

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： 097117480

※ 申請日期： 97 年 5 月 12 日

※IPC 分類： B01D⁵³/74 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

包含最佳化氣體轉換效能裝置之氣體再形成系統 / A Gas Reformulation System Comprising Means to Optimise The Effectiveness of Gas Conversion

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

加商普拉斯科能源集團公司/Plasco Energy Group Inc.

代表人：(中文/英文)

安德烈亞斯·山格里斯/Andreas TSANGARIS

住居所或營業所地址：(中文/英文)

加拿大安大略省 K2K 3E7 卡納創新路 1000 號 400 室/1000 Innovation Drive, Suite 400, Kanata, Ontario K2K 3E7, Canada

國 籍：(中文/英文) 加拿大/CA

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中文/英文) 安德烈亞斯·山格里斯/Andreas TSANGARIS

國 籍：(中文/英文) 加拿大/CA

2. 姓 名：(中文/英文) 馬克·貝肯/Marc BACON

國 籍：(中文/英文) 加拿大/CA

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. 美國 US；2007/05/11；60/917,410
2. 美國 US；2007/11/07；60/986,213
3. 美國 US；2007/11/07；60/986,212
4. 美國 US；2008/04/04；60/042,571
5. 國際專利 WO；2008/02/27；PCT/CA08/00355

☐ 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及氣體重整領域。特別的，本發明涉及包含最佳化氣體轉化效率裝置的氣體重整系統。

【先前技術】

廢氣（合成氣）是從多種材料轉化過程中產生的，例如氣化、等離子體氣化和/或等離子體溶煉等。這些氣體可以被用於適當的下游應用（例如發電、化學品和液體燃料的工業合成），存儲用於以後使用或者燃燒掉。在某些情況中，有興趣對所產生的氣體進行重整以改進化學組成達到下游的有效利用。

在氣化過程中，將含碳原料連同可控量並且/或有限量的氧氣以及某些時候有蒸汽一起加料到氣化器中，以產生粗氣。氣化過程的廢氣依賴於原料的組成，並可以含有 H_2O 、 H_2 、 N_2 、 O_2 、 CO_2 、 CO 、 CH_4 、 H_2S 、 NH_3 、 C_2H_6 以及其他的烴類如乙炔、烯烴、芳香族化合物、酚類和焦油。可以用於氣化的原料包括市政廢物、工業活動所產生的廢物以及生物醫藥廢物、污水、淤泥、煤炭、重油、石油焦炭、精煉廠重質殘渣、精煉廠廢物、烴類污染的土壤、生物質、農業廢物、輪胎和其他危險廢物。

影響氣化過程中所產生氣體品質的因素包括：原料特徵如粒度；氣化器加熱速度；停留時間；工廠構造其使用幹給料系統還是漿給料系統、原料-反應物流動幾何學、灰或礦渣去除系統的設計；其使用直接還是間接的熱量產生

和轉移方法；以及合成氣移出系統。

某些氣化設備採用氣體處理系統用於在通過氣體品質調節系統進行冷卻和清潔之前，將氣體轉化成更可以接受的氣體組成。經過處理的氣體可以經歷進一步的處理步驟用於去除不期望的化合物如金屬、含硫化合物以及細微粒。例如，幹式過濾系統和濕式洗滌器可以用於去除微粒物質和酸性氣體。

工業上已經將等離子體用作兩種主要的能量來源：一種作為強熱源，另一種作為自由電子源，其中所述自由電子可以用於啟動和驅動許多需要將分子解離成（反應性）解離片段的化學過程。電子轟擊能夠激發分子的解離狀態並將其還原成片段，這是在許多環境中產生自由基和分子片段的關鍵機制。

等離子體是發光的氣體，該氣體被至少部分離子化，並且由含有電子和離子的激發氣體物質所構成。可以使用許多氣體產生等離子體，這樣在等離子體中提供了比化學反應優秀的控制，因為工作氣體可以是中性的（例如氫氣、氮氣和氬氣）、還原性的（例如氫氣、甲烷、氨和一氧化碳）或者氧化性的（例如氧、二氧化碳）。

根據它們的溫度和密度，可以將不同的等離子體進行分類。術語“等離子體密度”本身通常指電子密度，即每單位元體積內自由電子的數目。等離子體的離子化程度與失去（或獲得）電子的原子成比例，並且主要受到溫度的控制。

通常以開氏溫度或電子伏特來測量等離子體溫度，離子體溫度是每個顆粒平均熱動力學能量的非正式測量。由於品質的差別大，因此電子在它們中達到熱動力學平衡比與離子或中性原子達到平衡要快得多。由於該原因“離子溫度”可能會與“電子溫度”有很大不同（通常比“電子溫度”低）。根據電子、離子和中性物的相對溫度，等離子體被分為“熱”或“非熱”。熱等離子體具有相同溫度的電子和重顆粒，即它們處於相互熱平衡。另一方面，非熱等離子體具有溫度低得多的離子和中性原子，而電子則“熱得多”。

本領域中已知非熱、低溫等離子體在大氣壓下會破壞相對低濃度的揮發性有機化合物，並且對於處理低水準的廢物濃度和處理對標準化學手段有抗性的化合物特別有吸引力。這些低溫等離子體處理技術通常包括高能電子束照射或放電方法如脈衝電暈放電法、介質阻擋放電法、毛細管放電法、空心陰極放電法、表面放電法和填充層電暈放電法。所有這些技術依靠電能夠以比周圍氣相離子和分子高得多的平均動力學能量產生電子。這些高能電子能夠與周圍的氣體相互作用以產生高活性物（即：自由基、陰離子、陽離子和次級電子），該高活性物將優先破壞污染物。

在廢物處理領域中，等離子體炬已經被用作熱源以通過將有害物質轉化成廢氣（即合成氣），並將主要包含無機物質的殘渣熔化成為爐渣而驅動有害廢物的氣化、熔化以及破壞。某些等離子體氣化系統使用等離子體炬不僅用於驅動氣化過程，而且還用於在氣化室中對粗廢氣進行處

理，其通過利用加入或不加入其他輸入或反應物，將長鏈揮發物轉化、重建或重構成較小的分子。

等離子體源也被用作活性物源。這些活性物源已經被用於啟動和驅動將有害氣體分子轉化成低毒性物。美國專利 No. 6,810,821 提供了一個例子，其描述了一種旋流氧化器，該旋流氧化器被設計為對來自石墨電極等離子體電弧爐的廢氣中所出現的炭黑/煙黑進行還原。該旋流氧化器使用等離子體炬對含有二氧化碳和氧氣混合物而不包含氮氣的工作氣體進行離子化。在所述等離子體電弧區對所述氣體混合物進行離子化時，所述二氧化碳被轉化成一氧化碳和反應性非常高的氧原子。該旋流氧化器室在其上游端附近以非常高的速度切線接收廢氣，這樣在該旋流氧化器內形成了旋流條件。在所述旋流氧化器內將反應性氧原子的出現與增強的攪動環境相結合，副產品氣體中的炭黑/煙黑和漏出的毒性材料能夠被有效地轉化和破壞。

美國專利 No. 6,810,821 還教導通過注入被抗高溫的噴霧嘴霧化並被注入到室中作為氧化劑的霧化氧氣和蒸汽提供額外的氧化劑。副產物氣體和所注入的霧化氧氣和蒸汽之間的劇烈內部混合提高了氧化反應效率，其中所述劇烈內部混合是由所述旋流氧化器內旋流行為的劇烈所造成的。使用低熱值廢物，所述旋流氧化器完全將副產物氣體轉化成水和二氧化碳。使用高熱值廢物，最終副產物氣體能夠作為用於發電的高品質易燃合成氣。儘管該旋流氧化器能夠通過對污染物進行氧化而處理（即清除）廢氣，但

是不能夠被設計為將氣體重整成具有設定 (designed) 化學組成的產品氣體。其不能夠使用等離子體炬以形成氣體重整區，所述氣體重整區可以被用於將所述廢氣重整成具有確定組成的氣體。

美國專利 No. 6,030,506 提供了另一個例子，其描述了用於將外部非熱等離子體啟動的物質傳輸到目標流體的方法和設備，其包括：(a) 在供能裝置中形成啟動的物質；以及(b)通過高速注入裝置將所啟動的物質引入到目標流體中。本發明解決了空氣污染控制，以及提供了進行大規模化學反應用於漂白、增強化學反應和消除污染的設備和方法。

美國專利申請 No. 11/745,414 提供了氣體重整系統的第一個例子，其中等離子體炬定位在該系統內提供了在每個等離子炬之前的反應場，這樣可以對所述廢氣進行重整。這些等離子體炬和空氣噴嘴的定位被設計成最佳化氣體在室內的流動方式以及停留時間。

前述系統不能夠最佳化供能機制以及將大部分粗合成氣重整為具有設計化學組成的氣體的整體效率。尋求商業化的設備用於以整體上成本最有效的方式將含碳原料轉化成能量如電能，需要系統用於將合成氣有效地轉化成具有被設計為用於下游應用的組成的氣體。因此，提供一種氣體重整系統最佳化該過程的整體效率，和/或包括將初始氣體轉化成具有確定組成的氣體的整體過程的那些步驟，將是本領域中的顯著進步。

【發明內容】

本發明提供了一種系統，其引入一個或者多個能量源啟動氣體重整過程，其通過啟動分子解離成反應性片斷（中間體）。所述能量源與氣體操縱器（Gas Manipulators）結合，該氣體操縱器設計為通過在整個氣體重整過程中最佳化能量轉移來最佳化氣體重整過程的效率，此外最佳化相對於輸入到該系統氣體量的重整氣體量（氣體重整率）。

本發明的一個目的是提供一種包含最佳化氣體轉化效率裝置的氣體重整系統。根據本發明的一個方面，提供了一種系統，用於將初始氣體重整為具有設定特徵的重整氣體，其包括探測所述初始氣體至少一個特徵的裝置；根據所述初始氣體的至少一個特徵，以及根據所設計的重整氣體特徵，修改過程輸入的裝置；用於應用一個或者多個能量源的裝置，所述能量源足以將初始氣體的實質上大部分氣體分子重整為重整氣體；用於促進重整的裝置；用於穩定所述重整氣體的裝置；以及控制系統。

根據本發明的另一個方面，提供了一種用於將初始氣體重整為具有期望特徵的重整氣體的過程，其包括下列步驟的一個或多個：探測所述初始氣體的至少一個特徵；根據所檢測的初始氣體特徵以及根據輸出氣體的期望特徵，修改過程輸入；施加氣體激勵場（energizing field），其中所述激勵場足以將大部分的氣體分子重整成它們的構成成分；促進有效的過程加速用於將所述構成成分重整為具有設定特徵的重整氣體；促進新形成分子的去激勵化和穩定

化，以維持所設計的特徵；以及控制初始氣體向輸出氣體的有效轉化。

根據本發明的另一個方面，提供了一種用於氣體重整的系統，其包括一個或者多個能量源用於啟動氣體重整過程；以及一個或者多個氣體操縱器用於對在氣體重整的整個過程中的能量轉移進行最佳化；其中整合所述一個或多個能量源和所述一個或者多個氣體操縱器用於最佳化氣體重整率。

根據本發明的另一個方面，提供了一種氣體重整系統，其包括一個或者多個氣體重整區；一個或者多個氣體穩定區；包括調節整個過程的控制系統；可選擇的一個或者多個氣體添加劑區，和/或一個或者多個氣體清潔區，其中以大部分初始氣體被重整為具有設計組成的氣體的方式，對該重整系統的這些區進行排布和控制。

根據本發明的另一個方面，提供了一種用於將初始氣體重整為重整氣體的方法，其包括下列步驟：將初始氣體傳送到氣體重整室；將輸入氣體與至少一種過程添加劑混合以形成預重整氣體；將所述預重整氣體暴露到氣體激勵場，這樣將氣體中的分子解離成它們的組成成分；將這些組成成分重組為具有設計化學組成的分子物質，這樣產生了重整氣體；以及從所述室中移出所述重整氣體。

根據本發明的另一個方面，提供了一種用於將初始氣體重整為重整氣體的系統，其包含一個或者多個耐火材料襯裏的室，所述耐火材料襯裏的室具有一個或者多個用於

接收初始氣體的輸入；一個或者多個用於釋放重整氣體的輸出；與所述室流體連接的一個或者多個過程添加劑輸入；位於所述一個或者多個室中的一個或者多個氣體操縱室；在所述一個或者多個室中形成氣體激勵場的裝置。

特別的，該系統已經被設計為最佳化能量從一個或多個能量源轉移到具有起始化學組成的氣體（預重整氣體）以及整個重整過程，這樣以有效的方式將氣體重整成具有設計化學組成的氣體。該系統包括在氣體操縱器中實現的設計策略，其功能是在氣體通過氣體重整室時提高重整反應的速度、效率和徹底性，以使重整氣體所需要能量的總量最小化，並使得轉化成具有設定化學組成氣體的氣體百分比最大化。

因此，該氣體重整系統包含一個或多個“氣體重整區”和一個或多個“氣體穩定區”。可選擇地，該系統還包括通常位於氣體重整區上游的一個或多個“氣體添加劑區”，和/或通常位於氣體穩定區下游的一個或多個“氣體清潔區”，其中所述“氣體添加劑區”具有或不具有完成將氣體與添加劑進行混合的裝置，其中所述混合通常是通過增加氣體中的紊亂而完成的。可選擇地，氣體穩定區包含在氣體冷卻時從氣體捕獲熱量的熱量轉移裝置。該系統的這些區被以一種方式排布和控制，以便在初始氣體通過本發明系統後，大部分初始氣體被重整為具有設計組成的氣體。所述氣體重整系統還包括調節整個過程的控制系統。

【實施方法】

除非以其他方式定義，這裏所使用的全部科技術語都具有本發明所隸屬技術領域技術人員的一般理解相同的含義。

這裏所使用的，術語“大約”指與標準值有 $\pm 10\%$ 的變化。需要理解的是，這些變化也都包含在這裏所提供的任何給定數值中，而無論是否具體地提到。

術語“活性物”是指在整個重整過程中所形成的高能物。非限制性例子包括能量源如等離子體產生的自由電子，或在廢氣（例如合成氣）中形成的解離中間體（誘導中間體），所述廢氣將能量轉移到其他分子和/或所述預重整氣體（“預重整分子”）的解離中間體/片段，這使得它們被重整為具有設計規格的化學組成。本領域技術人員理解，隨著能量轉移繼續，某些預重整分子將依次變成活性物，這將它們獲得的能量轉移到氣體重整區中的其他分子。

術語“粗廢氣”是指在將原料轉化成爐渣的整個過程中從原料離開的氣體。這種類型的氣體和性能在工業中通常被稱作“合成氣”。

術語“部分處理的粗廢氣”是指根據條件以某些方式處理的粗廢氣（粗合成氣），所述條件諸如在氣化系統如被設計為用於破壞廢物和轉化成氣體和爐渣的等離子熔煉系統中所產生的強熱或活性物。這些處理可以包括將粗廢氣暴露到等離子體或其他能量源。

術語“初始氣體”是指要被重整為設計成用於一個或者多個下游應用化學組成的氣體。其包括粗廢氣（粗合成氣）和/或部分處理的粗廢氣。

術語“預重整氣體”被用於表示進入氣體重整區的氣體。這種氣體包括初始氣體，以及在將初始氣體重整為設計的化學組成之前，已經被加入用於調節氣體化學組成的任何可選擇過程添加劑。例如，如果氣體需要提高水準的氫，則可以加入蒸汽作為氣體重整區上游的過程添加劑，這樣所述重整氣將含有充分量的氫物質，以提供具有適當化學組成的最終重整氣體產品。如果沒有加入可選擇的過程添加劑，則“預重整氣體”具有與“初始氣體”相同的組成。

術語“重整氣體”是指離開氣體重整系統的氣體。

術語“氣體重整率”被用於描述相對於被輸入所述系統的氣體的量而被重整的氣體量。可以通過下式描述氣體重整率：

$$\frac{\text{重整氣體的量}}{\text{預重整氣體的量}} \times 100 = \text{被重整氣體的百分比}$$

可替換地和具體地，如果沒有使用過程添加劑，則可以使用下式描述氣體重整率：

$$\frac{\text{重整氣體的量}}{\text{初始氣體的量}} \times 100 = \text{被重整氣體的百分比}$$

可以直接或間接評定所述氣體重整率。可以通過將重整氣體和預重整氣體的下游能量產生進行比較，而進行對氣體重整率的間接評定。下游能量產生反映被重整氣體的百分比。下游能量產生的提高預示被重整氣體的百分比的提高。

術語“氣體操縱器”表示引入到本發明系統中的特徵，其功能是促進氣體重整過程。

這裏可以互換使用的術語“含碳原料”和“原料”被定義為指可以在氣化過程中使用的含碳材料。適當的原料例子包括但不限於有害的和無害的廢物材料包括市政廢物；工業活動所產生的廢物；生物醫藥廢物；不適合回首的含碳材料包括不可迴圈的塑膠；污泥；煤；重油；石油焦炭；瀝青；精煉廠重質殘渣；精煉廠廢物、烴類污染的土壤；生物質；農業廢物；市政固體廢物；有害廢物和工業廢物。可以用於氣化的生物質的例子包括但不限於廢木材；新木材；水果、蔬菜和穀物處理的殘餘物；造紙廠殘餘；稻草；草和肥料。

術語“氣體激勵源”是指任何本領域已知的可以用於將能量轉移到預重整氣體而使得所述預重整氣體被重整為具有確定組成的重整氣體的能源。例子包括但不限於等離子體產生源、放射源、氫燃燒器、電子束槍等。

術語“氣體激勵場”被用於表示在該系統中所使用的一個或多個氣體激勵源產生的場效應，以為氣體提供發生重整處理所需要的能量。例如，由等離子體炬形成的氣體激勵場將表現出隨等離子體炬功率（torch power）、工作氣體組成、等離子體炬位置以及等離子體炬方向等變化的三維空間。

這裏所使用的術語“探測元件”被用於最寬的傳感中以描述涉及氣體重整系統任何元件的方面，其被配置成對所述系統、輸入和/或輸出的一個或者多個特徵、參數和/或資訊進行探測、檢測、讀取、監控等。

這裏所使用的術語“應答元件”被用於描述能夠對信號作出應答的氣體重整系統任何元件的方面。

氣體重整系統

本發明包括一種系統，用於對來自含碳原料氣化反應的氣體進行有效氣化。輸入到該系統的初始氣體通常包含不同長度的烴類分子的複雜混合物。氣體的化學組成和污染物質質量將依賴於原料的組成、用於產生氣體的過程以及氣化系統的條件。一些氣化器被設計為用於單步驟過程，其中在一個單獨的室中，各種形式的熱量被用於產生氣體。其他一些氣化器在多步驟過程中產生氣體，其在一個室的不同區內，或者在不同的室內，或者一些它們的組合。每個系統都可以包含對粗廢氣的某些預處理，通常使用在氣化室中的熱源。

這些設計策略的一個主要目的是最佳化在氣體激勵區中有效暴露到活性物的粗合成氣和/或預重整氣體的量。有效暴露的程度越高，能量轉移的效率就越大，因此，以整體上成本最有效的方式轉化成具有設計化學組成的預重整氣體的轉化百分比越高。

設計策略的例子包括設計整個系統。例如，重要的設計策略包括預重整氣體相對於氣體激勵場的流動方式（湍流），特別是在特定時間量內通過該場的氣體量。這些策略的一個例子是預重整氣體通過產生等離子體的電弧的系統設計。另一個例子是系統設計，其中等離子體炬被定位成等離子體等離子羽輝逆流流動並直接降入到預重整氣體

中。在另一個實施方式中，預重整氣體連續地或平行地通過氣體激勵場。

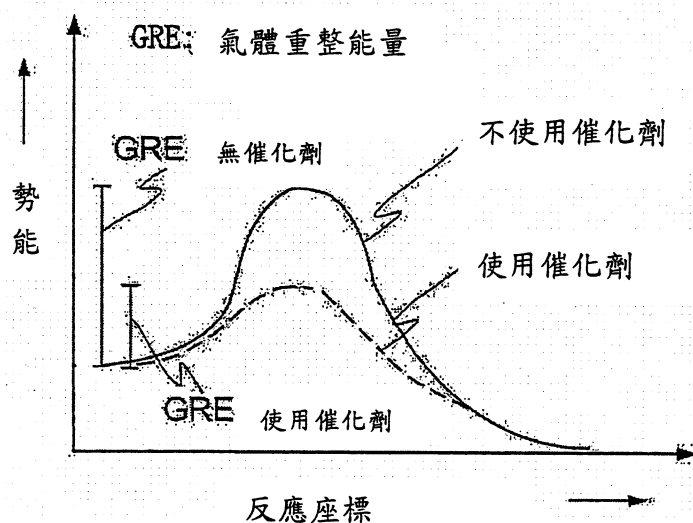
本發明的重整系統被設計為最佳化被重整產品氣體的預重整氣體量。在一個實施方式中，通過術語氣體重整率表示該過程的效率，氣體重整率包括（重整產品氣體的量）/（預重整或起始反應氣體） $\times 100 = \%$ 。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 95% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 90% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 85% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 80% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 75% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 70% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 65% 或更高。在一個實施方式中，所述氣體重整率是 60% 或更高。在一個實施方式中，該概念表達為與初始氣體相比重整氣體的數值的比例。在一個實施方式中，該數值是在發電時的產能值。

為了有效地將初始氣體重整為具有設計組成的氣體，本發明包含一個或者多個“氣體重整區”以及一個或者多個“氣體穩定區”。可選擇的，氣體穩定區包含熱轉移裝置用於在氣體冷卻時從氣體捕獲熱。可選擇的，該系統包含通常位於氣體重整區上游的一個或多個“氣體添加劑區”，其使用或不使用混合。可選擇的，其還可包含通常位於氣體穩定區下游的一個或者多個“氣體清潔區”。

為了清楚的目的，分別對這些區進行描述。然而，需

要理解，通常這些區是連續的，並且在系統內被整合，因此所述系統不限於含有不連續、物理分開的這些區，儘管這是可以替換的選擇。根據特定實施方式的設計，它們可以被或多或少地分開。另外，為了引用容易，根據在區中主要發生的處理步驟對這些區進行命名。然而，本領域的技術人員將明白，由於重整過程的特點，其他過程步驟也可以在這些區中低程度發生。

對氣體進行有效重構的系統必須能夠提高初始氣體分子的能量，以便它們開始重整。特別的，啟動反應中間體。反應的產生能量的過程是由下圖所表示的。



本領域技術人員能夠接受，箭頭指向表示誘導具有起始化學組成的氣體分子開始重整成具有設計化學組成的分子所需要的能量。虛線表示如果使用催化劑，所需要的能量將低於引起這些分子重整所需要的能量。本領域技術人員能夠接受，通常水準上，需要將充分的能量提供給初始氣體分子以驅動它們打斷其鍵並重整成重整分子和原子。

在適當的條件下，如果將重整分子和/或原子完全進行混合，則這些原子將根據所存在的各種物質的相對含量而重新組合。而且，如果顯著量的預重整氣體通過激勵場，則將有顯著量的氣體被重整。

為了完成有效重整氣體的目的，本領域技術人員能夠理解在氣體重整的整個過程中出現下列四個化學過程：1) 中間體的啟動；2) 中間體的至少部分延長；3) 中間體的終止；以及 4) 產物氣體的穩定化。

可以設計一種氣體重整過程包括這四種常規的過程。在第一過程中，通過混合將反應物如初始氣體分子和能量源（包括但不限於自由電子和其他增能或啟動的物質如栗子和自由基）集合起來，並達到物-物接觸的狀態。這種接觸和混合物充分能量水準的結果是，反應物的相互作用導致化學中間體的形成。儘管某些中間體可以結合反應並終止，但至少一部分中間體經歷另一個步驟，在該步驟中在存在或不存在反應物參與時，中間體相互反應產生其他的中間體，這得到了化學反應鏈。在另一個過程中，通過化學和/或物理手段將中間體進行終止，並得到具體的產物。在第四個和最後的步驟中，在保持具體的化學和/或物理條件時，對所形成的產物進行穩定化。

因此，中間體的啟動可以被認為是在氣體重整區中早期發生的重要過程，在該區中，提供中間體-誘導裝置（能量源）並與進入該氣體重整區的氣體接觸。混合、能量轉移和/或照射會使反應物轉化成起始中間體。這些反應物可

以被稱作被激發。

中間體延長步驟可以被認為是在氣體重整區中發生的另一個主要過程，在該過程中，起始中間體相互反應以產生其他的中間體。對於這些中間體可能形成與來自前一中間體的一組中間體的反應鏈。

通常，中間體終止過程被認為是在所述氣體重整區的末端發生，而在某些實施方式中，甚至可以被認為限定在該區的外周上，其中化學和/或物理條件被改變，以便所述鏈反應被停止，從而避免進行得太遠。然而，需要理解的是，終止過程可以在氣體重整區的其他區域發生，這依賴該過程的細節、反應物/中間體、以及終產物的穩定性。在通過可控終止或者通過無干擾進程達到的鏈反應結尾，可以形成具體的產物。

氣體穩定區可以被認為定位到產品穩定化是主要過程的位置，並被限定成維持具體條件以穩定在中間體重整的終止時形成的產物。通常，期望這些產物用於具體的應用。如果需要不同的產物，則可以努力調節中間體的終止點，因為鏈反應過程的不同點對應於不同的中間體，其接著(in term)通過終止和穩定化產生不同的產物。

有許多中間體誘導手段。這些包括熱加熱、等離子體羽輝、氫燃燒器、電子束、鐳射、輻射等。在反應物分子在存在催化劑時具有充分能量進行重排並與這類催化劑接觸時，催化劑可以被認為發揮了中間體誘導手段的作用。提供中間體誘導手段的能量源的共同特徵是引起反應物的

化學變化，並沿著達到終產物的途徑進行。因此，所形成的中間體會在不同的中間體誘導手段之間存在不同，並具有不同的啟動水準。

有許多方法將初始氣體能量提高到這些分子被重整成具有設計化學組成的水準。啟動的物質例如在等離子體中發現或氫源產生的電子和正離子能夠用於轉移使起始氣和過程添加劑以及“預重整氣體”中分子重整為重整分子和原子所許的能量。

如上所述，本領域技術人員已知有各種催化劑能夠用於降低所述分子重整所需要的能量的量。諸如白雲石、橄欖石、氧化鋅和焦炭的催化劑是某些通常用做催化劑的例子。

本發明提供了一種巧妙的完整氣體重整系統，用於將具有相關特性特徵的初始氣體（例如化學組成）有效周密計畫地重整成具有為具體下游目的設計的特性特徵的輸出氣體。最佳化包括完成重整的最全面成本有效的方式，包括前面的成本如電能和下游的成本如處理污染的催化劑。

氣體重整系統處理：

(1) 直接或間接探測初始氣體特性參數的適合性，包括但不限於化學組成、濕度、流速等。可選擇的，該系統可以探測下游系統或其輸入或輸出的特徵和/或參數；

(2) 根據所探測到的初始氣體的特性參數以及輸出氣體的期望參數修改重整過程（例如可選擇地提高或降低過程添加劑的適當量，修改電流的量等）；

(3) 產生一個或多個氣體重整區，其含有充分的產能物，能夠與廢氣分子（初始氣體或預重整氣體）相互作用以將能量轉移到氣體分子，以便大部分氣體分子重整為重整分子和原子；

(4) 在重整區中，促進初始氣體分子組成成分（起始中間體）的混合，以便它們重組成通過在重組氣體中所出現的物質的相對含量作確定的化學組成；

(5) 提供穩定區，這樣對新形成的分子進行去激勵化，例如，冷卻，或者去除催化劑或氣體激勵源的影響，這樣被穩定化以維持期望的特徵；以及

(6) 提供控制系統以對氣體重整過程進行全面控制。

氣體重整的系統和方法可以用於對實質量的廢氣如含碳原料的氣化所產生的廢氣進行重整成重整氣體，其含有最佳水準的分子，例如一氧化碳和氫氣以及最低水準的不必要分子。

在後面的描述中，氣體重整系統的下列部分被更詳細地考慮。基本的過程將以“氣體重整區”和“氣體穩定區”為開始進行描述。最佳化氣體重整程度和效率的策略和戰術將通過討論含有催化劑的氣體操縱器和其他氣體操縱器進行描述。該系統中所包含的可選擇特徵包括“氣體添加劑區”和“氣體清潔區”。最後，描述將討論氣體重整室的設計以及管理上述全部過程的控制系統。

氣體重整區

重整區是所述系統內部的區，其發生所述預重整分子

被充分激勵，以重整為具有設計化學組成的分子物質。通常，該區被設計成含有在重整過程過程中造成湍流和混合的裝置。

氣體激勵源

氣體激勵源提供克服氣體重整系統中（預重整氣體）初始氣體分子以及過程添加劑鍵能所需要的起始能量，這樣將這些分子重整成重整分子，並最終重整成具有設計化學組成的分子，例如 CO 和 H₂。這些激勵源用於提供能量以起始反應性中間體，如果需要的話，用於提供能量支援這些中間體的延長。

在本發明中設計了多種元件用於提供氣體供能區。滿足氣體重整能量需求所需的能量水準依賴於多種因素，包括但不限於初始氣體的特徵（例如組成）、過程添加劑以及催化劑的存在。用於提高溫度、停留時間和/或湍流和混合的手段也被設計用於包括在該區的設計和形成中。

氣體供能以誘導中間體變成反應性所需要的能量可以是各種源所提供的，其中所述源被稱作激勵源、熱加熱、等離子體、氫燃燒器、電子束、鐳射、輻射等。它們的共同特徵是引起反應物的化學變化，並沿著達到終產物的途徑進行。

等離子體源

等離子體提供了能量源，大部分是以電子和正電離子的形式，其能夠與預重整氣體相互作用以將氣體重整能量供給到分子。

在本發明的一個實施方式中，與其他氣體激勵源結合或不與其他氣體激勵源結合運行的一個或者多個基於等離子體的源（例如等離子體炬）被用於將初始氣體的能量提高到充分高的水準以進行氣體重整，因此提供了氣體供能區。適當的能量水準依賴於多種因素，包括但不限於初始氣體和過程添加劑的特徵，並且容易被本領域技術人員所確定。

儘管熱有助於這些過程，但顯著部分的大部分能量是由等離子體中的活性物所提供的。在本發明的一個實施方式中，溫度被維持在大約 800°C ~ 1200°C 之間。通過使用催化劑可以降低該源所需的能量的量。

可以從多種類型中選擇一個或者多個等離子體源，其包括但不限於非轉移和轉移電弧、交流電（AC）和直流電（DC）、等離子體炬、高頻感應等離子體設備和感應耦合等離子體炬（ICP）。在所有產生電弧的系統中，電弧是在陰極和陽極之間開始的。選擇適當的等離子體源是本領域技術人員能力範圍內的。

非轉移和轉移電弧（AC 以及 DC）炬能夠採用適當選擇的電極材料。本領域中已知適合電極的材料包括銅、鎢合金、鈦等。電極的壽命依賴於多種因素例如電極上的電弧工作區域，接著電弧工作區域依賴於等離子體炬的設計以及電極的空間排布。通常，小的電弧工作區域會在短時間內燒損電極，除非這些電極被設計成通過發射熱離子冷卻。這些電極可以是空間上可調節的，以減少任何它們之

間間隙的變化，其中這些變化是因為在其壽命中電極燒損所造成的。

多種氣體可以被用作等離子體炬的運載氣體，包括但不限於空氣、氫氣、氮氣、氬氣、甲烷、氨和一氧化碳、氧、二氧化碳、 C_2H_2 和 C_3H_6 。運載氣體可以是中性的、還原性的或氧化性的，並可根據氣體重整過程以及氣體電離勢的需求進行選擇。對適當運載氣體的選擇以及對將運載氣體引入到等離子體炬中的手段的理解會影響其效率，是在本領域技術人員的通常技能範圍內的。特別的，引入運載氣體設計得差，會導致具有熱區和冷區的不均勻等離子體羽輝。

在一個實施方式中，氣體重整系統包括一個或者多個非轉移、反極性 DC 等離子體炬。在一個實施方式中，所述氣體重整系統包含一個或者多個水冷卻的銅電極 NTAT DC 等離子體炬。在本發明的一個實施方式中，所述氣體重整系統包括一個或者多個 AC 等離子體炬。

AC 等離子體炬可以是單相或多相的（例如三相），並在弧穩定性方面具有變化。可以從傳統的實用網路或發電機系統直接對三相 AC 等離子體炬提供動力。也可以使用更高相的 AC 系統（例如六相）以及混合的 AC/DC 炬或者使用但不限於氫燃燒器、鐳射、電子束槍或氣體離子化氣體源的其他混合設備。

多相 AC 等離子體炬通常具有能量供給上的較低損失。另外，由於軌炮效應，弧沿著電極的快速移動會導致

電極之間改善的熱負荷重新分配。熱負荷的這種重新分配以及任何電極的冷卻機制將使得可以使用具有相對低熔點但高熱導性的電極材料如銅合金。

所述等離子體炬可以包括多種商業上可以得到的等離子體炬，其在應用點使用提供了適當高的火焰溫度保持持久的時間。通常，可以利用的這類等離子體炬輸出功率尺寸可以在大約 100kW~6MW 以上範圍內變化。在一個實施方式中，所述等離子體炬是兩個 300 kW 的等離子體炬，每個都以所需的（部分）能力運行。

氫燃燒器

在本發明的一個實施方式中，氣體激勵場是至少部分由氫燃燒器提供的，其中氧氣和氫氣反應以形成超高溫蒸汽 ($>1200^{\circ}\text{C}$)。在這些高溫下，蒸汽可以以離子化的形式存在，這增強了氣體重整過程。氫燃燒器可以與其他氣體激勵源如等離子體炬或者不與其他氣體激勵源結合運行。啟動的氫物質具有活性物的快速散射以及深入蒸汽裂化的好處，這二者都達到在比使用等離子體達到所需溫度低的溫度下，初始氣體的高轉化率。

在本發明的一個實施方式中，氫燃燒器提供了顯著部分的供能能量，這樣作為主要的激勵場元件。

可以通過電解獲得用於氫燃燒器的氫氣。氧氣源可以是純氧或空氣。也可以使用其他的氫氣和氧氣來源，只要是本領域技術人員容易知道的。燃燒器的設計可以利用標準的塑造工具，例如基於計算的流動力學 (computational

fluid dynamics, CFD) 的塑造工具。燃燒器也可以被改造和按規定尺寸製作以適合氣體重整系統的需要，這需要考慮多種因素，包括但不限於用於重整的氣體的量、燃燒室幾何形狀等。

在本發明的一個實施方式中，氫燃燒器包含圓柱噴嘴體，其具有分別與其上下端連接的上下蓋，並在該噴嘴體內限定了預先確定的環形空隙 S。將氣體供給管連接到該噴嘴體的側臂，以便該管從此向下傾斜。上蓋可以與該體整合成單一結構，並被提供熱量轉移部件，厚度足以容易進行熱量的分散。沿著熱轉移部件形成一些噴嘴孔，其將氫氣釋放到空氣中，其中在熱轉移部件的上表面上形成暴露的低壓以與每個噴嘴孔相通。在該圓柱噴嘴體內還限定了氣流室以便氣體經過該室。在該空隙的內表面上形成導向突出 (guide protrusion) 以引導氫氣流成為空隙內期望的方向。而且，與噴嘴孔的下端相通的環形空隙 S 的上端被構造成圓頂型，這樣限定了拱形引導，將氫氣引導到噴嘴孔。

氫燃燒器在低溫下運行，並通常將氫氣與空氣混合。它們也可以使用氧氣-氫氣混合物，其在顯著高的溫度下運行。這種較高的溫度能夠釋放更多的自由基和離子，其也會使氣體與烴類蒸汽和甲烷具有高度活性。

在本發明的一個實施方式中，氫燃燒器作為高溫化學自由基的源，這些高溫化學自由基能夠加速將氣體烴類重整為合成氣。氫燃燒器與氧化劑一起運行，其中空氣和氧

氣是兩個通常的氧化劑選擇。本領域技術人員將會理解所需要的氫氣和氧化劑的相對比例。除了產生高溫自由基外，氫燃燒器還產生可控量的蒸汽。通常，能夠使用與等離子體炬類似效率的推動氫燃燒器。

電子束槍

通過發射機制如熱離、光電陰極和冷發射；或者通過使用純靜電場或使用磁場進行聚焦；以及通過一些電極，電子束槍產生了具有基本上精確動能的電子束。

電子束槍能夠被用於通過向原子加入電子或從原子移除電子而對微粒進行離子化。本領域技術人員將容易知道，這些電子離子化過程已經被用於質譜分析中以對氣體微粒進行離子化。

電子束槍的設計是本領域中容易知道的。例如，DC、靜電熱離電子槍是由許多部分形成的，這些部分包括熱陰極，其被加熱以通過熱離發射形成電子流；諸如衛耐耳特控制電極（Wehnelt cylinder）的電極，其產生電場以將電子束聚焦；以及一個或者多個陽極電極，其對電子進行加速和進一步聚焦。為了達到陰極和陽極之間更大的電壓差，電子經歷了更高的加速。置於陰極和陽極之間的排斥環將電子聚焦到陰極上的小斑點上。該小斑點可以被設計成孔，在這種情況中，電子束在達到被稱作集流器的第二陽極之前被校準。

輻射

離子化輻射是指能夠將原子或分子離子化的高能微粒

或波。離子化能力是每種輻射群（用於電磁輻射的光子）的能量的函數。離子化輻射的例子是產生能量的 β -粒子、中子和 α -粒子。

電磁輻射對原子核分子進行離子化的能力會沿著電磁波頻譜變化。X-射線和 γ -射線會離子化幾乎所有的分子或原子；遠紫外光會離子化許多原子和分子；近紫外光和可見光會離子化非常少的分子。適當的離子化輻射源是本領域中已知的。

迴圈能量

通過利用氣體重整過程所產生的任何熱，也可以降低維持該過程所需要的外部能量。氣體重整過程所產生熱量的量依賴於初始氣體和重整氣體的特徵。在一個實施方式中，通過最佳化注入到氣體重整系統中的過程添加劑量（例如空氣； O_2 ），將碳或多碳分子重整成主要是 CO 和 H_2 的過程中所釋放的熱被最大化。

可以在氣體穩定區中使用熱交換器捕獲離開重整區的氣體中的熱焓，並進行迴圈以增強重整過程的外在效率。

正如對於本領域技術人員明顯的，也可以使用其他基於熱能或鐳射的激勵源。

氣體操縱器

氣體操縱器代表尋求最佳化氣體重整過程的設計策略的實施方式。氣體操縱器包括它們包含室的設計，其最佳化預重整氣體相對於氣體激勵場的流動方式，特別是在特定時間內通過該氣體激勵場的氣體的量。氣體操縱器的另

一個例子是系統設計，其中提供能量的源（諸如等離子體炬）被相對於進入的重整氣體定位成將進入氣體和能量源中供能物之間的混合最大化。另一個例子是過程添加劑噴嘴的位置和定位被設計成提高湍流和混合。另一個可以包括連續氣體重整區相對平行氣體重整區的排列。

氣體操縱器包括已經被設計和引入到系統的結構設備中，以提高氣體重整過程的效率。離子包括但不限於諸如折流板和導流片的結構設備，其更有效地引導預重整氣體朝向並通過氣體激勵場。其他的例子包括結構設備，其提高整個過程的湍流，這提高了激勵源和重整氣體之間的混合。

氣體操縱器還包括該系統引導激勵源的物理定位以改變激勵場尺寸的方面，例如等離子體羽輝引導設備和/或改變供給到等離子體產生源的能量，工作氣體的流動速度等是本發明系統這些方面的非限制性例子，其可以被修改以實現預重整氣體激勵場尺寸的改變。

催化氣體操縱器提高了能量轉移的效率並包含催化劑。氣體操縱器的一個例子是預重整氣體通過等離子體產生電弧的系統設計。包含氣體操縱器是為了最佳化在為預重整氣體提供能量的過程中所消耗能量的量與輸出之間的平衡，其中所述輸出足以使該系統將合成氣重整成具有設計化學組成的氣體。

存在各種類型的氣體操縱器。

一類氣體操縱器被稱作能量源暴露操縱器。本發明這

一方面的主要設計策略是最佳化支持重整反應所需的暴露到起始能量源的預重整氣體的量。

另一類氣體操縱器被稱作混合操縱器。本發明的這一方面的主要設計策略是最佳化活性物的混合以增強在整個重整過程中能量的轉移。

另一類氣體操縱器被稱作催化操縱器。本發明的這一方面的主要設計策略是最佳化系統內催化活性以增強重整過程的整體效率。

整體效率是指重整過程的完全性（被表達為氣體重整率）以及達到重整的整體成本。例如，所述整體效率考慮了使用在處理過程中可能會“中毒”的催化劑的成本，以及替換它所需的成本。還會考慮能量源的成本。

本發明的氣體重整系統被設計成增強重整過程的效率。完成這一點的各種裝置被稱作“氣體操縱器”，並且它們增強重整過程的效率、效率和完全性。在預重整氣體經過該系統的室時，發生重整過程，因此停留時間是確定過程效率以及轉化完整性的關鍵方面。提高預重整氣體分子中能量轉移速度和程度以及重整物混合的因素，在氣體離開該系統前最佳化轉化的完整性。

氣體分子與提供能量的啟動物（如在等離子體和/或熱中所提供的）的接近依賴于氣體分子暴露到源的時間。在該系統中所提供的裝置使將被重整的分子數目最大化，其中所述裝置增強能量在整個接著開始重整的預重整氣體分子中轉移的過程。另外，提高啟動物/活性中間體的混合量

以便將它們重整為新化學物質的裝置也會使將產生的設計分子的量最大化，其中所述新化學物質的組成很大程度上依賴於在重整氣體中所出現物質的相對含量。

氣體操縱器被設計、定位以及運行用於增強重整過程的效率。在某些實施方式中，氣體操縱器被設計成提高系統內的高湍流。提高湍流影響氣體，其通過提供需要被供能的氣體分子以及在重整過程中被重整為新分子的氣體的徹底混合，其中所述新分子的化學組成將大部分通過氣體重整區中各種化學物質的相對含量而確定。

氣體操縱器可以被設計成改變氣體重整系統中的流動力學，其通過對氣體供能區、初始氣體、過程添加劑及其構成成分的至少一種進行靶向重新導向，這導致它們相對空間分佈和其動態發展的變化。氣體操縱器也可以被設計成保證在目標位置形成高湍流環境以輔助供能過程和重整過程。

通過改進氣體激勵場（例如等離子體羽輝）與初始氣體和過程添加劑的暴露，在最可能低的溫度下，達到了改進的反應過程用於供能和重整。

本領域技術人員容易理解，需要根據氣體激勵源的位置和過程添加劑的入口以及根據室的整體設計而設計和定位氣體操縱器。

暴露操縱器

在某些實施方式中，氣體操縱器被設計和構造成基本上增強將預重整氣體暴露到重整區。如前所提到的，這些

氣體操縱器可以是單獨的結構設備，其附著到氣體重整室上，或者被整合到氣體重整室中。

暴露操縱的室設計

在一個實施方式中，室設計包括氣體操縱器，其最佳化預重整氣體相對於氣體激勵場的流動方式，特別是在特定時間內通過該場的氣體量。這可以通過適當設計室的內壁達到，這達到了氣體重整槽的差別，即室內氣體流動路線。該氣體重整槽可以是各種類型，包括但不限於下列：直線、曲線、收斂-發散以及迷宮。

第 25~28 圖表示了氣體重整槽的各種實施方式。本領域技術人員將容易理解第 25~28 圖的每個實施方式都可能有多種設計變化，其根據室的附加特徵的設計，例如氣體注入孔。氣體重整槽的設計考慮包括但不限於暴露到能量源、橫截面積、溫度分佈圖、速度分佈圖、氣體停留時間、混合以及壓降。

參考第 15A 圖以及根據本發明的一個實施方式，該室是直線的，並包括定位等離子體炬的窄路。通過該窄路的氣體被迫使與活性離子化等離子運載氣體（氣體供能區）混合，這樣促進了重整。窄路與等離子體羽輝的可視部分尺寸差不多，其溫度在 2000°C 以上。運載氣體以離子化相的狀態離開，並因此更佳活躍。通過化學過程確定增強氣體重整所需的設計標準如槽的尺寸（例如其橫截面積）、速度和溫度分佈圖等。因為在窄道的較高速度，在重整氣體中所出現的任何顆粒物質可以在該室的第二進口產生並

積聚。

這些室還可以被設計為容易分離顆粒物質。參考第 15B 圖並根據本發明的實施方式，該室的第二進口被朝下定位，以便顆粒物質可以在底部分離並被帶走。可替換的，該室的第二進口可以被設計成從室的第一部分切線引入氣體，以便所得到的渦流可以促進顆粒物質從氣體蒸汽分離。

也可以利用簡單的機械設計通過適當地內部替換結構設備而達到第 15A 和 15B 圖的優點。參考第 15C 圖並結合本發明的一個實施方式，該室的形狀在長度上沒有改變，槽被基本上定位在室的中部以迫使廢氣通過。如果室的直徑固定，則耐火材料的安裝以及室的構成以及安裝被簡化。內部結構設備也可以是完全絕緣的並被冷卻達到最佳性能，其使用本領域已知的方法例如額外的冷卻管、風扇和調節設備。

單等離子體炬所產生的等離子體羽輝在數毫秒時間內是某些確定長度的，在該時間後，粒子化的氣體返回非等離子體氣體狀態，其溫度降低到大約 2000°C。本領域技術人員能夠理解，粒子化氣體返回非等離子體氣體狀態的時間依賴於等離子體炬的多種參數，包括但不限於等離子體炬的熱焓、氣流、周圍空氣的溫度以及電流強度。在具有曲線型槽的氣體重整室中，兩個或者多個等離子體炬可以被適當地定位，以提供連續的活性離子化氣體流以與進入的廢氣相互作用，達到增強的焦油裂解過程效率。

曲線槽可以有各種設計包括但不限於第 16A~16C 圖的

實施方式。根據本發明的一個實施方式，該室的第二進口允許氣體從該室的第一部分切線進入，以便所得到的漩渦流體促進從氣流分離顆粒物質。本領域技術人員將容易理解可以有多種曲線槽設計，例如根據曲線角度的差異。

