

【發明說明書】

【中文發明名稱】 蒸餾塔

【英文發明名稱】 DISTILLATION COLUMN

【技術領域】

【0001】 本申請案係基於在2014年1月17號提出之日本專利申請案第2014-006885號並主張其優先權，其揭露內容被完整納入本文中做為參照。

【0002】 本發明係關於一蒸餾塔，該蒸餾塔係用以實行在許多工業處理中廣泛採用的蒸餾操作，更具體而言，係關於一機械熱泵浦蒸餾塔，該機械熱泵浦蒸餾塔係包括了機械熱泵浦系統之蒸餾塔。

【先前技術】

【0003】 位於用以實行連續蒸餾的蒸餾塔之進料層級(feed stage)上方的區段稱為精餾區段，而在進料層級下方的區段稱為汽提區段。該蒸餾塔設置有用以將頂部蒸氣冷卻及冷凝的頂部冷凝器、及用以將塔底部液體加熱及沸騰的再沸器。

【0004】 機械熱泵浦蒸餾塔被認為係在節能方面上獲得改善的蒸餾塔。作為機械熱泵浦蒸餾塔，吾人已知一蒸氣再壓縮系統(VRC)，該蒸氣再壓縮系統係如同出自於Sulzer Chemtech Ltd的手冊”Sulzer Chemtech蒸餾及熱泵浦技術，從MTBE工廠之尾氣生產1-丁烯”、及美國專利第4718986 A號中描述了。另外，吾人已知一熱整合蒸餾塔(HIDiC)，該熱整合蒸餾塔係如日本公開專利公報第H08-66601 A號、日本公開專利公報第2004-16928 A號、世界專利公開號第2011/043199號、及日本公開專利公報第2013-208561 A號中所描述。

【0005】 在VRC中，藉由壓縮機對從塔頂部抽出的頂部蒸氣進行壓縮以使其升溫，並使用升溫的流體做為VRC之再沸器的熱源。可以說，在VRC中，藉由使用機械熱泵浦系統而將一塔之塔頂部的熱供給至同一塔之塔底部。因此，可減少在再沸器供應之熱量，且可減少在蒸餾塔中的能量消耗。VRC亦被稱為機械蒸氣再壓縮(MVR)。

【0006】 HIDiC具有一基本配置，在該配置中一蒸餾塔的精餾區段與汽提區段係彼此分開的。精餾區段的操作壓力係設定為高於汽提區段的操作壓力以使得精餾區段的操作溫度變得高於汽提區段的操作溫度。為此目的，使用了包括該精餾區段的一高壓塔、及包括該汽提區段的一低壓塔。從低壓塔之塔頂部抽出的蒸氣被壓縮機壓縮以使其升溫、接著被傳遞至高壓塔的塔底部。此外，從高壓塔之塔底部抽出的液體被傳遞至低壓塔的塔頂部。另外，對HIDiC進行配置以使熱可在精餾區段與汽提區段之間進行交換。因此，熱被從精餾區段傳遞至汽提區段(內部熱交換)，所以，可能減少待於再沸器供應之熱量、並減少待於頂部冷凝器移除之熱量。換言之，藉由透過熱交換而將熱從精餾區段傳遞至汽提區段，所傳輸的熱可至少部分取代待於再沸器供應之熱、及待於冷凝器移除之熱，因此，吾人可得到具有極高的能量效率的蒸餾設備。

【0007】 在機械熱泵浦蒸餾塔中，從蒸餾塔的任何位置抽出的蒸氣被壓縮機壓縮以使其升溫。這使得吾人可能執行將頂部蒸氣之熱供給至再沸器的熱交換、或可能執行將熱從精餾區段(高壓塔)傳遞至汽提區段(低壓塔)的熱交換。

【發明內容】

【0008】 在機械熱泵浦蒸餾塔中，執行使用壓縮機的加壓操作以使蒸氣的溫度上升。因此，當蒸餾塔具有大的塔溫度差時，有需要使溫度的上升更

大，亦即，有需要增加壓縮機的壓縮比。因此，當塔溫度差越大，則壓縮機所消耗的功率就越大(所以節能就越小)。

【0009】 因此，對於具有大的塔溫度差之蒸餾塔而言，難以藉由運用機械熱泵浦蒸餾塔來節省能源、或者節能係小的。

【0010】 本發明的一目的為在即使蒸餾塔具有大的塔溫度差時亦能為蒸餾塔達成顯著的節能。

【0011】 根據本發明的一些態樣，提供了以下的蒸餾塔。

【0012】 1) 一蒸餾塔，該蒸餾塔包括一第一塔及一第二塔，其中該第一塔包括一精餾區段的一部分、或一汽提區段的一部分，

若該第一塔包括了該精餾區段的一部分則該第二塔包括該精餾區段的其餘部分及該汽提區段的全部，若該第一塔包括了該汽提區段的一部分則該第二塔包括該汽提區段的其餘部分及該精餾區段的全部，且

該第二塔構成了一機械熱泵浦蒸餾塔。

【0013】 2) 根據1)的蒸餾塔，其中該第一塔的層級之數目為該蒸餾塔之層級的總數的40%或更少。

【0014】 3) 根據1)或2)的蒸餾塔，其中該第二塔構成了一熱整合蒸餾塔或一蒸氣再壓縮系統。

【0015】 4) 根據3) 的蒸餾塔，其中該第二塔包括：

一壓力較高部分，該壓力較高部分包括該第二塔中所包括的該精餾區段的全部或一部分、且係用於以相對較高的壓力來執行氣-液接觸；

一壓力較低部分，該壓力較低部分包括該第二塔中所包括的該汽提區段的全部或一部分、且係用於以相對較低的壓力來執行氣-液接觸；

一蒸氣管線，該蒸氣管線為一用以將從該壓力較低部分之塔頂部排出的一蒸氣引導至該壓力較高部分之塔底部的管線，該蒸氣管線包含一加壓工具；

一液體管線，該液體管線為一用以將從該壓力較高部分之塔底部排出的一液體引導至該壓力較低部分之塔頂部的管線；及

一熱交換結構，該熱交換結構係用以藉由熱交換而將熱從該第二塔中所包括的該精餾區段傳遞至該第二塔中所包括的該汽提區段。

【0016】 5) 根據3)的蒸餾塔，其中該第二塔包括：

一再沸器；及

一管線，該管線係用以將從該第二塔之塔頂部排出的一蒸氣供應至該再沸器做為該再沸器之熱源，該管線包括一加壓工具。

【0017】 根據本發明，吾人在即使蒸餾塔具有大的塔溫度差時亦能為蒸餾塔達成顯著的節能。

【圖式簡單說明】

【0018】 圖1為繪示了本發明之蒸餾塔的一實施例之示意圖；

【0019】 圖2為繪示了本發明之蒸餾塔的另一實施例之示意圖；

【0020】 圖3為繪示了本發明之蒸餾塔的再另一實施例之示意圖；

【0021】 圖4為繪示了本發明之蒸餾塔的再另一實施例之示意圖；

【0022】 圖5為繪示了蒸餾塔之溫度分佈(temperature profile)之範例的視圖；

【0023】 圖6為繪示了比較性範例1之蒸餾塔的處理流程圖；

【0024】 圖7為繪示了比較性範例2之蒸餾塔的處理流程圖；

【0025】 圖8為繪示了範例1之蒸餾塔的處理流程圖；

【0026】 圖9係用以說明熱交換結構之詳細範例的視圖；

【0027】 圖10係用以說明熱交換結構之詳細範例的視圖；且

【0028】 圖11係用以說明熱交換結構之另一詳細範例的視圖。

【實施方式】

【0029】 在下文中，將參照圖式來描述本發明之實施例，但本發明不限於此。

【0030】 本發明的蒸餾塔包括了第一塔及第二塔。第一塔可包括該蒸餾塔的精餾區段的一部分，且在此實例中，第二塔包括了蒸餾塔之精餾區段的其餘部分、及蒸餾塔之汽提區段的全部。或者，第一塔可包括蒸餾塔之汽提區段的一部分，且在此實例中，第二塔包括了蒸餾塔之汽提區段的其餘部分、及該蒸餾塔之精餾區段的全部。第一塔包括了蒸餾塔之精餾區段的一部分或蒸餾塔之汽提區段的一部分，因此，第一塔不會同時包括蒸餾塔的精餾區段及汽提區段。另外，第一塔不包括蒸餾塔之精餾區段的全部、且不包括蒸餾塔之汽提區段的全部。

【0031】 本發明的蒸餾塔具有藉由將一習知的蒸餾塔(更精確而言，一連續蒸餾塔)於精餾區段途中或汽提區段途中的位置分為兩塔(亦即，第一塔及第二塔)而獲得的配置。原料係供應至第二塔的一中間層級(intermediate stage，塔頂部及塔底部以外的一層級)。習知的蒸餾塔具有單一的塔(容器)，且全部的精餾區段及全部的汽提區段係存在於單一容器內的連續區域中。習知的蒸餾塔沒有配備壓縮機。亦即，本發明的蒸餾塔具有藉由將一習知蒸餾塔的內部區域分隔為兩區域、將此二區域分別容納在分開的塔(容器)中、並透過用以在兩塔之間傳遞流體的管線(用以傳遞蒸氣的管線及用以傳遞液體的管線)將兩塔連接而獲得之配置。從這些塔其中一者所排出的每一流體的全部的量係供應至這些塔其中另一者，除了先從前者的塔排出並接著回到相同之前者的塔之該排出流體的一部分的量以外。亦即，當蒸氣從這些塔其中一者傳遞至這些塔其中另一者時，從前者的塔所排出之蒸氣的全部的量係供應至後者的塔，除了從前者的塔

排出並接著回到相同之前者的塔（例如做為回流）之該排出蒸氣的一部分的量以外。同樣地，當液體從這些塔其中一者傳遞至這些塔其中另一者時，從前者的塔所排出之液體的全部的量係供應至後者的塔，除了從前者的塔排出並接著回到相同之前者的塔（例如經由再沸器）之該排出液體的一部分的量以外。亦即，當流體在第一塔及第二塔之間交換時，該流體不會被送至這些塔以外的任何其它設備、或蒸餾塔的外面。

【0032】 至於第一塔，可採用具有單一的塔(容器)而非具有複數的塔(容器)之配置。通常，第一塔中適當地容納了用以增強氣-液接觸的裝置，例如塔盤及填充層。第一塔沒有配備用以對從該塔內部排出的蒸氣進行加壓的加壓工具，例如壓縮機。亦即，第一塔可具有與習知蒸餾塔相同的配置(然而，第一塔不包括全部的精餾區段、且不包括蒸餾塔之全部的汽提區段，如上所述)。

【0033】 第二塔構成了機械熱泵浦蒸餾塔，例如熱整合蒸餾塔(HIDiC)及蒸氣再壓縮系統(VRC)。通常，第二塔中亦適當地容納了用以增強氣-液接觸的裝置，例如塔盤及填充層。

【0034】 根據本發明，吾人可能藉由將一習知蒸餾塔分隔為具有相對較大塔溫度差的一區域及具有相對較小塔溫度差的一區域、將第一塔運用於具有相對較大塔溫度差的區域、及將第二塔運用於具有相對較小塔溫度差的區域而採用二塔配置。機械熱泵浦蒸餾處理係在第二塔中執行，而不是在第一塔中執行。亦即，可將機械熱泵浦蒸餾處理僅運用於一蒸餾塔中具有相對較小的塔溫度差之區域。因此，吾人可能降低在執行機械熱泵浦蒸餾處理所需之壓縮機功率上的增加。因此，即使是對於具有大的塔溫度差之蒸餾塔，吾人亦能夠輕易地達成節能。

【0035】 可根據該習知蒸餾塔的溫度分佈(temperature profile)來判定將一習知蒸餾塔分隔為第一塔及第二塔的位置。例如，可對分隔位置進行判定以使

得第一塔的層級數目為該習知蒸餾塔的層級總數的約40%或更少。稍後將參照圖5而做出與此相關的詳細討論。本發明之蒸餾塔的層級總數(第一塔的層級數目與第二塔的層級數目之總和)可等於或多於習知蒸餾塔的層級總數。因此，將第一塔的層級數目設置為習知蒸餾塔之層級總數的約40%或更少可對應於將第一塔的層級數目設置為本發明蒸餾塔之層級總數的約40%或更少。

【0036】 本發明的蒸餾塔可運用於任何蒸餾塔。使用本發明的蒸餾塔來取代塔內之溫度改變集中發生於塔頂部或塔底部附近的一些層級之習知蒸餾塔係特別有利的，例如塔內約50%或更多的溫度改變發生於該塔的頂部或底部附近層級之習知蒸餾塔，其中這些層級的數目為該蒸餾塔之層級總數的約40%或更少。

【0037】 本發明的蒸餾塔可做為例如用以將甲苯從未加工的對-二甲苯分離以得到在芳香族複合物中的純化對-二甲苯之蒸餾塔，該蒸餾塔包括用以將苯從原料(例如重組油或熱解汽油)中分離的芳香族萃取設備、及用以將對-二甲苯從相同的原料分離之對-二甲苯生產設備。

【0038】 [將HIDiC運用於第二塔之實例]

在下文中，描述了將HIDiC運用於第二塔之實例。

【0039】 在此實例中，第二塔可包括：

一壓力較高部分，該壓力較高部分包括了該第二塔中所包括的一精餾區段的全部或一部分、且係用於以相對較高的壓力來執行氣-液接觸；

一壓力較低部分，該壓力較低部分包括了該第二塔中所包括的一汽提區段的全部或一部分、且係用於以相對較低的壓力來執行氣-液接觸；

一蒸氣管線，該蒸氣管線係配備有一加壓工具之管線，用以將從該壓力較低部分之塔頂部排出的一蒸氣引導至該壓力較高部分之塔底部；

一液體管線，該液體管線係一管線，用以將從該壓力較高部分之塔底部排出的一液體引導至該壓力較低部分之塔頂部；及

一熱交換結構，該熱交換結構係用以藉由熱交換而將熱從該第二塔中所包括的該精餾區段傳遞至該第二塔中所包括的該汽提區段。

【0040】 · 壓力較高部分及壓力較低部分

關於蒸餾操作之術語”精餾區段”及”汽提區段”對於蒸餾設備(具體而言，連續蒸餾設備)而言係已長期使用的。精餾區段對應至在習知蒸餾塔中之原料供給位置上方的一區段，該習知蒸餾塔係由單一的塔所組成。汽提區段對應至在習知蒸餾塔中之原料供給位置下方的一區段。換言之，精餾區段係用以使原料中所含有的輕分餾物之濃度增加的區段，該輕分餾物為欲分離的一目標。汽提區段係用以使重分餾物之濃度增加的區段。

