



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118575010 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 30

(21) 申请号 202280089393.0

(22) 申请日 2022.12.13

(30) 优先权数据

102021000032384 2021.12.23 IT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/062125 2022.12.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/119060 EN 2023.06.29

(71) 申请人 乐姆宝公开有限公司

地址 意大利贝加莫

(72) 发明人 西莫内·比翁多

斯特凡诺·梅迪西

弗朗西斯科·安德烈亚·布雷夏尼

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理

有限公司 51258

专利代理师 史二梅

(51) Int.Cl.

F16D 65/12 (2006.01)

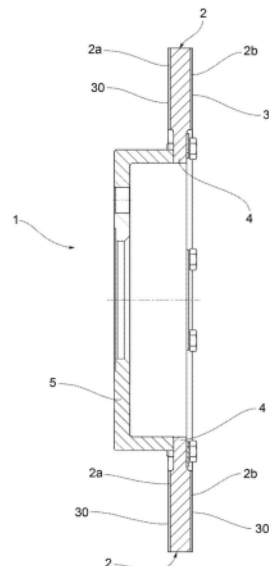
权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

具有无镍钢层的制动盘及用于对制动盘进行制造的方法

(57) 摘要

在一个方面中,本发明涉及制动盘(1)。用于盘式制动器的制动盘(1)包括由灰铸铁或钢制成的制动带(2),该制动带设置有相反的两个制动表面(2a、2b),该制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出盘(1)的两个主面中的一个主面。盘式制动器设置有基底层(30),该基底层包括完全无镍的钢,该基底层将制动带的两个制动表面(2a、2b)中的至少一个制动表面覆盖。此外,基底层(30)的钢包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C),并且其余为铁(Fe)。在另外的方面中,本发明涉及一种用于对制动盘进行制造的方法。



1. 一种用于盘式制动器的制动盘(1),所述制动盘(1)包括制动带(2),所述制动带(2)设置有相反的两个制动表面(2a、2b),所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出所述盘(1)的两个主面中的一个主面,所述制动带(2)是由灰铸铁或钢制成的;

所述盘设置有基部层(30),所述基部层(30)将所述制动带的两个所述制动表面(2a、2b)中的至少一个制动表面覆盖,

其中,所述基部层(30)在减去杂质的情况下包括完全无镍的钢,以及其中,所述基部层(30)的所述钢包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间且包括极端值的碳(C),并且其余为铁(Fe)。

2. 根据权利要求1所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,所述基部层(30)还包括:无镍的所述钢中所包含的一种或更多种碳化物。

3. 根据权利要求2所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,在所述基部层(30)中包含的所述一种或更多种碳化物包括选自下述各者中的至少一种碳化物:碳化钨(WC)、碳化铬(CrC)、碳化铌(NbC)、碳化钛(TiC)。

4. 根据前述权利要求中的任一项所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,在减去杂质的情况下由无镍的钢制成的中间层(300)被置于所述基部层(30)与所述制动带(2)的两个所述制动表面(2a、2b)中的至少一个制动表面之间。

5. 根据权利要求4所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,所述中间层(300)包括无镍的钢,所述无镍的钢包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C),并且其余为铁(Fe)。

6. 根据权利要求1至3中的任一项所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,由包含镍的钢制成的中间层(300)被置于所述基部层(30)与所述制动带(2)的两个所述制动表面(2a、2b)中的至少一个制动表面之间。

7. 根据权利要求6所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,所述中间层(300)包括镍含量至多等于15%或等于15%的钢。

8. 根据权利要求7所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,所述中间层(300)包括镍含量至多等于7.5%或等于7.5%的钢。

9. 根据前述权利要求中的任一项所述的用于盘式制动器的制动盘(1),所述制动盘(1)包括表面保护性涂覆部(3),所述表面保护性涂覆部(3)至少在所述制动带的两个所述制动表面(2a、2b)中的一个制动表面的一侧将所述基部层(30)覆盖,所述表面保护性涂覆部(3)被布置在所述基部层(30)的不面向两个所述制动表面(2a、2b)中的一个制动表面的一侧,所述表面保护性涂覆部(3)包括通过下述技术进行沉积的呈颗粒形式的一种或更多种碳化物:热喷涂沉积技术,所述热喷涂沉积技术例如是HVOF(高速氧燃料)技术、或HVOF(高速空气燃料)技术、或APS(大气等离子喷涂)技术;或者冷喷涂沉积技术,所述冷喷涂沉积技术例如是KM(动能金属化)技术;或者使用激光束的沉积技术,所述使用激光束的沉积技术例如是LMD(激光金属沉积)技术、或HSLC技术——高速激光熔覆、或EHLA技术——超高速激光应用、或TSC技术——高速熔覆。

10. 根据权利要求7所述的用于盘式制动器的制动盘(1),其中,呈颗粒形式的所述一种或更多种碳化物包括碳化钨(WC)或碳化铬(CrC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)。

11. 根据前述权利要求中的任一项所述的盘,其中,所述基部层(30)中的铬的百分比介

于11%与14%之间且包括极端值。

12. 根据前述权利要求中的任一项所述的盘,其中,在所述制动带的两个所述制动表面(2a、2b)中的一个制动表面与所述基部层(30)之间,和/或在所述制动带的两个所述制动表面(2a、2b)中的一个制动表面与所述中间层(300)之间,和/或在所述基部层(30)与所述表面保护性涂覆部之间,和/或在所述中间层(300)与所述基部层(30)之间,置入有辅助铁素体氮碳共渗层或辅助铁铝共渗层。

13. 一种用于对制动盘进行制造的方法,所述方法包括以下操作步骤:

a) 制备制动盘(1),所述制动盘(1)包括制动带(2),所述制动带(2)设置有相反的两个制动表面(2a、2b),所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出所述盘的两个主面中的一个主面,所述制动带是由灰铸铁或钢制成的;

b) 对基部层(30)进行沉积,所述基部层(30)在减去杂质的情况下包括完全无镍的钢,并且所述基部层(30)包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C),并且其余为铁(Fe)。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,对所述基部层(30)进行沉积的步骤b)提供:通过激光沉积技术,或通过热喷涂沉积技术,或通过冷喷涂沉积技术,对包括无镍的钢的呈颗粒形式的组合物进行沉积,优选地,通过激光金属沉积或超高速激光材料沉积,对包括无镍的钢的呈颗粒形式的组合物进行沉积。

15. 根据权利要求13或14所述的方法,所述方法还包括下述步骤c):通过热喷涂沉积技术,所述热喷涂沉积技术例如HVOF(高速氧燃料)技术、HVOF(高速空气燃料)技术、APS(大气等离子喷涂)技术;或者通过冷喷涂沉积技术,所述冷喷涂沉积技术例如KM(动能金属化)技术;或者通过激光束沉积技术,所述激光束沉积技术例如LMD(激光金属沉积)技术、或HSLC(高速激光熔覆)技术、或EHLA(超高速激光应用)技术、或TSC(高速熔覆)技术,在所述基部层(30)上对包括碳化钨(WC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)或碳化铬的呈颗粒形式的材料进行沉积,从而形成表面保护性涂覆部(3),所述表面保护性涂覆部(3)将所述基部层(30)覆盖,优选地,所述表面保护性涂覆部(3)至少将所述制动带的两个所述制动表面(2a、2b)中的一个制动表面的整个表面覆盖。

16. 根据权利要求13至15中的任一项所述的方法,其中,在步骤a)之后且在步骤b)之前,所述方法包括下述步骤:

a1) 在相反的两个所述制动表面(2a、2b)中的至少一个制动表面上对中间层(300)进行沉积,所述中间层(300)在减去杂质的情况下包括无镍的钢,以及所述中间层(300)包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C),并且其余为铁(Fe)。

具有无镍钢层的制动盘及用于对制动盘进行制造的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于对制动盘进行制造的方法以及用于盘式制动器的制动盘。

背景技术

[0002] 车辆的盘式制动系统的制动盘包括环形结构或制动带、以及被称为钟状件的中央固定元件,通过该钟状件,盘被固定到车辆悬架的旋转部分、例如轮毂。制动带设置有适于与摩擦元件(制动衬垫)配合的相对的制动表面,该摩擦元件被容置在至少一个卡钳体中,该卡钳体被布置成跨置于制动带并且是与车辆悬架的非旋转部件成一体的。相对的制动衬垫与制动带的相应(contrasting)制动表面之间的受控相互作用通过摩擦产生制动作用,从而使车辆减速或停止。

[0003] 制动盘通常是由灰铸铁或钢制成的。实际上,这种材料允许以相对较低的成本获得良好的制动性能(尤其是在抗磨损方面)。由碳或者碳-陶瓷材料制成的盘提供更高的性能,但成本要高得多。

