

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6042445号  
(P6042445)

(45) 発行日 平成28年12月14日(2016.12.14)

(24) 登録日 平成28年11月18日(2016.11.18)

(51) Int.Cl.		F 1	
<b>C 2 3 C</b>	<b>2/12</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 2/12
<b>B 2 1 D</b>	<b>22/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 1 D 22/20 G
<b>B 2 1 D</b>	<b>53/88</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 1 D 22/20 H
<b>C 2 1 D</b>	<b>1/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 1 D 53/88 Z
<b>C 2 2 C</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 1 D 1/18 C

請求項の数 4 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-542430 (P2014-542430)	(73) 特許権者	000006655 新日鐵住金株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(86) (22) 出願日	平成26年4月14日(2014.4.14)	(74) 代理人	100095957 弁理士 亀谷 美明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/060588	(72) 発明者	真木 純 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
(87) 国際公開番号	W02014/171417	(72) 発明者	山中 晋太郎 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
(87) 国際公開日	平成26年10月23日(2014.10.23)	(72) 発明者	黒▲崎▼ 将夫 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
審査請求日	平成26年8月28日(2014.8.28)		
審査番号	不服2015-14748 (P2015-14748/J1)		
審査請求日	平成27年8月6日(2015.8.6)		
(31) 優先権主張番号	特願2013-87772 (P2013-87772)		
(32) 優先日	平成25年4月18日(2013.4.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱間プレス用めっき鋼板、めっき鋼板の熱間プレス方法及び自動車部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋼板の片面又は両面に形成されており、少なくともAlを含有し、更に、Mg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種又は2種以上の元素を合計で0.02~2質量%含有するAlめっき層と、

前記Alめっき層上に積層されており、ZnOを含有する表面皮膜層と、を有し、

前記鋼板の片面側での前記表面皮膜層の量は、金属Zn量として、0.3~1.1g/m<sup>2</sup>である、熱間プレス用めっき鋼板。

【請求項2】

前記鋼板は、質量%で、

C : 0.1~0.4%

Si : 0.01~0.6%

Mn : 0.5~3%

Ti : 0.01~0.1%

B : 0.0001~0.1%

を含有し、残部がFe及び不純物からなる鋼板である、請求項1に記載の熱間プレス用めっき鋼板。

【請求項3】

鋼板の片面又は両面に形成されており、少なくともAlを含有し、更にMg、Ca、S

r、Li、Na、Kの1種または2種以上の元素を合計で0.02～2質量%含有するAlめっき層と、前記Alめっき層上に積層されており、ZnOを含有する表面皮膜層と、を有し、前記鋼板の片面側での前記表面皮膜層の量が、金属Zn量として、0.3～1.1g/m<sup>2</sup>であるめっき鋼板を加熱する際、当該めっき鋼板の温度が50℃である状態から最高到達板温度より10℃低い温度までの平均昇温速度を、10～300℃/秒とし、加熱された前記めっき鋼板をプレスして成形する、めっき鋼板の熱間プレス方法。

【請求項4】

前記鋼板は、質量%で、

C：0.1～0.4%

Si：0.01～0.6%

Mn：0.5～3%

Ti：0.01～0.1%

B：0.0001～0.1%

を含有し、残部がFe及び不純物からなる鋼板である、請求項3に記載のめっき鋼板の熱間プレス方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間プレス用めっき鋼板、めっき鋼板の熱間プレス方法及び自動車部品に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、環境保護及び地球温暖化の抑制のために、化石燃料の消費を抑制する要請が高まっており、この要請は、様々な製造業に対して影響を与えている。例えば、移動手段として日々の生活や活動に欠かせない自動車についても例外ではなく、車体の軽量化などによる燃費の向上等が求められている。しかし、自動車では単に車体の軽量化を実現することは製品品質上許されず、適切な安全性を確保する必要がある。

【0003】

自動車の構造の多くは、鉄、特に鋼板により形成されており、この鋼板の重量を低減することが、車体の軽量化にとって重要である。しかしながら、上述のように単に鋼板の重量を低減することは許されず、鋼板の機械的強度を維持することが求められる。このような鋼板に対する要請は、自動車製造業のみならず、様々な製造業でも同様に高まっている。従って、鋼板の機械的強度を高めることにより、以前使用されていた鋼板より薄くしても機械的強度を維持又は高めることが可能な鋼板について、研究開発が行われている。

30

【0004】

一般的に高い機械的強度を有する材料は、曲げ加工等の成形加工において、成形性、形状凍結性が低下する傾向にあり、複雑な形状に加工する場合、加工そのものが困難となる。この成形性についての問題を解決する手段の一つとして、いわゆる「熱間プレス方法（ホットスタンプ法、ホットプレス法、ダイクエンチ法、プレスハードニングとも呼ばれる。）」が挙げられる。この熱間プレス方法では、成形対象である材料を一旦高温（オーステナイト域）に加熱して、加熱により軟化した鋼板に対してプレス加工を行って成形した後に、冷却する。この熱間プレス方法によれば、材料を一旦高温に加熱して軟化させるので、その材料を容易にプレス加工することができ、更に、成形後の冷却による焼入れ効果により、材料の機械的強度を高めることができる。従って、この熱間プレス加工により、良好な形状凍結性と高い機械的強度とを両立した成形品を得ることができる。

40

【0005】

しかしながら、この熱間プレス方法を鋼板に適用した場合、例えば800℃以上の高温に加熱することにより、表面の鉄などが酸化してスケール（酸化物）が発生する。従って、熱間プレス加工を行った後に、このスケールを除去する工程（デスケール工程）が

50

必要となり、生産性が低下する。また、耐食性を必要とする部材等では、加工後に部材表面に対して防錆処理や金属被覆を行う必要があり、表面清浄化工程及び表面処理工程が必要となって、やはり生産性が低下する。

#### 【0006】

このような生産性の低下を抑制する方法の例として、鋼板に被覆を施す方法が挙げられる。一般に鋼板上の被覆としては、有機系材料や無機系材料など様々な材料が使用される。なかでも鋼板に対して犠牲防食作用のある亜鉛系めっき鋼板が、その防食性能と鋼板生産技術の観点から、自動車鋼板等に広く使われている。しかし、熱間プレス加工における加熱温度(700~1000)は、有機系材料の分解温度やZnの沸点などよりも高く、熱間プレスで加熱したときに表面のめっき層が蒸発し、表面性状の著しい劣化の原因となる場合がある。

10

#### 【0007】

そのため、高温に加熱する熱間プレス加工を行う鋼板に対しては、例えば、有機系材料被覆及びZn系の金属被覆に比べて沸点が高いAl系の金属被覆した鋼板、いわゆるAlめっき鋼板を使用することが望ましい。Al系の金属被覆を施すことにより、鋼板表面へのスケールの付着を防止でき、デスケリング工程などの工程が不要となるため、生産性が向上する。また、Al系の金属被覆には防錆効果もあるため、塗装後の耐食性も向上する。以上説明したような、Al系の金属被覆を所定の鋼成分を有する鋼に施したAlめっき鋼板を熱間プレス加工に用いる方法が、下記の特許文献1に記載されている。

