

(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2017-192868

(P2017-192868A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
B 0 1 D	3/14	(2006.01)	B 0 1 D	3/14	Z	4 D 0 7 6
B 0 1 D	1/28	(2006.01)	B 0 1 D	1/28		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-82735 (P2016-82735)
 (22) 出願日 平成28年4月18日 (2016.4.18)

(71) 出願人 000143972
 株式会社ササクラ
 大阪府大阪市西淀川区御幣島6丁目7番5号
 (71) 出願人 593053335
 日本リファイン株式会社
 岐阜県安八郡輪之内町中郷新田2573番地の1
 (74) 代理人 100126963
 弁理士 来代 哲男
 (74) 代理人 100131864
 弁理士 田村 正憲
 (72) 発明者 湯浅 升夫
 大阪府大阪市西淀川区竹島4丁目7番32号 株式会社ササクラ内

最終頁に続く

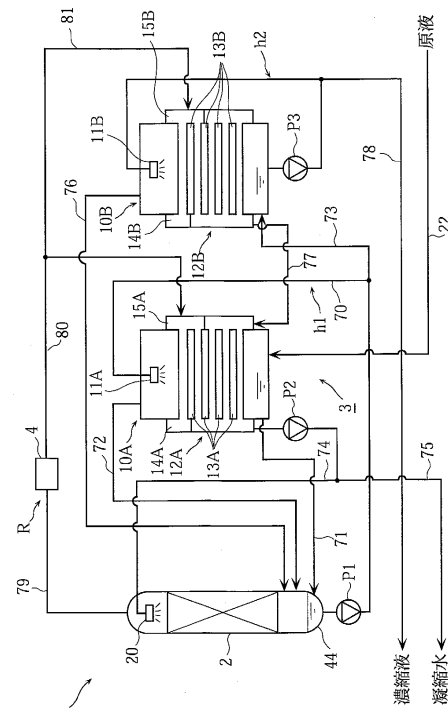
(54) 【発明の名称】 蒸留塔を備えた蒸留装置

(57) 【要約】

【課題】溶剤濃度が上昇しても、圧縮装置の消費動力の増大を防いで省エネルギー化を図ると共に、蒸発器の伝熱面積のコンパクト化により蒸発器の大型化を抑制した蒸留塔を備えた蒸留装置を提供する。

【手段】蒸留装置1は、蒸留塔（棚段塔や充填塔）2と、リボイラー3と、蒸留塔2の塔頂部から供給される蒸気を圧縮昇温しリボイラー3の加熱源とする蒸気圧縮機4とを備える。リボイラー3に供給された蒸気が熱交換されて生成された凝縮水を、還流水として蒸留塔2の塔頂部に戻すように構成されている。リボイラー3は、供給される貯留液を蒸発濃縮する第1蒸発缶10Aと、第1蒸発缶10Aで濃縮された貯留液を更に蒸発濃縮する第2蒸発缶10Bとを備えている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

蒸留塔と、蒸留塔の塔底部に貯留される貯留液を加熱蒸発させるリボイラーと、蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮昇温しリボイラーの加熱源とする圧縮装置とを備え、前記リボイラーに供給された蒸気が熱交換されて生成された凝縮水を、還流水として蒸留塔の塔頂部に戻すように構成された蒸留装置であって、

前記リボイラーは、少なくとも、供給される貯留液を蒸発濃縮する一次濃縮部と、前記一次濃縮部で濃縮された貯留液を更に蒸発濃縮する二次濃縮部とを備えていることを特徴とする蒸留塔を備えた蒸留装置。

【請求項 2】

前記圧縮装置は 1 つの圧縮機で構成されており、前記圧縮機で圧縮された蒸気を前記一次濃縮部及び二次濃縮部にそれぞれ導入するように構成された請求項 1 記載の蒸留塔を備えた蒸留装置。

【請求項 3】

前記リボイラーは 1 つの水平管式蒸発缶であって、この水平管式蒸発缶を仕切り板によって 2 分割し、この 2 分割された蒸発缶の各分割部分を前記一次濃縮部と前記二次濃縮部として構成し、

前記一次濃縮部及び前記二次濃縮部は、前記圧縮機で圧縮された蒸気が通過する伝熱管群と、前記貯留液を前記伝熱管群の外表面に向けて散布する散布器とを備え、

前記一次濃縮部及び前記二次濃縮部の一方の側面には、前記圧縮機で圧縮された蒸気が導入される入口側の共通ヘッダーが前記各伝熱管群の一方の端部を外囲して設けられており、前記一次濃縮部及び前記二次濃縮部の他方の側面には、前記入口側の共通ヘッダーから導入された蒸気が前記伝熱管群を通過する際に伝熱管群の外表面に散布された貯留液と熱交換されて生成された凝縮液が貯留される出口側の共通ヘッダーが、前記各伝熱管群の他方の端部を外囲して設けられている請求項 2 記載の蒸留塔を備えた蒸留装置。

【請求項 4】

前記圧縮装置は、少なくとも、前記蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮する一次圧縮機と、前記一次圧縮機で圧縮された蒸気を更に圧縮する二次圧縮機とを備え、

前記二次圧縮機で圧縮された蒸気を前記二次濃縮部に導入すると共に、前記一次圧縮機で圧縮された蒸気を分岐して前記一次濃縮部に導入するように構成されている請求項 1 記載の蒸留塔を備えた蒸留装置。

【請求項 5】

蒸留塔の塔底部に貯留される貯留液をリボイラーで加熱蒸発させる蒸発ステップと、蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮装置で圧縮し、前記リボイラーに加熱源として供給する圧縮ステップと、前記リボイラーに供給された蒸気が熱交換されて生成された凝縮水を還流水として蒸留塔の塔頂部に戻す還流水供給ステップとを備えた蒸留方法であって、

前記蒸発ステップは、少なくとも、供給される貯留液を蒸発濃縮する一次濃縮ステップと、前記一次濃縮ステップで濃縮された貯留液を更に蒸発濃縮する二次濃縮ステップとを備えていることを特徴とする蒸留方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、蒸留塔を備えた蒸留装置に関し、より詳しくは蒸留塔と、蒸留塔の塔底部に貯留される貯留液を加熱するリボイラーと、蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮昇温しリボイラーの加熱源とする圧縮装置を備えた省エネルギー型の蒸留装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

蒸留塔を備えた蒸留装置では、省エネルギー化を図るために、ヒートポンプとして機能する蒸気圧縮装置を設け、蒸留塔からの蒸気を圧縮昇温しリボイラーの加熱源とする構成の省エネルギー型の蒸留装置が知られている（以下の特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平５－２３７３０２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

