

明 細 書

発明の名称：表面処理鋼板

技術分野

[0001] 本発明は表面処理鋼板に関する。

本願は、2021年03月29日に、日本に出願された特願2021-055665号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、鋼板の表面に亜鉛を主体とするめっき層（亜鉛系めっき層）が形成されためっき鋼板（亜鉛系めっき鋼板）が、自動車や建材、家電製品などの幅広い用途で使用されている。亜鉛系めっき層が形成されることによって、鋼板には優れた耐食性が付与される。

また、亜鉛系めっき鋼板は、めっき層が特有の外観を有し、かつ、めっき層の酸化により銀白色の外観から渋みのある灰褐色に変化することから、近年では意匠材料としても使用されている。その中でも、めっき層中にSbを含む亜鉛めっき鋼板は、亜鉛の結晶に起因した花が咲いたような結晶模様（スパングル模様）が顕著に発生するため、より意匠性の高い材料として使用される。

[0003] しかしながら、亜鉛系めっき鋼板は腐食により亜鉛の酸化物である白錆が発生し、この白錆が外観を損ねるという課題を有する。

このような白錆の発生を抑制する技術として、従来、特許文献1～4に示されるような、亜鉛系めっき層の上に、樹脂を主体とした化成処理を施すことが一般的であった。

[0004] しかしながら、特許文献1～4に開示されるような、樹脂を含む化成処理では、有機樹脂成分を用いるので、加工時の耐黒カス性が不十分であった。加工時の耐黒カス性とは、金属がプレス加工等の加工を施された際に、金属材料表面がプレス金型などにより強い摺動を受け、金属材料表面に被覆している皮膜から黒いカス性物質が生じて固着し、堆積することによって外観を損ね

ることに対する耐性のことを指す。黒いカス性物質は、化成処理の有機樹脂成分が原因となって発生することがある。

- [0005] このような黒カスの発生を抑制可能な化成処理として、特許文献5に示されるような環状シロキサン結合を有する有機ケイ素化合物を主体とした化成処理が知られている。特許文献5では、環状シロキサン結合を有する有機ケイ素化合物を主体とした化成処理は有機樹脂含有量が極めて少ないため、厳しい加工においても黒カスの発生を抑制することができること、また、高い耐指紋性、耐白錆性を有することが記されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：日本国特開2020-7606号公報
特許文献2：国際公開第2014/084371号
特許文献3：国際公開第2018/083784号
特許文献4：国際公開第2016/162422号
特許文献5：国際公開第2012/147860号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献5に示されるような環状シロキサン結合を有する有機ケイ素化合物を主体とした化成処理は、従来の亜鉛系めっきの用途、すなわち意匠用途以外の用途を想定し開発されたものである。一方、前述のとおり、近年では亜鉛系めっき鋼板は意匠材料として使用される。意匠用途では、従来の用途と比較し高度な耐指紋性が求められるが、特許文献5に示されるような環状シロキサン結合を有する有機ケイ素化合物を主体とした化成処理では、意匠用途での十分な要求に応えられない場合がある。
- [0008] このような背景に鑑み、本発明は、亜鉛系めっき層と亜鉛系めっき層の表面に形成された化成処理層とを備える表面処理鋼板を前提として、十分な耐食性（耐白錆性）を有しつつ、従来よりも高度な（意匠用途に対しても十分

な性能を有する)耐指紋性に優れる表面処理鋼板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

[0009] 本発明者らは、亜鉛系めっき層と化成処理層とを備える表面処理鋼板において、耐指紋性を向上させる方法について検討を行った。ただし、耐黒カス性の観点から、化成処理層については有機樹脂を有しないことを前提として検討を行った。

その結果、以下の知見を得た。

(a) 化成処理層の、表層部に P を偏析させて表面自由エネルギーを調整することで、指紋が付きにくい表面を形成することができる。

(b) さらに、化成処理層の、めっき層との界面付近に F を偏析させることで、耐指紋性に加えて、耐食性(耐白錆性)も向上させることができる。

(c) さらに、化成処理層の、めっき層との界面付近に S b を存在させることで、耐黒変性も向上させることができる。

[0010] 本発明は、上記の知見に基づいてなされた。本発明の要旨は以下の通りである。

[1] 本発明の一態様に係る表面処理鋼板は、鋼板と、前記鋼板の表面に形成された亜鉛系めっき層と、前記亜鉛系めっき層の表面に形成された化成処理層と、を備え、前記化成処理層は、S i と C と O と P とを含み、前記化成処理層における C 濃度が 20.0 質量%以上、O 濃度が 15.0 質量%以上、S i 濃度が 10.0 質量%以上、P 濃度が 0.10 質量%以上であり、前記化成処理層の厚さを t とした場合、前記化成処理層の表面を始点とし、前記化成処理層の前記表面から厚さ方向に $t/10$ の位置を終点とする範囲を表層領域とし、前記化成処理層の前記表面から厚さ方向に $9t/10$ の位置を始点とし、前記化成処理層と前記亜鉛系めっき層との界面を終点とする範囲を界面側領域とし、前記表層領域と前記界面側領域とに挟まれる領域を中間領域としたとき、前記表層領域の P 濃度の最大値が、前記中間領域の平均 P 濃度に対し、1.5 倍～5.0 倍である。

〔２〕〔１〕に記載の表面処理鋼板は、前記界面側領域に、Ａｌが存在し、前記界面側領域のＦ含有量が、前記化成処理層の全体のＦ含有量の２０％以上であってもよい。

〔３〕〔１〕または〔２〕に記載の表面処理鋼板は、前記界面側領域にＳｂが存在してもよい。

〔４〕〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の表面処理鋼板では、前記亜鉛系めっき層は、表面がレギュラスパングル仕上げであってもよい。

発明の効果

〔００１１〕 本発明の上記態様によれば、耐指紋性に優れる表面処理鋼板を提供することができる。

また、本発明の好ましい態様によれば、耐指紋性に加え、耐食性及び／または耐黒変性に優れる表面処理鋼板を提供することができる。

図面の簡単な説明

〔００１２〕〔図１〕本実施形態に係る表面処理鋼板の断面の一例を示す図である。

〔図２〕本実施形態に係る表面処理鋼板の化成処理層について説明する図である。

〔図３〕本実施形態に係る表面処理鋼板の化成処理層について、ＥＤＳを用いて連続点分析を行った結果の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

〔００１３〕 以下、本発明の一実施形態に係る表面処理鋼板（本実施形態に係る表面処理鋼板）について説明する。

図１に示すように、本実施形態に係る表面処理鋼板１は、鋼板１１と、鋼板１１の表面に形成された亜鉛系めっき層１２と、亜鉛系めっき層１２の表面に形成された化成処理層１３とを備える。

また、この化成処理層１３は、ＳｉとＣとＯとＰとを含み、Ｃ濃度が２０．０質量％以上、Ｏ濃度が１５．０質量％以上、Ｓｉ濃度が１０．０質量％以上、Ｐ濃度が０．１０質量％以上である。また、図２に示すように、化成処理層１３の厚さをｔとした場合、化成処理層１３の表面を始点とし、化成

処理層 13 の表面から厚さ方向に $t/10$ の位置を終点とする範囲を表層領域 101 とし、化成処理層 13 の表面から厚さ方向に $9t/10$ の位置を始点とし、化成処理層 13 と亜鉛系めっき層 12 との界面（表面から厚さ方向に t の位置）を終点とする範囲を界面側領域 102 とし、表層領域 101 と界面側領域 102 とに挟まれる領域を中間領域 103 としたとき、表層領域 101 の P 濃度の最大値が、中間領域 103 の平均 P 濃度に対して 1.5 ～ 5.0 倍である。

図 1 では、亜鉛系めっき層 12 及び化成処理層 13（表層領域 101 + 中間領域 103 + 界面側領域 102）は、鋼板 11 の片面に形成されているが、両面に形成されていてもよい。

[0014] <鋼板（母材鋼板）>

本実施形態に係る表面処理鋼板 1 は、亜鉛系めっき層 12 及び化成処理層 13 に特徴を有する。そのため、鋼板 11 については、特に限定されない。鋼板 11 は、適用される製品や要求される強度や板厚等によって決定すればよく、例えば、JIS G3193:2019 に記載された熱延鋼板や JIS G3141:2017 に記載された冷延鋼板を用いることができる。

[0015] <亜鉛系めっき層>

本実施形態に係る表面処理鋼板 1 が備える亜鉛系めっき層 12 は、鋼板 11 の表面上に形成され、亜鉛を含有する亜鉛系めっき層である。

[0016] [化学組成]

亜鉛系めっき層 12 は、亜鉛を主体とするめっき層であれば、化学組成については限定されない。

しかしながら、化学組成が、Al: 4.0%以上、25.0%未満、Mg: 0%以上、12.5%未満、Sn: 0%～20%、Bi: 0%以上、5.0%未満、In: 0%以上、2.0%未満、Ca: 0%～3.0%、Y: 0%～0.5%、La: 0%以上、0.5%未満、Ce: 0%以上、0.5%未満、Si: 0%以上、2.5%未満、Cr: 0%以上、0.25%未満、Ti: 0%以上、0.25%未満、Ni: 0%以上、0.25%未満、Co

: 0%以上、0.25%未満、V: 0%以上、0.25%未満、Nb: 0%以上、0.25%未満、Cu: 0%以上、0.25%未満、Mn: 0%以上、0.25%未満、Fe: 0%~5.0%、Sb: 0%以上、0.5%未満、Sr: 0%以上、0.5%未満、Pb: 0%以上、0.5%未満、B: 0%以上、0.5%未満、及び残部: Zn及び不純物からなることによって、より顕著な耐食性向上の効果があるので好ましい。

