(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7684586号
(P7684586)

(45)発行日　令和7年5月28日(2025.5.28)
(24)登録日　令和7年5月20日(2025.5.20)

(51)国際特許分類　　FＩ

国際特許分類			FＩ		
Ｃ２２Ｃ	*38/00*	*(2006.01)*	Ｃ２２Ｃ	38/00	３０１Ｚ
Ｃ２２Ｃ	*38/60*	*(2006.01)*	Ｃ２２Ｃ	38/60	
Ｃ２２Ｃ	*18/00*	*(2006.01)*	Ｃ２２Ｃ	18/00	
Ｃ２２Ｃ	*21/02*	*(2006.01)*	Ｃ２２Ｃ	21/02	
Ｃ２２Ｃ	*21/10*	*(2006.01)*	Ｃ２２Ｃ	21/10	

請求項の数　5　（全28頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2022-581308(P2022-581308)
(86)(22)出願日　令和4年1月27日(2022.1.27)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/003058
(87)国際公開番号　WO2022/172763
(87)国際公開日　令和4年8月18日(2022.8.18)
審査請求日　令和5年2月6日(2023.2.6)
(31)優先権主張番号　特願2021-22063(P2021-22063)
(32)優先日　令和3年2月15日(2021.2.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関　日本国(JP)
前置審査

(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　100149548
弁理士　松沼　泰史
(74)代理人　100140774
弁理士　大浪　一徳
(74)代理人　100134359
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】　ホットスタンプ成形体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

化学組成が、質量％で、
Ｃ　：０．０５０～０．１５０％、
Ｓｉ：０．０１０～１．０００％、
Ｍｎ：１．００～２．００％、
Ａｌ：０．００１～０．５００％、
Ｐ　：０．１００％以下、
Ｓ　：０．０１００％以下、
Ｎ　：０．０１００％以下、
Ｂ　：０．０００５～０．００５０％、
Ｃｒ：０～０．５０％、
Ｍｏ：０～０．５００％、
Ｎｉ：０～３．００％、
Ｃｕ：０～３．００％、
Ｃｏ：０～０．５０％、
Ｓｎ：０～０．５００％、
Ｃａ：０～０．００５０％、
Ｍｇ：０～０．００５０％、
ＲＥＭ：０～０．００５０％、および

Ｓｂ：０～０．０２００％
を含有し、且つ
Ｔｉ：０．００５～０．１００％、および
Ｚｒ：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種を含有し、
Ｎｂ：０．０１５～０．１００％、および
Ｖ　：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種を含有し、
残部がＦｅおよび不純物からなり、
下記式（１）および式（２）を満足し、
金属組織が、マルテンサイトを９０面積％以上含み、前記マルテンサイトのうち、平均Ｇｒａｉｎ　Ａｖｅｒａｇｅ　Ｉｍａｇｅ　Ｑｕａｌｉｔｙ値が１２３０００～２０００００である軟質領域が５～２５面積％であることを特徴とするホットスタンプ成形体。
５６１－４７４×Ｃ－３３×Ｍｎ－１７×Ｃｒ－１７×Ｎｉ－７．５×Ｓｉ－２１×Ｍｏ＋１０×Ｃｏ＞４４０　…（１）
０．２６５×Ｔｉ＋０．１４０×Ｚｒ＞Ｎ　…（２）
ただし、上記式（１）および式（２）中の元素記号は各元素の質量％での含有量を示し、当該元素を含有しない場合は０を代入する。
【請求項２】
前記化学組成が、質量％で、
Ｃｒ：０．００５～０．５０％、
Ｍｏ：０．００５～０．５００％、
Ｎｉ：０．００５～３．００％、
Ｃｕ：０．００５～３．００％、
Ｃｏ：０．００５～０．５０％、
Ｓｎ：０．００５～０．５００％、
Ｃａ：０．０００５～０．００５０％、
Ｍｇ：０．０００５～０．００５０％、
ＲＥＭ：０．０００５～０．００５０％、および
Ｓｂ：０．０００５～０．０２００％
からなる群のうち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１に記載のホットスタンプ成形体。
【請求項３】
前記化学組成が、質量％で、
Ｃｏ：０．００５～０．５０％、
Ｓｎ：０．００５～０．５００％、および
Ｓｂ：０．０００５～０．０２００％
からなる群のうち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１に記載のホットスタンプ成形体。
【請求項４】
前記金属組織において、平均粒径が２０～５００ｎｍであり、Ｎｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度が０．３～１０．０個／μm^2であることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載のホットスタンプ成形体。
【請求項５】
表面にめっき層を有することを特徴とする請求項１～４のいずれか１項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。
本願は、２０２１年２月１５日に、日本に出願された特願２０２１－０２２０６３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、車体部品への高強度鋼板の適用が加速している。ところで、車体部品はプレス成形によって製造される。車体部品を構成する鋼板の高強度化に伴い、プレス成形時の成形荷重が増加するだけでなく、成形性が低下する。そのため、高強度鋼板をプレス成形する場合、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、プレス成形と同時に、金型内において焼入れ処理を実施することで、車体部品への成形と強度確保とを両立する技術として注目されている。
【０００３】
車体部品の中でも、衝撃吸収および骨格の変形制御に用いられる部材には、衝突時の変形により破断が生じにくいことが要求される。衝突時の変形による破断の発生を抑制するためには、車体部品は曲げ性に優れることが要求される。また、衝突時に多様な変形モードで変形した場合であっても破断の発生を抑制できるように、曲げ性の異方性が小さいことが要求される。
【０００４】
材料の曲げ性は引張強さと相関があり、引張強さを低下させると曲げ性が向上する。ホットスタンプ材のミクロ組織の主相はマルテンサイトであり、マルテンサイトの引張強さは鋼成分のうちＣに大きく影響を受けることが知られている。
【０００５】
例えば、特許文献１には、全組織中に占めるマルテンサイトの面積率が９５％以上であり、且つ前記マルテンサイトの固溶Ｃが０．０５質量％以下であるとともに、長径が２００ｎｍ以上の炭化物の密度が５０個／μｍ^{3}以下であり、引張強度が１２７０ＭＰａ以上であること特徴とする高強度鋼板が開示されている。
【０００６】
特許文献２には、ミクロ組織がマルテンサイトと下部ベイナイトの混合組織であり、両組織の合計面積率が９５％以上であることを特徴とする降伏強度８８５ＭＰａ以上の非調質高張力厚鋼板が開示されている。
【０００７】
特許文献３には、金属組織のうち７０体積％以上がマルテンサイト相または焼戻しマルテンサイト相であり、当該マルテンサイト相または焼戻しマルテンサイト相のうち５０体積％以上が未再結晶オーステナイト相から生成したマルテンサイト相または焼戻しマルテンサイト相であることを特徴とする耐遅れ破壊特性に優れる高強度鋼が開示されている。
【０００８】
上記の特許文献１～３の技術ではマルテンサイト分率を規定し、ミクロ組織を制御することにより、各種特性を改善している。しかし、オートテンパー挙動を制御したマルテンサイトについては言及されておらず、また曲げ性の向上および曲げ性の異方性の低減については何ら言及されていない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００９】
【文献】日本国特開２０１８－１０９２２２号公報
【文献】日本国特開２０１１－１２３１５号公報
【文献】日本国特開平１１－２２９０７５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
上記課題に鑑み、本発明では、高い強度および優れた曲げ性を有し、且つ曲げ性の異方

性が小さい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】
【００１１】
　上記ホットスタンプ成形体を得る方法について本発明者らが検討した結果、以下の知見を得た。
　高強度のホットスタンプ成形体において優れた曲げ性を得て、更に曲げ性の異方性を低減するためには、所望量の軟質なマルテンサイトを金属組織中に存在させることが重要である。軟質なマルテンサイトは転位密度が低く、マルテンサイトをオートテンパーさせることで生成される。
【００１２】
　マルテンサイトを十分にオートテンパーさせるためには、マルテンサイト変態開始温度（Ｍｓ点）が高い鋼板を用いることが重要である。Ｍｓ点が高い鋼板をホットスタンプすることで、高温域でオートテンパーが開始するためである。
【００１３】
　更に、マルテンサイトを十分にオートテンパーさせるためには、ホットスタンプ条件を制御することも効果的である。ホットスタンプ後の冷却速度が遅い程、オートテンパーが生じやすくなる。ホットスタンプ後の冷却速度を制御するためには、ホットスタンプ時の金型の面圧を制御すること、また下死点での保持時間を制御することが効果的である。
【００１４】
　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、化学組成が、質量％で、
Ｃ　：０．０５０～０．１５０％、
Ｓｉ：０．０１０～１．０００％、
Ｍｎ：１．００～２．００％、
Ａｌ：０．００１～０．５００％、
Ｐ　：０．１００％以下、
Ｓ　：０．０１００％以下、
Ｎ　：０．０１００％以下、
Ｂ　：０．０００５～０．００５０％、
Ｃｒ：０～０．５０％、
Ｍｏ：０～０．５００％、
Ｎｉ：０～３．００％、
Ｃｕ：０～３．００％、
Ｃｏ：０～０．５０％、
Ｓｎ：０～０．５００％、
Ｃａ：０～０．００５０％、
Ｍｇ：０～０．００５０％、
ＲＥＭ：０～０．００５０％、および
Ｓｂ：０～０．０２００％を含有し、且つ
Ｔｉ：０．００５～０．１００％、および
Ｚｒ：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種を含有し、
Ｎｂ：０．０１５～０．１００％、および
Ｖ　：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種を含有し、
　残部がＦｅおよび不純物からなり、
　下記式（１）および式（２）を満足し、
　金属組織が、マルテンサイトを９０面積％以上含み、前記マルテンサイトのうち、平均Ｇｒａｉｎ　Ａｖｅｒａｇｅ　Ｉｍａｇｅ　Ｑｕａｌｉｔｙ値が１２３０００～２００００００である軟質領域が５～２５面積％である。
　　　５６１－４７４×Ｃ－３３×Ｍｎ－１７×Ｃｒ－１７×Ｎｉ－７．５×Ｓｉ－２１×Ｍｏ＋１０×Ｃｏ＞４４０　…（１）

０．２６５×Ｔｉ＋０．１４０×Ｚｒ＞Ｎ　…（２）

ただし、上記式（１）および式（２）中の元素記号は各元素の質量％での含有量を示し、当該元素を含有しない場合は０を代入する。

［２］上記［１］に記載のホットスタンプ成形体は、前記化学組成が、質量％で、

Ｃｒ：０．００５～０．５０％、

Ｍｏ：０．００５～０．５００％、

Ｎｉ：０．００５～３．００％、

Ｃｕ：０．００５～３．００％、

Ｃｏ：０．００５～０．５０％、

Ｓｎ：０．００５～０．５００％、

Ｃａ：０．０００５～０．００５０％、

Ｍｇ：０．０００５～０．００５０％、

ＲＥＭ：０．０００５～０．００５０％、および

Ｓｂ：０．０００５～０．０２００％

からなる群のうち１種または２種以上を含有してもよい。

［３］上記［１］に記載のホットスタンプ成形体は、前記化学組成が、質量％で、

Ｃｏ：０．００５～０．５０％、

Ｓｎ：０．００５～０．５００％、および

Ｓｂ：０．０００５～０．０２００％

からなる群のうち１種または２種以上を含有してもよい。

［４］上記［１］～［３］のいずれか１項に記載のホットスタンプ成形体は、前記金属組織において、平均粒径が２０～５００ｎｍであり、Ｎｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度が０．３～１０．０個／μｍ^{2}であってもよい。

