

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96110740

H01M 8/06 (2006.01)

※申請日期：96.3.28

※IPC 分類：H01M 8/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01M 8/12 (2006.01)

固體氧化物燃料電池及重組器 / SOLID OXIDE FUEL CELL AND
REFORMER

CO1B 3/38 (2006.01)

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

新日本石油股份有限公司 / NIPPON OIL CORPORATION

代表人：(中文/英文) 西尾 進路 / NISHIO, SHINJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

〒105-8412 日本國東京都港區西新橋一丁目 3 番 12 號 /
3-12, Nishi Shimbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo
105-8412 Japan

國籍：(中文/英文) 日本 / JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓名：(中文/英文) 水野 康 / MIZUNO, YASUSHI

國籍：(中文/英文) 日本 JP

2. 姓名：(中文/英文) 旗田 進 / HATADA, SUSUMU

國籍：(中文/英文) 日本 JP

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 受理國家(地區)：日本 JP

申請日期：2006 年 3 月 31 日

申請案號：特願 2006-098636

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明之目的在提供一種固體氧化物燃料電池 (SOFC) 及適用於此種 SOFC 的重組器。此 SOFC 係藉由來自 SOFC 的輻射熱以對重組器進行加熱的間接內部重組型 SOFC，其可輕易地使重組器的受熱面積增大，因此在不致於降低其效率的情況下，即可獲得穩定的運轉。本發明之間接內部重組型固體氧化物燃料電池，具有：將煤油重組的重組器；及以從該重組器所得到之重組氣體作為燃料的固體氧化物燃料電池，其特徵在於：該間接內部重組型固體氧化物燃料電池具備複數之固體氧化物燃料電池堆疊 (fuel cell stack)；該重組器具有複數之反應管，各反應管充填有可對煤油進行水蒸氣重組之重組觸媒；以及，於夾在該堆疊彼此間的位置，該反應管係呈現彼此間隔開且成排列為兩排之鋸齒狀。

六、英文發明摘要：

This invention provides a solid oxide fuel cell (SOFC) whose stable operation is attained with easy enlargement of the heat receiving area of the reformer and without reduction of the efficiency in an indirect, internal reforming type SOFC, the reformer of the internal reforming type SOFC being heated by the radiant heat from the SOFC. This invention also provides a reformer which is suitable for this SOFC. The indirect, internal reforming type solid oxide fuel cell, which includes the reformer that can reform kerosene and the solid oxide fuel cell that uses the reforming gas obtained from the reformer as fuel, consists of a plural of solid oxide fuel cell stacks, and the reformer includes a plural of reaction tubes filled with the reforming catalyst which converts kerosene into steam. It is characterized in that the reaction tubes are sandwiched between stacks in which

they are arranged in two rows and are staggered so as to be separated from each other. The reformer which can reform kerosene is characterized by having a plural of reaction tubes filled with the reforming catalyst that are placed separately by being arranged in two rows and staggered.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1~頭座

2~反應管

3-1~堆疊

3-2~堆疊

3-1a~堆疊側面

3-1b~堆疊側面

3-1c~堆疊側面

3-2a~堆疊側面

3-2b~堆疊側面

3-2c~堆疊側面

10-1~第1管列

10-2~第2管列

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種固體氧化物燃料電池，更詳細而言，係有關於燃料電池的附近具備重組器的間接內部重組型固體氧化物燃料電池。又，本發明亦係有關於使用於上述間接內部重組型固體氧化物燃料電池，用以重組煤油的重組器。

【先前技術】

在固體氧化物燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell，以下視情況稱為 SOFC）中，進行將煤油等的重組原料重組，作為含有氫的重組氣體，而將重組氣體作為燃料供應到 SOFC 的過程。

在習知技術中，因為 SOFC 的操作溫度高，而接近重組原料的重組溫度，因此有人採用在 SOFC 的附近配置重組器，並將此等收納於罐體的構造。也就是採用所謂的間接內部重組型 SOFC（請參考專利文件 1）。在此間接內部重組型 SOFC 中，可將來自 SOFC 的輻射熱能利用於重組。

