

(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2010-54064

(P2010-54064A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 6 B 5/06 (2006.01)	F 2 6 B 5/06	3 L 1 1 3
A 2 3 L 3/44 (2006.01)	A 2 3 L 3/44	4 B 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-216319 (P2008-216319)	(71) 出願人	000162261
(22) 出願日	平成20年8月26日 (2008. 8. 26)		
		(74) 代理人	100065053
			弁理士 新関 和郎
		(72) 発明者	細見 博
			東京都港区西新橋1丁目18番17号明産
			西新橋ビル 共和真空技術株式会社内
		(72) 発明者	砂間 良二
			東京都港区西新橋1丁目18番17号明産
			西新橋ビル 共和真空技術株式会社内
		Fターム(参考)	3L113 AA01 AB02 AC22 AC24 AC45
			AC46 AC54 AC63 AC64 BA04
			BA16 DA06
			4B022 LB06 LR06

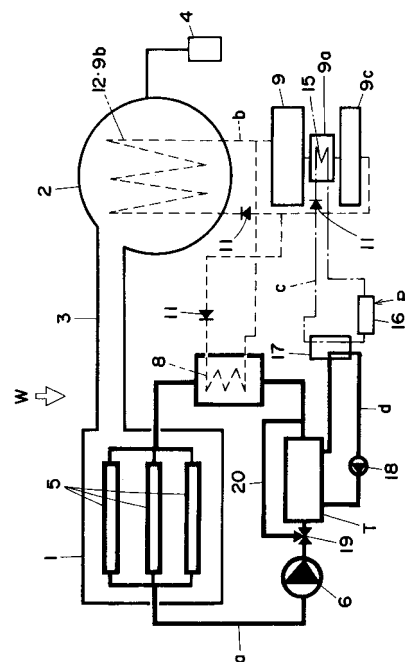
(54) 【発明の名称】 凍結乾燥方法及び凍結乾燥装置

(57) 【要約】

【課題】被乾燥物を凍結させ、これに昇華潜熱を与えて、含有水分を昇華蒸気として引き出し、コールドトラップに捕集し除去することで行う凍結乾燥手段は、予備凍結の工程の間、及び一次乾燥及びこれに続く二次乾燥の工程の間、トラップ管12を冷却するため、冷却熱の供給による多量の熱量を要し、また、被乾燥物に対し昇華潜熱を与えるため多量の熱量を要している問題があり、これを解決することを課題とする。

【解決手段】被乾燥物を、凍結状態に保持せしめた状態において、昇華潜熱を供給して水蒸気を昇華させ、その昇華水蒸気をトラップ管に凝縮または凝結させて捕集させて行う凍結乾燥方法において、トラップ管を冷媒により冷却する冷凍機の凝縮部から外部に排出する冷媒熱を、ヒートポンプの蒸発器部により回収して、ヒートポンプの凝縮器部により加熱器7に供給し、冷凍機の冷媒熱により被乾燥物に昇華潜熱を与えるようにした。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被乾燥物を、密閉可能な乾燥庫内に設置せる棚上の載架して、棚内部に循環さす熱媒の冷却により凍結させ、次いで、乾燥庫からこれに接続する系内を真空排気して、被乾燥物を所定の真空度下に保持せしめ、かつ、凍結状態に保持せしめた状態において、棚に循環さす熱媒の加熱により被乾燥物に昇華潜熱を供給して被乾燥物から水蒸気を昇華させ、その昇華水蒸気を抽き出し、冷凍機の冷媒により冷却させているトラップ管に凝縮または凝結させて捕集させることで凍結乾燥させる凍結乾燥方法において、トラップ管を冷媒により冷却する冷凍機の凝縮部から外部に排出する冷媒熱を、ヒートポンプの蒸発器部により回収して、ヒートポンプの凝縮器部により棚（５）内部に循環させる熱媒を加熱する加熱器（７）に供給し、冷凍機の冷媒熱により被乾燥物に昇華潜熱を与えるようにしたことを特徴とする凍結乾燥方法。

10

【請求項 2】

密閉可能な乾燥庫（１）と、その乾燥庫（１）内に設置されて内部に熱媒が循環する棚（５）と、乾燥庫（１）に接続連通する系内を所定の真空度に保持せしめるよう接続する真空ポンプ（４）または真空排気系と、棚（５）に循環させる熱媒を冷却して棚（５）上の被乾燥物を凍結させるよう熱媒循環路（ａ）に設ける冷却器（８）と、棚（５）に循環さす熱媒を加熱して棚（５）上の被乾燥物に昇華潜熱を与えるよう熱媒循環路（ａ）に設ける加熱器（７）と、抽き出した昇華水蒸気を凝縮または凝結させて捕集さすよう設置せるトラップ管（１２）と、そのトラップ管（１２）に冷媒を循環させて冷却する冷凍機（９）と、を装備せる凍結乾燥装置において、

