



(21)申請案號：103132191

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 17 日

(51)Int. Cl. : B09C1/00 (2006.01)

B09C1/06 (2006.01)

(30)優先權：2013/09/17 美國

61/878,625

(71)申請人：瑞塔羅公司 (美國) RETERRO, INC. (US)

美國

(72)發明人：布蘭迪 派崔克 理查 BRADY, PATRICK RICHARD (US)；德斯馬瑞斯 布萊恩 DESMARAIS, BRIAN (US)

(74)代理人：張煌壠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 41 頁

(54)名稱

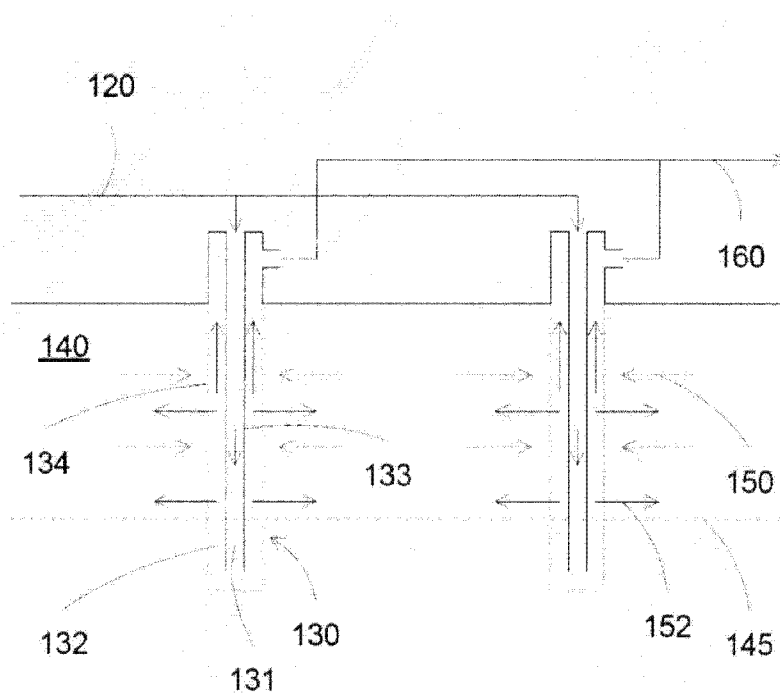
原位熱去吸附處理

IN-SITU THERMAL DESORPTION PROCESSES

(57)摘要

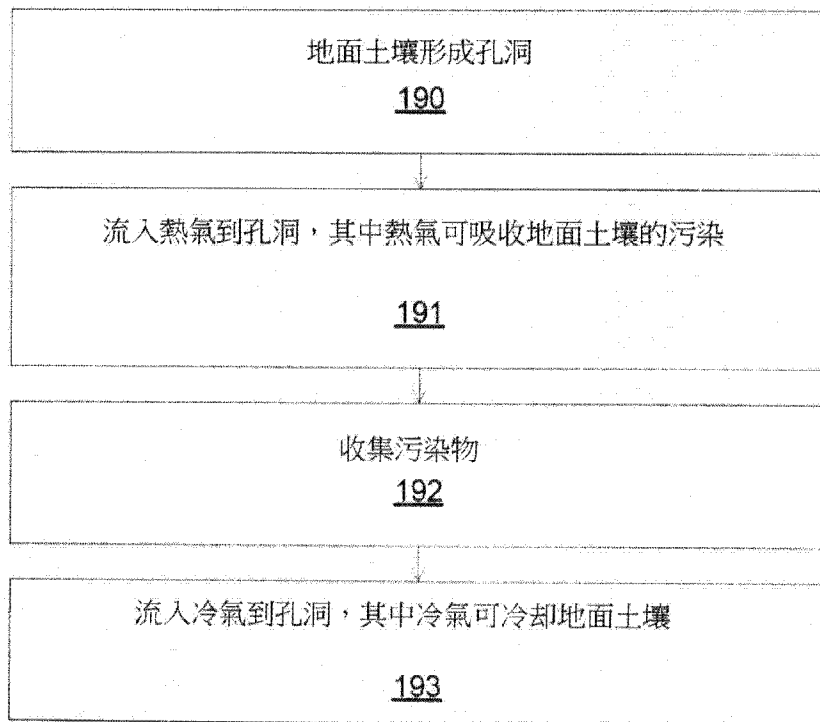
受汙染土壤可原位清理，不需挖掘處理。加熱的氣體可注入至受汙染土壤，加熱土壤來蒸發污染物。使用真空析取可析取揮發性污染物。冷卻空氣注入至已清理的土壤可防止總有機碳的劣化。

Contaminated soil can be in-situ cleaned without an excavation process. Heated gas can be injected to the contaminated soil to heat the soil for vaporizing the contaminants. Vacuum extraction can be used for extracting the volatile contaminants. Cool air can be injected to the cleaned soil to prevent total organic carbon degradation.



第 1A 圖

- 120 . . . 熱氣體
- 130 . . . 井點
- 131 . . . 內部導管
- 132 . . . 外部導管
- 133 . . . 內部壁部
- 134 . . . 外壁
- 140 . . . 污染的地面土壤
- 145 . . . 地下水位
- 150 . . . 揮發性污染物流動
- 152 . . . 通過
- 160 . . . 排氣



第 1B 圖

發明摘要

※ 申請案號： 103132191

※ 申請日： 103.9.17

※IPC 分類：

B09C1/00(2006.01)
B09C1/06(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

原位熱去吸附處理

In-situ thermal desorption processes

【中文】

受汙染土壤可原位清理，不需挖掘處理。加熱的氣體可注入至受汙染土壤，加熱土壤來蒸發污染物。使用真空析取可析取揮發性污染物。冷卻空氣注入至已清理的土壤可防止總有機碳的劣化。

【英文】

Contaminated soil can be in-situ cleaned without an excavation process. Heated gas can be injected to the contaminated soil to heat the soil for vaporizing the contaminants. Vacuum extraction can be used for extracting the volatile contaminants. Cool air can be injected to the cleaned soil to prevent total organic carbon degradation.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 120 熱氣體
- 130 井點
- 131 內部導管
- 132 外部導管
- 133 內部壁部
- 134 外壁
- 140 污染的地面土壤
- 145 地下水位
- 150 揮發性污染物流動
- 152 通過
- 160 排氣

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

原位熱去吸附處理

In-situ thermal desorption processes

【相關申請案】

【0001】 本申請案主張美國臨時專利申請案序號第61/878,625號的優先權，其申請於2013年9月17日，標題為「*In-situ thermal desorption processes*」，其在此以引用之方式併入本文。

【技術領域】

【0002】 本案為一種原位熱去吸附處理，尤指土壤的原位熱去吸附處理。

【先前技術】

【0003】 使用石油碳氫化合物作為燃料源在社會中係普遍存在的。因此，大量處理與儲存石油碳氫化合物產物。處理與儲存石油碳氫化合物的相關風險係在處理期間可能溢出或在儲存期間可能洩漏。因為石油碳氫化合物的溢出與洩漏相關的負面環境影響，已經在地方、州與聯邦的層級建立了法規。這些法規主要著重在防止石油碳氫化合物釋放至環境的發生。這些法規也具有防備，要求責任當局整治至環境的石油碳氫化合物釋放。

【0004】 在從土壤整治石油碳氫化合物的領域中，有兩個基本方法：

施加處理技術至在定位的土壤(原位),或者施加處理技術至挖掘的土壤(非原位)。每一方法各有優缺點,且根據每一石油碳氫化合物釋放的特定位置環境來選擇該方法。

【0005】 原位熱去吸附技術可包含涉及將熱桿插入至地面土壤中來加熱地面土壤的技術,這可釋放揮發性污染物。

【0006】 原位的處理是必要的,因為它在處理程序時,可有效減少人力、時間與能量,且對環境友善。

【發明內容】

【0007】 在一些實施例中,本發明揭示用於原位處理受污染土壤而不需挖掘處理的系統與方法。加熱的氣體可注入至受污染土壤,以加熱土壤來蒸發污染物。使用真空析取,可析取揮發性污染物。冷卻空氣可注入至已清理的土壤,以防止總有機碳的劣化。

【0008】 在一些實施例中,本發明揭示用於原位循環處理受污染地面土壤的系統與方法。在高壓狀態中,熱氣體流動可進入地面土壤中,加熱土壤且蒸發污染物。在低壓狀態中,蒸發的污染物可吸引至低壓區域,從土壤移除污染物。冷卻空氣可注入至已清理的土壤,以防止總有機碳的劣化。

【圖式簡單說明】

【0009】

第1A-1B圖為本案較佳實施例之原位蒸發去吸附(Desorption)的示意圖;

第2A-2F圖為本案較佳實施例之用於插入雙壁井點(Dual Wall Well Point)至地面土壤的處理；

第3A-3B圖為本案較佳實施例之井點至地面土壤的配置；

第4圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附處理的雙壁組件；

第5圖為本案較佳實施例之用於從地面土壤吸引污染物流動的另一配置；

第6圖為本案較佳實施例之原位熱去吸附配置；

第7A-7C圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附的循環處理；

第8A-8C圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附的循環處理；

第9圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附處理的流程圖。

【實施方式】

【0010】 在一些實施例中，本發明係關於一種處理與設備，用於來自受污染泥土的揮發性污染物之非燃燒式(Noncombustive)熱去吸附。該泥土可包含焦油沙、油沙、油葉岩、瀝青、池塘沈澱物、與水槽底部沈澱物。污染的濃度可為低濃度（例如，小於大約3%）或高濃度（例如，大於大約3%）。該處理可提供污染的裂解，及/或回收利用可冷凝的污染，然後氧化與處理不可冷凝的回收流出物，其可回收使用作為熱去吸附處理氣體。

【0011】 低濃度受污染泥土的揮發性污染物之非燃燒式熱去吸附係敘述在美國專利第6,829,844號(Brady等人)中，其內容在此引用全部併入。熱去吸附係打算從多孔的媒介移除有機污染，多孔的媒介例如是土壤、岩石、黏土或具有低有機污染的其他多孔的媒介（低於3%的有機污染），其中

脫水電性加熱的大氣空氣係使用作為主要的處理氣體。高有機汙染（大於3%）需要惰性（低氧）處理氣體來防止爆炸。

【0012】 在一些實施例中，本發明係關於一種處理與設備，用於使用非燃燒式加熱的新鮮處理氣體（例如，空氣）來原位處理土壤與岩石，以從土壤與岩石的混合物熱去吸附汙染，例如，該等土壤與岩石係在土地中未被挖掘時受到處理。

