

明 細 書

発明の名称： 溶融めっき鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、溶融めっき鋼板に関する。

本願は、2023年3月30日に、日本に出願された特願2023-054635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] 溶融亜鉛めっき鋼板に比べて高い耐食性を有するZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板は、建材、家電、自動車分野等種々の製造業において広く使用されており、近年、その使用量が増加している。

[0003] ところで、溶融めっき鋼板の溶融めっき層の表面に、文字、模様、デザイン画などを現すことを目的として、溶融めっき層に印刷や塗装などの工程を施すことにより、文字、模様、デザイン画などを溶融めっき層の表面に現す場合がある。

[0004] しかし、溶融めっき層に印刷や塗装などの工程を行うと、文字やデザイン等を施すためのコストや時間が増大する問題がある。更に、印刷や塗装によって文字やデザイン等をめっき層の表面に現す場合は、需要者から高い支持を得ている金属光沢外観が失われるだけでなく、塗膜自体の経時劣化や塗膜の密着性の経時劣化の問題から、耐久性が劣り、時間とともに文字やデザイン等が消失してしまう恐れがある。また、インクをスタンプすることで文字やデザイン等をめっき層の表面に現す場合は、コストや時間は比較的抑えられるものの、インクによって溶融めっき層の耐食性が低下する懸念がある。更に、溶融めっき層の研削によって意匠等を現す場合は、意匠等の耐久性は優れるものの、研削箇所溶融めっき層の厚みが大幅に減少することから耐食性低下が必然であり、めっき特性の低下が懸念される。

[0005] そこで、下記特許文献1に示されるように、インク塗布や研削加工によらずに、Zn-Al-Mg系溶融めっき鋼板のめっき層表面に文字やデザイン

等を現す技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特許第6648871号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に記載されたZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板は、めっき原板に凝固核を付着させてから溶融めっきを行うことにより、めっき層の表面におけるAl相の露出割合を制御するか、あるいは、めっき層の表面における表面粗さRaを制御することで所定の形状のパターン部を形成するものであるが、パターン部の更なる改良が検討されている。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、改良されたパターン部を有する溶融めっき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] 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] 鋼板と、前記鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、
前記溶融めっき層は、平均組成で、Al：0.1～70質量%、Mg：0.1～10.0質量%を含有し、残部がZnおよび不純物を含み、
前記溶融めっき層のうち、少なくとも前記鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、
前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が0%超であり、
前記パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との比（パターン部／非パターン部）が、0以上0.90未満の範囲、または、1.10以上の範囲である、溶融めっき鋼板。

[2] 鋼板と、前記鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、
前記溶融めっき層は、平均組成で、Al：0.1～70質量%、Mg：0

． 1 ～ 10.0 質量％を含有し、残部がZnおよび不純物を含み、

前記溶融めっき層のうち、少なくとも前記鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、

前記パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が、5％以上である、溶融めっき鋼板。

[3] 鋼板と、前記鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、

前記溶融めっき層は、平均組成で、Al：0.1～70質量％、Mg：0.1～10.0質量％を含有し、残部がZnおよび不純物を含み、

前記溶融めっき層のうち、少なくとも前記鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、

前記パターン部と前記非パターン部のいずれか一方にのみ、 Mg_2Zn_{11} 相が含まれており、

前記パターン部の表面または前記非パターン部の表面における前記 Mg_2Zn_{11} 相の面積率が1％以上である、溶融めっき鋼板。

[4] 前記溶融めっき層が、更に、下記A群、B群からなる群から選択される1種または2種を含有する、[1]乃至[3]の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[A群] Si：0.0001～2.0質量％

[B群] Ni、Ti、Zr、Sr、Fe、Sb、Pb、Sn、Ca、Co、Mn、P、B、Bi、Cr、Sc、Y、REM、Hf、Cのいずれか1種または2種以上を、合計で0.0001～2.0質量％

[5] 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状となるように配置されていることを特徴とする[1]乃至[3]の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[6] 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せ

た形状となるように配置されていることを特徴とする〔４〕に記載の溶融めつき鋼板。

〔７〕 連続した１つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする〔１〕乃至〔３〕の何れか一項に記載の溶融めつき鋼板。

〔８〕 連続した１つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする〔４〕に記載の溶融めつき鋼板。

〔９〕 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか１種またはこれらのうちの２種以上を組合せた形状となるように配置され、連続した１つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする〔１〕乃至〔３〕の何れか一項に記載の溶融めつき鋼板。

〔１０〕 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか１種またはこれらのうちの２種以上を組合せた形状となるように配置され、連続した１つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする〔４〕に記載の溶融めつき鋼板。

〔１１〕 前記溶融めつき層の付着量が鋼板両面合計で $30\sim600\text{ g/m}^2$ であることを特徴とする〔１〕乃至〔３〕の何れか一項に記載の溶融めつき鋼板。

〔１２〕 前記溶融めつき層が、質量％で、前記Ａ群を含有する平均組成を有する〔４〕に記載の溶融めつき鋼板。

〔１３〕 前記溶融めつき層が、質量％で、前記Ｂ群を含有する平均組成を有する〔４〕に記載の溶融めつき鋼板。

〔１４〕 前記 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相は、塊状の〔 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相〕または〔 $\text{Al}/\text{Zn}/\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の三元共晶組織〕のいずれか一方または両方として前記溶融めつき層に含有される、〔１〕乃至〔３〕の何れか一項に記載の溶融めつき鋼板。

〔１５〕 前記パターン部の静摩擦係数と前記非パターン部の静摩擦係数との差が、 0.2 未満である、〔１〕乃至〔３〕の何れか一項に記載の溶融め

つき鋼板。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、改良されたパターン部を有する溶融めつき鋼板を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施例の溶融めつき層に形成した波線状パターンを示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の実施形態である溶融めつき鋼板について説明する。

本実施形態の溶融めつき鋼板は、鋼板と、鋼板の表面に形成された溶融めつき層と、を備え、溶融めつき層は、平均組成で、 $Al : 0.1 \sim 70$ 質量%、 $Mg : 0.1 \sim 10.0$ 質量%を含有し、残部が Zn および不純物を含み、溶融めつき層のうち、少なくとも鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が0%超であり、パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との比（パターン部／非パターン部）が、0以上0.90未満の範囲、または、1.10以上の範囲の溶融めつき鋼板である。

[0013] 本実施形態の溶融めつき鋼板は、鋼板と、鋼板の表面に形成された溶融めつき層と、を備え、溶融めつき層は、平均組成で、 $Al : 0.1 \sim 70$ 質量%、 $Mg : 0.1 \sim 10.0$ 質量%を含有し、残部が Zn および不純物を含み、溶融めつき層のうち、少なくとも鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が、5%以上の溶融めつき鋼板である。

[0014] 本実施形態の溶融めつき鋼板は、鋼板と、鋼板の表面に形成された溶融めつき層と、を備え、溶融めつき層は、平均組成で、 $Al : 0.1 \sim 70$ 質量%、 $Mg : 0.1 \sim 10.0$ 質量%を含有し、残部が Zn および不純物を含み、溶融めつき層のうち、少なくとも鋼板の片面側に、所定の形状となるよ

うに配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、パターン部と非パターン部のいずれか一方にのみ、 Mg_2Zn_{11} 相が含まれており、パターン部の表面または非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が1%以上の溶融めっき鋼板である。

