

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6291211号
(P6291211)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

| | | | |
|----------------------|-----------|---------|---------------|
| (51) Int.Cl. | F I | | |
| F 2 6 B 23/00 | (2006.01) | F 2 6 B | 23/00 Z A B A |
| F 2 6 B 3/20 | (2006.01) | F 2 6 B | 3/20 |
| C O 2 F 11/12 | (2006.01) | C O 2 F | 11/12 B |
| F O 4 C 18/18 | (2006.01) | F O 4 C | 18/18 A |

請求項の数 6 (全 16 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2013-219269 (P2013-219269) | (73) 特許権者 | 000149310 株式会社大川原製作所 静岡県榛原郡吉田町神戸1235番地 |
| (22) 出願日 | 平成25年10月22日(2013.10.22) | (73) 特許権者 | 000156938 関西電力株式会社 大阪府大阪市北区中之島三丁目6番16号 |
| (65) 公開番号 | 特開2015-81712 (P2015-81712A) | (74) 代理人 | 100086438 弁理士 東山 喬彦 |
| (43) 公開日 | 平成27年4月27日(2015.4.27) | (72) 発明者 | 山下 哲矢 静岡県榛原郡吉田町神戸1235番地 株式会社大川原製作所内 |
| 審査請求日 | 平成28年8月31日(2016.8.31) | (72) 発明者 | 山崎 日出夫 静岡県榛原郡吉田町神戸1235番地 株式会社大川原製作所内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 乾燥・濃縮方法並びにその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

本体シェル内に加熱装置が具えられ、この加熱装置の伝熱面に被処理物を接触させて水分を蒸発させるように構成された連続式伝導伝熱乾燥機が具えられたヒートポンプ式処理装置を用いた乾燥・濃縮方法において、

前記ヒートポンプ式処理装置は、温度が低下してドレンの状態の前記加熱装置から排出される熱媒体を再蒸発させ、その後、圧縮機を用いて昇圧・昇温した後、再度加熱装置に供給して循環使用するように構成されたものであり、

前記本体シェルに対して、キャリアガスとして過熱蒸気を供給し、本体シェル内を常圧とした状態で、被処理物からの水分の蒸発を行うとともに、

前記本体シェルに形成された排気口から排出される、被処理物から蒸発した水蒸気を含むキャリアガスの熱を、前記熱媒体に取り込むことにより再蒸発させるものであり、

且つ、前記圧縮機は、二基の圧縮機が直列状態で具えられるものであり、初めに一段目の圧縮機によって、ドレン状態の熱媒体の再蒸発を促すように、一段目の圧縮機の上流側の減圧を行うとともに二段目の圧縮機の吸引側の圧力を正圧とし、

引き続いて二段目の圧縮機によって、熱媒体の温度が所望の値となるように昇圧を行うことを特徴とする乾燥・濃縮方法。

【請求項2】

前記一段目の圧縮機によって、吸引側の圧力を - 0 . 0 7 ~ 0 . 0 0 M P a G 程度とすることを特徴とする請求項1記載の乾燥・濃縮方法。

【請求項3】

前記一段目の圧縮機として、ルーツ式圧縮機を採用することを特徴とする請求項1または2記載の乾燥・濃縮方法。

【請求項4】

本体シェル内に加熱装置が具えられ、この加熱装置の伝熱面に被処理物を接触させて水分を蒸発させるように構成された連続式伝導伝熱乾燥機が具えられたヒートポンプ式処理装置を用いた乾燥・濃縮装置において、

前記ヒートポンプ式処理装置は、温度が低下してドレンの状態の前記加熱装置から排出される熱媒体を再蒸発させ、その後、圧縮機を用いて昇圧・昇温した後、再度加熱装置に供給して循環使用するように構成されたものであり、

前記本体シェルに対して、キャリアガスとして過熱蒸気を供給するための機構が具えられ、本体シェル内を常圧とした状態で、被処理物からの水分の蒸発を行うとともに、

前記本体シェルに形成された排気口から排出される、被処理物から蒸発した水蒸気を含むキャリアガスの熱を、前記熱媒体に取り込むことにより再蒸発させることができるように構成され、

且つ、前記圧縮機は二基の圧縮機が直列状態で具えられるものであり、初めに一段目の圧縮機によって、ドレン状態の熱媒体の再蒸発を促すように一段目の圧縮機の上流側の減圧を行うとともに二段目の圧縮機の吸引側の圧力を正圧とし、

引き続き二段目の圧縮機によって、熱媒体の温度が所望の値となるように昇圧を行うことができるように構成されていることを特徴とする乾燥・濃縮装置。

【請求項5】

前記一段目の圧縮機によって、吸引側の圧力を $-0.07 \sim 0.00$ MPa程度とすることができるように構成されていることを特徴とする請求項4記載の乾燥・濃縮装置。

【請求項6】

前記一段目の圧縮機として、ルーツ式圧縮機が採用されていることを特徴とする請求項4または5記載の乾燥・濃縮装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は泥状・ケーキ状・粉粒状等の材料や液体材料の乾燥・濃縮方法並びにその装置に関するものであって、特に伝導伝熱乾燥機において、排気口から排出された、被処理物から蒸発した水蒸気を含んだキャリアガスの熱により、温度が低下してドレン状態で加熱装置から排出された熱媒体の再蒸発を行い、被処理物の乾燥熱源として循環使用する乾燥・濃縮方法並びにその装置に係るものである。

【背景技術】

【0002】

近時、環境保全の取り組みが盛んになってきており、企業等にとっては、生ごみ、食品加工残渣等の一般廃棄物や、下水汚泥等を乾燥して、減量・腐敗防止を図ったうえで再資源化や処分を行っている。そしてこのような乾燥に供される装置の一つに、被処理物から生じた蒸気そのものを被処理物の加熱源として供するヒートポンプ式処理装置があり、この装置は直接加圧型（蒸気再圧縮型）と呼ばれる。

【0003】

一方、間接加圧式のヒートポンプ式処理装置は、熱媒体にフロンなどを使用した冷凍システムを応用したものが多く、乾燥機から真空排気装置までの一連のシステムを真空下で操作する必要があり、乾燥機は真空乾燥機となり、外圧に耐える頑丈な本体と、乾燥製品を排出するための特別なシステムが必要となる。