【專利文件 1】日本特開 2002-358997 號公報

【發明內容】

發明所欲解決之課題

然而，在將例如煤油等的高碳數（high-order）烴類作為重組原料時，如果將未進行重組的烴類成分，供應到高操作溫度的固體氧化物燃料電池的話，有可能產生因為碳沉澱而有害於運轉穩定性的問題。因此，最好能夠將煤油等的高碳數碳氫完全轉化成 C1 化合物（碳數為 1 的化合物）。

為了使重組器能夠良好地接受來自 SOFC 的輻射熱，因此較佳的情況係使重組器面對 SOFC 的受熱面積增大。如果受熱面積愈小的話，藉由來自 SOFC 的輻射熱所進行的對重組器的加熱，就無法有效率地進行，因此煤油也無法完全進行轉化，而導致無法進行

穩定的運轉。在這種情況下，為了要使重組器中煤油的轉化率不致於減低，因此可採用降低 SOFC 的燃料利用率，使 SOFC 的廢熱量增大的方式因應。然而，因為使用這種方法係使曾經重組過的燃料燃燒，再利用來作為對重組器的熱供應，因此會有效率減低的問題。

本發明之目的，就在於提供一種間接內部重組型 SOFC，在藉由來自 SOFC 的輻射熱以對重組器進行加熱的間接內部重組型 SOFC 中，可輕易地使重組器的受熱面積增大，因此在不致於降低其效率的情況下，即可獲得穩定的運轉。

本發明之另外一目的係提供一種重組器，可適合使用於上述之間接內部重組型 SOFC。

解決課題之手段

藉由本發明，可提供一種間接內部重組型固體氧化物燃料電池，具有：可將煤油重組的重組器；以及以由該重組器所得到之重組氣體作為燃料的固體氧化物燃料電池，其特徵在於：該間接內部重組型固體氧化物燃料電池具備複數之固體氧化物燃料電池堆疊；該重組器具有複數之反應管，各反應管充填有可對煤油進行水蒸氣重組之重組觸媒；以及於夾在該堆疊彼此間的位置，該反應管係彼此間隔開且成排列為兩排之鋸齒狀。

該反應管的兩排管列係可排列成在與管列方向垂直的方向有重疊。

該反應管的兩排管列係可排列成在管列方向有重疊。

該重組觸媒較佳為包含具有煤油氧化活性的重組觸媒。

藉由本發明，亦可提供一種重組器，可對煤油進行重組，該重組器具備複數之充填有重組觸媒的反應管；該等反應管係呈彼此隔開，且配置成兩排之鋸齒狀。

其中，該重組觸媒較佳為包含具有煤油氧化活性的重組觸媒。

發明之效果

藉由本發明，可獲得一種間接內部重組型 SOFC，在藉由來自

SOFC 的輻射熱以對重組器進行加熱的間接內部重組型 SOFC 中，可輕易地使重組器的受熱面積增大，因此在不致於降低其效率的情況下，即可獲得穩定的運轉。

此外，藉由本發明，尚可獲得一種重組器，適合使用於上述之間接內部重組型 SOFC。

以下將參照圖式詳細說明依據本發明的較佳實施形態。此構成僅係舉例說明，本發明並不限定於該等構成。

圖 1 係用以說明本發明之間接內部重組型固體氧化物燃料電池的一個型態之示意圖。其中，(a) 係俯視圖；(b) 係側視圖。如圖 1 所示，於夾在兩個 SOFC 堆疊(stack) (第 1 堆疊 3-1 以及第 2 堆疊 3-2) 之間的位置，配置有複數之反應管 2。

第 1 堆疊 3-1 及第 2 堆疊 3-2 係將平板型 SOFC 單元疊層複數個而成。

在每個反應管中，充填有可重組煤油的重組觸媒。另外，在每個反應管中，在其上端與下端，連接到頭座(header) 1。反應管與頭座構成重組器。就頭座而言，可採用能將氣體分配給複數之配管，並將氣體自複數之配管集中之習知頭座構造即可。

