

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6655063号
(P6655063)

(45) 発行日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年2月4日(2020.2.4)

(51) Int.Cl.		F I	
F 2 5 B 15/00	(2006.01)	F 2 5 B	15/00 B
C 0 9 K 5/06	(2006.01)	C 0 9 K	5/06 A
C 0 9 K 5/04	(2006.01)	C 0 9 K	5/06 B
		C 0 9 K	5/04 Z

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-508134 (P2017-508134)	(73) 特許権者	504132881 国立大学法人東京農工大学 東京都府中市晴見町3-8-1
(86) (22) 出願日	平成28年2月29日(2016.2.29)	(74) 代理人	110000877 龍華国際特許業務法人
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/056142	(72) 発明者	秋澤 淳 東京都府中市晴見町3-8-1 国立大学 法人東京農工大学内
(87) 国際公開番号	W02016/152399	(72) 発明者	大野 弘幸 東京都府中市晴見町3-8-1 国立大学 法人東京農工大学内
(87) 国際公開日	平成28年9月29日(2016.9.29)		
審査請求日	平成31年2月1日(2019.2.1)	審査官	森山 拓哉
(31) 優先権主張番号	特願2015-58580 (P2015-58580)		
(32) 優先日	平成27年3月20日(2015.3.20)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸収冷凍機および除湿機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷媒との相溶性が温度で変化するイオン液体と冷媒とを混合させる混合器と、
前記混合器で混合された前記冷媒と前記イオン液体との混合物を加熱して相溶性を低くすることにより、前記イオン液体と前記冷媒とを液体のまま前記イオン液体と前記冷媒との比重差により分離させる再生器と、
前記再生器により分離された前記冷媒を気化させることで冷熱を発生させる蒸発器と、
を備える吸収冷凍機。

【請求項2】

前記混合器は、前記蒸発器で気化した前記冷媒を前記イオン液体に吸収させる吸収器を有する請求項1に記載の吸収冷凍機。

【請求項3】

前記混合器は、
前記蒸発器で気化した前記冷媒を前記イオン液体とは異なる冷媒吸収剤に吸収させる吸収器と、
前記吸収器から搬送され、前記冷媒を吸収した前記冷媒吸収剤から分離する分離部と
を備える請求項1の吸収冷凍機。

【請求項4】

前記分離部は浸透圧を用いて前記冷媒を前記冷媒吸収剤から分離する請求項3に記載の吸収冷凍機。

【請求項 5】

前記冷媒吸収剤が臭化リチウム、臭化カルシウム、または塩化カルシウムを含む請求項 3 または 4 に記載の吸収冷凍機。

【請求項 6】

前記蒸発器は、前記冷媒を気化させる気化部と、前記冷媒に含まれる前記イオン液体を回収する回収部と、

を備え、

前記回収部は、前記冷媒に含まれるイオン液体を回収して、回収した前記イオン液体を前記混合器へ搬送する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の吸収冷凍機。

【請求項 7】

前記再生器は、加熱器と分離器を備え、

前記加熱器は、前記冷媒を吸収したイオン液体を加熱して、前記冷媒を液体のまま前記イオン液体と、を分離させ、

前記分離器は、分離した前記冷媒と前記イオン液体とを別々に取り出す請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の吸収冷凍機。

【請求項 8】

前記再生器は、並列に複数の前記分離器を備え、前記加熱器は、複数の前記分離器を切り替えながら順番に前記冷媒と前記イオン液体とを供給し、前記分離した冷媒とイオン液体が供給されてから予め定められた時間が経過した後に、前記冷媒と前記イオン液体とを別々に取り出す請求項 7 に記載の吸収冷凍機。

【請求項 9】

前記分離器は、前記冷媒を前記分離器に残しながら、前記冷媒と前記イオン液体とを別々に取り出す請求項 7 または請求項 8 に記載の吸収冷凍機。

【請求項 10】

前記分離器は、前記冷媒を前記分離器に残しながら取り出した後に、前記イオン液体を取り出す請求項 9 に記載の吸収冷凍機。

【請求項 11】

前記再生器は、さらに冷却器を備え、

前記冷却器は、前記分離器によって取り出されたイオン液体を冷却する請求項 7 から請求項 10 のいずれか一項に記載の吸収冷凍機。

【請求項 12】

前記冷媒は、水であり、

前記イオン液体は、前記イオン液体と、前記水とを等量混ぜた場合における前記イオン液体と前記水との相溶性が変化する温度が、5 以上 70 以下の範囲内である請求項 7 から請求項 11 のいずれか一項に記載の吸収冷凍機。

【請求項 13】

前記加熱器は、60 以下の熱源を用いて加熱し、前記イオン液体と前記水との相溶性が変化する温度は、前記熱源の温度以下である請求項 12 に記載の吸収冷凍機。

【請求項 14】

水との相溶性が温度で変化するイオン液体に空気に含まれる前記水を吸収させて、除湿された空気を出力する吸収器と、

前記水を吸収したイオン液体を加熱して相溶性を低くすることにより、前記イオン液体と前記水とを液体のまま前記イオン液体と前記水との比重差により分離させる再生器と、
を備える除湿機。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、吸収冷凍機および除湿機に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

