



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I568713 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：102101670

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 16 日

(51)Int. Cl. : C07C273/04 (2006.01)

C07C273/10 (2006.01)

C07C273/16 (2006.01)

(30)優先權：2012/01/17

歐洲專利局

12151354.3

(71)申請人：通用電器技術有限公司 (瑞士) GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH

(CH)

瑞士

(72)發明人：艾恩巴哈 法蘭克 克勞斯 ENNENBACH, FRANK KLAUS (DE) ; 克斯 烏里奇

KOSS, ULRICH (DE)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 1993317A

審查人員：官速貞

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：3 共 29 頁

(54)名稱

藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之方法及用於彼等之系統

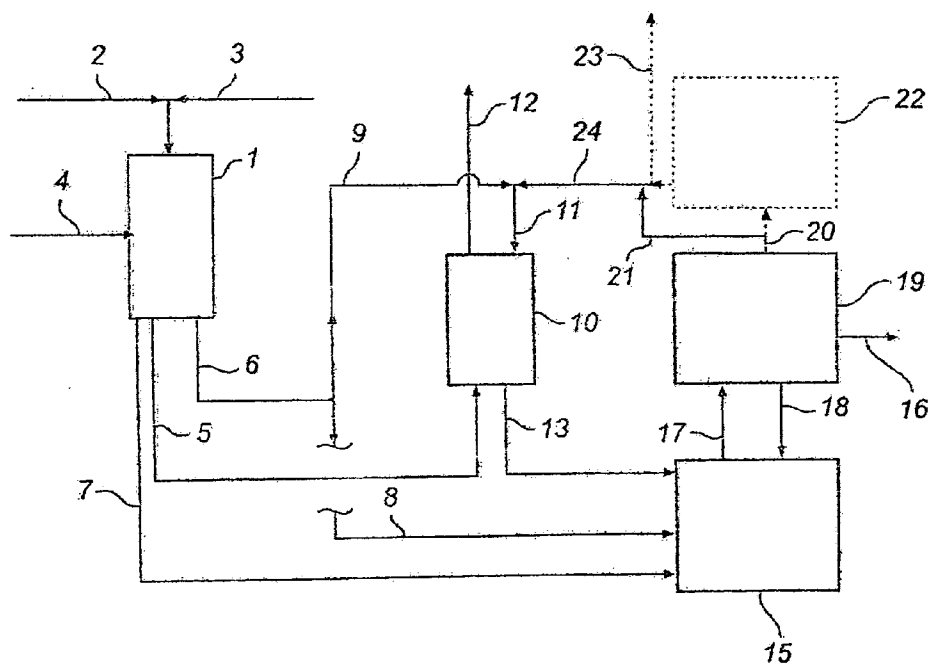
A METHOD OF FORMING UREA BY INTEGRATION OF AN AMMONIA PRODUCTION PROCESS
IN A UREA PRODUCTION PROCESS AND A SYSTEM THEREFOR

(57)摘要

本發明揭示藉由與尿素製程整合之氨製程以形成尿素之方法，以及用於該方法之系統；以及藉由與尿素製程整合之一部分氨製程以形成尿素之替代方法，以及用於該替代方法之系統。

A method of forming urea by integration of an ammonia production process with that of a urea production process, as well as a system for said method is disclosed, as well as an alternative method of forming urea by integration of a part of an ammonia production process with that of a urea production process, as well as a system for said alternative method.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 1 . . . 氨產生設備
- 2 . . . 原料
- 3 . . . 蒸汽
- 4 . . . 燃料
- 5 . . . 煙道氣流
- 6 . . . 第一氨流
- 7 . . . 二氧化碳流
- 8 . . . 第三氨流
- 9 . . . 第二氨流
- 10 . . . 冷卻氨製程
吸收器
- 11 . . . 混合流
- 12 . . . 清潔氣體流
- 13 . . . 富溶劑流
- 15 . . . 尿素合成區
段
- 16 . . . 尿素流
- 17 . . . 流
- 18 . . . 流
- 19 . . . 汽提區段
- 20 . . . 流
- 21 . . . 流
- 22 . . . 廢水處理單
元
- 23 . . . 水流
- 24 . . . 貧溶劑流

發明摘要

公 告 本

※ 申請案號：102101670

※ 申請日：102.1.16

※IPC 分類：C07C273/04 (2006.01)

C07C273/10 (2006.01)

C07C273/16 (2006.01)

【發明名稱】

藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之方法及用於彼等之系統

A METHOD OF FORMING UREA BY INTEGRATION OF AN AMMONIA PRODUCTION PROCESS IN A UREA PRODUCTION PROCESS AND A SYSTEM THEREFOR

【中文】

本發明揭示藉由與尿素製程整合之氨製程以形成尿素之方法，以及用於該方法之系統；以及藉由與尿素製程整合之一部分氨製程以形成尿素之替代方法，以及用於該替代方法之系統。

【英文】

A method of forming urea by integration of an ammonia production process with that of a urea production process, as well as a system for said method is disclosed, as well as an alternative method of forming urea by integration of a part of an ammonia production process with that of a urea production process, as well as a system for said alternative method.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|----------|
| 1 | 氨產生設備 |
| 2 | 原料 |
| 3 | 蒸汽 |
| 4 | 燃料 |
| 5 | 煙道氣流 |
| 6 | 第一氨流 |
| 7 | 二氧化碳流 |
| 8 | 第三氨流 |
| 9 | 第二氨流 |
| 10 | 冷卻氨製程吸收器 |
| 11 | 混合流 |
| 12 | 清潔氣體流 |
| 13 | 富溶劑流 |
| 15 | 尿素合成區段 |
| 16 | 尿素流 |
| 17 | 流 |
| 18 | 流 |
| 19 | 汽提區段 |
| 20 | 流 |
| 21 | 流 |
| 22 | 廢水處理單元 |
| 23 | 水流 |
| 24 | 貧溶劑流 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之方法及用於彼等之系統

A METHOD OF FORMING UREA BY INTEGRATION OF AN AMMONIA PRODUCTION PROCESS IN A UREA PRODUCTION PROCESS AND A SYSTEM THEREFOR

【技術領域】

本發明係關於藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之方法，且係關於用於該方法之系統。本發明亦係關於藉由整合於尿素製程中之一部分氨製程以形成尿素之方法，且係關於用於該方法之系統。

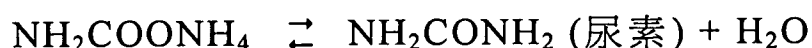
【先前技術】

在若干種燃燒製程及在眾所周知之氨製程中，形成尤其含有二氧化碳之煙道氣。通常在一或多個吸收器系統中使用溶劑吸收劑自煙道氣分離或捕獲此二氧化碳組份。通常，然後在一或多個再生塔中使廢二氧化碳溶劑吸收劑再生。在此類二氧化碳捕獲系統中，需要減少系統能量消耗及資本支出(「capex」)需求。對於該等基於溶劑之二氧化碳捕獲系統而言，大部分能量消耗及capex歸因於需要在再生塔中使溶劑吸收劑再生(即，二氧化碳去吸附)。再生塔由於來自再沸器或其他來源之用於二氧化碳去吸附之高熱量需求而具有高能量消耗要求。通常用於基於溶劑之二氧化碳捕獲系統中之溶劑包括胺及氨。例如，在氨製程中，通常使用稱為冷卻氨製程(CAP)之基於溶劑之二氧化碳捕獲系統。在CAP中，使用氨作為溶劑。包括基於溶劑之二氧化