就複數之反應管而言，可使用具有同一管徑以及長度的圓管。如此一來，從每個反應管的反應均一性的觀點而言是較佳的。

反應管係配置成彼此隔開，且配置成兩排的鋸齒狀。關於反應管的配置方式，以圖 2 加以說明。

如圖 2 所示，反應管 2-11~2-14 係以彼此間隔相等的距離整齊排列成一行，成為第 1 管列 10-1。反應管 2-21~2-23 也是以彼此間隔相等的距離整齊排列成一行，成為與第 1 管列相平行的第 2 管列 10-2。在第 1 管列中反應管的間隔，與第 2 管列中反應管的間隔兩者係相等的。此種設計就使各個反應管均等受熱的觀點而言是較佳的。

此兩個管列係以彼此交錯的方式配置而成。也就是說，以管列的縱向(以圖 2 而言就是紙張的上下方向)而言，其中一個管

列的反應管，即配置在與其相鄰的另一管列的兩個反應管的中間點。例如，反應管 2-21 的中心軸，與反應管 2-11 的中心軸及反應管 2-12 的中心軸兩者距離相等。

反應管 2-11~2-14 的中心軸係位於一個平面上（第 1 平面 11-1）上，而反應管 2-21~2-23 的中心軸係位於與該平面不同的平面（第 2 平面 11-2）上。第 1 平面與第 2 平面之間的距離，比反應管的外直徑更小。因此，如果從管列的縱向看過去的話，第 1 管列與第 2 管列兩者間即有一重疊的部分 t_a 。也就是說，此兩排管列，係在與管列垂直的方向中，以彼此有重疊的型態而配置的。此外，第 1 管列與第 2 管列中反應管的間隔（例如反應管 2-11 與反應管 2-12 之間的距離），比反應管的外直徑更小。因此，如果從管列的橫向看過去的話，第 1 排的反應管與第 2 排的反應管（例如反應管 2-11 與反應管 2-21 之間的距離）兩者間即有一重疊的部分 t_b 。也就是說，此兩排的管列，係以在管列方向亦有重疊的型態而配置的。關於此重疊的部分 t_a 及 t_b 中的任意一個，使其具備重疊的部分而配置管列的原因，就在於從空間利用的效率觀點而言是較佳的。

此兩個 SOFC 堆疊中，疊層有相同形狀與相同大小的單元，且疊層相同個數。因此兩個堆疊具有幾乎相同的形狀與大小。此兩個堆疊其側面彼此之間（側面 3-1a 與 3-2a，以及側面 3-1b 與 3-2b），係使其排列在同一個平面上而被整齊排列的。

反應管係被配置於比該平面更為內側的位置。也就是說，反應管的管列的長度，會比反應管列相對的堆疊側面 3-1c 及 3-2c 的寬度更小。又，使管列的長度，接近堆疊側面 3-1c 及 3-2c 的寬度。從以 SOFC 輻射熱對反應管可以有效率地進行加熱的觀點而言是比較理想的型態。

又，各個反應管與堆疊之間的距離（關於第 1 管列 10-1，係指反應管與第 1 堆疊的側面 3-1c 之間的距離；關於第 2 管列 10-2，係指反應管與第 2 堆疊的側面 3-2c 之間的距離）是相等的。

從使每個反應管可以均等受熱的觀點而言，是較佳的型態。

藉由使用複數之反應管的方式，與僅使用一個反應容器的情況相較之下，可使接受輻射熱的受熱面積增大，可更為有效地利用 SOFC 的輻射熱。

在夾在兩個堆疊之間的位置，藉由使反應管彼此隔開，並排列為兩排的鋸齒狀的方式，使無論是第 1 管列或是第 2 管列，反應管都是從兩側的堆疊藉由輻射熱而被加熱。而且，因為可以將反應管以所謂趨近最密充填的型態予以配置，因此可以輕易地達成極佳的空間利用效率。與將反應管排成一列的情況相較之下，可以輕易地達成無須增加管列的長度，而配置多數個反應管的目標。此種配置在使受熱面積增大上，具有優異的效果。可是，如果將反應管排列成三排以上的話，就會使位於內側的管列，在與位於兩側的管列相較之下，更不容易受到來自堆疊的輻射熱。因此，要將反應管的表面積作為有效的受熱面積會變得困難，而且每個反應管的受熱量會變得不均等。因此，藉由將管列設置成兩排的方式，可避免此種狀況，從而可輕易地使反應管的表面成為有效的受熱面，且每個反應管的受熱量的均等性極佳。

