

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6515356号  
(P6515356)

(45) 発行日 令和1年5月22日(2019.5.22)

(24) 登録日 平成31年4月26日(2019.4.26)

(51) Int.Cl.	F 1	
<b>C 2 2 C 38/00 (2006.01)</b>	C 2 2 C 38/00	3 0 1 W
<b>B 2 1 D 22/20 (2006.01)</b>	B 2 1 D 22/20	E
<b>C 2 2 C 38/58 (2006.01)</b>	B 2 1 D 22/20	H
<b>C 2 1 D 9/46 (2006.01)</b>	C 2 2 C 38/58	
<b>C 2 1 D 1/18 (2006.01)</b>	C 2 2 C 38/00	3 0 1 S
請求項の数 13 (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-510030 (P2017-510030)  
 (86) (22) 出願日 平成28年3月29日 (2016. 3. 29)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/060145  
 (87) 国際公開番号 W02016/158961  
 (87) 国際公開日 平成28年10月6日 (2016. 10. 6)  
 審査請求日 平成29年8月29日 (2017. 8. 29)  
 (31) 優先権主張番号 特願2015-72280 (P2015-72280)  
 (32) 優先日 平成27年3月31日 (2015. 3. 31)  
 (33) 優先権主張国 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 100090273  
 弁理士 園分 孝悦  
 (72) 発明者 東 昌史  
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新  
 日鐵住金株式会社内  
 (72) 発明者 諏訪 嘉宏  
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新  
 日鐵住金株式会社内  
 (72) 発明者 近藤 雄介  
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新  
 日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホットスタンプ用鋼板およびその製造方法、並びにホットスタンプ成形体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、

- C : 0 . 1 0 0 % ~ 0 . 6 0 0 %、
- S i : 0 . 5 0 % ~ 3 . 0 0 %、
- M n : 1 . 2 0 % ~ 4 . 0 0 %、
- T i : 0 . 0 0 5 % ~ 0 . 1 0 0 %、
- B : 0 . 0 0 0 5 % ~ 0 . 0 1 0 0 %、
- P : 0 . 1 0 0 % 以下、
- S : 0 . 0 0 0 1 % ~ 0 . 0 1 0 0 %、
- A l : 0 . 0 0 5 % ~ 1 . 0 0 0 %、
- N : 0 . 0 1 0 0 % 以下、
- N i : 0 % ~ 2 . 0 0 %、
- C u : 0 % ~ 2 . 0 0 %、
- C r : 0 % ~ 2 . 0 0 %、
- M o : 0 % ~ 2 . 0 0 %、
- N b : 0 % ~ 0 . 1 0 0 %、
- V : 0 % ~ 0 . 1 0 0 %、
- W : 0 % ~ 0 . 1 0 0 %、および
- R E M、C a、C e 及び M g からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上の合計 : 0 % ~

0.0300%

を含有し、残部がFeおよび不純物からなる組成であり、鋼板の表面粗度が $R_z > 2.5 \mu\text{m}$ であり、表面に塗油量 $50 \text{ mg/m}^2 \sim 1500 \text{ mg/m}^2$ の塗油が塗布されており、

前記表面に塗布される塗油中に含まれるS量が質量%で5%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】

前記鋼板の組成が、質量%で、

Ni: 0.01% ~ 2.00%、

Cu: 0.01% ~ 2.00%、

Cr: 0.01% ~ 2.00%、

Mo: 0.01% ~ 2.00%、

Nb: 0.005% ~ 0.100%、

V: 0.005% ~ 0.100%、および

W: 0.005% ~ 0.100%、

からなる群から選ばれる1種又は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用鋼板。

【請求項3】

前記鋼板の組成が、質量%で、

REM、Ca、Ce及びMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上を合計で0.0003% ~ 0.0300%含有す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】

質量%で、

C: 0.100% ~ 0.600%、

Si: 0.50% ~ 3.00%、

Mn: 1.20% ~ 4.00%、

Ti: 0.005% ~ 0.100%、

B: 0.0005% ~ 0.0100%、

P: 0.100%以下、

S: 0.0001% ~ 0.0100%、

Al: 0.005% ~ 1.000%、

N: 0.0100%以下、

Ni: 0% ~ 2.00%、

Cu: 0% ~ 2.00%、

Cr: 0% ~ 2.00%、

Mo: 0% ~ 2.00%、

Nb: 0% ~ 0.100%、

V: 0% ~ 0.100%、

W: 0% ~ 0.100%、および

REM、Ca、Ce及びMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上の合計: 0% ~ 0.0300%

を含有し、残部がFeおよび不純物からなるスラブを鋳造して、直接または一旦冷却した後加熱して熱間圧延を行い、熱延鋼板を得る工程と、

前記熱延鋼板を、温度が80以上100未満、インヒビター入りで酸の濃度が3質量% ~ 20質量%の水溶液にて30秒以上の酸洗を実施する工程と、

前記酸洗を実施した後にS量が質量%で5%以下である防錆油を鋼板に塗布する工程と、

を有し、

鋼板表面の防錆油残存量を $50 \text{ mg/m}^2 \sim 1500 \text{ mg/m}^2$ に制限することを特徴と

10

20

30

40

50

するホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【請求項 5】

前記酸洗した熱延鋼板に前記防錆油を塗布することを特徴とする請求項 4 に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【請求項 6】

前記酸洗した熱延鋼板に冷間圧延を実施して冷延鋼板を得る工程を更に有し、  
前記冷延鋼板に前記防錆油を塗布することを特徴とする請求項 4 に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【請求項 7】

前記酸洗した熱延鋼板に冷間圧延を実施し、さらに連続焼鈍設備又は箱型焼鈍炉にて熱処理を行って冷延鋼板を得る工程を更に有し、

前記冷延鋼板に前記防錆油を塗布することを特徴とする請求項 4 に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【請求項 8】

前記スラブの組成が、質量%で、

Ni : 0.01% ~ 2.00%、

Cu : 0.01% ~ 2.00%、

Cr : 0.01% ~ 2.00%、

Mo : 0.01% ~ 2.00%、

Nb : 0.005% ~ 0.100%、

V : 0.005% ~ 0.100%、および

W : 0.005% ~ 0.100%、

からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 4 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【請求項 9】

前記スラブの組成が、質量%で、

REM、Ca、Ce 及び Mg からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上を合計で 0.003% ~ 0.0300% 含有することを特徴とする請求項 4 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【請求項 10】

質量%で、

C : 0.100% ~ 0.600%、

Si : 0.50% ~ 3.00%、

Mn : 1.20% ~ 4.00%、

Ti : 0.005% ~ 0.100%、

B : 0.0005% ~ 0.0100%、

P : 0.100% 以下、

S : 0.0001% ~ 0.0100%、

Al : 0.005% ~ 1.000%、

N : 0.0100% 以下、

Ni : 0% ~ 2.00%、

Cu : 0% ~ 2.00%、

Cr : 0% ~ 2.00%、

Mo : 0% ~ 2.00%、

Nb : 0% ~ 0.100%、

V : 0% ~ 0.100%、

W : 0% ~ 0.100%、および

REM、Ca、Ce 及び Mg からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上の合計 : 0% ~ 0.0300%

を含有し、残部が Fe および不純物からなる組成を有し、スケールと地鉄との界面に、

深さ  $0.2 \mu\text{m} \sim 8.0 \mu\text{m}$  の範囲となる凹凸が  $100 \mu\text{m}$  当たり、3個以上存在し、前記スケールの厚みが  $10 \mu\text{m}$  以下であり、引張強度が  $1180 \text{MPa}$  以上であることを特徴とするホットスタンプ成形体。

【請求項 11】

前記ホットスタンプ成形体の表面に、Si 酸化物、FeO、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、および  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を有することを特徴とする請求項 10 に記載のホットスタンプ成形体。

【請求項 12】

前記ホットスタンプ成形体の組成が、質量%で、

Ni :  $0.01\% \sim 2.00\%$ 、

Cu :  $0.01\% \sim 2.00\%$ 、

Cr :  $0.01\% \sim 2.00\%$ 、

Mo :  $0.01\% \sim 2.00\%$ 、

Nb :  $0.005\% \sim 0.100\%$ 、

V :  $0.005\% \sim 0.100\%$ 、および

W :  $0.005\% \sim 0.100\%$ 、

からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載のホットスタンプ成形体。

【請求項 13】

前記ホットスタンプ成形体の組成が、質量%で、

REM、Ca、Ce 及び Mg からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上を合計で  $0.0003\% \sim 0.0300\%$  含有することを特徴とする請求項 10 ~ 12 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、ホットスタンプ時のスケール密着性に優れたホットスタンプ用鋼板およびその製造方法、並びにその成形体であるホットスタンプ成形体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車のドアガードバーやサイドメンバー等の部材は、近年の燃費効率化の動向に対応すべく軽量化が検討されており、材料面では、薄肉化しても強度および衝突安全性が確保されるという観点から鋼板の高強度化が進められている。以下、強度とは引張強度および降伏強度の両方を意味する。しかしながら、材料の成形性は強度が上昇するのに伴って劣化するので、上記部材の軽量化を実現するには、成形性と高強度との両方を満足する鋼板を製造する必要がある。高強度と同時に高成形性を得る手法としては特許文献 1 および特許文献 2 に記載されている残留オーステナイトのマルテンサイト変態を利用した TRIP (Transformation Induced Plasticity) 鋼があり、近年用途が拡大しつつある。しかし、この鋼により、成形時の深絞り性および伸びは改善されるものの、鋼板強度が高いため、プレス成形後の部材の形状凍結性が悪いという問題を有している。

【0003】

一方、成形性に劣る高強度鋼板を形状凍結性良く成形する手法としては、特許文献 3 および特許文献 4 に記載されている温間プレスと呼ばれる手法が存在する。この手法は、鋼板強度が低下する  $200$  から  $500$  程度の温度にて成形を行う手法である。ところが、 $780 \text{MPa}$  以上の高強度鋼板の成形を考えた場合、成形温度を上昇させたとしても、依然として鋼板強度が高く成形しがたい場合があったり、加熱により成形後の鋼板強度が低下してしまい所定の強度が得られない場合があったりするという問題を有する。

【0004】

これら問題を解決する手法として、軟質な鋼板を所定のサイズに切断後、鋼板を  $800$  以上のオーステナイト単相域まで加熱した後、特許文献 5 に開示されているようなオー