20

トラップ管（１２）を冷媒により冷却する冷凍機（９）の凝縮部（９ａ）と棚（５）内部に熱媒を循環させる熱媒循環路（ａ）に設ける加熱器（７）との間に、ヒートポンプ（Ｐ）を配設し、そのヒートポンプ（Ｐ）の蒸発器部（１５）を、冷凍機（９）の凝縮部（９ａ）に、熱交換により冷凍機（９）の冷媒熱を熱交換により回収するよう接続し、ヒートポンプ（Ｐ）の凝縮器部（１７）を、熱媒循環路（ａ）に対し、熱交換により該熱媒循環路（ａ）内の熱媒に前記蒸発器部（１５）で回収した冷媒熱を供給するよう接続して、冷凍機（９）の冷媒熱により被乾燥物に昇華潜熱を与えるようにしたことを特徴とする凍結乾燥装置。

30

【請求項 3】

密閉可能な乾燥庫（１）と、その乾燥庫（１）内に設置されて内部に熱媒が循環する棚（５）と、乾燥庫（１）に接続連通する系内を所定の真空度に保持せしめるよう接続する真空ポンプ（４）または真空排気系と、棚（５）に循環させる熱媒を冷却して棚（５）上の被乾燥物を凍結させるよう熱媒循環路（ａ）に設ける冷却器（８）と、棚（５）に循環さす熱媒を加熱して棚（５）上の被乾燥物に昇華潜熱を与えるよう熱媒循環路（ａ）に設ける加熱器（７）と、抽き出した昇華水蒸気を凝縮または凝結させて捕集さすよう設置せるトラップ管（１２）と、そのトラップ管（１２）に冷媒を循環させて冷却する冷凍機（９）と、を装備せる凍結乾燥装置において、

トラップ管（１２）を冷媒により冷却する冷凍機（９）の凝縮部（９ａ）と棚（５）内部に熱媒を循環させる熱媒循環路（ａ）に設ける加熱器（７）との間に、ヒートポンプ（Ｐ）を配設し、そのヒートポンプ（Ｐ）の蒸発器部（１５）を、冷凍機（９）の凝縮部（９ａ）に、熱交換により冷凍機（９）の冷媒熱を熱交換により回収するよう接続し、ヒートポンプ（Ｐ）の凝縮器部（１７）には、熱媒貯留タンク（Ｔ）に接続する熱媒循環路（ｄ）を接触接続し、その熱媒貯留タンク（Ｔ）を、棚（５）に熱媒を循環させる熱媒循環路（ａ）に、熱媒切替弁（１９）を介し接続連通して、回収した冷媒熱を昇温させた熱媒として熱媒貯留タンク（Ｔ）に貯留し、必要に応じ熱媒循環路（ａ）に供給するようにしたことを特徴とする凍結乾燥装置。

40

【請求項 4】

ヒートポンプ（Ｐ）の蒸発器部（１５）と、冷凍機（９）の凝縮部（９ａ）とを、それらの間で冷凍機（９）の冷媒熱を回収する熱交換が行われるよう直結的に接触接続させた

50

ことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の凍結乾燥装置。

【請求項 5】

ヒートポンプ（P）の蒸発器部（15）と、冷凍機（9）の水冷コンデンサ（10）の冷却水の循環路（e）とを、それらの間で冷凍機（9）の冷媒熱を回収する熱交換が行われるよう接触接続させたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の凍結乾燥装置。

【請求項 6】

棚（5）に熱媒を循環させる熱媒循環路（a）に、熱媒を貯留する熱媒貯留タンク（T）と、このタンク（T）と並列するバイパス路（20）と、これらタンク（T）とバイパス路（20）とに対し熱媒循環路（a）を切替えて連通させる熱媒切替弁（19）とを設け、前記熱媒貯留タンク（T）には、該タンク（T）内の熱媒を循環させる循環路（d）を接続させて設け、その循環路（d）をヒートポンプ（P）の凝縮器部（17）に接触接続させて、ヒートポンプ（P）により回収した冷凍機（9）の冷媒熱を昇温させた熱媒として熱媒貯留タンク（T）に貯留し、必要に応じ熱媒循環路（a）に供給するようにしたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の凍結乾燥装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、被乾燥物の乾燥を、凍結乾燥装置を用い凍結乾燥により行う凍結乾燥方法及び凍結乾燥装置に関する。

【0002】

さらに詳しくいえば、医薬・食品等の被乾燥物を乾燥するのに、凍結乾燥装置の乾燥庫内に装入して庫内の棚に載置した被乾燥物を、まず、棚の内部に循環させる熱媒の冷却により凍結させ、次いで凍結状態を保持させ、かつ、所定の真空度に保持させた状態において、庫内の棚に循環させる熱媒の加熱により昇華潜熱を与えて、凍結状態の被乾燥物から水蒸気を昇華させ、その昇華水蒸気を、乾燥庫に接続連通するコールドトラップ室に引き出し、コールドトラップ室内に設けておいて、冷凍機の循環する冷媒により冷却しておくトラップ管（冷却コイル）に、凝結または凝縮させて捕集除去させることで、被乾燥物を凍結乾燥させる凍結乾燥方法についての改良とこの凍結乾燥方法の実施に用いる凍結乾燥装置についての改良に関するものである。

【背景技術】

【0003】

被乾燥物をまず凍結させ、これを、凍結状態に保持し、かつ、所定の真空度以下に保持せしめた状態において、これに昇華潜熱を与えて、水蒸気を昇華させ、その昇華水蒸気を、冷凍機の冷媒を循環させることで冷却させておく冷却コイルに凝縮または凝結させて捕集し除去することによって行う被乾燥物の凍結乾燥方法の実施に用いる凍結乾燥装置は、通常、図 1 に示しているように、被乾燥物を装入する乾燥庫 1 を、庫内が所定の真空度に保持せしめ得るよう隔壁により気密に囲って構成し、被乾燥物を装入するための装入口（図示省略）を開閉自在の扉により密閉し得るよう装設し、庫内には、装入した被乾燥物を載架して支承せしめる棚 5 を棚設しておく。

