



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104471086 B

(45)授权公告日 2016.09.21

(21)申请号 201380036337.1

(22)申请日 2013.07.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104471086 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(30)优先权数据
2012-153149 2012.07.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.01.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/069076 2013.07.05

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/010712 EN 2014.01.16

(73)专利权人 高周波热錬株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 大山弘義 小林国博

(74)专利代理机构 北京奉思知识产权代理有限公司 11464
代理人 吴立 邹轶蛟

(51)Int.Cl.
C21D 9/00(2006.01)
C21D 1/40(2006.01)
H05B 3/00(2006.01)
F27D 11/04(2006.01)

(56)对比文件
EP 2236226 A1, 2010.10.06,
JP 特開2000-265219 A, 2000.09.26,
US 2010/0285328 A1, 2010.11.11,
审查员 刘春涛

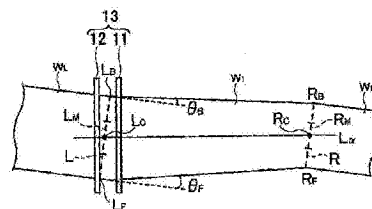
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

直接电阻加热方法

(57)摘要

一种直接电阻加热方法,包括:将第一电极和第二电极放置于板状工件上,使得所述第一电极和所述第二电极在大致垂直于所述工件的加热目标区域的中心线的方向上横跨所述工件而延伸,所述中心线连接所述加热目标区域的一侧的中间部和所述加热目标区域的另一侧的中间部;并且在所述第一电极与所述第二电极之间施加电流的同时,沿着所述中心线移动所述第一电极和所述第二电极中的至少一个电极。



1. 一种直接电阻加热方法,包括:

将第一电极和第二电极放置于板状的工件上,使得所述第一电极和所述第二电极在与所述工件的加热目标区域的中心线大致垂直的方向上横跨所述工件而延伸,所述中心线连接所述加热目标区域的一侧的中间部与所述加热目标区域的另一侧的中间部;以及

在将电流施加在所述第一电极与所述第二电极之间的同时,沿着所述中心线移动所述第一电极和所述第二电极中的至少一个电极,

放置所述第一电极和所述第二电极包括:在水平面中转动所述工件或者在所述水平面中转动所述第一电极和所述第二电极中的每个,使得所述中心线大致垂直于所述第一电极和所述第二电极。

2. 根据权利要求1所述的直接电阻加热方法,其中,沿着所述中心线并且在所述工件的每个微小长度的电阻增大的方向上,移动所述第一电极和所述第二电极中的一个电极,以调节对于所述加热目标区域的每个部分施加所述电流的时间。

3. 根据权利要求1所述的直接电阻加热方法,其中,从开始施加所述电流的状态到停止施加所述电流的状态,所述工件的、由所述第一电极和所述第二电极施加所述电流的部分的每单位体积的总热量落入在一定范围内,而与在所述工件上的位置无关。

直接电阻加热方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种直接电阻加热方法,其中将电流施加于板状工件。

背景技术

[0002] 例如,热处理施加于诸如中柱和加固物这样的车辆结构以确保强度。热处理能够分为两类,即,间接加热和直接加热。间接加热的实例是炉加热,其中工件放置于炉内并且控制炉的温度以加热工件。直接加热的实例包括:感应加热,其中将涡电流施加到工件以加热工件;以及直接电阻加热(也称为直接电感应加热),其中电流直接施加于工件以加热工件。

[0003] 根据第一相关技术,在利用加工工具进行塑型加工之前,利用感应加热或直接电阻加热对金属毛坯进行加热。例如,具有电极滚轮或感应线圈的加热工具安置在具有切削机的加工工具的上游,并且金属毛坯在被持续地传送的同时被加热(见,例如,JP06-079389A)。

[0004] 根据第二相关技术,为了利用直接电阻加热来加热具有沿其长度方向大致恒定的宽度的钢板,电极在长度方向上布置在钢板的各个端部,并且在电极之间施加电压。在该情况下,因为电流均匀地流过钢板,所以在整个钢板上产生均匀的热量。另一方面,为了加热沿着钢板的长度方向具有变化的宽度的钢板,一组多电极并排安置在钢板宽度方向上的一侧上,并且另一组多电极并排安置在钢板的宽度方向上的另一侧上,使得安置在钢板宽度方向上各个侧上的电机形成多对电机。在该情况下,在每对电极之间施加相等的电流,使得钢板被加热到均匀温度(见,例如,JP4604364B2和JP3587501B2)。

[0005] 根据第三相关技术,第一电极固定到钢条的一端,并且夹紧型第二电极设置成保持钢条的要加热的部分与钢条的不加热的部分之间的边界,使得部分地加热钢条(见,例如,JP53-007517A)。

[0006] 根据第四相关技术,直接电阻加热方法用于非矩形工件。具体地,对工件的每个矩形部分执行直接电阻加热。在冷却工件的加热部分的同时,在工件的非加热部分上执行直接电阻加热(见,例如,于2011年11月1日公布的技术公开No.2011-504351,技术公开期刊,日本发明和创新学会)。

[0007] 当加热工件时,特别是具有沿着工件的长度方向变化的宽度的工件时,优选的是对每单位体积施加的热量在整个工件上是相同的,像在炉加热中一样。然而,加热炉需要大规模设备,并且难以控制炉的温度。

[0008] 因此,关于生产成本,直接电阻加热是优选的。然而,当像在第二相关技术中那样设置多对电极时,对每对电极控制要施加的电流量,这增加了安装成本。此外,多对电极相对于一个工件的布置降低了生产率。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种直接电阻加热方法,其能够大致均匀地加热具有沿着工

件的长度方向变化的宽度的板状工件的一部分。

[0010] 根据本发明的方面,直接电阻加热方法,包括:将第一电极和第二电极放置于板状工件上,使得所述第一电极和所述第二电极在与所述工件的加热目标区域的中心线大致垂直的方向上横跨所述工件而延伸,所述中心线连接所述加热目标区域的一侧的中间部与所述加热目标区域的另一侧的中间部;以及在将电流施加在所述第一电极与所述第二电极之间的同时,沿着所述中心线移动所述第一电极和所述第二电极中的至少一个电极。