10

20

30

40

50

ステナイト単相域でプレス成形を行い、その後焼き入れを行うホットスタンプと呼ばれる手法が存在する。この結果、980MPa以上の高強度かつ形状凍結性に優れた部材の製造が可能となった。

【0005】

しかしながら、ホットスタンプでは、鋼板を加熱炉に挿入するか、あるいは、大気中で通電加熱または遠赤外加熱によって800 を超えるような高温まで加熱することから、鋼板表面にスケールが発生するという問題を有している。この発生したスケールがホットスタンプ時に脱離することによって金型が損耗することから、ホットスタンプ時でのスケール密着性が優れていることが求められる。これら課題を解決する技術として、例えば、特許文献6には加熱炉内の雰囲気为非酸化雰囲気とすることでスケールの発生を抑制する技術が知られている。しかしながら、加熱炉内の雰囲気制御を厳格に実施する必要があり設備コストが高くなると共に、生産性に劣る。また、取りだした鋼板は大気に曝されるので、スケールの形成を避けられないという問題を有していた。加えて、近年では、ホットスタンプの生産性向上を目的に、大気にて鋼板を通電加熱する手法が発達しつつある。大気中加熱時には、鋼板の酸化を避けることが難しく、ホットスタンプ時のスケール脱離による金型損耗の問題が顕在化し易い。この結果、定期的な金型の補修が必須である。

10

【0006】

これら課題を解決する鋼板として、鋼板表面に亜鉛めっきまたはAlめっきを施した鋼板をホットスタンプに用いることによりスケールの剥離による金型の損耗を抑制する技術が知られている。しかしながら、加熱時に亜鉛めっきまたはAlのめっきは熔融して液相となることから、鋼板の搬送時またはプレス時に加熱炉内および金型に亜鉛またはAlが付着するという問題を有していた。付着した亜鉛またはAlの堆積物は、ホットスタンプ成形体の押し込み疵の原因となり、成形体に付着し外観を悪化させるという問題を有していた。このことから、定期的に金型を補修することが必要であった。

20

【0007】

このことから、ホットスタンプ時にスケール剥離せず、かつ、金型への熔融金属の付着が生じないホットスタンプ用鋼板の開発が求められていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平1-230715号公報

【特許文献2】特開平2-217425号公報

【特許文献3】特開2002-143935号公報

【特許文献4】特開2003-154413号公報

【特許文献5】特開2002-18531号公報

【特許文献6】特開2004-106034号公報

【特許文献7】特開2002-18531号公報

【特許文献8】特開2008-240046号公報

【特許文献9】特開2010-174302号公報

【特許文献10】特開2008-214650号公報

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は前述の問題点を鑑み、ホットスタンプ時のスケール密着性に優れ、かつ金型への熔融金属の付着が生じないホットスタンプ用鋼板、その製造方法並びにその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】

【0010】

本発明者らは、上記課題を解決する手法について鋭意検討した。その結果、鋼板のスケール密着性の改善を意図して、鋼板中にSiを0.50質量%~3.00質量%含有させ

50

ると共に、鋼板に塗布されている防錆油の量を  $50 \text{ mg/m}^2 \sim 1500 \text{ mg/m}^2$  の範囲とし、鋼板の表面粗度を  $R_z > 2.5 \mu\text{m}$  とする。また、好ましくは防錆油中に含まれる S 含有量を 5 質量% 以下とする。これにより、加熱時並びにホットスタンプ時のスケール密着性が改善することを見出した。一般的には塗油中の含有物が地鉄とスケールとの界面へ濃化することでスケール密着性を劣化させる。ところが、この含有物量を制限することと、鋼板表面の凹凸を利用したアンカー効果とを併用することにより、スケール密着性の確保が可能なることを見出した。

【0011】

本発明は、上記知見に基づいてなされたもので、その要旨は以下のとおりである。

(1) 質量%で、

C : 0.100% ~ 0.600%、  
 Si : 0.50% ~ 3.00%、  
 Mn : 1.20% ~ 4.00%、  
 Ti : 0.005% ~ 0.100%、  
 B : 0.0005% ~ 0.0100%、  
 P : 0.100% 以下、  
 S : 0.0001% ~ 0.0100%、  
 Al : 0.005% ~ 1.000%、  
 N : 0.0100% 以下、  
 Ni : 0% ~ 2.00%、  
 Cu : 0% ~ 2.00%、  
 Cr : 0% ~ 2.00%、  
 Mo : 0% ~ 2.00%、  
 Nb : 0% ~ 0.100%、  
 V : 0% ~ 0.100%、  
 W : 0% ~ 0.100%、および

REM、Ca、Ce 及び Mg からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上の合計 : 0% ~ 0.0300%

を含有し、残部が Fe および不純物からなる組成であり、鋼板の表面粗度が  $R_z > 2.5 \mu\text{m}$  であり、表面に塗油量  $50 \text{ mg/m}^2 \sim 1500 \text{ mg/m}^2$  の塗油が塗布されており

前記表面に塗布される塗油中に含まれる S 量が質量%で 5% 以下であることを特徴とするホットスタンプ用鋼板。

【0013】

(2) 前記鋼板の組成が、質量%で、

Ni : 0.01% ~ 2.00%、  
 Cu : 0.01% ~ 2.00%、  
 Cr : 0.01% ~ 2.00%、  
 Mo : 0.01% ~ 2.00%、  
 Nb : 0.005% ~ 0.100%、  
 V : 0.005% ~ 0.100%、および  
 W : 0.005% ~ 0.100%、

からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上を含有することを特徴とする上記 (1) に記載のホットスタンプ用鋼板。

【0014】

(3) 前記鋼板の組成が、質量%で、

REM、Ca、Ce 及び Mg からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上を合計で 0.0003% ~ 0.0300% 含有することを特徴とする上記 (1) 又は (2) に記載のホットスタンプ用鋼板。

【0015】

10

20

30

40

50

(4) 質量%で、

C : 0 . 1 0 0 % ~ 0 . 6 0 0 %、  
 Si : 0 . 5 0 % ~ 3 . 0 0 %、  
 Mn : 1 . 2 0 % ~ 4 . 0 0 %、  
 Ti : 0 . 0 0 5 % ~ 0 . 1 0 0 %、  
 B : 0 . 0 0 0 5 % ~ 0 . 0 1 0 0 %、  
 P : 0 . 1 0 0 % 以下、  
 S : 0 . 0 0 0 1 % ~ 0 . 0 1 0 0 %、  
 Al : 0 . 0 0 5 % ~ 1 . 0 0 0 %、  
 N : 0 . 0 1 0 0 % 以下、  
 Ni : 0 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Cu : 0 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Cr : 0 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Mo : 0 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Nb : 0 % ~ 0 . 1 0 0 %、  
 V : 0 % ~ 0 . 1 0 0 %、  
 W : 0 % ~ 0 . 1 0 0 %、および

REM、Ca、Ce及びMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上の合計：0% ~ 0.0300%

を含有し、残部がFeおよび不純物からなるスラブを鑄造して、直接または一旦冷却した後加熱して熱間圧延を行い、熱延鋼板を得る工程と、

前記熱延鋼板を、温度が80以上100未満、インヒビター入りで酸の濃度が3質量% ~ 20質量%の水溶液にて30秒以上の酸洗を実施する工程と、

前記酸洗を実施した後にS量が質量%で5%以下である防錆油を鋼板に塗布する工程と

を有し、

鋼板表面の防錆油残存量を50mg/m<sup>2</sup> ~ 1500mg/m<sup>2</sup>に制限することを特徴とするホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【0016】

(5) 前記酸洗した熱延鋼板に前記防錆油を塗布することを特徴とする上記(4)に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【0017】

(6) 前記酸洗した熱延鋼板に冷間圧延を実施して冷延鋼板を得る工程を更に有し、

前記冷延鋼板に前記防錆油を塗布することを特徴とする上記(4)に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【0018】

(7) 前記酸洗した熱延鋼板に冷間圧延を実施し、さらに連続焼鈍設備又は箱型焼鈍炉にて熱処理を行って冷延鋼板を得る工程を更に有し、

前記冷延鋼板に前記防錆油を塗布することを特徴とする上記(4)に記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【0020】

(8) 前記スラブの組成が、質量%で、

Ni : 0 . 0 1 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Cu : 0 . 0 1 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Cr : 0 . 0 1 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Mo : 0 . 0 1 % ~ 2 . 0 0 %、  
 Nb : 0 . 0 0 5 % ~ 0 . 1 0 0 %、  
 V : 0 . 0 0 5 % ~ 0 . 1 0 0 %、および  
 W : 0 . 0 0 5 % ~ 0 . 1 0 0 %、

からなる群から選ばれる1種又は2種以上を含有することを特徴とする上記(4) ~ (7)

10

20

30

40

50

のいずれかに記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【0021】

(9) 前記スラブの組成が、質量%で、

REM、Ca、Ce及びMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上を合計で0.0003%~0.0300%含有することを特徴とする上記(4)~(8)のいずれかに記載のホットスタンプ用鋼板の製造方法。

【0022】

(10) 質量%で、

C: 0.100%~0.600%、  
Si: 0.50%~3.00%、  
Mn: 1.20%~4.00%、  
Ti: 0.005%~0.100%、  
B: 0.0005%~0.0100%、  
P: 0.100%以下、  
S: 0.0001%~0.0100%、  
Al: 0.005%~1.000%、  
N: 0.0100%以下、  
Ni: 0%~2.00%、  
Cu: 0%~2.00%、  
Cr: 0%~2.00%、  
Mo: 0%~2.00%、  
Nb: 0%~0.100%、  
V: 0%~0.100%、  
W: 0%~0.100%、および

REM、Ca、Ce及びMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上の合計: 0%~0.0300%

を含有し、残部がFeおよび不純物からなる組成を有し、スケールと地鉄との界面に、深さ0.2μm~8.0μmの範囲となる凹凸が100μm当たり、3個以上存在し、前記スケールの厚みが10μm以下であり、引張強度が1180MPa以上であることを特徴とするホットスタンプ成形体。

【0023】

(11) 前記ホットスタンプ成形体の表面に、Si酸化物、FeO、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、およびFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を有することを特徴とする上記(10)に記載のホットスタンプ成形体。

【0024】

(12) 前記ホットスタンプ成形体の組成が、質量%で、

Ni: 0.01%~2.00%、  
Cu: 0.01%~2.00%、  
Cr: 0.01%~2.00%、  
Mo: 0.01%~2.00%、  
Nb: 0.005%~0.100%、  
V: 0.005%~0.100%、および  
W: 0.005%~0.100%、