冷媒として水を、吸収剤として少なくとも1種のイオン液体を含んでなる吸収サイクルを用いて冷却する吸収冷凍機が知られている。(例えば、特許文献1参照)。

特許文献1 特表2009-520073

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記吸収冷凍機における再生器では、水とイオン液体との混合物を加熱して水を水蒸気とすることでイオン液体と水を分離させている。このような潜熱加熱は顕熱加熱に比べて、吸収溶液の沸点以上の温度と、多大な熱量とを必要とするのでエネルギー効率が悪い、という課題があった。

10

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の態様における吸収冷凍機は、冷媒との相溶性が温度で変化するイオン液体と冷媒とを混合させる混合器と、前記混合器で混合された前記冷媒と前記イオン液体との混合物を加熱して、前記イオン液体と前記冷媒とを液体のまま前記イオン液体と前記冷媒との比重差により分離させる再生器と、前記再生器により分離された前記冷媒を気化させることで冷熱を発生させる蒸発器とを備える吸収冷凍機。

【0005】

本発明の第2の態様における除湿機は、水との相溶性が温度で変化するイオン液体に空気に含まれる水を吸収させて、除湿された空気を出力する吸収器と、前記水を吸収したイオン液体を加熱して、前記イオン液体と前記水とを液体のまま前記イオン液体と前記水との比重差により分離させる再生器とを備える。

20

【0006】

なお、上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】吸収冷凍機10の一例を示す模式図である。

【図2】イオン液体と水との混合状態および分離状態を示す。

【図3】イオン液体の種類と転移温度 T_c を示した表である。

30

【図4】イオン液体のカチオンの具体例を示す。

【図5】イオン液体のアニオンの具体例を示す。

【図6】分離器44の一例を示す模式図である。

【図7】吸収冷凍機150を示す模式図である。

【図8】分離器200の第1の状態を示す模式図である。

【図9】分離器200の第2の状態を示す模式図である。

【図10】比重が水よりも小さい他のイオン液体と水との混合状態および相分離状態を示す。

【図11】比重が水よりも小さい他のイオン液体の種類と転移温度 T_c を示した表である。

40

【図12】他のイオン液体のカチオンの具体例を示す。

【図13】他のイオン液体のアニオンの具体例を示す。

【図14】分離器300を示す模式図である。

【図15】除湿機400の一例を示す模式図である。

【図16】吸収冷凍機500を示す模式図である。

【図17】吸収冷凍機550を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合

50

わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0009】

図1は、吸収冷凍機10の一例を示す模式図である。吸収冷凍機10は、蒸発器20と、混合器の一例として吸収器30と、再生器40と、冷却器50とを備える。吸収冷凍機10において、まず、冷媒は、蒸発器20において気化されて冷熱を発生させる。気化した冷媒は、吸収器30で吸収剤に吸収される。冷媒を吸収した吸収剤は、再生器40において冷媒と吸収剤とが分離される。冷媒が分離された吸収剤は、冷却器50によって冷却された後に吸収器30に搬送され、再び、気化した冷媒を吸収する。吸収剤から分離された冷媒は、同じく冷却器50によって冷却された後に蒸発器20に搬送される。そして、再び、冷媒は、蒸発器20において気化されて冷熱を発生させる。

10

【0010】

このように吸収冷凍機10は、上記サイクルを繰り返すことで継続的に冷熱を発生する。本実施形態において、吸収冷凍機10に用いる冷媒として水を用いている。また、吸収剤としてイオン液体を用いている。ここで、イオン液体とは、100以下の温度で液体状態の塩であり、本実施形態において、冷媒である水との相溶性が温度によって変化するイオン液体を用いている。なお、以後の説明において、イオン液体をILと称する場合がある。

【0011】

図2は、ILと水との混合状態および分離状態を示す。ILと水との相溶性が変化する温度を転移温度 T_c とすると、転移温度 T_c よりも低い温度においては、図2に示すように、ILと水とが相溶している混合液100の状態となる。混合液100を加熱して、転移温度 T_c 以上に温度を上昇させると、ILと水との相溶性は低下し、液体のままIL層104からなる下層と、水層102からなる上層とに分離した状態となる。なお、IL層104と水層102との分離は完全な分離でなくともよく、IL層104がわずかな水を含んでいてもよく、水層102がわずかなILを含んでいてもよい。

20

【0012】

図3は、ILの種類と転移温度 T_c を示した表である。図3に示したように、これらのILの転移温度 T_c はいずれも水の沸点より低い。

【0013】

図4は、ILのカチオンの具体例を示し、図5は、ILのアニオンの具体例を示す。このように、ILは、図4に示したカチオンと図5に示したアニオンを組み替えることによって、図3に示すように、水との相溶性が変化する転移温度 T_c を調整できる。本実施形態においては、ILとして転移温度 T_c が50である[P_{4444}][TSO]を用いた。

30

【0014】

再び、図1を参照して、蒸発器20は、水を気化させることで冷熱を発生させる。蒸発器20は、水を気化させる気化部22と、水に含まれるILを回収する回収部24とを備える。蒸発器20は、再生器40と膨張弁60を介して接続されており、これにより、蒸発器20は、再生器40の内圧よりも低い、予め定められた内圧に調整される。

【0015】

再生器40と蒸発器20との内圧差によって、冷媒である水は、膨張弁60を通過して再生器40から蒸発器20へ搬送される。蒸発器20において水は、気化部22に向けて噴出される。噴出された水は、気化部22から熱を奪って気化する。また、気化部22は、気化部22を通る対象物80から熱を奪うことによって対象物80を冷却する。このようにして、蒸発器20は、冷却された対象物80を出力する。なお、対象物80としては、空気、水、不凍液(ブライン)等を用いてよい。

