(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7160204号
(P7160204)

(45)発行日　令和4年10月25日(2022.10.25)

(24)登録日　令和4年10月17日(2022.10.17)

(51)国際特許分類		FI		
C22C 38/00 (2006.01)		C22C	38/00	301Z
C22C 38/58 (2006.01)		C22C	38/58	
C23C 2/06 (2006.01)		C22C	38/00	301T
C23C 2/02 (2006.01)		C23C	2/06	
C23C 2/40 (2006.01)		C23C	2/02	

請求項の数　2　（全25頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-529180(P2021-529180)
(86)(22)出願日　令和2年7月2日(2020.7.2)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/025986
(87)国際公開番号　WO2021/002422
(87)国際公開日　令和3年1月7日(2021.1.7)
審査請求日　令和3年10月6日(2021.10.6)
(31)優先権主張番号　特願2019-123334(P2019-123334)
(32)優先日　令和1年7月2日(2019.7.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000006655
日本製鉄株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
(74)代理人　100106909
弁理士　棚井 澄雄
(74)代理人　100175802
弁理士　寺本 光生
(74)代理人　100134359
弁理士　勝俣 智夫
(74)代理人　100188592
弁理士　山口 洋
(72)発明者　中川 浩行
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　阿久津 宏樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ホットスタンプ成形体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

鋼板と、前記鋼板上に配された皮膜とを有するホットスタンプ成形体であって、

前記鋼板は、化学組成が、質量％で、

Ｃ：０．０２％以上、０．５８％以下、

Ｍｎ：０．１０％以上、３．００％以下、

ｓｏｌ．Ａｌ：０．００１％以上、１．０００％以下、

Ｓｉ：２．００％以下、

Ｐ：０．１００％以下、

Ｓ：０．００５％以下、

Ｎ：０．０１００％以下、

Ｔｉ：０％以上、０．２００％以下、

Ｎｂ：０％以上、０．２００％以下、

Ｖ：０％以上、１．００％以下、

Ｗ：０％以上、１．００％以下

Ｃｒ：０％以上、１．００％以下、

Ｍｏ：０％以上、１．００％以下、

Ｃｕ：０％以上、１．００％以下、

Ｎｉ：０％以上、１．００％以下、

Ｂ：０％以上、０．０１００％以下、

Ｃａ：０％以上、０．０５％以下、および
ＲＥＭ：０％以上、０．０５％以下
を含有し、残部がＦｅおよび不純物からなり、
前記皮膜は、
前記皮膜の表面～前記表面から１００μｍ深さの位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるＺｎ$_{total}$が１０．０ｇ／ｍ^{2}以上、４０．０ｇ／ｍ^{2}未満であり、
前記表面～Ａｌのピーク位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるＺｎａと、Ｍｎの累積量との和が２０．０ｇ／ｍ^{2}以下であり、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和が６０ｍｇ／ｍ^{2}以上、２４０ｍｇ／ｍ^{2}以下であり、
前記Ｚｎ$_{total}$－前記Ｚｎａが３．０ｇ／ｍ^{2}以上、３０．０ｇ／ｍ^{2}以下であり、
算術平均粗さＲａが１．５０μｍ未満である
ことを特徴とするホットスタンプ成形体。
【請求項２】
前記鋼板の前記化学組成が、質量％で、
Ｔｉ：０．００５％以上、０．２００％以下、
Ｎｂ：０．００５％以上、０．２００％以下、
Ｖ：０．１０％以上、１．００％以下、
Ｗ：０．１０％以上、１．００％以下、
Ｃｒ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｍｏ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｃｕ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｎｉ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｂ：０．００１０％以上、０．０１００％以下、
Ｃａ：０．０００５％以上、０．０５％以下、および
ＲＥＭ：０．０００５％以上、０．０５％以下
からなる群から選ばれる１種または２種を含有する
ことを特徴とする請求項１に記載のホットスタンプ成形体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ホットスタンプ成形体に関する。具体的には、自動車部品等の非防錆用途の部品の製造に好適なホットスタンプ成形体に関する。
本願は、２０１９年７月２日に、日本に出願された特願２０１９－１２３３３４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、自動車の軽量化のため、鋼板の高強度化を図り、鋼板の厚みを減ずるための方法が検討されている。高強度鋼板等の難成形材料をプレス成形する技術として、成形に供される鋼板材料を予め加熱してから成形する、ホットスタンプ等の熱間成形方法が採用されている。
【０００３】
このような成形方法は、変形抵抗の小さい高温で成形し、成形と同時に焼入れも実施できることから、部材の高強度化と成形性とを両立できる優れた成形方法である。しかし、この成形方法を採用した場合には、成形前に鋼板材料を７００℃以上の高温に加熱する必要があるため、ホットスタンプ前の加熱時に鋼板表面が酸化するという問題が生じる。この鋼板表面の酸化によって生じた鉄酸化物からなるスケールが、ホットスタンプ時に脱落して金型に付着することで生産性が低下したり、ホットスタンプ後の成形品の表面に残存して外観不良を引き起こしたりするという問題がある。しかも、このようなスケールが成形品の表面に残存すると、次工程で塗装する場合に、成形品と塗膜との密着性が劣り、耐

食性の低下を引き起こす。そのため、ホットスタンプ後は、ショットブラスト等のスケール除去処理が必要となる。

【０００４】

このような問題を解決するため、熱間成形用の鋼板材料として、母材鋼板表面の酸化抑制および／またはプレス成形品の耐食性向上を目的として、亜鉛めっきまたはアルミニウムめっきで被覆しためっき鋼板を使用することが提案されている。熱間成形に亜鉛めっき鋼板を用いた例としては、例えば、特許文献１および特許文献２等に記載の技術が挙げられる。

【０００５】

特許文献３には、鋼中のＣ濃度、Ｓｉ濃度、Ｐ濃度および／またはＴｉ濃度を制御し、鋼板表面のＺｎ付着量および皮膜中のＡｌ濃度を制御することにより、熱間成形時に形成される酸化被膜の鋼板との密着性を向上させ、プレス成形品表面の酸化物の剥離処理工程を簡便化あるいは不要とした熱間成形用亜鉛鋼板が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【文献】日本国特開２００３－７３７７４号公報

日本国特開２００１－３５３５４８号公報

日本国特開２００５－４８２５４号公報

国際公開第２０１４／０２４８２５号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

特許文献１～３では、ホットスタンプ時に形成される亜鉛酸化物層が過度に生成した場合、ホットスタンプ後にスポット溶接を行った際に溶着やスパークが発生する場合がある。これらを改善した技術として、特許文献４には熱間成形後のスポット溶接時の溶着およびスパークを抑制する技術が開示されている。

【０００８】

特許文献４には、めっき付着量が４０～１１０ｇ／ｍ^{2}である熱間成形用亜鉛系めっき鋼板において、スポット溶接時の溶着やスパークが改善したことが開示されている。熱間成形用の鋼板は、熱間成形後の用途として、防錆面から大別すると、防錆用途と非防錆用途とに分けられる。前者は通常の亜鉛めっき鋼板と同程度の耐食性が必要となり、耐食性に寄与する皮膜中のＺｎ量が多いほど耐食性に優れる。しかし、後者は通常の冷延鋼板と同程度の耐食性しか要求されないため、耐食性の観点からは皮膜中のＺｎ量は重要ではなく、ホットスタンプ後のスケールを抑制できるＺｎ量があれば十分である。

【０００９】

特許文献４では、鋼板の酸化を抑制できるＺｎ量を確保するために、４０ｇ／ｍ^{2}以上のめっき付着量が必要とされている。本発明者らの検討によると、特許文献４に記載の技術では、めっき付着量を４０ｇ／ｍ^{2}未満とすると、通常の合金化溶融亜鉛めっきでは皮膜中のＡｌ量を１５０ｍｇ／ｍ^{2}以上とするのは困難であること、並びに、スポット溶接時のスパークおよび溶着を防止するのは困難であることが判明した。

【００１０】

従って、めっき付着量を４０ｇ／ｍ^{2}未満とした場合であっても、ホットスタンプ後のスケールを抑制し、かつ、スポット溶接時のスパークおよび溶着を防止することができれば、Ｚｎ量削減によるコスト低減が可能となり、Ｚｎ資源利用の抑制にも寄与できる。

【００１１】

自動車の車体用部品は、各種形状にホットスタンプされた部品同士を抵抗溶接（特にスポット溶接）で接合することにより、組み立てられる。特にスポット溶接を行う場合には、ナゲット径が$4\sqrt{t}$以上（ｔは部品の板厚）で、チリが出ない電流範囲（適正溶接電流範囲）が広ければ広いほど、製造時のばらつきに対するロバスト性が高くなり、生産性の

向上に寄与できる。

【００１２】

一般的に、めっき鋼板は冷延鋼板よりも適正溶接電流範囲が狭い。これは、めっきにより融点が低下するため、チリが発生する限界電流が低下するためである。めっき付着量を低減できれば適正溶接電流範囲は広くなるが、一般的なめっき鋼板の場合、耐食性確保のため、めっき付着量の下限は制限される。非防錆用途のホットスタンプ用鋼板の場合、耐食性確保の観点からは多量のＺｎは不要であり、Ｚｎ量を削減できれば適正溶接電流範囲が拡大し、生産性の向上に寄与できると考えられる。

