



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115298345 B

(45) 授权公告日 2024.06.11

(21) 申请号 202180023035.5

(22) 申请日 2021.03.23

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115298345 A

(43) 申请公布日 2022.11.04

(30) 优先权数据  
2020-057273 2020.03.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.09.21

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2021/011993 2021.03.23

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/193632 JA 2021.09.30

(73) 专利权人 日本制铁株式会社  
地址 日本东京都

(72) 发明人 菊池庄太

(74) 专利代理机构 北京天达共和知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
11586

专利代理师 张嵩 薛仑

(51) Int.Cl.

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 38/58 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

C21D 1/18 (2006.01)

C21D 9/00 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106661699 A, 2017.05.10

US 2017314116 A1, 2017.11.02

WO 2014024825 A1, 2014.02.13

WO 2018062381 A1, 2018.04.05

WO 2019003447 A1, 2019.01.03

WO 2019026113 A1, 2019.02.07

WO 2019026116 A1, 2019.02.07

审查员 刘春涛

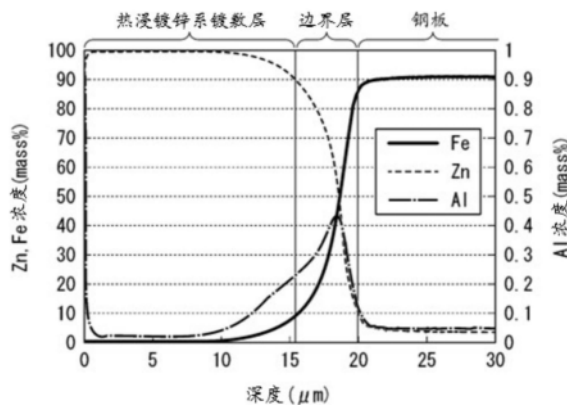
权利要求书1页 说明书16页 附图1页

(54) 发明名称

热浸镀锌钢板

(57) 摘要

该热浸镀锌钢板具备:钢板;边界层,其被配置于所述钢板的表面上;以及热浸锌系镀敷层,其被配置于所述边界层的表面上。在所述钢板的表层区域中,平均结晶粒径为4.0 μm以下,且结晶粒径的标准偏差为2.0 μm以下,在所述边界层中,最大Al浓度为0.30质量%以上。



1. 一种热浸镀锌钢板,其特征在于,具备:  
钢板;  
边界层,其被配置于所述钢板的表面上;以及  
热浸锌系镀敷层,其被配置于所述边界层的表面上;  
所述钢板的化学组分,以质量%计,含有:  
C:0.18%以上、0.50%以下,  
Si:0.10%以上、1.50%以下,  
Mn:0.5%以上、2.5%以下,  
sol.Al:0.001%以上、0.100%以下,  
Ti:0.010%以上、0.100%以下,  
S:0.0100%以下,  
P:0.100%以下,  
N:0.010%以下,  
Nb:0%以上、0.05%以下,  
V:0%以上、0.50%以下,  
Cr:0%以上、0.50%以下,  
Mo:0%以上、0.50%以下,  
B:0%以上、0.010%以下,  
Ni:0%以上、2.00%以下,以及  
REM、Ca、Co及Mg的合计:0%以上、0.0300%以下,  
剩余部分为Fe及杂质;  
在所述钢板的表层区域中,平均结晶粒径为4.0 $\mu\text{m}$ 以下,且结晶粒径的标准偏差为2.0 $\mu\text{m}$ 以下;  
在所述边界层中,最大Al浓度为0.30质量%以上,  
所述表层区域是指钢板的表面~距钢板的表面在深度方向上25 $\mu\text{m}$ 的位置的区域。
2. 如权利要求1所述的热浸镀锌钢板,其特征在于,  
所述化学组分,以质量%计,含有从以下成分构成的组中选择的一种或两种以上:  
Nb:0.02%以上、0.05%以下,  
V:0.005%以上、0.50%以下,  
Cr:0.10%以上、0.50%以下,  
Mo:0.005%以上、0.50%以下,  
B:0.0001%以上、0.010%以下,  
Ni:0.01%以上、2.00%以下,以及  
REM、Ca、Co及Mg的合计:0.0003%以上、0.0300%以下。
3. 如权利要求1或2所述的热浸镀锌钢板,其特征在于,  
所述化学组分,以质量%计,含有C:0.24%以上、0.50%以下。

## 热浸镀锌钢板

### 技术领域

[0001] 本发明涉及热浸镀锌钢板。

[0002] 本申请基于2020年3月27日于日本申请的特愿2020-057273号来主张优先权,并将其内容援引于此。

### 背景技术

[0003] 近年来,出于汽车的碰撞安全基准的严格化及耗油率提高的观点,汽车部件的高强度化的需求提高。为了达到汽车部件的高强度化,热压的应用扩大。热压是指通过对加热至成为奥氏体单相区的温度( $Ac_3$ 点)以上(例如加热至 $900^{\circ}C$ 左右)的坯料进行冲压加工,从而在成形的同时利用模具进行骤冷而进行淬火的技术。根据该技术,能够制造形状冻结性高、高强度的冲压成型品。

[0004] 在对镀锌系钢板应用热压的情况下,由于在热压后的成型品的表层残留锌成分,因此与对非镀敷的钢板进行热压而得到的成型品相比得到耐腐蚀性的提高效果。因此,对镀锌系钢板的热压的应用扩大。

[0005] 专利文献1公开了一种热冲压成型钢部件,其通过以下方法制造:具有将镀锌钢板加热至 $Ac_3$ 相变点以上的加热工序、以及在所述加热工序之后进行至少两次的热冲压成型的热冲压成型工序,所述热冲压成型工序中的任意一个热冲压成型均以满足规定的公式的方式进行。

[0006] 在对镀锌系钢板进行了热压的情况下,在热压后的成型品中,有时在点焊时发生熔敷(铜电极与成型品表面的镀敷熔融并固着的现象)。若在点焊时发生熔敷,则会产生焊接不良,为了更换铜电极而需要使生产线停止,因此不优选。在专利文献1中,未考虑点焊时的熔敷。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:国际公开第2013/147228号

### 发明内容

[0010] 发明要解决的技术问题

[0011] 本发明鉴于上述实际情况,其目的在于提供一种能够得到点焊性优异的热压成型体的热浸镀锌钢板。另外,本发明的目的在于提供一种热浸镀锌钢板,其能够在具有上述特性的基础上进一步得到具有热压成型体通常要求的强度的热压成型体。

[0012] 用于解决技术问题的技术手段

[0013] 本发明人对发生点焊时的熔敷的原因进行了调查。结果,本发明人发现,点焊时的熔敷受到热压成型体的锌系镀敷层(热压后的热浸镀锌系镀敷层)内的空隙(空孔)的很大影响,因此锌系镀敷层内的空隙越少,点焊时的熔敷越被抑制。本发明人认为,由于锌系镀敷层中的空隙的存在,通电路径局部变窄,在其中流过的电流而被过度加热,由此电极与锌系

