



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118829735 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 22

(21) 申请号 202380024660.0

(22) 申请日 2023.03.01

(30) 优先权数据

2022-050837 2022.03.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/007691 2023.03.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/181821 JA 2023.09.28

(71) 申请人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本

(72) 发明人 远藤一辉 森本凉平 田路勇树

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 朝鲁门

(51) Int. Cl.

C21D 3/06 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 38/58 (2006.01)

C22C 38/60 (2006.01)

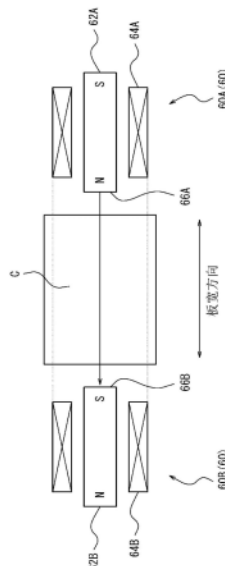
权利要求书3页 说明书27页 附图4页

(54) 发明名称

脱氢装置和钢板的制造系统以及钢板的制造方法

(57) 摘要

本发明提供能够在不改变钢板的机械特性的情况下制造耐氢脆化特性优异的钢板的钢板脱氢装置和钢板的制造系统以及钢板的制造方法。本发明的脱氢装置具有：收容部，收容将钢带卷绕成卷状的钢板卷材；以及，磁场施加装置，沿着被收容到上述收容部的上述钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场。



1. 一种脱氢装置, 具有:  
收容部, 收容将钢带卷绕成卷状的钢板卷材; 以及,  
磁场施加装置, 沿着被收容到所述收容部的所述钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场。
2. 根据权利要求1所述的脱氢装置, 其中, 所述磁场施加装置包含位于所述钢板卷材的板宽方向端部的外侧的电磁铁, 所述电磁铁具有与所述钢板卷材的板宽方向端面对置的磁极面。
3. 根据权利要求1或2所述的脱氢装置, 其中, 所述磁场施加装置包含分别位于所述钢板卷材的板宽方向两端部的外侧的一对电磁铁, 所述一对电磁铁分别具有与所述钢板卷材的板宽方向端面对置的磁极面, 所述磁极面中的一方为N极, 另一方为S极。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的脱氢装置, 其中, 将所述磁场施加装置设定为所述钢板卷材的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的脱氢装置, 其中, 进一步具有用于一边加热所述钢板卷材一边施加所述恒定磁场的加热部。
6. 一种脱氢装置, 具有:  
放卷装置, 从钢板卷材放卷钢带;  
通板装置, 使所述钢带通板;  
收卷装置, 将所述钢带卷绕; 以及  
磁场施加装置, 对在所述通板装置进行通板中的所述钢带沿所述钢带的板宽方向施加恒定磁场。
7. 根据权利要求6所述的脱氢装置, 其中, 所述磁场施加装置包含位于通板中的所述钢带的板宽方向端部的外侧的电磁铁, 所述电磁铁具有与所述钢带的板宽方向端面对置的磁极面。
8. 根据权利要求6或7所述的脱氢装置, 其中, 所述磁场施加装置包含分别位于所述钢带的板宽方向两端部的外侧的一对电磁铁, 所述一对电磁铁分别具有与所述钢带的板宽方向端面对置的磁极面, 所述磁极面中的一方为N极, 另一方为S极。
9. 根据权利要求6~8中任一项所述的脱氢装置, 其中, 将所述磁场施加装置设定为所述钢带的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。
10. 根据权利要求6~9中任一项所述的脱氢装置, 其中, 进一步具有用于一边加热所述钢带一边施加所述恒定磁场的加热部。
11. 根据权利要求1~10中任一项所述的脱氢装置, 其中, 进一步具有防止所述恒定磁场传播到所述脱氢装置的外部的磁场遮挡部。
12. 一种钢板的制造系统, 具有:  
热轧装置, 对钢坯实施热轧而制成热轧钢板;  
热轧钢板收卷装置, 将所述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材; 以及  
权利要求1~11中任一项所述的脱氢装置, 将所述热轧卷材制成所述钢板卷材。
13. 一种钢板的制造系统, 具有:  
冷轧装置, 对热轧钢板实施冷轧而制成冷轧钢板;  
冷轧钢板收卷装置, 将所述冷轧钢板卷绕而得到冷轧卷材; 以及  
权利要求1~11中任一项所述的脱氢装置, 将所述冷轧卷材制成所述钢板卷材。

14. 一种钢板的制造系统,具有:  
批式退火炉,对冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而得到退火卷材;以及  
权利要求1~11中任一项所述的脱氢装置,将所述退火卷材制成所述钢板卷材。
15. 一种钢板的制造系统,具有:  
退火前放卷装置,分别从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板;  
连续退火炉,对所述冷轧钢板或所述热轧钢板进行连续退火而制成退火钢板;  
退火钢板收卷装置,将所述退火钢板卷绕而得到退火卷材;以及  
权利要求1~11中任一项所述的脱氢装置,将所述退火卷材制成所述钢板卷材。
16. 一种钢板的制造系统,具有:  
镀覆装置,在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板;  
镀覆钢板收卷装置,将所述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材;以及  
权利要求1~11中任一项所述的脱氢装置,将所述镀覆钢板卷材制成所述钢板卷材。
17. 根据权利要求16所述的钢板的制造系统,其中,所述镀覆装置为热浸镀锌装置。
18. 根据权利要求16所述的钢板的制造系统,其中,所述镀覆装置包含热浸镀锌装置和其后的合金化炉。
19. 根据权利要求16所述的钢板的制造系统,其中,所述镀覆装置为电镀装置。
20. 一种钢板的制造方法,包含如下磁场施加工序:对将钢带卷绕成卷状的钢板卷材沿着该钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场而制成产品卷材。
21. 根据权利要求20所述的钢板的制造方法,其中,在所述磁场施加工序中,所述钢板卷材的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。
22. 根据权利要求20或21所述的钢板的制造方法,其中,所述磁场施加工序是将所述钢板卷材保持在300℃以下进行的。
23. 一种钢板的制造方法,具有如下工序:  
从钢板卷材放卷钢带的工序、  
使所述钢带通板的通板工序、以及  
将所述钢带卷绕而制成产品卷材的工序,  
并且,所述通板工序包含如下磁场施加工序:对所述钢带沿着所述钢带的板宽方向施加恒定磁场。
24. 根据权利要求23所述的钢板的制造方法,其中,在所述磁场施加工序中,所述钢带的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。
25. 根据权利要求23或24所述的钢板的制造方法,其中,所述磁场施加工序是将所述钢带保持在300℃以下进行的。
26. 根据权利要求20~25中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含对钢坯实施热轧而制成热轧钢板的工序和将所述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材的工序,进而将所述热轧卷材制成所述钢板卷材。
27. 根据权利要求20~25中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含对热轧钢板实施冷轧而制成冷轧钢板的工序和将所述冷轧钢板卷绕而得到冷轧卷材的工序,进而将所述冷轧卷材制成所述钢板卷材。
28. 根据权利要求20~25中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含对冷轧卷材或热

轧卷材实施分批退火而得到退火卷材的工序,进而将所述退火卷材制成所述钢板卷材。

29. 根据权利要求20~25中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含:

分别从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板的工序、  
对所述冷轧钢板或所述热轧钢板进行连续退火而得到退火钢板的工序、以及  
将所述退火钢板卷绕而得到退火卷材的工序,  
进而将所述退火卷材制成所述钢板卷材。

30. 根据权利要求20~25中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含:

在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板的镀覆工序、以及  
将所述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材的工序,  
进而将所述镀覆钢板卷材制成所述钢板卷材。

31. 根据权利要求30所述的钢板的制造方法,其中,所述镀覆工序包含热浸镀锌工序。

32. 根据权利要求30所述的钢板的制造方法,其中,所述镀覆工序包含热浸镀锌工序和其后的合金化工序。

33. 根据权利要求30所述的钢板的制造方法,其中,所述镀覆工序包含电镀工序。

34. 根据权利要求20~33中任一项所述的钢板的制造方法,其中,所述产品卷材由具有590MPa以上的拉伸强度的高强度钢板构成。

35. 根据权利要求20~34中任一项所述的钢板的制造方法,其中,所述产品卷材包含具有如下成分组成的基底钢板,所述成分组成以质量%计含有C:0.030%~0.800%、Si:0.01%~3.00%、Mn:0.01%~10.00%、P:0.001%~0.100%、S:0.0001%~0.0200%、N:0.0005%~0.0100%以及Al:2.000%以下,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成。

36. 根据权利要求35所述的钢板的制造方法,其中所述成分组成以质量%计进一步含有选自Ti:0.200%以下、Nb:0.200%以下、V:0.500%以下、W:0.500%以下、B:0.0050%以下、Ni:1.000%以下、Cr:1.000%以下、Mo:1.000%以下、Cu:1.000%以下、Sn:0.200%以下、Sb:0.200%以下、Ta:0.100%以下、Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下以及REM:0.0050%以下中的至少1种元素。

37. 根据权利要求20~34中任一项所述的钢板的制造方法,其中,所述产品卷材包含具有如下成分组成的不锈钢板,所述成分组成以质量%计含有C:0.001%~0.400%、Si:0.01%~2.00%、Mn:0.01%~5.00%、P:0.001%~0.100%、S:0.0001%~0.0200%、Cr:9.0%~28.0%、Ni:0.01%~40.0%、N:0.0005%~0.500%以及Al:3.000%以下,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成。

38. 根据权利要求37所述的钢板的制造方法,其中,所述成分组成以质量%计进一步含有选自Ti:0.500%以下、Nb:0.500%以下、V:0.500%以下、W:2.000%以下、B:0.0050%以下、Mo:2.000%以下、Cu:3.000%以下、Sn:0.500%以下、Sb:0.200%以下、Ta:0.100%以下、Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下以及REM:0.0050%以下中的至少1种元素。

39. 根据权利要求20~38中任一项所述的钢板的制造方法,其中,所述产品卷材具有0.50质量ppm以下的扩散性氢量。

## 脱氢装置和钢板的制造系统以及钢板的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于制造适合作为汽车、家电产品和建材等产业领域中使用的部件的钢板的脱氢装置和钢板的制造系统以及钢板的制造方法。尤其本发明涉及用于制造钢中的内在扩散性氢量少的耐氢脆化特性优异的钢板的脱氢装置和钢板的制造系统以及钢板的制造方法。

### 背景技术

[0002] 作为高强度钢板特有的担忧点,已知有由于侵入钢板的氢而引起钢板脆化(氢脆化)。通常,钢板的退火在含氢的还原性气氛下进行,因此退火时扩散性氢侵入钢中。如果不充分减少侵入钢中的扩散性氢,就会因扩散性氢而引起钢板氢脆化,有可能导致延迟断裂。

[0003] 因此,以往一直在研究减少退火时侵入钢中的扩散性氢的方法。作为减少扩散性氢的方法,已知有将退火后的钢板在室温下长时间放置而使扩散性氢从钢板表面脱离的方法。另外,专利文献1中公开了一种方法:通过将实施冷轧后的退火钢板在50℃~300℃的温度区间内保持1800s~43200s来减少钢中的扩散性氢量。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2019/188642号

### 发明内容

[0007] 然而,在室温下放置钢板的方法中,需要长时间放置钢板,生产率低。另外,在专利文献1中,担忧由加热导致的组织变化而引起的屈服强度的升高以及回火脆化这样的机械特性的变化。

[0008] 本发明是鉴于上述情况而完成的,目的在于提供一种能够在不改变钢板的机械特性的情况下制造耐氢脆化特性优异的钢板的钢板脱氢装置和钢板制造系统以及钢板的制造方法。

[0009] 本发明人等为了实现上述课题反复进行了深入研究,结果发现:如果沿着钢板的板宽方向施加恒定磁场,则能够减少钢中的扩散性氢量而抑制氢脆化。推测这是由于以下机制:通过对钢板施加恒定磁场,由于磁致伸缩效应,钢板的形状变化。此时,由于施加于钢板的恒定磁场沿着钢板的板宽方向,因此钢板的晶格间距沿着钢板的板宽方向朝钢板的主表面(正反面)内侧方向扩张。其结果,钢板内部的氢向势能低的钢板主表面(正反面)扩散,从该主表面脱离。

[0010] 本发明是根据上述见解而完成的。即,本发明的要旨构成如下。

[0011] [1]一种脱氢装置,具有:

[0012] 收容部,收容将钢带卷绕成卷状的钢板卷材;以及,

[0013] 磁场施加装置,沿着被收容到上述收容部的上述钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场。

[0014] [2]根据上述[1]所述的脱氢装置,其中,上述磁场施加装置包含位于上述钢板卷材的板宽方向端部的外侧的电磁铁,上述电磁铁具有与上述钢板卷材的板宽方向端面对置的磁极面。

[0015] [3]根据上述[1]或[2]所述的脱氢装置,其中,上述磁场施加装置包含分别位于上述钢板卷材的板宽方向两端部的外侧的一对电磁铁,上述一对电磁铁分别具有与上述钢板卷材的板宽方向端面对置的磁极面,上述磁极面中的一方为N极,另一方为S极。

[0016] [4]根据上述[1]~[3]中任一项所述的脱氢装置,其中,将上述磁场施加装置设定为上述钢板卷材的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。

[0017] [5]根据上述[1]~[4]中任一项所述的脱氢装置,其中,进一步具有用于一边加热上述钢板卷材一边施加上述恒定磁场的加热部。

[0018] [6]一种脱氢装置,具有:

[0019] 放卷装置,从钢板卷材放卷钢带;

[0020] 通板装置,使上述钢带通板;

[0021] 收卷装置,将上述钢带卷绕;以及

[0022] 磁场施加装置,对上述通板装置进行通板中的上述钢带沿上述钢带的板宽方向施加恒定磁场。

[0023] [7]根据上述[6]所述的脱氢装置,其中,上述磁场施加装置包含位于通板中的上述钢带的板宽方向端部的外侧的电磁铁,上述电磁铁具有与上述钢带的板宽方向端面对置的磁极面。

[0024] [8]根据上述[6]或[7]所述的脱氢装置,其中,上述磁场施加装置包含分别位于上述钢带的板宽方向两端部的外侧的一对电磁铁,上述一对电磁铁分别具有与上述钢带的板宽方向端面对置的磁极面,上述磁极面中的一方为N极,另一方为S极。