【0013】 在一些實施例中，提供熱去吸附技術應用至土地中受汙染土壤的靜態配置。藉由透過蒸發去吸附處理移除土壤內的汙染，熱去吸附技術可使土壤恢復至其未受汙染狀態。為了提供有效率的整治處理，可使用不同的溫度設定來處理不同的受汙染土壤，且因此可測試受汙染土壤的樣本，以決定合適的處理狀況。

【0014】 在一些實施例中，提供系統與方法，以提供來自地面土壤的高濃度碳氫化合物汙染物的熱去吸附，該土壤例如為焦油沙、油沙、油葉岩、瀝青、池塘沈澱物、與水槽底部沈澱物。

【0015】 加熱的處理氣體可引入至地面土壤，以加熱地面土壤與受汙染泥土。熱氣抽出物（例如，含有汙染的處理氣體）可從地面土壤抽出。繼續處理，直到從土壤完全移除汙染，例如，低於特定汙染位準。

【0016】 在一些實施例中，提供處理受汙染土壤的系統與方法，包含原位處理受汙染土壤，而不需挖掘處理。例如，加熱的氣體可注入至受汙染土壤，以加熱土壤來蒸發汙染物。在處理區域中可鬆動該土壤，例如，藉由螺旋鑽鑽孔或溝槽孔。硬土牆或撐板可用於側壁。可使用真空析取來

析取揮發性污染物。另外，可提供熱於雙壁井的內部導管中，以原位處理該土壤，隨後藉由冷卻空氣來防止總有機碳劣化。

【0017】 在一些實施例中，乾燥的熱（～ 600 - 1200 F）空氣可循環至雙壁驅動井點。雙壁驅動井點可包含具有穿孔的外部導管，以及外部導管內一較小直徑的導管。內部導管係用於注入乾燥的熱空氣至雙壁井點的底部中。熱空氣返回至表面，例如，利用安裝在輸出模組的可變頻驅動吸氣風扇。通過雙壁井點的熱空氣循環產生熱於地下土壤中。當熱空氣返回至表面時，冷卻熱空氣。該冷卻減少空氣的體積，這接著將土壤蒸氣吸進雙壁井點套管中。析取的空氣體積透過加熱的催化劑進行處理。

【0018】 在一些實施例中，可變頻驅動吸氣風扇受到PLC的控制，隨著析取的蒸氣溫度上升，PLC將逐漸增加井點的真空。增加真空的淨效果可將含有污染物的土壤蒸氣吸進井套管中。

【0019】 在一些實施例中，可於處理後冷卻該土壤，以停止自然發生的總有機碳（TOC, total organic carbon）的劣化（例如，丙酮與甲基乙基酮（MEK）的產生）。在熱處理之下，地下熱土壤保持熱達一段長時間。具有高TOC濃度（其通常可在細晶粒的土壤中發現）的熱土壤會表現出TOC的不受控制的熱劣化，導致丙酮與MEK的產生。

【0020】 在一些實施例中，可提供方法，以受控制的方式冷卻地下土壤。例如，一旦熱處理完成時，冷卻空氣係循環通過驅動井點。丙酮與MEK蒸汽吸入至井套管中，並且透過輸出模組處理。循環冷卻空氣，直到溫度已經展現顯著的冷卻趨勢。抽水時係通過井點，成為最後的冷卻作用，這將停止TOC熱劣化。

【0021】 在一些實施例中，從加熱的催化劑可回收餘熱。熱交換器可移動餘熱至井點套管。當到達PLC設定點時，熱回收空氣可提供給自陶瓷加熱器使用。一旦回收的熱空氣開始作用，陶瓷加熱器會降低其流量。

【0022】 在一些實施例中，井點陣列將放置為正三角形，離中心大約6至9英尺。當成功處理時，每一井點將會從地下拉動。位於井點頭部的犧牲驅動點將保持在孔中。當井點移除時，斑脫土泥漿(Bentonite Slurry)之潑灑係通過井套管，以適當地中止井孔(Well Bore)。

【0023】 第1A-1B圖為本案較佳實施例之原位蒸發去吸附的示意圖。在第1A圖中，井點130可驅動至污染的地面土壤140。井點可放置低於地下水位145，地下水位145為飽和水的區域的上表面。通常，低於一定的深度，如果滲透性足夠保持水的話，土地飽和有水，形成飽和水的區域。井點130可包含雙壁結構，例如導管或軟管，形成內部導管131於外部導管132內，內部壁部133分隔內部導管與外部導管。井點的外壁134可有穿孔，以允許氣態材料與地面土壤的交換。例如，熱氣體可進入井點，且通過穿孔的壁部而進入地面土壤。熱氣體可加熱地面土壤，藉由已加熱的井點或藉由進入地面土壤的熱氣體。地面土壤中的污染可受到加熱揮發，且通過穿孔的壁部而流至井點。在一些實施例中，穿孔的外壁可包含不銹鋼絲纏繞的井屏幕，以提供最大的開放面積給蒸氣流動。

【0024】 作業時，熱氣體120可流動至內部導管131，並且通過外部導管132返回，且至排氣160。在返回期間，例如，當沿著外部導管132流動時，一部分的熱氣體可通過152外壁134的穿孔至地面土壤。熱井點130、沿著外部導管的熱氣體流動以及熱氣體流動152可加熱在井點130的附近中的地面

土壤。當地面土壤受到加熱時，地面土壤中的污染物可被蒸發。例如，污染物可為液體形式、混合在地面土壤中的碳氫化合物污染物。當土壤加熱至大約1000°F的溫度時，液態碳氫化合物可改變相態，例如，變成揮發性。揮發性污染物流動150可進入外壁134的穿孔，並且可與返回的熱氣體一起行進，以在排氣160處被收集。例如，在地面土壤處，蒸發的污染物可為高濃度，並且因此可遷移至井點。蒸發的污染物可回收，例如，藉由冷凝排氣流動160的碳氫化合物污染物。

【0025】 部分真空（例如，低壓狀態）可形成在外部導管132處，以協助產生污染物流動150。部分真空可藉由溫度梯度或藉由壓力梯度而形成。例如，在外部導管之井點的底部的熱氣體較熱，且沿著外部導管的長度逐漸冷卻。溫度梯度可產生壓力梯度，例如，在外部導管的低壓狀態，其可從地面土壤區域吸引污染物流動150。在外部導管處的壓力梯度也可藉由白努利效應（Bernoulli effect）形成，例如，藉由沿著外部導管返回的熱氣體的流率的改變。例如，外部導管的橫剖面的變化可產生不同的流速，導致不同的壓力狀態。底部大的橫剖面以及頂部小的橫剖面可產生較高的流動於頂部處，導致較低的壓力在頂部處。低壓可從地面土壤區域吸引污染物流動150。

【0026】 第1B圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附處理的流程圖。熱氣體可引入至地面土壤，加熱地面土壤與地面土壤中的污染物。污染物可蒸發，且蒸發的污染物可與返回的熱氣體一起被擷取。單壁或雙壁井點可用於接收該熱氣體。

【0027】 作業190於地面土壤中形成孔。土壤可為污染的土壤，例如，

具有碳氫化合物污染物嵌入其中的土壤。該孔可藉由插入中空의 導管（例如，單壁或雙壁井點）來形成。該孔可為中空導管內的中空容積。該孔也可藉由插入與抽出導管、在地面土壤中留下孔而形成。該孔可具有孔的內部與地面土壤之間的流體連通。例如，針對空的孔（例如，藉由插入且然後抽出軟管所形成的孔），該孔可自動具有流體連通，因為孔的壁部為地面土壤材料，其係多孔的並且可允許液體或氣體通過。針對井點孔（例如，藉由插入井點至地面土壤所形成的孔），井點的外壁可為穿孔的，以允許流體連通於地面土壤。

【0028】 在一些實施例中，可形成多個孔，以橫向相等的距離分隔6與9英尺之間的距離。孔之間的距離可選擇成使得污染物可析取至孔中。

【0029】 作業191流動熱氣體至孔。例如，熱氣體可流動至空孔的內部，例如至地面土壤中的空孔的內部容積。熱氣體可流動至空孔中的井點的內部，例如至雙壁井點的內部導管，其設置在地面土壤中。熱氣體可配置來去吸附地面土壤中的污染物。例如，熱氣體可加熱地面土壤，並且蒸發可揮發性的污染物。揮發性污染物可離開地面土壤，例如藉由被吸引至孔，並且與熱氣體一起逸出該孔。熱氣體可具有高於地面土壤的溫度之溫度。熱氣體可具有高於地面土壤中的污染物的蒸發溫度之溫度。例如，熱氣體的溫度可為600與1200 °F（大約300 - 650 °C）之間。

【0030】 作業192收集污染物。例如，熱氣體可進入且然後與污染物一起離開該孔。熱氣體與污染物可通過熱交換器，其中污染物會冷凝並且被收集。

【0031】 在從地面土壤析取污染物之後，作業193流動冷卻氣體至該

孔。冷卻氣體可具有低於熱氣體的溫度之溫度。冷卻氣體可具有室溫，室溫的空氣可流動至該孔。例如，冷卻氣體的溫度可為大約室溫（50 - 100°F 或 10 - 40 °C 之間）。冷卻氣體可配置來冷卻地面土壤，例如，在已經從受污染地面土壤移除所有污染物之後。地面土壤的立即冷卻可防止損傷地面土壤，例如，藉由停止地面土壤中的有機碳的劣化。

【0032】 在一些實施例中，在插入井點之前，地面土壤可鬆動，例如，藉由螺旋鑽鑽孔或溝槽孔。

【0033】 第2A-2F圖為本案較佳實施例之用於插入雙壁井點至地面土壤的處理。在第2A-2C圖中，可驅動螺旋鑽鑽頭230至地面土壤240，之後從地面土壤240撤回。螺旋鑽頭230周圍的土壤245可鬆動。在第2D-2E圖中，硬土的壁部或撐板247可豎立在鬆動的受污染土壤的周圍。井點230可插入至地面土壤。在第2F圖中，熱氣體220可流動至井點230的內部導管。熱氣體260可從井點230的外壁返回，流動250可從地面土壤攜帶揮發性污染物。鬆動的土壤245可促進污染物流動250，例如，增加地面土壤的有孔性，使污染物流動變容易。

【0034】 第3A-3B圖為本案較佳實施例之井點至地面土壤的配置。在第3A（a）圖中，井點330可包含鰭部335，例如，形成螺旋狀結構。井點可驅動至地面土壤340，例如，藉由旋轉井點，利用螺旋狀鰭部來鬆動周圍的土壤。在第3A（b）圖中，熱氣體320可流動至井點330的內部導管。熱氣體可從井點330的外壁返回，攜帶流350自地面土壤的揮發性污染物。鬆動的土壤345可促進污染物流動350，例如，增加地面土壤的有孔性，使污染