[0017] 亜鉛系めっき層（以下、単にめっき層という場合がある）12の好ましい化学組成の理由について説明する。以下、「~」を挟んで示される数値範囲はその両端の数値を下限値、上限値として含むことを基本とする。すなわち、例えば、0%~20%は、0%以上20%以下を示す。

また、断りがない限り、亜鉛系めっき層の化学組成に関する%は質量%である。

[0018] [Al: 4.0%以上、25.0%未満]

Alは、亜鉛系めっき層において、耐食性を向上させるために有効な元素である。また、化成処理層にAlを含有させる場合、めっき層がAlを含むことが好ましい。上記効果を十分に得る場合、Al濃度を4.0%以上とすることが好ましい。

一方、Al濃度が25.0%以上であると、亜鉛系めっき層の切断端面の耐食性が低下する。そのため、Al濃度は25.0%未満であることが好ましい。

[0019] 亜鉛系めっき層12は、Alを含み、残部がZn及び不純物からなってもよい。しかしながら、さらに以下の元素を含んでもよい。

[0020] [Mg: 0%以上、12.5%未満]

Mgは、めっき層の耐食性を高める効果を有する元素である。上記効果を十分に得る場合、Mg濃度を1.0%超とすることが好ましい。

一方、Mg濃度が12.5%以上であると、耐食性向上の効果が飽和する上、めっき層の加工性が低下する場合がある。また、めっき浴のドロス発生量が増大する等、製造上の問題が生じる。そのため、Mg濃度を12.5%

未満とすることが好ましい。

[0021] [S n : 0 % ~ 2 0 . 0 %]

[B i : 0 % 以上、5 . 0 % 未満]

[I n : 0 % 以上、2 . 0 % 未満]

これらの元素は、耐食性、犠牲防食性の向上に寄与する元素である。そのため、いずれか1種以上を含有させてもよい。上記効果を得る場合、それぞれ、濃度を0 . 0 5 % 以上、または0 . 1 % 以上とすることが好ましい。

これらのうちでは、S n が、低融点金属でめっき浴の性状を損なうことなく容易に含有させることができるので、好ましい。

一方、S n 濃度が2 0 . 0 % 超、B i 濃度が5 . 0 % 以上、またはI n 濃度が2 . 0 % 以上であると、耐食性が低下する。そのため、それぞれ、S n 濃度を2 0 . 0 % 以下、B i 濃度を5 . 0 % 未満、I n 濃度を2 . 0 % 未満とすることが好ましい。

[0022] [C a : 0 % ~ 3 . 0 %]

C a は、操業時に形成されやすいドロスの形成量を減少させ、めっき製造性の向上に寄与する元素である。そのため、C a を含有させてもよい。この効果を得る場合、C a 濃度を0 . 1 % 以上とすることが好ましい。

一方、C a 濃度が高いとめっき層の平面部の耐食性そのものが劣化する傾向にあり、溶接部周囲の耐食性も劣化することがある。そのため、C a 濃度は3 . 0 % 以下であることが好ましい。

[0023] [Y : 0 % ~ 0 . 5 %]

[L a : 0 % 以上、0 . 5 % 未満]

[C e : 0 % 以上、0 . 5 % 未満]

Y、L a、C e は、耐食性の向上に寄与する元素である。この効果を得る場合、これらのうち1種以上を、それぞれ0 . 0 5 % 以上、または0 . 1 % 以上含有することが好ましい。

一方、これらの元素の濃度が過剰になるとめっき浴の粘性が上昇し、めっき浴の建浴そのものが困難となることが多く、めっき性状が良好な鋼材を製

造できないことが懸念される。そのため、Y濃度を0.5%以下、La濃度を0.5%未満、Ce濃度を0.5%未満とすることが好ましい。

[0024] [Si : 0%以上、2.5%未満]

Siは、耐食性の向上に寄与する元素である。また、Siは、鋼板上にめっき層を形成するにあたり、鋼板表面とめっき層との間に形成される合金層が過剰に厚く形成されることを抑制して、鋼板とめっき層との密着性を高める効果を有する元素でもある。これらの効果を得る場合、Si濃度を0.1%以上とすることが好ましい。より好ましくは0.2%以上である。

一方、Si濃度が2.5%以上になると、めっき層中に過剰なSiが析出し、耐食性が低下するだけでなく、めっき層の加工性が低下する。従って、Si濃度を2.5%未満とすることが好ましい。Si濃度は、より好ましくは1.5%以下である。

[0025] [Cr : 0%以上、0.25%未満]

[Ti : 0%以上、0.25%未満]

[Ni : 0%以上、0.25%未満]

[Co : 0%以上、0.25%未満]

[V : 0%以上、0.25%未満]

[Nb : 0%以上、0.25%未満]

[Cu : 0%以上、0.25%未満]

[Mn : 0%以上、0.25%未満]

これらの元素は、耐食性の向上に寄与する元素である。この効果を得る場合、これらの元素の1種以上の濃度を0.05%以上とすることが好ましい。

一方、これらの元素の濃度が過剰になるとめっき浴の粘性が上昇し、めっき浴の建浴そのものが困難となることが多く、めっき性状が良好な鋼材を製造できないことが懸念される。そのため、各元素の濃度をそれぞれ0.25%未満とすることが好ましい。

[0026] [Fe : 0%~5.0%]

Feはめっき層を製造する際に、不純物としてめっき層に混入する。5.0%程度まで含有されることがあるが、この範囲であれば本実施形態に係る表面処理鋼板の効果への悪影響は小さい。そのため、Fe濃度を5.0%以下とすることが好ましい。

[0027] [B: 0%以上、0.5%未満]

Bは、めっき層中に含有させるとZn、Al、Mg等と化合し、様々な金属間化合物をつくる元素である。この金属間化合物はLMEを改善する効果がある。この効果を得る場合、B濃度を0.05%以上とすることが好ましい。

一方、B濃度が過剰になるとめっきの融点が著しく上昇し、めっき操作性が悪化してめっき性状の良い表面処理鋼板が得られないことが懸念される。そのため、B濃度を0.5%未満とすることが好ましい。

[0028] [Sb: 0%以上、0.5%未満]

Sbがめっき層中に含有されると、めっき層の外観が変化し、スパングルが形成されて、金属光沢の向上が確認される。この効果を得る場合、Sb濃度は、0.03%以上とすることが好ましい。

一方、Sb濃度が過剰になるとめっき浴の粘性が上昇し、めっき浴の建浴そのものが困難となることが多く、めっき性状が良好な鋼材を製造できないことが懸念される。そのため、Sb濃度をそれぞれ0.5%未満とすることが好ましい。

[0029] [Sr: 0%以上、0.5%未満]

[Pb: 0%以上、0.5%未満]

Sr、Pbは、Sbと同様に、スパングルの形成に寄与する元素である。この効果を得る場合、Sr、Pbの1種以上の濃度を0.05%以上とすることが好ましい。

一方、これらの元素の濃度が過剰になるとめっき浴の粘性が上昇し、めっき浴の建浴そのものが困難となることが多く、めっき性状が良好な鋼材を製造できないことが懸念される。そのため、各元素の濃度をそれぞれ0.5%

未満とすることが好ましい。

[0030] 亜鉛系めっき層 1 2 の厚みは限定されないが、耐食性向上のため片面あたり 10 g/m^2 以上であることが好ましい。一方、厚みが 200 g/m^2 を超えても耐食性が飽和する上、経済的に不利になる。そのため、厚みは 200 g/m^2 以下であることが好ましい。

[0031] [スパングル]

本実施形態に係る表面処理鋼板 1 は、意匠性の観点で、亜鉛系めっき層 1 2 の表面にスパングル模様が形成されていることが好ましい。

スパングル模様としては、一般に、レギュラスパングルとミニマイズドスパングルとがあるが、意匠性の観点から、レギュラスパングルであることがより好ましい。すなわち、本実施形態に係る表面処理鋼板 1 は、亜鉛系めっき層 1 2 の表面がレギュラスパングル仕上げであることが好ましい。

[0032] <化成処理層>

本実施形態に係る表面処理鋼板 1 が備える化成処理層 1 3 は、S i と C と O と P とを含み、C 濃度が $20.0 \text{ 質量}\%$ 以上、O 濃度が $15.0 \text{ 質量}\%$ 以上、S i 濃度が $10.0 \text{ 質量}\%$ 以上である。すなわち、化成処理層 1 3 が無機系成分を主成分としていることで、耐黒カス性に優れる。C 濃度、O 濃度、S i 濃度の上限は規定されないが、C 濃度が $40.0 \text{ 質量}\%$ 超になるのは、主に主成分が有機系成分となる場合である。そのため、C 濃度は $40.0 \text{ 質量}\%$ 以下であることが好ましい。また、化成処理層 1 3 のパウダリング性の観点から、O 濃度は $40.0 \text{ 質量}\%$ 以下、S i 濃度は $25.0 \text{ 質量}\%$ 以下であることが好ましい。

本実施形態に係る表面処理鋼板が備える化成処理層 1 3 は、シランカップリング剤などの有機ケイ素化合物、りん酸塩などの P 化合物を含有する処理液を、亜鉛を含むめっき層の上に、所定の条件で塗布し、乾燥させることによって得られる。そのため、本実施形態に係る表面処理鋼板が備える化成処理層 1 3 は、S i と C と O と P とを含む。

