

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5186807号
(P5186807)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int. Cl.	F 1	
B 0 1 D 1/22 (2006.01)	B 0 1 D	1/22 A
B 0 1 D 1/00 (2006.01)	B 0 1 D	1/00 A
C 1 2 J 1/10 (2006.01)	C 1 2 J	1/10 Z
C 1 2 J 1/00 (2006.01)	C 1 2 J	1/00 Z

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-140521 (P2007-140521)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成19年5月28日(2007.5.28)		株式会社日立プラントテクノロジー
(65) 公開番号	特開2008-290044 (P2008-290044A)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(43) 公開日	平成20年12月4日(2008.12.4)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成21年10月15日(2009.10.15)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	伊東 禅
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	遠藤 喜重
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	津留 英一
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体濃縮システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被濃縮液体を蒸発させて濃縮する液体濃縮システムは少なくとも1台の濃縮器を有し、前記濃縮器に、前記濃縮器内部の前記液体から蒸発成分を蒸発させて液体と気体を分離するための加熱手段と、前記濃縮器から排出された蒸発または気化した成分を冷却する冷却手段と、ヒーターが取り付けられ、前記濃縮器から排出された濃縮液を集める濃縮液バッファータンクと、前記冷却手段で冷却され液化した蒸発液を集める蒸発液バッファータンクと、少なくとも前記濃縮器から前記蒸発液バッファータンクまでを減圧する減圧手段と、前記濃縮器と前記濃縮液バッファータンクとを接続し、ヒーターが取り付けられた第1の管路と、前記濃縮器と前記蒸発液バッファータンクとを接続する第2の管路と、前記第1の管路に介在され前記第1の管路内を流通する濃縮液の温度を検出する第1の計測手段と、前記濃縮器内の温度を検出する第2の計測手段と、前記第1の管路および前記濃縮液バッファータンクの少なくともいずれかに設けられたヒーターを調整する温度調整手段と、前記加熱手段及び前記冷却手段を制御する制御部とを設け、

前記濃縮器は直径の異なる3本の管を重ねた三重管構造であって最外側の管と中間の管と最内側の管を有しており、前記中間の管の上端には被濃縮液体を受け放射状の微細な溝が多数形成されたフタ材が配置されており、前記中間の管の内周面には管の軸方向に延びる多数の微細溝が形成されており、

前記最外側の管と前記中間の管で囲まれた第1の空間に前記加熱手段を接続し、

前記制御部は前記第2の計測手段の出力に基づいて前記第1の空間と前記加熱手段間を

循環する熱媒体の温度が所定温度になるよう前記加熱手段を制御し、前記中間の管の内部に形成される第2の空間および前記最内側の管の内部に形成される第3の空間を前記減圧手段を用いて減圧状態にし、

加熱された前記微細溝表面上を前記被濃縮液体を通過させて液体と気体を分離することを特徴とする液体濃縮システム。

【請求項2】

前記第1の管路に二つの蒸気流入防止手段を直列に取付け、前記二つの蒸気流入防止手段間に水位センサを有する水位観測部を形成し、前記制御部は、前記水位センサが反応したら前記2個の蒸気流入防止手段を交互に開閉して前記水位観測部にたまった濃縮液を前記濃縮液バッファータンク内に移動させ、前記第2空間内で発生した蒸気が前記濃縮液バッファータンク内の濃縮液に混入するのを防止可能としたことを特徴とする請求項1に記載の液体濃縮システム。

10

【請求項3】

前記濃縮器内に形成される前記第2の空間の底部に鏡面化した傾斜路を形成し、前記加熱手段から送られた熱媒体が前記傾斜路を加熱し、前記熱媒体により蒸気成分が加熱分離された濃縮液の粘度を低下させることを特徴とする請求項1または2に記載の液体濃縮システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液面からの蒸発により濃縮を行う液体濃縮方法とその装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、液体の濃縮方法として、下記特許文献1に開示されているように、容量数十L～数百Lの容器に液体を入れて加熱するとともに容器内を減圧し、液体を蒸発させる方法が用いられている。具体的には、減圧加熱により揮発性成分を蒸発させ、揮発性成分の蒸気は後段で冷却・捕集し、容器内に濃縮された非揮発性成分が残る。

【0003】

【特許文献1】特開2004-344700号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

液体の濃縮においては、加熱効率の向上と濃縮時間の短縮化が要求されるが、従来技術では、(1)ヒーターを導入する容器壁面近傍などにホットスポット(周囲に比べて温度が高い領域)ができ、容器内を均一に加熱することができず、加熱効率が悪い、(2)均一加熱のためには容器を小さくする必要があるが、そうすると液体が蒸発するために必要な気液界面の面積が小さくなり、蒸発量が少ないため濃縮に時間が掛かる、などの問題があり、加熱効率の向上と濃縮時間の短縮化を同時に達成することが困難であった。

