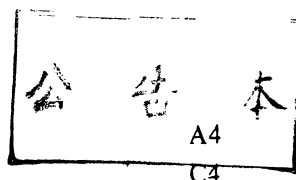


申請日期	90.10.26
案 號	90126585
類 別	C07C5/32



(以上各欄由本局填註)

553928

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	碳氫化合物之吸熱轉換方法，其用途及執行此方法之單元
	英 文	PROCESS FOR ENDOTHERMIC CONVERSION OF HYDROCARBONS, ITS USES, AND A UNIT FOR CARRYING OUT THE PROCESS
二、發明 人	姓 名	1.艾利克 雷格利 ERIC LENGLET 2.費德瑞克 霍夫曼 FREDERIC HOFFMANN 3.尼可拉斯 包迪 NICOLAS BOUDET
	國 籍	均法國
三、申請人	住、居所	1.法國洛埃馬美生市朱利派倫路5號 2.法國聖堤弗伊市艾美利季茲路4號 3.法國里昂市尼可萊路22號
	代 表 人 姓 名	艾佛瑞 艾瑪拉 ALFRED ELMALEH

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國（地區） 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權

法國

2000年10月31日 0014019 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：

寄存日期：

，寄存號碼：

裝

訂

線

五、發明說明 ()

石油與石化工業藉由吸熱的化學反應使用許多方法用於轉換碳氫化合物，特別的反應是裂解反應、去氫化反應與碳氫化合物重組反應。

該反應需要加熱進料至高溫度以提供反應所需的能量的方法，在許多案例中，加熱進料就足夠達到所欲之溫度，且提供反應所需的能量。

在其它的案例中，吸熱反應所導致的冷卻使得在單一反應器內進行化學反應是不可能的，該情況特別是催化之碳氫化合物重組或用於產生高辛烷數目的汽油。

加有氫之進料(通常是石腦油)連續地橫向於一些催化床，並在每一床之間再加熱以補償在那些催化床中因為吸熱反應所造成的溫度下降。經常使用數個反應器，每一個反應器至少含一個床的固體催化劑或催化區域(以相等之方式)，該催化區域至少沈積催化劑於至少那些區域之固體表面的一部份。

進料是在輻射管狀高溫爐再加熱，其中進料在線圈中循環，該線圈是在燃燒器提供的輻熱區域加熱。輕石蠟油(例如丙烷)之已知去氫化方法用於丙烯的生產，其中進料連續地橫向於多數的反應器，每一反應器含至少一床的催化劑，並在輻射管狀高溫爐中的每一反應器之間居間再加熱。

通常該轉換方法產生未飽和的化合物，該化合物能提升焦炭的形成，且特別會參與催化焦炭，催化焦炭特別發生於管狀高溫爐；通常循環於溫度約500°C或600°C的高溫爐中的進料會受到來自燃燒器的輻射，其中通常燃燒氣體的

五、發明說明()

溫度之範圍是1100°C至1600°C，且傳送高熱流如50千瓦/平方公尺的等級。

發生於再加熱高溫爐之該非所欲之焦炭反應亦與非所欲之熱裂解反應有關連，如此會導致反應產率的降低，且單元必須停止以便於高溫爐的去焦炭。

亦已知用於吸熱反應的化學反應器，特別是描述於美國專利第US-A-5 600 053號，其中之熱的供應方式比高溫爐較不激烈，且在催化床之反應器中進行，這些反應器或反應交換器藉由打擊沈浸於以加熱攜帶流體加熱之催化床的交換表面自行加熱催化床。在第二類的化學反應器中，加熱比高溫爐較不激烈，但是會在催化劑上產生"熱點"，其中該熱點會與加熱表面接觸。在許多的案例中，如此將導致催化劑的區域去活性，該催化劑具有相當窄的服務溫度範圍。

因此，第二類型的反應器及轉換作為催化劑使用是有其缺點的。

本發明的目的在於提供一種用於以吸熱反應轉換碳氫化合物的方法及單元，該方法移除或實質上限制發生於焦炭提升反應物的催化焦炭，且不具有使用催化劑的問題，特別是不會導致在催化劑中的熱點。

本發明的目的亦在於提供一種用於以吸熱反應轉換碳氫化合物的方法，該方法包含整體性及高能量效率。

特別的是，本發明的目的在於提供一種用於生產烯烴且具有高轉換產率的碳氫化合物去氫化的方法，所形成之烯

五、發明說明(3)