P が $0.10 \text{ 質量}\%$ 以上含まれない場合には、一般に求められる耐食性が

得られない。そのため、P濃度は0.10質量%以上とする。一方、P濃度が過剰になると、パウダリングが発生しやすくなり好ましくない。また、処理液のP濃度が高いと、可溶成分が多く、耐食性が低下する傾向にある。そのため、化成処理層のP濃度は、5.0質量%以下であることが好ましい。

本実施形態に係る表面処理鋼板が備える化成処理層13は、処理液にF化合物（フッ素化合物）、Zr化合物（ジルコニウム化合物）及び／またはV化合物（バナジウム化合物）を含有させることで、これらの化合物に由来する、F、Zr及び／またはVをさらに含んでもよい。また、化成処理層13は、亜鉛系めっき層から溶出した、Al、Zn、Sb等を含んでもよい。

[0033] 化成処理層13において、有機ケイ素化合物（V）由来のSiと、リン化合物（W）由来のPと、の固形分質量比〔(Ws) / (Vs)〕が0.15～0.31であることが好ましい。固形分質量比〔(Ws) / (Vs)〕が0.15未満であると、リン化合物（W）の溶出性インヒビターとしての効果が得られなくなるため、好ましくない。

一方、固形分質量比〔(Ws) / (Vs)〕が0.31を超えると、化成処理層の水溶化が著しくなるため好ましくない。固形分質量比〔(Ws) / (Vs)〕は、0.16～0.28であることがより好ましく、0.18～0.25であることがさらに好ましい。

[0034] また、本実施形態に係る表面処理鋼板1が備える化成処理層13において、化成処理層の厚さをtとした場合、化成処理層13の表面を始点とし、化成処理層13の表面から厚さ方向にt/10の位置を終点とする範囲を表層領域101とし、化成処理層13の表面から厚さ方向に9t/10の位置を始点とし、化成処理層13と亜鉛系めっき層12との界面を終点とする範囲を界面側領域102とし、前記表層領域と前記界面側領域とに挟まれる領域を中間領域103としたとき、表層領域101のP濃度の最大値が、中間領域103の平均P濃度に対し、1.5倍～5.0倍である。

化成処理層13の表層領域にPを偏析させ、表面自由エネルギーを調整することで、指紋が付きにくい表面を形成することができる。（耐指紋性が向

上する。)

表層領域 101 における P 濃度の最大値が、中間領域 103 の平均 P 濃度に対して、1.5 倍未満であると、耐指紋性が不十分となる。好ましくは、表層領域 101 における P 濃度の最大値が、中間領域 103 の平均 P 濃度に対して、2.0 倍以上である。この場合には耐指紋性をより向上させることができる。

一方、5.0 倍超であると、表面に脆性なリン化合物が形成され、プレス加工時にパウダリングが発生し、亜鉛系めっき層を含む鋼板として好ましくない。

[0035] さらに、本実施形態に係る表面処理鋼板 1 が備える化成処理層 13 では、界面側領域 102 に、Al が存在し、界面側領域 102 の F 含有量（濃度）が、化成処理層 13 の全体の F 含有量（濃度）の 20% 以上であることが好ましい。

化成処理層 13 の界面側領域 102 に Al が存在し、F が上記の範囲に濃化していることは、Al と F とが複合塩化していることを示している。この複合塩は、難溶性であり、外部からの腐食因子を透過しにくい。そのため、このような複合塩が形成されている場合、表面処理鋼板の平板耐食性が向上し、白錆の発生が抑制される。

界面側領域 102 に Al が存在しない、または界面側領域 102 の F 含有量が化成処理層 13 の全体の F 含有量に対して、20% 未満である場合、上記の効果を十分に得ることができない。上限は限定されないが、一定以上の界面領域 102 の F 含有量を高めても、Al に対し F が過剰となると、Al と複合塩化していない F が増加して、効果は飽和する上、経済性に劣る。そのため、例えば、60% 以下としてもよい。

[0036] また、本実施形態に係る表面処理鋼板 1 が備える化成処理層 13 では、界面側領域 102 に、Sb が存在する（Sb を含む）ことが好ましい。この場合、表面処理鋼板の黒変を抑制することができる（耐黒変性が向上する）。このメカニズムは明らかではないが、Co などのフラッシュ処理が、表面処

理鋼板の黒変を防止することに寄与するものと同様である可能性がある。

[0037] また、本実施形態に係る表面処理鋼板では、化成処理層が、S i、C、O、P、F等の各元素を含むかどうか、表層領域のP濃度の最大値の、中間領域の平均P濃度に対する割合、表層領域における、化成処理層全体のF含有量に対するF含有量の割合、並びに、界面側領域のA l、S bの存在の有無については、E D Sの線分析によって求める。

具体的には、化成処理層を形成した亜鉛系めっき鋼板から試験片をクライオF I B (F o c u s e d I o n B e a m) 法にて切り出し、切り出した試験片の断面構造を、透過電子顕微鏡 (T E M : T r a n s m i s s i o n E l e c t r o n M i c r o s c o p e) で、観察視野中に化成処理層全体が入る倍率にて、観察する。各層の構成元素を特定するために、T E M - E D S (E n e r g y D i s p e r s i v e X - r a y S p e c t r o s c o p y) を用いて、厚さ方向に沿って線分析を行い、各場所での化学組成の定量分析を行う。線分析の手法は特に限定されないが、数n m 間隔の連続点分析でも良いし、任意の領域内の元素マップを測定し面方向の平均で元素の厚さ分布を測定してもよい。

化成処理層におけるC濃度、O濃度、S i濃度は、P濃度は、化成処理層全体の線分析結果を平均した値とする。

また、表層領域のP濃度の最大値は、表層領域を厚さ方向に線分析して得られた濃度のうち、最大の値を採用する。

界面側領域のF含有量、化成処理層の全体のF含有量は、それぞれ、「対象となる領域(層)の平均F濃度」×「領域(層)の体積」となる。(界面側領域の体積は、化成処理層全体の1 / 1 0となる。)

また、界面側領域において、厚さ方向に線分析し、平均A l濃度が0 . 1 0質量%以上であれば、A lが存在すると判断し、S b濃度の最大値が0 . 0 1質量%以上であれば、S bが存在すると判断する。

分析に使用する装置は特に限定されないが、例えば、T E M (日本電子製の電解放出型透過電子顕微鏡: J E M - 2 1 0 0 F)、E D S (日本電子製の

のJED-2300T)を用いればよい。

[0038] 本実施形態に係る表面処理鋼板1が備える化成処理層13の厚みは10～2000nmであることが好ましい。厚みが10nm未満であると、鋼材の表面を被覆できず、十分な耐食性が得られない場合があるので好ましくない。一方、厚みが2000nmより大きいと、加工時の耐黒カス性が低下するので好ましくない。厚みは、200～800nmであることがより好ましい。

[0039] 化成処理層の厚みは、TEMを用いて断面観察を行うことで測定できる。

TEM断面観察よりめっき層と化成処理層との界面を判断し、この界面から化成処理層の表面までを、化成処理層の厚みとする。

[0040] <製造方法>

次に、本実施形態に係る表面処理鋼板の好ましい製造方法について説明する。

本実施形態に係る表面処理鋼板は、製造方法に関わらず上記の特徴を有していればその効果を得ることができるが、以下に示す製造方法によれば、安定して製造できるので好ましい。

すなわち、本実施形態に係る表面処理鋼板は、以下の工程を含む製造方法によって製造できる。

(I) 鋼材(鋼板)を、Znを含むめっき浴に浸漬して、表面に亜鉛系めっき層を形成するめっき工程と、

(II) 亜鉛系めっき層を有する鋼材に表面処理金属剤(処理液)を塗布する工程と、

(III) 表面処理金属剤が塗布された鋼板を加熱して、Si、C、O、Pを含む化成処理層を形成する加熱工程と、

(IV) 加熱工程後の鋼板を冷却する冷却工程。

以下、各工程の好ましい条件について説明する。

[0041] [めっき工程]

めっき工程については特に限定されない。十分なめっき密着性が得られる

ように通常の溶融亜鉛めっき方法で行えばよい。

また、めっき工程に供する鋼材の製造方法についても限定されない。

例えば、JIS G3302:2019に規定される亜鉛めっき鋼板の製造方法でも良いし、JIS G3323:2019に規定されるめっき鋼板の製造方法でも良い。

めっき浴の組成は、めっき層の組成とほぼ同等となるので、得たい亜鉛系めっき層の組成に応じて、めっき浴の組成を調整すればよい。めっき層の表面をレギュラスパングル仕上げとする場合には、めっき浴にSbを0.03~0.15質量%含有させることが好ましい。

[0042] [塗布工程]

塗布工程では、めっき工程後の鋼板（亜鉛系めっき層を備える鋼板）に、ロールコーターなどを用いて、表面処理金属剤（処理液）を塗布する。

[0043] 表面処理金属剤は、SiとCとOとを含む化合物である有機ケイ素化合物（V）を造膜成分として含む。有機ケイ素化合物は特に限定されないが、例えば、分子中にアミノ基を1つ含有するシランカップリング剤（A）と、分子中にグリシジル基を1つ含有するシランカップリング剤（B）と、を固形分質量比 $[(A)/(B)]$ で0.5~1.7の割合で配合して得られるものである。

シランカップリング剤（A）とシランカップリング剤（B）との配合比率としては、固形分量比 $[(A)/(B)]$ で0.5~1.7であることが好ましい。固形分量比 $[(A)/(B)]$ が0.5未満であると、浴安定性、耐黒カス性が著しく低下する場合があるので好ましくない。一方、固形分量比 $[(A)/(B)]$ が1.7を超えると、耐水性が著しく低下する場合があるので好ましくない。