10

上記従来例のような蒸留装置においては、リボイラーとして使用される蒸発器は１つであり、溶剤濃度が上昇すると、沸点が上昇してしまう。そのため、効率的に蒸留を行おうとすれば、蒸発器の伝熱面積を大きくする必要がある。蒸発器の伝熱面積を大きくすると、蒸発器の大型化を招くことになる。

そこで、溶剤濃度が上昇しても、蒸発器の大型化を抑制した蒸留装置が所望されていた。

【０００５】

本願発明は、上記課題に鑑みて考え出されたものであり、その目的は、溶剤濃度が上昇しても、蒸発器の大型化を抑制することができる蒸留装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【０００６】

上記目的を達成するために請求項１記載の発明は、蒸留塔と、蒸留塔の塔底部に貯留される貯留液を加熱蒸発させるリボイラーと、蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮昇温しリボイラーの加熱源とする圧縮装置とを備え、前記リボイラーに供給された蒸気が熱交換されて生成された凝縮水を還流水として蒸留塔の塔頂部に戻すように構成された蒸留装置であって、前記リボイラーは、少なくとも、供給される貯留液を蒸発濃縮する一次濃縮部と、前記一次濃縮部で濃縮された貯留液を更に蒸発濃縮する二次濃縮部とを備えていることを特徴とする。

【０００７】

30

上記構成によれば、従来例のような１つのリボイラー（リボイラーが分割されていない構成）で濃縮された貯留液は高濃度（沸点が高い）となるのが、本発明では、一次濃縮部で濃縮された貯留液は低濃度（沸点が低い）であり、二次濃縮部で濃縮された貯留液は高濃度（沸点が高い）となる。そのため、本発明は、従来例に比べて、一次濃縮部では低濃度で処理することができ、処理する液の沸点が下がるため、リボイラーの有効伝熱温度差が大きくとれ、また伝熱係数も良くなるので、リボイラーの伝熱面積の大型化を抑制することができる。

また、低濃度の蒸発蒸気が蒸留塔に供給されることから、蒸留塔への蒸気中溶剤濃度が小さくなり、還流比を小さくできる。また、蒸留塔サイズを小さく見直すことも可能となる。なお、還流水は蒸留装置内で再度蒸発することになるため、蒸発負荷になる。そのため、従来例に比べて本発明では蒸発負荷を小さくでき、消費動力を小さくできる。

40

【０００８】

請求項２記載の発明は、請求項１記載の蒸留塔を備えた蒸留装置であって、前記圧縮装置は１つの圧縮機で構成されており、前記圧縮機で圧縮された蒸気を前記一次濃縮部及び二次濃縮部にそれぞれ導入するように構成されたことを特徴とする。

【０００９】

請求項３記載の発明は、請求項２記載の蒸留塔を備えた蒸留装置であって、前記リボイラーは１つの水平管式蒸発缶であって、この水平管式蒸発缶を仕切り板によって２分割し、この２分割された蒸発缶の各分割部分を前記一次濃縮部と前記二次濃縮部として構成し、前記一次濃縮部及び前記二次濃縮部は、前記圧縮機で圧縮された蒸気が通過する伝熱管群と、前記貯留液を前記伝熱管群の外表面に向けて散布する散布器とを備え、前記一次濃

50

縮部及び前記二次濃縮部の一方の側面には、前記圧縮機で圧縮された蒸気が導入される入口側の共通ヘッダーが前記各伝熱管群の一方の端部を囲繞して設けられており、前記一次濃縮部及び前記二次濃縮部の他方の側面には、前記入口側の共通ヘッダーから導入された蒸気が前記伝熱管群を通過する際に伝熱管群の外表面に散布された貯留液と熱交換されて生成された凝縮液が貯留される出口側の共通ヘッダーが、前記各伝熱管群の他方の端部を囲繞して設けられていることを特徴とする。

【0010】

上記構成によれば、1つの蒸発缶を2分割する構成を用いることができ、2つの蒸発缶を用いる実施の形態1に比べて装置の小型化やコストの低減を図ることができる。

【0011】

請求項4記載の発明は、請求項1記載の蒸留塔を備えた蒸留装置であって、前記圧縮装置は、少なくとも、前記蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮する一次圧縮機と、前記一次圧縮機で圧縮された蒸気を更に圧縮する二次圧縮機とを備え、前記二次圧縮機で圧縮された蒸気を前記二次濃縮部に導入すると共に、前記一次圧縮機で圧縮された蒸気を分岐して前記一次濃縮部に導入するように構成されていることを特徴とする。

【0012】

上記構成によれば、二次濃縮部で加熱蒸発される貯留液は、一次濃縮部で加熱蒸発される貯留液よりも濃度が高く、このために沸点上昇が大きいことから、一次濃縮部に供給する蒸気の温度よりも、二次濃縮部に供給する蒸気の温度を高くする必要がある。そこで、二次濃縮部に供給される蒸気のみを二次圧縮機により更に圧縮して昇温することにより、一次濃縮部及び二次濃縮部の各貯留液濃度に応じた必要最小限のエネルギーで、それぞれ貯留液の蒸発濃縮を行うことができるので、省エネルギー化を図ることができる。

例えば、一次濃縮部で必要される蒸気量を $W1$ 、二次濃縮部で必要される蒸気量を $W2$ とした場合、従来例のような1つのリボイラー（リボイラーが分割されていない構成）を使用する構成では、蒸気全量（ $W1 + W2$ ）を2段圧縮する必要がある。これに対して、本発明では2段圧縮する蒸気量は $W2$ のみでよい。従って、本発明は従来例に比べて省エネルギー化を図ることができる。

【0013】

請求項5記載の発明は、蒸留塔の塔底部に貯留される貯留液をリボイラーで加熱蒸発させる蒸発ステップと、蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮装置で圧縮し、前記リボイラーに加熱源として供給する圧縮ステップと、前記リボイラーに供給された蒸気が熱交換されて生成された凝縮水を還流水として蒸留塔の塔頂部に戻す還流水供給ステップとを備えた蒸留方法であって、前記蒸発ステップは、少なくとも、供給される貯留液を蒸発濃縮する一次濃縮ステップと、前記一次濃縮ステップで濃縮された貯留液を更に蒸発濃縮する二次濃縮ステップとを備えていることを特徴とする。

【0014】

上記構成によれば、リボイラーの伝熱面積を小さくでき、また、還流比を小さくできる。さらに、蒸留塔サイズを小さく見直すことも可能となる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、溶剤濃度が上昇しても、蒸発器の伝熱面積のコンパクト化により蒸発器の大型化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施の形態1に係る蒸留装置の全体構成図。