このため従来は、伝導伝熱乾燥機で間接加圧式蒸気再圧縮型ヒートポンプを実用化した例は見当たらなかった。

【0004】

そこで本出願人は、装置全体を小規模に構成することができ、また被処理物の乾燥・濃

10

20

30

40

50

縮操作を連続的に行うことができ、更にまた消費電力を低減することができ、更にまた凝縮水の汚染を招いてしまうことのない、新規な蒸気再圧縮型ヒートポンプ式処理装置を開発し、既に特許出願に及んでおり、この発明は評価され登録に至っている（特許文献1参照）。

また本出願人は、蒸気再圧縮型のヒートポンプ式処理装置についての研究開発を継続して種々の改良を試みており、従来、斯界の常識としてキャリアガスとして外気が用いられていたところを、過熱蒸気を用いるという着想に基づいて、被処理物の乾燥を常圧下において連続的に行うことができるとともに、装置の製造コストを大幅に低減することができる発明を案出し、既に特許出願に及んでいる（特許文献2参照）。

更にまた本出願人は、キャリアガスとして過熱蒸気を用いることを特徴とした上記発明を、直接加圧式蒸気再圧縮型とは異なる、間接加圧式蒸気再圧縮型のヒートポンプ式処理装置に適用することにより、前述した圧縮機の故障等の問題を解消することのできる装置を開発し、既に特許出願に及んでいる（特許文献3並びに本件図5参照）。

【0005】

そしてその後も本出願人は、このような間接加圧式蒸気再圧縮型のヒートポンプ式処理装置の研究・開発を継続しており、下記の点において改善の余地があることを認識するに至った。

まず第一に、加熱装置から排出される熱媒体がドレン状態となる装置の場合、このドレンの再蒸発が不十分になってしまう点であり、また第二に、圧縮機の吸入側が、大気圧よりも低圧側である負圧になることにより、効率の低下を引き起こしている点であって、更にはこの場合、圧縮機の吐出圧力が下がり装置全体の効率が低下してしまう点である。

すなわち図5に示すように、圧縮機5は蒸気S1を昇圧・昇温することを主たる目的とするものであるが、循環路4における圧縮機5の上流側は、圧縮機5の吸引作用によって低圧となるため、ドレン状態の熱媒体（ドレンD1）の沸点を下降させて、蒸発が促されることとなる。ここで圧縮機5の吸引作用によってもたらされる低圧状態とは、特許文献3においては90kPa・abs（-11.33kPaG）であり、水の場合の飽和温度は97程となり、蒸発の熱源となる過熱蒸気S6（112）との温度差が僅かであり、蒸発促進といった観点からは、この温度差を大きくするために更なる低圧状態を得ることが望ましい。一方、圧縮機5の運転効率向上の観点からは、上流側を大気圧または大気圧よりも高圧側である正圧とすることが好ましく、熱媒体の蒸発促進の実現と、圧縮機5の運転効率向上実現との間には二律背反する問題が存在していた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4420737号公報

【特許文献2】特願2012-142757

【特許文献3】特願2012-2220121

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明はこのような背景からなされたものであって、圧縮機を二段構成として、一段目の圧縮機を専らその上流側（吸引側）の減圧のために用いて、ドレン状態の熱媒体の蒸発を良好にするとともに、その下流側（吐出側）を正圧とすることにより、二段目の圧縮機の効率低下を回避して、装置全体の効率を著しく向上することのできる、新規な乾燥・濃縮方法並びにその装置の開発を技術課題としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

すなわち請求項1記載の乾燥・濃縮方法は、本体シェル内に加熱装置が具えられ、この加熱装置の伝熱面に被処理物を接触させて水分を蒸発させるように構成された連続式伝導伝熱乾燥機が具えられたヒートポンプ式処理装置を用いた乾燥・濃縮方法において、前記

10

20

30

40

50

ヒートポンプ式処理装置は、温度が低下してドレンの状態の前記加熱装置から排出される熱媒体を再蒸発させ、その後、圧縮機を用いて昇圧・昇温した後、再度加熱装置に供給して循環使用するように構成されたものであり、前記本体シェルに対して、キャリアガスとして過熱蒸気を供給し、本体シェル内を常圧とした状態で、被処理物からの水分の蒸発を行うとともに、前記本体シェルに形成された排気口から排出される、被処理物から蒸発した水蒸気を含むキャリアガスの熱を、前記熱媒体に取り込むことにより再蒸発させるものであり、且つ、前記圧縮機は、二基の圧縮機が直列状態で具えられるものであり、初めに一段目の圧縮機によって、ドレン状態の熱媒体の再蒸発を促すように、一段目の圧縮機の上流側の減圧を行うとともに二段目の圧縮機の吸引側の圧力を正圧とし、引き続いて二段目の圧縮機によって、熱媒体の温度が所望の値となるように昇圧を行うことを特徴として成るものである。

10

【0009】

また請求項2記載の乾燥・濃縮方法は、前記要件に加え、前記一段目の圧縮機によって、吸引側の圧力を $-0.07 \sim 0.00 \text{ MPaG}$ 程度とすることを特徴として成るものである。

【0010】

更にまた請求項3記載の乾燥・濃縮方法は、前記要件に加え、前記一段目の圧縮機として、ルーツ式圧縮機を採用することを特徴として成るものである。

【0011】

また請求項4記載の乾燥・濃縮装置は、本体シェル内に加熱装置が具えられ、この加熱装置の伝熱面に被処理物を接触させて水分を蒸発させるように構成された連続式伝導伝熱乾燥機が具えられたヒートポンプ式処理装置を用いた乾燥・濃縮装置において、前記ヒートポンプ式処理装置は、温度が低下してドレンの状態の前記加熱装置から排出される熱媒体を再蒸発させ、その後、圧縮機を用いて昇圧・昇温した後、再度加熱装置に供給して循環使用するように構成されたものであり、前記本体シェルに対して、キャリアガスとして過熱蒸気を供給するための機構が具えられ、本体シェル内を常圧とした状態で、被処理物からの水分の蒸発を行うとともに、前記本体シェルに形成された排気口から排出される、被処理物から蒸発した水蒸気を含むキャリアガスの熱を、前記熱媒体に取り込むことにより再蒸発させることができるように構成され、且つ、前記圧縮機は二基の圧縮機が直列状態で具えられるものであり、初めに一段目の圧縮機によって、ドレン状態の熱媒体の再蒸発を促すように一段目の圧縮機の上流側の減圧を行うとともに二段目の圧縮機の吸引側の圧力を正圧とし、引き続いて二段目の圧縮機によって、熱媒体の温度が所望の値となるように昇圧を行うことができるように構成されていることを特徴として成るものである。

