



(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 I511782 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：099117466

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : *B01J19/08 (2006.01)* *B01J10/00 (2006.01)*
C01B31/24 (2006.01) *C01D7/00 (2006.01)*
C01C1/16 (2006.01) *C07C31/08 (2006.01)*
C01B13/02 (2006.01)

(30)優先權：2009/06/03 美國 61/183,871

(71)申請人：I X Y S 公司 (美國) IXYS CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：如默南森 ZOMMER, NATHAN (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

WO 01/97954A2

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：5 共 37 頁

(54)名稱

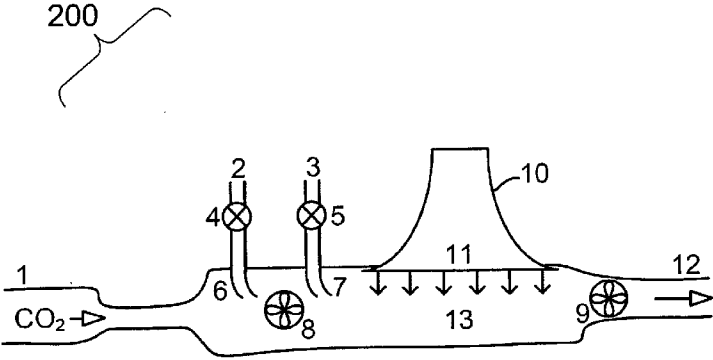
用於轉化二氧化碳及處理廢棄材料的方法及設備

METHODS AND APPARATUSES FOR CONVERTING CARBON DIOXIDE AND TREATING WASTE MATERIAL

(57)摘要

在此揭露用於使用高能量電子束轉化二氧化碳並且處理廢棄材料的方法與設備。舉例而言，二氧化碳以及具有反應物的水性反應溶液可結合，以形成水性反應混合物，而水性反應混合物隨後能經受高能量電子束，該電子束起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物。可藉由例如將二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料結合，並且隨後使二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料經受高能量電子束，以起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物以處理固體或液體廢棄材料。

Methods and apparatuses for converting carbon dioxide and treating waste material using a high energy electron beam are disclosed. For example, carbon dioxide and an aqueous reaction solution having a reactant can be combined to form an aqueous reaction mixture, and the aqueous reaction mixture can then be subjected to a high energy electron beam that initiates a reaction between carbon dioxide and the reactant to form a reaction product. Solid or liquid waste material can be treated by, for example, combining carbon dioxide and a solid or liquid waste material having a reactant and then subjecting the carbon dioxide and solid or liquid waste material having a reactant to a high energy electron beam to initiate a reaction between the carbon dioxide and the reactant to form a reaction product.



第2圖

- 1 . . . 輸入通口
- 2、3 . . . 材料注入通口
- 4、5 . . . 閥
- 6、7 . . . 噴嘴
- 8、9 . . . 混合器
- 10 . . . 高能電子束產生器
- 11 . . . 通風道
- 12 . . . 輸出通口
- 13 . . . 反應腔室
- 200 . . . 反應設備

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：99117466

B01 1/8 (2006.01)

※ 申請日期：2010 年 5 月 31 日

※IPC 分類：(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

B01 1/8

G01 3/4 (2006.01)

用於轉化二氧化碳及處理廢棄材料的方法及設備

G01 3/4 (2006.01)

METHODS AND APPARATUSES FOR CONVERTING CARBON

DIOXIDE AND TREATING WASTE MATERIAL

G01 3/4 (2006.01)

G01 3/4 (2006.01)

二、中文發明摘要：

G01 3/4 (2006.01)

在此揭露用於使用高能量電子束轉化二氧化碳並且處理廢棄材料的方法與設備。舉例而言，二氧化碳以及具有反應物的水性反應溶液可結合，以形成水性反應混合物，而水性反應混合物隨後能經受高能量電子束，該電子束起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物。可藉由例如將二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料結合，並且隨後使二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料經受高能量電子束，以起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物以處理固體或液體廢棄材料。

三、英文發明摘要：

Methods and apparatuses for converting carbon dioxide and treating waste material using a high energy electron beam are disclosed. For example, carbon dioxide and an aqueous reaction solution having a reactant can be combined to form an aqueous reaction mixture, and the aqueous reaction mixture can then be subjected to a high energy

electron beam that initiates a reaction between carbon dioxide and the reactant to form a reaction product. Solid or liquid waste material can be treated by, for example, combining carbon dioxide and a solid or liquid waste material having a reactant and then subjecting the carbon dioxide and solid or liquid waste material having a reactant to a high energy electron beam to initiate a reaction between the carbon dioxide and the reactant to form a reaction product.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 2 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 輸入通口
- 2、3 材料注入通口
- 4、5 閥
- 6、7 噴嘴
- 8、9 混合器
- 10 高能量電子束產生器
- 11 通風道
- 12 輸出通口
- 13 反應腔室
- 200 反應設備

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【交互參照之相關申請案】

本申請案主張 2009 年 6 月 3 日提出申請之 61/183,871 號的美國臨時專利申請案之優先權，其全文在此併入做為參考。

【發明所屬之技術領域】

此發明關於涉及處理廢棄材料的二氧化碳與其他廢棄氣體的處理。詳言之，本發明的方法與設備能用於將二氧化碳轉化成實用的材料以供工業與商業應用，並且處理固體或液體廢棄材料。

【先前技術】

二氧化碳 (CO_2) 的排放是全球溫室效應的主要肇因。估計每年二氧化碳的排放超過 300 億噸。發電是二氧化碳排放的最大來源，接著是工業生產與運輸。煤是合乎日漸成長的電力需求之成本最低廉的選擇。然而，燃煤類的發電廠比其他電力來源的發電廠排放更多二氧化碳。因此，從燃燒石化燃料的發電廠擷取、壓縮及輸送二氧化碳造成要有更高的成本與更高的設備、人力及後勤操作需求去使發電廠符合環境規章與限制而操作。在擷取二氧化碳後，二氧化碳能儲存在諸如空穴、先前油

田、先前鹽礦之位置或其他任何可得的地底或地下水儲存位置。然而，當儲存二氧化碳於此類位置時，無法保證二氧化碳不會洩漏而回到大氣中。因此，需要擁有更有效的措施以處置二氧化碳。

生物分解製程（例如於廢棄物處理設施或垃圾廠位置）期間，關於二氧化碳外的廢棄氣體亦使人關注，在此，處理過的廢棄材料會排放諸如甲烷與氨氣之類的氣體。因此，期望能處理該等氣體以及在固體或液體廢棄物中的其他反應物。

【發明內容】

本發明之實施例提供用於轉化二氧化碳以及處理廢棄材料的方法與設備。舉例而言，本發明之方法包括將二氧化碳的排放轉化成能夠用於工業與商業應用上的材料。所揭露的實施例可用於無須相隔兩地輸送所擷取的二氧化碳就可排放二氧化碳的設施。二氧化碳轉化的結果，排放二氧化碳的電廠能將其污染的虧空轉型為收益生產資本。或者，本發明之實施例態樣的方法與設備能用於處理固體及/或液體廢棄材料。根據本發明知方法與設備使用高能量電子束（EB）作為主要用於化學及物理反應的激發器、觸發器以及能量來源，其可導致二氧化碳轉化並且處理廢棄材料。

實施例可包括一種轉化二氧化碳的方法，其包括：藉

由結合二氧化碳以及具有反應物的水性反應溶液形成水性反應混合物，以及使該水性反應混合物經受高能量電子束以起始二氧化碳和反應物之間的反應而產生反應產物。該等實施例的強化範例可包括使二氧化碳起泡而進入具有鹼性物質的水性反應溶液中或者混合漿料中，並且以電子束起始二氧化碳與鹼性物質之間的反應以形成碳酸鹽、碳酸氫鹽或其組合。該等實施例的強化範例亦可包括將二氧化碳、氨以及水性反應溶液混合，或者將二氧化碳、氨及具有水和氯化鈉的水性反應溶液或混合漿料結合，以及以電子束起始反應以形成碳酸氫鈉及氯化銨。