【図2】実施の形態2に係る蒸留装置の全体構成図。

【図3】実施の形態3に係る蒸留装置の全体構成図。

【図4】実施の形態4に係る蒸留装置の全体構成図。

【図5】実施の形態4に係る蒸留装置の第1蒸発缶10Aにおいて行われる高濃度発生蒸気と低濃度循環液との気液接触状態を示す模式図。

10

20

30

40

50

【図 6】共通ヘッダーを備えた蒸発器を使用する蒸留装置の全体構成図。

【図 7】共通ヘッダーを備えた蒸発器の斜視図。

【図 8】共通ヘッダーを備えた蒸発器の正面図。

【図 9】他の変形例に係る蒸留装置の全体構成図。

【図 10】従来例に係る蒸留装置の全体構成図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を実施の形態に基づいて詳述する。なお、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではない。

（実施の形態 1）

図 1 は実施の形態 1 に係る蒸留装置の全体構成図である。本実施の形態 1 では、蒸留装置として、水より沸点が高い高沸点有機溶剤含有排水を蒸留処理し、回収液と処理水とに分離する用途に使用される蒸留装置を挙げて説明する。水より沸点が高い高沸点有機溶剤としては、例えば、NMP（N - メチル - 2 - ピロリドン）、DMSO（ジメチルスルホキシド）、エチレングリコールまたはジエチレングリコール、高沸点アルコール系洗浄剤（界面活性剤を含む）などが挙げられる。

【0018】

蒸留装置 1 は、蒸留塔 2 と、蒸留塔 2 の塔底部に貯留される貯留液を加熱するリボイラー 3 と、蒸留塔 2 の塔頂部から供給される蒸気を圧縮昇温しリボイラー 3 の加熱源とするヒートポンプとしての圧縮装置 R とを備える。本実施の形態 1 では、圧縮装置 R は 1 つの蒸気圧縮機 4 で構成されている。蒸留塔 2 には、多段のものをを用いてもよく、また、これに限定されず、多段でないものをを用いてもよい。即ち、蒸留塔 2 には、棚段塔や充填塔を用いることができる。

ここで、本実施の形態 1 に係る蒸留装置 1 の特徴の概略を説明すれば、リボイラー 3 は、2 分割され、第 1 蒸発缶（一次濃縮部に相当）10A と第 2 蒸発缶（二次濃縮部に相当）10B を備えると共に、第 2 蒸発缶 10B で蒸発濃縮される貯留液濃度が、第 1 蒸発缶 10A で蒸発濃縮される貯留液濃度よりも高くなるように構成されていることである。即ち、蒸発濃縮処理される貯留液の濃度差に応じて蒸発濃縮部の分担を分け、低濃度の場合は第 1 蒸発缶 10A が処理し、高濃度の場合は第 2 蒸発缶 10B が処理するように構成されている。具体的には、原液は、第 1 蒸発缶（一次濃縮部に相当）10A に投入される。一方、第 2 蒸発缶（二次濃縮部に相当）10B には、第 1 蒸発缶 10A で濃縮された液が投入される。

このようにリボイラー 3 を分割する構成によって、単一の場合（分割しない従来例に相当）に比べて沸点が下がる分だけ有効伝熱温度差が大きくとれ、また伝熱効率も良くなるので、リボイラー（蒸発器）の伝熱面積を小さくでき、伝熱面積のコンパクト化を図ることができる。

以下、上記の特徴的構成を含めて、蒸留装置 1 の具体的構成を説明する。

【0019】

第 1 蒸発缶 10A と第 2 蒸発缶 10B は、いずれも水平管型蒸発缶であって同様の構成からなり、散布器 11A、11B、及び間接式加熱器 12A、12B を備えている。なお、第 1 蒸発缶 10A と第 2 蒸発缶 10B は、水平管型に限らず、例えば薄膜流下（縦チューブ）式等の蒸発缶を用いてもよい。

間接式加熱器 12A、12B は、1 または複数の水平伝熱管からなる伝熱管群 13A、13B と、左右一対のヘッダー 14A、15A；14B、15B を備えている。また、蒸発缶 10A、10B の底部は処理液が貯留される貯留部となっている。なお、原液は原液供給管 22 を通って第 1 蒸発缶 10A の底部に供給される。

【0020】

第 1 蒸発缶 10A は、原液又は濃縮液の循環流路 h1（管 70 と管 71 で構成）を有する。循環流路 h1 には、循環ポンプ P1 及び散布器 11A が配置されている。循環ポンプ P1 は、蒸留塔 2 の塔底部に接続されている。循環ポンプ P1 は、管 70 を通して、蒸留

10

20

30

40

50

塔 2 の塔底部に貯留する原液（原液が濃縮された濃縮液を含む）を散布器 1 1 A に移送することができるように形成されている。散布器 1 1 A は、原液（原液が濃縮された濃縮液を含む）を伝熱管群 1 3 A の上方から伝熱管群 1 3 A に向けて散布するように形成されている。また、第 1 蒸発缶 1 0 A の底部は蒸留塔 2 の塔底部に管 7 1 を介して接続されており、貯留液は第 1 蒸発缶 1 0 A の底部を介して蒸留塔 2 の塔底部に戻され、貯留室 4 4 に貯留されるようになっている。また、第 1 蒸発缶 1 0 A の上部は管 7 2 を介して蒸留塔 2 の塔底部に接続されており、伝熱管群 1 3 A の外側で薄膜蒸発した蒸気が蒸留塔 2 の塔底部に供給されるようになっている。なお、管 7 0 は途中で分岐した分岐管 7 3 を有しており、蒸留塔 2 の塔底部から原液が濃縮された濃縮液を、分岐管 7 3 を通して第 2 蒸発缶 1 0 B の底部に供給できるようになっている。

10

【 0 0 2 1 】

また、加熱器 1 2 A におけるヘッダー 1 4 A の底部は、管 7 4 を介して蒸留塔 2 の上部に設けられている散布器 2 0 に接続されている。管 7 4 にはポンプ P 2 が配置されており、ポンプ P 2 の駆動によりヘッダー 1 4 A 内に貯留されている凝縮水は還流水として散布器 2 0 から散布されるようになっている。管 7 4 は途中で分岐した分岐管 7 5 を有しており、ヘッダー 1 4 A 内に貯留されている凝縮水の一部は分岐管 7 5 を介して外部に排出されるようになっている。

