

203014

申請日期	81.10.6
案 號	81105929
類 別	B01D 61/02

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明
~~新型~~專利說明書

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

一、發明名稱	中文	增強之薄膜氣體分離
	英文	Enhanced Membrane Gas Separations
二、發明人	姓名	雷維普拉薩德 (Ravi Prasad)
	籍貫 (國籍)	美國
	住、居所	美國紐約州14051東艾姆何斯特亞德里街12號
三、申請人	姓名 (名稱)	普拉塞爾科技股份有限公司 PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.,
	籍貫 (國籍)	美國
	住、居所 (事務所)	美國康乃狄克州06817-0001丹伯瑞老里其伯瑞路39
	代表人 姓名	湯瑪斯N·比休伯 (Timothy N. Bishop)

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

五、發明說明(1)

本發明關於薄膜氣體分離，尤其關於使用清洗氣以增強乾燥操作之薄膜乾燥器。

許多商業情況需或宜從氣流中除去水分，水蒸汽常為許多不純氣體或製程中氣態產物內之雜質，其常為污染物或腐蝕劑而必須在該氣體使用前除去或減量，例如，乾燥空氣經常為氣動裝置所需，似化學加工廠內儀表使用之空氣。惰性環境中使用之氣體亦必須被高度乾燥，因殘留之水蒸汽係活性的而非惰性的，在其他情況下，內含之水分會凝結或凍結，從而抑制（阻礙）製程中氣流之流動，是以，此方面需要乾燥氣流之有效方法。

許多不同方法已慣用於乾燥氣流，在若干情況下，光是壓縮氣體即足可使水蒸汽凝結成水而從氣流內中流掉，同樣地，冷凝器和低溫凝氣筒可使凝結為液體水或固體冰而將之除去，凝結法在若干應用上係極有用的，但當需要極乾燥之氣流時則該法經常不宜。

吸附法亦常用於氣體乾燥，因許多吸附劑對水有強大之吸附親和力，然而此等吸附劑很快變為飽和，倘若該乾燥過程係連續操作，則吸附劑必須定期再生。在施壓振動吸附(PSA)程序中，該吸附係在較高吸附壓下進行，若干乾燥氣體產物減壓而用為逆向之情況氣流以助在較低解吸壓力下水分從吸附劑床之解吸，此PSA法可產生極乾燥之氣流，但若干之氣體產物必須循環用為清洗氣流並從裝置內放出成為廢氣。

五、發明說明(2)

薄膜透離法為一特別引人之乾燥法，常優於其他乾燥法，吾人熟知水蒸汽極易透過許多合成之聚合體膜，當一夾有水分之氣體通過這膜時，此際倘若存有足夠之乾燥力以助水蒸汽透過該膜，則水蒸汽會透過此膜而從進料流入透過側。就商業上採行之適宜乾燥法而言，待乾燥之氣體必須觸及該極薄之膜的大表面積俾在此膜內之擴散途徑極短，在該膜上亦必須維持壓力差以供與適當透過作用所需之拉力。此外，必須確立“能使被處理之氣流逐漸地觸及額外之薄膜表面以使氣流內留留之水分能連續透過薄膜裝置而被除去”的流動模式，這過程可方便地在一包含許多所謂的複合纖維或不對稱空心纖維心滲透組件(permeation module)內進行。此等滲透組件為這方面習知而廣用於範圍漸增之商業上氣體分離操作。

已確知：所謂三口(3-port)滲透器在用於乾燥低滲透性氣體時受有限制，此三口滲透器有進料氣入口及進料氣透過部份和不透過部份之分別出口。雖然水是高度滲透的，但也只在其他氣體能充分透過時始可有效地從薄膜低壓通道中除去，此等滲透器在用為有效力之乾燥器時必須要以高stage-cut操作，其意謂大量之被乾燥氣體亦必須透過而成為乾燥氣體產物逸失。已確知：當用四口滲透器時可獲致良好之乾燥，設若空心纖維內有高度之徑向混合。使用四口滲透器時，經由在空心纖維透

五、發明說明(3)

過側上之第四個通口 導入單獨之乾燥清洗氣流，從而自纖維之低壓通道流出水分，結果，發現清洗乾燥比滲透乾燥更為有效，即使當乾燥氣體產物作清洗用時，該清洗乾燥法亦屬優異，因“迫使氣體產物透過”需要高的壓力差或大的薄膜表面積，而這兩者在用單獨清洗氣時則非需要。

美國專利權 4,931,070 號擁有人 Prasad 述及使用逆流或操作之四口薄膜組件作為氣體乾燥，此參考文獻尤其關於 N_2 之產生，係使進料空氣流過兩段隔膜之滲透器，其中空氣內之大部份 O_2 從氮中除去，殘留之氧雜質則賴在“脫氧裝置中與氫起媒催反應而被除去，此反應產生之水則藉使濕的氮氣流過冷卻器及水分離器而大部份被除去，然而，仍有大量水雜質留在如是處理過之氮流中，該殘留之水分可賴薄膜乾燥器除去，其透過側之低壓通道遂被“空氣、第二段薄膜透過之乾燥氣體或被乾燥氮氣”清洗。

