反応を抑制し、これにより、Al-Fe系界面合金層の形成を抑制する。また、Siは、Al-Fe系界面合金層の一部に取り込まれて、Al-Fe-Si化合物を形成する。Siが含有されない場合は、Al-Fe反応が活発となり、Al-Fe合金層の厚さが厚くなって加工時にパウダリングが発生し、耐食性を著しく損なう。Siは含まれなくてもよい ため、Si濃度の下限は0%である。ただし、Siが0.01%以上含有されると、界面合金層の厚さの成長速度が遅くなる。そのため、Si濃度は0.01%以上とすることが好ましい。Si濃度は、好ましくは、0.10%以上、0.20%以上である。

一方、Si濃度が2.00%超であると、Mgと結合して金属間化合物(Mg_2Si)が多量に形成する。これにより、めっき浴の粘性が極めて高くなって、母鋼材のめっき浴からの引き上げ時に母鋼材に熔融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなる。また、めっき外観が大幅に悪化する。このため、Si濃度は2.00%以下とする。Si濃度は、好ましくは、1.50%以下、1.00%以下、0.40%以下、0.30%以下である。Si濃度が2.00%以下であれば、ほとんど Mg_2Si が形成されない。

【0045】

元素群X

Sn：0~0.7%

Bi：0~0.3%

In：0~0.3%

Sn、Bi及びInの合計量 ΣX ：0~0.7%

元素群X(Sn、Bi、In)の各元素は、めっき層に含有されることによってめっき層の軟化を促す元素である。Sn、Bi、Inは、任意に含有できる元素であるので、それぞれの濃度の下限は0%である。Snを含有させると、めっき層中に Mg_9Sn_5 が形成する傾向にある。Biは、 Mg_3Bi_2 を形成し、Inは Mg_3In などを形成する。これらの元素は $MgZn_2$ 相より軟質で、加工性もよく、含有により明瞭に加工性の向上が確認できる元素である。また同時に非常に卑な電気化学的性質を示すため、犠牲防食効果が高い。したがって、これらの元素の含有による加工部での耐食性向上効果が得られる。

【0046】

それぞれの元素は、濃度の上限があり、多量に含有させると、Cr含有金属間化合物からMgを吸収してしまい、Cr含有金属間化合物が形成しなくなってめっき厚さが薄くなる。そのため、Sn濃度は0.7%以下とし、Bi及びInの濃度は0.3%以下とする。さらに、Sn、Bi及びInの濃度の合計量 ΣX は0.7%以下とする。合計量 ΣX は、好ましくは、0.5%以下、0.4%以下である。

【0047】

次に、以下に説明する元素群Ya、Yb及びYcの各元素は、何れも任意添加元素であ

り、その下限を0%とする。

【0048】

元素群Y a

Ca : 0 ~ 0.60%

Y : 0 ~ 0.3%

La : 0 ~ 0.3%

Ce : 0 ~ 0.3%

Sr : 0 ~ 0.3%

Li : 0 ~ 0.3%

Ca、Y、La、Ce、Sr及びLiの合計量 $\Sigma Y a$: 0 ~ 0.6%

10

【0049】

元素群Y aの一つであるCaは、めっき浴の中で様々な含有効果を引き起こすため、含有することが好ましい。Caは、めっき浴の元素の中では、Crと最も結合しやすい。このため、Crが含有されためっき浴では、 $Al_{10}CaCr_2$ を形成する。この金属間化合物が形成すると、めっきの粘度が上がり、容易に分厚いめっき層を得ることができる。

【0050】

Ca > Crの場合、すなわちCa濃度がCr濃度を超える場合、Crと結合できなかったCaは、Si、Alと結合して、Ca-Al-Si化合物(Al_2CaSi_2 、 $CaSi_2$ など)を形成する。この化合物は、 Mg_2Si よりも形成しやすいため、 Mg_2Si における耐食性劣化を、Caを含有させることによって防ぐことができる。

20

【0051】

Ca濃度が0.60%を超えると、めっき浴中で様々な浮遊ドロスを形成し、めっき欠陥が増える。また、めっき浴の粘性が極めて高くなることで、めっき浴からの引き上げ時において、母鋼材における溶融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなり、耐食性が悪化する。また、めっき外観が大幅に悪化する。従って、Ca濃度は0.60%以下とする。Ca濃度は好ましくは、0.50%以下、0.40%以下である。

【0052】

Ca以外の元素群Y aの各元素は、Caとほぼ同等の効果が得られるため、Caの代用として含有させることができる。ただし、Ca以外の元素は高価であり、Caほど多量に含有させると経済性を損なう懸念があり、Ca以外の元素の濃度の合計がCa濃度以上となることはあまり好ましくない。

30

Ca以外の元素群Y aの含有により形成される金属間化合物は、 $Al_{10}CaCr_2$ の置換体として、 $Al_{10}(Y a)Cr_2$ 、さらにはSiと結合して、Y a-Al-Si化合物も形成する。Caか、いずれか1種類の元素が含有されれば、耐食性、加工性における違いや性能差などはほとんど観察されない。濃度が高い場合もCaと同様に、Cr化合物からMgを吸収してしまい、この化合物が形成しなくなつてめっき厚さが薄くなるため、濃度の上限が存在する。よって、Ca以外の元素群Y aの各元素の濃度はそれぞれ、0 ~ 0.3%とする。Ca以外の元素群Y aの各元素の濃度はそれぞれ、好ましくは、0.2%以下、0.1%以下である。

また、Caを含む元素群Y aの各元素の濃度の合計量 $\Sigma Y a$ は、0 ~ 0.6%とする。合計量 $\Sigma Y a$ は、好ましくは、0.5%以下、0.4%以下である。

40

【0053】

Ca、Y、La、Ce、Sr及びLiの合計量 $\Sigma Y a \leq Si + Cr + Mo$

合計量 $\Sigma Y a$ は、SiとCrとMoの濃度の合計量以下に抑える必要がある。合計量 $\Sigma Y a$ がSiとCrとMoの濃度の合計量を超えると、CaはAl-Zn-Ca化合物を形成し、これによりめっき浴の粘性が極めて高くなる。これにより、めっき浴からの引き上げ時において、母鋼材における溶融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなり、耐食性が悪化する。また、めっき外観が大幅に悪化する。特に、分厚いめっきを形成する際に、パウダリングの起点が生じやすく、耐食性などの劣化が大きい。よって、合計量 $\Sigma Y a \leq Si + Cr + Mo$ を満たす必要がある。

50

【0054】

元素群 Y b

N i : 0 ~ 1 . 0 %

C u : 0 ~ 1 . 0 %

A g : 0 ~ 0 . 2 5 %

S b : 0 ~ 0 . 2 5 %

P b : 0 ~ 0 . 2 5 %

N i、C u、A g、S b 及び P b の合計量 $\Sigma Y b$: 0 ~ 1 . 0 %

元素群 Y b の元素は、互いに共通する効果がある。これらの元素のうち 1 種でのその濃度が 0 . 1 0 % 以上であると、水濡れ耐食性が向上する効果が得られる。そのため、これらの元素のうちいずれか 1 種でも、その濃度が 0 . 1 0 % 以上であることが好ましい。

10

ただし、これらの元素の濃度の合計量 $\Sigma Y b$ が過剰になると、様々な金属間化合物が形成して、めっき浴の粘性が極めて高くなる。これにより、めっき浴からの引き上げ時において、母鋼材における熔融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなり、耐食性が悪化する。そのため、合計量 $\Sigma Y b$ は 1 . 0 % 以下とする。合計量 $\Sigma Y b$ は、好ましくは、0 . 5 % 以下、0 . 3 % 以下である。

耐食性の悪化を抑制するため、N i 及び C u の濃度はそれぞれ 1 . 0 % 以下とする。N i 及び C u の濃度はそれぞれ、好ましくは、0 . 5 % 以下である。

耐食性の悪化を抑制するため、A g、S b 及び P b の濃度はそれぞれ 0 . 2 5 % 以下とする。A g、S b 及び P b の濃度はそれぞれ、好ましくは、0 . 2 0 % 以下である。

20

【0055】

元素群 Y c

B : 0 ~ 0 . 5 0 %

P : 0 ~ 0 . 5 0 %

B 及び P の合計量 $\Sigma Y c$: 0 ~ 0 . 5 0 %

元素群 Y c の元素は、互いに共通する効果がある。これらの元素のうちいずれか 1 種でもその濃度が 0 . 0 5 % 以上であると、加工部の耐食性が改善する効果が得られる。そのため、これらの元素のうちいずれか 1 種でも、その濃度が 0 . 0 5 % 以上であることが好ましい。

一方、これらの元素を多量に含有すると、めっき浴の粘性が極めて高くなる。これにより、めっき浴からの引き上げ時において、母鋼材における熔融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなり、耐食性が悪化する。よって、B 及び P の濃度はそれぞれ 0 . 5 0 % 以下とする。B 及び P の濃度はそれぞれ、好ましくは、0 . 3 0 % 以下、0 . 2 0 % 以下である。

30

また、上記作用による耐食性の劣化を防ぐため、B 及び P の濃度の合計量 $\Sigma Y c$ は 0 . 5 0 % 以下とする。B 及び P の合計量 $\Sigma Y c$ は、好ましくは、0 . 3 0 % 以下、0 . 2 0 % 以下である。

【0056】

元素群 Z

T i : 0 ~ 0 . 2 5 %

C o : 0 ~ 0 . 2 5 %

V : 0 ~ 0 . 2 5 %

N b : 0 ~ 0 . 2 5 %

M n : 0 ~ 0 . 2 5 %

Z r : 0 ~ 0 . 2 5 %

W : 0 ~ 0 . 2 5 %

T i、C o、V、N b、M n、Z r、W の合計量 ΣZ : 0 ~ 0 . 2 5 %

元素群 Z に含まれる元素は、めっき層中に含有される A l 相に固溶する元素である。元素群 Z の元素がめっき浴に含有されると、水濡れ耐食性が向上する。これらの元素のうちいずれか 1 種でもその濃度が 0 . 1 0 % 以上であると、あるいは、これらの元素の合計量

40

50

ΣZ が0.10%以上であると、上記効果が得られる。そのため、これらの元素のうちいずれか1種でもその濃度が0.10%以上であること、あるいは、これらの元素の濃度の合計量 ΣZ が0.10%以上であることが好ましい。

一方、これらの元素を多量に含有すると、様々な金属間化合物が形成して、めっき浴の粘性が極めて高くなる。これにより、めっき浴からの引き上げ時において、母鋼材における溶融金属の付着量が低減し、めっき層の厚さが極端に薄くなり、耐食性が悪化する。よって、元素群Zの各元素の濃度はそれぞれ0.25%以下とする。元素群Zの各元素の濃度はそれぞれ、好ましくは、0.20%以下、0.10%以下である。

また、上記作用による耐食性の劣化を防ぐため、合計量 ΣZ は0.25%以下とする。合計量 ΣZ は、好ましくは、0.20%以下、0.10%以下である。

【0057】

Fe：0～5.0%

本実施形態に係る溶融めっき鋼材は、連続式の溶融めっき法により製造されるため、製造時にめっき原材からめっき層にFeが拡散する場合がある。前述の通り、本実施形態では、めっき層のAl濃度が高く、Al-Fe系界面合金層が形成される場合があるが、その厚さは薄い。その結果として、めっき層中にFeが最大5.0%まで含有することがある。Fe濃度は0%であってもよいが、Fe濃度が5.0%以下であれば、めっき層中の亀裂の発生頻度等に影響はない。よって、Fe濃度は5.0%以下とする。Fe濃度は、好ましくは、4.0%以下、3.0%以下、2.0%以下、1.0%以下である。Fe濃度は0%超でもよい。

【0058】

残部：Zn及び不純物

残部にはZn及び不純物を含有する。本実施形態の溶融めっき鋼材は、汎用性の高いZn系めっき鋼材であるため、めっき層の主相を構成する元素はZnである。Znの濃度を特に規定する必要はないが、Zn濃度を、質量%で、30～96%としてもよい。必要に応じて、その上限を90%、80%、70%又は60%としてよく、その下限を35%、45%、50%又は55%としてもよい。

【0059】

不純物は、原材料に含まれる元素、または、製造の工程で混入する元素であって、意図的に含有させたものではない元素を指す。例えば、めっき層には、母鋼材（地鉄）とめっき浴との相互の原子拡散によって、不純物として、Fe以外の元素も微量混入することがある。まためっき合金を製造するために通常3N純度（3NとはThree Nineであり、純度99.9%を意味する。）の金属を使用するため、不純物の濃度はおよそ、その合計で0.03%以下としてもよい。

【0060】

めっき層の平均化学組成の同定には、地鉄（母鋼材）の腐食を抑制するインヒビターを含有した酸でめっき層を剥離溶解した酸液を用いる。この酸液をICP発光分光分析法またはICP-MS法で測定することで平均化学組成を得ることができる。酸種は、めっき層を溶解できる酸であれば、特に制限はない。例えば、インヒビターを含有した酸としては、朝日化学工業株式会社製イビット（インヒビター）を10体積%のHClに溶解させた溶液を用いることができる。剥離前後の面積と質量を測定しておけば、めっき付着量（ g/m^2 ）も同時に得ることができる。

【0061】

次に、めっき層に含有される金属間化合物などについて説明する。

本実施形態に係るめっき層は、Zn-Al-Mg系合金めっきであることから、めっき層中にZn相、Al相、MgZn₂相が含有される。また、本実施形態に係るめっき層には、Cr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物の一方または両方が含有される。更に、本実施形態のめっき層には、その他の金属間化合物が含有される場合がある。

【0062】

Cr含有金属間化合物、Mo含有金属間化合物

10

20

30

40

50

本実施形態に係るめっき層には、 $Al_{20}CaCr$ 、 $Al_{18}Cr_2Mg_3$ に例示されるCr含有金属間化合物が含まれる。これらは、めっき層にCrが含有されることによりめっき層中に形成される。Crは、Ca及びAlと結合して $Al_{20}CaCr$ を形成する。また、Crは、Caが不足する場合に、Al及びMgと結合して $Al_{18}Cr_2Mg_3$ を形成する。また、AlとZn、MgとCaはそれぞれ、互いに原子半径が近いので、めっき層中ではAlの一部がZnに置換するとともに、Mgの一部がCaに置換した $(Al, Zn)_{18}Cr_2(Ca, Mg)_3$ として存在する場合もある。また、めっき層においてCaが不足する領域では、 $(Al, Zn)_{18}Cr_2Mg_3$ が形成する場合もある。

【0063】

更に、上述したように、Crは同族元素であるMoと置換可能であるため、Cr及びMoが共に含有される場合は、上述の金属間化合物のCrの一部がMoに置換される可能性がある。このような化合物は、Cr含有金属間化合物ともMo含有金属間化合物ともいうことができる。

