

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7610159号
(P7610159)

(45)発行日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(24)登録日 令和6年12月24日(2024.12.24)

(51)国際特許分類	F I		
C 2 3 C 28/00 (2006.01)	C 2 3 C 28/00	B	
B 2 1 D 22/20 (2006.01)	B 2 1 D 22/20	H	
C 2 2 C 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 9/00		
C 2 2 C 9/06 (2006.01)	C 2 2 C 9/06		
C 2 2 C 19/03 (2006.01)	C 2 2 C 19/03	G	
請求項の数 7 (全46頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2023-512991(P2023-512991)	(73)特許権者	000006655
(86)(22)出願日	令和4年3月30日(2022.3.30)		日本製鉄株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/016321		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87)国際公開番号	WO2022/215636	(74)代理人	100149548
(87)国際公開日	令和4年10月13日(2022.10.13)		弁理士 松沼 泰史
審査請求日	令和5年5月12日(2023.5.12)	(74)代理人	100140774
(31)優先権主張番号	特願2021-64885(P2021-64885)		弁理士 大浪 一徳
(32)優先日	令和3年4月6日(2021.4.6)	(74)代理人	100134359
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 勝俣 智夫
		(74)代理人	100188592
			弁理士 山口 洋
		(74)代理人	100217249
			弁理士 堀田 耕一郎
		(74)代理人	100221279
			弁理士 山口 健吾
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 ホットスタンプ用鋼板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

母鋼板と、
A l含有量が75質量%以上、S i含有量が3～20質量%、かつ、前記A l含有量と前記S i含有量との合計が95質量%以上であるA l－S i合金めっき層と、
厚さが0～20nmである酸化A l被膜と、
表層めっき層と、
をこの順で備え、
前記表層めっき層において、
C r含有量とC u含有量とN i含有量の合計が90質量%超であり、かつ、N i含有量が50質量%以下であり、または、
C r含有量とC u含有量とN i含有量の合計が90質量%超であり、かつ、N i含有量が90質量%以下であり、かつ、C r含有量がN i含有量の0.08倍以下であり、
前記A l－S i合金めっき層の厚さが8～50μmであり、
前記表層めっき層の厚さが、300nm超、2500nm以下であることを特徴とするホットスタンプ用鋼板。

【請求項2】

前記表層めっき層のC r含有量が5質量%以上の場合C r含有量がN i含有量より多いこと、若しくは、前記表層めっき層のC r含有量が5質量%未満であることのいずれかを満たす

ことを特徴とする、請求項 1 に記載のホットスタンプ用鋼板。

【請求項 3】

前記表層めっき層の N i 含有量が 5 0 質量%未満である

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のホットスタンプ用鋼板。

【請求項 4】

前記表層めっき層が前記 A l - S i 合金めっき層の上層として、前記 A l - S i 合金めっき層に直接接して設けられる請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のホットスタンプ用鋼板。

【請求項 5】

前記酸化 A l 被膜の厚さが 2 ～ 2 0 n m である請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のホットスタンプ用鋼板。

10

【請求項 6】

前記母鋼板の化学組成が、質量%で、

C : 0 . 0 1 ～ 0 . 7 0 %、

S i : 0 . 0 0 5 ～ 1 . 0 0 0 %、

M n : 0 . 3 0 ～ 3 . 0 0 %、

P : 0 . 1 0 0 % 以下、

S : 0 . 1 0 0 0 % 以下、

N : 0 . 0 1 0 0 % 以下、

C u : 0 ～ 1 . 0 0 %、

N i : 0 ～ 1 . 0 0 %、

C r : 0 ～ 1 . 0 0 0 %、

M o : 0 ～ 1 . 0 0 0 %、

N b : 0 ～ 0 . 2 0 0 %、

V : 0 ～ 1 . 0 0 0 %、

T i : 0 ～ 0 . 1 5 0 %、

B : 0 ～ 0 . 0 1 0 0 %、

C o : 0 ～ 1 . 0 0 %、

W : 0 ～ 1 . 0 0 %、

S n : 0 ～ 1 . 0 0 %、

S b : 0 ～ 1 . 0 0 %、

Z r : 0 ～ 1 . 0 0 %、

M g : 0 ～ 0 . 2 0 0 %、

s o l . A l : 0 ～ 1 . 0 0 0 0 0 %、

C a : 0 ～ 0 . 0 1 0 %、

R E M : 0 % ～ 0 . 3 0 0 %、および

残部：F e 及び不純物である、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のホットスタンプ用鋼板。

20

30

【請求項 7】

前記母鋼板の前記化学組成が、質量%で、

C u : 0 . 0 1 ～ 1 . 0 0 %、

N i : 0 . 0 1 ～ 1 . 0 0 %、

C r : 0 . 0 0 1 ～ 1 . 0 0 0 %、

M o : 0 . 0 0 1 ～ 1 . 0 0 0 %、

N b : 0 . 0 0 1 ～ 0 . 2 0 0 %、

V : 0 . 0 0 1 ～ 1 . 0 0 0 %、

T i : 0 . 0 0 1 ～ 0 . 1 5 0 %、

B : 0 . 0 0 1 0 ～ 0 . 0 1 0 0 %、

C o : 0 . 0 1 ～ 1 . 0 0 %、

W : 0 . 0 1 ～ 1 . 0 0 %、

40

50

S n : 0 . 0 1 ~ 1 . 0 0 % 、
S b : 0 . 0 1 ~ 1 . 0 0 % 、
Z r : 0 . 0 1 ~ 1 . 0 0 % 、
M g : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 2 0 0 % 、
s o l . A l : 0 . 0 0 1 0 0 ~ 1 . 0 0 0 0 0 % 、
C a : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 0 % 、 および
R E M : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 3 0 0 %

からなる群から選択される１種または２種以上を含有することを特徴とする請求項６に記載のホットスタンプ用鋼板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ホットスタンプ用鋼板に関する。本願は、２０２１年４月６日に、日本に出願された特願２０２１－０６４８８５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】

近年、環境保護及び省資源化の観点から自動車車体の軽量化が求められており、自動車用部材への高強度鋼板の適用が加速している。自動車用部材はプレス成形によって製造されるが、鋼板の高強度化に伴い成形荷重が増加するだけでなく、成形性が低下するため、高強度鋼板においては、複雑な形状の部材への成形性が課題となる。このような課題を解決するため、鋼板が軟質化するオーステナイト域の高温まで加熱した後にプレス成形を実施するホットスタンプ技術の適用が進められている。ホットスタンプは、プレス加工と同時に、金型内において焼入れ処理を実施することで、自動車用部材への成形性と自動車用部材の強度確保とを両立する技術として注目されている。

【０００３】

めっきなどを施していない裸材の鋼板に対してホットスタンプを行う場合、加熱時のスケールの形成及び表層脱炭を抑制するために、非酸化雰囲気で行う必要がある。しかし、非酸化雰囲気で行っても、加熱炉からプレス機までは、大気雰囲気であるので、ホットスタンプ後の鋼板の表面にはスケールが形成される。この鋼板の表面のスケールは、密着性が悪く、簡単に剥離してしまうため、他工程への悪影響が懸念される。そのため、ショットブラストなどを用いて除去する必要がある。ショットブラストは、鋼板の形状への影響があるという問題がある。また、スケール除去工程によって、ホットスタンプ工程の生産性が低下するという問題がある。

【０００４】

鋼板表面のスケールの密着性を改善するための方法として、鋼板の表面にめっき層を形成する方法がある。めっき層を形成することで、ホットスタンプを行っても鋼板の表面に密着性のよいスケールが形成されるため、スケール除去の工程が不要となる。そのため、めっき層を形成することで、ホットスタンプ工程の生産性が改善される。

【０００５】

鋼板表面にめっきを形成する方法としては、Z nめっき又はA lめっきを形成する方法が考えられるが、Z nめっきを用いた場合、液体金属脆性（L i q u i d M e t a l E m b r i t t l e m e n t、以下、L M Eと称する）の問題がある。L M Eとは、固体金属表面に液体金属が接触した状態で引張応力を付与すると、本来延性を示す固体金属が脆化する現象をいう。Z nは融点が低く、ホットスタンプ時に、溶けたZ nがF eの旧オーステナイト粒界に沿って入り込み、鋼板にマイクロクラックが生じてしまう。

【０００６】

A lめっきを鋼板に施す場合、上記のL M Eの問題は発生しないが、ホットスタンプ時にA lめっきの表面において、A lと水との反応が起こり、水素が発生する。そのため、鋼板への侵入水素量が多いという問題がある。鋼板への水素の侵入量が多いと、ホットス

10

20

30

40

50

タンブ後に応力を負荷すると鋼板が割れてしまう（水素脆化）。

【0007】

特許文献1には、鋼板の表面領域においてニッケルを富化することで、高温における鋼材への侵入水素を抑制する技術が開示されている。

【0008】

特許文献2には、鋼板をニッケル及びクロムを含み、重量比Ni/Crが1.5～9の間であるバリアプレコートで被覆することで、鋼材への侵入水素を抑制する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0009】

【文献】日本国特表2017-525849号公報

【文献】日本国特表2019-518136号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1および2では、Alめっきの上にさらにバリアプレコートなどを形成することで、鋼板への水素侵入を抑制している。しかし、特許文献1及び2の方法では、ホットスタンプ後のホットスタンプ部材において、バリアプレコートを形成してもFeがホットスタンプ部材の表面まで拡散していることから、ホットスタンプ部材の腐食を十分に抑制できないという問題がある。

20

【0011】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされた発明であり、耐食性に優れるホットスタンプ部材を製造可能なホットスタンプ用鋼板を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らが鋭意検討した結果、Al-Si合金めっき層を備えるホットスタンプ用鋼板が、Al-Si合金めっき層上に、所望の化学組成と厚さの表層めっき層を備えることで、ホットスタンプ部材の腐食を十分に抑制できることを知見した。

【0013】

30

本発明は、上記の知見に基づき、さらに検討を進めてなされたものであり、その要旨は以下の通りである。

(1) 本発明の一態様に係るホットスタンプ用鋼板は、母鋼板と、

Al含有量が75質量%以上、Si含有量が3～20質量%、かつ、前記Al含有量と前記Si含有量との合計が95質量%以上であるAl-Si合金めっき層と、

厚さが0～20nmである酸化Al被膜と、

表層めっき層と、

をこの順で備え、

前記表層めっき層において、

40

Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が90質量%超であり、かつ、Ni含有量が50質量%以下であり、または、

Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が90質量%超であり、かつ、Ni含有量が90質量%以下であり、かつ、Cr含有量がNi含有量の0.08倍以下であり、前記Al-Si合金めっき層の厚さが8～50μmであり、

前記表層めっき層の厚さが、300nm超、2500nm以下である。

【0014】

(2) 上記(1)に記載のホットスタンプ用鋼板は、前記表層めっき層のCr含有量が5質量%以上の場合Cr含有量がNi含有量より多いこと、若しくは、前記表層めっき層のCr含有量が5質量%未満であることのいずれかを満たしてもよい。

50

【0015】

(3) 上記(1)又は(2)に記載のホットスタンプ用鋼板は、前記表層めっき層のNi含有量が50質量%未満であってもよい。

【0016】

(4) 上記(1)～(3)のいずれか1つに記載のホットスタンプ用鋼板は、前記表層めっき層が前記Al-Si合金めっき層の上層として、前記Al-Si合金めっき層に直接接して設けられてもよい。

【0017】

(5) 上記(1)～(3)のいずれか1つに記載のホットスタンプ用鋼板は、前記酸化Al被膜の厚さが2～20nmであってもよい。

10

【0018】

(6) 上記(1)～(5)のいずれか1つに記載のホットスタンプ用鋼板は、前記母鋼板の化学組成が、質量%で、

C : 0.01～0.70%、
Si : 0.005～1.000%、
Mn : 0.30～3.00%、
P : 0.100%以下、
S : 0.1000%以下、
N : 0.0100%以下、
Cu : 0～1.00%、
Ni : 0～1.00%、
Cr : 0～1.000%、
Mo : 0～1.000%、
Nb : 0～0.200%、
V : 0～1.000%、
Ti : 0～0.150%、
B : 0～0.0100%、
Co : 0～1.00%、
W : 0～1.00%、
Sn : 0～1.00%、
Sb : 0～1.00%、
Zr : 0～1.00%、
Mg : 0～0.200%、
sol. Al : 0～1.00000%、
Ca : 0～0.010%、
REM : 0%～0.300%、および
残部 : Fe及び不純物であってもよい。

20

【0019】

(7) 上記(6)に記載のホットスタンプ用鋼板は、前記母鋼板の前記化学組成が、質量%で、

30

Cu : 0.01～1.00%、
Ni : 0.01～1.00%、
Cr : 0.001～1.000%、
Mo : 0.001～1.000%、
Nb : 0.001～0.200%、
V : 0.001～1.000%、
Ti : 0.001～0.150%、
B : 0.0010～0.0100%、
Co : 0.01～1.00%、
W : 0.01～1.00%、

40

50

S n : 0 . 0 1 ~ 1 . 0 0 % 、
S b : 0 . 0 1 ~ 1 . 0 0 % 、
Z r : 0 . 0 1 ~ 1 . 0 0 % 、
M g : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 2 0 0 % 、
s o l . A l : 0 . 0 0 1 0 0 ~ 1 . 0 0 0 0 0 % 、
C a : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 0 % 、 および
R E M : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 3 0 0 %

からなる群から選択される 1 種または 2 種以上を含有してもよい。

【発明の効果】

【0025】

本発明に係る上記態様によれば、耐食性に優れるホットスタンプ部材を製造可能な A l めっきを施したホットスタンプ用鋼板を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】本発明の実施形態に係るホットスタンプ用鋼板の断面模式図である。

【図 2】本発明の別の実施形態に係るホットスタンプ用鋼板の断面模式図である。

【図 3】ホットスタンプ部材のグロー放電発光分析の測定結果の一例である。

【図 4】ホットスタンプ部材のグロー放電発光分析の測定結果の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

<ホットスタンプ用鋼板>

本発明者らが鋭意検討した結果、A l めっき鋼板をホットスタンプした場合、表面に F e が拡散し、耐食性が低下することが分かった。

【0028】

本発明者らが、さらに鋭意検討したところ、下記の知見を得た。

(A) 表層めっき層として、

C r 含有量と C u 含有量と N i 含有量の合計が 9 0 質量%超、かつ、N i 含有量が 5 0 質量%以下であるめっき、または、

C r 含有量と C u 含有量と N i 含有量の合計が 9 0 質量%超、かつ、N i 含有量が 9 0 質量%以下であり、かつ C r 含有量が N i 含有量の 0 . 0 8 倍以下であるめっきを用いると、ホットスタンプ部材の表面への F e の拡散を抑制することができる。

(B) 表層めっき層の厚さが 3 0 0 n m 超、2 5 0 0 n m 以下であると、ホットスタンプ部材の表面への F e の拡散をより抑制することができる。