【0041】 當將HIDiC運用於第二塔時，吾人將壓力較高部分的操作壓力設定為高於壓力較低部分的操作壓力以使壓力較高部分的操作溫度高於壓力較低部分的操作溫度。本文中，”相對較高或相對較低的壓力”係基於在該壓力較低部分的壓力與該壓力較高部分的壓力彼此之間的比較。

【0042】 壓力較高部分基本上對應至第二塔中所包括的精餾區段，而壓力較低部分基本上對應至第二塔中所包括的汽提區段。因此，在第二塔的最基本配置中，壓力較高部分包括了第二塔中所包括的精餾區段但不包括第二塔中所包括的汽提區段，且壓力較低部分包括了第二塔中所包括的汽提區段但不包括第二塔中所包括的精餾區段。換言之，壓力較高部分包括了第二塔中所包括的精餾區段的全部，且壓力較低部分包括了第二塔中所包括的汽提區段的全部。然而，第二塔之配置並不受限於這樣的配置。壓力較低部分可包括第二塔中所包括的汽提區段的全部、以及第二塔中所包括的精餾區段的一部分，而第二塔中所包括的精餾區段的其餘部分可被包括在壓力較高部分中。或者，壓力

較高部分可包括第二塔中所包括的精餾區段的全部、以及第二塔中所包括的汽提區段的一部分，而第二塔中所包括的汽提區段的其餘部分可被包括在壓力較低部分中。

【0043】 換言之，構成HIDiC的第二塔之基本配置係藉由使用原料供給位置做為分界線來將第二塔分隔為二區域(一壓力較高部分及一壓力較低部分，其中該壓力較高部分包括了第二塔中所包括之精餾區段的全部、該壓力較低部分包括了第二塔中所包括的汽提區段的全部)而得到。然而，第二塔之配置不限於此配置。亦可能採用藉由在原料供給位置上方的位置將第二塔分隔為二區域而得到的配置，亦即，將第二塔分隔(使用位於第二塔中所包括之精餾區段途中的位置做為分界線)為二區域的配置。在此實例中，這兩區域其中一者對應至壓力較低部分，該壓力較低部分包括了全部的汽提區段及一部分的精餾區段，而另一者對應至壓力較高部分，該壓力較高部分不包括汽提區段但包括了其餘的精餾區段。或者，有可能採用藉由在原料供給位置下方的位置將第二塔分隔為二區域而得到的配置，亦即，將第二塔分隔(使用位於第二塔中所包括之汽提區段途中的位置做為分界線)為二區域的配置。在此實例中，這二區域其中一者對應至壓力較高部分，該壓力較高部分包括了第二塔中所包括之精餾區段的全部、及第二塔中所包括之汽提區段的一部分，而另一者對應至壓力較低部分，該壓力較低部分不包括第二塔中所包括之精餾區段但包括了第二塔中所包括之汽提區段的其餘部分。

【0044】 當然，若壓力較高部分與壓力較低部分其中一者包括了精餾區段及汽提區段二者，則另一者決不會同時包括精餾區段及汽提區段二者。

【0045】 壓力較高部分及壓力較低部分其中每一者一般係藉由使用單一的塔(容器)而形成。可設置一高壓塔(形成了壓力較高部分)及一低壓塔(形成了壓力較低部分)以將其彼此間隔開。或者，高壓塔及低壓塔可彼此結合以形成單

一結構。例如，有可能藉由一分隔壁(流體無法通過的構件)將單一容器的內部分隔以形成二隔間，及使用該等隔間其中一者做為高壓塔、並使用另外一者做為低壓塔。

【0046】 · 蒸氣管線

在習知的蒸餾塔中，蒸氣從塔的下區段(汽提區段)上升至上區段(精餾區段)。在構成了HIDiC的第二塔中，由於汽提區段及精餾區段基本上係分開的(分隔的)，所以此管線係設置用以使這樣的蒸氣流動能夠發生。

【0047】 此管線設置有加壓工具(例如壓縮機)，用以將蒸氣從壓力較低部分(具有相對較低的壓力)傳遞到壓力較高部分(具有相對較高的壓力)。

【0048】 · 液體管線

在習知的蒸餾塔中，液體從塔的上區段(精餾區段)下降至下區段(汽提區段)。在構成了HIDiC的第二塔中，由於汽提區段及精餾區段基本上係分開的(分隔的)，此管線係設置用以使這樣的液體流動能夠發生。此流動有時稱為”中間回流”，而此管線有時稱為”中間回流管線”。

【0049】 · 熱交換結構

第二塔包括了一熱交換結構，該熱交換結構係用以藉由熱交換而將熱從第二塔中所包括的精餾區段傳遞至第二塔中所包括的汽提區段。注意，在本說明書中，除非另行說明，否則術語”熱交換”更精確而言係意指間接的熱交換。

【0050】 可使用熱交換器、配管、及類似物來形成熱交換結構。例如，熱交換結構可包括以下於a)及b)中所描述之配置的其中一者或兩者：

a) 設置在第二塔中所包括之精餾區段(一般而言，壓力較高部分中所包括的精餾區段)中的一熱交換器、與用以從第二塔中所包括之汽提區段(一般而言，壓力較低部分中所包括的汽提區段)抽出液體及用以將液體傳遞通過此熱交換器及用以將產生的流體運回此汽提區段的一管線；及

b) 設置在第二塔中所包括之汽提區段(一般而言，壓力較低部分中所包括的汽提區段)中的一熱交換器、與用以從第二塔中所包括的精餾區段(一般而言，壓力較高部分中所包括之精餾區段)抽出蒸氣及用以將蒸氣傳遞通過此熱交換器及用以將產生的流體運回此精餾區段的一管線。

【0051】 或者，可能採用一結構，在該結構中熱交換器係設置在壓力較高部分的外面與壓力較低部分的外面(一般而言，在高壓塔與低壓塔的外面)、液體係從第二塔中所包括之汽提區段(一般而言，壓力較低部分中所包括的汽提區段)抽出並透過此熱交換器而返回此汽提區段、且蒸氣係從第二塔中所包括之精餾區段(一般而言，壓力較高部分中所包括的精餾區段)抽出並透過此熱交換器而返回此精餾區段並藉此進行在這些流體之間的熱交換。

【0052】 只要最終能夠將熱從第二塔中所包括的精餾區段傳遞至第二塔中所包括的汽提區段，則該熱交換結構可為任何結構。因此，此熱交換結構可被實現而無須直接使用存在於第二塔中所包括之精餾區段中的流體及存在於第二塔中所包括之汽提區段中的流體其中任一者。例如，可使用從第二塔中所包括之精餾區段排出、且具有相對壓力較高(高溫度)的流體來替代存在於第二塔中所包括之精餾區段中的流體。此外，可使用待供給進入第二塔中所包括之汽提區段、且具有相對壓力較低(低溫度)的流體來替代存在於第二塔中所包括之汽提區段中的流體。例如，藉由在原料與蒸氣之間進行熱交換，可將熱從第二塔中所包括之精餾區段傳遞至第二塔中所包括之汽提區段，其中該原料係欲供給至第二塔中所包括之汽提區段(一般而言，壓力較低部分中所包括的汽提區段)中且該蒸氣係從第二塔中所包括之精餾區段(一般而言，壓力較高部分中所包括的精餾區段)的頂部所抽出之蒸氣。

【0053】 可採用僅單一的熱交換結構，或可採用複數的熱交換結構。

【0054】 在這裡，將對第二塔中的配置進行討論，在該配置中該壓力較低部分包括了第二塔中所包括之汽提區段的全部、及第二塔中所包括之精餾區段的一部分，且壓力較高部分包括了第二塔中所包括之精餾區段的另一部分。例如，此配置包括了一實施例，在該實施例中低壓塔包括了第二塔中所包括之精餾區段的一部分(在第二塔中所包括之汽提區段的上方)，且高壓塔包括了第二塔中所包括之精餾區段的其餘部分。在這樣的配置中，從低壓塔之塔頂部排出的流體(從低壓塔中所包括之精餾區段排出的流體)可經由一壓縮機而傳遞至高壓塔的塔底部，在此實例中，可藉由熱交換而將壓縮機出口流體的熱供給至存在於低壓塔之汽提區段中的流體。例如，可於低壓塔之汽提區段中(例如，於低壓塔的塔底部正上方的一層級)設置一熱交換結構，且從該低壓塔之塔頂部排出的流體可經由該壓縮機及此熱交換結構而被供應至該高壓塔的塔底部。藉由這樣的熱交換，可將熱從低壓塔中所包括之精餾區段傳遞至低壓塔中所包括之汽提區段。日本專利申請案第2012-080525號(日本公開專利公報第2013-208561 A號)中提出了此結構之範例。

【0055】 在熱交換的這些實施例中，熱交換係在第二塔的一處理流體與第二塔的另一處理流體之間進行。然而，亦可能採用一實施例，在該實施例中熱交換係透過這些流體以外的流體來執行(例如，透過與第二塔的任何處理流體不同的熱介質)。

【0056】 與本申請案相同之申請人所提出之日本專利申請案第2012-080525號、及國際專利申請案第PCT/JP2010/066498號(世界專利公開號第2011/043199號)的全部內容被納入本文中做為參照。

【0057】 [將VRC運用於第二塔之實例]

在下文中，描述了將VRC運用於第二塔之實例。

【0058】 在此實例中，第二塔可包括：

第 12 頁，共 42 頁(發明說明書)

一再沸器；及

配備有一加壓工具的一管線，該管線係用以將從該第二塔之塔頂部排出的
一蒸氣供應至該再沸器做為該再沸器之熱源。

【0059】 在從第二塔之塔頂部排出的蒸氣在再沸器中被用以對VRC的塔
底部液體進行加熱之後，可將產生的流體減壓及降溫、並運回至VRC之塔頂部
做為回流。

【0060】 [實施例A (HIDiC)]

圖1示意性地顯示了本發明之蒸餾塔的一實施例(實施例A)之配置。此蒸餾
塔包括第一塔A1及第二塔A2。第二塔構成了HIDiC且包括了做為壓力較高部分
的高壓塔A3、及做為壓力較低部分的低壓塔A4。原料係供應至低壓塔的塔頂
部。因此，圖1中所示的蒸餾塔之精餾區段的一部分被包括在第一塔中，而其
餘部分則被包括在高壓塔中。另外，圖1中所示的蒸餾塔之全部的汽提區段被
包括在低壓塔中。

【0061】 高壓塔的操作壓力高於低壓塔的操作壓力。為了此目的，蒸氣
管線A5中設置了加壓工具A6(例如壓縮機)。從低壓塔的塔頂部排出的蒸氣被加
壓工具加壓並接著供應至高壓塔的塔底部。從高壓塔的塔底部排出的液體經由
液體管線A7被供應至低壓塔的塔頂部。從高壓塔之塔底部排出的液體可被一減
壓工具(例如一減壓閥)減壓並接著視需要而供應至低壓塔的塔頂部。在無法僅
藉由在高壓塔與低壓塔之間的操作壓力差而將液體從高壓塔傳遞至低壓塔(由於
在配管中的壓力損失或高度差)這樣的實例中，可視需要使用一泵浦來傳遞液
體。吾人使高壓塔的操作壓力較低壓塔的操作壓力更高的原因係為了使高壓塔
(具體而言，高壓塔中所包括的精餾區段)的操作溫度高於低壓塔(具體而言，低
壓塔中所包括的汽提區段)的操作溫度。

【0062】 吾人設置了用以將熱從高壓塔中所包括之精餾區段傳遞至低壓塔中所包括之汽提區段的熱交換結構A8。在圖1中，未顯示熱交換結構的詳細結構，而是以虛線箭頭概念性地顯示了熱傳遞(同樣適用於圖2至4)。

【0063】 從低壓塔的塔底部排出之液體的一部分在再沸器A9中被加熱(且至少部分被蒸發)並運回至低壓塔。其餘從低壓塔之塔底部排出的液體被從蒸餾塔排出做為液態底部產物。

【0064】 從高壓塔的塔頂部排出之蒸氣經由管線A10而供應至第一塔A1的塔底部。從第一塔的塔底部排出之液體經由管線A11而供應至高壓塔的塔頂部。第一塔的操作壓力等於或低於該高壓塔的操作壓力。從高壓塔的塔頂部排出的蒸氣可視需要而被一減壓工具(例如一減壓閥)減壓並接著供應至第一塔的塔頂部。在無法將從第一塔之塔底部排出的液體從第一塔傳遞至高壓塔(由於在配管中的壓力損失、或高度差、或在第一塔與高壓塔之間的操作壓力差)這樣的實例中，可視需要使用一泵浦來傳遞液體。

【0065】 可不設置冷凝器及回流管線(圖1)，或可將其設置於高壓塔的塔頂部。另外，可不設置再沸器(圖1)，或可將其設置於第一塔的塔底部。在任何實例中，從高壓塔的塔頂部(亦即，第二塔的塔頂部)排出的蒸氣之全部的量除了該排出蒸氣可選性地返回至高壓塔(做為回流)的一部分的量以外皆供應至第一塔的塔底部。另外，從第一塔之塔底部排出的液體之全部的量除了該排出液體於經過再沸之後被可選性地運回至第一塔的一部分的量之外皆供應至高壓塔之塔頂部(亦即，第二塔之塔頂部)。

【0066】 從第一塔的塔頂部排出之蒸氣在頂部冷凝器A12中被冷卻、且至少部分被冷凝。一部分的冷凝液體回流至第一塔，而其餘的冷凝液體(可能伴隨著沒有冷凝的蒸氣)被從蒸餾塔排出做為餾出液體。

【0067】 對於在頂部冷凝器A12周邊之配置與在再沸器A9周邊之配置其中每一者，可採用被運用於習知蒸餾塔的配置。例如，可視需要而在頂部冷凝器的下游設置回流槽(reflux drum，未顯示)。

【0068】 熱交換結構A8將存在於高壓塔的精餾區段中的流體冷卻、並將存在於低壓塔的汽提區段中的流體加熱。換言之，此熱交換結構起著設置於圖1中所示的蒸餾塔之精餾區段中的側冷凝器之功能、且亦起著設置於汽提區段中的側再沸器之功能。根據上述的配置，熱可從第二塔中所包括之精餾區段傳遞至第二塔中所包括之汽提區段。

