

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-226903

(P2017-226903A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C 2 1 D	9/36	(2006.01)	C 2 1 D	9/36				3 K 0 5 9
C 2 1 D	1/10	(2006.01)	C 2 1 D	1/10		R		4 K 0 4 2
H 0 5 B	6/36	(2006.01)	H 0 5 B	6/36		E		
			H 0 5 B	6/36		F		

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-125717 (P2016-125717)
 (22) 出願日 平成28年6月24日 (2016.6.24)

(71) 出願人 000102692
 NTN株式会社
 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
 (74) 代理人 100107423
 弁理士 城村 邦彦
 (74) 代理人 100120949
 弁理士 熊野 剛
 (72) 発明者 平岡 恒哲
 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
 株式会社内
 (72) 発明者 田淵 勇輝
 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
 株式会社内

最終頁に続く

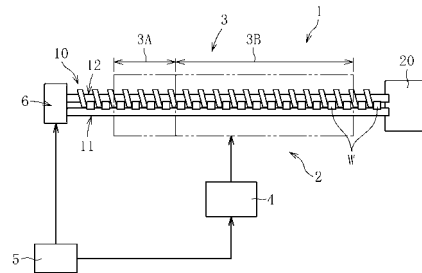
(54) 【発明の名称】 熱処理設備および熱処理方法

(57) 【要約】

【課題】簡素な構成でありながら、熱処理対象の棒状ワークを効率良く、しかも所定の温度軌跡を描くように誘導加熱することを可能とする熱処理設備を提供する。

【解決手段】棒状ワークWをその軸線方向に沿って所定速度で搬送する搬送装置10と、搬送中の棒状ワークWを焼入温度に誘導加熱する加熱コイル3を有する加熱装置2と、を備えた熱処理設備1であって、加熱コイル3は、軸線方向に沿って直列に連結された第1および第2加熱部3A、3Bを有し、単一の高周波電源4と電気的に接続されており、相対的に棒状ワークWの搬送方向前方側に配置された第2加熱部3BのコイルピッチD2は、相対的に棒状ワークWの搬送方向後方側に配置された第1加熱部3AのコイルピッチD1よりも大きく設定される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

断面円形の外周面を有する棒状ワークをその軸線方向に沿って所定速度で搬送する搬送装置と、搬送中の前記棒状ワークを焼入温度に誘導加熱するための加熱コイルを有する加熱装置と、を備えた熱処理設備であって、

前記加熱コイルは、軸線方向に沿って直列に連結された第 1 加熱部および第 2 加熱部を有し、単一の高周波電源と電氣的に接続されており、

相対的に前記棒状ワークの搬送方向前方側に配置された前記第 2 加熱部のコイルピッチが、相対的に前記棒状ワークの搬送方向後方側に配置された前記第 1 加熱部のコイルピッチよりも大きいことを特徴とする熱処理設備。

10

【請求項 2】

前記第 2 加熱部が前記第 1 加熱部よりも軸線方向寸法が長寸である請求項 1 に記載の熱処理設備。

【請求項 3】

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが分離可能に連結されている請求項 1 又は 2 に記載の熱処理設備。

【請求項 4】

前記搬送装置は、相互に離間して軸線方向に平行に延び、相手側と協働して前記棒状ワークの外周面を接触支持する第 1 軸部材および第 2 軸部材と、両軸部材をその軸線回りに同方向に回転させる回転機構とを備え、

20

前記第 1 軸部材および前記第 2 軸部材の少なくとも一方が、その外周に沿って延びた螺旋状の凸部を有し、該凸部によって画成される螺旋状溝の溝底面に前記棒状ワークの外周面が接触する請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の熱処理設備。

【請求項 5】

前記第 1 軸部材および前記第 2 軸部材の一方が前記凸部を有するねじ軸からなり、他方が径一定の円柱軸からなる請求項 4 に記載の熱処理設備。

【請求項 6】

前記加熱装置で前記焼入温度に加熱された前記棒状ワークを冷却する冷却装置をさらに有する請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の熱処理設備。

【請求項 7】

前記棒状ワークが、炭素含有量 0.8 質量%以上の鋼材からなる請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の熱処理設備。

30

【請求項 8】

前記棒状ワークが、ころ軸受用のころである請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の熱処理設備。

【請求項 9】

断面円形の外周面を有する棒状ワークを、その軸線方向に沿って所定速度で搬送しながら通電状態の加熱コイルの対向領域を通過させることにより、前記棒状ワークを焼入温度に誘導加熱する加熱工程を有する熱処理方法であって、

前記加熱工程では、単一の高周波電源と電氣的に接続された前記加熱コイルであって、軸線方向に沿って直列に連結された第 1 加熱部および第 2 加熱部を有し、相対的に前記棒状ワークの搬送方向前方側に配置された前記第 2 加熱部のコイルピッチが、相対的に前記棒状ワークの搬送方向後方側に配置された前記第 1 加熱部のコイルピッチよりも大きい前記加熱コイルを使用することを特徴とする熱処理方法。

40

【請求項 10】

前記加熱工程では、前記棒状ワークをその軸線回りに回転させながら搬送する請求項 9 に記載の熱処理方法。

【請求項 11】

前記加熱工程では、複数の前記棒状ワークを、軸線方向に相互に離間した状態で搬送する請求項 9 又は 10 に記載の熱処理方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱処理設備および熱処理方法に関し、特に、断面円形の外周面を有し、かつ生産ロットが大きい棒状ワークに熱処理（焼入硬化処理）を施す際に好適に用い得る熱処理設備および熱処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、円筒ころや円すいころ等、高い機械的強度や硬度を必要とする機械部品は、その製造過程で熱処理（焼入硬化処理）が施される。この熱処理は、断面円形の外周面を有する棒状ワークを所定温度（焼入温度）に加熱する加熱工程や、加熱された棒状ワークを冷却する冷却工程などを含む。上記の加熱工程は、例えば、メッシュベルト型連続炉などの雰囲気加熱炉、あるいは、高周波電源および加熱コイル、並びに棒状ワークを加熱コイルに対して相対移動させる搬送装置等を備えた誘導加熱装置を用いて実施することができる（例えば、特許文献1）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-331005号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の棒状ワークは、例えば、炭素含有量が0.8質量%以上の鋼材（例えば、JIS G4805に規定された高炭素クロム軸受鋼の一種であるSUJ2）で作製される。この場合、加熱工程は、ワークの金属組織（オーステナイト）中に0.6質量%程度の炭素を溶かし込み、残りは炭化物として残留させるようにして行うのが好ましい。その主な理由は、炭素の溶け込み量を0.6質量%程度にしておけば、硬度低下や経年劣化などの問題を引き起こす原因となる残留オーステナイトの発生量を抑制することができ、また、炭化物を残留させれば、加熱中にオーステナイトの結晶粒が成長することを抑制できるからである。なお、ワークに対する炭素の溶け込み量を制御するには、図12に示すように、ワークが所定温度（焼入温度）Tに到達するまでワークを加熱し、その後、ワークが焼入温度Tに維持されるようにワークを所定時間加熱する（ワークを所定時間均熱保持する）のが有効である。