【0029】

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板では、上述の知見に基づいて、ホットスタンプ用鋼板の構成を決定した。本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板は、各めっき構成の相乗効果により、本発明の目的とする効果が得られる。ホットスタンプ用鋼板 1 0 は、図 1 に示すように、母鋼板 1、A l - S i 合金めっき層 2、酸化 A l 被膜 3、及び表層めっき層 4 と、をこの順で備える。酸化 A l 被膜 3 が無い場合は、図 2 のように、ホットスタンプ用鋼板 1 0 A は、母鋼板 1、A l - S i 合金めっき層 2、及び表層めっき層 4 をこの順で備える。以下、各構成について説明する。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值及び上限値として含む範囲を意味する。「未満」、「超」と示す数値には、その値が数値範囲に含まれない。化学組成についての%は全て質量%を示す。

【0030】

(母鋼板)

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板 1 0 の鋼板 (以下、母鋼板) 1 は、公知のホットスタンプ用鋼板の化学組成であればよい。例えば、化学組成が、質量%で、C : 0 . 0 1 % ~ 0 . 7 0 % 、 S i : 0 . 0 0 5 % ~ 1 . 0 0 0 % 、 M n : 0 . 3 0 % ~ 3 . 0 0 % 、 P : 0 . 1 0 0 % 以下、S : 0 . 1 0 0 0 % 以下、N : 0 . 0 1 0 0 % 以下、C u : 0

10

20

30

40

50

～1.00%、Ni：0～1.00%、Cr：0～1.000%、Mo：0～1.000%、Nb：0～0.200%、V：0～1.000%、Ti：0～0.150%、B：0～0.0100%、Co：0～1.00%、W：0～1.00%、Sn：0～1.00%、Sb：0～1.00%、Zr：0～1.00%、Mg：0～0.200%、sol. Al：0%～1.000%、Ca：0～0.010%、REM：0～0.300%および残部：Fe及び不純物である。

【0031】

「C：0.01%～0.70%」

Cは、焼き入れ性を確保するために重要な元素である。C含有量が0.01%未満では、十分な焼入れ性が得ることができないため、強度が低下する。そのため、C含有量は0.01%以上とすることが、好ましい。C含有量は、好ましくは0.04%以上である。より好ましいC含有量は0.10%以上、0.15%以上、0.20%以上、0.23%以上、0.25%以上又は0.27%以上である。一方、C含有量が0.70%超では、粗大な炭化物が生成して破壊が生じやすくなる。そのため、C含有量は0.70%以下とすることが、好ましい。C含有量は、より好ましくは0.55%以下、0.50%以下、0.45%以下又は0.40%以下、0.36%以下又は0.32%以下である。

【0032】

「Si：0.005%～1.000%」

Siは、焼入れ性を確保するために含有させる元素である。Si含有量が0.005%未満では上記効果が得られない。そのため、Si含有量は0.005%以上とすることが、好ましい。より好ましいSi含有量は、0.100%以上又は0.150%以上である。0.800%超のSiを含有させても上記効果が飽和するため、Si含有量は0.800%以下とする。Si含有量は、好ましくは0.400%以下である。Si含有量は、さらに好ましくは0.250%以下である。特に好ましいSi含有量は0.200%以下である。

【0033】

「Mn：0.30%～3.00%」

Mnは、固溶強化によりホットスタンプ部材の強度の向上に寄与する元素である。Mn含有量が0.30%未満では、固溶強化能が乏しくマルテンサイトが軟らかくなり、引張強さが低下する懸念がある。そのため、Mn含有量は0.30%以上とすることが、好ましい。Mn含有量は、より好ましくは0.40%以上、0.50%以上又は0.60%以上である。更により好ましいMn含有量は、0.80%以上である。一方、Mn含有量を3.00%超とすると、鋼中に粗大な介在物が生成して破壊が生じやすくなるので、Mn含有量は、3.00%以下とする。Mn含有量は、好ましくは2.00%以下である。

【0034】

「P：0.100%以下」

Pは、粒界に偏析し、粒界の強度を低下させる不純物元素である。P含有量が0.100%を超えると、粒界の強度が著しく低下して、ホットスタンプ部材が脆性破壊しやすくなる。そのため、P含有量は0.100%以下とすることが、好ましい。P含有量は、より好ましくは0.050%以下、0.030%以下又は0.015%以下である。更により好ましいP含有量は、0.010%以下又は0.005%以下である。P含有量の下限は特に限定しない。このため、P含有量の下限は0%である。P含有量を0.0005%未満などに低減すると、脱Pコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくないため、実操業上、0.0005%又は0.001%を下限としてもよい。

【0035】

「S：0.1000%以下」

Sは、鋼中に介在物を形成する不純物元素である。S含有量が0.1000%を超えると、鋼中に多量の介在物が生成し、ホットスタンプ部材が脆性破壊しやすくなる。そのため、S含有量は0.1000%以下とすることが、好ましい。S含有量は、より好ましくは0.0300%以下、0.0100%以下、0.0070%以下又は0.0050%以下

10

20

30

40

50

下である。S含有量の下限は特に限定しない。このため、S含有量の下限は0%である。S含有量を0.00015%未満などに低減すると、脱Sコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくないため、実作業上、0.00015%又は0.0005%を下限としてもよい。S含有量は0.0010%以上又は0.0050%以上であってもよい。

【0036】

「N：0.0100%以下」

Nは、不純物元素であり、鋼中に窒化物を形成してホットスタンプ部材の靱性および引張強さを劣化させる元素である。N含有量が0.0100%を超えると、鋼中に粗大な窒化物が生成して、ホットスタンプ部材が脆性破壊しやすくなる。そのため、N含有量は0.0100%以下とする。N含有量は、好ましくは0.0050%以下である。N含有量の下限は特に限定しない。このため、N含有量の下限は0%である。N含有量を0.0015%未満などに低減しようとする、脱Nコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくないため、実作業上、0.0015%又は0.0020%を下限としてもよい。

【0037】

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10を構成する母鋼板1は、Feの一部に代えて、任意元素として、Cu：0.01～1.00%、Ni：0.01～1.00%、Cr：0.001～1.000%、Mo：0.001～1.000%、Nb：0.001～0.200%、V：0.001～1.000%、Ti：0.001～0.150%、B：0.0010～0.0100%、Co：0.01～1.00%、W：0.01～1.00%、Sn：0.01～1.00%、Sb：0.01～1.00%、Zr：0.01～1.00%、Mg：0.001～0.200%、Al：0.00100～1.00000%、Ca：0.001～0.010%、およびREM：0.001～0.300%からなる群から選択される1種又は2種以上を含有してもよい。以下の任意元素を含有しない場合の含有量は0%である。

【0038】

「Cu：0%以上、1.00%以下」

Cuは、ホットスタンプ時にホットスタンプ部材のめっき層まで拡散して、ホットスタンプ部材の製造における、加熱時に侵入する水素を低減する作用を有するので、必要に応じて含有させてもよい。また、Cuは鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後のホットスタンプ部材の強度を安定して確保するために有効な元素である。Cuを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、Cu含有量は0.01%以上とすることが好ましい。より好ましいCu含有量は、0.10%以上である。Cu含有量は、さらに好ましくは0.15%以上である。一方、1.00%を超えて含有させても上記効果は飽和するため、Cu含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Cu含有量はより好ましくは0.90%以下である。Cu含有量は、さらに好ましくは0.35%以下である。

【0039】

「Ni：0%以上、1.00%以下」

Niは、鋼板製造時のCuによる熱間脆性を抑制し、安定した生産を確保するために、重要な元素であるので、Niを含有させてもよい。Ni含有量が0.01%未満では、上記の効果を十分に得られない場合がある。したがって、Ni含有量は0.01%以上とすることが好ましい。より好ましいNi含有量は0.05%以上である。さらに好ましいNi含有量は0.10%以上である。

一方、Ni含有量が1.00%を超えると、ホットスタンプ部材の限界水素量が低下する。したがって、Ni含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Ni含有量は0.50%以下又は0.25%以下が好ましい。Ni含有量は0.200%以下が好ましい。

【0040】

「Cr：0%以上、1.000%以下」

Crは、固溶強化によりホットスタンプ部材の強度の向上に寄与する元素であるため、必要に応じて含有させても良い。Crを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、Cr含有量は0.001%以上とすることが好ましい。より好ましいCr含有量は

10

20

30

40

50

、0.050%以上である。さらに好ましいCr含有量は、0.100%以上である。一方、1.000%を超えて含有させても上記効果は飽和するため、Cr含有量は1.000%以下とすることが好ましい。Cr含有量は、より好ましくは0.800%以下、0.500%以下又は0.250%以下である。

【0041】

「Mo：0%以上、1.000%以下」

Moは、固溶強化によりホットスタンプ部材の強度の向上に寄与する元素であるため、必要に応じて含有させても良い。Moを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、Mo含有量は0.001%以上とすることが好ましい。より好ましいMo含有量は0.005%以上である。さらに好ましいMo含有量は、0.010%以上である。一方、1.000%を超えて含有させても上記効果は飽和するため、Mo含有量は1.000%以下とすることが好ましい。Mo含有量は、より好ましくは0.800%以下、0.500%以下又は0.250%以下である。

【0042】

「Nb：0%～0.200%」

固溶NbがFeの拡散速度を低下させる機能を有するので、必要に応じてNbを含有してもよい。Nb含有量は、0.001%以上が好ましい。より好ましいNb含有量は、0.005%以上である。さらに好ましいNb含有量は、0.010%以上である。特に好ましいNb含有量は、0.030%以上または、0.050%以上である。一方、0.200%を超えても、Nbが固溶できず炭化物を粗大化させるので、Nb含有量は0.200%以下とすることが好ましい。Nb含有量はより好ましくは、0.150%以下である。Nb含有量は、さらに好ましくは0.100%以下である。

【0043】

「V：0%～1.000%」

Vは、微細な炭化物を形成し、その細粒化効果や水素トラップ効果によりホットスタンプ部材の限界水素量を向上させる元素である。そのため、Vを含有させてもよい。上記の効果を得るためには、V含有量は、0.001%以上であることが好ましい。より好ましいV含有量は、0.010%以上である。さらに好ましV含有量は、0.100%以上である。

しかしながら、V含有量が1.000%を超えると、上記の効果が飽和して経済性が低下する。したがって、含有させる場合のV含有量は1.000%以下とすることが好ましい。V含有量は、より好ましくは0.700%以下、0.400%以下又は0.250%以下である。

【0044】

「Ti：0%～0.150%」

Tiは、固溶強化によりホットスタンプ部材の強度の向上に寄与する元素であるため、必要に応じて含有させても良い。Tiを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、Ti含有量は、0.001%以上とすることが好ましい。より好ましいTi含有量は0.010%以上である。さらに好ましいTi含有量は、0.020%以上である。一方、0.150%を超えて含有させても上記効果は飽和するので、Ti含有量は0.150%以下とすることが好ましい。Ti含有量は、より好ましくは0.120%以下、0.100%以下、0.060%以下又は0.040%以下である。

【0045】

「B：0%～0.0100%」

Bは、粒界に偏析して粒界の強度を向上させる元素であるため、必要に応じて含有させても良い。Bを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、B含有量は0.0005%以上とすることが好ましい。B含有量は、好ましくは0.0010%以上である。一方、0.0100%を超えて含有させても上記効果は飽和するため、B含有量は0.0100%以下とすることが好ましい。B含有量は、より好ましくは0.0075%以下、0.0040%以下又は0.0025%以下である。

【0046】

「Co：0%～1.00%」

Coは、マルテンサイト開始温度（Ms点）を上昇させる作用を有する元素であり、ホットスタンプ部材の靱性を向上させるので、必要に応じて含有させてもよい。Coを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるためには、Co含有量は0.01%以上とすることが好ましい。より好ましいCo含有量は0.08%以上である。一方、Co含有量が1.00%超を超えると鋼の焼き入れ性が低下する。そのため、Co含有量は1.00%以下とすることが好ましい。より好ましくは0.90%以下、0.50%以下又は0.10%以下である。

【0047】

「W：0%～1.00%」

Wは鋼の焼き入れ性を高め、焼入れ後のホットスタンプ部材の強度を安定して確保することを可能にする元素である。そのため、含有させてもよい。また、Wは、腐食環境において耐食性を向上させる元素である。上記の効果を得るためには、Wを0.01%以上含有させることが好ましい。

しかしながら、W含有量が1.00%を超えると、上記の効果が飽和して経済性が低下する。したがって、含有させる場合のW含有量は1.00%以下とすることが好ましい。W含有量は、より好ましくは0.75%以下、0.40%以下又は0.10%以下である。

【0048】

「Sn：0%～1.00%」

Snは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、Snを含有させてもよい。上記の効果を得るためには、Snを0.01%以上含有させることが好ましい。

しかしながら、Sn含有量が1.00%を超えると粒界強度が低下し、焼入れ後のホットスタンプ部材の限界水素量が低下する。したがって、含有させる場合のSn含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Sn含有量は、より好ましくは0.60%以下、0.10%以下又は0.05%以下である。

【0049】

「Sb：0%～1.00%」

Sbは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、Sbを含有させてもよい。上記の効果を得るためには、Sb含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

しかしながら、Sb含有量が1.00%を超えると粒界強度が低下し、焼入れ後のホットスタンプ部材の限界水素量が低下する。したがって、含有させる場合のSb含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Sb含有量は、より好ましくは0.60%以下、0.10%以下又は0.05%以下である。

【0050】

「Zr：0%～1.00%」

Zrは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、含有させてもよい。上記の効果を得るためには、Zr含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

しかしながら、Zr含有量が1.00%を超えると粒界強度が低下し、焼入れ後のホットスタンプ部材の限界水素量が低下する。したがって、含有させる場合のZr含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Zr含有量は、より好ましくは0.60%以下、0.20%以下又は0.05%以下である。

【0051】

「Mg：0%～0.200%」

Mgは、溶鋼を脱酸して鋼を健全化する作用を有する元素であり、ホットスタンプ部材の靱性を向上させる。そのため、必要に応じてMgを含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、Mg含有量は0.001%以上とすることが好ましい。より好ましくは、0.010%以上である。一方、Mg含有量が0.200%超の場合、上記効果は飽和してコストの上昇を引き起こす。そのため、Mg含有量は0.200%以下とすることが好ましい。より好ましくは、0.100%以下、0.050%以下又は0.010%以下

10

20

30

40

50

である。

【0052】

「sol. Al: 0%~1.00000%以下」

Alは、溶鋼を脱酸して鋼を健全化する（鋼にブローホールなどの欠陥が生じることを抑制する）作用を有する元素である。sol. Al含有量が0.00010%未満では、脱酸が十分に行われず上記効果が得られないため、sol. Al含有量は0.00010%以上とすることが好ましい。sol. Al含有量は、より好ましくは0.00020%以上である。sol. Al含有量は、さらに好ましくは0.00100%以上、または0.00200%以上である。sol. Al含有量は、特に好ましくは0.01000%以上である。一方、sol. Al含有量が1.00000%を超えると、鋼中に粗大な酸化物が生成し、ホットスタンプ部材が脆性破壊しやすくなる。そのため、sol. Al含有量は1.00000%以下とすることが好ましい。sol. Al含有量は、より好ましくは0.50000%以下、または0.40000%以下である。sol. Al含有量は、さらに好ましくは0.10000%以下、0.07000%以下、0.05000%以下、又は0.03000%以下である。なお、sol. Alとは、酸可溶性Alを意味し、固溶状態で鋼中に存在する固溶Alと、AlN等の酸可溶性析出物として鋼中に存在するAlとの総量のことをいう。