不論此乾燥法如何優越，進一步之改良仍為此方面所希以期在實際商業上操作時增強薄膜對氣體乾燥之效力，當氣態產物用於清洗時，若干量之氣態產物自然損失於清洗廢流中。當使用外源之乾燥清洗氣時，常會因清洗氣內存有之某些非產物成分回滲而使產物流遭受相當之不宜污染，這些因素便得上述薄膜乾燥法之最終用途在實用上受到限制。

五、發明說明(4)

本發明一目的為提供氣體分離用之改良的薄膜方法及裝置。

本發明另一目的為提供一種用薄膜之氣體分離的乾燥法及裝置，彼等可盡量減少外源清洗氣體內離質之回滲。

本發明另一目的為提供一種用薄膜之改良的乾燥法及裝置，彼等可盡量減少用為清洗氣之氣態產物或外來清洗氣之量。

本發明又一目的為提供一種“從高純度氮氣中除去水蒸汽而不會令氮氣產物在乾燥中再被污染及氮氣產物高度回收率”之改良方法和裝置。

請記住這些目的和其他目的，下文將詳述本發明，其新穎特點會在附加請求專利範圍中特別指出。

增強之氣體分離可由使待分離之進料氣在一大氣壓或以上之進料壓力下流過薄膜裝置，而清洗氣體在薄膜之透過側於低於一大氣壓之清洗壓力下通過。此或為小部份乾燥氣態產物或為外面供應之乾燥氣體的沖洗氣體係以逆向於進料氣體流動之方式通過。

下文中將對照附圖來進一步敘述本發明，其中：

圖1乃本發明利用小部份乾燥氣態產物作為清洗氣體此具體例之示意流程圖；及

圖2乃乾燥“薄膜脫氧裝置內產生之高純度氮氣”之示意流程圖，用小部之乾燥氮氣產物作為清洗氣體。

五、發明說明(5)

本發明之目的可由有效地利用“在薄膜透過側上最佳使用清洗氣體所產生之透過薄膜的推動力”而達成。此滲透之推動力為在薄膜高壓進料側或不透側與低壓透過側上兩分壓之差，當這些分壓變得相等時，則經由薄膜之滲透即停止。若處於高壓(Φ_i)下之濕進料流內水之莫耳分數濃度為 Y_{hi} ，則處於低壓(P_{lo})下之透過氣流內水之最大濃度(Y_{lo})為：

$$Y_{lo} = (\Phi_i / P_{lo}) Y_{hi} \quad (1)$$

若待乾燥氣體之進料流速為 F_f ，為了從其中完全除去水，依薄膜裝置內物料平衡，廢氣流之流速 F_w 應為：

$$F_w = (Y_{hi} / Y_{lo}) F_f \geq (P_{lo} / \Phi_i) F_f \quad (2)$$

此流動必須來自薄膜透過之乾燥氣體或來自乾燥之清洗氣流，就對水(相對於氣)宜有極高分離因子之薄膜言，透過之氣氣量不足供與依方程式(2)所需之廢氣流流速。

在無產物透過之有限情況下，所有之廢氣流來自清洗氣流 F_p ，於是，完全除去雜質時之清洗氣對進料氣之比如下所示：

$$F_p / F_f \geq P_{lo} / \Phi_i \quad (3)$$

可合併壓力效應和流動效應俾能界定“清淨比”如下：

$$CR = F_p \Phi_i / F_f P_{lo} = (F_p / F_f) (\Phi_i / P_{lo}) \quad (4)$$

理論上，完全乾燥只在 CR 為一或較大之數時始達成，然可察知：該情況在只需部份乾燥時亦會存在而可較小

五、發明說明(6)

值之清淨比，反之，在完全乾燥時，則可用遠大於一之清淨比，於是，係一之清淨比只表示為雜質完全除去之限制條件，許多其他因素也關乎實用方法及裝置之設計，係2或較大之清淨比一般用於完全乾燥，應請了解：在清洗氣用量（超過限制條件）與所用薄膜表面積之間需慮及“互換(trade-off)”，是以，當推動力變得太小而無法促使有效滲透時，則需要大的表面積，另一方面，若增加清洗氣體用量及清淨比遠大於一時，則表面積可減少。

當一部份所希之氣態產物用於清洗時，確實得自裝置之氣態產物為保留物量Fr，可依下式計算：

$$F_r = F_f - F_p \quad (5)$$

為了達成產物高回收率，清洗氣流 F_p 必需量小，從方程式(3)和(4)，將可看出需要一高的壓力比，即 Φ_i/Φ_o 。在典型之乾燥應用，薄膜透過側上廢氣流可在微高於大氣壓力即15psia下自薄膜中流出，而進料流可在約150psia(壓力比為10:1)下流入薄膜裝置內。為了完全乾燥，至少約10%（一般為15%或以上）所希之氣態產物必須循環用為清洗氣，於是成為透過側廢氣流之一部份而自裝置中排失，從而減少裝置之產物回收率。

