



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111655874 A

(43)申请公布日 2020.09.11

(21)申请号 201980010494.2

横田知宏 吉田健太郎 中村纪夫

(22)申请日 2019.02.07

本泉佑

(30)优先权数据

2018-020304 2018.02.07 JP

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 郝传鑫

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.28

(51)Int.Cl.

C21D 9/38(2006.01)

B23K 26/342(2006.01)

B23P 6/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/004422 2019.02.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/156168 JA 2019.08.15

(71)申请人 住友重机械精密铸锻株式会社

地址 日本爱媛县

申请人 地方独立行政法人神奈川县立产业  
技术综合研究所

(72)发明人 石川毅 萨田寿隆 高桥和仁

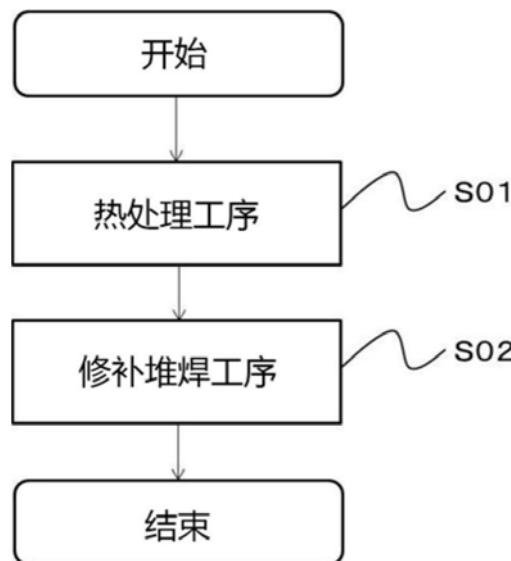
权利要求书1页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

工具材料的再生方法及工具材料

(57)摘要

本发明提供一种在高速工具钢基材的任意区域形成适当的堆焊层来进行修补的工具材料的再生方法及通过该再生方法制造出的工具材料，尤其提供一种即使是具有急冷凝固组织的高速工具钢基材也能够形成适当的堆焊层而不会产生剥离或裂纹等的工具材料的再生方法。为了解决上述课题，本发明提供一种工具材料的再生方法，其特征在于，具有：热处理工序，以超过700℃且低于825℃的温度对高速工具钢基材进行热处理；及修补堆焊工序，在实施了热处理后的高速工具钢基材的表面上形成修补堆焊层。热处理温度优选设为超过775℃且低于825℃，高速工具钢基材优选为高速工具钢激光堆焊层。



1. 一种工具材料的再生方法,其特征在于,具有:  
热处理工序,以超过700℃且低于825℃的温度对高速工具钢基材进行热处理;及  
修补堆焊工序,在实施了所述热处理后的所述高速工具钢基材的表面上形成修补堆焊层。
2. 根据权利要求1所述的工具材料的再生方法,其特征在于,  
所述热处理的温度设为超过775℃且低于825℃。
3. 根据权利要求1或2所述的工具材料的再生方法,其特征在于,  
所述高速工具钢基材为高速工具钢激光堆焊层。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的工具材料的再生方法,其特征在于,  
所述热处理的保持时间设为30分钟以上。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的工具材料的再生方法,其特征在于,  
通过所述热处理,使所述高速工具钢基材的硬度成为500HV以下。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的工具材料的再生方法,其特征在于,  
通过激光照射实施所述热处理。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的工具材料的再生方法,其特征在于,  
所述高速工具钢基材的组成与所述修补堆焊层的组成大致相同。
8. 一种工具材料,其特征在于,  
在高速工具钢基材的至少一部分上形成有修补堆焊层,  
在所述修补堆焊层与所述高速工具钢基材之间的接合界面附近,所述高速工具钢基材的析出碳化物呈大致球状且未在母材晶界处偏析。
9. 根据权利要求8所述的工具材料,其特征在于,  
所述高速工具钢基材为高速工具钢激光堆焊层。
10. 根据权利要求8或9所述的工具材料,其特征在于,  
所述接合界面附近的所述高速工具钢基材的硬度为500HV以下。
11. 根据权利要求9或10所述的工具材料,其特征在于,  
所述高速工具钢激光堆焊层为多层堆焊层。
12. 根据权利要求8至11中任一项所述的工具材料,其特征在于,  
所述高速工具钢基材呈圆柱状。

## 工具材料的再生方法及工具材料

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在高速工具钢基材的任意区域形成修补堆焊层的工具材料的再生方法及通过该再生方法制造出的工具材料。

### 背景技术

[0002] 以往,作为表面处理技术之一,已知有在金属基材的表面堆焊与该金属基材不同的高硬度材料,从而提高最表面的耐磨损性等的技术。在利用该技术时,即使使用高硬度材料形成的表面的堆焊层被磨损,基材也能够保持原来的形状,因此通过对该基材再次进行相同的堆焊,能够实现反复使用。例如,在专利文献1(日本特开2013-176778号公报)中,作为进行堆焊的方法,公开了利用激光在金属基材表面形成高硬度的堆焊层的激光熔覆(laser cladding)法。

[0003] 在此,作为用于堆焊的代表性的高硬度材料,可以举出在金属部件的高速切削等中使用的高速工具钢。例如,在专利文献2(日本特开2016-155155号公报)中公开了利用激光熔覆法在金属基材的表面堆焊多层高速工具钢的技术,所形成的堆焊层获得了与HIP(热等静压法)材料同等以上的硬度及耐磨损性。

[0004] 以往技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2013-176778号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2016-155155号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的技术课题

[0009] 如果能够利用上述激光熔覆法仅在金属基材的例如产生了龟裂或缺损等的区域形成适当的堆焊层,则能够成为极有效率且廉价的修补方法。而且,只要能够确立针对通过激光熔覆形成的激光堆焊层的修补方法,则能够构筑包含从工具材料的制造至再生利用为止的新商业模式。例如,如果能够在廉价的钢材表面形成适当的激光堆焊层后作为工具材料从而降低材料成本并且能够仅对激光堆焊层的破损区域进行修补,则仅花费该修补所需的成本就能够继续使用。

[0010] 然而,作为工具材料而通用的高速工具钢具有高硬度和优异的耐磨损性等,但作为该特性的权衡取舍,本质上其韧性会下降。其结果,在金属基材为高速工具钢时,再生修补后的堆焊层从金属基材的热影响部剥离的现象成为大问题。尤其,在高速工具钢基材具有急冷凝固组织时,析出碳化物会在母材晶界处偏析,这会导致韧性的下降变得更加显著,因此形成堆焊层来进行修补是极其困难的。