[0044] 表面処理金属剤は、インヒビター成分として、P化合物（リン化合物）（W）を含む。リン化合物（W）としては、特に限定されないが、リン酸、リン酸アンモニウム塩、リン酸カリウム塩、リン酸ナトリウム塩などを例示することができる。

- [0045] リン化合物（W）の配合量に関して、有機ケイ素化合物（V）由来のSiとリン化合物（W）由来のPとの固形分質量比〔（Ws）／（Vs）〕が0.15～0.31であることが好ましい。有機ケイ素化合物（V）由来のSiとリン化合物（W）由来のPとの固形分質量比〔（Ws）／（Vs）〕が0.15未満であると、インヒビター成分の不足により良好な耐食性が得られなくなるため好ましくない。一方、固形分質量比〔（Ws）／（Vs）〕が0.31を超えると、皮膜（化成処理層）の水溶化が著しくなり、良好な耐食性が得られなくなるため好ましくない。
- [0046] 表面処理金属剤の固形分量は、3.0～15.0質量％とする。表面処理金属剤の固形分量が3.0質量％未満の場合、耐食性が低下する。その理由については明らかではないが、化成処理層（皮膜）中に水が残存し、皮膜のバリア性を低下させるためと推察される。一方、表面処理金属剤の固形分量が15.0質量％超の場合、表層領域に表面にPを偏析させることが困難となる。その理由については明らかではないが、表面処理金属剤に含まれるSiとCとOとを含む化合物により、表面処理金属剤中でのPの移動が抑制されるためと推察される。
- [0047] 表面処理金属剤は、SiとCとOとを含む化合物である有機ケイ素化合物（V）と、P化合物（リン化合物）（W）を混合後（表面処理金属剤の作成後）、72h以内に使用することが好ましい。72h超の場合、表層領域にPを偏析させる効果が小さくなる。その理由については明らかではないが、表面処理金属剤に含まれる有機ケイ素化合物（V）とP化合物（リン化合物）（W）が反応することで、表面処理金属剤中でのPの移動が抑制されるためと推察される。
- [0048] 化成処理層の界面側領域にAlとFの複合塩が形成されるように制御する場合、亜鉛系めっき層にAlを含有させた上で、表面処理金属剤にフッ素化合物（X）を含有させることが好ましい。フッ素化合物を含有させることで、めっき表面のAlが溶解するとともに、AlとFとが反応し、化成処理層の界面側領域に難溶性の塩が形成される。

フッ素化合物としては、例えばフッ化水素が例示される。

[0049] フッ素化合物 (X) の配合量に関して、表面処理金属剤に含まれるフッ素化合物 (X) 由来の F 濃度を、0.03~4.50 質量%とすることが好ましい。0.03 質量%未満の場合、めっき表面の Al の溶解量が不足し、Al と F とが反応することにより得られる難溶性の塩が形成されず、耐食性を向上させる効果を得ることが困難となる。4.50 質量%超の場合、めっき表面の Al の溶解が過剰となり、外観が悪化する。

[0050] また、フッ素化合物 (X) の配合量に関して、有機ケイ素化合物 (V) 由来の Si とフッ素化合物 (X) 由来の F との固形分質量比 $[(Xs) / (Vs)]$ が 0.01~0.30 であることが好ましい。有機ケイ素化合物 (V) 由来の Si とフッ素化合物 (X) 由来の F との固形分質量比 $[(Xs) / (Vs)]$ が 0.01 未満であると、耐食性向上効果が十分に得られない。一方、固形分質量比 $[(Xs) / (Vs)]$ が 0.30 を超えると、化成処理層の水溶化が著しくなるので好ましくない。

[0051] 表面処理金属剤は、Zr 化合物 (Y) を含んでも良い。Zr 化合物 (Y) としては、特に限定されないが、炭酸ジルコニウムアンモニウム、六フッ化ジルコニウム水素酸、六フッ化ジルコニウムアンモニウムなどを例示することが出来る。

[0052] Zr 化合物 (Y) の配合量に関して、有機ケイ素化合物 (V) 由来の Si と Zr 化合物 (Y) 由来の Zr との固形分質量比 $[(Ys) / (Vs)]$ が 0.06~0.15 であることが好ましい。有機ケイ素化合物 (V) 由来の Si と Zr 化合物 (Y) 由来の Zr との固形分質量比 $[(Ys) / (Vs)]$ が 0.06 未満であると、耐食性向上効果が不十分となる。一方、固形分質量比 $[(Ys) / (Vs)]$ が 0.15 を超えると、耐食性向上効果が飽和する。

[0053] 表面処理金属剤は、V 化合物 (Z) を含んでも良い。V 化合物 (Z) としては、特に限定されないが、五酸化バナジウム V_2O_5 、メタバナジン酸 HVO_3 、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ナトリウム、オキシ三塩

化バナジウム VOCl_3 、三酸化バナジウム V_2O_3 、二酸化バナジウム VO_2 、オキシ硫酸バナジウム VOSO_4 、バナジウムオキシアセチルアセトネート $\text{VO}(\text{OC}(\text{=CH}_2)\text{CH}_2\text{COCH}_3)_2$ 、バナジウムアセチルアセトネート $\text{V}(\text{OC}(\text{=CH}_2)\text{CH}_2\text{COCH}_3)_3$ 、三塩化バナジウム VCl_3 、リンバナドモリブデン酸などを例示することができる。また、水酸基、カルボニル基、カルボキシル基、1～3級アミノ基、アミド基、リン酸基およびホスホン酸基よりなる群から選ばれる少なくとも1種の官能基を有する有機化合物により、5価のバナジウム化合物を4価～2価に還元したものも使用可能である。

[0054] V化合物(Z)の配合量に関して、有機ケイ素化合物(V)由来のSiとV化合物(Z)由来のVとの固形分質量比〔(Zs)/(Vs)〕が0.05～0.17であることが好ましい。有機ケイ素化合物(V)由来のSiとV化合物(Z)由来のVとの固形分質量比〔(Zs)/(Vs)〕が0.05未満であると、耐食性向上効果が十分に得られない。一方、固形分質量比〔(Zs)/(Vs)〕が0.17を超えると、浴安定性が低下するので、好ましくない。

[0055] 化成処理層の界面側領域にSbが存在するように制御する場合、亜鉛系めっき層にSbを含有させた上で、表面処理金属剤にフッ化水素を含有させ、表面処理金属剤のpHを1～5にすることが好ましい。表面処理金属剤にフッ化水素を含有させ、表面処理金属剤のpHを1～5にすることで、亜鉛系めっき層中のSbが、表面処理金属剤中に溶出し、化成処理層の界面側領域に移動する。

pHを1～5とする場合、pH調整剤を表面処理金属剤に含ませてもよい。pH調整剤としては、特に限定されないが、蟻酸、酢酸及び乳酸などの有機酸類、アンモニウム塩やアミン類などを使用することができる。

[0056] [加熱工程・冷却工程]

加熱工程では、表面処理金属剤を塗布した鋼板を、乾燥炉などを用いて、加熱して乾燥させることで、表面に化成処理層を形成する。

- [0057] 加熱工程では、適切な昇温速度で表面処理金属剤を加熱することで、化成処理層の表層領域にPを偏析させることができる。その原因については明らかではないが、化成処理層形成過程において、Si、O、Cを含む皮膜とPとの馴染みが悪く、化成処理層形成過程においてPが化成処理層の未形成部に移動するためと推定している。
- [0058] Pを偏析させるため、常温での塗布後、表面処理金属剤が乾燥し化成処理層が形成される温度である55℃に到達するまでの昇温速度を10～150℃/秒とする必要がある。昇温速度が150℃/秒超であると、Pの移動が不十分となり、表層領域のP濃度の割合を十分に高めることができない。一方、昇温速度が10℃/秒未満であると、Pの移動量が多くなり、表層領域のP濃度が過剰となる。
- [0059] 加熱工程では、表面処理金属剤がフッ化水素を含有している場合、表面処理金属剤を塗布直後から、化成処理層形成までの時間を制御することで、化成処理層のめっき層との界面側領域にFを濃化させ、AlとFの複合塩からなる層を形成させることができる。
- [0060] 表面処理金属剤塗布直後から化成処理層形成までの時間は1.0～10.0秒とすることが好ましい。化成処理層形成までの時間が、1.0秒未満の場合、AlとFの複合塩化がほとんど発生せず、耐食性向上に十分なF濃化層を得ることが出来ない。一方、化成処理層形成までの時間が10.0秒超では、フッ化水素によるめっき層表層のエッチングが過剰となり、化成処理後の鋼板の外観が悪化する。

実施例

- [0061] JIS G3141:2017の規定を満たす板厚が0.8mmの冷延鋼板を、表1に示す組成を有するめっき浴に浸漬し、表8に示す厚みのめっき鋼板を得た。表1において、例えばZn-0.2%Alとは、0.2質量%のAlを含有し、残部がZn及び不純物からなる組成であることを示す。また、a～gについては、溶融めっき法を適用し、hについては、電気めっき法を適用した。

また、表2～表6に示すケイ素化合物（シランカップリング剤）、リン化合物（P化合物）、フッ素化合物（F化合物）、ジルコニウム化合物（Zr化合物）、バナジウム化合物（V化合物）を、表7に示す割合で混合した水系表面処理金属剤を準備した。

[0062] めっき鋼板にロールコーターによって表面処理金属剤を塗布し、55℃まで加熱して乾燥させて化成処理層を形成した。その際、めっき鋼板、表面処理金属剤、塗布乾燥条件の組み合わせは、表10-1～表10-12の通りとした。