茲已發現：產物之回收及過程中能效率均可由“在相當高度真空狀況下於薄膜透過側使用清洗氣來進行乾燥操作”而很經濟地增加。藉用合乎 Φ_o 之低於一大氣

五、發明說明(7)

壓之狀況，可達致極高之壓力比，從而減少清洗氣流為在薄膜不透側上極小部份之產物流。

雖然清洗氣流可以減少及清淨比可賴增加 Φ_i/Φ_o 此壓力比而增加，但是此方面通常限制 Φ_o 最小值至微高於一大氣壓，是以廢氣可方便地從薄膜乾燥裝置中排放至大氣而免去使用真空泵之購置費用及動力費用，在此情況下，壓力比可藉只提高高壓 (Φ_i) 而增加，然這需要對進料作額外壓縮並在一“可能高於意圖使用所需者”之壓力下產生乾燥產物。

在薄膜透過側使用本發明之真空狀況異於此方面慣常實施，就大多數乾燥應用而言，加壓之產物流是為所需，故而需一壓縮機來加壓進料流達所希之高於一大氣壓之程度。若薄膜透過側係在低於一大氣壓下操作，則又必須使用一額外之真空泵，於是，雖然一個壓縮機已足符超大氣壓法所需，但是此一跨大氣壓法 (transatmospheric process) 卻需要二個昂貴之機器，故而此方面相信此一跨大氣壓法操作之操作上動力需求需要較高。再者，就可相比之壓力比而言，真空泵一般貴過壓縮機且效率較低，基於這些理由，已不考慮用低度真空似約 10 psia 或較大者來操作跨大氣壓乾燥法以增加薄膜壓力比，反而使用一般之超大氣壓力狀況。

然已發現：全面乾燥效率之增進可由在膜之低壓透過側施用相當低度真空面得，進料氣之壓力在大氣壓力或

五、發明說明(8)

以上，例如，達約170psia或以上，在用典型之Phi情況下藉如是減低Plo，則Phi/Plo此壓力比可大為增加，從而減少清洗氣流且可維持所希之清淨比。當氣態產物用於清洗時，此清洗氣流之減少直接導致良好之產物回收率，更重要地是，已發現：在此情況下只需較少進料氣流就可供與同量之乾燥氣態產物，進料流此減少亦減少壓縮進料所需之能，在相宜情況下，減少之壓縮能足可補償本發明實施使用之真空泵所需之能。

本發明之真空狀況已被發現一般在約0.1-75psia之範圍內，以約0.5-5psia之範圍為佳而以約1-4psia之範圍為最佳，此係就本發明特定具體例言之。雖然在與慣常之超大氣壓情況比較下約10psia或較高之真空度在上述被認為不宜，乃因對在此真空度下使用真空泵之費用和效果之考量，但亦已發現：約10psia至約13psia之低於一大氣壓之壓力可用於本發明實施，倘若此低於一大氣壓之壓力能在裝置內不需加裝真空泵之情況下產生。於是，此薄膜裝置之清洗氣出口管路可連接至適當的現存壓縮機之吸力處，例如薄膜裝置內之進料氣壓縮機或第三段之薄膜滲透循環壓縮機或Venturi器，或者使用類似者以供與此吸力。

請參照附圖1，待乾燥之濕進料氣經由管路1，導入壓縮機2，在其內進料氣之壓力被升高壓所希之較高膜壓Phi，在大多數情況下，此壓縮會導使壓縮機排放口3

五、發明說明(9)

內存有之若干水分凝結，進料氣內水蒸汽含量之進一步減少可由在冷凝器4內降低該氣流之溫度而達成，然後在分液式(Knock-out phase)分離器5內從進料氣流中除去凝結之水分，繼使所成之飽和進料氣流通過管路6以達薄膜分離組件8之高壓側7，由於供薄膜用之薄膜對水之高度選擇性，使得大部分水蒸汽選擇地透過膜而達薄膜之低壓透過側9，經如是乾燥過之不能透過氣體經由管路10從薄膜8通過，在許多典型應用中，若干量此乾燥氣體通過閥11膨脹達低於一大氣壓之壓力並通過管路12而用為薄膜8低壓側之清洗氣，餘留之乾燥氣體則通過管路13而成為本法所希之乾燥氣體產物，清洗氣如圖1所示以逆向於進料流之方式流過薄膜8之低壓透過側9，在其內用來掃除已透過之氣體，包括上述水蒸汽，並從薄膜8經由管路14流入真空泵15，經由管路16而從泵中排出，成分廢氣，或者，在所希時，使之通過而用於輔助程序。

在另一具體例中，外源之乾燥氣體用為清洗氣，此際可關閉或省去不用閥11，該乾燥之外源清洗氣可通過管路17和管路12而用為薄膜8內所希之清洗氣流。在這情況下，經由管路10從薄膜8中除去之全部不透過物或保留物則可經由管路13回收而成為乾燥氣體產物。

在此乾燥法為另外方法附屬者的應用中，似從空氣中產生氮氣，進料氣流可在高壓下用之，進料壓縮機2，

五、發明說明(10)