[0011] 第一电极和第二电极中的一个可以沿着中心线并且在工件的每个微长度电阻增大的方向上移动,以调节对于加热目标区域的每个部分施加电流的时间。

[0012] 根据本发明,第一电极和第二电极放置成使得第一和第二电极在大致垂直于工件的加热目标区域的中心线的方向上横跨板状工件延伸,中心线连接加热目标区域的一侧的中间部和加热目标区域的另一侧的中间部。因此,沿着工件的长度方向的在工件接触第一电极的部分与工件接触第二电极的部分之间的间隔落入相同的范围内,而与工件的在工件宽度方向上的位置无关。即,能够使在第一电极与第二电极之间施加的电流量落入相同的范围,而与工件上的在宽度方向上的位置无关。因此,能够大致均匀地加热工件的预定区域。

[0013] 当工件的每个微长度的电阻沿着中心线增大时,通过在电阻增大的方向上移动第一电极和第二电极中的一个电极,能够对于加热目标区域的每个部分调节电流施加时间。以该方式,能够对加热目标区域大致均匀地加热。

附图说明

[0014] 图1A至1D是示出根据本发明的实施例的直接电阻加热方法的示意图,其中图1A是示出直接电阻加热之前的状态的平面图,图1B是示出直接电阻加热之前的状态的前视图,图1C是示出直接电阻加热之后的状态的平面图,图1D是示出直接电阻加热之后的状态的前视图;

[0015] 图2是示出工件的形状的实例的平面图,该工件要利用根据实施例的直接电阻加热方法加热;

[0016] 图3A和3B是示出工件相对于电极的布置的示意图,其中图3A是示出直接电阻加热之前的状态的平面图,并且图3B是示出直接电阻加热之后的状态的平面图;

[0017] 图4是用于说明关于直接电阻加热的基本关系表达的示意图;

[0018] 图5A和5B是示出工件相对于电极的、其中在工件不在水平平面上转动的情况下布置的另一布置的示意图,其中图5A是示出直接电阻加热之前的状态的平面图,并且图5B是示出直接电阻加热之后的状态的平面图;

[0019] 图6是直接电阻加热设备的前视图;

[0020] 图7是直接电阻加热设备的左侧视图;

[0021] 图8是直接电阻加热设备的部分的平面图;以及

[0022] 图9是直接电阻加热设备的右侧视图。

具体实施方式

[0023] 下文中,将参考附图详细描述本发明的实施例。在以下实施例中,在具有平板形状

的工件上执行直接电阻加热。工件的实例包括：厚度恒定并且宽度不沿着工件的长度方向变化的工件；具有要加热的区域（下文中“加热目标区域”）的工件，该要加热的区域的宽度或厚度沿着从加热目标区域的一端到另一端的方向变化使得其部分区域减小或增加；以及开口或切除区域设置在加热目标区域中，并且在工件的长度方向上，与长度方向垂直的截面的尺寸减小或增加的工件。例如，工件的材料可以是能够通过向其供应电流而进行直接电阻加热的钢材。可以利用单件构造工件，或者可以利用集成体构造工件，通过利用焊接处理等将电阻率不同的材料结合在一起而获得集成体。此外，工件可以设置有一个加热目标区域或多个加热目标区域。当工件设置有多多个加热目标区域时，加热目标区域可以互相相邻或者可以互相隔开。

[0024] 如图1A至1D所示，用于根据本发明的实施例的直接电阻加热方法的直接电阻加热设备10包括形成一对电极13的第一电极11和第二电极12。第一电极11和第二电极12具有横跨工件w在相同方向上延伸的滚轮形状或四边形形状。第一电极11和第二电极12电连接到电力馈送单元1，并且工件w的位于第一电极11与第二电极12之间的部分经受直接电阻加热。

[0025] 在图1示出的直接电阻加热设备10中，第一电极11是滚轮状移动电极。第一电极11构造成在接触工件w的同时通过移动机构15沿着工件w的长度方向移动。

[0026] 即，在第一电极11和第二电极12与工件w产生接触的同时、电流从电力馈送单元1经过一对电极13供应到工件w的状态下，移动机构15能够使第一电极11移动以改变第一电极11与第二电极12之间的间距。

[0027] 移动机构15包括：调节单元15a，其构造成控制第一电极11的移动速度；以及驱动机构15b，其构造成利用调节单元15a移动第一电极11。调节单元15a从工件w、特别是加热目标区域w₁的形状和尺寸上的数据获得第一电极11的移动速度，并且驱动机构15b旨在利用所获得的移动速度移动第一电极11。

[0028] 第二电极12可以是固定电极，或者可以是通过单独的类似移动机构移动的移动电极。在下面的说明中，假设第一电极11能够利用移动机构15移动。当然，取决于工件w的形状等，第一电极11可以在固定的状态下。

[0029] 如图1A所示，如在平面图中观察的，第一电极11和第二电极12具有横跨工件w的前端和后端的长度，而与工件w在长度方向上的部位无关。

[0030] 例如，工件w具有大致沿着工件w的长度方向从一侧到另一侧延伸的平板形状。如图1A和1C所示，工件w具有不规则形状，其宽度沿着工件w的长度方向变化。另外，工件w呈现梯形形状，其中工件w的加热目标区域w₁的一端和另一端大致互相平行。左区域w_L设置在加热目标区域w₁的左侧中。右区域w_R设置在加热目标区域w₁的右侧中。在图1示出的实施例中，工件w包括在加热目标区域w₁的左侧上的左区域w_L和在加热目标区域w₁的右侧上的右区域w_R，他们分别以连续形式设置。然而，根据本发明的另一实施例，工件w可以包括左区域w_L和右区域w_R中的仅仅一个区域，或者可以不包括这两个区域。

[0031] 当将第一电极11和第二电极12布置成在板状工件w上横跨工件w在相同的方向上延伸时，每个电极11、12在工件w在水平面中转动的状态下置于工件w上，或者每个电极11、12在水平面上转动，使得连接加热目标区域w₁的一侧L的中间部分L_M与加热目标区域w₁的另一侧R的中间部分R_M的中心线L_a大致垂直于电极11、12，如图3A和3B所示。例如，在一对电极