[0004] 由铸铁或钢制成的传统盘的局限性涉及过度磨损。对于由灰铸铁制成的盘,另一个非常不利的方面涉及过度表面氧化,从而导致锈的形成。这方面既影响制动盘的性能,又影响制动盘的外观,这是因为制动盘上的锈对于用户而言在美学上是不可接受的。已经尝试通过为由灰铸铁或钢制成的盘提供保护性涂覆部来解决此类问题。保护性涂覆部一方面用于减少盘磨损,另一方面用于保护灰铸铁基部免受表面氧化,从而防止形成锈层。然而,目前可用的且应用于盘上的保护性涂覆部虽然提供耐磨性,但易于剥落,从而导致保护性涂覆部与盘自身分离。

[0005] 例如,在专利US4715486中描述了这种类型的保护性涂覆部,该专利涉及低磨损盘式制动器。特别由铸铁制成的该盘具有由通过高动能冲击技术而沉积在盘上的颗粒材料制成的涂覆部。根据第一实施方式,涂覆部包含20%至30%的碳化钨、5%的镍,并且其余部分为铬和碳化钨的混合物。

[0006] 在使用火焰喷涂技术施加涂覆部的情况下,传统的保护性涂覆部与由铝或铝合金制成的盘分离的原因是保护性涂覆部中存在游离碳。这种现象也会影响由灰铸铁或钢制成的盘。

[0007] 针对由灰铸铁或钢制成的盘,同一申请人在国际申请W02014/097187中提出了上述问题的解决方案。该解决方案包括在盘式制动器的制动表面上形成保护性涂覆部,该保护性涂覆部是通过对包括下述各者的呈颗粒形式的材料进行沉积而获得的:按重量计百分比为70%至95%的碳化钨、按重量计百分比为5%至15%的钴、以及按重量计百分比为1%至10%的铬。对呈颗粒形式的材料进行沉积是通过HVOF(高速氧燃料)或HVAF(高速空气燃料)或KM(动能金属化)技术而实现的。

[0008] 更详细而言,根据W02014/097187中提供的解决方案,HVOF、HVAF或KM沉积技术与用于形成涂覆部的化学成分的组合允许获得提供高结合强度的保护性涂覆部,从而确保了在灰铸铁或钢上的高锚固度。上述解决方案允许显著减少在先前已知技术中发现的保护性

涂覆部剥落现象,但不能完全消除保护性涂覆部剥落现象。实际上,即使在设置有根据W02014/097186制造的保护性涂覆部的盘中,保护性涂覆部的剥落和松垂仍会继续发生,但与先前已知的技术相比通常更少。

[0009] 上述剥落和松垂可能特别有助于通过摩擦而释放镍颗粒,该金属极大地促进了人群中的敏感化现象。

[0010] 然而,在用于制动盘的钢生产的特定领域中,镍的存在迄今为止被认为是必不可少,这是因为镍提高了钢的强度和韧性。此外,镍提高了钢的抗氧化和耐腐蚀性,但更重要的是,镍提高了钢的耐磨性和钢的耐热性,这些方面都与制动盘在使用中经受的应力高度相关。因此,迄今为止,在对铸铁或钢的制动盘进行制造时,镍的存在被认为是必不可少的元素。

[0011] 然而,考虑到保护性涂覆部所确保的在耐磨性方面的优点以及同时需要在制动盘的成分中保持镍的存在,强烈地感到在本领域中需要解决以上参考现有技术所提及的缺点。

[0012] 特别地,感到需要使灰铸铁或钢的盘能够减少镍颗粒的释放,但同时能够确保对现有技术的制动盘而言典型的足够或等同的热性能和机械性能,包括高度的盘耐磨性和随时间推移的可靠性。

[0013] 根据另一方面,感到还需要通过下述方式制造钢质盘:生产所需的资源消耗较少(并且因此成本也较低),同时保持足够的涂覆部硬度并减少(甚至没有)镍颗粒的释放。

发明内容

[0014] 对于能够减少镍颗粒释放但同时确保足够或等同的热性能和机械性能的制动盘的需求是通过根据所附独立权利要求所述的制动盘以及用于对制动盘进行制造的方法实现的。

附图说明

[0015] 通过以下对以非限制性示例的方式给出的优选实施方式的描述,本发明的其他特征和优点将变得更加容易理解,在附图中:

[0016] -图1示出了根据本发明的实施方式的盘式制动器的顶视平面图;

[0017] -图2示出了根据本发明的实施方式的沿图1中所示的截面线II-II截取的图1中的盘的截面图;

[0018] -图3示出了根据本发明的另外的实施方式的沿图1中所示的截面线II-II截取的图1中的盘的截面图;

[0019] -图4示出了根据本发明的实施方式的制动带的半部分的截面图;

[0020] -图5示出了根据本发明的第二实施方式的制动带的半部分的截面图;

[0021] -图6示出了根据本发明的第三实施方式的制动带的半部分的截面图;

[0022] -图7示出了根据本发明的第四实施方式的制动带的半部分的截面图;

[0023] -图8示出了根据本发明的第五实施方式的制动带的半部分的截面图;

[0024] -图9示出了根据本发明的第六实施方式的制动带的半部分的截面图;

[0025] -图10示出了根据本发明的第七实施方式的制动带的半部分的截面图。

[0026] 对于下述实施方式而言共同的元件或元件部分将用相同的附图标记来表示。

具体实施方式

[0027] 参照上述附图,附图标记1总体上表示根据本发明的制动盘。

[0028] 在本公开中,当给出数值百分比范围时,除非另有规定,否则始终理解为包括这些范围的极端值。

[0029] 根据附图所示的本发明的一般实施方式,制动盘1包括制动带2,该制动带2设置有相反的两个制动表面2a和2b,所述两个制动表面2a和2b中的每个制动表面至少部分地限定出盘的两个主面中的一个主面。

[0030] 制动带2是由灰铸铁或钢制成的。

[0031] 优选地,制动带2是由灰铸铁制成的。特别地,整个盘是由灰铸铁制成的。因此,在以下描述中,将参考由灰铸铁制成的盘,但并不排除盘是由钢制成的可能性。

[0032] 盘1设置有基部层30,该基部层30将制动带的两个制动表面2a、2b中的至少一个制动表面覆盖,并且优选地被制成与这些制动表面2a、2b直接接触。

[0033] 根据本发明的方面,这种基部层30包括镍含量低于或至多等于15%的钢。

[0034] 根据本发明的另外的方面,这种基部层30包括镍含量低于或至多等于7.5%、甚至更优选地低于或至多等于5%的钢。

[0035] 根据本发明的另外的方面,这种基部层30是完全不含镍的。这允许限制甚至避免在制动盘1的使用寿命期间镍颗粒的扩散。

[0036] 通常,在本公开中,当提及诸如“无镍”或“不含镍”等用语时,其确切地表示完全不存在镍,但也表示在减去少量的镍的情况下不存在镍,所述少量的镍可能由于制造过程导致的残留痕量或杂质而存在,但对于任何层而言,镍的量仍然小于1%或至多可能严格小于5%。

[0037] 此外,根据本发明,基部层30的钢包括10%至15%的铬Cr、至多1%的硅Si、至多4%的锰Mn、介于0.16%与0.5%之间的碳C,并且其余为铁Fe,即按重量计的剩余百分比为铁。这允许制造没有镍含量的马氏体钢。

[0038] 优选地,基部层钢的碳C含量被包括在0.16%与0.25%之间。

[0039] 此外,以极其有利的方式,上述成分允许使用可能包含在钢中的少量百分比的碳化物,而不会降低可能的涂覆部的硬度(在本文后面更详细地描述)。

[0040] 根据优选的变型,基部层30的钢中的铬(Cr)含量被包括在11%与14%之间并且包括极端值。

[0041] 明显地是,本领域技术人员知道当提及镍含量的百分比或者钢合金或铸铁的任何其他成分的百分比时的含义。例如,通常参考与总合金含量相比的质量百分比含量。因此,在本公开的其余部分中,仅在百分比的特定计算偏离上述定义时才进行具体说明;在没有具体说明的情况下,则所表示的百分比应当按照本领域技术人员所理解的那样来考虑。

[0042] 根据本发明的变型,例如图5中所示,基部层30还包括无镍钢中所包含的一种或更多种碳化物。这种包含是通过本领域技术人员已知的在钢中包含碳化物的技术来实现的,例如,将碳化物溶解在合金中。

[0043] 优选地,所包含的一种或更多种碳化物包括选自以下组的至少一种碳化物:碳化

钨(WC)、碳化铬(优选但不限于 Cr_3C_2)、碳化铌(NbC)、碳化钛(TiC)。明显的是,可以存在不止一种碳化物,所述碳化物选自上述组,或者可以存在本组中的所有碳化物。