實施例可包括處理固體或液體廢棄材料的方法，其包括：接收具有反應物的固體或液體廢棄材料，將該廢棄材料與二氧化碳結合，以及以電子束起始二氧化碳及廢棄材料中反應物之間的反應。該等實施例的強化範例可包括排放甲烷的固體或液體廢棄材料，並且將甲烷與二氧化碳反應以形成乙醇與氧。該等實施例的強化範例亦可包括排放甲烷及氨的固體或液體廢棄材料，並且將甲烷、氨、二氧化碳及氯化鈉反應以形成碳酸氫鈉、氯化銨、乙醇以及氧。

本發明之實施例可包括用於處理廢棄物的設備。該等實施例的強化範例可包括一反應設備，其具有：一輸入通口，以提供二氧化碳；一注入通口，以注入材料（例如，水溶液，或者，固體或液體廢棄材料）；一混合腔室

連接，其連接至輸入通口以及注入通口；一混合轉子，以混合二氧化碳以及注入的材料；一反應腔室；一高能量電子束，其經定位以照射反應腔室內的二氧化碳與注入的材料；以及輸出通口，其連接該反應腔室。該等實施例的強化範例包括具有貯存槽及/或存取通口以收集及移除反應產物的反應腔室。

為進一步瞭解本發明之本質與優點，可藉由參考本說明書的其餘部份以及圖式而達成。

【實施方式】

I. 總括

本發明之實施例提供用於使用高能量電子束轉化二氧化碳及處理廢棄材料的方法與設備。在一些實施例中，二氧化碳與具有反應物的水性反應溶液結合以形成水性反應混合物，水性反應混合物隨後能經受高能量電子束，該電子束起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物。在其他實施例中，例如，可藉由例如將二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料結合，並且隨後使二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料經受高能電子束，以起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物，而用於處理固體或液體廢棄材料。在某些實施例中，該等反應可在根據本發明之設備中操作，以轉化二氧化碳及/或處理廢棄物。

根據本發明之方法及設備可整合至涉及二氧化碳轉化及/或廢棄物處理的各種應用。舉例而言，第 1A 圖繪示產生二氧化碳的工業設施 100（諸如發電廠），其可能以習知組態而將二氧化碳排放至大氣中。在本發明的實施例中，處理次站 102 可用於轉化由工業設施 100 產生的二氧化碳。如虛線所繪，工業設施 100 與處理次站 102 可藉由多種方式聯合在一起。舉例而言，由設施 100 所產生的二氧化碳可在現場收集，並且導入次站 102 以供轉化。在替代性實施例中，排放的二氧化碳可從大氣中收集，並且隨後在處理次站 102 中轉化。

在替代性實施例中，於第 1B 圖所繪，廢棄材料（例如垃圾、污水、水污泥）由廢棄物處理廠 104 所產生。用於處理廢棄材料與轉化二氧化碳的處理次站 102 可以多種方式與廢棄物處理廠 104 聯合，如虛線所繪。例如，由廢棄物處理廠 104 所產生的廢棄材料（例如固體或液體）可在現場收集，並且導入次站。或者，該廢棄物可以場外輸送並且隨後在處理次站 102 中處理。

如在此進一步所揭露，根據本發明之方法與設備亦可結合至處理站以轉化二氧化碳及/或處理廢棄材料。在某些實施例中，二氧化碳可導入處理次站 102 以被轉化成有用的工業材料及/或助於處理廢棄材料。具一般技術者將認知到，欲將二氧化碳導入處理站 102 存在各種考量及方式，如第 1A 圖與第 1B 圖所示。舉例而言，二氧化碳在由以高能量電子束照射而轉化之前，可需進一步濃

縮、固化、液化、或純化。倘若使用低濃度的二氧化碳，反應物的反應速率會被犧牲。類似的是，與污染物諸如一氧化二氮、氮或氧的副反應會影響將二氧化碳轉化成實用材料的反應產率。然而一般而言，應瞭解到二氧化碳可以氣態形式導入處理站中，但應思量某一給定的狀況可使二氧化碳以固體形式或其他任何適合的物理狀態提供。

II 高能量電子束

如在此進一步描述，本發明之實施例可使用高能量電子束以起始反應以轉化二氧化碳及處理廢棄物。電子束（EB）可使用在此技藝中廣為所知的技術產生。舉例而言，可購得電子加速器以做為高能量電子束源。大體而言，由電子束生成的電子可作為擴散或聚焦束，其具有足夠能量以經電子束照射而起始反應。能以例如 500 KeV 至 12 MeV 的能量範圍提供高能量電子束。視應用以及反應設備的結構特徵而定，諸如鏡子、反射器、致動器、磁子、孔洞及狹縫等正規部件亦可用於導引或塑型電子束。再者，電子束可穿透諸如塑膠、陶瓷及薄光金屬（例如鋁、銅、鋅及不鏽鋼等）之類的固體材料壁。因此，以二氧化碳處理的廢棄材料可在由此類材料製程的管路或管線中輸送或流動，而高能量電子束可穿過該等管路或管線的管壁以誘發期望的製程。排放的氣體為一些該等製程之產物（諸如甲烷）亦可包納於該管系、於一密

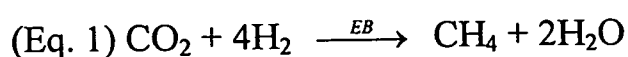
封製程中，並且隨後如期望般被收集與儲存於特殊設計的收集與儲存容器或槽中以供製程末端處的進一步使用。

在一些實施例中，高能量電子束可用於起始與二氧化碳及/或自由基的反應，該等自由基是由用高能量電子照射二氧化碳所產生。高能量電子束製程可從注入的二氧化碳製造高能量的游離自由基，而因此活化二氧化碳的化學活性。某些自由基可包括碳自由基、氧自由基以及一氧化碳自由基。此外，其他自由基可由以高能量電子束照射其他材料而形成。

III 用於轉化 CO₂ 的一般反應

大體而言，高能量電子束可用於起始氣相、液相、固相反應。反應可產生可為氣體、液體及/或固體的反應產物。反應產物的特質是視使用的反應條件以及反應物而定。由高能量電子束製程起始的說明性氣相反應由以下反應式描述。

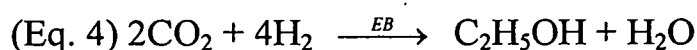
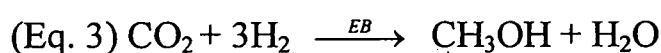
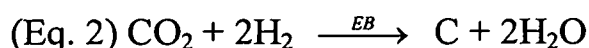
反應式 1 (Eq. 1) 描述藉高能量電子束活化及注入氫氣而從二氧化碳生成甲烷。



在符號「→」上方的標記「EB」是指將高能量電子包含為該反應式與反應的一部份。此外，亦可使用適當的穩定催化劑以提供具有更高轉化效率的更有效的製程。舉例而言，催化劑可包括金屬氧化物，例如氧化銅、含

有鎳或不含鎳的氧化鋁、及其任何組合。其他已知的催化劑可基於貴金屬或稀土金屬，諸如金、鉑、銻、釩、鉻及其化合物。

反應式 2-4 (Eq. 2 - Eq. 4) 個別描述以高能量電子束活化及注入氫氣而將二氧化碳轉化形成一氧化碳、甲醇以及乙醇。



如上所述，將二氧化碳轉化成一氧化碳、甲醇或乙醇的製程效率可藉由已知催化劑改善，該等催化劑包括金屬氧化物（氧化銅、含有鎳或不含鎳的氧化鋁、及其任何組合）或者貴金屬/稀土金屬（例如金、鉑、銻、釩、鉻及其化合物）。在該等如上所述之轉化製程中，亦會產生碳氫化合物之外的副產物。該等副產物可包括乙烷及丙烷，該二者為能用於工業應用上的有機化合物。

IV 反應設備

根據本發明之實施例，可使用各種設備以操作此述用於轉化二氧化碳及處理廢棄材料的方法。在某些實施例中，在上述第 1A 圖及第 1B 圖中所描述用於轉化二氧化碳及處理廢棄材料的處理站 102 可包括在此揭露的發明的反應設備。

