



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119855925 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 18

(21) 申请号 202280099870.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.09.13

G21D 9/28 (2006.01)

G21D 1/10 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2025.03.07

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2022/034240 2022.09.13

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02024/057406 JA 2024.03.21

(71) 申请人 日本制铁株式会社  
地址 日本东京都

(72) 发明人 山根明仁 秦利行 小冢千寻

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

专利代理师 曲天佐

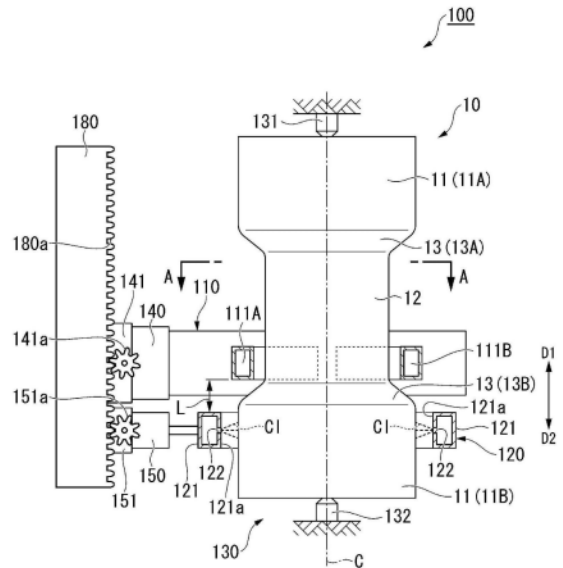
权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

移动淬火方法以及移动淬火装置

(57) 摘要

本发明提供一种移动淬火方法,其特征在于,通过多个高频线圈(111)加热轴状体(10),使冷却部(120)沿着轴状体(10)的轴向从高频线圈(111)的相对移动方向的后方跟随高频线圈(111),通过冷却部(120)对被高频线圈(111)加热的部位进行冷却,一边以使从轴状体(10)的表面到各个高频线圈(111)的距离恒定的方式使高频线圈(111)向与轴状体(10)的轴向正交的方向移动,一边进行移动淬火,高频线圈(111)通过台阶部(13)时的高频线圈(111)的轴向的速度比高频线圈(111)通过小径部(12)或大径部(11)时的高频线圈(111)的轴向的速度小。



1. 一种移动淬火方法,使用具备多个高频线圈和冷却部的移动淬火装置,对在轴向上具有小径部、大径部以及将所述小径部与所述大径部连接的台阶部的轴状体进行淬火,其特征在于,所述移动淬火方法包括如下步骤:

一边使插通于所述多个高频线圈的内侧的所述轴状体相对于所述多个高频线圈相对地旋转,并且使所述多个高频线圈相对于所述轴状体在所述轴向上相对地移动,一边利用所述高频线圈对所述轴状体进行加热,

使所述冷却部沿着所述轴状体的所述轴向从所述高频线圈的相对移动方向的后方跟随所述高频线圈,通过所述冷却部对由所述高频线圈加热后的部位进行冷却,

一边以使从所述轴状体的表面到各个所述高频线圈的距离恒定的方式使所述高频线圈向与所述轴状体的所述轴向正交的方向移动,一边进行移动淬火,

所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度小于所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度。

2. 根据权利要求1所述的移动淬火方法,其特征在于,

在将所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_0$ ,将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_s$ ,将所述多个高频线圈的与所述轴向正交的方向的速度设为 $V_c$ 时,下述的式1成立, $V_0^2 \leq V_s^2 + V_c^2 \dots$ 式1。

3. 根据权利要求1或2所述的移动淬火方法,其特征在于,

使所述高频线圈通过所述台阶部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离小于所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的移动淬火方法,其特征在于,所述冷却部喷射冷却介质,

使所述高频线圈通过所述台阶部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力小于所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力。

5. 一种移动淬火装置,用于对在轴向上具有小径部、大径部以及将所述小径部与所述大径部连接的台阶部的轴状体进行淬火,其特征在于,

所述移动淬火装置,

在所述轴向上具备多个高频线圈和冷却部,

具备能够控制所述多个高频线圈和所述冷却部的移动的控制部,各个所述高频线圈具有用于加热所述轴状体的高频感应部与连接于所述高频感应部的导电部,能够相对于所述轴状体在所述轴向上相对移动,并且能够在与所述轴向垂直的平面上相对地移动,

所述冷却部具有能够喷射冷却介质的喷射部,且能够相对于所述轴状体在所述轴向上相对地移动,

所述控制部,

能够以从所述轴状体的表面到各个所述高频线圈的距离恒定的方式在所述平面中控制所述高频线圈的移动,并且,

能够控制成所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度比所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度小。

6. 根据权利要求5所述的移动淬火装置, 其特征在于,

在将所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_0$ , 将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_s$ , 将所述多个高频线圈的与所述轴向正交的方向的速度设为 $V_c$ 时, 所述控制部能够以下述的式1成立的方式控制所述高频线圈,

$$V_0^2 \leq V_s^2 + V_c^2 \cdots \text{式1.}$$

7. 根据权利要求5或6所述的移动淬火装置, 其特征在于,

所述控制部能够将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离控制为比所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离小。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的移动淬火装置, 其特征在于, 所述控制部能够将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力控制为比所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力小。

## 移动淬火方法以及移动淬火装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及移动淬火方法以及移动淬火装置。

### 背景技术

[0002] 对于要求长寿命的钢制的部件,有时进行各种表面处理。特别是高频淬火由于使部件表面的表面硬度、耐磨损性、耐疲劳性提高,因此被广泛利用。因此,以往提出了各种高频淬火装置。例如,在对钢制的轴状体等长条的部件进行高频淬火的情况下,进行所谓的移动淬火。移动淬火(traverse hardening)是指一边使高频感应加热线圈(也称为高频线圈)及冷却单元沿着轴状体的轴向相对于轴状体相对地移动一边进行淬火的方法。

[0003] 在移动淬火中,通过高频线圈局部加热轴状体,直至轴状体的至少表层成为奥氏体相。接着,通过跟随高频线圈的冷却单元,向加热后的轴状体的表面喷射冷却液等冷却介质,在短时间内进行骤冷,由此使轴状体的表层成为马氏体相等的具有期望硬度的组织。

[0004] 轴状体在沿着其轴线的方向(也称为轴向)上,外径有时也不恒定。即,存在在轴状体的轴向上具有外径相对较小的小径部和外径相对较大的大径部的轴状体。另外,这些小径部和大径部通过外径在轴向上逐渐变化的台阶部连接。例如,在专利文献1或专利文献2所公开的技术中,通过使分割线圈在作为被加热体的轴状体的半径方向上进退,来应对轴状体的外径尺寸的变化。

[0005] 然而,这样的可变直径线圈方式虽然有设备构成变得简便的优点,但重要的是适当地控制线圈的移动速度。其理由如下所述。在轴状体的台阶部,为了在轴向上均匀地加热,在使线圈沿着轴截面的半径方向时,期望尽可能使沿着表面的移动速度恒定。如果不是使沿着表面的移动速度恒定,而是使线圈的轴向的移动速度恒定,则加热集中于台阶的角部,对台阶的凹部的加热反而变小。如果想要在使线圈的轴向的移动速度保持恒定的状态下抑制该不良情况,则对台阶的凹部的加热需要更多的电流,例如由于线圈的冷却能力的限制这种电流的上限的限制,产生无法施加充分的加热的不良情况。即,根据本发明人等,发现了如下问题:在专利文献1或专利文献2所公开的那样的使用分割线圈的以往构造中,在上述那样的将小径部与大径部连接的台阶部及其附近,无法充分地进行用于得到期望的组织的加热。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2008-150640号公报

[0009] 专利文献2:日本专利公报昭36-10457号公报

### 发明内容

[0010] 发明所要解决的技术问题

[0011] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供能够在轴向上外径不恒定的轴状体中的台阶部及其附近实施期望的淬火的移动淬火方法以及移动淬火装置。

[0012] 用于解决技术问题的技术方案

[0013] (1) 本发明的一方式的移动淬火方法使用具备多个高频线圈和冷却部的移动淬火装置,对在轴向上具有小径部、大径部以及将所述小径部与所述大径部连接的台阶部的轴状体进行淬火,其特征在于,所述移动淬火方法包括如下步骤:

[0014] 一边使插通于所述多个高频线圈的内侧的所述轴状体相对于所述多个高频线圈相对地旋转,并且使所述多个高频线圈相对于所述轴状体在所述轴向上相对地移动,一边利用所述高频线圈对所述轴状体进行加热,