[0044] 所包含的一种或更多种碳化物包括选自以下组中的至少一种碳化物:碳化钨(WC)、碳化铬(例如, Cr_3C_2)、碳化铌(NbC)、碳化钛(TiC)。

[0045] 根据有利的实施方式,例如,如图6中所示,制动盘1包括表面保护性涂覆部3,该表面保护性涂覆部3至少在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面的一侧将基部层30覆盖。这种表面保护性涂覆部3设置在基部层30的不面向制动表面2a、2b的一侧。此外,表面保护性涂覆部3包括呈颗粒形式的至少一种碳化物或更多种碳化物,至少一种碳化物或更多种碳化物可以通过下述技术进行沉积:热喷涂沉积技术,例如HVOF(高速氧燃料)技术、或HVOF(高速空气燃料)技术、或APS(大气等离子喷涂)技术;或冷喷涂沉积技术,例如KM(动能金属化)技术;或激光束沉积技术,例如LMD(激光金属沉积)技术、或HSLC(高速激光熔覆)技术或EHLA(超高速激光应用)技术、或TSC(高速熔覆)技术。

[0046] 因此,表面保护性涂覆部3是经由甚至通过HVOF技术、HVOF(高速空气燃料)技术或KM(动能金属化)技术将一种或更多种呈颗粒形式的碳化物直接沉积在盘1上而获得的,所述碳化物优选为碳化钨(WC)或碳化铬(例如, Cr_3C_2)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)。

[0047] 根据另外的变型,表面保护性涂覆部3包括镍含量小于或至多等于15%、或者小于或至多等于7.5%、或者小于或至多等于5%的钢,或者甚至更优选地包括完全无镍的钢,并且钢中包含一种或更多种碳化物。换言之,在该变型中,按给定顺序,在铸铁带上接合有由无镍钢制成的基部层30,并且在基部层30上接合有表面保护性涂覆部3,该表面保护性涂覆部3包括上述钢和钢中所包含的一种或更多种碳化物。

[0048] 沉积在表面上或包含在基本或完全不含镍的钢中的碳化物的存在允许赋予足够的机械强度和耐磨性,从而弥补钢中镍的不足或完全缺失。

[0049] 根据变型,表面保护性涂覆部3包括以下碳化物中一种或更多种碳化物:碳化钨(WC)、碳化铌(NbC)、碳化铬(例如, Cr_3C_2)、碳化钛(TiC)。优选地,这种表面保护性涂覆部3是通过以下技术将一种或更多种呈颗粒形式的碳化物沉积在基部层30上而获得的:热喷涂沉积技术,例如HVOF(高速氧燃料)技术、或HVOF(高速空气燃料)技术、或APS(大气等离子喷涂)技术;或冷喷涂沉积技术,例如KM(动能金属化)技术;或激光束沉积技术,例如LMD(激光金属沉积)技术、或HSLC(高速激光熔覆)技术、或EHLA(超高速激光应用)技术、或TSC(高速熔覆)技术。因此,明显的是,可以存在有不止一种碳化物,所述碳化物选自上述组,或可以存在有该组中所存在的所有碳化物。

[0050] 根据有利的实施方式,表面保护性涂覆部3包括碳化铬(例如, Cr_3C_2)和碳化钛(TiC)。

[0051] 根据变型,表面保护性涂覆部3包括至少一种金属氧化物、或金属氧化物混合物、或金属和陶瓷材料的混合物,优选地包括 Al_2O_3 氧化铝的混合物或者 Al_2O_3 和Fe-Cr金属间基质、例如Fe28Cr的混合物。

[0052] 根据有利的变型,表面保护性涂覆部3包括以下碳化物中一种或更多种碳化物:碳化钨(WC)、碳化铌(NbC)、碳化铬(例如, Cr_3C_2)、碳化钛(TiC),所述碳化物与金属氧化物的混合物混合或者与金属和陶瓷材料的混合物混合,优选与氧化铝 Al_2O_3 的混合物混合或者与 Al_2O_3 和金属间基质Fe-Cr、例如Fe28Cr的混合物混合。

[0053] 明显的是,上述氧化物、或氧化物的混合物、或金属、或金属和陶瓷材料的混合物、或碳化物和金属氧化物的混合物优选地通过与前面和本公开中所描述的对呈颗粒形式的碳化物进行沉积的技术相同的沉积技术进行沉积。

[0054] 优选地,表面保护性涂覆部3的厚度在30 μm 与150 μm 之间,优选地在50 μm 与90 μm 之间。

[0055] 此外,优选地,基部层30的钢包含至多4%的锰(Mn),甚至更优选地,锰含量在0.5%与4%之间并且包括极端值,以至少部分地对通常由于镍的存在而赋予的钢合金特性的缺乏进行补偿,从而提高机械强度。

[0056] 优选地,基部层30的厚度在20 μm 与300 μm 之间,并且优选地等于90 μm 。

[0057] 根据本发明的变型,为了对镍含量低或完全不存在镍进行补偿并获得足够的制动盘性能,基部层30的钢具有介于0.5%与10%之间的钼含量,甚至更优选地具有介于0.5%至和4.5%且包括极端值的钼含量,并且包括介于0.5%和5%之间的锰含量。以上述百分比存在的钼和锰允许获得足够的耐腐蚀性,并且同时获得足够的机械强度。

[0058] 根据实施方式,无镍钢的中间层300被置于基部层30与制动带2的两个制动表面2a、2b中的至少一个制动表面之间。

[0059] 根据实施方式,中间层300包括无镍钢,该无镍钢包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C),并且其余为铁(Fe)。优选地,碳(C)含量介于0.16%与0.25%之间。

[0060] 根据变型,由包括镍的钢制成的中间层300被置于基部层30与制动带2的两个制动表面2a、2b中的至少一个制动表面之间,其中,如果基部层30完全不含镍,则中间层300的镍含量优选大于5%,或者更优选地镍含量至少等于5%,并且更优选地镍含量至少等于5%且低于15%。

[0061] 根据实施方式,中间层300包括镍含量至多等于15%或等于15%的钢。

[0062] 根据实施方式,中间层300包括镍含量至多等于7.5%或等于7.5%的钢。

[0063] 中间层300的存在使得可以获得具有足够机械特性的盘,但同时由于存在基部层30而降低了对环境的影响。

[0064] 根据实施方式,中间层300包括下述钢:该钢包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%的碳(C),并且其余为铁(Fe)。优选地,中间层300的钢的碳含量(C)介于0.16%与0.25%之间且包括极端值。

[0065] 根据一个实施方式,表面保护性涂覆部3包括下述钢:该钢包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%的碳(C),并且其余为铁(Fe),所述钢优选不含镍。

[0066] 优选地,表面保护性涂覆部的钢的碳含量(C)介于0.16%与0.25%之间且包括极端值。

[0067] 根据实施方式,辅助铁素体氮碳共渗层或辅助铁铝共渗(ferroalumination)层被置于下述各者之间:制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与基部层30之间;或制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与中间层300之间;或基部层30与表面保护性涂覆部3之间;或在中间层300与基部层30之间。

[0068] 根据实施方式,辅助铁素体氮碳共渗层或辅助铁铝共渗层被置于下述各者之间:

制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与基部层30之间；或制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与中间层300之间；或基部层30与表面保护性涂覆部3之间；或中间层300与基部层30之间。

[0069] 为便于说明,现在对制动盘1与本发明的方法一起进行描述。制动盘1优选但非必须地通过下文所述的根据本发明的方法来制造。

[0070] 根据本发明的第一方面,根据本发明的方法的一般实现方式包括以下操作步骤:

[0071] a) 提供制动盘,该制动盘包括制动带,该制动带设置有相反的两个制动表面2a、2b,所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出盘的两个主面中的一个主面,制动带是由灰铸铁或钢制成的;

[0072] b) 对钢的层进行沉积,该钢包含至多15%的镍,优选通过激光沉积技术、例如激光金属沉积或超高速激光材料沉积或通过热喷涂沉积技术或通过冷喷涂沉积技术对该钢的层进行沉积,以形成基部层30;

[0073] c) 可选地,通过热喷涂沉积技术,例如通过HVOF(高速氧燃料)技术、或通过HVAF(高速空气燃料)技术、或通过APS(大气等离子喷涂)技术,或者通过冷喷涂沉积技术,例如通过KM(动能金属化)技术,或者通过激光束沉积技术,例如通过LMD(激光金属沉积)技术、或通过HSLC(高速激光熔覆)技术、或通过EHLA(超高速激光应用)技术、或通过TSC(高速熔覆)技术,将包括碳化钨(WC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)或可能的碳化铬的呈颗粒形式的材料沉积在所述基部层30上,从而形成表面保护性涂覆部3,该表面保护性涂覆部3将制动带的两个制动表面中的至少一个制动表面覆盖,例如该表面保护性涂覆部3将基部层30覆盖,优选地该表面保护性涂覆部3至少将制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面的整个表面覆盖。

