



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202503083 A

(43) 公開日：中華民國 114 (2025) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：113111535

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 27 日

(51) Int. Cl. : C23C2/06 (2006.01) C22C38/00 (2006.01)

(30) 優先權：2023/07/14 日本 2023-116278

(71) 申請人：日商日本製鐵股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)  
日本(72) 發明人：德田慎平 TOKUDA, SHIMPEI (JP)；西田義勝 NISHIDA, YOSHIKATSU (JP)；莊  
司浩雅 SHOJI, HIROMASA (JP)；上野晉 UENO, SHIN (JP)

(74) 代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：2 共 52 頁

(54) 名稱

表面處理鋼材

(57) 摘要

本案的表面處理鋼材具有：鋼材、及於前述鋼材之表面之至少一部分所形成的鍍敷層；前述鍍敷層是一層包含 0.3~12.5 質量%之 Mg 的 Zn 系鍍敷層；前述鋼材之前述表面當中沒有形成前述鍍敷層的部分定為非鍍敷部，此時，在前述非鍍敷部之至少一部分中存在：MgO、Mg(OH)<sub>2</sub>、MgCO<sub>3</sub>、Mg<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>12</sub>CO<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O、Mg<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>CO<sub>3</sub>·4H<sub>2</sub>O、含有 Mg 的 Zn<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>CO<sub>3</sub>·4H<sub>2</sub>O、4MgCO<sub>3</sub>·Mg(OH)<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O、含有 Mg 的 Zn<sub>5</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>、含有 Mg 的 Zn<sub>5</sub>(OH)<sub>8</sub>Cl<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O、含有 Mg 的 NaZn<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)Cl(OH)<sub>6</sub>·6H<sub>2</sub>O 中之 1 種以上化合物。

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

表面處理鋼材

### 【中文】

本案的表面處理鋼材具有：鋼材、及於前述鋼材之表面之至少一部分所形成的鍍敷層；前述鍍敷層是一層包含0.3~12.5質量%之Mg的Zn系鍍敷層；前述鋼材之前述表面當中沒有形成前述鍍敷層的部分定為非鍍敷部，此時，在前述非鍍敷部之至少一部分中存在： $\text{MgO}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12}\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、含有Mg的 $\text{Zn}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ 、含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{OH})_8\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、含有Mg的 $\text{NaZn}_4(\text{SO}_4)\text{Cl}(\text{OH})_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 中之1種以上化合物。

【指定代表圖】 無。

【代表圖之符號簡單說明】

(無)

【特徵化學式】

(無)

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

表面處理鋼材

## 【技術領域】

### 【0001】 發明領域

本發明是有關於表面處理鋼材。

本案是基於2023年07月14日在日本提出申請之特願2023-116278號而主張優先權，並在此援引其內容。

## 【先前技術】

### 【0002】 發明背景

就耐蝕性良好的表面處理鋼材來說，最常使用的有鋅(Zn)系鍍敷鋼板。該鋅系鍍敷鋼板被使用在汽車、家電、建材領域等各種製造業中。例如在建材領域中，從建材的長壽命化需求來看，自古以來一直進行用以提升鋅系鍍敷鋼板之耐蝕性的研究。

在這當中，一直有在檢討使鋅系鍍敷層中含有Al、Mg來提升耐蝕性。

例如，專利文獻1~4揭示一種鍍敷鋼材，其含有一定量之Al及Mg而實現了高耐蝕化。

### 【0003】 [先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本特開2006-193791號公報

[專利文獻2]國際公開第2011/001662號

[專利文獻3]日本特開2021-172878號公報

[專利文獻4]日本特表2016-519220號公報

## 【發明內容】

**【0004】發明概要**

發明所欲解決之課題

上述專利文獻1~4所揭示之鍍敷鋼材在長期的平面部耐蝕性上表現優異。惟，鍍敷鋼材在使用時，有時會被裁切成預定尺寸。此時，在切斷面(切斷端面)就會變得沒有形成鍍敷層。又，即使是有施行鍍敷的面，有時也會因為未鍍之部分或損傷而導致鍍敷層剝離，或是鍍敷層因切斷、衝裁、彎曲、引伸加工等而出現裂紋，因而存在沒有形成鍍敷層的(露出鋼板的)部分。

本案發明人等檢討的結果瞭解到，在專利文獻1~3之鍍敷鋼材中，鍍敷部之耐蝕性雖優異，但在腐蝕初期如上述的切斷端面、未鍍部、或者形成鍍敷層後因為損傷或加工等而導致鋼板露出之部分(統稱為非鍍敷部)有時會產生紅鏽。因此，一直謀求一種技術開發，能抑制這種非鍍敷部之紅鏽生成。

**【0005】** 考慮上述背景，本發明是以具有包含Mg的Zn系鍍敷層的表面處理鋼板為代表並以該表面處理鋼材為前提，而本發明的課題則在於：提供一種可抑制非鍍敷部之紅鏽生成的表面處理鋼材。

**【0006】用以解決課題之手段**

本案發明人等針對上述課題進行了檢討。結果發現，在沒有形成鍍敷層的非鍍敷部中，透過使鋼板之表面存在預定的含Mg化合物，藉此能抑制紅鏽生成。

**【0007】** 本發明是有鑑於上述見解所完成者。本發明之要點如以下所述。

[1]本發明之一態樣的表面處理鋼材具有：鋼材、及於前述鋼材之表面之至少一部分所形成的鍍敷層；前述鍍敷層是一層包含0.3~12.5質量%之Mg的Zn系鍍敷層；前述鋼材之前述表面當中沒有形成前述鍍敷層的部分定為非鍍敷部，此時，在前述非鍍敷部之至少一部分中存在下述化合物A、化合物B、化合物C、化合物D、化合物E、化合物F、化合物G、化合物H、化合物I、及化合物J中之1種以上化合物：

化合物A： $\text{MgO}$ 、

化合物B： $\text{Mg(OH)}_2$ 、

化合物C： $\text{MgCO}_3$ 、

化合物D： $\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12}\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、

化合物E： $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、

化合物F：含有Mg的 $\text{Zn}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、

化合物G： $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg(OH)}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、

化合物H：含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ 、

化合物I：含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{OH})_8\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、

化合物J：含有Mg的 $\text{NaZn}_4(\text{SO}_4)\text{Cl}(\text{OH})_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

[2]如[1]所記載的表面處理鋼材，其中，前述鍍敷層亦可包含4.0~25.0質量%之Al。

[3]如[1]或[2]所記載的表面處理鋼材，其中，以面積率計50%以上亦可被前述化合物所披覆。

[4]如[1]至[3]中任一者所記載的表面處理鋼材，其中，前述化合物亦可包含：選自前述化合物D、前述化合物E、前述化合物F、前述化合物H、及前述化合物I所構成群組中之1種以上；及

選自前述化合物A、前述化合物B、前述化合物C、前述化合物G、及前述化合物J所構成群組中之1種以上。

[5]如[1]至[4]中任一者所記載的表面處理鋼材，其中，前述化合物亦可含有選自前述化合物B、前述化合物D、前述化合物G、前述化合物H、及前述化合物I所構成群組中之2種以上。

[6]如[1]至[5]中任一者所記載的表面處理鋼材，其中，前述化合物當中，前述化合物H及前述化合物I之1種或2種的合計構成比以莫耳比計亦可為10%以上。

**【0008】 發明效果**

根據本發明上述態樣，就能提供一種可抑制非鍍敷部之紅鏽生成的表面處理鋼材。

**【圖式簡單說明】****【0009】**

圖1是一示意圖，展示本實施形態表面處理鋼材之一形態即表面處理鋼板的例子。

圖2是展示XAFS能譜(spectrum)之標準化的影像的圖。

**【實施方式】****【0010】 本發明的實施形態**

用以實施發明之形態

關於本發明一實施形態之表面處理鋼材(本實施形態之表面處理鋼材)，以表面處理鋼板為例進行說明。

如圖1所示，本實施形態之表面處理鋼材之一例即表面處理鋼板1(以下，本實施形態之表面處理鋼板)具有：鋼板11(母材鋼板)、及於前述鋼板11之表面101之至少一部分所形成的鍍敷層12；前述鋼板11之前述表面101當中沒有形成前述鍍敷層12的部分定為非鍍敷部41，此時，在前述鋼板11之非鍍敷部41之至少一部分中存在含Mg之預定的化合物31。

在圖1中，表面101當中，接觸鍍敷浴而形成有鍍敷層的面為鍍敷面103，從鍍敷浴提起後裁切成預定尺寸時所露出的面為端面102。端面102為交叉於鍍敷面103之方向，大多情況是對鍍敷面103為略垂直方向。

本實施形態之表面處理鋼材的形狀並不限定於鋼板。亦可為例如：將鋼板進行彎曲加工後的形狀、鋼管這類形狀、或者棒鋼、鋼線這類形狀、或者剖面形狀為H形、T形等的型鋼這類形狀。

以下，以表面處理鋼板為例，詳細說明本實施形態之表面處理鋼材。

以下說明中，使用「~」所表示之數值範圍意指：包含「~」前後所記載之數值作為下限值及上限值的範圍。但是，「~」前後所記載之數值標上「大於」或「小於」時之數值範圍則意指：不含此等數值作為下限值或上限值的範圍。

#### 【0011】 <鋼板(鋼材)>

本實施形態之表面處理鋼板1之特徵在於鍍敷層12及化合物31。因此，對於鋼板11並不特別限定。鋼板11依據所應用之製品或所要求之強度、板厚等來決定即可，例如可使用：JIS G 3131：2018、JIS G 3113：2018等所記載之熱軋鋼板，JIS G 3141：2021、JIS G 3135：2018等所記載之冷軋鋼板。還可如上所述，使用鋼板以外之鋼管、鋼線、鋼所構成之各種構件等的鋼材。

板厚並不限定，不過適宜的板厚範圍為1.0~9.0mm。

#### 【0012】 <鍍敷層>

在本實施形態之表面處理鋼板1中，是在鋼板11之表面之至少一部分形成有鍍敷層12。該鍍敷層12是一層包含0.3質量%以上且12.5質量%以下之Mg的Zn系鍍敷層。鍍敷層亦可進一步含有4.0質量%以上且25.0質量%以下之Al。