40

【0016】

対象物80は、温度計26によって入力温度が検知され、温度計28によって、出力温度が検知される。そして検知された温度に基づいて、蒸発器20への水の供給量が制御される。例えば、対象物80が冷却される場合であって、対象物80の入力温度が予め設定

50

された温度より高い場合には、蒸発器 20 への水の供給量が増加される。一方、対象物 80 の入力温度が予め設定された温度よりも低い場合には、蒸発器 20 への水の供給量は減少される。なお、出力温度によっても同様に蒸発器 20 への水の供給量を制御してよい。

【0017】

回収部 24 は、蒸発器 20 に搬送された IL を含む水を回収する。回収部 24 は、IL を含む水を回収した場合に、そのうちの予め定められた量の IL を含む水を吸収器 30 に送ることによって平衡状態を作る。このように、蒸発器 20 に回収部 24 を設けることによって、IL が、蒸発器 20 に滞留することを防止できる。これにより、吸収冷凍機 10 の稼働途中で IL を追加することなく、吸収冷凍機 10 を稼働させることができる。なお、回収部 24 は、回収した IL を含む水を、液体ポンプを用いて吸収器 30 に搬送してもよい。

10

【0018】

吸収器 30 は、気化した水を IL に吸収させる。吸収器 30 は、蒸発器 20 に接続されて設けられる。蒸発器 20 と吸収器 30 は接続されているので、蒸発器 20 と吸収器 30 の内圧はほぼ等しい。水を吸収した IL を冷却水 82 で冷却することにより、吸収器 30 の内圧が下がる。この内圧の低下により、蒸発器 20 と吸収器 30 との間に内圧差が生じる。この内圧差により、蒸発器 20 から吸収器 30 へ気化した水が搬送される。

【0019】

吸収器 30 は、再生器 40 と膨張弁 62 を介して接続されている。吸収器 30 の内圧は再生器 40 の内圧よりも低いので、吸収剤である IL は、膨張弁 62 を通って再生器 40 から吸収器 30 へと搬送される。

20

【0020】

吸収器 30 において、IL が気化した水を吸収すると、水の吸収熱により IL の温度が上昇する。吸収器 30 は、冷却水 82 を用いて IL を冷却する。これにより、IL は冷却され、水の吸収が促進される。このようにして水を吸収した IL は、液体ポンプ 70 によって再生器 40 へ搬送される。

【0021】

再生器 40 は、加熱器 42 と分離器 44 とを備える。加熱器 42 は、外部流体 84 を用いて水を吸収した IL を加熱して、IL と水とを液体のまま IL と水との比重差により分離させる。本実施形態において使用した IL [P₄₄₄₄] [TsO] は、転移温度 T_c が 50 である。加熱器 42 は、転移温度 T_c である 50 より高い温度に加熱できればよいので、本実施形態においては、例えば、50 より高い温度であって 60 以下の熱源を用いて、外部流体 84 を加熱している。なお、転移温度 T_c が低い IL を用いることによって、加熱器 42 は、より低い温度の熱源を用いることができる。これにより、吸収冷凍機 10 は、今まで利用できず廃棄されていた低温の排熱等を利用して、冷熱を出力できるようになる。

30

【0022】

図 6 は、分離器 44 の一例を示す模式図である。分離器 44 は、加熱器 42 によって分離された IL と水とを別々に取り出す。分離器 44 は、容器 110 と、センサ 112 と、1つの供給バルブ 114 と、2つの排出バルブ 116、118 と、を備える。

40

【0023】

容器 110 は、中空の容器であって、IL と水とに分離された混合液を収納する。加熱器 42 と接続した供給管 120 は、供給バルブ 114 を介して容器 110 の上面に接続されている。排出管 122 は、容器 110 の側面の予め定められた高さには排出バルブ 116 を介して接続されている。排出管 124 は、容器 110 の下面に排出バルブ 118 を介して接続されている。なお、容器 110 の側面の予め定められた高さは、IL と水との界面が容器 110 の中央に位置している場合において、例えば、容器 110 の高さに対して 6/10 となる高さである。排出バルブ 116 を容器 110 の高さに対して 6/10 となる高さに接続することによって、排出バルブ 116 を解放させて水を取り出した後においても、容器 110 の高さに対して 1/10 の高さの水を容器 110 内に残している。

50

【0024】

吸収冷凍機10において、冷媒である水にILが含まれると、回収部24から吸収器30へ搬送するILを含む水の量が増える。水とILとの界面よりも高い位置に排出バルブ116を設け、水を取り出した後においても、水を容器110内に残すことにより、蒸発器20へ搬送されるILの量を少なくすることができる。これにより、回収部24から吸収器30へ搬送されるILを含む水の量を減らすことができる。

【0025】

容器110が空の状態において、供給バルブ114が開放されると、容器110の上面からILと水とに分離された混合液が供給される。ILと水との混合液は、センサ112が液面を検出するまで供給される。センサ112は、液面を検出すると、供給バルブ114を閉じて、ILと水との混合液の供給を停止させる。