[0074] 根据本发明的第二方面,根据本发明的方法的另外的一般实现方式包括以下操作步骤:

[0075] a) 提供制动盘,该制动盘包括制动带,该制动带设置有相反的两个制动表面2a、2b,所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出盘的两个主面中的一个主面,该制动带是由灰铸铁或钢制成的;

[0076] b) 优选地通过激光沉积技术,例如激光金属沉积或超高速激光材料沉积,或者通过热喷涂沉积技术,或者通过冷喷涂沉积技术沉积对完全无镍的钢的层进行沉积,以形成基部层30;

[0077] c) 可选地,通过热喷涂沉积技术,例如通过HVOF(高速氧燃料)技术、或通过HVAF(高速空气燃料)技术,或通过APS(大气等离子喷涂)技术,或者通过冷喷涂沉积技术,例如通过KM(动能金属化)技术,或者通过激光束沉积技术,例如通过LMD(激光金属沉积)技术,或通过HSLC(高速激光熔覆)技术,或通过EHLA(超高速激光应用)技术,或通过TSC(高速熔覆)技术,将包括碳化钨(WC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)或可能的碳化铬的呈颗粒形式的材料沉积在所述基部层30上,从而形成表面保护性涂覆部3,该表面保护性涂覆部3将制动带的两个制动表面中的至少一个制动表面覆盖,例如该表面保护性涂覆部3将基部层30覆盖,优选地,该表面保护性涂覆部3至少将制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面的整个表面覆盖。

[0078] 根据本发明的第三方面,根据本发明的方法的另外的一般实现方式包括以下操作

步骤:

[0079] a) 提供制动盘,该制动盘包括制动带,该制动带设置有相反的两个制动表面2a、2b,所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出盘的两个主面中的一个主面,该制动带是由灰铸铁或钢制成的;

[0080] a1) 在步骤a)之后,将包括无镍钢的中间层300沉积在相反的两个制动表面2a、2b中的至少一个制动表面上;

[0081] b) 在步骤a1)之后,优选采用激光沉积技术,例如通过激光金属沉积或超高速激光材料沉积,或者通过热喷涂沉积技术,或者通过冷喷涂沉积技术,对完全无镍的钢的层进行沉积,以形成基部层30;

[0082] c) 可选地,通过热喷涂沉积技术,例如通过HVOF(高速氧燃料)技术,或通过HVOF(高速空气燃料)技术,或通过APS(大气等离子喷涂)技术,或者通过冷喷涂沉积技术,例如通过KM(动能金属化)技术,或者通过激光束沉积技术,例如通过LMD(激光金属沉积)技术,或通过HSLC(高速激光熔覆)技术,或通过EHLA(超高速激光应用)技术,或通过TSC(高速熔覆)技术,将包括碳化钨(WC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)或碳化铬的呈颗粒形式的材料沉积在所述基部层30上,从而形成表面保护性涂覆部3,该表面保护性涂覆部3将制动带的两个制动表面中的至少一个制动表面覆盖,例如该表面保护性涂覆部3将基部层30覆盖,优选地,该表面保护性涂覆部3至少将制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面的整个表面覆盖。

[0083] 根据有利的实施方式,步骤a1)包括对中间层300进行沉积,该中间层300包括无镍钢,并且该中间层300包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C),优选地包括介于0.16%与0.25%之间并且包括极端值的碳(C),并且其余为铁(Fe)。根据本发明的另外的方面,根据本发明的方法的另外的一般实现方式包括以下操作步骤:

[0084] a) 提供制动盘1,该制动盘1包括制动带2,该制动带2设置有相反的两个制动表面2a、2b,所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出盘的两个主面中的一个主面,该制动带是由灰铸铁或钢制成的;

[0085] b) 对基部层30进行沉积,该基部层30包括完全无镍钢,并且该基部层30包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%的碳(C),优选地包括介于0.16%与0.25%之间的碳(C),并且其余为铁(Fe)。

[0086] 根据本发明的另外方面,根据本发明的方法的一般实现方式包括以下操作步骤:

[0087] a) 提供制动盘,该制动盘包括制动带,该制动带具有相反的两个制动表面2a、2b,所述制动表面中的每个制动表面至少部分地限定出盘的两个主面中的一个主面,该制动带由灰铸铁或钢制成的;

[0088] a1) 在步骤a)之后,优选根据本公开内容的前面段落中所描述的特征,将包括含镍的钢的中间层300沉积在相反的两个制动表面2a、2b中的至少一个制动表面上;

[0089] b) 在步骤a1)之后,优选地通过激光沉积技术,例如通过激光金属沉积技术或超高速激光材料沉积技术,或者通过热喷涂沉积技术,或者通过冷喷涂沉积技术,对完全无镍的钢的层进行沉积,以形成基部层30;

[0090] c) 可选地,通过热喷涂沉积技术,例如通过HVOF(高速氧燃料)技术、或通过HVOF

(高速空气燃料)技术、或通过APS(大气等离子喷涂)技术,或者通过冷喷涂沉积技术,例如通过KM(动能金属化)技术,或者通过激光束沉积技术,例如通过LMD(激光金属沉积)技术、或通过HSLC(高速激光熔覆)技术、或通过EHLA(超高速激光应用)技术、或通过TSC(高速熔覆)技术,将包括碳化钨(WC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)或可能的碳化铬的呈颗粒形式的材料沉积在所述基部层30上,从而形成表面保护性涂覆部3,该表面保护性涂覆部3将制动带的两个制动表面中的至少一个制动表面覆盖,例如该表面保护性涂覆部3将基部层30覆盖,优选地,该表面保护性涂覆部3至少将制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面的整个表面覆盖。

[0091] 此外,在根据本发明的方法的上述一般实现方式变型中,该方法优选地包括下文将描述的另外的步骤。

[0092] 优选地,在步骤c)中,碳化钨(WC)或碳化铌(NbC)或碳化钛(TiC)或可能的碳化铬分散在金属基质中。

[0093] 根据优选的实施方式,在步骤c)中,呈颗粒形式的材料包括碳化铬和碳化钛。

[0094] 有利地,制动盘设置有适于将盘固定到车辆的部分,该部分包括环形部分4,该环形部分4是相对于盘1居中地布置的并且是与制动带2同心的。固定部分4将连接元件5(即,钟状件)支撑到轮毂。钟状件可以是与环形固定部分成一件的方式制成的(如附图所示),或者可以是单独制成的,并且然后通过适当的连接元件而固定到固定部分。

[0095] 环形固定部分4可以是由与制动带的材料相同的材料制成的,即是灰铸铁制成的,或者是由另一合适的材料制成的。钟状件5也可以是由灰铸铁制成的或者是由其他合适的材料制成的。特别地,整个盘(即制动带、固定部分和钟状件)可以是由灰铸铁制成的。

[0096] 优选地,制动带2是通过铸造制成的。类似地,当固定部分和/或钟状件是由灰铸铁制成时,固定部分和/或钟状件可以通过铸造制成的。

[0097] 环形固定部分可以是与制动带制成单个本体的方式制成的(如附图中所示),或者可以被制成单独的本体,并且以机械的方式连接到制动带。

[0098] HVOF、HVOF或KM、或LMD或HSLC技术是本领域技术人员已知的三种沉积技术,并且因此将不对上述技术进行详细描述。

[0099] HVOF(高速氧燃料)是粉末喷涂沉积技术,该粉末喷涂沉积技术使用设置有混合和燃烧室以及喷涂喷嘴的喷涂装置。氧和燃料被给送到该室。在接近1MPa的压力处形成的热燃烧气体穿过汇聚-发散喷嘴,粉末材料达到超音速(即高于MACH 1)。待沉积的粉末材料被喷射到热气流中,在热气流中,粉末材料迅速熔融并以约1000m/s的速度被加速。当粉末材料撞击到沉积表面上时,熔融材料迅速冷却,并且借助于高动能冲击而形成非常致密且紧凑的结构。

[0100] HVOF(高速空气燃料)沉积技术类似于HVOF技术。不同之处在于,在HVOF技术中,向燃烧室供给空气而不是氧。因此,实际温度低于HVOF技术的温度。这允许更好地对涂覆部的热变化进行控制。