[0025] [9]根据上述[6]~[8]中任一项所述的脱氢装置,其中,将上述磁场施加装置设定为上述钢带的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。

[0026] [10]根据上述[6]~[9]中任一项所述的脱氢装置,其中,进一步具有用于一边加热上述钢带一边施加上述恒定磁场的加热部。

[0027] [11]根据上述[1]~[10]中任一项所述的脱氢装置,其中,进一步具有防止上述恒定磁场传播到上述脱氢装置的外部的磁场遮挡部。

[0028] [12]一种钢板的制造系统,具有:

[0029] 热轧装置,对钢坯实施热轧而制成热轧钢板;

[0030] 热轧钢板收卷装置,将上述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材;以及

[0031] 上述[1]~[11]中任一项所述的脱氢装置,将上述热轧卷材制成上述钢板卷材。

[0032] [13]一种钢板的制造系统,具有:

[0033] 冷轧装置,对热轧钢板实施冷轧而制成冷轧钢板;

[0034] 冷轧钢板收卷装置,将上述冷轧钢板卷绕而得到冷轧卷材;以及

[0035] 上述[1]~[11]中任一项所述的脱氢装置,将上述冷轧卷材制成上述钢板卷材。

[0036] [14]一种钢板的制造系统,具有:

[0037] 批式退火炉,对冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而得到退火卷材;以及

[0038] 上述[1]~[11]中任一项所述的脱氢装置,将上述退火卷材制成上述钢板卷材。

- [0039] [15]一种钢板的制造系统,具有:
- [0040] 退火前放卷装置,从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板;
- [0041] 连续退火炉,对上述冷轧钢板或上述热轧钢板进行连续退火而制成退火钢板;
- [0042] 退火钢板收卷装置,将上述退火钢板卷绕而得到退火卷材;以及
- [0043] 上述[1]~[11]中任一项所述的脱氢装置,将上述退火卷材制成上述钢板卷材。
- [0044] [16]一种钢板的制造系统,具有:
- [0045] 镀覆装置,在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板;
- [0046] 镀覆钢板收卷装置,将上述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材;以及
- [0047] 上述[1]~[11]中任一项所述的脱氢装置,将上述镀覆钢板卷材制成上述钢板卷材。
- [0048] [17]根据上述[16]所述的钢板的制造系统,其中,上述镀覆装置为热浸镀锌装置。
- [0049] [18]根据上述[16]所述的钢板的制造系统,其中,上述镀覆装置包含热浸镀锌装置和其后的合金化炉。
- [0050] [19]根据上述[16]所述的钢板的制造系统,其中,上述镀覆装置为电镀装置。
- [0051] [20]一种钢板的制造方法,包含如下磁场施加工序:对将钢带卷绕成卷状的钢板卷材沿着该钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场而制成产品卷材。
- [0052] [21]根据上述[20]所述的钢板的制造方法,其中,在上述磁场施加工序中,上述钢板卷材的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。
- [0053] [22]根据上述[20]或[21]所述的钢板的制造方法,其中,上述磁场施加工序是将上述钢板卷材保持在300℃以下进行的。
- [0054] [23]一种钢板的制造方法,具有如下工序:
- [0055] 从钢板卷材放卷钢带的工序、
- [0056] 使上述钢带通板的通板工序、以及
- [0057] 将上述钢带卷绕而制成产品卷材的工序,
- [0058] 并且,上述通板工序包含如下磁场施加工序:对上述钢带沿着上述钢带的板宽方向施加恒定磁场。
- [0059] [24]根据上述[23]所述的钢板的制造方法,其中,在上述磁场施加工序中,上述钢带的板宽方向的磁通密度为0.1~15T。
- [0060] [25]根据上述[23]或[24]所述的钢板的制造方法,其中,上述磁场施加工序是将上述钢带保持在300℃以下进行的。
- [0061] [26]根据上述[20]~[25]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含对钢坯实施热轧而制成热轧钢板的工序和将上述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材的工序,进而将上述热轧卷材制成上述钢板卷材。
- [0062] [27]根据上述[20]~[25]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含对热轧钢板实施冷轧而制成冷轧钢板的工序和卷绕上述冷轧钢板而得到冷轧卷材的工序,进而将上述冷轧卷材制成上述钢板卷材。
- [0063] [28]根据上述[20]~[25]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含对冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而得到退火卷材的工序,进而将上述退火卷材制成上述钢板卷材。

- [0064] [29]根据上述[20]~[25]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含:
- [0065] 分别从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板的工序、
- [0066] 对上述冷轧钢板或上述热轧钢板进行连续退火而得到退火钢板的工序、以及
- [0067] 将上述退火钢板卷绕而得到退火卷材的工序,
- [0068] 进而将上述退火卷材制成上述钢板卷材。
- [0069] [30]根据上述[20]~[25]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,包含:
- [0070] 在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板的镀覆工序、以及
- [0071] 将上述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材的工序,
- [0072] 进而将上述镀覆钢板卷材制成上述钢板卷材。
- [0073] [31]根据上述[30]所述的钢板的制造方法,其中,上述镀覆工序包含热浸镀锌工序。
- [0074] [32]根据上述[30]所述的钢板的制造方法,其中,上述镀覆工序包含热浸镀锌工序和其后的合金化工序。
- [0075] [33]根据上述[30]所述的钢板的制造方法,其中,上述镀覆工序包含电镀工序。
- [0076] [34]根据上述[20]~[33]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,上述产品卷材由具有590MPa以上的拉伸强度的高强度钢板构成。
- [0077] [35]根据上述[20]~[34]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,上述产品卷材包含具有如下成分组成的基底钢板,所述成分组成以质量%计含有C:0.030%~0.800%、Si:0.01%~3.00%、Mn:0.01%~10.00%、P:0.001%~0.100%、S:0.0001%~0.0200%、N:0.0005%~0.0100%以及Al:2.000%以下,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成。
- [0078] [36]根据[35]所述的钢板的制造方法,其中上述成分组成以质量%计进一步含有选自Ti:0.200%以下、Nb:0.200%以下、V:0.500%以下、W:0.500%以下、B:0.0050%以下、Ni:1.000%以下、Cr:1.000%以下、Mo:1.000%以下、Cu:1.000%以下、Sn:0.200%以下、Sb:0.200%以下、Ta:0.100%以下、Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下以及REM:0.0050%以下中的至少1种元素。
- [0079] [37]根据上述[20]~[34]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,上述产品卷材包含具有如下成分组成的不锈钢板,所述成分组成以质量%计含有C:0.001%~0.400%、Si:0.01%~2.00%、Mn:0.01%~5.00%、P:0.001%~0.100%、S:0.0001%~0.0200%、Cr:9.0%~28.0%、Ni:0.01%~40.0%、N:0.0005%~0.500%以及Al:3.000%以下,剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成。
- [0080] [38]根据上述[37]所述的钢板的制造方法,其中,上述成分组成以质量%计进一步含有选自Ti:0.500%以下、Nb:0.500%以下、V:0.500%以下、W:2.000%以下、B:0.0050%以下、Mo:2.000%以下、Cu:3.000%以下、Sn:0.500%以下、Sb:0.200%以下、Ta:0.100%以下、Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下以及REM:0.0050%以下中的至少1种元素。
- [0081] [39]根据上述[20]~[38]中任一项所述的钢板的制造方法,其中,上述产品卷材具有0.50质量ppm以下的扩散性氢量。
- [0082] 根据本发明,能够在不改变钢板的机械特性的情况下制造耐氢脆化特性优异的钢板。

## 附图说明

[0083] 图1是表示磁场施加装置的构成的一个例子的图。

[0084] 图2是用于说明实施方式1的脱氢装置的构成的一个例子的概要图, (A) 是脱氢装置的立体图, (B) 是从侧面a侧观察脱氢装置而得的图, (C) 是从侧面b观察脱氢装置的一个例子而得的图的一个例子, (D) 是从侧面b观察脱氢装置的另一个例子而得的图。

[0085] 图3是从钢板卷材的收卷轴向观察实施方式2的脱氢装置的构成的一个例子而得的图。

[0086] 图4的(A)和(B)是示意性地表示实施方式2的脱氢装置的相对于放卷后的钢板的作为磁场施加装置的一对电磁铁60A、60B的设置方式的例子的图。

## 具体实施方式

[0087] 以下,对本发明的实施方式进行说明。本发明不限于以下的实施方式。在本说明书中,使用“~”表示的数值范围是指包含“~”前后所记载的数值作为下限值和上限值的范围。在本说明书中,“钢板”是包括热轧钢板、冷轧钢板、将它们进一步退火而得的退火钢板、以及在它们的表面形成镀覆被膜的镀覆钢板的通称。“钢板”的形状没有限定,包括钢板卷材和经放卷的钢带中的任一种。

[0088] 本脱氢装置沿着钢板的板宽方向施加恒定磁场来减少钢中的扩散性氢量。根据本脱氢装置,由于无需对钢板进行加热处理,因此能够减少钢中的扩散氢量而不担心改变钢板的组织特性。

[0089] 另外,在本钢板的制造方法中,沿钢板的板宽方向施加恒定磁场。根据本钢板的制造方法,由于无需对钢板进行加热处理,因此能够减少钢中的扩散氢量而不担心改变钢板的组织特性。

[0090] 以下,分成(1)对钢板卷材施加恒定磁场的脱氢装置和钢板的制造方法、以及(2)在对钢板卷材进行放卷并再次卷回的同时对放卷的钢板施加恒定磁场的脱氢装置和钢板的制造方法来进行说明。

[0091] <实施方式1>

[0092] 本实施方式的脱氢装置具有:收容部,收容将钢带卷绕成卷状的钢板卷材C;以及,磁场施加装置,沿着被收容到上述收容部的上述钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场。在钢板的制造中的各种工序中,钢带被卷绕成钢板卷材。

[0093] 另外,本实施方式的钢板的制造方法中,包含沿着将钢带卷绕成卷状的钢板卷材的板宽方向施加恒定磁场的磁场施加工序。在钢板的制造的各种工序中,钢带被卷绕成钢板卷材。

[0094] 在本实施方式的脱氢装置和钢板的制造方法中,通过沿着该钢板卷材的板厚方向施加恒定磁场,减少钢中的扩散性氢量,可以得到耐氢脆化特性优异的钢板。可以认为特别是在钢板卷材中,对钢带施加弯曲变形,钢带的径向外侧的面的晶格间距扩张,因此容易朝向径向外侧形成氢的扩散路径。在本实施方式中,通过沿着钢板卷材的板厚方向施加恒定磁场,由于会使径向外侧的面的晶格间距呈扩张状态的钢带进一步向板宽方向扩张,因此能够更适当地减少钢中的扩散性氢。

[0095] [磁场施加装置]

**[0096] (磁场施加装置60)**

**[0097]** 恒定磁场的施加可以使用磁场施加装置。图1表示磁场施加装置的构成的一个例子。在一个例子中,磁场施加装置60包含分别位于钢板卷材C的板宽方向两端部的外侧的一对电磁铁60A、60B。电磁铁60A、60B分别具有铁心62A、62B;将这些铁心62A、62B卷绕的卷材64A、64B;以及用于使电流流过这些卷材64A、64B的驱动电源(未图示)。通过接通驱动电源,使直流的连续电流流过卷材64A、64B,能够使电磁铁60A、60B磁化,能够产生恒定磁场。卷材64A、64B的轴向与钢板卷材C的板宽方向一致。一对电磁铁60A、60B具有分别将钢板卷材C的板宽方向端面隔开规定的间隔而对置的磁极面66A、66B。通过控制流过卷材64A、64B的电流的方向,可以使一方的磁极面66A成为N极,另一方的磁极面66B成为S极。一对磁极面66A、66B位于相对于钢板卷材C的板宽两端部的相同的位置,并且夹着钢板卷材C对置。因此,如图1所示,由一对电磁铁60A、60B产生的恒定磁场,其主要的磁通从磁极面66A(N极)朝向磁极面66B(S极),其方向与钢板卷材C的板宽方向一致。由此,可以沿钢板卷材C的板宽方向均匀地施加恒定磁场。应予说明,在本说明书中,“直流的连续电流”是指电流值是连续地(优选为恒定地)维持的直流电流而不是脉冲的。另外,在本说明书中,“恒定磁场”是指连续地维持的磁场而不是脉冲的,包括形成静止的磁铁的磁场、形成供给直流的连续电流的电磁铁的磁场。另外,“钢板卷材的表面”是指在钢板卷材C的径向位于最外周部的钢板的表面。

**[0098]** 对于钢板卷材C而言,重要的是施加恒定磁场而不是脉冲磁场。在脉冲磁场中,由磁致伸缩效应引起的钢板的晶格间距的扩张不持续,无法有效地使氢从钢板卷材C中脱离。另外,重要的是沿着钢板卷材C的板宽方向施加磁场。例如,在沿着钢板卷材C的板厚方向施加磁场的情况下,钢板的晶格间距沿着钢板的板厚方向扩张。在该情况下,钢板内部的氢向钢板的面内侧方向扩散,能够从钢板的宽度方向端面脱离。但是,由于钢板的板宽方向端面的面积微小,无法得到足够的氢脱离效果。与此相对,如果沿钢板卷材C的板宽方向施加磁场,钢板的晶格间距沿钢板的板宽方向朝钢板的主表面(正反面)内侧方向扩张。其结果,钢板内部的氢向面积大的钢板主表面(正反面)扩散,从该主表面脱离。因此,可以得到足够的氢脱离效果。

**[0099]** 应予说明,一对电磁铁60A、60B的设置方式优选如上所述,但只要产生钢板卷材C的板宽方向的具有磁通成分的恒定磁场,其设置方式没有限定。另外,磁场施加装置60的构成只要产生冷轧钢板S的板宽方向的具有磁通成分的恒定磁场,则不限于上述一对电磁铁60A、60B。例如,磁场施加装置60也可以仅为电磁铁60A和电磁铁60B中的一方。当一方的电磁铁形成的磁场具有对钢板卷材C的板宽整体施加沿着板宽方向的磁场的程度的强度时,也可以仅为一方。

**[0100] [脱氢装置]**

**[0101]** 图2表示用于通过磁场施加装置60对钢板卷材C施加恒定磁场而减少钢中的扩散性氢的脱氢装置的一个例子。图2(A)是脱氢装置300a的立体图。应予说明,图2(A)中仅图示了从脱氢装置300a的侧面a侧观察到的最靠近前侧的几列磁场施加装置60。图2(B)是从侧面a侧观察脱氢装置300a而得的图。如图2(A)和图2(B)所示,脱氢装置300a具备用于收容钢板卷材C的收容部80,并且具备对收容于该收容部80的钢板卷材C施加恒定磁场的磁场施加装置60。磁场施加装置60的数量、配置没有特别限定,在图2的例子中,在钢板卷材C的板宽方向端部的外侧配置有多个磁场施加装置60。应予说明,虽然图2(A)~(D)未图示,但在各