物流動變容易。

【0035】 第3B圖為井點配置的頂視圖。多個井點330可以以等邊三角形配置，其中每兩相鄰井點之間有相似或相同距離332。井點間的距離332可在6與9英尺之間（或1.5與3公尺之間）。熱氣體入口與出口的歧管可放置在井點之間，例如，交替於兩列井點之間。例如，熱氣體入口320的歧管362可放置於第一的兩列井點之間。接收返回的熱氣體出口360之歧管363可放置於第一的兩列井點的一列以及相鄰列的井點之間。

【0036】 在一些實施例中，本發明的系統與方法係用於碳氫化合物污染土壤的原位熱去吸附。熱氣體可流動至地面土壤，且然後返回，例如，至回收組件。熱氣體可加熱地面土壤，以轉化碳氫化合物污染物成揮發性污染物，例如，蒸發該液態的碳氫化合物污染物。返回的熱氣體可吸引揮發性污染物，例如，藉由產生低壓狀態，因此揮發性污染物可從地面土壤流動，以合併於返回的熱氣體，例如，由回收組件進行處理。

【0037】 在一些實施例中，本發明揭示的系統與方法係用於產生低壓狀態，以從附近的地面土壤回收揮發性污染物。雙壁組件可配置來接受熱氣體流動，且然後回送用過的熱氣體，雙壁組件包含由外部導管圍繞的內部導管。例如，熱氣體可進入雙壁組件的內部導管，流至雙壁組件的底部，並且藉由雙壁組件的外部導管回送。

【0038】 在一些實施例中，雙壁組件可配置成使得當熱氣體從內部導管返回時，低壓狀態可建立於外部導管處。低壓狀態可藉由改變返回的熱氣體流動的溫度而形成。例如，熱氣體可在外部導管的底部處較熱，且在外部導管的頂部處變得較冷，其中溫度的降低是由於至周圍地面土壤的熱

損失。外部導管的外壁可為穿孔的，例如，藉由具有孔或狹縫，或者藉由使用井屏蔽幕作為雙壁組件的外壁。穿孔可協助增加至周圍地面土壤的熱損失，例如藉由通過穿孔至地面土壤的熱流動。外部導管中的熱氣體流動的溫度差異可導致氣體壓力差，其中在氣體的較熱部分處有較高的壓力，且在氣體的較冷部分處有較低的壓力。低壓部分可有助於產生來自地面土壤的污染物流動，通過穿孔，並且合併於該熱氣體流動。藉由從地面土壤中移除污染物，污染物的流動可作用來清理地面土壤。

【0039】 在一些實施例中，雙壁組件可配置來使用返回的熱氣體流動，根據白努利原理，在外部導管處產生低壓狀態。通常，根據白努利原理，較高的流動可導致較低的壓力，因此外部導管可配置成在外部導管的底部處具有較低的氣體流動，且在外部導管的頂部處具有較高的氣體流動。例如，外部導管可在底部處具有較高的流動傳導性，例如具有較高的橫剖面，相較於外部導管的頂部來說。替代地或額外地，外部導管的出口處的橫剖面面積減小也可產生較高的氣體流動，導致較低的壓力。

【0040】 第4圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附處理的雙壁組件。雙壁組件430（例如，井點）可包含內部導管431在外部導管432內。內部壁部433可用於分隔內部導管431與外部導管432。外壁434的一部分可為穿孔的，例如，具有孔或狹縫來連通於周圍的土壤。

【0041】 外部導管可配置成在底部處具有較低的流速，相較於頂部處的流速來說。例如，內部壁部433可為錐形的，使得在底部處有較大的橫剖面的外部導管。另外，限制器465可設置在雙壁組件的出口處，限制器465可產生較高的流速。速度差可產生壓力差，壓力差可協助從周圍的土壤吸

引揮發性成分。

【0042】 雙壁組件430可驅動至地面土壤440，例如，在汙染土壤的位置。尖頭439可耦接至雙壁組件的一端，以使插入雙壁組件至地面土壤變容易。此外，在插入雙壁組件之前，土壤可鬆動，及/或可形成多孔壁於土地中。雙壁組件可插入至低於地下水位445的點，例如，以有效地處理汙染。多個雙壁組件可彼此放置在相等的距離處，例如，以處理大的汙染土地區域。

【0043】 在操作中，熱氣體420可提供至雙壁組件430、導熱蒸氣升舉井點，導熱蒸氣升舉井點使用主要的熱傳送（例如，熱氣體420），以從地面土壤升舉蒸氣。熱氣體可包含乾燥氣體（例如，用於處理濕的受汙染土壤之乾燥熱氣體），或濕氣體（例如，用於處理乾燥的受汙染土壤之濕熱氣體）。其它熱氣體的配置都可使用，例如具有添加劑的熱氣體，例如具有乙醇萃取添加劑的熱氣體。熱空氣可為大約1000°F，例如在600至1200°F之間，或800與1200°F之間。熱氣體420可從加熱器/鼓風機系統470來產生。

【0044】 熱氣體420可進入內部導管431，並且沿著外部導管432返回。返回的熱氣體流動460可藉由限制器465來攔截，導致在外部導管432處較高的流動與較低的壓力。熱氣體流動可沿著雙壁組件430的外壁434從穿孔釋放452至周圍的地面土壤。外部導管432中返回的熱氣體流動的熱損失可沿著外部導管形成溫度差，導致在外部導管432處的低壓。

【0045】 熱氣體的釋放452至地面土壤可加熱地面土壤與地面土壤中的汙染物，將汙染物轉換成蒸氣。地面土壤處的高壓（由於液體汙染物被蒸發成蒸氣汙染物）以及外部導管處的低壓（由於沿著外部導管的溫度差

與流動差)可驅動蒸氣污染物從周圍的地面土壤至外部導管，產生通過穿孔的外壁434之污染物流動450，以合併於外部導管中返回的熱氣體流動。

【0046】 具有熱氣體流動的雙壁組件可原位處理污染的地面土壤(例如，不需挖掘土壤)，產生用於移除污染之有成本效益的方式。

【0047】 第5圖為本案較佳實施例之用於從地面土壤吸引污染物流動的另一配置。雙壁組件530(例如，井點)可包含內部導管531在外部導管532內。內部壁部533可用於分隔內部導管531與外部導管532。外壁534的一部分可為穿孔的，例如，具有孔或狹縫來連通於周圍的土壤。如同所示，內部壁部533為直的，但是可使用錐形的內部壁部，例如，以產生流速差，這可在外部導管532處產生低壓狀態。

【0048】 額外的導管562可耦接至外部導管532的出口。高流動565可提供給導管562，這可在外部導管532處產生低壓狀態，吸引返回的熱氣體流動560以及污染物流動550。流動565可高於熱氣體流動520。流動565可具有低於熱氣體520的溫度之溫度，例如室溫。

【0049】 在操作中，熱氣體520以及提供至額外的導管562之額外的氣體565可一起提供至雙壁組件530。熱氣體520可進入內部導管531，且沿著外部導管532返回。熱氣體流動可沿著雙壁組件530的外壁534從穿孔釋放552至周圍的地面土壤。額外的氣體565可具有高流速，例如，以從外部導管532吸引返回的熱氣體。

【0050】 熱氣體的釋放552至地面土壤可加熱地面土壤540與地面土壤中的污染物，將污染物轉換成蒸氣。地面土壤處的高壓(由於液體污染物被蒸發成蒸氣污染物)以及外部導管處的低壓(由於額外的氣體565的高

流動)可驅動蒸氣污染物從周圍的地面土壤至外部導管，產生通過穿孔的外壁534之污染物流動550，以合併於外部導管中返回的熱氣體流動。

【0051】 在一些實施例中，從地面土壤析取的污染物可回收，例如藉由熱交換器來冷凝成液體形式。另外，返回的熱氣體可循環使用，例如，以減少能量消耗。

【0052】 第6圖為本案較佳實施例之原位熱去吸附配置。井點630可插入至受污染的地面土壤640中。熱氣體620可引入至井點630。返回的熱氣體660可包含揮發性的污染物（從地面土壤析取的）。

【0053】 鼓風機670（例如，可變吸氣風扇）可用來產生氣體流動，例如空氣流動。加熱器組件674（例如，陶瓷加熱器元件組）可用於加熱氣體流動，以產生熱氣體620來提供給井點630。選配的歧管676可用於分配熱氣體流動至多於一個的井點630。選配的處理組件672可用於處理熱氣體，例如藉由移除或添加水分，或藉由加入添加劑，例如乙醇。例如，處理組件672可包含頂部打開的乾燥劑罐，其可配置來乾燥該氣體，產生用於處理地面土壤的乾熱氣體620。處理組件672可包含水噴霧噴嘴，其可配置來潤濕該氣體，產生用於處理地面土壤的濕熱氣體620。處理組件672可包含噴嘴，用於噴灑其他添加劑，例如乙醇。

【0054】 包含返回的熱氣體與來自地面土壤的污染物流動之混合物流動660可受到處理，以回收污染物及/或再利用熱能，例如。

【0055】 回收組件可耦接至混合物流動660，以回收排氣處理氣體中的碳氫化合物的全部或一部分。回收組件可包含一或更多個熱交換器。污

染可冷凝並且流至相分離器，以回收來自熱交換器的冷凝液。重有機物、輕有機物、以及水可在相分離器中分離，且流過出口至收集槽。剩下的殘留物可排放至煙囪。

【0056】 例如，混合物流動660可通過加熱的催化劑684，且然後通過熱交換器686，用於回收污染物。例如，揮發性污染物可在熱交換器中冷凝，其維持比揮發性污染物的液化溫度更低的溫度。例如，透過具有PLC控制的催化劑氧化之鼓風機，乾燥的空氣供應688可提供至熱交換器686，這可控制排放氣體的溫度至大約600°F。熱交換器686的輸出可回送至加熱器674，用於再循環利用。

【0057】 混合物流動660可稀釋，例如，利用乾燥的空氣682，以維持該混合物流動中的污染物的濃度為低於爆炸限制。例如，乾燥的空氣可提供至混合物流動660，以提供製做的空氣，使得污染物蒸氣低於碳氫化合物污染物的爆炸下限的25%。選配的歧管680可用於接收來自多於一個井點630的混合物流動660。

【0058】 在一些實施例中，本發明揭示的方法與系統係用於原位處理污染的地面土壤。可使用壓力循環處理，以交替於高壓與低壓狀態之間。在高壓狀態中，熱氣體流動可進入地面土壤，加熱土壤，且蒸發污染物。在低壓狀態中，蒸發的污染物可吸引至低壓區域，移除來自土壤的污染物。循環壓力處理可藉由活塞與汽缸組件來執行，或者可藉由交替吹入氣體與真空析取來執行。