[0015] 使所述冷却部沿着所述轴状体的所述轴向从所述高频线圈的相对移动方向的后方跟随所述高频线圈,通过所述冷却部对由所述高频线圈加热后的部位进行冷却,

[0016] 一边以使从所述轴状体的表面到各个所述高频线圈的距离恒定的方式使所述高频线圈向与所述轴状体的所述轴向正交的方向移动,一边进行移动淬火,

[0017] 所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度小于所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度。

[0018] (2) 也可以是,根据(1)所述的移动淬火方法,在将所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_0$ ,将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_s$ ,将所述多个高频线圈的与所述轴向正交的方向的速度设为 $V_c$ 时,下述的式1成立,

[0019]  $V_0^2 \leq V_s^2 + V_c^2 \dots$ 式1。

[0020] (3) 也可以是,根据(1)或(2)所述的移动淬火方法,使所述高频线圈通过所述台阶部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离小于所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离。

[0021] (4) 也可以是,根据(1)至(3)中任一项所述的移动淬火方法,所述冷却部喷射冷却介质,

[0022] 使所述高频线圈通过所述台阶部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力小于所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力。

[0023] (5) 本发明的一方式的移动淬火装置用于对在轴向上具有小径部、大径部以及将所述小径部与所述大径部连接的台阶部的轴状体进行淬火,其特征在于,

[0024] 所述移动淬火装置,

[0025] 在所述轴向上具备多个高频线圈和冷却部,

[0026] 具备能够控制所述多个高频线圈和所述冷却部的移动的控制部,各个所述高频线圈具有用于加热所述轴状体的高频感应部与连接于所述高频感应部的导电部,能够相对于所述轴状体在所述轴向上相对移动,并且能够在与所述轴向垂直的平面上相对地移动,所述冷却部具有能够喷射冷却介质的喷射部,且能够相对于所述轴状体在所述轴向上相对地移动,

[0027] 所述控制部,

[0028] 能够以从所述轴状体的表面到各个所述高频线圈的距离恒定的方式在所述平面中控制所述高频线圈的移动,并且,

[0029] 能够控制成所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度比所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度小。

[0030] (6) 也可以是,根据(6)所述的移动淬火装置,在将所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_0$ ,将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述高频线圈的所述轴向的速度设为 $V_s$ ,将所述多个高频线圈的与所述轴向正交的方向的速度设为 $V_c$ 时,所述控制部能够以下述的式1成立的方式控制所述高频线圈,

[0031]  $V_0^2 \leq V_s^2 + V_c^2 \cdots$ 式1。

[0032] (7) 也可以是,根据(5)或(6)所述的移动淬火装置,所述控制部能够将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离控制为比所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述轴向上的所述高频线圈与所述冷却部的距离小。(8) 也可以是,根据(5)至(7)中任一项所述的移动淬火装置,所述控制部能够将所述高频线圈通过所述台阶部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力控制为比所述高频线圈通过所述小径部或所述大径部时的所述冷却介质的喷射量或喷出压力小。

[0033] 发明效果

[0034] 根据本发明的移动淬火方法以及移动淬火装置,能够在轴向上外径不恒定的轴状体中的台阶部及其附近实施期望的淬火。

## 附图说明

[0035] 图1是将本发明的实施方式的移动淬火装置的一部分剖切而表示的图,并且是示意性地表示该移动淬火装置的侧视图。

[0036] 图2是示意性地表示在沿着轴状体的轴线的方向上俯视的情况下的、轴状体的部分截面以及两个高频线圈的剖视图,并且是表示高频线圈配合小径部的外径而移动的状态的图。

[0037] 图3是示意性地表示在沿着轴状体的轴线的方向上俯视的情况下的、轴状体的部分截面以及两个高频线圈的剖视图,并且是表示高频线圈配合大径部的外径而移动的状态的图。

[0038] 图4是示意性地表示在沿着轴状体的轴线的方向上俯视的情况下的、轴状体的部分截面以及三个高频线圈的剖视图,并且是表示高频线圈配合小径部的外径而移动的状态的图。

[0039] 图5是示意性地表示在沿着轴状体的轴线的方向上俯视的情况下的、轴状体的部分截面以及三个高频线圈的剖视图,并且是表示高频线圈配合大径部的外径而移动的状态的图。

[0040] 图6是用于说明本发明的实施方式中的加热部与冷却部相对于轴状体的位置关系的示意性立体图。

[0041] 图7是在通过轴状体的轴线的平面上剖视轴状体和高频线圈的示意性剖视图。

[0042] 图8是示意性地表示在沿着轴状体的轴线的方向上俯视的情况下的、轴状体的部分截面以及一个高频线圈的剖视图,并且是表示高频线圈配合小径部的外径而移动的状态的图。

[0043] 图9是示意性地表示在沿着轴状体的轴线的方向上俯视的情况下的、轴状体的部分截面以及一个高频线圈的剖视图,并且是表示高频线圈配合大径部的外径而移动的状态的图。

[0044] 图10是用于说明本发明的实施方式的移动淬火装置的框图。

### 具体实施方式

[0045] 以下,参照图1~图10对作为本发明的实施方式的移动淬火方法以及移动淬火装置进行说明。此外,本发明显然并不限于以下的实施方式。另外,在本发明的范围内,显然能够组合以下的实施方式的各要素。

[0046] 如图1所示,本实施方式的移动淬火装置100是用于使用高频电流对轴状体10进行移动淬火(traverse hardening)的装置。移动淬火是一边使具备高频感应加热线圈(也称为高频线圈)的加热部和具备跟随加热部的冷却环的冷却部相对于被加热体相对地移动一边进行淬火的方法。被加热体例如为轴状体。

[0047] (轴状体)

[0048] 轴状体10具备大径部11(大径部11A及大径部11B)和在沿着轴线C的方向上设置于大径部11A及大径部11B之间的小径部12。大径部11A、大径部11B以及小径部12分别形成圆柱状。大径部11A、大径部11B以及小径部12各自的中心轴配置为与共同的轴线即轴线C一致。在本实施方式中,将轴线C设为轴状体10的中心轴。以下,也将相对于小径部12配置于沿着轴线C的方向的一侧D1的部分称为第一大径部11A。也将相对于小径部12配置于沿着轴线C的方向的另一侧D2的部分称为第二大径部11B。

[0049] 第一大径部11A、小径部12以及第二大径部11B分别形成圆柱状,共用轴线C作为共同的中心轴。在观察大径部11A及大径部11B的与轴线C垂直的截面的情况下,小径部12的外径比大径部11A及大径部11B各自的外径小。此外,在本实施方式中,使大径部11A的外径与大径部11B的外径相同,但大径部11A的外径与大径部11B的外径也可以不同。

[0050] 在大径部11A或大径部11B与小径部12之间具有用于将它们连接的台阶部13(台阶部13A及台阶部13B)。台阶部13A及台阶部13B相对于轴状体10的轴线C以规定的角度倾斜。倾斜角度例如为 $15^{\circ}$ ~ $90^{\circ}$ 的范围。另外,在包含轴状体10的轴线C的平面中,台阶部13的外径没有特别限定,但也可以是如图1所例示那样将大径部11与小径部12平滑地连接的形状。在本实施方式的移动淬火装置100内,轴状体10以轴线C与移动淬火装置100的上下方向平行的方式配置。轴状体10例如由作为铁素体相或珠光体相的碳钢、含有95重量%以上的铁(Fe)的低合金钢等具有导电性的材料形成。轴状体也可以是铁路车辆用的车轴等。

[0051] 此外,轴状体10所具备的大径部11、台阶部13等的数量并不限于图1的例子。小径部12、大径部11、台阶部13的数量分别可以是1、2或3,也可以是4以上。例如,成为本实施方式的移动淬火方法以及移动淬火装置的对象轴状体也可以是具备一个大径部与一个小径部的轴状体。

[0052] (移动淬火装置)

[0053] 移动淬火装置100具备加热部110、冷却部120、支承部130、加热部移动装置140、冷却部移动装置150以及控制部160。如图1所示,加热部110具备多个高频线圈111(高频线圈111A以及高频线圈111B)。加热部110与作为移动单元的加热部移动装置140连接。冷却部120具备冷却环121。冷却部120与作为移动单元的冷却部移动装置150连接。支承部130具备上方中心部131和下方中心部132。上方中心部131从第一大径部11A的上方支承轴状体10的第一大径部11A。下方中心部132从第二大径部11B的下方支承轴状体10的第二大径部11B。

上方中心部131和下方中心部132以轴线C方向的一侧D1为上方、另一侧D2为下方的方式支承轴状体10。此外,轴状体10在被上方中心部131和下方中心部132支承的状态下,能够在以轴线C为中心的轴状体10的周向上旋转。经由上方中心部131和下方中心部132,通过驱动装置(未图示),在移动淬火时能够使轴状体10绕轴状体10的轴旋转。使轴状体10绕轴旋转是指使轴状体10向以轴状体10的轴线C为中心的周向上的任意方向旋转。连结上方中心部131的中心和下方中心部132的中心的线成为移动淬火装置100的上下方向(也称为上下方向)。