在本實施形態中，所謂的Zn系鍍敷層是一層Zn濃度為50.0質量%以上的鍍敷層。

在本實施形態之表面處理鋼板1的鍍敷層12中，Zn與Mg、或者Zn與Mg與Al多半會在鍍敷層中形成合金，但關於Zn、Mg、Al之存在狀態則不限定。

鍍敷層12雖可形成於鋼板11之鍍敷面103(正反面(若為裁斷的鍍敷鋼板則多為端面以外之表面))整體(以面積率計100%)，不過，亦可存在未鍍、損傷等導致剝離因而沒有形成鍍敷層12的部分(非鍍敷部41)。非鍍敷部41之面積率宜為鍍敷面整體的10%以下。鍍敷面103上之非鍍敷部41面積率亦可為0%。

鍍敷層12亦可形成於表面101中之鍍敷面103以外之面(圖1中為端面102)的

一部分，不過，若為形成鍍敷層後裁切成預定尺寸的表面處理鋼板，則端面(切斷端面)多半沒有形成鍍敷層。關於非鍍敷部41之面積率，大於全體表面的0%即可，所述全體表面包含鍍敷面103以外之面在內。

【0013】 在本實施形態之表面處理鋼板1中，將鍍敷層12作成包含Mg的Zn系鍍敷層12之外，還進行後述之特定處理，藉此即使是在非鍍敷部41中也能抑制紅鏽生成(提升耐紅鏽性)。

其原因雖不明，但可認為原因在於，透過進行特定處理，因為犧牲防蝕而溶解的Zn系鍍敷層12中所含的Mg，會在非鍍敷部41生成出後述化合物。

若鍍敷層12不是包含Mg的Zn系鍍敷層，便無法充分獲得形成化合物31的效果。

又，即使是鋼板11含有Mg，由於鋼板11中所含之Mg量為微量，又，Mg從鋼板11溶出得少，故無法獲得同樣效果。

【0014】 為了獲得上述效果，Zn系鍍敷層12所含之Mg濃度(含量)設為0.3質量%以上且12.5質量%以下。Mg濃度(含量)小於0.3質量%時，無法形成含Mg的化合物。因此，Mg濃度設為0.3質量%以上。另一方面，Mg濃度比12.5質量%大時，加工性會降低。因此，Mg濃度設為12.5質量%以下。

【0015】 在鍍敷層12(Zn系鍍敷層)中，上述以外的元素之濃度(含量)並不限定。惟，鍍敷層12之化學組成以質量%計為Mg：0.3~12.5%、Al：0~25.0%、Sn：0~20.0%、Bi：0~小於5.0%、In：0~小於2.0%、Ca：0~3.0%、Y：0~0.5%、La：0~小於0.5%、Ce：0~小於0.5%、Si：0~小於2.5%、Cr：0~小於0.25%、Ti：0~小於0.25%、Ni：0~小於0.25%、Co：0~小於0.25%、V：0~小於0.25%、Nb：0~小於0.25%、Cu：0~小於0.25%、Mn：0~小於0.25%、Fe：0~5.0%、Sr：0~小於0.5%、Sb：0~小於0.5%、Pb：0~小於0.5%、B：0~小於0.5%、及剩餘部分：Zn及不純物，藉此，包含形成有鍍敷層12的部分在內，就表面處理鋼板1來說可獲

得優異的耐蝕性，因而適宜。

【0016】 說明鍍敷層12適宜的化學組成的理由。若無特別申明，在鍍敷層12之化學組成中，各元素的濃度(含量)相關的%為質量%。

【0017】 [Mg：0.3~12.5%]

為了形成含Mg化合物，Mg濃度為0.3%以上。Mg還是一種具有提高鍍敷層12耐蝕性之效果的元素。若要獲得提升耐蝕性效果，則Mg濃度宜設為0.5%以上。Mg濃度較宜設為1.0%以上，更宜為3.0%以上。

另一方面，Mg濃度大於12.5%時，提升耐蝕性效果達飽和之外，鍍敷層之加工性有時會降低。還會出現鍍敷浴之浮渣產生量增大等製造上的問題。因此，Mg濃度設為12.5%以下。Mg濃度較宜為10.0%以下，更宜為8.0%以下。

【0018】 [Al：0~25.0%]

Al在鍍敷層(Zn系鍍敷層)12中是一種用以提升耐蝕性的有效元素。因此，Al濃度下限雖為0%，但亦可含有Al。若要充分獲得上述效果，Al濃度宜設為2.0%以上或4.0%以上。亦可因應所需而將Al濃度設為6.0%以上或8.0%以上。

另一方面，Al濃度大於25.0%時，鍍敷層12之犧牲防蝕作用會降低。因此，Al濃度宜為25.0%以下。亦可因應所需而將Al濃度設為20.0%以下或16.0%以下。

【0019】 [Sn：0~20.0%]

[Bi：0~小於5.0%]

[In：0~小於2.0%]

該等元素是有助於提升耐蝕性、犧牲防蝕性的元素。因此，該等元素之濃度下限雖為0%，但亦可含有任1種以上。若要獲得上述效果，則宜分別將濃度設為0.05%以上。

該等當中，Sn由於是低熔點金屬且可在不損及鍍敷浴性質狀態下容易地含有，因而適宜。

另一方面，若Sn濃度大於20.0%、Bi濃度為5.0%以上、或In濃度為2.0%以上時，耐蝕性會降低。因此，宜分別設為：Sn濃度20%以下、Bi濃度小於5.0%、In濃度小於2.0%。

**【0020】 [Ca：0~3.0%]**

Ca這種元素會減少作業時容易形成之浮渣的形成量而有助於提升鍍敷製造性。因此，Ca濃度下限雖為0%，但亦可含有Ca。若要獲得該效果，則Ca濃度宜設為0.1%以上。

另一方面，若Ca濃度多，則鍍敷層12之平面部耐蝕性本身會傾向於劣化，溶接部周圍之耐蝕性有時也會劣化。因此，Ca濃度宜為3.0%以下。

**【0021】 [Y：0~0.5%]**

[La：0~小於0.5%]

[Ce：0~小於0.5%]

Y、La、Ce是有助於提升耐蝕性的元素。該等元素之濃度下限雖為0%，但若要獲得該效果，則宜分別以0.05%以上來含有該等當中1種以上。

另一方面，該等元素之濃度過多時，鍍敷浴黏性會提高，鍍敷浴之建浴本身多半會變得有困難，恐無法製造出鍍敷性質狀態良好的鋼材。因此，宜設為：Y濃度0.5%以下、La濃度小於0.5%、Ce濃度小於0.5%。

**【0022】 [Si：0~小於2.5%]**

Si是有助於提升耐蝕性的元素。又，Si也是如下的元素：將鍍敷層12形成於鋼板11上時，其會抑制鋼板11表面與鍍敷層12之間所形成之合金層形成得過厚，而具有提高鋼板11與鍍敷層12之密著性的效果。Si濃度下限雖為0%，但若要獲得此等效果，Si濃度宜設為0.1%以上。Si濃度較宜為0.2%以上。

另一方面，Si濃度達2.5%以上時，會在鍍敷層12中析出過量的Si，不僅耐蝕性會降低，鍍敷層12之加工性也會降低。據此，Si濃度宜設為小於2.5%。Si濃度

較宜為1.5%以下。

【0023】 [Cr：0~小於0.25%]

[Ti：0~小於0.25%]

[Ni：0~小於0.25%]

[Co：0~小於0.25%]

[V：0~小於0.25%]

[Nb：0~小於0.25%]

[Cu：0~小於0.25%]

[Mn：0~小於0.25%]

該等元素是有助於提升耐蝕性的元素。該等元素之濃度下限雖為0%，但若  
要獲得該效果，則該等元素之1種以上的濃度宜設為0.05%以上。

另一方面，該等元素之濃度過多時，鍍敷浴黏性會提高，鍍敷浴之建浴本  
身多半會變得有困難，恐無法製造出鍍敷性質狀態良好的鋼材。因此，各元素  
之濃度宜設為小於0.25%。

【0024】 [Fe：0~5.0%]

Fe有時會在製造鍍敷層12時混入鍍敷層12。有時會含有至5.0%左右，但若  
為此範圍，則對本實施形態之表面處理鋼板1的效果帶來的不良影響程度小。因  
此，Fe濃度宜設為5.0%以下。無須含Fe。Fe濃度下限為0%。

【0025】 [Sr：0~小於0.5%]

[Sb：0~小於0.5%]

[Pb：0~小於0.5%]

Sr、Sb、Pb含於鍍敷層12中時，鍍敷層12外觀會變化且會形成鋅花，並能  
確認到金屬光澤的提升。該等元素之濃度下限雖為0%，但若要獲得該效果，則  
Sr、Sb、Pb之1種以上的濃度宜設為0.05%以上，較宜設為0.1%以上。

另一方面，該等元素之濃度過多時，鍍敷浴黏性會提高，鍍敷浴之建浴本身多半會變得有困難，恐無法製造出鍍敷性質狀態良好的鋼材。因此，各元素之濃度宜分別設為小於0.5%。

**【0026】 [B：0~小於0.5%]**

B這種元素含於鍍敷層12中時，會與Zn、Al、Mg等發生化合而產生各種金屬間化合物。該金屬間化合物具有改善LME的效果。B濃度下限雖為0%，但若要獲得該效果，則B濃度宜設為0.05%以上，較宜設為0.1%以上。

另一方面，B濃度過多時，鍍敷熔點會顯著提高，鍍敷作業性會惡化，恐無法獲得鍍敷性質狀態佳的表面處理鋼板1。因此，B濃度宜設為小於0.5%。

**【0027】 [剩餘部分：Zn及不純物]**

在鍍敷層12之化學組成中，上述元素以外為Zn及不純物即可。鍍敷層12中之Zn濃度為50.0%以上，不過宜為62.5%以上，較宜為70.0%以上，更宜為85.0%以上。在本實施形態中，所謂Zn系鍍敷層是指：鍍敷層12中之Zn濃度為50.0%以上。

所謂不純物主要是製造過程從原料等所混入的元素。不純物通常其濃度合計為0.5%以下，不過合計宜為0.1%以下。基於降低原料成本等各種理由，有時會刻意使用包含Zn在內的前述元素以外之元素含量較多的原料等。於是，在本實施形態中，無關乎此等元素(包含Zn在內的前述元素以外之元素)的混入或刻意添加等，該等元素都被視為不純物元素。因此，該等元素之濃度合計宜設為0.5%以下。