第 2 圖繪示反應設備 200，其用於根據本發明之實施

例轉化二氧化碳。在某些實施例中，反應設備可安裝在處理站 102 中以處理二氧化碳及/或廢棄材料。在一實施例中，反應設備可包括輸入通口 1、材料注入通口 2、3、閥 4、5、噴嘴 6、7、鼓風機或混合器 8、9、用於產生高能量電子束的高能量電子束產生器 10、通風道 11、輸出通口 12 以及反應腔室 13。在某些實施例中，二氧化碳源連接至輸入通口 1，如此二氧化碳 (CO_2) 可提供至反應腔室 13。二氧化碳可來自多個來源。舉例而言，二氧化碳源可為由第 1A 圖中工業設施 100 所產生的二氧化碳廢氣。在替代性實施例中，二氧化碳可從大氣中收集並且隨後提供至反應設備 200，在處理站 102 中亦可包括該設備。

材料注入通口 2、3 可用於注入材料，該材料與二氧化碳參與經由高能量電子束照射的化學反應。發明的實施例可包括將注入通口 2、3 連接具有反應物的水溶液源或混合漿料源。或者，由廢棄物處理廠 104 產生的廢棄材料可連接材料注入通口 2、3 以注入固體或液體廢棄材料。在額外實施例中，諸如甲烷及/或氨之類的氣體可從固體或液體廢棄材料中排出。該等氣體可被收集並且隨後透過材料注入通口 2、3 注入至反應設備 200。提供閥 4、5 以控制例如材料進入材料注入通口 2、3 的量以及流過個別管道的量。噴嘴 6、7 設於管道末端，顯示材料注入反應腔室 13 之處。

如第 2 圖所繪示，高能量電子束產生器 10 產生高能量

電子束(如箭號所指),其隨後導向反應腔室 13 之內側。鼓風機或混合器 8、9 可經設置以混合、冷卻並且助益反應物(來自輸入側的二氧化碳及材料)流進至反應發生的反應腔室 13,並且進一步助益反應產物朝輸出通口 12 流動以供收集。高能量電子束受通風道 11 導引以與在高能量電子束產生器 10 下方流動的材料混合物交互作用。此技藝中具通常技術者應認知到,可使用任何數目的傳統已知技術定位高能量電子束以聚焦及另外導引電子束而適當地照射進入反應腔室 13 的反應物。此外,高能量電子束可受導引以致連續照射反應腔室,或視情況該電子束可為脈衝式,如此,該照射在時間上為間歇式。

在另一實施例中,第 3A 圖繪示用於混合二氧化碳與具有反應物的水溶液之反應設備 300。該反應設備可包括輸入通口 21、材料注入通口 22、23、閥 24、25、混合腔室 26、混合轉子 28、29、高能量電子束產生器 20、通風道 31、輸出通口 32 及反應腔室 33。在某些實施例中,二氧化碳可透過輸入通口 21 提供至混合腔室 26,藉由透過起泡器 27 將二氧化碳起泡而進入混合腔室 26 中的水溶液。在替代性實施例中,可省略起泡器 27。取而代之的是,二氧化碳可在透過輸入通口 21 提供之前溶解於溶液中。

具有用於化學反應之反應物的水溶液或混合漿料可透過材料注入通口 22、23 注入至混合腔室 26 中。在一實施例中,二氧化碳可在導入混合腔室 26 之前或之後起

泡。提供至混合腔室 26 的水溶液或混合漿料的量可由閥 24、25 控制。混合轉子 28 可將混合物導至反應腔室 33。來自產生器 20 的高能量電子可受通風道 31 導引以照射含有二氧化碳的水性反應混合物並且在存在於混合物（包括二氧化碳以及在水溶液中的其他成份）中的材料之間起始反應。所得的反應產物以及任何不反應的二氧化碳及/或水溶液、混合漿料或反應物隨後可從反應腔室 33 由混合轉子 29 移除，並且導出輸出通口 32。此技藝中具通常技術者應認知到上述之佈置可以此技藝中廣為所知的方法修改。舉例而言，設備 300 可以替代方式包括僅有一個做為混合腔室與反應腔室二者的腔室，其中該高能量電子束經定位以照射二氧化碳與具有反應物的水溶液以產生反應產物。亦然，其他架構與方法可用於將電子束導入反應設備。

第 3B 圖繪示顯示於 3A 圖的設備 300 之替代性實施例 310，其容許收集在以高能量電子束照射後形成的反應產物。舉例而言，反應設備可包括貯存槽 34，該貯存槽亦可包括存取通口 35。存取通口 35 使反應產物得以移除，其是藉由例如剔除已經從溶液析出的固體反應產物或藉由使液體反應產物排放出腔室而達成。此技藝中具通常技術者應瞭解到反應產物可需要進一步處理（諸如過濾或純化），之後從反應設備收集。再者，如前文所述之貯存槽 34 與存取通口 35 的佈置可以此技藝中廣為所知的方式修改。舉例而言，反應腔室內反應產物可溶解在水

溶液中，通過輸出通口，然後隨後在之後的處理步驟中從溶液析出。

在尚一實施例中，第 3A 與 3B 圖的反應設備亦可經修改以處理具有反應物的固體或液體廢棄材料。固體或液體廢棄材料可注入混合腔室 26 中，而二氧化碳可提供至輸入通口 21。混合轉子 28 可將混合的二氧化碳與廢棄材料導入反應腔室 33 以供電子束產生器 20 照射。反應產物與未反應的廢棄材料可導出輸出通口 32，或者視情況廢棄材料及/或反應產物可收集於貯存槽 34 中並且透過存取通口 35 移出。在某些實施例中，固體或液體廢棄材料可包括在經電子束 20 照射與二氧化碳反應時排放氣體產物的反應物。在此類實施例中，以一般規則而言，較佳為反應設備（300 或 310）之內部空間不會完全被固體或液體廢棄物填充。在反應腔室內保留一些空間將容許產生氣體副產物（諸如甲烷及/或氨），該等副產物可從處理廢棄材料排放。在另一實施例中，反應設備可設以壓力緩解機構以使氣體副產物排空。

在尚一實施例中，第 3C 圖繪示用於處理固體及/或液體廢棄材料，及/或用於轉化二氧化碳的反應設備 320。類似於第 3A 圖與第 3B 圖的反應設備，反應設備 320 可包括輸入通口 21、材料注入通口 22、23、閥 24、25、混合腔室 26、混合轉子 28、29、高能量電子束產生器 20 以及通風道 31。反應設備 320 亦可包括反應腔室，該腔室之形式為能夠納置廢棄材料或二氧化碳流過該反應

設備的管路或管線 37。該管路或管線 37 可由電子束能穿透的材料製成，因而容許電子束起始的處理製程在管路或管線 37 中發生。管路或管線 37 可捲繞（例如螺旋狀）於電子束產生器 20 的中心處以使對電子束的暴露極大化。在一些實施例中，反應設備 320 可進一步包括氣體排放器 38。在某些實施例中，由電子束照射所產生的廢棄產物可包括氣態、液體及/或固體副產物。氣體副產物可與管路中漿料的其餘部份流動，並且可導出輸出通口 39。固體及/或液體副產物可透過收集通口 36 收集。此技藝中具通常技術者將認知到管路或管線 37 可以螺旋狀之外的任何適合形式捲繞，以進一步使流於管路或管線內的材料對電子束的暴露增加。再者，收集通口 36 及/或氣體排放器 38 可以各種與管路或管線 37 及/或輸出通口 39 相關的方式定位。

根據其他實施例，倘若化學反應需要其他材料（例如蒸氣、催化劑）生產期望產物，可視情況設置額外的管道至本發明的反應設備。亦然，亦可添加加熱元件至本發明之設備，諸如添加至反應腔室 13 或 33，以助益於化學及物理反應，並且改善二氧化碳的轉化效能。舉例而言，加熱元件可設於輸入通口 1 或 21 中及/或材料注入通口 2、3、22、23。加熱元件可用於增加反應腔室中的材料之溫度，形成能夠更有效觸發及支持期望的轉化二氧化碳之化學反應的熱混合物。類似地，冷卻及/或壓縮設備可設於設備中，例如反應腔室中或輸入通口 1 及