[0101] KM(动能金属化)沉积技术是一种固态沉积过程,其中,金属粉末通过声波沉积喷嘴分两步来进行喷涂,该固态沉积过程使惰性气体流中的金属颗粒加速并使惰性气体流中的金属颗粒通过摩擦带电效应的方式而带电。预计将热能供给至载体流。在此过程中,经压缩的惰性气体流的势能和所供给的热能被转化为粉末的动能。当颗粒以高速被加速并带

电时,该颗粒被引导成抵靠于沉积表面。金属颗粒与这种表面的高速碰撞会导致颗粒发生巨大变形(在与撞击垂直的方向上变形约80%)。这种变形导致颗粒的表面积大幅增加。由于撞击的作用,颗粒与沉积表面之间形成了紧密接触,从而导致形成金属键以及具有非常致密且紧凑结构的涂覆部。

[0102] 有利地,作为上述三种沉积技术——这些沉积技术都共有高能撞击沉积技术的这一事实——的替代方案,可以使用其他技术,这些技术利用不同的沉积方法,但能够产生具有非常致密和紧凑结构的涂覆部。

[0103] HVOF或HVAF或KM或LMD或HSLC沉积技术与用于形成基部层30和表面保护性涂覆部3的化学成分的组合既允许在供其沉积的下部材料上获得高结合强度,也允许沉积具有高碳化物含量的粉末。

[0104] 如上所述,基部层30和表面保护性涂覆部3将制动带的两个制动表面中的至少一个制动表面覆盖。

[0105] 在下文中,术语“涂覆部”将既指由基部层30和表面保护性涂覆部3给出的整体,而在不包括表面保护性涂覆部3但包括基部层30中的碳化物的变型中,也指仅基部层30。

[0106] 优选地,如图2和图3中所示,盘1设置有涂覆部3、30,该涂覆部3、30将制动带2的两个制动表面2a和2b覆盖。

[0107] 特别地,涂覆部3、30可以在单个制动表面上或在两个制动表面上仅将制动带覆盖。

[0108] 根据附图中未示出的解决方案,涂覆部3、30还可以延伸到盘1的其他部分,比如延伸至环形固定部分4和钟状件5,直至将盘1的整个表面覆盖。特别地,除了制动带之外,涂覆部3、30还可以将仅固定部分或仅钟状件覆盖。选择主要取决于外观原因,以在整个盘上或盘的某些部分之间具有均匀的着色和/或精加工。

[0109] 有利地,用于形成涂覆部3、30的颗粒材料沉积可以至少在涂覆部厚度方面以差异化的方式在盘的表面上进行。

[0110] 在制动带处,涂覆部3、30可以在相反的两个制动表面上被制成相同的厚度。可以提供替代性的解决方案,其中,涂覆部3、30是通过将制动带的两个制动表面之间的不同厚度进行差异化来制成的。

[0111] 根据该方法的实施方式,对基部层30进行沉积的步骤b)包括:通过激光沉积技术、优选LMD(激光金属沉积)或EHLA(超高速激光材料沉积)或通过热喷涂沉积技术或通过冷喷涂沉积技术,对呈颗粒形式的组合物进行沉积,该组合物包括镍含量至多等于15%或至多等于7.5%或至多等于5%的钢或完全无镍的钢。

[0112] 在有利的实施方式中,在步骤b)中,呈颗粒形式的组合物还包括以不超过总颗粒组合物重量的50%的百分比混合的碳化物。

[0113] 在有利的实施方式中,在步骤b)中,呈颗粒形式的组合物除了钢之外还包括金属氧化物或者金属与陶瓷材料的混合物,优选包括氧化铝Al₂O₃的混合物,或者包括Al₂O₃与金属间基质Fe-Cr、例如Fe₂₈Cr的混合物。

[0114] 在有利的实施方式中,在步骤b)中,呈颗粒形式的组合物除了钢之外还包括:金属氧化物或者金属与陶瓷材料的混合物,优选为氧化铝Al₂O₃的混合物,或Al₂O₃与金属间基质Fe-Cr、例如Fe₂₈Cr的混合物;以及从碳化钨(WC)、碳化铌(NbC)、碳化钛(TiC)、碳化铬中

选择的碳化物中的一种或更多种碳化物。

[0115] 因此,明显的是,借助于该方法的上述变型,可以获得制动带2,在该制动带2中,基部层30包括上述钢和金属氧化物的混合物,或者,在另一变型中,基部层30包括上述钢和金属氧化物以及碳化物的混合物。

[0116] 也可以参考附图而更好地理解制动带的优选变型以及基部层30、中间层300和表面涂覆部层3的布置顺序。

[0117] 优选地,对中间层300进行沉积的步骤a1)包括:通过激光沉积技术、优选LMD(激光金属沉积)或EHLA(超高速激光材料沉积),或通过热喷涂沉积技术,或通过冷喷涂沉积技术,对包括镍含量在5%与15%之间的钢的呈颗粒形式的组合物进行沉积。

[0118] 根据该方法的有利变型,包括下述步骤e1):在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与基部层30之间,和/或在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与中间层300之间,和/或在基部层30与表面保护性涂覆部3之间,和/或在中间层300与基部层30之间,对辅助铁素体氮碳共渗层进行沉积。

[0119] 根据有利的实施方式,该方法包括下述步骤e2):在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与基部层30之间,和/或在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与中间层300之间,和/或在基部层30与表面保护性涂覆部3之间,和/或在中间层300与基部层30之间,对辅助铁铝共渗层进行沉积。

[0120] 优选地,铁铝共渗的步骤e2)包括以下步骤:

[0121] e21)将所述制动带2至少部分地浸没保持在预定温度处的熔融铝中,使得熔融铝将所述制动带2的至少预定表面区域覆盖,所述浸没持续预定时间段,以允许铝原子扩散到所述铸铁或钢的表面微观结构中,以在所述制动带2的表面层处形成金属间铁铝化合物,从而在所述制动带2的所述预定表面区域中产生包括金属间铁铝化合物的层;

[0122] e22)从熔融铝中取出所述制动带2;

[0123] e23)将取出后仍粘附至所述制动带2的铝移除,以在表面上暴露出所述金属间铁铝化合物层。

[0124] 暴露在表面上的金属间铁铝化合物层使得铸铁或钢的制动带2在所述预定表面区域处具有更高的耐腐蚀性和耐磨性。

[0125] 优选地,金属间铁铝化合物层包括FeAl₃作为金属间铁铝化合物的主相。

[0126] 根据有利的实施方式,熔融铝被保持所处的预定温度不大于750°C,并且优选地介于690°C至710°C之间,并且甚至更优选地等于700°C。

[0127] 根据该方法的有利方面,预定浸没时间段是根据所述金属间化合物层的所需厚度而被固定的,并且在相同的熔融铝温度下,所述厚度随着浸没时间的增加而增加,并且在相同的浸没时间下,所述厚度随着熔融铝的温度的增加而增加,优选地,所述预定浸没时间介于5分钟与60分钟之间,并且甚至更优选地等于30分钟。

[0128] 根据有利的方面,在浸没的步骤e21)之前,该方法包括下述步骤f):对所述制动带2的预定表面区域进行脱碳直至预定深度。

[0129] 已经通过实验发现的是,在制动带的经受铝原子扩散渗透(由铝化诱导)的表面层中碳的存在除了金属间化合物之外还导致形成碳化铁。碳化铁的存在会在金属间化合物层中产生不连续点,这些点可能引发腐蚀现象和开裂。有利地,表面脱碳因此可以避免(或至

少显著地减少)碳化铁的形成,从而使得形成更耐腐蚀且更不易开裂的金属间化合物层。

[0130] 优选地,在所述步骤f)中,通过电解过程对所述至少一个预定表面区域进行脱碳。

[0131] 更详细地,所述电解过程是通过将所述制动带的预定表面区域浸没在熔融盐浴中并在该浴与制动带之间施加电位差来进行的。

[0132] 在施加电位差时,制动带连接到正极(阴极),而上述熔融盐浴连接到负极(阳极)。碳、特别是石墨片形式的碳通过电子的转移和在阳极释放的原子氧而被氧化成二氧化碳。碳主要与氧发生反应,并且最终结合为二氧化碳。

[0133] 电解过程所引起的制动带表面的氧化不限于其中存在的碳,还延伸到铸铁(铁)的金属基体,从而引起金属氧化物表面膜的形成。反转极性使得金属氧化物表面膜还原,从而恢复至原始金属状态。

[0134] 优选地,前述电解过程因此可以包括:在制动带表面已经连接到阴极以对碳进行氧化的预定时间段之后,反转极性,以使金属氧化物膜恢复至原始金属状态。

[0135] 操作性地,通过对电解过程的持续时间进行调节来控制脱碳深度,可能将其分为几个极性反转循环。通过增加脱碳过程(制动带氧化步骤;阴极连接)的持续时间,在所有其他条件相同的情况下,脱碳深度增加。