30

【0005】

雰囲気加熱炉を用いる場合、炉内温度と加熱処理時間（ $t_1 + t_2$ ）を調整すれば、図12に示す温度軌跡を描くようにワークを加熱することができる。しかしながら、雰囲気加熱炉では、炉内温度を焼入温度Tに昇温させるまでに多くのエネルギーおよび時間を要することから、コスト面で難がある。一方、誘導加熱装置であれば、ワークのみを直接加熱することができる分、高いエネルギー効率を達成することができるため、加熱処理時間（ $t_1 + t_2$ ）は雰囲気加熱炉を用いる場合よりも格段に短くて済む。しかしながら、誘導加熱ではワークの温度を制御するのが難しく、特にワークを均熱保持するための技術手段に検討を要する。

40

【0006】

また、円筒ころ等のいわゆる量産品は、できるだけ効率良く製造可能であることが望まれる。そこで、本発明者らは、棒状ワークをその軸線方向に沿って所定速度で連続的に搬送しながら、棒状ワークを誘導加熱することを検討したが、この場合においても、棒状ワークを均熱保持するための技術手段に検討を要する。

【0007】

さらに、棒状ワークを誘導加熱するための加熱装置、ひいてはこの加熱装置を備える熱処理設備は、できるだけ簡素で低コストであることが望まれる。

50

【0008】

以上の実情に鑑み、本発明の目的は、比較的簡素な構成でありながら、熱処理対象の棒状ワークを効率良く、しかも所定の温度軌跡を描くように誘導加熱することを可能とする熱処理設備を実現し、もって、所望の機械的強度や硬度を具備した高品質の機械部品を低コストに量産可能とすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために創案された本発明は、断面円形の外周面を有する棒状ワークをその軸線方向に沿って所定速度で搬送する搬送装置と、搬送中の棒状ワークを焼入温度に誘導加熱するための加熱コイルを有する加熱装置と、を備えた熱処理設備であって、加熱コイルは、軸線方向に沿って直列に連結された第1加熱部および第2加熱部を有し、単一の高周波電源と電氣的に接続されており、相対的に棒状ワークの搬送方向前方側に配置された第2加熱部のコイルピッチが、相対的に棒状ワークの搬送方向後方側に配置された第1加熱部のコイルピッチよりも大きいことを特徴とする。なお、本発明でいう「棒状ワーク」は、中実の棒状ワーク（例えば、円柱状のワーク）および中空の棒状ワーク（例えば、円筒状のワーク）の双方を含む概念である。また、本発明でいう「軸線方向」とは、棒状ワークの軸線方向である。

10

【0010】

ワークを誘導加熱するための加熱コイルは、コイルピッチが密になるほど出力が高まり、コイルピッチが疎になるほど出力が低くなるという特性を有する。このため、加熱コイルに、棒状ワークの軸線方向に沿って直列に連結された第1加熱部および第2加熱部を設け、相対的に棒状ワークの搬送方向前方側に配置された第2加熱部のコイルピッチを、相対的に棒状ワークの搬送方向後方側に配置された第1加熱部のコイルピッチよりも大きくしておけば、棒状ワークが第1加熱部の対向領域を搬送される間に棒状ワークを積極的に昇温させることができる一方で、棒状ワークが第2加熱部の対向領域を搬送される間、棒状ワークを所定温度（焼入温度）に保持することが可能となる。従って、棒状ワークが所望の温度軌跡（図12に示すような温度軌跡）を描くようにして、棒状ワークを誘導加熱することができる。

20

【0011】

また、第1および第2加熱部は直列に連結されているので、加熱コイルに対して単一の高周波電源を電氣的に接続する、という簡素な構成を採用しても、棒状ワークを上記態様で誘導加熱することができる。

30

【0012】

第2加熱部の軸線方向寸法が第1加熱部の軸線方向寸法よりも長寸であれば、搬送中の棒状ワークを適切に均熱保持するための条件設定が容易となる。

【0013】

第1加熱部と第2加熱部は分離可能に連結しても良い。このようにすれば、例えば、熱処理対象の棒状ワークの変更に伴って、両加熱部の何れか一方又は双方のコイルピッチ等を調整する必要が生じた際にもコイル交換で対応することができる。

40

【0014】

搬送装置としては、例えば、相互に離間して軸線方向に平行に延び、相手側と協働して棒状ワークの外周面を接触支持する第1軸部材および第2軸部材と、両軸部材をその軸線回りに同方向に回転させる回転機構とを備え、第1および第2軸部材の少なくとも一方が、その外周に沿って延びた螺旋状の凸部を有し、この凸部によって画成される螺旋状溝の溝底面に棒状ワークの外周面が接触するものを使用できる。

【0015】

このような搬送装置であれば、棒状ワークをその軸線回りに回転させながら搬送することができる。これにより、棒状ワークの周方向、軸線方向および径方向の各所で温度差が生じる（棒状ワークに温度ムラが生じる）のを可及的に防止することができるので、棒状ワークに所望の機械的強度や硬度を適切に付与することができる。

50

【0016】

上記の搬送装置は、複数の棒状ワークを軸線方向に相互に離間した状態で搬送可能に構成することができる。この場合、複数の棒状ワークに対して加熱処理を効率良く行い得ることに加え、各棒状ワークを、隣接する棒状ワークの熱影響を受けることなく精度良く加熱することができる。

【0017】

第1および第2軸部材の何れか一方を、上記凸部を有するねじ軸で構成し、他方を、径一定の円柱軸で構成するのが好ましい。このようにすれば、搬送装置の複雑化や高コスト化を回避することができる。

【0018】

本発明に係る熱処理設備には、加熱装置で焼入温度に加熱された棒状ワークを冷却する冷却装置をさらに設けることができる。これにより、棒状ワークを適切に焼入硬化することができる。

【0019】

本発明に係る熱処理設備は、炭素含有量0.8質量%以上の鋼材（例えば、高炭素鋼や合金鋼）からなる棒状ワークに熱処理を施す際に好ましく用いることができる。また、棒状ワークとしては、ころ軸受用を挙げることもできる。なお、ここでいう「ころ軸受」とは、円筒ころ軸受、円すいころ軸受、針状ころ軸受などを含む概念である。従って、「ころ」とは、円筒ころ、円すいころ、針状ころなどを含む概念である。

【0020】

また、上記の目的を達成するために創案された本発明に係る熱処理方法は、断面円形の外周面を有する棒状ワークを、その軸線方向に沿って所定速度で搬送しながら、通電状態の加熱コイルの対向領域を通過させることにより、棒状ワークを焼入温度に誘導加熱する加熱工程を有する熱処理方法であって、上記の加熱工程では、単一の高周波電源と電氣的に接続された加熱コイルであって、軸線方向に沿って直列に連結された第1加熱部および第2加熱部を有し、相対的に棒状ワークの搬送方向前方側に配置された第2加熱部のコイルピッチが、相対的に棒状ワークの搬送方向後方側に配置された第1加熱部のコイルピッチよりも大きい加熱コイルを使用することを特徴とする。