[0011] 鉴于上述现有技术中存在的问题点,本发明的目的是提供一种在高速工具钢基材的任意区域形成适当的堆焊层来进行修补的工具材料的再生方法及通过该方法制造出的工具材料。并且,尤其提供一种即使是具有急冷凝固组织的高速工具钢堆焊材也能够形成

适当的修补堆焊层而不会产生剥离和裂纹等的工具材料的再生方法。

[0012] 用于解决技术课题的手段

[0013] 本发明人等为了实现上述目的,针对高速工具钢基材的堆焊层的形成方法反复进行了苦心研究,其结果发现,对高速工具钢基材实施适当的温度范围下的热处理等是极其有效的,由此完成了本发明。

[0014] 即,本发明提供一种工具材料的再生方法,其特征在于,具有:

[0015] 热处理工序,以超过700℃且低于825℃的温度对高速工具钢基材进行热处理;及

[0016] 修补堆焊工序,在实施了所述热处理后的所述高速工具钢基材的表面上形成修补堆焊层。

[0017] 要形成修补堆焊层的高速工具钢基材的组织及机械性能各式各样,但是,通过以超过700℃且低于825℃的温度实施热处理,能够赋予可承受修补堆焊工序的韧性等。更具体而言,只要能够适当地软化高速工具钢基材的要形成修补堆焊层的区域,就能够抑制在修补堆焊工序中产生剥离或裂纹等。

[0018] 对此,本发明人等反复进行苦心研究的结果发现,要想有效地软化高速工具钢基材,存在适当的热处理温度范围,而该温度范围就是超过700℃且低于825℃。软化在该温度范围内得到促进的理由虽不是十分明确,但可以认为,通过将热处理温度设为超过700℃且低于825℃,母材不会产生铁素体相变,固溶于母材中的碳与合金元素会以碳化物的形式析出并凝聚而成为一定的大小,使得原本有助于固溶强化的碳和合金元素的量降低,因此位错的移动变得容易导致硬度下降。并且,使高速工具钢基材软化的更有效的温度范围为超过775℃且低于825℃。

[0019] 只要无损本发明的效果,修补堆焊工序中的堆焊方法并不受特别限定,可以使用以往公知的各种堆焊方法。例如,可以利用激光熔覆或等离子电弧焊等,但是,优选使用激光熔覆。通过使用激光熔覆,能够仅在所希望的区域准确地形成堆焊层。并且,通过使用激光熔覆,能够抑制对高速工具钢基材的热量输入,而且还能够抑制堆焊层与高速工具钢基材之间的稀释。

[0020] 并且,在本发明的工具材料的再生方法中,所述高速工具钢基材优选为高速工具钢激光堆焊层。由于高速工具钢激光堆焊层在形成工艺中急冷,因此成为析出碳化物在母材晶界处偏析的典型的急冷凝固组织,但是,通过利用本发明的工具材料的再生方法,在该高速工具钢激光堆焊层的表面也能够形成良好的修补堆焊层。并且,通过对高速工具钢激光堆焊层进行修补,能够再生使用将价格昂贵且稀少的原料的使用量降到最低的工具材料。

[0021] 通过激光熔覆法形成的高速工具钢激光堆焊层的金属组织成为急冷凝固组织,碳化钨、碳化铬、碳化钒及碳化钼等析出碳化物在母材晶界处呈网状偏析。该析出碳化物的偏析会使堆焊层的弯曲应力、韧性及耐冲击性等下降,但是,尤其通过以超过775℃且低于825℃的温度范围实施热处理,能够使析出碳化物球化,并且能够使网状分布分裂。

[0022] 在对通过激光熔覆法形成的堆焊层进行再生修补时,若对该堆焊层实施激光熔覆,则会从热影响部开始产生剥离。相对于此,在本发明的工具材料的再生方法中,通过热处理工序,堆焊层的析出碳化物的偏析得到改善而且硬度适度下降,因此,即使以再生修补为目的而形成堆焊层也能够有效地抑制剥离。

[0023] 并且，在本发明的工具材料的再生方法中，所述热处理的保持时间优选设为30分钟以上。通过将热处理的保持时间设为30分钟以上，能够使呈网状偏析的析出碳化物充分分裂，并且能够使高速工具钢基材的硬度降低至500HV以下。其结果，能够改善高速工具钢基材的韧性及耐冲击性等，能够抑制再生修补时产生剥离。另外，高速工具钢基材的更优选硬度为400HV以下，更优选保持时间为一个小时以上，最优选保持时间为三个小时以上。

[0024] 并且，在本发明的工具材料的再生方法中，优选利用激光照射来实施所述热处理。通过在热处理中利用激光照射，无需另外准备热处理炉等设备，可以使用激光熔覆用的激光照射装置。并且，能够仅对所希望的区域实施热处理，从而能够减少热处理所需的能量消耗量。而且，能够容易控制激光照射位置，因而对轧辊等大型部件也能够容易实施热处理。

[0025] 而且，在本发明的工具材料的再生方法中，优选所述高速工具钢基材的组成与所述修补堆焊层的组成大致相同。通过使高速工具钢基材的组成与形成于该高速工具钢基材的表面上的修补堆焊层的组成大致相同，能够抑制稀释引起的材料特性的下降。并且，在高速工具钢基材为高速工具钢激光堆焊层时，基本上可以将堆焊时使用的条件直接沿用于修补堆焊的条件，而且无需进行伴随原料粉末的更换所进行的作业。

[0026] 并且，本发明还提供一种工具材料，其特征在于，

[0027] 在高速工具钢基材的至少一部分上形成有修补堆焊层，

[0028] 在所述修补堆焊层与所述高速工具钢基材之间的接合界面附近，所述高速工具钢基材的析出碳化物呈大致球状且未在母材晶界处偏析。

[0029] 只要无损本发明的效果，高速工具钢基材的材质并不受特别限定，可以使用以往公知的各种高速工具钢材。作为高速工具钢材，例如可以使用JIS G4403:2006中规定的各种SKH材料或SKH40等。

[0030] 在本发明的工具材料中，所述高速工具钢基材优选为高速工具钢激光堆焊层。由于在廉价的金属基材的表面形成有具有优异的高温抗软化性的高速工具钢的堆焊层并且该堆焊层的析出碳化物呈大致球状且未在晶界处偏析，因此还能够很好地适用于要求韧性及耐冲击性等的用途。在此，“析出碳化物呈大致球状”意味着，与在晶界处偏析的析出碳化物相比，其球化更发展。并且，“析出碳化物未在母材晶界处偏析”意味着，在通常的急冷凝固组织中会在母材晶界处偏析的析出碳化物不仅存在于母材晶界处还存在于母材晶粒内，并且析出碳化物彼此之间的排列分裂。其结果，能够抑制龟裂沿着析出碳化物扩散。

