



(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 I687939 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：105101016

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 01 月 14 日

(51)Int. Cl. : **G21C9/00 (2006.01)****B01D53/02 (2006.01)****F24F7/00 (2006.01)**

(30)優先權：2015/01/16 德國

10 2015 200 679.4

(71)申請人：德商富瑞馬騰有限公司 (德國) FRAMATOME GMBH (DE)

德國

(72)發明人：希爾 阿克塞 HILL, AXEL (DE)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

TW 201021895A

CN 101231898B

CN 101542633B

US 4369048

US 4881958

審查人員：林韋廷

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：2 共 28 頁

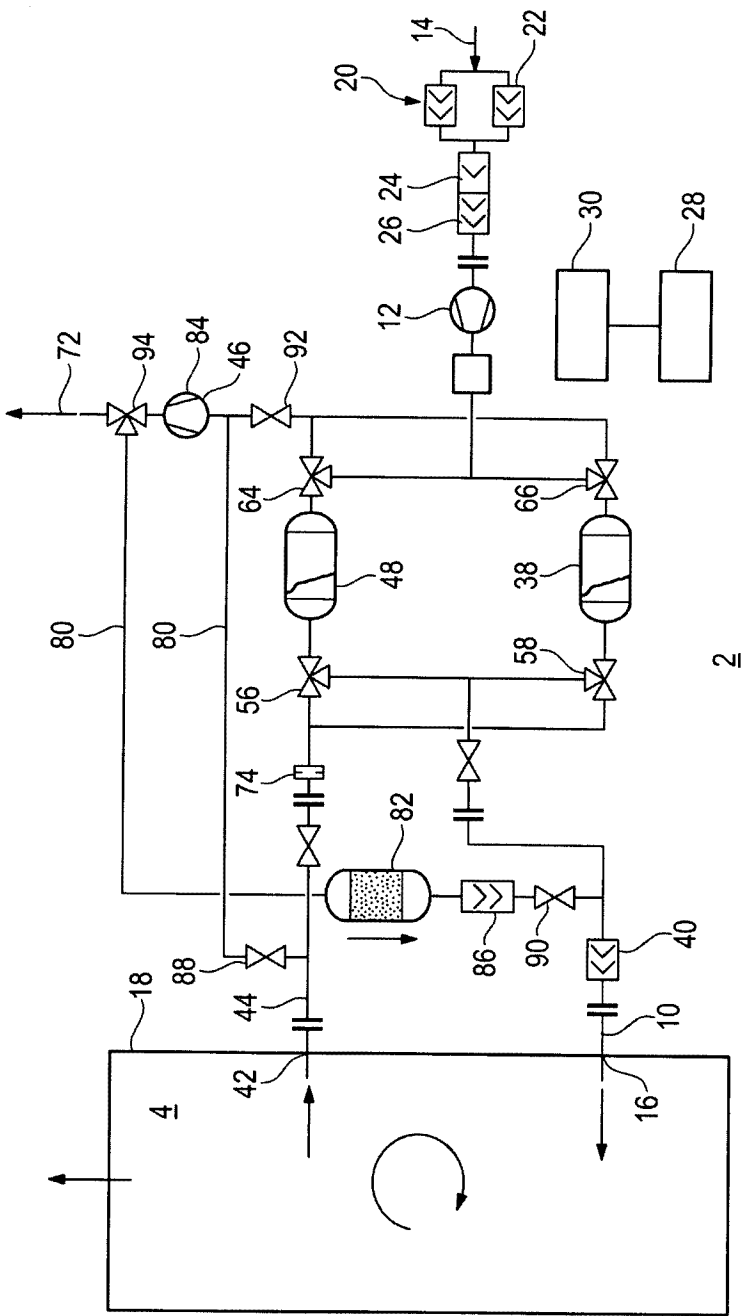
(54)名稱

用於使用在核電廠中嚴重事件期間的通風系統及相關的操作方法

(57)摘要

一種用於使工作人員可進出之核能設施操作室的通風系統(2)，尤其是用於核能電廠(6)的指揮室(4)，在發生釋出放射性物質的嚴重故障事件時，這種通風系統至少要能夠持續數小時輸入去污染用的新鮮氣體。尤其是要盡可能降低輸入操作室的新鮮氣體中的放射性惰性氣體的含量。本發明的通風系統(2)具有一條從外部入口(14)到操作室的進氣管(10)，其內設有第一風扇(12)及第一惰性氣體吸附柱(例如 38)，一條從操作室到外部出口(72)的廢氣管(44)，其內設有第二風扇(46)及第二惰性氣體吸附柱(例如 48)，以及作為切換第一及第二惰性氣體吸附柱(38, 48)用的切換裝置。

指定代表圖：



第2圖

- 符號簡單說明：
- 2:通風系統
 - 4:指揮室
 - 10:進氣管
 - 12:風扇
 - 14:入口
 - 16:通路
 - 18:覆蓋壁
 - 20:氣溶膠過濾器
 - 22:HEPA 過濾器
 - 24:碘過濾器
 - 26:微粒過濾器
 - 28:電源模組
 - 30:控制單元
 - 38:吸附柱
 - 40:粒過濾器
 - 42:通路
 - 44:廢氣管
 - 46:風扇
 - 48:吸附柱
 - 56:三向閥
 - 58:三向閥
 - 64:三向閥
 - 66:三向閥
 - 72:出口
 - 74:節流閥
 - 80:循環管
 - 82:CO₂ 吸附柱
 - 84:循環風扇
 - 86:過濾器
 - 88:斷流閥
 - 90:斷流閥
 - 92:斷流閥
 - 94:斷流閥

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)

用於使用在核電廠中嚴重事件期間的通風系統及相關的操作方法

【技術領域】

【0001】本發明是關於一種用於使用在核電廠中嚴重事件期間的通風系統及相關的操作方法。

【先前技術】

【0002】在核電廠發生故障或意外狀況時，由於故障情況及可能採取的反制措施，極可能導致大量釋出具有放射性的原子裂變產物，尤其是碘、放射性塵埃及惰性氣體。由於核反應爐的泄漏，在泄漏被釋放到核電廠周圍環境之前，必須設想放射線也會釋出及分佈到核電廠的建築物(例如補助建物，配電設備，觀測站等)。除了釋出與放射性塵埃有關的放射線外，惰性氣體的釋出也會對核電廠的工作人員造成問題。