10

【0026】

供給バルブ114を閉じてから予め定められた時間が経過した後、排出バルブ116が開放されて、上層の水が取り出される。なお、予め定められた時間は、例えば、5分である。予め定められた時間は、予め測定されたILと水との混合液が分離するのに必要な時間であってよく、さらに当該時間に予め定められた安全率を乗じた時間であってもよい。取り出された水は、冷却器50によって冷却されて、蒸発器20へ搬送される。

【0027】

排出バルブ116は、例えば、予め定められた時間が経過した後に閉じられる。なお、予め定められた時間は、予め測定された容器110内の水が排出バルブ116を通過して排出されるのに必要な時間であってよく、さらに、当該時間に予め定められた安全率を乗じた時間であってもよい。その後、排出バルブ118が開放され、ILと水とが取り出される。取り出されたILと水は、冷却器50によって冷却されて、吸収器30へ搬送される。

20

【0028】

冷却器50は、分離器44によって取り出されたILおよび水を冷却する。冷却器50は、冷却水86を循環させることによって、冷却器50内を通過するILおよび水を冷却する。冷却器50で冷却された水は、膨張弁60を通過して蒸発器20へ供給される。そして、蒸発器20は、再び、供給された水を気化させて冷熱を発生させる。一方、冷却器50で冷却されたILは、膨張弁62を通過して吸収器30へ供給される。そして、吸収器30は、再び、供給されたILを用いて気化された水を吸収させる。このように、本実施形態における吸収冷凍機10は、蒸発器20、吸収器30、再生器40、冷却器50において上記で説明した処理を繰り返し実行することで継続的に冷熱を発生する。

30

【0029】

本実施形態の吸収冷凍機10は、吸収剤として冷媒である水との相溶性が50で変化するILを用いている。そのため、ILと水との混合物を50以上に顕熱加熱するだけで、ILと水との比重差によりILと水を分離できる。このように、本実施形態の吸収冷凍機10においては冷媒と吸収剤とを分離するのに冷媒を気化させる潜熱加熱をしないので、吸収冷凍機10のエネルギー効率を大きく向上させることができる。

【0030】

本実施形態における吸収冷凍機10のCOP(成績係数)について説明する。吸収冷凍機10において、吸収剤であるILの転移温度 T_c が55であり、加熱器42において35から60に加熱して、60重量%の水を含むILと水との混合物から1/10の水を分離したとしてCOPを算出したところ、COPは1.5であった。90で潜熱加熱を行い水と吸収剤とを分離している従来の吸収冷凍機のCOPが0.7であることを考えると、本実施形態における吸収冷凍機10のエネルギー効率は、従来の吸収冷凍機に対して大きく向上している。

40

【0031】

また、本実施形態においては、供給バルブ114を閉じてから予め定められた時間が経過した後、排出バルブ116が開放されて、上層の水が取り出される例を説明した。しか

50

しながらこれに限られず、例えば、容器 110 に対して 6 / 10 となる高さに発光素子および受光素子を設け、受光素子が受光した光量に基づいて I L と水とが分離したかを検出してもよい。水層 102 の透明度は、I L と水とが相溶した状態の透明度よりも高い。そのため、受光素子が受光した光量に閾値を設け、受光素子の受光量が当該閾値を超えたことを条件として、排出バルブ 116 を解放させてもよい。

【0032】

また、本実施形態においては、加熱器 42 は、外部流体 84 を用いて水を吸収した I L を加熱して、I L と水とを分離させる例を示したが、加熱器 42 は、さらに、外部流体 84 を用いて分離器 44 の容器 110 を加熱してもよい。容器 110 の加熱により、容器 110 における I L と水との分離状態が維持できるので、分離器 44 における I L と水との分離能力が向上する。

10

【0033】

次に、吸収冷凍機 10 の他の例について説明する。図 7 は、吸収冷凍機 150 を示す模式図である。図 7 において、図 1 と共通する要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。図 7 に示した吸収冷凍機 150 は、熱交換器 152 をさらに備える。

【0034】

熱交換器 152 は、混合器の一例である吸収器 30 から搬送される水を含む I L と、分離器 44 から搬送される I L との間で熱交換を行う。吸収器 30 から搬送される水を含む I L の温度は、分離器 44 から搬送される I L の温度よりも低い。熱交換器 152 は、相対的に温度が高い分離器 44 から搬送される I L の熱を回収し、吸収器 30 から搬送される水を含む I L を加熱する。これにより、加熱器 42 における加熱を削減できる。

20

【0035】

次に、分離器 44 の他の例について説明する。図 8 は、分離器 200 の第 1 の状態を示す模式図である。図 8 において、図 6 と同じ要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。また、以降の図において、黒色バルブは、閉じたバルブを示し、白色バルブは、開いたバルブを示す。分離器 200 は、並列に接続された複数の分離器 44 を備える。そして、これら複数の分離器 44 を切り替えながら順番に I L と水との混合液を供給し、供給されてから予め定められた時間が経過して I L と水とが分離した後に、I L と水とが別々に取り出される。

【0036】

分離器 200 は、4 つの容器 202、204、206、208 と、4 つの供給バルブ 210、212、214、216 と、4 つのセンサ 112 と、8 つの排出バルブ 220、222、224、226、230、232、234、236 と、1 つの供給管 240 と、2 つの排出管 242、244 と、を備える。加熱器 42 と接続した供給管 240 は、4 つの容器 202、204、206、208 に接続することを目的として、4 つに分岐されている。分岐された供給管 240 の 1 つは、供給バルブ 210 を介して容器 202 の上面に接続されている。同様に他の分岐された供給管の 1 つは、供給バルブ 212 を介して容器 204 の天面に接続されている。さらに他の分岐された供給管の 1 つは、供給バルブ 214 を介して容器 206 の天面に接続されており、他の分岐された供給管の 1 つは、供給バルブ 216 を介して容器 208 の天面に接続されている。

