

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-17289

(P2015-17289A)

(43) 公開日 平成27年1月29日(2015.1.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 3 C 2/06 (2006.01)	C 2 3 C 2/06	4 K O 2 7
C 2 3 C 2/28 (2006.01)	C 2 3 C 2/28	
C 2 3 C 2/40 (2006.01)	C 2 3 C 2/40	
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 W	
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 T	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-143568 (P2013-143568)	(71) 出願人	000006655
(22) 出願日	平成25年7月9日(2013.7.9)		新日鐵住金株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
		(74) 代理人	100107892
			弁理士 内藤 俊太
		(74) 代理人	100105441
			弁理士 田中 久喬
		(74) 代理人	100166707
			弁理士 香取 英夫
		(72) 発明者	石塚 清和
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	高橋 武寛
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板

(57) 【要約】

【課題】本発明は、S i を含有する高強度鋼板を原板とし、摺動性、パウダリング性、耐チップング性、外観均一性等の特性に優れる高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板を得ることを目的とする。

【解決手段】S i を0.5～2質量%含有する高強度鋼板の少なくとも片面に、Fe：8～13質量%、Al：0.5～2質量%、Ni：0.1～1質量%、残部Znおよび不可避免の不純物からなるめっき層を有し、該めっき層が γ 相を有さず、 Γ 相と $\Gamma 1$ 相の合計厚みが0.5 μ m未満であることを特徴とする高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。このような最適めっき層構造とすることにより、S i を含有する高強度鋼板を原板としたとき、摺動性、パウダリング性、耐チップング性、外観均一性等の特性に優れる高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

S i を 0. 5 ～ 2 質量 % 含有する高強度鋼板の少なくとも片面に、
F e : 8 ～ 1 3 質量 %、
A l : 0. 5 ～ 2 質量 %、
N i : 0. 1 ～ 1 質量 %、
残部 Z n および不可避免的不純物
からなるめっき層を有し、該めっき層が γ 相を有さず、 Γ 相と $\Gamma 1$ 相の合計厚みが 0. 5 μ m 未満であることを特徴とする高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項 2】

高強度鋼板が、質量 % で、S i : 0. 5 ～ 2 %、C : 0. 0 0 1 ～ 0. 3 %、M n : 0. 0 1 ～ 3 %、P : 0. 1 % 以下、S : 0. 0 1 % 以下、A l : 0. 0 0 5 ～ 0. 0 5 %、N : 0. 0 1 % 以下、残部は F e 及び不可避免不純物からなることを特徴とする請求項 1 に記載の高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項 3】

高強度鋼板が、更に質量 % で、T i : 0. 0 0 5 % 以上、0. 2 % 以下、N b : 0. 0 0 1 % 以上、0. 1 % 以下、B : 0. 0 0 0 5 % 以上、0. 0 0 3 % 以下、C a : 0. 0 0 0 5 % 以上、0. 0 0 3 % 以下、C u : 0. 3 % 以下、N i : 0. 1 % 以下、C r : 0. 3 % 以下、S n : 0. 1 % 以下の一種以上を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、S i を含有する高強度鋼板を原板とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、自動車燃費向上などのため、車体の軽量化を目的に高強度鋼板を足回り部品等に適用することが進められている。また、衝突安全性の法規制の強化から、これまで低強度の鋼板しか用いることができなかった複雑形状を有する部品まで高強度鋼板を適用しようとするニーズがある。更には車体防錆強化の観点から、高強度鋼板を原板とした亜鉛系めっき鋼板が求められている。

【0 0 0 3】

車体用の亜鉛系めっき鋼板としては、従来より合金化溶融亜鉛めっき鋼板、すなわち溶融亜鉛めっきした後、加熱してめっき層を F e - Z n 合金とする合金化処理を施した鋼板が大量に使用されている。