【0059】 第7A-7C圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附的循環

處理。井點730可包含雙壁組件，雙壁組件具有內部導管731與外部導管732。內部導管731可作為活塞780的汽缸。外部導管可包含穿孔的外壁。可包含選配的釋放閥760，例如，以從井點釋放過度的壓力。

【0060】 在第7A圖中，井點區域731A可填充有熱氣體，且活塞780可下推782，以增加井點中的壓力。熱氣體可通過穿孔的壁部推724至周圍的地面土壤，將熱能帶至地面土壤，以加熱地面土壤且蒸發地面土壤中的任何污染物。如果壓力超過一定值時，釋放閥760可打開，從井點區域731A釋放一些熱氣體。如同所示，當活塞780向下推時，熱氣體720關閉。接著，熱氣體720亦可流至活塞780上方的區域。

【0061】 在第7B圖中，活塞780可向上拉784，形成低壓區域731B於井點中。蒸發的污染物可流790至低壓區域。如同所示，當活塞780向上拉時，熱氣體720關閉。另外，熱氣體720亦可流至活塞780上方的區域。在第7C圖中，熱氣體720可流動至井點731A，通過722活塞（例如，通過活塞中的閥），填充活塞的拉動所導致的低壓區域。熱氣體也可帶著污染物朝向出口，形成混物流動760，混物流動760可被帶至回收組件，以回收污染物。

【0062】 可重複處理，推動熱氣體至地面土壤，從地面土壤抽吸污染物，並且將污染物帶至回收組件。在土壤清理之後，冷卻氣體可引入至井點，以冷卻地面土壤。冷卻氣體可流動至井點，並被推向地面土壤。在活塞的返回期間，冷卻氣體也可流至活塞之下的區域，因此消除低壓狀態。

【0063】 可使用其它配置，例如連接至其中有混合物760流動的出口導管之真空泵。真空泵可建立外部導管732中的低壓狀態，吸引污染物。真

空泵可取代活塞向上拉的運動。該循環處理可包含將熱氣體720的加壓部分流動至井點，之後藉由真空泵抽作用來建立低壓部分。

【0064】 第8A-8C圖為本案較佳實施例之用於原位熱去吸附的循環處理。井點830可包含沿著導管830行進的活塞880。導管830可包含穿孔的外壁。可包含選配的釋放閥860，例如，以從井點釋放過度的壓力。

【0065】 在第8A圖中，井點區域830A可填充熱氣體，且活塞880可下推882，以增加井點中的壓力。熱氣體可通過穿孔的壁部推824至周圍的地面土壤，將熱能帶至地面土壤，以加熱地面土壤且蒸發地面土壤中的任何污染物。如果壓力超過一定值時，釋放閥860可打開，從井點區域830A釋放一些熱氣體。如同所示，熱氣體820流至活塞880上方的區域。接著，當活塞880向下推時，熱氣體820關閉。

【0066】 在第8B圖中，活塞880可向上拉884，形成低壓區域830B於井點中。蒸發的污染物可流890至低壓區域。如同所示，當活塞880向上拉時，熱氣體820關閉。接著，熱氣體820可流至活塞880上方的區域。在第8C圖中，熱氣體820可流動至井點830C，通過822活塞，填充活塞的拉動所導致的低壓區域。熱氣體也可帶著污染物朝向出口，形成混物流動860，混物流動860可被帶至回收組件，以回收污染物。

【0067】 該處理可重複，推動熱氣體至地面土壤，從地面土壤抽吸污染物，並且將污染物帶至回收組件。在土壤清理之後，冷卻氣體可引入至井點，以冷卻地面土壤。冷卻氣體可流動至井點，並且被推向地面土壤。在活塞的返回期間，冷卻氣體也可流至活塞之下的區域，因此消除低壓狀態。

【0068】 第9圖根據一些實施例，繪示用於原位熱去吸附處理的流程圖。活塞機構可循環地推動熱氣體至土地，並且從土地拉動污染物。

【0069】 作業900插入井點至地面土壤中。土壤可為污染的土壤，例如，具有碳氫化合物污染物嵌入其中的土壤。井點可包含中空的導管，例如單壁或雙壁導管。井點可具有井點的內部與地面土壤之間的流體連通。例如，井點的外壁可為穿孔的，以允許流體連通於地面土壤。

【0070】 井點可包含活塞機構。例如，井點可包含具有活塞插入其中的圓柱形導管。圓柱形導管可為設置在井點的外部導管中的內部導管。圓柱形導管可為井點的外部導管。外壁（或地面土壤之下的外壁的一部分）可為穿孔的。因此，圓柱形導管中的氣體可推出圓柱形導管外，且圓柱形導管外的氣體在活塞的運動期間可被拉動。例如，當活塞從圓柱形導管的頂端向下推時，圓柱形導管中的氣體從圓柱形導管的內部推至周圍的地面土壤。當活塞從圓柱形導管的底端向上拉時，周圍的地面土壤中的氣體從周圍的地面土壤拉至圓柱形導管的內部。

【0071】 在一些實施例中，多個井點可插入至地面土壤中，以橫向相等的距離分隔6與9英尺之間的距離。井點之間的距離可選擇成使得污染物可析取至井點中。

【0072】 作業910流動熱氣體至井點。例如，熱氣體可流動至井點的內部，例如至雙壁井點的內部導管的內部，或至單壁井點中的導管的內部。熱氣體可具有高於地面土壤的溫度之溫度。熱氣體可具有高於地面土壤中的污染物的蒸發溫度之溫度。例如，熱氣體的溫度可為600與1200 °F（大約300 - 650 °C）之間。在熱氣體流動的第一階段中，井點的出口可打開，因

此熱氣體可沖洗井點的內容物。例如，揮發性污染物在隨後的低壓時間期間可從地面土壤析取至井點。此揮發性污染物可在熱氣體流動的期間被沖洗出井點，且至回收組件。在熱氣體流動的第二階段中，出口可關閉。

【0073】 作業920壓縮井點中的熱氣體，例如，藉由沿著圓柱形導管推動活塞。熱氣體流動可停止，例如，藉由關閉熱氣體入口。井點的出口關閉，且因此壓力可建立在井點內。壓縮的熱氣體可通過井點的穿孔的外壁而釋放至周圍的地面土壤。

【0074】 作業930減少井點中的壓力，例如，藉由拉回活塞。揮發性污染物可從地面土壤流至低壓區域。污染物可在回收組件中擷取。

【0075】 作業940重複流動熱氣體，壓縮熱氣體，並且減少井點中的壓力。例如，熱氣體可流動至井點。在一開始時，出口可為打開的，因此，熱氣體可從井點沖洗污染物。隨後，入口與出口可關閉，且熱氣體可壓縮，例如，藉由向下推動活塞。可降低壓力，例如，藉由向上拉動活塞，析取污染物至井點。該循環可重複進行，直到污染物從地面土壤完全移除，例如，低於偵測點或低於設定點。熱氣體與污染物可通過熱交換器，其中污染物會冷凝並被收集。

【0076】 在污染物完全從地面土壤析取之後，操作950流動冷卻氣體至井點。冷卻氣體可具有低於熱氣體的溫度之溫度。冷卻氣體可具有室溫，室溫的空氣可流動至孔。例如，冷卻氣體的溫度可大約為室溫（50 - 100°F 或10 - 40 °C 之間）。

【0077】 冷卻氣體流動的操作可為連續的，例如，冷卻氣體可持續流至井點且從出口釋放。冷卻氣體流動的操作可為循環的，例如，類似於熱

氣體的操作。冷卻氣體可流動至井點，然後由活塞來壓縮，推動冷卻氣體至地面土壤。活塞可返回，從土地析取一些氣體，其可為揮發性污染物，或可為推至地面土壤的冷卻氣體。該處理可持續，直到地面土壤冷卻。

【0078】 替代地，冷卻氣體的操作可包含高壓循環，但是沒有低壓循環。冷卻氣體可流動至井點，然後由活塞來壓縮，推動冷卻氣體至地面土壤。在活塞返回的期間，冷卻氣體可持續流至井點，因此不存在低壓狀態。該處理可持續，其中冷卻氣體在活塞返回的期間流動至井點，且在活塞推壓的期間推動至地面土壤。

【符號說明】

【0079】

- 120 熱氣體
- 130 井點
- 131 內部導管
- 132 外部導管
- 133 內部壁部
- 134 外壁
- 140 污染的地面土壤
- 145 地下水位
- 150 揮發性污染物流動
- 152 通過
- 160 排氣

190、191、192、193 操作

220 熱氣體

230 井點（螺旋鑽鑽頭）

240 地面土壤

245 土壤

247 硬土的壁部或撐板

250 污染物流動

260 熱氣體

320 熱氣體

330 井點

332 距離

335 鰭部

340 地面土壤

345 鬆動的土壤

350 污染物流動

362 歧管

363 歧管

420 熱氣體

430 雙壁組件

431 內部導管

432 外部導管

433 內部壁部

434	外壁
439	尖頭
440	地面土壤
445	地下水位
450	污染物流動
452	釋放
460	熱氣體流動
465	限制器
520	熱氣體
530	雙壁組件
531	內部導管
532	外部導管
533	內部壁部
534	外壁
540	地面土壤
550	污染物流動
552	釋放
560	熱氣體流動
562	額外的導管
565	額外的氣體（高流動）
620	熱氣體
630	井點

640	地面土壤
660	返回的熱氣體
670	鼓風機
672	處理組件
674	加熱器組件
676	歧管
680	歧管
682	乾燥的空氣
684	催化劑
686	熱交換器
688	乾燥的空氣供應
720	熱氣體
722	通過
724	推
730	井點
731	內部導管
731A	井點區域
731B	低壓區域
732	外部導管
760	釋放閥
780	活塞
782	下推

784	上拉
790	流
820	熱氣體
822	通過
824	推
830	井點
830A	井點區域
830B	低壓區域
830C	井點
860	釋放閥
880	活塞
882	下推
884	上拉
890	流
900、910、920、930、940、950 操作	

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

申請專利範圍

1. 一種用於原位(In-situ)清理污染土壤的方法，該方法包含：

插入一雙壁導管至一地面土壤中，其中該雙壁管道之一內部導管係置於一外部導管內，其中該內部導管之一入口在該內部導管的一第一端處，其中該外部導管之一出口在該外部導管的一第一端處，其中在該內部與外部導管的第二端，該內部導管係流體連通於該外部導管，其中該外部導管包含一穿孔的外壁(Outer Wall)；

