



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101652485 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 27

(21) 申请号 200880011115. 3

代理人 段承恩 田欣

(22) 申请日 2008. 04. 04

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

099238/2007 2007. 04. 05 JP

070241/2008 2008. 03. 18 JP

C21D 9/56 (2006. 01)

C21D 8/12 (2006. 01)

C21D 9/46 (2006. 01)

C21D 9/60 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 09. 30

(56) 对比文件

JP 特开平 10-324922 A, 1998. 12. 08,

JP 特开平 10-324922 A, 1998. 12. 08,

JP 特开 2002-60842 A, 2002. 02. 28,

JP 特开 2004-27299 A, 2004. 01. 29,

JP 特开 2006-206927 A, 2006. 08. 10,

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/057122 2008. 04. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02008/126911 JA 2008. 10. 23

审查员 宋卫华

(73) 专利权人 新日本制铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 古贺重信 片冈毅晴 滨谷刚

持永大照 安宅诚

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

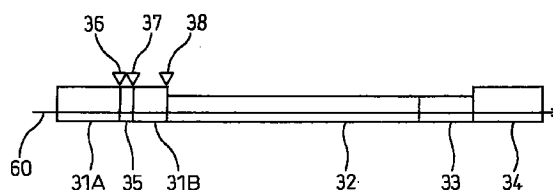
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 发明名称

具有居里点的钢带的连续退火方法以及连续退火设备

(57) 摘要

本发明在使用包括加热带、均热带、冷却带的连续退火设备,对具有居里点 (T_c) 的钢带在超过 T_c 的退火温度下进行连续退火时,将在加热带中的加热处理划分为第 1~第 3 三个区域,在第 1 加热带中,通过利用气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构,将钢带加热至小于 $T_c-50^{\circ}\text{C}$ 的温度,在接续的第 2 加热带中,利用螺管线圈式高频感应加热机构将该加热钢带加热到 $T_c-30^{\circ}\text{C}\sim T_c-5^{\circ}\text{C}$ 的区域,在最后的第 3 加热带中,通过利用气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构,将该加热钢带加热至超过 T_c 的处理目标温度,由此将具有居里点的钢带在纵向上均匀地退火。



1. 一种具有居里点的钢带的连续退火方法,是采用连续退火设备对具有居里点的钢带在超过居里点的退火温度下连续退火的方法,所述连续退火设备包括加热带、均热带、冷却带或者包括加热带、均热带、氮化带、冷却带,

该连续退火方法的特征在于,将在所述加热带中的加热处理划分为第1~第3三个加热带,

在第1加热带中,通过利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和/或利用电加热器的辐射加热机构,将钢带加热至 500°C 以上且小于居里点 $T_c-50^{\circ}\text{C}$ 的温度,

在接续的第2加热带中,利用螺管线圈式高频感应加热机构以 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的加热速度将该加热钢带加热到 $T_c-30^{\circ}\text{C}\sim T_c-5^{\circ}\text{C}$ 的温度区域,

在最后的第3加热带中,通过利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和/或利用电加热器的辐射加热机构,将该加热钢带加热至超过居里点的处理目标温度。

2. 根据权利要求1所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,在所述第2加热带中,利用多个螺管线圈式高频感应加热机构将加热钢带进行加热。

3. 根据权利要求2所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,通过对多个螺管线圈式高频感应加热机构同时地进行以下控制,使居里点附近的钢带升温速度为恒定,所述控制为:通过进行以使最下游的控制区域的感应加热机构的输出电流值达到目标值的控制、和以下述方式进行的控制,所述方式为:检测该最下游的控制区域的感应加热机构的实际输出电力值,运算处理检测出的实际输出电力值与目标输出电力值之差,以运算的电力值之差为基础修正配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的设定输出电力值,使配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的实际输出电力值达到已修正的设定输出电力值。

4. 根据权利要求1~3的任一项所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,所述具有居里点的钢带是含有4.5质量%以下的Si的冷轧了的方向性电磁钢板。

5. 根据权利要求1~3的任一项所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,所述具有居里点的钢带是含有18质量%以下的Cr的冷轧了的铁素体系不锈钢板或马氏体系不锈钢板。

6. 一种具有居里点的钢带的连续退火设备,是将具有居里点的钢带在超过居里点的退火温度下进行连续退火的、包括加热带、均热带、冷却带或者包括加热带、均热带、氮化带、冷却带的连续退火设备,

该连续退火设备的特征在于,将所述加热带划分为第1~第3三个加热带,

在第1加热带中,设置将钢带加热至 500°C 以上且小于居里点 $T_c-50^{\circ}\text{C}$ 的温度的利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和/或利用电加热器的辐射加热机构,

在第2加热带中,设置将由第1加热带加热了的钢带加热至 $T_c-30^{\circ}\text{C}\sim T_c-5^{\circ}\text{C}$ 的温度区域的螺管线圈式高频感应加热机构,

在第3加热带中,设置将由第2加热带加热了的钢带加热至超过居里点的处理目标温度的利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和/或利用电加热器的辐射加热机构。

7. 根据权利要求6所述的具有居里点的钢带的连续退火设备,其特征在于,在所述第2加热带中,设置有多个螺管线圈式高频感应加热机构。

8. 根据权利要求7所述的具有居里点的钢带的连续退火设备,其特征在于,具有:进行控制使得所述多个螺管线圈式高频感应加热机构之中的最下游的控制区域的感应加热机构的输出电流值达到目标值的控制单元;检测该最下游的控制区域的感应加热机构的实际输出电力值的检测机构;运算处理检测出的实际输出电力值与目标输出电力值之差,以运算的电力值之差为基础修正配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的设定输出电力值的处理单元;和进行控制以使配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的实际输出电力值达到所述修正了的设定输出电力值的控制单元,将居里点附近的钢带升温速度控制为恒定。

具有居里点的钢带的连续退火方法以及连续退火设备

技术领域

[0001] 本发明涉及具有居里点 (Curie Temperature ;也标记为 T_c 。) 的钢带的连续退火方法以及连续退火设备。特别地涉及可在钢带的纵向进行均匀的退火的具有居里点的钢带的在超过居里点的退火温度下的连续退火方法以及连续退火设备。

[0002] 另外,本发明的连续退火方法以及连续退火设备处理作为对象的具有居里点的钢带,可例举含有 4.5 质量%以下的 Si 的方向性电磁钢板 (取向电磁钢板)、含有 18 质量%以下的 Cr 的铁素体系不锈钢板、马氏体系不锈钢板等。

背景技术

[0003] 在钢带等的金属带的连续退火中,通常严格地管理加热温度、加热时间。其中,例如如适合于作为变压器等电气设备的铁心的用途的低铁损方向性电磁钢板的制造过程中的脱碳退火工序那样,存在要求严格的温度管理的情况。

[0004] 在方向性电磁钢板的制造中,(a) 如果发生脱碳退火的加热温度的偏差 (波动),延迟到达均热温度,则存在用于脱碳的时间变少,脱碳性变差的问题,(b) 若加热时引起上冲 (overshoot),极短时间就超过作为目标的均热温度,则存在在早期阶段生成的氧化层阻碍脱碳,使脱碳性劣化,或导致皮膜缺陷的问题等等。

[0005] 作为涉及这样的退火温度管理的发明,有如下的发明。

[0006] 特开平 10-324922 号公报 (文献 1) 公开下述发明,所述发明涉及通过利用加热能力大的辐射管的气体加热方式进行加热至钢板温度为 $550 \sim 650^{\circ}\text{C}$,接着在所述温度以上直到到达均热温度使用发热密度大的、密集配置了发热电阻体的管状加热器的方向性电磁钢板的脱碳退火方法及其装置。在该发明中,即使处理能力大的炉对于宽范围的钢板尺寸变更也可灵活对应,并消除加热的上冲或下冲,能够进行稳定的脱碳退火。

[0007] 特开 2003-328039 号公报 (文献 2) 中公开了下述发明,所述发明涉及钢板的连续退火方法,为了改变条件变更部的板温使得可顺利进行由先行材料向退火条件不同的后行材料的退火条件的变更,有效利用了感应加热装置。

[0008] 特公平 06-051887 号公报 (文献 3) 中公开了下述发明:在方向性电磁钢板脱碳退火时,通过以 $230^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 以上的加热速度将冷轧了的钢带急速加热至 705°C 以上的温度,可改善铁损,在其实施例 2、3 中公开了:加热操作通过使用特别的电磁感应加热线圈进行至居里点 746°C ,所述加热线圈是提供 $1100 \sim 1200^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 的加热速度的基本频率 450kHz 的电磁感应加热线圈。

[0009] 特开 2006-206927 号公报 (文献 4) 中公开下述发明:在厚钢板制造工艺中采用加速冷却时,由于其高冷却性而容易发生的引起温度不均匀、钢板的机械特性散差和形状不良、以及由残余应力引起的切条翘曲等问题,通过实施热处理提高钢板内的温度均匀性后进行热矫正来解决,所述热处理使用使加速冷却后的钢板的加热目标温度为钢材的磁转变温度 (居里点) 或 $700 \sim 760^{\circ}\text{C}$ 的感应加热装置。

