



(21)申請案號：104136604 (22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 05 日  
 (51)Int. Cl. : C23C2/06 (2006.01) C22C38/06 (2006.01)  
 (30)優先權：2014/11/05 日本 2014-225398  
 (71)申請人：新日鐵住金股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)  
 日本  
 (72)發明人：川田裕之 KAWATA, HIROYUKI (JP)；安井健志 YASUI, TAKESHI (JP)；植田浩平 UEDA, KOHEI (JP)；丸山直紀 MARUYAMA, NAOKI (JP)；山口裕司 YAMAGUCHI, YUJI (JP)；內田智史 UCHIDA, SATOSHI (JP)；駒見亮介 KOMAMI, RYOSUKE (JP)；荒井隼人 ARAI, HAYATO (JP)；中村登代充 NAKAMURA, TOYOMITSU (JP)  
 (74)代理人：憚軼群  
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：2 共 79 頁

## (54)名稱

熔融鍍鋅鋼板

GALVANIZED STEEL PLATE

## (57)摘要

一種熔融鍍鋅鋼板，係由母材鋼板與形成於前述母材鋼板之至少一表面之熔融鍍鋅層所構成，前述熔融鍍鋅層於前述鋼板之表面上 Fe 含量為大於 0% 以上且在 5% 以下，Al 含量為大於 0% 以上且在 1.0% 以下，且含有 ζ 相所構成之柱狀晶；而且，前述熔融鍍鋅層與母材鋼板之整個界面中有 20% 以上被 ζ 相被覆，且前述熔融鍍鋅層中相對於前述 ζ 相與母材鋼板之整個界面，ζ 晶粒中存有粗大氧化物的 ζ 晶粒與母材鋼板構成之界面為 50% 以下；前述母材鋼板具有特定的化學成分，並且前述母材鋼板及前述熔融鍍鋅層之界面具有直接相接的細密化層，前述細密化層之平均厚度為 0.1~5.0μm，前述細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑為 0.1~3.0μm，且前述細密化層中含有 1 種或 2 種以上之 Si 及 Mn 的氧化物，前述氧化物的最大徑為 0.01~0.4μm。

A galvanized steel plate including a base steel sheet and an alloyed zinc coat layer formed on at least one surface of the base steel sheet. The alloyed zinc coat layer includes columnar grains made of ζ phase and containing more than 0% and equal to or less than 5% of Fe, and more than 0% and equal to or less than 1.0% of Al. Twenty percent or more of the entire interface between the alloyed zinc coat and the base steel sheet is covered by the ζ phase. Among ζ phase grains in the alloyed zinc coat layer, ζ phase grains containing large oxides make interfaces with the base steel sheet that account for equal to or less than 50% of the entire interface between the ζ phase and the base steel sheet. The base steel sheet has predetermined chemical compositions, and has a fine-grain layer that is directly adjacent to the interface between the base steel sheet and the alloyed zinc coat layer. The average thickness of the fine-grain layer is 0.1 to 5.0 μm. The average grain diameter of ferrite in the fine-grain layer is 0.1 to 3.0 μm. The fine-grain layer contains one or

combination of more than two oxides of Si and Mn. The maximum diameter of the oxides is 0.01 to 0.4  $\mu\text{m}$ .

指定代表圖：

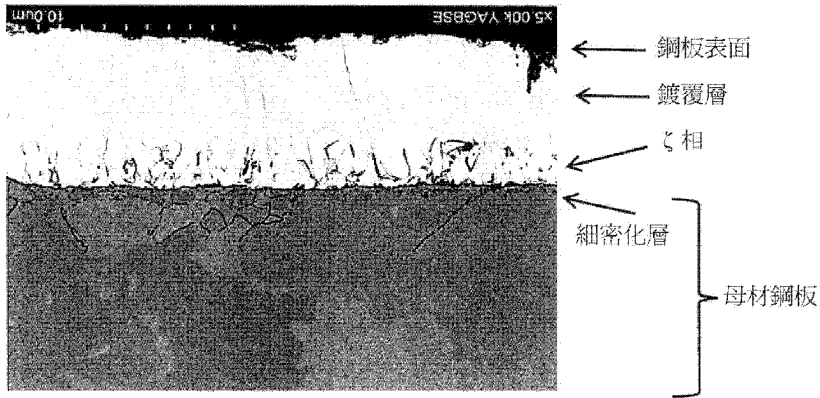


圖 2

## 發明摘要

※ 申請案號：104136604

※ 申請日：104.11.05

※IPC 分類：C23C 2/06 (2006.01)  
C22C 38/06 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

熔融鍍鋅鋼板

GALVANIZED STEEL PLATE

## 【中文】

一種熔融鍍鋅鋼板，係由母材鋼板與形成於前述母材鋼板之至少一表面的熔融鍍鋅層所構成，前述熔融鍍鋅層於前述鋼板之表面上Fe含量為大於0%以上且在5%以下，Al含量為大於0%以上且在1.0%以下，且含有 $\zeta$ 相所構成之柱狀晶；而且，前述熔融鍍鋅層與母材鋼板之整個界面中有20%以上被 $\zeta$ 相被覆，且前述熔融鍍鋅層中相對於前述 $\zeta$ 相與母材鋼板之整個界面， $\zeta$ 晶粒中存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面為50%以下；前述母材鋼板具有特定的化學成分，並且前述母材鋼板及前述熔融鍍鋅層之界面具有直接相接的細密化層，前述細密化層之平均厚度為0.1~5.0  $\mu\text{m}$ ，前述細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑為0.1~3.0  $\mu\text{m}$ ，且前述細密化層中含有1種或2種以上之Si及Mn的氧化物，前述氧化物的最大徑為0.01~0.4  $\mu\text{m}$ 。

## 【英文】

A galvanized steel plate including a base steel sheet and an alloyed zinc coat layer formed on at least one surface of the base steel sheet. The alloyed zinc coat layer includes columnar grains made of  $\zeta$  phase and containing more than 0% and equal to or less than 5% of Fe, and more than 0% and equal to or less than 1.0% of Al. Twenty percent or more of the entire interface between the alloyed zinc coat and the base steel sheet is covered by the  $\zeta$  phase. Among  $\zeta$  phase grains in the alloyed zinc coat layer,  $\zeta$  phase grains containing large oxides make interfaces with the base steel sheet that account for equal to or less than 50% of the entire interface between the  $\zeta$  phase and the base steel sheet. The base steel sheet has predetermined chemical compositions, and has a fine-grain layer that is directly adjacent to the interface between the base steel sheet and the alloyed zinc coat layer. The average thickness of the fine-grain layer is 0.1 to 5.0  $\mu\text{m}$ . The average grain diameter of ferrite in the fine-grain layer is 0.1 to 3.0  $\mu\text{m}$ . The fine-grain layer contains one or combination of more than two oxides of Si and Mn. The maximum diameter of the oxides is 0.01 to 0.4  $\mu\text{m}$ .

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（2）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

(無)

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

(無)

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

熔融鍍鋅鋼板

GALVANIZED STEEL PLATE

## 【技術領域】

發明領域

[0001]本發明係有關於一種鍍覆密著性優異的熔融鍍鋅鋼板。

本案係根據已於2014年11月05日向日本提申之特願2014-225398號主張優先權並於此沿用其內容。

## 【先前技術】

發明背景

[0002]對於主要使用於汽車骨架構件之鋼板，高強度化之需求逐漸升高。在該等高強度鋼板中，為了獲得高強度及優異的成形性，一般係添加有助於強度提升之以Si或Mn等為代表的合金元素。但，以Si或Mn為代表的合金元素也具有降低鍍覆密著性的作用。

又，就汽車用鋼板來說一般常在屋外作使用，因此通常會要求優異的耐蝕性。

[0003]不過，在汽車外板等用途上通常會藉由加壓加工對板周邊部施加嚴峻的彎曲加工(緣邊彎曲)又，不僅汽車外板，在其他用途上也多會藉由加壓加工實施嚴峻的彎曲加工或擴孔加工等來作使用。而且，在習知對熔融鍍鋅鋼板

施行嚴峻的彎曲加工或擴孔加工等時，在其加工部分常有鍍覆層從母材鋼板剝離的現象像這樣只要鍍覆層一剝離，那一處便會失去耐蝕性而在早期即於母材鋼板產生腐蝕、生鏽的問題。又，即使不至於到鍍覆層剝離的地步，也會失去鍍覆層與母材鋼板的密著性，在其部分即使只有產生些許的空隙，就會有外氣或水分滲入其空隙而失去鍍覆層的防蝕功能。結果便如前述同樣地在早期於母材鋼板產生腐蝕、生鏽。

基於這些問題，針對施加嚴峻的彎曲加工等來作使用的高強度鋼板，迫切需要一種具備鍍覆層對母材鋼板之密著性優異之熔融鍍鋅層的鍍覆鋼板。

[0004]爲了提高鍍覆層之密著性，就代表例而言可如專利文獻1~3中所提議之方法，其係使鋼板內部生成氧化物，藉以減少形成鍍覆剝離之原因的基鐵及鍍覆層界面的氧化物。然而，在使鋼板表層生成這些氧化物時，鋼板表層的碳會與氧鍵結而氣化。結果碳便會從鋼板離脫，因此該碳已離脫之區域的強度可能會明顯降低。鋼板表層之強度降低時，強烈仰賴表層部之特性的耐疲勞特性便有劣化而使疲勞限強度大幅降低之疑慮。

[0005]或者，爲了提高鍍覆層之密著性，在專利文獻4中提出在一般的退火步驟前增加實施額外的退火步驟及酸洗步驟，藉以將母材鋼板表面改質而提高鍍覆密著性的方法。然而，以專利文獻4中記載之方法來看，比起一般的高強度鍍覆鋼板之製造方法，步驟有增加，所以在成本面上

仍留有課題。

[0006]此外，在專利文獻5中提出從母材鋼板之表層部除去碳以提高鍍覆之密著性的方法。然而，以專利文獻5中記載之方法來看，已去除碳之區域的強度會顯著降低。所以，專利文獻5中記載之方法有強烈仰賴表層部之特性的耐疲勞特性劣化而使疲勞限強度大幅降低之疑慮。

[0007]又，在專利文獻6、7中係提出一種將鍍覆層中之Mn、Al及Si量控制在適當的範圍內而提升鍍覆密著性的鋼板。在專利文獻6、7記載之鋼板中，製造時必須以高精度控制鍍覆層中之元素量，操作上的負荷很大，在成本面上留有課題。

[0008]作為提高鍍覆密著性之方法，在專利文獻8中有提出一種鋼板之微組織僅由肥粒鐵所構成的高強度鋼板。然而，在專利文獻8中記載之鋼板，由於微組織僅為軟質的肥粒鐵，因此無法獲得充分的高強度。

[0009]在此，於熔融鍍鋅處理後常廣泛使用已施行合金化處理的合金化熔融鍍鋅鋼板。合金化處理係將鍍覆層加熱至Zn之融點以上的溫度，使多量的Fe原子從母材鋼板中擴散至鍍覆層中而將鍍覆層製成Zn-Fe合金主體之層的處理。例如，專利文獻9、10、11中便提出一種鍍覆密著性優異的合金化熔融鍍鋅鋼板。然而，為了讓鍍覆層充分合金化必須將鋼板加熱至高溫。一旦將鋼板加熱至高溫，鋼板內部的微組織便會變質而特別容易生成粗大的鐵系碳化物，容易有損害鋼板特性的情況，故不適宜。

[0010] 專利文獻12中記載了一種基底鋼板係含有選自於由Si、Mn、Al所構成群組中之1種以上的熔融鍍鋅鋼板。專利文獻12中有記載，在製造步驟中控制基底鋼板之鍍浴浸入溫度。又，專利文獻12中揭示出一種已規定形成在基底鋼板與鍍覆層之界面的合金層之截面面積率且鍍覆密著性及點熔接性優異的熔融鍍鋅鋼板。

[0011] 專利文獻12中闡述，若使表面存有Si、Mn氧化物的鋼板浸入熔融鍍鋅浴，會大量發生未施予鍍鋅的未鍍部分。但，專利文獻12中並未揭示在鍍覆開始前使Si、Mn氧化物減低的技術。而且，在專利文獻12中係將基底鋼板之鍍浴浸入溫度制定成高於熔融鍍鋅浴溫度。並說明，雖依熔融鍍鋅浴中之Al含量而定，但最少係將基底鋼板之鍍浴浸入溫度制定成比熔融鍍鋅浴溫度高超過4°C且最高為高28°C。因此，在專利文獻12中有浴溫之穩定性進而到製品的特性均一性有不夠充分的情況。

先前技術文獻

專利文獻

[0012] 專利文獻1：日本特開2008-019465號公報

專利文獻2：日本特開2005-060742號公報

專利文獻3：日本特開平9-176815號公報

專利文獻4：日本特開2001-026853號公報

專利文獻5：日本特開2002-088459號公報

專利文獻6：日本特開2003-055751號公報

專利文獻7：日本特開2003-096541號公報



專利文獻8：日本特開2005-200750號公報

專利文獻9：日本特開平11-140587號公報

專利文獻10：日本特開2001-303226號公報

專利文獻11：日本特開2005-060743號公報

專利文獻12：日本特表2013-541645號公報

## 【發明內容】

### 發明概要

#### 發明欲解決之課題

[0013]有鑑於以上現況，本發明的課題便設為提供一種強度、延性、擴孔性、鍍覆密著性優異的熔融鍍鋅鋼板。

用以解決課題之手段

[0014]本發明人等為了獲得鍍覆密著性優異的熔融鍍鋅鋼板而重複精闢研討。結果本發明人等發現，使鍍覆層中生成 $\zeta$ 相( $\text{FeZn}_{13}$ )，將破壞起點之粗大的氧化物擷取至其內部，可抑制鍍覆剝離。藉此，無須施行鍍覆層之合金化處理，即可獲得鍍覆密著性優異的熔融鍍鋅鋼板。

[0015]本發明係根據此見解完成者，其態樣如下。

[0016](1)一種熔融鍍鋅鋼板，係由母材鋼板與形成於前述母材鋼板之至少一表面的熔融鍍鋅層所構成，前述熔融鍍鋅層於前述鋼板之表面上Fe含量為大於0%且在5%以下，Al含量為大於0%且在1.0%以下，且含有 $\zeta$ 相所構成之柱狀晶；而且，前述熔融鍍鋅層與母材鋼板之整個界面中有20%以上被 $\zeta$ 相被覆，且前述熔融鍍鋅層中相對於前述 $\zeta$ 相與母材鋼板之整個界面， $\zeta$ 晶粒中存有粗大氧化物的

ζ 晶粒與母材鋼板構成之界面為50%以下；前述母材鋼板具有下述化學成分：

以質量%計，

C：0.040～0.400%、

Si：0.05～2.50%、

Mn：0.50～3.50%、

P：0.0001～0.1000%、

S：0.0001～0.0100%、

Al：0.001～1.500%、

N：0.0001～0.0100%、

O：0.0001～0.0100%、

且剩餘部分由Fe及無法避免之雜質所構成；

並且，前述母材鋼板及前述熔融鍍鋅層之界面具有直接相接的細密化層，前述細密化層之平均厚度為0.1～5.0 μm，前述細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑為0.1～3.0 μm，且前述細密化層中含有1種或2種以上之Si及Mn的氧化物，前述氧化物的最大徑為0.01～0.4 μm。

(2)如(1)中記載之熔融鍍鋅鋼板，其中前述熔融鍍鋅層，在前述母材鋼板單面上的鍍覆附著量為10g/m<sup>2</sup>以上且100g/m<sup>2</sup>以下。

(3)如(1)或(2)中記載之熔融鍍鋅鋼板，其中前述母材鋼板以質量%計更含有選自下述成分中之1種或2種以上：

Ti：0.001～0.150%、

Nb：0.001～0.100%、

V：0.001～0.300%。

(4)如(1)～(3)中任一項記載之熔融鍍鋅鋼板，其中前述母材鋼板以質量%計更含有選自下述成分中之1種或2種以上：

Cr：0.01～2.00%、

Ni：0.01～2.00%、

Cu：0.01～2.00%、

Mo：0.01～2.00%、

B：0.0001～0.0100%、

W：0.01～2.00%。

(5)如(1)～(4)中任一項記載之熔融鍍鋅鋼板，其中前述母材鋼板以質量%計更含有合計為0.0001～0.0100%之Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM中之1種或2種以上。

發明效果

[0017]依據本發明之上述態樣，可提供一種強度、延性、擴孔性、鍍覆密著性優異的熔融鍍鋅鋼板。

### 【圖式簡單說明】

[0018]圖1係本實施形態之熔融鍍鋅鋼板截面中，含有熔融鍍鋅層/母材鋼板界面之附近的截面之掃描型電子顯微鏡(SEM)照片。

圖2係本實施形態之熔融鍍鋅鋼板截面的場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)照片。

### 【實施方式】

用以實施發明之形態

[0019]本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板係由母材鋼板(以下僅表記為鋼板)及形成於鋼板之至少一表面的熔融鍍鋅層(以下僅表記為鍍覆層)所構成。

鍍覆層中，Fe含量為大於0%且在5%以下，Al含量為大於0%且在1.0%以下，且含有 $\zeta$ 相所構成之柱狀晶。鍍覆層中，鍍覆層與母材鋼板之整個界面中有20%以上被 $\zeta$ 相被覆，且 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面中存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面的比率為50%以下。

[0020]首先，說明構成本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板的鍍鋅層。而，以下說明之符號[%]為[質量%]。

[0021](鍍覆層)

在本發明之實施形態中，熔融鍍鋅層係Fe含量為大於0%且在5.0%以下，且Al含量為大於0%且在1.0%以下。此外，熔融鍍鋅層可含有或混入Ag、B、Be、Bi、Ca、Cd、Co、Cr、Cs、Cu、Ge、Hf、I、K、La、Li、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Rb、Sb、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、V、W、Zr、REM中之1種或2種以上。如此一來，熔融鍍鋅層即使含有或混入上述元素之1種或2種以上，依舊不會損害本發明效果，且藉其含量也有得以改善耐蝕性及加工性等絕佳的可能。

又，在本實施形態中之特徵在於，熔融鍍鋅層含有 $\zeta$ 相所構成之柱狀晶，且鍍覆層與母材鋼板之整個界面中有20%以上被 $\zeta$ 相所被覆。

此外，母材鋼板單面上的熔融鍍鋅層之附著量為 $10\text{g}/\text{m}^2$

以上且 $100\text{g}/\text{m}^2$ 以下為佳。

[0022][熔融鍍鋅層之Fe含量：大於0%且在5.0%以下]

熔融鍍鋅層之Fe含量一升高，鍍覆密著性便會劣化，因此必須將Fe含量設為5.0%以下。為了進一步提高鍍覆密著性，鍍覆層中之Fe含量設為4.0%以下為佳，設為3%以下更佳。鍍覆層中之Fe含量下限係設為大於0%。Fe含量小於0.5%時，可能無法充分獲得用以改善密著性所需的 $\zeta$ 相。因此，鍍覆層中之Fe含量設為0.5%以上為佳，設為1.0%以上更佳。