10

【0053】

「Ca: 0%以上、0.010%以下」

Caは、溶鋼を脱酸して鋼を健全化する作用を有する元素である。この作用を確実に発揮させるためには、Ca含有量を0.001%以上とすることが好ましい。一方、0.010%を超えて含有させても上記効果は飽和するため、Ca含有量は0.010%以下とすることが好ましい。Ca含有量は0.007%以下、0.005%以下又は0.003%以下とすることがより好ましい。

20

【0054】

「REM: 0%以上、0.300%以下」

REMは、溶鋼を脱酸して鋼を健全化する作用を有する元素である。この作用を確実に発揮させるためには、REM含有量を0.001%以上とすることが好ましい。一方、0.300%を超えて含有させても上記効果は飽和するため、REM含有量は0.300%以下とすることが好ましい。REM含有量は0.100%以下、0.050%以下、0.010%以下又は0.005%以下とすることがより好ましい。

30

なお、本実施形態においてREMとは、Sc、Y及びランタノイドからなる合計17元素を指し、REMの含有量とはこれらの元素の含有量の合計を指す。

【0055】

「残部: Fe及び不純物」

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10を構成する母鋼板1の化学組成の残部は、Fe及び不純物である。不純物としては、鋼原料もしくはスクラップから及び／又は製鋼過程で不可避免的に混入し、あるいは、意図的に添加されたものであって本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10をホットスタンプした後の、ホットスタンプ部材の特性を阻害しない範囲で許容される。

40

【0056】

上述した母鋼板1の化学組成は、一般的な分析方法によって測定すればよい。例えば、ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) を用いて測定すればよい。なお、CおよびSは燃焼-赤外線吸収法を用い、Nは不活性ガス融解-熱伝導度法を用いて測定すればよい。表面のめっき層は機械研削により除去してから化学組成の分析を行えばよい。sol. Alは、試料を酸で加熱分解した後の濾液を用いてICP-AESによって測定すればよい。

【0057】

「金属組織」

50

次に、本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10を構成する母鋼板1の金属組織について説明する。ホットスタンプ用鋼板10の母鋼板1の金属組織は、限定されないが、断面の面積率において、フェライト：20～80%、パーライト：20～80%、残部がベイナイト、マルテンサイトまたは残留オーステナイトの1種以上であってもよい。残部の面積率は5%未満であってもよい。

【0058】

(フェライト及びパーライトの面積率の測定方法)

フェライトおよびパーライトの面積率の測定は、以下の方法で行う。板幅方向中央位置における、圧延方向に平行な断面を鏡面に仕上げ、室温においてアルカリ性溶液を含まないコロイダルシリカを用いて8分間研磨し、サンプルの表層に導入されたひずみを除去する。サンプル断面の長手方向の任意の位置において、表面から板厚の1/4深さを分析できるように、長さ50μm、表面から板厚の1/8深さ～表面から板厚の3/8深さの領域を、0.1μmの測定間隔で電子後方散乱回折法により測定して結晶方位情報を得る。測定には、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7001F）とEBSP検出器（TSL製DVC5型検出器）とで構成された装置を用いる。この際、装置内の真空度は 9.6×10^{-5} Pa以下、加速電圧は15 kV、照射電流レベルは13、電子線の照射レベルは62とする。さらに、同一視野において反射電子像を撮影する。

まず、反射電子像からフェライトとセメンタイトが層状に析出した結晶粒を特定し、当該結晶粒の面積率を算出することで、パーライトの面積率を得る。その後、パーライトと判別された結晶粒を除く結晶粒に対し、得られた結晶方位情報をEBSP解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis（登録商標）」に搭載された「Grain Average Misorientation」機能を用いて、Grain Average Misorientation値が1.0°以下の領域をフェライトと判定する。フェライトと判定された領域の面積率を求めることで、フェライトの面積率を得る。

【0059】

(ベイナイト、マルテンサイト及び残留オーステナイトの面積率の測定方法)

本実施形態におけるベイナイト、マルテンサイト及び残留オーステナイトの面積率の合計は、100%から、フェライト、パーライトの面積率から差し引いた値とする。

【0060】

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10の母鋼板1の板厚は特に限定しないが、車体軽量化の観点から、0.5～3.5 mmとすることが好ましい。母鋼板1の板厚は0.8 mm以上、1.0 mm以上又は1.2 mm以上であることが好ましい。母鋼板1の板厚は3.2 mm以下、2.8 mm以下又は2.4 mm以下であることが好ましい。

【0061】

(Al-Si合金めっき層)

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10のAl-Si合金めっき層2は、母鋼板1の上層として設けられている。Al-Si合金めっき層2は、Al及びSiを主成分とするめっきである。ここで、Al及びSiを主成分とするとは、少なくともSiを3質量%～20質量%含有し、かつ、Alの含有量とSiの含有量との合計が95質量%以上であることをいう。Al-Si合金めっき層2は、Al含有量が75質量%以上、Si含有量が3質量%～20質量%、かつ、前記Al含有量と前記Si含有量との合計が95質量%以上である。つまり、Al-Si合金めっき層2は、Al含有量が75質量%以上、Si含有量が3～20質量%、かつ、前記Al含有量と前記Si含有量との合計が95質量%以上である。Al-Si合金めっき層2中のAl含有量は75質量%～97質量%であり、Al-Si合金めっき層2中のAl含有量がこの範囲であれば、ホットスタンプ時に鋼板の表面に密着性の良いスケールが形成される。Al-Si合金めっき層2中のAl含有量は、95質量%以下又は93質量%以下であることが好ましい。Al-Si合金めっき層2中のAl含有量は、91質量%以下又は88%以下としてもよく、78%以上、81%以上又は85%以上としてもよい。

【0062】

Al-Si合金めっき層2中のSi含有量は、3質量%以上又は5質量%以上であることが好ましい。より好ましくは、Al-Si合金めっき層2中のSi含有量は7質量%以上又は9質量%以上である。さらに好ましくは、Al-Si合金めっき層2中のSi含有量は11質量%以上である。Al-Si合金めっき層2中のSi含有量は、20質量%以下である。好ましくは、Si含有量は、15質量%以下又は12質量%以下である。Al-Si合金めっき層2中のSi含有量が3質量%未満であると、スケール密着性が低下する。また、Al-Si合金めっき層2中のSi含有量が20質量%超であると、スケール密着性が低下する。Al-Si合金めっき層2中の残部は、Fe及び不純物である。不純物としては、Al-Si合金めっき層2の製造中に不可避免的に混入する成分や母鋼板1中の成分等が挙げられる。

10

【0063】

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10のAl-Si合金めっき層2の厚さ（平均層厚）は8μm以上である。より好ましいAl-Si合金めっき層2の厚さは12μm以上又は10μm以上である。より好ましいAl-Si合金めっき層2の厚さは15μm以上である。Al-Si合金めっき層2の厚さが8μm未満であると、ホットスタンプ時に密着性のよいスケールを形成することができない。Al-Si合金めっき層2の厚さは50μm以下である。より好ましいAl-Si合金めっき層2の厚さは45μm以下、40μm以下又は35μm以下である。Al-Si合金めっき層2の厚さが50μm超であると、上記の効果が飽和することに加え、コストが高くなる。

【0064】

20

Al-Si合金めっき層2の厚さは以下のように測定する。ホットスタンプ用鋼板10の板厚方向に切断を行った後、ホットスタンプ用鋼板10の断面を研磨する。研磨したホットスタンプ用鋼板10の断面を、電子線マイクロアナライザ（Electron Probe Micro Analyzer：FE-EPMA）により、ホットスタンプ用鋼板10の表面から母鋼板1までをZAF法を用いて線分析し、検出された成分中のAl濃度及びSi濃度を測定する。測定条件は、加速電圧15kV、ビーム径100nm程度、1点あたりの照射時間1000ms、測定ピッチ60nmとすればよい。Si濃度が3～20質量%、かつ、Al濃度とSi濃度との合計が95質量%以上である領域をAl-Si合金めっき層2と判定する。Al-Si合金めっき層2の厚さは、上記の領域の板厚方向の長さとする。5μm間隔ずつ離れた5箇所の位置でAl-Si合金めっき層2の厚さを測定し、求めた値の算術平均をAl-Si合金めっき層2の平均厚さとする。

30

【0065】

Al-Si合金めっき層2中のAl含有量及びSi含有量は、JIS K 0150（2009）に記載の試験方法に従って、試験片を採取し、Al-Si合金めっき層2の全厚の1/2位置のAl含有量及びSi含有量を測定することで、ホットスタンプ用鋼板10におけるAl-Si合金めっき層2中のAl含有量及びSi含有量を得る。

【0066】

（酸化Al被膜）

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10の酸化Al被膜3は、Al-Si合金めっき層2の上層として、Al-Si合金めっき層2に接して設けられている。酸化Al被膜は、Oの含有量が20atomic%以上である領域とする。酸化Al被膜は無くてもよい。酸化Al被膜の厚さは、0～20nmである。

40

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10の酸化Al被膜3の平均膜厚は、20nm以下である。好ましくは、酸化Al被膜3の平均膜厚は、10nm以下である。ホットスタンプ用鋼板10の酸化Al被膜3の平均膜厚が20nm超の場合、酸化Al被膜3の上層として設けられる表層めっき層4の被覆率が90%未満となり、Fe拡散の抑制機能が低下する場合がある。酸化Al被膜3は無くてもよいので、酸化Al被膜3の下限は0nmである。その場合、Al-Si合金めっき層2に接するように、表層めっき層4が形成される。酸化Al被膜3の厚さは2nm以上であってもよい。

【0067】

50

酸化Al被膜3の平均膜厚は、ArスパッタリングとX線光電子分光法(XPS)測定とを交互に繰り返すことで、評価する。具体的には、Arスパッタリング(加速電圧20kV、スパッタレート1.0nm/min)でホットスタンプ用鋼板10のスパッタリングを行った後に、XPS測定を行う。このArスパッタリングとXPS測定とは交互に行い、XPS測定で酸化したAlの2p軌道の結合エネルギー73.8eV~74.5eVのピークが現れてからなくなるまで、これらの測定を繰り返す。酸化Al被膜3の平均膜厚は、スパッタリングを開始して初めてOの含有量が20atomic%以上となる位置から、Oの含有量が20atomic%未満となる位置までのスパッタリング時間とスパッタレートとから算出する。スパッタレートはSiO₂換算で行う。酸化Al被膜3の平均膜厚は、2箇所測定した算術平均値とする。

10

【0068】

(表層めっき層)

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板10の表層めっき層4は、酸化Al被膜3の上層として酸化Al被膜3に接して設けられている。酸化Al被膜3が無い場合は、表層めっき層4は、Al-Si合金めっき層2の上層として、Al-Si合金めっき層2に直接接して設けられている(ホットスタンプ用鋼板10A)。表層めっき層4は、(1)Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が90質量%超であり、かつ、Ni含有量が50質量%以下、または、(2)Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が90質量%超であり、Ni含有量が90質量%以下であり、Cr含有量がNi含有量の0.08倍以下である。Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が90質量%超であり、かつ、Ni含有量が50質量%以下またはNi含有量が90質量%以下であり、Cr含有量がNi含有量の0.08倍以下であることで、ホットスタンプ時のホットスタンプ部材表面へのFeの拡散を抑制することができる。このため、表層めっき層4をFe拡散防止層ということもできる。

20

【0069】

ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、表層めっき層4のCr含有量とCu含有量とNi含有量の合計は、90質量%超である。表層めっき層4のCr含有量とCu含有量とNi含有量の合計は、92質量%以上、94質量%以上、96質量%以上又は98質量%以上であってもよく、100質量%であってもよい。その一方、表層めっき層4のCr含有量とCu含有量とNi含有量の合計は、98質量%以下、96質量%以下又は94質量%以下であってもよい。

30

【0070】

ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、Cr5質量%以上の場合、表層めっき層4のCr含有量は、表層めっき層4のNi含有量より多いことが好ましい。ただし、表層めっき層4のCr含有量が5質量%未満である場合、表層めっき層4のCr含有量は、表層めっき層4のNi含有量より多くなくてもよい。また、表層めっき層4のNi含有量は50%未満であってもよい。

【0071】

ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、表層めっき層4のCr含有量は、高い方が好ましい。このため、Cr含有量は、5質量%以上、10質量%以上、20質量%以上、25質量%以上、30質量%以上、40質量%以上、50質量%以上、60質量%以上、70質量%以上、80質量%以上、90質量%以上、94質量%以上又は98質量%以上であってもよく、100質量%であってもよい。つまり、100%Crめっきであってもよい。その一方、表層めっき層4のCr含有量は、98質量%以下、96質量%以下、94質量%以下、90質量%以下、85質量%以下、80質量%以下、60質量%以下、50質量%以下、30質量%以下、20質量%以下、10質量%以下又は5質量%以下であってもよく、0質量%であってもよい。

40

【0072】

ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、表層めっき層4のCu含有量は、高い方が好ましい。このため、Cu含有量は、5質量%以上、10質量%以上、20質量%以上、2

50

5質量%以上、30質量%以上、40質量%以上、50質量%以上、60質量%以上、70質量%以上、80質量%以上、90質量%以上、94質量%以上又は98質量%以上であってもよく、100質量%であってもよい。つまり、100%Cuめっきであってもよい。その一方、表層めっき層4のCu含有量は、98質量%以下、96質量%以下、94質量%以下、90質量%以下、85質量%以下、80質量%以下、60質量%以下、50質量%以下、30質量%以下、20質量%以下、10質量%以下又は5質量%以下であってもよく、0質量%であってもよい。

【0073】

ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、表層めっき層4のNi含有量は50質量%以下とする。しかし、表層めっき層4のNi含有量が50質量%超であっても、ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、Ni含有量が90質量%以下であり、かつ、表層めっき層4のCr含有量が表層めっき層4のNi含有量の0.08倍以下（つまり、「 $Cr \leq 0.08 \times Ni$ 」）であればよい。すなわち、表層めっき層4のNi含有量は50質量%以下、または、表層めっき層4のNi含有量が90質量%以下であり、かつ、Cr含有量は表層めっき層4のNi含有量の0.08倍以下とする。Ni含有量は90質量%以下であるが、90%未満、80%以下、70%以下、60%以下又は0%以下としてもよい。必要に応じて、表層めっき層4のNi含有量とCr含有量の比（ Ni / Cr ）を、Ni含有量によらず1.4以下、1.2以下、1.0以下又は0.7以下としてもよい。同様に、必要に応じて、表層めっき層4のNi含有量とCr含有量の比（ Ni / Cr ）を、Ni含有量によらず10.0以上、12.0以上、15.0以上又は20.0以上としてもよい。