【００１３】

自動車の車体用部品は、上記のスポット溶接後、化成処理と電着とからなる塗装処理を行うため、塗膜密着性が求められる。亜鉛系めっき鋼板をホットスタンプした場合、めっきは地鉄と反応して新たな合金を形成するとともに、表面が酸化されてＺｎ系の酸化物が形成される。このＺｎ系の酸化物は化成処理皮膜との密着性が良好であることが知られている。しかしながら、本発明者らの検討によると、表面酸化物はＺｎ系のみではなく、Ｍｎ系、Ａｌ系、Ｓｉ系、Ｃｒ系等の多岐にわたり、Ｚｎ量が少ない場合には、条件によっては塗膜密着性を損なう事が判明した。従って、低Ｚｎ量のめっきを自動車用途に適用するには、各種酸化物を制御して塗膜密着性を確保する新たな技術が必要である。

【００１４】

また、自動車の車体用部品は衝突時にエネルギーを吸収することが求められている一方、燃費を良くするため高強度材による軽量化が求められている。衝突時の変形は複雑であるが、曲げ性が良好であれば早期の分断が抑制できる可能性が高まるため、高強度かつ曲げ性のよい部品が求められている。ホットスタンプ部品の強度は炭素量でほぼ決まるが、同じ強度でも、化学成分や製造方法で曲げ性は異なる。従って、ホットスタンプ後の曲げ性を向上させることができれば、適用できる部品が広がり、産業上の有用性が大いに高まる。

【００１５】

つまり、自動車の車体用部品に適用されるホットスタンプ成形体は、塗膜密着性に優れることが要求され、より好ましい特性として、曲げ性にも優れることが要求される。

【００１６】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、高強度であり、スケールの生成が抑制され、スポット溶接時のスパークおよび溶着を防止でき、広い適正溶接電流範囲を有し、且つ優れた塗膜密着性および曲げ性を有するホットスタンプ成形体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】

【００１７】

本発明者らは、ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板にホットスタンプを施した後にスケールの生成を抑制できる条件について鋭意検討した。その結果、亜鉛めっき皮膜を付与する鋼板の化学組成、並びに、亜鉛めっき皮膜のめっき付着量と、Ｆｅ濃度と、Ａｌ量と、Ａｌ濃度とを適正範囲内に制御することで、ホットスタンプ前の加熱時に皮膜表面にＡｌ酸化物、必要に応じてＳｉ酸化物、およびＣｒ酸化物を生成させ、皮膜中の金属亜鉛が過度に酸化物になることおよび蒸発することを抑制でき、皮膜表面に適正量の亜鉛酸化物が形成され、スケールの生成を抑制できることを見出した。

【００１８】

また、本発明者らは、ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板中のＳｉ含有量、Ｃｒ含有量およびＡｌ含有量、並びに、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量が過剰となると、ホットスタンプ後の皮膜中の亜鉛酸化物とその下部に形成されるＦｅ－Ｚｎ固溶体との密着性が低下することで、塗膜密着性（皮膜と、その上層に配される塗膜との密着性）が低下することを新たに見出した。更に、本発明者らは、ホットスタンプ後の表面粗さを低下させると、ホットスタンプ後の曲げ性を向上できることを新たに見出した。

【００１９】

上記知見に基づいてなされた本発明の要旨は以下の通りである。
［１］本発明の一態様に係るホットスタンプ成形体は、鋼板と、前記鋼板上に配された皮膜とを有し、
前記鋼板は、化学組成が、質量％で、
Ｃ：０．０２％以上、０．５８％以下、
Ｍｎ：０．１０％以上、３．００％以下、
ｓｏｌ．Ａｌ：０．００１％以上、１．０００％以下、
Ｓｉ：２．００％以下、
Ｐ：０．１００％以下、
Ｓ：０．００５％以下、
Ｎ：０．０１００％以下、
Ｔｉ：０％以上、０．２００％以下、
Ｎｂ：０％以上、０．２００％以下、
Ｖ：０％以上、１．００％以下、
Ｗ：０％以上、１．００％以下
Ｃｒ：０％以上、１．００％以下、
Ｍｏ：０％以上、１．００％以下、
Ｃｕ：０％以上、１．００％以下、
Ｎｉ：０％以上、１．００％以下、
Ｂ：０％以上、０．０１００％以下、
Ｃａ：０％以上、０．０５％以下、および
ＲＥＭ：０％以上、０．０５％以下
を含有し、残部がＦｅおよび不純物からなり、
前記皮膜は、
前記皮膜の表面～前記表面から１００μｍ深さの位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるZn_{total}が１０．０ｇ／m^2以上、４０．０ｇ／m^2未満であり、
前記表面～Ａｌのピーク位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるZn_aと、Ｍｎの累積量との和が２０．０ｇ／m^2以下であり、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和が６０ｍｇ／m^2以上、２４０ｍｇ／m^2以下であり、
前記Zn_{total}－前記Zn_aが３．０ｇ／m^2以上、３０．０ｇ／m^2以下であり、
算術平均粗さＲａが１．５０μｍ未満である。
［２］上記［１］に記載のホットスタンプ成形体は、前記鋼板の前記化学組成が、質量％で、
Ｔｉ：０．００５％以上、０．２００％以下、
Ｎｂ：０．００５％以上、０．２００％以下、
Ｖ：０．１０％以上、１．００％以下、
Ｗ：０．１０％以上、１．００％以下、
Ｃｒ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｍｏ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｃｕ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｎｉ：０．０５％以上、１．００％以下、
Ｂ：０．００１０％以上、０．０１００％以下、
Ｃａ：０．０００５％以上、０．０５％以下、および
ＲＥＭ：０．０００５％以上、０．０５％以下
からなる群から選ばれる１種または２種を含有してもよい。
【発明の効果】
【００２０】
本発明に係る上記態様によれば、高強度であり、ホットスタンプ後のスケールの生成が抑制され、スポット溶接時のスパークおよび溶着を防止でき、広い適正溶接電流範囲を有

し、且つ優れた塗膜密着性および曲げ性を有するホットスタンプ成形体を提供することができる。

上記態様に係るホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板は亜鉛めっき皮膜の付着量が抑制されているため、低コストでホットスタンプ、スポット溶接、化成処理および電着による自動車部品の製造が可能であり、自動車部品用途として好適である。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】ホットスタンプ成形体の皮膜表面から深さ方向にＧＤＳ測定して得られた測定結果を示す図である。

【図２】ホットスタンプ成形体の皮膜表面から深さ方向にＧＤＳ測定して得られた測定結果を示す図である。

【図３】ホットスタンプ成形体の皮膜表面から深さ方向にＧＤＳ測定して得られた測定結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。ただし、本発明は本実施形態に開示の構成のみに制限されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。以下に記載する数値限定範囲には、下限値および上限値がその範囲に含まれる。「超」、「未満」と示す数値には、その値が数値範囲に含まれない。なお、化学組成についての「％」は全て「質量％」を示す。

【００２３】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体に適用されるホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板（以下、めっき鋼板と記載する場合がある）は、鋼板と、前記鋼板上に配された亜鉛めっき皮膜とを有する。まず、本実施形態に係るホットスタンプ成形体に適用されるホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の鋼板について説明する。なお、鋼板の化学組成はホットスタンプ前後で変化しないため、ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板を構成する鋼板の化学組成と、ホットスタンプ成形体を構成する鋼板の化学組成とは同一である。

【００２４】

１．鋼板の化学組成

［Ｃ：０．０２％以上、０．５８％以下］

Ｃは、鋼板の焼入れ性を高め、焼入れ後（ホットスタンプ後）のホットスタンプ成形体の強度を得るために重要な元素である。またＣは、Ac_3点を下げ、焼入れ処理温度を低温化させる元素である。Ｃ含有量が０．０２％未満では、上記効果が十分に得られない。したがって、Ｃ含有量は０．０２％以上とする。好ましくは、０．１０％以上または０．２０％以上である。

一方、Ｃ含有量が０．５８％を超えると、ホットスタンプ後のホットスタンプ成形体の靭性が著しく劣化する。したがって、Ｃ含有量は０．５８％以下とする。好ましくは０．５５％以下または０．５０％以下である。

【００２５】

［Ｍｎ：０．１０％以上、３．００％以下］

Ｍｎは、鋼板の焼入れ性を高め、かつ焼入れ後のホットスタンプ成形体の強度を安定して得るために重要な元素である。Ｍｎ含有量が０．１０％未満では上記効果が十分に得られない。したがって、Ｍｎ含有量は０．１０％以上とする。好ましくは０．２０％以上、０．３０％以上または０．４０％以上である。

一方、Ｍｎ含有量が過剰であると、ホットスタンプ前の加熱時、亜鉛めっき皮膜中にＭｎが拡散し、ホットスタンプ成形体において、皮膜表面にＭｎ酸化物が多く生成されることにより、スポット溶接性が劣化する。したがって、Ｍｎ含有量は３．００％以下とする。好ましくは２．８０％以下、２．６０％以下または２．４０％以下である。

【００２６】

［ｓｏｌ．Ａｌ：０．００１％以上、１．０００％以下］

Ａｌは、鋼を脱酸して鋼材を健全化する（鋼材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。ｓｏｌ．Ａｌ含有量が０．００１％未満では上記作用による効果を得ることができない。したがって、ｓｏｌ．Ａｌ含有量は０．００１％以上とする。好ましくは０．０１０％以上、０．０２０％以上または０．０３０％以上である。

一方、ｓｏｌ．Ａｌ含有量が過剰であると、ホットスタンプ前の加熱時、亜鉛めっき皮膜中にｓｏｌ．Ａｌが拡散し、ホットスタンプ成形体において、皮膜表面にＡｌ酸化物が多く生成される。これにより、皮膜と化成処理皮膜との密着性が低下する。したがって。ｓｏｌ．Ａｌ含有量は１．０００％以下とする。好ましくは０．８００％以下、０．１００％以下、０．０７５％以下または０．０７０％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のことを示す。