[0031] 只要无损本发明的效果，修补堆焊层并不受特别限定，可以使用以往公知的各种金属材料，但是，优选基于与高速工具钢基材之间的密合性、稀释的抑制、机械性能等观点来选择。

[0032] 并且，形成修补堆焊层的区域及修补堆焊层的厚度并不受特别限定，只要仅在高速工具钢基材表面的必要的区域形成有厚度适当的修补堆焊层即可。

[0033] 并且，在本发明的工具材料中，所述高速工具钢基材的硬度优选为500HV以下。通过使高速工具钢基材的硬度成为500HV以下，能够对高速工具钢基材赋予优异的韧性及耐冲击性等，能够抑制以再生修补为目的形成修补堆焊层时的剥离。另外，通过将高速工具钢基材的硬度设为400HV以下，能够进一步提高韧性及耐冲击性等，还能够更加有效地抑制再生修补时的剥离。在此，无需使高速工具钢基材的整个区域成为上述硬度，只要调整要形成修补堆焊层的区域的硬度即可。

[0034] 并且，在本发明的工具材料中，所述高速工具钢基材优选为高速工具钢激光堆焊层，而且高速工具钢激光堆焊层更优选为多层堆焊层。多层堆焊层可以利用激光熔覆法来形成，例如，可以使堆焊层沿水平方向和/或垂直方向连续形成来获得。通过将堆焊层设为多层堆焊层，能够容易控制堆焊层的形成面积和厚度。

[0035] 而且，在本发明的工具材料中，所述高速工具钢基材优选呈圆柱状。并且，更优选在圆柱状的廉价的金属基材的表面上形成有高速工具钢激光堆焊层。通过在圆柱状的高速工具钢基材的表面形成高速工具钢的堆焊层，例如，能够很好地用作比较廉价的轧辊。并且，在堆焊层出现破损等时，能够容易进行再生修补。

[0036] 另外，通过本发明的工具材料的再生方法能够很好地制作出本发明的工具材料。

#### [0037] 发明效果

[0038] 根据本发明，能够提供一种在高速工具钢基材的任意区域形成适当的堆焊层来进行修补的工具材料的再生方法及通过该再生方法制造出的工具材料，尤其提供一种即使是具有急冷凝固组织的高速工具钢基材也能够形成适当的堆焊层而不会产生剥离或裂纹等的工具材料的再生方法。

#### 附图说明

- [0039] 图1是本发明的工具材料的再生方法的工序图。
- [0040] 图2是热处理工序之前的堆焊层的金属组织的示意图。
- [0041] 图3是热处理工序之后的堆焊层的金属组织的示意图。
- [0042] 图4是表示本发明的工具材料的一例的概略剖视图。
- [0043] 图5是本发明的工具材料(热轧用辊)的概略剖视图。
- [0044] 图6是本发明的工具材料(棒钢、线材用辊)的概略剖视图。
- [0045] 图7是本发明的工具材料(钢坯、钢片用辊)的概略剖视图。
- [0046] 图8是在实施例1中获得的高速工具钢基材的截面低倍照片。
- [0047] 图9是表示在实施例1中获得的堆焊层的维氏硬度的曲线图。
- [0048] 图10是实施例1的热处理之前的堆焊层的组织照片。
- [0049] 图11是实施例1的热处理之后的堆焊层的组织照片。
- [0050] 图12是在实施例1中形成的修补堆焊层的外观照片。
- [0051] 图13是表示在比较例中获得的堆焊层的维氏硬度的曲线图。
- [0052] 图14是在比较例1中获得的堆焊层截面的光学显微镜照片。
- [0053] 图15是在比较例3中获得的堆焊层截面的光学显微镜照片。
- [0054] 图16是在比较例4中获得的堆焊层截面的光学显微镜照片。
- [0055] 图17是在比较例5中形成的修补堆焊层的外观照片。

#### 具体实施方式

[0056] 以下，参考图1至图4，对本发明的工具材料的再生方法及工具材料的代表性实施方式进行详细说明。但是，本发明并不只限于图示，各附图仅用于概念性地说明本发明，因此为了便于理解，根据需要有时会有夸张或简化表示比例及数量。而且，在以下说明中，对相同或相当的部分标注相同的符号，并省略重复说明。

[0057] 1. 工具材料的再生方法

[0058] 图1中示出了本发明的工具材料的再生方法的工序图。本发明的工具材料的再生方法具有热处理工序(S01)及在实施了热处理工序(S01)后的高速工具钢基材上形成修补堆焊层(cladding layers)的修补堆焊工序(S02)作为必须的工序。

[0059] (1) 热处理工序(S01)

[0060] 热处理工序(S01)是对要形成修补堆焊层的高速工具钢基材实施热处理的工序。

[0061] 要形成修补堆焊层的高速工具钢基材的组织及机械性能各式各样,但是,通过以超过700℃且低于825℃的温度实施热处理,能够赋予可承受修补堆焊工序的韧性等。更具体而言,只要能够适当地软化高速工具钢基材的要形成修补堆焊层的区域,就能够抑制在修补堆焊工序(S02)中产生剥离或裂纹等。

[0062] 尤其,通过将热处理温度设为超过775℃且低于825℃,在成为了急冷凝固组织的高速工具钢基材的金属组织中,能够使在母材晶界处呈网状偏析的析出碳化物球化化,并且能够使网状分布分裂。通过该析出碳化物的变化,能够改善韧性及耐冲击性等。

[0063] 图2及图3中示出了热处理工序(S01)前后的高速工具钢基材的金属组织的示意图。例如,在高速工具钢基材为高速工具钢激光堆焊层时,在热处理工序(S01)之前,堆焊层处于析出碳化物4在母材晶粒2的晶粒边界呈网状偏析的状态。并且,大部分析出碳化物4呈扁平形状或板状。相对于此,通过实施热处理工序(S01),析出碳化物4还分散于母材晶粒2的晶粒之内,明显的网状的网络结构消失。而且,通过热处理,析出碳化物4的形状朝向球状化发展。

[0064] 通过超过775℃且低于825℃的温度范围的热处理,析出碳化物4的分布情况及形状的变化会有效地发展,尤其在大致800℃下的热处理中尤为显著。另外,该温度范围是本发明人等对具有急冷凝固组织的高速工具钢堆焊层的热处理条件进行详细探讨的结果发现的,并且还发现了在其他温度下进行热处理则无法充分地获得该效果。