からなる群から選ばれる1種又は2種以上を含有することを特徴とする上記(10)又は(11)に記載のホットスタンプ成形体。

【0025】

(13) 前記ホットスタンプ成形体の組成が、質量%で、

REM、Ca、Ce及びMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上を合計で0.0003%~0.0300%含有することを特徴とする上記(10)~(12)のいずれか1項に記載のホットスタンプ成形体。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【0026】

本発明によれば、ホットスタンプ時のスケール密着性に優れ、かつ金型への熔融金属の付着が生じないホットスタンプ用鋼板、その製造方法並びにそのホットスタンプ成形体を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0027】

【図1】図1は、鋼板の塗油量と鋼板の表面粗さ $R_z$ との関係を示す図である。

【図2】図2は、塗油中のS濃度が高くなるとスケールが剥離し易くなることを説明するための図である。

【図3】図3は、酸洗時間と鋼板の表面粗度 $R_z$ との関係を示す図である。

10

【図4A】図4Aは、酸洗前の熱延鋼板の表層のミクロ組織を示す写真である。

【図4B】図4Bは、酸洗後の表層ミクロ組織を示す写真である。

【図5】図5は、塗油量とスケールの厚みとの関係を示す図である。

【図6A】図6Aは、本発明例のホットスタンプ成形体表面の断面を示す写真である。

【図6B】図6Bは、比較例のホットスタンプ成形体表面の断面を示す写真である。

【図7】図7は、ホットスタンプ熱処理前の表面粗度 $R_z$ が、2.5未満であると、ホットスタンプ熱処理後の凹凸の個数密度が3未満となることを説明するための図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0028】

本発明のホットスタンプ用鋼板は、鋼板中にSiを0.5質量%～3.0質量%含有させると共に、鋼板に塗布されている防錆油の量を $50\text{ mg/m}^2 \sim 1500\text{ mg/m}^2$ の範囲とし、鋼板の表面粗度を $R_z > 2.5\ \mu\text{m}$ とすることを特徴とする。そして、好ましくは防錆油中に含まれるS含有量を5質量%以下とする。

20

まず、本発明者が塗油に着目した理由に関して説明する。

## 【0029】

本発明者は、めっきを施さない鋼板（冷延鋼板、あるいは、熱延鋼板）のスケール密着性の改善を目的に、鋼板の表面性状および各種処理の影響を調査してきた。その結果、脱脂後の鋼板であれば優れたスケール密着性を示すものの、防錆油を塗布するとスケール密着性が大幅に劣化することを見出した。より詳細に、スケール密着性と防錆油との関係を調査したところ、防錆油に不純物として含まれるS量が増えるとスケールが剥離し易い傾向があることが明らかとなった。詳細な理由は不明なものの防錆油中のSがスケール密着性に影響を及ぼしているものと考えられる。

30

## 【0030】

一方では、酸洗したホットスタンプ用熱延鋼板、冷間圧延あるいは焼鈍後のホットスタンプ用冷延鋼板は、製造から使用までの間に錆が発生するのを抑制するために、鉱物油などの防錆油を塗布することが必要である。特に、酸洗後の鋼板は顧客への納入から使用までの期間が長期間になることを想定し、 $1500\text{ mg/m}^2$ を超える塗油をすることが一般的であった。本発明者は、スケール密着性と防錆性との両立を目的に塗油量の影響を調査したところ、図1に示すように、塗油量と鋼板の表面粗度との範囲を厳格に制御することによりスケール密着性が向上することを見出した。塗油量は $50\text{ mg/m}^2 \sim 1500\text{ mg/m}^2$ とすることで効果が発揮される。下限を $50\text{ mg/m}^2$ としたのは、この塗油量未満では優れた防錆性の確保が困難であることから $50\text{ mg/m}^2$ を下限の塗油量とした。好ましくは、 $100\text{ mg/m}^2$ 以上であり、より好ましくは、 $200\text{ mg/m}^2$ 以上である。塗油量の上限を $1500\text{ mg/m}^2$ としたのは、優れたスケール密着性の効果を得るためである。塗油量が $1500\text{ mg/m}^2$ を超えるとスケール密着性が劣化することからその上限を $1500\text{ mg/m}^2$ である。好ましくは、上限が $1000\text{ mg/m}^2$ であり、より好ましくは上限が $900\text{ mg/m}^2$ であり、さらに好ましくは上限が $800\text{ mg/m}^2$ である。また、鋼板表面の塗油は加熱時に燃えることから、煤を発生させる原因となる。このことから、塗油量は少ない方が好ましい。

40

## 【0031】

50

図1に示すスケール密着性は、70mm深さ20mmの円筒金型での熱間浅絞り試験によって評価した。鋼板を通電加熱装置にて、50/sにて、800~1100の温度範囲に加熱し、0秒~120秒の保持を行った後、通電を停止し、放冷にて650まで冷却し、上記金型にて熱間浅絞り加工を行った。成形後の試験体を目視観察し、スケールが剥離した面積が5%以下のものをスケール密着性が良好(○)、スケールが剥離した面積が5~15%のものを不良(△)、スケールが剥離した面積が15%超のものを劣悪(×)とした。スケールが剥離した面積が5%以下のものを本発明の範囲内とした。

#### 【0032】

加熱方法は特に限定することなく、スケール密着性の評価は可能である。例えば、加熱炉、遠赤外線、近赤外線、並びに、通電加熱のいずれの条件でも構わない。また、加熱炉にて鋼板を加熱する場合、加熱炉内の雰囲気制御し鋼板の酸化を抑制してスケールを薄くすることで、更なる優れたスケール密着性を得ることができる。

#### 【0033】

なお、浅絞り試験温度は、鋼板を加工できればどのような温度域でもよいが、一般的に、ホットスタンプ用鋼板はオーステナイト域での加工とその後の金型焼き入れにより、高い強度と優れた形状凍結性とを有している。このことから、Ar3超となる650での熱間浅絞り加工により特性評価を実施した。

#### 【0034】

塗油方法としては静電塗油、スプレー、ロールコーター等が一般的に使用されるが、塗油量が確保できれば塗油方法は限定しない。

#### 【0035】

油種は特定しないが、例えば鉱物油系であれば、NOX-RUST530F(パーカー興産(株)製)等が一般的に使用されるが塗油量が本発明の範囲を満たすのであれば、油種は、限定しない。

#### 【0036】

塗油量は測定できればどのような方法で測定しても構わないが、本発明者らは以下の方法で測定した。まず、防錆油が塗布された鋼板を150mm角に切断し、その後、100mm×100mmの領域が露出するようにテープを張り付けた。そして、この塗油とシールを実施した鋼板(テープの重量を含む)との重量を予め測定しておく。次に、アセトンを含ませた布で鋼板表面の防錆油を拭き取ることで脱脂し、この脱脂した鋼板の重量を測定し、脱脂前後での重量を比較することで単位面積当たりの塗油量を算出した。各鋼板3箇所実施し、その付着量の平均値をそれぞれの鋼板の塗油付着量とした。

#### 【0037】

防錆油中に含まれるS含有量を5質量%以下に制限することが好ましい。本発明者らは、図2に示すように、塗油中のS含有量とスケール剥離面積率との関係を調査したところ、塗油中のS含有量が少なくなるほど、スケール密着性が向上し、特に塗油中のS含有量が5質量%以下であれば、スケール剥離面積がほぼ0%となることを見出した。詳細なメカニズムは不明なものの、加熱時に、防錆油中に含まれる油分は燃焼しなくなるものの、不純物として含まれるSが鋼板表面に残存してスケール中に濃化することでスケール密着性を劣化させるものと考えられる。このことから、防錆油中に含まれるS含有量は低減することが好ましい。好ましくは、4質量%以下であり、更に好ましくは3質量%以下である。防錆油中のSの分析は、分析できればどのような方法でも差し支えないが、本発明者らは、鋼板に塗布する防錆油を5mL採取し、蛍光X線(蛍光X線硫黄分析計SLFA-2800/HORIBA)にて分析を実施した。測定にあたっては、n=3で実施し、その平均値をもってS含有量と定義した。

#### 【0038】

次に、鋼板の表面粗度に関して説明する。スケール密着性を確保するためには、鋼板の表面粗度は $R_z > 2.5 \mu\text{m}$ とする必要がある。鋼板の表面粗度 $R_z$ とスケール密着性との関係を調査することで得られた結果は、前述の図1に示したとおりである。ホットスタンプ熱処理時に生成するスケールと地鉄との界面に凹凸を設けることで、地鉄とスケール

10

20

30

40

50

との界面に凹凸を形成し、密着性の更なる向上をもたらす。この効果は一般的には、アンカー効果と呼ばれる。特に、本鋼板で加熱時に生成されるスケールは薄い。この結果、スケールの厚みが薄い本鋼板は地鉄表面状態の影響を受けて凹凸をもったスケールが形成される。このことからホットスタンプ前の鋼板の表面粗度を  $R_z > 2.5 \mu\text{m}$  とする必要がある。  $R_z = 2.5 \mu\text{m}$  では、鋼板の表面粗度が小さく、アンカー効果が不十分であることから、ホットスタンプ時の優れたスケール密着性を確保できない。上限は特に設けることなく本発明の優れたスケール密着性の効果を得ることが出来るが、過度にスケール密着性を向上させすぎると、例えば、ショットブラスト等の後工程でスケールを除去することが困難となる。そこで、  $R_z < 8.0 \mu\text{m}$  とすることが好ましい。より好ましくは、  $R_z < 7.0 \mu\text{m}$  である。ただし、  $R_z = 8.0 \mu\text{m}$  としたとしても本発明の効果である優れたスケール密着性を確保可能である。なお、  $\text{Si}$  含有量が  $0.50$  質量%未満の鋼板では、  $R_z > 2.5 \mu\text{m}$  の表面粗度としても、加熱時に厚い  $\text{Fe}$  系スケールが形成されることから、鋼板表面に凹凸があったとしても過度な酸化により、地鉄とスケールとの界面がフラットになってしまう。この結果、スケールと地鉄との界面の凹凸がなくなり、本発明の効果である優れたスケール密着性の効果は発揮されない。

