



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I658149 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：107109247

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 19 日

(51)Int. Cl. : C22C18/04 (2006.01)

C23C2/06 (2006.01)

(30)優先權：2017/03/17 日本

2017-053148

(71)申請人：日商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：光延卓哉 MITSUNOBU, TAKUYA (JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

TW 201702401A

TW 201702430A

審查人員：傅俊中

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：5 共 63 頁

(54)名稱

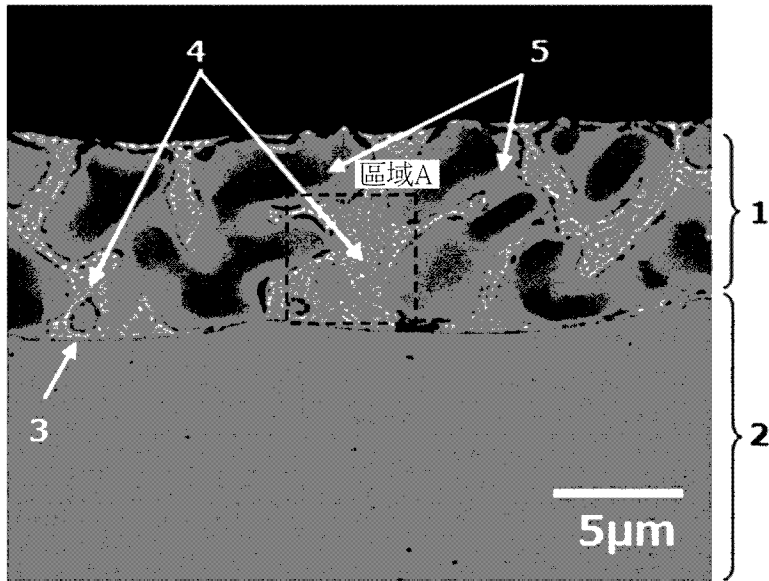
鍍敷鋼板

COATED STEEL SHEET

(57)摘要

一種鍍敷鋼板，其具有鋼板、及設置於前述鋼板表面之至少一部分的鍍層；前述鍍層具有以質量%計預定之化學組成，又，前述鍍層具有：面積分率 5~65%之含有層狀 Mg₂Sn 相的組織、及含有 Zn 及 Al 之固溶體的組織；前述含有層狀 Mg₂Sn 相的組織為以下組織：含有 Zn 相及具有小於 1μm 之厚度的層狀 Mg₂Sn 相，且前述層狀 Mg₂Sn 相將前述 Zn 相分成複數個區域而存在。

指定代表圖：



符號簡單說明：

1 . . . 鍍層

2 . . . 鋼板

3 . . . 界面合金層

4 . . . 含有層狀

Mg_2Sn 相的組織

5 . . . 樹枝狀組織

(含有 Zn 及 Al 之固溶體的組織)

A . . . 區域

【圖1】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

鍍敷鋼板

【英文發明名稱】

COATED STEEL SHEET

【技術領域】

【0001】 發明領域

本發明是有關於一種鍍敷鋼板。

【先前技術】

【0002】 背景技術

近年來，於汽車構造構件中，由防鏽觀點來看會使用鍍敷鋼板，在日本國內市場上主要是應用合金化熔融鍍鋅鋼板。合金化熔融鍍鋅鋼板為以下鍍敷鋼板：對鋼板施以熔融鍍鋅後進行合金化熱處理，使Fe自鋼板(基底鋼板)擴散至鍍層內，藉此，提升焊接性或塗裝後耐蝕性。舉例言之，專利文獻1所示鍍敷鋼板於日本國內使用作為汽車用鍍敷鋼板而具代表性。

【0003】 汽車用鍍敷鋼板通常是在由板狀成形為複雜形狀的狀態下使用，因此，大多數之情形時會供應至壓製成形。於合金化熔融鍍鋅鋼板之情形時，藉由Fe自基底鋼板的擴散，鍍層會構成硬質。故，鍍層容易剝離，亦存在有粉化或剝脫這種在鍍層為軟質的熔融鍍鋅鋼板中不會看見的特有問題。

【0004】 又，具備硬質鍍層的鍍敷鋼板容易因外部壓

力使鍍層破損，一旦產生裂痕，裂痕便會傳播至鍍層與基鐵(鋼板)之界面。故，鍍層會以與基鐵(鋼板)之界面為起點而剝離，容易發生脫落被視為問題。

舉例言之，當汽車外板使用合金化熔融鍍鋅鋼板時，容易因車輛行駛中石頭彈跳所造成的小石塊之撞擊(敲擊)，使塗裝與鍍層同時剝離，且基鐵(鋼板)顯露。故，相較於具備未進行合金化的軟質鍍層之鍍敷鋼板，腐蝕會提前發展。依此，當長期使用時，會開始基鐵腐蝕所造成的侵蝕，特別是當使用在車盤構件時，會擔心撞擊安全性之降低。

再者，由外觀之觀點來看，合金化熔融鍍鋅鋼板於鍍層中含有Fe。故，若發生此種敲擊，則容易因鍍層的腐蝕，直接產生紅褐色的鏽，在汽車外觀上亦會引發問題。

【0005】 作為該等問題的解決方法，應用鍍層具有韌性且不含Fe的鍍敷鋼板是有效的。舉例言之，作為鍍層中不含Fe的汽車用鍍敷鋼板，於北美、歐洲等地主要是使用熔融鍍鋅鋼板。不過，未進行合金化處理的熔融鍍鋅鋼板不易產生敲擊。此外，由於不像合金化熔融鍍鋅鋼板般於鍍層中含有Fe，因此，亦不易產生腐蝕初期的紅鏽。然而，於塗裝狀態下在塗膜下鍍層容易腐蝕，且塗膜隆起(膨大)。依此，熔融鍍鋅鋼板在長期使用時亦會開始基鐵之侵蝕，決不可說是適合作為汽車用鍍敷鋼板。

【0006】 作為使熔融Zn系鍍敷高耐蝕化的方法，可舉例使Zn鍍層中含有Al的方法，於建材領域中，作為高耐蝕

性鍍敷鋼板，如專利文獻2所示，廣為實用化的是熔融Al-Zn系鍍敷鋼板。此種熔融Al-Zn系鍍敷鋼板之鍍層由最先自熔融狀態晶析的樹枝狀 α -Al相(樹枝狀組織)，以及形成於樹枝狀組織之間隙由Zn相與Al相所構成的組織(樹枝狀晶間組織)所形成。樹枝狀組織鈍化，且樹枝狀晶間組織之Zn濃度比樹枝狀組織高。故，腐蝕會集中在樹枝狀晶間組織。

結果，腐蝕呈蟲蝕狀於樹枝狀晶間組織中發展，腐蝕發展路徑變得複雜。故，腐蝕難以輕易地到達基鐵(鋼板)。

藉此，熔融Al-Zn系鍍敷鋼板在使用作為未進行塗裝的裸材時，具有比鍍層厚度相同的熔融鍍鋅鋼板更優異之耐蝕性。

【0007】 當使用此種熔融Al-Zn系鍍敷鋼板作為汽車外板鈹件時，該鍍敷鋼板會在連續式熔融鍍敷設備中施行至鍍敷為止的狀態下供應至汽車製造廠等，且於該處加工為鈹件零件形狀後，一般會施行包含化學轉化處理、電沈積塗裝、中塗塗裝及表塗塗裝的汽車用綜合塗裝。

【0008】 以提升耐蝕性為目的，亦探討使Zn-Al系鍍層中含有Mg。舉例言之，於專利文獻3中揭示有一種熔融Zn-Al-Mg系鍍敷鋼板，其於鍍層中形成含有 $MgZn_2$ 等Mg化合物的Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織，並提升耐蝕性。一般認為藉由含有Mg，可提升鍍層之犧牲防蝕性，並提升基鐵之防蝕效果。

【0009】 又，於專利文獻4中揭示有一種熔融Al-Zn

系鍍敷鋼板，其含有Sn或In，並破壞樹枝狀組織之鈍態，藉此提升塗裝後耐蝕性。

【0010】 再者，於專利文獻5及專利文獻6中記載複合含有Mg及Sn的熔融Al-Zn系合金鍍敷鋼板。於專利文獻5及6中記載熔融Al-Zn系合金鍍敷鋼板具有優異之塗裝後耐蝕性及/或加工性。

【0011】 先前技術文獻

專利文獻1：日本特開2003-253416號公報

專利文獻2：日本特公昭46-7161號公報

專利文獻3：日本特開2001-329383號公報

專利文獻4：日本國際公開第2014/155944號

專利文獻5：日本特開2015-214747號公報

專利文獻6：日本特開2002-180225號公報

【發明內容】

【0012】 發明概要

發明欲解決之課題

然而，使用專利文獻2中記載熔融Al-Zn系鍍敷鋼板的外板鈹件在塗膜及鍍層產生損傷時(基鐵露出時)，起因於由上述樹枝狀組織及樹枝狀晶間組織二組織所構成獨特的鍍層之相構造，所露出基鐵作為陰極部作用，鍍層中Zn的優先溶解(樹枝狀晶間組織之選擇性腐蝕)會在塗膜與鍍層之界面產生。其朝塗裝健全部之深處發展而引起大幅的塗膜膨大，已知的是具有無法抑制基鐵之侵蝕的問題。

再者，樹枝狀晶間組織之硬度比樹枝狀組織低。故，

起因於樹枝狀晶間組織與樹枝狀組織之硬度差，於壓製加工時，變形集中在樹枝狀晶間組織。其結果，已知的是鍍層中產生到達基鐵的龜裂。於基鐵露出的龜裂附近部會促進腐蝕，因此，於習知熔融Al-Zn系鍍敷鋼板中，不僅產生塗膜膨大，亦無法抑制基鐵之侵蝕。

【0013】 又，於專利文獻3中記載熔融Zn-Al-Mg系鍍敷鋼板之鍍層中所含 $MgZn_2$ 相為脆性。故，在將該鍍敷鋼板供應至加工時，會有以Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織為起點而產生許多龜裂之虞。若產生龜裂，則基鐵露出，因此，仍然具有於加工部附近無法充分地抑制基鐵之侵蝕的問題。

【0014】 又，於專利文獻4中記載的熔融Al-Zn系鍍敷鋼板中，鍍層中不含Mg，絲毫未考慮試著降低鍍層本身的腐蝕速度。故，由長期抑制基鐵之侵蝕觀點來看，一般認為其犧牲防蝕性作為汽車用鍍敷鋼板並無法滿足。

【0015】 又，於專利文獻5及6中記載的熔融Al-Zn系合金鍍敷鋼板中，並未針對鍍敷組織之控制進行充分之探討，故而推斷鍍層中形成 $MgZn_2$ 相作為脆性的Mg系金屬間化合物。

此時，所製得熔融Al-Zn系合金鍍敷鋼板的加工性差，再者，推測犧牲防蝕性亦不足，壓製加工時於鍍層產生龜裂。故，預料加工部會發展以龜裂為起點的腐蝕。

由長期抑制基鐵之侵蝕觀點來看，一般認為該等熔融Al-Zn系合金鍍敷鋼板之加工性與犧牲防蝕性作為汽車用

鍍敷鋼板並無法滿足。

【0016】 故，以往並未開發出塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性皆優異的熔融Zn系鍍敷鋼板，特別是適合作為汽車用途的鍍敷鋼板並不存在。

【0017】 本發明的一態樣欲解決之課題在於提供一種塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性皆優異的鍍敷鋼板。

【0018】 用以解決課題之手段

用以解決上述課題之手段包含以下態樣。

【0019】 <1>一種鍍敷鋼板，其具有鋼板、及設置於前述鋼板表面之至少一部分的鍍層；

前述鍍層具有以下化學組成：

以質量%計，含有：

Al：15%~60%、

Mg：0.5%~8.0%、

Sn：0.5%~20.0%、

Si：0.05%~1.50%、

Bi：0%~5.0%、

In：0%~2.0%、

Ca：0%~3.0%、

Y：0%~0.5%、

La：0%~0.5%、

Ce：0%~0.5%、

Cr：0%~0.25%、

Ti：0%~0.25%、

Ni : 0%~0.25%、

Co : 0%~0.25%、

V : 0%~0.25%、

Nb : 0%~0.25%、

Cu : 0%~0.25%、

Mn : 0%~0.25%、

Sr : 0%~0.5%、

Sb : 0%~0.5%、

Pb : 0%~0.5%、

B : 0%~0.5%、且

剩餘部分由Zn及雜質所構成；

又，前述鍍層具有：

面積分率5~65%之含有層狀 Mg_2Sn 相的組織、及含有Zn及Al之固溶體的組織；

前述含有層狀 Mg_2Sn 相的組織為以下組織：含有Zn相及具有小於 $1\mu m$ 之厚度的層狀 Mg_2Sn 相，且前述層狀 Mg_2Sn 相將前述Zn相分成複數個區域而存在。