[0065] 热处理工序(S01)中的热处理时间优选设为30分钟以上。通过将热处理的保持时间设为30分钟以上,能够使呈网状偏析的析出碳化物4充分分裂,并且能够使高速工具钢堆焊层的硬度下降为500HV以下。其结果,能够改善高速工具钢堆焊层的弯曲应力、韧性及耐冲击性等,而且还能够抑制再生修补时产生剥离。另外,高速工具钢堆焊层的更优选硬度为400HV以下,更优选保持时间为一个小时以上,最优选保持时间为三个小时以上。

[0066] 作为热处理的加热机构,可以使用热处理炉或热处理槽等,但是,从防止氧化的观点出发,优选在惰性气体气氛或减压/真空环境下进行热处理。并且,优选利用激光照射实施热处理。通过在热处理中利用激光照射,无需另外准备热处理炉等设备,可以使用激光熔覆用的激光照射装置。并且,能够仅对所希望的区域实施热处理,从而能够减少热处理所需的能量消耗量。而且,能够容易控制激光照射位置,因而对轧辊等大型部件也能够容易实施热处理。

[0067] 作为利用激光照射进行热处理的具体方法,以使高速工具钢基材的要实施热处理的区域能够保持上述规定温度的方式将激光的功率及焦点等参数调整为最佳,然后对对象区域照射规定时间的激光,从而进行加热。

[0068] 另外,在对象区域的面积宽广导致将照射范围调整为最广的焦点设定下也无法对表面的整个区域进行激光照射时,将激光的扫描速度调整为最佳之后移动激光照射范围或

反复进行该移动从而扫描作为对象的整个区域。此时，在激光照射区域与非激光照射区域之间，输入热量存在差异，但是，通过采用使对象区域的整个区域能够保持上述规定温度的扫描速度及焦点设定，可以满足热处理条件。

[0069] (2) 修补堆焊工序(S02)

[0070] 在本发明的工具材料的再生方法中，即使在高速工具钢基材具有急冷凝固组织的情况下，通过热处理工序(S01)，也能够使在母材晶界处呈网状偏析的析出碳化物4球状化，并且能够使网状的分布分裂。而且，由于高速工具钢基材适度软化，因此能够利用激光熔覆容易实施再生修补。

[0071] 在对利用激光熔覆法形成的高速工具钢激光堆焊层进行再生修补时，若对该堆焊层实施激光熔覆，则会从热影响部开始产生剥离。相对于此，通过热处理工序(S01)，堆焊层的析出碳化物4的偏析得到改善而且硬度适度下降，因此，即使在形成修补堆焊层时也能够有效地抑制剥离。

[0072] 激光熔覆例如可以如下进行：对金属基材的表面供给高速工具钢粉末，并且向该高速工具钢粉末照射激光束，从而进行激光熔覆。另外，高速工具钢粉末虽存在其一部分组成互不相同的多种粉末，但是，只要根据耐磨损性或韧性等所要求的特性适当地选择即可。

[0073] 只要无损本发明的效果，激光熔覆的方法并不受特别限定，可以利用以往公知的各种激光熔覆法。激光熔覆法是对金属基材的表面的激光照射区域供给粒径统一的微细的金属粉末从而在该金属基材之上一体地形成堆焊层的表面处理法，其还被利用于切割工具或轧制工具等的制作阶段的中间体(即，工具材料)的制作中。

[0074] 在该激光熔覆法中，由于使从激光光源射出的激光束聚光以进行局部的热量输入从而使金属粉末熔融，因此，堆焊层是通过急速溶融及急冷凝固而形成的。并且，能够减少对基材的热应变和热影响部，从而能够降低基材与所形成的堆焊层中的稀释率。而且，射出激光束及金属粉末的吹管部(torch)可以进行基于程序的机器人控制，因而能够比较准确地控制堆焊层的形成部位及形状，因此还能够很好地用于对出现在金属部件的一部分上的龟裂等进行修补。

[0075] 在激光熔覆中，只要使用具有适当的组成及粒度分布等的高速工具钢粉末作为原料并根据要形成的堆焊层的尺寸及特性等适当地将工艺条件调整为最佳即可，但是，优选使用直径为50～150μm的高速工具钢粉末。并且，只要无损本发明的效果，金属基材也并不受特别限定，可以使用以往公知的各种金属基材，但是，从与形成于表面的高速工具钢堆焊层之间的密合性、稀释的抑制、机械性能等观点出发，优选使用钢材，可以适当地使用工具钢或轴承钢等。更具体而言，例如可以使用中碳钢材(S45C等)、铬钼钢钢材、合金工具钢钢材、高碳铬轴承钢钢材等。

[0076] 在此，在激光熔覆中，基本上通过激光束的直线移动及隔着规定间隔的平行移动进而使整体往返多次，从而形成大致面状的多层堆焊层，但并不只限于此，例如，也可以仅反复规定次数的直线移动来形成堆焊部，也可以根据修补部的形状而组合直线移动和曲线移动，进而反复进行该组合规定次数。

[0077] 另外，优选高速工具钢基材的组成与通过修补形成的修补堆焊层的组成大致相同。通过使高速工具钢基材的组成与修补堆焊层的组成大致相同，能够抑制稀释引起的材料特性的下降。并且，在高速工具钢基材为高速工具钢激光堆焊层时，通过使该高速工具钢

激光堆焊层的组成与修补堆焊层的组成大致相同,能够省略伴随原料粉末的更换所进行的作业。

[0078] 2. 工具材料

[0079] 图4中示出了本发明的工具材料的概略剖视图。另外,在此,对在金属基材的表面形成有高速工具钢激光堆焊层而且在该高速工具钢激光堆焊层的一部分上形成有修补堆焊层的实施方式进行说明。在本发明的工具材料10中,在金属基材12的表面形成有高速工具钢激光堆焊层14,高速工具钢激光堆焊层14的析出碳化物4呈大致球状,且其并未在母材结晶2的晶粒边界处偏析。并且,在高速工具钢激光堆焊层14的一部分上形成有修补堆焊层16。

[0080] 高速工具钢激光堆焊层14的与修补堆焊层16之间的接合界面附近的金属组织如图3所示,析出碳化物4还分散于母材晶粒2的晶粒之内,析出碳化物4的明显的网状的网络结构消失。而且,析出碳化物4的球状化发展,包含有大致球状的析出碳化物4。在此,“接合界面附近”根据高速工具钢激光堆焊层14及修补堆焊层16的材质、厚度和熔覆条件等而不同,但是,例如相当于离被接合界面2mm左右的范围。