【0003】此外，採取經過過濾的壓力釋放措施及在核電廠建物上方形成惰性氣體雲，也會導致大量釋出惰性氣體。而且視氣候狀況而定，不排除會對環境造成長期負荷的可能性。

【0004】對於採取所謂的意外事件管理措施而言，一個不可或缺的前提是，觀測站(亦稱為指揮所或指揮觀測所)的條件必須使逗留在其內的人員不致承受超過容許劑量的輻射負荷及污染。

【0005】在發生超出預期的故障狀況導致「全站停電(SBO)」的情況下，常規及/或正常運轉的通風及過濾設備亦停止運轉，因而無法維持確保觀測站之可行性所需的重要的通風技術參數。

【發明內容】

【0006】為控制上述狀況，目前工程界採用的方案是將觀測站隔離。例如利用帶有不同的過濾器的移動式通風設備為觀測站提供通風。但是這種設備保留惰性氣體的能力無法令人滿意。

【0007】本發明另外一種解決方案是將預先儲存的高壓氣體提供給觀測站。但點是長期存放高壓容器是一件很麻煩的事。而且實務上也無法為這種解決方案設計出模組化的移動式系統結構。此外，高壓氣體儲存方案還需要對現有的核電廠採取費事的增建措施。

【0008】本發明的目的是為核電廠或類似設備的指揮所提出一種能夠確保工作人員的可進出性且盡可能簡單及體積小的通風系統，在發生釋出放射性物質的嚴重故障事件時，這種通風系統至少要能夠持續數小時輸入去污染用的新鮮氣體，以盡可能減輕留在指揮所的人員承受的放射性負荷。尤其是要盡可能降低輸入指揮所的新鮮氣體中的放射性惰性氣體的含量。此外，這種通風系統還應該具有一種盡可能被動的特性，而且耗電量要很低。此外，本發明還提出一種通風系統的操作方法。

【0009】在設備方面，採用具有如請求項第 1 項之特徵的通風系統即可達到本發明的目的。在操作方法方

換，切換後第一根吸附柱會受到廢氣的反沖洗。切換動作較佳是以被動方式由一計時元件或放射性測量器啟動。

【0015】反沖洗較佳是受到一位於廢氣管內的風扇支援，其中廢氣流的體積會因為惰性氣體在反沖洗過程中的負壓而變大。

【0016】在觀測站的廢氣管內較佳是有一扼流圈，其作用是使廢氣被動的過熱，以減少廢氣所含的濕度(膨脹乾燥)。這樣做可以加快惰性氣體在位於後方要沖洗的吸附柱之解吸附速度。

【0017】在通往惰性氣體模組的進氣管內較佳是有一扼流圈及/或氣體乾燥器，以防止惰性氣體吸附柱上出現過高的濕度。

【0018】惰性氣體模組還可以加裝一能夠提高 k 值的冷卻儲存器。在本文中， k 值是描述吸附材料對惰性氣體的吸附能力，例如其單位為惰性氣體 (cm^3)/吸附材料 (g)。 k 值會隨氣體的溫度、壓力及響度而變化。 k 值通常憑經驗求得的值。

【0019】最好是以壓力變化法操作吸附柱，也就是說，要沖洗的吸附柱是處於負壓，要承受負荷的吸附柱是處於過壓(此處所稱的負壓及過壓是相對於大氣壓力而言)，以改善吸附柱的 k 值，以及縮小吸附柱的尺寸。例如，可以利用一位於進氣管內的調整閥調整在輸入氣體流過的吸附柱內的過壓。

【0020】廢氣與被反沖洗的惰性氣體一起被排放到核電廠周圍與進氣處有足夠距離的地方。

【0021】通風系統包括一控制器及調整流量與壓力用的調整機構。

【0022】本發明的優點除了可以攔截以放射性塵埃及碘/碘化合物(尤其是有機碘)為形式存在於氣體中的放射性外，也可以攔截存在於觀測站之進氣的放射性惰性氣體。透過雙吸附柱的壓力變化及沖洗法，即使是半衰期非常長的惰性氣體同位素(例如氙-85)也能夠可靠的從進氣流中被分離出來。為去除吸著劑/吸附劑中的惰性氣體所需的條件是被動受到膨脹過熱的支持。原則上只有進氣管及廢氣管內的風扇、相關的控制單元、以及在操作循環之間進行切換用的切換裝置需消耗工作電流。只需至少能夠供電 72 小時的自己自足式能源模組(例如電池及/或柴油機組)就可以滿足這個電力需求。

【0023】為確保觀測站的可進出性，需具備以下的功能：

- 將觀測站的通風與其他建物的通風隔離
- 對相鄰的建物空間(例如<1mbar)形成過壓
- 遵守容許的一氧化碳及二氧化碳濃度
- 攔截碘
- 攔截放射性塵埃
- 攔截惰性氣體(例如 Kr, Xe)
- 限制劑量(例如<100mSv/7d)
- 溫度極限，以符合 I&C 溫度鑑定資格

- 確保上述功能至少維持 72 小時

【0024】其他的優點如下：

- 模組化及移動式的系統結構
- 加裝到現有設備所需的花費較少且具有較大的彈性
- 維修成本較低
- 無需花費巨資儲存具有呼吸能力的空氣
- 能夠覆蓋較大的氣體量(氣體交換)及空間

【圖式簡單說明】

【0025】以下將配合圖式對本發明的一實施例作詳細的說明。

第 1 圖一方塊圖，以示意及簡化的方式呈現核電廠之觀測站的通風系統。

第 2 圖顯示第 1 圖之通風系統的一種變化(擴充)方式。

【實施方式】

【0026】第 1 圖中的故障用通風系統(簡稱為通風系統 2)的作用是在發生事外事件或故障時，向核電廠 6 的指揮室 4(英文亦稱為中央控制室 MCR)輸送新鮮氣體，尤其是在發生向核電廠內及周圍環境釋出核子裂變產物的嚴重意外事故的初期階段輸送新鮮氣體。