碳捕獲系統之其他製程使用不同種類之胺或其混合物。

WO 2006/022885揭示燃燒氣體之超淨，包括在具有一或多個二氧化碳吸收階段之吸收子系統及後續再生子系統中移除二氧化碳。

尿素製程眾所周知且廣泛揭示於文獻中。尿素製程有多種不同變化形式，但共同特徵係在產生尿素之尿素合成塔或反應器中在升壓下使用氨及二氧化碳作為反應物。據此，發生以下兩個平衡反應：



在尿素合成反應之後，將尿素、胺基甲酸鹽、水及過量氨輸送至蒸餾反應器，使尤其與氨、二氧化碳及水平衡之胺基甲酸鹽溶液或漿液自該蒸餾反應器再循環回至尿素合成反應器以供進一步反應。

WO 2008/135150揭示純化來自焚化爐之煙道氣且然後產生尿素之方法。在此方法中，將氨及含有二氧化碳之煙道氣添加至吸收二氧化碳之洗滌器件中。自洗滌單元排出含有 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 及 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之溶液並將其輸送至汽提塔，在其中分離 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 並使 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 耗能分解為二氧化碳及氨。然後將此二氧化碳及氨用於尿素製程中。

GB 1 359 715揭示產生氨及尿素之整合製程，其包括包含自濃縮氨溶液吸收二氧化碳以得到欲進給至尿素反應器之濃縮胺基甲酸銨溶液之製程步驟，其中二氧化碳來源係含有二氧化碳及氫之粗製合成氣體。

業內已研發降低基於溶劑之二氧化碳捕獲系統之能量消耗及 capex 之方法，但仍需要進一步降低成本。

【發明內容】

本發明之目標係提供能量消耗要求及資本成本需求降低之基於溶劑之二氧化碳捕獲系統及方法。此目標係藉助藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之系統及方法來達成。由於此整合，故自合成

氣體(「合成氣(syngas)」)獲得之氨及二氧化碳係在氨產生設備中與氨製程有關之蒸汽重組或氣化期間形成。因此，形成第一氨流、二氧化碳流及含有二氧化碳之煙道氣流。將第一氨流分成輸送至吸收器之第二氨流以及輸送至尿素合成區段之第三氨流，該尿素合成區段可為尿素產生設備中尿素合成反應器之一部分。亦將二氧化碳流輸送至尿素合成區段，且將煙道氣流輸送至吸收器以將二氧化碳吸收至包含第二氨流及含有氨及相對較低含量之二氧化碳之貧溶劑流之混合流中。在由混合流吸收二氧化碳之後，自吸收器排出含有氨及相對較高含量之二氧化碳之富溶劑流並將其輸送至尿素合成區段。在尿素合成區段中，使二氧化碳與氨反應以產生尿素。此尿素產生產生含有氨及相對較低濃度之二氧化碳之相對貧溶劑流以供自尿素產生設備再循環至吸收器。

此方法之優點係不需要使二氧化碳去吸附，此乃因溶劑流中之二氧化碳與氨結合，即，尿素製程所需之兩種反應物相結合。因此，藉由在尿素製程中使用結合二氧化碳之氨而不是藉由在去吸附之後使用結合二氧化碳之氨可顯著降低系統之能量要求及資本費用。

根據一個實施例，煙道氣係自氨產生設備中之燃燒獲得。

根據該方法之一個實施例，氨產生設備中之燃燒係在蒸汽重組器中實施。

根據一個實施例，在輸送至吸收器之前將煙道氣流冷卻至0-25°C之溫度，較佳冷卻至10-20°C之溫度。

根據一個實施例，吸收器係CAP (冷卻氨製程)吸收器。

根據一個實施例，自吸收器排出清潔氣體流。

根據一個實施例，氨於混合流中及於富溶劑流中之濃度為2-12莫耳/公升溶液，較佳為6-10莫耳/公升溶液，其中二氧化碳於貧溶劑流中之濃度為0.2-4.0莫耳/公升溶液，較佳為1.5-4莫耳/公升溶液，且其

中二氧化碳於富溶劑流中之濃度為1.0-10.0莫耳/公升溶液，較佳為3-6.0莫耳/公升溶液。

根據一個實施例，貧溶劑流及富溶劑流中氨濃度對二氧化碳濃度之比率為1:1至3:1，較佳為3:2至5:2。

本發明之目標同樣可藉助形成尿素之替代方法(即，藉由整合一部分氨製程與尿素製程)來達成。因此，對於氨製程，將來自燃燒之含有二氧化碳及氮之煙道氣輸送至低壓吸收器且將來自重組蒸汽之氫/二氧化碳氣體混合物輸送至高壓吸收器。高壓吸收器含有半富含經吸收二氧化碳之溶劑流。在與氫/二氧化碳氣體混合物接觸之後，自高壓吸收器排出具有氨及富或高含量之二氧化碳之溶劑流並將其輸送至尿素產生設備。在尿素產生設備處，使所輸送二氧化碳與氨反應以產生尿素。將在含有氨、二氧化碳及水之溶液或漿液中含有胺基甲酸鹽之再循環流自尿素製程輸送至低壓吸收器。同樣，將剩餘氨之流自氨產生單元輸送至尿素產生設備之低壓吸收器。在下文中詳細闡述此替代方法。

根據上述替代方法之一個實施例，將在氨製程之蒸汽重組反應期間形成之含有氫及一氧化碳之合成氣流輸送至一氧化碳變換單元，在其中使一氧化碳轉化成二氧化碳以形成氫/二氧化碳流。

根據一個實施例，自尿素製程低壓吸收器排出含氮流，且自尿素製程高壓吸收器排出氫流。將含氮流及氫流二者輸送至氨產生單元並使其反應以產生氨。

根據一個實施例，將視情況來源於氨產生單元之氨流添加至用以生成含有氨及相對較低含量之二氧化碳之貧溶劑流之再循環流。

根據一個實施例，將自相對富溶劑流分流之支流輸送至低壓吸收器。

根據一個實施例，將相對貧溶劑流之部分流添加至高壓吸收器

或添加至半富溶劑流。

根據一個實施例，將半富溶劑流之部分流輸送至尿素產生設備。

根據一個實施例，低壓吸收器中之壓力為0.08-0.15 MPa，較佳為0.095-0.11 MPa，且高壓吸收器中之壓力為0.3-4.0 MPa，較佳為0.095-0.11 MPa。

根據一個實施例，氨於相對貧溶劑流中、於半富溶劑流中及於相對富溶劑流中之濃度為2-12莫耳/公升溶液、較佳6-9莫耳/公升溶液。

根據一個實施例，二氧化碳於相對貧溶劑流中之濃度為0.2-4.0莫耳/公升溶液，較佳為1.5-4.0莫耳/公升溶液，二氧化碳於半富溶劑流中之濃度為1.0-5.5莫耳/公升溶液，較佳為2.5-4.5莫耳/公升溶液，且二氧化碳於相對富溶劑流中之濃度為1.0-10.0莫耳/公升溶液，較佳為3.0-6.0莫耳/公升溶液。