[0015] 溶融めっき層の下地となる鋼板は、材質に特に制限はない。詳細は後述するが、材質として、一般鋼などを特に制限はなく用いることができ、A1キルド鋼や一部の高合金鋼も適用することも可能であり、形状にも特に制限はない。鋼板に対して後述する溶融めっき法を適用することで、本実施形態に係る溶融めっき層が形成される。溶融めっき層は、鋼板の表面に形成される。すなわち、溶融めっき層は、鋼板の一方の面と他方の面の両方に形成される。

[0016] 次に、溶融めっき層の化学成分について説明する。

溶融めっき層は、平均組成で、Al : 0.1~70質量%、Mg : 0.1~10.0質量%を含有し、残部としてZnおよび不純物を含む。更に好ましくは、平均組成で、Al : 0.1~70質量%、Mg : 0.1~10.0質量%を含有し、残部としてZnおよび不純物からなる。

[0017] 更に、溶融めっき層は、下記A群、B群からなる群から選択される1種または2種を含有してもよい。

[A群] Si : 0.0001~2質量%

[B群] Ni、Ti、Zr、Sr、Fe、Sb、Pb、Sn、Ca、Co、Mn、P、B、Bi、Cr、Sc、Y、REM、Hf、Cのいずれか1種または2種以上を、合計で0.0001~2質量%

[0018] Alの含有量は、平均組成で0.1~70質量%の範囲である。Alは、耐食性を確保するために含有させるとよい。溶融めっき層中のAlの含有量が0.1質量%以上であれば、耐食性を向上させる効果がより高まる。70質量%を超えると耐食性を向上させる効果が飽和するばかりか、低下するおそれがある。また、Alが0.1~70質量%の範囲で含まれることで、 Mg_2Zn_{11} 相が形成可能になる。耐食性の観点から、好ましくは0.5~55

質量%とする。より好ましくは1～30質量%とする。

[0019] Mgの含有量は、平均組成で0.1～10.0質量%の範囲である。Mgは、耐食性を向上させるために含有させるとよい。溶融めっき層中のMgの含有量が0.1質量%以上であれば、耐食性を向上させる効果がより高まる。しかし、Mgが10.0質量%を超えるとめっき浴でのドロス発生が著しくなり、耐食性が低下するので、Mgの含有量は10.0質量%以下とする。また、Mgが0.1～10.0質量%の範囲で含まれることで、 Mg_2Zn_{11} 相が形成可能になる。耐食性と Mg_2Zn_{11} 相の形成量のバランスの観点から、Mgの含有量は好ましくは0.5～10.0質量%とする。より好ましくは1～8.0質量%の範囲とする。

[0020] 溶融めっき層には、平均組成で0.0001～2.0質量%のSiを含有してもよい。

Siは、溶融めっき層の密着性を向上させるのに有効な元素である。Siを溶融めっき層に0.0001質量%以上含有させることで密着性を向上させる効果が発現するため、Siを0.0001質量%以上含有させることが好ましい。一方、2.0質量%を超えて含有させてもめっき密着性を向上させる効果が飽和するため、溶融めっき層にSiを含有させる場合であっても、Siの含有量は2.0質量%以下とする。めっき密着性の観点からは、溶融めっき層におけるSiの含有量は、0.0010～1.0質量%としてもよく、0.0100～0.8質量%としてもよい。

[0021] 溶融めっき層には、平均組成で、Ni、Ti、Zr、Sr、Fe、Sb、Pb、Sn、Ca、Co、Mn、P、B、Bi、Cr、Sc、Y、REM、Hf、Cの1種又は2種以上を合計で0.0001～2.0質量%を含有していてもよい。これらの元素を含有することで、溶融めっき層の耐食性を更に改善することができる。REMは、周期律表における原子番号57～71の希土類元素の1種または2種以上である。

[0022] 溶融めっき層の化学成分の残部は、亜鉛及び不純物である。不純物には、亜鉛ほかの地金中に不可避免的に含まれるもの、めっき浴中で、鋼が溶解する

ことによって含まれるものがある。

[0023] なお、溶融めっき層の平均組成は、次のような方法で測定できる。まず、めっきを浸食しない塗膜剥離剤（例えば、三彩化工社製ネオリバーSP-751）で表層塗膜を除去した後に、インヒビタ（例えば、スギムラ化学工業社製ヒビロン）入りの塩酸で溶融めっき層を溶解し、得られた溶液を誘導結合プラズマ（ICP）発光分光分析に供することで求めることができる。また、表層塗膜を有しない場合は、表層塗膜の除去作業を省略できる。

[0024] 次に、溶融めっき層の組織について説明する。本実施形態の溶融めっき層は、例えば、溶融めっき層が平均組成で、Al：4～22質量%、Mg：1～10.0質量%、Siを0～2質量%を含有する場合に、以下に説明するような組織を有していてもよい。これにより、溶融めっき層の表面の外観が梨地仕上げ（mat finish）、すなわち微細な凹凸が均一に形成された外観となり、全体として美観性に優れたものとなる。なお、以下に説明する溶融めっき層の組織は、上記の化学組成を有するめっきであれば得られるものであるので、本発明において溶融めっき層の組織を限定する必要はない。

[0025] Al、Mg及びZnを含有する溶融めっき層には、〔Al相〕と、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕と、Mg₂Zn₁₁相とが含まれる。Mg₂Zn₁₁相は、塊状の〔Mg₂Zn₁₁相〕として含まれていてもよく、〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕として含まれてもよい。更に、溶融めっき層には、〔MgZn₂相〕や〔Zn相〕が含まれていてもよい。また、溶融めっき層にSiを含有させた場合には、〔Mg₂Si相〕が含まれていてもよい。

[0026] 〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕

〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕は、Al相と、Zn相と金属間化合物MgZn₂相との三元共晶組織であり、この三元共晶組織を形成しているAl相は例えばAl－Zn－Mgの三元系平衡状態図における高温での「Al''相」（Znを固溶するAl固溶体であり、少量のMgを含む）に相当

する。

この高温でのAⅠ"相は、常温では通常は微細なAⅠ相と微細なZn相とに分離して現れる。該三元共晶組織中のZn相は少量のAⅠを固溶し、場合によってはさらに少量のMgを固溶したZn固溶体である。該三元共晶組織中のMgZn₂相は、Zn-Mgの二元系平衡状態図のZn：約84質量%の付近に存在する金属間化合物相である。

状態図で見る限りそれぞれの相にはその他の添加元素を固溶していないか、固溶していても極微量であると考えられる。しかしながら、その量は通常の分析では明確に区別できないため、この3つの相からなる三元共晶組織を本明細書では〔AⅠ／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕と表す。

[0027]〔AⅠ相〕

〔AⅠ相〕は、前記の三元共晶組織の素地中に明瞭な境界をもって島状に見える相であり、これは例えばAⅠ-Zn-Mgの三元系平衡状態図における高温での「AⅠ"相」（Znを固溶するAⅠ固溶体であり、少量のMgを含む）に相当する。この高温でのAⅠ"相は、めっき浴のAⅠやMg濃度に応じて、固溶するZn量やMg量が相違する。この高温でのAⅠ"相は、常温では通常は微細なAⅠ相と微細なZn相とに分離するが、常温で見られる島状の形状は高温でのAⅠ"相の形状に起因すると考えられる。