【 0 0 2 2 】

また、第 2 蒸発缶 1 0 B は、原液又は濃縮液の循環流路 h 2 を有する。循環流路 h 2 には、循環ポンプ P 3 及び散布器 1 1 B が配置されている。循環ポンプ P 3 は、第 2 蒸発缶 1 0 B の底部に接続されている。循環ポンプ P 3 は、循環流路 h 2 を通して、第 2 蒸発缶 1 0 B の底部に貯留する貯留液（原液が濃縮された濃縮液）を散布器 1 1 B に移送することができるように形成されている。散布器 1 1 B は、貯留液（原液が濃縮された濃縮液）を伝熱管群 1 3 B の上方から伝熱管群 1 3 B に向けて散布するように形成されている。また、第 2 蒸発缶 1 0 B の上部は管 7 6 を介して蒸留塔 2 の塔底部に接続されており、伝熱管群 1 3 B の外側で薄膜蒸発した蒸気が蒸留塔 2 の塔底部に供給されるようになっている。

20

【 0 0 2 3 】

なお、ヘッダー 1 4 B の底部は管 7 7 を介してヘッダー 1 5 A の底部と接続されており、ヘッダー 1 4 B 内に貯留されている凝縮水は、ヘッダー 1 5 A、伝熱管群 1 3 A を通って、ヘッダー 1 4 A に供給されて貯留されるようになっている。また、循環流路 h 2 は途中で分岐した分岐管 7 8 を有しており、循環ポンプ P 3 は、原液が濃縮された濃縮液の一部を回収して、分岐管 7 8 を通して、回収液として系外に排出することができるようになっている。

30

【 0 0 2 4 】

蒸留塔 2 の塔頂部は管 7 9 を介して蒸気圧縮機 4 の入口側に接続され、蒸気圧縮機 4 の出口側は管 8 0 を介して加熱器 1 2 A のヘッダー 1 5 A に接続されている。管 8 0 は途中で分岐した分岐管 8 1 を備えており、蒸気圧縮機 4 の出口側は、分岐管 3 1 によって加熱器 1 2 B のヘッダー 1 5 B にも接続されている。ここで、蒸気圧縮機 4 はターボ形蒸気圧縮機、ルーツ形蒸気圧縮機、あるいはその他の蒸気圧縮機のいずれであってもよい。

40

【 0 0 2 5 】

次いで、上記構成の蒸留装置 1 の処理動作について説明する。循環ポンプ P 1 の駆動により、塔底部の貯留室 4 4 に貯留される循環液（原液及び濃縮水を含む）は管 7 0 を通って散布器 1 1 A に供給され、散布器 1 1 A から伝熱管群 1 3 A に向かって散布される。散布器 1 1 A にて散布された循環液は、伝熱管群 1 3 A の表面で薄膜蒸発し、蒸気が発生する。この蒸気は蒸留塔 2 の塔底部に供給され、蒸留塔 2 内を上昇する。

【 0 0 2 6 】

一方、ヘッダー 1 4 A 内に貯留されている凝縮水は、ポンプ P 2 の駆動により還流水として散布器 2 0 から散布され、蒸留塔 2 内を流下する。そして、蒸留塔 2 内部の各段において、蒸留塔 2 内を上昇する蒸気と蒸留塔 2 内を流下する処理水（凝縮水）とが気液接触

50

することにより、沸点の異なった成分が分離し、塔底部には高沸点成分の濃縮された液が流下し貯留室 4 4 に貯留され、塔頂部からは殆どが低沸点成分から成る蒸気を取り出される。

【 0 0 2 7 】

塔頂部から取り出された蒸気は蒸気圧縮機 4 に導かれる。蒸気圧縮機 4 では、供給された蒸気を圧縮昇温し、リボイラー 3 の熱源とする。即ち、蒸気圧縮機 4 に導かれた蒸気は、蒸気圧縮機 4 にて断熱圧縮されて温度及び圧力が上昇した後にヘッダー 1 5 A , 1 5 B に送られる。

【 0 0 2 8 】

ヘッダー 1 5 A に進入した蒸気は、伝熱管群 1 3 A の内側に導かれ、伝熱管群 1 3 A の外側に散布された循環液を薄膜蒸発させる。薄膜蒸発により発生した蒸気は再び蒸留塔 2 の塔底部に供給され蒸留塔 2 内を上昇し、塔頂部から蒸留塔 2 内を下降する処理水(凝縮水)と気液接触が行われ、この結果、下降液中の高沸点成分濃度は増加し、上昇蒸気中の高沸点成分濃度は減少する。一方、薄膜蒸発しなかった残余の循環液は、第 1 蒸発缶 1 0 A の底部から管 7 1 を介して蒸留塔 2 の塔底部に供給され、塔底部の貯留室 4 4 に貯留される。そして、このような一連の処理が繰り返し行われることにより、循環液は濃縮され、この濃縮された濃縮液を、分岐管 7 3 を通して第 2 蒸発缶 1 0 B の底部に供給される。

【 0 0 2 9 】

第 2 蒸発缶 1 0 B では、循環ポンプ P 3 の駆動により、第 2 蒸発缶 1 0 B の底部に貯留する循環液(原液が濃縮された濃縮液)を、循環流路 h 2 を通して散布器 1 1 B に供給され、散布器 1 1 B から伝熱管群 1 3 B に向かって散布される。一方、蒸気圧縮機 4 で圧縮された蒸気は、ヘッダー 1 5 B に進入し、伝熱管群 1 3 B の内側に導かれる。これにより、散布器 1 1 B にて散布された循環液は、伝熱管群 1 3 B の表面で薄膜蒸発し、蒸気が発生する。この蒸気は蒸留塔 2 の塔底部に供給され、蒸留塔 2 内を上昇する。一方、薄膜蒸発しなかった残余の循環液は、再び循環流路 h 2 を通って散布器 1 1 B から散布され、薄膜蒸発により蒸気を発生させる。このような一連の処理が繰り返し行われることにより、循環液は濃縮され、管 7 8 から回収液(濃縮液)として系外に排出される。

【 0 0 3 0 】

なお、一方、ヘッダー 1 4 B 内に貯留されている凝縮水は、管 7 7、ヘッダー 1 5 A を通ってヘッダー 1 4 A に導かれ、ポンプ P 2 の駆動により還流水として散布器 2 0 から散布され、蒸留塔 2 内を流下する。

