

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7481807号  
(P7481807)

(45)発行日 令和6年5月13日(2024.5.13)

(24)登録日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(51)国際特許分類

F I

F 2 6 B 5/06 (2006.01)

F 2 6 B 5/06

F 2 6 B 25/00 (2006.01)

F 2 6 B 25/00

B

請求項の数 3 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-43355(P2019-43355)	(73)特許権者	000192590
(22)出願日	平成31年3月11日(2019.3.11)		株式会社神鋼環境ソリューション
(65)公開番号	特開2020-148350(P2020-148350 A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番7号
(43)公開日	令和2年9月17日(2020.9.17)	(72)発明者	小川 智宏
審査請求日	令和4年2月22日(2022.2.22)		兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番7号
前置審査			8号 株式会社神鋼環境ソリューション内
		審査官	小川 悟史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 凍結乾燥装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被処理物を収容する容器と、該容器の内部を減圧するための減圧手段及び該減圧手段により減圧される前記容器内の圧力を検出する圧力検出手段と、被処理物を加熱する加熱手段と、を備え、

前記加熱手段を駆動した状態で制御するよう構成され、前記圧力検出手段により検出される前記容器内の圧力に基づいて、前記加熱手段の温度が上下するように制御する制御部を備え、

前記制御部は、前記減圧手段が減圧することで前記圧力検出手段により検出される容器内の圧力が所定圧力まで小さくなると、前記加熱手段の温度が最大温度と最小温度との間の設定温度となるように前記駆動を制御し、該設定温度となるように前記駆動を制御した状態で前記圧力が前記所定圧力より小さい圧力である下限圧力以下になると、前記加熱手段の温度が前記設定温度より上がるように該加熱手段の駆動を制御することを特徴とする凍結乾燥装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記圧力検出手段により検出される圧力が上がるときの昇圧に関する閾値に基づいて前記加熱手段の温度が下がるように該加熱手段の駆動を制御することを特徴とする請求項1に記載の凍結乾燥装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記圧力検出手段により検出される圧力に基づいて、前記容器の回転ま

たは前記容器に設けられる翼の回転を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の凍結乾燥装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被処理物の乾燥を凍結乾燥により行うための凍結乾燥装置に関する。

【背景技術】

【0002】

上記凍結乾燥装置は、乾燥対象となる被処理物を載置する複数の棚を有する乾燥庫と、該乾燥庫内を減圧するための減圧手段と、乾燥庫の壁面に設けられ熱媒流体を循環させるジャケットと、を備えている。そして、ジャケットの温度が棚に載置した被処理物の温度に略等しい温度になるように熱媒流体の流量を制御している（例えば、特許文献 1 参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特公平 6 - 7 6 8 6 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 のように、ジャケットの温度を被処理物の温度と等しくなるように熱媒流体の流量を制御すると、次のような不都合が発生する。つまり、被処理物全体の温度を、温度の低い部分に合わせて温度を制御する場合には、乾燥速度が遅くなり乾燥に時間が掛かる。また、乾燥速度を速くするためにジャケット温度を高くし過ぎた場合には、被処理物が崩壊温度（コラプス温度）以上になり、被処理物が融解するコラプスを発生することがあり、改善の余地があった。

20

【0005】

そこで、本発明はかかる状況に鑑みてなされたものであって、乾燥速度を速い状態で維持しながらも、コラプスの発生を防止できる凍結乾燥装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

即ち、本発明の凍結乾燥装置は、前述の課題解決のために、被処理物を収容する容器と、該容器の内部を減圧するための減圧手段及び該減圧手段により減圧される前記容器内の圧力を検出する圧力検出手段と、被処理物を加熱する加熱手段と、を備え、前記圧力検出手段により検出される前記容器内の圧力に基づいて、前記加熱手段の温度が上下するように制御する制御部を備えていることを特徴としている。

30

【0007】

上記のように、圧力検出手段で容器内の圧力を検出することによって、容器の内部の減圧状態を把握することができる。そして、制御部が、圧力検出手段により検出される容器内の圧力に基づいて、加熱手段の温度が上下するように制御することによって、乾燥速度が速い状態で維持しながらも、減圧状態が悪化して被処理物がコラプスすることを防止することができる。

40

【0008】

また、本発明の凍結乾燥装置は、前記制御部は、前記圧力検出手段により検出される圧力が下がるときの降圧に関する閾値に基づいて前記加熱手段の温度が上がるように該加熱手段の駆動を制御する構成であってもよい。

【0009】

上記のように、制御部が、圧力検出手段により検出される圧力が下がるときの降圧に関する閾値に基づいて前記加熱手段の温度が上がるように加熱手段の駆動を制御することによって、凍結乾燥を良好に行うことができる。

【0010】

50

また、本発明の凍結乾燥装置は、前記制御部は、前記圧力検出手段により検出される圧力が上がるときの昇圧に関する閾値に基づいて加熱手段の温度が下がるように加熱手段の駆動を制御する構成であってもよい。

【 0 0 1 1 】

上記のように、制御部が、圧力検出手段により検出される圧力が上がるときの昇圧に関する閾値に基づいて加熱手段の温度が下がるように加熱手段の駆動を制御することによって、減圧状態が悪化して被処理物がコラプスすることを防止することができる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の凍結乾燥装置は、前記制御部は、前記圧力検出手段からの検出信号に異常があると判断した場合には、前記加熱手段の駆動を予め決められた時間に基づいて制御する構成であってもよい。

10

【 0 0 1 3 】

上記構成のように、制御部は、圧力検出手段からの検出信号に異常があると判断した場合には、加熱手段の駆動を予め決められた時間に基づいて制御することによって、被処理物の凍結乾燥を良好に行わせることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、容器内の圧力に基づいて、加熱手段の温度が上下するように制御することによって、乾燥速度が速い状態で維持しながらも、コラプスの発生を防止できる凍結乾燥装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明に係る減圧乾燥装置の側面図である。

