

(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2005-201546

(P2005-201546A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int.Cl.⁷

F25C 1/00
C02F 1/22
// A23C 1/06
A23L 2/12

F I

F25C 1/00
 C02F 1/22
 A23C 1/06
 A23L 2/12

テーマコード (参考)

4B001
 4B017
 4D037

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-8556 (P2004-8556)
 (22) 出願日 平成16年1月15日 (2004.1.15)

(71) 出願人 802000019
 株式会社新潟ティーエルオー
 新潟県新潟市五十嵐2の町8050番地
 (72) 発明者 梁取美智雄
 茨城県電ヶ崎市緑町228
 (72) 発明者 田口洋治
 新潟県新潟市寺尾台3-4-3
 (72) 発明者 松原幸治
 新潟県新潟市五十嵐町2の町8050番地
 新潟大学五十嵐地区
 職員宿舎RA101
 Fターム(参考) 4B001 BC07 BC99
 4B017 LP02 LP14 LT05
 4D037 AA06 AA11 BA21

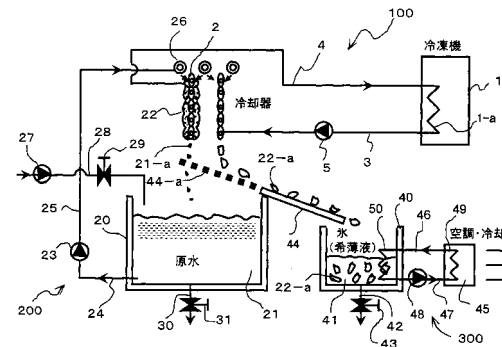
(54) 【発明の名称】 凍結濃縮システム

(57) 【要約】

【課題】従来の凍結濃縮システムは、システムが大がかりとなり、処理速度が遅いという課題があった。

【解決手段】原水21の入っている原水槽20の上部に、冷凍装置200の構成要素である冷却器2を設け、原水槽20と冷却器2との間に目皿44-aの付いたスライダ44を設ける。冷却器2で生じた氷22を一時的に離脱させ、この氷22を目皿44-a、スライダ44を介して回収槽40に移送する。一方、冷却器2に散水される原水21は冷却器2を流下させ、その後目皿44-aを通して原水槽20内へ戻す。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷凍機の冷熱で原水槽から送られてきた原水を氷結させた後、これによって生じた氷を離脱させることのできる機能を有する冷却器、冷却器の下方部に設けられ、未氷結の原水を原水槽に戻すことと、この未氷結の原水とは分離して、前記脱水を別個に設けた回収槽に輸送することのできる機構を具備してなる凍結濃縮システム。

【請求項 2】

冷却器とその下方部の原水槽及び回収槽との間に、前記未氷結の原水と脱水とを分離する機構と、未氷結の原水を一時的に受けてそれを原水槽に戻すことのできる受液槽を具備してなる請求項 1 に記載の凍結濃縮システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、食塩水やブドウ糖液、あるいはジュースや牛乳、排液などのように水に溶解した水溶液、あるいは水に溶け合わない粒子を含んだ混合水（例えば微細なポリエチレン粒子を混合した水など）を、凍結濃縮現象を利用して希薄水と濃縮水とに分離するための構成に関する。

【背景技術】

【0002】

凍結濃縮現象を利用して希薄水と濃縮水とに分離し、これを工業的に有効利用すること

20

に関しては下記の文献に記載されている。

【非特許文献 1】

「流下液膜式凍結濃縮装置」冷凍、78巻 第904号（年2003年

2月号）、P49～P54

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来の凍結濃縮システムは、パイプの周りに原水を厚く氷結をさせながら希薄水と濃縮

水とに分離させるもので、濃縮分離に時間がかかるとともに、システム中において槽の数

が多くなり、装置が大がかりとなっていた。これについて図7、図8を基にして、以下説

明する。

30

【0004】

この従来の凍結濃縮システムはコイル状の製氷用冷却器2の周りに、原水21を流下液膜状に流してそれを凍結させ、厚く冷却器2の周りに結氷させながら原水を希薄な回収液41と、濃縮液21-aとに分離するもので、いわゆる流下液膜式のアイスオンコイル型凍結濃縮システムと称するものである。その主要構成は冷凍機1、受液槽20-a内にあるコイル状の製氷用冷却器2、熱交換器1-a、パイプ3、4、ポンプ5から成る冷凍装置100と、原水21を収納した原水槽20、ポンプ23、パイプ25、散水器26から成る原水循環部200と、回収液41を収納する回収槽40、放熱器45、熱交換器49と50、それらを熱的に結ぶパイプ46、47、ポンプ48から成る冷熱利用部300から構成されている。