參考第 17 圖並結合本發明的一個實施方式，該槽是發散-收斂型的，如果必要的話，該槽的形狀能夠在局部條件中達到變化例如速度、壓力等。

參考第 18 圖並結合本發明的一個實施方式，該槽是迷宮型的。如果必要的話，本領域技術人員將容易理解該槽的設計能夠提供更長的停留時間。

在本發明的一個實施方式中，所述氣體重整室是直線、基本水準的圓柱結構，其可運轉地通過立體導向的連接器連接到氣體源（例如氣化器）。該室的壁和/或連接器可以被設計成作為氣體操縱器即用於精確地再引導預重整氣體流並增強其與氣體激勵場以及可選擇的過程添加劑之間的相互作用。

在本發明的一個實施方式中，該室在適當的位置被收縮以增強預重整氣體與氣體激勵場（例如等離子體羽輝）和/或過程添加劑之間的相互作用。參考第 20A 圖並結合本發明的一個實施方式，室 3202 的收縮 3999 被設置在兩個等離子體炬 3208 的稍上方。參考第 20B 圖並結合本發明的一個實施方式，收縮 3999 是更有梯度的，並被定位成等離子體炬 3208 落入到室 3202 的收縮區域內。本領域技術人員將容易理解面對面收縮的不同位置對等離子體炬的影

響。

在本發明的一個實施方式中，在其注射器流作為運載氣體的等離子體炬被用於在室內產生離子化場，其中該室含有多相 AC 電流驅動的電極，並被填充需要被重整的預重整氣體。在預重整氣體直接通過該室時，增強了供能和重整過程。下面描述的氣體操縱器的各種實施方式仍被用於確保注射器等離子體炬的羽輝被精確導向到第一電極的缺口內。

氣體重整系統還可以被設計成將氣流分成平行經歷重整的更小氣流。參考第 24A 圖和第 24B 圖，每個更小的氣流經過由獨立的激勵源形成的專門重整區。第 24B 圖顯示使用轉移電弧焊炬。第 24C 圖顯示每個單獨氣流的專門重整區可以由多個氣體激勵源形成。第 24D 圖顯示第 24A 圖和第 24B 圖的實施方式，其中在每個較小氣流的路徑上引入混合元件。

第 25A~C 圖顯示三種氣體重整系統，其中在重整室中氣體激勵源被以一定角度定位。這些源可以引導其激勵場朝向氣體的流動，或者與其反向；或其組合。

該室還可以包含一個或多個第二炬源進口以輔助該室的預加熱或者等離子體炬加熱。

預重整氣體引導設備

氣體操縱器可以增強預重整氣體與氣體激勵場的暴露，其通過使用主動或被動方式直接或間接操縱預重整氣體在該室內的空間分佈及其動態變化。這些氣體操縱器可

以是單獨的結構設備。例子包括但不限於諸如折流板和導流片的結構設備，其更有效地引導預重整氣體朝向並經過氣體激勵場。其他例子包括將該室設計成形成某些期望的流動力學流動路徑。

在本發明的一個實施方式中，氣體操縱器被定位在初始氣體入口或其附近，以確保初始氣體具有更均勻的組成和/或溫度，並與過程添加劑適當混合。

參考第 26A~C 圖，並結合本發明的一個實施方式，氣體操縱器包含流體限流器 3999，其改變進入室 3202 的氣體的流動。本領域技術人員將容易理解氣體流動方式的差別依賴於多種因素包括但不限於流體限流器 3999 的尺寸和形狀和其位置。

可以使用多種緊固手段將流體限流器連接到室上。在本發明的一個實施方式中，流體限流器從室的頂部懸掛下（下游末端）。在本發明的一個實施方式中，使用支架，將流體限流器連接到室的壁上。

參考第 27A 圖和第 27B 圖，並結合本發明的一個實施方式，流體限流器 3999 延伸達到室 3202 的基本上整個長度，這達到形成發生氣體重整的管狀空間。如第 27B 圖所示，可以使用馬達 7001 旋轉流體限流器 3999，一種是用主動方式直接操縱廢氣流的例子。流體限流器的旋轉可以被動力學控制，可選擇地結合控制系統，該控制系統被設計成調控和最佳化整個氣體重整過程。

第 28A 圖和第 28B 圖顯示了含有流體限流器並直接連

接到側面定位的氣化器的室的三種視圖。流體限流器需要被設計成忍受通常在室中出現的高溫。

第 29A~G 圖顯示根據本發明的各種實施方式的不同流體限流器。在這些圖中，等離子體炬被顯示成在同一高度上。可替換的，流體限流器可以被置於等離子體炬的之上或之下。添加劑注入口也被顯示在等離子體炬的下麵用於注入過程添加劑，例如空氣和蒸汽。

在本發明的一個實施方式中，如第 29A 圖所示，流體限流器具有兩個螺旋刮板，其被設計用於誘導進入的廢氣以及等離子體羽輝更螺旋的流體混合。第 29B 圖顯示根據本發明的一個實施方式，具有兩個螺旋刮板但具有不同外形的流體限流器。在本發明的一個實施方式中，如第 29D 圖所示，流體限流器的一個螺旋刮板比另一個大，並一步誘導廢氣和等離子體羽輝的螺旋流動和混合。在本發明的一個實施方式中，如第 29G 圖所示，在開始作為兩個新刮板之前，螺旋刮板僅覆蓋限流器的一部分。

在本發明的一個實施方式中，如第 29C~F 圖所示，流體限流器連接到冷卻管，在此處冷卻介質（例如空氣、水、熱油）控制流體限流器的溫度。在第 29E 圖所示的本發明一個實施方式中，在其進入廢氣流之前，添加劑（例如空氣、蒸汽等）從支持棒的頂部流到流體限流器的底部。這種設計能夠冷卻流體限流器，同時對添加劑在注入之前預先加熱。

參考第 30E 圖並結合本發明的一個實施方式，該室包

含氣體操縱器，其以一個或者多個旋轉軸的形式連接到馬達上，每個軸含有一個或者多個盤狀物，其可以被仔細稱重以穩定旋轉。對於在軸上具有多個盤狀物的實施方式，這些盤狀物可以被排布成分支形式。本領域技術人員將容易理解這些盤狀物可以採用冷卻。諸如上面所述的流體限流器可以被連接到旋轉軸的末端。

第 30A~D 圖顯示不同類型的盤狀物，其可以被連接到旋轉軸上。參考第 30A 圖，盤狀物具有能夠使氣體從盤狀物的一側流到另一側的截面。參考第 30B 圖，盤狀物具有螺旋截面，其被設計成將氣體拉升進入室的中部。可替換的，螺旋截面可以被設計成將氣體拉升並到達室的邊緣。參考第 30C 圖和第 30D 圖，轉動的盤狀物是具有多個槳片的輪輻。本領域技術人員將容易理解槳片的定位和重量分佈需要平衡以達到穩定旋轉。

第 31A~C 圖顯示與第 27B 圖所示旋轉軸不同的實施方式，其中頂部盤狀物能夠在滾珠軸承上旋轉，並被支持物保持在適當位置。可選擇地，冷卻液或添加劑可以被用管輸送經過軸的中心。在第 31A 圖所示的本發明一個實施方式中，在一個或者多個支持物的上面有馬達，其中驅動軸連接到轉動的輪子上（鏈輪齒）。機械能使盤狀物旋轉，這樣軸突出進入室中。

參考第 31B 圖，在支援物之間使用電磁石或者作為支援物的一部分引起旋轉。參考第 31C 圖並結合本發明的一個實施方式，電磁石被用於穩定式中的軸。電磁石可以被

用作第一或第二裝置以形成軸和盤狀物的轉動力矩。在本發明的一個實施方式中，盤狀物不依賴軸旋轉；例如，軸可以是固定的，或者以另一個速度甚至另外的方向旋轉。在本發明的一個實施方式中，盤狀物具有永磁性，冷卻是在盤狀平面上進行的，因為其可以是大部分中空的，其具有熱流體冷卻的滾珠軸承連接到軸上。

激勵源導向設備

激勵源導向設備是氣體操縱器，其引導激勵源的物理方位以改變氣體激勵場的尺寸，例如等離子體羽輝導向設備，和/或改變供給到產生等離子體源的能量，以及工作氣體的流動速度等是本發明系統方面的非限制性例子，其可以被修改以實現改變氣體激勵場的尺寸。

氣體操縱器還可以增強預重整氣體與氣體激勵場的暴露，其通過使用主動或被動手段或二者直接或間接操縱氣體激勵場（例如等離子體羽輝）在室內的空間分佈及其動態變化。在本發明的一個實施方式中，這可以通過激勵源（例如等離子體炬）的定位和方位達到。

在第 33A 圖所示的本發明一個實施方式中，氣體操縱器是導流片 3998，其將來自等離子體炬 3208 的等離子體羽輝 3997 進行再引導。對等離子體羽輝的適當再引導依賴於導流片 3998 的多種設計因素包括但不限於其與等離子體炬 3208 的距離，其與等離子體羽輝方向之間的角度，其與等離子體羽輝相比的尺寸以及其構成材料。抗熱材料確保導流片能夠抵抗在等離子體炬 320 附近出現的高溫。本

領域技術人員能夠容易知道不同的材料可以用於抵抗等離子體高溫。

參考第 33B 圖並結合本發明的一個實施方式，氣體操縱器是基於康達效應的導流片 3996，其用於操縱等離子體羽輝 3997。

[01] 參考第 34A 圖和第 34B 圖，並結合本發明的一個實施方式，一個或者多個液體噴嘴 3208（例如空氣噴嘴）被用於再引導等離子體炬 3208 所產生的等離子體羽輝。液體噴嘴是用於直接操縱等離子體羽輝的主動手段的例子。在本發明的一個實施方式中，液體噴嘴被動力學控制，其可選擇地結合被設計成調節和最佳化整體氣體重整過程的控制系統。

第 35A~D 圖顯示導流片的其他實施方式，其可以被用於再引導室內的等離子體羽輝。在第 35A~B 圖所示的本發明一個實施方式中，導流片附著到等離子體炬外套上。通過調節導流片的外形，可以控制等離子體羽輝分散的延伸。例如，第 35B 圖的導流片提供了比第 35A 圖的導流片寬的羽輝分散。

第 35C~D 圖顯示了本發明的實施方式，其中導流片不附著到等離子體炬外套上。在第 35D 圖所示的本發明一個實施方式中，導流片附著到旋轉軸上。本領域的技術人員將會理解，導流片表面的完美性（例如平滑、粗糙或角度）將會影響羽輝分散。

第 36A~D 圖顯示本發明的不同實施方式，其中旋轉軸

物體具有不平坦的表面。邊的數目、等離子體炬以及等離子體炬角可以被用於最佳化等離子體羽輝和/或平均地延伸等離子體羽輝，這樣使羽輝與廢氣的接觸最大化。在本發明的一個實施方式中，等離子體炬直接指向室的中部。

在第 36A 圖所示的本發明一個實施方式中，等離子體炬形成角度以便至少一部分等離子體羽輝擊中中心物體。可替換的，等離子體羽輝可以被定位離開中心物體。在第 36B 圖所示的本發明一個實施方式中，軸狀物體以與等離子體炬相反的角度旋轉，導致迫使等離子體羽輝朝向室外側。

在第 36C~D 圖所示的本發明一個實施方式中，等離子體羽輝朝著中心軸衝擊導流片。如第 36C 圖中所示，導流片可以被定位在等離子體炬外套上，或者如第 36D 圖所示，在室的壁上。第 36C~D 圖中的軸可以以其他方向旋轉。

可選擇的，用於裝配等離子體炬的口可以被滑動式裝配機制固定以輔助插入等離子體炬或從室移除等離子體炬，並可以包含自動門閥用於在收回等離子體炬封口。在本發明的一個實施方式中，切線安裝等離子體炬的口定位在空氣入口之上以提供最大暴露到等離子體炬熱量。這些安裝機制可以被修改以適應氣體激勵源的位置。

參考第 38A 圖並結合本發明的一個實施方式，等離子體炬 3208 被定位成注射到室 3202 內的氣體沿著與所產生的等離子體羽輝逆流流動。本領域技術人員將容易理解，在等離子體炬的方向和定位改變時，等離子體羽輝的空間

分佈也會有變化。

在本發明的一個實施方式中，氣體激勵源（例如等離子體炬）被放置成所得到的區域（例如等離子體羽輝）被與初始氣體流動的方向垂直地引導。在本發明的一個實施方式中，該室基本上是柱狀的，並且等離子體羽輝被放射狀，與初始氣體流基本上的軸流垂直地引導。可替換的，初始氣體流可以被軸向放射狀引導，而等離子體羽輝被沿著基本上柱狀的氣體精煉室軸向引導。在本發明的一個實施方式中，該室是基本上柱狀的，等離子體羽輝被切線垂直於初始氣體流基本上的軸流引導。

第 39 圖顯示柱狀氣體重整室的橫截面視圖，其具有氣體激勵源的各種排布，導致所得到氣體激勵場的形狀和尺寸的相關變化。在本發明的一個實施方式中，所使用的氣體激勵源可以是 AC 或 DC 等離子體炬。第 39A 圖顯示兩個氣體激勵源被切線引導入室內。參考第 39B 圖，該室含有三個電極，其中電弧經過它們之間。氣體經過該電弧，形成等離子體，氣體被重整。第 39C 圖顯示與第 39B 圖類似的實施方式，除了存在中心接地的電極外，其中電弧從壁上的電極到達接地的電極。本領域技術人員將會理解，接地電極除了接觸點外都被電防護。第 39D 圖顯示了一個示範性實施方式，其中該室含有多個氣體激勵源（如所示直接指向中間，或者以螺旋的方式）足以確保基本上通過該室的全部氣體都被供能。第 39E 和 39F 圖分別與第 39B 圖和第 39C 圖的實施方式類似，但使用六個等離子體炬（三

相或六相)。類似地，可以考慮更高數目的等離子體炬用於第 39B 圖、第 39C 圖、第 39E 圖和第 39F 圖的實施方式。

第 40 圖顯示本發明的兩個示範性實施方式，其中初始氣體和/或預重整氣體流被通過氣體激勵源所形成的氣體激勵場直接引入到重整室內。

氣體操縱器至少部分操縱預重整氣體和氣體激勵場互相的空間分佈以及它們的動態變化。

混合操縱器

在某些實施方式中，氣體操縱器被設計和構造成實質上增強氣體激勵場中重整氣體和供能物質的混合。另外，氣體操縱器還可以增強整個過程中的湍流，達到提高的混合。

在本發明的一個實施方式中，過程添加劑噴嘴的定位和位置被設計成提高湍流和混合。

在一個實施方式中，氣體操縱器是室內定位的一個或多個折流板，以誘導湍流，進而混合重整氣體。本領域中已知不同的折流板排布，其包括但不限於隔條折流板、橋牆折流板、阻流環折流板排布等。折流板還可以定位在初始氣體入口或其附近，以確保初始氣體具有更均勻的組成和/或溫度，並與過程添加劑適當混合。

參考第 43A~B 圖，可以在氣體激勵源前後形成湍流。第 43C 圖顯示了用於形成湍流的裝置的三種示範性的實施方式：(i) 被動格柵；(ii) 利用旋轉軸的主動格柵；以及(iii) 剪切發生器。第 45 圖和第 46 圖顯示產生湍流的構建的額

外示範性實施方式。

在一個實施方式中，氣體操縱器包括設計激勵源的定位，其能夠有助於將重整氣體和供能物在氣體激勵場中進行混合。這樣，激勵源可以被定位以最佳化氣體重整過程；其定位依賴於各種因素，包括但不限於氣體重整室（室）的設計。在本發明的一個實施方式中，兩個等離子體炬被切線定位以形成與氣體和/或氧氣輸入相同的螺旋方向。在本發明的一個實施方式中，兩個等離子體炬被沿著室的圓周定位在直徑位置上。

過程添加劑（後面討論其對化學組成的貢獻）輸入的排布基於多種因素包括但不限於室的設計、期望的流動、噴射速度、滲入和混合。本發明還涉及多種過程添加劑口和氣體激勵源口的設計。

例如，氧氣輸入或孔，蒸汽輸入或孔以及氣體激勵源孔可以在層上在室圓周的周圍進行排布，這使得將氧氣和蒸汽切線分層注入氣體供能區中。在一個實施方式中，提供了九個氧氣源孔，其排布在室圓周周圍的三個層上。在一個實施方式中，提供了兩個蒸汽輸入孔，其排布在室圓周周圍的兩個層上，並定位在直徑位置上。在空氣和/或氧氣輸入孔被排布在層上的實施方式中，它們可以被排布以使混合效果最大化。

在本發明的一個實施方式中，空氣和/或氧氣輸入孔被切線定位，這樣使得較低水準的輸入孔能夠預先混合氣體，等離子體炬對其加熱，並啟動氣體的漩渦運動。較高

水準的空氣輸入孔能夠加速漩渦運動，這樣使得產生並維持了再迴圈渦流分佈。

參考第 44 圖並結合本發明的一個實施方式，要被重整的氣體切線進入重整室，導致形成漩渦。該實施方式還顯示示範性的氣體操縱器，其被成型和定位以增強氣流與氣體激勵源的暴露。

在一個實施方式中，最低水準的空氣輸入孔包含四個噴射器，其將較低氯化器產生的氣體進行預先混合，並且使用等離子體炬對其加熱。另外兩個較高水準的空氣噴嘴提供了主要的動力和氧氣以將氣體混合，並且使用等離子體炬對其加熱達到需要的溫度。蒸汽輸入或孔的排布在數目、水準、方向和角度上是靈活的，只要它們被定位成提供最佳的溫度控制能力。

氧氣和/或蒸汽輸入孔也可以被定位，以便它們將氧氣和蒸汽與室的內壁成一定角度地注入到室內，其中該角度促進氣體的渦旋或漩渦。根據室直徑和設計的空氣輸入孔流體和速度選擇達到充分噴射滲透的角度。角度可以在大約 50° ~ 70° 之間變化。

空氣輸入孔可以被排布以便它們在相同的平面上，或者排布在連續的平面上。在一個實施方式中，空氣輸入孔被排布在上下水準上。在一個實施方式中，在下層存在四個輸入孔，另外六個空氣輸入孔在下層，其中三個輸入孔比另外三個稍高以形成交叉噴射混合效果。

可選擇的，空氣可以被有角度地吹進室中，以便空氣

形成經過該室氣體的旋轉或氣旋運動。氣體激勵源（例如等離子體炬）可以形成角度以提供氣流的進一步旋轉。

在本發明的一個實施方式中，空氣和/或氧氣和/或蒸汽輸入包括抗高溫的噴霧嘴或噴射器。適當的空氣噴嘴是本領域中已知的，並且可以包括商業上可以得到的類型，例如第 47~48 圖所示的 A 型噴嘴和 B 型噴嘴。這些噴嘴可以是單一類型的，或者是不同類型的。可以根據所需要的功能選擇噴嘴的類型，例如 A 型噴嘴用於改變空氣流的方向以形成期望的漩渦，而 B 型噴嘴用於形成氣流的高速度以達到某些滲入以及最大的攪拌。

噴嘴可以被設計成將空氣以期望的角度進行引導。在一個實施方式中，空氣噴射器被切線定位。在一個實施方式中，傾斜吹氣是通過在輸入噴嘴的頂端具有導流片達到的，這樣使得輸入管和凸緣與該室相符。

在本發明的一個實施方式中，一個或者多個空氣噴射器（例如空氣漩渦噴射器）被定位在初始氣體入口或其附近，以將少量空氣注入到初始氣體中，並在初始氣體流中形成漩渦運動，其通過利用注入的空氣的速度。根據所設計的空氣流動和離開速度，空氣漩渦噴射器的數目可以被設計成提供基本上最大的漩渦，以便噴射能夠滲入到室中部。

催化操縱器

催化操縱器包含催化劑並提高能量轉移的效率。催化劑提高化學反應的速度，其通過減少達到平衡所需要的時

間。催化劑通過利用各種機制提供從反應物到產品的替換以及更容易的路徑，但在每種情況中通過降低反應的活化能量。在與反應物相同的相中，出現均勻的催化劑，並通過與反應的分子或離子結合形成不穩定的中間體而發揮功能。這些中間體與其他反應物結合提供期望的產物，並再生催化劑。在與反應物和產物不同的相中出現異相催化劑。在存在氣體或液態反應物時，它們通常是固體的。在異相催化劑的表面發生反應。由於該原因，催化劑通常被精細地分成固體，並具有提供高面積：體積比例的顆粒形狀。石油的裂解和烴類的重整是使用異相催化劑的通常工業應用。使用異相催化劑的一個困難是它們大部分容易“中毒”，其中反應物中的雜質用非活性材料覆蓋催化劑並修改其表面，這樣催化活性丟失。通常，但並不總是，可以對中毒的催化劑進行純化，並再次使用。

在氣體重整系統中使用適當的催化劑可以降低氣體重整過程所需要的能量水準，其通過提供替換的反應路徑。催化劑提供的精確路徑將依賴於所使用的催化劑。通常在氣體重整系統中使用催化劑的可行性依賴於其壽命。催化劑的壽命可以被“中毒”縮短，即：由於氣體中的雜質，它們的催化能力退化。

氣體重整系統可以被設計成能夠容易更換催化劑。在本發明的一個實施方式中，催化劑被以安裝在滑動機構上的催化劑床的形式加入到氣體重整室中。滑動機構使得能夠容易取出和更換催化劑床。該床可以被插入到氣體重整

系統各個位置。

在本發明的一個實施方式中，來自氣化室的高溫廢氣與催化劑接觸，該催化劑有效地降低氣體重整所需的能闕，以便廢氣流在暴露到氣體激勵場之前經歷重整。因此，在本發明的一個實施方式中，氣體重整系統包含在氣體激勵源上游位置的催化劑。在第 57 圖所公開的一個實施方式中，在氣體激勵源（例如等離子體炬）之前和/或之後插入催化劑床。

催化能力還依賴操作溫度。各種催化劑的適當操作溫度範圍是本領域中已知的。氣體重整系統可以採用適當的冷卻機制以確保催化劑被維持在它們最佳的操作溫度範圍內。添加劑例如蒸汽、水、空氣、氧氣或重新迴圈的重整氣體可以被加入以幫助提高或降低催化劑床附近的溫度。本領域技術人員將理解為控制溫度所選擇的具體添加劑將依賴催化劑床的位置和那裏的氣體溫度。

催化劑表面的不規則形以及大有機分子與該表面的充分接觸將會提高重整成小分子如 H_2 和 CO 的機會。

可以使用的催化劑包括但不限於橄欖石、煅燒的橄欖石、白雲石、氧化鎳、氧化鋅和焦炭。橄欖石中存在鐵的氧化物會為其提供重整更長烴類分子的能力。本領域技術人員將會理解選擇不會在系統的氣體環境中快速退化的催化劑。

非金屬和金屬催化劑都可以被用於增強重整過程。煅燒形式的白雲石是最廣泛使用的非金屬催化劑用於將來自

生物質氣化過程產生的氣體進行重整。它們是相對便宜的，並且被認為是一次性的。當使用蒸汽操作白雲石時，催化效率高。同樣，最佳的溫度範圍在大約 800°C ~ 大約 900°C 之間。白雲石的催化活性和物理性質會在更高的溫度下退化。

白雲石是鈣鎂核心，其具有通用的化學式 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，根據重量基礎，其含有大約 20% 的 MgO ，大約 30% 的 CaO 以及大約 45% 的 CO_2 ，以及其他次要的金屬雜質。白雲石的煅燒包括分解碳酸鹽礦物，除去 CO_2 形成 MgO-CaO 。在相當高的溫度下發生完全的白雲石煅燒，並通常是在 800°C ~ 900°C 下進行。因此，白雲石的煅燒溫度限制使用該催化劑用於這些相對高溫的效率。

橄欖石，另一種天然存在的礦物也已經被證明與煅燒的白雲石類似的催化活性。通常橄欖石比煅燒的白雲石更強。

可以使用的其他催化劑材料包括但不限於碳酸鹽岩、白雲石岩和碳化矽 (SiC)。

焦炭可以用作較低溫度下的催化劑。在本發明的一個實施方式中，氣體重整系統被可操作地連接到氣化器，並且至少一部分在氣化器中形成的焦炭被移到氣體重整系統用作催化劑。對於使用焦炭作為催化劑的實施方式，該催化劑床通常被置於例如等離子體炬所提供的供能區之前。

第 49 圖顯示了固定的焦炭床被用作重整室中的催化劑。用於催化的焦炭可以從第 50 圖所示的氣化器獲得。這

在氣體重整室可操作地連接到氣化器中是特別實用的，並被用於對氣化器所產生的氣體進行重整。一旦其失去了催化性能，可以將焦炭移到其餘的調節室或者碳轉化器中。

第 51 圖顯示了氣化器的一種示範性構造，其可操作地連接到基於等離子體炬的氣體重整室，其中在氣化器中形成的焦炭輔助氣化所形成廢氣的催化裂解。在氣化器中後一階段中所達到的催化裂解之後是進一步氣體重整，其通過將氣體暴露到等離子體炬所形成的氣體激勵場。正如本領域技術人員容易知道多種氣化器，例如也可以使用流化床氣化器和噴流氣化器。

在本發明的一個實施方式中，初始氣體被加熱到 $900^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ ，並在鎳基催化劑上經過，這樣焦炭組分和含有甲烷的輕質烴類被轉化成 CO 和 H_2 。在初始氣體含有少量硫物質（例如硫化氫）如生物質的氣化所產生的氣體時，鎳基催化劑可以是特別有用的。可以通過使用促進劑如稀有金屬增強鎳基催化劑的壽命。

在第 52 圖所示的本發明一個實施方式中，催化劑床被直接安裝在氣化器之後，並將轉化大部分揮發物。催化劑的入口溫度可以被從 600°C 提高到 950°C ，其通過燃燒小部分揮發物。催化劑床的出口溫度被認為降低到 850°C ，並將出口氣體供給到氣體激勵場中，進一步重整。為了該目的，可以在 1000°C 下操作氣體供能區，並將所得到的合成氣輸送到同流換熱器以啟動後續的氣體清潔過程。

在第 53 圖所示的本發明一個實施方式中，來自氣化器

的揮發物經過氣體供能區，其中溫度為大約 900°C ~大約 1000°C 之間。催化劑床被用於進一步重整。合成氣的溫度被認為在催化劑床的出口降低到 850°C 。接著將其輸送到熱交換器或同流換熱器，形成氣體穩定區的一部分。

在第 54 圖所示的本發明的一個實施方式中，熱回收是在催化劑床之前完成的。在氣體供能區將來自氣化器的大部分揮發物在大約 1000°C 的溫度下進行重整。熱的輸出氣體經過熱交換器（或同流換熱器）以對過程氣體進行預熱，這樣其溫度降到大約 700°C 。接著將冷卻的合成氣加熱到大約 900°C ，其通過燃燒一部分合成氣並供給到催化劑床。所得到的 850°C 的合成氣被可選擇地輸送進行進一步的氣體清潔。

對於催化劑床被置於激勵場之前的實施方式，通常氣體溫度適合高催化活性。然而，對於催化劑床被置於激勵場之後的實施方式，例如等離子體炬所產生的，氣體溫度對於大部分典型的催化劑例如橄欖石、白雲石等可能太高了。如第 55 圖所示，可以通過迴圈冷卻液體將氣體溫度降低到適當的水準（以避免催化劑床的退化）。適當的冷卻流體可以包括但不限於重新迴圈的重整氣體（如第 56 圖的實施方式所示）、水和蒸汽。

對於催化劑床在同流換熱器（recuperator）（熱交換器）之後的實施方式中，可以在同流換熱器前後插入重迴圈的重整氣體流。

在本發明的一個實施方式中，含有催化劑床和催化操

縱器的重整區也被設計以增強預重整和/或重整氣體與催化劑床的暴露。

氣體穩定區

該系統提供了一個或者多個穩定區，這樣新形成的分子被去激勵化（例如冷卻或者除去催化劑或激勵源的影響），以確保它們保持期望的特徵例如設計的化學組成。

進入穩定區的氣體溫度將從大約 400°C ~ 1000°C 以上。可選擇地，通過氣體重整系統穩定區中的熱交換系統降低該溫度，該熱交換系統從重整氣體回收熱量，這樣冷卻重整氣體。這種氣體溫度的降低對於下游應用和組分而言可以是必要的。

參考第 22B 圖，氣體重整室 3002 穩定區可以被具體成型以促進新形成氣體的去激勵化以及穩定化。氣體重整室 3002 通常是圓柱形式的室，其具有球鼻膨脹的下游等離子體或者可選擇地與一種或者多種重整氣體出口 3006 臨近。球鼻膨脹可以使氣體去激勵化，並進而穩定新形成的分子。

可選擇地熱量迴圈裝置

在穩定區或者下游可以從穩定區回收熱量。所回收的熱量可以用於多種目的，包括但不限於下列：對過程添加劑（例如空氣，蒸汽）進行加熱用於氣體重整過程；在組合的循環系統中產生電能。所回收的電能可以用於驅動氣體重整過程，這樣減輕本地電能消耗的費用。所捕獲的熱的量依賴於多種因素包括但不限於初始氣體和重整氣體的特徵（例如化學組成，流動速度）。

在本發明的一個實施方式中，從氣體重整系統的穩定區回收的熱量被供給到與氣體重整系統結合運行的氯化系統。熱交換器可以與控制系統結合運行，該控制系統可選擇地被設計成使能量消耗最小化，並使能量產生/回收最大化，以達到增強的效率。

在本發明的一個實施方式中，氣體-流體熱交換器被用於穩定器中以將熱量從重整氣體轉移到液體中，得到了加熱的流體和冷卻的氣體。熱交換器包括用於轉移重整氣體和液體進出熱交換器的裝置（例如管道系統）。適當的流體包括但不限於空氣、水、油或其他氣體如氮氣和二氧化碳。

可選擇地，該管道系統可以採用一個或者多個適當定位的調整器（例如吹風機）用於管理重整氣體和流體的流動速度。這些管道系統可以被設計為使熱量損失最小化，以增強可以從重整系統回收的熱焓量。熱量損失可以最小化，例如通過在管道周圍使用絕熱載體，包括本領域中已知的絕熱材料和/或通過降低這些管道的表面積。

在本發明的一個實施方式中，氣體-流體熱交換器是氣體-空氣熱交換器，其中熱量從重整氣體轉移到空氣以產生加熱的交換空氣。在本發明的一個實施方式中，氣體-流體熱交換器是熱回收蒸汽發生器，其中熱量被轉移到水以產生加熱的水或蒸汽。

可以使用不同類型的熱交換器，包括列管式熱交換器、直的單道設計以及 U 型管、多道設計，以及板式熱交換器。

選擇適當的熱交換器是在本領域技術人員的能力範圍內。

由於氣體中可能存在顆粒物質，因此通常設計氣體-空氣熱交換器用於高水準的微粒負載。粒徑通常可以在大約 $0.5\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 的範圍內變化。在第 58 圖所示的一個實施方式中，該熱交換器是單道垂直接流動熱交換器 5104B，其中重整氣體 5020 在管側流動，空氣 5010 在框架側流動。重整氣體 5020 以“一次通過”的設計垂直接流動，這使得可能發生的顆粒物質堵塞或腐蝕的面積最小化。重整氣體速度需要保持足夠高以達到自動清潔，同時仍使腐蝕最小化，該速度可以從大約 3000mm/秒 ~大約 5000mm/秒 變化。

由於空氣輸入溫度和熱產物氣體之間的顯著差異，氣體-空氣熱交換器的每根管較佳具有單獨的膨脹鼓以避免管破裂。如果一根管被堵塞而不再有膨脹/與其餘管束收縮時，可能出現管破裂。在那些空氣壓力大於重整氣體壓力的實施方式中，由於空氣進入氣體混合物所產生的問題，所以管破裂代表高危險性。

在氣體-流體熱交換器中回收熱之後，冷卻的重整氣體仍可以含有過多的熱量用於更下游的系統。選擇適當的系統用於在調節前對產物氣體進行進一步冷卻，是在本領域技術人員的能力範圍內。

在第 59 圖所示的一個實施方式中，熱重整氣體 5020 經過氣體-流體熱交換器 5103 以產生部分冷卻的重整氣體 5023 以及加热的交換空氣 5015。可以通過鼓風機將空氣輸入到熱交換器中。部分冷卻的重整氣體 5023 經

歷了幹淬滅步驟 6103，在該步驟中加入控制量的霧狀水 6030 得到進一步冷卻的產物氣體 5025。

也可以使用濕式、幹式或混合冷卻系統完成對重整氣體的冷卻。濕式和幹式冷卻系統可以是直接的或間接的。適當的冷卻系統是本領域中已知的，同樣，考慮到系統的需求，本領域技術人員將能夠選擇適當的系統。

在一個實施方式中，冷卻系統是濕式冷卻系統。濕式冷卻系統可以是直接的或間接的。在利用間接濕式冷卻的冷卻系統中，提供迴圈冷卻水系統，從重整氣體吸收熱。通過蒸發經過一個或者多個冷卻塔將熱量釋放到空氣中。可替換的，為了促進水保存，水蒸氣被冷凝並返回到閉合環路系統中。

在一個實施方式中，冷卻系統是幹式冷卻系統。幹式冷卻系統可以是直接的或間接的。在一個實施方式中，幹式冷卻系統是氣流幹式冷卻系統。儘管，幹式冷卻將適當地增加設備的成本，但其在供水有限的區域是較佳的。

在一個實施方式中，廢氣冷卻器是輻射氣體冷卻器。本領域中已知各種輻射氣體冷卻器，包括在美國專利申請 No. 20070119577 和美國專利 No. 5,233,943 中所公開的。

也可以通過在蒸發乾燥器中如冷卻器中直接水蒸發而直接將重整氣體冷卻下來。

重整氣體的離開溫度也可以通過再迴圈而降低，通過適當設置的入口，冷卻的重整氣體進入氣體重整系統的穩定區以與新產生的重整氣體混合。

可選擇的氣體添加劑區

可選擇地，氣體重整室包括一個或者多個過程添加劑口，以將過程添加劑，如氧氣源、二氧化碳、其他的烴類或者其他氣體注入到室內。本領域中已知的氧氣源包括但不限於氧氣、富含氧氣的空氣、氧化劑、蒸汽和其他本領域技術人員容易知道的其他氧氣源。在一個實施方式中，該室包括一個或多個空氣口和/或氧氣輸入以及可選擇地一個或者多個蒸汽輸入口。

也可以不使用專門用於過程添加劑注入的入口來完成可選擇地加入過程添加劑例如空氣、蒸汽和氣體。在本發明的一個實施方式中，可以將過程添加劑加入到氣體源中或管道中，這樣氣體重整系統獲得了其初始氣體流。過程添加劑也可以通過氣體激勵源如等離子體炬被加入到室中。

可選擇的，可以提供孔或入口以便不符合品質標準的重整氣體被重新迴圈到室中進行進一步處理。這些口或入口可以以各種角度定位和/或各種位置以促進室內材料的湍流混合。

可以包含一個或者多個孔以能夠測量處理溫度、壓力、氣體組成和感興趣的其他條件。

可選擇地，提供塞子、蓋子、閥和/或閘以封閉室 3002 中的一個或者多個孔或入口。適當的塞子、蓋子、閥和/或閘是本領域中已知的，並可以包括手動操作或自動的。這些孔可以進一步包括適當的密封例如密封蓋。

可選擇的氣體清潔區

可選擇地，該系統包括一個或者多個氣體清潔區，其位於氣體穩定區的下游。包含一個或者多個氣體清潔區的本發明的實施方式，引入將物質注入到清潔空氣的室中的裝置。例如，通過抗高溫的噴霧噴嘴，氧氣和/或蒸汽可以被製成噴霧，並注入到室中以清潔穩定化的重整氣體。

可選擇的進一步處理

穩定化的重整氣體流在用於下游應用、存儲或燃燒掉之前可以經歷進一步的處理。例如，重整氣體可以經過氣體調節系統，在此處顆粒物質、酸性氣體（HCl、H₂S）和/或重金屬可以被除去，氣體的溫度和/或濕度也可以被調節。例如使用文丘裏除塵器（venture scrubber）可以從氣體中除去塵粒（如果存在），包括靜電濾塵器或布袋篩檢程式。

重整氣體也可以通過均勻室，其停留時間和外形被設計成促使重整氣體混合以消除其特徵的不規則變化。

氣體重整室

參考第 3 圖並結合本發明的一個實施方式，氣體重整系統 3000 的室 3002 包括一個或者多個初始氣體入口 3004，一個或者多個重整氣體出口 3006，一個或者多個氣體激勵源（例如離子體炬）3008，以及可選擇地一個或者多個氣體添加劑（例如氧氣）輸入 3010、氣體操縱器（圖中未顯示）以及控制系統。

在第 4 圖所示的一個實施方式中，氣體重整系統 3000

被設計成室 3002 直接連接到氣體源上（例如氣化器、氣體存儲罐）並且與其氣體連接。為了輔助維持或修復，可選擇地，該氣體重整系統 3000 可以被可逆地連接到氣化器上，以便如果需要的話，可以除去氣體重整系統 3000。

在第 5 圖所示的一個實施方式中，氣體重整系統 3000 是單獨的單元，其通過獨立的管或管道接收來自兩個氣體源的初始氣體。在第 6 圖所示的一個實施方式中，在氣流被注入到氣體重整系統 3000 之前，將每個氣流組合。在這些單獨的單元中，氣體重整系統還可以包括適當的支援結構。

在該室的下游可以提供感應鼓風器，並與其氣體連接以將該室的壓力維持在期望的壓力下，例如大約 0~5mbar 的壓力。

在室內發生的氣體重整過程的效率依賴於多種因素包括但不限於室內體積和佈局、氣體流動速度、氣體運動的距離和/或氣體經過該室的路徑（即直線或漩渦、氣旋、螺旋的或者其他非線性路徑）。因此，該室的外形和尺寸必須能夠獲得期望的氣體流動動力學。例如，空氣噴嘴可以用於促進氣體漩渦經過該室，以便氣體的通過是非線性的。整個氣體重整系統的流動模型可以用於確保特定的室設計促進期望的氣體重整所需要的條件（例如過程輸入的適當相互作用）。

如本領域技術人員所容易知道的，氣體重整系統的一個或者多個室可以被設計成多種形狀，並置於多種位置。

該室可以被基本上垂直定位，基本上水準或有角度地定位。

在本發明的一個實施方式中，該室是直管的或者文丘裏管型結構的，其含有第一端（上游）和第二端（下游），並被定位在基本垂直的位置，或者基本水準的位置。在本發明的一個實施方式中，該室是直的圓柱體，其長度：直徑在大約 2~大於 6 的範圍內，並對可以達到的氣體速度有相關的作用。在一個實施方式中，該室的長度：直徑為 3：1。

在第 60A 圖所示的一個實施方式中，室 3202 被配置成直接連接到氣化器，並且是直的，基本上垂直、耐火材料襯裏、加蓋、圓柱結構，並具有開口底部端 3204（上游）和靠近該室上端（下游）或在該室上端（下游）的一個重整氣體出口 3206。該室得上端(下游)可以被加蓋耐火材料襯裏蓋子 3203，其可以對該室進行可移動地密封，以輔助維護和修理。

該室的壁可以有耐火材料襯裏，或者以其他方式被構成忍受高溫。該室可以被封裝上水套用於冷卻和/或產生蒸汽，或者回收可以使用的等離子體炬熱。該室可以具有多個壁以及冷卻機制用於熱量回收，並且氣體重整系統還可以具有熱交換器用於產生高壓/高溫蒸汽，或者氣體熱回收性能。

適合用於高溫、非加壓室中的傳統耐火材料是本領域技術人員公知的，包括單不限於高溫燒制陶瓷即氧化鋁、氮化鋁、矽酸鋁氮化硼、磷酸鋯、玻璃陶瓷以及主要含有

二氧化矽、礬土、氧化鉻和氧化鈦的高鋁磚，陶瓷板和絕熱耐火磚。可以在需要更強耐火材料時，使用諸如 Didier Didoflo 89CR 和 Radex Compacflo V253 的材料。

在一個實施方式中，耐火設計具有多層，其中內側上的高密度層抵抗在室內出現的高溫、侵蝕和腐蝕以提供吸熱設備降低氣體性能的波動。外側高密度材料是密度較低的材料，其具有較低的抗腐蝕性能，但具有更高的絕熱係數。可選擇的，該外側層是可以被使用的非常低密度的泡沫板材料，其具有非常高的絕熱係數，因為其不會暴露到會在該室種出現的腐蝕環境中。該多層涉及可以進一步可選擇地在泡沫板和槽壁之間包括外側層，其是陶瓷板材料以提供適應層，以容許在固體耐火材料和槽壁之間有不均勻的膨脹。在多層耐火材料中所使用的適當材料是本領域中公知的。

在一個實施方式中，所述多層耐火材料還包含可壓縮耐火材料段，其分隔不可壓縮的耐火材料以容許耐火材料的膨脹。可選擇的，通過重疊可伸長的高密度耐火材料，保護可壓縮層免受腐蝕。在一個實施方式中，所述多層耐火材料可以包含定位在內部的氧化鉻層；中部氧化鋁層以及其他絕熱板層。

在本發明的某些實施方式中，該室在整個室包含具體選擇的耐火襯裏層，其厚度最高達到 17 英寸或更多，以確保最大保持處理熱量，同時不受到來自處理過程中所形成活性中間體化學反應的影響。

該室底部段的耐火襯裏可以更傾向於磨損和破壞，因為它必須要忍受來自等離子體炬熱源運行的更高溫度。因此，在一個實施方式中，較低段的耐火材料被設計成包含比室壁和頂部上的耐火材料更耐用的“熱面”耐火材料。例如，室壁和頂部上的耐火材料可以由 DIDIER RK30 磚製成，較低段的不同“熱面”耐火材料可以由 RADEX COMPAC-FLO V253 製成。

在該室是耐火襯裏的實施方式中，可選擇的，該室的壁可以採用支援物用於材料襯裏或耐火錨定。

該室可以具有固體顆粒物質的收集器。對於該室與氣化器聯合運行的實施方式，所收集的任何物質都可以被供給進氣化器進行進一步的處理，或者進入固體殘餘物調節室以進行進一步處理。本領域中已知的固體顆粒物質的收集器包括但不限於離心分離器、慣性衝撞折流板和篩檢程式。對於氣體重整系統被直接連接到氣化器的實施方式，額外的固體顆粒收集器可以不是必要的，因為所形成的顆粒可能會部分直接落回到氣化器中。

氣體重整室的孔、入口和出口

氣體重整室含有一個或者多個初始氣體入口將初始氣體供給到重整室中，以及一個或者多個重整氣體出口，以將重整氣體送至更下游。入口可以包含開口或者可替換地可以包含控制初始氣體流動進入該室的設備和、或將初始氣體注入到室內的設備。該設備可以包括氣體操縱器用於適當地注入初始氣體用於增強的重整，和/或包括探測元件

用於檢測初始氣體的各種特徵。

可以引入初始氣體入口用於促進平行流、逆流、徑流、切線流動或其他供給流動方向。在一個實施方式中，單個初始氣體入口具有逐漸提高的圓錐外形。

初始氣體入口可以定位在該室第一端或上游端或其附近。在一個實施方式中，入口包括該室的第一端，這樣與氣體源如氣化器直接氣體鏈結。在一個實施方式中，該入口包括位於該室封閉第一端（上游）的開口。在一個實施方式中，該入口在該室的壁上臨近第一端（上游）處包括一個或者多個開口。

在氣化器和氣體重整系統直接連接的實施方式中，氣化器上的用於連接的結合位置可以被策略上定位以最佳化氣體流動和/或使初始氣體進入該室之前的混合最大化。在一個實施方式中，該室位元於氣化器的中部。

在該室與一個或者多個氣化器鏈結的實施方式中，該室的一個或者多個初始氣體入口可以與所述一個或者多個氣化器直接連接，其通過第 5 圖共同的開口或如第 5 圖所示，其可以通過管 3009 或者通過適當的管道連接到氣化器

在重整反應中所產生的重整氣體通過重整氣體出口離開該室，其中所述重整氣體出口定位於一個或者多個位於第二端或下游端處或其附近。可替換的，該出口可以包含開口或可以包含控制重整氣體流出該室的設備。該設備可以包括探測元件用於檢測重整氣體的各種特徵。

在一個實施方式中，出口包括該室的第二開口端（下

游)。在一個實施方式中，出口包括一個或者多個位於該室封閉第二端（下游）的開口。在一個實施方式中，出口包括一個或者多個在第二端（下游）的壁上的開口。

可選擇地，該室包含各種孔，包括一個或者多個過程添加劑孔，一個或者多個氣體激勵源孔，可選擇地一個或者多個通路孔，觀察孔和/或安裝儀器孔。氣體激勵源包括但不限於基於等離子體的源（例如等離子體炬）、氫燃燒器以及可選擇地次級源。孔、入口和出口可以以各種角度和/或多種位置被採用以增強室內的反應物流動。

控制系統

可以提供控制系統用於控制在這裏所公開的各種系統和/或子系統中執行或由其執行的一個或者多個處理，和/或提供對這裏所設計的一個或者多個處理設備進行控制以完成這些處理。通常，控制系統可以可操作地控制各種本地和/或部分與給定系統、子系統或其元件相關的處理，和/或涉及一個或者多個在較大系統如氣化系統中所執行的整個過程的處理，其在可以運行的本發明多個實施方式的範圍內，或者與多個實施方式相關，這樣調節了其多個控制參數以為確定的結果實現這些處理。因此，在整個控制系統中可以分佈多種探測元件和應答元件，或者與控制系統的一個或者多個元件有聯繫，並用於獲得各種處理，反應物和/或產物的特徵，並將這些特徵與有利於獲得期望結果的特徵適當範圍進行比較，並通過經一個或者多個可控過程設備對一個或者多個前述處理進行改變而執行應答。

通常控制系統包括例如一個或者多個探測元件用於探測特徵，該特徵涉及系統、在那裏執行的處理、其所提供的輸入和/或所產生的輸出。一個或者多個計算平臺被通信地連接到這些探測元件上，用於分析代表所探測特徵的特徵值，並被構造成將該特徵值與被限定為適合選定操作和/或下游結果的預定數值範圍進行比較，並計算一個或者多個有利於將所述特徵值維持在該預定範圍內的過程控制參數。因此，可以將一些應答元件可操作地連接到一個或者多個處理設備以實現該系統、處理、輸入和/或輸出，進而調節所探測的特徵，並可交流地連接到計算平臺用於分析所計算的過程控制參數並根據其操作處理設備。

