

明 細 書

発明の名称：蒸留装置

技術分野

[0001] 本発明は、蒸留装置に係り、特に蒸留処理される液を熱交換器を用いて加熱するよう構成された蒸留装置に関する。本発明は、特に揮発性酸性ガスの水溶液から揮発性酸性ガスを分離する用途に用いるのに好適な蒸留装置に関する。

背景技術

[0002] 蒸留処理される液を熱交換器を用いて加熱するよう構成された蒸留装置の一例を図2に示す。

[0003] 供給ライン（図示略）を介して給水タンク1内に導入された原料水（蒸留処理される液）は、該給水タンク1からポンプ2及び配管3を介して熱交換器4に送液され、該熱交換器4で加熱された後、配管5を介して膜モジュール10に送水される。

[0004] この従来例では、膜モジュール10は中空糸膜モジュールである。膜モジュール10では、多数本の中空糸11が引き揃えられて中空糸束とされ、上下方向に配設されている。中空糸束の上端側及び下端側がポッティング材12、13で結束されている。

[0005] 中空糸束は膜モジュール10のケーシング14内に配置されており、上側ポッティング材12の上側に流入室15が形成され、下側ポッティング材13の下側に流出室16が形成されている。各中空糸11内はそれぞれ流入室15及び流出室16内に連通している。

[0006] 配管5からの被処理液は、流入室15から各中空糸11内（一次側）に流入し、中空糸11を通り、流出室16へ流れ、該流出室16から配管18を介して給水タンク1に戻る。

[0007] ケーシング14内における中空糸11外であって且つポッティング材12、13間が二次側17である。

- [0008] 該二次側 17 は、配管（蒸気配管）6、熱交換器（冷却器）7 の被冷却側流路、配管 8、凝縮水タンク 9 及び配管 9 a を介して減圧装置 9 b に連通しており、該減圧装置 9 b によって該二次側 17 が減圧される。
- [0009] 被処理液が中空系 17 内（一次側）を流れる間に被処理液中の水が中空系 11 を透過し、蒸気となって二次側 17 から配管 6 へ吸引排出され、熱交換器 7 で冷却されて凝縮水が生成する。凝縮水は、凝縮水タンク 9 に貯留される。凝縮水タンク 9 内に溜まった凝縮水は、該凝縮水タンク 9 の下部から取出ライン（図示略）を介して取り出される。凝縮水タンク 9 の上部が配管 9 a を介して減圧装置 9 b に接続されている。
- [0010] 熱交換器 4 の熱源流体流路 4 a には、ヒートポンプシステム 19 からの高温水が通水され、熱交換器 7 の熱源流体流路 7 a にはヒートポンプシステム 19 からの低温水が通水される。
- [0011] ヒートポンプシステム 19 のヒートポンプ 20 は、周知構成のものであり、蒸発器 21 からの代替フロン等の熱媒体を圧縮機 22 で断熱圧縮により高温として凝縮器 23 に導入し、凝縮器 23 からの熱媒体を膨張弁 24 を介して蒸発器 21 に導入し、断熱膨張させて降温させるように構成されている。
- [0012] 凝縮器 23 内に設けられた伝熱チューブ 23 a に温水タンク 30 内の水がポンプ 31 及び配管 32 を介して通水され、高温熱媒体と熱交換して加熱される。加熱されて高温水となった水は、配管 33 を介して温水タンク 30 に返送される。
- [0013] この温水タンク 30 内の高温水が、ポンプ 34 及び配管 35 を介して熱交換器 4 の熱源流体流路 4 a に通水され、原料水と熱交換してこれを加熱する。原料水と熱交換することにより温度が低下した水は、配管 36 を介して温水タンク 30 に返送される。
- [0014] 蒸発器 21 内に設けられた伝熱チューブ 21 a に、冷水タンク 40 内の水がポンプ 41 及び配管 42 を介して通水され、低温熱媒体と熱交換して冷却される。冷却されて低温水となった水は、配管 43 を介して冷水タンク 40 に返送される。

- [0015] このタンク40内の低温水が、ポンプ44及び配管45を介して熱交換器7の熱源流体流路7aに通水され、蒸気と熱交換してこれを冷却する。蒸気と熱交換することにより温度が上昇した水は、配管46を介して冷水タンク40に返送される。