【００２７】

［Ｓｉ：２．００％以下］

Ｓｉは、ホットスタンプ前の加熱時に、加熱により形成された亜鉛酸化物層と鋼板との界面に濃化することで、亜鉛酸化物層と鋼板との密着性を低下させる。そのため、Ｓｉ含有量は２．００％以下とする。Ｓｉ含有量は１．００％以下、０．７０％以下または０．５０％以下が好ましい。Ｓｉ含有量は少ない方が好ましく、下限は特に限定しないが、Ｓｉ含有量を過度に低減すると精錬コストの上昇を引き起こすため、Ｓｉ含有量は０．０１％以上としてもよい。

【００２８】

［Ｐ：０．１００％以下］

Ｐは、不純物として鋼中に含有され、鋼を脆化させる作用を有するため、Ｐ含有量は低い方が好ましい。そのため、Ｐ含有量は０．１００％以下とする。好ましくは、０．０５０％以下、０．０２０％以下または０．０１５％以下である。Ｐ含有量の下限は特に限定しないが、Ｐ含有量を過度に低減すると精錬コストの上昇を引き起こすため、Ｐ含有量は０．００１％以上としてもよい。

【００２９】

［Ｓ：０．００５％以下］

Ｓは、不純物として含有される元素であり、ＭｎＳを形成し、鋼を脆化させる作用を有するため、Ｓ含有量は少ない方が好ましい。そのため、Ｓ含有量は０．００５％以下とする。好ましくは、０．００４％以下、または０．００３％以下である。Ｓ含有量の下限は特に限定しないが、Ｓ含有量を過度に低減すると精錬コストの上昇を引き起こすため、Ｓ含有量は０．０００３％以上または０．００１％以上としてもよい。

【００３０】

［Ｎ：０．０１００％以下］

Ｎは、不純物として含有され、鋼中にて介在物を形成し、ホットスタンプ成形体の靭性を劣化させる元素であるため、Ｎ含有量は低い方が好ましい。そのため、Ｎ含有量は０．０１００％以下とする。好ましくは、０．００８０％以下、０．００７０％以下、０．００５０％以下または０．００４５％以下である。Ｎ含有量の下限は特に限定しないが、Ｎ含有量を過度に低減すると精錬コストの上昇を引き起こすため、Ｎ含有量は０．０００５％以上としてもよい。

【００３１】

本実施形態に係る鋼板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的に混入したもの、あるいは本実施形態に係るホットスタンプ成形体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。

【００３２】

鋼板は、残部のＦｅに代えて、以下の任意元素を含有しても良い。なお、以下に説明する任意元素は含有しなくても良く、含有しない場合の含有量は０％である。

【００３３】

［Ｔｉ：０％以上、０．２００％以下、Ｎｂ：０％以上、０．２００％以下、Ｖ：０％以上、１．００％以下およびＷ：０％以上、１．００％以下］

Ｔｉ、Ｎｂ、ＶおよびＷは、亜鉛めっき皮膜と鋼板とにおけるＦｅおよびＺｎの相互拡散を促進し、ホットスタンプ時に溶融Ｚｎ合金層を生じにくくさせる元素である。溶融Ｚｎ合金層が形成されると、ホットスタンプ時に割れが生じる場合があるため、好ましくない。したがって、Ｔｉ、Ｎｂ、ＶおよびＷを鋼板に含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、Ｔｉ：０．００５％以上、Ｎｂ：０．００５％以上、Ｖ：０．１０％以上、Ｗ：０．１０％以上の１種以上を含有させることが好ましい。

しかし、Ｔｉ含有量またはＮｂ含有量が０．２００％を超えると、あるいは、Ｖ含有量またはＷ含有量が１．００％を超えると、上記効果は飽和し、合金コストが増加する。したがって、Ｔｉ含有量およびＮｂ含有量はそれぞれ０．２００％以下とし、Ｖ含有量およびＷ含有量はそれぞれ１．００％以下とする。好ましくは、Ｔｉ含有量およびＮｂ含有量はそれぞれ０．１５０％以下であり、Ｖ含有量およびＷ含有量はそれぞれ０．５０％以下である。

【００３４】

［Ｃｒ：０％以上、１．００％以下、Ｍｏ：０％以上、１．００％以下、Ｃｕ：０％以上、１．００％以下、Ｎｉ：０％以上、１．００％以下およびＢ：０％以上、０．０１００％以下］

Ｃｒ、Ｍｏ、Ｃｕ、ＮｉおよびＢは、鋼板の焼入れ性を高め、かつホットスタンプ成形体の強度を向上させる元素である。したがって、これらの元素の１種または２種以上を含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、Ｃｒ：０．０５％以上、Ｍｏ：０．０５％以上、Ｃｕ：０．０５％以上、Ｎｉ：０．０５％以上およびＢ：０．００１０％以上のいずれか１種以上を含有させることが好ましい。しかし、Ｃｒ含有量、Ｍｏ含有量、Ｃｕ含有量またはＮｉ含有量が１．００％超であると、あるいはＢ含有量が０．０１００％超であると、上記効果は飽和して、合金コストが増加する。したがって、Ｃｒ含有量、Ｍｏ含有量、Ｃｕ含有量およびＮｉ含有量はそれぞれ１．００％以下とし、Ｂ含有量は０．０１００％以下とする。Ｂ含有量は０．００８０％以下とすることが好ましい。

【００３５】

［Ｃａ：０％以上、０．０５％以下およびＲＥＭ：０％以上、０．０５％以下］

ＣａおよびＲＥＭは、鋼中の介在物を微細化し、介在物によるホットスタンプ時の割れの発生を防止する効果を有する。したがって、これらの元素の１種または２種以上を含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、Ｃａ：０．０００５％以上、およびＲＥＭ：０．０００５％以上の１種以上を含有させることが好ましい。しかし、Ｃａ含有量、またはＲＥＭ含有量が０．０５％を超えると、鋼中の介在物を微細化する効果は飽和し、合金コストが増加する。したがって、Ｃａ含有量およびＲＥＭ含有量はそれぞれ０．０５％以下とする。

【００３６】

ここで、ＲＥＭは、Ｓｃ、Ｙおよびランタノイドからなる合計１７元素を指し、ＲＥＭの含有量は、これらの元素の合計の含有量を指す。ＲＥＭは、ミッシュメタルにより含有させる場合が多いが、ＬａおよびＣｅの他にランタノイド系列の元素を複合的に含有させる場合がある。ＬａおよびＣｅの他にランタノイド系列の元素を複合的に含有させる場合であっても、本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、その効果を発揮することができる。また、金属ＬａやＣｅなどの金属ＲＥＭを含有させても、本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、その効果を発揮することができる。

【００３７】

上述した鋼板の化学組成は、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、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。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。鋼板が表面に亜鉛めっき皮膜または皮膜を有する場合は、機械研削により亜鉛めっき皮膜または皮膜を除去してから、化学組成の分析を行えばよい。

【００３８】

２．ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の亜鉛めっき皮膜

ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板は、鋼板上に亜鉛めっき皮膜を有する。この亜鉛めっき皮膜は、めっき付着量が１５．０ｇ／ｍ^{2}以上、４０．０ｇ／ｍ^{2}未満であり、Ｆｅ濃度が１．５質量％以上、８．０質量％以下であり、Ａｌ量が１００ｍｇ／ｍ^{2}以上、４００ｍｇ／ｍ^{2}以下であり、Ａｌ濃度が０．５０質量％以上、３．００質量％以下であり、残部がＺｎおよび不純物からなる。以下、亜鉛めっき皮膜の詳細について説明する。

【００３９】

［めっき付着量］

ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板は、鋼板上に亜鉛めっき皮膜を有する。亜鉛めっき皮膜のめっき付着量は、１５．０ｇ／ｍ^{2}以上、４０．０ｇ／ｍ^{2}未満とする。なお、本実施形態においてめっき付着量とは、鋼板片面あたりのめっき付着量のことをいう。めっき付着量が１５．０ｇ／ｍ^{2}未満であると、ホットスタンプ前の加熱時にスケールが生成してしまう。そのため、めっき付着量は１５．０ｇ／ｍ^{2}以上とする。好ましくは１８．０ｇ／ｍ^{2}以上または２０．０ｇ／ｍ^{2}以上である。

一方、めっき付着量が４０．０ｇ／ｍ^{2}以上となると、ホットスタンプ成形体において、スポット溶接時の適正溶接電流範囲が狭くなる。そのため、めっき付着量は４０．０ｇ／ｍ^{2}未満とする。好ましくは、３５．０ｇ／ｍ^{2}以下または３０．０ｇ／ｍ^{2}以下である。

【００４０】

亜鉛めっき皮膜のめっき付着量は、ＪＩＳ　Ｈ　０４０１：２０１３に記載の試験方法に従って、ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の任意の位置から試験片を採取して測定する。

【００４１】

［亜鉛めっき皮膜中のＦｅ濃度］

亜鉛めっき皮膜中のＦｅ濃度が８．０質量％以下であると、ホットスタンプ前の加熱時の加熱速度が遅くなるため、加熱炉で保持するときの高温における滞在時間が減少する。その結果、Ｚｎの蒸発量および酸化量が抑制され、スケールの発生を抑制することおよびスポット溶接時のスパークを抑制することができる。

【００４２】

亜鉛めっき皮膜中のＦｅ濃度が高すぎると、ホットスタンプ前の加熱時の加熱速度が速くなり、加熱炉で保持するときの高温での滞在時間が長くなるため、Ｚｎの蒸発によるスケールが生成する可能性、およびスポット溶接時にスパークが生成する可能性が高まる。そのため、亜鉛めっき皮膜中のＦｅ濃度は８．０質量％以下とする。好ましくは７．５質量％以下、７．０質量％以下または６．０質量％以下である。