[0081] 若析出碳化物4在母材晶粒2的晶粒边界处偏析,则弯曲应力会下降而且相邻的母材晶粒之间的内聚力会下降,因此在产生龟裂时,龟裂会沿着母材晶界而发展,但是,通过析出碳化物4的分散,相邻的母材晶粒2之间的内聚力得到改善,因此能够抑制龟裂及剥离等的发展。

[0082] 高速工具钢激光堆焊层14的与修补堆焊层16之间的接合界面附近的硬度优选为500HV以下,更优选为400HV以下。通过将高速工具钢激光堆焊层14的硬度调整为该范围,弯曲应力和韧性得到充分改善,因此耐冲击性得到提高,并且即使在使用激光熔覆进行再生修补时产生的凝固时的收缩施加于高速工具钢激光堆焊层14,也能够抑制龟裂及剥离的产生。

[0083] 并且,高速工具钢激光堆焊层14优选为多层堆焊层。多层堆焊层例如可以利用激光熔覆法来形成,例如,可以使通过1次激光熔覆形成的堆焊层沿水平方向和/或垂直方向连续形成来获得。通过将高速工具钢激光堆焊层14设为多层堆焊层,能够容易控制形成面积和厚度。

[0084] 而且,金属基材12优选为圆柱状。通过在圆柱状的金属基材12的表面上形成高速工具钢的高速工具钢激光堆焊层14,能够将工具材料10很好地用作轧辊。并且,在高速工具钢激光堆焊层14产生了破损等时,能够容易进行再生修补。

[0085] 作为高速工具钢激光堆焊层14的原料,使用高速工具钢粉末。该高速工具钢粉末存在其一部分组成互不相同的多种粉末,但是,只要根据耐磨损性或韧性等所要求的特性适当地选择即可。另外,高速工具钢粉末的组成优选设为C为1.3质量%以上、Cr为3质量%以上、Mo为4质量%以上、W为4质量%以上、V为2质量%以上。

[0086] 并且,只要无损本发明的效果,金属基材12也并不受特别限定,可以使用以往公知的各种金属基材,但是,从与形成于表面的高速工具钢激光堆焊层14之间的密合性、稀释的抑制、机械性能等观点出发,优选使用钢材,可以适当地使用工具钢或轴承钢等。更具体而言,作为金属基材12,例如可以使用中碳钢材(S45C等)、铬钼钢钢材、合金工具钢钢材、高碳铬轴承钢钢材等。

[0087] 并且,只要无损本发明的效果,修补堆焊层16的材质并不受特别限定,可以使用以往公知的各种金属材,但是,优选使用组成与高速工具钢激光堆焊层14的组成大致相同的高速工具钢材。通过将修补堆焊层16的材质设为组成与高速工具钢激光堆焊层14的组成大致相同的高速工具钢材,能够获得最表面均匀的工具材料10。

[0088] 并且,本发明的工具材料可以适用于在以往的HIP(热等静压法)中尺寸过大或经济上不划算的情况。而且,例如,通过将具有高速工具钢激光堆焊层14的圆柱状的工具材料适用于大型的轧辊等,能够构筑极其经济的商业模式。

[0089] 将使用了工具材料10的代表性的辊的剖视图示于图5至图7。图5表示热轧用辊,图6表示棒钢、线材用辊,图7表示钢坯、钢片用辊。在各辊中,在与被加工材料抵接的金属基材12的表面形成有高速工具钢激光堆焊层14,从而确保充分的弯曲应力、韧性、耐冲击性及耐磨损性。

[0090] 并且,这些辊仅在表面的所需区域形成有高速工具钢激光堆焊层14,因此比较廉价,而且随着使用而产生破损、磨损等的部位是高速工具钢激光堆焊层14,因而通过对出现破损、磨损等的区域的高速工具钢激光堆焊层14进行再生修补,能够实现重新使用。其结果,与使用通过铸造制造出的辊的情况相比,能够实现大幅的节能、节省资源及低环境负荷。

[0091] 在此,在本发明的工具材料中,可以在任意区域形成高速工具钢激光堆焊层14,因此通过对高速工具钢激光堆焊层的原料粉末的选定等,能够适当地调整高速工具钢激光堆焊层14的硬度及硬度分布。例如,就图6所示的棒钢、线材用辊的高速工具钢激光堆焊层14而言,可以根据与被加工材料的相互作用所导致的磨损的程度,按照每个区域调整硬度。通常,底面与侧面之间的边界区域的磨损会变得显著,因此优选将该区域设为更高的硬度。

[0092] 并且,例如,在图7所示的钢坯、钢片用辊中,还可以针对每个高速工具钢激光堆焊层14使用不同的原料粉末从而对各高速工具钢激光堆焊层赋予适当的机械性能。具体而言,例如,可以沿辊轴的延伸方向依次增加或降低高速工具钢激光堆焊层14的硬度。

[0093] 以下,通过实施例对本发明的工具材料的再生方法及工具材料进行进一步说明,但是,本发明并不受这些实施例的任何限定。

[0094] 实施例

[0095] <实施例1>

[0096] 使用粒径为50~150μm的高速工具钢(JIS-SKH40)粉末并实施激光熔覆而在SCM440的基材上形成堆焊层之后,对该堆焊层进行了热处理。激光器使用盘形激光器(DiskLaser),激光熔覆条件设为如下:激光功率为2kW、激光点径(焦点直径)为4.3mm、激光移动速度为0.01m/s。并且,作为热处理,在真空环境中使用高频感应加热并在800℃下保持了三个小时。

[0097] 将所获得的高速工具钢基材的截面低倍照片示于图8。在SCM440基材的表面形成有高速工具钢的堆焊层,并未发现剥离或龟裂等缺陷。并且,测量了图8所示的截面中的离表面1mm及2mm处的堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图9。另外,在硬度测定中,荷重设为100gf、荷重负荷时间设为10s,图9所示的值是在各深度处沿水平测定50个点的平均值。

[0098] 将热处理前后的堆焊层的组织照片(扫描电子显微镜照片)分别示于图10及图11。

由图可知,在热处理之前,析出碳化物在母材晶界处呈网状偏析,但在热处理之后,该网状结构分裂,析出碳化物还分布于母材晶粒之内。并且,析出碳化物的形状球化,尤其是母材晶粒内的析出碳化物成为了大致球状。

[0099] 对所获得的高速工具钢基材的堆焊层的最表面进行了平面磨削后,以形成该堆焊层的条件实施了激光熔覆,如此形成了修补堆焊层。将该修补堆焊层的外观照片示于图12。未发现热影响部中的修补堆焊层的剥离,确认到获得了良好的修补堆焊层。

