



(21)申請案號：111148877

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 20 日

(51)Int. Cl. : **B01D17/00 (2006.01)**

B05B17/06 (2006.01)

(30)優先權：2021/12/21 日本

2021-206900

(71)申請人：日商奈米霧科技股份有限公司(日本) NANOMIST TECHNOLOGIES CO., LTD.

(JP)

日本

(72)發明人：松浦一雄 MATSUURA, KAZUO (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：1 共 0 頁

(54)名稱

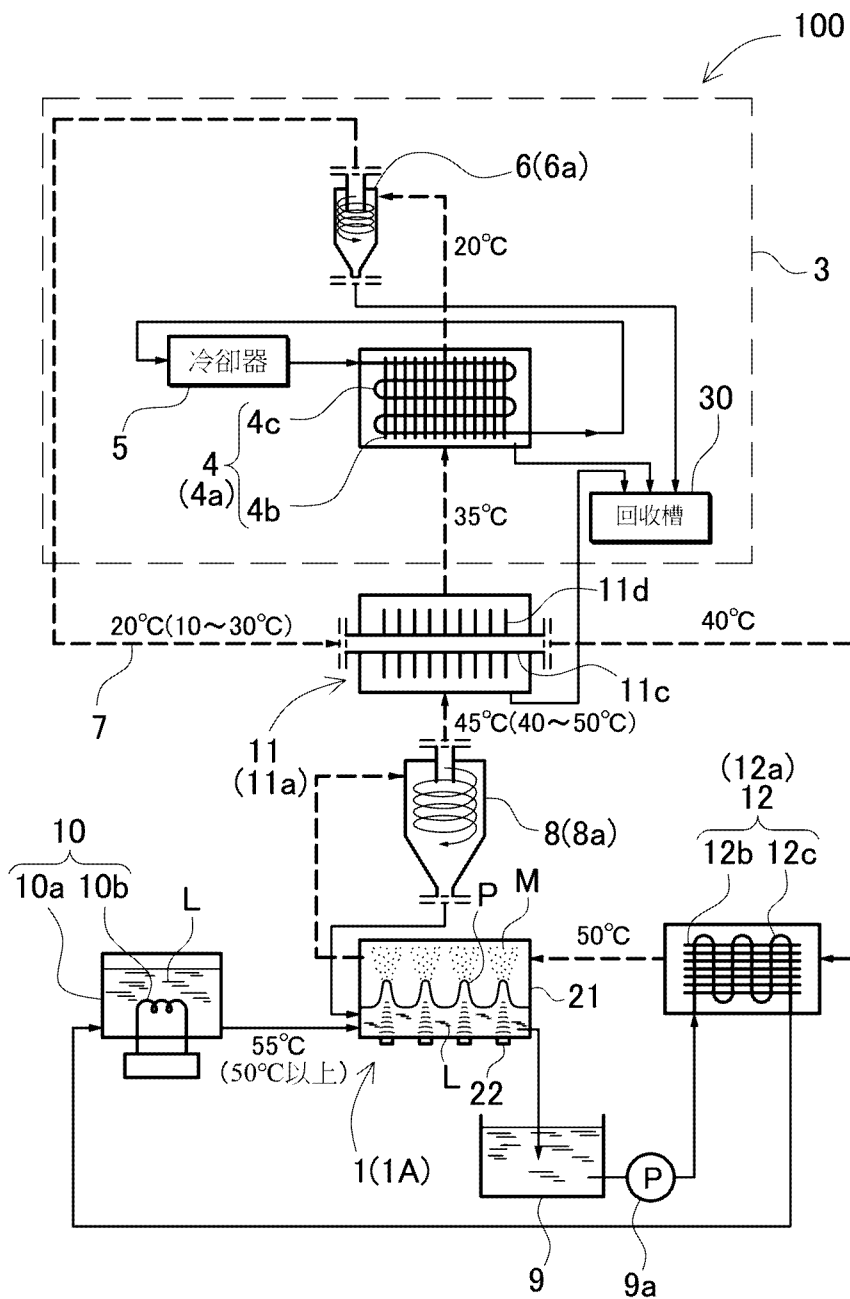
溶液之超音波分離裝置

(57)摘要

本發明提供一種可最佳地用於自溶液高效地回收低蒸氣壓成分之用途之溶液之超音波分離裝置。

超音波分離裝置 100 具備：霧化機 1，其使溶液 L 進行超音波振動而成為霧氣 M，並將之與搬送氣體混合而形成霧氣混合氣體；及回收器 3，其從自霧化機 1 流入之霧氣混合氣體回收霧氣，自溶液 L 回收低蒸氣壓成分。回收器 3 具備：冷凝器 4，其將霧氣混合氣體冷卻而回收霧氣；及氣液分離器 6，其連結於冷凝器 4 之排出側，回收自冷凝器 4 排出之搬送氣體中包含之霧氣。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1:霧化機
- 1A:超音波霧化機
- 3:回收器
- 4:冷凝器
- 4a:熱交換器
- 4b:冷卻葉片
- 4c:冷媒配管
- 5:冷卻器
- 6:氣液分離器
- 6a:旋風分離器
- 7:循環路
- 8:分級器
- 8a:分級旋風分離器
- 9:溶液槽
- 9a:泵
- 10:加溫器
- 10a:溫水槽
- 10b:加熱器
- 11:預熱交換器
- 11a:氣體-氣體熱交換器
- 11c:金屬配管
- 11d:冷卻葉片
- 12:溫水熱交換器
- 12a:液體-氣體熱交換器
- 12b:散熱葉片
- 12c:循環管
- 21:霧化室
- 22:超音波振子
- 30:回收槽
- 100:超音波分離裝置
- L:溶液
- M:霧氣
- P:液柱

【發明摘要】

【中文發明名稱】

溶液之超音波分離裝置

【中文】

本發明提供一種可最佳地用於自溶液高效地回收低蒸氣壓成分之用途之溶液之超音波分離裝置。

超音波分離裝置100具備：霧化機1，其使溶液L進行超音波振動而成為霧氣M，並將之與搬送氣體混合而形成霧氣混合氣體；及回收器3，其從自霧化機1流入之霧氣混合氣體回收霧氣，自溶液L回收低蒸氣壓成分。回收器3具備：冷凝器4，其將霧氣混合氣體冷卻而回收霧氣；及氣液分離器6，其連結於冷凝器4之排出側，回收自冷凝器4排出之搬送氣體中包含之霧氣。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:霧化機