【図 2】同減圧乾燥装置の平面図である。

【図 3】同減圧乾燥装置に備えるフィルタの取付部分の拡大図である。

【図 4】同減圧乾燥装置の容器を 180 度回転させた状態を示す側面図である。

【図 5】同減圧乾燥装置に備えるフィルタのフィルタ部を支持する支持枠の正面図である。

【図 6】同枠体の平面図である。

【図 7】同枠体の底面図である。

【図 8】図 5 における V I I I - V I I I 線断面図である。

30

【図 9】図 6 における I X - I X 線断面図である。

【図 10】同減圧乾燥装置に備えるフィルタのフィルタ部の正面図である。

【図 11】図 10 のフィルタの要部の縦断面図である。

【図 12】( a ) ~ ( e ) はフィルタの別の形態を示す概略図である。

【図 13】乾燥時間に対する容器内の圧力値とジャケット温度との関係を示すグラフである。

【図 14】凍結乾燥装置の制御ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明に係る凍結乾燥装置の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

40

【 0 0 1 7 】

図 1 及び図 2 に示すように、凍結乾燥装置 1 は、被処理物を収容する回転可能に支持された容器 2 と、容器 2 の内部の気体を吸引して内部を減圧状態（真空状態ともいう）にするための真空配管 3 と、容器 2 の内部に供給された被処理物が真空配管 3 内に吸引されることを防止するためのフィルタ 4 と、を備えている。本願発明の凍結乾燥装置 1 は、縦型凍結乾燥機や遊星運動型凍結乾燥機などのような攪拌翼式凍結乾燥機であってもよく、本願発明の制御を適用することができる。前記縦型凍結乾燥機は、具体的には、縦型の逆円錐型容器に攪拌翼を組み合わせた凍結乾燥機である。また、前記遊星運動型凍結乾燥機は、具体的には、逆円錐型の密封容器内で、自公転するスクリュウ翼によって内容物に三次元運動を与えることにより凍結乾燥を行う凍結乾燥機である。

50

## 【 0 0 1 8 】

前記凍結乾燥装置 1 は、凍結した被処理物が供給された容器 2 を減圧状態にしつつ、容器 2 を回転させることによって、被処理物に含まれる固体（氷）を気体（水蒸気）へ状態変化（昇華）させることで被処理物を乾燥させるようにしている。容器 2 の回転は、被処理物の状態に応じて間欠的に回転させる又は連続して回転させることになるが、場合によっては、正回転と逆回転とを繰り返すように回転させてもよい。

## 【 0 0 1 9 】

容器 2 は、内部空間を画定する本体壁 2 1 と、本体壁 2 1 の上端を開閉する蓋 2 2 と、を備えている。本体壁 2 1 は、被処理物を収容できるように略ダブルコーン型（外形が略 8 角形）に構成されている。この本体壁 2 1 の外側を覆うように本体壁 2 1 の外側に隙間

10

## 【 0 0 2 0 】

本体壁 2 1 の上端部には、本体壁 2 1 の上端とジャケット 2 3 の上端との隙間を閉じるとともに供給される被処理物を受け取るための開口 2 4 K が形成された円筒状の接続端部 2 4 を備えている。接続端部 2 4 の上端の径方向内側に、後述するフィルタ部 4 1 のフランジ部 4 1 F を載置するための断面が L 字状で円環状の段部 2 4 D が形成されている。

## 【 0 0 2 1 】

また、接続端部 2 4 の下端面 2 4 A は、下方側ほど外拡がりとなるテーパ面に構成され、そのテーパ面の角度を本体壁 2 1 の内面のテーパ面 2 1 A と面一になるように同一角度にしている。

20

## 【 0 0 2 2 】

蓋 2 2 は、真空配管 3 を貫通接続するための円形の貫通孔 2 2 A を備えており、真空配管 3 を接続するための接続部を構成している。この接続部（蓋 2 2 ）を接続端部 2 4 に上方から押し付けて該接続端部 2 4 を閉じることで容器 2 内が密閉された状態になる。なお、蓋 2 2 は、手動操作力により開閉できるように構成されていてもよいし、電動モータ等のアクチュエータ（図示せず）の動力を用いて開閉可能に構成されていてもよい。

## 【 0 0 2 3 】

また、容器 2 の下端部に乾燥処理された被処理物を排出するための開閉可能な排出部 2 5 を備えている。蓋 2 2 と排出部 2 5 とが上下方向で対向する位置に配置されている。また、容器 2 内の圧力を検出する圧力検出手段 1 7（図 1 4 参照）を備えている。この圧力検出手段 1 7 は、容器 2 内に設けられた圧力センサから構成されている。

30

## 【 0 0 2 4 】

本体壁 2 1 とジャケット 2 3 との隙間に加熱手段 1 8（図 1 4）により加熱された熱媒が熱媒供給用ホース 5 から供給されて容器 2 が加熱されるように構成されており、被処理物の乾燥をより促進することができる。なお、供給された熱媒は、熱媒回収用ホース 6 で回収されて前記加熱手段により設定温度まで加熱された後に熱媒供給用ホース 5 を通して容器 2 に供給されるように構成されている。熱媒としては温水を用いているが、加熱された気体であってもよいし、加熱手段であるヒータにより容器 2 を直接加熱する構成であってもよい。また、ジャケット 2 3 の温度を検出する温度検出手段 1 9（図 1 4 参照）を備えている。この温度検出手段 1 9 は、温度検出手段 1 9 は、ジャケット 2 3 に設けられた温度センサから構成されている。