表層めっき層4における、Cr、CuおよびNiの含有量の合計が、90質量%超であれば、Cr、CuおよびNi以外の元素（不純物などを含む。）を含有してもよい。Cr、CuおよびNi以外の元素の合計含有量としては、10%以下である。Cr、CuおよびNi以外の元素の含有量の合計は、5質量%以下、3質量%以下であってもよいし、1質量%以下であってもよい。

【0074】

本実施形態に係る表層めっき層4の厚さは、300nm超である。表層めっき層4の厚さが300nm以下であると、ホットスタンプ時のFeの拡散を十分に抑制できないためである。より好ましい表層めっき層4の厚さは、400nm以上又は500nm以上である。また、表層めっき層4の厚さの上限は、2500nm以下である。より好ましい表層めっき層4の厚さは、1000nm以下であり、さらに好ましくは730nm以下である。表層めっき層4の厚さが2500nm超であると、ホットスタンプ時のFeの拡散を抑制する効果が飽和し、コストが高くなる。このため、表層めっき層4の厚さが2500nm以下とする。好ましい表層めっき層4の厚さは、2000nm以下、1500nm以下又は1000nm以下であり、さらに好ましくは730nm以下である。

【0075】

酸化Al被膜3に対する表層めっき層4の被覆率（酸化Al被膜3がない場合は、Al-Si合金めっき層2に対する表層めっき層4の被覆率）が90%以上であることが好ましい。より好ましくは、表層めっき層4の被覆率が95%以上である。表層めっき層4の被覆率が90%未満であると、ホットスタンプ時のAl-Si合金めっき層2表面で水蒸気とAlとの反応を十分に抑制できない。表層めっき層4の被覆率は、100%以下であってもよく、99%以下であってもよい。

【0076】

表層めっき層4の被覆率は、XPSの測定で評価する。具体的には、XPS測定は、アルバック・ファイ社製のQuantum2000型を用い、線源としてAl K α 線を用い、出力15kV、25W、スポットサイズ100 μ m、スキャン回数10回、ホットスタンプ用鋼板10を全エネルギー範囲で走査して測定し、アルバック・ファイ社製の解析ソフトMultiPak V. 8.0を用いて解析し、検出された金属成分におけるCrの含有量（atomic%）、Cuの含有量（atomic%）、Niの含有量（atomic%）、Alの含有量（atomic%）、及び他の成分の含有量を（atomic

%)を得る。得られた含有量 (atomic%) を含有量 (質量%) に換算することで、Cr 含有量 (質量%)、Cu 含有量 (質量%)、Ni 含有量 (質量%) 及び Al 含有量 (質量%) を得ることができる。Cr めっきの場合は、Cr 含有量 (質量%) と Al の含有量 (質量%) との合計に対する Cr 含有量 (質量%) の割合 (%) を計算し、得られた割合を被覆率とする。Cr 含有量 (質量%)、Cu 含有量 (質量%)、Ni 含有量 (質量%)、および Al の含有量 (質量%) の合計に対する Cr 含有量 (質量%)、Cu 含有量 (質量%)、および Ni 含有量 (質量%) の合計含有量の割合 (%) を計算し、得られた割合を被覆率とする。

【0077】

表層めっき層 4 の平均層厚 (厚さ) は、グロー放電発光分析 (GDS) で測定することができる。電極間距離は 0.15 mm ~ 0.25 mm とし、サンプル背面から高周波あるいは直接グロー、高周波グローなどから選択して印加して測定しても良い。放電電圧は 30 W ~ 50 W (定電力モード)、測定時の Ar 圧力は 500 Pa ~ 700 Pa で測定しても良い。放電範囲は 2 mm φ ~ 6 mm φ で測定しても良い。1 か所の測定時間は、Fe が 90 % 以上検出されるようになるまでの時間 (α とする) を測定し、その時間の 2 割程度の時間 ($\alpha \times 0.2$) をさらに測定 (合計 $\alpha + 0.2\alpha$) しても良い。ホットスタンプ用鋼板 10 の最表面から Al が検出され、かつ表層めっき層 4 であるめっき成分 (Cu, Cr, Ni) の合計が 50 % になるまでの領域まで測定を行うことで、表層めっき層 4 の厚さを得ることができる。表層めっき層 4 の厚さ (nm) は、以下のように求める。まず、測定開始から終了 (Al が検出され、かつ表層めっき層 4 であるめっき成分 (Cu, Cr, Ni) の合計が 50 % になる) までに削られた深さと測定時間とから、単位時間あたりに削れる深さを算出する。次に、得られた単位時間あたりに削れる深さに測定時間を乗じて、ホットスタンプ用鋼板 10 の表層めっき層 4 の厚さを計算する。

【0078】

表層めっき層 4 中の Cu、Cr、および Ni の各含有量は、上記の表層めっき層 4 の厚さの測定において得られる表層めっき層 4 の板厚方向の中心位置における各元素濃度を各元素の含有量とする。

【0079】

<ホットスタンプ部材>

次に本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板 10 をホットスタンプすることで得られるホットスタンプ部材について説明する。本実施形態に係るホットスタンプ部材は、母鋼材と母鋼材上に設けられためっき層とを備える。

【0080】

(母鋼材)

母材 (母鋼材) は、ホットスタンプ用鋼板 10 の母鋼板 1 と同じ化学組成を有する。母鋼材の化学組成は上述の方法で測定することができる。

【0081】

(めっき層)

ホットスタンプ部材のめっき層は、(1) Cr 含有量と Cu 含有量と Ni 含有量の合計が 50 質量% 以上であり、かつ、Ni 含有量が 40 質量% 以下、または、(2) Cr 含有量と Cu 含有量と Ni 含有量の合計が 50 質量% 以上であり、かつ、Ni 含有量が 72 質量% 以下、かつ、Cr 含有量が Ni 含有量の 0.08 倍以下である表層リッチ領域と、Cr 含有量と Cu 含有量と Ni 含有量の合計が 50 質量% 未満、Al 含有量が 10 質量% 以上、かつ、Fe 含有量が 50 質量% 以下である Al リッチ領域と、Al 含有量が 10 質量% 以上、かつ、Fe 含有量が 50 質量% 超である Fe リッチ領域と、をめっき層の表面からこの順で有する。つまり、表層リッチ領域は、Ni 含有量は 40 % 以下とするが、Ni 含有量が 40 質量% 超であっても、Ni 含有量が 72 質量% 以下、かつ、Cr 含有量が Ni 含有量の 0.08 倍以下であればよい。ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、表層リッチ領域の Cr 含有量が 4 質量% 以上である場合、表層リッチ領域の Cr 含有量は表層リッチ領域の Ni 含有量より多いことが好ましい。ただし、表層リッチ領域の Cr 含有量

が4質量%未満である場合、表層リッチ領域のCr含有量は、表層リッチ領域のNi含有量より多くなくてもよい。

以下、Cuめっきにより形成された表層めっき層4（つまり、Cr含有量とNi含有量の合計が0質量%）を有するであるホットスタンプ用鋼板10をホットスタンプして得たホットスタンプ部材である場合を例にして、めっき層について説明する。本実施形態に係るホットスタンプ部材のめっき層の構造を、図3を用いて説明する。図3は、ホットスタンプ部材のめっき層の深さプロファイルである。図3の縦軸は各元素の含有量を示し、横軸はホットスタンプ部材の最表面からの深さを示す（最表面：0μm）。実線はFeの含有量を示し、破線はAlの含有量を示し、点線はCuの含有量を示す。ここでは、便宜的に表層めっき層が100%Cuめっきである図3をもとに説明するが、表層めっき層4が100%Cuめっきでない場合、以下の説明において、「Cu含有量」を「Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計」に置き換えると、理解しやすくなる。このため、「Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計」に置き換えることができる「Cu含有量」に、「（注1）」を付記した。

10

【0082】

ホットスタンプ用鋼板10が、Cu含有量100%の表層めっきの場合、ホットスタンプ部材のめっき層のCu含有量（注1）が50質量%以上であり、かつ、Ni含有量が40質量%以下、または、

Cu含有量（注1）が50質量%以上であり、かつ、Ni含有量が72質量%以下、かつ、Cr含有量がNi含有量の0.08倍以下であるCuがリッチな領域（注2：ホットスタンプ用鋼板10がCu含有量が100%の表層めっき以外の場合、CrとCuとNiとがリッチな領域となる。）である表層リッチ領域は、図3の領域Aとなる。

20

【0083】

Cu含有量（注1）が50質量%未満であり、Al含有量が10質量%以上であり、Fe含有量が50質量%以下であるAlリッチ領域は図3の領域Bとなる。Al含有量が10質量%以上であり、Fe含有量が50質量%超であるFeリッチ領域は図3の領域Cとなる。

【0084】

ホットスタンプ部材の最表面から順に、表層リッチ領域、Alリッチ領域、及びFeリッチ領域があるめっき層が存在することで、ホットスタンプ部材の腐食を抑制することができる。ホットスタンプ用鋼板10の表層めっき層が100%Cuめっきである場合以外も含め、ホットスタンプ部材の表層リッチ領域とAlリッチ層の境界となる位置は、実質的に、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が50質量%となる位置になる。必要に応じて、表層リッチ領域におけるNi含有量は40質量%以下である。しかし、表層リッチ領域におけるNi含有量が40%超であっても、ホットスタンプ部材の耐食性向上のため、表層リッチ領域のCr含有量が表層リッチ領域のNi含有量の0.08倍以下、つまり、「 $Cr \leq 0.08 \times Ni$ 」であればよい。すなわち、表層リッチ領域のNi含有量は40質量%以下、または、表層リッチ領域のCr含有量は表層リッチ領域のNi含有量の0.08倍以下とする。表層リッチ領域のNi含有量は40質量%以下の場合、表層リッチ領域におけるNi含有量とCr含有量の比（ Ni / Cr ）を、1.4以下、1.2以下、1.0以下又は0.7以下としてもよく、若しくは、表層リッチ領域におけるNi含有量とCr含有量の比（ Ni / Cr ）を、10.0以上、12.5以上、15.0以上又は20.0以上としてもよい。

30

40

【0085】

ホットスタンプ部材のめっき層の厚さは、表層リッチ領域、Alリッチ領域、及びFeリッチ領域の各領域の厚さの合計から計算される。なお、以下の説明で、最大値、平均値と記載していない各元素の含有量は、各深さ位置における各元素の含有量である。

【0086】

本実施形態に係るホットスタンプ部材において、めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域において、Cr含有量とCu含有量とNi含有量と

50

の合計の最大値が50質量%以上であり、Fe含有量が10質量%以下であり、

めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置～めっき層の表面から厚さ方向に500nm位置までの領域において、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計の最大値が5質量%以上であり、Fe含有量が40質量%以下であり、

めっき層の表面から厚さ方向に500nm位置～めっき層の表面から厚さ方向に1000nm位置までの領域において、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計の最大値が1質量%以上であり、Fe含有量が50質量%以下である。

【0087】

表層めっき層4がCuめっきであるホットスタンプ用鋼板10をホットスタンプして得たホットスタンプ部材である場合を例にして説明する。本実施形態に係るホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に1000nm位置までの構造を、図4を用いて説明する。図4の縦軸は各元素の含有量を示し、横軸はホットスタンプ部材の最表面からの深さを示す（最表面：0μm）。実線はFeの含有量を示し、破線はAlの含有量を示し、点線はCuの含有量を示す。ここでは、便宜的に表層めっき層が100%Cuめっきである図4をもとに説明するが、表層めっき層4が100%Cuめっきでない場合、以下の説明において、「Cu含有量」を「Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計」に置き換えると、理解しやすくなる。このため、「Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計」に置き換えることができる「Cu含有量」に、「（注1）」を付記した。

【0088】

本実施形態に係るホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域は、図4の領域Dとなる。ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に100nm位置～めっき層の表面から厚さ方向に500nm位置までの領域は図4の領域Eとなる。めっき層の表面から厚さ方向に500nm位置～めっき層の表面から厚さ方向に1000nm位置までの領域は図4の領域Fとなる。以下、各領域について説明する。

【0089】

「めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域」

ホットスタンプ部材のめっき層の表面～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域において、Cu含有量（注1）の最大値は50質量%以上、Fe含有量は10質量%以下である。めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域において、Al含有量は1質量%以上としてもよい。

【0090】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域において、Cu含有量（注1）の最大値が50質量%未満の場合、ホットスタンプ部材の最表面のAl含有量又はFe含有量が過度に多くなり、ホットスタンプ部材の耐食性が低下する。そのため、Cu含有量（注1）の最大値は50質量%以上である。より好ましいCu含有量（注1）の最大値は、70質量%以上である。Cu含有量（注1）は90質量%以下としてもよい。

【0091】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域において、Fe含有量が10質量%超の場合、ホットスタンプ部材の腐食の原因となるFeがホットスタンプ部材の最表面（ホットスタンプ部材のめっき層の表面）に過度に多くなり、ホットスタンプ部材の耐赤錆性が低下する。そのため、Fe含有量は10質量%以下である。より好ましいFe含有量は、5質量%以下である。

【0092】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域において、Al含有量の最大値が1質量%未満である場合、ホットスタンプ部材の耐白錆性を改善するCuとAlとの金属間化合物が形成されない場合がある。そのため、Al含有量の最大値は1質量%以上とすることが好ましい。よ

り好ましい A l 含有量の最大値は、5 質量%以上である。A l 含有量は 5 0 質量%以下であつてもよい。

【0093】

「めっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 nm 位置～めっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置までの領域」

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置までの領域において、C u 含有量（注 1）の最大値が 5 質量%以上であり、F e 含有量が 4 0 質量%以下である。

【0094】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置までの領域において、C u 含有量の最大値が 5 質量%未満の場合、ホットスタンプ部材の耐白錆性を改善する C u と A l との金属間化合物が形成されない。そのため、C u 含有量の最大値は 5 質量%以上である。より好ましい C u 含有量の最大値は 1 0 質量%以上である。

【0095】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置までの領域において、F e 含有量が 4 0 質量%超の場合、ホットスタンプ部材の最表面における F e 含有量が過度に多くなる。そのため、F e 含有量は、4 0 質量%以下である。より好ましい F e 含有量は、2 5 質量%以下である。

【0096】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置までの領域において、残部は、A l、S i、及び不純物である。不純物としては、鋼原料もしくはスクラップから及び／又は本実施形態に係るホットスタンプ部材を製造する過程で混入し、あるいは意図的に添加したものであつて、ホットスタンプ部材の特性を阻害しない範囲で許容される元素が例示される。

【0097】

「めっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置～めっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 0 nm 位置までの領域」

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 0 nm 位置までの領域において、C u 含有量（注 1）の最大値は 1 質量%以上であり、F e 含有量は 5 0 質量%以下である。

【0098】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 0 nm 位置までの領域において、C u 含有量（注 1）の最大値は 1 質量%未満の場合、熱処理時に合金化が十分行われな可能性があり、表層のめっきの密着性が不十分となる場合がある。そのため、C u 含有量（注 1）の最大値は 1 質量%以上である。より好ましい C u 含有量の最大値は 5 質量%以上である。C u 含有量（注 1）の最大値は 3 0 質量%以下であつてもよい。

