



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101570847 B

(45) 授权公告日 2011.05.25

(21) 申请号 200910141575.4

JP 55014839 A, 1980.02.01, 全文.

(22) 申请日 2004.06.10

JP 54025274 A, 1979.02.26, 全文.

(30) 优先权数据

US 4309227 A, 1982.01.05, 全文.

2003-169012 2003.06.13 JP

审查员 王子瑜

(62) 分案原申请数据

200480016281.4 2004.06.10

(73) 专利权人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 竹内丰 唐泽均 小岛秀男

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 刘晓峰

(51) Int. Cl.

C23C 8/36 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 200045061 A, 2000.02.15, 全文.

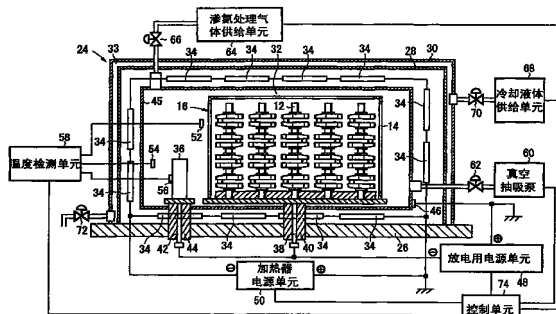
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

渗氮装置

(57) 摘要

提供了一种用于对热处理炉中的工件执行渗氮处理的渗氮处理装置,所述渗氮处理装置包括:辉光放电产生装置,其通过在所述热处理炉和所述工件之间施加不小于 1kHz 的频率的预定电流密度的脉冲电压产生辉光放电;加热装置,所述加热装置通过使用安置在所述热处理炉中的加热元件加热所述工件;温度检测装置,所述温度检测装置检测所述工件的温度;以及控制装置,基于通过所述温度检测装置所检测的所述工件的所述温度,所述控制装置控制通过所述辉光放电产生装置所起作用的所述辉光放电的所述电流密度,并控制所述加热装置。



1. 一种用于对热处理炉 (24) 中的工件 (12) 执行渗氮处理的渗氮处理装置, 所述渗氮处理装置包括:

辉光放电产生装置 (48), 其通过在所述热处理炉 (24) 和所述工件 (12) 之间施加不小于 1kHz 的频率的预定电流密度的脉冲电压产生辉光放电;

加热装置 (50), 所述加热装置 (50) 通过使用安置在所述热处理炉 (24) 中的加热元件 (34) 加热所述工件 (12);

温度检测装置 (58), 所述温度检测装置检测所述工件 (12) 的温度; 以及

控制装置 (74), 基于通过所述温度检测装置 (58) 所检测的所述工件 (12) 的所述温度, 所述控制装置 (74) 控制通过所述辉光放电产生装置 (48) 所起作用的所述辉光放电的所述电流密度, 并控制所述加热装置 (50),

其中所述温度检测装置 (58) 包括:

哑工件辐射温度计 (54), 所述哑工件辐射温度计 (54) 检测安置在所述热处理炉 (24) 中的哑工件 (36) 的辐射温度;

哑工件接触温度计 (56), 所述哑工件接触温度计 (56) 检测所述哑工件 (36) 的接触温度;

检测所述工件 (12) 的辐射温度的工件辐射温度计 (52); 以及

工件温度计算装置 (58), 所述工件温度计算装置 (58) 通过计算所述辐射温度和所述哑工件 (36) 的所述接触温度之间的温度差异计算所述工件的所述温度并用所述温度差异矫正所述工件的所述辐射温度。

2. 根据权利要求 1 所述的渗氮处理装置, 其特征在于, 所述热处理炉 (24) 包括:

渗氮处理室 (32), 所述渗氮处理室 (32) 容纳所述工件 (12) 并通过与所述工件 (12) 协作用于产生所述辉光放电的电极板 (45) 所围绕;

加热室, 所述加热室包括所述加热元件 (34), 所述加热元件 (34) 围绕所述电极板 (45) 的外周安置并通过隔壁 (28) 所围绕; 以及

冷却装置 (33), 所述冷却装置 (33) 围绕所述隔壁 (28) 的外周安置并且用于冷却所述隔壁 (28) 的冷却液体被供给到所述冷却装置 (33)。

3. 根据权利要求 1 所述的渗氮处理装置, 其特征在, 所述热处理炉 (24) 是横向类型热处理炉。

4. 根据权利要求 1 所述的渗氮处理装置, 其特征在, 所述工件 (12) 是曲柄轴。

## 渗氮装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于在热处理炉中对工件进行渗氮处理的渗氮处理装置。

### 背景技术

[0002] 渗氮处理存在于其中由钢材材料所构成的工件的表面被渗氮以形成氮化铁 (iron nitride) 层的工艺中, 这样工件的表面被硬化。渗氮处理被广泛地执行。用于渗氮处理的方法包括其中等离子加热通过辉光放电来执行的等离子渗氮处理。

[0003] 在这样的处理的情况下, 当工件较冷时, 辉光放电变得不稳定。根据特定的情况, 引起各种不方便, 这样导致弧光放电, 以及工件表面的一部分被熔化, 和 / 或者不可能施加任何均匀的渗氮处理。特别地, 当工件的温度分布是非均匀时, 不可能获得满意的产品, 因为渗氮的程度根据产品的位置而不同。