40

## 【 0 0 2 5 】

容器 2 のジャケット 2 3 の相対向する両横側面に、中空の回転軸部 7, 8 が取り付けられている。これら回転軸部 7, 8 は、一对の軸受台 9, 1 0 の上端に取り付けられた軸受装置 1 1, 1 2 に回転自在に支持されている。なお、図 1 において左側の回転軸部 7 の基端側（容器 2 側）には、ボックス 1 3 が取り付けられている。また、一对の軸受台 9, 1 0 の下端は、床等に配置される架台 1 4 に支持されている。そして、図 1 の右側の軸受台 1 0 に取り付けられているモータ 1 5 により容器 2 が真空配管 3 及び一对の回転軸部 7, 8 と一緒に水平軸芯 X 回りに回転する。図 4 に、容器 2 を図 1 の状態から 1 8 0 度回転させた状態を示している。

50

## 【 0 0 2 6 】

真空配管 3 は、アーチ形状に構成され、前記蓋 2 2 に一端部（下端部）が貫通して取り付けられる直線状の第 1 管 3 1 と、第 1 管 3 1 の他端部（上端部）に突き合わせた状態で一端部（下端部）が連結される円弧状の第 2 管 3 2 と、第 2 管 3 2 の他端部（左端部）に突き合わせた状態で一端部が連結されるフレキシブルホース 3 3 と、フレキシブルホース 3 3 の他端部（左端部）に突き合わせた状態で一端部が連結される略 L 字状の第 3 管 3 4 と、第 3 管 3 4 の他端部（下端部）に突き合わせた状態で連結される直線状の第 4 管 3 5 と、を備えている。フレキシブルホース 3 3 を設けることによって、蓋 2 2 の開閉時に発生する真空配管 3 の長さ変化を吸収することができるようにしている。

## 【 0 0 2 7 】

第 4 管 3 5 の他端部（下端部）は、前記左側の回転軸部 7 に貫通して取り付けられる。前記左側の回転軸部 7 の左端部は、減圧真空配管 1 6 F を備えた直線状の管 1 6 の一端部に連通した状態で連結されている。なお、第 5 管 1 6 は、左側の軸受台 9 に固定されている。したがって、減圧真空配管 1 6 F にホースを介して接続されている減圧ポンプ（図示せず）を作動させることによって、減圧真空配管 1 6 F、管 1 6、真空配管 3 を通して容器 2 内の気体を吸引することにより減圧することで、容器 2 内を減圧状態にする。前記減圧ポンプと、減圧真空配管 1 6 F を備える管 1 6 と、真空配管 3 とから、容器 2 の内部を減圧するための減圧手段を構成している。

## 【 0 0 2 8 】

フィルタ 4 は、フィルタ部 4 1（図 1 0 及び図 1 1 参照）と、フィルタ部 4 1 を支持する支持枠 4 2（図 5 ～ 図 9 参照）と、を備えている。

## 【 0 0 2 9 】

フィルタ部 4 1 は、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、縫製された複数枚（ここでは 2 枚）の網状体 4 1 A、4 1 B と、前記蓋 2 2 を閉塞した時にシールするためのシール材としての 2 枚のリング状で板状のシールガスケット 4 1 C、4 1 D と、これらシールガスケット 4 1 C、4 1 D 間に挟まれる合成樹脂製（例えばポリプロピレン）のリング状で板状の円板 4 1 E と、を備えている。なお、前記網状体 4 1 A、4 1 B は、全域に亘って通気性を有しており、より一層吸気効率を上げることができる。この網状体 4 1 A、4 1 B は、不織布から構成されてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

網状体 4 1 A、4 1 B は、下端が開放された縦壁部を構成する第 1 の網状体 4 1 A と、開放された下端を覆うカバー部としての横壁部を構成する第 2 の網状体 4 1 B と、を備えている。この第 2 の網状体 4 1 B の外周縁を上方側へ折り曲げて第 1 の網状体 4 1 A の下端部に縫い付けることで両網状体 4 1 A、4 1 B を連結している。また、第 1 の網状体 4 1 A の上端縁を外折りにし、その外折した部分 4 1 a で上下方向中間に円板 4 1 E を挟んだ上下一対のシールガスケット 4 1 C、4 1 D を包むように内側に折り返し、折り返した先端部を第 1 の網状体 4 1 A の横側部に縫い付けることにより、上端にシールガスケット 4 1 C、4 1 D を有するフランジ部 4 1 F を有する有底筒状（鍔付きハット形状）のフィルタ部 4 1 が構成される。

## 【 0 0 3 1 】

支持枠 4 2 は、図 5 ～ 図 9 に示すように、下端に位置して底部を形成する多数の開口 4 2 a が形成された円形で合成樹脂製（金属製でもよい）の多孔板 4 2 A と、上端に位置して円形のフランジ部 4 2 b を形成するリング状で合成樹脂製（金属製でもよい）の上側リング部材 4 2 B と、上側リング部材 4 2 B と多孔板 4 2 A とを上下方向で連結するための複数本（16 本）の丸棒 4 2 C と、丸棒 4 2 C の上下方向略中央部に取り付けられる中心部が開口 4 2 d された中間リング部材 4 2 D と、中間リング部材 4 2 D と多孔板 4 2 A との間でかつ周方向において一つ置きに丸棒 4 2 C の内側から中心に向かうように取り付けられる縦長状の複数枚（8 枚）の補強板 4 2 E と、丸棒 4 2 C の上端部の外周面に装着されて厚み分だけ外側に少し張り出す合成樹脂製（金属製でもよい）で板状のリング状の張り板 4 2 F と、を備えている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

支持枠 4 2 は、フィルタ部 4 1 よりも僅かに小さな径寸法を有する有底筒状（鍔付きハット形状）に構成されている。したがって、支持枠 4 2 にフィルタ部 4 1 を下方から被せることによって、一体化することができる（図 3 参照）。このように支持枠 4 2 とフィルタ部 4 1 とが一体化された支持枠 4 2 のフランジ部 4 2 b の下方に位置するフィルタ部 4 1 のフランジ部 4 1 F を、接続端部 2 4 の段部 2 4 D に載置させる。この状態で蓋 2 2 を上方から押圧することで容器 2 内を密閉状態にしている。