13由横跨工件w延伸的第一电极11和第二电极12构造的情况下,大致在长度方向上延伸的工件w在水平面中转动,并且一对电极13置于工件w上。

[0032] 下文中,将详细描述如何将工件w放置到一对电极13处。

[0033] 图2是示出在本发明的说明性实施例中采用的工件w的形状的实例的平面图。在本发明的说明性实施例中采用的工件w包括在加热目标区域w₁的左侧上的左区域w_L和在加热目标区域w₁的右侧上的右区域w_R,如图2所示。加热目标区域w₁的左侧(一侧)L包括在前端上的前点L_F和在后端上的后点L_B,如在平面图中所示。加热目标区域w₁的右侧(另一侧)R包括在前端上的前点R_F和在后端上的后点R_B,如在平面图中所示。

[0034] 此外,如图2所示,当延伸到左区域w_L的前点L_F右方的延长线与直线R_FL_F之间的角度定义为 θ_F ,并且延伸到左区域w_L的后点L_B的右方的延长线与直线R_BL_B之间的角度定义为 θ_B 时,如平面图所示,当在平面图中分别围绕前点L_F和后点L_B观察时,角度 θ_F 和 θ_B 在逆时针方向上具有正值。同时,当在平面图中分别围绕前点L_F和后点L_B观察时,角度 θ_F 和 θ_B 在顺时针方向上具有负值。

[0035] 在工件w在水平面上略微转动的状态下,第一电极11和第二电极12放置在工件w上,使得连接加热目标区域w₁的左端L的中间部分L_M与加热目标区域w₁的右端R的中间部分R_M的中心线L_a大致垂直于第一电极11和第二电极12各自的延伸方向。在图3A和3B所示的说明性实施例中,考虑连接左侧L的中点L_C与右侧R的中点R_C的中心线L_a,并且放置工件w,使得中心线L_a大致垂直于第一电极11和第二电极12。即,中心线L_a将工件w关于宽度方向划分为两部分。

[0036] 图2至3B所示的工件w的加热目标区域w₁的宽度朝着右区域w_R变窄。因此,如图3A所示,通过在水平面上转动工件w使得在第一电极11和第二电极12安置成大致互相平行的状态下、中心线L_a大致垂直于电极11、12,第二电极12与加热目标区域w₁的左侧产生接触,并且第一电极11以一间隔平行于第二电极12放置。

[0037] 然后,在电力从电力馈送单元1供应在第一电极11和第二电极12之间的同时,第一电极11通过移动机构15远离第二电极12而移动。如图1C、1D和3B所示,第一电极11移动直到其完全移动超过加热目标区域w₁的另一端R,并且来自电力馈送单元1的电源停止。

[0038] 在本发明的说明性实施例中,通过在水平面中转动工件w,或在水平面中转动第一电极11和第二电极12,将电极11、12放置成使得每个第一电极11和第二电极12不与加热目标区域w₁的左端L和右端R平行,即,电极11、12与工件w的长度方向大致相交。以下是以该方式放置电极11、12的原因。

[0039] 当电力从电力馈送单元1供应在第一电极11与第二电极12之间时,电流在工件w与第一电极11接触的部分和工件w与第二电极12接触的部分之间流动。电流流过工件w在与第一电极11的接触部和与第二电极12的接触部之间的最小电阻部分。当在工件w的在与第一电极11的接触部和与第二电极12的接触部之间的部分中,在电极11、12的延伸方向上的每个分段都是均质的时,电流流过最短路径。因此,在工件w的在第一电极11与第二电极12之间的部分中,每个分段在电极11、12的延伸方向上的沿着中心线L_a的尺寸落在相同范围之内。然后,大致相等的电流流过工件w的在第一电极11与第二电极12之间的部分,并且电流产生的焦耳热是均匀的。

[0040] 利用直接电阻加热使工件w的在第一电极11与第二电极12之间的部分的温度增

加。然而,当工件w的部分中温度上升的度数不关于电极11、12的延伸方向而改变时,电阻不变,并且即使当工件w的一部分在电极11、12的延伸方向上进一步虚拟分段,电流也均匀地流动。因此,每个分段的电阻在电极11、12的延伸方向上彼此不会大幅不同,并且在单位时间内温度上升的度数几乎是相等的。

[0041] 接下来,将描述如图1所示的利用移动机构15移动第一电极11的原因。假设工件w的厚度是常量,工件w垂直于中心线 L_a 的截面面积沿着右方向减小,如图3所示。因此,第一电极11在截面面积沿着中心线 L_a 减小的方向上移动。以该方式,从图3A所示的开始施加电流的状态到图3B所示的停止施加电流的状态,工件w的利用第一和第二电极11、12施加电流的部分的每单位体积的总热量落入一定的范围内,而与工件w上的位置无关。

[0042] 同样,通过将第一电极11相对于工件w的区域移动,在该区域中,利用电力馈送单元1通过一对电极13的第一电极11和第二电极12从直接电阻加热开始状态到直接电阻加热结束状态施加电流,能够控制每个子区域的热量,加热目标区域 w_1 沿着第一电极11的移动方向以带状图样虚拟地划分成所述子区域。所述子区域沿着第一电极11的移动方向以带状图样布置。

[0043] 下文中,将描述由移动机构15的调节单元15a获得的移动速度。如图4所示,当电流I供应到微小长度的截面面积 A_0 达 t_0 秒时,从以下等式获得上升温度 θ_0 :

$$[0044] \quad \theta_0(^{\circ}\text{C}) = \rho_e / (\rho \cdot c) \times (I^2 \times t_0) / A_0^2 \quad \cdots \text{等式1}$$

[0045] 其中, ρ_e 是电阻率($\Omega \cdot \text{m}$), ρ 是密度(kg/m^3),并且 c 是比热($\text{J}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$)。

[0046] 当电流I供应到微小长度的截面面积 A_n 达 t_n 秒时,从以下等式获得上升温度 θ_n :

$$[0047] \quad \theta_n(^{\circ}\text{C}) = \rho_e / (\rho \cdot c) \times (I^2 \times t_n) / A_n^2 \quad \cdots \text{等式2}$$