[0023][熔融鍍鋅層之Al含量：大於0%且在1.0%以下]

熔融鍍鋅層之Al含量一升高，鍍覆密著性便會劣化，因此必須將Al含量設為1.0%以下。為了進一步提高鍍覆密著性，鍍覆層中之Al含量設為0.8%以下為佳，設為0.5%以下更佳。鍍覆層中之Al含量下限係設為大於0%。為了使Al含量小於0.01%，必須極度地降低鍍浴中之Al濃度。一旦極度地降低鍍浴中之Al濃度，鍍覆層之合金化會過度進展而使鍍覆層中之Fe含量增加，讓鍍覆密著性劣化。基於此點，鍍覆層中之Al含量設為0.01%以上為佳。由此觀點來看，鍍覆層中之Al含量設為0.05%以上較佳。

[0024]此外，熔融鍍鋅層亦可含有或混入Ag、B、Be、Bi、Ca、Cd、Co、Cr、Cs、Cu、Ge、Hf、I、K、La、Li、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Rb、Sb、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、V、W、Zr、REM之1種或2種以上。熔融鍍鋅層即使含有或混入上述元素之1種或2種以上，依舊不會損害本

發明效果，且藉其含量也有得以改善耐蝕性及加工性等絕佳的可能。

#### [0025] 「 $\zeta$ 相」

圖1係顯示本實施形態之熔融鍍鋅鋼板截面的掃描型電子顯微鏡(SEM)照片。如圖1顯示，本發明之熔融鍍鋅層含有由 $\zeta$ 相( $\text{FeZn}_{13}$ )所構成的柱狀晶，且該 $\zeta$ 相為Fe與Zn之合金。尤其，其特徵在於，在鍍覆層與母材鋼板之全部界面中， $\zeta$ 相與母材鋼板相接之界面的比率為20%以上。藉此，可作為剝離起點起作用之含有Si及/或Mn的長徑 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上的粗大氧化物就會從母材鋼板表面被擷取至 $\zeta$ 相內部。藉此，粗大氧化物便不易作為破壞起點發揮作用，可提升鍍覆層之密著性。由此觀點來看，相對於鍍覆層與母材鋼板之全部界面， $\zeta$ 相與母材鋼板之界面的所佔比率在25%以上為佳，在30%以上較佳。而， $\zeta$ 相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之全部界面的所佔比率上限並無特別規定，亦可為100%。還有，含有Si及/或Mn之氧化物的長徑若在 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上，以氧化物為起點的破裂就會變得很明顯；長徑小於 $0.2\ \mu\text{m}$ 時則比較不容易作為破裂起點發揮作用。此乃是因為熔融鍍鋅鋼板變形時的應力集中的程度會隨氧化物之大小變化所致。具體上，氧化物愈大(長徑愈長)，變形時應力就愈容易集中，鍍覆層便容易剝離。

[0026]另一方面，含有Si及/或Mn之粗大氧化物未被擷取至 $\zeta$ 相內而在 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面存有粗大氧化物時，便無法充分獲得 $\zeta$ 相的鍍覆密著性之提升效果，不宜。

基於此點，令相對於 $\zeta$ 相與母材鋼板之全部界面， $\zeta$ 相之結晶( $\zeta$ 晶粒)中存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒(含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒)與母材鋼板之界面的比率為50%以下。含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板之界面的比率為50%以下時，未被擷取至 $\zeta$ 相內而存在之含有Si及/或Mn的粗大氧化物可充分減少。還有，相對於 $\zeta$ 相與母材鋼板之全部界面，含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板之界面的比率在35%以下為佳。在 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面上，長徑 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上的粗大氧化物愈少愈佳。 $\zeta$ 相與母材鋼板之全部界面中，含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面的比率為0%最佳。

[0027]又，熔融鍍鋅層可含有 $\delta$ 1相( $\text{FeZn}_7$ )。然而，為提高 $\delta$ 1相之分率，將母材鋼板浸漬於鍍浴後必須將母材鋼板加熱以促使鍍覆層合金化，母材鋼板之拉伸特性會受加熱而劣化。由此觀點來看， $\delta$ 1相之分率以小為宜。尤其，令鍍覆層與母材鋼板之全部界面中 $\delta$ 1相與母材鋼板相接界面的比率為20%以下為佳。

[0028]本發明中， $\zeta$ 相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之全部界面的所佔比率及、 $\delta$ 1相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之全部界面的所佔比率可以下述技巧求得。

即，從熔融鍍鋅鋼板以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料。將觀察面進行鏡面研磨，並使用場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM：Field Emission Scanning Electron Microscope)進行觀察直到已觀

察之鍍覆層與母材鋼板之界面的合計長度 $L$ 達 $200\ \mu\text{m}$ 以上。所謂觀察到界面的合計長度 $L$ 達 $200\ \mu\text{m}$ 以上可以係在1個板厚截面內進行觀察直到 $L$ 達 $200\ \mu\text{m}$ 以上，或可在多個板厚截面內進行觀察直到 $L$ 達 $200\ \mu\text{m}$ 以上。

[0029]在與觀察前述 $L$ 之視野相同的視野下，呈現柱狀的晶粒為 $\zeta$ 相或 $\delta$ 1相，並測定 $\zeta$ 相及 $\delta$ 1相與母材鋼板之界面的合計長度 $L_1$ 。接著在與觀察前述 $L_1$ 之視野相同的視野下，藉由使用FE-SEM的EBSD(Electron Back-Scattering Diffraction)法進行高解析度晶向解析，鑑定 $\delta$ 1相，以求算 $\delta$ 1相與母材鋼板之界面的合計長度 $L_2$ 。

並以 $(L_1-L_2)/L$ 視作 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之全部界面的所佔比率。

同樣地，以 $L_2/L$ 視作 $\delta$ 1相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之全部界面的所佔比率。

而， $\zeta$ 相與 $\delta$ 1相之分離亦可藉由上述EBSD法以外的手法進行。例如，可藉由場發射型電子探針微量分析器(FE-EPMA: Field Emission Electron Probe MicroAnalyser)進行鍍覆層中之Zn元素映射，從Zn量的差異判別 $\zeta$ 相與 $\delta$ 1相。

[0030]又， $\zeta$ 相之結晶( $\zeta$ 晶粒)中，存有粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒(含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒)與母材鋼板之界面的比率可以下述技巧求得。即，在與觀察 $L$ 之視野相同的視野下觀察 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面，於 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面找出具有長徑 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上之粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒(含粗大氧化



物之 $\zeta$ 晶粒)。存在於鍍覆層之 $\zeta$ 相與母材鋼板界面的氧化物在SEM之反射電子(BSE)像下看來比周圍更暗沉。因此，在鍍覆層之 $\zeta$ 相與母材鋼板的界面是否有氧化物存在可藉由觀察與已觀察L之視野相同視野下的SEM之反射電子(BSE)像，利用與周圍之亮度差異作判別。又，針對已判別之各氧化物測定在觀察面上的長徑並將長徑為 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上者判別為粗大氧化物。然後，求出含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板之界面的長度，取得其界面的合計長度 $L^{**}$ 。藉由求出 $L^{**}/(L1-L2)$ ，可獲得 $\zeta$ 相與母材鋼板之全部界面中含粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面的比率。

[0031]還有，為了使 $\zeta$ 相鮮明顯現，亦可將試料之觀察面進行鏡面研磨後，使用硝太蝕劑等腐蝕液腐蝕觀察面。

[0032][熔融鍍鋅之附著量： $10\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ ]

熔融鍍鋅層對於母材鋼板單面的附著量一少，就有無法獲得充分的耐蝕性之虞。基於此點，鍍覆層對母材鋼板單面的附著量設為 $10\text{g}/\text{m}^2$ 以上為佳。從耐蝕性的觀點來看，附著量在 $20\text{g}/\text{m}^2$ 以上較佳，在 $30\text{g}/\text{m}^2$ 以上更佳。另一方面，鍍覆層之附著量一多，進行點熔接時的電極損耗便很劇烈，連續實施熔接時有引發熔融熔核徑減少或熔接接合強度劣化之虞。因此，將鍍覆層之附著量設為 $100\text{g}/\text{m}^2$ 以下為佳。從連續熔接性的觀點來看，附著量在 $93\text{g}/\text{m}^2$ 以下較佳，在 $85\text{g}/\text{m}^2$ 以下更佳。

[0033]本發明之熔融鍍鋅鋼板具備上述鍍覆層，且母材鋼板具有以下顯示之細密化層。

細密化層係存在於最表層的肥粒鐵相之平均粒徑為其下層的肥粒鐵相之平均粒徑1/2以下的區域。細密化層的肥粒鐵相之平均粒徑在其下層的肥粒鐵相之平均粒徑之大於1/2的境界係定義為細密化層與旗下層之境界。

[0034]細密化層與母材鋼板與熔融鍍鋅層之界面直接連接。細密化層之平均厚度為 $0.1 \sim 5.0 \mu\text{m}$ 。細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑為 $0.1 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 。細密化層中含有1種或2種以上之Si及Mn之氧化物且氧化物的最大徑為 $0.01 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 。

[0035]細密化層之平均厚度若在 $0.1 \mu\text{m}$ 以上，於熔融鍍鋅鋼板加工時可抑制裂痕的發生及伸展。因此，細密化層之平均厚度係設為 $0.1 \mu\text{m}$ 以上，且以設為 $1.0 \mu\text{m}$ 以上為佳。又，平均厚度為 $5.0 \mu\text{m}$ 以下的細密化層可在形成的同時抑制鍍浴中的過度合金化。因此，可防止鍍覆層中之Fe含量過大所造成的鍍覆密著性降低。基於此點，細密化層之平均厚度係設為 $5.0 \mu\text{m}$ 以下，且以設為 $3.0 \mu\text{m}$ 以下為佳。

[0036]藉由將細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑設在 $0.1 \mu\text{m}$ 以上，可在熔融鍍鋅鋼板加工時抑制裂痕的發生或伸展。因此，細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑係設為 $0.1 \mu\text{m}$ 以上，且以設為 $1.0 \mu\text{m}$ 以上為佳。又，細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑一旦超過 $3.0 \mu\text{m}$ ，抑制裂痕發生或伸展的效果將受限。所以，細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑係設為 $3.0 \mu\text{m}$ 以下，且以設為 $2.0 \mu\text{m}$ 以下為佳。

[0037]細密化層中含有之1種或2種以上的Si及Mn之氧

化物可舉如選自 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{MnSiO}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{FeSiO}_3$ 、 $\text{MnO}$ 中之1種或2種以上。

細密化層中含有之1種或2種以上的Si及Mn之氧化物的最大徑若在 $0.01 \mu\text{m}$ 以上，便可形成細密化層，且同時可形成已充分促使 $\zeta$ 相生成的鍍覆層。上述氧化物的最大徑在 $0.05 \mu\text{m}$ 以上為佳。又，上述氧化物的最大徑為 $0.4 \mu\text{m}$ 以下的細密化層可在形成的同時抑制鍍覆層的過度合金化。上述氧化物的最大徑在 $0.2 \mu\text{m}$ 以下為佳。

[0038]細密化層之平均厚度及細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑係以下述所示方法測定。從熔融鍍鋅鋼板以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料。將試料之觀察面藉由CP(Cross section polisher)裝置加工後，在5000倍數下觀察FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscopy)下的反射電子像並進行測定。

[0039]細密化層中含有之1種或2種以上的Si及Mn之氧化物的最大徑係以下述所示方法測定。從熔融鍍鋅鋼板，以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料。將試料之觀察面進行FIB(Focused Ion Beam)加工製成薄膜試料。然後使用FE-TEM(Field Emission Transmission Electron Microscopy)在30000倍數下觀察薄膜試料。針對各薄膜試料觀察5視野，並將總視野所測得之氧化物的直徑最大值視為該薄膜試料之氧化物的最大徑。

[0040]下述將針對構成本實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板之化學成分(組成)加以說明。而，以下說明中之符

號[%]爲[質量%]。

[0041][C：0.040～0.400%]

C係用以提高母材鋼板之強度而添加的元素。然而，C含量一旦超過0.400%，點熔接性便會劣化而不甚理想，故將C含量設爲0.400%以下。還有，從點熔接性的觀點來看，C含量在0.300%以下爲佳，在0.220%以下較佳。另一方面，C含量若低於0.040%，強度便會降低而難以確保充分的拉伸最大強度，故將C含量設爲0.040%以上。還有，爲了進一步提高強度，C含量在0.055%以上爲佳，在0.070%以上較佳。

[0042][Si：0.05～2.50%]

Si係用以抑制在母材鋼板生成鐵系碳化物以提高強度及成形性的元素。然而，Si也是令鋼材脆化的元素，所以其含量一旦超過2.50%便容易引發所鑄造之鋼胚破裂等障礙。因此，Si含量係設爲2.50%以下。此外，Si會在退火步驟中於母材鋼板表面形成氧化物而明顯損害鍍覆的密著性。由此觀點來看，Si含量在2.00%以下爲佳，在1.60%以下較佳。另一方面，Si含量低於於0.05%時會在熔融鍍鋅鋼板之鍍覆步驟中大量生成粗大的鐵系碳化物，令強度及成形性劣化。因此，Si含量係設爲0.05%以上。還有，從抑制鐵系碳化物生成的觀點來看，Si含量在0.10%以上爲佳，在0.25%以上較佳。

[0043][Mn：0.50～3.50%]

Mn係藉由提高母材鋼板之淬火性以提高強度而添加。然而，Mn含量一旦超過3.50%，便會在母材鋼板之板厚中

央部生成粗大的Mn濃化部，容易引起脆化，進而容易引發所鑄造之鋼胚破裂等障礙。因此，Mn含量係設為3.50%以下。又，Mn含量一旦增大，點熔接性也會劣化。基於此點，Mn含量在3.00%以下為佳，在2.80%以下較佳。另一方面，Mn含量若低於0.50%，在退火後的冷卻期間會大量形成軟質組織，而不易確保夠高的拉伸最大強度。因此，Mn含量係設為0.50%以上。為了進一步提高強度，Mn含量在0.80%以上為佳，在1.00%以上較佳。

[0044][P：0.0001～0.1000%]

P係使鋼材脆化的元素，再加上P含量一旦超過0.1000%，便容易引起所鑄造之鋼胚破裂等障礙。因此，P含量係設為0.1000%以下。又，P也是令藉點熔接生成之熔融部脆化的元素，為了獲得充分的熔接接合強度，P含量設為0.0400%以下為佳，設為0.0200%以下較佳。另一方面，將P含量規定為低於0.0001%會伴隨製造成本的大幅增長。基於此點，P含量係設為0.0001%以上，且理想係設為0.0010%以上。

[0045][S：0.0001～0.0100%]

S係會與Mn結合形成粗大的MnS，使延性、延伸凸緣性及彎曲性等成形性降低的元素。因此，將S含量設為0.0100%以下。再者，S也是令點熔接性劣化的元素。因此，S含量設為0.0060%以下為佳，設為0.0035%以下較佳。另一方面，將S含量規定為低於0.0001%會伴隨製造成本的大幅增長。因此，S含量係設為0.0001%以上，且以設為0.0005%以上為

佳，設為0.0010%以上較佳。

[0046][Al：0.001～1.500%]

Al係令鋼材脆化的元素。Al含量一旦超過1.500%，便容易引起已鑄造之鋼胚破裂等障礙，所以Al含量係設為1.500%以下。又，Al含量一旦增加將令點熔接性惡化，因此Al含量設為1.200%以下為佳，設為1.000%以下較佳。另一方面，Al含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果，惟Al係微量存在於原料中之無法避免的雜質，使其含量低於0.001%時將伴隨製造成本的大幅增長。因此，Al含量係設為0.001%以上。又，Al也是有效作為脫氧材的元素，為了較充分獲得脫氧效果，Al含量設為0.010%以上為佳。

[0047][N：0.0001～0.0100%]

N係會形成粗大的氮化物而使延性、延伸凸緣性及彎曲性等成形性劣化的元素，因此宜節制其添加量。N含量一旦超過0.0100%，成形性的劣化就會變顯著，因此令N含量之上限為0.0100%。又，N的過剩添加會成為熔接時氣孔發生的原因，因此含量愈少愈好。基於該等觀點，N含量在0.0070%以下為佳，在0.0050%以下較佳。另一方面，N含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果，惟令N含量低於0.0001%將會招致製造成本的大幅增長。基於此點，N含量之下限係設為0.0001%以上。N含量在0.0003%以上為佳，0.0005%以上較佳。

[0048][O：0.0001～0.0100%]

O會形成氧化物而使延性、延伸凸緣性及彎曲性等成形

性劣化，因此宜節制含量。O含量一旦超過0.0100%，成形性的劣化會變顯著，所以令O含量之上限為0.0100%。此外，O含量在0.0050%以下為佳，在0.0030%以下較佳。O含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果，惟令O含量低於0.0001%會伴隨製造成本的大幅增長。因此以0.0001%作為下限。O含量在0.0003%以上為佳，在0.0005%以上較佳。

$$[0049] [Si+0.7Al \geq 0.30]$$

Si及Al係用以抑制伴隨變韌鐵變態而來之碳化物生成的元素。為了獲得殘留沃斯田鐵，將Si及/或Al添加一定量以上為佳。基於此觀點，Si之添加量與Al之添加量宜滿足下述式2。下述式2的左邊(Si+0.7Al)之值在0.45以上較佳，在0.70以上更佳。

$$Si+0.7Al \geq 0.30 \cdots (式2)$$

惟，式2之Si及Al為各元素之添加量[質量%]。

[0050]此外，於本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板中，亦可因應需求添加以下元素。

具體而言，除上述化學成分以外亦可含有選自Ti：0.001～0.150%、Nb：0.001～0.100%、V：0.001～0.300%中之1種或2種以上元素。

$$[0051] [Ti : 0.001 \sim 0.150\%]$$

Ti係藉由析出物強化、藉肥粒鐵晶粒之成長抑制所得的細粒強化、及透過抑制再結晶的差排強化，促使母材鋼板之強度上升的元素。但，Ti含量一旦超過0.150%，碳氮化物之析出便會增多使成形性劣化，因此Ti含量在0.150%以

下為佳。又，從成形性的觀點來看，Ti含量在0.080%以下較佳。另一方面，Ti含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉Ti添加所得的強度上升效果，Ti含量在0.001%以上為佳。為了母材鋼板更優異的高強度化，Ti含量在0.010%以上較佳。

[0052][Nb：0.001～0.100%]

Nb係藉由析出物強化、藉肥粒鐵晶粒之成長抑制所得的細粒強化及透過抑制再結晶的差排強化，促使母材鋼板之強度上升的元素。但，Nb含量一旦超過0.100%，碳氮化物之析出便會增多使成形性劣化，因此Nb含量在0.100%以下較佳。從成形性的觀點來看，Nb含量在0.060%以下較佳。另一方面，Nb含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉Nb添加所得的強度上升效果，Nb含量在0.001%以上為佳。為了母材鋼板更優異的高強度化，Nb含量在0.005%以上較佳。

[0053][V：0.001～0.300%]

