

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、2019年11月29日に、日本に出願された特願2019-216681号、特願2019-216682号、特願2019-216683号及び特願2019-216684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] 溶融めっき鋼板は、耐食性に優れており、その中でもZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板は、特に優れた耐食性を備えている。このような溶融めっき鋼板は、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、研削箇所の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] 下記特許文献に示されるように、Zn-Al-Mg系溶融めっき鋼板に対する様々な技術開発がなされているが、めっき層の表面に文字やデザイン等を現した場合にその耐久性を向上させる技術は知られていない。

[0006] Zn-Al-Mg系溶融めっき鋼板に関し、Zn-Al-Mg系溶融めっき鋼板にみられる梨地状のめっき外観をより美麗とすることを目的とする従来技術は存在する。

[0007] 例えば、特許文献1は、キメが細かく、かつ平滑な光沢部が多い梨地状の外観を有するZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板、すなわち、単位面積当たりの白色部の個数が多く、そして、光沢部の面積の割合が大きいという良好な梨地状の外観を有するZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板が記載されている。また、特許文献1においては、好ましくない梨地の状態を、不定形な白色部と円形状の光沢部とが混在して表面に点在した表面外観を呈している状態であることが記載されている。

[0008] また、特許文献2には、めっき層の厚さ方向断面において、めっき層と地鉄との界面からめっき表層の間にAl晶が非存在である部分が、該断面の幅方向長さの10%~50%を占めることで、めっき外観を向上させたZn-Al-Mg系めっき鋼板が記載されている。

[0009] 更に、特許文献3には、めっき鋼板表面の中心線平均粗さRaが0.5~1.5 μ mであり、PPI(1インチ(2.54cm)あたりに含まれる1.27 μ m以上の大きさのピークの数)が150~300であり、Pc(1cmあたりに含まれる0.5 μ m以上の大きさのピークの数)が $Pc \geq PPI / 2.54 + 10$ である成形性に優れた溶融亜鉛めっき鋼板が記載されている。

更にまた、特許文献4は、Al/MgZn₂/Znの三元共晶組織を微細化させることで、全体的にめっき層の光沢度が増し、外観均一性が向上した高耐食性溶融亜鉛めっき鋼板が記載されている。

[0010] しかしながら、めっき層の表面に文字等を現した場合に、その耐久性を向

上させ、かつ、耐食性を低下させないようにする技術は、従来から知られていなかった。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特許第5 0 4 3 2 3 4 号公報
特許文献2：特許第5 1 4 1 8 9 9 号公報
特許文献3：特許第3 6 0 0 8 0 4 号公報
特許文献4：国際公開第2 0 1 3 / 0 0 2 3 5 8 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、めっき層の表面に文字やデザイン等を現すことができ、それらの耐久性に優れ、また、耐食性にも優れた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

- [0013] 本発明の要旨は以下の通りである。
- [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、A l : 0 ~ 9 0 質量%、M g : 0 ~ 1 0 質量%を含有し、残部がZ nおよび不純物を含み、
前記溶融めっき層は、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とを含み、
下記決定方法1 ~ 5 のいずれか一つによって第1領域及び第2領域を定めた場合に、
前記パターン部及び前記非パターン部は、それぞれ、前記第1領域、及び前記第2領域のうちの1種または2種からなり、
前記パターン部における前記第1領域の面積率と、前記非パターン部における前記第1領域の面積率との差の絶対値が、3 0 %以上であることを特徴とする、溶融めっき鋼板。

〔決定方法 1〕

前記溶融めっき層の表面に 0.5 mm 間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径 0.5 mm の円内を測定領域 A とし、各測定領域 A における L^* 値を測定する。得られた L^* 値の中から任意の 50 点を選定し、得られた L^* 値の 50 点平均を基準 L^* 値としたとき、 L^* 値が基準 L^* 値以上になる領域を第 1 領域、基準 L^* 値未満となる領域を第 2 領域とする。

〔決定方法 2〕

前記溶融めっき層の表面に 0.5 mm 間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径 0.5 mm の円内を測定領域 A とし、各測定領域 A における L^* 値を測定し、 L^* 値が 4.5 以上になる領域を第 1 領域、 L^* 値が 4.5 未満となる領域を第 2 領域とする。

〔決定方法 3〕

前記溶融めっき層の表面に 0.5 mm 間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、算術平均面粗さ S_a を測定する。得られた S_a が $1\ \mu\text{m}$ 以上になる領域を第 1 領域、 $1\ \mu\text{m}$ 未満になる領域を第 2 領域とする。

〔決定方法 4〕

前記溶融めっき層の表面に 1 mm 間隔または 10 mm 間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域にそれぞれ X 線を入射させる X 線回折法により、前記領域毎に、 Z_n 相の (0002) 面の回折ピーク強度 I_{0002} と、 Z_n 相の (10-11) 面の回折ピーク強度 I_{10-11} とを測定し、これらの強度比 (I_{0002}/I_{10-11}) を配向率とする。前記配向率が 3.5 以上の領域を第 1 領域とし、前記配向率が 3.5 未満の領域を第 2 領域とする。

〔決定方法 5〕

前記溶融めっき層の表面に 1 mm 間隔で仮想格子線を描き、次いで、前記

仮想格子線によって区画される複数の領域毎に、各領域の重心点Gを中心とする円Sを描く。前記円Sは、前記円Sの内部に含まれる前記溶融めっき層の表面境界線の合計長さが10mmとなるように直径Rを設定する。複数の領域の円Sの直径Rのうち最大の直径R_{max}と最小の直径R_{min}との平均値を基準直径R_{ave}とし、直径Rが基準直径R_{ave}未満の円Sを有する領域を第1領域とし、直径Rが基準直径R_{ave}以上の円Sを有する領域を第2領域とする。

[2] 前記溶融めっき層が、平均組成で、Al:4~22質量%、Mg:1~10質量%を含有し、残部がZnおよび不純物を含むことを特徴とする[1]に記載の溶融めっき鋼板。

[3] 前記溶融めっき層が、更に、平均組成で、Si:0.0001~2質量%を含有することを特徴とする[1]または[2]に記載の溶融めっき鋼板。

[4] 前記溶融めっき層が、更に、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のいずれか1種または2種以上を、合計で0.0001~2質量%含有す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。

[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[4]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、意図的に形成されたものであることを特徴とする[1]乃至[5]の何れか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[7] 前記溶融めっき層の付着量が前記鋼板両面合計で30~600g/m²であることを特徴とする[1]乃至[6]のいずれか一項に記載の溶融めっき鋼板。

[8] 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 : 0～90質量%、Mg : 0～10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、非パターン部とを含み、

前記パターン部及び前記非パターン部は、それぞれ、下記の決定方法1～5のうちのいずれかによって決定される第1領域、第2領域のうちの1種または2種を含み、

前記パターン部における前記第1領域の面積率と、前記非パターン部における前記第1領域の面積率との差の絶対値が、30%以上であることを特徴とする、溶融めっき鋼板。

[決定方法1]

前記溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定する。得られたL*値の中から任意の50点を選定し、得られたL*値の50点平均を基準L*値としたとき、L*値が基準L*値以上になる領域を第1領域、基準L*値未満となる領域を第2領域とする。

[決定方法2]

前記溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定し、L*値が45以上になる領域を第1領域、L*値が45未満となる領域を第2領域とする。

[決定方法3]

前記溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、算術平均面粗さSaを測定する。得られたSaが1μm以上になる領域を第1領域、1μm未満になる領域を第2領域とする。

〔決定方法4〕

前記溶融めっき層の表面に1mm間隔または10mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域にそれぞれX線を入射させるX線回折法により、前記領域毎に、Zn相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} と、Zn相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} とを測定し、これらの強度比(I_{0002}/I_{10-11})を配向率とする。前記配向率が3.5以上の領域を第1領域とし、前記配向率が3.5未満の領域を第2領域とする。

〔決定方法5〕

前記溶融めっき層の表面に1mm間隔で仮想格子線を描き、次いで、前記仮想格子線によって区画される複数の領域毎に、各領域の重心点Gを中心とする円Sを描く。前記円Sは、前記円Sの内部に含まれる前記溶融めっき層の表面境界線の合計長さが10mmとなるように直径Rを設定する。複数の領域の円Sの直径Rのうち最大の直径 R_{max} と最小の直径 R_{min} との平均値を基準直径 R_{ave} とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 未満の円Sを有する領域を第1領域とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 以上の円Sを有する領域を第2領域とする。

発明の効果

[0014] 決定方法1～4によって第1領域及び第2領域が特定される本発明の溶融めっき鋼板によれば、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差の絶対値を30%以上とすることで、パターン部と非パターン部とを識別できるようになる。これにより、溶融めっき層の表面に文字やデザイン等を現した場合に、それらの耐久性に優れ、また、耐食性にも優れた溶融めっき鋼板を提供できる。

[0015] また、決定方法5によって第1領域及び第2領域が特定される本発明の溶融めっき鋼板によれば、溶融めっき層の表面を、溶融めっき層の表面に現れる境界線の密度が比較的高い部分に含まれる第1領域と、溶融めっき層の表面に現れる境界線の密度が比較的低い部分に含まれる第2領域とに区分し、

パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差を絶対値で30%以上とすることで、パターン部と非パターン部とを境界線の密度の違いによって判別できるようになる。これにより、溶融めっき層の表面に文字やデザイン等を現した場合に、それらの耐久性に優れ、また、耐食性にも優れた溶融めっき鋼板を提供できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本実施形態の一例である溶融めっき鋼板における第1領域及び第2領域の決定方法（決定方法5）を説明する模式図である。

[図2]図2は、本実施形態の一例である溶融めっき鋼板における第1領域及び第2領域の決定方法を説明する模式図である。

[図3]図3は、実施例のN o. 1-1の第1領域の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図4]図4は、実施例のN o. 1-1の第2領域の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図5]図5は、実施例1の溶融めっき鋼板の表面を示す拡大平面図である。

[図6]図6は、実施例のN o. 2-1の第1領域の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図7]図7は、実施例のN o. 2-1の第2領域の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図8]図8は、実施例2の溶融めっき鋼板の表面を示す拡大平面図。

[図9]図9は、実施例のN o. 3-1のパターン部の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図10]図10は、実施例のN o. 3-1の非パターン部の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図11]図11は、実施例3の溶融めっき鋼板の表面を示す拡大平面図である。

[図12]図12は、実施例のN o. 4-1の溶融めっき層の表面の撮像データに2値化処理を行って得た境界線を示す模式図である。

[図13]図13は、実施例のN o. 4-1の第1領域の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図14]図14は、実施例のN o. 4-1の第2領域の走査型電子顕微鏡による拡大写真である。

[図15]図15は、実施例4の溶融めっき鋼板の表面を示す拡大平面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態である溶融めっき鋼板について説明する。

なお、本明細書中において、「～」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。

[0018] (本実施形態の溶融めっき鋼板の概要説明)

本実施形態の溶融めっき鋼板は、鋼板と、鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、溶融めっき層は、平均組成で、Al：0～90質量%、Mg：0～10質量%を含有し、残部がZnおよび不純物を含み、溶融めっき層は、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とを含み、下記決定方法1～5のいずれか一つによって第1領域及び第2領域を定めた場合に、パターン部及び非パターン部は、それぞれ、第1領域、及び第2領域のうちの1種または2種からなり、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差の絶対値が、30%以上である溶融めっき鋼板である。

この溶融めっき鋼板の溶融めっき層においては、下記決定方法1～5のいずれか一つによって第1領域及び第2領域を定めた場合に、パターン部及び非パターン部が、それぞれ、第1領域、及び第2領域のうちの1種または2種からなる。

すなわち、パターン部における第1領域及び第2領域と、非パターン部における第1領域及び第2領域を、同一の決定方法によって定義する。例えば、パターン部の第1領域及び第2領域を決定方法1によって定義する場合は、非パターン部の第1領域及び第2領域を決定方法1によって定義する。

[0019] なお、本実施形態の溶融めっき鋼板は、鋼板と、鋼板の表面に形成された溶融めっき層と、を備え、溶融めっき層は、平均組成で、Al : 0 ~ 90 質量%、Mg : 0 ~ 10 質量%を含有し、残部がZnおよび不純物を含み、溶融めっき層に、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とを含み、パターン部及び非パターン部は、それぞれ、下記の決定方法1 ~ 5のうちのいずれかによって決定される第1領域、第2領域のうちの1種または2種を含み、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差の絶対値が、30%以上である溶融めっき鋼板であってもよい。