状態図で見る限りこの相にはその他の添加元素を固溶していないか、固溶していても極微量であると考えられる。しかしながら、通常の分析では明確に区別できないため、この高温でのAⅠ"相に由来し且つ形状的にはAⅠ"相の形状に起因する相を本明細書では〔AⅠ相〕と呼ぶ。

〔AⅠ相〕は前記の三元共晶組織を形成しているAⅠ相とは顕微鏡観察において明瞭に区別できる。

[0028] Mg₂Zn₁₁相（〔Mg₂Zn₁₁相〕、〔AⅠ／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕）

Mg₂Zn₁₁相は、〔Mg₂Zn₁₁相〕または〔AⅠ／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕として含まれる。溶融めっき層には、〔Mg₂Zn₁₁相〕及

び〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕の両方が含まれていてもよい。Mg₂Zn₁₁相が、所定の面積率でパターン部または非パターン部の何れか一方または両方に含まれることで、パターン部の視認性が向上する。Mg₂Zn₁₁相については、後段のパターン部及び非パターン部の説明において詳細に述べる。

[0029] 〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕

〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕は、Al相と、Zn相と、金属間化合物Mg₂Zn₁₁相との三元共晶組織であり、この三元共晶組織を形成しているAl相は例えばAl－Zn－Mgの三元系平衡状態図における高温での「Al''相」（Znを固溶するAl固溶体であり、少量のMgを含む）に相当する。

この高温でのAl''相は、常温では通常は微細なAl相と微細なZn相とに分離して現れる。該三元共晶組織中のZn相は少量のAlを固溶し、場合によってはさらに少量のMgを固溶したZn固溶体である。該三元共晶組織中のMg₂Zn₁₁相は、Zn－Mgの二元系平衡状態図のZn：約94質量%の付近に存在する金属間化合物相である。

状態図で見る限りそれぞれの相にはその他の添加元素を固溶していないか、固溶していても極微量であると考えられる。しかしながら、その量は通常の分析では明確に区別できないため、この3つの相からなる三元共晶組織を本明細書では〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕と表す。

[0030] 〔Mg₂Zn₁₁相〕

〔Mg₂Zn₁₁相〕は、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕または〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕の素地中に明瞭な境界をもって島状に見える相であり、実際には少量のAlを固溶していることがある。状態図で見る限り、この相にはその他の添加元素を固溶していないか、固溶していても極微量であると考えられる。

〔Mg₂Zn₁₁相〕と、〔Al／Zn／Mg₂Zn₁₁の三元共晶組織〕を形成しているMg₂Zn₁₁相とは、顕微鏡観察において明瞭に区別できる。本実

施形態に係る溶融めっき層には、製造条件により〔 Mg_2Zn_{11} 相〕が含まれない場合も有るが、ほとんどの製造条件では溶融めっき層中に含まれる。

[0031] 〔Zn相〕

〔Zn相〕は、〔Al／Zn／ $MgZn_2$ の三元共晶組織〕または〔Al／Zn／ Mg_2Zn_{11} の三元共晶組織〕の素地中に明瞭な境界をもって島状に見える相であり、実際には少量のAlや少量のMgを固溶していることがある。状態図で見る限り、この相にはその他の添加元素を固溶していないか、固溶していても極微量であると考えられる。

〔Zn相〕と、〔Al／Zn／ $MgZn_2$ の三元共晶組織〕または〔Al／Zn／ Mg_2Zn_{11} の三元共晶組織〕を形成しているZn相とは、顕微鏡観察において明瞭に区別できる。本実施形態に係る溶融めっき層には、製造条件により〔Zn相〕が含まれる場合があるが、〔Zn相〕に起因する耐食性への影響はほとんど見られなかった。そのため、溶融めっき層に〔Zn相〕が含まれても、特に問題は無い。

[0032] 〔 $MgZn_2$ 相〕

〔 $MgZn_2$ 相〕は、〔Al／Zn／ $MgZn_2$ の三元共晶組織〕または〔Al／Zn／ Mg_2Zn_{11} の三元共晶組織〕の素地中に明瞭な境界をもって島状に見える相であり、実際には少量のAlを固溶していることがある。状態図で見る限り、この相にはその他の添加元素を固溶していないか、固溶していても極微量であると考えられる。

〔 $MgZn_2$ 相〕と、〔Al／Zn／ $MgZn_2$ の三元共晶組織〕を形成している $MgZn_2$ 相とは、顕微鏡観察において明瞭に区別できる。本実施形態に係る溶融めっき層には、製造条件により〔 $MgZn_2$ 相〕が含まれない場合も有るが、ほとんどの製造条件では溶融めっき層中に含まれる。

[0033] 〔 Mg_2Si 相〕

〔 Mg_2Si 相〕は、Siを添加しためっき層の凝固組織中に、明瞭な境界を持って島状に見える相である。状態図で見る限り、〔 Mg_2Si 相〕にはZn、Al、その他の添加元素は固溶していないか、固溶していても極微量で

あると考えられる。〔 Mg_2Si 相〕は、溶融めっき層中では顕微鏡観察において明瞭に他の相と区別できる。

[0034] 本実施形態の溶融めっき層は、鋼板がめっき浴に浸漬された後に引き上げられ、その後、鋼板表面に付着した溶融金属が凝固することにより形成される。これにより、〔 Al 相〕、 Mg_2Zn_{11} 相、〔 $Al/Zn/MgZn_2$ の三元共晶組織〕などが形成される。溶融めっき層の化学成分（つまり、めっき浴の化学成分）によっては、〔 $Al/Zn/MgZn_2$ の三元共晶組織〕の素地中に、〔 Mg_2Si 相〕、〔 $MgZn_2$ 相〕または〔 Zn 相〕が形成される場合もある。また、〔 $Al/Zn/Mg_2Zn_{11}$ の三元共晶組織〕が形成される場合もある。

[0035] 次に、溶融めっき層の表面におけるパターン部及び非パターン部について説明する。

本実施形態の溶融めっき層には、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成されている。パターン部及び非パターン部のいずれか一方は、表面の金属光沢が比較的低く、白色若しくは灰色を示す領域よりなる。このような領域は、 $Zn-Al-Mg$ 系溶融めっき鋼板にみられる表面に微細な凸凹を有する、平滑性が低い領域であり、その外観は梨地状である。このため、パターン部と非パターン部は肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下にて目視で判別可能である。パターン部は、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状となるように配置されていることが好ましい。また、パターン部の形状が乱雑に配置されていてもよい。また、非パターン部は、パターン部以外の領域である。また、パターン部の形状は、ドット抜けのように一部が欠けていても、全体として認識できれば許容される。また、非パターン部は、パターン部の境界を縁取るような形状であってもよい。

[0036] なお、パターン部及び非パターン部は、鋼板の一面側および他面側に形成された溶融めっき層のうち、いずれか一方側の溶融めっき層の表面に形成さ

ればよい。この場合、他方側の溶融めっき層の表面には、パターン部が形成されず、非パターン部があればよい。

[0037] また、パターン部及び非パターン部は、鋼板の一面側および他面側に形成された溶融めっき層のうち、一方側及び他方側の両方の溶融めっき層の表面に形成されていてもよい。