[0136] 脱碳可以通过上述电解过程的替代过程来进行,比如通过激光处理或化学处理来进行。

[0137] 然而,通过电解过程进行脱碳是优选的,这是因为:

[0138] -与激光处理相比,通过电解过程进行脱碳更有效且更快速,从而确保在更短的时间内更彻底且更均匀地去除碳;

[0139] -与化学处理(例如,用高锰酸钾)相比,通过电解过程进行脱碳更有效(从而确保在更短的时间内更彻底且更均匀地去除碳),并且不会在经处理的部分留下铸铁金属基体的氧化区域。

[0140] 更详细地,已经观察到的是,在铸铁金属基体的氧化区域处,熔融铝的润湿性(wettability)要差很多,并且这对铝化过程和金属间化合物层的特性产生负面影响。同样出于这种原因,相对于上述替代性过程,电解脱碳过程是优选的。

[0141] 如已经在上文提及的,金属间化合物层的生长厚度主要受熔融铝的温度和浸没到熔融铝中的时间的影响。然而,已经发现的是,影响金属间化合物层厚度的另外因素是熔融铝中的硅含量。在其他条件相同的情况下,熔融铝中硅的重量含量越高,金属间化合物层越薄。优选地,熔融铝具有按重量计小于1%的硅含量。

[0142] 优选地,熔融铝中具有按重量计不超过1%的杂质含量。特别地,可以使用按重量计最高纯度为99.7%的铝,并且铝具有下述杂质(按重量计%):硅 $\leq 0.30\%$;铁 $\leq 0.18\%$;锍 $\leq 0.0010\%$;钠 $\leq 0.0025\%$;锂 $\leq 0.0005\%$;钙 $\leq 0.0020\%$;磷 $\leq 0.0020\%$;锡 $\leq 0.020\%$ 。

[0143] 在一些情况下发现的是,虽然制动带进行了脱碳并且因此将石墨片从将形成金属间化合物层的表面层中消除,但所得的金属间化合物层仍包含石墨片,就好像石墨片从未被消除过一样。这种现象可以通过以下事实来说明:铁在铝中的溶解非常快,使得经脱碳的层很快被消耗,并且因此在经脱碳的层下方的层中、即存在石墨片的地方形成金属化合物。

[0144] 换言之,铁在熔融铝中的过度溶解可能会全部或部分抵消制动带的表面脱碳的有益效果。

[0145] 有利地,可以在已溶解铁的熔融铝浴中的进行浸没步骤b1),以减缓铁在铝浴中的溶解。因此,抑制铁在铝中的溶解,在运动学上有利于FeAl₃的形成,使得允许在脱碳层处形成金属间化合物。

[0146] 优选地,铝浴中的溶液中的铁含量按重量计不超过5%,甚至更优选地介于3%与5%之间,并且非常优选地等于按重量计的4%,以确保显著减缓铸铁中的铁在铝中的溶解过程。

[0147] 例如,可以使用具有以下成分(按重量计5%)的铝浴:铝≤97%;铁3%至5%;并且具有以下杂质:硅≤0.30%;铁≤0.18%;锍≤0.0010%;钠≤0.0025%;锂≤0.0005%;钙≤0.0020%;磷≤0.0020%;锡≤0.020%。

[0148] 已经通过实验发现的是,通过使用溶液中含有铁的铝浴进行铝化,可以获得更多多孔的金属间化合物的层,特别是当铁含量接近溶解度极限时更是如此。这可以通过下述来说明:与铸铁相比,含铁的熔融铝浴的粘度更高,并且使得含铁的熔融铝浴的润湿性降低。

[0149] 有利地,为了形成致密且均匀并且因此不是非常多孔的金属间化合物层,同时避免该层在脱碳层下方产生并结合其中存在的石墨片,上述浸没步骤b1)分为两个子步骤进行:

[0150] -浸没在第一熔融铝浴中的第一子步骤b11),其中,溶液中基本不含铁(或至多作为杂质存在;例如,其中,铁含量按重量计小于0.20%),以在所述预定表面区域上获得包括金属间铁铝化合物的初始层;以及

[0151] -浸没在第二熔融铝浴中的第二子步骤b12),其中,溶液中含有铁,以增加所述初始层,直到在所述预定表面区域上获得具有预定厚度的包括金属间铁铝化合物的最终层为止。

[0152] 所述制动带在所述第一浴中的浸没时间小于所述制动带在所述第二浴中的浸没时间。

[0153] 优选地,所述制动带在所述第一浴中的浸没持续下述时间段:该时间段尽可能短,但足以在所述预定表面区域上获得厚度不超过10 μ m的包括金属间铁铝化合物的初始层。特别地,如果第一浴处于约700 $^{\circ}$ C的温度,则在所述第一浴中的浸没时间介于3分钟与5分钟之间。浸没时间必须随着浴温的升高而减少。

[0154] 更详细地,在第二浴具有相同温度的情况下,所述厚度随着浸没时间的升高而增加,并且在相同浸没时间的前提下,所述厚度随着第二浴的温度的升高而增加。

[0155] 有利地,所述第一熔融铝浴和所述第二铝浴两者均具有按重量计不超过1%的杂质含量。特别地,所述两个熔融铝浴具有按重量计小于1%的硅含量。

[0156] 优选地,所述第二铝浴中的溶液中的铁含量按重量计不超过5%(在700 $^{\circ}$ C处铁在铝中的溶解度极限等于按重量计的4%;铁饱和的铝),并且更优选地介于3%与5%之间,并且非常优选地等于按重量计的4%。铁含量必须不低于3%,以确保显著减缓铁从铸铁溶解到铝中的过程。

[0157] 有利地,所述第一浴和所述第二浴两者均被保持在下述温度处:该温度低于680 $^{\circ}$ C,优选不高于750 $^{\circ}$ C,更优选地介于690 $^{\circ}$ C与710 $^{\circ}$ C之间,并且甚至更优选等于700 $^{\circ}$ C。

[0158] 有利地,该方法可以包括制动带的表面预处理步骤,该步骤在所述浸没步骤e21)

之前至少在所述预定表面区域处进行。优选地,所述表面预处理步骤包括研磨、脱脂、喷砂和/或化学去除表面氧化物。

[0159] 优选地,该方法包括在所述浸没步骤e21)之前将氧化物表面层从熔融铝浴去除的步骤。如果在单个浴中进行浸没,并且如果在第一浴和第二浴中以两个连续步骤的方式进行浸没,则进行去除表面氧化物的这种步骤。

[0160] 根据本发明的优选实施方式,将取出后仍粘附至所述制动带的铝去除的步骤分两个子步骤来进行:

[0161] 对刚从熔融铝中取出的制动带执行第一去除子步骤,以将仍粘附至所述制动带的仍然熔融的铝去除;以及

[0162] 对从熔融铝中取出并冷却的制动带执行第二去除子步骤,以将所述第一去除子步骤之后剩余的固化残留铝去除。

[0163] 优选地,该方法包括在所述第一去除子步骤和所述第二去除子步骤之间进行的对所述制动带进行淬火的步骤。

[0164] 有利地,所述第一去除子步骤可以通过对仍为液态的铝进行机械刮削来进行。

[0165] 有利地,所述第二去除子步骤可以通过对未被机械去除的固化的铝进行化学去除来进行。

[0166] 优选地,上述化学去除是通过将铝暴露于氯化铁并且持续至少4分钟以引起以下反应来进行的:

[0167] $Al + FeCl_3 \rightarrow AlCl_3 + Fe$

[0168] 通过氯化铁进行化学去除必须在铝固化之后进行。氯化铁在315°C处沸腾并且因此不能与熔融铝接触。优选地,所述化学去除因此在所述淬火步骤之后进行。

[0169] 因此,该方法的涉及铁铝共渗的上述步骤允许获得具有提高的耐磨性和耐腐蚀性的制动带,并且因此获得具有提高的耐磨性和耐腐蚀性的制动盘。

[0170] 值得指出的是,金属间铁铝化合物层可以包括铁和铝之间的多种金属间化合物,特别是Fe₃Al、FeAl、FeAl₂、FeAl₃和Fe₂Al₅。主要的金属间相是FeAl₃,这是因为FeAl₃在热力学上更稳定。

[0171] 根据实施方式,该方法包括:在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与基基层30之间,和/或在制动带的两个制动表面2a、2b中的一个制动表面与中间层300之间,和/或在基基层30与表面保护性涂覆部3之间,和/或在中间层300与基基层30之间,对辅助铁素体氮碳共渗层和辅助铁铝共渗层进行沉积。