【0 0 0 4】

合金化溶融亜鉛めっき鋼板は耐食性に優れ、溶接性や塗装性も良好であるが、鋼板を高強度化するために一般的に用いられる S i を多量に添加した鋼板を原板とする場合、めっき性に劣り所望の特性を得にくいことが知られている。この課題に対して、N i プレめっき法を適用した技術が知られている。

【0 0 0 5】

例えば特許文献 1 では、0. 2 ～ 0. 5 % の S i を含有する高張力鋼板に N i プレめっき層を 0. 2 ～ 2 g / m² めっきし、直ちに非酸化性雰囲気中で板温 4 3 0 ～ 5 0 0 °C に 3 0 °C / s 以上の昇温速度で急速加熱を行ったのち A l 0. 0 5 ～ 0. 2 5 % 含有する Z n めっき浴中で溶融めっきし、ワイピング後、直ちに 2 0 °C / s 以上の昇温速度で 4 7 0 ～ 5 5 0 °C に急速昇温し、同温度範囲で 1 0 ～ 4 0 秒合金化加熱処理を行うことを特徴とする高張力合金化溶融 Z n めっき鋼板の製造方法が開示されている。

【0 0 0 6】

また特許文献 2 では、S i を 0. 5 ～ 2. 0 % 含有する高張力鋼板の表面層を 0. 0 5

10

20

30

40

50

μm 以上除去したのち、Niを0.2～2g/m²めっきし、非酸化雰囲気中で板温430～500℃に30℃/s以上の昇温速度で急速加熱を行ったのちAl0.05～0.25%含有するZnめっき浴中で溶融めっきし、ワイピング後、470～550℃で10～40秒合金化加熱処理を行うことを特徴とする加工部のめっき密着性に優れた高張力合金化溶融Znめっき鋼板の製造方法が開示されている。

【0007】

また特許文献3では、前記特許文献1, 2の方法にて形成されためっき層として、Si0.2～2.0%を含有する鋼板上に分散する Γ 1相よりなる合金層を有し、それらの上層にFe8～15%、Al1%以下、Ni0.01～2%と不可避的不純物よりなるZn合金層を有することを特徴とする加工部のめっき密着性および耐食性の優れた高強度高延性合金化溶融Znめっき鋼板が開示されている。

10

【0008】

上記特許文献1の方法では、鋼板のSi濃度の上限が0.5%とされており、高強度化効果が不足する。特許文献2の方法では、鋼板表層を研削等で除去する工程が必要となり、コストが増大する。

【0009】

特許文献3のめっき層は、加工部のめっき密着性を確保する観点で、連続的でなく分散した Γ 1相を形成しており、このようなめっき構造は、通常の加工での密着性には問題ないものの、耐チップング性には劣る。チップング性とは、寒冷地などで自動車が走行中に、塗装された合金化溶融亜鉛めっき鋼板に対して飛び石などによる衝撃が塗装面に加えられた際に、めっき層が塗膜と共に剥離し、素地鋼板を露出させる現象である。分散した Γ 1相は、平均するとその厚みは薄いものの、部分的に厚い Γ 1相の存在が必然となり、このような部位がチップングの衝撃によりめっき層ごと剥離するものと考えられる。また Γ 1相は Γ 相よりも脆いことも影響していると考えられる。また、前述のような分散した Γ 1相の構造を得るために、比較的低温での合金化処理を施す結果として、Fe-Zn合金相の中でもっともFe含有率が低い ζ 相を有することとなり、摺動性にも劣る。

20

【0010】

特許文献4ではSiを0.5～1.8質量%含む鋼片を熱延、酸洗、冷延処理した後、600℃以上での昇温速度が5℃/sec以下にて昇温して、730～800℃にて焼鈍し、さらに580℃以上から450℃以下まで50℃/sec以上で冷却して、350℃～450℃の範囲で120秒以上保持し、冷却した後、調質圧延を伸び率0.1%以上で施し、NiまたはNi-Fe合金をプレめっきし、無酸化雰囲気または還元雰囲気で5℃/sec以上で430～500℃まで加熱後、Alを0.12%以上、0.20%以下含む溶融亜鉛浴に浸漬してめっきし、ガスワイピングにより付着量を調整し、ワイピング後に合金化する合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法が開示されている。

