

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年7月27日(27.07.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/126148 A1

- (51) 国際特許分類:
F28G 1/16 (2006.01) *F28D 7/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074593
- (22) 国際出願日: 2016年8月24日(24.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-011059 2016年1月22日(22.01.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 小山 智規(KOYAMA, Yoshinori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 村山 雅人(MURAYAMA, Masato); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴(FUJITA, Takaharu); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).

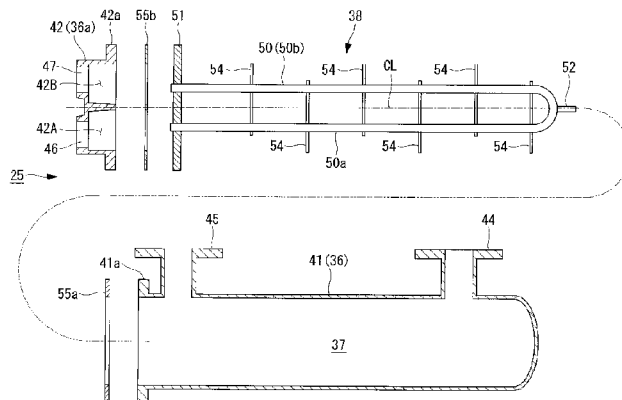
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

(54) Title: MULTIPLE TUBE-TYPE HEAT EXCHANGER AND HEAT TRANSFER TUBE CLEANING METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 多管式熱交換器、その伝熱管洗浄方法



(57) Abstract: A multiple tube-type heat exchanger has a simple structure which enables heat transfer tubes accommodated within a heat exchanger shell to be efficiently cleaned, enabling the heat exchanger to be operated with high energy efficiency. A multiple tube-type heat exchanger (25) is provided with a cylindrical heat exchanger shell (36) and a heat transfer tube unit (38) which is mounted in a removable manner within the heat exchanger shell (36). The heat transfer tube unit (38) is provided with: a plurality of heat transfer tubes (50) extending inside the heat exchanger shell (36) in the longitudinal axis direction; a binding member (51 serves also as this binding member) for binding the heat transfer tubes (50); and a plurality of rotary journal sections (51, 52) which are concentric with the center axis (CL) of the heat transfer tube unit (38), are provided at positions located at a distance from each other in the direction of the center axis (CL), and enable the heat transfer tube unit (38) to be supported by predetermined rotation support sections provided outside the heat exchanger shell (36).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/126148 A1



簡素な構造により、熱交換器容器の内部に収容されている伝熱管の洗浄を効率良く行うことができ、エネルギー効率の高い運用を可能にする。多管式熱交換器（２５）は、筒状の熱交換器容器（３６）と、この熱交換器容器（３６）の内部に着脱可能に組み込まれる伝熱管ユニット（３８）と、を備え、伝熱管ユニット（３８）は、熱交換器容器（３６）の内部長手軸方向に沿って延在する複数本の伝熱管（５０）と、この伝熱管（５０）を結束する結束部材（５１を兼用）と、伝熱管ユニット（３８）の中心軸線（ＣＬ）を共有するとともに、該中心軸線（ＣＬ）の軸方向に沿って離間した位置に設けられ、伝熱管ユニット（３８）を、熱交換器容器（３６）の外部に設けられた所定の回転支持部に支持可能にする複数の回転ジャーナル部（５１，５２）と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：多管式熱交換器、その伝熱管洗浄方法

技術分野

[0001] 本発明は、多管式熱交換器、その伝熱管洗浄方法に関するものである。

背景技術

[0002] 多管式熱交換器は、シェルアンドチューブ式とも呼ばれ、例えば横置きに設置された熱交換器容器（シェル）の内部に多数の伝熱管（チューブ）が束状に結束された伝熱管ユニットが収容された構成の熱交換器である。このような多管式熱交換器には、冷却または加熱されるべきプロセス液と、このプロセス液の温度を調整する温調液とが流される。

[0003] プロセス液は、熱交換器容器内部のシェル室に流される場合と、伝熱管の内部に流される場合とがある。例えばプロセス液が破碎スラグや砥粒のような硬質な粒子状の固体を多量に含む懸濁液の場合はシェル室に流されるのが一般的である。その理由は、一般にシェル室よりも伝熱管内部の方が流路形状がシンプルで流速が高まる傾向があり、懸濁液を伝熱管に通過させると、その研磨性により伝熱管の内部が摩耗減肉する懸念があるからである。

[0004] このようにシェル室に流される懸濁液が伝熱管の表面に接触することにより、徐々に伝熱管の表面に懸濁物質が付着・堆積して固着スケールとなり、この固着スケールに伝熱管の表面が覆われることによって伝熱性能が低下してしまう。このため、定期的に伝熱管の表面を洗浄して固着スケールを除去する必要がある。伝熱管を洗浄する場合は、熱交換器容器の一端側の水室形成蓋体（端板）を取り外し、内部にある伝熱管ユニットを軸方向に抜き出して、多数の伝熱管の外表面を、ブラシ、高圧水噴射、薬剤散布等で洗浄する。

[0005] また、特許文献 1 に記載されている多管式熱交換器およびその洗浄方法は、予め多管式熱交換器を中心軸線回りに回転可能な構造とした上で、シェル室に砂や金属球等の研磨固体粒子を一定量充填し、そのまま多管式熱交換器

全体を回転させることにより、研磨固体粒子の研磨作用によって各伝熱管の表面に付着・堆積している固着性スケールを除去するものである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭58－33478号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 熱交換器容器の内部から伝熱管ユニットを抜き出して洗浄する方法は、前述のように伝熱管ユニットが多数の伝熱管を束状に結束させた構造であることから、伝熱管ユニットの径方向中央部（深部）に位置する伝熱管の表面を洗浄するのが困難である。したがって、効果的に固着性スケールを除去することができない。

[0008] しかも、伝熱管ユニットは大型重量物であるため、洗浄仮設台に載せた状態で洗浄が行われるが、それ故に姿勢を容易に変化させることができず、例えば伝熱管ユニットの上部に高圧水噴射を行う場合には、専用の足場を仮設するかクレーン等で吊り上げて姿勢を変える等の予備作業が必要であり、これが洗浄効率を低下させる大きな原因となっていた。

[0009] 特許文献1の洗浄方法は、熱交換器容器を回転可能な構造にしなければならぬため、熱交換器容器に接続されるプロセス液と温調液の配管類を、熱交換器容器の端面に同軸状に接続することしかできず、このため配管レイアウト上の制約が大きくなる。しかも、配管類と熱交換器容器との間を相対回転可能にシール接続するためのシール構造部が複雑になるという難点がある。

[0010] このように、伝熱管ユニットの固着性スケールの除去は困難であるため、伝熱管の表面積全体において有効に伝熱性能が発揮される面積が全体の20～30％程度に低下してしまい、エネルギー効率の高い運用ができなかった。

[0011] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、簡素な構造により、熱交換器容器の内部に收容されている伝熱管の洗浄を効率良く行うことができ、エネルギー効率の高い運用を可能にする、多管式熱交換器、その伝熱管洗浄方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するため、本発明は、以下の手段を採用する。