根據一個實施例，貧溶劑流、半富溶劑流及富溶劑流中之氨濃度與二氧化碳濃度之間之比率分別為1:3，較佳為1.5:2.5。

本發明之另一目標係提供實施整合方法及替代性整合方法之系統。

此另一目標係藉由用於藉由整合氨製程與尿素製程以形成尿素之整合方法之系統來達成，其中該系統包含氨產生設備、吸收器及尿素產生設備中之尿素合成區段。該系統包括用於來自氨產生設備之第一氨流之導管，其分離為與吸收器流體連接或與用於貧溶劑流之導管流體連接且由此形成混合流之用於第二氨流之導管，並分離為與尿素合成區段流體連接之用於第三氨流之導管。同樣，用於含有二氧化碳之煙道氣流之導管係在氨產生設備或另一煙道氣來源與吸收器之間流體連接。用於二氧化碳流之導管係在氨產生設備與尿素合成區段之間

流體連接。用於富溶劑流之導管係在吸收器與尿素合成區段之間流體連接，且用於貧溶劑流之導管係佈置於尿素產生設備與吸收器之間。

根據一個實施例，此系統包含與吸收器流體連接之用於清潔氣體流之導管。

此另一目標係藉助藉由整合一部分氨製程與尿素製程以形成尿素之替代性整合方法與系統來達成。此一系統包含氨產生設備之蒸汽重組器或氯化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備，其中用於煙道氣流之導管係在蒸汽重組器或氯化反應器與低壓吸收器之間流體連接。用於氫/二氧化碳流之導管係佈置於蒸汽重組器、氯化反應器或另一煙道氣來源與高壓吸收器之間。用於半富溶劑流之導管係在低壓吸收器與高壓吸收器之間流體連接。用於富溶劑流之導管係在高壓吸收器與尿素產生設備之間流體連接，且用於貧溶劑流之導管係在尿素產生設備與低壓吸收器之間流體連接。

根據替代性整合方法之一個實施例，系統包含氨產生單元、在高壓吸收器與氨產生單元之間流體連接之用於氫流之導管及在低壓吸收器與氨產生單元之間流體連接之用於含氮流之導管。該系統亦包含在氨產生單元與尿素產生設備之間流體連接之用於剩餘氨之流之導管。

根據一個實施例，該系統包含用於將一氧化碳轉化成二氧化碳之一氧化碳變換單元，其中用於含有氫及一氧化碳之合成氣流之導管係在蒸汽重組器或氯化反應器與一氧化碳變換單元之間流體連接。同樣，用於氫/二氧化碳流之導管係在一氧化碳變換單元與高壓吸收器之間流體連接。

根據一個實施例，該系統包含在用於半富溶劑流之導管與用於富溶劑流之導管之間流體連接之用於半富溶劑流之部分流之導管。

根據一個實施例，該系統包含在尿素產生設備與用於貧溶劑流

之導管之間流體連接之用於在亦含有氨、二氧化碳及水之溶液或漿液中含有胺基甲酸鹽之再循環流之導管。同樣，用於氨流之導管係與用於再循環流之導管流體連接。

根據一個實施例，該系統包含在用於貧溶劑流之導管與用於半富溶劑流之導管或高壓吸收器之間流體連接之用於貧溶劑流之部分流之導管。

【圖式簡單說明】

現在參考例示性實施例之圖式，且其中相同元件編號相同：

圖1係藉由整合氨製程與尿素製程以形成尿素之方法所使用系統之示意圖。

圖2係用於藉由整合一部分氨製程與尿素製程以形成尿素之替代性整合方法之系統之示意圖。

圖3係基於圖2中所示系統之系統之示意圖，但亦包含定位於高壓吸收器與尿素產生設備之間之再生器。

【實施方式】

用作本發明整合方法之尿素製程之反應物之二氧化碳可來源於任何燃燒設備或裝置，例如，習用重組器。在一個實施例中，二氧化碳來源於氨製程之蒸汽重組器燃燒裝置部分。

合成氣(亦稱為合成之氣體或合成氣體)係在氫與水在反應器裝置(例如，蒸汽重組器)中反應時產生。合成氣係含有不同量之一氧化碳及氫之氣體混合物。用以產生合成氣之蒸汽重組器係管狀反應器，其自外部燃燒以為重組反應提供足夠反應能量。出於此目的，使燃料在蒸汽重組器管之外部上之火箱中經受燃燒。在蒸汽重組器之管之內部，在觸媒存在下發生蒸汽重組反應以產生合成氣。使用水對合成氣中之一氧化碳進行一氧化碳變換反應以產生二氧化碳。在該產生之後，然後使二氧化碳與氫分離。然後使所分離氫與空氣中之氮反應以

產生氫。除使用氫作為產生氫之反應物及使用自一氧化碳變換反應所產生之二氧化碳以外，亦自用於蒸汽重組器之燃料之燃燒形成有用之煙道氣。該等煙道氣含有氮、二氧化碳及其他污染物，例如， NO_x 。通常，可在於大氣壓及低溫下操作之CAP (冷卻氫製程)吸收器中吸收存於氫製程中之煙道氣中之二氧化碳。在進入CAP吸收器之前，冷卻煙道氣以促進存於吸收器中之貧二氧化碳含氫溶液對二氧化碳之吸收。在二氧化碳吸收步驟之後，之前的貧二氧化碳含氫溶液成為富二氧化碳溶液，其需要於後續再生步驟中再生。此製程更詳細地揭示於WO 2006/022885中。

產生合成氣之另一方法係在氣化反應器中利用氧來氣化碳或烴。此處，反應能量係在氣化反應器本身內提供。可如上所述來處理如此產生之合成氣以分離氫與二氧化碳。然而，依照本發明製程，需要另一煙道氣來源以產生其他二氧化碳。在該等情形下，此處可以類似方式應用與應用於蒸汽重組器者相同之整合方案。

因此，用於本發明方法中之合成氣形成於蒸汽重組反應或氣化反應中。在蒸汽重組反應中，煙道氣係藉由蒸汽重組期間之燃燒來產生。在氣化反應中，煙道氣可來源於任何來源。本文所使用表述「氫製程」及「氫產生設備」意欲涵蓋該兩種反應。

現將參照圖1來更詳細地揭示整合方法及系統，圖1圖解說明在蒸汽重組期間形成合成氣及煙道氣二者時之實施例。根據圖1，向包含用於燃燒之蒸汽重組器1a (未顯示)之氫產生設備1提供原料2 (例如，天然氣、油或烴)及蒸汽3。利用燃料4 (例如，天然氣)燃燒蒸汽重組器1a。在蒸汽重組器1a中之烴與蒸汽之間之反應期間，產生合成氣。自蒸汽重組器1a之燃燒亦產生煙道氣。視情況經由一或多個習用純化步驟將含有二氧化碳及其他污染物之煙道氣流5輸送至CAP吸收器10，在其中吸收二氧化碳。另外，將含有來自合成氣中之氫與空氣