11 中，以液化及/或固化二氧化碳或其他改善化學轉化所需的氣態材料。

在本發明之實施例中，第 4 圖繪示在本發明之反應設備中操作的一歸納性方法。步驟 40，可提供二氧化碳至輸入通口。步驟 42，具有反應物的材料可與二氧化碳注入混合腔室。於步驟 44，注入的材料與二氧化碳可進一步導入反應腔室，且隨後於步驟 46 暴露至高能量電子束輻射以起始材料之反應物與二氧化碳之間的反應。於步驟 48，可收集反應產物。

V 在水性混合物中轉化 CO_2

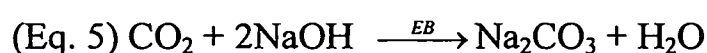
本發明的一些實施例包括結合二氧化碳與具有反應物（諸如鹼性物質）的水性反應溶液以形成水性反應混合物。典型的鹼性物質包括 KOH 、 NaOH 、 Ca(OH)_2 、 Mg(OH)_2 、 Ba(OH)_2 以及 LiOH 。水性反應混合物隨後可以前文所討論的方式經受高能量電子束，以起始介於二氧化碳及反應物間的反應以形成反應產物，諸如碳酸鹽、碳酸氫鹽或其組合。

如第 5 圖的流程圖所繪示，於步驟 50，具有反應物的水溶液可注入至本發明之反應設備的混合腔室。在步驟 52，二氧化碳可被起泡透過輸入通口進入混合腔室。步驟 54 中，二氧化碳和具有反應物的水溶液之水性混合物可被導入反應腔室。步驟 56 中，水性混合物隨後可暴露至高能量電子束。步驟 58 中，可收集反應產物。

在本發明之實施例中，高能量電子束可用於將二氧化碳轉化成諸如碳酸鹽、碳酸氫鹽或其組合的產物，其中此類產物可用於化學及肥料工業，或任何其他使用此類產物當作生材料或中間材料的工業。碳酸鹽及碳酸氫鹽化合物之範例包括碳酸鉀、碳酸鈉、碳酸鈣、碳酸氫鈉、碳酸氫鉀等。二氧化碳亦可轉化成碳酸鋰以用於電池、超級電容或其組合，以提供能量儲存元件。

為了產生碳酸鹽及/或碳酸氫鹽，繪示在第 2、3A、3B 及 3C 圖中的反應設備可經修改以使二氧化碳起泡進入具有鹼性物質（諸如 KOH）的水溶液或混合漿料，以產生反應產物，諸如碳酸鉀（ K_2CO_3 ）。可使用各種鹼性物質。一般而言，使用包括 KOH、NaOH、 $Ca(OH)_2$ 、 $Mg(OH)_2$ 、 $Ba(OH)_2$ 以及 LiOH 之類的氫氧化物鹼性物質。在本發明之一實施例中，二氧化碳可透過氫氧化鈉（NaOH）水溶液或混合漿料起泡，以產生碳酸鈉（ Na_2CO_3 ）或碳酸氫鈉（ $NaHCO_3$ ）。在其他實施例中，亦可產生鈣族的碳酸鹽（例如 $CaCO_3$ 、 $MgCO_3$ 、 $BaCO_3$ 等）。尚有其他實施例，與 KOH 或 LiOH 的反應個別可產生鉀或鋰。

下列的反應式進一步描述由高能量電子束所起始的此類反應。

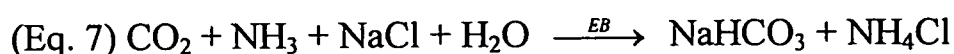


在反應式 5 及 6（Eq. 5、Eq. 6）中所繪示的反應產生

碳酸鈉以及碳酸氫鈉。在某些實施例中，期望能進一步提供用於增加反應時間與產率的反應條件，諸如增加的壓力及/或溫度。

尚有另一實施例，發電廠或其他工業設施可排放氨 (NH_3)，其可與二氧化碳一起轉化以產生實用的材料。使用在此揭露的方法及/或設備，可擷取二氧化碳及氨，視情況與額外反應物結合，隨後反應以形成反應產物。舉例而言，參考第 3A 圖以及如反應式 7 (Eq. 7) 所示，包括水 (H_2O) 的氯化鈉 (NaCl) 溶液可在反應設備 300 中與二氧化碳及氨結合。在本發明的一實施例中，溶液可注入混合腔室 26，而二氧化碳與氨可各別透過輸入通口 21 及注入通口 22 或 23 起泡。在另一實施例中，在注入進設備 300 前，氨可溶解進入氯化鈉溶液。尚有另一實施例，二氧化碳和氨可溶解於氯化鈉溶液，然後注入反應設備 300。舉例而言，可擷取二氧化碳與氨並將之起泡至具有氯化鈉的水溶液。隨後透過輸入通口 21 或注入通口 22 或 23 提供此溶液至反應設備 300。此技藝中具通常技術者應瞭解到可獲得各種提供二氧化碳及氨至反應設備 300 的方式。

如反應式 7 (Eq. 7) 所說明，氯化鈉溶液、二氧化碳以及氨可暴露至高能量電子束以起始反應而產生碳酸氫鈉以及氯化銨 (NH_4Cl)。



此技藝中具通常技術者應認知到，可在有催化劑或無

催化劑的情況下操作該等反應。再者，應考量其他諸如 CaCl_2 或 MgCl_2 的鹽類可用於取代 NaCl 。

此技藝中具通常技術者應認知到，本發明之實施例可在各種反應條件下操作，該等條件視所使用的反應物及溶液而定。亦可修改諸如流率、溫度、壓力、溶液與氣體濃度、以及電子束能量等參數以使反應速率及反應產物的產率最大化。一般壓力為大於約 3 個大氣壓。溫度一般低於約 90°C 。為了控制期望的壓力及/或溫度，可基於本發明之反應設備中的反應腔室及/或管路的幾何形狀而調整流率。

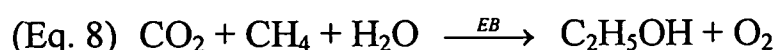
VI 處理廢棄材料

根據本發明之某些實施例，可藉由例如將二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料結合，並且隨後使二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料經受高能電子束，以起始二氧化碳與反應物之間的反應而形成反應產物，而用於處理固體或液體廢棄材料。詳言之，高能量電子束活化的製程可例如用於處理固體及/或液體廢棄物（例如垃圾、污水、水污泥等）。在生物分解製程（例如，於廢棄物處理設施或垃圾廠位置）期間，廢棄材料會排放甲烷與氨。廢棄材料亦可包括水，其可與例如甲烷及二氧化碳反應。亦可添加其他例如氯化鈉之類的材料以助益於產生其他反應產物以供工業使用或商業上使用。

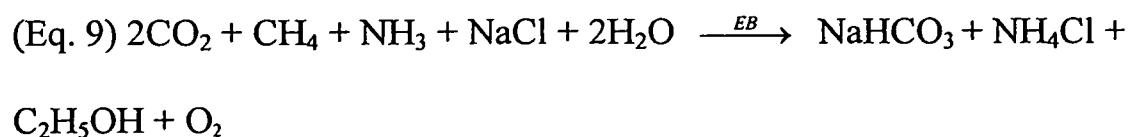
第 6 圖繪示處理廢棄材料的實施例。步驟 60 中，具有反應物的固體或液體廢棄物可注入本發明之反應設備中的混合腔室。步驟 62，透過輸入通口提供二氧化碳進至混合腔室。步驟 64，固體或液體廢棄材料與二氧化碳可導入混合腔室。步驟 66，具有反應物的廢棄材料與二氧化碳可暴露至高能量電子束。步驟 68，隨後可收集反應產物。

