



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106605000 B

(45)授权公告日 2019.06.07

(21)申请号 201580046974.6

(22)申请日 2015.07.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106605000 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(30)优先权数据
102014112762.5 2014.09.04 DE
102014112761.7 2014.09.04 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.03.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/066154 2015.07.15

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/034318 DE 2016.03.10

(73)专利权人 蒂森克虏伯弹簧与稳定器有限责
任公司
地址 德国哈根58119

专利权人 蒂森克虏伯股份公司

(72)发明人 迪特尔·莱希纳 马塞尔·格罗斯
海因茨-格奥尔格·伽柏
马尔科·罗兰 迪特尔·布莱尔

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258
代理人 柳春雷

(51)Int.Cl.
G21D 8/06(2006.01)
G21D 9/02(2006.01)
G21D 9/52(2006.01)

(56)对比文件
CN 102006948 A,2011.04.06,
DE 19546204 C1,1997.03.20,
US 2002/0170636 A1,2002.11.21,

审查员 王敏

权利要求书4页 说明书9页 附图3页

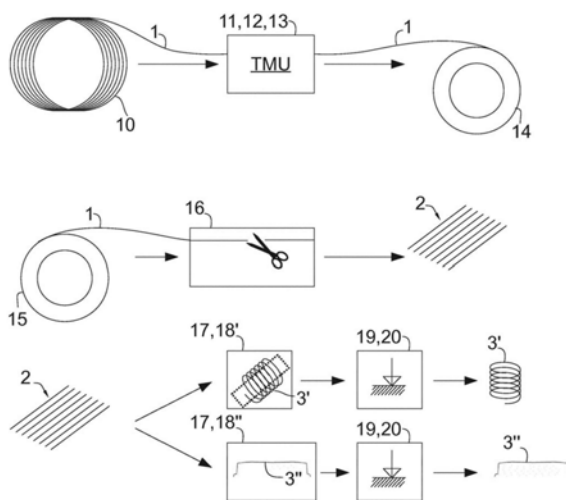
(54)发明名称

用于生产热成型的钢弹簧的方法

(57)摘要

本发明涉及一种通过热成型(18、18'、18'')由钢丝(1)生产的弹簧(3')和/或扭力杆(3''),所述热成型按照包括以下步骤的方法:a)提供钢丝(1);b)对步骤a)中提供的所述钢丝(1)进行热机械成型(12);c)对在步骤b)中热机械成型的所述钢丝(1)进行冷却(13);d)将在步骤c)中冷却的所述钢丝(1)切割(16)成一定长度以形成棒(2);e)将在步骤d)中已切割成一定长度的所述棒(2)进行加热(17);f)对在步骤e)中加热的棒(2)进行热成型(18、18'、18'');g)对在步骤f)中热成型的棒进行调质处理以提供弹簧(3')或扭力杆(3''),包括:I.将在步骤f)中热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的棒淬火(19)至第一冷却温度;II.将在步骤I中淬火的弹簧(3')或扭力杆(3'')再加热至第一退火温度;III.将在步骤II中再加热的热成型的弹簧(3')或棒(2)冷却至第二

冷却温度;其中在步骤c)中对所述钢丝(1)的冷却(13)被进行至低于所述最低再结晶温度的温度,使得在所述钢丝(1)中建立至少部分铁素体-珠光体结构。



CN 106605000 B

1. 一种通过热成型 (18、18'、18'') 由钢丝 (1) 生产的弹簧 (3') 和/或扭力杆 (3''), 所述热成型按照包括以下步骤的方法来实施:

a) 提供钢丝 (1);

b) 在所述钢丝 (1) 的最低再结晶温度之上对步骤a) 中提供的所述钢丝 (1) 进行热机械成型 (12), 所述钢丝 (1) 具有至少部分奥氏体结构;

c) 对在步骤b) 中热机械成型的所述钢丝 (1) 进行冷却 (13);

d) 将在步骤c) 中冷却的所述钢丝 (1) 切割 (16) 成一定长度以提供棒 (2);

e) 将在步骤d) 中已切割成一定长度的所述棒 (2) 至少加热 (17) 至成型温度 (T2), 所述成型温度 (T2) 为所述钢丝 (1) 的所述最低再结晶温度之上的温度;

f) 对在步骤e) 中加热的所述棒 (2) 进行热成型 (18、18'、18'') 以提供弹簧 (3') 或扭力杆 (3'');

g) 对在步骤f) 中热成型的所述棒进行调质处理以提供弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 包括:

I. 将在步骤f) 中热成型以提供弹簧 (3') 或扭力杆 (3'') 的所述棒淬火 (19) 至第一冷却温度, 于是建立了至少部分马氏体结构, 所述第一冷却温度为低于所述钢丝 (1) 的所述最低再结晶温度的温度;

II. 将在步骤I中淬火的弹簧 (3') 或扭力杆 (3'') 再加热至小于所述奥氏体开始温度的第一退火温度;

III. 将在步骤II中再加热的热成型的弹簧 (3') 或扭力杆 (3'') 冷却至第二冷却温度, 所述第二冷却温度至少小于所述第一退火温度;

其特征在于,

通过在步骤c) 中将所述钢丝 (1) 冷却 (13) 至低于所述最低再结晶温度的温度, 所述钢丝被冷却成使得在所述钢丝 (1) 中建立至少部分铁素体-珠光体结构。

2. 根据权利要求1所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 步骤c) 和d) 以及/或者步骤d) 和e) 的顺序视需要而定。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 步骤b) 中的热机械成型在等于或大于所述奥氏体开始温度的温度下进行。

4. 根据权利要求1至2中任一项所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 在步骤c) 中对所述钢丝的冷却 (13) 至少进行到低于所述最低再结晶温度的温度。

5. 根据权利要求1所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 所述成型温度 (T2) 为等于或大于奥氏体开始温度的温度。

6. 根据权利要求1至2中任一项所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 步骤b) 中的热机械成型在等于或大于奥氏体结束温度的温度下进行。

7. 根据权利要求1至2中任一项所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 步骤b) 中的热机械成型在从所述奥氏体结束温度至比所述奥氏体结束温度大50°C的范围内的温度下进行。

8. 根据权利要求1至2中任一项所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 在步骤c) 中对所述钢丝的冷却 (13) 至少进行到低于200°C的温度。

9. 根据权利要求1至2中任一项所述的弹簧 (3') 或扭力杆 (3''), 其特征在于, 在步骤c) 中对所述钢丝的冷却 (13) 至少进行到低于90°C的温度。