この溶融めっき層においては、パターン部及び非パターン部は、それぞれ、下記の決定方法1 ~ 5のうちのいずれかによって決定される第1領域、第2領域のうちの1種または2種を含む。

すなわち、本発明では、第1領域及び第2領域の決定方法が決定方法1 ~ 5の5種類であるところ、上記の溶融めっき層は、パターン部の第1領域の決定方法とパターン部の第2領域の決定方法が同じ決定方法であってもよく、パターン部の第1領域の決定方法とパターン部の第2領域の決定方法が異なる決定方法であってもよい。同様に、非パターン部の第1領域の決定方法と非パターン部の第2領域の決定方法が同じ決定方法でもよく、異なる決定方法でもよい。

また、パターン部の第1領域の決定方法と非パターン部の第1領域の決定方法が同じ決定方法であってもよいし、異なる決定方法であってもよい。同様に、パターン部の第2領域の決定方法と非パターン部の第2領域の決定方法が同じ決定方法でもよいし、異なる決定方法であってもよい。

更に、パターン部における第1領域及び第2領域と、非パターン部における第1領域及び第2領域を、同一の決定方法によって定義してもよい。例えば、パターン部の第1領域及び第2領域を決定方法1によって定義する場合は、非パターン部の第1領域及び第2領域を決定方法1によって定義してもよい。

[0020] 本実施形態に係る溶融めっき層の表面に関して、第1領域と第2領域は同一の決定方法で定めることが好ましい。加えて、第1領域と第2領域の決定方法がパターン部と非パターン部でも同じであることがより好ましい。すなわち、パターン部の第1領域と第2領域、及び非パターン部の第1領域と第2領域が全て同一の決定方法で区別されることがより好ましい。例えば、決定方法1によってパターン部の第1領域及び第2領域を定義する場合は、非パターン部においても同様に決定方法1によって第1領域及び第2領域を定義することがより好ましい。

[0021] [決定方法1]

前記溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定する。得られたL*値の中から任意の50点を選定し、得られたL*値の50点平均を基準L*値としたとき、L*値が基準L*値以上になる領域を第1領域、基準L*値未満となる領域を第2領域とする。

[0022] [決定方法2]

前記溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定し、L*値が45以上になる領域を第1領域、L*値が45未満となる領域を第2領域とする。

[0023] [決定方法3]

前記溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、算術平均面粗さS_aを測定する。得られたS_aが1μm以上になる領域を第1領域、1μm未満になる領域を第2領域とする。

[0024] [決定方法4]

前記溶融めっき層の表面に1mm間隔または10mm間隔で仮想格子線を

描き、前記仮想格子線によって区画される複数の領域にそれぞれX線を入射させるX線回折法により、前記領域毎に、Zn相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} と、Zn相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} とを測定し、これらの強度比(I_{0002}/I_{10-11})を配向率とする。前記配向率が3.5以上の領域を第1領域とし、前記配向率が3.5未満の領域を第2領域とする。

[0025] [決定方法5]

前記溶融めっき層の表面に1mm間隔で仮想格子線を描き、次いで、前記仮想格子線によって区画される複数の領域毎に、各領域の重心点Gを中心とする円Sを描く。前記円Sは、前記円Sの内部に含まれる前記溶融めっき層の表面境界線の合計長さが10mmとなるように直径Rを設定する。複数の領域の円Sの直径Rのうち最大の直径 R_{max} と最小の直径 R_{min} との平均値を基準直径 R_{ave} とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 未満の円Sを有する領域を第1領域とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 以上の円Sを有する領域を第2領域とする。

[0026] (決定方法1及び2の説明)

決定方法1は、次の通りである。溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定する。また、得られたL*値の中から任意の50点を選定し、50点平均を基準L*値とする。

決定方法2では、上記決定方法1における基準L*値を45とする。これ以外の点については、決定方法2は決定方法1と同様である。

[0027] 本実施形態の溶融めっき鋼板では、溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描いた場合、仮想格子線によって区画される複数の領域はそれぞれ、L*値に応じて、第1領域、第2領域のいずれかに区分される。

[0028] 第1領域は、L*値が基準L*値以上になる領域である。一方、第2領域は、L*値が基準L*値未満になる領域である。第1領域はL*値が大きい

ため、溶融めっき層において第1領域が多く含まれる箇所は、肉眼または顕微鏡下で観察した際に、第2領域が多く含まれる箇所に比べて相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。また、第2領域は L^* 値が小さいため、溶融めっき層において第2領域が多く含まれて第1領域が少なくなる箇所は、第1領域が多く含まれる箇所に比べて相対的に金属光沢があるか、若しくは暗く見える。更に、第1領域と第2領域とが混在し、第1領域の面積率が30～70%である箇所は、相対的に外観が梨地状に見える。

[0029] (決定方法3の説明)

決定方法3は、次の通りである。溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、算術平均面粗さ S_a を測定する。

[0030] 本実施形態の溶融めっき鋼板では、溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描いた場合、仮想格子線によって区画される複数の領域はそれぞれ、算術平均面粗さ S_a に応じて、第1領域、第2領域のいずれかに区分される。

[0031] 第1領域は、算術平均面粗さ S_a が $1\mu\text{m}$ 以上の領域である。一方、第2領域は、算術平均面粗さ S_a が $1\mu\text{m}$ 未満の領域である。第1領域は算術平均面粗さ S_a が大きいため、溶融めっき層において第1領域が多く含まれる箇所は、肉眼または顕微鏡下で観察した際に、第2領域が多く含まれる箇所に比べて相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。第2領域は算術平均面粗さ S_a が小さいため、溶融めっき層において第2領域が多く含まれて第1領域が少なくなる箇所は、肉眼または顕微鏡下で観察した際に、第1領域が多く含まれる箇所に比べて相対的に金属光沢があるように見える。更に、第1領域と第2領域とが混在し、第1領域の面積率が30～70%である箇所は、相対的に外観が梨地状に見える。

[0032] (決定方法4の説明)

決定方法4は、次の通りである。溶融めっき層の表面に1mm間隔または10mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領

域にそれぞれX線を入射させるX線回折法により、領域毎に、Zn相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} と、Zn相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} とを測定し、これらの強度比(I_{0002}/I_{10-11})を配向率とする。なお、(10-11)の「-1」は、「1」の上にバーを付与したことを意味する。

[0033] 本実施形態の溶融めっき鋼板では、溶融めっき層の表面に1mm間隔または10mm間隔で仮想格子線を描いた場合、仮想格子線によって区画される複数の領域はそれぞれ、配向率(I_{0002}/I_{10-11})に応じて、第1領域、第2領域のいずれかに区分される。

[0034] 本発明者らは、仮想格子線によって区画された領域毎に、X線回折測定を行って配向率を測定し、各領域の外観と配向率との関係を調べたところ、配向率が高いほど領域の外観が相対的に白色になり、配向率が低いほど領域の外観が相対的に金属光沢を呈することを見出した。このような配向率と外観の関係は、Al相やMgZn₂相では確認されず、Zn相の場合に確認できることを見出した。

[0035] 第1領域は、配向率が3.5以上の領域である。一方、第2領域は、配向率が3.5未満の領域である。第1領域は配向率が高いため、溶融めっき層において第1領域が多く含まれる箇所は、肉眼または顕微鏡下で観察した際に、第2領域が多く含まれる箇所に比べて相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。第2領域は配向率が低いため、溶融めっき層において第2領域が多く含まれて第1領域が少なくなる箇所は、肉眼または顕微鏡下で、第1領域が多く含まれる箇所に比べて相対的に金属光沢があるように見える。更に、第1領域と第2領域とが混在し、第1領域の面積率が30～70%である箇所は、相対的に外観が梨地状に見える。

[0036] (決定方法5の説明)

決定方法5は、次の通りである。溶融めっき層の表面に1mm間隔で仮想格子線を描き、次いで、仮想格子線によって区画される複数の領域毎に、各領域の重心点Gを中心とする円Sを描く。円Sは、円Sの内部に含まれる溶

融めつき層の表面境界線の合計長さが10mmとなるように直径Rを設定する。複数の領域の円Sの直径Rのうち最大の直径 R_{max} と最小の直径 R_{min} との平均値を基準直径 R_{ave} とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 未満の円Sを有する領域を第1領域とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 以上の円Sを有する領域を第2領域とする。

- [0037] 溶融めつき層に現れる境界線は、例えば、めつき表面に現れる結晶粒界や、めつき表面の明度の高い部分と明度の低い部分との境界を例示できる。
- [0038] めつき表面に現れる結晶粒界の密度が高い部分に含まれる領域、または、結晶粒界の密度が低い部分に含まれる領域が、めつき表面において直線部や文字のような形状となるように配置されると、めつき表面に直線部や文字があると認識される。
- [0039] 同様に、めつき表面の明暗の境界密度が高い部分に含まれる領域、または、めつき表面の明暗の境界密度が低い部分に含まれる領域が、めつき表面において直線部や文字のような形状となるように配置されると、めつき表面に直線部や文字があると認識される。
- [0040] そこで、本発明者らは、めつき表面に現れる境界線の密度によって、溶融めつき層の表面を第1領域と第2領域に区分することを試みた。
- [0041] 本実施形態の溶融めつき鋼板では、溶融めつき層の表面に1mm間隔で仮想格子線を描いた場合、仮想格子線によって区画される複数の領域をそれぞれ、各区画領域を中心とした近傍における溶融めつき層の表面境界線の密度に応じて、第1領域または第2領域のいずれかに区分する。
- [0042] 第1領域は、溶融めつき層の表面に現れる境界線の密度が高い部分に含まれる領域である。また、第2領域は、溶融めつき層の表面に現れる境界線の密度が低い部分に含まれる領域である。溶融めつき層において第1領域が集まった箇所と、第2領域が集まった箇所とは、境界線の密度が異なるため、第1領域及び第2領域が相対的に異なって見える。
- [0043] (本実施形態の溶融めつき鋼板においてパターン部における第1領域の面積率と非パターン部における第1領域の面積率との差を絶対値で30%以上に

すること)

以上のように、決定方法1～4においては、第1領域の面積率によって、溶融めっき層の表面は、相対的に白色もしくは白色に近い色、金属光沢若しくは低明度または梨地状のいずれかに見える。

また、決定方法5においては、第1領域が、溶融めっき層の表面に現れる境界線の密度が高い部分に含まれる領域であり、第2領域が、溶融めっき層の表面に現れる境界線の密度が低い部分に含まれる領域であるため、溶融めっき層において第1領域が集まった箇所と、第2領域が集まった箇所とは、境界線の密度が異なり、第1領域及び第2領域が相対的に異なって見える。

[0044] ここで、溶融めっき層の表面に、文字、図形、線、ドット、模様などを視認できるようにするためには、これらの文字等を構成するパターン部と、それ以外の非パターン部とが、識別できるようになればよい。そのためには、パターン部における第1領域の面積割合と、非パターン部における第1領域の面積割合とが、異なっていればよい。

[0045] 具体的には、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差が、絶対値で30%以上であるとよい。これにより、パターン部と非パターン部とが識別可能になる。

[0046] 決定方法1～4では、例えば、パターン部の第1領域の面積割合が75%である場合、パターン部は相対的に白色若しくは白色に近い色に見える。また、非パターン部における第1領域の面積割合が45%以下である場合、相対的に梨地状または金属光沢に見える。更に、決定方法1、2の場合は相対的に低明度の色に見える場合もある。そして、パターン部、非パターン部における第1領域の面積率の差が30%以上の場合に、このような外観の違いにより、パターン部と非パターン部を識別可能になる。

[0047] また、パターン部の第1領域の面積割合が65%程度であり、非パターン部の第1領域の面積割合が35%程度である場合、パターン部及び非パターン部はともに相対的に梨地状に見えるが、パターン部における第1領域の面積割合が大きいと、パターン部は非パターン部に対して相対的により白い

外観を呈する。そして、パターン部、非パターン部における第1領域の面積率の差が30%以上の場合に、このような外観の違いにより、パターン部と非パターン部を識別可能になる。

[0048] 更に、パターン部の第1領域が50%である場合、パターン部は相対的に梨地状に見える。また、非パターン部における第1領域の面積割合が20%以下である場合、相対的に金属光沢あるいは低明度の色に見える。そして、パターン部、非パターン部における第1領域の面積率の差が30%以上の場合に、このような外観の違いにより、パターン部と非パターン部を識別可能になる。