30

40

【0037】

排出管 242 は、4 つの容器 202、204、206、208 に接続することを目的として、4 つに分岐されている。分岐された排出管 242 の 1 つは、排出バルブ 220 を介して、容器 202 の側面の予め定められた高さに接続されている。同様に他の分岐された排出管 242 の 1 つは、排出バルブ 222 を介して、容器 204 の側面の予め定められた高さに接続されている。さらに他の分岐された排出管 242 の 1 つは、排出バルブ 224 を介して容器 206 の側面の予め定められた高さに接続されており、他の分岐された排出管 242 の 1 つは、排出バルブ 226 を介して容器 208 の側面の予め定められた高さに接続されている。なお、予め定められた高さは、分離器 44 における予め定められた高さと同じなので、重複する説明を省略する。

50

【0038】

排出管244は、4つの容器202、204、206、208に接続することを目的として、4つに分岐されている。分岐された排出管244の1つは、排出バルブ230を介して、容器202の下面に接続されている。同様に他の分岐された排出管242の1つは、排出バルブ232を介して、容器204の下面に接続されている。さらに他の分岐された排出管242の1つは、排出バルブ234を介して容器206の側面の予め定められた高さに接続されており、他の分岐された供給管の1つは、排出バルブ236を介して容器208の下面に接続されている。

【0039】

第1の状態において、容器202では、排出バルブ220が開放され、容器202から水が取り出される。また、容器204では、排出バルブ232が開放され、容器204からILと若干量の水とが取り出される。また、容器206では、供給バルブ214が開放され、容器206にILと水とに分離された混合液が供給される。また、容器208では、水とILとに分離された混合液により満たされた状態で放置されてILと水とが分離される。

10

【0040】

図9は、分離器200の第2の状態を示す模式図である。図9において、図8と同じ要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。第2の状態において、容器202では、排出バルブ220が閉じられるとともに排出バルブ230が開放され、容器202からILと若干量の水とが取り出される。容器204では、排出バルブ232が閉じられるとともに供給バルブ212が開放され、容器204にILと水とに分離された混合液が供給される。容器206では、ILと水とに分離された混合液により満たされた状態で放置されてILと水とが分離される。容器208では、排出バルブ226が開放され、容器208から水が取り出される。

20

【0041】

このように分離器200では、ILと水とに分離された混合液が供給される工程、ILと水との混合溶液により満たされた状態で放置して分離させる工程、水が取り出される工程、ILと若干量の水とが取り出される工程が、4つの容器202、204、206、208のそれぞれで順番に実行される。そして、それぞれの工程が4つの容器202、204、206、208で同時に実行されるように、それぞれの容器において1つずつの工程を同じ時間で実行させている。これにより、加熱器42から分離器200へ連続的にILと水とに分離された混合液の供給することができる。また、分離器200から蒸発器20へ、連続的に水を供給することができる。また、分離器200から吸収器30へ、連続的にILを供給することができる。

30

【0042】

なお、図8、9においては、容器の数を4とした分離器200の例を示したが、容器の数は4つに限られず、複数であればよい。また、容器の数は、上述した4つの工程の時間に基づいて定めてもよい。

【0043】

図10は、比重が水よりも小さい他のILと水との混合状態および相分離状態を示す。図10に示したILは、転移温度 T_c よりも低い温度においては、ILと水とが相溶している混合液100の状態となる。混合液100を加熱して、転移温度 T_c 以上に温度を上昇させると、ILと水との相溶性は低下し、IL層104からなる上層と、水層102からなる下層とに分離した状態となる。このように、比重が水よりも小さいILにおいては、図2に示した例と異なり、IL層104が上層となり、水層102が下層となる。

40

【0044】

図11は、比重が水よりも小さい他のILの種類と転移温度 T_c を示した表である。また、図12は、他のILのカチオンの具体例を示し、図13は、他のILのアニオンの具体例を示す。このように、ILは、図12に示したカチオンと図13に示したアニオンとを含み、当該ILは、冷媒である水よりも比重が小さい。このようなILとしては、例え

50

ば [P₆₆₆₈] [EtOHPO₂] を用いることができる。

【 0045 】

図 14 は、分離器 300 を示す模式図である。図 14 において、図 8 と共通の要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。分離器 300 は、吸収剤として冷媒である水よりも比重が小さい IL に対応している。

【 0046 】

分離器 300 は、4 つの容器 302、304、306、308 と、4 つの供給バルブ 210、212、214、216 と、4 つのセンサ 112 と、4 つのセンサ 310 と、8 つの排出バルブ 220、222、224、226、230、232、234、236 と、1 つの供給管 240 と、2 つの排出管 244、320 と、を備える。