V係藉由析出物強化、藉肥粒鐵晶粒之成長抑制所得的細粒強化及透過抑制再結晶的差排強化，促使母材鋼板之強度上升的元素。但，V含量一旦超過0.300%，碳氮化物之析出便會增多使成形性劣化。因此，V含量在0.300%以下為佳，在0.200%以下更佳。另一方面，V含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉V添加所得之強度上升效果，V含量在0.001%以上為佳，在0.010%以上更佳。



[0054]又，在本實施形態之母材鋼板中，更可含有選自Cr：0.01～2.00%、Ni：0.01～2.00%、Cu：0.01～2.00%、Mo：0.01～2.00%、B：0.0001～0.0100%、W：0.01～2.00%中之1種或2種以上元素。

[0055][Cr：0.01～2.00%]

Cr係抑制高溫下之相變態且有助於高強度化的元素，亦可添加來取代C及/或Mn的一部分。但，Cr含量一旦超過2.00%，便會損及熱處理的加工性而降低生產性。基於此點，Cr含量設為2.00%以下為佳，在1.20%以下更佳。另一方面，Cr含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉Cr添加所得的高強度化效果，Cr含量在0.01%以上為佳，在0.10%以上更佳。

[0056][Ni：0.01～2.00%]

Ni係抑制高溫下之相變態且有助於高強度化的元素，亦可添加來取代C及/或Mn的一部分。但，Ni含量一旦超過2.00%，熔接性便會受損。基於此點，Ni含量設為2.00%以下為佳，在1.20%以下更佳。另一方面，Ni含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉Ni添加所得的高強度化效果，Ni含量在0.01%以上為佳，在0.10%以上更佳。

[0057][Cu：0.01～2.00%]

Cu係以細密粒子存在於鋼中藉以提高強度的元素，可添加來取代C及/或Mn的一部分。但，Cu含量一旦超過2.00%，熔接性便會受損。基於此點，Cu含量設為2.00%以

下為佳，在1.20%以下更佳。另一方面，Cu含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉Cu添加所得的高強度化效果，Cu含量在0.01%以上為佳，在0.10%以上更佳。

[0058][Mo：0.01～2.00%]

Mo係抑制高溫下之相變態且有助於高強度化的元素，亦可添加來取代C及/或Mn的一部分。但，Mo含量一旦超過2.00%，便會損及熱處理的加工性而降低生產性。基於此點，Mo含量設為2.00%以下為佳，在1.20%以下更佳。另一方面，Mo含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉Mo添加所得的高強度化效果，Mo含量在0.01%以上為佳，在0.05%以上更佳。

[0059][B：0.0001～0.0100%]

B係抑制高溫下之相變態且有助於高強度化的元素，亦可添加來取代C及/或Mn的一部分。但，B含量一旦超過0.0100%，便會損及熱處理的加工性而降低生產性，因此B含量設為0.0100%以下為佳。從生產性的觀點來看，B含量在0.0050%以下較佳。另一方面，B含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉B添加所得的高強度化效果，將B含量設為0.0001%以上為佳。為了更進一步的高強度化，B含量在0.0005%以上較佳。

[0060][W：0.01～2.00%]

W係抑制高溫下之相變態且有助於高強度化的元素，亦可添加來取代C及/或Mn的一部分。但，W含量一旦超過

2.00%，便會損及熱處理的加工性而降低生產性。基於此點，W含量在2.00%以下為佳，在1.20%以下更佳。另一方面，W含量之下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得藉W所得的高強度化，W含量在0.01%以上為佳，在0.10%以上更佳。

[0061]此外，於本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板中，亦可含有合計0.0001~0.0100%之Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM之1種或2種以上作為其他元素。該等元素之添加理由如下。

還有，REM為Rare Earth Metal的簡稱，指屬於鑷系列的元素。在本發明之實施形態中，REM及Ce多以密銻合金作添加，有時也會複合含有La及Ce以外的鑷系列元素。即使含有該等La及Ce以外的鑷系列元素作為無法避免的雜質，仍可發揮本發明效果。又，即使添加金屬La或Ce，仍可發揮本發明效果。

[0062]Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM係可有效改善成形性的元素，可添加1種或2種以上。但，Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM之1種或2種以上的含量合計一旦超過0.0100%，便有損害延性之虞。因此，各元素的含量合計在0.0100%以下為佳，在0.0070%以下更佳。另一方面，Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM之1種或2種以上的含量下限無須特別規定即可發揮本發明效果。為了充分獲得改善母材鋼板之成形性的效果，該等各元素的含量合計在0.0001%以上為佳。從成形性的觀點來看，Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM之1種或2種以上

的含量合計在0.0010%以上更佳。

[0063]在本實施形態之鍍覆鋼板的母材鋼板之化學成分中，以上所說明之各元素的剩餘部分為Fe及無法避免的雜質。還有，對於前述Ti、Nb、V、Cr、Ni、Cu、Mo、B、W，可接受含有低於各項元素之前述下限值的微量作為雜質。又，對於Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM也接受含有低於其合計量之下限值的極微量作為雜質。

#### [0064](微組織)

對於本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板之母材鋼板的微組織並無特別限定，以制定為具有下述構成的微組織為佳。

[0065]本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板可具有由粒狀肥粒鐵、針狀肥粒鐵、未再結晶肥粒鐵、波來鐵、變韌鐵、變韌肥粒鐵、麻田散鐵、回火麻田散鐵、殘留沃斯田鐵、粗大雪明碳鐵中之1種或2種以上所構成的微組織。母材鋼板為了獲得因應熔融鍍鋅鋼板用途的特性，可適當選擇各相、各組織之體積分率的分配、組織尺寸及配置。

#### [0066]「殘留沃斯田鐵」

殘留沃斯田鐵係可大幅提高強度-延性平衡的組織。在以母材鋼板表面起算1/4厚為中心之1/8厚～3/8厚的範圍的殘留沃斯田鐵之體積分率小於1%時，提高強度-延性平衡的效果很小。因此，將殘留沃斯田鐵之體積分率設為1%以上為佳。為了提高強度-延性平衡，殘留沃斯田鐵之體積分率設為3%以上為佳，設為5%以上更佳。另一方面，為了獲得

大量的殘留沃斯田鐵，必須大幅增加添加的C量，其結果有因多量C而使熔接性明顯受損之疑慮。因此，將殘留沃斯田鐵之體積分率設為25%以下為佳。又，殘留沃斯田鐵會隨著變形變態成硬質的麻田散鐵，其麻田散鐵便會作為破壞起點起作用而使延伸凸緣性劣化。基於此點，殘留沃斯田鐵之體積分率設為20%以下更佳。

[0067]本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板中所含各組織之體積分率例如可藉由以下所示方法測定。

[0068]本實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板組織中所含肥粒鐵、變韌肥粒鐵、變韌鐵、回火麻田散鐵、新生麻田散鐵、波來鐵及粗大雪明碳鐵的體積分率可藉由以下所示方法算出。以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料。將試料之觀察面進行研磨、硝太蝕劑蝕刻。以場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM：Field Emission Scanning Electron Microscope)觀察以觀察面之板厚1/4為中心之1/8厚～3/8厚的範圍，測定面積分率並以此視為體積分率。

[0069]本實施形態之熔融鍍鋅鋼板的母材鋼板組織中所含殘留沃斯田鐵的體積分率係以X射線繞射法進行評估。在自板厚表面起算1/8厚～3/8厚的範圍內，將與板面平行之面精加工成鏡面，藉由X射線繞射法測定FCC鐵的面積分率並以此作為殘留沃斯田鐵的體積分率。

[0070]又，在本實施形態之熔融鍍鋅鋼板中，母材鋼板的板厚並無特別限定，惟從熔融鍍鋅鋼板之平坦性、冷卻

時之控制性的觀點來看，母材鋼板的板厚以0.6mm以上且小於5.0mm的範圍為佳。

[0071] (熔融鍍鋅鋼板之製造方法)

接下來將詳細說明製造本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板的方法。

[0072] 本實施形態之鍍覆鋼板的製造方法具備退火步驟、鍍覆步驟及鍍覆後冷卻步驟。退火步驟係令600~750℃間之平均加熱速度為1.0℃/秒以上而將母材鋼板加熱至750℃以上。鍍覆步驟係在令鍍浴溫度為450~470℃、鍍浴進入時之鋼板溫度為440~480℃、且鍍浴中之有效Al量為0.050~0.180質量%之條件下，將母材鋼板浸漬於鋅鍍浴中，對鋼板表面施行熔融鍍鋅而形成鍍覆層。鍍覆後冷卻步驟係於鍍覆步驟後降至350℃的冷卻過程滿足後述之下述式(1)。

[0073] 為了製造本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板，首先會製造母材鋼板。

母材鋼板係鑄造已添加因應特性之合金元素的鋼胚後，施行熱軋並施行冷軋而製造。

以下將針對各製造步驟詳細說明。

[0074] 「鑄造步驟」

首先，鑄造供於熱軋的鋼胚。鋼胚的化學成分(組成)以上述成分為佳。供於熱軋的鋼胚可使用連續鑄造鋼胚或以薄鋼胚鑄造機等所製成者。

[0075] 「熱軋步驟」

在熱軋步驟中，爲了抑制鑄造所造成的晶向的異向性，將鋼胚之加熱溫度設爲1080°C以上爲佳。鋼胚之加熱溫度較理想係設爲1150°C以上。另一方面，鋼胚的加熱溫度上限並無特別規定。不過若以超過1300°C來加熱鋼胚，必需投入大量能量，會招致製造成本的大幅增長。基於此點，鋼胚之加熱溫度設爲1300°C以下爲佳。

[0076]將鋼胚加熱後進行熱軋。熱軋的完成溫度(軋完成溫度)低於850°C時，軋反作用力會升高而難以穩定獲得指定的板厚。因此，熱軋的完成溫度設爲850°C以上爲佳，較理想係設爲875°C以上。另一方面，爲了讓熱軋的完成溫度超過980°C，在鋼胚加熱結束後至熱軋完成爲止的步驟中必須有加熱鋼板的裝置，就必得爲高成本。因此，將熱軋的完成溫度設爲980°C以下爲佳，設爲960°C以下較佳。

[0077]接下來，將熱軋後的熱軋鋼板捲取成卷料。而，從熱軋到捲取爲止的冷卻過程的平均冷卻速度設爲10°C/秒以上爲佳。此係因爲藉由在較低溫度下進行變態，可使熱軋鋼板之粒徑變細密，讓冷軋及退火後的母材鋼板之有效晶粒徑細密化。

[0078]熱軋鋼板的捲取溫度設爲350°C以上且750°C以下爲佳。此係爲了讓波來鐵及/或長徑爲1  $\mu$  m以上的粗大雪明碳鐵分散生成於熱軋鋼板的微組織中，好讓藉冷軋導入的應變局佈化，在退火步驟中逆變態成各種晶向的沃斯田鐵。藉此讓退火後的母材鋼板之有效晶粒細密化。捲取

溫度若低於 $350^{\circ}\text{C}$ ，波來鐵及/或粗大雪明碳鐵可能不會生成，故不適宜。又，爲了降低熱軋鋼板之強度、輕易地進行冷軋軋，將捲取溫度提高至 $450^{\circ}\text{C}$ 以上更佳。另一方面，捲取溫度一旦超過 $750^{\circ}\text{C}$ ，波來鐵及肥粒鐵便會各自沿著軋延方向生成爲長條帶狀，而從肥粒鐵部分於冷軋軋及退火後生成的母材鋼板之有效晶粒則有變成沿軋延方向伸長之粗大物的傾向，不甚理想。又，爲使退火後的母材鋼板之有效晶粒徑細密化，將捲取溫度降低至 $680^{\circ}\text{C}$ 以下更佳。

[0079] 接下來，將以上述方法製造之熱軋鋼板進行酸洗。酸洗可除去熱軋鋼板表面的氧化物，因此對於母材鋼板的鍍覆性提升而言相當重要。酸洗可爲一次，亦可分數次進行。

#### [0080] 「冷軋步驟」

接著，對酸洗後的熱軋鋼板進行冷軋軋而獲得冷軋鋼板。

冷軋軋中，軋縮率的合計一旦超過 $85\%$ ，鋼板便會失去延性，提高冷軋期間鋼板斷裂的危險性。因此將軋縮率合計設爲 $85\%$ 以下爲佳。由此觀點來看，軋縮率合計設爲 $75\%$ 以下較佳，設爲 $70\%$ 以下更佳。冷軋軋步驟中的軋縮率合計的下限並無特別規定。軋縮率合計小於 $0.05\%$ 時，母材鋼板的形狀會不均質，使鍍覆無法均勻附著而損害外觀。因此，設爲 $0.05\%$ 以上爲佳，設爲 $0.10\%$ 以上更佳。還有，冷軋軋宜以多次的道次進行，但不規定冷軋的道次數或對於各道次之軋縮率的分配。



[0081]又，在冷軋軋之軋縮率的合計在大於10%且小於20%的範圍內，其後的退火步驟中再結晶會無法充分進展，而可能有含有多量差排而失去展性的粗大晶粒殘留於表層附近，使彎曲性或耐疲勞特性劣化。爲了避免此等情況，有效的作法係縮小軋縮率的合計，減輕差排在晶粒的蓄積以使晶粒保留展性。或者，有效的作法係增加軋縮率的合計，在退火步驟中使再結晶充分進行，將加工組織作成內部差排蓄積較少的再晶粒。從減輕差排在晶粒的蓄積的觀點來看，冷軋步驟之軋縮率合計設爲10%以下爲佳，設爲5.0%以下更佳。另一方面，爲了使退火步驟中之再結晶可充分進展，將軋縮率合計設爲20%以上爲佳，設爲30%以上更佳。

#### [0082]「退火步驟」

在本發明之實施形態中，對冷軋鋼板施行退火。在本發明之實施形態中，宜利用具有預熱帶、還原帶及鍍覆帶的連續退火鍍覆線。並且，宜在進行進行退火步驟的同時使鋼板通過預熱帶及還原帶，並在抵達鍍覆帶以前結束退火步驟，在鍍覆帶中進行鍍覆步驟。

[0083]如上述，於退火步驟及鍍覆步驟利用連續退火鍍覆線時，宜使用例如以下顯示之方法。

退火步驟之加熱速度係藉由預熱帶上的處理時間而與鋼板表層部的脫碳進行相關。退火步驟的加熱速度一慢，便會長時間曝露在預熱帶上的氧化氣體環境下，便可進行鋼板表層部之脫碳。又，加熱速度一旦過度緩慢，鋼板便

可能氧化而於鋼板內部生成粗大的氧化物。尤其，在600～750°C間的加熱速度相當重要，爲了避免鋼板表層部的過度脫碳及氧化，將其間的平均加熱速度設定在1.0°C/秒以上。爲了避免鋼板表層部的脫碳，600～750°C間的平均加熱速度設爲1.5°C/秒以上爲佳，設爲2.0°C/秒以上較佳。爲了確保在預熱帶上的處理時間以促進 $\zeta$ 相生成，600～750°C間的平均加熱速度設爲50°C/秒以下爲佳。平均加熱速度若在50°C/秒以下，便可獲得在鍍覆層與母材鋼板之整個界面中 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面的所佔比率更大的鍍覆層。爲了充分促進 $\zeta$ 相生成，平均加熱速度在10°C/秒以下較佳。

[0084]在預熱帶上施行用以於鋼板表層部形成適當厚度之Fe氧化被膜的氧化處理。此時，在預熱燃燒器使用之空氣與燃料氣體的混合氣體下，於以下顯示之空氣比設在0.7以上的預熱帶上一邊加熱至400～800°C之鋼板溫度一邊使鋼板通過。

「空氣比」係單位體積之混合氣體中所含之空氣體積與理論上爲了使單位體積之混合氣體中所含燃料氣體完全燃燒所需的空氣體積之比，並以下述式表示。

空氣比=[單位體積之混合氣體中所含之空氣體積(m<sup>3</sup>)]/[理論上爲了使單位體積之混合氣體中所含燃料氣體完全燃燒所需的空氣體積(m<sup>3</sup>)]

在本實施形態中係在上述條件下對通過預熱帶的母材鋼板進行預熱，以於母材鋼板表層形成0.01～5.0 μm之Fe氧化被膜。生成於鋼板表層部的Fe氧化被膜(氧化物)會在還

原帶上被還原而成爲鍍覆密著性優異的表面。

[0085]上述空氣比太大而超過1.2時，會於鋼板表層部生成過剩的Fe氧化被膜，使還原後的脫碳層肥大化。因此，上述空氣比在1.2以下爲佳，在1.1以下較佳。上述空氣比太小而不達0.7時，將無法獲得預定的氧化物。因此，上述空氣比係設爲0.7以上，且以0.8以上爲佳。

又，通過預熱帶的鋼板溫度若低於400°C，便無法形成充分的氧化被膜。因此，通過預熱帶的鋼板溫度(預熱完成溫度)係設爲400°C以上，且以設爲600°C以上爲佳。另一方面，通過預熱帶的鋼板溫度若爲超過800°C之高溫，將無法在接續的還原帶上還原，且粗大的含有Si及/或Mn之氧化物會生成於鋼板表面。因爲氧化被膜過度成長，所以很難將脫碳層之厚度控制在預定的範圍內。因此，通過預熱帶的鋼板溫度係設爲800°C以下，且以設爲750°C以下爲佳。

[0086]退火步驟的最高加熱溫度係用以將與鋼板成形性相關的微組織分率控制在預定範圍內相當重要的因子。最高加熱溫度一低，粗大的鐵系碳化物便會溶解殘留於鋼中，使成形性劣化。爲了使鐵系碳化物充分固溶以提高成形性，最高加熱溫度係設爲750°C以上。尤其，爲了獲得殘留沃斯田鐵，最高加熱溫度設爲(Ac1+50)°C以上爲佳。最高加熱溫度之上限並無特別規定，但從鍍覆密著性的觀點來看，爲了減少母材鋼板表面的氧化物，設爲950°C以下爲佳，設爲900°C以下較佳。

[0087]鋼板之Ac1點分別爲沃斯田鐵逆變態的開始

點。具體上，Ac1點可藉由從熱軋後之鋼板切出一小片，在10°C/秒下加熱至1200°C並測定其間之體積膨脹而取得。

[0088]退火步驟的最高加熱溫度(750°C以上)會在還原帶上達到。在該還原帶上還原在預熱帶上所生成之鋼板表面的薄Fe氧化被膜，提高鍍覆密著性。因此，在還原帶的氣體環境下，水蒸氣分壓 $P(H_2O)$ 與氫氣分壓 $P(H_2)$ 之比 $P(H_2O)/P(H_2)$ 係設為0.0001~2.00。 $P(H_2O)/P(H_2)$ 小於0.0001時，會在最表面層形成成爲鍍覆剝離起點的Si及/或Mn氧化物。另一方面， $P(H_2O)/P(H_2)$ 一旦超過2.00，鋼板表層的細密化便會過度進行使鍍覆層之合金化過度進展，進而讓鍍覆密著性劣化。甚至， $P(H_2O)/P(H_2)$ 一旦超過3.00，脫碳就會過度進行而讓母材鋼板表層的硬質相明顯減少。基於以上觀點， $P(H_2O)/P(H_2)$ 設在0.002~1.50之範圍內爲佳，設在0.005~1.20之範圍內較佳。