镀敷层容易熔敷。

[0014] 另外,虽然详细机理不明,但本发明人认为,形成于热压成型体的空隙是由热压成型时的母材—热浸锌系镀敷层间的热收缩差以及镀敷层内的异相间的热收缩差引起的。本发明人对降低热压成型时的热收缩差的方法进行了研究。结果,本发明人发现,在热浸镀锌钢板中,通过将钢板的表层区域的平均结晶粒径设为 $4.0\mu\text{m}$ 以下,并且将结晶粒径的标准偏差设为 $2.0\mu\text{m}$ 以下,进而将存在于钢板与热浸锌系镀敷层之间的边界层的最大Al浓度设为0.30质量%以上,能够抑制空隙产生。

[0015] 本发明人推测,通过将钢板的表层区域和边界层设为上述这样的构成从而热浸锌系镀敷层中的空隙形成被抑制的机理如以下所述。通过钢板的表层区域的晶粒的细粒化及整粒化,Al在边界层中均匀地扩散而浓化(形成Fe-Al合金层)。认为通过线膨胀系数为Fe与Zn的中间的Al在边界层浓化,母材与热浸锌系镀敷层的热收缩差得到缓和,由此空隙形成得到抑制。

[0016] 另外,认为在镀敷层内,由于不同的相、即高Zn浓度的 $\Gamma$ 相(Fe浓度为10~30质量%)与高Fe浓度的Fe-Zn固溶体(Fe浓度为50~80质量%)的热收缩差, $\Gamma$ 相与Fe-Zn固溶体的边界成为空隙的产生起点。但是,通过Al在边界层中浓化,热压加热时的Fe-Zn合金化反应被抑制,空隙产生起点( $\Gamma$ 相与Fe-Zn固溶体的边界)的增加得到抑制。由此,推测在热压成型体的锌系镀敷层中形成的空隙减少。

[0017] 本发明人发现,为了进行钢板的表层区域的晶粒的细粒化及整粒化,控制热轧条件是有效的。本发明人发现,在热轧的精轧中,通过控制在精轧入口侧进行的除氧化皮时的水压,能够控制钢板的表层区域的温度分布,结果能够进行钢板的表层区域的晶粒的细粒化及整粒化。

[0018] 基于上述见解完成的本发明的主旨如以下所述。

[0019] [1]本发明的一个方案的热浸镀锌钢板具备钢板、被配置于所述钢板的表面上的边界层、以及被配置于所述边界层的表面上的热浸锌系镀敷层,

[0020] 所述钢板的化学组分,以质量%计,含有:

[0021] C:0.18%以上、0.50%以下,

[0022] Si:0.10%以上、1.50%以下,

[0023] Mn:0.5%以上、2.5%以下,

[0024] sol.Al:0.001%以上、0.100%以下,

[0025] Ti:0.010%以上、0.100%以下,

[0026] S:0.0100%以下,

[0027] P:0.100%以下,

[0028] N:0.010%以下,

[0029] Nb:0%以上、0.05%以下,

[0030] V:0%以上、0.50%以下,

[0031] Cr:0%以上、0.50%以下,

[0032] Mo:0%以上、0.50%以下,

[0033] B:0%以上、0.010%以下,

[0034] Ni:0%以上、2.00%以下,以及

- [0035] REM、Ca、Co及Mg的合计:0%以上、0.0300%以下,
- [0036] 剩余部分为Fe及杂质,
- [0037] 在所述钢板的表层区域中,平均结晶粒径为4.0 $\mu\text{m}$ 以下,且结晶粒径的标准偏差为2.0 $\mu\text{m}$ 以下,
- [0038] 在所述边界层中,最大Al浓度为0.30质量%以上。
- [0039] [2]上述[1]所记载的热浸镀锌钢板,所述化学组分,也可以以质量%计,含有从以下成分构成的组中选择的一种或两种以上:
- [0040] Nb:0.02%以上、0.05%以下,
- [0041] V:0.005%以上、0.50%以下,
- [0042] Cr:0.10%以上、0.50%以下,
- [0043] Mo:0.005%以上、0.50%以下,
- [0044] B:0.0001%以上、0.010%以下,
- [0045] Ni:0.01%以上、2.00%以下,以及
- [0046] REM、Ca、Co及Mg的合计:0.0003%以上、0.0300%以下。
- [0047] [3]上述[1]或[2]所记载的热浸镀锌钢板,所述化学组分,也可以以质量%计,含有C:0.24%以上、0.50%以下。
- [0048] 发明效果
- [0049] 根据本发明的上述方案,能够提供一种热浸镀锌钢板,其能够得到点焊性优异且具有热压成型体通常要求的强度的热压成型体。

## 附图说明

- [0050] 图1是本实施方式的热浸镀锌钢板的GDS分布的概略图。

## 具体实施方式

- [0051] 以下,对本实施方式的热浸镀锌钢板进行详细说明。本实施方式的热浸镀锌钢板具备钢板、被配置于钢板上的边界层、以及被配置于边界层上的热浸锌系镀敷层。
- [0052] 首先,对构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板进行说明。以下,对构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板的化学组分的限定理由进行说明。关于化学组分的%全都表示质量%。
- [0053] 构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板的化学组分,以质量%计,含有:C:0.18%以上、0.50%以下,Si:0.10%以上、1.50%以下,Mn:0.5%以上、2.5%以下,so1.A1:0.001%以上、0.100%以下,Ti:0.010%以上、0.100%以下,S:0.0100%以下,P:0.100%以下,N:0.010%以下,以及剩余部分:Fe及杂质。以下,说明各元素。
- [0054] C:0.18%以上、0.50%以下
- [0055] 碳(C)提高热压后的热压成型体的强度。若C含量过低,则得不到上述效果。因此,C含量为0.18%以上。优选为0.20%以上、0.24%以上、0.25%以上。另一方面,若C含量过高,则热浸镀锌钢板的韧性降低。因此,C含量为0.50%以下。优选为0.45%以下、0.40%以下。
- [0056] Si:0.10%以上、1.50%以下
- [0057] Si是提高热压成型体的疲劳特性的元素。另外,Si也是通过在再结晶退火中在钢

板表面形成稳定的氧化覆膜,从而提高热浸镀锌性、特别是镀敷润湿性的元素。为了得到这些效果,Si含量为0.10%以上。优选为0.15%以上、0.18%以上。另一方面,若Si含量过高,则在热压时的加热中钢中的Si扩散,在钢板表面形成氧化物。在钢板表面形成的氧化物使磷酸盐处理性降低。另外,Si也是使热浸镀锌钢板的 $Ac_3$ 点上升的元素。若热浸镀锌钢板的 $Ac_3$ 点上升,则为了充分进行奥氏体化需要提高热压时的加热温度,热压时的加热温度会超过热浸锌系镀敷层的蒸发温度。因此,Si含量为1.50%以下。优选为1.40%以下、1.20%以下、1.00%以下。

[0058] Mn:0.5%以上、2.5%以下

[0059] Mn是提高钢的淬火性的元素。为了提高淬火性而在热压成型体中得到期望的强度,Mn含量为0.5%以上。优选为1.0%以上、1.5%以上。另一方面,即使Mn含量超过2.5%,淬火性提高的效果也饱和,并且钢脆化,在铸造、热轧以及冷轧时容易产生淬火裂纹。因此,Mn含量为2.5%以下。优选为2.1%以下、2.0%以下。

