(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107012488 B
(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201610921123.8

(22)申请日 2012.06.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107012488 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(30)优先权数据
2011-145263 2011.06.30 JP

(62)分案原申请数据
201280032782.6 2012.06.29

(73)专利权人 东洋钢钣株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 友森龙夫 吉冈兴

(74)专利代理机构 北京格罗巴尔知识产权代理事务所(普通合伙) 11406
代理人 白银环

(51)Int.Cl.
C25D 3/12(2006.01)
C25D 5/50(2006.01)
C23C 10/30(2006.01)
C23C 30/00(2006.01)
F16L 58/08(2006.01)
F16L 9/02(2006.01)
H01M 2/02(2006.01)

(56)对比文件
WO 2010/143374 A1,2010.12.16,
WO 2010/143374 A1,2010.12.16,
WO 2011/033774 A1,2011.03.24,
CN 1082988 A,1994.03.02,
JP 特開2002-208382 A,2002.07.26,
CN 1170782 A,1998.01.21,

审查员 阮斌

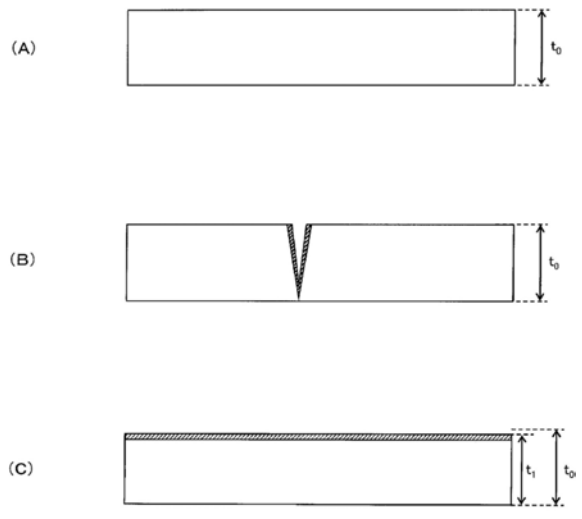
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

表面处理钢板、燃料管以及电池壳

(57)摘要

本发明提供一种表面处理钢板，其是在最外表面形成有铁－镍合金层而成的，其特征在于，上述铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在0.3～2.0的范围内。采用本发明，能够提供一种在暴露在汽车用的燃料油等各种燃料中的情况下，能够有效抑制点蚀的产生且具有优异的耐腐蚀性的表面处理钢板。



CN 107012488 B

1.一种表面处理钢板,其是通过对形成有镍镀层的钢板施加热处理而在上述钢板的最外表面形成铁－镍合金层而成的,其特征在于,

施加上述热处理前的上述镍镀层的厚度为0.3μm～5μm,

上述铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在1.43～2.0的范围内。

2.根据权利要求1所述的表面处理钢板,其特征在于,

上述铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位相对于铁单体的在氯化钠水溶液中的浸渍电位处于+0.05V～+0.25V的范围内。

3.一种燃料管,其中,

该燃料管是通过对权利要求1或2所述的表面处理钢板进行成形加工而形成的。

4.一种电池壳,其中,

该电池壳是通过对权利要求1或2所述的表面处理钢板进行成形加工而形成的。

表面处理钢板、燃料管以及电池壳

技术领域

[0001] 本申请是申请日为2012.06.29、申请号为201280032782.6、发明名称为表面处理钢板、燃料管以及电池壳的申请的分案申请。本发明涉及一种表面处理钢板、以及使用该表面处理钢板制得的燃料管和电池壳。

背景技术

[0002] 以往，作为汽车等的燃料管用材料，主要使用镀有Sn－Pb合金的钢板、镀有镍和镀有Sn－Pb合金的多层镀敷钢板。

[0003] 然而，由于Sn－Pb合金对水不具有耐腐蚀性，而且Sn－Pb合金的电位高于Fe的电位，因此，会产生如下问题：在进行熔融镀时产生针孔(日语：ピンホール)，在汽油燃料中不可避免地含有的水分等腐蚀物质的作用下，由该针孔导致产生点蚀。

[0004] 与此相对，例如，在专利文献1中，公开了一种以如下方式制得的电镀钢板：利用电镀在钢板表面形成使氟化合物粒子分散于镍镀层中而成的复合镀层之后，以氟化合物粒子的熔点以上的温度施加加热处理。