20

30

【0012】

更にまた請求項5記載の乾燥・濃縮装置は、前記請求項4記載の要件に加え、前記一段目の圧縮機によって、吸引側の圧力を $-0.07 \sim 0.00 \text{ MPaG}$ 程度とすることができるように構成されていることを特徴として成るものである。

【0013】

更にまた請求項6記載の乾燥・濃縮装置は、前記請求項4または5記載の要件に加え、前記一段目の圧縮機として、ルーツ式圧縮機が採用されていることを特徴として成るものである。

40

そしてこれら各請求項記載の発明の構成を手段として前記課題の解決が図られる。

【発明の効果】

【0014】

まず請求項1記載の発明によれば、加熱装置から排出されたドレン状態の熱媒体を、キャリアガスの熱によって再蒸発させる際に、第一の圧縮機によって熱媒体が再蒸発するのに好適な圧力（飽和温度）とすることができ、キャリアガスから熱媒体への熱吸収による再蒸発を良好に行うことができる。

また第二の圧縮機の吸引側の圧力を正圧側（ 0 MPaG を含む）にすることにより、効率の低下を回避して、ヒートポンプ式処理装置全体の作動効率を向上することができる。

50

【0015】

また請求項2記載の発明によれば、第一の圧縮機の吸引作用による、吸引側の圧力低下を、ドレン状態の熱媒体が十分に再蒸発することができる沸点低下を伴うものとする事ができる。

【0016】

更にまた請求項3記載の発明によれば、第一の圧縮機の吸引作用による、吸引側の圧力の低下すなわち沸点温度の低温化を、余裕をもって所望の値とすることができる。

【0017】

更にまた請求項4記載の発明によれば、加熱装置から排出されたドレン状態の熱媒体を、キャリアガスの熱によって再蒸発させる際に、第一の圧縮機によって熱媒体が再蒸発するの好適な圧力(飽和温度)とすることができ、キャリアガスから熱媒体への熱吸収による再蒸発を良好に行うことができる。

また第二の圧縮機の吸引側の圧力を正圧側(0MPaGを含む)にすることにより、効率の低下を回避して、ヒートポンプ式処理装置全体の作動効率を向上することができる。

【0018】

更にまた請求項5記載の発明によれば、第一の圧縮機の吸引作用による、吸引側の圧力低下を、ドレン状態の熱媒体が十分に再蒸発することができる沸点低下を伴うものとする事ができる。

【0019】

更にまた請求項6記載の発明によれば、第一の圧縮機の吸引作用による、吸引側の圧力の低下すなわち沸点温度の低温化を、余裕をもって所望の値とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の乾燥・濃縮装置を示すブロック図である。

【図2】乾燥機を一部破断して示す側面図である。

【図3】乾燥機を一部透視して示す正面図及び背面図である。

【図4】圧縮機を示す断面図である。

【図5】特許文献3に開示された乾燥・濃縮装置を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の乾燥・濃縮方法並びにその装置の最良の形態は以下の実施例に示すとおりであるが、これらの実施例に対して本発明の技術的思想の範囲内において適宜変更を加えることも可能である。

【実施例】

【0022】

本発明の乾燥・濃縮装置Hは一例として図1に示すように、乾燥機1と、投入装置2と、集塵機3と、循環路4と、圧縮機5とを主たる構成要素として成る、いわゆる間接加圧式蒸気再圧縮型のヒートポンプ式処理装置が適用されたものである。

以下、乾燥・濃縮装置Hの構成要素について詳しく説明し、次いでこの装置を用いた本発明の乾燥・濃縮方法について説明する。

まず前記乾燥機1について説明すると、このものは、図2、3に示すようにいわゆる伝導伝熱式の機器が採用されるものであり、機枠F上に具えられた処理室たる本体シェル10と、その内部に具えられた加熱装置の一例であり、この実施例において凝縮器として機能する多管式加熱管11とが具えられて成るものである。

そして多管式加熱管11を、その内部に熱媒体たる飽和蒸気S3を流すとともに回転させ、被処理物を多管式加熱管11の管外面(伝熱面)に接触させることにより、被処理物に飽和蒸気S3の熱を伝導させて乾燥を行うものである。

なお伝導伝熱式の乾燥機1にあっては、本体シェル10内において被処理物から蒸発した水蒸気は、キャリアガスによって外部に排出されるため、従来よりこのようなキャリアガスとして、外気(そのまま、あるいは加熱もしくは除湿したもの。)を用いることが斯

10

20

30

40

50

界の常識となっていたが、この実施例では、過熱蒸気S4をキャリアガスとするものである。

【0023】

また前記本体シェル10は図3に示すように、この実施例では楕円状の横断面を有する中空部材であり、投入口101、排出口102、キャリアガス口103、排気口104が形成される。ここで前記投入口101は、本体シェル10の端部付近に形成されるものであり、この投入口101付近に排気口104が形成される。更に本体シェル10における前記排気口104よりも中央寄りの部分に第二の投入口101が形成されるものであり、この実施例では投入口101を、排気口104を挟んで二箇所形成するようにした。もちろん、後述する多管式加熱管11の長手方向に沿って更に複数の個所に投入口101を形成するようにしてもよい。なお前記排出口102にはロータリーバルブ105を具えるようにしたが、二重ダンパ式排出装置等を具えるようにしてもよい。

10

また本体シェル10及び多管式加熱管11は、水平または投入口101側が排出口102側よりも幾分か高くなるように傾斜して機枠Fに設置される。

【0024】

更にまた前記本体シェル10は二重ジャケット構造とされ、図1には表されていないが、図2に示されているように、蒸気供給口106からドレン口107に至る加熱媒体の通過経路が形成され、本体シェル10内を昇温することができるような構成が採られている。なお、このような二重ジャケット構造に替えてトレース配管を設置することもできる。

20

【0025】

また前記本体シェル10は常圧下での使用を前提に構成されるものであり、このため厳密な気密性が求められることがなく、複雑な投入・排出機構、給・排気機構を要しないものである。このため、乾燥機1及び乾燥・濃縮装置Hを低コストで構築することができる。