[0048] 此处,当电流I是恒量,并且上升温度 θ_0 与上升温度 θ_n 相等时,建立以下关系。

$$[0049] \quad t_0 / A_0^2 = t_n / A_n^2 \quad \cdots \text{等式3}$$

[0050] 因此,通过供应恒定的电流将不同部分加热到相同温度的时间与截面面积比的平方是成比例的。

[0051] 移动电极的速度 ΔV 可以设置如下:

$$[0052] \quad \Delta V = \Delta L / (t_0 - t_n) \quad \cdots \text{等式4}$$

[0053] 此处, ΔL 是工件在长度方向上的长度。

[0054] 因此,能够通过调节单元15a基于诸如钢材的工件w和加热目标区域 w_1 的形状和尺寸数据、供应自电力馈送单元1的电流量和预定的加热温度来获得移动速度。

[0055] 例如,假设工件w的厚度是常量,刚好在电流施加结束之前限定在第一电极11与第二电极12之间的区域 w_2 ,即,施加电流的区域 w_2 (下文中“电流施加区域”)具有大致梯形形状,如图3B所示。即,能够近似成宽度沿着长度方向单调改变。为了大致均匀加热电流施加区域 w_2 ,第一电极11和第二电极12互相隔开,并且放置成横跨电流施加区域 w_2 延伸。例如,如图3B所示,电极12放置在与电流施加区域 w_2 的一端相邻的位置处,并且第一电极11放置在第二电极12的右侧上。第一电极11和第二电极12具有横跨工件w延伸的足够长度。第二电极12放置在工件w上使得第二电极12大致垂直于中心线 L_a ,并且与加热目标区域 w_1 的左端L的前端和后端中的任意一端产生接触。此外,第一电极11放置在工件w上以大致平行于第二电极12。此时,电极11至少部分地与加热目标区域 w_1 接触。然后,第一电极11沿着中心线 L_a 移动,同时电力从电力馈送单元1供应到第一电极11和第二电极12。如图3B所示,当第一电极

11穿过整个加热目标区域 w_1 时,停止施加电流。然后,即使当工件 w 的宽度沿着电极的移动方向改变时,也能够依据每单位长度的电阻的改变来调节第一电极11的移动速度。在该实例中,能够根据宽度的改变来调节电流施加到加热目标区域的每个部分的时间。

[0056] 以该方式,在工件 w 沿着电极的移动方向以宽度方向的带状图样虚拟地划分为子区域的情况下,通过如上所述地调节电流施加时间,能够确保对于每个子区域的电阻适合的电流施加量,并且能够将工件 w 的电流施加区域 w_2 加热到恒定宽度的温度范围。

[0057] 例如,当电流施加区域 w_2 的宽度向右方向变窄时,如图3所示,基于第一电极11与电流施加区域 w_2 接触的宽度的改变来调节一个电极的移动速度。从等式4中,利用与截面面积的改变率的平方成比例的函数定义移动速度。

[0058] 此处,电力馈送单元1可以是交流电源,也可以是直流电源。当即使在交流电源的情况下恒定周期的平均电流也不改变时,通过调节电流施加时间,能够使由于电流的温度上升在相同的范围内,而与在工件 w 上的加热目标区域上的位置无关。

[0059] 此处,与图1和图3所示的实施例不同,将工件 w 置于一对电极13上而不在水平面上稍微转动的情况作为实例来描述。

[0060] 如图5A所示,第二电极12放置成沿着加热目标区域 w_1 的左端 L 平行,并且第一电极11放置成与第二电极12平行并且从第二电极12稍微偏置。然后,假设第一电极11由移动机构15移动。

[0061] 然后,在如图5B示出的刚好在结束施加电流之前的状态下,电流在加热目标区域 w_1 的前侧上在方向 i_F 上流动,而电流在加热目标区域 w_1 的后侧上的与加热目标区域 w_1 的左侧 L 和右侧 R 垂直的方向 i_B 上流动。然而,这使得电流难以在如图5B所示的区域 A 中流动。因此,难以均匀地加热工件 w 的加热目标区域 w_1 。

[0062] 同样,在本发明的说明性实施例中,第一电极11和第二电极12放置在工件 w 上使得第一电极和第二电极12横跨板状的工件 w 而延伸,并且大致垂直于中心线 L_a ,该中心线 L_a 连接在工件 w 的加热目标区域 w_1 中的左侧 L 的中间部 L_M 与右侧 R 的中间部 R_M 。在本发明的说明性实施例中,图3B中的阴影区域是在工件 w 上的通过第一电极11和第二电极12限定的区域,即,电流施加区域 w_2 。电流施加区域 w_2 区别于加热目标区域 w_1 。如图3B所示,在第一电极11与第二电极12最大程度互相分隔的状态下,电流施加区域 w_2 由加热目标区域 w_1 、作为左区域 w_L 的一部分的三角区域 ΔL 以及作为右区域 w_R 的一部分的三角区域 ΔR 形成,其中三角区域 ΔL 的一侧由加热目标区域 w_1 的左侧 L 限定,三角区域 ΔR 的一侧由加热目标区域 w_1 的右侧 R 限定。

[0063] 因此,工件 w 的与第一电极11接触的部分和工件 w 的与第二电极12接触的部分之间的间隔倾向于落入相同的范围内,而与在工件上的宽度方向上的位置无关。即,供应到工件 w 的第一电极11与第二电极12之间的部分的电流能够落入相同的范围中,而与工件 w 上在宽度方向上的位置无关。因此,能够大致均匀地加热板状工件 w 。

[0064] 此外,当工件 w 的每个微小长度的电阻沿着中心线 L_a 增大时,即,当工件 w 以垂直于中心线 L_a 的截面分割时,当每个分割区域的电阻沿着中心线 L_a 增大时,能够通过电阻增大的方向上移动第一电极11,来调节对于加热目标区域 w_1 的每个部分的施加电流的时间。以该方式,能够大致将要经热处理区域 w_1 均匀地加热。此处,“微小长度”可以是“单位长度”,并且,例如,是沿着中心线 L_a 的方向上的1cm距离。当加热目标区域 w_1 的宽度在加热目