[0005] 专利文献1：日本特开平8－232092号公报

[0006] 然而，本发明人等进行了研究，结果发现上述专利文献1所公开的镀敷钢板的抑制点蚀产生的效果并不一定足够。另外，在上述专利文献1中，由于使用氟化合物粒子，因此，从环境安全性的观点考虑也并不理想。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种能够有效抑制点蚀的产生且具有优异的耐腐蚀性的表面处理钢板。另外，本发明的目的还在于提供一种使用这样的表面处理钢板制得的燃料管。

[0008] 本发明人等为了实现上述目的而进行了认真研究，结果发现能够利用在最外表面形成有铁－镍合金层的表面处理钢板来实现上述目的，该铁－镍合金层的表面的、经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在0.3～2.0的范围内，由此完成了本发明。

[0009] 即，本发明提供一种表面处理钢板，其是在最外表面形成有铁－镍合金层而成的，其特征在于，上述铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在0.3～2.0的范围内。

[0010] 在本发明的表面处理钢板中，优选的是，上述铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位相对于铁单体的在氯化钠水溶液中的浸渍电位处于+0.05V～+0.25V的范围内。即，“铁－镍合金层的浸渍电位”－“铁单体的浸渍电位”＝+0.05V～+0.25V。

[0011] 另外，采用本发明，能够提供一种对上述任一表面处理钢板进行成形加工而成的燃料管。

[0012] 并且，采用本发明，能够提供一种对上述任一表面处理钢板进行成形加工而成的电池壳。

[0013] 采用本发明，通过在最外表面形成铁－镍合金层，该铁－镍合金层的表面的、经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在0.3～2.0的范围内，能够提供能有效抑制点蚀的产生且耐腐蚀性优异的表面处理钢板、以及使用这样的表面处理钢板制得的燃料管和电池壳。

附图说明

[0014] 图1是用于说明金属板的腐蚀形态的图。

具体实施方式

[0015] 以下，说明本发明的表面处理钢板。

[0016] 本发明提供一种表面处理钢板，其是在最外表面形成有铁－镍合金层而成的，其特征在于，上述铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在0.3～2.0的范围内。

[0017] 钢板

[0018] 作为成为本发明的表面处理钢板的基板的钢板，只要其加工性优异，则没有特别限定，例如，能够使用由低碳铝镇静钢(碳含量0.01重量％～0.15重量％)、碳含量在0.003重量％以下的极低碳钢、或者在极低碳钢中进一步添加Ti、Nb而成的非时效性极低碳钢等构成的钢板。

[0019] 在本发明中，所使用的基板是通过以下方式形成的：在对上述钢的热轧板进行酸洗而去除表面的氧化皮(氧化膜)之后，进行冷轧，接着将轧制油电解清洗，之后，进行退火、调质轧延。该情况下的退火可以是连续退火或罩式退火(日文：箱型焼鈍)中的任意一种，并没有特别限定。

[0020] 铁－镍合金层

[0021] 在本发明的表面处理钢板是在最外表面形成铁－镍合金层而成的。铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值(Fe/Ni的摩尔比)在0.3～2.0的范围内，优选在0.3～1.5的范围内。

[0022] 在本发明中，通过将铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值控制在上述范围内，能够有效地抑制暴露在汽车用的燃料油等各种燃料中的情况下产生的点蚀，由此，能够使表面处理钢板的耐腐蚀性优异。

[0023] 此处，以往，镀镍钢板因耐腐蚀性较高而一直使用在汽车用的燃料油等各种燃料用的管、电池壳等要求耐腐蚀性的领域，另一方面，由于镍镀层是通过电镀形成的，因此存在产生针孔这样的问题。并且，存在如下问题：在镀镍钢板中，产生由这样的针孔、缺点引起的点蚀，并且因点蚀而产生燃料等内容物的泄漏。

[0024] 与此相对，本发明人等发现通过在钢板的表面形成将经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值控制在上述范围内的铁－镍合金层，能够在确保镍镀层所具有的优异的耐腐蚀性的同时有效地抑制点蚀的产生，从而完成了本发明。尤其是，本发明人等通过尝试使铁分散在耐腐蚀性较高的镍层中，从而发现能够在确保镍镀层的优异的耐腐蚀性的同时有效地抑制点蚀的产生。