[0049] また、決定方法5では、例えば、パターン部に第1領域が多く含まれる場合、パターン部には境界線が多く見える。この場合、非パターン部における第1領域の面積割合を小さくする。非パターン部は、第1領域の面積割合が小さいため、相対的に第2領域の面積割合が高くなり、これにより非パターン部は、境界線が少なく見える。これにより、境界線が多く見えるパターン部と、境界線が少なく見える非パターン部とを肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下で識別できるようになる。

[0050] また、パターン部に第2領域が多く含まれる場合、パターン部には境界線が少なく見える。この場合、非パターン部における第2領域の面積割合を小さくし、第1領域の面積割合を多くする。非パターン部は、第1領域の面積割合が多いため、非パターン部は境界線が多く見える。これにより、境界線が少なく見えるパターン部と、境界線が多く見える非パターン部とを肉眼、拡大鏡下または顕微鏡下で識別できるようになる。

[0051] 以上のように、決定方法1～5において、パターン部における第1領域の面積率と非パターン部における第1領域の面積率との差が絶対値で30%以上になると、パターン部と非パターン部の外観が相対的に異なるようになるため、パターン部を明確に識別できるようになる。すなわち、めっき層表面の可視光像において、パターン部及び非パターン部の相対的な色相、明度、彩度等の差が大きくなるため、パターン部と非パターン部が識別可能になる。

。

[0052] 一方、パターン部における第1領域の面積率と非パターン部における第1領域の面積率との差が絶対値で30%未満になると、パターン部と非パターン部の相対的な外観の差がなくなり、パターン部を明確に識別できなくなる。すなわち、めっき層表面の可視光像において、パターン部及び非パターン部の相対的な色相、明度、彩度等の差が小さくなるため、パターン部と非パターン部を識別できなくなる。

[0053] 以上のように、パターン部及び非パターン部における第1領域の存在割合の一例を示したが、パターン部における第1領域の面積率と非パターン部における第1領域の面積率との差が絶対値で30%以上であればよく、パターン部及び非パターン部のそれぞれにおける第1領域の存在割合を限定する必要はない。

[0054] 以下、本発明の実施形態の溶融めっき鋼板について説明する。

[0055] (鋼板)

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、Al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。

[0056] (溶融めっき層の化学成分)

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 : 0~90質量%、Mg : 0~10質量%を含有し、残部としてZnおよび不純物を含む。より好ましくは、平均組成で、Al : 4~22質量%、Mg : 1~10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 : 4~22質量%、Mg : 1~10質量%を含有し、残部としてZnおよび不純物からなる。また、溶融めっき層は、平均組成で、Si : 0.0001~2質量%を含有していてもよい。更に、溶融めっき層は、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%含有していてもよい。

[0057] Alの含有量は、平均組成で0～90質量%、好ましくは4～22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4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。90%以下であれば、めっき層を安定して形成できる。また、Al含有量が90%を超えると意匠付与に長時間を要し、現実的に製造が困難になる場合がある。更に、Al含有量が90%を超えると、Znの存在量が少なくなり、第1領域と第2領域が明確に識別できなくなる。また、Al含有量が22質量%を超えると耐食性を向上させる効果が飽和する。耐食性の観点から、好ましくは5～18質量%とする。より好ましくは6～16質量%とする

[0058] Mgの含有量は、平均組成で0～10質量%、好ましくは1～10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。10質量%を超えるとめっき浴でのドロス発生が著しくなり、安定的に溶融めっき鋼板を製造するのが困難となる。耐食性とドロス発生のバランスの観点から、好ましくは1.5～6質量%とする。より好ましくは2～5質量%の範囲とする。

[0059] Al及びMgはそれぞれ0%であってもよい。すなわち、本実施形態の溶融めっき鋼板の溶融めっき層は、Zn-Al-Mg系溶融めっき層に限定されるものではなく、Zn-Al系溶融めっき層であってもよく、溶融亜鉛めっき層であってもよく、合金化溶融亜鉛めっき層であってもよい。

[0060] また、溶融めっき層は、Siを0.0001～2質量%の範囲で含有していてもよい。

Siは、溶融めっき層の密着性を向上させる場合があるので、含有させてもよい。Siを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、Siの含有量は2質量%以下とする。めっき密着性の観点からは、0.001～1質量%の範囲としてもよく、0.01～0.8質量%の範囲としてもよい。

[0061] 溶融めっき層中には、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0.001～2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、さらに耐食性を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。また、これらの元素の含有量は、合計で0.0001～2質量%を含有していてもよい。

[0062] 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。溶融めっき層にはZnが必ず含まれる。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。

[0063] 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、インヒビター（例えば、スギムラ化学工業社製ヒピロン）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。

[0064] （溶融めっき層の金属組織）

次に、溶融めっき層の組織について説明する。以下に説明する組織は、溶融めっき層が平均組成で、Al：4～22質量%、Mg：1～10質量%、Siを0～2質量%を含有する場合の組織である。

[0065] Al、Mg及びZnを含有する溶融めっき層は、〔Al相〕と、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕とを含んでいる。〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕の素地中に、〔Al相〕が包含された形態を有している。

更に、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕の素地中に、〔MgZn₂相〕や〔Zn相〕が含まれていてもよい。また、Siを添加した場合には、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕の素地中に、〔Mg₂Si相〕が含まれていてもよい。

[0066] ここで、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕とは、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、〔Al／Zn／MgZn₂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）に相当するものである。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相に分離して現れる。また、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕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。〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕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がその量は通常の実験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／MgZn₂の三元共晶組織〕と表す。

[0067] また、〔Al相〕とは、〔Al／Zn／MgZn₂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）に相当するものである。この高温でのAl相はめっき浴のAl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Al相は常温では通常は微細なAl相と微細なZn相に分離するが、常温で見られる島状の形状は高温でのAl相の形骸を留めたものであると見てよい。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が通常の実験では明確に区別できないため、この高温でのAl相に由来

し且つ形状的にはA l” 相の形骸を留めている相を本明細書では〔A l 相〕と呼ぶ。この〔A l 相〕は〔A l / Z n / M g Z n₂の三元共晶組織〕を形成しているA l 相とは顕微鏡観察において明瞭に区別できる。

[0068] また、〔Z n相〕とは、〔A l / Z n / M g Z n₂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A l さらには少量のM gを固溶していることもある。状態図で見ると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。この〔Z n相〕は〔A l / Z n / M g Z n₂の三元共晶組織〕を形成しているZ n相とは顕微鏡観察において明瞭に区別できる。本発明のめっき層には、製造条件により〔Z n相〕が含まれる場合も有るが、実験では加工部耐食性向上に与える影響はほとんど見られなかったため、めっき層に〔Z n相〕が含まれても特に問題はない。

[0069] また、〔M g Z n₂相〕とは、〔A l / Z n / M g Z n₂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A l を固溶していることもある。状態図で見ると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。この〔M g Z n₂相〕は〔A l / Z n / M g Z n₂の三元共晶組織〕を形成しているM g Z n₂相とは顕微鏡観察において明瞭に区別できる。本発明のめっき層には、製造条件により〔M g Z n₂相〕が含まれない場合も有るが、ほとんどの製造条件ではめっき層中に含まれる。

[0070] また、〔M g₂S i相〕とは、S iを添加した場合のめっき層の凝固組織中に明瞭な境界をもって島状に見える相である。状態図で見るとZ n、A l、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。この〔M g₂S i相〕はめっき中では顕微鏡観察において明瞭に区別できる。

[0071] (パターン部及び非パターン部について)

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。

[0072] 本実施形態の溶融めっき層の表面には、所定の形状となるように配置されたパターン部と、非パターン部とが含まれる。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、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。なお、溶融めっき層におけるパターン部と非パターン部との面積比率については特に制限はない。

[0073] 溶融めっき層表面に、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。パターン部と非パターン部の境界は、肉眼で把握することができる。パターン部と非パターン部の境界は、光学顕微鏡や拡大鏡などによる拡大像から把握してもよい。

[0074] 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。

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ている。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ている。パターン部の形状を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。

[0075] このように、パターン部及び非パターン部は、溶融めっき層の表面に形成された領域である。また、パターン部及び非パターン部には、それぞれ、第1領域、第2領域のうちの1種または2種が含まれる。パターン部及び非パターン部は、それぞれ、第1領域、第2領域のうちの1種または2種からなるものでもよい。

[0076] (第1領域及び第2領域について)

次に、決定方法1～5における、第1領域及び第2領域についてそれぞれ説明する。

[0077] (決定方法1、2における第1領域及び第2領域)

決定方法1における第1領域は、下記の決定方法1によって得られる L^* 値が基準 L^* 値以上の測定領域Aを含む領域である。また、第2領域は、決定方法1で得られる L^* 値が基準 L^* 値未満の測定領域Aを含む領域である。

[0078] 溶融めっき層において第1領域が多い箇所は、相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。一方、溶融めっき層において第2領域が多い箇所は、相対的に金属光沢があるか、または暗く見える。また、第1領域と第2領域がそれぞれ分散して集まり、第1領域の面積率が30～70%である箇所は、外観が相対的に梨地状に見える。

[0079] なお、第1領域及び第2領域は、後述する決定方法2によって特定されていてもよい。

[0080] 次に、決定方法1、2について説明する。

[0081] 決定方法1では、溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域Aにおける L^* 値を測定する。

[0082] 決定方法1では、溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描

き、この仮想格子線によって区画される複数の領域を設定する。各領域の形状は、1辺が0.5 mmの正方形である。ここで設定した領域が、第1領域または第2領域のいずれかになる。仮想格子線によって区画された各領域の重心点を中心とする直径0.5 mmの円を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定する。

[0083] 次に、基準L*値を求める。基準L*値は、仮想格子線によって区画された複数の領域の中から任意に選択された50個の領域のL*値の平均値である。基準L*値の測定用の任意の測定点50点は、例えば次のようにして選定する。まず、前記の仮想格子線によって区画される複数の領域のうち1つの領域を選択する。次に、この1つの領域を起点として、10ずつの間隔をあけて、縦10領域×横5領域（50 mm×25 mm）の合計50点を選択する。このようにして選択した計50点の領域を、基準L*値の測定用の任意の測定点50点とする。

[0084] そして、仮想格子線によって区画された領域において、L*値が基準L*値以上になる測定領域Aを含む領域を第1領域とし、L*値が基準L*値未満になる測定領域Aを含む領域を第2領域とする。

[0085] また、決定方法2では、基準L*値の代わりに、 $L^* = 45$ を用いることで、第1領域及び第2領域を特定する。すなわち、熔融めっき層の表面に0.5 mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域を設定する。各領域の形状は、1辺が0.5 mmの正方形である。ここで設定した領域が、第1領域または第2領域になる。仮想格子線によって区画された重心点を選定する。そして、重心点を中心とする直径0.5 mmの円を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定する。

[0086] そして、前記領域において、L*値が45以上になる測定領域Aを含む領域を第1領域とし、L*値が45未満になる測定領域Aを含む領域を第2領域とする。

[0087] 上記の決定方法1及び2において、L*値の測定は、JIS K 5600-4-5に準じて行う。本実施形態では、 $L^*a^*b^*$ 表色系で表される

色空間を示すパラメータのうち、明度を示す L^* 値を用いる。 L^* 値の測定は、ハロゲンランプを光源とする照射光を、溶融めっき層の表面の鉛直方向（ 90° の方向）に対して 45° の角度から照射し、溶融めっき層の表面の鉛直方向（ 90° の方向）に反射する反射光を受光器によって受光することで測定する。 L^* 値の測定装置は微小面分光色差計（日本電色工業株式会社製、VSS 7700）を用いることができる。測定波長範囲は $380\text{ nm} \sim 780\text{ nm}$ とし、この波長範囲内での強度を 5 nm 間隔で測定し、 L^* 値に換算すればよい。

[0088] （決定方法3における第1領域及び第2領域）

決定方法3における第1領域は、算術平均面粗さ S_a が $1\text{ }\mu\text{ m}$ 以上の領域であるため、溶融めっき層において第1領域が多い箇所は、相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。一方、溶融めっき層において第2領域が多い箇所は、相対的に金属光沢があるように見える。また、第1領域と第2領域がそれぞれ分散して集まり、第1領域の面積率が $30 \sim 70\%$ である箇所は、外観が相対的に梨地状に見える。

[0089] 第1領域は、算術平均面粗さ S_a が $1\text{ }\mu\text{ m}$ 以上の領域であるため、溶融めっき層において第1領域が多い箇所は、相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。一方、溶融めっき層において第2領域が多い箇所は、相対的に金属光沢があるように見える。また、第1領域と第2領域がそれぞれ分散して集まり、第1領域の面積率が $30 \sim 70\%$ である箇所は、外観が相対的に梨地状に見える。