10. 一种用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,包括以下步骤:

a) 提供钢丝(1);

b) 在所述钢丝(1)的最低再结晶温度之上对步骤a)中提供的所述钢丝(1)进行热机械成型(12),所述钢丝(1)具有至少部分奥氏体结构;

c) 对在步骤b)中热机械成型的所述钢丝(1)进行冷却(13);

d) 将在步骤c)中冷却的所述钢丝(1)切割(16)成一定长度以提供棒(2);

e) 将在步骤d)中已切割成一定长度的所述棒(2)至少加热(17)至成型温度(T2),所述成型温度(T2)为所述钢丝(1)的所述最低再结晶温度之上的温度;

f) 对在步骤e)中加热的所述棒(2)进行热成型(18、18'、18'')以提供弹簧(3')或扭力杆(3'');

g) 对在步骤f)中热成型的所述棒进行调质处理以提供弹簧(3')或扭力杆(3''),包括:

I. 将在步骤f)中热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的所述棒淬火(19)至第一冷却温度,于是建立了至少部分马氏体结构,所述第一冷却温度为低于所述钢丝(1)的所述最低再结晶温度的温度;

II. 将在步骤I中淬火的弹簧(3')或扭力杆(3'')再加热至小于所述奥氏体开始温度的第一退火温度;

III. 将在步骤II中再加热的热成型的弹簧(3')或扭力杆(3'')冷却至第二冷却温度,所述第二冷却温度至少小于所述第一退火温度;

其特征在于,

通过在步骤c)中将所述钢丝(1)冷却(13)至低于所述最低再结晶温度的温度,所述钢丝被冷却成使得在所述钢丝(1)中建立至少部分铁素体-珠光体结构。

11. 根据权利要求10所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,步骤c)和d)以及/或者步骤d)和e)的顺序视需要而定。

12. 根据权利要求10和11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,步骤b)中的热机械成型在等于或大于所述奥氏体开始温度的温度下进行。

13. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤c)中对所述钢丝的冷却(13)至少进行到低于所述最低再结晶温度的温度。

14. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤e)中对所述棒(2)的加热(17)进行到等于或大于所述奥氏体开始温度的温度。

15. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤g)I中对在步骤f)中热成型的弹簧(3')或棒(2)进行的淬火(19)使所述弹簧(3')或扭力杆(3'')的结构经历向马氏体的至少部分转变,并且使所述弹簧(3')或扭力杆(3'')暴露于至少马氏体开始温度,由此对热成型的弹簧(3')或扭力杆(3'')进行的淬火(19)进行到所述钢丝(1)的小于或等于200°C的所述第一冷却温度。

16. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,对在步骤f)中热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的所述棒进行的调质处理在所述钢丝的横截面上建立硬度分布。

17. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤g)之后,在另外的步骤h)中,对进行热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的所述棒进行边缘加热和随后的再冷却,由此硬度从热成型的弹簧(3')或扭力杆(3'')的边缘向芯部增加。

18. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤c)之后,在另外的步骤i)中,对所述钢丝(1)进行卷绕(14、15)。

19. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤c)至步骤g)中的一个步骤之后,在另外的步骤j)中,对所述钢丝(1)和/或进行热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的所述棒进行表面处理,其中至少部分地去除所述钢丝(1)和/或进行热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的所述棒的表面。

20. 根据权利要求10所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,所述成型温度(T2)为等于或大于所述奥氏体开始温度的温度。

21. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,步骤b)中的热机械成型在等于或大于奥氏体结束温度的温度下进行。

22. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,步骤b)中的热机械成型在从所述奥氏体结束温度至比所述奥氏体结束温度大50℃的范围内的温度下进行。

23. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤c)中对所述钢丝的冷却(13)至少进行到低于200℃的温度。

24. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤c)中对所述钢丝的冷却(13)至少进行到低于90℃的温度。

25. 根据权利要求10至11中任一项所述的用于生产弹簧(3')或扭力杆(3'')的方法,其特征在于,在步骤e)中对所述棒(2)的加热(17)进行到等于或大于奥氏体结束温度的温度。

26. 钢丝(1)在用于生产根据权利要求1至4中任一项所述的热成型的弹簧(3')和/或扭力杆(3'')中的应用,包括以下步骤:

a) 提供钢丝(1);

b) 在所述钢丝(1)的最低再结晶温度之上对步骤a)中提供的所述钢丝(1)进行热机械成型(12),所述钢丝(1)具有至少部分奥氏体结构;

c) 对在步骤b)中热机械成型的所述钢丝(1)进行冷却(13);

d) 将在步骤c)中冷却的所述钢丝(1)切割(16)成一定长度以提供棒(2);

e) 将在步骤d)中已切割成一定长度的所述棒(2)至少加热(17)至成型温度(T2),所述成型温度(T2)为所述钢丝(1)的所述最低再结晶温度之上的温度;

f) 对在步骤e)中加热的所述棒(2)进行热成型(18、18'、18'')以提供弹簧(3')或扭力杆(3'');

g) 对在步骤f)中热成型的所述棒进行调质处理以提供弹簧(3')或扭力杆(3''),包括:

I. 将在步骤f)中进行热成型以提供弹簧(3')或扭力杆(3'')的所述棒淬火(19)至第一冷却温度,于是建立了至少部分马氏体结构,所述第一冷却温度为低于所述钢丝(1)的所述最低再结晶温度的温度;

II. 将在步骤I中淬火的弹簧(3')或扭力杆(3'')再加热至小于所述奥氏体开始温度的

第一退火温度；

III. 将在步骤II中再加热的热成型的弹簧(3')或扭力杆(3'')冷却至第二冷却温度,所述第二冷却温度至少小于所述第一退火温度；

其特征在于,

通过在步骤c)中将所述钢丝(1)冷却(13)至低于所述最低再结晶温度的温度,所述钢丝被冷却成使得在所述钢丝(1)中建立至少部分铁素体-珠光体结构。

27. 根据权利要求26所述的应用,其特征在于,所述成型温度(T2)为等于或大于奥氏体开始温度的温度。

用于生产热成型的钢弹簧的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热成型的弹簧和/或扭力杆、用于生产热成型的弹簧和/或扭力杆的方法、以及钢丝在用于生产热成型的弹簧和/或扭力杆中的用途。

