

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7380963号
(P7380963)

(45)発行日 令和5年11月15日(2023.11.15)

(24)登録日 令和5年11月7日(2023.11.7)

(51)国際特許分類	F I
B 3 2 B 15/08 (2006.01)	B 3 2 B 15/08 G
C 0 9 D 201/00 (2006.01)	C 0 9 D 201/00
C 0 9 D 191/06 (2006.01)	C 0 9 D 191/06
C 0 9 D 7/61 (2018.01)	C 0 9 D 7/61
C 0 9 D 7/63 (2018.01)	C 0 9 D 7/63

請求項の数 15 (全27頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2023-552580(P2023-552580)	(73)特許権者	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(86)(22)出願日	令和5年5月15日(2023.5.15)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/018186	(74)代理人	230118913 弁理士 杉村 光嗣
審査請求日	令和5年8月30日(2023.8.30)	(74)代理人	100165696 弁理士 川原 敬祐
(31)優先権主張番号	特願2022-92591(P2022-92591)	(74)代理人	100195785 弁理士 市枝 信之
(32)優先日	令和4年6月7日(2022.6.7)	(72)発明者	鯉淵 駿 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	青山 朋弘
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 被覆鋼板およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下地鋼板と、前記下地鋼板の少なくとも一方の面に設けられた有機樹脂およびワックスを含有する皮膜とを備える被覆鋼板であって、

前記有機樹脂は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、フェノール系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、およびポリエステル系樹脂からなる群より選択される少なくとも一つであり、

前記ワックスは、融点が100 以上145 以下、かつ平均粒径が3.0 μm以下であるポリオレフィンワックスであり、

前記皮膜中の前記ワックスの割合が5質量%以上、70質量%以下であり、

下記(1)式で定義される皮膜付着量のばらつき σ' が0.300以下であり、

前記皮膜の付着量 μ_Wが0.3 g/m²以上である、被覆鋼板。

【数 1】

$$\sigma' = \frac{1}{\mu_W} \sqrt{\sum_i [\{W_i - (aH_i + b)\} - \{ \mu_W - (a\mu_H + b) \}]^2} \quad (1)$$

ここで、

W_i : 測定点 i における前記皮膜の付着量 (g/m^2)、

H_i : 測定点 i における前記下地鋼板の高さ、

μ_w : 前記皮膜の付着量、

μ_H : 前記下地鋼板の高さの平均値、

a : 前記皮膜の付着量を前記下地鋼板の高さに対してプロットして得られた散布図における回帰直線の傾き、

b : 前記回帰直線の切片である。

【請求項 2】

前記皮膜中の前記有機樹脂の割合が 30 質量%以上、95 質量%以下であり、
前記皮膜中の前記ワックスの割合が 5 質量%以上、50 質量%以下である、請求項 1 に記載の被覆鋼板。

10

【請求項 3】

前記下地鋼板表面の算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.5 \mu m$ 以下である、請求項 1 に記載の被覆鋼板。

【請求項 4】

前記下地鋼板表面の算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.5 \mu m$ 以下である、請求項 2 に記載の被覆鋼板。

【請求項 5】

前記皮膜の付着量 μ_w が $2.5 g/m^2$ 以下である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の被覆鋼板。

20

【請求項 6】

前記有機樹脂がアルカリ可溶性樹脂である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の被覆鋼板。

【請求項 7】

前記皮膜が、さらに防錆剤を含有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の被覆鋼板。

【請求項 8】

前記防錆剤が、リン酸類のアルミニウム塩、亜鉛塩、および酸化亜鉛からなる群より選択される少なくとも 1 つである、請求項 7 に記載の被覆鋼板。

【請求項 9】

前記皮膜が、さらに分散剤を含有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の被覆鋼板。

30

【請求項 10】

前記分散剤が、ポリカルボン酸ナトリウム、ポリアクリル酸ナトリウム、カルボン酸共重合体、およびスルホン酸共重合体からなる群より選択される少なくとも 1 つである、請求項 9 に記載の被覆鋼板。

【請求項 11】

前記皮膜が、さらにシリカを含有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の被覆鋼板。

【請求項 12】

有機樹脂およびワックスを含む塗料を、下地鋼板の少なくとも一方の面に塗布し、乾燥する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の被覆鋼板の製造方法であって、

40

前記有機樹脂は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、フェノール系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、およびポリエステル系樹脂からなる群より選択される少なくとも 1 つであり、

前記ワックスは、融点が 100 以上 145 以下、かつ平均粒径が $3.0 \mu m$ 以下であるポリオレフィンワックスである、被覆鋼板の製造方法。

【請求項 13】

前記乾燥時の前記下地鋼板の最高到達温度が 60 以上、前記ワックスの融点以下である、請求項 12 に記載の被覆鋼板の製造方法。

【請求項 14】

前記塗料における全固形分の割合が 1 質量%以上 30 質量%以下である、請求項 12 に

50

記載の被覆鋼板の製造方法。

【請求項 15】

前記塗料における全固形分の割合が1質量%以上30質量%以下である、請求項13に記載の被覆鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被覆鋼板に関し、特に、プレス成形性（press formability）に優れた被覆鋼板に関する。また、本発明は前記被覆鋼板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

冷延鋼板、熱延鋼板などの鋼板は様々な分野で広く用いられており、例えば、自動車車体などの用途においては、鋼板をプレス成形して用いることが一般的である。そのため、鋼板にはプレス成形性に優れることが求められる。

【0003】

特に近年では、製品の意匠性向上のため、より複雑な形状にプレス成形される傾向にある。また、製造工程を簡略化するために部品の一体化が進められており、その意味でも、より複雑な形状にプレス成形される傾向にある。

【0004】

しかし、鋼板を複雑な形状にプレス成形する場合、該鋼板が成形に耐えられず破断したり、連続プレス成形時に型カジリ（die galling）が生じたりする場合がある。そしてその結果、自動車等の製品の生産性に深刻な悪影響を及ぼす。そのため、プレス成形性をさらに向上させることが求められている。

【0005】

プレス成形性を向上させる方法としては、例えば、プレス成形に使用される金型に表面処理を施す方法が挙げられる。これは広く用いられている方法であるものの、一旦表面処理を施すと、その後は金型の調整を行えないという問題がある。また、コストが高いという問題もある。

【0006】

金型に表面処理を施さずにプレス成形性を向上させる方法としては、高粘度潤滑油を使う方法がある。しかし、この方法で得られるプレス成形部材には高粘度潤滑油が付着した状態となるため、プレス成形後に脱脂不良を起こす場合があり、脱脂不良が生じると塗装性が劣化する。

【0007】

そのため、金型の表面処理や高粘度潤滑油に代えて、鋼板自体のプレス成形性を向上させることが求められている。

【0008】

鋼板自体のプレス成形性を向上させる技術としては、表面処理を施して鋼板表面に潤滑皮膜を形成することが提案されている。

【0009】

例えば、特許文献1では、亜鉛系めっき鋼板の表面にアクリル樹脂皮膜を形成した被覆鋼板が提案されている。

【0010】

特許文献2では、金属板の表面に樹脂皮膜が形成された被覆金属板において、前記樹脂皮膜表面から固体潤滑剤を0.01~1.5 μm突出させることが提案されている。

【0011】

特許文献3では、金属製品の表面に、ポリウレタン樹脂に潤滑剤を含有させた皮膜を0.5~5 μm被覆することが提案されている。

【0012】

特許文献4では、エポキシ樹脂中に潤滑剤を添加したアルカリ可溶型有機皮膜を有する

10

20

30

40

50

被覆鋼板が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【文献】特開平09-170059号公報

【文献】特開平10-052881号公報

【文献】特開2000-309747号公報

【文献】特開2000-167981号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかし、特許文献1～4で提案されている技術では、皮膜に含まれる潤滑剤の効果により潤滑性に一定の向上が見られるものの、複雑なプレス成形における成形性は必ずしも十分ではなかった。具体的には、プレス成形時の割れ危険部位において割れが生じたり、面圧が高くなる部位において型カジリが発生したりするという問題があった。

【0015】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであって、優れたプレス成形性を有する被覆鋼板を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明者らは、有機樹脂とワックスを含む皮膜を備える被覆鋼板に着目し、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、以下の知見を得た。

【0017】

(1) 有機樹脂とワックスを含む皮膜を形成した鋼板をプレス成形すると、皮膜表面と金型表面が摺動する際に、皮膜が金型に削り取られ、皮膜中の有機樹脂とワックスが混合した潤滑皮膜が金型表面と鋼板の摺動面を被覆する。したがって、プレス成形性を向上させるためには、金型表面と鋼板の摺動面を被覆する潤滑皮膜の摺動性を向上させる、つまり摩擦係数を低下させる必要がある。