［５］上記［１］～［４］のいずれか１項に記載のホットスタンプ成形体は、表面にめっき層を有してもよい。

【発明の効果】

【００１５】

本発明に係る上記態様によれば、高い強度および優れた曲げ性を有し、且つ曲げ性の異方性が小さいホットスタンプ成形体を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下、本実施形態に係るホットスタンプ成形体について詳細に説明する。まず、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の化学組成の限定理由について説明する。

【００１７】

なお、以下に記載する「～」を挟んで記載され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。「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。

【００１８】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、化学組成が、質量％で、Ｃ：０．０５０～０．１５０％、Ｓｉ：０．０１０～１．０００％、Ｍｎ：１．００～２．００％、Ａｌ：０．００１～０．５００％、Ｐ：０．１００％以下、Ｓ：０．０１００％以下、Ｎ：０．０１００％以下、Ｂ：０．０００５～０．００５０％、Ｃｒ：０～０．５０％、Ｍｏ：０～０．５００％、Ｎｉ：０～３．００％、Ｃｕ：０～３．００％、Ｃｏ：０～０．５０％、Ｓｎ：０～０．５００％、Ｃａ：０～０．００５０％、Ｍｇ：０～０．００５０％、ＲＥＭ：０～０．００５０％、およびＳｂ：０～０．０２００％を含有し、且つＴｉ：０．００５～０．１００％、およびＺｒ：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種を含有し、Ｎｂ：０．０１５～０．１００％およびＶ：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種を含有し、残部がＦｅおよび不純物からなる。

以下、各元素について詳細に説明する。

【００１９】

Ｃ：０．０５０～０．１５０％

Ｃは、ホットスタンプ成形体の強度に大きく影響する元素である。Ｃ含有量が０．０５０％未満であると、ホットスタンプ成形体の強度が低くなる。そのため、Ｃ含有量は０．０５０％以上とする。好ましくは、０．０７０％以上、０．０８０％以上または０．０９０％以上である。

一方、Ｃ含有量が０．１５０％超であると、ホットスタンプ成形体の強度が高くなりすぎて、曲げ性が劣化する。そのため、Ｃ含有量は０．１５０％以下とする。好ましくは、０．１４０％以下、０．１３０％以下、０．１２０％以下、０．１１０％以下または０．１００％以下である。

【００２０】

Ｓｉ：０．０１０～１．０００％

Ｓｉは、焼戻し軟化抵抗を有しており、ホットスタンプ焼入れ時のオートテンパーによる強度低下を抑える作用がある。Ｓｉ含有量が０．０１０％未満では上記効果が得られず所望の強度が得られない場合、および曲げ性が劣化する場合がある。そのため、Ｓｉ含有量は０．０１０％以上とする。好ましくは、０．０２０％以上、０．０３０％以上である。

一方、Ｓｉ含有量が１．０００％超であると、表面スケールの問題が生じる。すなわち、熱間圧延時に生成するスケールを酸洗した後に、表面凹凸に起因した模様が発生して、表面外観が劣位となる。また、鋼板表面にめっき処理を行う場合は、めっき性が劣化する。そのため、Ｓｉ含有量は１．０００％以下とする。好ましくは、０．７００％以下、０．５００％以下、０．３００％以下である。

【００２１】

Ｍｎ：１．００～２．００％

Ｍｎは、ホットスタンプ成形体の強度および鋼の焼入れ性を向上させる元素である。Ｍｎ含有量が１．００％未満では、ホットスタンプ成形体において十分な強度を得ることができない。そのため、Ｍｎ含有量は１．００％以上とする。好ましくは、１．２０％以上、１．４０％以上である。

一方、２．００％を超えてＭｎを含有させても上記効果が飽和するとともに、曲げ性が低下する。そのため、Ｍｎ含有量は２．００％以下とする。好ましくは、１．８０％以下、１．６０％以下である。

【００２２】

Ａｌ：０．００１～０．５００％

Ａｌは、溶鋼の脱酸材として使われる元素である。脱酸が不十分であると、過剰に生成した酸化物によりホットスタンプ成形体の曲げ性が低下する。溶鋼を十分に脱酸させるために、Ａｌ含有量は０．００１％以上とする。好ましくは、０．０１０％以上、０．０３０％以上である。

一方、Ａｌ含有量が０．５００％を超えると、非金属介在物が多く形成され、ホットスタンプ成形体において表面疵が発生しやすくなる。そのため、Ａｌ含有量は０．５００％以下とする。好ましくは、０．３００％以下、０．２００％以下、０．１００％以下である。

【００２３】

Ｐ：０．１００％以下

Ｐは、粒界に偏析し、粒界の強度を低下させる元素である。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、ホットスタンプ成形体の靱性や曲げ性が低下する。そのため、Ｐ含有量は０．１００％以下とする。好ましくは、０．０８０％以下、０．０５０％以下である。

Ｐ含有量の下限は特に規定しないが、Ｐ含有量を過度に低減すると精錬コストが増加するため、Ｐ含有量は０．００１％以上としてもよい。

【００２４】

Ｓ：０．０１００％以下

Ｓは、鋼中の非金属介在物に影響してホットスタンプ成形体の曲げ性を劣化させる。そのため、Ｓ含有量は０．０１００％以下とする。好ましくは、０．００８０％以下、０．００５０％以下である。

Ｓ含有量の下限は特に規定しないが、Ｓ含有量を過度に低減すると脱硫工程の製造コストが増加するため、Ｓ含有量は０．０００１％以上としてもよい。

【００２５】

Ｎ：０．０１００％以下

Ｎは、不純物元素であり、鋼中に曲げ割れ起点となる窒化物を形成してホットスタンプ成形体の曲げ性を劣化させる。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、ホットスタンプ成形体の曲げ性が著しく低下する。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０．００８０％以下、０．００６０％以下である。

Ｎ含有量の下限は特に限定しないが、０．０００１％未満に低減すると、脱Ｎコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくない。実操業上、Ｎ含有量は０．０００１％以上、０．０００５％以上としてもよい。

【００２６】

Ｂ：０．０００５～０．００５０％

Ｂは、ホットスタンプ中あるいはホットスタンプ後の冷却での焼入れ性を向上させてホットスタンプ成形体の強度を向上させる効果がある。Ｂ含有量が０．０００５％未満であると、上記効果を得ることができない。そのため、Ｂ含有量は０．０００５％以上とする。好ましくは、０．０００７％以上、０．００１０％以上である。

一方、Ｂ含有量が０．００５０％超であると、熱間圧延時に割れが生じる場合、上記効果が飽和する場合、および硼化物により曲げ性が低下する場合がある。そのため、Ｂ含有量は０．００５０％以下とする。好ましくは、０．００３０％以下である。

【００２７】

Ｔｉ：０．００５～０．１００％およびＺｒ：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種

ＴｉおよびＺｒは、鋼中に炭窒化物を形成して、析出強化によりホットスタンプ成形体の強度を向上する効果を有する。さらに、Ｎを窒化物として固定してＢＮ生成を抑制し、Ｂの焼入れ性向上効果を発現させる効果がある。これらの効果を得るために、Ｔｉ：０．００５％以上およびＺｒ：０．００５％以上の１種以上を含有させる。ＴｉおよびＺｒの両方を含有する必要はなく、いずれか１種でも上記含有量で含有すればよい。ＴｉおよびＺｒのうちいずれか１種でも上記含有量で含有すれば、その１種以外の元素は上記含有量未満で含有されても、含有されなくてもよい。上記元素の含有量は、好ましくは、Ｔｉ：０．０１０％以上およびＺｒ：０．０１０％以上の１種以上である。

一方、これらの元素のうち１種でもその含有量を０．１００％超とした場合には、多量に炭窒化物が生成してホットスタンプ成形体の曲げ性が低下する。そのため、ＴｉおよびＺｒの含有量はそれぞれ０．１００％以下とする。好ましくは、それぞれ０．０８０％以下である。

【００２８】

Ｎｂ：０．０１５～０．１００％およびＶ：０．００５～０．１００％からなる群のうち１種または２種

ＮｂおよびＶは、鋼中に炭窒化物を形成して、析出強化によりホットスタンプ成形体の強度を向上する効果を有する。さらに、固溶元素としても組織を細粒化することで、ホットスタンプ成形体の強度および曲げ性を向上させる効果がある。これらの効果を得るために、Ｎｂ：０．０１５％以上およびＶ：０．００５％以上の１種以上を含有させる。ＮｂおよびＶの両方を含有する必要はなく、いずれか１種でも上記含有量で含有すればよい。ＮｂおよびＶのうちいずれか１種でも上記含有量で含有すれば、その１種以外の元素は上記含有量未満で含有されても、含有されなくてもよい。上記元素の含有量は、好ましくは、Ｎｂ：０．０２０％以上およびＶ：０．０１０％以上の１種以上である。

一方、これらの元素のうち１種でもその含有量を０．１００％超とした場合には、多量に炭窒化物が生成してホットスタンプ成形体の曲げ性が低下する。そのため、ＮｂおよびＶの含有量はそれぞれ０．１００％以下とする。好ましくは、それぞれ０．０８０％以下である。

【００２９】

５６１－４７４×Ｃ－３３×Ｍｎ－１７×Ｃｒ－１７×Ｎｉ－７．５×Ｓｉ－２１×Ｍｏ＋１０×Ｃｏ＞４４０　…（１）

０．２６５×Ｔｉ＋０．１４０×Ｚｒ＞Ｎ　…（２）

本実施形態に係るホットスタンプ成形体の化学組成は、式（１）および式（２）を満たす。なお、式（１）および式（２）中の元素記号は各元素の質量％での含有量を示し、当該元素を含有しない場合は０を代入する。

【００３０】

式（１）の左辺は、Ｍｓ点（℃）を算出するための式である。式（１）の左辺が４４０℃以下であると、Ｍｓ点が低くなり、好ましい条件でホットスタンプを行った場合であっても、所望量の軟質領域を得ることができない。そのため、式（１）の左辺（Ｍｓ点）は４４０℃超とする。式（１）の左辺は、好ましくは４５０℃以上であり、より好ましくは４６０℃以上である。式（１）の左辺の上限は特に規定しないが、６００℃以下、５５０℃以下、５００℃以下としてもよい。

【００３１】

式（２）の左辺は、ＴｉおよびＺｒが含まれる窒化物に固定される窒素量（質量％）を算出するための式である。式（２）の左辺がＮ含有量以下であると、ＢＮが生成してＢの焼入れ性向上効果を十分に得ることができない。そのため、式（２）の左辺はＮ含有量超とする。

式（２）の左辺の上限は特に規定しないが、０．１５０％以下としてもよい。

【００３２】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体の化学組成の残部は、Ｆｅ及び不純物であってもよい。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、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。

【００３３】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、Ｆｅの一部に代えて、任意元素として、以下の元素を含有してもよい。以下の任意元素を含有しない場合の含有量は０％である。

【００３４】

Ｃｒ：０．００５～０．５０％、Ｍｏ：０．００５～０．５００％、Ｎｉ：０．００５～３．００％、およびＣｕ：０．００５～３．００％

Ｃｒ、Ｍｏ、ＮｉおよびＣｕは鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、ホットスタンプ成形体の強度を向上させる効果がある。そのため、これらの元素の１種または２種以上を必要に応じて含有させてもよい。この効果を確実に発揮させるためには、Ｃｒ、Ｍｏ、ＮｉおよびＣｕのうち１種でもその含有量を０．００５％以上とすることが好ましい。

