

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C22C 38/00

C22C 38/48 F16D 65/12



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01137266.4

[45] 授权公告日 2004 年 12 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1179062C

[22] 申请日 2001.11.1 [21] 申请号 01137266.4

[30] 优先权

[32] 2000.11.1 [33] JP [31] 334133/2000

[71] 专利权人 日新制钢株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 平松直人 富村宏纪 熊野尚仁

审查员 王怀东

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 龙传红

权利要求书 2 页 说明书 9 页

[54] 发明名称 抗翘曲性能得到改善的盘闸用钢板
和由其制成的闸盘

[57] 摘要

本发明涉及一种抗翘曲性能得到改善的盘闸用钢板，它按照质量百分比地含有：0.05 - 0.15% 的碳；不超过 1.0% 的硅；不超过 2.0% 的锰；不超过 1.0% 的镍；9.0 - 15.0% 的铬；0.5 - 4.0% 的铜；0.10 - 2.0% 的钼，不超过 0.10% 的氮；0.05 - 1.0% 的铌，余量为铁和不可避免的杂质，并且所述钢板具有由以下公式定义的且不超过 80 的 γ_{\max} ，即 $\gamma_{\max} = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 12Mo - 3.5Nb + 189$ 。当圆盘接受 500 次重复加热冷却时，由这种钢板制成的闸盘保持盘边翘曲高度小于 0.3 毫米，其中所述加热冷却周期分别由温度以 5 - 20°C/s 速度升高到 600°C → 在 600°C 保持 10 秒 → 水冷构成。

ISSN 1008-4274

1.一种抗翘曲性能得到改善的盘闸用钢板，它按照质量百分比含有：0.05-0.15%的碳；不超过1.0%的硅；不超过2.0%的锰；不超过1.0%的镍；9.0-15.0%的铬；0.5-4.0%的铜；0.10-2.0%的钼，不超过0.10%的氮；0.05-1.0%的铌，余量为铁和不可避免的杂质，并且所述钢板具有由以下公式定义的且不低于80的 γ_{\max} ，

$$\gamma_{\max} = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 12Mo - 3.5Nb + 189.$$

2.如权利要求1所述的钢板，其特征在于，它还含有不超过0.50%的钛。

3.如权利要求1或2所述的钢板，其特征在于，它还含有不超过0.2%的铝。

4.如权利要求1或2所述的钢板，其特征在于，它还含有不超过0.015%的硼。

5.如权利要求3所述的钢板，其特征在于，它还含有不超过0.015%的硼。

6.如权利要求1或2所述的钢板，其特征在于，它含有不超过0.2%的REM、不超过0.2%的Y、不超过0.1%的Ca、不超过0.1%的Mg中的至少一种。

7.如权利要求3所述的钢板，其特征在于，它含有不超过0.2%的REM、不超过0.2%的Y、不超过0.1%的Ca、不超过0.1%的Mg中的至少一种。

8.如权利要求4所述的钢板，其特征在于，它含有不超过0.2%的REM、不超过0.2%的Y、不超过0.1%的Ca、不超过0.1%的Mg中的至少一种。

9.如权利要求1或2所述的钢板，其特征在于，钢板是用于两轮汽车盘闸的钢板。

10.如权利要求3所述的钢板，其特征在于，钢板是用于两轮汽车

盘闸的钢板。

11.如权利要求4所述的钢板,其特征在于,钢板是用于两轮汽车盘闸的钢板。

12.如权利要求5所述的钢板,其特征在于,钢板是用于两轮汽车盘闸的钢板。

13.一种由按质量百分比具有以下化学成分的钢板制成的淬火闸盘,即0.05-0.15%的碳;不超过1.0%的硅;不超过2.0%的锰;不超过1.0%的镍;9.0-15.0%的铬;0.5-4.0%的铜;0.10-2.0%的钼,不超过0.10%的氮;0.05-1.0%的铌,余量为铁和不可避免的杂质,并且所述钢板具有由以下公式定义的且不低于80的 γ_{\max} ,即 $\gamma_{\max}=420C+470N+23Ni+7Mn+9Cu-11.5Cr-11.5Si-12Mo-3.5Nb+189$,当闸盘接受500次重复加热冷却时,所述盘闸显示出保持盘边翘曲高度在0.3毫米以内的出色抗翘曲性能,其中所述加热冷却周期分别由温度以5-20℃/s速度升高到600℃→在600℃保持10秒→水冷构成。