30

【0011】

しかしながら特許文献4は、低降伏比型の高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板を得ることを主眼としており、合金化溶融亜鉛めっき層の最適化、すなわち、摺動性、パウダリング性、チップング性、めっき外観についての知見は開示されていない。

【0012】

特許文献5には、Fe:8～13重量%、Al:0.5重量%未満、Ni:0.02～1.0重量%を含有し残部がZn及び不可避的不純物より成る組成であって且つ地鉄界面の Γ 相の厚さが0.5 μm 以下でありめっき層表面に η 、 ζ 相が存在せず付着量が45～90g/m²の合金化めっき層を少なくとも片面に有することを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板が開示されている。この鋼板は、摺動性、パウダリング性ともに優れるが、Siを含有する高張力鋼板を対象としたものではないため、Si含有鋼板に適用した場合には十分な特性が得られない。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

50

- 【特許文献1】特開平4-333552号公報
【特許文献2】特開平4-346644号公報
【特許文献3】特開平6-65701号公報
【特許文献4】特開2010-132935号公報
【特許文献5】特開平4-13855号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

一般に合金化溶融亜鉛めっき鋼板において、摺動性を悪化させる δ 相とパウダリング性を悪化させる Γ 1相、 Γ 相の相方を減少させることは難しい。また、鋼板がSiを含有する場合、不めっきを抑制しめっき密着性を確保し、かつ良好な外観を造り込むことも容易ではない。これに対して、特許文献1, 2, 3, 4の方法にあるようにSi含有鋼板を原板としてNiプレめっき法を適用すると、比較的良好な特性は得られるものの、十分ではない。

10

【0015】

そこで本発明では、前記特許文献の技術を改良することで、Siを含有する高強度鋼板を原板とし、摺動性、パウダリング性、耐チップング性、外観均一性等の特性に優れる高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明者らは、所定量のSiを含有する鋼板にNiプレめっきを施したのち、Alを微量添加した溶融亜鉛めっき浴でめっきし、加熱合金化させる技術に着目して、鋭意、改善検討を重ねた。Si含有鋼板では、Fe-Znの合金化反応が遅いため、鋼板表面の微妙な成分、結晶粒、残存歪などのばらつきによって、部分的に合金化速度の差異が発生しやすく、摺動性や耐チップング性が低下しやすいことを知見した。

20

【0017】

これに対して、めっき層中のFe、Al、Niの含有量を好適範囲とするとともに、めっき層が δ 相を有さず、 Γ 相と Γ 1相の合計厚みが0.5 μ m未満の最適めっき層構造とすることにより、Siを含有する高強度鋼板を原板としたとき、摺動性、パウダリング性、耐チップング性、外観均一性等の特性に優れる高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られることを見出したものである。溶融亜鉛めっき浴のAl濃度、溶融亜鉛めっき浴への侵入板温、合金化温度の全てを最適化すれば、上記最適なめっき層構造が得られる。

30

【0018】

即ち、その要旨とするところは以下のとおりである。

(1) Siを0.5~2質量%含有する高強度鋼板の少なくとも片面に、Fe:8~13質量%、Al:0.5~2質量%、Ni:0.1~1質量%、残部Znおよび不可避免的不純物からなるめっき層を有し、該めっき層が δ 相を有さず、 Γ 相と Γ 1相の合計厚みが0.5 μ m未満であることを特徴とする高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

(2) 高強度鋼板が、質量%で、Si:0.5~2%、C:0.001~0.3%、Mn:0.01~3%、P:0.1%以下、S:0.01%以下、Al:0.005~0.05%、N:0.01%以下、残部はFe及び不可避不純物からなることを特徴とする(1)に記載の高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

