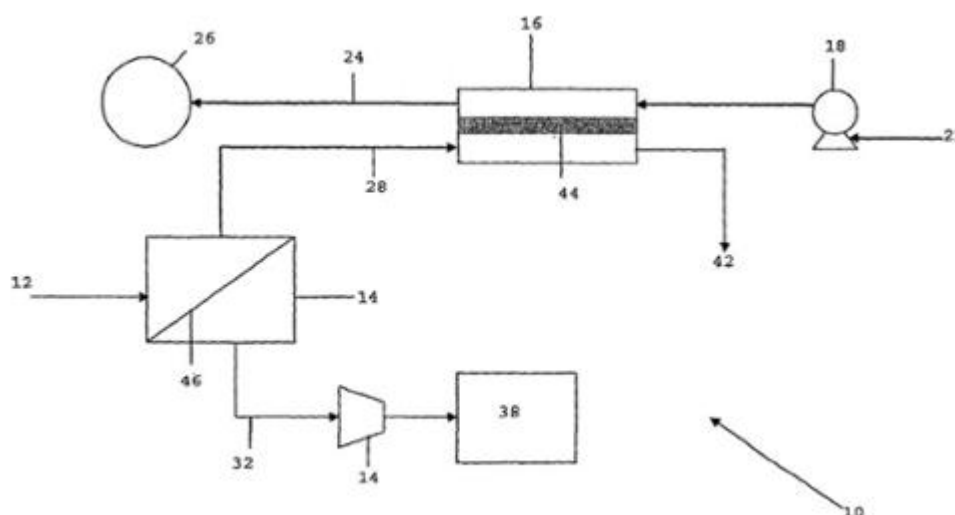


(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống loại bỏ cacbon dioxit ra khỏi dòng hydrocacbon.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khí tự nhiên là nguồn nhiên liệu hydrocacbon nhẹ quan trọng bao gồm phần lớn là metan, và ngày càng được sử dụng thay cho nhiên liệu thông thường do khả năng sử dụng rộng rãi của nó và tương đối dễ tách chiết so với các nhiên liệu thông thường được tinh chế từ dầu thô. Tuy nhiên, có nhiều vỉa chứa khí tự nhiên chứa một lượng tạp chất lớn, như cacbon dioxit (CO_2). Một số vỉa chứa khí tự nhiên có thể chứa CO_2 với lượng lớn hơn 30%, ví dụ, từ 50% đến 60%, và với lượng lên đến từ 70% đến 90%. Các tạp chất khác có thể bao gồm các hợp chất như hydro sulfua (H_2S), nitơ (N_2) và cacbon monoxit (CO). Tuy nhiên, trong phần lớn các vỉa chứa, CO_2 thường là tạp chất chính của khí tự nhiên thô được tách ra. Do vậy, cần có quy trình loại bỏ CO_2 ra khỏi khí tự nhiên thô trước khi khí tự nhiên này có thể được sử dụng một cách hiệu quả để tạo năng lượng. Do vậy, một số phương pháp đã được đề xuất trong lĩnh vực này để loại bỏ CO_2 ra khỏi dòng hydrocacbon ban đầu như khí tự nhiên.

Một phương pháp đã biết liên quan đến phương pháp tách khí trong đó khí cấp tự nhiên thô được cho đi qua màng. Do các hợp phần khí khác nhau trong khí tự nhiên sẽ thấm qua màng ở tốc độ khác với tốc độ thấm của metan, dòng khí tự nhiên thô được tách thành dòng giàu metan và dòng giàu tạp chất. Tuy nhiên, một nhược điểm của phương pháp này là lực đẩy chính để tách là mức chênh lệch giữa áp suất riêng phần của thành phần đi qua màng trong dòng qua màng và dòng không qua màng. Như vậy, hiệu quả tách giảm theo thời gian do lượng tạp chất còn lại trong dòng khí tự nhiên càng ngày càng ít. Ngoài ra, do một số khí metan cũng thấm qua màng cùng với tạp chất, nên có thể bị mất mát một lượng khí metan đáng

kể với lượng lên đến 20%. Một nhược điểm khác của kỹ thuật tách khí này là các tạp chất như CO_2 được tách ở dạng khí. Do các khí axit như CO_2 và H_2S không thể thải trực tiếp vào môi trường, do đó cần có các thiết bị dự trữ CO_2 mà thường cần bước nén để chuyển CO_2 ở dạng khí thành trạng thái cao áp để dự trữ một cách tối ưu. Bước nén này thường tốn nhiều năng lượng, và dẫn đến tiêu hao nhiều năng lượng và chi phí lớn.

Phương pháp đã biết khác để loại bỏ CO_2 ra khỏi hydrocacbon là phương pháp rửa khí, trong đó cho khí tự nhiên tiếp xúc với môi trường hấp thụ thích hợp trong cột hấp thụ, như cột tầng nén. Thông thường, chất hấp thụ amin như monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) metyldietanolamin (MDEA), diisoproylamin (DIPA) được sử dụng do chúng dễ hấp thụ khí axit như CO_2 . Tuy nhiên, một trong những nhược điểm của phương pháp rửa khí là ở chỗ nó cần mua các chất hấp thụ amin đắt tiền và cần tái sinh liên tục bằng cách tận dụng khí nhiệt độ cao (ví dụ, dòng) để tái sinh dòng amin nghèo được đưa tuần hoàn trở lại cột hấp thụ để rửa tiếp. Quy trình tái sinh này không tránh khỏi việc mất mát amin và cần nạp chất hấp thụ amin định kỳ. Ngoài ra, cột hấp thụ được biết có một số vấn đề như bị ngập, tạo bọt và cuốn theo và tốn chi phí để lắp đặt và bảo trì.