在一些實施例中，可提供二氧化碳與具有反應物的固體或液體廢棄材料至本發明之反應設備。高能量電子束反應器可用於起始廢棄材料中反應物（例如甲烷及/或氨）與二氧化碳之間的反應，以引發化學反應產生反應產物，諸如甲醇、乙醇、氯化銨、碳酸鈉及/或碳酸氫鈉。根據本發明之反應設備，可透過輸入通口提供二氧化碳，且可透過至少一個注入通口將固體或液體廢棄物注入混合腔室。倘若廢棄材料是液體，隨後可視情況將二氧化碳起泡進至液體廢棄材料，或者以氣相形式在反應設備內溶解。

反應式 8 (Eq. 8) 說明使用高能量電子束將二氧化碳以及具有水和甲烷的廢棄材料轉化成乙醇與氧的反應之範例。



藉由結合反應式 7 與 8，可達成二氧化碳排放以及用於將廢棄材料轉化成其他實用工業化學品之最佳化製程，如反應式 9 (Eq. 9) 所說明。



根據在此揭露的設備實施例，具有通常技術者可認知到例如於反應式 8 及 9 中的反應產物可直接從反應腔室收集，或者隨後可使用一般此技藝中已知的分離技術分離。舉例而言，固體產物可為粉劑形式或從溶液析出的乳狀液形式。分離可藉由過濾、靜電沈澱完成，或者使用從處理過的漿料收集固體產物的離心機完成。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖與第 1B 圖繪示工業及廢棄物設施的範例，該等設施可產生根據本發明之實施例處理的二氧化碳及/或廢棄物。

第 2 圖繪示根據本發明之實施例之用於轉化二氧化碳之反應設備的範例。

第 3A 圖至第 3C 圖繪示根據本發明之實施例之用於轉化二氧化碳與液體及固體廢棄物之反應設備的範例。

第 4 圖提供一流程圖，其描繪用於根據本發明之實施例轉化二氧化碳之方法步驟之範例。

第 5 圖提供一流程圖，其描繪用於根據本發明之實施例藉由結合具有反應物之水溶液轉化二氧化碳之方法步驟之範例。

第 6 圖提供一流程圖，其描繪用於根據本發明之實施

例處理固體或液體廢棄材料之方法步驟之範例。

【主要元件符號說明】

1 輸入通口	31 通風道
2、3 材料注入通口	32 輸出通口
4、5 閥	33 反應腔室
6、7 噴嘴	34 貯存槽
8、9 混合器	35 存取通口
10 高能量電子束產生 器	36 收集通口
11 通風道	37 管線
12 輸出通口	38 氣體排放器
13 反應腔室	39 輸出通口
20 高能量電子束產生 器	40-48 步驟
21 輸入通口	50-58 步驟
22、23 材料注入通口	60-68 步驟
24、25 閥	100 工業設施
26 混合腔室	102 處理站
27 起泡器	104 廢棄物處理廠
28、29 混合轉子	200 反應設備
	300-320 反應設備

七、申請專利範圍：

1. 一種轉化二氧化碳的方法，其包含以下步驟：

在一混合腔室中形成一水性反應混合物，該步驟包括以下步驟：

提供二氧化碳；以及

提供包含一反應物的一水性反應溶液；以及

將該水性反應混合物經受一高能量電子束，該高能量電子束經定位以在一螺旋反應腔室內照射該水性反應混合物，其中該高能量電子束起始介於二氧化碳與該反應物之間的一反應，以產生一反應產物。

2. 如請求項第 1 項所述之方法，其中該水性反應溶液包括一混合漿料。
3. 如請求項第 1 項所述之方法，其中，將二氧化碳起泡進至該水性反應溶液，以形成該水性反應混合物。
4. 如請求項第 1 項所述之方法，其中該反應物包含一鹼性物質，該鹼性物質選自由 KOH 、 NaOH 、 Ca(OH)_2 、 Mg(OH)_2 、 Ba(OH)_2 以及 LiOH 構成之群組。
5. 如請求項第 4 項所述之方法，其中該反應產物包含一碳酸鹽、一碳酸氫鹽、或其組合。

6. 如請求項第 5 項所述之方法，其中該反應產物包含碳酸鈉或碳酸氫鈉。
7. 如請求項第 4 項所述之方法，其中該鹼性物質為 KOH，而該反應產物包含鉀。
8. 如請求項第 4 項所述之方法，其中該鹼性物質為 LiOH，而該反應產物包含鋰。
9. 如請求項第 1 項所述之方法，其中該反應物包含水、氨及氯化鈉，而該反應產物包含碳酸氫鈉以及氯化銨。
10. 如請求項第 1 項所述之方法，其中該水性反應溶液進一步包含一催化劑。
11. 一種處理一固體或液體廢棄材料的方法，其包含以下步驟：
接收包含一反應物的一固體或液體廢棄材料；
在一反應腔室中結合二氧化碳與該固體或液體廢棄材料，其中該反應腔室為捲繞成螺旋狀之一管線；以及
將一高能量電子束導入該反應腔室，其中該高能量電

子束起始二氧化碳與該反應物之間的一反應，以形成一反應產物。

12.如請求項第 11 項所述之方法，其中該反應物包含從該固體或液體廢棄材料所排放的甲烷，以及，該反應產物包含乙醇及氧。

13.如請求項第 11 項所述之方法，其中該反應物包含氯化鈉，以及從該固體或液體廢棄材料所排放的甲烷與氮；且其中該反應產物包含碳酸氫鈉、氯化銨、乙醇以及氧。

14.一種用於處理廢棄物的設備，其包含：

一輸入通口，其連接一二氧化碳源；

一注入通口，其用於注入材料，其中該材料為固體、液體或其組合；

一混合腔室，其連接該輸入通口與該注入通口；

一混合轉子，其配置於該混合腔室內，以混合二氧化碳與該材料；

一螺旋反應腔室，其連接該混合腔室；

一高能量電子束，其經定位以照射該螺旋反應腔室中所含的該二氧化碳以及該材料，其中該高能量電子束起始該二氧化碳與該材料之間的一反應，以形成一反應產物；以及

一輸出通口，其連接該螺旋反應腔室。

15.如請求項第 14 項所述之設備，其中二氧化碳被起泡通過該輸入通口進入該混合腔室，且注入至該混合腔室的該材料為包含一鹼性物質的一水溶液或混合漿料。

16.如請求項第 15 項所述之設備，其中該鹼性物質選自由 KOH、NaOH、Ca(OH)₂、Mg(OH)₂、Ba(OH)₂ 以及 LiOH 構成之群組，而該反應產物包含一碳酸鹽、一碳酸氫鹽，或其組合。

17.如請求項第 14 項所述之設備，其中該材料是排放甲烷的一廢棄材料，而該反應產物包含乙醇與氧。

18.如請求項第 14 項所述之設備，其中該材料包含氯化鈉以及排放甲烷與氮的一廢棄材料，且該反應產物包含碳酸氫鈉、氯化銨、乙醇以及氧。

19.如請求項第 14 項所述之設備，其中該螺旋反應腔室包含一貯存槽，該貯存槽用於收集該反應產物，且其中該貯存槽具有一存取通口，該存取通口使貯存槽中所收集的反應產物得以移出。

