



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103415365 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201280011974.9

(22)申请日 2012.03.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103415365 A

(43)申请公布日 2013.11.27

(30)优先权数据
1151832 2011.03.07 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.09.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2012/050459 2012.03.06

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/120231 FR 2012.09.13

(73)专利权人 斯奈克玛
地址 法国巴黎

(72)发明人 朱丽叶特·胡戈特
贾丝廷·曼纽伊

(74)专利代理机构 中国商标专利事务所有限公
司 11234
代理人 宋义兴 曾海艳

(51)Int.Cl.
B22F 3/105(2006.01)
B22F 5/04(2006.01)
B22F 5/00(2006.01)
B22F 7/06(2006.01)
B22F 7/08(2006.01)
B23P 6/00(2006.01)
审查员 董芳

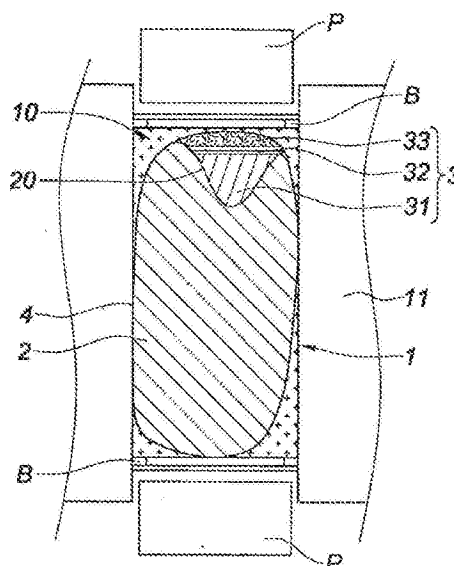
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

用于局部修复损坏的热机械部件的方法以及因此生产的部件尤其是涡轮机部件

(57)摘要

本发明目标在于改进现有技术的缺陷,其提出了一种简单、快速和有效生产精确三维(3D)烧结物,该烧结物的形状与原始部件的形状基本上相似。为此,本发明使用由放电等离子烧结(SPS)技术生产的闪速烧结物。根据一个实施方式,模块(1)在SPS室模具(11)中生产,所述模块(1)定形为原始部件的印模。下述各层连续沉积在所述模块(1)中:超合金粉末层(31),金属保护层(32)和隔热层(33)。在烧结步骤中,施加的压力和脉冲电流导致闪速烧结循环中温度的快速上升,闪速烧结循环的温度、压力和持续时间被调节使其具有至少一个温度平稳期和一个压力平稳期。在烧结步骤期间,超合金粉末层(31)通过扩散形成连续粘结到待修复的部件上的材料。



1. 用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,在该损坏的热机械部件的外表面上具有至少一个损坏部分,其特征在于,该方法包括:在准备步骤中,在用于SPS闪速烧结的外壳的模具(11)中生产模块(1,7),所述模块(1,7)限定为要被添加到损坏的热机械部件(2)上的至少修复部分的印模,以向所述模块(1,7)的至少印模中填充硬钎焊粉末层(60)以及至少一层超合金粉末层(31,61),所述硬钎焊粉末层(60)和所述至少一层超合金粉末层(31,61)一起构成多层整体(6),来修复所述损坏部分和恢复损坏部分的原始形状;然后,在增压和引发一段时间的脉冲电流的烧结步骤中,产生符合闪速烧结循环的快速上升的温度,以随后在材料与所述损坏的热机械部件(2)之间通过扩散形成粘结物,所述闪速烧结循环的温度、压力和持续时间被调节,使所述闪速烧结循环具有至少一个温度平稳期和一个压力平稳期;该烧结步骤产生所述多层整体(6)形式的具有成分梯度(G3,G4,G5)的预成型品(2a),其具有可以粘结到待修复的所述损坏的热机械部件(2)上的硬钎焊面(6b),并且超合金材料(6s)呈现在该预成型品(2a)的表面上。

2. 根据权利要求1所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,其中调节所述闪速烧结循环的温度、压力和持续时间,使温度至少以600℃/分钟地上升,并使闪速烧结循环具有在1000℃和2000℃之间范围内的温度平稳期以及在10Mpa和100Mpa之间的压力平稳期。