[0038] 溶融めっき層の表面に、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状が配置されている場合に、これらの領域をパターン部とし、それ以外の領域を非パターン部とすることができる。

[0039] パターン部は、肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下でパターン部の存在を判別可能な程度の大きさに形成されるとよい。また、非パターン部は、溶融めっき層（溶融めっき層の表面）の大部分を占める領域であり、非パターン部内にパターン部が配置される場合がある。

[0040] パターン部は、非パターン部内において所定の形状に配置される。具体的には、パターン部は、非パターン部内において、直線部、曲線部、図形、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状となるように配置される。パターン部の形状を意図的に調整することによって、溶融めっき層の表面に、直線部、曲線部、図形、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状が現される。例えば、溶融めっき層の表面には、パターン部からなる文字列、数字列、記号、マーク、線図、デザイン画あるいはこれらの組合せ等が現される。この形状は、後述する製造方法によって意図的若しくは人工的に形成された形状であり、自然に形成されたものではない。したがって、連続した1つのパターン部の面積は自然に形成されたものよりも大きくなる。連続した1つのパターン部の面積は、その周囲の非パターン部と判別可能な大きさであればよい。連続した1つのパターン部の面積は、大きい方が顕微鏡を用いることなく肉眼や拡大鏡下でその周囲の非パターン部と判別可能となるため、連続した1つのパターン

部の面積は 1 mm^2 以上であることが特に好ましい。

[0041] 先に示した通り、パターン部及び非パターン部のいずれか一方は、表面の金属光沢が比較的 low、白色若しくは灰色を示す領域よりなる。このような領域は、 $\text{Zn}-\text{Al}-\text{Mg}$ 系溶融めっき鋼板にみられる表面に細かい凸凹を有する平滑性が低い領域であり、その外観は梨地状である。以後、このような領域を梨地外観領域と呼ぶ。

また、パターン部及び非パターン部のいずれか他方は、表面の平滑性が比較的高く、外観が梨地状である領域に比べて濃い灰色もしくは黒色を示す領域である。以後、このような領域を変色領域と呼ぶ。

このような外観の違いによって、パターン部と非パターン部とは、肉眼によって識別可能である。

[0042] パターン部と非パターン部は、顕微鏡下で判別可能である。具体的には、パターン部で構成される形状はその表面状態の違いにより、50倍以下の視野であっても顕微鏡下で識別可能である。本実施形態におけるパターン部と非パターン部は、後述する製造方法によって形成された形状であるため、連続した1つのパターン部の面積は自然に形成されたものよりも大きくなる。このためパターン部と非パターン部は好ましくは20倍以下、さらに好ましくは10倍以下、より好ましくは5倍以下の視野の顕微鏡下で識別可能である。

[0043] 次に、パターン部及び非パターン部の金属組織の違いについて詳細に説明する。以下の説明では、一例として、非パターン部が、梨地外観領域であり、パターン部が、変色領域である場合について説明する。

[0044] 非パターン部を構成する梨地外観領域に比べて、パターン部を構成する変色領域は、金属組織における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率が高くなっている。すなわち、 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相が比較的多い領域は、 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相が少ない領域もしくは $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相が含まれない領域に比べて、濃い灰色乃至黒色に見える。パターン部と非パターン部を肉眼等で明瞭に区別できるためには、金属組織における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率が下記の (a) ~ (c) の少なくとも1つの

構成を備えるといふ。(a)～(c)の2以上の構成を備えてもよく、(a)～(c)の構成を全て備えてもよい。

[0045] (a) 非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が0%超であり、パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との比(パターン部/非パターン部)が、0～0.90の範囲、または1.10以上の範囲であること。

[0046] (b) パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が、5%以上であること。

[0047] (c) パターン部と非パターン部のいずれか一方にのみ、 Mg_2Zn_{11} 相が含まれており、パターン部の表面または非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が1%以上であること。

[0048] (a) について

めっき層の金属組織中の Mg_2Zn_{11} 相の割合が増えるほど、めっき層の外観が濃い灰色もしくは黒色を示すようになる。従って、パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との比(パターン部/非パターン部)が、0～0.90未満または1.10以上の範囲であることで、めっき層表面におけるパターン部と非パターン部との色の違いが明瞭になって、パターン部及び非パターン部を肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下で識別することが可能になる。しかし、面積率比(パターン部/非パターン部)が0.90以上～1.10未満の場合、パターン部と非パターン部との色違いが不明瞭になり、パターン部を識別しにくくなる。また、面積率比(パターン部/非パターン部)の上限は特に規定する必要はない。

[0049] (b) について

めっき層の金属組織中の Mg_2Zn_{11} 相の割合が増えるほど、めっき層の外観が濃い灰色もしくは黒色を示すようになる。従って、パターン部と非パターン部の何れか一方にのみ Mg_2Zn_{11} 相が含まれる場合、または、パターン部と非パターン部の両方に Mg_2Zn_{11} 相が含まれる場合において、パターン

部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が、5%以上であれば、めっき層表面におけるパターン部と非パターン部との色違いが明瞭になって、パターン部及び非パターン部を肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下で識別することが可能になる。 Mg_2Zn_{11} 相の面積率の差は、10%以上でもよく、15%以上でもよい。また、面積率の差の上限は特に規定する必要はないが、例えば50%以下でもよい。

[0050] (c) について

めっき層の金属組織中の Mg_2Zn_{11} 相の割合が増えるほど、めっき層の外観が濃い灰色もしくは黒色を示すようになる。従って、パターン部と非パターン部のいずれか一方にのみ、 Mg_2Zn_{11} 相が含まれており、パターン部の表面または非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が1%以上であれば、めっき層表面におけるパターン部と非パターン部との色違いが明瞭になって、パターン部及び非パターン部を肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下で識別することが可能になる。 Mg_2Zn_{11} 相の面積率は、5%以上でもよく、10%以上でもよい。また、面積率の上限は特に規定する必要はないが、例えば50%以下でもよい。

[0051] パターン部及び非パターン部に含まれる Mg_2Zn_{11} 相の面積率は、次のようにして求める。まず、パターン部及び非パターン部の境界は、溶融めっき層の表面を肉眼で観察することにより特定する。肉眼での境界の特定が難しい場合は、拡大鏡や光学顕微鏡の拡大像を利用する。

[0052] 次に、鋼板上に形成された溶融めっき層の表面を、鏡面研磨によって表面から深さ0.1 μm まで研削することにより、表面の自然酸化膜を除去する。自然酸化膜の除去は、パターン部及び非パターン部のそれぞれにおいて行う。

[0053] 次いで、自然酸化膜を除去した溶融めっき層の表面に対して、走査型電子顕微鏡 (SEM) の反射電子像を撮影して、 Mg_2Zn_{11} 相を特定する。 Mg_2Zn_{11} 相は、塊状に存在するものと、 $[Al/Zn/Mg_2Zn_{11}]$ の三元共

晶組織〕として存在するものを特定する。 Mg_2Zn_{11} 相を特定する際は、SEMに付属するエネルギー分散型X線元素分析装置による元素分析を併用し、Zn、AlおよびMgの分布を確認しつつ特定する。そして、観察視野における Mg_2Zn_{11} 相の合計面積分率を求める。観察視野は、 0.2 mm^2 以上の領域とする。