## 【 0 0 3 3 】

前述したようにフィルタ 4 が、接続部（蓋 2 2）から容器 2 の内部側へ突出する縦壁部を構成する第 1 の網状体 4 1 A を備えているので、横壁部を構成する第 2 の網状体 4 1 B 及び縦壁部を構成する第 1 の網状体 4 1 A を通して吸引することによって、気体の通気面積を増大させることができる。これにより、容器の内部の圧力を効率よく下げて、乾燥効率を上げることができる。

## 【 0 0 3 4 】

具体的には、フィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の延出端（図では下端）が、本体壁 2 1 の接続端部 2 4 の最下端 2 4 E よりも容器 2 の内部側へ延びている。このように、フィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の延出端が、本体壁 2 1 の接続端部 2 4 の最下端 2 4 E よりも容器 2 の内部側へ延びていれば、容器 2 が駆動回転されている間にフィルタ 4 が、被処理物で覆われることがあっても、フィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の延出端部側が早めに露出することができるので、吸気効率を上げることができる。この実施形態では、フィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の延出端（図では下端）が、本体壁 2 1 の接続端部 2 4 の最下端 2 4 E よりも容器 2 の内部側へ延びているが、被処理物が乾燥処理される処理空間 G 内であればどの位置にあってもよい。処理空間 G は、容器 2 の回転により容器 2 の内部の被処理物が移動しながら乾燥処理される空間であり、本体壁 2 1 の接続端部 2 4 の内側面とフィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の外側面との隙間 S も含む。したがって、接続部である蓋 2 2 の下面から接続端部 2 4 の段部 2 4 D よりも下方で、かつ、接続端部 2 4 の上側の下端 2 4 F までの間にフィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の延出端（図では下端）が位置するようにフィルタ 4 を構成してもよいし、接続端部 2 4 の上側の下端 2 4 F から最下端 2 4 E までの間にフィルタ 4 の縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の延出端（図では下端）が位置するようにフィルタ 4 を構成してもよい。なお、前記隙間 S をシール性を有する部材で埋めて実施してもよい。この場合、接続端部 2 4 の上側の下端 2 4 F から下方が処理空間 G となる。例えば、図 1 に示す容器 2 に被処理物 D を供給した時の被処理物 D の上面ラインを第 1 ライン R 1 に設定すると、図 4 に示す容器 2 を 180 度回転させたときには、被処理物の上面ラインが第 2 ライン R 2 となる。つまり図 4 に示す第 2 ライン R 2 では、フィルタ 4 の一部（ここでは、延出端 4 T 及び縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の一部（延出端部））が露出する。このような被処理物の供給量に設定すると、フィルタ 4 の延出端 4 T を延出方向（図 1 では下方向）に更に延ばすことも可能である。つまり、図 1 において、被処理物の第 2 ライン R 2 から水平軸芯 X までの第 1 上下高さ L で形成される容器 2 の第 1 処理空間内の任意の上下位置及び水平軸芯 X から更に下方へ第 1 上下高さ L で形成される容器 2 の第 2 処理空間内の任意の上下位置までフィルタ 4 の延出端 4 T を延出方向（図 1 では下方向）に延ばすことができる。図 1 では、最大でフィルタ 4 を延出端 4 T 1 まで延ばした場合を破線で示し、このように伸ばしても、図 1 に示すように供給された被処理物の第 1 ライン R 1 に当接することがなく、しかも図 4 に示す容器 2 を 180 度回転させた場合でも、縦壁部（第 1 の網状体 4 1 A）の少なくとも一部が被処理物により覆われることがない。この容器 2 では、水平軸芯 X を挟んで上側の処理空間に対して、下側の処理空間が第 2 上下高さ 1 分だけ長く設定されているため、フィルタ 4 の延出端 4 T を図 1 において水平軸芯 X から第 1 上下高さ L に第 2 上下高さ 1 分を足した高さまでフィルタ 4 を延ばすことができる。図 1 では、最大でフィルタ 4 を延出端 4 T 2 まで延ばした場合を示し、このように伸ばしても、図 1 に示すように供給された被処理物の第 1 ライン R 1 に当接することがなく、しか

10

20

30

40

50

も図 4 に示す容器 2 を 180 度回転させた場合でも、縦壁部（第 1 の網状体 41A）の少なくとも一部が被処理物により覆われることがない。

【0035】

例えば、前記構成のフィルタ 4 を備える容器 2 に収容可能な全容量の 1%～80% 容量（好ましくは、1%～65%、より好ましくは 1%～45%）の被処理物を容器 2 内に収容して容器 2 を回転させながら乾燥処理する場合（特に、図 4 に示す容器 2 を 180 度回転させた場合）に、縦壁部（第 1 の網状体 41A）の少なくとも一部が被処理物により覆われることなく被処理物から露出するように該縦壁部を形成することが好ましい。このように縦壁部を形成することにより、露出した縦壁部の一部からも吸引して吸気効率を上げることができる。前記容量を 1%～80% にした場合（容量が多い場合）には、容量を 1%～65% や 1%～45% にした場合に比べてフィルタ 4 の高さを高くしなければならないため、吸気効率を高めることができる反面、フィルタ 4 の高さが高くなる分、フィルタ 4 にかかるコストや強度面（耐久面）において不利になる。また、前記構成のフィルタ 4 を備える容器 2 を回転させながら被処理物の乾燥処理が終了した時の被処理物量が前記容器の全容量の 0.1%～80%（好ましくは、0.1%～65%、より好ましくは 0.1%～45%、更に好ましくは 0.1%～10%）である場合に、縦壁部（第 1 の網状体 41A）の少なくとも一部が被処理物により覆われることなく被処理物から露出するように該縦壁部を形成することが好ましい。このように縦壁部を形成することにより、露出した縦壁部の一部からも吸引して吸気効率を上げることができる。この場合も同様に、被処理物の乾燥処理が終了した時の被処理物量が前記容器の全容量の 0.1%～80% にした場合（被処理物量が多い場合）には、被処理物量が前記容器の全容量の 0.1%～65% や 0.1%～45% にした場合に比べてフィルタ 4 の高さを高くしなければならないため、吸気効率を高めることができる反面、フィルタ 4 の高さが高くなる分、フィルタ 4 にかかるコストや強度面（耐久面）において不利になる。