【0021】

加熱工程では、棒状ワークをその軸線回りに回転させながら搬送するのが好ましい。また、加熱工程では、複数の棒状ワークを、軸線方向に相互に離間した状態で搬送しても良い。

【発明の効果】

【0022】

以上から、本発明によれば、比較的簡素な構成でありながら、熱処理対象の棒状ワークを効率良く、しかも所望の温度軌跡を描くようにして誘導加熱することができる。これにより、所望の機械的強度を具備した高品質の機械部品を低コストに量産することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の一実施形態に係る熱処理設備の全体構造を概念的に示す平面図である。

【図2】加熱コイルの部分拡大概要図である。

【図3】搬送装置の部分拡大平面図である。

【図4】搬送装置の概略正面図である。

【図5】(a)図は、搬送装置の要部拡大平面図、(b)図は、(a)図のB-B線矢視概略断面図である。

【図6】本発明の熱処理設備を用いて棒状ワークを誘導加熱した場合における棒状ワークの温度軌跡を示す図である。

【図7】搬送装置を構成する第1軸部材および第2軸部材の支持態様の一例を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図 8】加熱コイルの変形例を示す概要図である。

【図 9】他の実施形態に係る加熱コイルの平面図である。

【図 10】図 9 の C - D - E - F 線矢視断面図である。

【図 11】図 10 を同図中に示す矢印 G 方向から見た図である。

【図 12】棒状ワークを加熱する場合における好ましい温度軌跡を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0025】

図 1 は、本発明の実施形態に係る熱処理設備 1 の全体構造を概念的に示す平面図である。同図に示す熱処理設備 1 は、鋼製の棒状ワーク W、より詳細には、例えば、炭素含有量 0.8 質量%以上の鋼材（JIS G4805 に規定の高炭素クロム軸受鋼に分類される SUJ2 や SUJ3 等）からなり、断面円形の外周面を有する中実の棒状ワーク（本実施形態では、円すいころの基材）W に対して焼入硬化処理を施すための熱処理設備であって、棒状ワーク W を所定温度（焼入温度）に誘導加熱する加熱工程と、焼入温度に加熱された棒状ワーク W を冷却する冷却工程とが続けて実施されるように構成されている。

10

【0026】

図 1 に示すように、熱処理設備 1 は、水平姿勢（横向き姿勢）の棒状ワーク W をその軸線方向に沿って所定速度（一定速度）で連続的に搬送する搬送装置 10 と、搬送中の棒状ワーク W を焼入温度に誘導加熱する加熱装置 2 と、加熱装置 2 から排出された棒状ワーク W を冷却する冷却装置としての冷却部 20 とを備える。冷却部 20 は、例えば、焼入油等の冷却液が貯留された冷却液槽で構成される。

20

【0027】

加熱装置 2 は、枠体 9（図 3, 4 参照）に支持された加熱コイル 3 と、加熱コイル 3 に対して高周波電力を供給する単一の高周波電源 4 とを備え、加熱コイル 3 は、軸線方向（棒状ワーク W の軸線方向。以下同様。）に沿って直列に連結された第 1 加熱部 3A および第 2 加熱部 3B を有する。両加熱部 3A, 3B は、例えば溶接によって直列に連結される。高周波電源 4 は、制御装置 5 と電気的に接続されており、制御装置 5 から出力される信号に基づいて加熱コイル 3 に対して所定量の高周波電力を供給する。

【0028】

図 2 に模式的に示すように、第 1 および第 2 加熱部 3A, 3B を有する加熱コイル 3 は、導電性金属からなる管状体（例えば、銅管）を螺旋状に巻き回したいわゆる螺旋コイルからなり、第 1 加熱部 3A のコイルピッチ D1 は、第 2 加熱部 3B のコイルピッチ D2 よりも小さく設定されている。図 1 に示すように、第 1 加熱部 3A および第 2 加熱部 3B の軸線方向寸法は、何れも、棒状ワーク W の軸線方向寸法よりも十分に長寸である。

30

【0029】

詳細な図示は省略しているが、加熱装置 2 には、加熱コイル 3 を冷却する冷却回路を設けることができる。このような冷却回路を設けておけば、加熱コイル 3 の温度を適切かつ効率良く制御することができるので、棒状ワーク W を精度良く、しかも効率良く所定温度に誘導加熱することができる。

40

【0030】

搬送装置 10 は、棒状ワーク W をその軸線回りに回転させながら軸線方向に所定速度（一定速度）で連続的に搬送するように構成されている。このような搬送装置 10 は、図 3 および図 5 (a) に示すように、相互に離間して軸線方向に平行に延び、相手側と協働して棒状ワーク W の外周面を下方側から接触支持する第 1 軸部材 11 および第 2 軸部材 12 と、両軸部材 11, 12 をその軸線回りに回転させる回転機構 6 とを備える。図 5 (b) に示すように、両軸部材 11, 12 は、両者の軸線（回転中心）が同一平面上に位置するように配設されている。図 1 に示すように、両軸部材 11, 12 は、加熱コイル 3 よりも長寸であり、その軸線方向一方側および他方側の端部は加熱コイル 3 の外側に突出している。

50

【 0 0 3 1 】

図 4 に示すように、回転機構 6 は、サーボモータ等の電動モータ 7 と、電動モータ 7 の回転動力を両軸部材 1 1 , 1 2 に伝達する動力伝達機構 8 とを備える。電動モータ 7 は、図示外の電源と電氣的に接続されており、制御装置から出力される信号に基づいて所定の回転速度で回転駆動される。本実施形態では、図 1 に示すように、高周波電源 4 に制御信号を出力する制御装置 5 から回転機構 6 の電動モータ 7 に対しても制御信号を出力するようにしているが、電動モータ 7 に対して制御信号を出力する制御装置は、制御装置 5 とは別に設けることもできる。

【 0 0 3 2 】

図 3 および図 5 (a) (b) に示すように、第 1 軸部材 1 1 は、外周面 1 1 a が径一定の円筒面に形成された中実の円柱軸からなり、第 2 軸部材 1 2 は、その外周に沿って延びた螺旋状の凸部 1 3 を有する中実のねじ軸からなる。両軸部材 1 1 , 1 2 は、非磁性材料で形成される。非磁性材料としては、高硬度で耐熱性に優れたセラミックス (例えば、アルミナ、ジルコニア、炭化ケイ素等) を好ましく使用することができる。