【0004】

この棚 5 に、熱媒ポンプ 6 の作動で熱媒が循環する熱媒循環路 a を接続し、これに、循環する熱媒を冷却して棚 5 上に載置した被乾燥物を凍結させるための冷却器 8 と、循環する熱媒を加熱して棚 5 上に載置して凍結させた被乾燥物に昇華潜熱を与えるための加熱器 7 とを接続して設けておき、冷却器 8 には、冷凍機 9 の冷媒が循環する冷却コイルを組み付けておく。

【0005】

そして、乾燥庫 1 には、コールドトラップ室 2 を、真空配管 3 を介し連通させて接続するか、乾燥庫 1 にコールドトラップ室 2 を一体的に設けるか、または、乾燥庫 1 とコールドトラップ室 2 とが連結して並列するように設けるかして接続連通し、これに、乾燥庫 1 からこのコールドトラップ室 2 に至る系内を所定の真空度に保持さすための真空ポンプ 4

10

20

30

40

50

または真空排気系を接続し、また、このコールドトラップ室 2 内には、乾燥庫 1 内の被乾燥物から発生して引き出されてくる昇華水蒸気を凝結または凝縮させて捕集させるためのトラップ管（冷却コイル）12 を収蔵せしめ、このトラップ管 12 に、冷凍機 9 の冷媒が循環する冷媒循環路 b を、冷凍機 9 のコンプレッサにより圧縮された冷媒ガスが凝縮器部で凝縮されて、循環するように接続し、これによりトラップ管 12 を、循環する冷凍機 9 の冷媒が冷媒ガスに気化する蒸発熱により昇華水蒸気を再水結させる温度に冷却しておき、このトラップ管 12 に、乾燥庫 1 からトラップ室 2 に引き出してきた昇華水蒸気を凝結・捕集させることで、乾燥庫 1 内に装入した被乾燥物を、凍結状態において乾燥させるように構成している。

【0006】

このように凍結乾燥装置を用いて行う被乾燥物の凍結乾燥は、乾燥しようとする医薬・食品等の被乾燥物は、トレイ、又はバイアル瓶等の容器に入れ、その容器ごと乾燥庫 1 内に装入し、棚 5 の上に載架するが、まず、この装入した被乾燥物の予備凍結を行う。

【0007】

この予備凍結は、冷凍機 9 を運転して冷媒を冷却器 8 の冷却コイルに循環させて冷却器 8 を作動させ、熱媒循環路 a の熱媒を冷却して棚 5 を冷却することで行う。この予備凍結は通常、4～6 時間程度の時間を要して行われる。

【0008】

予備凍結が完了したところで、トラップ室 2 内のトラップ管 12 に冷凍機 9 の冷媒を流し、真空ポンプ等の真空排気系 4 を作動させて乾燥庫 1 からコールドトラップ室 2 に至る系内の真空排気を行い、その排気により、系内の真空度が所定の値に達したところで、熱媒循環路 a に設けた加熱器 7 を作動させて、循環する熱媒を加熱し、それにより加熱される棚 5 を介して、凍結状態の被乾燥物に昇華潜熱（ 690 kcal/kg ）を与える。

【0009】

これにより、棚 5 上にある凍結状態の被乾燥物から水分が昇華し、その昇華水蒸気は、乾燥庫 1 に真空配管を介して接続・連通するコールドトラップ室 2 の冷却コイルよりなるトラップ管 12 に向け引き出されて、冷却コイルのトラップ管 12 の周面に再水結して捕集されていき、棚 5 上の被乾燥物は、一次乾燥及び二次乾燥の工程を経て、所定の水分値に乾燥していく。

【0010】

このとき、昇華水蒸気がトラップ管 12 に凝結していくときの凝結潜熱（ 690 kcal/kg ）は、トラップ管 12 内を流れる冷媒の蒸発熱との熱交換により冷媒に移行して系外に持ち出され、冷凍機 9 の冷媒の凝縮部において、そこに接続させた水冷コンデンサ 10 等の熱交換手段の冷却水に移り、冷却水循環ポンプ 13 によりクーリングタワー 14 に送られ、そこで、大気に熱交換により放出される。冷凍機 9 の凝縮部が空冷式のコンデンサである場合には直接の大気との熱交換により放出される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上述の凍結乾燥機を用いて、被乾燥物を凍結させ、これに昇華潜熱を与えて、含有水分を昇華蒸気として引き出し、これをコールドトラップにより凝結させて捕集し除去することで行う凍結乾燥手段は、乾燥庫内に装入した被乾燥物を凍結させる予備凍結の工程の間、及び乾燥庫内を所定の真空度に保持して行う一次乾燥及びこれに続く二次乾燥の工程の間、庫内の棚 5 及びトラップ室 2 内のトラップ管 12 を冷却するため、冷凍機 9 を稼働させて冷媒を循環させることで行う冷却熱の供給による多量の熱量を要し、また、一次乾燥及び二次乾燥の工程の間、凍結状態の被乾燥物に対し昇華潜熱を与えるため加熱器 7 を作動させて行う棚 5 の加熱に多量の熱量を要し、このためランニングコストを高くしている問題がある。