#### 【0008】

20

Al系の金属被覆を施した場合、熱間プレス加工の前段階での予備加熱の条件によっては、Al被覆は、まず溶融した後、鋼板からのFe拡散によってAl-Fe化合物へと変化する。このAl-Fe化合物は成長していき、鋼板の表面に至るまでAl-Fe化合物となる。以下、この化合物層を合金層と称することとする。この合金層は、極めて硬質であるため、プレス加工時における金型との接触により、加工傷が形成される。

#### 【0009】

つまり、元来Al-Fe合金層は、比較的表面が滑りにくく、潤滑性が悪い。加えて、Al-Fe合金層は、比較的硬いために割れやすく、めっき層にヒビが入ったり、パウダー状に剥離したりしやすい。更に、剥離したAl-Fe合金層が金型に付着したり、Al-Fe表面が強く擦過されて金型に付着したりし、金型にAl-Feが凝着・堆積して、プレス品の品位を低下させることとなる。そのため、補修時に金型に凝着したAl-Fe合金の粉末を除去する必要があり、生産性低下やコスト増大の一因となっている。

30

#### 【0010】

更に、かかるAl-Fe合金層は、通常のリソ酸塩処理との反応性が低く、電着塗装の前処理である化成処理皮膜(リソ酸塩皮膜)が生成しない。化成処理皮膜が付着しなくとも、塗料密着性は良好であり、Alめっきの付着量を十分な量とすれば塗装後耐食性も良好となる。しかしながら、Alめっきの付着量を増大させることは、先述の金型凝着を劣化させる傾向にある。凝着には、剥離したAl-Fe合金層が付着する場合やAl-Fe表面が強く擦過されて付着する場合がある旨を先に述べている。ここで、表面皮膜の潤滑性向上により、Al-Fe表面が強く擦過されて付着する場合には改善されるが、剥離したAl-Fe合金層が付着する場合に対する改善効果は比較的小さい。剥離したAl-Fe合金層の付着を改善するには、Alめっきの付着量低減が最も有効である。しかしながら、付着量を低下させると、上記のように耐食性が低下してしまう。

40

#### 【0011】

これに対して、加工傷の発生防止などを目的とした鋼板が、下記特許文献2に記載されている。この特許文献2によれば、所定の鋼成分を有する鋼板上に、Al系の金属被覆を施し、更に、Al系の金属被覆上に、Si, Zr, TiもしくはPの少なくとも1つを含有する無機化合物皮膜、有機化合物皮膜、又は、これらの複合化合物皮膜を形成することが提案されている。このような表面皮膜が形成された鋼板では、加熱後のプレス加工時にも表面皮膜が残留しており、プレス加工時の加工傷の形成を防止することができる。また

50

、この表面皮膜は、プレス加工時の潤滑剤としての役割をも担うことができ、成形性を向上させることができるとしている。しかしながら、実際は十分な潤滑性が得られず、新たな潤滑剤や代替手段が求められている。

【0012】

また、下記特許文献3には、亜鉛めっき鋼板の熱間プレスにおいて、表面亜鉛めっき層の蒸発による表面劣化を解決する方法が開示されている。この特許文献3に記載された方法は、亜鉛めっき層の表面に高融点の酸化亜鉛( $ZnO$ )層をバリア層として生成させることにより、下層の亜鉛めっき層の蒸発流出を防止するものである。しかしながら、特許文献3に開示された方法は、亜鉛めっき層を前提としたものである。特許文献3では、Alに関しては0.4%の含有まで許容しているものの、Al濃度は低い方がよいとしており、実質Alを想定していない技術である。この文献での技術課題がZnの蒸発であることから、沸点の高いAlめっきでは当然起こりえない課題である。

10

【0013】

また、下記特許文献4には、ウルツ鉱型の化合物を含有する表面皮膜層をAlめっき鋼板表面に設けた上で、熱間プレス加工する方法が開示されている。下記特許文献4では、このような表面皮膜層を設けることで、熱間潤滑性と化成処理性を改善している。この技術は、潤滑性向上に有効で、塗装後耐食性の向上効果も認められる。しかしながら、この技術によりAlめっきの熱間潤滑性を向上させるためには、同文献の実施例によればウルツ鉱型の化合物を2~3g/m<sup>2</sup>付与する必要がある、比較的多量の化合物が必要であった。

20

【0014】

また、下記特許文献5には、熱間プレス前の加熱時にスケールの生成が抑制され、かつ熱間プレス時に金型にめっきが凝着することない熱間プレス用鋼板を得る方法が開示されている。下記特許文献5では、鋼板表面に、Al:20~95質量%、Ca:0.01~10質量%、およびSiを含有するAl-Zn系合金めっき層を設けることで、加熱時におけるスケール生成の抑制と、熱間プレス時における金型へのめっきの凝着の防止と、を実現している。しかしながら、下記特許文献5に開示されているAl-Zn系合金めっき層はZnを含有しているため、熱間プレス加工時に金属脆化割れを起こしやすく、また、熱間プレス加工時にZnの酸化物が生成されることで、スポット溶接性が低下してしまう。

30

【0015】

また、下記特許文献6には、めっき欠陥の少ない溶融Alめっき鋼板を効率よく製造する方法が開示されている。下記特許文献6では、めっき欠陥の少ない溶融Alめっき鋼板を製造するために、所定の条件で加熱された鋼板を、Mg、Ca、Liの1種以上の元素を含有するAlめっき浴に所定時間浸漬する。しかしながら、下記特許文献6に記載の製造方法は、熱間プレス加工用の鋼板を製造することは意図していないため、製造される鋼板についても、熱間プレス加工時における諸特性については改善の余地がある。また、下記特許文献6には、めっき浴中にZnを添加する場合についても開示されているが、めっき浴中にZnを添加した場合には、上記と同様に、熱間プレス加工時に金属脆化割れを起こしやすく、スポット溶接性が低下してしまう。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】特開2000-38640号公報

【特許文献2】特開2004-211151号公報

【特許文献3】特開2003-129209号公報

【特許文献4】国際公開第2009/131233号

【特許文献5】特開2012-112010号公報

【特許文献6】特許第4264373号

【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0017】

以上説明したように、比較的高融点のAlをめっきしたAlめっき鋼板は、自動車鋼板等の耐食性を要求する部材として有望視され、Alめっき鋼板の熱間プレス処理への適用について種々の提案がなされている。しかしながら、熱間プレス処理において、Al-Fe合金層に良好な潤滑性が得られないことなどから、Alめっき鋼板を複雑形状の熱間プレス処理に適用できないのが実態である。また、自動車用途として成形後に塗装処理を行うものが多く、Alめっき鋼板の熱間プレス処理後の化成処理性（塗装性）、塗装後耐食性も希求されている。

## 【0018】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、より少ない付着量で優れた潤滑性を有し、熱間プレス加工における成形性及び生産性を向上させ、熱間プレス成形後の化成処理性を改善することが可能な、熱間プレス用めっき鋼板及びめっき鋼板の熱間プレス方法と、この熱間プレス方法により製造された自動車部品と、を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0019】