[0004] 有鉴于上述, 为了快速均匀地将工件加热到可以稳定地执行渗氮处理的所需温度上, 这样构造的传统技术是公知的: 诸如红外加热器或者石墨布加热元件的加热装置围绕工件安置, 与辉光放电一起使用加热装置来加热工件 (例如参看日本专利公开出版物 No. 52-82641 和 53-23836)。

### 发明内容

[0005] 但是, 例如当具有复杂形状的多个工件在热处理炉中同时加热时, 这就不可能在当辉光放电和加热装置如在上述的传统技术中简单一起使用时对工件获得任何均匀的温度分布。

[0006] 即, 由于辉光放电 (glow discharge) 所引起的热基本被产生, 这样通过辉光放电所产生的氮离子与工件表面碰撞。但是, 当工件被加热以不小于特定的温度时, 周围的工件通过工件本身的辐射热所加热。因此, 温度之间的差异出现在设置靠近加热装置的区域和设置从加热装置分离的区域之间。如果较大数目的加热装置被安置在工件之间, 这个问题可以解决。但是, 几乎不可能构造与诸如使用在不同种类和小量生产的生产线 (加工车间类型生产或者柔性制造) 相关的安置在工件之中适当位置上的加热装置, 其中需要对具有不同形状的工件进行渗氮处理。

[0007] 本发明的通常的目的是提供一种渗氮处理方法以及其中工件被迅速均匀地加热到可以执行稳定渗氮处理的温度上的渗氮处理装置, 使得其可以在其中很少导致工件温度分散的状态中应用渗氮处理。

[0008] 本发明的主要目的是提供一种其中极其满意的渗氮处理可以应用到具有复杂形状的大量工件的渗氮处理方法和渗氮处理装置。

[0009] 本发明的另外的目的是提供一种可以很容易应用到许多类型的不同工件上的渗氮处理方法和渗氮处理装置。

[0010] 本发明的另外的目的是提供一种其中当本发明应用到横向类型热处理炉时可以应用满意的渗氮处理的渗氮处理方法和渗氮处理装置。

[0011] 本发明的另外的目的是提供一种其中通过极精确地管理工件温度而应用极其满意的渗氮处理的渗氮处理方法和渗氮处理装置。

[0012] 根据本发明,提供了一种用于对热处理炉中的工件执行渗氮处理的渗氮处理装置,所述渗氮处理装置包括:辉光放电产生装置,其通过在所述热处理炉和所述工件之间施加不小于 1kHz 的频率的预定电流密度的脉冲电压产生辉光放电;加热装置,所述加热装置通过使用安置在所述热处理炉中的加热元件加热所述工件;温度检测装置,所述温度检测装置检测所述工件的温度;以及控制装置,基于通过所述温度检测装置所检测的所述工件的所述温度,所述控制装置控制通过所述辉光放电产生装置所起作用的所述辉光放电的所述电流密度,并控制所述加热装置,其中所述温度检测装置包括:哑工件辐射温度计,所述哑工件辐射温度计检测安置在所述热处理炉中的哑工件的辐射温度;哑工件接触温度计,所述哑工件接触温度计检测所述哑工件的接触温度;检测所述工件的辐射温度的工件辐射温度计;以及工件温度计算装置,所述工件温度计算装置通过计算所述辐射温度和所述哑工件的所述接触温度之间的温度差异计算所述工件的所述温度并用所述温度差异校正所述工件的所述辐射温度。

[0013] 根据本发明,用于产生辉光放电的脉冲电压被允许具有不小于 1kHz 的频率。相应地,其中电流被连续施加的时间周期不大于 1ms,弧光放电的连续用较短检测时间来避免。这样,在到达任何弧痕 (mark) 出现的电压之前可以保持关闭电流。因此,可以通过避免任何弧痕的出现而保持稳定的辉光放电状态,并且就可以在不损坏工件表面的情况下使得加热有效。优选地,检测时间更短。因此,优选地,例如,用于产生脉冲电压的电源是操作在大约 15kHz 上的电源。工件通过辉光放电直接加热。因此,本发明不依赖于诸如工件的形状和工件的布置。特别地,就可以均匀地增加热处理炉中的工件的温度,即使在诸如其中诸如任何分散趋于根据涡流电流、离开加热元件的距离和工件的数目而变化的横向类型热处理炉的结构的情况下。工件可以在其中均匀温度分布通过使用辉光放电以及通过加热元件所引起的加热一起来保持的状态下迅速加热。结果,所有工件所需用于到达特定的温度的时间周期较短。此外,也就可以缩短需要在特定温度上保持工件的时间周期。

[0014] 工件温度在加热的过程中被检测,辉光放电的电流密度在温度到达 350°C 之后减小。相应地,就可以避免通过辉光放电加热本身来的任何过多的辐射热,就可以均匀地在热处理炉中保持温度分布,并且就可以避免温度中的任何突然增加。结果,通过使用围绕工件安置加热元件进一步从此温度加热工件时,就可以更为精确地将工件设置在所需的渗氮处理温度上。

[0015] 在这种情况下,如果工件的温度超过了所需的渗氮处理温度,就可能担心在工件中形成任何不正常的微观结构。但是,在本发明中,由于辉光放电所引起的热产生可以更为精确地调整。因此,工件可以设置在不会发生过辐射 (overshoot) 的较高温度上,并且就可以缩短需要渗氮处理的时间周期。