Do vậy, cần đề xuất phương pháp và hệ thống loại bỏ CO_2 ra khỏi hydrocacbon khắc phục hoặc ít nhất là loại bỏ các nhược điểm nêu trên. Cụ thể, cần đề xuất phương pháp hoặc hệ thống để sản xuất dòng khí tự nhiên chứa cacbon dioxit với lượng không lớn hơn 10%, tốt hơn là nhỏ hơn 5%, tốt hơn là nhỏ hơn 3%, từ dòng nguyên liệu chứa CO_2 với nồng độ cao, khắc phục hoặc loại bỏ các nhược điểm nêu trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp loại bỏ cacbon dioxit ra khỏi hydrocacbon, phương pháp này bao gồm các bước: (a) cho dòng nạp bao gồm hydrocacbon và cacbon dioxit tiếp xúc với một hoặc nhiều màng tách khí để tạo ra dòng khí không qua màng giàu hydrocacbon và dòng khí qua màng giàu cacbon dioxit, dòng khí không qua màng này chứa ít cacbon dioxit hơn so với dòng nạp,

và (b) cho ít nhất một trong hai dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng nêu trên đi qua bộ hấp thụ để tạo ra pha khí giàu hydrocacbon và pha chất lỏng hấp thụ chứa cacbon dioxit này.

Dòng nạp có thể chứa một lượng lớn CO_2 so với lượng hydrocacbon. Theo một phương án, dòng nạp có thể chứa CO_2 với lượng lên đến 95%. Theo một phương án khác, dòng nạp có thể chứa CO_2 với lượng ít nhất là khoảng 80%.

Hydrocacbon trong dòng nạp có thể chứa hydrocacbon $\text{C}_1\text{-C}_4$ nhẹ, chủ yếu là metan (CH_4) so với các hydrocacbon nhẹ khác. Theo một phương án, dòng nạp có thể chứa hydrocacbon với lượng khoảng 30%, trong đó khoảng 29% là CH_4 và còn lại 1% là hydrocacbon $\text{C}_2\text{-C}_4$.

Có lợi là, theo phương pháp được mô tả, ít nhất một dòng qua màng hoặc không đi qua màng được tách bằng màng tách khí còn được cho qua bộ hấp thụ, làm tăng hiệu quả tách CO_2 ra khỏi khí tự nhiên trong khi vẫn duy trì hiệu suất chung của CH_4 .

Theo một phương án về phương pháp được mô tả, dòng khí qua màng, giàu CO_2 và có áp suất và hàm lượng CH_4 thấp, được cho tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ. Dòng khí qua màng và chất lỏng hấp thụ có thể được tách bằng màng thấm để ngăn chặn sự trộn trực tiếp hai pha. CO_2 cuốn theo dòng khí qua màng có thể được hấp thụ vào chất lỏng hấp thụ và được loại bỏ ra khỏi khí đi qua màng, tạo ra pha khí áp suất thấp, giàu metan. Có lợi là, pha khí áp suất thấp, giàu khí metan này có thể được sử dụng làm khí hữu ích và có thể được sử dụng để tạo năng lượng tại chỗ. Có lợi hơn là bước hấp thụ này có thể thu hồi một lượng đáng kể CH_4 cùng đi qua màng tách khí cùng với CO_2 trong bước tách trước đó, do đó làm gia tăng hiệu suất chung của CH_4 trong dòng sản phẩm.

Theo phương án khác về phương pháp được mô tả, dòng khí không qua màng áp suất cao, giàu khí metan được cho tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ thay cho dòng khí qua màng giàu CO_2 . Một ưu điểm của việc này là cho phép bước tách bằng màng được thực hiện theo cách thức sao cho lượng CH_4 mất mát do đi qua màng được giảm thiểu. Theo cách này, trong khi khí không qua màng thu được từ

bước tách khí chứa một lượng đáng kể CO_2 , khí CO_2 bị cuốn theo này có thể được loại bỏ một cách hiệu quả trong bước hấp thụ tiếp theo. Ví dụ, theo một phương án, bước tách màng thứ nhất có thể là bước tách màng một giai đoạn, trong đó mặc dù một lượng nhỏ CO_2 được loại bỏ ra khỏi khí cấp tự nhiên, vẫn có ưu điểm là lượng hydrocarbon mất mát giảm nhờ mô hình một giai đoạn của nó. Việc này làm cải thiện hiệu suất chung của CH_4 . Ngoài ra, do hiệu quả tách khí giảm theo nồng độ CO_2 còn lại trong khí cấp tự nhiên, bước tách khí một giai đoạn cũng được sử dụng để tối ưu hóa lượng CO_2 được loại bỏ do bộ tách khí có thể được thiết kế nhỏ hơn (làm giảm thiểu diện tích của bộ tách) và sử dụng ít năng lượng hơn (tiết kiệm chi phí).

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống loại bỏ cacbon dioxit ra khỏi hydrocarbon, hệ thống này bao gồm: (a) một hoặc nhiều bộ tách khí được bố trí để nhận dòng nạp bao gồm hydrocarbon và cacbon dioxit, trong đó bộ tách khí này được bố trí để tạo ra dòng khí không qua màng giàu hydrocarbon và dòng khí qua màng giàu cacbon dioxit; và (b) một hoặc nhiều bộ hấp thụ được đặt phía sau bộ tách khí này, bộ hấp thụ này được bố trí để nhận ít nhất một dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng, và trong đó bộ hấp thụ được bố trí để tạo ra pha khí giàu hydrocarbon và pha chất lỏng hấp thụ chứa cacbon dioxit.

Dòng nạp có thể chứa một lượng lớn CO_2 so với hydrocarbon. Theo một phương án, dòng nạp có thể chứa CO_2 với lượng là 95% so với lượng hydrocarbon.

Hydrocarbon trong dòng nạp có thể chứa hydrocarbon $\text{C}_1\text{-C}_4$ nhẹ, chủ yếu là metan (CH_4) so với các hydrocarbon nhẹ khác.