先行技術文献

特許文献

- [0016] 特許文献1：特開平3－52627号公報
特許文献2：特開2019－158173号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0017] 蒸留処理される水（原料水）が塩酸、フッ酸などの揮発性酸性ガスの水溶液であり、該揮発性酸性ガスを膜モジュールで膜透過させて回収する場合、熱交換器7は高濃度の腐食性酸と接することになる。そのため、熱交換器7として耐腐食性に優れた合成樹脂（例えばフッ素樹脂）製のものが用いられているが、合成樹脂は熱伝導度が低いので、熱交換器7として熱交換面積の大きい大型熱交換器を用いる必要があった。また、合成樹脂製の熱交換器はコスト高でもある。
- [0018] 本発明は、原料水が揮発性酸性ガスを含む場合であっても、熱交換器として熱伝導度の高い金属製熱交換器を用いることができる蒸留装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0019] 本発明は、次を要旨とするものである。
- [0020] [1] 蒸留処理される液が導入される蒸留器と、該蒸留器内で生じた蒸気を吸引するアスピレータ又はエゼクタと、該アスピレータ又はエゼクタの流出水が流入するタンクと、該タンク内の水を前記アスピレータ又はエゼクタの作動流体流入部に送水する経路と、該経路に設けられた冷却用の熱交換器とを有する蒸留装置。

- [0021] [2] 前記タンク内の水、又はタンクとアスピレータもしくはエゼクタとの間を循環する水の水質測定手段と、該水質測定手段で測定された水質が規定値を超えた場合に該水の一部を排出する排出手段を備えた[1]の蒸留装置。
- [0022] [3] 前記水は酸の水溶液であり、前記水質は電気伝導度又は比抵抗である[2]の蒸留装置。
- [0023] [4] 前記熱交換器は高耐食性金属製である[1]～[3]のいずれかの蒸留装置。
- [0024] [5] 前記高耐食性金属は、チタン、チタン合金又はハステロイである[4]の蒸留装置。
- [0025] [6] 前記蒸留器は、膜式蒸留器である[1]～[5]のいずれかの蒸留装置。
- [0026] [7] 前記タンクに水を補給する手段を有する[1]～[6]のいずれかの蒸留装置。

発明の効果

- [0027] 本発明の蒸留装置では、蒸留器内で生じた蒸気をアスピレータ又はエゼクタで吸引する。このアスピレータ又はエゼクタの流出水中に蒸気が溶解するため、蒸気が酸性ガスを含む場合であっても、該流出水中の酸濃度は低いものとなる。そのため、この流出水をタンクからアスピレータ又はエゼクタに作動流体として送水する経路に設けられた熱交換器を金属製のものとしても、長期にわたって腐食することが防止される。この金属製の熱交換器は、熱交換特性が良好であり、合成樹脂製の熱交換器に比べて著しく小型である。
- [0028] 本発明の一態様では、作動流体としての水の酸濃度が所定値よりも高くなったときには、該水の一部を排出し、新しい水を追加する。

図面の簡単な説明

- [0029] [図1]実施の形態に係る蒸留装置の構成図である。
- [図2]従来例に係る蒸留装置の構成図である。

発明を実施するための形態

- [0030] 以下、図 1 を参照して実施の形態について説明する。
- [0031] 供給ライン 1 F を介して給水タンク 1 内に導入された原料水（蒸留処理される液）は、該給水タンク 1 からポンプ 2 及び配管 3 を介して熱交換器 4 に送液され、該熱交換器 4 で加熱された後、配管 5 を介して膜モジュール 10 に送水される。
- [0032] 膜モジュール 10 は中空糸膜モジュールである。膜モジュール 10 では、多数本の中空糸 11 が引き揃えられて中空糸束とされ、上下方向に配設されている。中空糸束の上端側及び下端側がポッティング材 12, 13 で結束されている。
- [0033] 中空糸束は膜モジュール 10 のケーシング 14 内に配置されており、上側ポッティング材 12 の上側に流入室 15 が形成され、下側ポッティング材 13 の下側に流出室 16 が形成されている。各中空糸 11 内はそれぞれ流入室 15 及び流出室 16 内に連通している。
- [0034] 配管 5 からの被処理液は、流入室 15 から各中空糸 11 内（一次側）に流入し、中空糸 11 を通り、流出室 16 へ流れ、該流出室 16 から配管 18 を介して給水タンク 1 に戻る。
- [0035] ケーシング 14 内における中空糸 11 外であって且つポッティング材 12, 13 間が二次側 17 である。
- [0036] 該二次側 17 は、配管（蒸気配管）6 を介してアスピレータ 50 の吸引部 50 a に連通しており、該アスピレータ 50 によって該二次側 17 が減圧される。
- [0037] 被処理液が中空糸 11 内（一次側）を流れる間に被処理液中の水が中空糸 11 を透過し、蒸気となって二次側 17 から配管 6 を介してアスピレータ 50 に吸引排出され、蒸気を吸収した吸収液が生成する。
- [0038] アスピレータ 50 の作動流体流入口 50 b へは吸収液タンク 90 内の吸収液が、ポンプ 51、配管 52、高耐食性金属製熱交換器 70 の被冷却流体流路 71、及び配管 54 を介して導入される。アスピレータ 50 の流出口 50 c からの流出水は配管 55 を介して吸収液タンク 90 に戻る。