1A:超音波霧化機

3:回收器

4:冷凝器

4a:熱交換器

4b:冷卻葉片

4c:冷媒配管

5:冷卻器

6:氣液分離器
6a:旋風分離器
7:循環路
8:分級器
8a:分級旋風分離器
9:溶液槽
9a:泵
10:加溫器
10a:溫水槽
10b:加熱器
11:預熱交換器
11a:氣體-氣體熱交換器
11c:金屬配管
11d:冷卻葉片
12:溫水熱交換器
12a:液體-氣體熱交換器
12b:散熱葉片
12c:循環管
21:霧化室
22:超音波振子
30:回收槽
100:超音波分離裝置
L:溶液

M:霧氣

P:液柱

【發明說明書】

【中文發明名稱】

溶液之超音波分離裝置

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種以超音波振動使溶液成為霧氣，並回收霧氣自溶液分離低蒸氣壓成分之溶液之超音波分離裝置。

【先前技術】

【0002】

開發有一種以超音波振動使溶液成為霧氣，並回收該霧氣自溶液分離低蒸氣壓成分之裝置(參考專利文獻1)。專利文獻1之超音波分離裝置使乙醇水進行超音波振動而產生霧氣，且回收該霧氣而回收高濃度之乙醇。由於由超音波振動產生之霧氣之乙醇濃度較溶液高，故可將其回收，而回收低蒸氣壓成分即高濃度之乙醇。以上之超音波分離裝置以冷凝器回收由超音波振動產生之霧氣與搬送氣體之霧氣混合氣體。由於冷凝器將霧氣混合氣體冷卻而進行回收，故可使搬送氣體中汽化之乙醇液化、冷凝而進行回收。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2018-64514號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】

由於以上之超音波分離裝置將霧氣混合氣體冷卻而回收霧氣，故可將霧氣混合氣體中汽化而含有之低蒸氣壓成分之乙醇等冷凝並回收。超音波分離裝置與使溶液沸騰而將乙醇或溶媒分離之裝置相比可以更少之消耗能量分離低蒸氣壓成分，但要求更高效地回收高濃度之低蒸氣壓成分。

【0005】

本發明係出於進一步提高分離效率之目的而開發者，本發明之目的在於提供一種可自溶液更高效地回收低蒸氣壓成分，提高分離效率並減少消耗能量之溶液之超音波分離裝置。

[解決問題之技術手段及發明之效果]

【0006】

本發明之一實施態樣之溶液之超音波分離裝置具備：霧化機，其使溶液進行超音波振動而成為霧氣，並將之與搬送氣體混合而形成霧氣混合氣體；及回收器，其從自霧化機流入之霧氣混合氣體回收霧氣，自溶液回收低蒸氣壓成分。回收器具備：冷凝器，其將霧氣混合氣體冷卻而回收霧氣；及氣液分離器，其連結於冷凝器之排出側，回收自冷凝器排出之搬送氣體中包含之霧氣。

【0007】

以上之超音波分離裝置具有可自溶液更高效地回收高濃度之低蒸氣壓成分，提高分離效率並減少消耗能量之優點。霧化機可使溶液進行超音波振動而將霧氣混合至搬送氣體中形成霧氣混合氣體，並自該霧氣混合氣體分離霧氣而分離低蒸氣壓成分。以上之超音波分離裝置可藉由於冷凝器之排出側連結氣液分離器，以冷凝器與氣液分離器之兩者回收低蒸氣壓成

分，而高效地回收低蒸氣壓成分。其原因在於冷凝器可高效地冷卻霧氣混合氣體而將汽化成分之低蒸氣壓成分高效地液化並回收，進而可以連結於冷凝器之排出側之氣液分離器高效地回收未被冷凝器回收之霧氣。由於以上之分離裝置進而可以氣液分離器使微細霧氣成為霧氣而回收，故冷凝器可不考慮微細霧氣之回收效率，而僅考慮霧氣混合氣體之冷卻效率地進行設計。由冷凝器高效冷卻後之霧氣混合氣體可隨著溫度降低而高效地液化汽化成分之低蒸氣壓成分。又，由於氣液分離器不以冷卻霧氣混合氣體為目的，故可僅考慮回收效率地高效回收微細霧氣。因此，具備回收器之超音波分離裝置實現以下優點：由於可以冷凝器高效地冷卻霧氣混合氣體而將汽化成分之低蒸氣壓成分高效地液化為霧氣，進而以氣液分離器高效地回收未被冷凝器回收之霧氣，故可自溶液極高效地回收低蒸氣壓成分。

【0008】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置中，冷凝器係對設置送風間隙配置而成之複數片葉片熱耦合冷媒配管而成之熱交換器，熱交換器之冷凝器係對以冷媒配管中循環之冷媒冷卻之葉片之送風間隙送出霧氣混合氣體而成。

【0009】

以上之超音波分離裝置之冷凝器可高效地冷卻霧氣混合氣體而將汽化成分之低蒸氣壓成分高效地液化並回收。冷凝器將結露於葉片表面之霧氣回收而回收低蒸氣壓成分，進而將通過送風間隙之霧氣混合氣體冷卻。冷卻後之霧氣混合氣體中，汽化之低蒸氣壓成分成為過飽和狀態而液化。其原因在於液化之液體於冷卻葉片之表面結露而被回收。

【0010】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置中，氣液分離器為旋風分離器。

【0011】

以上之超音波分離裝置可以簡單之構造之旋風分離器之氣液分離器高效地回收低蒸氣壓成分。

【0012】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置進而具備：分級器，其於霧化機與冷凝器之間，將從自霧化機排出之霧氣混合氣體排出之大粒霧氣分級並分離。

【0013】

以上之超音波分離裝置可藉由於霧化機與冷凝器之間連結分級器，將低蒸氣壓成分之濃度較低之大粒霧氣自霧氣混合氣體分級去除，而提高回收器回收之低蒸氣壓成分之濃度。可藉由以分級器將霧氣混合氣體中包含之大粒霧氣分級並返流至霧化機，將包含微細霧氣之霧氣混合氣體供給至回收器，而回收低蒸氣壓成分濃度較高之液體。