羥類進料的重要用途是關於芳香族化合物的烷基化，特別是生產烷基苯(經常於生產清潔劑鹼時當作起始材料使用)。

本發明之方法可以定義成一種使用至少一個整體的吸熱化學反應轉換碳氫化合物的方法，其中碳氫化合物進料連續地橫向於至少兩個反應區域，每一個反應區域至少含一個固體催化劑且在該反應區域之間非催化區域中包含一個中間步驟，如此在加入於第二反應區域時，將從兩個反應區域的第一個區域所得之流(ST)再加熱，且該再加熱是在熱交換器中進行的，基本上使用熱流體(TF)以對流方式達到熱傳導，該熱流體的焦炭靈敏指數CS少於流(ST)的，在交換器出口之流體(TF)與在熱交換出口之流(ST)之間的溫度差 ΔT 少於 250°C ，較佳的是少於 200°C 。

根據本發明，例如從第一催化床反應器所得之部分轉換進料流基本上以對流方式而原則上非以輻射方式再加熱，換言之，使用比輻射再加熱高溫爐較不激烈的加熱方法；在交換器出口之熱流體(TF)與在熱交換出口之流ST之間的溫度差 ΔT 少於 250°C (較佳的是少於 200°C)，且經常是限制在 10°C 至 150°C 的範圍(較佳的是限制在 10°C 至 120°C 的範圍)。

流體之間的溫度差異比高溫爐更來得溫和，其中通常高溫爐之燃燒氣體的溫度超過 1100°C ，因此正常比起加熱於高溫爐方法之流ST的溫度遠超過 500°C 。

根據本發明，焦炭與反應物衰退的危險性相當地有限，此外，反應物的該"溫和"加熱是在缺乏催化劑之下單獨留

五、發明說明(4)

在一個反應區域的流體上進行的，因此，可以避免在催化劑反應器交換器碰到的催化劑內產生熱點的危險性。

根據本發明，正常的熱流體TF是選自相當低的焦炭提升劑，因此可以馬上在高溫爐加熱。因此，可以將相當嚴重的加熱效應轉移至熱流體而不再是反應進料。

為流體ST和TF所定義之習知的焦炭靈敏指數CS的關係式是：

$$CS = i + 3 \times j$$

其中：

i是流體中單烯烴化合物的重量百分比；及

j是流體中多未飽和化合物的重量百分比，該多未飽和化合物含至少兩個烯烴類的鍵結。

例如含10重量%之單烯烴化合物與不含具有至少兩個烯烴類的鍵結的多未飽和化合物的流體其CS等於10。

為了執行本發明，經常使用非焦炭之熱流體，譬如該流體係選自由蒸汽、熔鹽及熔金屬所組成之群(其指數CS是0)或至少兩種該流體的混合物。

在本發明的方法中，熱流體TF係選自由氣態熱流體所組成之群，該流體可單獨以可以感覺到的熱進行熱傳導。

經常的熱流體是蒸汽，其所在的壓力與過熱的條件下該蒸汽不會產生冷凝的，甚至部分地冷凝。通常該蒸汽的溫度在出口處超過400°C以使得在熱交換器出口處它可以使用作為可感覺熱而非潛在熱之氣態流體向量，它的正常壓力約為0.1至15百萬帕(MPa)。

五、發明說明(5)

亦可能使用氫很多、經常氫很多且包含有限量的輕碳氫化合物的再循環氣體流的蒸汽，該輕碳氫化合物可能是經過例如以催化方法將未飽和化合物氫化所得的。本發明之範疇亦包含使用所有或一部份的進料本身當作第一反應區域之熱流體、未轉換、循環之上流，且可能伴隨再循環氣體。

已為熟習此項技藝者知道的，避免使用含相當多量的烯烴類、二烯烴類及較少量之芳香族化合物作為焦炭提升劑。

正常選用CS指數是100或較少的熱流體TF，經常使用CS指數是50或較少，較佳的是CS指數是10或較少。

經常的熱流體TF係選自由熔金屬及熔鹽所組成之群的無機液體流，在通常的實行中，溫度差異 ΔT 的範圍是限制於 10°C 至 150°C 的範圍(較佳的是限制在 10°C 至 120°C 的範圍)。

經常的熱流體TF是在絕對壓力約0.7百萬帕或更多的流，至少從熱交換出口處的該熱流體TF的一部份已經在渦輪內去壓力以產生動力，特別是電能。在特定的實施中，該渦輪驅動壓縮機而再循環富有氫的氣體，該氣體已經加入於碳氫化合物並在氫氣壓力下進行熱反應。

本發明的方法可以使用於碳氫化合物的去氫化，該碳氫化合物係選自由乙烷、丙烷、正丁烷、異丁烷、每分子含5至20個碳原子的石蠟、每分子含4至20個碳原子的單烯烴類化合物及乙基苯所組成之群。

特別的是，本方法用於長鏈石蠟之進料的去氫化，該石蠟基本上每分子含10至14個碳原子(包括限制)以產生苯烷

五、發明說明(6)