[0054] 加热部移动装置140支承加热部110,具备支承部件141和马达(未图示)。加热部移动装置140安装于齿条部件180。齿条部件180沿上下方向延伸。另外,在支承部件141设置有小齿轮141a,小齿轮141a与齿条部件180的齿轮部180a啮合。构成为若使马达驱动,则小齿轮141a旋转,加热部移动装置140相对于齿条部件180向上方或下方移动。

[0055] 冷却部移动装置150支承冷却部120,具备支承部件151和马达(未图示)。冷却部移动装置150安装于齿条部件180。在支承部件151设置有小齿轮151a,小齿轮151a与齿条部件180的齿轮部180a啮合。构成为若使马达驱动,则小齿轮151a旋转,冷却部移动装置150相对于齿条部件180向上方或下方移动。

[0056] 加热部移动装置140和冷却部移动装置150的移动速度由控制部160分别独立地控制。通过支承加热部110的加热部移动装置140和支承冷却部120的冷却部移动装置150在上下方向上移动,在轴状体10的轴向上进行移动淬火。即,移动淬火装置100的上下方向可以说是进行移动淬火的方

[0057] 另外,在图1中,作为加热部110及冷却部120的上下方向的移动机构,示出了使用齿条及小齿轮的例子,但本发明的移动机构不限于此,只要能够使加热部110及冷却部120相对于轴状体10在上下方向上相对移动即可。另外,图1虽然示出加热部110及冷却部120相对于固定的轴状体10移动的例子,但本发明的移动淬火方法以及移动淬火装置不限于该方式,也可以固定加热部110及冷却部120,使轴状体10相对于加热部110及冷却部120相对移动。另外,在图1中设想了使轴状体10的轴向朝向铅垂方向的例子,但在本发明的移动淬火方法以及移动淬火装置中不限于此,也可以使轴状体10的轴向朝向水平方向,还可以使轴状体10的轴向相对于铅垂方向倾斜。

[0058] (加热部)

[0059] 本实施方式的加热部110具备多个高频线圈。图2中示出在沿着轴线C的方向上从图1的A-A方向(与轴向平行的方向)观察加热部110所具备的高频线圈111A以及高频线圈111B与轴状体10的示意性的俯视图。在图2中,轴状体10以在小径部12的中途剖切的状态示出。如图2所示,加热部110所具备的高频线圈111A以及高频线圈111B在从沿着轴状体10的轴线C的方向观察的俯视时,具有以一部分包围轴状体10的方式形成为C字形的高频感应部112A以及高频感应部112B。高频感应部112A在其端部与导电部113a及113b连接。高频感应部112B也同样地在其端部与导电部113c及113d连接。

[0060] 高频线圈111A及高频线圈111B在以轴状体10的轴线C为中心的周向(也称为周向)上相互分离地排列配置。该周向与高频线圈111A的高频感应部112A及高频线圈111B的高频感应部112B延伸的方向平行。即,高频感应部112A及高频感应部112B延伸的平面(也称为横平面)相对于移动淬火装置100的上下方向垂直。另外,横平面相对于轴状体10的轴向垂直。

[0061] 在上述的横平面中,高频线圈111A的高频感应部112A及高频线圈111B的高频感应

部112B的形状也可以是图2所示那样的圆弧形。通过使高频感应部112A及高频感应部112B的形状为圆弧形,具有高频线圈111与轴状体10在圆周方向上均匀地大致接近的优点。在高频感应部112A及高频感应部112B的形状为圆弧形,与在轴线C上对置的高频感应部112A及高频感应部112B的各内表面(轴状体10侧的面)相切的上述横平面上的内切圆的直径优选比轴状体10的小径部12的外径大且比大径部11的外径小。

[0062] 或者,高频感应部112A及高频感应部112B中的一方或双方可以在上述的横平面中构成椭圆形状的一部分,也可以是由多条直线构成的形状。另外,高频线圈111A及高频线圈111B也可以是高频线圈111A的一部分与高频线圈111B的一部分在从轴状体10的轴向观察时重叠的形状。例如,图2的导电部113a和导电部113b也可以分别位于比导电部113d和导电部113c靠高频感应部112B侧的位置。在该情况下,在轴向上,高频线圈111A和高频线圈111B配置于互不相同的位置。

[0063] 导电部113a、导电部113b、导电部113c及导电部113d分别从高频感应部112A或高频感应部112B的各端部向远离轴状体10的方向延伸。更优选的是,导电部113a、导电部113b、导电部113c以及导电部113d分别在高频线圈111A与高频线圈111B最接近的位置沿与轴状体10的轴线C正交的方向延伸。

[0064] 高频线圈111A及高频线圈111B分别能够向相对于轴状体10远离或接近的方向移动。图2表示高频线圈111A及高频线圈111B最接近轴状体10的小径部12的状态。优选在该状态下进行小径部12的加热。另一方面,图3示出了高频线圈111A及高频线圈111B配合大径部11B的外径而向远离轴状体10的方向(图3的P方向)移动且包围轴状体10的大径部11B的状态。优选在该状态下进行大径部11的加热。在图3的状态下,高频线圈111A及高频线圈111B在轴状体10的轴线C的方向上移动,高频线圈111A及高频线圈111B在轴向上位于大径部11的位置。

[0065] 高频线圈111A的导电部113a以及113b与电源(未图示)连接,通过从电源向高频感应部112A供给高频电流,在轴状体10产生感应电流,通过轴状体10的电阻在轴状体10产生焦耳热。对于高频线圈111B也是同样的。例如,电流沿图2等所示的箭头i的朝向在高频线圈111A及高频线圈111B内流动。在多个高频线圈111中,在周向上,电流向相同的方向流动。

[0066] 高频线圈111A及高频线圈111B也可以分别经由线圈移动部(未图示)与加热部110连接。线圈移动部具备驱动马达以及工作台,构成为能够使高频线圈111A以及高频线圈111B分别在与轴状体10的轴线C正交的方向、即横平面上移动。高频线圈111A及高频线圈111B在横平面中的移动由控制部160控制。上述的电源可以固定于加热部110,也可以通过线圈移动部与高频线圈111一起移动。

[0067] 移动淬火装置100所具备的多个高频线圈111的数量从能够使高频线圈111与轴状体10的接近部连续且在圆周方向上最长这一点出发优选为两个。另外,从延长接近部的长度,并且即使跟随轴状体10的直径的变化而使多个高频线圈111之间变窄或变宽,高频线圈111与轴状体10的间隙也不会过宽的观点出发,优选图4及图5所示的3个。在采用图4以及图5所示那样的三个高频线圈211(高频线圈211A、211B以及211C)的情况下,能够采用与使用上述的两个高频线圈111以及加热部110的情况相同的构成。此外,多个高频线圈111在横平面中相互分离地配置。优选多个高频线圈111分别能够在与实施移动淬火的轴状体10的轴线C正交的方向上移动。

[0068] 高频线圈111的延伸方向上的各部的截面可以是图1所示那样的矩形形状,也可以是椭圆形状、正圆形状。另外,高频线圈111的内部也可以为空洞,供用于冷却的制冷剂流动。

[0069] 从非磁性且不易产生涡流损耗、电阻小且也不易产生焦耳损耗的材料的理由出发,高频线圈111优选由铜等材料形成。另外,也可以用具有耐热性且绝缘性高的酚醛树脂、硅等材料覆盖高频线圈111的表面,以便即使高频线圈111之间或高频线圈111与轴状体10接触也不会短路,。

[0070] 高频线圈111例如也可以在导电部113a、导电部113b、导电部113c以及导电部113d分别经由支承部件(未图示)连接于加热部110。

[0071] (冷却部)

[0072] 冷却部120配置于加热部110的相对移动方向的后方。相对移动方向是指在移动淬火时加热部110相对于轴状体10沿轴向相对移动的方向。在本实施方式的情况下,加热部110一边向图1的D1的方向移动一边实施移动淬火,因此如图1所示,冷却部120配置于加热部110的下侧。图6例示本实施方式中的加热部110与冷却部120相对于轴状体10的位置关系。

[0073] 冷却部120在本实施方式中形成为环状。冷却部120具有轴状体10能够插通的内部空间。在冷却部120中的朝向冷却环121的内部空间的内周面121a,在周向上相互分离地形成有作为喷射部的多个喷射喷嘴122。能够从各喷射喷嘴122朝向内部空间喷射冷却介质。冷却部120的形状并不限定于图6所示那样的环状,在与上下方向垂直的横平面中,也可以是圆形、椭圆形、长方形等。