标区域w1的长度方向上的中间部分处最宽,并且沿着长度方向朝向各侧减小时,可以将第一电极11和第二电极12置于中间部处以大致垂直于中心线 L_a ,并且可以使第一电极11和第二电极12在相反的方向上移动,使得电极之间的间隔变宽。

[0065] 如图6至9所示,直接电阻加热设备20的每个电极21、22均由电极部21a、22a和辅助电极部21b、22b构造,该电极部21a、22a和辅助电极部21b、22b从竖直方向夹持工件w。

[0066] 在图6中,如从前方所观察的,移动电极21安置在左侧,并且固定电极22安置在右侧。移动电极21和固定电极22分别包括:成对的引导部21c、22c;与工件w进行接触的电极部21a、22a;以及用于将工件w朝着电极部21a、22a按压的辅助电极部21b、22b。

[0067] 如图6所示,移动机构25构造如下。导轨25a在长度方向上延伸。由螺旋轴构造的移动控制杆25b安置在导轨25a上方,以在长度方向上延伸。移动控制杆25b螺固到在导轨25a上滑动的滑块25c。通过利用步进电机25d旋转所述移动控制杆25b同时调节其速度,而使滑块25c在长度方向上移动。

[0068] 用于移动电极的引导部21c安置在滑块25c上,且绝缘板21d夹置在引导部21c与滑块25c之间。电线2a电连接到电力馈送单元1并且固定到用于移动电极的引导部21c的一端。电极部21a固定到引导部21c的另一端。设置悬挂机构26,其中辅助电极部21b安置成以在竖直方向上能够移动。

[0069] 悬挂机构26设置在由阶部26a、壁部26b、26c以及桥部26d等构造的底座上。即,悬挂机构26包括:成对的壁部26b、26c,其在宽度方向上互相隔置并且设置在阶部26a的另一端上;桥部26d,其跨接壁部26b、26c的上端;拉杆26e,其安装在桥部26d的轴上;装夹部26f(固定装置),其安装到拉杆26e的前端;以及保持板26g,其以绝缘的方式保持辅助电极部21b。拉杆26e的前端固定到装夹部26f的上端,并且支撑部26i分别设置在壁部26b、26c的相对表面上,使得保持板26g能够摆动地被连接轴26h引导。由于拉杆26e在竖直方向上移动,所以连接轴26h、保持板26g和辅助电极部21b在竖直方向上移动。电极部21a和辅助电极部21b横跨工件w的加热目标区域延伸。从而,电极部21a的上表面和辅助电极部21b的下表面能够通过连接轴26h的摆动而完全按压工件w。

[0070] 为了即使当悬挂机构26和用于移动电极的引导部21c利用移动机构25在长度方向上移动时,也保持电极部21a和辅助电极部21b与板状工件w接触,滚动滚轮27a、27b安置在电极部21a和辅助电极部21b中以横跨工件w在工件w的宽度方向上延伸。滚动滚轮27a、27b能够利用一对轴承28a、28b自由滚动。即使当电极部21a和辅助电极部21b利用移动机构25在长度方向上移动时,也能够维持电力经由一对轴承28a、28b和滚动滚轮27a供应到工件w的状态。

[0071] 固定电极22设置在直接电阻加热设备20的另一侧上。如图6所示,用于固定电极的张力装置29安置在阶部29a上。用于固定电极的引导部22c安置在用于固定电极的张力装置29上,且绝缘板29b夹置于引导部22c与张力装置29之间。电连接到电力馈送单元1的电线2b固定到用于固定电极的引导部22c的一端。用于固定的电极部22a固定到用于固定电极的引导部22c的另一端。其中辅助电极部22b能够移动地安置在竖直方向上的悬挂机构31布置成覆盖用于固定的电极部22a。

[0072] 用于固定电极的张力装置29包括:移动装置29c,其连接到绝缘板29b的下表面以在长度方向上移动阶部29a;滑块29d、29e,其用于直接在长度方向上滑动绝缘板26b;以及

用于引导滑块29d、29e的导轨29f。通过利用移动装置29c在长度方向上滑动辅助电机部22b、电极部22a和用于固定电极的引导部22c来调节张力装置29的位置。通过以该方式在直接电阻加热设备20中设置张力装置29,即使当工件w由于直接电阻加热而扩张时,也能够使工件w扁平化。

[0073] 悬挂机构31包括:一对壁部31b、31c,其在宽度方向上互相隔开,并且直立地设置在阶部31a的另一端上;桥部31d,其桥接壁部31b、31c的上端;拉杆31e,其安装在桥部31d的轴上;装夹部31f,其安装到拉杆31e的前端;以及保持板31g,其以绝缘的方式保持辅助电极部22b。保持板31g由装夹部31f经由连接轴31h夹持。拉杆31e的前端固定到装夹部31f的上端。与悬挂机构26类似,保持板31g由分别设置在壁部31b、31c的相对表面上的支撑部能够摆动地支撑。当拉杆31e在竖直方向上移动时,装夹部31f、连接轴31h、保持板31g以及辅助电极部22b在竖直方向上移动。电极部22a和辅助电极部22b横跨工件w的加热目标区域延伸。从而,电极部22a的上表面和辅助电极部22b的下表面通过由连接轴31h摆动能够完全地按压工件w。

[0074] 虽然未在图6至9中示出,工件w由水平支撑装置水平地支撑。工件w由电极21和辅助电极22夹置并固定。工件w由电极21和辅助电极22夹置。电极21和辅助电极22由移动机构25移动。电极21由移动机构25移动,同时其移动速度由速度调节单元15a控制。因此,通过利用速度调节单元15a根据工件w的形状调节电极21和辅助电极22的移动速度,能够均匀地加热工件w的加热目标区域,或者能够对分布为从高温区域平滑变化到低温区域的工件w的加热目标区域加热。

[0075] 以该方式,在直接电阻加热设备20中,电极部21a和辅助电极部21b放置为从上方和下方夹置工件w。电极部21a具有实心的结构,并且横跨工件w的加热目标区域而延伸。电极部21a设置成横跨一对沿着电极移动方向布置的引导部21c(汇流条)而延伸。电极部21a、辅助电极部21b和一对引导部21c装接到利用移动机构25沿着电极移动方向移动的装置。电极部21a和辅助电极部21b中的至少一个由作为按压装置的拉杆26e竖直地移动,并且因此在由电极部21a和辅助电极部21b夹置工件w的同时在工件w上运动。以该方式,电极部在从电极部21b经由汇流条21c向工件w供电的同时移动。