40

(3) 更に質量%で、Ti:0.005%以上、0.2%以下、Nb:0.001%以上、0.1%以下、B:0.0005%以上、0.003%以下、Ca:0.0005%以上、0.003%以下、Cu:0.3%以下、Ni:0.1%以下、Cr:0.3%以下、Sn:0.1%以下の一種以上を含むことを特徴とする(2)に記載の高強度合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【発明の効果】

【0019】

本発明によって、Siを含有する高強度鋼板を原板とする摺動性、パウダリング性、耐

50

チッピング性、外観均一性等の特性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本願発明を詳細に説明する。本願において、%は質量%を表すものとする。

【0021】

本発明の鋼板は、Siを0.5～2%含有するものとする。0.5%未満では強度が不足しやすく、2%を超えると不めっきが発生しやすくまた圧延荷重も過大となって製造コストが増大するといった問題もある。

【0022】

Si以外の成分については限定しないが、以下に望ましい条件を記載する。

10

【0023】

Cは0.3%超含有していると炭化物の生成により加工性が劣化し、また溶接性も劣化しやすいので、0.3%以下とする。また、0.001%未満であると強度が低下するので、0.001%以上、好ましくは0.05%以上とする。

【0024】

Mnは固溶強化元素として強度上昇に有効である。所望の強度が得られるように添加すればよいが、0.01%未満では強度が不足しやすい。また、Mn以外にSによる熱間割れの発生を抑制するTiなどの元素が十分に添加されない場合には、質量%で $Mn/S > 20$ となるMn量を添加することが望ましい。一方、3.0%超添加するとスラブ割れを生ずるため、3.0%以下とする。

20

【0025】

Pは不可避免的に含有される不純物元素であり、低いほど望ましく、0.1%超含有すると加工性や溶接性に悪影響を及ぼすとともに、疲労特性も低下させるので、0.1%以下とする。

【0026】

SはPと同様に不可避免的に含有される不純物元素であり、多すぎるとMnS等の粗大な介在物となって成形性を劣化させるので、0.01%以下とする必要がある。厳しい加工を受ける部品用途で、厳しい成形に耐えうる材質とするためには、0.005%以下とすることが好ましい。

【0027】

30

Alは溶鋼の脱酸に必要な元素であるので、その効果を得るには0.005%以上含有させる必要がある。しかし、過剰に添加すると、変態点を極度に上昇させ、本発明に必要な圧延温度の確保が困難となるため、その上限は0.05%とする。

【0028】

Nは、鋼の熱間加工性や加工性を低下させる元素であるので、少ないほど好ましい。本発明の鋼の特性を損なわないために、Nの含有量の上限は0.01%とする。

【0029】

Tiおよびまたは、Nbは析出硬化により高強度化に寄与するので必要に応じて添加することができる。Tiの場合、0.005%未満では十分な高強度化効果が得られず、0.2%超含有してもその効果が飽和するだけでなく合金コストの上昇を招く。Nbの場合、0.001%未満では十分な高強度化効果が得られず、0.1%超含有してもその効果が飽和するだけでなく合金コストの上昇を招く。

40

【0030】

Bは必要に応じて添加することにより粒界強度を増加させ、韌性を向上させることができる。Bの含有量が0.0005%未満では十分な韌性向上効果は得られず、一方、0.003%より多く添加してもその効果は飽和するので、Bの添加量は0.0005%以上、0.003%以下とする。

【0031】

Caは必要に応じて添加することにより、溶鋼脱酸に微細な酸化物を多数分散させ、組織微細化のために好適な元素であるとともに、溶鋼の脱硫のために鋼中Sを球形のCaS

50

として固定し、MnSなどの延伸介在物の生成を抑制して穴拡げ性を向上させる元素である。これらの効果は添加量が0.0005%から得られるが、0.003%で飽和するため、Caの含有量は0.0005%以上、0.003%以下とする望ましい。