基化之進料，其中石蠟進料在去氫化之催化劑的存在下，在熱交換器中間再加熱並橫向於至少兩個反應區域以便得到石蠟轉換率約為15重量%至50重量%。在生產苯烷基化之進料的內涵之內，較佳的反應區域之數目的範圍是2至6，一般這些區域的溫度範圍是440至520°C，且一般在這些區域之氫對碳氫化合物的莫耳比例的範圍是1:1至15:1。

本發明之方法的進一步經常的用途是在氫氣中碳氫化合物的重組。

在本發明方法的特定實施例中，熱流體TF之流是由壓力約為1.5百萬帕至約13百萬帕的蒸汽所組成的，且至少有一部份的該熱流體TF在交換器出口處使用於冷凝以便將分餾管柱再沸騰。

在過量苯的存在下，當使用本發明之方法於使用苯而由石蠟之去氫化所生產之烯烴，在其烷基化的同時，提供用於從蒸餾管中將流出物從烷基化步驟分餾出來的步驟以便從含非轉換之石蠟與烷基苯之較不揮發的化合物中分離過量的苯，其中使用從該交換器之出口處的至少一部份的熱流體TF再沸騰該蒸餾管柱。

本發明亦關於進行如上所述之方法的單元，其中所使用的交換器是平板熱交換器，特別是具有不鏽鋼平板的平板熱交換器。

在特定實施例中，本發明之方法使用一種熱流體TF，該熱流體TF是壓力P1蒸汽的流，其中一部份是以蒸汽排出氣所供應的壓力P2(高於P1)蒸汽的流再壓縮熱交換器的下流

五、發明說明(7)

而再循環至少該交換器之上流的一部份。

圖1顯示出用於轉換碳氫化合物之單元以進行本發明之方法。

圖2顯示出用於轉換碳氫化合物之單元以進行本發明之第一變化方法。

圖3顯示出用於轉換碳氫化合物之單元以進行本發明之第二變化方法。

圖4顯示出用於製造烷基苯之化學裝置的一部份，根據本發明之方法，其包含一種長鏈石蠟去氫化的步驟。

現在參考圖1，循環於線(1)且含碳氫化合物之進料的預熱流橫向於反應器(3)之第一催化劑床，該催化劑床產生ST流，ST流該含經由線(72)傳送至熱交換器(4)之部分轉換進料。因為反應是吸熱的，所以從反應器(3)之出口處循環於線(72)之ST流的溫度是低於經由線(1)進入反應器(3)之流的溫度，將ST流在熱交換器(4)內以熱交換之方式(基本上以對流方式)間接地加熱以提高它的溫度至足夠的層級。將再加熱的ST流經由線(73)傳送至含催化劑床的反應器(5)以便從反應器(3)得到補充轉換的進料，經由線(74)恢復從反應器(5)的產物。經由線(8)傳送基本上含相當低焦炭或非焦炭化合物的流，然後在管狀高溫爐(9)中加熱，然後經由線(90)提供熱交換器(4)作為熱流體TF，且經由線(81)離開此交換器。選擇在交換器(4)入口處於線(90)之該流體TF與從交換器(4)之出口處的溫度相當低，譬如是在10°C至100°C，以致於能實質上地減少在交換器(4)形成焦

五、發明說明(8)

炭的危險。

現在應該參考圖2，圖2使用如圖1中所使用的相同參考數字。

在本發明的該變化中，循環於線(1)且含進料如碳氫化合物之進料並加入富有氫之再循環氣體的流在高溫爐(9)加熱後形成熱流體TF，經由線(90)將熱流體TF傳送至交換器(4)，從交換器(4)的出口處，然後經由線(92)提供第一反應器(3)，單元的其他部分與圖1所描述的一樣。

圖1與圖2僅顯示兩個催化階段；實際上可能以中度再加熱使用更多的反應器或催化區域，譬如3至10個催化區域，至少這些再加熱的步驟有一部份是根據本發明進行的。

催化床是固體催化劑類型的，催化床之催化劑的粒子大小及幾何形狀(徑向、直軸或其類似物)不會限制本發明，本發明的執行可以使用所有種類的催化劑床：固定床、移動床、流體床或沈積催化劑於固體之表面，譬如整體的反應器。

現在應該參考圖3，圖3使用如圖1中所使用的相同參考數字。

圖3之單元的一部份與圖1相同；在圖3中，熱流體TF是由流所構成的，譬如中度流壓力P1(如1至2.5百萬帕)；從交換器(4)的出口處，熱流體TF的一部份經由線(28)而淨化(使用於其他之加熱需求或產生機械或電子動力；沒有顯示這些方法)；經由線(27)傳送熱流體TF的另一部份，然後在流排出器(26)中再壓縮，該流排出器是經由線(25)