【0027】發生這種程度的意外事故時，核電廠 6 的電力供應通常會中斷，因此指揮室 4 在正常情況下使用的通風系統(未繪出)也會停止運轉，在這種情況下，必須確保指揮室 4 的工作人員能夠安全的在一段時間內(大約

72 小時)採取意外事故初期應對措施,以及進行必要的監控。工作人員有可能必須在指揮室 4 待到初期釋出到環境中的放射性極大值開始下降到能夠進行安全的疏散為止。

【0028】為達到這個目的,指揮室 4 的通風系統一方面要從指揮室 4 或核電廠建物周圍輸入去污染及富含氧氣的新鮮氣體(也稱為進氣),以及配備相應的過濾及淨化設備。另一方面,通風系統 2 還要將使用過且富含二氧化碳的氣體(也稱為廢氣)從指揮室 4 排放到周圍環境中。相較於目前常用的解決方案,本發明提出的解決方案既不需要由屬於核電廠的高壓氣體儲存系統提供新鮮的進氣,也不需要對指揮室 4 內部的空氣做再循環或處理的工作。

【0029】具體作作法是在指揮室 4 與外界環境至少是幾近完全氣密的室內空間 8 連接一條進氣管 10(亦稱為新鮮氣體輸入管或簡稱為新鮮氣體管),在通風系統 2 運轉時,進氣管 10 可以透過風扇 12 的幫助從周圍環境吸入新鮮氣體,並將氣體送入室內空間 8。可以將進氣管的入口 14(亦稱為吸入口)設置在與指揮室 4 相距一段距離的位置,尤其是設置在核電廠建物之外。視故障情況而定,從入口 14 吸入的新鮮氣體也可能含有相當高濃度的裂變產物,尤其是含有放射性塵埃、碘及碘化合物、以及惰性氣體。在新鮮氣體流(亦稱為進氣流)穿過覆蓋壁 18(僅繪出部分段落)內的通路 16 進入指揮室 4 的室內空間 8 之前,應盡可能完全及可靠的將這些成份從新鮮氣體中去除。

【0030】從新鮮氣體流的方向看過去，在入口 14 的順流方向設有由設置於進氣管 10 內的放射性塵埃過濾器 20 構成的第一過濾段，例如兩個並聯的 HEPA 過濾器 22(HEPA=高效率微粒空氣過濾器，或稱為懸浮物過濾器)。HEPA 過濾器 22 能夠高效率的從新鮮氣體流中將懸浮微粒(亦稱為放射性微粒)分離出來，尤其是分離出 Te、Cs、Ba、Ru、Ce、La 的同位素。

【0031】沿著順流方向，在進氣管 10 內設有一由碘過濾器 24 及位於其後的微粒過濾器 26 構成的第二過濾段。碘過濾器 24 較佳是一層厚度為 0.1m 至 0.5m 的活性炭過濾床。在經過放射性塵埃過濾器 20 分離出懸浮物後，在碘過濾器 24 內會分離出放射性碘化合物及碘，例如 k 值>8，接觸時間 0.1 至 0.5 秒。可以利用浸漬活性炭(例如以碘化鉀作為浸漬劑)透過同位素交換或鹵化將放射性碘甲烷分離出來。位於碘過濾器 24 之後的微粒過濾器 26 的作用是攔截活性炭床的磨損物。

【0032】沿著第二過濾段的順流方向設有一風扇 12(亦稱為輸送風扇)，其作用是將新鮮氣體流送入進氣管 10。較佳是以電力驅動的風扇 12 的吸氣功率在 100 至 6000m³/h 之間。

【0033】為了提供必要的工作電流，較佳是設置一與正常運轉的自用電源及一般的緊急電力網無關的自己自足式電源模組 28，例如由電池/蓄電池及/或柴油機組構成的電源模組。電源模組 28 較佳是能夠條不斷電電源一樣獨立起動，或是能夠透過控制單元 30 控制電源模組 28。

【0038】使用過且富含二氧化碳的呼吸空氣會從指揮室 4 內經由與指揮室 4 之室內空間 8 連接並穿過覆蓋壁 18 內的通路 42 排放到周圍環境的廢氣管 44 排出，以完成氣體交換的過程，其中廢氣管 44 內設有一支援氣體輸送的風扇 46。風扇 46 較佳是由電力驅動，而且和風扇 12 一樣是從電源模組 28 獲得電力供應。

【0039】由於作用在新鮮氣體流上的吸附柱 38 的吸附能力通常在相當短的運轉時間後就會耗盡，因此通風系統 2 在運轉期間要持續將吸附的惰性氣體反沖洗到周圍環境中。為達到這個目的，故設置兩個構造及尺寸相同的吸附柱 38、48，這兩根吸附柱 38、48 經由相應的管路分枝/連接及調節機構(三向閥)被新鮮氣體或廢氣流過，其中一根吸附柱會按照前面描述的吸附運轉作用在新鮮氣體流上，而另一根吸附柱則在同一時間被廢氣流反沖洗(解吸附運轉/沖洗運轉)，以為下一個吸附循環做好準備。透過調節機構的切換，可以使吸附柱 38、48 交換彼此扮演的角色，也就是循環的交換進行吸附運轉及解吸附運轉。

【0040】為實現這樣的功能，本實施例的作法是將吸附柱 38 設置在管路段 36 內，以及將吸附柱 48 以反並聯的方式設置在管路段 50 內。兩個管路段 36、50 的一端在三向閥 52 處結合在一起，另一端在設置於風扇 46 之吸入端的匯合件 54 結合在一起。此外，在三向閥 52 及兩根吸附柱 38、48 之間的一端有一段可經由兩個三向閥 56、58 在兩個管路段 36、50 之間形成接通的橫向連接