[0016] 优选地,辉光放电的电流密度是 0.05–7mA/cm<sup>2</sup>。如果电流密度小于 0.05mA/cm<sup>2</sup>,那么辉光放电特别在较低的温度上不稳定,并且就不可能执行均匀加热。另一方面,如果电流密度大于 7mA/cm<sup>2</sup>,那么将导致过渡到辉光放电,并且在工件中引起损伤。如果电流密度小于 0.1mA/cm<sup>2</sup>,需要较长的时间周期来升高温度。此外,如果电流密度超过 4mA/cm<sup>2</sup>,那么当工件具有凸起等时例如在凸起上趋于产生离子碰撞,并且担心加热进行到不正常。因此,优

选地,电流密度在  $0.1-4\text{mA}/\text{cm}^2$  的范围之内。

[0017] 此外,在本发明中,为了极准确地检测工件的温度,而不使用任何接触类型的温度计,哑(dummy)工件被安置在热处理炉中。哑工件的接触温度和辐射温度被检测,工件的辐射温度被检测。工件的辐射温度基于哑工件的接触温度和辐射温度之间的温度差校正以估计工件本身的温度。当加热基于如上所述的工件温度而控制时,所述加热通过辉光放电和加热元件而有效,那么工件温度可以极准确地管理,并且就可以执行极满意的渗氮处理。

#### 附图说明

- [0018] 图 1 是根据本发明的实施例包括渗氮处理装置的渗氮处理系统的示意布置 ;  
[0019] 图 2 是说明作为渗氮处理的物体的工件和用于容纳工件的料斗 (magazine) ;  
[0020] 图 3 是根据本发明的实施例横向类型的热处理炉和控制电路的布置 ;  
[0021] 图 4 显示了根据本发明的实施例的渗氮处理方法的流程图 ;以及  
[0022] 图 5 显示了根据本发明的实施例渗氮处理方法中的工件温度、电流密度和加热器输出功率之间的关系。

#### 具体实施方式

[0023] 图 1 显示了根据本发明的实施例包括渗氮处理装置的渗氮处理系统 10 的示意布置。如图 2 所示,多个作为工件的曲柄轴 12 以其中多个曲柄轴 12 用夹具 14 安置的料斗 16 的形式被供给到渗氮处理系统 10,。

[0024] 渗氮处理系统 10 包括洗涤机 20,所述洗涤机 20 例如移除粘附到通过传送器 18 所传输的曲柄轴 12 的灰尘和油,从传送器 18 接收被洗涤的曲柄轴 12 以将它们传送到各工作台的传送器 22,横向类型热处理炉 24,所述横向类型热处理炉 24 沿着传送器 22 被安置在多个工作台上,以及冷却箱 25,所述冷却箱 25 冷却通过连接到传送器 22 的终端端部的传送器 27 所传输的曲柄轴 12。

[0025] 图 3 显示了横向类型热处理炉 24 的布置和其被安置用于各工作台的控制电路。

[0026] 横向类型热处理炉 24 用于将等离子渗氮处理应用到曲柄轴 12 的热处理炉。横向类型热处理炉 24 被构造为横向类型。具有被安置的曲柄轴 12 的料斗 16 在水平的方向上被安置在横向类型热处理炉 24 中 / 之外。横向类型热处理炉 24 具有内隔壁 28 和安置在基座 26 上的外隔壁 30。

[0027] 内隔壁 28 形成涉及用于将曲柄轴 12 与夹具 14 一起容纳的渗氮氛围的渗氮处理室 32。设置在内隔壁 28 和外隔壁 30 之间的空间形成用于冷却内隔壁 28 的冷却液体通道 33 以消除当渗氮处理室的温度被升高时消除热辐射的任何影响并方便控制的冷却液体通道 33。

[0028] 多个电加热器 34 (加热元件) 沿着内隔壁 28 和渗氮处理室 32 中的基座 26 所安置。具有等同于曲柄轴 12 的物理属性的哑工件 36 被安置在渗氮处理室 32 中。哑工件 36 可以是曲柄轴 12 本身。

[0029] 电学连接到料斗 16 的负电极 38 通过绝缘体 40 的辅助被安置用于基座 26。此外,电学连接到哑工件 36 的负电极 42 通过绝缘体 44 的辅助被安置用于基座 26。电极板 45 被安置在渗氮处理室 32 的电加热器 34 的内部。正电极 46 被连接到电极板 45。施加具有不

小于 1kHz 的脉冲电压的放电电源单元 48(辉光放电产生装置)在负电极 38、42 和正电极 46 之间连接。加热器电源单元 50(加热装置)连接到电加热器 34。

[0030] 渗氮处理室 32 安置有工件辐射温度计 52,用于检测曲柄轴 12 的辐射温度,用于检测哑工件 36 的辐射温度的哑工件辐射温度计 54,以及固定到用于检测哑工件 36 的接触温度的哑工件 36 的热电偶所构成的哑工件接触温度计 56。工件辐射温度计 52、哑工件辐射温度计 54 和哑工件接触温度计 56 连接到温度检测单元 58(温度检测装置、温度计算装置)。温度检测单元 58 假定或者估计来自各所检测的温度数据的曲柄轴 12 的温度。

[0031] 抽吸容纳在渗氮处理室 32 中的气体以获得所需的真空度的真空抽吸泵 60 通过阀 62 连接到渗氮处理室 32。供给执行等离子渗氮处理的气体,诸如作为氮气、氢气、氨气和氩气的混合气体的渗氮处理气体进入渗氮处理室 32 的渗氮处理气体供给单元 64 通过阀 66 连接到渗氮处理室 32。用于供给冷却液体的冷却液体供给单元 68 通过阀 70 连接到冷却液体通道 33。所述系统被构造,这样供给到冷却液体通道 33 的冷却液体通过阀 72 可释放到外部。