[0025] 若经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值过低，则不能获得抑制点蚀产生的效果，另一方面，若Fe/Ni值过高，则会使铁－镍合金层的耐腐蚀性降低而导致合金层整个表面的腐

蚀速度加快。此处，参照图1说明钢板等金属板的腐蚀形态。图1(A)是表示产生腐蚀之前的金属板的图，图1(B)是表示产生了点蚀的金属板的图，图1(C)是表示产生了全面腐蚀的金属板的图。此外，在图1(A)～图1(C)中，金属板在附图上侧与腐蚀性的液体相接触。在该情况下，除了腐蚀性的液体以液体状态直接与金属板相接触的情形之外，还包括腐蚀性的液体气化而以气体状态与金属板相接触的情形、以及腐蚀性的液体气化而成的气体以液滴的形式在金属板表面上析出(日语：析出)的情形。如图1(B)所示，点蚀是在金属板的厚度方向局部产生的腐蚀，与此相对，如图1(C)所示，全面腐蚀是在金属板的整个表面上产生的腐蚀，全面腐蚀会使金属板的厚度变薄。即，在图1(C)中，示出了金属板的厚度自t_0减少到t_1的例子。并且，在本发明中，若Fe/Ni值过低，则会如图1(B)所示那样产生点蚀这样的不良情况，另一方面，若Fe/Ni值过高，则会使图1(C)所示的全面腐蚀的进度变快，其结果，会产生整体厚度变薄这样的不良情况。

[0026] 此外，在本发明中，经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值，例如能够通过如下方法测定。即，首先，使用扫描型俄歇电子能谱分析装置(AES)测量铁－镍合金层的表面，算出铁－镍合金层的表面的Ni和Fe的原子％。然后，使用扫描型俄歇电子能谱分析装置对铁－镍合金层的表面中的5个部位进行测量，并将得到的结果取平均值，由此能够算出Fe/Ni值(Fe的原子％/Ni的原子％)。此外，在本发明中，将利用扫描型俄歇电子能谱分析装置进行测量而得到的峰值中的820eV～850eV的峰值作为Ni的峰值，将570eV～600eV的峰值作为Fe的峰值，将上述Ni、Fe的总和作为100原子％，从而测定Ni和Fe的原子％。

[0027] 另外，在本发明的表面处理钢板中，铁－镍合金层的经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值在上述范围内，除此之外，优选铁－镍合金层在氯化钠水溶液中的浸渍电位相对于铁单体在氯化钠水溶液中的浸渍电位处于+0.05V～+0.25V的范围内，更优选处在+0.07V～+0.22V的范围内。即，优选的是，在氯化钠水溶液中，铁－镍合金层的浸渍电位与铁单体的浸渍电位之间的差在上述范围内。

[0028] 在本发明中，通过将铁－镍合金层的经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值控制在上述范围内，除此之外，将铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位均控制在上述范围内，能够进一步提高对点蚀产生的抑制效果。若铁－镍合金层的浸渍电位过低(与铁单体的浸渍电位之间的差过小)，则会使铁－镍合金层的耐腐蚀性降低而使合金层整个表面的腐蚀速度加快。另一方面，若浸渍电位过高(与铁单体的浸渍电位之间的差过大)，则会使对点蚀产生的抑制效果降低。

[0029] 此外，在本发明中，对于铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位，例如，能够在将铁－镍合金层浸渍在5重量％的氯化钠水溶液中之后，测量15分钟后的自然电位，而将该自然电位作为浸渍电位。此处，将铁－镍合金层浸渍在氯化钠水溶液中的时间能够根据在浸渍后自然电位的值达到稳定为止所需要的时间来设定，例如，能够如上述那样设定为15分钟。此外，作为浸渍电位的具体测定方法，在使电解液为5重量％的氯化钠水溶液、使参比电极为Ag/AgCl、使对电极为Pt、使测定温度为35℃的条件下进行测量，由此，测量铁－镍合金层相对于Ag/AgCl的自然电位，求出获得的自然电位与Fe单体的相对于Ag/AgCl的自然电位之间的差，从而能够测定铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位。