即ち、本発明の第1態様に係る多管式熱交換器は、筒状の熱交換器容器と、前記熱交換器容器の内部に着脱可能に組み込まれる伝熱管ユニットと、を備え、前記伝熱管ユニットは、前記熱交換器容器の内部長手軸方向に沿って延在する複数本の伝熱管と、前記伝熱管を結束する結束部材と、前記伝熱管ユニットの中心軸線を共有するとともに、該中心軸線の軸方向に沿って離間した位置に設けられ、前記伝熱管ユニットを、前記熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に支持可能にする複数の回転ジャーナル部と、を備えている。

[0013] 本構成の多管式熱交換器によれば、伝熱管ユニットを洗浄する時は、伝熱管ユニットを熱交換器容器から取り出し、その複数の回転ジャーナル部を、熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部にそれぞれ支持させる。これにより、伝熱管ユニットは回転支持部に載置された状態で、中心軸線を中心に回転することができる。

[0014] このため、伝熱管ユニットを回転させながら、例えば高圧水噴射器等を用いることにより、伝熱管ユニットの径方向中央部（深部に位置する伝熱管の表面）まで効果的に洗浄することができる。

しかも、その際には、足場を仮設することなく、回転支持部の設置面（グラウンドレベル）からの高圧水噴射等を行うことができるため、足場仮設等の予備作業が不要である。

これらにより、伝熱管の洗浄を効率良く行い、多管式熱交換器におけるエネルギー効率の高い運用を可能にすることができる。

[0015] さらに、伝熱管ユニットの洗浄は、多管式熱交換器を構成する熱交換器容

器を現場に据え付けたまま、伝熱管ユニットのみを熱交換器容器の内部から取り外すものであるため、熱交換器容器に接続されているプロセス液と温調液の配管類を取り外す必要はない。したがって、多管式熱交換器を簡素に保つことができる。

[0016] 上記構成の多管式熱交換器において、前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記結束部材を兼ねるものであり、複数の前記伝熱管が貫通固定されるとともに、その外周形状が円形である構成としてもよい。

[0017] 本構成によれば、回転ジャーナル部が、伝熱管の結束部材として兼用されるため、伝熱管ユニットの部品点数が増加しない。このため、多管式熱交換器の構成を簡素に保つことができる。

回転ジャーナル部の外周形状を円形とすることにより、熱交換器容器の外部に設けられる回転支持部を簡素なローラー式のものとし、そのローラー上に回転ジャーナル部を載置するだけで、即座に伝熱管ユニットをその中心軸線回りに回転させることができる。

[0018] 上記構成の多管式熱交換器において、前記回転ジャーナル部は、前記熱交換器容器の胴体と水室形成蓋体との間に挟まれて前記伝熱管の長手軸方向の位置を決める固定管板を兼ねるようにしてもよい。

本構成とすれば、回転ジャーナル部が、伝熱管の結束部材と、伝熱管の固定管板との両方を兼ねるため、伝熱管ユニットの構造が複雑化することを防止できる。

[0019] 上記構成の多管式熱交換器において、前記回転ジャーナル部の少なくとも1つを、前記中心軸線に沿う柱状としてもよい。

本構成とすれば、回転ジャーナル部の形状を小型化・簡素化することができるため、回転ジャーナル部を設けることによるコストアップを最小限に抑えけるとともに、多管式熱交換器の内部において回転ジャーナル部が熱交換作用を阻害することを防止することができる。

[0020] 本発明の第2態様に係る多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法は、筒状の熱交換器容器と、前記熱交換器容器の内部に収容される伝熱管ユニットと、を備

えた多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法であって、前記熱交換器容器の内部から前記伝熱管ユニットを取り出す取り出し工程と、前記伝熱管ユニットの長手軸方向に離間して複数箇所に設けられた回転ジャーナル部を、前記熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に軸支させる軸支工程と、前記伝熱管ユニットを回転させながら、その伝熱管に付着した固着スケールを洗浄する洗浄工程と、前記洗浄が完了した前記伝熱管ユニットを前記熱交換器容器の内部に組み込む組み込み工程と、を備えたものである。

[0021] この多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法によれば、熱交換器容器の内部から取り出した伝熱管ユニットの回転ジャーナル部を、熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に軸支させれば、伝熱管ユニットを中心軸線回りに回転させることができる。したがって、高圧水噴射等によって伝熱管ユニットを効率良く洗浄し、多管式熱交換器におけるエネルギー効率の高い運用を可能にすることができる。

発明の効果

[0022] 以上のように、本発明に係る多管式熱交換器、その伝熱管洗浄方法によれば、熱交換器容器の内部に収容されている伝熱管ユニットの洗浄を効率良く行い、伝熱管の表面を覆う固着スケールの除去率を高めて熱交換器としての性能を十分に引き出し、エネルギー効率の高い運用を可能にすることができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]多管式熱交換器の一構造例を示す縦断面図である。

[図2]図1に示す多管式熱交換器の分解図であり、本発明の第1実施形態を示す図である。

[図3]第1実施形態の変形例を示す伝熱管ユニットの側面図である。

[図4]第1実施形態に係る伝熱管ユニットがメンテナンスフレームに設置された状態を示す平面図である。

[図5]同側面図である。

[図6]本発明の第2実施形態を示す伝熱管ユニットの側面図である。

[図7]第2実施形態に係る伝熱管ユニットがメンテナンスフレームに設置された状態を示す平面図である。

[図8]同側面図である。

[図9]本発明に係る多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法の流れを説明するフロー図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0025] [第1実施形態]

図1は、スラグ水冷却器25（多管式熱交換器）の第1実施形態を示す縦断面図であり、図2は図1に示すスラグ水冷却器25の分解図である。このスラグ水冷却器25は、例えば石炭ガス化炉においてスラグを搬送するスラグ排出システムの水（スラグ水W）を冷却水と熱交換させて冷却する用途のものであるが、この用途に限定されることはない。

[0026] このスラグ水冷却器25は、所謂シェルアンドチューブ式と呼ばれる形式のものであり、横置きに設置された円筒状の熱交換器容器36の内部のシェル室37に伝熱管ユニット38が着脱可能に組み込まれる構成である。熱交換器容器36は、一端が開放され、他端が閉塞された円筒状の胴体41と、この胴体41の開口部に液密的且つ着脱可能に固定される水室形成蓋体42とを備えている。

[0027] 胴体41の周面には、本実施形態において冷却されるべきプロセス液であるスラグ水Wをシェル室37に流入させるスラグ水インレット44と、スラグ水Wをシェル室37から流出させるスラグ水アウトレット45とが長手軸方向に離間して設けられている。スラグ水インレット44には、図示しない循環ポンプの吐出口に繋がる配管が接続され、スラグ水アウトレット45には、図示しない石油ガス化炉のスラグホッパに繋がる配管が接続される。

[0028] 水室形成蓋体42の内部は上下に二分され、例えば下側に入口チャンバ42A、上側に出口チャンバ42Bが画成されている。これらのチャンバ42A、42Bには、それぞれ冷却水インレット46、冷却水アウトレット47

が設けられている。冷却水インレット４６には図示しない冷却水供給系統から温調液である冷却水Ｃを供給する配管が接続され、冷却水アウトレット４７にはシェル室３７の内部で高温なスラグ水Ｗと熱交換した後の加熱された冷却水Ｃが冷却水供給系統に戻される配管が接続される。