【0005】

40

気液界面の面積を広くするものとして、ロータリーエバポレータという、フラスコを回転させて壁面に薄く液膜状に付着した部分を蒸発させる方法があるが、フラスコが回転するために加熱が困難になり、加熱効率を高め濃縮時間を短縮することができないだけでなく、フラスコ回転のための空間が必要であった。

【0006】

また、濃縮対象の液体ごとに形成される薄膜の状態が異なるため、常時人間が監視・手動調整する必要があり長時間の連続運転等が困難であるという問題も生じる。

【0007】

加えて、高濃度の濃縮を行った場合には濃縮液の粘度が高くなるが、この高粘度の液体がフラスコ表面に付着して伝熱効率を下げってしまうため、以後の濃縮を困難なものとして

50

しまう。また、高粘度の濃縮液をフラスコから取り出す工程には多大な時間が必要となる。

【0008】

本発明の目的は、液体を効率よく均一に短時間で加熱することができ、高粘度の液体であっても容易に取り出せる液体濃縮器と、この濃縮器を用いて自動的に濃縮処理を行える濃縮システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成する本発明の特徴は、被濃縮液体を蒸発させて濃縮する液体濃縮システムが少なくとも1台の濃縮器を有し、濃縮器に、濃縮器内部の液体から蒸発成分を蒸発させて液体と気体を分離するための加熱手段と、濃縮器から排出された蒸発または気化した成分を冷却する冷却手段と、ヒーターが取り付けられ、濃縮器から排出された濃縮液を集める濃縮液バッファータンクと、冷却手段で冷却され液化した蒸発液を集める蒸発液バッファータンクと、少なくとも濃縮器から蒸発液バッファータンクまでを減圧する減圧手段と、濃縮器と濃縮液バッファータンクとを接続し、ヒーターが取り付けられた第1の管路と、濃縮器と蒸発液バッファータンクとを接続する第2の管路と第1の管路に介在され第1の管路内を流通する濃縮液の温度を検出する第1の計測手段と、濃縮器内の温度を検出する第2の計測手段と、第1の管路及び濃縮液バッファータンクの少なくともいずれかに設けられたヒーターを調整する温度調整手段と、加熱手段及び冷却手段を制御する制御部とを設け、濃縮器は直径の異なる3本の管を重ねた三重管構造であって最外側の管と中間の管と最内側の管を有しており、中間の管の上端には被濃縮液体を受け放射状の微細な溝が多数形成されたフタ材が配置されており、中間の管の内周面には管の軸方向に延びる多数の微細溝が形成されており、最外側の管と中間の管で囲まれた第1の空間に加熱手段を接続し、制御部は第2の計測手段の出力に基づいて第1の空間と加熱手段間を循環する熱媒体の温度が所定温度になるよう加熱手段を制御し、中間の管の内部に形成される第2の空間および最内側の管の内部に形成される第3の空間を減圧手段を用いて減圧状態にし、加熱された微細溝表面上を前記被濃縮液体を通過させて液体と気体を分離することにある。

そしてこの特徴において、第1の管路に二つの蒸気流入防止手段を直列に取付け、二つの蒸気流入防止手段間に水位センサを有する水位観測部を形成し、制御部は、水位センサが反応したら2個の蒸気流入防止手段を交互に開閉して水位観測部にたまった濃縮液を濃縮液バッファータンク内に移動させ、第2空間内で発生した蒸気が濃縮液バッファータンク内の濃縮液に混入するのを防止可能とするのがよく、濃縮器内に形成される第2の空間の底部に鏡面化した傾斜路を形成し、加熱手段から送られた熱媒体が傾斜路を加熱し、熱媒体により蒸気成分が加熱分離された濃縮液の粘度を低下させるのがよい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、液体を微細な溝に送液する動力を準備するのみで安定した濃縮を行うことが可能なスタティックな濃縮器を得ることができる。また微細な溝底に液体の薄膜を形成することで熱の伝達が容易になり、加熱効率の向上と濃縮時間の短縮とが同時に達成され、溝を円周状に配置することで体積辺りの処理量を増加させ装置を小型化できる。加えて、濃縮器内の濃縮後の液体が接液する部分は全て温度調整可能な鏡面研磨した傾斜路となっており高濃度に濃縮された高粘度液体であってもスムーズに濃縮器外へ排出されるため、多様な濃度、粘度の液体に対応することができる。