[0030] 此外，在本发明中，铁－镍合金层在氯化钠水溶液中的浸渍电位与铁单体在氯化钠水溶液中的浸渍电位之间的电位差是通过“铁－镍合金层的浸渍电位”－“铁单体的浸渍

电位”算出的。

[0031] 在本发明中，作为形成铁－镍合金层的方法，并没有特别限定，例如，可列举出下述方法。即，可列举出以下方法等：使用镍镀浴在钢板的表面上形成镍镀层，接着，通过对其施加热处理而使其热扩散，从而形成铁－镍合金层。但是，在本发明中，作为形成铁－镍合金层的方法，并不特别限定为上述方法。

[0032] 具体而言，首先，作为镍镀浴，使用通常在镀镍时使用的镀浴，即瓦特浴、氨基磺酸浴(日语：スルファミン酸浴)、柠檬酸浴(日语：クエン酸浴)、硼氟化物浴(日语：ほうフッ化物浴)以及氯化物浴(日语：塩化物浴)等，形成厚度为0.3μm～5μm、优选厚度为0.3μm～2μm的镍镀层。例如，镍镀层能够通过使用浴组成为200g/L～350g/L的硫酸镍、20g/L～50g/L的氯化镍、20g/L～50g/L硼酸的镀浴作为瓦特浴，在pH3～pH4.8、浴温40℃～70℃、电流密度5A/dm^2～30A/dm^2的条件下形成。若镍镀层的厚度过薄，则会使在后续工序中形成的合金层变薄，从而有可能使合金层整个表面的耐腐蚀性降低，另一方面，若镍镀层的厚度过厚，则在后续工序的热处理过程中，有可能不能使铁充分扩散而无法形成合金，另外，还会导致成本上升。

[0033] 接着，对于形成有镍镀层的钢板，通过对其施加热处理而使其热扩散，从而形成铁－镍合金层(铁－镍扩散层)。此时的热处理可以是连续退火或罩式退火中的任意一种退火，另外，热处理条件只要与镍镀层的厚度相对应地适当选择即可，例如，在利用罩式退火进行热处理时，优选采用下述条件。

[0034] 热处理温度：400℃～800℃

[0035] 热处理时间：30分钟～16小时

[0036] 热处理气氛：非氧化性气氛或还原性保护气体气氛

[0037] 另外，在热处理为连续退火时，优选采用下述条件。

[0038] 热处理温度：600℃～900℃

[0039] 热处理时间：3秒～120秒

[0040] 热处理气氛：非氧化性气氛或还原性保护气体气氛

[0041] 此外，无论在罩式退火、连续退火中的哪一种退火中，在镍镀层的厚度较薄时，均优选使上述条件中的热处理温度较低并使热处理时间较短。另外，在镍镀层的厚度较厚时，均优选使上述条件中的热处理温度较高并使热处理时间较长。另外，在使热处理气氛为还原性保护气体气氛时，作为保护气体，优选使用利用热传递良好的被称为富氢退火(日语：水素富化焼鈍)的氨裂解法(日语：アンモニアクラック法)而生成的、含有75％氢－25％氢的保护气体。

[0042] 若热处理温度过低、或者热处理时间过短，则会使铁－镍合金层中的热扩散不充分，经俄歇电子能谱分析得到的铁－镍合金层表面的Fe/Ni值变低，结果，不能获得抑制点蚀产生的效果。另一方面，若热处理温度过高、或者热处理时间过长，则会使经俄歇电子能谱分析得到的铁－镍合金层表面的Fe/Ni值变得过高，使铁－镍合金层的耐腐蚀性降低而使合金层整个表面的腐蚀速度加快。

[0043] 如上所述，通过在钢板上形成上述规定的铁－镍合金层，能够获得本发明的表面处理钢板。本发明的表面处理钢板在暴露在腐蚀性的液态内容物、蒸气中的情况下，例如暴露在汽车用的燃料油等各种燃料中的情况下、暴露在电池的电解液中的情况下，能够有效

抑制点蚀的产生且耐腐蚀性优异。因此，本发明的表面处理钢板能够适用于以暴露在各种燃料等液态内容物中的状态而被使用的用途。具体而言，能够适用于燃料管、燃料箱以及电池壳等各种用途。或者，即使在本发明的表面处理钢板应用于饮料罐、食品罐用途时，与以往应用于饮料罐、食品罐用途的材料相比，也能够发挥优异的耐腐蚀性，因此，本发明的表面处理钢板也能适用于饮料罐、食品罐用途。尤其是，由于构成本发明的表面处理钢板的铁－镍合金层是铁和镍均充分合金化而成的，因此，即使在本发明的表面处理钢板应用于上述饮料罐、食品罐用途时，也能够适当地抑制铁或镍的溶出。