【0014】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置中，氣液分離器為旋風分離器，分級器為分級旋風分離器，且使分級旋風分離器之外徑大於旋風分離器之外徑而成。

【0015】

以上之超音波分離裝置可藉由將分級旋風分離器之外徑之尺寸設為與氣液分離器之旋風分離器之外徑不同，而進行與霧氣粒徑相應之處理。藉由使分級旋風分離器之外徑較旋風分離器之外徑大，可將霧氣混合氣體

中包含之大粒霧氣分級並返流至霧化機，將包含微細霧氣之霧氣混合氣體供給至回收器，而提高回收之低蒸氣壓成分之濃度。又，於氣液分離器中，可藉由減小旋風分離器之外徑，而高效地回收未被冷凝器回收之微細霧氣。

【0016】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置中，分級器為除霧器。

【0017】

以上之超音波分離裝置可以能將分級霧氣附著於網而自搬送氣體回收並分級之簡單之構造高效地回收低蒸氣壓成分。

【0018】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置中，使自氣液分離器排出之搬送氣體循環至霧化機，並送風至霧化機中由超音波振動產生之液柱之表面。

【0019】

以上之超音波分離裝置具有可將已分離搬送氣體中包含之汽化成分之搬送氣體循環至霧化機而提高霧化機之霧化效率之優點。其原因在於，由於以氣液分離器將汽化成分分離而將搬送氣體供給至霧化機，故可降低供給至霧化機之搬送氣體之低蒸氣壓成分之相對濕度，並將低濕度之搬送氣體送風至液體之表面。

【0020】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置進而具備：預熱交換器，其以自霧化機排出之霧氣混合氣體，對自氣液分離器排出之搬送氣

體進行加溫；且使由預熱交換器加溫之搬送氣體循環至霧化機。

【0021】

由於以上之超音波分離裝置以自霧化機排出之霧氣混合氣體對自回收器返流至霧化機之搬送氣體進行加溫，故具有可不自外部供給熱能而進一步提高霧化機之霧化效率之優點。其原因在於，可以回收器將低蒸氣壓成分分離而降低搬送氣體之相對濕度，進而以預熱交換器將返流至霧化機之搬送氣體加溫而進一步降低相對濕度，於低濕度下使溫度上升並將搬送氣體供給至霧化機。

【0022】

本發明之另一實施態樣之溶液之超音波分離裝置進而具備：供給至霧化機之溶液之加溫器；及溫水熱交換器，其以加溫器加熱之溶液對自氣液分離器排出之搬送氣體進行加溫；且以溫水熱交換器將自氣液分離器排出之搬送氣體加溫而循環至霧化機。

【0023】

以上之超音波分離裝置將溶液與搬送氣體加溫，循環至霧化機而排出加溫後之霧氣混合氣體。加溫後之霧氣混合氣體可提高低蒸氣壓成分之蒸氣壓，並增加汽化後之低蒸氣壓成分之含有質量。因此，該霧氣混合氣體可一面將由冷凝器冷卻之溫度設定得較高，一面高效地回收低蒸氣壓成分。

【圖式簡單說明】

【0024】

圖1係本發明之一實施形態之霧化分離裝置之概略構成圖。

【實施方式】

【0025】

以下，基於圖式詳細說明本發明。另，於以下說明中，根據需要使用表示特定方向或位置之用語(例如，「上」、「下」及包含該等用語之其他用語)，但使用該等用語是為了容易理解參考圖式之發明，而並非藉由該等用語之涵義限制本發明之技術性範圍者。又，複數個圖式所示之相同符號之部分表示相同或同等之部分或構件。再者，以下所示之實施形態係顯示本發明之技術思想之具體例者，而並非將本發明限定於以下者。又，以下所記載之構成零件之尺寸、材質、形狀、及其相對配置等若無特定記載，則並無將本發明之範圍僅限定於此之主旨，而為意圖例示者。又，一實施形態、實施例中說明之內容亦可應用於另一實施形態、實施例中。又，為明確說明，而有誇大圖式所示之構件之大小或位置關係等情形。

(超音波分離裝置100)

【0026】

圖1之方塊圖所示之超音波分離裝置100以超音波振動使溶液L成為霧氣而將低蒸氣壓成分自溶液L分離。該裝置中，霧化機1以超音波振動使溶液L成為霧氣M飛散至搬送氣體中而形成霧氣混合氣體，回收器3將該霧氣混合氣體冷卻而回收低蒸氣壓成分。超音波分離裝置100自溶液L，以高濃度回收低蒸氣壓成分。以上裝置以霧化機1形成搬送氣體中分散有霧氣M之霧氣混合氣體，將該霧氣混合氣體冷卻而自溶液L回收低蒸氣壓成分。溶液L例如為於水等溶媒中混合有乙醇等較溶媒更低蒸氣壓之成分者，或為將包含有機物、鹽類、糖質、胺基酸、脂肪酸、甘油類、二醇類、核酸、提取物之至少一者之溶質溶解於水等溶媒者。

【0027】

圖1所示之超音波分離裝置100具備：霧化機1，其使溶液L進行超音波振動而成為霧氣M，並將之與搬送氣體混合而形成霧氣混合氣體；及回收器3，其從自霧化機1流入之霧氣混合氣體回收霧氣，自溶液回收低蒸氣壓成分。回收器3具備：冷凝器4，其連結於霧化機1之排出側，將自霧化機1供給之霧氣混合氣體冷卻而回收低蒸氣壓成分；及氣液分離器6，其連結於冷凝器4之排出側，回收自冷凝器4排出之搬送氣體中包含之霧氣。再者，圖中之超音波分離裝置100於循環路7將霧氣混合氣體(搬送氣體)循環至霧化機1與回收器3而提高霧化效率。循環路7將自霧化機1排出之霧氣混合氣體循環至回收器3，進而將自回收器3排出之搬送氣體循環至霧化機1。再者，超音波分離裝置100較佳為如圖所示，於霧化機1與冷凝器4之間，設置將從自霧化機1排出之霧氣混合氣體排出之大粒霧氣分級並分離之分級器8，藉此，提高藉由以分級器8將大粒霧氣自霧氣混合氣體分離而回收之低蒸氣壓成分之濃度。又，超音波分離裝置100較佳為如圖所示，可將自氣液分離器6排出之搬送氣體以循環路7循環至霧化機1，將循環之搬送氣體送風至由超音波振動產生之液柱之表面而提高霧化效率。再者，藉由設置以自霧化機1排出之霧氣混合氣體，對自氣液分離器6排出之搬送氣體進行加溫之預熱交換器11，並將由預熱交換器11加溫後之搬送氣體循環至霧化機1，而霧化效率可進一步提高。另一方面，藉由預熱交換器11以自氣液分離器6排出之搬送氣體，將自霧化機1排出之霧氣混合氣體冷卻並供給至冷凝器4，而霧化效率可進一步提高。