中之氮之間在氨產生設備1中之反應之氨之第一氨流6分成第二氨流9及第三氨流8。在到達CAP吸收器10之前將氨流9添加至貧溶劑流24。將來自尿素製程之於亦含有水、氨及低含量之二氧化碳之溶液或漿液中之再循環胺基甲酸鹽之貧溶劑流24以混合流11添加至CAP吸收器10。混合流11係第二氨流9與貧溶劑流24之混合物。在CAP吸收器10中，使煙道氣流5中之二氧化碳吸收於混合流11之溶液中以產生清潔氣體流12。具有低二氧化碳含量之經處理煙道氣之清潔氣體流12係自CAP吸收器10排出。含有氨、水及高含量之二氧化碳之富溶劑流13係自CAP吸收器10排出，並在適於任何尿素合成反應之高壓下將其輸送至尿素產生設備15a (未顯示)中之尿素合成區段15。在尿素合成區段15中，使二氧化碳與氨反應以產生尿素。然後，將所產生尿素、胺基甲酸鹽、過量氨與水之混合物於流17中輸送至汽提區段19，在若干個步驟中將尿素自該汽提區段於尿素流16中分離。將氨及二氧化碳自汽提區段19於呈含有氨、二氧化碳及水之胺基甲酸鹽溶液形式之流20中排出。然後，將流20或一部分流20原樣於流21中及原樣於貧溶劑流24中輸送至吸收器10。使汽提區段19中之剩餘部分作為流18再循環回至尿素合成區段15或尿素產生中之任何其他適宜位置。視情況，使流20於廢水處理單元22中經受廢水處理，其中自流20分離水以產生水流23。將所有或一部分流20以貧溶劑流24之形式輸送至吸收器10以供用於氨製程中，而非如在習用尿素製程中將流20再循環回至尿素合成區段15。將來源於第一氨流6之第三氨流8直接輸送至尿素產生設備15a中之尿素合成區段15。

另外，將含有來源於氨產生設備中產生之合成氣且自其分離之二氧化碳之二氧化碳流7直接輸送至尿素合成區段15。合成氣之產生可經設計以供獲得足量二氧化碳用於產生尿素，此會產生一些過量之氨。另一二氧化碳來源可係任何煙道氣。若二氧化碳取自煙道氣，則

可減少(根據期望之產氨量調整)合成氣產生，或另一選擇為，則可將任何過量氨用於尿素製程中以增加尿素產生。此係藉由進給來自如前所述之煙道氣來源之其他二氧化碳來達成。另外，再循環胺基甲酸鹽之貧溶劑流24可取自尿素產生設備15a中之任一適宜位置。應注意，本文所闡述之各種流中之每一者皆係在適於該目的之流體連接之導管中輸送。

如上文所揭示，第一氨流6及二氧化碳流7可替代性地自氣化反應器(圖1中未顯示)中產生之合成氣獲得。同樣，含有二氧化碳之煙道氣流5可自任何其他來源(圖1中未顯示，例如，鍋爐，例如動力鍋爐或任何向尿素產生設備供熱之鍋爐)來提供。

不能將任何不使用含氨溶劑之其他二氧化碳捕獲技術整合至本文所闡述尿素製程中，此乃因二氧化碳吸收劑溶劑會將外源化學品引入尿素製程，其會干擾尿素產生或甚至使得不可能產生尿素。另外，煙道氣流5在輸送至CAP吸收器10之前可經受圖1中未顯示之任何習用清潔或分離製程。用於尿素製程之二氧化碳來源亦可來源於(例如)任何化石燃料鍋爐或尿素產生設備15a或別處中之過程加熱器。

因此，在本發明整合方法中消除了對如用於習用二氧化碳捕獲製程中之二氧化碳去吸附/溶劑再生製程之需要，藉此降低能量及設備成本。

本文所使用表述「貧溶劑」及「富溶劑」意指氨於貧溶劑流24中及於富溶劑流13中之濃度為2-12莫耳/公升溶液，較佳為6-10莫耳/公升溶液，二氧化碳於貧溶劑流24中之濃度為0.2-4.0莫耳/公升溶液，較佳為1.5-4莫耳/公升溶液，且二氧化碳於富溶劑流13中之濃度為1.0-10.0莫耳/公升溶液，較佳為3.0-6.0莫耳/公升溶液。富溶劑流13中氨濃度對二氧化碳濃度之比率為1:1至3:1，較佳為3:2至5:2，以滿足尿素反應之化學計量。若經由第二氨流9添加其他氨，則會改變上

文所提及之混合流11及富溶劑流13中之氨濃度。

在圖解說明於圖2中之替代性整合方法及系統之實施例中，產生於氨製程中之二氧化碳本身不與尿素製程整合。而是使用來自吸收來源於氨製程期間於蒸汽重組器14或氯化反應器中產生之合成氣之氫與二氧化碳(經由一氧化碳變換反應形成)之氣體混合物之富溶劑流進行整合。

更準確地，氫通常係於合成氣產生期間藉由蒸汽重組或氯化來產生。通常，應用物理吸收或吸附製程來分離氫與二氧化碳之氣體混合物中之二氧化碳與氫。此係在升壓下進行，該升壓通常遠高於在高壓吸收器中自煙道氣吸收二氧化碳期間所使用之壓力。在分離二氧化碳之後，使氫與空氣中之氮反應以形成氨。

在本發明替代性整合方法中，使煙道氣流及來源於合成氣流之氫與二氧化碳之氣體混合物流二者經受二氧化碳吸收。若應用冷卻氨製程(CAP)自二氧化碳與氫之氣體混合物流吸收二氧化碳，則亦可使用來自尿素製程之含有胺基甲酸鹽且若需要富含其他氨之貧溶劑流。則需要用於煙道氣之低壓吸收器及用於二氧化碳與氫之氣體混合物之高壓吸收器。可同時或依序使用該貧溶劑與低壓吸收器來吸收煙道氣，且在高壓吸收器中使用半富溶劑來吸收二氧化碳。將半富溶劑及在高壓吸收之後形成之富溶劑二者進給回至尿素產生設備15a，較佳直接進給回至其中之尿素合成區段15。

此替代性整合方法之優點係如下。第一，獲得使用相同種類之溶劑及相同種類之原理(濕法吸收)之兩個吸收製程(分別自煙道氣及自合成氣吸收二氧化碳)之組合。第二，消除了任何對使二氧化碳自富溶劑去吸附之需要，此乃因此富溶劑用於尿素反應。富溶劑已經含有氨及二氧化碳作為尿素製程之反應物，從而顯著降低了相關之能量及設備成本。第三，不添加如用於一些碳捕獲製程中之「外源」化學

品，例如胺。

另外，在吸收之後貧二氧化碳且富氮之煙道氣流可能可用作氨合成之原料以代替氨合成所使用之至少一部分空氣。此會增加氨產生，此乃因則可將較少含氧空氣進給至合成。任何滑動至來自吸收器之氫流或富氮流中之較少量氮皆不應毒害氨合成反應。作為一種選擇，可將來自富溶液流之支流輸送至低壓吸收器以最小化滑動至富氮流中之氮。