一方、Ｃｒ含有量が０．５０％を超えると、Ｍｏ含有量が０．５００％を超えると、あるいはＮｉまたはＣｕの含有量が３．００％を超えると、熱間圧延後、冷間圧延後または焼鈍後（めっき処理後も含む）に存在する炭化物が安定化し、ホットスタンプ時の加熱での炭化物の溶解を遅らせて焼入れ性が低下する場合がある。そのため、Ｃｒ含有量は０．５０％以下とし、Ｍｏ含有量は０．５００％以下とし、ＮｉおよびＣｕの含有量はそれぞれ３．００％以下とする。

【００３５】

Ｃｏ：０．００５～０．５０％

Ｃｏは、Ｍｓ点を上昇させる作用を有する元素であり、ホットスタンプ成形体の曲げ性を向上させる。そのため、必要に応じてＣｏを含有させてもよい。上記効果を確実に発揮させるためには、Ｃｏ含有量は０．００５％以上とすることが好ましい。

一方、Ｃｏ含有量が０．５０％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０．５０％以下とする。

【００３６】

Ｓｎ：０．００５～０．５００％

Ｓｎはホットスタンプ成形体の耐食性を向上する効果を有するため、必要に応じて含有させてもよい。この効果を確実に発揮させるためには、Ｓｎ含有量は０．００５％以上とすることが好ましく、０．０１０％以上、０．０２０％以上とすることがより好ましい。

一方、０．５００％超のＳｎを含有させても上記効果は飽和するため、Ｓｎ含有量は０．５００％以下とする。好ましくは、０．３００％以下、０．１５０％以下である。

【００３７】

Ｃａ：０．０００５～０．００５０％、Ｍｇ：０．０００５～０．００５０％、ＲＥＭ：０．０００５～０．００５０％

Ｃａ、Ｍｇ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、必要に応じてこれらの元素の１種または２種以上を含有させてもよい。上記効果を確実に発揮させるためには、Ｃａ、ＭｇおよびＲＥＭのうち１種でもその含有量を０．０００５％以上とすることが好ましい。

一方、Ｃａ、ＭｇまたはＲＥＭの含有量が０．００５０％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、ＭｇおよびＲＥＭの含有量はそれぞれ０．００５０％以下とする。

本実施形態において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。

【００３８】

Ｓｂ：０．０００５～０．０２００％

Ｓｂは、熱間での脱炭を抑制するため、必要に応じて含有させてもよい。Ｓｂを含有させることにより、熱間圧延およびめっき無しの冷延鋼板を用いた場合のホットスタンプにおいて脱炭を抑制することができる。この効果を確実に発揮させるためには、Ｓｂ含有量は０．０００５％以上とすることが好ましい。

一方、Ｓｂ含有量が０．０２００％超としても上記効果が飽和するため、Ｓｂ含有量は０．０２００％以下とする。

【００３９】

本実施形態に係るホットスタンプ成形体の化学組成では、ホットスタンプ成形体の特性向上のために、上述した任意元素の中でも特に、Ｃｏ、ＳｎおよびＳｂからなる群のうち１種または２種以上を上述の含有量で含有することが好ましい。

【００４０】

上述したホットスタンプ成形体の化学組成は、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。ホットスタンプ成形体が表面にめっき層を備える場合は、機械研削により表面のめっき層を除去してから、化学組成の分析を行えばよい。

【００４１】

次に、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の金属組織について説明する。

本実施形態に係るホットスタンプ成形体の金属組織は、マルテンサイトを９０面積％以上含み、前記マルテンサイトのうち、軟質領域が５～２５面積％である。

【００４２】

マルテンサイト：９０面積％以上

マルテンサイトは、所望の強度を得るために必要な組織である。マルテンサイトが９０面積％未満であると、所望の強度を得ることができない。そのため、マルテンサイトは９０面積％以上とする。好ましくは９３面積％以上、９５面積％以上、９７面積％以上である。マルテンサイトは１００面積％であってもよい。

【００４３】
本実施形態において、マルテンサイト以外の残部組織として、フェライト、パーライト、上部ベイナイト、下部ベイナイトおよび残留オーステナイトを含んでもよい。これら残部組織の合計は、マルテンサイトの面積率との関係から、１０面積％以下とすることが好ましい。残部組織の合計は、好ましくは７面積％以下、５面積％以下、３面積％以下であり、０面積％であってもよい。
【００４４】
軟質領域：マルテンサイトのうち５～２５面積％
軟質領域とは、マルテンサイトのうち、転位密度が低く、比較的強度が低い領域のことである。本実施形態において軟質領域は、平均Ｇｒａｉｎ Ａｖｅｒａｇｅ Ｉｍａｇｅ Ｑｕａｌｉｔｙ値（平均ＧＡＩＱ値）が１２３０００～２０００００である領域を意味する。
【００４５】
マルテンサイトのうち、軟質領域が５面積％未満であると、所望の曲げ性を得ることができず、また曲げ性の異方性を低減することができない。そのため、マルテンサイトのうち、軟質領域は５面積％以上とする。好ましくは、１０面積％以上、１５面積％以上である。
一方、マルテンサイトのうち、軟質領域が２５面積％超であると、所望の強度を得ることができず、また曲げ性の異方性を低減することができない。そのため、マルテンサイトのうち、軟質領域は２５面積％以下とする。好ましくは、２３面積％以下、２０面積％以下である。
【００４６】
軟質なマルテンサイト相が曲げ性を向上させ、曲げ性の異方性を低減させる機構は未だ不明であるが、本発明者らは以下のように推測する。
マルテンサイト中の軟質領域は周囲よりも軟質であるため、曲げ変形時に塑性変形が生じやすいが、破断限界が高いために亀裂発生が抑制されると考えられる。さらに、亀裂伝播においても亀裂進展を抑制する効果があると考えられる。そのため、曲げ性が向上するものと推察される。また、曲げ性の異方性は、通常は圧延方向に延伸した介在物の影響を受ける。本実施形態に係るホットスタンプ成形体では、軟質領域が均一に分散していることから、介在物の影響を緩和すると考えられる。その結果、曲げ性の異方性を低減することができると考えられる。
【００４７】
マルテンサイトの面積率は以下の方法により測定する。
ホットスタンプ成形体の端面から５０ｍｍ以上離れた任意の位置（この位置から採取できない場合は端部を避けた位置）から板厚断面が観察できるようにサンプルを切り出す。サンプルの大きさは、測定装置にもよるが、圧延方向に１０ｍｍ程度観察できる大きさとする。
【００４８】
上記サンプルの断面をレペラー試薬にてエッチングする。レペラー試薬にてエッチングした断面の板厚１／４位置（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５００倍の倍率にて１０視野観察し、光学顕微鏡写真を得る。得られた光学顕微鏡写真について、Ａｄｏｂｅ社製「Ｐｈｏｔｏｓｈｏｐ ＣＳ５」の画像解析ソフトを用いて画像解析を行い、マルテンサイトの面積率を求める。
【００４９】
画像解析手法として、画像の最大明度値L_{max}と最小明度値L_{min}とを画像から取得し、明度が$L_{max}-0.3(L_{max}-L_{min})$から$L_{max}$までの画素を持つ部分を白色領域、$L_{min}$から$L_{min}+0.3(L_{max}-L_{min})$の画素を持つ部分を黒色領域、それ以外の部分を灰色領域と定義して、白色領域であるマルテンサイトの面積率を算出する。合計１０箇所の観察視野について、上記と同様に画像解析を行ってマルテンサイトの面積率を測定する。得られた面積率の平均値を算出し、この平均値をマルテンサイトの

面積率とみなす。これにより、マルテンサイトの面積率を得る。
残部組織の面積率は、１００％からマルテンサイトの面積率を引くことで得る。
【００５０】
軟質領域の面積率は以下の方法により測定する。
ホットスタンプ成形体の端面から５０ｍｍ以上離れた位置（この位置から採取できない場合は端部を避けた位置）から板厚断面が観察できるようにサンプルを切り出す。このサンプルの板厚断面を＃６００から＃１５００の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度１～６μｍのダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液や純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げる。次に、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。
【００５１】
サンプルの板厚断面の長手方向の任意の位置において、長さ５０μｍ、板厚１／４位置（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）について、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ＥＢＳＤ検出器（ＴＳＬ製ＤＶＣ５型検出器）とで構成されたＥＢＳＤ装置を用いる。この際、ＥＢＳＤ装置内の真空度は９．６×１０$^{-5}$Ｐａ以下、加速電圧は１５ｋＶ、照射電流レベルは１３、電子線の照射レベルは６２とする。
【００５２】
得られた結晶方位情報について、ＥＢＳＤ解析装置に付属のソフトウェア「ＯＩＭ Ｄａｔａ Ｃｏｌｌｅｃｔｉｏｎ」機能、および「ＯＩＭ Ａｎａｌｙｓｉｓ（登録商標）」に搭載された「Ｇｒａｉｎ Ａｖｅｒａｇｅ Ｍｉｓｏｒｉｅｎｔａｔｉｏｎ」機能を用いて、Ｇｒａｉｎ Ａｖｅｒａｇｅ Ｉｍａｇｅ Ｑｕａｌｉｔｙマップ（ＧＡＩＱマップ）を得る。得られたＧＡＩＱマップにおいて、５°以上の結晶方位差を持つ界面で囲まれた領域を結晶粒と定義し、単位結晶粒内の平均ＧＡＩＱ値が１２３０００～２０００００である領域の面積率を算出する。合計１０箇所の観察視野について、単位結晶粒内の平均ＧＡＩＱ値が１２３０００～２０００００である領域の面積率を算出する。得られた面積率の平均値を算出し、この平均値を軟質領域の面積率とみなす。得られた軟質領域の面積率を、上述の方法により得たマルテンサイトの面積率で除する（軟質領域の面積率／マルテンサイトの面積率×１００）ことで、マルテンサイトのうちの、軟質領域の面積率を得る。
【００５３】
本実施形態に係る金属組織では、平均粒径が２０～５００ｎｍであり、Ｎｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度が０．３～５．０個／μｍ^{2}であってもよい。平均粒径が２０～５００ｎｍであり、Ｎｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度を０．３～５．０個／μｍ^{2}とすることで、ホットスタンプ成形体の曲げ性をより向上することができる。上記炭化物の析出状態は曲げ変形時の亀裂伝播に寄与する。上記炭化物のサイズが大きく、個数密度が低い程、曲げ性を低下させると考えられる。
【００５４】
上記炭化物の個数密度は以下の方法により測定する。
ホットスタンプ成形体の端面から５０ｍｍ以上離れた任意の位置（この位置から採取できない場合は端部を避けた位置）から板厚断面が観察できるようにサンプルを切り出す。観察面を鏡面研磨で仕上げた後、定電位電解エッチング法にて地鉄を溶解させて析出物を出現させる。定電位電解エッチング法の条件は、電解液としてアセチルアセトン１０体積％、テトラメチルアンモニウムクロライド１体積％、残部がメチルアルコールの混合液を用い、設定電位－２００ｍＶ、クーロン量１０ｃ／ｃｍ^{2}とする。
【００５５】
その後、板厚１／４位置（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）について、倍率２００００倍で１０視野以上観察する。析出物の組成はＥＤＳ（エネルギー分散型Ｘ線分光器）により測定することができる。析出物のうち、Ｎｂ、Ｔｉ、Ｚ

ｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物を選び、各炭化物の長径および短径を観察写真から測定する。長径および短径の平均値を求め、その平均値を炭化物の平均粒径とみなす。平均粒径が２０～５００ｎｍである炭化物の個数を数え、測定面積で除することで、平均粒径が２０～５００ｎｍであり、Ｎｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度を得る。