[0029] 伝熱管ユニット３８は、熱交換器容器３６（胴体４１）の内部におけるシェル室３７の長手軸方向に沿って延在する複数本の、例えばＵ字形状の伝熱管５０と、これら複数本の伝熱管５０を結束する結束部材としての回転ジャーナル部５１と、伝熱管５０のＵ字湾曲側の端部に設けられて回転ジャーナル部５１と共通の中心軸線ＣＬに沿う短い柱状の回転ジャーナル部５２と、複数の邪魔板５４…と、を備えて構成されている。

[0030] ２つの回転ジャーナル部５１，５２は、伝熱管ユニット３８の中心軸線ＣＬを共有するとともに、該中心軸線ＣＬの軸方向に沿って、伝熱管ユニット３８の一端と他端とに離間した位置に設けられている。中心軸線ＣＬは、伝熱管ユニット３８全体の長手方向中心部を通る基準線であり、好ましくは伝熱管ユニット３８全体の重量的に線対称な線（例えば重心を通る線）が良い。複数の邪魔板５４は、Ｕ字形状の伝熱管５０に対して例えば千鳥状に配置されている。伝熱管５０の形状はＵ字形状に限らず、直線状もしくは他の湾曲形状であってもよい。また、邪魔板５４の形状や位置等もこれに限定されない。

[0031] 例えば、図３に変形例として示す伝熱管ユニット３８Ａのように、回転ジャーナル部５２を、回転ジャーナル部５１の背面から延ばして伝熱管ユニット３８の中心軸線ＣＬに沿って後方に延ばし、複数の邪魔板５４を貫通させて、複数の伝熱管５０のＵ字形状の間から、図１、図２に示す回転ジャーナル部５２と同様に短く突出させるように構成してもよい。

[0032] こうすることにより、伝熱管５０の束の端末にかかる荷重を、回転ジャーナル部５１，５２と、回転ジャーナル部５２が貫通する複数の邪魔板５４を介して、伝熱管５０の束全体で分散保持し、回転ジャーナル部５２端部の変形を少なくすることができる。また、伝熱管束端部の強度構造を変える必要

が無くなる。

[0033] 本実施形態において、例えば回転ジャーナル部51は円板形状であり、複数の伝熱管50を結束する結束部材を兼ねている。即ち、図1、図2では、U字形状の伝熱管50が1本のみ設けられているように見えるが、図面に直交する方向に複数の伝熱管50が重なって配列されており、これら複数の伝熱管50が回転ジャーナル部51を貫通し、溶接等によって回転ジャーナル部51に固定されている。これにより、各伝熱管50は互いに微小な間隔を空けて隣接している。回転ジャーナル部51、52は、後述するように、伝熱管ユニット38を熱交換器容器36の外部に設けられた所定の回転支持部（図4、図5に示すメンテナンスフレームM1）に支持可能にするものである。

[0034] 図2に示すように、胴体41の開口部には締結フランジ41aが形成され、この締結フランジ41aと、水室形成蓋体42に形成された締結フランジ42aとの間に、環状のガスケット55a、55bを介して回転ジャーナル部51が挟まれる。そして、図示しない多数のボルトとナットとによって締結フランジ41a、42a、回転ジャーナル部51、ガスケット55a、55bが一体的に締結される。これにより、各伝熱管50の長手軸方向の位置が決められる。即ち、回転ジャーナル部51は、前記のように複数の伝熱管50を結束する結束部材であるとともに、伝熱管50の長手軸方向の位置を決める固定管板でもある。

[0035] 各伝熱管50はそれぞれ往路50aと復路50bとを備えており、スラグ水冷却器25の組立状態（図1参照）において、往路50aが冷却水インレット46に連通し、復路50bが冷却水アウトレット47に連通する。図1に示すように、冷却水Cは、冷却水インレット46→入口チャンバ42A→伝熱管50の往路50a→復路50b→出口チャンバ42B→冷却水アウトレット47の順に流れる。

[0036] 一方、スラグ水Wは、スラグ水インレット44からシェル室37の内部に流入し、伝熱管50のU字端部付近から回転ジャーナル部51側に向かって

、千鳥状に設けられた複数の邪魔板 5 4 …を交互に潜りながらシェル室 3 7 内を流れ、各伝熱管 5 0 と十分に接触することにより、冷却水 C と熱交換されて冷却された後、スラグ水アウトレット 4 5 から流出する。

[0037] 以上のように構成されたスラグ水冷却器 2 5 は、そのシェル室 3 7 内にスラグ水 W が通水される。このスラグ水 W は、図示しないスラグ分離装置によって大半のスラグが除去された水ではあるものの、完全に濾過された水ではないため、スラグの粒子が少量混入した懸濁液となっている。このため、長期に亘る運転により、スラグ水冷却器 2 5 のシェル室 3 7 内において、スラグ水 W に含まれるスラグの粒子が徐々に伝熱管ユニット 3 8 における伝熱管 5 0 の表面に付着・堆積して固着スケールとなり、伝熱管 5 0 の伝熱性能を低下させてしまう。

[0038] そこで、所定の運転時間が経過する毎に、スラグ水冷却器 2 5 の熱交換器容器 3 6 内部から伝熱管ユニット 3 8 が取り出されて洗浄が行われる。この伝熱管ユニット 3 8 の洗浄方法を、図 2 ～図 5、および図 9 のフロー図を用いて説明する。

[0039] (1) 取り出し工程

まず、熱交換器容器 3 6 の内部から伝熱管ユニット 3 8 を取り出す（取り出し工程 S 1）。この時には、クレーンやチェンブロック等を使って、伝熱管ユニット 3 8 の少なくとも回転ジャーナル部 5 1 の付近を吊り上げながら胴体 4 1 から伝熱管ユニット 3 8 を引き出す。

[0040] (2) 軸支工程

次に、伝熱管ユニット 3 8 の長手軸方向に離間して 2 箇所設けられた回転ジャーナル部 5 1、5 2 を、スラグ水冷却器 2 5 の外部に設けられた所定のメンテナンスフレーム M 1（回転支持部）にそれぞれ軸支させる（軸支工程 S 2）。このメンテナンスフレーム M 1 は、伝熱管ユニット 3 8 の近傍に予め設置しておいてもよいし、洗浄時のみ設置するようにしてもよい。

[0041] メンテナンスフレーム M 1 は、例えば平坦な設置台 6 1 を有し、その上面の一端部に、左右一対のローラー支持ブロック 6 2 を介して支持ローラー 6

3が軸支されている。これら左右一对の支持ローラー63の上に、伝熱管ユニット38の一端に設けられた円板形状の回転ジャーナル部51を載置する。このように回転ジャーナル部51は支持ローラー63上に載置されるため、その外周部は円滑であることが好ましい。

[0042] また、設置台61の上面後部には、例えば支柱65が立設され、その上部に半割状の滑り軸受66が設けられている。この軸受66の上に、伝熱管ユニット38の他端に設けられた回転ジャーナル部52を載置する。これにより、伝熱管ユニット38はメンテナンスフレームM1に載置された状態で、中心軸線CLを中心に自在に回転することができる。