上記課題を解決するために、本発明者らは鋭意検討した結果、鋼板の片面又は両面に形成されたAlめっき層中に、Mg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種又は2種以上の元素を添加し、更にその表面にZnOを含有する表面皮膜層を設けることにより、上記した課題を全て解決できることを見出し、本発明を成すに至った。そして、その要旨は、以下のとおりである。

## 【0020】

(1) 鋼板の片面又は両面に形成されており、少なくともAlを含有し、更に、Mg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種又は2種以上の元素を合計で0.02~2質量%含有するAlめっき層と、前記Alめっき層上に積層されており、ZnOを含有する表面皮膜層と、を有し、前記鋼板の片面側での前記表面皮膜層の量は、金属Zn量として、0.3~1.1g/m<sup>2</sup>である、熱間プレス用めっき鋼板。

(2) 前記鋼板は、質量%で、C:0.1~0.4%、Si:0.01~0.6%、Mn:0.5~3%、Ti:0.01~0.1%、B:0.0001~0.1%を含有し、残部がFe及び不純物からなる鋼板である、(1)に記載の熱間プレス用めっき鋼板。

(3) 鋼板の片面又は両面に形成されており、少なくともAlを含有し、更にMg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種または2種以上の元素を合計で0.02~2質量%含有するAlめっき層と、前記Alめっき層上に積層されており、ZnOを含有する表面皮膜層と、を有し、前記鋼板の片面側での前記表面皮膜層の量が、金属Zn量として、0.3~1.1g/m<sup>2</sup>であるめっき鋼板を加熱する際、当該めっき鋼板の温度が50 である状態から最高到達板温度より10 低い温度までの平均昇温速度を、10~300 /秒とし、加熱された前記めっき鋼板をプレスして成形する、めっき鋼板の熱間プレス方法。

(4) 前記鋼板は、質量%で、C:0.1~0.4%、Si:0.01~0.6%、Mn:0.5~3%、Ti:0.01~0.1%、B:0.0001~0.1%を含有し、残部がFe及び不純物からなる鋼板である、(3)に記載のめっき鋼板の熱間プレス方法。

## 【発明の効果】

## 【0021】

以上説明したように本発明によれば、めっき鋼板のAlめっき層中にMg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種又は2種以上の元素を合計で0.02~2質量%含有させ、Alめっき層上にZnOを含有する表面皮膜層を形成することで、熱間プレス加工における成形性及び生産性を向上させ、熱間プレス成形後の化成処理性を改善することが可能な熱間プレス用めっき鋼板及び熱間プレス方法と、この方法により製造された自動車部品を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

【 図 1 A 】本発明の第 1 の実施形態に係る A l めっき鋼板を説明するための説明図である。

【 図 1 B 】同実施形態に係る A l めっき鋼板を説明するための説明図である。

【 図 2 】実施例について説明するためのグラフ図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

10

【 0 0 2 4 】

( 第 1 の実施形態 )

以下では、本発明の第 1 の実施形態に係る熱間プレス用めっき鋼板及びめっき鋼板の熱間プレス方法について、詳細に説明する。本実施形態に係る熱間プレス用めっき鋼板は、所定の成分を含有する A l めっき層と、この A l めっき層上に形成された Z n O を主体とする表面皮膜層と、を備えるものである。また、本実施形態に係るめっき鋼板の熱間プレス方法は、所定の成分を含有する A l めっき層と、この A l めっき層上に形成された Z n O を主体とする表面皮膜層と、を備える特定の A l めっき鋼板を、熱間プレス加工するものである。

【 0 0 2 5 】

< めっき鋼板について >

まず、本実施形態に係るめっき鋼板について、図 1 A 及び図 1 B を参照しながら詳細に説明する。図 1 A 及び図 1 B は、本実施形態に係るめっき鋼板の層構造を模式的に示した模式図である。

20

【 0 0 2 6 】

本実施形態に係るめっき鋼板は、熱間プレス用のめっき鋼板であり、例えば自動車部品に利用することが可能な、高い機械的強度を有する。このめっき鋼板は、図 1 A 及び図 1 B に示したように、母材となる鋼板 1 0 1 と、鋼板 1 0 1 の表面に形成された A l めっき層 1 0 3 と、A l めっき層 1 0 3 上に積層された表面皮膜層 1 0 5 と、を備える。ここで、A l めっき層 1 0 3 及び表面皮膜層 1 0 5 は、図 1 A に示したように、鋼板 1 0 1 の片面に形成されていてもよいし、図 1 B に示したように、鋼板 1 0 1 の両面に形成されていてもよい。以下、本実施形態に係る A l めっき鋼板 1 0 を構成する各層について、詳細に説明する。

30

【 0 0 2 7 】

[ 鋼板 1 0 1 について ]

本実施形態に係る鋼板 1 0 1 としては、例えば、高い機械的強度（例えば、引張強さ・降伏点・伸び・絞り・硬さ・衝撃値・疲れ強さ・クリープ強さなどの機械的な変形及び破壊に関する諸性質を意味する。）を有するように形成された鋼板を使用することが好ましい。かかる鋼板 1 0 1 を用いることで、後述するような A l めっき層 1 0 3 及び表面皮膜層 1 0 5 を有する A l めっき鋼板 1 0 を熱間プレス加工することにより、高い機械的強度を有する自動車部品を製造することが可能となる。

40

【 0 0 2 8 】

本実施形態に係る熱間プレス加工処理では、高い機械的強度を有する鋼板であれば公知の鋼板を利用可能であるが、かかる高い機械的強度を実現する鋼板 1 0 1 として、以下のような成分を有する鋼板を挙げることができる。なお、以下に示す鋼成分はあくまでも一例であって、本実施形態に係る熱間プレス加工に利用可能な鋼板が以下に限定されるものではない。

【 0 0 2 9 】

かかる鋼板 1 0 1 は、例えば、質量 % で、

C : 0 . 1 ~ 0 . 4 %

50

Si : 0.01 ~ 0.6 %

Mn : 0.5 ~ 3 %

Ti : 0.01 ~ 0.1 %

B : 0.0001 ~ 0.1 %

を含有し、Cr、P、S、Al、N等の元素を更に含んでいても良く、残部は、Fe及び不純物からなる。

【0030】

以下、鋼中に添加される各成分について、説明する。

Cは、目的とする機械的強度を確保するために添加される。Cの含有量が0.1%未満となる場合には、十分な機械的強度の向上が得られず、Cを添加する効果が乏しくなるため、好ましくない。一方、Cの含有量が0.4%超過となる場合には、鋼板を更に硬化させることができるものの、溶融割れが生じやすくなるため、好ましくない。従って、Cは、質量%で0.1%以上0.4%以下の含有量で添加されることが好ましい。