【0064】

また、Crを含有せずMo単独で含有する場合は、Mo含有金属間化合物として、 $Al_{10}CaMo_2$ が形成する。

【0065】

以上のように、めっき層にCrまたはMoを含有させることにより、めっき層中にこれらの金属間化合物が生成し、めっき浴の粘性が大幅に向上し、めっき浴から母鋼材を引き上げる際にめっき浴の持ち上げ量が大きくなる。また、めっき層中にこれらの金属間化合物が生成することで、水濡れ耐食性及び耐食性が向上する。

【0066】

これらの金属間化合物は、最も高感度で定量性に優れる検出方法としてGDS法（グロー放電発光分光分析法）により間接的にその存在を確認可能である。また、これらの金属間化合物は、X線回折によっても確認可能である。ただし、例えば、 $Al_{18}Cr_2Mg_3$ と $(Al, Zn)_{18}Cr_2(Ca, Mg)_3$ とは、回折ピークが近接するために、これらの判別は難しい。さらに、これらの金属間化合物がめっき層中に多量に含有される場合は、めっき層の断面を走査型電子顕微鏡（SEM）によって観察することにより、金属間化合物を直接特定するとともに、含有される金属間化合物の面積分率の測定により、化合物の含有効果の影響の大きさを特定することができる。これらの測定方法は後述する。

【0067】

他の金属間化合物

Caは、めっき層中においてCr、Moと結合しやすく、次いでSiと結合しやすい。従って、Caがめっき層に含有されると、Cr含有金属間化合物やMo含有金属間化合物の他に、 $Al-Ca-Si$ 化合物を形成する。

【0068】

Siは、 Mg_2Si を形成しやすいが、Caが存在する場合は、 $Al-Ca-Si$ 化合物を形成する。ただし、Ca濃度を超えてSiが多量に含有されると Mg_2Si を形成するが、この化合物の耐食性は好ましくないが、微量の含有であれば、めっき層全体に及ぼす耐食性劣化は小さい。

【0069】

Sn、Inは、Mgと結合する傾向にあり、 Mg_2Sn 、 Mg_9Sn_5 、 Mg_3In を形成するが、これらはCr、Moとの反応にはかわらず、互いに独立して形成する。

【0070】

次に、本実施形態に係るめっき層におけるCr及びMoの元素分布プロファイルの確認方法について説明する。

【0071】

めっき層の内部の深さ方向の成分分析方法には、グロー放電発光分光分析（GDS）装置を使用するとよい。本発明者らは、グロー放電発光分光分析装置としてLECOジャパン850Aを使用するが、測定装置はこれに限定されるものではない。深さ方向の分析を

10

20

30

40

50

行う場合は、A rスパッタを行いつつ分析することが好ましく、その分析条件は、アルゴン圧：0.27MPa、出力電力：30W、出力電圧：1000V、放電領域：直径4mmの円形の領域内、とする。測定は、めっき層の表面から深さ方向に向けて、少なくとも母鋼材の表面から板厚の1/4離れた位置まで実施する。したがって、GDSによる深さ方向分析の分析範囲は、めっき表面から、Zn-Al-Mg系合金層、Al-Fe系合金層及び母鋼材の一部まで達する範囲となる。GDS分析後は、例えば、東京精密株式会社製のsurfcom130Aを使用して断面のスパッタ深さを測定する。GDS分析によって、めっき層の深さ方向の元素分布プロファイルが得られる。元素分布プロファイルでは、検出された元素の全量を100%とした場合に、各元素の深さ方向の濃度の分布が示される。

10

【0072】

本実施形態に係るめっき層では、めっき層の表面から母鋼材に向けて、少なくとも溶融めっき鋼材の板厚の1/4離れた位置までGDS分析した場合の元素分布プロファイルにおいて、溶融めっき鋼材の表面から溶融めっき鋼材の板厚の1/4離れた位置のFe濃度（以下、この位置でのFe濃度を「母鋼材Fe濃度」ともいう。注：めっき層の厚さは母鋼材の板厚の20%以下であり、この位置は必ず母鋼材（ただし、母鋼材がプレめっき鋼材の場合、プレめっき層を除く地鉄部分となる。）の95%のFe濃度が検出される厚さ位置をめっき層と母鋼材との界面とする。めっき層の表面からその界面までの間隔を、めっき層の厚さtとする。めっき層（溶融めっき鋼材）の表面から0.1×tの厚さ位置から、母鋼材Fe濃度（すなわち、溶融めっき鋼材の表面から溶融めっき鋼材の板厚の1/4離れた位置のFe濃度）の40%のFe濃度が検出される厚さ位置までの領域を、評価範囲とする。その評価範囲において、合計量ΣAが0.05質量%以上である領域が、母鋼材（溶融めっき鋼材）の厚さ方向に連続して1.0μm以上存在する場合に、水濡れ耐食性を向上することを発明者らは見出した。

20

【0073】

Cr濃度及びMo濃度を評価するにあたり、評価範囲は、「めっき層（溶融めっき鋼材）の表面から0.1×tの厚さ位置から、母鋼材Fe濃度（溶融めっき鋼材の表面から溶融めっき鋼材の板厚の1/4離れた位置のFe濃度）の40%のFe濃度が検出される厚さ位置までの領域」とする。めっき層の表面から、めっき層の表面から0.1×tの厚さ位置までの領域は、GDS分析の誤差が大きくなり得る領域であるため、評価範囲から除外する。また、めっき層と母鋼材の境界に近い領域では、Al-Fe系界面合金層の影響を受ける場合がある。また、めっき原料（母鋼材）としてCrまたはMoのプレめっき母鋼材を使用した場合にプレめっき層の影響を受ける場合がある。よって、Fe濃度の最大値に対して40%のFe濃度が検出される厚さ位置までを評価範囲とし、これよりも母鋼材側の領域は評価範囲から除くことにする。

30

【0074】

上記の評価範囲において、Cr濃度およびMo濃度の合計量ΣAが0.05%以上である領域が、母鋼材の厚さ方向に連続して1.0μm以上存在する場合、めっき層の製造時に、明確な粘性増大の効果が現れたものということができる。なお、Cr濃度およびMo濃度の合計量ΣAが0.05%以上である領域が厚さ方向に連続して1.0μm以上存在するかどうかは、前述のGDS分析による元素分布プロファイルにおいて確認する。これにより、めっき浴から母鋼材の引き上げ速度を一定値とした場合に、ワイピングの調整により、Cr及びMoを含有しない場合にめっき層の厚さが最大で30μm前後に達するのが限界であったところ、Cr及びMoの合計量ΣAが0.03%以上である領域が厚さ方向に連続して1.0μm以上存在した場合に、めっき層の厚さを15μm以上、好ましくは20μm以上、25μm以上または30μm超にすることができる。

40

Cr及びMoの合計量ΣAが0.03%以上である領域は、厚さ方向に連続して、10.0μm以上、20.0μm以上、30.0μm以上、40.0μm以上存在することが好ましい。上限は90.0μm以下、80.0μm以下、70μ以下又は60μm以下としてもよい。

50

【0075】

また、めっき原料として、プレめっき鋼材を利用する場合は、めっき層の表面から、少なくとも溶融めっき鋼材の板厚の $1/4$ 離れた位置までGDS分析して得られる元素分布プロファイルにおいて、母鋼材Fe濃度（溶融めっき鋼材の表面から溶融めっき鋼材の板厚の $1/4$ 離れた位置のFe濃度）の95%のFe濃度が検出される厚さ位置をめっき層と母鋼材との界面とした場合に、界面からめっき層の表面に向けて $1.0\mu\text{m}$ までの領域において、Cr濃度およびMo濃度の合計量ΣAの平均値が0.50%超であることが好ましい。このように、界面からめっき層の表面に向けて $1.0\mu\text{m}$ までの領域において、Cr濃度およびMo濃度の合計量ΣAの平均値が0.50%超であることにより、溶融めっきの際に、地鉄のFeがめっき層側に拡散することが抑制される。これにより、Al-Fe系界面合金層の厚さをより薄くすることが可能になる。具体的には、Al-Fe系界面合金層の厚さを $1.0\mu\text{m}$ 以下にすることができ、溶融めっき鋼材の加工性を向上できる。

10

【0076】

更に、めっき層の断面において、Cr含有金属間化合物及びMo含有金属間化合物の合計の面積分率が1.0%以上であることが好ましい。面積分率は、より好ましくは、1.5%以上、2.0%以上、3.0%以上または5.0%以上である。これにより、犠牲防食性が強くなる傾向にあり、特に曲げ加工部の耐食性が改善する。犠牲防食性の効果については、本来、卑な電気陰性度を示すMg、Cr、Caが、Alに結合することにより、Al相を被覆する酸化被膜が不安定になって、犠牲防食性が高くなるものと本発明者らは推測している。これらの金属間化合物は、腐食によって溶出した後に、Crなどの酸化被膜を生成し、溶出後の耐食性を向上させるものと考えられる。

20

【0077】

Cr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物の面積分率の測定には、電子線マイクロアナライザー（EPMA）を用いる。めっき層の断面を露出させ、EPMAに付属する走査型電子顕微鏡によってめっき層の断面を観察し、Cr及びMoの存在領域を特定する。特定されたこれらの領域をCr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物と特定する。そして、Cr含有化合物及びMo含有化合物の合計の面積分率を求める。

【0078】

より具体的には、次の通りとする。200倍の観察視野にて、EPMAによる元素マッピング像を得る。元素マッピング像においては、Znなどは、特定の小さな化合物を除き、めっき層のいかなる場所でも検出できる。一方、Cr、Moなどは、特定の金属間化合物（ $\text{Al}_{18}\text{Cr}_2\text{Mg}_3$ 、 $\text{Al}_{20}\text{CaCr}$ 、 $\text{Al}_{10}\text{CaMo}_2$ など）を形成するため、Cr、Moの存在位置は偏在するように観察される。すなわち、Cr、Moの存在位置が、金属間化合物の存在位置になる。

30

【0079】

各元素のマッピング画像が得られたら、ImageJなどの画像解析ソフトを利用して解析を行う。Znマッピング画像については、これを2値化して、めっき層全体が白、または黒になるように閾値を設定した上で、ピクセル単位でZnマップのピクセル数を算出する。

40

【0080】

次に、Crマッピング画像についても2値化した上で、Crのピクセル数を得る。Crが検出されたピクセル数を、Znのピクセル数で除した値を得る。これにより、Cr含有金属間化合物の面積分率を得る。同様の操作を、20視野に渡って行う。すなわち、めっき層の断面において異なる視野をランダムに20視野選択し、各視野において面積分率を求め、その平均値を求める。

Mo含有金属間化合物については、Moマッピング画像を用いることで、Crの場合と同様にして、面積分率を求める。

【0081】

次にCr含有金属間化合物、Mo含有金属間化合物のX線回折による指標につい

50

て述べる。

【0082】

X線回折測定は、GDS分析に比較して検出感度が低いので、めっき層中に一定量以上のCr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物が含まれていることが前提になる。そのため、めっき層の平均化学組成において、Ca濃度が0.05%以上であり、Cr濃度またはMo濃度が0.05%以上であり、 $\Sigma Y a < S i + C r + M o$ の関係を満たす場合に、めっき層表面のX線回折パターンにおいて、下記(1)式及び(2)式を満たすことが好ましい。

$$(I_{\max}(10.5^{\circ} \sim 11.0^{\circ})) / (I(10.5^{\circ}) + 0.2 \times \{|I(11.0^{\circ}) - I(10.5^{\circ})|\}) \geq 1.5 \quad \cdots (1)$$

10

$$(I_{\max}(20.2^{\circ} \sim 20.5^{\circ})) / (I(20.2^{\circ}) + 0.667 \times \{|I(20.5^{\circ}) - I(20.2^{\circ})|\}) \geq 1.5 \quad \cdots (2)$$

ここで、 $I_{\max}(k \sim m^{\circ})$ は回折角度 $k \sim m^{\circ}$ の間におけるX線回折強度の最大値であり、 $I_{\max}(n^{\circ})$ は回折角度 n° におけるX線回折強度であり、 k 、 m 、 n はそれぞれ式(1)及び式(2)中に示される回折角度である。

【0083】

Ca濃度が0.05%以上であり、Cr濃度またはMo濃度が0.05%以上であり、 $\Sigma Y a < S i + C r + M o$ の関係を満たす場合、 $Al_{18}Cr_2Mg_3$ などをX線回折測定によって検出することが可能になる。Cr含有金属間化合物である $Al_{18}Cr_2Mg_3$ 、 $Al_{20}CaCr$ は、耐食性に優れた金属間化合物である。これらの金属がX線回折によって検出される程度にめっき層に含有されると、水濡れ環境における耐食性が向上する。

20

$\Sigma Y a < S i + C r + M o$ を満足しない場合は、Caによる $Al-Zn-Ca$ の化合物の形成が優勢になって、Cr含有金属間化合物の耐食性向上効果が確認されなくなる。なお、CaとCrは非常に結びつきやすいため、濃度において $Ca \leq Cr$ であれば、めっき浴中に存在するCaはほぼ全てCrと結合し、残部のCrが $Al_{18}Cr_2Mg_3$ を形成するようになる。

【0084】

これらの金属間化合物は、結晶核が成長した上で、適切な温度で凝固を制御することにより、特定方位の結晶相を成長させることができる。

【0085】

30

X線回折測定においては、Cu-K α 線を使用し、X線出力が50kV及び300mAである条件で測定する。

【0086】

上記式(1)及び式(2)における左辺(ここで、式(1)の左辺を I_1 といい、式(2)の左辺を I_2 という。)は、Cr含有金属間化合物及びMo含有金属間化合物のX線回折ピークに関する規定である。例えば、Cr含有金属間化合物について述べると、 $Al_{18}Cr_2Mg_3$ は、JCPDSカード#01-071-5707において定義される金属間化合物である。また $Al_{20}CaCr_2$ は、同じく#01-081-2712に定義される金属間化合物である。なお、これらの金属間化合物は、互いに回折ピークが類似しており、個々の区別をすることが困難であるため、すなわち、互いにAl及びMgが固溶しあい、Zn及びCaが固溶しあうため、ほぼ成分と構造が同構造になっていると想定され、回折ピークもほぼ同じ位置に現れる。従って、これらのCr含有金属間化合物は、X線回折測定において互いに区別する必要はない。

40

【0087】

また、Mo含有金属間化合物について述べると、 $Al_{20}CaMo_2$ はJCPDSカード#00-051-1061で定義されるものである。

【0088】

一方、本実施形態に係るめっき層では、これらのCr含有金属間化合物の多くの回折ピークが、他の主要構成相である、 $MgZn_2$ 、Al、Znと回折ピークが重複する。従って、Cr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物の多くの回折ピークのうち、他の

50

構成相と重複しない回折ピークに着目する必要がある。その一つが、 $2\theta = 10.6^\circ$ 近傍の回折ピークであり、もう一つが、 20.4° 近傍に現れる回折ピークである。