[0089]如上述，還原帶的 $P(H_2O)/P(H_2)$ 若爲0.0001~2.00，成爲鍍覆剝離起點之Si及/或Mn氧化物便不會形成於最表面層，而可再鋼板表層之內部形成最大徑爲0.01~0.4  $\mu\text{m}$ 之細密的Si及/或Mn氧化物。細密的Si及/或Mn氧化物可在退火中抑制Fe再結晶之成長。又，還原氣體環境中之水蒸氣會使母材表層脫碳，因此退火後的母材表層會變成肥粒鐵。結果，在退火後的母材表層上便可形成一平均厚度爲0.1~5.0  $\mu\text{m}$ 、肥粒鐵相之平均粒徑爲0.1~3.0  $\mu\text{m}$ 且含有最大徑爲0.01~0.4  $\mu\text{m}$ 之Si及/或Mn氧化物的細密化層。

[0090]退火步驟中，在到達最高加熱溫度以後到進入鍍

浴前的鍍覆前冷卻(鍍覆前冷卻步驟)之製造條件無須特別規定即可發揮本發明效果。另一方面，爲了要獲得殘留沃斯田鐵而抑制波來鐵及雪明碳鐵之生成，所以在鍍覆前冷卻步驟中將750°C至700°C之平均冷卻速度設爲1.0°C/秒以上爲佳，更宜將700°C至500°C之平均冷卻速度設爲5.0°C/秒以上。平均冷卻速度之上限並無特別規定，但要獲得過大的平均冷卻速度，需要特殊的冷卻設備或不會干涉鍍覆步驟的冷媒，故不適宜。由此觀點來看，上述溫度區下的平均冷卻速度設爲100°C/秒以下爲佳，設爲70°C/秒以下較佳。

[0091]鍍覆前冷卻步驟後緊接著爲了獲得回火麻田散鐵，可在鋼板溫度達到500°C以後到進入鍍浴前的期間內，讓鋼板停留在預定溫度區內一定時間作爲麻田散鐵變態處理。麻田散鐵變態處理溫度係以麻田散鐵變態開始溫度 $M_s$ 點爲上限，並將上限設爲( $M_s$ 點-20°C)較佳。麻田散鐵變態處理以50°C爲下限爲佳，且將下限設爲100°C較佳。又，麻田散鐵變態處理時間設爲1秒~100秒鐘爲佳，設爲10秒~60秒鐘較佳。還有，以麻田散鐵變態處理獲得之麻田散鐵係藉由在鍍覆步驟中侵入於高溫的鍍浴內而變成回火麻田散鐵。

[0092]而， $M_s$ 點係以下述式計算。

$$M_s \text{點}[^\circ\text{C}] = 541 - 474C / (1 - VF) - 15\text{Si} - 35\text{Mn} - 17\text{Cr} - 17\text{Ni} + 19\text{Al}$$

[0093]上述式中，VF表示肥粒鐵之體積分率，C、Si、Mn、Cr、Ni、Al爲各元素的添加量[質量%]。

還有，製造中很難直接測定肥粒鐵之體積分率。因此，在本發明中爲了決定 $M_s$ 點，會先將通過連續退火線之前的冷軋鋼板切出一小片，以與使其小片通過連續退火線時相同的溫度歷程下進行退火，測定小片之肥粒鐵的體積變化，並以利用其結果所算出的數值作爲肥粒鐵之體積分率 $V_F$ 。

[0094]此外，爲了於鍍覆前冷卻步驟後獲得殘留沃斯田鐵，可使鋼板停留在 $250^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ 之溫度區內一定時間作爲變韌鐵變態處理。變韌鐵變態處理溫度一旦超過 $500^{\circ}\text{C}$ ，便會促使波來鐵及/或粗大的雪明碳鐵生成，因而無法獲得殘留沃斯田鐵。因此，變韌鐵變態處理溫度設爲 $500^{\circ}\text{C}$ 以下爲佳。爲了促進伴隨變韌鐵變態所行之碳濃縮成沃斯田鐵，變韌鐵變態處理溫度設爲 $485^{\circ}\text{C}$ 以下較佳，設爲 $470^{\circ}\text{C}$ 以下更佳。另一方面，變韌鐵變態處理溫度一旦低於 $250^{\circ}\text{C}$ ，變韌鐵變態將無法充分進行，進而無法獲得殘留沃斯田鐵。因此，變韌鐵變態處理溫度設爲 $250^{\circ}\text{C}$ 以上爲佳。爲了有效進行變韌鐵變態，變韌鐵變態處理溫度設爲 $300^{\circ}\text{C}$ 以上較佳，設爲 $340^{\circ}\text{C}$ 以上更佳。

又，爲了充分進行變韌鐵變態以獲得殘留沃斯田鐵，變韌鐵變態處理時間設爲15秒以上爲佳，設爲25秒以上較佳。又，爲了抑制波來鐵及/或粗大的雪明碳鐵之生成，變韌鐵變態處理時間設爲500秒以下爲佳，較理想係設爲300秒以下。

還有，在鍍覆前冷卻步驟後施行變韌鐵變態處理及麻

田散鐵變態處理兩者時，施工順序係設定為在變韌鐵變態處理前進行麻田散鐵變態處理。

[0095] 「鍍覆步驟」

接下來，將以上述方法製得之母材鋼板浸漬於鍍浴。

鍍浴係以鋅為主體，具有有效Al量為0.050~0.180質量%之組成且該有效Al量係從鍍浴中之總Al量減去總Fe量之值。鍍浴中之有效Al量一旦低於0.050%，Fe侵入至鍍覆層中便會過度進展而損及鍍覆密著性，因此必須設在0.050%以上。由此觀點來看，鍍浴中之有效Al量在0.065%以上為佳，在0.070%以上更佳。另外，鍍浴中之有效Al量一旦超過0.180%，便會在母材鋼板與鍍覆層境界生成Al系氧化物，進而阻礙在該境界上的Fe及Zn原子移動，抑制 $\zeta$ 相之生成，使鍍覆密著性明顯受損。由此觀點來看，鍍浴中之有效Al量必須在0.180%以下，設為0.150%以下為佳，設為0.135%以下更佳。

[0096]鍍浴可為混有Ag、B、Be、Bi、Ca、Cd、Co、Cr、Cs、Cu、Ge、Hf、I、K、La、Li、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Rb、Sb、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、V、W、Zr、REM之1種或2種以上元素者，且藉各元素之含量也有得以改善熔融鍍鋅層之耐蝕性及加工性等絕佳的可能。

[0097]又，鍍浴之溫度係設為450°C~470°C。鍍浴溫度低於450°C時，鍍浴之黏度會過度升高而變得難以控制鍍覆層之厚度，損害熔融鍍鋅鋼板之外觀。因此，鍍浴之溫度係設為450°C以上，且以設為455°C以上為佳。另一方面，

鍍浴溫度一旦超過470°C便會產生多量的煙氣而變得難以安全製造。因此，鍍浴溫度係設為470°C以下，且以設為465°C以下為佳。

[0098]又，母材鋼板進入鍍浴時的鋼板溫度一旦低於440°C，為了使鍍浴溫度穩定在450°C以上，就必須賦予鍍浴多量的熱量，因此實用上不適宜。另一方面，母材鋼板進入鍍浴時的鋼板溫度一旦高於480°C，為了使鍍浴溫度穩定在470°C以下，必須導入可從鍍浴除去大量熱量的設備，在製造成本的觀點上不適宜。所以，為了使鍍浴之浴溫穩定，將母材鋼板進入鍍浴時的溫度設為440°C以上且480°C以下。又，為了正確控制 $\zeta$ 相的生成行為，母材鋼板進入鍍浴時的溫度控制在450°C以上且470°C以下更佳。

[0099]鍍浴的溫度以穩定在450~470°C之範圍內的溫度為佳。鍍浴的溫度一旦不穩定，鍍覆層中之 $\zeta$ 相就會不均勻，進而招致鍍覆層的外觀及密著性的不均。為了使鍍浴的溫度穩定，令進入鍍浴時的鋼板溫度與鍍浴溫度約略一致為佳。具體上，從實際製造設備之溫度控制性的極限來看，將進入鍍浴時的鋼板溫度設為鍍浴溫度之 $\pm 4^\circ\text{C}$ 以內為佳，設為鍍浴溫度之 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以內較佳。

[0100]還有，浸漬鍍浴後為了有適當的鍍覆附著量，宜對鋼板表面噴吹以氮氣為主體的高壓氣體以去除表層上過剩的鋅。

[0101]「鍍覆後冷卻步驟」

鍍浴步驟後，在降至室溫之鍍覆後冷卻步驟中，以降



至350°C之冷卻過程滿足下述式(1)的方式來控制冷卻處理。藉此可於鍍覆層中獲得適量的 $\zeta$ 相。

還有，式(1)之 $T(t)$ [°C]為鋼板溫度， $t$ [秒]係以鋼板出鍍浴之時間點為起點的經過時間， $t_1$ [秒]係以鋼板出鍍浴之時間點為起點到鋼板溫度降至350°C的經過時間， $W^*_{Al}$ [質量%]為鍍浴中的有效Al量。又， $\varepsilon$ 、 $\theta$ 及 $\mu$ 為常數項，分別為 $2.62 \times 10^7$ 、 $9.13 \times 10^3$ 、 $1.0 \times 10^{-1}$ 。

[0102][數1]

$$0.40 \leq \left[ \int_{t_0}^{t_1} \varepsilon \cdot \exp \left\{ -\frac{\theta \cdot \left( \frac{W^*_{Al}}{\mu} \right)^{0.2}}{T(t)} \right\} \cdot t dt \right]^{0.5} \leq 2.20 \quad \dots \text{式 (1)}$$

[0103]上述式(1)係 $\zeta$ 相之生成行為的關係式，上述式(1)之值愈大表示鍍覆層中之 $\zeta$ 相生成愈有進展。鋼板溫度愈高且處理時間愈長，上述式(1)之值就愈大。又，鍍浴中之有效Al量一變大，上述式(1)之值就會變小而阻礙 $\zeta$ 相的生成。還有，在鋼板溫度為350°C以下之溫度範圍內，Fe原子幾乎不會從母材鋼板擴散至鍍覆層， $\zeta$ 相之生成也幾乎停止。因此，上述式(1)係在鋼板溫度為350°C以上之範圍內進行計算。

[0104]在浸漬於鍍浴後的鍍覆後冷卻步驟中，上述式(1)之值一旦低於0.40，便無法在鍍覆層中獲得充分的 $\zeta$ 相而讓鍍覆密著性受損。上述式(1)之值若在0.40以上，便可充分促進 $\zeta$ 相之生成，熔融鍍鋅層與母材鋼板之整個界面

中前述  $\zeta$  相與母材鋼板之界面的所佔比率便在20%以上。又，上述式(1)之值若在0.40以上， $\zeta$ 相與母材鋼板之界面中存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面的比率會在50%以下。因此，爲了獲得充分的鍍覆密著性，必須以上述式(1)之值在0.40以上的方式來控制冷卻處理。爲了進一步提高鍍覆密著性，以上述式(1)之值爲0.50以上的方式來施行冷卻處理爲佳，設定在0.60以上又更佳。另外，冷卻處理的上述式(1)之值一旦變得過大，鍍覆層之合金化便會進展，使鍍覆層中之Fe含量變得過大，讓鍍覆密著性受損。由此觀點來看，必須以令上述式(1)之值在2.20以下的方式來控制冷卻處理。爲了提高鍍覆密著性，冷卻處理以上述式(1)之值爲2.00以下的方式進行控制爲佳，以1.80以下的方式進行控制更佳。

[0105]在此，若自鍍浴取出後讓鋼板之溫度上升，上述式(1)之值會明顯增大而使鍍覆密著性劣化。又，鋼板之微組織會變質而無法獲得預定的殘留沃斯田鐵，使強度降低。再者，有粗大的碳化物生成讓成形性劣化的疑慮。因此，從鍍浴取出後的鋼板溫度不可超過鍍浴浸漬前之鋼板溫度與鍍浴溫度兩者中的最高溫度。

另外，如一般的熔融鍍鋅鋼板之製造方法中所見，若在浸漬於鍍浴後即施行急冷，上述式(1)之值會明顯變小。結果將無法獲得充分的 $\zeta$ 相，使鍍覆密著性劣化。爲了將上述式(1)之值保留在預定範圍內，例如可在從鍍浴取出後進行一定時間的等溫保持處理，然後再進行急冷。

又，如果上述式(1)之值有保留在預定範圍內，亦可進行其他任意的溫度控制。亦即，上述式(1)之值只要是本發明範圍內的溫度控制，可採用任一種冷卻控制形態。例如，可為在上述等溫保持處理後進行急冷的冷卻形態，或可為進行約略恆定速度之緩冷卻的冷卻形態。

[0106]又，亦可藉由滿足上述式(1)之冷卻處理，於鍍覆層中獲得充分量的 $\zeta$ 相後，進行變韌鐵變態處理以獲得殘留沃斯田鐵，且該變韌鐵變態處理係在 $250^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍內停留15秒 $\sim$ 500秒以下施行。變韌鐵變態處理溫度低於 $250^{\circ}\text{C}$ 時，會生成麻田散鐵而無法充分獲得殘留沃斯田鐵。因此，變韌鐵變態處理溫度設為 $250^{\circ}\text{C}$ 以上為佳，設為 $300^{\circ}\text{C}$ 以上較佳。另一方面，變韌鐵變態處理溫度一旦超過 $350^{\circ}\text{C}$ ，Fe原子從母材鋼板到鍍覆層的擴散就會過度進行，使鍍覆密著性劣化。因此，變韌鐵變態處理溫度設為 $350^{\circ}\text{C}$ 以下為佳，設為 $340^{\circ}\text{C}$ 以下較佳。

變韌鐵變態處理時間若在15秒以上，便可充分獲得施行變韌鐵變態處理的效果。變韌鐵變態處理時間在25秒以上較佳。變韌鐵變態處理時間若在500秒以下，便可有效率地施行變韌鐵變態處理。變韌鐵變態處理時間在300秒以下較佳。

[0107]又，為了使殘留沃斯田鐵更穩定化，可在冷卻至 $250^{\circ}\text{C}$ 以下之後再施行再加熱處理。再加熱處理的處理溫度及處理時間可因應目標特性適當設定。惟，再加熱處理溫度低於 $250^{\circ}\text{C}$ 時無法獲得充分的效果。因此，再加熱

處理溫度設為250°C以上為佳，設為280°C以上較佳。再加熱處理溫度一旦高於350°C，Fe原子從母材鋼板到鍍覆層的擴散就會過度進行，使鍍覆密著性劣化。因此，再加熱處理溫度設為350°C以下為佳，設為340°C以下較佳。

又，再加熱處理時間一旦超過1000秒，處理效果便達飽和，所以處理時間宜設為1000秒以下。

[0108]藉由以上說明之製造方法可製造本實施形態之熔融鍍鋅鋼板，惟本發明不受上述實施形態限定。

[0109]例如，在上述實施形態之製造方法中係列舉在鍍覆步驟後進行降至350°C之冷卻過程滿足上述式(1)之「鍍覆後冷卻步驟」的情況為例加以說明，惟鍍覆後冷卻步驟亦可為降至350°C之冷卻過程不滿足上述式(1)。此時，為了製造與降至350°C之冷卻過程滿足上述式(1)之情況相同的熔融鍍鋅鋼板，則必須適恰地控制鍍浴浸漬時間。

[0110]因為，藉由拉長鍍浴浸漬時間，可促進 $\zeta$ 相在鍍浴中之生成，且同時可促進存在於將形成鍍覆層之母材鋼板表面上的Si及/或Mn氧化物與鍍浴中之Al的反應。藉由上述氧化物與鍍浴中之Al的反應，可使存在於母材鋼板表面上的上述氧化物之一部分還原，而減低存在於母材鋼板表面上之Si及/或Mn氧化物的數及量。

[0111]為了藉由拉長鍍浴浸漬時間獲取上述效果，必須將鍍浴浸漬時間設定在3秒以上，理想係設為5秒以上，較理想係設為7秒以上，更理想係設為10秒以上。令鍍浴浸漬時間為10秒以上，可獲得與進行降至350°C之冷卻過

程滿足上述式(1)之「鍍覆後冷卻步驟」之情況相同的熔融鍍鋅鋼板。於是便可獲得一熔融鍍鋅層與母材鋼板之整個界面中 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面的所佔比率為20%以上、且 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面中存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面的比率為50%以下的鍍覆層。

[0112]製造熔融鍍鋅鋼板時，在使用將鍍浴浸漬時間設為10秒以上之方法的情況下，鍍覆後冷卻步驟可為降至350°C之冷卻過程不滿足上述式(1)。因此，即使係在不易實行上述「鍍覆後冷卻步驟」之熔融鍍鋅鋼板的製造線，也可輕易地製造本實施形態之熔融鍍鋅鋼板。

[0113]鍍浴浸漬時間可因應鍍浴中之Al含量等適當決定。為了確保良好的生產性，鍍浴浸漬時間在20秒以下為佳，在15秒以下較佳。

[0114]例如，在本發明之實施形態中，亦可賦予藉上述方法製得之熔融鍍鋅鋼板的鍍鋅層表面一由磷氧化物及/或含磷之複合氧化物所構成的皮膜。

由磷氧化物及/或含磷之複合氧化物所構成的皮膜可在加工熔融鍍鋅鋼板時作為潤滑劑起作用，可保護形成於母材鋼板表面上的鍍鋅層。

[0115]此外，在本實施形態中，可對已冷卻至室溫之熔融鍍鋅鋼板在軋縮率3.00%以下施行冷軋軋以矯正形狀。

[0116]還有，以上所述的本發明實施形態之熔融鍍鋅鋼板之製造方法很適合用來製造母材鋼板板厚為0.6mm以

上且小於5.0mm的熔融鍍鋅鋼板。母材鋼板的板厚一旦小於0.6mm，便很難將母材鋼板形狀保持平坦，可能不適當。又，母材鋼板板厚若在5.0mm以上，有時可能很難控制退火步驟及鍍覆步驟中的冷卻。

#### 實施例

[0117]說明本發明之實施例。而，在本實施例之條件係用以確認本發明之實施可能性及效果所採用的一條件例。本發明不受此一條件例限定。本發明可在不脫離本發明主旨並達成本發明目的之前提下採用各種條件。

#### [0118]「實施例1」

鑄造具有表1~4中所示A~BJ之化學成分(組成)的鋼胚，並在表5、6、17中所示之熱軋步驟條件(鋼胚加熱溫度、軋軋完成溫度)下進行熱軋，在表5、6、17中所示之熱軋步驟條件(從熱軋完成到捲取的平均冷卻速度、捲取溫度)下進行冷卻而獲得熱軋鋼板。