**【0028】** 鍍敷層12之附著量並不限定，不過，為了提升耐蝕性，宜為每單面10g/m<sup>2</sup>以上。因應所需，為了更加提升耐蝕性，亦可設為每單面20g/m<sup>2</sup>以上、40g/m<sup>2</sup>以上或60g/m<sup>2</sup>以上。另一方面，即使附著量大於每單面400g/m<sup>2</sup>而耐蝕性仍達飽和之外，也不利於經濟層面。因此，每單面附著量宜為400g/m<sup>2</sup>以下。因

應所需，為了更加提升經濟性，亦可設為每單面 $350\text{g}/\text{m}^2$ 以下、 $300\text{g}/\text{m}^2$ 以下或 $250\text{g}/\text{m}^2$ 以下。

【0029】 鍍敷層12的化學組成可透過以下方法來測定。

首先，使用酸且該酸含有可抑制基鐵(鋼板11)腐蝕的抑制劑(例如，在10%的鹽酸中加入1%的HIBIRON(A-6)(杉村化學工業(股)公司製)而得的酸)，將鍍敷層12剝離溶解而獲得酸液。接著，以ICP分析對所獲得之酸液進行測定，藉此就能獲得鍍敷層12之化學組成。

【0030】 關於鍍敷層12之附著量，是使用前述方法，測量樣品(採取自表面處理鋼板1的樣品)透過含有抑制劑之酸而使鍍敷層12剝離溶解前後之樣品質量(重量)變化，並從其結果算出附著量。

【0031】 <化合物>

關於本實施形態之表面處理鋼板1，在鋼板11之表面101(鍍敷面103、端面102)之非鍍敷部41之至少一部分中存在含有Mg的化合物31。該化合物包含選自以下之1種以上(實質選自以下之1種以上所構成，不過容許含有微量的其他化合物)。

化合物A： $\text{MgO}$

化合物B： $\text{Mg}(\text{OH})_2$

化合物C： $\text{MgCO}_3$

化合物D： $\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12}\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

化合物E： $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

化合物F：含有Mg的 $\text{Zn}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

化合物G： $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

化合物H：含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$

化合物I：含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{OH})_8\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

化合物J：含有Mg的 $\text{NaZn}_4(\text{SO}_4)\text{Cl}(\text{OH})_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

在此所謂「含有Mg的~」之記載意指：雖於化學式中並未含有Mg，但化學式中之元素的一部分被置換成Mg，或是Mg侵入化合物中，而以化合物之形式含有Mg。關於具有「含有Mg的~」之記載的化合物F、化合物H、化合物I及化合物J，包含其等在內的各化合物具體的Mg濃度(Mg含量)是依後述試劑的製作步驟而定。後述試劑的製作步驟所製得的化合物F、化合物H、化合物I、及化合物J的Mg濃度(Mg含量)以質量%計皆為0.1%以上。這些化合物的Mg量可透過公知的ICP發光分光分析試驗而容易進行測定。

在非鍍敷部41中，因為這些化合物的存在而提升耐蝕性並抑制紅鏽形成。其原因雖不明，但本案發明人等在端面施行電化學測定後瞭解到，相較於不存在這些化合物之情況，存在這些化合物時，電流值在陰極側、陽極側都能加以抑制(特別是在陽極側抑制較大)。由此可認為原因在於：存在這些化合物所帶來的物理性保護作用(抑制陰極反應)所致；或者，這些含有Mg的化合物在環境中水分內溶解時，引起表面附近pH提高所發生的鈍態化作用(抑制陽極反應)。

**【0032】** 即使是含有Mg的化合物，若為上述以外的化合物則無法獲得上述作用，因而無法獲得目標效果。

化合物宜含有：以下選自a群之1種以上、及選自b群之1種以上。

a群：由化合物D、化合物E、化合物F、化合物H、及化合物I所構成之群組，

b群：由化合物A、化合物B、化合物C、化合物G、及化合物J所構成之群組。

a群化合物是一種下述效果顯著的化合物：存在這些化合物所帶來的物理性保護作用(抑制陰極反應)會提升耐紅鏽性；b群化合物則是一種下述效果顯著的化合物：這些含有Mg的化合物在環境中水分內溶解時，引起的表面附近pH提高所帶來的鈍態化作用(陽極反應抑制)會提升耐紅鏽性。

透過同時含有a群、b群化合物，藉由加成效果而獲得比僅含其中一群化合

物時還優異的抑制紅鏽效果。

【0033】 又，從提升耐蝕性之觀點來看，化合物宜包含選自化合物B、化合物D、化合物G、化合物H、及化合物I所構成群組中之2種以上。亦可實質由選自上述群之2種以上所構成。

又，化合物當中，化合物H及化合物I之1種或2種的合計構成比以物質量比(莫耳比)宜為10%以上。

【0034】 又，存在上述化合物雖可獲得提升耐蝕性效果(提升耐紅鏽性效果)，但若要在表面處理鋼板1整體獲得充分效果，則沒有形成鍍敷層12的非鍍敷部41當中，宜以面積率計50%以上是被上述化合物所披覆。所披覆之面積率亦可為100%。

【0035】 存在於非鍍敷部41的化合物在鑑別上，可透過進行X射線吸收精細結構(X-ray Absorption Fine Structure)分析(以下，XAFS分析)並進行XAFS能譜的擬合(fitting)處理來獲得。

具體而言，是透過以下方法來獲得。

首先，從表面處理鋼板1裁切並採取例如板厚×7mm×7mm的樣品，所述樣品涵蓋例如作為測定對象的非鍍敷部41。對於樣品中之非鍍敷部41(例如1.0mm×1.2mm之範圍)進行XAFS分析而獲得XAFS。針對所獲得之能譜，使用Athena(分析軟體)並以各化合物之標準樣品能譜的線性組合(linear combination)進行擬合，藉此進行化合物的鑑別。

XAFS分析時之測定條件設為如以下所述。

- 測量出Mg之K吸收邊限(absorption edge)
- 測定氣體環境：高真空中
- 測定溫度：室溫
- 能量範圍：1250eV~1540eV(步進(step)：0.2eV)

- 入射X射線強度 $I_0$ 是從Au網的樣品電流(sample current)來求得。
- 測出X射線強度 $I$ 則是以螢光產率法(SDD檢測器)與全電子產率法(樣品電流法)來求得。
- 在測量樣品前先測定XPS之Au4f峰位置，供校正能量使用。
- 為了改善SN比，施行3次測定，並將能譜之平均值用於分析。

又，關於擬合則是基於以下準則來施行。

- 關於能量，是基於XPS之Au4f峰位置進行校正。
- 如圖2所示，以扣除背景並使邊限前區(pre-edge)與邊限後區(post-edge)之強度差達1之方式，將整體強度進行標準化。
- 從樣品所獲得之能譜以各化合物之標準樣品能譜的線性組合進行擬合。

擬合的妥當性在確認上是使用R因子，若在1300~1380eV為止的區域中R因子為5%以下，則判斷為妥當，若R因子大於5%則判斷為無法擬合。無法透過化合物A~J之標準樣品進行擬合意指：無法判定存在化合物A~J中之至少一種化合物。R因子是透過以下公式來計算。在此，式中的 $d'$ 表示擬合之數據(將各化合物之能譜進行線性組合後的能譜數據)， $d$ 則表示測定數據。

$$R\text{因子} = \frac{\sum (d' - d)^2}{\sum d^2}$$

• 各化合物之構成比的總和定為100%時，構成比為1%以上的化合物判定為「存在」。此時，以各化合物之標準樣品能譜乘以係數而得的能譜之線性組合，對從樣品所獲得之能譜進行近似(亦即，以A、B、...、J為化合物A、B、...、J之能譜，並以 $a$ 、 $b$ 、...、 $j$ 為係數時，以樣品之能譜 $= aA + bB + \dots + jJ$ 且 $a + b + \dots + j = 100\%$ 之方式進行近似)。所述各著係數是定為各化合物之構成比。 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、...、 $j$ 之單位分別為化合物A、B、C、...、J的莫耳比。

**【0036】** 進行上述擬合時，各化合物之標準樣品是使用以下市售試劑或基於以下準則所製得之試劑。

- 化合物A( $\text{MgO}$ )：(市售試劑)富士軟片和光純藥(股)公司製，製品名：氧化鎂

- 化合物B( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ )：(市售試劑)關東化學(股)公司製，製品名：氫氧化鎂

- 化合物C( $\text{MgCO}_3$ )：

製作步驟：

將單乙二醇(純度 99.9%、950g)與蒸餾水(50g)於1L旋蓋瓶(Screw cap vial)中進行量秤並混合。添加NaCl以使濃度達1mol/kg。在裝有單乙二醇+水+NaCl溶液(250g)的3頸圓底燒瓶中，添加 $10.0 \pm 0.1\text{g}$ 的 $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。此時，利用回流冷卻器。將該混合物敞開於大氣壓，並以連續 $\text{CO}_2$ 鼓泡(20~50mL/分鐘)下攪拌3天。攪拌時，使用恆溫器(thermostat)，並將溫度保持在 $150 \pm 5^\circ\text{C}$ 。攪拌後，將沉澱物進行吸引過濾並使其乾燥。

- 化合物D( $\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12}\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )：

製作步驟：將0.20M  $\text{MgCl}_2$ -0.1M  $\text{AlCl}_3$ 溶液(其中， $\text{MgCl}_2$ 量定為0.019M~0.020M  $\text{MgCl}_2$ 之範圍內)滴入0.1M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 而調整至pH10後，放置24小時，之後，進行吸引過濾並使其乾燥。

- 化合物E( $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )：(市售試劑)富士軟片和光純藥(股)公司製，製品名：菱水鎂鋁石(Hydrotalcite)

- 化合物F(含有Mg的 $\text{Zn}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )：

製作步驟：將0.2M  $\text{ZnCl}_2$ -0.1M  $\text{AlCl}_3$ -0.050M  $\text{MgCl}_2$ 溶液(其中， $\text{MgCl}_2$ 量定為0.045M~0.055M  $\text{MgCl}_2$ 之範圍內)滴入0.1M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 而調整至pH10後，放置24小時，之後，進行吸引過濾並使其乾燥。

- 化合物G( $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )：(市售試劑)關東化學(股)公司製，製品名：氫氧化碳酸鎂(Magnesium carbonate hydroxide)

- 化合物H(含有Mg的 $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ )：

製作步驟：將0.1M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>滴入0.1M ZnCl<sub>2</sub>-0.050M MgCl<sub>2</sub>溶液(其中，MgCl<sub>2</sub>量定為0.045M~0.055M MgCl<sub>2</sub>之範圍內)而調整至pH10後，放置24小時，之後，進行吸引過濾並使其乾燥。