【0069】 上述之熱交換結構減少了在圖1中所示之蒸餾塔的頂部冷凝器A12及再沸器A9上的熱負載。另一方面，壓縮機之所需功率作為負載係額外需要的。然而，若可將所需功率保持得足夠小，則可減少在蒸餾塔中的能量消耗。

【0070】 較佳地，可使用實施例A之蒸餾塔來代替幾乎所有的塔溫度改變 皆發生在塔頂部附近區域的習知蒸餾塔。這是因為，藉由僅將HIDiC運用於習知蒸餾塔中具有小的塔溫度改變之區域，可在使壓縮機之所需功率保持較小的同時達成有效的熱利用。

【0071】 [實施例B (HIDiC)]

圖2示意性地顯示了本發明之蒸餾塔的另一實施例(實施例B)之配置。此蒸餾塔包括第一塔B1及第二塔B2。第二塔構成了HIDiC且包括了做為壓力較高部分的高壓塔B3、及做為壓力較低部分的低壓塔B4。原料係供應至低壓塔的塔頂部。因此，圖2中所示之蒸餾塔的精餾區段的全部被包括在高壓塔中。另外，圖2中所示之蒸餾塔的汽提區段的一部分被包括在低壓塔中，而其餘部分被包括在第一塔中。

【0072】 高壓塔的操作壓力高於低壓塔的操作壓力。爲了此目的，蒸氣管線B5中設置了加壓工具B6(例如壓縮機)。從低壓塔的塔頂部排出的蒸氣被加壓工具加壓並接著供應至高壓塔的塔底部。從高壓塔的塔底部排出的液體經由液體管線B7被供應至低壓塔的塔頂部。從高壓塔之塔底部排出的液體可視需要而被一減壓工具(例如一減壓閥)減壓並接著供應至低壓塔的塔頂部。在無法僅藉由在高壓塔與低壓塔之間的操作壓力差而將液體從高壓塔傳遞至低壓塔(由於在配管中的壓力損失或高度差)這樣的實例中，可視需要使用一泵浦來傳遞液體。吾人使高壓塔的操作壓力較低壓塔的操作壓力更高的原因係爲了使高壓塔(具體而言，高壓塔中所包括的精餾區段)的操作溫度高於低壓塔(具體而言，低壓塔中所包括的汽提區段)的操作溫度。

【0073】 吾人設置了用以將熱從高壓塔中所包括之精餾區段傳遞至低壓塔中所包括之汽提區段的熱交換結構B8。

【0074】 從高壓塔的塔頂部排出之蒸氣在頂部冷凝器B12中被冷卻且至少部分被冷凝。一部分的冷凝液體回流至高壓塔，而其餘的冷凝液體(可能伴隨著沒有冷凝的蒸氣)被從蒸餾塔排出做爲餾出液體。

【0075】 從低壓塔的塔底部排出之液體經由管線B11而供應至第一塔的塔頂部。從第一塔的塔頂部排出之蒸氣經由管線B10而供應至低壓塔的塔底部。第一塔的操作壓力係設定爲略高於該低壓塔的操作壓力。此壓力差使得從第一塔的塔頂部排出之蒸氣得以對抗配管中的壓力損失、等而供應至低壓塔的塔底部。關於從低壓塔的塔底部排出的液體，在無法將液體從低壓塔傳遞至第一塔(由於在配管中的壓力損失、或高度差、或在第一塔與低壓塔之間的操作壓力差)這樣的實例中，可視需要使用一泵浦來傳遞液體。

【0076】 可不設置冷凝器及回流管線(圖2)，或可將其設置於第一塔的塔頂部。另外，可不設置再沸器(圖2)，或可將其設置於低壓塔的塔底部。在任何

實例中，從第一塔的塔頂部排出的蒸氣之全部的量除了該排出蒸氣可選性地返回至第一塔(做為回流)的一部分的量以外皆供應至低壓塔的塔底部(亦即，第二塔之塔底部)。另外，從低壓塔之塔底部(亦即，第二塔之塔底部)排出的液體之全部的量除了該排出液體於經過再沸之後被可選性地運回至低壓塔的塔底部的一部分的量之外皆供應至第一塔之塔頂部。

【0077】 從第一塔的塔底部排出之液體的一部分在再沸器B9中被加熱(且至少部分被蒸發)並運回至第一塔。其餘從第一塔之塔底部排出的液體被從蒸餾塔排出做為液態底部產物。

【0078】 對於在頂部冷凝器B12周邊之配置與在再沸器B9周邊之配置其中每一者，可採用被運用於習知蒸餾塔的配置。例如，可視需要而在頂部冷凝器的下游設置氣-液分離槽(separation drum，未顯示)。

【0079】 熱交換結構B8將存在於高壓塔的精餾區段中的流體冷卻、並將存在於低壓塔的汽提區段中的流體加熱。換言之，此熱交換結構起著設置於圖2中所示的蒸餾塔之精餾區段中的側冷凝器之功能、且亦起著設置於汽提區段中的側再沸器之功能。根據上述的配置，熱可從第二塔中所包括之精餾區段傳遞至第二塔中所包括之汽提區段。

【0080】 上述之熱交換結構減少了在圖2中所示之蒸餾塔的頂部冷凝器B12及再沸器B9上的熱負載。另一方面，壓縮機之所需功率作為負載係額外需要的。然而，若可將所需功率保持得足夠小，則可減少在蒸餾塔中的能量消耗。

【0081】 較佳地，可使用實施例B之蒸餾塔來代替幾乎所有的塔溫度改變 皆發生在塔底部附近區域的習知蒸餾塔。這是因為，藉由僅將HIDiC運用於習知蒸餾塔中具有小的塔溫度改變之區域，吾人可在使壓縮機之所需功率保持較小的同時達成有效的熱利用。

【0082】 [實施例C (VRC)]

圖3示意性地顯示了本發明之蒸餾塔的再另一實施例(實施例C)之配置。此蒸餾塔包括第一塔C1及第二塔C2。第二塔構成了VRC。原料係供應至第二塔的中間層級。因此，圖3中所示之蒸餾塔的精餾區段的一部分被包括在第一塔中，而其餘部分被包括在第二塔中。另外，圖3中所示之蒸餾塔的汽提區段的全部被包括在第二塔中。

【0083】 第二塔配備有再沸器C9。從第二塔的塔頂部排出的蒸氣的一部分經由管線C5而供應至該再沸器做為其熱源。亦即，管線C5連接至再沸器之熱源入口。管線C5中設置了壓縮機C6做為加壓工具。蒸氣被壓縮機加壓及升溫、然後被供應至該再沸器。

【0084】 已在再沸器中被用以對從第二塔的塔底部排出之液體進行加熱的流體經由管線C7返回至第二塔的塔頂部。減壓閥C8係設置於管線C7中且降低了流經管線C7之流體的壓力及溫度。待從管線C7返回至第二塔的流體至少部分地被冷凝。因此，再沸器C9可起著第二塔之頂部冷凝器的功能。

【0085】 從第二塔的塔頂部排出的蒸氣的其餘部分經由從管線C5分支出來的管線C4而傳遞至第一塔的塔底部。從第二塔之塔頂部排出的蒸氣之全部的量除了該排出蒸氣經由管線C5及C7返回至第二塔的一部分的量之外皆供應至該第一塔。

【0086】 從第一塔的塔底部排出的液體經由管線C3傳遞至第二塔的塔頂部。第一塔的操作壓力等於或低於第二塔的操作壓力。從第二塔的塔頂部排出的蒸氣可視需要而被一減壓工具(例如一減壓閥)減壓並接著供應至第一塔的塔底部。關於從第一塔的塔底部排出的液體，在無法將液體從第一塔傳遞至第二塔(由於在配管中的壓力損失、或高度差、或在第一塔與第二塔之間的操作壓力差)這樣的實例中，可視需要使用一泵浦來傳遞液體。

【0087】 可不設置再沸器(圖3)，或可將其設置於第一塔中。在任何實例中，從第一塔的塔底部排出的液體之全部的量除了該排出液體可選性地返回至第一塔(於經過再沸之後)的一部分的量以外皆供應至第二塔的塔頂部。

【0088】 從第二塔的塔底部排出之液體的一部分在再沸器C9中被加熱(且至少部分被蒸發)並運回至第二塔的塔底部。從第二塔之塔底部排出的液體的其餘部分被從蒸餾塔排出做為液態底部產物。

【0089】 從第一塔的塔頂部排出之蒸氣在頂部冷凝器C10中被冷卻、且至少部分被冷凝。一部分的冷凝液體回流至第一塔的塔頂部，而其餘的冷凝液體(可能伴隨著沒有冷凝的蒸氣)被從蒸餾塔排出做為餾出液體。

【0090】 對於在頂部冷凝器C10周邊之配置，可採用被運用於習知蒸餾塔的配置。例如，可視需要而在頂部冷凝器的下游設置回流槽(未顯示)。

【0091】 再沸器C9起著圖3中所示的蒸餾塔之再沸器的功能、且亦起著圖3中所示的蒸餾塔之側冷凝器之功能。壓縮機的所需功率作為負載係額外需要的。然而，若可將所需功率保持得足夠小，則可減少在蒸餾塔中的能量消耗。

【0092】 較佳地，可使用實施例C之蒸餾塔來代替幾乎所有的塔溫度改變 皆發生在塔頂部附近區域的習知蒸餾塔。這是因為，藉由僅將VRC運用於習知蒸餾塔中具有小的塔溫度改變之區域，吾人可在使壓縮機之所需功率保持較小的同時達成有效的熱利用。

【0093】 [實施例D (VRC)]

圖4示意性地顯示了本發明之蒸餾塔的再另一實施例(實施例D)之配置。此蒸餾塔包括第一塔D1及第二塔D2。第二塔構成了VRC。原料係供應至第二塔的中間層級。因此，圖4中所示之蒸餾塔的精餾區段的全部被包括在第二塔

中。另外，圖4中所示之蒸餾塔的汽提區段的一部分被包括在第二塔中，而其餘部分被包括在第一塔中。

【0094】 第二塔配備有再沸器D9。從第二塔的塔頂部排出的蒸氣的一部分經由管線D5而供應至該再沸器D9做為其熱源。亦即，管線D5連接至再沸器之熱源入口。管線D5中設置了壓縮機D6做為加壓工具。蒸氣被壓縮機加壓及升溫、並且被供應至該再沸器。

【0095】 已在再沸器D9中被用以對從第二塔的塔底部排出之液體進行加熱的流體經由管線D7返回至第二塔的塔頂部。減壓閥D8係設置於管線D7中且降低了流經管線D7之流體的壓力及溫度。欲從管線D7返回至第二塔的流體至少部分地被冷凝。因此，再沸器D9可起著第二塔之頂部冷凝器的功能。

【0096】 從第二塔的塔頂部排出之蒸氣的其餘部分在頂部冷凝器D10中被冷卻、且至少部分被冷凝。一部分的冷凝液體回流至第二塔的塔頂部，而其餘的冷凝液體(可能伴隨著沒有冷凝的蒸氣)被從蒸餾塔排出做為餾出液體。

【0097】 從第二塔的塔底部排出之液體的一部分在再沸器D9中被加熱(且至少部分被蒸發)並運回至第二塔的塔底部。從第二塔的塔底部排出之液體的其餘部分經由管線D3而傳遞至第一塔的塔頂部。從第二塔之塔底部排出的液體之全部的量除了該排出液體於再沸器D9中經過再沸之後被運回第二塔的一部分的量以外皆供應至第一塔的塔頂部。

【0098】 從第一塔的塔頂部排出之蒸氣經由管線D4而傳遞至第二塔的塔底部。

【0099】 第一塔的操作壓力係設定為略高於第二塔的操作壓力。此壓力差使得從第一塔的塔頂部排出之蒸氣得以對抗配管中的壓力損失、等而供應至第二塔的塔底部。關於從第二塔的塔底部排出的液體，在無法將液體從第二塔

傳遞至第一塔(由於在配管中的壓力損失、或高度差、或在第一塔與第二塔之間的操作壓力差)這樣的實例中，可視需要使用一泵浦來傳遞液體。

【0100】 可不設置冷凝器及回流管線(圖4)，或可將其設置於第一塔的塔頂部。在任何實例中，從第一塔的塔頂部排出的蒸氣之全部的量除了該排出蒸氣被可選性地運回至第一塔(做為回流)的一部分的量以外皆供應至第二塔的塔底部。

【0101】 從第一塔的塔底部排出之液體的一部分在再沸器D11中被加熱(且至少部分被蒸發)並運回至第一塔。從第一塔的塔底部排出之液體的其餘部分被從蒸餾塔排出做為液態底部產物。

【0102】 對於在頂部冷凝器D10周邊之配置與在再沸器D11周邊之配置其中每一者，可採用被運用於習知蒸餾塔的配置。例如，可視需要而在頂部冷凝器的下游設置回流槽(未顯示)。

【0103】 再沸器D9起著圖4中所示的蒸餾塔之側再沸器的功能、且亦起著圖4中所示的蒸餾塔之頂部冷凝器之功能。壓縮機之所需功率作為負載係額外需要的。然而，若可將所需功率保持得足夠小，則可減少在蒸餾塔中的能量消耗。

【0104】 較佳地，可使用實施例D之蒸餾塔來代替幾乎所有的塔溫度改變 皆發生在塔底部附近區域的習知蒸餾塔。這是因為，藉由僅將VRC運用於習知蒸餾塔中具有小的塔溫度改變之區域，吾人可在使壓縮機之所需功率保持較小的同時達成有效的熱利用。

【0105】 [蒸餾塔之溫度分佈]

圖5顯示了蒸餾塔的溫度分佈之範例。此曲線圖顯示了稍後將詳述的比較性範例1中所使用之蒸餾塔的溫度分佈(然而，其條件與比較性範例1之條件略為

不同)。此蒸餾塔係由單一的塔所構成的習知蒸餾塔。水平軸表示蒸餾塔之層級的數目(從塔頂部算起)，而垂直軸表示塔溫度。

【0106】 該蒸餾塔的層級總數為51，塔頂部溫度為約120°C，而塔底部溫度為約155°C。關於此該蒸餾塔，在塔頂部附近的區域所繪示之曲線的斜率是大的(亦即，塔溫度改變是大的)。在第十層級中，存在著在曲線之斜率上的最大改變。