在一個實施方式中，控制系統提供涉及將烴類原料轉化成氣體的各種系統、輸入和/或輸出的回饋、前饋和/或預測控制，以便促進一種或者多種所執行與其相關的處理的效率。例如，可以將各種過程特徵進行評估並可控地調節以影響這些處理，其可以包括但不限於原料的熱值和/或組成，產物氣體的特徵（例如熱值、溫度、壓力、流動、碳含量等），適合這類特徵的變化程度以及相對於輸出的輸入成本。對各種控制參數的連續和/或即時調節可以包括但不限於熱源功率、添加劑供給速度（例如氧氣、氧化劑、蒸汽等）、原料供給速度（例如一種或者多種單獨的和/或混合的供給）、氣體和/或系統壓力/流動調節器（例如鼓風機、緩解和/或控制閥、火焰等）等，都可以以一種或者多種過程相關的特徵被根據設計和/或下游規格而進行分析

和最佳化的方式進行執行。

為維持期望的系統狀態，在利用純前饋控制的系統中，檢測波動的形式的系統環境變化得到預定的應答，這與利用回饋控制的系統相反。因此，前饋控制可以沒有回饋控制的穩定性問題。

如果符合下列先決調節，則前饋控制可以是非常有效的：波動必須是可以檢測的；波動對系統輸出的影響必須是已知的；並且波動影響輸出所需要的時間必須比前饋控制影響輸出的時間要長。

前饋控制對可檢測類型的波動應答更快，但不能夠對新型的波動作出應答，回饋控制處理任何期望系統行為的波動，但需要系統檢測的變數（輸出）來對波動作出應答以注意偏差。

前饋和回饋控制不僅僅是互相排斥的；可以將其結合以便可以提供前饋控制的快速應答，同時回饋系統清理潛虧系統所作出的預定調節中的任何錯誤。

在本發明的一個實施方式中，可以使用模型預測控制技術。

在糾正或回饋中，將通過適當探測元件監控的控制參數或控制變數的控制數值與具體的數值或範圍進行比較。根據兩個數值之間的偏差確定控制信號，並提供給控制元件以降低偏差。可以接受的是，傳統的回饋或應答控制還可以被進一步修改以包括適應性和/或與現行的元件，其中對給定條件的應答可以根據模型和/或與現監控的應答進

行調整，以提供對探測到的特徵進行應答應答，同時限制補償行為中可能的過量。例如，可以協作使用對給定系統結構獲得的和/或歷史資料，以將對系統和/或過程特徵的應答調節在給定範圍內，所述給定範圍來自最佳的數值，所述最佳的數值已經在之前的應答中被監控並被調節以提供期望的結果。這些適應性和/或預測性控制方案是本領域中公知的，同樣並不認識離開本發明的通常範圍和特徵。

可替換的，或者額外，可以將控制系統配置成監控給定系統的多個元件，以確保正確運行，並且可選擇地，在採用這些標準時，用於確保所執行的處理在控制標準內。

根據一個實施方式，控制系統還可以用於監控和控制給定系統的總產能壓力（energetic impact）。例如，可以運行給定的系統，以便降低其產能壓力，或者例如通過最佳化所執行的一個或者多個過程來再次最小化，或者通過提高對這些過程所產生能量（例如廢熱）的回收再次降低產能壓力。可替換的，或額外的，控制系統可以被配置成調節通過可控過程縮產生的產物氣體的組成和/或其他特徵（例如溫度、壓力、流動等），以便這些特徵不僅適合下游應用，還實質上被最佳化用於有效的和/或最佳的應用。例如，在產物氣體被用於驅動給定類型氣體發動機以產生電能的實施方式中，可以調節產物氣體的特徵，以便這些特徵與這些發動機的最佳輸入特徵完美匹配。

在一個實施方式中，該控制系統可以被配置為調節給定的過程，以便符合關於反應物和/或產物在各個元件中的

停留時間，或者關於整個過程的各個處理的限制或者性能指導，和/或被最佳化。例如，上游處理速度可以被控制以便基本匹配一種或者多種下游過程。

另外，在多種實施方式中，控制系統可以被調節為以連續和/或即時方式，連續和/或同時控制給定過程的多個方面。

通常，控制系統可以包括適合即將應用的任何類型的控制系統結構。例如，控制系統可以包括基本上集中的控制系統、分散式控制系統，或其組合。通常集中的控制系統包括中央控制器其中中央控制器被配置為與各種本地和/或遠端探測設備和應答元件保持通訊，其中所述探測設備和應答元件分別被配置成探測各種與控制過程相關的特徵，以及通過一個或者多個可控過程設備對其進行應答，所述一個或者多個可控過程設備適合直接或間接影響控制過程。使用中央構造，通過中央處理器或多個處理器執行大部分計算，以便執行控制過程的大部分必要的硬體和/或軟體被定位於相同的位置。

分散式控制系統通常包含兩個或者多個分散式控制器，每個可以分別與探測和應答元件保持通訊用於監控本地和/或區域的特徵，並通過被配置成實現本地處理或子處理的本地和/或區域過程設備對其作出應答。通訊也可通過各種網路配置發生在分散式控制其之間，其中通過第一控制器探測的特徵可以被連接到第二控制器用於在此作出應答，其中這類末端的應答可以對在第一位置探測的特徵具

有影響。例如，通過下游監控設備可以探測下游產物氣體的特徵，並可以通過調節與轉化器相關的控制參數來調節，其中所述轉化器被上游控制器所控制。在分散式結構中，控制硬體和/或軟體也分佈在控制器之間，其中可以在每個控制器上執行相同的模組化控制方案，或者可以在分別的控制器上執行多種協作的模組化控制方案。

可替換的，控制系統可以被分成單獨但通訊連接的本地、區域和/或整體控制子系統。該結構能夠使得給定的過程或一系列相關的過程發生，並可以使用於其他本地控制子系統最小的相互作用進行本地控制。接著，整體的主控制系統可以與每個格子的本地控制子系統通訊以指導為整體的結果對本地過程的必要調節。

本發明的控制系統可以使用任何上述的構造，或者其他本領域公知的構造，這被認為是在本發明的整體範圍以及特徵內。例如，在本發明中控制和執行的過程可以在專門的本地環境內被控制，可選擇地，在應用時，其與用於相關上游或下游過程的任何中央和/或遠端控制系統保持外部通信。可替換的，控制系統可以包括區域和/或整體過程控制系統的子元件，其被設計為協作控制區域和/或整體過程。例如，可以設計模組控制系統，以便控制模組交互控制系統的各種子元件，同時在需要區域和/或整體控制時，提供模組間通信。

通常，控制系統包括一個或者多個中央、網路和/或分散式處理器，一個或者多個輸入用於接收來自各種探測元

件的目前探測的特徵，以及一個或者多個輸出用於將新的或更新的控制參數傳輸到各種應答元件。控制系統的一個或者多個計算平臺也可以包括一個或者多個本地和/或遠端電腦可讀介質（例如 ROM、RAM、移動介質、本地和/或網路訪問介質等）用於存儲各種預先確定和/或重新調整的控制參數、設定或較佳的系統和過程特徵運行範圍、系統監控和控制軟體、運算元據等。可選擇得，計算平臺還可以直接或通過各種資料存儲設備訪問過程類比資料和/或系統參數最佳化和建模裝置。同樣，計算平臺可以配置一個或者多個可選擇得圖形用戶介面以及週邊輸入設備用於提供對控制系統的管理員訪問（系統升級、維護、修改、編輯成新的系統模組和/或設備等），以及各種可選擇的週邊輸出設備用於與外部源交流資料和資訊（例如數據機、網路連接、印表機等）。

處理系統和任何子處理系統都可以專門包括硬體或硬體和軟體的任何組合。任何字處理系統都可以包括一種或者多種比例調節器（P）、積分控制器（I）或差動控制器（D）的任何組合，例如 P-控制器，I-控制器，PI-控制器，PD 控制器，PID 控制其等。對於本領域技術人員明顯的是，P、I 和 D 組合的理想選擇依賴於氣化系統反應過程部分的動力學和延遲時間，以及該組合期望控制的運行條件的範圍，以及該組合控制器的動力學和延遲時間。對於本領域技術人員清楚的是，可以以類似電路的形式執行這些組合，其可以通過探測元件連續監控特徵值，並將其與影

響每個控制元件的指定數值進行比較，以通過應答元件得到適當的調節，以降低觀察值和指定數值數值之間的差別。對於本領域技術人員，進一步清楚的是，這些組合可以在混合的數位硬體軟體環境中執行。額外任意選擇的取樣、資料獲得和數位處理的相關作用是本領域技術人員公知的。P、I 和 D 的組合控制能夠以前饋和回饋控制方案。

控制元件

如上面所限定和描述的，本發明中所設計的探測元件可以包括但不限於監控氣體化學組成、流速和產物氣體溫度的元件，監控溫度、監控壓力，監控氣體混濁度以及各種涉及氣體激勵源參數（例如功率和位置）的元件。

重整氣體中所得到的 $H_2:CO$ 比例依賴多種因素，不限於運行環境（熱解或使用充分的 O_2 /空氣），依賴處理溫度，初始氣體的 $H_2:CO$ 比例。通常氣化技術產生產物氣體，其 $H_2:CO$ 比例從高到大約 6:1 變化至低到大約 1:1，根據下游應用確定最佳的 $H_2:CO$ 比例。在一個實施方式中，所得到的 $H_2:CO$ 比例在大約 1:1 和大約 1.2 範圍內。在一個實施方式中，所得到的 $H_2:CO$ 比例為 1.1:1。

考慮到上述的一個或者多個因素，本發明的控制系統通過調節在所採用體激勵場（例如等離子體炬熱）、過程添加劑（例如空氣、氧氣、碳、蒸汽）之間的平衡來將重整氣體的組成調節到可能的 $H_2:CO$ 比例之上，這樣使得重整氣體組成被最佳化用於具體的下游應用。

可以規則地或連續地監控一些運行參數，以確定是否

氣體重整系統在最佳的設定點內運行。被監控的參數可以包括但不限於重整氣體的化學組成、流速和溫度，系統內多個點的溫度，系統壓力以及涉及氣體激勵源（例如等離子體炬的功率和位置）的各種參數以及用於確定是否需要對系統參數進行調節的資料。

重整氣體的組成和渾濁度

使用本領域公知的技術可以取樣產物氣體並進行分析。可以用於確定產物氣體的化學組成的一種方法是通過氣相色譜法(GC)分析。這些分析的取樣點可以位於整個系統。在一個實施方式中，使用傅裏葉變換紅外光譜(FTIR)分析儀檢測氣體組成，其檢測氣體的紅外光譜。

本發明的一部分是確定是否重整氣體流中的氧氣過多或過少，並相應調節該過程。在一個實施方式中，一氧化碳流中的分析儀和探測器檢測一氧化碳或其他適當的對照富氧材料的存在和濃度。在一個實施方式中，直接檢測氧氣。

在本發明的一個實施方式中，可以使用熱解重量分析儀(TGA)。

在一個實施方式中，這些探測器分析重整氣體中一氧化碳、氫氣、烴類和二氧化碳的組成。根據所分析的資料，控制其為氧氣和/或蒸汽入口發送信號以控制注入到室中氧氣和/或蒸汽地量，以及/或向氣體激勵源發送信號。

在一個實施方式中，將一個或者多個可選擇的渾濁度監控器安裝在系統內以提供對渾濁度的即時回饋，這樣提

供了可選擇的機制用於過程添加劑輸入速度的自動化，主要是蒸汽，用於將顆粒物質的水準維持在最大容許濃度之下。

系統內各種位置的溫度

在一個實施方式中提供了監控重整氣體的溫度以及定位在整個系統的位置處溫度的裝置，其中這些資料是以連續的基礎上獲得的。例如，監控室內溫度的裝置可以定位在室的外側壁上，或者室頂部、中部和底部耐火材料的內側。另外，提供了監控重整氣體出口溫度的探測器。

在一個實施方式中，用於監控溫度的裝置是由熱電偶提供的，其被安裝在系統根據需要的位置上。

系統壓力

在一個實施方式中，提供了監控室內壓力的裝置，其中這些資料是在連續、即時的基礎上獲得的。在進一步的實施方式中，這些壓力監控裝置包括探測器例如壓力感測器或測壓孔，其被定位在反應槽的任意位置，例如在反應槽的垂直壁上。

氣流速度

在一個實施方式中，提供了監控重整氣體流速的裝置，其定位在整個系統，其中這些資料是在連續的基礎上獲得的。

氣體流動的波動可能是非均勻條件的結果（例如例如由於電極變化或其他支援設備故障造成的等離子體炬故障或洩漏）。鼓風機速度、材料、二級原料、氣體、蒸汽的

流速和等離子體炬功率的回饋控制可以糾正氣體流體暫時的檢測波動。如果氣體留存持續中存在波動，則可以關閉該系統，直到問題被解決。

加入過程添加劑

在一個實施方式中，控制系統包括應答元件以調節反應物包括任何過程添加劑以管理初始氣體化學重整成重整氣體。例如，可以將過程添加劑供給到室中，以提高將具有某些化學組成的初始氣體重整成具有不同的期望化學組成的重整氣體的效率。

在一個實施方式中，如果探測器在重整氣體檢測到過多的二氧化碳，則降低蒸汽和/或氧氣的注入。

如上所限定和描述的，本發明中所設計的應答元件可以包括但不限於各種與過程設備操作連接的控制元件，其被配置為通過調節與其相關的給定控制參數來實現給定的處理。例如，在本發明中可通過一個或者多個應答元件操作的過程設備可以包括但不限於調節氧氣源輸入和氣體激勵源的元件。

調節氣體激勵場（例如等離子體炬的功率）

氣體激勵場可以被改變。在一個實施方式中，等離子體炬熱被控制以驅動該反應。將空氣加入到室內，還負擔了一部分等離子體炬熱量負載，其通過利用燃燒重整氣體釋放等離子體炬熱量。調節過程空氣的流速，以將等離子體炬的功率控制在可以操作的範圍內。

在一個實施方式中，等離子體炬功率被調節以將重整

氣體出口溫度穩定在設計的設定點。在一個實施方式中，設計的設定值在 1000°C 以上，以促進氣體中焦油和煤灰的完全分解。

調節該系統內的壓力

在一個實施方式中，控制系統包括應答元件用於控制室的內部壓力。在一個實施方式中，內部壓力被維持在負壓，即壓力稍低於大氣壓。例如，室壓可以被維持在大約 1~3mbar 真空。在一個實施方式中，系統的壓力被維持在正壓。

與氣體重整系統氣體連接的感應式鼓風機，提供了控制內部壓力裝置的一個示範性實施方式。因此，所採用的感應式鼓風機將系統維持在負壓。在維持正壓的系統中，鼓風機被控制為在比負壓情況低的 RPM 下運行，或者可以使用壓縮機。

作為對通過定位在整個系統中的壓力探測器所獲得資料的應答，感應式鼓風機的速度將根據是否提高（為此，風扇將提高速度）或降低系統中的壓力（為此，風扇將降低速度）而被調節。

而且，根據本發明的過程，該系統可以被維持在於大氣壓相比的稍微負壓，以防止氣體排到環境中。

可以通過調節重整氣體鼓風機的速度穩定壓力。可選擇得，在低於鼓風機最低運轉頻率的速度下，次級控制會補償並代替調節迴圈閥。一旦，迴圈閥返回到完全關閉，則初級控制會重新啟動。

實施例 1

本實施例顯示了氣體操縱器的例子，其被設計為對現有氣體重整室設計的改型。第 60A 圖顯示了氣體重整系統 (GRS)3200，其被設計為直接連接到水準方向的耐火材料襯裏氣化器。

氣體通過氣化器的氣體出口離開氣化器並進入 GRS3200，其中該 GRS3200 被密封地通過安裝用法蘭 3214 連接到氣化器，該法蘭直接將氣化器氣體出口與 GRS 的單圓錐型氣體入口連接。將空氣通過螺旋孔 3212 注入到輸入氣體流中，以形成輸入氣體流中的旋渦運動或湍流，這樣將輸入氣體進行混合並在 GRS 內形成再迴圈震盪模式。氣體在 GRS 內的停留時間為大約 1.2 秒。

參考第 60A 圖，GRS 包括基本垂直安裝的耐火材料襯裏室，其長度:直徑比例為大約 3:1，並具有單錐形輸入氣體入口，通過該入口氣化器通過安裝用法蘭 3214 連接到輸入氣體入口。該室蓋有耐火材料襯裏蓋子 3203，這樣形成了密封的氣體重整室 3202。

氣體重整室包括各種孔，其包括一個或者多個加熱器的孔 3216，用於一個或多個氧氣源的一個或者多個孔 3210，以及可選擇的一個或者多個入口或觀察孔 3326 和/或儀器使用孔 3226。另外，氣體重整室配備了升降點 3230。

在室壁中所使用的耐火材料是多層設計，其中在內側具有高密度層用於抵抗在室中出現的高溫、侵蝕和腐蝕；中間為較低密度材料層，其具有較低的抵抗性能，但具有

高絕熱係數；外層為低密度泡沫板層，其具有非常高的絕熱係數。泡沫板和槽鋼骨架之間的外側層是陶瓷板材料，以提供適應層而容許固體耐火材料和槽骨架之間的膨脹差異。通過與不可壓縮耐火材料段分開的可壓縮耐火層，提供耐火材料的垂直膨脹。通過層疊可膨脹的高密度耐火材料，可保護可壓縮層免受腐蝕。

參考第 60B 圖，氣體重整室還包括耐火材料支援系統，其包括一系列圓周延伸的架子 3220。每個架子都被分段，並包括缺口以容許膨脹。每個架子的節段 3222 被一系列支持支架 3224 所支持。

在 GRS 的該實施方式中，一個或者多個氧氣源的一個或者多個入口包括空氣和蒸汽入口。

GRS 還包括三個水準的切線定位的空氣噴嘴，兩個切線定位的等離子體炬，六個熱電偶孔，兩個燃燒器孔，兩個壓力傳送器孔和一些未使用的孔。

通過三個水準的空氣噴嘴將空氣注入到氣體流中，其包括在較低水準 3212 上的四個噴射器，另外六個噴射器在較高水準 3211 上，在這六個中，三個噴射器比另外三個稍高以形成交叉噴射的混合效果，達到更好的混合。

GRS 還包括兩個切線安裝的 300kW、水冷卻、銅電極、NTAT DC 等離子體炬，其安裝在滑動機制上。這兩個等離子體炬被定位在空氣噴嘴之上以提供與等離子體炬熱量最大化的暴露。

等離子體功率供給將三相 AC 電源轉化成 DC 電源，

用於每個等離子體炬。作為中間步驟，該單元，首先將三相 AC 輸入轉化成高頻單相。這能夠在斷路器部分達到最終 DC 輸出的更佳線性化。該單元能夠使輸出 DC 電壓容許波動以維持穩定的 DC 電流。

參考第 37 圖，每個等離子體炬 3208 都被安裝在滑動機制上，其能夠將等離子體炬 3208 移入到氣體重整室內和從氣體重整室移出。通過密封蓋，等離子體炬 3208 被密封到氣體重整室 3202。通過閘式閥將蓋密封，該閘式閥被安裝並密封在槽上。為了移動等離子體炬 3208，通過滑動機構將其從重整室 3202 拉出。為了安全目的，所述滑動的初始移動停止高壓等離子體炬的功率供應。在等離子體炬已經被收回越過閥門之後，將閘式閥自動關閉，並停止冷卻液的迴圈。從等離子體炬 3208 斷開軟管和導線，從閘式閥鬆開密封管，並通過起重器械將等離子體炬 3208 提走。

使用上述程式的逆轉完成等離子體炬的復原；滑動機制可以被調節成允許等離子體炬 3208 插入深度的偏差。對閘式閥進行機械操作，以便操作是自動的。在冷卻系統故障時，氣動驅動器 3233 被用於自動收回等離子體炬。從專門的空氣記憶體供給用於運行氣動驅動器的壓縮空氣，以便及時在電能鼓掌時，也一直能夠獲得電能。相同的空氣儲氣罐為閘式閥 3234 提供空氣。電互鎖蓋子被用於進一步的安全措施，其通過方式進入高壓等離子體炬連接。

熱電偶定位於氣體重整室的多個位置，以便 GRS 內重整氣體的溫度被維持在大約 1000°C ，並且如果低於該溫度，

則提高為等離子體炬或空氣注射提供的功率。

在該實施方式中，進入 GRS 的空氣流可以被動力學上進行改變以調整在氣化器和/或 GRS 每步中發生的溫度和處理。

氣體重整室內氣體混合物的分子，在等離子體電弧區解離成其組成成分，並接著重整為重整氣體。熱重整氣體通過重整氣體出口 3206 離開 GRS。

氣體操縱器被設計成增強氣體重整過程，並達到大烴類分子的最大分解，其通過改進預重整氣體與等離子體炬所產生的活性物的暴露以及這類暴露所產生中間體的混合。

參考第 69 圖和第 70 圖，氣體操縱器基本上定位在氣體重整時的中部，並在空氣噴嘴和兩個等離子體炬之上。因此，從氣化器接收的初始氣體被與通過空氣噴嘴以高噴射速度引入的空氣進行混合。

第 66~68 圖顯示了氣體操縱器的形狀。使用氣體操縱器的設計迫使通過混合來自氣化器的初始氣體與注射的空氣獲得的預重整氣體，以及等離子體炬的離子化氣體經過氣體操縱器的兩個槽。等離子體炬都基本上位於這些槽的入口處，因此預重整氣體經歷了與等離子體炬所形成的氣體激勵場的最大暴露。

氣體操縱器槽內的氣體溫度為大約 1100°C 。如第 66 圖所示，經過該槽的氣體在其擊中導流片時改變流向，達到了連續混合。導流片還有助於維持氣體操縱器槽內的熱

量，這樣能夠增強氣體重整動力學。

參考第 67 圖，氣體操縱器入口處的斜面增強了從氣流分離顆粒物質。

如第 68 圖所示，氣體操縱器是由耐火襯裏鋼結構製成的。由空氣對該鋼結構進行冷卻。通過三個支持管引入冷卻空氣。其通過內部的空室，冷卻鋼結構。熱的冷卻空氣返回到主要過程中，其通過氣體操縱器室的噴嘴。

將冷卻空氣流進行控制，以維持最可能熱的鋼表面（臨近煙道），但仍低於 550°C ，在該溫度下，鋼的強度相當好。

這樣，對本發明已經進行了描述，但顯而易見的是，可以通過許多方式對其進行變化。這些變化並不認為離開了本發明的主旨和範圍，並且所有對本領域技術人員顯而易見的修改都被認為是包含在下面權利要求所表示的保護範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1~77 圖顯示本發明的各種實施方式和/或其組成部分。

第 1 圖和第 2 圖顯示氣體重整系統的各種區。虛線表示可選擇的區。如第 2C 圖和第 2D 圖所示，氣體可以經歷系列的區域串聯或者平行陣列。

第 3 圖是根據本發明實施方式的氣體重整系統的示意圖。

第 4 圖是本發明氣體重整系統一個連接氣化器的實施方式的示意圖。

第 5 圖是本發明氣體重整系統一個連接兩個氣化器的實施方式的示意圖。

第 6 圖是本發明重整室的一個實施方式的示意圖，其通過共同的初始氣體入口連接兩個氣化器。

第 7 圖、第 8 圖、第 13 圖和第 14 圖顯示下列氣體激勵源類型：氫燃燒器、無線電頻率(RF)和微波等離子體、鐳射等離子體和電暈等離子體。

第 9 圖顯示下列等離子體源類型：非轉移電弧焊炬、轉移電弧焊炬、感應連接等離子體炬、微波等離子體炬。

第 12 圖顯示氫燃燒器。

第 10 和 11 圖描述了根據本發明的各種實施方式，在氣體重整系統中使用感應偶聯等離子體炬、微波等離子體炬以及氫燃燒器。

第 15 圖顯示氣體重整槽的各種實施方式。

第 16 圖顯示氣體重整槽的各種實施方式。

第 17 圖顯示氣體重整槽的各種實施方式。

第 18 圖顯示氣體重整槽的各種實施方式。

第 19 圖顯示了使用混合器的重整槽。

第 20A~B 圖顯示根據本發明的兩個實施方式，在氣體重整室中使用壓縮。

第 21~23 圖顯示了各種氣體重整室的設計。

第 24 圖顯示了各種氣體重整系統的實施方式，其中所述氣體流被分成平行地經歷重整的更小氣流。

第 25 圖顯示氣體激勵源與初始氣體流面面對的各種排列。

第 26A~C 圖顯示 根據本發明的各種實施方式，被插入到氣體重整室中流體限流器的不同外形。

第 27A~B 圖顯示根據部分發明的兩個實施方式的不同流體限流器，其延伸到氣體重整室的基本上整個長度上。

第 28A~B 圖顯示根據部分發明的兩個實施方式的三種氣體重整室的立體圖，其中所述氣體重整室配置了延伸到氣體重整室基本上整個長度上的流體限流器。

第 29A~G 圖顯示流體限流器的不同實施方式。

第 30A 圖顯示根據本發明的一個實施方式具有多個盤狀物的旋轉軸。第 30B~E 圖顯示不同的盤狀物結構，其能夠與旋轉軸使用用於增強氣體與激勵場的相互作用。

第 31A~C 圖顯示根據本發明的各種實施方式，軸與盤狀物的不同旋轉方法。

第 32 和 33 圖顯示根據部分發明的兩個實施方式，分別使用導流片和康達效應導流片用於引導氣體激勵場。

第 34A~B 圖顯示根據部分發明的兩個實施方式，使用一個或者多個空氣噴嘴用於主動控制等離子體羽輝的空間分佈。

第 35A~D 圖顯示不同的導流片用於在氣體重整室內再次引導等離子體羽輝。

第 36A~D 圖顯示根據本發明的各種實施方式，使用不對稱的旋轉軸物體導流片。

第 37 圖是根據本發明實施方式的一部分氣體重整系統的示意圖，其詳細描述了等離子體炬的裝備系統。

第 38A 圖顯示根據本發明的一個實施方式的氣體激勵源，被定位成引導氣體激勵場與氣體流體逆流。第 38B 圖顯示第 38B 圖的實施方式，其中氣體進入頂部附近朝底部離開。第 38C 圖是描述一個實施方式的入口和等離子體炬定位的示意圖。

第 39 圖和第 40 圖顯示氣體重整室和輸入氣流的各種面對面排布。

第 41 圖描述氣體重整室中折流板的排布。第 41A 圖描述含有橋牆折流板的氣體重整室內的空氣流。第 41B 圖描述含有湍流器 (turbulator) 或扼流圈折流板 (baffle) 的氣體重整室內的空氣流。

第 43A~B 圖顯示包含湍流區用於增強重整。第 43C 圖顯示湍流發生器的例子。

第 44 圖顯示要被重整的氣體切線進入重整反應器，這形成了受到等離子體炬和氣體操縱器處理的漩渦。

第 45 圖和第 46 圖顯示用於產生湍流的示範性裝置。

第 47 圖是表示空氣流出 A 型噴嘴的圖。第 48 圖是表示空氣流出 B 型噴嘴的圖。

第 49 圖和第 50 圖顯示固定的焦炭床，其在重整室中被用作催化劑。第 51 圖顯示結合氣體重整室的氣化器，其中在氣化器中形成的焦炭引起了催化裂解。

第 52~54 圖顯示將催化劑床與激勵場結合用於將氣化器中所產生的氣體進行重整的各種構造。

第 55~57 圖顯示根據本發明的一個實施方式，催化劑床可以被置於氣體重整室中的各種位置。

第 58 和 59 圖涉及根據本發明的一個實施方式，在氣體重整系統的穩定區中所使用的熱交換系統。

第 60A 圖是氣體重整室一個實施方式的示意圖。第 60B 圖是第 60A 圖氣體重整室的橫截面圖，其具體描述了耐火墊板。

第 61~64 圖顯示氣體重整室、氣化器以及轉化器的各種構造。

第 65 圖顯示氣化器，其可以被連接到本發明的氣體重整系統。

第 66~68 圖、第 74 圖和第 77 圖顯示示範性氣體操縱器的各種視圖，其被設計成是對圓柱氣體重整室的改型。

第 69 圖、第 70 圖、第 72 圖、第 73 圖、第 75 圖和第

76 圖顯示在圓柱氣體重整室中所安裝的第 66 圖的示範性氣體操縱器的各種視圖。

第 71 圖顯示不具有第 66 圖示範性氣體操縱器的氣體重整室的頂視圖。

第 78 圖顯示在第 1~77 圖中所使用氣體激勵源的各種形式。所有形式都是等價的，並且可以用於顯示這裏所具體描述的或者本領域技術人員已知的任何氣體激勵源。

【主要元件符號說明】

ICP

感應耦合等離子體炬

RF

無線電頻率

五、中文發明摘要：

本發明提供了一種系統和方法，用於在基本封閉、被容納（contained）和可控的環境中將具有相關特徵的初始氣體有效地重整成具有期望特徵參數的輸出氣體。所述氣體重整系統使用氣體激勵場將初始氣體分子和被注入的適當類型、適當量過程添加劑的分子解離成它們的組成成分，接著重新組合以形成具有期望參數的輸出氣體。所述氣體重整系統還包括控制系統，該控制系統調節所述過程，進而使得所述過程能夠得到最佳化。該氣體激勵場可以至少部分地由氫燃燒器或等離子體炬提供。

六、英文發明摘要：

This invention provides a system and method for efficient reformulation of an initial gas with associated characteristics into an output gas with desired characteristic parameters, within a substantially sealed, contained, and controlled environment. The gas reformulating system uses a gas energizing field to disassociate the initial gas molecules and molecules of injected process additives of appropriate types and amounts, into their constituents that then recombine to form the output gas with the desired parameters. The gas reformulating system further comprises a control system that regulates the process and thereby enables the process to be optimized. The gas energizing field may be provided at least partly by hydrogen burners or plasma torches.

十、申請專利範圍：

1. 一種用於將初始氣體重整成具有設定特徵的重整氣體的系統，其包括：

- a) 用於探測所述初始氣體的至少一個特徵的裝置；
- b) 用於根據所述初始氣體的所述至少一個特徵以及根據所述重整氣體的設定特徵而修改重整的過程輸入的裝置；
- c) 用於施加一個或者多個能量源的裝置，其中所述能量源足以將所述初始氣體的實質上大部分氣體分子重整成所述重整氣體；
- d) 用於促進所述重整的裝置；
- e) 用於穩定所述重整氣體的裝置；以及
- f) 控制系統。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的系統，其中用於修改過程輸入的所述裝置包括用於加入適量的過程添加劑的裝置。

3. 一種用於將初始氣體重整為具有所期望特徵的重整氣體的過程，其包括下列步驟中的一個或者多個：

- a) 探測所述初始氣體的至少一個特徵；
- b) 根據初始氣體的所探測到的特徵，以及根據所述輸出氣體的所期望特徵，修改用於重整的過程輸入；
- c) 施加氣體激勵場，其中所述氣體激勵場足以將大部分氣體分子重整成它們的構成成分；
- d) 促進有效的過程加速用於將所述構成成分重整為具

有設定特徵的重整氣體；

e) 促進新形成分子的去激勵化和穩定化，以維持所述設定特徵；以及

f) 控制所述初始氣體向所述輸出氣體的有效轉化。

4. 如申請專利範圍第3項所述的過程，其中修改重整的過程輸入的所述步驟包括加入適當量的過程添加劑。

5. 一種用於氣體重整的系統，其包括：

a) 用於啟動氣體重整過程的一個或者多個能量源；以及

b) 一個或者多個氣體操縱器，用於對氣體重整的整個過程中的能量轉移進行最佳化；

其中所述一個或多個能量源和所述一個或者多個氣體操縱器被整合而用於最佳化氣體重整率。

6. 一種氣體重整系統，其包括：

a) 一個或者多個氣體重整區；

b) 一個或者多個氣體穩定區；

c) 包括對整個過程進行調節的控制系統；

d) 可選擇地，一個或者多個氣體添加劑區，和/或

e) 可選擇地，一個或者多個氣體清潔區，

其中所述系統的這些區被以如下方式排布和控制：使得大部分初始氣體被重整為具有設定組成的氣體。

7. 一種用於將初始氣體重整成重整氣體的方法，其包括下列步驟：

(a) 將所述初始氣體傳送到氣體重整室；

(b) 將輸入氣體與至少一種過程添加劑混合以形成預重整氣體；

(c) 將所述預重整氣體暴露於氣體激勵場，由此將氣體中的分子解離成它們的組成成分；

(d) 將所述組成成分重組為具有設定化學組成的分子種類，以及由此產生所述重整氣體；以及

(e) 從所述室中移走所述重整氣體。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中所述氣體激勵場是由一個或者多個等離子體炬形成的。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其進一步包括下述步驟：在從所述室移出所述重整氣體之前，將所述重整氣體暴露於氣體穩定區。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中通過氣體操縱器增強所述重整。

11. 一種用於將初始氣體重整成重整氣體的系統，其包括：

一個或者多個帶有耐火材料襯裏的室，所述室包括：

一個或者多個用於接收所述初始氣體的輸入；

一個或者多個用於釋放所述重整氣體的輸出；

一個或者多個與所述室流體連通的過程添加劑輸入；

位於所述一個或者多個室中的一個或者多個氣體操縱器；

在所述一個或者多個室中形成氣體激勵場的裝置。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的系統，其中形成氣

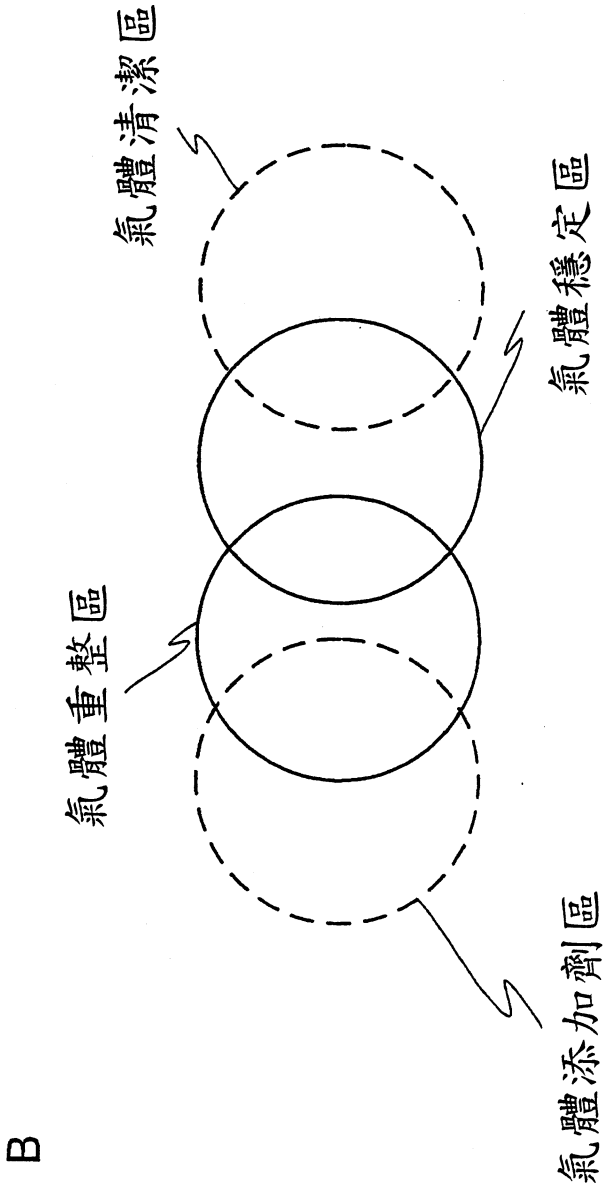
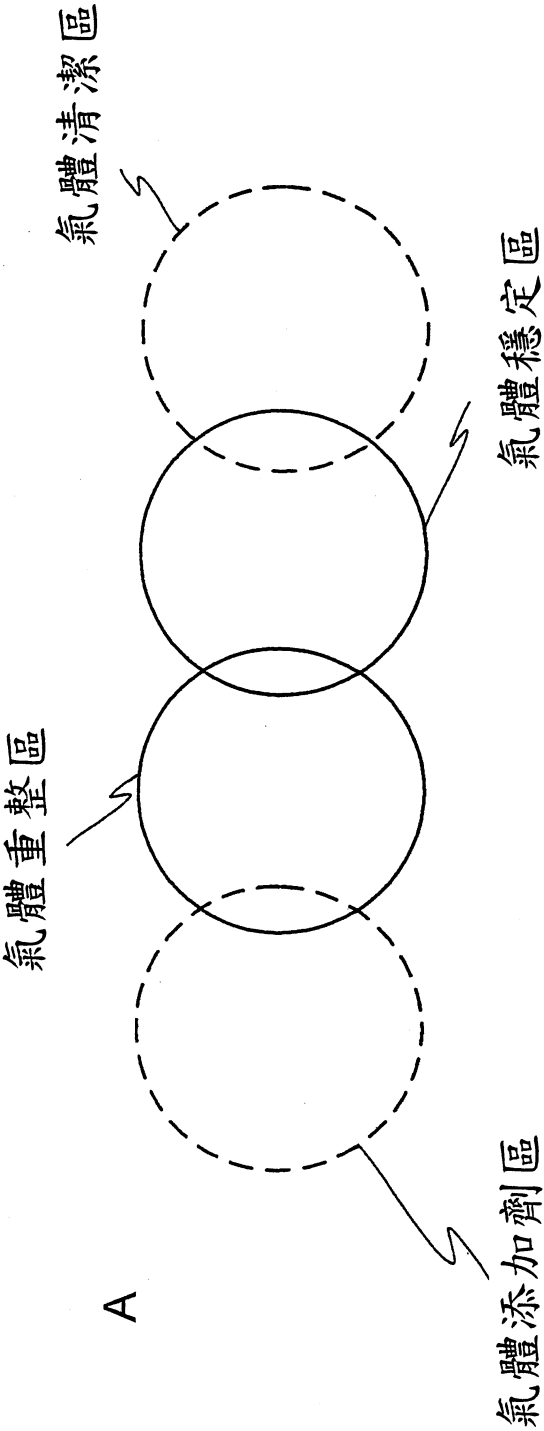
體激勵場的所述裝置是一個或者多個等離子體炬。

13. 如申請專利範圍第 11 項或第 12 項所述的系統，其中所述一個或者多個氣體操縱器增加所述室內的湍流。

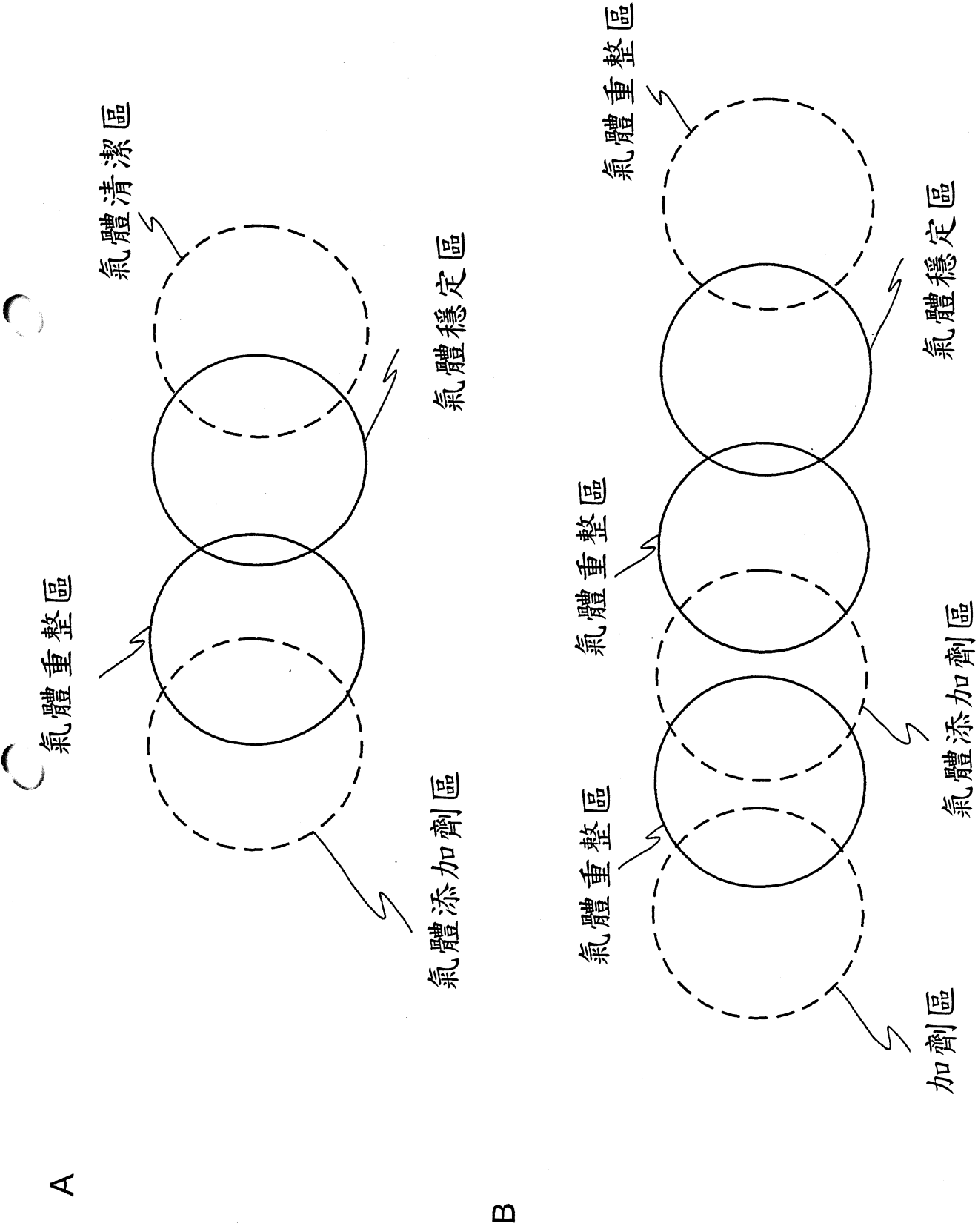
14. 如申請專利範圍第 11 項或第 12 項所述的系統，其中所述一個或者多個氣體操縱器改變所述室內的流動力學。