3. 根据权利要求1所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,其中所述模块(1)的形状对应于整个原始部件的印模,并且超合金层粉末(31)通过扩散在材料与待修复的所述损坏的热机械部件(2)之间形成粘结连续区。

4. 根据权利要求3所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,其中在后续硬钎焊步骤中,以这样的方式制成的预成型品(2a)的硬钎焊面(6b)以与待修复的所述损坏的热机械部件(2)的区域(20)接触的方式放置,然后,通过在恰当的炉中加热预成型品(2a)和沿着其放置的所述损坏的热机械部件(2)到至少等于硬钎焊合金的熔化温度的温度,所述硬钎焊面(6b)通过硬钎焊合金的熔化元素的扩散粘结到待修复的所述损坏的热机械部件(2)中。

5. 根据权利要求1所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,其中在准备阶段期间,金属保护层(32,62)和隔热层(33,63)沉积在超合金粉末层(31,61)上。

6. 根据权利要求5所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,其中所述金属保护层(32,62)包括由Ni、Pt、Hf、Y、Si、Cu、Ag和/或Au组成的至少一片模具,和/或由Ni-Al, Ni-Pt-Al和/或Ni-Al-Zr化合物组成的至少一片模具。

7. 根据权利要求5所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法,其中所述隔热层(33,63)由氧化钇稳定化的氧化锆组成。

8. 由超合金制成的热机械部件,该热机械部件为根据权利要求1-7中任意一项所述的用于局部修复超合金的损坏的热机械部件(2)的方法经由闪速烧结从超合金的损坏的热机械部件(2)开始修复的,其特征在于,该热机械部件具有通过硬钎焊合金的熔化元素的材料扩散在所述损坏的热机械部件(2)上产生的粘结物。

9. 根据权利要求8所述的热机械部件,其中,所述热机械部件为涡轮机部件。

用于局部修复损坏的热机械部件的方法以及因此生产的部件 尤其是涡轮机部件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于局部修复在使用期间已经承受强烈的应力例如腐蚀、侵蚀或磨损的损坏的热机械部件的方法。它还涉及根据该方法制造的部件,并且更具体而言但不排它地应用到涡轮机部件。

[0002] 本发明的领域是在镍基超合金中的难熔材料。这些材料能够构成热机械部件,尤其是在航天航空领域中的气体涡轮机部件,例如移动整流叶片或者分流叶片,它们的平台,基体或者其他装置,尤其耐腐蚀和耐氧化的。

[0003] 然而,这些部件承受压力和温度应力以致于材料流失,其需要通过添加材料来修复。这种修复包括使该部件返回到它的初始尺寸同时保持相同类型或者化学相似化合物的组成材料。

背景技术

[0004] 为此,当修复限制于部件的非关键并且程度上有限的区域时,已知通过电弧焊来实现局部修复。

[0005] 对于较大或者更关键的修复,一种解决方案包括在待修复的区域添加固体形式的材料。所述材料然后可以从如由薄板或条板切割的预成型品获得,所述薄板或条板由超合金粉末和硬焊粉末的混合物在特别合适的炉中升至高温制成。该混合物然后被烧结,因为由该粉末混合物生产的为低熔点共熔混合物。然后沿着待修复的、已经被清洗的区域放置以这样的方式获得的烧结物,并且整体被上升到一温度。然后出现扩散硬钎焊方法,并且将烧结物硬钎焊到部件的表面上。

[0006] 在该方法中,利用水喷射来切割烧结片以生产平面二维(2D)预成型品。在硬钎焊之后,通过研磨平面区域来定形部件以便恢复它的几何形状接近原始几何形状,并且因此赋予恰当的空气动力学特性。

[0007] 该方法包括硬钎焊粉末的存在,并且因此在烧结物的整个厚度上分布的熔化成分的存在。然而,熔化成分的存在对热机械性能有负面影响。

[0008] 此外,它仅允许生产二维烧结物预成型品,具有恒定的厚度,与烧结物的区域无关。然而,在关注的部件的最近版本中,具有在某些区域中具有变化的厚度的烧结物是有利的。当前方法不允许这种精准度。