因みに特許文献1に開示された乾燥・濃縮装置では、100～120の飽和蒸気(101～199kPa abs)を多管式加熱管に供給するものであるため、被処理物からの水分の蒸発を促進するためには、沸点を降下させる必要があり、このため本体シェル内を真空にして運転されるものであり、本体シェルは気密性を維持できることが要求されるものであった。

【0026】

また前記多管式加熱管11は、円筒状のチューブ束116の両側部に鏡板112を具えるとともに、この鏡板112の中心に軸体113を具えて成り、前記機枠Fに具えた軸受ブロック114によって軸体113を回転可能に支持して成るものである。なお多管式加熱管11を回転させるための動力源として機枠F上にモータMが具えられる。

30

そして前記軸体113の両端にはロータリージョイント115a、115bが取り付けられ、チューブ束116と接続される。また軸体113と本体シェル10との間には、外気との遮断のためのシール機構が設けられている。

またチューブ束116の側周部には、複数のリフタ117及び適宜の角度を持たせた送り羽根118が取り付けられたアングル111が多数(この実施例では12本)具えられるものであり、これらによって被処理物は掻き上げられて前記チューブ束116に接触するとともに投入口101側から排出口102側に進むこととなる。

40

また前記排出口102側の鏡板112内には温度センサ74が具えられており(詳しくは温度センサ74のセンシングを行う先端部分のみが鏡板112内に挿入されている。) 、上記多管式加熱管11の温度が測定可能とされている。この温度センサ74は、後述するドレン排出管(図示省略)と共に、ロータリージョイント115bを経由して軸体113の内部を通り、排出口102側の鏡板112内に配置されるものである。

【0027】

次に前記投入装置2について説明すると、このものは一例としてホッパ20を具えたモノポンプが適用されるものであり、その排出口は前記乾燥機1における投入口101に適宜の経路で接続される。

50

なお特許文献 1 に開示された乾燥・濃縮装置では、ホッパは真空脱気可能な構造とされ、乾燥機における本体シェル内への空気の混入防止が図られているが、前述したように本発明の乾燥・濃縮装置 H においてはこのような構造は必要とされない。

【 0 0 2 8 】

次に前記集塵機 3 について説明すると、この実施例では一例としてバグフィルタ式の装置が採用されるものであり、前記本体シェル 1 0 における排気口 1 0 4 と、後述する熱交換器 4 5 との間に設けられる。そしてこの集塵機 3 にはスーパーヒータ 6 B が接続されるものであり、後述する蒸気発生装置 8 によって生成された飽和蒸気 S 0 を、スーパーヒータ 6 B によって過熱することにより生成された過熱蒸気 S 7 等が供給（噴射）されるように構成されている。そして集塵機 3 のフィルタを短時間で逆洗するために、前記過熱蒸気 S 7 がパルス状に噴射されるものである。

10

なお集塵機 3 としてはこのほかにも、各種バグフィルタや、サイクロン式のものを採用することができる。

【 0 0 2 9 】

次に前記循環路 4 について説明すると、この経路は、前記多管式加熱管 1 1 におけるロータリージョイント 1 1 5 a とロータリージョイント 1 1 5 b との間を、乾燥機 1 の外部において管路で結ぶように形成された閉路であって、その途中に複数の機器が具えられて成るものである。具体的にはロータリージョイント 1 1 5 b に近い側から、ドレンタンク 4 1、流量制御弁 4 2、熱交換器 4 5、圧縮機 5 が具えられる。

そしてこのような構成が採られることにより、循環路 4 内に位置する熱媒体としての飽和蒸気 S 1 を圧縮機 5 によって昇圧・昇温し、多管式加熱管 1 1 に飽和蒸気 S 3 として供給するとともに、多管式加熱管 1 1 から排出された後、ドレンタンク 4 1 から排出されるドレン D 1 を熱交換器 4 5 において再蒸発させて飽和蒸気 S 1 とし、再度圧縮機 5 によって昇圧・昇温することにより、循環使用することが可能とされている。

20

また前記ドレンタンク 4 1 には、水位計 4 1 a、4 1 b が一例として上下二か所に具えられており、更にドレン排出弁 4 9 が具えられた管路が接続されており、この管路が、投入装置 2 や本体シェル 1 0 のジャケット等に接続されることにより、ドレンタンク 4 1 から排出されるドレン D 1 の熱を、これら機器の熱源として供することが可能となっている。

【 0 0 3 0 】

ここで前記圧縮機 5 について説明すると、前記圧縮機 5 は、本発明の特徴的構成として、専ら減圧のために用いられる一段目の圧縮機 5 A と、昇圧・昇温のために用いられる二段目の圧縮機 5 B とが、循環路 4 中に直列状態に具えられて構成されるものである。

30

まず一段目の圧縮機 5 A は、一例としてルーツ式圧縮機が適用されるものであり、吸引側の圧力を - 0 . 0 7 ~ 0 . 0 0 M P a G、好ましくは - 0 . 0 5 ~ - 0 . 0 2 M P a G とすることができ、吐出側の圧力を 0 . 0 0 ~ 0 . 3 M P a G、好ましくは 0 . 0 5 ~ 0 . 2 M P a G とすることができるものが採用される。

また前記二段目の圧縮機 5 B は、一例としてスクリー式蒸気圧縮機が採用されるものであり、このものは低消費電力でありながらも、圧縮比が高い機器である。またこの実施例では圧縮機 5 B の一例として、吸引側の圧力が 0 . 0 5 ~ 0 . 2 M P a G の場合、吐出側の圧力を 0 . 2 ~ 0 . 8 M P a G、好ましくは 0 . 4 ~ 0 . 6 M P a G とすることができるものが採用される。

40

【 0 0 3 1 】

このような構成が採られることにより、飽和蒸気 S 3 の温度（一例として 1 5 8 . 8 (0 . 5 M P a G) ）と、被処理物の温度との差を大きくとることができるため、乾燥効率を高くすることができ、乾燥機 1 を小型化することが可能となるものである。

また圧縮機 5 A により吸引側の圧力が負圧とされることにより、例えば - 0 . 0 5 M P a G のときの飽和温度は 8 1 . 4 となるため、前記熱交換器 4 5 において被処理物から蒸発した水蒸気を含むキャリアガスの蒸気潜熱の多くを回収することができる。