• 化合物I(含有Mg的Zn<sub>5</sub>(OH)<sub>8</sub>Cl<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O)：

製作步驟：將0.1M NaOH滴入0.1M ZnCl<sub>2</sub>-0.050M MgCl<sub>2</sub>溶液(其中，MgCl<sub>2</sub>量定為0.045M~0.055M MgCl<sub>2</sub>之範圍內)而調整至pH10後，放置24小時，之後，進行吸引過濾並使其乾燥。

• 化合物J(含有Mg的NaZn<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)Cl(OH)<sub>6</sub> · 6H<sub>2</sub>O)：

製作步驟：於0.5M ZnSO<sub>4</sub>-0.10M MgCl<sub>2</sub> (其中，MgCl<sub>2</sub>量定為0.09M~0.011M MgCl<sub>2</sub>之範圍內)-1.4M NaCl溶液30mL中，添加1g的ZnO粉末，並滴入0.1M NaOH而調整置pH10後，攪拌120小時，之後，進行吸引過濾並使其乾燥。

【0037】 又，非鍍敷部41中的化合物披覆率(披覆面積率)是透過以下方法來求得。

針對沒有形成鍍敷層12的部分(非鍍敷部41)，透過  $\mu$ -XRF(micro-X-Ray Fluorescence)進行Mg的分布分析，並測定  $\mu$ -XRF能譜之強度，相對於沒有形成鍍敷層12的非鍍敷部41面積，Mg濃度為0.5原子%以上之區域的面積比例定為「化合物之披覆率」。

此時， $\mu$ -XRF定為以下測定條件。

測定氣體環境：真空

加速電壓：15kV

電流值：50  $\mu$  A

管球：Rh管球

掃描速度：4.00mmS<sup>-1</sup>

多功能量測儀：30 $\mu$ m

**【0038】 <製造方法>**

關於本實施形態之表面處理鋼板1，不論製造方法，若具有上述特徵就能獲得其效果，不過，可透過包含以下步驟的製造方法來進行製造。

(I)鍍敷步驟：在鋼板11(母材鋼板)之表面，形成包含Mg的Zn系鍍敷層12；

(II)加工步驟：對於形成有鍍敷層12(Zn系鍍敷層)的鋼板(鍍敷鋼板)，進行切斷及/或衝裁來將鍍敷鋼板作成任意形狀；及

(III)化合物形成步驟：在端面及/或鍍敷面之非鍍敷部41形成包含Mg的預定化合物。

針對各步驟說明適宜的條件。

**【0039】 [鍍敷步驟]**

在鍍敷步驟中，將鋼板等鋼材浸漬於含Mg與Zn的鍍敷浴、或進行電鍍，藉此在表面形成鍍敷層12。鍍敷層12的形成條件並不特別限定。藉由通常方法施行以獲得充分鍍敷密著性即可。

又，供於鍍敷步驟的鋼材或其製造方法並不限定。若為表面處理鋼板，則可使用例如：JIS G 3113：2018、JIS G 3131：2018所記載之熱軋鋼板或JIS G 3141：2021、JIS G 3135：2018所記載之冷軋鋼板，作為浸漬於鍍敷浴的鋼板。

又，可使用鋼板以外之鋼管、鋼線、鋼所構成之各種構件等的鋼材。

鍍敷浴組成則因應所欲獲得之鍍敷層12的化學組成來調整即可。

將鋼材從鍍敷浴提起後，可因應所需而透過抹拭(wiping)來調整鍍敷層12之附著量。

**【0040】 [加工步驟]**

在加工步驟中，施行切斷及/或衝裁來將鍍敷鋼板作成任意形狀。一旦施行切斷或衝裁，就會在切斷部形成出沒有形成鍍敷層12的端面。在衝裁部也同樣會形成出端面。

在加工步驟中，亦可進一步施行彎曲加工、引伸加工等來使形狀變化。此時，有時會在鍍敷面產生非鍍敷部41。

#### 【0041】 [化合物形成步驟]

於化合物形成步驟中，是在沒有形成鍍敷層12的非鍍敷部41(端面及/或鍍敷面的非鍍敷部41)形成含有Mg的預定化合物。

為了形成化合物，針對加工步驟後的鋼板，使下述溶液接觸鍍敷層12、及沒有形成鍍敷層12的非鍍敷部41，並且接觸1~20分鐘；所述溶液含有： $\text{Cl}^-$ ：1.0~100.0 mM、 $\text{SO}_4^{2-}$ ：0.1~10.0 mM、 $\text{Na}^+$ ：1.0~100.0 mM、 $\text{CO}_3^{2-}$ ：1.0~100.0 mM，pH為4.5~7.0且液溫為25~60°C。

上述接觸後，在氮氣或氬氣等非活性氣體環境下，且在溫度40~60°C、相對濕度20~40%的氣體環境下，使鋼板充分乾燥5~20分鐘。

若溶液中的 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 之濃度、溶液pH在上述範圍外，則在非鍍敷部41所形成的化合物與鋼板11(基底)的密著性會變差，而無法在非鍍敷部41充分形成預定化合物。又，若接觸時間短於上述範圍，則化合物無法在非鍍敷部41充分形成預定化合物。若接觸時間大於20分鐘，則有時鍍敷部會進行腐蝕而鍍敷部之耐蝕性會降低。

又，溶液的溫度小於25°C或大於60°C時，則在非鍍敷部形成的預定化合物會不足。

又，乾燥氣體環境為氮氣或氬氣等非活性氣體環境以外時，則在非鍍敷部有時會產生紅鏽。

乾燥溫度小於40°C或大於60°C時，在非鍍敷部形成的預定化合物有時會不足；或者，大於60°C時，則因為乾燥會急速進展，而在非鍍敷部有時不會殘留化合物。結果，也有時不會形成出預定化合物而在非鍍敷部產生紅鏽。

相對濕度小於20%或大於40%時，在非鍍敷部形成的預定化合物會不足。結

果，有時不會形成出預定化合物而在非鍍敷部產生紅鏽。

乾燥時間小於5分鐘或大於20分鐘時，在非鍍敷部形成的預定化合物會不足。結果，有時不會形成出預定化合物而在非鍍敷部產生紅鏽。

[實施例]

【0042】 準備了滿足JIS G 3131：2018之板厚4.5mm的熱軋鋼板，作為鋼材。

對於該鋼板施行熔融鍍敷，而形成出具有表1~表6所記載之化學組成的Zn系鍍敷層。鍍敷層中之不純物濃度(含量)為0.1%以下。

又，關於鍍敷層之附著量，鍍敷面之正反面皆定為135g/m<sup>2</sup>。

【0043】 以電動剪切機來裁切所獲得之鍍敷鋼板(表面處理鋼板)，並形成出端面且所述端面具有：具有鍍敷層之部分、與不具有鍍敷層(露出鋼板)之部分。在鍍敷面上並沒有形成非鍍敷部。

所述鍍敷鋼板當中，關於樣品編號1-1~1-107、2-1~2-22，由於在端面上會形成含有Mg的化合物，因此使表7~表12所示溶液接觸端面。之後，在氮氣氣體環境下且在表13~表18所記載的氣體環境使其乾燥。

另一方面，關於樣品編號2-23~2-27，則預計透過以下任一方法來形成化合物。

- 化合物之形成方法1：浸漬於5mass%NaCl水溶液(pH：5~6、溶液溫度：30°C)20分鐘
- 化合物之形成方法2：浸漬於5mass%NaCl水溶液(pH：5~6、溶液溫度：25°C)72小時
- 化合物之形成方法3：將乙氧化鎂28.6g以純水稀釋成200cc後，進一步以乙二醇單乙醚稀釋成1L而獲得鍍浴，使用該鍍浴並透過提起法進行塗佈且使其乾燥，之後以100~400°C施行熱處理

· 化合物之形成方法4：使用熔融鹽且該熔融鹽為MgCl<sub>2</sub>：60mol%、NaCl：20mol%、KCl：20mol%並加熱至500°C而熔解，在H<sub>2</sub>O分壓為16mmHg的氣體環境中，電流密度定為20A/dm<sup>2</sup>、通電時間定為5秒鐘，實施陰極電解處理

· 化合物之形成方法5：在含有Mg<sup>2+</sup>：0.3g/L與NO<sup>3-</sup>：0.5g/L且pH：7.0的水溶液中，電流密度定為50A/dm<sup>2</sup>、通電時間5秒鐘，實施陰極電解處理

【0044】對於化合物形成步驟後之表面處理鋼板，依上述準則，針對端面所存在的化合物進行鑑別並測定端面中的披覆率。化合物複數存在時，亦求出其存在比率。

關於化合物厚度，雖未列示於表，不過改變了鋼板與溶液的接觸時間而分別作成10nm~30 μm左右。又，表中化合物為未測出，是表示：A~J之化合物都沒有被檢測出來。更具體而言，透過化合物A~J之標準樣品進行擬合時，至1300~1380eV為止之區域中，R因子大於5%，而無法透過化合物A~J之標準樣品進行擬合，意味著無法判定化合物A~J中之至少一種化合物的存在。

【0045】XAFS分析則是以Aichi SR Center的光束線BL1N2來實施。

結果列示於表19~表24。

【0046】又，對於已接觸溶液並乾燥後的表面處理鋼板，施行暴露試驗，並求算50天後之端面中的紅鏽面積率。

暴露條件設為如以下所述。

以經過處理的切斷端面為上部之方式，使鋼板樣品從水平傾斜30°並面向南方設置來實施大氣暴露試驗。暴露後，透過樣品當中產生紅鏽之面積相對於沒有形成鍍敷層之面積的比例並如以下方式進行了評價。

SS：70%以下

S：大於70%且為80%以下

AA：大於80%且為90%以下

A：大於90%且為100%以下

B：大於100%且為115%以下

C：大於115%

暴露50天後之紅鏽面積率為SS、S、AA、或A者，判斷為耐紅鏽性優異。

產生紅鏽之面積的比例大於100%者是如下情況：不僅是沒有形成鍍敷層的部分產生紅鏽，連其周圍也產生紅鏽。

【0047】又，為了比暴露於大氣中還嚴酷之條件的耐蝕性評價，是依循JIS H8502：1999之8.1(中性鹽水噴霧循環試驗方法)施行30循環的試驗，再透過樣品當中產生紅鏽之面積相對於沒有形成鍍敷層之面積的比例並如以下方式進行了評價。