用於藉由整合一部分氨製程與尿素製程以形成尿素之替代整合方法及系統之此實施例示意性圖解說明於圖2中且將在下文中參考圖2加以詳盡揭示。儘管圖2中圖解說明蒸汽重組器單元14，但與圖1中圖解說明之系統類似，其可為替代之形成合成氣之氣化反應器。在該情形下，用於替代整合方法中之煙道氣係自任何其他來源(圖2中未顯示)來提供，例如鍋爐，例如動力鍋爐或任何向尿素產生設備供熱之鍋爐。參考圖2，向蒸汽重組器14提供原料2 (例如，天然氣、油或烴)及蒸汽3。蒸汽重組器14係用燃料4 (例如，天然氣)來燃燒。在蒸汽重組器14中之碳水化合物與蒸汽之間之反應期間，產生含有氫及一氧化碳之合成氣。將合成氣流26輸送至一氧化碳變換單元27，在其中一氧化碳變換為二氧化碳。將如此獲得之氫/二氧化碳流28直接輸送至壓力為0.3-4 MPa、較佳1-2.5 MPa之高壓吸收器33。另外，將含有氮、二氧化碳及其他污染物之煙道氣自蒸汽重組器14排出，並將其作為煙道氣流25輸送至壓力為0.08-0.15 MPa、較佳0.095-0.11 MPa之低壓吸收器29。

在高壓吸收器33中，吸收二氧化碳，且然後將其自該高壓吸收器於含有高濃度二氧化碳、水及氮之富溶劑流37中排出。然後，在高壓下將此富溶劑流37作為反應物輸送至尿素產生設備38中之尿素合成反應器38a(未顯示)。自高壓吸收器33排出氫流34以供在氨產生單元

41中用作反應物。視情況，將富溶劑流37之支流36輸送至低壓吸收器29頂部，在其中視需要使用該支流自即將到來之經處理煙道氣流25捕捉過量氨，之後將經清潔煙道氣(即，含氮流35)輸送至氨產生單元41待用。

在低壓吸收器29中，藉助貧溶劑流42吸收含於煙道氣流25中之二氧化碳。其作為含有中等濃度之經吸收二氧化碳、水及氨之半富溶劑流30離開低壓吸收器29。然後，將此半富溶劑流30輸送至高壓吸收器33。視情況，將半富溶劑流30之部分流31輸送至尿素產生設備38。在進入低壓吸收器29之前，可使煙道氣流25經受一或多個習用純化步驟，且亦將其冷卻至介於0與25℃之間之溫度，較佳冷卻至介於10℃與20℃之間之溫度。可將自低壓吸收器29排出之含有高百分比之氮之經清潔煙道氣作為含氮流35輸送至氨產生單元41。因此，將氫流34中之氫及含氮流35中之氮作為反應物輸送至氨產生單元41，在其中在氫與氮之間發生反應以產生氨。視情況經由來自氨產生單元41之氨流40向來源於尿素產生設備38之於亦含有未反應氨、二氧化碳、碳酸及水之溶液或漿液中含有胺基甲酸銨、碳酸銨與碳酸氫銨之混合物之再循環流39提供額外氨，從而形成呈含有低濃度二氧化碳、氨、胺基甲酸銨、碳酸銨、碳酸氫銨及水之氨溶液形式之貧溶劑流42，其中將此貧溶劑流42輸送至低壓吸收器29。視情況，可將貧溶液流42之部分流32直接輸送至高壓吸收器33或輸送至半富溶劑流30。將來自氨產生單元41之剩餘氨於部分流43中輸送至尿素產生設備38。

氨於貧溶劑流42中、於半富溶劑流30中及於富溶劑流37中之濃度為2-12莫耳/公升溶液，較佳為6-10莫耳/公升溶液。二氧化碳於貧溶劑流42中之濃度為0.2-4.0莫耳/公升溶液，較佳為1.5-4莫耳/公升溶液。二氧化碳於半富溶劑流30中之濃度為1.0-5.5莫耳/公升溶液，較佳為2.5-4.5莫耳/公升溶液。二氧化碳於富溶劑流37中之濃度為1.0-

10.0莫耳/公升溶液，較佳為3.0-6.0莫耳/公升溶液。流37中氨濃度與二氧化碳濃度之間之比率較佳為1:1.5至1:2.5以滿足尿素反應之化學計量。

圖3顯示圖2中所顯示系統之另一實施例，其中再生器44定位於高壓吸收器33與尿素產生設備38之間。更準確地，在再生器44中將視情況混有半富溶劑流30之部分流31之富溶劑流37分成純CO₂流45及貧溶劑再循環流39。將純CO₂流45於導管中進給至尿素產生設備38，且將再循環流39於導管中進給至壓力吸收器29。

總而言之，本發明係關於藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之方法，且係關於用於該方法之系統。本發明亦係關於藉由整合於尿素製程中之一部分氨製程以形成尿素之替代方法，且係關於用於該替代方法之系統。

儘管已參考大量較佳實施例闡述了本發明，但彼等熟習此項技術者應瞭解，可作出各種改變且可用等效物替代其要素而並不背離本發明之範圍。此外，為適應具體情況或材料亦可對本發明之教示實施多種改變而不背離本發明之基本範圍。因此，本發明不欲受限於作為實施本發明最佳設想模式所揭示之特定實施例，且本發明意欲包括所有屬於隨附申請專利範圍內的實施例。

【符號說明】

- | | |
|---|-------|
| 1 | 氨產生設備 |
| 2 | 原料 |
| 3 | 蒸汽 |
| 4 | 燃料 |
| 5 | 煙道氣流 |
| 6 | 第一氨流 |
| 7 | 二氧化碳流 |

8	第三氨流
9	第二氨流
10	冷卻氨製程吸收器
11	混合流
12	清潔氣體流
13	富溶劑流
14	蒸汽重組器
15	尿素合成區段
16	尿素流
17	流
18	流
19	汽提區段
20	流
21	流
22	廢水處理單元
23	水流
24	貧溶劑流
25	煙道氣流
26	合成氣流
27	一氧化碳變換單元
28	氫/二氧化碳流
29	低壓吸收器
30	半富溶劑流
31	部分流
32	部分流
33	高壓吸收器

34	氫流
35	含氮流
36	支流
37	富溶劑流
38	尿素產生設備
39	再循環流
40	氨流
41	氨產生單元
42	貧溶劑流
43	部分流
44	再生器
45	純CO ₂ 流

申請專利範圍

1. 一種藉由整合於尿素製程中之氨製程以形成尿素之方法，其包含：
 - 獲得氨及二氧化碳及煙道氣用作第一氨流、二氧化碳流及含有二氧化碳之煙道氣流；
 - 將該第一氨流分成第二氨流及第三氨流，其中該第二氨流係輸送至吸收器中，且該第三氨流係輸送至尿素產生製程中之尿素合成區段中以產生尿素；
 - 將該二氧化碳流輸送至該尿素合成區段；
 - 將該煙道氣流輸送至該吸收器中；
 - 將該第二氨流及由該尿素產生製程提供之貧溶劑流合併，以形成混合流；
 - 使該混合流與吸收器中之煙道氣流接觸，以從該煙道氣流中吸收二氧化碳，而形成富溶劑流及經處理之氣體流；
 - 將自該吸收器排出之富溶劑流輸送至該尿素合成區段；
 - 使該尿素合成區段中之二氧化碳流、第三氨流及富溶劑流接觸，以形成尿素及貧溶劑流；及
 - 將來自該尿素產生製程之貧溶劑流輸送至該吸收器中。
2. 如請求項1之方法，其中該煙道氣流係在該氨產生製程中之燃燒期間獲得。
3. 如請求項2之方法，其中該氨產生製程中之該燃燒係在蒸汽重組器中實施。
4. 如請求項1之方法，其中將該煙道氣流在進入該吸收器之前係經冷卻至0至25℃之溫度。
5. 如請求項1之方法，其中該吸收器係冷卻氨製程(CAP)吸收器。