[0074] 在冷却部120联结有泵(未图示)。泵将冷却介质c1向冷却部120供给。供给至冷却部120的冷却环121的冷却介质c1通过多个喷射喷嘴122朝向轴状体10喷射,冷却轴状体10。冷却介质c1例如是水、油、基于油的水溶液等。冷却介质c1的喷射量例如能够通过由控制部160控制泵来调整。

[0075] 图7表示以通过轴状体10的轴线的平面剖视轴状体10和高温线圈111的示意性的剖视图。图7的X坐标轴与轴状体10的轴线C正交,与Z坐标轴及Y坐标轴正交。Y坐标轴朝向与图7的纸面垂直的方向,与X坐标轴以及Z坐标轴正交。Z坐标轴与轴线C(移动淬火装置100的上下方向)平行,Z坐标的正方向与D1的方向一致。

[0076] 在此,若在将线圈控制为沿着台阶部的表面的速度恒定的基础上,使冷却环跟随线圈,则在台阶部的曲面部移动时,冷却环的移动速度大幅降低。于是,产生冷却在被加热体的轴向上变得不均匀的不良情况。在本实施方式的移动淬火装置100中,以从轴状体10的表面到高频线圈111A及高频线圈111B的距离恒定的方式进行控制。从轴状体10的表面到高频线圈111A及高频线圈111B的距离是被定义为轴状体10的表面与高频线圈111的表面之间的最短距离的距离。通过在高频线圈111中流动的电流而在作为被加热体的轴状体10中产生的涡电流根据高频线圈111与被加热体的距离而大幅变化,但通过将该距离保持为恒定以避免该变化,使得涡电流的大小成为恒定,加热也被保持为恒定。图7的假想线m是在通过轴状体10的轴线的平面中,以与轴状体10的表面垂直的方向上的距轴状体10的表面的距离恒定的方式引出的线。高频线圈111相对于轴状体10的最接近点的部位在该假想线m上移动。

[0077] 在此,将高频线圈111相对于轴状体10的相对移动速度的Z坐标分量设为 $V_z$ ,将高频线圈111相对于轴状体10的相对移动速度的X坐标分量设为 $V_x$ 。 $V_z$ 相当于高频线圈111相对于轴状体10的轴向的相对移动速度。 $V_x$ 相当于与轴状体10的轴线C正交的方向上的、高频线圈111相对于轴状体10的相对移动速度。

[0078] 在这样规定的情况下,在本实施方式的移动淬火装置中,在高频线圈111通过大径部11或小径部12时,高频线圈111在轴向上移动,在与轴线C正交的方向上不移动,因此 $V_x$ 为0。因此,高频线圈111通过大径部11或小径部12时的沿着假想线m的高频线圈111的移动速度 $V_0$ 与Z坐标分量的速度 $V_{0z}$ 相等。

[0079] 另一方面,在高频线圈111通过台阶部13时,高频线圈111沿轴向移动,并且也沿与轴线C正交的方向移动。因此,高频线圈111通过台阶部13时的沿着假想线m的高频线圈111的移动速度 $V_1$ 满足下述的式A的关系。

$$[0080] \quad V_1^2 = V_{1x}^2 + V_{1z}^2 \cdots \text{式A}$$

[0081] 在此, $V_{1x}$ 是高频线圈111通过台阶部13时的X坐标分量的速度, $V_{1z}$ 是高频线圈111通过台阶部13时的Z坐标分量的速度。

[0082] 在本实施方式的移动淬火装置100中,优选高频线圈111通过大径部11、小径部12以及台阶部13时的、沿着假想线m的高频线圈111的移动速度尽可能恒定。换言之,高频线圈111以满足 $V_0 = V_1$ 的关系的方式移动。在此,根据 $V_0 = V_{0z}$ 、 $V_0 \leq V_1$ 这样的关系和式A,导出下述的式B。

$$[0083] \quad V_{0z}^2 \leq V_{1x}^2 + V_{1z}^2 \cdots \text{式B}$$

[0084] 作为移动淬火装置100的控制,优选满足 $V_0 = V_1$ 这样的关系,但例如由于用于使移动装置移动的马达等致动器的响应性能、使冷却部120喷射的冷却介质C1的流量变化时的响应性能这样的各种限制,有时也无法成为 $V_0 = V_1$ ,优选为在该限制下也尽可能接近 $V_0 = V_1$ 。

[0085] 由于通过在高频线圈111中流动的电流而在作为被加热体的轴状体10中产生的涡电流,被加热体的表面发热,但通过如上述那样将每单位时间的移动距离保持为恒定,轴状体10的表面单位长度中的每单位时间的该发热能量也恒定。

[0086] 根据式B可知,高频线圈111通过台阶部13时的轴向上的高频线圈111的移动速度 $V_{1z}$ 小于高频线圈111通过大径部11或小径部12时的轴向上的高频线圈111的移动速度 $V_{0z}$ 。在本实施方式的移动淬火装置100中,通过设为这样的构成,能够在轴向上外径不恒定的轴状体中的台阶部及其附近实施所希望的淬火。

[0087] 即,在本实施方式的移动淬火装置100中,在将高频线圈111通过台阶部13时的高频线圈111的轴向的速度设为 $V_s$ ,将与高频线圈111的轴向正交的方向的速度设为 $V_c$ 时,更优选以下述的式1成立的方式控制高频线圈111的移动速度。

$$[0088] \quad V_0^2 \leq V_s^2 + V_c^2 \cdots \text{式1}$$

[0089]  $V_s$ 与上述的 $V_{1z}$ 相同, $V_c$ 与上述的 $V_{1x}$ 相同。

[0090] 此外,如图8所示,从轴状体10的表面到高频线圈111A以及高频线圈111B的距离设为在横平面中从垂直于轴状体10的表面的方向上的轴状体10的表面到高频线圈111的高频感应部112的距离的平均距离。例如,在图8的例子中,从小径部12的轴状体10的表面到高频线圈111的高频感应部112的距离 $d$ 在周向上恒定。另一方面,例如在图9的例子中,从大径部

11的轴状体10的表面到高频线圈111的高频感应部112的距离在周向上不固定。在该情况下,采用从轴状体10的表面到高频线圈111的高频感应部112的距离最短的部位与最长的部位的算术平均的值。在图8或图9中,为了说明仅示出一个高频线圈111A。

[0091] 另外,优选多个高频线圈111在横平面中以彼此相同的速度移动。通常,若用于淬火的加热后的冷却延迟,则有时被淬火的部位的一部分发生珠光体相变等而无法实施充分的淬火。另外,即使在迅速地进行加热后的冷却的情况下,由于从加热到冷却的时间,淬火部位的晶体的粒径发生变化,或者残留奥氏体的体积分率发生变化,从而淬火后的材料的硬度、机械特性发生变化。但是,在本实施方式的移动淬火装置100中,通过设为如下的构成,能够抑制这样的淬火后的材料的硬度、机械特性的变化。

[0092] 在本实施方式的移动淬火装置100中,更优选将高频线圈111通过台阶部13时的轴向上的高频线圈111与冷却部120的距离控制为比高频线圈111通过大径部11或小径部12时的轴向上的高频线圈111与冷却部120的距离小。通过采用这样的构成,从加热到冷却开始的时间接近恒定,能够抑制粒径的变化和残留奥氏体的体积分率的变化,因此材料的硬度和机械特性变得恒定。另外,具有冷却部120的移动速度接近恒定、冷却能力也接近恒定的优点。此外,在该动作中,具体而言,优选为控制冷却部120的轴向位置,以使冷却部120的端部(移动方向前方的端部)在一定时间后通过高频线圈111的端部(移动方向后方的端部)所通过的轴向位置。通过这样的动作,高频线圈111与冷却部120的轴向上的距离在高频线圈111的轴向的移动速度慢的情况下,与高频线圈111的轴向的移动速度快的情况相比,高频线圈111与冷却部120的距离变小。

[0093] 如图1中作为距离L例示的那样,轴向上的高频线圈111与冷却部120的距离是移动淬火装置100的上下方向上的从高频线圈111的下端部到冷却部120的上端部的距离。换言之,高频线圈111的下端部是移动方向后方的端部,冷却部120的上端部是移动方向前方的端部。在本实施方式的移动淬火装置100中,更优选的是将高频线圈111通过台阶部13时的冷却介质c1的喷射量控制为比高频线圈111通过大径部11或小径部12时的冷却介质C1的喷射量少。