- [0039] 配管 5 2 からは配管 5 7 が分岐しており、該配管 5 7 に弁 5 8 が設けられている。吸収液タンク 9 0 に電気伝導度計 5 9 が設けられている。
- [0040] 熱交換器 4 の熱源流体流路 4 a には、ヒートポンプシステム 1 9 の温水タンク 3 0 からの高温水が配管 3 5, 3 6 を介して循環通水される。熱交換器 7 0 の熱源流体流路 7 2 にはヒートポンプシステム 1 9 の冷水タンク 4 0 からの低温水が配管 4 5, 4 6 を介して循環通水される。
- [0041] ヒートポンプシステム 1 9 のヒートポンプ 2 0 は、蒸発器 2 1 からの代替フロン等の熱媒体を圧縮機 2 2 で断熱圧縮により高温として凝縮器 2 3 に導入し、凝縮器 2 3 からの熱媒体を膨張弁 2 4 を介して蒸発器 2 1 に導入し、断熱膨張させて降温させるように構成されている。
- [0042] 凝縮器 2 3 内に設けられた伝熱チューブ 2 3 a に温水タンク 3 0 内の水がポンプ 3 1 及び配管 3 2 を介して通水され、高温熱媒体と熱交換して加熱される。加熱されて高温水となった水は、配管 3 3 を介して温水タンク 3 0 に返送される。
- [0043] この温水タンク 3 0 内の高温水が、ポンプ 3 4 及び配管 3 5 を介して熱交換器 4 の熱源流体流路 4 a に通水され、原料水と熱交換してこれを加熱する。原料水と熱交換することにより温度が低下した水は、配管 3 6 を介して温水タンク 3 0 に返送される。
- [0044] 蒸発器 2 1 内に設けられた伝熱チューブ 2 1 a に、冷水タンク 4 0 内の水がポンプ 4 1 及び配管 4 2 を介して通水され、低温熱媒体と熱交換して冷却される。冷却されて低温水となった水は、配管 4 3 を介して冷水タンク 4 0 に返送される。
- [0045] このタンク 4 0 内の低温水が、ポンプ 4 4 及び配管 4 5 を介して熱交換器 7 0 の熱源流体流路 7 2 に通水され、被冷却流体流路 7 1 を流れる吸収液と熱交換してこれを冷却する。吸収液と熱交換することにより温度が上昇した水は、配管 4 6 を介して冷水タンク 4 0 に返送される。
- [0046] 吸収液タンク 9 0 へは補給水ライン 5 6 を介して補給水が導入可能とされている。蒸留装置の運転開始に先立って、補給水ライン 5 6 から吸収液タン

ク 9 0 に所定量の水を供給して貯めておく。

[0047] 前述の通り、膜モジュール 1 0 の 2 次側 1 7 を吸引するための配管 6 の末端がアスピレータ 5 0 の吸引部 5 0 a に接続されている。アスピレータ 5 0 へは吸収液タンク 9 0 内の吸収液が、ポンプ 5 1、配管 5 2、金属製熱交換器 7 0 及び配管 5 4、5 5 を介して循環通水される。

[0048] 給水タンク 1 内の水が塩酸、フッ酸などの揮発性酸性ガスの水溶液である場合、ポンプ 5 1 を作動させてアスピレータ 5 0 に通水することにより生じた負圧によって、膜モジュール 1 0 の 2 次側 1 7 から配管 6 へ酸性ガスが吸引される。この酸性ガスは、アスピレータ 5 0 内を流れる水に溶解込み、酸性水溶液として吸収液タンク 9 0 に流入する。そのため、運転を継続すると、吸収液タンク 9 0 内の水溶液の酸濃度が次第に高くなる。