【0036】

また、前記凍結乾燥装置 1 には、図 14 に示すように、圧力検出手段 17 により検出される容器 2 内の圧力に基づいて、加熱手段 18 の温度が上下するように加熱手段 18 の駆動を制御する制御部 20 を備えている。

【0037】

制御部 20 は、圧力検出手段 17 により検出される圧力が下がるときの降圧に関する第 1 閾値に基づいて加熱手段 18 の温度が上がるように加熱手段 18 の駆動を制御し、かつ、圧力検出手段 17 により検出される圧力が上がるときの昇圧に関する第 2 閾値に基づいて加熱手段 18 の温度が下がるように加熱手段 18 の駆動を制御する。図 13 のグラフに示すように、降圧に関する第 1 閾値は、減圧が促進されて容器 2 内の温度を上げてモコラプスの発生にはならず乾燥速度が速い状態で維持できる容器 2 内の圧力の下限值 26 である。また、昇圧に関する第 2 閾値は、乾燥速度が過大な状態やフィルタの詰まり等により減圧度が悪くなり、コラプスの発生を招くことが予想される容器 2 内の圧力の上限值 27 である。

【0038】

図 13 の細い破線 28 が、容器 2 内の圧力が次第に減圧されている正常運転時の容器 2 内の圧力値を示している。そして、圧力検出手段 17 により検出される圧力値が、上限値 27 と下限値 26 の間に入っている場合には、図 13 の実線 29 で示すように、ジャケット温度が太い破線 30 で示す最大温度よりも少し下がった設定温度（ここでは -10 度）を維持するように加熱手段 18 の駆動を制御する。ここでは、ジャケット温度の最大温度（太い破線 30 で示す温度）とジャケット温度の最小温度（一点鎖線 36 で示す温度）の略中間に位置する温度に前記設定温度を設定しているが、ジャケット温度の最大温度よりも低い任意の温度に設定することもできる。また、乾燥運転中に、圧力検出手段 17 により検出される圧力値が、上限値 27 よりも大きくなると、ジャケット温度を下げるように加熱手段 18 の駆動を制御する。また、前記の場合とは反対に、圧力検出手段 17 により検出される圧力値が、下限値 26 と略同じ又は下限値 26 よりも小さくなると、制御部 2

10

20

30

40

50

0 は、容器 2 内の減圧が促進されたと判断して、ジャケット温度を前記設定温度から徐々に上昇させるように加熱手段 18 の駆動を制御する。

【0039】

また、ジャケット温度の最小温度（一点鎖線 36 で示す温度）までジャケット温度を下げて、圧力検出手段 17 により検出される圧力値が圧力の上限值 27 を超える場合は、減圧ポンプの異常や、配管や蓋等からの気体の漏れによる密閉異常が発生していると制御部 20 が判断して、エラーである旨を作業者にブザーや表示ランプ等の報知手段を用いて報知するとともに、凍結乾燥装置 1 の運転を一旦中断してもよい。

【0040】

実際の乾燥工程において、制御部 20 により、加熱手段 18 の駆動を制御することについて図 13 のグラフに基づいて説明する。

10

【0041】

容器 2 内に供給された被処理物の凍結乾燥を行うために起動スイッチ（図示せず）を押すと、減圧ポンプが駆動され、容器 2 内の気体を吸引して減圧を開始する。減圧ポンプを所定時間駆動すると、容器 2 内の圧力（細い破線 28 参照）が上限値 27 に達した後、更に容器 2 内の圧力が所定値まで小さくなる。なお、容器 2 内の圧力が、所定時間経過しても上限値 27 に達しない場合には、制御部 20 が、何らかのトラブルが発生していると判断して、エラーである旨を作業者にブザーや表示ランプ等の報知手段を用いて報知するとともに、凍結乾燥装置 1 の運転を一旦中断してもよい。

【0042】

20

前述した容器 2 内の圧力が所定値まで小さくなり、所定時間が経過すると、下限値 26 と略同じ又は下限値 26 よりも容器 2 内の圧力が小さくなると（図 13 のポイント 37 の時点を参照）、制御部 20 は、減圧が進んだと判断して、ジャケット温度を前記設定温度から徐々に上昇させるように加熱手段 18 の駆動を制御して被処理物を乾燥させる。容器 2 内の圧力が上限値 27 よりも小さくなって（下がって）から、上限値 27 を越える場合には、制御部 20 は、ジャケット温度を下げるように加熱手段 18 の駆動を制御する。

【0043】

また、制御部 20 は、乾燥初期の時は、容器 2 を間欠回転又は低速回転させる制御を行い、減圧が進んでジャケット温度を上昇させる時は、ジャケット温度の回転を徐々に速くする制御を行う。そして、乾燥の終わりの時期、つまりジャケット温度を最大温度（図 13 では 20 ）まで上げた後は、回転を更に速くする。このようにジャケット温度に合わせて容器 2 の回転数を制御することが好ましい。このように制御することで、乾燥終期の乾燥速度を促進して乾燥時間の短縮化を図ることも可能である。

30

【0044】

尚、本発明は、前記実施形態に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で種々の変更が可能である。

【0045】

前記実施形態では、容器 2 が開閉自在な蓋 22 を備えていたが、容器 2 内に被処理物を外部から供給するための開口を容器 2 の周面に設けて実施することができる。この場合、開口が接続部を構成する。