熱，以降低廢氣所含的水分(膨脹乾燥)。這樣就可以加快惰性氣體在後面的吸附柱 48 上的解吸附速度。

【0044】經過切換後，吸附柱 38 及吸附柱 48 交換彼此扮演的角色。此時來自扼流圈 34 的新鮮氣體從流經三向閥 64、吸附柱 48、以及三向閥 56，到達微粒過濾器 40，並從該處繼續流入指揮室 4。指揮室 4 流出的廢氣則是從扼流圈 74 流經三向閥 52、三向閥 58、吸附柱 38、以及三向閥 66 到達風扇 46，並從該處繼續流到出口 72。此時已承受污染的吸附柱 38 受到廢氣反沖洗，而吸附柱 48 用於淨化新鮮氣體及承受污染。

【0045】控制單元 30 可以透過三向閥 52、56、58、64 控制切換過程，此外爲了調節流量及壓力，控制單元 30 亦可控制兩個風扇 12、46 及其他的調節機構。對熟習該項技術者而言，亦可透過其他的管路選擇及調節機構，以類似的方式實現上述控制。

【0046】如以虛線繪製的外框線所示，通風系統 2 較佳是以模組化的方式由一惰性氣體模組 76、一碘及放射性塵埃模組 78、以及一電源模組 28 構成。各模組之間的界限當然可以有不同的選擇，而且也可以包含其他的模組或子模組。例如可以將單一模組放在標準貨櫃中，以便於運送到安裝地點，且只需將各個模組以標準化的管路連接，即可組裝完成。

【0047】在第 2 圖顯示的變化方式中，除了第 1 圖的構件外，第 2 圖的通風系統 2 還含有一二氧化碳(CO_2)的攔截單元，而且這個單元較佳是具有一主要是化學吸

【0053】斷流閥 94 較佳是一位於管路分枝上的可調節三向閥，在吸附柱 38 或 48 進行解吸附運轉(反沖洗)期間，斷流閥 94 會放行出口 72，並將連接的對流管 80 的段落封閉。這樣就可以確保能夠將解吸附期間從惰性氣體吸附柱 38 或 48 溶解的放射性吹送到周圍環境中，而不會經由對流管 80 被送入指揮室 4。因此惰性氣體解吸附運轉(沖洗惰性氣體吸附柱 38 或 48)及 CO₂ 吸附運轉(對流運轉)較佳是不要同時進行。

【0054】但是惰性氣體吸附運轉(惰性氣體吸附柱 38 或 48 承受負荷)及 CO₂ 吸附運轉(對流運轉)可以毫無困難的同時進行。在這種情況下是經由惰性氣體吸附柱 38，48 中的至少一個吸附柱及進氣管 10 將過濾過的新鮮氣體吹入指揮室 4。在斷流閥 88 打開時，從指揮室 4 排出的廢氣會被風扇 46 吹動通過對流管 80。視作為三向閥的斷流閥 94 的位置而定，一或大或小的子流(這個子流的流量也可能是 0)會經由出口 72 排放到周圍大氣中，同時剩餘的子流會經由 CO₂ 吸附柱 82 回流到指揮室 4。此時斷流閥 92 被封閉，因此如前面所述，可以避免來自惰性氣體吸附柱 38 或 48 的放射性回到指揮室 4。

【0055】另外一種可能的運轉方式是如前面關於第 1 圖的說明，在重複交替循環中同時進行惰性氣體吸附柱 38 或 48 的吸附及解吸附運轉。如前面所述，採用這種運轉模式時，較佳是在對流運轉中不要進行 CO₂ 吸附。

【0056】一件可以確認的事是，在較高的壓力下(例如 8bar)，發生在惰性氣體吸附柱 38 或 48 的物理吸附效率

【0059】例如可以將鹼石灰、沸石/分子篩、或一種可再生的吸附劑加到吸附柱 82 上，作為吸附 CO_2 用的吸附劑。其他可能的吸附劑包括氧化物、過氧化物超氧化物(例如超氧化鉀)。可再生的吸附劑的成份可以是金屬氧化物或金屬氧化物的混合物。例如氧化銀與 CO_2 反應會產生碳酸銀。原則上也可以用上述吸附劑的混合物作為吸附劑，或是使用多段式吸附柱，而且不同段的吸附柱可以使用相同或不同的吸附劑。在使用適當的吸附劑的情況下，升高溫度可以逆轉發生在吸附柱 82 上的化學吸附，而且吸附劑原則上可以再生。必要時可以簡單修改對流系統的管路，以便能夠在以上描述的對流運轉之外進行這個再生階段，而且不會對指揮室 4 造成負荷。

【0060】第 1 圖及第 2 圖的系統除了可以攔截放射性塵埃及有機碘存在帶氣體中的的放射性外，也可以攔截觀測站之呼吸空氣中的惰性氣體。此外，第 2 圖的擴大系統還可以透過化學吸附/吸著去除呼吸空氣中的 CO_2 。

【0061】透過直接 CO_2 吸附，在發生極端的意外事故時，指揮室 4 可以在對流運轉下持續運作，直到氧氣濃度下降到下限值(約 17-19 Vol.-%)而需從外界輸入新鮮氣體為止。包含吸附柱 38、48 的惰性氣體攔截模組的任務主要是維持及提高氧氣濃度。因此可以大幅降低模組所需的驅動電力及活性碳的量。為產生壓力變化吸附所需的壓縮能量也可以降低。因此只需較小的機組即可自己自足的產生所需的電力。

【0062】雖然以上描述的都是核電廠的(中央)指揮室的通風，但很明顯的是，通風系統 2 亦可應用於核電廠或其他核能設施(例如燃料棒儲存槽，再處理設施，燃料棒處理設施)內其他空間的故障通風之用，包括補助建物、配電設施室、測量觀測站、以及其他的操作及監控室。以上這些場所可以統稱為「操作室」。