【0018】

(2) 特定の有機樹脂とワックスを使用し、かつ前記皮膜における局所的な皮膜付着量のばらつきを低減することにより、摩擦係数を顕著に低下させることができる。

【0019】

本発明は上記知見に基づいてなされたものであり、その要旨は、次の通りである。

【0020】

1. 下地鋼板と、前記下地鋼板の少なくとも一方の面に設けられた有機樹脂およびワックスを含有する皮膜とを備える被覆鋼板であって、

前記有機樹脂は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、フェノール系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、およびポリエステル系樹脂からなる群より選択される少なくとも1つであり、

前記ワックスは、融点が100以上145以下、かつ平均粒径が3.0μm以下であるポリオレフィンワックスであり、

前記皮膜中の前記ワックスの割合が5質量%以上、70質量%以下であり、

下記(1)式で定義される皮膜付着量のばらつき σ' が0.300以下であり、

前記皮膜の付着量 μ_W が0.3g/m²以上である、被覆鋼板。

【数1】

$$\sigma' = \frac{1}{\mu_W} \sqrt{\sum_i [\{W_i - (aH_i + b)\} - \{ \mu_W - (a\mu_H + b) \}]^2} \quad (1)$$

10

20

30

40

50

ここで、

W_i : 測定点 i における前記皮膜の付着量 (g/m^2)

H_i : 測定点 i における前記下地鋼板の高さ、

μ_w : 前記皮膜の付着量

μ_H : 前記下地鋼板の高さの平均値

a : 前記皮膜の付着量を前記下地鋼板の高さに対してプロットして得られた散布図における回帰直線の傾き、

b : 前記回帰直線の切片である。

【0021】

2. 前記皮膜中の前記有機樹脂の割合が30質量%以上、95質量%以下であり、前記皮膜中の前記ワックスの割合が5質量%以上、50質量%以下である、上記1に記載の被覆鋼板。

10

【0022】

3. 前記下地鋼板表面の算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.5 \mu m$ 以下である、上記1または2に記載の被覆鋼板。

【0023】

4. 前記皮膜の片面当たりの付着量が $2.5 g/m^2$ 以下である、上記1~3のいずれか1つに記載の被覆鋼板。

【0024】

5. 前記有機樹脂がアルカリ可溶性樹脂である、上記1~4のいずれか1つに記載の被覆鋼板。

20

【0025】

6. 前記皮膜が、さらに防錆剤を含有する、上記1~5のいずれか1つに記載の被覆鋼板。

【0026】

7. 前記防錆剤が、リン酸類のアルミニウム塩、亜鉛塩、および酸化亜鉛からなる群より選択される少なくとも1つである、上記6に記載の被覆鋼板。

【0027】

8. 前記皮膜が、さらに分散剤を含有する、上記1~7のいずれか1つに記載の被覆鋼板。

【0028】

9. 前記分散剤が、ポリカルボン酸ナトリウム、ポリアクリル酸ナトリウム、カルボン酸共重合体、およびスルホン酸共重合体からなる群より選択される少なくとも1つである、上記8に記載の被覆鋼板。

30

【0029】

10. 前記皮膜が、さらにシリカを含有する、上記1~9のいずれか1つに記載の被覆鋼板。

【0030】

11. 有機樹脂およびワックスを含む塗料を、下地鋼板の少なくとも一方の面に塗布し、乾燥する、上記1~10のいずれか1つに記載の被覆鋼板の製造方法であって、

前記有機樹脂は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、フェノール系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、およびポリエステル系樹脂からなる群より選択される少なくとも1つであり、

40

前記ワックスは、融点が 100 以上 145 以下、かつ平均粒径が $3.0 \mu m$ 以下であるポリオレフィンワックスである、被覆鋼板の製造方法。

【0031】

12. 前記乾燥時の前記下地鋼板の最高到達温度が 60 以上、前記ワックスの融点以下である、上記11に記載の被覆鋼板の製造方法。

【0032】

13. 前記塗料における全固形分の割合が1質量%以上30質量%以下である、上記11または12に記載の被覆鋼板の製造方法。

【発明の効果】

50

【0033】

本発明によれば、鋼板と金型との間の摩擦係数を顕著に低下させることができる。その結果、本発明によれば、プレス成形時に割れが生じやすい部位においても割れを生じさせることなく成形を行うことができる。また、本発明によれば、面圧の高い部位における型カジリを抑制することができる。したがって、本発明の被覆鋼板は極めて良好なプレス成形性を有しており、複雑な形状への成形にも好適に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】 の算出に用いる、鋼板高さに対する皮膜付着量の散布図の一例である。

【図2】 摩擦係数測定装置を示す概略正面図である。

【図3】 図2中のビード形状および寸法を示す概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、本発明の実施形態の例について説明する。なお、以下の説明において、含有量の単位「%」は、とくに断らない限り「質量%」を表すものとする。

【0036】

(1) 被覆鋼板

本発明の一実施形態における被覆鋼板は、下地鋼板と、前記下地鋼板の少なくとも一方の面に設けられた皮膜とを備えている。

【0037】

[皮膜]

前記皮膜は、有機樹脂およびワックスを含有する。以下、各成分について説明する。

【0038】

(有機樹脂)

本発明において有機樹脂は、ワックスを鋼板表面に保持するバインダーとしての役割を担う。無機系バインダーでは、ポリオレフィンとの親和性が低いため、潤滑皮膜を形成することによる摺動性付与効果を得ることができない。そのため、上記皮膜は有機樹脂を含むことが重要である。

【0039】

前記有機樹脂としては、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、フェノール系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、およびポリエステル系樹脂からなる群より選択される少なくとも1つを使用する。前記有機樹脂としては、2以上の樹脂を混合して使用することもできる。

【0040】

前記アクリル系樹脂としては、特に限定されることなく任意のアクリル系樹脂を用いることができる。ここで、アクリル系樹脂とは、(メタ)アクリル酸および(メタ)アクリル酸エステルからなる群より選択される少なくとも1つを単量体単位として含む重合体である。

【0041】

前記アクリル系樹脂は、さらにスチレンを単量体単位として含むことが好ましい。スチレンを単量体単位として含むアクリル系樹脂は、耐水性に優れているため、防錆性が良好となる。また、スチレンを含有しない場合に比べてさらに良好な摺動性が得られる。

【0042】

前記エポキシ系樹脂としては、特に限定されることなく任意のエポキシ系樹脂を用いることができる。前記エポキシ系樹脂としては、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、およびノボラック型エポキシ樹脂が挙げられる。

【0043】

前記ウレタン系樹脂としては、特に限定されることなく任意のウレタン系樹脂を用いることができる。前記ウレタン系樹脂としては、分子中にカルボキシ基を有するウレタン系樹脂を用いることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

前記フェノール系樹脂としては特に限定されることなく任意のフェノール系樹脂を用いることができる。前記フェノール系樹脂としては、水系溶媒に溶解もしくは分散可能なレゾール系フェノール樹脂を用いることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

前記酢酸ビニル系樹脂としては、特に限定されることなく任意の酢酸ビニル系樹脂を用いることができる。前記酢酸ビニル系樹脂としては、ポリ酢酸ビニルを用いることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

前記ポリエステル系樹脂としては、特に限定されることなく任意のポリエステル系樹脂を用いることができる。前記ポリエステル系樹脂としては、カルボキシ基を有するモノマーを構成成分として含有するポリエステル樹脂を用いることが好ましい。

10

【 0 0 4 7 】

脱膜性 (film removability) の観点からは、前記有機樹脂がアルカリ可溶性樹脂であることが好ましい。すなわち、鋼板を自動車車体などに用いる場合には、プレス成形した後に塗装が施される。その際、有機樹脂がアルカリ可溶性樹脂であれば、塗装前に行われるアルカリ脱脂工程で皮膜を除去 (脱膜) することができる。したがって、その後の塗装を良好に行うことができる。

【 0 0 4 8 】

上記皮膜は、任意の割合で有機樹脂を含むことができる。しかし、有機樹脂の割合が過度に低いと、有機樹脂以外の成分の影響が大きくなり、有機樹脂の効果が相対的に低下する。そのため、有機樹脂の効果を高めるという観点からは、前記皮膜中の前記有機樹脂の割合を 30% 以上とすることが好ましい。前記有機樹脂の割合を 30% 以上とすることにより、プレス成形性の向上効果をさらに高めるとともに、脱膜性や接着性など有機樹脂の持つ作用を十分に発揮させることができる。前記皮膜中の前記有機樹脂の割合は 40% 以上とすることがより好ましく、50% 以上とすることがさらに好ましい。一方、前記有機樹脂の割合の上限についても特に限定されないが、後述するようにある程度の量のワックスを添加するために、95% 以下とすることが好ましく、90% 以下とすることが好ましい。

20

【 0 0 4 9 】

ここで、皮膜中の有機樹脂の割合とは、皮膜中の全固形分の合計質量に対する皮膜中の有機樹脂の固形分の質量の割合と定義される。

30

【 0 0 5 0 】

前記有機樹脂の質量平均分子量は特に限定されない。しかし、前記質量平均分子量が 5000 未満であると、防錆性が劣る場合がある。そのため、防錆性の観点からは、前記有機樹脂の質量平均分子量を 5000 以上とすることが好ましく、7000 以上とすることがより好ましく、9000 以上とすることがさらに好ましい。一方、前記有機樹脂の質量平均分子量が 30000 を超えると接着性が劣化する場合がある。そのため、接着性の観点からは、前記有機樹脂の質量平均分子量を 30000 以下とすることが好ましく、25000 以下とすることがより好ましく、20000 以下とすることがさらに好ましい。