<2>如<1>之鍍敷鋼板，其中以質量%計，Mg之含量為0.5%~3.0%，Sn之含量為1.0%~7.5%。

<3>如<1>或<2>之鍍敷鋼板，其中以質量%計，前述Al之含量為20%~60%，前述Mg之含量為1.0%~2.0%，前述Sn之含量為1.0%~5.0%，及前述Si之含量為0.05%~1.0%。

<4>如<1>至<3>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述Sn

之含量及前述Mg之含量滿足下述式(1)：

$$\text{Mg} \leq \text{Sn} \leq 2.5 \times \text{Mg} \cdots \text{式(1)}$$

式(1)中，元素符號表示以質量%計的各元素之含量。

<5>如<1>至<4>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述含有層狀 Mg_2Sn 相的組織之面積分率為20%~60%。

<6>如<1>至<5>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述含有層狀 Mg_2Sn 相的組織之面積分率為30%~60%。

<7>如<1>至<6>中任一項之鍍敷鋼板，其具有：面積分率為35%~95%的前述含有Zn及Al之固溶體的組織。

<8>如<1>至<7>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~20%的等效圓直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之塊狀 MgZn_2 相。

<9>如<1>至<8>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~5%的等效圓直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之塊狀 MgZn_2 相。

<10>如<1>至<9>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~20%的等效圓直徑 $2\mu\text{m}$ 以上之塊狀Zn相。

<11>如<1>至<10>中任一項之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~10%的等效圓直徑 $2\mu\text{m}$ 以上之塊狀Zn相。

<12>如<1>至<11>中任一項之鍍敷鋼板，其中於前述鋼板與前述鍍層之間更具有厚度 100nm ~ $1.5\mu\text{m}$ 且由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層。

【0020】 發明效果

依據本發明的一態樣，可提供一種塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性皆優異的鍍敷鋼板。

【圖式簡單說明】

【0021】 圖1為以2000倍拍攝本發明鍍敷鋼板之鍍層之一例(實施例No.26)的SEM反射電子影像(BSE影像)。

圖2為以6000倍拍攝圖1中的區域A的SEM反射電子影像(BSE影像)。

圖3為以2000倍拍攝實施例No.24之鍍敷鋼板之鍍層的SEM反射電子影像(BSE影像)。

圖4為以2000倍拍攝實施例No.29之鍍敷鋼板之鍍層的SEM反射電子影像(BSE影像)。

圖5為鍍層截面的SEM反射電子影像(BSE影像)，其用以說明Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織之判定及測定面積分率的方法。

【實施方式】**【0022】 用以實施發明之形態**

以下，說明本發明之一例。

另，於本發明中，化學組成的各元素含量之「%」顯示意味著「質量%」。

使用「~」所表示數值範圍意味著將「~」前後所記載數值作為下限值及上限值且加以包含的範圍。

在「~」前後所記載數值附上「大於」或「小於」時的數值範圍意味著將該等數值作為下限值或上限值且未加

以包含的範圍。

化學組成的元素含量有時會標示為元素量(例如Zn量、Mg量等)或元素濃度(例如Zn濃度、Mg濃度等)。

「平面部腐蝕性」表示鍍層本身的難腐蝕性質。

「犧牲防蝕性」表示抑制基鐵顯露部(例如鍍敷鋼板的切斷端面、加工時的鍍層斷裂部以及基鐵因鍍層的剝離而露出之處)之腐蝕的性質。

「等效圓直徑」為觀察鍍層截面(沿著鍍層之厚度方向切斷的截面)時，將藉由相的輪廓所劃定區域視為具有相同面積的圓時圓之直徑。

「C方向」表示與鋼板之軋延方向垂直的方向。

「L方向」表示與鋼板之軋延方向平行的方向。

【0023】 本發明之鍍敷鋼板具有鋼板及設置於鋼板表面之至少一部分的鍍層。

鍍層具有預定之化學組成。又，鍍層具有：面積分率5~65%之含有層狀 Mg_2Sn 相的組織；及含有Zn及Al之固溶體的組織(以下，方便上亦稱作「樹枝狀組織」)。

又，含有層狀 Mg_2Sn 相的組織為以下組織：含有Zn相及具有小於 $1\mu m$ 之厚度的層狀 Mg_2Sn 相，且前述層狀 Mg_2Sn 相將前述Zn相分成複數個區域而存在。

【0024】 藉由上述構造，本發明之鍍敷鋼板可構成塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性皆優異的鍍敷鋼板。本發明之鍍敷鋼板是根據以下見解所找出。

【0025】 發明人針對適合於汽車用途、建材用途等的

鍍敷鋼板之鍍層的塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性進行探討。其結果，獲得以下見解。

Mg系金屬間化合物雖為脆性相，但相較於MgZn₂相，Mg₂Sn相具有塑性變形能力。藉由將該Mg₂Sn相作成於具有塑性變形能力的Zn相中呈層狀將Zn相分成複數個區域而存在的組織，含有層狀Mg₂Sn相的組織全體可顯現塑性變形能力，並有助於加工性之提升。

此外，Mg₂Sn相於腐蝕環境下構成Mg離子的供給源，Mg離子會使腐蝕生成物絕緣被膜化，因此，可抑制塗裝狀態下的塗膜下腐蝕。又，機制雖不明確，但於層狀Mg₂Sn相將Zn相分成複數個區域而存在的組織中，腐蝕沿著層狀Mg₂Sn相發展，結果，層狀Mg₂Sn相長期具有作為Mg離子供給源之機能。又，相較於MgZn₂相，Mg₂Sn相呈電負性，本質上犧牲防蝕性優異。故，推測具有塗裝後耐蝕性與犧牲防蝕性之提升效果。

【0026】 故，藉由使含有層狀Mg₂Sn相的組織以面積分率計存在預定量，且前述含有層狀Mg₂Sn相的組織為以下組織：含有Zn相及具有小於1μm之厚度的層狀Mg₂Sn相，且前述層狀Mg₂Sn相將前述Zn相分成複數個區域而存在；藉此，塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性可同時提高。具體而言，若含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率構成5%以上，則相較於市售鍍敷鋼板，塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性提高。

【0027】 依據以上見解，找出本發明之鍍敷鋼板可構

成塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性與加工性皆優異的鍍敷鋼板。

【0028】 又，本發明之鍍敷鋼板於鍍層中存在有顯現塑性變形能力的粒狀層分散組織，因此，耐敲擊性亦優異，亦可實現塗裝後的鍍敷鋼板之長使用壽命化。

本發明之鍍敷鋼板於鍍層中含有預定量之Al，並具有提高鍍層熔點的樹枝狀組織。故，耐燒黏性亦優異，可抑制壓製成形時鍍層凝結於壓製模具上。即，本發明之鍍敷鋼板可兼顧優異之塗裝後耐蝕性與壓製成形性。

【0029】 以下，詳細說明本發明之鍍敷鋼板。

【0030】 首先，針對鋼板進行說明。

構成鍍敷原板的鋼板並無特殊限制，可使用鋁脫氧鋼、極低碳鋼、高碳鋼、各種高張力鋼、含Ni、Cr鋼等各種鋼板。製鋼方法、鋼強度、熱軋延方法、酸洗方法、冷軋方法等鋼板之前處理加工亦無特殊限制。

【0031】 鋼板之化學組成(C、Si等)亦無特殊限制。鋼板中所含Ni、Mn、Cr、Mo、Ti、B等元素並無法確認會對鍍層造成影響。

【0032】 其次，針對鍍層進行說明。

首先，說明鍍層之化學組成。

鍍敷鋼板之化學組成含有Al、Mg、Sn及Si作為必要元素，剩餘部分由Zn及雜質所構成。鍍敷鋼板之化學組成亦可含有Bi、In、Ca、Y、La、Ce、Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu、Mn、Sr、Sb、Pb及B中之至少1種作為任意元素。即，亦可不含任意元素。

另，鍍層的各元素之含量意味著鍍層全體所含各元素之平均含量。

【0033】 [Al：15%~60%]

Al為用以提升鍍層之塗裝後耐蝕性與燒黏性所必須之元素。Al大部分在鍍層中於樹枝狀組織之內部以Al相之形式存在。

後述樹枝狀組織構成以下狀態：不會藉由Sn之含有效果而鈍化，且不會成為使塗裝後耐蝕性降低的主要原因。另一方面，當鍍層之熔點低時，鍍層中的金屬燒黏於壓製模具上會構成問題。然而，Al濃度越高，屬於高熔點組織的樹枝狀組織之面積分率越會增加，故，結果可抑制壓製成形時鍍層凝結於壓製模具上(亦即提升耐燒黏性)。

用以確保可顯現充分耐燒黏性的樹枝狀組織之面積分率所必須之Al濃度為15%以上。故，將Al濃度之下限設為15%。較為理想的Al濃度為20%以上。

另一方面，若Al濃度大於60%，則後述鍍層與基鐵之界面所形成「由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層」會過度地成長，並損害加工性。故，將Al濃度之上限設為60%。較為理想的Al濃度為40%以下。

【0034】 [Mg：0.5%~8.0%]

Mg為用以使鍍層中形成含有層狀Mg₂Sn相的組織並賦予鍍層塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性所必須之元素。Mg於鍍層中以Mg系金屬間化合物之形式存在，於腐蝕環境下以Mg離子之形式於腐蝕環境中溶出。Mg離子會

將Zn系腐蝕生成物絕緣被膜化，並將鏽屏蔽被膜化。藉此，可抑制腐蝕因子滲入鍍層中及塗膜下，有助於提升塗裝後耐蝕性。Mg大部分包含於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織中。藉由形成含有粒狀 Mg_2Sn 相的組織，提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性。用以提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性所必須之Mg濃度為0.5%。故，將Mg濃度之下限設為0.5%。較為理想的Mg濃度為1.0%以上。

另一方面，當Mg濃度大於8.0%時，後述塊狀 $MgZn_2$ 相會過度地生成，並損害加工性。故，將Mg濃度之上限設為8.0%。若由抑制損害加工性的塊狀 $MgZn_2$ 相之生成觀點來看，則較為理想的Mg濃度設為3.0%以下。更為理想的Mg濃度為2.0%以下。

【0035】 [Sn：0.5%~20.0%]

Sn與Mg同為用以使鍍層中形成含有層狀 Mg_2Sn 相的組織並賦予鍍層塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性所必須之元素。又，Sn與Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織同為具有亦可抑制塊狀 $MgZn_2$ 相之生成效果的元素。

故，Sn亦為鍍層中提高塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性之元素。

若Sn濃度少，則難以形成含有層狀 Mg_2Sn 相的組織，但另一方面，Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織及塊狀 $MgZn_2$ 相之生成量增加，構成鍍層之塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性降低之傾向。故，Sn濃度之下限設為0.5%。若由充分地形成含有層狀 Mg_2Sn 相的組織，並充分地抑制

Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織及塊狀MgZn₂相之生成觀點來看，則較為理想的Sn濃度設為0.1%以上。更為理想的Sn濃度為1.5%以上。

另一方面，若Sn濃度過量，則剩餘份的Sn以電位較高的Sn相之形式晶析，並使塗裝後耐蝕性及犧牲防蝕性降低。故，Sn濃度之上限設為20.0%。若由提升塗裝後耐蝕性之觀點來看，則較為理想的Sn濃度設為7.5%以下。更為理想的Sn濃度為5.0%以下。

【0036】 [Si：0.05%~1.50%]

Si為以下元素：若於鍍浴中含有，則可抑制鍍浴中所含Zn及Al與鍍敷原板的Fe元素之反應性。即，Si為用以藉由控制鍍層與基鐵之反應性，控制對鍍層之密接性及加工性造成影響的「由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層(特別是含有Fe₂Al₅或由其所構成的界面合金層)之形成行為所必須之元素。抑制界面合金層所必須最低限度之Si濃度為0.05%。

若Si濃度小於0.05%，則剛將鍍敷原板浸漬於鍍浴後界面合金層便會成長，賦予鍍層延展性會變得困難，構成加工性降低之傾向。故，Si濃度之下限設為0.05%。較為理想的Si濃度為0.2%以上。

另一方面，若Si濃度大於1.50%，則電位較高的Si相殘存於鍍層中，並作為腐蝕中的陰極部作用。其結果，關係到塗裝後耐蝕性之降低。故，Si濃度之上限設為1.50%。較為理想的Si濃度為1.0%以下。