#### 【0039】

表面粗度  $R_z$  の測定は、どのような方法でも構わないが、本発明者らは、触針の先端角が  $60^\circ$ 、先端  $R_g$  が  $2 \mu\text{m}$  接触式表面粗度計 (SURFCOM2000DX/SD3東京精密社製) にて、長さ  $10 \text{mm}$  の領域を  $n = 3$  で測定し、平均値を個々の鋼板の表面粗度  $R_z$  とした。

#### 【0040】

次に、ホットスタンプ成形体のスケール構造に関して説明する。本発明のホットスタンプ用鋼板は、スケールと地鉄との界面の凹凸制御によりスケール密着性を確保している。このことから、スケールは、 $\text{Si}$  酸化物、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、および  $\text{FeO}$  を主体とするスケールであれば良い。 $\text{Si}$  酸化物は、地鉄と鉄系スケール ( $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) との界面に存在することにより、鉄系スケールの厚みを制御する。このことからスケールに  $\text{Si}$  酸化物を含む必要がある。鉄系酸化物の厚み制御が主な目的であることから、 $\text{Si}$  酸化物は非常に薄くとも存在すれば良く、例えば、 $1 \text{nm}$  であってもその効果を発揮する。

#### 【0041】

成形体のスケールの組成分析は、浅絞り試験片の円筒部の底から板を切り出し、X線回折にて実施した。各酸化物のピーク強度比から、各  $\text{Fe}$  系酸化物の体積率を測定した。 $\text{Si}$  酸化物は、非常に薄く存在しており、体積率も  $1\%$  未満であったことから、X線回折での定量評価は困難であった。ただし、 $\text{EPMA}$  (Electron Probe Micro Analyzer) の線分析にて、スケールと地鉄との界面に  $\text{Si}$  酸化物が存在することを確認することは可能である。

#### 【0042】

スケールの厚みは、 $10 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。スケールの厚みが  $10 \mu\text{m}$  以下とすれば、スケール密着性がより向上する。スケールの厚みが  $10 \mu\text{m}$  を超えるとホットスタンプ時の冷却の際に働く熱応力が原因でスケールが剥離し易くなる傾向がある。一方では、その後、ショットブラストまたはウェットブラストといったスケール除去工程において、 $\text{Fe}$  系のスケール間で割れが生じ、外側に存在するスケールが剥離する。この結果、スケール除去性にも劣ると言う課題を有していた。このことから、スケールの厚みは  $10 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。より好ましくは  $7 \mu\text{m}$  以下であり、更に好ましくは  $5 \mu\text{m}$  以下である。スケールの厚みは、鋼板の  $\text{Si}$  含有量を所定の範囲内に制御することと同時に、塗油量を所定の範囲に制御することで達成される。図5に、塗油量とスケール厚みとの関係を示す。

#### 【0043】

本発明のホットスタンプ成形体における地鉄とスケールとの界面には、 $0.2 \mu\text{m} \sim 8.0 \mu\text{m}$  の凹凸を  $100 \mu\text{m}$  辺り3個以上存在する。図6Aにはスケール密着性に優れた成形体の地鉄とスケールとの界面の写真を示し、図6Bには、スケール密着性に劣る地鉄

10

20

30

40

50

とスケールとの界面の写真を示す。この凹凸は、ホットスタンプ時のスケール密着性向上に寄与することから、上記範囲に制御することで優れたスケール密着性を確保出来る。0.2 μm未満の凹凸ではアンカー効果が十分でなく、スケール密着性に劣る。8.0 μm以上の凹凸では、スケール密着性が強すぎてしまい、その後のスケール除去工程において、例えば、ショットブラストまたはウェットブラストでスケール除去し難いことから、スケールと地鉄との界面の凹凸は8.0 μm以下にすることが好ましい。より好ましくは、6.0 μm以下であり、更に好ましくは、4.0 μm以下である。ただし、凹凸が8.0 μmを超えたとしても、本発明の効果である優れたスケール密着性は確保出来る。

【0044】

0.2 μm ~ 8.0 μmの凹凸の100 μm当たりの個数が3個未満では、スケール密着性の改善効果が十分でないことから、3個以上とする。一方、その個数の上限は特に定めることなく本発明の効果である優れたスケール密着性は確保可能である。なお、成形体の凹凸は、図7に示すように鋼板の表面粗度Rzと相関があり、鋼板の表面粗さRz > 2.5 μmとすることで制御可能である。

【0045】

次に、本発明の鋼板およびホットスタンプ成形体の化学組成について説明する。なお、以下、%は質量%を意味する。

C : 0.100% ~ 0.600%

Cは、鋼板の強度を高めるために含有される元素である。C含有量が0.100%未満であると、1180 MPa以上の引張強度を確保することができず、ホットスタンプの目的である高強度な成形体を確保できない。一方、C含有量が0.600%を超えると、溶接性や加工性が不十分となるので、C含有量は0.100% ~ 0.600%とする。好ましくは0.100% ~ 0.550%であり、より好ましくは0.150% ~ 0.500%である。ただし、成形体の強度を必要としないのであれば、C含有量が0.150%未満であっても優れたスケール密着性は確保出来る。

【0046】

Si : 0.50% ~ 3.00%

Siはホットスタンプ時のスケール組成を制御することでスケール密着性を向上させることから必須の元素である。Si含有量が0.50%未満下であると、Fe系スケールの厚みを制御できず、優れたスケール密着性を確保できない。このことから、Si含有量は0.50%以上とする必要がある。また、ホットスタンプ時の成形が厳しい部材へ適用することを考えた場合、Si含有量を増加させることが好ましい。したがって、好ましくはSi含有量が0.70%以上であり、より好ましくは0.90%以上である。一方、Siは、Ae3点を増加させ、マルテンサイトを主相とするのに必要な加熱温度を増加させることから、過度に含まれていると生産性および経済性が低下する。このことから、Si含有量は3.00%を上限とする。好ましくはSi含有量の上限が2.5%であり、より好ましくは上限2.0%である。ただし、生産性および経済性を除いて優れたスケール密着性の確保は可能である。

【0047】

Mn : 1.20% ~ 4.00%

Mnは、ホットスタンプ時の冷却過程でのフェライト変態を遅延し、ホットスタンプ成形体をマルテンサイト主相とする組織とするため、1.20%以上含有させる必要がある。Mn含有量が1.20%未満では、マルテンサイトを主相とすることが出来ず、ホットスタンプ成形体の目的である高強度の確保が難しいので、Mn含有量の下限を1.20%とする。ただし、成形体の強度を必要としないのであれば、Mn含有量が1.20%未満であっても優れたスケール密着性は確保出来る。一方、Mn含有量が4.00%を超えると効果が飽和するとともに、脆化を引き起こし、鋳造、冷間圧延、あるいは、熱間圧延の際に割れを引き起こすため、Mn含有量の上限は4.00%とする。好ましくはMn含有量が1.50% ~ 3.50%の範囲であり、より好ましくは2.00% ~ 3.00%の範囲である。

10

20

30

40

50

## 【0048】

Ti : 0.005% ~ 0.100%

Tiは、Nと結合し、TiNを形成することで、Bが窒化物となることを抑制し、焼入れ性を向上させる元素である。この効果は、Ti含有量が0.005%以上で顕著となることから、Ti含有量は0.005%以上とする。但し、Ti含有量が0.100%を超えると、Ti炭化物が形成され、マルテンサイトの強化に寄与するC量が低減し、強度の低下が引き起こされるため、Ti含有量の上限は0.100%とする。好ましくはTi含有量が0.005% ~ 0.080%の範囲であり、より好ましくは、0.005% ~ 0.060%の範囲である。

## 【0049】

B : 0.0005% ~ 0.0100%

Bは、ホットスタンプ時の焼き入れ性を高め、主相をマルテンサイトとすることに寄与する。この効果は、B含有量が0.0005%以上で顕著となるため、B含有量は0.0005%以上とする必要がある。一方、B含有量が0.0100%を超えると、その効果が飽和するとともに、鉄系の硼化物が析出し、Bの焼き入れ性の効果を失うため、B含有量の上限は0.0100%とする。好ましくはB含有量が0.0005% ~ 0.0080%の範囲であり、より好ましくは0.0005% ~ 0.0050%の範囲である。

## 【0050】

P : 0.100%以下

Pは、鋼板の板厚中央部に偏析する元素であり、また、溶接部を脆化させる元素でもある。したがって、P含有量の上限を0.100%とする。より好ましい上限は0.050%である。P含有量は低い方が好ましく、下限は特に定めることなく本発明の効果が発揮されるが、Pを0.001%未満に低減することは、脱Pの生産性およびコストの観点から、経済的に不利であるので、下限を0.001%とすることが好ましい。

## 【0051】

S : 0.0001% ~ 0.0100%

Sは、スケール密着性に大きな影響を及ぼすことから、鋼板中の含有量を制限する必要がある。したがって、S含有量の上限を0.0100%とする。一方、脱Pの生産性およびコストの観点から、経済的に不利であるので、S含有量の下限を0.0001%とする。好ましくはS含有量が0.0001% ~ 0.0070%の範囲であり、より好ましくは0.0003% ~ 0.0050%の範囲である。

## 【0052】

Al : 0.005% ~ 1.000%

Alは、脱酸材として作用するので、Al含有量は0.005%以上とする。Al含有量が0.005%未満では十分な脱酸効果を得ることが出来ず、鋼板中に多量の介在物(酸化物)が存在することとなる。これら介在物は、ホットスタンプ時に破壊の起点となり、破断の原因となることから好ましくない。この効果は、Al含有量が0.005%以上となると顕著になるので、Al含有量は0.005%以上とする必要がある。一方、Al含有量が1.000%を超えると、Ac3点を増加させホットスタンプ時の加熱温度を増加させる。即ち、ホットスタンプは、鋼板をオーステナイト単相域に加熱し、鋼板を成形性に優れた熱間での金型プレスと、金型を用いた急冷とを実施することで、複雑な形状を有する高強度の成形体を得る技術である。この結果、Alが多量に含まれているとAc3点を著しく向上させ、オーステナイト単相域加熱に必要な加熱温度の増大を招き、生産性が低下してしまう。このことから、Al含有量の上限は1.000%とする必要がある。好ましくはAl含有量が0.005% ~ 0.500%の範囲であり、より好ましくは0.005% ~ 0.300%の範囲である。