[0010] 但是,上述文献 1 中,关于钢带自身具有的被加热性沿钢带纵向的变化没有记载,

由此可知,上述文献 1 所记载的发明,不能避免以下问题,即,起因于实际的钢带的热轧时的温度过程的纵向的波动等的纵向的被加热性的不均匀性的问题;作为其结果产生的钢带的纵向的各种特性的散差的问题。

[0011] 例如,方向性电磁钢板的纵向的脱碳的均匀性不良的问题、皮膜缺陷的问题,或者铁素体系不锈钢板以及马氏体系不锈钢板的纵向的机械强度的均匀性不良的问题,专利文献 1 所记载的发明不能解决。

[0012] 另外,上述文献 2 所记载的发明,是将顺利进行由先行材料向退火条件不同的后行材料的退火条件的变更作为目的,对于钢带的纵向的均匀加热没有任何记载。

[0013] 另外,上述文献 3 所记载的发明虽然公开了,通过将利用电磁感应加热的急速加热应用于直至电磁钢板的脱碳退火的居里点的加热,可改善电磁钢板的铁损,但关于钢带纵向的温度均匀性没有任何公开。

[0014] 另外,上述文献 4 所记载的发明中公开了:如果实施使感应加热装置的加热目标温度为钢材的磁转变温度(居里点)或 $700 \sim 760^{\circ}\text{C}$ 的热处理,则可提高钢板内的温度均匀性,但应用于达到超过居里点的退火温度的钢带的连续退火能否提高钢板内的温度均匀性,没有公开和教导。

发明内容

[0015] 因此,本发明的目的在于,提供具有居里点的钢带的连续退火方法以及连续退火设备,所述方法以及设备可将具有居里点的钢带沿纵向极均匀地加热至超过居里点的退火温度。

[0016] 用于解决上述课题的本发明的要旨如下。

[0017] (1) 一种具有居里点的钢带的连续退火方法,是采用连续退火设备对具有居里点的钢带在超过居里点的退火温度下连续退火的方法,所述连续退火设备包括加热带、均热带、冷却带或者包括加热带、均热带、氮化带、冷却带,

[0018] 该连续退火方法的特征在于,将在上述加热带中的加热处理划分为第 1 ~ 第 3 三个区域,

[0019] 在第 1 加热带中,通过利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构,将钢带加热至 500°C 以上且小于居里点 $T_c(^{\circ}\text{C}) - 50^{\circ}\text{C}$ 的温度,

[0020] 在接续的第 2 加热带中,利用螺管线圈(电磁铁线圈;solenoid coil)式高频感应加热机构以 $50^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 以上的加热速度将该加热钢带加热到 $T_c - 30^{\circ}\text{C} \sim T_c - 5^{\circ}\text{C}$ 的温度区域,

[0021] 在最后的第 3 加热带中,通过利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构,将该加热钢带加热至超过居里点的处理目标温度。

[0022] (2) 根据上述 (1) 所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,在上述第 2 加热带中,利用多个螺管线圈式高频感应加热机构将加热钢带进行加热。

[0023] (3) 根据上述 (2) 所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,通过对多个螺管线圈式高频感应加热机构同时地进行以下控制,使居里点附近的钢带升温速度为恒定,所述控制为:通过进行以使最下游的控制区域的感应加热机构的输出电流值达到目标值的控制、和以下述方式进行的控制,所述方式为:检测该最下游的控制区域的感应加热

机构的实际输出电力值,运算处理检测出的实际输出电力值与目标输出电力值之差,以运算的电力值之差为基础修正配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的设定输出电力值,使配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的实际输出电力值达到已修正的设定输出电力值。

[0024] (4) 根据上述 (1) ~ (3) 的任一项所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,上述具有居里点的钢带是含有 4.5 质量%以下的 Si 的冷轧了的方向性电磁钢板。

[0025] (5) 根据上述 (1) ~ (3) 所述的具有居里点的钢带的连续退火方法,其特征在于,上述具有居里点的钢带是含有 18 质量%以下的 Cr 的冷轧了的铁素体系不锈钢板或马氏体系不锈钢板。

[0026] (6) 一种具有居里点的钢带的连续退火设备,是将具有居里点的钢带在超过居里点的退火温度下进行连续退火的、包括加热带、均热带、冷却带或者包括加热带、均热带、氮化带、冷却带的连续退火设备,

[0027] 该连续退火设备的特征在于,将上述加热带划分为第 1 ~ 第 3 三个区域,

[0028] 在第 1 加热带中,设置将钢带加热至 500℃ 以上且小于 $T_c - 50^\circ\text{C}$ 的温度的利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构,

[0029] 在第 2 加热带中,设置将由第 1 加热带加热了的钢带加热至 $T_c - 30^\circ\text{C} \sim T_c - 5^\circ\text{C}$ 的温度区域的螺管线圈式高频感应加热机构,

[0030] 在第 3 加热带中,设置将由第 2 加热带加热了的钢带加热至超过居里点的处理目标温度的利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构。

[0031] (7) 根据上述 (6) 所述的具有居里点的钢带的连续退火设备,其特征在于,在上述第 2 加热带中,设置多个螺管线圈式高频感应加热机构。

[0032] (8) 根据上述 (7) 所述的具有居里点的钢带的连续退火设备,其特征在于,具有: 进行控制使得上述多个螺管线圈式高频感应加热机构之中的最下游的控制区域的感应加热机构的输出电流值达到目标值的控制单元;检测该最下游的控制区域的感应加热机构的实际输出电力值的检测机构;运算处理检测出的实际输出电力值与目标输出电力值之差,以运算的电力值之差为基础修正配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的设定输出电力值的处理单元;和进行控制以使配置于最下游的控制区域的上游的感应加热装置的实际输出电力值达到上述修正了的设定输出电力值的控制单元,将居里点附近的钢带升温速度控制为恒定。

[0033] 根据本发明,将具有居里点的钢带加热至超过居里点的退火温度时,能够沿钢带的纵向非常均匀地进行加热。

[0034] 在方向性硅钢板的冷轧而成的钢带、以及铁素体系不锈钢带、马氏体系不锈钢带等的连续退火中,对于钢板的升温速度要求严格的控制以及均匀性,通过将本发明应用于这样的钢带的连续退火,可获得由退火温度的均匀化带来的较大的品质改善效果。

附图说明

[0035] 图 1 是用等角投影图模式地表示用于将方向性硅钢的冷轧板进行脱碳退火(包含退火分离剂的涂布)的代表性的连续热处理设备的图。

[0036] 图 2 是用纵向铅直截面图模式地表示图 1 中的炉部 12 的现有技术的代表性构成的图。

[0037] 图 3 是表示在现有技术的图 2 的加热区域 31 内的代表性的 3 个部位测定的钢带的板温的纵向推移的例子图。

[0038] 图 4 是用纵向铅直截面图模式地表示图 1 中的炉部 12 的本发明的一实施方式的构成的图。

[0039] 图 5 是表示本发明的在图 4 的加热区域 31A、35、31B 的各区域出侧测定的钢带的板温的纵向推移的例子图。

[0040] 图 6 是用等角投影图模式地表示用于将铁素体系不锈钢的冷轧板进行光亮退火的代表性的连续热处理设备的图。

[0041] 图 7 用纵向铅直截面图模式地表示图 6 中的炉部 12 的现有技术的代表性的构成的图。

[0042] 图 8 用纵向铅直截面图模式地表示图 6 中的炉部 12 的本发明的一实施方式的构成的图。

[0043] 图 9 用纵向铅直截面图模式地表示图 4 中的炉部 12 的本发明的另一实施方式的构成的图。

[0044] 图 10 是用于说明图 9 的实施方式中的多个感应加热机构的控制方式的一例的图。

[0045] 图 11 是表示在以图 10 的控制方式运行时的在加热区域 31A、35B 的各区域出侧测定的钢带的板温以及感应加热机构的实际输出电力值的纵向推移的例子图。

[0046] 图 12 是用于说明图 9 的实施方式中的多个感应加热机构的另一控制方式的图。

[0047] 图 13 是表示以图 12 的控制方式运行时的在加热区域 31A、35B 的各区域出侧测定的钢带的板温以及感应加热机构的实际输出电力值的纵向推移的例子图。

具体实施方式

[0048] 以下以本发明效果特别大的方向性硅钢板和铁素体系不锈钢板的制造为例，来说明用于实施本发明的最佳方式。另外，不用说本发明不限于方向性硅钢板和铁素体系不锈钢板的制造。