【0089】

式(1)は、 $2\theta = 10.6^\circ$ 近傍の回折ピークに着目した式である。式(1)における $I_{\max}(10.5^\circ \sim 11.0^\circ)$ は回折角度 $10.5^\circ \sim 11.0^\circ$ の間における X 線回折強度の最大値である。 $I(10.5^\circ)$ は回折角度 10.5° における X 線回折強度であり、 $I_{\max}(11.0^\circ)$ は回折角度 11.0° における X 線回折強度である。

【0090】

式(2)は、 $2\theta = 20.4^\circ$ 近傍の回折ピークに着目した式である。式(2)における $I_{\max}(20.2^\circ \sim 20.5^\circ)$ は回折角度 $20.2^\circ \sim 20.5^\circ$ の間における X 線回折強度の最大値である。 $I(20.2^\circ)$ は回折角度 20.2° における X 線回折強度であり、 $I(20.5^\circ)$ は回折角度 20.5° における X 線回折強度である。

【0091】

式(1)及び式(2)の分子は、Cr 含有化合物または Mo 含有化合物の回折ピークに相当する強度であって、バックグラウンド強度を含む回折ピークの最大回折強度である。X 線回折の測定誤差により、回折ピークが 10.6° または 20.4° から外れる場合があるため、 $10.5^\circ \sim 11.0^\circ$ 、 $20.2^\circ \sim 20.5^\circ$ の間における最大値を取得することになっている。

【0092】

式(1)及び式(2)の分母は、回折角度 10.6° または 20.4° におけるバックグラウンド強度を、 10.6° または 20.4° における回折強度から計算によって求めたものである。

【0093】

例えば、式(1)の分母については、図1に示すように、 10.5° における回折線と 11.0° における回折線とを結ぶ直線を引く。この直線が回折ピークのベースラインになる。次に、 $I(10.5^\circ) - I(11.0^\circ)$ の絶対値を求める。また、回折角度 10.5° と 11.0° との差分 (0.5°) に対する、回折角度 10.5° と 10.6° との差分 (0.1°) の比 ($0.1 / 0.5 = 0.2$) を求める。そして、回折角度 10.6° におけるバックグラウンド強度を、上記式(1)の分母に記載した数式により計算する。

【0094】

式(2)の分母については、図1の場合と同様に、 20.2° における回折線と 20.5° における回折線とを結ぶ直線を引く。この直線が回折ピークのベースラインになる。次に、 $I(20.2^\circ) - I(20.5^\circ)$ の絶対値を求める。また、回折角度 20.2° と 20.5° との差分 (0.3°) に対する、回折角度 20.2° と 20.4° との差分 (0.2°) の比 ($0.2 / 0.3 = 0.667$) を求める。そして、回折角度 20.4° におけるバックグラウンド強度を、上記式(2)の分母に記載した数式により計算する。

【0095】

式(1)及び式(2)を満たす場合、Cr 含有金属間化合物または Mo 含有金属間化合物の特定方位の結晶相が成長していることを示し、加工部の耐食性が向上する。その要因は十分に分かっていないが、特定の結晶方位で加工部のクラックの形態が変わることが推測される。

【0096】

X 線回折像を得る条件は下記の通りとする。

【0097】

X 線源として、Cu をターゲットとする X 線回折法が、めっき層における構成相の平均的な情報を得られるため、最も都合がよい。測定条件の一例として、X 線の条件を電圧 50 kV 、電流 300 mA とする。X 線回折装置としては特に制限はないが、例えば、株式会社リガク製の試料水平型強力 X 線回折装置 RINT-TTR III を用いることがで

10

20

30

40

50

きる。

【0098】

A l - F e系界面合金層の厚さの測定方法は、次の通りとする。めっき層の断面をS E Mの反射電子像で観察すると、色の違いから地鉄（母鋼材）、A l - F e系界面合金層、Z n - A l - M g系合金層を確認することができる。1000倍以上の倍率で観察視野を得れば、地鉄の上にある最も色の濃いA l - F e系界面合金層は0.1 μ m単位で厚さを確認できる。ただし、厚さが薄すぎることによってA l - F e系界面合金層は確認されない場合がある。また、プレめっき鋼材をめっき原材に使用した場合は、プレめっき層（C r , M o , N i）の影響により、A l - F e系界面合金層を明瞭に確認できない場合がある。A l - F e系界面合金層の厚さは、S E Mを用いて任意の3視野について厚さを測定し、それらの平均値を算出することで得る。Z n - A l - M g系合金層の厚さは、200倍の視野で、3視野観察して得られためっき層厚さの平均値を算出し、めっき層厚さから、上記A l - F e系界面合金層の厚さの平均値を引いた値を四捨五入することで、1 μ m単位で求めることができる。

10

【0099】

次に、本実施形態に係る溶融めっき鋼材の製造方法について説明する。

本実施形態に係る溶融めっき鋼材は、連続溶融めっき法によって製造することが好ましい。なお、母鋼材のサイズの制約のため、必要に応じて、バッチ式の溶融めっき法にて製造することも可能である。

【0100】

めっき原材には、上述した母鋼材の他に、C rめっき、N iめっき、M oめっきがされたプレめっき鋼材を用いてもよい。プレめっきは、C r、M o、N iのうちの2種以上の合金めっきでもよい。めっきの形成手段としては、電気めっき、蒸着めっきなど手段は問わない。めっき付着量は、0.3～5.0 g/m²とすることが好ましい。0.3 g/m²以上の付着量があれば、めっき浴内でのA l - F e反応の抑制には十分な効果がある。

20

【0101】

連続溶融めっき法は、ゼンジマー法により行う。すなわち、母鋼材をめっき浴に浸漬する前に、窒素-水素混合気体の焼鈍温度において、母鋼材温度がめっき浴温以上になるまで母鋼材を加熱する。通常、焼鈍雰囲気は水素を含有する窒素雰囲気とし、水素濃度は5%とし、800℃近傍の温度で1分間程度加熱保持し、母鋼材表面を十分に還元する。ただし、めっき原材次第で、10%まで水素濃度を高める場合もある。また、めっき浴に侵入する際には、母鋼材温度をめっき浴温になるまでN₂ガスによる冷却を実施して、製造工程中にめっき浴温が変動しないようにする。

30

【0102】

次いで、十分に表面が還元された母鋼材を、めっき浴に還元状態で侵入させる。めっき浴の温度は、600℃以上とする。また、めっき浴をN₂バブリングすることにより、めっき浴を攪拌する。N₂バブリングの流速は、0.05 m/秒以上とする。これらの条件でめっき浴の攪拌を行わない場合、C r化合物またはM o化合物よりなる浮遊ドロスがめっき浴中で沈降し、ボトムドロスとなってしまう、めっき層中にこれらの金属間化合物が入りこまず、所望の成分のめっき層が得られなくなる。

40

【0103】

めっき浴への母鋼材の浸漬時間は、1～5秒の範囲とする。浸漬時間が5秒を超えると、界面合金層が厚く形成されてしまうので好ましくない。

【0104】

めっき浴への浸漬後は、直ちにワイピングでめっき層の厚さを調整する。ワイピング完了後は、めっき浴温から560℃までの経過時間が3～5秒となるように冷却を行う。

【0105】

600～560℃の間において、C r化合物またはM o化合物が急速に凝固核を作り、表面張力の高い膜状の乳白色状の酸化被膜物質が即座に形成してめっき浴表面が覆われ、溶融金属にある程度の粘性が生じる。このため、特に弱風ワイピングガスの条件（スリッ

50

ト幅：2～5 mm、ノズルと母鋼材との距離：50～10 mm、ノズル出口のガス圧力：0.1 MPa以下）で、めっき層の厚さをコントロールしやすくなる。一般に、ワイピングガス圧が弱い領域では、僅かなワイピングガス圧力の変動でめっき厚さが大きく変動してめっき層の厚さ制御が困難である。しかしながら、本実施形態では、CrまたはMoをめっき浴に含有させることにより、めっき浴の粘度が高まるので、ワイピングガス圧力や距離などを上記の範囲で制御することで、容易に、付着量が大きなめっき層を、その厚さを精度よく制御しつつ、製造できる。よって、ワイピング条件は特に限定する必要がない。

ただし、冷却方式として、水没させることによる急冷、ワイピングノズルから0.1 MPaを超える強い圧力でワイピングガスを吹き付ける急冷などを採用した場合には、めっき層を好ましく制御することができないため、望ましくない。

【0106】

めっき層中のCr含有金属間化合物およびMo含有金属間化合物については、浴温から560℃までの冷却速度が大きすぎると、これらがAl相内に留まり、固溶体となる可能性がある。特に極端に大きな冷却速度で実施すると、これらの金属間化合物が晶出、成長する前に凝固が完了してしまう。従って、めっき浴引き上げ後から3～5秒以内に、560℃を通過するように冷却する。

【0107】

また、浴温から560℃を通過するまでは、酸素濃度が1000 ppm以下の環境で製造する。付着量が大いめっき層の場合、酸化被膜による皺が発生しやすく、横軸方向の模様欠陥を生じ、厚さ不良、めっき不良、耐食性不良につながるおそれがある。

【0108】

560℃以下の温度範囲の冷却速度については、めっき層の厚さに応じた以下の条件での冷却を実施し、速やかに凝固させることが好ましい。

【0109】

めっき層の厚さ：50 μm超の場合

560℃から360℃までの到達所要時間：10秒以内

【0110】

めっき層の厚さ：40超～50 μmの場合

560℃から360℃までの到達所要時間：20秒以内

【0111】

めっき層の厚さ：30～40 μmの場合

560℃から360℃までの到達所要時間：30秒以内

【0112】

なお、560℃から360℃に至るまでの冷却手段は、水没や圧痕が残るような水滴衝突は実行してはならず、ワイピングガスよりも強力なガス圧、近接距離でブローをしてはならない。また、冷却媒体としては、霧状のミストを使用する、水素、ヘリウムなど冷却効果の高いガスを使用することが望ましい。更に、冷却ガス温度自体を下げてよい。

【0113】

めっき層の形成後は、各種化成処理や塗装処理を行ってもよい。

【0114】

本実施形態に係る溶融めっき鋼材には、めっき層上に皮膜を形成してもよい。皮膜は、1層または2層以上を形成することができる。めっき層直上の皮膜の種類としては、例えば、クロメート皮膜、りん酸塩皮膜、クロメートフリー皮膜が挙げられる。これら皮膜の形成は、クロメート処理、りん酸塩処理、クロメートフリー処理などの既知の方法で行うことができる。

【0115】

クロメート処理には、電解によってクロメート皮膜を形成する電解クロメート処理、素材との反応を利用して皮膜を形成させ、その後余分な処理液を洗い流す反応型クロメート処理、処理液を被塗物に塗布し水洗することなく乾燥して皮膜を形成させる塗布型クロメート処理がある。いずれの処理を採用してもよい。

10

20

30

40

50

【0116】

電解クロメート処理としては、クロム酸、シリカゾル、樹脂（りん酸、アクリル樹脂、ビニルエステル樹脂、酢酸ビニルアクリルエマルジョン、カルボキシル化スチレンブタジエンラテックス、ジイソプロパノールアミン変性エポキシ樹脂等）、及び硬質シリカを使用する電解クロメート処理を例示することができる。

【0117】

りん酸塩処理としては、例えば、りん酸亜鉛処理、りん酸亜鉛カルシウム処理、りん酸マンガン処理を例示することができる。

【0118】

クロメートフリー処理は、特に、環境に負荷なく好適である。クロメートフリー処理には、電解によってクロメートフリー皮膜を形成する電解型クロメートフリー処理、素材との反応を利用して皮膜を形成させ、その後、余分な処理液を洗い流す反応型クロメートフリー処理、処理液を被塗物に塗布し水洗することなく乾燥して皮膜を形成させる塗布型クロメートフリー処理がある。いずれの処理を採用してもよい。

【0119】

さらに、めっき層直上の皮膜の上に、有機樹脂皮膜を1層もしくは2層以上有してもよい。有機樹脂としては、特定の種類に限定されず、例えば、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、又はこれらの樹脂の変性体等を挙げられる。ここで変性体とは、これらの樹脂の構造中に含まれる反応性官能基に、その官能基と反応し得る官能基を構造中に含む他の化合物（モノマーや架橋剤など）を反応させた樹脂のことを指す。

【0120】

このような有機樹脂としては、1種又は2種以上の有機樹脂（変性していないもの）を混合して用いてもよいし、少なくとも1種の有機樹脂の存在下で、少なくとも1種のその他の有機樹脂を変性することによって得られる有機樹脂を1種又は2種以上混合して用いてもよい。また有機樹脂皮膜中には任意の着色顔料や防錆顔料を含んでもよい。水に溶解又は分散することで水系化したものも使用することができる。

【0121】

以上説明したように、Al濃度を高めためっき層は、めっき浴の比重低下により、めっき層の付着量を高めることが困難であるところ、本実施形態に係る溶融めっき鋼材によれば、CrもしくはMoを含有することにより、めっき浴の粘性を高めて、付着量が大きなめっき層を備えた溶融めっき鋼材を製造できる。そして、めっき層中には、Cr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物が含まれるため、耐食性及び水濡れ耐食性を向上させることができる。また、めっき層にCrまたはMoを含有することにより、結果として、界面合金層の厚さを薄くすることができ、これにより、加工性を向上することができる。更に、めっき層の付着量が大きいので、耐食性及び水濡れ耐食性をより向上することができる。

【0122】

また、Cr及びMo等が含有されるめっき浴は、浮遊ドロスが生じる畏れがあるところ、めっき浴の浴温度を高温にすることで、浮遊ドロスの生成を抑制することができ、めっきなどのめっき欠陥を防止できる。また、めっき浴を高温にした場合、AlとFeとの反応が活発になってAl-Fe系界面合金層が厚くなるおそれがあるところ、Cr、Moが含有されためっき浴を用いることで、Al-Fe系界面合金層を薄くすることができる。

このようにして製造した溶融めっき鋼材は、耐食性及び水濡れ耐食性、加工性、加工部耐食性、犠牲防食性に優れたものとなる。

【実施例】

【0123】

めっき原板として、100mm×200mmの、板厚1.6mmの熱間圧延鋼板（記号：H）と、100mm×200mmの、板厚0.8mmの冷間圧延鋼板（記号：C）とを用意した。また、めっき原板として、熱間圧延鋼板、冷間圧延鋼板それぞれに、Cr、N

i、Moをめっきしたプレめっき鋼板も用意した。めっき種類及び付着量は表1-1～表1-8に記載の通りであった。Crめっき（種類：Cr）、Niめっき（種類：Ni）は電気めっき法により形成した。Moめっき（種類：Mo）は蒸着めっき法により形成した。めっき原板には、裏面の中心部にK熱電対をスポット溶接し、めっき工程の温度変化をモニタリングできるようにした。

【0124】

溶融めっき法として、ゼンジマー法を採用した。すなわち、めっき原板をめっき浴に浸漬する前に、窒素－水素混合気体の焼鈍温度において、母鋼材温度がめっき浴温以上になるまで母鋼材を加熱した。焼鈍雰囲気は、5%の水素を含む窒素雰囲気（ $N_2-5\%H_2$ ）とし、800℃近傍の温度で1分間程度加熱保持し、母鋼材表面を十分に還元した。なお、めっき浴に侵入する際には、母鋼材温度をめっき浴温になるまで N_2 ガスによる冷却を実施して、製造工程中にめっき浴温が変動しないようにした。