10

【0031】

Siは、機械的強度を向上させる強度向上元素の一つであり、Cと同様に、目的とする機械的強度を確保するために添加される。Siの含有量が0.01%未満である場合には、強度向上効果を発揮しにくく、十分な機械的強度の向上が得られないため、好ましくない。一方、Siは、易酸化性元素でもあるため、Siの含有量が0.6%超過となる場合には、溶融Alめっきを行う際に、濡れ性が低下し、不めっきが生じる可能性があり、好ましくない。従って、Siは、質量%で0.01%以上0.6%以下の含有量で添加されることが好ましい。

20

【0032】

Mnは、鋼を強化させる強化元素の一つであり、焼入れ性を高める元素の一つでもある。更に、Mnは、不純物の一つであるSによる熱間脆性を防止するのにも有効である。Mnの含有量が0.5%未満である場合には、上記の効果をj得ることができず、好ましくない。一方、Mnの含有量が3%超過となる場合には、残留相が多くなり過ぎて強度が低下する可能性があるため、好ましくない。従って、Mnは、質量%で0.5%以上3%以下の含有量で添加されることが好ましい。

【0033】

Tiは、強度強化元素の一つであり、鋼板表面に形成されるAlめっき層103の耐熱性を向上させる元素でもある。Tiの含有量が0.01%未満である場合には、強度向上効果や耐酸化性向上効果を得ることができず、好ましくない。一方、Tiは、添加され過ぎると、例えば炭化物や窒化物を形成して、鋼を軟質化させる恐れがある元素でもある。特に、Tiの含有量が0.1%超過となる場合には、目的とする機械的強度を得られない可能性が高いため、好ましくない。従って、Tiは、質量%で0.01%以上0.1%以下の含有量で添加されることが好ましい。

30

【0034】

Bは、焼入れ時に作用して強度を向上させる効果を有する元素である。Bの含有量が0.0001%未満である場合には、このような強度向上効果が低いため、好ましくない。一方、Bの含有量が0.1%超過となる場合には、介在物を形成して脆化し、疲労強度を低下させる可能性があるため、好ましくない。従って、Bは、質量%で0.0001%以上0.1%以下の含有量で添加されることが好ましい。

40

【0035】

Crは、Alめっき層を合金化してAl-Fe合金層を形成する際に、Alめっき層と鋼板母材との界面に生成することでめっき層剥離の原因となる、AlNの生成を抑制する効果がある元素である。また、Crは、耐摩耗性を向上させる元素の一つであり、焼入れ性を高める元素の一つでもある。Crの含有量が0.05%未満となる場合には、上記の効果を得ることができず、好ましくない。また、Crの含有量が2%超過となる場合には、これらの効果が飽和し、また、コストも上昇するため、好ましくない。従って、Crは、質量%で0.05%以上2%以下の含有量で添加されることが好ましい。

50

## 【0036】

Pは、不可避免的に含有される元素である一方で固溶強化元素でもあり、比較的安価に鋼板の強度を向上させることが可能であるが、経済的な精錬限界から含有量の下限を0.001%とすることが好ましい。また、リンの含有量が0.1%超過となる場合には、鋼板の靱性が低下する可能性があるため、好ましくない。従って、Pは、質量%で0.001%以上0.1%以下であることが好ましい。

## 【0037】

Sは、不可避免的に含有される元素であり、MnSとして鋼中の介在物となって破壊の起点となり、延性や靱性を阻害して加工性劣化の要因となるため、含有量は低いほど好ましく、含有量の上限を0.1%とすることが好ましい。一方、Sの含有量を低下させるためには製造コストの増加が見込まれるため、含有量の下限は0.001%とすることが好ましい。

10

## 【0038】

Alは、脱酸剤として鋼中に含有される成分であるが、めっき性阻害元素でもあるため、含有量の上限を0.1%とすることが好ましい。一方、Alの含有量の下限は特に規定するものではないが、経済的な精錬限界から、例えば0.001%とすることが好ましい。

## 【0039】

Nは、不可避免的に含有される元素であって、特性の安定化の観点からは固定することが好ましく、Ti、Al等の元素により固定することが可能である。一方、Nの含有量が増加すると、固定用に添加する元素が多量となり、製造コストの増加が見込まれるため、含有量の上限は0.01%とすることが好ましい。

20

## 【0040】

なお、鋼板101は、上記の元素に加えて、製造工程などで混入してしまう、その他の不純物を含んでもよい。かかる不純物としては、例えば、Ni、Cu、Mo、O等を挙げることができる。

## 【0041】

また、かかる鋼板に対して、上記の元素に加えて、W、V、Nb、Sbなどといった元素を選択的に添加してもよい。

## 【0042】

このような成分で形成される鋼板は、熱間プレス方法などによる加熱により焼入れされて、約1500MPa以上の機械的強度を有することができる。このように高い機械的強度を有する鋼板ではあるが、熱間プレス方法により加工すれば、加熱により軟化した状態でプレス加工を行うことができるので、容易に成形することができる。また、鋼板は、高い機械的強度を実現でき、ひいては軽量化のために薄くしたとしても機械的強度を維持又は向上することができる。

30

## 【0043】

[Alめっき層103について]

Alめっき層103は、図1A及び図1Bに示したように、鋼板101の片面又は両面に形成される。このAlめっき層103は、例えば溶融めっき法により鋼板101の表面に形成することが好ましい。しかしながら、Alめっき層103の形成方法はかかる例に限定されるものではなく、電気めっき法、真空蒸着法、クラッド法などといった公知の方法を利用することが可能である。

40

## 【0044】

このAlめっき層103は、成分としては、Alを少なくとも含有し、更に、Mg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種又は2種以上を、合計で0.02~2質量%含有する。

## 【0045】

本発明者らは、Alめっきを合金化した後の高温での摩擦係数に関して検討を進めた結果、合金化後の表面形状が摩擦係数に影響することを明らかにした。すなわち、合金化後の表面粗度が大きいと高温での摩擦係数が大きくなるため、できるだけ合金化後の表面粗

50

度は小さくすることが好ましい。

【0046】

一般に、常温でのプレス成形においては、表面粗度の大きい方が低摩擦係数となる傾向が認められる。この傾向は、表面粗度の大きい方がより潤滑油が供給されやすくなるためと説明されている。一方で、本実施形態で着目する熱間プレスのような高温でのプレス成形においては、常温でのプレス成形のような潤滑油も存在しえず、金属間又は酸化物間の接触となる。このような熱間プレス成形の場合には、表面粗度の小さい方が滑りやすくなる。この理由は明確ではないが、高温で降伏応力も低下しているため、表面粗度が大きい場合に硬度の高いAl-Fe化合物の先端が部分的に金型に食い込んで摺動し難くなっているためではないかと推定している。