更に圧縮機 5 B においては、吸引側の圧力は圧縮機 5 A によって正圧とされるため、効

50

率の低下が回避されることとなる。

なお前記循環路 4 における圧縮機 5 A の前段には、圧力センサ 4 3 が具えられており、また圧縮機 5 B の前段には、圧力センサ 4 8、温度センサ 4 7 が具えられており、更に圧縮機 5 B の後段には、圧力センサ 4 4、温度センサ 4 6 が具えられている。

【 0 0 3 2 】

また前記圧縮機 5 A としてのルーツ式圧縮機は図 4 (a) に示すように、ケーシング 5 2 に形成されたロータ室 5 2 a 内に一对のロータ 5 3 が咬み合わせ状態で具えられ、給気口 5 5 からロータ室 5 2 a 内に流入した飽和蒸気 S 1 をロータ 5 3 によって圧縮し、昇圧・昇温された飽和蒸気 S 2 として排気口 5 6 から排出するように構成されて成るものである。

10

また前記ロータ室 5 2 a には、注水口 5 7 が連通状態で形成されており、この注水口 5 7 からロータ室 5 2 a 内に、注水調節弁 5 8 を通じて冷却水を供給することにより、ロータ室 5 2 a 内において圧縮される飽和蒸気 S 1 の過熱度を制御することが可能となるものである。

なお図 4 (a) には、ロータ 5 3 として三葉のものを示したが、二葉のものとしてもよい。

そして圧縮機 5 A としてのルーツ式圧縮機が採用されることにより、この圧縮機 5 A の吸引作用による、吸引側の低圧化を、余裕をもって所望の状態とすることができる。

また前記圧縮機 5 A としては前記圧縮能力を実現することができるものであれば、多段ルーツ型圧縮機、多段ターボブロワ等を採用することもできる。

20

【 0 0 3 3 】

次に前記圧縮機 5 B としてのスクリー式蒸気圧縮機について説明すると、このものは図 4 (b) に示すように、ケーシング 5 2 に形成されたスクリー室 5 2 b 内に一对のスクリー 5 4 が咬み合わせ状態で具えられ、給気口 5 5 からスクリー室 5 2 b 内に流入した飽和蒸気 S 2 をスクリー 5 4 によって圧縮し、昇圧・昇温された飽和蒸気 S 3 として排気口 5 6 から排出するように構成されて成るものである。

また前記スクリー室 5 2 b には、注水口 5 7 が連通状態で形成されており、この注水口 5 7 からスクリー室 5 2 b 内に、注水調節弁 5 9 を通じて冷却水を供給することにより、スクリー室 5 2 b 内において圧縮される飽和蒸気 S 2 の過熱度を制御することが可能となるものである。

30

また前記圧縮機 5 B としては前記圧縮能力を実現することができるものであれば、多段ルーツ型圧縮機、多段ターボブロワ等を採用することもできる。

【 0 0 3 4 】

また前記蒸気発生装置 8 から、後述するスーパーヒータ 6 A、6 B、ロータリージョイント 1 1 5 a (循環路 4) 及び蒸気供給口 1 0 6 に飽和蒸気 S 0 が供給されるように配管されている。

【 0 0 3 5 】

ここで前記飽和蒸気 S 0 は、過熱蒸気 S 4 とされた後に乾燥機 1 におけるキャリアガス口 1 0 3 に供給されるものであり、このためのスーパーヒータ 6 A がキャリアガス口 1 0 3 と流量調節弁 8 2 との間に具えられる。同様に飽和蒸気 S 0 は、過熱蒸気 S 7 とされた後に集塵機 3 に供給されるものであり、このためのスーパーヒータ 6 B が集塵機 3 と流量調節弁 8 2 との間に具えられる。

40

この実施例では、前記スーパーヒータ 6 A、6 B は一例として電気ヒータが適用されるものであり、減圧弁 8 1 を通過して 0 . 5 M P a G、1 5 8 . 8 となった飽和蒸気 S 0 を、0 . 0 0 M P a G、1 6 0 の過熱蒸気 S 4 または 0 . 4 M P a G、1 6 0 ~ 3 2 0 の過熱蒸気 S 7 とすることができる程度の能力のものが適用される。

なおスーパーヒータ 6 A、6 B の吐出側に温度センサ 7 0、7 1 を具え、この温度センサ 7 0、7 1 の測定値が所望の値となるように、スーパーヒータ 6 A、6 B による加熱が制御されるものとする。

【 0 0 3 6 】

50

また前述のように、蒸気発生装置 8 からロータリージョイント 115 a に飽和蒸気 S 0 を供給できるように構成されるものであり、前記循環路 4 におけるロータリージョイント 115 a 付近には、減圧弁 8 3 と流量調節弁 8 4 とが具えられた蒸気配管経路が接続される。

なお詳しくは後述するが、循環路 4 内に位置する熱媒体（この実施例ではドレン D 1）が、ドレンタンク 4 1 及びドレン排出弁 4 9 を通じて外部に排出されたときに、ドレン D 0 よりもロータリージョイント 115 a に供給される飽和蒸気 S 3 が少ない場合に、これを補充すべく前記蒸気配管経路を通じて、循環路 4 に補助蒸気（飽和蒸気 S 0）が供給されるものである。なお乾燥機 1 の起動時等、多管式加熱管 1 1 が十分温度上昇していない場合にも、多管式加熱管 1 1 を加熱するために前記蒸気配管経路を通じてロータリージョ

10

【0037】

また前記本体シェル 1 0 は常圧下での使用を前提に構成されるものであるが、ここでいう常圧とは、概ね大気圧（1 気圧）を意味するものであり、気象条件や地理的条件によって変動するものである。

そして本体シェル 1 0 内の圧力が、大気圧に対して - 0 . 0 2 ~ + 0 . 1 k P a G の範囲であれば、一般的且つ簡易なシール材あるいはシール機構により、外気の吸い込みあるいは外気側への内部雰囲気（キャリアガスとしての過熱蒸気 S 4）のリークを防止することが可能となる。なお本明細書中において「常圧」とは、前記大気圧に対して - 0 . 0 2 ~ + 0 . 1 k P a G の範囲を含むものである。

20

もちろんより気密性を高めることができるシール材あるいはシール機構を採用すれば、本体シェル 1 0 の内部雰囲気（キャリアガスとしての過熱蒸気 S 4）の圧力を、より広い範囲で許容することが可能となる。