40

【0005】

冷凍装置100部のパイプ3、4内には不凍液（エチレングリコールなど）が充填されていて、ポンプ5を駆動することにより、熱交換器1-aを介して、冷凍機1で発生した冷熱が、冷却器2内に供給される。一方原水槽20内の原水21は、ポンプ23を駆動することにより、パイプ24、バルブ37、パイプ25を介して散水器26からコイル状の冷却器2の外面に流下液膜状に流される。

【0006】

図7は原水21を冷却器2の周りに流し始めた初期の状態を示している。このため冷却器2の周りには氷が成長していない。

【0007】

50

図8は時間が経過して、冷却器2の周りに凍結体(氷など)22が、厚く氷結した状態を示したもので、この状態になると原水槽20内の原水21が少なくなっている。

【0008】

凍結濃縮の操作は夜間電力などを利用して、夜間に原水槽20内の原水21をポンプ23を駆動して散水器26から冷却器2に流下させた後、受液槽20-aで受け、その後その下部に連なるパイプ53からバルブ57、パイプ55を介して原水槽20内に戻す。この際、回収槽40とパイプ53とを結ぶパイプ54間のバルブ56は閉じておく。

【0009】

図8に示すように、凍結濃縮操作が終了すると冷却器2の周りには、原水21内に含有する溶質を分離して純水に近づいた凍結体22が厚く氷結する。このため、原水槽20内の液体21は濃縮液21-aとなる。この濃縮液21-aはパイプ30部のバルブ31を開いて外部に排出する。この濃縮液21-aは原水21が排液などの場合は、外部に排出して処理するものであるが、その量が濃縮されて少なくなるので処理量が削減でき、処理作業が容易であるという利点を生ずる。またジュース等の場合には濃縮されるため、付加価値が向上した品質の高い生産物として有効に利用される。

10

【0010】

冷却器2の周りに厚く氷結した凍結体(氷など)22は昼間、図8に示すような方法によって解氷しながら、冷熱利用部300においてその冷熱をプロセス冷却や空調に利用する。このためバルブ57を閉じ、バルブ56を開く。一方ポンプ23を駆動して、回収槽40内に溜る回収液41を、パイプ35、バルブ36を介して、パイプ25から散水器26を通して冷却器2の凍結体22の周りに供給する。その後、この回収液41を受液槽20-aから、パイプ53、バルブ56、パイプ54から回収槽40内へ戻すようにする。このためパイプ24部のバルブ37を閉じ、パイプ35部のバルブ36を開く。凍結体22が融解して回収槽40内へ溜った回収液41は低温度となっているので、ポンプ48を駆動して、パイプ46、47内の熱媒体(水など)を熱交換器50側から熱交換器49側へ輸送することによって、放熱器45からは冷熱が発生する。この冷熱は空調やプロセスの冷却に利用される。

20

【0011】

この従来システムは、冷却器2がコイル状となっていて、その周りに氷を厚く結氷させて凍結濃縮操作を行うため、コイル間隔を大きくする必要があり、冷却器2の受液槽20-a内に大きな専有空間を常に確保しておく必要がある。また図7に示す夜間の凍結濃縮操作と、図8に示す日中の解氷・熱利用操作も、受液槽20-aを利用する必要があり、日中新たに工場のプロセスで生産される原水21、あるいは日中生ずる排水をこの受液槽20-a内へ適宜投入して活用することができない。このため日中生ずる原水21は別個の補助槽32を設けてポンプ27、パイプ28、バルブ29を介した後、それに溜めて保管しておく必要がある。このためシステムの配置スペースが大きくなるという難点がある。また日中の熱利用時においては、熱利用部300のポンプ48のほか、原水循環部200のポンプ23をも駆動することが必要で、省エネルギーの面でも好ましくない状態となっていた。