[0060] sol.Al:0.001%以上、0.100%以下

[0061] Al是对钢水进行脱氧,抑制成为破坏的起点的氧化物的生成的元素。另外,Al也是具有抑制Zn与Fe的合金化反应的作用以及提高热压成型体的耐腐蚀性的作用的元素。为了得到这些效果,sol.Al含量为0.001%以上。优选为0.005%以上。另一方面,若sol.Al含量过剩,则钢板的 $Ac_3$ 点上升,为了充分进行奥氏体化需要提高加热温度,热压时的加热温度会超过热浸锌系镀敷层的蒸发温度。因此,sol.Al含量为0.100%以下。优选为0.090%以下、0.070%以下、0.050%以下。

[0062] 此外,在本实施方式中,sol.Al是指酸可溶性Al,表示以固溶状态存在于钢中的固溶Al。

[0063] Ti:0.010%以上、0.100%以下

[0064] Ti是提高热浸镀锌后的耐氧化性的元素。另外,Ti也是通过与钢中的N结合而形成氮化物(TiN),抑制B成为氮化物(BN),从而提高钢板的淬火性的元素。为了得到这些效果,Ti含量为0.010%以上。优选为0.020%以上。另一方面,若Ti含量过剩,则 $Ac_3$ 点上升,热压时的加热温度变高,从而存在生产性降低的情况,以及促进向Fe-Zn固溶体的固溶体化,从而难以确保 $\Gamma$ 相的情况。另外,若Ti含量过剩,则形成大量的Ti碳化物而固溶C量减少,由此热压成型体的强度降低。进而,存在镀敷的润湿性降低的情况、以及Ti碳化物过剩析出而热压成型体的韧性劣化的情况。因此,Ti含量为0.100%以下。优选为0.070%以下。

[0065] S:0.0100%以下

[0066] S是作为杂质而含有的元素,是在钢中形成硫化物而使热压成型体的韧性劣化,使耐延迟破坏特性降低的元素。因此,S含量为0.0100%以下。优选为0.0050%以下。S含量优选为0%,但若过度降低S含量则脱S成本增加,因此S含量可以为0.0001%以上。

[0067] P:0.100%以下

[0068] P是作为杂质而含有的元素,是偏析于晶界而使钢的韧性及耐延迟破坏特性劣化的元素。因此,P含量为0.100%以下。优选为0.050%以下。P含量优选为0%,但若过度降低P含量则脱P成本增加,因此P含量可以为0.001%以上。

[0069] N:0.010%以下

[0070] N是杂质元素,是在钢中形成粗大的氮化物而使钢的韧性降低的元素。另外,N也是

在点焊时容易产生气孔的元素。进而,在含有B的情况下,N与B结合而使固溶B量减少,使钢板的淬火性劣化。因此,N含量为0.010%以下。优选为0.007%以下。N含量优选为0%,但若过度降低N含量则制造成本增加,因此N含量可以为0.0001%以上。

[0071] 构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板的化学组分的剩余部分是Fe及杂质。作为杂质,可例示从钢原料或废料及/或制造过程中不可避免地混入,在不阻碍对本实施方式的热浸镀锌钢板进行热压而得到的热压成型体的特性的范围内被容许的元素。

[0072] 构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板也可以含有以下元素作为任意元素,来替代Fe的一部分。不含有以下任意元素的情况下的含量为0%。

[0073] Nb:0%以上、0.05%以下

[0074] Nb具有形成碳化物,在热压时使晶粒微细化的作用。通过使晶粒微细化,钢的韧性提高。为了可靠地得到该效果,Nb含量优选为0.02%以上。但是,若Nb含量过高,则存在上述效果饱和的情况以及钢的淬火性降低的情况。因此,Nb含量为0.05%以下。

[0075] V:0%以上、0.50%以下

[0076] V是通过在钢中形成微细的碳氮化物来提高强度的元素。为了可靠地得到该效果,V含量优选为0.005%以上。另一方面,若V含量超过0.50%,则在点焊时钢的韧性降低,容易产生裂纹。因此,V含量为0.50%以下。

[0077] Cr:0%以上、0.50%以下

[0078] Cr是提高钢的淬火性的元素。为了可靠地得到该效果,Cr含量优选为0.10%以上。另一方面,若Cr含量超过0.50%,则在钢中形成Cr碳化物,在热压的加热时Cr碳化物难以溶解,淬火性劣化。因此,Cr含量为0.50%以下。

[0079] Mo:0%以上、0.50%以下

[0080] Mo是提高钢的淬火性的元素。为了可靠地得到该效果,Mo含量优选为0.005%以上。但是,若Mo含量过高,则上述效果饱和。因此,Mo含量为0.50%以下。

[0081] B:0%以上、0.010%以下

[0082] B是提高钢的淬火性的元素。为了可靠地得到该效果,B含量优选为0.0001%以上。另一方面,即使B含量超过0.010%,淬火性提高的效果也饱和。因此,B含量为0.010%以下。

[0083] Ni:0%以上、2.00%以下

[0084] Ni是具有提高钢的韧性的效果、在热压的加热时抑制由液相Zn引起的脆化的效果以及提高钢的淬火性的效果的元素。为了可靠地得到这些效果,Ni含量优选为0.01%以上。另一方面,即使Ni含量超过2.00%,上述效果也饱和。因此,Ni含量为2.00%以下。

[0085] REM、Ca、Co及Mg的合计:0%以上、0.0300%以下

[0086] REM、Ca、Co及Mg是通过将硫化物和氧化物控制成优选的形状,抑制粗大的夹杂物的形成,从而抑制点焊时的裂纹的产生的元素。为了可靠地得到该效果,REM、Ca、Co及Mg的含量的合计优选为0.0003%以上。此外,为了可靠地得到上述效果,即使是REM、Ca、Co及Mg中的任意一种,其含量为0.0003%以上即可。另一方面,若REM、Ca、Co及Mg的含量的合计超过0.0300%,则夹杂物过剩生成而在点焊时容易产生裂纹。因此,REM、Ca、Co及Mg的含量的合计为0.0300%以下。

[0087] 上述钢板的化学组分通过一般的分析方法测定即可。例如,使用ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry:电感耦合等离子体-原

子发射光谱法)测定即可。此外,对于C及S使用燃烧-红外线吸收法,对于N使用惰性气体熔融-热导法测定即可。另外,对于sol.Al,使用将试样用酸加热分解后的滤液,通过ICP-AES测定即可。将被配置于热浸镀锌钢板的表面的热浸锌系镀敷层通过机械磨削除去后进行化学组分的分析即可。

[0088] 构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板具有上述化学组分,在表层区域中,平均结晶粒径为 $4.0\mu\text{m}$ 以下,且结晶粒径的标准偏差为 $2.0\mu\text{m}$ 以下。以下,对构成本实施方式的热浸镀锌钢板的钢板的表层区域进行说明。

[0089] 表层区域:平均结晶粒径为 $4.0\mu\text{m}$ 以下、结晶粒径的标准偏差为 $2.0\mu\text{m}$ 以下

[0090] 在本实施方式中,所谓表层区域是指钢板的表面~距钢板的表面在深度方向上 $25\mu\text{m}$ 的位置的区域。若该表层区域中的平均结晶粒径超过 $4.0\mu\text{m}$ 或结晶粒径的标准偏差超过 $2.0\mu\text{m}$ ,则不能抑制热压时的加热中的热浸锌系镀敷层中的锌的蒸发,在热压成型体中形成大量的空隙。结果,在热压成型体中不能得到期望的点焊性。因此,在钢板的表层区域中,平均结晶粒径为 $4.0\mu\text{m}$ 以下,且结晶粒径的标准偏差为 $2.0\mu\text{m}$ 以下。由于钢板的表层区域中的平均结晶粒径越小越优选,因此也可以为 $3.5\mu\text{m}$ 以下、 $3.0\mu\text{m}$ 以下。另外,由于钢板的表层区域中的结晶粒径的标准偏差越小越优选,因此也可以为 $1.8\mu\text{m}$ 以下、 $1.5\mu\text{m}$ 以下。