SS：70%以下

S：大於70%且為80%以下

AA：大於80%且為90%以下

A：大於90%且為100%以下

B：大於100%且為115%以下

C：大於115%

在中性鹽水噴霧試驗中30循環後的紅鏽面積率為SS、S、AA、A或B者，判斷為耐紅鏽性更加優異。

【0048】 [表1]

樣品 編號	鍍敷層化學組成 (質量%)			
	Mg	Al	其他元素	Zn及 不純物
1-1	0.3	0.0	0.0	99.7
1-2	3.0	4.0	0.0	93.0
1-3	3.0	4.0	0.0	93.0
1-4	3.0	4.0	0.0	93.0
1-5	3.0	4.0	0.0	93.0
1-6	3.0	4.0	0.0	93.0
1-7	3.0	4.0	0.0	93.0
1-8	3.0	4.0	0.0	93.0
1-9	0.3	4.0	0.0	95.7
1-10	0.3	4.0	0.0	95.7
1-11	0.3	4.0	0.0	95.7
1-12	3.0	4.0	Sn:1.0%	92.0
1-13	3.0	4.0	Bi:1.0%	92.0
1-14	3.0	4.0	In:1.0%	92.0
1-15	3.0	4.0	Ca:1.0%	92.0
1-16	3.0	4.0	Y:0.1%	92.9
1-17	3.0	4.0	La:0.1%	92.9
1-18	3.0	4.0	Ce:0.1%	92.9
1-19	3.0	4.0	Si:0.1%	92.9
1-20	3.0	4.0	Cr:0.10%	92.9
1-21	3.0	4.0	Ti:0.10%	92.9
1-22	3.0	4.0	Ni:0.10%	92.9
1-23	3.0	4.0	Co:0.10%	92.9
1-24	3.0	4.0	V:0.10%	92.9
1-25	3.0	4.0	Nb:0.10%	92.9
1-26	3.0	4.0	Cu:0.10%	92.9
1-27	3.0	4.0	Mn:0.10%	92.9
1-28	3.0	4.0	Fe:0.1%	92.9
1-29	3.0	4.0	Sr:0.1%	92.9
1-30	3.0	4.0	Sb:0.1%	92.9
1-31	3.0	4.0	Pb:0.1%	92.9
1-32	3.0	4.0	B:0.1%	92.9

【0049】 [表2]

樣品 編號	鍍敷層化學組成 (質量%)			
	Mg	Al	其他元素	Zn及 不純物
1-33	3.0	6.0	0.0	91.0
1-34	3.0	6.0	0.0	91.0
1-35	3.0	6.0	0.0	91.0
1-36	3.0	6.0	0.0	91.0
1-37	2.5	7.0	0.0	90.5
1-38	2.5	7.0	0.0	90.5
1-39	2.5	7.0	0.0	90.5
1-40	3.0	7.0	0.0	90.0
1-41	3.0	7.0	0.0	90.0
1-42	3.0	10.0	0.0	87.0
1-43	3.0	10.0	0.0	87.0
1-44	3.0	10.0	0.0	87.0
1-45	3.0	10.0	0.0	87.0
1-46	3.0	10.5	0.0	86.5
1-47	3.0	12.5	0.0	84.5
1-48	3.0	12.5	0.0	84.5
1-49	3.0	11.0	0.0	86.0
1-50	3.0	11.0	0.0	86.0
1-51	3.0	11.0	0.0	86.0
1-52	3.0	11.0	0.0	86.0
1-53	3.0	11.0	0.0	86.0
1-54	3.0	11.0	0.0	86.0
1-55	3.0	11.0	0.0	86.0

【0050】 [表3]

樣品 編號	鍍敷層化學組成 (質量%)			
	Mg	Al	其他元素	Zn及 不純物
1-56	3.0	11.0	0.0	86.0
1-57	2.5	11.0	0.0	86.5
1-58	2.5	11.0	0.0	86.5
1-59	2.5	11.0	0.0	86.5
1-60	2.5	11.0	0.0	86.5
1-61	2.5	11.0	0.0	86.5
1-62	3.0	12.0	0.0	85.0
1-63	3.0	12.0	0.0	85.0
1-64	3.0	12.0	0.0	85.0
1-65	3.0	12.0	0.0	85.0
1-66	3.0	12.0	0.0	85.0
1-67	3.0	10.0	0.0	87.0
1-68	3.0	10.0	0.0	87.0
1-69	3.0	12.5	0.0	84.5
1-70	3.0	12.5	0.0	84.5
1-71	3.0	11.0	0.0	86.0
1-72	3.0	11.0	0.0	86.0
1-73	3.0	11.0	0.0	86.0
1-74	3.0	11.0	0.0	86.0
1-75	3.0	11.0	0.0	86.0

【0051】 [表4]

樣品 編號	鍍敷層化學組成 (質量%)			
	Mg	Al	其他元素	Zn及 不純物
1-76	6.0	13.0	0.0	81.0
1-77	6.0	13.0	0.0	81.0
1-78	6.0	13.0	0.0	81.0
1-79	6.0	18.0	0.0	76.0
1-80	6.0	18.0	0.0	76.0
1-81	6.0	18.0	0.0	76.0
1-82	12.5	25.0	0.0	62.5
1-83	6.0	12.0	0.0	82.0
1-84	6.0	13.0	0.0	81.0
1-85	6.0	18.0	0.0	76.0
1-86	2.0	5.0	0.0	93.0
1-87	2.0	5.0	0.0	93.0
1-88	5.0	5.0	0.0	90.0
1-89	5.0	5.0	0.0	90.0
1-90	5.0	5.0	0.0	90.0
1-91	12.5	4.0	0.0	83.5
1-92	3.0	0.0	0.0	97.0

【0052】 [表5]

樣品 編號	鍍敷層化學組成 (質量%)			
	Mg	Al	其他元素	Zn及 不純物
1-93	4.0	0.0	0.0	96.0
1-94	2.0	2.0	0.0	96.0
1-95	2.0	2.0	0.0	96.0
1-96	2.0	2.0	0.0	96.0
1-97	5.0	2.0	0.0	93.0
1-98	5.0	2.0	0.0	93.0
1-99	5.0	2.0	0.0	93.0
1-100	12.5	0.0	0.0	87.5
1-101	2.0	2.0	0.0	96.0
1-102	5.0	2.0	0.0	93.0
1-103	5.0	2.0	0.0	93.0
1-104	5.0	2.0	0.0	93.0
1-105	2.0	0.0	0.0	98.0
1-106	4.0	0.0	0.0	96.0
1-107	0.5	0.0	0.0	99.5

【0053】 [表6]

樣品 編號	鍍敷層化學組成 (質量%)			
	Mg	Al	其他元素	Zn及 不純物
2-1	0.1	6.0	0.0	93.9
2-2	0.2	6.0	0.0	93.8
2-3	3.0	10.0	0.0	87.0
2-4	3.0	10.0	0.0	87.0
2-5	3.0	10.0	0.0	87.0
2-6	3.0	10.0	0.0	87.0
2-7	3.0	10.0	0.0	87.0
2-8	3.0	10.0	0.0	87.0
2-9	3.0	10.0	0.0	87.0
2-10	3.0	10.0	0.0	87.0
2-11	3.0	10.0	0.0	87.0
2-12	3.0	10.0	0.0	87.0
2-13	3.0	10.0	0.0	87.0
2-14	3.0	10.0	0.0	87.0
2-15	3.0	10.0	0.0	87.0
2-16	3.0	10.0	0.0	87.0
2-17	3.0	10.0	0.0	87.0
2-18	3.0	10.0	0.0	87.0
2-19	3.0	10.0	0.0	87.0
2-20	3.0	10.0	0.0	87.0
2-21	3.0	10.0	0.0	87.0
2-22	3.0	10.0	0.0	87.0
2-23	3.0	10.0	0.0	87.0
2-24	3.0	10.0	0.0	87.0
2-25	3.0	10.0	0.0	87.0
2-26	3.0	10.0	0.0	87.0
2-27	3.0	10.0	0.0	87.0

【0054】 [表7]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液					
	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mM)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Na <sup>+</sup> 濃度 (mM)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Zn(OH) <sub>2</sub> 添加量 (mM)	pH
1-1	1.0	0.1	1.0	1.0	10.0	6.5
1-2	1.0	0.1	1.0	1.0	10.0	6.5
1-3	10.0	0.1	10.0	1.0	10.0	5.5
1-4	50.0	0.1	50.0	10.0	10.0	5.5
1-5	1.0	1.0	1.0	10.0	10.0	6.1
1-6	10.0	1.0	10.0	10.0	10.0	6.3
1-7	50.0	1.0	50.0	10.0	10.0	4.5
1-8	1.0	1.0	1.0	10.0	10.0	7.0
1-9	10.0	1.0	10.0	10.0	10.0	6.2
1-10	50.0	1.0	50.0	10.0	10.0	6.8
1-11	100.0	10.0	100.0	10.0	10.0	6.9
1-12	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	5.5
1-13	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.5
1-14	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	5.5
1-15	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	5.5
1-16	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.1
1-17	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.3
1-18	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	4.5
1-19	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	7.0
1-20	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.2
1-21	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.8
1-22	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.5
1-23	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	5.5
1-24	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	5.5
1-25	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.1
1-26	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.3
1-27	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	4.5
1-28	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	7.0
1-29	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.2
1-30	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.8
1-31	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.9
1-32	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	6.5

【0055】 [表8]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液					
	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mM)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Na <sup>+</sup> 濃度 (mM)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Zn(OH) <sub>2</sub> 添加量 (mM)	pH
1-33	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	6.5
1-34	10.0	0.1	10.0	10.0	10.0	6.5
1-35	10.0	5.0	10.0	10.0	10.0	6.5
1-36	100.0	5.0	100.0	10.0	10.0	6.5
1-37	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	5.5
1-38	1.0	5.0	1.0	10.0	10.0	5.5
1-39	100.0	5.0	100.0	10.0	10.0	6.1
1-40	100.0	0.1	100.0	10.0	10.0	6.3
1-41	50.0	5.0	50.0	10.0	10.0	4.5
1-42	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	7.0
1-43	10.0	0.1	10.0	10.0	10.0	6.2
1-44	100.0	0.1	100.0	10.0	10.0	6.8
1-45	1.0	5.0	1.0	10.0	10.0	6.9
1-46	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	6.5
1-47	50.0	0.1	50.0	10.0	10.0	4.5
1-48	100.0	0.1	100.0	10.0	10.0	4.5
1-49	10.0	0.1	10.0	30.0	10.0	4.5
1-50	50.0	0.1	50.0	30.0	10.0	4.5
1-51	50.0	0.1	50.0	30.0	10.0	4.5
1-52	50.0	0.1	50.0	10.0	95.0	6.5
1-53	100.0	0.1	100.0	10.0	95.0	6.5
1-54	1.0	5.0	1.0	10.0	95.0	6.5
1-55	50.0	5.0	50.0	10.0	80.0	6.5