[0032] 放电电源单元 48、加热器电源单元 50、温度检测单元 58、真空抽吸泵 60、渗氮处理气体供给单元 64 和冷却液体供给单元 68 通过控制单元 74 所控制(控制装置)。

[0033] 根据本发明的实施例的渗氮处理系统 10 基本如上所述构造。接着,其操作、功能和效果将根据如图 4 所示的流程图进行说明。

[0034] 首先,如图 2 所示,其中多个曲柄轴 12 被安置在夹具 14 中的料斗 16 被制备。料斗 16 通过使用传送器 18 被放置在清洗机 20 中以移除粘附到各曲柄轴的灰尘和油(步骤 S1)。

[0035] 接着,其中曲柄轴 12 被洗涤的料斗 16 通过使用传送器 22 所传输以将料斗 16 引入到各横向类型热处理炉 24 的渗氮处理室 32 中(步骤 S2)。在此布置中,横向类型热处理炉 24 是水平类型的。因此,与垂直类型相比具有下述优点。即,保持曲柄轴 12 的多个料斗 16 可以很容易放置在渗氮处理室 32 中/之外。此外,渗氮处理系统 10 的布置可以被简化。此外,可以被立即处理的曲柄轴 12 的数目将很容易增加。相比而言,在垂直类型的情况下,热处理室必须在向上的方向上具有较大的尺寸。

[0036] 当料斗 16 被引入到渗氮处理室 32 中时,夹具 14 的底部连接到负电极 38,所述负电极 38 被安置用于基座 26。具有与曲柄轴 12 相等同物理属性的哑工件 36 被预先安置在渗氮处理室 32 中。

[0037] 渗氮处理室 32 被设置以在将料斗 16 引入到渗氮处理室 32 中并紧密关闭横向类型热处理炉 24 之后被设置具有渗氮氛围(步骤 S3)。在此过程中,控制单元 74 被操作,这样真空抽吸泵 60 被驱动以抽吸容纳在渗氮处理室 32 中的空气直到到达预定的真空度,然后,渗氮处理气体供给单元 64 被驱动以将诸如氮气、氢气、氨气和氩气的混合气体的渗氮处理气体引入到渗氮处理室 32 中。

[0038] 接着,冷却液体供给单元 68 被驱动以将冷却液体供给到设置在内分隔壁 28 和外分隔壁 30 之间的冷却液体通道 33 中并开始内分隔壁 28 的壁表面的冷却(步骤 S4)。控制单元 74 设置具有 15kHz 频率的脉冲电压以及用于放电用电源单元 48 的电流密度  $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ (步骤 S5)。此外,控制单元 74 将加热器电源单元 50 的输出功率 H 设置到 40%(步骤 S6)。当引入到渗氮处理室 32 中的曲柄轴 12 的电(热能)的量是 160W/每 1 公斤,加热

器电源单元 50 在最大的输出功率 (100%) 上操作。这样,输出功率 H 的 40% 是 64W/kg。

[0039] 在设置如上所述的处理条件之后,渗氮处理室 32 中的渗氮环境的加热和渗氮处理开始 (步骤 S7)。在此过程中,如图 5 所示,当曲柄轴 12 被引入时,各处理条件的设置被完成以驱动放电用电源单元 48 和加热器电源单元 50 (处理时间  $t_0$ ),然后通过施加在负电极 38 和正电极 46 之间的脉冲电压产生辉光放电。渗氮处理室 32 中的渗氮处理气体通过辉光放电而离子化以相对曲柄轴 12 的表面碰撞。相应地,曲柄轴 12 被加热。此外,围绕用于保持曲柄轴 12 的料斗 16 的外周被安置的电加热器 34 产生热,渗氮处理室 32 的渗氮氛围通过热产生所引起的辐射热所加热。辉光放电也在哑工件 36 的表面上所产生。因此,哑工件 36 也与相似的方式被加热。

[0040] 在此条件中,具有 15kHz 的脉冲频率的电压在负电极 38、42 以及正电极 46 之间施加。因此,其中没有导致弧光放电的稳定辉光放电状态即使在其中渗氮氛围温度没有充分增加到可以开始温度渗氮处理的温度的状态中也能被保持。即,其中电流被连续地施加的时间周期极短,弧光放电的继续用较短的检测时间停止。相应地,电流在到达任何弧痕的出现的电压之前被切断。这就可以避免任何弧痕的出现,并保持稳定的辉光放电状态。因此,其中曲柄轴 12 由于弧光放电所损坏的任何条件不会出现。通过辉光放电所引起的加热没有通过辐射热所导致而是通过由辉光放电所产生的氮离子或者氮自由基相对曲柄轴 12 的碰撞所导致。因此,当温度小于 350°C 时,那么任何影响很少通过曲柄轴 12 的辐射热所施加,并且没有通过曲柄轴 12 和安置彼此相邻的曲柄轴 12 的位置关系施加影响。因此,曲柄轴 12 通过辉光放电所均匀地加热。此外,渗氮处理室 32 的渗氮氛围通过来自电加热器 34 的辐射热所加热,所述电加热器 34 沿着内隔壁 28 所安置并被设置以提供较低的功率输出。因此,曲柄轴 12 在其中温度分布被均匀地保持的状态下被迅速地加热到所需的稳定渗氮处理温度。