なお、析出物についてＥＤＳ分析して、Ｎｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上と、Ｃとが検出された場合、その析出物をＮｂ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物とみなす。

【００５６】

めっき層

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、耐食性をより向上させる目的で、表面にめっき層を有してもよい。めっき層は、例えば、溶融アルミめっき層およびアルミ－亜鉛めっき層などのＡｌ系めっき層、溶融亜鉛めっき層、合金化溶融亜鉛めっき層、電気亜鉛めっき層、亜鉛ニッケルめっき層などのＺｎ系めっき層が考えられる。

【００５７】

めっき層は、ホットスタンプ成形体のいずれか一方の表面に配されていても、両面に配されていてもよい。付着量は特に制限されないが、Ａｌ系めっき層：片面あたり１５～１２０ｇ／ｍ^2、溶融亜鉛めっき層：片面あたり３０～１２０ｇ／ｍ^2、合金化溶融亜鉛めっき層：片面あたり３０～１２０ｇ／ｍ^2、電気亜鉛めっき層および亜鉛ニッケルめっき層：片面あたり５～１００ｇ／ｍ^{2}であることが好ましい。

【００５８】

なお、本実施形態においてＡｌ系めっき層とは、５０質量％以上のＡｌを含有するめっき層を意味する。Ａｌ以外の元素としては、Ｓｉ：０．１～２０質量％、Ｆｅ：０．１～１０質量％およびＺｎ：０．１～４５質量％、残部（Ｃｕ、Ｎａ、Ｋ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｍｇ等）：０．５質量％未満含まれていてもよい。

【００５９】

また、本実施形態においてＺｎ系めっき層とは、５０質量％以上のＺｎを含有するめっき層を意味する。Ｚｎ以外の元素としては、Ｓｉ：０．０１～２０質量％、Ｆｅ：０．１～１０質量％、Ａｌ：０．０１～４５質量％および残部（Ｃｕ、Ｎａ、Ｋ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｍｇ等）：０．５質量％未満含まれていてもよい。

【００６０】

めっき層の成分分析は以下の方法により行う。

ホットスタンプ成形体の端面から５０ｍｍ以上離れた任意の位置（この位置から採取できない場合は端部を避けた位置）から板厚断面が観察できるようにサンプルを切り出す。サンプルの大きさは、測定装置にもよるが、圧延方向に１０ｍｍ程度観察できる大きさとする。

【００６１】

上記サンプルを樹脂に埋め込み、研磨した後に、板厚断面の層構造を、走査電子顕微鏡（ＳＥＭ：Ｓｃａｎｎｉｎｇ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ）で観察する。具体的には、観察視野中に鋼板およびめっき層が入る倍率にてＳＥＭで観察する。例えば、反射電子組成像（ＣＯＭＰＯ像）で観察すれば、断面構造が何層から構成されているかを類推できる。

【００６２】

次に、電子プローブマイクロアナライザ（ＥＰＭＡ）を用いて、板面方向で５０μｍ、板厚方向でめっき層厚＋３０μｍの範囲をマッピングにて分析する。めっき層がＡｌ系めっき層である場合は、板面方向のＦｅ濃度およびＡｌ濃度のそれぞれの平均値を求める。次に、板厚位置とＡｌ濃度との関係、および板厚位置とＦｅ濃度との関係を求める。Ａｌ濃度およびＦｅ濃度が、鋼板のＡｌ濃度およびＦｅ濃度と同じ濃度となった板厚位置を、鋼板とＡｌ系めっき層との界面と判断すればよい。ここでいう鋼板のＡｌ濃度およびＦｅ濃度は、ＥＰＭＡによる測定で得られるものである。

【００６３】
また、めっき層がＺｎ系めっき層である場合は、板面方向のＦｅ濃度およびＺｎ濃度のそれぞれの平均値を求める。次に、板厚位置とＺｎ濃度との関係、および板厚位置とＦｅ濃度との関係を求める。Ｚｎ濃度およびＦｅ濃度が、鋼板のＺｎ濃度およびＦｅ濃度と同じ濃度となった板厚位置を、鋼板とＺｎ系めっき層との界面と判断すればよい。ここでいう鋼板のＺｎ濃度およびＦｅ濃度は、ＥＰＭＡによる測定で得られるものである。
【００６４】
板厚
本実施形態に係るホットスタンプ成形体の板厚は特に規定しないが、車体軽量化の観点から、０．５～３．５mmとしてもよい。
【００６５】
引張強さ
本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、車体軽量化の効果を高めるために、引張強さは９８０ＭＰａ以上であることが好ましい。一方、引張強さが高すぎると曲げ性が低下するため、引張強さは１３８０ＭＰａ以下であることが好ましい。
引張強さは、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１：２０１１に記載の５号試験片を作製して、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１：２０１１に記載の試験方法に従って求める。
【００６６】
次に、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の製造方法について述べる。まず、ホットスタンプに供する、ホットスタンプ用鋼板の製造方法について説明する。
【００６７】
まず、熱間圧延により、熱延鋼板を得る。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、連続鋳造スラブ、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。前述の化学組成を有する鋼片を熱間圧延に供する。Ｎｂ、Ｔｉ、ＶおよびＺｒからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度を好ましく制御するためには、熱間圧延前の加熱温度は１２００℃以上とし、巻き取り温度を６００℃以下とし、仕上げ圧延完了から巻き取りを開始するまでの時間を５秒以上とすることが好ましい。
【００６８】
加熱温度を１２００℃以上とすることで、Ｎｂ、Ｔｉ、ＶおよびＺｒからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物を溶解させることができ、圧延中に上記炭化物を微細に析出させることができる。加熱温度の上限は特に規定しないが、生産性の観点から、１４００℃以下としてもよい。
【００６９】
巻取り温度を６００℃以下とすることで、Ｎｂ、Ｔｉ、ＶおよびＺｒからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度および平均粒径を好ましく制御することができる。巻き取り温度の下限は特に規定しないが、生産性の観点から、４００℃以上としてもよい。
【００７０】
仕上げ圧延完了から巻き取りを開始するまでの時間が短いと、巻き取り後のコイル状態となった際に変態発熱により温度が上昇し、Ｎｂ、Ｔｉ、ＶおよびＺｒからなる群のうち１種または２種以上を含有する炭化物の個数密度および平均粒径を好ましく制御することができない場合がある。そのため、仕上げ圧延完了から巻き取りを開始するまでの時間を５秒以上とすることが好ましい。上限は特に規定せず、通板速度と冷却速度とを考慮して、上述の巻き取り温度で巻き取ることができるように設定すればよい。
【００７１】
次に、得られた熱延鋼板に対して、コイルを巻き開いて、酸洗を施してから冷間圧延を行う。冷間圧延時の累積圧下率は、生産性を阻害しない範囲であればよく、例えば３０～８０％とすればよい。これにより、冷延鋼板を得る。
【００７２】

得られた冷延鋼板に対し、軟質化させるために焼鈍を施してもよい。焼鈍後には、調質圧延を施すことが好ましい。鋼板の調質圧延における圧下率は、生産性を阻害しない範囲であればよく、２％以下とすればよい。形状矯正のために、テンションレベラーを用いてもよい。

【００７３】

冷延鋼板に対し、必要に応じて、アルミめっきおよびアルミ－亜鉛めっきなどのＡｌ系めっき、あるいはＺｎ系めっきを施しても良い。めっきの組成はアルミや亜鉛が主成分であるものの、耐食性向上のためにＮｉなどの元素を添加してもよい。また、めっきには、不純物として鉄などの元素が含有されていてもよい。

【００７４】

めっきは、通常のめっき条件により付与すればよい。アルミめっきであれば、浴中Ｓｉ濃度は５～１２質量％、残部はアルミおよび０．５％未満の不純物が適している。アルミ－亜鉛めっきでは、浴中Ｚｎ濃度は４０～５０質量％、残部はアルミおよび０．５％未満の不純物が適している。また、アルミめっき中にＭｇやＺｎが混在しても、アルミ－亜鉛めっき中にＭｇが混在しても特に問題は無い。めっき付与の際の雰囲気は、無酸化炉を有する連続式めっき設備でも、無酸化炉を有しない連続式めっき設備でも、通常のめっき条件とすればよい。亜鉛めっきでは、溶融亜鉛めっき、電気亜鉛めっき、合金化溶融亜鉛めっき等の方法を採用してもよい。

【００７５】

めっき前に鋼板表面に金属プレめっきを施してもよい。金属プレめっきとしては、Ｎｉプレめっき、Ｆｅプレめっき、およびその他めっき性を向上させる金属プレめっきが挙げられる。また、めっき層表面に異種の金属めっきや無機系、有機系化合物の皮膜などを付与しても特に問題は無い。

以上の方法により、ホットスタンプ用鋼板を得る。

【００７６】

次に、上述の方法により得られたホットスタンプ用鋼板に対して、例えば以下のホットスタンプ条件を適用することで、本実施形態に係るホットスタンプ成形体を製造する。

【００７７】

ホットスタンプ用鋼板をＡｃ$_3$変態点～１０００℃の温度域に加熱し、当該温度域にて０．１～３０．０分間保持した後、速やかに金型上に搬送して、ホットスタンプを行う。その後、鋼板を加圧して、鋼板と金型との熱伝達により、鋼板を金型内で冷却する。

【００７８】

なお、Ａｃ$_3$変態点～１０００℃の温度域では、鋼板温度を変動させてもよく、一定としてもよい。Ａｃ$_3$変態点は下記式により求めることができる。

【００７９】

Ａｃ$_3$変態点（℃）＝ｅｘｐ（Ｘ）＋３１．５×Ｍｏ－２８

Ｘ＝６．８１６５－０．４７１３２×Ｃ－０．０５７３２１×Ｍｎ＋０．０６６０２６１×Ｓｉ－０．０５０２１１×Ｃｒ＋０．１０５９３×Ｔｉ＋２．０２７２×Ｎ＋１．０５３６×Ｓ－０．１２０２４×Ｓｉ×Ｃ＋０．１１６２９×Ｃｒ×Ｃ＋０．２９２２５×Ｃ^2＋０．０１５６６×Ｍｎ^2＋０．０１７３１５×Ｃｒ^2

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。

【００８０】

ホットスタンプ時の金型の面圧を、下記式（３）により表されるＰ$_a$（ＭＰａ）、および２００ＭＰａのうちの小さい方の値（Ｐ$_{max}$（ＭＰａ））以下とすることで、ホットスタンプ後の冷却速度を好ましく制御することができる。その結果、所望量の軟質領域を得ることができる。

ホットスタンプ時の金型の面圧の下限は特に限定しないが、０．１ＭＰａ以上としてもよい。面圧が小さい場合には金型と鋼板との間の熱伝達が不十分となり、マルテンサイト変態に必要な冷却速度が得られないためである。