15. 如申請專利範圍第 11 項或第 12 項所述的系統，其中所述一個或者多個氣體操縱器改善所述預重整氣體對所述氣體激勵場的暴露。

十一、圖式：

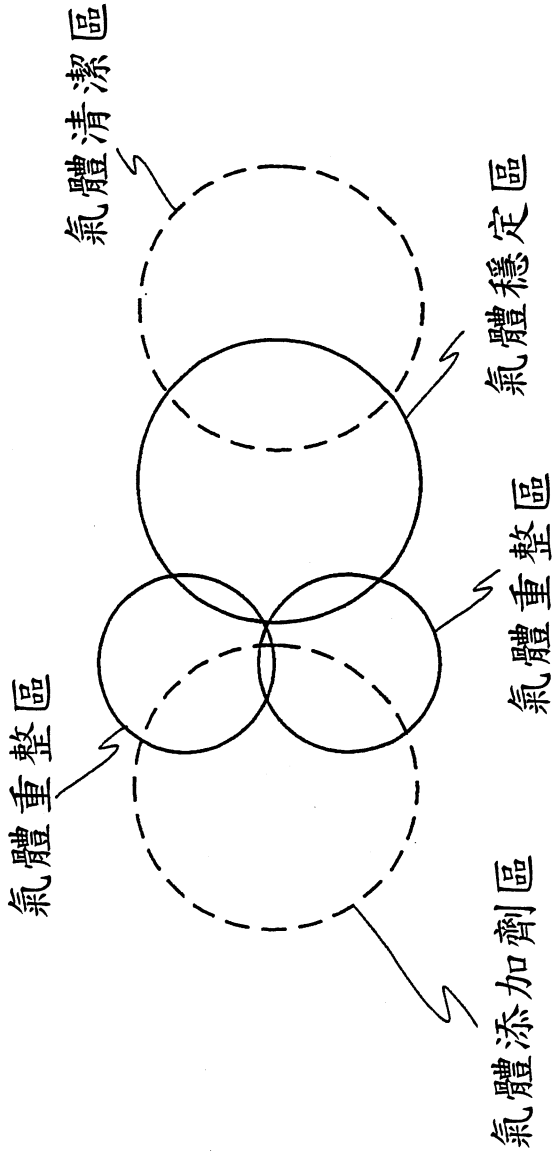


第 1 圖



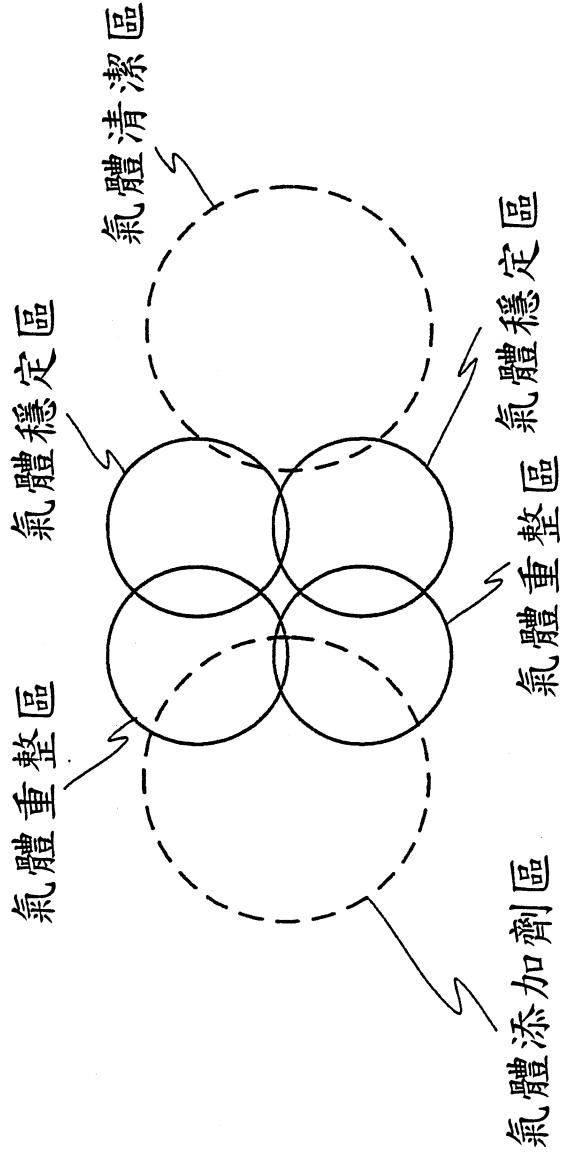
第 2 圖

C

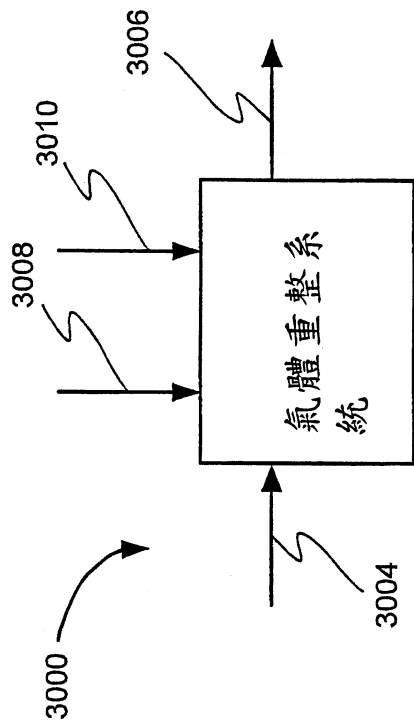


D

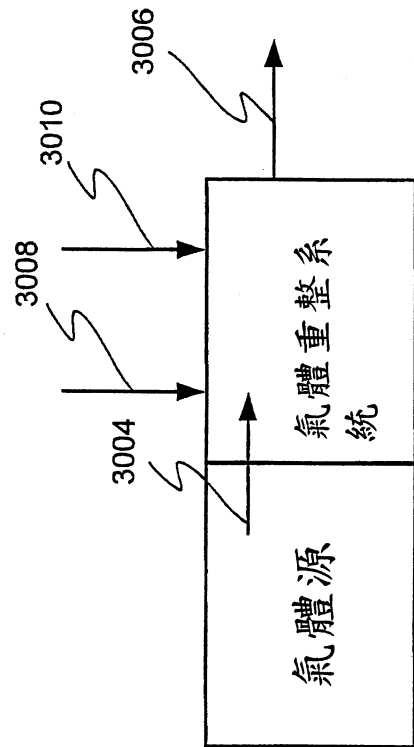
3



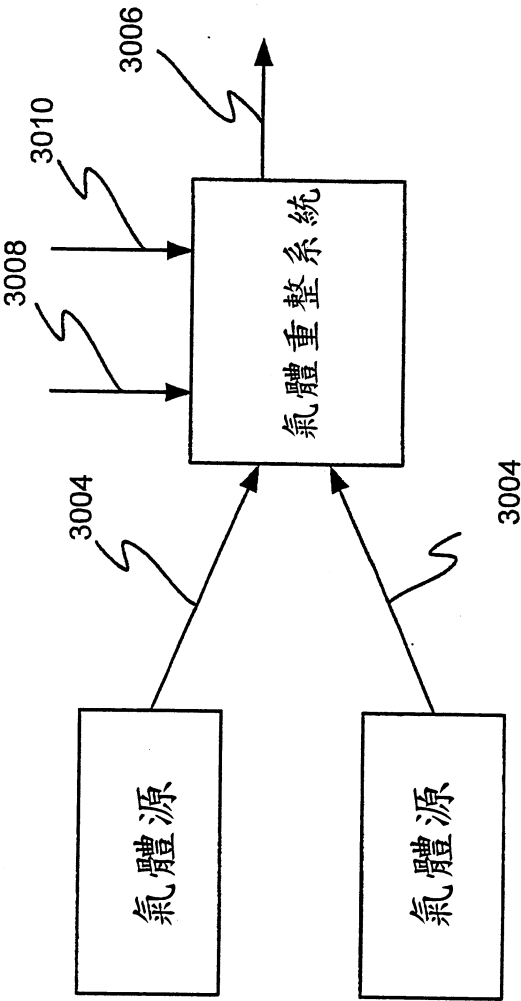
第 2 圖



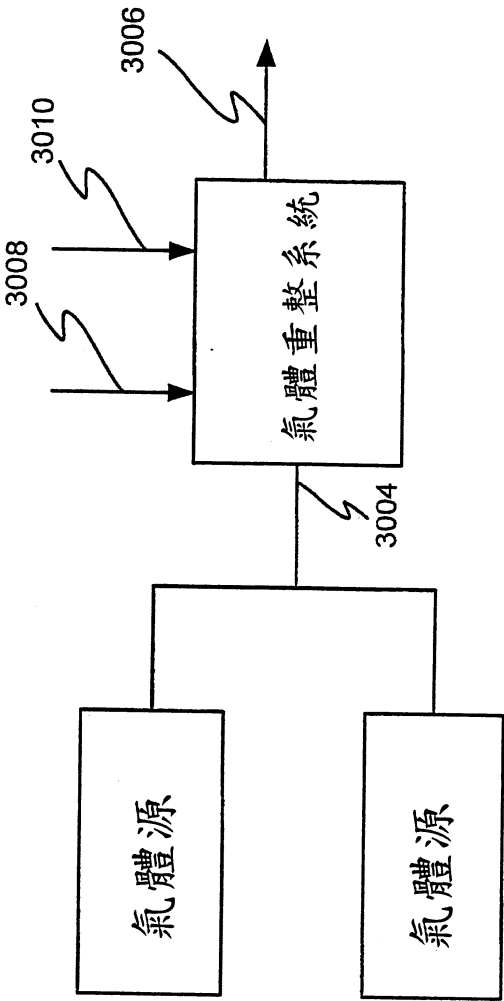
第 3 圖



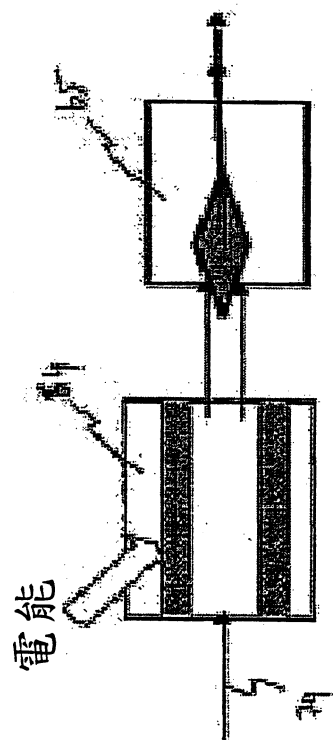
第 4 圖



第 5 圖

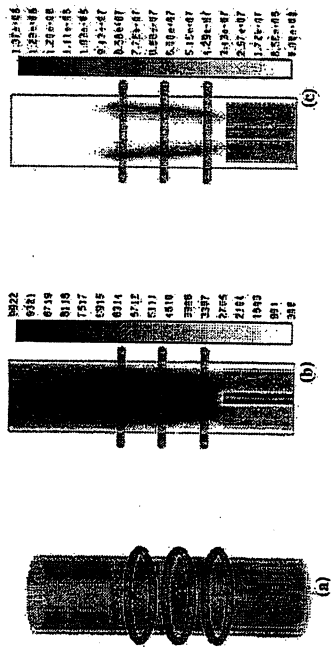


第 6 圖

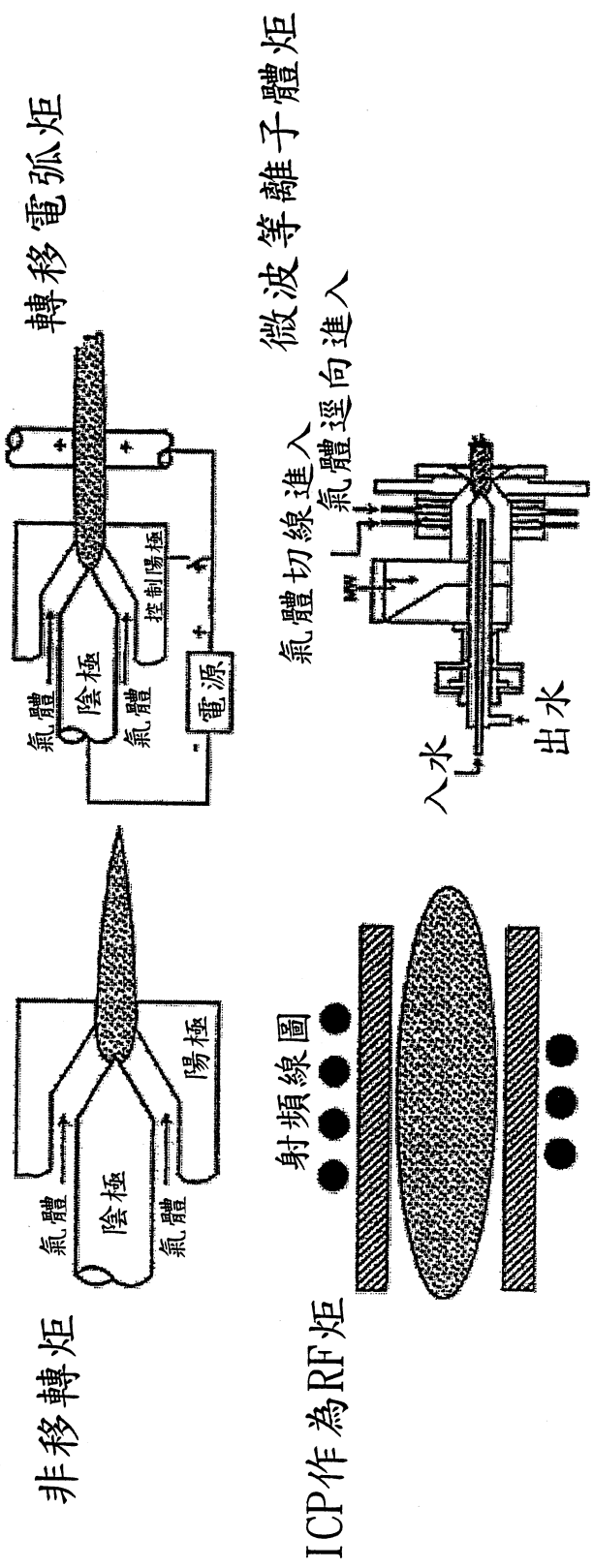


第 7 圖

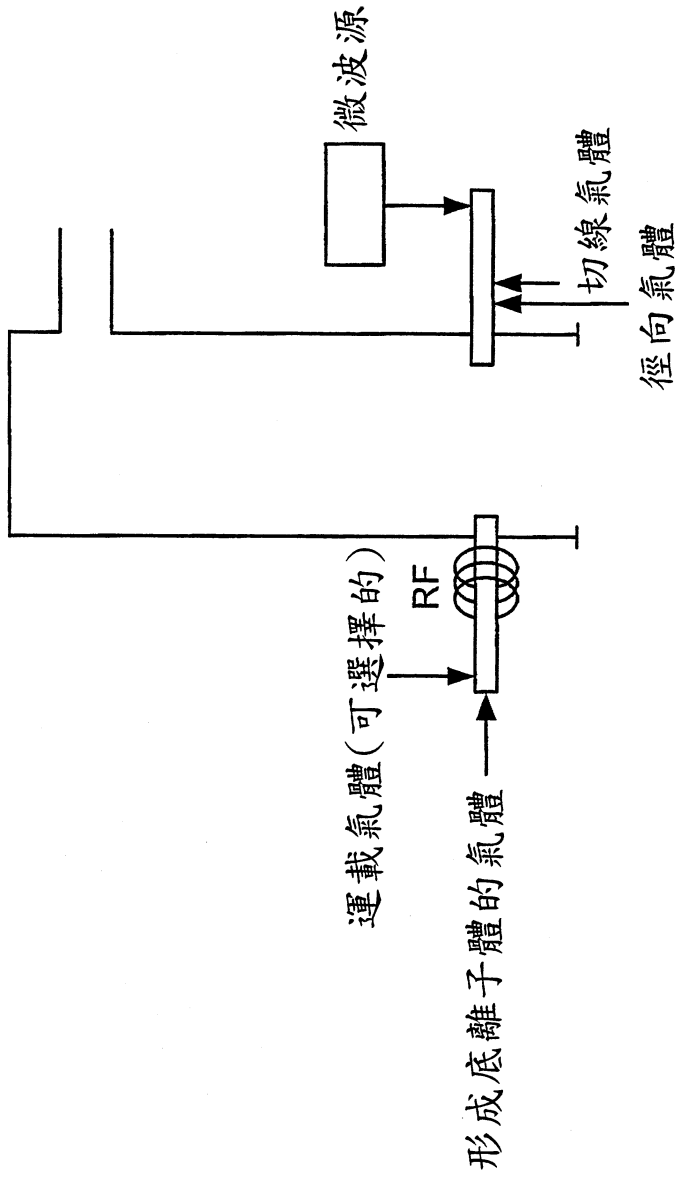
輻射頻率等離子體 & 微波等離子體



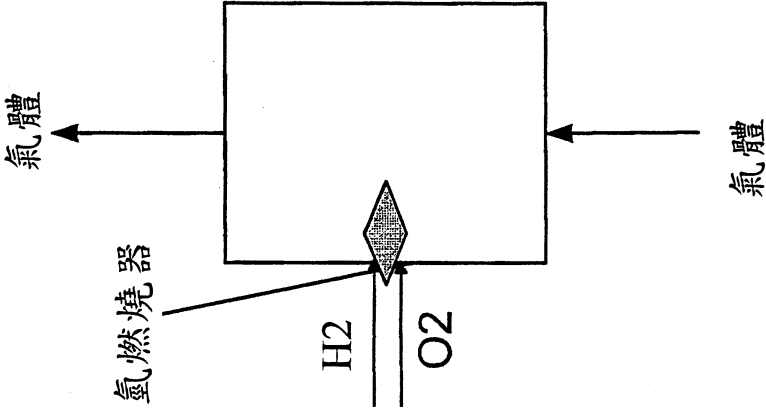
第 8 圖



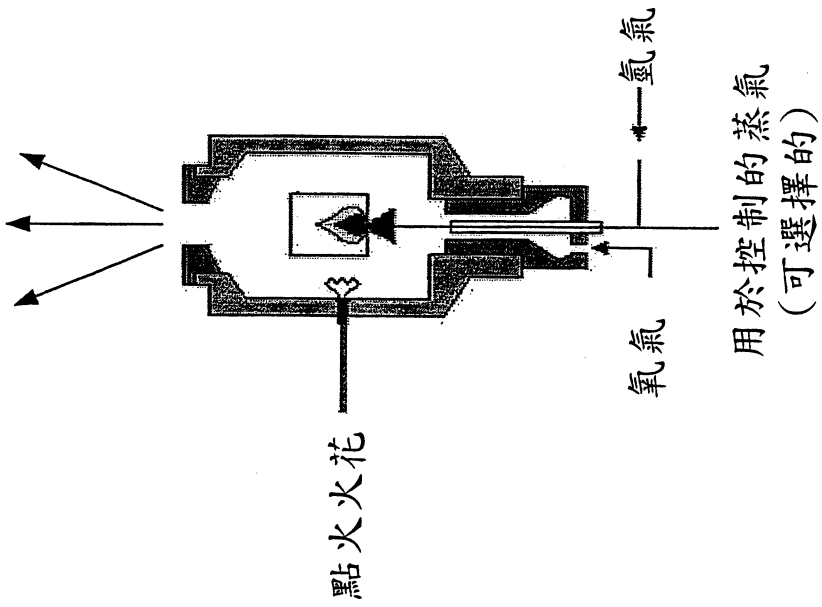
第 9 圖



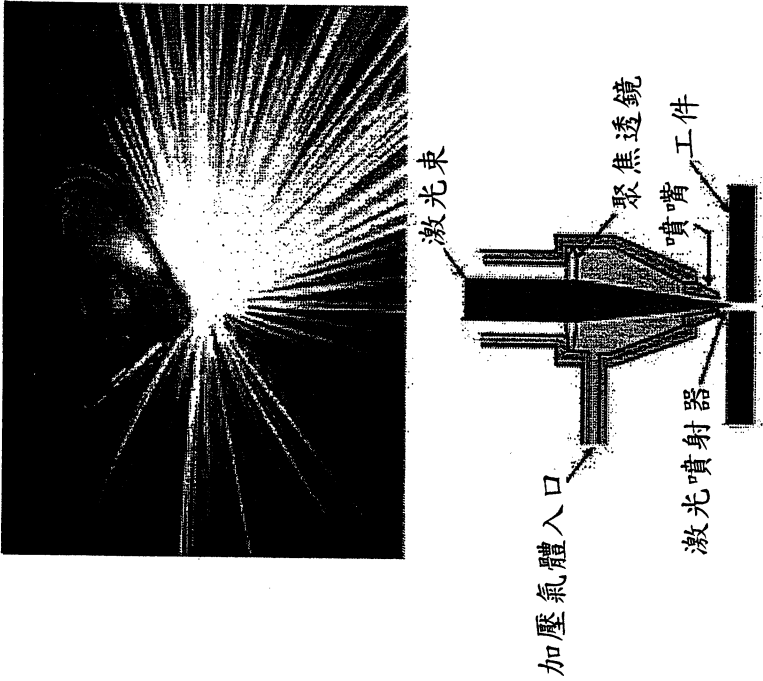
第 10 圖



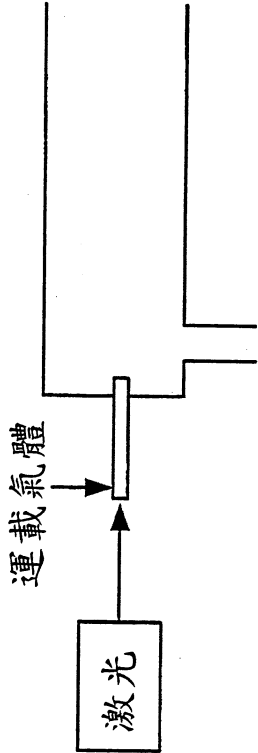
第 11 圖



第 12 圖

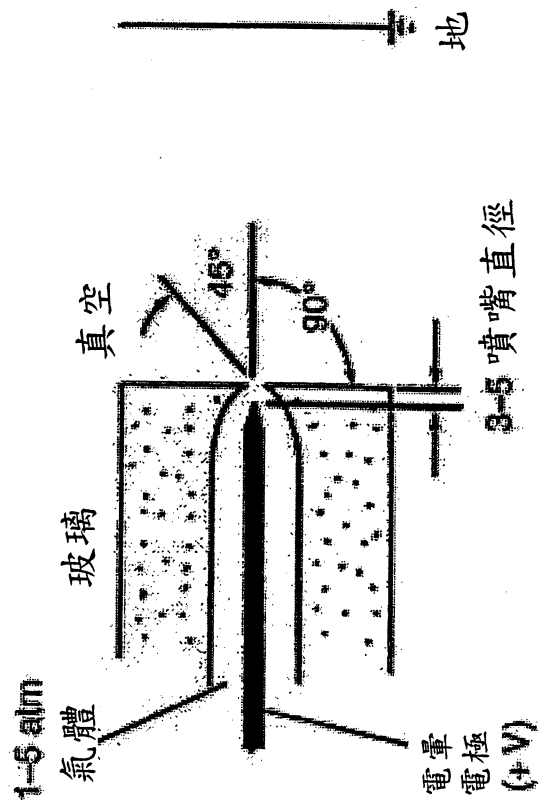


激光等離子體

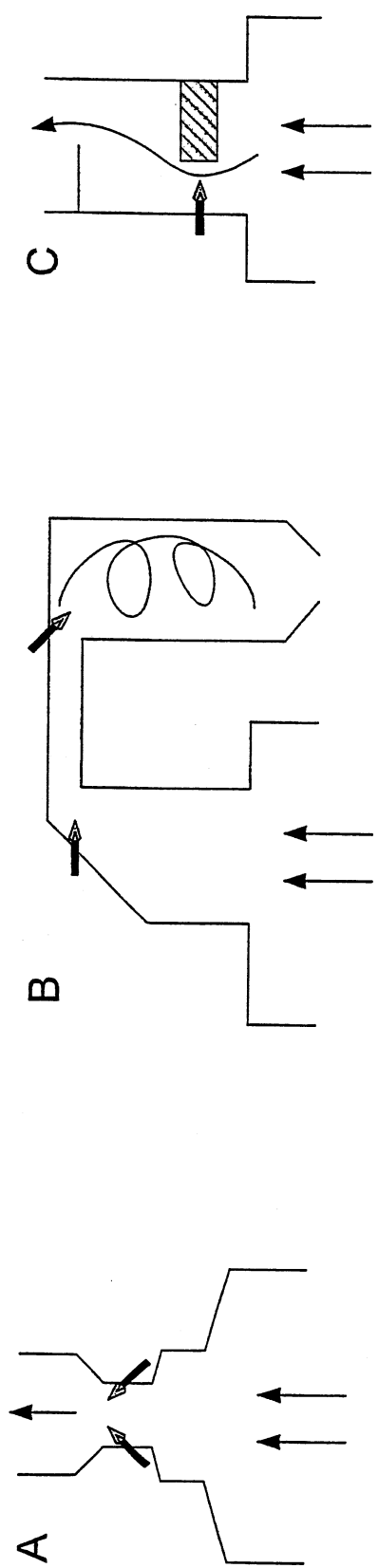


第 13 圖

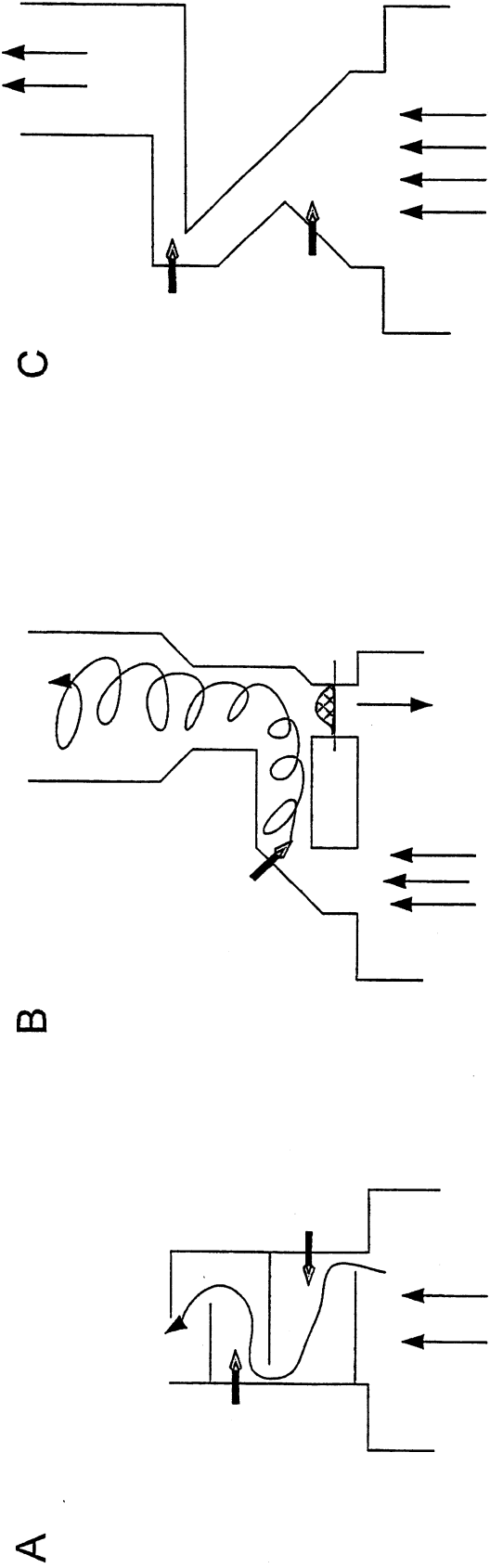
電暈等離子體(低溫等離子體)



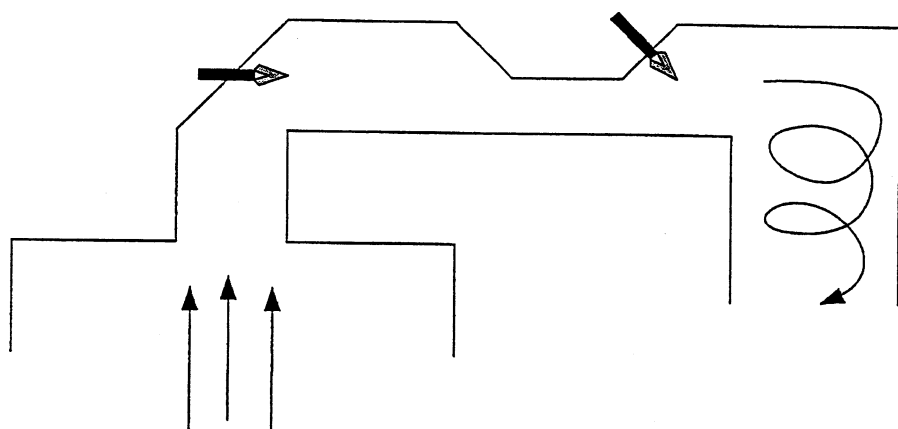
第 14 圖



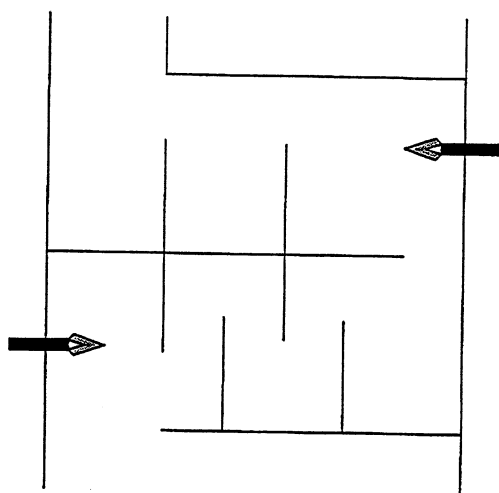
第 15 圖



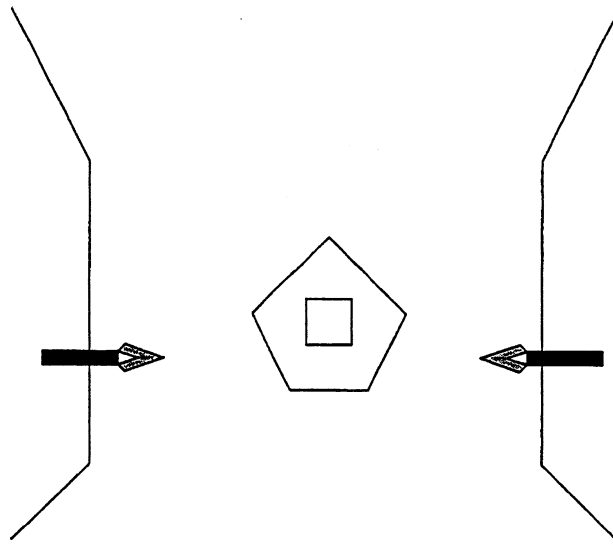
第 16 圖



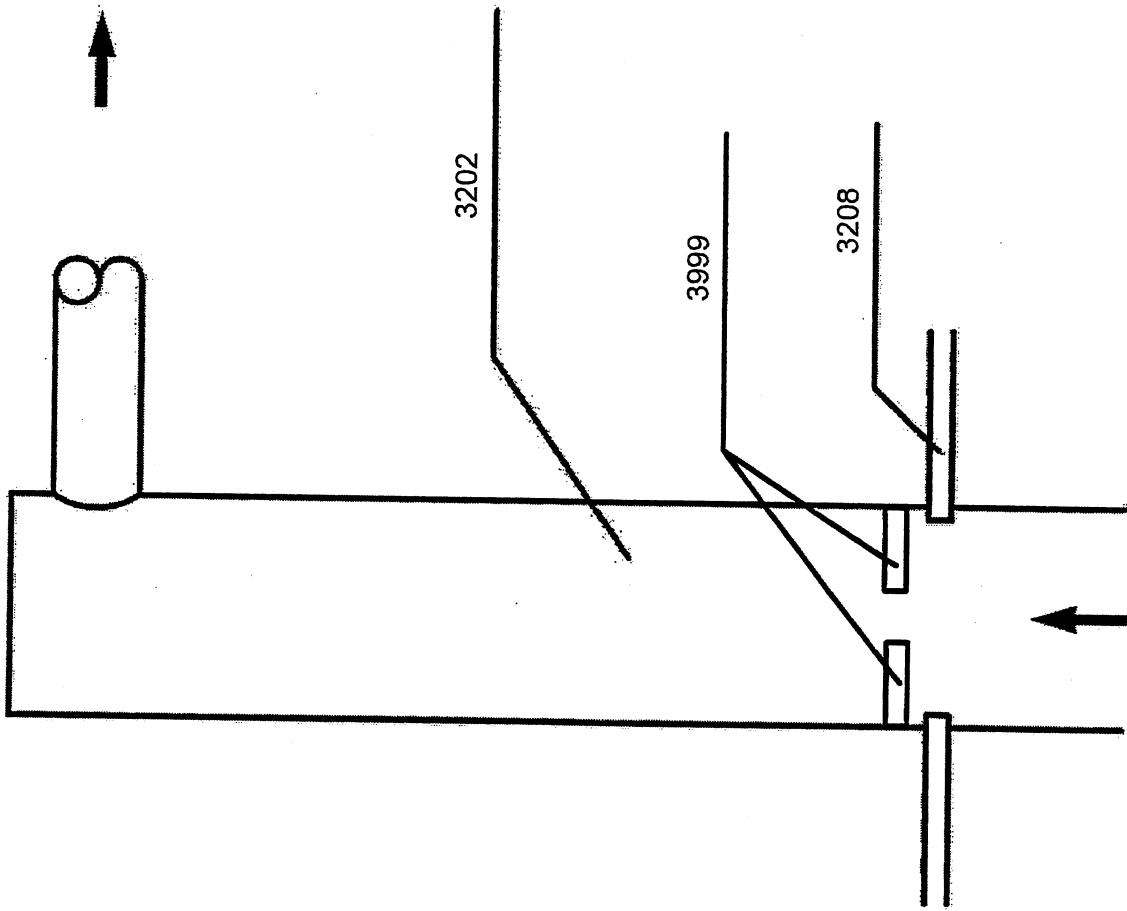
第 17 圖



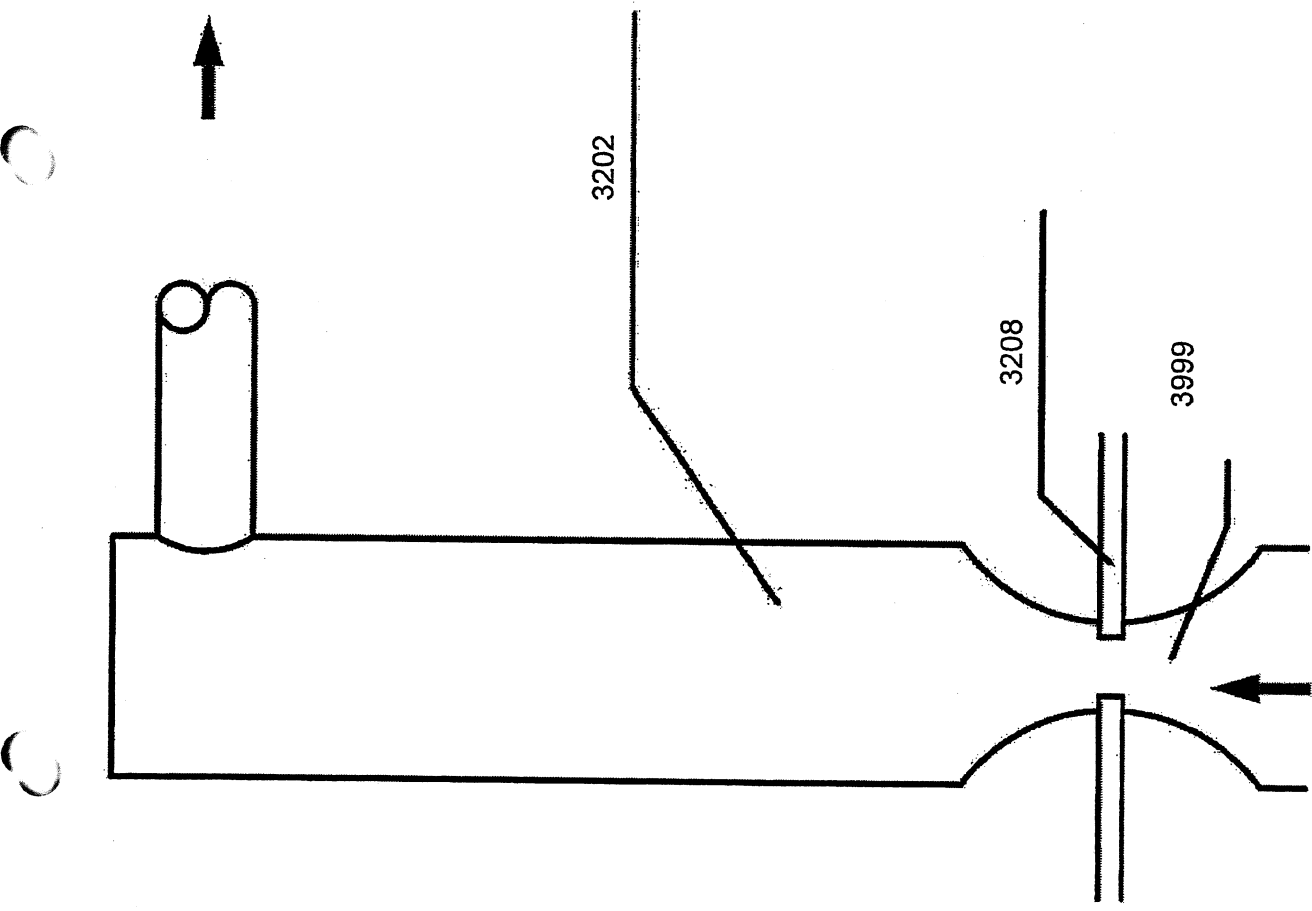
第 18 圖



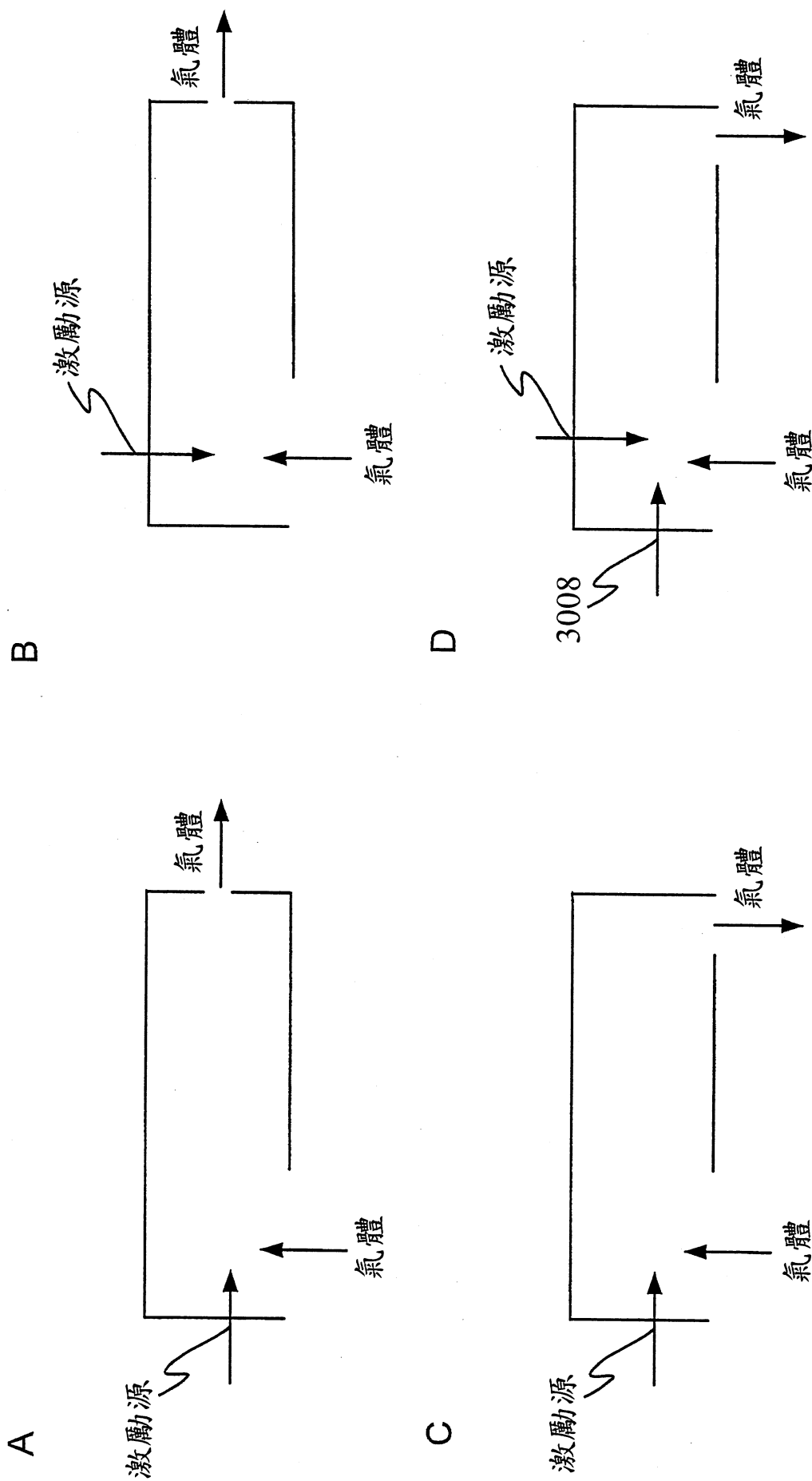
第 19 圖



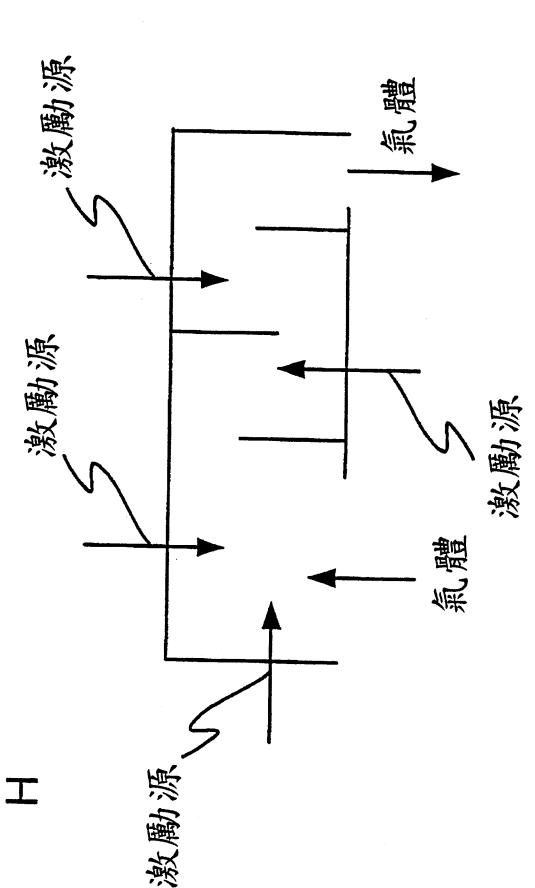
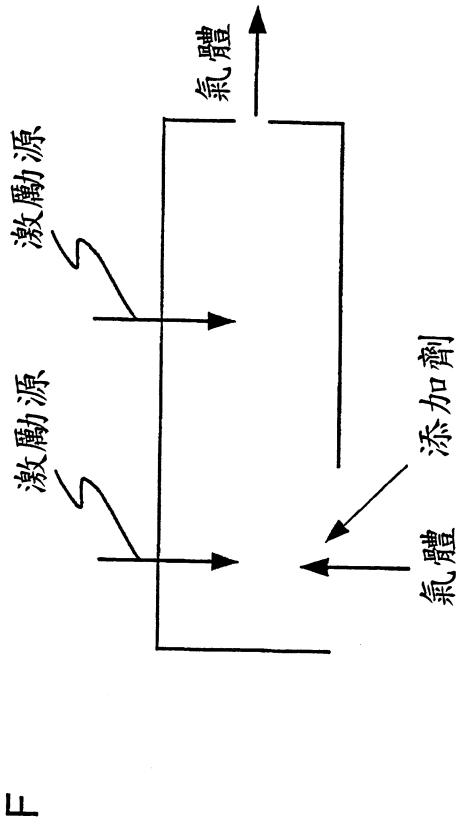
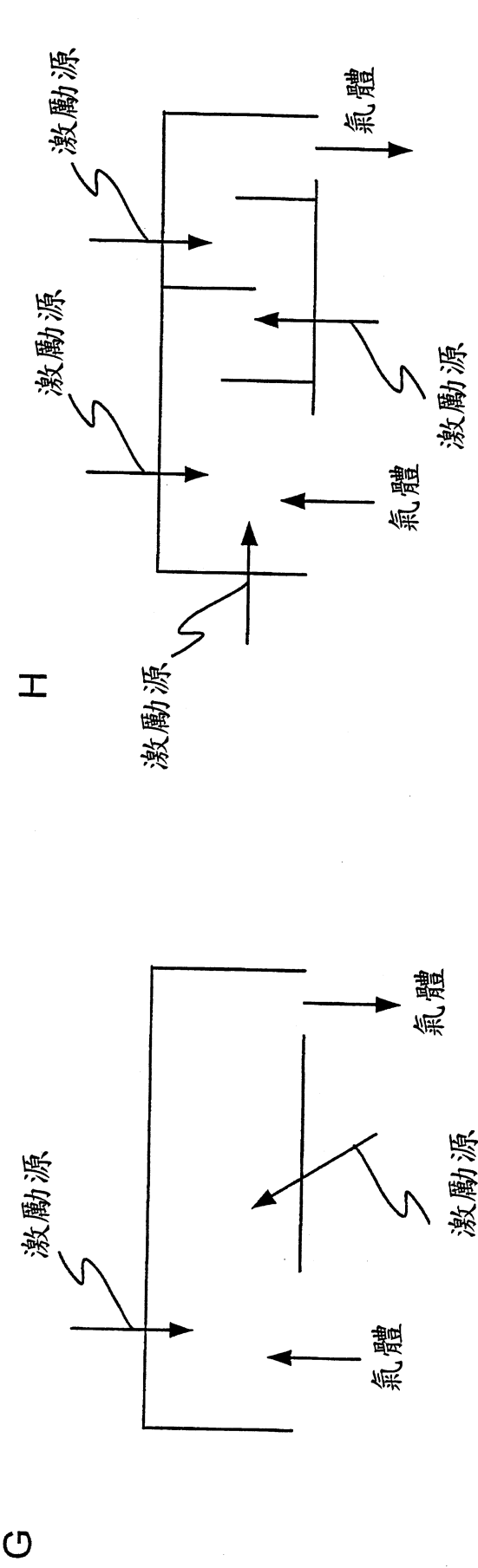
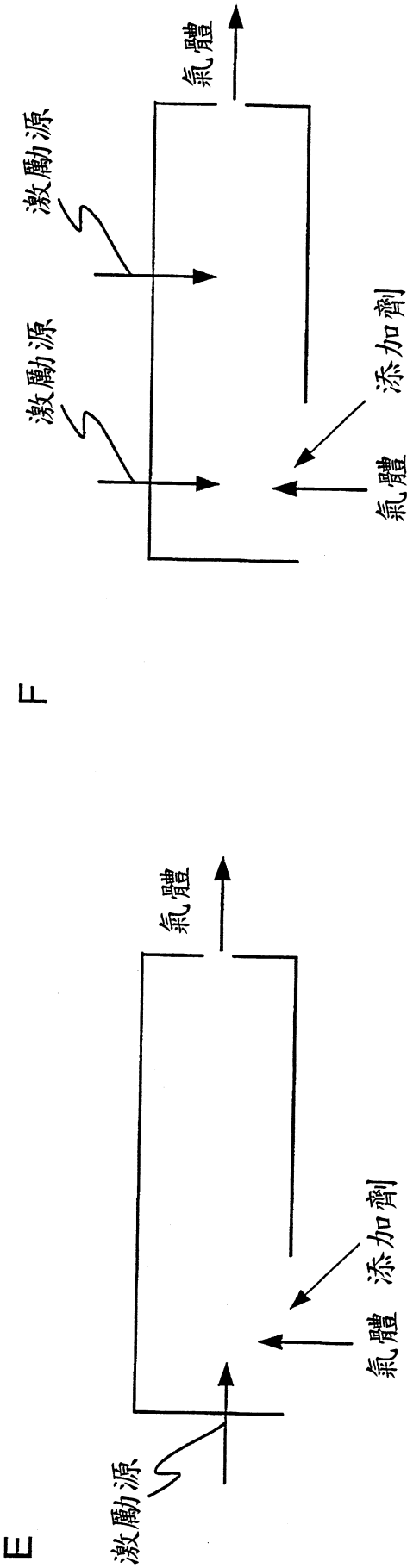
第 20A 圖