【0011】

さらに液体の濃縮は各溝で独立して行われるため、一度各溝での濃縮条件を把握すれば、溝の数を増減することで容易に処理量の異なる濃縮器を得ることが可能となる。

【0012】

加えて、上記濃縮器を単一或いは多数並列に配し、各濃縮器に均一に送液する機構と、濃縮度を計測し流量を自動的に制御する機構とを付加することで、自動的に多量の液体を

所望の濃度に濃縮可能な濃縮システムを得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の概要は、直径の異なる3本の管を重ねた三重管構造であり、外側の管と中間の管の間を高温に、中間の管と内側の管の間および内側の管内を減圧状態にし、中間の管の上端に配され供給液体を受けるフタ材に放射状の微細な溝を多数設け、毛細管現象を利用して液体を高温に温められた中間の管の円周全体に送液し、該管の円周内面に設けられた多数の微細な溝に液体を供給して溝底と液面に生じる界面張力を利用し均一な薄膜を形成することで、液体を効率よく短時間で加熱蒸発させ高濃度の濃縮液を生成し、該濃縮液が通る流路を高温に温めることが可能な鏡面処理した傾斜路とすることで濃縮器内部に該濃縮液が残留することなくスムーズに排出でき、濃縮時に発生した蒸気は内側の管に取り込み分離することで液体の濃縮を行う濃縮器を中心に、処理量に応じて単一、或いは並列に設けた複数の濃縮器を搭載可能な濃縮システムであり、システム内の流路を減圧する真空ポンプ、各濃縮器に均一に液体を送液するためのバッファータンクとポンプ、所望の成分を蒸発させ液体と気体に分離させるために濃縮器に熱エネルギーを加える加熱源、気化した成分から熱エネルギーを奪い液体に戻す冷却源、各濃縮器から排出された濃縮液に蒸気が流入することを防止する一対の弁、濃縮液と液化した蒸発液を集めるバッファータンク、減圧されたバッファータンクから大気圧下の貯蔵容器へ液体を送液するポンプ、濃縮液体の濃度や濃縮器の温度状態を計測するセンサ、濃縮器～濃縮液バッファータンク間で濃縮液体粘度を調整するために温度調整機能を付加した流路を備え、加えて上記の全要素を制御し

10

20

所望の濃度を持った濃縮液を自動的に製造する制御部を備えた、ことにある。

以下、食用酢を濃縮対象とし、原液から特定の揮発性成分を取り出し濃縮する場合の実施形態について説明するが、濃縮する液体としては、沸点の異なる液体同士の混合液であっても良い。この場合、沸点の低い液体が揮発性成分、沸点の高い液体が非揮発性成分となる。

【0014】

(実施例1)

図1は、本発明、液体濃縮システム1の一例を示すブロック図である。

【0015】

図1において、10は供給された液体における揮発性成分を蒸発させ液体を濃縮する液体濃縮器、90は濃縮を行う液体を収容した原料タンク、91は液体を供給する原料供給ポンプ、92は供給された液体を一時的に貯めて各濃縮器への流量を均一に原料バッファータンク、93は各濃縮器に所望の流量を送液するために濃縮器と一対に設けられた流量調整ポンプ、94は液体濃縮器を過熱するために温水を供給する温水循環装置、95は液体濃縮器10から吐出される揮発性成分蒸気をその露点以下にまで冷却して液化する熱交換器、96は熱交換器95に冷却水を供給する冷却水循環装置、97は液化した揮発性成分を貯蔵する蒸発液タンクである。

30

【0016】

98aと98bは蒸気が濃縮液ラインに流入することを防止するための蒸気流入防止弁、99は濃縮液の水位を観測するための透明管、100は濃縮液を貯蔵する濃縮液タンク、101は真空雰囲気である濃縮液タンク100と蒸発液タンク97から各液体を大気圧下へ排出する排出ポンプ、102は排出ポンプ101から排出される各液体を貯蔵する貯蔵容器、103は原料バッファータンク92から蒸発液タンク97と濃縮液タンク100までの流路を下流側から減圧し液体の移動と真空雰囲気の形成を行う真空ポンプ、200は小型パソコンなどから構成され図中鎖線で囲んだシステム全体の制御を行う制御部、201は原料バッファータンク内の水位を計測する水位センサ、202は濃縮器10の温度を計測する濃縮器温度センサ、203は濃縮された液体の水位を計測する濃縮液水位センサ、204は図中に二重線で示す濃縮液流路と濃縮液タンク100の温度調節を行うために設けた温調用ヒーター、205は温調用ヒーター204により温度調整される濃縮液流路と濃縮液タンク100の温度を計測する温調用温度センサである。