10

【 0 0 3 3 】

棒状ワーク W の外周面は、螺旋状の凸部 1 3 によって第 2 軸部材 1 2 の外周に画成される螺旋状溝 1 4 の溝底面 1 5 と、これに対峙する第 1 軸部材 1 1 の外周面 1 1 a との協働で形成されるワーク支持部 1 6 で接触支持される。すなわち、凸部 1 3 のピッチおよび幅寸法は、螺旋状溝 1 4 の溝幅 (溝底面 1 5 の軸線方向寸法) を X、棒状ワーク W の軸線方向寸法を Y としたとき、 $Y < X$ の関係式が成立するように設定されている。以上から、搬送装置 1 0 は、それぞれが棒状ワーク W の外周面を下方側から接触支持可能なワーク支持部 1 6 を、軸線方向に離間した複数箇所にも有する。なお、例えば、 $X < 2 Y$ の関係式が成立するようにしておけば、各ワーク支持部 1 6 では単一の棒状ワーク W のみが接触支持されるので、複数の棒状ワーク W を確実に軸線方向に相互に離間した状態で搬送することができる。

20

【 0 0 3 4 】

動力伝達機構 8 は、図 3 および図 4 に示すように、小ギヤ 8 a を有し、連結ピン 1 7 を介して第 1 軸部材 1 1 の軸線方向一方側の端部に連結されたギヤ軸 1 8 A と、小ギヤ 8 b を有し、連結ピン 1 7 を介して第 2 軸部材 1 2 の軸線方向一方側の端部に連結されたギヤ軸 1 8 B と、枠体 9 に回転自在に支持され、両小ギヤ 8 a , 8 b に噛み合った大ギヤ 8 c と、電動モータ 7 の出力軸に連結された駆動プーリ 8 d と、大ギヤ 8 c に連結された従動プーリ 8 e と、両プーリ 8 d , 8 e の外周面に架け渡された無端状のベルト部材 (チェーンでも良い) 8 f とを備える。小ギヤ 8 a , 8 b の歯面のピッチは同一であり、また、大ギヤ 8 c のうち、小ギヤ 8 a に噛み合う歯面のピッチと小ギヤ 8 b に噛み合う歯面のピッチは同一である。以上の構成を有する動力伝達機構 8 により、電動モータ 7 が駆動されると、第 1 軸部材 1 1 および第 2 軸部材 1 2 は同方向に同一速度で回転する。

30

【 0 0 3 5 】

以上の構成を有する熱処理設備 A を用いた場合、棒状ワークに対する焼入硬化処理 (加熱工程および冷却工程) は、例えば以下の態様で実施される。

【 0 0 3 6 】

焼入硬化処理の実施に先立って、棒状ワーク W の加熱条件が設定される。加熱条件設定は、実地試験や解析ソフトを用いたシミュレーションに基づき、主に、加熱コイル 3 の出力 (高周波電源 4 から加熱コイル 3 に対する電力供給量)、および棒状ワーク W の搬送速度 (搬送装置 1 0 の駆動速度) をそれぞれ設定することにより行われる。

40

【 0 0 3 7 】

詳細に説明すると、まずは、棒状ワーク W が第 2 加熱部 3 B の対向領域を搬送される際、棒状ワーク W を所定時間焼入温度に保つ (棒状ワーク W を焼入温度で均熱保持する) ことができるように、高周波電源 4 から加熱コイル 3 に対する電力供給量が設定され、次いで、棒状ワーク W を焼入温度で均熱保持すべき時間 (棒状ワーク W の金属組織中に所定量の炭素を溶け込ませることができる時間) を確保できるように、棒状ワーク W の搬送速度

50

が設定される。最後に、設定した搬送速度で搬送される棒状ワークWが第1加熱部3Aの対向領域を搬送される間に、棒状ワークWが焼入温度以下の所定温度にまで加熱されるように、第1加熱部3AのコイルピッチD1(図2参照)が調整される。

【0038】

ここで、棒状ワークWが第1加熱部3Aの対向領域を搬送される間に、棒状ワークWを焼入温度以下の所定温度にまで加熱するには、第1加熱部3Aの出力を第2加熱部3Bの出力よりも高くする必要がある。一方、本実施形態では、単一の高周波電源4から加熱コイル3に対して高周波電力が供給されるため、両加熱部3A, 3Bに対する電力供給量(両加熱部3A, 3Bを流れる高周波電流量)に差を設けることはできない。そのため、図2に示すように、第1加熱部3AのコイルピッチD1は、常に、第2加熱部3BのコイルピッチD2よりも小さく設定される。これにより、第1加熱部3Aの出力を、第2加熱部3Bの出力よりも大きくし、第1加熱部3Aの対向領域を搬送される棒状ワークWを積極的に昇温させることができる。

10

【0039】

上記の加熱条件設定作業は、熱処理対象の棒状ワークWが変更される毎に実施されるが、一旦設定した加熱条件は、制御装置5(図1参照)に記憶しておくことができる。すなわち、制御装置5には、棒状ワークWの種類に応じた加熱条件を記憶しておくことができ、この場合には、熱処理対象の棒状ワークWが変更されるいわゆる型番変更時にも、加熱条件を迅速に設定することができる。

【0040】

加熱条件を設定した後、加熱コイル3に通電すると共に、搬送装置10を駆動させてから、搬送装置10に対して棒状ワークWを供給する。具体的には、図3中に示すワーク投入位置から搬送装置10に対して棒状ワークWを投入し、棒状ワークWの外周面を下方側から接触支持する。ワーク支持部16は、前述のとおり、第2軸部材12に画成される螺旋状溝14の溝底面15で形成されることから、搬送装置10が駆動されて両軸部材11, 12がその軸線回りに回転している間、棒状ワークWには、これを軸線方向一方側から他方側に加圧する加圧力が連続的に付加される。これにより、棒状ワークWは、その軸線方向に沿って所定速度で連続的に搬送される。そして、棒状ワークWは、第1加熱部3Aの対向領域を搬送される(通過する)のに伴って焼入温度以下の所定温度まで誘導加熱され、次いで、第2加熱部3Bの対向領域を搬送される際、焼入温度で所定時間保持される。

20

30

【0041】

以上のようにして誘導加熱され、加熱コイル3の外側に排出された棒状ワークWは、自由落下により冷却部20(図1参照)に貯留された冷却液中に投下され、所定の温度域に冷却される。これにより、棒状ワークWは焼入硬化される。

【0042】

上記の構成を有する加熱装置2(加熱コイル3)を用いて棒状ワークWを誘導加熱すれば、軸線方向に沿って所定速度で連続搬送される棒状ワークWを、第1加熱部3Aによって焼入温度以下の所定温度に誘導加熱してから、第2加熱部3Bによって焼入温度で均熱保持することが、すなわち、棒状ワークWを図12に示した温度軌跡を描くように誘導加熱することができる。これにより、棒状ワークWを効率良く焼入温度に誘導加熱することができる。実際のところ、例えば、棒状ワークWを、焼入温度としての約900に誘導加熱するに際して上記構成の加熱装置2を適用したところ、図6に示すように、図12に示す温度軌跡に近似した軌跡を描くようにして棒状ワークWを加熱することができることが確認できた。

40

【0043】

また、第1加熱部3Aおよび第2加熱部3Bは直列に連結され、実質的に単一の加熱コイル3を構成しているので、加熱コイル3に対して単一の高周波電源4を電氣的に接続する、という簡素な構成を採用しても棒状ワークWを上記態様で誘導加熱することができる。