40

【0046】

また、前記実施形態では、フィルタ 4 を鍔付きのハット形状に構成したが、図 12（a）～（e）のような形状であってもよい。なお、図ではフィルタ部 41 を示し、支持枠 42 は図示していない。図 12（a）では、縦壁部である第 1 の網状体 41A の延出端（図では下端）を覆うカバー部である第 2 の網状体 41B を、中心部側ほど下方に突出する円錐状に構成している。図 12（b）では、縦壁部である第 1 の網状体 41A の延出端を覆うカバー部である第 2 の網状体 41B を、中心部側ほど上方に凹んだ逆円錐状に構成している。図 12（c）では、縦壁部である第 1 の網状体 41A を下方に向かうほど内側に位置する先窄まり形状にし、第 1 の網状体 41A の延出端を覆うカバー部である第 2 の網状体 41B を、中心部側ほど下方に突出する円錐状に構成している。図 12（d）では、縦

50



壁部である第 1 の網状体 4 1 A を下方に向かうほど外側に位置する拡張形状に構成し、第 1 の網状体 4 1 A の延出端を覆うカバー部である第 2 の網状体 4 1 B を水平面形状にしている。図 1 2 ( e ) では、カバー部の無い縦壁部である第 1 の網状体 4 1 A のみで構成されている。具体的には、である第 1 の網状体 4 1 A が 6 つの面 4 1 H を有する椀形状に構成されている。このように、フィルタ部 4 1 の形状又は構成は自由に変更できる。また、フィルタ部 4 1 は、複数の襷を備えたプリーツ構造を有したものであってもよい。

#### 【 0 0 4 7 】

また、前記実施形態では、フィルタ 4 を、フィルタ部 4 1 と、支持枠 4 2 と、を備えた場合を示したが、保形強度を有するフィルタ部 4 1 のみでフィルタ 4 を構成してもよい。

#### 【 0 0 4 8 】

また、前記実施形態では、縦壁部である第 1 の網状体 4 1 A を全域に亘って通気性を有する構成としたが、一部にのみ通気性を有する構成としてもよい。また、第 1 の網状体 4 1 A の延出端を覆うカバー部である第 2 の網状体 4 1 B を、全域に亘って通気性を有する構成としたが、一部にのみ通気性を有する構成としてもよい。

#### 【 0 0 4 9 】

また、前記実施形態では、降圧に関する閾値を下限値とし、昇圧に関する閾値を上限値とした。これに対して、降圧に関する閾値を、容器 2 内における圧力が降下する降下割合（降下率）を予め設定し、容器 2 内における圧力の降下割合（降下率）が、設定された降下割合（降下率）以上になったときに、ジャケット温度を上昇させるようにしてもよい。また、昇圧に関する閾値を、容器 2 内における圧力が上昇する上昇割合（上昇率）を予め設定し、容器 2 内における圧力の上昇割合（上昇率）が、設定された上昇割合（上昇率）以上になったときに、ジャケット温度を下げるようにしてもよい。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 5 0 】

1 ... 凍結乾燥装置、2 ... 容器、3 ... 真空配管、4 ... フィルタ、5 ... 熱媒供給用ホース、6 ... 熱媒回収用ホース、7 , 8 ... 回転軸部、9 , 10 ... 軸受台、11 , 12 ... 軸受装置、13 ... ボックス、14 ... 架台、15 ... モータ、16 ... 管、16 F ... 減圧真空配管、17 ... 圧力検出手段、18 ... 加熱手段、19 ... 温度検出手段、20 ... 制御部、21 ... 本体壁、21 A ... テーパー面、22 ... 蓋、22 A ... 貫通孔、23 ... ジャケット、24 ... 接続端部、24 A ... 下端部、24 D ... 段部、24 E ... 最下端、24 F ... 上側の下端、24 K ... 開口、25 ... 排出部、26 ... 下限値、27 ... 上限値、28 ... 細い破線、29 ... 実線、30 ... 太い破線、31 ... 第 1 管、32 ... 第 2 管、33 ... フレキシブルホース、34 ... 第 3 管、35 ... 第 4 管、36 ... 一点鎖線、37 ... ポイント、41 ... フィルタ部、41 A ... 第 1 の網状体（縦壁部）、41 B ... 第 2 の網状体（横壁部）、41 C , 41 D ... シールガスケット、41 E ... 円板、41 F ... フランジ部、41 H ... 6 つの面、41 a ... 外折した部分、42 ... 支持枠、42 A ... 多孔板、42 B ... 上側リング部材、42 C ... 丸棒、42 D ... 中間リング部材、42 E ... 補強板、42 F ... 張り板、42 a ... 開口、42 b ... フランジ部、42 d ... 開口、G ... 処理空間、S ... 隙間、X ... 水平軸芯