10

【0047】

更に、本発明者らは、Alめっき層103中に、Mg、Ca、Sr、Li、Na、Kの1種又は2種以上を添加することで、合金化後の表面粗度を低減させることができることも見出した。これらの元素は、アルカリ金属元素又はアルカリ土類金属元素に該当する元素である。これらの元素がAlめっき層103中に含有されることで合金化後の表面粗度が低下する理由は明確ではないが、Al-Siめっきが加熱された際に600付近で溶解し、溶解の結果生成されるAl-Si融液の表面エネルギーが影響していると推定している。また、上記特許文献6におけるAl系めっき鋼板の製造方法では、製造に利用するAlめっき浴中にMg、Ca、Liの1種以上が含有されているが、かかる製造方法で製造されるAlめっき鋼板は熱間プレス加工用の鋼板ではないため、上記特許文献6において、形成されためっき層が熱間プレス加工時に溶解することは意図していない。従って、上記特許文献6では、本発明者らによって初めて見出された、めっき層の溶解によると考えられる表面粗度の低下については、なんら示唆されていない点に注意されたい。

20

【0048】

上記のような効果を奏するために、本実施形態では、これら元素を、合計で0.02質量%以上添加する。一方、これらアルカリ金属元素及びアルカリ土類金属元素は、極めて酸化されやすい元素であるため、Alめっき浴中で酸化しやすい。これら元素の添加量が合計で2質量%超過となる場合には、これら元素の酸化膜に起因する外観模様が発生するため、これらアルカリ金属元素及びアルカリ土類金属元素の添加量の上限は、2質量%とする。

30

【0049】

以上のような成分をAlめっき層103中に含有させることで、Alめっき層103の表面粗度は、例えば算術平均粗さRaで、0.4~1.0µm程度と、小さな値を実現することが可能となる。

【0050】

本実施形態に係るAlめっき層103を溶解めっき法により形成する場合、上記のような成分を含むめっき浴を使用することが可能であるが、めっき浴に対して、更に、3~15質量%のSiを積極的に添加してもよい。Siは、溶解めっき金属被覆時に生成される合金層の成長を抑制する効果があるからである。Siの添加量が3質量%未満である場合には、Fe-Al合金層がAlめっきを施す段階で厚く成長してしまい、加工時のめっき割れを助長して加工性及び耐食性に悪影響を及ぼす可能性があるため、好ましくない。一方、Siの含有量が15質量%超過となる場合には、めっき層中に粗大結晶としてSiが晶出し、耐食性やめっきの加工性を阻害するため好ましくない。従って、Siは、質量%で3%以上15%以下の含有量で添加されることが望ましい。

40

【0051】

このようなめっき浴には、不純物として、鋼板から溶出したFe等が混入している。また、このようなめっき浴には、Alを主体とした上で、添加元素として、Mn、Cr、Ti、Zn、Sb、Sn、Cu、Ni、Co、In、Bi、Mo、ミッシュメタルなどを添加してもよい。特に、耐食性向上に効果のある元素がMn、Cr、Moであり、これらの元素を少量添加することも可能である。

50

## 【0052】

Alめっき層103の付着量は、両面当たり60～140g/m<sup>2</sup>であることが好ましい。付着量が60g/m<sup>2</sup>未満である場合には、上述のような、Al系の金属被覆に起因する各種の効果を十分に得ることができず、好ましくない。また、付着量が140g/m<sup>2</sup>超過となる場合には、表面の凹凸が大きくなり、本発明で説明した摺動性の改善効果が得られないため、好ましくない。また、Alめっき層103の付着量は、より好ましくは、両面当たり80～120g/m<sup>2</sup>である。

## 【0053】

このような成分で形成されるAlめっき層103は、鋼板101の腐食を防止することができる。また、鋼板を熱間プレス方法により加工する際には、高温に加熱された鋼板の表面が酸化することにより発生するスケール（鉄の酸化物）の発生を、防止可能である。従って、かかるAlめっき層103を設けることで、スケールを除去する工程、表面清浄化工程、表面処理工程などを省略することができ、生産性を向上できる。また、Alめっき層103は、有機系材料によるめっき被覆や他の金属系材料（例えばZn系など）によるめっき被覆よりも沸点などが高いため、熱間プレス方法により成形する際に高い温度での加工が可能となり、熱間プレス加工における成形性を更に高め、かつ、容易に加工できるようになる。

## 【0054】

更に、鋼板101が化学成分としてBを含有することで、焼き入れ時における鋼板の強度向上が実現されるだけでなく、Alめっき層103と相乗的に機能することによって、熱間プレス加工時におけるめっき鋼板の諸特性を更に向上させることが可能となる。

## 【0055】

上述の通り、溶融めっき金属被覆時や熱間プレスによる加熱工程時などにおいて、このAlめっき層103に含まれるAlの一部は、鋼板中のFeと合金化する。よって、このAlめっき層103は、必ずしも成分が一定な単一の層で形成されるとは限らず、部分的に合金化した層（合金層）を含むものとなる。

## 【0056】

## [表面皮膜層105について]

本実施形態に係る表面皮膜層105は、Alめっき層103の表面に積層される、ZnO（酸化亜鉛）を主体とする皮膜層である。表面皮膜層105は、例えば、水や有機溶媒などの各種溶媒中に微粒子を懸濁させた液を用いて、形成することができる。かかる表面皮膜層105は、熱間プレス加工における潤滑性や化成処理液との反応性を改善する効果がある。

## 【0057】

また、表面皮膜層105を形成するための懸濁液には、ZnO以外の成分として、例えば有機物のバインダ成分を添加してもよい。このような有機性バインダ成分として、例えば、公知のポリウレタン系樹脂、ポリエステル系樹脂、アクリル系樹脂、シランカップリング剤などといった水溶性樹脂を挙げることができる。また、ZnO以外の酸化物として、例えば、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などを添加してもよい。

## 【0058】

かかる表面皮膜層105は、公知の塗布方法により形成することが可能である。塗布方法として、例えば、上記の懸濁液を所定の有機性バインダ成分と混合してAlめっき層の表面にロールコーター等で塗布する方法、粉体塗装による塗布方法などが挙げられる。

## 【0059】

ここで、利用するZnOの粒径は、特に限定されるものではないが、例えば、直径50～1000nm程度であることが好ましい。ZnOの粒径を上記の範囲とすることで、皮膜としての密着性を確保することが可能となる。なお、ZnOの粒径の定義は、加熱処理をした後の粒径として定義する。代表的には、900で炉内に5～6分保定した後に金型で急冷するプロセスを経た後の粒径を、走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope：SEM）などで観察して定めるものとする。このと

10

20

30

40

50

き、バインダの有機成分は分解されるため、観察サンプル内には、酸化物のみが残存している。

#### 【0060】

一方、樹脂成分又はシランカップリング剤などといった有機性バインダ成分の含有量は、ZnOに対する質量比で、3～30%程度とすることが好ましい。含有量が3%未満である場合には、バインダ効果が十分得られず、加熱前の塗膜が剥離しやすくなるため、好ましくない。バインダ効果を安定して得るためには、有機性バインダ成分の含有量を質量比で10%以上とすることが、より好ましい。一方、有機性バインダ成分の含有量が質量比で30%超過となる場合には、加熱時の匂い発生が顕著になるため好ましくない。