【0032】

本発明においては、鋼中に更にCu、Ni、Cr、Sn等のいわゆるトラップ元素が含まれてもよい。トラップ元素とは鉄スクラップを原料とした製鉄において不可避免的に混入するものであるが、耐食性、耐候性、靱性等の特性を向上させる目的で積極的に添加することも可能である。その際、表面欠陥や材質の低下を防ぐために、Cu、Crは0.3%以下、好ましくは0.1%以下、Ni、Snは0.1%以下、好ましくは0.05%以下とするのがよい。

10

【0033】

本発明は、酸洗済みの熱延鋼板、冷延および焼鈍済みの冷延鋼板、いずれにも適用可能である。

【0034】

本発明の合金化溶融亜鉛めっき層は、Fe：8～13質量%、Al：0.5～2質量%、Ni：0.1～1質量%、残部Znおよび不可避免の不純物からなる。該めっき層は ζ 相を有さず、 Γ 相と Γ_1 相の合計厚みが0.5 μ m未満である。

【0035】

Fe含有率が8%未満では、未合金のため塗装後耐食性が不良となり、また ζ 相が多いため摺動性が不良となって加工時にフレーキングを起こす。Fe含有率が13%を越えると、パウダリング性が劣化する。

20

【0036】

Al含有率が0.5%未満では Γ 相が過度に成長してパウダリング性が劣化し、2%超では摺動性が劣化する。Ni含有率が0.1%未満では摺動性が劣化し、1%超ではめっき外観が劣化しやすい。

【0037】

本発明のめっき層は ζ 相を含有しないことを特徴とする。これによって良好な摺動性が得られる。 ζ 相の存在は、X線回折による ζ 相独自ピークの存在有無によって確認することができる。本発明において、 ζ 相を含有しないとは、前述のX線回折による ζ 相独自ピークがバックグラウンドレベル以上に検出されないことを意味する。なお、電気化学的な手法、例えば ζ 相が有する電位に保持して定電位電解することで流れた電気量から ζ 相を定量する方法も公知であるが、本発明においてはめっき層に比較的多量のAl、Niを含有する影響と推定されるが、電気化学的な方法によって ζ 相の存在、非存在を確認することはできない。なお、本発明のめっき鋼板は後述するように、好ましくは550℃超の高温で合金化するため、熱力学的には ζ 相の安定領域を超えているものである。

30

【0038】

本発明の Γ 相と Γ_1 相の合計厚みは0.5 μ m未満である。これ以上ではパウダリング性やチッピング性が劣化する。また Γ 相と Γ_1 相の合計厚みは0.5 μ m未満であれば、必要とする Γ 相と Γ_1 相の均一性を確保することができる。パウダリング性、チッピング性の観点から0.3 μ m以下であることがより好ましい。 Γ 相と Γ_1 相は、地鉄側から前記順で形成しており、その合計の厚みは、断面組織観察、また電気化学的な手法など既知の方法で定量可能である。

40

【0039】

本発明においては、 Γ_1 相は Γ 相に比較して少ないか、ほとんど存在しない。これは、本発明のめっき鋼板は後述するように、好ましくは550℃超の高温で合金化するため、熱力学的には Γ_1 相の安定領域を超えているからである。

【0040】

自動車用鋼板として用いる場合には、めっき層の付着量が30g/m²以上、60g/m²以下であることが好適である。30g/m²未満では耐食性が不足する。60g/m²超ではスポット溶接時の連続打点性が低下する。

50

【0041】

上記した合金化溶融亜鉛めっき鋼板を得るためのNiプレめっき法における製造条件を以下に述べる。

【0042】

所望の強度特性が得られるように製造した原板を用い、Niプレめっきを行い、昇温したのち、Alを含有する溶融亜鉛めっき浴に浸漬してめっきし、合金化処理を行う。

【0043】

この際、第一のポイントは、溶融亜鉛めっき浴のAl濃度を比較的高めの適正值に調整することである。具体的には、0.20%超、0.25%以下が好適であり、更に好ましくは0.20%超、0.22%以下である。このように、従来よりもやや高めのAl濃度とすることで、めっき浴内での初期のAl, Fe, Niの反応層を均一に生成させ、その後の合金化反応を均一に進行させることによって、パウダリング性やチッピング性を改善する効果がある。

