



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 107002213 B

(45)授权公告日 2020.04.24

(21)申请号 201580038605.2

(22)申请日 2015.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107002213 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(30)优先权数据

102014109943.5 2014.07.16 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/064820 2015.06.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/008714 DE 2016.01.21

(73)专利权人 蒂森克虏伯钢铁欧洲股份公司

地址 德国杜伊斯堡

专利权人 蒂森克虏伯股份公司

(72)发明人 马克·布卢梅瑙 奥利弗·莫尔

米夏埃尔·彼得斯

蒂埃莫·武特克

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 张天舒 张杰

(51)Int.Cl.

G23C 2/12(2006.01)

G23C 2/34(2006.01)

G23C 2/26(2006.01)

G22C 21/00(2006.01)

(56)对比文件

JP H08325693 A,1996.12.10,

JP 2011137210 A,2011.07.14,

CN 101538670 A,2009.09.23,

JP 2005238286 A,2005.09.08,

US 2006099332 A1,2006.05.11,

JP 2006299377 A,2006.11.02,

CN 102766861 A,2012.11.07,

CN 102348824 A,2012.02.08,

GB 2452552 A,2009.03.11,

CN 101098984 A,2008.01.02,

审查员 彭波南

权利要求书2页 说明书7页

(54)发明名称

具有由铝合金组成的防腐蚀保护层的钢产品及其制造方法

(57)摘要

本发明涉及具有铝合金组成的金属防腐蚀保护层的钢产品、特别是扁钢产品及制造这类钢产品的方法。为使这类钢产品具有高介质稳定性、特别是高耐酸性和耐腐蚀性,钢产品浸入熔融液体的含铝合金的涂层浴,铝合金除Al和不可避免的杂质外还包含以下元素:Mn 0.2-2重量%和/或Mg 0.2-7重量%,Fe 0.5-5重量%作为必须元素,Ti 0.05-0.4重量%和/或Zr 0.05-0.4重量%。本发明方法特征在于以下步骤:提供处于热轧或冷轧状态下的钢产品、特别是扁钢产品,活化钢产品表面,以便从钢产品表面上除去被动氧化物,和通过浸入熔融液体的涂层浴为表

面活化的钢产品涂层,该涂层浴含有具有上述组成的铝合金。

1. 一种钢产品,其具有由铝合金组成的金属的防腐蚀保护层,其中,所述铝合金除了Al和不可避免的杂质之外还包含以下元素:

	Mn	1.5 - 2 重量%
和	Mg	0.2 - 0.6 重量%
	Fe	0.5 - 5 重量% 作为必须元素
	Ti	0.05 - 0.4 重量%
和/或	Zr	0.05 - 0.4 重量%,

并且,所述铝合金包含以下元素中的一种或多种:

Si	0.1 - 15 重量%
Ni	0.05 - 2 重量%
Sb	0.05 - 0.4 重量%
Cr	0.05 - 0.4 重量%
Co	最大 0.4 重量%
Cu	最大 0.1 重量%
Zn	最大 0.1 重量%。

2. 根据权利要求1所述的钢产品,其特征在于,所述钢产品是扁钢产品。

3. 用于制造具有由铝合金组成的金属的防腐蚀保护层的钢产品的方法,其特征在于,所述方法具有以下步骤:

- 提供处于热轧或冷轧状态下的钢产品,
- 活化所述钢产品的表面,以便于从所述钢产品的表面上除去被动氧化物,和
- 通过浸入熔融液体的涂层浴为已表面活化的钢产品涂层,所述涂层浴含有铝合金,所述铝合金根据权利要求1组成。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述涂层浴以在650-750℃范围内的涂层浴温度运行。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述钢产品的表面通过酸蚀、冲洗、去油和干燥而活化并且将这样处理过的钢产品加热到一个温度,所述温度对应于涂层浴的温度或者超过涂层浴的温度上限最多50℃。

6. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述钢产品的表面通过酸蚀、冲洗和退火而活化,其中,所述退火在氢气-氮气氛围中在500-900℃范围内的保持温度下实施,并且将这样处理过的钢产品加热或冷却到一个温度,所述温度对应于涂层浴的温度或者超过涂层浴的温度上限最多50℃。

7. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述钢产品的表面通过退火活化,其中,将所述钢产品在氢气-氮气氛围中加热到600-1100℃范围内的保持温度,并且将这样处理过的钢产品加热或冷却到一个温度,所述温度对应于涂层浴的温度或者超过涂层浴的温度上限最多50℃。

8. 根据权利要求6或7所述的方法, 其特征在于, 将退火后的钢产品通过喷口受保护地引入到涂层浴中, 在所述喷口中主要为中性或还原性的保护气体氛围。

9. 根据权利要求6或7所述的方法, 其特征在于, 所述钢产品的退火这样实施, 即, 额外地实施所述钢产品的预氧化、所述钢产品的表面氮化、受调控的露点引导或者它们的组合。

10. 根据权利要求6或7所述的方法, 其特征在于, 所述钢产品的退火这样实施, 即, 在此实现所述钢产品的脱碳。

11. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于, 矫平热浸镀层的钢产品的表面。

12. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于, 对热浸镀层的钢产品的表面进行阳极化处理。

具有由铝合金组成的防腐蚀保护层的钢产品及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢产品,特别是扁钢产品,其具有由铝合金组成的金属的防腐蚀保护层以及涉及用于制造这类钢产品的方法。

背景技术

[0002] 在本文中,钢产品理解为扁钢产品,其宽和长分别为厚度的多倍。扁钢产品例如是一种钢带材或钢扁坯。

[0003] 铝的耐腐蚀性基本上由基于铝形成的 Al_2O_3 的覆盖层和覆盖层的稳定性影响。铝的腐蚀仅在强酸介质中或碱性溶液中发生。因此,铝合金的使用范围通常局限于5-8的pH范围。只有在浓缩的含氧酸中存在例外,比如硝酸、醋酸和磷酸。另外,铝在 NH_3 溶液中具有良好至非常好的稳定性。

[0004] 用于钢产品的铝涂层主要以 AlSi 合金的形式用于作为高温应用下防止氧化皮的保护。例如, AlSi 涂层的目的是防止在热成型过程中钢板的氧化皮生成。通过热成型(加压淬火)使该涂层变得较脆并于是不再提供令人满意的防腐蚀保护。

[0005] 但是 AlSi 合金的涂层即使在其没有热成型的情况下也仅具有一般的防腐蚀保护。

发明内容

[0006] 由此出发,本发明的目的在于提供一种钢产品,特别是开头所述类型的扁钢产品,其具有较高的介质稳定性,特别是较高的耐酸性和耐腐蚀性。

[0007] 该目的通过一种钢产品以及通过一种方法得以实现。根据本发明的钢产品或根据本发明的方法的优选和有利的设计方案在下文中给出。

[0008] 按照本发明的钢产品、特别是扁钢产品设置有铝合金组成的金属的防腐蚀保护层,其中,该铝合金除了Al和不可避免的杂质之外还包含以下元素:

	Mn	0.2 - 2 重量%
和/或	Mg	0.2 - 7 重量%
[0009]	Fe	0.5 - 5 重量% 作为必须元素
	Ti	0.05 - 0.4 重量%
和/或	Zr	0.05 - 0.4 重量%。

[0010] 与之相应地,按照本发明的方法特征在于以下步骤:

[0011] -提供处于热轧或冷轧状态下的钢产品、特别是扁钢产品,

[0012] -活化钢产品的表面,以便于除去钢产品的表面上的被动氧化物,和

[0013] -通过浸入熔融液体的涂层浴为已表面活化的钢产品涂层,该涂层浴含有铝合金,该铝合金除了Al和不可避免的杂质之外还由以下元素组成:

	Mn	0.2 - 2 重量%
和/或	Mg	0.2 - 7 重量%
[0014]	Fe	0.5 - 5 重量% 作为必要元素
	Ti	0.05 - 0.4 重量%
和/或	Zr	0.05 - 0.4 重量%。