【0099】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 0 nm 位置までの領域において、F e 含有量が 5 0 質量%超の場合、ホットスタンプ部材の最表面の F e 含有量が過度に多くなる。そのため、F e 含有量は、5 0 質量%以下である。より好ましい F e 含有量は、4 0 質量%以下である。

【0100】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 5 0 0 nm 位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に 1 0 0 0 nm 位置までの領域において、残部は、A l と S i と不純物である。不純物としては、鋼原料もしくはスクラップから及び／又は本

10

20

30

40

50

実施形態に係るホットスタンプ部材を製造する過程で混入し、あるいは意図的に添加したものであって、ホットスタンプ部材の特性を阻害しない範囲で許容される元素が例示される。

【0101】

ホットスタンプ部材のめっき層の各元素の深さプロファイルはグロー放電発光分析（GDS）で測定することができる。電極間距離は0.15mm～0.25mmとし、サンプル背面から高周波あるいは直接グロー、高周波グローなどから選択して印加して測定しても良い。放電電圧は30W～50W（定電力モード）、測定時のAr圧力は500Pa～700Paで測定しても良い。放電範囲は2mmφ～6mmφで測定しても良い。1か所の測定時間は、Feが90%以上検出されるようになるまでの時間（ α とする）を測定し、その時間の2割程度の時間（ $\alpha \times 0.2$ ）をさらに測定（合計 $\alpha + 0.2\alpha$ ）しても良い。ホットスタンプ部材の最表面から母鋼材のFe元素が安定する領域まで測定を行うことで、各元素の深さプロファイルを得ることができる。めっき層の表面からの深さ（nm）は、以下のように求める。まず、測定開始から終了までに削られた深さと測定時間とから、単位時間あたりに削れる深さを算出する。次に、得られた単位時間あたりに削れる深さに測定時間を乗じて、ホットスタンプ部材のめっき層の表面からの深さを計算する。ホットスタンプ部材の表面の凹凸が激しく、真空引きができない場合は、直径数百 μm のインジウム線をホットスタンプ部材に押し付けてシーリング材とすることで測定する。測定する箇所の真空引き部と同程度の円をインジウム線で囲い、ホットスタンプ部材にインジウム線を押し当てて表面凹凸を埋めた後GDS測定する。

【0102】

「めっき層の表面のCr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種」

ホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種が存在してもよい。めっき層の表面にCr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種が存在することで、化成性・電着塗装性が良好となるためである。Cr酸化物としてはCrO、Cr₂O₃、CrO₂、CrO₃が挙げられる。Cr水酸化物としては、Cr(OH)₂、Cr(OH)₃が挙げられる。Cu酸化物としては、Cu₂O、CuOが挙げられる。Cu水酸化物としては、CuOH、Cu(OH)₂が挙げられる。Ni酸化物としては、NiO又はNi₂O₃が挙げられる。Ni水酸化物としては、NiOH又はNi(OH)₂が挙げられる。

【0103】

「めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が30質量%以上である」

ホットスタンプ部材のめっき層の表面～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が30質量%以上であることが好ましい。Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が30質量%以上であれば、ホットスタンプ部材の最表面のFe含有量をさらに、抑制することができる。より好ましいCr含有量とCu含有量とNi含有量の合計は、40質量%以上である。

【0104】

Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の存在の確認は、X線光電子分光法測定（XPS測定）で行う事が出来る。具体的には、Arスパッタリング（加速電圧20kV、スパッタレート1.0nm/min）でホットスタンプ部材のスパッタリングエッチングを行った後に、XPS測定を行う。XPS測定は、アルバック・ファイ社製のQuantum2000型を用い、線源Al K α 線を用い、出力15kV、25W、スポットサイズ100 μm 、スキャン回数10回、ホットスタンプ部材の最表面を全エネルギー範囲で走査して測定する。このArスパッタリ

ングエッチングとXPS測定とは交互に行い、めっき層から厚さ方向に20nm位置まで、これらの測定を繰り返す。めっき層の表面からの深さは、スパッタリングエッチング時間とスパッタリングレートとから算出する。スパッタエッチングレートはSiO₂換算で行う。ホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、Cu酸化物又はCu水酸化物の2p軌道に由来する933.5eV～935.5eV、Cr酸化物又はCr水酸化物の2p軌道に由来する576.5eV～579.8eV、Ni酸化物又はNi水酸化物の2p軌道に由来する854eV～857eVにピークが検出される場合を、ホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種が存在すると判定する。より具体的には、Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の有無は、上記の方法での試料のXPS測定後、試料を取り除いた後にバックグラウンドを測定する。その後、試料の測定データからバックグラウンドを除去する。バックグラウンド除去後に、各酸化物や各水酸化物のピーク該当部分において1000c/s以上のピークが検出される場合を、Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種が存在すると判定する。ホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域におけるCr含有量、Cu含有量、Ni含有量の合計は、上記のXPS測定で検出された全元素から計算して求める。

【0105】

「めっき層の厚さ」

ホットスタンプ部材のめっき層の厚さは、表層リッチ領域、Alリッチ領域、及びFeリッチ領域の厚さの合計とする。ホットスタンプ部材のめっき層の厚さが5μm未満の場合、十分な耐食性が得られない場合がある。そのため、めっき層の厚さは、5μm以上であることが好ましい。めっき層の厚さは、10μm以上、20μm以上又は30μm以上であることがより好ましい。めっき層の厚さが200μm超の場合、耐食性向上の効果が飽和する。そのため、めっき層の厚さは200μm以下とすることが好ましい。めっき層の厚さは180μm以下、150μm以下、120μm以下又は100μm以下としてもよい。

【0106】

以上、表層めっき層4がCuめっきであるホットスタンプ用鋼板10をホットスタンプして得たホットスタンプ部材である場合について説明した。

本実施形態に係るホットスタンプ部材の板厚は特に限定しないが、車体軽量化の観点から、0.5～3.5mmとすることが好ましい。ホットスタンプ部材の板厚は0.8mm以上、1.0mm以上又は1.2mm以上であることが好ましい。ホットスタンプ部材の板厚は3.2mm以下、2.8mm以下又は2.4mm以下であることが好ましい。

本実施形態に係るホットスタンプ部材の引張強さは特に限定する必要はない。しかしながら、ホットスタンプ部材が使用される車両は高強度材が多いことに鑑み、ホットスタンプ部材の引張強さを980MPa以上、1080MPa以上、1150MPa以上、1300MPa以上、1500MPa、1600MPa以上としてもよい。ホットスタンプ部材の引張強さは、2500MPa以下、2200MPa以下、2000MPa以下又は1800MPa以下としてもよい。

【0107】

<ホットスタンプ用鋼板の製造方法>

次に、ホットスタンプ用鋼板10の好適な製造方法について説明する。熱間圧延に供する鋼片（鋼材）は、常法で製造した鋼片であればよく、例えば、連続鑄造スラブ、薄スラブキャスターなどの一般的な方法で製造した鋼片であればよい。熱間圧延も一般的な方法で行えばよく、特に限定しない。熱間圧延後、巻取り、母鋼板を得る。

【0108】

巻取り後、必要に応じて、さらに冷間圧延を行ってもよい。冷間圧延における累積圧下

率は特に限定しないが、鋼板の形状安定性の観点から、40～60%とすることが好ましい。

【0109】

Al-Si合金めっきを鋼板に施す前に、めっき前焼鈍を行う。具体的には、鋼板の巻取り後、昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{秒} \sim 100^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ で、 $780^{\circ}\text{C} \sim 810^{\circ}\text{C}$ の温度域まで昇温し、当該温度域で90s～110sの間保温することが好ましい。昇温速度が $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 未満の場合、 500°C 以上滞在時間が180秒を超える場合がある。通常のめっき前焼鈍時の昇温速度は $3^{\circ}\text{C}/\text{秒} \sim 6^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ であり、 500°C 以上滞在時間が180秒を超える場合がある。そのため、昇温速度を $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上とするために、通電加熱などで急速に加熱することが好ましい。

10

【0110】

保温が終わった後、 $660^{\circ}\text{C} \sim 680^{\circ}\text{C}$ の温度域まで冷却速度 $12^{\circ}\text{C}/\text{秒} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ で急速空冷する（めっき前冷却）。冷却速度が $12^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 未満の場合、 500°C 以上滞在時間が180秒超となる場合がある。

【0111】

「Al-Si合金めっき」

上記の熱延鋼板をそのまま、もしくは冷間圧延を施した後、Al-Si合金めっきを施す。Al-Si合金めっき層2の方法は、特に限定されるものではなく、溶融めっき法、電気めっき法、真空蒸着法、クラッド法、溶射法等を用いることができる。特に好ましくは、溶融めっき法である。

20

【0112】

溶融めっき法で、Al-Si合金めっき層2を形成する場合は、Siの含有量が3～20質量%で、Alの含有量とSiの含有量との合計が95質量%以上となるように成分を調整しためっき浴に上記の母鋼板1を浸漬することでAl-Si合金めっき鋼板を得る。めっき浴の温度は $660^{\circ}\text{C} \sim 690^{\circ}\text{C}$ の温度域が好ましい。Al-Si合金めっき層2を施す前に、めっき浴温度 $650^{\circ}\text{C} \sim 780^{\circ}\text{C}$ の近傍まで熱延鋼板を昇温してからめっきを行ってもよい。

【0113】

また、溶融めっきを行う場合、めっき浴にはAlやSiの他に不純物としてFeが混入している場合がある。また、Siの含有量が3～20質量%、かつ、Alの含有量とSiの含有量との合計が95質量%以上となる限り、さらにめっき浴にはNi、Mg、Ti、Zn、Sb、Sn、Cu、Co、In、Bi、Ca、ミッシュメタル等を含有していてもよい。

30

【0114】

「酸化Al被膜除去」

表層めっき層4を形成する前に、Al-Si合金めっき層2を形成後の鋼板（以下、Alめっき鋼板）の酸化Al被膜を除去して、酸化Al被膜除去鋼板を得てもよい。酸化Al被膜3の除去は、Alめっき鋼板を酸性又は塩基性の除去液に浸漬することで行う。酸性の除去液としては、希塩酸（ $\text{HCl } 0.1\text{mol/L}$ ）などが挙げられる。塩基性の除去液としては、水酸化ナトリウム水溶液（ $\text{NaOH } 0.1\text{mol/L}$ ）などが挙げられる。浸漬時間は、表層めっき層4形成後の酸化Al被膜3が20nm以下になるように、調整する。例えば、浴温 40°C の場合、1分間浸漬することで、酸化Al被膜を除去する。

40

【0115】

「表層めっき層」

Al-Si合金めっき形成後、または、表層めっき層4形成後の酸化Al被膜3の平均膜厚が20nm以下になるように酸化Al被膜3を除去後、1分以内に酸化Al被膜除去鋼板に対して表層めっき層4を形成することでホットスタンプ用鋼板を得ることが好ましい。表層めっき層4の形成は、電気めっき法、真空蒸着法（化学蒸着（CVD）、物理蒸着（PVD））、溶射などで形成してもよい。

50

電気めっきで表層めっき層4を形成する場合、例えば以下の方法で形成することができる。表層めっき層4がCrめっきからなる場合は、例えば、無水クロム酸 $0.75 \sim 2 \text{ mol/l}$ 、ハロゲン化物 $0.05 \sim 0.4 \text{ mol/l}$ 、硫酸 $0.01 \sim 0.1 \text{ mol/l}$ 、に Cr^{3+} を含むクロムめっき浴に、Al-Si合金めっき形成後、または酸化Al被膜除去後の鋼板をカソードとして浸漬する。浸漬後、電流密度 $10 \sim 30 \text{ A/dm}^2$ で、厚さが 300 nm 以上となるように、通電時間を制御してCrめっきを形成することができる。アノードにSn-4%Pb電極を用いることが好ましい。クロムめっき浴のpHは $2.0 \sim 3.0$ とし、クロムめっき浴の温度は $40 \sim 50^\circ\text{C}$ とすることが好ましい。

【0116】

表層めっき層4がCuめっきからなる場合は、例えば、ピロリン酸銅 $0.3 \sim 0.5 \text{ mol/L}$ 、ピロリン酸カリウム $0.8 \sim 1.0 \text{ mol/L}$ 、アンモニア水(28%)： 3 mL/L 、P比($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}/\text{Cu}^{2+}$)： $6.5 \sim 8.5$ のCuめっき浴に、Al-Si合金めっき形成後、または酸化Al被膜除去後の鋼板をカソードとして浸漬する。浸漬後、電流密度 $1 \sim 10 \text{ A/dm}^2$ で、厚さが 300 nm 超となるように、通電時間を制御してCuめっきを形成することができる。アノードに無酸素銅を用いることが好ましい。銅めっき浴のpHは $8.0 \sim 9.5$ 、めっき浴の温度は $50 \sim 60^\circ\text{C}$ とすることが好ましい。

【0117】

表層めっき層4が合金めっきからなる場合は、蒸着装置により、金属を電子線で加熱して合金めっきをすることが好ましい。蒸着量は加熱温度における蒸気圧で決まる。そのため、 300 nm 以上の合金めっきを得るために、各金属の加熱温度を調整することが好ましい。

【0118】

<ホットスタンプ工程>

上記で製造したホットスタンプ用鋼板をホットスタンプすることで、ホットスタンプ部材を得る。以下、ホットスタンプの条件の一例を説明するが、ホットスタンプ条件はこの条件に限定されない。

【0119】

上述のホットスタンプ用鋼板を加熱炉に入れて、加熱速度 $1.5^\circ\text{C}/\text{秒} \sim 10.0^\circ\text{C}/\text{秒}$ で、 A_{c3} 点以上の温度(到達温度)まで加熱する。加熱速度が $1.5^\circ\text{C}/\text{秒} \sim 10.0^\circ\text{C}/\text{秒}$ であれば、Feの表面拡散を防止することができる。到達温度が A_{c3} 点以上であれば、スプリングバックを抑制することができるので、好ましい。なお、 A_{c3} 点($^\circ\text{C}$)は下記(1)式で表される。

$$A_{c3} = 912 - 230.5 \times C + 31.6 \times Si - 20.4 \times Mn - 14.8 \times Cr - 18.1 \times Ni + 16.8 \times Mo - 39.8 \times Cu \dots (1)$$

なお、上記式中の元素記号は、当該元素の質量%での含有量であり、含有しない場合は0を代入する。

【0120】

到達温度になった後の保持時間は、5秒以上、300秒以下とすることが好ましい。保持時間が5秒以上、300秒以下であれば、Feのホットスタンプ表面への拡散を抑制することができるので、好ましい。

【0121】

保持後の鋼板をホットスタンプし、室温まで冷却してホットスタンプ部材を得る。ホットスタンプ後から室温までの冷却速度は、 $5^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上が好ましい。冷却速度が $5^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上であれば、Feのホットスタンプ部材最表面への拡散を抑制することができる。

【0122】

450°C 以上の温度域での加熱経過時間は、7.0分以内である。より好ましくは、3.5分以内、さらに好ましくは、2.1分以内である。 450°C 以上の温度域での加熱経過時間が7.0分超の場合、Feがホットスタンプ部材の最表面まで拡散する場合がある。