另，Si有時亦會在鍍層中以屬於與Mg之金屬間化合物的 Mg_2Si 相之形式存在，若 Mg_2Si 相之面積分率為5%以下，則不會對性能造成任何影響。

【0037】 [Bi：0%~5.0%]

Bi為有助於犧牲防蝕性之元素。依此，Bi濃度之下限可大於0%(較為理想的是0.1%以上，更為理想的是3.0以上)。

另一方面，若Bi濃度增加，則塗膜下鍍層容易腐蝕，且塗膜膨大容易變大，言下之意，構成塗裝後耐蝕性劣化之傾向。依此，Bi濃度之上限設為5.0%以下(較為理想的是0.5%以下，更為理想的是0.1%以下)。

【0038】 [In：0%~2.0%]

In為有助於犧牲防蝕性之元素。依此，In濃度之下限可大於0%(較為理想的是0.1%以上，更為理想的是3.0以上)。

另一方面，若In濃度增加，則塗膜下鍍層容易腐蝕，且塗膜膨大容易變大，言下之意，構成塗裝後耐蝕性劣化之傾向。依此，In濃度之上限設為2.0%以下(較為理想的是0.3%以下)。

【0039】 [Ca：0%~3.0%]

Ca為可調整用以賦予塗裝後耐蝕性及犧牲防蝕性最適當的Mg溶出量之元素。依此，Ca濃度之下限可大於0%(較為理想的是0.05%以上)。

另一方面，若Ca濃度增加，則構成加工性劣化之傾

向。依此，Ca濃度之上限設為3.0%以下(較為理想的是1.0%以下)。

【0040】 [Y：0%~0.5%]

Y為有助於犧牲防蝕性之元素。依此，Y濃度之下限可大於0%(較為理想的是0.1%以上)。

另一方面，若Y濃度增加，則構成塗裝後耐蝕性劣化之傾向。依此，Y濃度之上限設為0.5%以下(較為理想的是0.3%以下)。

【0041】 [La及Ce：0%~0.5%]

La及Ce為有助於犧牲防蝕性之元素。依此，La濃度及Ce濃度之下限可分別大於0%(較為理想的是0.1%以上)。

另一方面，若La濃度及Ce濃度增加，則構成塗裝後耐蝕性劣化之傾向。依此，La濃度及Ce濃度之上限分別設為0.5%以下(較為理想的是0.3%以下)。

【0042】 [Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn：0%~0.25%]

Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn為有助於犧牲防蝕性之元素。依此，Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn之濃度下限可分別Si濃度大於0(較為理想的是0.05%以上，更為理想的是0.1%以上)。

另一方面，若Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn之濃度增加，則構成塗裝後耐蝕性劣化之傾向。依此，Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn之濃度上限分別設為0.25%

以下。

【0043】 [Sr、Sb、Pb及B：0%~0.5%]

Sr、Sb、Pb及B為有助於犧牲防蝕性之元素。依此，Sr、Sb、Pb及B之濃度下限可分別Si濃度大於0(較為理想的是0.05%以上，更為理想的是0.1%以上)。

另一方面，若Sr、Sb、Pb及B之濃度增加，則構成塗裝後耐蝕性劣化之傾向。依此，Sr、Sb、Pb及B之濃度上限分別設為0.5%以下(較為理想的是0.1%以下)。

【0044】 [剩餘部分：Zn及雜質]

鍍層之化學組成之剩餘部分為Zn及雜質。

為了適當地確保鍍層之犧牲防蝕能力、平面部耐蝕性、塗裝基底處理性，Zn於鍍層中含有一定濃度以上。由該等觀點來看，鍍層之化學組成以Al與Zn佔據大半。

雜質是指原材料中所含成分，或是製造步驟中混入的成分，且為非意圖含有的成分。舉例言之，於鍍層中，藉由基鐵(鋼板)與鍍浴相互之原子擴散，有時亦會微量混入Fe等成分作為雜質。

【0045】 舉例言之，當藉由熔融鍍法形成鍍層時，鍍層有時會含有一定的Fe濃度作為雜質。可以確認的是直到Fe濃度為3.0%為止，即使包含於鍍層中，在性能上亦無不良影響。

【0046】 [合適的鍍層之化學組成]

於鍍層之化學組成中，較為理想的是Mg之含量為0.5%~3.0%，Sn之含量為1.0%~7.5%。若將Mg濃度及Sn

濃度設為上述範圍，則可進一步地提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性。

特別是於鍍層之化學組成中，較為理想的是Al之含量為20%~60%，前述Mg之含量為1.0%~2.0%，前述Sn之含量為1.0%~5.0%，及前述Si之含量為0.05%~1.0%，若將Al濃度、Mg濃度、Sn濃度及Si濃度設為上述範圍，則可進一步地提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性。又，亦可進一步地提升耐燒黏性。

$$[\text{式(1): Mg質量}\% \leq \text{Sn質量}\% \leq 2.5 \times \text{Mg質量}\%]$$

為了進一步地提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性，宜充分地形成含有粒狀 Mg_2Sn 相的組織，並充分地抑制Zn/Al/ MgZn_2 三元共晶組織及塊狀 MgZn_2 相之生成。

故，Sn之含量及Mg之含量宜滿足下述式(1)，更宜滿足下述式(2)。

$$\text{Mg} \leq \text{Sn} \leq 2.5 \times \text{Mg} \cdots \text{式(1)}$$

$$1.5 \times \text{Mg} \leq \text{Sn} \leq 2.0 \times \text{Mg} \cdots \text{式(2)}$$

式(1)~式(2)中，元素符號表示以質量%計的各元素之含量。

【0047】 當Sn濃度未滿足式(1)且Sn相對於Mg不足時，形成塊狀 MgZn_2 相，並有塗裝後耐蝕性及犧牲防蝕性與加工性一同降低之傾向。

另一方面，當Sn濃度未滿足式(1)且Sn相對於Mg過量時，電位較高的Sn相會晶析，並有塗裝後耐蝕性及犧牲防蝕性降低之傾向。

【0048】 其次，說明鍍層之金屬組織。

鍍層具有：含有層狀 Mg_2Sn 相的組織；及樹枝狀組織(含有Zn及Al之固溶體的組織)。

又，鍍層有時會具有：等效圓直徑 $1\mu m$ 以上之塊狀 $MgZn_2$ 相、等效圓直徑 $2\mu m$ 以上之塊狀Zn相、Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織等，來作為含有粒狀 Mg_2Sn 相的組織以外的組織。

【0049】 在此，顯示以2000倍拍攝本發明鍍敷鋼板之鍍層之一例的SEM反射電子影像(BSE影像)。

如圖1所示，鍍敷鋼板例如具有鍍層1、鋼板2以及於鍍層1與鋼板2間由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層3。

鍍層1之組織主要是由含有層狀 Mg_2Sn 相的組織4及樹枝狀組織5所構成。又，如屬於圖1中區域A之放大圖的圖2所示，含有層狀 Mg_2Sn 相的組織4是構成於Zn相6中，具有小於 $1\mu m$ 之厚度的層狀 Mg_2Sn 相7將Zn相6分成複數個區域而存在的組織。

圖1中，樹枝狀組織5相當於灰色所示區域，以及該區域所包圍的黑色所示區域。兩區域顏色之差異是依據Al濃度之差異。具體而言，Al濃度低的樹枝狀組織5為灰色所示區域，Al濃度高的灰色所示樹枝狀組織5為黑色所示區域。

另，於鍍層1中，除了含有層狀 Mg_2Sn 相的組織4及樹枝狀組織5外，有時亦具有塊狀 $MgZn_2$ 相10(參照圖3)、塊

狀Zn相9(參照圖3)、Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織8(參照圖3)。

【0050】 [含有層狀Mg₂Sn相的組織：面積分率5~65%]

含有層狀Mg₂Sn相的組織含有Zn相及具有小於1μm之厚度的層狀Mg₂Sn相，且層狀Mg₂Sn相將前述Zn相分成複數個區域而存在。

含有層狀Mg₂Sn相的組織為以下組織：將鍍層進行截面觀察或表面觀察時，例如存在於樹枝狀Zn相之間隙。更具體而言，為以下組織：將鍍層進行截面觀察或表面觀察時，於存在於樹枝狀Zn相組織之間隙的Zn相中，厚度小於1μm的層狀Mg₂Sn相將Zn相分成複數個區域而存在。

【0051】 在此，層狀Mg₂Sn相為存在於分歧成樹枝狀的Zn相組織彼此間之間隙的Mg₂Sn相。藉由使樹枝狀Zn相組織彼此密接，層狀Mg₂Sn相會構成厚度小於1μm的層狀。層狀Mg₂Sn相為覆蓋各個樹枝狀Zn相組織的形狀，其結果，構成將分歧成樹枝狀的Zn相分成複數個區域的形狀。

【0052】 又，層狀Mg₂Sn相之厚度小於1μm為本發明課題之解決所必須。樹枝狀Zn相組織越是微細分岔，層狀Mg₂Sn相之厚度越薄。若層狀Mg₂Sn相之厚度小於1μm，則含有層狀Mg₂Sn相的組織可充分地發揮塑性變形能力。另，層狀Mg₂Sn相之厚度下限並無特殊限制，例如為10nm以上。

【0053】 此外，若為後述製法的冷卻條件，則含有層狀 Mg_2Sn 相的組織中所佔 Mg_2Sn 相之面積分率構成10%以上。此時，可於維持塑性變形能力狀態下提升耐蝕性。另一方面，當未藉由適當的冷卻條件進行冷卻時， Mg_2Sn 相之面積分率會小於10%，且並非是樹枝狀Zn相組織彼此之間隙，而是以與粗大Zn相混雜的形式形成板狀 Mg_2Sn 相。此時， Mg_2Sn 相之量減少，因此，難以顯現充分之耐蝕性。故，當未藉由適當的冷卻條件進行冷卻，且 Mg_2Sn 相之面積分率小於10%時，將該組織稱呼為含有板狀 Mg_2Sn 相的組織(Zn相+板狀 Mg_2Sn 相)，並與含有層狀 Mg_2Sn 相的組織區別。

【0054】 又，樹枝狀Zn相組織變得粗大的含有板狀 Mg_2Sn 相的組織由於應力集中在少量的 Mg_2Sn 相，因此，相較於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織，塑性變形能力差。

其理由推測如下。層狀 Mg_2Sn 相設置成覆蓋各個微細樹枝狀Zn組織，相對於此，板狀 Mg_2Sn 相是以與粗大樹枝狀Zn組織混雜的狀態下存在。故，於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織中，施加於層狀 Mg_2Sn 相的應力容易分散，相對於此，於含有板狀 Mg_2Sn 相的組織中，施加於板狀 Mg_2Sn 相的應力容易集中。依此，推測相較於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織，含有板狀 Mg_2Sn 相的組織之塑性變形能力差。

【0055】 雖非意圖受理論束縛，但一般認為含有層狀 Mg_2Sn 相的組織為以下組織：於鍍層之製造製程中，最終凝固時Zn相急速地進行枝晶成長，於相鄰的樹枝狀Zn相之

枝部間， Mg_2Sn 相呈層狀凝固而形成。實際上在本發明之鍍層中，可以確認形成以下組織：如圖2之區域B所示，於樹枝狀組織5之間隙，Zn相6進一步地進行枝晶成長，且於該Zn枝晶之周圍存在有層狀 Mg_2Sn 相7。一般認為在將此種組織進行鍍層之截面觀察或表面觀察時，如圖1及2所示，可觀察到層狀 Mg_2Sn 相7將Zn相6分成複數個區域而存在的組織。

【0056】 即，含有層狀 Mg_2Sn 相的組織亦可說是由樹枝狀Zn相與存在於樹枝狀Zn相之枝部間且厚度小於 $1\mu m$ 的層狀 Mg_2Sn 相所構成組織。

在此，於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織中，層狀 Mg_2Sn 相相對於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織(亦即Zn相及層狀 Mg_2Sn 相)之面積分率可為10~50%。又，層狀 Mg_2Sn 相之平均厚度可為0.01~小於 $1\mu m$ 。

【0057】 含有層狀 Mg_2Sn 相的組織全體之平均組成並無特殊限制，舉例言之，Mg濃度為1~10質量%、Sn濃度為1~25質量%、Al濃度為1~8質量%，且剩餘部分由Zn及大約小於2質量%之雜質所構成。於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織全體之組成中，有時亦含有可包含於鍍層之化學組成中的上述任意元素。

【0058】 在此，於本發明中，相當於下述(1)~(5)的金屬間化合物之粒狀相亦視為層狀 Mg_2Sn 相。

(1)將Si等元素進行滲入型固溶的 Mg_2Sn

(2) Mg_2Sn 相已變態的 Mg_9Sn_5

(3)Bi、In、Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn中之至少1種取代Sn之一部分的取代 Mg_2Sn 及 Mg_9Sn_5 (Mg_2Sn 及 Mg_9Sn_5 之取代體)