40

【 0 0 5 1 】

ここで、前記有機樹脂の質量平均分子量とは、JIS K 7252「プラスチック - サイズ排除クロマトグラフィーによる高分子の平均分子量及び分子量分布の求め方」に基づいて測定される質量平均分子量である。

【 0 0 5 2 】

(ワックス)

前記ワックスとしてはポリオレフィンワックスを用いる。ポリオレフィンワックスは、表面エネルギーが低く、自己潤滑性を有している。したがって、下地鋼板の表面にポリオレフィンワックスを含む皮膜を設けることにより優れたプレス成形性を得ることができる。また、ポリオレフィンワックスは、密度や分子量を制御することにより、比較的容易に融点を後

50

述する範囲に調整することができる。ポリオレフィンワックスの中でもポリエチレンワックスを用いた場合に最も潤滑効果が得られるため、ポリエチレンワックスを用いることが好ましい。

【 0 0 5 3 】

融点：100～145

前記ポリオレフィンワックスの融点は100 以上145 以下とする。上述したように、ポリオレフィンワックスはそれ自体が自己潤滑性を有している。加えて、ポリオレフィンワックスの融点が前記範囲内であれば、プレス成形時の金型との摺動による摩擦熱でポリオレフィンワックスが半熔融状態となり、有機樹脂とワックスが混合した潤滑皮膜が金型表面と鋼板の摺動面を被覆する。そしてその結果、金型と鋼板の直接の接触が抑制されるため、プレス成形性が顕著に向上する。

10

【 0 0 5 4 】

ポリオレフィンワックスの融点が100 未満であると、プレス成形時の摺動による摩擦熱でポリオレフィンワックスが完全に熔融してしまうため、ポリオレフィンワックスが持つ潤滑効果が十分に発揮されない上に、前述した金型の被覆効果も得られない。そのため、ポリオレフィンワックスの融点は100 以上、好ましくは120 以上とする。一方、ポリオレフィンワックスの融点が145 より高いと、プレス成形時の摩擦熱で該ポリオレフィンワックスが熔融しないため、十分な潤滑効果が得られないだけでなく、金型の被覆効果も得られない。そのため、ポリオレフィンワックスの融点は145 以下、好ましくは140 以下とする。

20

【 0 0 5 5 】

ここで、ポリオレフィンワックスの融点は、J I S K 7 1 2 1「プラスチックの転移温度測定方法」に基づき測定される融解温度と定義する。

【 0 0 5 6 】

平均粒径：3.0 μm以下

ポリオレフィンワックスの平均粒径が3.0 μmより大きいと、皮膜中で該ポリオレフィンワックスが凝集しやすく、皮膜付着量のばらつきが後述する条件を満たすことができない。加えて、プレス成形時の金型との摺動時に有機樹脂とワックスが混合しにくくなり、前述した金型の被覆効果が得られず優れたプレス成形性が得られない。そのため、前記ポリオレフィンワックスの平均粒径は3.0 μm以下、好ましくは1.5 μm以下、より好ましくは0.5 μm以下、さらに好ましくは0.3 μm以下とする。一方、ポリオレフィンワックスの平均粒径の下限は特に限定されないが、過度に小さいと、プレス成形時にポリオレフィンワックスが潤滑油に溶解し、潤滑性向上効果が低下する場合がある。また、塗料中でポリオレフィンワックスが凝集しやすくなるため、塗料安定性が低くなることに加え、皮膜付着量のばらつきが大きくなりやすい。そのため、前記ポリオレフィンワックスの平均粒径は、0.01 μm以上であることが好ましく、0.03 μm以上であることがより好ましい。

30

【 0 0 5 7 】

ここで、前記平均粒径は、走査電子顕微鏡（SEM）を用いて皮膜表面のワックス粒子を観察することにより測定できる。すなわち、ワックスの粒径に対応した倍率に設定したSEM像を取得し、画像解析することにより求められる。前記画像解析により求めた各ワックス粒子の円相当径の平均値を、前記平均粒径とする。

40

【 0 0 5 8 】

以下、SEMを用いたワックス粒子の平均粒径の測定方法について、具体的に説明する。SEMを用いて、ワックス粒子の平均粒径を測定する際には、電子線の広がりや透過を抑え、皮膜表面付近のワックス粒子の情報を取得するために、加速電圧を十分低くする必要がある。そのためには、加速電圧1kV以下で測定することが好ましい。また、観察時の帯電による像障害を防止し、ワックス粒子を明瞭に識別するために、C、Au、Osなどの導電性物質によるコーティングを実施することが好ましい。前記導電性物質によるコーティングの膜厚は2nm以下とすることが好ましい。SEM像の測定範囲は、ワックス

50

粒子を識別でき、統計上有意な個数のワックス粒子が含まれるようにする必要がある。例えば、ワックス粒子の直径が100nm～300nmの場合には、ピクセルサイズが30nm以下で、測定範囲は10 μ m×10 μ m以上であることが望ましい。なお、SEM像は、連続、または任意の複数視野を測定して取得し、合計で上記測定範囲を満足するように、複数のSEM像を取得してもよい。

【0059】

ワックスの割合：5～70%

前記皮膜中のワックスの割合が5%未満であると、プレス成形性時の摺動性向上効果が不十分となり、所望のプレス成形性を得ることができない。そのため、前記皮膜中のワックスの割合は、5%以上、好ましくは10%以上とする。

10

【0060】

一方、皮膜中のワックスの割合が70%より高いと、バインダーとしての有機樹脂の割合が相対的に低下する結果、鋼板に対する密着性が低下し、接着性が損なわれる。また、ワックス成分が脱落しやすくなるため、皮膜付着量のばらつきを所望の範囲に低減することができない。さらに、塗装を施す場合、アルカリ脱脂工程において皮膜が鋼板表面から十分に脱膜せず、十分な脱脂性が得られない結果、塗装性が劣化する場合がある。そのため、前記皮膜中のワックスの割合は、70%以下、好ましくは50%以下、より好ましくは30%以下とする。

【0061】

ここで、皮膜中のワックスの割合とは、皮膜中の全固形分の合計質量に対する皮膜中のワックスの固形分の質量の割合と定義される。

20

【0062】

(皮膜付着量のばらつき)

上述したように、有機樹脂とワックスを含む皮膜を形成した被覆鋼板をプレス成形する際には、前記皮膜が金型表面と接触し、摺動されることにより、金型表面と鋼板の摺動面に潤滑皮膜が形成される。その結果、摩擦係数が低下し、プレス成形性が向上する。この時、下地鋼板の表面には凹凸が存在しているため、前記金型との接触は、主として鋼板表面の凸部、すなわち、鋼板高さの高い部分で生じる。

【0063】

一方、鋼板表面に塗料を塗布して皮膜を形成すること考えると、塗料は下地鋼板の凹部、すなわち鋼板高さの低い部分にたまりやすい。その結果、鋼板凸部の皮膜付着量は少なくなる一方、鋼板凹部の皮膜付着量は多くなる。このようにして、得られる皮膜には、大域的な皮膜付着量のばらつきが生じる。

30

【0064】

加えて、ワックスおよび有機樹脂の凝集の影響などにより、皮膜には、局所的(微視的)な皮膜付着量のばらつきも生じる。そのため、最終的に得られる皮膜には、大域的な皮膜付着量のばらつきと、局所的な皮膜付着量のばらつきの両方が生じることになる。

【0065】

したがって、大域的な皮膜付着量のばらつきが比較的小さかったとしても、局所的な皮膜付着量のばらつきが大きければ、鋼板凸部に皮膜付着量が極端に少ない領域が存在することになる。そうすると、プレス成形時に鋼板凸部に十分な量の皮膜成分が供給されないため、摩擦係数を低減する効果が十分に得られず、その結果、良好なプレス成形性を得ることができなくなると考えられる。

40

【0066】

そこで、本発明者らは、上記局所的な皮膜付着量のばらつきの影響を評価する方法を検討した。最初に、標準偏差を用いて皮膜付着量のばらつきを評価することを試みた。しかし、その結果、標準偏差とプレス成形性と間には明確な相関が見られなかった。これは、標準偏差は、大域的な皮膜付着量のばらつきの影響を大きく受けており、標準偏差を用いる方法では局所的な皮膜付着量のばらつきの影響を適切に評価できないためと考えられる。

【0067】

50

そこで、発明者らは、大域的な皮膜付着量のばらつきの影響を排除し、局所的な皮膜付着量のばらつきを評価する方法を検討した。その結果、下記(1)式で定義される皮膜付着量のばらつき σ' とプレス成形性との間に相関があることを見出した。