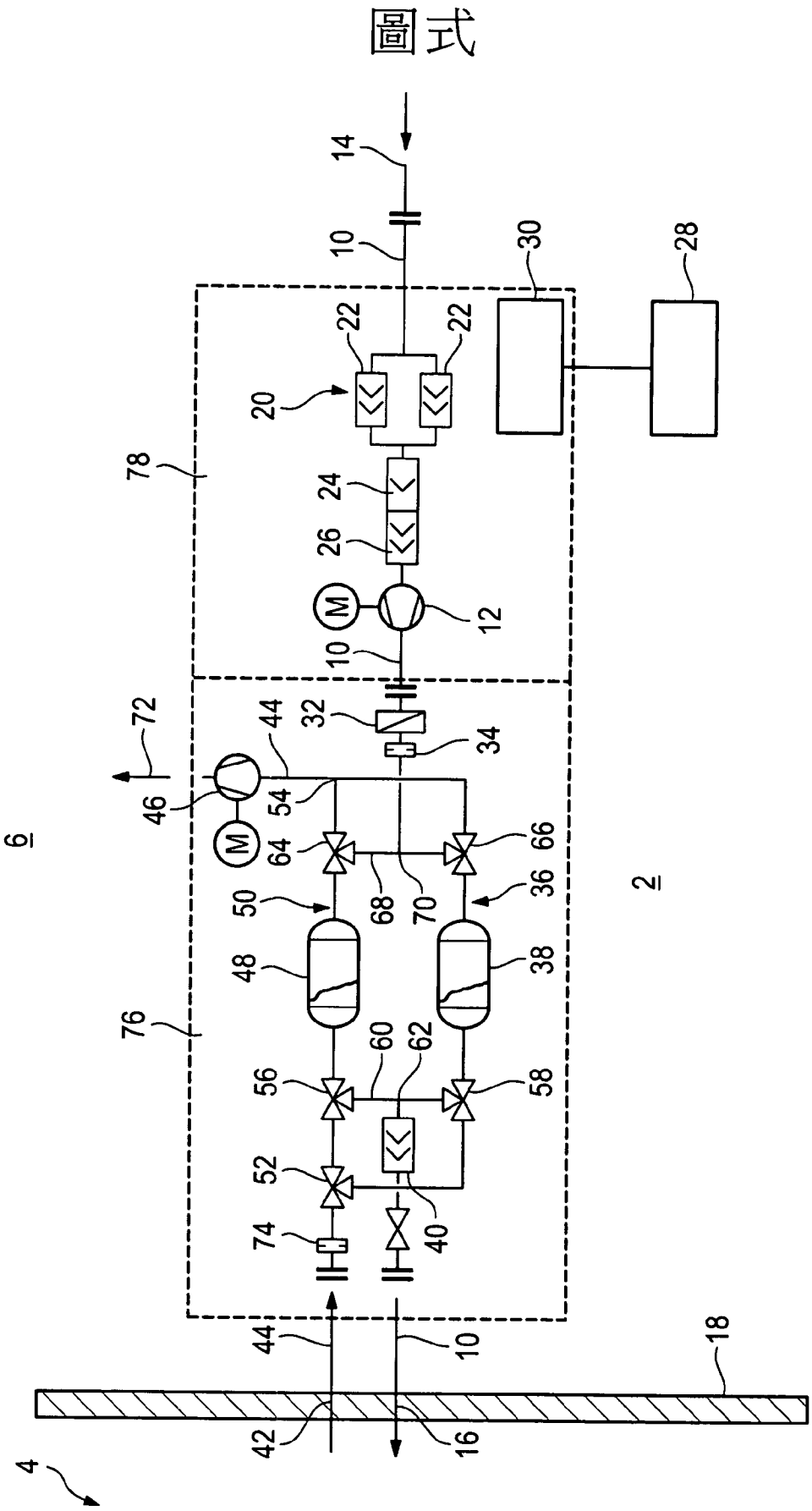
【符號說明】

【0063】

2	通風系統
4	指揮室
6	核電廠
8	室內空間
10	進氣管
12	風扇
14	入口
16	通路
18	覆蓋壁
20	放射性塵埃過濾器
22	HEPA 過濾器
24	碘過濾器
26	微粒過濾器
28	電源模組
30	控制單元
32	氣體乾燥器
34	扼流圈

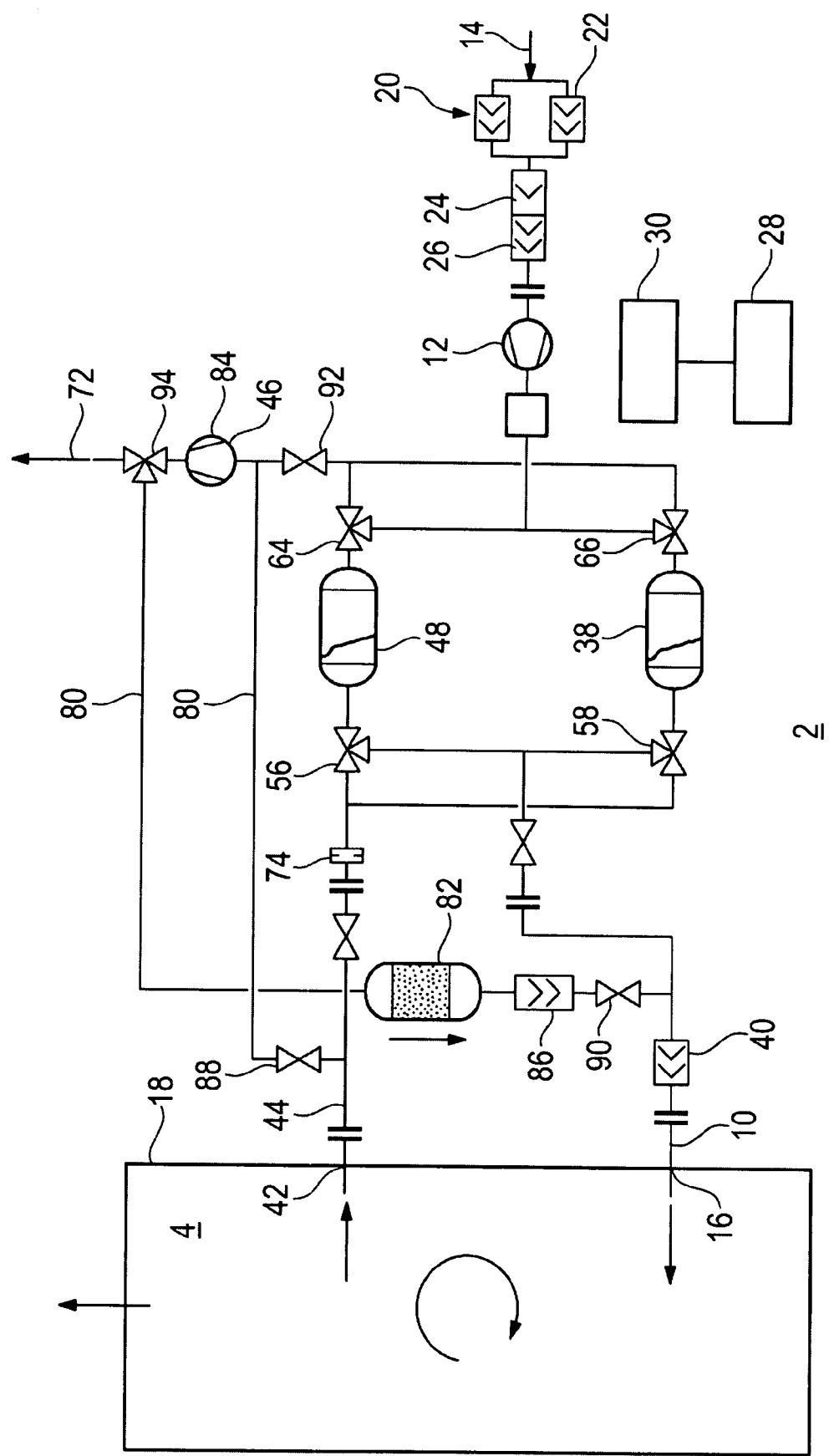
36	管路段
38	吸附柱
40	粒過濾器
42	通路
44	廢氣管
46	風扇
48	吸附柱
50	管路段
52	三向閥
54	匯合件
56	三向閥
58	三向閥
60	橫向連接
62	T 形接頭
64	三向閥
66	三向閥
68	橫向連接
70	T 形接頭
72	出口
74	扼流圈
76	惰性氣體模組
78	碘及放射性塵埃模組
80	對流管
82	CO ₂ 吸附柱
84	對流風扇