[0043] (3) 洗浄工程

次に、伝熱管ユニット38を回転させながら、例えば高圧水噴射器やブラシ等を用いて伝熱管ユニット38を洗浄する（洗浄工程S3）。伝熱管ユニット38は、その中心軸線CL回りに回転するが、この中心軸線CLを、伝熱管ユニット38全体の重量的に線対称な線（重心等を通る線）とすることにより、作業員が片手で簡単に伝熱管ユニット38を回転させることができ、作業性が良くなる。こうして伝熱管ユニット38全体を回転させながら、万遍なく高圧水を噴射して、伝熱管50の表面に付着した固着スケールを剥離、洗浄する。

[0044] (4) 組み込み工程

最後に、洗浄が完了した伝熱管ユニット38を再び熱交換器容器36の内部に組み込み（組み込み工程S4）、洗浄作業の完了となる。

[0045] 以上のように、本実施形態に係るスラグ水冷却器25およびその洗浄方法によれば、下記の効果が奏される。

即ち、熱交換器容器36の内部から取り出した伝熱管ユニット38をメンテナンスフレームM1に載置（軸支）した状態で、この伝熱管ユニット38を回転させながら、例えば高圧水噴射器等を用いて伝熱管ユニット38を洗浄することができる。このため、伝熱管ユニット38全体を万遍なく洗浄することができ、特に、これまで困難であった伝熱管ユニット38の深部に位

置する伝熱管 50 に付着している固着スケールまで剥離、洗浄することができる。

[0046] しかも、その際には、伝熱管ユニット 38 を回転させることにより、あらゆる位置から高圧水噴射を行うことができる。したがって、メンテナンスフレーム M1 の設置面（グラントレベル）からの高圧水噴射等を行うことができる。このため、従来のような足場仮設等の予備作業が不要である。これらにより、伝熱管 50 の洗浄を効率良く行い、スラグ水冷却器 25 のような多管式熱交換器におけるエネルギー効率の高い運用を可能にすることができる。

[0047] 伝熱管ユニット 38 の洗浄は、スラグ水冷却器 25 を構成する熱交換器容器 36 を現場に据え付けたまま、伝熱管ユニット 38 のみを熱交換器容器 36 の内部から取り外すものであるため、熱交換器容器 36 に接続されているスラグ水 W と冷却水の配管類を取り外す必要はない。したがって、スラグ水冷却器 25 の配管接続部等に特別なシール構造部を設ける必要がなく、構造を簡素に保ってコストの上昇や信頼性の低下を回避することができる。

[0048] 伝熱管ユニット 38 の回転ジャーナル部 51 は、伝熱管 50 を纏める結束部材を兼ねるものであり、複数の伝熱管 50 が貫通固定されるとともに、その外周形状が円形である。このように、回転ジャーナル部 51 が伝熱管 50 の結束部材として兼用されるため、伝熱管ユニット 38 の部品点数が増加しない。このため、スラグ水冷却器 25 の構成を簡素に保つことができる。

しかも、回転ジャーナル部 51 の外周形状を円形とすることにより、熱交換器容器 36 の外部に設けられるメンテナンスフレーム M1 を簡素なローラー式のものとすることができ、伝熱管ユニット 38 を中心軸線 CL 回りに容易に回転させることができる。

[0049] 回転ジャーナル部 51 は、熱交換器容器 36 の胴体 41 と水室形成蓋体 42 との間に挟まれて伝熱管 50 の長手軸方向の位置を決める固定管板をも兼ねている。このため、回転ジャーナル部 51 が、伝熱管 50 の結束部材と、伝熱管 50 の固定管板との両方を兼ねており、これによって伝熱管ユニット

３８の構造が複雑化することを防止できる。

[0050] 一方、回転ジャーナル部５２を、伝熱管ユニット３８の中心軸線ＣＬに沿う柱状としたため、回転ジャーナル部５２の形状を小型化・簡素化することができる。したがって、回転ジャーナル部５２を設けることによるコストアップを最小限に抑えるとともに、スラグ水冷却器２５の内部において回転ジャーナル部５２が熱交換作用を阻害することを防止することができる。なお、上記実施形態では、回転ジャーナル部５２を下方から支持するようにしたが、上方から吊り下げて支持するようにしてもよい。

[0051] [第２実施形態]

次に、本発明の第２実施形態について、図６～図８を参照しながら説明する。ここに示す伝熱管ユニット３８Ｂは、第１実施形態の伝熱管ユニット３８における柱状の回転ジャーナル部５２の代わりに、回転ジャーナル部５１と同様な円板状の回転ジャーナル部７０が設けられている点で第１実施形態の伝熱管ユニット３８と相違し、その他の部分は同一である。したがって、同一の構成部には同一符号を付して説明を省略する。

[0052] 図６に示すように、回転ジャーナル部７０は、回転ジャーナル部５１と同じく、複数の伝熱管５０を貫通させて纏める結束部材でもあり、円形の板状をなし、その外周部は円滑である。その外径は、図２に示す熱交換器容器３６（胴体４１）の内部にスムーズに挿入できる大きさとされている。つまり、回転ジャーナル部５１よりも小径である。なお、この回転ジャーナル部７０には複数の液体流通孔７１が穿設しており、熱交換器容器３６の内部（シェル室３７）におけるスラグ水Ｗの流通を妨げないようになっている。

[0053] 一方、この伝熱管ユニット３８Ｂを洗浄する際に、これを支持して回転させるメンテナンスフレームＭ２は、図７、図８に示すように、伝熱管ユニット３８Ｂの回転ジャーナル部７０の部分を支持する構造が第１実施形態のメンテナンスフレームＭ１と異なっている。具体的には、回転ジャーナル部５１側を支持するローラー支持ブロック６２および支持ローラー６３と同様な、ローラー支持ブロック７２および支持ローラー７３を備えている。即ち、

伝熱管ユニット 38 B は、その長手軸方向の両端部が支持ローラー 63, 73 で支持されて回転自在とされる。

[0054] このように、伝熱管ユニット 38 B の後部側の回転ジャーナル部 70 を、回転ジャーナル部 51 と同様な円板状とすることにより、メンテナンスフレーム M2 を簡素なローラー式のものとし、そのローラー 63, 73 の上に回転ジャーナル部 51, 70 を載置するだけで、即座に伝熱管ユニット 38 B をその中心軸線 CL 回りに回転させることができる。このため、洗浄作業を一段と効率良く行うことができる。

[0055] 以上のように、本実施形態に係るスラグ水冷却器 25（多管式熱交換器）、その伝熱管洗浄方法によれば、熱交換器容器の内部に収容されている伝熱管ユニットの洗浄を効率良く行い、伝熱管の表面を覆う固着スケールの除去率を高めて熱交換器としての性能を十分に引き出し、エネルギー効率の高い運用を可能にすることができる。

[0056] なお、本発明は上記実施形態の構成のみに限定されるものではなく、適宜変更や改良を加えることができ、このように変更や改良を加えた実施形態も本発明の権利範囲に含まれるものとする。

例えば、上記実施形態では石油ガス化プラントにおけるスラグ排出システムに備えられたスラグ水冷却器 25 に本発明を適用した例について説明したが、これ限らず、他の幅広い技術分野における多管式熱交換器にも本発明を適用することができる。

符号の説明

- [0057] 25 スラグ水冷却器（多管式熱交換器）
36 熱交換器容器
38, 38 A, 38 B 伝熱管ユニット
41 胴体
42 水室形成蓋体
50 伝熱管
51 回転ジャーナル部（結束部材、固定管板）