20.如請求項第 14 項所述之設備，其中該螺旋反應腔室

包含管路或管線。

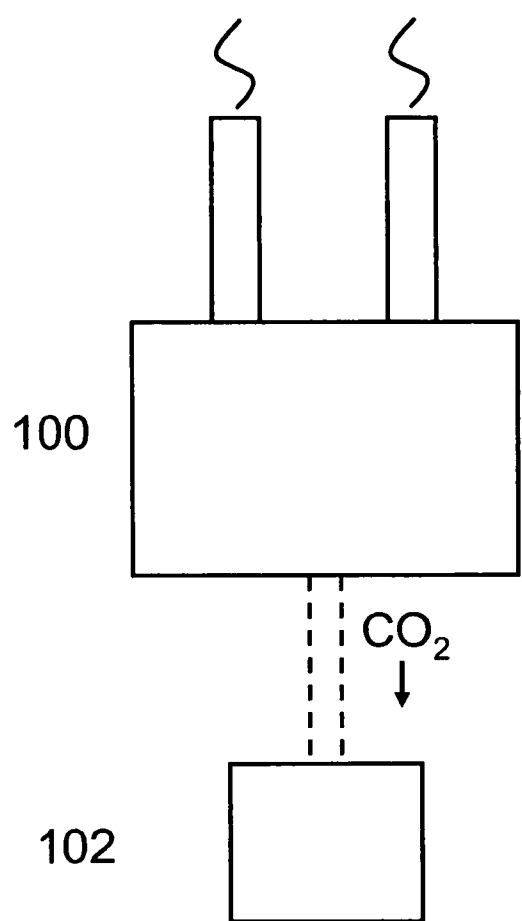
21.如請求項第 20 項所述之設備，其中該捲繞的管路或管線以一螺旋狀捲繞。

22.如請求項第 14 項所述之設備，其進一步包含一氣體排放器。

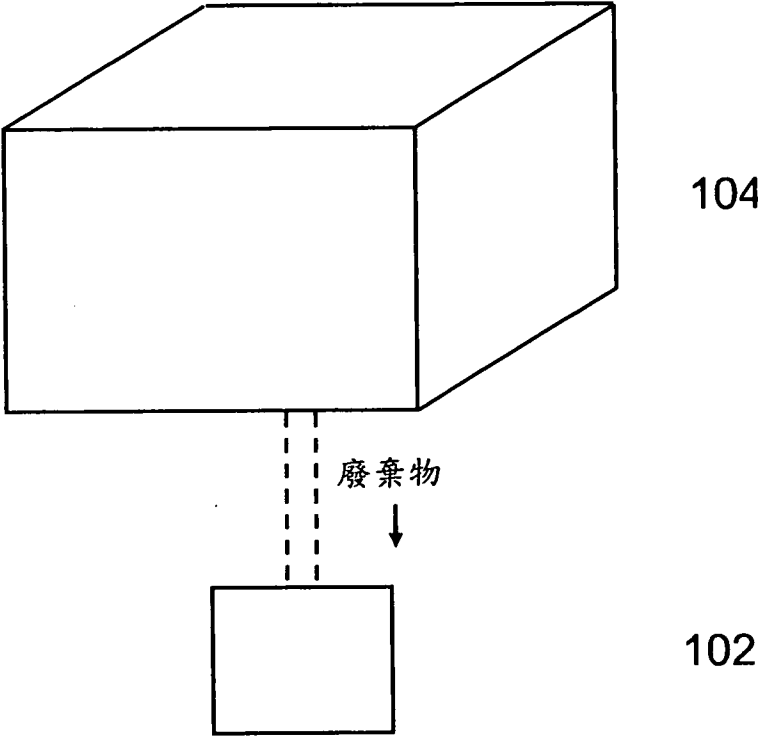
23.如請求項第 14 項所述之設備，其進一步包含一收集通口，該收集通口用於收集一固體或液體副產物，且其中一氣體副產物被導出該輸出通口。

24.如請求項第 14 項所述之設備，其進一步包含一加熱元件，該加熱元件經定位以助於在該螺旋反應腔室內發生的反應。

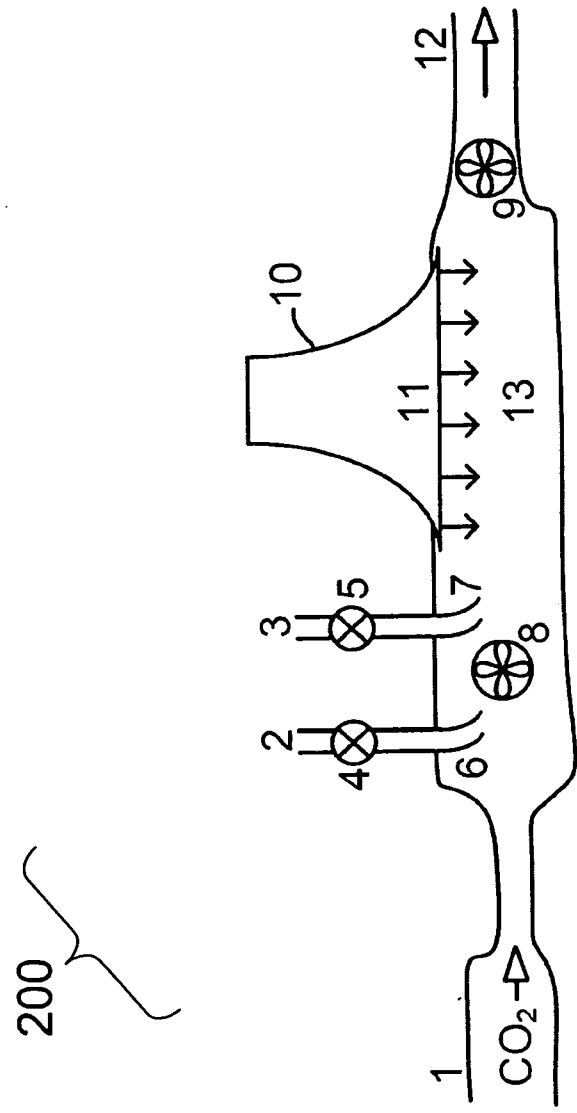
25.如請求項第 14 項所述之設備，其進一步包含一冷卻元件，該冷卻元件經定位以冷卻該設備中的二氧化碳。