流動一第一氣體至該入口，其中該第一氣體係加熱至高於該地面土壤的溫度，其中該第一氣體沿著該內部與外部導管傳送至該出口；

收集通過該穿孔的外壁之揮發性污染物的一流動，其中該污染物流動之配置，可在該外部導管與該第一氣體流動混合。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，

其中該第一氣體的該溫度為300與650 °C之間。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

流動一第二氣體至該入口，其中該第二氣體的該溫度低於該第一氣體的該溫度，其中第二氣體沿著該內部與外部導管傳送至該出口。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，

其中該第二氣體的該溫度為10與30 °C之間。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

加壓該第一氣體至該內部與外部導管。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

當該壓力超過一壓力位準時，從該內部導管或從該外部導管釋放一部分的該第一氣體。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

在插入該雙壁導管至該地面土壤之前，鬆動該地面土壤。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

在插入該導管至該地面土壤中之前，形成一壁部於該地面土壤中。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

流動一第三氣體傳送至該出口，其中該第三氣體之配置，係可從該外部導管吸引該第一氣體。

10. 如申請專利範圍第1項之方法，另包含：

限制在該出口處的該第一流動，其中該限制之配置，係可從該外部導管吸引該第一氣體。

11. 一種用於原位清理污染土壤的方法，該方法包含：

插入一導管至一地面土壤中，其中該導管包含一穿孔的外壁，其中該導管包含一活塞機構，係移動來改變該導管的一內部容積，其中該導管包含一入口與一出口；

流動一第一氣體至該入口，其中該第一氣體係加熱至高於該地面土壤的溫度，其中該第一氣體係傳送至該出口；

停止該第一氣體流至該出口；

啟動該活塞機構來加壓該內部容積，其中在該內部容積中的該第一氣體的一部分通過該穿孔的外壁至該地面土壤；

啟動該活塞機構，以減少該內部容積中的壓力；

重複流動該第一氣體，停止該第一氣體流動，以及啟動該活塞機構。

12. 如申請專利範圍第11項之方法，

其中啟動該活塞機構加壓該內部容積包含：從該導管的一頂部推動一活塞朝向該導管的一底部。

13. 如申請專利範圍第11項之方法，

其中啟動該活塞機構來加壓該內部容積包含：移動一活塞，以減少該內部容積。

14. 如申請專利範圍第11項之方法，

其中啟動該活塞機構來減少該內部容積中的壓力包含：從該導管的一底部推動一活塞朝向該導管的一頂部。

15. 如申請專利範圍第11項之方法，

其中啟動該活塞機構來減少該內部容積中的壓力包含：移動一活塞，以增加該內部容積。

16. 如申請專利範圍第11項之方法，另包含：

流動一第二氣體至該入口，其中該第二氣體的該溫度低於該第一氣體的該溫度，其中該第二氣體傳送至該出口。

17. 如申請專利範圍第11項之方法，另包含：

流動一第二氣體至該入口，其中該第二氣體的該溫度低於該第一氣體的該溫度，其中該第二氣體傳送至該出口；

啟動該活塞機構來減少該內部容積；

啟動該活塞機構來增加該內部容積；

重複流動該第二氣體，停止該第二氣體流動，以及啟動該活塞機構。

18. 如申請專利範圍第11項之方法，另包含：

流動一第二氣體至該入口，其中該第二氣體的該溫度低於該第一氣體的該溫度，其中該第二氣體傳送至該出口；

停止該第二氣體流動至該出口；

啟動該活塞機構來加壓該內部容積，其中在該內部容積中的該第二氣體的一部分通過該穿孔的外壁至該地面土壤；

啟動該活塞機構，以減少該內部容積中的壓力；

重複流動該第二氣體，停止該第二氣體流動，以及啟動該活塞機構。

19. 一種用於原位清理污染土壤的方法，該方法包含：

插入一雙壁導管至一地面土壤中，其中該雙壁管道包含一內部導管，係設置於一外部導管內，其中該內部導管包含一入口在該內部導管的一第一端，其中該外部導管包含一出口在該外部導管的一第一端，其中在該內部與外部導管的第二端，該內部導管係流通於該外部導管，其中該外部導管包含一穿孔的外壁，其中該內部導管包含一活塞機構，係移動來改變該內部導管的一內部容積；