五、發明說明(9)

進入該排出器的高壓蒸汽所提供的，譬如壓力P2之範圍是10至13絕對百萬帕。

從排出器(26)的出口處，經由線(8)傳送蒸汽流且在高溫爐(9)中加熱以構成經由線(90)傳送至熱交換器(4)之熱流體TF。

現在應該參考圖4，圖4顯示石化裝置的一部份，該裝置是用於烷基苯的生產，特別是已被熟知的線型烷基苯LAB。

循環於線(1)之流是含有多量的碳氫化合物，基本上是石蠟，特別是含10至14碳原子的線型石蠟，且經由線(24)到達的富有氫之再循環氣體的流所補充，將該流在交換器(20)中預熱，在經由線(71)提供於第一催化去氫化反應器(3)之前，在經由線(70)到達之高溫爐(2)中加熱至比反應溫度還高的溫度如485°C。在反應器(3)之出口處，含部分轉換之進料的流經由線(72)傳送，然後根據本發明在熱交換器(4)中再加熱，該流然後經由線(73)提供第二催化去氫化反應器(5)，在反應器出口(5)，經由線(74)傳送所形成的反應流體，然後在經由線(75)傳送第三催化床去氫化反應器(7)之前，在熱交換器(6)中再加熱(亦根據本發明)。

從反應器(7)之出口處，經由線(76)傳送從催化去氫化部分的流出物，然後從該交換器的出口處經由線(77)傳送至氣體/液體之鼓狀分離器(21)，由鼓狀分離器(21)所產生的氣體經由線(100)離開該鼓狀分離器，然後分離成過量的富有氫之氣體，該氣體經由線(22)抽空且進入經由線(23)傳送的再循環氣體的流，然後以壓縮器(14)再壓縮以形成經

五、發明說明(10)

由線(24)傳送至線(1)的流而作為進料的到達，以形成如上述之進料-再循環氣體之混合物。

熱流體線路是經由線(8)(如在本發明之熱交換器40絕對巴)到達之蒸汽流而建構的，在輻射管狀高溫爐(9)將該蒸汽流加熱以建構可以分別經由線(80)及線(83)提供熱交換器(4)及(6)的熱流體TF。

在熱交換器(4)及(6)之下流，部分冷卻之熱流體TF(中度壓力的蒸汽)提供三個個別的網路：

將經由線(10)所提供且分別經由線(81)及線(54)傳送至第一網路的流體在渦輪(12)中去壓力以作為生產電能；

將經由線(11)傳送至第二網路的流體在渦輪(13)中去壓力以驅動再循環氣體壓縮器(14)；

將經由線(54)傳送至第三網路的流體提供且當做用於蒸餾管柱(50)之冷凝再沸騰器(53)的熱流體，該管柱(50)是經由線(78)從去氫化部分、鼓狀分離器(21)之液體流出物的流所提供的；從鼓狀分離器(21)之液體流出物連續地橫向於一個選擇性的氫化單元(用於二烯羧)(30)，然後經由線(79)之苯烷基化單元(40)，該單元經由線(56)提供苯，該苯是經由線(52)再循環所補充的。管柱(50)是用於從烷基化單元(40)之第一分餾管柱，且經由線(51)提供，該管柱(50)進行較不揮發產物之過量苯的分餾(經由線(52)再循環的流)，該產物特別含經線(84)抽空之未轉換的石蠟及烷基苯。該管柱(50)包含經由線(85)所提供的再沸騰器(53)，從再沸騰器之再加熱的流出物經由線(86)返至管柱

五、發明說明(11)

(50)。

當用於去氫化部分之中間再加熱的熱流體TF亦以整體方式使用於生產電能及/或機械能及/或熱能的這些交換器之複合下流時，該企劃在能量層級上執行良好。

例如(雖然此不會限制本發明)，催化床是含去氫化之催化劑以珠狀形式的徑向催化床，該去氫化催化劑例如是在礬土單體上之鉑/錫的類型。通常在催化床入口之溫度是在420°C至550°C之間，較佳的是450°C至500°C之間

通常氫對碳氫化合物的莫耳比例的範圍是1至15(較佳的範圍是2至10)，且通常從最後反應器之出口處的壓力的範圍是0.10絕對百萬帕至5絕對百萬帕(包括限制)，且較佳的壓力範圍是0.15絕對百萬帕至0.5百萬帕(包括限制)。