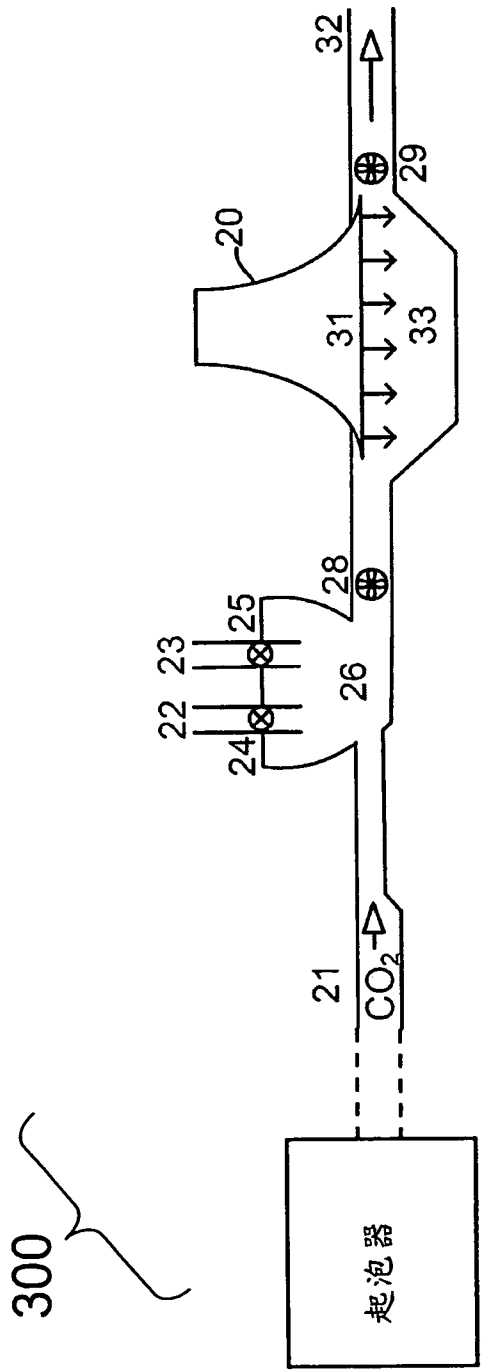
第1A圖



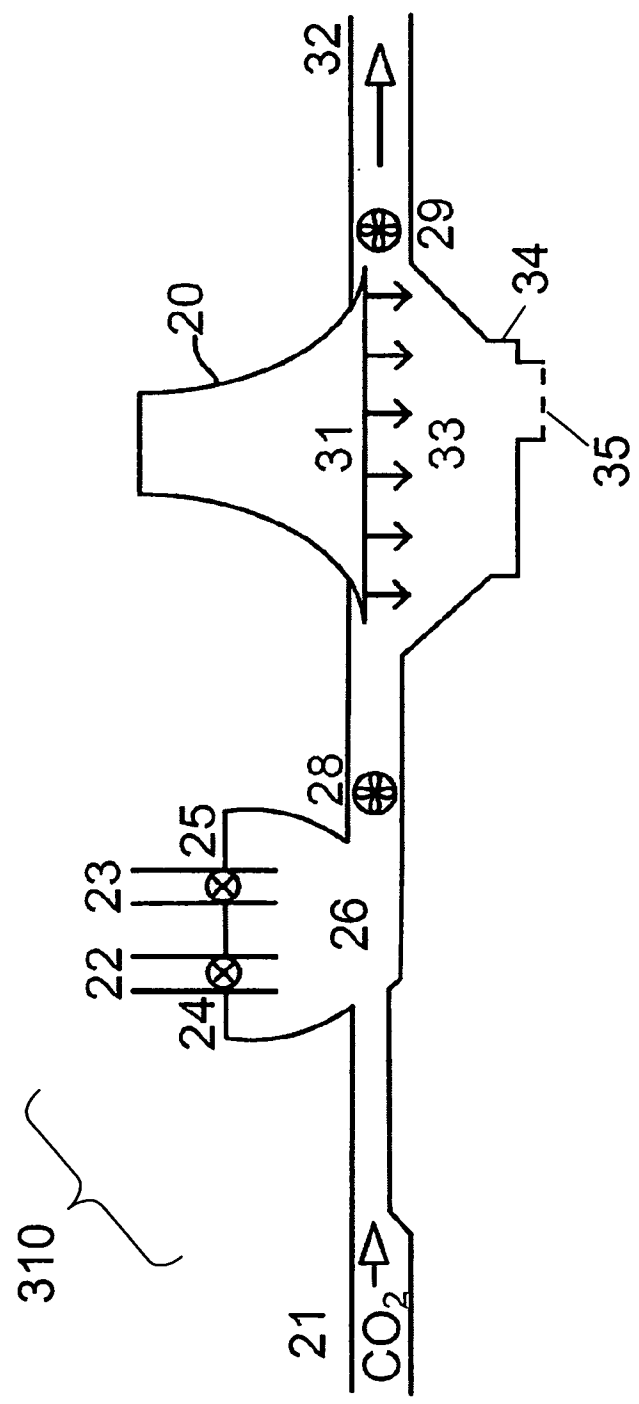
第1B圖



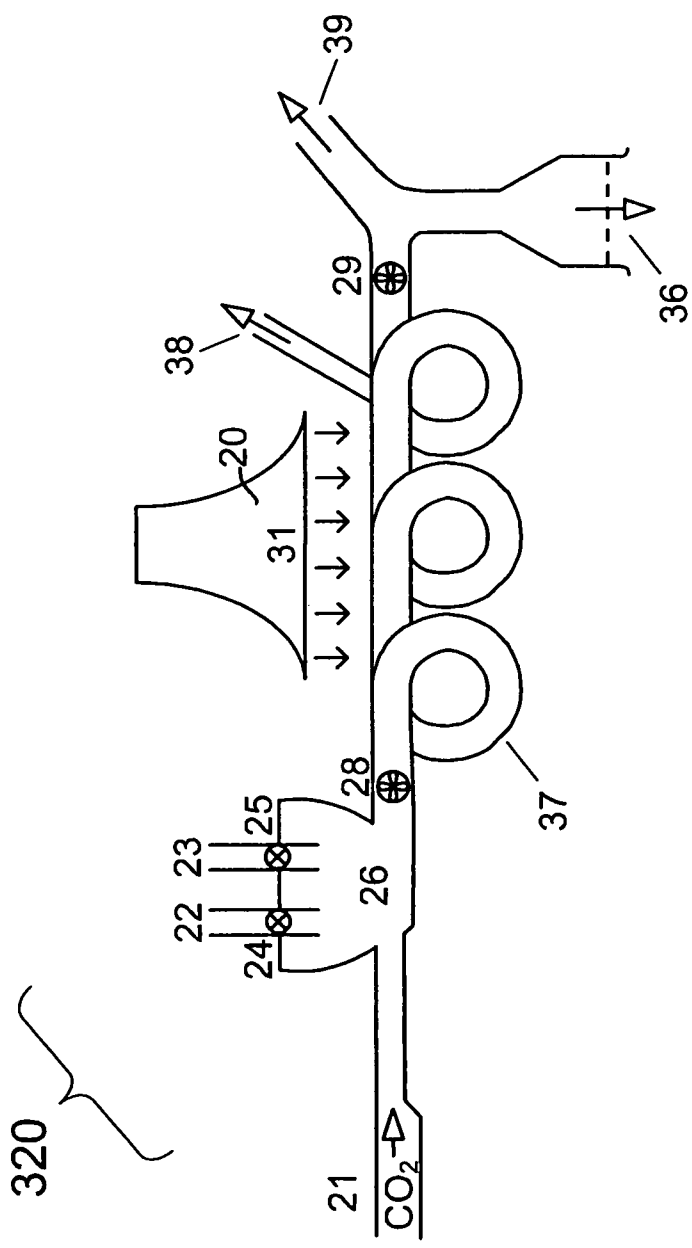
第2圖