[0054] 以上のようにして、パターン部及び非パターン部に含まれる Mg_2Zn_{11} 相の面積率を求める。更に、面積率比（非パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率に対するパターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率の割合（パターン部／非パターン部））を求める。更に、パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、非パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差を求める。

[0055] パターン部のめっき層表面と非パターン部のめっき層表面との静摩擦係数は同等であることが好ましい。具体的には、パターン部と非パターン部とのめっき層表面の静摩擦係数の差は 0.2 未満であることが好ましい。パターン部と非パターン部とのめっき層表面の静摩擦係数の差は 0.1 未満であることがより好ましい。

[0056] パターン部のめっき層表面と非パターン部のめっき層表面との静摩擦係数の差が上記範囲内であれば、部分的に耐食性が劣化することを防止できる。

[0057] 静摩擦係数の測定方法は、例えば、以下の方法を用いて実施することができる。

溶融めっき鋼板を切断し、幅 150 mm 、長さ 100 mm 、厚み 0.6 mm である矩形板状試験片と、直径 20 mm 、厚み 0.6 mm である円板状試験片とを作製する。ただし、水流を吹き付けた領域の板幅方向の長さが例えば 20 mm 未満になった場合は、当該長さの直径を有する円板状試験片を採取する。矩形板状試験片の上に円板状試験片を配置し、矩形板状試験片のめっき層表面と円板状試験片のめっき層表面とを互いに接触させる。例えば、矩形板状試験片及び円板状試験片の組み合わせ方を、矩形板状試験片と円板状試験片とで板幅方向を一致させて合わせ、かつ摺動させる方向を通板方向とする組み合わせ方としてもよい。さらに、円板状試験片に上から下方向へ

の荷重（垂直荷重）をかけ、円板状試験片を矩形板状試験片に押し当てた状態で、矩形板状試験片に水平方向の荷重（水平荷重）をかけ、矩形板状試験片を円板状試験片に対して摺動させる。最初に矩形板状試験片が動き始めるときの水平荷重を垂直荷重で除した値を静摩擦係数とする。なお、試験条件として、垂直荷重を3.14 kNとし、矩形板状試験片が摺動する速度を150 mm/secとし、矩形板状試験片が摺動する距離を45 mmとする。なお、上記試験には、高荷重往復動摩擦摩耗試験機を用いる。

[0058] 次に、本実施形態の溶融めっき鋼板の製造方法を説明する。

本実施形態の溶融めっき鋼板は、製鋼、鑄造、熱間圧延を経て製造された鋼板に対して、溶融めっきを行う。また、上記の熱間圧延後に更に、酸洗、熱延板焼鈍、冷間圧延、冷延板焼鈍を行い、その後に溶融めっきを行ってもよい。また、溶融めっきは、鋼板を溶融めっき浴に連続通板させる連続式溶融めっき法とする。

[0059] 溶融めっき浴は、Al : 0.1～70質量%、Mg : 0.1～10.0質量%を含有し、残部としてZnおよび不純物を含むことが好ましい。また、溶融めっき浴は、Al : 0.1～70質量%、Mg : 0.1～10.0質量%を含有し、残部がZnおよび不純物からなるものでもよい。更にまた、溶融めっき浴は、Si : 0.0001～2質量%を含有してもよく、Ni、Ti、Zr、Sr、Fe、Sb、Pb、Sn、Ca、Co、Mn、P、B、Bi、Cr、Sc、Y、REM、Hf、Cのいずれか1種または2種以上を、合計で0.0001～2質量%含有してもよい。なお、本実施形態の溶融めっき層の平均組成は、溶融めっき浴の組成とほぼ同じである。

[0060] 溶融めっき浴の温度は、組成によって異なるが、例えば、400～500℃の範囲が好ましい。溶融めっき浴の温度がこの範囲であれば、所望の溶融めっき層を形成できるためである。

また、溶融めっき層の付着量は、溶融めっき浴から引き上げられた鋼板に対してガスワイピング等の手段で調整すればよい。溶融めっき層の付着量は、鋼板両面の合計の付着量が30～600 g/m²の範囲になるように調整す

ることが好ましい。付着量が 30 g/m^2 未満の場合、溶融めっき鋼板の耐食性が低下するので好ましくない。付着量が 600 g/m^2 超の場合、鋼板に付着した溶融金属の垂れが発生して、溶融めっき層の表面を平滑にすることができなくなるため好ましくない。片面当たりの付着量は、 $15\sim300\text{ g/m}^2$ の範囲である。

[0061] ガスワイピングによる付着量の調整後に、パターン部及び非パターン部の形成を行う。パターン部の形成パターン部及び非パターン部の形成は、鋼板全体を冷却しつつ、溶融状態の金属に対して水流を局所的に吹き付ける。水流の吹き付け位置は、形成しようとするパターン部の形状をなぞるように連続的に移動させることが好ましい。高速での描写を可能にするため、水流ノズルの位置は固定し、水流ノズルの角度と水流の圧力を変化させることで、吹き付け位置を変化させることが好ましい。吹き付けた水流の軌跡上にパターン部が形成される。ミスト状の水を吹き付けるだけでは、水流に比べて冷却効果が低いので好ましくない。水流の量が過多である場合は、吹き付けた領域で後述の復熱が十分に発生しない箇所が生じ、パターン部と非パターン部が形成しない可能性がある。適切な水流の量は、溶融めっき鋼板の板厚等によって変化するため、実験的に調整することが好ましい。水流を連続的に吹き付けると、水流の量が過多になりやすいため、パルス状に吹き付けるとよい。また、冷却ガスを吹き付けることも考えられるが、ガス吹き付けは、水流に比べて抜熱効果が低く、 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の存在割合を高める手段として十分でないので、好ましくない。

[0062] パターン部を所定の形状になるようにするためには、非パターン部の形成のために溶融めっき層のほぼ全体に対して浴温から 345°C までの間の平均冷却速度を $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で冷却する。そして、パターン部の形成のために溶融めっき層の一部に対してめっき層温度が 360°C から 345°C の範囲にある間に、水流の吹き付けを行う。めっき層温度が 360°C 超であるときは、めっき層が十分に凝固していない。めっき層が十分に凝固していない状態で水流の吹き付けを行うと、めっき層表面が波打ち、その状態を維持して凝

固することで凹凸が生じる。凹凸が生じた領域では静摩擦係数が周囲より高くなることが知られている。加えて、水流の吹き付けをめっき層温度360℃超で行うと、めっき層表面に Mg_2Zn_{11} 相が晶出しない。パターン部のめっき層表面に Mg_2Zn_{11} 相が晶出しない場合、パターン部と非パターン部との外観の差異が十分に現れない。このため水流の吹き付けをめっき層温度360℃以下で行う必要がある。水流の吹き付けを360℃以下で行うことにより、めっき層表面に凹凸ができることなく、めっき層の厚みの均一性が保たれ、部分的に耐食性が劣化することがない。また、水流の吹き付けを345℃以上で行うことにより、 Mg_2Zn_{11} 相の晶出量を制御できる。ここで、めっき層温度とは、めっき層の表面温度を示す。めっき層の表面温度は放射温度計または接触温度計によって測定できる。