[0009] 此外,经由多个连续步骤发生烧结物的产生,包括不得不考虑的制造成本。此外,大部分材料流失,烧结物从扔掉的更大部件的片生产。

发明内容

[0010] 本发明目标在于改进现有技术的缺陷,其提供了一种简单、快速和有效地精确三维(3D)烧结物的生产,该烧结物的形状基本上与原始部件的形状相似。为此,本发明使用由放电等离子烧结(SPS)技术生产的闪速(flash)烧结物。

[0011] SPS技术同时结合高单轴向压力和高强度直流脉冲的应用,导致温度几乎瞬间并均匀地上升。该技术在粉末冶金学领域是已知的,其经由烧结和压紧使得能够从粉末生产金属部件或者金属氧化物。具体地,SPS闪速(flash)技术的使用使得能够制造具有能够被控制的特别微小结构的部件。

[0012] 更具体地,本发明的目的在于一种用于具有局部修复由超合金制造的热机械部件的方法。该方法在准备步骤中包括在用于SPS闪速烧结的外壳(enclosure)的模具中生产一模块,所述模块定形为损坏部件的至少修复部分的印模(imprint),向所述模块中引入至少一层硬钎焊粉末以及至少一层构成多层整体(whole)的基于超合金的粉末。然后,在烧结步骤中,增压和引发脉冲电流的通过导致闪速烧结循环中温度的快速上升,从而可以通过扩散形成材料与部件之间的粘合物,所述闪速烧结循环的温度、压力和持续时间被调节,使其具有至少一个温度平稳期和一个压力平稳期。该烧结步骤产生多层整体形式的具有成分梯度的预成型品,其具有可以粘结到待修复的部件的硬钎焊面,并且超合金材料(6s)呈现在该预成型品的表面上。

[0013] 有利地,调节闪速烧结循环的温度、压力和持续时间,使其温度上升至少为600℃/分钟,大约在1000℃和2000℃之间范围内的温度平稳期以及大约在10Mpa和100Mpa之间的压力平稳期。

[0014] 根据一个实施方式,所述模块具有对应于整个原始部件的印模的形状。在烧结步骤期间,超合金层通过扩散在材料与待修复的部件之间形成粘结连续区。

[0015] 在后续硬钎焊步骤中,以这样的方式制成的预成型品的硬钎焊面可以放置为与待修复部件的区域接触。然后,通过在恰当的炉中加热预成型品和沿着其放置的部件到至少等于硬钎焊合金的熔化温度的温度,硬钎焊面通过硬钎焊合金的熔化元素的扩散粘结到待修复的部件中。因此显著地减少或甚至消除部件在修复区域中的机械弱化。

[0016] 在后续硬钎焊步骤中,以这样的方式制成的预成型品的硬钎焊面放置为与待修复部件的区域接触。然后,通过在恰当的炉中加热预成型品和沿着其放置的部件到至少等于硬钎焊合金的熔化温度的温度,硬钎焊面通过硬钎焊合金的熔化元素的扩散粘结到待修复的部件中。

[0017] 在具体的实施方式中:

[0018] -在准备阶段期间,金属保护层和隔热层沉积在超合金的层上;

[0019] -金属保护层包括至少一片由Ni、Pt、Hf、Y、Zr、Al、Si、Cu、Ag和/或Au组成的模具,和/或由Ni-Al,Ni-Pt-Al和/或Ni-Al-Zr化合物组成的模具;

[0020] -隔热层包括6-8重量%的氧化钇稳定化氧化锆(隔热化合物 $ZrO_2 \cdot 6-8Y_2O_3$)。

[0021] 本发明还涉及根据上述方法经由闪速烧结修复的、由超合金制成的热机械部件,尤其是涡轮机部件。所述部件然后通过材料的扩散粘接到待修复的部件上。

附图说明

[0022] 参照附图阅读下面的描述以及该描述涉及一个实施方式,本发明的其他特征和优点将会变得清楚,其中:

[0023] 图1表示在定形为与原始部件对应的印模的SPS模具模块中的多层的组件的实例的横截面示意图;