5 2, 7 0 回転ジャーナル部

C L 中心軸線

M 1, M 2 メンテナンスフレーム（回転支持部）

S 1 取り出し工程

S 2 軸支工程

S 3 洗浄工程

S 4 組み込み工程

請求の範囲

- [請求項1] 筒状の熱交換器容器と、
前記熱交換器容器の内部に着脱可能に組み込まれる伝熱管ユニットと、を備え、
前記伝熱管ユニットは、前記熱交換器容器の内部長手軸方向に沿って延在する複数本の伝熱管と、
前記伝熱管を結束する結束部材と、
前記伝熱管ユニットの中心軸線を共有するとともに、該中心軸線の軸方向に沿って離間した位置に設けられ、前記伝熱管ユニットを、前記熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に支持可能にする複数の回転ジャーナル部と、
を備えた多管式熱交換器。
- [請求項2] 前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記結束部材を兼ねるものであり、複数の前記伝熱管が貫通固定されるとともに、その外周形状が円形である請求項1に記載の多管式熱交換器。
- [請求項3] 前記回転ジャーナル部は、前記熱交換器容器の胴体と水室形成蓋体との間に挟まれて前記伝熱管の長手軸方向の位置を決める固定管板を兼ねる請求項2に記載の多管式熱交換器。
- [請求項4] 前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記中心軸線に沿う柱状である請求項1から3のいずれかに記載の多管式熱交換器。
- [請求項5] 筒状の熱交換器容器と、
前記熱交換器容器の内部に収容される伝熱管ユニットと、を備えた多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法であって、
前記熱交換器容器の内部から前記伝熱管ユニットを取り出す取り出し工程と、
前記伝熱管ユニットの長手軸方向に離間して複数箇所に設けられた回転ジャーナル部を、前記熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に軸支させる軸支工程と、

前記伝熱管ユニットを回転させながら、その伝熱管に付着した固着スケールを洗浄する洗浄工程と、

前記洗浄が完了した前記伝熱管ユニットを前記熱交換器容器の内部に組み込む組み込み工程と、
を備えた多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法。

補正された請求の範囲
[2017年5月18日(18.05.2017)国際事務局受理]

- [請求項1] 筒状の熱交換器容器と、
(補正後) 前記熱交換器容器の内部に着脱可能に組み込まれる伝熱管ユニットと、
を備え、
前記伝熱管ユニットは、前記熱交換器容器の内部長手軸方向に沿って延在する複数本の伝熱管と、
前記伝熱管を結束する結束部材と、
前記伝熱管ユニットの中心軸線を共有するとともに、該中心軸線の軸方向に沿って離間した位置に設けられ、前記伝熱管ユニットを、前記熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に支持可能にする複数の回転ジャーナル部と、を備え、
前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記結束部材を兼ねるものであり、複数の前記伝熱管が貫通固定されるとともに、その外周形状が円形であって、
前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記中心軸線に沿う柱状である多管式熱交換器。
- [請求項2] (削除)
- [請求項3] 前記回転ジャーナル部は、前記熱交換器容器の胴体と水室形成蓋体との
(補正後) 間に挟まれて前記伝熱管の長手軸方向の位置を決める固定管板を兼ねる請求項1に記載の多管式熱交換器。
- [請求項4] (削除)
- [請求項5] 筒状の熱交換器容器と、
(補正後) 前記熱交換器容器の内部に收容される、結束部材によって結束された複数の伝熱管によって構成される伝熱管ユニットと、
前記伝熱管ユニットの長手軸方向に離間して複数箇所に設けられた回転ジャーナル部と、を備え、
前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記結束部材を兼ねるものであり、複数の前記伝熱管が貫通固定されるとともに、その外周形状が円

形であって、

前記回転ジャーナル部の少なくとも1つは、前記中心軸線に沿う柱状である多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法であって、

前記熱交換器容器の内部から前記伝熱管ユニットを取り出す取り出し工程と、

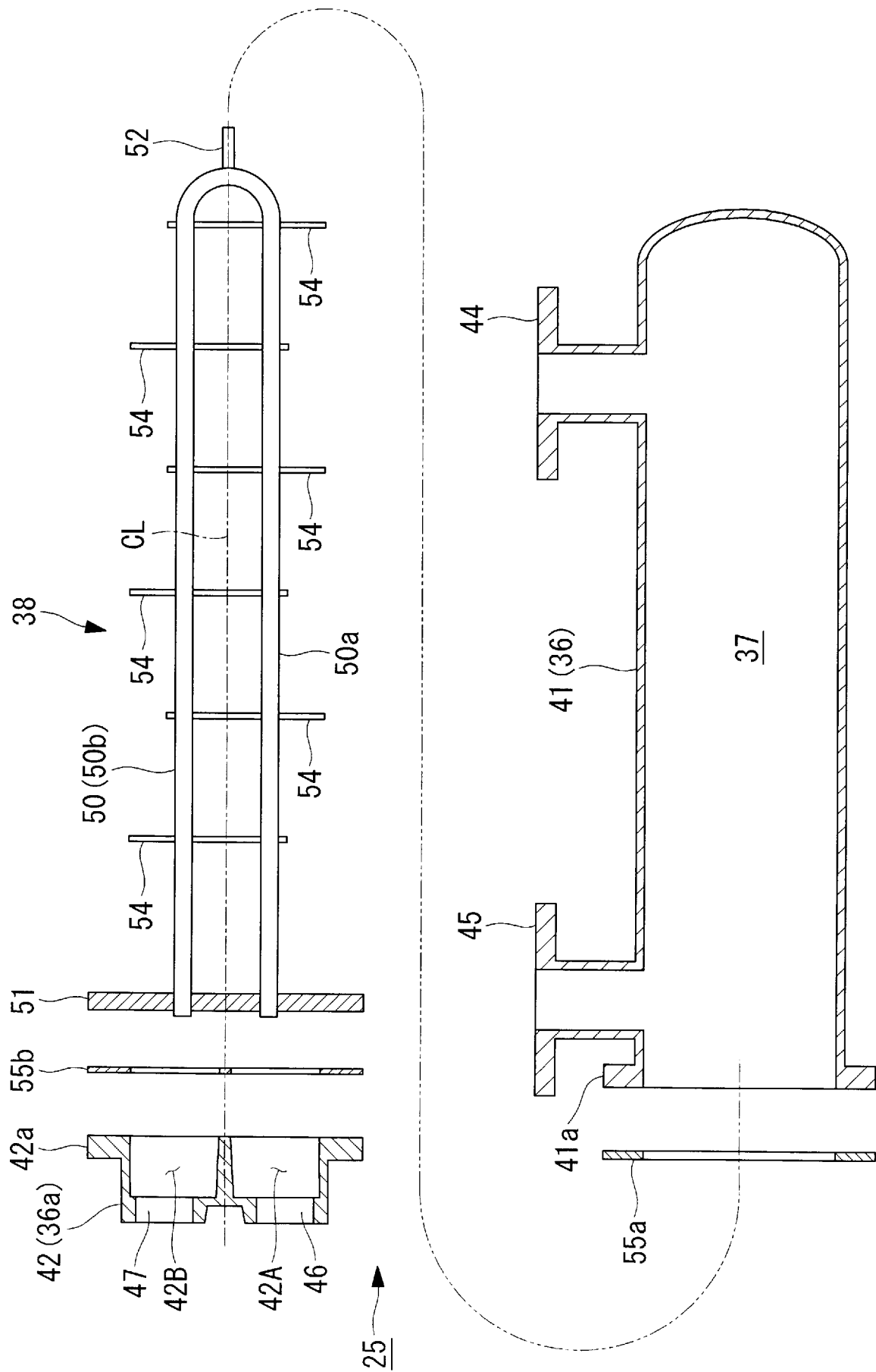
前記回転ジャーナル部を、前記熱交換器容器の外部に設けられた所定の回転支持部に軸支させる軸支工程と、