通常對於每一催化床的空間速度(HSV，每小時的空間速度)可以是介於 10h^{-1} 與 250h^{-1} 之間。

單元可視需要包含不僅如圖4之圖形所顯示的3個催化區域，亦可以例如是具有中間再加熱的4或5個或如有需要更多的催化區域。

取決於所使用的溫度，該單元可以達成非常高程度的轉換，譬如轉換的範圍是所使用之石蠟進料的15重量%至50重量%(特別是18重量%至25重量%)，而沒有焦炭的顯著危險及在催化劑內不會有熱點。

四、中文發明摘要(發明之名稱： 碳氫化合物之吸熱轉換方法，其用途及執行)
此方法之單元

本發明是關於轉換碳氫化合物之方法，該方法使用至少一種整體吸熱之化學反應，其中將一種碳氫化合物橫向地進料於至少兩個反應區域，每一個反應區域含至少一種固態催化劑，且在該反應區域之間(在非催化區域)包含一個中間步驟，在加入於該第二個反應區域之前作為再加熱從兩個反應區域之第一個區域的流(ST)，且其中之該再加熱是在熱交換器中進行的，基本上是使用焦炭靈敏指數CS少於ST流之熱流體TF藉由對流而熱傳導的，於交換器入口處之流體TF溫度與於交換器出口處之流ST溫度之溫度差異 ΔT 是低於 250°C 。本發明亦關於該方法用於轉換碳氫化合物之用途及執行該方法之單元。

英文發明摘要(發明之名稱： PROCESS FOR ENDOTHERMIC CONVERSION
OF HYDROCARBONS, ITS USES, AND A UNIT)
FOR CARRYING OUT THE PROCESS

The invention concerns a process for converting hydrocarbons using at least one globally endothermic chemical reaction, in which a hydrocarbon feed successively traverses at least two reaction zones each containing at least one solid catalyst and comprising between said reaction zones an intermediate step, in a non catalytic zone, for reheating the stream (ST) from the first of the two reaction zones prior to its introduction into said second reaction zone, and in which said reheating is carried out in a heat exchanger, with heat transfer essentially by convection using a thermal fluid TF with a coking sensitivity index CS that is less than that of the stream ST, the difference in temperature ΔT between the temperature of the fluid TF at the inlet to the exchanger and the temperature of the stream ST at the heat exchanger outlet being less than 250°C . The invention also concerns the use of said process for converting hydrocarbons and a unit for carrying out the process.

公告本

六、申請專利範圍

1. 一種轉換碳氫化合物之方法，該方法使用至少一種整體吸熱之化學反應，其中將一種碳氫化合物橫向地進料於至少兩個反應區域，每一個反應區域含至少一種固態催化劑，且在該反應區域之間(在非催化區域)包含一個中間步驟，在加入於該第二個反應區域之前作為再加熱從兩個反應區域之第一個區域的流(ST)，且其中之該再加熱是在熱交換器中進行的，基本上是使用焦炭靈敏指數CS少於ST流之熱流體TF藉由對流而熱傳導的，於交換器入口處之流體TF溫度與於交換器出口處之流ST溫度之溫度差異 ΔT 是低於 250°C 。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中之熱流體TF係選自氣體熱流體所形成之群的流體，以便讓可感覺的熱能單獨地進行熱傳導。
3. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中之熱流體TF基本上是含壓力為0.1至15百萬帕及溫度超過 400°C 之蒸汽的氣體流體。
4. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中之熱流體TF係選自由富有氫之氣體流、再循環氣體流及含從第一反應區域之循環上流進料的氣體流所形成之群。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中之熱流體TF係選自熔融金屬及熔融鹽所形成之群的無機液體流。
6. 如申請專利範圍第2項之方法，其中 ΔT 的範圍是 10°C 至 150°C (包括極限值)。
7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中 ΔT 的範圍是 10°C 至

六、申請專利範圍

120°C (包括極限值)。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中之熱流體TF是壓力為0.7絕對百萬帕或更多的蒸汽流，從熱交換器之出口處的至少一部份該流TF是在渦輪中去壓力以產生動力。
9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該動力是電力。
10. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該渦輪驅動用於再循環富有氫之氣體的壓縮器，該氣體已經加入於碳氫化合物中以便於氫氣壓力下進行化學反應。
11. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中用於脫氫化之碳氫化合物係選自由乙烷、丙烷、正丁烷、異丁烷、每分子含5至20個碳原子之石蠟、每分子含4至20個碳原子的單烯烴類化合物、乙苯及至少兩種此碳氫化合物的混合物所組成之群。
12. 如申請專利範圍第11項之用於長鏈石蠟之進料的去氫化方法，該石蠟基本上每分子含10至14個碳原子(包括極限)以產生苯烷基化之進料，其中石蠟進料在去氫化之催化劑的存在下，在熱交換器中之中度再加熱並橫向於至少兩個反應區域以便得到石蠟轉換率為15重量%至50重量%。
13. 如申請專利範圍第12項之用於去氫化方法，其中反應區域之數目的範圍是2至6，這些區域的溫度範圍是440至520°C，且一般在這些區域之氫對碳氫化合物的莫耳比例的範圍是1:1至15:1。
14. 如申請專利範圍第12或13項之方法，其中熱流體TF之