Có lợi là, hệ thống được mô tả kết hợp bộ tách khí với cơ cấu tiếp xúc màng được đặt phía sau, làm gia tăng đáng kể hiệu suất chung của CH_4 và tăng cường hiệu quả loại bỏ CO_2 . Theo một khía cạnh có lợi khác của sáng chế, hệ thống được mô tả có thiết kế linh động bằng cách thiết kế cơ cấu tiếp xúc màng để nhận ít nhất một dòng qua màng hoặc dòng không qua màng có trong bộ tách khí. Như đã được thảo luận cùng với việc viện dẫn đến phương pháp nêu trên, tính linh động này

giúp cho việc thiết kế tách khí theo kiểu một giai đoạn hoặc nhiều giai đoạn để cân bằng với nhu cầu của người điều khiển để giảm thiểu thao tác trên hệ thống, tối ưu lượng CO₂ loại bỏ và đồng thời tối đa hiệu suất thu CH₄.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo minh họa các phương án và được sử dụng để giải thích nguyên tắc của các phương án được mô tả. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các hình vẽ được đưa ra chỉ nhằm mục đích minh họa và không giới hạn phạm vi của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ thể hiện dòng xử lý được đơn giản hóa theo phương án thứ nhất về hệ thống để xử lý khí tự nhiên theo sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ thể hiện dòng quy trình được đơn giản hóa theo phương án thứ hai về hệ thống theo sáng chế, trong đó dòng qua màng thoát ra từ bộ tách màng được dẫn đến cơ cấu tiếp xúc màng thay cho dòng không qua màng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Định nghĩa

Các từ và thuật ngữ sau được sử dụng ở đây có nghĩa là:

“% CO₂” như được sử dụng trong bản mô tả này, dung để chỉ % mol, trừ khi có quy định khác.

Thuật ngữ “về cơ bản” không loại trừ “hoàn toàn”, ví dụ chế phẩm “về cơ bản không chứa” Y có thể hoàn toàn không chứa Y. Khi cần, thuật ngữ “về cơ bản” có thể được bỏ ra khỏi phần định nghĩa của sáng chế.

Trừ khi có quy định khác, thuật ngữ "bao gồm" và các biến thể ngữ pháp của nó, được dự định là ngôn ngữ “mở” hoặc “bao hàm” sao cho không chỉ bao gồm tất cả các yếu tố được viện dẫn mà còn bao gồm các yếu tố khác, không được viện dẫn.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "khoảng", liên quan đến nồng độ của các thành phần của chế phẩm, thường là +/- 5% giá trị được nêu, thông thường hơn

là $\pm 4\%$ giá trị được nêu, thông thường hơn là $\pm 3\%$ giá trị được nêu, thông thường hơn là $\pm 2\%$ giá trị được nêu, thông thường hơn nữa là $\pm 1\%$ giá trị được nêu, và thông thường hơn nữa là $\pm 0,5\%$ giá trị được nêu.

Trong bản mô tả này, các phương án nhất định có thể được mô tả ở dạng khoảng. Cần được hiểu là phần mô tả một khoảng đơn thuần chỉ là để thuận tiện và ngắn gọn, và không nên tạo thành một giới hạn cố định trên phạm vi của khoảng đã nêu. Do vậy, phần mô tả một khoảng nên được xem là mô tả một cách cụ thể đến tất cả các khoảng phụ có thể có cũng như các giá trị bằng số cụ thể nằm trong khoảng này. Ví dụ, phần mô tả một khoảng như từ 1 đến 6 nên được xem là mô tả một cách cụ thể các khoảng phụ như từ 1 đến 3, từ 1 đến 4, từ 1 đến 5, từ 2 đến 4, từ 2 đến 6, từ 3 đến 6, v.v., cũng như các số cụ thể nằm trong khoảng này, ví dụ, 1, 2, 3, 4, 5 và 6. Điều này áp dụng bất kể độ rộng của khoảng này.

Như được thể hiện trên Fig.1, một phương án được nêu làm ví dụ về hệ thống 10 được mô tả trong biểu đồ dòng chảy của quy trình được đơn giản hóa.

Khí cấp tự nhiên thô 12 bao gồm khí metan (CH_4) và nồng độ cao (tối đa là 95%) của cacbon dioxid (CO_2) đầu tiên đi từ bộ xử lý sơ bộ khí tự nhiên hoặc trực tiếp từ nguồn khí cấp tự nhiên thô và được vận chuyển ở áp suất cao về phía bộ tách màng 14. Khí cấp tự nhiên thô 12 có thể được vận chuyển ở áp suất nằm trong khoảng từ 20 bar ($2 \cdot 10^6$ Pa) đến 70 bar ($7 \cdot 10^6$ Pa).

Bộ tách màng 14 bao gồm một hoặc nhiều tấm màng tách 46 được bố trí theo kiểu xoắn hoặc nhiều màng sợi rỗng được sắp xếp thành bó. Khí cấp tự nhiên 12 áp suất cao đi qua mặt “ngoài” của màng tách 46. Do CO_2 đi qua màng 46 tốt hơn so với CH_4 , dòng không qua màng 28 áp suất cao tạo ra trong mặt “ngoài” và giàu CH_4 . Ngược lại, mặt “lumen” của màng tạo ra dòng qua màng 32 áp suất thấp trở nên giàu CO_2 . Dòng qua màng 32 thường có áp suất thấp hơn nằm trong khoảng từ 1 bar (10^5 Pa) đến 30 bar ($3 \cdot 10^6$ Pa). Ở khoảng này, dòng không qua màng 28 trong bộ tách màng 14 chứa ít CO_2 hơn so với khí cấp tự nhiên thô 12, và thường nằm trong khoảng từ 20% đến 40%.

Dòng qua màng 32 áp suất thấp thoát ra từ bộ tách màng 14 có thể được cho đi qua thiết bị nén 34 được nén lại để dự trữ tối ưu trong bộ dữ trữ 38. Theo cách khác, dòng qua màng 32 có thể được cho đi qua bộ xử lý sau để càn hóa CO₂.

Dòng không qua màng 28 áp suất cao được dẫn tiếp đến cơ cấu tiếp xúc màng 16. Cơ cấu tiếp xúc màng 16 bao gồm ít nhất một màng 44 được đặt trong bộ tiếp xúc và phân chia cơ cấu tiếp xúc màng để tạo ra ít nhất một vùng dòng khí và ít nhất một vùng dòng chất lỏng. Có thể bố trí nhiều hơn một màng 44 trong cơ cấu tiếp xúc màng 16, ví dụ, có thể bố trí nhiều màng 44 theo kiểu bó sợi rỗng.