反應管係配置於可從堆疊對反應管進行輻射導熱的位置，較佳的情況係直接進行此輻射導熱。因此，較佳的情況係在反應管與堆疊之間實質上不配置遮蔽物。又，較佳的情況係使反應管與堆疊之間的距離儘量縮短。

反應管可以是單管式也可以是雙管式的。所謂的雙管式，是指反應管具備由外管與內管所構成的雙管構造，而在外管與內管之間的空間，則充填可對煤油進行水蒸氣重組的重組觸媒。

在圖 1 中，係顯示在兩個堆疊之間配置反應管列之例，但是實際上亦可配置三個堆疊以上。例如，將三個堆疊整齊排列成 1 列，然後在第 1 個堆疊與第 2 個堆疊之間，以及在第 2 個堆疊與第 3 個堆疊之間，分別配置兩排的鋸齒狀的反應管列亦可。此外，在圖 1 所示的結構，亦可使複數個堆疊相鄰並排。為了要使發電

量增大，使用複數個堆疊的方式是有利的。除此之外，因為亦可對反應管從兩側加熱，故就以輻射熱對反應管進行加熱而言係很有效率。

就 SOFC 堆疊而言，可適當選擇採用平板型或是圓筒型等公知的 SOFC 堆疊或是 SOFC 束 (bundle)。以圓筒型 SOFC 束的情況而言，採用在成為一個整體的 SOFC 束彼此間所夾的位置配置重組器的型態，可以預期獲得與前述型態相同的效果。另外，在本發明的 SOFC 堆疊中，包含使複數之圓筒型 SOFC 成為一體之 SOFC 束的概念。

此外，亦可將 SOFC 以及重組器收納在罐體等的容器中，使其模組化。在重組器，尤其是反應管中，藉由水蒸氣重組反應，可從作為重組原料的煤油生產包含氫氣的重組氣體。此時，雖然亦可伴隨有部分氧化重組反應，但是從有效率地生產氫的觀點而言，較佳的情況係使水蒸氣重組成為具決定性的地位。此時，在重組器會進行成為全面性的吸熱之反應。

另外，部分氧化重組反應係發熱反應，水蒸氣重組反應係吸熱反應。而當重組原料為 C_nH_{2n+2} (n 為自然數) 的話，部分氧化重組反應即以 $C_nH_{2n+2} + (n/2)O_2 \rightarrow nCO + (n+1)H_2$ 表示。水蒸氣重組反應則係以 $C_nH_{2n+2} + nH_2O \rightarrow nCO + (2n+1)H_2$ 表示。

就將煤油作為可水蒸氣重組的重組觸媒而言，可使用水蒸氣重組觸媒或自熱式重組 (Auto thermal reforming) 觸媒 (具有水蒸氣重組能以及部分氧化重組能的觸媒)。除了此些觸媒之外，亦可使用部分氧化重組觸媒。

就重組觸媒而言，較佳的情況是使用含有具備煤油氧化活性的重組觸媒。所謂的煤油氧化活性，係指在觸媒上使煤油與氧進行氧化反應，然後使其發熱的能力。藉由在反應管充填具備煤油氧化活性的觸媒之方式，可獲得在觸媒上直接發熱，並縮短在啟動時重組觸媒達到適合重組的溫度為止的時間。具備煤油的氧化活性之重組觸媒，可使用例如銠 (Rh) 系觸媒。例如，藉由將銠

系觸媒與水蒸氣重組觸媒混合的方式，賦予重組觸媒煤油氧化活性。

無論是水蒸氣重組觸媒、自熱式重組觸媒、或是部分氧化重組觸媒之任意一種，皆可從可重組煤油的習知之各種觸媒中，適當選擇之後使用。就部分氧化重組觸媒之例而言，可使用鉑系觸媒；就水蒸氣重組觸媒之例而言，可使用鈦（Ru）系觸媒及鎳系觸媒；就自熱式重組觸媒之例而言，可使用銻系觸媒。另外，關於自熱式重組觸媒而言，從日本特開 2000-84410 號公報、日本特開 2001-80907 號公報、「2000 Annual Progress Reports (Office of Transportation Technologies)」，以及美國專利 5929286 號公報等揭露的內容可知，鎳以及鉑、銻、鈦等的貴金屬等，具備此等活性。就觸媒的形狀而言，可適當採用顆粒 (Pellet) 狀、蜂巢狀、以及其他習知的形狀皆可。