【数2】

$$\sigma' = \frac{1}{\mu_W} \sqrt{\sum_i \{W_i - (aH_i + b)\} - \{\mu_W - (a\mu_H + b)\}^2} \quad (1)$$

ここで、

W_i : 測定点*i*における前記皮膜の付着量 (g/m^2)

H_i : 測定点*i*における前記下地鋼板の高さ、

μ_W : 前記皮膜の付着量

μ_H : 前記下地鋼板の高さの平均値

a : 前記皮膜の付着量を前記下地鋼板の高さに対してプロットして得られた散布図における回帰直線の傾き、

b : 前記回帰直線の切片である。

【0068】

σ' : 0.300以下

上記皮膜付着量のばらつき σ' が0.300より大きいと、鋼板凸部での皮膜付着量のばらつきが大きくなり、皮膜付着量が極端に少ない領域が形成される。その結果、金型表面と鋼板の摺動面が十分な量の潤滑皮膜で被覆されず、所望のプレス成形性を得ることができない。そのため、 σ' を0.300以下、好ましくは0.275以下、より好ましくは0.260以下とする。一方、プレス成形性の観点からは、皮膜付着量のばらつきは小さければ小さいほどよいため、 σ' の下限は特に限定されない。ただし、工業的な生産の観点からは、 σ' は、例えば、0.100以上であってもよい。

【0069】

上記皮膜付着量のばらつき σ' は、皮膜付着量マップと鋼板高さマップを取得し、それらを解析することによって求めることができる。以下、具体的な手順について説明する。

【0070】

まず、被覆鋼板における皮膜付着量マップを取得する。前記皮膜付着量マップの取得は、皮膜に電子線を照射した際に発生する特性X線の強度を測定することにより行うことができる。前記測定には、X線分光装置を搭載した走査電子顕微鏡(SEM)、または電子線マイクロアナライザー(EPM A)を用いることができる。最初に、特性X線を用い、皮膜の主成分である炭素(C)のK線と鋼板の主成分である鉄(Fe)のL線の強度マップをそれぞれ測定する。各測定点におけるFe強度に対するC強度比(C/Fe強度比)を計算し、C/Fe強度比マップを作成する。

【0071】

次いで、前記C/Fe強度比マップから、予め作成した検量線を用いて皮膜付着量マップを作成する。すなわち、C/Fe強度比の平均値は皮膜の付着量にほぼ比例する。そこで、皮膜の付着量が既知の皮膜を有する被覆鋼板を複数使用して、C/Fe強度比を皮膜付着量に換算するための検量線を作成しておく。具体的には、前記被覆鋼板のC強度およびFe強度を測定し、C/Fe強度比の平均値を算出し、得られたC/Fe強度比の平均値と皮膜付着量との関係から検量線を作成する。

【0072】

前記皮膜付着量マップを作成するにあたり、特性X線を利用する場合には、皮膜付着量が多い鋼板凹部でも入射電子が鋼板に到達でき、また十分な強度のFeのL線が発生するように加速電圧を十分高くする必要がある。そのためには、加速電圧を10kV以上に設定することが好ましい。しかし、加速電圧が高すぎるとCのK線の発生効率が低下し

10

20

30

40

50

て強度が低下するため、加速電圧は20 kV以下に設定することが好ましい。

【0073】

また、前記強度マップの測定範囲と分析点サイズは、鋼板表面の凹凸形状に対して統計上有意味なサイズになるような条件にする必要がある。鋼板の表面粗さ(算術平均粗さ R_a)が約 $1\mu\text{m}$ の鋼板の場合、鋼板凸部の直径が $50\mu\text{m}$ 程度であるため、測定範囲に鋼板凸部が10ヶ所以上含まれるよう、測定範囲は $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 程度であることが望ましい。また、前記分析点サイズは、各鋼板凸部に付き10点以上測定できるよう、 $10\mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。なお、前記強度マップは、連続、または任意の複数視野を測定して取得し、合計で上記測定範囲を満足するように、複数の強度マップで構成してもよい。

10

【0074】

次に、鋼板高さマップを取得する。鋼板高さの測定には、例えば、形状測定装置として、白色干渉計やレーザー顕微鏡を用いることができる。前記鋼板高さマップは、上記皮膜付着量マップと同一視野で取得する。高さマップの測定範囲と分析点サイズは、皮膜付着量の測定条件に合わせることを好ましい。皮膜が不透明な場合には、皮膜を除去した後に前記測定を行って鋼板高さマップを取得すればよい。皮膜の剥離は、後述する皮膜の付着量の測定の際と同様の方法で行うことができる。

【0075】

次に、得られた皮膜付着量マップと鋼板高さマップの位置合わせを行い、各測定点の測定データ(皮膜付着量データおよび鋼板高さデータ)のピクセル数とピクセルサイズを調整する。前記位置合わせは、特に限定されないが、例えば、手動で行ってもよく、画像処理ソフトウェアなどを用いて行ってもよい。また、測定データのピクセル数とピクセルサイズの調整についても、特に限定されないが、例えば、画像処理ソフトウェアを用いた線形補間により実施可能である。

20

【0076】

次に、 σ を求めるために、上記のように算出した同一測定点の皮膜付着量データと鋼板高さデータを用いて、鋼板高さに対する皮膜付着量の散布図を作成する。前記散布図の一例を図1に示す。この散布図に対して線形回帰を行い、下記(2)式で表される回帰直線を求める。

$$W = aH + b \quad \dots (2)$$

30

ここで、 W は皮膜付着量、 H は鋼板高さ、 a は回帰直線の傾き、 b は回帰直線の切片である。

【0077】

次いで、測定した皮膜付着量および鋼板高さのデータと、皮膜の付着量 μ_w 、上記回帰曲線の傾き a 、切片 b を用い、上記(1)式により σ を算出する。すなわち、各測定点 i について、当該測定点 i における鋼板高さ H_i を用いて上記(2)式により算出される W の値($aH_i + b$)と、当該測定点 i における実際の皮膜付着量 W_i の値との差 $\{W_i - (aH_i + b)\}$ を求める。そして、前記 $\{W_i - (aH_i + b)\}$ と、前記皮膜の付着量 μ_w および前記下地鋼板の高さの平均値 μ_H とから、標準偏差を算出する。得られた標準偏差を皮膜の付着量 μ_w で除算することにより σ が得られる。この σ を用いることにより、大域的な皮膜付着量のばらつきの影響を排除し、局所的な付着量のばらつきを評価することができる。なお、前記皮膜の付着量 μ_w の測定方法については後述する。

40

【0078】

[防錆剤]

上記皮膜は、防錆剤を含有しない場合でも通常の保管環境では錆が発生することはない。しかし、防錆性をさらに向上させるという観点からは、前記皮膜は、さらに防錆剤を含有することが好ましい。

【0079】

前記防錆剤としては、特に限定されることなく任意の防錆剤を用いることができるが、リン酸類のアルミニウム塩、亜鉛塩、および酸化亜鉛からなる群より選択される少なくとも

50

も1つを用いることが好ましい。ここで、リン酸類とはオルトリン酸の他、ピロリン酸、トリポリリン酸、テトラポリリン酸、メタリン酸などの縮合リン酸を含む。これらの防錆剤を用いることでさらに優れた防錆効果を発揮することができ、さらには塗料安定性の劣化も小さい。

【0080】

防錆剤の含有量は特に限定されないが、防錆剤の含有量が過度に低いと、十分な効果が得られない場合がある。特に、被覆鋼板をコイル状に重ね合わせた状態で保管する場合には、吸湿により錆が発生しやすい。このような過酷な環境下でも錆の発生を防ぐという観点からは、皮膜中の防錆剤の割合を5%以上とすることが好ましい。一方、皮膜中の防錆剤の割合が30%を超えると接着性が劣化する場合がある。また、塗料の状態において防錆剤が沈殿し、塗料安定性が劣化する場合がある。そのため、皮膜中の防錆剤の割合を30%以下とすることが好ましい。

10

【0081】

ここで、皮膜中の防錆剤の割合とは、皮膜中の全固形分の合計質量に対する皮膜中の防錆剤の質量の割合と定義される。

【0082】**[分散剤]**

皮膜成分の分散性を向上させるという観点からは、上記皮膜はさらに分散剤を含有することが好ましい。前記分散剤としては、特に限定されることなく任意の分散剤を使用できるが、アニオン系高分子型分散剤を用いることが好ましい。アニオン系高分子型分散剤は、数 μm 以下の粒子の分散性向上に特に有効であることに加え、ポリオレフィンワックスに吸着することができる。前記アニオン系高分子型分散剤としては、ポリカルボン酸ナトリウム、ポリアクリル酸ナトリウム、カルボン酸共重合体、およびスルホン酸共重合体からなる群より選択される少なくとも1つを用いることが好ましい。