【0125】

溶融めっき法は、溶融めっきシミュレーターを使用し、十分に表面を還元された母鋼材を、めっき浴に還元状態で侵入させた。めっき浴温は表1-1～表1-8の通りとした。また、めっき浴には、めっき浴中に0.05m/秒以上の上昇流速を形成可能な、 N_2 バブリング装置を取り付けた。溶融めっき中は、このバブリング装置のON、OFFを制御した。OFF時のめっき浴はほぼ静止浴となる。また、母鋼材の引き上げ機構周辺の酸素濃度をモニタリングした。母鋼材をめっき浴に浸漬する際は、 $N_2-5\%H_2$ の雰囲気中に置換したスナウト内で行い、必要に応じてスナウト内に微量酸素を導入した。

【0126】

めっき浴への浸漬時間は、統一して3秒とした。めっき浴から母鋼材を引き上げ後、スリット幅1mm、WP距離5mm、WP圧力（0.075MPa（出口））にて、 N_2 ガスワイピングを実施した。

なお、母鋼材の引き上げ時、浴温から560℃を通過するまでの酸素濃度が1000ppm以下の環境で製造された場合には、表中の「引上位置の酸素濃度」の欄にOKと表記した。一方、この条件を満たさなかった場合にはNGと表記とした。

【0127】

その後、冷却を開始し、 N_2 ガス流量及び温度をコントロールして、めっき浴引き上げ時（浴温）から560℃に到達するまでの所要時間、560℃から350℃に到達するまでの所要時間をそれぞれ制御した。冷却方式として、一部に、水没形式、ワイピングノズルから1.5MPaの圧力でワイピングガスを吹き付ける急冷を実施した。表1-1～表1-8において、水没形式で冷却した例を「水没」と表記し、1.5MPaの圧力でワイピングガスを吹き付ける急冷した例を「強ガス」と表記した。

【0128】

以上の方法により、表1-1～表4-8に示す溶融めっき鋼材を製造した。なお、めっき層の平均化学組成は上述の方法により測定した。また、上述の方法により元素分布プロファイルを得て、当該元素分布プロファイルから、母鋼材Fe濃度（すなわち、溶融めっき鋼材の表面から溶融めっき鋼材の板厚の1/4離れた位置のFe濃度）の95%のFe濃度が検出される厚さ位置をめっき層と母鋼材との界面とし、めっき層の表面から界面までの間隔をめっき層の厚さとするこ

【0129】

とすることで、めっき層の厚さtを得た。

【0130】

得られた溶融めっき鋼材について、各種の評価を行った。

めっき層の元素分布プロファイルの取得の際、グロー放電発光分光分析（GDS）装置として、LECOジャパン850Aを使用し、上述の方法により、めっき層の深さ方向の元素分布プロファイルを得た。

【0131】

元素分布プロファイルにおいて、めっき層の表面から0.1×tの厚さ位置から、母鋼材Fe濃度（すなわち、溶融めっき鋼材の表面から溶融めっき鋼材の板厚の1/4離れた

10

20

30

40

50

位置のFe濃度)の40%のFe濃度が検出される厚さ位置までの領域において、Cr及びMoの濃度の合計量ΣAが0.05質量%以上である領域が、母鋼材の厚さ方向に連続して1.0μm以上存在するか否かを確認した。上記領域において、Cr及びMoの濃度の合計量ΣAが0.05質量%以上である領域の連続長さを、表中の「ΣAが0.05%以上である領域の連続長さ」の欄に示す。

【0132】

また、GDS分析して得られる元素分布プロファイルにおいて、めっき層と母鋼材との界面から前記めっき層の表面に向けて1.0μmまでの領域における合計量ΣAの平均値を求めた。得られた合計量ΣAの平均値を、表中の「ΣAの平均値」の欄に示す。

【0133】

Cr含有金属間化合物またはMo含有金属間化合物の面積分率の測定方法は、電子線マイクロアナライザー(EPMA)とImageJ(画像解析ソフト)とを用い、上述の方法により行った。得られたCr含有化合物及びMo含有化合物の合計の面積分率を、表中の「Cr含有化合物及びMo含有化合物の合計」に示す。

【0134】

更に、X線回折装置としては株式会社リガク製の試料水平型強力X線回折装置RINT-TTR I IIを用いて、上述の方法によりX線回折測定を行うことで、I₁及びI₂を得た。得られた結果を表中に示す。

【0135】

(加工性)

加工性は、1t曲げ試験により評価した。サンプルサイズは、めっき原板として熱間圧延鋼板を用いたものについては40mm×120mm×1.6mmとし、めっき原板として冷間圧延鋼板を用いたものについては40mm×120mm×0.8mmとした。これらのサンプルを40mm幅中央で曲げた。サンプルには、予め、めっき鋼板の両面にテープをしっかりと貼り付けた。1t(鋼板の板厚一枚分)を内側に挟み、ジグで180℃曲げを行い完全にプレスすることで、内側に鋼板一枚分のスペースをもつ曲げ試験片が作製された。その後、内側の鋼板を取り外し、テープを勢いよく引っ張り剥がした。この際に、内側、外側のテープを黒色の厚紙に貼り付けて加工部におけるめっき剥離粉の有無を確認した。評価基準は以下の通りとし、「G」を合格とし、「B」を不合格とした。表4-1～表4-8に、「パウダリング」として結果を示す。

【0136】

表裏共に剥離粉あり…「B」

表裏共に剥離粉なし…「G」

【0137】

(耐食性)

1t曲げ試験片をそのまま、サイクル腐食試験に供することで耐食性を評価した。1t曲げ頂上部は、激しい加工を受けており、めっき層にクラックが生じるため、必然的に地鉄むき出し部が生じていた。腐食評価は、JIS H 8502:1999で定められる人工酸性雨サイクル試験方法を用いた。すなわち、1t曲げ頂上部における写真撮影を規定サイクル毎に行い、赤錆が発生し、1t曲げ頂上部の中央線にて赤錆範囲が50%に至ったサイクルで評価した。評価にはt=1.6mm、0.8mmを使用した。評価基準は以下の通りとし、「S」「A+++」「A++」「A+」「A」を合格とし、「B」を不合格とした。表4-1～表4-8に、「耐食性」として結果を示す。

【0138】

赤錆発生サイクルが900サイクルを超えるもの…「S」

赤錆発生サイクルが750サイクルを超えるもの…「A+++」

赤錆発生サイクルが600サイクルを超えるもの…「A++」

赤錆発生サイクルが480サイクルを超えるもの…「A+」

赤錆発生サイクルが300サイクルを超えるもの…「A」

赤錆発生サイクルが300サイクル以下のもの…「B」

【0139】

水濡れ耐食性の評価のサンプルサイズは、めっき原板として熱間圧延鋼板を用いたものについては40mm×120mm×1.6mmとし、めっき原板として冷間圧延鋼板を用いたものについては40mm×120mm×0.8mmとした。サンプルの幅方向及び長手方向の中央部に、高さ50mmの位置から、1μl/秒の速度で、pH=5.0±0.1、常温、の0.001体積%のNaCl水溶液を滴下した。滴下部に1mmφ以上の赤錆が発生した期間を評価した。評価基準は以下の通りとし、「S」「A+++」「A++」「A+」「A」を合格とし、「B」を不合格とした。表4-1～表4-8に、「水濡れ耐食性」として結果を示す。

【0140】

10

赤錆発生が40週超のもの…「S」

赤錆発生が35週超、40週以内のもの…「A+++」

赤錆発生が30週超、35週以内のもの…「A++」

赤錆発生が25週超、30週以内のもの…「A+」

赤錆発生が20週～25週のもの…「A」

赤錆発生が20週未満のもの…「B」

【0141】

表中の実施例は、耐食性、水濡れ耐食性及び加工性に優れていた。

【0142】

一方、表中の比較例では、耐食性、水濡れ耐食性及び加工性の1つ以上が劣位になった。

20

【0143】

30

40

50

【表 1 - 1】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
1	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	9	1.0
2	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	9	33	32	1.0
3	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	39	38	1.0
4	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	3	8	36	35	1.0
5	比較例	570	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	9	11	10	1.0
6	比較例	560	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
7	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	34	33	1.0
8	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	43	42	1.0
9	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
10	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	10	54	53	1.0
11	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
12	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
13	実施例	620	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
14	比較例	620	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	19	9	10.0
15	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
16	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
17	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
18	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	10	12	7	5.0
19	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
20	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
21	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
22	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
23	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	57	56	1.0
24	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.2
25	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.2
26	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	36	35	0.5
27	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	0.5
28	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
29	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
30	比較例	601	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
31	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	10	11	10	1.0
32	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
33	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
34	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
35	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	11	10	1.0
36	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
37	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	11	10	1.0
38	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	57	56	1.0
39	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	11	10	1.0
40	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	41	40	1.0
41	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
42	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	42	1.0
43	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
44	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
45	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
46	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	9	11	10	1.0
47	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
48	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
49	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	44	43	1.0
50	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	44	43	1.0

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 4 4 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 2】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
51	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
52	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
53	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
54	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
55	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
56	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
57	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
58	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
59	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
60	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
61	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
62	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
63	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
64	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
65	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
66	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
67	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
68	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
69	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.5
70	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.5
71	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	51	50	1.0
72	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	50	1.0
73	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	54	53	1.0
74	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	55	54	1.0
75	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	NG	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
76	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	69	68	0.7
77	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	15	46	45	0.7
78	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	25	36	35	0.7
79	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	44	43	0.7
80	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	15	44	43	0.7
81	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	25	34	33	0.7
82	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	31	30	0.7
83	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	15	31	30	0.7
84	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	25	31	30	0.7
85	比較例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	6	8	16	15	0.7
86	比較例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	水没	4	8	19	18	0.7
87	比較例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	強ガス	2	8	19	18	0.7
88	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	3	8	69	68	0.7
89	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	69	68	0.7
90	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	7	48	47	0.7
91	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	11	48	47	0.7
92	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	12	48	47	0.7
93	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	13	48	47	0.7
94	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	14	48	47	0.7
95	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	0.7
96	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	0.7
97	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	0.7
98	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	0.7
99	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	0.7
100	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	9	9	0.1

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 4 5 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 3】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
101	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	4	9	32	32	0.1
102	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	4	8	38	38	0.1
103	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	3	8	35	35	0.1
104	比較例	570	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	4	9	10	10	0.1
105	比較例	560	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
106	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	33	33	0.1
107	実施例	600	有	0.06	H	Mo	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	42	42	0.1
108	実施例	600	有	0.06	H	Mo	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
109	実施例	600	有	0.06	H	Mo	3.0	OK	N ₂ ガス	5	10	53	53	0.1
110	実施例	600	有	0.06	H	Ni	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
111	実施例	600	有	0.06	H	Ni	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
112	実施例	620	有	0.06	H	Ni	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
113	比較例	620	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	9	9	9	0.1
114	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
115	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
116	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
117	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	10	7	7	0.1
118	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
119	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
120	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
121	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
122	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	9	56	56	0.1
123	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
124	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
125	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	35	35	0.1
126	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
127	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
128	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
129	比較例	601	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
130	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	10	10	10	0.1
131	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
132	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
133	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
134	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	9	10	10	0.1
135	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
136	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	9	10	10	0.1
137	実施例	600	有	0.06	H	Cr	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	59	56	2.5
138	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	9	10	10	0.1
139	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	40	40	0.1
140	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
141	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	42	42	0.1
142	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
143	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
144	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
145	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	9	10	10	0.1
146	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
147	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
148	実施例	600	有	0.06	H	Mo	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	43	0.1
149	実施例	600	有	0.06	H	Ni	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	43	0.1
150	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 4 6 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 4】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
151	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
152	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
153	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
154	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
155	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
156	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
157	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
158	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
159	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
160	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
161	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
162	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
163	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
164	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
165	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
166	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
167	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
168	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
169	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
170	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	10	50	50	0.1
171	実施例	600	有	0.06	H	Mo	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	50	50	0.1
172	実施例	600	有	0.06	H	Ni	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	54	53	0.5
173	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	54	54	0.1
174	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	NG	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
175	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	68	68	0.1
176	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	15	45	45	0.1
177	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	25	35	35	0.1
178	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	43	0.1
179	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	15	43	43	0.1
180	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	25	33	33	0.1
181	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	30	30	0.1
182	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	15	30	30	0.1
183	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	25	30	30	0.1
184	比較例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	6	8	15	15	0.1
185	比較例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	水没	4	8	18	18	0.1
186	比較例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	強ガス	1	8	18	18	0.1
187	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	3	8	68	68	0.1
188	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	5	8	68	68	0.1
189	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	7	47	47	0.1
190	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	11	47	47	0.1
191	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	12	47	47	0.1
192	実施例	600	有	0.06	C	Mo	0.5	OK	N ₂ ガス	4	13	47	47	0.1
193	実施例	600	有	0.06	C	Ni	0.5	OK	N ₂ ガス	4	14	48	47	0.9
194	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
195	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
196	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
197	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
198	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
199	比較例	600	無	—	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
200	比較例	600	有	0.03	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 4 7 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 5】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
201	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	9	1.0
202	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	9	33	32	1.0
203	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	39	38	1.0
204	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	3	8	36	35	1.0
205	比較例	570	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	9	11	10	1.0
206	比較例	560	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
207	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	34	33	1.0
208	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	43	42	1.0
209	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
210	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	10	54	53	1.0
211	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
212	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
213	実施例	620	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	54	53	1.0
214	比較例	620	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	19	9	10.0
215	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
216	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
217	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
218	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	10	12	7	5.0
219	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
220	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
221	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	0.6
222	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.4
223	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	56	56	0.3
224	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.2
225	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.2
226	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	36	35	0.5
227	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	0.5
228	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
229	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
230	比較例	601	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
231	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	10	11	10	1.0
232	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
233	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
234	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
235	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	11	10	1.0
236	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	11	10	1.0
237	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	11	10	1.0
238	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	57	56	1.0
239	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	9	11	10	1.0
240	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	41	40	1.0
241	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
242	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	42	1.0
243	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
244	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
245	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
246	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	9	11	10	1.0
247	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
248	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
249	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	44	43	1.0
250	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	44	43	1.0