[0049] 图 1 是用于将方向性硅钢的精冷轧板进行脱碳退火（包括退火分离剂的涂布）的代表性的连续热处理设备的概略的等角投影图。

[0050] 制造设备线的主要要素包括：用于加装已精冷轧加工的方向性硅钢的卷状的钢带 60 并由此放卷的放卷机 1；用于切断钢带的头尾端部进行焊接的准备的进入侧剪切机 2；用于连续地将钢带彼此的端部结合的焊接机 3；用于在钢带的焊接准备以及焊接中贮留钢带，在进入侧洗涤装置 11 和炉部 12 中不使钢带减速 - 停止而能够通过的进入侧储存撑套器 (storage looper) 4；用于洗涤钢带的表面、除去轧制油和铁分等污物的进入侧洗涤装置 11；由加热、均热、冷却区域构成的用于将钢带进行脱碳退火的炉部 12；用于在卷材的再卷绕结束、出侧剪切机 6 进行工作时贮留钢带，钢带在进入侧洗涤装置 11、炉部 12 中不减速 - 停止而能够通过的出侧储存撑套器 5；用于洗涤从炉部出来的已退火的钢带表面、除去炉内污物的出侧洗涤装置 13；退火分离剂涂布装置 14；退火分离剂干燥装置 15；出侧剪切机 6；以及用于将钢带再卷绕成卷状的张力卷绕机 7。

[0051] 在这样的制造设备线中,退火分离剂干燥装置 15,为由热惯性低的炉材和直火燃烧器构成的响应性高的炉构成,为能够迅速地应对在出侧剪切机 6 工作中的不得已的在退火分离剂干燥装置 15 内的钢带停止-减速的构造。

[0052] 另外,在炉部 12 的前后的钢带 60 的张力,用张力计 41、42 测定,在退火分离剂干燥装置 15 中的钢带 60 的张力,用张力计 43 来测定。测定结果向通过的张紧辊 23 ~ 26 反馈,可确保张紧辊前后的钢带张力。

[0053] 另外,出侧洗涤装置 13,在炉部 12 中的钢带的污物很少时,未必需要设置。

[0054] 方向性硅钢的精冷轧板,在上述的制造设备线上进行脱碳退火(包含退火分离剂的涂布)后,被高温退火,进而实施平滑化退火,成为最终制品。

[0055] 图 2 是用纵向铅直截面图模式地表示炉部 12 的现有技术的构成的图。炉部 12,通常由利用辐射管加热方式的加热区域 31、利用电加热器加热的均热区域 32、利用电加热器加热的氮化区域 33 以及冷却区域 34 构成。在加热区域 31 中,设置有用于监视加热途中的板温的板温度计 36、37、38。

[0056] 由进入侧洗涤装置 11 进行了表面洗涤的钢带 60,在利用辐射管方式的加热区域 31 中被加热,加热至脱碳温度约为 820℃,在利用电加热器加热的均热带 32 中进行脱碳退火。

[0057] 在利用辐射管方式的加热区域 31 中,钢带以脱碳没有障碍的形式进行加热,通常一边监视在加热区域途中设置的板温度计 36、37 以及加热区域的出侧的板温度计 38 一边控制炉的温度。

[0058] 另外,最近还采用一边自动监视该板温度计 36、37、38 的测定值,一边自动控制加热区域的炉的温度的方式。

[0059] 图 3(a) ~ (c) 表示利用现有技术的图 1、2 的设备的方向性电磁钢板脱碳退火中的、在板温度计 36、37、38 的位置的 1 条钢带卷的纵向的温度分布的一例。

[0060] 在该例中,尽管采用了一边自动监视板温度计 36、37、38 的测定值,一边自动控制加热区域的炉的温度的方式,用加热区域出侧的板温度计 38 测定的钢带纵向的板温仍发生波动。

[0061] 这是由于炉的热惯性大,难以抑制板温的波动的缘故。这样的波动,作为结果,对于其后的钢带的包括脱碳反应在内的表面的反应有很大影响,导致钢带纵向的品质波动,例如,脱碳的不均匀性、皮膜缺陷等品质障碍。

[0062] 本发明者们详细调查分析该钢带的纵向的升温过程中的板温,发现即使在 1 条钢板卷中的钢带纵向,升温速度也较多地波动。

[0063] 并且,进一步分析该波动的原因的结果,在钢带的连续加热设备所使用的辐射管炉中,通过辐射管与钢带之间的辐射传热,钢板被加热;决定钢板的升温量的传热量由辐射管、钢板的辐射率和几何学位置关系决定;辐射管的辐射率以及几何学位置关系短期不变,因此判明钢带的温度因钢带的辐射率的波动而变化。

[0064] 作为钢板的辐射率在纵向上变化的主要因素,不明点很多,但推测由以下所述导致,即:作为冷轧钢板的制造的前工序的热轧不连续,以板坯单位(相当于钢带卷)进行,由于热轧中的板温度的纵向波动以及冷却过程的不均匀,表面性状发生变化;等等。

[0065] 另外,由于在钢板的温度测定中利用了钢板的辐射率,因此如果辐射率变化,则板

温度的测定值的精度变差。使用多个波长的板温度计,虽然精度改善一些,但是也逃避不了这个问题。

[0066] 本发明者们进一步深入地反复研究的结果,当采用螺管线圈式高频感应加热时,在居里点附近,钢带的导磁率急速降低,与此相伴,渗透深度变大的同时,钢带的加热能力急速减少,因此不会影响到钢带的纵向的辐射率,可使钢带的温度接近于恒定值,着眼于此,完成了可进行钢带的加热速度的纵向的均匀化的本发明。进而发现,若钢板的辐射率超过 700℃,则在绝对值变大的同时,比较难以被板表面的状况左右,从而完成了本发明。

[0067] 图 4 是用纵向铅直截面图模式地表示作为本发明的 1 个实施例的用于将已冷轧的方向性硅钢退火的连续热处理设备(图 1)的炉部 12 的构成的图。

[0068] 炉部 12 以外,与以往的连续退火设备相同。与图 2 的现有技术的热处理设备线相比,在加热带的中央设置有螺管线圈式高频感应加热装置 35。另外,在螺管线圈式高频感应装置 35 的前后设置有板温度计 36、37。

[0069] 钢带 60,在利用辐射管方式的加热区域(前半)31A 中被加热,板温到达 500℃以上、且比居里点 T_c (℃)低出超过 50℃的温度的规定温度(小于 T_c-50 ℃的温度)后,利用螺管线圈式高频感应加热装置 35,加热至 T_c-30 ℃至 T_c-5 ℃的温度区域,接着,在利用辐射管方式的加热区域(后半)31B 中加热至约 825℃,在利用电加热器加热的均热带 32 中进行脱碳退火。

[0070] 螺管线圈式高频感应加热装置 35 的进入侧的钢带 60 的板温,必须为 500℃以上。若板温小于 500℃,则该感应加热装置的所需升温余量变大。因此必须使感应加热装置的设备能力过大,这不现实。而且,在热处理炉气氛中含有氢气时,不能确保可避免氢爆炸的危险的气氛温度 750℃以上。

[0071] 另一方面,当该板温为 T_c-50 ℃以上时,在利用感应加热装置的到达板温下不能吸收辐射方式的加热中的加热散差,因此必须小于 T_c-50 ℃。

[0072] 另外,螺管线圈式高频感应加热装置 35 的出侧的钢带 60 的板温超过 T_c-5 ℃时,在出侧的钢带的导磁率过小,因此高频感应加热装置所需要的磁场变大,所需设备巨大,这不现实。另外,当该板温小于 T_c-30 ℃时,在出侧的钢带的导磁率变小,不能通过高频感应加热抑制辐射方式加热中的加热散差。

[0073] 因此,螺管线圈式高频感应加热装置 35 的出侧的钢带 60 的板温,必须为 T_c-30 ℃至 T_c-5 ℃的温度区域。

[0074] 图 5(a)~(c)表示在本发明的炉部 2 中的、加热区域 31A、35、31B 的各区域出侧的板温度计 36、37、38 的位置测定的 1 条钢带卷的纵向的温度分布的一例。

[0075] 如图 5(a)的板温度计 36 的测定数据所示,在利用辐射管方式的加热区域 31A 的出侧,存在钢带的温度不匀。尽管如此,通过按照本发明进行加热,在螺管线圈式高频感应加热装置 35 的出侧,如图 5(b)的板温度计 37 的测定数据那样,温度变得大致均匀。而且,在利用辐射管方式的加热区域 31B 的出侧,钢带纵向的板温,如图 5(c)的板温度计 38 的测定数据那样,基本没有波动而非常稳定。