(霧化機1)

【0028】

圖1之霧化機1使溶液L進行超音波振動而使霧氣M飛散至搬送氣體中形成霧氣混合氣體。該超音波霧化機1A具備：封閉構造之霧化室21，其供給溶液L與搬送氣體；複數個超音波振子22，其等使該霧化室21之溶液L進行超音波振動而霧化為霧氣M；及超音波電源(未圖示)，其對該超音波振子22供給交流電力。

【0029】

霧化室21係封閉之腔室，使內部之溶液L進行超音波振動而向載體氣體之搬送氣體中噴霧。噴霧之霧氣M混合至搬送氣體而成為霧氣混合氣體。霧化室21將溶液L之液面水平保持為固定。液面水平設定於由超音波振子22進行超音波振動，而可高效地霧化溶液L之位置。為將溶液L之液面水平保持固定，而霧化室21經由泵9a連結於存儲有溶液L之溶液槽9，且將排出側連結於溶液槽9。雖未圖示，但該霧化室21使溶液L自設置於排出側之排液口溢出而將液面水平保持為固定，或一面自噴出口排出特定量之溶液L，一面以水平感測器檢測溶液L之液面水平，並以水平感測器控制泵9a之運轉而保持於固定之液面水平。圖1所示之超音波分離裝置100一面將霧化室21之液面水平保持為固定，一面將溶液L循環至溶液槽9與霧化室21，而濃縮溶液槽9與霧化室21之溶質濃度。該裝置於霧化室21與溶液槽9之濃度成為設定濃度時，排出兩者之溶液L，更換為新的溶液L。

【0030】

圖1之霧化機1將溶液L與搬送氣體加溫，排出加溫後之霧氣混合氣體。加溫後之霧氣混合氣體可提高低蒸氣壓成分之蒸氣壓，並增加汽化後之低蒸氣壓成分之含有質量。因此，該霧氣混合氣體可將由冷凝器4冷卻

之溫度於某種程度上設定得較高，而高效地回收低蒸氣壓成分。自霧化機1排出之霧氣混合氣體之溫度例如設為40°C~50°C。為將循環至霧化機1之搬送氣體加溫，而於搬送氣體之循環路7連結後述之預熱交換器11、及溫水熱交換器12。

【0031】

於霧化室21中進行超音波振動之溶液L自液面突出而產生液柱P，使霧氣M自液柱P之表面分離而飛散至搬送氣體中。圖1之超音波霧化機1A於填充有溶液L之霧化室21之底部，並列朝上排列有複數個超音波振子22。各個超音波振子22自底部朝上對溶液面放射超音波，產生自液面向垂直方向突出之液柱P。超音波振子22連接於超音波電源(未圖示)。超音波電源供給使超音波振子22進行超音波振動之頻率之交流電力。由於以超音波振子22之共振頻率進行超音波振動，故超音波電源例如供給數十kHz~數MHz，較佳為50 kHz~1 MHz之交流電力，使超音波振子22振動。

(回收器3)

【0032】

回收器3從自霧化機1排出之霧氣混合氣體回收霧氣，自溶液L濃縮低蒸氣壓成分並回收。回收器3具備將霧氣混合氣體冷卻而回收霧氣之冷凝器4、及回收自冷凝器4排出之搬送氣體中包含之霧氣之氣液分離器6。

【0033】

具備冷凝器4及氣液分離器6之回收器3實現以下優點：由於可由冷凝器4將自霧化機1排出之霧氣混合氣體高效地冷卻而將汽化成分之低蒸氣壓成分高效地液化為霧氣，進而以旋風分離器6a等簡單之氣液分離器6高效地回收未被冷凝器4回收之霧氣，故可自溶液極高效地回收低蒸氣壓成

分。以上之超音波分離裝置100與僅以冷凝器回收低蒸氣壓成分之先前之裝置相比，可實現能將回收量提高約50%之優異之分離效率。

(冷凝器4)

【0034】

霧化機1將搬送氣體對以超音波振動自液面突出之液柱P之表面送風來產生霧氣混合氣體，但表面被送風搬送氣體之液柱P於表面飛散有霧氣M。飛散之霧氣M分散至搬送氣體中而成為霧氣混合氣體。霧氣混合氣體之霧氣之一部分汽化以氣體之狀態包含於霧氣混合氣體。尤其，由於低蒸氣壓成分容易汽化，故藉由汽化之低蒸氣壓成分而霧氣混合氣體之低蒸氣壓成分之濃度變高。汽化之低蒸氣壓成分可以冷凝器4將霧氣混合氣體冷卻、液化而回收。冷凝器4藉由將霧氣混合氣體冷卻，而將以氣體之狀態包含於搬送氣體中之低蒸氣壓成分液化為過飽和狀態。液化之低蒸氣壓成分於冷凝器4之表面結露並移送至回收槽30而被回收。由於霧氣混合氣體與冷凝器4之表面接觸而冷卻，故於與表面接觸之區域成為低溫。由於霧氣混合氣體隨著溫度降低而低蒸氣壓成分成為過飽和狀態，故於與表面接觸之區域經液化而被液化之低蒸氣壓成分於冷凝器4之表面結露而被回收。該狀態藉由空氣中之水分於製冷之熱交換器之表面液化結露而明白。

【0035】

霧氣混合氣體可冷卻至更低之溫度，而提高汽化之低蒸氣壓成分之回收效率。因此，冷凝器4為高效地回收低蒸氣壓成分，需降低霧氣混合氣體之溫度，意即需高效地冷卻霧氣混合氣體來降低溫度。作為實現該情況之一方法，有將霧氣混合氣體以較快之流速送風至冷凝器4之表面之方法。然而，若加快霧氣混合氣體之流速來高效地進行冷卻，低蒸氣壓成分