　また、ホットスタンプ時の金型の面圧は、下死点保持におけるプレス荷重を変化させることで制御すればよい。実際の部品形状では正確な面圧を算出することが難しいため、プレス成形の数値シミュレーションを活用して下死点保持時のプレス荷重を決めてもよい。部品の形状が単純であり、部品表面の法線方向の荷重がプレス荷重から計算できる場合には、法線方向の荷重を部品の表面積で除して面圧を求めてもよい。
【００８１】
　$Pa=8\times10^{-177}\times Ms^{67.08}$ …（３）
　上記式（３）中のＭｓは上記式（１）の左辺により表されるＭｓ点（マルテンサイト変態開始温度）である。
【００８２】
　また、ホットスタンプ時の下死点での保持時間を制御することで、ホットスタンプ後の冷却速度を好ましく制御することができる。その結果、所望量の軟質領域を得ることができる。ホットスタンプ時の下死点での保持では、鋼板と金型との間の熱伝達により鋼板が急冷され、マルテンサイト変態を生じさせる。ホットスタンプ成形体を金型から取り出すときの温度（取り出し温度）は、マルテンサイト変態が完了した温度以下であることが好ましい。そのため、ホットスタンプ成形体を金型から取り出すときの温度は、２５０℃以下とすることが好ましい。なお、ここでいう取り出し温度とは、金型から取り出したときのホットスタンプ成形体の表面温度である。
【００８３】
　下死点での保持時間が短くても、取り出し温度を低温とした場合には、金型に保持された鋼板の冷却速度が高くなり、軟質領域を得ることが困難となる場合がある。そこで、取り出し温度に対して下死点での保持時間を下記式（５）または（６）により得られるｔ（秒）以上とすることが望ましい。
【００８４】
　取り出し温度が１５０℃未満の場合
　$t=3.15\times10^{87}\times M_s^{-32.7}$ …（５）
　取り出し温度が１５０～２５０℃の場合
　$t=2.20\times10^{87}\times M_s^{-32.7}$ …（６）
　上記式（５）および（６）中のＭｓは上記式（１）の左辺により表されるＭｓ点（マルテンサイト変態開始温度）であり、Ｍｓ点が高いほど軟質領域が得られやすいので、下死点での保持が短時間でもよいと考えられる。
【００８５】
　以上の方法により、本実施形態に係るホットスタンプ成形体を製造することができる。
　なお、ホットスタンプ後には焼き戻しを行わないことが望ましい。具体的には、２５０℃以上の温度域に１５分間以上加熱しないことが望ましい。このような焼戻しを行うと、マルテンサイト中の軟質領域が過剰となり、所望の強度を得ることができないためである。
【実施例】
【００８６】
　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。
【００８７】
　表１Ａ～表１Ｃに示す化学組成を有する鋼片を用いて、熱間圧延、酸洗および冷間圧延を行い、必要に応じて連続焼鈍または連続溶融めっきを行うことにより、板厚０．５～３．５ｍｍの冷延鋼板およびめっき鋼板を製造した。熱間圧延前の加熱温度は表２Ａ～表２Ｃに記載の通りであり、冷間圧延における累積圧下率は３０～８０％であった。
【００８８】
　表３Ａ～表３Ｃに記載の「めっき層の種類」は、それぞれ以下の通りである。
　ＣＲ：めっき層なし

ＧＩ：溶融亜鉛めっき層　（狙い目付量片面６０ｇ／ｍ^2、両面めっき）
ＧＡ：合金化溶融亜鉛めっき層　（狙い目付量片面４５ｇ／ｍ^2、両面めっき）
ＡＬ：Ａｌ系めっき層　（狙い目付量片面８０ｇ／ｍ^2、両面めっき）
ＥＧ：電気亜鉛めっき層（狙い目付量片面４０ｇ／ｍ^2、両面めっき）

【００８９】
製造した冷延鋼板およびめっき鋼板を用いて、表２Ａ～表２Ｃに示す条件にてホットスタンプを行った。ホットスタンプは引張試験および金属組織観察を行うための試験片を作製し易いように、平板状の鋼板を水冷金型で挟んで加圧した。これにより、表３Ａ～表３Ｃに示すホットスタンプ成形体を得た。なお、製造Ｎｏ．７７は、ホットスタンプ後に３００℃で２０分間加熱する焼き戻しを行った。
次に、上述の方法により、金属組織観察および引張強さの測定を行った。

【００９０】
得られた引張強さが９８０ＭＰａ以上であった場合、高い強度を有するとして合格と判定した。一方、得られた引張強さが９８０ＭＰａ未満であった場合、高い強度を有さないとして不合格と判定した。また得られた引張強さが１３８０ＭＰａ超であった場合、強度が高すぎるとして不合格と判断した。

【００９１】
ドイツ自動車工業会で規定されたＶＤＡ基準（ＶＤＡ２３８－１００）に基づいて、以下の方法により、ホットスタンプ成形体の曲げ性を評価した。本実施例では、曲げ試験で得られる最大荷重時の変位をＶＤＡ基準で角度に変換し、曲げ角度α（°）を求めた。

【００９２】
曲げ試験における条件は以下の通りとした。
試験片寸法：６０ｍｍ（圧延方向）×３０ｍｍ（板幅方向に平行な方向）
試験片板厚：１．６ｍｍ
曲げ稜線：圧延方向に平行、４５°方向、直角方向
試験方法：ロール支持、ポンチ押し込み
ロール径：φ３０ｍｍ
ポンチ形状：先端Ｒ＝０．４ｍｍ
ロール間距離：２．０×板厚（ｍｍ）＋０．５ｍｍ
押し込み速度：２０ｍｍ／ｍｉｎ
試験機：ＳＨＩＭＡＤＺＵ　ＡＵＴＯＧＲＡＰＨ　２０ｋＮ

【００９３】
３方向の曲げ試験から、平均曲げ角α_m（°）および曲げの異方性Δα（％）を下記のように求めた。
$\alpha_m = (\alpha_L + 2 \times \alpha_D + \alpha_C) / 4$
$\Delta\alpha = (\alpha_m - \alpha_{min}) / \alpha_m \times 100$
α_L：圧延方向に平行の軸で曲げた際のα
α_D：圧延方向に４５°の軸で曲げた際のα
α_C：圧延方向に直角の軸で曲げた際のα
α_{min}：α_L、α_D、α_Cのうちの最小値

【００９４】
なお、圧延方向が不明な場合には、２２．５°刻みで５方向の試験を行い、曲げ角度αの最小値が得られた方向を圧延方向とみなして、α_L、α_Dおよびα_Cを求めてもよい。この方法でも圧延方向が不明な場合には、１１．２５°刻みで１０方向の試験を行い、曲げ角度αの最小値が得られる方向を圧延方向とみなして、α_L、α_Dおよびα_Cを求めてもよい。

【００９５】
α_mは板厚および引張強さに影響を受ける。また、α_mはホットスタンプ成形体のめっき層の影響も受ける。アルミめっきを用いた場合にはホットスタンプの加熱にて表面に硬質なＦｅ－Ａｌ合金層が形成するため、ＧＡ、ＧＩ、ＣＲ（ホットスタンプ後にショット

ブラストを施したもの）またはＥＧよりもα_mが低位となる。
【００９６】
本実施例では、α_mが表４に示す下限値以上であった場合、曲げ性に優れるとして合格と判定した。一方、α_mが表４に示す下限値未満であった場合、曲げ性に劣るとして不合格と判定した。
また、Δαが１５％以下であった場合、曲げ性の異方性が小さいとして合格と判定した。一方、Δαが１５％超であった場合、曲げ性の異方性が大きいとして不合格と判定した。
【００９７】
また、自動車技術会制定のＪＡＳＯ　Ｍ６０９－９１に規定する方法により耐食性を評価した。具体的には、次の方法により評価した。
【００９８】
ホットスタンプ成形体から試料を採取し、厚さ１５μｍで電着塗膜を付与した試料平面部にカッターで長さ７０ｍｍの直線状の疵を入れ、サイクル腐食試験に供した。１２０サイクル後の試料を取り出し、市販の塗膜剥離剤に３０分浸漬した後、ブラシで塗膜を剥離した。その後、鋼板用のインヒビターを含有する５体積％クエン酸アンモニウム水溶液に試料を浸漬し、腐食した部分に生成した錆をブラシで除去した。キーエンス社製デジタルマイクロスコープＶＨＸ－７０００を用いて、７０ｍｍの疵の長手方向における中央部を境界とし、疵の両端からの長さ３５ｍｍごとに、基準面からの板厚減少を測定し、それぞれの最大値を得た。基準面は、めっき有無にかかわらず、塗膜剥離後の腐食していない部位の表面とした。得られた２つの板厚減少の最大値の平均値を算出した。
【００９９】
得られた板厚減少の最大値の平均値について、以下の基準で評価した。ＡＬめっき鋼板の場合は評価がＥ１、Ｅ２、Ｖ１の場合、特に優れた耐食性を有するホットスタンプ成形体であると判断した。めっき種がＧＡ、ＧＩ、ＥＧの場合は評価がＶ２以上の場合に、特に優れた耐食性を有するホットスタンプ成形体であると判断した。また、冷延鋼板ＣＲの場合は評価がＧ以上を特に優れた耐食性を有するホットスタンプ成形体であると判断した。
なお、下記評価は、Ｂ、Ｇ、Ｖ２、Ｖ１、Ｅ２、Ｅ１の順に、耐食性がより優れたものであることを示すものである。
【０１００】
Ｅ１（Ｅｘｃｅｌｌｅｎｔ－１）：０．０３ｍｍ未満
Ｅ２（Ｅｘｃｅｌｌｅｎｔ－２）：０．０３ｍｍ以上、０．０５ｍｍ未満
Ｖ１（Ｖｅｒｙ　Ｇｏｏｄ－１）：０．０５ｍｍ以上、０．０７ｍｍ未満
Ｖ２（Ｖｅｒｙ　Ｇｏｏｄ－２）：０．０７ｍｍ以上、０．１０ｍｍ未満
Ｇ　（Ｇｏｏｄ）　　　　　　：０．１０ｍｍ以上、０．１５ｍｍ未満
Ｂ　（Ｂａｄ）　　　　　　　：０．１５ｍｍ以上
【０１０１】
以上の結果を表３Ａ～表３Ｃに示す。表３Ａ～表３Ｃを見ると、本発明例においては、高い強度および優れた曲げ性を有し、且つ曲げ性の異方性が小さいホットスタンプ成形体が得られたことが分かる。一方、比較例においては、上記特性のうち１つ以上が合格基準を満足しなかったことが分かる。
【０１０２】