Cơ cấu tiếp xúc màng 16 được bố trí để nhận dòng chất lỏng hấp thụ 22 đi vào vùng dòng lỏng của nó. Dòng chất lỏng hấp thụ 22 được chọn là môi trường lỏng bất kỳ có ái lực ưu tiên đối với CO₂ và không làm ướt màng 44 một cách dễ dàng. Theo một phương án, chất lỏng hấp thụ 22 là nước biển. Tuy nhiên, chất lỏng hấp thụ khác cũng có thể được sử dụng nằm trong phạm vi của hệ thống đã nêu, bao gồm chất hấp thụ amin như MEA, MDEA, và DEA. Tuy nhiên, nước biển được ưu tiên do khả năng sẵn có của nó và chi phí không đáng kể. Dòng chất lỏng hấp thụ 22 được cho đi qua cơ cấu tiếp xúc màng 16 thông qua hệ thống bơm 18.

Cơ cấu tiếp xúc màng 16 còn được bố trí để nhận dòng không qua màng 28 vào vùng dòng khí của nó. Theo phương án này, dòng khí và dòng chất lỏng hấp thụ được bố trí ngược dòng với nhau nhưng dòng chảy chéo hoặc dòng cùng chiều cũng nằm trong phạm vi của hệ thống 10 được mô tả. Thông thường, màng kỵ nước, vi xốp như, nhưng không chỉ giới hạn ở, màng polypropylen (PP), polytetrafluetylen (PTFE), polyvinyliden florua (PVDF), polysulfon (PSf), polyetylenimin (PEI), được chọn để tạo ra hàng rào thấm nằm giữa vùng dòng khí và dòng chất lỏng. Cỡ lỗ của màng này có thể nằm trong khoảng từ 0,01µm đến khoảng 4µm. Theo một phương án, cỡ lỗ của màng này được chọn sao cho nó có thể dễ dàng lấp đầy bằng phân tử CO₂ để tối đa diện tích bề mặt để hấp thụ CO₂ vào chất lỏng hấp thụ 22. CO₂ có trong dòng không qua màng 28 tan vào dòng chất lỏng hấp thụ 22 liền kề, tạo ra dòng chất lỏng thoát ra 24 chứa CO₂ ở nồng độ cao.

Dòng chất lỏng thoát ra 24 từ bộ tiếp xúc 16 và được cho đi qua bộ xử lý 26 để xử lý.

Dòng khí thoát ra 42 thoát ra từ bộ tiếp xúc 16 là khí áp suất cao giàu CH_4 và chứa CO_2 với lượng ít hoặc không đáng kể. Theo một phương án, dòng khí thoát ra 42 chứa CO_2 với lượng nhỏ hơn 10%, tốt hơn là nhỏ hơn 5%, thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3%. Nồng độ CO_2 trong dòng khí thoát ra 42 có thể thay đổi một cách thích hợp để phù hợp với các thông số kỹ thuật của khí để bán.

Một ưu điểm của kết cấu này là quy trình tách màng một giai đoạn có thể được sử dụng cho bộ tách màng 14. Việc này làm giảm thiểu tổng lượng hydrocacbon mất mát do ít nhất một phần CH_4 cũng đi qua màng 46 để tạo ra một phần của dòng qua màng (mặc dù tốc độ chậm hơn CO_2 .) Do có bộ tách màng một giai đoạn, giảm thiểu lượng CH_4 mất mát với sự cân bằng là CO_2 dư được cuốn vào dòng không qua màng 28. Có lợi là, bằng cách kết hợp bộ tách màng với bộ tiếp xúc 16 phía sau, CO_2 bị cuốn theo vẫn có thể được loại bỏ một cách hiệu quả sao cho dòng khí thoát ra 42 có nồng độ CO_2 mong muốn. Hơn nữa, do dòng không qua màng 28 đã trải qua quy trình tách đầu tiên, nên lượng tải hấp thụ của cơ cấu tiếp xúc màng 16 giảm một cách có lợi. Cuối cùng, bằng việc sử dụng nước biển làm chất lỏng hấp thụ, hệ thống 10 nêu trên tiết kiệm chi phí do tính sẵn có của nước biển và không cần lắp đặt các bộ tách tái sinh amin. Theo một phương án khác, chất lỏng hấp thụ có thể là nước chưng cất. Theo một phương án khác nữa, chất lỏng hấp thụ có thể là nước chứa chất phụ gia để cải thiện sự hấp thụ CO_2 .

Như được thể hiện trên Fig.2, một phương án khác về hệ thống 50 để xử lý khí tự nhiên theo sáng chế được thể hiện. Theo phương án này, khí cấp tự nhiên thô 52 áp suất cao được cho đi qua bộ tách màng 54 để tạo ra dòng không qua màng 56 giàu CH_4 và dòng qua màng 58 giàu CO_2 . Theo phương án này, bộ tách màng 54 có thể bao gồm nhiều modul màng 84 và được bố trí một cách thích hợp để tách khí bằng màng nhiều giai đoạn. Ví dụ, modul màng 84 được đặt trong bộ tách màng 54 có thể được bố trí theo kiểu xếp tầng để khí tự nhiên 52 đi qua hai hoặc nhiều giai đoạn tách khí. Hiển nhiên là số tầng và số giai đoạn có thể được

chọn một cách thích hợp để dòng không qua màng 56 chứa CO_2 ở nồng độ chấp nhận được để có thể bán hoặc đáp ứng các nhu cầu tiêu thụ. Theo một phương án, số lượng modul màng 84 được chọn để dòng không qua màng 56 chứa CO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10%. Dòng không qua màng 56 có thể được nén bằng cách cho đi qua máy nén 62 và được bán trực tiếp ở dạng khí bán được 64.