50

【 0 0 4 4 】

棒状ワークWを搬送する際、ワーク支持部16を形成した第1および第2軸部材11, 12が同方向に回転することから、ワーク支持部16で支持された棒状ワークWには、図5(a)(b)中に黒塗り矢印で示すように、これをその軸線回りに回転(詳細には、両軸部材11, 12とは反対方向に回転)させる回転力が連続的に付与される。そのため、搬送装置10の駆動中、ワーク支持部16で接触支持された棒状ワークWには、これを軸線方向に沿って連続的に搬送するための加圧力と、これをその軸線回りに連続的に回転させるための回転力とが同時に付与される。すなわち、搬送装置10によって搬送される棒状ワークWは、その軸線回りに連続的に回転しながら誘導加熱されることになる。これにより、加熱完了後の棒状ワークWに温度ムラを生じさせることなく、棒状ワークWの各部を均一に誘導加熱することができる。従って、この棒状ワークWを冷却した後は、周方向、軸線方向および深さ方向の各部で機械的強度等に差がない高品質の棒状ワークWを得ることができる。

10

【 0 0 4 5 】

特に、本実施形態では、ワーク支持部16を形成する第1および第2軸部材11, 12の回転速度が同一となるように動力伝達機構8が構成されていることから、ワーク支持部16で接触支持された棒状ワークWを滑らかに連続回転させることができる。また、両軸部材11, 12が非磁性材料で形成されることから、棒状ワークWと両軸部材11, 12の接触部分で伝熱冷却が生じるのを可及的に防止することができる。従って、加熱完了後の棒状ワークWに温度ムラが生じるのを一層効果的に防止することができる。

20

【 0 0 4 6 】

本実施形態に係る加熱装置2(熱処理設備1)では、図3中に示すワーク投入位置から、搬送装置10に対して所定の間隔を空けて棒状ワークWを一個ずつ投入することにより、複数の棒状ワークWを軸線方向に相互に離間した状態で搬送しながら、該複数の棒状ワークWを同時に誘導加熱することができる。この場合、各棒状ワークWを、隣接する棒状ワークWの熱影響を受けることなく精度良く加熱することができる。

【 0 0 4 7 】

以上、本発明の実施の形態の一例について具体的に説明を行ったが、本発明の実施の形態はこれに限定されるものではない。

【 0 0 4 8 】

例えば、加熱コイル3を構成する第1加熱部3Aの出力(コイルピッチD1)は、図6に示したように、棒状ワークWを焼入温度(図示例では900)よりも低い所定温度(図示例では約800)にまで加熱するように設定することができる他、棒状ワークWを焼入れ温度程度にまで加熱するように設定することも可能である。

30

【 0 0 4 9 】

また、特に、搬送装置10を構成する第1および第2軸部材11, 12に撓みが生じるおそれがある場合には、図7に示すように、両軸部材11, 12の外周面のうち、ワーク支持部16を形成する領域以外の領域を接触支持する支持部材(サポートローラ)19を設けても良い。このようなサポートローラ19を設けておけば、両軸部材11, 12に撓みが生じるのを可及的に防止することができるので、棒状ワークWを精度良く支持・搬送可能とし、棒状ワークWを精度良く誘導加熱することができる。

40

【 0 0 5 0 】

また、以上で説明した実施形態では、第2軸部材12のみに螺旋状の凸部13を設け、この凸部13によって第2軸部材12に画成される螺旋状溝14の溝底面15と、これに対峙する第1軸部材11の円筒状外周面11aとの協働で棒状ワークWの外周面を接触支持するワーク支持部16を形成したが、第1軸部材11および第2軸部材12の双方に螺旋状の凸部13を設け、両軸部材11, 12のそれぞれに形成される螺旋状溝14の溝底面15の協働でワーク支持部16を形成するようにしても構わない。

【 0 0 5 1 】

また、以上で説明した実施形態では、棒状ワークWをその軸線回りに滑らかに連続回転

50

させるために両軸部材 1 1 , 1 2 の軸線回りの回転速度を同一としたが、棒状ワーク W をその軸線回りに回転させることができるのであれば、両軸部材 1 1 , 1 2 の回転速度は互いに異ならせても構わない。両軸部材 1 1 , 1 2 の回転速度を互いに異ならせるには、例えば、第 1 軸部材 1 1 に設けられる小ギヤ 8 a およびこれに噛合う大ギヤ 8 c の歯面のピッチと、第 2 軸部材 1 2 に設けられる小ギヤ 8 b およびこれに噛合う大ギヤ 8 c の歯面のピッチとを互いに異ならせれば良い。

【 0 0 5 2 】

また、以上で説明した回転機構 6 はあくまでも一例であり、その他の回転機構 6 を採用しても構わない。例えば、電動モータを 2 つ設け、一方の電動モータの出力軸に第 1 軸部材 1 1 を連結すると共に、他方の電動モータの出力軸に第 2 軸部材 1 2 を連結することも可能である。

10

【 0 0 5 3 】

また、以上で説明した搬送装置 1 0 はあくまでも一例であり、搬送中の棒状ワーク W をその軸線回りに回転させる必要がないような場合には、その他の構成を有する搬送装置 1 0 (例えば、搬送コンベヤ)を採用しても構わない。

【 0 0 5 4 】

また、加熱コイル 3 を構成する第 1 加熱部 3 A と第 2 加熱部 3 B は分離可能に連結することも可能である。図 8 はその一例であり、両加熱部 3 A , 3 B の間に配置した導電性金属からなる管状の連結部材 3 C に対し、第 1 加熱部 3 A の端部と第 2 加熱部 3 B の端部とを嵌合することで加熱コイル 3 を構成している。この場合、例えば、熱処理対象の棒状ワーク W の変更 (型番変更) に伴って、両加熱部 3 A , 3 B の何れか一方又は双方のコイルピッチ等を変更する必要が生じた際にも、コイルピッチが異なるものに交換すれば良く、煩雑なコイルピッチの調整作業を省略することができる。従って、型番変更時の段取り作業を迅速化することができる。

20

【 0 0 5 5 】

また、加熱装置 2 に設けるべき加熱コイルは、以上で説明した螺旋コイル以外のものを使用することも可能であり、その具体例を図 9 ~ 1 1 を参照しながら説明する。なお、図 9 は、他の実施形態に係る加熱コイル 3 2 の平面図、図 1 0 は、図 9 の C - D - E - F 線矢視断面図、図 1 1 は、図 1 0 を同図中の矢印 G 方向から見た図であり、この加熱コイル 3 2 を図 1 に示す熱処理設備 1 に組み込んで使用する際には、図 1 0 および図 1 1 に示すものを時計回りに 9 0 ° 回転させて使用する。

30

【 0 0 5 6 】

図 9 ~ 1 1 に示す加熱コイル 3 2 は、搬送中の棒状ワーク W の径方向外側に配置されるコイル部 3 1 a を有する複数のコイル部材 3 1 と、コイル部材 3 1 のそれぞれを、コイル部 3 1 a 同士の間軸を維持しつつ、軸方向移動可能に支持した枠体 2 1 と、隣り合う 2 つのコイル部材 3 1 を電氣的に接続する接続部品 2 3 とを備える。