之回收效率卻會出乎意料地降低。本發明者自各種方向研究其原因，結果查明雖加快流速可降低霧氣混合氣體之溫度，但高速流動之霧氣混合氣體會將於冷凝器4之表面液化為霧氣之低蒸氣壓成分吹散，降低於冷凝器4之表面結露之概率，而導致霧氣之回收效率降低。尤其，由於以冷凝器4冷卻液化而產生之霧氣極小，故會與霧氣混合氣體一起流動，導致與冷凝器4之表面接觸被回收之概率降低。由以上判明，為自溶液高效回收低蒸氣壓成分，需將霧氣混合氣體冷卻至更低之溫度，將低蒸氣壓成分高效地液化為微細之霧氣，進而高效地回收微細之霧氣。冷凝器4為使低蒸氣壓成分高效地液化為霧氣，需加快霧氣混合氣體之流速來提高冷卻效率，但於該狀態下，液化而產生之微細之霧氣回收效率降低。冷凝器4將霧氣混合氣體冷卻之冷卻效率、與回收霧氣之回收效率係互為相反之特性，無法滿足兩者。

【0036】

因此，超音波分離裝置100係藉由於冷凝器4之排出側連結氣液分離器6，以冷凝器4與氣液分離器6之兩者回收低蒸氣壓成分，來高效地回收低蒸氣壓成分。以上之分離裝置100中，冷凝器4可不考慮霧氣之回收效率，而可僅考慮霧氣混合氣體之冷卻效率地加快霧氣混合氣體之流速。以冷凝器4冷卻至低溫之霧氣混合氣體，將汽化之低蒸氣壓成分高效地液化而產生微細霧氣。由於冷凝器4係以將汽化之低蒸氣壓成分液化為目的，故微細霧氣直通而與搬送氣體一起排出，而未被冷凝器4回收之微細霧氣，則可另外由後述之氣液分離器6回收。另一方面，由於氣液分離器6不以冷卻霧氣混合氣體為目的，故可以簡單構造之旋風分離器等高效地回收未被冷凝器4回收之微細之霧氣。藉由以上，可將以冷凝器4高效冷卻後之

霧氣混合氣體，隨著溫度降低而高效地液化汽化之低蒸氣壓成分。

【0037】

冷凝器4可使用將霧氣混合氣體冷卻之熱交換器4a。圖中之熱交換器4a係將以互相平行之姿勢配置而成之複數片冷卻葉片4b，連結於冷媒配管4c成熱耦合狀態，並於冷卻葉片4b之間設置霧氣混合氣體之送風間隙。冷凝器4之熱交換器4a於冷媒配管4c中循環冷卻用之液體而將冷卻葉片4b冷卻。圖中之冷凝器4之熱交換器4a連結冷卻用之冷卻器5。冷卻用之冷卻器5將冷卻用之液體循環至冷凝器4而進行冷卻。冷卻用之冷卻器5可將冷凝器4冷卻至低溫，而高效地液化低蒸氣壓成分並回收。但，冷凝器4無需一定要以冷卻用之冷卻器5進行冷卻，可對冷媒配管4c供給冷卻水來進行冷卻，進而亦可將冷凝器4設為氣體-氣體熱交換器，送風低溫之外部氣體來進行冷卻。冷凝器4將附著於冷卻葉片4b之表面之霧氣回收來回收低蒸氣壓成分，進而將通過送風間隙之霧氣混合氣體冷卻。冷卻後之霧氣混合氣體中，汽化之低蒸氣壓成分成為過飽和狀態而液化。液化後之液體於冷卻葉片4b之表面結露而被回收，但並非液化後之所有液體均結露而被回收，而是成為微細之霧氣。微細之霧氣之一部分不會附著於冷卻葉片4b之表面，而是與搬送氣體一起排出並供給至氣液分離器6。因此，冷凝器4排出包含微細霧氣之冷卻後之搬送氣體。

(氣液分離器6)

【0038】

氣液分離器6較佳為可使用旋風分離器6a。旋風分離器6a將自冷凝器4排出之搬送氣體中包含之微細霧氣分離。旋風分離器6a為於圓筒之下端連結有圓錐之形狀，使霧氣混合氣體沿接線方向流入圓筒之上部。沿接線

方向流入圓筒之霧氣混合氣體於圓筒之內部呈螺旋狀旋轉。呈螺旋狀旋轉之霧氣混合氣體使霧氣與搬送氣體一起呈螺旋狀旋轉。旋轉之霧氣於半徑方向上自中心朝向外側受到離心力。離心力與霧氣之質量成比例地增加。由於霧氣之質量與霧氣之半徑之三次方成比例地增大，故霧氣之離心力與霧氣之半徑之三次方成比例地增大。因此，即便為微細之霧氣亦會被離心力甩出至外側而移送至圓筒之內表面，並附著於圓筒之內表面，沿圓錐之內表面流下而自霧氣混合氣體分離。

【0039】

旋風分離器6a分級之霧氣之粒徑可由旋風分離器6a之內形、與霧氣混合氣體之流速特定。其原因在於，於旋風分離器6a內霧氣受到之離心力與於旋風分離器6a內霧氣於圓軌道流動之流速之平方成比例地增大，且與半徑成反比地減小。霧氣之流速可由流入至旋風分離器6a之霧氣混合氣體之流速特定，供霧氣流動之圓軌道之半徑可由旋風分離器6a之圓筒之內徑特定。減小旋風分離器6a之內徑，加快流入旋風分離器6a之霧氣混合氣體之流速，而霧氣受到之離心力變大。因此，氣液分離器6之旋風分離器6a可減小內徑，加快霧氣混合氣體流入旋風分離器6a之流速，而回收更微細之霧氣。其原因在於，旋風分離器6a之內徑減小，霧氣之流速加快而霧氣受到之離心力變大，從而更微細之霧氣附著於圓筒之內表面而被分級。

(分級器8)