10

【0044】

第二のポイントであるが、上記のように単に浴Al濃度を高めに設定するだけでは、合金化反応が進行しにくくなり、適正なFe%のめっき層を得るためにはより高温、あるいは長時間の合金化が必要となり、その結果としてΓ相、Γ1相が不均一となったり、パウダリング性やチッピング性が悪化する。これを防ぐためには、亜鉛めっき浴への侵入板温が極めて重要であり、やや高めの適正值に設定する必要がある。具体的には470～550℃とする。適正な浴Al濃度と適正な侵入板温の組み合わせによって、後述する高温での合金化の際に均一な合金化が進行し、結果として各種特性を良好ならしめるものである。なお、侵入板温が上記好ましい範囲下限よりも低い場合には、Niプレめっき量や浴Al濃度や好ましい範囲であっても、めっき層中のNi含有量やAl含有量が高めとなる傾向がある。

20

【0045】

第三のポイントはめっき後合金化の温度であり、550℃超、より好ましくは560℃以上であり、高すぎると、Znの蒸発や鋼板材質の低下などが懸念されるため、上限は650℃とする。これによって、ζ相がなく摺動性に優れ、Γ相、Γ1相も薄く均一であり、パウダリング性、チッピング性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。

【0046】

本発明におけるNiプレめっきの付着量は、0.2～2g/m²、より好ましくは、0.3～1g/m²の範囲が好適であり、下限未満では不めっきなどの外観不良や、ζ相残存による摺動性の劣化などが起こりやすい。上限を超えると不経済であるばかりでなく、外観の均一性も劣化しやすい。プレNiめっきの条件は特に限定されず、公知の方法が適用できる。

30

【0047】

本発明の溶融亜鉛めっき浴中には、前述のAlに加えて、Ni, Feを含有させても良いが、ドロス抑制の観点から、Niは0.06%程度以下、Feは0.02%程度以下とするのがよい。溶融亜鉛めっき浴温は特に限定されず、融点近傍(420℃程度)～500℃程度の通常の条件が用いられる。

40

【0048】

めっき、合金化処理を行った後、調質圧延で粗度調整を行ったり、潤滑後処理を行うなど、公知の方法が適用できる。

【実施例】

【0049】

表1に供試した鋼板の成分を示す。鋼種1～3は焼鈍済みの冷延鋼板であり、鋼種4～6は酸洗済みの熱延鋼板である。供試材をNaOH 50g/l、65℃のアルカリ水溶液中に10s浸漬して脱脂したのち、H₂SO₄ 100g/l、30℃の水溶液中に5s浸漬して酸洗した。そして、Niめっき浴(浴温60℃、硫酸Ni六水和物:300g/l、ほう酸:40g/l、硫酸Na:100g/l)を用いて電流密度30A/dm²に

50

て、各種付着量のN i プレめっきを行った。これを4 % H₂ - N₂雰囲気中で5 0 °C / s の昇温速度で所定の侵入板温まで加熱し、ただちに所定の浴組成、浴温の溶融亜鉛めっき浴に浸漬した。亜鉛めっき浴は所定の濃度のA l を含み、更に不純物として、0 . 0 1 ~ 0 . 0 2 % のF e と、0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 4 % のN i を含んでいた。浸漬時間は2 . 5 ~ 3 . 5 s であった。浴から出したあと、ワイピングでめっき量が5 0 g / m²となるように制御し、ただちに合金化した。昇温速度は5 0 °C / s で所定の合金化温度まで昇温し、均熱なしで5 °C / s で2 0 s 徐冷の後、2 5 °C / s で5 s 冷却した。その後、0 . 3 % の調質圧延を行った。

【0 0 5 0】

(評価)