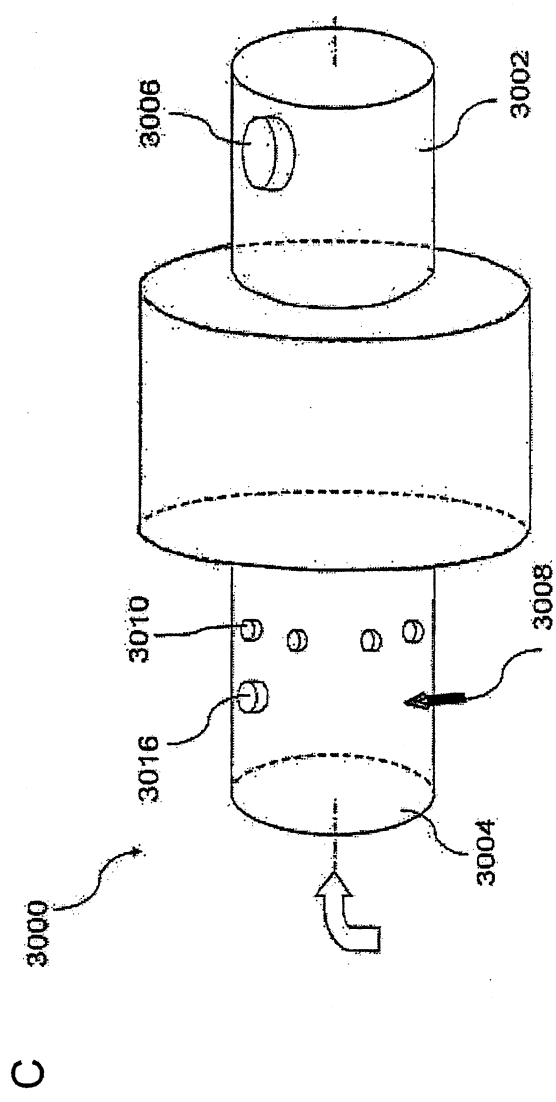
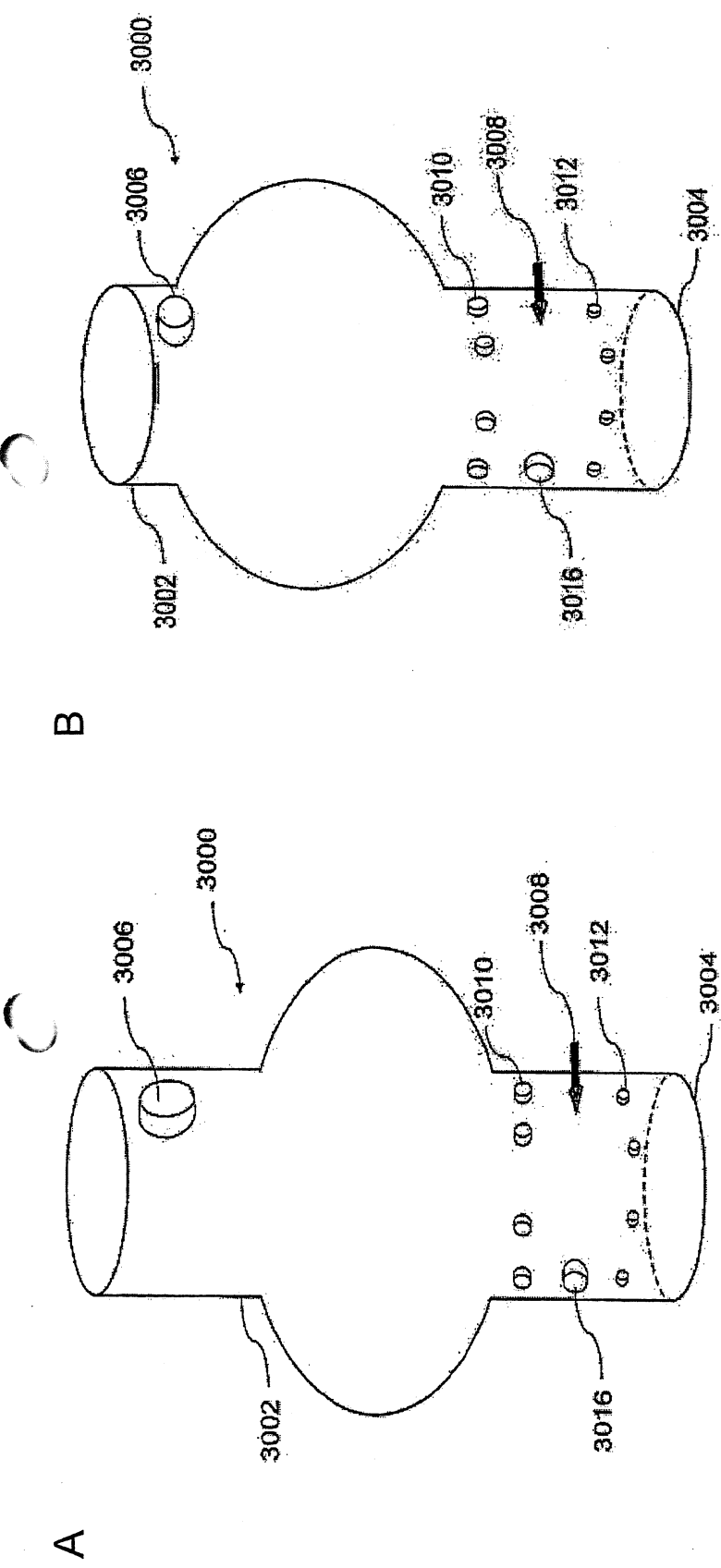
第 20B 圖