【００４３】

［亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量およびＡｌ濃度］

亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量は１００ｍｇ／ｍ^{2}以上、４００ｍｇ／ｍ^{2}以下とし、Ａｌ濃度は０．５０質量％以上、３．００質量％以下とする。亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量が１００ｍｇ／ｍ^{2}未満もしくはＡｌ濃度が０．５０質量％未満であると、ホットスタンプ前の加熱時に亜鉛めっき皮膜の表層に生成するＡｌ酸化物が少なくなる。その結果、Ｚｎの酸化が抑制されず、Ｚｎ系酸化物が過度に生成して、スポット溶接時にスパークおよび／または溶着が発生してしまう。また、Ｚｎの蒸発量も多くなり、亜鉛めっき皮膜中のＺｎの目付量が少なくなり、スケールが生成してしまう。そのため、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量を１００ｍｇ／ｍ^{2}以上とし、Ａｌ濃度を０．５０質量％以上とする。好ましくは、Ａｌ量は１５０ｍｇ／ｍ^{2}以上または１７０ｍｇ／ｍ^{2}以上である。また、好ましくは、Ａｌ濃度は０．６５質量％以上、０．７０質量％以上または０．７５質量％以上である。

【００４４】

一方、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量が４００ｍｇ／ｍ^{2}を超えるか、Ａｌ濃度が３．００

質量％を超えると、ホットスタンプ成形体において塗膜密着性が低下する。そのため、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量を４００ｍｇ／ｍ^{2}以下とし、Ａｌ濃度を３．０質量％以下とする。好ましくは、Ａｌ量は３５０ｍｇ／ｍ^{2}以下、より好ましくは３００ｍｇ／ｍ^{2}以下である。また、好ましくは、Ａｌ濃度は２．００質量％以下または１．７０質量％以下である。

【００４５】

連続溶融亜鉛めっきラインで製造される溶融亜鉛めっき鋼板の亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量は、焼鈍前加熱時の雰囲気、浴温、めっき浴へ侵入する時の鋼板温度、浸漬時間、めっき付着量、浴中Ａｌ濃度等に影響される。そのため、これらの製造条件と亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量との関係を経験的に求め、制御することにより、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量を１００ｍｇ／ｍ^{2}以上とすることができる。

【００４６】

［亜鉛めっき皮膜中の残部］

亜鉛めっき皮膜中の残部は、Ｚｎおよび不純物からなり、不純物は０．１％以下であることが好ましい。

【００４７】

亜鉛めっき皮膜中のＦｅ濃度、Ａｌ濃度およびＡｌ量は以下の方法により測定する。

インヒビターを添加した５体積％ＨＣｌ水溶液を用いてホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の亜鉛めっき皮膜のみを溶解除去する。ＩＣＰ－ＡＥＳ（Ｉｎｄｕｃｔｉｖｅｌｙ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｐｌａｓｍａ－Ａｔｏｍｉｃ Ｅｍｉｓｓｉｏｎ Ｓｐｅｃｔｒｏｍｅｔｒｙ）を用いて、得られた溶解液中のＺｎ濃度、Ｆｅ濃度、Ａｌ濃度を測定することで、亜鉛めっき皮膜中のＦｅ濃度、Ａｌ濃度およびＡｌ量を得る。

【００４８】

以上説明したホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板を、加熱して、ホットスタンプすることで、塗膜密着性および曲げ性に優れるホットスタンプ成形体が得られる。以下、本実施形態に係るホットスタンプ成形体について説明する。

【００４９】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、上述した化学組成を有する鋼板と、前記鋼板上に配された皮膜とを有する。以下、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の皮膜について詳細に説明する。

【００５０】

３．ホットスタンプ成形体の皮膜

ホットスタンプ前の加熱により、ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の亜鉛めっき皮膜は地鉄と反応するとともに、表面では各種の酸化反応が起こる。図１に、ホットスタンプ成形体から切り出したサンプルについて、皮膜表面から深さ方向にＧＤＳ測定して得られた測定結果のうち、検出量の多かったＦｅ、ＯおよびＺｎの測定結果を示す。図１を見ると、地鉄の上に、亜鉛めっき皮膜中に地鉄が溶け込んだＦｅ－Ｚｎ固溶体（鉄亜鉛固溶体）があり、その上に、酸化亜鉛が存在することが分かる。

【００５１】

図２に、図１と同じ測定結果における、Ｆｅ、Ｚｎ、ＭｎおよびＡｌの測定結果を示す。図２を見ると、ＦｅおよびＺｎより格段に量が少ないが、酸化亜鉛と同じ位置にＭｎが検出され、表層にはＺｎ系酸化物（酸化亜鉛）、およびＭｎ系酸化物が形成されていることがわかる。また、同図に示すように、酸化亜鉛とＦｅ－Ｚｎ固溶体との間の境界領域に、少量であるが、Ａｌが検出されていることが分かる。

【００５２】

図３に、図１および図２と同じ測定結果における、Ｓｉ、ＣｒおよびＡｌの測定結果を示す。図３に示すように、少量ではあるが、Ａｌが検出された、酸化亜鉛とＦｅ－Ｚｎ固溶体との間の境界領域に、ＣｒおよびＳｉのピークが検出されている。ＣｒおよびＳｉのピークが検出されたのは、サンプルにＣｒおよびＳｉが含まれていたためと考えられる。

【００５３】

図１～図３に示される測定結果から、ホットスタンプ成形体の酸化物層の上層は主にＺｎ系酸化物およびＭｎ系酸化物が存在し、酸化物層の下層は主にＡｌ系酸化物と、微量のＣｒ系酸化物およびＳｉ系酸化物が存在すると考えられる。

【００５４】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、皮膜の表面にＺｎ系酸化物、Ｍｎ系酸化物、Ａｌ系酸化物、並びに、地鉄鋼板がＣｒおよびＳｉを含む場合はＣｒ系酸化物およびＳｉ系酸化物を有する。残部としては、Ｐ系酸化物、Ｔｉ系酸化物およびＮｂ系酸化物が含まれてもよい。ホットスタンプ前の加熱によるこれら酸化物相の形成機構は必ずしも明確ではないが、ＧＤＳの測定結果から次のように推定される。

【００５５】

ホットスタンプ前の加熱初期にＡｌ系酸化物が表層に形成され、Ｚｎの酸化を抑制する。さらに加熱されることにより、Ａｌ系酸化物の上にＺｎ系酸化物が形成される。従って、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量が多いとＡｌ系酸化物が多くなるため、Ｚｎ系酸化物は少なくなる。また、これらの反応は、地鉄と亜鉛めっき皮膜との一体化と並行して起こるため、地鉄中に含まれる易酸化元素であるＭｎ、Ｃｒ、Ｓｉの酸化物も少量ながら形成される。易酸化性の違いから、Ｃｒ、ＳｉはＡｌと同じ位置に形成され、ＭｎはＺｎと同じ位置に形成される。これらの酸化物を正確に定量するのは困難であるが、上記構造から、表面～Ａｌのピーク位置までのＺｎ量とＭｎ量との合計量は、Ｚｎ系酸化物およびＭｎ系酸化物の合計量に比例する量と考えてよく、この合計量が多いとスポット溶接時にスパークが発生する。

【００５６】

一方、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までのＡｌ量、Ｓｉ量およびＣｒ量の合計量は、各々Ａｌ系酸化物、Ｓｉ系酸化物、Ｃｒ系酸化物の合計量の１／２に比例する量として近似できると考えられる。この量が多いと、酸化亜鉛とＦｅ－Ｚｎ固溶体との密着性が悪くなり、塗膜密着性が劣化する。上述した酸化物の下に、金属状態のＦｅとＺｎとの固溶相（Ｆｅ－Ｚｎ固溶体）があり、この固溶相が部分的にでも欠落すると加熱中にスケールが生成する。

【００５７】

［皮膜構造］

上述した種々の酸化物を有する皮膜は、以下の皮膜構造を有する。

本実施形態に係るホットスタンプ成形体では、皮膜の表面～表面から１００μｍ深さの位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるZn_{total}が１０．０ｇ／ｍ^{2}以上、４０．０ｇ／ｍ^{2}未満であり、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるZn_aと、Ｍｎの累積量との和が２０．０ｇ／ｍ^{2}以下であり、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和が６０ｍｇ／ｍ^{2}以上、２４０ｍｇ／ｍ^{2}以下であり、$Zn_{total}-Zn_a$が３．０ｇ／ｍ^{2}以上、３０．０ｇ／ｍ^{2}以下である。

【００５８】

なお、Ａｌのピーク位置は、皮膜の表面から深さ方向にＧＤＳ測定したとき、Ａｌの最高強度の前後に位置する、２つのＡｌ最高強度の９５％位置の中間点とする。また、累積量とは、深さ方向に、単位面積あたりの重量を１秒ごとに所定の深さまでＧＤＳ測定して得られる値の合計量である。

【００５９】

皮膜の表面～１００μｍ深さの位置までＧＤＳ測定したとき、Ｚｎの累積量であるZn_{total}が１０．０ｇ／ｍ^{2}未満であると、ホットスタンプ後のスケール生成を抑制することができない。そのため、Zn_{total}は１０．０ｇ／ｍ^{2}以上とする。好ましくは１５．０ｇ／ｍ^{2}以上または２０．０ｇ／ｍ^{2}以上である。

また、Zn_{total}が４０．０ｇ／ｍ^{2}以上であると、めっき付着量が多くなり、スポット溶接時の適正溶接電流範囲が狭くなる。そのため、Zn_{total}は４０．０ｇ／ｍ^{2}未満とする。好ましくは３５．０ｇ／ｍ^{2}以下である。