【表１Ａ】

鋼No.	化学組成(質量%)　残部Feおよび不純物															式1左辺	式2左辺	Ac3(℃)	備考
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	B	Cr	Mo	Ti	Zr	Nb	V	その他				
1	0.053	0.230	1.73	0.043	0.009	0.0032	0.0044	0.0023	0.07		0.032		0.049			476	0.0085	840	本発明鋼
2	0.147	0.081	1.37	0.033	0.012	0.0023	0.0051	0.0018	0.02		0.045		0.038			445	0.0119	805	本発明鋼
3	0.067	0.025	1.83	0.042	0.011	0.0019	0.0041	0.0032	0.05		0.045		0.072			468	0.0119	824	本発明鋼
4	0.091	0.420	1.75	0.032	0.009	0.0021	0.0039	0.0013	0.03		0.026		0.049			456	0.0069	833	本発明鋼
5	0.061	0.432	1.04	0.032	0.011	0.0031	0.0045	0.0025	0.31	0.230	0.043		0.033			484	0.0114	856	本発明鋼
6	0.063	0.438	1.93	0.044	0.010	0.0021	0.0049	0.0021	0.02		0.021		0.048			464	0.0056	848	本発明鋼
7	0.081	0.610	1.51	0.005	0.009	0.0008	0.0031	0.0016	0.04		0.033		0.073		Ca:0.0023	467	0.0087	846	本発明鋼
8	0.079	0.593	1.55	0.481	0.010	0.0012	0.0038	0.0018	0.05		0.035		0.071		Ca:0.0031	467	0.0093	847	本発明鋼
9	0.081	0.312	1.63	0.035	0.005	0.0033	0.0041	0.0023	0.08		0.044		0.052			465	0.0117	834	本発明鋼
10	0.082	0.334	1.59	0.034	0.078	0.0004	0.0039	0.0020	0.08		0.045		0.051			466	0.0119	832	本発明鋼
11	0.112	0.432	1.38	0.041	0.013	0.0003	0.0044	0.0019	0.23		0.051		0.061			455	0.0135	824	本発明鋼
12	0.115	0.441	1.41	0.043	0.011	0.0093	0.0021	0.0031	0.24		0.047		0.059			453	0.0125	827	本発明鋼
13	0.091	0.313	1.51	0.033	0.010	0.0032	0.0015	0.0032	0.04	0.041	0.031		0.031			464	0.0082	828	本発明鋼
14	0.089	0.331	1.55	0.034	0.009	0.0033	0.0083	0.0033	0.04	0.043	0.032		0.032			464	0.0085	841	本発明鋼
15	0.071	0.231	1.73	0.044	0.015	0.0023	0.0041	0.0007	0.45		0.043		0.048		Cu:0.15, Ni:0.06	460	0.0114	822	本発明鋼
16	0.072	0.233	1.81	0.045	0.014	0.0021	0.0043	0.0047	0.08		0.041		0.049		Cu:0.13, Ni:0.07	463	0.0109	832	本発明鋼
17	0.091	0.431	1.74	0.031	0.011	0.0031	0.0039	0.0023			0.031		0.025			457	0.0082	836	本発明鋼
18	0.092	0.442	1.70	0.033	0.010	0.0028	0.0038	0.0022	0.02		0.033		0.024			458	0.0087	836	本発明鋼
19	0.090	0.438	1.72	0.031	0.009	0.0033	0.0034	0.0024	0.05		0.034		0.026			457	0.0090	835	本発明鋼
20	0.069	0.192	1.56	0.042	0.011	0.0015	0.0049	0.0017	0.28		0.021		0.061			471	0.0056	825	本発明鋼
21	0.071	0.211	1.50	0.033	0.012	0.0018	0.0048	0.0019	0.27	0.007	0.023		0.061		Ca:0.0031	472	0.0061	826	本発明鋼
22	0.068	0.194	1.09	0.034	0.010	0.0019	0.0045	0.0018	0.01	0.472	0.027		0.063		Ca:0.0028	481	0.0072	855	本発明鋼
23	0.068	0.731	1.43	0.042	0.009	0.0023	0.0015	0.0025	0.12		0.007		0.048			474	0.0019	852	本発明鋼
24	0.063	0.721	1.44	0.043	0.008	0.0024	0.0010	0.0024	0.13			0.008	0.049			476	0.0011	852	本発明鋼
25	0.067	0.711	1.45	0.041	0.009	0.0027	0.0025	0.0022	0.12		0.007	0.007	0.047			474	0.0028	853	本発明鋼
26	0.112	0.131	1.51	0.033	0.013	0.0011	0.0043	0.0035	0.23		0.093		0.047		Mg:0.0023	453	0.0246	814	本発明鋼

【０１０３】

【表１Ｂ】

鋼No.	化学組成(質量%)　残部Feおよび不純物														式1左辺	式2左辺	Ac_3(℃)	備考
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	B	Cr	Mo	Ti	Zr	Nb	V	その他			
27	0.114	0.135	1.49	0.032	0.012	0.0012	0.0044	0.0033	0.23			0.091	0.048		Mg:0.0022	453	0.0127	805	本発明鋼
28	0.112	0.134	1.48	0.033	0.010	0.0010	0.0045	0.0031	0.23		0.092	0.095	0.046		Mg:0.0021	454	0.0377	814	本発明鋼
29	0.081	0.413	1.58	0.034	0.009	0.0024	0.0039	0.0023	0.08		0.032		0.017			466	0.0085	837	本発明鋼
30	0.079	0.423	1.61	0.033	0.008	0.0025	0.0041	0.0021	0.07		0.035			0.008		466	0.0093	839	本発明鋼
31	0.083	0.433	1.63	0.031	0.009	0.0024	0.0038	0.0024	0.07		0.033		0.016	0.007		463	0.0087	837	本発明鋼
32	0.063	0.383	1.59	0.033	0.011	0.0018	0.0041	0.0018	0.05		0.041		0.093			475	0.0109	844	本発明鋼
33	0.064	0.384	1.57	0.034	0.009	0.0022	0.0051	0.0019	0.05		0.043			0.092		475	0.0114	846	本発明鋼
34	0.062	0.381	1.61	0.035	0.008	0.0019	0.0049	0.0018	0.06		0.035		0.093	0.089		475	0.0093	845	本発明鋼
35	0.082	0.422	1.67	0.033	0.010	0.0021	0.0015	0.0025	0.07			0.013		0.009		463	0.0018	829	本発明鋼
36	0.063	0.391	1.63	0.032	0.009	0.0019	0.0049	0.0019	0.06			0.093		0.021		473	0.1302	842	本発明鋼
37	0.081	0.348	1.67	0.042	0.011	0.0023	0.0043	0.0023	0.06		0.032		0.054		Sn:0.050	464	0.0085	835	本発明鋼
38	0.083	0.320	1.73	0.032	0.009	0.0024	0.0039	0.0019	0.04		0.041		0.048			462	0.0109	833	本発明鋼
39	0.076	0.231	1.73	0.042	0.009	0.0018	0.0044	0.0019	0.07		0.025		0.046		REM:0.0015	465	0.0066	829	本発明鋼
40	0.074	0.235	1.65	0.038	0.013	0.0023	0.0043	0.0023	0.06		0.032		0.054		Sb:0.0023	469	0.0085	832	本発明鋼
41	0.128	0.230	1.44	0.042	0.012	0.0023	0.0043	0.0023	0.23		0.032		0.054			447	0.0085	809	本発明鋼
42	0.129	0.348	1.67	0.042	0.011	0.0023	0.0043	0.0023	0.06		0.032		0.054		Sn:0.020	441	0.0085	817	本発明鋼
43	0.131	0.820	1.02	0.033	0.010	0.0030	0.0032	0.0015	0.02	0.320	0.042		0.023		Co:0.03, Ni:0.10	451	0.0111	855	本発明鋼
44	0.128	0.431	1.43	0.043	0.009	0.0028	0.0039	0.0018	0.08		0.032		0.053		Sn:0.13, Cu:0.15, Ni:0.08	447	0.0085	821	本発明鋼
45	0.063	0.650	1.82	0.041	0.012	0.0023	0.0043	0.0023	0.05		0.032		0.054			465	0.0085	857	本発明鋼
46	0.061	0.640	1.73	0.044	0.011	0.0024	0.0044	0.0021	0.06		0.035		0.044			469	0.0093	858	本発明鋼
47	0.063	0.530	1.32	0.032	0.021	0.0009	0.0039	0.0015	0.35		0.023		0.044		Sb:0.0080	478	0.0061	842	本発明鋼
48	0.065	0.523	1.71	0.033	0.013	0.0024	0.0049	0.0018	0.08		0.041		0.061		Sn:0.230	468	0.0109	851	本発明鋼
49	0.045	0.253	1.34	0.032	0.009	0.0023	0.0044	0.0023	0.03	0.120	0.023		0.048			490	0.0061	851	比較鋼
50	0.156	0.132	1.52	0.032	0.008	0.0031	0.0049	0.0025	0.13		0.031		0.035			434	0.0082	799	比較鋼
51	0.058	0.006	1.32	0.042	0.011	0.0024	0.0036	0.0019	0.11		0.025		0.056			488	0.0066	826	比較鋼
52	0.145	0.451	0.95	0.043	0.010	0.0020	0.0051	0.0023	0.02	0.120	0.023		0.051		Sn:0.08	455	0.0061	830	比較鋼

下限は本発明の範囲外であることを示す。

【０１０４】

【表１Ｃ】

鋼No.	化学組成(質量%) 残部Feおよび不純物 C	Si	Mn	Al	P	S	N	B	Cr	Mo	Ti	Zr	Nb	V	その他	式1左辺	式2左辺	Ac_3(℃)	備考
53	0.146	0.355	2.14	0.042	0.011	0.0021	0.0053	0.0021	0.02	0.131	0.024		0.043		Sn:0.07	415	0.0064	818	比較鋼
54	0.082	0.621	1.53	0.000	0.008	0.0009	0.0032	0.0017	0.04		0.032		0.069			466	0.0085	846	比較鋼
55	0.081	0.344	1.61	0.035	0.107	0.0004	0.0031	0.0021	0.08		0.044		0.050			465	0.0117	831	比較鋼
56	0.112	0.442	1.42	0.043	0.011	0.0110	0.0020	0.0030	0.25		0.048		0.061			453	0.0127	829	比較鋼
57	0.093	0.323	1.49	0.034	0.011	0.0034	0.0121	0.0031	0.04	0.043	0.035		0.032			464	0.0093	847	比較鋼
58	0.061	0.633	1.54	0.043	0.013	0.0023	0.0045	0.0003	0.24		0.041		0.051		Cu:0.23, Ni:0.13	470	0.0109	853	比較鋼
59	0.063	0.641	1.54	0.043	0.014	0.0024	0.0043	0.0055	0.25		0.042		0.048		Mg:0.0013	471	0.0111	852	比較鋼
60	0.092	0.434	1.34	0.033	0.010	0.0028	0.0038	0.0025	0.56		0.037		0.029		Mg:0.0013	460	0.0098	825	比較鋼
61	0.093	0.442	1.28	0.035	0.011	0.0019	0.0039	0.0024	0.01	0.520	0.041		0.035			460	0.0109	856	比較鋼
62	0.081	0.434	1.61	0.034	0.009	0.0019	0.0043	0.0023	0.08		0.003		0.049		Co:0.04	465	0.0008	835	比較鋼
63	0.080	0.423	1.59	0.038	0.010	0.0020	0.0041	0.0024	0.08			0.003	0.051			466	0.0004	835	比較鋼
64	0.113	0.134	1.49	0.035	0.011	0.0010	0.0043	0.0029	0.23		0.113		0.043			453	0.0299	815	比較鋼
65	0.114	0.133	1.51	0.038	0.009	0.0009	0.0044	0.0026	0.23			0.119	0.044			452	0.0167	805	比較鋼
66	0.113	0.134	1.52	0.033	0.010	0.0008	0.0045	0.0028	0.23		0.105	0.103	0.041			452	0.0422	815	比較鋼
67	0.081	0.414	1.59	0.033	0.010	0.0023	0.0044	0.0023	0.08		0.032		0.013		Sb:0.0013	466	0.0085	838	比較鋼
68	0.082	0.443	1.61	0.032	0.011	0.0022	0.0045	0.0025	0.08		0.034			0.002	Sb:0.0012	464	0.0090	839	比較鋼
69	0.063	0.391	1.63	0.033	0.010	0.0021	0.0043	0.0019	0.06		0.035		0.107			473	0.0093	844	比較鋼
70	0.066	0.393	1.62	0.031	0.011	0.0023	0.0049	0.0018	0.06		0.034			0.113		472	0.0090	844	比較鋼
71	0.098	0.780	1.93	0.042	0.011	0.0023	0.0043	0.0023	0.06	0.430	0.032		0.054			435	0.0085	862	比較鋼
72	0.133	0.461	1.88	0.031	0.009	0.0009	0.0049	0.0021	0.32	0.220	0.043		0.048			422	0.0114	821	比較鋼
73	0.082	0.345	1.66	0.043	0.012	0.0024	0.0044	0.0023	0.05		0.031		0.053		Sn:0.130	464	0.0082	835	本発明鋼
74	0.081	0.344	1.68	0.045	0.010	0.0025	0.0041	0.0022	0.06		0.032		0.051		Sn:0.350	464	0.0085	834	本発明鋼
75	0.080	0.351	1.71	0.051	0.011	0.0023	0.0039	0.0023	0.05		0.035		0.048		Sn:0.030	463	0.0093	835	本発明鋼
76	0.082	0.349	1.67	0.044	0.010	0.0024	0.0040	0.0024	0.06		0.034		0.050		Sn:0.013	463	0.0090	834	本発明鋼
77	0.083	0.343	1.71	0.045	0.011	0.0023	0.0043	0.0024	0.05		0.035		0.048		Sn:0.007	462	0.0093	834	本発明鋼
78	0.081	0.036	1.71	0.043	0.011	0.0023	0.0042	0.0022	0.07		0.033		0.048		Sn:0.002	465	0.0087	819	本発明鋼
79	0.064	0.642	1.83	0.043	0.010	0.0024	0.0041	0.0022	0.06		0.035		0.053		Sn:0.040	464	0.0093	856	本発明鋼