[0090] 次に、算術平均面粗さ S_a の測定方法について説明する。

まず、溶融めっき層の表面に 0.5 mm 間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の算術平均面粗さ S_a を測定する。

算術平均面粗さ S_a が $1\text{ }\mu\text{ m}$ 以上の領域が第1領域となり、算術平均面粗さ S_a が $1\text{ }\mu\text{ m}$ 未満の領域が第2領域となる。

[0091] 決定方法3において、算術平均面粗さ S_a の測定は、3Dレーザー顕微鏡

(株式会社キーエンス製)を用いて行う。本実施形態では、20倍の標準レンズを用いて、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、測定間隔50 μ mで領域内の高さZを測定する。格子上に測定した場合は領域内には100点の測定点を得られる。得られた高さZ100点を高さZ1～高さZ100としたとき、下記の式を用いてS_aを算出する。Z_{ave}は高さZ100点の平均とする。

$$S_a = 1 / 100 \times \sum [x = 1 \rightarrow 100] (| \text{高さ} Z_x - Z_{ave} |)$$

[0092] (決定方法4における第1領域及び第2領域)

決定方法4における第1領域は、配向率が3.5以上の領域である。溶融めっき層において第1領域が多い箇所は、相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。一方、第2領域は、配向率が3.5未満の領域である。溶融めっき層において第2領域が多い箇所は、相対的に肉眼で金属光沢があるように見える。また、第1領域と第2領域が分散して集まり、第1領域の面積率が30～70%である箇所は、外観が相対的に梨地状に見える。

[0093] 次に、配向率の測定方法について説明する。

まず、溶融めっき層の表面に1mm間隔または10mm間隔で仮想格子線を描く。次に、仮想格子線によって区画される複数の領域における重心点を中心に狙い、それぞれX線を入射させるX線回折法により、領域毎に、Z_n相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} と、Z_n相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} とを測定する。そして、これらの強度比(I_{0002} / I_{10-11})を配向率とする。

[0094] なお、X線回折法によって測定されるZ_n相の強度は〔Al/Zn/MgZn₂の三元共晶組織〕を構成するZ_n相、〔Z_n相〕を構成するZ_n相、および、〔Al相〕を構成する微細なZ_n相の強度の総和である。これらのうち、配向率への寄与は〔Al/Zn/MgZn₂の三元共晶組織〕を構成するZ_n相、〔Z_n相〕を構成するZ_n相が支配的である。

[0095] X線回折測定は、X線光源としてCo管球を用いる。Z_n相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} は、2 θ 範囲で42.41° $\pm$ 0.5°の範囲

に現れるZn相の(0002)面回折ピークの強度とする。Zn相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} は、 2θ 範囲で $50.66^\circ \pm 0.5^\circ$ の範囲に現れるZn相の(10-11)面の回折ピークの強度とする。ステップは 0.02° 、走査速度は $5^\circ/\text{min}$ が好ましく、検出器は高速半導体2次元検出器を用いるのが好ましい。

[0096] 仮想格子線の間隔を1mmにする場合は、X線光源から出射されるX線を、ポリキャピラリによって集光することが好ましい。集光後のX線の照射範囲は、長径1mm、短径0.75mmの楕円形範囲内とすることが好ましい。このように照射範囲を狭めたX線を、1mm間隔の仮想格子線によって区画された領域毎に照射することで、領域毎にX線回折測定を行うことができる。この場合のX線回折測定は、微小領域測定用のX線回折装置を用いることが好ましい。

[0097] 仮想格子線の間隔を10mmにする場合は、X線光源から出射されるX線を、通常的手段によって集光することが好ましい。集光後のX線の照射範囲は、縦10mm、横10mmの矩形の範囲内とすることが好ましい。このように照射範囲を狭めたX線を、10mm間隔の仮想格子線によって区画された領域毎に照射することで、領域毎にX線回折測定を行うことができる。この場合のX線回折測定は、通常のX線回折装置を用いることが好ましい。

[0098] 仮想格子線の間隔は、パターン部のサイズ及び溶融めっき層のサイズに応じて適宜設定すればよい。直線部や文字等を表すパターン部が比較的小さい場合に、仮想格子線の間隔を10mmにすると、仮想格子線によって区画される領域が、パターン部と非パターン部の両方にまたがって位置することが起こり得る。従って、パターン部の最小幅が10mm未満の場合は、仮想格子線の間隔を1mm以下にすることが好ましい。一方、パターン部の最小幅が10mmを超える場合は、仮想格子線の間隔を10mmにしてもよく、1mmにしてもよい。

[0099] (決定方法5における第1領域及び第2領域)

決定方法5における第1領域は、溶融めっき層の表面に現れる境界線の密

度が高い部分に含まれる領域である。また、第2領域は、溶融めっき層の表面に現れる境界線の密度が低い部分に含まれる領域である。溶融めっき層において第1領域が集まった箇所と、第2領域が集まった箇所とは、境界線の密度が異なるため、識別可能である。

[0100] 次に、第1領域及び第2領域の決定方法について、図1を参照して説明する。

図1に示すように、溶融めっき層の表面に1mm間隔で仮想格子線Kを描く。図1では仮想格子線を一点鎖線で示している。なお、図1には、溶融めっき層の現れる境界線は図示していない。次いで、仮想格子線Kによって区画される複数の領域Mを設定する。各領域Mの形状は、1辺が1mmの正方形である。ここで設定した領域が、第1領域または第2領域のいずれかになる。次いで、仮想格子線Kによって区画される複数の領域M毎に、各領域の重心点Gを設定する。次いで、重心点Gを中心とする円Sを描く。円Sの直径Rは、円Sの内部に含まれる溶融めっき層の表面境界線の合計長さが10mmとなるように設定する。

[0101] 図2(a)及び図2(b)には、任意の領域Mに対応する円Sを示す。図2(a)及び図2(b)では、溶融めっき層の表面に現れる境界線を示している。図2(a)及び図2(b)に示す境界線は、いずれも合計長さが10mmとなっている。本実施形態では、円S内に含まれる境界線Lの合計長さが10mmになるように円Sの直径を調整する。そのため、図2(a)に示すように、領域M及びその近傍に境界線Lが多く存在する場合は、円Sの直径Rは比較的小さくなる。一方、図2(b)に示すように、領域M及びその近傍に境界線Lが比較的小さい場合は、円Sの直径Rは比較的大きくなる。すべての領域について円Sを描き、それぞれの円Sの直径Rを決定する。

[0102] そして、複数の領域Mの円Sのうち最大の直径 $R_{\max}$ と最小の直径 $R_{\min}$ との平均値を基準直径 R_{ave} とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 未満の円Sを有する領域を第1領域とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 以上の円Sを有する領域を第2領域とする。第1領域は、図2(a)に示すような、境界線Lが多く存在す

る部分に含まれる領域となり、一方、第2領域は、図2（b）に示すような、境界線Lが少なく存在する部分に含まれる領域となる。

[0103] 溶融めっき層に現れる境界線は、例えば、めっき表面に現れる結晶粒界や、めっき表面の明度の高い部分と明度の低い部分との境界を例示することができる。なお、明度の高い部分と明度の低い部分との境界は、めっき表面の撮像を2値化処理することによって得られる境界線としてもよい。

[0104] （決定方法1～5におけるパターン部、非パターン部における第1領域および第2領域について）

パターン部には、仮想格子線によって区画された複数の領域が含まれており、各領域は、第1領域または第2領域の何れかに分類される。また、非パターン部にも、仮想格子線によって区画された複数の領域が含まれており、各領域は、第1領域または第2領域のいずれかに分類される。すなわち、パターン部は、第1領域、第2領域のいずれかのみを含んでいてもよく、第1領域、第2領域の2種を含んでいてもよい。同様に、非パターン部は、第1領域、第2領域のいずれかのみを含んでいてもよく、第1領域、第2領域の2種を含んでいてもよい。

[0105] ここで、パターン部においては、第1領域及び第2領域のそれぞれの面積割合を求めることができる。

そして、決定方法1～4では、第1領域の面積分率が70%を超える場合に、パターン部が相対的に白色もしくは白色に近い色に見える。第1領域の面積分率が30%以上70%以下である場合は、パターン部が相対的に梨地状に見える。また、第1領域の面積分率が30%未満である場合、パターン部は相対的に金属光沢があるか、または暗く見える。

また、決定方法5では、第1領域の面積分率が高くなると、パターン部には比較的多くの境界線が含まれる。一方、パターン部における第2領域の面積分率が高くなると、パターン部には比較的少ない境界線が含まれる。

このように、パターン部の外観は、第1領域の面積分率に依存する。

[0106] 一方、非パターン部においても、第1領域及び第2領域のそれぞれの面積

割合を求めることができる。パターン部と同様、非パターン部の外観は、第1領域の面積分率に依存する。

[0107] そして、パターン部における第1領域の面積割合と、非パターン部における第1領域の面積割合との差が、絶対値で30%以上の場合に、パターン部と非パターン部とを識別できるようになる。面積割合の差が30%未満では、パターン部における第1領域の面積割合と、非パターン部における第1領域の面積割合との差が小さく、パターン部及び非パターン部の外観が似たような外観になり、パターン部を識別することが困難になる。面積割合の差は、大きければ大きいほどよく、40%以上であることがより好ましく、60%以上であることが更に好ましい。

[0108] パターン部及び非パターン部は、肉眼で識別可能であってもよく、拡大鏡下または顕微鏡下で識別可能であってもよい。拡大鏡下または顕微鏡下で識別可能とは、例えば、パターン部で構成される形状が50倍以下の視野で識別可能であればよい。50倍以下の視野であれば、パターン部と非パターン部は、その外観の相対的な違いにより、識別可能である。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倍以下で識別可能である。

[0109] (化成処理層、塗膜層)

本実施形態に係る溶融めっき鋼板は、溶融めっき層の表面に化成処理皮膜層や塗膜層を有してもよい。ここで、化成処理皮膜層や塗膜層の種類は特に限定されず、公知の化成処理皮膜層や塗膜層を用いることができる。

[0110] (溶融めっき鋼板の製造方法)

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。

[0111] 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。鋼板を製造する際には、更に、酸洗、熱延板焼鈍、冷間圧延、冷延板焼鈍を行ってもよい。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でもよく、鋼板を所定の形状に加工した鋼材または鋼板自体を、溶融めっき浴に浸漬してから引き上げ

るどぶ付け式めっき法でもよい。

- [0112] 溶融めっき浴は、Al : 0～90質量%、Mg : 0～10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 : 4～22質量%、Mg : 1～10質量%を含有し、残部がZnおよび不純物を含むものでもよい。更に、溶融めっき浴は、Si : 0.0001～2質量%を含有してもよい。更にまた、溶融めっき浴は、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%を含有してもよい。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。
- [0113] 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。
- [0114] 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30～600g/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30g/m²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600g/m²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。
- [0115] 溶融めっき層の付着量を調整した後、鋼板を冷却する。冷却条件は、決定方法1～3によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の場合、特に限定する必要はない。一方、決定方法4または5によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の場合は、冷却条件を限定する必要がある。以下、決定方法1～5の場合に分けて説明する。
- [0116] (決定方法1～2によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の製造方法)
- 決定方法1～2の場合は、上述のように溶融めっき層の付着量を調整した

後、鋼板を冷却する。冷却条件は特に限定する必要はない。

- [0117] 溶融めっき層の形成後に、パターン部及び非パターン部の形成を行う。パターン部及び非パターン部の形成は、60～200℃の溶融めっき鋼板の溶融めっき層の表面に酸性溶液を付着させることによって行う。より具体的には、酸性溶液を用意し、これを印刷手段によって溶融めっき層の表面に付着させるとよい。印刷手段としては、各種の版を用いた印刷法（グラビア印刷、フレキソ印刷、オフセット印刷、シルク印刷等）、インクジェット法など、一般的な印刷法を適用できる。
- [0118] 版を用いた印刷方法の一例として、印刷パターンを周面に形成したゴムロールまたはゴムスタンプに、酸性溶液を付着させつつ、ゴムロールまたはゴムスタンプを溶融めっき層表面に押し付けて酸性溶液を転写させることにより、酸性溶液を付着させることができる。この方法であれば、連続して通板する鋼板に対して、効率よく酸性溶液を付着させることができる。
- [0119] 酸性溶液が付着した箇所では、溶融めっき層のごく表面が溶解して（すなわち、溶融めっき層の上部の最表層が極めて薄く溶解して）、溶融めっき層の表面が、めっきままの状態から変化する。これにより、酸性溶液が付着しなかった箇所との比較で、酸性溶液が付着した箇所の外観が変化する。このようにして、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差が大きくなり、パターン部と非パターン部とを識別できるようになると推測される。なお、本方法においては、理由は明らかではないが、研削とは異なり、耐食性への影響はない。その理由としては、溶融めっき層の厚みの減少が非常に少ないこと、また、酸を付着したことによるめっき層の組織の変化が考えられる。
- [0120] 酸性溶液の付着範囲は、パターン部に対応する領域としてもよく、非パターン部に対応する領域としてもよい。
- [0121] 酸性溶液としては、塩酸、硝酸、硫酸などの無機酸を用いることが好ましい。また、酸性溶液における酸の濃度は、0.1～10質量%であることが望ましい。酸性溶液の付着時の鋼板温度は60～200℃、望ましくは50