[0094] 作为冷却的方式,优选为调整冷却介质C1的喷出量或喷出压力来控制冷却能力,以将CCT曲线上的冷却速度抑制在不产生硬度变化的范围。更具体而言,在高频线圈111的轴向的移动速度快的情况下,增多冷却介质C1的喷出量或增强冷却介质C1的喷出压力,在加热线圈的轴向的移动速度慢的情况下,减少冷却介质C1的喷出量或减弱冷却介质C1的喷出压力。热传递系数 $h$ 与喷射水量(水量密度) $W$ 的关系例如示出了 $h$ 与 $W$ 的 $n$ 次方( $n$ 为由水冷条件决定的常数)成比例(三塚:高温钢材的冷却技术,铁和钢/79卷6号,p.N405-N416(1993))。在此,若冷却部120的移动速度快,则每单位时间的冷却能力与速度成反比地下降,因此以使热传递系数 $h$ 增大速度上升率的量的方式决定 $W^n$ 的喷射水量 $W$ 。这样,与冷却部120的移动速度无关地将冷却能力保持为恒定,因此能够将被加热体的冷却速度保持在期望的范围。

[0095] 图10表示本实施方式的移动淬火装置100的框图。在本实施方式的例子中,说明了控制部160控制加热部移动装置140以及冷却部移动装置150的轴向上的移动、以及高频线圈111的横平面上的移动、或者冷却部120所具备的泵的冷却介质C1的喷射量。但是,移动淬火装置100也可以构成为具备多个控制部,由各个控制部进行这些移动的控制、冷却介质的

喷射量的控制。例如,也可以具备能够使高频线圈111的轴状体10的轴向的移动速度 $V_z$ 和与轴线C正交的方向的 $V_x$ 独立地变化的线圈位置控制部。另外,也可以具备能够与加热部移动装置140下的加热部110的移动速度独立地控制冷却部移动装置150下的冷却部120的轴向的移动速度的控制部。

[0096] 接着,对使用本实施方式的移动淬火装置100对轴状体10进行移动淬火的方法进行说明。

[0097] 首先,如图1所示,使加热部110及冷却部120位于轴状体10的下端侧。接着,使高频电流流过高频线圈111。另外,驱动泵,从冷却部120的多个喷射喷嘴122喷出冷却介质 $c_1$ 。接着,通过支承部130使轴状体10旋转。然后,驱动马达,使加热部移动装置140和冷却部移动装置150相对于齿条部件180向上方移动。由此,加热部110及冷却部120依次外插于轴状体10,并向上方移动。

[0098] 在加热部110中,通过供给至高频线圈111的高频电流,在轴状体10的表面产生感应电流,通过轴状体10的电阻产生焦耳热,轴状体10的表层被加热至奥氏体相的形成区域。

[0099] 接着,冷却部120上升至被加热部110加热的部位,向轴状体10的加热部位喷射冷却介质 $c_1$ 。由此,轴状体10的至少表层被骤冷而生成马氏体组织。通过加热部110及冷却部120从轴状体10的下端朝向上端上升,依次进行加热部110的加热与冷却部120的冷却,轴状体10的表面被高频淬火。

[0100] 在本实施方式的移动淬火方法中,以使从轴状体10的表面到各个高频线圈111的距离恒定的方式使高频线圈111向与轴状体10的轴向正交的方向移动,高频线圈111通过台阶部13时的高频线圈111的轴向的速度比高频线圈111通过小径部12或大径部11时的高频线圈111的轴向的速度小。由此,能够在轴向上的外径不恒定的轴状体10中的台阶部13及其附近实施期望的淬火。

[0101] 本发明包括移动淬火装置的使用,移动淬火装置用于对在轴向上具有小径部、大径部以及连接小径部和大径部的台阶部的轴状体进行淬火,其特征在于,移动淬火装置在轴向上具备多个高频线圈和冷却部,具备能够控制多个高频线圈和冷却部的移动的控制部,各个高频线圈具有用于加热轴状体的高频感应部和与高频感应部连接的导电部,能够相对于轴状体在轴向上相对移动并且能够在与轴向垂直的平面上相对地移动,冷却部具有能够喷射冷却介质的喷射部,能够相对于轴状体在轴向上相对地移动,控制部能够以从轴状体的表面到各个高频线圈的距离恒定的方式在平面中控制高频线圈的移动,并且,能够控制成使高频线圈通过台阶部时的高频线圈的轴向速度小于高频线圈通过小径部或大径部时的高频线圈的轴向速度。

[0102] 在上述的移动淬火装置的使用中,也可以是,在将高频线圈通过小径部或者大径部时的高频线圈的轴向的速度设为 $V_0$ 、将高频线圈通过台阶部时的高频线圈的轴向的速度设为 $V_s$ 、将多个高频线圈的与轴向正交的方向的速度设为 $V_c$ 时,控制部能够以使下述的式1成立的方式控制高频线圈。

$$[0103] \quad V_0^2 \leq V_s^2 + V_c^2 \cdots \text{式1}$$

[0104] 在上述的移动淬火装置的使用中,也可以是,控制部能够将高频线圈通过台阶部时的高频线圈与冷却部的距离控制为比高频线圈通过小径部或大径部时的高频线圈与冷却部的距离小。

[0105] 在上述的移动淬火装置的使用中,也可以是,控制部能够将高频线圈通过台阶部时的冷却介质的喷射量或喷出压力控制为比高频线圈通过小径部或大径部时的冷却介质的喷射量或喷出压力小。

[0106] 实施例

[0107] [实验例1]

[0108] 使用具备多个高频线圈的移动淬火装置,为了验证对在轴向上具有小径部、大径部、以及连接所述小径部和大径部的台阶部的轴状体进行移动淬火时的台阶部的加热状态,进行了基于数值模拟的分析。在本实验例中,轴状体为碳钢制,小径部的外径设为170mm,大径部的外径设为200mm。高频线圈的数量为4。

[0109] 在本实验例中,在使高频线圈依次通过大径部、台阶部、小径部时,通过控制轴状体的轴向和与轴向垂直的方向上的高频线圈的移动速度,使高频线圈距轴状体的表面的距离恒定。另外,以高频线圈通过台阶部时的高频线圈的轴向的速度比高频线圈通过大径部或小径部时的高频线圈的轴向的速度小的方式控制高频线圈的移动速度。具体而言,如下述的表1所示,高频线圈的移动速度(进给速度)恒定。因此,高频线圈的轴向上的速度在通过台阶部时比通过大径部或小径部时慢。59秒~74秒及105秒~121秒的时间是通过台阶部的时间。此外,冷却部的移动速度与高频线圈的轴向上的速度相同。

[0110] [表1]

[0111]

时间(sec)	进给速度(mm/sec)	电流振幅值(A)
0-10	0.0	28000
-59	2.0	28000
-67	2.0	28000
-74	2.0	28000
-105	2.0	28000
-112	2.0	34000
-121	2.0	34000
-136	2.0	30000
-209	2.0	28000

[0112] 大径部与台阶部的边界处的轴状体的表面的温度为1176°C。另外,该部位的被加热至800°C以上的区域的距表面的深度为5mm。

[0113] [实验例2]

[0114] 通过与实验例1同样的数值模拟进行分析。在本实验例中,采用与实验例1相同的轴状体和高频线圈。通过控制轴状体的轴向和与轴向垂直的方向上的高频线圈的移动速度,使高频线圈距轴状体的表面的距离恒定,这一点与实验例1相同。

[0115] 在本实验例中,控制成高频线圈在轴向上以恒定的速度移动。因此,如下述的表2所示,高频线圈的移动速度(进给速度)在大径部或小径部与台阶部发生变化。此外,冷却部的移动速度与高频线圈的轴向上的速度设为相同。36秒~43.4秒及64.1秒~71.95秒的时间是通过台阶部的时间。

[0116] [表2]

时间 (sec)	进给速度 (mm/sec)	电流振幅值 (A)
0-10	0.0	28000
-36	3.0	35000
-38.7	6.0	42000
-43.4	3.0	42000
-64.1	3.0	33000
-68.8	3.0	42000
-71.95	8.6	45000
-81.95	3.0	38000
-130.65	3.0	38000

[0117]

[0118] 大径部与台阶部的边界处的轴状体的表面的温度为1287°C。另外,该部位的被加热至800°C以上的区域的距表面的深度为4mm。

[0119] 根据上述的结果,在实验例1中,在轴状体的台阶部的表面得到适当的加热温度,并且达到规定的温度的淬火的深度也充分。另外,由表1及表2可知,在实验例2中,为了实现上述的加热温度,必须使施加于高频线圈的电流振幅值在台阶部周边增加。另一方面,在实验例1中,可知在抑制了电流振幅值的增加的状态下得到了期望的淬火温度和淬火的深度。

[0120] [实验例3]

[0121] 在本实验例中,为了验证使用具备多个高频线圈的移动淬火装置对碳钢制、具有恒定的外径(170mm)的圆柱状的轴状体进行移动淬火时的淬火状态,进行了基于数值模拟的分析。高频线圈的高频感应部的形状设为沿着轴状体的外径,高频线圈的数量设为3。