【0012】

ところで、冷凍機 9 の凝縮部 9a において、屋外に捨てられている凝結潜熱は、冷凍機

10

20

30

40

50

9の凝縮部が水冷式コンデンサである場合は、熱交換により冷却水に移行し、温排水となって出てくるのを、空気との熱交換によって、温熱気体として大気中に放出して捨て、冷凍機9の凝縮部が空冷式の場合にあっては、空気との直接の熱交換により、温熱気体として大気中に放出して捨てているので、この屋外に捨てられている温熱気体が、地球温暖化の問題、特に都市部ではヒートアイランド現象の問題として今日緊急の課題となっている。

【0013】

このことから、凍結乾燥手段には、冷凍機9の稼動により冷媒が持ち出して屋外に捨てている凝結潜熱を回収する熱交換器を組み込み、それにより回収した熱量を加熱器7に供給するようにすれば、従来、加熱器7に供給していた熱量の分だけ熱源費を低減させて、ランニングコストを低減させ得る、という課題が生じている。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明においては、上述の課題を解決するための手段として、被乾燥物を、密閉可能な乾燥庫内に設置せる棚上の載架して、棚内部に循環さす熱媒の冷却により凍結させ、次いで、乾燥庫からこれに接続する系内を真空排気して、被乾燥物を所定の真空度下に保持せしめ、かつ、凍結状態に保持せしめた状態において、棚に循環さす熱媒の加熱により被乾燥物に昇華潜熱を供給して被乾燥物から水蒸気を昇華させ、その昇華水蒸気を引き出し、冷凍機の冷媒により冷却させているトラップ管に凝縮または凝結させて捕集させることで凍結乾燥させる凍結乾燥方法において、トラップ管を冷媒により冷却する冷凍機の凝縮部から外部に排出する冷媒熱を、ヒートポンプの蒸発器部により回収して、ヒートポンプの凝縮器部により棚5内部に循環させる熱媒を加熱する加熱器7に供給し、冷凍機の冷媒熱により被乾燥物に昇華潜熱を与えるようにしたことを特徴とする凍結乾燥方法を提起し、また、

密閉可能な乾燥庫1と、その乾燥庫1内に設置されて内部に熱媒が循環する棚5と、乾燥庫1に接続連通する系内を所定の真空度に保持せしめるよう接続する真空ポンプ4または真空排気系と、棚5に循環させる熱媒を冷却して棚5上の被乾燥物を凍結させるよう熱媒循環路aに設ける冷却器8と、棚5に循環さす熱媒を加熱して棚5上の被乾燥物に昇華熱を与えるよう熱媒循環路aに設ける加熱器7と、引き出した昇華水蒸気を凝縮または凝結させて捕集さすよう設置せるトラップ管12と、そのトラップ管12に冷媒を循環させて冷却する冷凍機9と、を装備せる凍結乾燥装置において、トラップ管12を冷媒により冷却する冷凍機9の凝縮部9aと棚5内部に熱媒を循環させる熱媒循環路aに設ける加熱器7との間に、ヒートポンプPを配設し、そのヒートポンプPの蒸発器部15を、冷凍機9の凝縮部9aに、熱交換により冷凍機9の冷媒熱を熱交換により回収するよう接続し、ヒートポンプPの凝縮器部17を、熱媒循環路aに対し、熱交換により該熱媒循環路a内の熱媒に前記蒸発器部15で回収した冷媒熱を供給するよう接続して、冷凍機9の冷媒熱により被乾燥物に昇華潜熱を与えるようにしたことを特徴とする凍結乾燥装置を提起し、さらに、

密閉可能な乾燥庫1と、その乾燥庫1内に設置されて内部に熱媒が循環する棚5と、乾燥庫1に接続連通する系内を所定の真空度に保持せしめるよう接続する真空ポンプ4または真空排気系と、棚5に循環させる熱媒を冷却して棚5上の被乾燥物を凍結させるよう熱媒循環路aに設ける冷却器8と、棚5に循環さす熱媒を加熱して棚5上の被乾燥物に昇華潜熱を与えるよう熱媒循環路aに設ける加熱器7と、引き出した昇華水蒸気を凝縮または凝結させて捕集さすよう設置せるトラップ管12と、そのトラップ管12に冷媒を循環させて冷却する冷凍機9と、を装備せる凍結乾燥装置において、トラップ管12を冷媒により冷却する冷凍機9の凝縮部9aと棚5内部に熱媒を循環させる熱媒循環路aに設ける加熱器7との間に、ヒートポンプPを配設し、そのヒートポンプPの蒸発器部15を、冷凍機9の凝縮部9aに、熱交換により冷凍機9の冷媒熱を熱交換により回収するよう接続し、ヒートポンプPの凝縮器部17には、熱媒貯留タンクTに接続する熱媒循環路dを接続し、その熱媒貯留タンクTを、棚5に熱媒を循環させる熱媒循環路aに、熱媒切替弁