抗翘曲性能得到改善的盘闸用钢板和由其制成的闸盘

发明领域

本发明涉及用于盘闸的马氏体不锈钢且尤其是抗翘曲性能得到改善的钢板以及由这种钢板制成的闸盘。

背景技术

马氏体不锈钢如 SUS420J1 (C 约为 0.16%-0.25%) 和 SUS420J2 (C 约为 0.26%-0.40%) 已经被用于两轮车辆等的盘闸所用的圆盘。通过从中心温度为 1000℃ 的高温奥氏体单相区淬火并随后退火以便赋予韧性而使这种钢基本上相变成马氏体单相。

由于其含碳量高, 所以这些钢不能在淬火态下获得足以满足盘闸要求的韧性级。这使得进行两次热处理成为必要, 即淬火和回火。高碳量还要求非常小心地进行热处理, 因为耐蚀性会因敏感性在淬火过程中增强而降低以及容易因有大的碳化物而降低韧性。

对应于高碳钢的这些问题, JPA-10-152760 教导了一种用于盘闸的且碳含量减少的马氏体钢。JPA-10-152760 因把碳含量降低到不超过 0.10% 以及提高了奥氏体余量而不需要淬火后的回火并在淬火后获得了足以避免因碳含量降低而强度降低的马氏体量。通过在钢中添加铜, 也改善了耐刹车热软化的性能。

JPA-10-152760 的钢克服了与高碳马氏体不锈钢有关的各种并因而有助于改善盘闸性能。

但是, 汽车性能近年来的发展进一步使得原先没太注意的问题现在变成主要焦点, 如盘闸负荷。具体地说, 当长时间在钢温到达 600℃ 左右的高负荷下使用盘闸时, 在盘闸的圆盘中出现了翘曲。在大型的两轮汽车中, 这是特别重要的问题。

因此, 本发明的目的是提供一种是能够抑制翘曲现象的低碳马氏

体不锈钢的盘闸用钢板以及采用这种钢板的闸盘。

发明概述

本发明对赋予低碳马氏体不锈钢以抑制翘曲的能力进行了深入的研究并结果发现了以下事实：

(1) 给低碳马氏体不锈钢添加铜有效地改善了 600℃ 左右的耐软化性能，但是只添加铜很难抑制翘曲。

(2) 当钼与铌也和铜一起被加入时，抗翘曲性能明显改善了。

基于以上认识而完成了本发明。

确切地说，通过这样一种抗翘曲性能得到改善的盘闸用钢板而实现了本发明目的，即它按照质量百分比含有：0.05-0.15%的碳；不超过 1.0%的硅；不超过 2.0%的锰；不超过 1.0%的镍；9.0-15.0%的铬；0.5-4.0%的铜；0.10-2.0%的钼，不超过 0.10%的氮；0.05-1.0%的铌，余量为铁和不可避免的杂质，并且所述钢板具有由以下公式定义的且不低于 80 的 γ_{\max} ，即 $\gamma_{\max} = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 12Mo - 3.5Nb + 189$ 。

限定出 γ_{\max} 的等式右边的每种元素符号为代表元素质量百分比含量的数值。“盘闸用钢板”是指能够通过冲压或其它方式获得盘闸的钢板，它可以成带钢形式或剪切板形式。