～80℃がよい。酸性溶液の種類や濃度を調整することで、酸性溶液を付着させた箇所において、溶融めっき層表面における第1領域、第2領域の面積分率を調整することができるようになる。

[0122] 酸性溶液を付着させる際の溶融めっき層の表面温度が60℃未満では、パターン部または非パターン部の形成に時間を要するため好ましくなく、溶融めっき層の表面温度が200℃を超えると、酸性溶液がすぐに揮発してしまい、パターン部または非パターン部を形成できなくなるため好ましくない。

[0123] 酸性溶液の付着後は、1～10秒以内に水洗を行う必要がある。

[0124] (決定方法3によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の製造方法)

決定方法3の場合は、上述のように溶融めっき層の付着量を調整した後、鋼板を冷却する。冷却条件は特に限定する必要はない。

[0125] 溶融めっき層の形成後に、パターン部及び非パターン部の形成を行う。パターン部及び非パターン部の形成は、部分的に表面粗度を大きくしたロールを、溶融めっき層の表面に押し付け、ロールの表面形状を溶融めっき層に転写することによって行う。例えば、溶融めっき層の表面にパターン部を形成するために、ロール表面のうち、パターン部に対応する箇所の粗度を、他の箇所に対して大きくすることで、表面粗さが大きな第1領域を多く含むパターン部を形成可能となる。また、逆に、パターン部に対応する箇所の粗度を、他の箇所に対して小さくしたロールを用いてもよい。ロール表面の粗度(算術平均面粗さ, S_a (μm))は、粗度を高くする箇所における粗度の範囲を0.6～3.0 μm とし、好ましくは1.2～3.0 μm とする。粗度を低くする箇所における粗度の範囲は、0.05～1.0 μm 、好ましくは0.05～0.8 μm とするとよい。溶融めっき層の表面温度が100～300℃の範囲で転写を行うとよい。また、粗度を高くする箇所における粗度と、粗度を低くする箇所における粗度の差は、算術平均面粗さ S_a で0.2 μm 超、好ましくは0.3 μm 以上とする。粗度の差が小さくなると、パターン部及び非パターン部が判別しにくくなる。

[0126] ロール転写の際の溶融めっき層の表面温度が100℃未満では、溶融めっき層が軟化せず、明瞭なパターン部を形成することが困難になるため好ましくない。また、溶融めっき層の表面温度が300℃を超えると、溶融めっき層が大幅に軟化した状態でロール転写することになり、パターン部と非パターン部を明瞭に識別できないおそれがあるため好ましくない。

[0127] (決定方法4によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の製造方法)

決定方法4の場合は、溶融めっき浴から引き上げて付着量を調整した直後の鋼板または鋼材に対して、非酸化性ガスを溶融状態の金属にガスノズルによって局所的に吹き付ける。非酸化性ガスとしては、窒素やアルゴンを用いるとよい。

[0128] また、組成によって最適な温度域は異なるが、溶融金属の温度が(最終凝固温度-5)℃～(最終凝固温度+5)℃の範囲にあるときに、非酸化性ガスの吹き付けを行うとよい。更に、非酸化性ガスの温度は、最終凝固温度未満とする。

[0129] 溶融めっき層が上記の温度範囲にあるときに非酸化性ガスが吹き付けられた箇所では、溶融金属の冷却速度が増加し、これにより、凝固後の溶融めっき層の配向率が高くなる。一方、非酸化性ガスが吹き付けられなかった箇所では、溶融金属の冷却速度が低下し、これにより、凝固後の溶融めっき層の配向率が低くなる。従って、非酸化性ガスの吹き付け範囲を調整することによって、配向率が高い領域、配向率の低い領域のそれぞれの出現箇所を意図的あるいは任意に調整できるようになる。

これにより、パターン部及び非パターン部の形状を任意に調整でき、かつ、パターン部及び非パターン部を識別できるようになる。吹き付けるガスの温度が低いほど配向率が高まるため、吹き付けるガスの温度によって配向率を調整可能である。ガス温度は、最終凝固温度未満とすることが好ましく、例えば、ガス温度を25～250℃に調整してもよい。

[0130] (決定方法5によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板

の製造方法)

決定方法5の場合は、溶融めっき浴から引き上げて付着量を調整した直後の鋼板または鋼材に対して、めっきの最終凝固温度以上の非酸化性ガスを溶融状態の金属にガスノズルによって局所的に吹き付ける。非酸化性ガスとしては、窒素やアルゴンを用いるとよい。

[0131] また、組成によって最適な温度域は異なるが、溶融金属の温度が（最終凝固温度－5）℃～（最終凝固温度＋5）℃の範囲にあるときに、非酸化性ガスの吹き付けを行うとよい。

[0132] 更に、非酸化性ガスの温度は、最終凝固温度以上とすることが好ましい。例えば、Al：11%、Mg：3%のめっき組成においては、溶融金属の温度が330～340℃のときにガス温度が最終凝固温度以上である非酸化性ガスの吹き付けを行うとよい。

非酸化性ガスが吹き付けられた周辺では、溶融金属の冷却速度が低下し、これにより、表面に現れる境界または結晶粒界が粗大になる。従って、非酸化性ガスの吹き付け量と範囲を調整することによって、表面に現れる境界または結晶粒界の大きさを任意に調整できるようになる。

これにより、パターン部及び非パターン部の形状を任意に調整でき、かつ、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判別できるようになる。

[0133] 上記に記載の製造方法を組み合わせて、パターン部や非パターン部を形成してもよい。製造方法が異なると、溶融めっき層の表面外観が異なり、また、決定方法1から4では、第1領域が多い箇所は、相対的に白色もしくは白色に近い色に見え、第2領域は、相対的に肉眼で金属光沢があるように見える。そのため、例えば、パターン部は「決定方法1～2によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の製造方法」、非パターン部は「決定方法3によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の製造方法」を用いても、パターン部と非パターン部で、第1領域と定められた面積率の差の絶対値が、30%以上であれば、パターン部と非パターン部

が判別できる。

[0134] (化成処理層及び塗膜層)

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。

[0135] 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。

[0136] 以上説明したように、本実施形態の溶融めっき鋼板は、第1領域及び第2領域のうち、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差の絶対値を30%以上とすることで、パターン部と非パターン部とを識別できるようになる。形成されたパターン部及び非パターン部は、印刷や塗装によって形成されたものではないため、耐久性が高くなっている。また、パターン部及び非パターン部が印刷や塗装によって形成されたものではないため、溶融めっき層の耐食性への影響もない。更に、パターン部及び非パターン部は、溶融めっき層の表面を研削等によって形成したものではない。従って、パターン部における溶融めっき層の厚みは、非パターン部における溶融めっき層の厚みに比べて、耐食性が劣化するほどのめっき層の厚みの減少はみられない。よって、本実施形態の溶融めっき鋼板は、耐食性に優れたものとなる。

[0137] 本実施形態によれば、所定の形状に成形したパターン部の耐久性が高く、耐食性等の好適なめっき特性を有する溶融めっき鋼板を提供できる。

[0138] 特に、決定方法1、2によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の場合は、溶融めっき層の表面に酸性溶液を任意のパターンになるように付着させることで、パターン部または非パターン部の範囲を意図的若しくは人工的な形状にすることができ、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パターン部を配置できる。

- [0139] また、決定方法3によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の場合は、溶融めっき層の表面に対して、部分的に粗度が異なるロールを押し付けてロールの表面形状を溶融めっき層に転写することで、パターン部または非パターン部の範囲を意図的若しくは人工的な形状にすることができ、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パターン部を配置できる。
- [0140] また、決定方法4によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の場合は、めっき浴から引き上げ後の溶融金属の温度が（最終凝固温度－5）℃～（最終凝固温度＋5）℃の範囲にあるときに、溶融めっき層の表面に非酸化性ガスをガスノズルによって局所的に吹き付けることで、凝固後の溶融めっき層の配向率を高くして、パターン部または非パターン部の範囲を意図的若しくは人工的な形状にすることができ、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パターン部を配置できる。
- [0141] さらに、決定方法5によって第1領域および第2領域が決定される溶融めっき鋼板の場合は、めっき浴から引き上げ後の溶融金属の温度が（最終凝固温度－5）℃～（最終凝固温度＋5）℃の範囲にあるときに、溶融めっき層の表面に非酸化性ガスをガスノズルによって局所的に吹き付けることで、凝固後の溶融めっき層の表面に現れる境界または結晶粒界の大きさを任意に調整して、パターン部または非パターン部の範囲を意図的若しくは人工的な形状にすることができ、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パターン部を配置できる。
- [0142] そして、本実施形態の溶融めっき鋼板では、溶融めっき層の表面に、印刷や塗装を行うことなく、様々な意匠、商標、その他の識別マークを表すことができ、鋼板の出所の識別性やデザイン性等を高めることができる。また、

パターン部によって、工程管理や在庫管理などに必要な情報や需要者が求める任意の情報を、溶融めっき鋼板に付与することもできる。これにより、溶融めっき鋼板の生産性の向上にも寄与することができる。

実施例

[0143] 次に、本発明の実施例を説明する。

[0144] (実施例 1)

鋼板を脱脂、水洗した後に、還元焼鈍、めっき浴浸漬、付着量制御、冷却を行うことで、表 2 に示す No. 1-1 ~ No. 1-32 の溶融めっき鋼板を製造した。次いで、一辺が 50 mm の正方形パターンの凸部または凹部を有するゴム版に、表 1 に示す成分を含む酸性溶液を付着させ、このゴム版を溶融めっき層の表面に押し付けることで、酸性溶液を鋼板に付着させ、正方形形状のパターン部を形成した。酸性溶液付着時の溶融めっき鋼板の溶融めっき層の表面温度は 60 ~ 200 °C の範囲とした。また、正方形形状のパターン部以外の箇所を非パターン部とした。ただし、No. 1-30 は、溶融めっき層の表面温度が 200 °C 超のときに酸性溶液を付着させた。

[0145] また、上記と同様にして Zn-Al-Mg 系溶融めっき鋼板を製造した。その後、溶融めっき層の表面に、インクジェット法により、一辺が 50 mm の正方形パターンを印刷した。この結果を No. 1-33 として表 2 に示す。

[0146] また、上記と同様にして Zn-Al-Mg 系溶融めっき鋼板を製造した。その後、溶融めっき層の表面に、インクをスタンプすることにより、一辺が 50 mm の正方形パターンを作製した。この結果を No. 1-34 として表 2 に示す。

[0147] 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第 1 領域、第 2 領域の面積率を求めた。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。境界の判別が難しい例では、酸性溶液の付着範囲に基づきパターン部及び

非パターン部を決定して、第1領域及び第2領域の面積率を評価した。

- [0148] 次に、パターン部及び非パターン部に含まれる第1領域の面積率は、No. 1-7以外の溶融めっき鋼板は決定方法1により求めた。すなわち、溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、各領域の重心点を中心とする直径0.5mmの円内を測定領域Aとし、各測定領域AにおけるL*値を測定した。また、得られたL*値の中から任意の50点を選定し、50点平均を基準L*値とした。
- [0149] 基準L*値の測定用の任意の測定点50点の具体的な選定は、次のようにして選定した。まず、仮想格子線によって区画される複数の領域のうち1つの領域を選定した。次に、この1つの領域を起点として、10ずつの間隔をあけて、縦10領域×横5領域(50mm×25mm)の合計50点を選定した。この合計50点を、基準L*値の測定用の任意の測定点50点とした。
- [0150] そして、測定領域Aを含む前記領域において、L*値が基準L*値以上になる領域を第1領域と判別し、L*値が基準L*値未満になる領域を第2領域と判別した。
- [0151] そして、パターン部及び非パターン部における第1領域の面積率をそれぞれ求めた。また、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第2領域の面積率との差を求めた。
- [0152] なお、No. 1-7の溶融めっき鋼板における、パターン部及び非パターン部に含まれる第1領域の面積率は、決定方法2によって求め、その結果からパターン部及び非パターン部の第1領域の面積率の差を求めた。
- [0153] L*値の測定は、ハロゲンランプ(12V、20W)を光源とする照射光を、溶融めっき層の表面の鉛直方向(90°の方向)に対して45°の角度から照射し、溶融めっき層の表面の鉛直方向(90°の方向)に反射する反射光を受光器によって受光することで測定した。L*値の測定装置は微小面分光色差計(日本電色工業株式会社製、VSS7700)とし、測定波長範