[0049] 吸収液タンク 9 0 に設けられた電気伝導度計 5 9 で検出される電気伝導度が所定値よりも高くなったときには、弁 5 8 が開とされ、吸収液の一部が配管 5 7 から系外に排出され、代りに補給水が補給水ライン 5 6 から吸収液タンク 9 0 へ供給される。

[0050] この実施の形態では、上記の通り、熱交換器 7 0 の被冷却流体流路 7 1 には、吸収液タンク 9 0 内の酸性水溶液が流れるので、熱交換器 7 0 として高耐食性金属製のものをを用いている。また、吸収液タンク 9 0 内の液の電気伝導度が所定値よりも高くなったときには、弁 5 8 を開として高濃度酸水溶液を配管 5 7 から系外に排出し、代りに補給水ライン 5 6 から補給水を吸収液タンク 9 0 に導入する。これにより、熱交換器 7 0 が長期にわたって腐食することなく、安定した運転を行うことができる。

[0051] 熱交換器 7 0 を構成するための高耐食性金属としては、チタン、チタン合金やハステロイなどの高耐食性金属又は合金が好適である。

[0052] なお、チタン、ハステロイ C 及びポリテトラフルオロエチレンの熱伝導率の一例を次に示す。

チタン：21.9 W / (m · K)

ハステロイ C：11.1 W / (m · K)

ポリテトラフルオロエチレン：0.24 w / (m · k)

[0053] このように、チタンやハステロイの熱伝導率はポリテトラフルオロエチレンに比べて著しく高いので、熱交換器70として熱交換面積の小さい、小型のものをを用いることが可能となる。

[0054] なお、図1ではアスピレータが用いられているが、エゼクタを用いてもよい。

[0055] 上記実施の形態は本発明の一例であり、本発明は上記以外の形態とされてもよい。例えば、上記実施の形態では電気伝導度計が用いられているが、比抵抗計、pH計など水中の酸濃度を検出できる各種センサを用いることができる。

[0056] また、上記実施の形態では電気伝導度計は吸収液タンク90に設けられているが、配管52、54など他の部位に設置されてもよい。

[0057] 上記実施の形態では膜モジュール10と給水タンク1とを有した膜式蒸留器が設置されているが、これ以外の蒸留器を用いてもよい。

[0058] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、2020年9月18日付で出願された日本特許出願2020-157300に基づいており、その全体が引用により援用される。

符号の説明

- [0059] 1 給水タンク
4, 7, 70 熱交換器
9 凝縮水タンク
19 ヒートポンプシステム
20 ヒートポンプ
21 蒸発器
22 圧縮機
23 凝縮器
24 膨張弁

- 3 0 温水タンク
- 4 0 冷水タンク
- 5 0 アスピレータ
- 5 9 電気伝導度計
- 9 0 吸収液タンク

請求の範囲

- [請求項1] 蒸留処理される液が導入される蒸留器と、
該蒸留器内で生じた蒸気を吸引するアスピレータ又はエゼクタと、
該アスピレータ又はエゼクタの流出水が流入するタンクと、
該タンク内の水を前記アスピレータ又はエゼクタの作動流体流入部に送水する経路と、
該経路に設けられた冷却用の熱交換器と
を有する蒸留装置。
- [請求項2] 前記タンク内の水、又はタンクとアスピレータもしくはエゼクタとの間を循環する水の水質測定手段と、該水質測定手段で測定された水質が規定値を超えた場合に該水の一部を排出する排出手段を備えた請求項1の蒸留装置。
- [請求項3] 前記水は酸の水溶液であり、前記水質は電気伝導度又は比抵抗である請求項2の蒸留装置。
- [請求項4] 前記熱交換器は高耐食性金属製である請求項1～3のいずれかの蒸留装置。
- [請求項5] 前記高耐食性金属はチタン、チタン合金又はハステロイである請求項4の蒸留装置。
- [請求項6] 前記蒸留器は、膜式蒸留器である請求項1～5のいずれかの蒸留装置。
- [請求項7] 前記タンクに水を補給する手段を有する請求項1～6のいずれかの蒸留装置。