背景技术

[0002] 在现有技术中,已知由成型的钢丝制成的弹簧和扭力杆有多个实施方式。扭力杆也被称为例如扭矩棒弹簧、稳定扭矩棒或扭力杆弹簧。特别是将钢弹簧和扭力杆弹簧用于机动车辆中,其中钢弹簧例如用于减振器系统中吸收道路不平坦,并且扭力杆弹簧用于提供稳定性以防止底盘的倾斜和变形,特别是在机动车辆转弯、以及机动车辆在变化的路面和在不平坦的道路上行驶的情况下。可以通过冷热成型方法和/或热成型方法来实现钢丝的成形以提供弹簧和扭力杆。在这种成形之前,钢丝可经历影响弹性和强度性能的各种制备步骤。例如,用于生产钢弹簧和/或扭力杆弹簧的弹簧钢经受热机械成型(TMF)操作,以便增加其可用于结构目的的强度和韧性,并且进一步改进材料的特定使用性能。例如,具有高强度的弹簧和/或扭力杆可以采用较低强度的材料输入进行生产并且从而获得低的重量和材料成本。现有技术公开了许多不同的方法,这些方法包括热处理以及随后的成型操作。在冷成型的情况下,钢丝的成型性受到限制,这是因为随着成型度的增加,钢丝的韧性和成型性由于冷作硬化(Kaltverfestigung)而降低。

[0003] 在热成型螺旋弹簧的大规模生产中,已经以倾斜轧制工艺的形式进行TMF操作,但这种操作仅用于预制的单独的弹簧棒。在DE 103 15 418 B3中公开了这种方法。通过在螺旋弹簧的热缠绕之前直接进行单级倾斜轧制工艺对弹簧杆进行TMF。热成型的弹簧在油中淬火,这导致马氏体结构。

[0004] DE 198 39 383 C2描述了一种钢的热机械处理方法,该钢用于受扭转应力的弹簧元件。将起始材料快速加热至1080℃的温度并奥氏体化。随后,使起始材料经受实现再结晶的TMF。随后,在没有中间冷却的情况下,通过淬火使起始材料硬化。

[0005] 该方法在一条龙生产线中进行,其中所有步骤均从TMF进行,直到淬火。由此需要的热机械成型和调质处理(vergüten)的直接关联将导致以下缺点:

[0006] 1. 由于热机械成型、通常为轧制而导致钢丝的长度变化对紧随其后的热成型和调质处理的工艺参数具有直接影响。

[0007] 2. 热机械成型、热缠绕和调质处理的处理时间和温度必须彼此匹配,这在工艺技术方面难以实现。这是因为对于热机械成型的优选温度刚好高于钢丝的奥氏体化温度,而对于热成型和调质处理有利地是加热至高得多的温度。

[0008] 3. 在TMF和热缠绕之间,需要在棒上的进一步加工步骤(例如切割到精确的长度),这延长了淬火硬化之前的时间。因此,棒在非常高的温度下保持一定时间,这可能导致结构的不利变化,例如晶粒生长和脱碳。

[0009] 4. TMF和热缠绕设备对于每个弹簧棒具有不同的运行时间。因此,生产线的吞吐量将由最慢的处理部件限定;更快的处理部件因此不能满负荷工作,因此是不经济的。

- [0010] 5.任何处理部件的关闭(例如用于维护或由于故障)使整个生产线关闭。
- [0011] 6.对于每个缠绕系统,必须保持单独的TMF单元准备就绪。在同时要制造多个钢弹簧的情况下,这意味着相应数量的TMF单元。
- [0012] 7.目前只有利用具有相当控制复杂程度的一条龙生产线(如果有的话)才可能对具有非恒定丝直径的弹簧棒进行加工。
- [0013] 8.在制造用于热机械成型的弹簧中采用的单级倾斜轧制操作(对应于上述DE 103 15 418 B3)使得钢丝以400rpm或更大的速度围绕其纵向轴线旋转。这可以在单独的弹簧棒的情况下实施,但在连续丝的加工中不能实施。已经知道,可以使用两级孔型轧制操作来代替倾斜轧制。然而,当采用孔型轧制时,上述缺点1至7也存在。
- [0014] 因此,本发明的目的是提供一种避免了上述缺点的改进的弹簧和/或扭力杆以及用于生产改进的弹簧和/或扭力杆的改进方法。更具体地,用于生产改进的弹簧和/或扭力杆的改进的方法是提供更稳定的制造工艺且可靠地满足高质量要求。此外,用于生产改进的弹簧和/或扭力杆的改进方法可以以简单和可靠的方式在现有方法中实施。

发明内容

[0015] 该目的通过根据权利要求1所述的弹簧和/或扭力杆以及根据权利要求5所述的方法来实现。本发明的有利的改进在从属权利要求中提出。

[0016] 本发明的弹簧具有优于常规弹簧的优点,即,本发明的弹簧丝与常规的弹簧丝相比具有更高的韧性。由于弹簧丝具有更高的韧性,本发明的弹簧可以承受更高的应力。本发明的弹簧的另外的优点是与常规弹簧相比更低的重量和更长的寿命。此外,与常规弹簧相比,本发明的弹簧尤其可以被设计为具有更小的尺寸和更短的弹簧长度,这意味着本发明的弹簧也可以被设置在小的空间中。

[0017] 本发明的扭力杆具有优于常规扭力杆的优点,即,本发明的弹簧丝与常规的弹簧丝相比具有更高的韧性。由于弹簧丝的更高韧性,本发明的扭力杆可承受更高的应力。本发明的扭力杆的另外的优点是与常规扭力杆相比更长的寿命。

[0018] 本发明的用于生产弹簧和/或扭力杆的方法具有优于常规方法的优点,即,本发明的弹簧和/或扭力杆具有与常规弹簧钢丝相比具有更高韧性的弹簧丝。本发明的方法的另外的优点是其可以被简单且可靠地集成到现有方法中。此外,本发明的方法具有以下优点:

[0019] -在该方法中TMF和调质处理的分离允许为每个步骤建立最佳的工艺参数,例如温度,

[0020] -在该方法中TMF与下游制造步骤的分离允许为每个步骤建立最佳吞吐率,

[0021] -在不延长该方法的持续时间的情况下,可以在淬火硬化之前进行对钢丝和/或棒额外需要的任何处理步骤,例如精确切割成所需长度或生产非恒定钢丝和/或棒直径,