[0015] 锰(Mn)促使含铁的相或针连接或者转变成危害较小的形态,从而使耐腐蚀性相较于其他基于铝的涂层而言显著地提高。在熔融液体的涂层浴的Mn含量小于0.2重量%的情况下,在发明人方面不能确定该积极的效果。超过7.0重量%的Mn含量不再进一步改善该效果,而是导致涂层浴(熔融浴)中增加的熔渣形成,这可能会对涂层的质量产生负面的影响。由0.2重量%的Mn含量开始,在Mn含量升高的情况下可以确定热强度的提高。后者可能是由于锰的再结晶抑制的作用。

[0016] 作为合金元素的镁(Mg)既可以起到固溶体硬化的效果也可以与其他合金元素(例如硅)结合起到沉淀硬化的效果。发明人已确定,具有最大至7重量%的Mg含量的铝合金具有较高的耐腐蚀性。但是,由5重量%和更高的Mg含量开始可以观察到晶间腐蚀,但为了使涂层均匀化通过涂层的钢产品的退火可以避免晶间腐蚀。

[0017] 另外,发明人还发现,在涂层浴中合金元素Mn和Mg的组合促使涂层的机械特性的提高,其中,在冷成型过程中导致进一步的强度提高。

[0018] 按照本发明,熔融液体的涂层浴含有0.5至5重量%的Fe作为必要元素。相对于浸入涂层浴中的钢产品中的剧烈的Fe溶解,在涂层浴(熔体浴)中的铁(Fe)使该涂层浴饱和。在Fe含量小于0.5重量%的情况下该效果不充分;相反在Fe含量大于5重量%的情况下,可能已经出现了增加的熔渣形成,这可能会对钢产品的涂层质量产生负面影响。

[0019] 按照本发明的涂层浴的合金元素钛(Ti)和锆(Zr)能够单独或相结合地促使通过热浸镀层产生的钢产品的防腐蚀保护层具有细晶粒的结构。通过细晶粒的结构使有害相在防腐蚀保护层的基体中精细地分布并由此提高耐腐蚀性。该效果也可以通过加入晶粒细化预合金而得以实现。发明人发现,在Ti含量或Zr含量分别小于0.05重量%的情况下可以确定对耐腐蚀性的提高方面没有积极的效果。在Ti含量或Zr含量分别大于0.4重量%的情况下,上述积极的效果同样较少程度地得到进一步提高。出于经济学方面的原因在此设定了涂层浴的Ti含量或Zr含量的上限。除了钢产品的防腐蚀保护层的稳定性提高之外,加入钛还可以额外地提高防腐蚀保护层相对于海水和碱的稳定性。

[0020] 根据本发明的一个优选的设计方案,该涂层浴或防腐蚀保护层额外地含有一种或多种以下元素:

	Si	0.1 - 15 重量%
	Ni	0.05 - 2 重量%
	Sb	0.05 - 0.4 重量%
[0021]	Cr	0.05 - 0.4 重量%
	Co	最大 0.4 重量%
	Cu	最大 0.1 重量%
	Zn	最大 0.1 重量%。

[0022] 其他的伴生元素,例如硼、碳和/或氮,能够同样可选地以痕量存在于涂层浴中或

存在于按照本发明的防腐蚀保护层中,其中,其单独含量最高为0.05重量%而其总量应不超过0.15重量%的最大量。

[0023] 在按照本发明的涂层浴中的硅(Si)防止钢产品 and 其上涂覆的防腐蚀保护层之间的反应层的过度生长并可以这样改善热浸镀层的钢产品的成型性能。发明人发现,当涂层浴或涂覆在钢产品上的防腐蚀保护层具有小于0.1重量%的Si含量时,不再能确定该积极的效果。如果涂层浴或涂覆在钢产品上的防腐蚀保护层具有大于15重量%的Si含量,则可能已经显著地作为结晶析出,这可能对防腐蚀保护层的特性产生负面影响。

[0024] 在涂层浴中或作为涂覆在钢产品上的防腐蚀保护层的合金元素的镍(Ni)通过形成热稳定的沉淀提高了其强度,特别是其热强度。可以向按照本发明的涂层浴中加入直至最大2重量%的镍。