[0024] 图2表示在闪速烧结之后相同组件的局部横截面示意图；

[0025] 图3表示在定形为与待修复的部件一部分对应的印模的SPS模具模块中的 多层整体的实例的横截面示意图；

[0026] 图4为在闪速烧结之后该组件的局部横截面示意图；

[0027] 图5为在硬钎焊到待修复的部件之后该组件的横截面示意图。

具体实施方式

[0028] 图1表示形成在SPS外壳(未示出)的中空圆柱体石墨模具11的腔10中的模块1的局部竖截面示意图。在闪速烧结循环中,调节电压端子B和压缩活塞P以增压和使脉冲电流通过模块。

[0029] 该模块1被定形为与由超合金制成的原始部件对应的印模。损坏的热机械部件2在清洗外表面,尤其面20之后被引入该模块中,部件的一部分从面20流失或腐蚀、侵蚀或氧化。在面20上,沉积连续层或薄层(strata)材料的组件3:超合金粉末层31,由铂和铝片构成的金属保护层32,和由氧化钇稳定化氧化锆、化学式 $ZrO_2Y_2O_3$ 的陶瓷粉末制成的隔热层33。

[0030] 下面的待修复的部件的几何形状,所述层或薄层在它们集成到模块1中之前,可以沉积在损坏的热机械部件2上,或者替代地,组件3可以经由喷嘴喷射到该模块中。所述损坏的热机械部件2和组件放置在石墨夹套4中,石墨夹套4本身放置在模块中以使得能够施加局部压力。在损坏的热机械部件2上形成多层组件3的这些不同方法都在本领域的技术人员的能力范围之内。

[0031] 在闪速烧结操作期间,调节温度和压力的循环采用根据电压和压力预定值编程的流程。程序利用流过所述模块的可以到达8000A的电流提供可以高达2000℃的温度平稳期。

[0032] 施加的电流使得温度可以非常快速地上升,例如以600℃/分钟或更高的级别。这个速度阻止在烧结期间颗粒扩大,并且因此尤其推荐给纳米材料的合成。此外,该速度还允许均匀地发生扩散:如图2所示,保持多层组件3的发展同时促进在各层和超合金粉末层31-金属保护层32-隔热层33的接合处呈现出成分梯度G1和G2,并且呈现出在烧结超合金粉末层31和待修复的损坏的热机械部件2之间的材料粘结连续区。

[0033] 参考图3,横截面视图示出在形成于SPS模具11的腔10中的模块7中多层整体6的另一个实例。在该实例中,模块7具有对应于被添加到损坏的热机械部件的修复部分的印模的形状,以便恢复部件的原始形状。

[0034] 根据上述方法,所述印模填充形成组件或者多层整体6的连续沉积层和薄层:能够与待修复的部件的面匹配的硬钎焊粉末层60,超合金粉末层61,由Ni-Al-Zr化合物片组成的金属保护层62,以及由氧化钇稳定化氧化锆、化学式为 $ZrO_2Y_2O_3$ 的陶瓷粉末形成并且掺杂有钆氧化物 Gd_2O_3 的隔热层63。

[0035] 参考图4,在上述指定条件下实施的烧结步骤使得能够在各层和薄层硬钎焊粉末层60-超合金粉末层61-金属保护层62-隔热层63之间获得多层整体6形式的具有成分梯度G3、G4和G5的预成型品2a。烧结硬钎焊层60具有外表面,其可以粘结到待修复损坏的热机械部件的损坏面,并且在硬钎焊面6b中,一些超合金材料6s呈现在预成型品2a的表面上。

[0036] 在如图5所示的后续硬钎焊步骤中,预成型品2a的硬钎焊面6b放置成与待修复的损坏的热机械部件2的互补区域即面20接触。然后,在恰当的炉中加热预成型品2a和沿着其

放置的损坏的热机械部件2到至少等于硬钎焊合金的熔化温度的温度,例如对于基于银的硬钎焊合金,为大约700℃。然后,硬钎焊面6b通过硬钎焊合金的熔化元素的扩散通过它的面20粘结到待修复的损坏的热机械部件2中。

[0037] 本发明不限于所述和示出的实例。例如,它可以沉积化学和热兼容的陶瓷材料的多层初始层。此外,在后续沉积步骤中,一旦整个部件已经被重构,金属保护层和隔热层可以较后地添加到整个部件上。在这种情况下,保护层和隔热层事先从损坏部件的表面有利地剥离,并且在没有这些层的情况下执行烧结。这些层然后通过烧结沉积和粘接在整个重构部件上。