[0022] -由于在高温下长时间保持而将在钢丝和/或棒中产生结构不利变化的风险降低了,

[0023] -任何处理部件的关闭(例如用于维护或由于缺陷)对整个生产线没有任何不利影响,并且其它处理步骤可以继续生产,

[0024] -不需要为每个缠绕系统备好单独的TMF单元,并且由于可以选择使用独立于TMF单元的缠绕系统,提高了生产的灵活性,

[0025] -通过本发明的方法以简单的方式并且在不增加复杂性的情况下,采用非恒定、特别是变化直径的丝来加工弹簧棒成为可能。

[0026] 因此,本发明提供了一种通过热成型由钢丝生产的弹簧和/或扭力杆,所述热成型按照包括以下步骤的方法:

[0027] a) 提供钢丝;

[0028] b) 在所述钢丝的最低再结晶温度之上对步骤a)中提供的钢丝进行热机械成型,所述钢丝具有至少部分奥氏体结构;

[0029] c) 冷却在步骤b)中热机械成型的钢丝;

[0030] d) 将在步骤c)中冷却的钢丝切割成一定长度以提供棒;

[0031] e) 将在步骤d)中已切割成一定长度的棒至少加热至成型温度,所述成型温度为高于钢丝的最低再结晶温度的温度、优选等于或大于奥氏体开始温度的温度;

[0032] f) 对在步骤e)中加热的棒进行热成型以提供弹簧或扭力杆;

[0033] g) 对在步骤f)中热成型的棒进行调质处理以提供弹簧或扭力杆,包括:

[0034] I. 将在步骤f)中热成型以提供弹簧或扭力杆的棒淬火到第一冷却温度,于是建立了至少部分马氏体结构,所述第一冷却温度为低于钢丝的最低再结晶温度的温度;

[0035] II. 将在步骤I中淬火的弹簧或扭力杆再加热至小于奥氏体开始温度的第一退火温度;

[0036] III. 将在步骤II中再加热的热成型弹簧棒冷却至第二冷却温度,所述第二冷却温度至少小于所述第一退火温度;

[0037] 其中通过在步骤c)中将钢丝冷却至低于所述最低再结晶温度的温度,所述钢丝被冷却成使得在钢丝中建立至少部分铁素体-珠光体结构。

[0038] 本发明还提供一种用于生产弹簧和/或扭力杆的方法,包括以下步骤:

[0039] a) 提供钢丝;

[0040] b) 在所述钢丝的最低再结晶温度之上对步骤a)中提供的钢丝进行热机械成型,所述钢丝具有至少部分奥氏体结构;

[0041] c) 冷却在步骤b)中热机械成型的钢丝;

[0042] d) 将在步骤c)中冷却的钢丝切割成一定长度以提供棒;

[0043] e) 将在步骤d)中已切割成一定长度的棒至少加热至成型温度,所述成型温度为高于钢丝的最低再结晶温度的温度、优选等于或大于奥氏体开始温度的温度;

[0044] f) 对在步骤e)中加热的棒进行热成型以提供弹簧或扭力杆;

[0045] g) 对在步骤f)中热成型的棒进行调质处理以提供弹簧或扭力杆,包括:

[0046] I. 将在步骤f)中热成型以提供弹簧或扭力杆的棒淬火到第一冷却温度,于是建立了至少部分马氏体结构,所述第一冷却温度为低于钢丝的最低再结晶温度的温度;

[0047] II. 将在步骤I中淬火的弹簧或扭力杆再加热至小于奥氏体开始温度的第一退火温度;

[0048] III. 将在步骤II中再加热的热成型弹簧棒冷却至第二冷却温度,所述第二冷却温度至少小于所述第一退火温度;

[0049] 其中通过在步骤c)中将钢丝冷却至低于所述最低再结晶温度的温度,所述钢丝被冷却成使得在钢丝中建立至少部分铁素体-珠光体结构。

[0050] 本发明的方法的特征在于,在热机械成型之后,将钢丝(如果切割成一定长度跟随在冷却后)或弹簧棒(如果切割成一定长度先于冷却)冷却至低于200℃的温度,使得在冷却的钢丝或弹簧棒中建立珠光体-铁素体结构。珠光体-铁素体结构的形成使钢丝或弹簧棒处于中间状态,在该状态下它呈现出高柔软度,因此也呈现出良好的加工顺从性。由于这种柔软性,可以在该方法中实现TMF与随后的热成型和调质处理的分离。在TMF与热成型或调质处理之间的时间段中,由于钢丝不处于硬化形式,因此其具有更好的加工顺从性。因此,钢丝或弹簧棒随后可以单独地经受另外的处理步骤,例如拉拔、精磨或精确切割成一定尺寸。由于TMF操作,在这种状态下的钢丝或弹簧棒已经具有精细结构,但是仍然是软的和冷的并因此具有良好的可加工性,使得这以改进的方式也是可能的。

[0051] 本发明还提供了钢丝在用于生产热成型的弹簧和/或扭力杆中的用途,包括以下步骤:

[0052] a) 提供钢丝;

[0053] b) 在所述钢丝的最低再结晶温度之上对步骤a)中提供的钢丝进行热机械成型,所述钢丝具有至少部分奥氏体结构;

[0054] c) 冷却在步骤b)中热机械成型的钢丝;

[0055] d) 将在步骤c)中冷却的钢丝切割成一定长度以提供棒;

[0056] e) 将在步骤d)中已切割成一定长度的棒至少加热至成型温度,所述成型温度为高于钢丝的最低再结晶温度的温度、优选等于或大于奥氏体开始温度的温度;

[0057] f) 对在步骤e)中加热的棒进行热成型以提供弹簧或扭力杆;

[0058] g) 对在步骤f)中热成型的棒进行调质处理以提供弹簧或扭力杆,包括:

[0059] I. 将在步骤f)中热成型以提供弹簧或扭力杆的棒淬火到第一冷却温度,于是建立了至少部分马氏体结构,所述第一冷却温度为低于钢丝的最低再结晶温度的温度;

[0060] II. 将在步骤I中淬火的弹簧或扭力杆再加热至小于奥氏体开始温度的第一退火温度;

[0061] III. 将在步骤II中再加热的热成型弹簧棒冷却至第二冷却温度,所述第二冷却温度至少小于所述第一退火温度;

[0062] 其中通过在步骤c)中将钢丝冷却至低于所述最低再结晶温度的温度,所述钢丝被冷却成使得在钢丝中建立至少部分铁素体-珠光体结构。

[0063] 珠光体-铁素体结构的形成使钢丝处于中间状态,在该状态下钢丝呈现出高柔软性,因此也呈现出良好的加工顺从性。由于这种柔软性,可以在该工艺中实现TMF与随后调质处理的分离。在TMF和调质处理之间的时间段中,由于其不是硬化形式,因此钢丝具有更好的加工顺从性。