【 0 0 3 1 】

このようにして、本実施の形態では、第 1 蒸発缶 1 0 A で濃縮された貯留液は低濃度(沸点が低い)であり、第 2 蒸発缶 1 0 B で濃縮された貯留液は高濃度(沸点が高い)となる。そのため、本実施の形態は、従来例に比べて、第 1 蒸発缶(一次濃縮部に相当) 1 0 A では低濃度で処理することができ、処理する液の沸点が下がるため、リボイラーの有効伝熱温度差が大きくとれ、また伝熱係数も良くなるので、リボイラーの伝熱面積の大型化を抑制することができる。

【 0 0 3 2 】

また、低濃度の蒸発蒸気が蒸留塔 2 に供給されることから、還流比を小さくできる。なお、還流水は蒸留装置内で再度蒸発することになるため、蒸発負荷になる。そのため、蒸発負荷を小さくでき、消費動力を小さくできる。

【 0 0 3 3 】

(実施の形態 2)

図 2 は実施の形態 2 に係る蒸留装置の全体構成図である。上記実施の形態 1 では、圧縮装置は 1 つの圧縮機 4 で構成されており、圧縮機 4 で圧縮された蒸気を第 1 蒸発缶 1 0 A 及び第 2 蒸発缶 1 0 B にそれぞれ導入するように構成されていたが、本実施の形態では、蒸留塔の塔頂部から供給される蒸気を圧縮する一次圧縮機 4 A と、一次圧縮機 4 A で圧縮された蒸気を更に圧縮する二次圧縮機 4 B とを備え、二次圧縮機 4 B で圧縮された蒸気を分岐して管 4 0 B を介して第 2 蒸発缶 1 0 B に導入すると共に、一次圧縮機 4 A で圧縮さ

10

20

30

40

50

れた蒸気を分岐して管 4 0 A を介して第 1 蒸発缶 1 0 A に導入するように構成されている。

【 0 0 3 4 】

本実施の形態 2 に係る蒸留装置の動作は、一次圧縮機 4 A で圧縮された蒸気を二次圧縮機 4 B で更に圧縮し、この圧縮蒸気を第 2 蒸発缶 1 0 B に導入するようにすることを除いては、上記実施の形態 1 に係る蒸留装置の動作と同様である。

【 0 0 3 5 】

上記の如く、第 2 蒸発缶 1 0 B に供給される蒸気のみを二次圧縮機 4 B により更に圧縮して昇温することにより、第 1 蒸発缶 1 0 A 及び第 2 蒸発缶 1 0 B の各貯留液濃度に応じた必要最小限の熱量で、それぞれ貯留液の蒸発濃縮を行うことができるので、消費動力が低減され、省エネルギー化を達成することができる。

10

【 0 0 3 6 】

例えば、第 1 蒸発缶 1 0 A で必要される蒸気量を W_1 、第 2 蒸発缶 1 0 B で必要される蒸気量を W_2 とした場合、従来例のような 1 つのリボイラー（リボイラーが分割されていない構成）を使用する構成では、蒸気全量（ $W_1 + W_2$ ）を 2 段圧縮する必要がある。これに対して、実施の形態では 2 段圧縮する蒸気量は W_2 のみでよい。従って、本発明は従来例に比べて省エネルギー化を図ることができる。

【 0 0 3 7 】

（実施の形態 3）

図 3 は実施の形態 3 に係る蒸留装置の全体構成図である。本実施の形態 3 では、リボイラーは 3 分割され、第 1 蒸発缶 1 0 A、第 2 蒸発缶 1 0 B、及び第 3 蒸発缶 1 0 C を備える。更に、蒸留塔 2 の塔頂部から供給される蒸気を圧縮する一次圧縮機 4 A と、一次圧縮機 4 A で圧縮された蒸気を更に圧縮する二次圧縮機 4 B と、二次圧縮機 4 B で圧縮された蒸気を更に圧縮する三次圧縮機 4 C とを備え、三次圧縮機 4 C で圧縮された蒸気を管 4 0 C を介して第 3 蒸発缶 1 0 C に導入すると共に、二次圧縮機 4 B で圧縮された蒸気を分岐して管 4 0 B を介して第 2 蒸発缶 1 0 B に導入し、一次圧縮機 4 A で圧縮された蒸気を分岐して管 4 0 A を介して第 1 蒸発缶 1 0 A に導入するように構成されている。なお、第 2 蒸発缶 1 0 B の周辺の配管状態は、実施の形態 1 における第 2 蒸発缶 1 0 B の周辺の配管状態と基本的には同様である。

20

【 0 0 3 8 】

リボイラーを 2 分割する構成の場合における貯留液の沸点が更に上昇するような場合は、本実施の形態のようにリボイラーを 3 分割又はそれ以上に分割する構成とすることにより、省エネルギー化が達成される。

30

【 0 0 3 9 】

（実施の形態 4）

図 4 は実施の形態 4 に係る蒸留装置の全体構成図である。上記実施の形態 1、2 では、第 2 蒸発缶 1 0 B における伝熱管群 1 3 B の外側で薄膜蒸発した蒸気は蒸留塔 2 の塔底部に供給されるようになっていたが、本実施の形態 4 では管 8 2 を介して第 1 蒸発缶 1 0 A の底部に供給するように構成されている。このような構成により、第 1 蒸発缶 1 0 A において、図 5 に示すように、底部に供給される高濃度発生蒸気 E と、散布器 1 1 A から散布される低濃度循環液 F とが気液接触して、低濃度循環液 F が蒸発して低濃度発生蒸気が生成され蒸発濃縮が行われる。管 7 2 からは、低濃度発生蒸気と気液接触後の高濃度発生蒸気とが流出し、蒸留塔 2 の塔底部に供給されるようになっていた。このように本実施の形態 4 では、第 2 蒸発缶 1 0 B で生成された高濃度発生蒸気を、第 1 蒸発缶 1 0 A において低濃度循環液 F と気液接触させることにより、高濃度発生蒸気中の溶剤濃度を低下させ蒸留塔への蒸気中溶剤濃度を低くすることができる。