20

【0083】

皮膜中の分散剤の割合は特に限定されないが、0.5%以上とすることが好ましい。皮膜中の分散剤の割合が0.5%以上であると、塗料中のワックスの分散性が向上し、得られる皮膜におけるワックス分布の均一性が向上する。その結果、局所的（微視的）な皮膜付着量のばらつきを低減し易くなり、プレス成形性がさらに向上する。一方、皮膜中の分散剤の割合が5%を超えると接着性が劣化する場合がある。そのため、皮膜中の分散剤の割合は、5%以下とすることが好ましい。

30

【0084】

ここで、皮膜中の分散剤の割合とは、皮膜中の全成分の固形分質量の合計質量に対する皮膜中の分散剤の質量の割合である。

【0085】**(シリカ)**

皮膜の撥水性および防錆性を向上させるという観点からは、上記皮膜が、さらにシリカを含有することが好ましい。また、シリカを含有することで塗料に含まれる防錆剤の沈殿が抑制されるため、塗料安定性が向上する。

【0086】

前記シリカとしては、特に限定されることなく任意のシリカを用いることができる。前記シリカとしては、コロイダルシリカを用いることが好ましい。前記コロイダルシリカの平均粒子径は特に限定されないが、5nm以上であることが好ましい。また、前記コロイダルシリカの平均粒子径は200nm以下であることが好ましい。前記コロイダルシリカの平均粒子径は動的光散乱法により測定することができる。具体的には、まず、動的光散乱法により散乱強度基準での粒子径分布を測定する。次いで、前記粒子径分布を散乱強度基準から体積基準に換算する。得られた体積基準の粒子径分布におけるメジアン径D50をコロイダルシリカの平均粒子径とする。

40

【0087】

上記皮膜中のシリカの割合は、1%以上とすることが好ましい。皮膜中のシリカの割合

50

を1%以上とすることで、皮膜の撥水性が高まり、防錆性がさらに向上する。また、一方、皮膜中のシリカの割合が10%を超えると接着性が劣化する場合がある。そのため、前記皮膜中のシリカの割合は、10%以下とすることが好ましい。

【0088】

ここで、皮膜中のシリカの割合とは、皮膜中の全成分の固形分質量の合計質量に対する皮膜中のシリカの質量の割合である。

【0089】

なお、上記皮膜に含まれる成分それぞれの割合は、塗料調合時の各皮膜成分の固形分質量から算出することができる。

【0090】

上記皮膜は、上記有機樹脂、ワックス、防錆剤、分散剤、およびシリカに加え、その他の任意の成分を含有することができる。前記その他の成分としては、例えば、一般的に塗料に添加される表面調整剤や消泡剤などが挙げられる。

【0091】

皮膜の付着量 μ_w : 0.3 g/m^2 以上

上記皮膜の付着量 μ_w が 0.3 g/m^2 未満である場合、該皮膜を形成するために塗料を塗布してから乾燥させるまでの間に、ワックスの凝集が発生しやすいため、局所的（微視的）な皮膜付着量のばらつきが増大し、その結果、プレス成形性が低下する。そのため、皮膜の付着量 μ_w は、 0.3 g/m^2 以上とする。なお、前述したように大域的な皮膜付着量のばらつきは下地鋼板の表面粗さの影響を受ける。そこで、下地鋼板の表面粗さが大きい場合でも局所的（微視的）な皮膜付着量のばらつきを低減するという観点からは、皮膜の付着量 μ_w を 0.4 g/m^2 以上とすることが好ましく、 0.6 g/m^2 以上とすることがより好ましく、 0.8 g/m^2 以上とすることがさらに好ましい。一方、 μ_w の上限は特に限定されないが、 2.5 g/m^2 を超えると、溶接性や脱膜性、接着性が劣化する場合がある。そのため、 μ_w は、 2.5 g/m^2 以下とすることが好ましい。なお、ここで前記皮膜の付着量 μ_w は、鋼板片面あたりの値を指すものと定義する。

【0092】

皮膜の付着量 μ_w は、被覆鋼板から皮膜を除去し、皮膜除去前後における質量差を鋼板の面積で除することにより求めることができる。皮膜の除去は、下地鋼板を損なうことなく当該皮膜のみを除去できる方法であれば任意の方法で行うことができる。典型的には、皮膜を構成する有機樹脂を溶解可能な溶媒（有機溶剤など）や、前記溶媒を含む剥離剤などを使用すればよい。前記皮膜がアルカリ可溶型である場合には、実施例に記載したように、アルカリ脱脂剤を用いることが好ましい。

【0093】

[下地鋼板]

上述したように、本発明では皮膜の成分と、該皮膜におけるワックスの分布を制御することにより優れたプレス成形性を実現している。そのため、前記下地鋼板としては、特に限定されることなく任意の鋼板を用いることができる。前記下地鋼板は、冷延鋼板および熱延鋼板のいずれであってもよい。

【0094】

前記下地鋼板の引張強度 T_S は特に限定されないが、過度に低いと、最終的に得られるプレス成形部材の強度が不足する場合がある。そのため、前記下地鋼板の引張強度は 260 MPa 以上であることが好ましい。一方、前記引張強度の上限についても特に限定されない。例えば、引張強度が 440 MPa 以上であるような高強度鋼板を下地鋼板として用いる場合、プレス成形時の面圧が高くなる。しかし、本発明によれば、鋼板と金型との間の摩擦係数を顕著に低下させることができるため、そのように面圧が高い条件であっても、割れや型カジリの発生を抑制し、良好なプレス成形性が得られる。したがって、下地鋼板の引張強さは、 440 MPa 以上であってもよい。ただし、引張強度が過度に高いと複雑な形状へプレス成形することが困難となる。そのため、複雑形状へのプレス成形性という観点からは、前記下地鋼板の引張強度は 440 MPa 以下であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0095】

前記下地鋼板の板厚は特に限定されないが、過度に薄いと、最終的に得られるプレス成形部材の強度が不足する場合がある。そのため、前記下地鋼板の板厚は0.5mm以上であることが好ましい。一方、前記板厚の上限についても特に限定されないが、過度に厚いと複雑な形状へプレス成形することが困難となる。そのため、前記下地鋼板の板厚は4.0mm以下であることが好ましい。

【0096】

上記下地鋼板の表面粗さ（皮膜形成前の下地鋼板の表面粗さ）はとくに限定されない。しかし、下地鋼板表面の算術平均粗さRaが2.5μmより大きい場合、下地鋼板表面の凹凸が大きいため、凹部に形成された皮膜はプレス成形の際に金型と接触しにくくなる。また、凸部では、凹部に比べて皮膜の付着量が少なくなるため、局所的（微視的）な皮膜付着量のばらつきが増大する結果、プレス成形性向上効果が低下する場合がある。そのため、プレス成形性をさらに向上させるという観点からは、Raを2.5μm以下とすることが好ましい。一方、Raが0.4μmより小さい場合、プレス成形時に起こりうる微細な傷が目立ちやすい。また、Raが0.4μmより小さいと、プレス成形時にカジリが発生する場合がある。そのため、Raは0.4μm以上とすることが好ましい。

10

【0097】

ここで、下地鋼板の算術平均粗さRaはJIS B 0633:2001 (ISO 4288:1996) に従い測定することが出来る。例えば、Raが0.1より大きく2以下の場合には、カットオフ値および基準長さを0.8mm、評価長さを4mmとして測定した粗さ曲線からRaを求める。Raが2より大きく10以下の場合には、カットオフ値および基準長さを2.5mm、評価長さを12.5mmとして測定した粗さ曲線からRaを求める。

20

【0098】

(2) 製造方法

次に、本発明の被覆鋼板の製造方法について説明する。本発明の一実施形態においては、有機樹脂およびワックスを含む塗料を、下地鋼板の少なくとも一方の面に塗布し、乾燥することによって上記被覆鋼板を製造する。なお、特に言及しない点については、上記被覆鋼板の説明と同様とすることができる。

【0099】

前記塗料としては、例えば、溶媒に有機樹脂を溶解させた有機樹脂溶液または溶媒に有機樹脂を分散させた有機樹脂エマルジョンに、ワックスを添加したものをを用いることができる。前記溶媒としては、水および有機溶剤の一方または両方を用いることができるが、水を用いることが好ましい。

30

【0100】

塗料における全固形分の割合は特に限定されないが、1~30%であることが好ましい。塗料における全固形分の割合が1%未満または30%超である場合、塗装ムラが発生し、所望のワックス分布が得られない場合がある。なお、ここで塗料における全固形分の割合とは、塗料中の全固形分の濃度、すなわち、塗料の（溶媒を含む）全質量に対する固形分質量の割合である。

40

【0101】

下地鋼板への塗料の塗布は、特に限定されることなく任意の方法で行うことができる。前記塗布としては、例えば、ロールコーターやバーコーターを使用する方法、スプレー、浸漬、刷毛による塗布方法などが挙げられる。前記塗布においては、最終的に得られる被覆鋼板において、鋼板の片面当たりの皮膜付着量が乾燥質量で0.3g/m²以上となるように塗料を塗布する。