これにより、表面処理鋼板No. 1～171を製造した。

[0063] 得られた表面処理鋼板に対し、以下の要領で、耐指紋性、耐パウダリング性、耐食性、外観、耐黒変性を評価した。

[0064] <耐指紋性>

平板試験片の表面に、ワセリン（登録商標）を塗布し、10分間放置した後にワセリン（登録商標）を除去し、ワセリン（登録商標）塗布前／後の色差（ ΔE ）を、分光測色計（スガ試験機社製SC-T45）を用いて測定した。このとき、評価基準は以下の通りである。◎+、◎または○であれば、耐指紋性に優れると判断した。

◎+ : $\Delta E \leq 0.5$

◎ : $0.5 < \Delta E \leq 1$

○ : $1 < \Delta E \leq 2$

× : $\Delta E > 2$

[0065] <耐パウダリング性>

平板試験片を作製し、JIS Z 2248 : 2014に準拠する密着曲げを行い、当該密着曲げ部のセロハンテープ剥離試験を実施した。その後、セロハンテープ剥離部を走査型電子顕微鏡により観察し、化成処理皮膜の残存状況を評価した。○であれば耐パウダリング性に優れ、△であれば実用上問題ないと判断した。

<評価基準>

○：化成処理皮膜にクラック及び剥離が認められない

△：化成処理皮膜にクラックがあるが剥離はない

×：化成処理皮膜の剥離が認められる

[0066] ＜耐食性（耐白錆性）＞

平板試験片を作製し、各試験片に対し、J I S Z 2 3 7 1 : 2 0 1 5 に準拠する塩水噴霧試験を行い、1 4 4 時間後の表面の白錆の発生状況（試験片の面積における白錆が発生した面積の割合）を評価した。△であれば、実用上は十分な耐食性を有し、○であれば耐食性に優れ、◎であればより耐食性に優れると判断した。

＜評価基準＞

◎＝錆発生が全面積の5 %未満

○＝錆発生が全面積の5 %以上1 0 %未満

△＝錆発生が全面積の1 0 %以上3 0 %未満

×＝錆発生が全面積の3 0 %以上

[0067] ＜外観＞

平板試験片の外観を、目視によって、以下の基準により評価した。○であれば、外観に優れると判断した。

＜評価基準＞

○：白化が認められない

△：局所的な白化が認められる

[0068] ＜耐黒変性＞

試験板を、7 0℃の温度で、かつ8 0 %の相対湿度の湿潤箱内に6日間保持した後、取り出して、試験板の黒変状況を目視にて判定した。

評価基準は次の通りとし、○であれば合格と判断し、◎であれば、特に耐黒変性に優れると判断した。

◎：黒変した箇所の面積率が1 %未満

○：黒変した箇所の面積率が1 %以上、2 5 %未満

△：黒変した箇所の面積率が2 5 %以上、5 0 %未満

×：黒変した箇所の面積率が50%以上

[0069] [表1]

	めっき組成	スパングル
a	Zn-0.2%Al	ミニマイズドスパングル
b	Zn-0.2%Al-0.08%Sb	レギュラースパングル
c	Zn-6.0%Al-3.0%Mg	なし
d	Zn-11.0%Al-3.0%Mg-0.2%Si	なし
e	Zn-16.0%Al-6.0%Mg-0.2%Si	なし
f	Zn-19.0%Al-6.0%Mg-1.5%Sn-0.5%Ca-0.2%Si	なし
g	Zn-24.0%Al-12.0%Mg-0.5%Ca-1.2%Si	なし
h	Zn	なし

[0070] [表2]

	名称
A1	3-アミノプロピルトリメトキシシラン
A2	3-アミノプロピルトリエトキシシラン
B1	3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン
B2	3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン

[0071] [表3]

	名称
W1	リン酸
W2	リン酸アンモニウム

[0072] [表4]

	名称
X1	フッ化水素

[0073] [表5]

	名称
Y1	炭酸ジルコニウムアンモニウム
Y2	六フッ化ジルコニウム水素酸

[0074] [表6]

	名称
Z1	オキシ硫酸バナジウムVOSO ₄
Z2	バナジウムオキシアセチルアセトネートVO(OC(=CH ₂)CH ₂ COCH ₃)

[0075] [表7]

No.	有機ケイ素化合物(V)			P化合物(W)			F化合物(X)			Zr化合物(Y)		V化合物(Z)		固形分量 (質量%)	pH
	シランカップリング剤			種類	比率 Ws/Vs	種類	比率 Xs/Vs	処理液中F濃度 質量%	種類	比率 Ys/Vs	種類	比率 Zs/Vs			
	A	B	A/B												
ST1	A1	B1	1.0	W1	0.17	-	-	-	-	-	-	-	3.0	5.5	
ST2	A1	B2	0.7	W2	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	8.5
ST3	A2	B1	1.3	W1	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	5.5
ST4	A2	B2	1.5	W2	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	11.5	7.8
ST5	A1	B1	1.3	W1	0.16	X1	0.02	0.11	-	-	-	-	-	5.6	5.2
ST6	A1	B2	1.4	W2	0.20	X1	0.28	1.90	-	-	-	-	-	6.8	8.2
ST7	A2	B1	0.6	W1	0.20	X1	0.25	1.97	-	-	-	-	-	7.9	5.3
ST8	A2	B2	0.7	W2	0.20	X1	0.15	1.53	-	-	-	-	-	10.2	8.0
ST9	A1	B1	0.8	W2	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	11.5	3.5
ST10	A1	B2	1.1	W1	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	3.4
ST11	A2	B1	1.3	W2	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	2.4
ST12	A2	B2	1.5	W1	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	4.5
ST13	A1	B1	1.0	W1	0.18	X1	0.04	0.14	-	-	-	-	-	3.6	2.3
ST14	A1	B2	1.0	W2	0.27	X1	0.04	0.22	-	-	-	-	-	5.5	1.5
ST15	A2	B1	0.9	W1	0.27	X1	0.05	0.43	-	-	-	-	-	8.6	4.8
ST16	A2	B2	0.9	W2	0.27	X1	0.28	1.87	-	-	-	-	-	6.7	3.5
ST17	A1	B1	0.8	W1	0.20	X1	0.04	0.30	Y1	0.10	-	-	-	7.7	1.3
ST18	A1	B2	0.6	W2	0.21	X1	0.04	0.29	-	-	Z2	0.07	7.3	2.8	
ST19	A2	B1	1.6	W1	0.23	X1	0.05	0.50	Y1	0.14	Z1	0.06	10.1	4.9	
ST20	A2	B2	1.3	W2	0.24	X1	0.28	3.38	Y2	0.07	Z2	0.16	12.1	3.4	
ST21	A1	B1	1.5	W2	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	7.5
ST22	A2	B2	0.6	W2	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	7.7
ST23	A2	B1	1.1	W2	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	18.0	7.8
ST24	A2	B2	1.3	W1	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	23.0	5.3
ST25	A2	B1	1.2	W2	0.02	X1	0.02	0.14	-	-	-	-	-	3.1	6.3
ST26	A1	B2	1.3	W1	0.45	X1	0.28	2.30	-	-	-	-	-	14.0	6.4
ST27	A2	B1	1.2	W2	0.15	X1	0.02	0.01	-	-	-	-	-	3.1	6.3
ST28	A1	B2	1.3	W1	0.17	X1	0.28	4.80	-	-	-	-	-	14.0	6.4
ST29	A1	B1	1.1	W1	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	2.3
ST30	A2	B2	0.7	W2	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	3.5

[0076]

[表8]

No.	板厚 (mm)	めっき		スパングル
		種類	厚み (g/m ²)	
O1	0.8	a	90	ミニマイズドスパングル
O2	0.8	b	90	レギュラースパングル
O3	0.8	c	90	なし
O4	0.8	d	90	なし
O5	0.8	e	90	なし
O6	0.8	f	90	なし
O7	0.8	g	90	なし
O8	0.8	h	30	なし

[0077] [表9]

No.	塗布条件	乾燥工程	塗布から化成処理層 形成までの時間
	皮膜付着量 (nm)	昇温速度 (°C/秒)	
C1	20	30	2.1
C2	50	100	5.2
C3	80	140	8.5
C4	300	15	9.3
C5	450	50	7.1
C6	600	120	4.2
C7	750	145	1.5
C8	1000	20	7.8
C9	1500	80	5.0
C10	1800	130	2.5
C11	300	1	2.3
C12	450	3	4.5
C13	800	5	7.2
C14	900	7	8.1
C15	50	180	1.5
C16	250	200	2.8
C17	500	220	5.0
C18	750	250	9.7
C19	70	140	0.1
C20	400	100	0.8
C21	850	60	0.2
C22	1850	20	0.9
C23	70	140	11.0
C24	400	100	18.9
C25	850	60	13.8
C26	1850	20	25.5

[0078]

[表10-1]