流動一第一氣體至該入口，其中該第一氣體係加熱至高於該地面土壤的該溫度，其中該第一氣體傳送至該內部容積，該外部導管及該出口；

停止該第一氣體流動至該出口；

啟動該活塞機構來加壓該內部容積，其中在該內部容積中的該第一氣體的一部分通過該穿孔的外壁至該地面土壤；

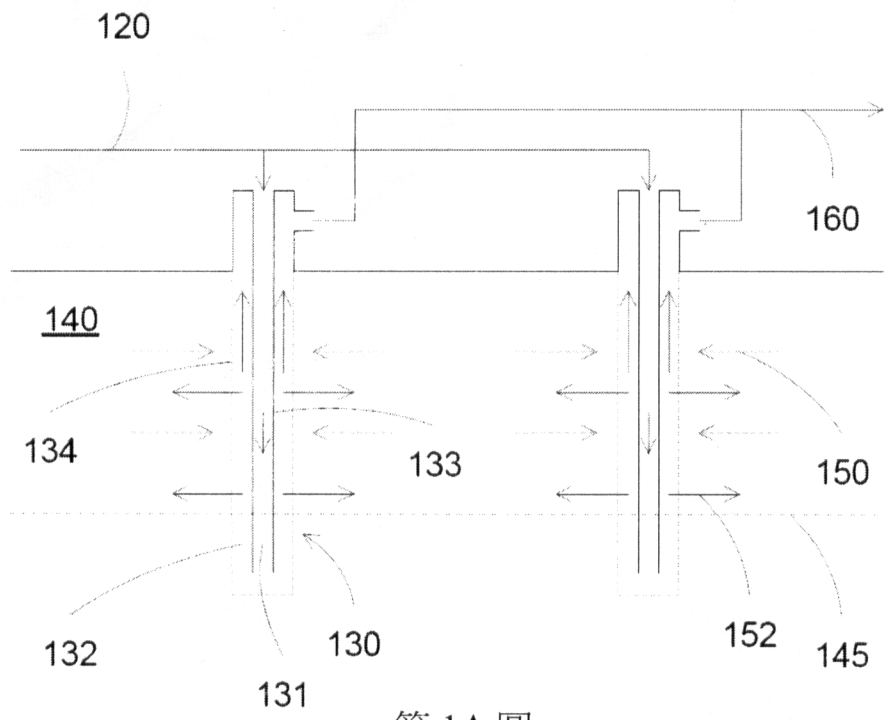
啟動該活塞機構，以減少該內部容積中的壓力；

重複流動該第一氣體，停止該第一氣體流動，以及啟動該活塞機構。

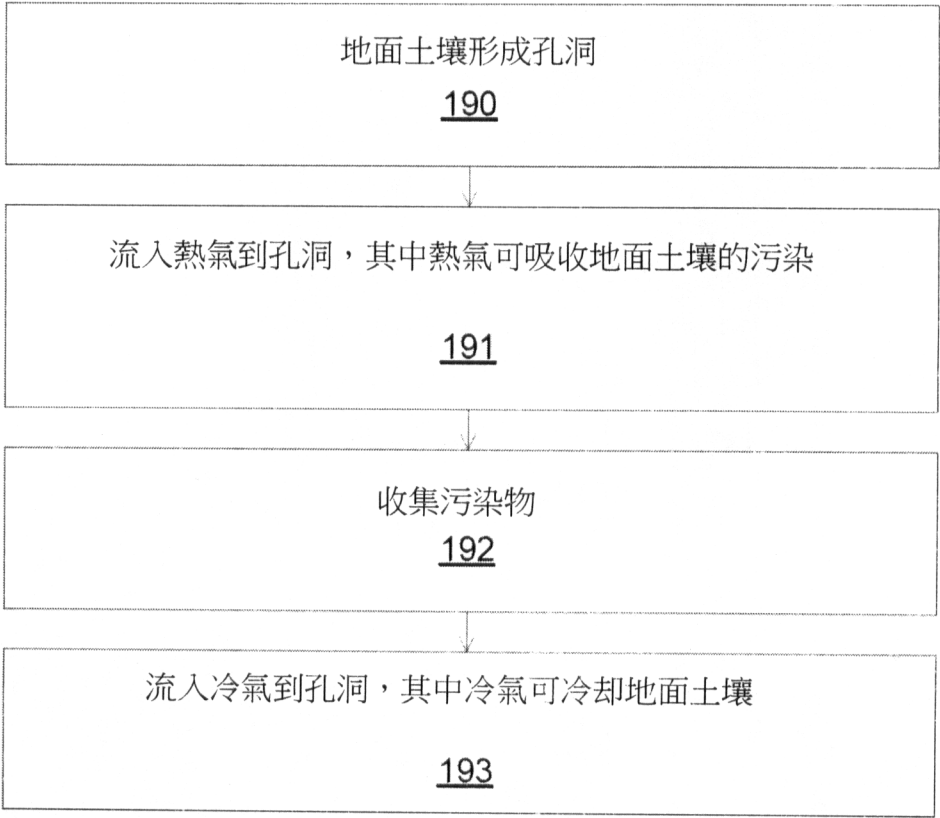
20. 如申請專利範圍第19項之方法，另包含：

流動一第二氣體至該入口，其中該第二氣體的該溫度低於該第一氣體的該溫度，其中第二氣體傳送至該出口。

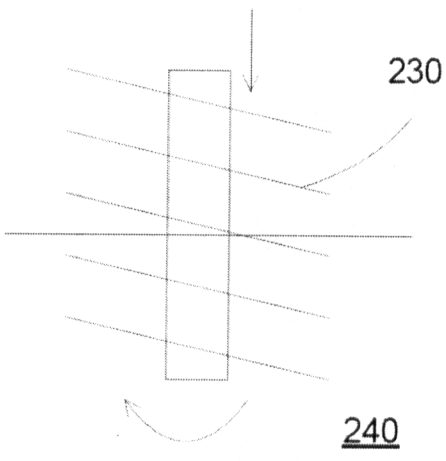
圖式



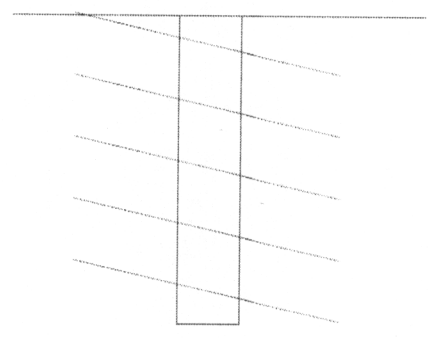
第 1A 圖



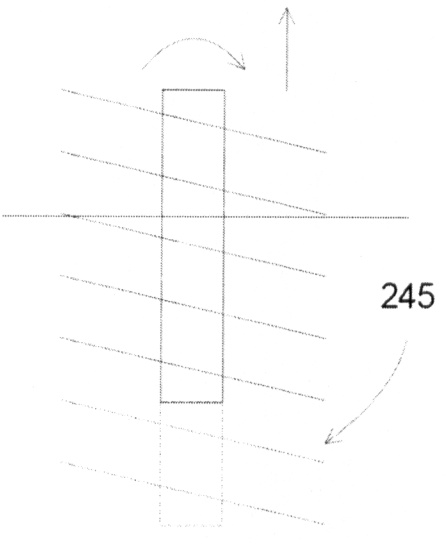
第 1B 圖



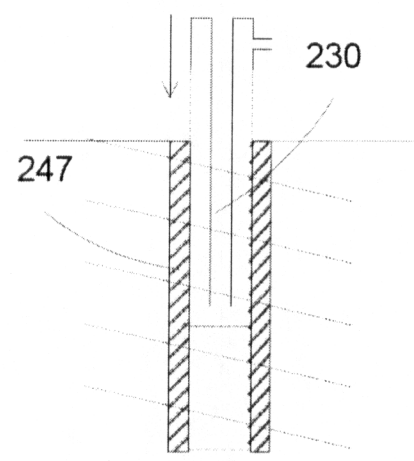
第 2A 圖



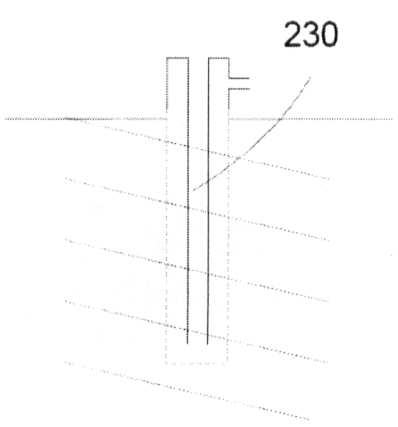
第 2B 圖



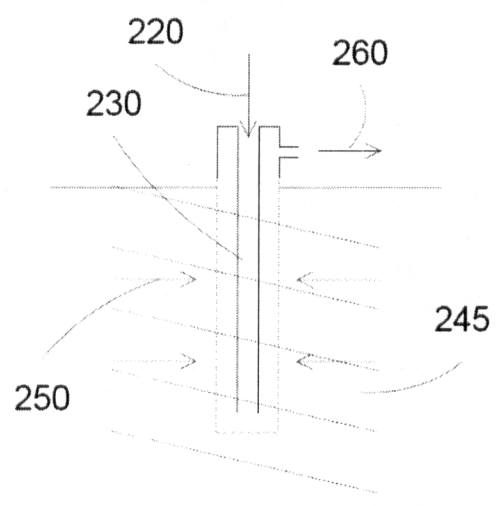
第 2C 圖



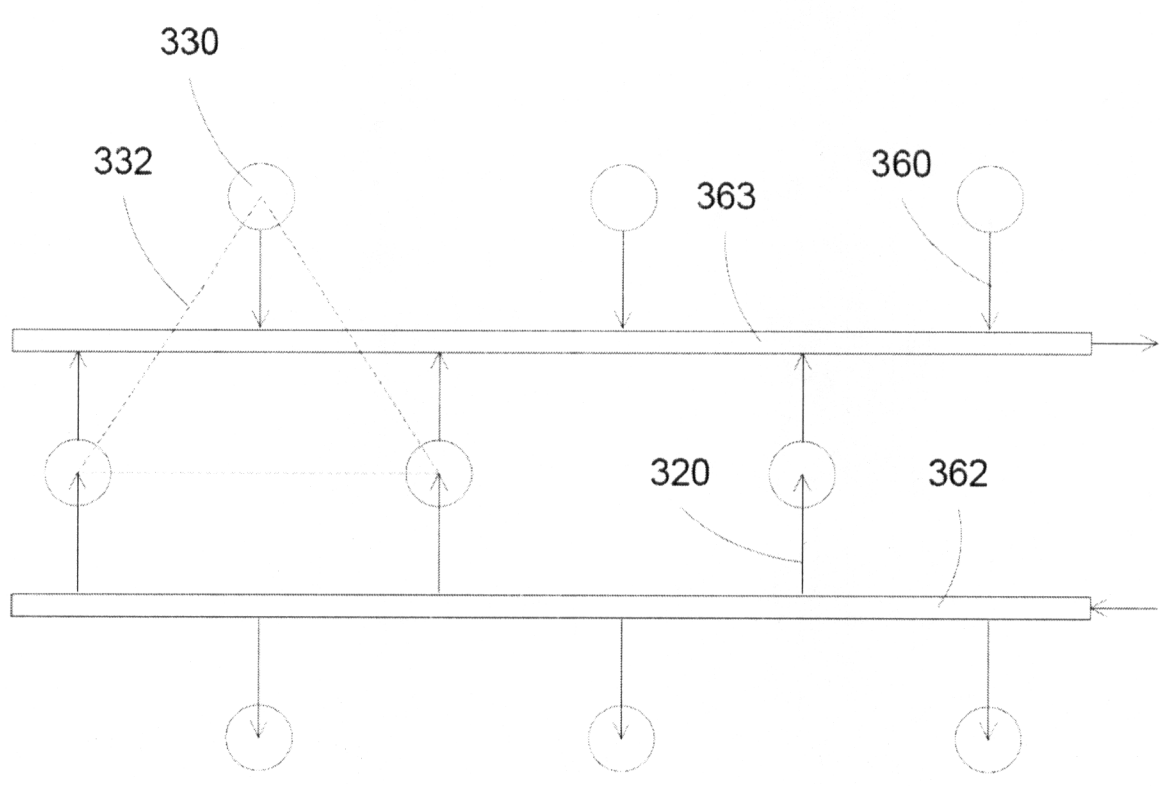
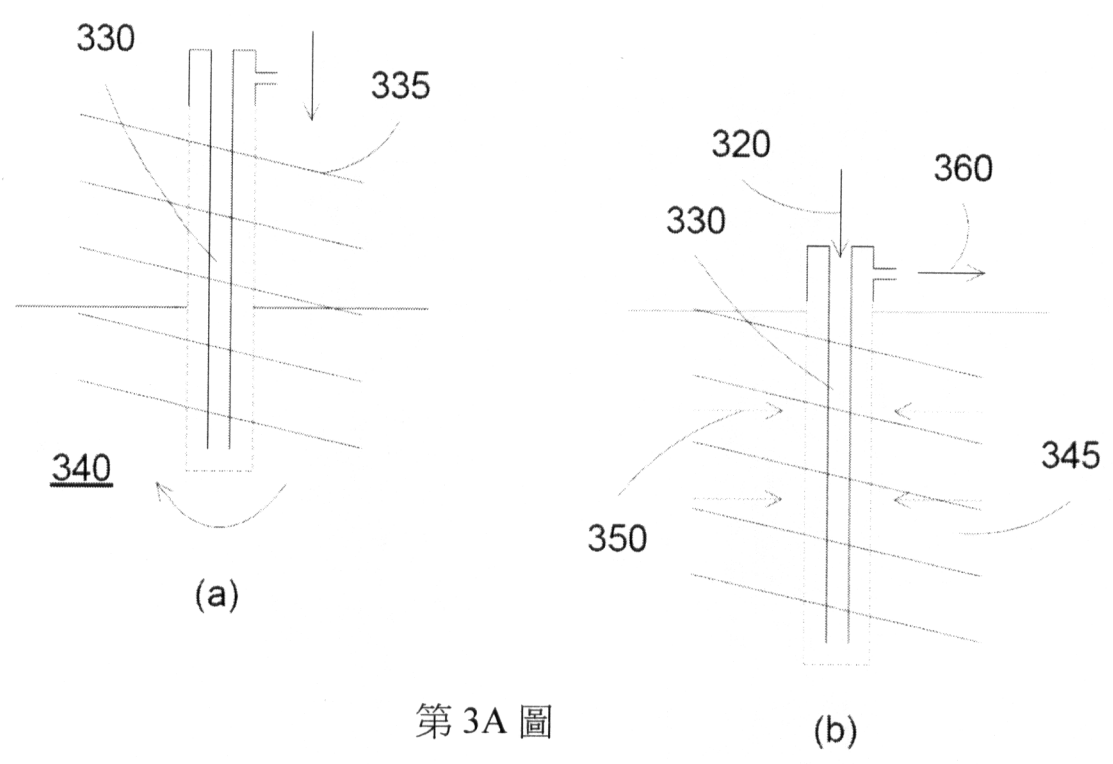
第 2D 圖