【0107】 根據本發明，較佳地，將習知的塔分隔為第一塔及第二塔的位置為繪示了塔溫度分佈之曲線的斜率改變最大的位置、或其附近。亦即，對於具有圖5中所示的溫度分佈的習知蒸餾塔而言，較佳地，該塔係在例如第10層級被分隔。換言之，當圖5中所顯示的曲線繪示了前述實施例A或C之蒸餾塔的溫度分佈時，較佳地，對第一及第二塔進行配置，例如使得第一塔對應於習知蒸餾塔從塔頂部至第10層級的部分、且使得第二塔對應於習知蒸餾塔的其餘部分。

【0108】 在一些實例中，可能有大的塔溫度改變不是在塔頂部附近的區域中，而是在塔底部附近的區域中。在這樣的實例中，較佳使用上述的實施方式B或D。

【0109】 該溫度分佈可根據蒸餾塔的特定配置或操作條件而變化。然而，吾人可大致地判定用以將習知塔分隔之前述位置，俾使在塔頂部附近的區域中有大的溫度改變之實例、與在塔底部附近的區域中有大的溫度改變之實例其中任一者中第一塔的層級數目為習知蒸餾塔之層級總數的約40%或更少。因此，可將第一塔的層級數目設置為本發明之蒸餾塔的層級總數(第一塔的層級數目與第二塔的層級數目之總和)的40%或更少。

【0110】 [用於HIDiC之詳細的熱交換結構]

在下文中，詳細地描述了用於HIDiC之熱交換結構的範例。

第 22 頁，共 42 頁(發明說明書)

【0111】 · 第一個詳細範例

如在上面所述之a)中描述的熱交換結構，亦即，用以將液體從第二塔中所包括之汽提區段抽出、用以將液體傳遞通過熱交換器、及用以將產生的流體運回相同的汽提區段之熱交換結構可包括了例如以下元件：

- 一熱交換器，位於第二塔中所包括之精餾區段(稱為”精餾區段X”)的某一層級；
- 一液體抽出單元，位於第二塔中所包括之汽提區段(稱為”汽提區段Y”)的某一層級並用以將一部分的液體從此層級抽出至該塔的外面；
- 一配管(第一配管)，用以將來自液體抽出單元的液體引導至此熱交換器；及
- 一配管(第二配管)，用以將一流體引導至汽提區段Y之液體抽出單元正下方的一層級，該流體係透過該第一配管而被引導至此熱交換器然後被從此熱交換器排出的流體。

【0112】 將參照圖9及10來描述這些元件。如圖9中所示，設置於汽提區段Y中的液體抽出單元將從汽提區段Y的較高部分降下的液體10容納於貯槽之煙囪式塔盤(chimney tray) 1上、並將一部分的液體10抽出至此塔外面。配管21(第一配管)連接至液體抽出單元，該配管21係用以將該部分的液體10引導至設置於精餾區段X中的熱交換器。來自此熱交換器之配管22(第二配管)插入穿過汽提區段Y的殼壁進入在液體抽出單元正下方的層級。從配管22供給了一流體，該配管係插入在液體抽出單元正下方的層級(在貯槽之煙囪式塔盤正下方的層級)，該流體係如下面所述之蒸氣11及液體12的混合物，且蒸氣11上升的同時液體12下降。該液體抽出單元包括了貯槽之煙囪式塔盤1、及用以與第一配管連接之連接埠，該連接埠係設置在汽提區段Y的殼壁上。

【0113】 如圖10中所示，管束式熱交換器2係插入至精餾區段X的某一層級中。在管束式熱交換器2之U形管中的平行管部分係沿著貯槽之煙囪式塔盤3而設置，該貯槽之煙囪式塔盤3係用以暫時容納冷凝液體及用以重新分配從下方上升之蒸氣。平行管部分之下管部分2a連接至配管21(第一配管)，該配管21連接至汽提區段Y之液體抽出單元。上管部分2b連接至配管22(第二配管)，該配管22係插入在液體抽出單元正下方的層級中。

【0114】 現在將描述管束式熱交換器2之操作。於精餾區段X內上升之蒸氣13(參照圖10)與管束式熱交換器2的U形管發生接觸。在汽提區段Y的某一層級的液體透過配管21被引導至熱交換器2的下管部分2a。因此，在管部分2a中的液體被蒸氣13的熱加熱，且與管部分2a接觸的一部分蒸氣13變成液體14，且此液體下降。熱交換器2之上管部分2b亦被蒸氣13的熱加熱。因此，透過配管21而被引入熱交換器2中之液體於該液體移動通過下管部分2a並接著通過上管部分2b時變成一流體，該流體為液相及氣相之混合物。此流體接著通過位於塔外面的配管22而被引導至在汽提區段Y(參照圖9)之液體抽出單元(貯槽之煙囪式塔盤1)正下方的層級。

【0115】 由於本文中所描述之配置係採用熱虹吸系統，當汽提區段Y的液體抽出單元係位於垂直上高於精餾區段X之熱交換器的位置時，不需要任何的壓力供給工具(例如泵浦)來循環這樣的流體。

【0116】 · 第二個詳細範例

如在上面所述之b)中所描述的熱交換結構，亦即，用以將蒸氣從第二塔中所包括之精餾區段抽出、用以將蒸氣傳遞通過熱交換器、及用以將產生的流體運回相同的精餾區段之熱交換結構可包括了例如以下元件：

- 一液體貯槽單元，位於第二塔中所包括之汽提區段(稱為“汽提區段Y”)的某一層級並用以容納向下流動的液體；

- 一熱交換器，位於該液體貯槽單元中；
- 一分隔板，設置在第二塔中所包括之精餾區段(稱為”精餾區段X”)中並用以將上方與下方層級完全分隔；
- 一配管(第三配管)，用以將該分隔板下方的蒸氣引導至此熱交換器；及
- 一配管(第四配管)，用以將一流體引導至該分隔板之上方側，該流體係透過該第三配管而被引導至此熱交換器然後被從此熱交換器排出的流體。

【0117】 將參照圖11來描述這些元件。設置在汽提區段Y的某一層級之液體貯槽單元可儲存一預定量的液體10(向下流動至貯槽之煙囪式塔盤4上的液體10)、並可使從貯槽之煙囪式塔盤4溢出的液體落下。管束式熱交換器2插入至液體貯槽單元中，使得管束式熱交換器2的U形管可浸入儲存於液體貯槽單元中的液體。在管束式熱交換器2之U形管中的平行管部分2a及2b係沿著貯槽之煙囪式塔盤4而設置。

【0118】 用以將流體從精餾區段X傳遞至汽提區段Y的配管23係連接至該平行管部分的上管部分2b。用以將流體從汽提區段Y傳遞至精餾區段X的配管24係連接至下管部分2a。

【0119】 現在將描述在液體貯槽單元中的熱交換器2之操作。液體透過塔盤或填充層而從汽提區段Y的上面部分下降。液體10停留在貯槽之煙囪式塔盤4上的液體貯槽單元，該貯槽之煙囪式塔盤4可位於任何層級。管束式熱交換器2之U型管係置於液體貯槽單元中，因此該U型管係浸在液體10中。在此狀態中，當存在於精餾區段X內之高溫蒸氣透過配管23而被引入熱交換器2之上管部分2b時，與管部分2b及2a(高溫蒸氣係透過其而移動)的外壁接觸之液體10的一部分被加熱變成蒸氣15並上升。此外，從配管23被引入熱交換器2之高溫蒸氣

在該蒸氣移動通過上管部分2b並接著通過下管部分2a時變成流體，該流體為液相及氣相之混合物、或液體。此流體接著通過位於塔外面之配管以被引導至在稍後描述之精餾區段X的分隔板上方的層級。在精餾區段X中之分隔板上方的區域被設定為具有較在分隔板下方的區域更低的操作壓力，而流體係藉由此壓力差而循環。當汽提區段Y的熱交換器係位於垂直上高於精餾區段X之分隔板的位置時，不需要任何的壓力供給工具(例如泵浦)來循環這樣的流體。

【0120】 換言之，由於精餾區段X的某一層級經由配管23而連接至汽提區段Y中之熱交換器2的上管部分2b、及由於汽提區段Y中之熱交換器2的下管部分2a透過配管24而連接至精餾區段X之上述層級，因此存在於精餾區段X內的高壓蒸氣因為在精餾區段X之分隔板下方及上方區域之間的壓力差而透過配管23而向汽提區段Y中的熱交換器2上升。因此，在熱交換器2內由蒸氣所冷凝的液體接著被排出汽提區段Y至位於塔外面之配管24，接著藉由重力而下降到精餾區段X。因此，不需要任何壓力供給工具(例如泵浦)。

【0121】 精餾區段X在位於途中的位置被分隔板完全分隔為上方及下方層級。在分隔板正下方的層級與配管23連通。在此層級中之上升蒸氣透過配管23而傳送到設置於汽提區段Y之液體貯槽單元中的熱交換器2之上管部分2b。來自汽提區段Y之配管24穿過精餾區段X之殼壁而插入分隔板之上方層級中。其為蒸氣及液體的混合物之流體透過配管24被引入分隔板之上方層級中，且當液體下降並停留在精餾區段X內之分隔板上的同時蒸氣上升。此外，在垂直上彼此相鄰的二層級(分隔板係夾在它們之間)可透過具有控制閥的配管而彼此連通。在適當的時候可藉由開啓控制閥之操作而將分隔板上所容納的液體供給至在分隔板下方的層級。

【0122】 根據本發明，即使在蒸餾塔具有大的塔溫度差時，吾人仍可為蒸餾塔達成顯著的節能。具體而言，當在蒸餾塔之塔溫度分佈中塔頂部與塔底

部之間的溫度差的很大一部分(例如，約一半的塔頂部與塔底部之間的溫度差)發生在塔頂部或塔底部附近時，吾人可為蒸餾塔達成顯著的節能。另外，當塔頂部與塔底部之間的溫度差較小時，吾人可達成進一步的節能。

【0123】 [範例]

以下，將基於範例來對本發明進行更詳細地描述，但本發明不限於此。在圖6至8顯示了一些壓力(kPaA)、溫度(°C)、交換的熱(MW)、及電力消耗(MW)。壓力係以圓圈來顯示，溫度係以矩形來顯示，交換的熱係以拉長的圓來顯示，而電力消耗係以拉長的六邊形來顯示。壓力單位”kPaA”中的字母”A”意指壓力為絕對壓力。在圖式中，CW及STM分別代表冷卻水及蒸氣。

【0124】 [比較性範例1]

吾人為對-二甲苯純化塔計算了熱及物質平衡，該對-二甲苯純化塔係用以藉由將甲苯從原料(該原料中甲苯係被蒸餾混合至對-二甲苯中)分離而純化對-二甲苯。在本範例中，使用習知的蒸餾塔。物質平衡(原料、餾出液體、及液態底部產物之流率及成分)係顯示於表1中。

【0125】 對於藉由習知蒸餾操作來執行此分離之操作，其流程圖係如圖6中所示。

【0126】 如圖6中所示，原料係供應至蒸餾塔601。該蒸餾塔的層級總數為51(包括一冷凝器層級及一再沸器層級)。原料係供應至最佳的層級以使再沸器負荷變得最小。

【0127】 具有138kPaA之壓力及123°C之溫度的蒸氣被從塔頂部排出、被在頂部冷凝器602中的冷卻水冷卻並完全冷凝、並經由槽603供應至泵浦604。泵浦604之出口液體的一部分被回流至蒸餾塔的塔頂部，而其餘部分被從蒸餾塔排出做為餾出液體。

【0128】 具有206kPaA之壓力及167°C之溫度的液體被從塔底部排出。該液體的一部分被再沸器605中的蒸氣加熱、部分汽化、並返回至蒸餾塔的塔底部。從塔底部排出之液體的其餘部分被在泵浦606中加壓、並被從蒸餾塔排出做為液態底部產物。

【0129】 表2顯示了此蒸餾塔之塔頂部操作壓力、設施冷卻負載、設施加熱負載、及電力消耗，且亦顯示了總設施冷卻負載、總設施加熱負載、及總電力消耗。在這裡，設施冷卻負載係意指設施的冷卻負載，且更具體而言，係藉由在頂部冷凝器602中的冷卻水而從蒸餾塔移除之熱量。設施加熱負載係意指設施的加熱負載，且更具體而言，係藉由再沸器605中的蒸氣而施加至蒸餾塔之熱量。

【0130】 用以泵送液體的每一泵浦僅必須使壓力增加與配管中之壓力損失及/或將液體從較低位置傳遞至較高位置之提升高度相對應的量。因此，泵浦之電力消耗相較於用以壓縮氣體的壓縮機之電力消耗係足夠低的。因此，在範例及比較性範例中忽視了泵浦之電力消耗。由於本範例中沒有使用壓縮機，因此電力消耗為零。

【0131】 [比較性範例2]

以與比較性範例1相同的方式為對-二甲苯純化塔計算熱及物質平衡。然而，在本範例中使用HIDiC，而不是習知的蒸餾塔。物質平衡係與比較性範例1相同且顯示於表1中。

【0132】 此蒸餾塔包括高壓塔701及低壓塔702。高壓塔701係安裝在低壓塔702的垂直下方。

【0133】 原料係供應至低壓塔702的中間層級(在低壓塔的塔頂部附近的層級)。在低壓塔702中，在原料供給位置下方的區段為汽提區段，且在原料供

給位置上方的區段為本範例之蒸餾塔的精餾區段的一部分。本範例之蒸餾塔的精餾區段的其餘部分被包括在高壓塔701中。

【0134】 從低壓塔702的塔頂部抽出一蒸氣(123 kPaA，142°C)、並在熱交換器703中將其加熱至155°C以使其不會在壓縮處理中被壓縮機凝結。該加熱蒸氣被壓縮機704加壓並同時升溫(357 kPaA，190°C)、被熱交換器705冷卻至186°C、並被供應至高壓塔701之塔底部(342 kPaA，184°C)。從低壓塔702之塔底部(136 kPaA，150°C)抽出的液體的一部份經由泵浦706被從蒸餾塔排出做為液態底部產物，而其餘部分被分為兩流束。該等分開的流束其中一者在再沸器707中被蒸氣加熱、然後返回至低壓塔702的塔底部。該等分開的流束其中另一者在熱交換器705中被加熱、然後返回至低壓塔702的塔底部。在壓縮機704中的壓縮使得高壓塔的操作溫度高於低壓塔的操作溫度。熱交換器705起著再沸器的功能、且亦起著本範例之蒸餾塔的側冷凝器的功能。在此熱交換器中，實現了HIDiC的內部熱交換。亦即，吾人藉由熱交換器705中的熱交換而減少了在再沸器707上的熱負載，並因此達成了節能。