[0122] 如以下所示,计算出使冷却部的冷却能力、高频线圈与冷却部的距离、以及高频线圈与冷却部的移动速度变化时的轴状体的硬度分布,评价了表面硬度与烧结深度(日文:烧深さ)。表面硬度和烧结深度的评价方法通过如下方式进行:通过磁场分析和导热分析求出轴状体的温度分布,并且根据轴状体的各部位的温度分布的时间序列推移推测相变,在此基础上计算冷却后的硬度。表3及表4表示将马氏体分率90%的硬度设为1时的表面硬度的比率,表5及表6表示距成为马氏体分率70%以上的硬度的范围的表面的厚度(mm,烧结深度)。表的冷却部的冷却能力是指轴状体表面的对流热传递系数。高频线圈与冷却部的距离如上述实施方式的规定那样。另外,高频线圈和冷却部在轴状体的轴向上以表中所示的相同速度移动。

[0123] [表3]

高频线圈与冷却部的距离		30mm			
冷却部的冷却性能		5.0kW/(m <sup>2</sup> K)	7.5kW/(m <sup>2</sup> K)	10kW/(m <sup>2</sup> K)	15kW/(m <sup>2</sup> K)
[0124] 高频线圈与冷却部的移动速度	1mm/s	0.88	1.03	1.06	1.09
	2mm/s	0.97	1.06	1.09	1.10
	3mm/s	1.01	1.07	1.09	1.10
	9mm/s	1.02	1.08	1.09	1.10

[0125] [表4]

高频线圈与冷却部的距离		90mm			
冷却部的冷却性能		5.0kW/(m <sup>2</sup> K)	7.5kW/(m <sup>2</sup> K)	10kW/(m <sup>2</sup> K)	15kW/(m <sup>2</sup> K)
[0126] 高频线圈与冷却部的移动速度	1mm/s	0.76	0.88	0.92	0.92
	3mm/s	0.95	1.03	1.05	1.07
	9mm/s	0.97	1.06	1.08	1.09

[0127] [表5]

高频线圈与冷却部的距离		30mm			
冷却部的冷却性能		5.0kW/(m <sup>2</sup> K)	7.5kW/(m <sup>2</sup> K)	10kW/(m <sup>2</sup> K)	15kW/(m <sup>2</sup> K)
[0128] 高频线圈与冷却部的移动速度	1mm/s	1.5	4.0	5.4	6.8
	2mm/s	3.8	6.1	6.7	7.2
	3mm/s	4.6	5.4	5.7	5.9
	9mm/s	3.7	4.0	4.1	4.2

[0129] [表6]

高频线圈与冷却部的距离		90mm			
冷却部的冷却性能		5.0kW/(m <sup>2</sup> K)	7.5kW/(m <sup>2</sup> K)	10kW/(m <sup>2</sup> K)	15kW/(m <sup>2</sup> K)
[0130] 高频线圈与冷却部的移动速度	1mm/s	0.0	1.8	2.7	3.5
	3mm/s	2.6	3.4	3.7	3.9
	9mm/s	2.9	3.7	3.9	4.1

[0131] 由表3及表4的结果可知,若高频线圈与冷却部的移动速度变慢,则存在淬火引起的硬度减少的倾向。另一方面,若缩短高频线圈与冷却部的距离,则能够抑制硬度的减少。由此可知,在轴状体具有台阶部,高频线圈通过台阶部时的高频线圈的轴向的速度小于高频线圈通过小径部或大径部时的高频线圈的轴向的速度的情况下,通过使高频线圈通过台阶部时的轴状体的轴向上的高频线圈与冷却部的距离小于高频线圈通过小径部或大径部时的轴向上的高频线圈与冷却部的距离,能够确保淬火硬度。

[0132] 另外,由表3及表4的结果可知,若高频线圈与冷却部的移动速度变慢,则存在淬火引起的硬度减少的倾向,但通过提高冷却部的冷却能力,也能够抑制硬度的减少。由此可知,通过使高频线圈通过台阶部时的冷却介质的喷射量或喷出压力小于高频线圈通过小径部或大径部时的冷却介质的喷射量或喷出压力,能够确保淬火硬度。

[0133] 进而,根据表5及表6的结果可知,通过与线圈与冷却部的移动速度配合地调整冷却部的冷却能力,能够将烧结深度保持为恒定。在表5中,配合于烧结深度5mm来调整对流热传递率。在表6中,配合于烧结深度3mm来调整对流热传递率。

[0134] 根据本实验例的结果可知,除了加热线圈的速度控制之外,通过适当地控制冷却部的移动速度、冷却能力,能够确保期望的淬火硬度。由此,能够抑制粒径的变化、残留奥氏体的体积分率的变化,因此能够将材料的硬度、机械特性保持为恒定。

[0135] 工业上的可利用性

[0136] 根据本发明的移动淬火方法以及移动淬火装置,能够在轴向上的外径不恒定的轴状体中的台阶部及其附近实施期望的淬火,因此其工业价值极高。

[0137] 附图标记说明

[0138] 100 移动淬火装置

[0139] 110 加热部

[0140] 111A、111B、211A、211B、211C高频线圈

[0141] 112A、112B、212A、212B、212C高频感应部113a、113b、113c、113d、213a、213b、213c、213d、213e、213f导电部