【００６０】
皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までＧＤＳ測定したとき、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までのＺｎの累積量であるＺｎａと、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までのＭｎの累積量との和が２０．０ｇ／ｍ^{2}超である場合、Ｚｎ系酸化物およびＭｎ系酸化物が多いため、スポット溶接時にスパークが発生する。そのため、Ｚｎａと、表面～Ａｌのピーク位置までのＭｎの累積量との和は２０．０ｇ／ｍ^{2}以下とする。好ましくは１８．０ｇ／ｍ^{2}以下、１５．０ｇ／ｍ^{2}以下または１３．０ｇ／ｍ^{2}以下である。
Ｚｎａと、表面～Ａｌのピーク位置までのＭｎの累積量との和の下限は特に限定する必要は無いが、０．１ｇ／ｍ^{2}以上、２．０ｇ／ｍ^{2}以上または５．０ｇ／ｍ^{2}以上としてもよい。
【００６１】
皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までＧＤＳ測定したとき、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和が６０ｍｇ／ｍ^{2}未満であると、Ｚｎ系酸化物、Ｍｎ系酸化物の量が多くなり、スポット溶接時にスパークが発生する。そのため、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置の領域において、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和は６０ｍｇ／ｍ^{2}以上とする。好ましくは１００ｍｇ／ｍ^{2}以上または１３０ｍｇ／ｍ^{2}以上である。
また、これらの元素の累積量の和が２４０ｍｇ／ｍ^{2}超であると、塗膜密着性が劣化する。そのため、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までの領域において、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和は２４０ｍｇ／ｍ^{2}以下とする。好ましくは２２０ｍｇ／ｍ^{2}以下または２００ｍｇ／ｍ^{2}以下である。
【００６２】
鋼板にＣｒまたはＳｉが含まれない場合は、皮膜についてＧＤＳ測定してもＣｒまたはＳｉが検出されないが、Ａｌの累積量と、Ｓｉの累積量と、Ｃｒの累積量との和を制御することが重要であるため、ＣｒまたはＳｉは検出されなくても問題ない。つまり、鋼板にＣｒおよびＳｉが含まれない場合には、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置の領域において、Ａｌの累積量が６０ｍｇ／ｍ^{2}以上、２４０ｍｇ／ｍ^{2}以下であればよい。
【００６３】
皮膜の表面～１００μｍ深さの位置までのＺｎの累積量であるZn_{total}から、皮膜の表面～Ａｌのピーク位置までのＺｎの累積量であるＺｎａを引いた値（Zn_{total}－Ｚｎａ）が３．０ｇ／ｍ^{2}未満であると、スケールが生成する。そのため、Zn_{total}－Ｚｎａは３．０ｇ／ｍ^{2}以上とする。好ましくは４．０ｇ／ｍ^{2}以上、８．０ｇ／ｍ^{2}以上または１０．０ｇ／ｍ^{2}以上である。
また、Zn_{total}－Ｚｎａが３０．０ｇ／ｍ^{2}超であると、適正溶接電流範囲が狭くなる。そのため、Zn_{total}－Ｚｎａは３０．０ｇ／ｍ^{2}以下とする。好ましくは２５．０ｇ／ｍ^{2}以下または２０．０ｇ／ｍ^{2}以下である。
【００６４】
ＧＤＳ測定は、以下の方法により行う。
ホットスタンプ成形体における任意の３か所について、皮膜表面から深さ方向（板厚方向）に１００μｍまでＦｅ、Ａｌ、Ｓｉ、Ｍｎ、ＣｒおよびＺｎの重量を測定する。３か所について得られた測定結果からＺｎの累積量を算出し、平均値を求めることで、皮膜の表面～１００μｍ深さの位置までのＺｎの累積量であるZn_{total}を得る。また、得られた測定結果から、前述で定義したＡｌのピーク位置を求めた後、各元素（Ｚｎ、Ｍｎ、Ａｌ、ＳｉおよびＣｒ）の表面～Ａｌピーク位置までの累積量を求める。３か所について測定して得られた各元素の累積量の平均値を求めることで、各元素の累積量を得る。測定には（株）堀場製作所製のマーカス型高周波グロー放電発光表面分析装置（ＧＤ－Ｐｒｏｆｉｌｅｒ）を用いる。
【００６５】
［算術平均粗さＲａ］
皮膜の算術平均粗さＲａは１．５０μｍ未満とする。算術平均粗さＲａが１．５０μｍ

未満であると、曲げの起点となる凹凸が少ないため、塗膜密着性を確保した上で、ホットスタンプ成形体の曲げ性を向上することができる。そのため、算術平均粗さＲａは１．５０μｍ未満とする。好ましくは１．３０μｍ以下、１．１０μｍ以下、１．００μｍ以下または０．９０μｍ以下である。

算術平均粗さＲａの下限は特に限定しないが、０．０１μｍ以上、０．１０μｍ以上または０．５０μｍ以上としてもよい。

【００６６】

ホットスタンプ成形体の皮膜の算術平均粗さＲａは次の方法で測定する。ホットスタンプ成形体の端面から１０ｍｍ以上離れた位置から５０ｍｍ×５０ｍｍの試験片を切り出し、コンフォーカル顕微鏡（レーザーテック株式会社製）を用いて、任意の方向に３ライン線分析し、それらの方向と垂直な方向に３ライン線分析する。得られた結果から、ＪＩＳ Ｂ ０６０１：２００１に準拠して算術平均粗さＲａを算出し、合計６ラインの平均値を算出することで、皮膜の算術平均粗さＲａを得る。

【００６７】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、引張強さが９００ＭＰａ以上であることが好ましい。引張強さを９００ＭＰａ以上とすることで、自動車部品に好適に適用することができる。引張強さは、好ましくは１０００ＭＰａ以上、１５００ＭＰａ以上または１８００ＭＰａ以上である。引張強さの上限は特に限定しないが、３０００ＭＰａ以下または２８００ＭＰａ以下としてもよい。

ホットスタンプ成形体の引張強さは、ホットスタンプ成形体のエッジから１０ｍｍ以内の領域を除く位置からＪＩＳ５号試験片を採取し、ＪＩＳ Ｚ ２２４１：２０１１に準拠して引張試験を行うことで得る。

【００６８】

４．ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の製造方法 ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板は、オーステナイト域またはその近傍の温度域まで加熱され、その温度域でホットスタンプされる。したがって、加熱前の室温でのホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の機械特性は重要ではない。そのため、加熱前のホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の金属組織については特に規定しない。つまり、亜鉛めっき皮膜を付与する前の鋼板は熱延鋼板と冷延鋼板のいずれであってもよく、その鋼板の製造方法については限定しない。生産性の観点から、鋼板の好適な製造方法を以下に述べる。

【００６９】

ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の好適な製造方法は、上述の化学組成を有するスラブを１２００℃以上で５分以上加熱する加熱工程と、前記スラブに対し、仕上げ圧延温度が８００℃以上、９８０℃以下となるように熱間圧延を施し、４５０℃以上、８００℃以下の巻取り温度で巻取って熱延鋼板を得る熱間圧延工程と、前記熱延鋼板に対して、酸洗を行った後、累積圧下率が３０％以上、８０％以下となるように冷間圧延を施すことで冷延鋼板を得る冷間圧延工程と、前記冷延鋼板に対し、７００℃以上、９００℃以下の温度域で焼鈍を施すことで鋼板を得て、Ａｌ濃度が０．１５５質量％以上、０．１７５質量％以下である溶融亜鉛浴に、前記鋼板を１．０秒以上、１５．０秒以下の間浸漬することで亜鉛めっき皮膜を前記鋼板上に形成する亜鉛めっき工程と、を順次行うものである。

【００７０】

［加熱工程］

上述した化学組成を有するスラブを１２００℃以上で５分以上加熱する。スラブ加熱温度が１２００℃未満または加熱時間が５分未満であると、後述する熱間圧延を行うことができない。

【００７１】

［熱間圧延工程］

熱間圧延は、仕上げ圧延温度が８００℃以上、９８０℃以下となるように行う。仕上げ圧延温度が低すぎると変形抵抗が高くなり圧延が困難となる。仕上げ圧延温度が高すぎるとスケールが多量に生成し、表面疵が増加する。仕上げ圧延後は、巻き取り温度が４５０

℃以上、８００℃以下となるように巻き取って、熱延鋼板を得る。巻取り温度が低すぎると、水のりが発生して平坦性が悪化し、冷間圧延を行うことが困難になる。巻取温度が高すぎるとスケール厚が厚くなり、酸洗に長時間要し、生産性が低下する。

【００７２】

［冷間圧延工程］

上記熱延鋼板に酸洗を行った後、冷間圧延を施すことで、冷延鋼板を得る。冷間圧延は、累積圧下率が３０％以上、８０％以下となるように行う。本実施形態に係る鋼板は炭素量が多いため、過度の累積圧下率で冷間圧延を行うとミルの負担が大きくなる。累積圧下率を下げ過ぎると生産性が低下する。そのため、冷間圧延における累積圧下率は３０％以上、８０％以下とする。

なお、累積圧下率は、冷間圧延前の熱延鋼板の板厚をt_0とし、冷間圧延後の冷延鋼板の板厚をt_1としたとき、$\{(t_0-t_1)/t_0\}\times 100$（％）で表すことができる。

【００７３】

［亜鉛めっき工程］

亜鉛めっき皮膜の形成は、生産効率に優れた連続溶融亜鉛めっきラインを用いることが好ましい。以下では、連続溶融亜鉛めっきラインで亜鉛めっき皮膜を形成する方法について説明する。