40

50

【 0 0 1 7 】

濃縮対象である食用酢は、原料供給ポンプ 9 1 により原料タンク 9 0 から原料バッファ ー 9 2 へ任意の流量で移動する。原料供給ポンプ 9 1 には円周状に配置されたローラーによつてチューブをしごくことで送液するチューブポンプを使用した。これにより非送液時にはローラーによつてチューブが閉塞されるため真空ポンプ 1 0 3 により生じる圧力差から過剰な液量が供給されることを防止することができる。

【 0 0 1 8 】

原料バッファ ー 9 2 はパイプの両端を閉じたような円筒形をしており複数の液体濃縮器 1 0 を並列に取り付けられるよう継手が備えてある。これにより液体の処理量に応じて液体濃縮器 1 0 の数を容易に増減することができる。また、複数の液体濃縮器 1 0 を設けることにより、一つの液体濃縮器 1 0 が故障した場合でも他の液体濃縮器 1 0 で補うことで濃縮処理を継続することも可能となる。本実施例では液体濃縮器 1 0 が 2 個取り付けられた場合を説明する。

10

【 0 0 1 9 】

原料バッファ ー 9 2 に送られた食用酢が一定量溜まると水位センサ 2 0 1 がこれを検知し、センサの信号を受け取った制御部 2 0 0 は流量調整ポンプ 9 3 を動作させる。制御部 2 0 0 はバッファ ー内の水位が一定となるよう流量調整ポンプ 9 3 を制御する。これにより酢の供給と排出のバランスを取ることが可能となり、各液体濃縮器 1 0 への供給液量を等しくすることができる。なお、後述するように液体濃縮器 1 0 を通過する食用酢の流量を少なくすると濃度が増し、反対に流量を増やすと濃度は低下する。

20

【 0 0 2 0 】

液体濃縮器 1 0 の内部は、真空ポンプ 1 0 3 により減圧され、温水循環装置 9 4 によつて循環される温水により加熱された結果、1 0 0 以下の任意な温度で液体中の揮発性成分が蒸発する状態が形成される。液体を沸騰させる際、常圧であれば水の場合で 1 0 0 といった高温が必要となるが、食用酢中のアミノ酸は 7 0 以上の温度では変質するため問題が生じる。そのため本実施例では出口側で真空ポンプ 1 0 3 により数 k P a 程度に減圧を行い、沸点を下げた低圧蒸発を用いた。

【 0 0 2 1 】

また、本実施例では液体濃縮器 1 0 の加熱源として温水を使用した。より高い熱エネルギーが必要な場合は、温水の代わりに蒸気（高温蒸気或いは減圧した低温蒸気）を用いても良い。液体濃縮器 1 0 には内部の温度を計測するための濃縮器温度センサ 2 0 2 が取り付けられており、処理量等の変化で温度が 7 0 を超えそうな場合は温水温度を低下させるよう制御部 2 0 0 が温水循環装置 9 4 を制御する。

30

【 0 0 2 2 】

液体濃縮器 1 0 内では蒸発した揮発性成分と液体のままの濃縮液が分離するようになっており、分離した気体と液体は重力と真空ポンプ 1 0 3 の減圧による圧力差、流量調整ポンプ 9 3 による加圧によりさらに後段に運ばれる。

【 0 0 2 3 】

気化した揮発性成分は熱交換器 9 5 へと移動し、冷却水循環装置 9 6 から供給される冷却水に吸熱されて再び液体となり蒸発液タンク 9 7 へ貯蔵される。もう一方の濃縮液は濃縮液タンク 1 0 0 へと貯蔵される。

40

【 0 0 2 4 】

濃縮液、特に高濃度の濃縮液を得る場合には、一度分離した揮発成分が再び濃縮液と合流することを防止する必要がある。そこで、本発明では濃縮液流路上に二つの蒸気流入防止弁 9 8 a、9 8 b を設けた。濃縮処理開始時には、上流側の流入防止弁 9 8 a は開状態、下流側の流入防止弁 9 8 b は閉状態となっている。後述するように液体濃縮器 1 0 は垂直に設置されているため、この状態で原液を濃縮すると濃縮液は重力によって落下して透明管 9 9 内に溜められ、蒸気は真空ポンプ 1 0 3 の吸引力により熱交換器 9 5 へと移動する。

【 0 0 2 5 】

50

さらに濃縮処理を継続すると濃縮液は透明管 99 を徐々に満たして行き、やがて透明管 99 に取り付けられた濃縮液水位センサ 203 が反応するまでになる。濃縮液水位センサ 203 の信号を受けた制御部 200 は、まず上流側の流入防止弁 98a を閉状態にし、次に下流側の流入防止弁 98b を開状態とする。これにより透明管 99 内に溜まった濃縮液は蒸気が流入することなく、濃縮液タンク 100 へと移動する。一定時間経過後、制御部 200 は下流側の流入防止弁 98b を閉状態、上流側の流入防止弁 98a を開状態とし、再び濃縮液が溜まるまで待機する。以上のように弁の制御を行うことで、本濃縮システムは確実な気液分離を行い、高濃度の濃縮液を得ることができる。