## 【0053】

N : 0.0100%以下

Nは、粗大な窒化物を形成し、曲げ性および穴拡げ性を劣化させる元素である。N含有量が0.0100%を超えると、曲げ性および穴拡げ性が顕著に劣化するので、N含有量

10

20

30

40

50

の上限は0.0100%とする。なお、Nは、溶接時のブローホールの発生原因になるので、少ない方が好ましい。したがって、好ましくはN含有量が0.0070以下であり、より好ましくは0.0050%以下である。一方、N含有量の下限は、特に定める必要はないが、N含有量を0.0001%未満に低減すると、製造コストが大幅に増加するので、0.0001%が実質的な下限である。製造コストの観点から、N含有量は0.0005%以上がより好ましい。

【0054】

尚、その他不可避的元素を微量含有することがある。例えばOは、酸化物を形成し、介在物として存在する。

本発明鋼板においては、さらに、必要に応じて、以下の元素を含有する。

10

【0055】

Ni: 0.01% ~ 2.00%

Cu: 0.01% ~ 2.00%

Cr: 0.01% ~ 2.00%

Mo: 0.01% ~ 2.00%

Ni、Cu、Cr、およびMoは、ホットスタンプ時の焼き入れ性を高め、主相をマルテンサイトとすることで高強度化に寄与する元素である。この効果は、Ni、Cu、Cr、およびMoからなる群から選ばれる1種又は2種以上を、それぞれ、0.01%以上含有することで顕著になることから、これらの元素の含有量がそれぞれ0.01%であることが好ましい。各元素の含有量が、所定量を超えると、溶接性、熱間加工性などが劣化するか、あるいは、ホットスタンプ用鋼板の強度が高すぎてしまい製造トラブルを招く可能性があるため、これらの元素の含有量の上限は2.00%とすることが好ましい。

20

【0056】

Nb: 0.005 ~ 0.100%

V: 0.005 ~ 0.100%

W: 0.005 ~ 0.100%

Nb、V、およびWは、ホットスタンプ時にオーステナイトの成長を抑制することによって細粒強化し、強度上昇および靱性向上に寄与する元素である。このことから、これらの元素からなる群から選ばれる1種又は2種以上を含有してもよい。この効果は、各元素が0.005%以上含有することにより顕著となることから、これらの元素が0.005%以上含有することが好ましい。なお、これらの元素がそれぞれ0.100%超含まれていると、Nb、V、およびW炭化物が形成され、マルテンサイトの強化に寄与するC量が低減し、強度の低下が引き起こされることから好ましくない。好ましくは、それぞれ0.005% ~ 0.090%の範囲である。

30

【0057】

REM、Ca、Ce、およびMgからなる群から選ばれる1種または2種以上の合計: 0.0003% ~ 0.0300%

本発明では、さらに、REM、Ca、Ce、およびMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上を、合計で0.0003% ~ 0.0300%含有してもよい。

REM、Ca、Ce、およびMgは、強度を向上させるとともに、材質の改善に寄与する元素である。REM、Ca、Ce、およびMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上の合計が0.0003%未満であると、十分な効果が得られないので、合計の下限を0.0003%とすることが好ましい。一方、REM、Ca、Ce、およびMgからなる群から選ばれる1種又は2種以上の合計が0.0300%を超えると、鑄造性および熱間での加工性を劣化させる可能性があるため、合計の上限を0.0300%とすることが好ましい。なお、REMとは、Rare Earth Metalの略であり、ランタノイド系列に属する元素をさす。本発明においては、REMは、ミッシュメタルにて添加することが多く、また、Ceの他に、ランタノイド系列の元素を複合で含有する場合がある。

40

【0058】

本発明では、不可避不純物として、La、Ce以外のランタノイド系列の元素を含んで

50

いても、本発明の効果は発現するし、また、その他の金属等の元素を不純物として含有しても、本発明の効果は発現する。

【0059】

次に、本発明のホットスタンプ用鋼板並びにホットスタンプ成形体のミクロ組織の特徴について説明する。

化学組成、鋼板の表面粗度、並びに、塗油量が本発明の範囲を満たすのであれば、酸洗した熱延鋼板、熱延鋼板を冷間圧延した冷延鋼板、あるいは、冷間圧延後に焼鈍を実施した冷延鋼板のいずれであっても本発明の効果は発揮可能である。

【0060】

これらの鋼板は、ホットスタンプ時に800 超のオーステナイト域に加熱されることから、ミクロ組織は特に限定することなく本発明の効果である優れたスケール密着性を有するホットスタンプ用鋼板としての性能は発揮される。ただし、ホットスタンプに先立ち、鋼板の機械切断および冷間での打ち抜き加工を実施する場合は、金型、切断機の刃、あるいは、打ち抜きダイスの損耗を軽減するため、鋼板の強度はなるべく低い方が好ましい。このことから、ホットスタンプ用鋼板のミクロ組織は、フェライト及びパーライト組織、あるいは、ベイナイト組織およびマルテンサイトを焼き戻した組織とすることが好ましい。ただし、機械切断および冷間打ち抜き時のポンチおよびダイスの損耗を問題にしないのであれば、残留オーステナイト、焼き入れのままのマルテンサイト、およびベイナイトのうち1種または2種以上を含んでいたとしても、本発明の効果である優れたスケール密着性は確保可能である。また、鋼板の強度を低減するために、箱型焼鈍炉または連続焼鈍設備での熱処理を実施しても良い。あるいは、これら軟化処理の後、冷間圧延を実施し、所定の板厚に制御したとしても本発明の効果である優れたスケール密着性は確保される。

【0061】

ホットスタンプ後の成形体強度を高め、高い部材強度を得る場合は、成形体のミクロ組織は、マルテンサイトを主相とすることが好ましい。特に、引張強度を1180MPa以上確保するためには、主相であるマルテンサイトの体積率を60%以上とすることが好ましい。マルテンサイトは、ホットスタンプ後に焼き戻しを実施し、焼き戻しマルテンサイトとしても良い。マルテンサイト以外の組織として、ベイナイト、フェライト、パーライト、セメンタイト、および残留オーステナイトを含んでも良い。また、マルテンサイト体積率が60%未満であっても、本発明の優れたスケール密着性は確保可能である。

【0062】

鋼板組織を構成するミクロ組織（焼き戻しマルテンサイト、マルテンサイト、ベイナイト、フェライト、パーライト、残留オーステナイト及び残部組織）の同定、存在位置の確認、及び、面積率の測定は、以下の方法を用いる。例えば、ナイタール試薬及び特開昭59-219473号公報に開示の試薬で、鋼板圧延方向断面又は圧延方向直角方向断面を腐食して、1000~100000倍の走査型電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）及び透過型電子顕微鏡（TEM：Transmission Electron Microscope）で組織を観察することで可能である。本発明者らは、鋼板の圧延方向に平行な板厚断面を観察面として試料を採取し、観察面を研磨し、ナイタールエッチングし、板厚の1/4を中心とする1/8~3/8厚の範囲を電界放射型走査型電子顕微鏡（FE-SEM：Field Emission Scanning Electron Microscope）で観察して面積分率を測定し、それを持って体積分率とした。残留オーステナイトの体積分率は、母材鋼板の板面に平行かつ1/4厚の面を観察面としてX線回折を行い、体積分率を測定した。

【0063】

次に、本発明のホットスタンプ用鋼板の製造方法について説明する。

その他の操業条件としては、常法によるが、以下の条件が生産性の上で好ましい。

【0064】

本発明における鋼板を製造するには、まず、上述した鋼板の成分組成と同じ成分組成を有するスラブを鑄造する。熱間圧延に供するスラブとして、連続鑄造スラブや、薄スラブキャスターなどで製造したものを用いることができる。本発明の鋼板の製造方法では、鑄造

10

20

30

40

50

後、直ちに熱間圧延を行う連続鋳造 - 直接圧延 ( C C - D R ) のようなプロセスに適合する。

- ・スラブ加熱温度：1100 以上
- ・熱間圧延完了温度：A r 3 変態点以上
- ・巻取り温度：700 以下
- ・冷間圧延率：30 ~ 70 %

【0065】

スラブ加熱温度は1100 以上にすることが好ましい。1100 未満の温度域でのスラブ加熱温度は、仕上げ圧延温度の低下を招くことから、仕上げ圧延時の強度も高くなりがちである。その結果、圧延が困難となったり、圧延後の鋼板の形状不良を招いたりする可能性があるため、スラブ加熱温度は1100 以上とすることが好ましい。

10

【0066】

仕上げ圧延温度は、A r 3 変態点以上とすることが好ましい。仕上げ圧延温度が、A r 3 変態点を下回ると圧延荷重が高くなり、圧延が困難となったり、圧延後の鋼板の形状不良を招いたりする可能性があるため、仕上げ圧延温度の下限は、A r 3 変態点とすることが好ましい。仕上げ圧延温度の上限は、特に定める必要はないが、仕上げ圧延温度を過度に高くすると、その温度を確保するため、スラブ加熱温度を過度に高くしなければならないので、仕上げ圧延温度の上限は1100 が好ましい。

【0067】

巻取り温度は700 以下とすることが好ましい。巻取り温度が700 を超えると、鋼板表面に形成する酸化物の厚さを過度に増大させて、酸洗性を劣化させるので好ましくない。この後、冷間圧延を行う場合は、巻き取り温度の下限を400 とすることが好ましい。巻取り温度が400 未満であると、極端に熱延鋼板の強度が増大して、冷間圧延時の板破断および形状不良を誘発し易いので、巻取り温度の下限は400 とすることが好ましい。ただし、巻き取った熱延鋼板を箱型焼鈍炉または連続焼鈍設備にて加熱することで軟質化を図るのであれば、400 未満の低温で巻き取っても構わない。なお、熱間圧延時に粗圧延板同士を接合して連続的に仕上げ圧延を行ってもよい。また、粗圧延板を一旦巻き取っても構わない。

20

【0068】

次に、このようにして製造した熱延鋼板に、温度が80 以上100 未満、インヒビター入りで酸の濃度が3質量% ~ 20質量%の水溶液にて30秒以上酸洗を施す。本発明において、本条件での酸洗が極めて重要であり、鋼板の表面粗度R zを2.5 μm超に制御するために、上記条件での酸洗が必要である。尚、酸は塩酸、硫酸、などの水溶液が一般的で、王水などでも構わない。

30

【0069】

水溶液の温度を80 以上100 未満としたのは、80 未満では反応速度が遅く、熱延鋼板の表面粗度を適正な範囲にするのに長時間を要するためである。一方、100 以上の温度での加熱は、酸洗の反応は問題ないものの溶液が沸騰し、飛び散ることから危険であり好ましくない。