[0025] 类似于钛,锑(Sb)改善按照本发明的钢产品相对于海水和碱的稳定性。当涂层浴的Sb含量为小于0.05重量%时,发明人未能观察到该积极的效果。另一方面,当涂层浴的Sb含量为大于0.4重量%时,也不再能够显著地进一步改善该效果。

[0026] 作为防腐蚀保护层的合金元素的铬(Cr)可以在直至最大0.4重量%的含量下促使降低涂层对于应力裂纹腐蚀的敏感度。

[0027] 作为防腐蚀保护层的合金元素的钴(Co)促使涂层的热强度提高。钴防止在更高温度条件下的晶粒生长。特别是钴改善了按照本发明的防腐蚀保护层的硬度和韧性。可选地向涂层浴或防腐蚀保护层的铝合金中加入最大0.4重量%的钴。

[0028] 作为防腐蚀保护层的合金元素的铜(Cu)同样促使涂层的热强度提高。常规的铝合金以最大5重量%的含量添加有铜。但另一方面,在1-3重量%范围内的铜含量导致增加的热裂倾向。涂层浴或防腐蚀保护层的铝合金可选地添加有最大0.1重量%的铜。

[0029] 作为防腐蚀保护层的合金元素的锌(Zn)特别是与镁结合提高了涂层的强度和硬度。但是在较高的Zn含量下,增加了应力裂纹腐蚀的危险。涂层浴或防腐蚀保护层的铝合金可选地添加有最大0.1重量%的锌。

[0030] 本发明的另一个设计方案设置为,涂层浴的铝合金或钢产品的防腐蚀保护层具有0.2-1.5重量%范围内的Mn含量。发明人的试验已表明,通过这样的Mn含量可以实现特别高的耐腐蚀性,特别是可以实现对酸性和碱性介质较高的稳定性,并且其特征在于显著地减少了可能对涂层质量产生负面影响的熔渣形成。这特别是在这种情况下,即,根据本发明的另一个优选设计方案铝合金具有大于1.5至5重量%范围内的Fe含量,特别优选具有大于3至5重量%范围内的Fe含量。

[0031] 本发明的一个替代设计方案设置为,涂层浴的铝合金或按照本发明的钢产品的防腐蚀保护层具有1.5-2重量%范围内的Mn含量。发明人的试验已表明,通过这样的Mn含量可以实现特别高的耐腐蚀性,特别是可以实现对酸性和碱性介质较高的稳定性,并且其特征在于显著地减少了可能对涂层质量产生负面影响的熔渣形成。在此优选这样选择铝合金的Fe含量,即,Fe含量在大于1.5至5重量%范围内,特别优选在大于1.5至3重量%范围内。这些限制分别促使减少的熔渣形成。

[0032] 本发明的另一个有利的设计方案的特征在于,涂层浴的铝合金或按照本发明的钢产品的防腐蚀保护层除了具有上述Mn含量的Mn之外还具有在0.2至小于0.6重量%范围内的Mg含量。这些限制也促使减少的熔渣形成。

[0033] 为了实现理想的涂层效果,有利的是,根据本发明方法的一个优选设计,涂层浴以在650-750℃范围内、优选在680-750℃范围内的涂层浴温度运行。在涂层浴温度以上或以下的情况下市场不能实现理想的涂层效果,因为钢产品和熔融液体的涂层浴之间的反应速度例如过小或者出现较强的熔渣形成。

[0034] 为了在浸入涂层浴之前从钢表面除去被动氧化物,从而使该表面尽可能地由金属铁组成,可以以不同的方式实施钢产品的表面活化。就此而言,按照本发明的方法的一个可靠的操作方式或设计方案特征在于,钢产品的表面通过酸蚀,例如通过盐酸或硫酸酸蚀而活化。随后冲洗、去油并干燥而完善该活化并且应防止通过环境氧气的后钝化。随后将这样处理过的钢产品加热到一个温度,该温度对应于涂层浴的温度或者超过涂层浴的温度最多50℃。该过程顺序特别是推荐用于经热轧的原材料。