冷凝器4和分離器5均不需成為此乾燥法之要件，雖然在功能上仍存在於本乾燥法和裝置為其一部份之整體分離法的其他部份。

在附圖2所示之本發具體例中，進料空氣在兩段薄膜裝置內被分離而產生一部份已被純化之氮氣流，使其再經脫氧處理俾從其中除去殘留之氧而產生潮濕之高純度氮氣流，後者在薄膜乾燥機內乾燥而產生乾燥之高純度氮氣產物。於是，管路1內進料空氣通過壓縮機2而達第一段薄膜3，從該膜中透過之含氧廢氣流被分離而通過管路4，未透過之氣體通過管路1A而達第二段薄膜5，從此膜中部份被純化之氮氣流通過管路6而達脫氧裝置7，氮氣經由管路8引入脫氧裝置7而與殘留氧起媒催反應，於是一潮濕之高純度氮氣流在內裝有冷凝器10和分離器11之管路9中流出，其內凝結之水經由管路12而被除去，管路9內的飽和之高純度氮氣流因通過薄膜乾燥13而充分被乾燥，從該機中乾燥之高純度氮產物經由管路14流出，在這具體例中，小部份之上述乾燥的高純度氮氣產物經由裝設閥16之管路15循環送入薄膜乾燥器13，在其內係以與薄膜之進料側或不透側上氮氣流逆向方式流過而作為乾燥清洗氣，此清洗氣從薄膜乾燥器13放出，經由裝有真空泵18之管路17而循環送至管路1以供壓縮並送至兩段薄膜裝置俾回收另外量之氮產物，透過第二段薄膜5之氣體亦宜通過管路19而達管路17

五、發明說明(11)

俾回流至裝置中。

採用文中述及和請求專利之跨大氣壓乾燥狀況的本發明優越之特點可從下文說明例而更加了解，在此等例中，使用適合在透過側上使用清洗氣之薄膜乾燥器，其係四口設計的，即有進料入口，不透物出口，透過物出口及清洗氣入口，此薄膜乾燥器在各情況下均為適合在透過側和不透側上逆流之空心纖維薄膜，這膜具有 6.33×10^6 巴爾(barrer)/厘米此滲透性/厚度之比及1,000之水對氧的分離因數，此等值為輕易可達成之實用薄膜技術之特色。在下述例1和2中，薄膜面積定在150平方呎，產物流速為1,000NCFH，霧點為 -40°F ，待薄膜之進料氮氣可由“幾乎除去全部氧但留下被水蒸汽飽和之氮氣之空氣分離法，如圖2具體例中所示者”產生。在該例1和2中，該進料氮氣流在150psig(165spia)和 100°F 下而得，含有約5,766ppm水蒸汽。

例1

在本例中，清洗比、壓縮機動力、真空泵動力、總動力及產物回收率已就不同程度之低壓滲透側(P10)測定，包括在一大氣壓和以下之值，為了此目的，使用分別具有80%和60%之絕熱段效率的兩段壓縮機和真空之裝置，結果示於表1：

五、發明說明(12)

表 I

參數	標準法		真空法	
	Phi (psia)	165	165	165
Plo (psia)	15	10	5	2
Phi/Plo	11	16.5	33	82.5
清洗比%	20.4	13.5	6.6	2.57
清淨比	2.24	2.23	2.19	2.12
增加之壓縮	930	560	260	100
機動力(瓦特)				
真空泵動力	0	90	130	100
(瓦特)				
乾燥需用之總動力	930	650	390	200
產物回收率	83	88	94	97.5

可看出：隨着真空度加深，即較低值之 Plo，則不透過側/透過側之壓力比 (Phi/Plo) 增大而所需之清洗氣之量為進料氧之 % 量) 顯著變小，因為只需較少量之所希氣體產物用為清洗氣，故而產物回收率顯增。此外，可察知：令人驚異及出乎意外的，本發明實施使得增加之壓縮機動力之需求隨着膜之透過側的真空情況加深而大為減少。當操作為本發明而用之真空泵的所需動力施加時，發現：令人驚異而意外地，此真空清洗乾燥所需之總動力隨着透過側壓力降低而激降(例 2) 至 2 psia。精於此道者會察知：作為整體評估本發明者對比於慣常實施

五、發明說明(13)

者之利弊之一部份，真空泵之費用及其帶來之複雜性必須就在實際商業化操作時採用本發明時技術上和經濟上整體可行性來考量，當考慮此費用時，發現：使用低度真空並不是慣常實施之引人的另一方法。當 P_{10} 減少至約0.1至約7.5 psia範圍及上文指出之較佳真空範圍時，然而此令人驚異之減少的操作動力需求被發現遠可補償使用真空泵所增加之費用，於是，本發明在此高度真空情況下之實施使得這重要之氣體乾燥操作得以增強之乾燥效率來進行。