[0076] 其结果,在方向性硅钢板的脱碳退火中,可将钢带沿纵向极均匀地进行退火处理,因此关于得到的方向性硅钢板的品质,脱碳变得均匀,皮膜缺陷也基本消除。

[0077] 另外,在采用螺管线圈式高频感应加热方式的情况下,与利用辐射管方式的加热

相比,能够进行大热输入的急速加热。

[0078] 在本实施例的方向性硅钢的脱碳退火中,可知在脱碳退火的升温过程中的 $550^{\circ}\text{C} \sim 720^{\circ}\text{C}$ 的温度范围,当将该范围内的各温度处的加热速度控制为 $40^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 以上时,可得到具有 1.91T 以上的磁通密度(B8)的电磁钢板,当将加热速度优选控制为 $50^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 以上、进一步优选控制为 $75 \sim 125^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 的范围时,可得到B8为 1.92T 以上的磁通密度进一步高的电磁钢板,因此优选充分利用螺管线圈式高频感应加热方式的特征使加热升温速度为 $50^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 以上。

[0079] 另外,在图4中表示了具有氮化区域33的例子,但本发明并不限于具有氮化区域的已冷轧的方向性电磁钢板的脱碳退火设备,对没有氮化区域的脱碳退火设备也有效。

[0080] 图6是用于将铁素体系不锈钢的冷轧板进行光亮退火的代表性的连续热处理设备的概略的等角投影图。制造线的主要要素,除了没有炉的出侧的退火分离剂涂布装置和干燥炉以外,与图1同样。

[0081] 图7是以纵向铅直截面图模式地表示炉部12的现有技术的构成的图。炉部12,通常由利用马弗炉方式(间接加热)的加热区域51、均热区域52以及冷却区域54构成,在加热区域51中设置了用于监视加热途中的板温的板温度计56、57、58。

[0082] 图8是以纵向铅直截面图模式地表示作为本发明的1个实施例的用于将已冷轧的铁素体系不锈钢进行光亮退火的连续热处理设备(图6)的炉部12的构成的图。除了炉部12以外,与以往的连续退火设备相同。与图7的现有技术的退火线相比,在加热带的中央设置有螺管线圈式高频感应加热装置55。

[0083] 与电磁钢板的脱碳退火设备的例子相同地,在现有技术的炉构成中,在加热带中的升温过程中散差大,但在本发明中,采用螺管线圈式高频感应加热炉加热到居里点附近,能够沿钢带纵向进行均匀加热。

[0084] 在本发明中,如以上那样,在第2加热带35、55中,利用螺管线圈式高频感应加热机构将钢带加热至 $T_c-30^{\circ}\text{C}$ 至 $T_c-5^{\circ}\text{C}$ 的温度区域。

[0085] 螺管线圈式高频感应加热,如上述那样,在居里点附近钢带的导磁率急速降低,因此加热能力急速减少。

[0086] 因此,在导磁率变化的影响少的前段和其影响大的后段使用不同的感应加热装置进行加热是有利的。另外,如果这样的话,则也具有可将各个感应加热装置小型化的优点。

[0087] 图9中表示出将图4的第2加热带35分为前段和后段,并在各段上分别配置了螺管线圈式高频感应加热装置35A、35B的例子。

[0088] 将钢带升温时,在高温侧(通板方向的下游侧)需要严格的升温速度的管理的情况较多。在这样的情况下,优选:在下游侧的螺管线圈式高频感应加热装置35B中,使线圈流通恒定值(目标值)的电流,准确地控制升温速度使得钢带的升温速度为恒定,在上游侧的螺管线圈式高频感应加热装置35A中,进行控制使得高频感应加热装置35B进入侧的钢带温度为恒定。

[0089] 图10表示这样的高频感应装置的控制方式的一例。

[0090] 在该控制方式中,监视上游的螺管线圈式高频感应加热装置35A的进入侧的板温度计36,并进行利用辐射管方式的加热区域(前段)31A的状态监视。另外,运算进行加热使得最下游的高频感应加热装置35B的进入侧的钢板的板温度达到目标值所需要的加热热

量,根据该热量求出上游的高频感应加热装置 35A 的设定输出电力值 W_A 。接着,对上游的高频感应加热装置 35A 进行控制使得实际输出电力值达到设定电力值 W_A ,对于最下游的螺管线圈式高频感应加热装置 35B,控制在线圈中流通的电流值使得其达到目标的电流值 I_B ,并将钢带进行通板。

[0091] 另外,监视出侧的板温计 37,确认最下游的高频感应加热装置 35B 的出侧的板温为恒定,将钢带进行通板。

[0092] 图 11(a) ~ (d) 表示在此时的炉部 2 中的加热区域 31A、35B 的各区域出侧的板温度计 36、37 的位置测定的 1 条钢带卷的纵向的温度分布以及螺线管式高频感应加热装置 35A、35B 的实际输出电力值的一例。

[0093] 如图 11(a) 所示,在利用辐射管方式的加热区域 31A 的出侧,存在钢带的温度不均匀,但在螺管线圈式高频感应加热装置 35B 的出侧,如图 11(b) 那样温度变得大致均匀。

[0094] 但是,下游的高频感应加热装置 35B 的实际输出电力值,如图 11(d) 所示发生波动,在更需要升温速度管理的区域,钢带的升温速度发生了波动。

[0095] 推测这起因于:上游的高频感应加热装置 35A 的进入侧的板温度计 36 在板温 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 的区域,钢板的辐射率的波动大,即使使用测定精度比较好的二波长测量方式的板温计,测定精度也不太好。

[0096] 接着,将可使升温温度更稳定的另外的高频感应装置的控制方式示于图 12。

[0097] 对于最下游的高频感应加热装置 35B,控制在线圈中流通的电流使得其达到目标的电流值 I_B ,并将钢带进行通板。检测此时的最下游的高频感应加热装置 35B 的实际输出电力值 W_B ,运算该实际输出电力值与目标输出电力值的差 ΔW_B ,对处在最下游的高频感应加热装置 35B 的上游的高频加热装置 35A 的设定输出电力值 W_{A0} 进行修正,使得实际输出电力值为恒定值,对高频加热装置 35A 的电流值进行控制使得高频加热装置 35A 实际输出电力值为该修正了的设定输出电力值 $\Delta W_B + W_{A0}$ 。

[0098] 另外,监视进入侧的板温计 36,进行利用辐射管方式的加热区域(前段)31A 的状态监视,同时监视出侧的板温计 37,确认最下游的螺管线圈式高频感应加热装置 35B 的出侧的板温为恒定,将钢带进行通板。

[0099] 图 13(a) ~ (d) 表示在此时的炉部 2 中的加热区域 31A、35B 的各区域出侧的板温度计 36、37 的位置测定的 1 条钢带卷的纵向的温度分布以及螺线管式高频感应加热装置 35A、35B 的实际输出电力值的一例。

[0100] 此时在螺线管式高频感应加热装置 35A、35B 的边界的钢带 60 的目标板温为 680°C 。

[0101] 另外,当高频感应加热装置 35B 的出侧的钢带 60 的板温小于 $T_c - 30^{\circ}\text{C}$ 时,不能有效地进行下述控制,即由下游的高频感应加热装置 35B 的实际输出电力值的波动推定其内部的钢带的温度散差,使螺管线圈式高频感应加热装置 35A 的输出电力值为恒定。

[0102] 根据该控制方式,尽管在利用辐射管方式的加热区域 31A 的出侧,如图 13(a) 所示那样,存在钢带的温度不均匀,但在下游的螺管线圈式高频感应加热装置 35B 的出侧,如图 13(b) 所示那样温度变得大致均匀。而且,螺线管式高频感应加热装置 35B 的实际输出电力值,如图 13(d) 所示那样基本没有波动而非常稳定。

[0103] 因此,根据该控制方式,下游的螺线管式高频感应加热装置 35B 中的钢带 60 的升

温速度,恒定而基本不波动,非常稳定。

[0104] 在以上的控制方式的说明中,将感应加热装置设为 2 个,但感应加热装置不限于 2 个,也可以有多个。

[0105] 而且,在图 12 所示的控制方式中,使输出电力值为恒定的高频感应加热装置,只要根据要求非常严格的钢带升温速度的温度区域来配置即可,未必限于第 2 加热带的最下游。

[0106] 另外,作为本发明处理对象的具有居里点的钢带,不限于在这里例举的方向性电磁钢板的冷轧钢带、铁素体系不锈钢板的冷轧钢带,对于具有居里点的钢带均有效。

[0107] 另外,作为本发明处理对象的含有 4.5 质量%以下的 Si 的方向性电磁钢板,例如,可以是如特开 2002-060842 号公报、特开 2002-173715 号公报等所公开的方向性电磁钢板那样的成分系的钢板,在本发明中并不特别限定其成分系。

[0108] 另外,作为本发明处理对象的含有 18 质量%以下的 Cr 的铁素体系不锈钢板,可以是如 JIS G 4305 的 SUS430、SUS430J1L 等的标准钢种、如特开平 05-293595 号公报、特开平 06-002044 号公报、特开平 07-118754 号公报等所公开的铁素体系不锈钢板那样的成分系的钢板,在本发明中并不特别限定其成分系。