【００７４】

連続溶融亜鉛めっきでは、先ず、加熱炉で冷延鋼板が加熱され、焼鈍が行われる。ホットスタンプ用途の場合、ホットスタンプ前の機械特性に特段の制限はないため、焼鈍温度に制限は無く、７００℃以上としてもよい。焼鈍温度を９００℃超とすると製造コストが増加するため、焼鈍温度は９００℃以下とする。焼鈍時間は、特に制限はなく生産性の観点から１～５分としてもよい。連続溶融亜鉛めっきラインの焼鈍雰囲気は常法でよく、露点は－２０℃以下であればよい。好ましくは、－３５℃以下である。

上述の方法により、鋼板を得る。

【００７５】

溶融亜鉛浴に上述の方法により得た鋼板を浸漬して引き上げ、亜鉛めっき皮膜を鋼板上に形成することで、本実施形態に係るホットスタンプ成形体に適用されるホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板を得る。ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の製造方法では、従来技術とは異なり、亜鉛めっき皮膜のめっき付着量を１５．０ｇ／ｍ^{2}以上、４０．０ｇ／ｍ^{2}未満とし、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量を１００～４００ｍｇ／ｍ^{2}とするために、亜鉛めっき皮膜付与の条件を厳格に制御する。具体的には、溶融亜鉛浴中のＡｌ濃度を０．１５５質量％以上、０．１７５質量％以下とし、溶融亜鉛浴に鋼板を１．０秒以上、１５．０秒以下の間浸漬させる。溶融亜鉛浴中のＡｌ濃度は、好ましくは０．１５７質量％以上または０．１６０質量％以上である。また、溶融亜鉛浴中のＡｌ濃度は、好ましくは０．１７２質量％以下または０．１７０質量％以下である。

【００７６】

亜鉛めっき皮膜のめっき付着量は、引き上げ速度、またはノズルから吹き出すワイピングガスの流量調整により制御すればよい。また、亜鉛めっき皮膜中のＡｌ濃度の調整は、めっき浴組成、めっき浴温度およびめっき浴への浸漬時間を制御することにより行うことができる。亜鉛めっき皮膜中のＡｌ量は、亜鉛めっき皮膜のめっき付着量を制御することによって調整することができる。

【００７７】

亜鉛めっき工程後に、調質圧延を行うと、ホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板の表面形状の平坦化および表面粗さの調整が可能となる。そのため、用途によっては、亜鉛めっき工程後に必要に応じて調質圧延を行ってもよい。

【００７８】

５．ホットスタンプ成形体の製造方法

本実施形態に係るホットスタンプ成形体の製造方法では、ホットスタンプ用鋼板を６００℃以上、７００℃以下の温度域に加熱して３０分以上、２時間以下保持する予備加熱を

行った後、７００℃以上、１０００℃以下の温度域に加熱し、該温度域で１分以上、２０分以下保持した後、ホットスタンプする。この加熱条件であれば、ホットスタンプ前の亜鉛めっき皮膜を鉄と亜鉛との固溶体（Ｆｅ－Ｚｎ固溶相）とすることができるため、液体金属脆化（ＬＭＥ：Ｌｉｑｕｉｄ　Ｍｅｔａｌ　Ｅｍｂｒｉｔｔｌｅｍｅｎｔ）が発生しない。また、上記の予備加熱を行うことにより、固液共存領域を通過せずに亜鉛めっき皮膜を固溶体とすることができるため、亜鉛めっき皮膜の表面粗さを小さくすることができる。その結果、ホットスタンプ成形体の曲げ性を向上することができる。

【００７９】

ホットスタンプ前の加熱方法としては、電気炉やガス炉等による加熱、火炎加熱、通電加熱、高周波加熱、誘導加熱等が挙げられる。ホットスタンプ前の加熱により材料の焼入れも達成したい場合には、上述の加熱条件で加熱し、高温のまま、例えば水冷管を通した金型を用いてホットスタンプを行い、その際に金型との接触により急冷する。金型を加熱しておいて、焼入れ温度あるいは冷却速度を変化させ、ホットスタンプ後の製品特性を制御してもよい。

【実施例】

【００８０】

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。

【００８１】

表１に示す化学組成を有するスラブに対し、表２Ａに示す条件で加熱、熱間圧延、冷間圧延および亜鉛めっきを施すことで、表２Ｂに示すホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板を得た。なお、熱間圧延後に酸洗を行った。

また、表２Ｂの鋼板Ｎｏ．２９は、亜鉛めっきを施した後、５２０℃で２０秒保持する合金化処理を行った。

熱間圧延により得られた熱延鋼板は板厚２．８ｍｍであり、冷間圧延により得られた冷延鋼板の板厚は１．４ｍｍであった。

【００８２】

亜鉛めっきは、連続溶融亜鉛めっきラインで実施した。焼鈍条件は露点－４０℃とし、表２Ａに示す温度で２００秒間保持した後、平均冷却速度６℃／秒で５４０℃以下の温度域まで冷却した。めっき浴温は、４５０～４６０℃とした。溶融亜鉛浴からの引き上げ速度、またはノズルから吹き出すワイピングガスの流量を調整することで、亜鉛めっき皮膜の付着量を調整した。

【００８３】

得られたホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板について、めっき付着量、Ｆｅ濃度、Ａｌ量およびＡｌ濃度を上述の方法により測定した。得られた測定結果を表２Ｂに示す。

【００８４】

【表１】

鋼No.	化学組成(mass%) 残部Feおよび不純物																		備考
	C	Mn	sol.Al	Si	P	S	N	B	Ti	Nb	V	W	Cr	Mo	Cu	Ni	Ca	REM	
1	0.04	2.60	0.075	0.03	0.007	0.001	0.0022	0.0022											発明例
2	0.16	1.65	0.041	0.66	0.001	0.003	0.0014												発明例
3	0.21	1.32	0.091	0.14	0.017	0.003	0.0042	0.0079	0.021										発明例
4	0.32	1.62	0.031	0.23	0.012	0.001	0.0022	0.0024	0.021	0.042									発明例
5	0.30	1.80	0.035	0.21	0.019	0.001	0.0049		0.052	0.014	0.47								発明例
6	0.56	0.24	0.096	0.16	0.016	0.001	0.0057	0.0048	0.062	0.096		0.74	0.23						発明例
7	0.21	1.18	0.012	0.22	0.008	0.002	0.0029	0.0032	0.026				0.23						発明例
8	0.32	1.64	0.018	0.19	0.015	0.002	0.0062	0.0042	0.021	0.039			0.23						発明例
9	0.56	1.12	0.025	0.05	0.011	0.003	0.0052		0.021	0.025									発明例
10	0.47	0.38	0.029	0.18	0.012	0.001	0.0045	0.0035	0.020	0.030			0.23	0.15					発明例
11	0.28	0.80	0.072	0.28	0.012	0.001	0.0057	0.0015	0.034	0.013			0.23	0.15			0.02		発明例
12	0.34	2.82	0.043	0.16	0.011	0.003	0.0070	0.0072	0.053	0.026								0.01	発明例
13	0.43	1.94	0.045	2.25	0.027	0.002	0.0069	0.0046	0.007	0.069			0.26						比較例
14	0.01	3.21	0.062	0.45	0.020	0.001	0.0047	0.0015	0.048	0.082				0.26					比較例
15	0.26	2.51	0.054	0.42	0.029	0.001	0.0017	0.0050	0.058	0.028			1.20		0.24	0.35			比較例
16	0.28	0.80	1.200	0.28	0.012	0.001	0.0057	0.0015	0.034	0.013							0.02		比較例
17	0.38	0.05	0.025	0.42	0.018	0.002	0.0045												比較例

下線は本発明の範囲外であることを示す。

【００８５】

【表２Ａ】

鋼板No.	鋼No.	加熱	熱間圧延		冷間圧延	亜鉛めっき			備考
		スラブ加熱温度(℃)	仕上げ圧延温度(℃)	巻取り温度(℃)	累積圧下率(%)	焼鈍温度(℃)	溶融亜鉛浴のAl濃度(質量%)	浸漬時間(s)	
1	1	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	発明例
2	2	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	発明例
3	3	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	発明例
4	4	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	発明例
5	5	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	発明例
6	6	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	発明例
7	7	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	発明例
8	8	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	発明例
9	9	1220	850	540	50	800	0.155	3.0	発明例
10	10	1220	850	540	50	800	0.155	3.0	発明例
11	11	1220	850	540	50	800	0.155	3.0	発明例
12	12	1220	850	540	50	800	0.155	3.0	発明例
13	13	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	比較例
14	14	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	比較例
15	15	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	比較例
16	16	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	比較例
17	17	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	比較例
18	8	1220	850	540	50	800	0.125	3.0	比較例
19	8	1220	850	540	50	800	0.155	3.0	発明例
20	8	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	発明例
21	8	1220	850	540	50	800	0.221	3.0	比較例
22	8	1220	850	540	50	800	0.162	1.6	発明例
23	8	1220	850	540	50	800	0.162	6.0	発明例
24	8	1220	850	540	50	800	0.162	8.0	発明例
25	8	1220	850	540	50	800	0.162	20.0	比較例
26	8	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	発明例
27	8	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	比較例
28	8	1220	850	540	50	800	0.162	3.0	比較例
29	8	1220	850	540	50	800	0.148	1.6	比較例
30	8	1220	850	540	50	800	0.155	1.6	比較例
31	8	1220	850	540	50	800	0.175	3.0	発明例
32	8	1220	850	540	50	800	0.221	8.0	比較例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