[0100] <实施例2>

[0101] 除了将热处理的保持时间设为30分钟以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图9。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,未发现该修补堆焊层的剥离。

[0102] <实施例3>

[0103] 除了将热处理的保持时间设为一个小时以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图9。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,未发现该修补堆焊层的剥离。

[0104] <实施例4>

[0105] 除了将热处理温度设为750℃以外,与实施例同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图13(图13中还示出了实施例1的工具材料的硬度)。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,未发现该修补堆焊层的剥离。

[0106] <实施例5>

[0107] 除了将热处理温度设为775℃以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图13。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,未发现该修补堆焊层的剥离。

[0108] <比较例1>

[0109] 除了将热处理的温度设为700℃以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图13。

[0110] 将所获得的高速工具钢基材的堆焊层的截面的光学显微镜照片示于图14。可清楚地观察到网状模样,由此可知析出碳化物在母材晶界处偏析。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,观察到了热影响部中的该修补堆焊层的剥离。

[0111] <比较例2>

[0112] 除了将热处理温度设为825℃以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图13。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,观察到了热影响部中的该修补堆焊层的剥离。

[0113] <比较例3>

[0114] 除了将热处理的温度设为850℃以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图13。

[0115] 将所获得的高速工具钢基材的堆焊层的截面的光学显微镜照片示于图15。可清楚

地观察到网状模样,由此可知析出碳化物在母材晶界处偏析。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,观察到了热影响部中的该修补堆焊层的剥离。

[0116] <比较例4>

[0117] 除了将热处理的温度设为900℃以外,与实施例1同样地获得了高速工具钢基材。并且,以与实施例1同样的方式测定了堆焊层的维氏硬度,并将所获得的结果示于图13。

[0118] 将所获得的高速工具钢基材的堆焊层的截面的光学显微镜照片示于图16。可清楚地观察到网状模样,由此可知析出碳化物在母材晶界处偏析。另外,以与实施例1同样的方式形成了修补堆焊层,其结果,观察到了热影响部中的该修补堆焊层的剥离。

[0119] <比较例5>

[0120] 除了未实施热处理以外,与实施例1同样地在SCM440基材的表面上形成了堆焊层。对所获得的堆焊层的最表面进行了平面磨削后,以形成该堆焊层的条件实施了激光熔覆,如此形成了修补堆焊层。将该修补堆焊层的外观照片示于图17。确认到修补堆焊层在热影响部中产生了剥离,在未实施适当的热处理时,无法获得良好的修补堆焊层。

[0121] 根据图9所示的维氏硬度可知,通过在800℃下实施30分钟的热处理,堆焊层的硬度变得低于500HV,通过实施三个小时,变得低于400HV。

[0122] 并且,根据图13所示的维氏硬度可知,在热处理温度为700℃以下及825℃以上时,堆焊层的硬度下降会减小而成为500HV以上的硬度。相对于此,在热处理温度超过700℃且低于825时,维氏硬度成为500HV以下,尤其通过将热处理温度设为大致800℃,硬度最有效地下降。另外,可以认为800℃下的硬度下降与上述的组织变化相对应。即,该结果表示,通过进行800℃的热处理,不仅能够容易调整硬度,还能够获得理想的组织。