[0091] 虽不需要特别限定钢板的表层区域中的平均结晶粒径的下限,但也可以为 $1.5\mu\text{m}$ 。另外,虽然也不需要特别限定钢板的表层区域中的结晶粒径的标准偏差的下限,但也可以为 $1.0\mu\text{m}$ 。

[0092] 表层区域的平均结晶粒径及结晶粒径的标准偏差的测定方法

[0093] 表层区域的平均结晶粒径及结晶粒径的标准偏差通过EBSP-OIM(Electron Back Scatter Diffraction Pattern-Orientation Image Microscopy:电子背散射衍射-取向成像显微)法测定。EBSP-OIM法使用将扫描型电子显微镜与EBSP分析装置组合的装置及AMETEK公司制造的OIM Analysis(注册商标)进行。

[0094] 在与轧制方向平行的截面中的、钢板的表面~距钢板的表面在深度方向上 $25\mu\text{m}$ 的位置的区域中,以1200倍的倍率、 $40\mu\text{m}\times 30\mu\text{m}$ 的区域,在至少5个视野中进行分析。将相邻的测定点的角度差为 $5^\circ$ 以上的场所定义为晶界,计算晶粒的当量圆直径,将其视为结晶粒径。通过计算得到的晶粒的结晶粒径的平均值,从而得到表层区域中的平均结晶粒径。另外,通过从得到的晶粒的结晶粒径计算标准偏差,得到表层区域中的结晶粒径的标准偏差。

[0095] 此外,通过后述的方法确定钢板、边界层以及热浸锌系镀敷层,对于被确定为钢板的区域的表层区域进行上述的测定即可。

[0096] 以下,对确定钢板、边界层以及热浸锌系镀敷层的方法进行说明。

[0097] 在热浸镀锌钢板的任意位置,从表面起至深度方向(板厚方向)上 $50\mu\text{m}$ ,通过GDS(辉光放电发光分析)测定Fe、Zn及Al的浓度(质量%)。对本实施方式的热浸镀锌钢板进行GDS测定时,能够得到图1所示的GDS分布。在本实施方式中,将Fe浓度为85质量%以上的深度范围定义为钢板,将Zn浓度为90质量%以上的深度范围定义为热浸锌系镀敷层。另外,将钢板与热浸锌系镀敷层之间的深度范围定义为边界层。

[0098] 钢板的金属组织只要在热压后能够得到期望的强度及点焊性则没有特别限定,也可以以面积%计,由铁素体:20~90%、贝氏体及马氏体:0~100%、珠光体:10~80%以及残留奥氏体:0~5%构成。钢板的金属组织通过以下方法测定即可。



[0099] (铁素体及珠光体的面积率的测定方法)

[0100] 铁素体及珠光体的面积率的测定通过以下方法进行。将与轧制方向平行的截面精加工成镜面,在室温下使用不含碱性溶液的胶体二氧化硅研磨8分钟,除去导入到样品的表层的应变。在样品截面的长度方向的任意位置,以能够对距表面为板厚的1/4深度进行分析的方式,以0.1 $\mu\text{m}$ 的测定间隔,通过电子背散射衍射法对长度50 $\mu\text{m}$ 、距表面为板厚的1/8深度~距表面为板厚的3/8深度的区域进行测定,得到结晶取向信息。测定使用由热场放射型扫描电子显微镜(JEOL制JSM-7001F)和EBSP检测器(TSL制DVC5型检测器)构成的装置。此时,装置内的真空度为 $9.6 \times 10^{-5}$ Pa以下,加速电压为15kV,照射电流等级为13,电子束的照射等级为62。进而,在同一视野中拍摄反射电子像。

[0101] 首先,根据反射电子像确定铁素体和渗碳体以层状析出的晶粒,通过计算该晶粒的面积率,得到珠光体的面积率。之后,对于除了被判别为珠光体的晶粒之外的晶粒,使用EBSP分析装置附属的软件“OIM Analysis(注册商标)”所搭载的“晶粒平均取向差(Grain Average Misorientation)”功能,将得到的结晶取向信息的晶粒平均取向差值为 $1.0^\circ$ 以下的区域判定为铁素体。通过求出被判定为铁素体的区域的面积率,得到铁素体的面积率。

[0102] (残留奥氏体的面积率的测定方法)

[0103] 残留奥氏体的面积率通过背散射电子衍射图像(EBSP)测定。由EBSP进行的分析使用在与测定上述铁素体的体积率时相同的样品采集位置采集的样品,以能够对距热轧钢板的表面为板厚的1/4深度进行分析的方式,对距表面为板厚的1/8深度~距表面为板厚的3/8深度的区域进行。样品在使用#600~#1500的碳化硅纸进行研磨后,使用将粒度1~6 $\mu\text{m}$ 的金刚石粉末分散在醇等稀释液或纯水中的液体精加工成镜面后,以充分除去测定截面的应变为目的通过电解研磨进行精加工。此外,在电解研磨中,为了除去观察面的机械研磨应变,最小研磨20 $\mu\text{m}$ 即可,最大研磨50 $\mu\text{m}$ 即可。若考虑端部的塌边,则优选为30 $\mu\text{m}$ 以下。

[0104] 利用EBSP的测定将加速电压设为15~25kV,以至少0.25 $\mu\text{m}$ 以下的间隔进行测定,取得在板厚方向上150 $\mu\text{m}$ 以上、在轧制方向上250 $\mu\text{m}$ 以上的范围内的各测定点的结晶取向信息。使用EBSP分析装置附属的软件“OIM Analysis(注册商标)”所搭载的“相位图(Phase Map)”功能,将得到的结晶结构中的结晶结构为fcc的结晶结构判定为残留奥氏体。通过求出被判定为残留奥氏体的测定点的比率,从而得到残留奥氏体的面积率。

[0105] 在此,由于测定点数量越多越优选,因此测定间隔越窄、或而且定范围越宽越好。但是,在测定检测小于0.01 $\mu\text{m}$ 的情况下,相邻点与电子束的扩展宽度干扰。因此,测定间距为0.01 $\mu\text{m}$ 以上。另外,测定范围最大为在板厚方向上200 $\mu\text{m}$ 、在板宽方向上400 $\mu\text{m}$ 即可。另外,测定使用由热场放射型扫描电子显微镜(JEOL制JSM-7001F)和EBSP检测器(TSL制DVC5型检测器)构成的装置。此时,装置内的真空度为 $9.6 \times 10^{-5}$ Pa以下,照射电流等级为13,电子束的照射等级为62。

[0106] (贝氏体及马氏体的面积率的测定方法)