10

【 0047 】

排出管 320 は、4 つの容器 302、304、306、308 に接続することを目的として、4 つに分岐されている。分岐された排出管 320 の 1 つは、排出バルブ 220 を介して、容器 302 の下面に接続されている。同様に他の分岐された排出管 320 の 1 つは、排出バルブ 222 を介して、容器 304 の下面に接続されている。さらに他の分岐された排出管 320 の 1 つは、排出バルブ 224 を介して容器 306 の下面に接続されており、他の分岐された排出管 320 の 1 つは、排出バルブ 226 を介して容器 308 の下面に接続されている。

【 0048 】

図 14 に示した状態において、容器 302 では、排出バルブ 220 が開放され、容器 302 から水が取り出される。水の取り出しは、センサ 310 が液面を検出するまで取り出される。センサ 310 は、液面を検出すると、排出バルブ 220 を閉じて水の取り出しを停止させる。なお、センサ 310 の高さは、例えば、水の取り出しを停止させた後において、容器 302 の高さの 1 / 10 の高さの水が容器の底に残るように設定されている。

20

【 0049 】

容器 304 では、排出バルブ 232 が開放され、容器 304 から IL と若干量の水とが取り出される。また、容器 306 では、供給バルブ 214 が開放され、容器 306 に IL と水とに分離された混合液が供給される。また、容器 308 では、IL と水とに分離された混合液により満たされた状態で放置されて IL と水とが分離される。

【 0050 】

このように、比重が水よりも小さい IL を用いることで、容器 302 の下面から水を取り出すことができる。容器 302 において、排出管 320 にかかる圧力は、水の重量と IL の重量が加算された重量に基づく圧力となる。このため、排出管 320 にかかる圧力は、比重が水よりも大きい IL を用いた場合における分離器 200 における圧力よりも大きくなる。圧力を大きくすることによって排出管 320 からの水の取り出し速度を速めることができる。

30

【 0051 】

図 15 は、除湿機 400 の一例を示す模式図である。図 15 において、図 1 と共通する要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。除湿機 400 は、吸収器 410 と再生器 40 と、冷却器 50 とを備える。

40

【 0052 】

除湿機 400 において、まず、吸収器 410 で空気 412 に含まれる水 414 を IL に吸収させて、除湿した空気 412 を出力する。吸収器 410 は、図 1 に示した吸収器 30 と水 414 を IL に吸収させる構成において共通するが、水 414 を含む空気 412 を取り込み、IL に水 414 を吸収させることによって、水 414 を含まない空気 412 を出力する点において異なる。

【 0053 】

水 414 を吸収した IL は、再生器 40 において水 414 と IL とに分離される。水 414 が分離された IL は、冷却器 50 によって冷却された後に吸収器 30 に搬送され、再び、空気 412 から水 414 を吸収する。再生器 40 は、IL から分離された水 414 を

50

排出する。このように、除湿機 400 は、上記サイクルを繰り返すことで継続的に水 414 を含まない空気 412 を出力する。図 15 に示した除湿機 400 において、IL として転移温度 T_c が 50 である [P 4444] [TSO] を用いた。

【0054】

図 15 に示した除湿機 400 においても、冷媒吸収剤として、水 414 との相溶性が 50 で変化する IL を用いている。そのため、IL と水 414 との混合物を 50 以上に顕熱加熱するだけで、IL と水 414 との比重差により IL と水 414 とを分離できる。このため、図 15 に示した除湿機 400 においても、IL と水 414 とを分離するのに潜熱加熱しないので、除湿機 400 のエネルギー効率を大きく向上させることができる。

【0055】

本実施形態において、冷媒吸収剤として、例えば、[P 4444] [TSO] からなる IL を用いた例を示したが、冷媒吸収剤は、複数の種類の IL を含んでもよい。また、IL に IL 以外の添加物を含めてもよく、例えば、IL に界面活性剤を含めてもよい。さらに、冷媒吸収剤は IL 以外であってもよく、そのような実施形態の例を図 16 と図 17 において示す。

【0056】

図 16 は、吸収冷凍機 500 を示す模式図である。図 16 において、図 1 と共通する要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。図 16 に示した吸収冷凍機 500 の混合器 520 は、吸収器 30 及び液体ポンプ 70 にくわえて分離部 510 をさらに備える。本実施例において、吸収器 30 で気化した水を吸収するのは、臭化リチウム水溶液である。冷媒吸収剤の他の例として、臭化カルシウムや塩化カルシウム等の潮解性の高い物質の水溶液を用いてもよい。

【0057】

吸収器 30 において水を吸収した臭化リチウム水溶液は、液体ポンプ 70 によって分離部 510 に搬送される。分離部 510 は、半透膜 516 と、半透膜 516 で隔てられた第 1 チャンバ 512 と第 2 チャンバ 514 を備える。臭化リチウム水溶液は第 2 チャンバ 514 に収納される。臭化リチウム水溶液に含まれる水は、半透膜を浸透して、IL を収納する第 1 チャンバ 512 に移動する。半透膜の浸透法は、逆浸透であってもいいし正浸透であってもよい。このようにして水を吸収した IL は、再生器 40 へ送られる。

【0058】

再生器 40 において水と分離した IL は、冷却器 50 による冷却後に、液体ポンプ 72 によって分離部 510 の第 1 チャンバ 512 に搬送される。蒸発器 20 の回収部 24 によって回収された IL を含む水も、分離部 510 の第 1 チャンバ 512 に送られる。このようにして、IL は、半透膜を通過してくる水の吸収に再び利用される。一方、第 2 チャンバ内の臭化リチウム水溶液は吸収器 30 に戻され、気化した水の吸収に再び用いられる。これにより、水との相溶性が高い臭化リチウム水溶液を冷媒吸収剤として使用して、効率的に水を吸収することができる。また、相溶性の変化に基づいて IL と水を効率的に分離することができる。