六、申請專利範圍

流是由壓力為1.5百萬帕至13百萬帕的蒸汽所組成的，且至少有一部份的該熱流體TF在交換器出口處使用於冷凝以便將分餾管柱再沸騰。

15. 如申請專利範圍第1或2項之方法，該方法是在氫氣下碳氫化合物的再重組。
16. 如申請專利範圍第12項之方法，該方法包含在過量苯的存在下，使用苯以烷化由石蠟之去氫化所生產之烯烴的步驟，且在蒸餾管柱中分餾從烷基化步驟流出物的步驟，以便從含非轉化之石蠟與烷基苯之較不揮發的化合物中分離過量的苯，其中使用從該交換器之出口處的至少一部份的熱流體TF再沸騰該蒸餾管柱。
17. 一種執行申請專利範圍第1或2項之方法的單元，其中所使用的交換器是平板熱交換器。
18. 如申請專利範圍第17項之單元，其中所使用的交換器是具有不鏽鋼平板的平板熱交換器。
19. 如申請專利範圍第17項之單元，其中之熱流體TF是壓力P1蒸汽的流，其中一部份以蒸汽抽氣機以供應的壓力P2(高於P1)蒸汽的流再壓縮熱交換器的下流以再循環至少該交換器之上流的一部份。

公告本

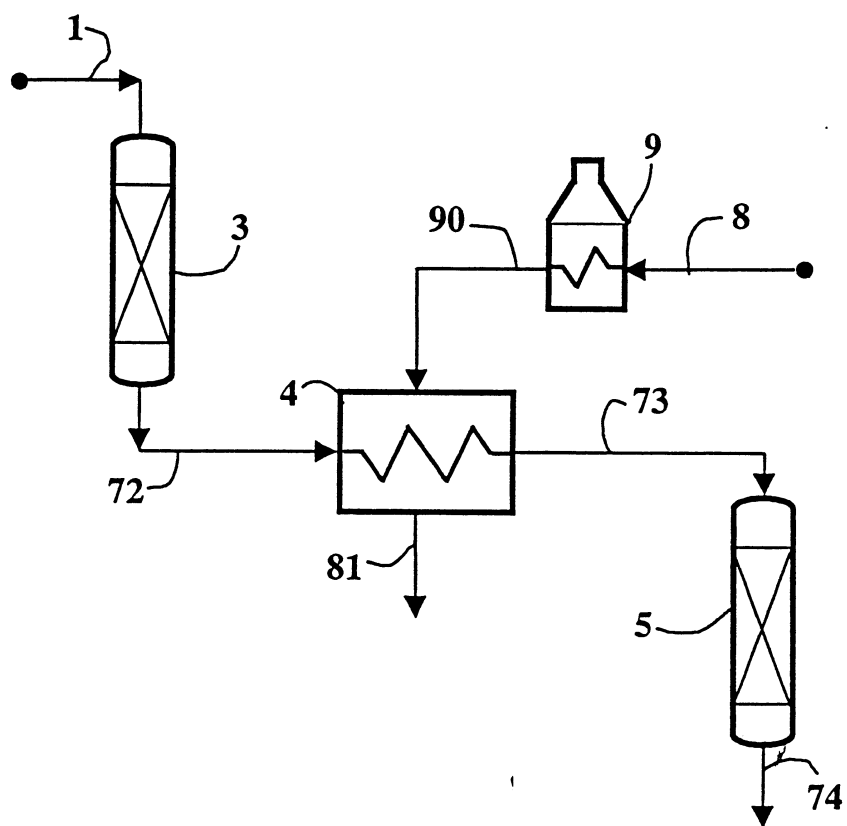


圖 1

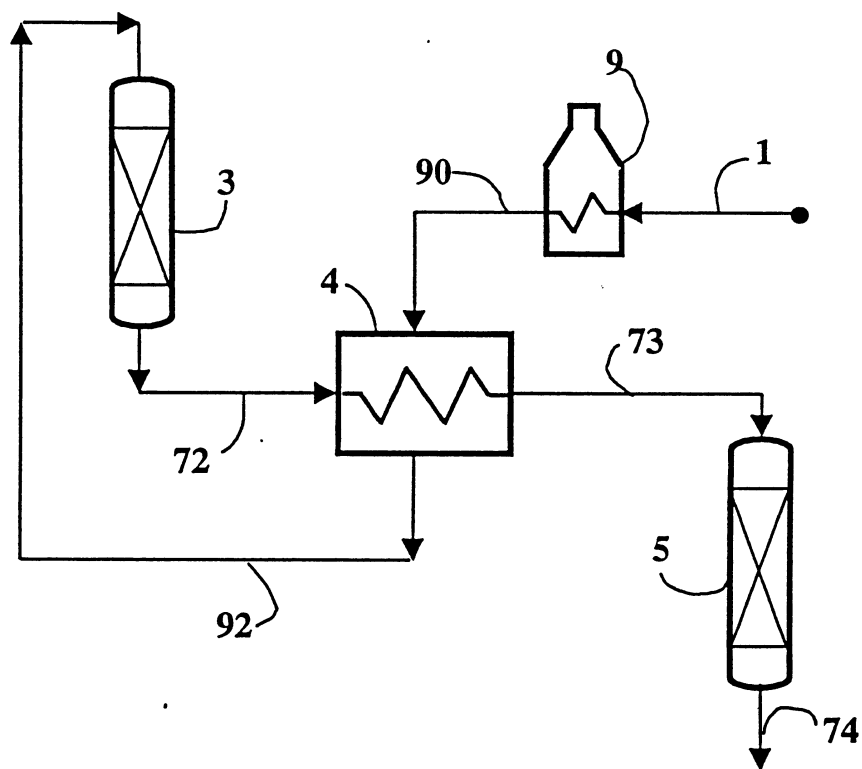


圖 2

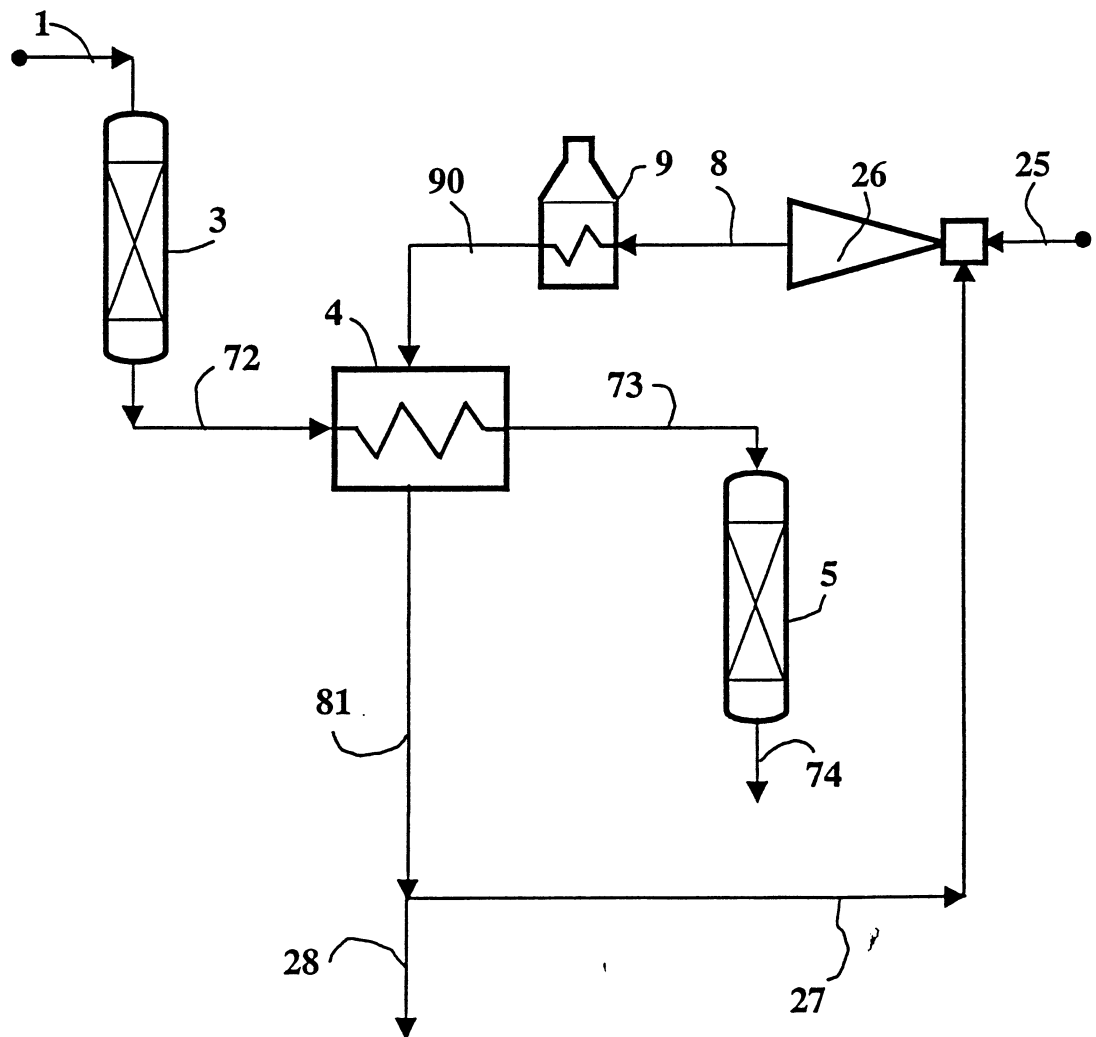


圖 3

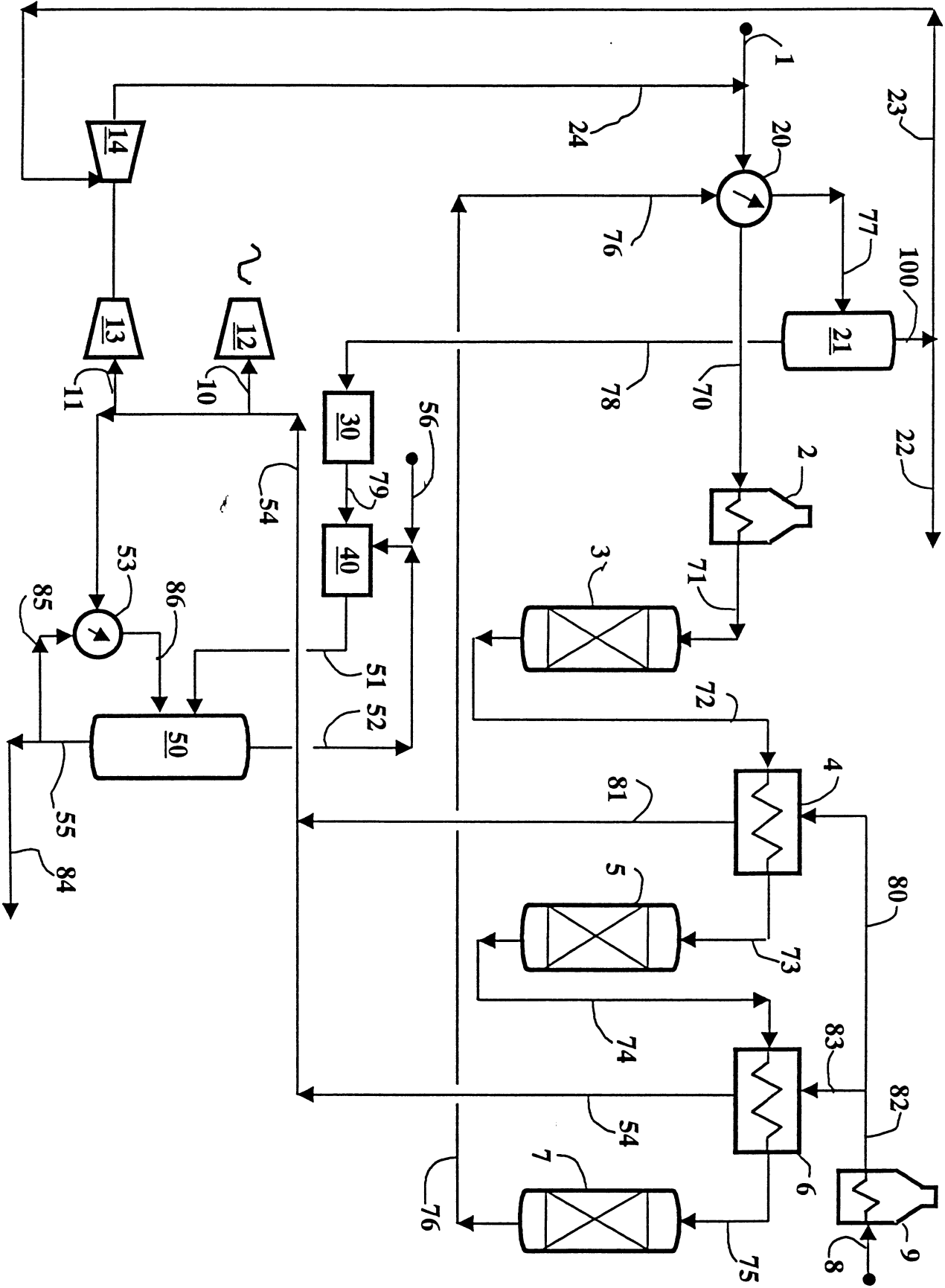


圖 4