Do việc tách nhiều giai đoạn được thực hiện ngược dòng, một phần đáng kể (lên đến 15%) CH_4 trong khí cấp tự nhiên 52 có thể bị cuốn vào dòng qua màng 58. Kết quả là, dòng qua màng 58 vẫn chứa một lượng đáng kể sản phẩm hydrocacbon CH_4 . Do vậy, sau đó, dòng qua màng 58 được cho đi qua cơ cấu tiếp xúc màng 86, do đó, nó được bố trí chảy ngược dòng với dòng chất lỏng hấp thụ 72 liền kề được tách bằng màng thấm 82. Các kiểu bố trí khác như dòng chảy chéo hoặc đồng cùng chiều cũng có thể được sử dụng trong cơ cấu tiếp xúc màng 86. Màng thấm 82 phân chia cơ cấu tiếp xúc màng 86 để phân định vùng dòng khí và vùng dòng chất lỏng. Nên được hiểu rằng có thể bố trí nhiều hơn một màng 82 trong cơ cấu tiếp xúc màng 86. Màng 82 có thể được bố trí dưới dạng một hoặc nhiều bó sợi rỗng hoặc màng tấm xếp tầng được đặt trong cơ cấu tiếp xúc màng.

Sau khi phần lớn lượng CO_2 còn lại trong dòng qua màng 58 được hấp thụ vào chất lỏng hấp thụ 72, dòng khí thoát ra 66 áp suất thấp được tạo ra về cơ bản chứa CH_4 và CO_2 ở nồng độ thấp. Theo một phương án, dòng khí thoát ra 66 chứa CO_2 với lượng không quá 10%. Dòng khí thoát ra 66 thường có áp suất từ 1 bar (10^5 Pa) đến 30 bar ($3 \cdot 10^6$ Pa). Có lợi là, phần lớn lượng CH_4 mất mát do đi qua bộ tách màng 54 có thể được thu hồi bằng cơ cấu tiếp xúc màng 86 dưới dạng dòng khí thoát ra 66. Có lợi là, dòng khí thoát ra 66 có thể được sử dụng trực tiếp làm khí hữu ích để tạo năng lượng tại chỗ, làm giảm sự tiêu thụ năng lượng bên ngoài của hệ thống đã mô tả. Chất lỏng hấp thụ thoát ra từ cơ cấu tiếp xúc màng 86 là dòng chất lỏng thoát ra 76 giàu CO_2 và có thể được đưa trực tiếp vào thùng dự trữ 78 trong pha lỏng. Theo cách khác, dòng chất lỏng thoát ra 76 có thể được cho đi qua bộ xử lý sau để càng hóa CO_2 chứa trong đó. Có lợi là, CO_2 được hấp thụ, ở dạng lỏng, dễ dàng vận chuyển và không cần bước nén tốn kém để dự trữ CO_2 một cách thân thiện.

Mô tả các phương án khác

Các phương án được nêu làm ví dụ, không giới hạn về phương pháp sản xuất khí tự nhiên nêu trên theo khía cạnh thứ nhất sẽ được mô tả.

Theo phương pháp được mô tả, dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng hoặc cả hai còn có thể được đưa vào bước hấp thụ để loại bỏ CO₂ được chứa trong các dòng này. Theo phương án được ưu tiên, chỉ có dòng khí không qua màng được đưa vào hấp thụ bằng chất lỏng hấp thụ. Theo một phương án khác nữa, chỉ có dòng khí qua màng được đưa vào hấp thụ bằng chất lỏng hấp thụ.

Bước tiếp xúc (a) có thể còn bao gồm bước chọn màng tách khí có khả năng hấp thụ CO₂ tốt hơn so với CH₄. Màng tách khí có thể được bố trí theo kiểu cuộn xoắn hoặc là bó các sợi rỗng được đặt trong bộ tách màng. Theo một phương án, màng tách khí được làm từ xenluloza axetat. Màng tách khí thích hợp khác có thể được chọn từ nhóm bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, màng polysulfon, polyetylenimin, và copolyme polyamit/polimit. Theo một phương án khác, màng tách khí có thể là màng copolyme polyamit/polyimit. Ví dụ về màng copolyme polyamit/polyimit là màng Torlon® có bán trên thị trường.

Bước tiếp xúc (a) có thể bao gồm bước tách khí một giai đoạn, hai giai đoạn hoặc nhiều giai đoạn, trong đó dòng khí cấp tự nhiên được cho đi qua mặt ống (hoặc mặt “lumen”) của màng tách khí và trong đó ít nhất một phần CO₂ có trong dòng khí cấp tự nhiên thấm qua màng vào mặt “ngoài” để tạo ra dòng khí qua màng áp suất thấp hoặc ngược lại. Theo khía cạnh này, áp suất của dòng khí qua màng có thể nằm trong khoảng từ 1 bar (10⁵ Pa) đến khoảng 30 bar (3.10⁶ Pa).

Nếu bước tiếp xúc (a) là bước tách màng một giai đoạn, thì nồng độ CO₂ trong dòng không qua màng có thể nằm trong khoảng từ 20% đến khoảng 40%. Nếu bước tiếp xúc (a) bao gồm bước tách màng hai giai đoạn hoặc nhiều giai đoạn, thì nồng độ CO₂ trong dòng không qua màng có thể nằm trong khoảng từ khoảng 20% đến khoảng 10%. Ngoài ra, áp suất của dòng không qua màng có thể nằm trong khoảng từ khoảng 20 bar (2.10⁶ Pa) đến khoảng 100 bar (10⁷ Pa). Bước cho đi qua (b) có thể bao gồm bước bố trí ít nhất một màng thấm trong bộ hấp thụ để

xác định ít nhất một vùng dòng khí và ít nhất một vùng dòng chất lỏng. Theo một phương án, bộ hấp thụ có thể là cơ cấu tiếp xúc màng.