【0070】

また、酸の濃度を3質量% ~ 20質量%としたのは、熱延鋼板の表面粗度R zを適正な範囲に制御するためである。酸の濃度が3質量%未満では、酸洗による表面の凹凸制御に長時間を要する。一方、酸の濃度が20質量%を超えると、酸洗槽を大幅に損傷させ、設備管理が難しくなるので好ましくない。酸の濃度の好ましい範囲は、5質量% ~ 15質量%の範囲である。

40

【0071】

また、酸洗時間を30s以上としたのは、酸洗により鋼板表面に所定の凹凸 ( R z > 2.5 μm以上の凹凸 ) を安定的に付与するためである。なお、酸洗槽が複数に分かれている場合は、個々の酸洗槽の濃度または温度が異なっても、一部、あるいは、合計の酸洗時間が上記条件を満たすのであれば、熱延鋼板の表面粗度R zを本発明の範囲とするこ

50

とができる。また、酸洗を複数回に分けて実施しても良い。なお、本発明者らの実験では、インヒビター入りの塩酸を用いたが、酸洗により表面粗度  $R_z$  を制御できるのであれば、インヒビターを用いない塩酸、硫酸、硝酸等の他の酸であったり、これらの複合物であったりしても本発明の効果を得ることができる。

【0072】

また、熱延鋼板の酸洗により形成される凹凸は、調質圧延、冷間圧延、あるいは、焼鈍を実施した後も残存することから、酸洗条件を制御し、酸洗後の板表面に凹凸を付与することは極めて重要である。このことから、酸洗後の熱延鋼板に調質圧延を実施しても良い。

【0073】

更に、冷間圧延のみを行った冷延鋼板、あるいは、冷間圧延後に連続焼鈍設備あるいは箱型焼鈍炉にて熱処理した冷延鋼板でも、冷間圧延前に酸洗を行うことにより、表面に凹凸を形成させて所定の効果を得ることができる。尚、冷間圧延用のロール粗度  $R_z$  は  $1.0 \mu\text{m} \sim 20.0 \mu\text{m}$  の範囲で冷間圧延することが好ましく、冷間圧延用ロールには調質圧延用ロールも含む。

【0074】

以上のような条件で酸洗した熱延鋼板に、圧下率  $30\% \sim 80\%$  で冷間圧延を施し、連続焼鈍設備を通板しても良い。圧下率が  $30\%$  未満であると、鋼板の形状を平坦に保つことが困難となり、また、最終製品の延性が劣化するので、圧下率の下限は  $30\%$  とすることが好ましい。一方、圧下率が  $80\%$  を超えると、圧延荷重が大きくなりすぎて、冷間圧延が困難となるので、圧下率の上限は  $80\%$  とすることが好ましい。より好ましくは圧下率が  $40\% \sim 70\%$  である。なお、圧延パスの回数、およびパス毎の圧下率は、特に規定しなくても、本発明の効果は発現するので、圧延パスの回数、およびパス毎の圧下率は、規定する必要がない。

【0075】

その後、冷延鋼板を、連続焼鈍ラインに通板しても良い。この処理の目的は、冷間圧延により高強度化した鋼板を軟化することが目的であることから、鋼板が軟化する条件であればどのような条件でも良い。例えば、焼鈍温度が  $550 \sim 750$  の範囲であれば、冷間圧延時に導入された転位が、回復、再結晶、あるいは、相変態により解放されるので、この温度域で焼鈍を行うことが好ましい。

【0076】

同様の目的で、箱型炉による焼鈍を行っても、本発明のスケール密着性に優れたホットスタンプ用の鋼板を得ることが出来る。

【0077】

その後、塗油を実施する。塗油方法としては静電塗油、スプレー、ロールコーター等が一般的に使用されるが、 $50 \text{mg}/\text{m}^2 \sim 1500 \text{mg}/\text{m}^2$  の範囲の塗油量が確保できれば方法は限定しない。本発明では、静電塗油機にて所定の量の塗油を実施した。また、 $50 \text{mg}/\text{m}^2 \sim 1500 \text{mg}/\text{m}^2$  の範囲の塗油量が確保できるのであれば、それ以上の量の防錆剤を塗油して脱脂を行ってもよい。

【0078】

ホットスタンプ条件は、特に限定することなく本発明の効果である優れたスケール密着性と防錆性との両立を図ることができる。例えば、以下に示す製造方法で製造することで、 $1180 \text{MPa}$  以上の引張強度という優れた性能と生産性との両立が図れる。ホットスタンプを行う際に、 $800 \sim 1100$  の温度域に、 $2$  /秒以上の加熱速度で加熱することが好ましい。 $2$  /秒以上の速度で加熱することで、加熱時のスケール生成を抑制でき、スケール密着性の改善に効果がある。より好ましくは、加熱速度は  $5$  /秒以上であり、さらに好ましくは、 $10$  /秒以上である。また、加熱速度の増大は、生産性高めるためにも有効である。

【0079】

ホットスタンプを行う際の焼鈍温度は、 $800 \sim 1100$  の範囲とすることが好ま

10

20

30

40

50

しい。この温度域で焼鈍を行うことで、オーステナイト単相組織とすることが可能であり、引き続き行われる冷却により組織をマルテンサイトを主相とする組織とすることができる。この際の焼鈍温度が800を下回ると、焼鈍時の組織がフェライトおよびオーステナイト組織となるとともに、冷却過程でこのフェライトが成長し、フェライト体積率が10%超となり、ホットスタンプ成形体の引張強度が1180MPaを下回ってしまう。このことから、焼鈍温度の下限は800にすることが好ましい。一方、焼鈍温度が1100を超えると、その効果が飽和するばかりでなく、スケール厚みを大幅に増大させてしまい、スケール密着性が低下する懸念がある。このことから、1100以下で焼鈍を行うことが好ましい。より好ましくは、焼鈍温度は830～1050の範囲である。

#### 【0080】

加熱後に800～1100の温度域で保持を行っても良い。高温で保持を実施すると、鋼板に含まれる炭化物の溶解が可能であり、鋼板の強度上昇および焼き入れ性の向上に寄与する。保持とは、本温度域での滞留、除加熱、および除冷却を含む。炭化物の溶解が目的であることから、本温度域での滞留時間を確保さえすれば、その目的が達成される。保持時間の制限は特に設けないが、保持時間が1000s以上になるとスケール厚みが過大となり、スケール密着性が劣化することから1000sを上限とすることが好ましい。

#### 【0081】

その後、800～700を5/秒以上の平均冷却速度で冷却することが好ましい。ここで、700は型冷却開始温度であり、800～700を5/秒以上とするのは、フェライト変態、ベイナイト変態、およびパーライト変態を回避し、組織をマルテンサイト主相とするためである。冷却速度が5/秒未満では、これら軟質な組織が形成してしまい、1180MPa以上の引張強度を確保することが難しい。一方、冷却速度の上限は特に定めることなく、本発明の効果は発揮される。5/秒以上で冷却する温度範囲を800～700とするのは、この温度範囲ではフェライトなどの強度の低下を引き起こす組織が形成される可能性があるためである。この際の冷却は、連続冷却に限定するものでなく、この温度域での保持および加熱を行っても、平均冷却速度が5/秒以上であれば、本発明の効果は発揮される。冷却方法も特に限定することなく本発明の効果を発揮できる。即ち、金型を用いた冷却、水冷を併用した金型冷却のいずれであっても、本発明の効果を発揮可能である。

#### 【実施例】

#### 【0082】

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。

#### 【0083】

まず、表1に示すA～S、a～nの成分組成のスラブを鋳造し、一旦室温まで冷却した後、炉温=1230の加熱炉にて220分加熱を実施し、その仕上げ圧延温度=920～960にて熱間圧延を実施し、表2で示す温度条件にて巻き取りを実施した。

#### 【0084】

10

20

30

40

【表 1】

表1	化学成分(mass%)											その他
	C	Si	Mn	P	S	Ti	B	N	Al			
A	0.211	1.04	2.29	0.011	0.0009	0.025	0.0028	0.0023	0.023			-
B	0.207	0.67	2.09	0.008	0.0012	0.023	0.0014	0.0027	0.019			-
C	0.189	1.83	2.55	0.007	0.0016	0.028	0.0029	0.0026	0.035			-
D	0.207	1.21	1.44	0.012	0.0018	0.035	0.0009	0.0031	0.056			Cr=0.68
E	0.208	1.19	1.82	0.013	0.0022	0.045	0.0022	0.0024	0.045			Mb=0.13
F	0.221	1.11	1.74	0.008	0.0019	0.029	0.0023	0.0022	0.024			Ni=0.44, Cu=0.12
G	0.203	1.05	2.27	0.009	0.0017	0.024	0.0020	0.0026	0.029			Nb=0.068
H	0.219	0.98	2.35	0.010	0.0033	0.021	0.0024	0.0037	0.018			V=0.054
I	0.228	1.24	2.19	0.011	0.0027	0.022	0.0021	0.0024	0.033			W=0.033
J	0.218	1.24	2.31	0.015	0.0045	0.026	0.0034	0.0034	0.027			REM=0.0046
K	0.234	1.05	2.37	0.016	0.0039	0.024	0.0025	0.0021	0.025			Ca=0.0033
L	0.219	1.03	2.19	0.009	0.0048	0.025	0.0021	0.0038	0.011			Ce=0.0029
M	0.246	1.11	2.27	0.013	0.0052	0.019	0.0021	0.0029	0.007			Mg=0.0019
N	0.309	1.09	2.19	0.008	0.0024	0.016	0.0026	0.0019	0.022			-
O	0.314	0.78	2.11	0.013	0.0028	0.025	0.0018	0.0024	0.030			-
P	0.311	1.32	1.87	0.011	0.0030	0.028	0.0020	0.0023	0.035			Cr=0.18
Q	0.356	1.24	2.09	0.015	0.0034	0.022	0.0034	0.0025	0.029			-
R	0.349	1.06	1.43	0.016	0.0019	0.021	0.0032	0.0022	0.027			Cr=0.46
S	0.412	0.99	2.22	0.007	0.0014	0.028	0.0023	0.0020	0.024			-
a	0.097	0.98	2.03	0.022	0.0022	0.033	0.0028	0.0023	0.021			-
b	0.698	1.49	1.68	0.007	0.0006	0.024	0.0026	0.0029	0.089			-
c	0.203	0.34	2.11	0.015	0.0027	0.029	0.0026	0.0029	0.019			-
d	0.194	3.25	2.09	0.009	0.0018	0.021	0.0031	0.0025	0.023			-
e	0.211	1.03	1.12	0.014	0.0016	0.026	0.0018	0.0021	0.026			-
f	0.199	1.23	7.89	0.024	0.0039	0.025	0.0049	0.0042	0.038			-
g	0.205	0.78	2.31	0.009	0.0148	0.021	0.0012	0.0031	0.022			-
h	0.209	1.16	2.31	0.007	0.0013	-	0.0018	0.0034	0.031			-
i	0.184	1.08	1.42	0.006	0.0037	0.139	0.0034	0.0037	0.022			-
j	0.210	1.05	1.89	0.016	0.0035	0.022	-	0.0028	0.027			-
k	0.201	0.98	1.45	0.011	0.0055	0.027	0.1180	0.0033	0.024			-
l	0.198	1.21	1.52	0.008	0.0042	0.033	0.0027	0.0191	0.046			-
m	0.205	0.87	2.42	0.011	0.0057	0.021	0.0016	0.0082	0.001			-
n	0.213	0.94	1.98	0.012	0.0019	0.023	0.0024	0.0024	1.285			-