【0135】 從高壓塔701之塔底部抽出的液體在泵浦708中被加壓、在熱交換器703中被冷卻、並被供應至低壓塔702的塔頂部。泵浦708係設置用以視需要而將液體從低的位置傳遞至高的位置。

【0136】 從高壓塔之塔頂部(340 kPaA，161°C)抽出的蒸氣的一部分被傳遞至回流槽709。從高壓塔之塔頂部抽出的蒸氣的其餘部分被分成三流束，它們分別在設置於低壓塔702中的三熱交換器710中冷卻、並傳遞至槽709。

【0137】 熱交換器(頂部冷凝器)711連接至回流槽709。在熱交換器711中，冷卻水係做為冷卻介質。來自槽709之蒸氣流入熱交換器711、被冷卻及冷凝、並且返回至槽709。來自此槽之液體在泵浦712中被加壓。泵浦712的出口

液體的一部分被運回至高壓塔701的塔頂部做為回流。泵浦712的出口液體的其餘部分被從蒸餾塔排出做為餾出液體。

【0138】 如在熱交換結構之第二個詳細範例中所詳述，吾人在低壓塔702(具體而言，其汽提區段)的三層級中設置了液體貯槽單元713以及管束式熱交換器710。對每一管束式熱交換器710進行設置以使其浸在液體貯槽單元中所儲存的液體中。吾人應注意，在這裡不採用分隔板、及於第二個詳細範例中所述之第三及第四配管。

【0139】 如上面所述，從高壓塔701之塔頂部所抽出的蒸氣的一部分被分為三流束(該三流束在分別通過熱交換器710之後被傳遞至槽709)。用以將蒸氣從高壓塔701之塔頂部引導至熱交換器710的管線、熱交換器710、液體貯槽單元713、及用以經由槽709及泵浦712而將從熱交換器710排出之流體運回至高壓塔701的塔頂部的管線構成了HIDiC之熱交換結構。本範例之蒸餾塔的精餾區段的熱係藉由此熱交換結構而傳遞至本範例之蒸餾塔的汽提區段。熱交換器710起著本範例之蒸餾塔的頂部冷凝器之作用、且亦起著本範例之蒸餾塔的側再沸器之作用。因此，吾人實現了HIDiC的內部熱交換、並因此達成了節能。

【0140】 表2顯示了本範例之蒸餾塔的塔頂部操作壓力、設施冷卻負載、設施加熱負載、及電力消耗，且亦顯示了總設施冷卻負載、總設施加熱負載、及總電力消耗。在這裡，設施冷卻負載係意指設施的冷卻負載，且更具體而言，係藉由在頂部冷凝器711中的冷卻水而從蒸餾塔移除之熱量。在這裡，設施加熱負載係意指設施的加熱負載，且更具體而言，係藉由再沸器707中的蒸氣而施加至蒸餾塔之熱量。雖然三熱交換器710亦起著頂部冷凝器之功能，但由於冷卻係藉由使用存在於蒸餾塔中的流體而在這些熱交換器其中每一者內執行，因此不需要將熱移除至外面，所以，它們的設施冷卻負載為零。熱交換器705亦起著再沸器之功能。然而，在第一塔的再沸器中，由於使用存在於蒸餾

塔中的流體作為此熱交換器中的熱源，所以不需要從外面將再沸器加熱，因此，其設施加熱負載為零。電力消耗為壓縮機704中所消耗的電力。作為電力消耗，吾人顯示了包括機械損耗的值。由於吾人將機械損耗假定為7%，因此電力消耗係藉由將壓縮所需之電力乘以1.07所獲得的值(這同樣適用於其它範例)。

【0141】 節能指數ESI為一指數，該指數指出了總設施加熱負載及總電力消耗(藉由將消耗的電力轉換為初級能源所獲得的值；轉換為初級能源的值 = 電力/ 0.366)的總值降低了多少(相對於使用習知蒸餾塔(比較性範例1)之範例的總設施加熱負載及總電力消耗的總值而言)。

【0142】 [範例1]

以與比較性範例1相同的方式為對-二甲苯純化塔計算熱及物質平衡。然而，在本範例中使用根據本發明之蒸餾塔(該蒸餾塔包括一第一塔及一第二塔)，而不是習知的蒸餾塔。該第二塔構成了HIDiC。本範例之蒸餾塔具有一配置，該配置中的層級總數(第一塔的層級數目與第二塔的層級數目之總和)等於比較性範例1的習知蒸餾塔的層級總數(51層級的總數)。對第一塔的層級數目進行設置，使得在第一塔中的溫度改變佔了在習知蒸餾塔中從塔頂部至塔底部之溫度差的約65%、且該第一塔的層級數目為層級總數的1/3或更少。物質平衡與比較性範例1相同且顯示於表1中。

【0143】 本範例之蒸餾塔包括了第一塔821及第二塔。第二塔包括了高壓塔801及低壓塔802。高壓塔801係安裝於低壓塔802的垂直下方。第一塔821係由單一的塔所組成、且不具有用以將從塔排出之蒸氣加壓及升溫的加壓工具(例如壓縮機)。

【0144】 原料係供應至低壓塔802的中間層級(在低壓塔的塔頂部附近的層級)。在低壓塔802中，在原料供給位置下方的區段為本範例之蒸餾塔的汽提

區段。本範例之蒸餾塔的精餾區段被包括在低壓塔802之原料供給位置上方的區段、高壓塔801、及第一塔821中。

【0145】 從低壓塔802的塔頂部抽出一蒸氣(123 kPaA，146°C)、並在熱交換器803中將其加熱至154°C以使其不會在壓縮處理中被壓縮機凝結。該加熱蒸氣被壓縮機804加壓並同時升溫(227 kPaA，175°C)、被熱交換器805冷卻至168°C、並被供應至高壓塔801之塔底部(212 kPaA，168°C)。從低壓塔802之塔底部(133 kPaA，149°C)抽出的液體的一部份經由泵浦806被從蒸餾塔排出做為液態底部產物，而其餘部分被分為兩流束。該等分開的流束其中一者在再沸器807中被蒸氣加熱、然後返回至低壓塔802的塔底部。該等分開的流束其中另一者在熱交換器805中被加熱、然後返回至低壓塔802的塔底部。在壓縮機804中的壓縮使得高壓塔的操作溫度高於低壓塔的操作溫度。熱交換器805起著再沸器的功能、且亦起著本範例之蒸餾塔的側冷凝器的功能。在此熱交換器中，實現了HIDiC的內部熱交換。亦即，吾人藉由熱交換器805中的熱交換而減少了在再沸器807上的熱負載，並因此達成了節能。

【0146】 從高壓塔801之塔底部抽出的液體在泵浦808中被加壓、並被供應至低壓塔802的塔頂部。泵浦808係設置用以視需要而將液體從低的位置傳遞至高的位置。

【0147】 從高壓塔之塔頂部(210 kPaA，166°C)抽出的蒸氣的一部分被傳遞至回流槽809。從高壓塔之塔頂部抽出的蒸氣的其餘部分被分成四流束。四流束其中三者分別於設置在低壓塔802中的三熱交換器810中被冷卻、並傳遞至槽809。四流束其中剩餘一者在熱交換器803中被冷卻、並被運回至槽809。

【0148】 熱交換器(第二塔之冷凝器)811連接至回流槽809。在熱交換器811中，冷卻水係做為冷卻介質。來自槽809之蒸氣流入熱交換器811、被冷卻

並冷凝、並且返回至槽809。來自此槽之液體在泵浦812中被加壓、並且被運回至高壓塔801之塔頂部做為回流。

【0149】 如在熱交換結構之第二個詳細範例中所詳述，吾人在低壓塔802(具體而言，其汽提區段)的三層級中設置了液體貯槽單元813以及管束式熱交換器810。對每一管束式熱交換器810進行設置以使其浸在液體貯槽單元中所儲存的液體中。吾人應注意，在這裡不採用分隔板、及於第二個詳細範例中所述之第三及第四配管。

【0150】 如上面所述，從高壓塔801之塔頂部所抽出的蒸氣的一部分被分為四流束(該等流束其中三者分別通過熱交換器810之後被傳遞至槽809)。用以將蒸氣從高壓塔801之塔頂部引導至熱交換器810的管線、熱交換器810、液體貯槽單元813、及用以經由槽809及泵浦812而將從熱交換器810排出之流體運回至高壓塔801的塔頂部的管線構成了HIDiC之熱交換結構。本範例之蒸餾塔的精餾區段的熱係藉由此熱交換結構而傳遞至本範例之蒸餾塔的汽提區段。熱交換器810起著本範例之蒸餾塔的側冷卻器之作用、且亦起著本範例之蒸餾塔的側再沸器之作用。因此，吾人實現了HIDiC的內部熱交換、並因此達成了節能。

【0151】 上述的配置形成了HIDiC。亦即，上面的描述係關於本範例之蒸餾塔的HIDiC部分。

【0152】 來自槽809之蒸氣被供應至第一塔821的塔底部(152kPaA，151℃)。

【0153】 從第一塔的塔頂部(138 kPaA，123℃)排出的蒸氣在頂部冷凝器822中被冷卻並完全冷凝、通過槽823、並在泵浦824中加壓。該加壓液體的一部分被運回至第一塔的塔頂部，而其餘部分被從本範例之蒸餾塔排出做為餾出液體。

【0154】 從第一塔之塔底部排出的液體的一部分在再沸器825中被蒸氣加熱、並運回至第一塔之塔底部。從第一塔之塔底部排出的液體的其餘部分經由泵浦826而傳遞至第二塔的高壓塔801之塔頂部。

【0155】 表2顯示了第一塔的塔頂部操作壓力、設施冷卻負載、設施加熱負載、及電力消耗。在這裡，設施冷卻負載係意指設施的冷卻負載，且更具體而言，係藉由在頂部冷凝器822中的冷卻水而從蒸餾塔移除之熱量。在這裡，設施加熱負載係意指設施的加熱負載，且更具體而言，係藉由再沸器825中的蒸氣而施加至蒸餾塔之熱量。由於第一塔中沒有設置壓縮機，因此電力消耗為零。

【0156】 表2顯示了第二塔的塔頂部操作壓力、設施冷卻負載、設施加熱負載、及電力消耗。在這裡，設施冷卻負載係具體地指藉由在熱交換器811中的冷卻水而從蒸餾塔移除之熱量。在這裡，設施加熱負載係具體地指藉由再沸器807中的蒸氣而施加至蒸餾塔之熱量。雖然三熱交換器810亦起著第二塔的冷凝器之功能，但由於冷卻係藉由使用存在於蒸餾塔中的流體而在這些熱交換器其中每一者內執行，因此不需要將熱移除至外面，所以，它們的設施冷卻負載為零。熱交換器805亦起著再沸器之功能。然而，由於使用存在於蒸餾塔中的流體作為熱源，所以不需要從外面將再沸器加熱，因此，其設施加熱負載為零。電力消耗為壓縮機804中所消耗的電力。

【0157】 在本實施例中，使用了氣-液分離槽809、熱交換器(第二塔之冷凝器)811、及泵浦812。亦即，本範例之蒸餾塔設置有冷凝器，該冷凝器係用以冷凝從第二塔之塔頂部(具體而言，其高壓塔)排出的蒸氣的一部分。此冷凝器係藉由該處理流體(例如冷卻水)以外的冷卻介質而冷卻。另外，本範例之蒸餾塔設置有氣液分離槽、及泵浦，該氣液分離槽係用以執行從冷凝器排出的流體(藉由冷卻從第二塔之塔頂部排出的蒸氣所得到的流體)的氣-液分離，該泵浦係

用以將從氣-液分離槽排出的液體運回至第二塔的塔頂部。換言之，第二塔設置有包括了頂部冷凝器的回流管線。因此，吾人改善了在蒸餾塔(該蒸餾塔包括第一及第二塔)的操作上之靈活性及穩定性。

【0158】 如從表2所了解到的，相較於比較性範例1，在範例1中能量可以顯著地減少約55%。在比較性範例2中，節省的能量僅約28%。範例1的此優勢係由於使用兩個分隔區域來執行所需的蒸餾操作，其中該等區域其中一者具有相對較大的塔溫度差而另一者具有相對較小的溫度差、且不將機械-熱-泵浦蒸餾塔運用至前者(使用習知的蒸餾塔)而是僅將機械-熱-泵浦蒸餾塔運用於後者。

【0159】 表1

	原料	餾出液體	液態底部產物
質量流率 [kg/h]	102135	482	101653
莫耳流率 [kmol/h]	962.7	5.2	957.5
莫耳分率 [-]			
苯	0.0001	0.0163	0
甲苯	0.0051	0.9469	0.0000
乙苯	0.0019	0.0002	0.0019
對二甲苯	0.9918	0.0366	0.9970
間-二甲苯	0.0007	0.0000	0.0008
鄰-二甲苯	0.0003	0.0000	0.0003

【0160】 表2

			比較性 範例 1	比較性 範例 2	範例 1
第一塔	塔頂部壓力	kPaA	138	340 / 123	138
	設施冷卻負載	MW	17.67	6.88	1.00
	設施加熱負載	MW	16.40	0.83	0.15
	電力消耗 (包括機械損耗)	kW	0	3,998	0
第二塔	塔頂部壓力	kPaA	-	-	210 / 123
	設施冷卻負載	MW	-	-	4.59
	設施加熱負載	MW	-	-	0.93
	電力消耗 (包括機械損耗)	kW	-	-	2,283
總和	設施冷卻負載	MW	17.67	6.88	5.59
	設施加熱負載	MW	16.40	0.83	1.08
	電力消耗 (包括機械損耗)	kW	0	3,998	2,283
節能指數 (ESI)		%	0	28.3	55.4

$$ESI [\%] = \{1 - (Q_{RH} + W_H / 0.366) / Q_{RC}\} \times 100$$

Q_{RH}: 總設施加熱負載 [MW]

W_H: 總電力消耗 [MW]

Q_{RC}: 在比較性範例1中的總設施加熱負載 [MW]