磁场施加装置60上结合有驱动电源,从磁场施加装置60沿钢板卷材C的板宽方向施加恒定磁场。应予说明,如图所示,收容部80也可以收容多个钢板卷材C。

[0102] 应予说明,如图所示,脱氢装置300a内适当地设置有卷材保持部90。卷材保持部90的形态没有特别限定,当以钢板卷材C的收卷轴向与脱氢装置300a的底板平行的方式载置钢板卷材C时,如图2(A)所示,为了防止钢板卷材C在脱氢装置300a内转动,卷材保持部90可以是两侧夹持钢板卷材C的一对棒状部件。如图2(A)所示,卷材保持部90也可以是具有沿着钢板卷材C的最外周所描绘的弧的凹弧状的上表面的一对棒状部件。另外,虽然未图示,但钢板卷材C可以以收卷轴向与脱氢装置300a的底板垂直的方式载置。

[0103] (磁通密度)

[0104] 从促进氢的扩散,充分使钢板卷材C中含有的氢脱离的观点出发,钢板卷材C的板宽方向的磁通密度优选为0.1T以上,更优选为0.2T以上,进一步优选为0.5T以上。另一方面,考虑一般的磁场施加装置的性能,钢板卷材C的板宽方向的磁通密度优选为15T以下,更优选为14T以下。冷轧钢板S的板宽方向的磁通密度可以通过调整卷材的卷数、电流值进行调整。“钢板卷材的板宽方向的磁通密度”可以通过在钢板卷材C的板宽方向端面附近以及磁场施加装置60的磁场产生面附近设置特斯拉计来在线测定。或者,如果确定了磁场施加装置60中的卷材的卷数和电流值的大小,也可以预先离线掌握“钢板卷材的板宽方向的磁通密度”。

[0105] (磁场施加时间)

[0106] 对钢板卷材C施加恒定磁场的时间没有特别限定。在本实施方式中,由于在热轧后或冷轧后对钢板卷材施加恒定磁场,与一边将钢带通板一边施加恒定磁场的情况不同,可以无施加时间限制地施加恒定磁场。推测施加恒定磁场的时间越长,越能减少扩散性氢,因此,施加恒定磁场的时间优选为0.5分钟以上。恒定磁场的施加时间更优选为30分钟以上,进一步优选为60分钟以上。另一方面,从生产性的观点出发,恒定磁场的施加时间优选为30000分钟以下,更优选为10000分钟以下,进一步优选为1000分钟以下。控制恒定磁场的施加时间的方法例如可以举出控制磁场施加装置60的驱动时间的方法。

[0107] [加热装置]

[0108] [钢板卷材的保持温度]

[0109] 脱氢装置300a可以进一步具有用于一边加热钢板卷材C一边施加恒定磁场的加热部。磁场施加工序中的钢板卷材C的温度没有特别限定。这是由于根据本实施方式,即使不加热钢板卷材C也能减少钢中的扩散性氢。然而,由于一边通过加热部加热钢板卷材C一边施加恒定磁场,能够进一步提高氢的扩散速度,能够进一步减少钢中的扩散性氢量。由此,施加恒定磁场时的钢板卷材C的温度优选为30℃以上,更优选为50℃以上,进一步优选为100℃以上。磁场施加工序中的钢板卷材C的温度的上限没有特别限定,但从适当地防止钢板卷材C的组织变化的观点出发,如后所述,除了在分批退火中施加恒定磁场的情况外,优选为300℃以下。应予说明,在本实施方式中,施加恒定磁场时的钢板卷材C的温度以钢板卷材径向二分之一位置的温度为基准。钢板卷材径向二分之一位置的温度可以通过在钢板卷材的径向二分之一位置直接夹住热电偶,通过测定存在于径向二分之一的钢带的温度来测定。钢板卷材C的加热方法例如除了在收容部侧壁设置加热器的方法以外,也可以为将外部产生的高温空气送入收容部并使其在收容部内循环的方法等一般的方法。

[0110] 本实施方式的脱氢装置300a可以在脱氢装置300a的外部进一步具有防止恒定磁场传播的磁场遮挡部。磁场遮挡部例如可以是以包围收容部80的内壁的方式设置的磁场遮挡材料。

[0111] 根据本实施方式,磁场施加后得到的产品卷材C的扩散性氢量可以减少到0.50质量ppm以下。通过使产品卷材C的扩散性氢量减少到0.50质量ppm以下,能够防止钢板的氢脆化。磁场施加后的钢中的扩散性氢量优选为0.30质量ppm以下,进一步优选为0.20质量ppm以下。

[0112] 产品卷材C的扩散性氢量通过以下进行测定。从产品卷材的径向二分之一位置采取长度30mm、宽度5mm的试片。当钢板为热浸镀锌钢板或合金化热浸镀锌钢板时,将试片的热浸镀锌层或合金化热浸镀锌层通过研磨或碱除去。然后,利用升温脱离分析法(Thermal Desorption Spectrometry:TDS)测定从试片中释放出的氢量。具体而言,从室温到300℃以升温速度200℃/h进行连续加热后,冷却到室温,测定从室温到210℃从试片中释放出的累计氢量,作为产品卷材C的扩散性氢量。

[0113] 以下,对本实施方式的应用例进行更具体地说明。

[0114] [热轧钢板]

[0115] 本实施方式的脱氢装置300a和钢板的制造方法可以适用于热轧钢板的制造。

[0116] 本应用例的钢板的制造系统为具有对钢坯实施热轧而制成热轧钢板的热轧装置、将上述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材的热轧钢板收卷装置以及将上述热轧卷材制成上述钢板卷材C的钢板的脱氢装置的钢板的制造系统。热轧装置对具有公知的成分组成的钢坯实施由粗轧和精轧构成的热轧而制成热轧钢板。热轧钢板收卷装置将该热轧钢板卷绕而制成热轧卷材。脱氢装置300a将该热轧卷材制成钢板卷材C,对热轧卷材在上述的条件下施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加,减少钢中的扩散性氢量,可以得到耐氢脆化特性优异的热轧钢板。应予说明,可以对得到的热轧钢板进一步实施冷轧而制成冷轧钢板。

[0117] 本应用例的钢板的制造方法包含对钢坯实施热轧而制成热轧钢板的工序、以及将上述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材的工序,进而将上述热轧卷材制成上述钢板卷材。施加恒定磁场前的热轧卷材的制造方法没有特别限定,可以对具有公知的成分组成的钢坯实施由粗轧和精轧构成的热轧而制成热轧钢板,将该热轧钢板利用公知的方法进行卷绕而制成热轧卷材即可。通过对该热轧卷材在上述的条件下施加恒定磁场,能够减少钢中的扩散性氢量,得到耐氢脆化特性优异的热轧钢板。应予说明,可以对得到的热轧钢板进一步实施冷轧而制成冷轧钢板。

[0118] [冷轧钢板]

[0119] 本实施方式的脱氢装置300a和钢板的制造方法也可以适用于冷轧钢板的制造。

[0120] 本应用例的钢板的制造系统是具有对热轧钢板实施冷轧而制成冷轧钢板的冷轧装置、将上述冷轧钢板卷绕而得到冷轧卷材的冷轧钢板收卷装置、以及将上述冷轧卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300a的钢板的制造系统。冷轧装置对公知的热轧钢板实施或不实施热轧板退火,对热轧后的热轧钢板或热轧板退火后的热轧钢板实施1次冷轧或隔着中间退火实施2次以上的冷轧而制成具有最终板厚的冷轧钢板。冷轧钢板收卷装置按照公知的方法将冷轧后的冷轧钢板卷绕而制成冷轧卷材。脱氢装置300a将该冷轧卷材制成钢板卷材C,并对冷轧卷材在上述的条件下施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加,减少钢中的

扩散性氢量,可以得到耐氢脆化特性优异的冷轧钢板。应予说明,钢板的制造系统还可以进一步具有能够对卷绕热轧后的热轧钢板而得到的热轧卷材在上述的条件下施加恒定磁场的脱氢装置300a。接下来,从磁场施加后的热轧卷材放卷热轧钢板并实施冷轧而制成冷轧卷材,进一步通过脱氢装置300a对该冷轧卷材施加恒定磁场,由此能够进一步减少钢中的扩散性氢量,得到耐氢脆化特性特别优异的钢板。

[0121] 本应用例的钢板的制造方法包含将热轧钢板冷轧而制成冷轧钢板的工序以及将上述冷轧钢板卷绕而得到冷轧卷材的工序,进而将上述冷轧卷材制成上述钢板卷材。施加恒定磁场前的冷轧卷材的制造方法没有特别限定。一个例子中,可以对具有公知的成分组成的钢坯实施由粗轧和精轧构成的热轧而制成热轧钢板,对该热轧钢板实施或不实施热轧板退火,对热轧后的热轧钢板或热轧板退火后的热轧钢板实施1次冷轧或隔着中间退火的2次以上的冷轧而制成具有最终板厚的冷轧钢板。冷轧后的冷轧钢板按照公知的方法进行卷绕而制成冷轧卷材。通过对该冷轧卷材在上述的条件下施加恒定磁场,能够减少钢中的扩散性氢量,得到耐氢脆化特性优异的冷轧钢板。应予说明,除了对冷轧卷材施加恒定磁场外,也可以将热轧后的热轧钢板卷绕而制成热轧卷材,并对该热轧卷材以上述的条件施加恒定磁场。接下来,从磁场施加后的热轧卷材放卷热轧钢板并实施冷轧而制成冷轧卷材,进一步对该冷轧卷材施加恒定磁场,由此能够进一步减少钢中的扩散性氢量,得到耐氢脆化特性特别优异的钢板。

[0122] 在本实施方式中,施加恒定磁场的热轧钢板或冷轧钢板的种类没有特别限定。钢板的成分组成没有特别限定,但作为可特别优选适用实施方式的钢板,可以例示具有以下成分组成的钢板。首先,对钢板的成分组成的适当范围及其限定理由进行说明。

[0123] [必需成分]

[0124] C:0.030% ~ 0.800%

[0125] C是为了提高强度而需要的元素。通过使C量为0.030%以上,能够得到特别适当的强度。另外,通过使C量为0.800%以下,能够适当地防止材料本身的脆化。从这样的观点出发,C量优选为0.030%以上,优选为0.800%以下。C量更优选为0.080%以上。另外,C量更优选为0.500%以下。

[0126] Si:0.01% ~ 3.00%,

[0127] Si是变为置换型固溶体使材质大幅硬质化的固溶强化元素,对提高钢板的强度是有效的。为了获得Si添加带来的强度提高的效果,Si量优选为0.01%以上。另一方面,从防止钢的脆化和延展性的降低以及防止红色氧化皮等而得到良好的表面性状,进而得到良好的镀覆外观和镀覆密合性的观点出发,Si量优选为3.00%以下。因此,Si优选为0.01%以上,优选为3.00%以下。Si更优选为0.10%以上,更优选为2.50%以下。

[0128] Mn:0.01%以上10.00%以下

[0129] Mn通过固溶强化来提高钢板的强度。为了获得该效果,Mn量优选为0.01%以上。另一方面,通过将Mn量设为10.00%以下,能够适当地防止Mn偏析,防止钢组织的不均匀,进一步抑制氢脆化。由此,Mn量优选为10.00%以下。Mn量更优选为0.5%以上,更优选为8.00%以下。

[0130] P:0.001%以上0.100%以下

[0131] P是具有固溶强化的作用、可以根据所希望的强度来添加的元素。为了获得这样的

效果,优选使P量为0.001%以上。另一方面,通过使P量为0.100%以下,能够获得优异的焊接性。另外,通过使P量为0.100%以下,从而能够在钢板表面形成镀锌被膜,对该镀锌被膜实施合金化处理而形成合金化镀锌被膜时,防止合金化速度的降低,形成优异品质的镀锌被膜。因此,P量优选为0.001%以上,优选为0.100%以下。P量更优选为0.003%以上。另外,P量更优选为0.050%以下。

[0132] S:0.0001%以上0.0200%以下

[0133] 通过减少S量,能够适当地防止热加工时的钢的脆化,并且适当地防止硫化物的产生,从而提高局部变形能力。因此,S量优选为0.0200%以下,更优选为0.0100%以下,进一步优选为0.0050%以下。S量的下限没有特别限定,但由于生产技术上的限制,优选使S量为0.0001%以上,更优选为0.0050%以上。

[0134] N:0.0005%~0.0100%

[0135] 通过减少N量,能够提高钢的耐时效性。因此,N量优选为0.0100%以下,更优选为0.0070%以下。N量的下限没有特别限定,但由于生产技术上的限制,N量优选为0.0005%以上,更优选为0.0010%以上。

[0136] Al:2.000%以下

[0137] Al是作为脱氧剂发挥作用、对钢的清洁度有效的元素,优选在脱氧工序中添加。为了获得添加效果,当添加时,Al量优选为0.001%以上。另一方面,从适当地防止连续铸造时产生钢片裂纹的观点出发,Al量优选为2.000%以下。Al量更优选为0.010%以上。另外,Al量更优选为1.200%以下。

[0138] [任意成分]

[0139] 成分组成中还可以进一步以质量%计含有选自Ti:0.200%以下、Nb:0.200%以下、V:0.500%以下、W:0.500%以下、B:0.0050%以下、Ni:1.000%以下、Cr:1.000%以下、Mo:1.000%以下、Cu:1.000%以下、Sn:0.200%以下、Sb:0.200%以下、Ta:0.100%以下、Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下和REM:0.0050%以下中的至少1种元素。

[0140] Ti:0.200%以下

[0141] Ti通过钢的析出强化、另外通过由铁素体晶粒的生长抑制而引起的细粒强化而有助于钢板的强度提高。在添加Ti的情况下,优选为0.005%以上。在添加Ti的情况下,Ti量更优选为0.010%以上。另外,通过将Ti量设为0.200%以下,能够适当地防止碳氮化合物的析出,进一步提高成型性。因此,在添加Ti的情况下,其添加量优选为0.200%以下。Ti量更优选为0.100%以下。