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 4 8 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 6】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
251	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
252	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
253	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
254	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
255	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
256	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
257	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
258	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
259	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
260	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
261	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
262	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
263	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
264	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
265	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
266	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
267	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
268	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
269	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	52	51	0.8
270	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	11	10	0.8
271	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	51	50	1.0
272	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	50	1.0
273	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	54	53	1.0
274	実施例	600	有	0.06	H	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	55	54	1.0
275	比較例	600	有	0.06	H	無	0.0	NG	N ₂ ガス	4	8	11	10	1.0
276	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	69	68	1.0
277	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	15	46	45	1.0
278	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	25	36	35	1.0
279	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	44	43	1.0
280	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	15	44	43	1.0
281	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	25	34	33	1.0
282	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	8	31	30	1.0
283	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	15	31	30	1.0
284	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	25	31	30	1.0
285	比較例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	6	8	16	15	1.0
286	比較例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	水没	4	8	19	18	1.0
287	比較例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	強ガス	2	8	19	18	1.0
288	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	3	8	69	68	1.0
289	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	69	68	1.0
290	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	7	48	47	1.0
291	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	11	48	47	1.0
292	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	12	48	47	1.0
293	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	13	48	47	1.0
294	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	14	48	47	1.0
295	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0
296	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0
297	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0
298	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0
299	実施例	600	有	0.06	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0
300	比較例	600	無	-	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 4 9 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 7】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
301	比較例	600	有	0.03	C	無	0.0	OK	N ₂ ガス	4	10	54	53	1.0
302	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	9	9	0.1
303	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	4	9	32	32	0.1
304	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	4	8	38	38	0.1
305	実施例	570	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	3	8	35	35	0.1
306	比較例	570	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	4	9	10	10	0.1
307	比較例	560	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
308	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	33	33	0.1
309	実施例	600	有	0.06	H	Mo	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	42	42	0.1
310	実施例	600	有	0.06	H	Mo	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
311	実施例	600	有	0.06	H	Mo	3.0	OK	N ₂ ガス	5	10	53	53	0.1
312	実施例	600	有	0.06	H	Ni	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
313	実施例	600	有	0.06	H	Ni	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
314	実施例	620	有	0.06	H	Ni	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	53	53	0.1
315	比較例	620	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	9	9	9	0.1
316	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
317	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
318	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
319	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	10	7	7	0.1
320	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
321	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
322	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
323	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
324	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	9	56	56	0.1
325	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
326	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
327	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	35	35	0.1
328	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
329	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
330	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
331	比較例	601	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
332	比較例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	10	10	10	0.1
333	実施例	600	有	0.06	H	Cr	3.0	OK	N ₂ ガス	5	8	56	56	0.1
334	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
335	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
336	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	9	10	10	0.1
337	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	8	10	10	0.1
338	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	9	10	10	0.1
339	実施例	600	有	0.06	H	Cr	0.0	OK	N ₂ ガス	5	8	59	56	2.5
340	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	5	9	10	10	0.1
341	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	40	40	0.1
342	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
343	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	42	42	0.1
344	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
345	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
346	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
347	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	9	10	10	0.1
348	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
349	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
350	実施例	600	有	0.06	H	Mo	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	43	0.1

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 0 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 8】

No.	区分	浴温 (°C)	バブ リング の有無	バブ リング 流速 (m/sec)	基板	プレめっき		引上 位置の 酸素 濃度	冷却 方法	引き上げ後 時間 (秒)		めっき層 厚さ (μm)	Zn-Al-Mg 系合金層 厚さ (μm)	Al-Fe系 界面 合金層の 厚さ (μm)
						種類	付着量 (g/m ²)			浴温- 560°C	560- 360°C			
351	実施例	600	有	0.06	H	Ni	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	43	0.1
352	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
353	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
354	比較例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
355	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
356	実施例	600	有	0.06	H	Cr	2.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
357	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
358	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
359	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
360	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
361	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
362	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
363	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
364	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
365	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
366	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
367	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
368	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
369	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
370	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	51	51	0.1
371	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
372	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	10	50	50	0.1
373	実施例	600	有	0.06	H	Mo	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	50	50	0.1
374	実施例	600	有	0.06	H	Ni	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	54	53	0.5
375	実施例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	54	54	0.1
376	比較例	600	有	0.06	H	Cr	1.0	NG	N ₂ ガス	4	8	10	10	0.1
377	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	68	68	0.1
378	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	15	45	45	0.1
379	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	25	35	35	0.1
380	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	43	43	0.1
381	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	15	43	43	0.1
382	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	25	33	33	0.1
383	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	8	30	30	0.1
384	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	15	30	30	0.1
385	実施例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	4	25	30	30	0.1
386	比較例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	N ₂ ガス	6	8	15	15	0.1
387	比較例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	水没	4	8	18	18	0.1
388	比較例	600	有	0.06	C	Cr	1.0	OK	強ガス	1	8	18	18	0.1
389	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	3	8	68	68	0.1
390	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	5	8	68	68	0.1
391	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	7	47	47	0.1
392	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	11	47	47	0.1
393	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	12	47	47	0.1
394	実施例	600	有	0.06	C	Mo	0.5	OK	N ₂ ガス	4	13	47	47	0.1
395	実施例	600	有	0.06	C	Ni	0.5	OK	N ₂ ガス	4	14	48	47	0.9
396	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
397	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
398	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
399	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1
400	実施例	600	有	0.06	C	Cr	0.5	OK	N ₂ ガス	4	10	53	53	0.1

下線部は本発明の範囲外または好ましい製造条件の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 1 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 1】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
1	比較例	82.70	10	6.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2	実施例	81.22	11	6.0	0.03	0.00	0.20	0.03	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
3	実施例	81.30	12	5.0	0.05	0.00	0.20	0.05	-0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	実施例	78.25	13	5.0	0.10	0.00	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	比較例	80.25	13	5.0	0.10	0.00	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	比較例	79.25	13	5.0	0.10	0.00	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	実施例	76.05	15	5.0	0.10	0.00	0.20	0.10	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
8	実施例	68.55	20	8.0	0.30	0.00	0.40	0.30	-0.5	0.0	0.3	0.0	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
9	実施例	64.35	25	8.0	0.50	0.00	0.40	0.50	-0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
10	実施例	58.50	30	8.0	1.00	0.00	0.40	1.00	-1.2	0.7	0.0	0.0	0.7	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
11	実施例	51.30	35	10.0	1.50	0.00	0.40	1.50	-1.7	0.1	0.1	0.1	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
12	実施例	45.00	40	10.0	2.50	0.00	0.40	2.50	-2.7	0.2	0.2	0.2	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
13	実施例	35.65	44	15.0	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.3	0.3	0.0	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
14	比較例	30.30	45	15.0	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
15	比較例	56.80	35	<u>3.5</u>	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
16	比較例	34.80	44	<u>15.5</u>	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
17	比較例	51.20	37	7.0	<u>3.10</u>	0.00	0.50	<u>3.10</u>	-3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
18	比較例	56.00	33	8.0	<u>0.01</u>	0.00	0.00	<u>0.01</u>	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
19	実施例	55.81	33	8.0	0.70	0.00	0.01	0.70	-0.4	0.0	0.3	0.3	0.6	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
20	実施例	55.22	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
21	実施例	55.59	33	8.0	0.70	0.00	1.00	0.70	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
22	実施例	55.25	33	8.0	0.70	0.00	1.50	0.70	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
23	実施例	53.45	33	8.0	0.70	0.00	2.00	0.70	-2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
24	比較例	54.80	33	8.0	0.70	0.00	<u>2.20</u>	0.70	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
25	比較例	56.40	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	<u>0.70</u>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<u>0.7</u>
26	実施例	59.80	31	6.5	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3
27	比較例	60.80	31	6.5	0.10	0.00	0.20	0.10	<u>0.1</u>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
28	比較例	58.70	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	<u>0.8</u>	0.0	0.0	<u>0.8</u>	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
29	比較例	58.70	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.5	0.3	0.0	<u>0.8</u>	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
30	比較例	59.10	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
31	比較例	59.10	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
32	実施例	55.55	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
33	比較例	56.50	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.6
34	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.6
35	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.0	0.6
36	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.0	0.0	0.6
37	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	<u>0.4</u>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
38	実施例	63.75	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
39	比較例	64.00	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<u>0.7</u>
40	実施例	62.75	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
41	比較例	62.65	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
42	実施例	62.75	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
43	比較例	60.65	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
44	比較例	62.70	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
45	比較例	62.70	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
46	比較例	63.50	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
47	比較例	63.50	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
48	比較例	63.50	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
49	実施例	71.00	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
50	実施例	71.00	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 2 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 2】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
51	比較例	70.90	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
52	比較例	70.90	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
53	比較例	70.75	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
54	実施例	60.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
55	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
56	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
57	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
58	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
59	実施例	61.85	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
60	実施例	61.85	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
61	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
62	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
63	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
64	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
65	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
66	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
67	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
68	実施例	62.00	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
69	実施例	62.00	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
70	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
71	実施例	44.70	43	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
72	実施例	56.70	33	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
73	実施例	68.70	23	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
74	実施例	78.70	13	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
75	比較例	78.70	13	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
76	実施例	58.55	32	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
77	実施例	58.55	32	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
78	実施例	58.55	32	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
79	実施例	59.15	32	7.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
80	実施例	59.15	32	7.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
81	実施例	59.15	32	7.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
82	実施例	59.27	32	7.0	0.08	0.00	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
83	実施例	59.27	32	7.0	0.08	0.00	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
84	実施例	59.27	32	7.0	0.08	0.00	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
85	比較例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
86	比較例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
87	比較例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
88	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
89	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
90	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
91	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
92	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
93	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
94	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
95	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
96	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
97	実施例	55.55	35	7.0	0.10	0.70	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
98	実施例	55.55	35	7.0	0.20	0.60	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
99	実施例	55.55	35	7.0	0.30	0.50	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
100	比較例	82.70	10	6.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 3 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 3】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
101	実施例	81.22	11	6.0	0.03	0.00	0.20	0.03	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
102	実施例	81.30	12	5.0	0.05	0.00	0.20	0.05	-0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
103	実施例	78.25	13	5.0	0.10	0.00	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
104	比較例	80.25	13	5.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
105	比較例	79.25	13	5.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
106	実施例	76.05	15	5.0	0.10	0.00	0.20	0.10	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
107	実施例	68.55	20	8.0	0.30	0.00	0.40	0.30	-0.5	0.0	0.3	0.0	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
108	実施例	64.35	25	8.0	0.50	0.00	0.40	0.50	-0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
109	実施例	58.50	30	8.0	1.00	0.00	0.40	1.00	-1.2	0.7	0.0	0.0	0.7	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
110	実施例	51.30	35	10.0	1.50	0.00	0.40	1.50	-1.7	0.1	0.1	0.1	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
111	実施例	45.00	40	10.0	2.50	0.00	0.40	2.50	-2.7	0.2	0.2	0.2	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
112	実施例	35.65	44	15.0	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.3	0.3	0.0	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
113	比較例	30.30	45	15.0	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
114	比較例	56.80	35	3.5	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
115	比較例	34.80	44	15.5	3.00	0.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
116	比較例	51.20	37	7.0	3.10	0.00	0.50	3.10	-3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
117	比較例	56.00	33	8.0	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
118	実施例	55.81	33	8.0	0.70	0.00	0.01	0.70	-0.4	0.0	0.3	0.3	0.6	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
119	実施例	55.22	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
120	実施例	55.59	33	8.0	0.70	0.00	1.00	0.70	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
121	実施例	55.25	33	8.0	0.70	0.00	1.50	0.70	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
122	実施例	53.45	33	8.0	0.70	0.00	2.00	0.70	-2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
123	比較例	54.80	33	8.0	0.70	0.00	2.20	0.70	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
124	比較例	56.40	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
125	実施例	59.80	31	6.5	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3
126	比較例	60.80	31	6.5	0.10	0.00	0.20	0.10	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
127	比較例	58.70	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.8	0.0	0.0	0.8	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
128	比較例	58.70	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.5	0.3	0.0	0.8	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
129	比較例	59.10	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	0.4	0.0	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
130	比較例	59.10	30	8.0	1.00	0.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
131	実施例	55.55	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
132	比較例	56.50	33	8.0	0.70	0.00	0.20	0.70	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6
133	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6
134	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.6
135	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6
136	比較例	64.10	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
137	実施例	63.75	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
138	比較例	64.00	28	5.5	0.40	0.00	0.40	0.40	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7
139	実施例	62.75	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
140	比較例	62.65	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
141	実施例	62.75	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
142	比較例	60.65	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
143	比較例	62.70	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
144	比較例	62.70	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
145	比較例	63.50	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
146	比較例	63.50	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
147	比較例	63.50	27	7.5	0.30	0.00	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
148	実施例	71.00	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
149	実施例	71.00	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
150	比較例	70.90	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 4 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 4】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
151	比較例	70.90	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
152	比較例	70.75	19	8.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
153	実施例	60.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
154	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
155	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
156	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
157	実施例	61.75	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
158	実施例	61.85	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
159	実施例	61.85	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
160	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
161	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
162	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
163	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
164	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
165	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
166	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
167	実施例	62.00	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
168	実施例	62.00	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
169	比較例	61.90	26	9.0	0.60	0.00	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
170	実施例	44.70	43	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
171	実施例	56.70	33	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
172	実施例	68.70	23	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
173	実施例	78.70	13	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
174	比較例	78.70	13	7.0	0.10	0.00	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
175	実施例	58.55	32	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
176	実施例	58.55	32	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
177	実施例	58.55	32	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
178	実施例	59.15	32	7.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
179	実施例	59.15	32	7.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
180	実施例	59.15	32	7.0	0.20	0.00	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
181	実施例	59.27	32	7.0	0.08	0.00	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
182	実施例	59.27	32	7.0	0.08	0.00	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
183	実施例	59.27	32	7.0	0.08	0.00	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
184	比較例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
185	比較例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
186	比較例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
187	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
188	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
189	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
190	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
191	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
192	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
193	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
194	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
195	実施例	57.55	33	7.0	0.80	0.00	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
196	実施例	55.55	35	7.0	0.10	0.70	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
197	実施例	55.55	35	7.0	0.20	0.60	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
198	実施例	55.55	35	7.0	0.30	0.50	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
199	比較例	56.35	35	7.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
200	比較例	56.35	35	7.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 5 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 5】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
201	比較例	82.70	10	6.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
202	実施例	81.22	11	6.0	0.00	0.03	0.20	0.03	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
203	実施例	81.30	12	5.0	0.00	0.05	0.20	0.05	-0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204	実施例	78.25	13	5.0	0.00	0.10	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
205	比較例	80.25	13	5.0	0.00	0.10	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
206	比較例	79.25	13	5.0	0.00	0.10	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
207	実施例	76.05	15	5.0	0.00	0.10	0.20	0.10	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
208	実施例	68.55	20	8.0	0.00	0.30	0.40	0.30	-0.5	0.0	0.3	0.0	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
209	実施例	64.35	25	8.0	0.00	0.50	0.40	0.50	-0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
210	実施例	58.50	30	8.0	0.00	1.00	0.40	1.00	-1.2	0.7	0.0	0.0	0.7	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
211	実施例	51.30	35	10.0	0.00	1.50	0.40	1.50	-1.7	0.1	0.1	0.1	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
212	実施例	45.00	40	10.0	0.00	2.50	0.40	2.50	-2.7	0.2	0.2	0.2	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
213	実施例	35.65	44	15.0	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.3	0.3	0.0	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
214	比較例	30.30	45	15.0	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
215	比較例	56.80	35	<u>3.5</u>	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
216	比較例	34.80	44	<u>15.5</u>	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
217	比較例	51.20	37	7.0	0.00	<u>3.10</u>	0.50	<u>3.10</u>	-3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
218	比較例	56.00	33	8.0	0.00	0.01	0.00	<u>0.01</u>	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
219	実施例	55.81	33	8.0	0.00	0.70	0.01	0.70	-0.4	0.0	0.3	0.3	0.6	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
220	実施例	55.22	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
221	実施例	55.59	33	8.0	0.00	0.70	1.00	0.70	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
222	実施例	55.25	33	8.0	0.00	0.70	1.50	0.70	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
223	実施例	53.45	33	8.0	0.00	0.70	2.00	0.70	-2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
224	比較例	54.80	33	8.0	0.00	0.70	<u>2.20</u>	0.70	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
225	比較例	56.40	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	<u>0.70</u>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<u>0.7</u>
226	実施例	59.80	31	6.5	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3
227	比較例	60.80	31	6.5	0.00	0.10	0.20	0.10	<u>0.1</u>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
228	比較例	58.70	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	<u>0.8</u>	0.0	0.0	<u>0.8</u>	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
229	比較例	58.70	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.5	0.3	0.0	<u>0.8</u>	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
230	比較例	59.10	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
231	比較例	59.10	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
232	実施例	55.55	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
233	比較例	56.50	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.6
234	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.6
235	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.0	0.6
236	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	<u>0.4</u>	0.0	0.0	0.0	0.6
237	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	<u>0.4</u>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
238	実施例	63.75	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
239	比較例	64.00	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<u>0.7</u>
240	実施例	62.75	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
241	比較例	62.65	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
242	実施例	62.75	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
243	比較例	60.65	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
244	比較例	62.70	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
245	比較例	62.70	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
246	比較例	63.50	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
247	比較例	63.50	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
248	比較例	63.50	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
249	実施例	71.00	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
250	実施例	71.00	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 6 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 6】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
251	比較例	70.90	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
252	比較例	70.90	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
253	比較例	70.75	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
254	実施例	60.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
255	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
256	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
257	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
258	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
259	実施例	61.85	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
260	実施例	61.85	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
261	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
262	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
263	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
264	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
265	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
266	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
267	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
268	実施例	62.00	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
269	実施例	62.00	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
270	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
271	実施例	44.70	43	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
272	実施例	56.70	33	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
273	実施例	68.70	23	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
274	実施例	78.70	13	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
275	比較例	78.70	13	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
276	実施例	58.55	32	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
277	実施例	58.55	32	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
278	実施例	58.55	32	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
279	実施例	59.15	32	7.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
280	実施例	59.15	32	7.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
281	実施例	59.15	32	7.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
282	実施例	59.27	32	7.0	0.00	0.08	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
283	実施例	59.27	32	7.0	0.00	0.08	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
284	実施例	59.27	32	7.0	0.00	0.08	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
285	比較例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
286	比較例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
287	比較例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
288	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
289	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
290	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
291	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
292	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
293	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
294	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
295	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
296	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
297	実施例	55.55	35	7.0	0.70	0.10	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
298	実施例	55.55	35	7.0	0.60	0.20	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
299	実施例	55.55	35	7.0	0.50	0.30	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
300	比較例	56.35	35	7.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 7 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 7】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
301	比較例	56.35	35	7.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
302	比較例	82.70	10	6.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
303	実施例	81.22	11	6.0	0.00	0.03	0.20	0.03	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
304	実施例	81.30	12	5.0	0.00	0.05	0.20	0.05	-0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
305	実施例	78.25	13	5.0	0.00	0.10	0.20	0.10	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306	比較例	80.25	13	5.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
307	比較例	79.25	13	5.0	0.00	0.00	0.20	0.00	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
308	実施例	76.05	15	5.0	0.00	0.10	0.20	0.10	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
309	実施例	68.55	20	8.0	0.00	0.30	0.40	0.30	-0.5	0.0	0.3	0.0	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
310	実施例	64.35	25	8.0	0.00	0.50	0.40	0.50	-0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
311	実施例	58.50	30	8.0	0.00	1.00	0.40	1.00	-1.2	0.7	0.0	0.0	0.7	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
312	実施例	51.30	35	10.0	0.00	1.50	0.40	1.50	-1.7	0.1	0.1	0.1	0.3	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
313	実施例	45.00	40	10.0	0.00	2.50	0.40	2.50	-2.7	0.2	0.2	0.2	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
314	実施例	35.65	44	15.0	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.3	0.3	0.0	0.6	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
315	比較例	30.30	45	15.0	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
316	比較例	56.80	35	3.5	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
317	比較例	34.80	44	15.5	0.00	3.00	0.50	3.00	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
318	比較例	51.20	37	7.0	0.00	3.10	0.50	3.10	-3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
319	比較例	56.00	33	8.0	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
320	実施例	55.81	33	8.0	0.00	0.70	0.01	0.70	-0.4	0.0	0.3	0.3	0.6	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
321	実施例	55.22	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
322	実施例	55.59	33	8.0	0.00	0.70	1.00	0.70	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
323	実施例	55.25	33	8.0	0.00	0.70	1.50	0.70	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
324	実施例	53.45	33	8.0	0.00	0.70	2.00	0.70	-2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
325	比較例	54.80	33	8.0	0.00	0.70	2.20	0.70	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
326	比較例	56.40	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
327	実施例	59.80	31	6.5	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3
328	比較例	60.80	31	6.5	0.00	0.10	0.20	0.10	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
329	比較例	58.70	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.8	0.0	0.0	0.8	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
330	比較例	58.70	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.5	0.3	0.0	0.8	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
331	比較例	59.10	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	0.4	0.0	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
332	比較例	59.10	30	8.0	0.00	1.00	0.30	1.00	-1.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
333	実施例	55.55	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
334	比較例	56.50	33	8.0	0.00	0.70	0.20	0.70	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6
335	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6
336	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6
337	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6
338	比較例	64.10	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
339	実施例	63.75	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
340	比較例	64.00	28	5.5	0.00	0.40	0.40	0.40	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7
341	実施例	62.75	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
342	比較例	62.65	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
343	実施例	62.75	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
344	比較例	60.65	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
345	比較例	62.70	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
346	比較例	62.70	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
347	比較例	63.50	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
348	比較例	63.50	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
349	比較例	63.50	27	7.5	0.00	0.30	0.30	0.30	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
350	実施例	71.00	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 5 8 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 8】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		主要元素						Σ A	Σ Ya-(Si+Cr+Mo)	X				Ya						
		Zn	Al	Mg	Cr	Mo	Si			Sn	Bi	In	Σ X	Ca	Y	La	Ce	Sr	Li	Σ Ya
351	実施例	71.00	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
352	比較例	70.90	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
353	比較例	70.90	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
354	比較例	70.75	19	8.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
355	実施例	60.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
356	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
357	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
358	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
359	実施例	61.75	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
360	実施例	61.85	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
361	実施例	61.85	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
362	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
363	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
364	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
365	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
366	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
367	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
368	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
369	実施例	62.00	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
370	実施例	62.00	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
371	比較例	61.90	26	9.0	0.00	0.60	0.70	0.60	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
372	実施例	44.70	43	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
373	実施例	56.70	33	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
374	実施例	68.70	23	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
375	実施例	78.70	13	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
376	比較例	78.70	13	7.0	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
377	実施例	58.55	32	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
378	実施例	58.55	32	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
379	実施例	58.55	32	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
380	実施例	59.15	32	7.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
381	実施例	59.15	32	7.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
382	実施例	59.15	32	7.0	0.00	0.20	0.20	0.20	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
383	実施例	59.27	32	7.0	0.00	0.08	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
384	実施例	59.27	32	7.0	0.00	0.08	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
385	実施例	59.27	32	7.0	0.00	0.08	0.20	0.08	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
386	比較例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
387	比較例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
388	比較例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
389	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
390	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
391	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
392	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
393	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
394	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
395	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
396	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
397	実施例	57.55	33	7.0	0.00	0.80	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
398	実施例	55.55	35	7.0	0.70	0.10	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
399	実施例	55.55	35	7.0	0.60	0.20	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
400	実施例	55.55	35	7.0	0.50	0.30	0.20	0.80	-0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