【0040】

自霧化機1排出之霧氣混合氣體將粒徑較大之大粒霧氣與微細霧氣之兩者分散至搬送氣體。由霧化機1產生之霧氣之低蒸氣壓成分之濃度因粒徑而異，粒徑較大之大粒霧氣之低蒸氣壓成分之濃度較微細霧氣低。由於

微細霧氣之低蒸氣壓成分濃度較高，而大粒霧氣之低蒸氣壓成分之濃度較低，故自霧氣混合氣體將大粒霧氣分級去除。其原因在於，可藉由去除低蒸氣壓成分濃度較低之大粒霧氣，而提高回收之低蒸氣壓成分之濃度。

【0041】

可於分級器8中使用旋風分離器或除霧器。圖1之分級器8於不將微細霧氣自搬送氣體分離之情況下將大粒霧氣分級並返流至霧化室21，將已分離大粒霧氣之霧氣混合氣體移送至冷凝器4。由於圖中之分級旋風分離器8a將大粒霧氣分離且使微細霧氣通過，故為減小未分級之微細霧氣之離心力，而使內徑大於氣液分離器6之旋風分離器6a，從而減小霧氣之離心力。由於霧氣之離心力與旋風分離器之內徑成反比，故內徑較大之旋風分離器可不將霧氣之離心力較小之微細霧氣分級，而僅將大粒霧氣分級。由於霧氣混合氣體中包含之微細霧氣之質量較小故離心力亦較小，與搬送氣體一起呈螺旋狀旋轉，於排氣搬送中自圓筒之中央部排氣至外部並移送至冷凝器4。分級旋風分離器8a可以內徑與霧氣混合氣體之流速而調整分級之霧氣之尺寸，分級旋風分離器8a例如可藉由設為將粒徑為數 μm 以上之大粒霧氣自霧氣混合氣體分離，不會將數 μm 以下之微細霧氣分離之內徑，而提高可由回收器3回收之低蒸氣壓成分之濃度。分級旋風分離器8a可減小分級之霧氣之粒徑，而使分級之低蒸氣壓成分濃度變高，但回收器3之回收量會減少，因而對所要求之濃度與回收量進行考慮而設定為最佳值。

【0042】

具備分級器8之超音波分離裝置100將霧氣混合氣體中包含之大粒霧氣分級並返流至霧化機1，將包含微細霧氣之霧氣混合氣體供給至回收器

3，而回收低蒸氣壓成分濃度較高之液體。但，本發明之超音波分離裝置中，雖未圖示，但亦可不以分級器自霧氣混合氣體將大粒霧氣分級地將自霧化機排出之霧氣混合氣體供給至回收器，而回收低蒸氣壓成分。再者，以上之分級器8使用分級旋風分離器8a，但分級器8中亦可使用能將大粒霧氣自霧氣混合氣體分級之其他裝置，例如積層有複數張網之除霧器。除霧器將分級霧氣附著於網而自搬送氣體回收並分級。除霧器可使微細霧氣透過網格並供給至冷凝器4。

(預熱交換器11)

【0043】

再者，超音波分離裝置100較佳為如圖1所示，可將自氣液分離器6排出之搬送氣體循環至霧化機1，將循環之搬送氣體送風至由超音波振動產生之液柱P之表面而提高霧化效率。再者，於氣液分離器6與霧化機1之間設置預熱交換器11，以自霧化機1排出之霧氣混合氣體對自氣液分離器6排出之搬送氣體進行加溫，並將由預熱交換器11加溫後之搬送氣體循環至霧化機1，藉此霧化效率可進一步提高。又，另一方面，可將預熱交換器11設置於霧化機1與冷凝器4之間，以自氣液分離器6排出之搬送氣體，將自霧化機1供給之霧氣混合氣體冷卻並供給至冷凝器4而提高霧化效率。

【0044】

預熱交換器11係吸收自霧化機1排出之霧氣混合氣體之熱能，對自氣液分離器6返流至霧化機1之搬送氣體進行加溫之氣體-氣體熱交換器11a。氣體-氣體熱交換器11a可使用能不將自霧化機1排出之霧氣混合氣體、與返流至霧化機1之搬送氣體混合，而自霧氣混合氣體吸收熱能，對搬送氣體進行加溫之所有熱交換器，例如板式、橢圓管式、波紋管式等之熱交換

器，但於圖1例示可用於預熱交換器11之氣體-氣體熱交換器11a。該氣體-氣體熱交換器11a於送風自回收器3排出之搬送氣體之金屬配管11c，以熱耦合狀態連結以互相平行之姿勢配置之複數片冷卻葉片11d，並於冷卻葉片11d之間設置來自霧化機1之霧氣混合氣體之送風間隙。

【0045】

又，預熱交換器11之氣體-氣體熱交換器11a將由冷凝器4冷卻且自回收器3返流至霧化機1之低溫之搬送氣體送風至金屬配管11c，將金屬配管11c與表面之冷卻葉片11d冷卻。將送風至經冷卻之金屬配管11c與冷卻葉片11d之表面之自霧化機1排出之加溫後之霧氣混合氣體冷卻。其原因在於加溫後之霧氣混合氣體接觸冷卻葉片11d之表面而被冷卻。自預熱交換器11排出之霧氣混合氣體供給至冷凝器4。由於預熱交換器11於冷凝器4之前段將自霧化機1排出之加溫後之霧氣混合氣體冷卻，故有低蒸氣壓成分於冷卻葉片11d或金屬配管11c之表面結露之情況。由於結露之液體之低蒸氣壓成分之濃度較高，故將其回收至回收槽30。

【0046】

預熱交換器11以自霧化機1排出之霧氣混合氣體，將自氣液分離器6排出之搬送氣體加溫並循環至霧化機1。於以下例示霧氣混合氣體(搬送氣體)於循環之狀態下較佳之溫度。由於霧化機1為提高霧氣之霧化效率，而將溶液L與搬送氣體加溫，故自霧化機1排出之霧氣混合氣體例如加溫至40°C~50°C。由於自氣液分離器6排出之搬送氣體由冷凝器4冷卻而通過氣液分離器6，故溫度較低，例如冷卻至10°C~30°C。預熱交換器11之氣體-氣體熱交換器11a將自氣液分離器6排出之10°C~30°C之搬送氣體，以自霧化機1排出之霧氣混合氣體加溫至約40°C並返流至霧化機1。又，預