10

20

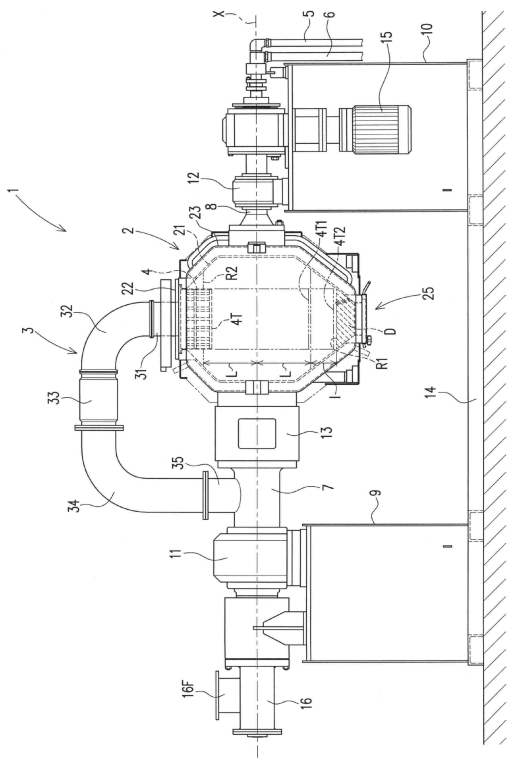
30

40

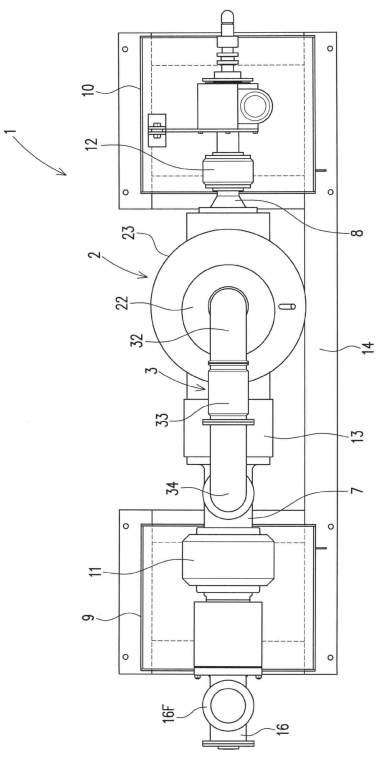
50

【図面】

【図 1】



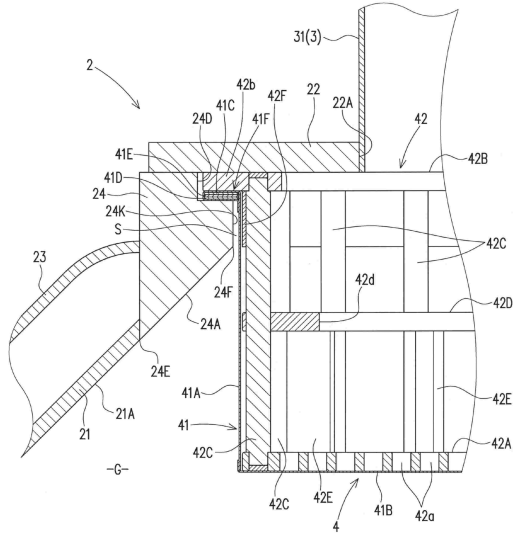
【図 2】



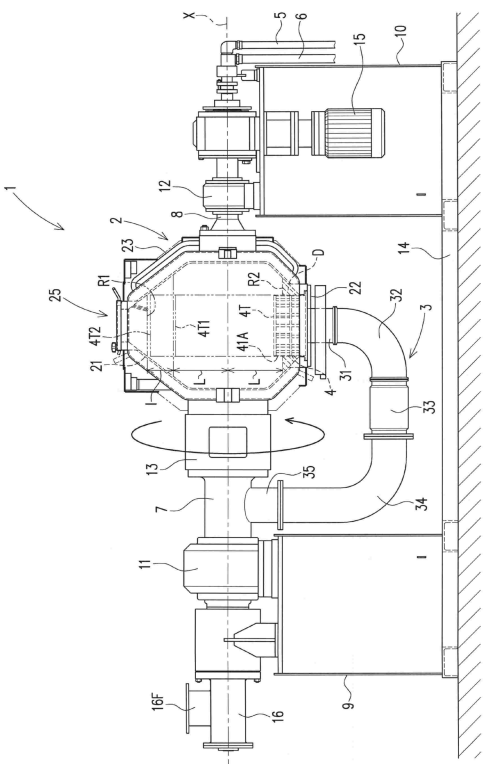
10

20

【図 3】



【図 4】

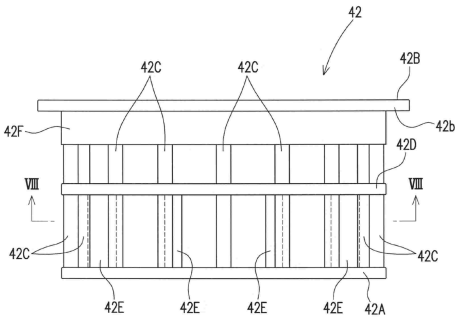


30

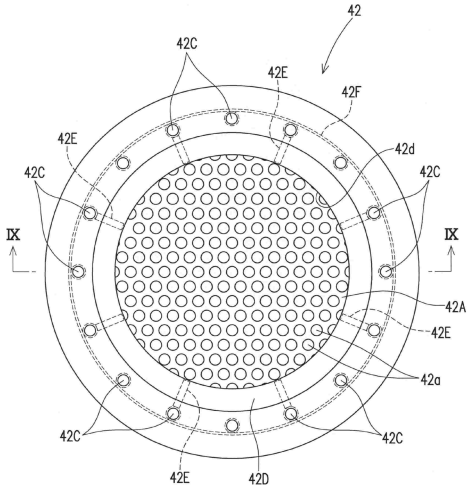
40

50

【 図 5 】



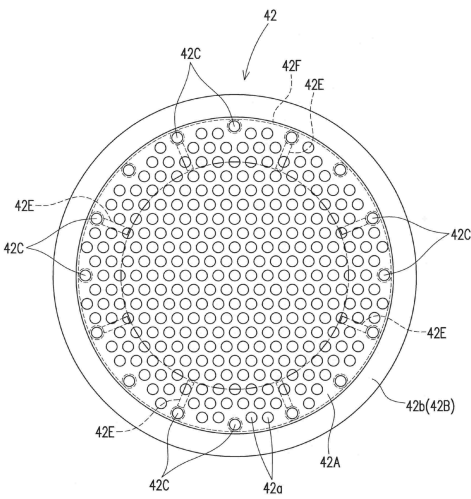
【 図 6 】



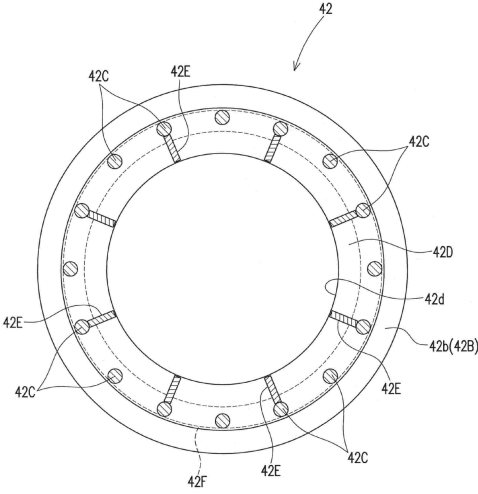
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