19を介し接続連通して、回収した冷媒熱を昇温させた熱媒として熱媒貯留タンクTに貯留し、必要に応じ熱媒循環路aに供給するようにしたことを特徴とする凍結乾燥装置を提起するものである。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、被乾燥物を凍結乾燥装置で凍結乾燥させるときの、被乾燥物に昇華潜熱を与えるための被乾燥物に対する熱の供給を、トラップ管を冷却する冷凍機の冷媒熱を冷凍機の凝縮部においてヒートポンプにより回収して、その回収した冷媒熱を供給することで行っているのだから、被乾燥物に対し昇華潜熱を与えるために供給する熱が、従来捨てられていた冷凍機の冷媒熱によりまかなわれるようになって、凍結乾燥装置のランニングコストを低減し得る。

10

【0016】

又クーリングタワーにて周囲環境に捨てられていた温排気体を回収することで省エネルギーにより地球温暖化対策そしてヒートアイランド現象を低減することで社会的責任を担うこととなります。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

次に発明の実施の態様を実施例につき図面に従い詳述する。

【実施例1】

【0018】

図2は、本発明を実施せる凍結乾燥装置の各構成部材を輪郭で概要を示して配置関係を表した全体の展開図で、同図において、1は乾燥すべき被乾燥物を庫内に装入せしめる乾燥庫で、内部を所定の真空度に保持せしめ得るよう隔壁により気密に囲われ、その隔壁には、被乾燥物を装入するための装入口が開閉自在の扉により密閉し得るよう装設され、内部には装入した被乾燥物を載架する棚5が装備されている通常のものである。

20

【0019】

2は、前記乾燥庫1に対し真空配管3を介して接続連通させたコールドトラップ室で、その室内には、前記乾燥庫1内の棚5上に載架せる被乾燥物から昇華させた水蒸気を凝縮または凝結させて捕集せしめるためのトラップ管（冷却コイル）12が配設してある。このコールドトラップ室2には、前記乾燥庫1から該トラップ室2に至る系内を所定の真空度に保持するための真空ポンプ4または真空排気系が接続してある。このコールドトラップ室2は、乾燥庫1の内部空間を共用した形態に設ける場合がある。この場合は、後述するトラップ管12は乾燥庫1内に設置される態様となる。

30

【0020】

aは、前述の乾燥庫1内に棚設せる棚5の温度を所望に調整するために、その棚5の内部の管路に熱媒を流過させる熱媒循環路で、熱媒を強制的に循環させるための熱媒循環ポンプ6と、熱媒を冷却して棚5上の被乾燥物を凍結させるための冷却器8と、棚5上に凍結させた被乾燥物に昇華潜熱を与えるために熱媒を加熱する加熱器7とが装設してある。

【0021】

9は、前述のコールドトラップ室2内に装備せるトラップ管12を冷却する冷凍機である。冷凍機9は、冷媒ガスを加圧するコンプレッサと、加圧した冷媒ガスを凝縮し冷媒液に液化させる凝縮部9aと、液化させた冷媒を前記コンプレッサの加圧による圧力で膨張弁を介し噴出させて冷媒ガスに気化・蒸発させる蒸発部9bと、蒸発部において気化した冷媒ガスが凝縮部に戻って液化し再び蒸発部に流れるようにこれらを接続・連通させる冷媒の循環路bとからなり、蒸発部において冷媒が気化する気化熱により周囲から熱を奪って冷却する通常の冷凍機であり、冷媒の循環路bを、コンプレッサにより加圧されて高圧となった冷媒が、膨張弁11を介しトラップ管12内に噴出し、このトラップ管12内を蒸発部9bとして冷媒ガスに気化し、凝縮部9aにおいて液化し、コンプレッサによる圧力で再びトラップ管12内に流れるよう冷媒の循環路bをトラップ管12に対し接続させてある。

40

50

【0022】

この冷凍機9の冷媒の循環路bは、分枝させて、熱媒循環路aに設けた冷却器8にも、膨張弁11を介し冷媒を送給し、冷却器8を蒸発部として冷凍機9の冷媒が循環するように接続させてあり、冷凍機9で冷却器8を冷却作動させるようにしている。(図では切り替え電磁弁は省略している。)

【0023】

また、冷凍機9は、この実施例においては、トラップ管12内において気化して冷媒ガスを、凝縮部9aにおいて冷媒に液化させたとき、その液化した冷媒を、凝縮部9aと離して設けた冷媒レシーバ9cに一たん貯め、ここから、コンプレッサによる加圧の圧力により蒸発部としたトラップ管12に送り出すようにしてある。

10

【0024】

Pは、冷凍機9の凝縮部9aから、通常、冷却水を介しての外気との熱交換または直接の外気との熱交換により屋外に捨てられている冷凍機9の冷媒の凝結潜熱である冷媒熱を回収して、その熱を、被乾燥物に与える昇華潜熱の熱源として、棚5に循環させる熱媒の加熱器に供給するために、冷凍機9の凝縮部9aと熱媒循環路aに設けた加熱器7との間に配設したヒートポンプである。