【 0 0 5 7 】

図 9 に示すように、各コイル部材 3 1 は、棒状ワーク W を囲繞可能に周方向で有端のリング状に形成されたコイル部 3 1 a を有する。また、各コイル部材 3 1 は、コイル部 3 1 a の周方向一端部および他端部から延び、接続部品 2 3 や、冷却回路を構成する連通部材 2 9 が取り付けられる第 1 延長部 3 1 b および第 2 延長部 3 1 c を有する。各コイル部材 3 1 は、例えば銅管を湾曲等させることで有端状に形成され、少なくともコイル部 3 1 a は、その延在方向 (周方向) の各部が同一平面上に位置している。そして、図 1 0 , 1 1 に示すように、各コイル部材 3 1 は、そのコイル部 3 1 a の中心軸を他のコイル部材 3 1 のコイル部 3 1 a の中心軸と一致させた状態で枠体 2 1 に支持されている。

40

【 0 0 5 8 】

図 9 ~ 図 1 1 に示すように、枠体 2 1 は、コイル部材 3 1 の径方向外側で周方向に離間した複数箇所 (図示例では三箇所) に配置された支持枠 2 1 b と、支持枠 2 1 b の端部が固定された基枠 2 1 a とを有し、各コイル部材 3 1 は、支持枠 2 1 b に固定された支持部品 2 2 を介して枠体 2 1 に支持されている。各支持枠 2 1 b には、コイル部材 3 1 の軸線

50

方向の移動を案内するためのガイド部 2 1 c が設けられている。ガイド部 2 1 c は、軸方向に延びた長穴状の貫通穴で構成される。なお、棒体 2 1 は非磁性材料で形成されている。

【0059】

各支持部品 2 2 は、径方向内側の端部がコイル部材 3 1 の外周に固定されたナット 3 1 d に締結されると共に、径方向外側の端部付近が支持棒 2 1 b のガイド部 2 1 c に挿通されたボルト部材 2 2 a と、支持棒 2 1 b の径方向内側および外側にそれぞれ配置され、相対的に接近および離反移動可能にボルト部材 2 2 a に螺着された第 1 および第 2 のナット 2 2 b , 2 2 c とを備える。このような構成から、各コイル部材 3 1 は、その周方向三箇所 10 に設けられた支持部品 2 2 のそれぞれにおいて、ナット 2 2 b , 2 2 c を相対的に接近移動させて支持棒 2 1 b を挟持すると、軸線方向の所定位置で固定的に支持される。また、これとは逆に、各支持部品 2 2 においてナット 2 2 b , 2 2 c を相対的に離反移動させ、支持棒 2 1 b の挟持力を解放すると、コイル部材 3 1 の軸線方向移動、すなわちコイル部材 3 1 の軸線方向における固定位置や姿勢を調整することが可能となる。

【0060】

この加熱コイル 3 2 は、隣り合う 2 つのコイル部材 3 1 , 3 1 を電気的に接続した接続部品 2 3 を有することから、軸線方向一方側および他方側の端部にそれぞれ配置されたコイル部材 3 1 が高周波電源 4 (図 1 を参照) と電気的に接続される。ここで、以下、隣り合う 2 つのコイル部材 3 1 を説明する際には、便宜上、相対的に棒状ワーク W の搬送方向前方側 (図 1 1 において上側) に配置されるコイル部材 3 1 を「コイル部材 3 1 A」とも 20 いい、また、相対的に棒状ワーク W の搬送方向後方側 (図 1 1 において下側) に配置されるコイル部材 3 1 を「コイル部材 3 1 B」ともいう。但し、図 9 ~ 図 1 1 においては符号 3 1 A , 3 1 B を示していない。

【0061】

図 1 1 に詳細に示すように、各接続部品 2 3 は、直線状をなしたリンク部材 2 4 と、リンク部材 2 4 の一端をコイル部材 3 1 B の第 2 延長部 3 1 c に対して回転可能に連結した第 1 連結部材 2 5 と、リンク部材 2 4 の他端をコイル部材 3 1 A の第 1 延長部 3 1 b に対してスライドおよび回転可能に連結した第 2 連結部材 2 6 とを備える。接続部品 2 3 のうち、少なくともリンク部材 2 4 は導電性を有する金属材料 (金属剛体) で形成されており、リンク部材 2 4 はコイル部材 3 1 (3 1 A , 3 1 B) に直接接触している。従って、隣り合う 2 つのコイル部材 3 1 A , 3 1 B は、接続部品 2 3 を介して電気的のみならず機械的にも接続されている。リンク部材 2 4 の他端側には長穴状の貫通穴 2 4 a が設けられており、この貫通穴 2 4 a を介して第 2 連結部材 2 6 がコイル部材 3 1 A に締結されることにより、リンク部材 2 4 はコイル部材 3 1 A に対してスライドおよび回転可能となっている。従って、隣り合う 2 つのコイル部材 3 1 A , 3 1 B の離間距離 (コイルピッチ) は、貫通穴 2 4 a の長手方向寸法の範囲内であれば無段階で調整することができるので、コイルピッチの調整作業を適切にかつ効率良く実施することができる。 30

【0062】

この加熱コイル 3 2 には、各コイル部材 3 1 を冷却するための冷却回路を設けることができる。冷却回路は、棒状ワーク W の搬送方向後方側の端部に配置されたコイル部材 3 1 の自由端に給水管 2 8 a を接続すると共に、棒状ワーク W の搬送方向前方側の端部に配置されたコイル部材 3 1 の自由端に排水管 2 8 b を接続し、かつ、隣り合う 2 つのコイル部材 3 1 A , 3 1 B の内部空間を連通部材 2 9 を介して連通させることによって構成される。連通部材 2 9 は、可撓性材料、ここではゴム材料で形成された管状体からなり、その一端および他端は、コイル部材 3 1 A , 3 1 B の自由端にそれぞれ接続される。連通部材 2 9 が可撓性材料で形成されていることにより、連通部材 2 9 とコイル部材 3 1 A , 3 1 B の接続状態を解消せずにコイルピッチを調整することができる。なお、図面の煩雑化を回避するため、連通部材 2 9 は図 9 にのみ示している。 40

【0063】

ここで、冷却水の流れを図 9 に基づいて簡単に説明する。図示外の冷却水タンクから供 50

給された冷却水は、図 9 中に白抜き矢印で示すように、給水管 28 a を介して棒状ワーク W の搬送方向後方側の端部に配置されたコイル部材 31 の内部空間に流入し、その後、連通部材 29 の内部空間およびコイル部材 31 の内部空間を交互に流通する。そして、棒状ワーク W の搬送方向前方側の端部に配置されたコイル部材 31 の内部空間を流通した冷却水は、配水管 28 b を介して外部に排出される。