No.	製造条件				分析			
	供試 原板	表面処理 金属剤	表面処理金属 剤作成から、 塗布・乾燥ま での時間(h)	表面処理 金属剤の 塗布・乾燥 条件	Si含有量 (質量%)	C含有量 (質量%)	O含有量 (質量%)	P含有量 (質量%)
1	O2	ST1	58	C1	12.3	36.0	22.1	2.1
2	O2	ST2	48	C2	11.5	29.9	19.0	2.0
3	O2	ST3	68	C3	17.2	22.8	22.9	2.6
4	O2	ST4	131	C4	15.7	29.8	18.7	3.2
5	O2	ST1	34	C5	14.1	21.8	21.9	2.9
6	O2	ST2	147	C6	13.0	26.0	29.5	2.3
7	O2	ST3	84	C7	11.4	29.6	24.1	2.8
8	O2	ST4	46	C8	11.3	26.6	27.6	2.0
9	O2	ST1	6	C9	12.4	27.1	33.7	2.4
10	O2	ST2	20	C10	16.6	35.8	19.4	3.1
11	O1	ST3	21	C1	11.3	34.1	29.9	2.4
12	O3	ST4	21	C2	11.7	26.5	34.8	2.5
13	O4	ST1	22	C3	13.7	34.1	27.1	2.5
14	O5	ST2	55	C4	11.0	25.4	26.4	2.6
15	O6	ST3	65	C5	12.4	27.5	30.0	1.9
16	O7	ST4	31	C6	13.8	28.4	25.2	3.0
17	O1	ST1	41	C11	17.2	30.2	25.7	4.1
18	O2	ST2	5	C12	10.1	20.5	22.1	2.1
19	O3	ST3	59	C13	11.7	27.2	18.8	2.8
20	O4	ST4	69	C14	10.6	23.2	20.2	2.0
21	O5	ST1	37	C11	14.1	27.1	25.0	2.3
22	O6	ST2	35	C12	15.9	25.5	22.4	2.9
23	O7	ST3	14	C13	16.3	32.4	30.0	2.9
24	O2	ST4	60	C14	15.8	20.7	27.3	2.8
25	O1	ST1	218	C15	17.1	25.5	18.5	4.2
26	O2	ST2	215	C16	12.2	22.1	33.7	2.4
27	O3	ST3	229	C17	19.8	32.3	31.1	3.2
28	O4	ST4	215	C18	12.7	25.5	19.0	2.6
29	O5	ST1	75	C15	11.5	33.3	32.7	1.9
30	O6	ST2	178	C16	14.5	29.3	31.9	3.5
31	O7	ST3	147	C17	19.3	24.1	27.5	3.6
32	O2	ST4	110	C18	17.2	26.7	18.3	4.0
33	O2	ST5	7	C1	12.2	21.9	23.7	2.7
34	O2	ST6	19	C2	12.0	21.1	18.5	2.2
35	O2	ST7	67	C3	11.3	28.3	27.8	2.1
36	O2	ST8	158	C4	17.5	29.9	26.9	3.5
37	O2	ST5	27	C5	12.4	23.5	28.7	1.9
38	O2	ST6	43	C6	13.6	32.2	21.1	2.3
39	O2	ST7	43	C7	10.9	24.1	33.6	2.3
40	O2	ST8	29	C8	10.9	30.2	33.4	2.4
41	O2	ST5	61	C9	13.8	24.5	28.7	3.3
42	O2	ST6	33	C10	11.8	25.8	23.0	2.3
43	O1	ST7	67	C1	19.9	33.8	20.1	4.0
44	O3	ST8	8	C2	17.9	25.6	25.5	2.8
45	O4	ST5	65	C3	17.3	28.7	19.2	3.3
46	O5	ST6	4	C4	10.3	22.7	30.8	1.7
47	O6	ST7	48	C5	17.4	20.9	19.4	3.0
48	O7	ST8	29	C6	12.5	23.5	20.6	2.0

[0079]

[表10-2]

No.	製造条件				分析			
	供試 原板	表面処理 金属剤	表面処理金属 剤作成から、 塗布・乾燥ま での時間(h)	表面処理 金属剤の 塗布・乾燥 条件	Si含有量 (質量%)	C含有量 (質量%)	O含有量 (質量%)	P含有量 (質量%)
49	O1	ST5	70	C19	10.0	35.5	22.6	2.3
50	O2	ST6	12	C20	11.2	27.1	32.5	2.4
51	O3	ST7	118	C21	11.2	24.5	25.8	2.7
52	O4	ST8	24	C22	18.6	26.1	26.3	2.8
53	O5	ST5	31	C19	15.5	30.9	20.6	3.0
54	O6	ST6	71	C20	13.3	34.4	30.5	2.3
55	O7	ST7	202	C21	17.6	25.0	30.6	3.3
56	O2	ST8	69	C22	11.1	28.3	24.3	2.0
57	O1	ST5	34	C23	16.6	24.5	24.4	3.3
58	O2	ST6	20	C24	19.6	22.3	23.3	3.5
59	O3	ST7	38	C25	11.2	33.9	23.9	1.9
60	O4	ST8	52	C26	14.0	25.6	30.7	2.4
61	O5	ST5	65	C23	15.9	36.8	18.9	3.8
62	O6	ST6	29	C24	15.6	23.1	17.6	2.7
63	O7	ST7	149	C25	17.9	25.9	20.9	4.3
64	O2	ST8	45	C26	10.9	34.8	24.4	1.7
65	O2	ST9	180	C1	12.3	32.8	30.1	2.8
66	O2	ST10	26	C2	19.9	35.0	32.8	4.3
67	O2	ST11	45	C3	11.6	22.5	27.3	2.8
68	O2	ST12	5	C4	15.5	36.5	25.6	2.9
69	O2	ST9	20	C5	11.7	20.8	30.8	1.9
70	O2	ST10	209	C6	19.2	33.2	30.4	3.8
71	O2	ST11	37	C7	15.4	31.4	22.5	2.7
72	O2	ST12	27	C8	17.9	24.3	20.7	4.2
73	O2	ST9	57	C9	15.6	28.3	23.9	2.4
74	O2	ST10	113	C10	16.6	36.0	25.0	2.6
75	O2	ST11	39	C1	10.7	31.2	25.1	2.4
76	O2	ST12	52	C2	19.0	22.1	21.5	3.4
77	O2	ST9	47	C3	18.3	20.1	21.8	3.0
78	O2	ST10	40	C4	14.0	24.0	19.6	2.5
79	O2	ST11	20	C5	13.2	32.9	23.9	2.4
80	O2	ST12	29	C6	11.5	25.8	24.5	2.1
81	O2	ST13	111	C1	12.2	25.7	20.7	2.4
82	O2	ST14	47	C2	19.1	28.3	22.8	3.4
83	O2	ST15	38	C3	18.7	22.2	27.6	4.6
84	O2	ST16	223	C4	11.7	27.2	30.7	2.6
85	O2	ST13	12	C5	12.0	22.9	28.7	2.5
86	O2	ST14	67	C6	13.7	29.0	26.3	2.3
87	O2	ST15	202	C7	17.8	31.2	32.0	4.2
88	O2	ST16	1	C8	15.6	26.9	21.6	3.2
89	O2	ST13	67	C9	14.4	35.6	34.2	3.2
90	O2	ST14	31	C10	14.4	22.1	33.2	2.4
91	O2	ST15	51	C1	11.1	27.4	29.0	1.9
92	O2	ST16	61	C2	13.1	20.3	30.3	2.0
93	O2	ST13	48	C3	15.9	32.3	33.9	2.7
94	O2	ST14	3	C4	19.4	35.3	19.3	4.6
95	O2	ST15	16	C5	15.0	32.6	30.1	2.8
96	O2	ST16	28	C6	16.2	29.3	34.5	3.2

[0080]

[表10-3]

No.	製造条件				分析			
	供試 原板	表面処理 金属剤	表面処理金属 剤作成から、 塗布・乾燥ま での時間(h)	表面処理 金属剤の 塗布・乾燥 条件	Si含有量 (質量%)	C含有量 (質量%)	O含有量 (質量%)	P含有量 (質量%)
97	O1	ST9	29	C1	18.0	21.1	32.2	2.7
98	O3	ST10	76	C2	19.5	25.3	25.3	4.1
99	O4	ST11	211	C3	19.6	25.9	21.3	4.1
100	O5	ST12	35	C4	12.3	21.3	33.4	2.7
101	O6	ST9	36	C5	10.3	28.9	24.4	1.7
102	O7	ST10	9	C6	14.4	24.2	31.8	3.5
103	O1	ST11	33	C7	15.7	22.4	29.1	3.5
104	O3	ST12	41	C8	11.7	22.0	19.1	2.5
105	O4	ST13	60	C9	10.0	29.0	19.0	2.4
106	O5	ST14	92	C10	16.1	20.9	33.1	3.2
107	O6	ST15	16	C1	10.2	33.9	32.7	1.9
108	O7	ST16	12	C2	18.9	36.9	23.9	4.1
109	O1	ST13	64	C3	18.5	21.9	30.3	3.4
110	O3	ST14	0	C4	14.7	35.9	20.8	2.9
111	O4	ST15	149	C5	14.3	26.0	28.9	2.7
112	O5	ST16	57	C6	15.2	31.3	33.2	3.4
113	O2	ST17	25	C1	15.5	36.5	30.4	3.1
114	O2	ST18	62	C2	11.0	22.2	30.8	2.5
115	O2	ST19	64	C3	10.8	26.1	27.8	2.0
116	O2	ST20	51	C4	13.8	36.5	28.1	3.1
117	O2	ST17	22	C5	19.6	20.5	23.8	4.1
118	O2	ST18	11	C6	10.7	34.1	23.7	1.9
119	O2	ST19	64	C7	18.6	28.5	32.7	3.0
120	O2	ST20	41	C8	11.3	27.2	30.7	2.3
121	O2	ST17	26	C1	11.5	26.2	22.4	2.5
122	O2	ST18	57	C2	18.3	24.8	23.1	3.5

[0081]

[表10-4]