【0025】

ヒートポンプPは、熱媒体をポンプの圧力で低温側の蒸発器部から高温側の凝縮器部との間を循環するよう流動させて低温側から高温側に熱移動させる通常のヒートポンプであり、この例においては、冷媒に炭酸ガス冷媒を用い、これを循環路c内に封入し、コンプレッサ16による圧力で循環路c内を凝縮器を収蔵した凝縮器部17から膨張弁11を経て蒸発器を収蔵した蒸発器部15に流れ、その蒸発器部15からコンプレッサ16を経て凝縮器部17に流れるよう循環させ、これにより蒸発器部15の低温側で熱交換により冷媒に取り込んだ熱を凝縮器部17に移動させ、凝縮器部17において熱交換により、被加熱体を加熱するようにしている通常のものである。

20

【0026】

そして、このヒートポンプPは、この実施例においては、循環路cの一侧に設けた蒸発器部15を、凍結乾燥装置Wのトラップ管12を冷却する冷凍機9の凝縮器9aに直結的に組み合わせて接続させ、この冷凍機9の凝縮器9aとの間において直接的に熱交換が行われるようにしている。

30

【0027】

また、凝縮器部17は、凍結乾燥装置Wの棚5に循環させる熱媒の循環路aに設けた熱媒加熱用の加熱器7に対し、その加熱器7を加熱作動させる熱媒体の循環路aに接続させて、その熱媒体を加熱させることにより、この加熱器7に熱を供給するようにしている。

【0028】

従って、この実施例においては、冷凍機9の冷媒が、トラップ管12に昇華水蒸気を凝結させるときに、冷凍機9の冷媒に移行して凝縮器9aに運ばれてくる凝結潜熱(約690 kcal/kg)の冷媒熱は、凝縮器9aに直結的に組み合わせたヒートポンプPの蒸発器部15における熱交換によって回収され、回収された熱がヒートポンプPの熱媒体により凝縮器部17に移動し、凝縮器部17から熱媒体を介し加熱器7に供給されていくようになって、冷凍機9の冷媒熱により、被乾燥物に昇華潜熱を与えるための熱媒の加熱を行うようになる。

40

【実施例2】

【0029】

図3は別の実施例を示している。この例は、凍結乾燥装置Wの冷凍機9の凝縮器9aと、乾燥庫1内の棚5に循環させる熱媒の循環路aに設ける熱媒加熱用の加熱器7との間に、ヒートポンプPを配設して、冷凍機9の凝縮器9aから冷却水を介しての外気との熱交換または直接の外気との熱交換により屋外に捨てられている冷凍機9の冷媒熱を、ヒートポンプPにより回収して、その回収した熱を、乾燥庫1内の棚5に循環させる熱媒の循環路aに設けた加熱器7に供給することで、冷凍機9のトラップ管12を冷却した冷媒熱に

50

より、被乾燥物に昇華潜熱を与えるための被乾燥物の加熱を行うようにすることについては、上述の実施例のものと変わりが無いが、ヒートポンプPにより、冷凍機9の凝縮器9aから回収した冷媒熱を、棚5上の被乾燥物に昇華潜熱を与えるよう棚5に循環させる熱媒に対し供給するのに、回収した冷媒熱を、ヒートポンプPの凝縮器部17における直接熱交換により昇温した熱媒に移行させ、その熱媒を熱媒循環路aに設けた熱媒貯留タンクTに貯めて蓄熱貯留しておき、必要に応じ熱媒貯留タンクT内に貯めた高温の熱媒を、熱媒循環路aに流して熱媒を加熱するようにしている点において、前述の実施例1のものと相違しているものである。

【0030】

この実施例においては、棚5に熱媒を循環さす熱媒循環路aには、熱媒貯留タンクTを接続連通させて設けるとともに、このタンクTを跨ぐバイパス路20を設け、さらに、熱媒循環路aを熱媒貯留タンクTとバイパス路20とに切替え連通させる三方弁に形成した熱媒切替弁19を設けている。そして、熱媒貯留タンクTには、循環ポンプ18により該タンクTの熱媒を循環流動させる循環路dが接続してあって、この循環路dをヒートポンプPの凝縮器部17に、それらの間において熱交換が行われるように接触接続させておき、この循環路dを流れる熱媒が、ヒートポンプPの凝縮器部17との接触部位における熱交換により昇温して熱媒貯留タンクTに貯まり、繰り返しの循環により高温の熱媒となって蓄熱貯留されるようにしてある。

【0031】

この実施例においては、棚5の加熱を要しない棚5の被乾燥物を凍結させる予備凍結の工程の間における冷凍機9の冷媒熱を、熱媒貯留タンクTに昇温した熱媒として貯留していけるようになる。

【実施例3】

【0032】

図4は、さらに別の実施例を示している。この例は、凍結乾燥装置Wの冷凍機9の凝縮器9aからの、ヒートポンプPによる冷媒熱の回収を、前述した例においては、凝縮器9aにヒートポンプPの蒸発器部15を直接的に接触組み合わせることで、直接的な熱交換により行っているのに対し、冷凍機9の凝縮器9aに組み合わせられた水冷コンデンサ10に循環する冷却水を介して、間接的にヒートポンプPで回収し、この回収した冷媒熱を、棚5上の被乾燥物に昇華潜熱を与えるよう熱媒循環路aの熱媒に供給するようにしている例である。