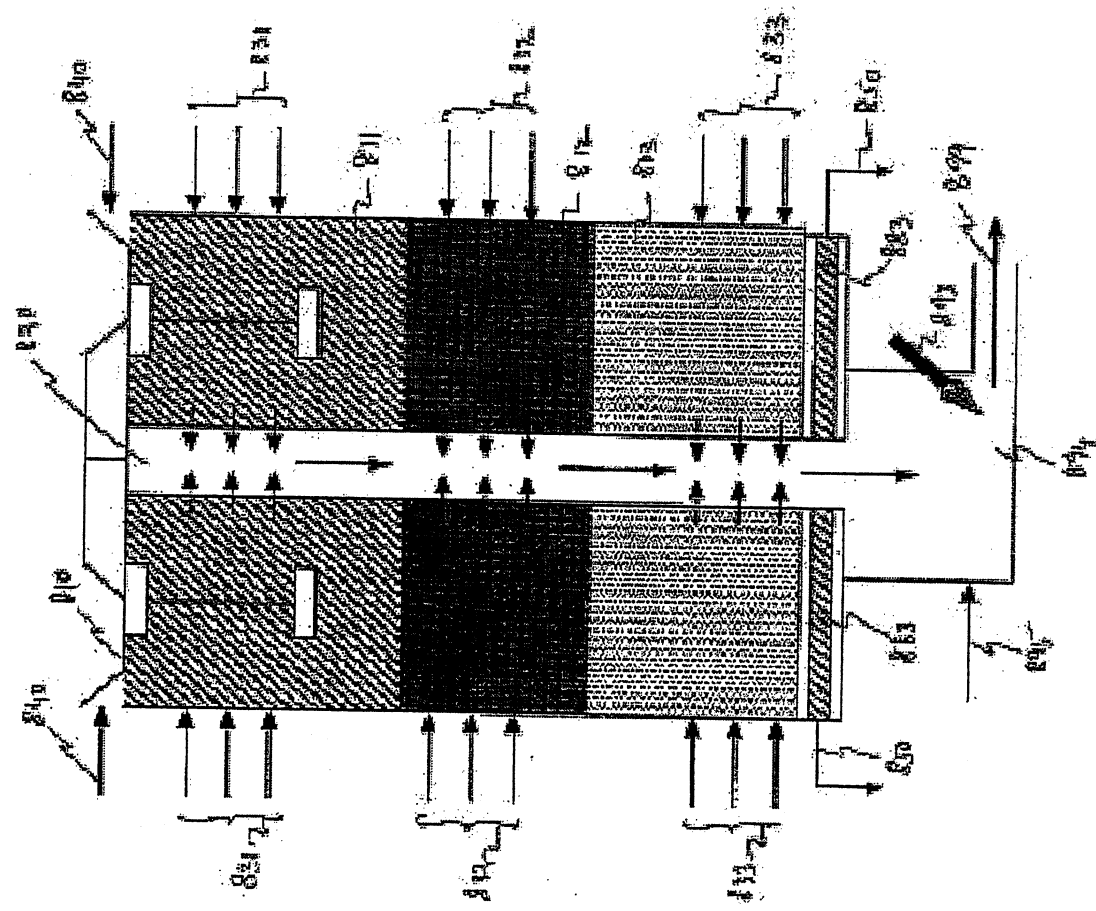
第 21 圖



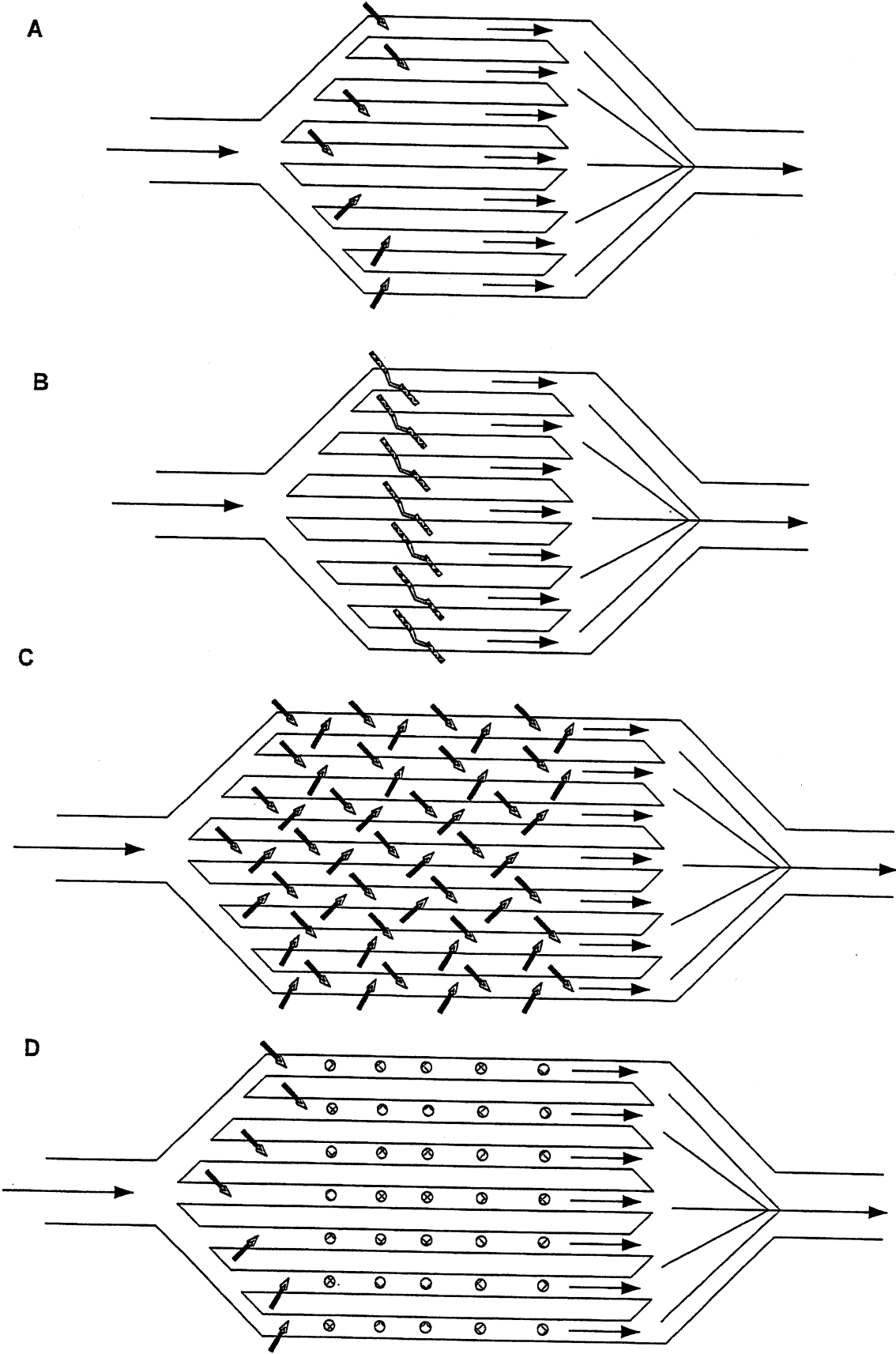
第 21 圖



第 22 圖

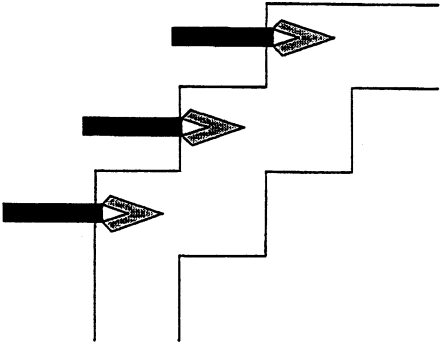


第 23 圖

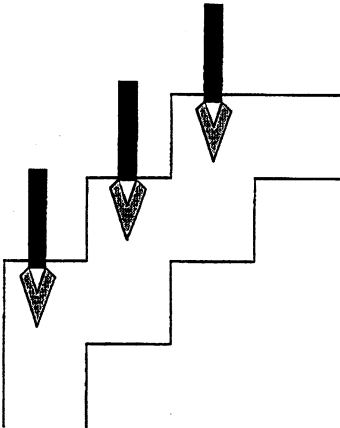


第 24 圖

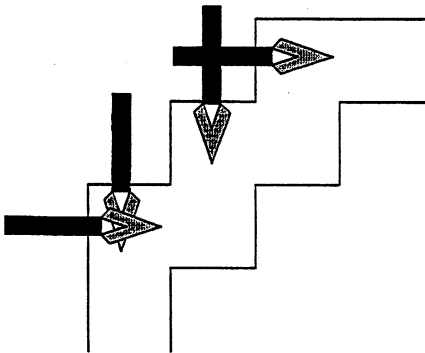
A



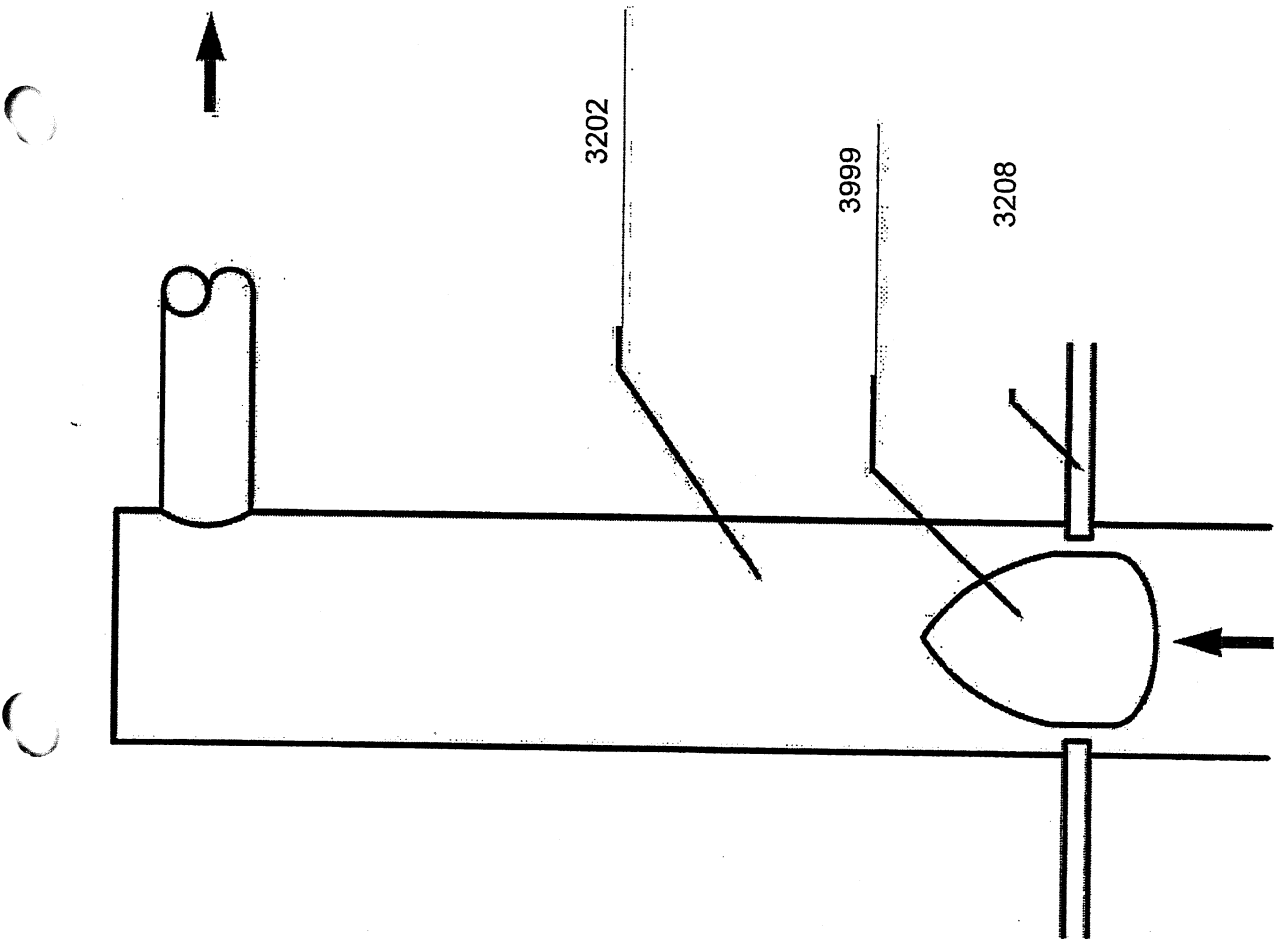
B



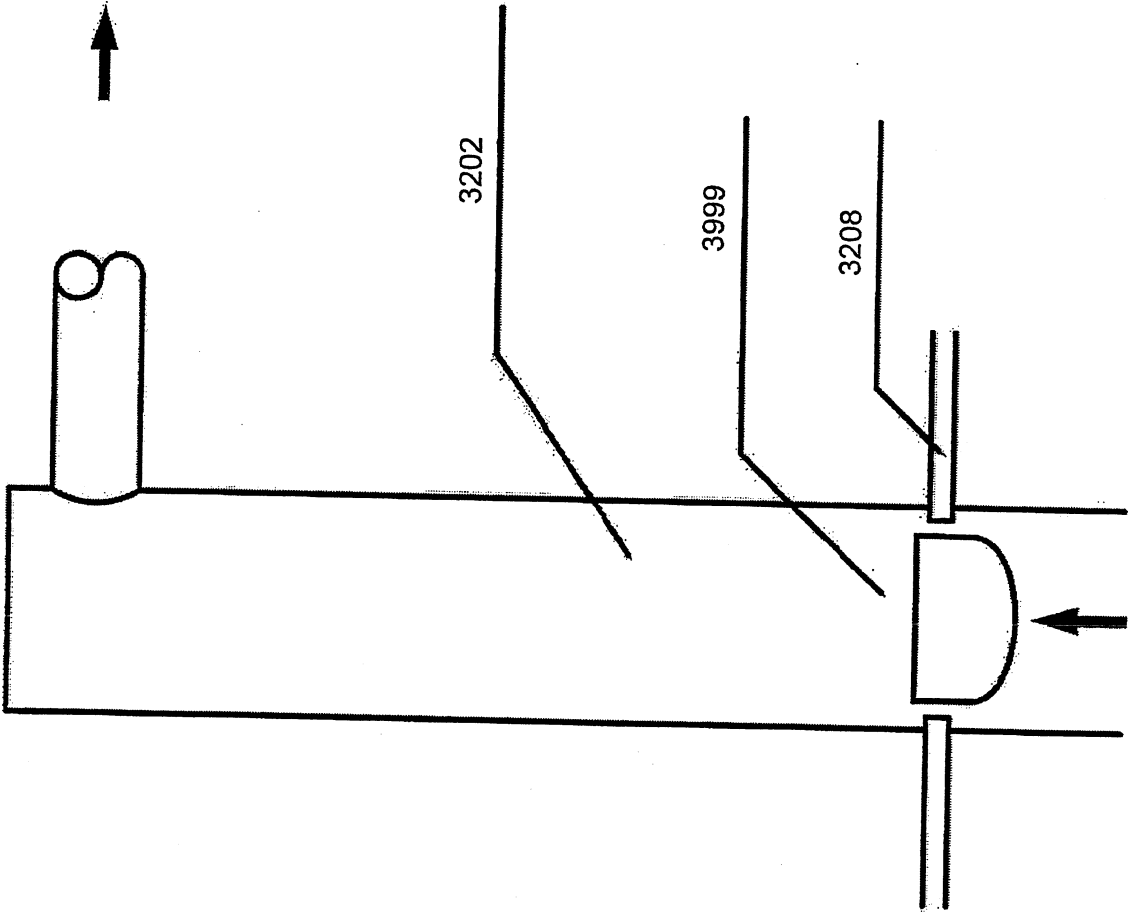
C



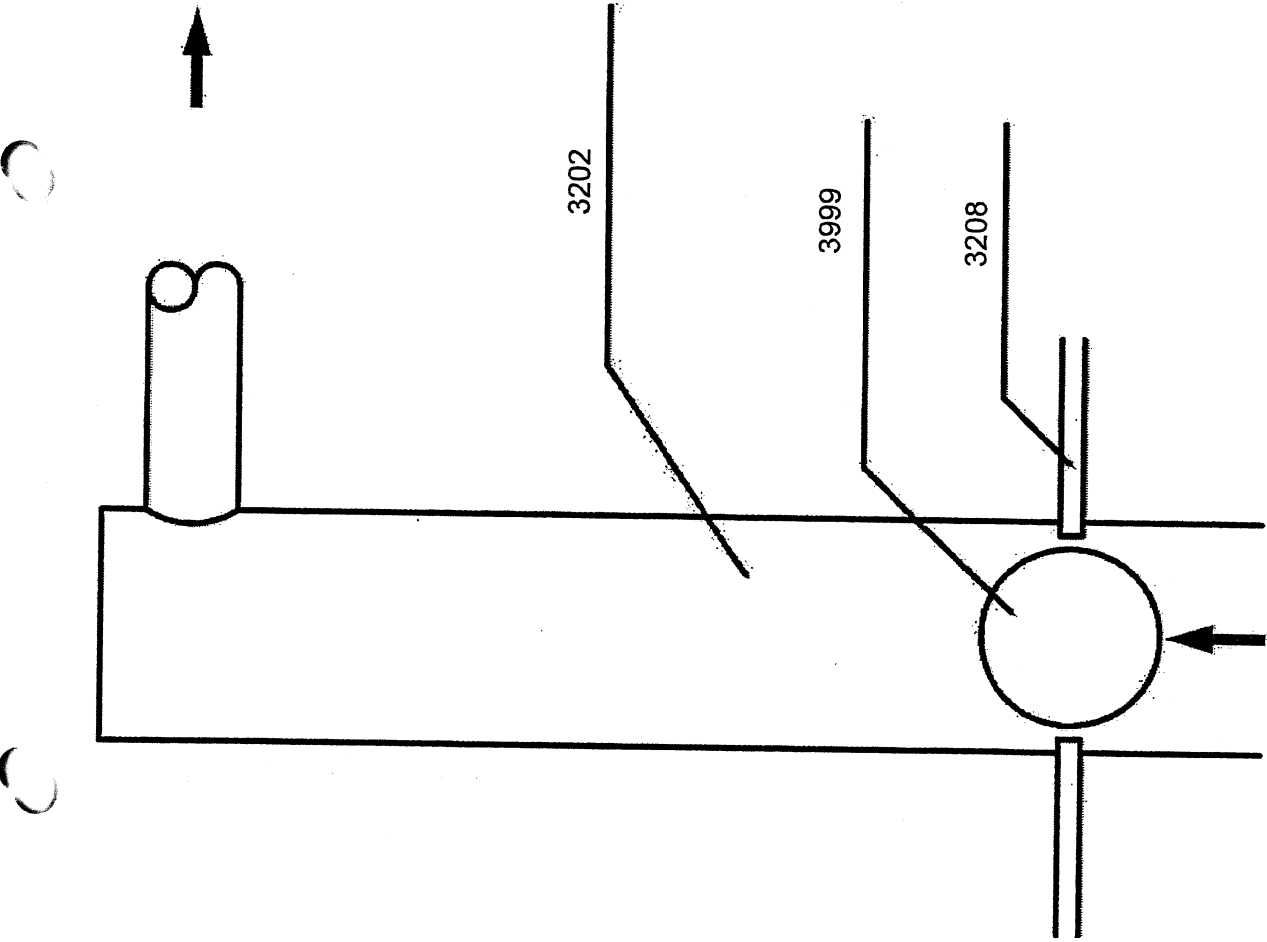
第 25 圖



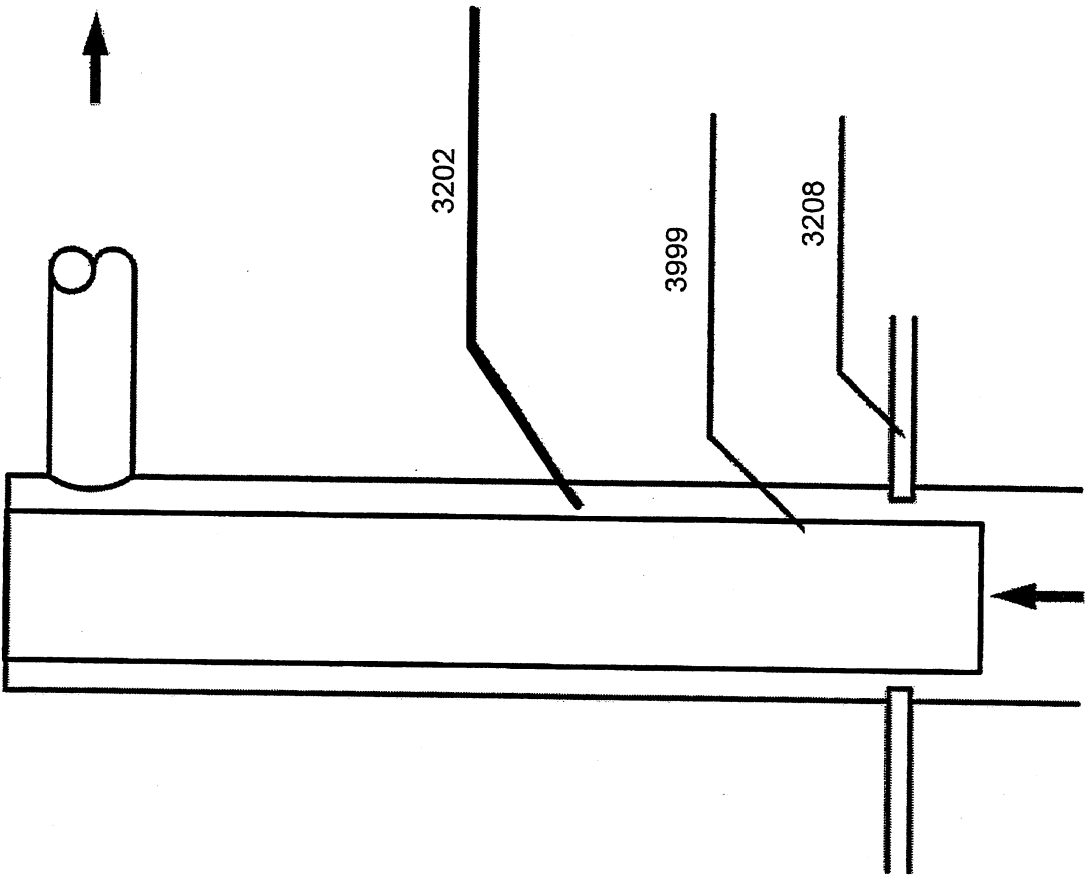
第 26A 圖



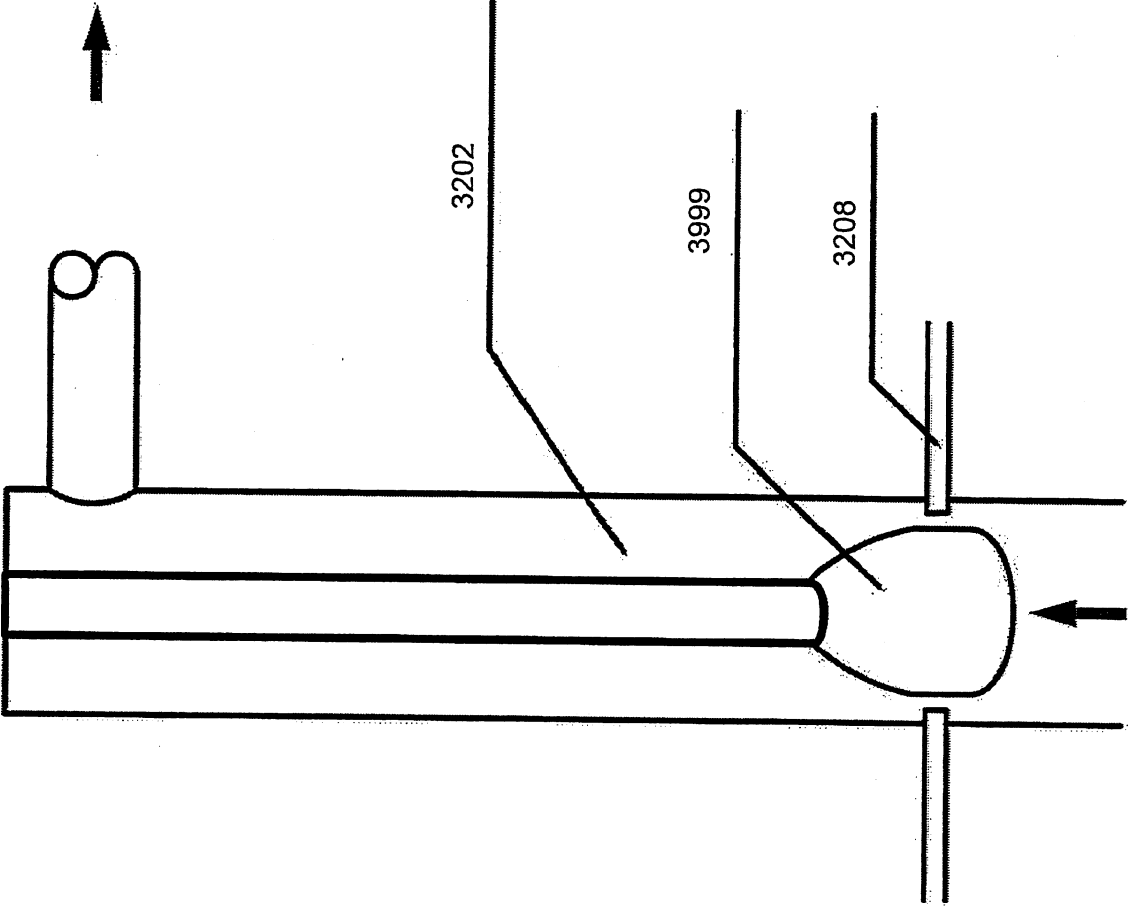
第 26B 圖



第 26C 圖

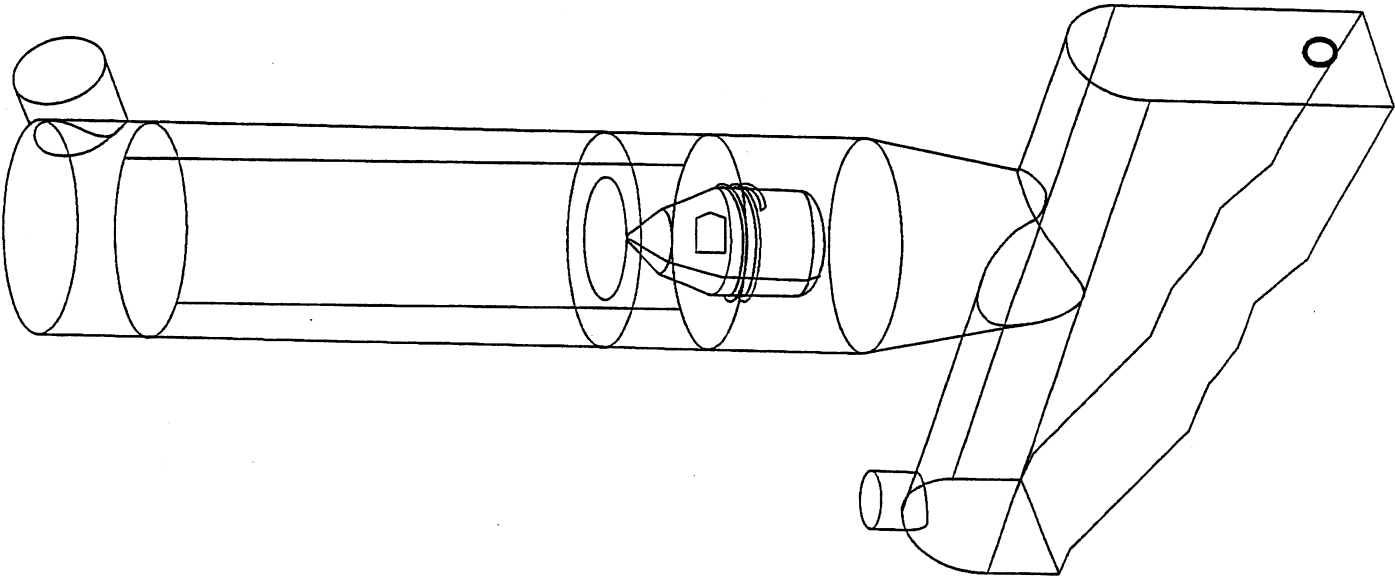


第 27A 圖

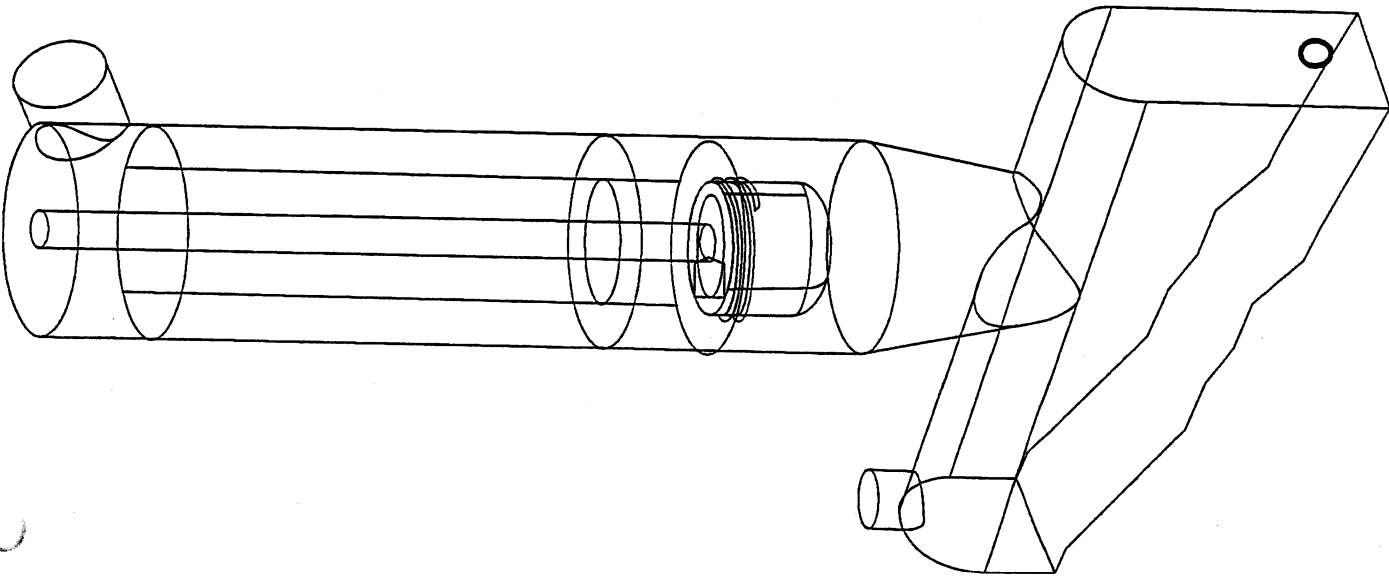


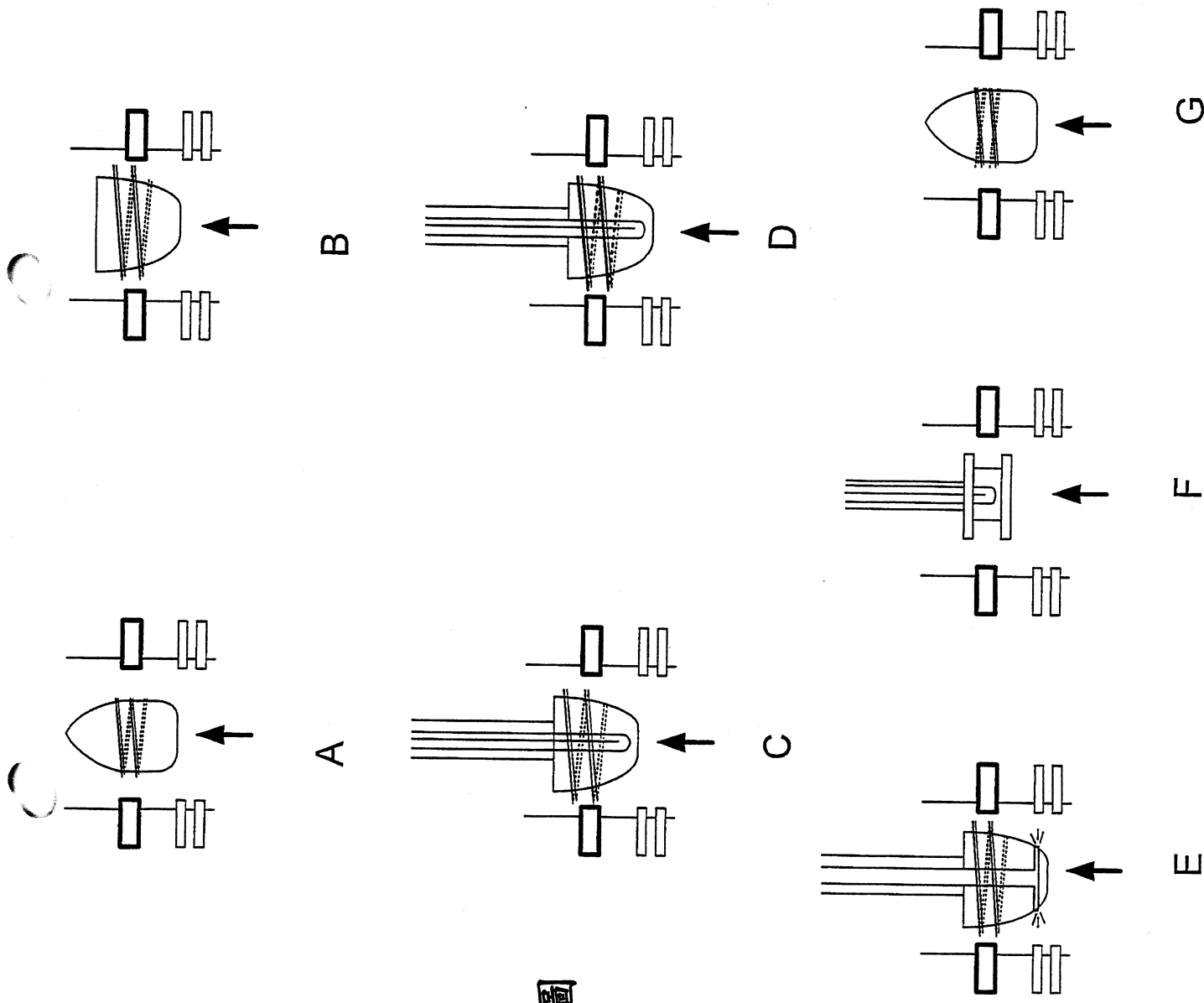
第 27B 圖

第 28A 圖

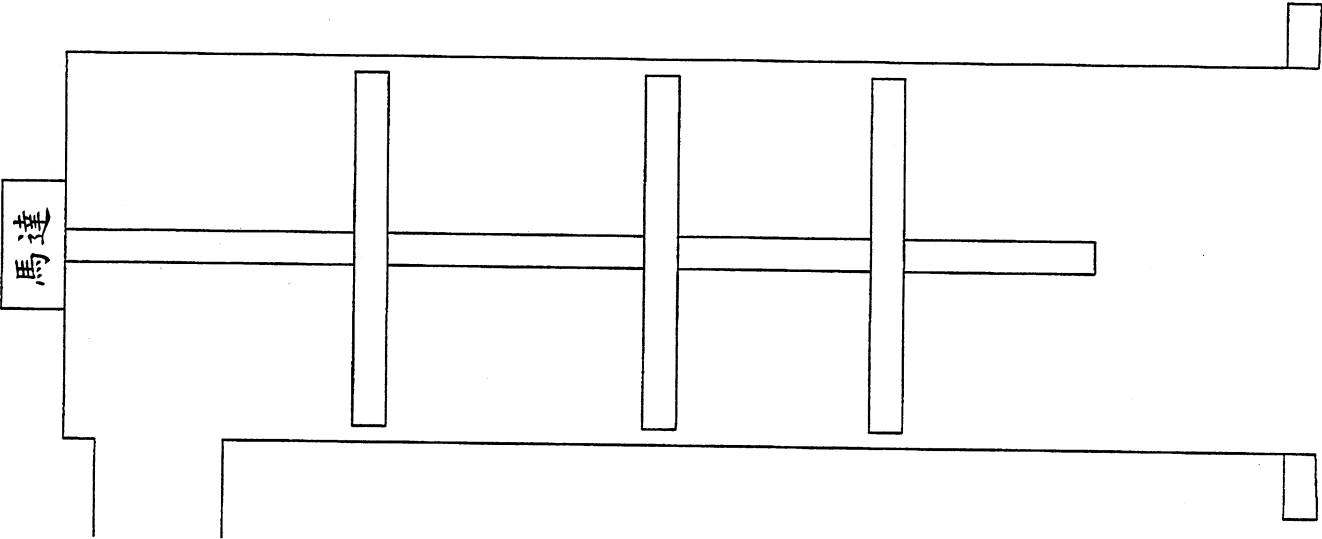


第 28B 圖

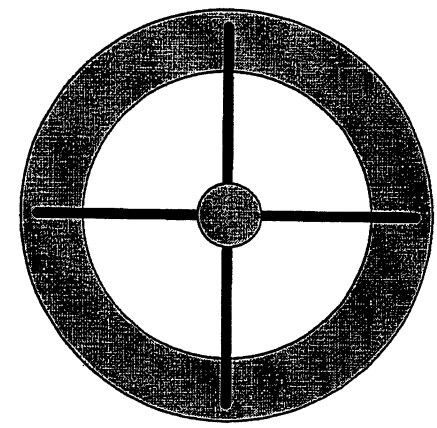




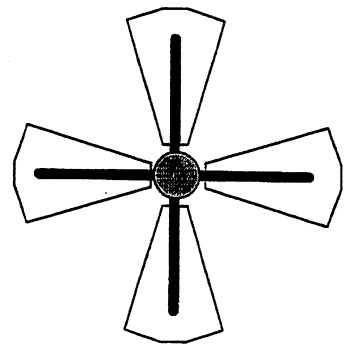
第 29 圖



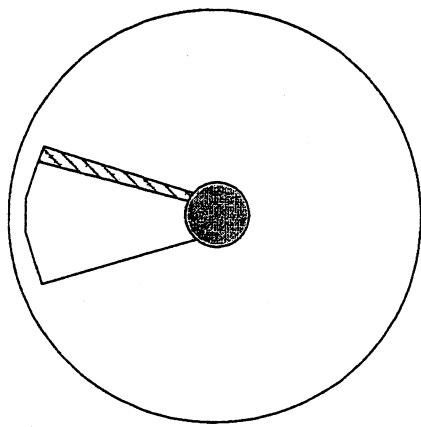
第 30 圖



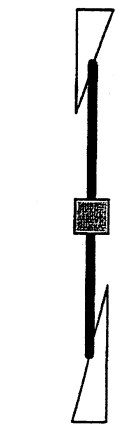
C



E

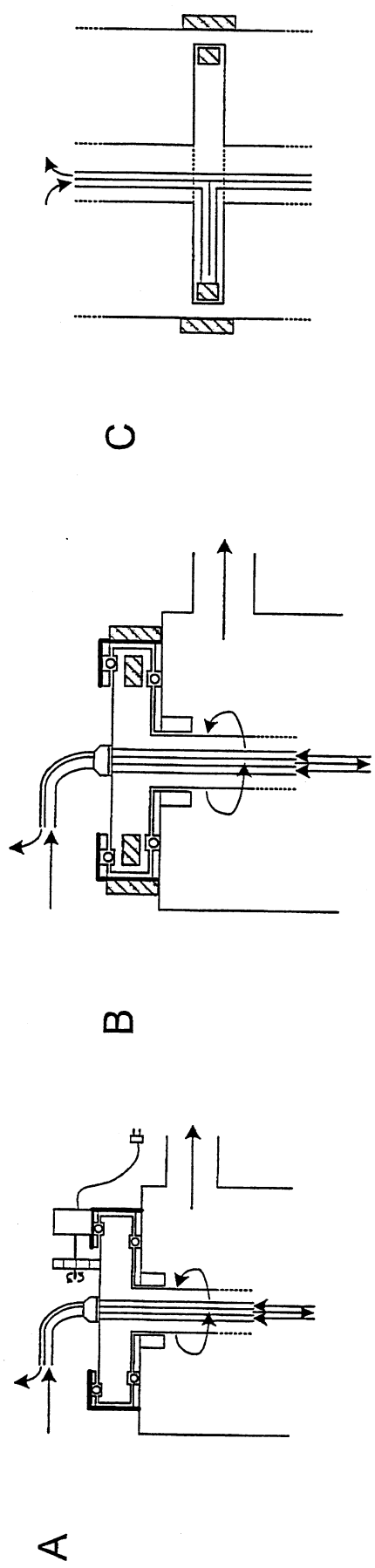


B

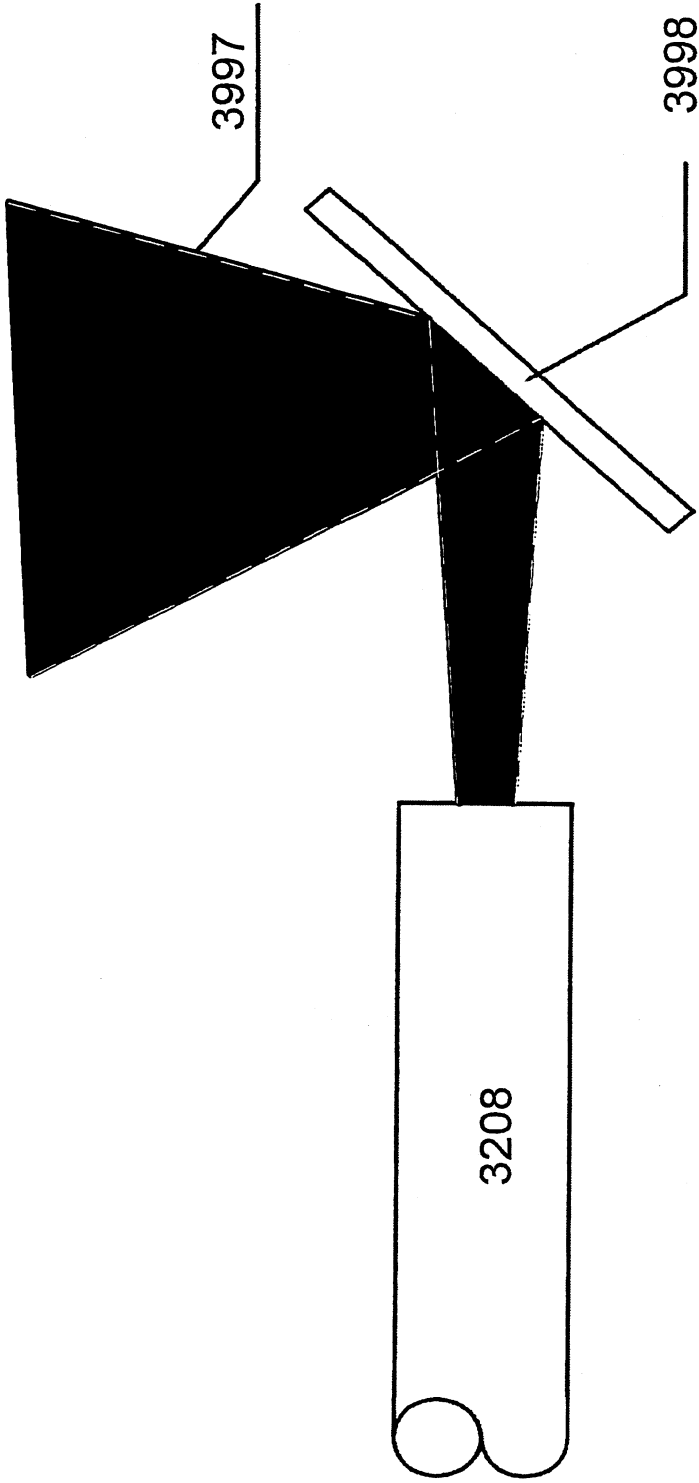


D

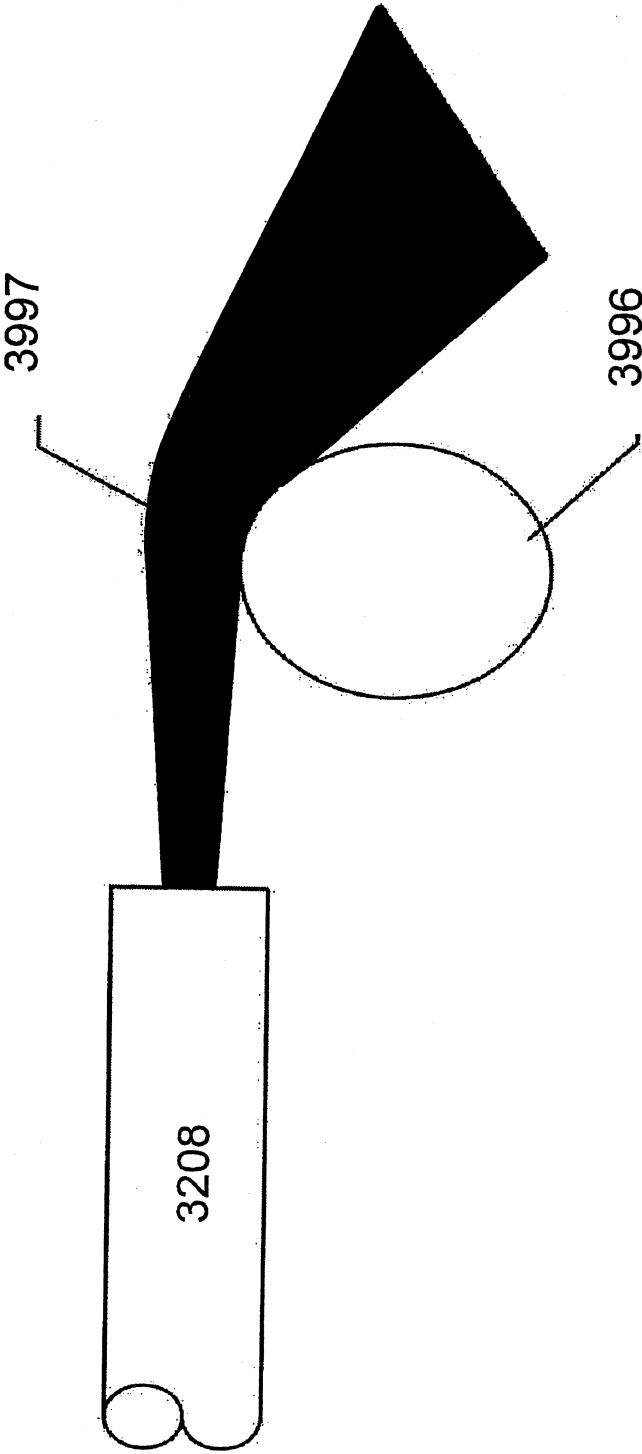
第 30 圖



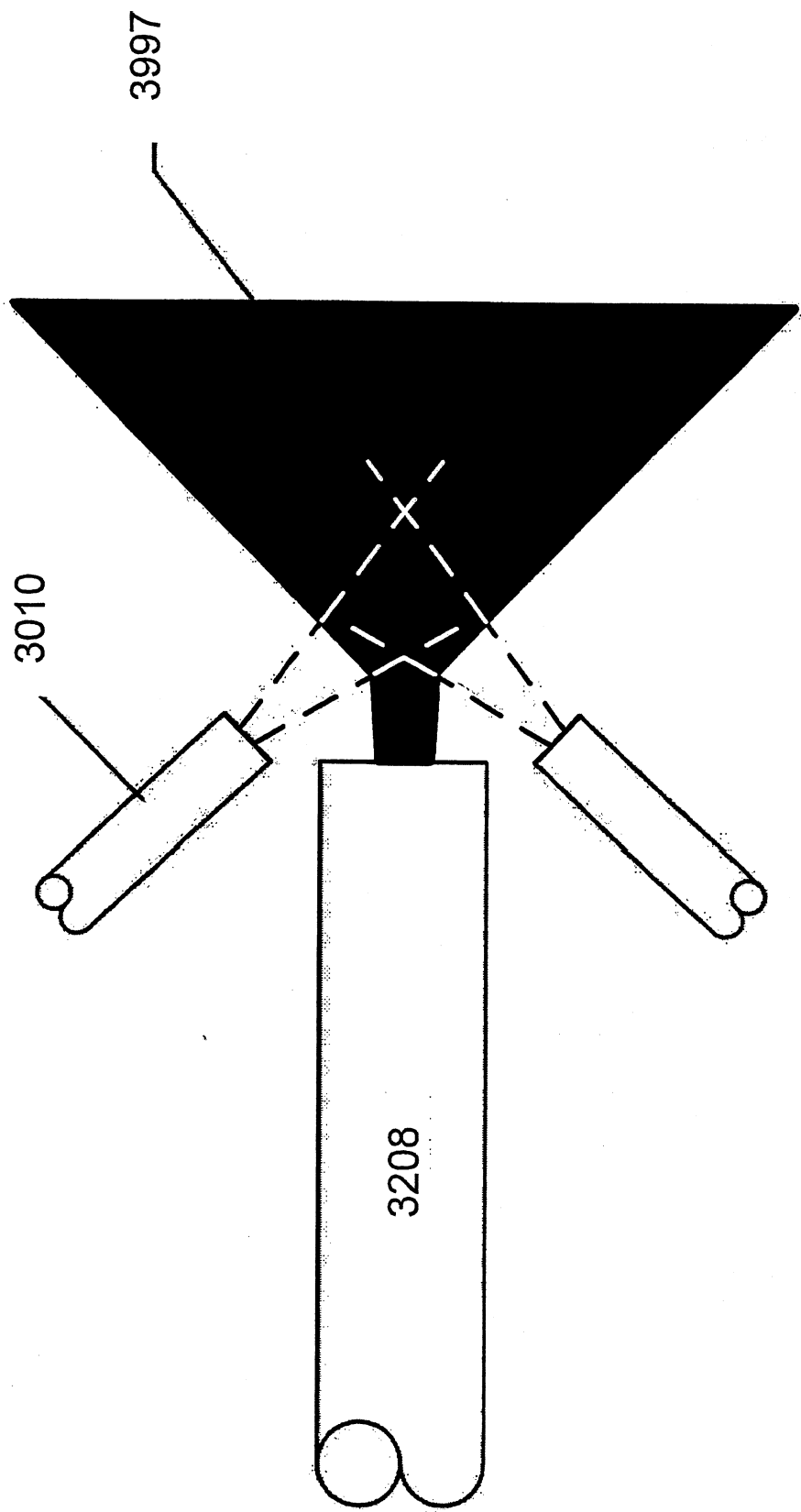
第 31 圖



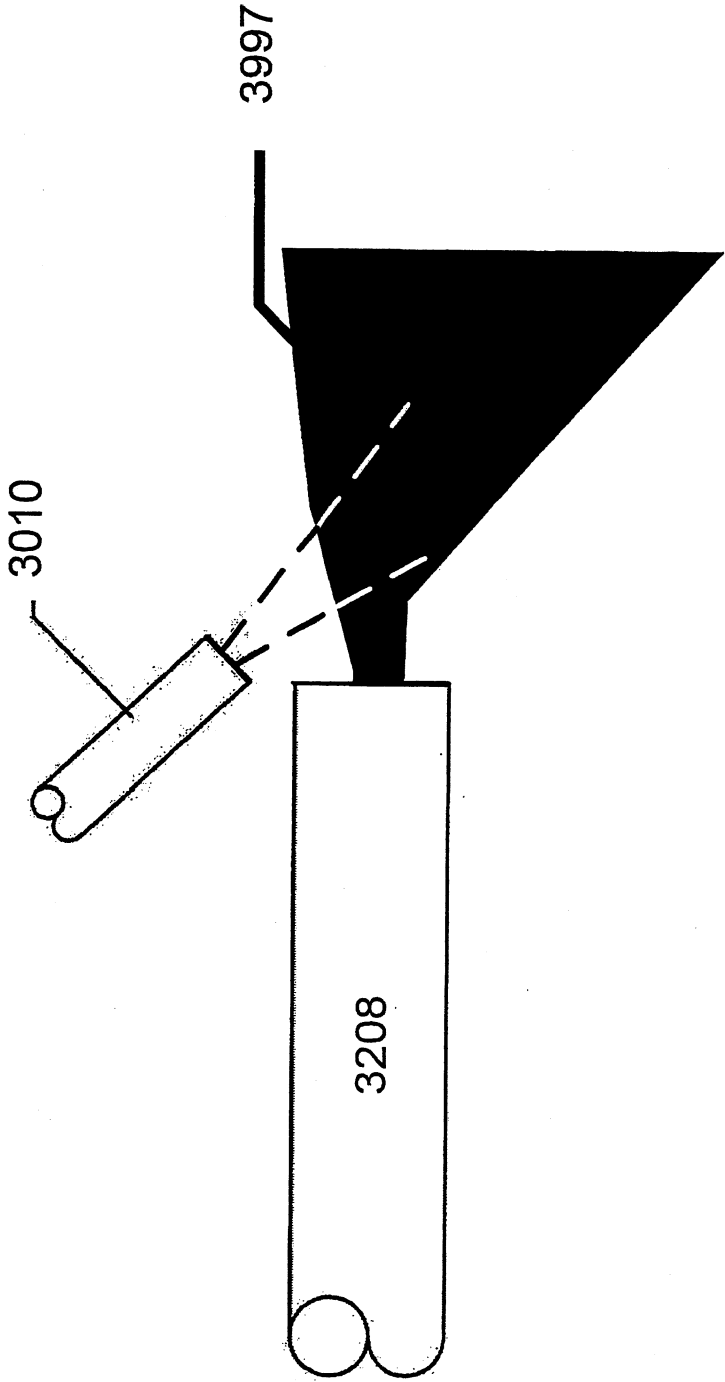
第 32 圖



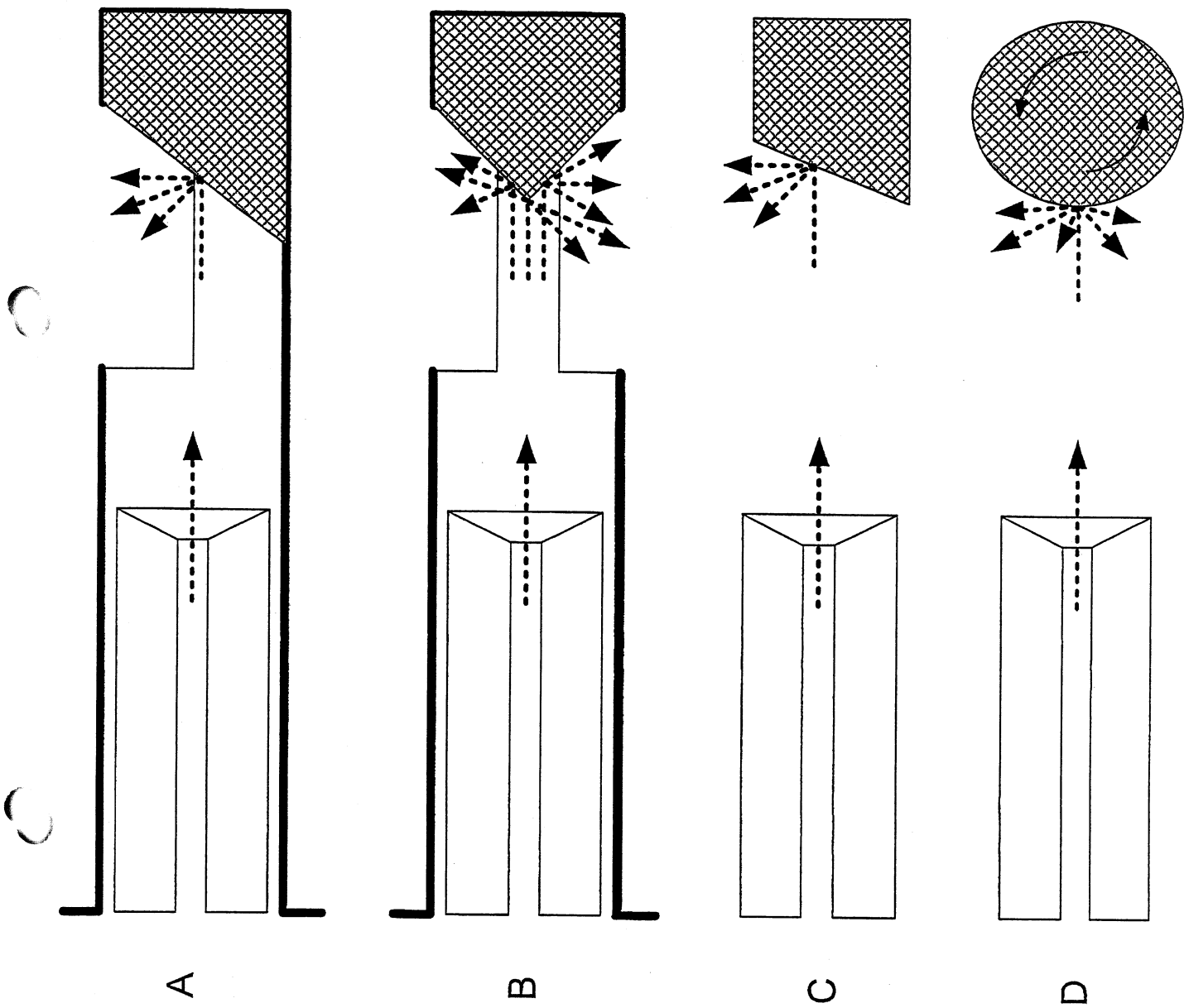
第 33 圖



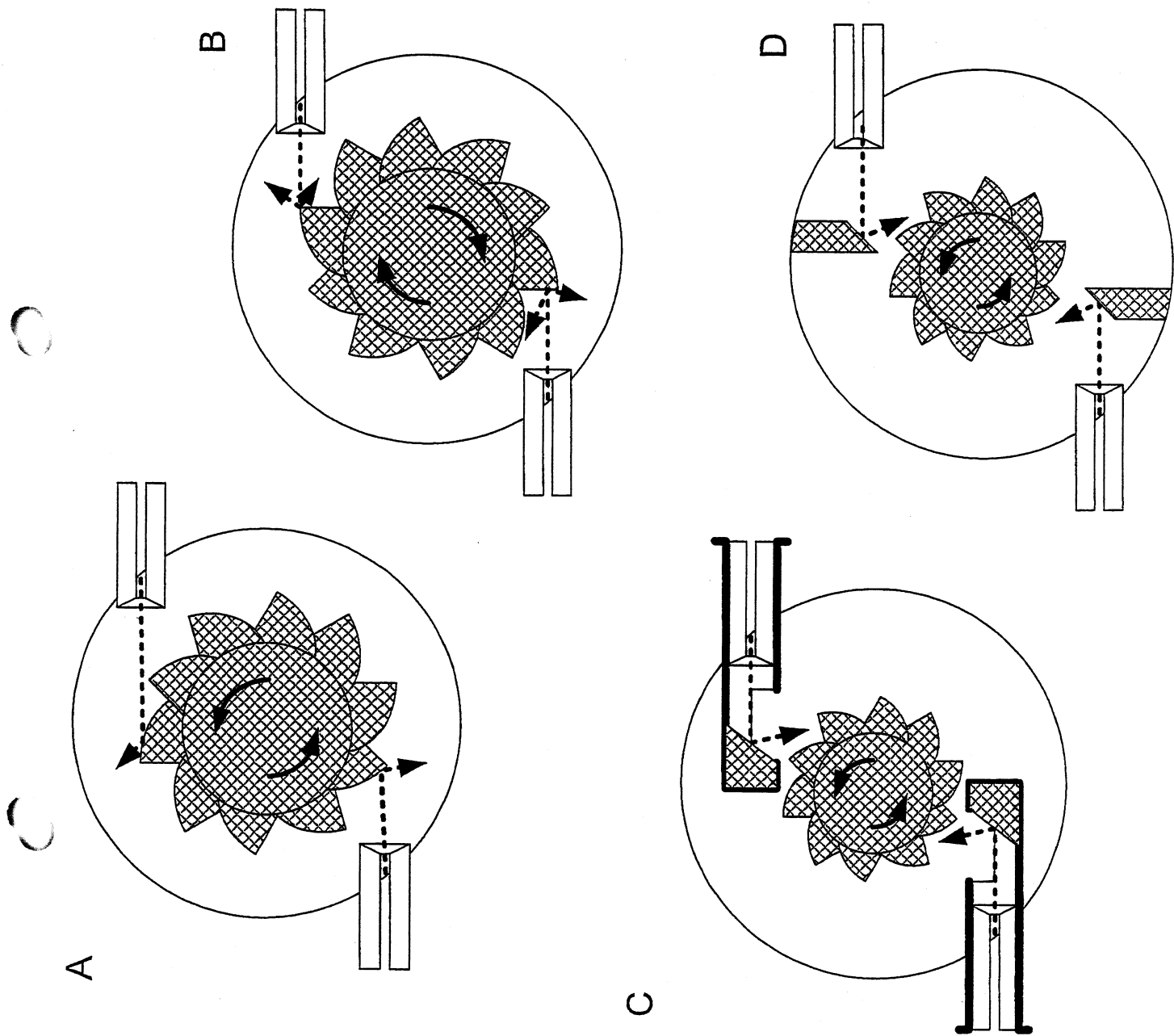
第 34A 圖



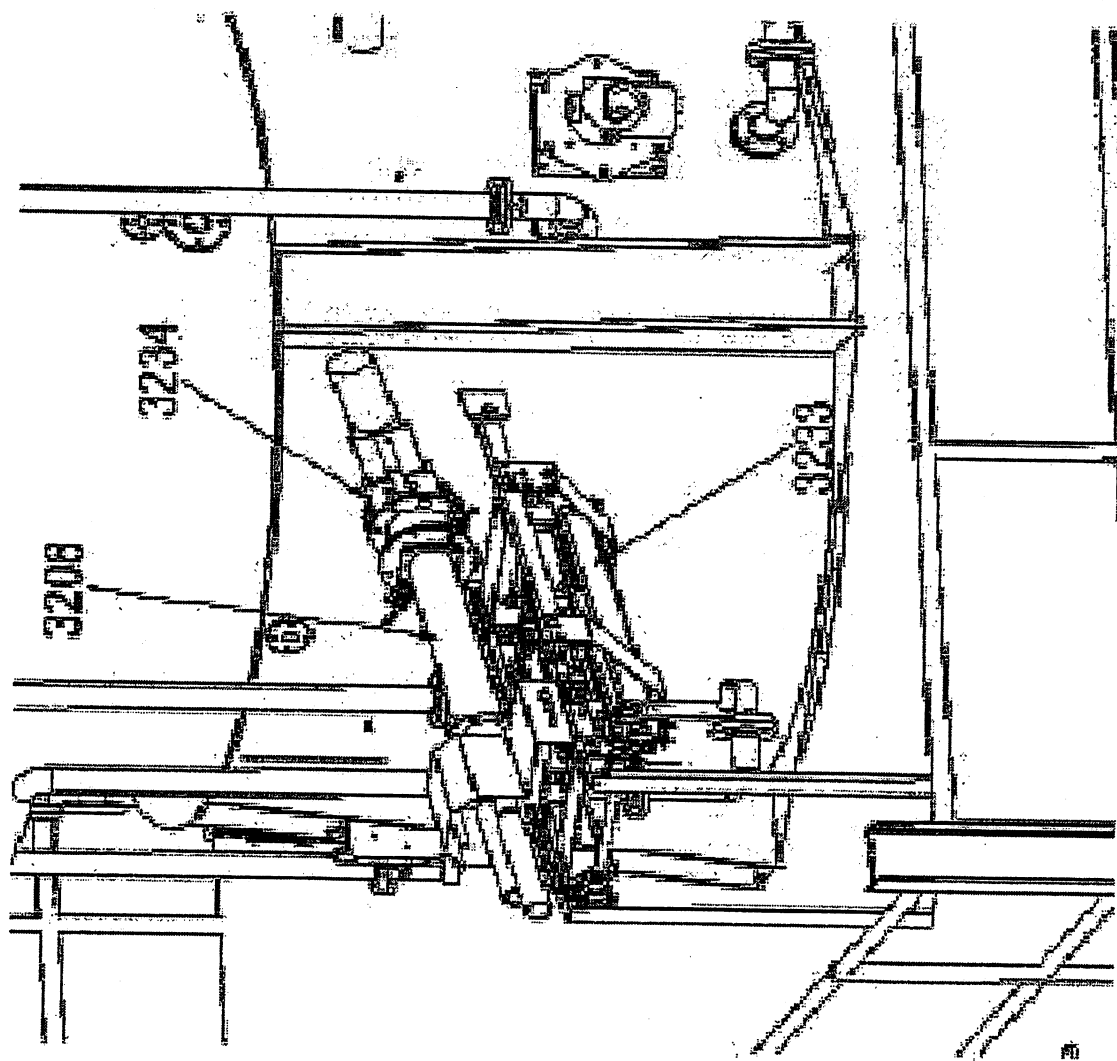
第 34B 圖



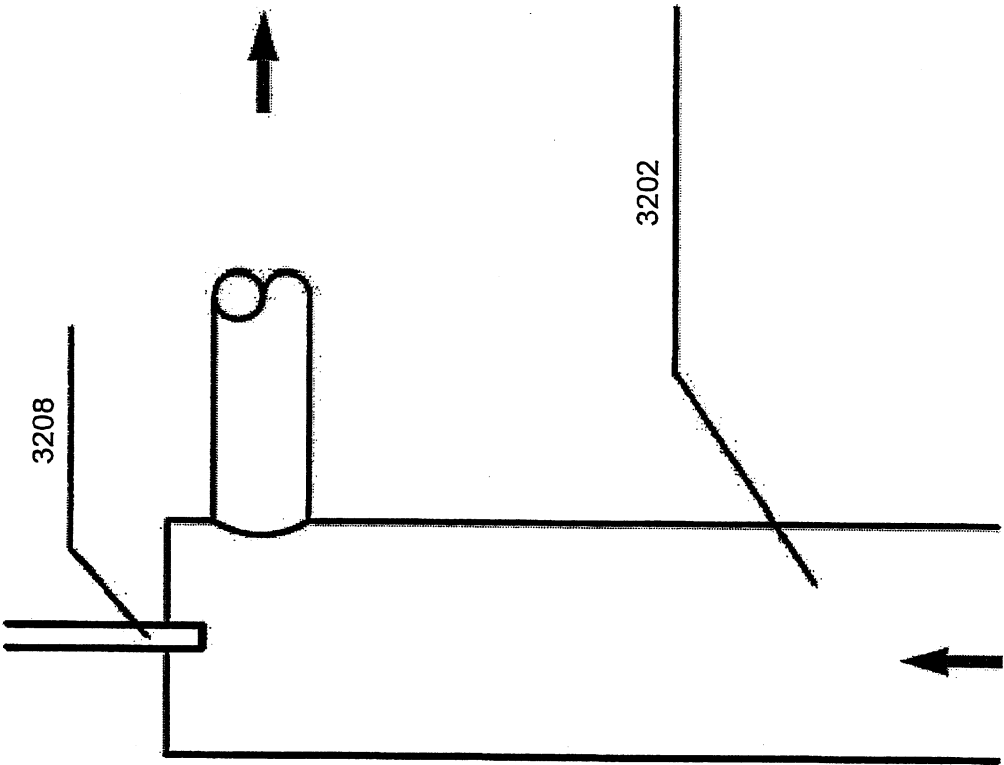
第 35 圖



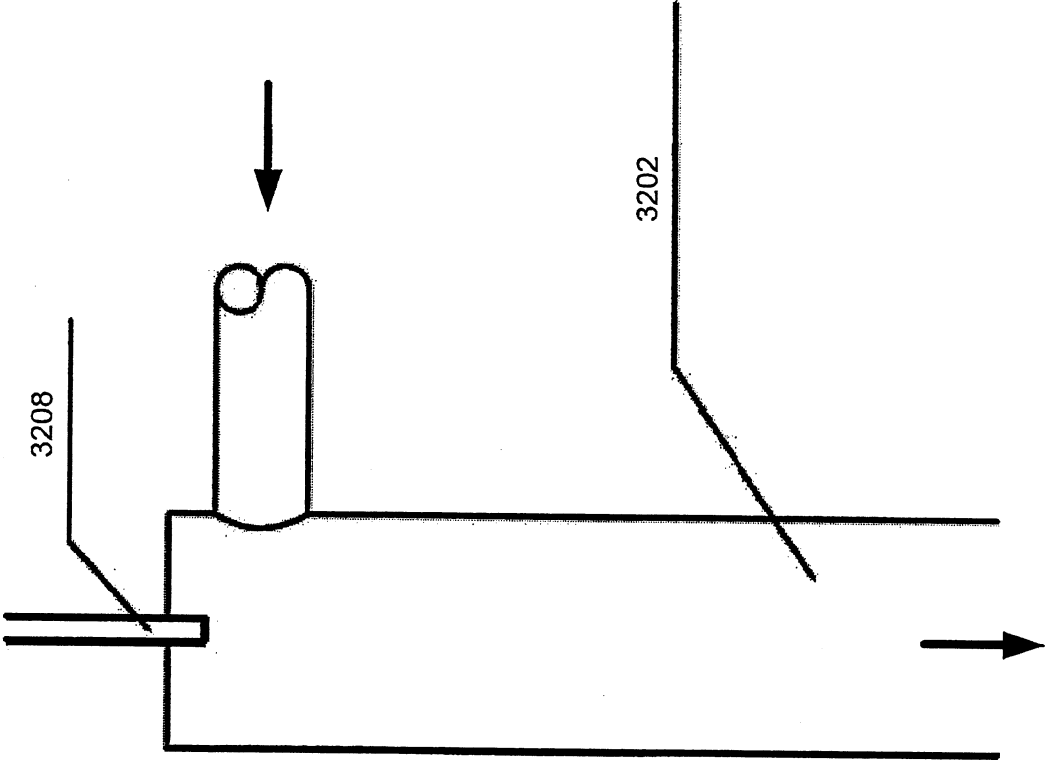
第 36 圖



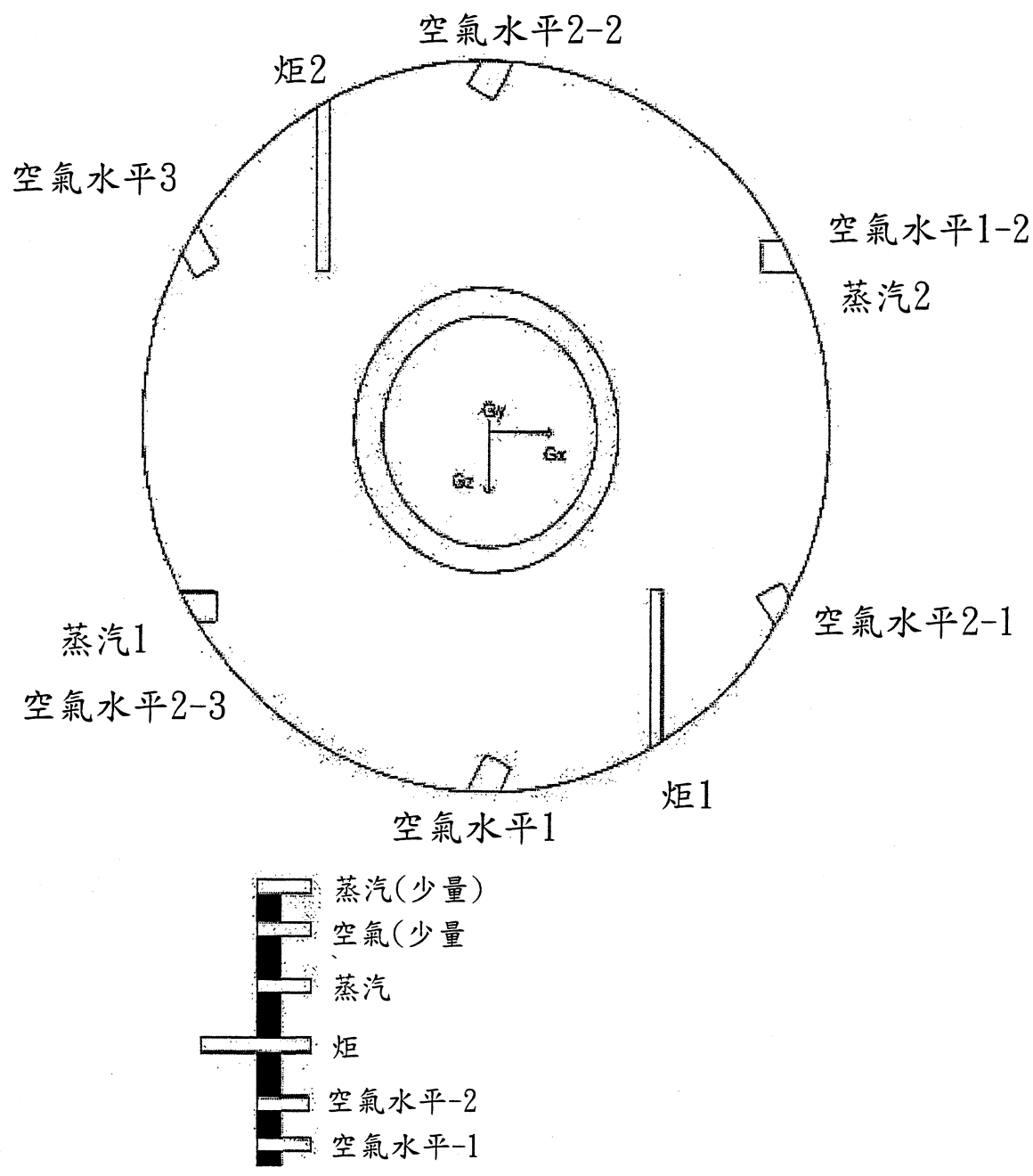
第 37 圖



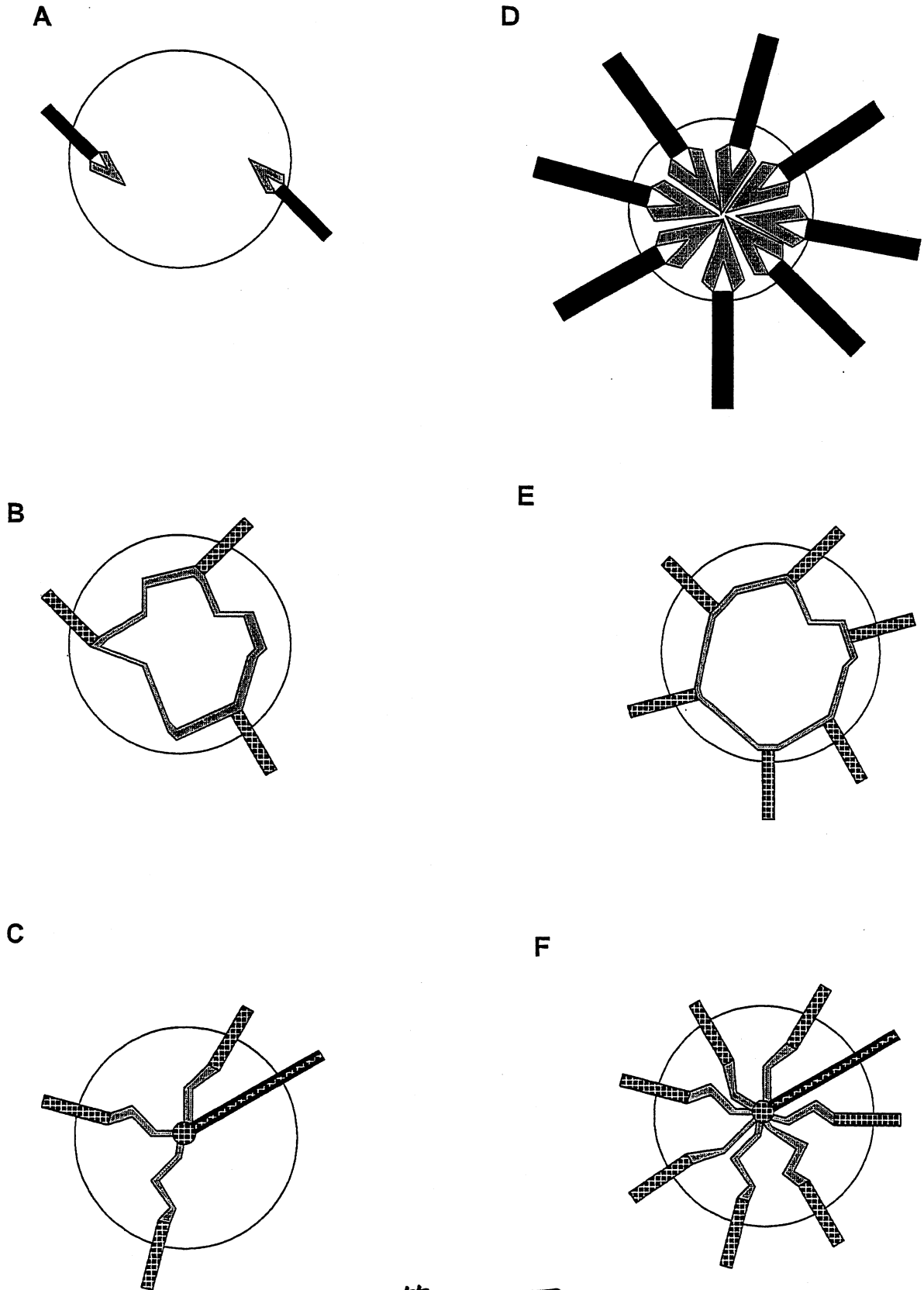
第 38A 圖



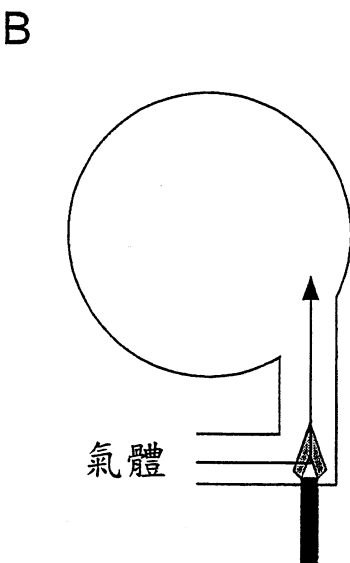
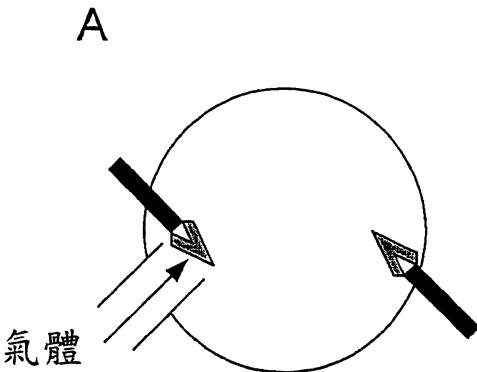
第 38B 圖



第 38C 圖

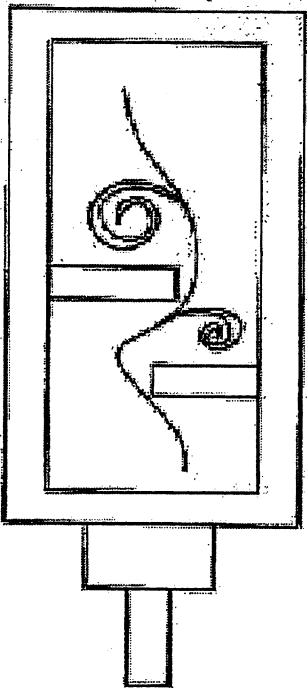


第 39 圖

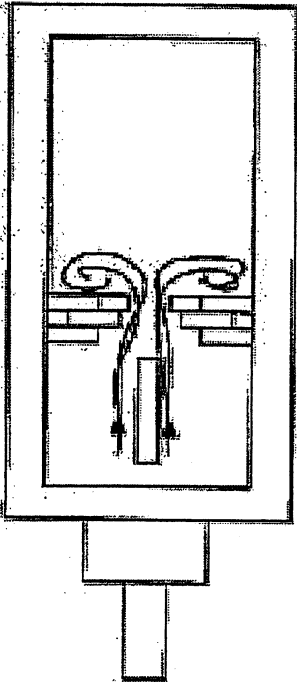


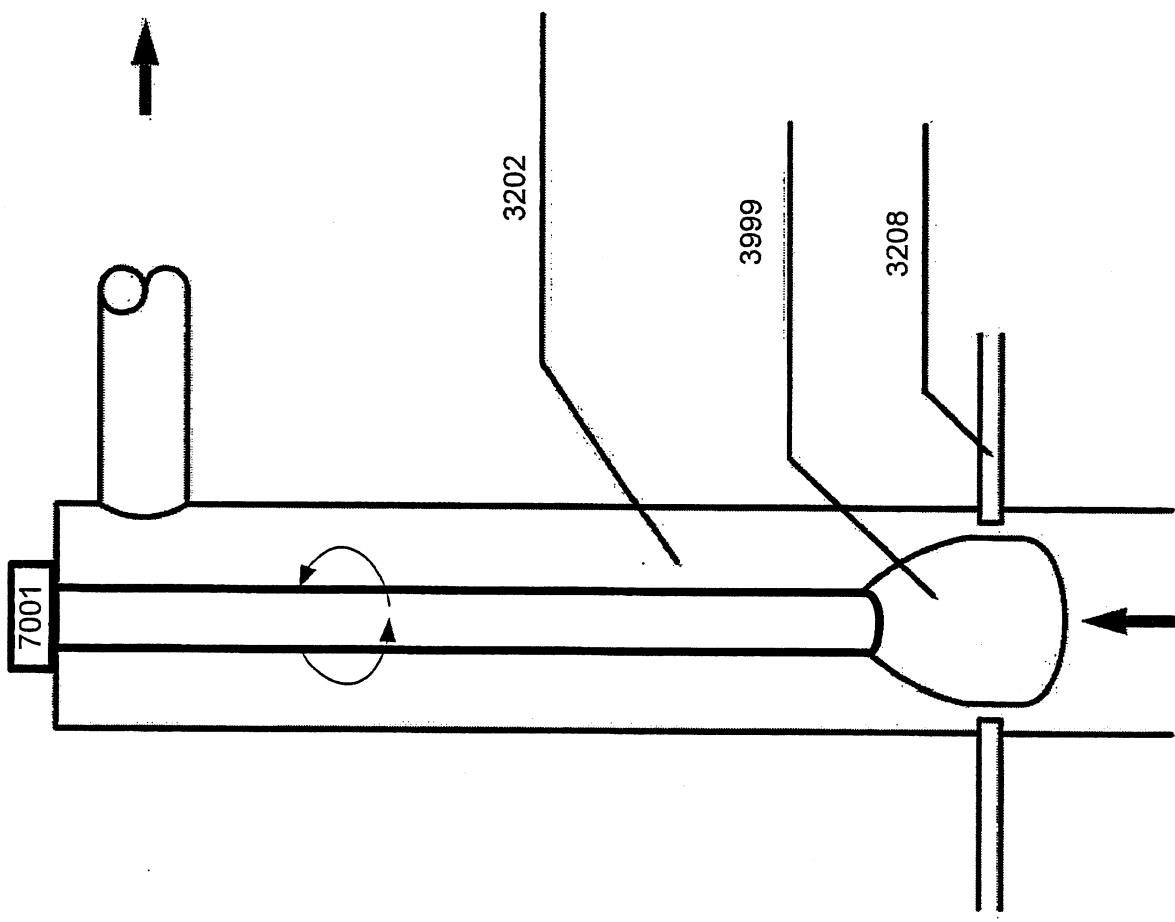
第 40 圖

第 41A 圖

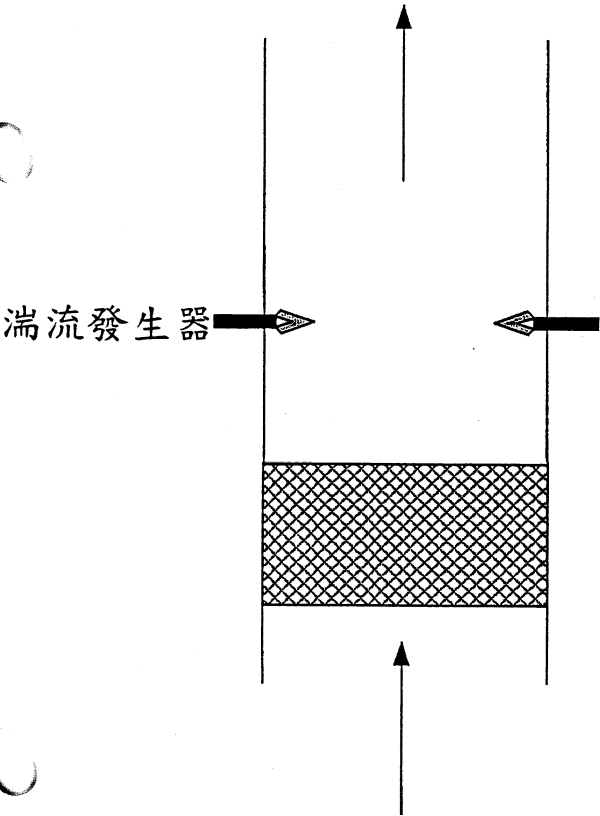


第 41B 圖

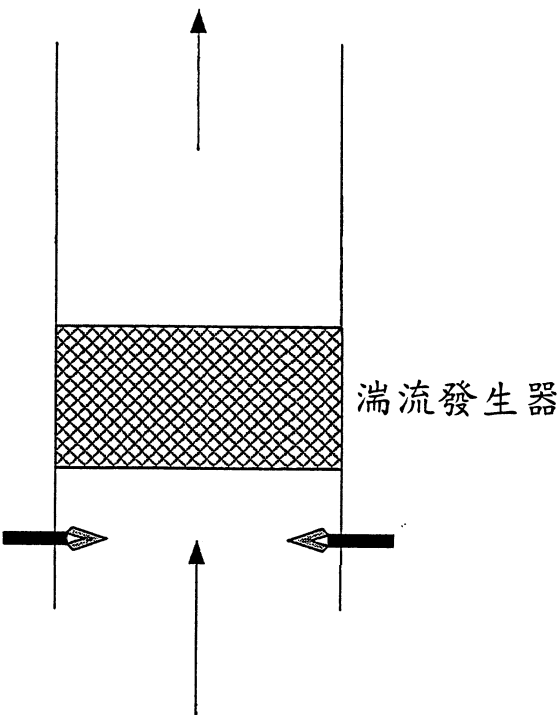




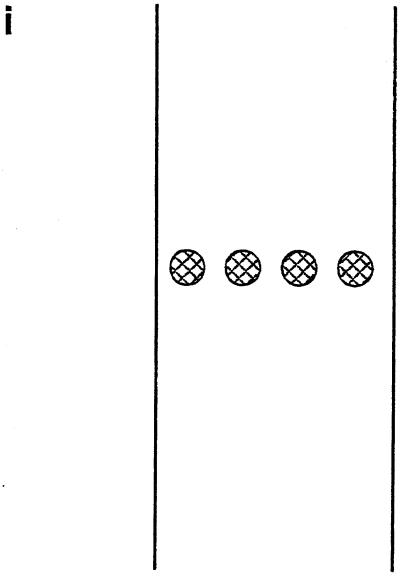
第 42 圖



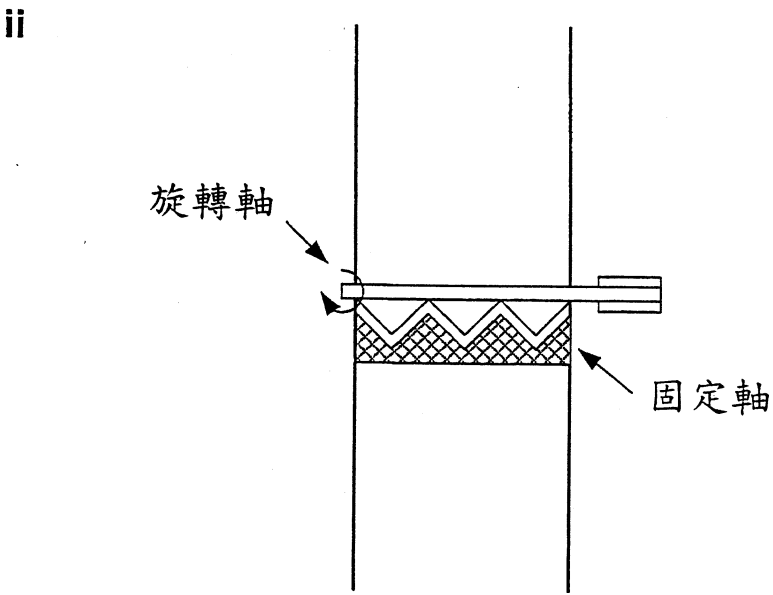
第 43A 圖



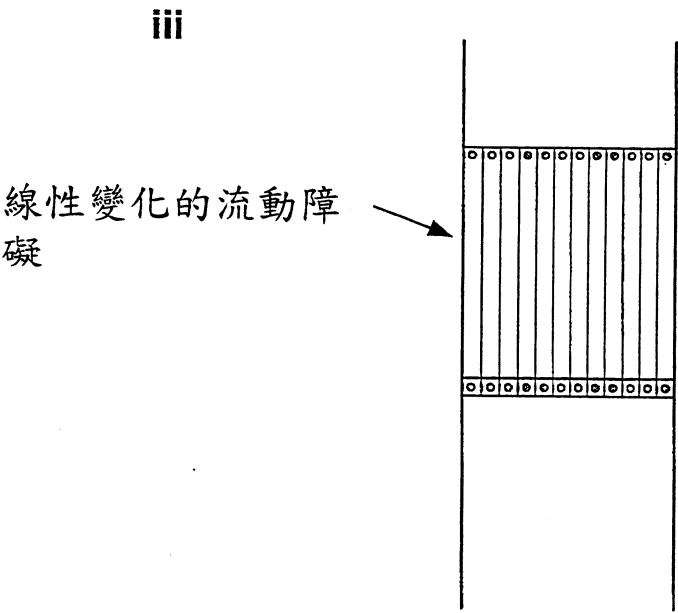
第 43B 圖



"被動格柵"