(4)Ca、Y、La及Ce中之至少1種取代Mg之一部分的取代 Mg_2Sn 及 Mg_9Sn_5 (Mg_2Sn 及 Mg_9Sn_5 之取代體)

(5)Ca、Y、La及Ce中之至少1種取代Mg之一部分，且Bi、In、Cr、Ti、Ni、Co、V、Nb、Cu及Mn中之至少1種取代Sn之一部分的取代 Mg_2Sn 及 Mg_9Sn_5 (Mg_2Sn 及 Mg_9Sn_5 之取代體)

【0059】 含有層狀 Mg_2Sn 相的組織具有提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性之效果。

如上述，雖然含有屬於脆性Mg系金屬間化合物的 Mg_2Sn 相，但相較於 $MgZn_2$ 相， Mg_2Sn 相具有塑性變形能力。

如上述，Mg系金屬間化合物雖為脆性相，但相較於 $MgZn_2$ 相， Mg_2Sn 相具有塑性變形能力。藉由將該 Mg_2Sn 相作成於具有塑性變形能力的Zn相中呈層狀將Zn相分成複數個區域而存在的組織，組織全體可顯現塑性變形能力，並有助於加工性之提升。

此外， Mg_2Sn 相於腐蝕環境下構成Mg離子的供給源，Mg離子會使腐蝕生成物絕緣被膜化，因此，可抑制塗裝狀態下的塗膜下腐蝕。又，機制詳情雖不明確，但於層狀 Mg_2Sn 相將Zn相分成複數個區域而存在的組織中，腐蝕沿著層狀 Mg_2Sn 相發展，結果，層狀 Mg_2Sn 相長期具有作為

Mg離子供給源之機能。又，相較於MgZn₂相，Mg₂Sn相呈電負性，本質上犧牲防蝕性優異。故，推測具有塗裝後耐蝕性與犧牲防蝕性之提升效果。

存在於鍍層中的含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率越高，利用該含有層狀Mg₂Sn相的組織之塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性之提升效果越大。

【0060】 若含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率小於5%，則無法獲得塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性之提升效果。故，將含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率之下限設為5%。若由確實地提升塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性之觀點來看，則含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率宜為20%以上，且更宜為30%以上。

另一方面，如上述，含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率越高，塗裝後耐蝕性、犧牲防蝕性及加工性之提升效果越大。依據性能面的上限值並無限制，惟於製造之限制上，可生成的含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率最大為65%。故，含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率之上限設為65%。若由安定製造之觀點來看，則含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率宜為60%以下。

即，含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率設為5~65%。又，含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率宜為20~60%，且更宜為30~60%。

【0061】 [樹枝狀組織：面積分率35%~95%]

樹枝狀組織為含有Zn及Al之固溶體的組織。具體而

言，樹枝狀組織為微細分離成Al相與Zn相的組織，且為顯示Al濃度15~85%、Zn濃度15~85%的組織。故，樹枝狀組織為本質上具有組成變形能力且可有助於提升鍍層加工性的組織。又，亦為有助於提升燒黏性的組織。

【0062】 為了確保優異之加工性，樹枝狀組織之面積分率宜為35%以上。若由賦予鍍層更優異之加工性之觀點來看，則樹枝狀組織之面積分率更宜為40%以上。另一方面，若由製造上之觀點來看，則樹枝狀組織之上限值宜為95%。若由利用粒狀相分散相的塗裝後耐蝕性及加工性之提升觀點來看，則樹枝狀組織宜為80%以下，且以70%以下更佳。

即，樹枝狀組織之面積分率宜為35~95%，且更宜為35或40~80%，尤以35或40~70%為佳。

【0063】 [塊狀Zn相：面積分率0%~20%]

塊狀Zn相為鍍層中以不定形之形式存在且等效圓直徑 $2\mu\text{m}$ 以上的塊狀之Zn相。塊狀Zn相之等效圓直徑之上限並無特殊限制，例如為 $10\mu\text{m}$ 以下。

塊狀Zn相之面積分率越高，越有耐燒黏性及耐蝕性降低之傾向。故，若由確保耐燒黏性及耐蝕性之觀點來看，則塊狀Zn相之面積分率宜為20%以下。若由確保充分之耐燒黏性與耐蝕性之觀點來看，則塊狀Zn相之面積分率更宜為10%以下。最為理想的是塊狀Zn相之面積分率為0%(亦即最為理想的是不含塊狀Zn相)。

即，塊狀Zn相之面積分率宜為0~20%，且更宜為

0~10%，尤以0%為佳。

【0064】 [塊狀MgZn₂相：面積分率0%~20%]

塊狀MgZn₂相為鍍層中以不定形之形式存在且等效圓直徑2μm以上的塊狀之Zn相。塊狀MgZn₂相之等效圓直徑之上限並無特殊限制，例如為10μm以下。

塊狀MgZn₂相為脆性相，加工時容易構成龜裂之起點。又，於該龜裂附近部會促進腐蝕，有時會成為使加工部之塗裝後耐蝕性降低之原因。塊狀MgZn₂相之面積分率越高，越有塗裝後耐蝕性及加工性降低之傾向。故，若由確保塗裝後耐蝕性及加工性之觀點來看，則塊狀MgZn₂相之面積分率宜為20%以下。若由確保充分之塗裝後耐蝕性及加工性之觀點來看，則塊狀MgZn₂相之面積分率更宜為5%以下。最為理想的是塊狀MgZn₂相之面積分率為0%(亦即最為理想的是不含塊狀MgZn₂相)。

即，塊狀MgZn₂相之面積分率宜為0~20%，且更宜為0~5%，尤以0%為佳。

【0065】 [Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織：面積分率0%~3%]

Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織是由Al相、Zn相及MgZn相所構成組織。各自相之形狀依照成分組成而改變大小，因此，形狀為不定形。然而，共晶組織於恆溫變態下會抑制凝固時的元素移動，因此，各自之相形成複雜的形狀，通常各相會微細析出(參照圖5)。

通常各自之各相大多採取以下構造：Zn相大而形成島

狀，接著， $MgZn$ 相大而填滿 Zn 相之間隙， Al 相則呈斑點狀分散於 $MgZn_2$ 相之間。另，依照成分組成之不同，構成的相雖未改變，但呈島狀析出者亦有構成 $MgZn_2$ 相之情形、構成 Al 相或 $MgZn_2$ 相之情形，位置關係依存於即將凝固前的成分變化。

另，三元共晶組織之界定方法如後述。

【0066】 $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織容易發展腐蝕，三元共晶組織中的脆性 $MgZn_2$ 相容易構成加工時龜裂之起點。又，於該龜裂附近部會促進腐蝕，有時會成為使加工部之塗裝後耐蝕性降低之原因。 $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織之面積分率越高，越有塗裝後耐蝕性及加工性降低之傾向。故，若由確保塗裝後耐蝕性及加工性之觀點來看，則 $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織之面積分率宜為3%以下。若由確保充分之塗裝後耐蝕性及加工性之觀點來看，則最為理想的是 $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織之面積分率為0%(亦即最為理想的是不含 $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織)。

即， $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織之面積分率宜為0~3%，尤以0%為佳。

【0067】 鍍層之厚度例如為 $100\mu m$ 以下。鍍層全體之厚度受鍍敷條件左右，因此，鍍層全體厚度之上限及下限並無特殊限制。舉例言之，鍍層全體之厚度在一般的熔融鍍法中與鍍浴之黏性及比重有關。再者，可藉由鋼板(鍍敷原板)之拉出速度及拭焊之強弱，監測調整鍍敷量。故，鍍層全體厚度之下限例如為 $2\mu m$ 。另一方面，依照鍍敷金屬

本身的重量及均勻性，可藉由熔融鍍法製作的鍍層厚度大約為 $95\mu\text{m}$ 。

依此，鍍層之厚度可設為 $2\sim 95\mu\text{m}$ 。

【0068】 其次，說明界面合金層。

本發明之鍍敷鋼板亦可於鋼板與前述鍍層之間進一步地具有由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層。於鍍層與鋼板間通常會形成一般為 $3\mu\text{m}$ 以下且由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層。不過，依照鍍層之形成條件，有時亦不會形成界面合金層。

為了確保基鐵(鋼板)與鍍層之密接性，界面合金層宜具有 100nm 以上的厚度。另一方面，構成界面合金層的Al-Fe系金屬間化合物為脆性金屬間化合物，因此，若界面合金層之厚度大於 $1.5\mu\text{m}$ ，則有時會降低耐敲擊性。

故，當本發明之鍍敷鋼板具有界面合金層時，界面合金層之厚度宜為 $100\text{nm}\sim 1.5\mu\text{m}$ 。

另，界面合金層呈現將Si固溶的狀態，亦具有抑制鍍層與基鐵之合金化反應的作用。

【0069】 在此，由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層是 Al_5Fe 相為主相的層體。Al-Fe合金層藉由基鐵(鋼板)及鍍浴相互之原子擴散而形成。不過，界面合金層有時亦會局部含有少量的AlFe相、 Al_3Fe 相、 Al_5Fe_2 相等。

【0070】 又，界面合金層亦會有亦含有屬於鍍層成分的Zn、Si等各種元素之情形。特別是若於界面合金層中攝入Si，則於界面合金層中形成Al-Fe-Si金屬間化合物。

再者，當鍍敷原板使用各種預鍍鋼板時，界面合金層有時會含有預鍍成分(例如Ni等)。若於界面合金層中攝入預鍍成分(例如Ni等)，則於界面合金層中形成Al-Fe-Ni金屬間化合物。

【0071】 即，由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層為以下層體：除了以Al₅Fe相作為主體的合金層外，亦包含上述各種態樣的合金層。

【0072】 以下，說明本發明鍍敷鋼板之製造方法之一例。

本發明之鍍敷鋼材可藉由利用熔融鍍法於鍍敷原板之表面(亦即單面或雙面)形成鍍層而製得。

【0073】 本發明之鍍敷鋼板之製造方法可應用森吉米爾(Sendzimir)法、預鍍法等。另，當預鍍之種類使用Ni時，會有以下情形：在有時於鍍層加熱時生成的「由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層」中含有Ni。

【0074】 鍍浴是調合純金屬或合金，以構成上述鍍層之化學組成之範圍，並以450~650℃進行溶解而建浴。

又，將表面業已充分還原的鍍敷原板浸漬於建浴後保持在預定浴溫的鍍浴中，拉起後進行冷卻而可於鍍敷原板(鋼板)之表面形成鍍層。另，為了控制鍍層之附著量，舉例言之，剛自鍍浴中拉起鍍敷原板後便實施利用N₂氣體的拭焊。

【0075】 在此，將從剛自鍍浴中拉起鍍敷原板後(亦即鍍浴溫度)起到320℃為止的溫度區之冷卻速度設為10℃/s

以下，並將從320°C起到280°C為止的溫度區之冷卻速度設為20°C/s以上。

圖1所示本發明鍍敷鋼板之鍍層截面的SEM反射電子影像(BSE影像)為依下述所製作鍍敷鋼板之鍍層截面的SEM反射電子影像(BSE影像)：將從鍍浴溫度起到320°C為止的溫度區之冷卻速度設為10°C/s，並將從320°C起到280°C為止的溫度區之冷卻速度設為40°C/s。

如圖1所示，若設為上述冷卻條件，則可於鍍層中形成具備含有層狀Mg₂Sn相的組織4及樹枝狀組織5的組織。

另，上述冷卻速度之控制可藉由該發明所屬技術領域中具有通常知識者公知的任意方法來達成。舉例言之，包括以下方法：藉由適當地調整冷卻氣體之流量，控制冷卻速度。特別是當利用水冷時，亦可實現像是大於100°C/s的極高之冷卻速度。

【0076】 另一方面，即便將從剛自鍍浴中拉起鍍敷原板後(亦即鍍浴溫度)起到320°C為止的溫度區之冷卻速度設為10°C以下，並將從320°C起到280°C為止的溫度區之冷卻速度設為20°C/s以上，當Sn濃度不適當時，有時亦無法形成充分量的含有層狀Mg₂Sn相的組織4。舉例言之，如圖3所示，當未添加Sn時，於鍍層中無法形成含有層狀Mg₂Sn相的組織4，取而代之的是與樹枝狀組織5一同地形成Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織8。