[0064] 本发明可以在弹簧或扭力杆中或者在本发明的弹簧丝中实施,还可以在用于生产弹簧和/或扭力杆或者弹簧丝的方法中实施,还可以在钢丝用于生产弹簧和/或扭力杆的用途中实施。

具体实施方式

[0065] 在本发明的上下文中,弹簧被理解为意指由钢丝制成的部件,其在应力下屈服,并且在应力释放后回复到其初始状态。更具体地,弹簧可以是由钢丝以螺旋或螺线形式缠绕

或以棒的形式拉伸或弯曲的部件。弹簧的实例选自自由螺旋弹簧(特别是螺旋压缩弹簧、螺旋拉伸弹簧)、锥形弹簧、弹性弹簧、柔性弹簧(特别是螺线弹簧)、缠绕扭转弹簧及其组合构成的组。

[0066] 在本发明的上下文中,扭力杆被理解为意指杆元件,其中,当扭力杆在两端部被固定时,被固定的两个端部围绕杆元件的轴线相对于彼此进行枢转运动。更具体地,机械应力主要是通过相对于棒元件轴线沿切向方向作用的扭矩发生的。扭力杆还被理解为例如意指直的扭力杆、角扭力杆、扭力杆弹簧、扭力弹簧、稳定扭力杆、稳定器、分离的稳定器及其组合。

[0067] 在本发明的上下文中的热成型被理解为意指钢丝在再结晶温度之上的成型。更具体地,在热成型期间或紧接着在热成型之后,使材料例如钢再结晶,由此材料恢复其初始性能。更具体地,在TMF中改进了材料的性能。例如,热成型被称为材料结构以与成型同时的方式再结晶。热成型的实例是热缠绕、热弯曲及其组合。

[0068] 再结晶温度是在具有给定成型程度的冷成型结构的情况下在限定的时间段内导致完全再结晶的煅烧温度(Glüh­temperatur)。再结晶温度不具有固定值,而是取决于预先冷成型的程度和材料的熔化温度,特别是钢的熔化温度。例如,在钢的情况下,再结晶温度还取决于特定钢的碳含量和合金。

[0069] 最低再结晶温度被理解为意指仍然存在再结晶(特别是钢丝的结构再结晶)的最低温度。

[0070] 在本发明的上下文中的奥氏体开始温度被理解为意指转变为至少部分奥氏体结构的温度。更具体地,在奥氏体化温度下,存在向至少部分奥氏体结构的转变。

[0071] 在本发明的上下文中的调质处理可以是部分或完全调质处理。

[0072] 在本发明的上下文中,热传递,在发生时、例如步骤b)中的热机械成型、步骤d) I中的加热、步骤d) III的再加热和/或在另一热传递,被理解为意指选自热传导(特别是传导加热)、热辐射(特别是红外辐射)、感应加热、对流(特别是加热风扇)的一种及其组合。

[0073] 在本发明的上下文中的稳定器也被理解为意指稳定扭力杆。更具体地,稳定器的部段和/或分开的稳定器也被理解为意指本发明的稳定器。

[0074] 步骤g) II中的再加热与步骤g) III中的随后冷却一起被理解为意指退火。

[0075] 在本发明的优选实施方式中,弹簧和/或扭力杆利用具有碳含量在0.02重量%至0.8重量%范围内的钢丝进行生产。更具体地,在本发明的上下文中,具有碳含量在0.02重量%至0.8重量%范围内的钢被理解为意指亚共析钢。

[0076] 在本发明的优选实施方式中,步骤c)和d)以及/或者步骤d)和e)的顺序视需要而定(beliebig)。

[0077] 在本发明的优选实施方式中,步骤b)中的热机械成型在等于或大于奥氏体开始温度的温度下进行、优选在等于或大于奥氏体结束温度、更优选在从奥氏体结束温度至比奥氏体结束温度高50°C范围的温度下进行。

[0078] 在本发明的上下文中的奥氏体结束温度被理解为意指完成到奥氏体结构转变的温度。

[0079] 因此,在优选的实施方式中,设想在中间状态下、即在TMF之后并且在调质处理之前,钢丝仍然以连续丝的形式被卷起,特别是为存储或运输目的被卷绕。钢丝越柔软,越可

能容易卷绕。对于随后的调质处理,再次将钢丝退绕。因此,随后的调质处理与TMF完全解耦。

[0080] 本发明的工艺顺序还使得就温度范围而言能够使TMF与调质处理解耦。虽然在TMF期间的最佳成型温度刚好高于钢丝材料的奥氏体化温度、特别是比丝材料的奥氏体化温度高不到50℃,但加热至显著更高的温度对于调质处理是有利的。因此,在优选的配置中,调质处理温度高于成型温度、特别是比丝材料的奥氏体化温度高50℃以上。在该工艺中TMF和调质处理的分离允许为两个步骤中的每一个建立最佳温度。

[0081] 本发明的工艺顺序的另外的优点是,调质处理和TMF两个处理的解耦允许钢丝的两个处理以对于特定工艺而言均是最佳的(所需的)吞吐率进行。TMF中的钢丝的吞吐率不一定与调质处理中的相同。相比之下,在一条龙生产线中,两个处理中较慢的处理决定了两个处理的吞吐率,这意味着两个处理中的一个未在最佳条件下工作,即以不经济的方式工作。

[0082] 钢弹簧优选在热成型后仍具有高于奥氏体开始温度的温度。如果钢弹簧在热成型后具有等于或小于奥氏体开始温度的温度,则将钢弹簧再加热至高于奥氏体开始温度的温度。从高于奥氏体开始温度的该温度开始,然后可以在调质处理的过程中进行淬火。

[0083] 然而,淬火优选在热成型之后未中间冷却至低于奥氏体化温度的情况下进行。因此,来自热成型工艺的工艺热被用于调质处理。

[0084] 该工艺优选在热成型钢弹簧的生产中进行,其中在热成型之前单独的弹簧棒与钢丝分离。

[0085] 优选地,在生产热成型的螺旋弹簧中采用该方法。在这种情况下,弹簧棒被热缠绕以提供钢弹簧;仅在热缠绕之后对螺旋弹簧进行调质处理。

[0086] 同样优选地,在生产热成型的扭力杆弹簧中采用该方法。在这种情况下,弹簧棒通过热弯曲被进一步加工以提供扭力杆弹簧、特别是用于机动车辆底盘的稳定器;仅在热弯曲之后对扭力杆弹簧进行调质处理。