40

なお、このような構成は、リボイラーを 3 以上に分割した 3 以上の蒸発缶を備えた蒸留装置にも適用できる。

【 0 0 4 0 】

（その他の事項）

50

(1) 上記実施の形態 1 では、2 つの蒸発缶を備えていたが、実施の形態 2 , 3 に則した 3 以上の蒸発缶で構成してもよい。

【 0 0 4 1 】

(2) 上記実施の形態 1 では、蒸発缶 1 0 A , 1 0 B は左右一対のヘッダー 1 4 A , 1 5 A ; 1 4 B , 1 5 B を備えていたが、図 6 ~ 図 8 に示すように共通ヘッダー 1 4 , 1 5 を備えた構成であってもよい。ここで、図 6 は共通ヘッダーを備えた蒸発器を使用する蒸留装置の全体構成図、図 7 は共通ヘッダーを備えた蒸発器の斜視図、図 8 は共通ヘッダーを備えた蒸発器の正面図である。なお、図 6 は図 7 の矢印 A の方向から見た蒸発器を模式的に描いている。一方、図 1 は、図 7 の矢印 B の方向から見た蒸発器を模式的に描いている。即ち、図 6 と図 1 のいずれにも、蒸発器 (蒸発缶) が模式的に描かれているが、図解の容易化を図るため、それぞれの図面において蒸発器の見る方向を代えて描いている。また、図 8 においては蒸発器に関する配管は省略して描いている。以下、図 6 ~ 図 8 を参照して概略を説明する。蒸発器 (蒸発缶) 1 0 0 は仕切り板 1 0 1 によって低濃度蒸発部 1 0 2 A (一次濃縮部、第 1 蒸発缶 1 0 A に相当) と高濃度蒸発部 1 0 2 B (二次濃縮部、第 2 蒸発缶 1 0 B に相当) とに 2 分割されている。低濃度蒸発部 1 0 2 A と高濃度蒸発部 1 0 2 B の一方の側面には共通ヘッダー 1 4 が設けられ、低濃度蒸発部 1 0 2 A と高濃度蒸発部 1 0 2 B の他方の側面には共通ヘッダー 1 5 が設けられている。共通ヘッダー 1 4 は、加熱蒸気が供給される入口側の共通ヘッダーであり、共通ヘッダー 1 5 は、加熱蒸気が伝熱管群を通過する際に伝熱管群の外側に散布された循環液と熱交換されて生成された凝縮液が貯留される出口側の共通ヘッダーである。なお、図 6、図 7 において 8 0 A は圧縮機 4 からの加熱蒸気を共通ヘッダー 1 4 に導く管であり、図 1 の管 8 0 , 8 1 に代えて用いられている。

このように、図 6 ~ 図 8 に示す蒸留装置では、1 つの蒸発器を 2 分割する構成を用いることができ、2 つの蒸発器を用いる実施の形態 1 に比べて装置の小型化やコストの低減を図ることができる。

なお、1 つの蒸発器を 2 分割すると共に、ヘッダーも 2 分割するように構成すれば、実施の形態 2 のような一次圧縮機 4 A と二次圧縮機 4 B を使用し、蒸発缶 1 0 A には一次圧縮機 4 A からの圧縮蒸気を、蒸発缶 1 0 B には二次圧縮機 4 B からの圧縮蒸気 (一次圧縮機 4 A からの圧縮蒸気を更に圧縮した蒸気) を供給する構成の蒸留装置にも適用することが可能である。

【 0 0 4 2 】

(3) 上記実施の形態 2 では、圧縮装置を 2 つの圧縮機 4 A , 4 B で構成すると共に、それら 2 つの圧縮機 4 A , 4 B を直列接続するように構成したけれども、図 9 に示すように 2 つの圧縮機 4 D , 4 E を並列接続するように構成してもよい。図 9 を参照して概略を説明すると、蒸留塔 2 の塔頂部は圧縮機 4 D を介して第 1 蒸発缶 1 0 A に接続されており、蒸留塔 2 の塔頂部は圧縮機 4 E を介して第 2 蒸発缶 1 0 B に接続されている。このような構成により、蒸留塔 2 の塔頂部から取り出された蒸気は、圧縮機 4 D , 4 E にそれぞれ個別に供給され、圧縮機 4 D , 4 E で圧縮昇温される。そして、圧縮機 4 D からの加熱蒸気は第 1 蒸発缶 1 0 A に供給され、圧縮機 4 E からの加熱蒸気は第 2 蒸発缶 1 0 B に供給される。このように、直列接続の場合には 2 段圧縮が行われるが、並列接続の場合は 1 段圧縮のみであるので、直列接続の場合に比べて並列接続の場合の方が消費動力は大きいという欠点は存在する。しかし、並列接続の場合であっても、少なくともリボイラーは分割されているので、リボイラーが分割されていない従来例に比べれば、省エネルギー化が図れるという利点を有している。

【 0 0 4 3 】

(4) 上記実施の形態 1 - 4 では、原液は低濃度リボイラーに投入されたが、本発明はこれに限定されるものではなく、蒸留塔の塔底部、蒸留塔の塔中段部、及び蒸留塔の塔頂部のいずれかに供給するようにしてもよい。

【 実施例 】

【 0 0 4 4 】

以下、実施例により本発明をより具体的に説明する。本発明は以下の実施例によって何ら限定されるものではない。

【0045】

本願発明者は、図10に示すリボイラーが分割されていない通常の蒸留装置（以下、従来例蒸留装置Yと称する）と、リボイラーが2分割された実施の形態2の蒸留装置（以下、本発明蒸留装置Xと称する）とについて、以下の条件下で還流比、蒸発缶の伝熱面積、圧縮機の消費動力を算出したので、その結果を表1に示す。

【0046】

なお、従来例蒸留装置Yの概要を、図10を参照して説明する。従来例蒸留装置Yは、多段の蒸留塔2と、リボイラー3と、ヒートポンプとしての圧縮装置Rとを備える。リボイラー3は1つの蒸発缶10で構成されている。圧縮装置Rは2つの圧縮機4で構成されている。その他の構成で実施の形態2の蒸留装置に対応する部分は同一の参照符号を付す。

10

【0047】

[条件]

蒸発缶10で加熱蒸発される貯留液の濃度： 60wt%

蒸発缶10Aで加熱蒸発される貯留液の濃度： 30wt%

蒸発缶10Bで加熱蒸発される貯留液の濃度： 60wt%

MNPを含有する原液量： 8500kg/hr

原液のMNP濃度： 16wt%

20

濃縮液量： 2267kg/hr

濃縮液のMNP濃度： 60wt%

凝縮水量： 6233kg/hr

凝縮水のMNP濃度： 100ppm以下

【0048】

【表1】

	本発明蒸留装置X	従来例蒸留装置Y
還流比	0.703A1	A1
伝熱面積 (m ²)	0.628A2	A2
圧縮機の消費動力 (kW)	0.713A3	A3

30

【0049】

上記表1において、従来例蒸留装置Yの還流比をA1、従来例蒸留装置Yの伝熱面積をA2 (m²)、従来例蒸留装置Yの圧縮機の消費動力をA3 (kW)とした場合に対する、本発明蒸留装置Xの還流比、本発明蒸留装置Xの伝熱面積（具体的には、蒸発缶10Aの伝熱面積と蒸発缶10Bの伝熱面積の総和）、本発明蒸留装置Xの圧縮機の消費動力（具体的には、圧縮機4Aにおける消費動力と圧縮機4Bにおける消費動力の総和）を示している。