【0077】 又，在從剛自鍍浴中拉起鍍敷原板後(亦即鍍浴溫度)起到320°C為止的溫度區，以及從320°C起到280

°C 為止的溫度區之間，當未於上述範圍內變更冷卻速度時，有時無法形成充分量的含有層狀 Mg_2Sn 相的組織4。

舉例言之，如圖4所示，若為未於上述範圍內變更冷卻速度的冷卻速度條件，則於鍍層1中無法形成含有粒狀 Mg_2Sn 相的組織4，取而代之的是形成於Zn相中混雜有板狀 Mg_2Sn 相(厚度大於 $0.2\mu m$ 的 Mg_2Sn 相)的組織11。當形成組織11時，組織11中所佔板狀 Mg_2Zn 相之面積分率構成5%以上且小於25%。

【0078】 該組織11之詳細形成機制並不明確，一般認為如下。當冷卻速度A為 $10^\circ C/s$ 以下、冷卻速度B小於 $20^\circ C/s$ 時， Mg_2Sn 相自層狀粗大化成板狀。當冷卻速度A小於 $10^\circ C/s$ 、冷卻速度B為 $20^\circ C/s$ 以上時，原本以非平衡方式發展的凝固行為會接近平衡狀態，Zn相無法進行枝晶成長。其結果，一般認為會形成厚度大於 $0.2\mu m$ 且面積分率小於25%的板狀 Mg_2Sn 相。

【0079】 以下，說明用以分析本發明之熔融Zn系鍍敷鋼板之組織的方法。

【0080】 鍍層之化學成分是藉由以下方法進行測定。

首先，藉由GDS(高頻輝光放電分光分析)，取得各元素之定量分析之檢量線。然後，測定對象鍍層的深度方向之化學成分。

具體而言，對各元素純金屬板等的標準試料實施GDS(高頻輝光放電分光分析)，並預先取得顯示元素強度繪圖與各元素濃度之關係的檢量線。

另一方面，自測定對象之鍍敷鋼板之試樣採集30mm見方數片，並作成GDS用試樣。自鍍層表層實施氫離子濺鍍，並獲得深度方向之元素強度繪圖。依據檢量線，自所獲得強度繪圖換算成元素濃度。

利用GDS的化學組成分析是將分析面積設為 Φ 4mm以上，並將濺鍍速度設為0.04~0.1 μm /秒之範圍而測定10處以上。又，化學組成的各元素濃度作成在各處中元素濃度之平均值。

不過，於各自之GDS分析點中，為了除去最表層氧化層的影響，忽視表層1 μm 之深度的成分繪圖，並採用深度1~10 μm (寬5 μm)的各元素濃度之平均值。

【0081】 鍍層組織(不過，Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織除外)之面積分率是藉由以下方法進行測定。

鍍層組織之面積分率之測定使用搭載有EDS(能量分散型X射線分析裝置)的FE-SEM。

【0082】 自鍍敷鋼板切斷試料片，該試料片具有C方向25mm×L方向15mm之截面(於鍍層之厚度方向切斷之截面)。將所製得試料片埋入樹脂中，並對構成測定對象的鍍層截面施行CP(剖面研磨)加工。CP加工後，製作鍍層截面的SEM反射電子影像及利用EDS的元素映射影像。SEM反射電子影像及利用EDS的元素映射影像作成倍率5000倍、視野大小：長50 μm ×寬200 μm 。

根據SEM反射電子影像及利用EDS的元素映射影像，鑑定各組織之區域。

【0083】 其次，於SEM反射電子影像中，判定鍍層中所具有各組織所示灰階的明度、色相及對比值這三值。各組織所示明度、色相及對比值這三值反映各組織中所含元素之原子序，因此，通常有以下傾向：越是原子序小的Al量、Mg量之含量多的相，越是呈現黑色，越是Zn量多的相，越是呈現白色。

【0084】 僅鍍層中所含各組織所示上述三值之範圍，實施像是變色之計算機影像處理(例如作成僅特定組織以白色影像顯示而算出視野中各組織之面積(像素數)等)。藉由對各相實施該影像處理，求取SEM反射電子影像中所佔鍍層中各組織之面積分率。

【0085】 又，鍍層各組織之面積分率是作成於鍍層任意截面(於鍍層厚度方向切斷之截面)之5視野中，藉由上述操作所求取各組織之面積分率之平均值。

【0086】 在此，含有層狀 Mg_2Sn 相的組織之面積分率是：含有層狀 Mg_2Sn 相之Zn相其面積分率，而該Zn相是於Zn相區域內存在有厚度小於 $1\mu m$ 的層狀 Mg_2Sn 相且該層狀 Mg_2Sn 相將Zn相分成複數個區域者。

樹枝狀組織之面積分率為Zn及Al之固溶體(顯示Al濃度15~85%、Zn濃度15~85%的組織)所佔區域之面積分率。

塊狀 $MgZn_2$ 相之面積分率為等效圓直徑 $1\mu m$ 以上的 $MgZn_2$ 相之面積分率。

塊狀Zn相之面積分率為等效圓直徑 $2\mu m$ 以上的Zn相之面積分率。

【0087】 另，層狀 Mg_2Sn 相相對於含有層狀 Mg_2Sn 相的組織(亦即Zn相及層狀 Mg_2Sn 相)之面積分率之測定，除了將作成倍率10000倍、視野大小 $12\mu m \times 12\mu m$ 之鍍層截面的SEM反射電子影像作為測定對象外，藉由與上述相同的方法進行測定。

又，層狀 Mg_2Sn 相之平均厚度亦作成於相同的SEM反射電子影像中，測定5視野(每一視野5處)的層狀 Mg_2Sn 相之厚度平均值而算出。

【0088】 鍍層中的Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織之鑑定及面積分率是藉由以下方法進行測定。

【0089】 首先，藉由與鍍層中各組織面積分率之測定相同的方法，以SEM反射電子影像界定Al相、Zn相及 $MgZn_2$ 相三相共晶的組織。於倍率30000倍、大小 $3\mu m \times 4\mu m$ (對角線為 $5\mu m$)之長方形視野中觀察該組織的一部分(參照圖5)。此時，於長方形視野中，在畫出2條對角線時，就一條對角線而言，當對角線橫切Zn相5次以上，以及擴大到Zn相周圍的 $MgZn_2$ 相或Al相5次以上時，判定為三元共晶組織。該判定是以屬於三元共晶組織特有的「三相各自微細分散的組織」為基準。

【0090】 另，因三元共晶組織可能不均勻分布，或是不易形成三元共晶組織的組成，使三元共晶組織無法取得 $3\mu m \times 4\mu m$ 之區域時，將組織劃分成 $1\mu m$ 見方的格子狀，當格子內各相分別含有1個以上時，判定為三元共晶組織。

【0091】 其次，對與鍍層中各組織面積分率之測定相

同的SEM反射電子影像(倍率5000倍、視野大小：長 $50\mu\text{m}$ ×寬 $200\mu\text{m}$)反覆上述操作，確認三元共晶組織之連續性，並掌握三元共晶組織之輪廓(區域)。又，求取所掌握SEM反射電子影像中所佔鍍層中三元共晶組織之面積分率。

又，三元共晶組織之面積分率是作成於鍍層任意截面(於鍍層厚度方向切斷之截面)之至少5視野中，藉由上述操作所求取三元共晶組織之面積分率之平均值。

【0092】 塊狀 MgZn_2 相及塊狀Zn相之平均等效圓直徑是藉由以下方法進行測定。

於測定上述組織之面積分率時鑑定過各組織的SEM反射電子影像中，在鑑定各相中，選擇具有上位5個等效圓直徑的各相。又，將該操作進行5視野份，並將合計25個等效圓直徑之算術平均作成塊狀 MgZn_2 相及塊狀Zn相之平均等效圓直徑。

【0093】 由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層之厚度如下述般進行測定。

於測定上述組織之面積分率時鑑定過各組織的SEM反射電子影像(倍率5000倍、視野大小：長 $50\mu\text{m}$ ×寬 $200\mu\text{m}$ ，不過，作成可辨識界面合金層的視野。)中，針對所鑑定界面合金層的任意5處測定厚度。又，將5處之算術平均作成界面合金層之厚度。

【0094】 以下，說明可應用在本發明之鍍敷鋼板的後處理。

本發明之鍍敷鋼板亦可於鍍層上形成皮膜。皮膜可形

成1層或2層以上。鍍層正上方的皮膜種類例如可舉鉻酸鹽皮膜、磷酸鹽皮膜、非鉻酸鹽皮膜。形成該等皮膜的鉻酸鹽處理、磷酸鹽處理、非鉻酸鹽處理可藉由已知方法來進行。

【0095】 鉻酸鹽處理包括：電解鉻酸鹽處理，其藉由電解形成鉻酸鹽皮膜；反應型鉻酸鹽處理，其利用與素材之反應而形成皮膜，然後，洗去多餘的處理液；塗佈型鉻酸鹽處理，其將處理液塗佈於被塗物，未水洗而進行乾燥並形成皮膜。可採用任一者之處理。

【0096】 電解鉻酸鹽處理可例示：使用鉻酸、二氧化矽溶膠、樹脂(磷酸、丙烯酸樹脂、乙烯酯樹脂、醋酸乙烯酯丙烯酸乳劑、羧化苯乙烯丁二烯乳膠、二異丙醇胺改質環氧樹脂等)及硬質二氧化矽的電解鉻酸鹽處理。

【0097】 磷酸鹽處理例如可例示：磷酸鋅處理、磷酸鋅鈣處理、磷酸錳處理。

【0098】 非鉻酸鹽處理特別是對環境無負擔而較為理想。非鉻酸鹽處理包括：電解型非鉻酸鹽處理，其藉由電解形成非鉻酸鹽皮膜；反應型非鉻酸鹽處理，其利用與素材之反應而形成皮膜，然後，洗去多餘的處理液；塗佈型非鉻酸鹽處理，其將處理液塗佈於被塗物，未水洗而進行乾燥並形成皮膜。可採用任一者之處理。

【0099】 再者，於鍍層正上方的皮膜上，亦可具有1層或2層以上的有機樹脂皮膜。有機樹脂並不限於特定種類，舉例言之，可列舉如：聚酯樹脂、聚胺基甲酸酯樹脂、

環氧樹脂、丙烯酸樹脂、聚烯烴樹脂或該等樹脂之改質體等。在此，改質體是指使該等樹脂之構造中所含反應性官能基，與構造中含有可與該官能基反應的官能基之其他化合物(單體或交聯劑等)反應的樹脂。

【0100】 此種有機樹脂可混合使用1種或2種以上的有機樹脂(未改質者)，亦可混合使用1種或2種以上依下述所製得的有機樹脂：於至少1種有機樹脂之存在下，將至少1種其他有機樹脂進行改質。又，有機樹脂皮膜中亦可含有任意之著色顏料或防鏽顏料。亦可使用藉由溶解或分散於水中而水系化者。

【0101】 實施例

以下，顯示屬於本發明之一例的實施例。

【0102】 作為鍍浴，將成分調整為鍍層之化學組成構成表1中所示化學組成的鍍浴建浴。鍍浴溫度依照組成而設為465~595℃。鍍敷原板使用板厚0.8mm的熱軋鋼板(碳濃度0.2%)。原板在切斷成100mm×200mm後，藉由本公司製造的分批式熔融鍍敷試驗裝置進行鍍敷。板溫是使用點焊在鍍敷原板中心部的熱電偶進行監測。又，於表1中，當滿足本發明所揭示屬於Mg與Sn之組成平衡的式(1)時，記載為OK，未滿足時則記載為NG。

【0103】 鍍浴浸漬前，於氧濃度20ppm以下的爐內，藉由N₂-5%H₂氣體將800℃之鍍敷原板表面還原，並以N₂氣體進行氣冷，浸漬板溫度到達浴溫+20℃後，浸漬於鍍浴中約3秒。鍍浴浸漬後，以拉起速度100mm/秒拉起。拉

出時，藉由N₂拭焊氣體進行鍍敷附著量調整。

【0104】 自鍍浴中拉出鋼板後，藉由表1所示條件，將鍍層自鍍浴溫度冷卻至室溫，並製作鍍敷鋼板。

另，亦準備市售熔融鍍鋅鋼板(表1中的No.101)、合金化鍍鋅鋼板(表1中的No.102)及電鍍鋅鋼板(表1中的No.103)，並供應至上述評價。

【0105】 [表1-1]