Màng thấm có thể được làm từ vật liệu polyme về cơ bản là vi xốp và kỵ nước. Vật liệu polyme của màng thấm có thể được chọn từ nhóm bao gồm: polypropylen, polyvinyliden florua, polytetrafloetylen, polysulfon, polyetylenimit, polyamit/polyimit, xenluloza axetat hoặc co-polyme của chúng. Nhiều hơn một màng được bố trí trong bộ hấp thụ theo kiểu cuộn xoắn, xếp tầng hoặc sợi rối. Mỗi màng có thể được làm từ vật liệu polyme giống hoặc khác nhau. Tốt hơn là, màng đã chọn nên có diện tích bề mặt lớn và về cơ bản tương thích với chất lỏng hấp thụ để giảm thiểu sự tắc nghẽn hoặc làm ướt màng. Theo một phương án, màng thấm là màng PVDF.

Bước cho đi qua (b) có thể còn bao gồm bước cho một trong hai dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng dọc theo vùng dòng khí của bộ hấp thụ. Bước cho đi qua (b) còn bao gồm bước cho chất lỏng hấp thụ đi dọc theo vùng dòng chất lỏng liền kề với vùng dòng khí, trong quá trình này CO_2 có trong khí không qua màng hoặc khí qua màng được hấp thụ vào chất lỏng hấp thụ qua các lỗ của màng thấm. Theo một phương án, dòng chất lỏng hấp thụ và dòng khí liền kề có thể cho đi qua ngược dòng với nhau để tạo ra mức chênh lệch áp suất riêng phần tối đa của CO_2 giữa hai pha. Có lợi là, việc này cải thiện lượng CO_2 đi vào chất lỏng hấp thụ. Theo một phương án khác, dòng chất lỏng hấp thụ có thể cho đi qua theo kiểu dòng cùng chiều với dòng khí.

Bước cho đi qua (b) còn có thể bao gồm bước cung cấp chất lỏng hấp thụ có khả năng hấp thụ CO_2 và về cơ bản là trơ với vật liệu màng. Theo một phương án, chất lỏng hấp thụ là nước biển. Có lợi là, việc sử dụng nước biển làm chất lỏng hấp thụ tiết kiệm chi phí do tính sẵn có của nó và chi phí không đáng kể.

Theo một phương án, dòng không qua màng thu được trực tiếp từ bước tiếp xúc (a) có thể chứa CO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%, tốt hơn là nhỏ hơn 5%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3%. Khi dòng không qua màng thu được trực tiếp từ bước

tiếp xúc (a) chứa CO₂ với lượng nhỏ hơn 10%, thì bước tiếp xúc (a) có thể bao gồm bước tách khí nhiều giai đoạn.

Theo một phương án khác, pha khí giàu metan thu được trực tiếp từ bước cho đi qua (b) có thể chứa CO₂ với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%, tốt hơn là nhỏ hơn 5%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3%.

Theo một phương án, khi dòng khí không qua màng được đưa vào bước cho đi qua (b), pha khí giàu metan có thể được nén, có áp suất nằm trong khoảng từ khoảng 20 bar ($2 \cdot 10^6$ Pa) đến khoảng 100 bar (10^7 Pa). Theo một phương án khác, khi dòng khí qua màng được đưa vào bước cho đi qua (b), pha khí giàu metan có áp suất thấp, nằm trong khoảng từ khoảng 1 bar (10^5 Pa) đến khoảng 30 bar ($3 \cdot 10^6$ Pa).

Phương án được nêu làm ví dụ, không giới hạn về hệ thống sản xuất khí tự nhiên theo khía cạnh thứ hai được mô tả dưới đây.

Trong hệ thống được mô tả, bộ hấp thụ được bố trí để nhận ít nhất một dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng thoát ra từ bộ tách khí. Theo một phương án, bộ hấp thụ có thể được bố trí phía sau cả dòng khí không qua màng và dòng khí qua màng. Theo một phương án khác, bộ hấp thụ được bố trí phía sau chỉ nhận dòng khí không qua màng. Theo một phương án khác nữa, bộ hấp thụ được bố trí phía sau chỉ để nhận dòng khí qua màng.

Trong hệ thống được mô tả, bộ tách khí có thể bao gồm một hoặc nhiều modul màng được nối với nhau thành hàng hoặc được đặt song song hoặc kết hợp cả hai cách trên. Mỗi modul màng có thể bao gồm một hoặc nhiều màng đặc được đặt trong các modul được bố trí theo kiểu cuộn xoắn hoặc sợi rối. Mỗi màng đặc này có thể được làm từ vật liệu giống hoặc khác nhau. Màng đặc này có thể được làm từ vật liệu cho phép CO₂ thấm nhanh qua màng so với CH₄. Theo một phương án, màng đặc này là màng xenluloza axetat. Các màng khác thích hợp khác là như được mô tả trên đây.

Bộ hấp thụ có thể bao gồm một hoặc nhiều cơ cấu tiếp xúc màng. Mỗi cơ cấu tiếp xúc màng bao gồm màng thấm được đặt trong bộ tiếp xúc này để xác định

vùng đối với dòng khí và vùng liền kề đối với dòng chất lỏng, trong đó vùng dòng khí và vùng dòng chất lỏng được phân tách bằng màng thấm. Cơ cấu tiếp xúc màng có thể được bố trí để nhận dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng thoát ra từ bộ tách khí vào vùng dòng khí. Cơ cấu tiếp xúc màng có thể được bố trí để nhận dòng chất lỏng hấp thụ vào vùng dòng chất lỏng. Theo một phương án, cơ cấu tiếp xúc màng được bố trí để cho dòng chất lỏng hấp thụ liền kề với dòng khí qua màng hoặc dòng khí không qua màng chảy qua. Theo phương án được ưu tiên, cơ cấu tiếp xúc màng được bố trí để dòng khí và dòng chất lỏng hấp thụ là ngược dòng với nhau. Theo một phương án khác nữa, cơ cấu tiếp xúc màng được bố trí để cho dòng khí và dòng chất lỏng hấp thụ cùng chiều với nhau.