No.	製造条件				分析			
	供試 原板	表面処理 金属剤	表面処理金属 剤作成から、 塗布・乾燥ま での時間(h)	表面処理 金属剤の 塗布・乾燥 条件	Si含有量 (質量%)	C含有量 (質量%)	O含有量 (質量%)	P含有量 (質量%)
129	O1	ST21	93	C1	14.2	20.5	25.2	2.1
130	O2	ST22	39	C2	19.6	21.3	27.2	3.7
131	O3	ST21	218	C3	18.0	26.1	29.1	3.0
132	O4	ST22	48	C4	19.1	30.6	26.3	4.6
133	O5	ST21	170	C5	18.8	29.3	26.8	3.7
134	O6	ST22	62	C6	18.4	31.8	29.9	3.8
135	O7	ST21	18	C7	19.5	21.2	26.5	3.3
136	O2	ST22	41	C8	12.7	20.3	18.2	2.5
137	O1	ST23	90	C9	14.0	31.0	21.2	3.2
138	O2	ST24	103	C10	10.2	30.0	32.1	1.9
139	O3	ST23	100	C1	15.4	22.1	23.9	2.7
140	O4	ST24	168	C2	15.3	22.9	18.4	3.0
141	O5	ST23	173	C3	16.6	24.6	30.8	3.2
142	O6	ST24	125	C4	16.0	22.8	17.7	3.7
143	O7	ST23	193	C5	12.4	25.0	31.8	2.1
144	O2	ST24	208	C6	10.9	35.8	17.6	2.3
145	O1	ST25	192	C7	11.5	20.5	17.8	0.05
146	O2	ST25	27	C8	10.2	35.7	25.5	0.04
147	O3	ST25	22	C9	10.7	28.5	22.3	0.08
148	O4	ST25	27	C10	15.5	27.2	31.7	0.02
149	O5	ST26	63	C1	19.6	22.4	28.7	10.3
150	O6	ST26	83	C2	11.3	26.5	15.5	10.9
151	O7	ST26	39	C3	10.7	25.2	16.7	11.5
152	O1	ST26	47	C4	12.3	31.9	28.8	9.8
153	O1	ST27	29	C5	16.0	25.2	22.7	3.3
154	O2	ST27	24	C6	13.2	26.5	31.8	3.1
155	O3	ST27	27	C7	19.5	28.9	27.7	4.5
156	O4	ST27	70	C8	17.4	21.6	34.8	2.8
157	O5	ST28	53	C9	19.0	32.5	26.1	3.3
158	O6	ST28	27	C10	12.7	28.5	26.0	2.7
159	O7	ST28	49	C1	10.4	25.0	20.4	2.1
160	O1	ST28	34	C2	16.9	25.8	24.7	3.7
161	O8	ST5	67	C4	17.3	30.2	27.2	2.3
162	O8	ST6	41	C3	16.9	33.5	34.5	3.5
163	O8	ST7	22	C2	10.5	25.0	26.3	3.5
164	O8	ST8	163	C1	21.3	25.7	18.7	4.7
165	O1	ST29	150	C1	11.5	25.7	29.1	0.08
166	O2	ST30	190	C2	12.3	23.2	29.9	0.09
167	O3	ST29	204	C3	11.1	20.8	26.5	0.07
168	O4	ST30	96	C4	13.2	31.5	18.2	0.08
169	O5	ST29	88	C1	13.3	30.7	32.1	0.09
170	O6	ST30	178	C2	10.5	29.3	17.3	0.07
171	O7	ST29	156	C3	10.3	30.8	26.0	0.09

[0082]

[表10-5]

No.	分析			
	表層領域のP濃度の最大値／中間領域の平均P濃度	界面側領域のAlの存在有無	界面側領域のF含有量の割合（界面側領域／全体）	界面側領域のSbの存在有無
1	4.8	有	0	無
2	3.8	有	0	無
3	4.4	有	0	無
4	1.5	有	0	無
5	3.3	有	0	無
6	1.6	有	0	無
7	1.9	有	0	無
8	3.0	有	0	無
9	2.4	有	0	無
10	3.4	有	0	無
11	2.3	有	0	無
12	4.5	有	0	無
13	3.0	有	0	無
14	4.7	有	0	無
15	2.1	有	0	無
16	4.5	有	0	無
17	8.3	有	0	無
18	6.4	有	0	無
19	5.1	有	0	無
20	8.1	有	0	無
21	9.9	有	0	無
22	9.7	有	0	無
23	9.7	有	0	無
24	7.9	有	0	無
25	0.9	有	0	無
26	0.6	有	0	無
27	1.2	有	0	無
28	1.3	有	0	無
29	1.1	有	0	無
30	1.0	有	0	無
31	1.2	有	0	無
32	0.5	有	0	無
33	4.8	有	25	無
34	3.5	有	22	無
35	3.2	有	28	無
36	1.7	有	30	無
37	4.6	有	21	無
38	2.6	有	38	無
39	4.7	有	45	無
40	3.6	有	25	無
41	2.6	有	30	無
42	4.1	有	37	無
43	2.1	有	39	無
44	2.4	有	40	無
45	3.3	有	25	無
46	3.2	有	28	無
47	2.3	有	30	無
48	2.8	有	23	無

[0083]

[表10-6]

No.	分析			
	表層領域のP濃度の最大値／中間領域の平均P濃度	界面側領域のAlの存在有無	界面側領域のF含有量の割合（界面側領域／全体）	界面側領域のSbの存在有無
49	3.0	有	5	無
50	4.7	有	7	無
51	1.8	有	1	無
52	3.0	有	15	無
53	4.7	有	13	無
54	2.3	有	8	無
55	1.6	有	9	無
56	2.2	有	2	無
57	4.6	有	35	無
58	4.2	有	38	無
59	3.6	有	28	無
60	2.1	有	25	無
61	3.4	有	47	無
62	3.3	有	23	無
63	2.0	有	40	無
64	2.9	有	27	無
65	1.6	有	0	無
66	2.1	有	0	無
67	4.5	有	0	無
68	2.7	有	0	無
69	2.5	有	0	無
70	1.7	有	0	無
71	4.1	有	0	有
72	2.5	有	0	有
73	2.8	有	0	有
74	1.6	有	0	有
75	4.6	有	0	有
76	3.5	有	0	有
77	4.1	有	0	有
78	2.9	有	0	有
79	2.8	有	0	有
80	4.1	有	0	有
81	1.9	有	25	有
82	4.0	有	29	有
83	4.5	有	37	有
84	1.7	有	43	有
85	3.5	有	50	有
86	4.6	有	25	有
87	1.6	有	25	有
88	3.7	有	26	有
89	3.2	有	40	有
90	3.8	有	38	有
91	2.4	有	38	有
92	4.1	有	31	有
93	4.6	有	37	有
94	4.1	有	42	有
95	3.3	有	41	有
96	2.1	有	40	有

[0084]

[表10-7]

No.	分析			
	表層領域のP濃度の最大値／ 中間領域の平均P濃度	界面側領域のAIの存在有無	界面側領域のF含有量の割合 (界面側領域／全体)	界面側領域のSbの存在有無
97	3.6	有	0	無
98	1.8	有	0	無
99	1.6	有	0	無
100	4.3	有	0	無
101	3.8	有	0	無
102	4.4	有	0	無
103	4.6	有	0	無
104	3.1	有	0	無
105	2.4	有	0	無
106	1.9	有	0	無
107	3.9	有	0	無
108	2.5	有	0	無
109	3.7	有	0	無
110	2.8	有	0	無
111	1.9	有	0	無
112	4.1	有	0	無
113	2.5	有	28	有
114	2.1	有	30	有
115	4.5	有	33	有
116	4.3	有	33	有
117	3.7	有	37	有
118	3.4	有	21	有
119	3.3	有	28	有
120	2.8	有	40	有
121	3.1	有	45	有
122	4.6	有	30	有

[0085]

[表10-8]

No.	分析			
	表層領域のP濃度の最大値／中間領域の平均P濃度	界面側領域のAlの存在有無	界面側領域のF含有量の割合（界面側領域／全体）	界面側領域のSbの存在有無
129	1.9	有	0	無
130	2.9	有	0	無
131	1.8	有	0	無
132	2.3	有	0	無
133	1.5	有	0	無
134	4.3	有	0	無
135	4.2	有	0	無
136	4.1	有	0	無
137	0.8	有	0	無
138	0.7	有	0	無
139	1.3	有	0	無
140	1.1	有	0	無
141	1.1	有	0	無
142	1.2	有	0	無
143	0.5	有	0	無
144	0.4	有	0	無
145	1.8	有	0	無
146	2.5	有	0	無
147	3.5	有	0	無
148	3.5	有	0	無
149	4.8	有	0	無
150	1.6	有	0	無
151	2.4	有	0	無
152	4.9	有	0	無
153	2.4	有	11	無
154	2.1	有	7	無
155	3.1	有	5	無
156	2.2	有	8	無
157	4.6	有	50	無
158	3.0	有	45	無
159	3.2	有	48	無
160	3.0	有	38	無
161	4.7	無	11	無
162	3.4	無	5	無
163	3.3	無	5	無
164	1.8	無	8	無
165	1.5	有	0	無
166	1.7	有	0.0	無
167	1.6	有	0	無
168	1.5	有	0	無
169	1.5	有	0	無
170	1.7	有	0	無
171	1.5	有	0	無

[0086]

[表10-9]