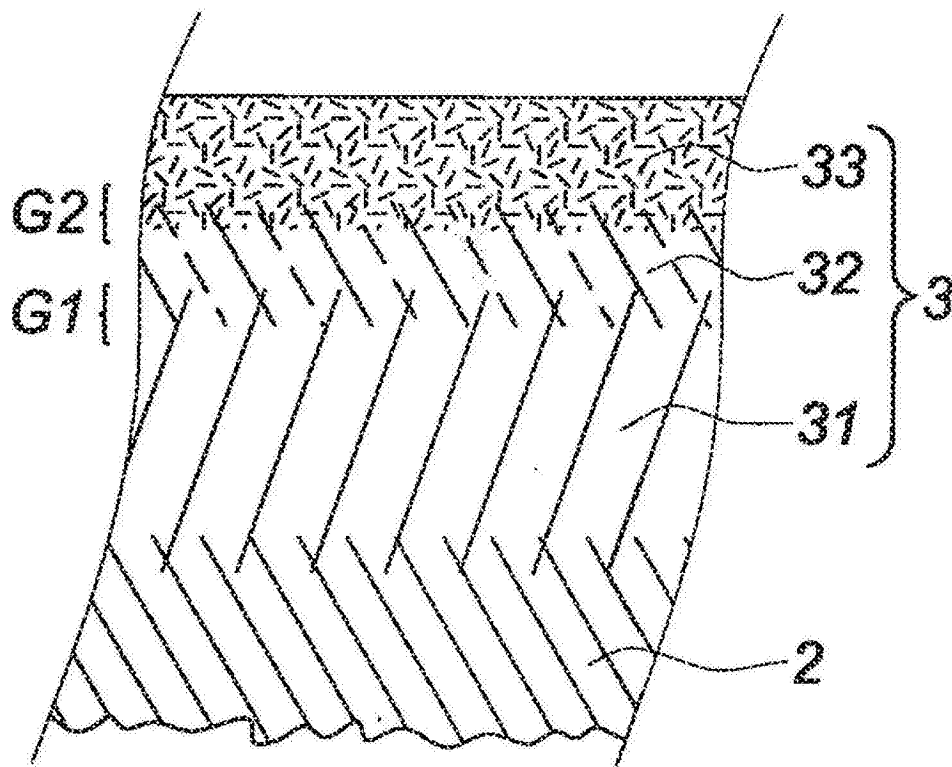


图2

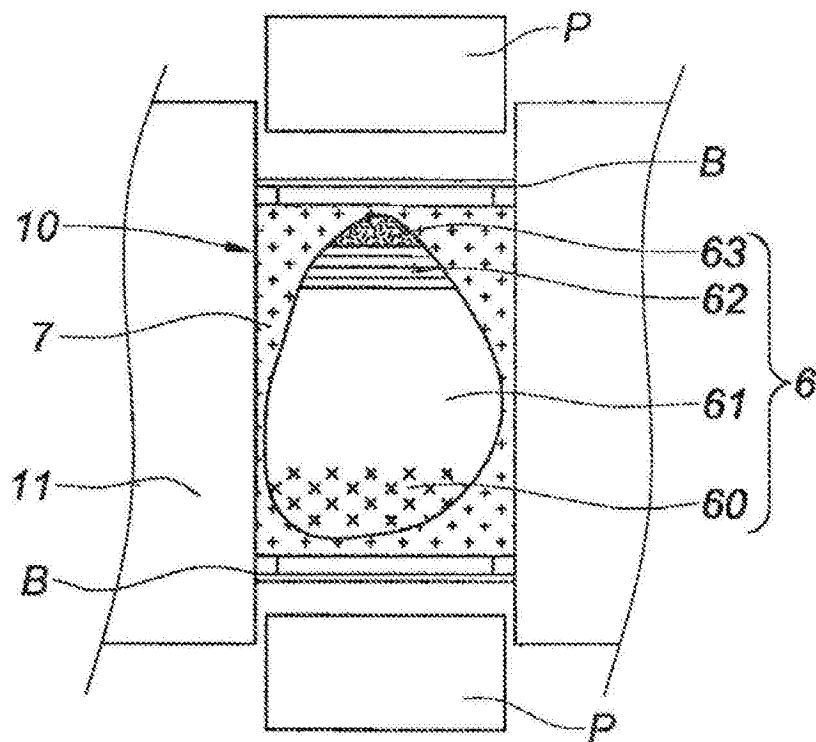


图3