[0109] 另外,作为本发明处理对象的含有 18 质量%以下的 Cr 的马氏体系不锈钢板,可以是 JIS G 4305 的 SUS410、SUS420J1 等的标准钢种、如特开平 07-268561 号公报、特开平 08-199310 号公报等所公开的马氏体系不锈钢板那样的成分系的钢板,在本发明中并不特别限定其成分系。

[0110] 另外,作为将钢带加热至小于 $T_c-50^{\circ}\text{C}$ 的手段,不限定辐射管方式,所有的利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构和 / 或利用感应加热装置的加热机构都有效。另外,从居里点附近的 $T_c-30^{\circ}\text{C}$ 至 $T_c-5^{\circ}\text{C}$ 的温度区域加热至处理目标温度的方式,也不限于电加热器加热方式,所有的利用间接气体加热或直接气体加热的辐射加热机构和 / 或利用电加热器的辐射加热机构都有效。另外,一般地 $T_c-30^{\circ}\text{C}$ 超过 700°C ,在该区域中钢板的辐射率其绝对值变大,并且比较难以被板表面的状况左右,因而板温度计的测定精度也提高,钢板的温度容易控制,因此当为 T_c-30 以上时不太考虑加热方式。

[0111] 实施例

[0112] 实施例 1

[0113] 将以质量%计,含有 C :0.06%、Si :3.3%、Mn :0.1%、P :0.03%、S :0.008%、酸可溶性 Al :0.028%、N :0.008%、Cr :0.1% 的钢板坯在 1150°C 的温度下加热后,热轧成板厚 2.3mm 制成钢带卷,其后,实施了退火温度 1120°C 以及 920°C 的两阶段退火。进而,用可逆式轧机冷轧至板厚 0.22mm 后,采用现有技术的脱碳退火设备(图 1、图 2)以及本发明的脱碳退火设备(图 1、图 4)进行脱碳退火。此后,进行高温退火后,最后进行平滑化退火。此时,利用板温度计 38 测定炉部 12 的加热区域出侧的钢板温度,同时测定平滑化退火后的方向性电磁钢板的皮膜缺陷率。将试验条件和试验结果示于表 1。另外,将感应加热的开始温度设为 $T_c-A(^{\circ}\text{C})$,结束温度设为 $T_c-B(^{\circ}\text{C})$,在表中用 A 和 B 的值表示出。另外,作为卷材纵向的品质稳定性的评价项目,由于脱碳性难以连续测定,因此测定了可连续测定的皮膜缺陷率(缺陷部的面积比率)。

[0114] 在本发明的实施例 1、2 中,在板温度计下的钢板温度的散差基本没有,另外可知,作为结果,钢板的皮膜缺陷率非常小。

[0115] 另一方面,感应加热结束温度过高的比较例 11 中,钢板未达到目标温度,不能满足试验条件。另外,在感应加热结束温度过低的比较例 12、感应加热开始温度高的比较例 13、14 中,钢板温度的散差依然不小,作为结果,钢板的皮膜缺陷率高。另外,不使用感应加热的比较例 15,钢板温度散差大,钢板的皮膜缺陷率非常大。

[0116] 表 1

[0117]

		炉部构成	感应加热		板温度计(38)的温度范围 (最大值-最小值) (℃)	皮膜缺陷率 (%)	备注
			开始温度 目标值 (A)(℃)	结束温度 目标值(B) (℃)			
发明例	1	图4	60	5	2	0.2	
	2	图4	60	20	3	0.1	
比较例	11	图4	60	3	—	—	未到达目标温度
	12	图4	60	35	16	4.8	
	13	图4	40	5	13	2.5	
	14	图4	40	20	14	3.0	
	15	图2	-	-	20	6.0	

[0118] 实施例 2

[0119] 将以质量%计,含有 C :0.005%、Si :0.1%、Mn :0.1%、Cr :15%、P :0.02%、S :0.01%、N :0.01%的板坯在 1200℃的温度下加热后,热轧为板厚 5mm,制成钢带卷,其后,实施了 900℃的退火。进而,用可逆式轧机冷轧至板厚 2mm 后,在退火设备中利用现有技术的方式(图 6、图 7)以及本发明的方式(图 6、图 8),在 950℃下进行了光亮退火。此时,在利用板温度计 58 测定炉部 12 的加热区域出侧的钢板温度的同时,对于得到的铁素体系不锈钢板,测定光亮退火后的硬度,测定强度的不合格率。将试验条件和结果示于表 2(目标值 A、B 与表 1 同样)。

[0120] 在本发明的实施例 21、22 中,基本没有钢板温度的散差,另外可知,作为结果,钢板的机械强度的散差变得非常小,完全没有不合格部分。

[0121] 另一方面,在感应加热结束温度过高的比较例 31 中,钢板没有达到目标温度,不能满足试验条件。另外,在感应加热结束温度过低的比较例 32、感应加热开始温度高的比较例 33、34 中,钢板的机械强度的不合格部分(加热不足)的比率散差依然大。另外,不使用感应加热的比较例 35,钢板的机械强度的不合格部分(加热不足)的比率非常大。

[0122] 表 2

[0123]

		炉部构成	感应加热		板温度计(58) 的温度范围(最大值-最小值) (℃)	钢板强度不合格比率 (%)	备注
			开始温度 目标值 (A) (℃)	结束温度 目标值 (B) (℃)			
发明例	1	图8	60	10	2	0	
	2	图8	60	20	2	0	
比较例	1	图8	60	3	----	----	未到达目标温度
	2	图8	60	35	13	6	
	3	图8	30	5	8	3	
	4	图8	30	20	10	4	
	5	图7	----	-----	18	9	

[0124] 产业上的可利用性

[0125] 根据本发明,在将具有居里点的钢带加热至超过居里点的退火温度时,能够沿钢带的纵向进行极均匀的加热。

[0126] 在方向性硅钢板的冷轧出的钢带、铁素体系不锈钢带、马氏体系不锈钢带等的连续退火中,对于钢板的升温速度要求严格的控制以及均匀性,通过将本发明应用于这样的钢带的连续退火,可得到由退火温度的均匀化带来的较大的品质改善效果,能够制造品质稳定的制品。因此,本发明的产业上的效果不可估量。