30

【課題を解決するための手段】

40

【0012】

前記課題を解決するため(1)冷凍装置を構成する冷却器を平板状として、この平板状の冷却器に原水を流下させて氷結させた後、一時的に冷却器を加熱して脱水させる機能を持たせるものとする、(2)次に冷却器周りを流下する原水と、冷却器から離脱した砕氷を分離して、流下した原水を原水槽、砕氷を熱利用部の回収槽に移送する機構を設ける。(3)このような構成にすることによって原水槽の上部に冷却器を配設する場合には、原水槽は受液槽を兼ねたものとし、受液槽を省略する。(4)原水槽の上部に冷却器を配設できない場合には小型な受液槽を設け、この上部に流下後の原水と砕氷を分離する機構を設け、この機構の上部に冷却器を配設する。

【発明の効果】

50

【0013】

本発明によれば（１）日中の熱利用時間帯には回収槽に溜められた砕氷を融解して、この冷熱を放熱部に供給すればよく、熱利用部のポンプのみの駆動でよく、原水槽から散水器を介して冷却部に原水を輸送する必要はなく、これにともなうポンプは停止でき、省エネルギーとなる。（２）また原水槽内の濃縮液は排出して利用した後、空にし、その後日中生産プロセスから生ずる原水あるいは排水を、直接この原水槽に投入して貯蔵できるので、補助槽は不要となる。（３）また冷却器に結晶した凍結体を適宜脱水してダイナミックに凍結と脱水を行うためシステムの処理速度が高まり実用に供して便利となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

10

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0015】

図１、図２は本発明の一実施例の構成図である。図１は凍結濃縮開始初期の状態、図２は凍結濃縮終了前の状態を示している。この実施例では、原水槽２０の上部に板状の冷却器２が配設されていて、この冷却器２は、パイプ３、４、ポンプ５、熱交換器１－ａとによって、冷凍機１と熱的に結合されている。また原水槽２０と冷却器２との間には、原水２１、濃縮液２１－ａを通すことのできる傾斜型の目皿４４－ａが設けてあり、その下部にはスライダ４４が付いている。ポンプ５を駆動してパイプ３、４、熱交換器１－ａを介して、冷却器２内に冷凍機１で発生するマイナス温度の冷媒を供給する。一方ポンプ２３を駆動して原水槽２０内の原水２１を、パイプ２４、２５を介し散水器２６を通して冷却器２の外面に流下液膜状に流す。この流下液膜流は冷却器２からのマイナス温度の冷熱により、徐々に冷却器２の周りに凍結し始める。この過程によって冷却器２の外面に凍結した凍結体（氷）２２は精製された氷になり、冷却器２を流下して、その下部に落下し、目皿４４－ａを通過し、その下部の原水槽２０に落下する液体（水）２１は溶質分の多い濃縮水となる。一定時間、冷却器２の周りに凍結体（氷）２２の成長をさせたなら、冷凍機１を停止して、冷却器２への冷熱の供給を停止する。ポンプ５を駆動し続けていると、徐々に外気の温熱が冷却器２へ供給され、冷却器２はプラス温度に上昇する。これによって凍結体（氷）２２が冷却器２と接している部分が融解し、これによって凍結体（氷）２２は下方部に落下し砕氷となる。この砕氷２２－ａは傾斜型の目皿４４－ａを滑り、さらにスライダ４４を滑り、回収槽４０内へ落下して貯蔵される。

20

30

【0016】

冷却器２による製氷・脱水操作が進行すると、図２に示すように、原水槽２０内の原水２１は溶質分が多く含まれた濃縮水となり、その量は図２に示すように、図１の初期状態の原水２１よりは少ないものとなる。この濃縮された原水２１はバルブ３１を開いてパイプ３０から外部へ排出する。一方回収槽４０内に貯蔵される砕氷２２－ａの量は多くなる。この砕氷２２－ａは純水に近いものとなるが、この砕氷２２－ａの冷熱は熱利用部３００にて融解して利用する。すなわちポンプ４８を駆動して、パイプ４６、４７内の熱媒体（エチレングリコール等の不凍液）を熱交換器４９と熱交換器５０とを通して循環すると砕氷２２－ａは徐々に融解して希薄な回収液４１となる。この時発生する冷熱は放熱器４５にて放冷し、空調やプロセス冷却に利用される。融解された希薄な回収液４１は、バルブ４３を開いて、パイプ４２を介して所望の場所に輸送され有効利用される。