表1-1

品分	No.	鍍層成分 (質量%)								鍍層 熔點 (℃)	鍍浴 溫度 (℃)	冷卻條件	
		Zn	Al	Mg	Sn	Si	任意元素 合計量	任意元素	式 (1)			從鍍浴溫度到320℃ 的平均冷卻速度 (℃/秒)	從320℃到280℃ 的平均冷卻速度 (℃/秒)
C	1	84.3	14	0.5	1.1	0.1	0		OK	440	460	10	40
C	2	83.8	15	0.4	0.7	0.1	0		OK	445	465	10	40
E	3	83.7	15	0.5	0.5	0.1	0.2		OK	445	465	10	40
E	4	83.4	15	0.5	1	0.1	0		OK	445	465	10	40
E	5	83.5	15	0.5	1	0.05	0		OK	445	465	10	40
C	6	83.1	15	0.5	1.2	0.2	0		OK	445	465	10	10
E	7	78.4	20	0.5	1	0.1	0		OK	475	495	10	40
C	8	76.3	22	0.5	1.2	0.01	0		OK	480	500	10	40
E	9	75.3	22	0.5	2	0.2	0		NG	480	500	10	40
E	10	76.1	22	0.5	1.2	0.2	0		OK	480	500	10	40
E	11	76.3	22	0.5	1	0.2	0		OK	480	500	10	40
E	12	76.3	22	0.5	1	0.2	0		OK	480	500	10	40
C	13	76.3	22	0.5	1	0.2	0		OK	480	500	40	40
E	14	73.1	25	0.5	1.2	0.2	0		OK	487	507	10	40
E	15	69.0	25	0.5	1.2	0.2	4.1	Bi:4.1	OK	488	508	10	40
E	16	68.3	30	0.5	1	0.2	0		OK	481	501	10	150
C	17	69.2	30	0.5	0.1	0.2	0		OK	510	530	10	40
E	18	58.3	40	0.5	1	0.2	0		OK	540	560	10	40
E	19	46.0	51	0.5	1	1.5	0		OK	565	585	10	40
E	20	38.1	60	0.5	1.2	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	21	36.1	62	0.5	1.2	0.2	0		OK	575	595	10	40
C	22	83.5	14	1	1	0.5	0		OK	430	450	10	40
E	23	82.8	15	1	1	0.2	0		OK	445	465	10	40
C	24	81.8	17	1	0	0.2	0		NG	456	476	10	40
E	25	77.8	20	1	1	0.2	0		OK	475	495	10	40
E	26	75.8	22	1	1	0.2	0		OK	480	500	10	40
E	27	74.3	22	1	2.5	0.2	0		OK	480	500	10	40
C	28	76.8	22	1	0	0.2	0		NG	480	500	10	40
C	29	74.4	22	1	2.4	0.2	0		OK	480	500	10	19
E	30	72.1	24	1	2.4	0.5	0		OK	485	505	10	40
C	31	72.1	24	1	2.4	0.5	0		OK	485	505	20	20
E	32	70.1	26	1	2.4	0.5	0		OK	490	510	10	40
E	33	70.1	26	1	2.7	0.2	0		NG	490	510	10	40
E	34	68.4	28	1	2.4	0.2	0		OK	505	525	10	40
C	35	67.6	29	1	2.4	0	0		OK	505	525	10	40
E	36	66.4	30	1	2.4	0.2	0		OK	510	530	10	40
E	37	65.8	30	1	2.6	0.2	0.4	Pb:0.1, In:0.3	OK	510	530	10	40
E	38	58.4	38	1	2.4	0.2	0		OK	535	555	10	40
E	39	56.4	40	1	2.4	0.2	0		OK	540	560	10	20
E	40	56.2	40	1	2.4	0.1	0.3	B:0.1, V:0.2	OK	540	560	10	20
E	41	51.4	45	1	2.4	0.2	0		OK	555	575	10	20
E	42	45.4	51	1	2.4	0.2	0		OK	565	585	10	20
E	43	36.4	60	1	2.4	0.2	0		OK	573	593	10	20
C	44	34.4	62	1	2.4	0.2	0		OK	575	595	10	40
C	45	34.6	60	1	2.4	2	0		OK	573	593	10	40
C	46	78.8	14	2	5	0.2	0		OK	440	460	10	40
E	47	78.0	15	2	5	0.05	0		OK	445	465	10	40
E	48	70.8	22	2	5	0.2	0		OK	480	500	10	40
C	49	71.0	22	2	5	0.01	0		OK	480	500	10	40

【0106】 [表1-2]

表1-2

區分	No.	鍍層成分 (質量%)							式 (1)	鍍層 熔點 (°C)	鍍浴 溫度 (°C)	冷卻條件	
		Zn	Al	Mg	Sn	Si	任意元素 合計量	任意元素				從鍍浴溫度到320°C 的平均冷卻速度 (°C/秒)	從320°C到280°C 的平均冷卻速度 (°C/秒)
E	50	68.8	22	2	7	0.2	0		NG	480	500	10	40
E	51	62.8	30	2	5	0.2	0		OK	510	530	10	40
E	52	57.8	35	2	5	0.2	0		OK	528	548	10	40
C	53	52.6	40	2	4	1.4	0		OK	540	560	30	30
E	54	51.6	40	2	5	1.4	0		OK	540	560	10	40
E	55	47.8	45	2	5	0.2	0		OK	555	575	10	40
E	56	41.8	51	2	5	0.2	0		OK	565	585	10	40
E	57	32.8	60	2	5	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	58	30.8	62	2	5	0.2	0		OK	575	595	10	40
E	59	74.8	15	3	7	0.2	0		OK	445	465	10	40
E	60	69.8	20	3	7	0.2	0		OK	475	495	10	40
E	61	67.8	22	3	7	0.2	0		OK	480	500	10	40
E	62	64.8	22	4	9	0.2	0		OK	480	500	10	40
E	63	65.8	22	3	9	0.2	0		NG	480	500	10	40
E	64	64.8	25	3	7	0.2	0		OK	488	508	10	40
C	65	64.8	25	3	7	0.2	0		OK	488	508	40	40
E	66	59.8	30	3	7	0.2	0		OK	510	530	10	40
E	67	54.8	35	3	7	0.2	0		OK	528	548	10	40
E	68	49.8	40	3	7	0.2	0		OK	555	575	10	40
E	69	44.8	45	3	7	0.2	0		OK	555	575	10	40
E	70	29.8	60	3	7	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	71	27.6	62	3	7.2	0.2	0		OK	575	595	10	40
C	72	74.8	14	5	6	0.2	0		OK	440	460	10	20
E	73	71.8	15	5	8	0.2	0		OK	445	465	10	20
E	74	73.1	20	5	1.5	0.2	0.2	La:0.1, Ca:0.1	OK	475	495	10	20
E	75	69.1	25	4	1.5	0.2	0.2	Ce:0.2	OK	488	508	10	40
C	76	62.8	25	5	7	0.2	0		OK	488	508	40	40
E	77	57.8	30	5	7	0.2	0		OK	510	530	10	40
E	78	48.8	40	5	6	0.2	0		OK	555	575	10	40
E	79	38.5	50	4	7	0.2	0.3	Cr:0.1, Cu:0.2	OK	565	585	10	40
E	80	27.8	60	5	7	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	81	27.8	62	5	5	0.2	0		OK	575	595	10	40
E	82	77.3	15	6	1.5	0.2	0		OK	445	465	10	40
E	83	71.3	20	7	1.5	0.2	0		OK	475	495	10	40
E	84	67.3	25	6	1.5	0.2	0		NG	488	508	10	40
C	85	64.8	25	6	4	0.2	0		OK	488	508	40	40
C	86	63.5	25	6	5	0.2	0.3	Y:0.2, Sb:0.1	NG	488	508	10	40
E	87	58.8	30	6	5	0.2	0		NG	510	530	10	40
E	88	48.8	40	7	4	0.2	0		NG	555	575	10	40
E	89	36.6	50	7	6	0.2	0.2	Sr:0.2	NG	565	585	10	40
E	90	26.8	60	6	7	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	91	74.8	14	6	5	0.2	0		NG	575	595	10	40
E	92	69.6	15	7	8	0.2	0.2	Mn:0.1, Ni:0.1	OK	445	465	10	40
E	93	63.8	20	7	9	0.2	0		OK	475	495	10	40
E	94	54.8	25	8	12	0.2	0		OK	488	508	10	40
C	95	59.8	25	8	7	0.2	0		OK	488	508	20	20
E	96	52.6	30	8	9	0.2	0.2	Co:0.1, Ti:0.1	OK	510	530	10	40
E	97	36.8	40	8	15	0.2	0		OK	555	575	10	40
E	98	23.8	50	8	18	0.2	0		OK	565	585	10	40
E	99	11.8	60	8	20	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	100	12.8	60	9	18	0.2	0		OK	573	593	10	40
C	101	市售鍍錳板											
	102	合金化鍍錳板											
	103	電鍍錳板											

【0107】 [表1-3]

表1-3

區分	No.	鍍層之組織構造						
		含有層狀相的組織	樹枝狀組織	Zn/Al/MgZn ₂ 三元共晶組織	塊狀 MgZn ₂ 相		塊狀 Zn相	
		面積分率 (%)	面積分率 (%)	面積分率 (%)	等效圓直徑 (μm)	面積分率 (%)	等效圓直徑 (μm)	面積分率 (%)
C	1	54	28	0	-	0	4	18
C	2	40	36	0	-	0	5	24
E	3	47	36	0	-	0	8	17
E	4	47	38	0	-	0	8	15
E	5	45	35	0	-	0	4	20
C	6	4	37	0	-	0	2	19
E	7	39	45	0	-	0	5	16
C	8	51	38	0	-	0	4	11
E	9	28	56	0	-	0	4	10
E	10	28	61	0	-	0	11	11
E	11	29	62	0	-	0	5	9
E	12	26	64	0	-	0	4	10
C	13	0	60	0	-	0	8	13
E	14	23	69	0	-	0	3	8
E	15	24	68	0	-	0	3	8
E	16	24	71	0	-	0	7	5
C	17	2	68	25	-	0	2	5
E	18	23	72	0	-	0	5	5
E	19	17	80	0	-	0	7	3
E	20	5	95	0	-	0	-	0
C	21	4	96	0	-	0	-	0
C	22	59	34	0	-	0	5	7
E	23	65	35	0	-	0	-	0
C	24	0	42	39	-	13	2	6
E	25	55	45	0	-	0	-	0
E	26	39	60	1	-	0	-	0
E	27	35	65	0	-	0	-	0
C	28	0	54	44	-	0	3	2
C	29	0	63	0	-	0	-	0
E	30	32	68	0	-	0	-	0
C	31	0	60	0	-	0	8	13
E	32	30	70	0	-	0	-	0
E	33	25	72	0	-	0	-	0
E	34	26	74	0	-	0	-	0
C	35	33	67	0	-	0	-	0
E	36	30	70	0	-	0	-	0
E	37	29	71	0	-	0	-	0
E	38	27	72	0	-	0	2	1
E	39	23	77	0	-	0	-	0
E	40	23	77	0	-	0	-	0
E	41	22	77	0	-	0	1	1
E	42	11	89	0	-	0	-	0
E	43	5	95	0	-	0	-	0
C	44	2	98	0	-	0	-	0
C	45	5	93	0	-	0	-	0
C	46	60	33	0	-	0	2	7
E	47	61	36	0	1	2	-	1
E	48	35	65	0	-	0	-	0
C	49	50	40	0	-	0	3	10

【0108】 [表1-4]

表1-4

區分	No.	鍍層之組織構造						
		含有層狀相的組織	樹枝狀組織	Zn/Al/MgZn ₂ 三元共晶組織	塊狀MgZn ₇ 相		塊狀Zn相	
		面積分率 (%)	面積分率 (%)	面積分率 (%)	等效直徑 (μm)	面積分率 (%)	等效直徑 (μm)	面積分率 (%)
E	50	25	58	0	—	0	4	9
E	51	29	71	0	—	0	—	0
E	52	25	74	0	1	1	—	0
C	53	0	60	0	—	0	8	13
E	54	24	73	0	1	2	—	0
E	55	20	77	0	2	3	—	0
E	56	9	87	0	2	4	—	0
E	57	5	92	0	1	3	—	0
C	58	5	95	0	—	0	—	0
E	59	60	35	0	1	5	—	0
E	60	50	49	0	2	1	—	0
E	61	31	65	0	2	4	—	0
E	62	29	60	0	2	9	—	0
E	63	25	70	0	—	0	—	0
E	64	37	61	0	2	2	—	0
C	65	0	60	0	—	0	8	13
E	66	32	68	0	—	0	—	0
E	67	29	71	0	—	0	—	0
E	68	27	72	0	1	1	—	0
E	69	23	73	0	2	4	—	0
E	70	5	92	0	2	3	—	0
C	71	3	97	0	—	0	—	0
C	72	55	37	0	2	8	—	0
E	73	57	35	0	4	8	—	0
E	74	42	51	0	3	7	—	0
E	75	38	55	0	3	7	—	0
C	76	0	75	0	2	0	—	0
E	77	31	61	0	2	8	—	0
E	78	24	69	0	5	7	—	0
E	79	6	84	0	2	8	—	0
E	80	5	86	0	2	9	—	0
C	81	3	88	0	3	9	—	0
E	82	60	29	0	1	11	—	0
E	83	50	39	0	2	11	—	0
E	84	36	52	0	2	12	—	0
C	85	0	65	0	5	11	—	0
C	86	29	62	0	5	9	—	0
E	87	27	61	0	6	12	—	0
E	88	22	67	0	8	11	—	0
E	89	6	78	0	8	14	—	0
E	90	5	82	1	8	12	—	0
C	91	51	38	0	5	11	—	0
E	92	53	30	0	9	17	—	0
E	93	47	39	0	5	14	—	0
E	94	32	51	0	9	17	—	0
C	95	0	59	0	11	15	—	0
E	96	25	56	0	8	19	—	0
E	97	22	59	0	4	19	—	0
E	98	6	72	0	12	20	—	0
E	99	5	75	0	15	20	—	0
C	100	5	70	0	15	25	—	0
C	101	市售鍍鋅鋼板						
	102	合金化鍍鋅鋼板						
	103	電鍍鋅鋼板						