【0123】

また、必要に応じて、ホットスタンプ後に焼き戻しを行ってもよい。例えば、250℃で30分間保持してもよい。

【実施例】

【0124】

次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

【0125】

(鋼板の製造)

表1A、1B、2A、2Bに示す化学組成の溶鋼を鑄造して製造した鋼片に、Ac₃～1400℃の温度まで加熱して熱間圧延を行い、巻取りなどを行い熱延鋼板（鋼板）を得た。鋼板No. 11、23、28、31については、熱延後3.2mmから厚さ1.6mmに冷間圧延を行い、冷延鋼板を得た。その他の鋼板は、熱間圧延で厚さ1.6mmまで圧延した。

【0126】

10

20

30

40

50

【表 1 A】

鋼No.	化学組成（質量％）												残部：F e 及び不純物				備考
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Nb	Ti	Mo	Cr	B					
1	0.23	0.254	1.21	0.010	0.0009	0.03200	0.0039	0.012	0.026	0.002	0.211	0.0020	本発明鋼				
2	0.01	0.112	0.42	0.010	0.0061	0.03110	0.0036	0.095					本発明鋼				
3	0.08	0.201	1.56	0.009	0.0012	0.02960	0.0030	0.076					本発明鋼				
4	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼				
5	0.25	0.194	1.27	0.006	0.0044	0.03891	0.0034	0.099					本発明鋼				
6	0.31	0.197	1.67	0.007	0.0041	0.03808	0.0025	0.067					本発明鋼				
7	0.35	0.198	1.42	0.007	0.0004	0.02470	0.0045	0.061					本発明鋼				
8	0.45	0.216	1.73	0.008	0.0030	0.03330	0.0025	0.031					本発明鋼				
9	0.65	0.230	1.32	0.009	0.0034	0.01829	0.0022	0.033					本発明鋼				
10	0.29	0.176	1.67	0.006	0.0030	0.04945	0.0032	0.079					本発明鋼				
11	0.31	0.130	1.98	0.006	0.0022	0.02795	0.0032	0.043					本発明鋼				
12	0.36	0.189	1.88	0.008	0.0016	0.04619	0.0024	0.035					本発明鋼				
13	0.04	0.016	0.16	0.007	0.0045	0.04841	0.0017	0.060					本発明鋼				
14	0.45	0.201	0.42	0.005	0.0041	0.01086	0.0037	0.070					本発明鋼				
15	0.36	0.223	0.78	0.010	0.0007	0.02867	0.0044	0.072					本発明鋼				
16	0.32	0.190	1.31	0.006	0.0022	0.04411	0.0050	0.092					本発明鋼				
17	0.30	0.216	1.76	0.010	0.0012	0.02610	0.0015	0.062					本発明鋼				
18	0.35	0.191	2.41	0.006	0.0048	0.02509	0.0040	0.065					本発明鋼				
19	0.28	0.201	2.88	0.007	0.0025	0.03602	0.0038	0.051					本発明鋼				
20	0.36	0.219	0.97	0.005	0.0018	0.02210	0.0021						本発明鋼				
21	0.24	0.184	1.30	0.008	0.0035	0.03121	0.0041	0.012					本発明鋼				
22	0.29	0.213	1.98	0.010	0.0046	0.01365	0.0024	0.038					本発明鋼				
23	0.31	0.214	1.28	0.009	0.0012	0.03927	0.0047	0.078					本発明鋼				
24	0.08	0.193	1.56	0.008	0.0046	0.02263	0.0018	0.142					本発明鋼				
25	0.29	0.212	0.90	0.005	0.0040	0.04864	0.0043	0.085					本発明鋼				
26	0.30	0.218	1.65	0.095	0.0009	0.01105	0.0047	0.071					本発明鋼				
27	0.31	0.199	1.89	0.005	0.0003	0.03334	0.0019	0.040					本発明鋼				
28	0.35	0.229	1.13	0.005	0.0036	0.01883	0.0027	0.098					本発明鋼				

【 0 1 2 7 】

10

20

30

40

50

【表 1 B】

鋼No.	化学組成 (質量%)											残部：F e 及び不純物			備考
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Nb	Ti	Mo	Cr	B			
29	0.35	0.220	1.51	0.009	0.0946	0.01462	0.0043	0.077					本発明鋼		
30	0.28	0.216	1.14	0.005	0.0008	0.00030	0.0031	0.053					本発明鋼		
31	0.30	0.209	1.38	0.007	0.0041	0.03100	0.0024	0.030					本発明鋼		
32	0.29	0.226	1.66	0.010	0.0048	0.46100	0.0024	0.049					本発明鋼		
33	0.31	0.221	1.24	0.009	0.0010	0.03734	0.0078	0.066					本発明鋼		
34	0.35	0.212	0.83	0.010	0.0002	0.03058	0.0091	0.038					本発明鋼		
35	0.36	0.224	1.74	0.009	0.0004	0.02299	0.0040	0.099	0.011				本発明鋼		
36	0.32	0.200	1.09	0.007	0.0011	0.03013	0.0027	0.031	0.026				本発明鋼		
37	0.35	0.194	0.93	0.009	0.0014	0.01834	0.0029	0.065	0.141				本発明鋼		
38	0.33	0.223	1.36	0.010	0.0007	0.01077	0.0026	0.096		0.005			本発明鋼		
39	0.33	0.194	1.11	0.006	0.0033	0.03567	0.0021	0.094		0.010			本発明鋼		
40	0.32	0.192	1.53	0.006	0.0023	0.01660	0.0034	0.078		0.984			本発明鋼		
41	0.36	0.196	1.85	0.010	0.0050	0.01301	0.0031	0.075			0.012		本発明鋼		
42	0.36	0.200	1.93	0.005	0.0016	0.03784	0.0016	0.056			0.208		本発明鋼		
43	0.31	0.191	1.64	0.008	0.0007	0.01268	0.0019	0.084			0.989		本発明鋼		
44	0.36	0.204	1.79	0.009	0.0037	0.04722	0.0041	0.046				0.0005	本発明鋼		
45	0.31	0.206	1.31	0.005	0.0050	0.03133	0.0023	0.063				0.0021	本発明鋼		
46	0.32	0.230	1.81	0.007	0.0026	0.01163	0.0037	0.086				0.0088	本発明鋼		
47	0.33	0.205	1.59	0.006	0.0019	0.03027	0.0024	0.100					本発明鋼		
48	0.33	0.218	1.37	0.010	0.0021	0.04957	0.0018	0.033					本発明鋼		
49	0.27	0.600	0.85	0.010	0.0020	0.01200	0.0050	0.058	0.030	0.300		0.0020	本発明鋼		
50	0.42	0.370	0.56	0.010	0.0014	0.01100	0.0040	0.052	0.038	0.240		0.0021	本発明鋼		
51	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼		
52	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼		
53	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼		
54	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼		
55	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼		
56	0.21	0.197	1.18	0.007	0.0006	0.01278	0.0026	0.100					本発明鋼		

【 0 1 2 8 】

10

20

30

40

50

【表 2 A】

鋼No.	化学組成 (質量%) 残部 : F e 及 び 不 純 物										Ac3点 (°C)	備 考
	Ca	REM	Cu	N i	V	Co	W	Sn	Sb	Zr	Mg	
1											839	本発明鋼
2											905	本発明鋼
3											868	本発明鋼
4											846	本発明鋼
5											835	本発明鋼
6											813	本発明鋼
7											809	本発明鋼
8											780	本発明鋼
9											743	本発明鋼
10											817	本発明鋼
11											804	本発明鋼
12											797	本発明鋼
13											900	本発明鋼
14											806	本発明鋼
15											820	本発明鋼
16											818	本発明鋼
17											814	本発明鋼
18											788	本発明鋼
19											795	本発明鋼
20											816	本発明鋼
21											836	本発明鋼
22											811	本発明鋼
23											821	本発明鋼
24											868	本発明鋼
25											833	本発明鋼
26											816	本発明鋼
27											808	本発明鋼
28											816	本発明鋼

【 0 1 2 9 】

10

20

30

40

50

【表 2 B】

鋼No.	化学組成 (質量%)										Ac3点 (°C)	備考
	Ca	REM	Cu	N i	V	Co	W	Sn	Sb	Zr	Mg	
29											807	本発明鋼
30											831	本発明鋼
31											821	本発明鋼
32											818	本発明鋼
33											822	本発明鋼
34											821	本発明鋼
35											801	本発明鋼
36											822	本発明鋼
37											818	本発明鋼
38											815	本発明鋼
39											820	本発明鋼
40											830	本発明鋼
41											797	本発明鋼
42											793	本発明鋼
43											798	本発明鋼
44											799	本発明鋼
45											820	本発明鋼
46											809	本発明鋼
47	0.009										810	本発明鋼
48		0.270									815	本発明鋼
49			0.26	0.13							856	本発明鋼
50			0.90	0.18	0.150						819	本発明鋼
51						0.30					846	本発明鋼
52							0.30				846	本発明鋼
53								0.40			846	本発明鋼
54									0.20		846	本発明鋼
55										0.40	846	本発明鋼
56										0.200	846	本発明鋼

【0130】

10

20

30

40

50

【表 3 A】

鋼板 No.	鋼 No.	めっき					備考
		Al-Si合金めっき		酸化 A I 被膜			
		A I 含有量 (質量%)	S i 含有量 (質量%)	厚さ (μ m)	除去方法	厚さ (n m)	
1	1	93	7	21	アルカリ	34	比較例
2	2	93	7	32	アルカリ	4	本発明例
3	3	88	12	24	アルカリ	6	本発明例
4	4	93	7	31	アルカリ	13	本発明例
5	5	88	12	32	アルカリ	12	本発明例
6	6	88	12	29	アルカリ	12	本発明例
7	7	88	12	32	アルカリ	8	本発明例
8	8	93	7	27	アルカリ	14	本発明例
9	9	91	9	32	アルカリ	17	本発明例
10	10	90	10	27	アルカリ	12	本発明例
11	11	88	12	27	アルカリ	8	本発明例
12	12	87	13	27	アルカリ	15	本発明例
13	13	87	13	28	アルカリ	16	本発明例
14	14	92	8	30	アルカリ	8	本発明例
15	15	92	8	29	酸	5	本発明例
16	16	90	10	27	アルカリ	5	本発明例
17	17	90	10	29	アルカリ	4	本発明例
18	18	90	10	29	アルカリ	11	本発明例
19	19	91	9	26	アルカリ	9	本発明例
20	20	88	12	24	アルカリ	11	本発明例
21	21	88	12	35	アルカリ	14	本発明例
22	22	93	7	24	アルカリ	16	本発明例
23	23	91	9	32	アルカリ	4	本発明例
24	24	88	12	34	アルカリ	12	本発明例
25	25	90	10	10	アルカリ	6	本発明例
26	26	88	12	30	アルカリ	9	本発明例
27	27	93	7	34	酸	18	本発明例
28	28	93	7	26	アルカリ	3	本発明例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 1 】

10

20

30

40

50

【表 3 B】

鋼板 No.	鋼 No.	めっき					備考
		Al-Si合金めっき		酸化 Al 被膜			
		A l 含有量 (質量%)	S i 含有量 (質量%)	厚さ (μ m)	除去方法	厚さ (n m)	
29	29	93	7	27	アルカリ	18	本発明例
30	30	88	12	26	アルカリ	17	本発明例
31	31	92	8	26	アルカリ	9	本発明例
32	32	89	11	28	アルカリ	10	本発明例
33	33	93	7	31	アルカリ	18	本発明例
34	34	89	11	32	アルカリ	17	本発明例
35	35	93	7	35	アルカリ	2	本発明例
36	36	90	10	35	アルカリ	9	本発明例
37	37	91	9	35	アルカリ	10	本発明例
38	38	88	12	29	酸	8	本発明例
39	39	93	7	34	アルカリ	7	本発明例
40	40	87	13	35	アルカリ	15	本発明例
41	41	88	12	27	アルカリ	6	本発明例
42	42	92	8	27	アルカリ	7	本発明例
43	43	87	13	27	アルカリ	2	本発明例
44	44	87	13	33	アルカリ	5	本発明例
45	45	87	13	31	アルカリ	14	本発明例
46	46	89	11	30	アルカリ	11	本発明例
47	47	93	7	34	アルカリ	15	本発明例
48	48	92	8	32	アルカリ	11	本発明例
49	4	98	2	25	アルカリ	12	比較例
50	4	90	10	34	アルカリ	12	本発明例
51	4	92	8	49	アルカリ	5	本発明例
52	4	76	24	32	アルカリ	8	比較例
53	4	90	10	49	アルカリ	10	本発明例
54	4	91	9	7	アルカリ	13	比較例
55	4	90	10	30	アルカリ	12	比較例
56	4	88	12	32	アルカリ	5	比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 2 】

10

20

30

40

50

【表 3 C】

鋼板 No.	鋼 No.	めっき					備考
		Al-Si合金めっき		酸化Al被膜			
		A l 含有量 (質量%)	S i 含有量 (質量%)	厚さ (μ m)	除去方法 厚さ (n m)		
57	4	92	8	46	アルカリ	2	本発明例
58	4	90	10	30	アルカリ	7	本発明例
59	4	92	8	31	アルカリ	6	比較例
60	4	87	13	39	アルカリ	7	本発明例
61	4	93	7	25	アルカリ	10	本発明例
62	4	91	9	27	アルカリ	19	本発明例
63	4	90	10	33	アルカリ	8	本発明例
64	4	89	11	27	アルカリ	16	本発明例
65	4	91	9	31	アルカリ	11	本発明例
66	4	88	12	29	アルカリ	9	本発明例
67	49	91	9	31	アルカリ	6	本発明例
68	50	90	10	34	アルカリ	9	本発明例
69	51	88	12	29	アルカリ	18	本発明例
70	52	88	12	29	酸	4	本発明例
71	53	88	12	29	アルカリ	12	本発明例
72	54	88	12	29	アルカリ	8	本発明例
73	55	88	12	29	アルカリ	12	本発明例
74	56	88	12	29	アルカリ	15	本発明例
75	4	88	12	29	アルカリ	5	本発明例
76	4	88	12	30	アルカリ	4	本発明例
77	4	88	12	31	アルカリ	7	比較例
78	4	88	12	25	アルカリ	5	比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 3 】