40

【0017】

このような熱利用操作は昼間行われるが、昼間はポンプ４８のみ駆動しておけばよく、原水循環部２００のポンプ２３、及び冷凍装置１００部のポンプ５は停止しておいてよく、このため極めて省エネルギーとなる。また原水槽２０内の濃縮された原水２１－ａはパイプ３０から排出してしまえば、昼間は空となっているので、ポンプ２７を駆動してパイプ２８、バルブ２９を介して、この原水槽２０内へ、昼間生産される原水２１を直接投入することができ、そのまま夜間の凍結濃縮操作まで待機することができる。すなわち従来システムの図７、図８の補助槽３２は不要となる。

【0018】

50

また夜間の凍結濃縮操作においては、原水槽 20 は受液槽としても作用し、このため図 7、図 8 に示す受液槽 20-a は不要となる。

【0019】

なおこの実施例において脱水操作を促進するために、冷凍機 1 を停止するとともに、パイプ 3 の途中を分岐して他の熱交換器（図示せず）に熱的に接続し、この熱交換器に温熱を一時的に与えて、この熱を冷却器 2 に供給すると凍結体（氷など）22 の脱水効果が高まる。

【実施例 1】

【0020】

図 3 は本発明の他の実施例の構成図である。これは原水槽 20 の上部に冷却器 2 を配設できず、それより離れた所に冷却器 2 を設けなければならない場合に有効な実施例である。スライダ 44 に連なる目皿 44-a の下部に小型な受液槽 20-a を設け、受液槽 20-a と原水槽 20 とをパイプ 51 で連結する。必要に応じてパイプ 51 にバルブ 52 を設けてその戻り量を調節してもよい。夜間は目皿 44-a の上部に配設した冷却器 2 の外面に、原水槽 20 内の原水 21 をポンプ 23 を駆動して供給して凍結濃縮操作を行う。原水 21 は原水槽 20 から、散水器 26、冷却器 2、目皿 44-a、受液槽 20-a、パイプ 51 を循環する間に、徐々に減少する。一方脱水操作によって、目皿 44-a、スライダ 44 を介して回収槽 40 内に移送される碎氷 22-a は徐々に多くなる。このようにして回収槽 40 内に貯蔵された碎氷 22-a は昼間融解して、その冷熱を空調・プロセス冷却に利用する。

【実施例 2】

【0021】

図 4 は図 3 の変形実施例の構成図である。これはスライダ 44 の途中に目皿 44-a を設け、この目皿 44-a の下方部に受液槽 20-a を設けたものである。このような構成においても、図 3 と同様の効果を奏する。

【実施例 3】

【0022】

図 5 は図 4 の変形実施例の構成図である。これは回収槽 40 の上部に冷却器 2 が配設されている場合の例である。冷却器 2 の下部に傾斜した目皿 44-a とスライダ 44 を設け、目皿 44-a の下部に受液槽 20-a を設け、濃縮液 21-a を溜めることができるようにしてある。このような例においても図 4 と同様にバルブ 52 の付いたパイプ 51 を設けて、原水槽 20 内に原水 21 を供給するようにしてよい。しかし原水槽 20 と回収槽 40 が図 5 のように近接して設置できる場合には、原水槽 20 と回収槽 40 との間の壁 20-b を一体化して設け、その壁 20-b に開孔 51-a を設けて、この開孔 51-a から受液槽 20-a 内の濃縮液 21-a を原水槽 20 内に戻してもよい。このようにすると、装置は簡素化される。

【実施例 4】

【0023】

図 6 は図 3 の変形実施例の構成図である。これは図 3 の受液槽 20-a とパイプ 51 の代わりに、原水戻し板 44-b をスライダ 44 とは逆勾配で設けたものである。このようにすると受液槽 20-a とパイプ 51 を省略でき、かつ細いパイプ 51 を利用しなくてよく、大量の濃縮水 21-a を原水槽 20 へ戻すことができる。またこの実施例は、冷凍装置 100 部は直膨方式として、間接熱交換に必要な不凍液（エチレングリコールなど）はパイプ 3、4 に流す必要はなく、ポンプ 5 も不要とした構成としている。このためパイプ 3 と 4 との間に圧縮機 6、凝縮器 7、減圧機構（膨張弁）8 を、パイプ 11、12 を利用して連結する。圧縮機 6 によって断熱圧縮された冷媒（フロンなど）はパイプ 11 を通って凝縮器 7 に入り、ここで凝縮の潜熱を放出して液化する。その後、パイプ 12、バルブ 9 を通って減圧機構（膨張弁）8 を通る間に断熱膨張して低温度となり、パイプ 4 を通って冷却器 2 に入る。これによって冷却器 2 はマイナス温度に冷却され、その後パイプ 3 を通って圧縮機 6 に入り、前と同じサイクルをくり返す。冷却器 2 の周りに成長した凍結