表1結果似乎指出： P_{10} 變得越低，則本發明之真空清洗操作之整體效率越大，然適合本發明之真空壓力範圍一般自約0.1至7.5 psia或達約10 psia，倘若一如上述，不需使用真空泵就可產生真空。若 Φ/P_{10} 此壓力比發現超過約100，則使用之清洗氣可再減少，但所致之產物回收率的增加不會過大。再者，在薄膜乾燥器內產物一端宜存有微量之清洗氣。表I示在測試情況下清淨比接近2，可方便達致之最低 P_{10} 亦受水蒸汽壓力限制，其在100°F下幾為1 psia。再者，相當簡便之真空泵可用以達致指定程度之真空壓，而更為精巧和昂貴之真空泵則需用以達成較低程度之真空。

例2

本例類似例1者，但外源乾燥空氣用於清洗，其他條件同如例1者。

五、發明說明(14)

表 II

參數	標準法	真空法
Phi (psia)	165	165
Plo (psia)	15	2
Phi/Plo	11	82.5
清洗比 %	20.4	2.57
清淨比	2.24	2.12
真空泵動力(瓦特)	0	100
回滲之 O ₂ 濃度 (ppm)	196	26

在本例中，可察知無產物損失，乃因換用為清洗氣之故，且當使用真空清洗時，並未減少壓縮機能量之需求。本發明真空法需要額外之耗能費用，因真空清洗操作之故，並且又必需花額外購置真空泵之資本費用，此外，尚有若干氧氣從外源空氣回滲入產物流，當該外源空氣而非循環之高純度氣體產物用為清洗氣時。本發明真空清洗法之優點一如表 II 所列之結果者為回滲之量在本發明真空狀況下大為減少。這特點為符合特殊應用之產品純度規格所需。再者，雖一般認定可無價取得真空清洗操作所需量之乾燥空氣流，但是用為清洗氣之乾燥空氣流的實際費用在實用商業化操作上卻不可忽視，是以，察知本發明真空清洗法利用“使用在大約一大氣壓下取得之清洗空氣此慣常實施之乾燥空氣需求”的 13%。

若氧回滲之量例如本發明例之具體者之 26 ppm 仍多於

五、發明說明(15)

適用產品規格所容許者，則或如在例1中必須使用產物清洗或在備用薄膜乾燥操作時需要極低度之真空。一如上文所表明，關乎這深度真空之費用使得此一方法從實用操作觀點言之為無法施行的。

例3

本例關於用產物清洗之可單獨施用的方法以從周圍空氣產生空氣，薄膜特性及壓縮機效率和真空泵效率同如那些在上文例1和例2者，本例之生產需求為在1,000 NCFH流速及40psia(25psig)下之乾燥空氣產物，產品之露點為-40°F，其相當於127ppm，有效之薄膜表面為550平方呎，在100°F及特定進料壓力下之進料空氣為水分飽和。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(16)

表 III

參數	A情況低壓	B情況高壓	C情況真空
	超大氣壓	超大氣壓	跨大氣壓
進料水(ppm)	23740	6330	23740
進料壓力			
Phi (psia)	40	150	40
Plo (psia)	15	15	4
Phi/Plo	2.67	10	10
清洗比%	85	10	20
清淨比	2.27	1	2
壓縮機總動力(仟瓦特)	7.80	3.33	1.46
真空泵動力(瓦特)	0	0	0.57
總動力(仟瓦)	7.80	3.33	2.03

在A情況下，使進料氣壓力升達產品規格所需之壓力，廢氣在一大氣壓下排出，此構成一簡便之處理操作，但使用關乎進料空氣流之清洗比及有高的進料壓縮機能量需求。在B情況下，這壓縮機能量可由使進料氣之壓力達10大氣壓(150psia)而減少，乾燥之空氣產物亦在。其高出所需者之壓力下放出，是以含有過剩的未用之能量，在這情況下，所分配之薄膜表面積可透過需被除去之全部水分，即使當此清淨比減少至為一之公稱值

五、發明說明(17)

亦然。實際上在此情況下，極宜用較小之薄膜面積及較高之清淨比。

情況C表示本發明跨大氣壓方法之所希具體例，係將進料氣壓縮至未透過之乾燥氣體產物所需的壓力而薄膜之低壓透過側係有4psia壓力之真空，即使這方法兼需壓縮能及真空泵吸能，將可察知：能效率高出a情況或b情況。再者，此增高之能效率足可彌補本發明真空泵吸操作需購真空泵之額外費用。

可察知：本發明薄膜乾燥器所用之複合薄膜一如上文所指出應為一種對水之選擇率高出對待乾燥之空氣者，即在空氣乾燥中之氮和氧，也就是水分必須比待乾燥之空氣或其他氣體更快透過，例如，就從進料空氣中除去水分而言，水/空氣之分離因數應為至少50，最好是大於1000。此外，這複合薄膜對待乾燥之氣體例如在空氣乾燥應用中之氮和氧應有相當低之滲透率，乙酸纖維素為符合此標準之薄膜材之例，但多種其他薄膜材料亦可用之，如乙基纖維素、聚氨基甲酸酯、聚醯胺、聚苯乙烯等。