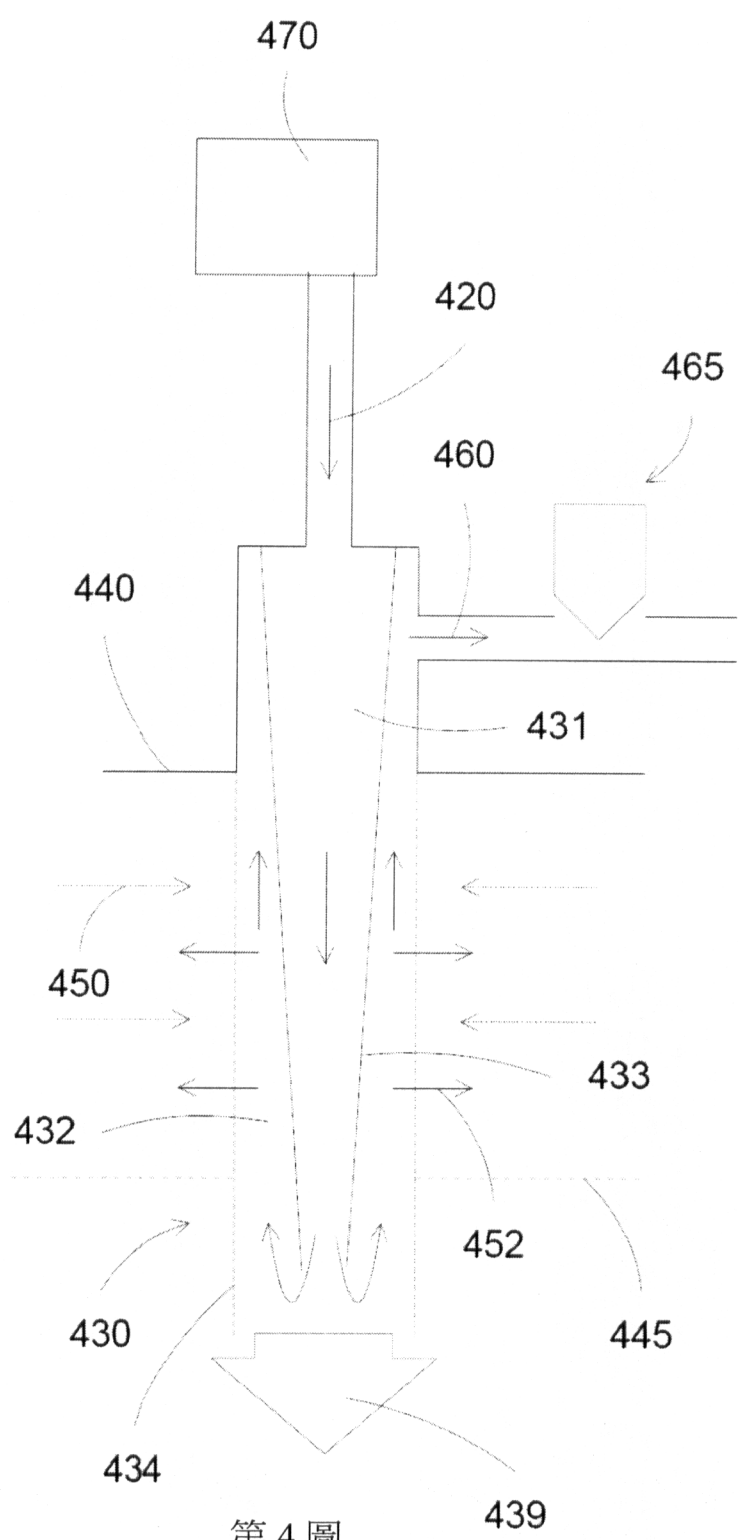
第 2E 圖



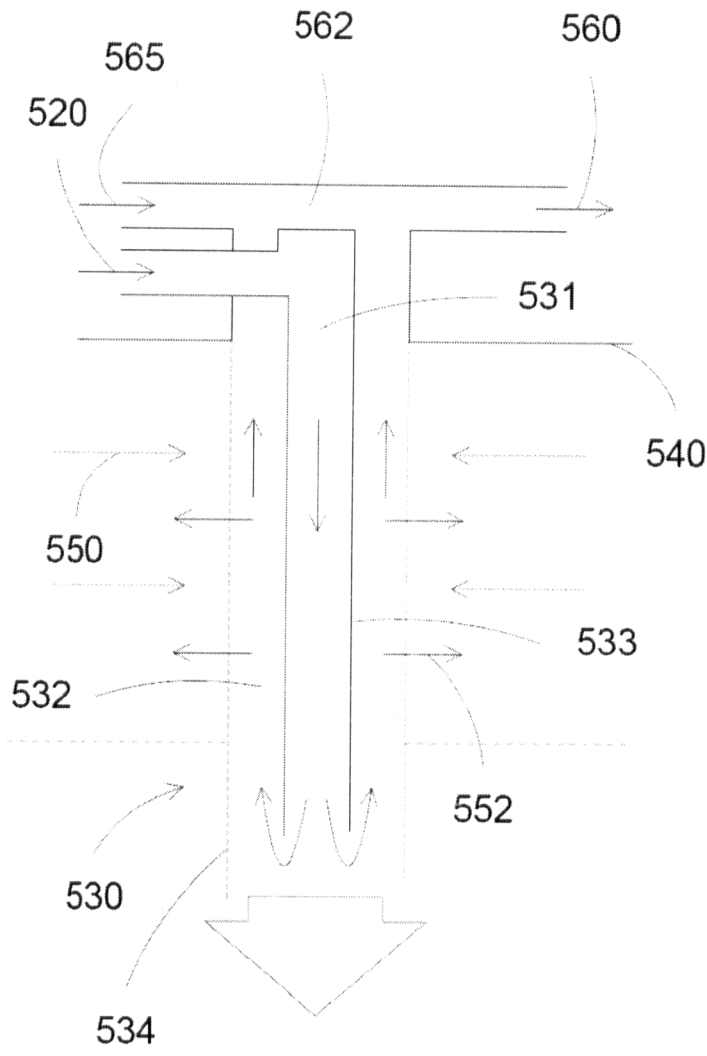
第 2F 圖



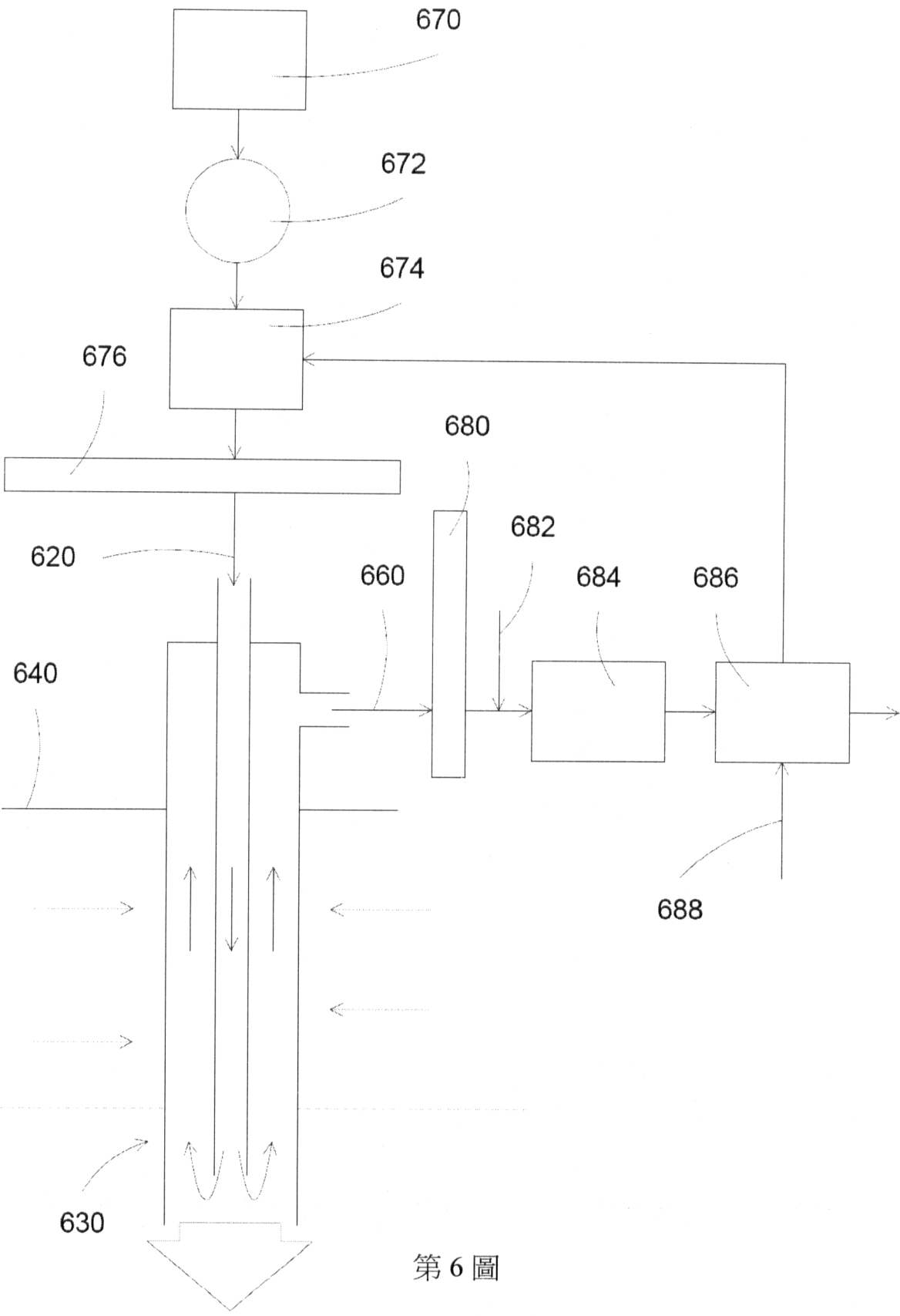
第 3B 圖



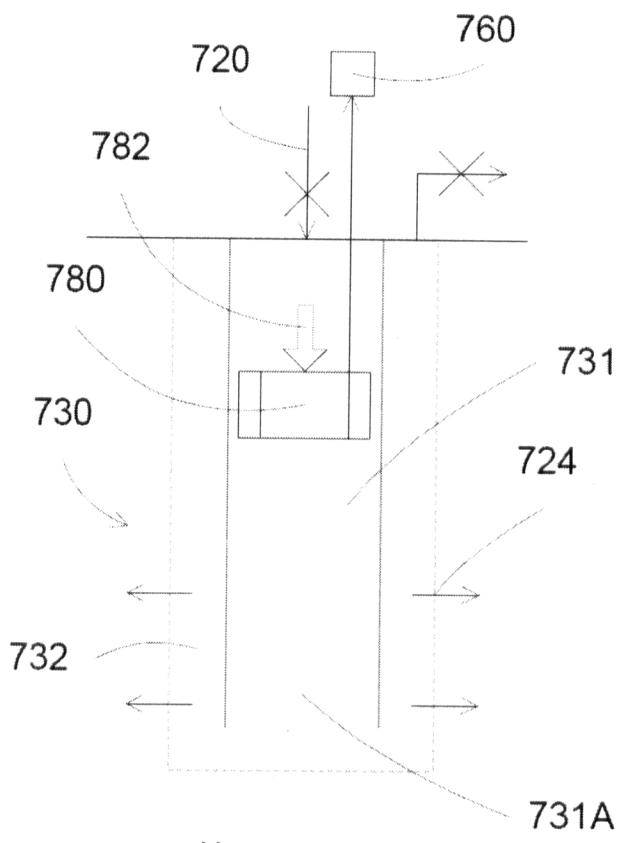
第 4 圖



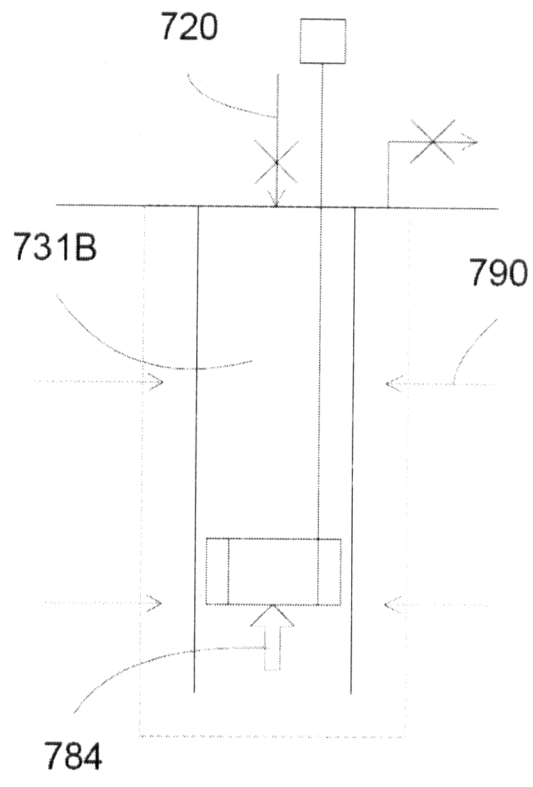
第 5 圖