・めっき層に含まれるA l、N i、F e は化学分析法にて定量した（インヒビターを添加した5 % H C l 水溶液へ浸漬処理してめっき層のみを溶解し、溶解前後の差からめっき量を求め、溶解液をI C P 発光分析することにより、めっき層に含まれるA l、N i、F e を測定し、各成分濃度を定量した）。

・めっき層のγ相は、X R D 測定を行い、存在しないものを「○」、存在するものを「×」と評価した。

・めっき層のΓ相とΓ 1 相の合計厚みについては、断面のS E M 観察を行い、任意の1 0 点からΓとΓ 1 相の合計の厚みを求め、その平均値で、0 . 5 μ m 未満を「○」、0 . 5 μ m 以上を「×」と評価した。

・耐チップング性：7 0 mm × 1 5 0 mm に切出し、自動車用の脱脂、化成、3 コート塗装を行った。− 2 0 °C に冷却保持した状態で、碎石（0 . 3 ~ 0 . 5 g）をエア圧2 k g f / c m²で垂直に照射した。1 サンプルにつき1 0 個の石を照射した。各水準N 5 実施し、合計5 0 個のチップング痕を観察し、その剥離界面の位置によって評価した。剥離界面がめっき層より上（めっきー化成皮膜の界面、または電着塗装ー中塗塗装の界面）のものを「○」、めっきー地鉄での界面剥離が1 つでもあるものを「×」と評価した。

・耐パウダリング性：供試材を5 0 mm × 2 0 0 mm に切り出し、防錆油を塗油したのち、荷重4 0 0 k g f（約3 9 2 2 . 6 6 N）でドロビーボード試験を行った。ビード通過による曲げー曲げ戻しの加工を受けた部位をテープ剥離して、テープの黒化度を測定した。黒化度が4 未満のものを「○」、4 以上のものを「×」と評価した。

・摺動性：前記のドロビーボードの際の摩擦係数を測定した。摩擦係数が0 . 2 5 未満のものを「○」、0 . 2 5 以上のものを「×」と評価した。

・外観均一性：目視観察を行い、均一なものを「○」、不均一なムラ等が存在するものを「△」、不めっきなどの顕著な異常があるものを「×」と評価した。

【0 0 5 1】

【表 1】

	供試材の成分(質量%)							
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	他元素
鋼種1	0.13	0.98	2.19	0.007	0.003	0.04	0.003	
鋼種2	0.14	0.51	2.5	0.006	0.003	0.03	0.003	Cr:0.3
鋼種3	0.18	1.81	2.57	0.009	0.003	0.03	0.003	
鋼種4	0.04	0.95	1.23	0.014	0.003	0.05	0.003	Ti:0.1、Nb:0.003
鋼種5	0.02	0.68	1.05	0.016	0.003	0.04	0.003	Ti:0.1、B:0.001、Ca:0.002
鋼種6	0.04	1.21	1.55	0.009	0.003	0.03	0.003	Cu:0.1、Ni:0.05、Sn:0.05