[0041] 在温度升高过程中,冷却液体被供给到冷却液体通道 33。例如,当内隔壁 28 被冷却并用冷却液体保持在不大于 100°C 的温度上时,就可以避免这样的情况:来自电加热器 34 的辐射热通过内隔壁 28 所反射以过度加热安置在内部的曲柄轴 12。因此,就可以更为均匀地升高曲柄轴 12 的温度。

[0042] 另一方面,曲柄轴 12 的温度通过使用安置在渗氮处理室 32 中的哑工件 36 的温度和曲柄轴 12 的辐射温度极精确地估计 (步骤 S8、S9)。

[0043] 即,安置靠近曲柄轴 12 的工件辐射温度计 52 检测辐射温度  $Trw$  作为从曲柄轴 12 所辐射的辐射热的温度。安置靠近哑工件 36 的哑工件辐射温度计 54 检测辐射温度  $Trd$  作为从哑工件 36 所辐射的辐射热的温度。此外,固定到工件 36 的哑工件接触温度计 56 检测哑工件 36 的正确接触温度  $Tcd$ 。

[0044] 相应地,温度检测单元 58 将通过哑工件辐射温度计 54 所检测的哑工件 36 的辐射温度  $Trd$  和通过哑工件接触温度计 56 所检测的哑工件 36 的接触温度  $Tcd$  之间的差异确定为温度矫正值  $\Delta T$  以通过如下所述使用温度矫正值  $\Delta T$  来计算曲柄轴 12 的温度  $Tw$  :

[0045]  $Tw = Trw + \Delta T$

[0046] 当曲柄轴 12 的温度被如上所述计算时,就可以以非接触的方式而没有将诸如热电偶的任何温度计固定到曲柄轴 12 来极其准确地估计曲柄轴 12 的温度  $Tw$ 。

[0047] 接着,控制单元 74 执行判断通过温度检测单元 58 所估计的曲柄轴 12 的温度  $Tw$

在渗氮处理室 32 的渗氮氛围的加热的过程中是否不小于 400°C 的过程 (步骤 S10)。在此过程中,如果曲柄轴 12 的温度  $T_w$  不小于 400°C,那么就不可能忽略曲柄轴 12 本身的热辐射的影响,并且如果通过辉光放电如此继续加热时,担心任何温度不均匀性出现在曲柄轴 12 上。

[0048] 相应地,如果判断曲柄轴 12 的温度  $T_w$  达到 400°C (处理时间  $t_1$ ),那么控制单元 74 控制放电用电源单元 48 以降低将施加在负电极 38 和正电极 46 之间的辉光放电密度  $\rho$  至 0.5mA/cm<sup>2</sup> (步骤 S11),并且加热器电源单元 50 的输出功率被升高到 90%,即 144kW/kg (步骤 S12)。

[0049] 在此过程中,当电流密度  $\rho$  被降低到 0.5mA/cm<sup>2</sup> 时,那么就可以抑制这样的情况:辐射热从通过辉光放电所加热的曲柄轴 12 所辐射,并且就可以抑制任何突然的加热,这否则将通过曲柄轴 12 的辉光放电所导致。当加热器电源单元 50 的输出功率被升高到 90%,就可以将曲柄轴 12 加热到所需的渗氮处理温度,在其中曲柄轴 12 的温度分布被均匀保持的状态中,所述温度上没有通过来自电加热器 34 的辐射热导致过烧。当曲柄轴 12 的温度通过使用放电用电源单元 48 和加热器电源单元 50 所控制时,例如,优选地执行下述控制。即,电流密度  $\rho$  根据通过温度检测单元 58 所估计的曲柄轴 12 的温度  $T_w$  从处理时间  $t_1$  逐渐降低到处理时间  $t_2$ ,同时加热器电源单元 50 的输出功率从处理时间  $t_1$  逐渐增加直到到达曲柄轴 12 的所需的渗氮处理温度。

[0050] 在曲柄轴 12 的温度  $T_w$  到达 570°C 的所需渗氮处理温度 (步骤 S13) 时,控制单元 74 控制加热器电源单元 50 以在 570°C 的渗氮处理温度上保持曲柄轴 12 的温度  $T_w$  (步骤 S14)。在此过程中,渗氮处理根据氮离子和铁离子的反应在曲柄轴 12 的表面上进行。

[0051] 当经过预定的时间周期时,渗氮处理完成 (步骤 S15,处理时间  $t_3$ ),然后曲柄轴 12 从横向类型热处理炉 24 与料斗 16 一起释放 (步骤 S16)。从横向类型热处理炉 24 所释放的料斗 16 通过传送器 22 所传输,并且料斗 16 被放置在冷却箱 25 中以执行冷却处理 (步骤 S17)。此后,料斗 16 通过传送器 27 的协助释放到外部。