[0142] Nb:0.200%以下、V:0.500%以下、W:0.500%以下

[0143] Nb、V、W对钢的析出强化有效。在添加Nb、V、W的情况下,分别优选为0.005%以上。在添加Nb、V、W的情况下,分别优选为0.010%以上。另外,通过使Nb为0.200%以下,V、W为0.500%以下,能够与Ti同样适当地防止碳氮化合物的析出量,进一步提高成型性。因此,在添加Nb的情况下,其添加量优选为0.200%以下,更优选为0.100%以下。在添加V、W的情况下,其添加量分别优选为0.500%以下,分别更优选为0.300%以下。

[0144] B:0.0050%以下

[0145] B对于晶界强化和钢板的高强度化有效。在添加B的情况下,优选为0.0003%以上。

另外,为了得到更理想的成型性,B优选为0.0050%以下。因此,在添加B的情况下,其添加量优选为0.0050%以下,更优选为0.0030%以下。

[0146] Ni:1.000%以下

[0147] Ni是通过固溶强化提高钢的强度的元素。在添加Ni的情况下,优选为0.005%以上。另外,从减少硬质马氏体的面积率而进一步提高延展性的观点出发,Ni优选为1.000%以下。因此,在添加Ni的情况下,其添加量优选为1.000%以下,更优选为0.500%以下。

[0148] Cr:1.000%以下、Mo:1.000%以下

[0149] Cr、Mo具有提高强度与成型性的平衡的作用,因此可以根据需要添加。在添加Cr、Mo的情况下,优选Cr:0.005%以上、Mo:0.005%以上。另外,从减少硬质的马氏体的面积率而进一步提高延展性的观点出发,Cr、Mo分别优选为Cr:1.000%以下、Mo:1.000%以下。Cr、Mo分别优选为Cr:0.500%以下、Mo:0.500%以下。

[0150] Cu:1.000%以下

[0151] Cu是对钢的强化有效的元素,可以根据需要添加。在添加Cu的情况下,优选为0.005%以上。另外,从减少硬质的马氏体的面积率,进一步提高延展性的观点出发,在添加Cu的情况下,其量优选为1.000%以下,更优选为0.200%以下。

[0152] Sn:0.200%以下、Sb:0.200%以下

[0153] Sn和Sb由于抑制钢板表面的氮化和氧化而产生的钢板表面的几十 $\mu\text{m}$ 左右的区域的脱碳,因此根据需要进行添加,从而有效地确保强度和材质稳定性。在添加Sn、Sb的情况下,分别优选为0.002%以上。另外,为了得到更优异的韧性,在添加Sn和Sb的情况下,其含量分别优选为0.200%以下,更优选为0.050%以下。

[0154] Ta:0.100%以下

[0155] Ta与Ti、Nb同样地生成合金碳化物和合金碳氮化合物而有助于高强度化。此外,可以认为通过一部分固溶于Nb碳化物、Nb碳氮化合物,生成(Nb、Ta)(C、N)这样的复合析出物而显著抑制析出物的粗大化,具有使利用析出强化而对强度做出的贡献稳定化的效果。因此,优选含有Ta。这里,在添加Ta的情况下,优选为0.001%以上。Ta量的上限没有特别限定,但从减少成本的观点出发,在添加Ta的情况下,其含量优选为0.100%以下,更优选为0.050%以下。

[0156] Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下、REM:0.0050%以下

[0157] Ca、Mg、Zr和REM是将硫化物的形状球化、对用于改善硫化物对成型性的不良影响有效的元素。在添加这些元素的情况下,分别优选为0.0005%以上。另外,为了适当地防止夹杂物等的增加,更适当地防止表面和内部缺陷等,在添加Ca、Mg、Zr和REM的情况下,其添加量分别优选为0.0050%以下,更优选为0.0020%以下。

[0158] 本实施方式也可以特别优选用于氢脆化成为问题的高强度钢板。通过对由高强度钢板构成的钢板卷材C利用脱氢装置300a或者应用本钢板的制造方法施加恒定磁场,能够减少钢中的扩散性氢量,得到耐氢脆化特性优异的高强度钢板。例如,本实施方式中制造的钢板可以是具有590MPa以上、更优选为1180MPa以上、进一步优选为1470MPa以上的拉伸强度的高强度钢板。应予说明,钢板的拉伸强度依据JIS Z 2241(2011年)进行测定。在高强度钢板中,由氢脆化引起的延迟断裂经常成为问题,但根据本实施方式,在不损害拉伸强度的情况下,能够制造耐氢脆化特性优异的高强度钢板。

[0159] 另外,根据本实施方式的脱氢装置和钢板的制造方法,对公知的不锈钢施加恒定磁场,也能够制造耐氢脆化特性优异的不锈钢。以下,对钢板为不锈钢板时的成分组成及其限定理由进行说明。

[0160] [必需成分]

[0161] C:0.001% ~ 0.400%

[0162] C是在不锈钢中对获得高强度不可或缺的元素。然而,如果C含量超过0.400%,则在钢制造中的回火时与Cr结合以碳化物的形式析出,该碳化物使钢的耐腐蚀性和韧性恶化。另一方面,C的含量小于0.001%时,得不到足够的强度,如果超过0.400%,则上述恶化变得显著。由此,将C的含量设为0.001% ~ 0.400%。C含量优选为0.005%以上。另外,C含量优选为0.350%以下。

[0163] Si:0.01% ~ 2.00%

[0164] Si是作为脱氧剂有用的元素。通过使Si含量为0.01%以上,可以得到该效果。然而,如果含有过量的Si,则固溶于钢中的Si使钢的加工性降低。因此,Si含量的上限为2.00%。Si含量优选为0.05%以上。另外,Si含量优选为1.8%以下。

[0165] Mn:0.01% ~ 5.00%

[0166] Mn具有提高钢的强度的效果。含有0.01%以上的Mn可以获得这些效果。然而,如果Mn含量超过5.00%,则钢的加工性降低。因此,将Mn含量的上限设为5.00%。Mn含量优选为0.05%以上。另外,Mn含量优选为4.6%以下。

[0167] P:0.001% ~ 0.100%

[0168] P是助长由晶界偏析导致的晶界断裂的元素,因而越低越好,上限设为0.100%。P含量优选为0.030%以下。P含量进一步优选为0.020%以下。应予说明,P含量的下限没有特别限定,但从生产技术上的观点出发,设为0.001%以上。

[0169] S:0.0001% ~ 0.0200%

[0170] S是作为MnS等硫化物系夹杂物存在的使延展性、耐腐蚀性等降低的元素,特别是在含量超过0.0200%的情况下,它们的不良影响显著发生。因此,S含量优选尽量低,S含量的上限为0.0200%。S含量优选为0.010%以下。S含量进一步优选为0.005%以下。应予说明,S含量的下限没有特别限定,但从生产技术上的观点出发,为0.0001%以上。

[0171] Cr:9.0% ~ 28.0%

[0172] Cr是构成不锈钢的基本元素,而且是表现出耐腐蚀性的重要元素。当考虑180℃以上的严苛环境下的耐腐蚀性时,如果Cr含量小于9%,得不到足够的耐腐蚀性,另一方面,如果超过28.0%,则效果饱和,在经济性方面存在问题。因此,将Cr含量设为9.0% ~ 28.0%。Cr含量优选为10.0%以上。另外,Cr含量优选为25.0%以下。

[0173] Ni:0.01% ~ 40.0%

[0174] Ni是提高不锈钢的耐腐蚀性的元素,但小于0.01%时,其效果无法充分发挥,另一方面,过量添加除了使不锈钢硬质化、使成型性恶化以外,还容易产生应力腐蚀裂纹。因此,将Ni含量设为0.01% ~ 40.0%。Ni含量优选为0.1%以上。另外,Ni含量优选为30.0%以下。

[0175] N:0.0005% ~ 0.500%

[0176] N是对不锈钢的耐腐蚀性提高有害的元素,也是奥氏体生成元素。如果含有超过0.5%,则热处理时变为氮化物析出,不锈钢的耐腐蚀性和韧性变差。因此,将N含量的上限

设为0.500%，优选为0.20%。

[0177] Al:3.000%以下，

[0178] Al除了作为脱氧元素而添加以外，还具有抑制氧化皮的剥离的效果。然而，如果添加超过3.000%，则导致伸长率的降低和表面品质的恶化。因此，将Al含量的上限设为3.000%。Al含量的下限没有特别限定，优选为0.001%以上。Al含量更优选为0.01%以上。另外，Al含量优选为2.5%以下。

[0179] [任意成分]

[0180] 不锈钢的成分组成中还可以以质量%计进一步含有选自Ti:0.500%以下、Nb:0.500%以下、V:0.500%以下、W:2.000%以下、B:0.0050%以下、Mo:2.000%以下、Cu:3.000%以下、Sn:0.500%以下、Sb:0.200%以下、Ta:0.100%以下、Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下和REM:0.0050%以下中的至少1种元素。

[0181] Ti:0.500%以下

[0182] Ti是为了与C、N、S结合而提高耐腐蚀性、耐晶界腐蚀性、深拉深性而添加的元素。其中，如果添加超过0.500%，则由于固溶Ti而使不锈钢硬质化，韧性恶化。因此，将Ti含量的上限设为0.500%。Ti含量的下限没有特别限定，优选为0.003%以上。Ti含量更优选为0.005%以上。另外，Ti含量优选为0.300%以下。

[0183] Nb:0.500%以下

[0184] Nb与Ti同样是为了与C、N、S结合而提高耐腐蚀性、耐晶界腐蚀性、深拉深性而添加的元素。另外，由于除了加工性的提高、高温强度的提高以外，还促进间隙腐蚀的抑制和再钝化，因此根据需要而添加。其中，由于过量添加导致不锈钢的硬质化，使成型性恶化，因此将Nb含量的上限设为0.500%。Nb含量的下限没有特别限定，优选为0.003%以上。Nb含量更优选为0.005%以上。另外，Nb含量优选为0.300%以下。

[0185] V:0.500%以下

[0186] V抑制间隙腐蚀，因此根据需要进行添加。其中，过量添加使不锈钢硬质化，使成型性劣化，因此使V含量的上限为0.500%。V含量的下限没有特别限定，优选为0.01%以上，V含量更优选为0.03%以上。另外，V含量优选为0.300%以下。

[0187] W:2.000%以下

[0188] W有助于提高耐腐蚀性和高温强度，因此根据需要进行添加。其中，由于添加超过2.000%使不锈钢硬质化，导致钢板制造时的韧性恶化、成本增加，因此使W含量的上限为2.000%。W含量的下限没有特别限定，优选为0.050%以上。W含量更优选为0.010%以上。另外，W含量优选为1.500%以下。

[0189] B:0.0050%以下

[0190] B是通过在晶界处偏析而提高产品的二次加工性的元素。除了抑制将部件进行二次加工时的纵向裂纹外，还使其在冬季不产生裂纹，因此根据需要进行添加。但是，过量添加导致加工性、耐腐蚀性的降低。因此，将B含量的上限设为0.0050%。B含量的下限没有特别限定，优选为0.0002%以上。B含量更优选为0.0005%以上。另外，B含量优选为0.0035%以下。

[0191] Mo:2.000%以下

[0192] Mo是提高耐腐蚀性的元素，特别是具有间隙结构时抑制间隙腐蚀的元素。其中，如

果超过2.000%，则成型性显著恶化，因此将其含量的上限设为2.000%。Mo含量的下限没有特别限定，但优选为0.005%以上。Mo含量更优选为0.010%以上。另外，Mo含量优选为1.500%以下。

[0193] Cu:3.000%以下

[0194] Cu与Ni、Mn同样为奥氏体稳定化元素，对由相变引起的晶粒微细化有效。另外，为了促进间隙腐蚀的抑制、再钝化，根据需要进行添加。其中，过量添加除了硬质化以外，还使韧性和成型性劣化，因此使其含量的上限为3.000%。Cu含量的下限没有特别限定，优选为0.005%以上。Cu含量更优选为0.010%以上。另外，Cu含量优选为2.000%以下。

[0195] Sn:0.500%以下

[0196] Sn有助于提高耐腐蚀性和高温强度，因此根据需要进行添加。其中，如果添加超过0.500%，则有时产生钢板制造时的板坯裂纹，因此使其含量的上限为0.500%以下。Sn含量的下限没有特别限定，优选为0.002%以上。Sn含量更优选为0.005%以上。另外，Sn含量优选为0.300%以下。

[0197] Sb:0.200%以下

[0198] Sb是起到在晶界处偏析而提高高温强度的作用的元素。其中，如果超过0.200%，则发生Sb偏析，在焊接时产生裂纹，因此使其含量的上限为0.200%。Sb含量的下限没有特别限定，优选为0.002%以上。Sb含量更优选为0.005%以上。另外，Sb含量优选为0.100%以下。

[0199] Ta:0.100%以下

[0200] Ta由于与C、N结合而有助于提高韧性而根据需要进行添加。其中，如果添加超过0.100%，则其效果饱和，导致制造成本增加，因此使其含量的上限为0.100%。Ta含量的下限没有特别限定，优选为0.002%以上。Ta含量更优选为0.005%以上。另外，Ta含量优选为0.080%以下。

[0201] Ca:0.0050%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.0050%以下、REM(Rare Earth Metal):0.0050%以下

[0202] Ca、Mg、Zr和REM是将硫化物的形状球化、对改善硫化物对成型性的不良影响有效的元素。在添加它们中的任一种元素的情况下，各元素的含量分别优选为0.0005%以上。其中，当各含量过量时，夹杂物等增加，有时产生表面和内部缺陷。因此，在添加它们中的任一种元素的情况下，各元素的含量分别为0.0050%以下。这些元素的含量的下限没有特别限定，各元素的含量优选为0.0002%以上。各元素的含量更优选为0.0005%以上。另外，各元素的含量分别优选为0.0035%以下。

[0203] [退火装置]

[0204] [退火工序]

[0205] 可以对上述冷轧钢板、热轧钢板实施退火。即，本钢板的制造系统可以具有对冷轧钢板、热轧钢板实施退火的退火装置。实施退火的时机没有特别限定，一般来说，氢在退火工序中侵入钢中，因此为了最终得到耐氢脆化特性优异的钢板，优选在施加恒定磁场前实施退火。退火装置可以为批式退火炉，也可以为连续退火装置。

[0206] [分批退火]