[0127] 本发明中表示数值范围的“以上”和“以下”均包括本数。

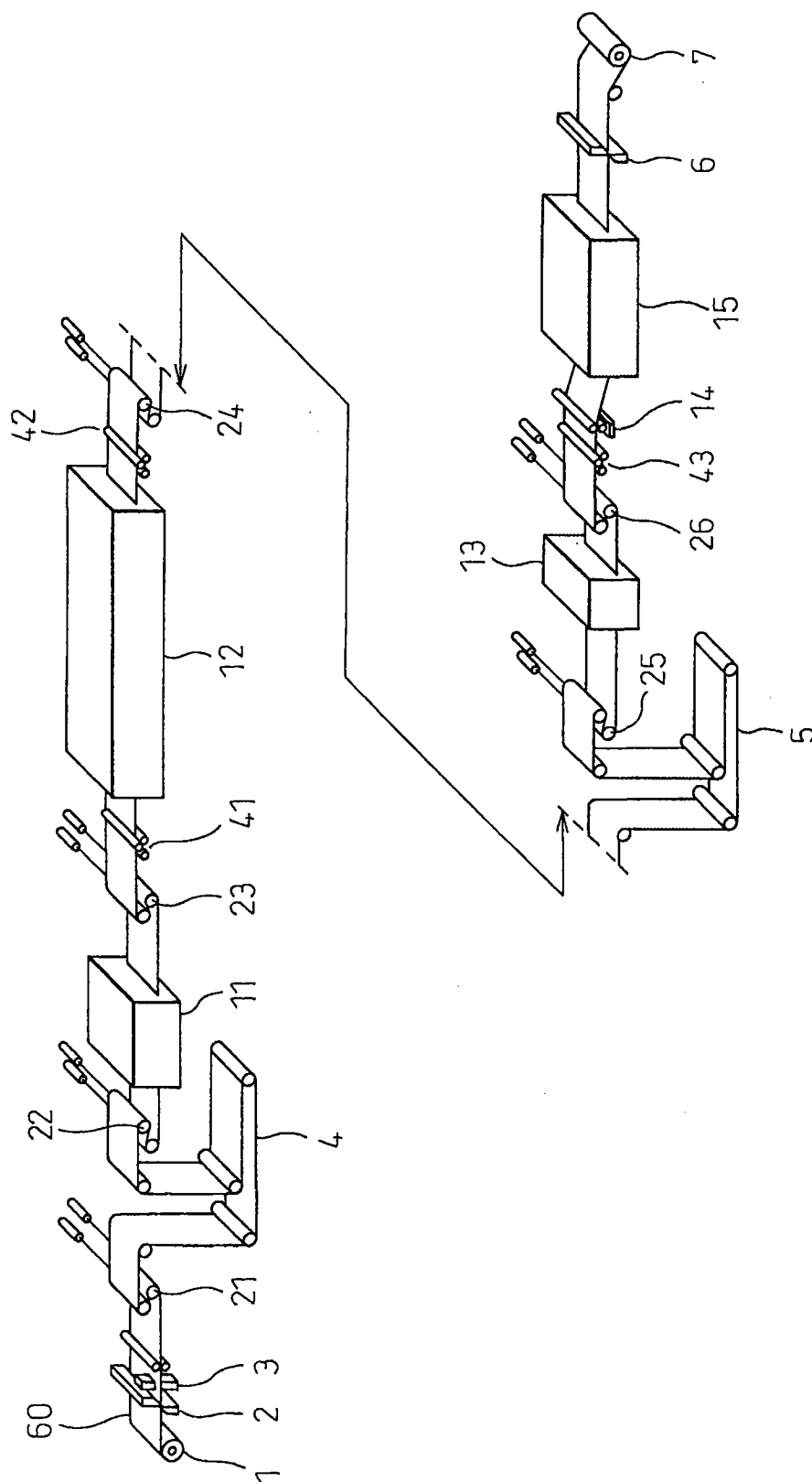


图 1

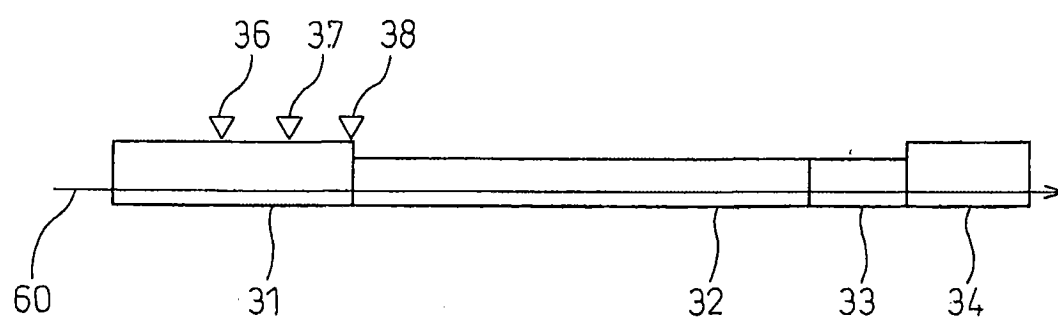


图 2

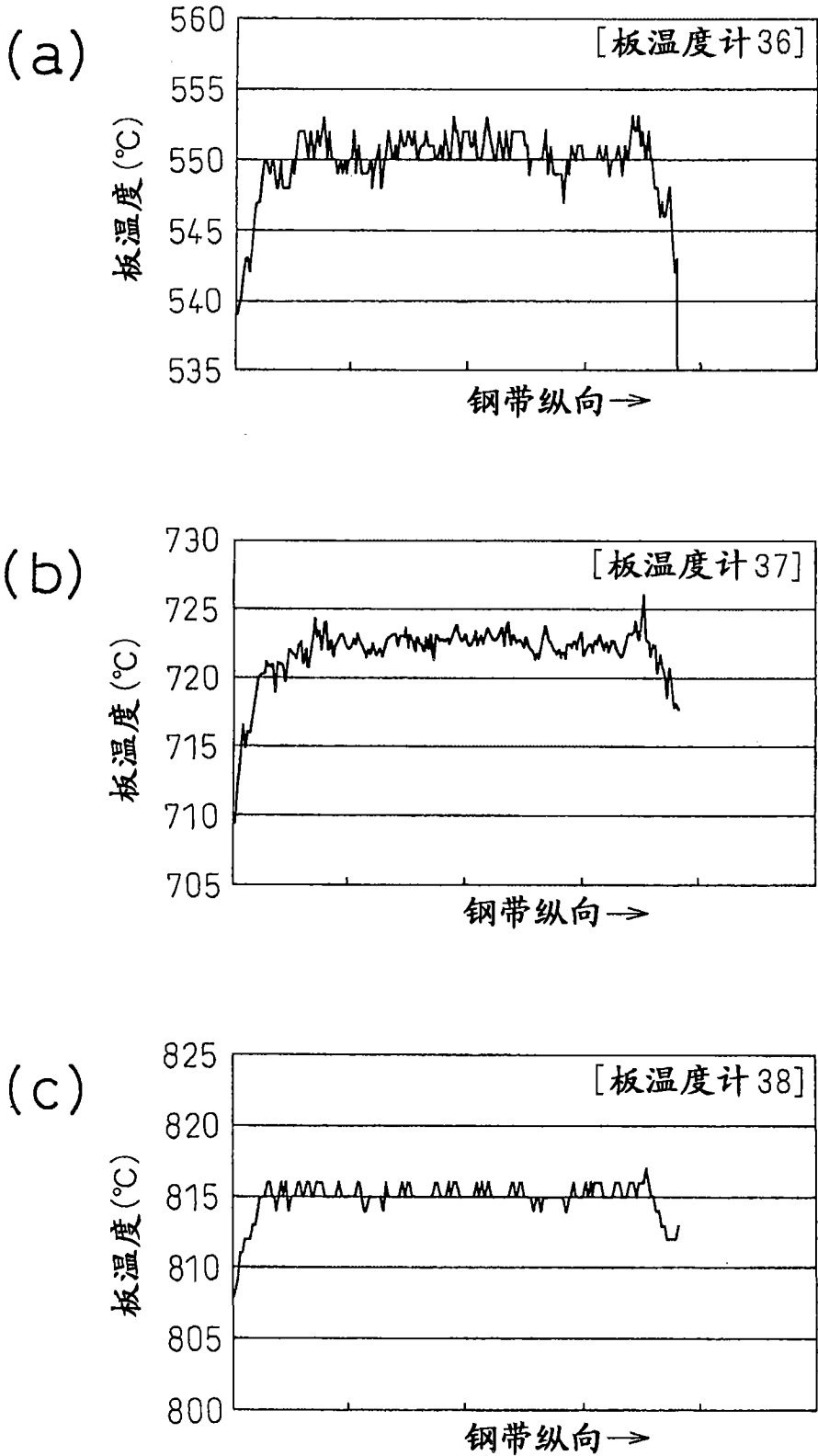


图 3

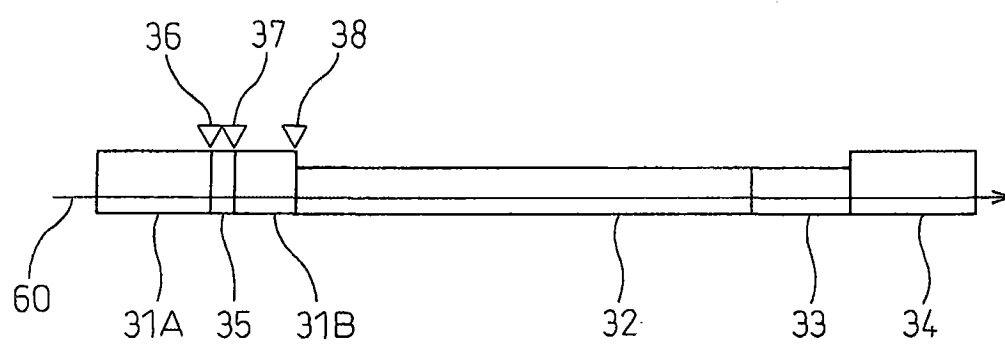