体（氷）２２を離脱させるにはパイプ１２部のバルブ９を閉じ、パイプ１１とパイプ４とを結ぶパイプ１３部のバルブ１０を一時的に開く、これによって圧縮機６によって断熱圧縮された高温冷媒がパイプ１３のバルブ１０を通った後、減圧機構８を介さずしてパイプ４から冷却器２内へ直接注入される。このため冷却器２は一時的に加熱され、その周りに成長した凍結体（氷）２２は離脱して脱水２２－aとなって回収槽４０内へ移送される。この脱水操作が終了したなら、再びバルブ１０を閉じ、バルブ９を開いて元の冷凍操作に入る。このシステムによれば短時間に脱水できる。

【００２４】

本発明の平板状の冷却器を用い製氷・脱水操作をくり返し行っていくダイナミック式の方法と、従来のコイル状の冷却器の周りに氷を厚く成長させていくアイスオンコイル式の方法の製氷量の違いについて図９と図１０を用いて明らかにしておく。

【００２５】

図９は横軸に時間 t 、縦軸に無次元氷厚さをとって、円管式と平板式の氷厚さの相違を示したものである。どちらも、時間 t に対して氷厚さは放物線状に成長し、時間とともに成長率は減少する。これは氷の厚さが増大し、氷の結晶層の熱抵抗が時間とともに増大することによる。平板式の場合にも、脱水操作を行わないで、そのまま氷を冷却器に成長させ続けると、大きな製氷量は期待できない。このため本発明に用いるダイナミック式は、短時間に成長した氷を脱水しながら製氷を続けるものである。すなわち図９の平板式の曲線の原点近傍で、氷が成長し始めた直後においては、放物線の時間に対する氷厚さの勾配（成長率）は大きく、成長速度が速い。一例として２０min製氷／２min脱水の例を採り、成長した氷の厚さを時間に対して積分すると、一点鎖線のように時間に対する積算氷厚さは著しく増大させることができる。このようなダイナミック式は、脱水なしの平板式に対して、著しく氷の収穫量を大きくすることができ、凍結濃縮システムに利用すると相乗効果が高いものである。

【００２６】

図１０は図９の結果を用いて、横軸に時間 t 、縦軸に無次元製氷量をとって示したもので、円管式（実線）に対し、ダイナミック式の本発明（一点鎖線）は著しく製氷量が大きく、円管式に対して約１／２の時間で、同一の製氷量を得ることが可能となることを示したものである。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】本発明の一実施例の構成図