【 0 1 5 9 】

10

20

30

40

【表 3 - 1】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		Yb						Yc			Z									Fe
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz		
1	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
2	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
3	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
4	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0	
5	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
6	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	2.0	
7	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0	
8	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	2.0	
9	実施例	0.1	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	1.0	
10	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
11	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
12	実施例	0.0	0.0	0.05	0.00	0.00	0.1	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
13	実施例	0.0	0.0	0.00	0.05	0.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
14	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.0	
15	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
16	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
17	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
18	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
19	実施例	0.5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	0.03	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
20	実施例	0.0	0.5	0.00	0.00	0.00	0.5	0.00	0.03	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.0	
21	実施例	0.0	0.0	0.25	0.00	0.00	0.3	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
22	実施例	0.0	0.0	0.00	0.25	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
23	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.25	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
24	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
25	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
26	実施例	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
27	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
28	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
29	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
30	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
31	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
32	実施例	0.0	1.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0	
33	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
34	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
35	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
36	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
37	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
38	実施例	0.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0	
39	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
40	実施例	0.5	0.5	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
41	比較例	0.6	0.5	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
42	実施例	0.2	0.2	0.20	0.20	0.20	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	1.0	
43	比較例	0.3	0.2	0.20	0.20	0.20	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	3.0	
44	比較例	1.1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
45	比較例	0.0	1.1	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
46	比較例	0.0	0.0	0.30	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
47	比較例	0.0	0.0	0.00	0.30	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
48	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.30	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
49	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
50	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 0 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 2】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		Yb						Yc			Z									Fe
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz		
51	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
52	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
53	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.30	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
54	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.0	
55	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
56	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
57	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
58	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	1.0	
59	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	1.0	
60	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	1.0	
61	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
62	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
63	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
64	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
65	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.30	1.0	
66	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.30	1.0	
67	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.0	
68	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	1.0	
69	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	1.0	
70	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.30	1.0	
71	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.0	
72	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.0	
73	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
74	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
75	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
76	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
77	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
78	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
79	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
80	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
81	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
82	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
83	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
84	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
85	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
86	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
87	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
88	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
89	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
90	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
91	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
92	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
93	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
94	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
95	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
96	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
97	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
98	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
99	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
100	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 1 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 3】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		Yb						Yc			Z									Fe
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz		
101	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
102	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
103	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0	
104	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
105	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	2.0	
106	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0	
107	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	2.0	
108	実施例	0.1	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	1.0	
109	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
110	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
111	実施例	0.0	0.0	0.05	0.00	0.00	0.1	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
112	実施例	0.0	0.0	0.00	0.05	0.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
113	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.0	
114	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
115	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
116	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
117	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
118	実施例	0.5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	0.03	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
119	実施例	0.0	0.5	0.00	0.00	0.00	0.5	0.00	0.03	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.0	
120	実施例	0.0	0.0	0.25	0.00	0.00	0.3	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
121	実施例	0.0	0.0	0.00	0.25	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
122	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.25	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
123	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
124	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
125	実施例	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
126	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
127	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
128	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
129	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
130	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
131	実施例	0.0	1.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0	
132	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
133	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
134	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
135	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
136	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
137	実施例	0.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0	
138	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
139	実施例	0.5	0.5	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
140	比較例	0.6	0.5	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
141	実施例	0.2	0.2	0.20	0.20	0.20	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	1.0	
142	比較例	0.3	0.2	0.20	0.20	0.20	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	3.0	
143	比較例	1.1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
144	比較例	0.0	1.1	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
145	比較例	0.0	0.0	0.30	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
146	比較例	0.0	0.0	0.00	0.30	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
147	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.30	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
148	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
149	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
150	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 2 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 4】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		Yb						Yc			Z									Fe
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz		
151	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
152	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.30	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
153	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.0	
154	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
155	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
156	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
157	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	1.0	
158	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	1.0	
159	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	1.0	
160	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
161	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
162	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
163	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
164	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.30	1.0	
165	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.30	1.0	
166	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	1.0	
167	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	1.0	
168	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	1.0	
169	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.30	1.0	
170	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.0	
171	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.0	
172	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
173	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
174	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
175	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
176	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
177	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
178	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
179	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
180	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
181	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
182	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
183	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
184	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
185	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
186	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
187	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
188	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
189	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
190	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
191	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
192	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
193	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
194	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
195	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
196	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
197	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
198	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
199	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
200	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 3 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 5】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		Yb						Yc			Z									Fe
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz		
201	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
202	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
203	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
204	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0	
205	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
206	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	2.0	
207	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0	
208	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	2.0	
209	実施例	0.1	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	1.0	
210	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
211	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
212	実施例	0.0	0.0	0.05	0.00	0.00	0.1	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
213	実施例	0.0	0.0	0.00	0.05	0.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
214	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.0	
215	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
216	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
217	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
218	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
219	実施例	0.5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	0.03	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
220	実施例	0.0	0.5	0.00	0.00	0.00	0.5	0.00	0.03	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.0	
221	実施例	0.0	0.0	0.25	0.00	0.00	0.3	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0	
222	実施例	0.0	0.0	0.00	0.25	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
223	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.25	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	
224	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
225	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
226	実施例	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
227	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
228	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
229	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
230	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
231	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
232	実施例	0.0	1.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0	
233	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
234	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
235	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
236	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
237	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
238	実施例	0.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0	
239	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
240	実施例	0.5	0.5	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
241	比較例	0.6	0.5	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0	
242	実施例	0.2	0.2	0.20	0.20	0.20	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	1.0	
243	比較例	0.3	0.2	0.20	0.20	0.20	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	3.0	
244	比較例	1.1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
245	比較例	0.0	1.1	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
246	比較例	0.0	0.0	0.30	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
247	比較例	0.0	0.0	0.00	0.30	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
248	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.30	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
249	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
250	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 4 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 6】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																	
		Yb						Yc			Z								
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz	Fe
251	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
252	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
253	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.30	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
254	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.0
255	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0
256	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0
257	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0
258	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	1.0
259	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	1.0
260	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	1.0
261	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0
262	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0
263	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0
264	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0
265	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.30	1.0
266	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.30	1.0
267	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.0
268	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	1.0
269	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	1.0
270	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.30	1.0
271	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.0
272	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.0
273	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
274	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
275	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
276	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
277	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
278	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
279	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
280	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
281	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
282	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
283	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
284	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
285	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
286	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
287	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
288	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
289	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
290	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
291	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
292	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
293	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
294	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
295	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
296	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
297	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
298	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
299	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
300	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 5 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 7】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																	
		Yb						Yc			Z								
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz	Fe
301	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
302	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
303	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0
304	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0
305	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0
306	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0
307	比較例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	2.0
308	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	3.0
309	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	2.0
310	実施例	0.1	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	1.0
311	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0
312	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
313	実施例	0.0	0.0	0.05	0.00	0.00	0.1	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
314	実施例	0.0	0.0	0.00	0.05	0.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
315	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.0
316	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
317	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0
318	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
319	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0
320	実施例	0.5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	0.03	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0
321	実施例	0.0	0.5	0.00	0.00	0.00	0.5	0.00	0.03	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.0
322	実施例	0.0	0.0	0.25	0.00	0.00	0.3	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.0
323	実施例	0.0	0.0	0.00	0.25	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
324	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.25	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0
325	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
326	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
327	実施例	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
328	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
329	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
330	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
331	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
332	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
333	実施例	0.0	1.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0
334	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
335	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
336	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
337	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
338	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
339	実施例	0.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	1.0
340	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
341	実施例	0.5	0.5	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0
342	比較例	0.6	0.5	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	1.0
343	実施例	0.2	0.2	0.20	0.20	0.20	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	1.0
344	比較例	0.3	0.2	0.20	0.20	0.20	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	3.0
345	比較例	1.1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
346	比較例	0.0	1.1	0.00	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
347	比較例	0.0	0.0	0.30	0.00	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
348	比較例	0.0	0.0	0.00	0.30	0.00	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
349	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.30	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0
350	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 6 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 8】