[0207] 使用批式退火炉进行退火工序时，钢板的制造系统具有：对冷轧卷材或热轧卷材

实施分批退火而得到退火卷材的批式退火炉、以及将上述退火卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300a。批式退火炉对冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而制成退火卷材。应予说明,在本说明书中,分批退火是指批式退火炉中的加热保持,不包含加热保持后的缓慢冷却。退火后的退火卷材通过批式退火炉内的炉冷或空冷等进行冷却。脱氢装置300a将退火卷材作为钢板卷材C对钢板卷材C以上述条件施加恒定磁场。脱氢装置300a可以与批式退火炉分开设置,脱氢装置300a的收容部80和加热部也可以兼具批式退火炉。换言之,可以在批式退火炉中设置对收容于炉内的钢板卷材C施加恒定磁场而制成产品卷材的磁场施加装置60,制成脱氢装置300a。脱氢装置300a的收容部80和加热部兼具批式退火炉时,恒定磁场的施加也可以在分批退火后、将退火卷材冷却至室温后进行,还可以一边冷却退火卷材一边施加恒定磁场。如上所述,钢板的温度越高,越能有效地减少扩散性氢,因此也可以在分批退火后、将退火卷材冷却至室温后进行,可以通过一边冷却退火卷材一边施加恒定磁场而有效地减少钢中的扩散性氢。

[0208] 使用批式退火炉进行退火工序时,钢板的制造方法包括对将冷轧钢板或热轧钢板卷绕而得的冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而得到退火卷材的工序,将该退火卷材作为上述钢板卷材,对退火卷材以上述的条件施加恒定磁场。首先,将冷轧钢板或热轧钢板利用公知的方法进行卷绕而制成冷轧卷材或热轧卷材。接下来,将冷轧卷材或热轧卷材放入批式退火炉,在批式退火炉内实施分批退火而制成退火卷材。退火后的退火卷材通过批式退火炉内的炉冷或空冷等进行冷却。接下来,对退火卷材以上述条件施加恒定磁场。对于退火卷材的恒定磁场的施加可以在分批退火中、即在加热保持冷轧卷材或热轧卷材的过程中进行。进而,恒定磁场的施加可以在分批退火后、即将冷轧卷材或热轧卷材加热保持后进行。恒定磁场的施加可以在分批退火后、将退火卷材冷却至室温后进行,也可以一边冷却退火卷材一边进行。如上所述,钢板的温度越高,越能够有效地减少扩散性氢,因此优选在分批退火中或分批退火后一边冷却退火卷材一边对退火卷材施加恒定磁场。对于退火卷材的恒定磁场的施加也可以在批式退火炉内进行,还可以将退火卷材从批式退火炉中取出来进行。优选在批式退火炉内对退火卷材施加恒定磁场。通过在批式退火炉内对退火卷材施加恒定磁场,能够有效地减少钢中的扩散性氢。

[0209] [基于连续退火装置的退火]

[0210] 退火可以通过使冷轧钢板或热轧钢板在连续退火装置(Continuous Annealing Line:CAL)中通板来进行。使用连续退火装置进行退火工序时,钢板的制造系统具有:从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板的退火前放卷装置、对上述冷轧钢板或热轧钢板进行连续退火而制成退火钢板的连续退火炉、将上述退火钢板卷绕而得到退火卷材的退火钢板收卷装置、以及将上述退火卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300a。退火前放卷装置从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板,并将该冷轧钢板或热轧钢板供给CAL。CAL的构成没有特别限定,在一个例子中,CAL具有依次配置有加热带、均热带和冷却带的连续退火炉。冷却带可以由多个冷却带构成,在该情况下,一部分的冷却带可以是冷却过程的冷轧钢带保持在一定温度范围的保持带、将冷却过程的钢板再加热的再加热带。另外,加热带的通板方向上游侧也可以为预热带。退火前放卷装置可以为设置于CAL的连续退火炉的上游的开卷机。退火钢板收卷装置可以为设置于CAL的连续退火炉的下游的张力卷绕机。在CAL中,(A)对于利用开卷机从冷轧卷材或热轧卷材中放卷的冷轧钢板或热轧钢板,(B)从

通板方向上游侧起在加热带、均热带和冷却带所位于的连续退火炉内通板, (B-1) 在加热带和均热带内将冷轧钢板或热轧钢板退火而制成退火钢板, (B-2) 在冷却带内冷却退火钢板而进行连续退火, (C) 使从连续退火炉排出的退火钢板继续通板, (D) 利用张力卷绕机将钢板卷绕而制成退火卷材。脱氢装置300a以该退火卷材作为钢板卷材C, 对退火卷材以上述的条件施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加, 能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的退火钢板。应予说明, 冷却带中的钢板的冷却方法和冷却速度没有特别限定, 可以为气体喷射冷却、水雾冷却、水冷等中的任一种冷却。

[0211] 使用连续退火装置进行退火工序时, 钢板的制造方法包含从冷轧卷材中放卷冷轧钢板的工序、将上述冷轧钢板连续退火而制成退火钢板的工序、以及将上述退火钢板卷绕而得到退火卷材的工序, 将上述退火卷材制成上述钢板卷材。在CAL中, (A) 利用开卷机将钢板卷材放卷, (B) 在从通板方向上游侧起加热带、均热带和冷却带所位于的退火炉内使钢板通板, (B-1) 在加热带和均热带内将钢板退火, (B-2) 在冷却带内冷却钢板, 进行连续退火, (C) 使从退火炉排出的钢板连续通板, (D) 利用张力卷绕机将钢板卷绕而制成退火卷材。通过对该退火卷材以上述条件施加恒定磁场, 能够得到耐氢脆化特性优异的冷轧钢板或热轧钢板。

[0212] [镀覆钢板]

[0213] 另外, 本实施方式的脱氢装置300a也可以用于制造镀覆钢板。本应用例的钢板的制造系统具有: 在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板的镀覆装置、将上述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材的镀覆钢板卷绕装置、以及将上述镀覆钢板卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300a。镀覆装置将热轧钢板、冷轧钢板作为基底钢板, 并在表面形成镀覆被膜而得到镀覆钢板。镀覆钢板收卷装置将该镀覆钢板卷绕而制成镀覆钢板卷材。脱氢装置300a将该镀覆钢板卷材作为钢板卷材C, 对镀覆钢板卷材以上述的条件施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加, 能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的镀覆钢板。

[0214] 另外, 可以将热轧钢板、冷轧钢板作为基底钢板, 并在表面形成镀覆被膜而得到镀覆钢板, 将该镀覆钢板作为施加恒定磁场的钢板卷材。对镀覆钢板卷材施加恒定磁场时, 钢板的制造方法包含: 在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板的工序、以及将上述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材的工序, 进而将上述镀覆钢板卷材制成上述钢板卷材。

[0215] [利用连续热浸镀锌装置形成镀覆被膜]

[0216] 镀覆装置的种类没有特别限定, 例如可以为热浸镀锌装置。热浸镀锌装置在一个例子中可以为连续热浸镀锌装置 (Continuous hot-dip Galvanizing Line: CGL)。CGL的构成没有特别限定, 在一个例子中, CGL具有: 依次配置有加热带、均热带和冷却带的连续退火炉、以及设置于该冷却带之后的热浸镀锌设备。在CGL中, (A) 对于利用开卷机从冷轧卷材或热轧卷材中放卷的冷轧钢板或热轧钢板, (B) 从通板方向上游侧起在加热带、均热带和冷却带所位于的连续退火炉内通板, (B-1) 在均热带内在包含氢的还原性气氛中对热轧钢板或冷轧钢板实施退火而制成退火钢板, (B-2) 在冷却带内冷却退火钢板, 进行连续退火, (C) 使从退火炉排出的退火钢板连续通板, (C-1) 使退火钢板浸渍于位于连续退火炉的通板方向下游的热浸镀锌浴, 对退火钢板实施热浸镀锌处理而制成热浸镀锌钢板, (D) 利用张力卷

绕机而卷绕热浸镀锌钢板,制成热浸镀锌钢板卷材。脱氢装置300a将该热浸镀锌钢板卷材作为钢板卷材C,对该热浸镀锌钢板卷材以上述条件施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加,能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的热浸镀锌钢板。

[0217] 在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜的方法没有特别限定,镀覆工序可以包括热浸镀锌工序。即,可以对热轧钢板或冷轧钢板实施热浸镀锌处理而制成热浸镀锌钢板。在一个例子中,可以使用连续热浸镀锌装置(Continuous hot-dip Galvanizing Line: CGL)对钢板实施热浸镀锌处理。在CGL中,(A)利用开卷机将钢板卷材放卷,(B)使热轧钢板或冷轧钢板从通板方向上游侧起在加热带、均热带和冷却带所位于的退火炉内通板,(B-1)在均热带内在包含氢的还原性气氛下将热轧钢板或冷轧钢板退火而制成退火钢板,(B-2)在冷却带内冷却退火钢板,进行连续退火,(C)使从退火炉排出的退火钢板连续通板,(D)利用张力卷绕机而卷绕退火钢板,制成退火卷材,而且,工序(C)包含(C-1)使退火钢板浸渍于位于退火炉的通板方向下游的热浸镀锌浴、对退火钢板实施热浸镀锌处理的工序。被卷绕的退火卷材为由热浸镀锌钢板构成的热浸镀锌钢板卷材。通过对该热浸镀锌钢板卷材以上述条件施加恒定磁场,能够得到耐氢脆化特性优异的热浸镀锌钢板。

[0218] 另外,镀覆装置可以包含热浸镀锌装置和其后的合金化炉。在一个例子中,使用CGL制造热浸镀锌钢板后,继上述工序(C-1)之后,(C-2)使钢板在位于热浸镀锌浴的通板方向下游的合金化炉中通板,将热浸镀锌加热合金化。在合金化炉中通板而合金化的合金化热浸镀锌钢板进行卷绕而成为合金化热浸镀锌钢板卷材。脱氢装置300a将该合金化热浸镀锌钢板卷材作为钢板卷材C,对合金化热浸镀锌钢板卷材以上述条件施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加,能够得到耐氢脆化特性优异的合金化热浸镀锌钢板。

[0219] 另外,镀覆工序可以包含热浸镀锌工序和其后的合金化工序。即,可以对热浸镀锌钢板进一步实施合金化处理而制成合金化热浸镀锌钢板,对该热浸镀锌钢板施加恒定磁场。在一个例子中,使用CGL制造热浸镀锌钢板后,继上述工序(C-1)之后,(C-2)使钢板在位于热浸镀锌浴的通板方向下游的合金化炉中通板,将热浸镀锌加热合金化。在合金化炉中通板而合金化的合金化热浸镀锌钢板进行卷绕而成为合金化热浸镀锌钢板卷材。通过对该合金化热浸镀锌钢板卷材以上述条件施加恒定磁场,能够得到耐氢脆化特性优异的合金化热浸镀锌钢板。

[0220] 另外,镀覆装置除了镀锌被膜以外,也可以形成镀Al被膜、镀Fe被膜。另外,镀覆装置不限定于热浸镀装置,也可以为电镀装置。

[0221] 另外,对于可以对施加恒定磁场的钢板的表面形成的镀覆被膜的种类没有特别限定,也可以为镀Al被膜、镀Fe被膜。形成镀覆被膜的方法不限定于热浸镀工序,也可以为电镀工序。

[0222] 钢板的制造系统可以进一步具有调质轧制装置,所述调质轧制装置以形状校正和表面粗度的调整等为目的,对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板进行调质轧制。即,本钢板的制造方法中,可以以形状校正和表面粗度的调整等为目的,对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板进行调质轧制。调质轧制的压下率优选控制为0.1%以上,另外,优选控制为2.0%以下。通过使调质轧制的压下率为0.1%以上,能够更适当地得到形状校正的效果和表面粗度的调整的效果,而且,压下率的控制也变得

更适当。另外,通过使调质轧制的压下率为2.0%以下,生产率更好。应予说明,调质轧制装置可以是与CGL或CAL连续的装置(在线),也可以是与CGL或CAL不连续的装置(离线)。可以一次性进行目标压下率的调质轧制,也可以分为几次进行调质轧制而实现目标压下率。另外,钢板的制造系统可以进一步具有涂布设备,所述涂布设备对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板的表面实施树脂或油脂涂覆等各种涂布处理。即,也可以对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板的表面实施树脂或油脂涂覆等各种涂布处理。

[0223] <实施方式2>

[0224] 本发明的实施方式2的脱氢装置具有:从钢板卷材将钢带放卷的放卷装置、使上述钢带通板的通板装置、卷绕上述钢带的收卷装置、在上述通板装置中对通板中的上述钢带沿着上述钢带的板宽方向施加恒定磁场的磁场施加装置。

[0225] 另外,本发明的实施方式2的钢板的制造方法具有:从钢板卷材将钢带放卷的工序、使上述钢带通板的通板工序、卷绕上述钢带制成产品卷材的工序,上述通板工序包括对上述钢带沿着上述钢带的板厚方向施加恒定磁场的磁场施加工序。

[0226] 将热轧或冷轧后任意实施退火的钢板、或者进一步形成镀覆被膜的镀覆钢板卷绕成卷状而制成钢板卷材。该钢板卷材的质量常常与出厂时的包装质量不同,因此在重卷线(recoil line)中对包装质量进行分割。利用放卷装置将钢带从钢板卷材中放卷,放卷的钢带利用卷回装置再次卷回,在达到规定包装质量的阶段被剪切分割。本实施方式中,对由该重卷线放卷的钢带施加恒定磁场。根据本实施方式,由于对通板中的钢带施加恒定磁场,因此能够遍及钢带的全长而均匀地施加恒定磁场。应予说明,本实施方式的脱氢装置是与连续退火装置或连续热浸镀锌装置不连续的装置(离线),脱氢装置不包含用于对钢带进行退火、镀覆处理和热浸镀锌处理的设备。

[0227] (磁场施加装置60)

[0228] 恒定磁场的施加可以使用磁场施加装置。在一个例子中,磁场施加装置与上述实施方式1的磁场施加装置60同样地沿着通板中的钢带的板厚方向施加恒定磁场。对于磁场施加装置60的构成,除了将施加恒定磁场的对象设为通板中的钢带而不是钢板卷材以外,可以与实施方式1相同。

[0229] [脱氢装置]