【0026】

なお、本実施例では濃縮液水位センサ 203 に透過光を利用する光学式センサを使用したため透明管 99 を設けたが、別のセンサ（例えばフロート式水位センサ）を使用する場合は、透明である必要は無い。

10

【0027】

各液体濃縮器 10 から集められて蒸発液タンク 97、濃縮液タンク 100 に貯められた蒸発液、濃縮液は最終的に排出ポンプ 101 によって大気圧下の貯蔵容器 102 へと運ばれ、液体濃縮処理は終了する。なお、食用酢を一定濃度以上に濃縮すると粘度が高くなり送液に困難が生じるようになる。この現象への対策として、後述する液体濃縮器 10 内の形状に加えて、図中に二重線で示す液体濃縮器 10 から排出ポンプ 101 を経て貯蔵容器 102 へ至る濃縮液流路と濃縮液タンク 100 には、濃縮液を温めることで粘度を低下させ送液を容易に行えるよう温調用ヒーター 204 を取り付け付けた。このヒーターの温度は温調用温度センサ 205 からの情報に基づき制御部 200 が制御し、濃縮液を所望の温度に調整することができる。

20

【0028】

以上のような工程で本システムは液体濃縮を行う。液体流量や温水温度などの初期条件を設定すれば、濃縮処理中の制御は制御部 200 が全て自動で行うため省人化が図れ。長時間の連続処理も容易となる。また、制御部 200 には一度行った製造条件を記憶することもできるので、二度目以降はより素早く、再現性良く濃縮処理をスタートできる。

【0029】

次に、液体濃縮器 10 について詳細を説明する。図 2 は液体濃縮器 10 の外観斜視図である。液体濃縮器 10 はパイプ状の外管 11 に、上フタ 12 と下フタ 13 をネジで取り付け密閉した円筒形をしており、図に示すように円筒の軸方向に垂直に設置される。

30

【0030】

外管 11 の下部には温水の入口である温水供給管 14、上部には温水の出口である温水吐出管 15 が取り付けられ、温水循環装置 94 からの温水を液体濃縮器 10 内に循環させ加熱する。上フタ 12 には原料供給管 16 が取り付けられ、流量調整ポンプ 93 から送られる食用酢を液体濃縮器 10 内に供給する。下フタ 13 には蒸気吐出管 17 と濃縮液吐出管 18 が取り付けられ、液体濃縮器 10 内において分離された蒸気と濃縮液をそれぞれ後段へと移動させる流路となる。なお、各配管の先端にはサニタリー用のフランジ 19 を設けて、他の機器との接続を容易とした。

【0031】

40

図 3 は図 2 中の A - A 断面線で切断した液体濃縮器 10 の断面図である。液体濃縮器 10 は外管 11、液体の蒸発が行われる溝付き管 30、内管 31 と内管ベース 32 からなる三重管構造で、溝付き管 30 と内管 31 は連通しており内部は真空ポンプ 103 により減圧されている。

【0032】

溝付き管 30 と内管ベース 32 は図示していない Oリングにより外管 11 と非連通となっており、その間の空間には図中点線で示すように下部から上部に向けて温水が循環している。これにより溝付き管 30 と内管ベース 32 は均一に加熱され、蒸発や濃縮液の粘度低減に必要な熱エネルギーを与えられる。温水の出入り口は上下逆でも良いが、温水を空間内に均等に行き渡らせるためには本実施例のように下部から上部へ循環させることが望

50

ましい。また安定した濃縮を行うために、蒸発等でエネルギーを消費しても温水出入口での温度差がほぼ生じない程の十分な量の温水を流すことが望ましい。本実施例では100ml/minの処理量に対して、15L/minの温水を送液した。

【0033】

図4は溝付き管30上端にはめ込まれる溝付管上フタ33の斜視図である。後述するように溝付き管30での液体の蒸発には溝付き管30の円周上に均一に液体を送液する必要があるため、以下のような構造を用いた。溝付き管上フタ33は中央部にバッファ部34と、そこから円周方向へと放射状に広がる多数の液体誘導溝35からなる円形の部品である。溝付き管上フタ33の上面と上フタ12の下面は接しており、上フタ12を蓋材としてバッファ部34と液体誘導溝35は流路を形成する。原料供給管16から吐出された食用酢は、図4中に矢印線で示すように溝付き管上フタ33の中央部分に送液される。