[0107] 本实施方式的贝氏体及马氏体的面积率的合计为从100%减去铁素体、珠光体的面积率以及通过上述方法测定的残留奥氏体的体积率的合计而得到值。

[0108] 本实施方式的热浸镀锌钢板具备上述的钢板、被配置于钢板上的边界层、以及被配置于边界层上的热浸锌系镀敷层。以下,对边界层及热浸锌系镀敷层进行说明。

[0109] 边界层:最大Al浓度为0.30质量%以上

[0110] 在本实施方式中,所谓边界层是指存在于上述的钢板与后述的热浸锌系镀敷层之间的层。构成本实施方式的热浸镀锌钢板的边界层的最大Al浓度为0.30质量%以上。若边界层中的最大Al浓度小于0.30质量%,则在热压成型体中不能得到期望的点焊性。因此,边界层中的最大Al浓度为0.30质量%以上。优选为0.35质量%以上、0.40质量%以上。由于边界层中的最大Al浓度越高越好,因此上限不需要特别规定,也可以为1.00质量%。

[0111] 边界层中的最大Al浓度的测定方法

[0112] 边界层中的最大Al浓度通过以下方法测定。在热浸镀锌钢板的任意5处,从表面起至深度方向(板厚方向)上50 $\mu\text{m}$ ,通过GDS(辉光放电发光分析)测定Fe、Zn及Al的浓度(质量%)。在各测定部位中,求出将Fe浓度为85质量%以上的深度范围定义为钢板,将Zn浓度为90质量%以上的深度范围定义为热浸锌系镀敷层,将钢板与热浸锌系镀敷层之间的深度范围定义为边界层时的、边界层中的最大Al浓度(质量%)。通过计算各测定部位中边界层的最大Al浓度的平均值,从而得到边界层中的最大Al浓度。

[0113] 热浸锌系镀敷层

[0114] 在本实施方式中,所谓热浸锌系镀敷层是指Zn浓度为90质量%以上的层。在热浸锌系镀敷层中,作为Zn之外的元素,含有0.01质量%以上1.00质量%以下的Al。另外,作为剩余部分,也可以含有10质量%以下的Fe。

[0115] 板厚

[0116] 本实施方式的热浸镀锌钢板的板厚没有特别限定,但出于车身轻量化的观点,优选为0.5~3.5mm。

[0117] 接着,对本实施方式的热浸镀锌钢板的制造方法进行说明。

[0118] 首先,将具有上述化学组分的钢坯加热至1200 $^{\circ}\text{C}$ 以上,在1200 $^{\circ}\text{C}$ 以上的温度范围内保持20分钟以上后,进行热轧。在810 $^{\circ}\text{C}$ 以上的温度范围内结束精轧,在750 $^{\circ}\text{C}$ 以下的温度范围内进行卷取。

[0119] 在本实施方式的热浸镀锌钢板的制造方法中,为了进行钢板的表层区域的细粒化及整粒化、即为了使表层区域中的平均结晶粒径为4.0 $\mu\text{m}$ 以下且使结晶粒径的标准偏差为2.0 $\mu\text{m}$ 以下,对精轧中的除氧化皮的水压进行控制。除氧化皮是通过喷嘴对钢板的上表面和下表面喷射水,从而除去在钢板表面形成的氧化皮的工序。在通过多个喷嘴喷射水而进行除氧化皮的情况下,进行控制以使得多个喷嘴的水压中的最大的水压为后述的水压的范围内。

[0120] 在热轧中,进行粗轧和精轧。在精轧中,通过多个精轧机来轧制粗轧后的钢坯。在本实施方式的热浸镀锌钢板的制造方法中,对粗轧后且精轧的第一道次前(F1前)的除氧化皮以及精轧后的第一道次后(F1后)的除氧化皮中的水压进行控制。除氧化皮的水压与冷却能力成比例。通过对F1前以及F1后的除氧化皮中的水压进行控制,来控制钢板的表层区域的温度分布。由此,能够在钢板的表层区域中抑制奥氏体晶粒的生长而使其微细化,并且能够使结晶粒径均匀。

[0121] 在粗轧后且精轧的第一道次前(F1前)的除氧化皮中,水压为10MPa以上、40MPa以下。一般,F1前的除氧化皮以除去在钢板的表面形成的氧化皮为目的而进行。在F1前的除氧化皮的水压小于10MPa时,在精轧中咬入剥离的氧化皮,热轧板的凹凸变得显著,并且在经过酸洗和冷轧后也作为图案残留,引起外观不良。另外,若F1前的除氧化皮的水压小于

10MPa,则在钢板的表层区域中不能得到期望的平均结晶粒径及结晶粒径的标准偏差。因此,F1前的除氧化皮的水压为10MPa以上。

[0122] 如上所述,F1前的除氧化皮一般以除去氧化皮为目的而进行,但若F1前的除氧化皮的水压过高,则在钢板的表层区域中不能得到期望的平均结晶粒径及结晶粒径的标准偏差。因此,F1前的除氧化皮的水压为40MPa以下。

[0123] 仅在粗轧后且精轧的第一道次前(F1前)进行除氧化皮时,由于不能均匀地冷却钢板、产生回热等理由,不能减小钢板的表层区域中的结晶粒径的标准偏差。因此,在本实施方式的热浸镀锌钢板的制造方法中,不仅在F1前,在精轧后的第一道次后(F1后)也进行除氧化皮。F1后的除氧化皮中的水压为2MPa以上、10MPa以下。若F1后的除氧化皮中的水压小于2MPa或超过10MPa,则在钢板的表层区域中不能得到期望的结晶粒径的标准偏差。另外,若F1后的除氧化皮中的水压超过10MPa,则钢板强度上升,有时在热轧后难以进行卷取。

[0124] 在粗轧后且精轧的第一道次前(F1前)及精轧后的第一道次后(F1后)进行除氧化皮的情况下,优选在精轧后的第二道次后(F2后)也进行除氧化皮。通过在F2后进行除氧化皮,能够进一步减小钢板的表层区域中的晶粒的标准偏差,结果能够进一步提高热浸镀锌钢板的点焊性。在F2后进行除氧化皮的情况下,水压优选为2MPa以上、10MPa以下。

[0125] 对于精轧后的第三道次之后的除氧化皮没有特别限定。

[0126] 在精轧结束后,根据需要进行冷轧,实施热浸镀锌。也可以在热轧与冷轧之间进行酸洗。冷轧为通常的累积压下率、例如累积压下率为30~90%的冷轧即可。

[0127] 热浸镀锌可以使用连续热浸镀锌生产线进行。热浸镀锌系镀敷层的附着量没有特别限定,是一般的附着量即可。例如,每一面的镀敷附着量为5~150g/m<sup>2</sup>即可。

[0128] 若将热浸镀锌系镀敷层合金化而设为合金化热浸镀锌层,则发挥牺牲防腐蚀作用的镀敷层中的高Zn浓度的 $\Gamma$ 相会消失,耐腐蚀性降低。在电镀锌中,需要用于使合金化延迟的添加元素,制造成本增加,因此不优选。

[0129] 通过以上方法,能够制造本实施方式的热浸镀锌钢板。在制造热压成型体的情况下,优选在以下条件下对本实施方式的热浸镀锌钢板进行热压。

[0130] 首先,优选以加热温度成为“Ac<sub>3</sub>点和800℃”中的较高的温度~950℃的方式对本实施方式的热浸镀锌钢板进行加热。另外,优选将加热时间(从将热浸镀锌钢板放入加热炉至在该加热温度下保持并将热浸镀锌钢板从加热炉取出的时间(加热炉搬入~加热炉搬出的时间))设为60~600秒。此外,Ac<sub>3</sub>点由以下式(1)表示。