【0038】

本発明の乾燥・濃縮装置 H は一例として上述したように構成されるものであり、以下この装置の運転方法と併せて本発明の乾燥・濃縮方法について説明する。

(1) 乾燥機の準備

まず乾燥・濃縮装置 H の後工程の機器を起動するとともに排気ファン 9 を起動して、自動制御により、乾燥機 1 の内圧を、吹き出しや吸い込みの問題が起きることのない - 0 . 0 2 ~ + 0 . 1 k P a G に保つ。

30

また被処理物の投入に先立って、乾燥機 1 における多管式加熱管 1 1 及び本体シェル 1 0 を昇温しておくものであり、モータ M を起動して多管式加熱管 1 1 を回転させた状態で、ロータリージョイント 115 a、スーパーヒータ 6 B 及び蒸気供給口 106 に補助蒸気（飽和蒸気 S 0）を供給するものであり、この際、スーパーヒータ 6 B に通電が開始される。

また、上記の乾燥機 1 の準備に際しては、多管式加熱管 1 1 内に生じたドレン D 0 を、ドレン排出弁 4 9 を開いて循環路 4 から排出させておく。同様に多管式加熱管 1 1 内にリークにより入り込んだ空気などの非凝縮性ガスを、循環路 4 に設けられた被凝縮性ガス排出経路（図示省略）を通じて循環路 4 から排出させておく。

【0039】

40

そして、上述のドレン D 0 や非凝縮性ガスが排出され、温度センサ 7 4 が所定の温度に達した後に、過熱蒸気 S 4 を乾燥・濃縮装置 H の乾燥系内（被処理物が存在する本体シェル 1 0 内の空間及びこれに連通する空間）に供給することにより、非凝縮性ガスの排出が行われ、乾燥系内の雰囲気が過熱蒸気 S 4 と置換されるものである。また熱交換器 4 5 と排気ファン 9 との間にドレン D 2 が生じたときには、ドレン排出ポンプ P 2 を起動してドレン D 2 を排出する。

なお前記過熱蒸気 S 4 は、飽和蒸気 S 0 が通電されたスーパーヒータ 6 A に供給されることにより昇温されて生成されるものである。

【0040】

(2) 熱媒体の循環

50

次いで圧縮機 5 すなわち圧縮機 5 A 及び圧縮機 5 B を起動して、循環路 4 内に位置する熱媒体としての蒸気を昇圧・昇温し、飽和蒸気 S 3 として多管式加熱管 1 1 に供給する。

そして多管式加熱管 1 1 から排出されるドレン D 0 は、ドレンタンク 4 1 内に貯留され、ここから排出されて、流量制御弁 4 2 を経由して圧力が低下したドレン D 1 となり、熱交換器 4 5 に至る。

ここで前記ドレン D 1 の圧力低下は、流量制御弁 4 2 を通り、循環路 4 における圧縮機 5 A とドレンタンク 4 1 との間が、圧縮機 5 A の吸引作用によって減圧されることによって引き起こされるものである。

そして前記ドレン D 1 は、熱交換器 4 5 おいて、排気口 1 0 4 から排出されるキャリアガス（過熱蒸気 S 6）の熱により再蒸発させられるものであり、飽和蒸気 S 1 となる。

この際、ドレン D 1 の圧力は圧縮機 5 A によって - 0 . 0 7 ~ - 0 . 0 2 M P a G に減圧されているため、飽和温度が 6 9 . 1 ~ 9 3 . 5 となっており、このためキャリアガス（過熱蒸気 S 6）から熱媒体（ドレン D 1）への熱伝導効率が向上し、再蒸発が良好に行われることとなる。

因みに図 5 に示す従来装置においては、圧縮機 5 によって減圧される吸引側の圧力は、9 0 k P a a b s 程であるため、飽和温度は 9 6 . 7 程となり、本発明による場合と比べてキャリアガス S 6 との温度差が小さく、そのため熱媒体への熱伝導率が低く（キャリアガス S 6 中の蒸気の凝縮割合が低く、蒸発潜熱の多くが伝わらない）、より多くの熱量が熱媒体の再蒸発に必要となる。

【 0 0 4 1 】

次いで飽和蒸気 S 1 は圧縮機 5 A に供給され、ロータ 5 3 の作用によって昇圧・昇温され、飽和蒸気 S 2 として圧縮機 5 B に供給される。

なお圧縮機 5 A におけるロータ 5 3 の回転数の制御は、圧力センサ 4 3 による飽和蒸気 S 1 の圧力検出値が所望の値となるように行われる。

【 0 0 4 2 】

次いで飽和蒸気 S 2 は圧縮機 5 B において、スクリュー 5 4 の作用によって昇圧・昇温され、飽和蒸気 S 3 としてロータリージョイント 1 1 5 a に供給される。

なお圧縮機 5 B におけるスクリュー 5 4 の回転数の制御は、圧力センサ 4 8 による飽和蒸気 S 2 の圧力検出値が所望の値となるように行われる。

この際、圧縮機 5 B の吸引側の圧力は正圧側とされていることにより、圧縮機 5 B の効率低下を回避することが可能となっており、このように本発明によれば、上述した圧縮機 5 A、5 B の組み合わせと、それらの前後する系の圧力バランスが最適化されることにより、乾燥・濃縮装置 H 全体の効率が著しく向上するものとなる。

【 0 0 4 3 】

なお温度センサ 4 7 と圧力センサ 4 8 による測定値に基づいて、圧縮機 5 A のロータ室 5 2 a に注水を行うことにより、過熱度を調節することも適宜行われる。同様に温度センサ 4 6 と圧力センサ 4 4 による測定値に基づいて、圧縮機 5 B のスクリュー室 5 2 b に注水を行うことにより、過熱度を調節することも適宜行われる。

また記飽和蒸気 S 3 の一部は、流量制御弁 V 4 の開度に応じてスーパーヒータ 6 A、6 B の上流側に供給される。

【 0 0 4 4 】

そして飽和蒸気 S 3 は、軸体 1 1 3 内を通過して鏡板 1 1 2 に入り、チューブ束 1 1 6 内を通過するものであり、この過程で後述するように、多管式加熱管 1 1 の管外面に接触する被処理物に対して、飽和蒸気 S 3 の顕熱及び潜熱が伝導されるため、被処理物からの水分の蒸発が促進されることとなるものである。