【實施方式】

以下就針對水蒸氣重組、自熱式重組兩種情況中，發電時的運轉條件加以說明。

水蒸氣重組的反應溫度，例如可在 $450^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ ，較佳的情況是 $500^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$ ，更佳的情況為 $550^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的範圍內進行。導入反應系統的蒸氣的量，係定義成：水分子莫耳數相對於重組原料中所含有的碳原子莫耳數的比（蒸氣／碳的比），此值較佳為 $0.5 \sim 10$ ，更佳為 $1 \sim 7$ ，最佳為 $2 \sim 5$ 。當重組原料係液體時，此時的空間速度 (LHSV) 可以用 A/B 表示。其中，A 係重組原料在液體狀態下的流速 (L/h)；而 B 係觸媒層的體積 (L)。此空間速度的值較佳為設定成 $0.05 \sim 20\text{h}^{-1}$ ，更佳為 $0.1 \sim 10\text{h}^{-1}$ ，最佳為 $0.2 \sim 5\text{h}^{-1}$ 的範圍內。

在自熱式重組中，除了蒸氣之外，於原料中尚添加有含氧氣體。就含氧氣體而言，雖然亦可使用純氧，但是考量到取得的方便性，使用一般空氣亦可。添加含氧氣體的目的係用以平衡隨著

水蒸氣重組反應的進行而產生之吸熱反應，以及為了要獲得能夠維持重組觸媒層與 SOFC 的溫度或使其昇溫的發熱量。含氧氣體的增加量，相對於重組原料中所含有的碳原子莫耳數，就氧分子莫耳數的比（氧／碳的比例）而言，此值較佳為 0.05~1，更佳為 0.1~0.75，最佳為 0.2~0.6。自熱式重組反應的反應溫度被設定為例如是 450°C~900°C，較佳為 500°C~850°C，更佳為 550°C~800°C 的範圍內。當重組原料係液體時，此時的空間速度（LHSV）較佳為 0.1~30，更佳為 0.5~20，最佳為 1~10 的範圍內。導入反應系統的蒸氣的量，係設定成蒸氣／碳的比較佳為 0.3~10，更佳為 0.5~5，最佳為 1~3。

為了使煤油的水蒸氣重組反應完成，因此可將重組觸媒層的出口溫度設定為 580°C 以上，更佳為 620°C 以上，最佳為 650°C 以上。又，為了抑制重組觸媒的熱劣化，出口溫度較佳為設定成 850°C 以下，更佳為 800°C 以下，最佳為 750°C 以下。

在以上的重組反應中，從賦予 SOFC 充分的熱能的觀點而言，電池的操作溫度較佳為 650°C 以上，更佳為 700°C 以上，最佳為 750°C 以上。

以下說明關於本發明之間接內部重組型 SOFC 的操作方法。如圖 3 所示，對 SOFC 堆疊 3-1 以及 3-2 的陰極端供應陰極氣體。陰極氣體使用空氣等含有氧氣的氣體。而對重組器則供應已預先氣化的煤油與蒸氣。具體而言，將氣化煤油及蒸氣供應到頭座 1（入口端），然後再從頭座分散到各個反應管。關於煤油的氣化，可以利用一般眾所週知的使煤油氣化的方法即可。

在各反應管，煤油被重組成為重組氣體，重組氣體在頭座 1（出口端）被收集並排出。將此重組氣體分散，並供應到堆疊 3-1 以及 3-2 的陽極端。在重組氣體中的氫在電化學上成為 H_2O ，此時即進行發電。從陰極排放出來的氣體與從陽極排放出來的氣體，在被適當地熱利用之後，即被排放至系統外部（未圖示）。