囲は380nm～780nmとし、この波長範囲内での強度を5nm間隔で測定し、L*値に換算した。

[0154] [識別性]

正形状の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、A～Cを合格とした。

[0155] A：5m先からでもパターン部を視認できる。

B：5m先からはパターン部を視認できないが、3m先からの視認性は高い。

C：3m先からはパターン部を視認できないが、1m先からの視認性は高い。

D：1m先からパターン部を視認できない。

[0156] [耐食性]

試験板を150×70mm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。A～Cを合格とした。

[0157] A：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。

B：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。

C：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。

D：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。

[0158] 表2に示すように、No. 1-1～No. 1-29の本発明例の溶融めっき鋼板は、識別性及び耐食性の両方に優れていた。図3に、No. 1-1のパターン部を主に構成する第1領域の走査型電子顕微鏡による観察結果を示し、図4に、No. 1-1の非パターン部を構成する第2領域の走査型電子

顕微鏡による観察結果を示す。パターン部は非パターン部に比べて、相対的に金属光沢の領域が多くなっており、パターン部と非パターン部との識別が可能であることがわかる。

[0159] No. 1-30は、酸性溶液付着時の溶融めっき層の温度が高すぎたため、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差が30%未満になり、パターン部の識別性が低下した。

また、No. 1-31及びNo. 1-32は、溶融めっき層の組成が本発明の範囲から外れており、6ヶ月間屋外暴露した後の識別性が低下した。

[0160] 一方、インクジェット法で正形状のパターン部を印刷したNo. 1-33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。また、インクのスタンプによって正形状のパターン部を作成したNo. 1-34は耐食性が著しく低下しており、目視でパターン部と非パターン部の区別が困難であった。

なお、No. 1-1～No. 1-6、No. 1-10～No. 1-30、No. 1-32～No. 1-34の溶融めっき層には、〔Al相〕と、〔Al/Zn/MgZn₂の三元共晶組織〕とを含んでいた。

[0161] 図5には、Zn-Al-Mg系溶融めっき層に酸性溶液を付着させることにより、文字列（アルファベット）をパターン部で表した溶融めっき鋼板の表面を示す。

本発明によれば、溶融めっき鋼板の表面に、文字やマーク等からなるパターン部を意図的に表すことができるようになる。

[0162] [表1]

記号	酸性溶液	酸濃度 (質量)%
A	塩酸	10
B	硝酸	1
C	硫酸	1

[0163]

[表2]

No.	製造方法	酸性 溶液	平均組成(質量%)				面あたりの めっき付着量 (g/m ²)	パターン部			非パターン部			面積率 の差 (面積%)	基準 値	評価			備考
			Al	Mg	Si	その他		第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)	第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)	第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)			初期 状態	経時 状態	耐食性	
1-1	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Ti 0.005	100	85	15	40	60	40	60	45	55	A	A	A	発明例
1-2	酸性溶液付着	B	11	3	0.2	Ni 0.01	180	10	90	60	40	10	90	50	50	A	A	A	発明例
1-3	酸性溶液付着	B	11	3	0.2	Ti 0.005	80	50	50	10	90	40	40	40	40	A	A	A	発明例
1-4	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Ti 0.005	80	100	0	10	90	90	90	90	45	A	A	A	発明例
1-5	酸性溶液付着	C	11	3	0.2	Ti 0.005	100	0	100	80	20	80	20	80	30	A	A	A	発明例
1-6	酸性溶液付着	B	11	3	0.2	Ti 0.005	100	40	60	80	20	40	60	40	40	A	A	A	発明例
1-7	酸性溶液付着	A	0.2	-	-	-	90	10	90	50	50	40	40	40	(45)	B	C	B	発明例
1-8	酸性溶液付着	A	3.5	1	-	-	100	70	30	20	80	50	70	50	70	B	B	B	発明例
1-9	酸性溶液付着	A	4	3	-	-	100	40	60	80	20	40	60	40	60	A	B	B	発明例
1-10	酸性溶液付着	A	22	1	-	-	100	80	20	40	60	40	60	40	30	A	B	B	発明例
1-11	酸性溶液付着	B	23	1	-	-	90	60	40	100	0	40	55	40	55	B	B	B	発明例
1-12	酸性溶液付着	A	20	10	-	-	80	80	20	20	80	60	75	60	75	A	B	B	発明例
1-13	酸性溶液付着	A	11	3	0.01	-	130	90	10	30	70	60	65	60	65	A	B	A	発明例
1-14	酸性溶液付着	A	11	3	2	-	120	80	20	30	70	50	70	50	70	A	B	A	発明例
1-15	酸性溶液付着	A	5	0.5	-	Ni 0.1	80	70	30	30	70	40	35	40	35	A	B	B	発明例
1-16	酸性溶液付着	C	11	3	0.2	Zr 0.02	40	60	40	100	0	40	40	40	40	A	A	A	発明例
1-17	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Sr 0.02	90	50	50	90	10	40	40	40	40	A	A	A	発明例
1-18	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Sb 0.1	100	20	80	60	40	40	65	40	65	A	A	A	発明例
1-19	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Pb 0.1	110	70	30	20	80	50	55	50	55	A	A	A	発明例
1-20	酸性溶液付着	B	11	3	0.2	Sn 0.2	80	20	80	70	30	50	60	40	60	A	A	A	発明例
1-21	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Ca 0.01	100	30	70	70	30	40	25	40	25	A	A	A	発明例
1-22	酸性溶液付着	B	11	3	0.2	Co 0.05	90	10	90	90	10	80	45	40	45	A	A	A	発明例
1-23	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Mn 0.01	150	50	50	90	10	40	30	40	30	A	A	A	発明例
1-24	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Pb 0.01	60	60	40	30	70	30	35	40	35	C	C	A	発明例
1-25	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	B 0.01	80	30	70	70	30	40	55	40	55	A	A	A	発明例
1-26	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Bi 0.01	100	20	80	90	10	70	40	40	40	A	A	A	発明例
1-27	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Cr 0.1	110	90	10	0	100	90	30	40	30	A	A	A	発明例
1-28	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Sc 0.1	90	40	60	80	20	40	30	40	30	A	A	A	発明例
1-29	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	C 0.1	230	30	70	80	20	50	25	40	25	A	A	A	発明例
1-30	酸性溶液付着	A	11	3	0.2	Ti 0.005	160	40	60	65	35	25	30	40	30	D	D	B	比較例
1-31	酸性溶液付着	A	95	0	0.2	Ti 0.005	80	20	80	90	10	70	70	70	70	B	D	B	比較例
1-32	めっき後印刷	-	11	3	0.2	Ti 0.005	70	80	20	20	80	60	30	30	30	A	D	B	比較例
1-34	めっき後スタンブ	-	11	3	0.2	Ti 0.005	110	-	-	-	-	-	-	-	-	A	C	D	比較例

※No. 1-7の基準値は決定方法2によるもの。

[0164] (実施例2)

鋼板を脱脂、水洗した後に、還元焼鈍、めっき浴浸漬、付着量制御、冷却を行うことで、表4及び表5に示すNo. 2-1～No. 2-32の溶融めっき鋼板を製造した。次いで、溶融めっき層の表面温度を100～300℃にした状態で、一辺が50mmの正方形パターンを有するロールを、溶融めっき層の表面に押し付けることでパターン部を形成した。正方形パターンの粗度及び正方形パターンを除くロール表面の粗度（算術平均面粗さ， S_a （ μm ））は表3の通りとした。正方形パターンの箇所をパターン部とし、正方形パターン以外の箇所を非パターン部とした。

[0165] また、上記と同様にしてZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板を製造した。その後、溶融めっき層の表面に、インクジェット法により、一辺が50mmの正方形パターンを印刷した。この結果をNo. 2-33として表4及び表5に示す。

[0166] 更に、上記と同様にしてZn-Al-Mg系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、一辺が50mmの正方形パターンを形成した。この結果をNo. 2-34として表4及び表5に示す。

[0167] 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第1領域、第2領域の面積率を求めた。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。境界の判別が難しい例では、ロール表面の正方形パターンに対応する箇所がパターン部であるとして第1領域、第2領域の面積率を評価した。

[0168] 次に、パターン部及び非パターン部に含まれる各領域の面積率は、次に説明する測定方法により求めた。すなわち、溶融めっき層の表面に0.5mm間隔で仮想格子線を描き、仮想格子線によって区画される複数の領域を設定し、算術平均面粗さ S_a を算出した。

そして、算術平均面粗さ S_a が1 μm 以上の領域を第1領域と判別し、算術平均面粗さ S_a が1 μm 未満の領域を第2領域と判別した。

[0169] そして、パターン部及び非パターン部における第1領域の面積率をそれぞ

れ求めた。また、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差を求めた。

[0170] 上記測定方法において、算術平均面粗さ S_a の測定は、3Dレーザ顕微鏡（株式会社キーエンス製、VK-9710）を用いて行った。20倍の標準レンズを用いて、仮想格子線によって区画される複数の領域においてそれぞれ、測定間隔 $50\mu\text{m}$ で領域内の高さ Z を測定した。得られた高さ Z_{100} 0点を高さ $Z_1 \sim$ 高さ Z_{100} とし、下記の式を用いて S_a を算出した。 Z_{ave} は高さ Z_{100} 点の平均とした。

$$S_a = 1 / 100 \times \sum [x = 1 \rightarrow 100] (| \text{高さ } Z_x - Z_{ave} |)$$

[0171] [識別性]

正方形状の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、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、A～Cを合格とした。判定基準は、実施例1と同じ基準とした。

[0172] [耐食性]

試験板に対して実施例1と同じ条件にて耐食性試験を行った後、錆発生状況を調査し、判定基準に基づいて評価した。A～Cを合格とした。判定基準は、実施例1と同じ基準とした。

[0173] 表4及び表5に示すように、No. 2-1～No. 2-29の本発明例の $Zn-AI-Mg$ 系溶融めっき鋼板は、識別性及び耐食性の両方に優れていた。図6に、No. 2-1の第1領域の走査型電子顕微鏡による観察結果を示し、図7に、No. 2-1の第2領域の走査型電子顕微鏡による観察結果を示す。図6に示す第1領域は、図7に示す第2領域に比べて、明らかに算術平均面粗さが大きくなっていることがわかる。

[0174] No. 2-30は、ロールにおける正方形パターンの粗度とそれ以外の部分の粗度の差が十分でなかったため、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差が30%未満になり、パターン部の識別性が低下した。

また、No. 2-31 及び No. 2-32 は、溶融めっき層の組成が本発明の範囲から外れており、6 ヶ月間屋外暴露した後の識別性が低下した。

[0175] インクジェット法で正方形形状のパターン部を印刷した No. 2-33 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。

また、研削によって正方形形状のパターンを形成した No. 2-34 は、研削した箇所の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。

なお、No. 2-1 ~ No. 2-6、No. 2-10 ~ No. 2-30、No. 2-32 ~ No. 2-34 のめっき層には、〔Al 相〕と、〔Al / Zn / Mg Zn₂ の三元共晶組織〕とを含んでいた。

[0176] 図 8 には、Zn-Al-Mg 系溶融めっき層にロールの表面形状を溶融めっき層に転写することにより、文字列（アルファベット）をパターン部で表した溶融めっき鋼板の表面を示す。

本発明によれば、溶融めっき鋼板の表面に、文字やマーク等からなるパターン部を意図的に表すことができるようになる。

[0177] [表3]

ロール	正方形形状パターンの 粗度 (算術平均面粗さ, Sa (μm))	正方形形状パターン以外の 粗度 (算術平均面粗さ, Sa (μm))
A	0.5	1
B	2	1
C	1	2
D	0.5	2
E	2	0.5
F	1	0.5
G	0.5	0.8
H	0.5	0.7

[0178]

[表4]