本发明还提供了一种具有上述成分的盘闸用钢板，它还包含有不超过 0.50%的钛、不超过 0.20%的铝、不超过 0.015%的硼和/或不超过 0.2%的 REM、不超过 0.2%的 Y、不超过 0.1%的 Ca、不超过 0.1%的 Mg。可以按照任何理想组合方式来选择这些添加元素。

本发明所提供的钢板尤其适用于两轮汽车盘闸。

本发明还提供了一种由上述任何一种钢板制成的淬火闸盘，当圆盘接受 500 次重复加热冷却时，该闸盘保持盘边翘曲高度小于 0.3 毫米，其中所述加热冷却周期分别由温度以 5-20℃/s 速度升高到 600℃ → 在 600℃ 保持 10 秒 → 水冷构成。

可以作为从钢获得闸盘的典型方式为采用冲压。“淬火闸盘”

是指闸盘不在淬火后接受回火或其它热处理的闸盘。以下工序被用于确定盘边翘曲高度：把圆盘放在一个具有用作基准平面的平放的水平板上，在至少有规则地分布在整个边部上的十二个点上测量圆盘边部距基准平面的高度，标记出由盘闸设计说明书指定的周边部测量值与初始状态高度值之间的最大差值，通过翻转而对圆盘另一面重复进行测量，标记出最大差并且把这两个标记值中的较大值定义为翘曲高度。对圆盘两侧都进行测量，这是因为圆盘翘曲通常在整个盘边范围内向着同一面，而当该面向下时，不可能进行精确的翘曲确定。

闸盘成品具有在其原始状态下（使用前）很高的平坦度。本发明提供了这样的很平坦的盘闸，其材料被定义为，当圆盘接受上述冷热循环实验时，它能够保持小于0.3毫米的翘曲高度。

优选实施方案的说明

本发明提供了一种钢板和由其制成的圆盘，即便盘闸反复承受恶劣使用环境，它们也能够很长时间内保证闸盘的原始平坦形状。换句话说，本发明提供了一种显示出更强的抗翘曲性能的钢板和由其制成的圆盘。但同时，需要获得耐高温软化的性能、韧性、耐腐蚀性和等于或好于传统钢的其它性能。还需要保证与不牵涉淬火后回火的简化加工的互容性。现在，说明限定本发明的特征。除非另外说明，否则表示不同元素含量的符号%表示质量百分比。

碳是形成奥氏体的元素，它极其有效地抑制了在高温下产生 δ 铁素体并强化了钢淬火冷却时产生的马氏体相。此外，在盘闸温度因刹车热而升高时产生的沉淀碳化物有助于保持高温强度。根据发明人的研究结果，发明认为，这些碳化物有效地改善了抗翘曲性能。通过各种研究而确定了，需要不少于0.05%的碳含量来充分保证这些效果。但是，本发明设定了0.15%的碳含量上限，以保证通过省略了淬火后回火的工艺获得足够高的韧性以及防止碳化物引发的耐腐蚀性降低。

硅被用于还原。但是，由于硅是铁素体形成元素，所以过高的含量因造成高温下产生 δ 铁素体而降低了硬度。所以，硅含量别限定为

不超过 1.0%。硅含量最好被限制在 1.0%上限与 0.2%下限之间。

锰是稳定奥氏体的元素。它促进了在淬火加热温度区内产生奥氏体相组织并由此促进了产生马氏体相，而马氏体有助于硬度。但是，由于过高的添加量降低了耐高温氧化性能并产生了残余奥氏体相，所以锰的上限被设定为 2.0%。确切地说，锰含量被限制在 1.5%上限与 0.2%下限之间。

镍与锰一样地也是稳定奥氏体并促进有助于硬度的马氏体产生的元素。但由于其价格昂贵以及过高的镍含量导致残余奥氏体相的产生，所以，镍的上限被设定 1.0%。

铬是为了有助于其耐蚀性而所需的元素。需要不少于 9.0%的铬含量来保证盘闸所需的耐蚀性。但由于铬是铁素体形成元素，所以过高的含量导致了大量 δ 相的产生，而这又要求必须数量对应地加入奥氏体形成元素（碳、氮、镍、锰、铜等），以便调节 δ 相。过多的添加这些奥氏体形成元素会提高淬火后残留的残余奥氏体量，由此难于获得高强度。因而，铬含量的上限被设定为 15.0%。