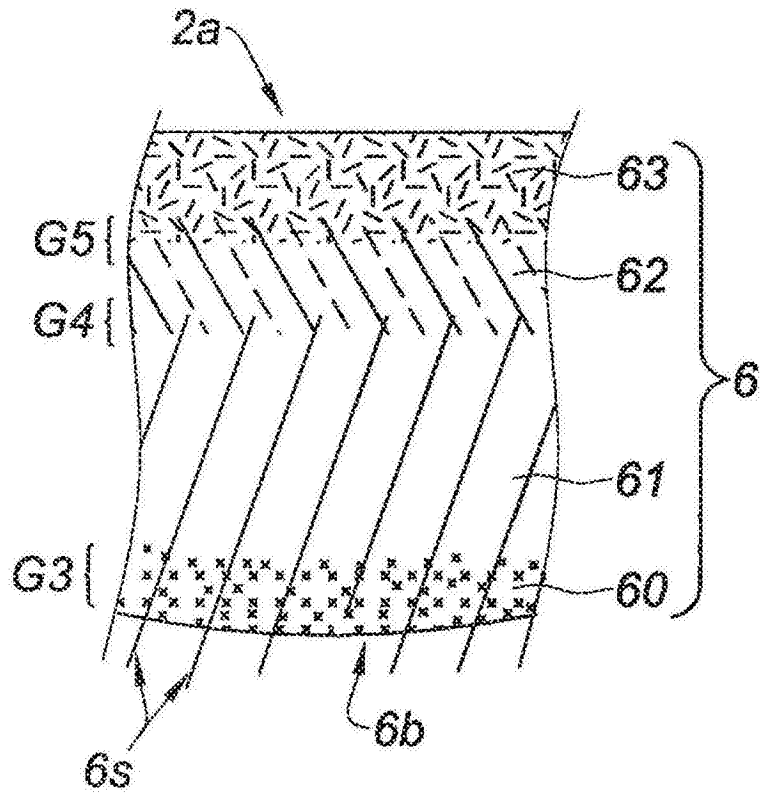


图4

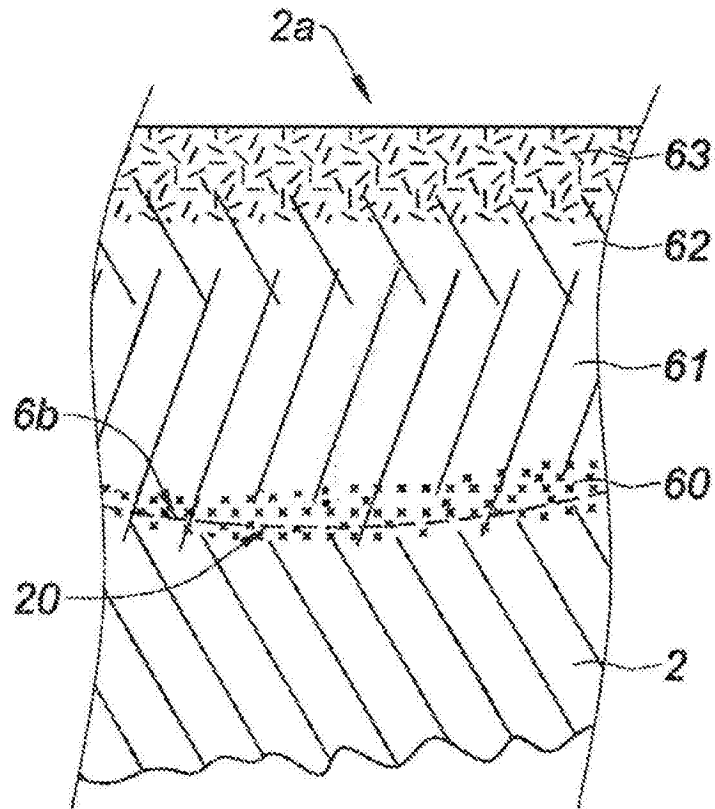


图5