[0044] 燃料管

[0045] 本发明的燃料管能够通过对上述本发明的表面处理钢板进行成形加工而制得。具体而言，本发明的燃料管能够通过以下方法制得：利用矫平机对上述本发明的表面处理钢板进行形状矫正，利用分切机(slitter)分切成规定的外径尺寸之后，利用成形机将表面处理钢板以铁－镍合金层面向内表面侧的方式成形为管状，利用高频感应焊接将长边方向的端面彼此缝焊。由于如此制得的本发明的燃料管是使用上述本发明的表面处理钢板制得的，因此，在暴露在汽车用的燃料油等各种燃料中时，能够有效抑制点蚀的产生且耐腐蚀性优异。因此，本发明的燃料管能够适用于以下各种用途，例如用于将燃料导入到箱中的供油管、自箱中将燃料导入发动机的管以及进行通气的管等。另外，作为该情况下的燃料，可列举出汽油、轻油、生物乙醇(bioethanol)或生物柴油燃料等汽车用的各种燃料。

[0046] 电池壳

[0047] 本发明的电池壳是使用上述本发明的表面处理钢板制得的。具体而言，本发明的电池壳是通过对上述本发明的表面处理钢板进行拉伸、减薄并利用DI或DTR成形以使铁－镍合金层位于电池壳内表面侧的方式进行成形而制得的。由于如此制得的本发明的电池壳是利用上述本发明的表面处理钢板制得的，因此，能够有效抑制点蚀的产生且耐腐蚀性优异。尤其是，上述本发明的表面处理钢板不仅在暴露于汽车用的燃料油等各种燃料的情况下，而且即使在以与强碱性的电解液相接触的方式使用的情况下，也能够有效抑制点蚀的产生且能够实现优异的耐腐蚀性。因此，本发明的电池壳能够适用于作为碱性电池、镍氢电池等使用强碱性的电解液的电池的电池容器。

[0048] 以下，列举实施例来更具体地说明本发明，但本发明并不限定于上述实施例。

[0049] 此外，各特性的定义和评价方法如下所述。

[0050] Fe/Ni值

[0051] 对表面处理钢板的铁－镍合金层的最表层进行大约10nm的蚀刻，使用扫描型俄歇电子能谱分析装置(AES)在蚀刻后的表面处理钢板的5个部位测量Ni和Fe的原子％，由此求出了经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值。

[0052] 浸渍电位

[0053] 将以保留φ5mm的区域的方式进行了遮蔽处理后的表面处理钢板浸渍在5重量％的氯化钠水溶液中，在参比电极为Ag/AgCl、对电极为Pt、测定温度为35℃的条件下测量铁－镍合金层的相对于Ag/AgCl的自然电位，并求出获得的自然电位与Fe单体的相对于Ag/AgCl的自然电位之间的差，由此测定了铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位。

[0054] 点蚀

[0055] 将以保留20mm×20mm的区域的方式进行了遮蔽处理后的表面处理钢板浸渍在5重

量％的氯化钠水溶液中，在参比电极为Ag/AgCl、对电极为Pt、测定温度为35℃的条件下强制地逐渐施加电位而进行阳极极化，并在表面处理钢板的腐蚀开始时刻的电位下保持30分钟，从而促进了腐蚀。并且，在促进了腐蚀之后，利用视觉识别对表面处理钢板是否在20mm×20mm的区域中产生了点蚀进行了观察。

[0056] 实施例1

[0057] 作为基体，准备了将具有下述所示的化学组成的低碳铝镇静钢的冷轧板(厚度0.25mm)进行退火而制得的钢板。

[0058] C:0.045重量％、Mn:0.23重量％、Si:0.02重量％、P:0.012重量％、S:0.009重量％、Al:0.063重量％、N:0.0036重量％、剩余部分:Fe和不可避免的杂质