[0076] 除了图6至9示出的实施例之外,还可采用下列构造。即,在电极部21a和辅助电极部21b中的至少一个由作为按压装置的拉杆26e竖直地移动、并且因此工件w由电极部21a和辅助电极部21b夹置的状态下,电极部21a在一对汇流条上运动,并且因此电极部21a能够在从电极部21b经由汇流条21c向工件w供电的同时移动。

[0077] 虽然根据特定的实施例描述了本发明,但是能够例如根据工件w的形状和尺寸而在其中做出各种改变和修改。例如,当工件w包括截面面积沿着一个方向减小并且从而每单位长度的电阻增大的区域时,能够通过在该一个方向上移动电极而均匀地加热该区域。连接工件w的外周的两端的工件w的外周的长度侧不需要是直线,而可以是曲线,或者可以通过连接多个直线和/或具有不同曲率的曲线而构造。

[0078] 此外,虽然在前述实施例中已经描述了在工件w的部分上设置一个加热目标区域的情况,但是本发明可以适用于工件划分为多个区域、每个区域都为加热目标区域的情况。

[0079] 此外,例如,本发明可以适用于工件不由单材料制成,而是通过利用焊接连接两个板件而构造的情况。在该情况下,加热目标区域可以横跨焊接线而延伸。

[0080] 工业实用性

[0081] 本发明的一个或多个实施例提供了一种直接电阻加热方法,其能够将沿着工件的长度方向具有变化宽度的板状工件的部分大致均匀地加热。

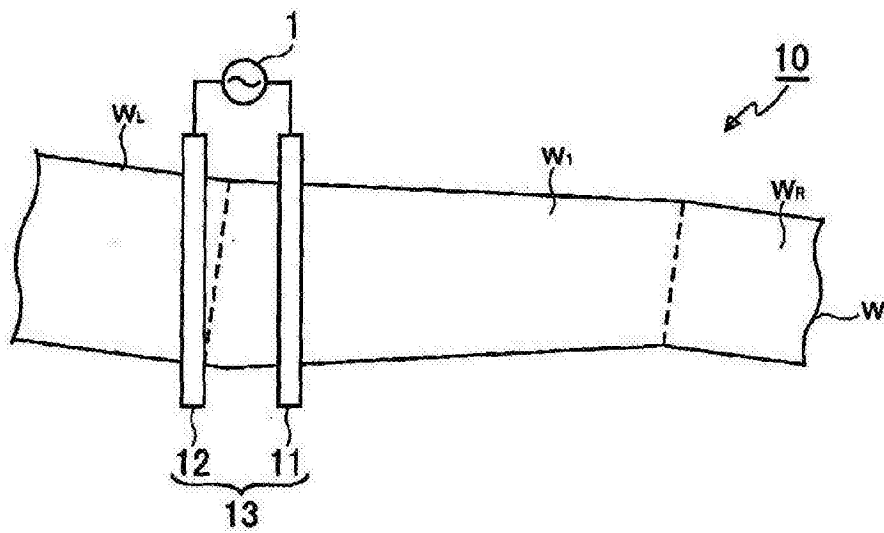


图1A

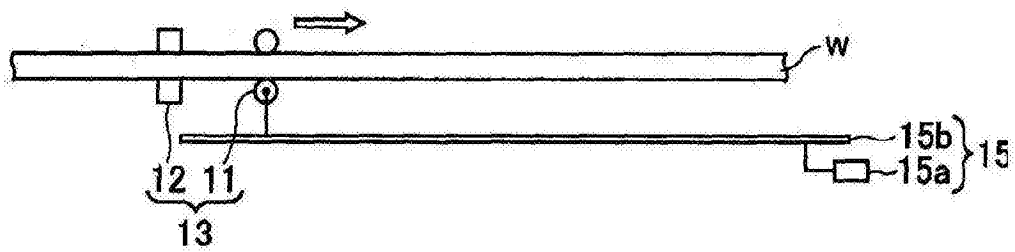


图1B

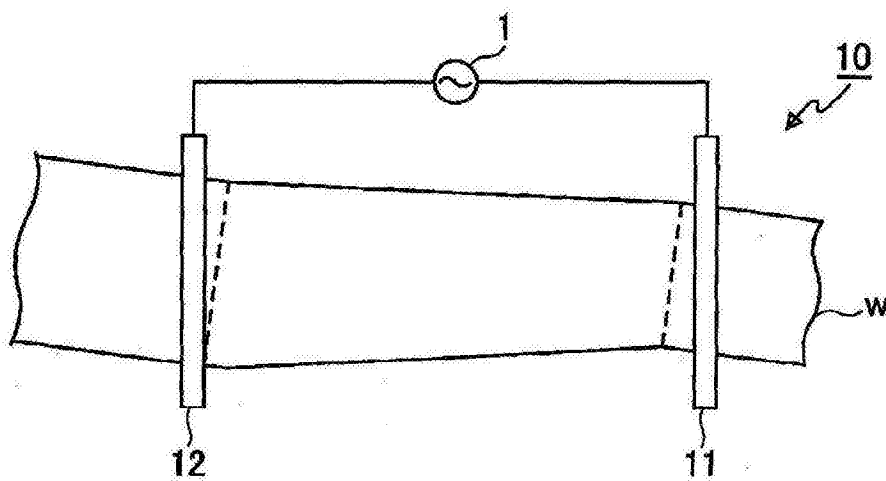


图1C