【0102】

塗料を塗布した後の乾燥についても、特に限定されることなく任意の方法で行うことができる。前記乾燥の方法としては、例えば、熱風による乾燥や、IHヒーターによる乾燥、赤外加熱による方法などが挙げられる。

50

【0103】

乾燥時の鋼板の最高到達温度は60以上、使用したワックスの融点以下であることが好ましい。最高到達温度が60未満では乾燥に時間がかかる上に、防錆性が劣る場合がある。一方、最高到達温度がワックスの融点を超える場合、ワックスが溶融、合体し、粒径が粗大化することで、局所的（微視的）な皮膜付着量のばらつきが増大しやすい。

【実施例】

【0104】

以下、本発明を実施例により説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されない。

【0105】

以下の手順で下地鋼板の表面に皮膜を形成して被覆鋼板を製造した。

10

【0106】

まず、表1に示す算術平均粗さRaを有する4種類の下地鋼板を用意した。このうち下地鋼板A～Cは板厚0.8mmの冷延鋼板であり、下地鋼板Dは板厚2.0mmの熱延鋼板である。なお、A～Dの下地鋼板は、いずれも270MPa級の引張強度を有するSPCD（JIS G 3141）およびSPHD（JIS G 3131）である。

【0107】

また、表2、3に示す組成の塗料を調製した。表2、3における各成分の割合は、塗料に含まれる全固形分の合計質量に対する各成分の固形分の質量の割合である。なお、シリカとしては体積平均粒径9nmのコロイダルシリカを用いた。また、表2、3に示した有機樹脂の分子量ならびにワックスの融点および平均粒径は、それぞれ先に述べた方法で測定した値である。

20

【0108】

前記下地鋼板の表面に前記塗料をバーコーターで塗布し、鋼板表面の最高到達温度が80となるようIHヒーターで加熱して乾燥し、被覆鋼板を得た。使用した下地鋼板と塗料の組み合わせは表4～7に示したとおりとした。なお、比較のため、一部の比較例では皮膜の形成を行わず、下地鋼板をそのまま後述する評価に供した。

【0109】

（皮膜付着量）

得られた被覆鋼板における皮膜の付着量を測定した。具体的には、被覆鋼板から皮膜を除去し、皮膜除去前後における質量差を鋼板の面積で除して付着量を求めた。前記皮膜の除去は、被覆鋼板を脱脂剤濃度20g/L、温度40の脱脂液に300秒浸漬することにより行った。前記脱脂剤としては、アルカリ脱脂剤のファインクリーナーE6403（日本パーカライジング（株）製）を用いた。なお、上記条件で皮膜が完全に除去できていることを、別途、後述する脱膜性の試験と同様の手法で確認した。表4～7に示した皮膜付着量は鋼板片面あたりの値である。

30

【0110】

（皮膜付着量のばらつき）

次に、得られた被覆鋼板における皮膜付着量のばらつきを以下の手順で評価した。

【0111】

まず、上記被覆鋼板から、10mm×10mmサイズの試験片を、各被覆鋼板につき5枚ずつ切り出した。前記試験片の中心近傍を、エネルギー分散型X線分光装置（Burker製XFlash6|30）を搭載した、ショットキー電界放出型SEM（Carl Zeiss製igma）により測定し、CのK線とFeのL線の強度マップを取得した。前記測定は、倍率200倍、加速電圧15kV、解像度800×600の条件で、EDSマッピングにより実施した。

40

【0112】

得られたCのK線強度マップを、対応するFeのL線強度マップで除算することにより、CのK/FeのL強度比マップを作成した。その後、前記強度比マップを、予め作成しておいた検量線を用いて付着量に換算し、皮膜付着量マップを作成した。

【0113】

50

一方、鋼板の高さ測定には、レーザー顕微鏡（キーエンス製 VK - X 1 0 5 ）を用いた。前述の強度マップ測定時と同一視野で、対物レンズ倍率 2 0 倍の高さマップを、解像度 2 0 4 8 × 1 5 3 6 にて測定した。その後、画像処理ソフトウェアを用いて、画像の位置合わせ、解像度の調整を行い、同一点の皮膜付着量と鋼板高さを算出した。なお、本実施例で使用した被覆鋼板は、いずれも皮膜が透明であったため、前記鋼板の高さ測定は、皮膜が存在する状態で実施した。

【 0 1 1 4 】

得られた同一点の皮膜付着量と鋼板高さより、散布図を作成し、その回帰直線を求めた。得られた回帰直線の各点の鋼板高さでの値を皮膜付着量の鋼板高さに応じた平均値として、各点の皮膜付着量から減算することで、皮膜付着量の鋼板高さに応じた平均値からの差とその標準偏差を求めた。この標準偏差を視野全体の皮膜の付着量で除して、 σ を算出した。なお、前記 σ の算出にあたっては、5 枚の試験片すべてにおける測定データを使用した。

10

【 0 1 1 5 】

次に、得られた被覆鋼板の特性を以下の手順で評価した。

【 0 1 1 6 】

（プレス成形性）

プレス成形性は、摺動性、つまり鋼板表面の摩擦係数と相関があり、摩擦係数が低いほどプレス成形性は良好となる。そこで、プレス成形性を評価するために、得られた被覆鋼板の摩擦係数を以下の手順で測定した。

20

【 0 1 1 7 】

図 2 は、摩擦係数測定装置を示す概略正面図である。同図に示すように、被覆鋼板から採取した摩擦係数測定用試料 1 が試料台 2 に固定され、試料台 2 は、水平移動可能なスライドテーブル 3 の上面に固定されている。スライドテーブル 3 の下面には、これに接したローラ 4 を有する上下動可能なスライドテーブル支持台 5 が設けられ、これを押し上げることにより、ビード 6 による摩擦係数測定用試料 1 への押付荷重 N を測定するための第 1 ロードセル 7 が、スライドテーブル支持台 5 に取付けられている。上記押し付け力を作用させた状態でスライドテーブル 3 を水平方向へ移動させるための摺動抵抗力 F を測定するための第 2 ロードセル 8 が、スライドテーブル 3 の一方の端部を取付けられている。なお、潤滑油として、スギムラ化学工業（株）製のプレス用洗浄油プレトン R 3 5 2 L を試料 1 の表面に塗布して試験を行った。

30

【 0 1 1 8 】

図 3 は使用したビードの形状および寸法を示す概略斜視図である。ビード 6 の下面が試料 1 の表面に押し付けられた状態で摺動する。図 3 に示すビード 6 の形状は幅 1 0 mm、試料の摺動方向長さ 5 9 mm、摺動方向両端の下部は曲率 4 . 5 mm R の曲面で構成され、試料が押し付けられるビード下面は幅 1 0 mm、摺動方向長さ 5 0 mm の平面を有する。

【 0 1 1 9 】

摩擦係数測定試験は、図 3 に示すビードを用い、押し付け荷重 N : 4 0 0 k g f、試料の引き抜き速度（スライドテーブル 3 の水平移動速度）： 2 0 c m / m i n とし行った。試料とビードとの間の摩擦係数 μ は、式： $\mu = F / N$ で算出した。

40

【 0 1 2 0 】

得られた摩擦係数の値を表 4 ~ 7 に示した。前記摩擦係数が 0 . 1 1 5 以下である場合、プレス成形性（摺動性）が良好であると判断した。

【 0 1 2 1 】

（溶接性）

被覆鋼板をプレス成形して得られるプレス成形部材を自動車車体などにもちいる際には、組み立て工程において溶接が行われることが一般的である。そのため、被覆鋼板は、プレス成形性に加え、溶接性にも優れていることが望ましい。そこで、被覆鋼板の溶接性を評価した。具体的には、被覆鋼板に対して、使用電極：DR 型 Cr - Cu 電極、加圧力：1 5 0 k g f、通電時間：1 0 サイクル / 6 0 H z、溶接電流：7 . 5 k A の条件で連続

50

打点性の溶接試験を行い、連続打点数を求めた。連続打点数が5000点以上の場合、溶接性が「良好」、5000点未満の場合は溶接性が「不十分」と評価した。

【0122】

(脱膜性)

本発明に係る被覆鋼板が、自動車用途で使用される場合を想定して、脱脂時の脱膜性を評価した。皮膜の脱膜性を求めるために、まず、各被覆鋼板を脱脂剤濃度20g/L、温度40の脱脂液に所定の時間浸漬した後、水道水で洗浄することにより脱脂した。前記脱脂剤としては、アルカリ脱脂剤のファインクリーナーE6403(日本パーカラライジング(株)製)を用いた。

【0123】

次いで、蛍光X線分析装置を用いて脱脂処理後の試験片の表面炭素強度を測定した。測定された表面炭素強度と、予め測定しておいた脱脂前表面炭素強度および下地鋼板の表面炭素強度の測定値を用いて、以下の式により皮膜剥離率を算出した。