前記伝熱管ユニットを回転させながら、その伝熱管に付着した固着スケールを洗浄する洗浄工程と、

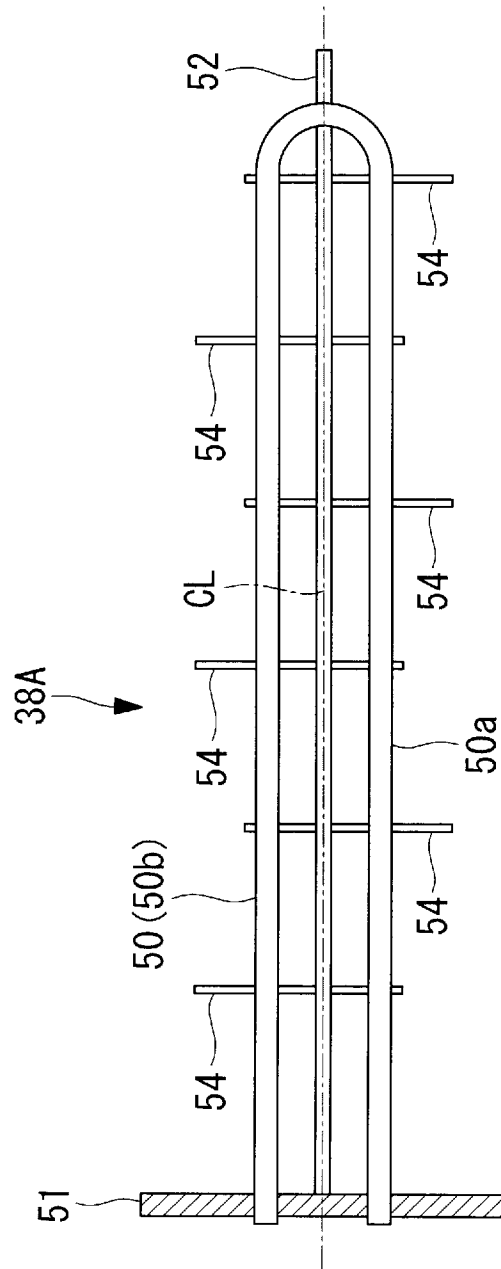
前記洗浄が完了した前記伝熱管ユニットを前記熱交換器容器の内部に組み込む組み込み工程と、

を備えた多管式熱交換器の伝熱管洗浄方法。

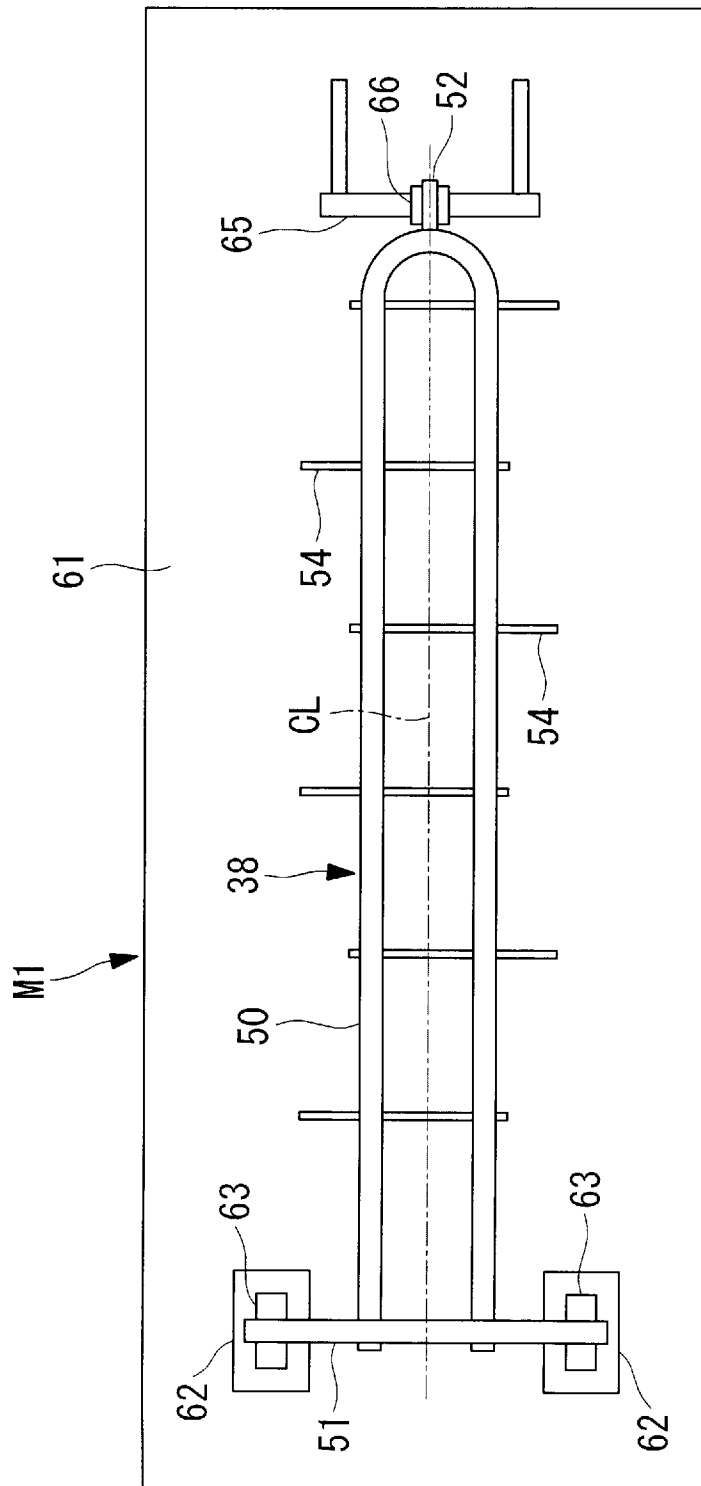
[図2]