No.	区分	めっき層(質量%) 残部:Zn及び不純物																		
		Yb						Yc			Z									Fe
		Ni	Cu	Ag	Sb	Pb	Σ Yb	B	P	Σ Yc	Ti	Co	V	Nb	Mn	Zr	W	Σ Yz		
351	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
352	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
353	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
354	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.30	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
355	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.0	
356	実施例	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
357	実施例	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
358	実施例	0.0	0.0	0.00	0.10	0.00	0.1	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	1.0	
359	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.10	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	1.0	
360	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	1.0	
361	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	1.0	
362	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
363	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
364	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
365	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	1.0	
366	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.30	1.0	
367	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.30	1.0	
368	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.0	
369	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	1.0	
370	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	1.0	
371	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.30	1.0	
372	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.0	
373	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.0	
374	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
375	実施例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
376	比較例	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	
377	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
378	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
379	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
380	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
381	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
382	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
383	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
384	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
385	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
386	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
387	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
388	比較例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
389	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
390	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
391	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
392	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
393	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
394	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
395	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
396	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
397	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
398	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
399	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	
400	実施例	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.0	

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 7 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 1】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
1	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
2	実施例	1.0	0.05	1.5	1.7	1.0	G	A+	A+
3	実施例	1.5	0.07	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
4	実施例	4.0	0.12	1.5	1.8	1.0	G	A+	A+
5	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
6	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
7	実施例	8.0	0.12	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
8	実施例	33.0	0.32	1.5	1.5	2.0	G	A++	A+
9	実施例	41.0	0.52	1.6	1.6	2.0	G	A+++	A+
10	実施例	41.0	1.10	1.7	1.7	3.0	G	A+++	A+
11	実施例	41.0	1.70	2.0	2.0	5.0	G	A+++	A+
12	実施例	41.0	2.70	2.5	2.5	5.0	G	A+++	A+
13	実施例	41.0	3.30	2.5	2.5	5.0	G	A++	A+
14	比較例	0.1	3.30	3.0	3.0	0.9	B	B	B
15	比較例	0.8	3.30	3.0	3.0	0.9	B	B	B
16	比較例	0.7	3.30	3.0	3.0	0.9	B	B	B
17	比較例	0.9	3.41	1.0	1.0	0.9	B	B	B
18	比較例	0.1	0.02	1.0	1.0	0.1	B	B	B
19	実施例	43.0	0.77	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
20	実施例	43.0	0.77	1.2	1.2	2.0	G	A+	A++
21	実施例	43.0	0.77	1.5	1.5	2.0	G	A++	A+++
22	実施例	43.0	0.77	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
23	実施例	43.0	0.77	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
24	比較例	0.8	0.77	1.1	1.1	0.1	B	B	B
25	比較例	0.8	0.77	1.0	1.0	0.1	B	B	B
26	実施例	23.0	0.11	1.5	1.5	1.0	G	A-	A
27	比較例	0.6	0.11	1.1	1.1	0.0	B	B	B
28	比較例	0.6	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
29	比較例	0.5	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
30	比較例	0.7	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
31	比較例	0.7	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
32	実施例	40.0	0.77	1.8	1.8	2.0	G	A+	A++
33	比較例	0.6	0.77	1.1	1.1	0.1	B	B	B
34	比較例	0.7	0.44	1.1	1.0	0.1	B	B	B
35	比較例	0.4	0.44	1.1	1.0	0.1	B	B	B
36	比較例	0.9	0.44	1.1	1.0	0.1	B	B	B
37	比較例	0.7	0.44	1.1	1.1	0.1	B	B	B
38	実施例	40.0	0.77	1.8	1.8	2.0	G	A+	A++
39	比較例	0.6	0.44	1.1	1.1	0.1	B	B	B
40	実施例	29.0	0.33	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
41	比較例	0.7	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
42	実施例	31.0	0.33	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
43	比較例	0.6	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
44	比較例	0.5	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
45	比較例	0.4	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
46	比較例	0.3	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
47	比較例	0.4	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
48	比較例	0.4	0.33	1.1	1.1	0.1	B	B	B
49	実施例	32.0	0.22	1.7	1.7	1.0	G	A+	A
50	実施例	31.0	0.22	1.7	1.7	1.0	G	A+	A

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 8 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 2】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
51	比較例	0.9	0.22	1.1	1.1	0.1	B	B	B
52	比較例	0.7	0.22	1.1	1.1	0.1	B	B	B
53	比較例	0.6	0.22	1.6	1.6	0.0	B	B	B
54	実施例	41.0	0.66	1.8	1.8	2.0	G	A++	A+++
55	実施例	40.0	0.66	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
56	実施例	41.0	0.66	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
57	実施例	41.0	0.66	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
58	実施例	41.0	0.66	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
59	実施例	41.0	0.66	1.9	1.9	2.0	G	A++	A++
60	実施例	38.0	0.66	1.9	1.9	2.0	G	A++	A++
61	比較例	0.9	0.66	1.1	1.1	0.1	B	B	B
62	比較例	0.6	0.66	1.1	1.0	0.2	B	B	B
63	比較例	0.6	0.66	1.1	1.1	0.2	B	B	B
64	比較例	0.7	0.66	1.1	1.0	0.1	B	B	B
65	比較例	0.8	0.66	1.1	1.1	0.1	B	B	B
66	比較例	0.5	0.66	1.1	1.1	0.1	B	B	B
67	比較例	0.4	0.66	1.1	1.1	0.2	B	B	B
68	実施例	40.0	0.66	1.8	1.8	2.0	G	A+	A++
69	実施例	40.0	0.66	1.8	1.8	2.0	G	A+	A++
70	比較例	0.5	0.66	1.1	1.1	0.2	B	A+	B
71	実施例	35.0	0.11	1.8	1.8	1.0	G	A+	A+
72	実施例	35.0	0.11	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
73	実施例	35.0	0.11	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
74	実施例	35.0	0.11	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
75	比較例	0.5	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
76	実施例	56.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A+++
77	実施例	35.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
78	実施例	28.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A+	A+
79	実施例	29.0	0.22	1.8	1.8	1.0	G	A+++	A+++
80	実施例	30.0	0.22	1.8	1.8	1.0	G	A++	A++
81	実施例	23.0	0.22	1.8	1.8	1.0	G	A+	A+
82	実施例	19.0	0.10	1.5	2.0	1.0	G	A+	A+
83	実施例	19.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
84	実施例	19.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
85	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
86	比較例	0.7	0.88	1.1	1.1	0.3	B	B	B
87	比較例	0.7	0.88	1.1	1.1	0.3	B	B	B
88	実施例	50.0	0.88	1.8	1.8	0.8	G	A+++	A++
89	実施例	53.0	0.88	1.8	1.7	0.4	G	A+++	A++
90	実施例	38.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
91	実施例	35.0	0.88	1.8	1.9	3.0	G	A++	A++
92	実施例	35.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
93	実施例	40.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
94	実施例	33.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
95	実施例	33.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
96	実施例	35.0	0.88	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
97	実施例	35.0	0.90	1.7	1.7	3.0	G	A++	A++
98	実施例	35.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
99	実施例	35.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
100	比較例	0.0	1.50	1.1	1.1	0.0	B	B	B

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 6 9 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 3】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
101	実施例	1.0	1.50	1.5	1.7	1.0	G	A++	A+
102	実施例	1.5	1.50	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
103	実施例	4.0	1.50	1.5	1.8	1.0	G	A++	A+
104	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
105	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
106	実施例	8.0	1.50	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
107	実施例	27.0	1.50	1.5	1.5	2.0	G	A+++	A+
108	実施例	41.0	1.50	1.6	1.6	2.0	G	S	A+
109	実施例	41.0	1.50	1.7	1.7	3.0	G	S	A+
110	実施例	41.0	1.50	2.0	2.0	5.0	G	S	A+
111	実施例	41.0	1.50	2.5	2.5	5.0	G	S	A+
112	実施例	41.0	1.50	2.5	2.5	5.0	G	A+++	A+
113	比較例	0.1	1.50	3.0	3.0	0.9	B	B	B
114	比較例	0.8	1.50	3.0	3.0	0.9	B	B	B
115	比較例	0.7	1.50	3.0	3.0	0.9	B	B	B
116	比較例	0.9	1.50	1.0	1.0	0.9	B	B	B
117	比較例	0.1	0.02	1.0	1.0	0.1	B	B	B
118	実施例	43.0	1.50	1.5	1.5	2.0	G	A+++	A++
119	実施例	43.0	1.50	1.2	1.2	2.0	G	A++	A++
120	実施例	43.0	1.50	1.5	1.5	2.0	G	A+++	A+++
121	実施例	43.0	1.50	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
122	実施例	43.0	1.50	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
123	比較例	0.8	1.50	1.1	1.1	0.1	B	B	B
124	比較例	0.8	1.50	1.0	1.0	0.1	B	B	B
125	実施例	20.0	1.50	1.5	1.5	1.0	G	A	A
126	比較例	0.6	1.50	1.1	1.1	0.0	B	B	B
127	比較例	0.6	1.50	1.0	1.0	0.3	B	B	B
128	比較例	0.5	1.50	1.0	1.0	0.3	B	B	B
129	比較例	0.7	1.50	1.0	1.0	0.3	B	B	B
130	比較例	0.7	1.50	1.0	1.0	0.3	B	B	B
131	実施例	40.0	1.50	1.8	1.8	2.0	G	A++	A++
132	比較例	0.6	1.50	1.1	1.1	0.1	B	B	B
133	比較例	0.7	1.20	1.1	1.0	0.1	B	B	B
134	比較例	0.4	1.20	1.1	1.0	0.1	B	B	B
135	比較例	0.9	1.20	1.1	1.0	0.1	B	B	B
136	比較例	0.7	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
137	実施例	44.0	1.20	1.8	1.8	2.0	G	A++	A++
138	比較例	0.6	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
139	実施例	29.0	1.20	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
140	比較例	0.7	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
141	実施例	30.0	1.20	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
142	比較例	0.6	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
143	比較例	0.5	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
144	比較例	0.4	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
145	比較例	0.3	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
146	比較例	0.4	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
147	比較例	0.4	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
148	実施例	25.0	1.20	1.7	1.7	1.0	G	A++	A
149	実施例	26.0	1.20	1.7	1.7	1.0	G	A++	A
150	比較例	0.9	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 7 0 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 4】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
151	比較例	0.7	1.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
152	比較例	0.6	1.20	1.6	1.6	0.0	B	B	B
153	実施例	39.0	1.20	1.8	1.8	2.0	G	A+++	A+++
154	実施例	39.0	1.20	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
155	実施例	39.0	0.90	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
156	実施例	39.0	0.90	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
157	実施例	39.0	0.90	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
158	実施例	39.0	0.90	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A++
159	実施例	37.0	0.90	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A++
160	比較例	0.9	0.90	1.1	1.1	0.1	B	B	B
161	比較例	0.6	0.90	1.1	1.0	0.2	B	B	B
162	比較例	0.6	0.90	1.1	1.1	0.2	B	B	B
163	比較例	0.7	0.90	1.1	1.0	0.1	B	B	B
164	比較例	0.8	0.90	1.1	1.1	0.1	B	B	B
165	比較例	0.5	0.90	1.1	1.1	0.1	B	B	B
166	比較例	0.4	0.90	1.1	1.1	0.2	B	B	B
167	実施例	40.0	0.90	1.8	1.8	2.0	G	A++	A++
168	実施例	40.0	0.90	1.8	1.8	2.0	G	A++	A++
169	比較例	0.5	0.90	1.1	1.1	0.2	B	B	B
170	実施例	35.0	0.90	1.8	1.8	1.0	G	A++	A+
171	実施例	35.0	0.90	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
172	実施例	35.0	0.90	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
173	実施例	35.0	0.90	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
174	比較例	0.5	0.90	1.1	1.1	0.0	B	B	B
175	実施例	57.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	S	A+++
176	実施例	33.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
177	実施例	27.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A++	A+
178	実施例	29.0	0.90	1.8	1.8	1.0	G	S	A+++
179	実施例	30.0	0.90	1.8	1.8	1.0	G	A+++	A++
180	実施例	23.0	0.90	1.8	1.8	1.0	G	A++	A+
181	実施例	18.0	0.90	1.5	2.0	1.0	G	A++	A+
182	実施例	18.0	0.90	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
183	実施例	18.0	0.90	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
184	比較例	0.0	0.90	1.1	1.1	0.0	B	B	B
185	比較例	0.7	0.90	1.1	1.1	0.3	B	B	B
186	比較例	0.7	0.90	1.1	1.1	0.3	B	B	B
187	実施例	51.0	0.60	1.8	1.8	0.8	G	S	A++
188	実施例	55.0	0.60	1.8	1.7	0.4	G	S	A++
189	実施例	38.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
190	実施例	35.0	0.60	1.8	1.9	3.0	G	A+++	A++
191	実施例	35.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
192	実施例	40.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
193	実施例	33.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
194	実施例	33.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
195	実施例	35.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
196	実施例	35.0	0.60	1.7	1.7	3.0	G	A+++	A++
197	実施例	35.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
198	実施例	35.0	0.60	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
199	実施例	0.0	0.60	1.8	1.8	3.0	B	B	B
200	実施例	0.0	0.60	1.8	1.8	3.0	B	B	B