【0033】

この例における凍結乾燥装置Wは、被乾燥物を装入する乾燥庫1と、装入した被乾燥物を載架せしめるよう乾燥庫1の庫内に装備せしめる棚5と、乾燥庫1に真空配管を介して接続連通せしめるコールドトラップ室2と、乾燥庫1からコールドトラップ室2に至る系内を所定の真空度に保持せしめるよう接続する真空ポンプ4または真空排気系と、棚5に循環させる熱媒を冷却して棚5上の被乾燥物を凍結させるよう熱媒循環路aに設ける冷却器8と、棚5に循環さす熱媒を加熱して棚5上の被乾燥物に昇華潜熱を与えるよう熱媒循環路aに設ける加熱器7と、コールドトラップ室2に抽き出した昇華水蒸気を凝縮または凝結させて捕集さすようコールドトラップ室2内に設置せるトラップ管12と、そのトラップ管12に冷媒を循環させて冷却する冷凍機9と、により構成している前述の実施例のものと同様の通常の凍結乾燥装置である。

【0034】

しかし、この凍結乾燥装置Wの冷凍機9の凝縮器9aから冷媒熱を回収するよう組み合わせるヒートポンプPは、冷凍機9の凝縮部に組み合わせている水冷コンデンサ10に流す冷却水の管路を、循環ポンプ13により冷却水が循環する循環路eに構成して、これをヒートポンプPの蒸発器部15に、それらの間において熱交換が行われるように接触接続させることで、ヒートポンプPによる冷凍機9の冷媒熱の回収が、水冷コンデンサ10の冷却水を介して間接的に行われるようにしている。

【0035】

また、このヒートポンプ P により回収した冷凍機 9 の冷媒熱の、棚 5 上に熱媒を循環させる熱媒循環路 a の熱媒に対する供給は、熱媒循環路 a に設ける加熱器 7 を、循環ポンプ 18 により熱媒体が循環する加熱器に構成し、この加熱器に流れる熱媒体の循環路 d を、ヒートポンプ P の凝縮器部 17 に接触接続させることで、回収した冷媒熱により昇温したヒートポンプ P の冷媒ガスの熱を、熱交換により循環路 d の熱媒体に移行させることで行っている。

【実施例 4】

【0036】

図 5 は、さらに別の実施例を示している。この例は、冷凍機 9 の冷媒熱のヒートポンプ P による回収を、冷凍機 9 の凝縮部に組み合わせた水冷コンデンサ 10 に流す冷却水を介し間接的に行う手段に、回収した冷媒熱を棚 5 に循環させる熱媒に対し供給するのに、昇温させた熱媒として熱媒貯留タンク T に貯め、そのタンク T から必要に応じ熱媒循環路 a に昇温した熱媒を流すことで熱を供給する手段を組み合わせている例である。

【0037】

この例は、凍結乾燥装置 W の構成及び、その冷凍機 9 の凝縮器 9 a の水冷コンデンサ 10 の冷却水の管路を、循環ポンプ 13 により冷却水が循環する循環路 e に形成して、この循環路 e をヒートポンプ P の蒸発器部 15 に接触接続することで、ヒートポンプ P により冷凍機 9 の冷媒熱を回収させることについては、前述の実施例 3 のものと変わりになく構成してある。

【0038】

しかし、棚 5 に熱媒を循環させる熱媒循環路 a には、熱媒貯留タンク T と、このタンク T と並列するバイパス路 20 と、これらタンク T とバイパス路 20 に対し熱媒循環路 a を切替え連通させる熱媒切替弁 19 とを設け、また、熱媒貯留タンク T には、循環ポンプ 18 により該タンク T 内の熱媒を循環させる循環路 d を接続させて設けてあり、この循環路 d がヒートポンプ P の凝縮器部 17 に接触接続させてある。そして、これにより、循環路 d を流れる熱媒が、ヒートポンプ P の凝縮器部 17 における熱交換により昇温して、熱媒貯留タンク T 内に貯められ、このタンク T から、必要に応じ熱媒切替弁 19 の作動で熱媒循環路 a に流れて、熱媒を加熱するようにしてある。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】従来の凍結乾燥装置の展開図である。

【図 2】本発明を実施せる凍結乾燥装置の展開図である。

【図 3】本発明を実施せる凍結乾燥装置の別の実施例の展開図である。

【図 4】同上のさらに別の実施例の展開図である。

【図 5】同上のさらに異なる実施例の展開図である。

【図 6】凍結乾燥装置で凍結乾燥を行う工程中における乾燥庫真空度と棚温度と品温度とコールドトラップ温度の変動を表す図表である。

【符号の説明】

【0040】

T	熱媒貯留タンク
P	ヒートポンプ
W	凍結乾燥装置
a	熱媒循環路
b	冷媒循環路
c	循環路
d	循環路
e	循環路
1	乾燥庫
10	水冷コンデンサ
11	膨張弁