[0230] 图3示出将本实施方式的钢板的制造方法中使用的脱氢装置300b以钢带S的宽度方向在跟前的方式观察到的图。图3是表示用于对通板中的钢带S通过磁场施加装置60施加恒定磁场来减少钢中的扩散性氢的脱氢装置的一个例子的图。如图3所示,本脱氢装置300b中,在由放卷装置放卷的钢带S的通板过程配置磁场施加装置60。应予说明,虽然未图示,但在各磁场施加装置60中,各电磁铁60A、60B分别具有铁心62A、62B;将这些铁心62A、62B卷绕的卷材64A、64B;用于使电流流过这些卷材64A、64B的驱动电源(未图示)。另外,虽然未图示,但脱氢装置300b具备用于使钢带S从放卷装置朝向收卷装置通板的通板装置。通板装置例如包含使钢带S朝向卷绕装置通板的通板辊。

[0231] 磁场施加装置60的一对磁极面66A、66B位于与冷轧钢板S的通板方向的相同的位置,并且优选隔着通板中的钢带对置。如图4所示,由一对电磁铁60A、60B产生的恒定磁场,

其主要的磁通从磁极面66A(N极)朝向磁极面66B(S极),其方向与通板中的钢带的板宽方向一致。由此,可以沿着通板中的钢带的板宽方向均匀施加恒定磁场。并且,如图4(A)、(B)所示,通过沿着通板方向配置多个这样的一对电磁铁60A、60B,能够充分地确保对通板中的钢带施加磁场的的时间。应予说明,磁场施加装置60可以仅具有电磁铁60A和电磁铁60B中的一个。在一个电磁铁形成的磁场具有对通板中的钢带的板宽度整体施加沿着板宽方向的磁场的程度的强度的情况下,可以仅有一个。

[0232] 用于在脱氢装置300b内以一定的隔保持电磁铁60A、60B的方式没有特别限定,例如可以在通板经路径中覆盖通板中的钢带S的方式设置箱状部,并将该箱状部的内壁以一定间隔固定于电磁铁60。

[0233] 在本实施方式中,对通板中的钢带施加的磁场的磁通密度可以与实施方式1相同。

[0234] [磁场施加时间]

[0235] 在重卷线中,与连续退火装置或连续热浸镀锌装置不同,无需兼顾退火时间来调节通板速度。因此,根据本实施方式,能够不受施加时间的限制地对钢带施加恒定磁场。推测施加恒定磁场的时间越长,越能减少扩散性氢,因此,施加恒定磁场的时间优选为0.5分钟以上。恒定磁场的施加时间更优选为30分钟以上,进一步优选为60分钟以上。另一方面,从生产性的观点出发,恒定磁场的施加时间优选为30000分钟以下,更优选为10000分钟以下,进一步优选为1000分钟以下。恒定磁场的施加时间可以通过钢带S的通板速度和磁场施加装置的个数和位置(例如,位于沿着钢板宽方向的多个磁场施加装置60的个数和设置位置)进行调整。

[0236] 根据本实施方式,可以将磁场施加后得到的产品卷材的扩散性氢量减少至0.50质量ppm以下。通过将产品卷材的扩散性氢量减少至0.50质量ppm以下,能够防止氢脆化。磁场施加后的钢中的扩散性氢量优选为0.30质量ppm以下,进一步优选为0.20质量ppm以下。磁场施加后的钢中的扩散性氢量可以与实施方式1同样地进行测定。

[0237] [加热装置]

[0238] [钢带的保持温度]

[0239] 另外,如图3所示,脱氢装置300b可以进一步具有用于将钢带S一边在300℃以下加热一边施加恒定磁场的加热装置74。磁场施加工序的钢带S的温度没有特别限定。这是由于根据本实施方式,即使不加热钢带S,也能够减少钢中的扩散性氢。然而,由于一边通过加热部加热钢带S一边施加恒定磁场,能够进一步提高氢的扩散速度,能够进一步减少钢中的扩散性氢量。由此,施加恒定磁场时的钢带S的温度优选为30℃以上,更优选为50℃以上,进一步优选为100℃以上。磁场施加工序中的钢带S的温度的上限没有特别限定,但从适当地防止钢带S的组织变化的观点出发,优选为300℃以下。应予说明,在本实施方式中,施加恒定磁场时的钢带S的温度以钢带S的表面温度为基准。钢带的表面温度可以利用一般的辐射温度计进行测定。设置加热装置74的方式没有特别限定,例如如图3所示,可以在钢带S的通板路径中设置加热装置74。通过在钢带S的通板路径中设置加热装置74,能够均匀地加热钢带S。在钢带S的通板路径中设置加热装置74的情况下,如图3所示,优选在通板路径中在比磁场施加装置60靠上游侧设置加热装置74。通过在通板路径中在比磁场施加装置60靠上游侧设置加热装置74,能够对经过充分加热的钢带S施加恒定磁场。另外,例如可以将通板中的钢带用上述箱状部覆盖并在箱状部的侧壁设置加热器的方法,一边加热保持钢带S一边施加

恒定磁场。另外,也可以通过将外部产生的高温空气送入箱状部并使其在箱状部内循环的方法,一边加热保持钢带S一边施加恒定磁场。加热方式没有特别限定,可以为燃烧式、电气式中的任一种。在一个例子中,加热装置74可以为感应式加热装置。

[0240] 本实施方式的脱氢装置300b可以在脱氢装置300b的外部进一步具有防止恒定磁场传播的磁场遮挡部。磁场遮挡部的具体构成没有特别限定,磁场遮挡部例如可以为以内包钢带S和电磁铁60A、60B的方式覆盖的磁场遮挡材料。

[0241] 以下,对本实施方式的应用例进行更具体地说明。

[0242] [热轧钢板]

[0243] 与实施方式1同样,本实施方式的脱氢装置300b和钢板的制造方法可以用于制造热轧钢板。

[0244] 本应用例的钢板的制造系统具有:对钢坯实施热轧而制成热轧钢板的热轧装置、将上述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材的热轧钢板卷绕装置、以及将上述热轧卷材制成上述钢板卷材的脱氢装置300b。从由公知的热轧装置制造的热轧卷材中放卷热轧钢板并进行通板,对通板中的热轧钢板以上述条件施加恒定磁场,由此能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的热轧钢板。

[0245] 与实施方式1同样,本实施方式的钢板的制造方法可以适用于热轧钢板的制造。本应用例的钢板的制造方法包含对钢坯实施热轧而制成热轧钢板的工序以及将上述热轧钢板卷绕而得到热轧卷材的工序,进而将上述热轧卷材制成上述钢板卷材。施加恒定磁场前的热轧卷材的制造方法没有特别限定,例如可以为实施方式1中例示的制造方法。从该热轧卷材中放卷热轧钢板并进行通板,对通板中的热轧钢板以上述的条件施加恒定磁场,由此能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的热轧钢板。

[0246] [冷轧钢板]

[0247] 本实施方式的脱氢装置300b和钢板的制造方法也可以适用于冷轧钢板的制造。

[0248] 本应用例的钢板的制造系统是具有对热轧钢板实施冷轧而制成冷轧钢板的冷轧装置、将上述冷轧钢板卷绕而得到冷轧卷材的冷轧钢板收卷装置、以及将上述冷轧卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300b。对公知的热轧钢板利用公知的冷轧装置实施冷轧而得到冷轧钢板。冷轧钢板收卷装置将该冷轧钢板卷绕而制成冷轧卷材。将该冷轧卷材作为钢板卷材C,从该冷轧卷材中放卷冷轧钢板并进行通板,对通板中的冷轧钢板以上述条件施加恒定磁场,由此能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的冷轧钢板。

[0249] 本应用例的钢板的制造方法包含将热轧钢板冷轧而制成冷轧钢板的工序以及卷绕上述冷轧钢板而得到冷轧卷材的工序,进而将上述冷轧卷材制成上述钢板卷材。施加恒定磁场前的冷轧卷材的制造方法没有特别限定,例如可以为实施方式1中例示的制造方法。从该冷轧卷材中放卷冷轧钢板并进行通板,对通板中的冷轧钢板以上述条件施加恒定磁场,由此能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的冷轧钢板。

[0250] 利用脱氢装置300b施加恒定磁场的热轧钢板和冷轧钢板的成分组成没有限定,根据本实施方式,通过对具有590MPa以上、更优选1180MPa以上、进一步优选1470MPa以上的拉伸强度的高强度钢板利用脱氢装置300b施加恒定磁场,能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的高强度钢板。

[0251] 轧钢板和冷轧钢板的成分组成可以为实施方式1中例示的成分组成。

**[0252] [退火装置]**

[0253] 与实施方式1同样,钢板的制造系统可以具有对冷轧钢板、热轧钢板实施退火的退火装置。实施退火的时机没有特别限定,一般而言,氢在退火工序中侵入钢中,因此为了最终得到耐氢脆化特性优异的钢板,优选在施加恒定磁场前实施退火。退火装置可以为批式退火炉,也可以为连续退火装置。

**[0254] [退火工序]**

[0255] 可以与实施方式1同样对冷轧钢板、热轧钢板实施退火。实施退火的时机没有特别限定,退火优选在磁场施加工序之前实施。退火工序可以利用批式退火炉进行,也可以使用连续退火装置进行。

**[0256] [分批退火]**

[0257] 使用批式退火炉进行退火工序时,钢板的制造系统具有:对冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而得到退火卷材的批式退火炉、以及将上述退火卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300b。退火后的退火卷材通过批式退火炉内的炉冷或空冷等进行冷却。放卷装置从退火卷材中放卷退火钢板并供给至通板装置,通板装置使退火钢板通板。磁场施加装置60对通板中的该退火钢板以上述条件施加恒定磁场。通过该磁场的施加,能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的退火钢板。

[0258] 使用批式退火炉进行退火工序时,钢板的制造方法包括:将冷轧钢板或热轧钢板卷绕而制成冷轧卷材或热轧卷材的工序、以及对冷轧卷材或热轧卷材实施分批退火而得到退火卷材的工序,进而将该退火卷材制成上述钢板卷材。退火后的退火卷材通过批式退火炉内的炉冷或空冷等进行冷却。接下来,从退火卷材中放卷退火钢板并通板,对通板中的该退火钢板以上述条件施加恒定磁场,由此能够减少钢中的扩散性氢量,得到耐氢脆化特性优异的热轧钢板或冷轧钢板。

**[0259] [基于连续退火装置的退火]**

[0260] 退火可以通过使冷轧钢板或热轧钢板在连续退火装置(Continuous Annealing Line:CAL)中通板来进行。使用连续退火装置进行退火工序时,钢板的制造系统具有:分别从冷轧卷材或热轧卷材放卷冷轧钢板或热轧钢板的退火前放卷装置、对上述冷轧钢板或热轧钢板进行连续退火而制成退火钢板的连续退火炉、将上述退火钢板卷绕而得到退火卷材的退火钢板收卷装置、以及将上述退火卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300b。连续退火装置的构成与实施方式1相同。脱氢装置300b的放卷装置从退火卷材放卷退火钢板并供给至通板装置,通板装置使退火钢板通板。磁场施加装置60对通板中的该退火钢板以上述条件施加恒定磁场。通过该磁场的施加,能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的退火钢板。

[0261] 使用连续退火装置进行退火工序时,磁场施加前的退火卷材可以与实施方式1同样地制造。从该退火卷材放卷退火钢带,并对通板中的退火钢板以上述的条件施加恒定磁场,由此能够得到耐氢脆化特性优异的冷轧钢板或热轧钢板。

**[0262] [镀覆钢板]**

[0263] 与实施方式1同样,本实施方式的脱氢装置300b和钢板的制造方法也可以用于制造镀覆钢板。

[0264] 本应用例的钢板的制造系统具有:在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而

制成镀覆钢板的镀覆装置、将上述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材的镀覆钢板卷绕装置、以及将上述镀覆钢板卷材制成上述钢板卷材C的脱氢装置300b。对于可在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成的镀覆被膜的种类没有特别限定,除了镀锌被膜外,也可以为镀Al被膜、镀Fe被膜。形成镀覆被膜的方法不限于热浸镀工序,也可以为电镀工序。

[0265] 另外,本应用例的钢板的制造方法包含:在热轧钢板或冷轧钢板的表面形成镀覆被膜而制成镀覆钢板的工序、以及将上述镀覆钢板卷绕而得到镀覆钢板卷材的工序,进而将上述镀覆钢板卷材制成上述钢板卷材。

[0266] [利用连续热浸镀锌装置形成镀覆被膜]

[0267] 镀覆装置的种类没有特别限定,例如可以为热浸镀锌装置。热浸镀锌装置在一个例子中可以为连续热浸镀锌装置(Continuous hot-dip Galvanizing Line:CGL)。CGL的构成可以与实施方式1相同。脱氢装置300b的放卷装置从由CGL制造的热浸镀锌钢板卷材放卷热浸镀锌钢板并供给至通板装置,通板装置使热浸镀锌钢板通板。磁场施加装置60对通板中的该退火钢板以上述条件施加恒定磁场。通过该恒定磁场的施加,能够减少钢中的扩散性氢量而得到耐氢脆化特性优异的热浸镀锌钢板。

[0268] 也可以对施加恒定磁场前的钢板实施热浸镀锌处理而制成热浸镀锌钢板。在一个例子中,可以使用连续热浸镀锌装置(Continuous hot-dip Galvanizing Line:CGL)对钢带实施热浸镀锌处理。CGL的构成可以与实施方式1相同。施加恒定磁场前的热浸镀锌钢板卷材可以与实施方式1同样地制造。该热浸镀锌钢板卷材放卷热浸镀锌钢板并进行通板,对通板中的热浸镀锌钢板以上述条件施加恒定磁场,由此能够得到耐氢脆化特性优异的热浸镀锌钢板。

[0269] 另外,镀覆装置可以包含热浸镀锌装置和其后的合金化炉。即,在本钢板的制造方法中,镀覆处理可以包含热浸镀锌工序和其后的合金化工序。作为具有合金化炉的镀覆装置,可以使用实施方式1中例示的在热浸镀锌浴的通板方向下游具有合金化炉的CGL。从由热浸镀锌工序和其后的合金化工序形成的合金化热浸镀锌钢板卷材中放卷合金化热浸镀锌钢板,对该合金化热浸镀锌钢板以上述条件施加恒定磁场,由此能够得到耐氢脆化特性优异的合金化热浸镀锌钢板。

[0270] 与实施方式1同样,钢板的制造系统可以进一步具有调质轧制装置,所述调质轧制装置对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板以形状校正和表面粗度的调整等为目的进行调质轧制。另外,钢板的制造系统可以进一步具有涂布设备,所述涂布设备对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板的表面实施树脂或油脂涂覆等各种涂布处理。