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 7 1 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 5】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
201	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
202	実施例	1.0	0.03	1.5	1.7	1.0	G	A+	A+
203	実施例	1.5	0.05	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
204	実施例	4.0	0.11	1.5	1.8	1.0	G	A+	A+
205	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
206	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
207	実施例	8.0	0.13	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
208	実施例	31.0	0.33	1.5	1.5	2.0	G	A++	A+
209	実施例	38.0	0.51	1.6	1.6	2.0	G	A+++	A+
210	実施例	42.0	1.20	1.5	1.7	3.0	G	A+++	A+
211	実施例	42.0	1.60	2.0	2.0	5.0	G	A+++	A+
212	実施例	41.0	2.50	2.5	2.5	5.0	G	A+++	A+
213	実施例	43.0	3.30	2.5	2.5	5.0	G	A++	A+
214	比較例	0.1	3.20	3.0	3.0	0.9	B	B	B
215	比較例	0.5	3.10	2.8	2.9	0.9	B	B	B
216	比較例	0.6	3.30	3.0	3.0	0.9	B	B	B
217	比較例	0.9	3.30	1.0	1.0	0.9	B	B	B
218	比較例	0.1	0.02	1.0	1.0	0.1	B	B	B
219	実施例	37.0	0.80	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
220	実施例	38.0	0.80	1.2	1.2	2.0	G	A+	A++
221	実施例	38.0	0.80	1.5	1.5	2.0	G	A++	A+++
222	実施例	35.0	0.80	1.6	1.5	2.0	G	A++	A++
223	実施例	33.0	0.80	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
224	比較例	0.8	0.80	1.1	1.1	0.1	B	B	B
225	比較例	0.7	0.70	1.0	1.0	0.1	B	B	B
226	実施例	15.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A-	A
227	比較例	0.5	0.10	1.1	1.1	0.0	B	B	B
228	比較例	0.6	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
229	比較例	0.5	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
230	比較例	0.6	1.20	1.0	1.0	0.3	B	B	B
231	比較例	0.7	1.30	1.0	1.0	0.3	B	B	B
232	実施例	40.0	0.70	1.7	1.8	2.0	G	A+	A++
233	比較例	0.6	0.80	1.1	1.1	0.1	B	B	B
234	比較例	0.7	0.40	1.0	1.0	0.1	B	B	B
235	比較例	0.4	0.50	1.1	1.0	0.1	B	B	B
236	比較例	0.8	0.50	1.1	1.0	0.1	B	B	B
237	比較例	0.7	0.40	1.0	1.0	0.1	B	B	B
238	実施例	40.0	0.70	1.7	1.8	0.1	G	A+	A++
239	比較例	0.6	0.40	1.1	1.0	0.1	B	B	B
240	実施例	32.0	0.20	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
241	比較例	0.7	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
242	実施例	20.0	0.30	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
243	比較例	0.6	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
244	比較例	0.5	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
245	比較例	0.4	0.30	1.1	1.0	0.1	B	B	B
246	比較例	0.3	0.30	1.1	1.0	0.1	B	B	B
247	比較例	0.4	0.40	1.1	1.1	0.1	B	B	B
248	比較例	0.4	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
249	実施例	19.0	0.20	1.7	1.7	1.0	G	A+	A
250	実施例	20.0	0.20	1.7	1.7	1.0	G	A+	A

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 7 2 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 6】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
251	比較例	0.7	0.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
252	比較例	0.7	0.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
253	比較例	0.5	0.20	1.6	1.6	0.0	B	B	B
254	実施例	35.0	0.60	1.8	1.9	2.0	G	A++	A+++
255	実施例	34.0	0.60	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
256	実施例	35.0	0.70	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
257	実施例	35.0	0.60	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
258	実施例	33.0	0.70	1.9	1.9	2.0	G	A++	A+++
259	実施例	35.0	0.50	1.9	1.9	2.0	G	A++	A++
260	実施例	30.0	0.70	1.9	2.0	2.0	G	A++	A++
261	比較例	0.9	0.70	1.1	1.1	0.1	B	B	B
262	比較例	0.5	0.60	1.1	1.0	0.2	B	B	B
263	比較例	0.6	0.60	1.1	1.0	0.2	B	B	B
264	比較例	0.7	0.60	1.1	1.0	0.1	B	B	B
265	比較例	0.8	0.60	1.1	1.1	0.1	B	B	B
266	比較例	0.5	0.70	1.1	1.1	0.1	B	B	B
267	比較例	0.4	0.70	1.1	1.1	0.2	B	B	B
268	実施例	36.0	0.70	1.8	1.8	2.0	G	A+	A++
269	実施例	35.0	0.60	1.8	1.7	2.0	G	A+	A++
270	比較例	0.5	0.50	1.1	1.0	0.2	B	A+	B
271	実施例	25.0	0.10	1.8	1.8	1.0	G	A+	A+
272	実施例	26.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
273	実施例	25.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
274	実施例	25.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
275	比較例	0.5	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
276	実施例	50.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A+++
277	実施例	33.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
278	実施例	28.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A+	A+
279	実施例	28.0	0.20	1.8	1.8	1.0	G	A+++	A+++
280	実施例	30.0	0.20	1.8	1.8	1.0	G	A++	A++
281	実施例	23.0	0.20	1.8	1.8	1.0	G	A+	A+
282	実施例	18.0	0.10	1.5	2.0	1.0	G	A+	A+
283	実施例	17.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
284	実施例	19.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
285	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
286	比較例	0.7	0.80	1.1	1.1	0.3	B	B	B
287	比較例	0.7	0.90	1.1	1.1	0.3	B	B	B
288	実施例	52.0	0.80	1.8	1.8	0.8	G	A+++	A++
289	実施例	55.0	0.80	1.8	1.7	0.4	G	A+++	A++
290	実施例	37.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
291	実施例	35.0	0.80	1.8	1.9	3.0	G	A++	A++
292	実施例	35.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
293	実施例	40.0	0.70	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
294	実施例	33.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
295	実施例	33.0	0.70	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
296	実施例	35.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
297	実施例	35.0	0.90	1.7	1.7	3.0	G	A++	A++
298	実施例	35.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
299	実施例	34.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A++	A++
300	比較例	0.0	0.00	1.8	1.8	0.0	B	B	B

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【0173】

10

20

30

40

50

【表 4 - 7】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
301	比較例	0.0	0.00	1.8	1.8	0.0	B	B	B
302	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
303	実施例	1.0	0.03	1.5	1.7	1.0	G	A++	A+
304	実施例	1.5	0.05	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
305	実施例	4.0	0.11	1.5	1.8	1.0	G	A++	A+
306	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
307	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
308	実施例	8.0	0.13	1.5	1.5	1.0	G	A+	A+
309	実施例	21.0	0.33	1.5	1.5	2.0	G	A+++	A+
310	実施例	38.0	0.51	1.6	1.6	2.0	G	S	A+
311	実施例	40.0	1.20	1.5	1.7	3.0	G	S	A+
312	実施例	42.0	1.60	2.0	2.0	5.0	G	S	A+
313	実施例	43.0	2.50	2.5	2.5	5.0	G	S	A+
314	実施例	43.0	3.30	2.5	2.5	5.0	G	A+++	A+
315	比較例	0.1	3.20	3.0	3.0	0.9	B	B	B
316	比較例	0.5	3.10	2.8	2.9	0.9	B	B	B
317	比較例	0.6	3.30	3.0	3.0	0.9	B	B	B
318	比較例	0.9	3.30	1.0	1.0	0.9	B	B	B
319	比較例	0.1	0.02	1.0	1.0	0.1	B	B	B
320	実施例	42.0	0.80	1.5	1.5	2.0	G	A+++	A++
321	実施例	43.0	0.80	1.2	1.2	2.0	G	A++	A++
322	実施例	43.0	0.80	1.5	1.5	2.0	G	A+++	A+++
323	実施例	42.0	0.80	1.6	1.5	2.0	G	A++	A++
324	実施例	38.0	0.80	1.5	1.5	2.0	G	A++	A++
325	比較例	0.8	0.80	1.1	1.1	0.1	B	B	B
326	比較例	0.7	0.70	1.0	1.0	0.1	B	B	B
327	実施例	27.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A	A
328	比較例	0.5	0.10	1.1	1.1	0.0	B	B	B
329	比較例	0.6	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
330	比較例	0.5	1.10	1.0	1.0	0.3	B	B	B
331	比較例	0.6	1.20	1.0	1.0	0.3	B	B	B
332	比較例	0.7	1.30	1.0	1.0	0.3	B	B	B
333	実施例	45.0	0.70	1.7	1.8	2.0	G	A++	A++
334	比較例	0.6	0.80	1.1	1.1	0.1	B	B	B
335	比較例	0.7	0.40	1.0	1.0	0.1	B	B	B
336	比較例	0.4	0.50	1.1	1.0	0.1	B	B	B
337	比較例	0.8	0.50	1.1	1.0	0.1	B	B	B
338	比較例	0.7	0.40	1.0	1.0	0.1	B	B	B
339	実施例	46.0	0.70	1.7	1.8	0.1	G	A++	A++
340	比較例	0.6	0.40	1.1	1.0	0.1	B	B	B
341	実施例	27.0	0.20	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
342	比較例	0.7	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
343	実施例	30.0	0.30	1.7	1.7	1.0	G	A+	A+
344	比較例	0.6	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
345	比較例	0.5	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
346	比較例	0.4	0.30	1.1	1.0	0.1	B	B	B
347	比較例	0.3	0.30	1.1	1.0	0.1	B	B	B
348	比較例	0.4	0.40	1.1	1.1	0.1	B	B	B
349	比較例	0.4	0.30	1.1	1.1	0.1	B	B	B
350	実施例	25.0	0.20	1.7	1.7	1.0	G	A++	A

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 1 7 4 】

10

20

30

40

50

【表 4－8】

No.	区分	GDS		XRD		Cr含有化合物 及びMo含有 化合物の合計 (面積%)	性能		
		Σ Aが0.05%以上 である領域の 連続長さ (μm)	Σ Aの平均値 (%)				パウダリング	耐食性	水濡れ耐食性
				I ₁	I ₂				
351	実施例	26.0	0.20	1.7	1.7	1.0	G	A++	A
352	比較例	0.7	0.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
353	比較例	0.7	0.20	1.1	1.1	0.1	B	B	B
354	比較例	0.5	0.20	1.6	1.6	0.0	B	B	B
355	実施例	40.0	0.60	1.8	1.9	2.0	G	A+++	A+++
356	実施例	39.0	0.60	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
357	実施例	40.0	0.70	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
358	実施例	40.0	0.60	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
359	実施例	39.0	0.70	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A+++
360	実施例	40.0	0.50	1.9	1.9	2.0	G	A+++	A++
361	実施例	36.0	0.70	1.9	2.0	2.0	G	A+++	A++
362	比較例	0.9	0.70	1.1	1.1	0.1	B	B	B
363	比較例	0.5	0.60	1.1	1.0	0.2	B	B	B
364	比較例	0.6	0.60	1.1	1.0	0.2	B	B	B
365	比較例	0.7	0.60	1.1	1.0	0.1	B	B	B
366	比較例	0.8	0.60	1.1	1.1	0.1	B	B	B
367	比較例	0.5	0.70	1.1	1.1	0.1	B	B	B
368	比較例	0.4	0.70	1.1	1.1	0.2	B	B	B
369	実施例	41.0	0.70	1.8	1.8	2.0	G	A++	A++
370	実施例	41.0	0.60	1.8	1.7	2.0	G	A++	A++
371	比較例	0.5	0.50	1.1	1.0	0.2	B	B	B
372	実施例	35.0	0.10	1.8	1.8	1.0	G	A++	A+
373	実施例	35.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
374	実施例	35.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
375	実施例	35.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
376	比較例	0.5	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
377	実施例	50.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	S	A+++
378	実施例	28.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
379	実施例	27.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A++	A+
380	実施例	27.0	0.20	1.8	1.8	1.0	G	S	A+++
381	実施例	30.0	0.20	1.8	1.8	1.0	G	A+++	A++
382	実施例	23.0	0.20	1.8	1.8	1.0	G	A++	A+
383	実施例	17.0	0.10	1.5	2.0	1.0	G	A++	A+
384	実施例	18.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
385	実施例	16.0	0.10	1.5	1.5	1.0	G	A++	A+
386	比較例	0.0	0.00	1.1	1.1	0.0	B	B	B
387	比較例	0.7	0.80	1.1	1.1	0.3	B	B	B
388	比較例	0.7	0.90	1.1	1.1	0.3	B	B	B
389	実施例	52.0	0.80	1.8	1.8	0.8	G	S	A++
390	実施例	55.0	0.80	1.8	1.7	0.4	G	S	A++
391	実施例	38.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
392	実施例	35.0	0.80	1.8	1.9	3.0	G	A+++	A++
393	実施例	35.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
394	実施例	40.0	0.70	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
395	実施例	33.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
396	実施例	33.0	0.70	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
397	実施例	35.0	0.80	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
398	実施例	35.0	0.90	1.7	1.7	3.0	G	A+++	A++
399	実施例	35.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++
400	実施例	34.0	0.90	1.8	1.8	3.0	G	A+++	A++

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

10

20

30

40

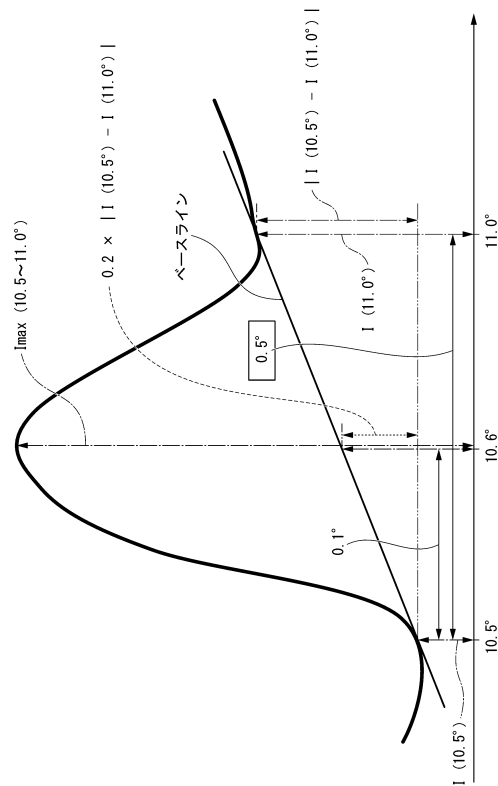
50

【要約】

この溶融めっき鋼材は、所望の平均化学組成を有するめっき層を有し、前記めっき層の表面から、母鋼材と前記めっき層との界面までの間隔を前記めっき層の厚さ t とした場合、前記めっき層の前記表面から $0.1 \times t$ の厚さ位置から、母鋼材Fe濃度の40%のFe濃度が検出される厚さ位置までの領域において、Cr及びMoの合計量 ΣA が0.05質量%以上である領域が、前記母鋼材の厚さ方向に連続して $1.0 \mu\text{m}$ 以上存在する。

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100207686
弁理士 飯田 恭宏
- (74)代理人 100224812
弁理士 井口 翔太
- (72)発明者 ▲徳▼田 公平
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内
- (72)発明者 後藤 靖人
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内
- (72)発明者 齊藤 完
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内
- (72)発明者 石井 康太郎
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内
- (72)発明者 浦中 将明
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内
- 審査官 黒木 花菜子
- (56)参考文献 特許第7356075(JP, B1)
特開2023-159677(JP, A)
国際公開第2011/102434(WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C23C 2/06