86	過 濾 器
88	斷 流 閥
90	斷 流 閥
92	斷 流 閥
94	斷 流 閥



第 1 圖

圖式



第2圖

面，採用具有如請求項第 10 項之特徵的操作方法即可達到本發明的目的。

【0010】附屬請求項的內容為各種有利的實施方式，此部分將在本文後面詳述。

【0011】本發明的通風系統具有一氣溶膠及碘過濾模組。進氣管內的吸入氣體會經由一風扇被吸入，並經由懸浮物過濾器被導入，以分離氣溶膠。在分離出懸浮物後，一種有利的方式是在一活性碳過濾床將放射性碘化合物分離出來。可以利用浸漬活性碳透過同位素交換或鹵化，將放射性碘甲烷分離出來。為了防止磨損，一種有利的方式是在活性碳床的後面設置一微粒過濾器。

【0012】接著在第二個處理步驟中將經過上述方式過濾的氣體輸入一惰性氣體模組。惰性氣體模組的主要成分是兩根裝有吸附劑(最好是活性碳)之對稱排列的吸附柱，吸附柱的吸附劑也可以是由多層活性碳及/或沸石及/或分子篩所構成。

【0013】輸入的氣體流入第一根吸附柱，其中惰性氣體(例如氬，氮)在通過吸附柱時會因為動態吸附的關係而流速變慢。在吸附柱的後方設有一過濾器，其作用是攔截吸附微粒。

【0014】從要供氣的空間區域排出的氣體會同時通過第二根吸附柱，並在該處對累積的惰性氣體放射性物質進行反沖洗，使第二根吸附柱在切換後重新具有吸附能力。最遲應在第一根吸附柱的放射性被破壞之前進行切

【0034】繼續在更下游看過去，可以選擇性的在進氣管 10 內設置一氣體乾燥器 32(亦稱為冷卻器)，其作用是將新鮮氣體流中的可冷凝的成份分離出來。例如可以是一種以矽膠及/或冰作為冷卻劑的被動式冷卻器。這樣做可以降低流入後續功能單元(詳見下面的說明)的新鮮氣體流的含水量。在本實施例中，為達到同樣的目的，從新鮮氣體的流動方向看過去，在氣體乾燥器 32 的後面還設有一按膨脹乾燥的原理作用在新鮮氣體流上的節流閥 34。這個節流閥較佳是一可調整的節流閥。

【0035】經過過濾及乾燥後，新鮮氣體流會流過所屬的調節機構(詳見下面的說明)，例如內部設有惰性氣體吸附柱(簡稱為吸附柱 38)的管路段 36。此時新鮮氣體流中的惰性氣體(主要是氫及氮)會在自我動態平衡的過程中經由物理及/或化學吸附與吸附柱 38 上的吸附劑結合，而且只要吸附柱 38 的吸附能力尚未用盡，就會一直留在管路段 36 內。例如可以設置一或數層活性碳及/或沸石及/或分子篩作為吸附劑。

【0036】在吸附柱 38 之後設有一通往指揮室 4 的管路段，在這個管路段內設有一微粒過濾器 40，其作用是攔截分離出來的吸附微粒。

【0037】最後經上述方式淨化的新鮮氣體流會經由通路 16 穿過指揮室 4 的覆蓋壁 18，進入指揮室 4 的室內空間 8，將放射性程度在容許範圍內的未經使用且富含氧氣的呼吸空氣送入室內空間 8，供工作人員使用。

段 60，其中橫向連接段 60 經由 T 形接頭 62 與進氣管 10 朝向微粒過濾器 40 的段落連接。在另一端則是以類似的方式在吸附柱 38、48 及連接段 54 之間設有可經由兩個三向閥 64、66 接通的橫向連接段 68，其中橫向連接段 68 經由 T 形接頭 70 與進氣管 10 來自節流閥 34 的段落連接。