No.	製造方法		熔融めっき層					
	製法	使用 ロール	平均組成(質量%)			残部:Znおよび不純物		両面における めっき付着量 (g/m ²)
			Al	Mg	Si	その他		
2-1	ロール転写	A	11	3	0.2	Ti	0.005	100
2-2	ロール転写	B	11	3	0.2	Ni	0.01	180
2-3	ロール転写	C	11	3	0.2	Ti	0.005	80
2-4	ロール転写	D	11	3	0.2	Ti	0.005	80
2-5	ロール転写	E	11	3	0.2	Ti	0.005	100
2-6	ロール転写	F	11	3	0.2	Ti	0.005	100
2-7	ロール転写	A	0.2	—	—	—		90
2-8	ロール転写	A	3.5	1	—	—		100
2-9	ロール転写	A	4	3	—	—		100
2-10	ロール転写	A	22	1	—	—		100
2-11	ロール転写	A	23	1	—	—		90
2-12	ロール転写	A	20	10	—	—		80
2-13	ロール転写	A	11	3	0.01	—		130
2-14	ロール転写	A	11	3	2	—		120
2-15	ロール転写	A	5	0.5	—	Ni	0.1	80
2-16	ロール転写	A	11	3	0.2	Zr	0.02	40
2-17	ロール転写	A	11	3	0.2	Sr	0.02	90
2-18	ロール転写	A	11	3	0.2	Sb	0.1	100
2-19	ロール転写	A	11	3	0.2	Pb	0.1	110
2-20	ロール転写	A	11	3	0.2	Sn	0.2	80
2-21	ロール転写	A	11	3	0.2	Ca	0.01	100
2-22	ロール転写	A	11	3	0.2	Co	0.05	90
2-23	ロール転写	A	11	3	0.2	Mn	0.01	150
2-24	ロール転写	G	11	3	0.2	Pb	0.01	60
2-25	ロール転写	A	11	3	0.2	B	0.01	80
2-26	ロール転写	A	11	3	0.2	Bi	0.01	100
2-27	ロール転写	A	11	3	0.2	Cr	0.1	110
2-28	ロール転写	A	11	3	0.2	Sc	0.1	90
2-29	ロール転写	A	11	3	0.2	C	0.1	230
2-30	ロール転写	H	11	3	0.2	Ti	0.005	160
2-31	ロール転写	A	95	0	0.2	Ti	0.005	80
2-32	ロール転写	A	11	11	0.2	Ti	0.005	70
2-33	めっき後印刷	—	11	3	0.2	Ti	0.005	120
2-34	めっき後研削	—	11	3	0.2	Ti	0.005	90

[0179]

[表5]

No.	溶融めっき層					評価			備考
	パターン部		非パターン部		面積率 の差 (面積%)	識別性		耐食性	
	第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)	第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)		初期 状態	経時 状態		
2-1	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-2	90	10	50	50	40	A	A	A	発明例
2-3	50	50	100	0	50	A	A	A	発明例
2-4	0	100	90	10	90	A	A	A	発明例
2-5	90	10	10	90	80	A	A	A	発明例
2-6	50	50	10	90	40	A	A	A	発明例
2-7	10	90	50	50	40	B	C	B	発明例
2-8	10	90	50	50	40	B	B	B	発明例
2-9	10	90	50	50	40	A	B	B	発明例
2-10	10	90	50	50	40	A	B	B	発明例
2-11	10	90	50	50	40	B	B	B	発明例
2-12	10	90	50	50	40	A	B	B	発明例
2-13	10	90	50	50	40	A	B	A	発明例
2-14	10	90	50	50	40	A	B	A	発明例
2-15	10	90	50	50	40	A	B	B	発明例
2-16	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-17	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-18	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-19	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-20	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-21	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-22	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-23	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-24	10	90	40	60	30	C	C	A	発明例
2-25	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-26	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-27	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-28	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-29	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
2-30	10	90	35	65	25	D	D	B	比較例
2-31	10	90	50	50	40	B	D	B	比較例
2-32	10	90	50	50	40	B	D	B	比較例
2-33	－	－	－	－	－	A	D	B	比較例
2-34	－	－	－	－	－	B	B	D	比較例

[0180] (実施例3)

鋼板を脱脂、水洗した後に、還元焼鈍、めっき浴浸漬、付着量制御、冷却

を行うことで、表7及び表8に示すNo. 3-1～No. 3-32の溶融めっき鋼板を製造した。めっき浴から鋼板を引き上げた際に、溶融金属の温度が（最終凝固温度－5）℃～（最終凝固温度＋5）℃の範囲にあるときに、鋼板表面の溶融金属に、非酸化性ガスの一種である窒素ガスをガスノズルによって吹き付けた。窒素ガスの吹き付け条件は表6に示す通りとした。表6に示すガス温度は、いずれも、最終凝固温度未満であった。その後、冷却して溶融金属を完全に凝固させた。窒素ガスの吹き付けによって、一辺が50mmの正方形パターンが現れるように制御した。ただし、No. 3-30については、溶融金属の温度が（最終凝固温度－5）℃～（最終凝固温度＋5）℃の範囲よりも低い温度にあるときに、窒素ガスをガスノズルによって吹き付けた。

[0181] また、上記と同様にしてZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板を製造した。その後、溶融めっき層の表面に、インクジェット法により、一辺が50mmの正方形パターンを印刷した。この結果をNo. 3-33として表7及び表8に示す。

[0182] 更に、上記と同様にしてZn-Al-Mg系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、一辺が50mmの正方形パターンを形成した。この結果をNo. 3-34として表7及び表8に示す。

[0183] 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第1領域、第2領域の面積率を求めた。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。境界の判別が難しい例では、窒素ガスの吹き付け範囲に基づき境界を設定し、第1領域及び第2領域の面積率を評価した。

[0184] 次に、正方形のパターン（表7ではパターン部と表記）及びそれ以外の領域（表7では非パターン部と表記）に含まれる各領域の配向率は、次に説明する測定方法により求めた。すなわち、溶融めっき層の表面に1mm間隔で仮想格子線を描いた。次に、仮想格子線によって区画される複数の領域にそ

れぞれX線を入射させるX線回折法により、領域毎に、Zn相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} と、Zn相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} とを測定した。そして、これらの強度比(I_{0002}/I_{10-11})を求め、配向率とした。

[0185] X線回折測定は、X線光源としてCo管球を用いた。Zn相の(0002)面の回折ピーク強度 I_{0002} は、 2θ 範囲で $42.41^\circ \pm 0.5^\circ$ の範囲に現れるZn相の(0002)面回折ピークの強度とした。Zn相の(10-11)面の回折ピーク強度 I_{10-11} は、 2θ 範囲で $50.66^\circ \pm 0.5^\circ$ の範囲に現れるZn相の(10-11)面の回折ピークの強度とした。ステップは 0.02° 、走査速度は $5^\circ/\text{min}$ とし、検出器は高速半導体2次元検出器を用いた。

[0186] 本実施例では、正方形パターンの一辺のサイズが10mm以上であったが、仮想格子線の間隔は1mmとした。そのため、X線光源から出射されるX線は、ポリキャピラリによって集光した。集光後のX線の照射範囲は、直径1mmの円形とした。このように照射範囲を狭めたX線を、1mm間隔の仮想格子線によって区画された領域毎に照射したX線回折測定は、微小領域測定用のX線回折装置を用いた。

[0187] そして、配向率が3.5以上の領域を第1領域と判別し、配向率が3.5未満の領域を第2領域と判別した。

[0188] そして、正方形のパターン及びそれ以外の部分における第1領域の面積率をそれぞれ求め、第1領域の面積率の差の絶対値を求めた。

[0189] [識別性]

正形状の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、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、A～Cを合格とした。判定基準は、実施例1と同じ基準とした。

[0190] [耐食性]

試験板に対して実施例1と同じ条件にて耐食性試験を行った後、錆発生状

況を調査し、判定基準に基づいて評価した。A～Cを合格とした。判定基準は、実施例1と同じ基準とした。

[0191] 表7及び表8に示すように、No. 3-1～No. 3-29の本発明例のZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板は、識別性及び耐食性の両方に優れていた。図9に、No. 3-1のパターン部の走査型電子顕微鏡による観察結果を示し、図10に、No. 3-1の非パターン部の走査型電子顕微鏡による観察結果を示す。パターン部は非パターン部に比べて、第1領域の面積率が大きく異なっており、パターン部と非パターン部との識別が可能であることがわかる。

[0192] No. 3-30については、溶融金属の温度が（最終凝固温度-5）℃～（最終凝固温度+5）℃の範囲よりも低い温度にあるときに、窒素ガスをガスノズルによって吹き付けたため、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差が30%未満になり、パターン部の識別性が低下した。

また、No. 3-31及びNo. 3-32は、溶融めっき層の組成が本発明の範囲から外れており、6ヶ月間屋外暴露した後の識別性が低下した。

[0193] インクジェット法で正形状のパターン部を印刷したNo. 3-33は、6ヶ月間の屋外暴露後の経過状態においてパターン部が薄くなり、識別性が低下した。

また、研削によって正形状のパターン部を形成したNo. 3-34は、研削した箇所の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。

なお、No. 3-1～No. 3-6、No. 3-10～No. 3-30、No. 3-32～No. 3-34のめっき層には、〔Al相〕と、〔Al/Zn/MgZn₂の三元共晶組織〕とを含んでいた。

[0194] 図11には、Zn-Al-Mg系溶融めっき層に窒素ガスの吹き付けることにより、文字列（アルファベット）をパターン部で表した溶融めっき鋼板の表面を示す。

本発明によれば、溶融めっき鋼板の表面に、文字やマークからなるパター

ン部を意図的に表すことができるようになる。

[0195] [表6]

記号	窒素ガスの吹き付け条件
A	ガス温度: 25℃
B	ガス温度: 150℃
C	ガス温度: 250℃

[0196]

[表7]

No.	製造方法		溶融めっき層					
	製法	吹き付け 条件	平均組成(質量%)			残部:Znおよび不純物		めっき付着量 (g/m ²)
			Al	Mg	Si	その他		
3-1	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Ti	0.005	90
3-2	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ni	0.01	160
3-3	窒素ガス吹き付け	B	11	3	0.2	Ti	0.005	90
3-4	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Ti	0.005	100
3-5	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ti	0.005	80
3-6	窒素ガス吹き付け	B	11	3	0.2	Ti	0.005	90
3-7	窒素ガス吹き付け	A	0.2	－	－	－		80
3-8	窒素ガス吹き付け	C	3.5	1	－	－		90
3-9	窒素ガス吹き付け	B	4	3	－	－		130
3-10	窒素ガス吹き付け	A	22	1	－	－		110
3-11	窒素ガス吹き付け	A	23	1	－	－		100
3-12	窒素ガス吹き付け	B	20	10	－	－		100
3-13	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.01	－		90
3-14	窒素ガス吹き付け	C	11	3	2	－		110
3-15	窒素ガス吹き付け	B	5	0.5	－	Ni	0.1	60
3-16	窒素ガス吹き付け	B	11	3	0.2	Zr	0.02	80
3-17	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Sr	0.02	60
3-18	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Sb	0.1	140
3-19	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Pb	0.1	100
3-20	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Sn	0.2	100
3-21	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ca	0.01	90
3-22	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Co	0.05	80
3-23	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Mn	0.01	100
3-24	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Pb	0.01	140
3-25	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	B	0.01	130
3-26	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Bi	0.01	130
3-27	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Cr	0.1	150
3-28	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Sc	0.1	100
3-29	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	C	0.1	220
3-30	窒素ガス吹き付け	C	11	3	0.2	Ti	0.005	100
3-31	窒素ガス吹き付け	C	95	0	0.2	Ti	0.005	90
3-32	窒素ガス吹き付け	B	11	11	0.2	Ti	0.005	100
3-33	めっき後印刷	－	11	3	0.2	Ti	0.005	110
3-34	めっき後研削	－	11	3	0.2	Ti	0.005	110

[0197]

[表8]