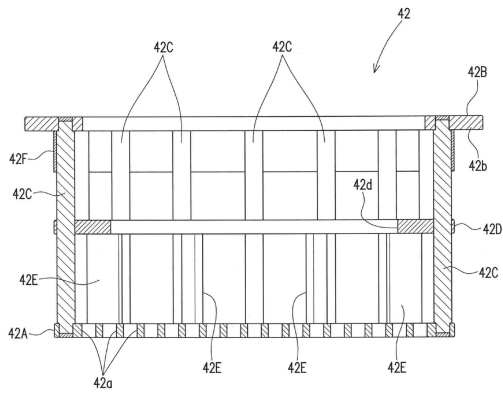


30

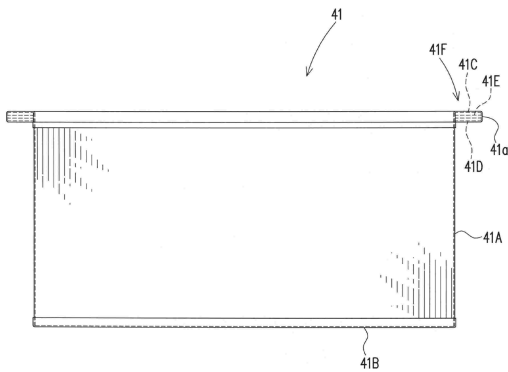
40

50

【図 9】



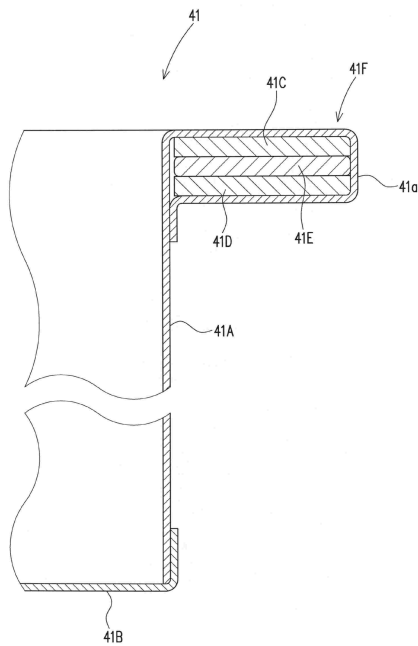
【図 10】



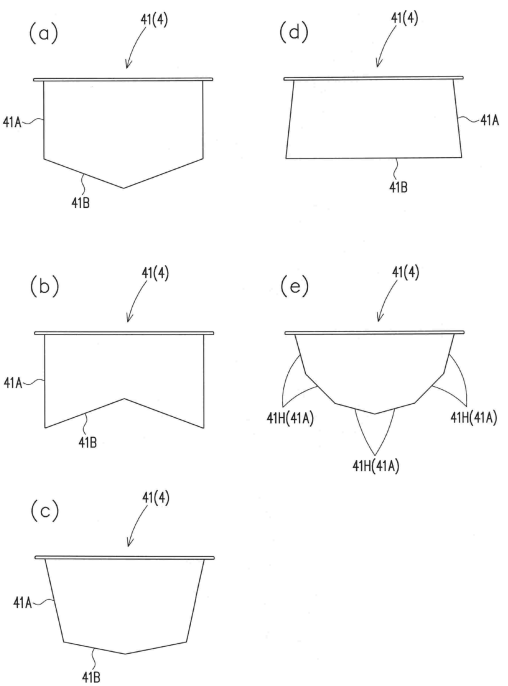
10

20

【図 11】



【図 12】

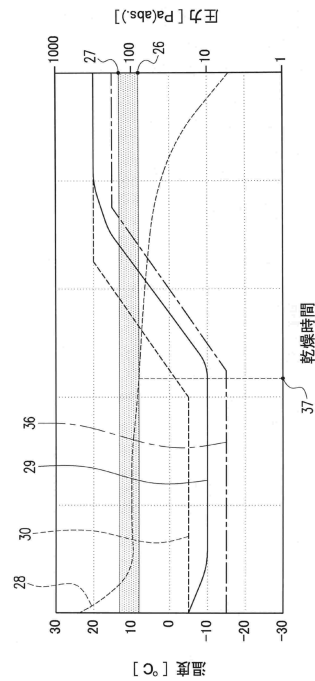


30

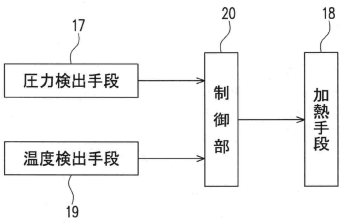
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献      特開 2 0 1 4 - 0 1 6 0 4 7 ( J P , A )  
                    特開 2 0 0 3 - 2 2 2 4 6 7 ( J P , A )  
                    特開平 0 7 - 0 2 7 4 7 9 ( J P , A )  
                    特開平 0 4 - 0 8 3 5 7 3 ( J P , A )  
                    特表 2 0 1 5 - 5 0 0 9 7 3 ( J P , A )  
                    特開昭 6 3 - 2 3 1 1 9 4 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 5 - 0 5 5 4 5 4 ( J P , A )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
                    F 2 6 B      5 / 0 6  
                    F 2 6 B      2 5 / 0 0