铜是稳定奥氏体的元素。它促进了在淬火的高温区内产生奥氏体相组织并由此促进了马氏体相的产生，而马氏体有助于硬度。当盘闸用钢温在使用过程中升高时，铜形成了发挥保持高温强度作用的且有效地提高抗翘曲性能的铜系沉淀物。但是，过高的铜含量降低了热加工性并成为开裂起因。基于根据盘闸使用环境而做的各种研究，铜含量范围并定义为 0.5-4.0%。

钼是有效改善含铜钢的耐蚀性的元素，在本发明中，它对改善盘闸的抗翘曲性能也很重要。具体地说，人们发现，在盘闸使用环境中，钼显示出了使碳化物和/或氮化物在温度升高时弥散的效果。它还显示出了抑制高温下的快速应变释放的作用。基于研究结果，本发明人认为，钼的这些效果与后述铌的作用协同地赋予盘闸以出色的抗翘曲性能。但过高的钼含量是不理想的，以为它促进了在高温下产生铁素体相。因此，我们通过各种研究发现了，要用在高负荷下的盘闸用钢板的钼含量最好应该为 0.10-2.0%。更好的钼含量下限为 0.3%。

氮是奥氏体形成元素，它也极其有效地使马氏体变硬。但由于大量含氮造成铸造气孔的形成，所以氮含量被限制在不超过 0.10%。

铌与钼一起是对于改善闸盘抗翘曲性来说非常重要的添加元素。具体地说，我们发现，在盘闸使用环境下，铌在闸盘温度升高时形成了有助于强度的沉淀物。我们还发现，铌显示出了抑制马氏体相的回复的作用。根据研究结果，发明人认为，这些效果不仅有助于提高硬度，而且通过与上述的钼效果配合明显改善了闸盘抗翘曲性能。不少于 0.05%的铌含量被优选用于彻底实现这些效果。但是，由于过多添加铌而过高地提高了高温强度并由此降低了热加工性，所以铌含量的上限被设定为 1.0%。更好的铌含量上限为 0.8%。

钛在高温下形成了沉淀物并且有效地提高了硬度并改善了抗翘曲性能，但是当添加量过高时，它造成了产品表面缺陷。因此，当添加钛时，其含量最好被设定为不超过 0.50%。

铝是在炼钢时的有效还原元素并且显示出了明显减少在冲压盘闸时带来麻烦的 A₂ 型夹杂的作用。但当铝添加量超过 0.2% 时，其有利效果饱和了，而更糟的是，出现了负面影响如表面缺陷数量增加。所以，当添加铝时，其含量范围最好被设定为不超过 0.2%。

硼是有效抑制因在热轧温区内铁素体相与奥氏体相之间的变形阻力差而出现的热轧带边缘开裂的元素。但是，过高的硼含量降低而不是改善了热轧加工性能，因为它导致了低熔点硼化物的形成。所以，当添加硼时，其含量范围最好被设定为不超过 0.015%。

REM（稀土金属元素）、Y、Ca、Mg 是有效提高热加工性能的元素。它们也改善了抗氧化性能。但是，当其含量超过这些效果达到饱和的程度时，它们没有带来额外好处。所以，当添加这些元素时，REM（如 La、Ce、Nd）被设定为总量不超过 0.2%，Y 含量被设定为不超过 0.2%，Ca 含量被设定为不超过 0.1%，Mg 含量为不超过 0.1%。这些元素可以单独加入或至少两种同时加入。