No.	品質特性					分類
	耐指紋性	耐パウダリング性	耐食性	外観	耐黒変性	
1	◎	○	○	○	○	発明例
2	◎	○	○	○	○	発明例
3	◎	○	○	○	○	発明例
4	○	○	○	○	○	発明例
5	◎	○	○	○	○	発明例
6	○	○	○	○	○	発明例
7	○	○	○	○	○	発明例
8	◎	○	○	○	○	発明例
9	◎	○	○	○	○	発明例
10	◎	○	○	○	○	発明例
11	◎	○	○	○	○	発明例
12	◎	○	○	○	○	発明例
13	◎	○	○	○	○	発明例
14	◎	○	○	○	○	発明例
15	◎	○	○	○	○	発明例
16	◎	○	○	○	○	発明例
17	◎+	×	○	○	○	比較例
18	◎+	×	○	○	○	比較例
19	◎+	×	○	○	○	比較例
20	◎+	×	○	○	○	比較例
21	◎+	×	○	○	○	比較例
22	◎+	×	○	○	○	比較例
23	◎+	×	○	○	○	比較例
24	◎+	×	○	○	○	比較例
25	×	○	○	○	○	比較例
26	×	○	○	○	○	比較例
27	×	○	○	○	○	比較例
28	×	○	○	○	○	比較例
29	×	○	○	○	○	比較例
30	×	○	○	○	○	比較例
31	×	○	○	○	○	比較例
32	×	○	○	○	○	比較例
33	◎	○	◎	○	○	発明例
34	◎	○	◎	○	○	発明例
35	◎	○	◎	○	○	発明例
36	○	○	◎	○	○	発明例
37	◎	○	◎	○	○	発明例
38	◎	○	◎	○	○	発明例
39	◎	○	◎	○	○	発明例
40	◎	○	◎	○	○	発明例
41	◎	○	◎	○	○	発明例
42	◎	○	◎	○	○	発明例
43	◎	○	◎	○	○	発明例
44	◎	○	◎	○	○	発明例
45	◎	○	◎	○	○	発明例
46	◎	○	◎	○	○	発明例
47	◎	○	◎	○	○	発明例
48	◎	○	◎	○	○	発明例

[0087]

[表10-10]

No.	品質特性					分類
	耐指紋性	耐パウダリング性	耐食性	外観	耐黒変性	
49	◎	○	○	○	○	発明例
50	◎	○	○	○	○	発明例
51	○	○	○	○	○	発明例
52	◎	○	○	○	○	発明例
53	◎	○	○	○	○	発明例
54	◎	○	○	○	○	発明例
55	○	○	○	○	○	発明例
56	◎	○	○	○	○	発明例
57	◎	○	◎	△	○	発明例
58	◎	○	◎	△	○	発明例
59	◎	○	◎	△	○	発明例
60	◎	○	◎	△	○	発明例
61	◎	○	◎	△	○	発明例
62	◎	○	◎	△	○	発明例
63	◎	○	◎	△	○	発明例
64	◎	○	◎	△	○	発明例
65	○	○	○	○	○	発明例
66	◎	○	○	○	○	発明例
67	◎	○	○	○	○	発明例
68	◎	○	○	○	○	発明例
69	◎	○	○	○	○	発明例
70	○	○	○	○	○	発明例
71	◎	○	○	○	◎	発明例
72	◎	○	○	○	◎	発明例
73	◎	○	○	○	◎	発明例
74	○	○	○	○	◎	発明例
75	◎	○	○	○	◎	発明例
76	◎	○	○	○	◎	発明例
77	◎	○	○	○	◎	発明例
78	◎	○	○	○	◎	発明例
79	◎	○	○	○	◎	発明例
80	◎	○	○	○	◎	発明例
81	○	○	◎	○	◎	発明例
82	◎	○	◎	○	◎	発明例
83	◎	○	◎	○	◎	発明例
84	○	○	◎	○	◎	発明例
85	◎	○	◎	○	◎	発明例
86	◎	○	◎	○	◎	発明例
87	○	○	◎	○	◎	発明例
88	◎	○	◎	○	◎	発明例
89	◎	○	◎	○	◎	発明例
90	◎	○	◎	○	◎	発明例
91	◎	○	◎	○	◎	発明例
92	◎	○	◎	○	◎	発明例
93	◎	○	◎	○	◎	発明例
94	◎	○	◎	○	◎	発明例
95	◎	○	◎	○	◎	発明例
96	◎	○	◎	○	◎	発明例

[0088]

[表10-11]

No.	品質特性					分類
	耐指紋性	耐パウダリング性	耐食性	外観	耐黒変性	
97	◎	○	○	○	○	発明例
98	○	○	○	○	○	発明例
99	○	○	○	○	○	発明例
100	◎	○	○	○	○	発明例
101	◎	○	○	○	○	発明例
102	◎	○	○	○	○	発明例
103	◎	○	○	○	○	発明例
104	◎	○	○	○	○	発明例
105	◎	○	○	○	○	発明例
106	○	○	○	○	○	発明例
107	◎	○	○	○	○	発明例
108	◎	○	○	○	○	発明例
109	◎	○	○	○	○	発明例
110	◎	○	○	○	○	発明例
111	○	○	○	○	○	発明例
112	◎	○	○	○	○	発明例
113	◎	○	◎	○	◎	発明例
114	◎	○	◎	○	◎	発明例
115	◎	○	◎	○	◎	発明例
116	◎	○	◎	○	◎	発明例
117	◎	○	◎	○	◎	発明例
118	◎	○	◎	○	◎	発明例
119	◎	○	◎	○	◎	発明例
120	◎	○	◎	○	◎	発明例
121	◎	○	◎	○	◎	発明例
122	◎	○	◎	○	◎	発明例

[0089]

[表10-12]

No.	品質特性					分類
	耐指紋性	耐パウダリング性	耐食性	外観	耐黒変性	
129	○	○	△	○	○	発明例
130	◎	○	△	○	○	発明例
131	○	○	△	○	○	発明例
132	◎	○	△	○	○	発明例
133	○	○	△	○	○	発明例
134	◎	○	△	○	○	発明例
135	◎	○	△	○	○	発明例
136	◎	○	△	○	○	発明例
137	×	○	○	○	○	比較例
138	×	○	○	○	○	比較例
139	×	○	○	○	○	比較例
140	×	○	○	○	○	比較例
141	×	○	○	○	○	比較例
142	×	○	○	○	○	比較例
143	×	○	○	○	○	比較例
144	×	○	○	○	○	比較例
145	○	○	×	○	○	比較例
146	◎	○	×	○	○	比較例
147	◎	○	×	○	○	比較例
148	◎	○	×	○	○	比較例
149	◎	△	△	○	○	発明例
150	○	△	△	○	○	発明例
151	◎	△	△	○	○	発明例
152	◎	△	△	○	○	発明例
153	◎	○	○	○	○	発明例
154	◎	○	○	○	○	発明例
155	◎	○	○	○	○	発明例
156	◎	○	○	○	○	発明例
157	◎	○	◎	△	○	発明例
158	◎	○	◎	△	○	発明例
159	◎	○	◎	△	○	発明例
160	◎	○	◎	△	○	発明例
161	◎	○	○	○	○	発明例
162	◎	○	○	○	○	発明例
163	◎	○	○	○	○	発明例
164	○	○	○	○	○	発明例
165	○	○	×	○	○	比較例
166	○	○	×	○	○	比較例
167	○	○	×	○	○	比較例
168	○	○	×	○	○	比較例
169	○	○	×	○	○	比較例
170	○	○	×	○	○	比較例
171	○	○	×	○	○	比較例

[0090] 表1～表10-12から分かるように、化成処理層が、所定量のSiとCとOとPとを含み、表層領域のP濃度の最大値が、中間領域の平均P濃度に対し、1.5倍～5.0倍である発明例No. 1～16、33～122、129～136、149～164では、十分な耐パウダリング性、耐食性を有

しながら、耐指紋性に優れていた。

一方、比較例である、No. 17～32、137～148、165～171は、耐指紋性、耐パウダリング性、耐食性のいずれかが劣っていた。

また、発明例の中でも、界面側領域に、Alが存在し、界面側領域のF含有量が、化成処理層の全体のF含有量の20%以上である場合には、より耐食性に優れていた。

また、界面側領域にSbが存在する場合には、より耐黒変性に優れていた。

符号の説明

[0091]	1	表面処理鋼板
	11	鋼板
	12	めっき層
	13	化成処理層
	101	表層領域
	102	界面側領域
	103	中間領域

請求の範囲

- [請求項1] 鋼板と、
 前記鋼板の表面に形成された亜鉛系めっき層と、
 前記亜鉛系めっき層の表面に形成された化成処理層と、
 を備え、
 前記化成処理層は、S i とCとOとPとを含み、
 前記化成処理層におけるC濃度が20.0質量%以上、O濃度が15.0質量%以上、S i 濃度が10.0質量%以上、P濃度が0.10質量%以上であり、
 前記化成処理層の厚さを t とした場合、前記化成処理層の表面を始点とし、前記化成処理層の前記表面から厚さ方向に $t/10$ の位置を終点とする範囲を表層領域とし、前記化成処理層の前記表面から厚さ方向に $9t/10$ の位置を始点とし、前記化成処理層と前記亜鉛系めっき層との界面を終点とする範囲を界面側領域とし、前記表層領域と前記界面側領域とに挟まれる領域を中間領域としたとき、
 前記表層領域のP濃度の最大値が、前記中間領域の平均P濃度に対し、1.5倍～5.0倍である、
 ことを特徴とする表面処理鋼板。
- [請求項2] 前記界面側領域に、Alが存在し、
 前記界面側領域のF含有量が、前記化成処理層の全体のF含有量の20%以上である、ことを特徴とする請求項1に記載の表面処理鋼板。
- [請求項3] 前記界面側領域にSbが存在する、
 ことを特徴とする請求項1または2に記載の表面処理鋼板。
- [請求項4] 前記亜鉛系めっき層は、表面がレギュラスパングル仕上げである、
 ことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の表面処理鋼板。