重組觸媒使用具有煤油氧化活性者的話，在啟動時等無法利

用 SOFC 的輻射熱之情況，或是希望比以輻射熱進行加熱更進一步加熱的情況時，可藉由適當地將空氣等供應給重組管的方式，而引起煤油的氧化反應，並利用該反應熱。

本發明之間接內部重組型 SOFC，可利用於例如固定式或是移動式的發電系統；或是利用於汽電共生 (Cogeneration) 系統。本發明之重組器，適合利用於此種間接內部重組型 SOFC。

【圖式簡單說明】

圖 1 係用以說明本發明之間接內部重組型固體氧化物燃料電池的一個型態之示意圖。其中，(a) 係俯視圖；(b) 係側視圖。

圖 2 係說明反應管的排列之示意圖。

圖 3 係用以說明本發明之間接內部重組型固體氧化物燃料電池的運轉方式之示意圖。

【主要元件符號說明】

1~頭座

2~反應管

2-11~2-14~反應管

2-21~2-23~反應管

3~固體氧化物燃料電池堆疊

3-1~第 1 堆疊

3-2~第 2 堆疊

3-1a~堆疊側面

3-1b~堆疊側面

3-1c~堆疊側面

3-2a~堆疊側面

3-2b~堆疊側面

3-2c~堆疊側面

10-1~第 1 管列

10-2~第2管列

11-1~第1面

11-2~第2面

LHSV~空間速度

ta~第1管列與第2管列兩者間重疊的部分

tb~第1管列與第2管列兩者間重疊的部分

十、申請專利範圍：

1. 一種間接內部重組型固體氧化物燃料電池，具有：將煤油重組的重組器；以及以從該重組器所得到之重組氣體作為燃料的固體氧化物燃料電池，該重組器係藉由來自固體氧化物燃料電池的輻射熱而被加熱；