雖不同之薄膜構形可用於本發明實施，例如，螺旋式纏繞薄膜，但空心纖維薄膜構形特宜，乃因其有大的表面積及排列密度。在用空心纖維束之本發明較佳具體例中，待乾燥之進料空氣或其他氣體的通路可為由內向外，其中進料氣通過空心纖維之孔，或是由外向內，其中

五、發明說明(18)

進料氣流入薄膜束外側，透過之氣體在空心纖維孔內回收，一如在1987年6月24日公告之歐洲專利案0,226,431號所說明，逆向流動模式可由用一種不透障壁圍繞空心纖維束而產生，該不透障壁圍繞纖維束之縱向外表面，惟近束之一端則為未被圍繞之周邊區。這方式或其他此種方式可依所希之操作方式即由內向外或由外向內而使進料氣或透過氣體在空心纖維外逆向流過，該等空心纖維平行於空心纖維孔內透過氣體或進料氣體之流動方向。空心纖維束外之進料氣流動平行於(非成直角)纖維束之中心軸。可了解：薄膜纖維或以“平行於束之中心軸的連續集合體”組成，或者且最好是以繞中心軸螺旋捲纏，無論如何，該不透之障壁可為一層不透薄膜，例如聚偏二氯乙烯等。或者，此不透障壁可為一種不透之塗層材料例如聚矽氧烷，溶於無容溶劑中塗施，或為裝在薄膜束之上的水縮套管而在該束上收縮。此不透障壁於是圍繞該空心纖維或其他薄膜束，且如在上述公告專利所揭示，內有小孔，俾讓氣體流入該束或自該束流出，該流體係以幾乎平行於纖維束軸之方向流動。就本發明言，流動模式應為“濕進料空氣”或“關乎包含上述供應之清洗氣的透過氣體之其他氣流”連同透過薄膜材料之水分的逆向流動之一。

就本發明言，喜用不對稱膜或複合膜，乃因彼等之被多孔底物支持(為了機械強度和支持)的極薄之薄膜分

五、發明說明(19)

離區或層。密度之纖維薄膜亦可用之，雖然彼等因固有之較厚的分離區而具有極低之滲透率。

雖然上文特就極宜之氣體乾燥應用來敘述本發明，但請了解：本發明亦可應用於其他在商業上之重要氣體分離。是以，本發明可應用於宜從進料氣流中除去非水之速透成分，例如，從過程內氣流中除去 CO_2 和氨。此外，本發明對“為了回收氨氣體產物而行之氣體分離”極其重要，尤其是在所用之薄膜裝置（例如便利之輸送薄膜）顯示出對進料空氣內氧成分有高度滲透性更然。

是以，除掉上文揭示之本發明極適宜之氣體乾燥應用，從進料氣流中分離出速透成分似上述之 CO_2 、 NH_3 和 O_2 亦在本發明範圍內。

從上文請察知：本發明係薄膜分離技藝一重大改進，於是，本發明使得高效之乾燥及其他氣體分離操作可由“用少量清洗氣及低的整體能需求”而得以進行。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

四、中文發明摘要(發明之名稱：增強之薄膜氣體分離)

高效之薄膜乾燥及其他氣體分離可由在薄膜透過側使用低度真空以進行。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

英文發明摘要(發明之名稱：Enhanced Membrane Gas Separations)

Highly efficient membrane drying and other gas separations are carried out by the use of low vacuum levels on the permeate side of the membrane.

附註：本案已向 ^美 國(地區) 申請專利，申請日期：1991年 10月7日 案號：772,340

203014

六、申請專利範圍

1. 一種改良之薄膜氣體分離法，包括：

(a) 使進料氣流在為一大氣壓或以上之進料氣體壓力下流至“能從該進料氣中選擇地透過速透成分之薄膜裝置”的不透側；

(b) 使清洗氣以附着上述進料氣流流動之逆向流至薄膜裝置之透過側以助從薄膜表面上帶走上述速透成分及維持經由薄膜從進料氣流中除去速透成分之推動力，藉用真空泵使薄膜之透過側維持在約0.1至約7.5 psia此範圍內之低於一大氣壓之壓力(subatmospheric pressure)；

(c) 從薄膜不透側中回收產物氣流；及

(d) 放出“清洗氣”及“已從薄膜透過側透過薄膜之速透成分”，藉上述真空泵使薄膜透過側維持真空狀況以增加氣體分離操作之效率，從而減少其整體之能需求。

2. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中透過側之壓力為約0.5-5.0 psia。

3. 根據申請專利範圍第2項之方法，其中透過側之壓力為約1-4 psia。

4. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中進料氣乃夾有滿水分之空氣而產物氣體乃乾燥空氣。

5. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中該清洗氣乃從薄膜回收之一部份產物氣流。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