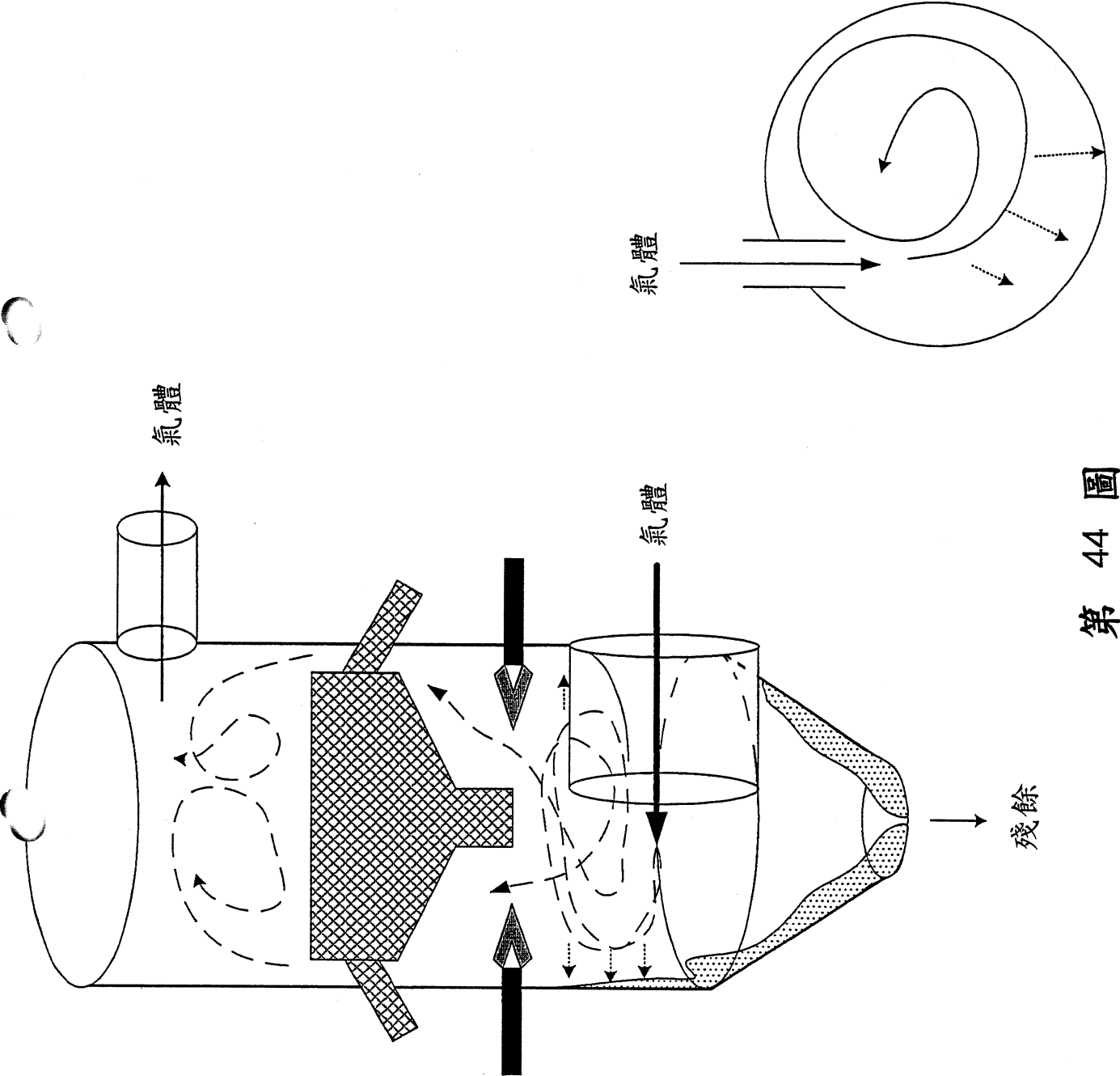


主動格柵



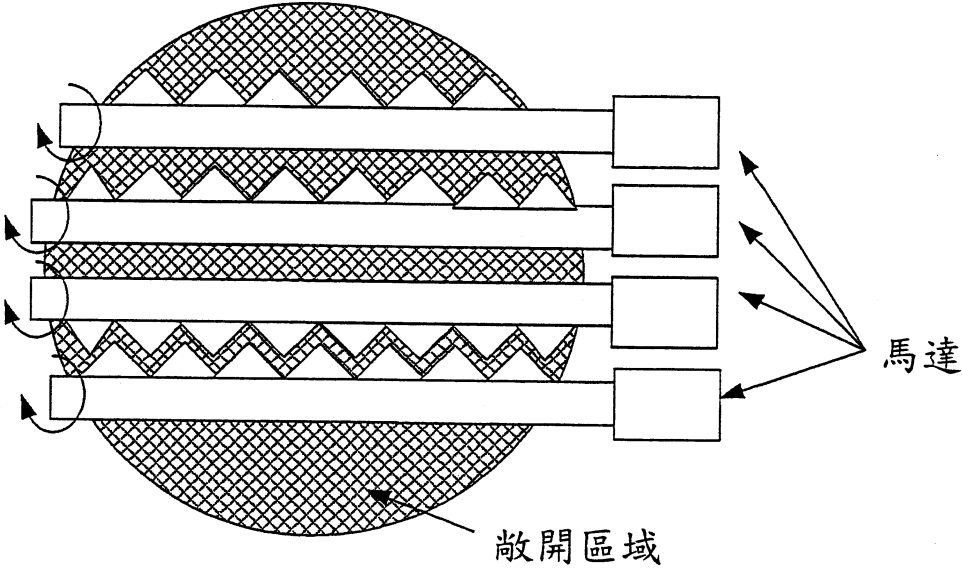
剪切發生器

第 43C 圖



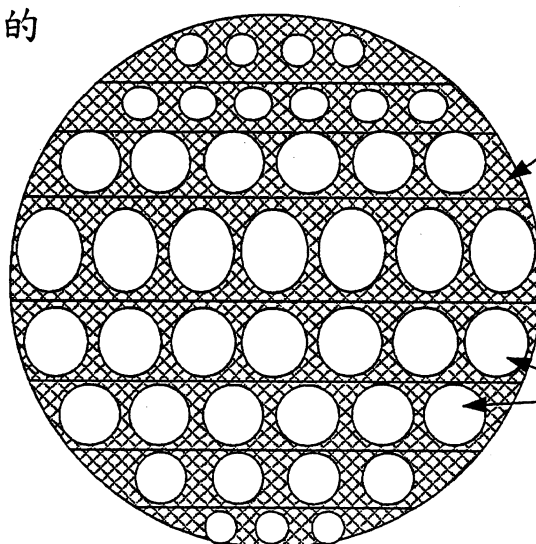
第 44 圖

主動格柵



第 45 圖

用於剪切發生的
可變障礙

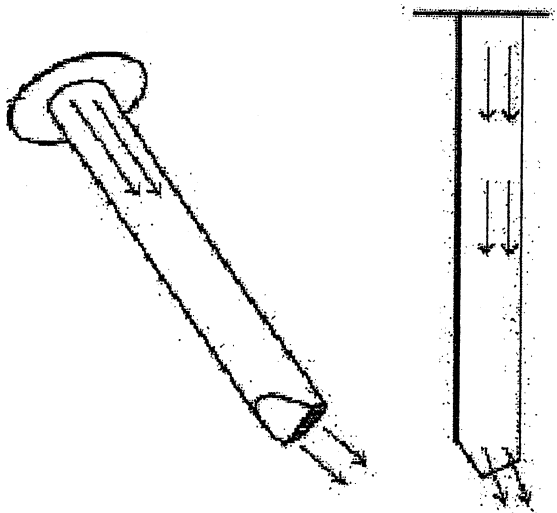


封閉區域

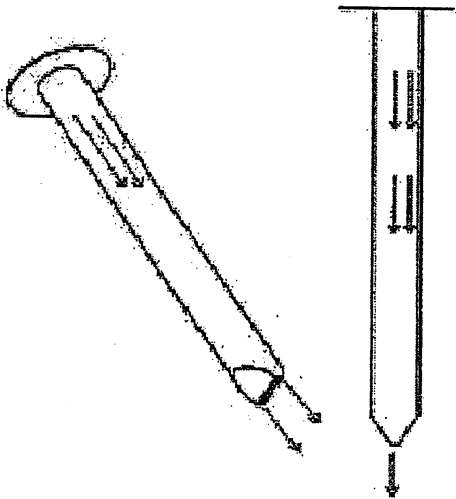
敞開區域

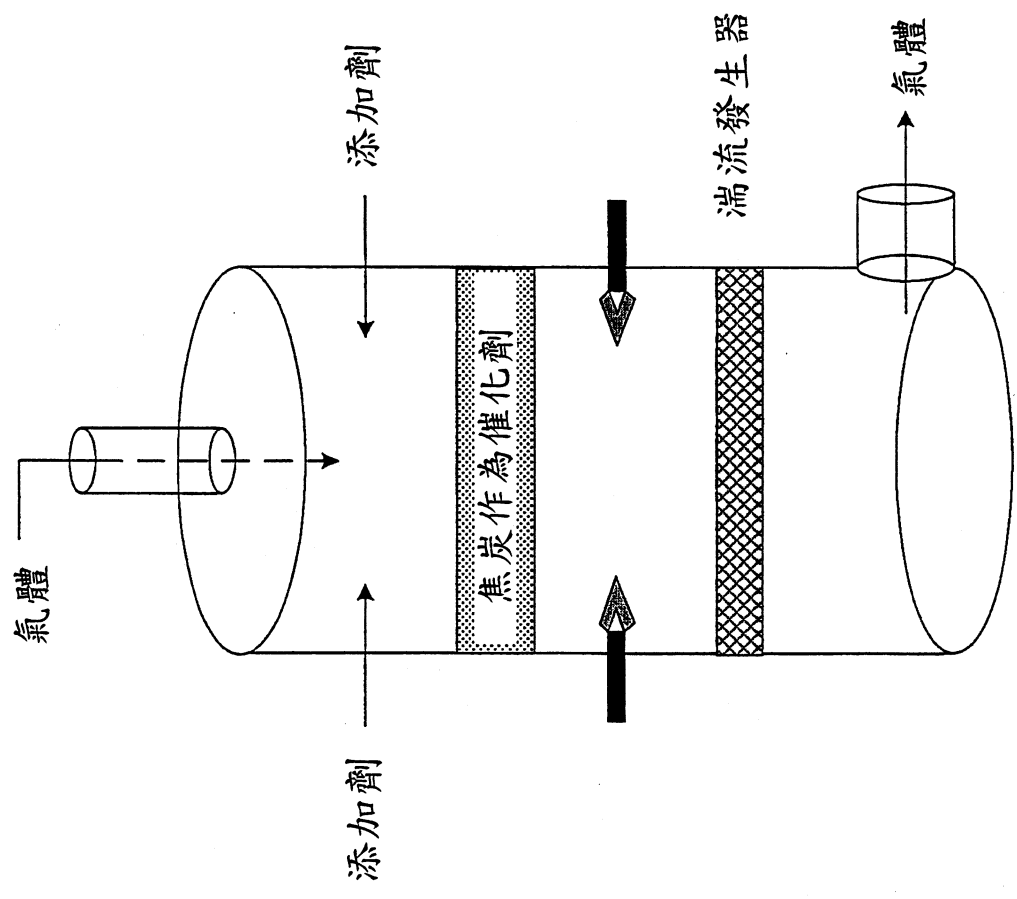
第 46 圖

第 47 圖

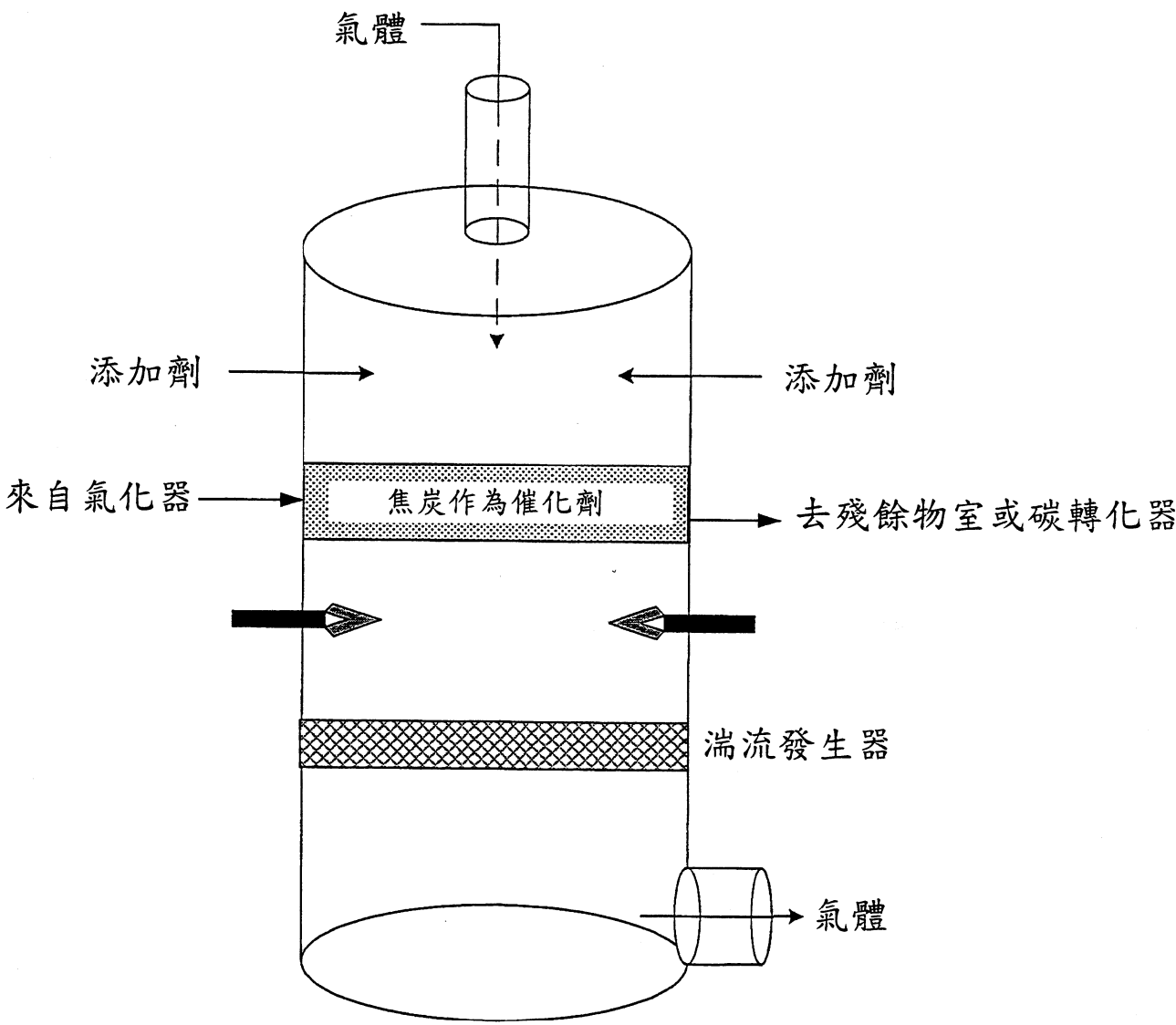


第 48 圖

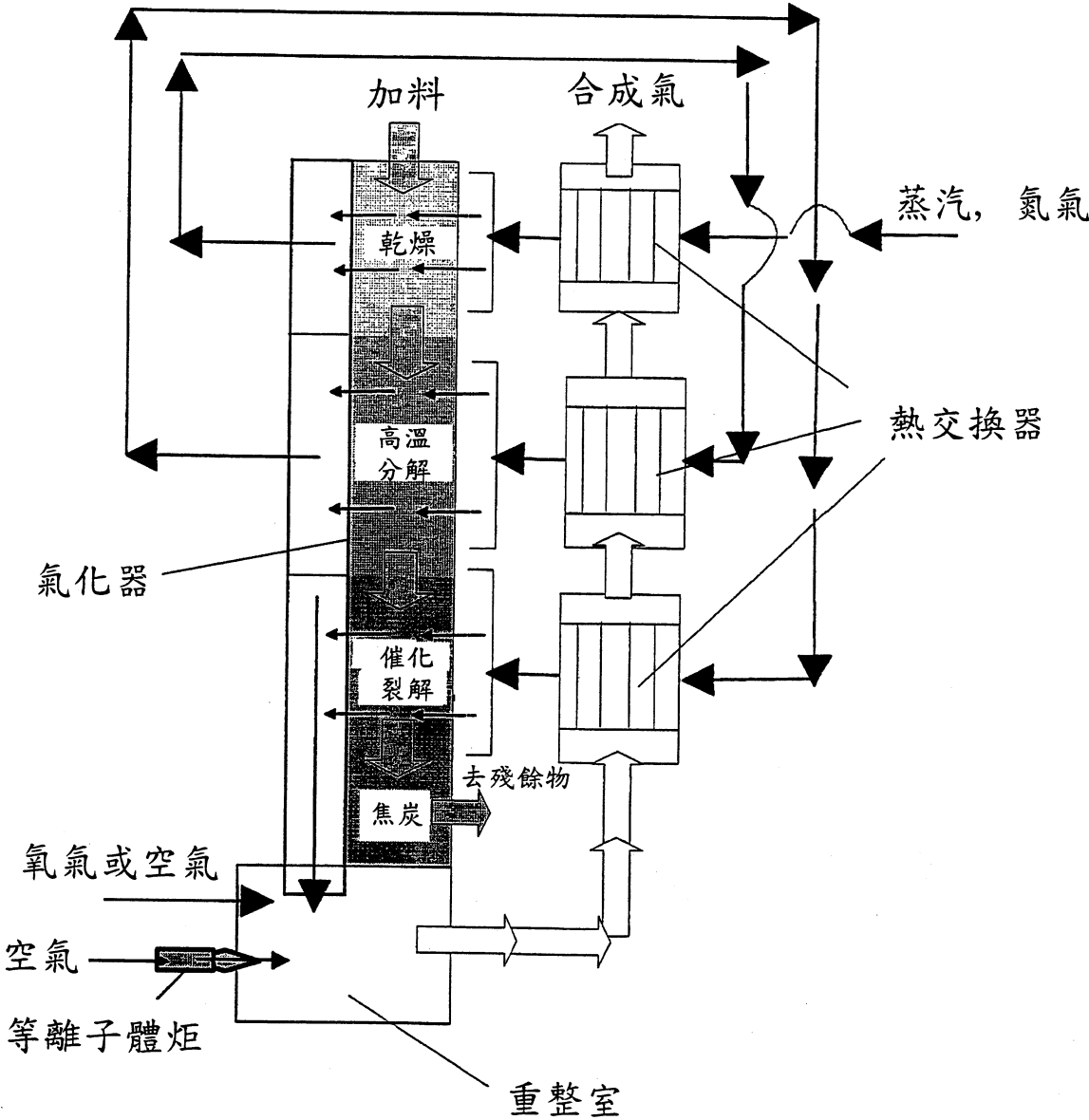




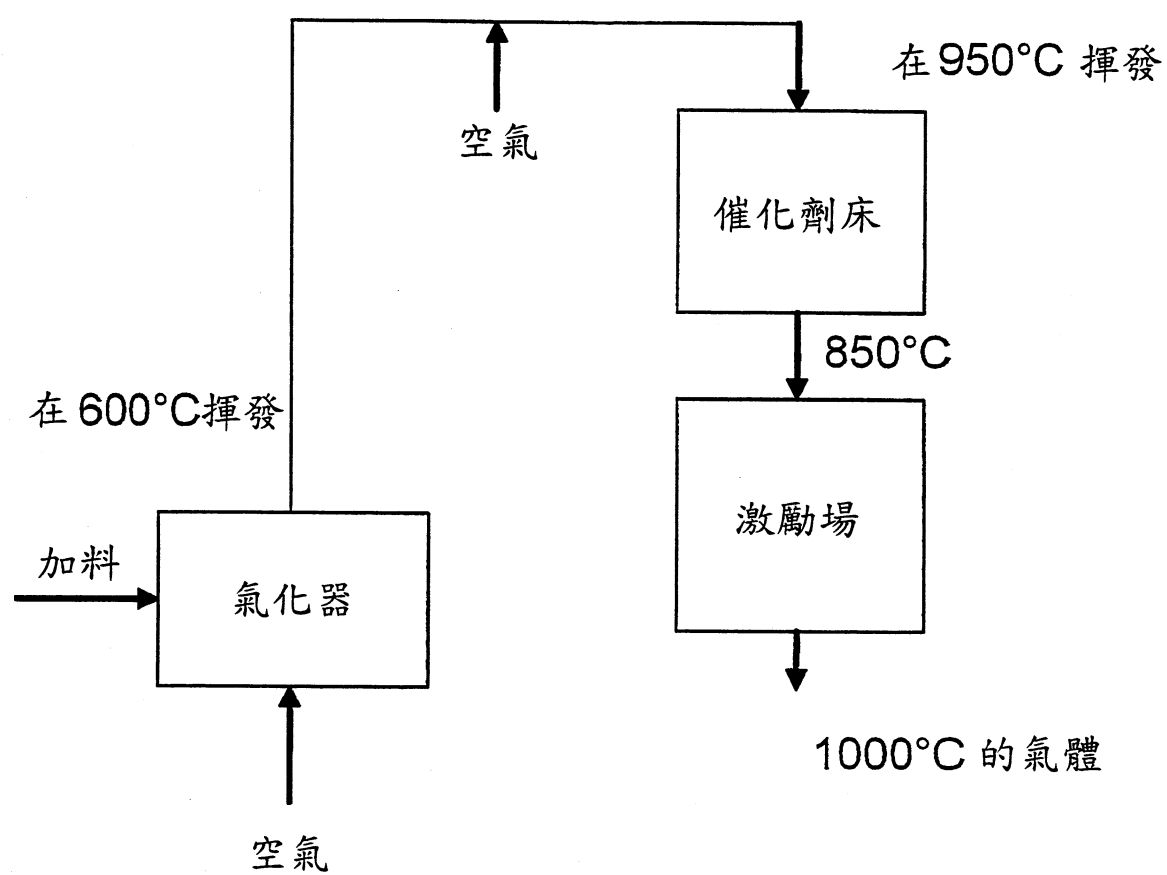
第 49 圖



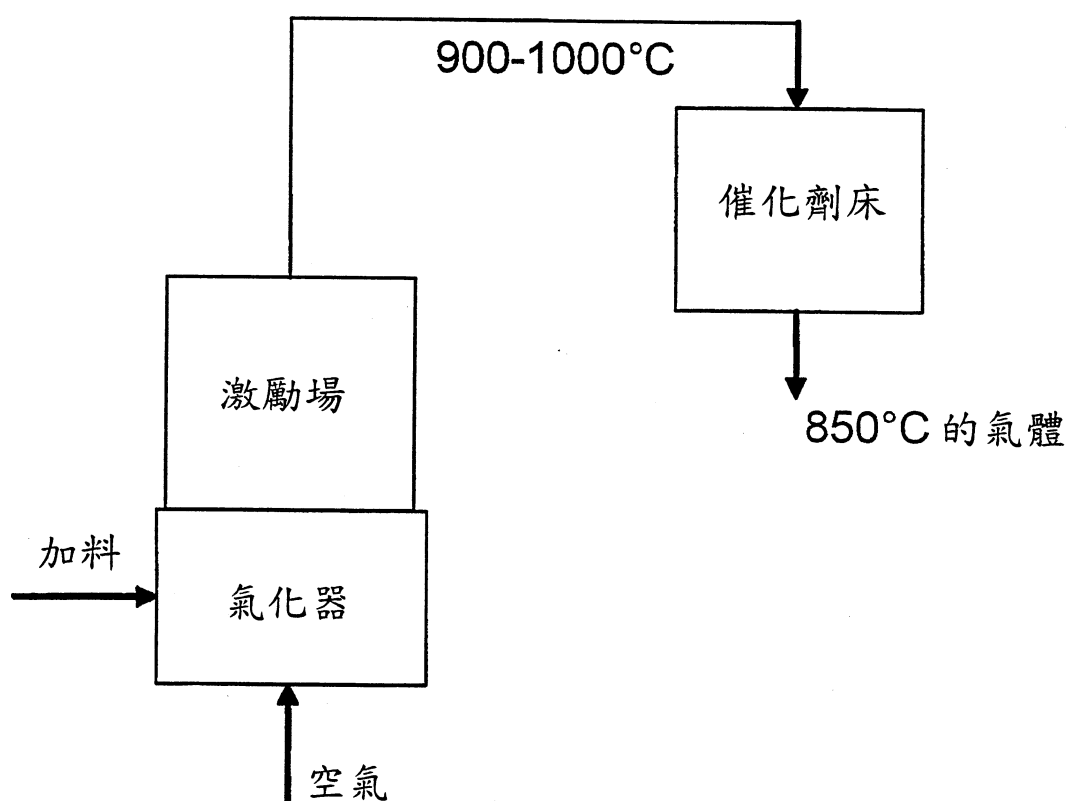
第 50 圖



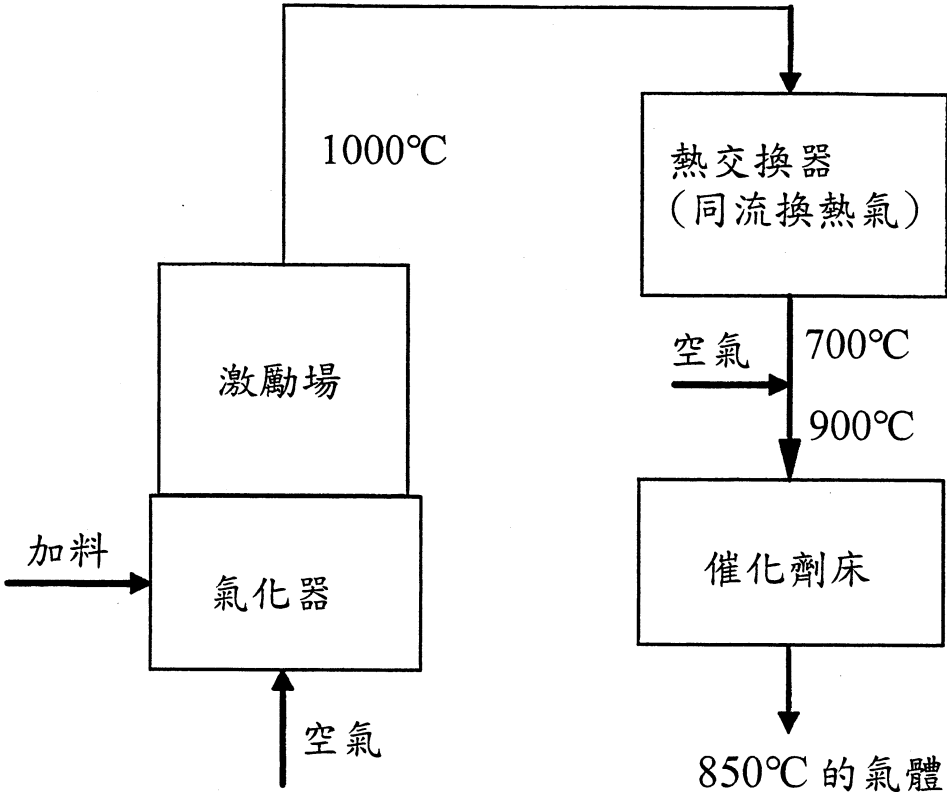
第 51 圖



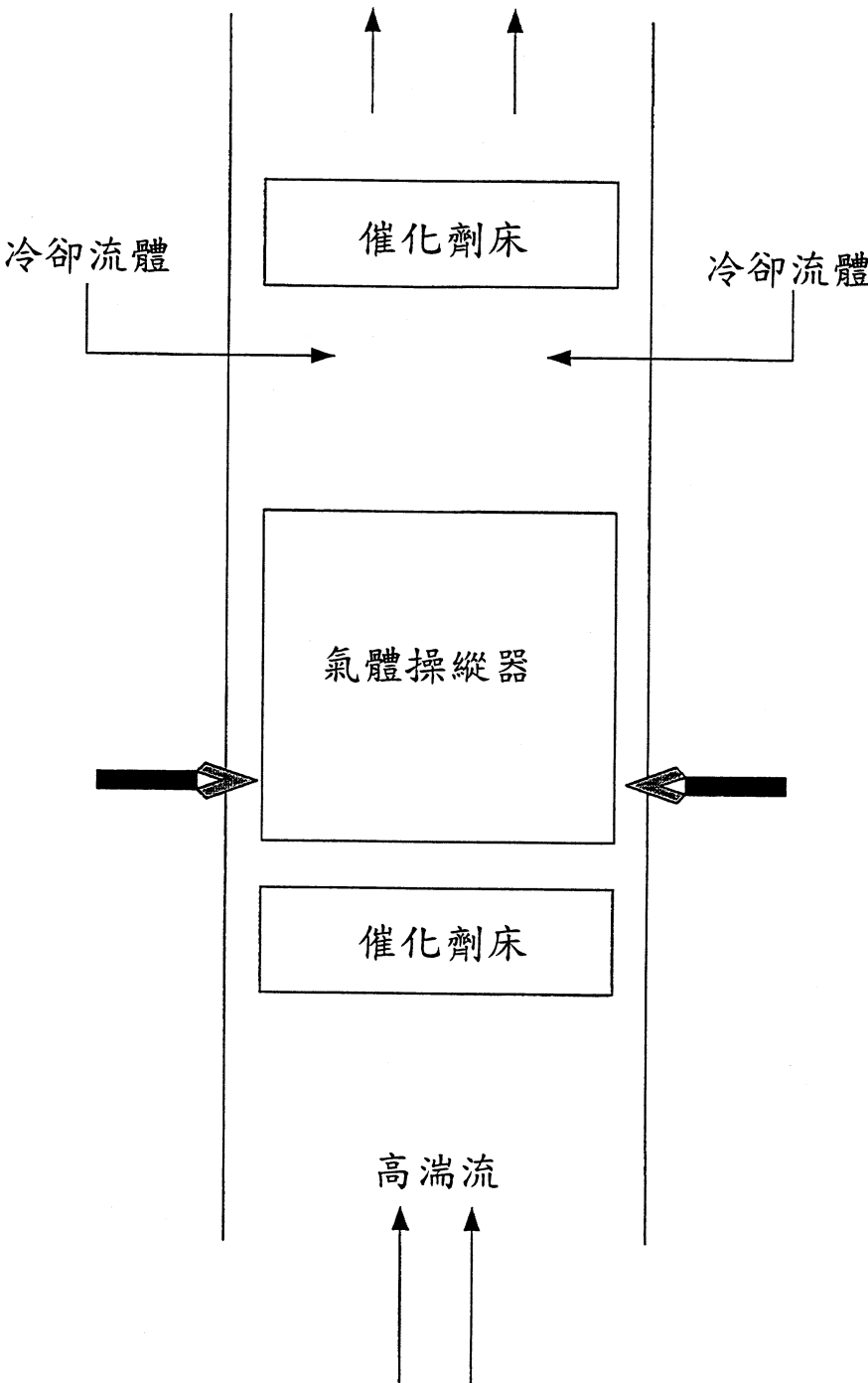
第 52 圖



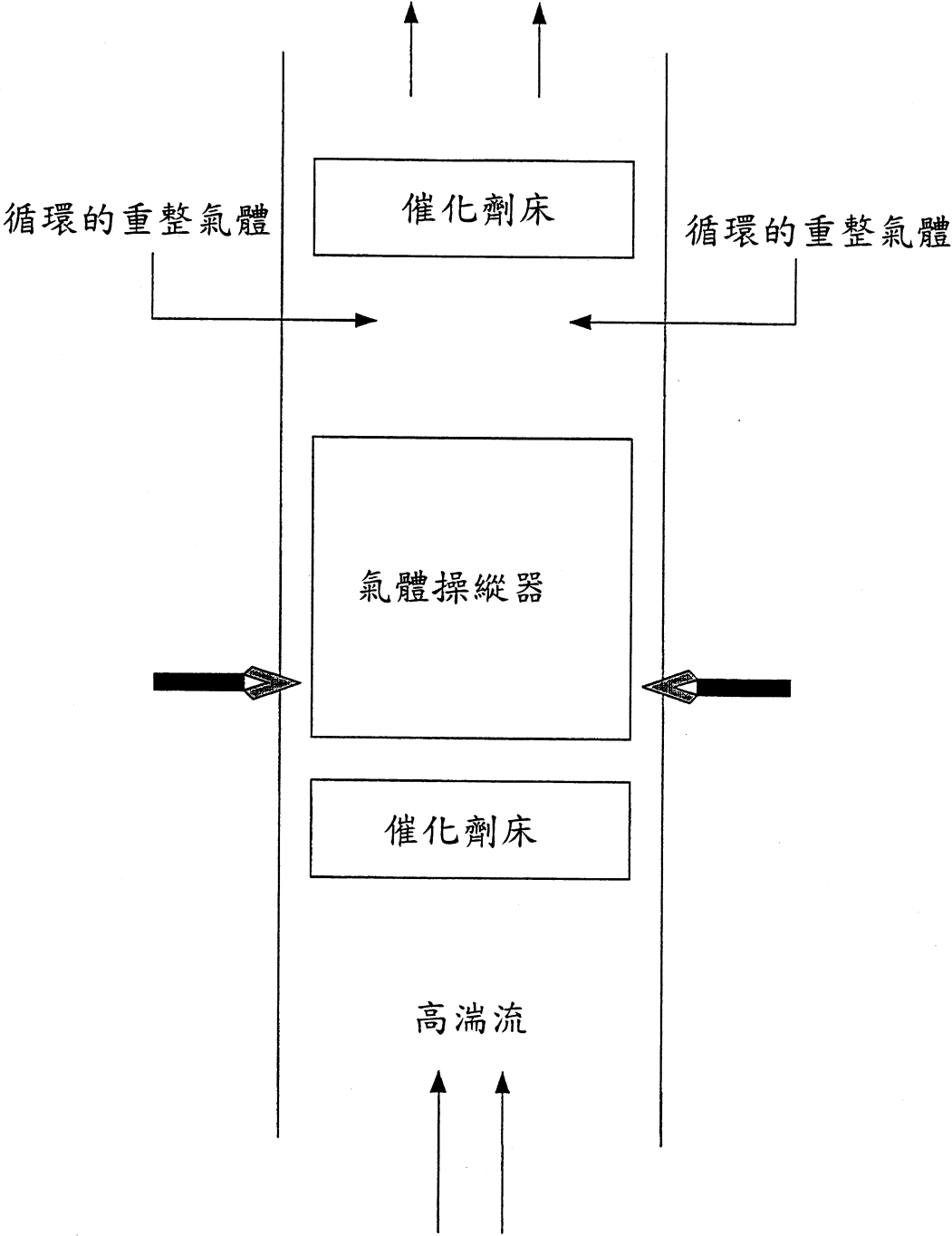
第 53 圖



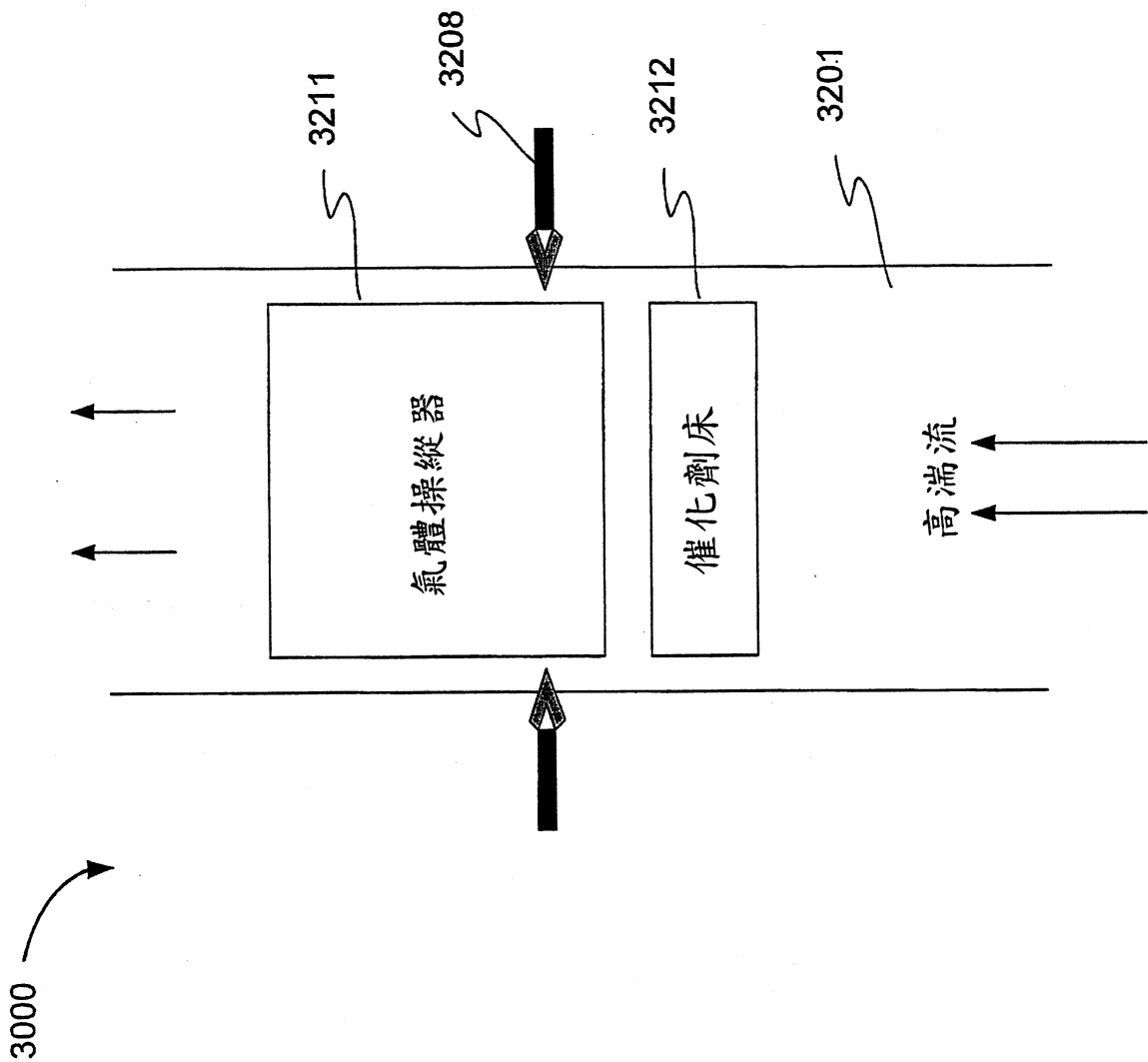
第 54 圖



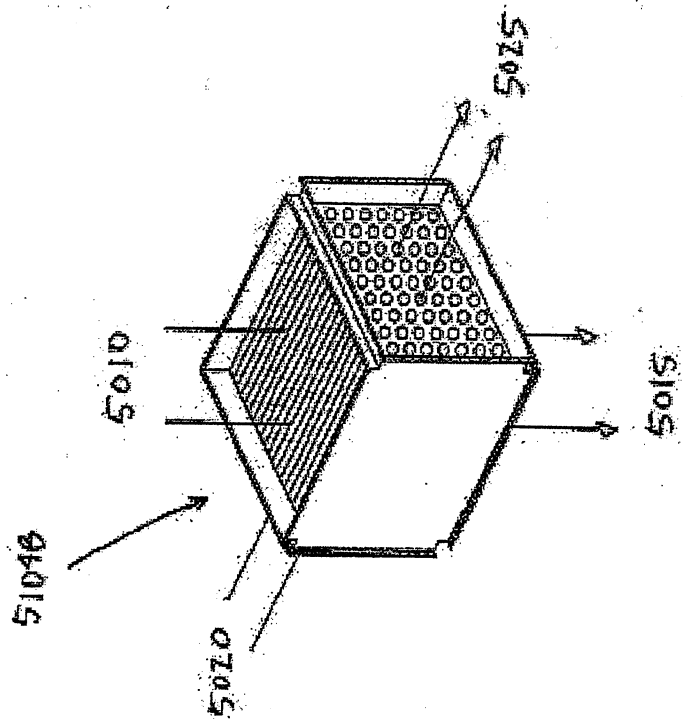
第 55 圖



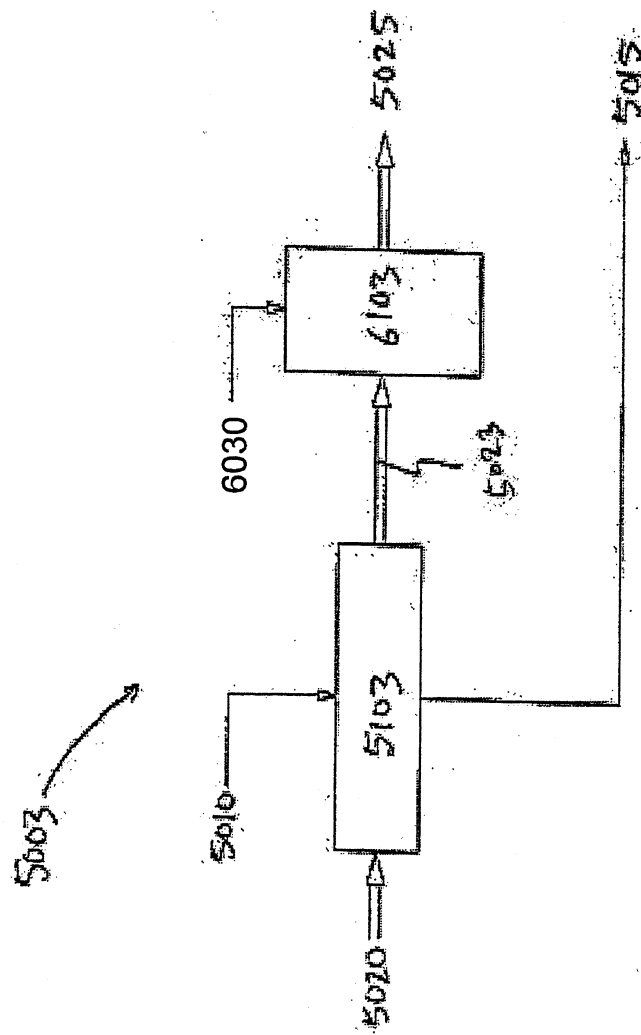
第 56 圖



第 57 圖

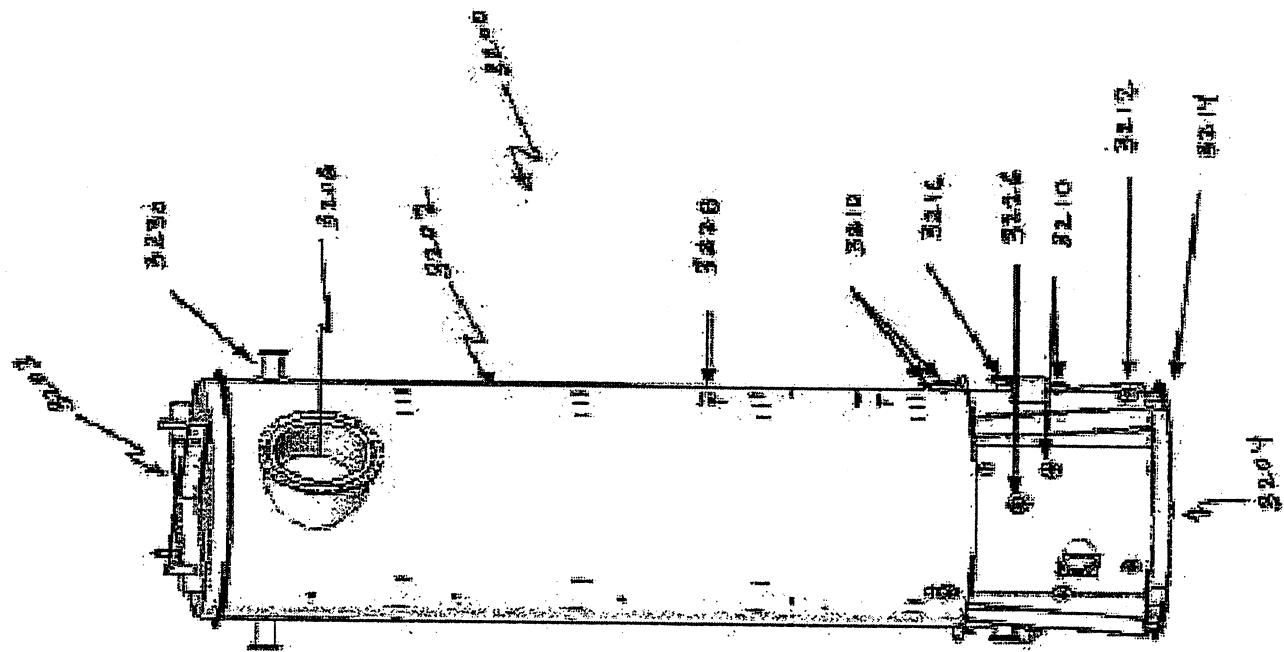


第 58 圖

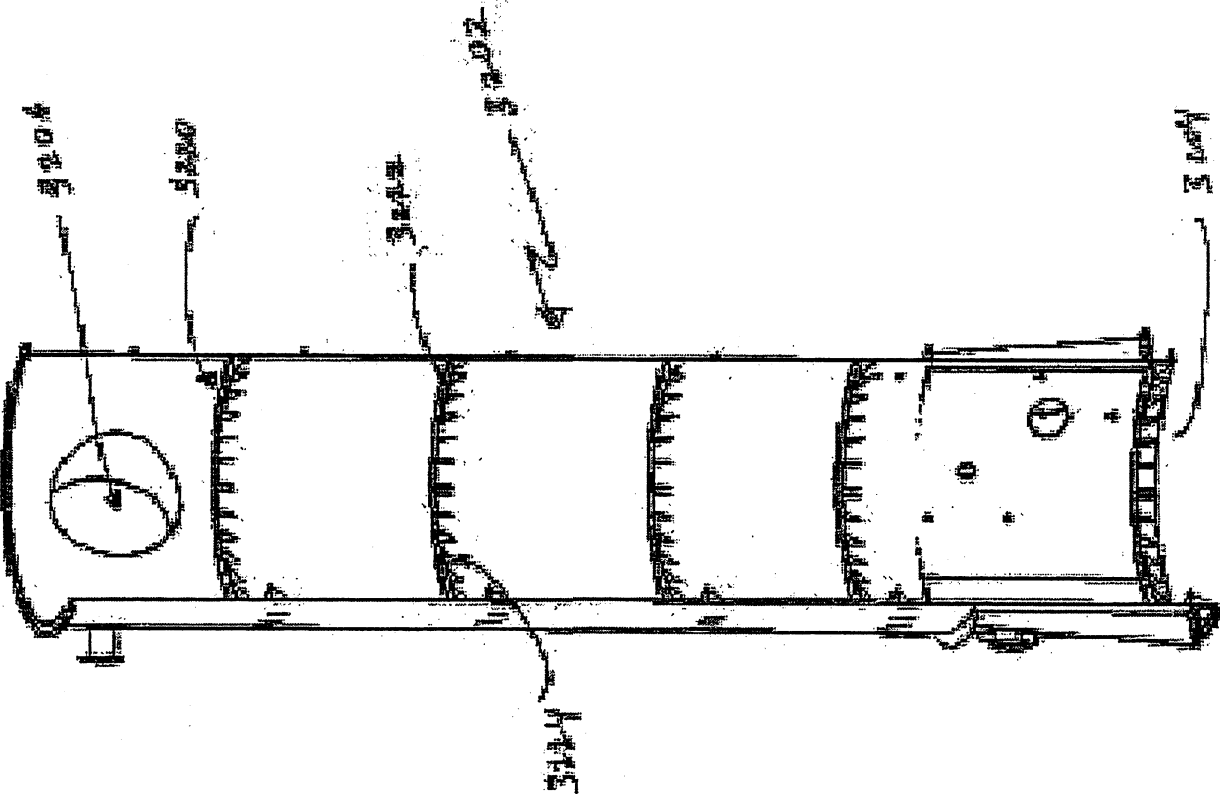


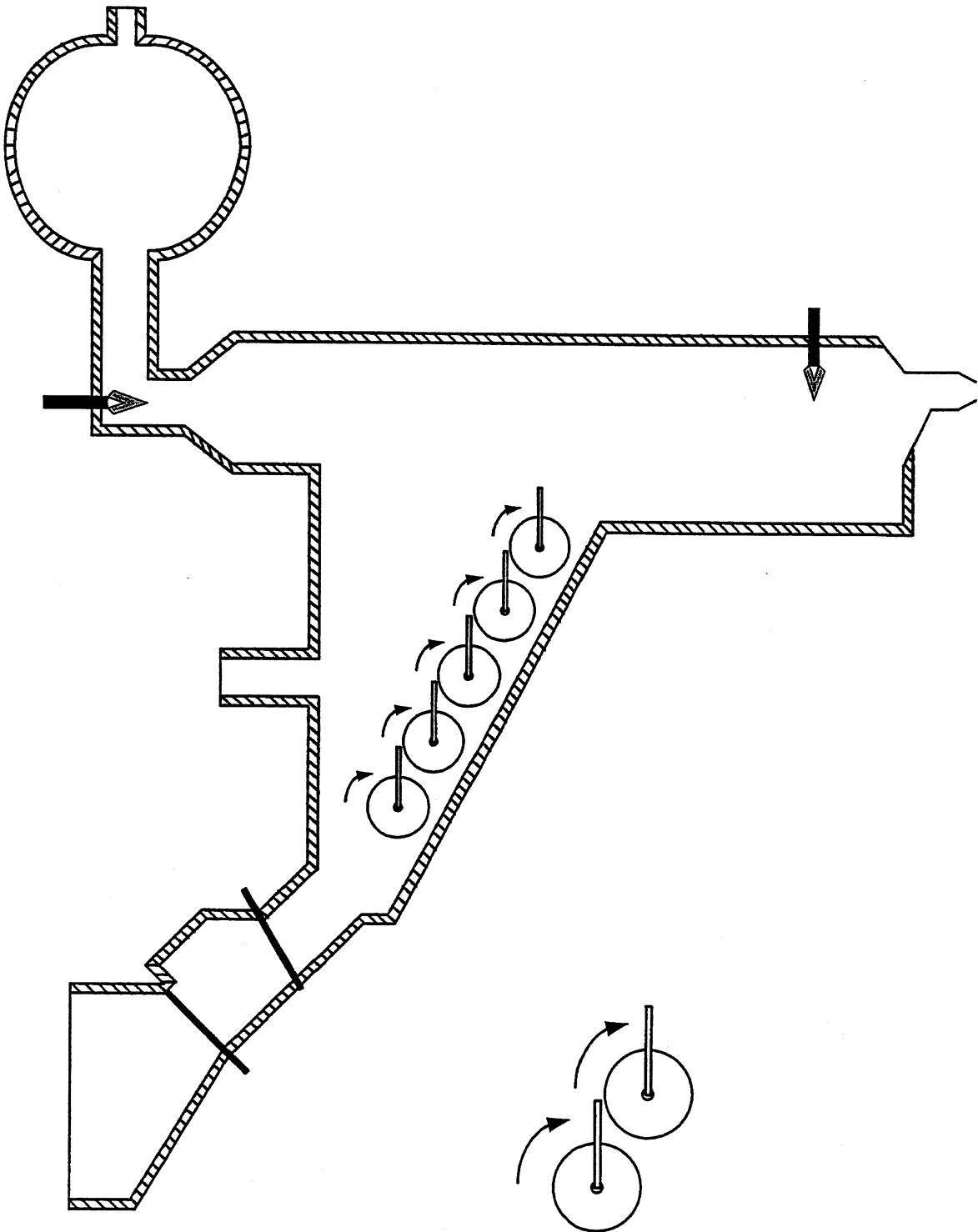
第 59 圖

第 60A 圖

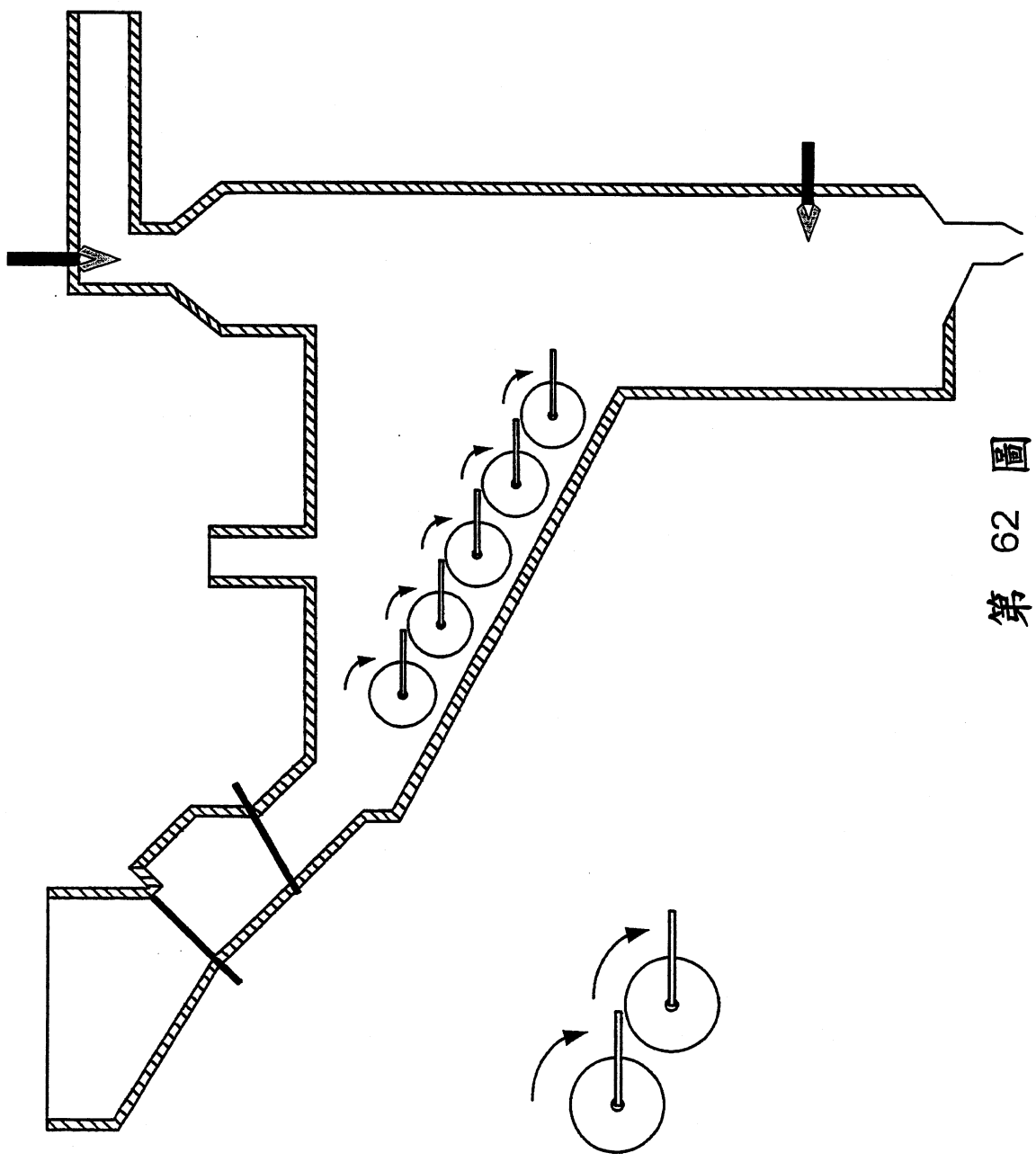


第 60B 圖

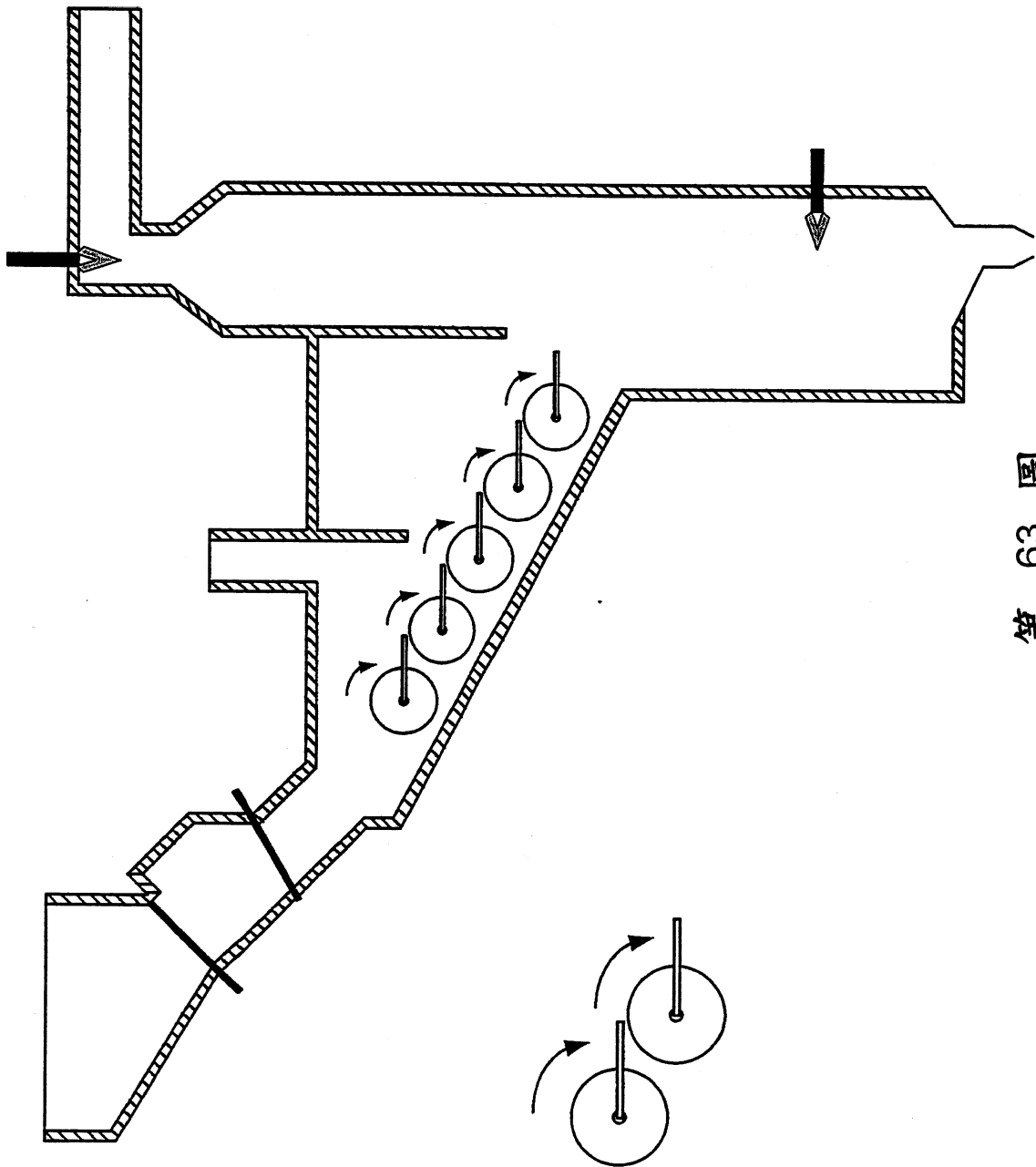




第 61 圖



第 62 圖



第 63 圖

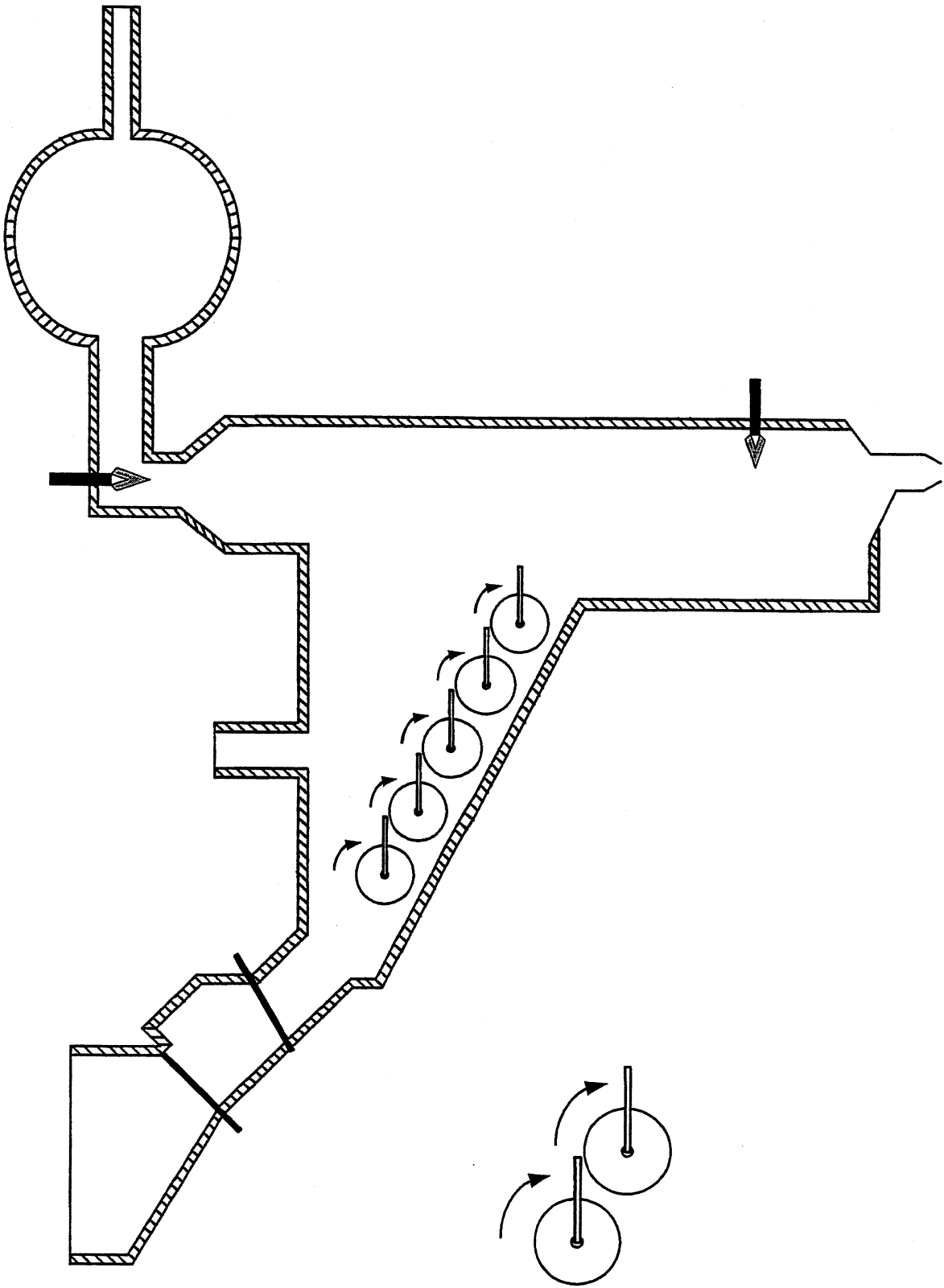