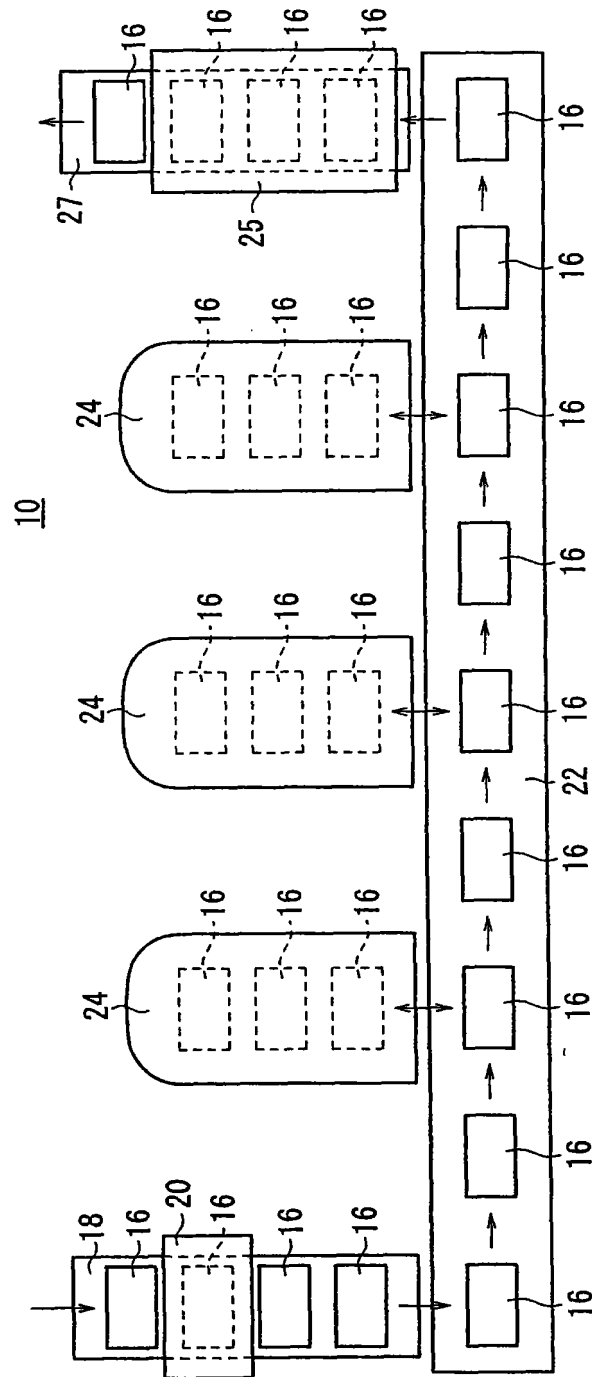


图 1

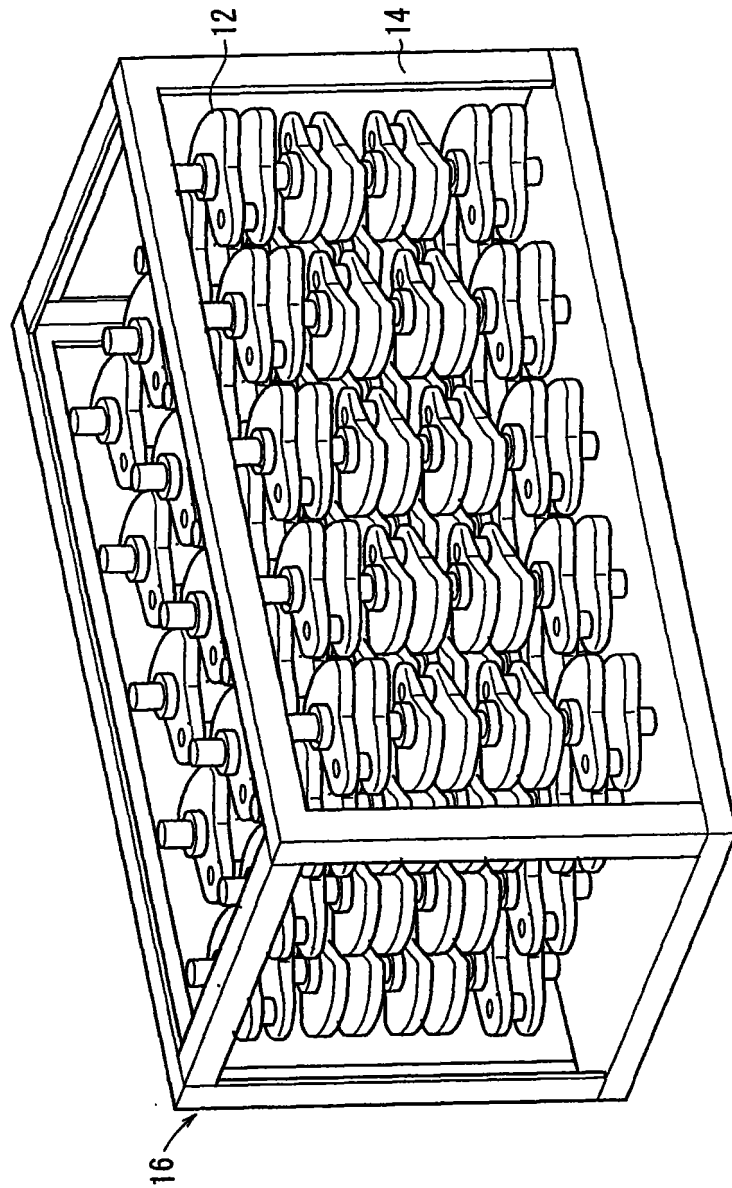