[0063] 水流を吹き付けることで、溶融めっき層の温度が局所的に低下する。その後、水流が吹き付けられていない箇所から熱が流入することで復熱が起こり、めっき層の温度が上昇する。この一連の温度変化によって、 Mg_2Zn_{11} 相の存在割合が高まり、パターン部が形成される。

[0064] 上述のように、水流の吹き付けを所定の温度で実施することで、めっき層表面の凹凸の発生を防止することができる。このため、パターン部のめっき層表面と非パターン部のめっき層表面との静摩擦係数は同等とすることができる。

[0065] 更に、溶融めっき層の表面に化成処理層を形成する場合には、溶融めっき層を形成した後の溶融めっき鋼板に対して、化成処理を行う。化成処理の種類は特に限定されず、公知の化成処理を用いることができる。

また、溶融めっき層の表面や化成処理層の表面に塗膜層を形成する場合には、溶融めっき層を形成した後、又は、化成処理層を形成した後の溶融めっき鋼板に対して、塗装処理を行う。塗装処理の種類は特に限定されず、公知の塗装処理を用いることができる。

実施例

[0066] 次に、本発明の実施例を説明する。冷間圧延後の鋼板を脱脂および水洗し

、不活性雰囲気下で均熱温度 800℃、均熱時間 1 分の焼鈍を行った。次いで、鋼板をめっき浴に浸漬してから引き揚げ、めっき層の付着量を制御およびパターン部の形成を行いつつ、めっき層全体を、浴温から 345℃までの間を、平均冷却速度を 10℃/秒以上で冷却した。このようにして、表 1～表 6 に示す No. 1～18 および 21～45 の溶融めっき鋼板を製造した。

[0067] パターン部の形成は、溶融めっき層の一部に対してめっき層温度が 360℃～345℃の範囲にある間に、水流の吹き付けを行った。水流の吹き付けのパターンは、50mm 間隔の波線状パターンが形成されるようにした。図 1 に、波線状パターンを示す。波線状パターンは、複数の波線が等間隔で並んだパターンであり、波線同士の間隔を 50mm としている。

[0068] また、パターン部の形成において、溶融めっき層の一部に対してめっき層温度が 360℃超または 345℃未満の温度において水流の吹き付けを行った以外は上記と同様にして、No. 19、20 の Zn-Al-Mg 系溶融めっき鋼板を製造した。

[0069] また、水流噴射ではなくミスト噴射によりパターン部の形成を試みたこと以外は上記と同様にして、No. 46～48 の Zn-Al-Mg 系溶融めっき鋼板を製造した。

[0070] また、パターン部の形成を行わなかったこと以外は上記と同様にして、溶融めっき鋼板を製造した。この鋼板の溶融めっき層の表面に、インクジェット法により、50mm 間隔の波線状パターンを印刷した。パターンの形状は図 1 の通りである。このようにして、No. 49 の Zn-Al-Mg 系溶融めっき鋼板を製造した。

[0071] また、パターン部の形成を行わなかったこと以外は上記と同様にして、溶融めっき鋼板を製造した。その後、溶融めっき層の表面を研削して、50mm 間隔の波線状パターンを形成した。パターンの形状は図 1 の通りである。このようにして、No. 50 の溶融めっき鋼板を製造した。

[0072] 得られた溶融めっき鋼板について、パターン部及び非パターン部に含まれる Mg_2Zn_{11} 相の面積率を求めた。まず、パターン部及び非パターン部の境

界は、溶融めっき層の表面を肉眼で観察することにより特定した。肉眼での境界の特定が難しい場合は、拡大鏡や光学顕微鏡の拡大像を利用した。

[0073] 次に、鋼板上に形成された溶融めっき層の表面を、鏡面研磨で表面から深さ $0.1\ \mu\text{m}$ まで研削することにより、表面の自然酸化膜を除去した。自然酸化膜の除去は、パターン部及び非パターン部のそれぞれにおいて行った。

[0074] 次いで、自然酸化膜を除去した溶融めっき層の表面に対して、走査型電子顕微鏡 (SEM) の反射電子像を撮影して、 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相を特定した。 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相は、塊状に存在するものと、 $[\text{Al}/\text{Zn}/\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}]$ の三元共晶組織として存在するものを特定した。 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相を特定する際は、SEM に付属するエネルギー分散型 X 線元素分析装置による元素分析を併用し、Zn、Al および Mg の分布を確認しつつ特定した。そして、観察視野における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の合計面積分率を求めた。観察視野は、 $0.2\ \text{mm}^2$ とした。そして、観察視野における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の合計面積分率を求めた。

[0075] 以上のようにして、パターン部及び非パターン部に含まれる $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率を求めた。また、 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率比 (非パターン部における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率に対するパターン部における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率の割合 (パターン部/非パターン部)) を求めた。更に、パターン部における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率と、非パターン部における $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相の面積率との差を求めた。

[0076] [識別性]

パターン部を施した試験板の、製造した直後の初期状態のものと、6 ヶ月間屋外暴露した経時状態のものを対象に、下記の判定基準に基づいて目視評価した。初期状態、経時状態とも、AA~B を合格とした。

[0077] AA : 5 m 先からでもパターン部を視認できる。

A : 5 m 先からはパターン部を視認できないが、3 m 先からの視認性は高い。

B : 3 m 先からはパターン部を視認できないが、1 m 先からの視認性は高い。

C : 1 m 先からパターン部を視認できない。

[0078] [耐食性]

試験板を 150×70 mm に切断し、JASO-M609 に準拠した腐食促進試験 CCT を 30 サイクル試験した後、錆発生状況を調査し、下記の判定基準に基づいて評価した。AA～B を合格とした。

[0079] AA : 錆発生がなく、パターン部と非パターン部ともに美しい意匠外観を維持している。

A : 錆発生はないが、パターン部と非パターン部にごくわずかな意匠外観変化が認められる。

B : 僅かな錆発生があり、意匠外観がやや損なわれているが、パターン部と非パターン部が目視で区別できる。

C : 錆発生があり、パターン部と非パターン部の外観品位が著しく低下しており、目視で区別できない。

[0080] [静摩擦係数] 溶融めっき鋼板を切断し、幅 150 mm、長さ 100 mm、厚み 0.6 mm である矩形板状試験片と、直径 20 mm、厚み 0.6 mm である円板状試験片とを作製し、矩形板状試験片の上に円板状試験片を配置し、矩形板状試験片のめっき層表面と円板状試験片のめっき層表面とを互いに接触させて摺動させることによって静摩擦係数を測定した。

[0081] パターン部と非パターン部との静摩擦係数を測定し、パターン部と非パターン部との静摩擦係数の差を下記の判定基準に基づいて評価した。

AA : パターン部と非パターン部との静摩擦係数の差が、0.1 未満

A : パターン部と非パターン部との静摩擦係数の差が、0.1 以上 0.2 未満

B : パターン部と非パターン部との静摩擦係数の差が、0.2 以上 0.3 未満

C : パターン部と非パターン部との静摩擦係数の差が、0.3 以上

[0082] 表 1～表 6 に示すように、No. 1～9、12～16 及び 21～45 の Zn-AI-Mg 系溶融めっき鋼板は、溶融めっき層の化学成分が本発明の範