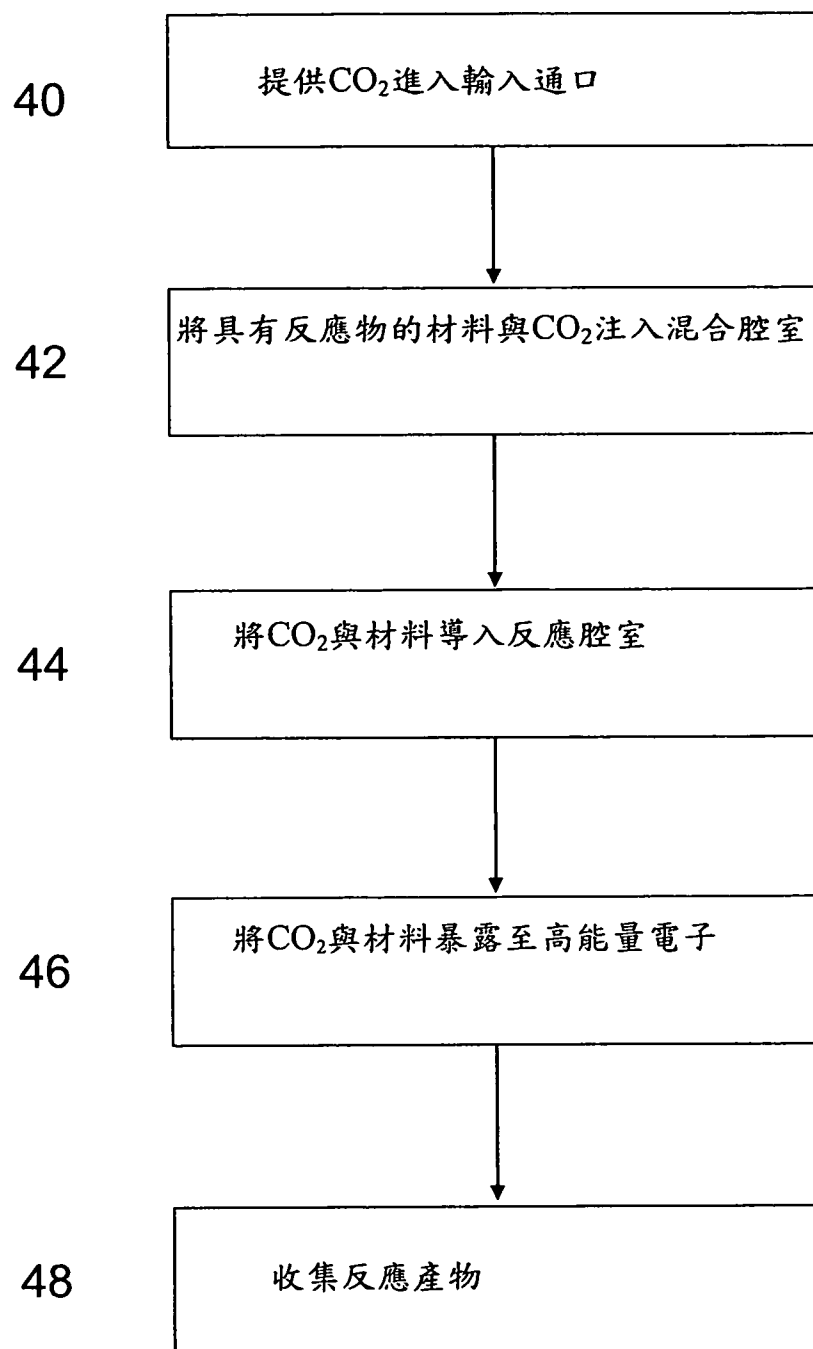
第3A圖



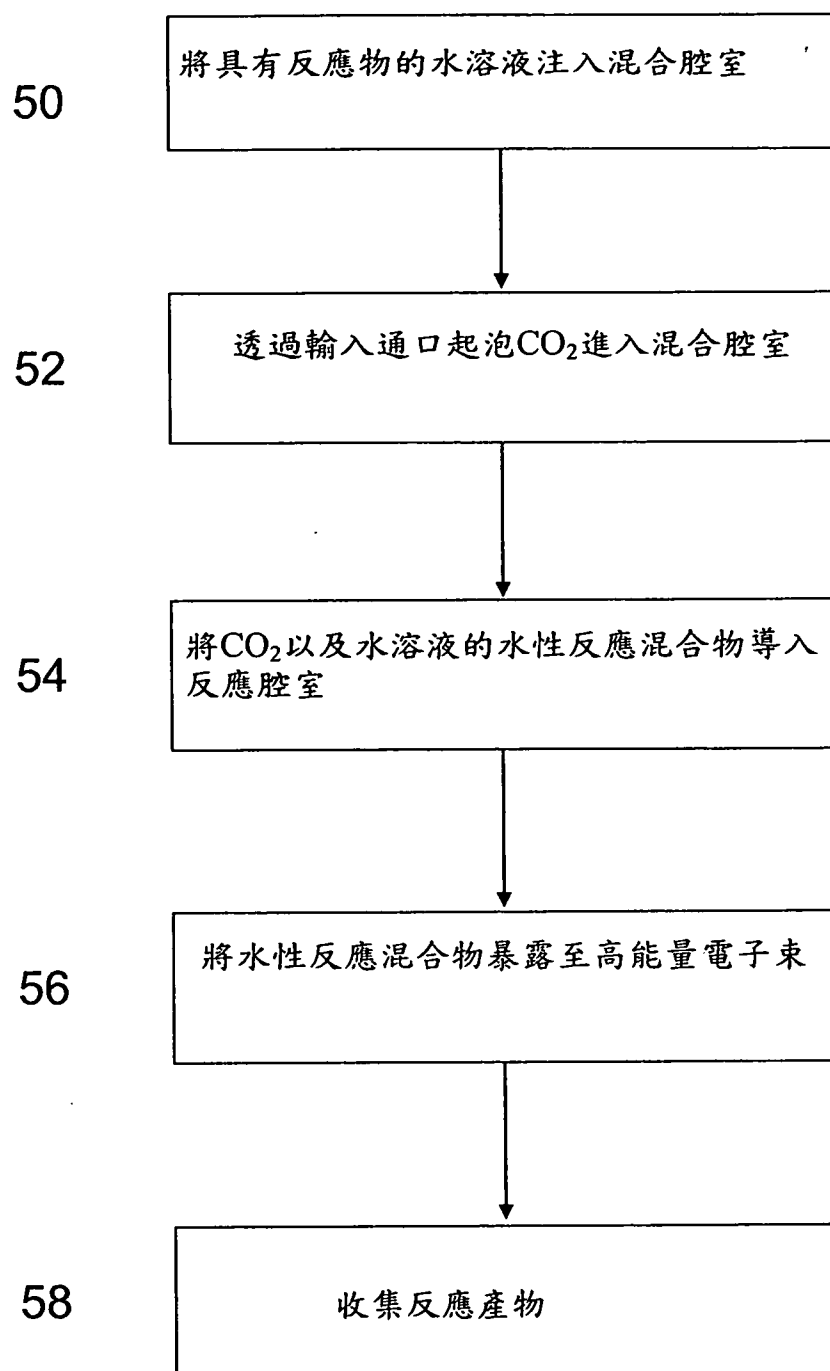
第3B圖



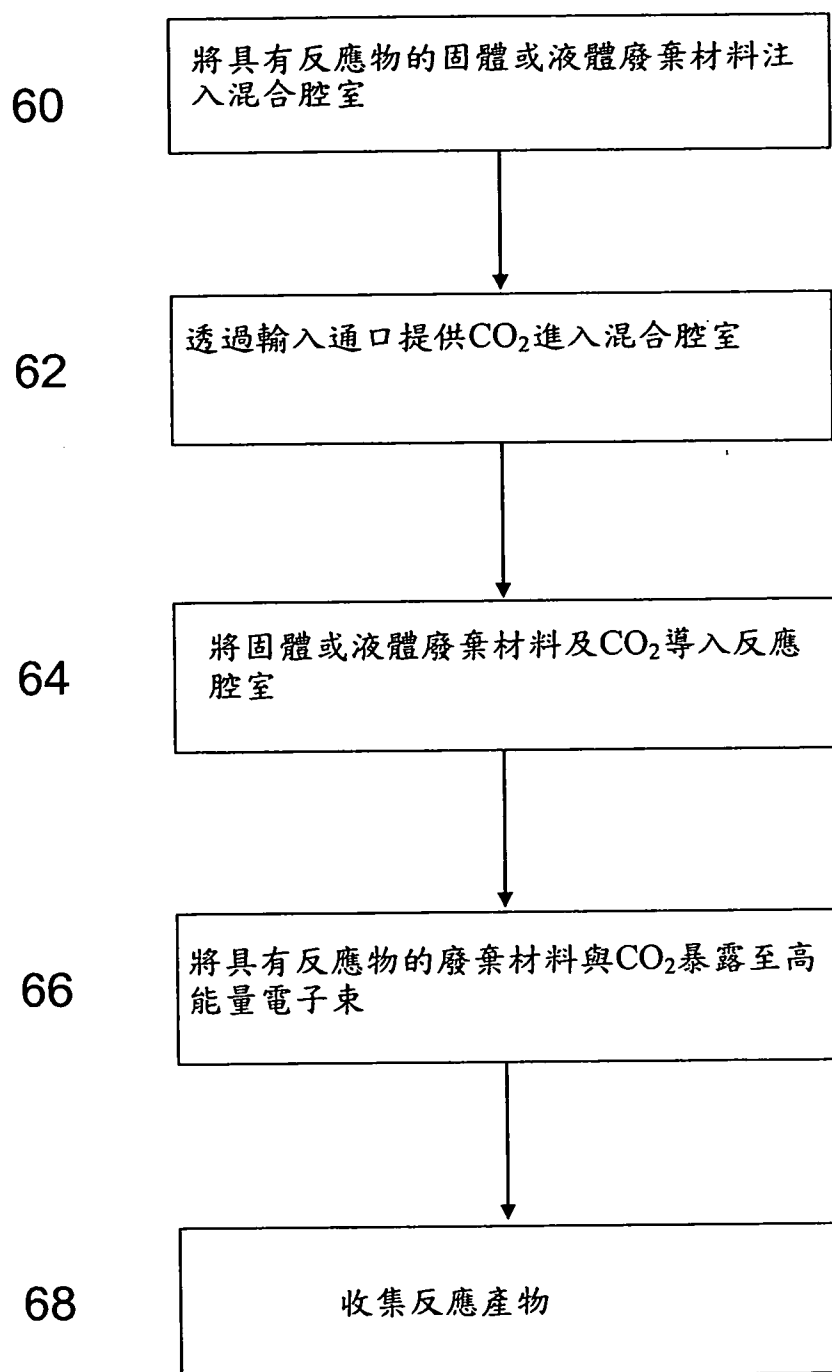
第30圖



第4圖



第5圖



第6圖