40

【0050】

(算出結果の検討)

表1より、従来例蒸留装置Yの還流比に対する本発明蒸留装置Xの還流比は、0.703であり、従来例蒸留装置Yの伝熱面積に対する本発明蒸留装置Xの伝熱面積は、0.628であり、従来例蒸留装置Yの消費動力に対する本発明蒸留装置Xの消費動力は、0.713である。このことから、従来例蒸留装置Yよりも本発明蒸留装置Xの方が、還流比、蒸発缶の伝熱面積、及び圧縮機の消費動力のいずれもが小さくなっていることが認められる。

【産業上の利用可能性】

50

【 0 0 5 1 】

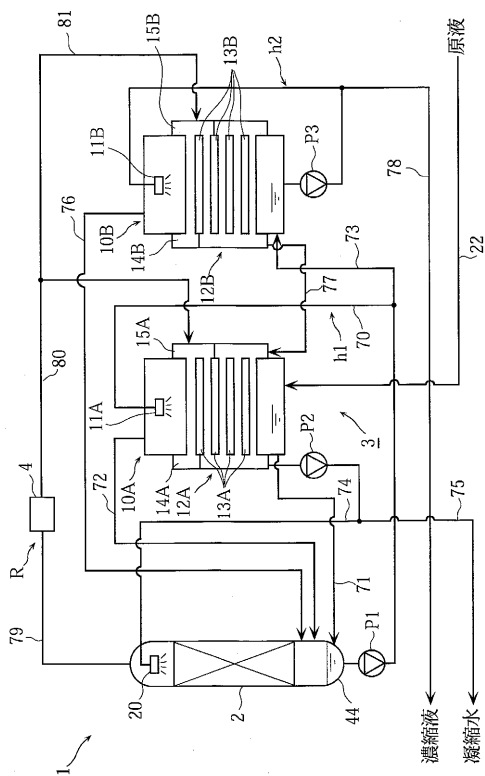
本発明は、蒸留塔の塔頂部からの蒸気を、蒸気圧縮機を使用してリボイラーの加熱源に再利用する省エネルギー型の蒸留装置に適用することが可能である。

【 符号の説明 】

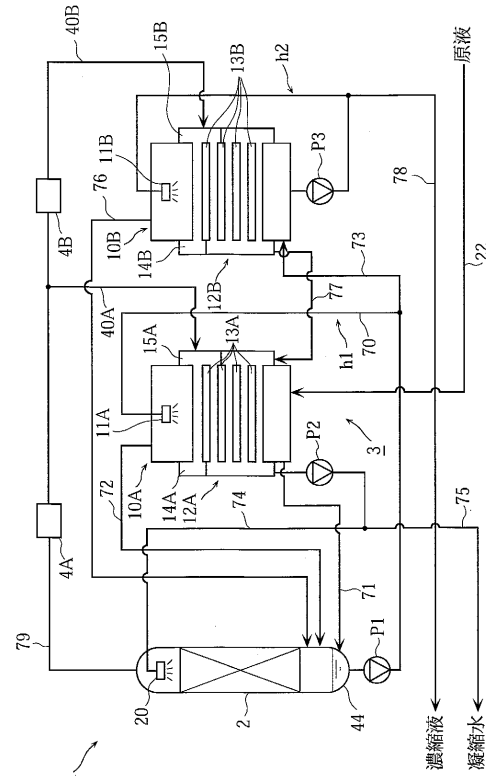
【 0 0 5 2 】

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1 : 蒸留装置 | 2 : 蒸留塔 |
| 3 : リボイラー（水平管式熱交換器） | 4 : 圧縮機 |
| 4 A : 一次圧縮機 | 4 B : 二次圧縮機 |
| 1 0 A : 第 1 蒸発缶 | 1 0 B : 第 2 蒸発缶 |