6. 如請求項1之方法，其中自該吸收器排出清潔氣體流。
7. 如請求項1之方法，其中氨於該混合流中及於該富溶劑流中之濃度為2莫耳/公升溶液至12莫耳/公升溶液，其中二氧化碳於該貧溶劑流中之濃度為0.2莫耳/公升溶液至4.0莫耳/公升溶液，且其中二氧化碳於該富溶劑流中之濃度為1.0莫耳/公升溶液至10.0莫耳/公升溶液。
8. 如請求項1之方法，其中該富溶劑流中之該氨濃度與該二氧化碳濃度之間之比率係1:1至3:1。
9. 一種藉由整合於尿素製程中之一部分氨製程以形成尿素之方法，其包含：
 - 獲得來自氨製程之氫/二氧化碳流及含有二氧化碳及氨之煙道氣流；
 - 將該煙道氣流輸送至低壓吸收器；
 - 在該低壓吸收器中，將該煙道氣流與貧溶劑流接觸，以產生半富溶劑流及含氨之經清潔氣體流；
 - 將該氫/二氧化碳流輸送至高壓吸收器；
 - 將該半富溶劑流自該低壓吸收器輸送至該高壓吸收器中；
 - 在該高壓吸收器中，將該氫/二氧化碳流與該半富溶劑流接觸，以產生富溶劑流及氫氣流；
 - 將來自該高壓吸收器之富溶劑流輸送至該尿素產生製程中，以產生尿素及含有胺基甲酸鹽、氨、二氧化碳及水之溶液之貧溶劑流；
 - 將該貧溶劑流輸送至該低壓吸收器中；及
 - 將流自氨產生單元輸送至該尿素產生製程中。
10. 如請求項9之方法，其中該煙道氣流係在該氨製程中之蒸汽重組器中之燃燒期間獲得。



11. 如請求項9之方法，其中將在該氨製程之蒸汽重組反應期間形成之含有氫及一氧化碳之合成氣流輸送至一氧化碳變換單元，在其中使該一氧化碳轉化成二氧化碳以形成該氫/二氧化碳流。
12. 如請求項9之方法，其中自該低壓吸收器排出含氮流，且自該高壓吸收器排出該氮流，其中將此兩種流輸送至該氨產生單元並使其反應以產生氨。
13. 如請求項9之方法，其中，在進入該低壓吸收器之前，將氮流添加至該貧溶劑流中。
14. 如請求項9之方法，其中將至少一部份之該富溶劑流輸送至該低壓吸收器中。
15. 如請求項9之方法，其中將至少一部份之該貧溶劑流添加至該高壓吸收器中。
16. 如請求項9之方法，其中由該低壓吸收器排出之至少一部份該半富溶劑流係輸送至該尿素產生製程中。
17. 如請求項9之方法，其中該低壓吸收器中之壓力為0.08 MPa至0.15 MPa，且該高壓吸收器中之壓力為0.3 MPa至4.0 MPa。
18. 如請求項9之方法，其中氮於該貧溶劑流中、於該半富溶劑流中及於該富溶劑流中之濃度為2莫耳/公升溶液至12莫耳/公升溶液。
19. 如請求項9之方法，其中二氧化碳於該貧溶劑流中之濃度為0.2莫耳/公升溶液至4.0莫耳/公升溶液，二氧化碳於該半富溶劑流中之濃度為1.0莫耳/公升溶液至5.5莫耳/公升溶液，且二氧化碳於富溶劑流中之濃度為1.0莫耳/公升溶液至10.0莫耳/公升溶液。
20. 如請求項9之方法，其中該貧溶劑流、半富溶劑流及富溶劑流中之該氮濃度與該二氧化碳濃度之間之比率分別為1:1至3:1。
21. 一種用於實施如請求項1之藉由整合氨製程與尿素製程以形成尿

素之方法之系統，其中該系統包含：

氨產生設備、吸收器及尿素產生設備中之尿素合成區段；

用於來自該氨產生設備之第一氨流之導管，其分離為與該吸收器流體連接或與用於貧溶劑流之導管流體連接且由此形成混合流之用於第二氨流之導管，並分離為與該尿素合成區段流體連接之用於第三氨流之導管；