【0059】

次に、吸収冷凍機 500 の他の例について説明する。図 17 は、吸収冷凍機 550 を示す模式図である。図 17 において、図 16 と共通する要素には同じ参照番号を付して重複する説明を省略する。図 17 に示した吸収冷凍機 550 は、濃度調節器 560 をさらに備える。濃度調節器 560 として、例えば、電気化学的に脱イオン処理する容量性脱イオン (CDI) 装置を用いてもよい。

【0060】

分離部 510 から濃度調節器 560 に送られてくる臭化リチウム水溶液は、そこで、臭化リチウムを高濃度を含む水溶液と低濃度を含む水溶液とに分けられる。低濃度の臭化リチウム水溶液は、吸収器 30 から分離部 510 に搬送される臭化リチウム水溶液に混ぜられる。一方、高濃度の臭化リチウム水溶液は吸収器 30 に送られる。これにより、半透膜による水分離後の吸収器に流入する臭化リチウム水溶液の濃度をさらに高めることができ

10

20

30

40

50

る。

【0061】

また、本実施形態において、蒸発器20、混合器の一例である吸収器30、再生器40、冷却器50をそれぞれ1つ備える吸収冷凍機10を示した。しかしながら、当該構成に限られず、蒸発器20、吸収器30、再生器40、冷却器50は、それぞれ複数設けられていてもよい。同様に、除湿機400においても、吸収器410、再生器40、冷却器50は、それぞれ複数設けられていてもよい。

【0062】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

10

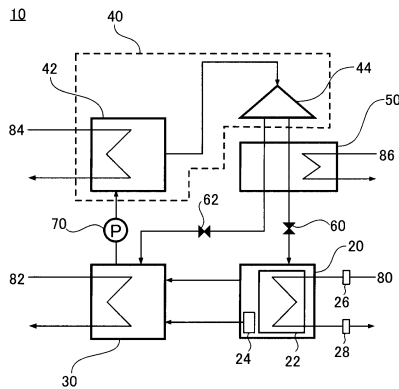
【符号の説明】

【0063】

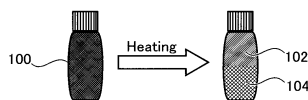
10、150、500、550 吸収冷凍機、20 蒸発器、22 気化部、24 回収部、26、28 温度計、30、410 吸収器、40 再生器、42 加熱器、44、200、300 分離器、50 冷却器、60、62 膨張弁、70、72 液体ポンプ、80 対象物、84 外部流体、82、86 冷却水、100 混合液、102 水層、104 IL層、110、202、204、206、208、302、304、306、308 容器、112、310 センサ、114、210、212、214、216 供給バルブ、116、118、220、222、224、226、230、232、234、236 排出バルブ、120、240 供給管、122、124、242、244、320 排出管、152 熱交換器、400 除湿機、412 空気、414 水、510 分離部、512 第1チャンバ、514 第2チャンバ、516 半透膜、520 混合器、560 濃度調節器

20

【図1】



【図2】



【図3】

イオン液体[IL]	Tc[°C]
[P ₄₄₄₈] Br	23
[P ₄₄₄₄] CF ₃ COO	30
[P ₄₄₄₄] [TsO]	50
[P ₄₄₄₄] [2,4-MeSO ₃]	36
[P ₄₄₄₄] [2,4,6-MeSO ₃]	30
[N ₄₄₄₄] [2,4,6-MeSO ₃]	52

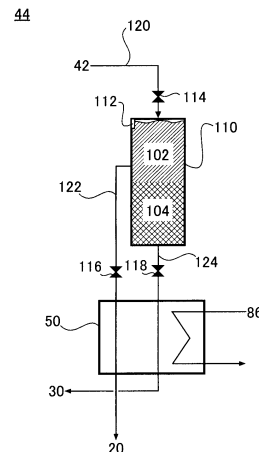
【図4】

$\begin{matrix} C_nH_{2n+1} \\ \\ C_nH_{2n+1}-N^{\pm}-C_mH_{2m+1} \\ \\ C_nH_{2n+1} \end{matrix}$	$\begin{matrix} C_4H_9 \\ \\ C_4H_9-N^{\pm}-C_4H_9 \\ \\ C_4H_9 \end{matrix}$
m=4, n=4: [P ₄₄₄₄] ⁺	[N ₄₄₄₄] ⁺
m=8, n=4: [P ₄₄₄₈] ⁺	