6. 根據申請專利範圍第4項之方法，其中清洗氣乃從薄膜回收之一部份乾燥產物氣流。
7. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中進料氣之壓力為約一大氣壓至約170 psia。
8. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中進料氣流乃空氣而該產物氣體乃氣。
9. 一種改良之薄膜氣體分離裝置，包括：
 - (a) 一種能從進料氣流中選擇地透過速透成分之滲透膜；
 - (b) 使進料氣流在為一大氣壓或以上之進料氣流壓力下流至薄膜不透側之導管；
 - (c) 使清洗氣以對着上述進料氣流流動之逆向流至薄膜透過側之導管；
 - (d) 維持薄膜透過側在約0.1-7.5 psia此範圍內的低於一大氣壓之壓力之真空泵裝置；
 - (e) 從薄膜不透側中回收氣體產物之導管；及
 - (f) 放出“清洗氣”及“已從薄膜透過側透過薄膜之速透成分”的導管；由上述真空泵在薄膜透過側上維持之真空狀況增加了氣體分離操作之效率，從而減少其整體能需求。
10. 根據申請專利範圍第9項之裝置，其中該能維持低於一大氣壓之真空泵乃能維持透過側在約0.5-5.0 psia此低於一大氣壓之真空泵。

六、申請專利範圍

11. 根據申請專利範圍第9項之裝置，其包括使一部份回收之氣體產物轉向用為上述清洗氣之導管。
12. 根據申請專利範圍第9項之裝置，其包括一壓縮進料氣流達所希之進料氣體壓力的壓縮機。
13. 根據申請專利範圍第12項之裝置，其中該壓縮機能壓縮該進料氣達約170psia之壓力。
14. 根據申請專利範圍第10項之裝置，其中該真空泵能維持約1-4 psia此低於一大氣壓之壓力。
15. 一種改良之薄膜氣體分離法，包括：
 - (a) 使進料氣流在為一大氣壓或以上之進料氣體壓力下流至“能從該進料氣中選擇地透過速透成分之薄膜裝置”的不透側；
 - (b) 使清洗氣以附着上述進料氣流流動之逆向流至薄膜裝置之透過側以助從薄膜表面上帶走上述速透成分及維持經由薄膜從進料氣流中除去速透成分之推動力，不用真空泵卻可使薄膜透過側維持在約10-13psia此範圍內之低於一大氣壓之壓力；
 - (c) 從薄膜不透側中回收產物氣流；及
 - (d) 放出“清洗氣”及“已從薄膜透過側透過薄膜之速透成分”，不用真空泵卻使薄膜透過側上維持之真空狀況可增加氣體分離操作之效率，從而減少其整體能需求。
16. 根據申請專利範圍第15項之方法，其中進料氣乃夾

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

有水分之空氣及產物氣體乃乾燥空氣。

17. 根據申請專利範圍第15項之方法，其中清洗氣乃從薄膜回收之一部份產物氣體。
18. 根據申請專利範圍第16項之方法，其中清洗氣乃從薄膜回收之一部份乾燥產物氣體。
19. 根據申請專利範圍第15項之方法，其中進料氣之壓力從大約一大氣壓至約170 psia。
20. 根據申請專利範圍第15項之方法，其中進料氣流乃空氣及該產物氣體乃氣。
21. 一種改良之薄膜氣體分離裝置，包括：
 - (a) 一種能從進料氣流中選擇地透過速透成分之滲透膜；
 - (b) 使進料氣流在為一大氣壓或以上之進料氣流壓力下流至薄膜不透側之導管；
 - (c) 使清洗氣以對着上述進料氣流流動之逆向流至薄膜透過側之導管；
 - (d) 不用真空泵使薄膜透過側維持在約10-13psia此範圍內之低於一大氣壓之壓力之器；
 - (e) 從薄膜不透側中回收氣體產物之導管；及
 - (f) 放出“清洗氣”及“已從薄膜透過側透過薄膜之速透成分”的導管；