图 2

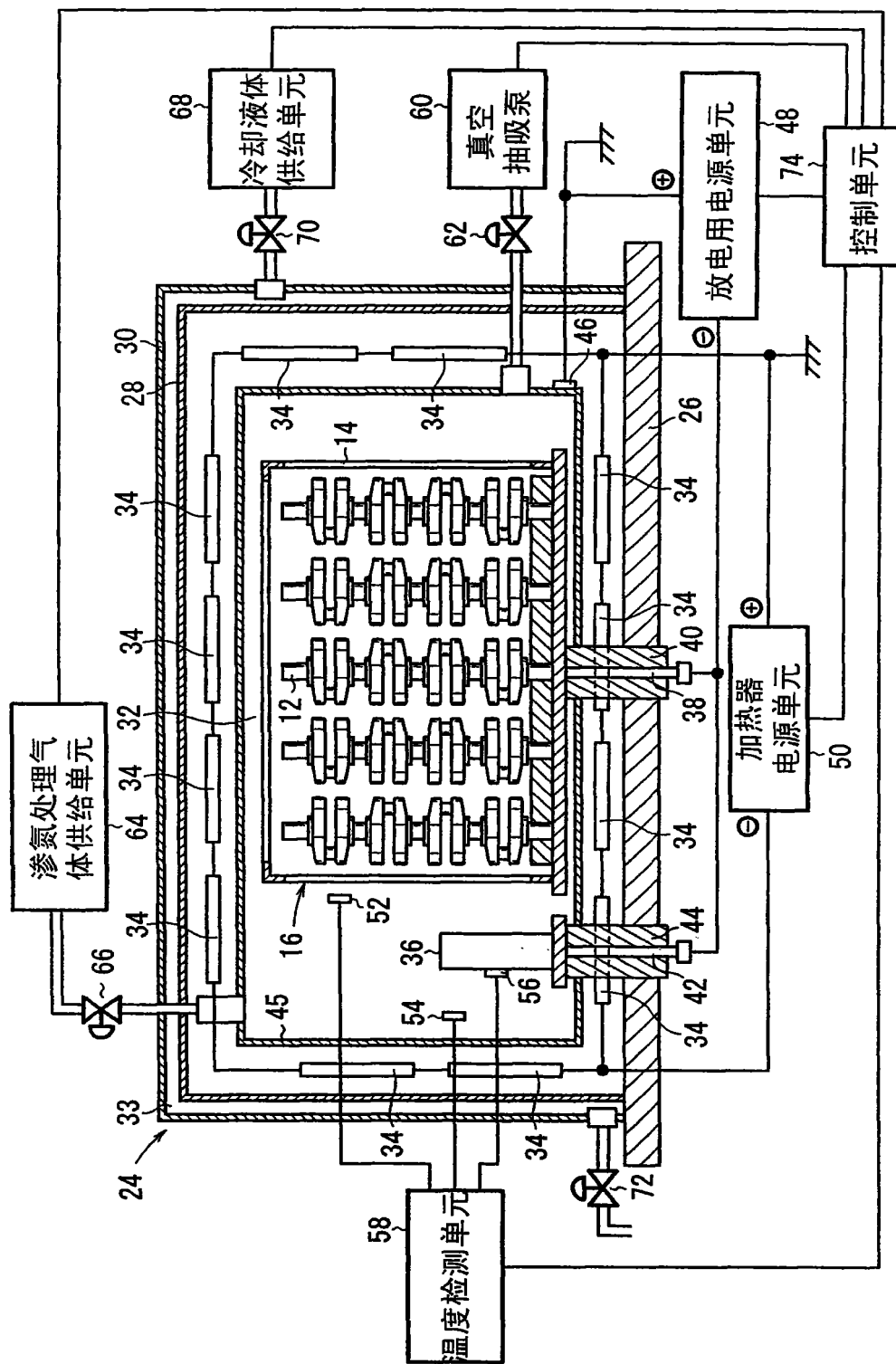


图 3