然後，對熱軋鋼板施行酸洗，施行表5、6、17所示之冷軋步驟條件(軋縮率)的冷軋而獲得冷軋鋼板。

[0119]接下來，在表7~9、18中所示之退火步驟的加熱步驟條件(在預熱帶上的空氣比、預熱帶上的預熱完成溫度、還原帶氣體環境中之 $H_2O$ 與 $H_2$ 之分壓比 $(P(H_2O)/P(H_2))$ 、在 $600\sim 750^\circ C$ 溫度區下的平均加熱速度、最高加熱溫度 $T_m$ )下將製得之冷軋鋼板施行退火。而，實驗例1~96之預熱完成溫度係設在 $645\sim 718^\circ C$ 之範圍內。

接著，在表7~9、18中所示之鍍覆前冷卻步驟條件(冷

卻速度1(在750~700°C溫度區下的平均冷卻速度)、冷卻速度2(在700~500°C溫度區下的平均冷卻速度)、變韌鐵變態處理1條件(處理溫度、處理時間)、麻田散鐵變態處理(處理溫度、處理時間))下施行冷卻處理。而，未施行變韌鐵變態處理1、麻田散鐵變態處理的鋼板係將該處理之條件欄以空欄表示。

[0120]接下來，在表10~12、19中所示之鍍覆步驟條件(有效Al量、鍍浴溫度(浴溫)、鋼板的進入溫度、浸漬時間)下浸漬於鋅鍍浴、施行鍍覆。

鍍覆步驟後，在表10~12、19中所示之鍍覆後冷卻步驟條件(式(1)、變韌鐵變態處理2條件(處理溫度、處理時間)、再加熱處理條件(處理溫度、處理時間))下施行冷卻處理。而，未施行變韌鐵變態處理2、再加熱處理的鋼板係將該處理之條件欄以空欄表示。

此外，在表10~12、19中所示條件(軋縮率)下施行冷軋而獲得實驗例1~103之鍍覆鋼板(惟，在一部分的實驗例中也有中斷實驗者)。

[0121]在製得之鍍覆鋼板(實驗例1~103)中，觀察母材鋼板之微組織及鍍覆層。於表13、14、20中顯示母材鋼板之微組織及鍍覆層的觀察結果。

[0122]首先，從鍍覆鋼板以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料。針對試料之觀察面，進行場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)的組織觀察及EBSD法的高解析度晶向解析，觀察以板厚1/4為中心之1/8

厚 $\sim 3/8$ 厚之範圍內的微組織並鑑定構成組織。在表13、14、20中，F表示粒狀肥粒鐵、WF表示針狀肥粒鐵、NRF表示未再結晶肥粒鐵、P表示波來鐵、 $\theta$ 表示粗大雪明碳鐵、BF表示變韌肥粒鐵、B表示變韌鐵、M表示麻田散鐵、tM表示回火麻田散鐵、 $\gamma$ 表示殘留沃斯田鐵各自受到觀察。

[0123]又，從鍍覆鋼板採取25mm $\times$ 25mm之小片作為試驗片。在距離試驗片之板厚表面1/8厚 $\sim 3/8$ 厚的範圍內，將與板面平行之面精加工成鏡面，並藉由X射線繞射法測定殘留沃斯田鐵之體積分率( $\gamma$ 分率)。

[0124]再來，從鍍覆鋼板以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料。針對試料之觀察面進行場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)的觀察，觀察鍍覆層與母材鋼板之界面。從其結果藉由上述方法求出 $\zeta$ 相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之界面整體的所佔比率(境界面佔有率)、 $\delta$  1相與母材鋼板之界面在鍍覆層與母材鋼板之界面整體的所佔比率(境界面佔有率)、 $\zeta$ 相與母材鋼板之全部界面中存有粗大氧化物之 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面的比率(存有氧化物之境界面的比率)。

[0125]鍍覆的附著量係使用含有抑制劑的鹽酸將鍍覆層溶融並比較溶融前後的重量而求得。

[0126]此外，從鍍覆鋼板以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面並採取試料，利用上述測定方法求出與母材鋼板及熔融鍍鋅層之界面直接連接的細密化層



之平均厚度(細密化層之平均厚度)、在細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑(肥粒鐵相之平均粒徑)、及細密化層中之1種或2種以上之Si及Mn氧化物的最大徑(氧化物的最大徑)。其結果顯示於表13、14、20。

[0127]接著，爲了調查鍍覆鋼板之特性，進行拉伸試驗、擴孔試驗、彎曲試驗、密著性評估試驗、點熔接試驗、腐蝕試驗、碎裂性試驗、粉碎性試驗。於表15、16、21顯示各實驗例之特性。

[0128]拉伸試驗係從鍍覆鋼板製作JIS Z 2201中記載之5號試驗片，並以JIS Z2241中記載之方法施行求出降伏強度YS、拉伸最大強度TS、總延伸率El。還有，拉伸特性係以拉伸最大強度TS爲420MPa以上之情況評估爲良好。

擴孔試驗係以JIS Z 2256中記載之方法進行。成形性中，延性(總延伸率)El及擴孔性 $\lambda$ 會隨拉伸最大強度TS而改變，在滿足下述式(3)之情況下可有良好的強度、延性及擴孔性。

$$TS^{1.5} \times El \times \lambda^{0.5} \geq 2.0 \times 10^6 \dots \text{式(3)}$$

[0129]鍍覆密著性係對已賦予5%之單軸拉伸應變的鍍覆鋼板施行杜邦衝擊試驗。於衝擊試驗後的鍍覆鋼板黏貼黏著膠帶後將之剝離，鍍層未剝離之情況視爲合格(○)且鍍層剝離之情況視爲不合格(x)。杜邦衝擊試驗係使用前端的曲率半徑爲1/2英寸的沖模，使3kg之錘子從1m高度落下而進行。

[0130]點熔接性係施行連續打點試驗來評估。在熔融

部之直徑為板厚之平方根之5.3~5.7倍的熔接條件下，連續進行1000次的點熔接，並比較第1點 $d_1$ 與第1000點 $d_{1000}$ 的熔融部直徑， $d_{1000}/d_1$ 為0.90以上時視為合格(○)，小於0.90時視為不合格(x)。

[0131]於耐蝕性之評估使用從鍍覆鋼板切出150×70mm的試驗片。於試驗片施行磷酸鋅系的浸漬式化成處理，接著施行陽離子電沉積20 $\mu\text{m}$ ，再施行二塗35 $\mu\text{m}$ 與最後塗裝35 $\mu\text{m}$ 後，以絕緣膠帶密封背面與端部。於耐蝕性試驗係使用以SST6hr→乾燥4hr→濕潤4hr→冷凍4hr為1循環的CCT。塗裝後耐蝕性之評估係以切刀於塗裝面上實施橫切直達母材鋼板後，測定經過CCT60循環後的膨脹幅度。膨脹幅度在3.0mm以下之情況視為合格(○)，大於3.0mm之情況視為不合格(x)。

[0132]碎裂性係使用將鍍覆鋼板切出70mm×150mm之試驗片進行評估。首先，對試驗片進行汽車用的脫脂、化成皮膜之形成及3層塗裝之各步驟。接下來在試驗片冷卻保持在-20°C之狀態下，以氣壓2kgf/cm<sup>2</sup>垂直放射碎石(0.3~0.5g)10個。碎石之放射係就各試驗片重複實施5次。然後針對各試驗片觀察合計50個的碎裂痕跡，並依其剝離界面之位置藉由以下基準加以評估。剝離界面比鍍覆層更上面(鍍覆層-化成皮膜之界面、或電沉積-二塗塗裝之界面)者評估為(○)，在鍍覆層-基鐵之界面剝離只要有1個就評估為(x)。

[0133]粉碎性係用以評估鍍覆層之加工性，使用V彎

曲加工(JIS Z 2248)進行評估。將鍍覆鋼板切成50×90mm並以1R-90°V字模具壓機形成成型體作為試驗體。在各試驗體的谷部實施膠帶剝離。具體上，係於試驗體的彎曲加工部上壓黏寬24mm的透明膠帶(cellophane tape)並將之剝離後，以目測判斷透明膠帶之長度90mm的部分。評估基準如下。鍍覆層之剝離相對於加工部面積小於5%者視為(○)，鍍覆層之剝離相對於加工部面積超過5%者視為(x)。

[0134] 表1

表1

	化學成分 (質量%) 剩餘部分：Fe及無法避免的雜質								備註
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	
A	0.096	0.56	2.57	0.010	0.0020	0.031	0.0038	0.0011	實施例
B	0.081	0.61	1.91	0.013	0.0024	0.121	0.0042	0.0025	實施例
C	0.231	1.50	2.43	0.008	0.0024	0.058	0.0081	0.0019	實施例
D	0.249	0.41	2.02	0.004	0.0014	0.016	0.0030	0.0024	實施例
E	0.144	0.62	1.80	0.008	0.0007	0.069	0.0071	0.0014	實施例
F	0.165	0.78	1.84	0.016	0.0042	0.022	0.0046	0.0014	實施例
G	0.196	0.06	2.05	0.008	0.0016	1.034	0.0031	0.0009	實施例
H	0.110	1.12	1.70	0.018	0.0036	0.024	0.0044	0.0023	實施例
I	0.175	0.78	1.70	0.009	0.0022	0.057	0.0024	0.0006	實施例
J	0.133	0.60	3.35	0.020	0.0011	0.023	0.0044	0.0023	實施例
K	0.176	0.44	2.35	0.004	0.0008	0.072	0.0046	0.0019	實施例
L	0.138	0.64	1.66	0.019	0.0007	0.016	0.0042	0.0010	實施例
M	0.136	0.74	1.66	0.016	0.0012	0.051	0.0004	0.0024	實施例
N	0.339	0.50	1.78	0.014	0.0035	0.037	0.0026	0.0007	實施例
O	0.154	0.75	3.35	0.019	0.0023	0.077	0.0008	0.0026	實施例
P	0.093	0.68	1.60	0.017	0.0016	0.070	0.0016	0.0029	實施例
Q	0.151	0.89	2.11	0.008	0.0037	0.052	0.0025	0.0024	實施例
R	0.197	0.49	1.49	0.010	0.0002	0.056	0.0047	0.0025	實施例
S	0.100	1.84	1.90	0.004	0.0006	0.046	0.0039	0.0024	實施例
T	0.209	0.14	3.05	0.013	0.0010	1.168	0.0025	0.0005	實施例
U	0.182	0.73	2.63	0.032	0.0033	0.029	0.0020	0.0027	實施例
V	0.109	1.06	2.90	0.013	0.0003	0.072	0.0024	0.0022	實施例
W	0.138	0.37	0.85	0.011	0.0036	0.310	0.0020	0.0027	實施例
X	0.130	1.00	1.41	0.014	0.0038	0.027	0.0017	0.0024	實施例
Y	0.147	0.60	2.53	0.004	0.0069	0.046	0.0017	0.0006	實施例
Z	0.187	0.79	1.72	0.008	0.0015	0.055	0.0040	0.0031	實施例

## [0135] 表2

表2

	化學成分 (質量%)								備註
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	
AA	0.107	0.58	1.11	0.010	0.0037	0.025	0.0024	0.0022	實施例
AB	0.045	0.62	1.79	0.005	0.0035	0.049	0.0011	0.0010	實施例
AC	0.139	0.15	2.71	0.009	0.0006	0.048	0.0040	0.0012	實施例
AD	0.090	2.22	2.09	0.010	0.0033	0.019	0.0019	0.0011	實施例
AE	0.132	0.60	2.72	0.017	0.0015	0.021	0.0067	0.0010	實施例
AF	0.162	0.48	1.15	0.017	0.0008	0.112	0.0043	0.0005	實施例
AG	0.102	0.04	2.13	0.011	0.0029	0.068	0.0042	0.0023	實施例
AH	0.081	0.66	1.55	0.012	0.0022	0.020	0.0038	0.0012	實施例
AI	0.062	0.80	2.22	0.018	0.0023	0.062	0.0032	0.0026	實施例
AJ	0.130	0.13	3.24	0.006	0.0020	0.009	0.0046	0.0015	實施例
AK	0.184	0.48	2.25	0.003	0.0037	0.056	0.0032	0.0029	實施例
AL	0.068	0.88	2.71	0.016	0.0042	0.070	0.0024	0.0005	實施例
AM	0.134	0.38	1.31	0.009	0.0040	0.023	0.0004	0.0009	實施例
AN	0.188	0.68	1.99	0.019	0.0052	0.024	0.0039	0.0006	實施例
AO	0.093	0.17	1.96	0.015	0.0031	0.209	0.0011	0.0008	實施例
AP	0.100	0.22	1.65	0.024	0.0032	0.044	0.0043	0.0030	實施例
AQ	0.063	0.82	2.60	0.010	0.0028	0.020	0.0030	0.0010	實施例
AR	0.088	0.43	1.75	0.016	0.0002	0.032	0.0018	0.0025	實施例
AS	0.158	1.40	1.84	0.018	0.0046	0.058	0.0046	0.0005	實施例
AT	0.108	0.55	1.21	0.014	0.0031	0.720	0.0031	0.0028	實施例
AU	0.141	0.35	2.47	0.045	0.0005	0.060	0.0025	0.0007	實施例
AV	0.109	1.01	1.44	0.016	0.0040	0.024	0.0026	0.0025	實施例
AW	0.107	0.95	0.64	0.012	0.0009	0.017	0.0038	0.0016	實施例
AX	0.138	0.45	1.53	0.014	0.0044	0.057	0.0033	0.0024	實施例
AY	0.144	0.77	1.50	0.013	0.0075	0.087	0.0018	0.0021	實施例
AZ	0.130	0.74	3.11	0.017	0.0023	0.044	0.0044	0.0009	實施例
BA	0.011	0.55	2.86	0.010	0.0026	0.022	0.0030	0.0012	比較例
BB	0.409	0.68	1.98	0.018	0.0023	0.036	0.0046	0.0018	比較例
BC	0.174	3.25	1.90	0.020	0.0034	0.036	0.0037	0.0033	比較例
BD	0.148	0.54	0.31	0.009	0.0022	0.033	0.0028	0.0025	比較例
BE	0.126	0.68	3.77	0.019	0.0032	0.008	0.0052	0.0013	比較例
BF	0.100	0.53	1.96	0.137	0.0009	0.032	0.0037	0.0015	比較例
BG	0.099	0.78	1.82	0.013	0.0140	0.021	0.0040	0.0019	比較例
BH	0.145	0.97	1.95	0.010	0.0012	2.071	0.0007	0.0025	比較例
BI	0.095	0.60	2.50	0.009	0.0008	0.038	0.0216	0.0007	比較例
BJ	0.165	0.71	1.76	0.008	0.0031	0.028	0.0036	0.0121	比較例

[0136]表3

表3

	化學成分(質量%)														備註		
	Ti	Nb	V	Cr	Ni	Cu	Mo	B	W	Ca	Ca	Mg	Zr	La		REM	Si + 0.7Al
A																0.58	實施例
B																0.69	實施例
C																1.54	實施例
D																0.42	實施例
E	0.068															0.67	實施例
F		0.018														0.80	實施例
G			0.179													0.78	實施例
H				1.02												1.14	實施例
I					0.72											0.82	實施例
J						0.67										0.61	實施例
K																0.49	實施例
L							0.0010									0.65	實施例
M								0.14								0.78	實施例
N									0.0031							0.52	實施例
O										0.0008						0.80	實施例
P												0.0034				0.73	實施例
Q													0.0021			0.92	實施例
R														0.0012		0.53	實施例
S															0.0018	1.87	實施例
T	0.009	0.028														0.96	實施例
U																0.75	實施例
V	0.017						0.0025									1.11	實施例
W	0.009	0.041		0.63			0.03	0.0037								0.59	實施例
X	0.017			0.30												1.02	實施例
Y		0.026							0.0017							0.63	實施例
Z	0.009	0.006	0.033				0.14	0.0004		0.0004						0.83	實施例



[0138]表5

表5

實驗例	化學成分	熱軋步驟				冷軋步驟		備註
		鋼胚加熱溫度 °C	軋軋完成溫度 °C	平均冷卻速度 °C/秒	捲取溫度 °C	軋縮率 %		
1	A	1220	954	23	597	50	實施例	
2	A	1230	913	17	559	50	實施例	
3	A	1235	906	14	601	50	比較例	
4	B	1190	934	29	583	64	實施例	
5	B	1220	911	15	604	29	實施例	
6	B	1220	928	16	607	0.00	比較例	
7	C	1190	888	27	584	42	實施例	
8	C	1235	934	65	570	42	實施例	
9	C	1195	873	13	600	42	比較例	
10	D	1240	914	44	600	52	實施例	
11	D	1240	892	13	608	72	實施例	
12	D	1215	944	35	587	34	實施例	
13	E	1210	918	12	660	43	實施例	
14	F	1240	868	28	558	32	實施例	
15	G	1205	900	57	560	50	實施例	
16	H	1225	947	14	650	55	實施例	
17	I	1200	949	24	562	44	實施例	
18	J	1210	921	63	587	42	實施例	
19	J	1250	896	49	573	0.22	實施例	
20	J	1200	927	16	583	55	實施例	
21	K	1235	911	23	554	46	實施例	
22	L	1210	927	19	610	50	實施例	
23	M	1250	908	20	573	31	實施例	
24	N	1235	917	21	573	57	實施例	
25	N	1210	904	63	553	0.14	實施例	
26	N	1245	941	61	572	55	比較例	
27	O	1235	896	17	542	39	實施例	
28	P	1185	961	13	668	44	實施例	
29	Q	1180	938	36	563	46	實施例	
30	R	1185	915	31	574	64	實施例	
31	S	1215	888	28	496	68	實施例	
32	S	1210	876	54	554	70	實施例	
33	S	1190	898	30	565	55	比較例	
34	T	1195	899	18	614	65	實施例	
35	T	1210	894	56	566	89	比較例	
36	U	1190	907	57	385	59	實施例	
37	V	1205	915	12	657	53	實施例	
38	W	1225	905	46	566	41	實施例	
39	X	1235	872	24	589	53	實施例	
40	X	1230	940	27	543	57	比較例	
41	Y	1195	897	16	544	37	實施例	
42	Z	1185	924	22	579	42	實施例	
43	Z	1245	952	28	591	57	比較例	
44	AA	1185	934	21	607	51	實施例	
45	AA	1185	927	21	589	71	實施例	
46	AA	1210	911	17	553	24	實施例	
47	AB	1230	949	29	600	57	實施例	
48	AB	1220	923	16	596	7.4	實施例	