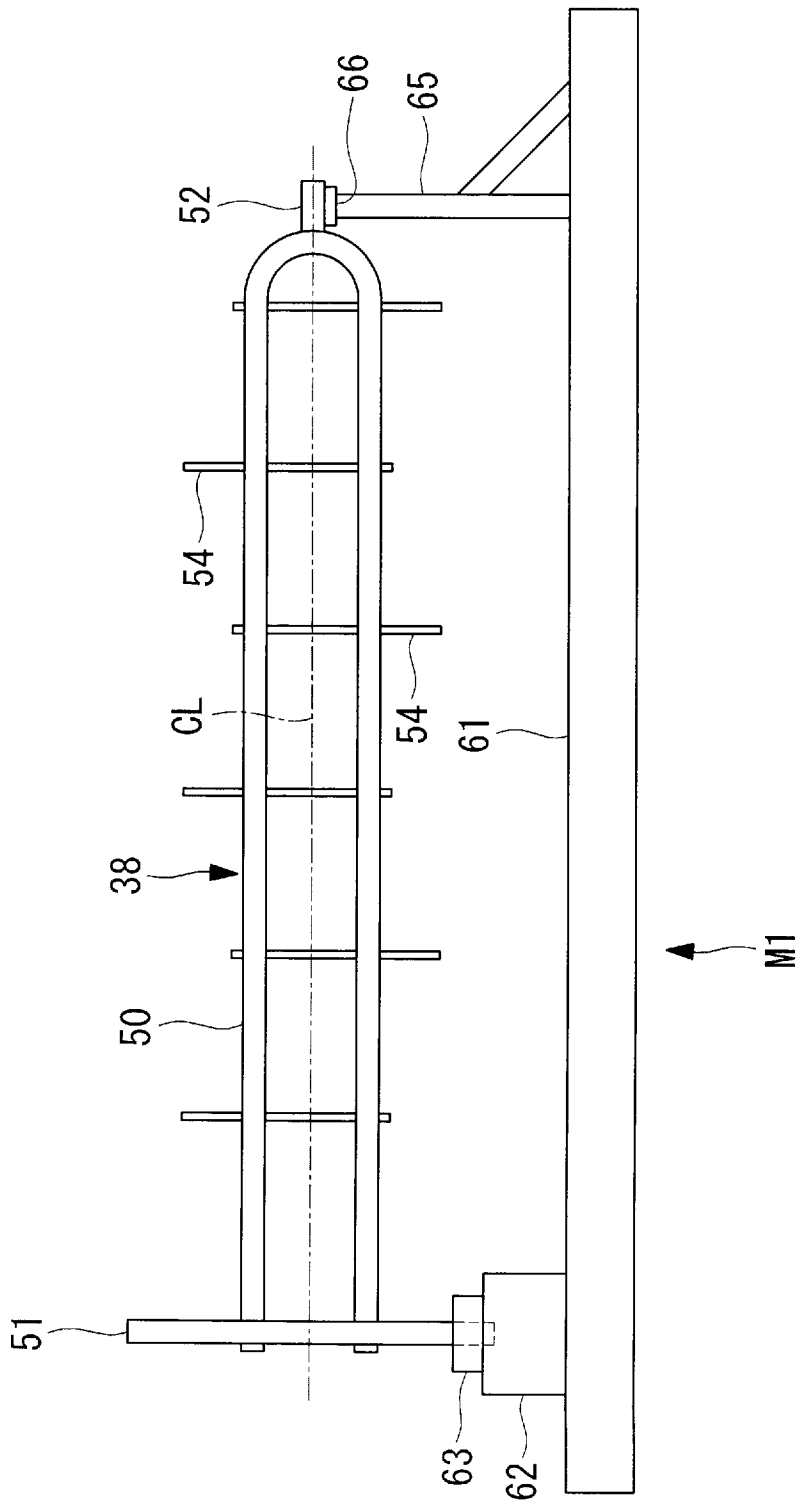
[図3]



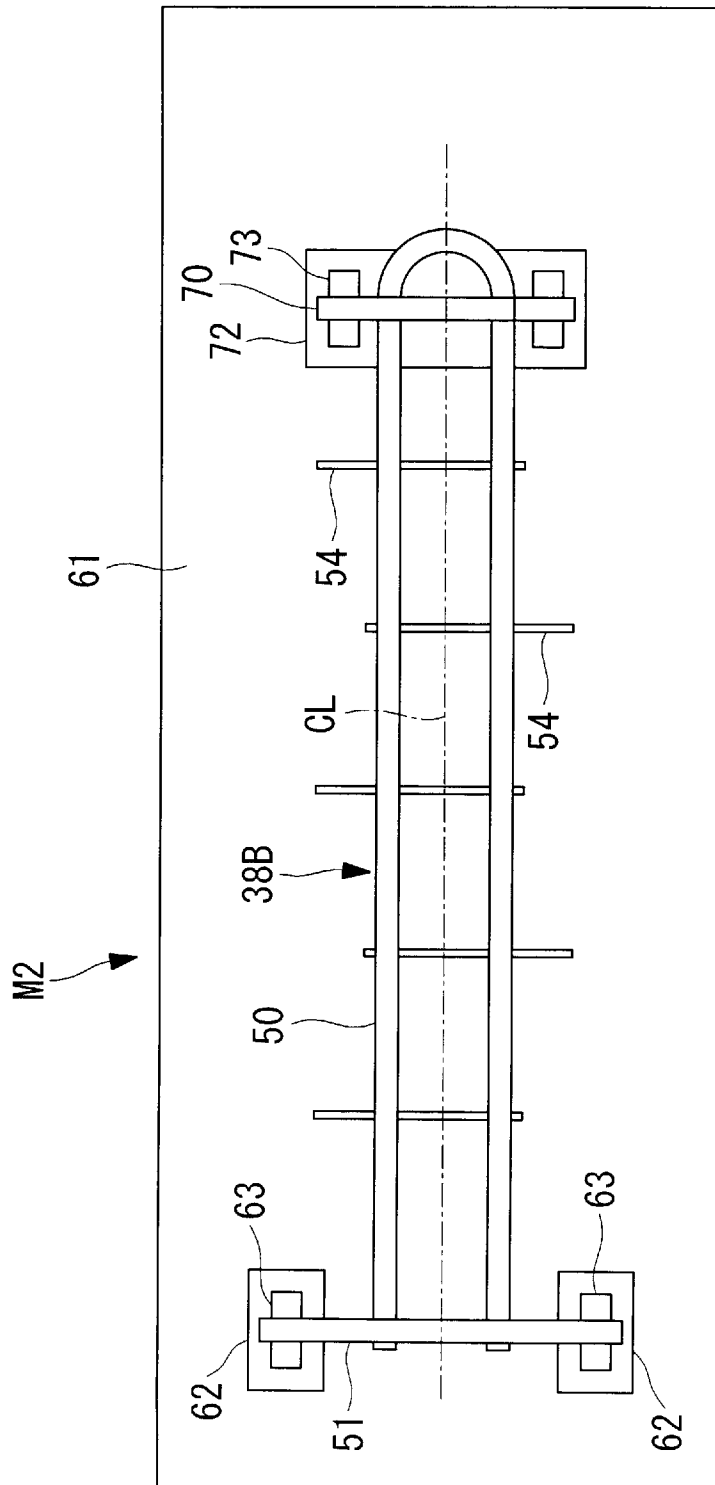
[図4]