[0271] 即,在本钢板的制造方法中,可以对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板与实施方式1同样地进行调质轧制。另外,也可以对如上所述得到的热轧钢板、冷轧钢板以及该热轧钢板或冷轧钢板的表面具有各种镀覆被膜的镀覆钢板的表面实施树脂或油脂涂覆等各种涂布处理。

[0272] 实施例

[0273] 将具有表1所示的成分组成、剩余部分由Fe和不可避免的杂质构成的钢坯材用转炉熔炼,利用连续铸造法制成钢坯。将得到的钢坯热轧后,进行冷轧,进一步实施退火而得

到冷轧钢板(CR)。对一部分冷轧钢板进一步实施热浸镀锌处理,制成热浸镀锌钢板(GI)。对一部分热浸镀锌钢板进一步实施合金化处理而得到合金化热浸镀锌钢板(GA)。CR、GI、GA均为板厚1.4mm、宽度1000mm。作为CAL,使用依次配置有加热带、均热带和冷却带的CAL。作为CGL,使用具有依次配置有加热带、均热带和冷却带的连续退火炉以及设置于该冷却带之后的热浸镀锌设备的CGL。作为批式退火炉,使用一般的批式退火炉。

[0274]

表1

钢种	成分组成(质量%)																			备注					
	C	S	Mn	P	S	N	Al	Ti	Nb	V	W	B	Ni	Cr	Mo	Cu	Sn	Sb	Ta		Ca	Mg	Zr	REM	
A	0.222	1.49	2.74	0.019	0.0024	0.0035	0.027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
B	0.171	1.48	2.25	0.024	0.0025	0.0039	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
C	0.165	0.58	3.52	0.015	0.0017	0.0023	0.032	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
D	0.784	0.94	1.27	0.033	0.0031	0.0023	0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
E	0.046	0.99	3.09	0.029	0.0023	0.0026	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
F	0.171	2.91	3.22	0.027	0.0022	0.0030	0.030	0.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
G	0.421	0.63	1.11	0.033	0.0023	0.0033	0.037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
H	0.068	1.05	5.01	0.024	0.0031	0.0034	0.046	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
I	0.239	2.04	2.87	0.019	0.0020	0.0022	0.034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
J	0.147	0.20	3.42	0.028	0.0026	0.0033	0.032	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
K	0.112	0.33	7.01	0.026	0.0025	0.0032	0.031	0.052	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
L	0.359	0.48	0.63	0.024	0.0028	0.0028	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
M	0.167	0.38	1.87	0.024	0.0032	0.0031	1.053	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
N	0.187	0.37	1.79	0.030	0.0027	0.0042	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
O	0.151	0.77	3.41	0.017	0.0020	0.0039	0.041	-	0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
P	0.132	0.53	2.53	0.030	0.0026	0.0040	0.045	0.017	0.042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
Q	0.110	1.10	2.56	0.027	0.0022	0.0026	0.044	0.090	-	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
R	0.084	1.17	4.06	0.026	0.0027	0.0030	0.046	-	-	-	0.019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
S	0.275	0.92	3.02	0.030	0.0025	0.0042	0.041	0.022	-	-	-	0.0022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
T	0.176	0.66	6.41	0.025	0.0027	0.0038	0.012	0.101	-	-	-	-	0.108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
U	0.100	0.12	2.30	0.023	0.0025	0.0039	0.060	-	-	-	-	-	-	0.595	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
V	0.108	1.41	3.09	0.028	0.0025	0.0034	0.034	0.029	-	-	-	-	-	-	0.058	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
W	0.164	1.54	2.75	0.028	0.0025	0.0029	0.042	-	-	-	-	-	-	-	-	0.115	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
X	0.127	0.54	3.14	0.028	0.0017	0.0029	0.034	0.043	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
Y	0.160	0.44	1.98	0.019	0.0018	0.0027	0.036	0.023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060	-	-	-	-	-	本發明鋼	
Z	0.143	0.66	3.58	0.018	0.0021	0.0033	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	-	-	-	-	本發明鋼	
AA	0.230	1.51	2.75	0.022	0.0025	0.0037	0.037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0041	-	-	-	本發明鋼	
AB	0.173	0.99	2.82	0.018	0.0025	0.0036	0.037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0033	-	-	本發明鋼	
AC	0.131	0.04	3.03	0.027	0.0023	0.0025	0.036	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
AD	0.068	0.05	7.10	0.024	0.0029	0.0036	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0029	本發明鋼	
AE	0.081	0.82	1.07	0.028	0.0079	0.0060	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
AF	0.058	0.89	0.89	0.026	0.0066	0.0310	0.037	-	-	-	-	-	8.16	18.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
AG	0.103	0.75	0.90	0.027	0.0070	0.0024	0.040	-	-	-	-	-	-	16.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
AH	0.019	0.84	0.95	0.030	0.0153	0.0202	0.043	0.389	-	-	-	-	-	12.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
AI	0.017	0.77	0.92	0.031	0.0151	0.0198	0.041	0.379	-	-	-	-	-	21.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
AJ	0.021	0.80	0.90	0.021	0.0137	0.0224	0.036	0.393	0.460	-	-	-	-	23.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼	
														22.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	本發明鋼

-表示不可避免的杂质水平的含量。

[0275] 对得到的CR、GI、GA的钢板卷材或者对从该钢板卷材中放卷的钢带施加恒定磁场。将表2所示的磁通密度的恒定磁场设为在磁场施加装置附近测定的磁通密度,一边将钢带的表面温度保持在表2所示的温度,一边施加表2所示的时间。作为磁场施加装置,使用图1所示的一般的磁场施加装置。对钢板卷材施加恒定磁场时,使用图2(A)~(C)所示的脱氢装

置施加恒定磁场,得到产品卷材。对放卷的钢带施加恒定磁场时,使用图3和图4所示的脱氢装置,将磁场施加后的钢带卷绕而制成产品卷材。对钢板卷材(外径:1500mm、内径:610mm、宽度:1000mm)施加恒定磁场时,收容部的大小为高度方向:2500mm、深度方向:2000mm、宽度方向:2500mm,将磁场施加装置以使恒定磁场的主要行进方向与钢板卷材的板宽方向平行的方式配置在收容部的内壁。对放卷的钢带施加恒定磁场时,在通板中的钢带的轧制面横向两侧配置磁场施加装置。沿着通板方向均匀地配置6个磁场施加装置。以恒定磁场的主要行进方向与钢带的板宽方向平行的方式配置。应予说明,磁通密度通过调整磁场施加装置中的电流值来调整。另外,在对钢板卷材施加恒定磁场的情况下,施加时间通过调整磁场施加装置的驱动时间来调整。在对放卷的钢带施加恒定磁场的情况下,通过调整钢带的通板速度来调整恒定磁场的施加时间。对于磁场施加前后的各钢板,使用以下说明的方法进行拉伸特性和耐氢脆化特性的评价,将其结果示于表2。

[0276] 对磁场施加后的各钢板使用以下说明的方法进行拉伸特性和钢中的扩散性氢量的评价,将其结果示于表2。

[0277] 拉伸试验依据JIS Z 2241(2011年)进行。从磁场施加后的各钢板以拉伸方向与钢板的轧制方向成直角的方式采取JIS5号试片。使用各试片,以十字头位移速度为 $1.67 \times 10^{-1}$ mm/s的条件进行拉伸试验,测定TS(拉伸强度)。

[0278] 从产品卷材的径向二分之一的位置起,使用以拉伸方向与钢板的轧制方向成直角的方式切出的JIS5号试片,依据JIS Z 2241(2011年)进行拉伸试验,测定磁场施加后的EL'(总伸长率)。应予说明,EL'在退火结束后72小时内测定。钢中氢量为0质量ppm时的TS(拉伸强度)和EL是通过将如上所述从产品卷材中得到的样品长时间放置在大气中10周以上,减少内部的钢中氢,然后利用上述的TDS确认钢中氢量达到0质量ppm,然后进行拉伸试验而测定的。另外,使用从磁场施加前的钢板卷材中采取的JIS5号试片,依据JIS Z 2241(2011年)进行拉伸试验,测定磁场施加前的EL'。

[0279] 耐氢脆化特性根据上述拉伸试验如下进行评价。将磁场施加后的钢板中的EL'除以相同钢板的钢中氢量为0质量ppm时的EL而得值为0.60以上的情况判定为耐氢脆化特性良好。

[0280] 另外,利用上述的TDS测定磁场施加前后的钢中的扩散性氢量。在测定磁场施加前的钢中的扩散性氢量的情况下,如上所述从钢板卷材中获取试片,而不从产品卷材中获取,测定扩散性氢量。

[0281] 钢中的扩散性氢量按照上述方法进行测定。

[0282]

表2

No.	钢种	磁场施加对象	磁通密度 (T)	钢板的保持温度 (°C)	施加时间 (分钟)	种类 <sup>1)</sup>	EL" (施加前) (%)	TS (0ppm氢) (MPa)	EL (0ppm氢) (%)	EL (施加后) (%)	耐氢脆化特性 EL/EL	钢中的扩散性氢量 (施加前) (质量ppm)	钢中的扩散性氢量 (施加后) (质量ppm)	备注
1	A	钢板卷材	2.08	120	600	GA	3.5	1509	9.5	9.4	0.99	0.61	0.10	本发明例
2	B	钢带	1.23	180	300	GA	11.7	1007	24.9	22.4	0.90	0.99	0.32	本发明例
3	C	钢板卷材	8.65	300	1200	CR	7.7	1006	26.0	24.1	0.93	0.84	0.11	本发明例
4	D	钢板卷材	9.38	50	6000	GI	1.3	2210	5.9	5.8	0.98	1.81	0.02	本发明例
5	E	钢带	2.52	250	600	CR	11.4	590	25.9	21.2	0.82	0.58	0.19	本发明例
6	F	钢带	11.42	220	3600	CR	6.3	1039	14.0	10.8	0.77	1.02	0.38	本发明例
7	G	钢板卷材	12.20	140	12000	GI	2.9	1823	8.2	5.7	0.70	1.43	0.42	本发明例
8	H	钢板卷材	13.20	260	5400	GA	4.1	1183	10.3	9.4	0.91	0.62	0.16	本发明例
9	I	钢带	14.50	200	24000	GI	4.6	1522	21.1	21.0	1.00	0.99	0.01	本发明例
10	J	钢带	6.90	240	12000	GA	9.7	1013	23.0	21.0	0.91	0.66	0.16	本发明例
11	K	钢板卷材	1.44	100	600	GI	29.0	1039	45.2	33.4	0.74	0.58	0.45	本发明例
12	L	钢带	5.54	160	1200	GA	5.1	990	18.9	18.0	0.95	0.62	0.06	本发明例
13	M	钢带	2.86	110	900	CR	5.8	789	24.0	23.8	0.99	0.73	0.03	本发明例
14	N	钢带	1.38	120	600	GI	7.1	1329	12.5	11.1	0.89	0.74	0.32	本发明例
15	O	钢带	4.93	190	12000	GI	8.5	908	24.8	20.1	0.81	1.21	0.27	本发明例
16	P	钢板卷材	2.88	100	1200	GA	3.9	1275	12.9	12.5	0.97	0.84	0.08	本发明例
17	Q	钢板卷材	4.85	140	1200	GI	6.3	931	29.7	28.0	0.94	0.79	0.03	本发明例
18	R	钢板卷材	0.87	50	600	CR	6.6	1161	13.7	12.4	0.91	0.51	0.17	本发明例
19	S	钢带	0.14	80	120	GA	7.3	1488	12.5	10.5	0.84	0.72	0.36	本发明例
20	T	钢板卷材	1.45	200	20	GI	11.6	1009	18.6	14.0	0.75	0.68	0.48	本发明例
21	U	钢带	0.46	80	300	GA	4.7	1336	12.8	12.0	0.94	0.81	0.17	本发明例
22	V	钢带	2.19	190	600	GA	5.7	1311	13.1	10.7	0.82	0.99	0.32	本发明例

1) CR: 冷轧钢板、GI: 热浸镀锌钢板 (无镀锌的合金化处理)、GA: 合金化热浸镀金钢板

[0283]

表2 (续)

No.	钢种	磁场施加对象	磁通密度 (T)	钢板的保持温度 (°C)	施加时间 (分钟)	种类 <sup>1)</sup>	EL'' (施加前) (%)	TS (0ppm氢) (MPa)	EL (0ppm氢) (%)	EL' (施加后) (%)	耐氢脆化特性 EL'/EL	钢中的扩散性氢量 (施加前) (质量ppm)	钢中的扩散性氢量 (施加后) (质量ppm)	备注
23	W	钢板卷材	0.36	230	60	GA	8.0	1218	16.9	14.9	0.88	0.57	0.20	本发明例
24	X	钢带	11.90	220	6000	GI	3.4	1476	10.0	9.3	0.93	1.00	0.15	本发明例
25	Y	钢板卷材	0.26	150	60	GA	4.0	1537	12.6	12.0	0.95	0.52	0.08	本发明例
26	Z	钢带	8.31	240	1200	CR	3.3	1041	14.7	13.7	0.93	1.01	0.05	本发明例
27	AA	钢带	4.54	70	3000	GA	6.0	1555	16.4	15.0	0.91	0.72	0.15	本发明例
28	AB	钢板卷材	1.44	200	300	CR	12.6	1019	27.9	22.9	0.82	0.58	0.19	本发明例
29	AC	钢带	0.30	210	120	GI	5.5	1337	15.0	13.9	0.93	0.51	0.09	本发明例
30	AD	钢板卷材	0.21	260	15	GA	6.5	1324	14.2	13.1	0.92	0.50	0.15	本发明例
31	AE	钢带	1.38	80	600	CR	11.9	627	48.4	48.3	1.00	0.65	0.02	本发明例
32	AF	钢带	1.30	150	300	CR	8.1	613	28.2	28.0	0.99	0.56	0.05	本发明例
33	AG	钢板卷材	0.56	130	150	CR	5.9	606	22.4	21.7	0.97	0.55	0.03	本发明例
34	AH	钢带	13.00	200	7200	CR	5.6	595	24.4	24.0	0.98	0.59	0.02	本发明例
35	AI	钢带	5.97	230	900	CR	8.4	596	23.6	21.7	0.92	0.54	0.11	本发明例
36	AJ	钢板卷材	8.65	100	3600	CR	6.2	596	21.3	19.9	0.93	0.55	0.07	本发明例
37	A	钢带	0.004	30	3600	CR	4.4	1517	10.9	4.3	0.39	0.66	0.66	比较例
38	A	钢带	1.30	-5	2400	GA	9.8	1565	14.1	10.8	0.77	0.82	0.50	本发明例
39	A	钢带	0.73	420	60	GA	21.3	591	25.2	25.1	1.00	0.77	0.02	本发明例
40	A	钢板卷材	14.90	120	300	GA	3.9	1612	8.6	7.1	0.83	0.58	0.19	本发明例
41	A	钢带	0.53	260	180	GI	3.7	1503	13.3	12.8	0.96	0.58	0.04	本发明例
42	A	钢带	0.14	60	300	GA	4.0	1495	14.5	14.5	1.00	0.57	0.03	本发明例
43	A	钢板卷材	8.45	220	0.5	GA	9.3	1490	15.4	10.2	0.66	0.70	0.50	本发明例
44	A	钢带	2.45	150	28000	GI	2.0	1587	9.9	9.6	0.97	2.02	0.02	本发明例