[0139] 表6

表6

實驗例	化學成分	熱軋步驟				冷軋步驟		備註
		鋼胚加熱溫度	軋軋完成溫度	平均冷卻速度	捲取溫度	軋速率		
		°C	°C	°C/秒	°C	%		
49	AB	1205	921	15	614	67	實施例	
50	AC	1210	929	16	581	46	實施例	
51	AC	1255	899	19	579	65	實施例	
53	AD	1225	940	29	594	59	實施例	
54	AD	1250	904	47	610	0.09	實施例	
55	AD	1235	893	17	542	58	實施例	
56	AE	1200	900	21	579	55	實施例	
57	AF	1230	921	67	582	52	實施例	
58	AG	1205	891	28	556	50	實施例	
59	AH	1185	902	19	593	44	實施例	
60	AH	1230	889	31	561	46	實施例	
61	AH	1240	936	62	588	50	實施例	
62	AI	1215	894	22	555	49	實施例	
63	AJ	1205	906	46	596	56	實施例	
64	AK	1230	901	56	582	43	實施例	
65	AK	1235	899	20	597	3.4	實施例	
66	AK	1230	887	56	589	80	比較例	
67	AL	1195	927	23	525	58	實施例	
68	AL	1250	904	32	563	68	比較例	
69	AM	1245	890	28	559	59	實施例	
70	AN	1215	911	31	604	47	實施例	
71	AO	1250	967	63	578	67	實施例	
72	AP	1250	916	21	556	67	實施例	
73	AQ	1225	906	19	606	31	實施例	
74	AR	1225	892	45	561	45	實施例	
75	AS	1230	952	17	592	52	實施例	
76	AS	1255	880	48	387	50	實施例	
77	AS	1235	906	17	630	9.1	比較例	
78	AT	1190	947	17	670	42	實施例	
79	AU	1205	943	33	580	59	實施例	
80	AV	1205	892	18	593	34	實施例	
81	AW	1210	898	19	585	47	實施例	
82	AW	1210	929	40	710	50	實施例	
83	AW	1200	870	18	597	50	比較例	
84	AX	1250	869	27	556	57	實施例	
85	AY	1220	951	31	604	56	實施例	
86	AZ	1230	897	15	587	32	實施例	
87	BA	1230	914	31	600	59	比較例	
88	BB	1210	934	49	600	62	比較例	
89	BC	鑄片冷卻期間發生斷裂・中止實驗					比較例	
90	BD	1210	904	19	546	50	比較例	
91	BE	鑄片冷卻期間發生斷裂・中止實驗					比較例	
92	BF	鑄片冷卻期間發生斷裂・中止實驗					比較例	
93	BG	1240	927	28	605	64	比較例	
94	BH	鑄片冷卻期間發生斷裂・中止實驗					比較例	
95	BI	1255	911	16	561	53	比較例	
96	BJ	1185	889	29	573	53	比較例	

[0140] 表7

表7

實驗例	化學成分	退火步驟												備註		
		加熱步驟						鍍覆前冷卻步驟								
		平均加熱速度	最高加熱溫度	Ac1	Tm - Ac1	預熱帶	退火帶	冷卻速度 1	冷卻速度 2	空初級變態處理		麻田散鐵變態處理				
		°C/秒	°C	°C	°C	空氣比	P(H <sub>2</sub> O) / P(H <sub>2</sub> )	°C/秒	°C/秒	處理溫度	處理時間	處理溫度	處理時間			
1	A	2.9	813	715	98	0.9	0.85	2.0	33.9							實施例
2	A	1.4	773	715	58	1.0	0.57	1.2	9.4	464	49					實施例
3	A	4.1	861	715	146	1.0	0.76	2.3	23.3	469	33					比較例
4	B	2.4	875	721	154	0.9	0.71	1.3	23.0	405	115					實施例
5	B	1.9	776	721	55	1.0	0.006	1.7	23.3	450	57					實施例
6	B	因鋼板形狀不良，無法進行退火處理，故中止實驗												比較例		
7	C	2.4	807	751	56	1.1	0.63	2.2	13.5	473	52					實施例
8	C	2.0	783	751	32	0.9	0.64	1.5	43.9							實施例
9	C	4.3	815	751	64	0.4	0.54	3.0	11.4							比較例
10	D	4.4	875	717	158	0.9	0.84	2.4	12.7	451	59					實施例
11	D	2.7	804	717	87	0.9	0.08	2.0	4.0	448	66					實施例
12	D	5.1	831	717	114	1.0	0.78	3.3	33.3	367	238	156	15			實施例
13	E	3.5	838	717	121	1.0	0.60	2.2	30.3	460	28					實施例
14	F	1.6	844	731	113	0.9	0.47	1.0	9.4	486	43					實施例
15	G	3.4	868	765	103	0.9	0.47	1.9	15.2	433	39					實施例
16	H	2.2	766	749	17	0.8	0.64	2.0	10.9	439	42					實施例
17	I	6.0	875	714	161	1.0	0.59	3.3	12.6	465	125					實施例
18	J	2.8	785	716	69	0.9	0.70	2.2	11.8	430	58					實施例
19	J	1.4	760	716	44	0.9	1.18	1.3	8.8			234	31			實施例
20	J	1.6	849	716	133	0.9	0.89	1.1	7.4	371	231					實施例
21	K	2.9	849	712	137	1.1	0.72	2.0	19.3	327	86					實施例
22	L	1.4	877	715	162	0.9	0.50	1.8	6.2	413	35					實施例
23	M	2.7	769	734	35	0.9	0.44	2.4	54.4							實施例
24	N	1.5	875	716	159	0.8	0.60	0.4	7.6							實施例
25	N	2.4	781	716	65	1.1	0.58	2.0	15.0	446	176					實施例
26	N	2.0	873	716	157	0.9	0.80	1.1	10.3	423	29					比較例
27	O	2.0	774	716	58	1.1	0.77	1.9	18.5							實施例
28	P	4.6	803	723	80	1.0	0.77	3.4	24.3							實施例
29	Q	3.5	900	737	163	1.0	0.75	1.7	16.9	380	87					實施例
30	R	3.1	789	733	56	1.1	1.00	2.5	18.7	447	29					實施例
31	S	2.8	893	766	127	0.9	0.62	1.4	7.6							實施例
32	S	1.8	779	766	13	0.7	0.74	1.5	9.2							實施例

[0141]表8

表8

實驗例	化學成分	退火步驟										備註				
		加熱步驟					鍍覆前冷卻步驟									
		平均加熱速度	最高加熱溫度 T <sub>m</sub>	Ac1	T <sub>m</sub> - Ac1	預熱帶 空氣比	還原帶 P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> )	冷卻速度 1	冷卻速度 2	變形鐵 變態處理			麻田散鐵 變態處理			
										處理溫度	處理時間		處理溫度	處理時間		
°C/秒	°C	°C	°C			°C/秒	°C/秒	°C	秒	°C	秒					
33	S	0.3	847	766	81	0.9	0.73	1.4	29.7	461	32					比較例
34	T	4.2	834	762	72	0.9	0.79	2.7	26.7	472	27					實施例
35	T	鋼板因冷軋而斷裂，故中止實驗										比較例				
36	U	3.3	844	710	134	1.0	0.57	2.0	10.5							實施例
37	V	2.3	823	731	92	0.8	0.86	1.5	12.6	444	301					實施例
38	W	1.3	814	761	53	0.8	0.73	1.3	8.9	389	22					實施例
39	X	3.6	824	739	85	1.0	0.73	2.4	14.8	476	28					實施例
40	X	3.8	839	739	100	0.9	2.35	2.0	10.4	461	35					比較例
41	Y	2.6	774	718	56	1.0	0.51	2.3	8.7							實施例
42	Z	2.5	843	724	119	1.0	0.49	1.5	12.1	491	60					實施例
43	Z	2.3	821	724	97	1.5	0.55	1.5	10.3	448	57					比較例
44	AA	3.7	830	735	95	0.9	0.50	2.4	55.0							實施例
45	AA	1.4	776	735	41	0.9	0.67	1.2	11.9							實施例
46	AA	2.9	881	735	146	0.9	0.60	1.6	12.7							實施例
47	AB	4.0	867	723	144	1.0	0.91	2.2	3.0							實施例
48	AB	2.3	839	723	116	1.0	0.78	1.4	50.0							實施例
49	AB	1.6	810	723	87	1.1	0.68	1.2	26.7							實施例
50	AC	2.6	842	710	132	1.1	0.89	1.6	15.3							實施例
51	AC	4.9	814	710	104	0.8	0.70	3.4	13.1	478	44					實施例
53	AD	4.9	823	775	48	0.9	0.39	3.3	12.6							實施例
54	AD	1.3	808	775	33	0.9	0.79	0.7	16.0							實施例
55	AD	1.2	830	775	55	1.0	0.48	1.0	12.1							實施例
56	AE	2.3	833	720	113	0.9	0.80	1.5	7.9							實施例
57	AF	6.5	891	722	169	1.1	0.75	3.4	15.3							實施例
58	AG	2.8	816	709	107	0.8	0.60	2.0	15.0							實施例
59	AH	1.0	759	727	32	1.0	0.68	1.0	34.4							實施例
60	AH	1.9	891	727	164	1.2	0.56	1.0	16.7							實施例
61	AH	1.5	833	727	106	0.9	0.61	0.5	20.0							實施例
62	AI	2.4	784	722	62	1.0	0.86	1.3	28.9	445	29					實施例
63	AJ	3.5	777	698	79	1.1	0.67	3.0	21.2							實施例
64	AK	1.6	760	707	53	0.9	0.72	1.5	11.3							實施例

[0142] 表9

表9

實驗例	化學成分	退火步驟												備註
		加熱步驟						鍍覆前冷卻步驟						
		平均加熱速度 °C/秒	最高加熱溫度 Tm °C	Ac1 °C	Tm - Ac1 °C	預熱帶		冷卻速度 1 °C/秒	冷卻速度 2 °C/秒	變切鐵變態處理		麻田散鐵變態處理		
						空氣比	P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> )			處理溫度 °C	處理時間 秒	處理溫度 °C	處理時間 秒	
65	AK	2.5	899	707	192	1.0	1.55	1.2	18.6	475	41			實施例
66	AK	1.6	843	707	136	0.9	0.75	1.0	20.7					比較例
67	AL	2.6	772	725	47	1.0	0.43	1.4	21.4					實施例
68	AL	2.1	778	725	53	1.1	0.75	2.2	11.8					比較例
69	AM	3.4	806	726	80	1.0	0.62	2.5	24.3					實施例
70	AN	2.4	887	730	157	1.0	0.85	1.3	4.2					實施例
71	AO	2.6	836	720	116	1.1	0.82	1.6	27.2					實施例
72	AP	3.9	772	714	58	0.9	0.23	3.4	18.7					實施例
73	AQ	2.7	808	710	98	1.0	0.49	1.9	26.7					實施例
74	AR	2.4	812	712	100	0.9	0.67	1.7	10.5					實施例
75	AS	1.8	801	758	43	1.0	0.54	1.7	10.3			315	58	實施例
76	AS	3.2	882	758	124	1.0	0.13	1.7	13.3	405	217			實施例
77	AS	1.2	785	758	27	1.1	0.51	1.0	33.9					比較例
78	AT	3.4	827	768	59	1.0	0.76	2.2	30.3	470	21			實施例
79	AU	3.7	887	702	185	0.8	0.71	1.9	24.0					實施例
80	AV	3.7	894	739	155	1.0	0.75	1.9	55.0					實施例
81	AW	2.5	790	756	34	0.9	0.96	2.0	8.9					實施例
82	AW	2.3	912	756	156	0.9	1.25	1.1	10.8					實施例
83	AW	1.4	782	756	26	0.9	0.0000	1.1	19.7					比較例
84	AX	3.8	772	731	41	0.8	0.90	3.3	23.8					實施例
85	AY	3.4	807	727	80	0.8	0.05	2.4	55.6					實施例
86	AZ	1.1	776	714	62	1.0	0.58	0.7	7.6					實施例
87	BA	3.8	839	702	137	1.0	0.77	2.4	16.9					比較例
88	BB	3.0	775	721	54	0.9	0.71	2.6	18.6					比較例
89	BC	鍍片冷卻期間發生破裂，中止實驗											比較例	
90	BD	2.2	808	740	68	0.8	0.63	1.6	26.7					比較例
91	BE	鍍片冷卻期間發生破裂，中止實驗											比較例	
92	BF	鍍片冷卻期間發生破裂，中止實驗											比較例	
93	BG	3.5	831	722	109	0.9	0.85	2.3	12.6					比較例
94	BH	鍍片冷卻期間發生破裂，中止實驗											比較例	
95	BI	4.6	804	713	91	0.8	0.63	3.4	15.3					比較例
96	BJ	3.7	809	733	76	0.8	0.76	2.7	10.3					比較例

[0143] 表10

表10

實驗例	化學成分	鍍覆步驟				鍍覆後冷卻步驟				冷軋軋	備註	
		鍍浴				式(1)	變初鐵變態處理		再加熱處理			軋縮率 %
		有效Al量	浴溫	鋼板之進入溫度	浸漬時間		處理溫度	處理時間	處理溫度	處理時間		
1	A	0.104	459	459	3.0	0.62	338	57			0.16	實施例
2	A	0.144	465	445	10.7	0.42					0.20	實施例
3	A	0.112	456	456	3.0	0.33					0.23	比較例
4	B	0.098	463	454	5.8	0.65					0.11	實施例
5	B	0.099	460	445	5.4	0.57					0.12	實施例
6	B											比較例
7	C	0.087	463	464	10.0	0.81					0.00	實施例
8	C	0.102	461	446	9.1	0.51	328	113			0.00	實施例
9	C	0.096	461	457	3.2	0.61	327	151			0.23	比較例
10	D	0.106	452	463	11.3	0.45					0.21	實施例
11	D	0.058	461	455	4.4	1.50					0.17	實施例
12	D	0.098	462	469	7.9	0.62					0.16	實施例
13	E	0.090	457	460	5.9	0.68					0.09	實施例
14	F	0.086	458	459	5.3	0.90					0.17	實施例
15	G	0.088	455	462	4.1	0.68					0.20	實施例
16	H	0.108	462	457	8.6	0.59					0.05	實施例
17	I	0.097	460	469	3.7	0.63					0.15	實施例
18	J	0.090	459	464	10.2	0.71					0.00	實施例
19	J	0.101	463	470	5.8	0.71					0.13	實施例
20	J	0.102	455	454	3.9	0.68	275	25			0.18	實施例
21	K	0.092	458	456	7.5	0.67					0.12	實施例
22	L	0.105	464	466	8.2	0.77			331	27	0.08	實施例
23	M	0.106	460	459	4.2	0.47			305	54	0.18	實施例
24	N	0.091	454	454	8.6	0.82					0.11	實施例
25	N	0.097	459	444	8.6	0.54					0.26	實施例
26	N	0.080	464	473	10.4	2.40					0.09	比較例
27	O	0.095	461	460	5.7	0.60	314	17			0.18	實施例
28	P	0.107	460	460	5.9	0.46	341	27	264	16	0.19	實施例
29	Q	0.114	464	471	4.5	0.70					0.07	實施例
30	R	0.100	458	464	9.7	0.54					0.12	實施例
31	S	0.100	462	457	5.6	0.69	290	51			0.22	實施例
32	S	0.079	458	476	8.8	1.77					0.05	實施例

[0144] 表11

表11

實驗例	化學成分	鍍覆步驟				鍍覆後冷卻步驟				冷軋軋	備考	
		鍍浴				式(1)	變軋鐵變態處理		再加熱處理			軋縮率
		有效Al量	浴溫	鋼板之進入溫度	浸漬時間		處理溫度	處理時間	處理溫度	處理時間		
												質量%
33	S	0.088	459	461	5.4	1.04					0.18	比較例
34	T	0.097	459	457	11.2	0.87					0.07	實施例
35	T											比較例
36	U	0.086	460	465	7.7	1.19	326	264			0.25	實施例
37	V	0.103	460	456	11.2	0.69					0.09	實施例
38	W	0.090	458	463	9.5	1.24			293	160	0.05	實施例
39	X	0.090	467	456	4.6	0.98					0.17	實施例
40	X	0.093	456	462	4.3	0.87					0.05	比較例
41	Y	0.100	458	460	5.5	0.90	334	48			0.18	實施例
42	Z	0.093	460	465	4.3	1.03					0.14	實施例
43	Z	0.097	462	469	9.6	1.00					0.26	比較例
44	AA	0.102	462	456	12.1	0.80					0.00	實施例
45	AA	0.092	463	457	11.8	1.42					0.12	實施例
46	AA	0.088	464	468	4.1	1.24					0.05	實施例
47	AB	0.117	461	462	6.0	0.65					0.61	實施例
48	AB	0.069	459	472	7.5	2.07					0.12	實施例
49	AB	0.102	457	452	3.0	1.05					0.08	實施例
50	AC	0.102	457	451	6.2	0.72					0.13	實施例
51	AC	0.119	462	470	11.9	0.65					0.07	實施例
53	AD	0.104	463	460	4.8	0.63					0.26	實施例
54	AD	0.162	468	464	4.3	0.49					0.14	實施例
55	AD	0.110	463	459	7.9	0.77	308	23			0.18	實施例
56	AE	0.084	460	453	8.9	1.11					0.12	實施例
57	AF	0.105	459	454	12.4	0.55					0.15	實施例
58	AG	0.111	461	457	6.5	0.57					0.04	實施例
59	AH	0.086	461	466	3.5	1.21					0.70	實施例
60	AH	0.088	467	470	3.7	1.41					0.17	實施例
61	AH	0.093	459	462	12.9	0.99					0.22	實施例
62	AI	0.103	455	451	3.5	0.75					0.09	實施例
63	AJ	0.087	462	470	12.7	1.03					0.25	實施例
64	AK	0.091	462	464	4.5	0.88					0.00	實施例

[0145] 表12

表12

實驗例	化學成分	鍍覆步驟				鍍覆後冷卻步驟				冷軋軋	備註	
		有效Al量	鍍浴			式(1)	變切鐵變態處理		再加熱處理			軋縮率
			浴溫	鋼板之進入溫度	浸漬時間		處理溫度	處理時間	處理溫度	處理時間		
65	AK	0.092	459	449	11.8	0.64					0.10	實施例
66	AK	0.035	461	454	12.7	4.72					0.10	比較例
67	AL	0.089	460	466	7.4	0.76					0.07	實施例
68	AL	0.107	460	462	5.9	2.50					0.09	比較例
69	AM	0.096	462	459	5.2	0.58					0.24	實施例
70	AN	0.088	462	471	3.7	1.09					0.18	實施例
71	AO	0.114	460	472	9.4	0.65					0.14	實施例
72	AP	0.097	458	459	3.3	0.55					0.24	實施例
73	AQ	0.106	462	459	10.7	0.76					0.16	實施例
74	AR	0.096	456	466	5.3	0.71					0.21	實施例
75	AS	0.089	458	465	12.9	0.85					0.11	實施例
76	AS	0.086	461	443	3.0	0.67					0.07	實施例
77	AS	0.229	464	467	5.0	0.12					0.08	比較例
78	AT	0.099	466	456	11.1	0.72					0.12	實施例
79	AU	0.118	457	457	4.7	0.47					0.18	實施例
80	AV	0.112	462	466	10.9	0.61					0.22	實施例
81	AW	0.091	456	458	4.1	1.06					1.24	實施例
82	AW	0.100	457	478	7.6	0.97	308	40			0.06	實施例
83	AW	0.086	458	451	4.4	1.13					0.08	比較例
84	AX	0.097	460	463	3.6	0.78					0.27	實施例
85	AY	0.098	460	463	10.3	0.76					0.13	實施例
86	AZ	0.103	457	458	12.6	0.90					0.12	實施例
87	BA	0.105	464	473	10.8	0.89					0.28	比較例
88	BB	0.104	462	455	5.0	0.72					0.28	比較例
89	BC											比較例
90	BD	0.100	459	460	5.8	1.01					0.29	比較例
91	BE											比較例
92	BF											比較例
93	BG	0.118	457	459	10.2	0.62					0.28	比較例
94	BH											比較例
95	BI	0.104	458	457	11.9	0.62					0.29	比較例
96	BJ	0.099	458	454	6.2	0.75					0.28	比較例