【0056】 [表9]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液					
	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mM)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Na <sup>+</sup> 濃度 (mM)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Zn(OH) <sub>2</sub> 添加量 (mM)	pH
1-56	100.0	5.0	100.0	10.0	80.0	6.5
1-57	10.0	0.1	10.0	10.0	55.0	4.5
1-58	50.0	0.1	50.0	10.0	95.0	4.5
1-59	100.0	0.1	100.0	10.0	95.0	4.5
1-60	10.0	5.0	10.0	10.0	65.0	4.5
1-61	50.0	5.0	50.0	10.0	65.0	4.5
1-62	1.0	0.1	1.0	10.0	95.0	5.5
1-63	10.0	0.1	10.0	10.0	95.0	5.5
1-64	50.0	0.1	50.0	10.0	95.0	5.5
1-65	1.0	5.0	1.0	10.0	80.0	5.5
1-66	10.0	5.0	10.0	10.0	80.0	5.5
1-67	50.0	0.1	50.0	10.0	55.0	5.5
1-68	10.0	5.0	10.0	10.0	95.0	5.5
1-69	10.0	0.1	10.0	10.0	95.0	5.5
1-70	1.0	5.0	1.0	10.0	95.0	5.5
1-71	1.0	0.1	1.0	30.0	95.0	4.5
1-72	100.0	0.1	100.0	30.0	95.0	4.5
1-73	1.0	0.1	1.0	30.0	65.0	4.5
1-74	10.0	0.1	10.0	30.0	65.0	6.8
1-75	1.0	0.1	1.0	30.0	80.0	6.8

【0057】 [表10]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液					
	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mM)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Na <sup>+</sup> 濃度 (mM)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Zn(OH) <sub>2</sub> 添加量 (mM)	pH
1-76	1.0	0.1	1.0	30.0	65.0	6.8
1-77	10.0	0.1	10.0	100.0	65.0	6.8
1-78	50.0	0.1	50.0	100.0	65.0	6.0
1-79	1.0	0.1	1.0	100.0	65.0	6.0
1-80	10.0	0.1	10.0	100.0	10.0	6.0
1-81	50.0	0.1	50.0	100.0	65.0	6.0
1-82	1.0	0.1	1.0	100.0	65.0	6.8
1-83	1.0	0.1	1.0	30.0	65.0	6.0
1-84	10.0	0.1	10.0	100.0	65.0	6.0
1-85	1.0	0.1	1.0	100.0	65.0	6.1
1-86	1.0	0.1	1.0	30.0	95.0	4.5
1-87	1.0	0.1	1.0	100.0	10.0	4.5
1-88	1.0	0.1	1.0	100.0	55.0	4.5
1-89	1.0	0.1	1.0	30.0	80.0	4.5
1-90	1.0	0.1	1.0	30.0	10.0	4.5
1-91	10.0	5.0	10.0	10.0	65.0	7.0
1-92	1.0	0.2	5.0	1.0	10.0	5.0

【0058】 [表11]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液					
	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mM)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Na <sup>+</sup> 濃度 (mM)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Zn(OH) <sub>2</sub> 添加量 (mM)	pH
1-93	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	6.9
1-94	1.0	0.1	1.0	30.0	95.0	4.5
1-95	1.0	0.1	1.0	100.0	10.0	4.5
1-96	1.0	0.1	1.0	100.0	10.0	4.5
1-97	1.0	0.1	1.0	30.0	55.0	4.5
1-98	1.0	0.1	1.0	30.0	80.0	4.5
1-99	10.0	5.0	10.0	10.0	10.0	4.5
1-100	10.0	5.0	10.0	10.0	65.0	7.0
1-101	1.0	0.1	1.0	30.0	95.0	4.5
1-102	1.0	0.1	1.0	100.0	55.0	4.5
1-103	1.0	0.1	1.0	30.0	65.0	4.5
1-104	1.0	0.1	1.0	100.0	65.0	6.1
1-105	1.0	0.1	1.0	100.0	10.0	6.1
1-106	5.0	5.0	5.0	100.0	10.0	6.1
1-107	10.0	1.0	10.0	10.0	10.0	6.2

【0059】 [表12]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液					
	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mM)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Na <sup>+</sup> 濃度 (mM)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 濃度 (mM)	Zn(OH) <sub>2</sub> 添加量 (mM)	pH
2-1	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	5.0
2-2	1.0	0.1	1.0	10.0	10.0	5.0
2-3	0.5	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-4	200.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-5	10.0	-	10.0	10.0	10.0	5.5
2-6	10.0	50.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-7	10.0	10.0	0.1	10.0	10.0	5.5
2-8	10.0	10.0	300.0	10.0	10.0	5.5
2-9	10.0	10.0	10.0	0.3	10.0	5.5
2-10	10.0	10.0	10.0	200.0	10.0	5.5
2-11	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	4.0
2-12	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.2
2-13	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-14	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-15	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-16	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-17	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-18	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-19	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-20	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-21	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.5
2-22	10.0	10.0	10.0	10.0	0.3	5.5
2-23	化合物形成方法1					
2-24	化合物形成方法2					
2-25	化合物形成方法3					
2-26	化合物形成方法4					
2-27	化合物形成方法5					

【0060】 [表13]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液	接觸	乾燥			
	液溫 (°C)	接觸 時間 (分鐘)	氣體環境	氣體環 境溫度 (°C)	氣體環境 相對溼度 (%)	乾燥 時間 (分鐘)
1-1	25	1	氮氣	40	40	5
1-2	25	1	氮氣	40	40	5
1-3	25	1	氮氣	40	40	5
1-4	25	1	氮氣	40	40	5
1-5	25	1	氮氣	40	40	5
1-6	25	1	氮氣	40	40	5
1-7	25	1	氮氣	40	40	5
1-8	25	1	氮氣	40	40	5
1-9	25	1	氮氣	40	40	5
1-10	25	1	氮氣	40	40	5
1-11	25	1	氮氣	40	40	5
1-12	30	5	氮氣	50	30	10
1-13	30	5	氮氣	50	30	10
1-14	30	5	氮氣	50	30	10
1-15	30	5	氮氣	50	30	10
1-16	30	5	氮氣	50	30	10
1-17	30	5	氮氣	50	30	10
1-18	30	5	氮氣	50	30	10
1-19	30	5	氮氣	50	30	10
1-20	30	5	氮氣	50	30	10
1-21	30	5	氮氣	50	30	10
1-22	30	5	氮氣	50	30	10
1-23	30	5	氮氣	50	30	10
1-24	30	5	氮氣	50	30	10
1-25	30	5	氮氣	50	30	10
1-26	30	5	氮氣	50	30	10
1-27	30	5	氮氣	50	30	10
1-28	30	5	氮氣	50	30	10
1-29	30	5	氮氣	50	30	10
1-30	30	5	氮氣	50	30	10
1-31	30	5	氮氣	50	30	10
1-32	30	5	氮氣	50	30	10

【0061】 [表14]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液	接觸	乾燥			
	液溫 (°C)	接觸 時間 (分鐘)	氣體環境	氣體環 境溫度 (°C)	氣體環境 相對溼度 (%)	乾燥 時間 (分鐘)
1-33	40	10	氮氣	60	20	10
1-34	40	10	氮氣	60	20	20
1-35	40	10	氮氣	60	20	20
1-36	40	10	氮氣	60	20	20
1-37	40	10	氮氣	60	20	20
1-38	40	10	氮氣	60	20	20
1-39	40	10	氮氣	60	20	20
1-40	40	10	氮氣	60	20	20
1-41	40	10	氮氣	60	20	20
1-42	40	10	氮氣	60	20	20
1-43	40	10	氮氣	60	20	20
1-44	40	10	氮氣	60	20	20
1-45	40	10	氮氣	60	20	20
1-46	40	10	氮氣	60	20	20
1-47	40	10	氮氣	60	20	20
1-48	40	10	氮氣	60	20	20
1-49	40	10	氮氣	60	20	20
1-50	40	10	氮氣	60	20	20
1-51	40	10	氮氣	60	20	20
1-52	50	15	氮氣	60	20	10
1-53	50	15	氮氣	60	20	10
1-54	50	15	氮氣	60	20	10
1-55	50	15	氮氣	60	20	10

【0062】 [表15]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液	接觸	乾燥			
	液溫 (°C)	接觸 時間 (分鐘)	氣體環境	氣體環 境溫度 (°C)	氣體環境 相對溼度 (%)	乾燥 時間 (分鐘)
1-56	50	15	氮氣	60	20	10
1-57	50	15	氮氣	60	20	10
1-58	50	15	氮氣	60	20	10
1-59	50	15	氮氣	60	20	10
1-60	50	15	氮氣	60	20	10
1-61	50	15	氮氣	60	20	10
1-62	50	15	氮氣	60	20	10
1-63	50	15	氮氣	60	20	10
1-64	50	15	氮氣	60	20	10
1-65	50	15	氮氣	60	20	10
1-66	50	15	氮氣	60	20	10
1-67	50	15	氮氣	60	20	10
1-68	50	15	氮氣	60	20	10
1-69	50	15	氮氣	60	20	10
1-70	50	15	氮氣	60	20	10
1-71	50	15	氮氣	60	20	10
1-72	50	15	氮氣	60	20	10
1-73	50	15	氮氣	60	20	10
1-74	50	15	氮氣	60	20	10
1-75	50	15	氮氣	60	20	10

【0063】 [表16]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液	接觸	乾燥			
	液溫 (°C)	接觸 時間 (分鐘)	氣體環境	氣體環 境溫度 (°C)	氣體環境 相對溼度 (%)	乾燥 時間 (分鐘)
1-76	60	15	氮氣	60	20	10
1-77	60	15	氮氣	60	20	10
1-78	60	15	氮氣	60	20	10
1-79	60	15	氮氣	60	20	10
1-80	60	15	氮氣	60	20	10
1-81	60	15	氮氣	60	20	10
1-82	60	15	氮氣	60	20	10
1-83	60	20	氮氣	60	20	10
1-84	60	20	氮氣	60	20	10
1-85	60	20	氮氣	60	20	10
1-86	30	1	氮氣	50	30	10
1-87	30	1	氮氣	50	30	10
1-88	30	1	氮氣	50	30	10
1-89	30	1	氮氣	50	30	10
1-90	30	1	氮氣	50	30	10
1-91	30	1	氮氣	50	30	10
1-92	40	5	氮氣	50	30	10