【図２】図１の実施例で、凍結濃縮が進行した状態を示す図

【図３】本発明の他の実施例の構成図

【図４】図３の変形実施例の構成図

【図５】図４の変形実施例の構成図

【図６】図３の変形実施例の構成図

【図７】従来の凍結濃縮システムの構成図

【図８】図７の従来法の構成図で、凍結濃縮終了後の状態を示す図

【図９】本発明のダイナミック式の凍結濃縮システムの効果を説明する図

【図１０】本発明のダイナミック式の凍結濃縮システムの効果を説明する図

【符号の説明】

【００２８】

１……………冷凍機

１－a…………熱交換器

２……………冷却器（平板、製氷コイル）

３，４……パイプ

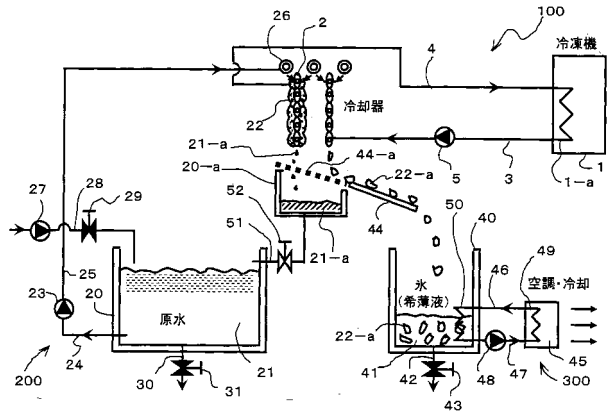
５……………ポンプ

６……………圧縮機

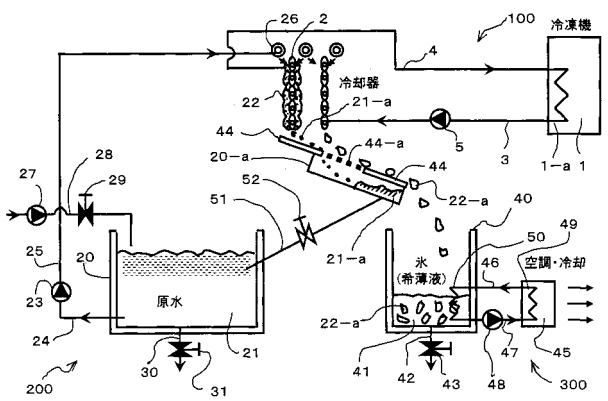
７……………凝縮器

8 ……減圧機構（膨張弁）	
9, 10 ……バルブ	
11, 12, 13 ……パイプ	
20 ……原水槽	
20-a ……受液槽	
21 ……原水	
21-a ……濃縮液	
22 ……凍結体（氷など）	
22-a ……砕氷	
23 ……ポンプ	10
24, 25 ……パイプ	
26 ……散水器	
27 ……ポンプ	
28 ……パイプ	
29 ……バルブ	
30 ……パイプ	
31 ……バルブ	
32 ……補助槽	
33 ……パイプ	
34 ……バルブ	20
35 ……パイプ	
36, 37 ……バルブ	
40 ……回収槽	
41 ……回収液（希薄液）	
42 ……パイプ	
43 ……バルブ	
44 ……スライダー	
44-a ……目皿（メッシュ、パンチ穴付板）	
44-b ……原水戻し板	
45 ……放熱器	30
46, 47 ……パイプ	
48 ……ポンプ	
49, 50 ……熱交換器	
51 ……パイプ	
51-a ……開孔	
52 ……バルブ	
53, 54, 55 ……パイプ	
56, 57 ……バルブ	
100 ……冷凍装置	
200 ……原水循環部	40
300 ……冷熱利用部	

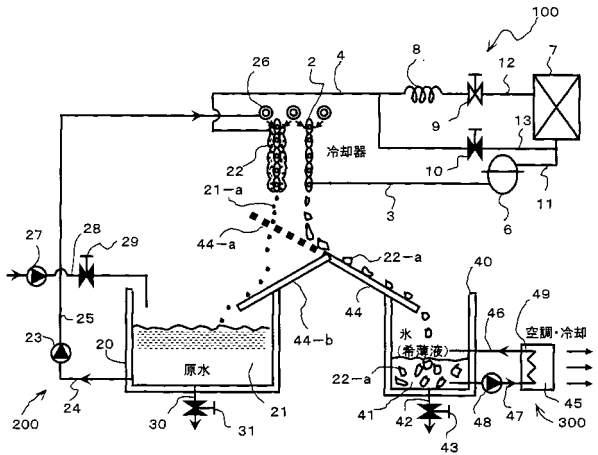
【 図 3 】



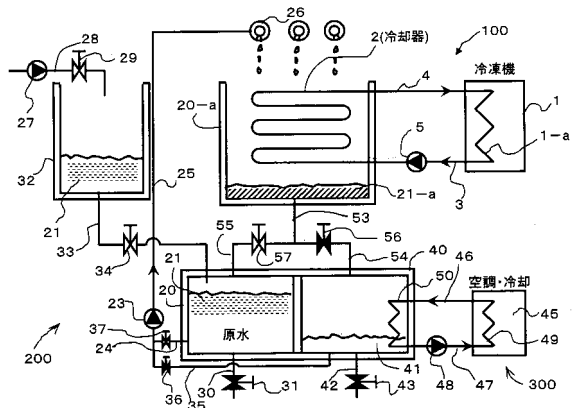
【图 4】



【图 6】



【图 7】



【例】

 一例:パイプφ16
 一例:75mm
 氷