【0064】

本実施形態の加熱コイル 32 は、主に以上の構成を有し、実使用する際には、隣り合う 2 つのコイル部材 31 A, 31 B の離間距離 (コイルピッチ) が適宜調整される。具体的には、図 10 および図 11 に示すように、棒状ワーク W の搬送方向後方側に配置される複数のコイル部材 31 間の離間距離を相対的に密に設定する一方、棒状ワーク W の搬送方向前方側に配置される複数のコイル部材 31 間の離間距離を相対的に疎に設定する。これにより、図 10 および図 11 に示すように、加熱コイル 32 には、棒状ワーク W を積極的に加熱可能な第 1 加熱部 3 A、および棒状ワーク W を均熱保持可能な第 2 加熱部 3 B が形成される。

10

【0065】

前述したとおり、このような加熱コイル 32 を用いれば、図 2 等に示す螺旋コイルからなる加熱コイル 3 を用いる場合に比べ、コイルピッチを容易に調整することができる。そのため、棒状ワーク W の型番変更等にも容易に対応することができる。

【0066】

以上の説明では、棒状ワーク W として円すいころ (の基材) を例示したが、本発明は、円筒ころ軸受の円筒ころや針状ころ軸受の針状ころをはじめとするその他の棒状ワーク W に熱処理を施す場合にも好ましく適用することができる。また、本発明は、上述した各種ころ等の中実の棒状ワーク W のみならず、中空の棒状ワーク W を誘導加熱する場合にも好ましく適用することができる。

20

【0067】

本発明は前述した実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、さらに種々なる形態で実施し得る。すなわち、本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

【符号の説明】

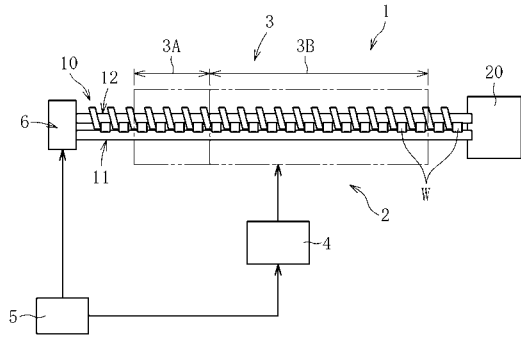
30

【0068】

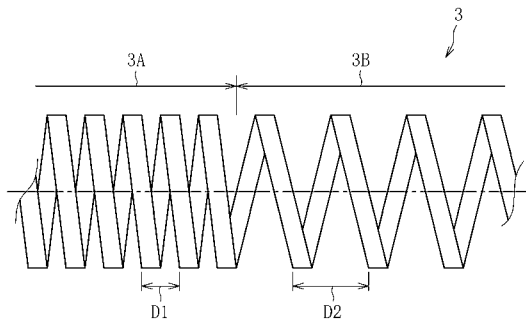
- 1 熱処理設備
- 2 加熱装置
- 3 加熱コイル
- 3 A 第 1 加熱部
- 3 B 第 2 加熱部
- 4 高周波電源
- 6 回転機構
- 8 動力伝達機構
- 10 搬送装置
- 11 第 1 軸部材
- 12 第 2 軸部材
- 13 螺旋状の凸部
- 14 螺旋状溝
- 15 溝底面
- 20 冷却部 (冷却装置)
- D 1 第 1 加熱部のコイルピッチ
- D 2 第 2 加熱部のコイルピッチ
- W 棒状ワーク