10

【0034】

バッファ部34に対して液体誘導溝35は十分に小さいために圧力損失の差により食用酢はバッファ部34を満たすまでは液体誘導溝35へは侵入しない。バッファ部34を満たした食用酢は後続する酢により加圧されることで各液体誘導溝35を均等に満たしながら移動し、後段の溝付き管30の円周上に均一に送液され、壁面を伝って落下する。この時、円周状に均一な送液を実現するために溝付き管上フタ33は水平に保たれていることが望ましく、そのため液体濃縮器10は垂直に取り付けられることが望ましい。食品を扱う場合には、処理後の残液を完全に除去する必要がある。この構造は凹型のバッファ槽を設ける方式に比べて液溜りが生じ難いため、液体濃縮器10を洗浄する際に洗浄液を送液することで残留液体を取り除くことが可能であり、メンテナンス性に優れる。

20

【0035】

図5は溝付き管30の斜視図及び上面図である。図に示すように溝付き管30は円周に沿って内側に多数の微細溝36が設けてある。溝付き管上フタ33を経由して溝付き管30の円周上に均一に送液された食用酢は表面張力によって各微細溝36の壁面にトラップされて薄膜37を形成し、溝付き管30下部へと壁面を伝わって落下する。

【0036】

微細溝36の断面形状は薄膜37の形成されやすさ(液体を溝内に保持するに足る表面張力を持つ形)、蒸発に必要な熱エネルギーを十分に伝えることが可能な熱伝達性を考慮して決定する。これらの条件を満たしているならば溝の形状や大きさはどのように決めても構わないが、加工性等を考慮すると、大きさが数百μmから数mm程度の方形、三角形、半円形、台形などが望ましい。本実施例では、薄膜37が形成されやすく加工も容易な一辺1.62mmの三角形(V字型)とした。溝付き管30は外側から温水によって加熱されており、薄膜化した微細溝36内の食用酢は温度に対する応答性が高く、さらに内側が減圧されているため常圧より低い温度で蒸発が開始されるので、溝付き管30の下部に至る間に食用酢内の揮発成分(主に水と酢酸)は蒸発する。蒸発量は、液体の供給量と温水温度を制御することで任意に変更が可能である。

30

【0037】

また、本方式では各微細溝36で各個に蒸発が行われるため、液体の処理量は溝の数に比例する。つまり、一度ある条件下での一つの微細溝36の蒸発量を把握すれば、溝数を増減することで容易に異なる処理量の濃縮器を得ることが可能となる。本実施例では、7倍濃縮液を20ml/min処理できる小型モデルを製作して性能検証を行った後に、溝付き管30を大径化して溝数を5倍とした100ml/minモデルを製作し、小型モデルと同じく7倍の濃縮液を得られることを確認した。なお、上記を実現するためには、蒸発条件を等しくするために各溝への供給液量を均一にすることが必要であり、そのため本実施例では前述したように溝付き管上フタ33にバッファ部34や液体誘導溝35を設けてある。

40

【0038】

図3に戻って、溝付き管30を伝わりながら揮発成分を蒸発させた濃縮液は、実線の矢印で示すように内管31と内管ベース32の間に設けられた空間(濃縮液バッファ部3

50

8) に移動し、そこから濃縮液吐出管 18 を経て、液体濃縮器 10 外へと排出される。内管 31 は円管に刃の鍔を取り付けたような形状で、図に示すように水平な面を持たず、全ての面が垂直か傾斜を持たせてあり、加えて内管 31 の全ての面は鏡面仕上げが施してある。これにより微細溝 36 から濃縮途中の液体が飛び出して内管 31 へ付着した場合でも、内管傾斜路 39 を伝わり濃縮液バッファ部 38 へ移動するため残液が発生しない。残液が生じた場合、本来ならば濃縮液ラインへ流れるはずの液量がばらつくため濃縮の安定性が損なわれる、乾燥した残液が管内にこびり付き容易に洗浄できないなどの問題が生じる。本実施例によれば、これらの問題は生じない。

【0039】

内管ベース 32 上面の濃縮液が接する部分は、濃縮液吐出管 18 に向かってすり鉢状の傾斜路 40 が付けられており、その表面は鏡面研磨してある。この結果、微細溝 36 を伝わり落ちた濃縮液は残留することなくスムーズに濃縮器外に移動する。また、食用酢は高濃縮して濃度を高めると、粘度が急激に上昇し水飴のような状態に変化するが、このような状態に対応するため、すり鉢状傾斜路 40 の裏面には温水が流れるための空間 41 を設けた。この結果、空間 41 を流れる温水によってすり鉢状傾斜路 40 は加熱され、同時にこの傾斜路を流れる高濃度の濃縮液もまた加熱される。加熱された濃縮液は粘度が低下し、鏡面化された傾斜路の滑りやすさと併せて、濃縮器外へと排出される。このような形状を備えたことで、本実施例では食用酢を 20 倍に濃縮したサンプルの生成も可能となった。