【 0 0 4 5 】

(3) 被処理物の乾燥

次いで投入装置 2 から投入口 1 0 1 を通じて本体シェル 1 0 内に被処理物を投入するものであり、このものは送り羽根 1 1 8 の作用によって投入口 1 0 1 側から排出口 1 0 2 側に移動し、更にリフタ 1 1 7 によって掻き上げられてチューブ束 1 1 6 等と接触し、この

10

20

30

40

50

際、熱を受けて水分が蒸発するものである。

このとき投入口101は多管式加熱管11の長手方向に沿って複数個所に形成されているため、多管式加熱管11の熱伝導面を有効に使用することができ、乾燥効率が高められる。

そして被処理物から蒸発した水蒸気は、キャリアガス(過熱蒸気S4)に速やかに取り込まれることとなる。なおキャリアガス(過熱蒸気S4)によっても被処理物が加熱されるため、水分蒸発が促進されるものである。

そして排出口102に達した被処理物は乾燥品となった状態で排出され、次工程に移送される。

【0046】

10

(4) キャリアガスの排気

一方、被処理物から蒸発した水蒸気を取り込んだキャリアガス(過熱蒸気S4)は、排気口104から本体シェル10の外部に排気されるものであり、この排気(過熱蒸気S5)は過熱状態が維持された状態とされる。具体的には、排気口104と集塵機3との間を結ぶ管路に具えられる温度センサ73によって、排気(過熱蒸気S5)の温度を測定し、この値に基づいて飽和蒸気S0の流量を流量調節弁82により制御して、排気(過熱蒸気S5)の過熱状態を維持するものである。

【0047】

また前記排気(過熱蒸気S5)に含まれる少量の微粉は、集塵機3において分離されるものであり、適宜、バグフィルタの洗浄のためにスーパーヒータ6Bから集塵機3に過熱蒸気S7が供給される。

20

【0048】

更に前記圧力センサ72が、本体シェル10内の被処理材料が存在する空間の圧力を測定しており、その圧力が大気圧に対して-0.02~+0.1kPaGの範囲に収まるように、排気ファン9の例えば回転数を制御して排気が行われる。

なお本体シェル10、排気口104、集塵機3及び管路に、例えばトレース用の電気ヒータを施工し、この電気ヒータによりキャリアガスを所望の過熱状態に維持するよう温度センサ73を用いて制御を行うようにしてもよい。

【0049】

(5) ドレンの活用

30

なお前記ドレンタンク41においては、水位計41a、41bによってタンク内の液量が検出されるものであり、上部の水位計41aによって液高が検出された場合には、ドレン排出弁49が開かれてドレンD3が乾燥・濃縮装置Hを構成する機器である投入装置2や本体シェル10のジャケット等に供給され、これら機器の熱源として供されるものである。やがて下部の水位計41bによって液高が検出された時点でドレン排出弁49が閉じられる。

そしてこのようにして熱媒体としてのドレンD3が系外に排出されるため、補助蒸気(飽和蒸気S0)がロータリージョイント115aに補給されるものである。

【0050】

ここで本発明の乾燥・濃縮装置Hによって有機汚泥を処理する場合の飽和蒸気S0、S1、S2、S3及び過熱蒸気S4、S5、S6、S7の温度及び圧力の一例を以下に示す。

40

| | | |
|----------------|-------------------|----------|
| S0 : 158 . 8 | 0 . 5 M P a G | (飽和蒸気) |
| S1 : 81 . 4 | - 0 . 0 5 M P a G | (飽和蒸気) |
| S2 : 111 . 4 | 0 . 0 5 M P a G | (飽和蒸気) |
| S3 : 158 . 8 | 0 . 5 M P a G | (飽和蒸気) |
| S4 : 160 | 0 . 0 0 M P a G | (過熱蒸気) |
| S5 : 112 | 0 . 0 0 M P a G | (過熱蒸気) |
| S6 : 100 ~ 105 | 0 . 0 0 M P a G | (過熱蒸気) |

50

S 7 : 2 0 0 0 . 4 M P a G (過 熱 蒸 気)
 D 0 : 1 5 8 . 8 0 . 5 M P a G
 D 1 : 8 1 . 4 - 0 . 0 5 M P a G
 D 3 : 9 0 ~ 約 1 0 0 0 . 0 0 M P a G

【 0 0 5 1 】

また本発明によれば、前記被処理物を連続処理することができるため、バッチ式の場合に生じていた、乾燥の進行に伴う蒸発量の減少に起因する効率低下を回避することができる。また被処理物の性状が均一である場合には、本体シェル10内への飽和蒸気S3の供給量を一定とし、また多管式加熱管11への飽和蒸気S3の供給量を一定とすることができるため、安定した運転を行うことができるものである。

10

【 0 0 5 2 】

なお上記の説明では、本体シェル10内に被処理物が存在していない状態から開始する場合について述べたが、予め適宜乾燥した被処理物を、例えば、本体シェル10に形成された側面開口108の蓋板を外して本体シェル10内に投入し、適宜充填してから上述の乾燥機1の準備を経て、投入口101を通じた被処理物の投入を開始するようにしてもよい。

更に、乾燥運転終了段階において、本体シェル10内の被処理物を全て排出せずに、適宜の量を残した状態で乾燥運転を終了し、次の運転開始時には、その前の乾燥運転終了時に本体シェル10内に残した被処理物が存在する状態から上述の乾燥機1の準備を経て、被処理物の投入を開始するようにしてもよい。

20

【 0 0 5 3 】

また上述した実施例では、加熱装置として多管式加熱管11を用いたが、多管式加熱管11の管の代わりに中空のディスク状の伝熱部材や、中空のパドル状の伝熱部材を適用し、その内部に飽和蒸気S3を供給することも可能である。

また本体シェル10の外面に具えられたジャケット内に飽和蒸気S3を供給することにより、本体シェル10の被処理物側を伝熱面とすることができるため、この構成を加熱装置として機能させ、本体シェル10の内部には被処理物を攪拌するのみの攪拌体を具えるだけの構成のものを採用することもできる。

また圧縮機5から吐出する蒸気は飽和蒸気S3であるため、圧縮機5からロータリージョイント115aにかけて、例えばトレース用の電気ヒータを施工し、前記の温度センサ47と圧力センサ48とによりこの電気ヒータを制御して、圧縮機5から吐出される飽和蒸気S3を所望の過熱度の過熱蒸気に変更することもできる。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