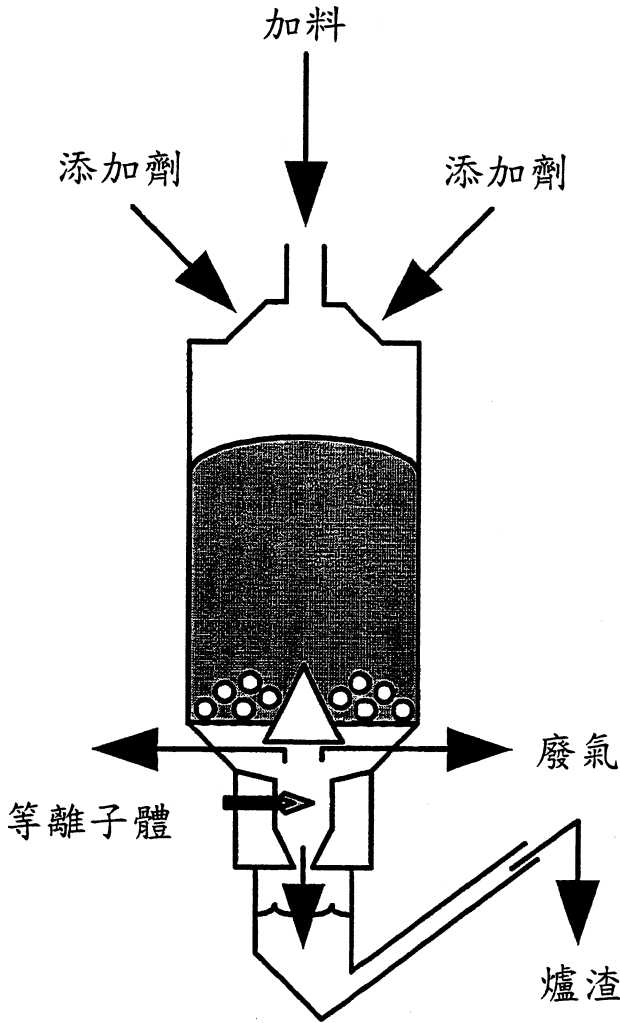
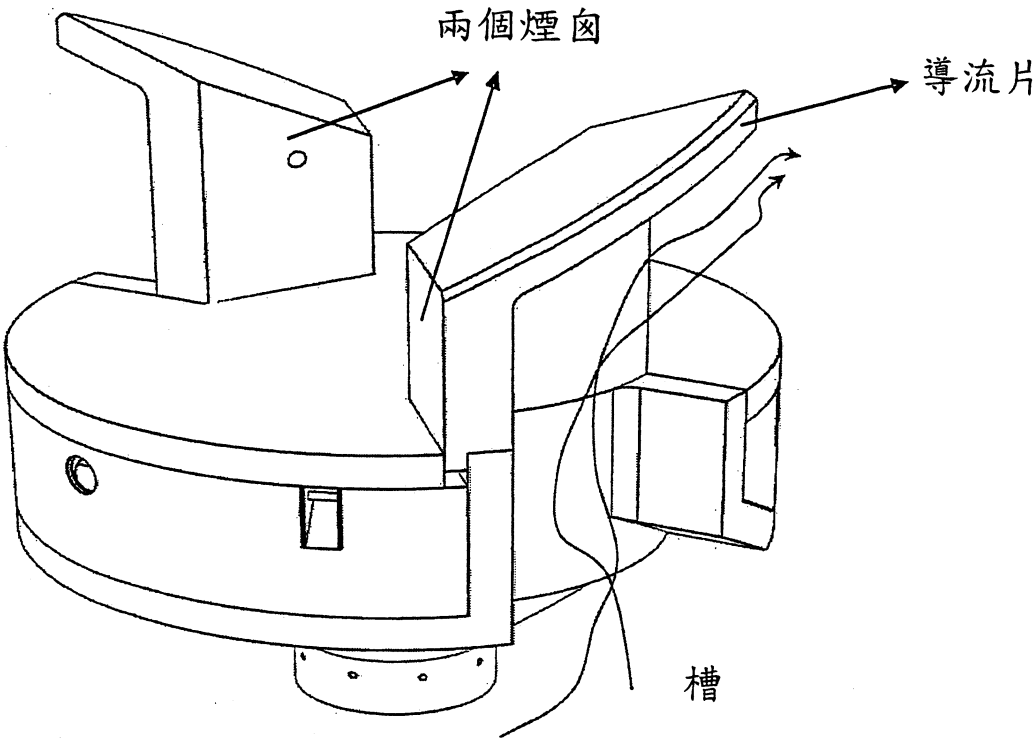


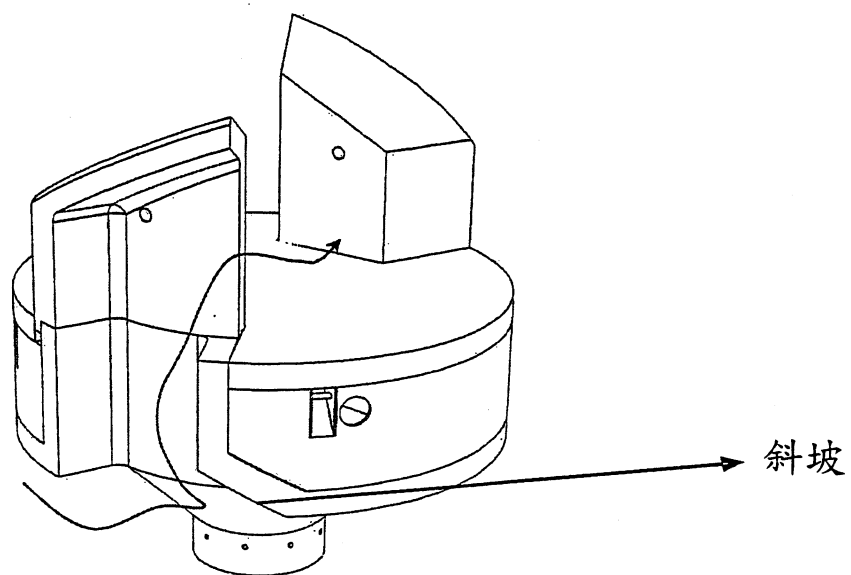
圖 64



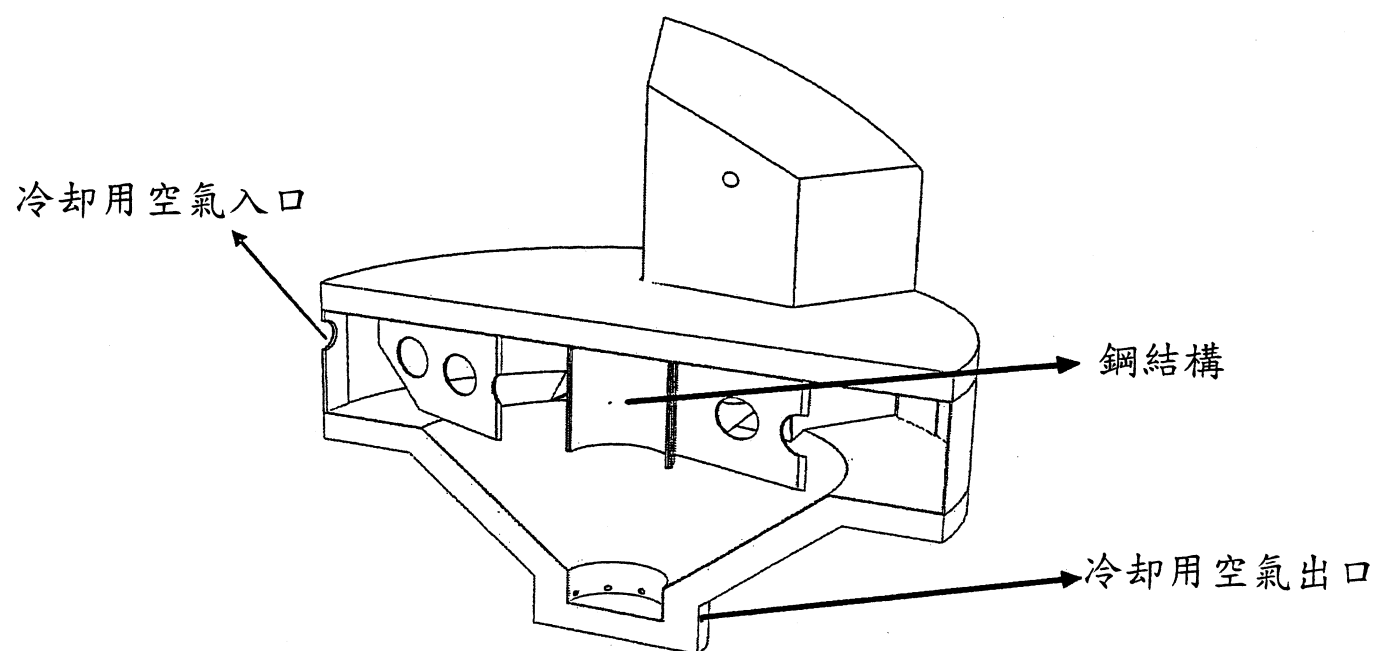
第 65 圖



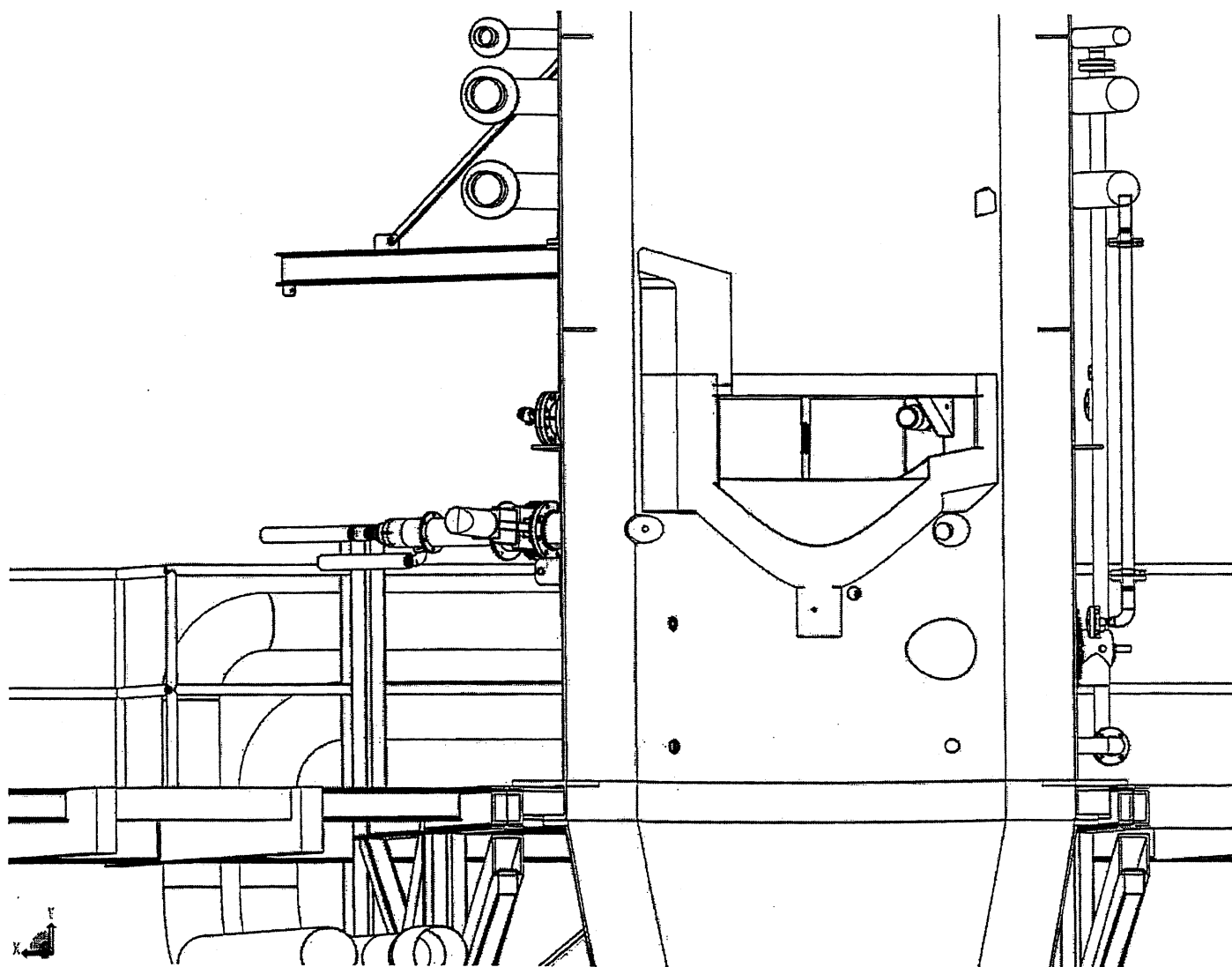
第 66 圖



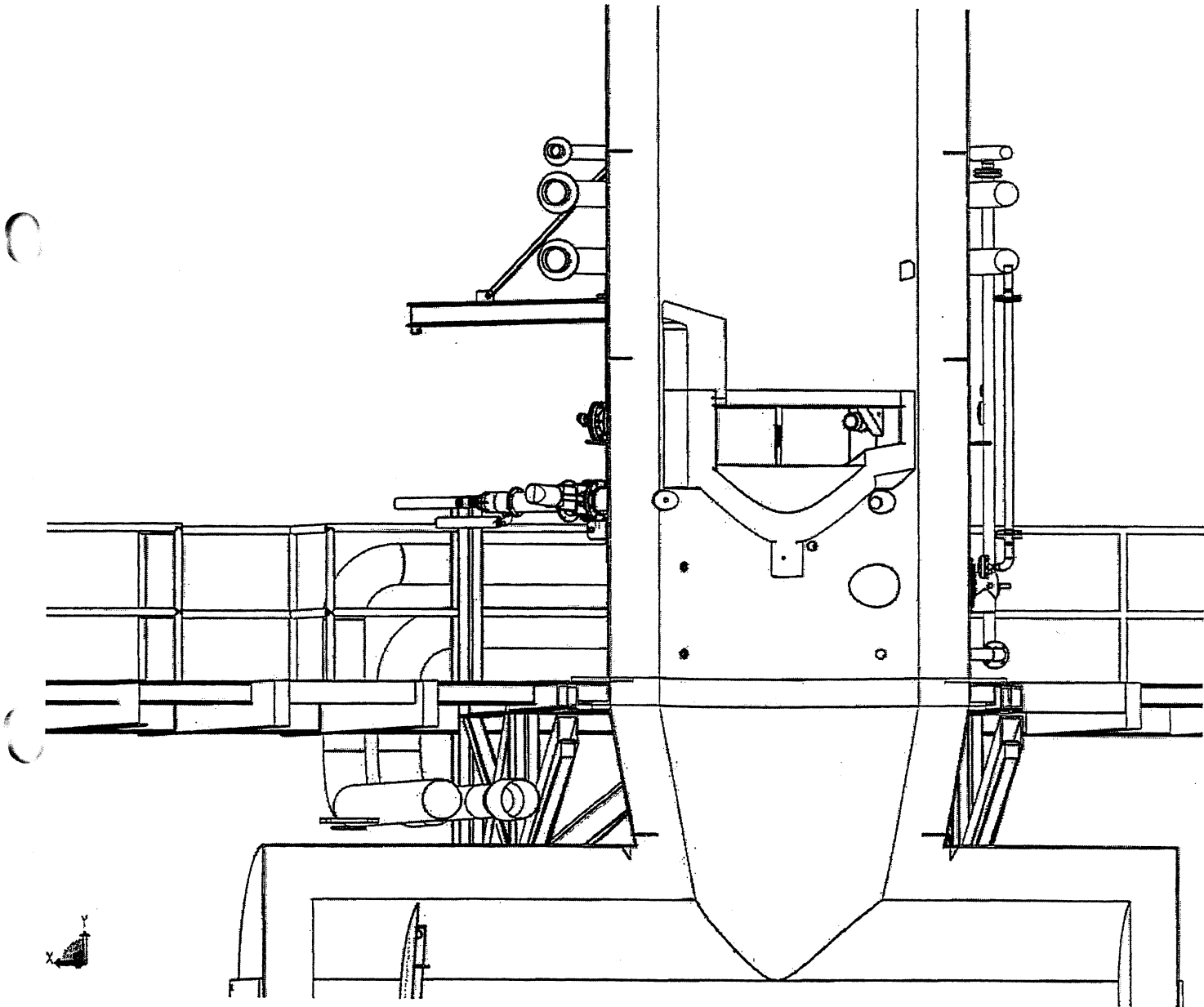
第 67 圖



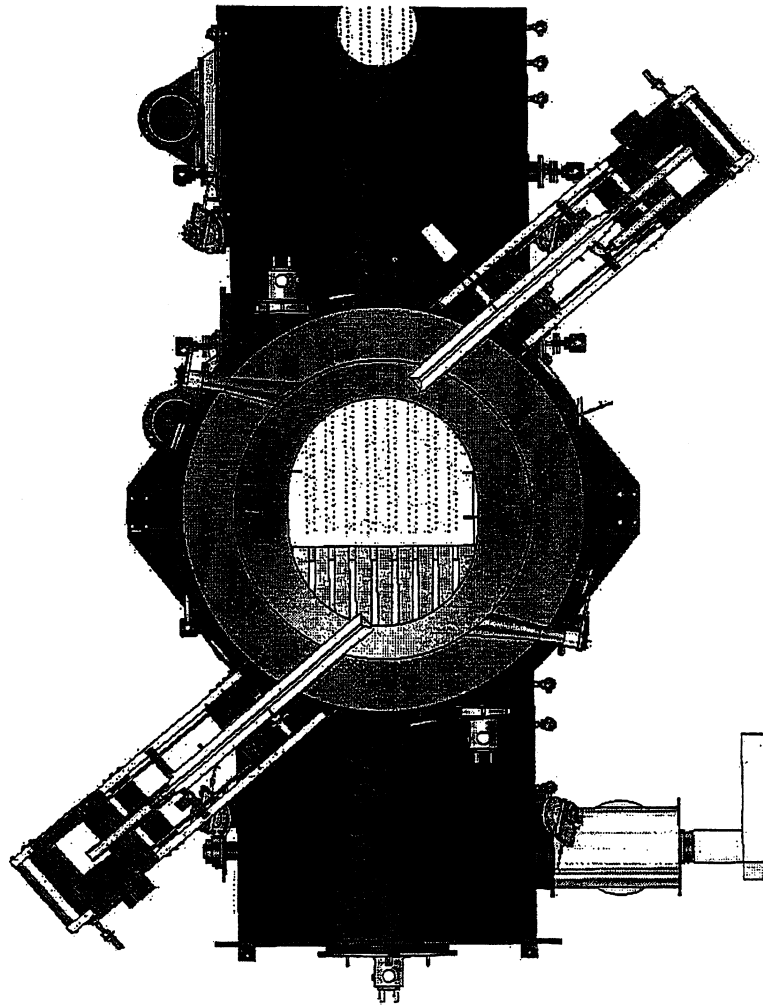
第 68 圖



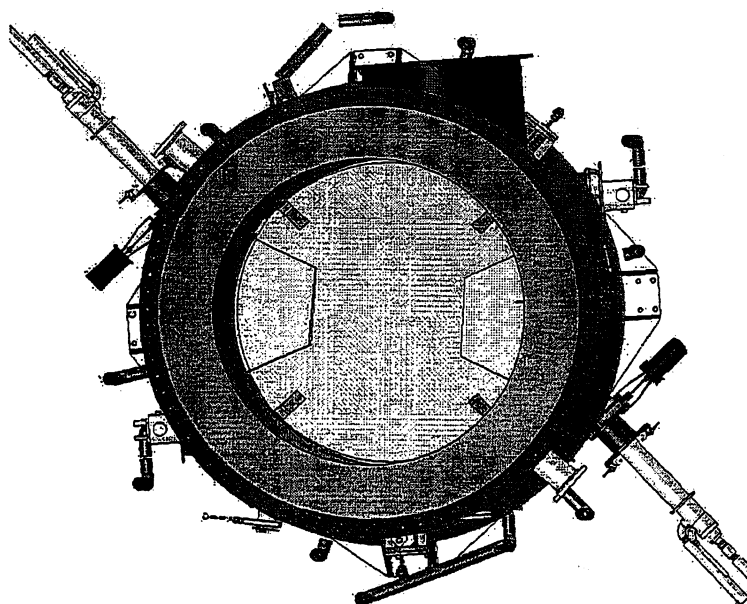
第 69 圖



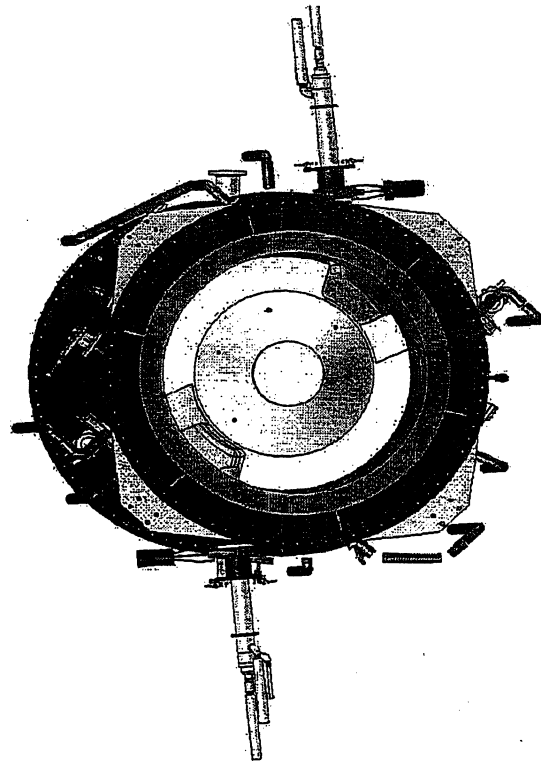
第 70 圖



第 71 圖

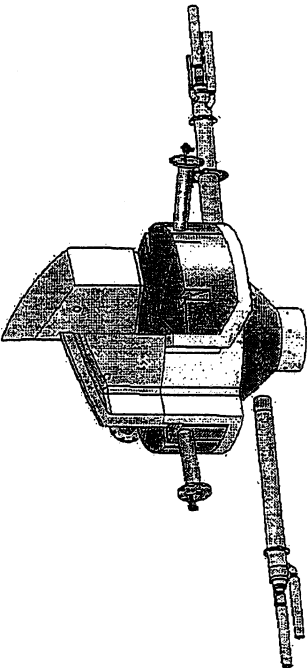


第 72 圖

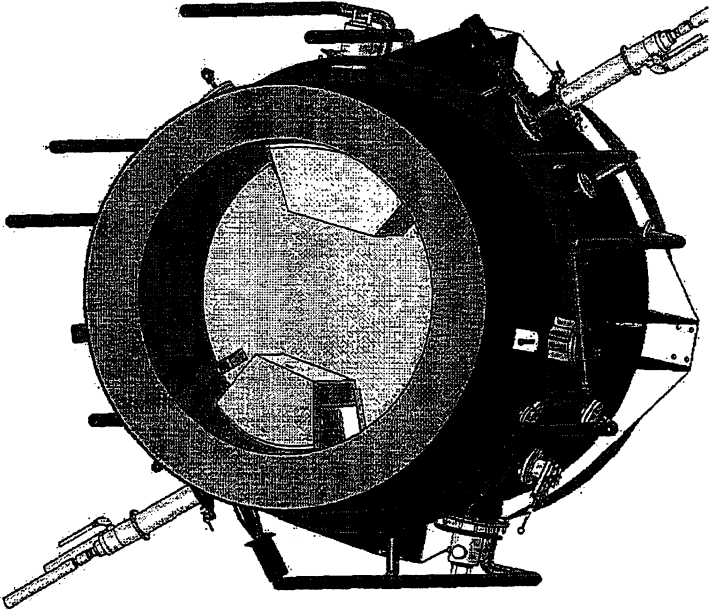


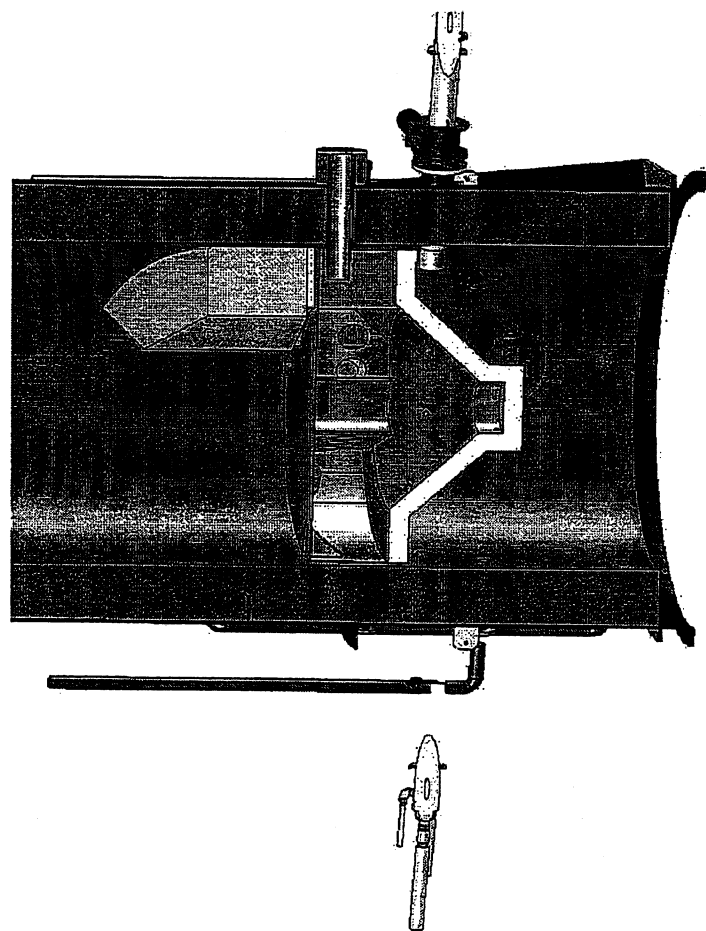
第 73 圖

第 74 圖

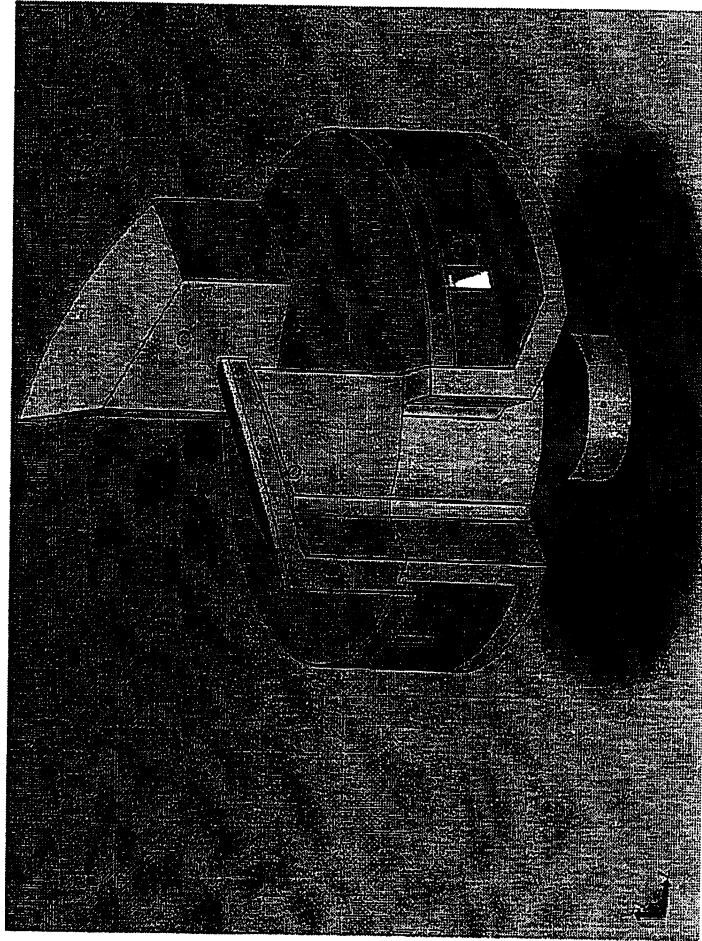


第 75 圖

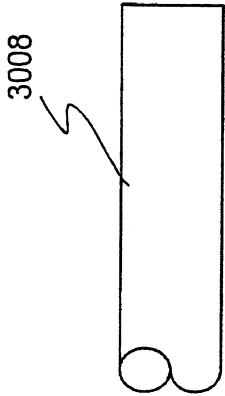
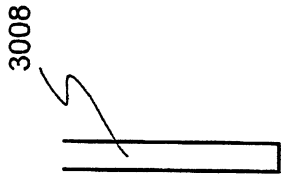




第 76 圖



第 77 圖



第 78 圖

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：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

97年8月12日

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. 美國 US；2007/05/11；60/917,410
2. 美國 US；2007/11/07；60/986,213
3. 美國 US；2007/11/07；60/986,212
4. 美國 US；2008/04/04；60/042,571
5. 國際專利 WO；2008/02/27；PCT/CA08/000355

☐ 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。