【0040】

一方、蒸発した揮発成分は破線の矢印で示すように真空ポンプ 103 の吸引力によって内管 31 を経由して蒸気吐出管 17 へと移動する。ここで内管 31 を溝付き管 30 内に突き出すように高くすることで、万一濃縮液バッファ部 38 を越えて濃縮液が溝付き管 30 内に進入しても容易には蒸気吐出管 17 内に流れ込まないようにした。蒸気吐出管 17 へ吸引された揮発成分蒸気は熱交換器 95 にて冷却され液化し、蒸発液タンク 97 へと貯蔵される。この時、前述したように濃縮液が流れるラインには蒸気流入防止弁 98 が設けて有り、2 個の弁を適宜開閉することで、蒸気が濃縮液吐出管 18 へと逆流することを防止している。

【0041】

以上のように本実施例の液体濃縮器 10 は可動部分の無いスタティックな構造となっており信頼性が高い。また、フロー処理により連続的に濃縮を行えるため、連続可動することで小型の濃縮器でありながら多量の濃縮処理を行うことができる。加えて、濃縮液接液部分を全て温調することで、高濃度・高粘度の濃縮液を生成することが可能であり、多様な濃縮処理に対応することができる。

【0042】

なお、本実施例では食用酢の蒸発により濃縮液を得るための濃縮システムについて述べているが、蒸発液タンク 97 では同時に蒸発液すなわち蒸留液が生産されるため、蒸留システムとしても活用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図 1】液体濃縮システムのブロック図。

【図 2】液体濃縮器の外観斜視図。

【図 3】図 2 A - A 断面線での断面図。

【図 4】溝付き管上フタの斜視図。

【図 5】溝付き管の上面図および斜視図。

【符号の説明】

【0044】

1 ... 液体濃縮システム、10 ... 液体濃縮器、11 ... 外管、12 ... 上フタ、13 ... 下フタ、14 ... 温水供給管、15 ... 温水吐出管。16 ... 原料供給管、17 ... 蒸気吐出管、18 ... 濃縮液吐出管、19 ... フランジ、30 ... 溝付き管、31 ... 内管、32 ... 内管ベース、33