[0035] 就钢产品的表面活化而言,按照本发明的方法的另一个可靠的操作方式或设计方案特征在于,钢产品的表面通过酸蚀(例如通过盐酸或硫酸)、冲洗和退火而活化,其中,该退火在氢气-氮气氛围中在500-900℃范围内的保持温度下实施并且将这样处理过的钢产品加热或冷却至一个温度,该温度对应于涂层浴的温度或者超过涂层浴的温度最多50℃。为了完善该表面活化或防止表面的后钝化,应使H₂比重为大于/等于1体积%的H₂。相反地,在H₂比重大于50体积%的情况下,不再能看到额外的积极效果,因此由于不经济要避免这么高的H₂比重。出于同样的原因,H₂-N₂氛围的露点应在-60℃至0℃。比-60℃更低的露点在大规模生产上难以实现并且也不能进一步带来积极的效果。相反地,在露点大于0℃的情况下,不能排除钢表面的后氧化,因此也要避免这么高的露点。该变型也推荐用于经热轧的原材料。

[0036] 根据按照本发明的方法的另一个变型,钢产品的表面通过退火活化,其中,将钢产品在氢气-氮气氛围中加热到600-1100℃范围内的保持温度。为了减少可能存在的表面氧化物以及避免在退火过程中表面氧化物的形成,H₂比重为大于/等于1体积%的H₂。相反地,在H₂比重大于50体积%的情况下,不再能看到额外的积极效果,因此由于不经济要避免这么高的H₂比重。出于同样的原因,H₂-N₂氛围的露点应在-60℃至0℃。比-60℃更低的露点在大规模生产上难以实现并且也不能进一步带来积极的效果。相反地,在露点大于0℃的情况下,不能排除钢表面的后氧化,因此也要避免这么高的露点。将这样处理过的钢产品加热或冷却到一个温度,该温度对应于涂层浴的温度或者超过涂层浴的温度最多50℃。该变型特别是推荐用于经冷轧的原材料,因为在这种情况下钢材的组织结构可以在保持温度下重结晶。应避免小于600℃的保持温度,因为否则的话不能促使完全的重结晶。相反在保持温度大于1000℃的情况下,面临着粗晶粒形成。在保持温度上的停留时间在此应为至少30秒和最大90秒。如果停留时间小于30秒,那么可能导致不完全的重结晶。在保留时间(停留时间)大于90秒的情况下,面临着粗晶粒形成。

[0037] 为了在钢产品的表面活化的上述变型过程中(该过程包括钢产品表面的退火)避免在退火之后钢表面的后钝化,按照本发明的方法的另一个设计方案设置为,将退火后的钢产品通过喷口受保护地引入到涂层浴中,在该喷口中主要为中性或还原性的保护气体氛围。在此优选使用氮气或氮气-氢气混合气作为保护气体,并且出于上述原因它们都在-60℃至0℃范围内的露点中。