[0123] 符号说明

[0124] 2-母材晶粒,4-析出碳化物,10-工具材料,12-金属基材,14-高速工具钢激光堆焊层,16-修补堆焊层。

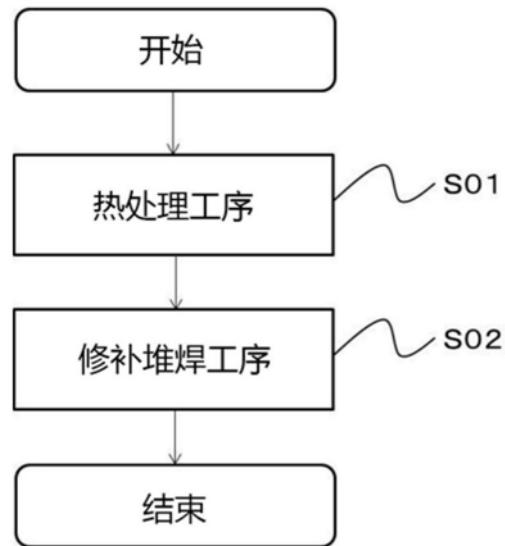


图1

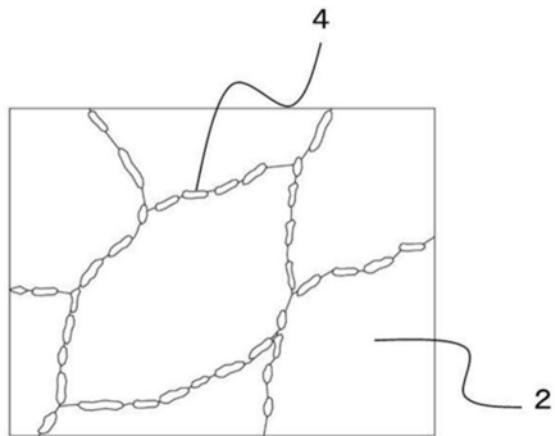


图2

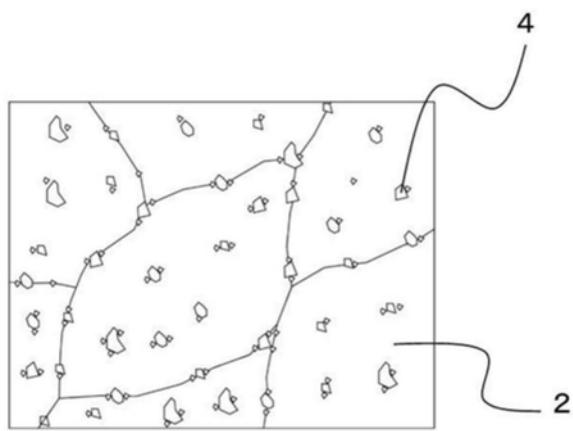


图3

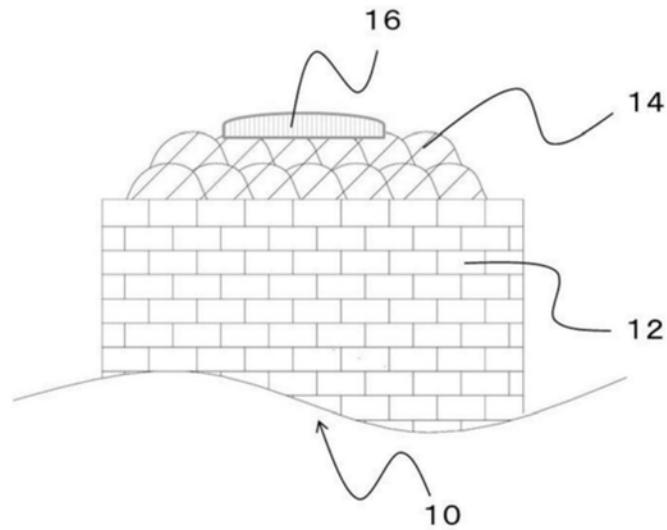


图4

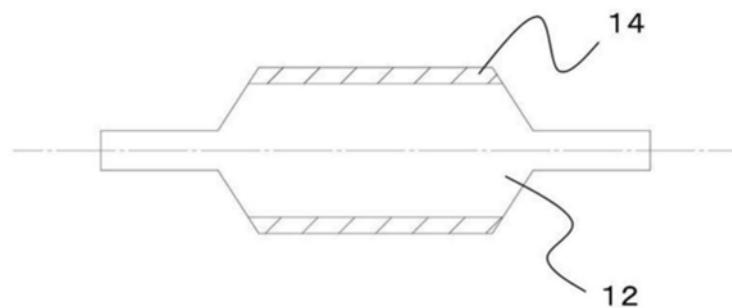


图5

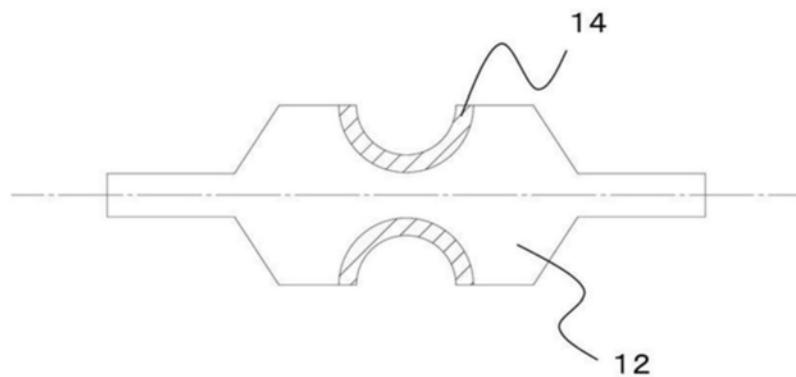


图6

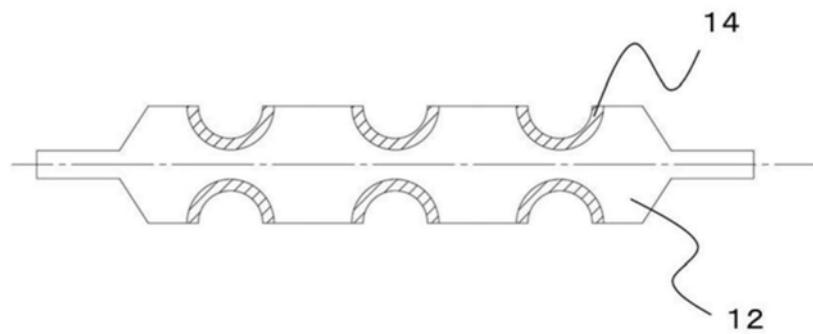


图7



图8