熱交換器11之氣體-氣體熱交換器11a將自霧化機1排出之40°C~50°C之霧氣混合氣體，以自氣液分離器6排出之10°C~30°C之搬送氣體冷卻至約35°C並供給至回收器3之冷凝器4。氣體-氣體熱交換器11a可一方面提高供給至霧化機1之搬送氣體之溫度而提高霧化效率，另一方面降低供給至冷凝器4之搬送氣體之溫度並以冷凝器4將汽化之低蒸氣壓成分液化而提高回收效率。由於氣體-氣體熱交換器11a吸收自霧化機1排出之霧氣混合氣體之熱能，向供給至霧化機1之搬送氣體供給，故可不自外部供給熱能，或不強制吸收熱能地提高霧化效率與回收效率二者。

(加溫器10)

【0047】

再者，圖1所示之超音波分離裝置100具備將供給至霧化機1之溶液L加溫之加溫器10。霧化室21之溶液溫度會對霧化溶液L之效率造成影響。可將溶液L之溫度設為設定溫度，而提高霧化效率。圖1之超音波分離裝置100設置有溫水槽10a，作為供給至霧化機1之溶液L之加溫器10。溫水槽10a具備將溶液L加溫至設定溫度之加熱器10b。溫水槽10a亦可以電加熱器、或加熱蒸汽或溫水等加熱介質來對溶液L進行加溫。溫水槽10a將溶液L之溫度加溫至例如30°C以上，較佳為50°C以上。由於提高將溶液L加溫之溫度，消耗能量會變大，故溶液L之溫度例如設為80°C以下，較佳為70°C以下。圖中之超音波分離裝置100將溫水槽10a設置於霧化機1之溶液L之流入側，但除此以外亦可設置於霧化機1之溶液L之排出側等。圖中之超音波分離裝置100以溫水槽10a提高溶液溫度來提高霧化效率，但本發明之裝置亦可不必設置加溫器10，而以霧化機1產生霧氣混合氣體。

(溫水熱交換器12)

【0048】

為提高霧化機1之霧化效率，圖1之超音波分離裝置100以溫水熱交換器12對自氣液分離器6排出並返流至霧化機1之搬送氣體進行加溫，使之循環至霧化室21。圖中之溫水熱交換器12係對返流至霧化機1之搬送氣體進行加溫之液體-氣體熱交換器12a，且具備表面設置有散熱葉片12b之循環管12c。該循環管12c將流入側連結於霧化室21，將排出側連結於溫水槽10a，而將自霧化室21供給之加溫後之溶液L循環至溫水槽10a。溫水熱交換器12係對循環管12c表面之散熱葉片12b，送出自氣液分離器6循環至霧化機1之搬送氣體，而以加溫後之溶液L將搬送氣體加溫。

【0049】

圖1例示了自霧化機1排出之霧氣混合氣體(搬送氣體)於按霧化機1→分級器8→預熱交換器11→冷凝器4→氣液分離器6→預熱交換器11→溫水熱交換器12→霧化機1循環之狀態下較佳之溫度。霧化機1以超音波振動使溶液L成為霧氣而作為霧氣混合氣體供給至分級器8。將大粒霧氣分級，而自分級器8排出之霧氣混合氣體之溫度為約45°C，且流入預熱交換器11。預熱交換器11以自氣液分離器6排出之20°C之搬送氣體將霧氣混合氣體冷卻，而將35°C之霧氣混合氣體供給至冷凝器4。冷凝器4將霧氣混合氣體冷卻並將汽化之低蒸氣壓成分液化，冷卻至20°C而排出。冷卻後之搬送氣體通過氣液分離器6由預熱交換器11加溫至40°C，並流入至溫水熱交換器12，於溫水熱交換器12加溫至50°C而循環至霧化機1。另一方面，將溶液L於溫水槽10a加溫至約55°C而經由霧化機1供給至溫水熱交換器12，將循環至霧化機1之搬送氣體加溫至40°C~50°C而循環至溫水槽10a。

【0050】

以上之超音波分離裝置100中，霧化機1使加溫後之溶液L高效地成為霧氣，並將霧氣與搬送氣體混合而作為霧氣混合氣體排出。循環至霧化機1之搬送氣體雖以冷凝器4冷卻，但以預熱交換器11與溫水熱交換器12加溫而循環至霧化機1。該分離裝置100可將霧化機1之溶液L與搬送氣體之兩者加溫而提高霧化效率。自霧化機1排出之霧氣混合氣體係以分級器8將大粒霧氣分級並去除，自預熱交換器11供給至冷凝器4。冷凝器4將包含微細霧氣之霧氣混合氣體冷卻來回收霧氣，且將汽化之低蒸氣壓成分液化來回收其一部分。未被冷凝器4回收之微細霧氣由旋風分離器6a等之氣液分離器6回收。冷凝器4與氣液分離器6將回收之低蒸氣壓成分供給至回收槽9。回收槽9獲得低蒸氣壓成分濃度較高之溶液L。例如，可對霧化機1供給包含乙醇之水溶液，而於回收槽9回收高濃度之乙醇水。

[產業上之可利用性]

【0051】

以上之超音波分離裝置可最佳地用於自溶液回收低蒸氣壓成分之用途。

【符號說明】**【0052】**

1:霧化機

1A:超音波霧化機

3:回收器

4:冷凝器

4a:熱交換器

- 4b:冷卻葉片
- 4c:冷媒配管
- 5:冷卻器
- 6:氣液分離器
- 6a:旋風分離器
- 7:循環路
- 8:分級器
- 8a:分級旋風分離器
- 9:溶液槽
- 9a:泵
- 10:加溫器
- 10a:溫水槽
- 10b:加熱器
- 11:預熱交換器
- 11a:氣體-氣體熱交換器
- 11c:金屬配管
- 11d:冷卻葉片
- 12:溫水熱交換器
- 12a:液體-氣體熱交換器
- 12b:散熱葉片
- 12c:循環管
- 21:霧化室
- 22:超音波振子