当加入 Ti、Al、B、REM、Y、Ca、Mg 中的任何一种时，添加元素的组合是任选的。

γ_{\max} 是众所周知的奥氏体稳定指数，它对应于高温下的奥氏体最大量。经过各种研究，发明人认识到，淬火后的奥氏体量明显影响着闸盘强度和抗翘曲性，发明人还认识到，为了获得出色的抗翘曲性能，最好使用通过淬火而基本上转变成马氏体单相组织的钢。因此，在本发明中， γ_{\max} 的下限被设定为 80，以便在淬火后获得基本上是马氏体的单相。

本发明的盘闸用钢板是由具有上述化学成分的钢制成的并且尤其适于完全满足要求承受重负荷并长期保持漂亮的外观的两轮盘闸的需要。

盘闸的圆盘通常是通过使由退火钢板冲压而成的圆盘接受所需的加工并随后使其接受热处理如淬火以便具有高强度来制造的。在产品制造最后阶段的盘面要求有高平坦度。但是，即便由传统钢制成的盘闸可能在最初阶段内（使用前）具有高平坦度，但它在大多数情况下会在使用过程中显示出一定的翘曲。换句话说，闸盘一般经历了平坦度逐渐缩小。例如，我们发现，从行驶了 3000 公里的两轮汽车上卸下的闸盘（具有散热孔，外径 260mm，厚 4.4mm，重 1kg）具有如在前文中定义的 0.8 毫米盘边翘曲高度。这种程度的翘曲是不理想的，因为它导致了闸性能随时间推移而降低并导致不好看的外观。

本发明通过提供一种具有上述化学成分的盘闸用钢板而应付了这些问题。该钢板在成品圆盘中具有强化的潜在性能如出色的抗翘曲性能。尽管如此，即便当使用本发明的钢板时，如果不正确地进行热处理和加工，也不可能获得显示出出色的抗翘曲性能的闸盘。所以，从质量控制的观点出发，最好设立一种确定加工闸盘在使用时是否具有优异抗翘曲性能的方法。

本发明人进行了广泛的研究来确定实际使用时的翘曲（平坦度随时间变差）和加速实验室实验之间的关系。结果，发明人认识到，在由本发明的钢板获得的淬火闸盘中，在圆盘已接受 500 次重复的加热/冷却后仍保持小于 0.3 毫米的盘边翘曲高度的闸盘能够充分地抑制实际使用时的翘曲，其中所述加热冷却周期由温度以 5-20℃/s 速度升高

到 600℃ → 在 600℃ 保持 10 秒 → 水冷构成。因此，例如可以通过从在相同加工条件下由相同的同炉熔炼钢带制成的成品圆盘中抽样并使其接收上述冷热循环实验并测量盘边翘曲高度来提高质量控制的可靠性。如果翘曲高度保持在 0.3 毫米内，则可以总结出，这些有关的圆盘具有出色的抗翘曲性能。

加工实施例

在真空熔炉中生产具有表 1 所列化学成分的钢并将其锻造、热轧成 4.4 毫米厚带钢并接受 780℃ 10 小时的分批退火（冷却方式为空冷）。接着，由带材冲压出外径为 180 毫米、内径为 100 毫米的环形圆盘，并使之接受（1100℃*10 分钟的保温固溶处理 → 水冷）淬火，并通过机加工把表面切削到 4 毫米厚而获得实验圆盘。此时，平坦度（在整个盘表面范围内的高度差，参照其上安装圆盘的水平板的水平表面来决定）被调整到小于 0.1 毫米。