用於含有二氧化碳之煙道氣流之導管，其在該氨產生設備或另一煙道氣來源與該吸收器之間流體連接；

用於二氧化碳流之導管，其在該氨產生設備與該尿素合成區段之間流體連接；及

用於富溶劑流之導管，其在該吸收器與該尿素合成區段之間流體連接；

其中用於貧溶劑流之該導管係佈置於該尿素產生設備與該吸收器之間。

22. 如請求項21之系統，其進一步包含與該吸收器流體連接之用於清潔氣體流之導管。

23. 如請求項21之系統，其進一步包含：

氨產生設備之蒸汽重組器或氣化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備；

用於煙道氣流之導管，其在該蒸汽重組器、該氣化反應器或另一煙道氣來源與該低壓吸收器之間連接；

用於氫/二氧化碳流之導管，其佈置於該蒸汽重組器或該氣化反應器與該高壓吸收器之間；

用於半富溶劑流之導管，其在該低壓吸收器與該高壓吸收器之間流體連接；

用於富溶劑流之導管，其在該高壓吸收器與該尿素產生設備

之間流體連接；及

用於貧溶劑流之導管，其佈置於該尿素產生設備與該低壓吸收器之間。

24. 如請求項21之系統，其進一步包含：

氨產生設備之蒸汽重組器或氣化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備；

用於煙道氣流之導管，其在該蒸汽重組器、該氣化反應器或另一煙道氣來源與該低壓吸收器之間連接；

用於氫/二氧化碳流之導管，其佈置於該蒸汽重組器或該氣化反應器與該高壓吸收器之間；

用於半富溶劑流之導管，其在該低壓吸收器與該高壓吸收器之間流體連接；

用於富溶劑流之導管，其在該高壓吸收器與該尿素產生設備之間流體連接；

用於貧溶劑流之導管，其佈置於該尿素產生設備與該低壓吸收器之間；

氨產生單元；

用於氫流之導管，其在該高壓吸收器與該氨產生單元之間流體連接；

用於含氮流之導管，其在該低壓吸收器與該氨產生單元之間流體連接；及

用於剩餘氨之流之導管，其在該氨產生單元與該尿素產生設備之間流體連接。

25. 如請求項21之系統，其進一步包含：

氨產生設備之蒸汽重組器或氣化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備；

用於煙道氣流之導管，其在該蒸汽重組器、該氯化反應器或另一煙道氣來源與該低壓吸收器之間連接；

用於氫/二氧化碳流之導管，其佈置於該蒸汽重組器或該氯化反應器與該高壓吸收器之間；

用於半富溶劑流之導管，其在該低壓吸收器與該高壓吸收器之間流體連接；

用於富溶劑流之導管，其在該高壓吸收器與該尿素產生設備之間流體連接；

用於貧溶劑流之導管，其佈置於該尿素產生設備與該低壓吸收器之間；

一氧化碳變換單元，其用於將一氧化碳轉化成二氧化碳；及

用於含有氫及一氧化碳之合成氣流之導管，其在該蒸汽重組器或該氯化反應器與該一氧化碳變換單元之間流體連接；

其中用於該氫/二氧化碳流之該導管係在該一氧化碳變換單元與該高壓吸收器之間流體連接。