【符號說明】

1 貯槽之煙囪式塔盤

2 管束式熱交換器

2a 下管部分

2b 上管部分

3 貯槽之煙囪式塔盤

4 貯槽之煙囪式塔盤

10 液體

11 蒸氣

12 液體

13 蒸氣

14 液體

15 蒸氣

21 配管

22 配管

23 配管

24 配管

601 蒸餾塔

602 頂部冷凝器

603 槽

604 泵浦

605 再沸器

606 泵浦

701 高壓塔

702 低壓塔

703 熱交換器

704 壓縮機

705 熱交換器

706 泵浦

707 再沸器

708 泵浦

709 槽

710 熱交換器

711 冷凝器

712 泵浦

713 液體貯槽單元

801 高壓塔

802 低壓塔

803 熱交換器

804 壓縮機

805 熱交換器

806 泵浦

807 再沸器

808 泵浦

809 槽

810 熱交換器

811 冷凝器

812 泵浦

813 液體貯槽單元

821 第一塔

822 冷凝器

823 槽

824 泵浦

825 再沸器

826 泵浦

A1 第一塔

A2 第二塔

A3 高壓塔

A4 低壓塔

A5 蒸氣管線

A6 加壓工具

A7 液體管線

A8 熱交換結構

A9 再沸器

A10 管線

A11 管線

A12 頂部冷凝器

B1 第一塔

B2 第二塔

B3 高壓塔

B4 低壓塔

B5 蒸氣管線

B6 加壓工具

B7 液體管線

B8 熱交換結構

B9 再沸器

B10 管線

B11 管線

B12 頂部冷凝器

C1 第一塔

C2 第二塔

C3 管線

C4 管線

C5 管線

C6 壓縮機

C7 管線

C8 減壓閥

C9 再沸器

C10 頂部冷凝器

D1 第一塔

D2 第二塔

D3 管線

D4 管線

D5 管線

D6 壓縮機

D7 管線

D8 減壓閥

D9 再沸器

D10 頂部冷凝器

D11 再沸器



申請日: 104/01/14

IPC分類: B01D 3/26 (2006.01)

I642468

【發明摘要】

【中文發明名稱】 蒸餾塔

【英文發明名稱】 DISTILLATION COLUMN

【中文】

即使在蒸餾塔具有大的塔溫度差時，吾人仍可為蒸餾塔達成顯著的節能。本發明提供一蒸餾塔，該蒸餾塔包括一第一塔及一第二塔，其中該第一塔包括一精餾區段的一部分、或一汽提區段的一部分；若該第一塔包含了該精餾區段的一部分則該第二塔包含該精餾區段的其餘部分及該汽提區段的全部，若該第一塔包含了該汽提區段的一部分則該第二塔包含該汽提區段的其餘部分及該精餾區段的全部；且該第二塔構成了一機械-熱-泵浦蒸餾塔。

【英文】

Significant energy saving can be achieved for a distillation column even when the distillation column has a large column temperature difference. Provided is a distillation column including a first and second columns, wherein the first column includes a part of a rectifying section or a part of a stripping section; the second column includes, if the first column includes a part of the rectifying section, the rest of the rectifying section and the whole of the stripping section, or the second column includes, if the first column includes a part of the stripping section, the rest of the stripping section and the whole of the rectifying section; and the second column constitutes a mechanical-heat-pump distillation column.