【0109】 [表1-5]

表1-5

區分	No.	鍍層之組織構造								界面 合金層
		Zn相+ 板狀Mg ₂ Sn相	Sn相		Si相		Mg ₂ Si相		其他相	
		面積分率 (%)	等效圓直徑 (μm)	面積分率 (%)	等效圓直徑 (μm)	面積分率 (%)	等效圓直徑 (μm)	面積分率 (%)	面積分率 (%)	厚度 (μm)
C	1	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
C	2	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
E	3	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
E	4	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
E	5	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
C	6	40	—	0	—	0	—	0	0	0.5
E	7	0	—	0	—	0	—	0	0	0.6
C	8	0	—	0	—	0	—	0	0	1.7
E	9	0	1	6	—	0	—	0	0	0.2
E	10	0	—	0	—	0	—	0	0	0.5
E	11	0	—	0	—	0	—	0	0	0.4
E	12	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
C	13	27	—	0	—	0	—	0	0	0.3
E	14	0	—	0	—	0	—	0	0	0.2
E	15	0	—	0	—	0	—	0	0	0.2
E	16	0	—	0	—	0	—	0	0	0.8
C	17	0	—	0	—	0	—	0	0	0.4
E	18	0	—	0	—	0	—	0	0	0.7
E	19	0	—	0	—	0	—	0	0	1.2
E	20	0	—	0	—	0	—	0	0	1.1
C	21	0	—	0	—	0	—	0	0	1.8
C	22	0	—	0	—	0	—	0	0	0.2
E	23	0	—	0	—	0	—	0	0	0.1
C	24	0	—	0	—	0	—	0	0	0.4
E	25	0	—	0	—	0	—	0	0	0.1
E	26	0	—	0	—	0	—	0	0	0.2
E	27	0	—	0	—	0	—	0	0	0.1
C	28	0	—	0	—	0	—	0	0	0.2
C	29	37	—	0	—	0	—	0	0	0.4
E	30	0	—	0	—	0	—	0	0	0.1
C	31	27	—	0	—	0	—	0	0	0.1
E	32	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
E	33	0	1	3	—	0	—	0	0	0.5
E	34	0	—	0	—	0	—	0	0	0.6
C	35	0	—	0	—	0	—	0	0	1.7
E	36	0	—	0	—	0	—	0	0	0.9
E	37	0	—	0	—	0	—	0	0	0.9
E	38	0	—	0	—	0	—	0	0	1.1
E	39	0	—	0	—	0	—	0	0	1
E	40	0	—	0	—	0	—	0	0	1
E	41	0	—	0	—	0	—	0	0	1.1
E	42	0	—	0	—	0	—	0	0	1.2
E	43	0	—	0	—	0	—	0	0	1.4
C	44	0	—	0	—	0	—	0	0	2
C	45	0	—	0	1	2	—	0	0	0.1
C	46	0	—	0	—	0	—	0	0	0.3
E	47	0	—	0	—	0	—	0	0	0.2
E	48	0	—	0	—	0	—	0	0	0.1
C	49	0	—	0	—	0	—	0	0	1.9

【0110】 [表1-6]

表1-6

區分	No.	鍍層之組織構造								界面 合金層
		Zn相+ 板狀Mg ₂ Sn相	Sn相		Si相		Mg ₂ Si相		其他相	厚度 (μ m)
		面積分率 (%)	等效圓直徑 (μ m)	面積分率 (%)	等效圓直徑 (μ m)	面積分率 (%)	等效圓直徑 (μ m)	面積分率 (%)	面積分率 (%)	
E	50	0	1	8	-	0	-	0	0	0.2
E	51	0	-	0	-	0	-	0	0	0.1
E	52	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
C	53	27	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	54	0	-	0	-	0	1	1	0	0.5
E	55	0	-	0	-	0	-	0	0	0.9
E	56	0	-	0	-	0	-	0	0	0.8
E	57	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
C	58	0	-	0	-	0	-	0	0	2.1
E	59	0	-	0	-	0	-	0	0	0.1
E	60	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
E	61	0	-	0	-	0	-	0	0	0.5
E	62	0	2	2	-	0	-	0	0	0.5
E	63	0	1	5	-	0	-	0	0	0.5
E	64	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
C	65	27	-	0	-	0	-	0	0	0.2
E	66	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	67	0	-	0	-	0	-	0	0	0.8
E	68	0	-	0	-	0	-	0	0	0.9
E	69	0	-	0	-	0	-	0	0	1.5
E	70	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
C	71	0	-	0	-	0	-	0	0	2.2
C	72	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	73	0	-	0	-	0	-	0	0	0.1
E	74	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
E	75	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
C	76	25	-	0	-	0	-	0	0	0.7
E	77	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	78	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
E	79	0	-	0	-	0	1	2	0	1.4
E	80	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
C	81	0	-	0	-	0	-	0	0	1.7
E	82	0	-	0	-	0	-	0	0	0.1
E	83	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
E	84	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
C	85	24	-	0	-	0	-	0	0	0.7
C	86	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
E	87	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	88	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
E	89	0	-	0	-	0	1	2	0	1.4
E	90	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
C	91	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	92	0	-	0	-	0	-	0	0	0.1
E	93	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
E	94	0	-	0	-	0	-	0	0	0.2
C	95	26	-	0	-	0	-	0	0	0.7
E	96	0	-	0	-	0	-	0	0	0.3
E	97	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
E	98	0	-	0	-	0	1	2	0	1.4
E	99	0	-	0	-	0	-	0	0	1.3
C	100	0	-	0	-	0	-	0	0	1.5
C	101	商標鍍錫鋼板								
	102	合金化鍍錫鋼板								
	103	電鍍錫鋼板								

【0111】 [表1-7]

表1-7

區分	No.	彎曲加工性			塗裝後耐蝕性				犧牲防蝕性				耐敲擊性	耐燒黏性
		2T	4T	6T	30 循環	60 循環	90 循環	150 循環	60 循環	120 循環	240 循環	360 循環		
C	1	C	C	C	B	B	C	D	B	B	C	D	B	D
C	2	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	C	A	D
E	3	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B
E	4	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B
E	5	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B
C	6	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	B	B
E	7	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B
C	8	D	D	D	C	C	D	D	C	C	D	D	D	A
E	9	A	A	A	A	B	C	D	A	B	C	D	A	A
E	10	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B
E	11	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B
E	12	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
C	13	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	B	A
E	14	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	15	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	16	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
C	17	D	D	D	C	C	D	D	C	C	D	D	B	A
E	18	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	19	A	A	A	A	A	A	B	A	A	B	B	A	A
E	20	A	A	A	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A
C	21	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	C	A
C	22	C	C	C	B	B	C	D	B	B	C	D	B	D
E	23	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
C	24	D	D	D	C	C	D	D	C	C	D	D	B	A
E	25	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	26	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	27	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	28	D	D	D	C	C	D	D	C	C	D	D	B	A
C	29	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	B	B
E	30	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	31	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	B	A
E	32	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	33	A	A	A	A	B	C	D	A	B	C	D	A	A
E	34	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
C	35	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	C	A
E	36	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	37	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	38	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	39	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	40	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	41	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	42	A	A	A	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A
E	43	A	A	A	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A
C	44	C	C	C	C	A	B	C	A	A	B	C	C	A
C	45	C	C	C	C	B	C	D	B	B	C	D	A	A
C	46	C	C	C	C	B	C	D	B	B	C	D	B	D
E	47	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
E	48	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	49	D	D	D	C	C	D	D	C	C	D	D	D	A

【0112】 [表1-8]

表1-8

區分	No.	彎曲加工性			塗裝後耐蝕性				錆付防蝕性				耐敲擊性	耐燒結性
		2T	4T	6T	30 循環	60 循環	90 循環	150 循環	60 循環	120 循環	240 循環	360 循環		
E	50	A	A	A	A	B	C	D	A	B	C	D	A	A
E	51	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	52	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
C	53	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	B	A
E	54	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	55	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	56	B	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A
E	57	A	A	A	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A
C	58	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	C	A
E	59	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
E	60	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	61	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	62	D	B	A	A	B	C	D	A	B	C	D	B	A
E	63	A	A	A	A	B	C	D	A	B	C	D	A	A
E	64	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	65	D	C	C	B	B	C	D	B	B	C	D	B	A
E	66	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	67	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	68	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	69	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	70	A	A	A	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A
C	71	C	C	C	A	A	B	C	A	A	B	C	C	A
C	72	D	C	B	B	B	C	D	B	B	B	B	B	D
E	73	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
E	74	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	75	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	76	D	D	C	A	A	B	C	B	B	B	B	B	A
E	77	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	78	D	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
E	79	D	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
E	80	D	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
C	81	D	C	C	A	A	B	C	C	C	C	C	C	A
E	82	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
E	83	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	84	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	85	D	D	C	A	A	B	C	B	B	B	B	B	A
C	86	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
E	87	D	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
E	88	D	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
E	89	D	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
E	90	D	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
C	91	D	C	B	B	B	C	D	B	B	B	B	B	D
E	92	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
E	93	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	94	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	95	D	D	C	A	A	B	C	B	B	B	B	B	A
E	96	D	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
E	97	D	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
E	98	D	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
E	99	D	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
C	100	D	D	C	A	A	B	C	C	C	C	C	C	A
C	101	C	C	C	C	C	C	D	B	B	B	B	B	D
	102	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	A
	103	B	B	B	C	C	C	D	C	C	C	C	C	D

【0113】 針對各例中所製作鍍敷鋼板，實施以下測定及評價，並一覽顯示於上述表1中。

【0114】 -各組織之面積分率之測定-

依循前文所述方法，測定所製得鍍敷鋼板的鍍層之下述組織之面積分率。

·含有層狀 Mg_2Sn 相的組織(表中標示為「含有層狀相的組織」)

·樹枝狀組織

· $Zn/Al/MgZn_2$ 三元共晶組織

·等效圓直徑 $1\mu m$ 以上之塊狀 $MgZn_2$ 相

·等效圓直徑 $2\mu m$ 以上之塊狀 Zn 相

·於 Zn 相中混雜有板狀 Mg_2Sn 相的含有板狀 Mg_2Sn 相的組織(表中標示為「 Zn 相+板狀 Mg_2Sn 相」)

· Sn 相

· Si 相

· Mg_2Si 相

·上述組織以外的金屬間化合物相(表中標示為「其他相」)

【0115】 -各組織之平均等效圓直徑之測定-

依循前文所述方法，測定所製得鍍敷鋼板的鍍層之下述組織之平均等效圓直徑。不過，表1中，將平均等效圓直徑標示為「等效圓直徑」。

·等效圓直徑 $1\mu m$ 以上之塊狀 $MgZn_2$ 相

·等效圓直徑 $2\mu m$ 以上之塊狀 Zn 相

·Sn相

·Si相

·Mg₂Si相

【0116】 -界面合金層之厚度之測定-

依循前文所述方法，測定所製得鍍敷鋼板的界面合金層之厚度。

【0117】 -含有層狀Mg₂Sn相的組織之層狀MgSn相之平均厚度與面積分率-

製得表1所示No.26之SEM反射電子影像(BSE影像)。圖1及圖2中顯示表1所示No.26之SEM反射電子影像(BSE影像)。如由圖1中可清楚明白，鍍層1主要是由含有粒狀Mg₂Sn相的組織4及樹枝狀組織5所構成。又，調查圖2所示形成於含有粒狀Mg₂Sn相的組織4中的層狀Mg₂Sn相7之平均厚度與面積分率(層狀Mg₂Sn相相對於含有層狀Mg₂Sn相的組織(亦即Zn相及層狀Mg₂Sn相)之面積分率)。