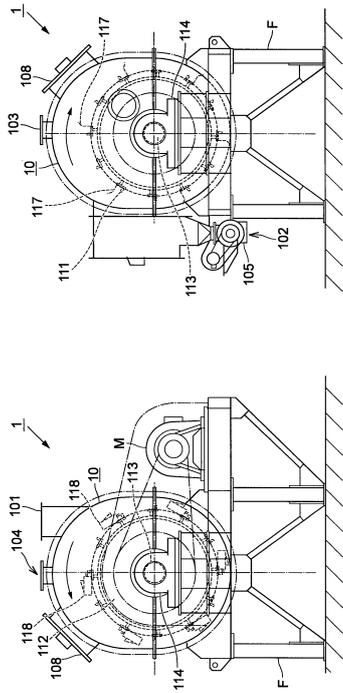
1 乾燥機
 10 本体シェル
 101 投入口
 102 排出口
 103 キャリアガス口
 104 排気口
 105 ロータリーバルブ
 106 蒸気供給口
 107 ドレン口
 108 側面開口
 11 多管式加熱管（加熱管）
 111 アンクル
 112 鏡板
 113 軸体
 114 軸受ブロック
 115 a ロータリージョイント

40

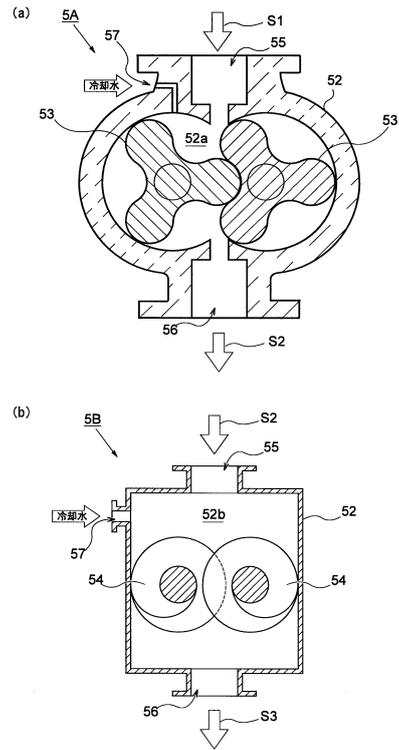
50

| | | |
|---------|------------|----|
| 1 1 5 b | ロータリージョイント | |
| 1 1 6 | チューブ束 | |
| 1 1 7 | リフタ | |
| 1 1 8 | 送り羽根 | |
| 2 | 投入装置 | |
| 2 0 | ホッパ | |
| 3 | 集塵機 | |
| 4 | 循環路 | |
| 4 1 | ドレンタンク | |
| 4 1 a | 水位計 | 10 |
| 4 1 b | 水位計 | |
| 4 2 | 流量制御弁 | |
| 4 3 | 圧力センサ | |
| 4 4 | 圧力センサ | |
| 4 5 | 熱交換器 | |
| 4 6 | 温度センサ | |
| 4 7 | 温度センサ | |
| 4 8 | 圧力センサ | |
| 4 9 | ドレン排出弁 | |
| 5 | 圧縮機 | 20 |
| 5 A | 圧縮機 | |
| 5 B | 圧縮機 | |
| 5 2 | ケーシング | |
| 5 2 a | ロータ室 | |
| 5 2 b | スクリー室 | |
| 5 3 | ロータ | |
| 5 4 | スクリー | |
| 5 5 | 給気口 | |
| 5 6 | 排気口 | |
| 5 7 | 注水口 | 30 |
| 5 8 | 注水調節弁 | |
| 5 9 | 注水調節弁 | |
| 6 A | スーパーヒータ | |
| 6 B | スーパーヒータ | |
| 7 0 | 温度センサ | |
| 7 1 | 温度センサ | |
| 7 2 | 圧力センサ | |
| 7 3 | 温度センサ | |
| 7 4 | 温度センサ | |
| 8 | 蒸気発生装置 | 40 |
| 8 1 | 減圧弁 | |
| 8 2 | 流量調節弁 | |
| 8 3 | 減圧弁 | |
| 8 4 | 流量調節弁 | |
| 9 | 排気ファン | |
| D 0 | ドレン | |
| D 1 | ドレン | |
| D 2 | ドレン | |
| D 3 | ドレン | |
| F | 機枠 | 50 |

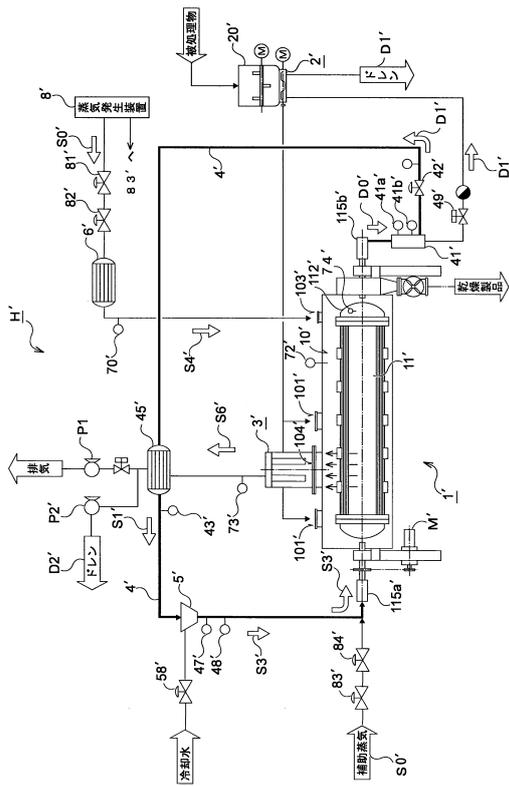
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 飯田 晃弘
静岡県榛原郡吉田町神戸1235番地 株式会社大川原製作所内
- (72)発明者 菅野 啓治
大阪府大阪市北区中之島3丁目6番16号 関西電力株式会社内

審査官 長浜 義憲

- (56)参考文献 特開2011-214810(JP,A)
米国特許第06470595(US,B1)
特開2013-190144(JP,A)
特開平08-144977(JP,A)
特開2013-044461(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0081413(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F26B 23/00
F26B 3/20
C02F 11/12
F04C 18/18