【0064】 [表17]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液	接觸	乾燥			
	液溫 (°C)	接觸 時間 (分鐘)	氣體環境	氣體環 境溫度 (°C)	氣體環境 相對溼度 (%)	乾燥 時間 (分鐘)
1-93	40	10	氮氣	50	30	10
1-94	30	5	氮氣	50	30	10
1-95	30	5	氮氣	50	30	10
1-96	30	5	氮氣	50	30	10
1-97	30	5	氮氣	50	30	10
1-98	30	5	氮氣	50	30	10
1-99	30	5	氮氣	50	30	10
1-100	30	20	氮氣	50	30	10
1-101	30	1	氮氣	50	30	10
1-102	30	1	氮氣	50	30	10
1-103	30	1	氮氣	50	30	10
1-104	30	1	氮氣	50	30	10
1-105	30	1	氮氣	50	30	10
1-106	30	1	氮氣	50	30	10
1-107	30	1	氮氣	50	30	10

【0065】 [表18]

樣品 編號	化合物形成步驟					
	溶液 液溫 (°C)	接觸 接觸 時間 (分鐘)	乾燥			
			氣體環境	氣體環 境溫度 (°C)	氣體環境 相對溼度 (%)	乾燥 時間 (分鐘)
2-1	30	1	氮氣	50	30	10
2-2	30	1	氮氣	50	30	10
2-3	30	1	氮氣	50	30	10
2-4	30	1	氮氣	50	30	10
2-5	30	1	氮氣	50	30	10
2-6	30	1	氮氣	50	30	10
2-7	30	1	氮氣	50	30	10
2-8	30	1	氮氣	50	30	10
2-9	30	1	氮氣	50	30	10
2-10	30	1	氮氣	50	30	10
2-11	30	1	氮氣	50	30	10
2-12	30	1	氮氣	50	30	10
2-13	20	1	氮氣	50	30	10
2-14	30	0.4	氮氣	50	30	10
2-15	30	1	空氣	50	30	10
2-16	30	1	氮氣	20	30	10
2-17	30	1	氮氣	50	50	10
2-18	30	1	氮氣	50	30	3
2-19	30	1	氮氣	20	30	10
2-20	30	1	氮氣	50	50	10
2-21	30	1	氮氣	50	30	3
2-22	30	1	氮氣	50	30	10
2-23	化合物形成方法1					
2-24	化合物形成方法2					
2-25	化合物形成方法3					
2-26	化合物形成方法4					
2-27	化合物形成方法5					

【0066】 [表19]

樣品 編號	化合物			耐紅鏽性 評價		備註
	種類	化合物的 比率 (物質量比)	披覆率 (%)	暴露 50天	JASO 30 循環	
1-1	A	A:100%	41	A	B	發明例
1-2	A	A:100%	39	A	B	發明例
1-3	B	B:100%	29	A	B	發明例
1-4	C	C:100%	28	A	B	發明例
1-5	D	D:100%	27	A	B	發明例
1-6	E	E:100%	26	A	B	發明例
1-7	F	F:100%	29	A	B	發明例
1-8	G	G:100%	28	A	B	發明例
1-9	H	H:100%	28	A	B	發明例
1-10	I	I:100%	28	A	B	發明例
1-11	J	J:100%	26	A	B	發明例
1-12	A	A:100%	51	AA	A	發明例
1-13	A	A:100%	52	AA	A	發明例
1-14	A	A:100%	53	AA	A	發明例
1-15	A	A:100%	55	AA	A	發明例
1-16	A	A:100%	57	AA	A	發明例
1-17	A	A:100%	51	AA	A	發明例
1-18	A	A:100%	56	AA	A	發明例
1-19	A	A:100%	59	AA	A	發明例
1-20	A	A:100%	58	AA	A	發明例
1-21	A	A:100%	51	AA	A	發明例
1-22	A	A:100%	51	AA	A	發明例
1-23	A	A:100%	51	AA	A	發明例
1-24	A	A:100%	52	AA	A	發明例
1-25	A	A:100%	53	AA	A	發明例
1-26	A	A:100%	54	AA	A	發明例
1-27	A	A:100%	55	AA	A	發明例
1-28	A	A:100%	58	AA	A	發明例
1-29	A	A:100%	51	AA	A	發明例
1-30	A	A:100%	52	AA	A	發明例
1-31	A	A:100%	50	AA	A	發明例
1-32	A	A:100%	51	AA	A	發明例

【0067】 [表20]

樣品 編號	化合物			耐紅鏽性 評價		備註
	種類	化合物的 比率 (物質比)	披覆率 (%)	暴露 50天	JASO 30 循環	
1-33	A·B	A:50% B:50%	61	AA	A	發明例
1-34	A·C	A:50% C:50%	62	AA	A	發明例
1-35	A·G	A:50% G:50%	64	AA	A	發明例
1-36	A·J	A:50% J:50%	62	AA	A	發明例
1-37	B·C	B:50% C:50%	63	AA	A	發明例
1-38	B·G	B:50% G:50%	67	AA	A	發明例
1-39	B·J	B:50% J:50%	65	AA	A	發明例
1-40	C·G	C:50% G:50%	66	AA	A	發明例
1-41	C·J	C:50% J:50%	65	AA	A	發明例
1-42	D·E	D:50% E:50%	59	AA	A	發明例
1-43	D·F	D:50% F:50%	58	AA	A	發明例
1-44	D·H	D:50% H:50%	57	S	A	發明例
1-45	D·I	D:50% I:50%	61	S	A	發明例
1-46	E·F	E:50% F:50%	62	AA	A	發明例
1-47	E·H	E:50% H:50%	60	AA	A	發明例
1-48	E·I	E:50% I:50%	63	AA	A	發明例
1-49	F·H	F:50% H:50%	61	AA	A	發明例
1-50	F·I	F:50% I:50%	60	AA	A	發明例
1-51	G·J	G:50% J:50%	61	AA	A	發明例
1-52	A·D	A:50% D:50%	62	S	AA	發明例
1-53	A·E	A:50% E:50%	60	S	AA	發明例
1-54	A·F	A:50% F:50%	6	S	AA	發明例
1-55	A·H	A:50% H:50%	69	S	AA	發明例

【0068】 [表21]

樣品 編號	化合物			耐紅鏽性 評價		備註
	種類	化合物的 比率 (物質量比)	披覆率 (%)	暴露 50天	JASO 30 循環	
1-56	A·I	A:50% I:50%	60	S	AA	發明例
1-57	B·D	B:50% D:50%	64	SS	S	發明例
1-58	B·E	B:50% E:50%	65	S	AA	發明例
1-59	B·F	B:50% F:50%	67	S	AA	發明例
1-60	B·H	B:50% H:50%	61	SS	SS	發明例
1-61	B·I	B:50% I:50%	62	SS	SS	發明例
1-62	C·D	C:50% D:50%	63	S	AA	發明例
1-63	C·E	C:50% E:50%	64	S	AA	發明例
1-64	C·F	C:50% F:50%	65	S	AA	發明例
1-65	C·H	C:50% H:50%	66	S	AA	發明例
1-66	C·I	C:50% I:50%	60	S	AA	發明例
1-67	D·G	D:50% G:50%	60	SS	S	發明例
1-68	D·J	D:50% J:50%	60	S	AA	發明例
1-69	E·G	E:50% G:50%	61	S	AA	發明例
1-70	E·J	E:50% J:50%	61	S	AA	發明例
1-71	F·G	F:50% G:50%	62	S	AA	發明例
1-72	F·J	F:50% J:50%	63	S	AA	發明例
1-73	G·H	G:50% H:50%	64	SS	SS	發明例
1-74	G·I	G:50% I:50%	66	SS	SS	發明例
1-75	I·J	I:50% J:50%	65	S	AA	發明例

【0069】 [表22]

樣品 編號	化合物			耐紅鏽性 評價		備註
	種類	化合物的 比率 (物質量比)	披覆率 (%)	暴露 50天	JASO 30 循環	
1-76	B·D·I	B:33% D:34% I:34%	61	SS	SS	發明例
1-77	B·G·I	B:33% G:34% I:34%	60	SS	SS	發明例
1-78	B·H·I	B:33% H:34% I:34%	60	SS	SS	發明例
1-79	D·G·I	D:33% G:34% I:34%	62	SS	SS	發明例
1-80	D·H·I	D:33% H:34% I:34%	61	S	AA	發明例
1-81	G·H·I	G:33% H:34% I:34%	63	SS	SS	發明例
1-82	B·D·G·H·I	B:25% D:25% G:25% H:25% I:25%	64	SS	SS	發明例
1-83	B·D·H	B:33% D:34% H:34%	65	SS	SS	發明例
1-84	B·G·H	B:33% G:34% H:34%	66	SS	SS	發明例
1-85	D·G·H	D:33% G:34% H:34%	61	SS	SS	發明例
1-86	C·F	C:50% F:50%	31	A	AA	發明例
1-87	B·G	B:50% G:50%	32	A	A	發明例
1-88	D·G	D:50% G:50%	39	S	S	發明例
1-89	C·I	C:50% I:50%	38	AA	AA	發明例
1-90	D·I	D:50% I:50%	37	AA	A	發明例
1-91	B·H	B:50% H:50%	38	S	SS	發明例
1-92	A	A:100%	51	AA	A	發明例

【0070】 [表23]

樣品 編號	化合物			耐紅鏽性 評價		備註
	種類	化合物的 比率 (物質量比)	披覆率 (%)	暴露 50天	JASO 30 循環	
1-93	A·B	A:50% B:50%	61	AA	A	發明例
1-94	C·F	C:50% F:50%	51	AA	AA	發明例
1-95	B·G	B:50% G:50%	51	AA	A	發明例
1-96	H	H:100%	52	AA	A	發明例
1-97	D·G	D:50% G:50%	53	S	S	發明例
1-98	C·I	C:50% I:50%	61	AA	AA	發明例
1-99	D·I	D:50% I:50%	62	AA	A	發明例
1-100	B·H	B:50% H:50%	59	S	SS	發明例
1-101	C·F	C:50% F:50%	29	A	AA	發明例
1-102	D·G	D:50% G:50%	30	AA	S	發明例
1-103	C·I	C:50% I:50%	31	A	AA	發明例
1-104	D·G·H	D:33% G:34% H:34%	32	S	SS	發明例
1-105	B·G	B:50% G:50%	34	AA	A	發明例
1-106	B·H	B:50% G:50%	31	AA	A	發明例
1-107	H	H:100%	28	A	B	發明例