[0087] 在本发明的优选实施方式中,步骤c)中对钢丝的冷却至少进行到低于所述最低再结晶温度的温度、优选低于200℃的温度、更优选低于90℃的温度。

[0088] TMF之后的冷却优选以确保建立珠光体-铁素体结构的低冷却速率进行。为此,本领域技术人员可以采用与这种材料相对应的TTT曲线图,从该图中可以读出冷却速率。

[0089] 原则上,与已知方法相比,所提出的程序似乎是不经济的,因为在中间冷却之后,钢丝现在必须被再加热以用于热成型工艺。然而,已经发现,由此实现的解耦可以避免开头提到的缺点,这一点可以被评估为在技术方面更好并且比由一条龙制造带来的优点更经济有利。此外,这种中间冷却也可以以受控的方式实现,这种方式包括热交换器,借助于该热交换器,来自这种中间冷却的废热可再次用于TMF或以非常高的效率用于随后的调质处理。

[0090] 根据本发明,现在可以使用已经预处理的丝来生产冷成型的钢弹簧、特别是生产由钢制成的螺旋弹簧或扭力杆弹簧。钢丝具有小于200℃的温度、特别是室温。此外,钢丝已经经受热机械成型操作并且具有珠光体-铁素体结构。此外,钢丝已经被切割成一定长度以提供杆。这些杆现在被调质处理,调质处理包括以下步骤:将丝加热到高于丝的奥氏体化温度的调质处理温度并奥氏体化。随后,将杆热成型以产生热成型的钢弹簧,然后将加热至调质处理温度的杆淬火以便在杆中形成马氏体结构;对丝进行退火。关于本发明方法已经提

及的优点和改进可适用于上述应用。

[0091] 在本发明的优选实施方式中,在步骤e)中将棒加热至等于或大于奥氏体开始温度的温度、优选等于或大于奥氏体结束温度的温度、更优选在从奥氏体结束温度至比奥氏体结束温度大50°C范围的温度。

[0092] 在本发明的优选实施方式中,在步骤g) I中对在步骤f)中热成型的弹簧或棒进行的淬火使弹簧或棒结构经历向马氏体的至少部分转变,并且使弹簧或棒暴露于至少马氏体开始温度,由此钢丝的淬火优选进行到钢丝的小于或等于200°C的第一冷却温度。

[0093] 在本发明的上下文中的马氏体开始温度被理解为意指至少部分转变为马氏体结构的温度。

[0094] 在本发明的优选实施方式中,在步骤g)中对热成型以提供弹簧或扭力杆的棒的调质处理在钢丝的横截面上建立了硬度分布。例如,钢丝的硬度可以从钢丝的边缘向芯部变化。更具体地,硬度可以从钢丝的边缘向芯部降低或升高或者相等。优选地,硬度从钢丝的边缘向芯部下降。例如,这可以通过钢丝的边缘加热(Randerwärmen)进行,其中在步骤d)至步骤g)中的一个步骤之后进行随后的再冷却。

[0095] 在本发明的优选实施方式中,在步骤g)之后,在另外的步骤h)中,对热成型以提供弹簧或扭力杆的棒进行边缘加热和随后的再冷却,由此硬度从热成型的弹簧杆的边缘向芯部增加。

[0096] 在本发明的优选实施例中,在步骤c)之后,在另外的步骤i)中,卷绕钢丝。

[0097] 在本发明的优选实施方式中,在步骤c)至步骤g)中的一个步骤之后,在另外的步骤k)中,在低于第一退火温度的热喷射温度下、特别是在150°C至500°C的热喷射温度范围内,对钢丝和/或热成型以提供弹簧或扭力杆的棒进行热喷丸处理。

[0098] 在本发明的优选实施方式中,在步骤c)步骤至g)中的一个步骤之后,在另外的步骤j)中,对钢丝和/或热成型以提供弹簧或扭力杆的棒进行表面处理,其中至少部分地去除钢丝和/或热成型以提供弹簧或扭力杆的棒的表面。

[0099] 在本发明的优选实施方式中,所生产的弹簧和/或扭力杆具有大于40体积%、优选大于80体积%、更优选大于90体积%、最优选大于95体积%的马氏体含量。

[0100] 在本发明的优选实施方式中,该方法利用碳含量在0.02重量%至0.8重量%范围内的钢丝进行。

[0101] 在本发明的优选实施方式中,使用碳含量在0.02重量%至0.8重量%范围内的钢丝来实现热成型的弹簧和/或扭力杆的生产。

[0102] 本发明的优选实施例

[0103] 改进本发明的其它措施将在下文中与本发明的优选实施例的描述一起并参照附图进行详细讨论。图示出了:

[0104] 图1是本发明的一个实施方式中的本发明的方法的示意图,

[0105] 图2是用于根据图1的实施方式的温度分布,

[0106] 图3是根据现有技术的方法的示意图。

[0107] 下面一起描述图1和图2。将缠绕的钢丝1设置在环10上。首先将钢丝加热11到约800°C的第一成型温度 T_1 ,该温度高于钢丝1的最低再结晶温度、特别是高于在本例中为785°C的奥氏体化温度 A_{c3} 。然后钢丝1经受热机械成型12。当TMF紧随钢丝轧制工艺并且钢丝1s

的温度仍然处于期望的成型温度 T_1 时,可以省去加热11。

[0108] 热机械成型12可以通过多级孔型轧制来进行。随后,以使得在钢丝1中建立珠光体-铁素体结构即软结构的缓慢速率对钢丝1进行冷却13。这种冷却可以在没有任何进一步干预的情况下通过在室温或环境温度下简单储存来进行,但是这种冷却优选以受控的方式进行。附加地或替代地,冷却也可以在钢丝1的卷绕14期间或之后进行,这由于软的微结构状态而是可能的。为了冷却,可以提供热交换器,使得废热可以反馈回工艺。

[0109] 当之后卷绕钢丝1时,钢丝1可以从一个处理位置运输到下一个处理位置并在那里被进一步处理。在图2中,这一点由卷绕14之后的温度分布中的间隙示出。于是弹簧制造商可以从钢丝制造商购买通过热机械成型12预处理的钢丝1,并且不需要将进行TMF所需的设备保持在室内。这为弹簧制造商节省了空间和资本成本。