[0059] 然后，对准备好的钢板进行了碱性电解脱脂、硫酸浸渍的酸洗，之后以下述条件进行镀镍，从而形成了厚度0.5μm的镍镀层。

[0060] 浴组成:硫酸镍250g/L、氯化镍45g/L、硼酸30g/L

[0061] pH:3～4.8

[0062] 浴温:60℃

[0063] 电流密度:10A/dm^2

[0064] 接着，利用罩式退火，在温度650℃、非氧化性气氛(真空退火)的条件下对形成有镍镀层的钢板进行两小时的热处理，通过对镍镀层进行热扩散处理，从而形成铁－镍合金层，制得了表面处理钢板。对于如此制得的表面处理钢板，根据上述方法对经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值、铁－镍合金层的在氯化钠水溶液中的浸渍电位、有无产生点蚀分别进行了评价。将结果表示在表1中。

[0065] 实施例2

[0066] 除了将热处理时间改变为4小时以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0067] 实施例3

[0068] 除了使镍镀层的厚度为1μm以外，以与实施例2相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0069] 实施例4

[0070] 除了将热处理时间改变为8小时以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0071] 实施例5

[0072] 除了将热处理时间改变为8小时以外，以与实施例3相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0073] 实施例6

[0074] 除了使镍镀层的厚度为2μm且将热处理时间改变为12小时以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0075] 实施例7

[0076] 除了将热处理改变为温度800℃、1分钟、非氧化性气氛(真空退火)的连续退火以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0077] 实施例8

[0078] 除了将热处理温度改变为900℃以外，以与实施例7相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0079] 比较例1

[0080] 除了没有进行热处理以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0081] 比较例2～比较例4

[0082] 除了使镍镀层的厚度分别为1μm(比较例2)、2μm(比较例3)、3μm(比较例4)以外，以与比较例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0083] 比较例5

[0084] 除了使镍镀层的厚度为1μm以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0085] 比较例6

[0086] 除了使镍镀层的厚度为3μm以外，以与实施例1相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0087] 比较例7、8

[0088] 除了使热处理时间分别为4小时(比较例7)、8小时(比较例8)以外，以与比较例6相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0089] 比较例9

[0090] 除了将热处理温度改变为720℃以外，以与实施例7相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0091] 比较例10

[0092] 除了将热处理改变为温度720℃、1分钟、非氧化性气氛(真空退火)的连续退火以外，以与实施例3相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0093] 比较例11

[0094] 除了将热处理温度改变为800℃以外，以与比较例10相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0095] 比较例12

[0096] 除了将热处理温度改变为900℃以外，以与比较例10相同的方式制得了表面处理钢板并同样地进行了评价。将结果表示在表1中。

[0097] 表1

[0098]

	Ni镀层厚度（μm）	热处理条件	NaCl水溶液中的与Fe单体之间的浸渍电位差（V）	经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值	有无点蚀
实施例1	0.5	罩式退火、650℃×两小时	0.13	0.45	无
实施例2	0.5	罩式退火、650℃×四小时	0.09	0.78	无
实施例3	1	罩式退火、650℃×四小时	0.22	0.3	无
实施例4	0.5	罩式退火、650℃×八小时	0.07	1.43	无
实施例5	1	罩式退火、650℃×八小时	0.18	0.41	无
实施例6	2	罩式退火、650℃×十二小时	0.19	0.39	无
实施例7	0.5	连续退火、800℃×1分钟	0.13	0.79	无
实施例8	0.5	连续退火、900℃×1分钟	0.1	1.65	无
比较例1	0.5	无	0.25	0.11	有
比较例2	1	无	0.27	0.07	有
比较例3	2	无	0.3	0.07	有
比较例4	3	无	0.32	0.07	有
比较例5	1	罩式退火、650℃×两小时	0.24	0.17	有
比较例6	3	罩式退火、650℃×两小时	0.32	0.12	有
比较例7	3	罩式退火、650℃×四小时	0.33	0.17	有
比较例8	3	罩式退火、650℃×八小时	0.34	0.24	有
比较例9	0.5	连续退火、720℃×1分钟	0.28	0.16	有
比较例10	1	连续退火、720℃×1分钟	0.26	0.12	有
比较例11	1	连续退火、800℃×1分钟	0.25	0.18	有
比较例12	1	连续退火、900℃×1分钟	0.23	0.21	有