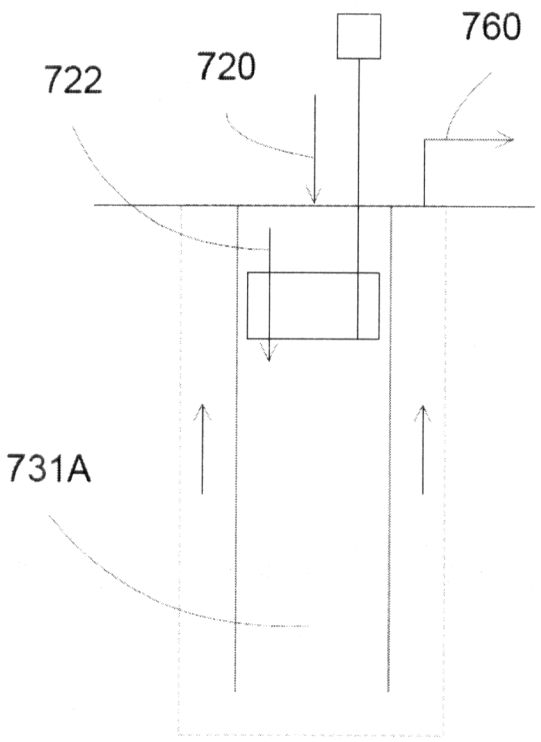
第 6 圖



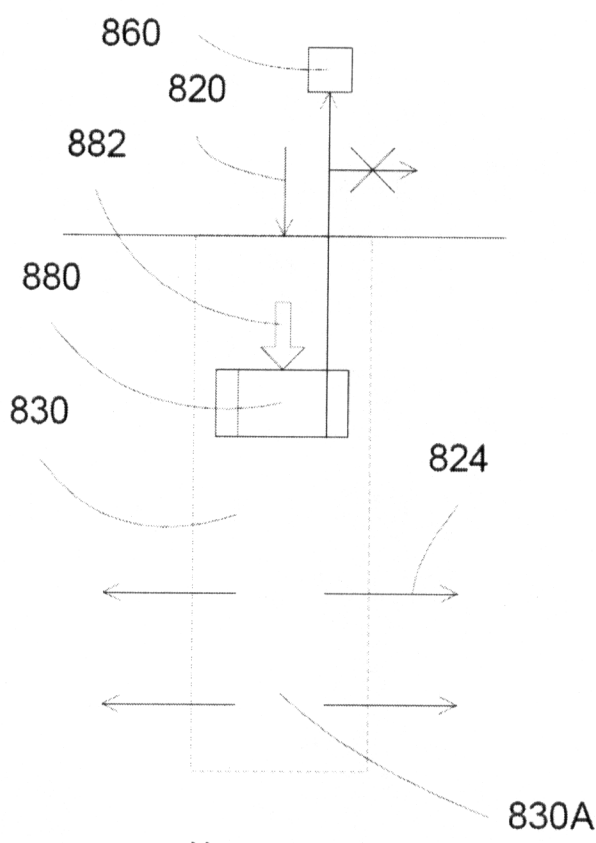
第 7A 圖



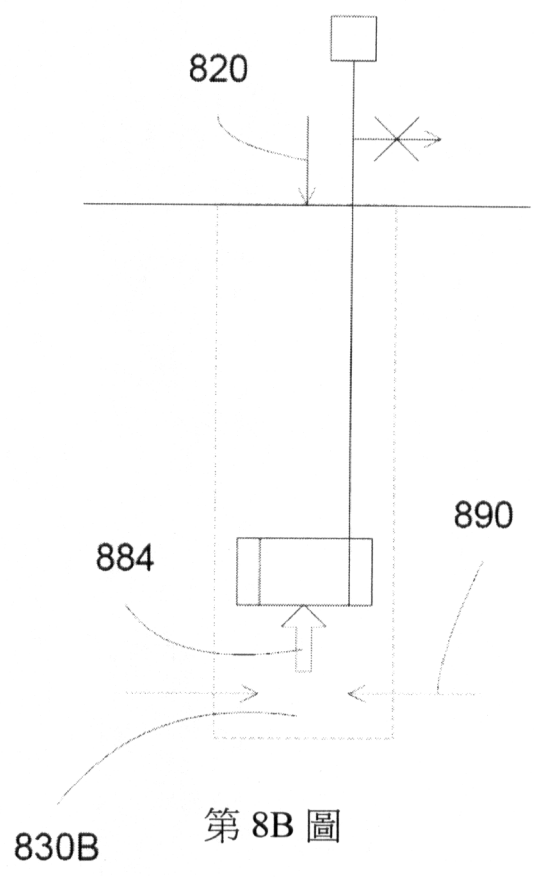
第 7B 圖



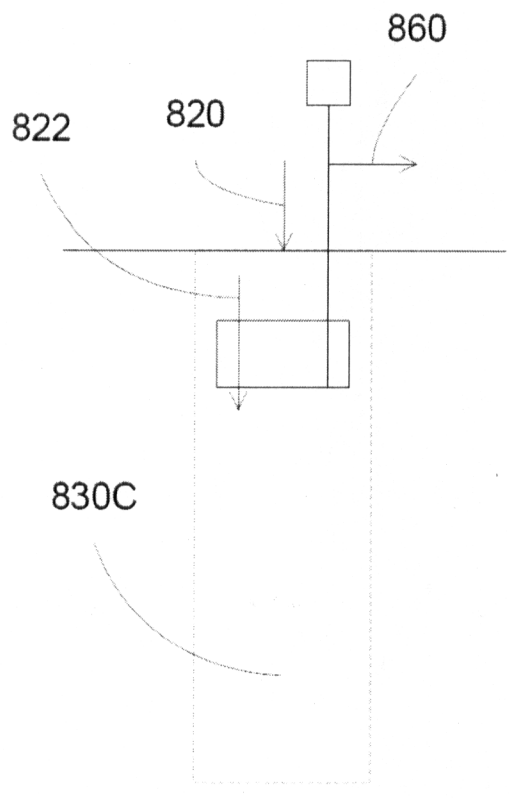
第 7C 圖



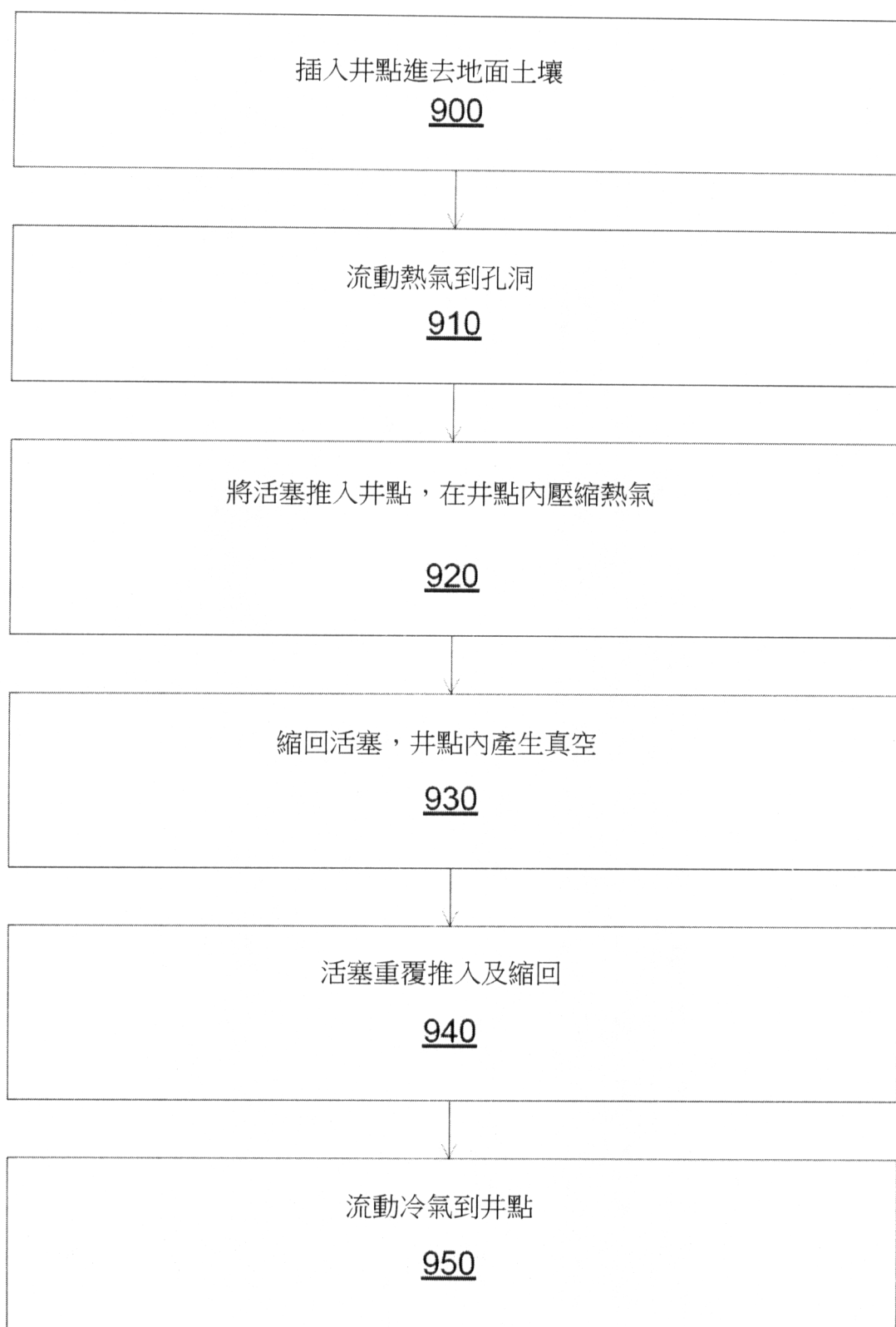
第 8A 圖



第 8B 圖



第 8C 圖



第 9 圖