【００８６】

【表２Ｂ】

鋼板No.	鋼No.	ホットスタンプ用亜鉛系めっき鋼板				備考
		めっき付着量 (g/m^2)	Fe濃度 (質量%)	Al量 (mg/m^2)	Al濃度 (質量%)	
1	1	29.8	3.8	307	1.03	発明例
2	2	24.2	6.0	302	1.25	発明例
3	3	18.3	7.6	275	1.51	発明例
4	4	38.4	2.3	311	0.81	発明例
5	5	19.4	7.1	231	1.19	発明例
6	6	30.1	3.7	257	0.86	発明例
7	7	38.8	2.9	261	0.66	発明例
8	8	19.9	5.0	235	1.18	発明例
9	9	24.1	5.9	200	0.83	発明例
10	10	38.5	4.1	228	0.59	発明例
11	11	22.1	4.7	215	0.97	発明例
12	12	30.3	3.6	215	0.71	発明例
13	13	30.1	4.8	306	1.02	比較例
14	14	35.4	3.5	295	0.83	比較例
15	15	37.0	2.8	255	0.69	比較例
16	16	32.6	2.6	265	0.81	比較例
17	17	26.6	4.3	233	0.95	比較例
18	8	30.9	2.9	93	0.30	比較例
19	8	23.1	6.8	171	0.74	発明例
20	8	35.3	4.0	308	0.87	発明例
21	8	29.9	3.1	473	1.58	比較例
22	8	23.9	6.5	210	0.88	発明例
23	8	18.6	6.9	266	1.43	発明例
24	8	17.8	7.6	294	1.65	発明例
25	8	34.3	2.2	443	1.29	比較例
26	8	39.2	1.9	264	0.67	発明例
27	8	52.2	1.6	290	0.56	比較例
28	8	11.1	6.1	217	1.96	比較例
29	8	23.6	12.6	124	0.53	比較例
30	8	51.1	1.9	160	0.31	比較例
31	8	18.5	6.8	310	1.68	発明例
32	8	13.0	3.8	398	3.06	比較例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

【００８７】

得られたホットスタンプ用亜鉛めっき鋼板から、ホットスタンプ用の試験片（試験片サイズ：板幅方向に２５０ｍｍ×圧延方向に２００ｍｍ）を採取した。該試験片を加熱炉内で鋼板温度を表３Ａおよび表４Ａに示す温度に到達させ、該温度にて表３Ａおよび表４Ａに示す保持時間で保持した後、加熱炉から取りだし、その直後に平板用の鋼製金型を用いてホットスタンプを行い、急冷することでホットスタンプ成形体を得た。なお、一部のホットスタンプ成形体は、６５０℃で１時間保持する予備加熱を行って製造した。

【００８８】

得られたホットスタンプ成形体の皮膜について、皮膜構造および算術平均粗さＲａを上

述の方法により測定した。得られた測定結果を表３Ｂおよび表４Ｂに示す。

【００８９】

（スポット溶接性評価）

表３Ｂおよび表４Ｂのホットスタンプ成形体について、エッジから１０mm以内の領域を除く位置から、板幅方向２３０mm×圧延方向１８０mmの試験片を２枚採取し、これらの試験片を重ね合わせ、下記の条件で電流を変化させてスポット溶接を実施した。ナゲット径が$4\sqrt{t}$（ｔは試験片の板厚）となる電流を下限値、チリが出る条件を上限値とし、上限値と下限値との間を適正溶接電流範囲とした。また、チリが出る上限値より０．５ｋＡ低い電流値で溶接を行い、１０００点の連続打点試験を行って、溶着の発生の有無を評価した。

【００９０】

表３Ｂおよび表４Ｂにおいて、適正溶接電流範囲が１．２ｋＡ以上であった例は合格と判定し、表中に適正溶接電流範囲「ＯＫ」と記載し、適正溶接電流範囲が１．２ｋＡ未満であった例またはナゲット径が$4\sqrt{t}$となる電流でチリが発生した例は不合格と判定し、表中に適正溶接電流範囲「ＮＧ」と記載した。また、溶着が発生しなかった例は合格と判定し、表中に溶着「無」と記載し、溶着が発生した例は不合格と判定し、表中に溶着「有り」と記載した。また、１０００点中、スパークが発生した回数をカウントした。５０点以上でスパークが発生した例を不合格と判定し、表中にスパーク「ＮＧ」と記載し、５０点以上でスパークが発生しなかった例を合格と判定し、表中にスパーク「ＯＫ」と記載した。

【００９１】

加圧力：４００ｋｇｆ
通電時間：１５サイクル
保持時間：９サイクル
電極チップ形状：ＤＲ型、先端φ６mm－曲率半径Ｒ４０mm

【００９２】

（塗膜密着性評価）

表３Ｂおよび表４Ｂのホットスタンプ成形体について、エッジから１０mm以内の領域を除く位置から切り出した試験片（７０mm×１５０mm）に、日本パーカライジング（株）製のＰＢＬ－３０８０で通常の化成処理条件により付着量が３ｇ／m^2となるように燐酸亜鉛処理を施した。その後、関西ペイント（株）製の電着塗料ＧＴ－１０を電圧２００Ｖのスロープ通電で電着塗装し、焼き付け温度１５０℃で２０分焼き付け塗装した。塗膜厚みは２０μmとした。試験片を５０℃のイオン交換水に浸漬し、２４０時間後に取り出して、カッターナイフで１mm幅の碁盤目状に傷を入れ、ニチバン（株）製のポリエステルテープで剥離テストを行った。塗膜の残存マス数を比較し、塗膜密着性を評価した。なお、全マス数は１００個とした。評価基準は、残存マス数９０～１００個を良好：評価ＯＫ、０～８９個を不良：評価ＮＧとした。

【００９３】

（引張強さ評価）

表３Ｂおよび表４Ｂのホットスタンプ成形体について、エッジから１０mm以内の領域を除く位置からＪＩＳ５号試験片を採取し、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１：２０１１に準拠して引張試験を行って、引張強さＴＳを得た。引張強さＴＳが９００ＭＰａ以上の場合、高強度であるとして合格と判定し、引張強さＴＳが９００ＭＰａ未満の場合、ホットスタンプ成形体として所望される強度を有しないとして不合格と判定した。

【００９４】

（曲げ性評価）

表３Ｂおよび表４Ｂのホットスタンプ成形体について、エッジから１０mm以内の領域を除く位置から、６０mm×６０mmの試験片を採取し、ＶＤＡ２３８－１００に準拠して曲げ試験を行うことで、曲げ角度α（°）を得た。装置はツヴィック社製の２０ＫＮロードセルセットを用いた。

上述の方法により得られた引張強度ＴＳと、曲げ角度αとの積（ＴＳ×α（ＭＰａ・°））を曲げ性の指標とした。ＴＳ×α（ＭＰａ・°）が９５０００ＭＰａ・°以上の例を曲げ性に優れるとして合格と判定し、９５０００未満の例を曲げ性に劣るとして不合格と判定した。

【００９５】

【表３Ａ】

製造No.	鋼板No.	予備加熱	加熱温度(℃)	保持時間(min)	ホットスタンプ成形体					備考
					Zn累積量 Zn_{total} (g/m^2)	Alピーク位置までのZn累積量Zna+Mn累積量 (g/m^2)	Al累積量+Si累積量+Cr累積量 (mg/m^2)	Zn_{total}-Zna (g/m^2)	算術平均粗さ Ra (μm)	
B1	1	有り	900	2	26.2	10.5	176	17.0	0.65	発明例
B2	2	有り	900	2	19.6	8.1	206	13.3	0.67	発明例
B3	3	有り	900	2	14.7	10.8	166	4.2	0.91	発明例
B4	4	有り	900	2	34.8	9.1	189	27.6	0.67	発明例
B5	5	有り	900	2	16.3	15.1	134	4.1	1.06	発明例
B6	6	有り	900	2	25.5	7.7	197	18.7	1.40	発明例
B7	7	有り	900	2	32.5	9.8	186	25.8	1.06	発明例
B8	8	有り	900	2	16.7	13.9	142	4.0	1.28	発明例
B9	9	有り	900	2	19.3	17.2	104	5.1	0.76	発明例
B10	10	有り	900	2	34.1	10.0	175	23.0	0.62	発明例
B11	11	有り	900	2	19.2	10.9	159	7.9	1.42	発明例
B12	12	有り	900	2	26.3	14.5	138	12.3	0.70	発明例
B13	13	有り	900	2	24.6	1.9	386	25.9	0.94	比較例
B14	14	有り	900	2	31.8	25.6	203	6.7	1.11	比較例
B15	15	有り	900	2	33.2	4.0	311	30.2	1.34	比較例
B16	16	有り	900	2	27.6	0.8	613	28.3	1.42	比較例
B17	17	有り	900	2	23.2	11.5	111	9.5	1.82	比較例
B18	18	有り	900	2	25.7	28.8	93	3.9	1.24	比較例
B19	19	有り	900	2	18.6	15.5	112	3.9	1.09	発明例
B20	20	有り	900	2	30.2	8.1	196	23.5	1.10	発明例
B21	21	有り	900	2	24.4	4.7	263	22.4	1.04	比較例
B22	22	有り	900	2	20.3	14.7	132	6.2	1.49	発明例
B23	23	有り	900	2	16.1	12.7	154	3.8	0.88	発明例
B24	24	有り	900	2	13.9	11.2	172	4.5	1.28	発明例