[0131] 通过将加热温度设为“Ac<sub>3</sub>点和800℃”中的较高的温度以上以及将加热时间设为60秒以上,能够充分进行奥氏体化,作为结果能够得到具有期望的强度的热压成型体。通过将加热温度设为950℃以下以及将加热时间设为600秒以下,能够抑制过度进行合金化。加热时的平均加热速度为0.1~200℃/s即可。在此所说的平均加热速度是将加热开始时的钢板表面温度与加热温度的温度差除以从加热开始时至达到加热温度时的时间差而得到的值。在“Ac<sub>3</sub>点和800℃”中的较高的温度~950℃的温度范围的保持中,可以使钢板温度变动,也可以为恒定。

[0132] 作为热压前的加热方法,可举出由电炉或燃气炉等进行的加热、火焰加热、通电加热、高频加热、感应加热等。

[0133]  $Ac_3(^\circ C) = 910 - 203 \times C^{0.5} - 30 \times Mn + 44.7 \times Si + 400 \times Ti \cdots (1)$

[0134] 式(1)中的元素符号表示该元素的以质量%计的含。

[0135] 在上述的加热及保持后,进行热压。在热压后,例如优选以20~500℃/s的平均冷却速度进行冷却至250℃以下的温度范围。

[0136] 通过以上方法,能够得到使用本实施方式的热浸镀锌钢板制造的热压成型体。该热压成型体由于锌系镀敷层(热压后的热浸镀锌系镀敷层)中的空隙的形成得到抑制,因此点焊性优异且具有热压成型体通常要求的强度。

[0137] [实施例]

[0138] 接着,说明本发明的实施例,但实施例中的条件是为了确认本发明的实施可能性及效果而采用的一个条件例,本发明并不限于这一个条件例。本发明只要不脱离本发明的主旨,达到本发明的目的,就能够采用各种条件。

[0139] 将铸造表1-1和表1-2所示的化学组分的钢水而制造的钢坯加热至1200℃以上并保持20分钟以上后,以精轧结束温度成为810℃以上的方式进行热轧,进而进行冷轧,由此得到钢板。在热轧的精轧时,以表2-1和表2-2所示的水压向钢板的上下表面喷射水而进行除氧化皮。此外,在表2-1和表2-2中,“F1前”表示粗轧后且精轧的第一道次前的除氧化皮的水压(MPa),“F1后(F1-F2间)”表示精轧的第一道次后的除氧化皮的水压(MPa),“F2后(F2-F3间)”表示精轧的第二道次后的除氧化皮的水压(MPa)。

[0140] 冷轧时的累积压下率为30~90%。对于得到的钢板,通过连续热浸镀锌生产线形成热浸镀锌系镀敷层,从而得到表2-1和表2-2所示的热浸镀锌钢板。热浸镀锌系镀敷层的附着量为每一面5~150g/m<sup>2</sup>。

[0141] 对于得到的热浸镀锌钢板,通过上述方法对钢板的表层区域的平均结晶粒径及结晶粒径的标准偏差、钢板的金属组织、以及边界层的最大Al浓度进行测定。

[0142] 对于得到的热浸镀锌钢板,通过表2-1和表2-2所示的条件,制造表2-1和表2-2所示的热压成型体。此外,热压前的加热中的平均加热速度为0.1~200℃/s,在热压后以20~500℃/s的平均冷却速度冷却至250℃以下的温度范围。

[0143] 表中的下划线表示在本发明的范围外、偏离优选的制造条件或特性值不优选。

[0144] 对于得到的热压成型体,通过以下方法对构成热压成型体的锌系镀敷层中的空隙的截面面积率进行测定。

[0145] 首先,以能够观察与表面垂直的截面(板厚截面)的方式,从距离热压成型体的端面50mm以上的任意位置(在不能从该位置采集的情况下为避开端部的位置)切出样品。样品的大小为能够在轧制方向上观察10mm左右的大小。

[0146] 接着,对观察截面进行研磨,使用SEM(扫描电子显微镜)以300倍的倍率进行拍摄后,通过二值化图像处理来计算空隙的截面面积率。空隙的截面面积率的计算使用Keyence公司制数字显微镜VHX-5000的内置软件,进行基于亮度的空隙判别以及空隙的自动面积测量。

[0147] 对于构成热压成型体和钢板与锌系镀敷层,使用SEM-EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy:能量色散X射线光谱)沿板厚方向进行线分析,通过进行Fe浓度的定量分析来判别。在本实施例中,使用SEM(日立高新技术公司制造的NB5000)、EDS(Bruker AXS公司制造的XFlash(r)6|30)、EDS分析软件(Bruker AXS公司制造的ESPRIT1.9)。将进行SEM观察时为在板厚方向上存在于最深的位置的区域、且除测定噪音之外Fe含量超过80质量%

的区域判断为钢板,将其以外的区域判断为锌系镀敷层。

[0148] 热压成型体的机械特性(拉伸强度及点焊性)通过以下方法进行评价。

[0149] 拉伸强度

[0150] 热压成型体的拉伸强度通过以下方法求出:从热压成型体的任意位置制作JIS Z 2241:2011所记载的5号试验片,按照JIS Z 2241:2011所记载的试验方法求出。对于拉伸强度为1500~2500MPa的情况,由于具有热压成型体通常要求的强度,因此判定为合格。另外,认为拉伸强度小于1500MPa的情况强度差、拉伸强度超过2500MPa的情况强度过高而韧性及延展性差,因此判定为不合格。

[0151] 点焊性

[0152] 对于热压成型体,从除了距端面10mm以内的区域之外的位置采集2片100mm×30mm的试验片,将这些试验片重合,在以下条件下使电流变化并实施点焊。

[0153] 加压力:400kgf

[0154] 通电时间:15循环

[0155] 保持时间:9循环

[0156] 电极头形状:DR型,前端 $\phi 6\text{mm}$ -曲率半径R40mm

[0157] 将熔核直径为 $4\sqrt{t}$ ( $t$ 是试验片的板厚)的电流记为 $I_0$ ,进而一边进一步提高电流一边进行点焊,求出产生熔敷的电流(熔敷电流 $I_s$ )。

[0158] 另外,对于所得到的熔敷电流 $I_s$ ,按照以下基准对点焊性进行了评价。其中, $I_0$ (kA)为熔核直径为 $4\sqrt{t}$ ( $t$ 是试验片的板厚)的电流, $I_a$ (kA)为 $I_0 \times 1.4$ 。被评价为良好(Good)和可(Fair)的例子,作为点焊性优异而判定为合格,另一方面,被评价为不可(Bad)的例子,作为点焊性差而判定为不合格。

[0159] 良好(Good): $I_s > I_a \times 1.15$

[0160] 可(Fair): $I_a \times 1.10 < I_s \leq I_a \times 1.15$

[0161] 不可(Bad): $I_s \leq I_a \times 1.10$

[0162] [表1-1]

[0163]