皮膜剥離率(%) = [(脱脂前表面炭素強度 - 脱脂後表面炭素強度) / (脱脂前表面炭素強度 - 下地鋼板の表面炭素強度)] × 100

なお、ここで、下地鋼板の表面炭素強度とは、皮膜を形成する前の下地鋼板の表面炭素強度である。

【0124】

脱脂液への浸漬時間を変化させて上記試験を行い、皮膜剥離率が98%以上となるアルカリ脱脂液への浸漬時間を求めた。求められた浸漬時間を「脱膜時間」として表4~7に示す。前記脱膜時間が120秒以下である場合、良好な脱膜性であるとした。

【0125】

(防錆性)

被覆鋼板をコイル状に巻取った状態で保管した場合を想定し、重ね合わせ状態での防錆性を評価した。具体的には、被覆鋼板から150mm×70mmのサイズの試験片を採取し、前記試験片の表面に防錆油を片面当たり1.0g/m²の付着量で両面に塗布した。次いで、2枚の試験片を重ね合わせ、面圧0.02kgf/mm²で荷重をかけた状態で、温度50、湿度95%RHの環境で保持した。

【0126】

7日ごとに重ね合わせた内側の面を確認し、錆が発生するまでの日数を評価した。錆が発生するまでの日数が56日以上である場合を「優」、21日以上である場合を「良」、21日未満の場合を「可」と評価した。

【0127】

(接着性)

被覆鋼板をプレス成形して得られるプレス成形部材を自動車車体などに用いる際には、組み立て工程において接着が行われることがある。そのため、被覆鋼板は、プレス成形性に加え、接着性にも優れていることが望ましい。そこで、被覆鋼板の接着性を評価した。具体的には、各被覆鋼板から100×25.4mmサイズの試験片を2枚採取し、防錆油に浸漬した。前記試験片を防錆油から引上げた後、24時間垂直に立て掛けて余分な油を除去した。

【0128】

次いで、前記試験片の表面の内、25.4mm×13mmの領域にエポキシ系接着剤を0.2mm厚に均一に塗布した。その後、2枚の試験片をクリップで重ね合わせて挟み、180で20分焼付けし、乾燥・硬化させた。冷却後、オートグラフ試験機によりせん断引張試験を行い、せん断接着力を測定した。せん断接着力が20MPa以上である場合、良好な接着性とした。

【0129】

表4~7に示した結果から分かるように、本発明の条件を満たす被覆鋼板は、いずれも摩擦係数が0.115以下であり、優れたプレス成形性を有していた。これに対し、本発明の条件を満たさない被覆鋼板は、いずれも摩擦係数が0.115より高く、プレス成形

10

20

30

40

50

性に劣っていた。

【0130】

以上のとおり、本発明の被覆鋼板はプレス成形時の摺動性（プレス成形性）に優れており、自動車車体用途を初めとする様々な用途に好適に用いることができる。

【0131】

【表1】

表1

下地鋼板	Ra (μm)
A	0.48
B	0.78
C	1.48
D	2.35

10

【0132】

20

30

40

50

【 表 2 】

表2

No.	有機系樹脂		ワックス				分散剤		防錆剤		シリカ 割合 (質量%)	
	種類	分子量	割合 (質量%)	種類	融点 (°C)	粒径 (μm)	割合 (質量%)	種類	割合 (質量%)	種類		割合 (質量%)
1	スチレンアクリル	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0	0
2	スチレンアクリル	4000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0	0
3	スチレンアクリル	5000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0	0
4	スチレンアクリル	30000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0	0
5	スチレンアクリル	50000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0	0
6	スチレンアクリル	10000	80	ポリエチレン	90	0.2	20	-	0	-	0	0
7	スチレンアクリル	10000	80	ポリプロピレン	145	0.03	20	-	0	-	0	0
8	スチレンアクリル	10000	80	ポリプロピレン	155	0.06	20	-	0	-	0	0
9	スチレンアクリル	10000	80	ポリエチレン	132	0.5	20	-	0	-	0	0
10	スチレンアクリル	10000	80	ポリエチレン	132	3.0	20	-	0	-	0	0
11	スチレンアクリル	10000	80	ポリエチレン	132	6.0	20	-	0	-	0	0
12	スチレンアクリル	10000	100	-	-	-	0	-	0	-	0	0
13	スチレンアクリル	10000	95	ポリエチレン	120	0.06	5	-	0	-	0	0
14	スチレンアクリル	10000	90	ポリエチレン	120	0.06	10	-	0	-	0	0
15	スチレンアクリル	10000	50	ポリエチレン	120	0.06	50	-	0	-	0	0
16	スチレンアクリル	10000	40	ポリエチレン	120	0.06	60	-	0	-	0	0
17	アクリル	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0	0
18	スチレンアクリル	10000	79.5	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリカルボン酸ナトリウム	0.5	-	0	0
19	スチレンアクリル	10000	79	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリカルボン酸ナトリウム	1	-	0	0
20	スチレンアクリル	10000	77	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリカルボン酸ナトリウム	3	-	0	0

【 0 1 3 3 】

10

20

30

40

50

【 表 3 】

表3

No.	有機系樹脂			ワックス			分散剤		防錆剤		シリカ割合 (質量%)
	種類	分子量	割合 (質量%)	種類	融点 (°C)	粒径 (μm)	割合 (質量%)	種類	割合 (質量%)	種類	
21	スチレンアクリル	10000	75	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリカルボン酸ナトリウム	5	-	0
22	スチレンアクリル	10000	74	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリカルボン酸ナトリウム	6	-	0
23	スチレンアクリル	10000	79	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリアクリル酸ナトリウム	1	-	0
24	スチレンアクリル	10000	79	ポリエチレン	130	0.15	20	カルボン酸共重合体	1	-	0
25	スチレンアクリル	10000	79	ポリエチレン	130	0.15	20	スルホン酸共重合体	1	-	0
26	エポキシ	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0
27	ウレタン	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0
28	フェノール	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0
29	酢酸ビニル	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0
30	ポリエステル	10000	80	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	-	0
31	スチレンアクリル	10000	75	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	5
32	スチレンアクリル	10000	65	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	15
33	スチレンアクリル	10000	50	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	30
34	スチレンアクリル	10000	40	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	40
35	スチレンアクリル	10000	65	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	リン酸亜鉛	15
36	スチレンアクリル	10000	65	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	酸化亜鉛	15
37	スチレンアクリル	10000	64	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	15
38	スチレンアクリル	10000	60	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	15
39	スチレンアクリル	10000	55	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	15
40	スチレンアクリル	10000	50	ポリエチレン	130	0.15	20	-	0	トリポリリン酸アルミニウム	15
41	スチレンアクリル	10000	59	ポリエチレン	130	0.15	20	ポリカルボン酸ナトリウム	1	トリポリリン酸アルミニウム	15

【 0 1 3 4 】

10

20

30

40

50

【 表 4 】

表4

No.	鋼板	塗料 No.	皮膜 付着量 (g/m ²)	皮膜付着量の ばらつき σ'	プレス成形性 摩擦係数	溶接性 評価	脱膜性 脱膜時間 (秒)	防錆性		備考
								錆発生 までの日数	評価	
1	B	1	1.0	0.259	0.099	良好	30	28	良	発明例
2	B	1	0.2	0.648	0.124	良好	10	35	良	比較例
3	B	1	0.3	0.295	0.114	良好	10	35	良	発明例
4	B	1	0.7	0.270	0.108	良好	20	28	良	発明例
5	B	1	2.0	0.207	0.095	良好	60	28	良	発明例
6	B	1	2.5	0.194	0.097	良好	120	28	良	発明例
7	B	1	3.0	0.182	0.099	不十分	150	28	良	発明例
8	B	2	1.0	0.264	0.115	良好	30	14	可	発明例
9	B	3	1.0	0.257	0.100	良好	30	28	良	発明例
10	B	4	1.0	0.259	0.110	良好	30	28	良	発明例
11	B	5	1.0	0.266	0.111	良好	30	28	良	発明例
12	B	6	1.0	0.255	0.145	良好	30	28	良	比較例
13	B	7	1.0	0.294	0.114	良好	30	28	良	発明例
14	B	8	1.0	0.281	0.161	良好	30	28	良	比較例
15	B	9	1.0	0.261	0.113	良好	30	28	良	発明例
16	B	10	1.0	0.289	0.115	良好	30	28	良	発明例
17	B	11	1.0	0.418	0.134	良好	30	28	良	比較例
18	B	12	1.0	-	0.210	良好	30	28	良	比較例
19	B	13	1.0	0.289	0.115	良好	30	28	良	発明例
20	B	14	1.0	0.283	0.108	良好	30	28	良	発明例