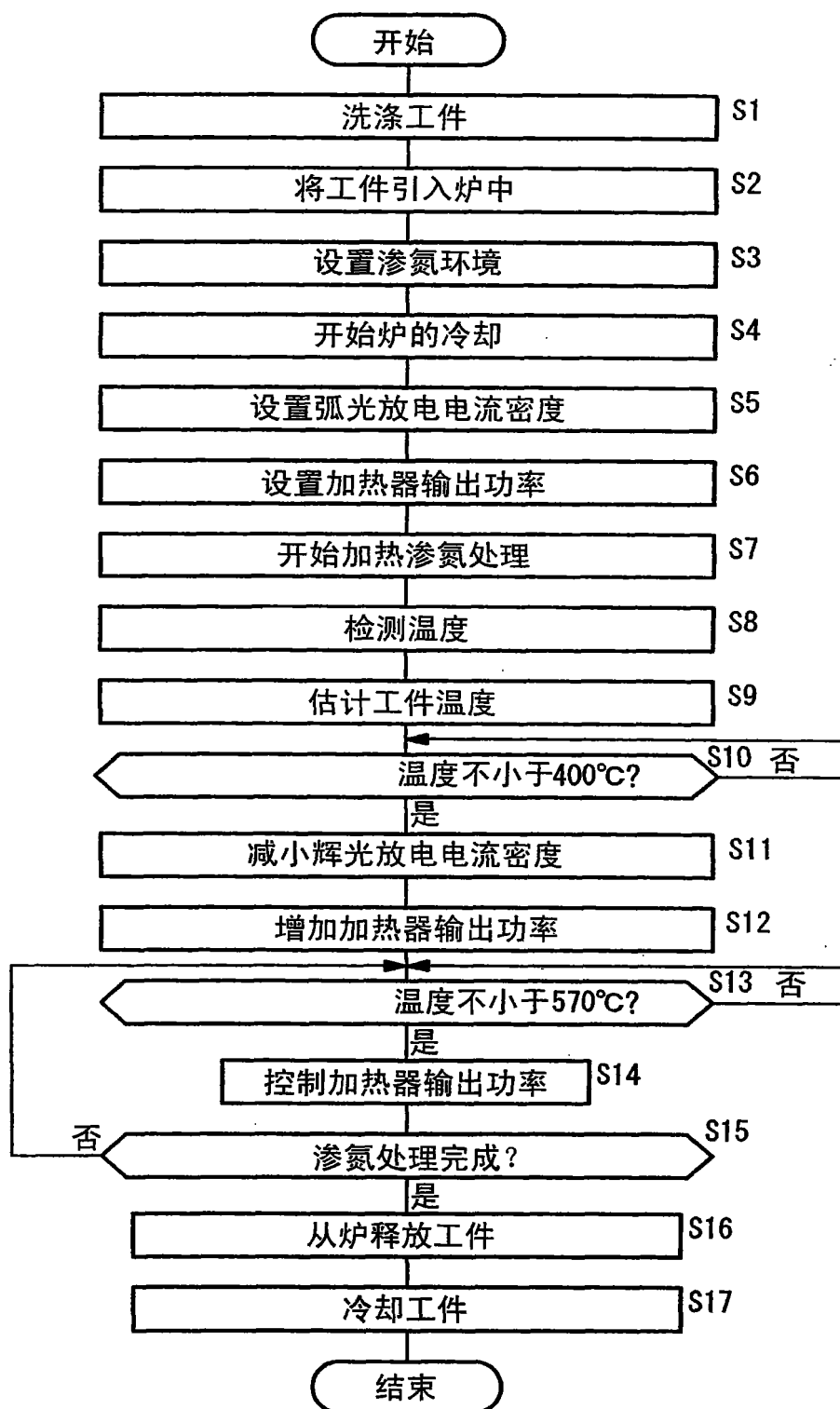


图 4

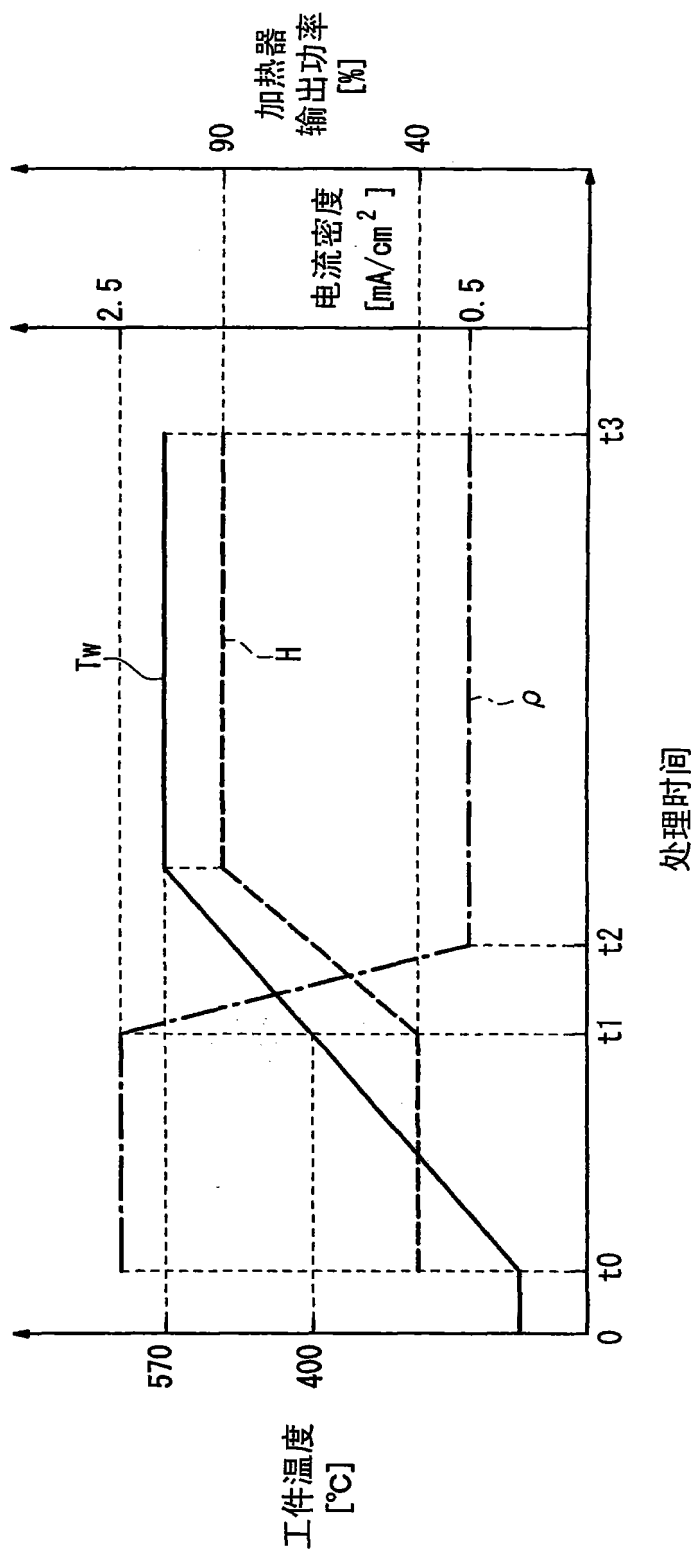


图 5