10

20

30

40

50

【表 4 A】

鋼板 No.	めっき 表層めっき層								備考
	Cu (質量%)	Cr (質量%)	Ni (質量%)	その他成分 (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Cr/Ni	厚さ (nm)	被覆率	
1		10	90		100	0.11	210	82	比較例
2		75	25		100		741	95	本発明例
3		80	20		100		617	94	本発明例
4		90	10		100		772	94	本発明例
5		70	30		100		916	96	本発明例
6		70	30		100		608	94	本発明例
7		70	30		100		1127	99	本発明例
8		70	30		100		791	95	本発明例
9		70	30		100		991	97	本発明例
10	89		11		100		683	94	本発明例
11	75		25		100		1036	98	本発明例
12	60		40		100		1180	99	本発明例
13	20		80		100	0	760	93	本発明例
14	22		78		100	0	946	96	本発明例
15	18		82		100	0	814	95	本発明例
16	15		85		100	0	1165	99	本発明例
17	40		60		100	0	793	95	本発明例
18	49		51		100	0	1166	99	本発明例
19	29		71		100	0	778	95	本発明例
20	10	90			100		1003	98	本発明例
21	31	69			100		630	94	本発明例
22	49	51			100		1175	98	本発明例
23	70	30			100		663	95	本発明例
24	92	8			100		722	95	本発明例
25	99			1	99		1380	99	本発明例
26	99			1	99		804	96	本発明例
27		98		2	98		1144	99	本発明例
28		98		2	98		951	98	本発明例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 4 】

10

20

30

40

50

【表 4 B】

鋼板 No.	めっき								備考
	表層めっき層								
	Cu (質量%)	Cr (質量%)	Ni (質量%)	その他成分 (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Cr/Ni	厚さ (nm)	被覆率	
29		98		2	98		948	98	本発明例
30	99			2	99		807	93	本発明例
31	99			2	99		775	94	本発明例
32	99				99		1024	99	本発明例
33	76		24		100		1101	98	本発明例
34	76		24		100		510	92	本発明例
35	18		82		100	0	727	95	本発明例
36	18		82		100	0	1185	99	本発明例
37	18		82		100	0	502	93	本発明例
38	18		82		100	0	752	95	本発明例
39	18		82		100	0	818	96	本発明例
40	18		82		100	0	941	98	本発明例
41	75		25		100		797	96	本発明例
42	75		25		100		795	96	本発明例
43	75		25		100		581	93	本発明例
44	75		25		100		774	94	本発明例
45	75		25		100		564	92	本発明例
46	75		25		100		874	94	本発明例
47	75		25		100		1120	99	本発明例
48	75		25		100		932	98	本発明例
49	92	8			100		350	91	比較例
50	92	8			100		701	95	本発明例
51	92	8			100		893	96	本発明例
52	92	8			100		330	90	比較例
53	92	8			100		574	93	本発明例
54	92	8			100		320	90	比較例
55					0		0	0	比較例
56	99			1	99		190	85	比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 5 】

10

20

30

40

50

【表 4 C】

鋼板 No.	めっき								備考
	表層めっき層								
	Cu (質量%)	Cr (質量%)	Ni (質量%)	その他成分 (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Cr/Ni	厚さ (nm)	被覆率	
57	99			1	99		310	90	本発明例
58	99			1	99		2472	99	本発明例
59		98		2	98		184	86	比較例
60		98		2	98		600	93	本発明例
61		98		2	98		2430	99	本発明例
62	75		25		100		642	92	本発明例
63	49		51		100	0	1000	98	本発明例
64	20		80		100	0	1020	98	本発明例
65	99	1			100		1009	98	本発明例
66	85	15			100		889	97	本発明例
67	75		25		100		673	95	本発明例
68	75		25		100		750	96	本発明例
69		70	30		100		1001	98	本発明例
70	75		25		100		1032	99	本発明例
71	60		40		100		1018	98	本発明例
72	20	30	50		100		1027	99	本発明例
73	80	20			100		1022	99	本発明例
74	50		48	2	98		1018	99	本発明例
75	9		85	6	94	0	1120	99	本発明例
76	9	5	86	9	100	0.06	1205	99	本発明例
77	20		62	18	82	0	558	91	比較例
78		59	22	19	81		621	92	比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 6 】

【表 5 A】

鋼板 No.	ホットスタンピング工程				特性		備考
	加熱		後処理	耐食性	金属光沢 評価		
	加熱速度 (℃／秒)	到達温度 (℃)				保持時間 (秒)	
1	4.8	915	97	-	bad	比較例	
2	5.9	919	78	-	excellent	本発明例	
3	3.8	870	118	-	great	本発明例	
4	4.1	888	71	-	excellent	本発明例	
5	2.8	890	119	-	excellent	本発明例	
6	4.3	879	67	-	great	本発明例	
7	5.9	891	61	-	excellent	本発明例	
8	2.6	890	95	-	great	本発明例	
9	5.7	898	113	250	great	本発明例	
10	3.0	863	65	-	great	本発明例	
11	2.7	917	60	-	excellent	本発明例	
12	4.1	891	64	-	excellent	本発明例	
13	5.9	908	60	-	good	本発明例	
14	4.4	864	70	-	great	本発明例	
15	3.8	883	108	-	great	本発明例	
16	2.6	903	105	-	excellent	本発明例	
17	5.3	909	98	-	magnificent	本発明例	
18	3.1	905	105	-	magnificent	本発明例	
19	2.0	878	77	-	excellent	本発明例	
20	3.4	861	95	-	good	本発明例	
21	4.9	910	95	-	great	本発明例	
22	5.6	863	113	-	excellent	本発明例	
23	5.2	902	119	-	magnificent	本発明例	
24	3.9	870	66	-	great	本発明例	
25	5.9	873	61	-	great	本発明例	
26	4.5	891	113	-	great	本発明例	
27	4.0	900	94	-	excellent	本発明例	
28	5.2	875	98	-	excellent	本発明例	

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 7 】

鋼板 No.	ホットスタンプ工程				特性		備考
	加熱		後処理	耐食性			
	加熱速度 (℃／秒)	到達温度 (℃)		保持時間 (秒)	焼戻し温度 (℃)	金属光沢 評価	
29	5.1	908	61	-	excellent		本発明例
30	5.3	898	117	-	excellent		本発明例
31	3.9	909	68	-	great		本発明例
32	5.9	885	104	-	great		本発明例
33	3.8	908	89	-	excellent		本発明例
34	3.7	884	91	-	great		本発明例
35	5.8	905	89	-	great		本発明例
36	3.6	872	72	-	great		本発明例
37	3.0	874	60	-	excellent		本発明例
38	2.6	895	72	-	magnificent		本発明例
39	3.2	870	77	-	excellent		本発明例
40	5.6	908	117	-	great		本発明例
41	4.3	869	70	-	great		本発明例
42	2.5	918	78	-	excellent		本発明例
43	2.1	878	64	-	great		本発明例
44	3.6	870	92	-	great		本発明例
45	4.1	899	82	-	magnificent		本発明例
46	2.0	866	112	-	excellent		本発明例
47	2.0	907	111	-	great		本発明例
48	2.6	871	93	-	excellent		本発明例
49	4.6	918	41	-	bad		比較例
50	4.4	898	88	-	excellent		本発明例
51	4.0	888	81	-	great		本発明例
52	3.1	891	32	-	bad		比較例
53	5.1	866	61	-	excellent		本発明例
54	4.0	902	120	-	bad		比較例
55	3.5	902	80	-	bad		比較例
56	4.4	886	89	-	bad		比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【表 5 C】

鋼板 No.	ホットスタンプ工程				特性		備考
	加熱		後処理	耐食性	金属光沢 評価		
	加熱速度 (℃／秒)	到達温度 (℃)				保持時間 (秒)	
57	5.7	892	68	-	good	本発明例	
58	4.2	875	72	-	excellent	本発明例	
59	4.8	884	117	-	bad	比較例	
60	3.7	888	63	-	good	本発明例	
61	3.5	880	62	-	excellent	本発明例	
62	3.2	892	68	-	excellent	本発明例	
63	3.3	902	90	-	excellent	本発明例	
64	3.3	912	63	-	excellent	本発明例	
65	3.4	915	68	-	excellent	本発明例	
66	3.6	899	85	-	excellent	本発明例	
67	4.7	891	71	-	excellent	本発明例	
68	4.9	895	71	-	excellent	本発明例	
69	4.4	898	88	-	excellent	本発明例	
70	4.4	898	88	-	excellent	本発明例	
71	4.5	900	88	-	excellent	本発明例	
72	4.5	900	88	-	excellent	本発明例	
73	4.4	898	88	-	excellent	本発明例	
74	4.5	900	88	-	excellent	本発明例	
75	4.5	884	90	-	excellent	本発明例	
76	4.5	895	90	-	excellent	本発明例	
77	4.5	887	90	-	bad	比較例	
78	4.5	890	90	-	bad	比較例	

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 3 9 】

【表 6 A】

鋼板 No.	領域 (0-100nm)				領域 (100-500nm)		領域 (500-1000nm)		表面から 1000nm までの 領域の 判定	表面から20nm 位置までの 領域酸化物 /水酸化物の 判定	各領域の 判定	備考
	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Al (質量%)		Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)				
1	I	I	I		III	II	III	III	B	B	G	比較例
2	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
3	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
4	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
5	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
6	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
7	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
8	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
9	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
10	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
11	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
12	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
13	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
14	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
15	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
16	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
17	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
18	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
19	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
20	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
21	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
22	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
23	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
24	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
25	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
26	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
27	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例
28	I	I	I		I	I	I	I	G	G	G	本発明例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【 0 1 4 0 】

10

20

30

40

50

【表 6 B】

鋼板 No.	領域 (0-100nm)			領域 (100-500nm)		領域 (500-1000nm)		表面から 1000nm までの 領域の 判定	表面から20nm 位置までの 領域酸化物 /水酸化物の 判定	各領域の 判定	備考
	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Al (質量%)	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)				
29	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
30	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
31	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
32	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
33	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
34	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
35	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
36	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
37	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
38	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
39	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
40	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
41	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
42	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
43	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
44	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
45	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
46	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
47	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
48	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	比較例
50	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
51	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	比較例
53	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	比較例
55	III	III	I	III	III	III	III	B	B	G	比較例
56	II	II	I	III	II	III	III	B	B	G	比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【0141】

10

20

30

40

50

【表 6 C】

鋼板 No.	領域 (0-100nm)			領域 (100-500nm)		領域 (500-1000nm)		表面から 1000nm までの 領域の 判定	表面から20nm 位置までの 領域酸化物 /水酸化物の 判定	各領域の 判定	備考
	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Al (質量%)	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)	Fe (質量%)	Cr+Cu+Ni (質量%)				
57	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
58	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
59	II	II	I	III	II	III	III	B	B	G	比較例
60	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
61	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
62	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
63	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
64	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
65	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
66	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
67	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
68	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
69	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
70	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
71	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
72	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
73	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
74	I	I	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
75	I	II	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
76	I	II	I	I	I	I	I	G	G	G	本発明例
77	II	III	I	I	II	I	I	B	G	B	比較例
78	II	III	I	I	II	I	I	B	G	B	比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す

【0142】

(Al-Siめっき)

上記で製造した鋼板に対し、Al-Si合金めっきを施した。Al-Si合金のめっき浴は、表3A、3B、3Cに記載のAl含有量及びSi含有量となるように、めっき浴の成分を調整した。成分を調整しためっき浴に上記の方法により製造した鋼板を浸漬し、表3A、3B、3Cに記載のAl-Si合金めっき鋼板を得た。

【0143】

(酸化Al被膜除去)

Al-Si合金めっき鋼板の表面の酸化Al被膜を表3A、3B、3Cに記載の方法で

10

20

30

40

50

除去した。表 3 A、3 B、3 C にアルカリと記載されている場合は、除去液として 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いた。表 3 A、3 B、3 C に酸と記載されている場合は、除去液として 0.1 mol/L の希塩酸を用いた。上記で得た Al-Si めっき鋼板を除去液に浸漬し、酸化 Al 被膜除去鋼板を得た。表中に「-」とある場合は、酸化 Al 被膜除去を行っていないことを意味する。

【0144】

(表層めっき層)

次に、鋼板 No. 25~32、56~61 では、Al-Si 合金めっき鋼板または、酸化 Al 被膜を除去した Al-Si 合金めっき鋼板に対し、電気めっきにより表層めっき層を形成した。表層めっき層が Cr めっきの場合、無水クロム酸 $0.75 \sim 2 \text{ mol/L}$ 、ハロゲン化物 $0.05 \sim 0.4 \text{ mol/L}$ 、硫酸 $0.01 \sim 0.1 \text{ mol/L}$ 、に Cr^{3+} を含むクロムめっき浴に、Al-Si 合金めっき鋼板を浸漬した。浸漬後、アノードに Sn-4% Pb 電極を用い、電流密度 $10 \sim 30 \text{ A/dm}^2$ で、厚さが 300 nm 超となるように、通電時間を制御して Cr めっきを形成した。クロムめっき浴の pH は $2.0 \sim 3.0$ とし、クロムめっき浴の温度は $40 \sim 50^\circ\text{C}$ とした。表層めっき層が Cu めっきの場合、ピロリン酸銅 $0.3 \sim 0.5 \text{ mol/L}$ 、ピロリン酸カリウム $0.8 \sim 1.0 \text{ mol/L}$ 、アンモニア水 (28%) : 3 mL/L 、P 比 ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}/\text{Cu}^{2+}$) : $6.5 \sim 8.5$ の Cu めっき浴に、Al-Si 合金めっき鋼板を浸漬した。浸漬後、アノードに無酸素銅を用い、電流密度 $1 \sim 10 \text{ A/dm}^2$ で、厚さが 300 nm 超となるように、通電時間を制御して Cr めっきを形成した。このとき、銅めっき浴の pH は $8.0 \sim 9.5$ とし、めっき浴の温度は $50 \sim 60^\circ\text{C}$ とした。

また、鋼板 No. 1~24、33~54、62~78 では、Al-Si 合金めっき鋼板または、酸化 Al 被膜除去鋼板に対し、蒸着により表層めっき層を形成した。具体的には、装置容量 (チャンバー内容量) : 0.6 m^3 、蒸着金属源から鋼板 (基板) までの距離 : 0.6 m 、蒸着中の真空度 : $5.0 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 、蒸着金属源用るつぼの容量 : 40 mL 、内径 : 30ϕ 、蒸着方法 : 電子線、電子線照射条件 : 電圧 10 V (固定)、電流 $0.7 \sim 1.5 \text{ A}$ 、鋼板温度 : $50 \sim 600^\circ\text{C}$ 、鋼板回転速度 : 15 rpm という条件で蒸着を行うことで形成した。蒸着金属には、99.9 以上の純度の金属を使用した。得られたホットスタンプ用鋼板の基材である鋼板の各組織を上述の方法で確認したところ、断面の面積率において、フェライト : $20 \sim 80\%$ 、パーライト : $20 \sim 80\%$ 、残部 : 5% 未満であった。なお、表層めっき層において、Ni 含有量が 50 質量% 超の場合のみ、Cr/Ni 比を算出した表 4 A、4 B、4 C 中の Cr/Ni の欄に記載した。

【0145】

(ホットスタンプ)

次に、表 5 A、5 B、5 C に記載の通りの条件でホットスタンプ用鋼板をホットスタンプし、ホットスタンプ部材を得た。

【0146】

(Al-Si 合金めっき層の厚さ)