表 1

钢号	合金成分和含量（质量百分比）										γ max
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	Mo	N	Nb	其它	
1	0.060	0.25	1.39	0.23	11.19	0.77	0.93	0.008	0.06		97.0
2	0.087	0.77	0.72	0.87	13.45	2.34	0.45	0.056	0.43	Ti:0.25	127.5
3	0.100	0.29	1.45	0.24	12.34	1.23	1.34	0.042	0.25	Al:0.08	115.3
4	0.129	0.55	0.25	0.78	14.23	3.34	1.76	0.014	0.67		106.1
5	0.123	0.56	0.47	0.65	9.23	1.34	0.97	0.037	0.23	Mg:0.02 REM:0.045	163.3
6	0.098	0.23	0.26	0.02	11.34	0.76	0.32	0.084	0.18	Ca:0.012 Y:0.012	141.2
7	0.251 ²	0.42	0.32	0.92	12.45	1.23	1.45	0.032	0.12		178.1
8	0.122	0.24	1.85	0.03	11.45	0.23 ²	0.87	0.054	0.23	Mg:0.02	135.7
9	0.075	0.34	0.74	0.43	14.34	0.78	0.94	0.008	0.45	Ti:0.07 Al:0.12	64.7 ²
10	0.023 ²	0.45	1.56	0.78	10.34	0.58	1.22	0.032	0.33	Ca:0.007	107.9
11	0.047	0.28	0.89	0.43	13.56	1.56	0.08 ²	0.024	0.02 ²		90.0
12	0.088	0.35	1.24	0.35	12.78	2.34	0.05 ²	0.018	0.04 ²		120.5

1 钢号 1-6 为本发明的钢，钢号 7-12 为对比钢

2 超出本发明定义范围

在每个实验圆盘上进行 500 次重复加热冷却的冷热热周期实验，每个周期由温度以 5-20℃/s 速度升高到 600℃ → 在 600℃ 保持 10 秒 → 水冷构成。通过高频感应法进行加热，在用被固定在实验圆盘表面上的热电偶测量试样温度的同时，控制温度上升率和保持温度。

在冷热热周期实验后，为每个圆盘测量上述翘曲高度。也检查圆盘是否有碳化物引起的锈并测量其表面硬度。结果列于表 2 中。

表 2

钢号	表面硬度 (HV20)	有碳化物引起的锈	盘边翘曲高度 (毫米)
1	280	否	<0.1
2	321	否	<0.1
3	343	否	<0.1
4	375	否	<0.1
5	363	否	<0.1
6	306	否	<0.1
7	395	是	<0.1
8	358	否	0.6
9	225	否	0.7
10	241	否	0.9
11	238	否	0.7
12	298	否	0.8

1 钢号 1-6 是本发明的钢，钢号 7-12 是对比钢

采用具有落在上述范围的化学成分（钢号 1-7）的钢板的本发明实施例都在冷热热周期实验后获得了小于 0.1 毫米的盘边翘曲高度，即它们显示出了基本上看不到翘曲的出色实验结果。圆盘没有碳化物引起的锈并且在冷热热周期实验后保持了不少于 280HV 的表面硬度，经确认，它们显示出了足以用于盘闸的耐蚀性和强度性能。

相反地，采用 7 号钢的碳含量的对比例子显示出了高强度，但是遇到了碳化物引起的锈。这是因为敏感性在淬火加热过程中增强。采

用铜含量低的8号钢的对比例以及采用 γ_{\max} 低的9号钢和碳含量很低的10号钢的对比例都遇到了超过0.3毫米的明显翘曲的问题。采用含铜但不含定量钼和铌的11、12号钢的对比例也显示出了大于0.3毫米的显著翘曲。因此，这些对比例无法克服传统钢所遇到的问题。由此可见，综合添加铜、钼和铌对克服盘闸翘曲问题很有效。

本发明给盘闸翘曲问题提供了解决方案，随着汽车升级换代，这个翘曲问题因作用于盘闸上的更高负荷而成为了一个新的关注焦点。本发明提出的技术也可以获得盘闸用钢所要求的耐蚀性和高强度性能并不需要淬火后回火，由此建立了加工步骤更少的工艺。此外，本发明通过提供一种成品圆盘鉴别方法而有助于产品质量控制，所述圆盘能够在实际应用中抑制翘曲。所以，从圆盘所用材料方面，可以期望本发明有助于实现高性能汽车盘闸。