【0041】如前面所述，來自節流閥 34 的進氣會在選定的閥門狀態流經 T 形接頭 70、三向閥 66、位於圖式中下方的吸附柱 38、三向閥 58、以及 T 形接頭 62 到達微粒過濾器 40，並從該處繼續流入指揮室 4。在另一管路段內，來自指揮室 4 的廢氣會通過三向閥 52、三向閥 56、位於圖式中上方的吸附柱 48、以及三向閥 64 風扇 46 的吸入接頭，並從該處繼續流入一廢氣室或另一接頭 72，其中接頭 72 與新鮮氣體的入口 14 相距一段距離。

【0042】也就是說，在這個運轉模式下，在上一個循環因吸附而累積在吸附柱 48 上的惰性氣體會被來自指揮室 4 之室內空間 8 的不含惰性氣體的廢氣解吸附，並與廢氣流一起被反沖洗到周圍環境中。反沖洗的動作受到沿受到反沖洗之吸附柱 48 的下游設置風扇 46 的支援，其中廢氣流的體積會因為惰性氣體在反沖洗過程中的負壓而變大。

【0043】在觀測站的廢氣管 44 內，從廢氣流的方向看過去，節流閥 74 位於三向閥 52 的上游，也就是位於正處於沖洗運轉之吸附柱 48 的上游，其中節流閥 74 較佳是一可調節的節流閥，其作用是使廢氣被動

附或吸收為作用原理的 CO_2 吸附柱 82。因此無需從外界注入(經過過濾的)呼吸空氣，就能夠使指揮室 4 在氣體循環運轉下持續一段時間，以使指揮室 4 內的 CO_2 濃度在這段期間內不會超過令工作人員感到不適的程度。這樣做的優點是，即使外界出現極端的放射性負荷，在循環運轉期間也不會有放射性物質滲入指揮室 4。

【0048】為了將 CO_2 吸附柱 82 加到第一圖的通風系統，較佳的方式是設置一條從廢氣體 44 分枝出來並朝向進氣管 10 的再循環管或循環管 80，並將 CO_2 吸附柱 82 設置於循環管 80 內。設置於循環管 80 內的循環風扇 84 使循環運轉期間來自指揮室 4 的富含 CO_2 的廢氣通過 CO_2 吸附柱 82 淨化成 CO_2 含量很低的呼吸空氣，並流回指揮室 4。吸附 CO_2 的過程是在與指揮室 4 內的壓力大致相同的壓力下進行，也就是在等於或略大於大氣壓的壓力下進行(以避免水滲入，見以下的說明)。因此循環風扇 84 無需發出值得一提的壓縮功。

【0049】根據本實施例，具體的作法是將循環管 80 的入口端經由一管路分枝(例如 T 形件)與位通往指揮室 4 的通路 42 及節流閥 74 之間的廢氣管 44 的管路段連接。循環管 80 的出口端則經由一管路分枝與位於通路 16 及三向閥 58 之間的進氣管 10 的管路段連接，方向為微粒過濾器 40 的上游。此外，亦可將過濾器 86 設置在循環管 80 內，例如沿著 CO_2 吸附柱 82 的下游設置(圖式中的吸附柱旁邊的箭頭標示循環運轉時的流動方向)。

【0050】循環系統與剩餘的通風系統 2 的連接當然有各種不同的可能方式，但本實施例的連接方式的優點是總共只需兩個穿過指揮所 4 之覆蓋壁 18/穿過反應爐的通路 16、42。另一個優點是，在循環運轉期間，通風系統 2 包含惰性氣體吸附柱 38、48 及前方元件的構件能夠簡單且可靠的被相應的斷流件或斷流閥與循環系統隔開及/或隔離。

【0051】循環管 80 的入口端及出口端分別設有斷流閥 88、90，以便在必要時能夠將循環管 80 與剩餘的管路系統隔離。斷流閥 88、90 較佳是可以調節流量(調節閥)，也就是可以調節成部分流量。這也亦用於其他的閥，尤其是以下說明的斷流閥 92、94。

【0052】一種可能性是為循環管 80 設置一自用且可分離的循環風扇 84。但是一種特別有利的方式是，將第 1 圖之實施例中位於廢氣管 44 內僅作為廢氣風扇用的風扇 46 設計成具有雙重作用，也就是使其在循環運轉期間能夠作為循環風扇 84 使用。為達到這個目的，循環管 80 經由適當的管路分枝或連接管與廢氣管的一包含風扇 46 的管路段連接。這個管路段能夠被斷流閥 92、94 與出口 72 及通風系統 2 包含惰性氣體吸附柱 38、48 的構件隔離，並在循環運轉期間構成循環管 80 的一子段落。如圖式所示，CO₂ 吸附柱 82 較佳是設置在風扇 46(或說是循環風扇 84)的下游，也就設置在風扇 46 的受壓側。

明顯優於在大氣壓力下的效率，反之解吸附則較佳是在較壓低的壓力下進行，尤其是在略低於大氣壓的壓力下進行。因此在每一個交換過程(切換)之後，需要以風扇 12 壓力作為壓縮機加壓一段時間(例如 10 至 30 分鐘)。在這個加壓階段，惰性氣體吸附柱 38 或 48 的攔截能力尚未完全耗盡，此時指揮室 4 的通風較佳是僅由循環運轉中的 CO₂ 吸附進行。這樣指揮室 4 內空氣的含氧量雖然會因為工作人員的呼吸而慢慢降低，但仍可確保 CO₂ 含量能夠維持在臨界值以下。

【0057】接著在達到有效攔截惰性氣體所需的工作壓力後，較佳是經由惰性氣體吸附柱 38 或 48 啟動經過過濾的進氣(如前面所述，同時運轉惰性氣體吸附及 CO₂ 吸附)。這樣指揮室 4 內先前降低的空氣含氧量就會提高。接著就可以在切斷循環的情況下進行再生階段(解吸附)，並切換吸附柱 38、40。