囲であり、めっき浴からの鋼板引き上げ後に、水流噴射によるパターン部の形成を行ったため、溶融めっき層に、パターン部と非パターン部とが形成された。そして、パターン部および非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率の比（パターン部／非パターン部）が、0以上0.90未満または1.10以上であるか、パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と非パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が5%以上であるか、または、パターン部と非パターン部のいずれか一方にのみ Mg_2Zn_{11} 相が含まれ、パターン部または非パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が1%以上であった。このため、No. 1～9、12～16及び21～45では、識別性及び耐食性の両方に優れていた。

[0083] No. 10の溶融めっき鋼板は、溶融めっき層にAlが含まれなかったため、耐食性が低下した。

No. 11の溶融めっき鋼板は、溶融めっき層のAl含有量が過剰であったため、耐食性が低下した。

[0084] No. 17の溶融めっき鋼板は、溶融めっき層にMgが含まれなかったため、 Mg_2Zn_{11} 相が形成されず、パターン部及び非パターン部の識別が困難になった。

No. 18の溶融めっき鋼板は、溶融めっき層のMg含有量が過剰であったため、耐食性が低下した。

[0085] No. 19、20の溶融めっき鋼板は、パターン部の形成条件が好ましい範囲から外れたため、識別性が劣位となった。No. 19の溶融めっき鋼板は、水流を吹き付ける際のめっき層の温度が低温であったため、 Mg_2Zn_{11} 相が晶出されなかった。また、No. 20の溶融めっき鋼板は、水流を吹き付ける際のめっき層の温度が高温であったため、めっき層表面に凹凸ができしまい、めっき層の厚みが薄くなる箇所が発生し、このため耐食性が低下した。

[0086] No. 46～48の溶融めっき鋼板は、水流ではなくミスト噴射によりパターン部の形成を試みた。このため、パターン部および非パターン部の表面

における Mg_2Zn_{11} 相の面積率の比（パターン部／非パターン部）が、0.90以上1.10未満となり、パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と非パターン部における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が5%未満になり、更には、パターン部と非パターン部の両方に Mg_2Zn_{11} 相が含まれたため、識別性が劣位となった。

[0087] インクジェット法で正形状のパターン部を印刷したNo. 49は、6ヶ月間の屋外暴露によってパターン部が薄くなり、識別性が低下した。

研削によって正形状のパターンを形成したNo. 50は、研削した箇所をめっき層の厚みが低下し、研削箇所での耐食性が低下した。

[0088]

[表1]

No.	製造方法		溶融めっき層						めっき付着量 (両面) (g/m ²)
	方法	水流噴射時の めっき層温度(°C)	平均組成(質量%)			残部・Znおよび不純物			
			Al	Mg	Si	その他			
1	水流噴射	355	0.1	3.0	—	—	—	30	
2	水流噴射	360	0.5	3.0	0.0001	—	—	250	
3	水流噴射	360	1	3.0	0.2	—	—	230	
4	水流噴射	345	6	3.0	0.2	—	—	300	
5	水流噴射	360	11	3.0	0.2	—	—	310	
6	水流噴射	355	19	6.0	0.2	—	—	420	
7	水流噴射	350	30	3.0	1.0	—	—	390	
8	水流噴射	350	55	2.0	1.6	—	—	220	
9	水流噴射	355	70	3.0	2.0	—	—	200	
10	水流噴射	355	—	3.0	—	—	—	360	
11	水流噴射	355	75	3.0	2.0	—	—	370	
12	水流噴射	355	11	0.1	0.001	—	—	40	
13	水流噴射	360	11	0.5	0.01	—	—	400	
14	水流噴射	350	11	1.0	0.2	—	—	430	
15	水流噴射	350	11	8.0	0.8	—	—	300	
16	水流噴射	360	11	10.0	1.0	—	—	600	
17	水流噴射	350	11	—	—	—	—	410	
18	水流噴射	350	11	11.0	—	—	—	400	
19	水流噴射	320	11	3.0	0.2	—	—	330	
20	水流噴射	370	11	3.0	0.2	—	—	270	
21	水流噴射	355	11	3.0	0.2	Ni0.01%		310	
22	水流噴射	345	11	3.0	0.2	Ti0.01%		280	
23	水流噴射	360	11	3.0	0.2	Zr0.01%		210	
24	水流噴射	350	11	3.0	0.2	Sr0.01%		210	
25	水流噴射	345	11	3.0	0.2	Fe0.01%		250	

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。

[表2]

No.	製造方法		溶融めっき層						めっき付着量 (面) (g/m ²)
	方法	水流噴射時の めっき層温度 (°C)	平均組成 (質量%)			残部・Znおよび不純物			
			Al	Mg	Si	その他			
26	水流噴射	345	11	3.0	0.2	Sb0.01%		240	
27	水流噴射	360	11	3.0	0.2	Pb0.01%		330	
28	水流噴射	345	11	3.0	0.2	Sn0.01%		330	
29	水流噴射	355	11	3.0	0.2	Ca0.01%		190	
30	水流噴射	345	11	3.0	0.2	Co0.01%		300	
31	水流噴射	360	11	3.0	0.2	Mn0.01%		420	
32	水流噴射	345	11	3.0	0.2	P0.01%		430	
33	水流噴射	345	11	3.0	0.2	B0.01%		390	
34	水流噴射	355	11	3.0	0.2	Bi0.01%		240	
35	水流噴射	350	11	3.0	0.2	Cr0.01%		240	
36	水流噴射	355	11	3.0	0.2	Sc0.01%		180	
37	水流噴射	345	11	3.0	0.2	Y0.01%		260	
38	水流噴射	355	11	3.0	0.2	REM0.01%		380	
39	水流噴射	360	11	3.0	0.2	Hf0.01%		280	
40	水流噴射	355	11	3.0	0.2	Co0.01%		230	
41	水流噴射	350	11	3.0	-	Ni0.01%		260	
42	水流噴射	355	11	3.0	-	Ti0.01%		180	
43	水流噴射	360	11	3.0	-	Zr0.01%		440	
44	水流噴射	345	11	3.0	-	Sr0.01%		250	
45	水流噴射	355	11	3.0	0.2	Ti0.01% + Mn0.01%		300	
46	ミスト噴射	360	11	3.0	0.2	-		330	
47	ミスト噴射	345	11	3.0	0.2	-		370	
48	ミスト噴射	355	11	3.0	0.2	-		180	
49	めっき後印刷	-	11	3.0	0.2	-		450	
50	めっき後研削	-	11	3.0	0.2	-		370	

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。

[表3]

No.	溶融めっき層			
	Mg ₂ Zn ₁₁ 相の面積率		面積率比	面積率差
	パターン部 (%)	非パターン部 (%)	パターン部/ 非パターン部	%
1	25	10	2.50	15
2	40	15	2.67	25
3	35	20	1.75	15
4	35	5	7.00	30
5	20	0	–	20
6	30	10	3.00	20
7	30	5	6.00	25
8	20	10	2.00	10
9	45	40	1.13	5
10	40	20	2.00	20
11	40	30	1.33	10
12	1	0	–	1
13	5	0	–	5
14	20	5	4.00	15
15	50	30	1.67	20
16	40	45	0.89	5
17	0	0	–	<u>0</u>
18	20	40	0.50	20
19	0	0	–	<u>0</u>
20	0	0	–	<u>0</u>
21	30	20	1.50	10
22	20	10	2.00	10
23	20	30	0.67	10
24	30	10	3.00	20
25	20	0	–	20