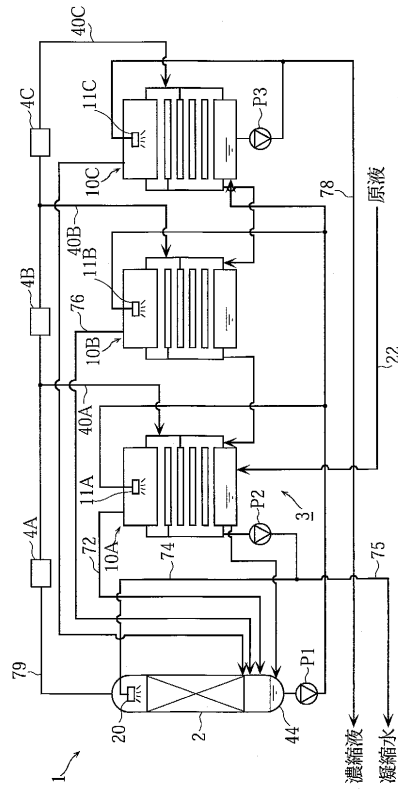
【 図 1 】



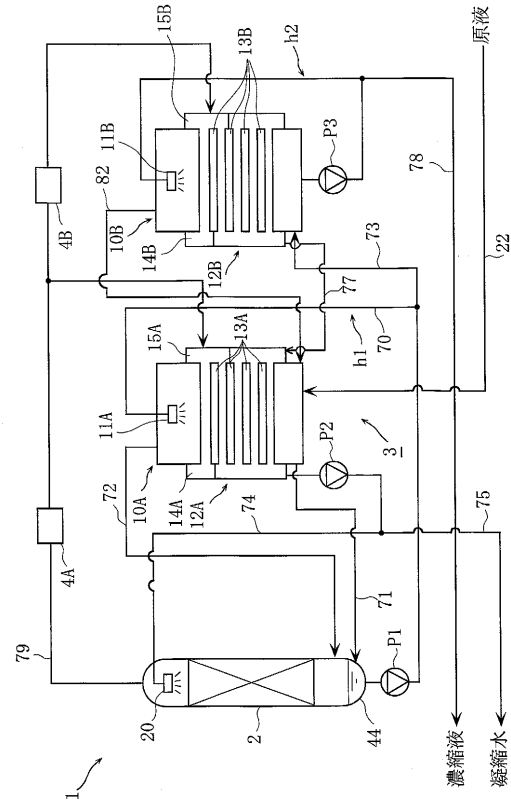
【 図 2 】



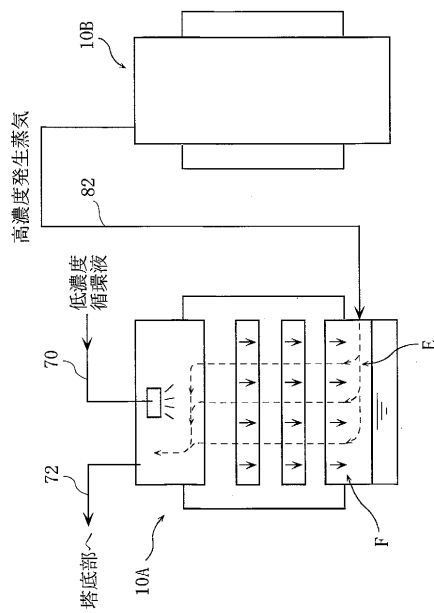
【図 3】



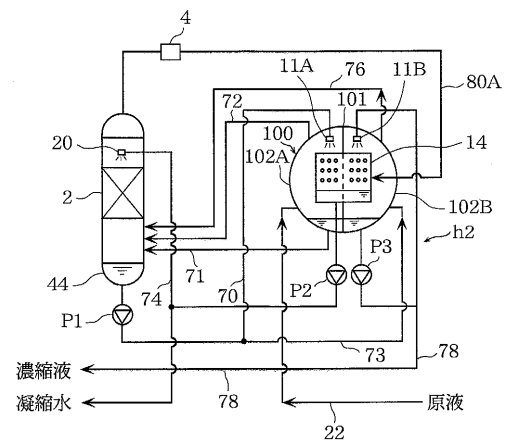
【図 4】



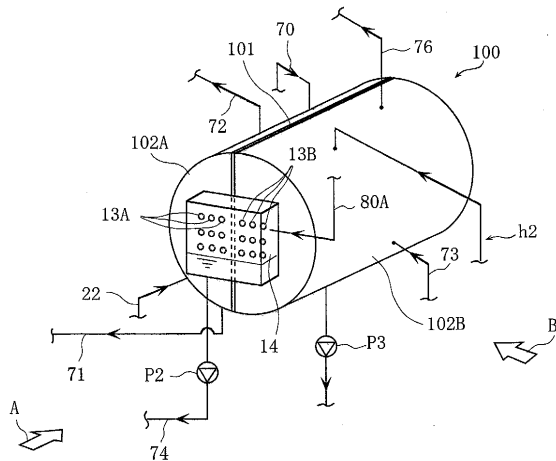
【図 5】



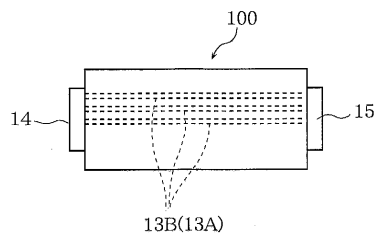
【図 6】



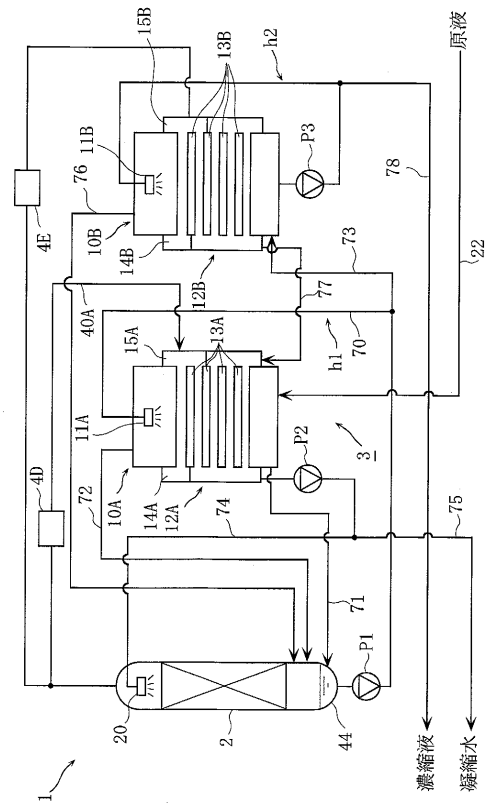
【図 7】



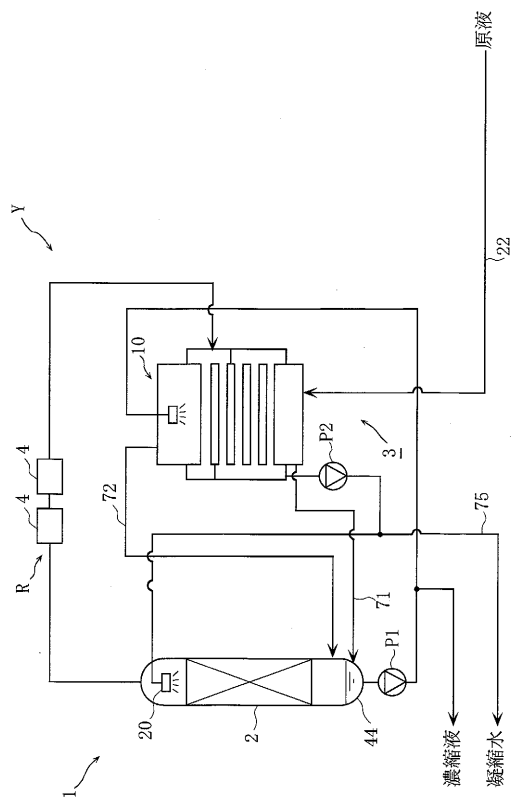
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 石田 和彦
大阪府大阪市西淀川区竹島4丁目7番32号 株式会社ササクラ内
- (72)発明者 紀平 幸則
大阪府大阪市西淀川区竹島4丁目7番32号 株式会社ササクラ内
- (72)発明者 藤原 義浩
大阪府大阪市西淀川区竹島4丁目7番32号 株式会社ササクラ内
- (72)発明者 乃美 匡志
千葉県市原市八幡海岸通2388番22号 日本リファイン株式会社内
- (72)発明者 岸 幹英
千葉県市原市八幡海岸通2388番22号 日本リファイン株式会社内
- (72)発明者 小田 昭昌
千葉県市原市八幡海岸通2388番22号 日本リファイン株式会社内
- Fターム(参考) 4D076 AA16 AA22 AA24 BA02 BB03 BC02 CB03 CB04 CD32 CD33
DA05 DA25 DA34 DA35 HA03 JA03