#### 【0061】

かかる表面皮膜層105の塗布量(付着量)は、鋼板の片面側の表面皮膜層105において、金属Zn量換算で $0.3 \sim 4 \text{ g/m}^2$ とする。ZnOの含有量が金属Znとして $0.3 \text{ g/m}^2$ 以上である場合には、潤滑向上効果などを効果的に発揮することができる。一方、ZnOの含有量がZnとして $4 \text{ g/m}^2$ 超過となる場合には、上記Alめっき層103及び表面皮膜層105の厚みが厚くなり過ぎ、溶接性や塗料密着性が低下する。表面皮膜層105の付着量は、更に好ましくは、 $0.5 \sim 2 \text{ g/m}^2$ 程度である。かかる範囲の付着量とすることで、熱間プレス時の潤滑性の確保に加え、溶接性や塗料密着性も良好となる。

#### 【0062】

ここで、表面皮膜層105の金属Zn量は、一般的に用いられているいわゆる湿式法や乾式法のいずれの分析方法を利用して測定することが可能である。例えば湿式法を用いる場合には、Alめっき鋼板10を塩酸、硫酸又は硝酸等の酸に浸漬してめっき層を溶解させ、めっき層の溶解した液を高周波誘導結合プラズマ(Inductively coupled plasma: ICP)発光分析法によりZnを定量する等といった方法を用いることで、測定可能である。また、例えば乾式法を用いる場合には、Alめっき鋼板10を所定のサイズに切り出した後、蛍光X線分析法でZnを定量する等といった方法を用いることで、測定可能である。

#### 【0063】

塗布後の焼付け・乾燥方法としては、例えば、熱風炉・誘導加熱炉・近赤外線炉などの公知の方法を、単独で利用したり組み合わせ利用したりすることが可能である。この際、塗布に使用されるバインダの種類によっては、塗布後の焼付け・乾燥の代わりに、例えば紫外線・電子線などによる硬化処理が行われてもよい。

#### 【0064】

なお、有機性バインダ成分を使用しない場合には、Alめっき層103上に塗布した後、加熱前の密着性がやや低く、強い力で擦ると部分的に剥離する可能性がある。

#### 【0065】

以上説明したように、本実施形態に係る表面皮膜層105は、熱間プレス加工での潤滑性を向上させるなどといった効果を発揮することにより、プレス加工時の成形性及びプレス加工後の耐食性を向上させることができる。また、表面皮膜層105は潤滑性に優れ、金型への凝着を抑制する。仮にAlめっき層103がパウダリングした場合であっても、表面皮膜層105が、後続のプレス加工に使用される金型にパウダ(AI-Fe粉など)が凝着することを防止する。従って、金型に凝着したAI-Fe粉を除去する工程などを行うことなく、更に生産性を向上させることができる。

#### 【0066】

また、表面皮膜層105は、鋼板101及びAlめっき層103にプレス加工時に発生しうる傷などを防止する保護層としての役割をも担うことができ、成形性を高めることも可能である。更には、この表面皮膜層105は、スポット溶接性、塗料密着性等の使用性能を低下させることも無い。従って、塗装後耐食性は大幅に改善され、めっきの付着量を更に低減させることも可能である。その結果、急速プレスでの凝着を更に低減させることとなり、生産性は更に高まることとなる。

10

20

30

40

50

## 【0067】

以上、図1A及び図1Bを参照しながら、本実施形態に係る熱間プレス方法に用いられるAlめっき鋼板10について、詳細に説明した。

## 【0068】

<熱間プレス方法による加工について>

続いて、上記構成を有するAlめっき鋼板10を熱間プレス方法により加工する方法について説明する。

## 【0069】

本実施形態に係る熱間プレス方法では、まず、必要に応じてブランキングされたAlめっき鋼板10を高温に加熱して、鋼板を軟化させる。そして、軟化したAlめっき鋼板10をプレス加工して成形し、その後、成形されたAlめっき鋼板10を冷却する。このように鋼板を一旦軟化させることにより、後続するプレス加工を容易に行うことができる。また、上記成分を有する鋼板は、加熱及び冷却されることにより、焼入れされて約1500MPa以上の高い機械的強度を実現することができる。

## 【0070】

本実施形態に係るAlめっき鋼板10は、熱間プレス加工を実施するにあたって、加熱される。このときの加熱方法としては、特に限定されるものではなく、通常の電気炉、ラジアントチューブ炉に加え、赤外線加熱等といった公知の方法を利用することができる。

## 【0071】

Alめっき鋼板10は、加熱された際に融点以上で熔融し、同時にFeとの相互拡散により、Al-Fe合金層や、Al-Fe-Si合金層へと変化する。Al-Fe合金層や、Al-Fe-Si合金層の融点は高く、1150程度である。このようなAl-Fe化合物やAl-Fe-Si化合物は複数存在し、高温加熱あるいは長時間加熱すると、よりFe濃度の高い化合物へと変態していく。最終製品として好ましい表面状態は、表面まで合金化された状態で、かつ、合金層中のFe濃度が高くない状態である。未合金のAlが残存すると、この部位のみが急速に腐食して塗装後耐食性において塗膜膨れが極めて起こりやすくなるために、好ましくない。逆に、合金層中のFe濃度が高くなり過ぎても合金層自体の耐食性が低下して塗装後耐食性において塗膜膨れが起こりやすくなる。これは、合金層の耐食性は合金層中のAl濃度に依存するためである。従って、塗装後耐食性上望ましい合金化状態があり、合金化状態は、めっき付着量と加熱条件で決定される。

## 【0072】

本実施形態に係るめっき鋼板の熱間プレス方法において、Alめっき鋼板101を加熱する際、50から最高到達板温度より10低い温度までの高温下における平均昇温速度を、10~300/秒に設定することができる。加熱の平均昇温速度は、めっき鋼板のプレス加工における生産性を左右するが、一般的な平均昇温速度としては、例えば雰囲気加熱の場合には高温下で約5/秒程度である。100/秒以上の平均昇温速度は、通電加熱あるいは高周波誘導加熱で達成可能である。

## 【0073】

本実施形態に係るAlめっき鋼板10は、上述の通り高い平均昇温速度を実現することが可能であるため、生産性を向上させることが可能である。また、平均昇温速度は、合金層の組成や厚みを左右するなど、めっき鋼板における製品品質を制御する重要な要因の一つである。本実施形態に係るAlめっき鋼板10の場合、昇温速度を300/秒にまで高めることができるので、より広範囲な製品品質の制御が可能である。最高到達温度については、熱間プレスの原理よりオーステナイト領域で加熱する必要があることから、通常約900~950程度の温度が採用されることが多い。本実施形態において最高到達温度は特に限定しないが、850以下では十分な焼入れ硬度が得られない可能性があり好ましくない。またAlめっき層103はAl-Fe合金層に変化する必要があり、この観点からも850以下は好ましくない。1000を超える温度で合金化が進行し過ぎると、Al-Fe合金層中のFe濃度が上昇して塗装後耐食性の低下を招くことがある。これは昇温速度やAlめっき付着量にも依存するため一概には言えないが、経済性を考慮し