其特徵在於：

該間接內部重組型固體氧化物燃料電池具備複數之固體氧化物燃料電池堆疊；

該重組器具有複數之反應管，各反應管充填有可對煤油進行水蒸氣重組之重組觸媒；

於夾在該堆疊彼此間的位置，該反應管係彼此間隔開且成排列為兩排之鋸齒狀；

該反應管的兩排管列係排列成在管列方向有重疊；且

該重組器在該反應管之入口端及出口端分別具有頭座，該等頭座亦配置於夾在該堆疊彼此間的位置。

2. 如申請專利範圍第1項之間接內部重組型固體氧化物燃料電池，其中，該反應管的兩排管列係排列成在與管列方向垂直的方向有重疊。

3. 如申請專利範圍第1項或第2項之間接內部重組型固體氧化物燃料電池，其中，該重組觸媒包含具有煤油氧化活性的重組觸媒。

4. 一種重組器，使用於間接內部重組型固體氧化物燃料電池，且藉由來自固體氧化物燃料電池的輻射熱而被加熱，用以對煤油進行重組；

其特徵在於：

該重組器具備充填有重組觸媒之複數反應管；

於夾在複數之固體氧化物燃料電池堆疊彼此間的位置，該等反應管係呈彼此隔開，並配置成兩排的鋸齒狀；

該反應管的兩排管列係排列成在管列方向有重疊；且

該重組器在該反應管之入口端及出口端分別具有頭座，該等頭座亦配置於夾在該堆疊彼此間的位置。

5. 如申請專利範圍第4項之重組器，其中，該反應管的兩排管列係排列成在與管列方向垂直的方向有重疊。

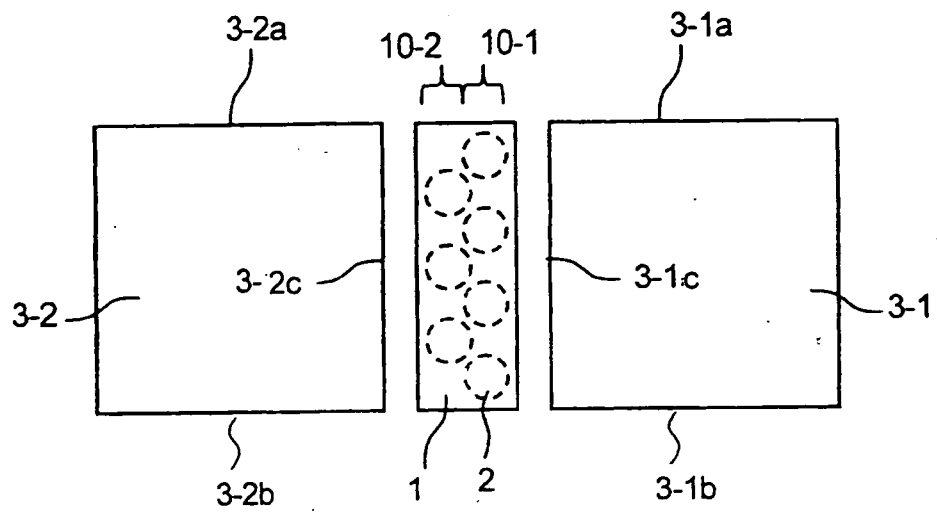
6. 如申請專利範圍第5項之重組器，其中，該重組觸媒包含具有煤油氧化活性的重組觸媒。

十一、圖式：

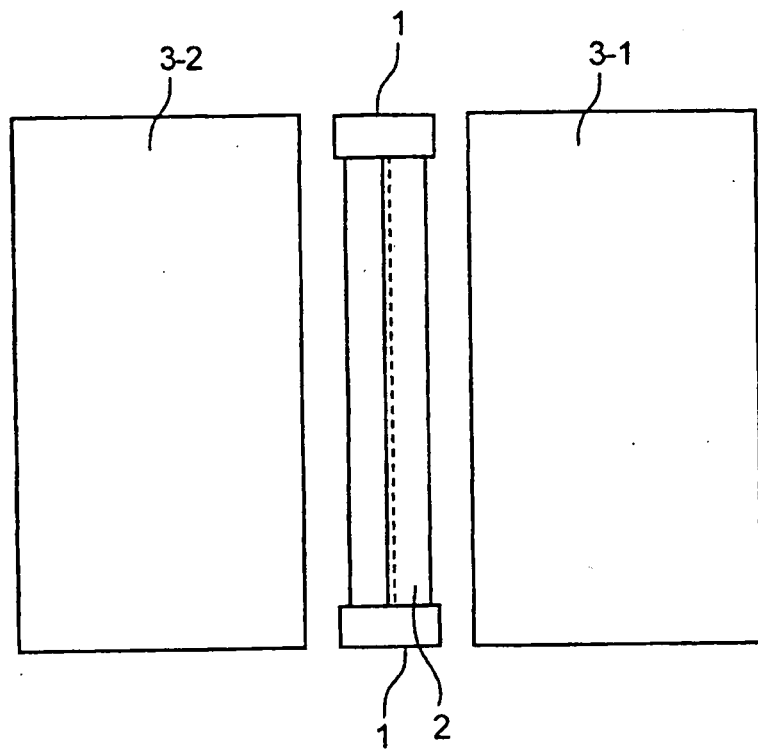
圖式



1(a)



1(b)