【0058】換句話說，根據第 2 圖，通風系統 2 的一種有利的運轉方式是，在吸附柱 38、48 的必要的加壓期間，指揮室 4 是在循環運轉中獲得氣體供應，而且較佳是僅由循環運轉獲得氣體供應。在加壓完成後，較佳是在化學 CO₂ 吸附期間或與化學 CO₂ 吸附一起經由吸附柱 38、48 的惰性氣體延遲段注入新鮮氣體。升高的體積流最好是用來維持指揮室 4 內的氧氣濃度及提高壓力。此時會在指揮室 4 內形成一朝向外界的高壓氣流，因此可以確保外界的放射性物質不會滲入指揮室 4。僅以一 CO₂ 分離器工作的簡單系統無法確保達到這樣的效果。

I687939

發明摘要

公告本

※ 申請案號：105101016

※ 申請日：105年1月14日

※IPC 分類：G21C 9/00 (2006.01)
B01D 53/02 (2006.01)
F24F 7/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於使用在核電廠中嚴重事件期間的通風系統及相關的操作方法

【中文】

一種用於使工作人員可進出之核能設施操作室的通風系統(2)，尤其是用於核能電廠(6)的指揮室(4)，在發生釋出放射性物質的嚴重故障事件時，這種通風系統至少要能夠持續數小時輸入去污染用的新鮮氣體。尤其是要盡可能降低輸入操作室的新鮮氣體中的放射性惰性氣體的含量。本發明的通風系統(2)具有

一條從外部入口(14)到操作室的進氣管(10)，其內設有第一風扇(12)及第一惰性氣體吸附柱(例如 38)，

一條從操作室到外部出口(72)的廢氣管(44)，其內設有第二風扇(46)及第二惰性氣體吸附柱(例如 48)，以及

作為切換第一及第二惰性氣體吸附柱(38，48)用的切換裝置。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 2 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

2	通風系統
4	指揮室
10	進氣管
12	風扇
14	入口
16	通路
18	覆蓋壁
20	氣溶膠過濾器
22	HEPA 過濾器
24	碘過濾器
26	微粒過濾器
28	電源模組
30	控制單元
38	吸附柱
40	粒過濾器
42	通路
44	廢氣管
46	風扇
48	吸附柱
56	三向閥
58	三向閥
64	三向閥

66	三 向 閥
72	出 口
74	節 流 閥
80	循 環 管
82	CO ₂ 吸 附 柱
84	循 環 風 扇
86	過 濾 器
88	斷 流 閥
90	斷 流 閥
92	斷 流 閥
94	斷 流 閥

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

申請專利範圍

1. 一種用於使工作人員可進出之核能設施操作室的通風系統(2)，該通風系統(2)具有：
 - 一從外部入口(14)到該操作室的進氣管(10)，其內設有第一風扇(12)及第一惰性氣體吸附柱(38)，
 - 一從該操作室到外部出口(72)的廢氣管(44)，其內設有第二風扇(46)及第二惰性氣體吸附柱(48)，以及
 - 用於交換第一及第二惰性氣體吸附柱(38、48)之作用的切換裝置，其中在一循環管(80)中連接有一 CO₂ 吸附柱(82)和一循環風扇(84)，該循環管(80)從該操作室離開並再次返回，且其中該第二風扇(46)可作為該循環風扇(84)連接在該循環管(80)中。
2. 如請求項 1 的通風系統(2)，其中該通風系統是用於核能電廠(6)的指揮室(4)。
3. 如請求項 1 的通風系統(2)，其中從進氣的流動方向看過去，該第一風扇(12)是設置在該第一惰性氣體吸附柱(38)的上游。
4. 如請求項 2 的通風系統(2)，其中在該第一風扇(12)及該第一惰性氣體吸附柱(38)之間將一節流閥(34)及/或氣體乾燥器(32)設置在該進氣管(10)內。
5. 如請求項 1 至 4 中任一項的通風系統(2)，其中從廢氣的流動方向看過去，該第二風扇(46)是設置在該第二惰性氣體吸附柱(48)的下游。

- 6.如請求項 1 至 4 中任一項的通風系統(2)，其中從廢氣的流動方向看過去，該第二惰性氣體吸附柱(48)在上游有一節流閥(74)設置在該廢氣管(44)內。
- 7.如請求項 1 至 4 中任一項的通風系統(2)，其中在該進氣管(10)內設有一碘過濾器(24)及一氣溶膠過濾器(20)。
- 8.如請求項 7 的通風系統(2)，其中從進氣的流動方向看過去，該碘過濾器(24)及該氣溶膠過濾器(20)均設置在該第一風扇(12)的上游。
- 9.如請求項 1 至 4 中任一項的通風系統(2)，其中具有一自給自足的電源模組(28)。
- 10.如請求項 1 至 4 中任一項的通風系統(2)，其中該切換裝置包含多個三向閥(52、56、58、64、66)。
- 11.如請求項 1 至 4 中任一項的通風系統(2)，其中該循環管(80)的入口端與該廢氣管(44)連接，出口端與該進氣管(10)連接。
- 12.一種用於如請求項 1 至 11 中任一項之通風系統(2)的操作方法，其中進氣流過該兩根惰性氣體吸附柱中的一根惰性氣體吸附柱(38)，使其承受放射性惰性氣體的負荷，同時廢氣在同一時間流過另一根惰性氣體吸附柱(48)，使其被反沖洗。
- 13.如請求項 12 的操作方法，其中當正在承受負荷之惰性氣體吸附柱(38)的吸附能力耗盡時，立即進行切換動作，使該兩根惰性氣體吸附柱(38、48)的作用彼此交換。

- 14.如請求項 12 或 13 的操作方法，其中透過該第一風扇(12)至少升高該兩根惰性氣體吸附柱(38、48)中的一根惰性氣體吸附柱內的壓力，並在同一時間以循環運轉透過該 CO₂ 吸附柱(82)去除 CO₂。
- 15.如請求項 14 的操作方法，其中在壓力升高的過程中，該操作室的通風完全是由已去除 CO₂ 的循環進行。
- 16.如請求項 14 的操作方法，其中進氣至少經由該兩根惰性氣體吸附柱(38、48)中的一根惰性氣體吸附柱流入該操作室，並在同一時間以循環運轉透過該 CO₂ 吸附柱(82)去除 CO₂。
- 17.如請求項 14 的操作方法，其中該第一風扇(12)是作為該循環風扇(84)來使用。