【發明圖式】

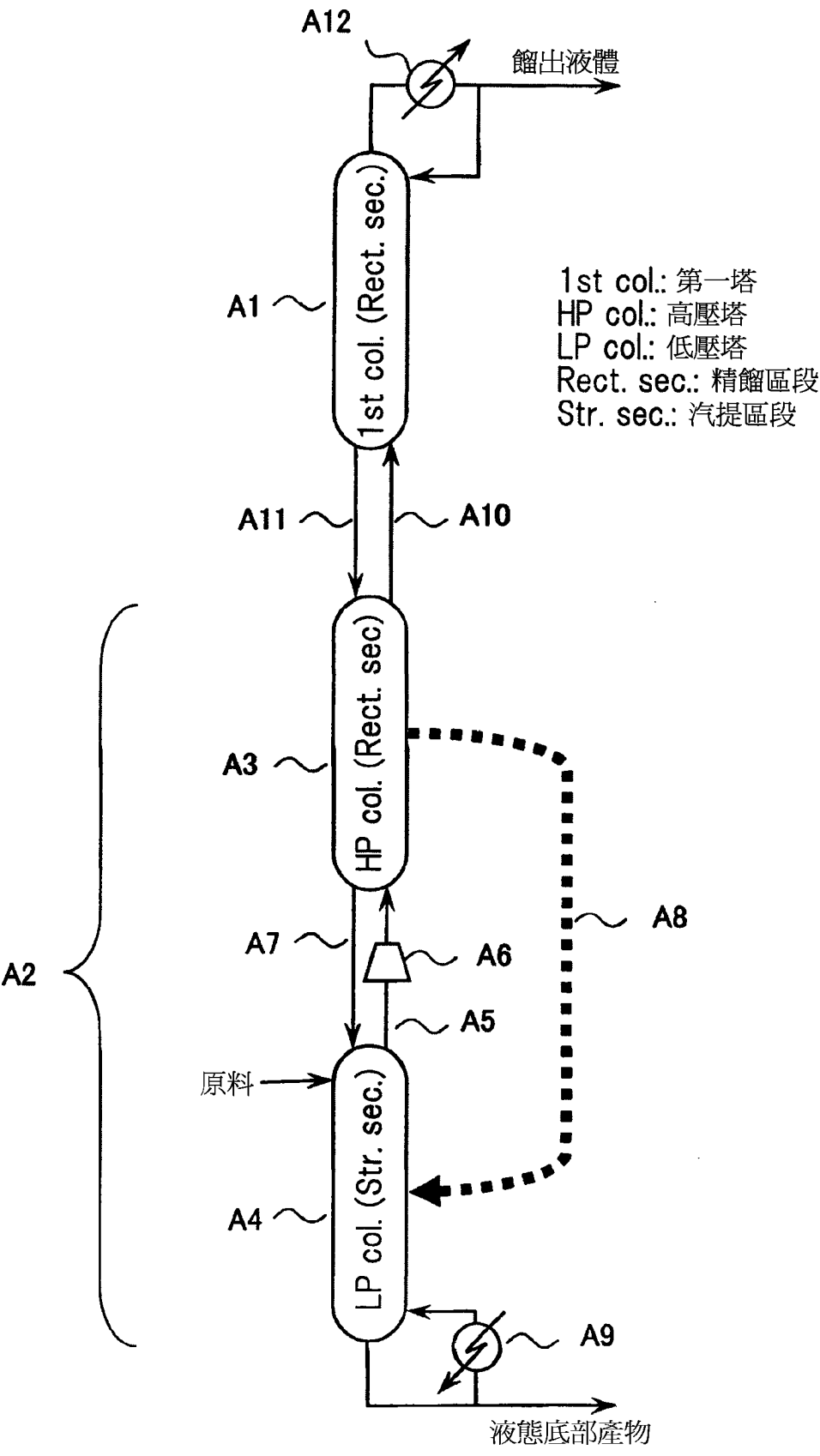


圖 1

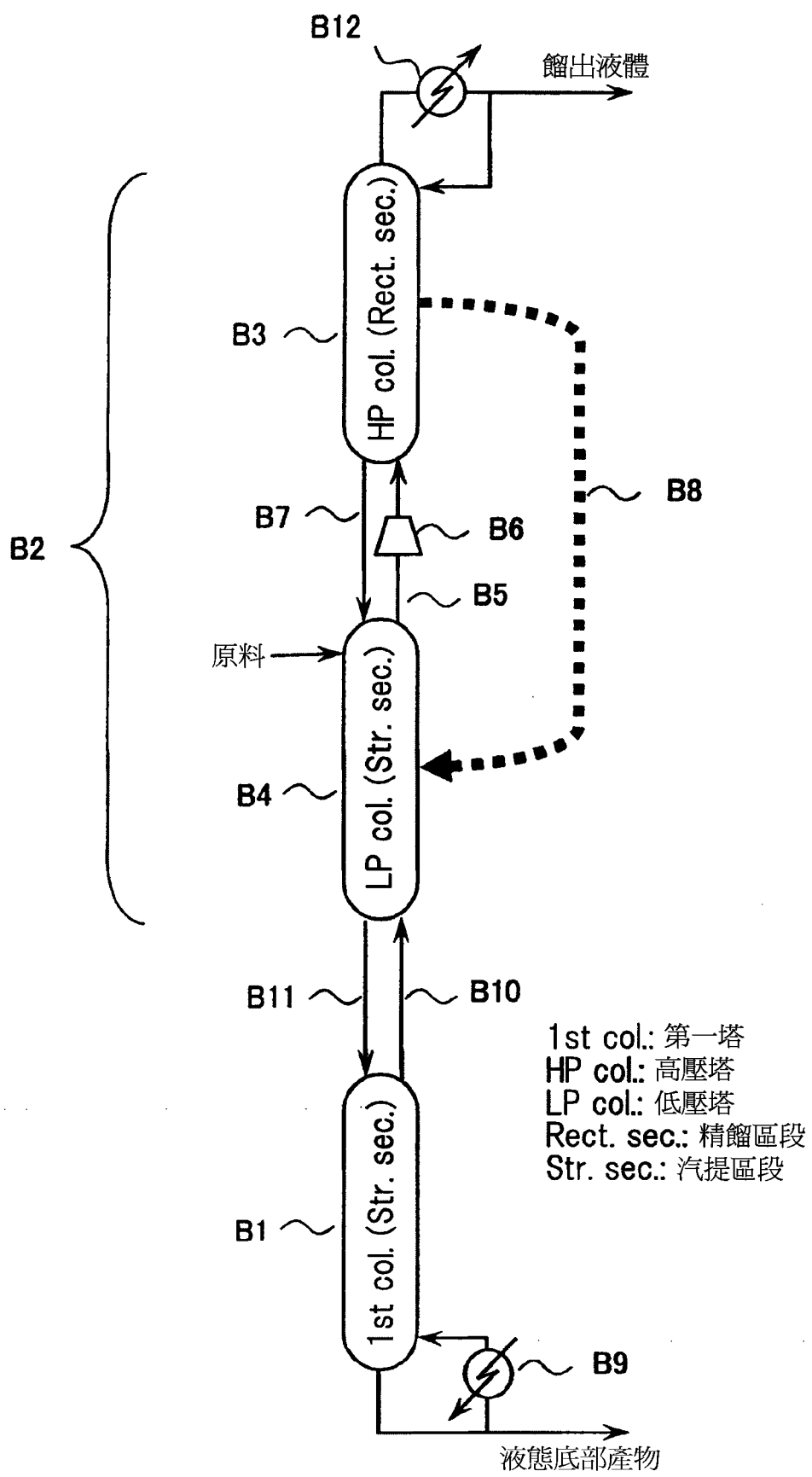


圖 2

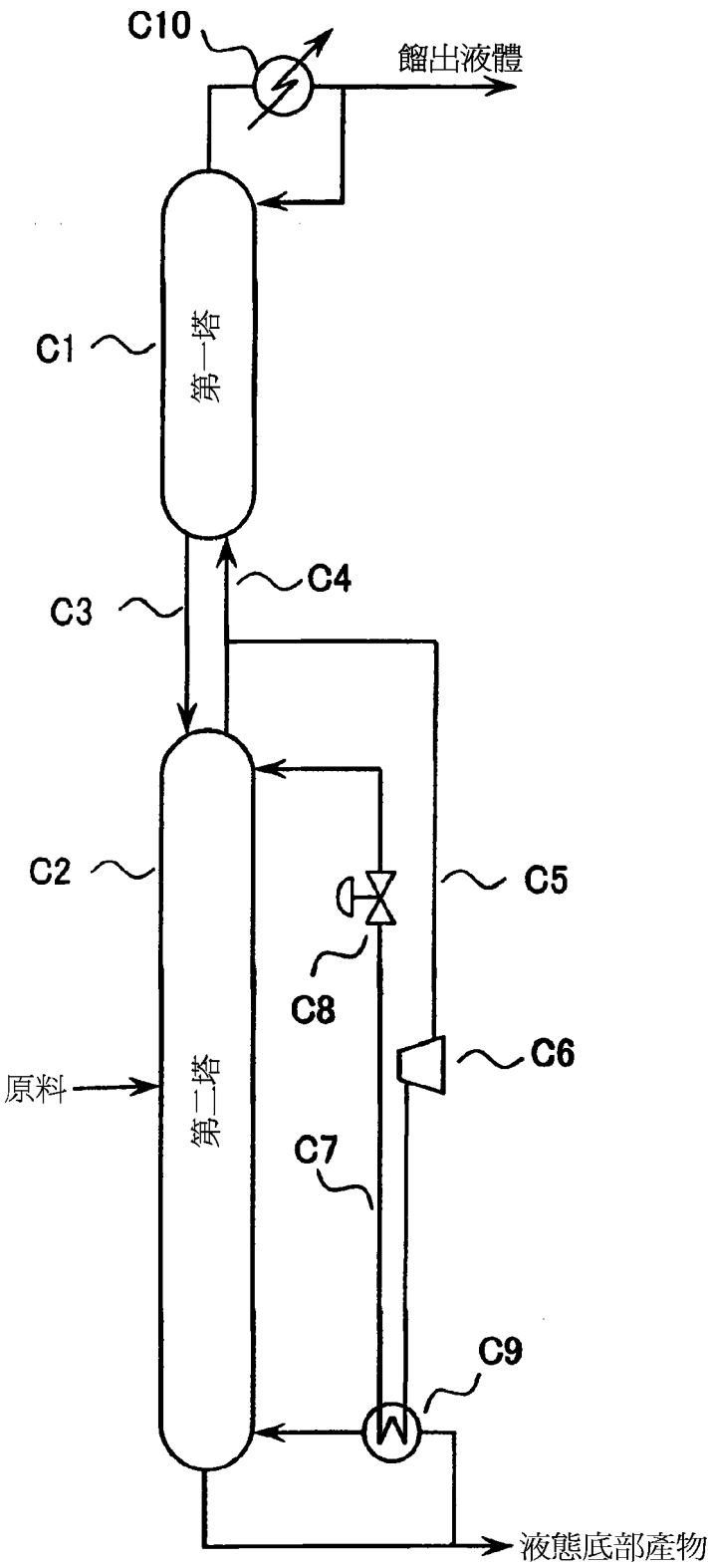


圖 3

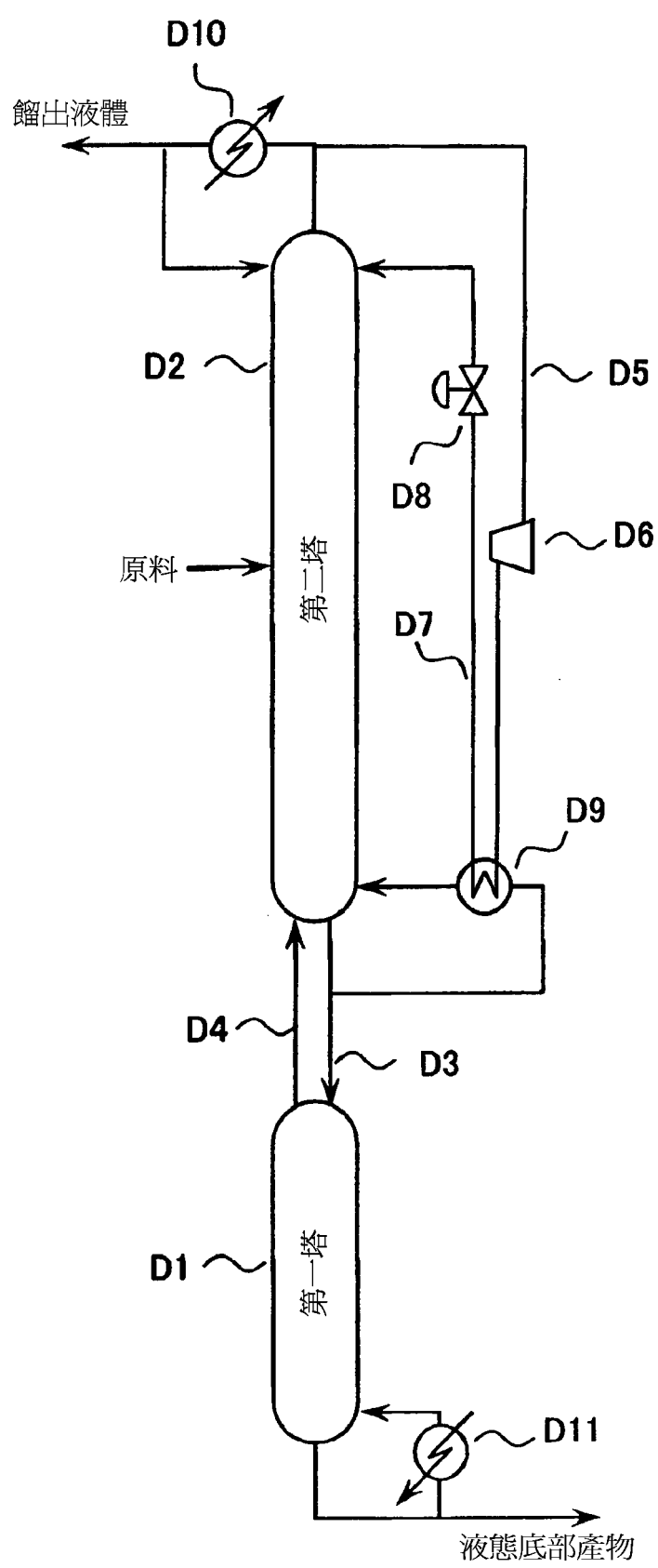


圖 4

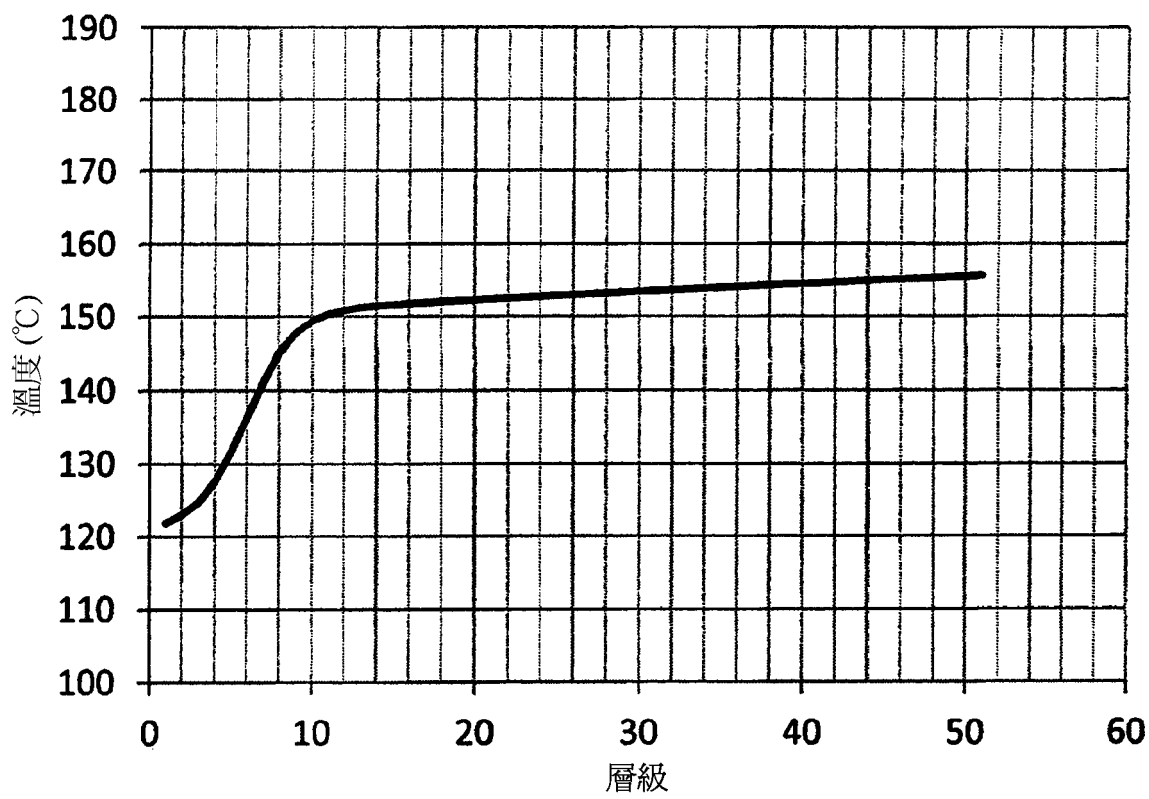


圖 5

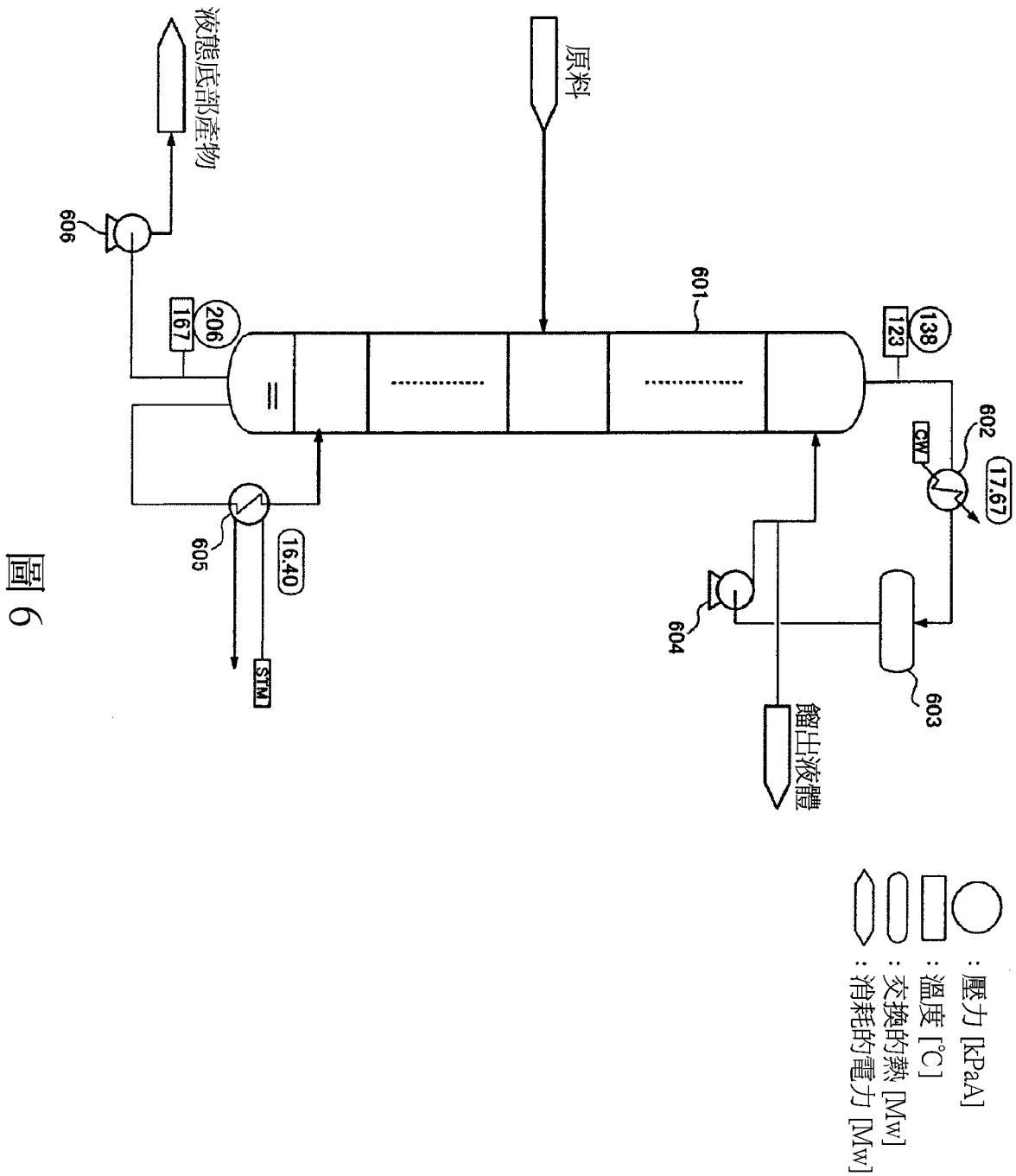


圖 6

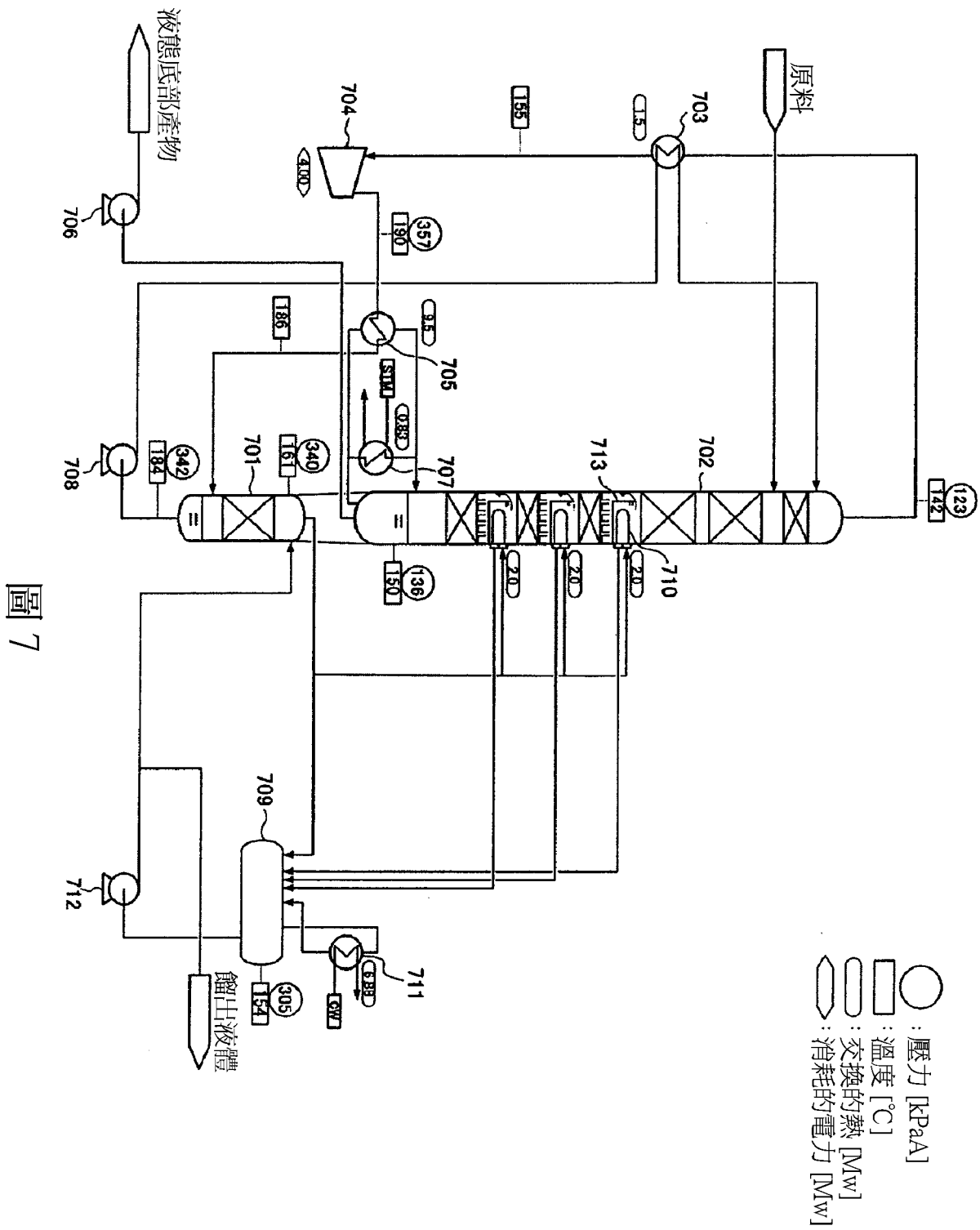
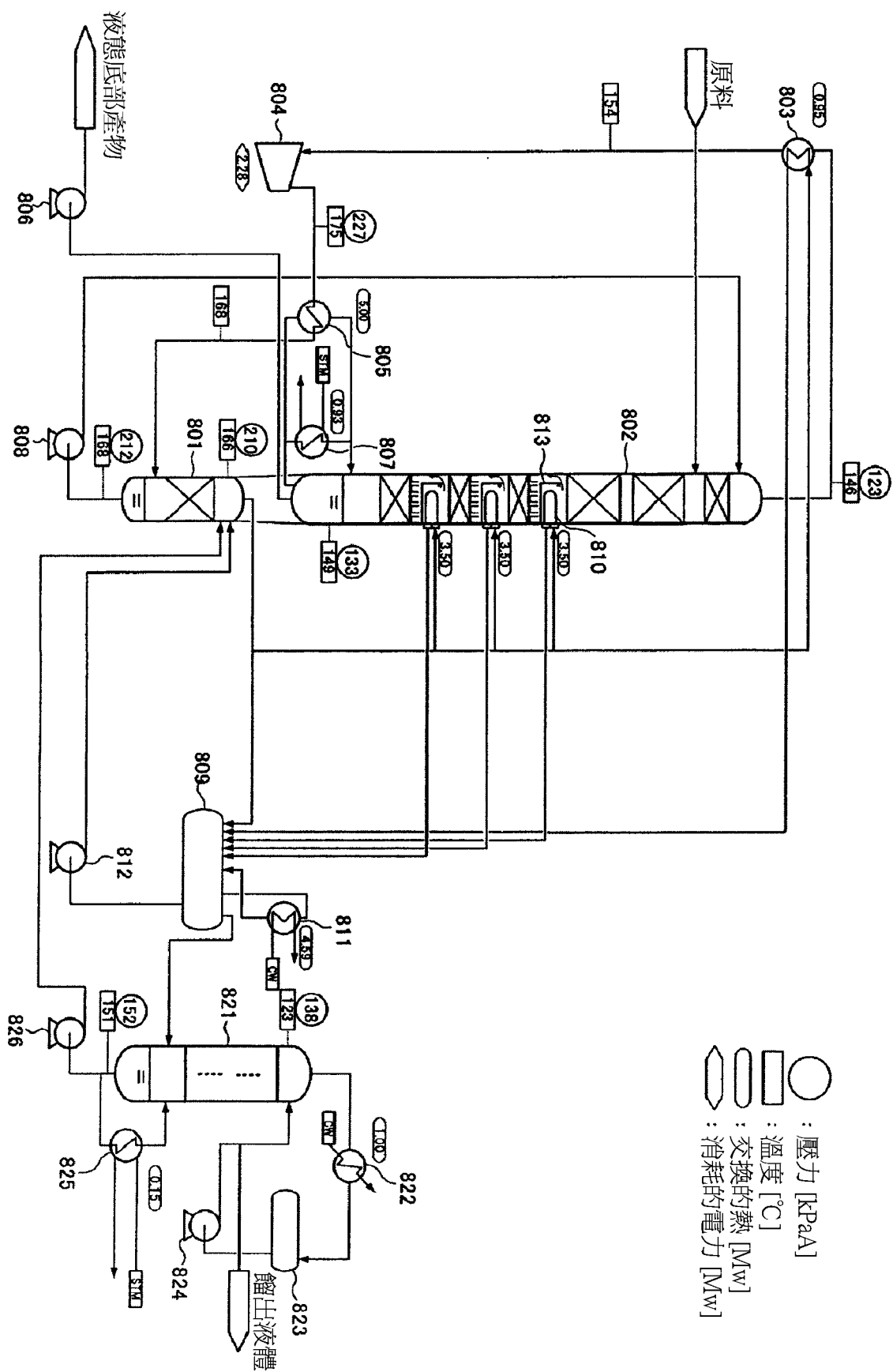