[0172] 从以上描述中可以理解的是,根据本发明的制动盘允许克服现有技术中介绍的缺点。

[0173] 借助于将镍含量降低或甚至完全不含镍的钢的基基层与铸铁带相结合,根据本发明的制动盘1在使用中基本上不易于产生和释放镍颗粒。

[0174] 此外,根据特别有利的变型,添加包括或涂覆有碳化物的表面保护性涂覆部3既允许改进耐磨特性,也允许弥补基基层的钢中镍的缺乏,并提供足够且增加的机械强度。

[0175] 通过特别有利的方式,基基层30——该基基层30包括完全无镍的钢,并且该基基层30包括10%至15%的铬(Cr)、至多1%的硅(Si)、至多4%的锰(Mn)、介于0.16%与0.5%之间的碳(C)、优选介于0.16%与0.25%之间的碳(C)并且余量为铁(Fe)——允许制造出在

高温下使用时脆性较小且同时具有足够的防腐涂覆部的无镍马氏体钢。此外,这些有利方面与使用钢中所包含的少量任何碳化物的可能性协同地结合,从而减少生产所需的资源,同时保持足够的涂覆部硬度。

[0176] 有利的是,基部层30、优选无镍的基部层30还为表面保护性涂覆部3执行机械“缓冲”功能(抗磨损)。实际上,基部层30具有弹性行为,从而允许在使用时至少部分地减弱施加在盘上的应力。因此,基部层30用作盘与表面保护性涂覆部3之间的一种阻尼器或缓冲件。因此,防止在两个部件之间直接传递应力,从而还降低了在表面保护性涂覆部3中引发破裂的风险。