下划线部分：表示本发明的范围外。

1) CR: 冷轧钢板、GI: 热浸镀锌钢板 (无镀锌的合金化处理)、GA: 合金化热浸镀金钢板

[0284] 在本发明例中,由于对钢板施加恒定磁场,能够制造耐氢脆化特性优异的钢板。

[0285] 符号说明

[0286]	60	磁场施加装置
[0287]	60A	电磁铁(磁场施加装置)
[0288]	60B	电磁铁(磁场施加装置)
[0289]	62A	铁心
[0290]	62B	铁心
[0291]	64A	卷材
[0292]	64B	卷材
[0293]	66A	磁极面(N极)
[0294]	66B	磁极面(S极)
[0295]	74	加热装置
[0296]	80	收容部
[0297]	90	卷材保持部
[0298]	300a	脱氢装置
[0299]	300b	氢装置
[0300]	S	钢带
[0301]	C	钢板卷材

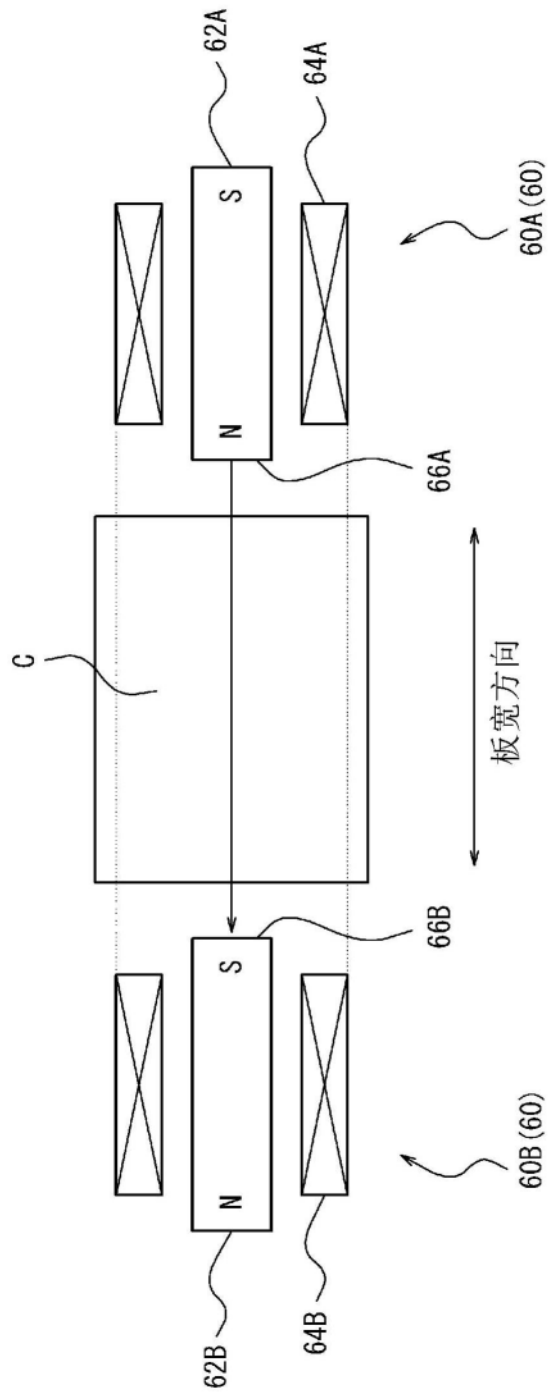


图1

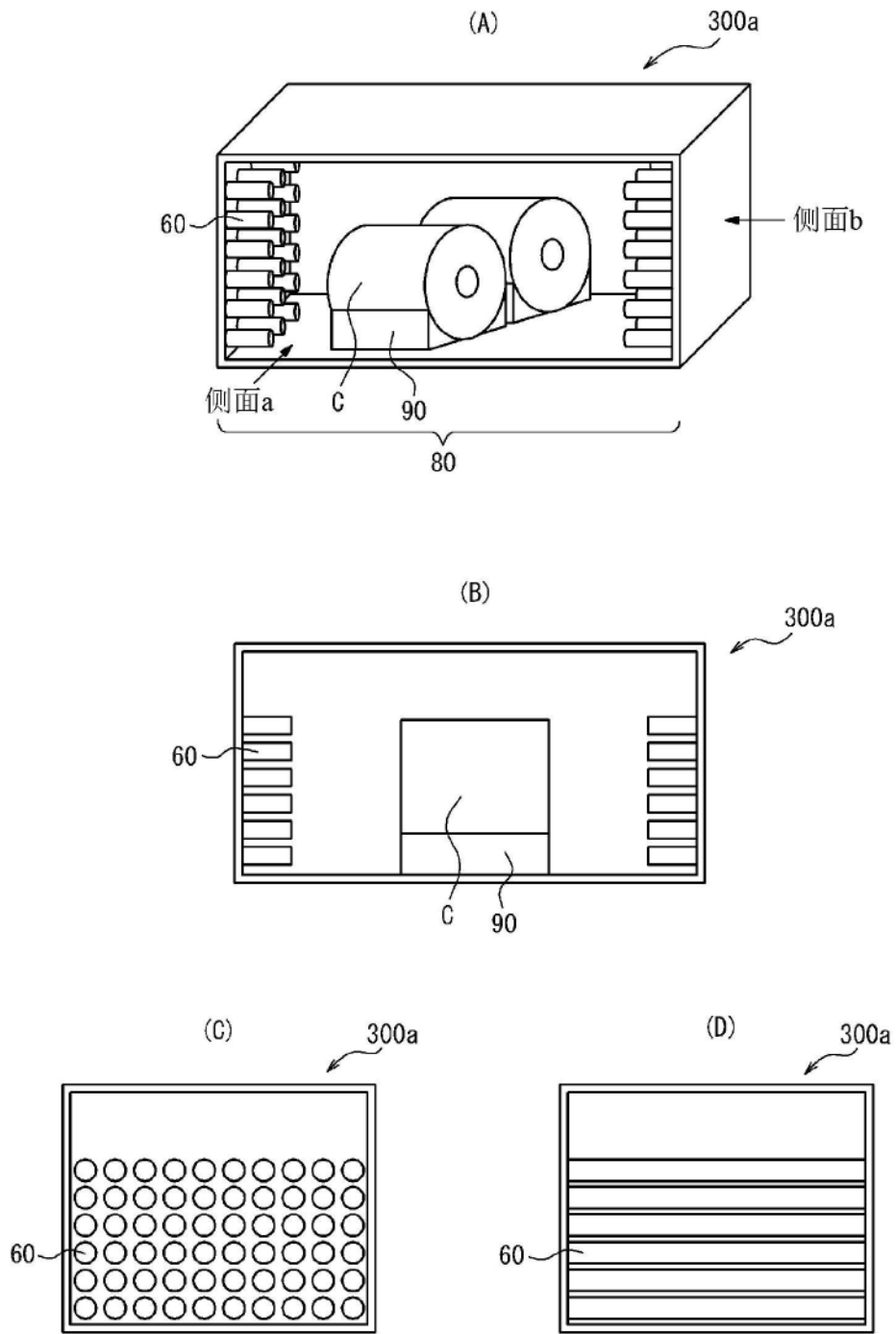


图2

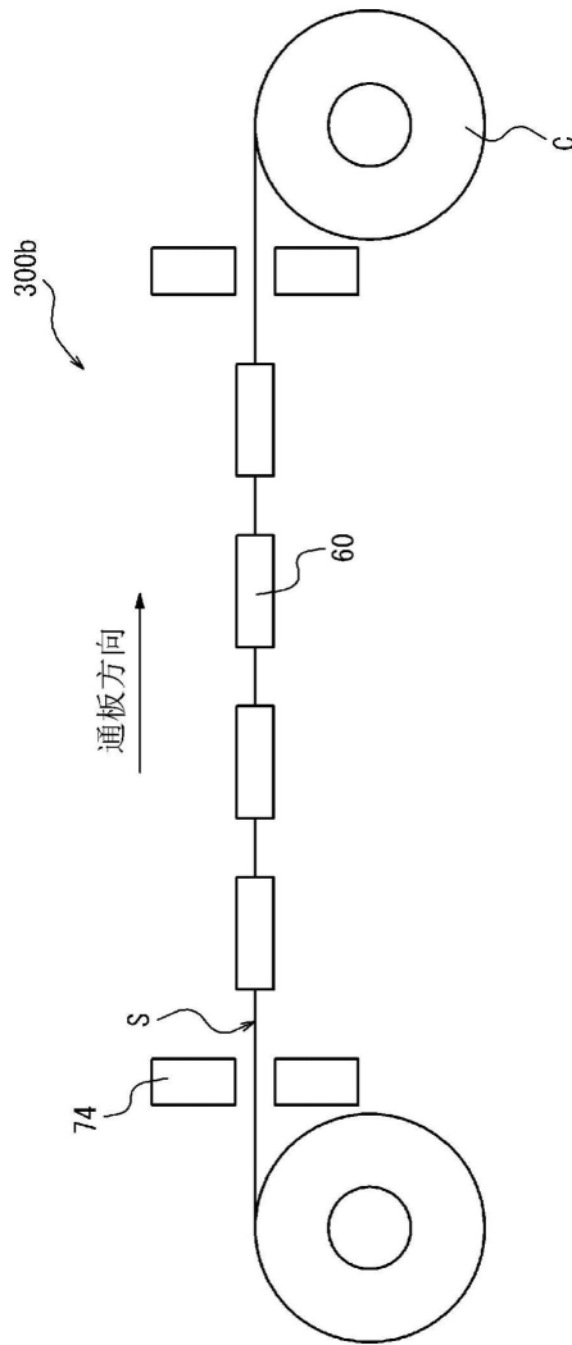


图3

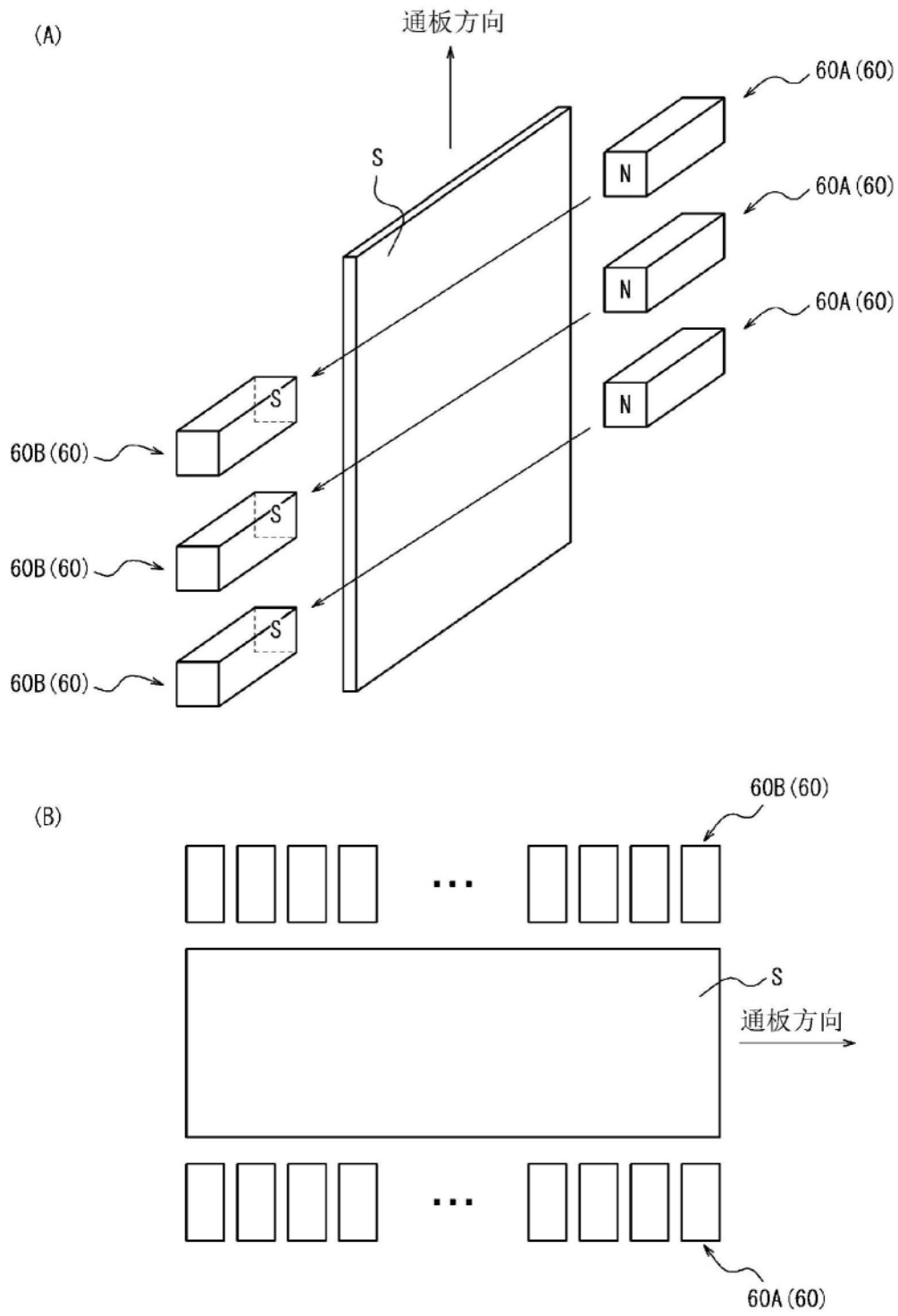


图4