圖 7



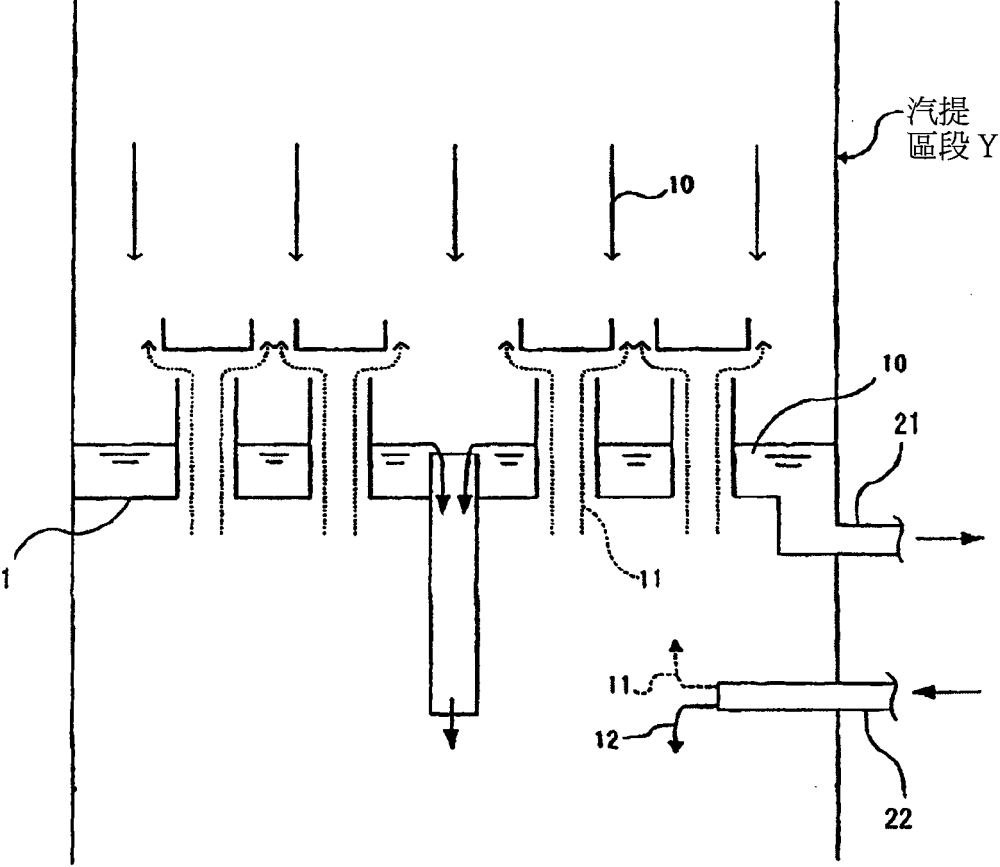


圖 9

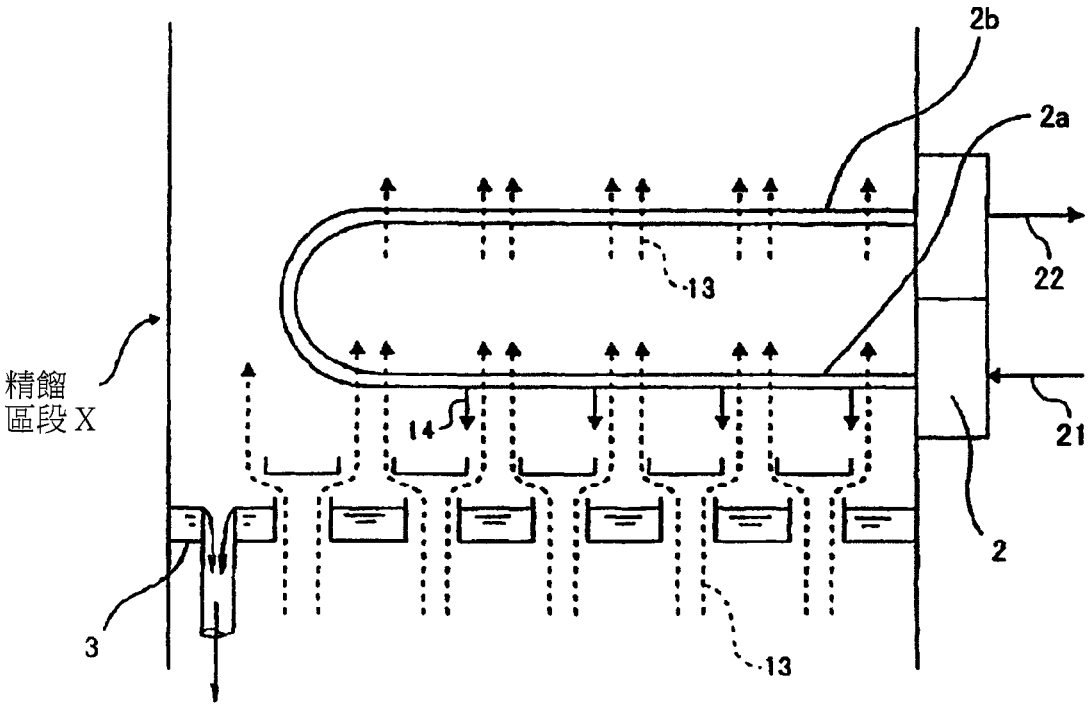


圖 10

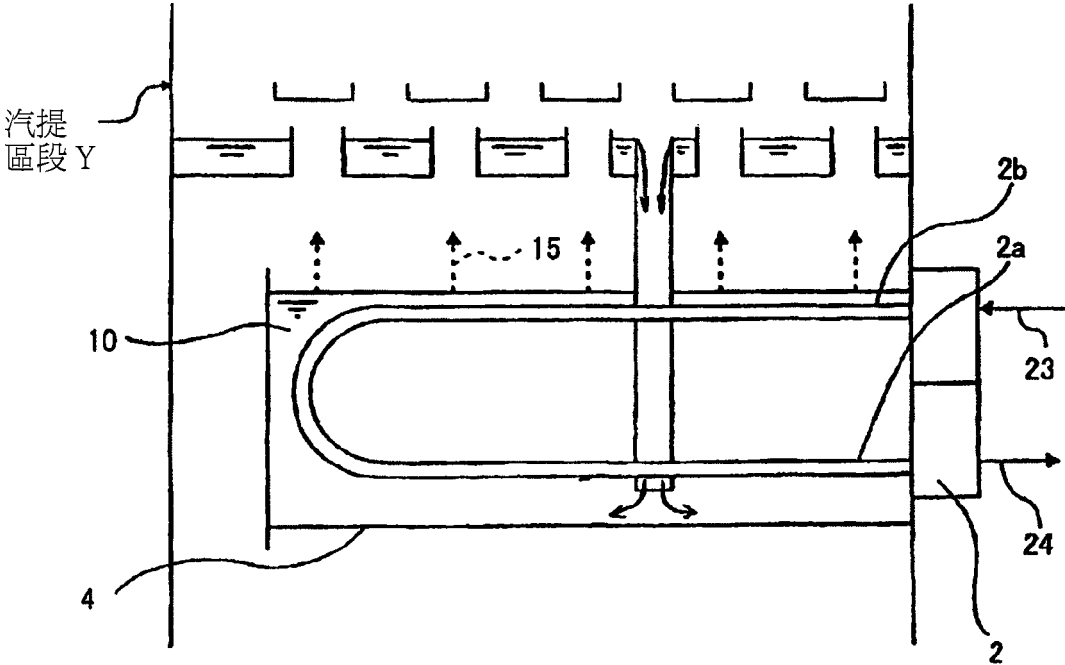


圖 11

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

A1 第一塔

A2 第二塔

A3 高壓塔

A4 低壓塔

A5 蒸氣管線

A6 加壓工具

A7 液體管線

A8 熱交換結構

A9 再沸器

A10 管線

A11 管線

A12 頂部冷凝器

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種蒸餾塔，包含一第一塔、及一第二塔，其中

該第一塔包含一精餾區段的一部分、或一汽提區段的一部分，

若該第一塔包含了該精餾區段的一部分則該第二塔包含該精餾區段的其餘部分及該汽提區段的全部，若該第一塔包含了該汽提區段的一部分則該第二塔包含該汽提區段的其餘部分及該精餾區段的全部，且

該第二塔構成了一機械-熱-泵浦蒸餾塔，

其中，該蒸餾塔不包含用以對從該第一塔內部排出的蒸氣進行加壓的加壓工具，且其中該第二塔的塔溫度差小於該第一塔的塔溫度差。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之蒸餾塔，其中該第一塔的層級(stages)之數目為該蒸餾塔之層級的總數的40%或更少。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之蒸餾塔，其中該第二塔構成了一熱整合蒸餾塔或一蒸氣再壓縮系統。

【第4項】 如申請專利範圍第3項之蒸餾塔，其中該第二塔包含：

一壓力較高部分，包含該第二塔中所包括的該精餾區段的全部或部分、且係用於以相對較高的壓力來執行氣-液接觸；

一壓力較低部分，包含該第二塔中所包括的該汽提區段的全部或部分、且係用於以相對較低的壓力來執行氣-液接觸；

包含一加壓工具的一蒸氣管線，用以將從該壓力較低部分之塔頂部排出的蒸氣引導至該壓力較高部分之塔底部；

一液體管線，用以將從該壓力較高部分之該塔底部排出的一液體引導至該壓力較低部分之該塔頂部；及

一熱交換結構，用以藉由熱交換而將熱從該第二塔中所包括的該精餾區段傳遞至該第二塔中所包括的該汽提區段。

【第5項】如申請專利範圍第3項之蒸餾塔，其中該第二塔包含：

一再沸器；及

包含一加壓工具的一管線，用以將從該第二塔之塔頂部排出的一蒸氣供應至該再沸器做為熱源。

【第6項】如申請專利範圍第2項之蒸餾塔，其中該第二塔構成了一熱整合蒸餾塔或一蒸氣再壓縮系統。

【第7項】如申請專利範圍第6項之蒸餾塔，其中該第二塔包含：

一壓力較高部分，包含該第二塔中所包括的該精餾區段的全部或一部分、且係用於以相對較高的壓力來執行氣-液接觸；

一壓力較低部分，包含該第二塔中所包括的該汽提區段的全部或一部分、且係用於以相對較低的壓力來執行氣-液接觸；

包含一加壓工具的一蒸氣管線，用以將從該壓力較低部分之塔頂部排出的一蒸氣引導至該壓力較高部分之塔底部；

一液體管線，用以將從該壓力較高部分之該塔底部排出的一液體引導至該壓力較低部分之該塔頂部；及

一熱交換結構，用以藉由熱交換而將熱從該第二塔中所包括的該精餾區段傳遞至該第二塔中所包括的該汽提區段。

【第8項】如申請專利範圍第6項之蒸餾塔，其中該第二塔包含：

一再沸器；及

包含一加壓工具的一管線，用以將從該第二塔之塔頂部排出的一蒸氣供應至該再沸器做為熱源。