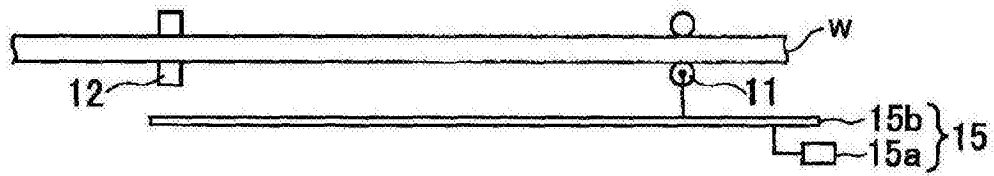


图1D

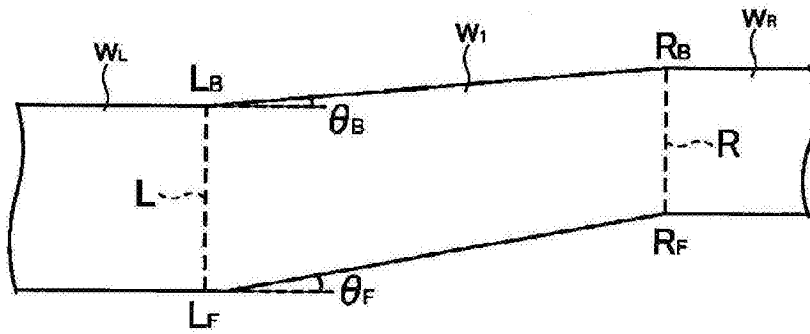


图2

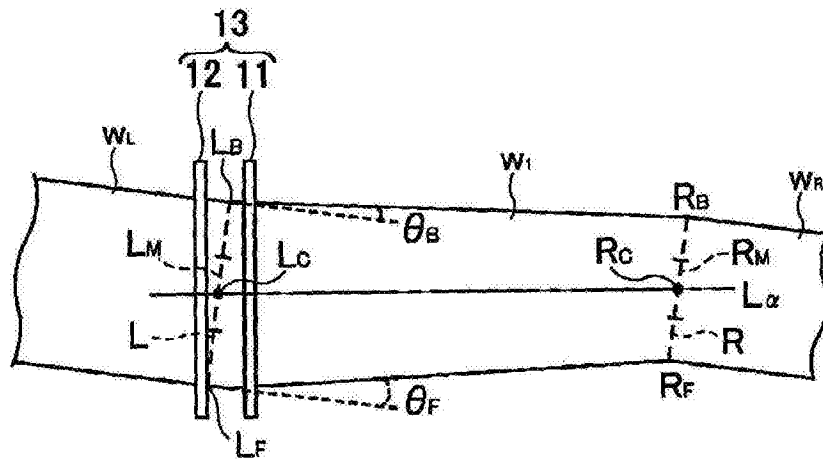


图3A

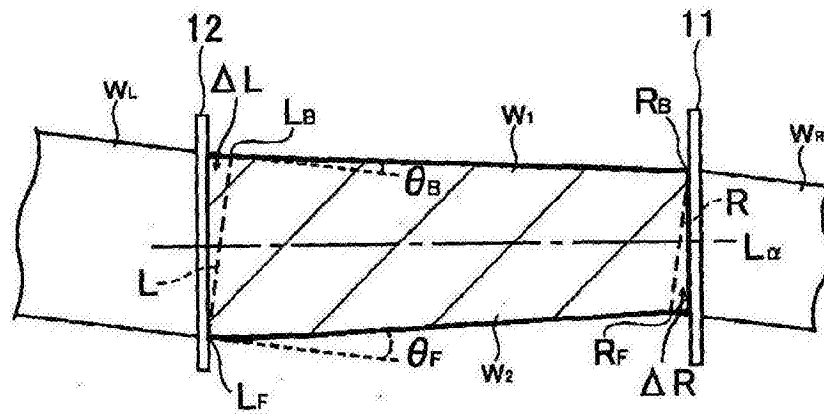


图3B

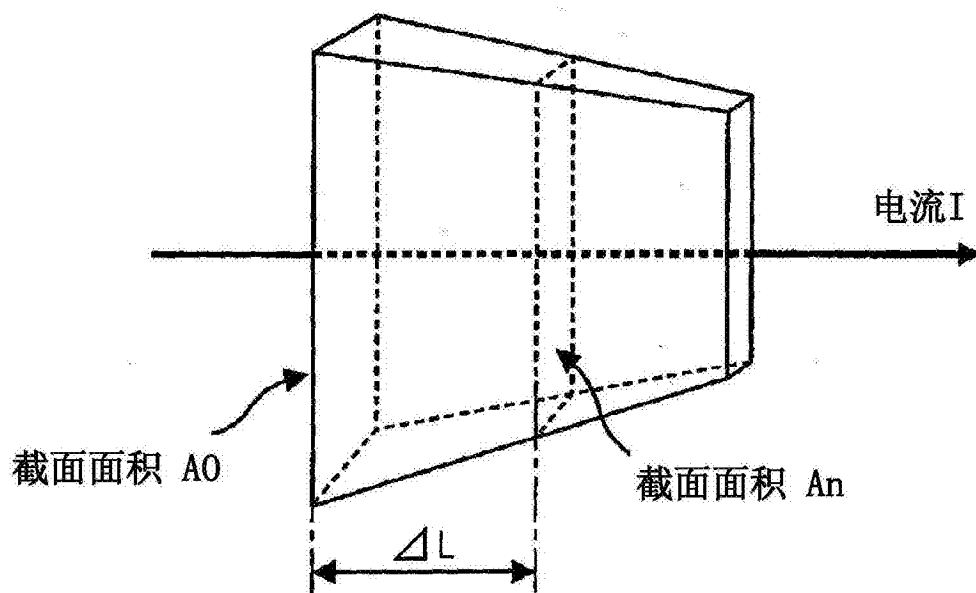


图4

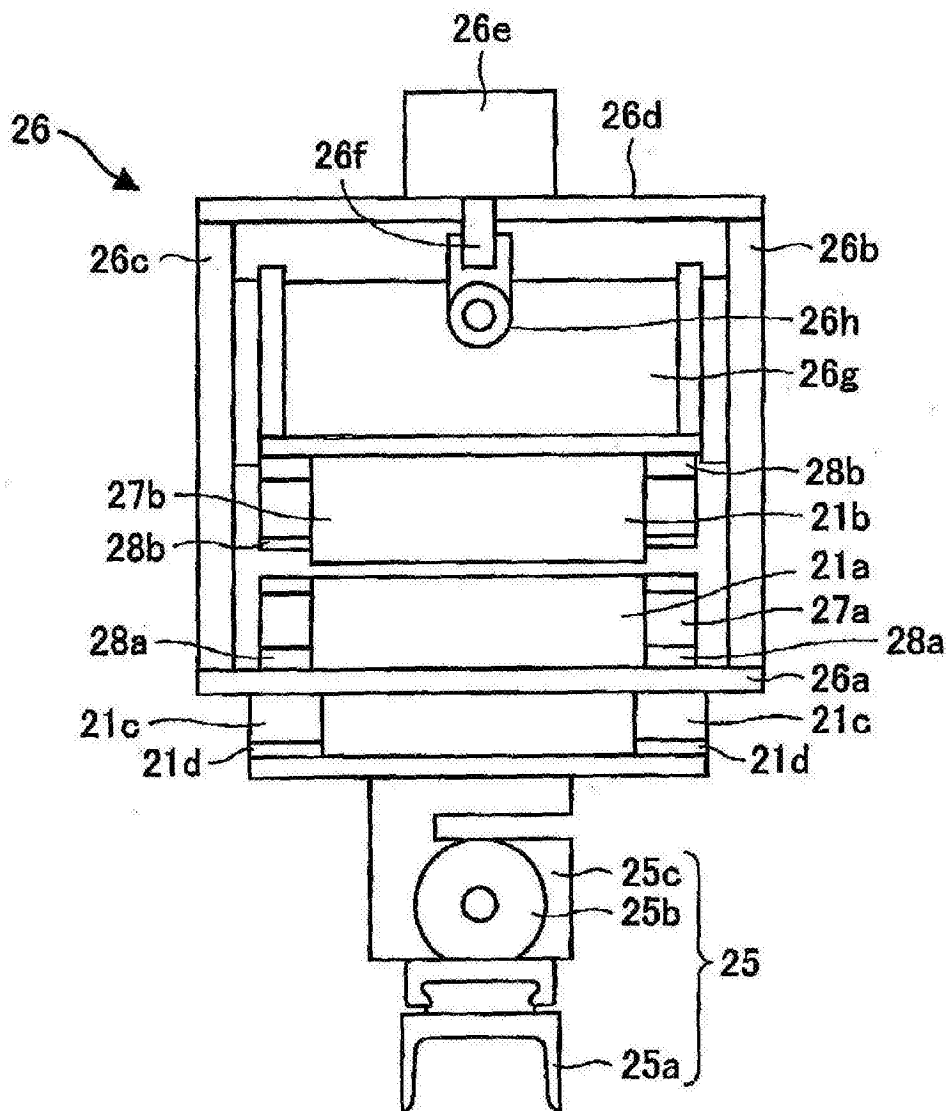


图7

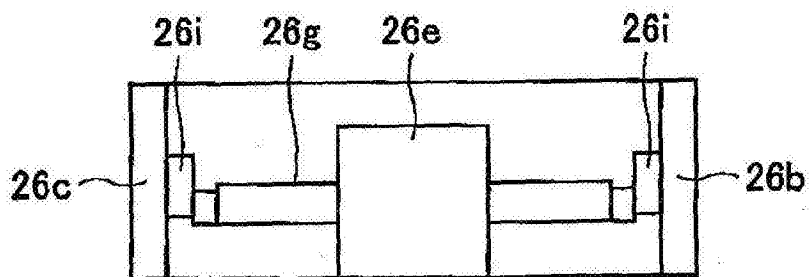


图8

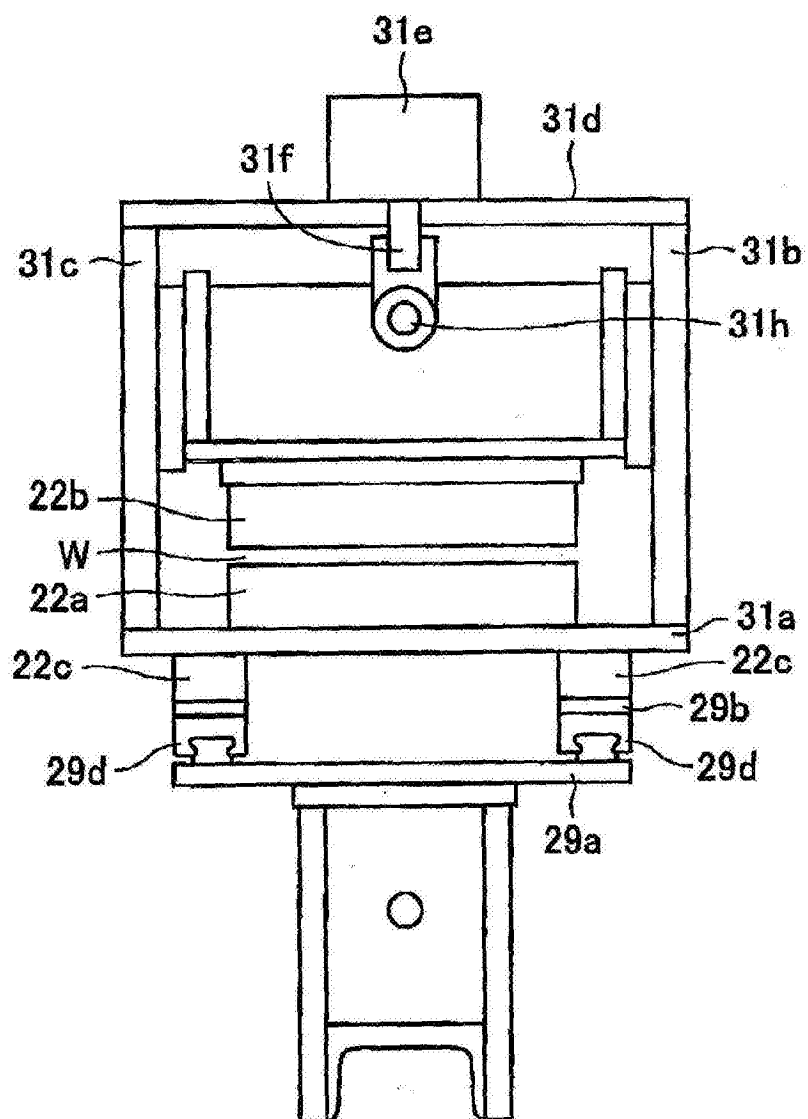


图9