下線部は、本発明範囲外であることを意味する。  
“-”は、各元素を添加していないことを意味する。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

【表 2】

表2

鋼番号	鋼種*1	巻き取り温度 (°C)	酸濃度 (%)	酸温度 (°C)	酸洗時間 (s)	塗油種	塗油量 (mg/m <sup>2</sup> )	S含有量 (質量%)	備考
A1	FH	580	8	83	160	NOX503F	-	0	比較鋼
A2	FH	600	6	87	200	NOX503F	60	0	本発明鋼
A3	FH	590	8	85	160	NOX503F	140	1	本発明鋼
A4	FH	680	7	90	680	NOX503F	270	1	本発明鋼
A5	FH	590	9	89	160	NOX503F	490	1	本発明鋼
A6	FH	600	9	86	160	NOX503F	780	1	本発明鋼
A7	FH	580	8	84	240	NOX503F	1020	1	本発明鋼
A8	FH	550	9	86	40	NOX503F	1480	5	本発明鋼
A9	FH	510	6	82	18	NOX503F	1000	2	比較鋼
A10	FH	520	7	85	24	NOX503F	970	1	比較鋼
A11	FH	510	6	85	28	NOX503F	820	1	比較鋼
A12	FH	620	10	94	180	NOX503F	1790	6	比較鋼
A13	FH	560	8	89	65	NOX503F	2050	6	比較鋼
A14	FH	600	9	85	200	NOX503F	3720	7	比較鋼
A15	FH	570	8	87	240	NOX504F	4890	9	比較鋼
B1	HR	580	12	85	230	NOX503F	490	1	本発明鋼
C1	CR	590	6	86	160	NOX503F	420	1	本発明鋼
D1	FH	560	8	85	100	NOX503F	550	1	本発明鋼
E1	FH	560	7	83	100	NOX503F	1030	2	本発明鋼
F1	FH	570	6	88	140	NOX503F	1200	3	本発明鋼
G1	FH	610	8	93	200	NOX503F	820	1	本発明鋼
H1	FH	600	10	89	130	NOX503F	670	1	本発明鋼
I1	FH	580	8	86	240	NOX503F	960	0	本発明鋼
J1	FH	550	9	90	80	NOX503F	1160	2	本発明鋼
K1	FH	570	8	84	160	NOX503F	630	1	本発明鋼
L1	FH	590	9	88	220	NOX503F	940	0	本発明鋼
M1	FH	600	6	90	200	NOX503F	430	1	本発明鋼
N1	FH	590	8	83	200	NOX503F	570	1	本発明鋼
N2	FH	560	9	89	80	NOX503F	690	1	本発明鋼
N3	FH	550	11	92	70	NOX503F	700	1	本発明鋼
N4	FH	600	10	94	120	NOX503F	800	1	本発明鋼
N5	FH	520	7	82	18	NOX503F	760	1	比較鋼
N6	FH	530	7	83	26	NOX503F	80	1	比較鋼
N7	FH	590	8	86	210	NOX503F	-	0	比較鋼
N8	FH	570	9	87	190	NOX504F	3560	6	比較鋼
N9	FH	600	9	92	200	NOX503F	4820	8	比較鋼
N10	FH	590	8	88	240	NOX503F	6080	7	比較鋼
O1	HR	580	8	94	240	NOX503F	1220	2	本発明鋼
P1	CR	580	7	86	200	NOX503F	890	1	本発明鋼
Q1	FH	580	9	86	190	NOX503F	800	1	本発明鋼
R1	HR	590	8	83	200	NOX503F	1370	3	本発明鋼
S1	FH	560	9	89	200	NOX503F	680	1	本発明鋼
a1	FH	590	8	85	240	NOX503F	590	1	比較鋼
b1	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	比較鋼
c1	FH	560	8	84	240	NOX503F	1260	2	比較鋼
d1	FH	480	7	86	18	NOX503F	2450	2	比較鋼
e1	FH	570	9	90	270	NOX503F	990	1	比較鋼
f1	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	比較鋼
g1	FH	580	9	88	210	NOX503F	1210	1	比較鋼
h1	FH	560	8	92	180	NOX503F	1040	0	比較鋼
i1	FH	590	7	89	220	NOX503F	1300	1	比較鋼
j1	FH	570	8	88	200	NOX503F	1230	2	比較鋼
k1	FH	640	8	85	190	NOX503F	840	1	比較鋼
l1	FH	610	9	82	80	NOX503F	900	2	比較鋼
m1	FH	560	9	93	280	NOX503F	1000	1	比較鋼
n1	FH	560	9	86	180	NOX503F	570	1	比較鋼

\*1: FH・冷間圧延まま、HR: 熱延鋼板、CR: 冷間圧延後焼鈍した冷延鋼板、であることを意味する。

\*2: C、Mnが高すぎてしまい、鑄造、及び、熱間圧延時に割れが多発し、熱延鋼板が製造出来なかったことを意味する。

【 0 0 8 6 】

なお、熱延鋼板としてホットスタンプに供する熱延鋼板の仕上げ板厚は、1.6 mmと

10

20

30

40

50

した。一方、冷間圧延に供する熱延鋼板の板厚は3.2 mmとした。その後、表2の条件にて酸洗を実施し、冷間圧延を行う場合は50% (3.2 mm - 1.6 mm)の板厚とした。その後、一部の鋼板に関しては、連続焼鈍設備で焼鈍を行い、冷延鋼板とした。その後、NOX-RUST503F (パーカー興産) を用い、無塗油 ~ 6090 mg / m<sup>2</sup> の範囲でNOX503F (パーカー興産) を静電塗油機にて塗油を熱延鋼板および冷延鋼板に塗布した。

【0087】

その後、鋼板を所定のサイズに切断した後、50 / 秒にて900 まで通電加熱を行い、900 で10秒の保持を実施し、その後、10 sの放冷を行い、650 以上の温度で上記熱間浅絞り金型にて焼き入れを行った。得られたホットスタンプ成形体の目視観察を行い、スケールの剥離のない鋼板をスケール密着に優れた鋼板とした。

10

【0088】

防錆性に関しては、室温にて、30日間保持を実施し、鋼板表面に錆が発生しなかった鋼板を防錆性に優れた鋼板と定義した。併せて、平板試験片を用い、上述の条件でホットスタンプを行い、引張特性を評価した。評価結果を表3に示す。

【0089】

【表3】

鋼番号	鋼種*1	Rz ( $\mu\text{m}$ )	スケール/ スケール剥		スケール密 着性	錆発生の有 無	成形体の TS (MPa)	備考	
			スケール厚 ( $\mu\text{m}$ )	地鉄界面の 凹凸					離面積 (%)
A1	FH	3.7	4	6	0	○	有	1555	比較鋼
A2	FH	3.6	5	5	0	○	無	1562	本発明鋼
A3	FH	4.0	4	8	0	○	無	1560	本発明鋼
A4	FH	4.4	5	9	0	○	無	1559	本発明鋼
A5	FH	4.2	4	6	0	○	無	1555	本発明鋼
A6	FH	4.5	6	8	0	○	無	1550	本発明鋼
A7	FH	3.8	6	7	0	○	無	1557	本発明鋼
A8	FH	2.6	5	4	3	○	無	1562	本発明鋼
A9	FH	<u>2.2</u>	2	0	<u>11</u>	$\Delta$	無	1562	比較鋼
A10	FH	<u>1.9</u>	3	1	<u>16</u>	$\times$	無	1554	比較鋼
A11	FH	<u>2.4</u>	2	2	8	$\Delta$	無	1564	比較鋼
A12	FH	4.8	<u>12</u>	7	<u>14</u>	$\Delta$	無	1549	比較鋼
A13	FH	2.6	<u>14</u>	4	<u>26</u>	$\times$	無	1556	比較鋼
A14	FH	3.9	<u>15</u>	8	<u>44</u>	$\times$	無	1560	比較鋼
A15	FH	3.6	<u>18</u>	7	<u>68</u>	$\times$	無	1567	比較鋼
B1	HR	5.9	4	13	0	○	無	1549	本発明鋼
C1	CR	4.1	4	6	0	○	無	1483	本発明鋼
D1	FH	3.7	3	5	0	○	無	1529	本発明鋼
E1	FH	3.8	3	8	0	○	無	1550	本発明鋼
F1	FH	3.7	7	7	0	○	無	1625	本発明鋼
G1	FH	4.5	4	8	0	○	無	1572	本発明鋼
H1	FH	4.6	4	6	0	○	無	1645	本発明鋼
I1	FH	4.4	5	6	0	○	無	1687	本発明鋼
J1	FH	3.8	5	8	0	○	無	1639	本発明鋼
K1	FH	4.0	3	7	0	○	無	1752	本発明鋼
L1	FH	4.5	4	8	0	○	無	1624	本発明鋼
M1	FH	4.3	4	7	0	○	無	1715	本発明鋼
N1	FH	4.4	4	7	0	○	無	1834	本発明鋼
N2	FH	3.9	3	6	0	○	無	1828	本発明鋼
N3	FH	3.2	3	5	0	○	無	1833	本発明鋼
N4	FH	4.5	4	10	0	○	無	1829	本発明鋼
N5	FH	<u>2.3</u>	2	0	9	$\Delta$	無	1830	比較鋼
N6	FH	<u>1.8</u>	3	1	<u>13</u>	$\Delta$	無	1826	比較鋼
N7	FH	3.9	4	8	0	○	有	1834	比較鋼
N8	FH	4.6	<u>13</u>	8	<u>39</u>	$\times$	無	1823	比較鋼
N9	FH	4.3	<u>13</u>	7	<u>47</u>	$\times$	無	1835	比較鋼
N10	FH	4.5	<u>21</u>	8	<u>45</u>	$\times$	無	1830	比較鋼
O1	HR	5.3	4	13	0	○	無	1854	本発明鋼
P1	CR	4.4	4	8	0	○	無	1847	本発明鋼
Q1	FH	4.7	4	9	0	○	無	2108	本発明鋼
R1	HR	6.0	4	12	0	○	無	2138	本発明鋼
S1	FH	3.9	3	7	0	○	無	2505	本発明鋼
a1	FH	4.3	4	8	0	○	無	1054	比較鋼
b1	FH	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	比較鋼
c1	FH	<u>2.4</u>	<u>16</u>	0	<u>89</u>	$\times$	無	1483	比較鋼
d1	FH	<u>1.8</u>	1	0	<u>84</u>	$\times$	無	1598	比較鋼
e1	FH	3.8	4	9	0	○	無	987	比較鋼
f1	FH	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	<u>-*2</u>	比較鋼
g1	FH	4.3	5	9	0	$\times$	無	1604	比較鋼
h1	FH	4.1	4	8	0	○	無	1156	比較鋼
i1	FH	4.0	5	7	0	○	無	1095	比較鋼
j1	FH	4.6	4	7	0	○	無	1023	比較鋼
k1	FH	4.4	7	11	0	○	無	1154	比較鋼
l1	FH	4.1	5	9	0	○	無	1072	比較鋼
m1	FH	3.9	4	5	0	○	無	-*3	比較鋼
n1	FH	4.5	4	7	0	○	無	1008	比較鋼