【0 0 5 2】

10

20

30

40

【表 2】

	No	鋼種	プレNi g/m ²	浴Al 濃度 %	浴温 ℃	侵入 板温 ℃	合金化 温度 ℃	めっき層				
								Al%	Ni%	Fe%	ζ相	Γ+Γ1相
実施例	1	1	0.5	0.207	460	480	570	0.52	0.33	11.5	○	○
	2	1	0.5	0.207	460	480	590	0.51	0.32	12.9	○	○
	3	4	0.5	0.207	460	480	580	0.53	0.33	11.8	○	○
	4	1	1	0.207	460	490	560	0.71	0.59	11.2	○	○
	5	2	1	0.207	460	490	560	0.68	0.55	12.1	○	○
	6	3	1	0.207	460	490	560	0.65	0.50	9.4	○	○
	7	4	1	0.207	460	490	560	0.72	0.59	10.9	○	○
	8	5	1	0.207	460	490	560	0.69	0.56	11.9	○	○
	9	6	1	0.207	460	490	560	0.73	0.60	10.1	○	○
	10	1	0.5	0.205	455	470	560	0.53	0.37	10.8	○	○
	11	4	0.5	0.205	455	470	560	0.54	0.39	10.6	○	○
	12	1	1.6	0.205	460	480	570	0.81	0.95	11.9	○	○
	13	4	1.6	0.205	460	480	570	0.82	0.96	11.6	○	○
	14	1	0.5	0.22	460	490	580	0.96	0.42	10.6	○	○
	15	4	0.5	0.22	460	490	580	0.98	0.43	10.5	○	○
	16	1	0.5	0.25	455	460	600	1.40	0.60	9.0	○	○
	17	1	0.3	0.211	460	500	570	0.59	0.11	10.8	○	○
	18	1	0.5	0.211	460	480	570	0.71	0.38	11.1	○	○
	19	1	0.5	0.211	460	500	570	0.63	0.22	11.5	○	○
	20	2	0.5	0.211	460	500	570	0.65	0.23	11.9	○	○
	21	3	0.5	0.211	460	500	580	0.65	0.24	10.1	○	○
	22	4	0.5	0.211	460	500	570	0.64	0.23	11.3	○	○
	23	5	0.5	0.211	460	500	570	0.65	0.23	11.6	○	○
	24	6	0.5	0.211	460	500	570	0.66	0.24	10.9	○	○
比較例	1	1	0.5	0.207	460	480	660	0.51	0.30	<u>13.9</u>	○	×
	2	1	0.5	0.207	460	480	540	0.54	0.35	9.0	×	○
	3	1	0.1	0.211	460	500	580	0.55	<u>0.04</u>	9.8	○	○
	4	1	1.4	0.211	460	440	640	0.98	<u>1.50</u>	12.1	○	×
	5	1	0.3	0.25	450	440	600	<u>2.10</u>	0.51	<u>7.4</u>	×	○
	6	1	0.5	0.17	450	480	555	<u>0.31</u>	0.29	10.9	○	×

【 0 0 5 3 】

10

20

30

【表 3】

	No	性能評価結果			
		耐チップング性	耐パウダリング性	摺動性	外観均一性
実施例	1	○	○	○	○
	2	○	○	○	○
	3	○	○	○	○
	4	○	○	○	○
	5	○	○	○	○
	6	○	○	○	○
	7	○	○	○	○
	8	○	○	○	○
	9	○	○	○	○
	10	○	○	○	○
	11	○	○	○	○
	12	○	○	○	○
	13	○	○	○	○
	14	○	○	○	○
	15	○	○	○	○
	16	○	○	○	○
	17	○	○	○	○
	18	○	○	○	○
	19	○	○	○	○
	20	○	○	○	○
	21	○	○	○	○
	22	○	○	○	○
	23	○	○	○	○
	24	○	○	○	○
比較例	1	×	×	○	△
	2	×	○	×	○
	3	×	×	○	×
	4	×	×	○	△
	5	○	○	×	△
	6	×	×	○	○

【0054】

表 2 に試験したサンプルの水準を、また表 3 に試験結果を示す。表 2 において、本発明範囲から外れる数値・符号にアンダーラインを付している。本発明の実施例においては、耐チップング性、耐パウダリング性、摺動性、外観均一性ともに良好であった。本発明の範囲から外れるものは何らかの特性が悪化した。

【産業上の利用可能性】

【0055】

本発明によって、S i を含有する高強度鋼板を原板とする摺動性、パウダリング性、耐チップング性、外観均一性等の特性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。本発明の鋼板は自動車用の防錆鋼板として有用である。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/58 (2006.01)	C 2 2 C 38/06	
C 2 2 C 18/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/58	
	C 2 2 C 18/00	

Fターム(参考) 4K027 AA05 AA23 AB02 AB05 AB36 AB37 AB38 AB44 AE03