图 4

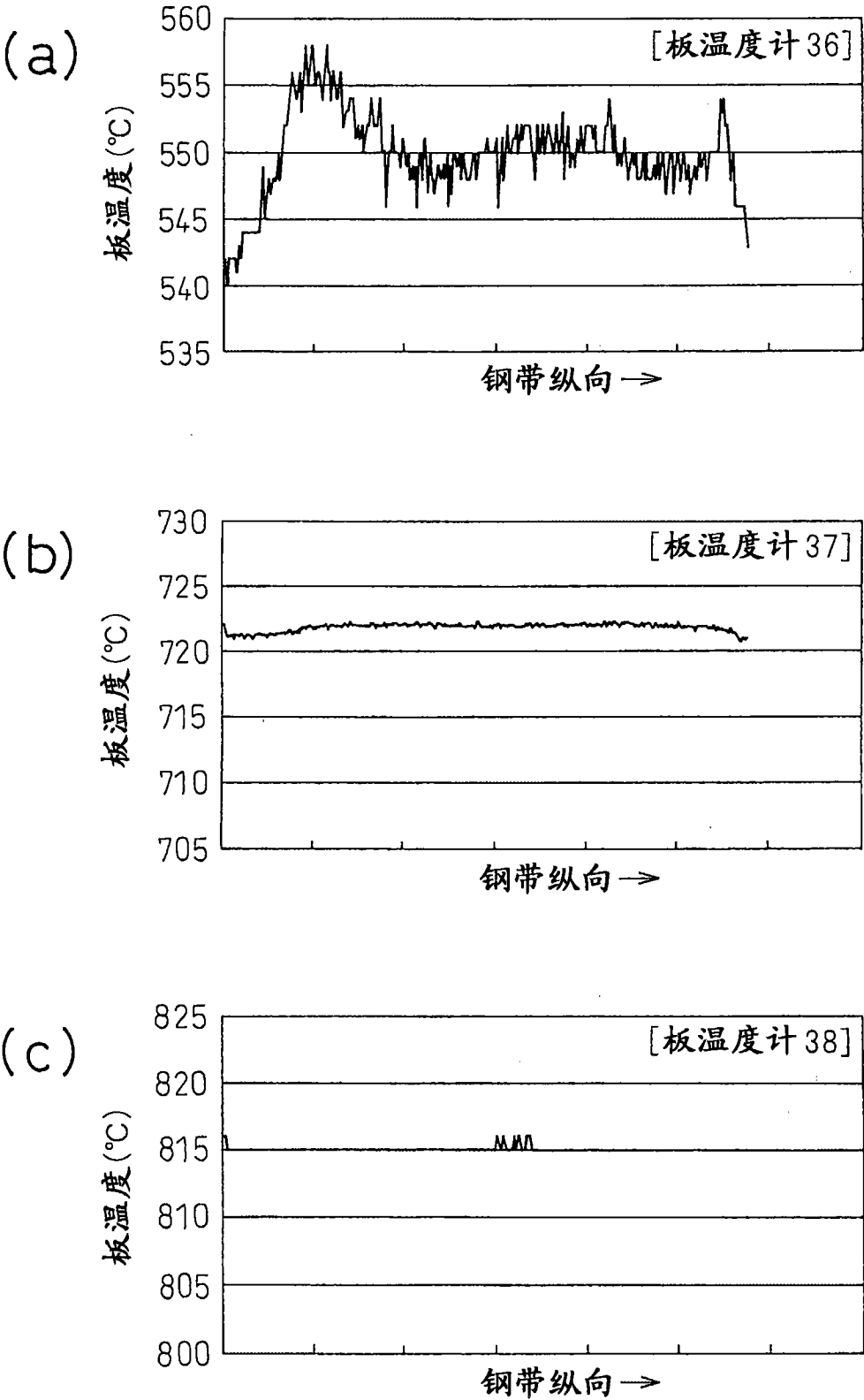


图 5

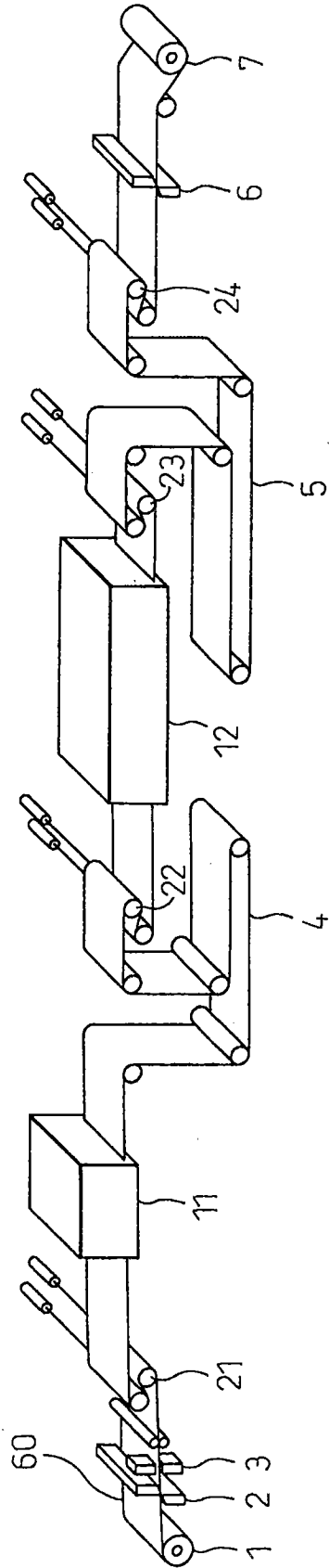


图 6

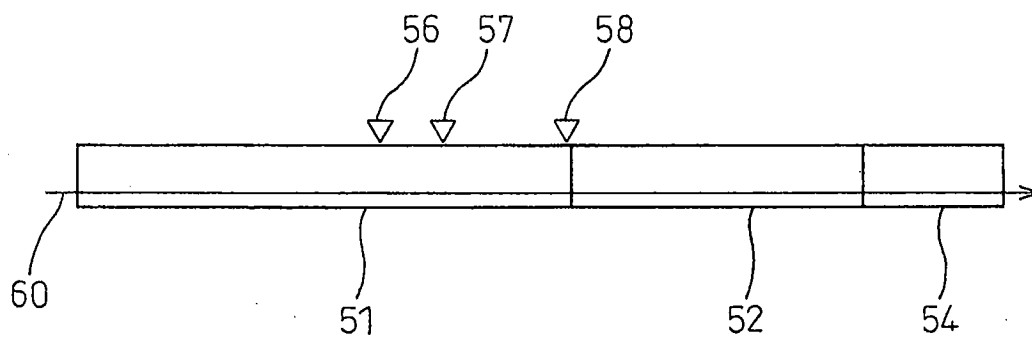


图 7

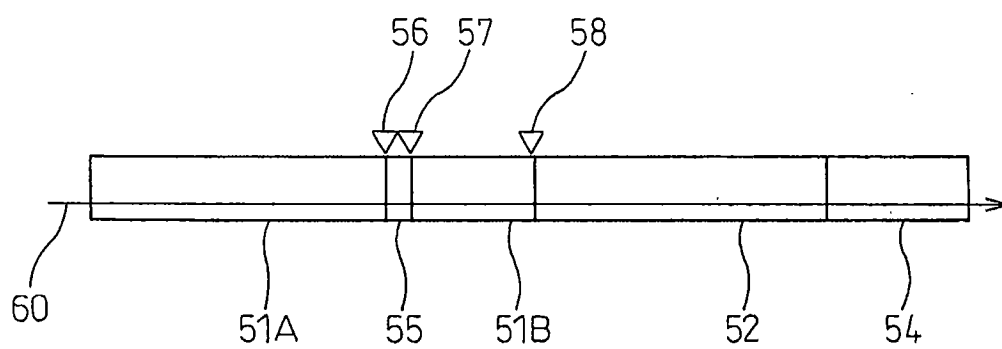


图 8

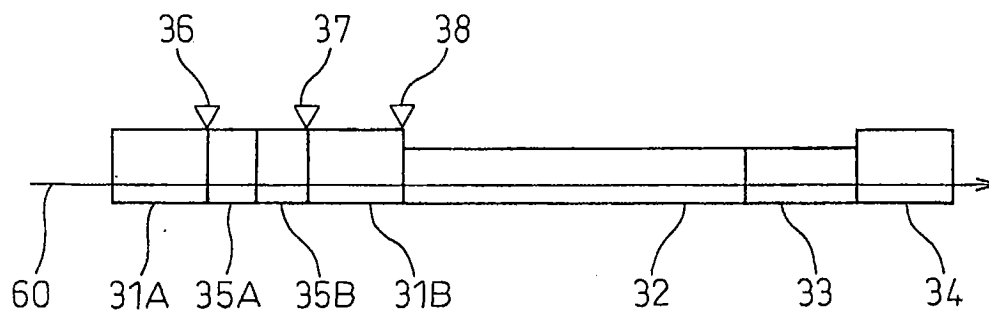