[0142] 120 冷却部

[0143] 130 支承部

[0144] 140 加热部移动装置

[0145] 150 冷却部移动装置

[0146] 160 控制部

[0147] 10 轴状体

[0148] 11A、11B大径部

[0149] 12小径部

[0150] 13A、13B台阶部

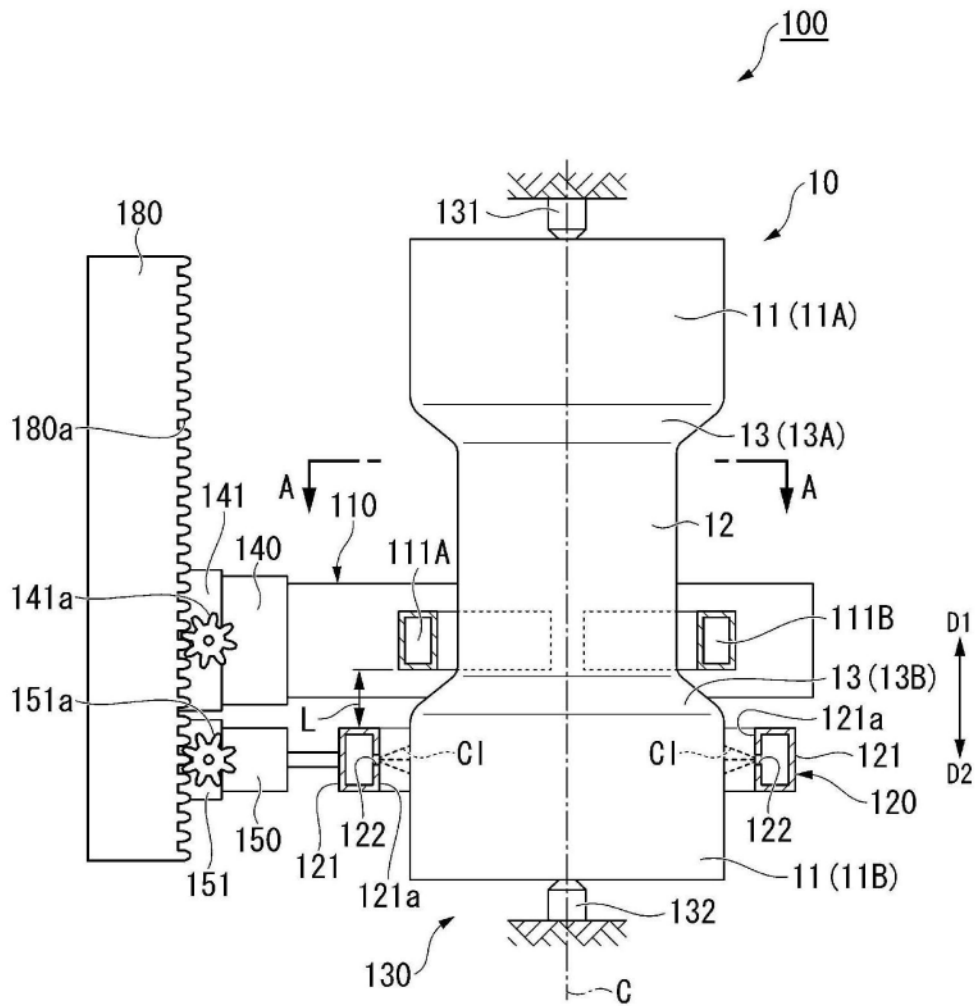


图1

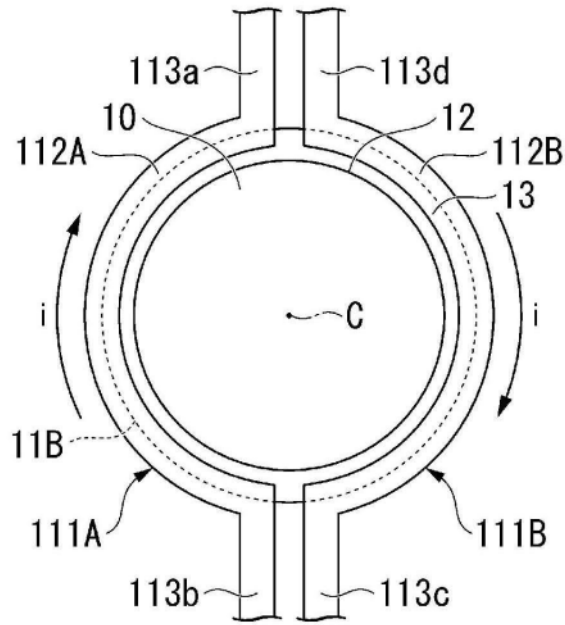


图2

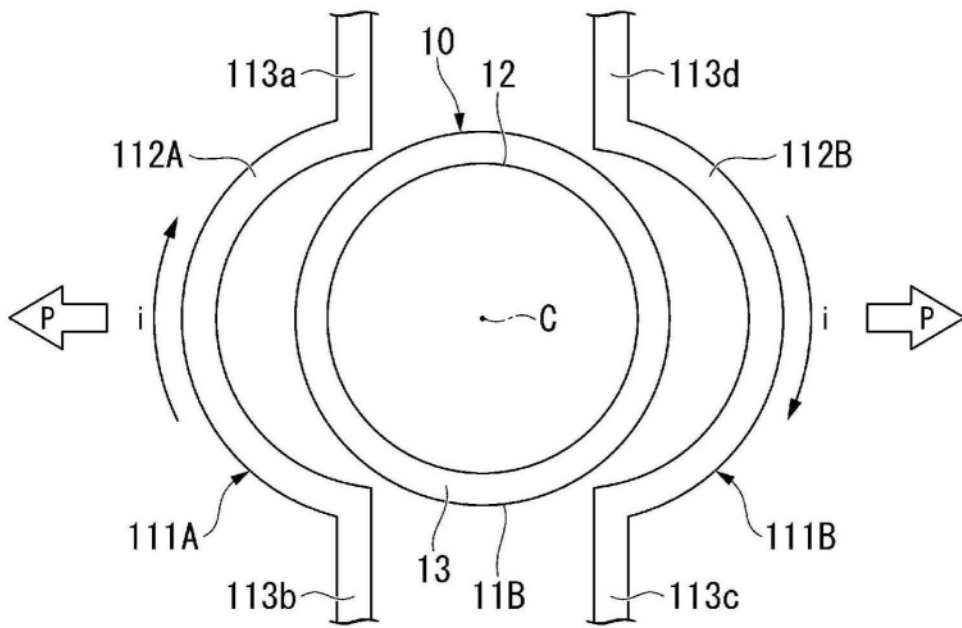


图3