[0038] 如果在使用上述退火气体活化的条件下通过热浸镀层为合金化的钢产品涂覆按

照本发明的铝合金,适宜的是,在退火过程中这样进行退火气体-金属反应,以使得防止钢的亲氧的合金元素(例如Mn、Al、Cr、B、Si等)的外部氧化。在此“合金化”意味着,至少一种来自Mn、Al、Si和Cr分组中的合金元素的含量为大于/等于0.2重量%,其中,Mn含量为最大30.0重量%、铝或硅的含量为最大10.0重量%并且Cr含量为最大5.0重量%。在这些情况下,钢产品的退火根据按照本发明的方法的另一个设计方案优选这样实施,即,额外地实施钢产品的预氧化、钢产品的表面氮化、受调控的露点引导或者这些措施的组合。“预氧化”表示钢表面的氧化还原处理。在此,例如在第一步中,在到保持温度的加热阶段期间和在保持温度上的停留时间开始时使钢表面暴露于含有至少0.1体积%至最大3.0体积%的氧气的氛围中至少1秒至最大15秒,从而有针对性地形成FeO。如果预氧化时间和氧气含量选择得过小,不能充分地进行FeO形成。如果将预氧化时间和氧气含量设置得过高,则形成过多的FeO,以至于在氢气-氮气氛围中的停留时间期间不再能完全地回降至保持温度上。在“表面氮化”的过程中,在到保持温度的加热阶段期间和在保持温度上的停留时间开始时使钢表面暴露于含有至少3.0体积%至最大10.0体积%的NH₃的氛围中至少1秒至最大15秒,从而有针对性地在近表面的钢材中形成氮化物,该氮化物阻断了亲氧的合金元素的氧化路径。如果氮化时间和NH₃含量选择得过小,这可能使氮化物形成过少。如果氮化时间和NH₃含量设置得过高,可能不再能观察到额外的积极效果。受调控的露点引导意味着,在不同的炉区域中,针对各种钢合金而调整在上述或优选的限度内的露点,从而可以代替外部由内部进行根据瓦格纳标准(Wagner-Kriterium)的合金元素的选择性氧化。

[0039] 按照本发明的方法的另一个有利的设计方案设置为,进行钢产品的退火,使得在此实现钢产品的脱碳、特别是钢产品的边缘脱碳。在边缘脱碳的过程中,通过有针对性的退火气体-金属反应,近表面通过与气态的H₂O反应而从钢产品脱离碳。为此,将气氛的露点调整至-20℃至0℃的范围,由此在退火气体气氛中存在足够的H₂O。如果钢合金的碳含量在0.1重量%至0.4重量%的范围内,则这种边缘脱碳是特别推荐的。由此改善了钢材的成形性。

[0040] 按照本发明的方法的另一个有利的设计方案中,在使用含有按照本发明的铝合金的涂层浴的条件下,在经表面活化的钢产品的涂层步骤之后进行热的、化学的和/或机械的后续处理。因此,按照本发明的方法的另一个有利的设计方案设置为,矫平热浸镀层的钢产品的表面。通过表面的矫平可以在按照本发明涂层的钢产品上产生任意的粗糙度和表面结构。

[0041] 按照本发明的方法的另一个有利的设计方案的特征在于,对热浸镀层的钢产品的表面进行阳极化处理。由此可以提高按照本发明的防腐蚀保护层的耐磨性,其中同样地也可以进行涂层的装饰性染色。阳极化处理促使耐磨强度的提高,该耐磨强度明显位于常规的1.4301型不锈钢以上。

具体实施方式

[0042] 随后借助实施例进一步说明本发明。

[0043] 钢产品、典型的扁钢产品涂覆按照本发明的铝涂层通过将钢产品短时间地浸入涂层浴中而进行,因此此处也可以称为热浸镀铝。为了实现涂层材料在钢基底上良好的润湿和附着而实施用于活化钢表面的预处理。该预处理和热浸镀铝优选依次以及优选以连续的

过程顺序进行。该过程顺序包括以下步骤：

[0044] a) 提供处于热轧或冷轧状态下的钢产品、特别是扁钢产品，

[0045] b) 净化钢产品的表面(可选)

[0046] c) 活化钢产品的表面

[0047] d) 热浸镀铝，即，在基于铝的按照本发明的涂层浴组成中的热浸镀层

[0048] e) 热的、化学的或机械的后续处理(分别可选)

[0049] 通过表面活化从钢产品的表面上除去被动氧化物，从而在活化之后使表面尽可能地由金属铁组成。这可以以不同的方式实现，即，通过

[0050] c1) 化学的表面活化，其包括钢表面的酸蚀、冲洗、去油和干燥而活化并且将钢产品在其浸入涂层浴之前调温到带材浸入温度。该表面活化或该过程顺序特别是推荐用于经热轧钢作为原材料。

[0051] c2) 组合的化学/退火活化，其包括酸蚀、冲洗、在氢气-氮气氛围(具有-60℃至0℃的露点)中在500℃至900℃范围内的保持温度上的退火并且冷却至带材浸入温度。在此，可选地可以在将表面活化的钢产品浸入涂层浴之前进行过时效操作。该表面活化或该过程顺序也推荐用于经热轧钢作为原材料。