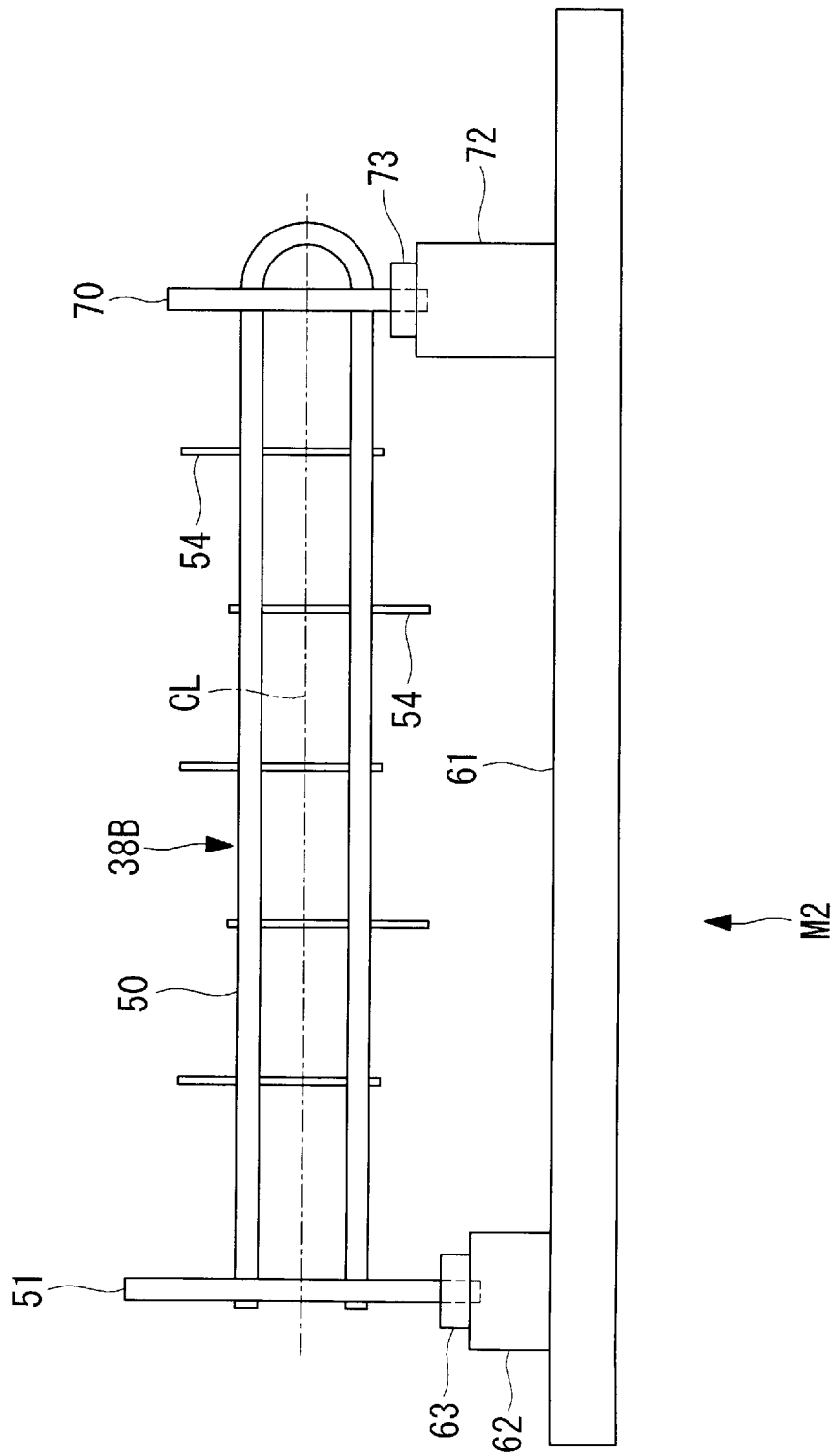
[図5]



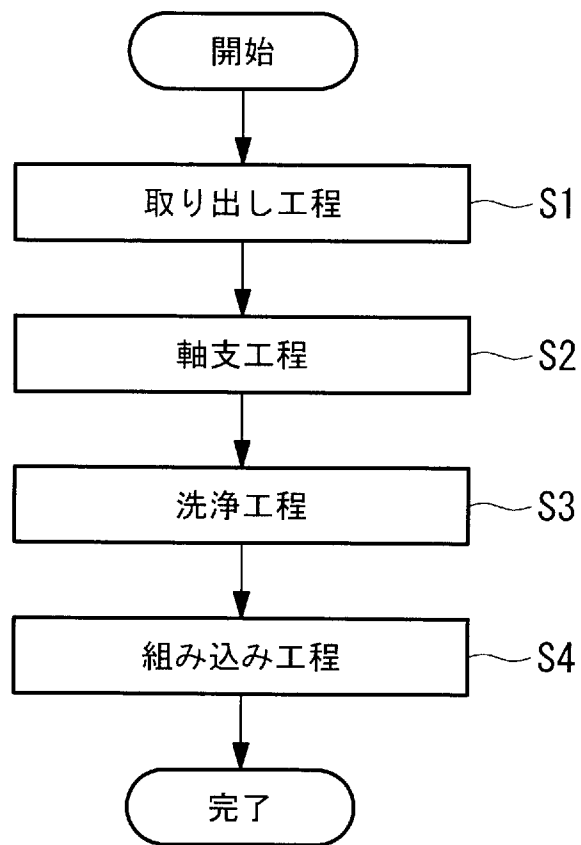
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28G1/16(2006.01)i, F28D7/16(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28G1/16, F28D7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 52-120446 A (Itsuo TAKESHITA), 08 October 1977 (08.10.1977), page 1, lower right column, lines 4 to 8; page 2, upper left column, line 15 to lower left column, line 18; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-3, 5 3-4
X Y	JP 61-256198 A (Chiyoda Corp.), 13 November 1986 (13.11.1986), page 1, lower right column, lines 12 to 14; page 2, lower right column, line 18 to page 3, lower right column, line 12; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2, 5 3-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 November 2016 (07.11.16)

Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074593

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-190459 A (Kamtec Co., Ltd.), 02 September 2010 (02.09.2010), paragraphs [0001] to [0005], [0020] to [0028]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-3, 5 3-4
Y	JP 46-033018 Y1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 November 1971 (15.11.1971), page 1, left column, line 24 to right column, line 7; fig. 1 to 2 (Family: none)	4
Y	JP 52-012201 Y1 (Nippon Sangyo Kikai Kabushiki Kaisha), 17 March 1977 (17.03.1977), page 1, right column, lines 11 to 34; fig. 1 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28G1/16(2006.01)i, F28D7/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28G1/16, F28D7/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 52-120446 A（竹下 逸夫）1977.10.08, 第1ページ右下欄第4行—第8行, 第2ページ左上欄第15行—左下欄第18行、第1図—第4図（ファミリーなし）	1-3, 5 3-4
X Y	JP 61-256198 A（千代田化工建設株式会社）1986.11.13, 第1ページ右下欄第12行—第14行, 第2ページ右下欄第18行—第3ページ右下欄第12行、第1図—第2図（ファミリーなし）	1-2, 5 3-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.11.2016

国際調査報告の発送日

15.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

庭月野 恭

3M

5793

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2010-190459 A (カムテック株式会社) 2010.09.02, 段落 0 0 0 1 - 段落 0 0 0 5, 段落 0 0 2 0 - 段落 0 0 2 8、図 1 - 図 7 (ファミリーなし)	1-3, 5 3-4
Y	JP 46-033018 Y1 (三菱重工業株式会社) 1971.11.15, 第 1 ページ左 欄第 2 4 行 - 右欄第 7 行、第 1 図 - 第 2 図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 52-012201 Y1 (日本産業機械株式会社) 1977.03.17, 第 1 ページ 右欄第 1 1 行 - 第 3 4 行、第 1 図 (ファミリーなし)	4