[0110] 在任意期望的存储和/或运输的时间段之后,开始钢丝1的热成型18'、18"和调质处理,因此不需要直接(或甚至在位置方面)跟着TMF。在退绕15之后,将钢丝1切割16成单独的棒2。关于钢丝1的切割,可以对钢丝1或切割的棒2进行另外的加工步骤,例如清洁、矫直、研磨和/或剥离。

[0111] 随后,为了准备热成型18',18",将棒2加热17到高于奥氏体化温度 Ac_3 的第二成型温度 T_2 。在本例中,第二成型温度 T_2 为约950°C。加热非常快速地进行,并且优选通过感应或传导装置进行。加热以至少50K/s、优选至少100K/s的加热速率进行。随后,棒2经受热缠绕18'以提供螺线弹簧3'或经受热弯曲18"以提供扭力杆3"。在没有任何显著地温度变化的情况下(尽管在热成型18'、18"期间和在淬火之前,弹簧3的温度可能相当略微降低),例如在油浴中进行淬火19,这在所生产的弹簧3中建立了马氏体结构。随后,对弹簧3进行退火20。

[0112] 根据现有技术的方法以示意形式在图3中示出。与本发明的构思不同,切割以提供棒2先于TMF的执行。TMF 12与热成型18、18'、18"和淬火19一起在一条龙生产线中进行。为进行TMF而加热的钢丝1在淬火之前保持在高于奥氏体化温度的温度。

[0113] 在其实施方面,本发明不限于上述优选的实施例。相反,存在多个可想到的变型,其利用甚至在基本上不同种类的执行中所提出的解决方案。从权利要求书、说明书或附图中显而易见的所有特征和/或优点,包括结构或三维布置的细节,对于本发明来说以其本身或各种各样的不同组合可能是必要的。

[0114] 工业适用性

[0115] 上述类型的弹簧和/或扭力杆被用于例如机动车辆、特别是机动车辆底盘的生产中。

[0116] 参考标记列表

[0117] 1 钢丝

[0118] 2 棒

[0119] 3 弹簧

[0120] 3' 螺旋弹簧

[0121] 3 扭力杆

[0122] 10 环

[0123] 11 加热

[0124] 12 热机械成型(TMF)

-
- [0125] 13 冷却
 - [0126] 14 卷绕
 - [0127] 15 退绕
 - [0128] 16 切割成一定长度
 - [0129] 17 加热
 - [0130] 18 热成型
 - [0131] 18' 热缠绕
 - [0132] 18" 热弯曲
 - [0133] 19 淬火
 - [0134] 20 退火