【 0 1 3 5 】

10

20

30

40

50

【 表 5 】

表5

No.	銅板	塗料 No.	皮膜 付着量 (g/m ²)	皮膜付着量の ばらつき σ'	プレス成形性 摩擦係数	溶接性 評価	脱膜性 脱膜時間 (秒)	防錆性		備考	
								錆発生 までの日数	評価		
21	B	15	1.0	0.279	0.099	良好	120	28	良	22.6	発明例
22	B	16	1.0	0.281	0.101	良好	180	28	良	12.4	発明例
23	B	17	1.0	0.268	0.114	良好	30	7	可	29.0	発明例
24	B	18	1.0	0.195	0.097	良好	30	28	良	28.3	発明例
25	B	19	1.0	0.154	0.094	良好	30	28	良	27.8	発明例
26	B	20	1.0	0.191	0.096	良好	30	28	良	24.3	発明例
27	B	21	1.0	0.236	0.098	良好	30	28	良	21.2	発明例
28	B	22	1.0	0.268	0.102	良好	30	28	良	19.7	発明例
29	B	19	0.3	0.257	0.114	良好	10	35	良	28.8	発明例
30	B	19	2.0	0.139	0.092	良好	60	28	良	22.2	発明例
31	B	19	2.5	0.131	0.091	良好	120	28	良	20.5	発明例
32	B	23	1.0	0.167	0.096	良好	30	28	良	27.7	発明例
33	B	24	1.0	0.174	0.097	良好	30	28	良	28.1	発明例
34	B	25	1.0	0.176	0.097	良好	30	28	良	27.9	発明例
35	B	26	1.0	0.270	0.114	良好	60	28	良	28.4	発明例
36	B	27	1.0	0.274	0.111	良好	30	28	良	28.2	発明例
37	B	28	1.0	0.257	0.096	良好	30	14	可	28.6	発明例
38	B	29	1.0	0.272	0.109	良好	30	28	良	28.3	発明例
39	B	30	1.0	0.276	0.108	良好	30	28	良	28.5	発明例
40	B	31	1.0	0.255	0.110	良好	30	35	良	28.4	発明例

【 0 1 3 6 】

10

20

30

40

50

【 表 6 】

表6

No.	鋼板	塗料 No.	皮膜 付着量 (g/m ²)	皮膜付着量の ばらつき		プレス成形性	溶接性	脱膜性	防錆性		備考
				σ'	摩擦係数				評価	錆発生 までの日数	
41	B	32	1.0	0.261	0.112	良好	30	56以上	優	28.4	発明例
42	B	33	1.0	0.274	0.111	良好	30	56以上	優	24.1	発明例
43	B	34	1.0	0.283	0.114	良好	30	56以上	優	15.9	発明例
44	B	35	1.0	0.264	0.105	良好	30	56以上	優	28.7	発明例
45	B	36	1.0	0.257	0.101	良好	30	56以上	優	28.5	発明例
46	B	37	1.0	0.227	0.102	良好	30	56以上	優	28.5	発明例
47	B	38	1.0	0.201	0.104	良好	30	56以上	優	25.5	発明例
48	B	39	1.0	0.212	0.103	良好	60	56以上	優	22.7	発明例
49	B	40	1.0	0.242	0.107	良好	90	56以上	優	12.5	発明例
50	B	41	0.3	0.254	0.113	良好	30	56以上	優	28.9	発明例
51	B	41	1.0	0.153	0.095	良好	30	56以上	優	25.7	発明例
52	B	41	2.0	0.137	0.092	良好	60	56以上	優	22.4	発明例
53	B		皮膜なし		0.175	良好	0	56以上	優	29.0	比較例
54	C	1	1.0	0.266	0.109	良好	30	28	良	30.1	発明例
55	C	1	0.2	0.664	0.137	良好	10	35	良	29.9	比較例
56	C	1	0.3	0.443	0.129	良好	10	35	良	30.2	比較例
57	C	1	2.0	0.213	0.103	良好	60	28	良	24.5	発明例
58	C	1	2.5	0.199	0.099	良好	120	28	良	21.5	発明例
59	C	1	3.0	0.186	0.101	不十分	150	28	良	18.3	発明例
60	C		皮膜なし		0.173	良好	0	56以上	優	30.7	比較例

【 0 1 3 7 】

10

20

30

40

50

【表 7】

No.	鋼板	塗料 No.	皮膜 付着量 (g/m ²)	皮膜付着量の ばらつき σ'	プレス成形性 摩擦係数	溶接性 評価	脱膜性 脱膜時間 (秒)	防錆性		備考	
								錆発生 までの日数	評価		
61	C	19	1.0	0.171	0.103	良好	30	28	良	30.0	発明例
62	C	19	0.3	0.195	0.115	良好	10	35	良	29.8	発明例
63	A	1	1.0	0.253	0.094	良好	30	28	良	27.6	発明例
64	A	1	0.2	0.632	0.128	良好	10	35	良	27.8	比較例
65	A	1	0.3	0.293	0.113	良好	10	35	良	27.9	発明例
66	A	1	2.0	0.202	0.092	良好	60	28	良	21.9	発明例
67	A	1	2.5	0.190	0.091	良好	120	28	良	20.1	発明例
68	A	1	3.0	0.177	0.092	不十分	150	28	良	15.3	発明例
69	A				0.173	良好	0	56以上	優	27.9	比較例
70	A	19	1.0	0.156	0.090	良好	30	28	良	27.3	発明例
71	A	19	0.3	0.261	0.113	良好	10	35	良	27.7	発明例
72	D	1	1.0	0.268	0.107	良好	30	28	良	31.2	発明例
73	D	1	0.2	0.670	0.154	良好	10	35	良	31.5	比較例
74	D	1	0.3	0.446	0.129	良好	10	35	良	31.7	比較例
75	D	1	2.0	0.214	0.103	良好	60	28	良	25.5	発明例
76	D	1	2.5	0.201	0.108	良好	120	28	良	21.7	発明例
77	D	1	3.0	0.188	0.105	不十分	150	28	良	19.0	発明例
78	D				0.179	良好	0	56以上	優	31.6	比較例
79	D	19	1.0	0.176	0.102	良好	30	28	良	31.0	発明例
80	D	19	0.3	0.293	0.115	良好	10	35	良	31.4	発明例

表7

【符号の説明】

【0 1 3 8】

- 1 摩擦係数測定用試料
- 2 試料台
- 3 スライドテーブル
- 4 ローラ
- 5 スライドテーブル支持台
- 6 ビード
- 7 第1ロードセル

10

20

30

40

50

8 第2ロードセル

9 レール

【要約】

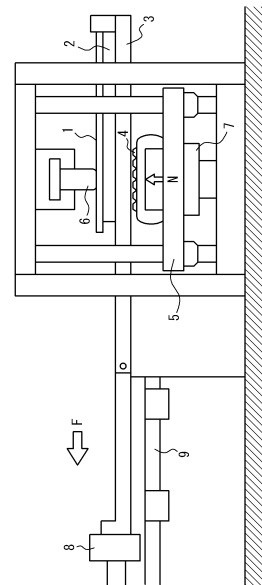
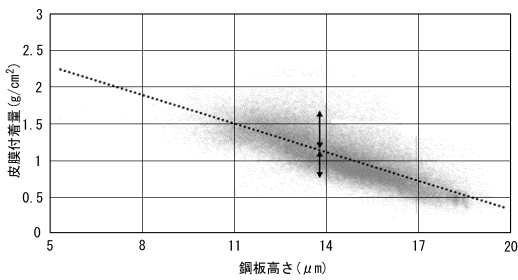
優れたプレス成形性を有する被覆鋼板を提供する。下地鋼板と、前記下地鋼板の少なくとも一方の面に設けられた有機樹脂およびワックスを含有する皮膜とを備える被覆鋼板であって、前記有機樹脂は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、フェノール系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、およびポリエステル系樹脂からなる群より選択される少なくとも1つであり、前記ワックスは、融点が100以上145以下、かつ平均粒径が3.0 μm以下であるポリオレフィンワックスであり、前記皮膜中の前記ワックスの割合が5質量%以上、70質量%以下であり、皮膜付着量のばらつき'が0.300以下であり、前記皮膜の付着量 μ_w が 0.3 g/m^2 以上である、被覆鋼板。

10

【図面】

【図1】

【図2】



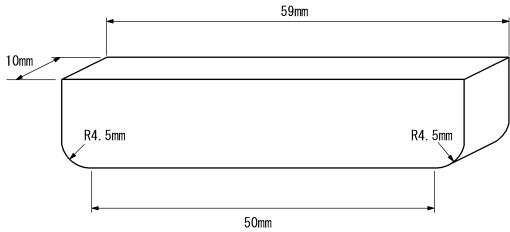
20

30

40

50

【 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 3 2 B 27/18 (2006.01)

B 3 2 B 27/18

Z

C 2 3 C 26/00 (2006.01)

C 2 3 C 26/00

A

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

(72)発明者 古谷 真一

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

(72)発明者 松田 武士

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

(72)発明者 河野 崇史

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 原 和秀

(56)参考文献 特開2021-147657(JP,A)

特開2001-140080(JP,A)

特開平10-237478(JP,A)

国際公開第2023/062875(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 3 2 B

C 0 9 D 7 / 6 1 - 7 / 6 3

C 0 9 D 1 9 1 / 0 6 - 2 0 1 / 0 0

C 2 3 C 2 6 / 0 0