同樣地，亦針對其他試樣，調查層狀Mg₂Sn相之平均厚度與面積分率。其結果，形成於含有層狀Mg₂Sn相的組織中的層狀Mg₂Sn相之平均厚度與面積分率之代表數值如下表2。

【0118】 [表2]

厚度(nm)	面積分率(%)
40	10
50	25
80	30
75	45
100	36
150	40
200	45

【0119】 -彎曲加工性-

鍍層之彎曲加工性之評價如下述般實施。

自所製得鍍敷鋼板切斷C方向30mm×L方向60mm(L)之試驗片。將試驗片朝C方向彎曲180°(1T彎曲)，並將鍍層加工部之頂端進行SEM觀察，計算存在於頂端部(1.6mm×30mm)的裂痕數。

將內側夾持有相同板厚試驗片4片的試驗片、內側夾持有相同板厚試驗片6片的試驗片分別朝C方向彎曲180°(6T彎曲及6T彎曲)，同樣地計算裂痕數。

又，將各鍍敷鋼板製作至少3試樣，算出存在裂痕的平均值，並評價彎曲加工性。平均裂痕數較少者可評價為塑性變形能力優異，且彎曲加工性良好。

評價基準是將存在平均裂痕數為0條而無裂痕者設為「A」，將平均裂痕數為1~20條者設為「B」，將平均裂痕數為21~100條者設為「C」，將平均裂痕數為101條以上者設為「D」。

【0120】 -塗裝後耐蝕性之評價-

鍍層之塗裝後耐蝕性之評價如下述般實施。

自所製得鍍敷鋼板採集C方向50mm×L方向100mm之

試驗片。對試驗片之鍍層表面施以磷酸鋅處理(SD5350系：日本塗料工業塗料(Nipponpaint Industrial Coatings)公司製造規格)。

其次，藉由電沈積塗裝(PN110 POWERNIX GRAY：日本塗料工業塗料(Nipponpaint Industrial Coatings)公司製造規格)，於業經磷酸鋅處理的試驗片之鍍層表面形成厚度 $20\mu\text{m}$ 之塗膜，並以燒黏溫度 150°C 、20分鐘進行塗膜之燒黏而形成電沈積塗膜。

其次，對試驗片之電沈積塗膜加入到達基鐵(鋼板)的橫切傷($40\times\sqrt{2}$ 2條)。

將所製得試驗片供應至依循JASO(M609-91)的複合循環腐蝕試驗。又，測定各經過30、60、90、150循環後的橫切周圍8處的最大膨大幅度，並求取平均值。

藉由該膨大幅度，評價塗裝後耐蝕性。評價基準是在JASO(M609-91)循環數為30、60、90、150循環的時間點，起自橫切傷的膨大幅度為 1mm 以下者設為「A」，大於 $1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ 以下者設為「B」，大於 $2\text{mm}\sim 4\text{mm}$ 以下者設為「C」，產生紅鏽者設為「D」。

【0121】 -塗裝後耐蝕性之評價-

鍍層之犧牲防蝕性之評價如下述般實施。

自所製得鍍敷鋼板採集C方向 $50\text{mm}\times$ L方向 100mm 之試驗片。對試驗片之鍍層表面施以磷酸鋅處理(SD5350系：日本塗料工業塗料(Nipponpaint Industrial Coatings)公司製造規格)。

其次，於業經磷酸鋅處理的試驗片之鍍層表面，以20 μm 實施電沈積塗裝(PN110 POWERNIX GRAY：日本塗料工業塗料(Nipponpaint Industrial Coatings)公司製造規格)，並以燒黏溫度150 $^{\circ}\text{C}$ 、20分鐘進行燒黏而形成電沈積塗膜。

其次，對試驗片之電沈積塗膜加入到達基鐵的橫切傷(40 $\times\sqrt{2}$ 2條)。

將所製得試驗片供應至依循JASO(M609-91)的複合循環腐蝕試驗。又，於30、60、90、150循環的各試驗後，藉由測微器測定基鐵之侵蝕深度，並求取平均值。

藉由該侵蝕深度，評價塗裝後耐蝕性。評價基準是在JASO(M609-91)循環數為60、120、240、360循環各自的時間點，起自橫切傷的基鐵侵蝕深度小於0.1mm者設為「A」，0.1mm以上~小於0.3mm者設為「B」，0.3mm以上~小於0.4mm者設為「C」，0.4mm以上者設為「D」。

【0122】 -耐敲擊性之評價-

鍍層之耐敲擊性如下述般實施。

作成與塗裝後耐蝕性之評價相同而準備業已對鍍層表面施以電沈積塗裝的試驗片。於該試驗片之電沈積塗膜表面，進一步地實施中塗塗裝、表塗塗裝、透明塗裝，以全體膜厚構成40 μm 之方式形成各塗膜。

使用碎石試驗機(須賀(SUGA)試驗機股份有限公司製造)，自30cm之距離以3.0kg/cm²之空氣壓，使7號碎石100g以90度之角度撞擊業已冷卻至-20 $^{\circ}\text{C}$ 的試驗片之塗

膜。然後，使用黏著膠帶，使撞擊部分的鍍層之剝離部露出，並測定剝離部分的直徑，自剝離直徑大者選擇5個，並將其平均值作成平均剝離直徑。

藉由該平均剝離直徑，評價耐敲鑿性。平均剝離直徑越小，意味著耐敲鑿性越優異。

評價基準是將平均剝離直徑小於1.0mm者設為「A」，將平均剝離直徑為1.0mm以上且小於1.5mm者設為「B」，將平均剝離直徑為1.5mm以上且小於3.0者設為「C」，將平均剝離直徑為3.0mm以上者設為「D」。

【0123】 -耐燒黏性之評價-

鍍層之耐燒黏性如下述般實施。

自所製得鍍敷鋼板分別採集C方向80mm×L方向350mm之試驗片各2片。使用仿造壓鑄模與鉸珠的治具，對2片試驗片施行拉鉸珠加工。使試驗片之鍍層形成層形成面與壓鑄模肩部及鉸珠部間，產生長度150mm以上的滑動。另，於上述試驗中所用治具的壓鑄模肩部及鉸珠部之曲率半徑分別設為2mmR及5mmR，壓鑄模之壓抵壓力設為60kNm²，拉鉸珠加工之拉拔速度設為2m/min。又，試驗時，將潤滑油(550S：日本帕卡瀨精(PARKERIZING)公司製造)10mg/m²雙面塗佈於試驗片表面。

【0124】 又，分別採集寬度：80mm×長度：350mm之一次試驗片各2片，使用仿造壓鑄模與鉸珠的治具，對其施行拉鉸珠加工，使鋼板之表面處理面與壓鑄模肩部及鉸珠部間，產生長度150mm以上的滑動，並評價耐燒黏

性。另，於上述試驗中所用治具的壓鑄模肩部及鉚珠部之曲率半徑分別設為2mmR及5mmR，壓鑄模之壓抵壓力設為60kN/m²，拉鉚珠加工之拉拔速度設為2m/min。又，試驗時，將潤滑油(550S：日本帕卡瀨精(PARKERIZING)公司製造)0.5g/m²雙面塗佈於試驗片表面。

評價基準是將目視下鍍層未燒黏於壓鑄模與鉚珠者設為「A」，將目視下鍍層雖然燒黏於壓鑄模與鉚珠但屬於輕微者設為「B」，將目視下鍍層明顯燒黏於壓鑄模與鉚珠者設為「D」。

【0125】 [符號說明]

- 1：鍍層
- 2：鋼板
- 3：界面合金層
- 4：含有層狀Mg₂Sn相的組織
- 5：樹枝狀組織
- 6：Zn相
- 7：層狀Mg₂Sn相
- 8：Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織
- 9：塊狀Zn相
- 10：塊狀MgZn₂相
- 11：於Zn相中混雜有板狀Mg₂Sn相的組織
- 20：Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織的Zn相
- 21：Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織的MgZn₂相
- 22：Zn/Al/MgZn₂三元共晶組織的Al相

【0126】 日本專利申請2017-053148之揭示可透過引用將其全體納入本說明書中。

各個文獻、專利申請及技術規格透過引用而納入者與具體且個別記載時同等，本說明書中所記載所有文獻、專利申請及技術規格可透過引用而納入本說明書中。

【符號說明】

- 1… 鍍層
- 2… 鋼板
- 3… 界面合金層
- 4… 含有層狀 Mg_2Sn 相的組織
- 5… 樹枝狀組織(含有Zn及Al之固溶體的組織)
- 6… Zn相
- 7… 層狀 Mg_2Sn 相
- 8… Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織
- 9… 塊狀Zn相
- 10… 塊狀 $MgZn_2$ 相
- 11… 於Zn相中混雜有板狀 Mg_2Sn 相的組織
- 20… Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織的Zn相
- 21… Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織的 $MgZn_2$ 相
- 22… Zn/Al/ $MgZn_2$ 三元共晶組織的Al相
- A、B… 區域



I658149

【發明摘要】

【中文發明名稱】

鍍敷鋼板

【英文發明名稱】

COATED STEEL SHEET

【中文】

一種鍍敷鋼板，其具有鋼板、及設置於前述鋼板表面之至少一部分的鍍層；前述鍍層具有以質量%計預定之化學組成，又，前述鍍層具有：面積分率5~65%之含有層狀 Mg_2Sn 相的組織、及含有Zn及Al之固溶體的組織；前述含有層狀 Mg_2Sn 相的組織為以下組織：含有Zn相及具有小於 $1\mu m$ 之厚度的層狀 Mg_2Sn 相，且前述層狀 Mg_2Sn 相將前述Zn相分成複數個區域而存在。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1…鍍層
- 2…鋼板
- 3…界面合金層
- 4…含有層狀 Mg_2Sn 相的組織
- 5…樹枝狀組織(含有Zn及Al之固溶體的組織)
- A…區域

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種鍍敷鋼板，其具有鋼板、及設置於前述鋼板表面之至少一部分的鍍層；前述鍍層具有以下化學組成：

以質量%計，含有：

Al：15%~60%、

Mg：0.5%~8.0%、

Sn：0.5%~20.0%、

Si：0.05%~1.50%、

Bi：0%~5.0%、

In：0%~2.0%、

Ca：0%~3.0%、

Y：0%~0.5%、

La：0%~0.5%、

Ce：0%~0.5%、

Cr：0%~0.25%、

Ti：0%~0.25%、

Ni：0%~0.25%、

Co：0%~0.25%、

V：0%~0.25%、

Nb：0%~0.25%、

Cu：0%~0.25%、

Mn：0%~0.25%、

Sr：0%~0.5%、

Sb：0%~0.5%、

Pb：0%~0.5%、

B：0%~0.5%，且

剩餘部分由Zn及雜質所構成；

又，前述鍍層具有：

面積分率5~65%之含有層狀Mg₂Sn相的組織、及含有Zn及Al之固溶體的組織；

前述含有層狀Mg₂Sn相的組織為以下組織：含有Zn相及具有小於1μm之厚度的層狀Mg₂Sn相，且前述層狀Mg₂Sn相將前述Zn相分成複數個區域而存在。

【第2項】 如請求項1之鍍敷鋼板，其中以質量%計，Mg之含量為0.5%~3.0%，Sn之含量為1.0%~7.5%。

【第3項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中以質量%計，前述Al之含量為20%~60%，前述Mg之含量為1.0%~2.0%，前述Sn之含量為1.0%~5.0%，及前述Si之含量為0.05%~1.0%。

【第4項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述Sn之含量及前述Mg之含量滿足下述式(1)：

$$\text{Mg} \leq \text{Sn} \leq 2.5 \times \text{Mg} \cdots \text{式}(1)$$

式(1)中，元素符號表示以質量%計的各元素之含量。

【第5項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率為20%~60%。

【第6項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述含有層狀Mg₂Sn相的組織之面積分率為30%~60%。

【第7項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其具有：面積分率為35%~95%的前述含有Zn及Al之固溶體的組織。

【第8項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~20%的等效圓直徑1 μ m以上之塊狀MgZn₂相。

【第9項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~5%的等效圓直徑1 μ m以上之塊狀MgZn₂相。

【第10項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~20%的等效圓直徑2 μ m以上之塊狀Zn相。

【第11項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中前述鍍層具有以面積分率計為0%~10%的等效圓直徑2 μ m以上之塊狀Zn相。

【第12項】 如請求項1或請求項2之鍍敷鋼板，其中於前述鋼板與前述鍍層之間更具有厚度100nm~1.5 μ m且由Al-Fe系金屬間化合物所構成的界面合金層。