钢 No.	化学组分 (质量%) 剩余部分为Fe及杂质											A <sub>c3</sub> (°C)	备注
	C	Si	Mn	Al	Ti	S	P	N	其他				
1	0.19	0.20	2.4	0.030	0.025	0.0020	0.004	0.003			768	本发明钢	
2	0.49	0.15	2.0	0.030	0.035	0.0020	0.010	0.003			729	本发明钢	
3	0.31	0.10	1.8	0.040	0.025	0.0020	0.010	0.003			757	本发明钢	
4	0.31	1.40	1.8	0.040	0.025	0.0020	0.010	0.003			816	本发明钢	
5	0.33	0.20	0.5	0.040	0.025	0.0020	0.015	0.005			797	本发明钢	
6	0.33	0.20	2.5	0.040	0.025	0.0020	0.015	0.005			737	本发明钢	
7	0.33	0.15	1.8	0.050	0.050	0.0002	0.090	0.005			766	本发明钢	
8	0.33	0.15	1.8	0.050	0.050	0.0100	0.090	0.005			766	本发明钢	
9	0.34	0.18	1.5	0.040	0.010	0.0030	0.010	0.005			759	本发明钢	
10	0.34	0.18	1.5	0.040	0.100	0.0030	0.010	0.005			795	本发明钢	
11	0.33	0.15	1.5	0.040	0.025	0.0020	0.090	0.005			765	本发明钢	
12	0.33	0.15	1.5	0.040	0.025	0.0020	0.001	0.005			765	本发明钢	
13	0.22	0.20	1.8	0.090	0.025	0.0030	0.010	0.005			780	本发明钢	
14	0.22	0.20	1.8	0.005	0.025	0.0030	0.010	0.005			780	本发明钢	
15	0.22	0.18	1.8	0.040	0.030	0.0020	0.010	0.010			781	本发明钢	
16	0.22	0.18	1.8	0.040	0.030	0.0020	0.010	0.003			781	本发明钢	
17	0.33	0.20	2.0	0.040	0.024	0.0020	0.010	0.005			752	本发明钢	

[0164] [表1-2]

[0165]

钢 No.	化学组分 (质量%) 剩余部分为Fe及杂质											A <sub>c3</sub> (°C)	备注
	C	Si	Mn	Al	Ti	S	P	N	其他				
18	0.33	0.21	2.0	0.040	0.024	0.0020	0.010	0.005	Nb:0.05			752	本发明钢
19	0.33	0.20	2.0	0.040	0.025	0.0020	0.010	0.005	V:0.20			752	本发明钢
20	0.33	0.20	2.0	0.040	0.025	0.0020	0.010	0.005	Cr:0.20			752	本发明钢
21	0.33	0.22	1.9	0.040	0.022	0.0020	0.010	0.005	Mo:0.02			755	本发明钢
22	0.34	0.25	1.9	0.040	0.023	0.0020	0.020	0.005	B:0.003			755	本发明钢
23	0.33	0.25	2.0	0.040	0.022	0.0020	0.020	0.005	Ni:0.04			753	本发明钢
24	0.31	0.20	2.1	0.040	0.024	0.0020	0.010	0.005	Mg:0.001			753	本发明钢
25	0.31	0.20	2.1	0.040	0.024	0.0020	0.010	0.005	Ca:0.001, Mg:0.001			753	本发明钢
26	0.31	0.20	2.0	0.040	0.024	0.0020	0.010	0.005	REM:0.001, Co:0.005			756	本发明钢
27	0.17	0.20	2.0	0.040	0.022	0.0020	0.010	0.005				784	比较钢
28	0.52	0.20	2.0	0.040	0.022	0.0020	0.010	0.005				721	比较钢
29	0.23	1.60	1.8	0.050	0.023	0.0020	0.010	0.005				839	比较钢
30	0.22	0.20	0.4	0.050	0.025	0.0040	0.009	0.005				822	比较钢
31	0.49	0.20	2.6	0.050	0.025	0.0040	0.009	0.005				709	比较钢
32	0.22	0.20	2.0	0.040	0.020	0.0130	0.010	0.005				772	比较钢
33	0.22	0.20	1.6	0.040	0.008	0.0010	0.010	0.005				779	比较钢
34	0.22	0.20	1.6	0.040	0.110	0.0010	0.010	0.005				820	比较钢
35	0.22	0.20	2.0	0.040	0.020	0.0010	0.110	0.005				772	比较钢
36	0.22	0.20	1.8	0.020	0.030	0.0030	0.020	0.015				782	比较钢
37	0.33	1.20	1.9	0.040	0.025	0.0020	0.010	0.005				800	本发明钢
38	0.33	1.00	2.0	0.040	0.025	0.0020	0.010	0.005				788	本发明钢

下划线表示在本发明的范围外。

[0166] [表2-1]

[0167]

制造 No.	钢 No.	精轧			表层区域		边界层		热压条件		热压成型体				备注		
		F1前 (MPa)	F1后 (F1-F2间) (MPa)	F2后 (F2-F3间) (MPa)	平均结晶粒径 (μm)	标准偏差 (μm)	最大 Al 浓度 (质量%)	加热温度 (°C)	加热时间 (s)	空隙截面面积率 (%)	拉伸强度 (MPa)	4√t 电流 I <sub>0</sub> (kA)	连续打点电流 I <sub>0</sub> (kA)	点焊性 OK 判定基准 (kA)		熔敷电流 I <sub>0</sub> (kA)	判定
1	1	40	2	2	2.9	1.8	0.35	880	120	7.0	1505	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例
2	2	40	2	2	2.7	1.7	0.38	820	90	3.0	2480	5.70	7.98	9.18	10.00	良好	本发明例
3	3	40	5	5	3.2	1.5	0.36	850	60	5.1	1950	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例
4	4	40	5	5	3.1	1.8	0.33	850	60	5.5	1920	5.80	8.12	9.34	9.50	良好	本发明例
5	5	35	5	3	3.2	1.4	0.35	900	180	7.1	2010	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例
6	6	35	5	3	3.3	1.5	0.42	830	90	4.0	2030	5.70	7.98	9.18	10.00	良好	本发明例
7	7	35	5	3	2.9	1.7	0.45	850	60	5.1	1980	5.60	7.84	9.02	10.00	良好	本发明例
8	8	35	5	3	3.2	1.9	0.38	850	60	5.0	1975	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例
9	9	30	10	5	3.1	1.8	0.32	950	90	12.7	2100	5.80	8.12	9.34	9.50	良好	本发明例
10	10	10	10	5	3.9	1.6	0.35	950	90	11.2	2000	6.00	8.40	9.66	10.00	良好	本发明例
11	11	30	10	10	3.5	1.8	0.41	880	90	8.3	2025	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	本发明例
12	12	30	10	10	3.0	1.6	0.42	880	90	7.9	2035	5.80	8.12	9.34	9.50	良好	本发明例
13	13	30	10	10	3.3	1.5	0.45	850	120	7.7	1530	5.80	8.12	9.34	10.50	良好	本发明例
14	14	30	10	10	3.3	1.1	0.32	850	120	9.0	1550	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	本发明例
15	15	35	5	3	3.8	1.7	0.35	850	120	10.1	1530	5.70	7.98	9.18	10.00	良好	本发明例
16	16	35	5	3	3.1	1.2	0.42	850	120	9.4	1565	6.00	8.40	9.66	10.00	良好	本发明例
17	17	35	5	3	3.2	1.5	0.48	850	120	3.9	2045	5.80	8.12	9.34	10.50	良好	本发明例
18	18	35	10	5	2.6	1.0	0.46	850	120	3.8	2020	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例
19	19	20	10	5	3.7	1.9	0.41	850	120	3.7	2060	5.60	7.84	9.02	10.00	良好	本发明例
20	20	20	10	5	3.6	1.7	0.38	850	120	6.1	2055	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例
21	21	25	10	5	3.5	1.4	0.35	850	120	8.0	2040	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	本发明例
22	22	25	10	5	3.7	1.6	0.39	850	120	9.3	2010	5.80	8.12	9.34	9.50	良好	本发明例
23	23	25	10	5	3.0	1.4	0.42	850	120	5.5	2100	5.70	7.98	9.18	10.00	良好	本发明例
24	24	35	5	5	3.3	1.8	0.41	850	120	9.2	1980	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	本发明例
25	25	35	5	5	3.1	1.8	0.43	850	150	7.6	2000	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	本发明例
26	26	35	5	5	3.5	1.4	0.39	850	120	6.4	1940	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例