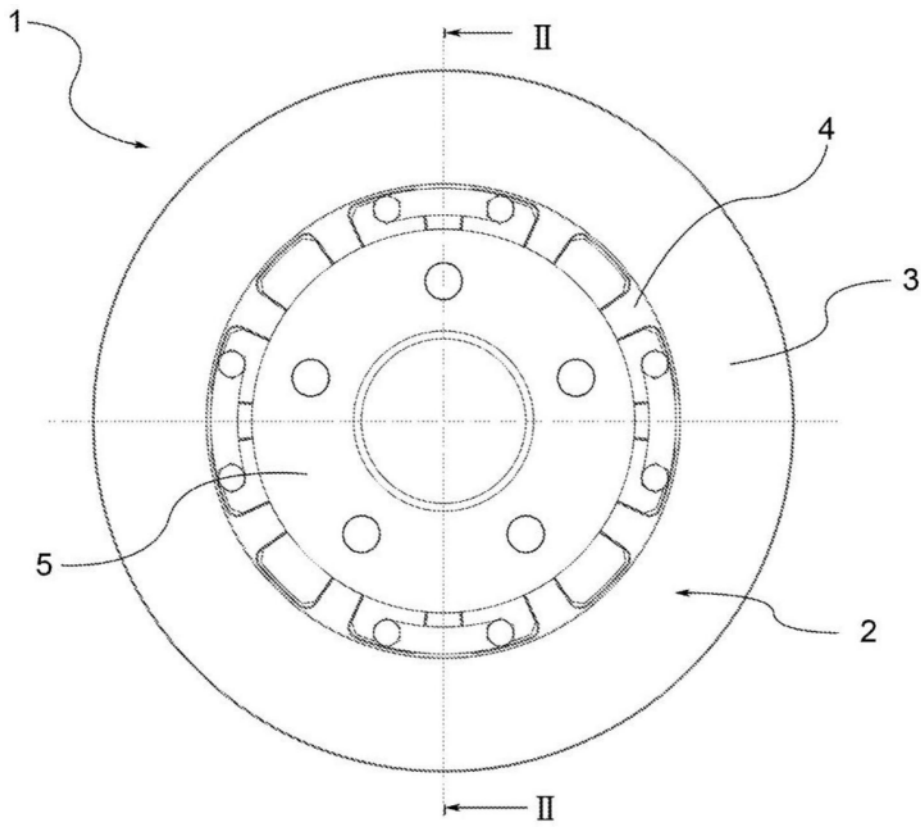


图1

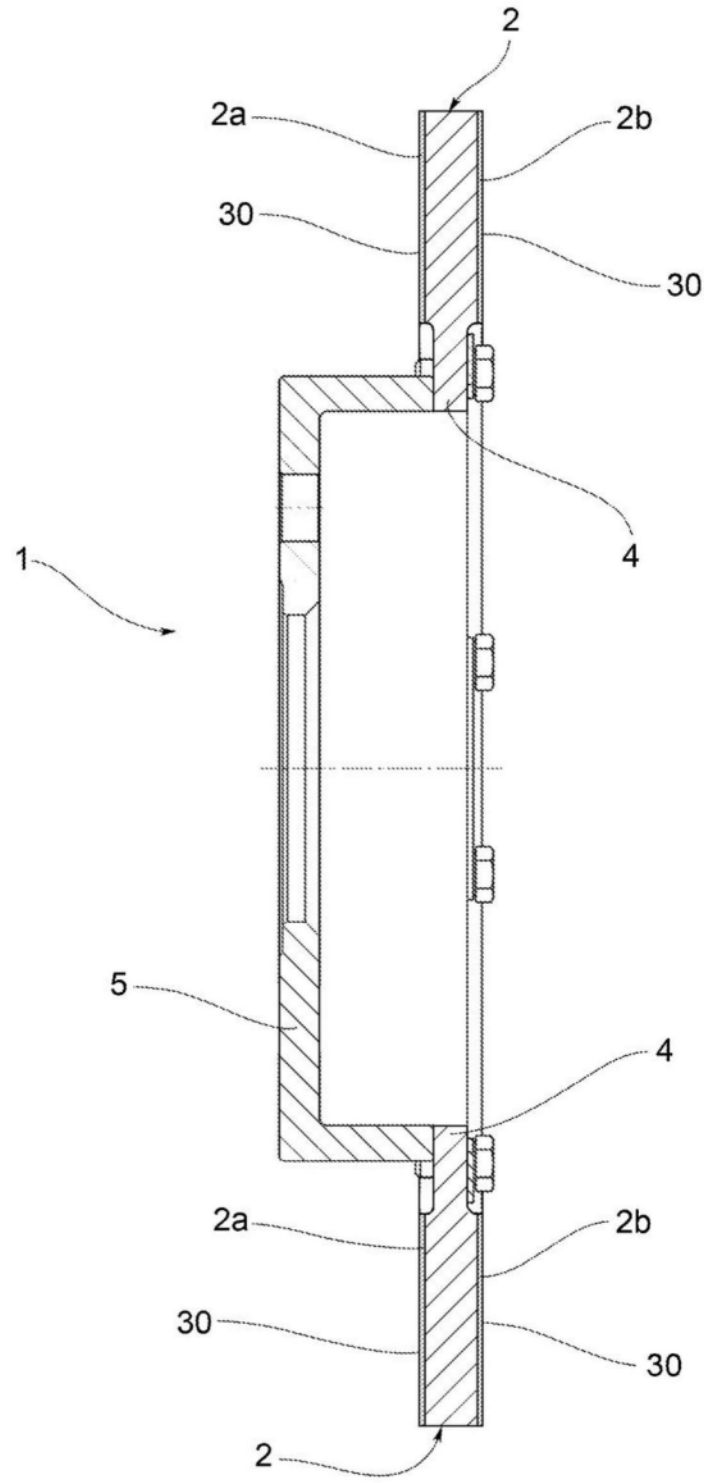


图2

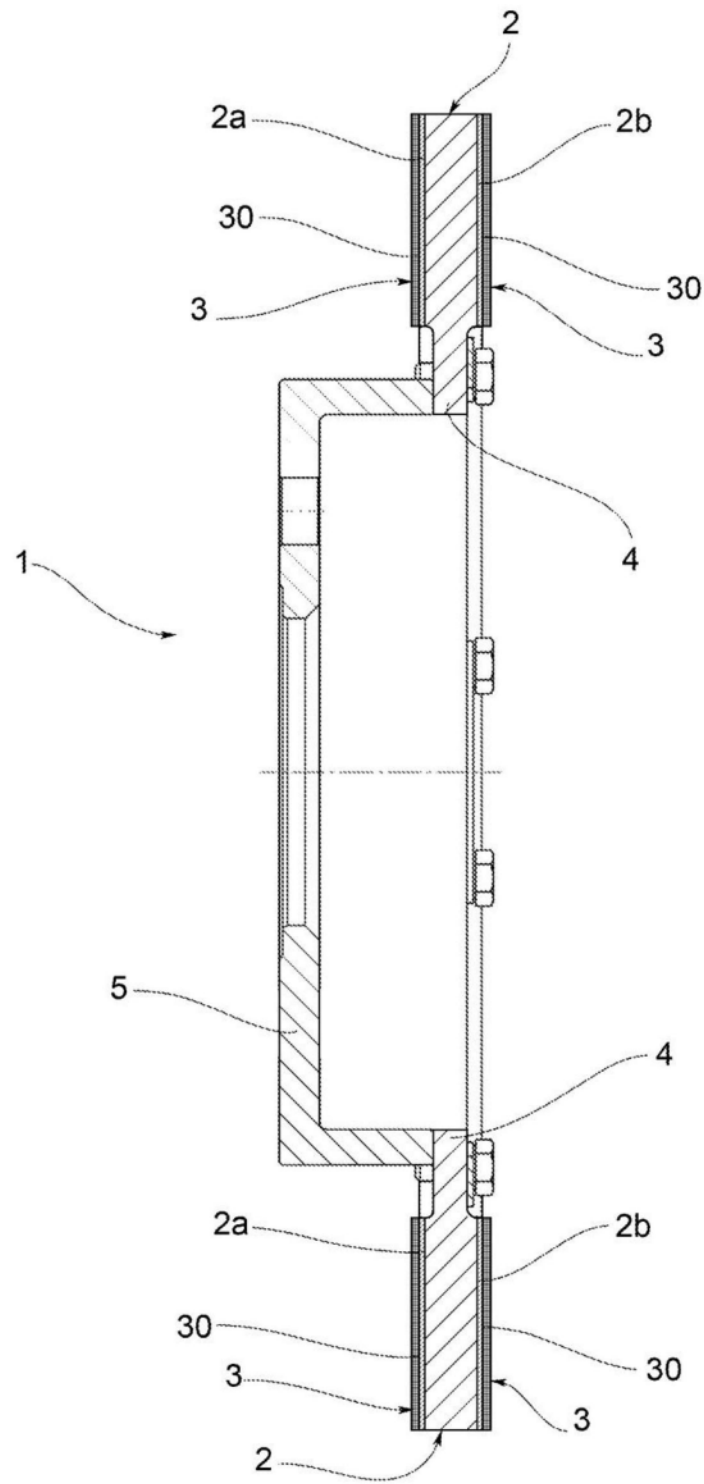


图3

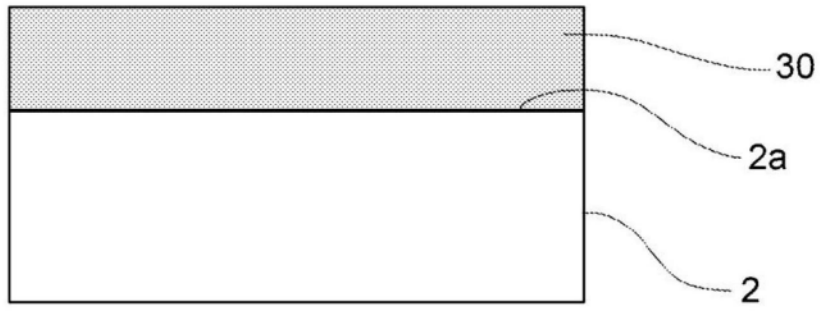


图4

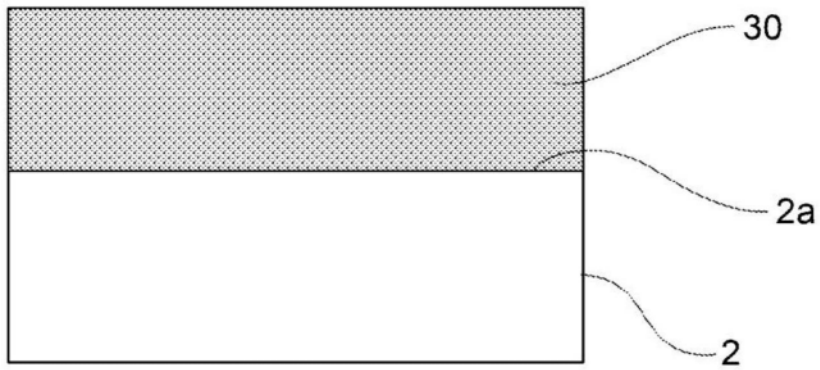


图5

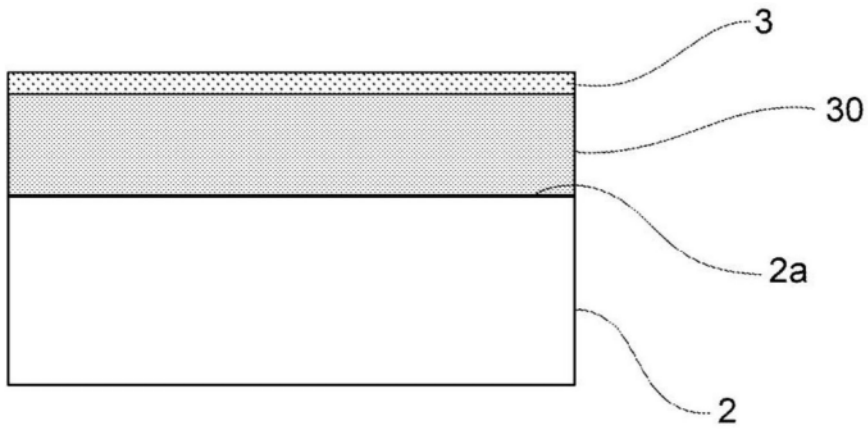


图6

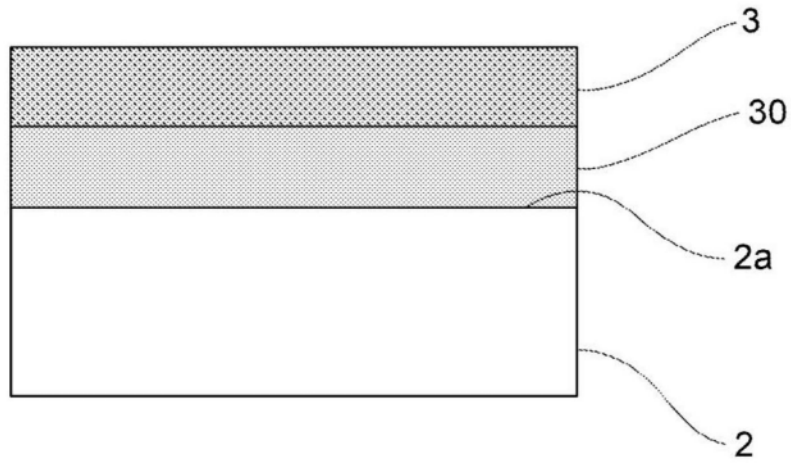


图7

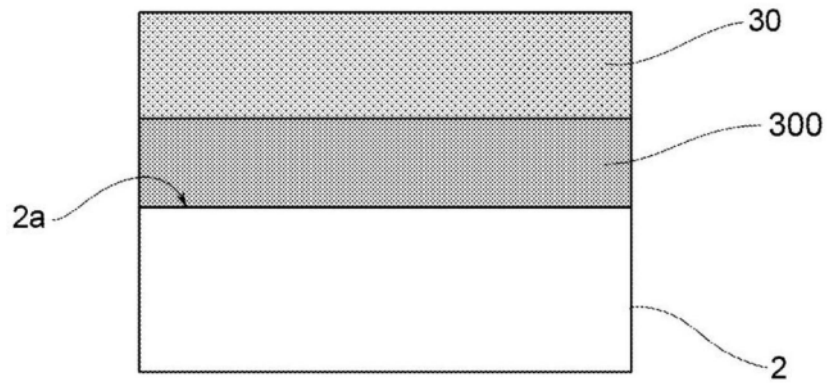


图8



图9

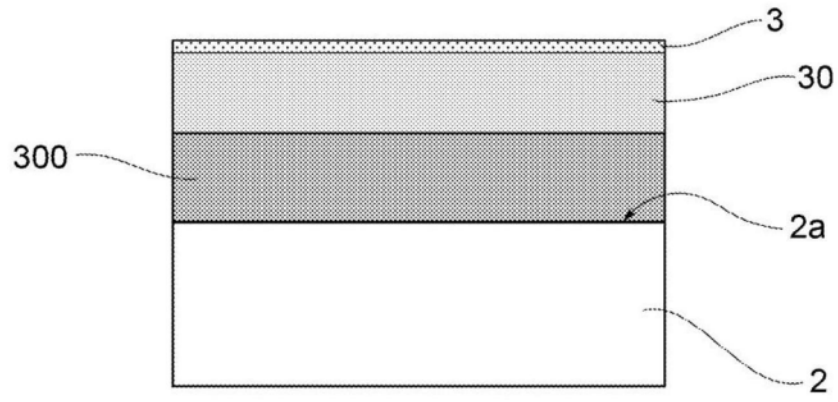


图10