Màng thấm trong bộ tiếp xúc về cơ bản là kỵ nước. Theo một phương án, màng thấm có thể được làm từ vật liệu polyme về cơ bản là kỵ nước và vi xốp. Vật liệu polyme của màng thấm có thể được chọn từ nhóm bao gồm: polypropylen, polyvinyliden florua, polytetrafloetylen, polysulfon, polyetylenimit hoặc copolyme của chúng

Theo một phương án về hệ thống nêu trên, bộ tách khí được bố trí để tạo ra dòng khí không qua màng chứa CO₂ với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 5%, thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3%. Theo phương án này, được hình dung là bộ tách sẽ bao gồm nhiều modul màng được sắp xếp trong các giai đoạn để thực hiện việc tách khí nhiều giai đoạn. Theo phương án này, dòng khí qua màng áp suất thấp có thể cho đi qua một hoặc nhiều bộ hấp thụ để thu hồi pha khí áp suất thấp giàu metan thoát ra từ bộ hấp thụ. Pha khí áp suất thấp giàu metan này có thể chứa CO₂ với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%, tốt hơn là nhỏ hơn 5% và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3%.

Theo một phương án khác, bộ tách khí được bố trí để tạo ra khí không qua màng chứa CO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 20% đến 30%. Theo phương án này, dòng khí không qua màng sau đó cho đi qua một hoặc nhiều bộ hấp thụ để tạo ra pha khí giàu metan, áp suất cao. Pha khí giàu metan, áp suất cao này có thể chứa CO₂ với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%, tốt hơn là nhỏ hơn 5% và tốt hơn nữa là

nhỏ hơn 3%. Theo phương án này, bộ tách này có thể chỉ bao gồm modul một màng được bố trí để tách khí một giai đoạn.

Ứng dụng

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống hiệu quả, linh động và tiết kiệm chi phí để loại bỏ CO_2 ra khỏi dòng hydrocarbon có nồng độ CO_2 cao, trong khi khắc phục các vấn đề kỹ thuật đã biết trong tình trạng kỹ thuật. Ví dụ, kết hợp một hoặc nhiều bộ tách khí với một hoặc nhiều bộ hấp thụ phía sau làm giảm đáng kể hoặc không có lượng hydrocarbon mất mát trong quá trình tách, nhờ đó cải thiện hiệu suất của CH_4 đối với toàn bộ phương pháp và hệ thống. Ngoài ra, việc sử dụng cơ cấu tiếp xúc màng làm bộ hấp thụ còn tránh được các vấn đề kỹ thuật đã biết có liên quan đến cột hấp thụ do pha khí và pha lỏng không trộn trực tiếp.

Có lợi hơn nữa, sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống linh động và tùy biến, trong đó hệ thống này có thể hoạt động để tạo ra khí tự nhiên có hàm lượng CO_2 về cơ bản là thấp ngay sau quy trình tách khí ban đầu với sự cân bằng là hàm lượng hydrocarbon mất mát nhiều hơn sẽ được đưa vào quá trình tách khí (được thu hồi qua bước hấp thụ phía sau). Theo cách khác, hệ thống này có thể được hoạt động để giảm thiểu lượng hydrocarbon mất mát trong bước tách khí ban đầu với sự cân bằng lượng CO_2 nhiều hơn sẽ được chứa trong khí không qua màng, được loại bỏ trong bước hấp thụ tiếp theo trong cơ cấu tiếp xúc màng. Tính linh động này rõ ràng là hữu ích đối với thiết kế nhà máy trong đó những hạn chế về không gian và sự cân nhắc về năng lượng ảnh hưởng tới cách thức hoạt động được chọn đối với hệ sản xuất khí tự nhiên.

Rõ ràng là tất cả các cải biến và điều chỉnh khác theo sáng chế là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan sau khi đọc phần mô tả nêu trên mà không tách rời khỏi phạm vi của sáng chế và dự định rằng tất cả các cải biến và điều chỉnh này đều nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp loại bỏ cacbon dioxit ra khỏi hydrocacbon, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) cho dòng nạp bao gồm hydrocacbon và cacbon dioxit tiếp xúc với một hoặc nhiều màng tách khí để tạo ra dòng khí không qua màng giàu hydrocacbon và dòng khí qua màng giàu cacbon dioxit, dòng khí không qua màng này chứa ít cacbon dioxit hơn so với dòng nạp; và

(b) cho ít nhất một trong hai dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng nêu trên đi qua bộ hấp thụ để tạo ra pha khí giàu hydrocacbon và pha chất lỏng hấp thụ chứa cacbon dioxit, trong đó bước cho đi qua (b) bao gồm bước tạo ra màng thấm được bên trong bộ hấp thụ để từ đó xác định vùng dòng khí và vùng dòng lỏng được phân tách bởi màng thấm được này,

trong đó chất lỏng hấp thụ là nước biển.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dòng nạp chứa một lượng lớn cacbon dioxit so với hydrocacbon.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó dòng nạp chứa CO₂ với lượng lên đến 95% so với lượng hydrocacbon.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước cho đi qua (b) còn bao gồm bước cho ít nhất một trong hai dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng đi dọc theo vùng dòng khí, liền kề với dòng chất lỏng hấp thụ chảy trong vùng dòng chất lỏng.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước cho đi qua (b) còn bao gồm bước cho chất lỏng hấp thụ chảy liền kề dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng để hấp thụ ít nhất một phần cacbon dioxit có trong dòng khí này vào chất lỏng hấp thụ.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước cho đi qua (b) còn bao gồm bước cho chất lỏng hấp thụ và dòng khí không qua màng hoặc dòng khí qua màng chảy theo kiểu ngược dòng.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước chọn một hoặc nhiều màng tách khí có khả năng thẩm cacbon dioxit tốt hơn so với metan.