30:回收槽

100:超音波分離裝置

L:溶液

M:霧氣

P:液柱

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種溶液之超音波分離裝置，其特徵在於包含：

霧化機，其使溶液進行超音波振動而成為霧氣，並將之與搬送氣體混合而形成霧氣混合氣體；及

回收器，其從自上述霧化機流入之霧氣混合氣體回收霧氣，自溶液回收低蒸氣壓成分；且

上述回收器包含：

冷凝器，其將霧氣混合氣體冷卻而回收霧氣；及

氣液分離器，其連結於上述冷凝器之排出側，回收自上述冷凝器排出之搬送氣體中包含之霧氣。

【請求項2】

如請求項1之溶液之超音波分離裝置，其中

上述冷凝器係對設置送風間隙配置而成之複數片葉片，熱耦合冷媒配管而成之熱交換器；

上述冷凝器係對以上述冷媒配管中循環之冷媒冷卻之上述葉片之送風間隙，送出霧氣混合氣體。

【請求項3】

如請求項1之溶液之超音波分離裝置，其中

上述氣液分離器為旋風分離器。

【請求項4】

如請求項1之溶液之超音波分離裝置，其進而包含：

分級器，其位於上述霧化機與上述冷凝器之間，將從自上述霧化機

排出之霧氣混合氣體排出之大粒霧氣分級並分離。

【請求項5】

如請求項4之溶液之超音波分離裝置，其中

上述氣液分離器為旋風分離器，上述分級器為分級旋風分離器；

上述分級旋風分離器之外徑大於上述旋風分離器之外徑。

【請求項6】

如請求項4之溶液之超音波分離裝置，其中

上述分級器為除霧器。

【請求項7】

如請求項1至6中任一項之溶液之超音波分離裝置，其中

使自上述氣液分離器排出之搬送氣體循環至上述霧化機，並送風至上述霧化機中以超音波振動產生之液柱之表面。

【請求項8】

如請求項7之溶液之超音波分離裝置，其進而包含：

預熱交換器，其以自上述霧化機排出之霧氣混合氣體，對自上述回收器排出之搬送氣體進行加溫；且

使以上述預熱交換器加溫後之搬送氣體循環至上述霧化機。

【請求項9】

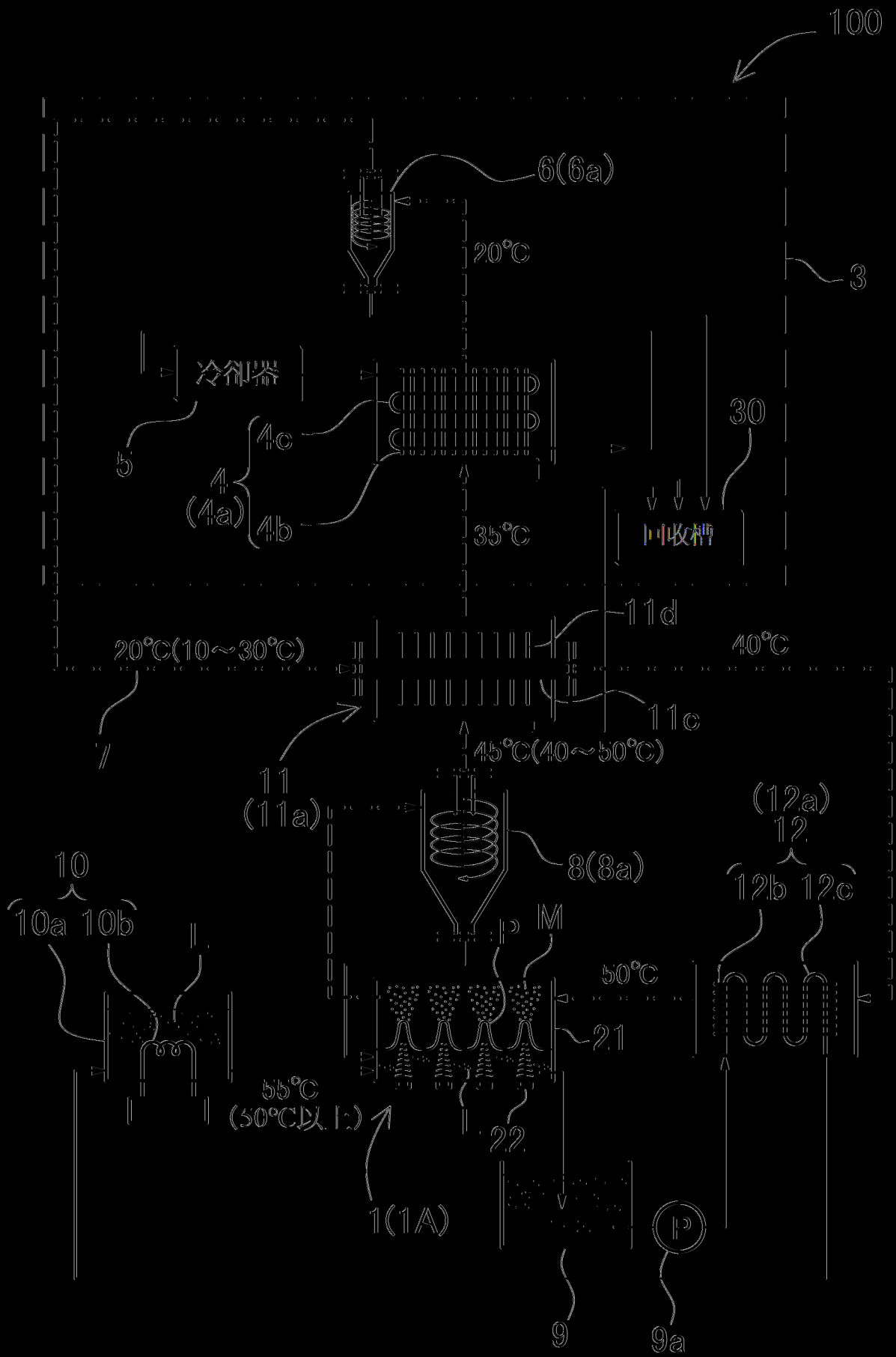
如請求項1至6中任一項之溶液之超音波分離裝置，其進而包含：

供給至上述霧化機之溶液之加溫器；及

溫水熱交換器，其以利用上述加溫器加溫後之溶液，對自上述回收器排出之搬送氣體進行加溫；且

使自上述氣液分離器排出之搬送氣體，以上述溫水熱交換器加溫而循環至上述霧化機。

(發明圖式)



(圖1)