[0146] 表13

表13

實驗例	化學成分	微組織		鍍覆層					母材鋼材				備註
		構成組織	γ 分率	含量		ζ相		δ相	鍍覆附著量	細密化層之平均厚度	肥粒鐵相之平均粒徑	碳化物之最大徑	
				F	Al	境界面佔有率	存有氧化物之境界面比率	境界面佔有率					
				%	%	%	%	%					
1	A	F, BF, M, γ	3	1.7	0.34	62	0	0	61	3.1	0.8	0.03	實驗例
2	A	F, BF, B, M, γ	5	0.8	0.31	22	0	0	58	2.7	0.4	0.1	實驗例
3	A	F, BF, B, M, γ	2	0.3	0.23	3	0	0	64	2.6	0.5	0.04	比較例
4	B	F, BF, B, γ	6	1.2	0.31	37	0	0	72	3.3	1.2	0.02	實驗例
5	B	F, BF, B, M, γ	2	1.8	0.18	60	31	0	58	1.0	1.4	0.4	實驗例
6	B	因鋼板形狀不良，無法進行退火處理，故中止實驗										比較例	
7	C	F, BF, γ	8	2.2	0.18	71	0	0	48	2.0	2.4	0.03	實驗例
8	C	F, WF, BF, M	0	1.4	0.31	52	0	0	75	1.9	1.6	0.02	實驗例
9	C	F, BF, M, γ	4	0.4	0.20	16	0	0	77	1.0	1.0	0.2	比較例
10	D	WF, BF, B, M, γ	3	1.0	0.27	29	0	0	37	3.4	0.4	0.03	實驗例
11	D	F, P, B	0	4.2	0.11	100	17	0	36	0.7	1.1	0.3	實驗例
12	D	F, BF, B, tM, γ	3	1.6	0.28	52	0	0	38	3.2	2.3	0.02	實驗例
13	E	F, BF, B, M, γ	5	1.9	0.27	64	0	0	63	2.8	0.4	0.1	實驗例
14	F	F, BF, B, M, γ	4	2.2	0.19	89	0	0	61	2.3	0.4	0.04	實驗例
15	G	F, BF, γ	8	3.4	0.23	94	0	0	35	4.0	0.7	0.02	實驗例
16	H	F, M	0	1.2	0.17	34	0	0	72	2.4	0.6	0.1	實驗例
17	I	F, BF, M, γ	10	1.4	0.20	34	0	0	76	1.9	0.4	0.03	實驗例
18	J	F, BF, B, M, γ	4	1.7	0.22	45	0	0	45	2.4	0.3	0.04	實驗例
19	J	F, tM	0	1.6	0.35	56	0	0	47	4.5	0.6	0.1	實驗例
20	J	BF, B, tM, M, γ	2	1.6	0.28	40	0	0	60	3.2	0.3	0.04	實驗例
21	K	F, B, tM, M, γ	3	1.9	0.28	56	0	0	61	3.2	0.3	0.1	實驗例
22	L	F, BF, tM, γ	5	2.1	0.20	64	0	0	64	2.5	0.4	0.03	實驗例
23	M	F, tM	0	1.3	0.36	44	7	0	75	1.8	0.7	0.3	實驗例
24	N	F, WF, B, M	0	2.2	0.20	75	0	0	50	2.9	0.5	0.1	實驗例
25	N	F, BF, B, γ	11	1.5	0.19	48	0	0	74	3.0	0.8	0.03	實驗例
26	N	F, WF, B, M, γ	7	5.9	0.26	55	0	45	33	3.1	0.9	0.04	比較例
27	O	F, M, γ	11	1.6	0.29	60	0	0	50	2.5	0.3	0.03	實驗例
28	P	F, tM, γ	4	0.7	0.34	25	0	0	76	2.6	1.4	0.02	實驗例
29	Q	F, BF, γ	11	1.5	0.23	44	0	0	59	3.0	0.3	0.1	實驗例
30	R	F, BF, M, γ	5	1.2	0.33	59	0	0	63	3.0	0.3	0.1	實驗例
31	S	F, BF, M, γ	4	1.1	0.21	31	0	0	72	2.0	2.4	0.02	實驗例
32	S	F, M	0	2.8	0.24	84	0	5	47	1.5	0.6	0.1	實驗例
33	S	F, BF, M, γ	5	1.6	0.20	48	0	0	50	1.8	1.3	0.6	實驗例
34	T	F, BF, M, γ	5	3.2	0.17	90	0	10	35	4.1	0.4	0.03	實驗例
35	T	鋼板因冷軋而斷裂，故中止實驗										比較例	
36	U	F, BF, M, γ	4	2.7	0.17	65	3	0	62	2.4	0.5	0.3	實驗例
37	V	F, BF, γ	6	1.4	0.18	39	0	0	74	2.9	1.5	0.02	實驗例
38	W	F, NRF, B, BF, tM, γ	4	3.3	0.17	55	0	0	51	3.0	0.4	0.1	實驗例
39	X	F, BF, M, γ	3	1.5	0.19	50	0	0	60	3.0	0.4	0.03	實驗例
40	X	F, BF, M, γ	3	6.1	0.26	43	0	35	73	8.1	0.8	0.02	比較例
41	Y	F, B, M, γ	3	2.4	0.28	82	0	0	51	2.0	0.3	0.03	實驗例
42	Z	F, BF, M, γ	6	1.9	0.28	35	0	0	75	2.4	0.4	0.02	實驗例
43	Z	F, BF, M, γ	5	9.1	0.33	0	0	40	50	12.8	0.4	0.02	比較例
44	AA	F, NRF, BF, B	0	1.9	0.22	59	5	0	62	3.0	0.4	0.2	實驗例
45	AA	F, B	0	3.6	0.29	75	0	14	73	2.8	1.8	0.02	實驗例
46	AA	F, WF, B	0	2.8	0.20	86	0	0	72	2.0	0.6	0.03	實驗例
47	AB	F, P	0	1.5	0.36	48	0	0	49	4.7	0.7	0.1	實驗例
48	AB	F, NRF, B	0	4.7	0.17	88	0	12	34	3.4	0.8	0.1	實驗例



[0147] 表14

表14

實驗例	化學成分	微組織 構成組織	γ 分率	鍍覆層					母材鋼材				備註	
				含量			ζ相		δ相	鍍覆附著率 g/m <sup>2</sup>	細密化層之平均厚度 μm	肥位鐵相之平均位徑 μm		氧化物之最大徑 μm
				Fe	Al	境界面佔有率	存有氧化物之境界面比率	境界面佔有率						
				%	%	%	%	%						
49	AB	F, NRF, B	0	2.8	0.17	90	0	0	58	3.4	0.5	0.1	實際例	
50	AC	F, B, θ	0	2.6	0.28	100	0	0	73	3.5	2.4	0.03	實際例	
51	AC	F, NRF, B	0	2.3	0.37	77	0	0	71	2.4	1.9	0.03	實際例	
53	AD	F, BF, M	0	1.3	0.20	28	32	0	33	0.6	0.8	0.4	實際例	
54	AD	F, NRF, P	0	1.1	0.41	46	0	0	34	2.3	0.6	0.1	實際例	
55	AD	F, BF, M, γ	1	2.1	0.23	51	0	0	60	1.7	1.5	0.02	實際例	
56	AE	F, B	0	2.9	0.19	55	0	0	75	2.6	0.7	0.1	實際例	
57	AF	F, BF, B	0	1.4	0.23	39	0	0	49	3.2	0.7	0.04	實際例	
58	AG	F, NRF, B	0	2.2	0.37	50	0	0	36	2.5	0.6	0.03	實際例	
59	AH	F, NRF, B	0	2.9	0.16	60	0	0	32	2.2	1.7	0.01	實際例	
60	AH	F, BF, B	0	2.7	0.27	95	0	0	37	1.0	0.8	0.03	實際例	
61	AH	F, NRF, B	0	2.2	0.29	43	0	0	45	1.4	0.5	0.1	實際例	
62	AI	F, NRF, BF, M, γ	1	1.6	0.27	54	0	0	47	3.1	1.3	0.02	實際例	
63	AJ	F, NRF, B	0	4.1	0.33	97	0	3	63	2.1	0.7	0.1	實際例	
64	AK	F, NRF, B	0	1.9	0.17	58	0	0	47	1.3	0.5	0.1	實際例	
65	AK	BF, B, M, γ	2	1.4	0.19	31	0	0	63	4.7	2.3	0.03	實際例	
66	AK	F, B	0	6.1	0.08	66	0	34	35	2.2	0.5	0.1	比較例	
67	AL	F, NRF, B	0	2.3	0.29	75	3	0	75	0.8	0.8	0.2	實際例	
68	AL	F, NRF, B	0	7.3	0.22	36	0	64	47	2.2	0.6	0.03	比較例	
69	AM	F, NRF, B	0	1.3	0.23	65	0	0	46	3.5	0.5	0.04	實際例	
70	AN	F, B, P	0	2.5	0.15	89	0	0	48	2.1	0.6	0.03	實際例	
71	AO	F, B, M	0	1.9	0.20	70	0	0	51	3.0	1.6	0.03	實際例	
72	AP	F, NRF, B	0	1.8	0.28	67	5	0	58	0.8	0.8	0.3	實際例	
73	AQ	F, NRF, B	0	1.4	0.18	48	0	0	73	1.5	1.7	0.02	實際例	
74	AR	F, NRF, B	0	1.9	0.30	50	0	0	36	2.4	0.4	0.04	實際例	
75	AS	F, BF, tM	0	1.7	0.34	50	0	0	74	2.6	0.6	0.04	實際例	
76	AS	F, BF, γ	13	1.3	0.28	37	0	0	50	0.5	0.7	0.1	實際例	
77	AS	F, NRF, B	0	0.4	1.03	5	0	0	62	1.3	0.4	0.04	比較例	
78	AT	F, BF, γ	8	1.6	0.35	56	0	0	46	3.1	2.3	0.01	實際例	
79	AU	F, B	0	1.3	0.20	34	0	0	51	1.7	0.4	0.1	實際例	
80	AV	F, BF, B, M	0	1.6	0.24	36	0	0	72	1.3	0.3	0.1	實際例	
81	AW	F, NRF, B	0	2.4	0.23	73	0	0	72	1.6	0.8	0.1	實際例	
82	AW	F, NF, BF, B, γ	4	1.9	0.31	53	0	0	49	2.8	1.3	0.02	實際例	
83	AW	F, NRF, B	0	0.1	0.30	13	30	0	48	<0.1	(3.6)	<(0.01)	比較例	
84	AX	F, NRF, B	0	2.1	0.31	86	0	0	46	2.9	0.6	0.03	實際例	
85	AY	F, NRF, B	0	1.7	0.29	61	15	0	50	0.7	0.6	0.3	實際例	
86	AZ	F, NRF, B, M	0	2.0	0.31	79	0	0	37	1.5	1.5	0.04	實際例	
87	BA	F	0	2.0	0.21	53	0	0	63	3.0	0.5	0.03	比較例	
88	BB	F, B, M	0	1.9	0.26	63	0	0	36	2.2	0.6	0.03	比較例	
89	BC	鍍片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例		
90	BD	F, P, θ	0	2.7	0.21	83	0		59	2.8	0.9	0.1	比較例	
91	BE	鍍片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例		
92	BF	鍍片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例		
93	BG	F, BF, B, M	0	1.6	0.21	54	0		47	4.0	0.8	0.1	比較例	
94	BH	鍍片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例		
95	BI	F, BF, B, M	0	1.8	0.20	52	0		35	2.1	0.5	0.04	比較例	
96	BJ	F, BF, B, M	0	1.9	0.33	68	0		74	1.5	0.7	0.1	比較例	

[0148] 表15

表15

實驗例	化學成分	板厚 t mm	拉伸特性		擴孔性 λ %	TS <sup>1.6</sup> × EI × λ <sup>0.5</sup>	鍍覆密 著性	點熔 接性	耐蝕性	碎裂性	粉碎性	備註
			拉伸 最大強度 TS MPa	總延伸率 EI %								
1	A	1.7	861	24	34	3.5E+06	○	○	○	○	○	實施例
2	A	1.2	765	29	35	3.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
3	A	1.8	694	35	29	3.4E+06	×	○	○	○	○	比較例
4	B	1.4	558	37	57	3.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
5	B	2.0	597	33	45	3.2E+06	○	○	○	○	○	實施例
6	B	因鋼板形狀不良，無法進行退火處理，故中止實驗										比較例
7	C	1.4	1017	21	29	3.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
8	C	1.4	981	17	33	3.0E+06	○	○	○	○	○	實施例
9	C	1.4	1010	18	28	3.1E+06	×	○	×	○	○	比較例
10	D	1.3	738	27	37	3.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
11	D	0.5	624	27	39	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
12	D	2.3	853	23	41	3.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
13	E	1.7	804	22	54	3.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
14	F	1.7	748	25	41	3.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
15	G	1.2	741	31	34	3.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
16	H	1.4	814	25	25	2.9E+06	○	○	○	○	○	實施例
17	I	1.4	950	23	28	3.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
18	J	1.9	1042	17	35	3.4E+06	○	○	○	○	○	實施例
19	J	2.3	1128	13	27	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
20	J	1.0	981	17	46	3.5E+06	○	○	○	○	○	實施例
21	K	1.3	1090	17	26	3.1E+06	○	○	○	○	○	實施例
22	L	1.2	847	24	33	3.4E+06	○	○	○	○	○	實施例
23	M	2.0	941	14	48	2.8E+06	○	○	○	○	○	實施例
24	N	1.2	727	21	39	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
25	N	2.2	948	22	27	3.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
26	N	1.0	885	23	25	3.0E+06	×	○	○	×	×	比較例
27	O	2.0	918	22	38	3.8E+06	○	○	○	○	○	實施例
28	P	1.8	582	27	53	2.8E+06	○	○	○	○	○	實施例
29	Q	2.0	823	27	29	3.4E+06	○	○	○	○	○	實施例
30	R	1.3	804	26	30	3.2E+06	○	○	○	○	○	實施例
31	S	1.2	755	26	35	3.2E+06	○	○	○	○	○	實施例
32	S	0.6	830	20	31	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
33	S	1.0	692	27	27	2.6E+06	×	○	○	○	×	比較例
34	T	1.4	819	23	45	3.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
35	T	鋼板因冷軋而斷裂，故中止實驗										比較例
36	U	1.4	1109	19	24	3.4E+06	○	○	○	○	○	實施例
37	V	1.4	791	22	45	3.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
38	W	1.6	692	26	38	2.9E+06	○	○	○	○	○	實施例
39	X	1.7	639	32	49	3.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
40	X	1.0	558	33	37	2.6E+06	×	○	○	×	×	比較例
41	Y	1.7	845	23	35	3.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
42	Z	1.9	1010	20	30	3.5E+06	○	○	○	○	○	實施例
43	Z	1.0	731	19	26	1.9E+06	○	○	○	×	×	比較例
44	AA	1.6	720	23	35	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
45	AA	1.0	793	18	45	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
46	AA	2.2	627	29	40	2.9E+06	○	○	○	○	○	實施例
47	AB	1.6	509	33	49	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
48	AB	2.0	573	25	61	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例

[0149] 表16

表16

實驗例	化學成分	板厚 t	拉伸特性		擴孔性 λ	TS <sup>1.5</sup> × EI × λ <sup>0.5</sup>	鍍覆密 著性	點熔 接性	耐蝕性	碎裂性	粉碎性	備註
			拉伸 最大強度 TS	總延伸率 EI								
49	AB	1.0	555	24	50	2.2E+06	○	○	○	○	○	實施例
50	AC	1.7	739	19	30	2.1E+06	○	○	○	○	○	實施例
51	AC	0.7	802	17	35	2.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
53	AD	1.4	695	21	45	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
54	AD	3.2	720	19	59	2.8E+06	○	○	○	○	○	實施例
55	AD	1.0	643	29	42	3.1E+06	○	○	○	○	○	實施例
56	AE	1.9	836	19	34	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
57	AF	1.5	759	22	39	2.9E+06	○	○	○	○	○	實施例
58	AG	1.3	722	25	32	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
59	AH	1.7	651	26	35	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
60	AH	2.7	586	32	35	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
61	AH	2.0	655	25	39	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
62	AI	1.3	598	33	35	2.9E+06	○	○	○	○	○	實施例
63	AJ	1.8	693	28	29	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
64	AK	2.0	791	21	32	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
65	AK	2.0	843	19	41	3.0E+06	○	○	○	○	○	實施例
66	AK	1.0	781	18	39	2.5E+06	×	○	○	×	×	比較例
67	AL	1.2	709	19	51	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
68	AL	1.2	729	19	43	2.5E+06	×	○	○	×	×	比較例
69	AM	1.4	624	23	51	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
70	AN	1.3	672	21	45	2.5E+06	○	○	○	○	○	實施例
71	AO	1.3	713	25	29	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
72	AP	1.4	595	31	31	2.5E+06	○	○	○	○	○	實施例
73	AQ	1.8	768	23	29	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
74	AR	2.0	734	24	30	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
75	AS	1.8	836	23	27	2.9E+06	○	○	○	○	○	實施例
76	AS	1.4	781	28	35	3.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
77	AS	2.0	687	23	43	2.7E+06	×	○	○	○	○	比較例
78	AT	1.4	721	28	33	3.1E+06	○	○	○	○	○	實施例
79	AU	1.3	819	22	25	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
80	AV	1.2	764	24	26	2.6E+06	○	○	○	○	○	實施例
81	AW	1.7	639	24	47	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
82	AW	1.4	584	39	37	3.3E+06	○	○	○	○	○	實施例
83	AW	1.4	618	26	40	2.5E+06	×	○	○	○	○	比較例
84	AX	1.7	591	29	43	2.7E+06	○	○	○	○	○	實施例
85	AY	1.4	651	23	53	2.8E+06	○	○	○	○	○	實施例
86	AZ	1.2	953	15	33	2.5E+06	○	○	○	○	○	實施例
87	BA	1.3	382	32	65	1.8E+06	○	○	○	○	○	比較例
88	BB	1.3	1426	4	2	3.0E+05	○	×	○	○	○	比較例
89	BC	薄片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例
90	BD	1.0	451	26	51	1.8E+06	○	○	○	○	○	比較例
91	BE	薄片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例
92	BF	薄片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例
93	BG	1.2	653	23	16	1.5E+06	○	○	○	○	○	比較例
94	BH	薄片冷卻期間發生破裂・中止實驗										比較例
95	BI	1.7	745	16	18	1.4E+06	○	○	○	○	○	比較例
96	BJ	1.9	802	15	7	9.0E+05	○	○	○	○	○	比較例