[0052] c3) 退火活化，其包括在氢气-氮气氛围(具有-60℃至0℃的露点)中加热至600℃至1100℃范围内的保持温度并且冷却至带材浸入温度。在此，同样可选地可以在将表面活化的钢产品浸入涂层浴之前进行过时效操作。该表面活化的变型或该过程顺序特别是推荐用于经冷轧钢作为原材料，因为在保持温度上其组织结构可以重结晶。

[0053] 与操作过程顺序c1)、c2)或c3)的选择无关地，熔融液体的涂层浴以在650-750℃范围内、优选680-750℃范围内的涂层浴温度运行。待涂层的、表面活化的钢产品优选冷却至650-800℃范围内的涂层浴浸入温度。

[0054] 如果在使用操作过程顺序c2)或c3)的条件下按照本发明地为由合金钢组成的钢产品热浸镀铝，可能必要的是，在退火过程中进行退火气体-金属反应，从而防止亲氧的合金元素(如Mn、Al、Cr、B、Si,...)的外部氧化。为此，退火气体-金属反应可能额外地包括例如预氧化、表面氮化、受调控的露点引导或者这些额外措施的组合。同样地，在本发明的范围内，平行于表面活化地实施边缘脱碳，从而改善钢产品的可成型性。

[0055] 为了在操作过程顺序c2)或c3)中防止在退火后钢表面的后钝化，将冷却至涂层浴浸入温度的钢产品通过喷口引入到涂层浴中，在该喷口中主要为受调控的、相对于钢基材中性或还原性的氮气保护气体氛围或氮气-氢气保护气体氛围。

[0056] 通过可选地矫平按照本发明涂层的钢产品的表面，可以产生期望的粗糙度和表面结构。在随后的、可选的阳极化处理中，钢产品按照本发明的涂层的耐磨性提高。阳极化处理促使耐磨性提高，该耐磨性比任意常规的不锈钢(1.4301)高约因子3。

[0057] 按照本发明借助涂层浴和上述的其中一项操作步骤顺序热浸镀铝产生的钢产品的涂层除了Al和不可避免的杂质之外还包含以下元素：

	Mn	0.2 - 2 重量%
和/或	Mg	0.2 - 7 重量%
[0058]	Fe	0.5 - 5 重量% 作为必须元素
	Ti	0.05 - 0.4 重量%
和/或	Zr	0.05 - 0.4 重量%。

[0059] 表1中给出了针对按照本发明的金属涂层浴(熔体浴)的化学组成的多个实施例。在表1中给出的V1和V3型的熔体具有对于酸性和碱性介质的特别高的耐腐蚀性。V2型的熔体具有对于海水和碱的稳定的稳定性。

[0060] 设置有按照本发明的防腐蚀保护层的扁钢产品适用于所有可行的接合方法,比如钎焊、熔焊、粘合等,并且单阶或多阶地以冷成型和热成型的方式加工成构件。这样的扁钢产品或构件适用于一般的机械制造、(飞机)车辆结构和轮船结构、家用设备结构、建筑结构,特别适用于外立面、日常使用的装饰部件,例如用于手机和笔记本电脑的外壳,以及采矿设备。

[0061] 特别有利的是,具有按照本发明的防腐蚀保护层的扁钢产品或由这种扁钢产品制成的部件使用在化学工业和食品工业领域中,例如静态负载的设备部件和制品,例如料仓容器、绝缘体、饮料罐等。在后一种应用情况下,按照本发明基于铝的防腐蚀保护层实现了通过低合金钢替代根据“欧盟规定1935/2004”以及在“欧盟食品、用作食品接触材料的合金指南(2001年3月9日)”中规定的不锈钢。

[0062] 表1

[0063] 元素[重量%]

	测试熔体	Mn	Mg	Si	Fe	Al
	V1 (AlMnSi)	0.98		3.23	0.96	剩余均
[0064]	V2 (AlMg)		5		3.5	剩余均
	V3 (AlMgMn)	2	7		3.5	剩余均