No.	溶融めっき層					評価			備考
	パターン部		非パターン部		面積率の差 (面積%)	識別性		耐食性	
	第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)	第1領域 (面積%)	第2領域 (面積%)		初期状態	経時状態		
3-1	10	90	50	50	40	A	A	A	発明例
3-2	90	10	40	60	50	A	A	A	発明例
3-3	50	50	90	10	40	A	A	A	発明例
3-4	20	80	80	20	60	A	A	A	発明例
3-5	80	20	10	90	70	A	A	A	発明例
3-6	60	40	10	90	50	A	A	A	発明例
3-7	80	20	20	80	60	B	C	B	発明例
3-8	30	70	90	10	60	B	B	B	発明例
3-9	40	60	90	10	50	A	B	B	発明例
3-10	90	10	30	70	60	A	B	B	発明例
3-11	80	20	40	60	40	B	B	B	発明例
3-12	60	40	20	80	40	A	B	B	発明例
3-13	80	20	40	60	40	A	B	A	発明例
3-14	20	80	90	10	70	A	B	A	発明例
3-15	60	40	20	80	40	A	B	B	発明例
3-16	40	60	90	10	50	A	A	A	発明例
3-17	80	20	30	70	50	A	A	A	発明例
3-18	10	90	60	40	50	A	A	A	発明例
3-19	80	20	20	80	60	A	A	A	発明例
3-20	90	10	30	70	60	A	A	A	発明例
3-21	100	0	30	70	70	A	A	A	発明例
3-22	70	30	10	90	60	A	A	A	発明例
3-23	10	90	60	40	50	A	A	A	発明例
3-24	70	30	40	60	30	C	C	A	発明例
3-25	20	80	80	20	60	A	A	A	発明例
3-26	20	80	70	30	50	A	A	A	発明例
3-27	30	70	80	20	50	A	A	A	発明例
3-28	20	80	60	40	40	A	A	A	発明例
3-29	10	90	60	40	50	A	A	A	発明例
3-30	0	100	20	80	20	D	D	B	比較例
3-31	10	90	50	50	40	B	D	B	比較例
3-32	50	50	90	10	40	B	D	B	比較例
3-33	—	—	—	—	—	A	D	B	比較例
3-34	—	—	—	—	—	B	B	D	比較例

[0198] (実施例4)

鋼板を脱脂、水洗した後に、還元焼鈍、めっき浴浸漬、付着量制御、冷却

を行うことで、表10に示すNo. 4-1~4-32のZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板を製造した。めっき浴から鋼板を引き上げた際に、溶融金属の温度が（最終凝固温度-5）℃～（最終凝固温度+5）℃の範囲にあるときに、鋼板表面の溶融金属に、非酸化性ガスの一種である窒素ガスを加熱した状態でガスノズルから吹き付けた。窒素ガスの吹き付け条件は表9に示す通りとした。表9に示すガス温度は、いずれも、最終凝固温度以上であった。その後、冷却して溶融金属を完全に凝固させた。窒素ガスの吹き付けによって、一辺が50mmの正方形パターンが現れるように制御した。ただし、No. 4-30については、溶融金属の温度が（最終凝固温度-5）℃～（最終凝固温度+5）℃の範囲よりも高い温度にあるときに、窒素ガスをガスノズルによって吹き付けた。

[0199] また、上記と同様にしてZn-Al-Mg系溶融めっき鋼板を製造した。その後、溶融めっき層の表面に、インクジェット法により、一辺が50mmの正方形パターンを印刷した。この結果をNo. 4-33として表10に示す。

[0200] 更に、上記と同様にしてZn-Al-Mg系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、一辺が50mmの正方形パターンを形成した。この結果をNo. 4-34として表10に示す。

[0201] 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第1領域及び第2領域の面積率を求めた。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。境界の判別が難しい例では、窒素ガスの吹き付け範囲に基づき境界を設定し、第1領域及び第2領域の面積率を評価した。

[0202] 次に、正方形のパターン（表10ではパターン部と表記）及びそれ以外の領域（表10では非パターン部と表記）に含まれる各領域の面積率は、下記の決定方法により求めた。

図1に示すように、溶融めっき層の表面に1mm間隔で仮想格子線Kを描

いた。なお、図1には、溶融めっき層の現れる境界線は図示していない。次いで、仮想格子線Kによって区画される複数の領域Mを設定した。各領域Mの形状は、1辺が1mmの正方形であった。次いで、仮想格子線Kによって区画される複数の領域M毎に、各領域の重心点Gを設定した。次いで、重心点Gを中心とする円Sを描いた。円Sの直径Rは、溶融めっき層の表面に現れる境界線の合計長さが10mmとなるように調整した。

[0203] そして、複数の領域Mの円Sのうち最大の直径 $R_{\max}$ と最小の直径 $R_{\min}$ と
の平均値を基準直径 R_{ave} とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 未満の円Sを有する
領域を第1領域とし、直径Rが基準直径 R_{ave} 以上の円Sを有する領域を第2
領域とした。

[0204] 溶融めっき層に現れる境界線は、めっき表面の明度の高い部分と明度の低
い部分との境界とした。この境界は、めっき表面の撮像データにおいて、明
度の値を2値化処理することによって得た境界線とした。溶融めっき層の表
面の2値化処理後の境界線の一例を図12に示す。

[0205] そして、正方形のパターン及びそれ以外の部分における第1領域及び第2
領域の面積率をそれぞれ求め、第1領域の面積率の差の絶対値を求めた。

[0206] [識別性]

正方形形状の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、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、A～Cを合格とした。判定基準は、
実施例1と同じ基準とした。

[0207] [耐食性]

試験板に対して実施例1と同じ条件にて耐食性試験を行った後、錆発生状
況を調査し、判定基準に基づいて評価した。A～Cを合格とした。判定基準
は、実施例1と同じ基準とした。

[0208] 表10に示すように、No. 4-1～No. 4-29の本発明例のZn-
Al-Mg系溶融めっき鋼板は、識別性及び耐食性の両方に優れていた。図
13に、No. 4-1のパターン部の走査型電子顕微鏡による観察結果を示

し、図14に、No. 4-1の非パターン部の走査型電子顕微鏡による観察結果を示す。パターン部は非パターン部に比べて、第1領域の面積率が大きく異なっており、パターン部と非パターン部との識別が可能であることがわかる。

[0209] No. 4-30については、溶融金属の温度が（最終凝固温度－5）℃～（最終凝固温度＋5）℃の範囲よりも高い温度にあるときに、窒素ガスをガスノズルによって吹き付けたため、パターン部における第1領域の面積率と、非パターン部における第1領域の面積率との差が30%未満になり、パターン部の識別性が低下した。

また、No. 4-31及びNo. 4-32は、溶融めっき層の組成が本発明の範囲から外れており、6ヶ月間屋外暴露した後の識別性が低下した。

[0210] 一方、インクジェット法で正方形状のパターン部を印刷したNo. 4-33は、6ヶ月間の屋外暴露によってパターン部が薄くなり、意匠性が低下した。

また、研削によって基盤目状のパターンを形成したNo. 4-34は、研削した箇所の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。

なお、No. 4-1～No. 4-6、No. 4-10～No. 4-30、No. 4-32～No. 4-34のめっき層には、〔Al相〕と、〔Al／Zn／MgZn₂の三元共晶組織〕とを含んでいた。

[0211] 図15には、文字列（アルファベット）をパターン部によって表した溶融めっき鋼板の表面を示す。

本発明によれば、溶融めっき鋼板の表面に、文字やマークからなるパターン部を任意に表すことができるようになる。

[0212] [表9]

記号	窒素ガスの吹き付け条件
A	ガス温度：380℃
B	ガス温度：350℃
C	ガス温度：450℃

[0213] [表10]

No.	製造方法	溶融めっき層										評価		備考				
		平均組成(質量%) 残部:Znおよび不純物		めっき 付着量 (g/m ²)	PSSの		基準				パターン部		非パターン部		識別性			
					最小 直径 Rmin (mm)	最大 直径 Rmax (mm)	PSSの 直径 Rave (mm)	第1 領域 (面積%)	第2 領域 (面積%)	面積率 の差 (面積%)	初期 状態	経時 状態						
													Al		Mg	Si	その他	
4-1	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ti 0.005	100	2.1	3.0	2.55	20	80	60	40	40	A	A	発明例
4-2	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ni 0.01	120	1.9	3.5	2.7	90	10	40	60	50	A	A	発明例
4-3	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ti 0.005	100	1.5	3.4	2.45	40	60	80	20	40	A	A	発明例
4-4	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ti 0.005	90	2.2	3.3	2.75	10	90	90	10	80	A	A	発明例
4-5	窒素ガス吹き付け	B	11	3	0.2	Ti 0.005	160	3.0	5.2	4.1	90	10	20	80	70	A	A	発明例
4-6	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ti 0.005	80	3.2	4.3	3.75	60	40	20	80	40	A	A	発明例
4-7	窒素ガス吹き付け	C	0.2	-	-	Sb 0.1	60	5.5	10.1	7.8	0	100	60	40	60	B	C	発明例
4-8	窒素ガス吹き付け	C	3.5	1	-	-	90	1.8	3.3	2.55	60	40	20	80	40	B	B	発明例
4-9	窒素ガス吹き付け	A	4	3	-	-	110	1.9	3.5	2.7	80	20	30	70	50	A	B	発明例
4-10	窒素ガス吹き付け	C	22	1	-	-	100	1.5	3.3	2.4	40	60	80	20	40	A	B	発明例
4-11	窒素ガス吹き付け	C	23	1	-	-	90	2.1	3.5	2.8	80	20	40	60	40	B	B	発明例
4-12	窒素ガス吹き付け	A	20	10	-	-	80	1.8	3.0	2.4	20	80	60	40	40	A	B	発明例
4-13	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.01	-	90	2.0	3.5	2.75	10	90	60	40	50	A	B	発明例
4-14	窒素ガス吹き付け	A	11	3	2	-	100	1.7	2.8	2.25	90	10	20	80	70	A	B	発明例
4-15	窒素ガス吹き付け	A	5	0.5	-	Ni 0.1	90	1.3	3.5	2.4	60	40	20	80	40	A	B	発明例
4-16	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Zr 0.02	40	2.2	3.6	2.9	80	20	20	80	60	A	A	発明例
4-17	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Sr 0.02	80	2.3	4.0	3.15	50	50	10	90	40	A	A	発明例
4-18	窒素ガス吹き付け	B	11	3	0.2	Sb 0.1	80	2.2	3.6	2.9	60	40	20	80	40	A	A	発明例
4-19	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Pb 0.1	140	2.6	3.8	3.2	30	70	80	20	50	A	A	発明例
4-20	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Sn 0.2	100	2.2	4.3	3.25	70	30	30	70	40	A	A	発明例
4-21	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ca 0.01	160	2.0	3.2	2.6	70	30	30	70	40	A	A	発明例
4-22	窒素ガス吹き付け	B	11	3	0.2	Co 0.05	120	1.8	3.4	2.6	30	70	80	20	50	A	A	発明例
4-23	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Mn 0.01	160	1.9	3.3	2.6	30	70	90	10	60	A	A	発明例
4-24	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Pb 0.01	130	1.6	3.4	2.5	40	60	70	30	30	C	A	発明例
4-25	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	B 0.01	110	2.3	3.5	2.9	20	80	90	10	70	A	A	発明例
4-26	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Bi 0.01	150	1.9	3.4	2.65	10	90	80	20	70	A	A	発明例
4-27	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Cr 0.1	100	1.9	3.5	2.7	10	90	50	50	40	A	A	発明例
4-28	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Se 0.1	90	1.7	2.8	2.25	20	80	80	20	60	A	A	発明例
4-29	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	C 0.1	150	2.3	3.2	2.75	10	90	60	40	50	A	A	発明例
4-30	窒素ガス吹き付け	A	11	3	0.2	Ti 0.005	80	2.0	4.5	3.25	80	20	60	40	20	D	B	比較例
4-31	窒素ガス吹き付け	A	95	0	0.2	Ti 0.005	80	2.3	4.1	3.2	90	10	20	80	70	B	D	比較例
4-32	窒素ガス吹き付け	A	11	11	0.2	Ti 0.005	70	1.5	3.2	2.35	20	80	80	20	60	B	D	比較例
4-33	めっき後印刷	-	11	3	0.2	Ti 0.005	120	-	-	-	-	-	-	-	-	A	D	比較例
4-34	めっき後研削	-	11	3	0.2	Ti 0.005	120	-	-	-	-	-	-	-	-	B	D	比較例

産業上の利用可能性

[0214] 本発明によれば、溶融めっき層の表面に、印刷や塗装を行うことなく、様々な意匠、商標、その他の識別マークを表すことができ、鋼板の出所の識別性やデザイン性等を高めることができる。また、パターン部によって、工程管理や在庫管理などに必要な情報や需要者が求める任意の情報を、溶融めっき鋼板に付与することもできる。これにより、溶融めっき鋼板の生産性の向上にも寄与することができる。従って、産業上の利用可能性を十分に備えている。