26. 如請求項21之系統，其進一步包含：

氮產生設備之蒸汽重組器或氯化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備；

用於煙道氣流之導管，其在該蒸汽重組器、該氯化反應器或另一煙道氣來源與該低壓吸收器之間連接；

用於氫/二氧化碳流之導管，其佈置於該蒸汽重組器或該氯化反應器與該高壓吸收器之間；

用於半富溶劑流之導管，其在該低壓吸收器與該高壓吸收器之間流體連接；

用於富溶劑流之導管，其在該高壓吸收器與該尿素產生設備之間流體連接；

用於貧溶劑流之導管，其佈置於該尿素產生設備與該低壓吸收器之間；及

用於該半富溶劑流之部分流之導管，其在用於該半富溶劑流之該導管與用於該富溶劑流之該導管之間流體連接。

27. 如請求項21之系統，其進一步包含：

氨產生設備之蒸汽重組器或氣化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備；

用於煙道氣流之導管，其在該蒸汽重組器、該氣化反應器或另一煙道氣來源與該低壓吸收器之間連接；

用於氨/二氧化碳流之導管，其佈置於該蒸汽重組器或該氣化反應器與該高壓吸收器之間；

用於半富溶劑流之導管，其在該低壓吸收器與該高壓吸收器之間流體連接；

用於富溶劑流之導管，其在該高壓吸收器與該尿素產生設備之間流體連接；

用於貧溶劑流之導管，其佈置於該尿素產生設備與該低壓吸收器之間；

用於在亦含有氨、二氧化碳及水之溶液或漿液中含有胺基甲酸鹽之再循環流之導管，其在該尿素產生設備與用於該貧溶劑流之該導管之間流體連接；及

用於氨流之導管，其與用於該再循環流之該導管連接。

28. 如請求項21之系統，其進一步包含：

氨產生設備之蒸汽重組器或氣化反應器、低壓吸收器、高壓吸收器及尿素產生設備；

用於煙道氣流之導管，其在該蒸汽重組器、該氣化反應器或另一煙道氣來源與該低壓吸收器之間連接；

用於氫/二氧化碳流之導管，其佈置於該蒸汽重組器或該氯化反應器與該高壓吸收器之間；

用於半富溶劑流之導管，其在該低壓吸收器與該高壓吸收器之間流體連接；

用於富溶劑流之導管，其在該高壓吸收器與該尿素產生設備之間流體連接；

用於貧溶劑流之導管，其佈置於該尿素產生設備與該低壓吸收器之間；及

用於該貧溶劑流之部分流之導管，其在用於該貧溶劑流之該導管與用於該半富溶劑流之該導管或該高壓吸收器之間流體連接。

29. 如請求項23之系統，其進一步包含：

再生器，其定位於該高壓吸收器與該尿素產生設備之間；

介於該再生器與該低壓吸收器之間之導管，其用於經分離貧溶劑再循環流；及

介於該再生器與該尿素產生設備之間之導管，其用於經分離純CO₂流。

圖式

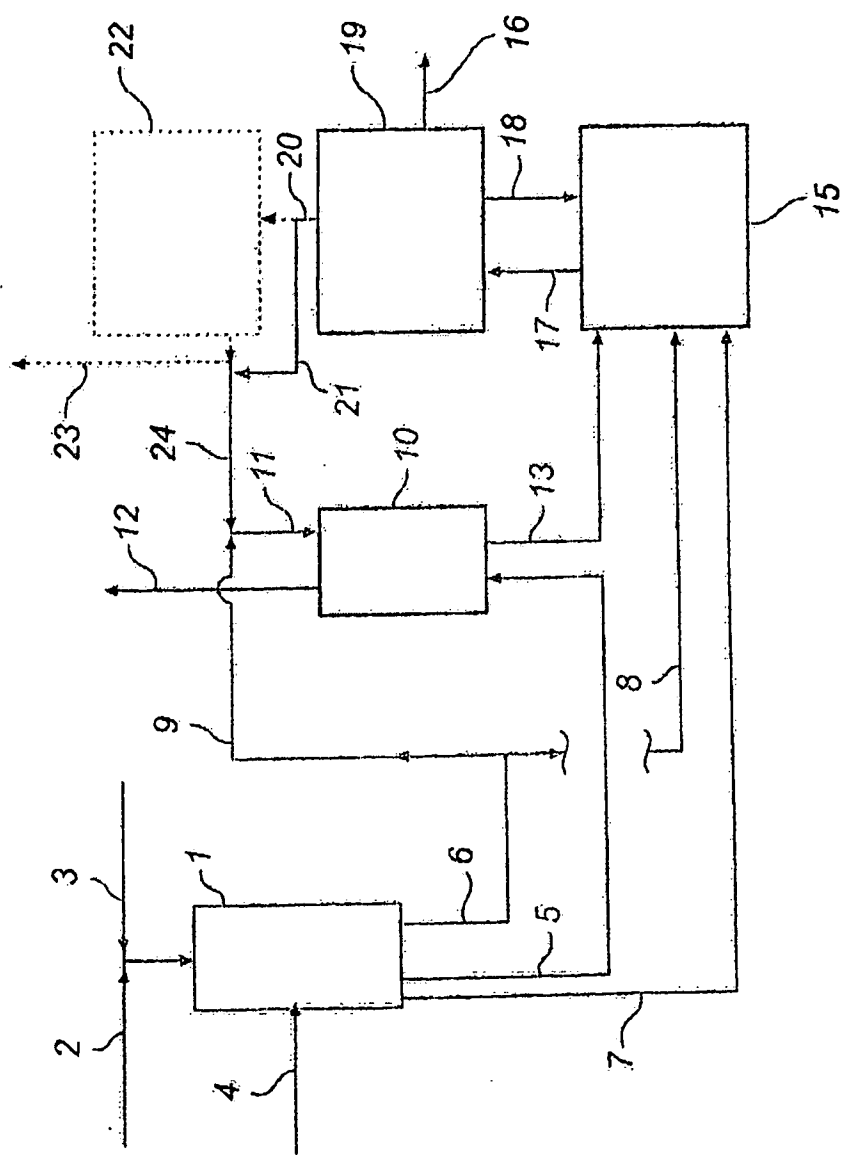


圖 1

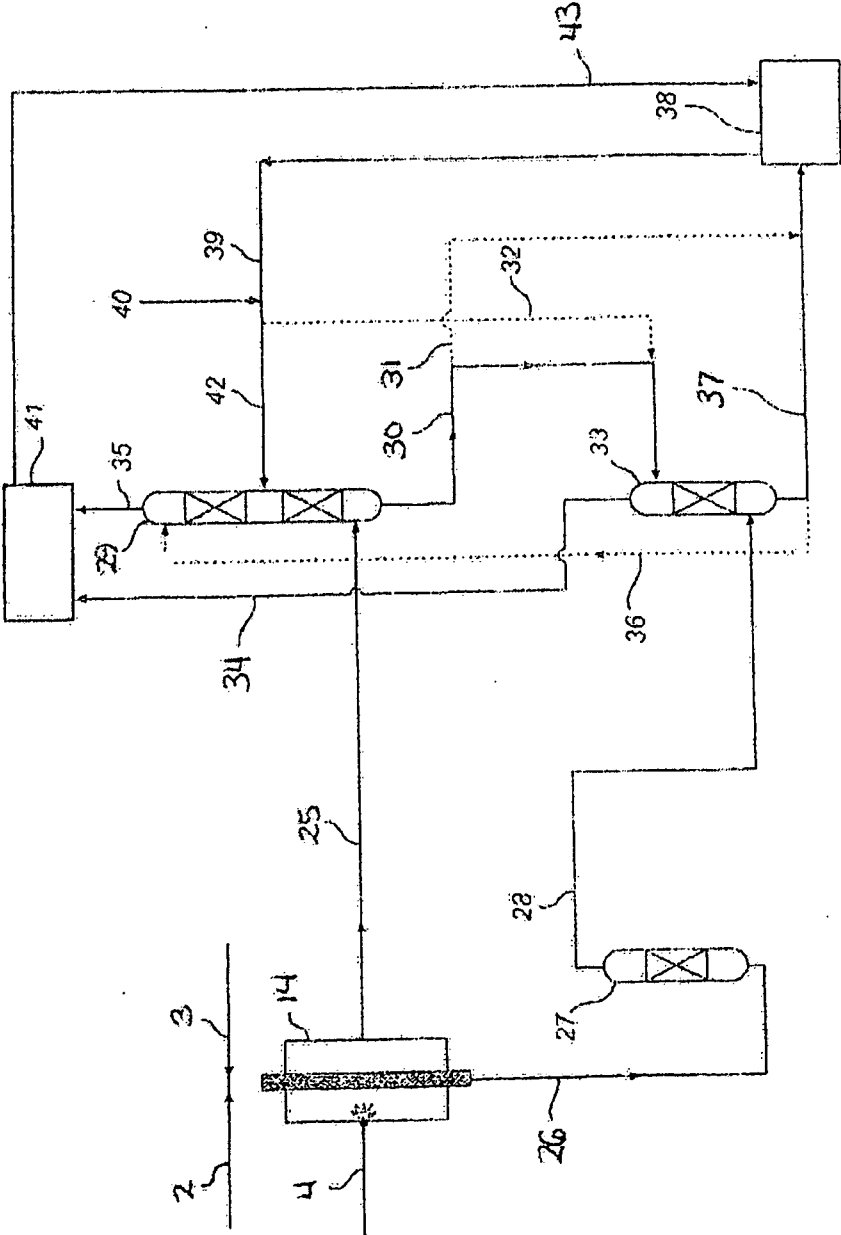


圖 2

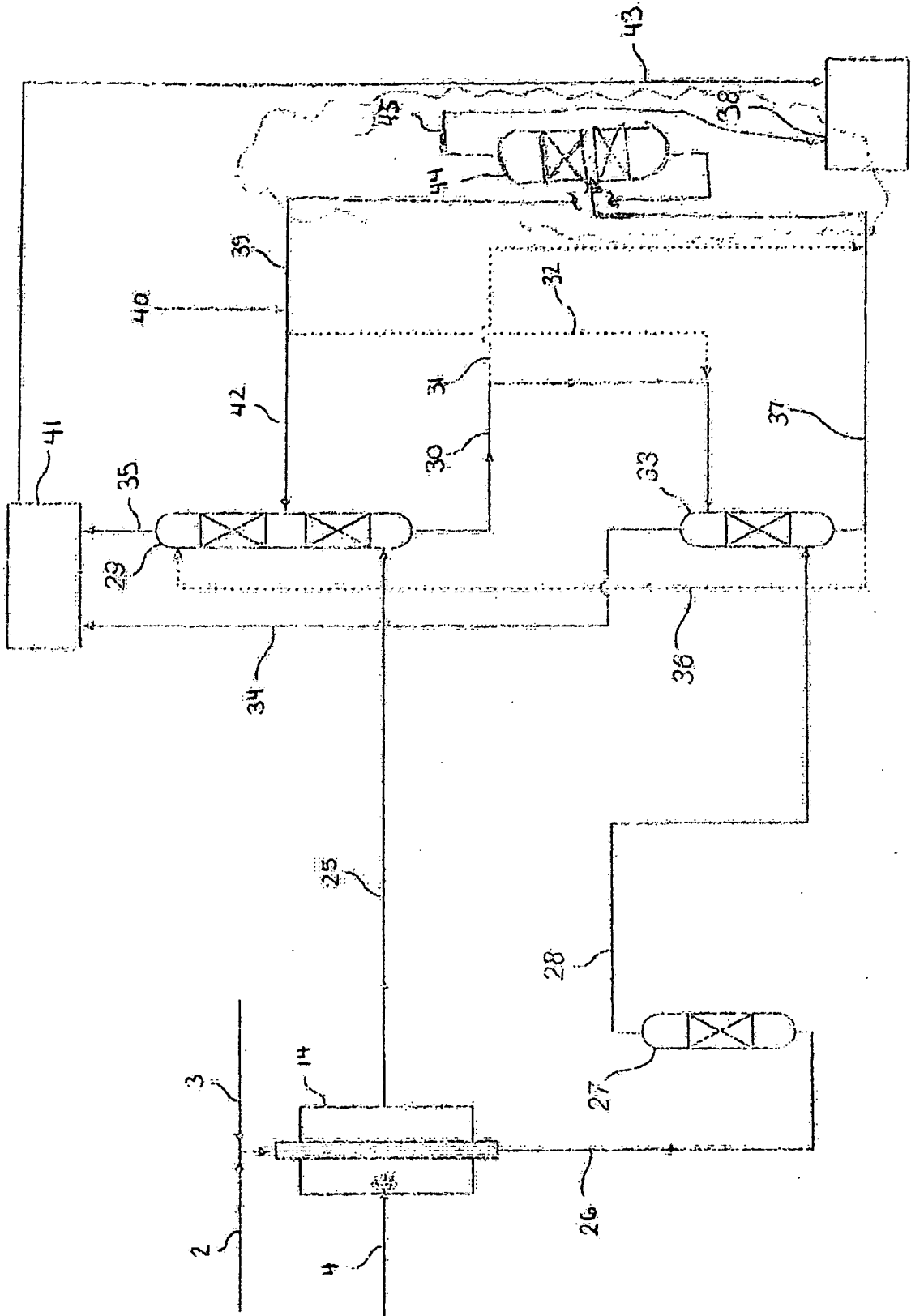


圖 3