[0099] 如表1所示，在铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值处于0.3～2.0的范围内的实施例1～实施例8中，抑制了点蚀的产生而得到良好的结果，另外，在实施例1～实施例8中，在氯化钠水溶液中的、相对于铁单体的浸渍电位也处于+0.05V～+0.25V的范围内。

[0100] 另一方面，在最外表面形成有镍镀层而没有形成铁－镍合金层的比较例1～比较例4和铁－镍合金层的表面上经俄歇电子能谱分析得到的Fe/Ni值小于0.3的比较例5～比较例12中，产生了点蚀，因此，在表面处理钢板应用于燃料管、电池壳用途等以暴露在腐蚀性的液态内容物中的状态使用的情况下，内容物有可能经由因点蚀产生的孔向外部泄漏。

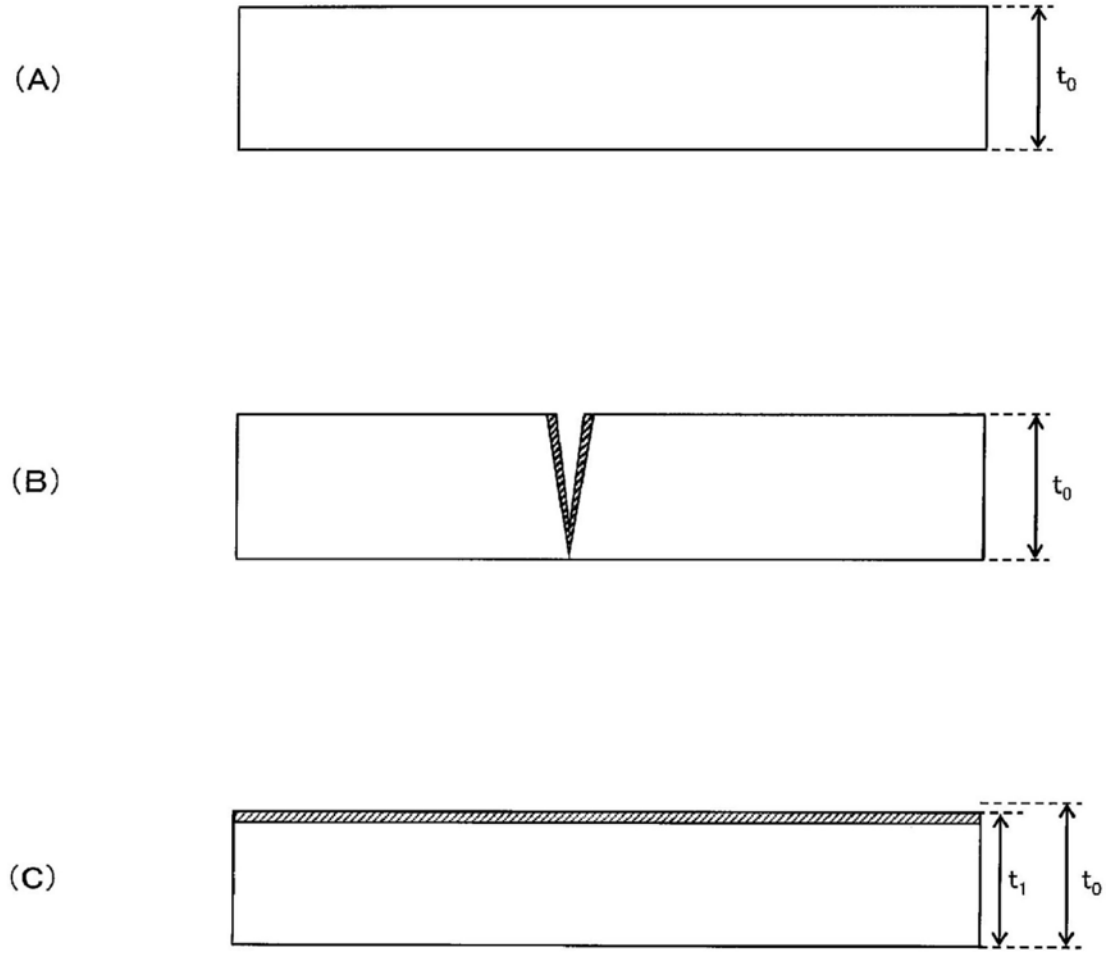


图1