[0150] 表17

表17

實驗例	化學成分	熱軋步驟			冷軋步驟		備註
		鋼胚加熱溫度	軋軋完成溫度	平均冷卻速度	捲取溫度	軋縮率	
		°C	°C	°C/秒	°C	%	
97	A	1200	902	21	601	50	實施例
98	A	1185	905	22	593	50	實施例
99	A	1180	888	25	597	50	比較例
100	B	1220	903	15	608	60	實施例
101	B	1225	940	29	559	60	實施例
102	C	1195	895	28	606	60	實施例
103	C	1205	914	16	598	60	實施例

[0151]表18

表18

實驗例	化學成分	退火步驟										備註				
		加熱步驟					變質前冷卻步驟									
		平均加熱速度 °C/秒	最高加熱溫度 T <sub>m</sub> °C	Ac1 °C	T <sub>m</sub> -Ac1 °C	預熱帶 空氣比	完成溫度 °C	還原帶 P(H <sub>2</sub> O) /P(H <sub>2</sub> )	冷卻速度 1 °C/秒	冷卻速度 2 °C/秒	變質處理 處理溫度 °C		處理時間 秒	變質處理 處理溫度 °C	處理時間 秒	
97	A	2.1	808	715	93	0.9	779	0.15	2.2	30.1	475	54				實施例
98	A	1.9	812	715	97	1.0	717	0.20	2.3	12.9	470	51				實施例
99	A	3.1	861	715	146	1.0	825	0.20	2.1	19.8	477	48				比較例
100	B	2.0	860	721	139	0.9	653	0.004	1.8	19.5	465	64				實施例
101	B	2.3	854	721	133	1.0	641	0.03	1.7	20.4	459	65				實施例
102	C	12.1	812	751	61	1.1	743	0.31	2.0	15.5	465	66				實施例
103	C	12.5	810	751	59	0.9	702	0.12	1.9	23.0	468	50				實施例

[0152]表19

表19

實驗 例	化學 成分	鍍覆步驟				鍍覆後冷卻步驟						冷配軋	備註	
		鍍浴				式(1)	鑿切鐵 製態處理		再加熱處理		軋縮率			
		有效Al量	浴溫	鋼板 之進 入溫 度	浸漬 時間		處理 溫度 °C	處理 時間 秒	處理 溫度 °C	處理 時間 秒		處理 溫度 °C		處理 時間 秒
97	A	0.099	459	458	10.9	0.60							0.08	實施例
98	A	0.135	460	456	6.8	0.53							0.10	實施例
99	A	0.106	458	458	10.0	0.68							0.10	比較例
100	B	0.100	463	458	10.7	0.68							0.11	實施例
101	B	0.103	461	457	12.5	0.63							0.12	實施例
102	C	0.087	463	461	10.1	0.78							0.09	實施例
103	C	0.099	461	457	6.5	0.56							0.10	實施例

[0153] 表20

表20

實驗例	化學成分	微組織		鍍覆層					母材鑄材			備註	
		構成組織	γ 分率	含量		ζ相 存有氧化 物之境界 面比率	δ1相 境界面 佔有率	經覆附 著量	細密化 層之平 均厚度	肥粒鐵 相之平 均粒徑	氧化物 之最大 粒徑		
				Fe	Al								%
97	A	F, BF, M, γ	3	1.5	0.25	68	33	0	61	3.4	0.8	0.4	實施例
98	A	F, BF, B, M, γ	6	1.0	0.26	49	21	0	58	2.7	0.4	0.3	實施例
99	A	F, BF, B, M, γ	3	1.3	0.30	60	68	0	64	2.8	0.6	0.3	比較例
100	B	F, BF, B, γ	5	1.5	0.28	51	43	0	72	2.6	0.4	0.2	實施例
101	B	F, BF, B, M, γ	4	1.4	0.18	60	18	0	58	0.7	1.4	0.4	實施例
102	C	F, BF, γ	10	2.0	0.24	64	5	0	48	2.5	0.4	0.2	實施例
103	C	F, WF, BF, M, γ	6	2.3	0.20	86	10	0	75	2.1	0.6	0.2	實施例

[0154] 表21

實驗例	化學成分	板厚 t mm	拉伸特性				TS <sup>1.5</sup> × EI × λ <sup>0.5</sup>	點熔接 密著性	耐蝕性	碎裂性	粉碎性	備註
			拉伸最大 強度 TS MPa	總延伸率 EI %	擴孔性 λ %							
97	A	0.8	825	26	31	3.4E+06	○	○	○	○	實施例	
98	A	1.2	844	28	27	3.6E+06	○	○	○	○	實施例	
99	A	1.0	752	26	33	3.1E+06	×	○	○	○	比較例	
100	B	1.2	592	35	56	3.8E+06	○	○	○	○	實施例	
101	B	0.8	565	36	61	3.8E+06	○	○	○	○	實施例	
102	C	0.8	952	24	32	4.0E+06	○	○	○	○	實施例	
103	C	1.0	1015	19	28	3.3E+06	○	○	○	○	實施例	

表21

[0155] 實驗例87係C含量小、硬質相之體積分率變小、未獲得充分的拉伸強度且TS<sup>1.5</sup> × EI × λ<sup>0.5</sup>降低之例。

實驗例88係C含量大、點熔接性及成形性劣化且TS<sup>1.5</sup> × EI × λ<sup>0.5</sup>降低之例。

[0156] 實驗例89係Si含量大且在鑄造步驟中鋼胚在冷



卻期間破裂而中斷實驗之例。

[0157] 實驗例90係Mn含量小、在退火步驟及鍍覆步驟中有多量的波來鐵及粗大雪明碳鐵生成而未充分獲得鋼板之拉伸強度及成形性且 $TS^{1.5} \times EI \times \lambda^{0.5}$ 降低之例。

實驗例91係Mn含量大且在熱軋步驟中鋼胚於加熱期間破裂而中斷實驗之例。

[0158] 實驗例92係P含量大且在熱軋步驟中鋼胚於加熱期間破裂而中斷實驗之例。

[0159] 實驗例93係S含量大且有多量的粗大硫化物生成而使延性及擴孔性耐疲勞特性劣化且 $TS^{1.5} \times EI \times \lambda^{0.5}$ 降低之例。

[0160] 實驗例94係Al含量大且在鑄造步驟中鋼胚於冷卻期間破裂而中斷實驗之例。

[0161] 實驗例95係N含量大且有多量的粗大氮化物生成而使延性及擴孔性劣化且 $TS^{1.5} \times EI \times \lambda^{0.5}$ 降低之例。

[0162] 實驗例96係O含量大且有多量的粗大氧化物生成而使延性及擴孔性劣化且 $TS^{1.5} \times EI \times \lambda^{0.5}$ 降低之例。

[0163] 實驗例6係未對熱軋鋼板施行冷軋之例，鋼板的平坦度差、未進行退火處理而中止實驗之例。

實驗例35係冷軋之軋縮率過大且鋼板斷裂而中止實驗之例。

[0164] 實驗例33係退火步驟之加熱速度小、母材鋼板之氧化物過度成長而於母材鋼板表面生成成爲破壞起點之粗大氧化物，使鍍覆密著性及粉碎性劣化之例。

實驗例C99係預熱完成溫度高、於鍍覆前之鋼板表面多量生成含Si及Mn之粗大氧化物而使存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面相對於 $\zeta$ 相與母材鋼板之整個界面超過50%之例，鍍覆密著性為劣等。

[0165] 實驗例9係退火步驟之預熱帶上的空氣比小、 $\zeta$ 相的境界面佔有率低而在鋼板一部分發生未鍍部分，使外觀、鍍覆密著性及耐蝕性劣化之例。

實驗例43係退火步驟之預熱帶上的空氣比大使鋼板表面之脫碳過度進展，而讓細密化層之平均厚度增厚、 $TS^{1.5} \times EI \times \lambda^{0.5}$ 降低、未獲得充分特性之例。

[0166] 實驗例83係退火步驟之還原帶上的水蒸氣分壓 $P(H_2O)$ 與氫氣分壓 $P(H_2)$ 之比 $P(H_2O)/P(H_2)$ 小、未使表層之粒徑細密化且在鍍覆層 $\zeta$ 相生成未有進展而使鍍覆密著性劣化之例。實驗例83中，未形成細密化層，母材鋼板表面的肥粒鐵相之平均粒徑為 $3.6 \mu m$ 且從表面到深度 $0.5 \mu m$ 之範圍內的鋼板內部之氧化物的最大徑小於 $0.01 \mu m$ 。

實驗例40係退火步驟之還原帶上的水蒸氣分壓 $P(H_2O)$ 與氫氣分壓 $P(H_2)$ 之比 $P(H_2O)/P(H_2)$ 大使母材鋼板表層的細密化層變得過厚、讓鍍覆層之合金化過度進行而使鍍覆密著性、粉碎性及碎裂性劣化之例。

[0167] 實驗例66係在鍍覆步驟之鍍浴期間有效Al量過小、式1值過大而使鍍覆層中之Fe%變得過高、未獲得充分的鍍覆密著性之例。

實驗例77係在鍍覆步驟之鍍浴期間有效Al量過大、式1

值變過小而無法在鍍覆層與母材鋼板之界面使  $\delta$  相充分生成、未獲得充分的鍍覆密著性之例。

[0168] 實驗例3係鍍覆步驟之式1值過小，無法在鍍覆層與母材鋼板之界面使  $\delta$  相充分生成而未獲得充分的鍍覆密著性之例。

實驗例26係鍍覆步驟之式1值過大且鍍覆層中之Fe%過高而未獲得充分的鍍覆密著性之例。

[0169] 實驗例68係於鍍浴浸漬後立即施行再加熱之例，為鍍覆層中之Fe%過高而未獲得充分的鍍覆密著性之例。

[0170] 上述以外之實驗例為有獲得強度、延性、擴孔性、鍍覆密著性優異的高強度熔融鍍鋅鋼板之例。

[0171] 尤其，實驗例1、2、4、5、7、10、12~15、17、18、25、27~31、34、36~39、41、42、55、62、65、76、78、82、97、98、100~103係含有殘留沃斯田鐵且獲得具有優異之成形性及鍍覆密著性的高強度熔融鍍鋅鋼板之例。

[0172] 「實施例2」

從「實施例1」獲得之實驗例1的鍍覆鋼板採取試驗片。接著，將試驗片之以與母材鋼板之軋延方向平行的板厚截面作為觀察面，藉離子研削加工研磨並以場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)在加速電壓5kV之條件下取得反射電子(BSE)像。其結果顯示於圖2。

如圖2顯示，在實驗例1之鍍覆鋼板有形成含有由 $\zeta$ 相

所構成之柱狀晶的鍍覆層。又，在實驗例1之鍍覆鋼板的母材鋼板有形成與鍍覆層之界面直接連接的細密化層。如圖2顯示，在實驗例1之鍍覆鋼板的細密化層中含有氧化物(比周圍看來更暗沉的部分)。

#### [0173] 「實施例3」

以與「實施例1」獲得之實驗例1之鍍覆鋼板同樣的方法製造冷軋鋼板，並以與實驗例1之鍍覆鋼板同樣的方法進行退火步驟而獲得退火板。在表22所示之鍍覆步驟條件(有效Al量、鍍浴溫度(浴溫)、鋼板的進入溫度、浸漬時間)下將退火板浸漬於鋅鍍浴，施行鍍覆。

於鍍覆步驟後，在表22所示之鍍覆後冷卻步驟條件(式(1))下施行冷卻處理。再來，在表22所示之條件(軋縮率)下施行冷軋而獲得實驗例104~111之鍍覆鋼板。

[0174] 針對製得之鍍覆鋼板以與「實施例1」同樣的方式觀察母材鋼板之鍍覆層。其結果顯示於表22。

又，針對製得之鍍覆鋼板以與「實施例1」同樣的方式測定殘留沃斯田鐵之體積分率( $\gamma$ 分率)。

並且，針對製得之鍍覆鋼板以與「實施例1」同樣的方式求出鍍覆的附著量。其結果顯示於表22。

再來，針對鍍覆鋼板以與「實施例1」同樣的方式求出細密化層之平均厚度、肥粒鐵相之平均粒徑及氧化物的最大徑。其結果顯示於表22。

又，針對製得之鍍覆鋼板以與「實施例1」同樣的方式進行拉伸試驗、擴孔試驗、彎曲試驗、密著性評估試驗、



板之整個界面中， $\zeta$ 相與母材鋼板之界面的所佔比率( $\zeta$ 境界面佔有率)小於20%，因此鍍覆密著性及點熔接性不夠充分。

[0177]以上係就本發明之各實施形態詳細說明，惟上述實施形態均僅表示用以實施本發明的具體化範例。本發明不得以該等實施形態來限定解釋技術範圍。即，本發明只要不脫離其技術思想或其主要特徵，可以各種形態實施。

產業上之可利用性

[0178]本發明係有利於形成鍍覆密著性優異之熔融鍍鋅鋼板的技術。而且，根據本發明，可提供一種成形後之鍍覆密著性優異的熔融鍍鋅鋼板。

### 【符號說明】

(無)

## 申請專利範圍

1. 一種熔融鍍鋅鋼板，係由母材鋼板與形成於前述母材鋼板之至少一表面的熔融鍍鋅層所構成，前述熔融鍍鋅層於前述鋼板之表面上Fe含量為大於0%且在5%以下，Al含量為大於0%且在1.0%以下，且含有 $\zeta$ 相所構成之柱狀晶；而且，前述熔融鍍鋅層與母材鋼板之整個界面中有20%以上被 $\zeta$ 相被覆，且前述熔融鍍鋅層中相對於前述 $\zeta$ 相與母材鋼板之整個界面， $\zeta$ 晶粒中存有粗大氧化物的 $\zeta$ 晶粒與母材鋼板構成之界面為50%以下；前述母材鋼板具有下述化學成分：

以質量%計，

C：0.040~0.400%、

Si：0.05~2.50%、

Mn：0.50~3.50%、

P：0.0001~0.1000%、

S：0.0001~0.0100%、

Al：0.001~1.500%、

N：0.0001~0.0100%、

O：0.0001~0.0100%、

且剩餘部分由Fe及無法避免之雜質所構成；

並且，前述母材鋼板及前述熔融鍍鋅層之界面具有直接相接的細密化層，前述細密化層之平均厚度為0.1~5.0  $\mu\text{m}$ ，前述細密化層內的肥粒鐵相之平均粒徑為

- 0.1~3.0  $\mu\text{m}$ ，且前述細密化層中含有1種或2種以上之Si及Mn的氧化物，前述氧化物的最大徑為0.01~0.4  $\mu\text{m}$ 。
2. 如請求項1之熔融鍍鋅鋼板，其中前述熔融鍍鋅層，在前述母材鋼板單面上的鍍覆附著量為10g/m<sup>2</sup>以上且100g/m<sup>2</sup>以下。
  3. 如請求項1或請求項2之熔融鍍鋅鋼板，其中前述母材鋼板以質量%計更含有選自下述成分中之1種或2種以上：
    - Ti：0.001~0.150%、
    - Nb：0.001~0.100%、
    - V：0.001~0.300%。
  4. 如請求項1至請求項3中任一項之熔融鍍鋅鋼板，其中前述母材鋼板以質量%計含有下述成分中之1種或2種以上：
    - Cr：0.01~2.00%、
    - Ni：0.01~2.00%、
    - Cu：0.01~2.00%、
    - Mo：0.01~2.00%、
    - B：0.0001~0.0100%、
    - W：0.01~2.00%。
  5. 如請求項1至請求項4中任一項之熔融鍍鋅鋼板，其中前述母材鋼板以質量%計更含有合計為0.0001~0.0100%之Ca、Ce、Mg、Zr、La、REM中之1種或2種以上。



# 圖式

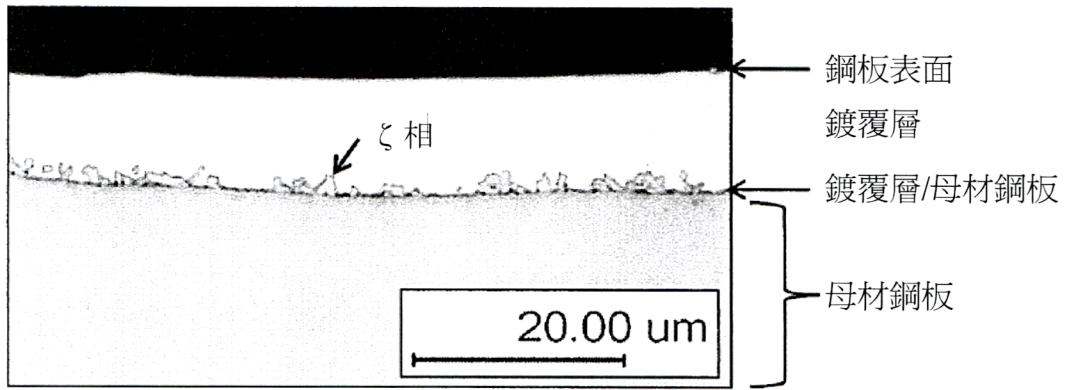


圖 1

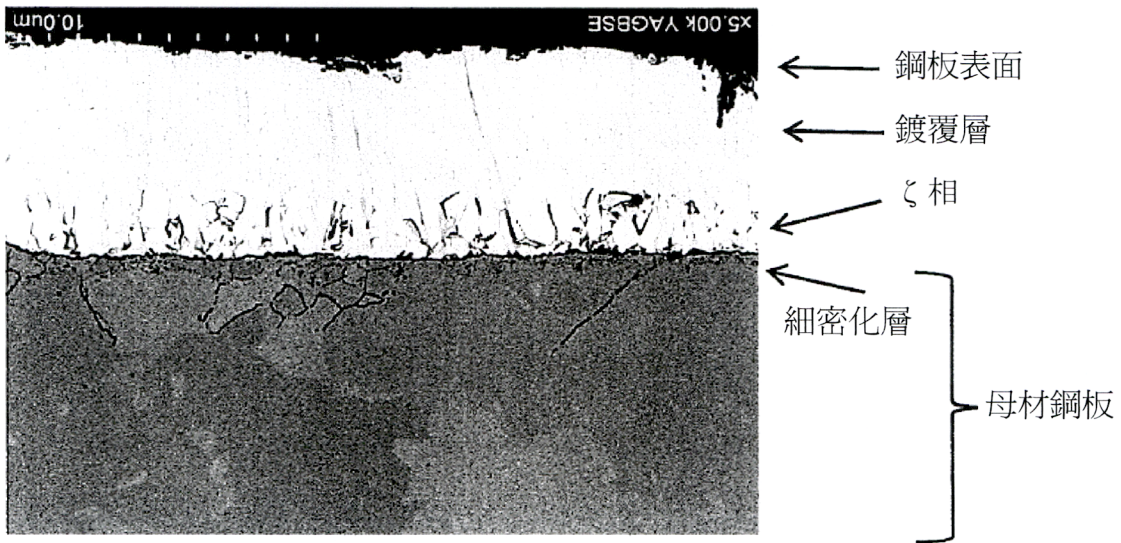


圖 2