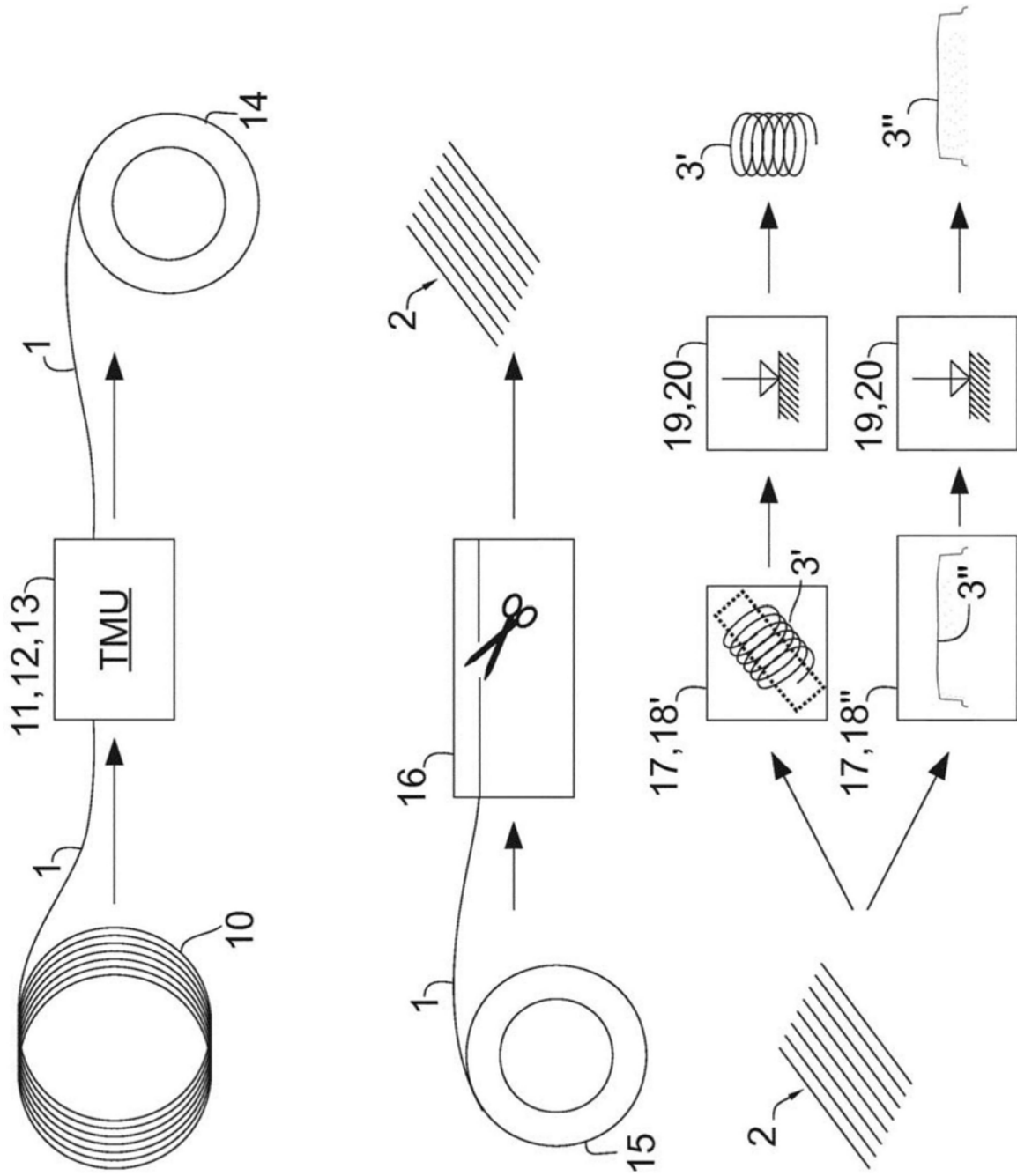


图1

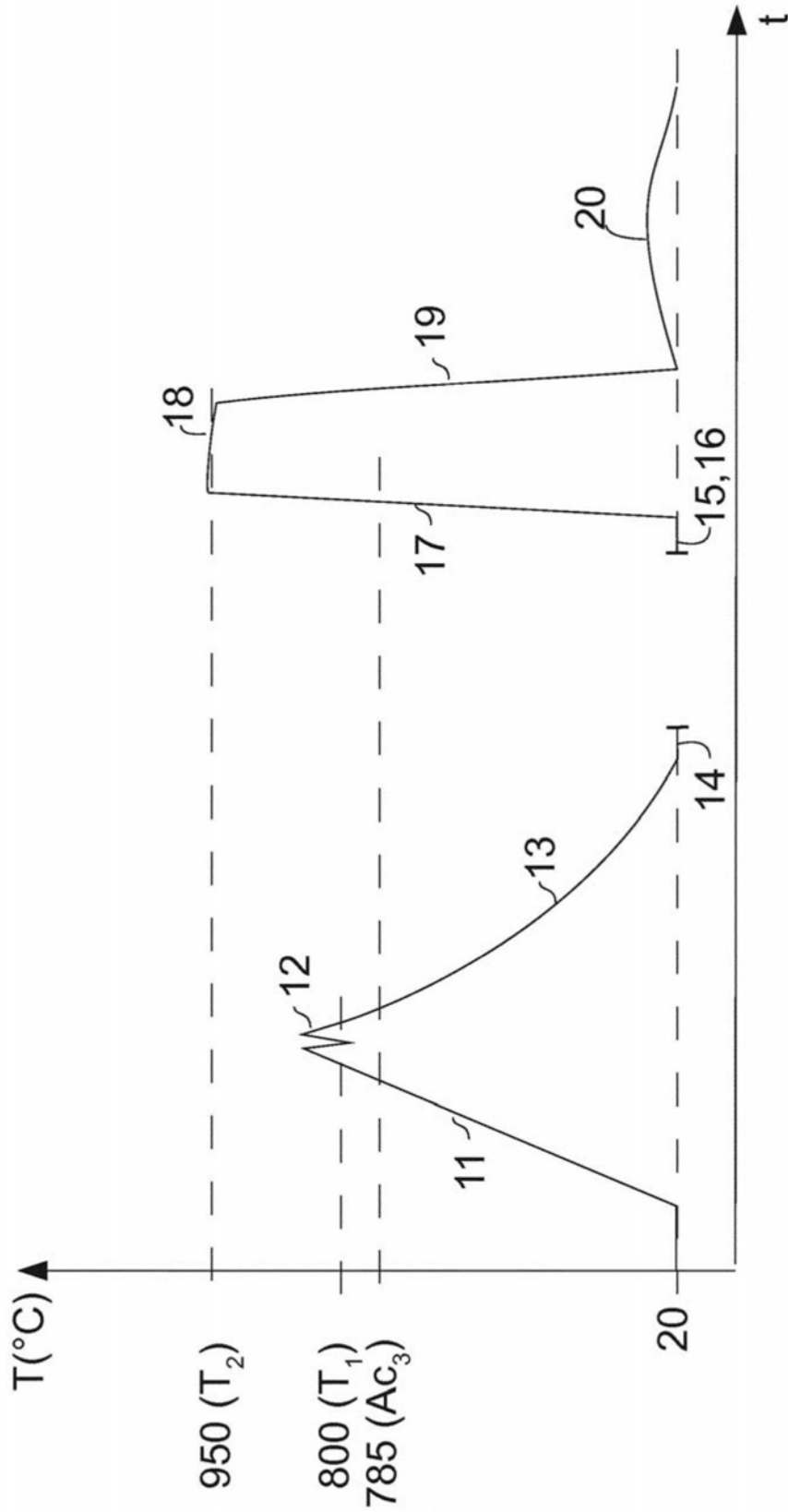


图2

现有技术

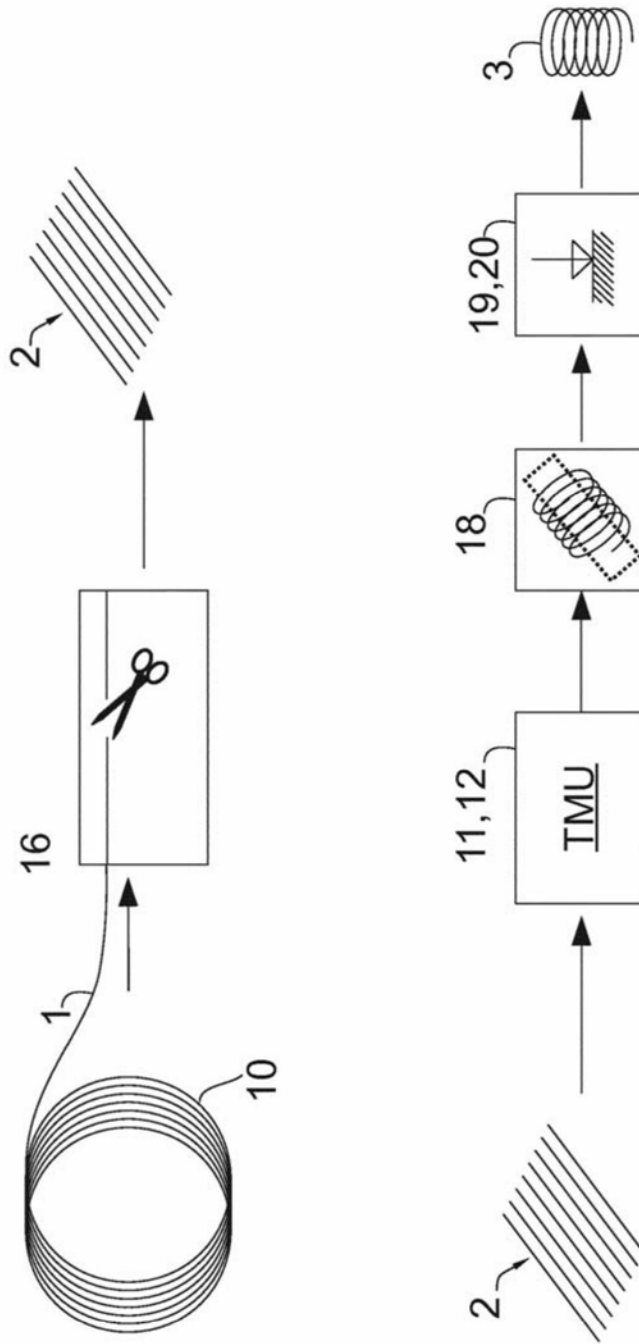


图3