[0168] [表2-2]



[0169]

制造 No.	钢 No.	精轧			表层区域	边界层	热压条件		热压成型体					备注			
		F1前 (MPa)	F1后 (F1-F2间) (MPa)	F2后 (F2-F3间) (MPa)			平均结晶粒径 (μm)	标准偏差 (μm)	最大 Al 浓度 (质量%)	加热温度 (°C)	加热时间 (s)	空隙截面面积率 (%)	拉伸强度 (MPa)		4√t 电流 I <sub>0</sub> (kA)	连续打点电流 I <sub>a</sub> (kA)	OK 判定基准 (kA)
27	27	35	10	5	3.4	1.2	0.33	850	120	5.2	1475	6.00	8.40	9.66	10.00	良好	比较例
28	28	35	10	5	3.9	1.8	0.34	850	120	6.1	2550	5.90	8.26	9.50	9.50	良好	比较例
29	29	35	5	5	3.8	1.4	0.36	820	120	3.2	1380	5.90	8.26	9.50	10.50	良好	比较例
30	30	35	5	3	3.6	1.2	0.40	850	60	8.1	1450	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	比较例
31	31	35	5	3	3.7	2.0	0.42	900	180	4.9	2550	6.10	8.54	9.82	10.00	良好	比较例
32	32	30	10	5	3.9	1.8	0.32	810	60	10.2	1440	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	比较例
33	33	30	10	10	3.3	2.0	0.36	810	60	7.4	1300	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	比较例
34	34	30	10	10	3.0	1.3	0.43	810	60	6.2	1120	5.70	7.98	9.18	10.00	良好	比较例
35	35	30	5	3	3.7	1.5	0.31	880	60	7.1	1340	5.90	8.26	9.50	10.00	良好	比较例
36	36	30	5	3	3.4	2.0	0.31	810	60	10.7	1450	5.80	8.12	9.34	9.50	良好	比较例
37	17	无	10	5	5.3	2.3	0.25	850	120	18.4	1920	6.10	8.54	9.82	8.50	不可	比较例
38	17	5	5	5	4.7	2.1	0.26	850	120	16.2	1950	6.00	8.40	9.66	9.00	不可	比较例
39	17	50	5	3	3.6	2.6	0.28	850	120	16.0	2020	6.00	8.40	9.66	9.00	不可	比较例
40	17	40	无	5	3.9	2.7	0.24	850	120	15.9	1975	6.00	8.40	9.66	9.00	不可	比较例
41	17	40	1	5	3.8	2.2	0.27	850	120	18.3	1980	5.90	8.26	9.50	9.00	不可	比较例
42	17	40	15	5	3.2	2.6	0.27	850	120	17.5	2030	6.00	8.40	9.66	9.00	不可	比较例
43	17	40	2	无	3.9	2.0	0.38	850	120	13.2	1985	6.00	8.40	9.66	9.50	可	本发明例
44	17	40	5	无	3.5	2.0	0.33	850	120	14.5	1980	6.00	8.40	9.66	9.50	可	本发明例
45	17	40	10	无	3.2	1.9	0.35	850	120	13.3	2025	6.00	8.40	9.66	9.50	可	本发明例
46	37	40	5	5	3.1	1.8	0.35	850	60	6.9	2000	5.70	7.98	9.18	9.50	良好	本发明例
47	38	40	5	5	3.0	1.9	0.39	850	60	5.2	1940	5.80	8.12	9.34	10.00	良好	本发明例

下划线表示在本发明的范围外、制造条件不优选、特性不优选。

[0170] 观察表2-1和表2-2,可知本发明例的拉伸强度为1500~2500MPa,在热压成型体中空隙的截面面积率降低至15.0%以下,作为结果点焊性优异。特别是,制造No.1~26在热压成型体中空隙的截面面积率降低至13.0%以下,点焊性更良好。此外,关于表2-1和表2-2的

本发明例,构成热浸镀锌钢板的钢板的金属组织,以面积率计,由铁素体:20~90%、贝氏体及马氏体:0~100%、珠光体:10~80%以及残留奥氏体:0~5%构成。

[0171] 另一方面,可知表2-2的比较例的拉伸强度在1500~2500MPa的范围外,及/或空隙的截面面积率超过15.0%,点焊性差。

[0172] 工业可利用性

[0173] 根据本发明的上述方案,能够提供一种热浸镀锌钢板,其能够得到点焊性优异且具有热压成型体通常要求的强度的热压成型体。

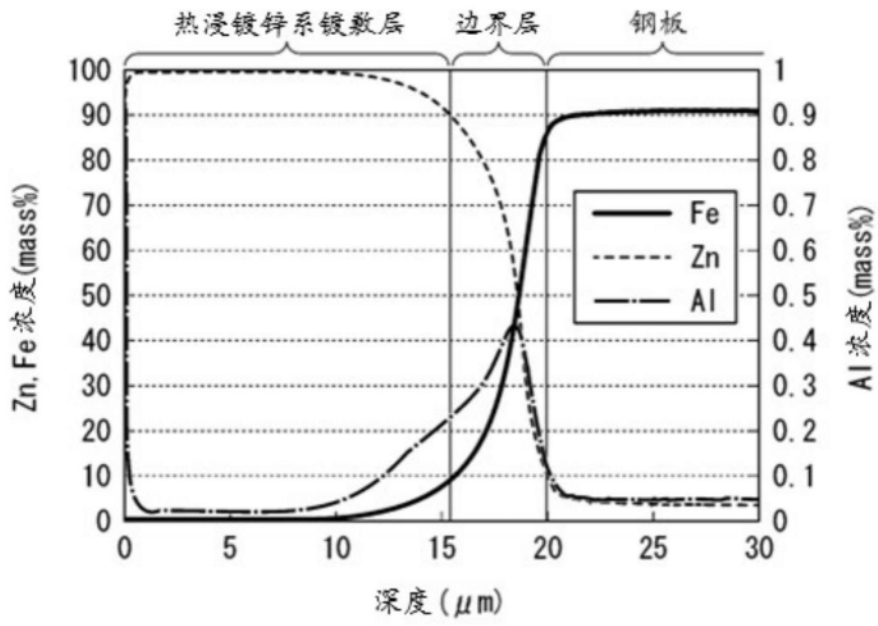


图1