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

[0091]

[表4]

No.	溶融めっき層			
	Mg ₂ Zn ₁₁ 相の面積率		面積率比	面積率差
	パターン部 (%)	非パターン部 (%)	パターン部/ 非パターン部	%
26	45	20	2.25	25
27	25	15	1.67	10
28	30	15	2.00	15
29	25	35	0.71	10
30	45	35	1.29	10
31	45	35	1.29	10
32	0	10	0.00	10
33	25	5	5.00	20
34	25	5	5.00	20
35	10	0	–	10
36	35	10	3.50	25
37	30	20	1.50	10
38	20	5	4.00	15
39	15	0	–	15
40	35	25	1.40	10
41	35	20	1.75	15
42	20	10	2.00	10
43	15	5	3.00	10
44	35	15	2.33	20
45	30	15	2.00	15
46	60	63	<u>0.95</u>	<u>3</u>
47	55	53	<u>1.04</u>	<u>2</u>
48	30	33	<u>0.91</u>	<u>3</u>
49	–	–	–	–
50	–	–	–	–

下線部は本発明の範囲外であることを示す。

[0092]

[表5]

No.	評価					備考
	識別性		耐食性	静摩擦係数差		
	初期状態	経時状態				
1	AA	AA	B	AA	0.05	発明例
2	AA	AA	A	AA	0.02	発明例
3	AA	AA	AA	AA	0.09	発明例
4	AA	AA	AA	AA	0.06	発明例
5	AA	AA	AA	AA	0.07	発明例
6	AA	AA	AA	AA	0.03	発明例
7	AA	AA	AA	AA	0.04	発明例
8	AA	AA	AA	AA	0.07	発明例
9	A	A	B	AA	0.06	発明例
10	AA	AA	C	B	0.25	比較例
11	AA	AA	C	AA	0.02	比較例
12	B	B	B	AA	0.05	発明例
13	AA	AA	A	AA	0.05	発明例
14	AA	AA	AA	AA	0.06	発明例
15	AA	AA	A	AA	0.09	発明例
16	B	B	B	AA	0.01	発明例
17	C	C	C	AA	0.03	比較例
18	AA	AA	C	AA	0.07	比較例
19	C	C	AA	AA	0.05	比較例
20	C	C	C	C	0.32	比較例
21	AA	AA	AA	AA	0.03	発明例
22	AA	AA	AA	AA	0.09	発明例
23	AA	AA	AA	AA	0.06	発明例
24	AA	AA	AA	AA	0.06	発明例
25	AA	AA	AA	AA	0.09	発明例

[0093]

[表6]

No.	評価					備考
	識別性		耐食性	静摩擦係数差		
	初期状態	経時状態				
26	AA	AA	AA	AA	0.09	発明例
27	AA	AA	AA	AA	0.03	発明例
28	AA	AA	AA	AA	0.06	発明例
29	AA	AA	AA	AA	0.01	発明例
30	AA	AA	AA	AA	0.03	発明例
31	AA	AA	AA	AA	0.04	発明例
32	AA	AA	AA	AA	0.01	発明例
33	AA	AA	AA	AA	0.05	発明例
34	AA	AA	AA	AA	0.06	発明例
35	AA	AA	AA	AA	0.05	発明例
36	AA	AA	AA	AA	0.01	発明例
37	AA	AA	AA	AA	0.09	発明例
38	AA	AA	AA	AA	0.02	発明例
39	AA	AA	AA	AA	0.09	発明例
40	AA	AA	AA	AA	0.03	発明例
41	AA	AA	AA	AA	0.01	発明例
42	AA	AA	AA	AA	0.04	発明例
43	AA	AA	AA	AA	0.05	発明例
44	AA	AA	AA	AA	0.02	発明例
45	AA	AA	AA	AA	0.05	発明例
46	C	C	AA	A	0.16	比較例
47	C	C	AA	B	0.28	比較例
48	C	C	AA	B	0.23	比較例
49	AA	C	AA	A	0.12	比較例
50	AA	AA	C	C	0.36	比較例

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溶融めっき層と、を備え、
前記溶融めっき層は、平均組成で、 $Al : 0.1 \sim 70$ 質量%、 $Mg : 0.1 \sim 10.0$ 質量%を含有し、残部が Zn および不純物を含み、
前記溶融めっき層のうち、少なくとも前記鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、
前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率が0%超であり、前記パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との比（パターン部／非パターン部）が、0以上0.90未満の範囲、または、1.10以上の範囲である、溶融めっき鋼板。
- [請求項2] 鋼板と、前記鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、
前記溶融めっき層は、平均組成で、 $Al : 0.1 \sim 70$ 質量%、 $Mg : 0.1 \sim 10.0$ 質量%を含有し、残部が Zn および不純物を含み、
前記溶融めっき層のうち、少なくとも前記鋼板の片面側に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、
前記パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率と、前記非パターン部の表面における Mg_2Zn_{11} 相の面積率との差が、5%以上である、溶融めっき鋼板。
- [請求項3] 鋼板と、前記鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、
前記溶融めっき層は、平均組成で、 $Al : 0.1 \sim 70$ 質量%、 $Mg : 0.1 \sim 10.0$ 質量%を含有し、残部が Zn および不純物を含み、
前記溶融めっき層のうち、少なくとも前記鋼板の片面側に、所定の

形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが形成され、

前記パターン部と前記非パターン部のいずれか一方にのみ、 Mg_2Zn_{11} 相が含まれており、

前記パターン部の表面または前記非パターン部の表面における前記 Mg_2Zn_{11} 相の面積率が1%以上である、溶融めっき鋼板。

[請求項4] 前記溶融めっき層が、更に、下記A群、B群からなる群から選択される1種または2種を含有する、請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[A群] Si: 0.0001~2.0質量%

[B群] Ni、Ti、Zr、Sr、Fe、Sb、Pb、Sn、Ca、Co、Mn、P、B、Bi、Cr、Sc、Y、REM、Hf、Cのいずれか1種または2種以上を、合計で0.0001~2.0質量%

[請求項5] 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状となるように配置されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項6] 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状となるように配置されていることを特徴とする請求項4に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項7] 連続した1つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項8] 連続した1つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする請求項4に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項9] 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を

組合せた形状となるよう配置され、

連続した1つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項10] 前記パターン部が、直線部、曲線部、ドット部、図形、数字、記号、模様若しくは文字のいずれか1種またはこれらのうちの2種以上を組合せた形状となるように配置され、

連続した1つの前記パターン部の面積が、 1 mm^2 以上であることを特徴とする請求項4に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項11] 前記溶融めっき層の付着量が鋼板両面合計で $30\sim600\text{ g/m}^2$ であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項12] 前記溶融めっき層が、質量%で、前記A群を含有する平均組成を有する請求項4に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項13] 前記溶融めっき層が、質量%で、前記B群を含有する平均組成を有する請求項4に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項14] 前記 $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ 相は、塊状の $[\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}\text{相}]$ または $[\text{Al}/\text{Zn}/\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}\text{相の三元共晶組織}]$ のいずれか一方または両方として前記溶融めっき層に含有される、請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[請求項15] 前記パターン部の静摩擦係数と前記非パターン部の静摩擦係数との差が、0.2未満である、請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。