10

20

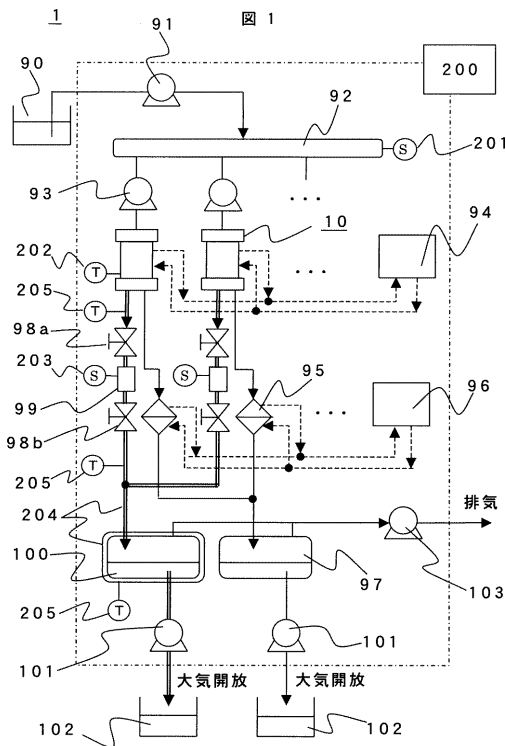
30

40

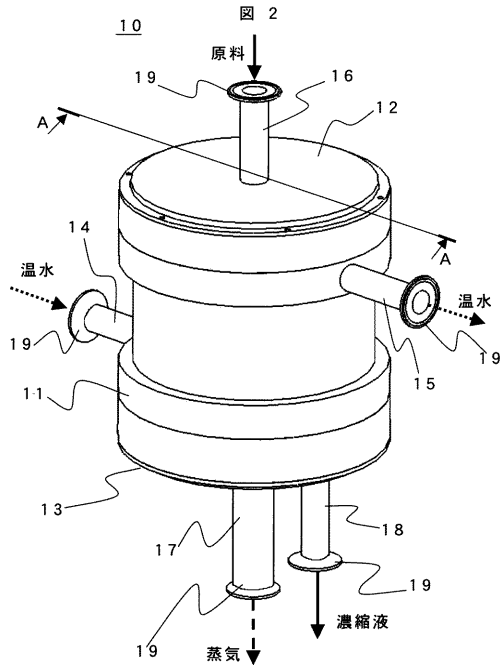
50

...溝付き管上フタ、34...バッファー部、35...液体誘導溝、36...微細溝、37...薄膜、38...濃縮液バッファー部、39...内管傾斜路、40...すり鉢状傾斜路、90...原料タンク、91...原料供給ポンプ、92...原料バッファー、93...流量調整ポンプ、94...温水循環装置、95...熱交換器、96...冷却水循環装置、97...蒸発液タンク、98...蒸気流入防止弁、99...透明管、100...濃縮液タンク、101...排出ポンプ、102...貯蔵容器、103...真空ポンプ、200...制御部、201...水位センサ、202...濃縮器温度センサ、203...濃縮液水位センサ、204...温調用ヒーター、205...温調用温度センサ。

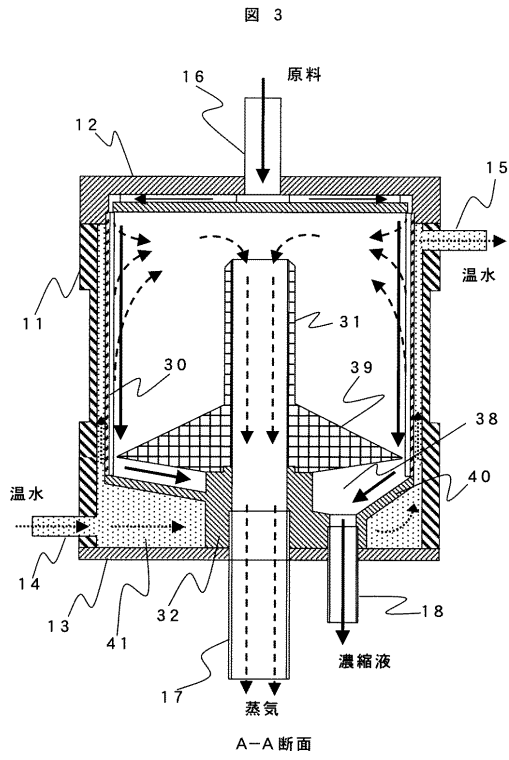
【図1】



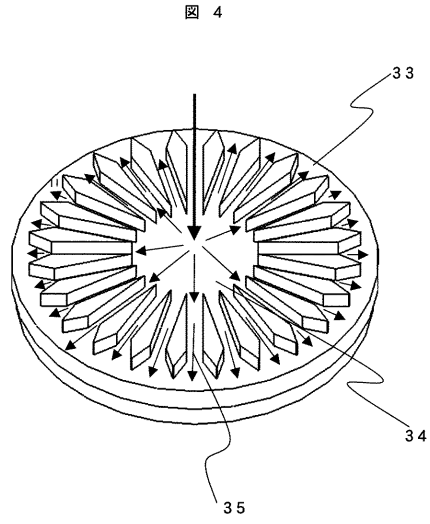
【図2】



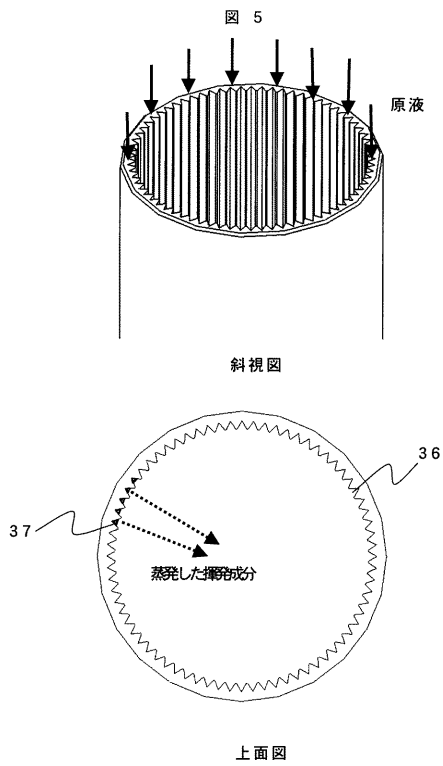
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 沼尻 文晶

東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式会社日立プラントテクノロジー内

審査官 神田 和輝

(56)参考文献 特開昭52-053770(JP,A)
特開平06-041501(JP,A)
特開平06-091251(JP,A)
特開平07-116401(JP,A)
特表2001-511701(JP,A)
登録実用新案第3011254(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D	1/00-5/00
C12J	1/00
C12J	1/10
F28D	1/00-13/00