下限は本発明の範囲外であることを示す。

【０１０５】

【表２Ａ】

製造No.	鋼No.	熱間圧延 加熱温度(℃)	熱間圧延 仕上げ圧延後から巻き取りまでの時間(s)	熱間圧延 巻取り温度(℃)	板厚(mm)	ホットスタンプ条件 加熱温度(℃)	ホットスタンプ条件 保持時間(min)	ホットスタンプ条件 Ac_3	ホットスタンプ条件 面圧(MPa)	ホットスタンプ条件 P_{max}(MPa)	ホットスタンプ条件 下死点保持時間(s)	ホットスタンプ条件 取出し温度(℃)	ホットスタンプ条件 式(5)もしくは式(6)の右辺	備考
1	1	1240	15	551	1.4	920	2.5	840	18	200	10.0	123	0.9	本発明例
2	2	1240	15	553	1.4	920	2.5	805	18	37	10.0	125	7.8	本発明例
3	3	1235	18	543	1.6	925	2.0	824	15	200	10.0	83	1.5	本発明例
4	4	1237	18	523	1.6	925	2.0	833	15	197	10.0	83	3.4	本発明例
5	5	1273	13	581	1.8	895	1.0	856	19	200	8.0	182	0.3	本発明例
6	6	1282	13	593	1.8	895	1.0	848	19	200	8.0	183	1.4	本発明例
7	7	1293	14	523	1.2	905	1.5	846	9	200	8.0	75	1.6	本発明例
8	8	1290	14	524	1.2	905	1.5	847	9	200	8.0	72	1.6	本発明例
9	9	1215	21	481	1.2	910	2.0	834	16	200	8.0	93	1.8	本発明例
10	10	1213	21	483	1.2	910	2.0	832	16	200	8.0	92	1.8	本発明例
11	11	1310	13	451	1.4	915	2.0	824	16	164	12.0	183	2.6	本発明例
12	12	1315	13	448	1.4	915	2.0	827	16	111	12.0	184	3.2	本発明例
13	13	1283	12	523	1.4	900	3.0	828	31	200	7.0	210	1.4	本発明例
14	14	1282	12	524	1.4	900	3.0	841	31	200	7.0	211	1.4	本発明例
15	15	1251	18	573	2.3	940	1.5	822	43	200	7.0	145	2.7	本発明例
16	16	1259	18	574	2.3	940	1.5	832	43	200	7.0	143	2.2	本発明例
17	17	1243	13	411	1.4	940	1.5	836	21	200	7.0	118	3.3	本発明例
18	18	1244	13	418	1.4	900	1.0	836	21	200	18.0	113	3.2	本発明例
19	19	1243	11	423	1.4	900	1.0	835	5	200	18.0	192	2.2	本発明例
20	20	1245	8	481	1.4	900	1.0	825	5	200	18.0	193	0.9	本発明例
21	21	1251	8	483	1.4	900	1.0	826	11	200	18.0	92	1.2	本発明例
22	22	1255	7	489	1.2	910	1.5	855	11	200	13.0	92	0.6	本発明例
23	23	1209	6	531	1.2	910	1.5	852	105	200	13.0	43	1.0	本発明例
24	24	1211	7	533	1.0	910	1.5	852	105	200	13.0	42	0.9	本発明例
25	25	1208	6	541	1.0	910	1.5	853	105	200	13.0	48	1.0	本発明例
26	26	1345	7	532	1.4	890	1.0	814	105	121	9.0	123	4.4	本発明例
27	27	1344	15	531	1.4	890	1.0	805	105	116	9.0	132	4.5	本発明例
28	28	1342	15	558	1.4	890	1.0	814	105	141	9.0	133	4.0	本発明例
29	29	1223	13	561	1.2	915	1.5	837	38	200	19.0	134	1.7	本発明例

【０１０６】

【表２Ｂ】

製造No.	鋼No.	熱間圧延			板厚(mm)	ホットスタンプ条件								備考
		加熱温度(℃)	仕上げ圧延後から巻き取りまでの時間(s)	巻取り温度(℃)		加熱温度(℃)	保持時間(min)	Ac_3	面圧(MPa)	P_{max}(MPa)	下死点保持時間(s)	取出し温度(℃)	式(5)もしくは式(6)の右辺	
30	30	1231	13	582	1.2	915	1.5	839	38	200	19.0	91	1.7	本発明例
31	31	1227	11	591	1.2	915	1.5	837	38	200	19.0	93	2.1	本発明例
32	32	1283	11	584	1.5	930	2.5	844	38	200	5.0	94	0.9	本発明例
33	33	1294	18	511	1.5	930	2.5	846	38	200	5.0	94	0.9	本発明例
34	34	1293	18	513	1.5	930	2.5	845	38	200	5.0	92	1.0	本発明例
35	35	1230	12	593	1.2	910	2.0	829	42	200	18.0	102	2.2	本発明例
36	36	1283	18	511	1.5	930	2.5	842	40	200	5.0	93	1.0	本発明例
37	37	1254	15	509	1.4	930	2.5	835	23	200	8.0	89	2.0	本発明例
38	38	1248	15	523	1.4	930	2.5	833	23	200	8.0	103	2.4	本発明例
39	39	1272	19	553	1.4	930	2.5	829	48	200	10.0	102	1.9	本発明例
40	40	1283	19	577	1.2	930	2.0	832	48	200	10.0	83	1.4	本発明例
41	41	1243	14	572	1.2	890	1.5	809	33	50	13.0	145	6.7	本発明例
42	42	1242	14	481	1.4	890	1.5	817	15	20	13.0	142	10.5	本発明例
43	43	1243	11	483	1.4	890	0.5	855	15	83	15.0	188	3.7	本発明例
44	44	1271	11	442	1.6	890	0.5	821	15	50	15.0	189	4.7	本発明例
45	45	1283	10	445	1.6	915	1.0	857	20	200	6.0	83	1.8	本発明例
46	46	1251	10	593	1.6	915	1.0	858	20	200	6.0	82	1.4	本発明例
47	47	1255	13	591	1.6	915	1.0	842	20	200	5.0	61	0.8	本発明例
48	48	1248	13	542	1.6	915	1.0	851	20	200	5.0	62	1.5	本発明例
49	49	1232	9	534	1.4	920	3.0	851	16	200	10.0	104	0.3	比較例
50	50	1311	9	535	1.4	920	3.0	799	16	6	10.0	105	18.3	比較例
51	51	1244	10	532	1.8	920	2.0	826	21	200	12.0	122	0.4	比較例
52	52	1268	15	532	2.0	895	1.0	830	53	152	15.0	163	2.7	比較例
53	53	1271	15	523	2.0	895	1.0	818	53	0	15.0	162	52.4	比較例
54	54	1223	13	535	1.4	900	1.5	846	39	200	13.0	82	1.7	比較例
55	55	1248	11	531	1.4	900	1.0	831	7	200	11.0	91	1.8	比較例
56	56	1232	11	571	1.4	900	1.0	829	7	127	11.0	93	4.3	比較例
57	57	1253	10	511	1.2	900	1.0	847	13	200	8.0	113	2.1	比較例
58	58	1261	10	513	1.2	910	1.5	853	23	200	6.0	134	1.3	比較例

下線は本発明の範囲外であること、または製造条件が好ましくないことを示す。

【０１０７】

【表２Ｃ】

製造No.	鋼No.	熱間圧延 加熱温度(℃)	熱間圧延 仕上げ圧延後から巻き取りまでの時間(s)	熱間圧延 巻取り温度(℃)	板厚(mm)	ホットスタンプ条件 加熱温度(℃)	ホットスタンプ条件 保持時間(min)	ホットスタンプ条件 Ac_3	ホットスタンプ条件 面圧(MPa)	ホットスタンプ条件 P_{max}(MPa)	ホットスタンプ条件 下死点保持時間(s)	ホットスタンプ条件 取出し温度(℃)	ホットスタンプ条件 式(5)もしくは式(6)の右辺	備考
59	59	1264	11	509	1.2	910	1.5	852	23	200	6.0	133	1.2	比較例
60	60	1241	15	503	1.7	910	1.5	825	23	200	6.0	187	1.8	比較例
61	61	1273	15	509	1.7	910	1.5	856	23	200	6.0	189	1.8	比較例
62	62	1283	13	511	1.4	945	1.0	835	19	200	11.0	131	1.8	比較例
63	63	1232	13	453	1.4	945	1.0	835	19	200	11.0	132	1.7	比較例
64	64	1234	12	452	1.4	945	1.0	815	19	125	11.0	83	4.3	比較例
65	65	1248	12	473	1.8	945	1.0	805	19	107	11.0	82	4.6	比較例
66	66	1239	11	474	1.8	945	1.5	815	19	107	11.0	71	4.6	比較例
67	67	1259	11	532	1.4	910	0.5	838	32	200	15.0	73	1.8	比較例
68	68	1261	16	533	1.4	910	0.5	839	32	200	15.0	81	2.0	比較例
69	69	1263	16	541	1.4	900	3.0	844	32	200	15.0	88	1.0	比較例
70	70	1262	16	543	1.4	900	3.0	844	32	200	15.0	93	1.1	比較例
71	71	1253	13	532	1.4	920	2.0	862	4	8	10.0	83	16.6	比較例
72	72	1255	13	535	1.4	920	2.0	821	4	1	10.0	84	43.4	比較例
73	2	1240	15	553	1.4	920	2.5	805	63	37	10.0	125	7.8	比較例
74	42	1242	14	481	1.4	890	1.5	817	31	20	13.0	142	10.5	比較例
75	2	1240	15	553	1.4	920	2.5	805	18	37	3.0	125	7.8	比較例
76	27	1344	15	531	1.4	890	1.0	805	105	116	3.0	132	4.5	比較例
77	37	1254	15	509	1.4	930	2.5	835	23	200	8.0	89	2.0	本発明例
78	73	1255	15	510	1.4	930	2.5	835	23	200	8.0	88	2.0	本発明例
79	74	1250	15	511	1.4	930	2.5	834	23	200	8.0	85	2.1	本発明例
80	75	1250	15	529	1.4	930	2.5	835	23	200	8.0	86	2.1	本発明例
81	76	1250	15	532	1.4	930	2.5	834	23	200	8.0	87	2.1	本発明例
82	77	1250	15	535	1.4	930	2.5	834	23	200	8.0	93	2.3	本発明例
83	78	1250	15	534	1.4	930	2.5	819	23	200	8.0	93	1.9	本発明例
84	79	1281	10	451	1.6	915	1.0	856	20	200	6.0	88	1.9	本発明例
85	37	1255	15	510	1.4	930	2.5	835	21	200	8.0	93	2.0	本発明例
86	39	1275	18	543	1.4	930	2.5	829	48	200	10.0	98	1.9	本発明例
87	40	1281	18	581	1.2	930	2.0	832	48	200	10.0	83	1.4	本発明例
88	45	1287	10	450	1.6	915	1.0	857	20	200	6.0	88	1.8	本発明例