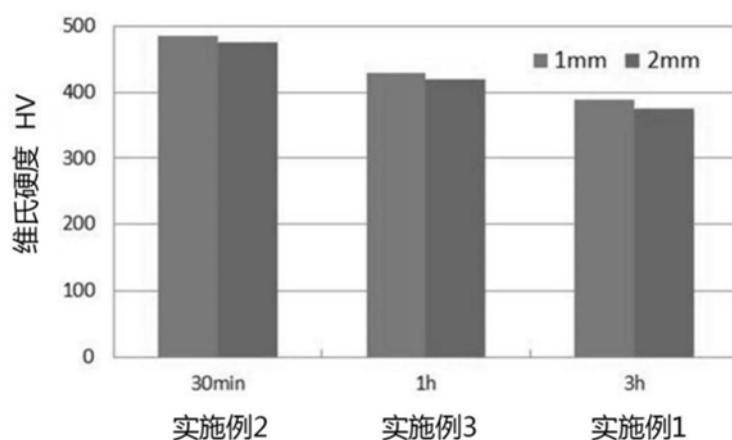


图9

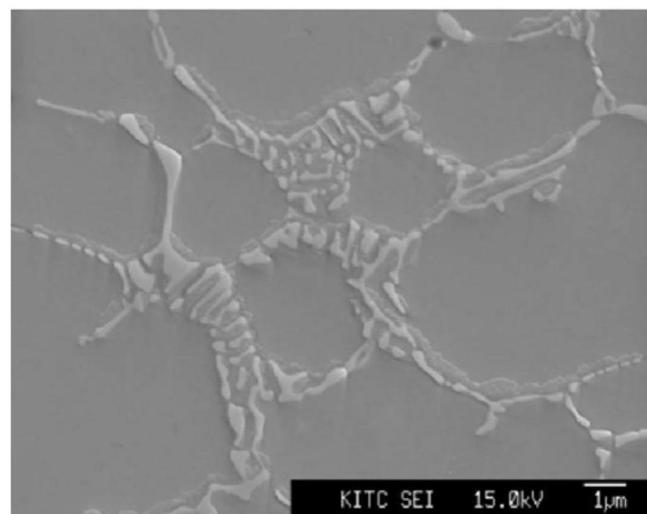


图10

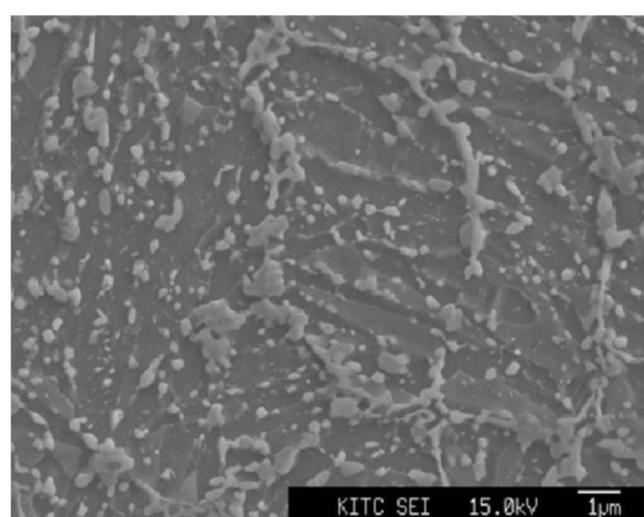


图11

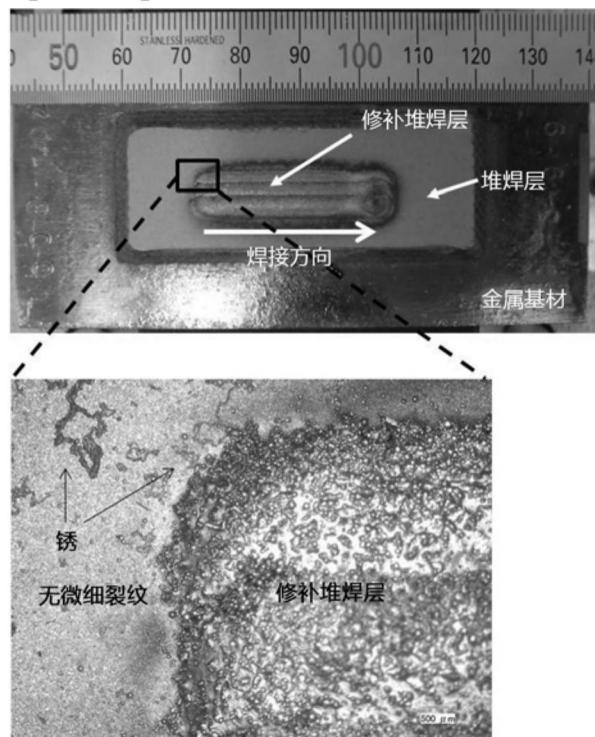


图12

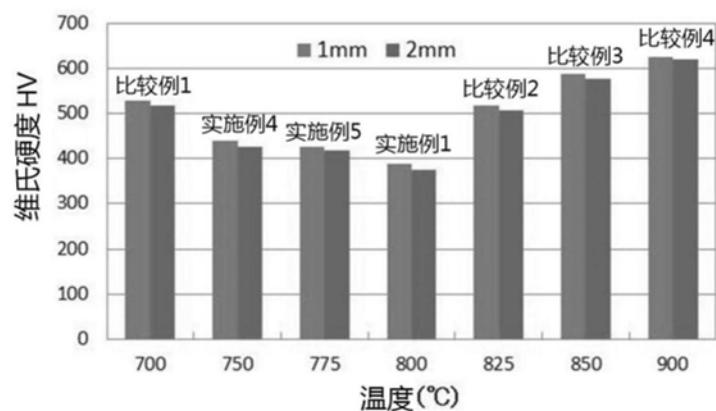


图13

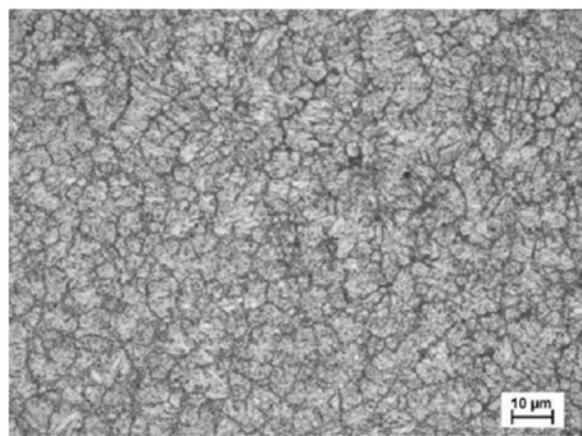


图14

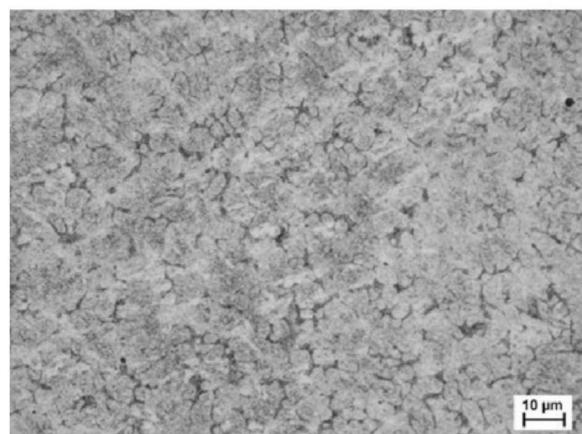


图15

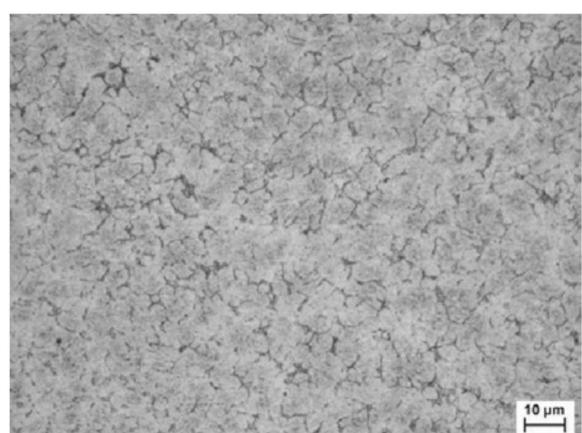


图16

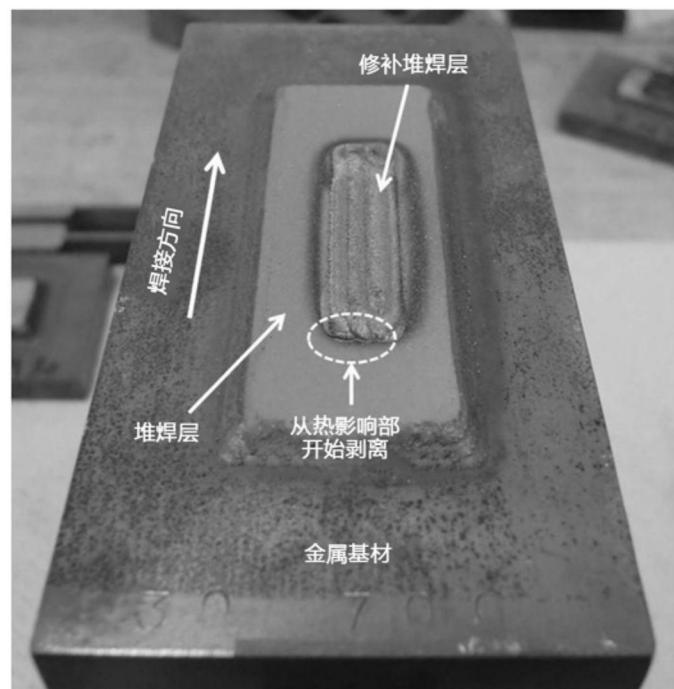


图17