Al-Si 合金めっき層の厚さは以下のように測定した。上記の製造方法で得られたホットスタンプ用鋼板を板厚方向に切断した。その後、ホットスタンプ用鋼板の断面を研磨し、研磨したホットスタンプ用鋼板の断面を、FE-EPMA により、ホットスタンプ用鋼板の表面から鋼板までを ZAF 法を用いて線分析し、検出された成分中の Al 濃度及び Si 濃度を測定した。測定条件は、加速電圧 15 kV 、ビーム径 100 nm 程度、1 点あたりの照射時間 1000 ms 、測定ピッチ 60 nm とした。表層めっき層、Al-Si 合金めっき層及び鋼板が含まれる範囲で測定を行った。Si 濃度が $3 \sim 20$ 質量%、かつ、Al 濃度と Si 濃度との合計が 95 質量% 以上である領域を Al-Si 合金めっき層と判定し、Al-Si 合金めっき層の厚さは、上記の領域の板厚方向の長さとした。5 μm 間隔ずつ離れた 5 箇所の位置で Al-Si 合金めっき層の厚さを測定し、求めた値の算術平均を Al-Si 合金めっき層の厚さとした。評価結果を表 3 A、3 B、3 C に示す。

【0147】

(Al-Si合金めっき層中のAl含有量及びSi含有量測定)

Al-Si合金めっき層中のAl含有量及びSi含有量は、JIS K 0150 (2005)に記載の試験方法に従って、試験片を採取し、Al-Si合金めっき層の全厚の1/2位置のAl含有量及びSi含有量を測定することで、ホットスタンプ用鋼板10におけるAl-Si合金めっき層中のAl含有量及びSi含有量を得た。得られた結果を表3A、3B、3Cに示す。

【0148】

(酸化Al被膜の厚さ)

酸化Al被膜の厚さは、ArスパッタリングとX線光電子分光法(XPS)測定を交互に繰り返すことで、評価した。具体的には、Arスパッタリング(加速電圧0.5kV、SiO₂を基準としたスパッタレート0.5nm/min)でホットスタンプ用鋼板のスパッタリングを行った後に、XPS測定を行った。XPS測定は、線源Al K α 線を用い、出力15kV、25W、スポットサイズ100 μ m、スキャン回数10回、全エネルギー範囲0~1300eVで行った。ArスパッタリングとXPS測定は交互に行い、XPS測定でAlの2p軌道の結合エネルギー73.8eV~74.5eVのピークが現れてからなくなるまで、これらの測定を繰り返した。酸化Al被膜の厚さは、スパッタリングを開始して初めてOの含有量が20atomic%以上となる位置から、Oの含有量が20atomic%未満となる位置までのスパッタリング時間とスパッタリングレートから算出する。スパッタリングレートはSiO₂換算で行う。酸化Al被膜の厚さは、2箇所

10

20

【0149】

(表層めっき層の厚さ)

表層めっき層の厚さは、グロー放電発光分析(GDS)で測定した。放電条件は35W(定電力モード)、測定時のAr圧力は600Pa、放電範囲は4mm ϕ で測定を行った。電極間距離は0.18mmとした。1か所の測定時間は、Feが90%以上検出されるようになるまでの時間(α とする)を測定し、その時間の2割程度の時間($\alpha \times 0.2$)をさらに測定(合計 $\alpha + 0.2\alpha$)した。ホットスタンプ用鋼板10の最表面からAlが検出され、かつ表層めっき層であるめっき成分(Cu, Cr, Ni)の合計が50%になるまでの領域まで測定を行った。表層めっき層の厚さ(nm)は、以下のように求めた。まず、測定開始から終了までに削られた深さと測定時間とから、単位時間当たりに削れる深さを算出した。次に、得られた単位時間当たりに削れる深さに測定時間を乗じて、ホットスタンプ用鋼板10の表層めっき層の厚さを計算した。得られた結果を表4A、4B、4Cに示す。

30

【0150】

(表層めっき層のCr含有量、Cu含有量、Ni含有量)

表層めっき層中の主元素の含有量(Cr含有量、Cu含有量、およびNi含有量のいずれか1種)は、表層めっき層の厚さの測定において得られた表層めっき層の板厚方向の中心位置におけるCr濃度、Cu濃度、Ni濃度のうち、数値が最も大きい元素の濃度とした。得られた結果を表4A、4B、4Cに示す。

40

【0151】

(めっき層の深さプロファイル)

ホットスタンプ部材のめっき層の各元素の深さプロファイルはGDSで測定することで得た。条件は電極間距離を0.19mmとし、サンプル背面から高周波を印加した。放電電圧は35W(定電力モード)、測定時のAr圧力は600Pa、放電範囲は4mm ϕ で測定した。1か所の測定時間は約12分程度であり、約50 μ mほどエッチングした。めっき層の深さは、上述の方法で算出した。ホットスタンプ部材の表面から母材のFe元素が安定する領域まで測定を行うことで、各元素の深さプロファイルを得た。

【0152】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面~ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ

50

方向に100nm位置までの領域において、Fe含有量が5質量%以下の場合をIとし、5質量%超10質量%以下の場合をIIとし、10質量%超の場合をIIIとした。また、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計の最大値が70質量%以上の場合をIとし、50質量%以上70質量%未満の場合をIIとし、50質量%未満の場合をIIIとし、Al含有量の最大値が5質量%以上である場合をIとし、1質量%以上5質量%未満の場合をIIとし、1質量%未満の場合をIIIとした。

【0153】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に100nm位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に500nm位置までの領域において、Fe含有量が15質量%以下の場合をIとし、25質量%以下の場合をIIとし、25質量%超の場合をIIIとした。また、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計の最大値が10質量%以上の場合をIとし、5質量%以上10質量%未満の場合をIIとし、5質量%未満の場合をIIIとした。

10

【0154】

ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に500nm位置～ホットスタンプ部材のめっき層の表面から厚さ方向に1000nm位置までの領域において、Fe含有量が20質量%以下の場合をIとし、20質量%以上30質量%以下の場合をIIとし、30質量%超の場合をIIIとした。また、Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計の最大値が5質量%以上の場合をIとし、1質量%以上5質量%未満の場合をIIとし、1質量%未満の場合をIIIとした。

20

表6A、6B、6C中の表面から1000nmまでの領域の判定は、各領域で全てI又はIIの場合を合格としてGとした。各領域の判定において、1つでもIIIがある場合を不合格としてBとした。

【0155】

なお、表6A、6B、6C中の領域(0-100nm)は、めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置までの領域を意味する。表6A、6B、6C中の領域(100-500nm)は、めっき層の表面から厚さ方向に100nm位置～めっき層の表面から厚さ方向に500nm位置までの領域を意味する。表6A、6B、6C中の領域(500-1000nm)は、めっき層の表面から厚さ方向に500nm位置～めっき層の表面から厚さ方向に1000nm位置までの領域を意味する。

30

【0156】

(めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域におけるCr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種)

めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域におけるCr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種の存在の確認は、X線光電子分光法測定(XPS測定)で行った。具体的には、Arスパッタリング(加速電圧20kV、スパッタレート1.0nm/min)でホットスタンプ部材のスパッタリングエッチングを行った後に、XPS測定を行った。XPS測定は、アルバック・ファイ社製のQuantum2000型を用い、線源Al K α 線を用い、出力15kV、25W、スポットサイズ100 μ m、スキャン回数10回、ホットスタンプ部材の最表面を全エネルギー範囲で走査して測定した。このArスパッタリングエッチングとXPS測定とは交互に行い、めっき層から厚さ方向に20nm位置まで、これらの測定を繰り返した。めっき層の表面からの深さは、スパッタリングエッチング時間とスパッタリングレートとから算出した。ホットスタンプ部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、上記で説目下Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物に由来するピークが検出される場合を、めっき層の表面にCr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種が存在すると判定する。スパッタエッチングレートはSiO₂換算で行った。また、ホットスタンプ

40

50

部材のめっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域におけるCr含有量とCu含有量とNi含有量の合計は、XPS測定で検出された全元素から計算して求めた。

【0157】

(表面から20nm位置までの領域の判定)

めっき層の表面～めっき層の表面から厚さ方向に20nm位置までの領域において、Cr酸化物、Cr水酸化物、Cu酸化物、Cu水酸化物、Ni酸化物、または、Ni水酸化物の少なくとも1種が存在し、且つCr含有量とCu含有量とNi含有量の合計が30質量%以上の場合をGとし、それ以外の場合をBとした。結果を表6A、6B、6Cに示す。

【0158】

(各リッチ領域の判定)

ホットスタンプ部材のめっき層の各元素の深さプロファイルのGDS測定結果から、めっき層の表層リッチ領域((1)Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計:50質量%以上であり、かつ、Ni含有量:40質量%以下、または、(2)Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計:50質量%以上であり、かつ、Ni含有量:72質量%以下、かつ、Cr含有量がNi含有量の0.08倍以下)、Alリッチ領域(Cr含有量とCu含有量とNi含有量の合計:50質量%未満、Al含有量:10質量%以上、Fe含有量:50質量%以下)、Feリッチ領域(Al含有量:10質量%以上、Fe含有量:50質量%超)の各領域をめっき層の表面からこの順で備えていた場合(各リッチ領域の判定)をG、これらの各領域を備えていなかった場合は、Bとした。結果を表6A、6B、6Cに示す。

【0159】

(耐食性)

ホットスタンプ部材の耐食性はJIS H 8502:1999の8.1に基づいて中性塩水噴霧サイクル試験(CCT)で評価した。ただし、前記規格の8.1.2 b)については、塩化ナトリウムが試験液1リッター当たり70gになるように溶解させることに変更した。具体的には、CCT2サイクル、CCT5サイクル、CCT10サイクルでホットスタンプ部材を取り出し、下地の金属光沢の維持率を評価した。CCT12サイクルまで赤錆50%未満を維持する場合をMagnificent、CCT9サイクルまで赤錆50%未満を維持する場合をExcellent、CCT6サイクルまで赤錆50%未満を維持する場合、をGreat、CCT3サイクルまで赤錆50%未満を維持する場合をGood、CCT3サイクルまで赤錆50%未満を維持できない場合をBadとした。Magnificent～Goodを合格、Badを不合格とした。結果を表5A、5B、5Cに示す。

【0160】

表5A、5B、5Cに示す通り、本発明の範囲を満足する鋼板No.2～48、50、51、53、57、58、60～67、69～76は耐食性に優れていた。

【産業上の利用可能性】

【0161】

本発明によれば、ホットスタンプ後に優れた耐食性を有するので、産業上の利用可能性が高い。

【符号の説明】

【0162】

- 1 鋼板
- 2 Al-Si合金めっき層
- 3 酸化Al被膜
- 4 表層めっき層
- 10 ホットスタンプ用鋼板

10

20

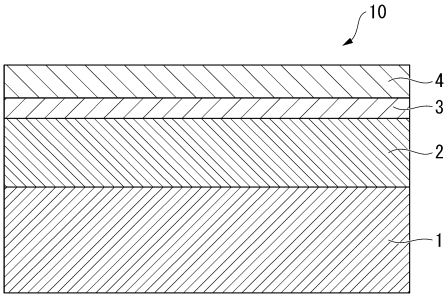
30

40

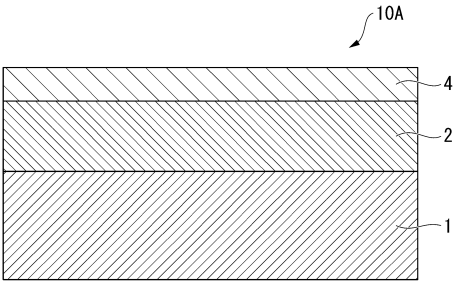
50

【図面】

【図 1】

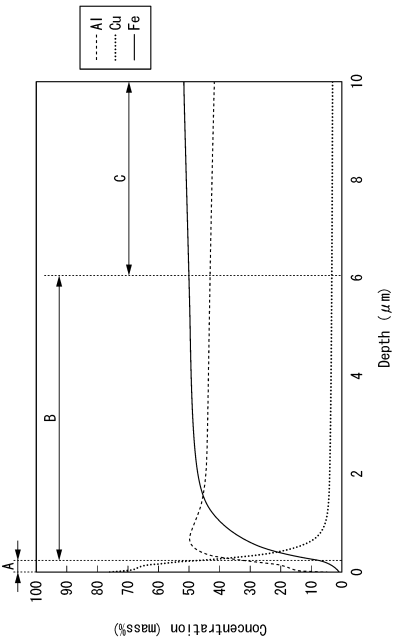


【図 2】

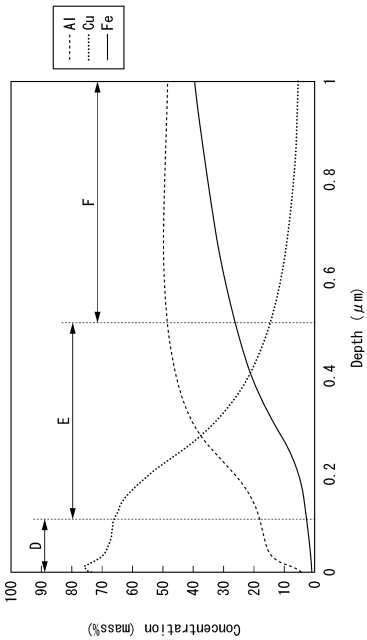


10

【図 3】



【図 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

C 2 2 C	19/05	(2006.01)	C 2 2 C	19/05	B
C 2 2 C	21/02	(2006.01)	C 2 2 C	21/02	
C 2 2 C	27/06	(2006.01)	C 2 2 C	27/06	
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 1 T
C 2 2 C	38/60	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 1 W
C 2 3 C	2/12	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 2 X
C 2 3 C	4/06	(2016.01)	C 2 2 C	38/60	
C 2 3 C	14/14	(2006.01)	C 2 3 C	2/12	
C 2 3 C	14/16	(2006.01)	C 2 3 C	4/06	
C 2 3 C	28/02	(2006.01)	C 2 3 C	14/14	B
C 2 3 C	30/00	(2006.01)	C 2 3 C	14/14	D
C 2 5 D	5/12	(2006.01)	C 2 3 C	14/16	A
C 2 5 D	5/26	(2006.01)	C 2 3 C	28/02	
C 2 5 D	5/30	(2006.01)	C 2 3 C	30/00	B
C 2 1 D	1/18	(2006.01)	C 2 5 D	5/12	
C 2 1 D	9/00	(2006.01)	C 2 5 D	5/26	J
C 2 1 D	9/46	(2006.01)	C 2 5 D	5/30	
C 2 2 C	13/00	(2006.01)	C 2 1 D	1/18	C
C 2 2 C	21/00	(2006.01)	C 2 1 D	9/00	A
			C 2 1 D	9/46	J
			C 2 2 C	13/00	
			C 2 2 C	21/00	M

(74)代理人 100207686

弁理士 飯田 恭宏

(74)代理人 100224812

弁理士 井口 翔太

(72)発明者 小林 亜暢

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内

(72)発明者 崎山 裕嗣

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内

(72)発明者 原野 貴幸

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内

審査官 祢屋 健太郎

(56)参考文献 特開2020-125510 (JP, A)

特開2014-118628 (JP, A)

特表2018-513909 (JP, A)

特開平04-246182 (JP, A)

特開平08-060326 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 2 3 C 28/00

C 2 3 C 2/00