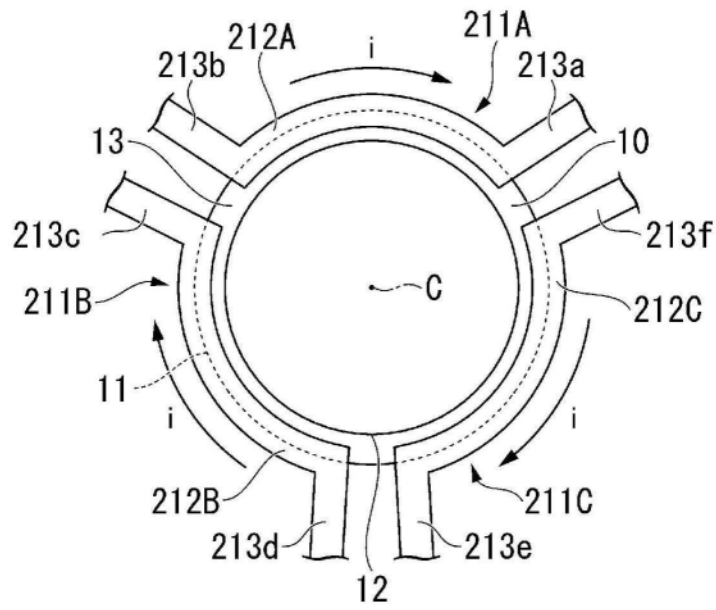


图4

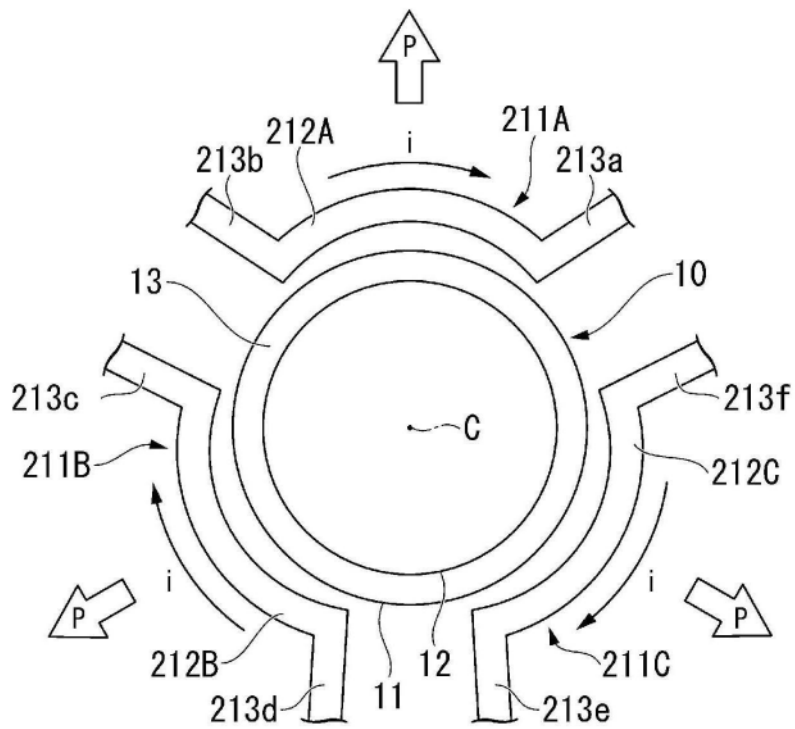


图5

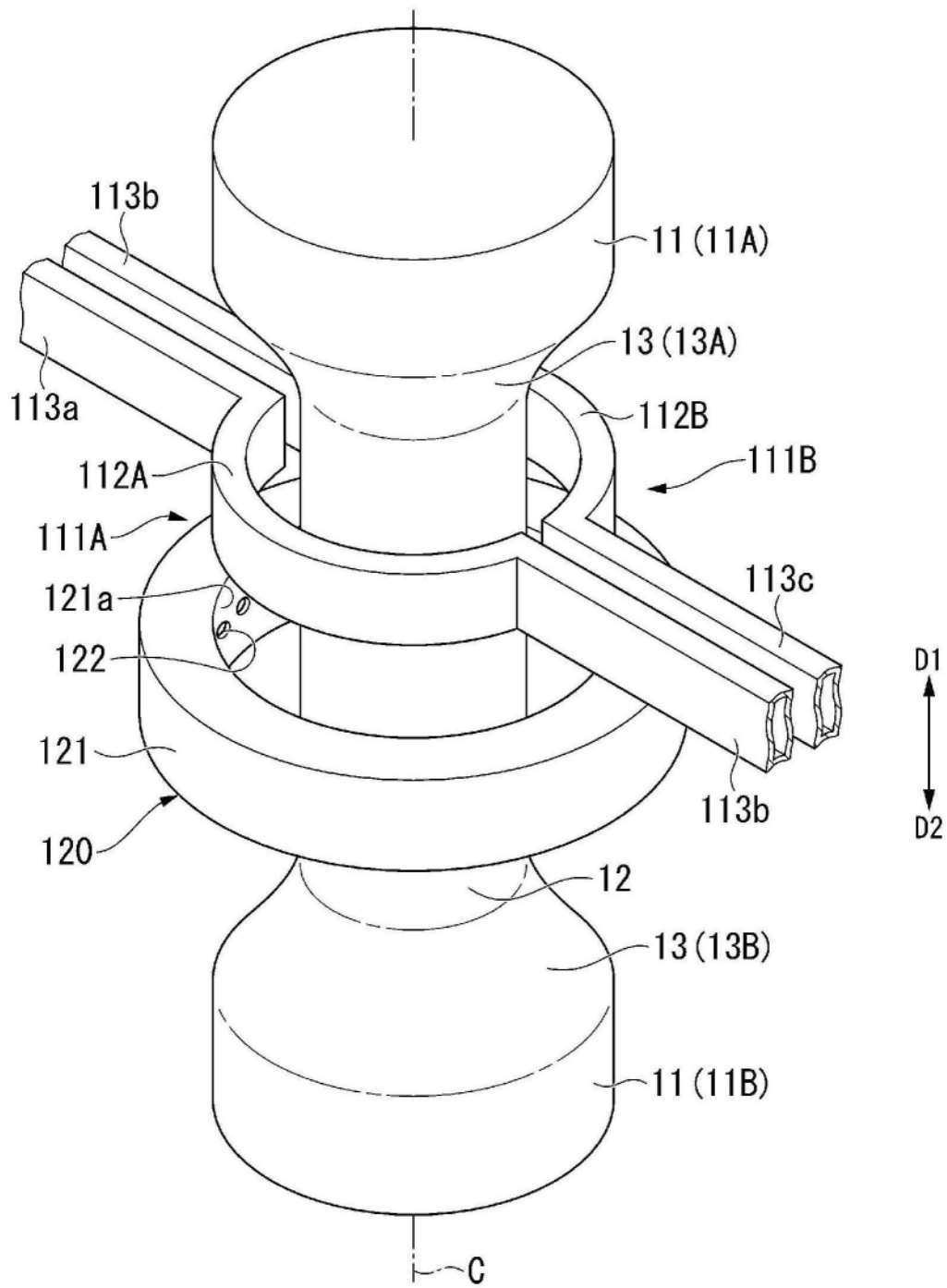


图6

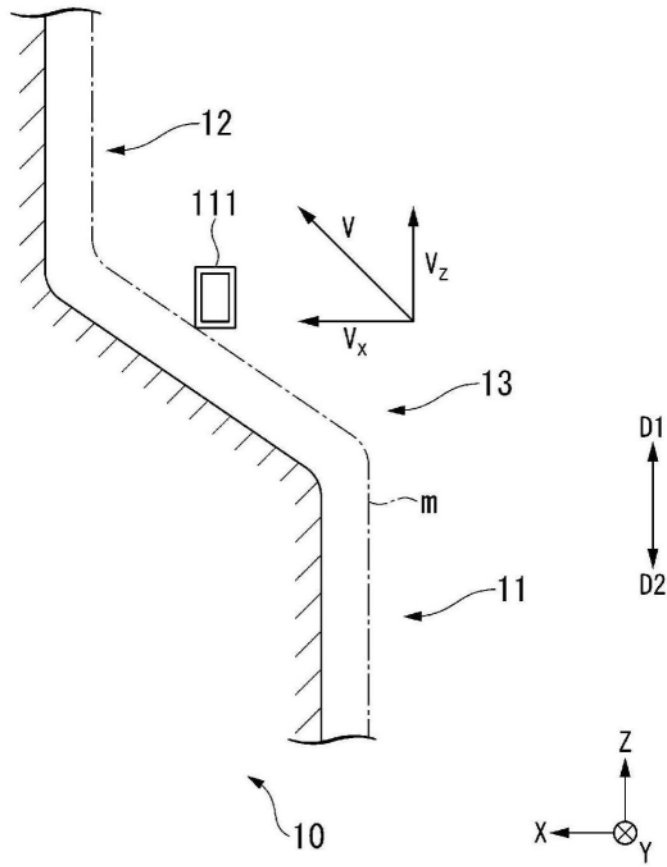


图7

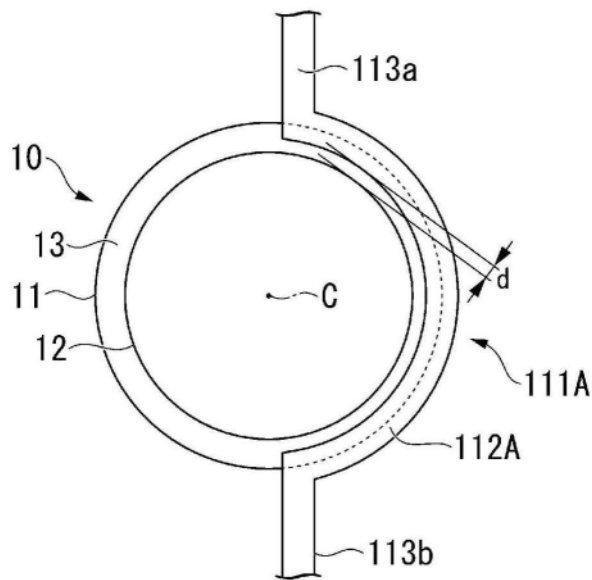


图8

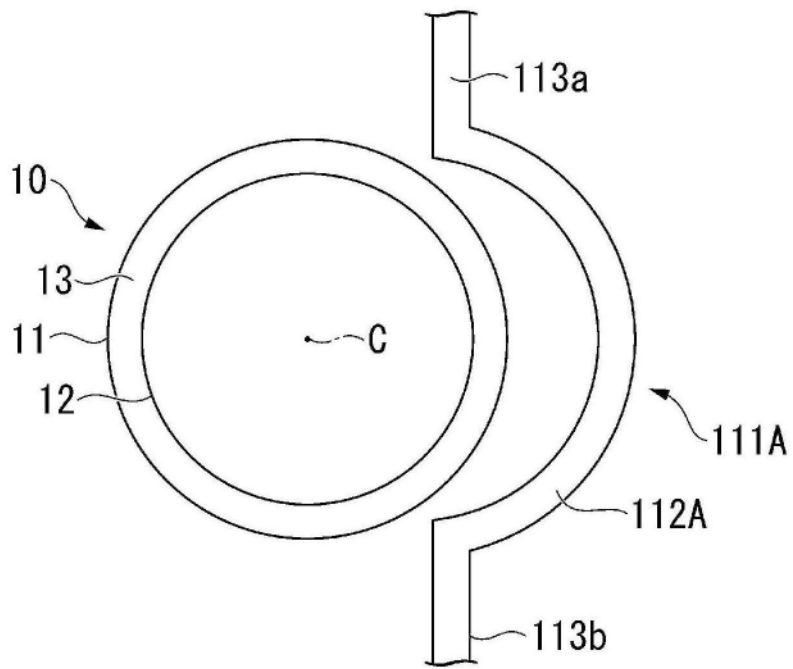


图9

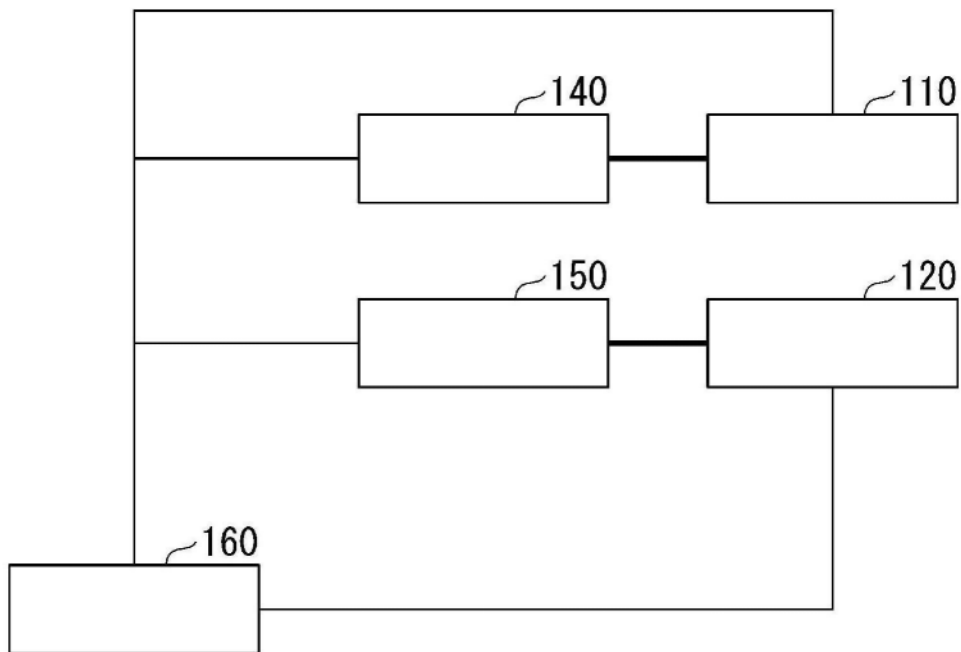


图10