10

20

30

40

50

ても 1100 以上の加熱は望ましくない。

【0074】

< 熱間プレス方法による効果の一例について >

以上、本発明の第1の実施形態に係るめっき鋼板及びめっき鋼板の熱間プレス方法について説明した。本実施形態に係るめっき鋼板10は、Alめっき層103中に、アルカリ土類金属元素及びアルカリ金属元素から選択された少なくとも一つの元素を更に含有し、かつ、ZnO等を主体とする表面皮膜層105を有することにより、上述の通り、例えば、高い潤滑性を実現し、化成処理性が改善される。

【0075】

ZnOにより化成処理皮膜が付着する理由は現段階では不明であるが、化成処理反応は酸による素材へのエッチング反応を引き金として反応が進行するものである一方、ZnOは、両性化合物であることから酸に溶解するため、化成処理液と反応するからであると考えている。

10

【0076】

以上、本発明の実施形態に係るめっき鋼板の熱間プレス方法について、詳細に説明した。

【実施例】

【0077】

以下、実施例及び比較例を示しながら、本発明に係る熱間プレス用めっき鋼板及びめっき鋼板の熱間プレス方法について、具体的に説明する。なお、以下に示す実施例は、本発明に係る熱間プレス用めっき鋼板及びめっき鋼板の熱間プレス方法のあくまでも一例であって、本発明に係る熱間プレス用めっき鋼板及びめっき鋼板の熱間プレス方法が以下に示す実施例に限定されるものではない。

20

【0078】

< 実施例1 >

以下の表1に示す鋼成分の冷延鋼板(板厚1.4mm)を使用し、冷延鋼板の両面をAlめっきした。このときの焼鈍温度は、約800であった。Alめっき浴には、Si:9質量%が添加されており、他に鋼帯から溶出するFeが含有されていた。このAlめっき浴中に、Ca、Mg等の元素を添加した。浴中に添加した元素と添加量は、以下の表2に示した。めっき後の付着量を、ガスワイピング法で両面120g/m<sup>2</sup>に調整した。冷却後のAlめっき鋼板に対して、アクリル系バインダをZnO量に対して20質量%含有するZnO懸濁液をロールコーターで塗布し、約80で焼きつけた。

30

【0079】

このようにして製造した供試材の特性を、以下に示す方法で評価した。

【0080】

【表1】

表1 Alめっき鋼板の鋼成分(単位:質量%)

C	Si	Mn	P	S	Ti	B	Al
0.22	0.13	1.20	0.005	0.002	0.02	0.004	0.03

40

【0081】

(1) 熱間潤滑性

上記の供試材に対して、熱間で金型引抜き試験を行うことで、熱間潤滑性を評価した。より詳細には、30mm×350mmのAlめっき鋼板を900に加熱後、約700でSKD11製の平金型を鋼板の両側から押付け、引抜き加工をした。押付け荷重と引抜き荷重とを測定し、引抜き荷重/(2×押付け荷重)で得られる値を熱間摩擦係数とした。

【0082】

50

## (2) スポット溶接継手強度

上記の供試材を炉内に挿入し、900 で在炉6分加熱し、取り出した後直ちにステンレス製金型に挟んで急冷した。このときの冷却速度は、約150 /秒であった。次に、JIS Z3137に従い、十字引張強度を測定した。このときの溶接条件は、以下の通りである。なお、試験はN=3で行い、継手強度の平均値を算出した。

## 【0083】

電極：クロム銅製、DR（先端8mm が40R）

加圧：880kgf（1kgfは、約9.8Nである。）

通電時間：アップスロープ3サイクル - 通電22サイクル（60Hz）

溶接電流：9.5kA

10

## 【0084】

## (3) 塗装後耐食性

上記の供試材を炉内に挿入し、900 で在炉6分加熱し、取り出した後直ちにステンレス製金型に挟んで急冷した。このときの冷却速度は、約150 /秒であった。次に、冷却後の供試材を70mm×150mmに剪断し、日本パーカラージング（株）社製化成処理液（PB-SX35）で化成処理後、日本ペイント（株）社製電着塗料（パワーニックス110）を膜厚が15μmとなるように塗装し、170 で焼き付けた。

## 【0085】

塗装後耐食性評価は、自動車技術会制定のJASO M609に規定する方法で行った。すなわち、塗膜に予めカッターでクロスカットを入れ、腐食試験180サイクル（60日）後のクロスカットからの塗膜膨れの幅（片側最大値）を計測した。比較材として片面45g/m<sup>2</sup>の合金化溶融亜鉛めっき鋼板も評価した。この比較材よりも塗装後耐食性が良好であれば、防錆鋼板として使用可能と判断することができるが、この比較材の膨れ幅は5mmであった。

20

## 【0086】

なお、このとき900 に設定した大気炉内に熱電対を溶接した70mm×150mmの供試材を挿入し、50 ~ 890 になるまでの温度を計測し、平均昇温速度を算出したところ、4.7 /秒であった。

## 【0087】

めっき組成と得られた評価結果を、以下の表2にまとめて示した。なお、以下の表2において、表面皮膜層の皮膜量は、蛍光X線分析法により測定した金属Znとしての量を記載している。また、熱間潤滑性は、測定した動摩擦係数を記載しており、スポット継手強度は、測定した十字引張強度値を記載しており、塗装後耐食性は、クロスカットからの片側最大膨れ幅の値を記載している。

30

## 【0088】

【表 2】

表 2 めっき組成と特性評価結果

番号	めっき浴 添加元素種	添加量 (質量%)	表面皮膜層 皮膜量 (g/m <sup>2</sup> )	熱間 潤滑性	スポット 継手強度 (k N)	塗装後 耐食性 (mm)	備考
1	無し	無し	無し	0.70	7.5	7.2	比較例
2	無し	無し	1.0	0.60	7.4	4.5	比較例
3	無し	無し	3.1	0.54	6.7	3.0	比較例
4	無し	無し	5.0	0.53	5.5	2.8	比較例
5	無し	無し	6.8	0.52	4.1	2.8	比較例
6	Mg	1	無し	0.59	7.5	5.0	比較例
7	Mg	1	1.1	0.50	7.4	3.3	本発明例
8	Mg	1	2.0	0.49	7.2	2.7	参考例
9	Mg	1	3.3	0.48	6.6	2.3	参考例
10	Mg	1	4.5	0.47	5.7	2.2	参考例
11	Mg	0.5	1.0	0.51	7.6	3.5	本発明例
12	Mg	1.5	1.0	0.50	7.5	3.1	本発明例
13	Mg	2.5	1.0	—	—	—	比較例
14	Li	0.04	1.0	0.51	7.4	3.3	本発明例
15	Li	0.1	1.0	0.50	7.6	3.2	本発明例
16	Li	0.3	1.0	0.50	7.5	3.1	本発明例
17	Ca	1	1.0	0.50	7.4	3.2	本発明例
18	Sr	1	1.0	0.51	7.5	3.4	本発明例
19	Na	0.1	1.0	0.50	7.4	3.4	本発明例
20	K	0.1	1.0	0.50	7.5	3.3	本発明例
21	Mg, Li	各0.1	1.0	0.50	7.6	3.2	本発明例
22	Mg, Ca	各0.5	1.0	0.50	7.5	3.3	本発明例