40

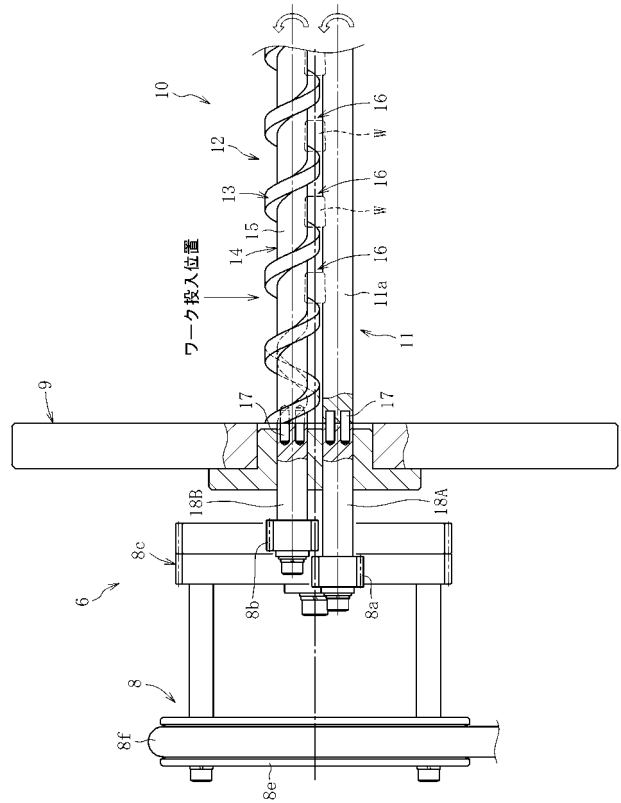
【 図 1 】



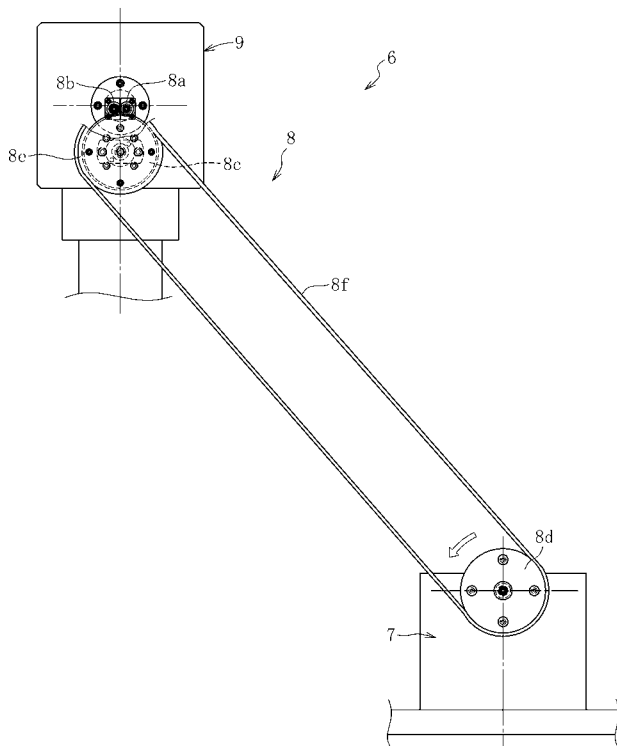
【 図 2 】



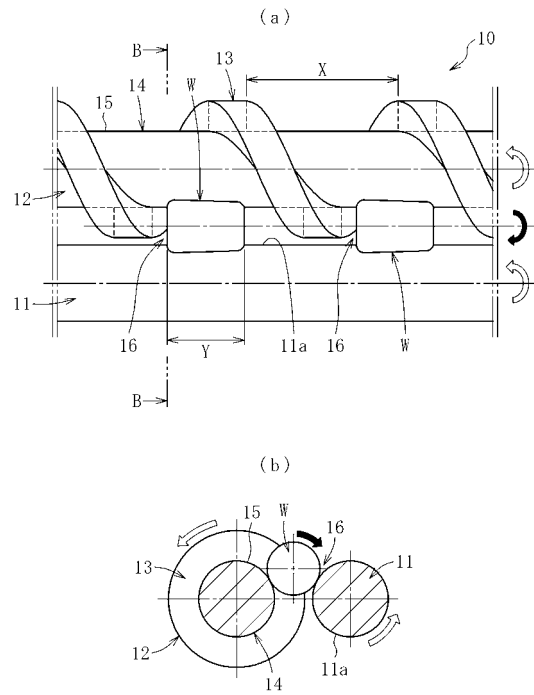
【 図 3 】



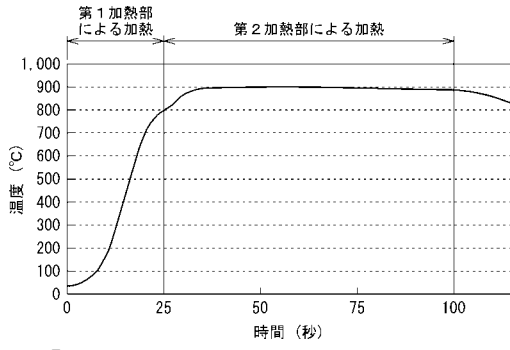
【 図 4 】



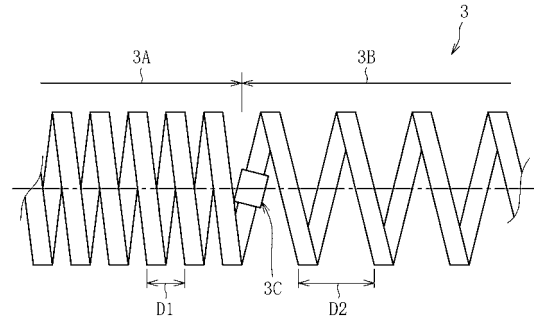
【 図 5 】



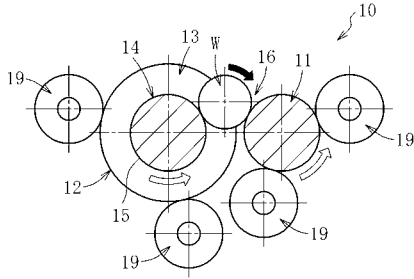
【 図 6 】



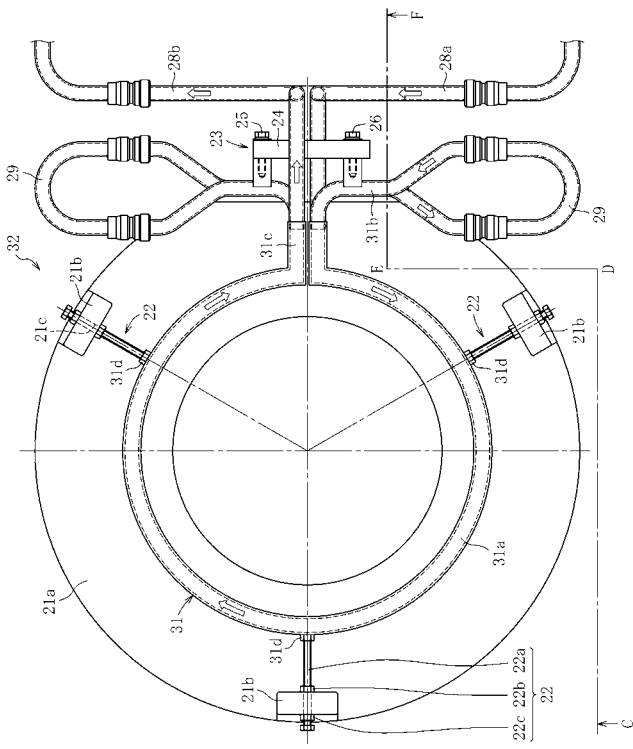
【 図 8 】



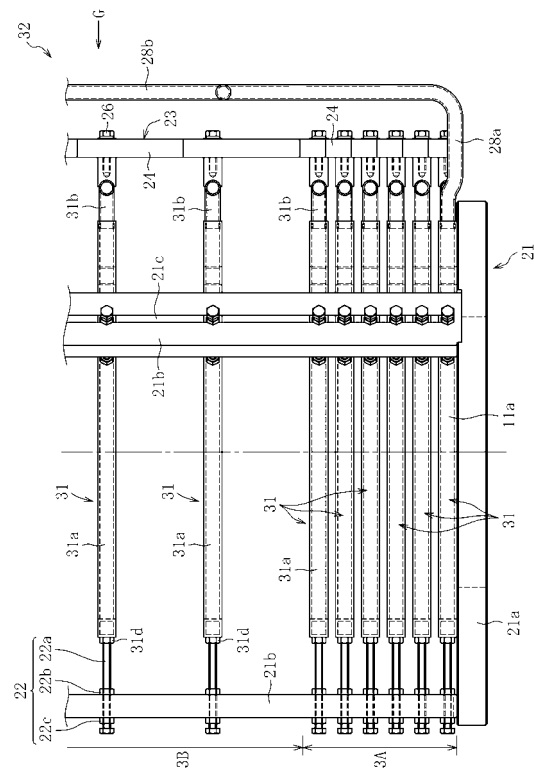
【 図 7 】



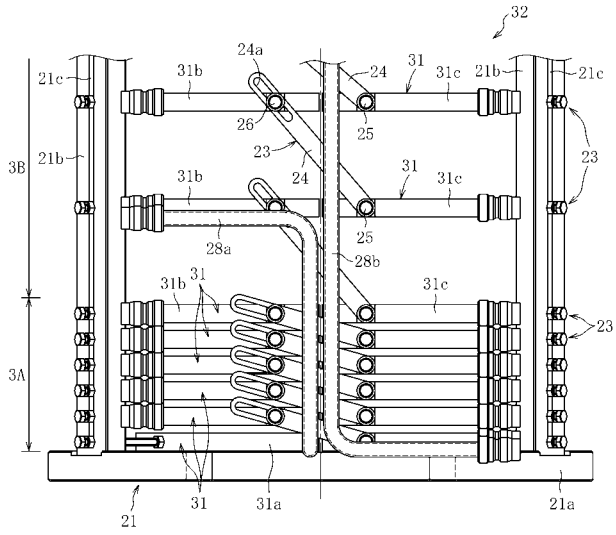
【 図 9 】



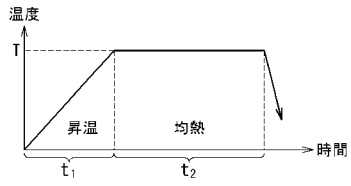
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 慎太郎

静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内

Fターム(参考) 3K059 AA09 AD03 CD53

4K042 AA14 AA22 BA01 BA03 BA13 CA15 DA01 DB01 DD03 DE02

DF01 DF02 EA01