图 9

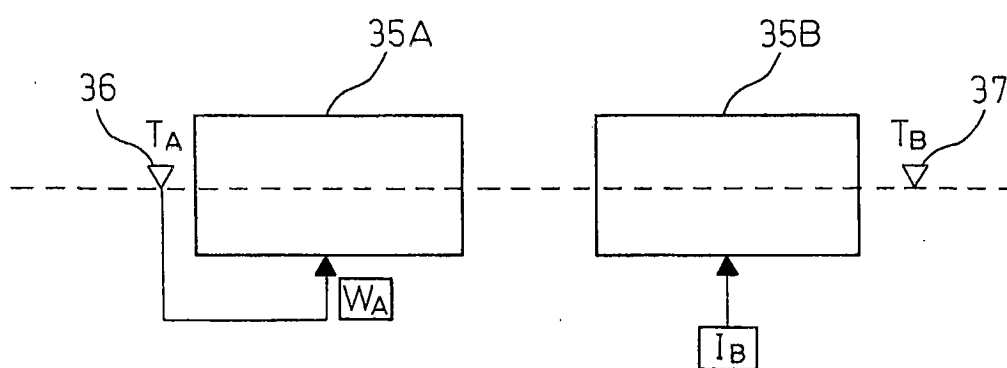


图 10

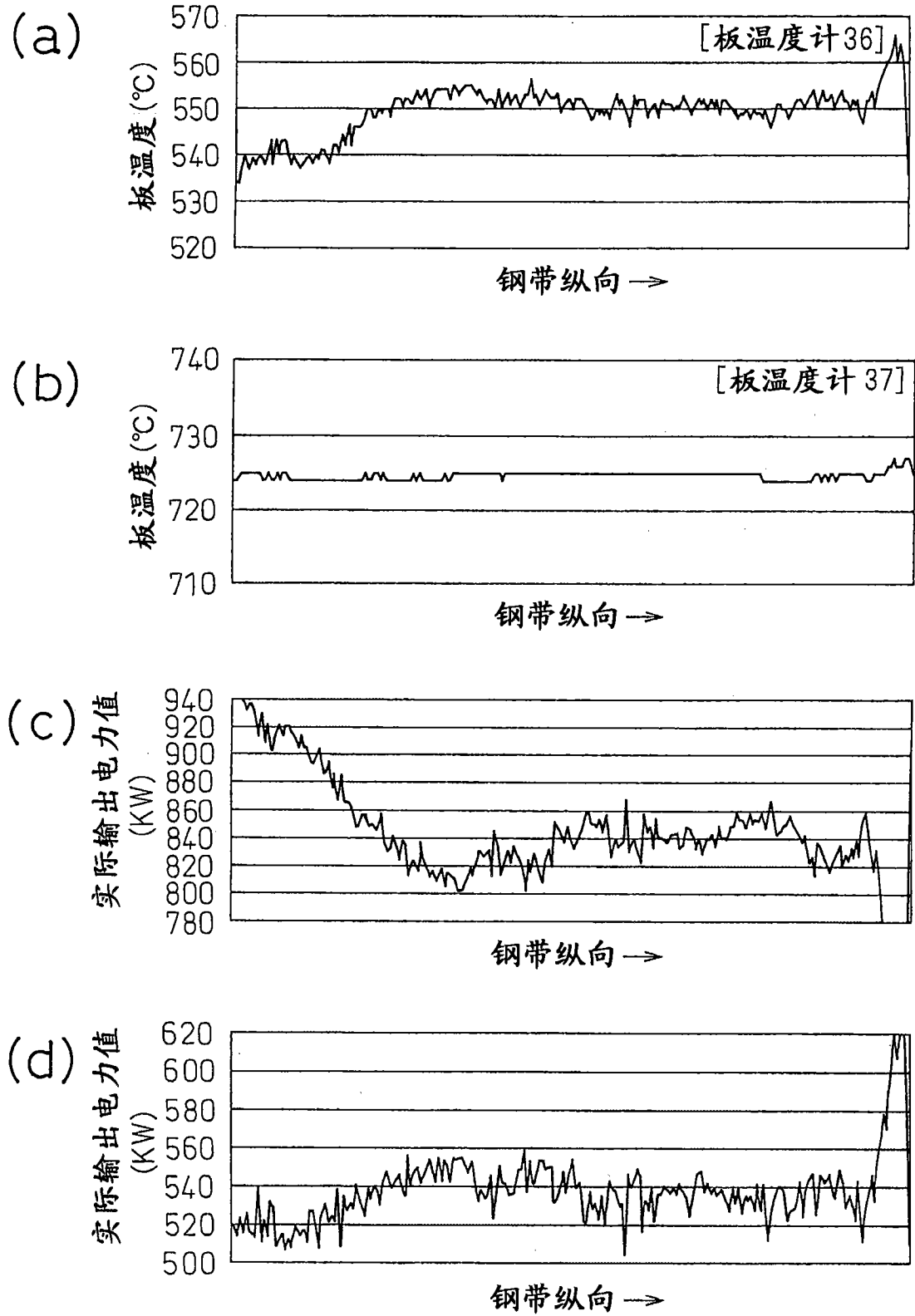


图 11

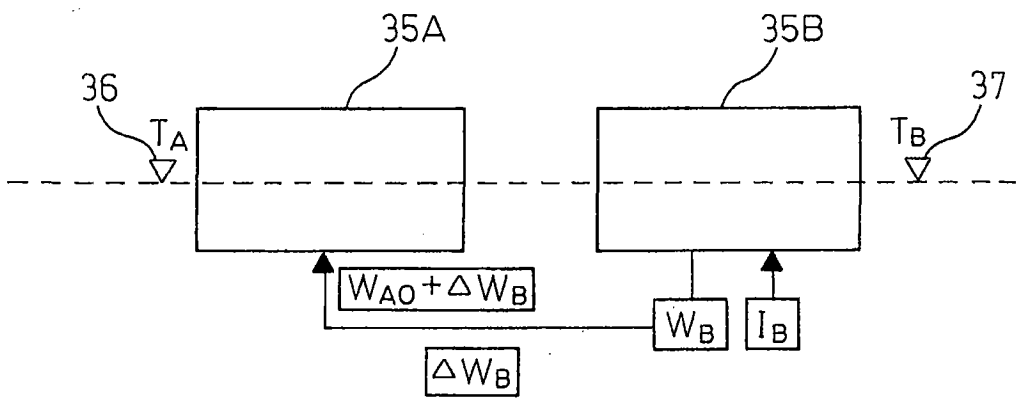


图 12

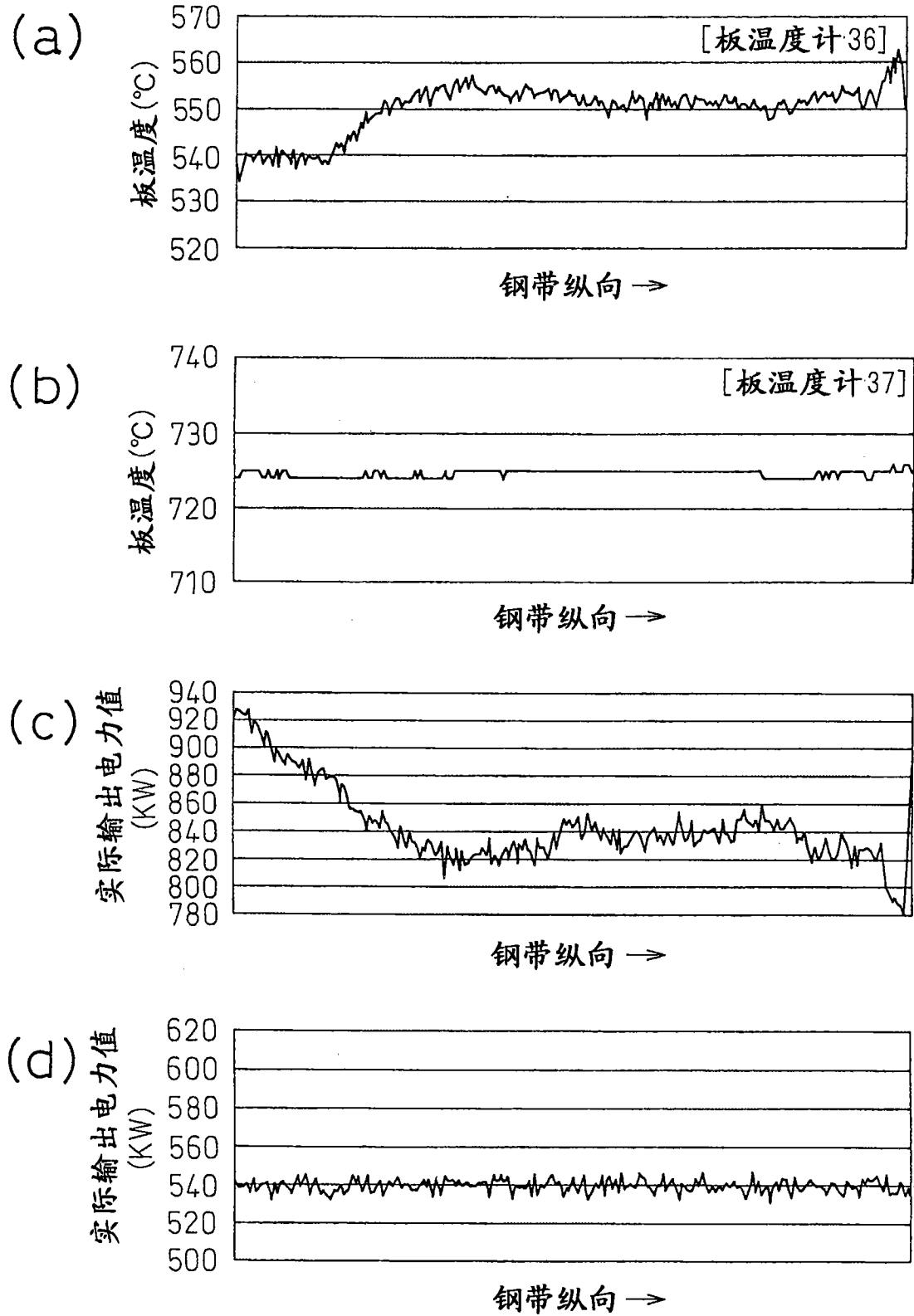


图 13