下線は本発明の範囲外であること、または製造条件が好ましくないことを示す。

【０１０８】

【表３Ａ】

製造No.	鋼No.	ホットスタンプ成形体				機械特性				備考
		めっき層の種類	ﾏﾙﾃﾝｻｲﾄ(面積%)	ﾏﾙﾃﾝｻｲﾄ中の軟質領域(面積%)	炭化物の個数密度(個/μm^2)	引張強さ(MPa)	曲げ性α_m(°)	曲げ異方性Δα(%)	耐食性	
1	1	AL	97	20	0.9	1097	92.3	9	V2	本発明例
2	2	AL	91	8	0.9	1335	73.3	14	V2	本発明例
3	3	AL	96	16	0.8	1117	78.0	8	V2	本発明例
4	4	AL	97	14	1.1	1197	80.3	11	V2	本発明例
5	5	GA	98	18	0.7	1103	92.8	9	G	本発明例
6	6	GA	100	15	0.7	1134	83.2	13	G	本発明例
7	7	GA	98	15	1.2	1165	92.0	10	G	本発明例
8	8	GA	96	14	1.2	1171	95.9	11	G	本発明例
9	9	CR	96	15	2.4	1182	93.3	10	B	本発明例
10	10	CR	97	15	2.3	1185	82.0	11	B	本発明例
11	11	CR	98	11	3.1	1260	84.6	12	B	本発明例
12	12	CR	97	10	3.3	1263	80.0	12	B	本発明例
13	13	AL	95	14	2.8	1176	86.0	11	V2	本発明例
14	14	AL	93	15	1.3	1171	83.1	11	V2	本発明例
15	15	AL	100	16	1.2	1137	75.2	10	V2	本発明例
16	16	AL	98	15	0.9	1131	71.5	11	V2	本発明例
17	17	AL	98	16	0.9	1177	86.9	11	V2	本発明例
18	18	GI	99	14	4.1	1194	89.4	10	G	本発明例
19	19	GI	99	14	4.0	1185	92.4	11	G	本発明例
20	20	GI	98	18	3.1	1149	94.5	9	G	本発明例
21	21	GI	99	19	3.8	1135	95.6	9	G	本発明例
22	22	AL	97	21	2.8	1134	93.1	8	V2	本発明例
23	23	AL	96	18	0.9	1134	86.0	10	V2	本発明例
24	24	AL	99	22	0.9	1132	88.3	10	V2	本発明例
25	25	AL	94	23	1.0	1135	89.4	10	V2	本発明例
26	26	GA	98	9	0.4	1248	79.2	13	G	本発明例
27	27	GA	97	9	0.4	1268	80.2	13	G	本発明例
28	28	GA	98	9	0.2	1234	79.2	13	G	本発明例
29	29	CR	98	14	0.9	1171	92.5	12	B	本発明例
30	30	CR	100	14	0.9	1177	91.3	11	B	本発明例

【０１０９】

【表３Ｂ】

製造No.	鋼No.	ホットスタンプ成形体				機械特性				備考
		めっき層の種類	マルテンサイト(面積%)	マルテンサイト中の軟質領域(面積%)	炭化物の個数密度(個/μm^2)	引張強さ(MPa)	曲げ性α_m(°)	曲げ異方性$\Delta\alpha$(%)	耐食性	
31	31	CR	99	16	0.6	1161	93.3	11	B	本発明例
32	32	AL	98	19	0.4	1130	83.0	10	V2	本発明例
33	33	AL	96	19	0.6	1123	82.4	10	V2	本発明例
34	34	AL	94	10	0.2	1133	80.5	10	V2	本発明例
35	35	AL	98	17	0.5	1153	85.3	11	V2	本発明例
36	36	AL	97	11	0.5	1121	80.8	11	V2	本発明例
37	37	AL	99	15	1.3	1170	87.0	12	E1	本発明例
38	38	AL	98	15	1.2	1187	84.6	11	V2	本発明例
39	39	AL	99	14	0.9	1149	87.4	11	V2	本発明例
40	40	AL	94	16	0.9	1165	89.2	12	V2	本発明例
41	41	GA	96	7	0.8	1292	85.1	13	G	本発明例
42	42	GA	99	6	1.9	1281	84.1	14	V2	本発明例
43	43	GI	100	8	1.8	1312	80.5	13	G	本発明例
44	44	GI	99	7	2.1	1311	77.4	14	V1	本発明例
45	45	CR	98	15	2.3	1117	93.8	11	B	本発明例
46	46	CR	100	16	0.7	1123	93.1	11	B	本発明例
47	47	CR	94	19	0.7	1113	93.0	10	B	本発明例
48	48	CR	96	17	0.9	1121	93.8	10	G	本発明例
49	49	AL	83	24	1.3	873	110.6	11	V2	比較例
50	50	AL	99	2	1.2	1432	64.6	18	V2	比較例
51	51	AL	82	21	1.3	873	102.0	12	V2	比較例
52	52	GA	71	10	1.3	731	121.8	14	V2	比較例
53	53	GA	100	0	1.4	1383	66.4	18	V2	比較例
54	54	GA	98	16	1.5	1157	79.0	11	G	比較例
55	55	GI	97	15	1.1	1153	82.1	11	G	比較例
56	56	GI	97	16	0.8	1256	72.2	13	G	比較例
57	57	GI	97	15	1.1	1193	78.3	11	G	比較例
58	58	CR	100	19	1.1	783	100.8	9	B	比較例
59	59	CR	98	19	1.3	1107	82.1	9	B	比較例
60	60	CR	99	17	1.3	873	83.7	10	B	比較例

下線は本発明の範囲外であること、または特性が好ましくないことを示す。

【０１１０】

【表３Ｃ】

製造No.	鋼No.	ホットスタンプ成形体				機械特性				備考
		めっき層の種類	マルテンサイト(面積%)	マルテンサイト中の軟質領域(面積%)	炭化物の個数密度(個/μm^2)	引張強さ(MPa)	曲げ性α_m(°)	曲げ異方性$\Delta\alpha$(%)	耐食性	
61	61	CR	100	17	1.3	883	85.9	10	B	比較例
62	62	AL	95	15	1.1	852	88.0	10	V2	比較例
63	63	AL	98	15	0.5	754	86.5	11	V2	比較例
64	64	AL	98	11	0.5	1265	66.3	13	V2	比較例
65	65	AL	99	11	0.5	1265	61.5	13	V2	比較例
66	66	AL	97	10	0.8	1267	61.3	13	V2	比較例
67	67	GA	97	15	0.2	1154	84.0	10	G	比較例
68	68	GA	99	16	0.2	1154	84.3	11	G	比較例
69	69	AL	97	18	0.1	1124	75.3	9	V2	比較例
70	70	AL	96	18	0.2	1143	76.4	9	V2	比較例
71	71	AL	99	1	1.0	1227	70.0	18	V2	比較例
72	72	AL	100	0	1.3	1297	60.1	19	V2	比較例
73	2	AL	98	2	0.9	1336	62.1	19	V2	比較例
74	42	GA	99	1	1.9	1282	67.1	17	V2	比較例
75	2	AL	95	3	0.9	1336	60.1	16	V2	比較例
76	27	GA	97	0	0.4	1269	76.5	16	G	比較例
77＊	37	AL	99	42	1.3	883	83.0	19	E1	比較例
78	73	AL	99	14	1.2	1171	88.0	11	E1	本発明例
79	74	AL	99	13	1.1	1169	86.0	12	E1	本発明例
80	75	AL	99	13	1.1	1169	86.0	12	E1	本発明例
81	76	AL	99	12	1.2	1172	87.0	11	E2	本発明例
82	77	AL	99	12	1.2	1170	87.3	12	V1	本発明例
83	78	AL	99	12	1.1	1171	87.0	10	V2	本発明例
84	79	CR	98	14	2.2	1119	92.8	12	G	本発明例
85	37	EG	99	15	1.3	1172	92.5	13	V2	本発明例
86	39	EG	99	14	0.9	1147	93.1	10	G	本発明例
87	40	EG	94	16	0.9	1164	94.8	11	G	本発明例
88	45	EG	98	14	2.3	1120	92.3	12	G	本発明例

下線は本発明の範囲外であること、または特性が好ましくないことを示す。
＊ホットスタンプ後に300℃×20minの焼戻し

【０１１１】

【表４】

めっき層の種類	板厚	980MPa以上1080MPa未満の場合のα_m下限値	1080MPa以上1180MPa未満の場合のα_m下限値	1180MPa以上1280MPa未満の場合のα_m下限値	1280～1380MPaの場合のα_m下限値
AL	0.8mm未満	99.0	91.0	82.0	75.0
	0.8mm以上1.1mm未満	94.0	86.0	78.0	70.0
	1.1mm以上1.3mm未満	91.0	83.0	75.0	66.0
	1.3mm以上1.5mm未満	88.0	80.0	72.0	64.0
	1.5mm以上1.7mm未満	87.0	78.0	69.0	61.0
	1.7mm以上1.9mm未満	84.0	74.0	66.0	58.0
	1.9mm以上2.1mm未満	79.0	71.0	63.0	55.0
	2.1mm以上2.3mm未満	75.0	67.0	58.0	51.0
	2.3mm以上	72.0	64.0	55.0	48.0
GA GI CR EG	0.8mm未満	105.0	97.0	88.0	81.0
	0.8mm以上1.1mm未満	100.0	92.0	84.0	76.0
	1.1mm以上1.3mm未満	97.0	89.0	81.0	72.0
	1.3mm以上1.5mm未満	94.0	86.0	78.0	70.0
	1.5mm以上1.7mm未満	93.0	84.0	75.0	67.0
	1.7mm以上1.9mm未満	90.0	80.0	72.0	64.0
	1.9mm以上2.1mm未満	85.0	77.0	69.0	61.0
	2.1mm以上2.3mm未満	81.0	73.0	64.0	57.0
	2.3mm以上	78.0	70.0	61.0	54.0

【産業上の利用可能性】

【０１１２】

本発明に係る上記態様によれば、高い強度および優れた曲げ性を有し、且つ曲げ性の異方性が小さいホットスタンプ成形体を提供することができる。

フロントページの続き

(51)国際特許分類			FI		
C21D	*9/46*	*(2006.01)*	C21D	9/46	G
C21D	*9/00*	*(2006.01)*	C21D	9/00	A
C22C	*18/04*	*(2006.01)*	C22C	18/04	
C21D	*1/18*	*(2006.01)*	C21D	1/18	C

(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　楠見 和久
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　江口 晴彦
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　戸田 由梨
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　鈴木 優貴
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　荒牧 高志
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　矢野 義成
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　入川 秀昭
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　鈴木 葉子

(56)参考文献　特表２０１８－５２７４５７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０４１６１３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－０１４９３５（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２６４８３６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／１４４３１８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２２Ｃ　３８／００－３８／６０
Ｃ２１Ｄ　１／０２－　１／８４
Ｃ２１Ｄ　９／００－　９／４４，　９／５０
Ｃ２１Ｄ　９／４６－　９／４８
Ｂ２１Ｄ　２２／００