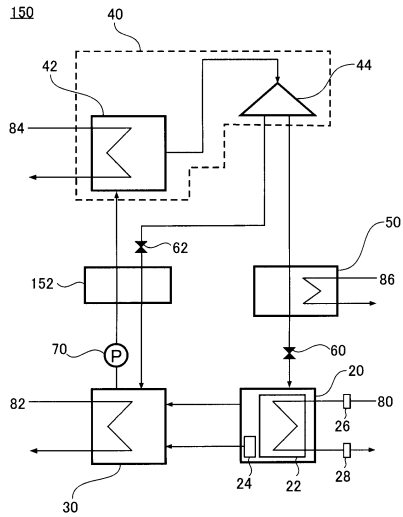
【図5】

Br ⁻	CF ₃ COO ⁻			
Br ⁻	CF ₃ COO ⁻	[TsO] ⁻	[2,4-MeSO ₃] ⁻	[2,4,6-MeSO ₃] ⁻

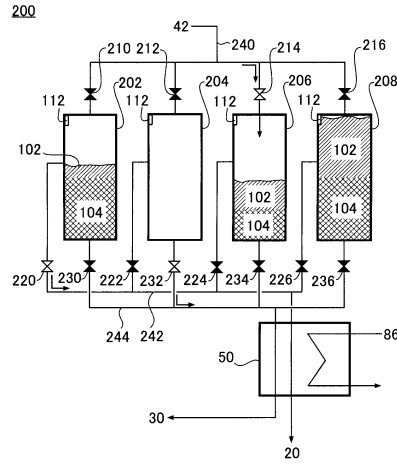
【図6】



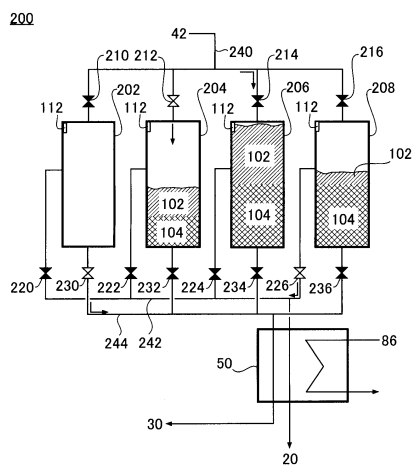
【図7】



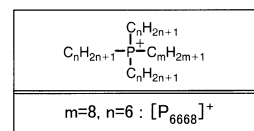
【図8】



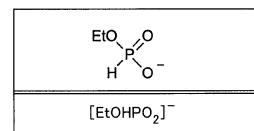
【図9】



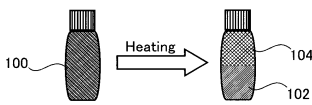
【図12】



【図13】



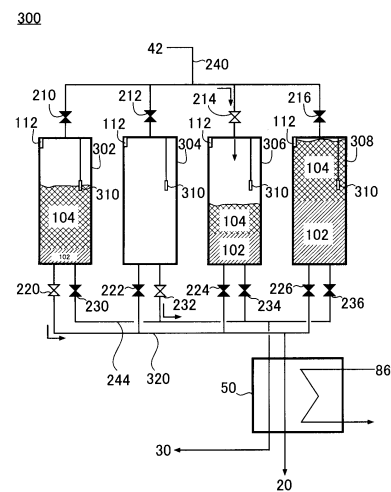
【図10】



【図11】

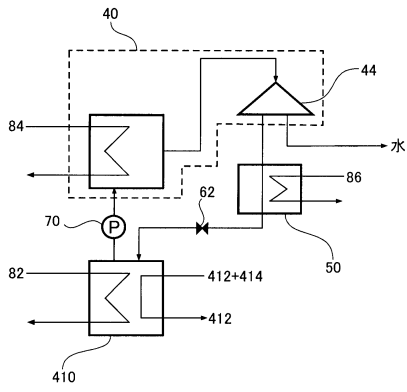
イオン液体 [IL]	Tc [°C]
$[P_{6668}] [EtOHPO_2]$	33

【図14】



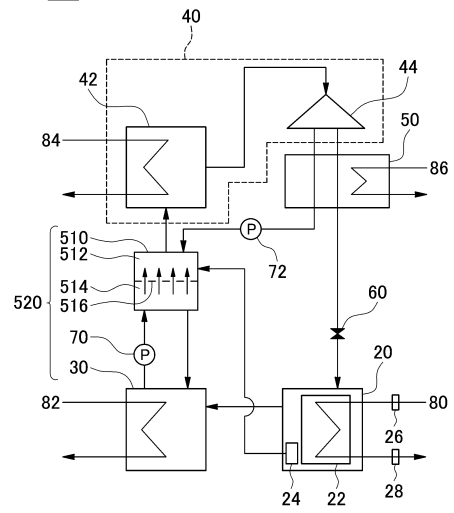
【 図 15 】

400



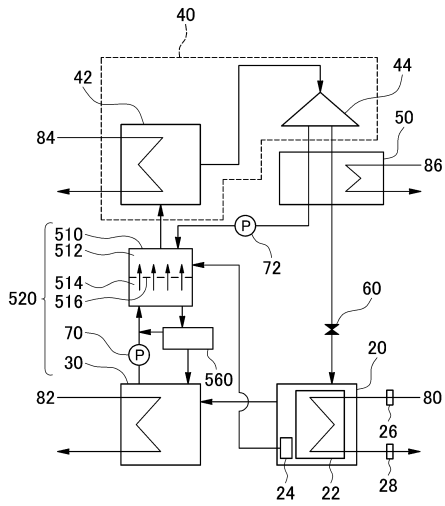
【 図 16 】

500



【 図 17 】

550



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-144855(JP,A)
特表2012-510042(JP,A)
特表2013-513002(JP,A)
特開平5-215430(JP,A)
特開2003-254683(JP,A)
特表2012-508298(JP,A)
韓国公開特許第10-2009-0064907(KR,A)
韓国公開特許第10-2009-0110599(KR,A)
特表2009-520073(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 15/00
C09K 5/04
C09K 5/06
B01D 17/00