## 【0089】

番号1～5の供試材は、めっき浴中へのMg, Ca等の添加元素の無いものであり、皮膜を多くした方が熱間潤滑性及び耐食性は改善されるものの、その一方で継手強度が低下することがわかった。このように、番号1～5の供試材では、全ての特性を満足することは困難であった。また、番号6の供試材は、めっき浴中へMgを添加する一方で、表面皮膜層を形成しなかったものであるが、塗装後耐食性が低下することがわかった。これに対して、番号7～12の供試材の評価結果が示すように、浴中にMgを添加することで熱間潤滑性及び耐食性が共に改善され、皮膜の必要量がより低い方へ変化する。その結果として、継手強度の低下が小さくなり、全ての特性を満足することができるようになった。

## 【0090】

また、番号13の供試材はMgを2%以上添加した場合であるが、このときには浴面の酸化が激しく、十分な外観を持つAlめっきが不可能であった。番号14～22の供試材は、浴中への添加元素種又は添加量を変えた場合であるが、いずれも良好な特性が得られた。

## 【0091】

番号1～10の供試材に着目し、測定された熱間摩擦係数の値のZn付着量による変化の様子を、図2にまとめた。

図2から明らかかなように、めっき浴中にMgを添加して、Alめっき鋼板に対して表面皮膜層105を設けることで、めっき浴中に所定の成分を添加しない場合と比較して、熱間摩擦係数の値をより小さな値にすることが可能となる。また、表面皮膜層105の皮膜量が同程度である場合には、Mgを添加しためっき浴を用いることで、より小さな熱間摩擦係数を実現できていることがわかる。この結果は、Mg等の所定の添加元素が添加され

ためつき浴を用いることで、ある熱間摩擦係数の値を実現する場合に、表面皮膜層 105 の皮膜量をより薄くすることが可能であることを示している。

【0092】

<実施例2>

実施例1の番号2及び番号7の供試材を用いて、遠赤外線による加熱を行った。このとき、昇温炉と保定炉の2ゾーンを持つ炉を用い、ゾーン間の移動は手作業で行った。昇温炉を1000 ~ 1150 で変化させて、昇温速度を変化させた。保定炉は900 に設定し、70mm x 150mmの供試材に熱電対を溶接し、昇温炉で850 に達したときに保定炉に移動させた。この際、実施例1と同様にして、50 ~ 890 の平均の昇温速度を計算した。焼入は、実施例1と同様に行い、その後の評価も、実施例1と同様に行

10

【0093】

【表3】

表3 急速加熱時の特性

番号	熱間潤滑性	昇温速度 (°C/s)	スポット継手強度 (kN)	塗装後耐食性 (mm)	備考
2	0.48	17	7.4	4.1	比較例
7	0.40	17	7.4	2.7	本発明例
7	0.40	12	7.4	2.9	本発明例

20

【0094】

上記表3及び表2を比較すると明らかなように、昇温速度の大きい時には、熱間潤滑性と塗装後耐食性の向上が認められた。急速に昇温する場合には、表面粗度が小さくなり、また、合金化後の組織が変化していた。これらの事象が、特性に影響したと考えられる。

【0095】

<実施例3>

通電加熱による急速加熱を試みた。実施例1の番号7の供試材に対応するめつき浴を用い、Alめっきの付着量は両面80g/m<sup>2</sup>とし、その表面にZnOを1g/m<sup>2</sup>付与した試料を用いた。得られた100 x 300mmの鋼板の両端を電極で挟んで、通電加熱した。このとき、50 ~ 890 の平均昇温速度は、88 /sであった。この試料を実施例1と同様に評価したところ、熱間潤滑性は0.41、スポット継手強度は7.3kA、塗装後耐食性は3.6mmを示した。この結果より、通電加熱による急速加熱でも同様の効果が得られることが確認された。

30

【0096】

以上説明したように、本発明により、Alめっき鋼板を熱間プレスするに際し、潤滑性が良く、加工性が改善されたことから、従来に比べ複雑なプレス加工が可能となった。更に、熱間プレスの保守点検の省力化も可能となり、生産性の向上も図られることが可能となった。熱間プレス後の加工製品においても化成処理性が良いことから、最終製品の塗装、耐腐食性も向上することが確認されている。以上のことから、本発明によりAlめっき鋼の熱間プレスの適用範囲が拡大し、最終用途である自動車や産業機械へのAlめっき鋼材の適用可能性を高めるものと確信する。

40

【0097】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

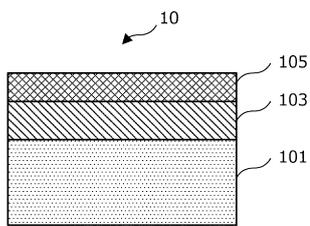
【符号の説明】

【0098】

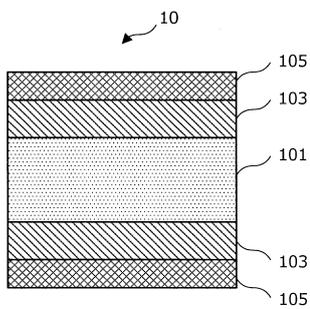
50

- 1 0     A l めっき鋼板
- 1 0 1   鋼板
- 1 0 3   A l めっき層
- 1 0 5   表面皮膜層

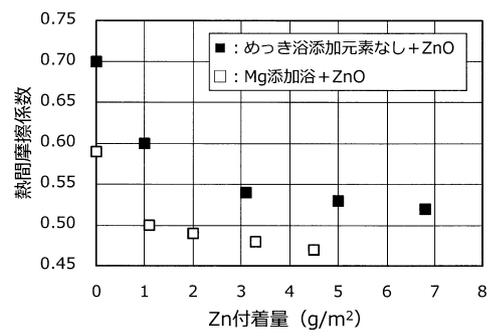
【図 1 A】



【図 1 B】



【図 2】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 2 C 21/02 (2006.01)		C 2 2 C 21/00	N
C 2 2 C 38/00 (2006.01)		C 2 2 C 21/02	
C 2 2 C 38/14 (2006.01)		C 2 2 C 38/00	3 0 1 T
C 2 2 C 38/60 (2006.01)		C 2 2 C 38/14	
C 2 3 C 2/28 (2006.01)		C 2 2 C 38/60	
C 2 3 C 2/40 (2006.01)		C 2 3 C 2/28	
C 2 3 C 28/00 (2006.01)		C 2 3 C 2/40	
		C 2 3 C 28/00	B

## 合議体

審判長 鈴木 正紀

審判官 河野 一夫

審判官 河本 充雄

- (56) 参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 3 7 2 1 0 ( J P , A )  
 国際公開第 2 0 1 2 / 1 3 7 6 8 7 ( W O , A 1 )  
 国際公開第 2 0 1 0 / 0 0 5 1 2 1 ( W O , A 1 )

## (58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C23C 2/12  
 B21D 22/20  
 B21D 53/88  
 C21D 1/18  
 C22C 21/00 - 21/18  
 C22C 38/00 - 38/60