【0071】 [表24]

樣品 編號	化合物			耐紅鏽性 評價		備註
	種類	化合物的 比率 (物質量比)	披覆率 (%)	暴露 50天	JASO 30 循環	
2-1	未測出	-	-	B	C	比較例
2-2	未測出	-	-	B	C	比較例
2-3	未測出	-	-	C	C	比較例
2-4	未測出	-	-	C	C	比較例
2-5	未測出	-	-	C	C	比較例
2-6	未測出	-	-	C	C	比較例
2-7	未測出	-	-	C	C	比較例
2-8	未測出	-	-	C	C	比較例
2-9	未測出	-	-	C	C	比較例
2-10	未測出	-	-	C	C	比較例
2-11	未測出	-	-	C	C	比較例
2-12	未測出	-	-	C	C	比較例
2-13	未測出	-	-	C	C	比較例
2-14	未測出	-	-	C	C	比較例
2-15	未測出	-	-	C	C	比較例
2-16	未測出	-	-	C	C	比較例
2-17	未測出	-	-	C	C	比較例
2-18	未測出	-	-	C	C	比較例
2-19	未測出	-	-	C	C	比較例
2-20	未測出	-	-	C	C	比較例
2-21	未測出	-	-	C	C	比較例
2-22	未測出	-	-	C	C	比較例
2-23	未測出	-	-	C	C	比較例
2-24	未測出	-	-	C	C	比較例
2-25	未測出	-	-	C	C	比較例
2-26	未測出	-	-	C	C	比較例
2-27	未測出	-	-	C	C	比較例

【0072】 從表1~24可瞭解到，表面處理鋼板於端面具有預定化合物時，端面之耐紅鏽性優異。還瞭解到，該耐紅鏽性會隨化合物種類、比率、披覆率、組合等而有更為優異之情況。

另一方面，於端面沒有形成預定化合物時，端面之耐紅鏽性差。樣品編號

2-23~2-27應用了化合物之形成方法1~5，其等於非鍍敷部並沒有形成含有Mg的化合物，僅形成出Zn系化合物。

**【0073】 產業上之可利用性**

依照本發明，就能提供一種可抑制非鍍敷部之紅鏽生成的表面處理鋼材，故產業上的可利用性高。

**【符號說明】**

**【0074】**

1：表面處理鋼板(表面處理鋼材)

11：鋼板

12：鍍敷層(Zn系鍍敷層)

31：化合物

41：非鍍敷部

101：表面

102：端面

103：鍍敷面

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種表面處理鋼材，其特徵在於具有：

鋼材、及

於前述鋼材之表面之至少一部分所形成的鍍敷層；

前述鍍敷層是一層包含0.3~12.5質量%之Mg的Zn系鍍敷層；

前述鋼材之前述表面當中沒有形成前述鍍敷層的部分定為非鍍敷部，此時，在前述非鍍敷部之至少一部分中存在下述化合物A、化合物B、化合物C、化合物D、化合物E、化合物F、化合物G、化合物H、化合物I、及化合物J中之1種以上化合物：

化合物A：MgO、

化合物B：Mg(OH)<sub>2</sub>、

化合物C：MgCO<sub>3</sub>、

化合物D：Mg<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>12</sub>CO<sub>3</sub> · 3H<sub>2</sub>O、

化合物E：Mg<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>CO<sub>3</sub> · 4H<sub>2</sub>O、

化合物F：含有Mg的Zn<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>CO<sub>3</sub> · 4H<sub>2</sub>O、

化合物G：4MgCO<sub>3</sub> · Mg(OH)<sub>2</sub> · 5H<sub>2</sub>O、

化合物H：含有Mg的Zn<sub>5</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>、

化合物I：含有Mg的Zn<sub>5</sub>(OH)<sub>8</sub>Cl<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O、

化合物J：含有Mg的NaZn<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)Cl(OH)<sub>6</sub> · 6H<sub>2</sub>O。

【請求項2】 如請求項1的表面處理鋼材，其中，前述鍍敷層包含4.0~25.0質量%之Al。

【請求項3】 如請求項1或2的表面處理鋼材，其中，前述非鍍敷部當中，以面積率計50%以上是被前述化合物所披覆。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項的表面處理鋼材，其中，

前述化合物包含：

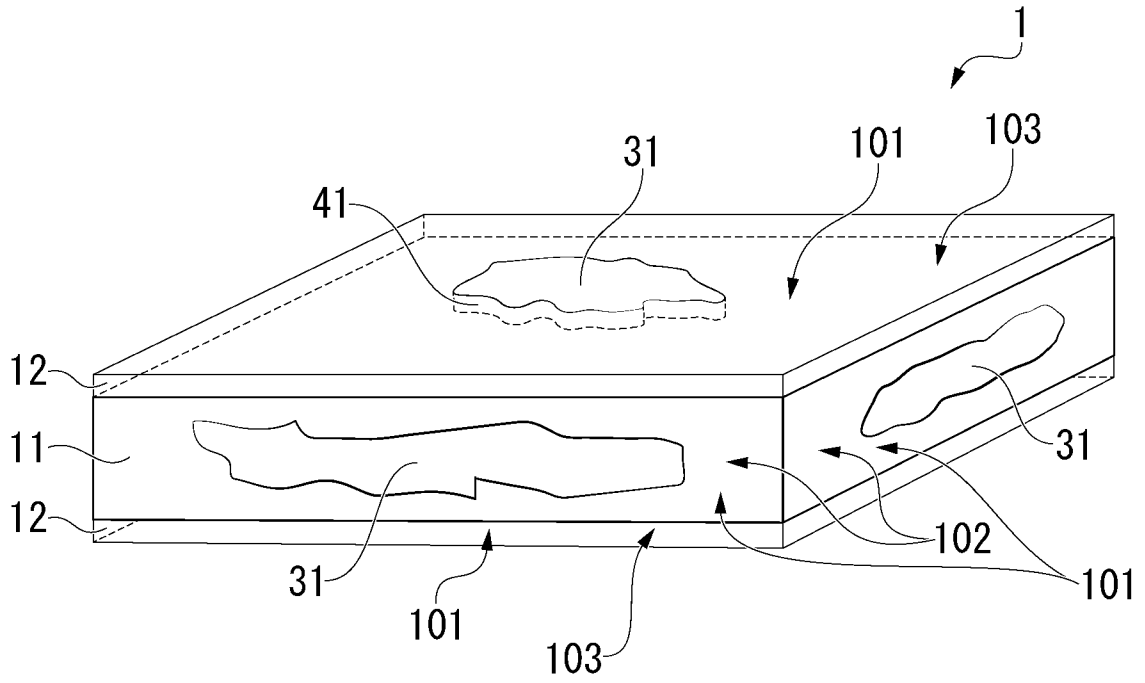
選自前述化合物D、前述化合物E、前述化合物F、前述化合物H、及前述化合物I所構成群組中之1種以上；及

選自前述化合物A、前述化合物B、前述化合物C、前述化合物G、及前述化合物J所構成群組中之1種以上。

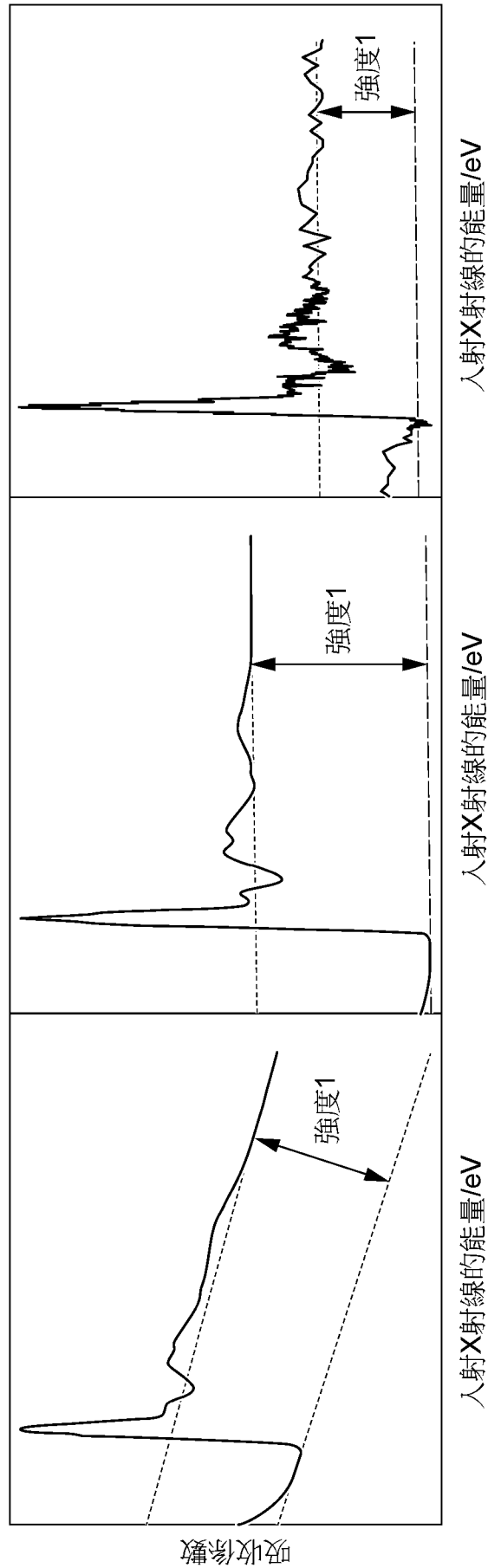
**【請求項5】** 如請求項1至4中任一項的表面處理鋼材，其中，前述化合物包含選自前述化合物B、前述化合物D、前述化合物G、前述化合物H、及前述化合物I所構成群組中之2種以上。

**【請求項6】** 如請求項1至5中任一項的表面處理鋼材，其中，前述化合物當中，前述化合物H及前述化合物I之1種或2種的合計構成比以莫耳比計為10%以上。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2】