不用真空泵卻使薄膜透過側維持之真空狀況可增加氣體分離操作之效率，從而減少其整體能需求。

六、申請專利範圍

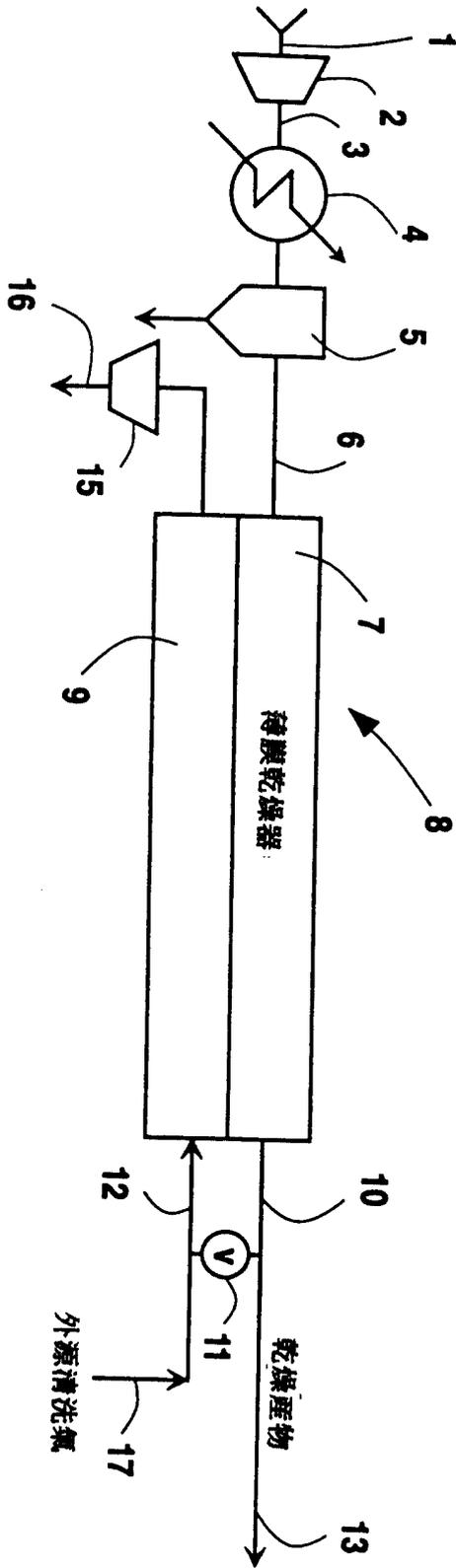
22. 根據申請專利範圍第21項之裝置，其包括使一部份回收之氣體產物轉向用為清洗氣的導管。
23. 根據申請專利範圍第21項之裝置，其包括一將進料氣流壓縮達所希之進料氣的壓力之氣體壓縮機。
24. 根據申請專利範圍第23項之裝置，其中氣體壓縮機能將進料氣壓縮達約170psia之壓力。
25. 根據申請專利範圍第23項之裝置，其中該能維持薄膜透過側壓力在低於一大氣壓之器乃使上述放出清洗氣體及速透成分之導管連接至上述氣體壓縮機吸力處之器。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

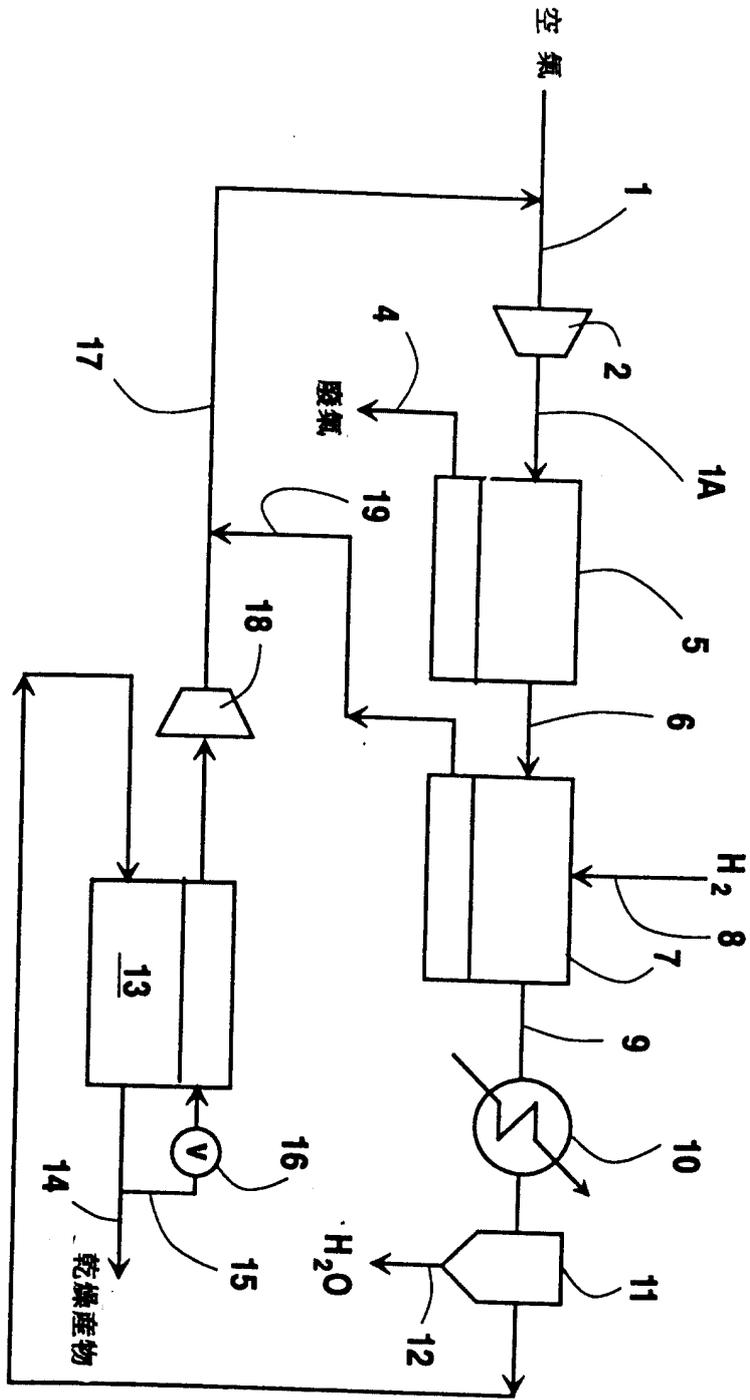
訂

線



第1圖

203014



第2圖