下線は製造条件が好ましくないこと、または本発明の範囲外であることを示す。

【００９６】

【表３Ｂ】

製造No.	鋼板No.	特性評価							備考
		TS×α (Mpa・°)	引張強さTS (MPa)	曲げ角度α (°)	適正溶接電流範囲	溶着の有無	スパーク	塗膜密着性	
B1	1	101864	952	107	OK	無	OK	OK	発明例
B2	2	101400	1352	75	OK	無	OK	OK	発明例
B3	3	100386	1521	66	OK	無	OK	OK	発明例
B4	4	101920	1820	56	OK	無	OK	OK	発明例
B5	5	100016	1786	56	OK	無	OK	OK	発明例
B6	6	99604	2692	37	OK	無	OK	OK	発明例
B7	7	98475	1515	65	OK	無	OK	OK	発明例
B8	8	101696	1816	56	OK	無	OK	OK	発明例
B9	9	104348	2746	38	OK	無	OK	OK	発明例
B10	10	101926	2486	41	OK	無	OK	OK	発明例
B11	11	100005	1695	59	OK	無	OK	OK	発明例
B12	12	99399	1949	51	OK	無	OK	OK	発明例
B13	13	103400	2350	44	NG	有り	OK	NG	比較例
B14	14	99600	1200	83	OK	有り	NG	OK	比較例
B15	15	102300	1650	62	NG	無	OK	NG	比較例
B16	16	99120	1680	59	NG	無	OK	NG	比較例
B17	17	56232	792	71	OK	無	OK	OK	比較例
B18	18	103797	1821	57	OK	有り	NG	OK	比較例
B19	19	101696	1816	56	OK	無	OK	OK	発明例
B20	20	103177	1809	57	OK	無	OK	OK	発明例
B21	21	103495	1827	57	OK	無	OK	NG	比較例
B22	22	100171	1786	56	OK	無	OK	OK	発明例
B23	23	100685	1865	54	OK	無	OK	OK	発明例
B24	24	106306	1810	59	OK	無	OK	OK	発明例

下線は製造条件が好ましくないこと、または本発明の
範囲外であることを示す。

【００９７】

【表４Ａ】

製造No.	鋼板No.	予備加熱	加熱温度(℃)	保持時間(min)	ホットスタンプ成形体					備考
					Zn累積量 Zn_{total} (g/m^2)	Alピーク位置までのZn累積量Zna+Mn累積量 (g/m^2)	Al累積量+Si累積量+Cr累積量 (mg/m^2)	Zn_{total}-Zna (g/m^2)	算術平均粗さ Ra (μm)	
B25	25	有り	900	2	29.7	5.3	262	26.8	0.78	比較例
B26	26	有り	900	2	34.2	9.2	196	26.1	0.94	発明例
B27	27	有り	900	2	45.3	7.7	221	39.9	1.01	比較例
B28	28	有り	900	2	9.0	8.7	119	0.7	1.05	比較例
B29	29	有り	900	16	20.5	19.9	94	1.1	1.33	比較例
B30	30	有り	900	2	49.1	25.5	146	13.1	0.85	比較例
B31	31	有り	900	2	14.8	10.1	180	5.9	0.66	発明例
B32	32	有り	900	2	10.2	9.0	214	1.8	0.88	比較例
B33	8	有り	900	8	16.5	12.7	145	4.5	0.86	発明例
B34	8	有り	900	16	15.1	13.6	138	3.1	1.22	発明例
B35	8	有り	900	24	4.7	3.9	145	2.0	1.38	比較例
B36	1	無	900	2	27.3	11.3	185	17.1	2.14	比較例
B37	2	無	900	2	21.4	8.6	214	13.4	1.69	比較例
B38	3	無	900	2	16.3	12.3	167	4.3	2.76	比較例
B39	4	無	900	2	37.0	9.9	201	28.1	2.10	比較例
B40	5	無	900	2	17.5	16.5	136	1.4	1.55	比較例
B41	6	無	900	2	28.0	8.8	203	19.2	2.63	比較例
B42	7	無	900	2	37.3	10.2	193	27.8	1.56	比較例
B43	8	無	900	2	18.2	14.6	149	4.1	1.76	比較例
B44	9	無	900	2	21.9	19.1	112	3.1	1.65	比較例
B45	10	無	900	2	36.4	11.1	177	25.5	2.21	比較例
B46	11	無	900	2	20.3	12.4	165	8.1	1.68	比較例
B47	12	無	900	2	27.7	16.4	142	12.6	2.65	比較例

下線は製造条件が好ましくないこと、または本発明の範囲外であることを示す。

【００９８】

【表４Ｂ】

製造No.	鋼板No.	特性評価							備考
		TS×α (Mpa・°)	引張強さTS (MPa)	曲げ角度α (°)	適正電流範囲 (kA)	溶着の有無	スパーク	塗膜密着性	
B25	25	106559	1855	57	OK	無	OK	NG	比較例
B26	26	103327	1802	57	OK	無	OK	OK	発明例
B27	27	98914	1815	54	NG	無	OK	OK	比較例
B28	28	88260	1801	49	NG	有り	OK	NG	比較例
B29	29	84452	1836	46	NG	有り	OK	NG	比較例
B30	30	101089	1803	56	OK	有り	NG	OK	比較例
B31	31	106115	1799	59	OK	無	OK	OK	発明例
B32	32	89079	1856	48	NG	有り	OK	NG	比較例
B33	8	103895	1798	58	OK	無	OK	OK	発明例
B34	8	105897	1814	58	OK	無	OK	OK	発明例
B35	8	88118	1836	48	NG	有り	OK	NG	比較例
B36	1	88787	948	94	OK	無	OK	OK	比較例
B37	2	93617	1352	69	OK	無	OK	OK	比較例
B38	3	92598	1518	61	OK	無	OK	OK	比較例
B39	4	90900	1818	50	OK	無	OK	OK	比較例
B40	5	83801	1783	47	OK	無	OK	OK	比較例
B41	6	89143	2746	32	OK	無	OK	OK	比較例
B42	7	91661	1524	60	OK	無	OK	OK	比較例
B43	8	88669	1821	49	OK	無	OK	OK	比較例
B44	9	91554	2746	33	OK	無	OK	OK	比較例
B45	10	88795	2488	36	OK	無	OK	OK	比較例
B46	11	90876	1695	54	OK	無	OK	OK	比較例
B47	12	91536	1946	47	OK	無	OK	OK	比較例

下線は製造条件が好ましくないこと、または本発明の範囲外であることを示す。

【００９９】

表３Ｂおよび表４Ｂを見ると、本発明例では、高強度であり、スポット溶接時のスパークおよび溶着が防止され、広い適正溶接電流範囲を有し、且つ塗膜密着性および曲げ性が良好であることが分かる。なお、表３Ｂおよび表４Ｂの発明例では、ホットスタンプ後においてスケールの生成が見られなかった。

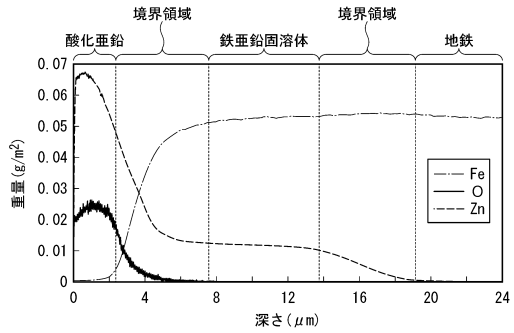
【産業上の利用可能性】

【０１００】

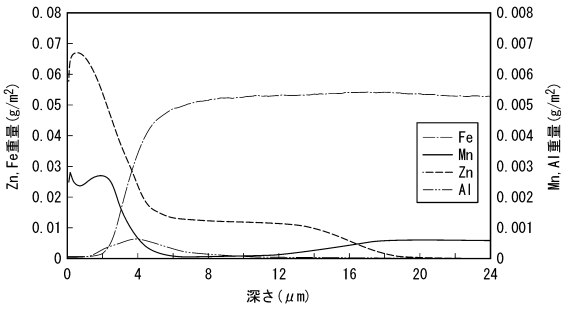
本発明に係る上記態様によれば、高強度であり、ホットスタンプ後のスケールの生成が抑制され、スポット溶接時のスパークおよび溶着を防止でき、広い適正溶接電流範囲を有し、且つ優れた塗膜密着性および曲げ性を有するホットスタンプ成形体を提供することができる

【図面】

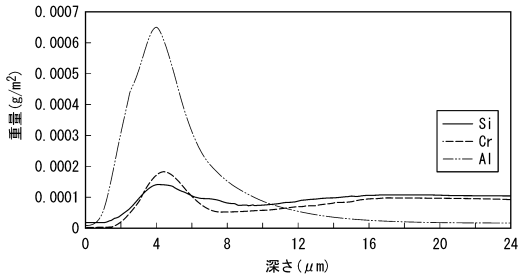
【図１】


境界領域
境界領域
酸化亜鉛
鉄亜鉛固溶体
地鉄
重量(g/m²)
深さ(μm)
Fe
O
Zn

【図２】


Zn,Fe重量(g/m²)
Mn,Al重量(g/m²)
深さ(μm)
Fe
Mn
Zn
Al

【図３】


重量(g/m²)
深さ(μm)
Si
Cr
Al

フロントページの続き

(51)国際特許分類

			FI		
C22C	*18/04*	*(2006.01)*	C23C	2/40	
C21D	*9/46*	*(2006.01)*	C22C	18/04	
C21D	*1/18*	*(2006.01)*	C21D	9/46	J
C21D	*9/00*	*(2006.01)*	C21D	1/18	C
			C21D	9/00	A

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 河野 一夫

(56)参考文献 国際公開第２０１３／０４７８３６（WO，Ａ１）
特開２０１７－１８６６６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０３７１４１（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４７４９９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１４／０２４８２５（WO，Ａ１）
特開２０１７－０３１４５２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１２５６７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｃ２２Ｃ ３８／００
Ｃ２２Ｃ ３８／５８
Ｃ２３Ｃ ２／０６
Ｃ２３Ｃ ２／０２
Ｃ２３Ｃ ２／４０
Ｃ２２Ｃ １８／０４
Ｃ２１Ｄ ９／４６
Ｃ２１Ｄ １／１８
Ｃ２１Ｄ ９／００