\*1: FH: 冷間圧延まま, HR: 熱延鋼板, CR: 冷間圧延後焼鈍した冷延鋼板, であることを意味する。

\*2: C, Mnが高すぎてしまい, 铸造、及び、熱間圧延時に割れが多発し、熱延鋼板が製造出来なかったことを意味する。

\*3: ホットスタンプ時に介在物を起点とした割れが発生し、成形体より引張試験を実施することが出来なかったことを意味する。

## 【0090】

引張特性は、JIS Z 2201に準拠した引張試験片を採取し、引張試験を、JIS Z 2241に準拠して行い、引張最大強度を測定した。引張最大強度が1180MPa以上のものを、本発明の成形体とした。

【 0 0 9 1 】

成形体のスケールの組成分析は、浅絞り試験片の円筒部の底から板を切り出し、X線回折にて実施した。各酸化物のピーク強度比から、各Fe系酸化物の体積率を測定した。Si酸化物は、非常に薄く存在しており、体積率も1%未満であったことから、X線回折での定量評価は困難であった。ただし、EPMAの線分析にて、スケールと地鉄との界面に存在することは確認できた。

成形体に形成されたスケールと地鉄との界面の凹凸評価は、上記位置より切り出した鋼板を埋め込み研磨を実施した後、圧延方向に垂直な断面から3000倍にてSEM観察した。各試験片5視野観察し、100μm長さ当たりの0.2μm~1.0μmの範囲となる凹凸の個数密度を測定した。

10

【 0 0 9 2 】

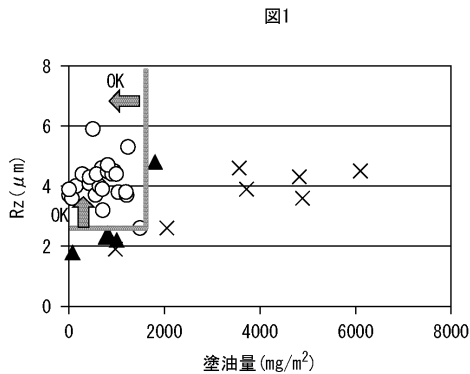
本発明の条件を満たすものは、優れた防錆性と優れたスケール密着性とを両立できた。発明の条件を満たさないものは、スケール密着性に劣る、あるいは、耐食性に劣った。

【産業上の利用可能性】

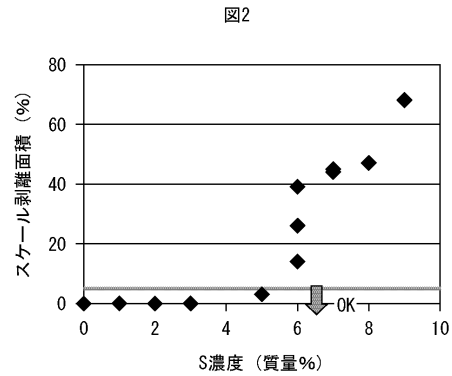
【 0 0 9 3 】

本発明によれば、ホットスタンプ時のスケール密着性に優れた鋼板を提供でき、ホットスタンプ時の金型の損耗、金型へのめっき付着、およびそれに伴う押し込み疵の問題を解決可能であることから、大幅な生産性の向上をもたらすことができ、工業的に大きな価値がある。

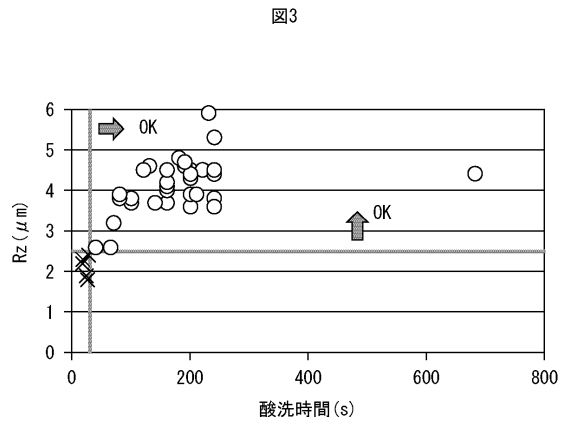
【 図 1 】



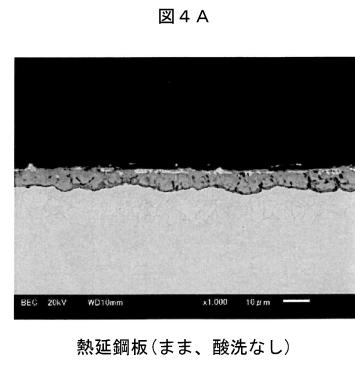
【 図 2 】



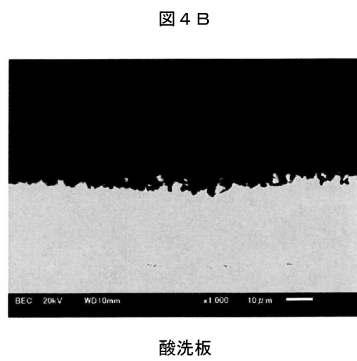
【 図 3 】



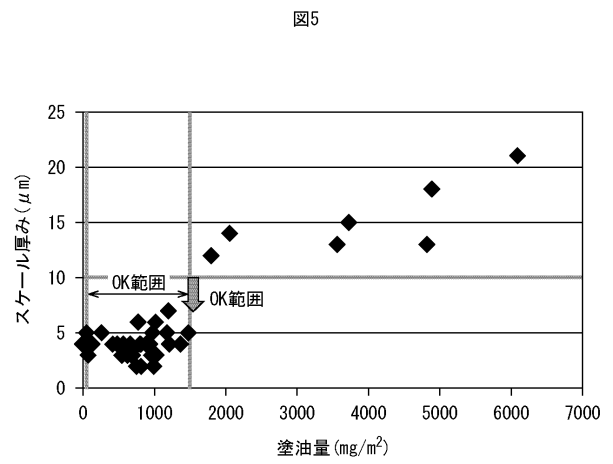
【 図 4 A 】



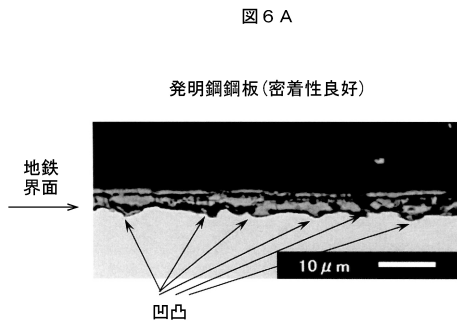
【 図 4 B 】



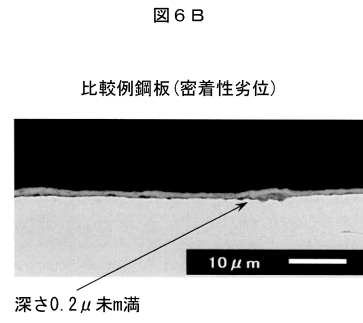
【 図 5 】



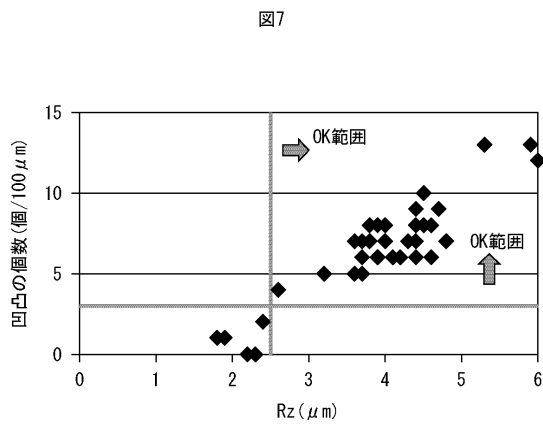
【 図 6 A 】



【 図 6 B 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 2 1 D 9/46 T  
C 2 1 D 9/46 G  
C 2 1 D 1/18 C

(72)発明者 佐藤 浩一  
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 印出 亮太

(56)参考文献 特開2008-240046(JP,A)  
特開平09-076004(JP,A)  
国際公開第2012/053642(WO,A1)  
国際公開第2011/158818(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 2 1 D 2 2 / 0 0  
C 2 2 C 3 8 / 0 0  
C 2 1 D 9 / 0 0  
B 2 1 B 3 / 0 0  
C 2 3 F 1 1 / 0 0  
C 2 3 G 1 / 0 0