圖式

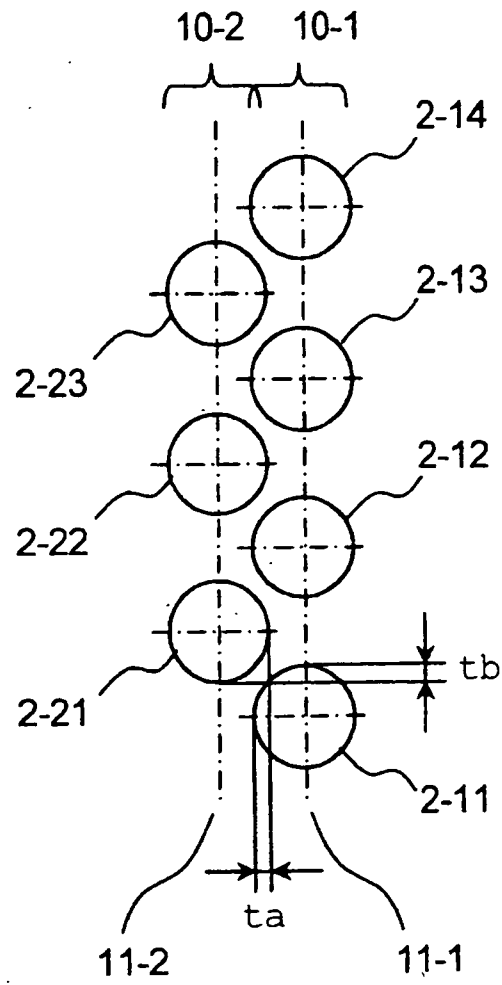


圖 2

圖式

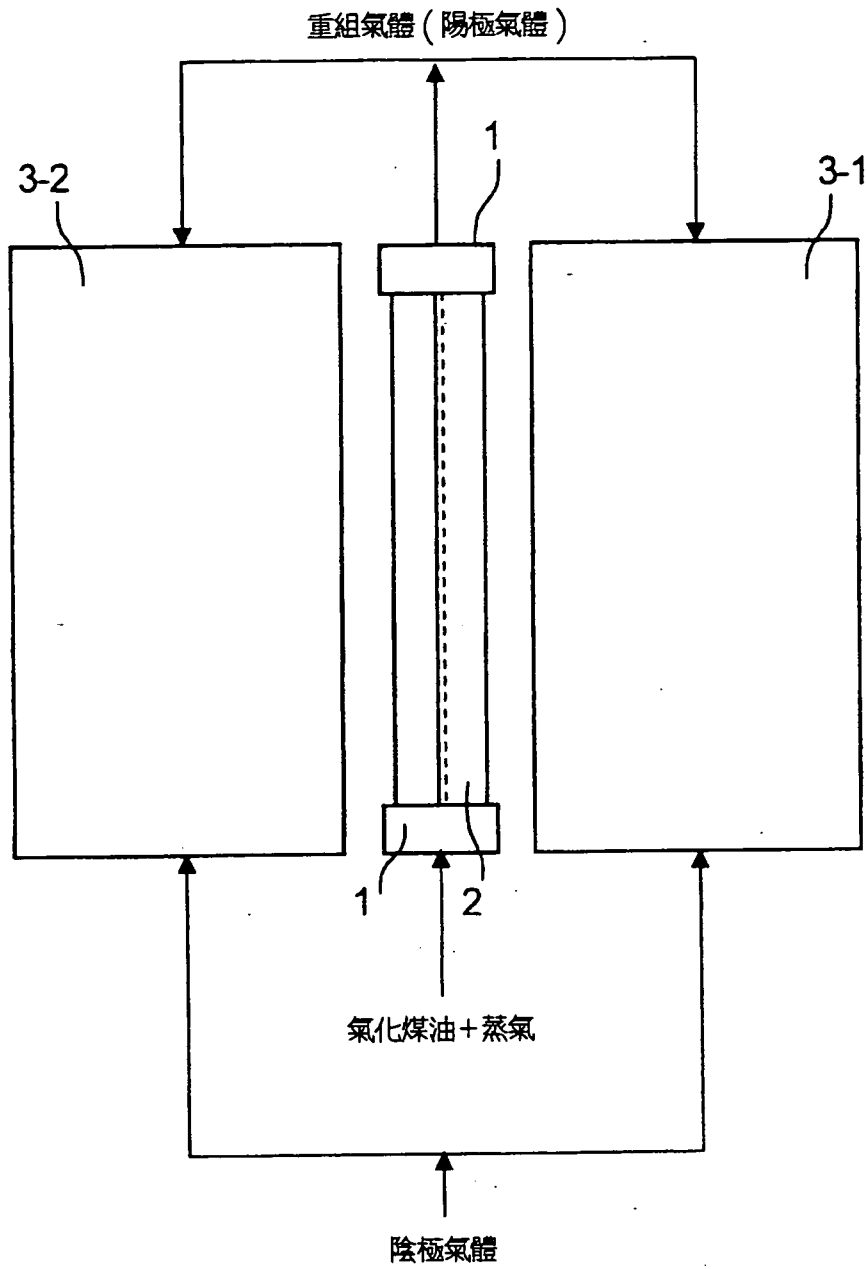


圖 3