10

20

30

40

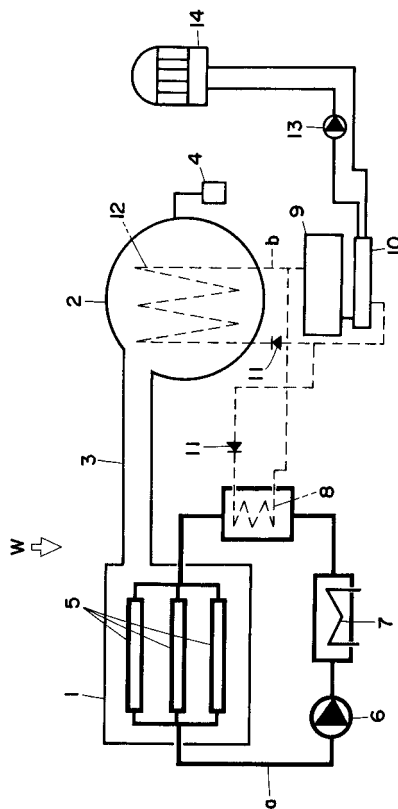
50

- 1 2 トラップ管
- 1 3 循環ポンプ
- 1 4 クーリングタワー
- 1 5 蒸発器部
- 1 6 コンプレッサ
- 1 7 凝縮器部
- 1 8 循環ポンプ
- 1 9 熱媒切替弁
- 2 コールドトラップ室
- 2 0 バイパス路
- 3 真空配管
- 4 真空ポンプ
- 5 棚
- 6 熱媒循環ポンプ
- 7 加熱器
- 8 冷却器
- 9 冷凍機
- 9 a 凝縮部
- 9 b 蒸発部
- 9 c 冷媒レシーバ

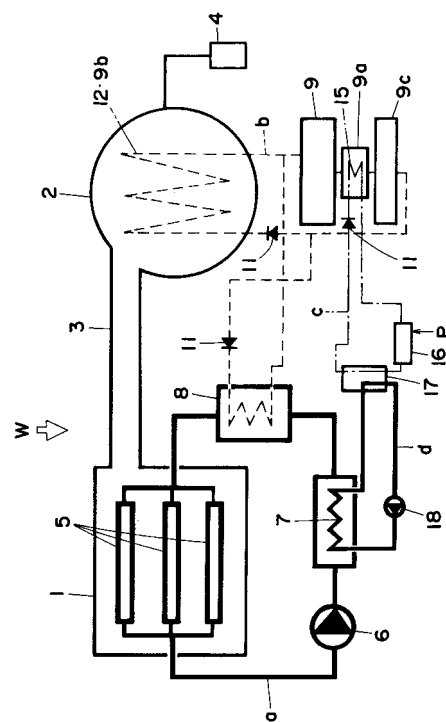
10

20

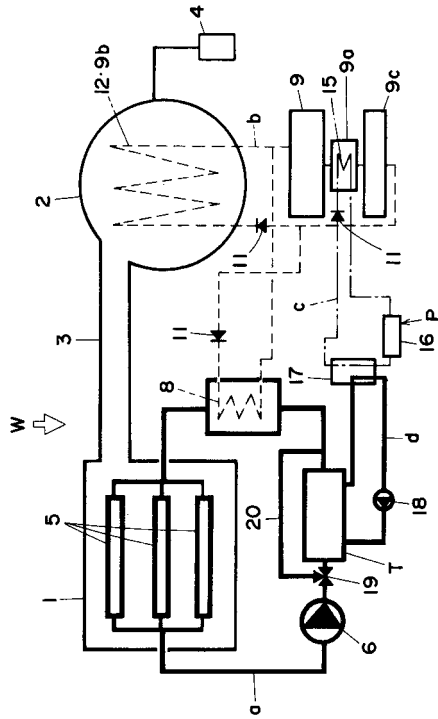
【図 1】



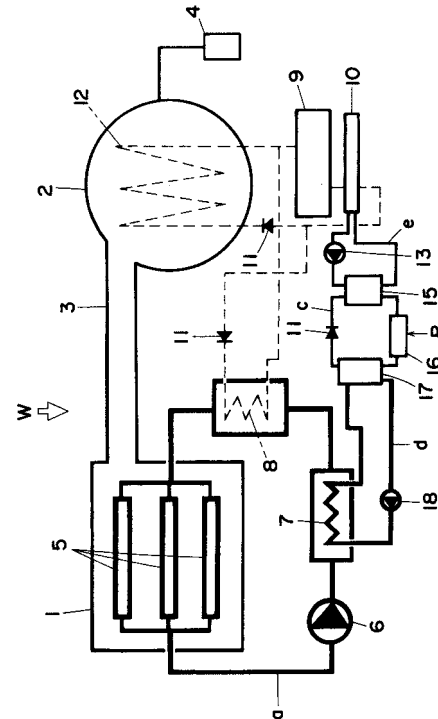
【図 2】



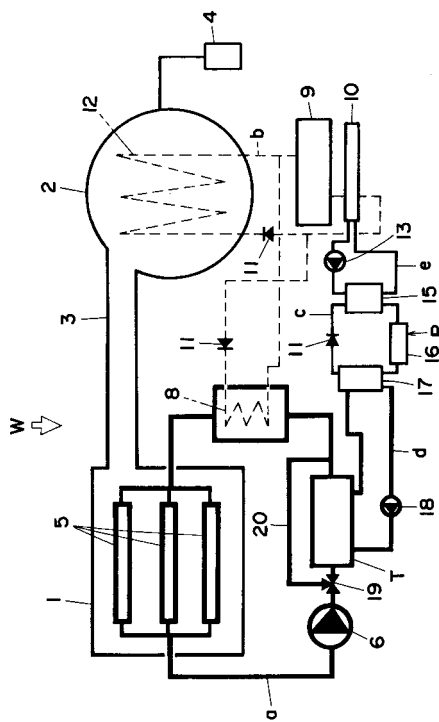
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