8. Hệ thống (10, 50) loại bỏ cacbon dioxit ra khỏi hydrocacbon, trong đó hệ thống (10, 50) này bao gồm:

(a) một hoặc nhiều bộ tách khí được bố trí để nhận dòng nạp (12, 52) bao gồm hydrocacbon và cacbon dioxit, trong đó bộ tách khí này được bố trí để tạo ra dòng khí không qua màng (28, 56) giàu hydrocacbon và dòng khí qua màng (32, 58) giàu cacbon dioxit; và

(b) một hoặc nhiều bộ hấp thụ được đặt phía sau bộ tách khí, bộ hấp thụ này được bố trí để nhận ít nhất một dòng khí không qua màng (28, 56) hoặc dòng khí qua màng (32, 58), trong đó bộ hấp thụ này được bố trí để tạo ra pha khí giàu hydrocacbon và pha chất lỏng hấp thụ chứa cacbon dioxit, và trong đó một hoặc nhiều bộ hấp thụ này gồm một hoặc nhiều cơ cấu tiếp xúc màng (16, 86),

trong đó chất lỏng hấp thụ (22, 72) là nước biển.

9. Hệ thống (10, 50) theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều cơ cấu tiếp xúc màng (16, 86) bao gồm ít nhất một màng thẩm (44, 82) được đặt trong đó để nhờ đó xác định vùng dòng chất lỏng và vùng dòng khí được phân tách bằng màng thẩm (44, 82).

10. Hệ thống (10, 50) theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều cơ cấu tiếp xúc màng (16, 86) được bố trí để chất lỏng hấp thụ (22, 72) chảy trong vùng dòng chất lỏng, liền kề với dòng khí không qua màng (28, 56) hoặc dòng khí qua màng (32, 58) đi qua vùng dòng chảy này.

11. Hệ thống (10, 50) theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều cơ cấu tiếp xúc màng (16, 86) được bố trí để chất lỏng hấp thụ (22, 72) và dòng khí không qua màng (28, 56) hoặc dòng khí qua màng (32, 58) chảy theo kiểu ngược dòng.

12. Hệ thống (10, 50) theo điểm 9, trong đó ít nhất một màng thẩm (44, 82) về cơ bản là kỵ nước.

13. Hệ thống (10, 50) theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều bộ tách khí bao gồm một hoặc nhiều màng đặc.
14. Hệ thống (10, 50) theo điểm 13, trong đó một hoặc nhiều màng đặc được bố trí theo kiểu cuộn xoắn hoặc sợi rỗng.
15. Hệ thống (10, 50) theo điểm 13, trong đó một hoặc nhiều màng đặc hấp thụ được CO₂ nhiều hơn so với CH₄.
16. Hệ thống (10, 50) theo điểm 15, trong đó một hoặc nhiều màng đặc được làm từ vật liệu được chọn từ nhóm gồm xenluloza axetat, polysulfon, polyetylenimin, copolyme polyamit/polyimit và copolyme của chúng.
17. Hệ thống (10, 50) theo điểm 8, trong đó dòng khí không qua màng (28, 56) thoát ra từ một hoặc nhiều bộ tách khí hoặc pha khí giàu hydrocacbon thoát ra từ một hoặc nhiều bộ hấp thụ chứa cacbon dioxit với lượng nhỏ hơn 10%.
18. Hệ thống (10, 50) theo điểm 8, trong đó dòng khí không qua màng (28, 56) thoát ra từ một hoặc nhiều bộ tách khí và pha khí giàu hydrocacbon thoát ra từ một hoặc nhiều bộ hấp thụ chứa cacbon dioxit với lượng ít nhất là nhỏ hơn 5%.

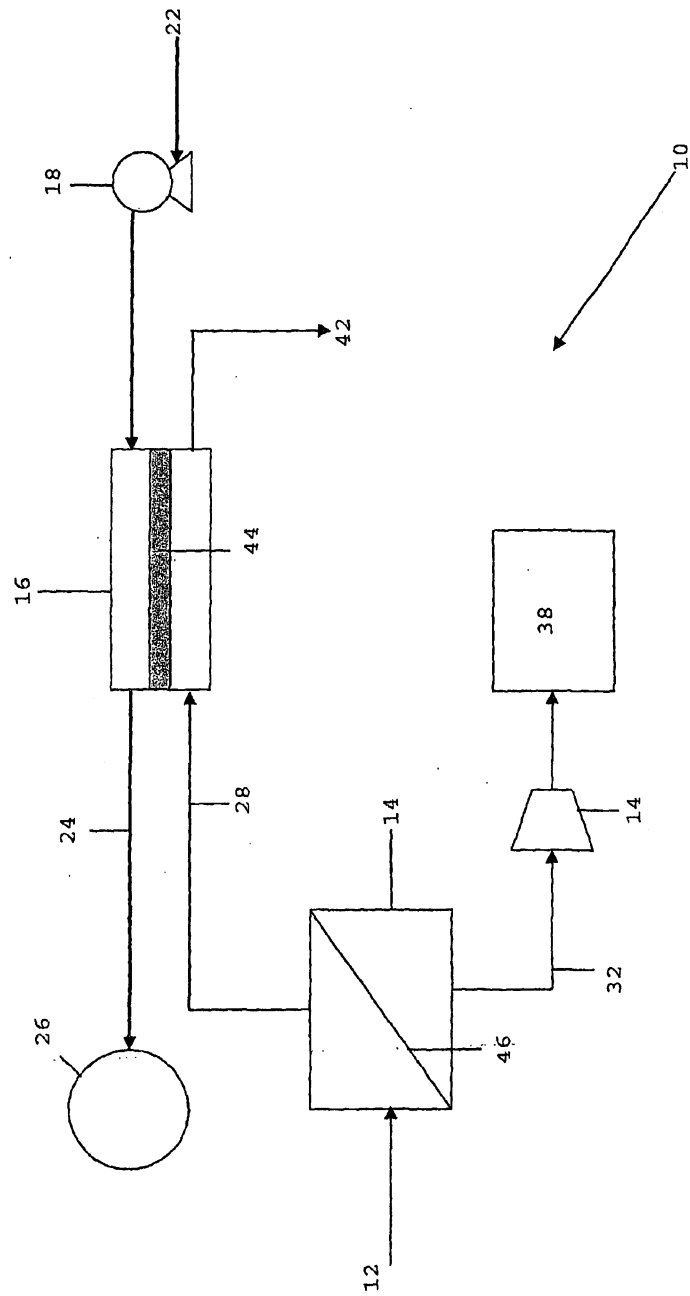


FIG. 1

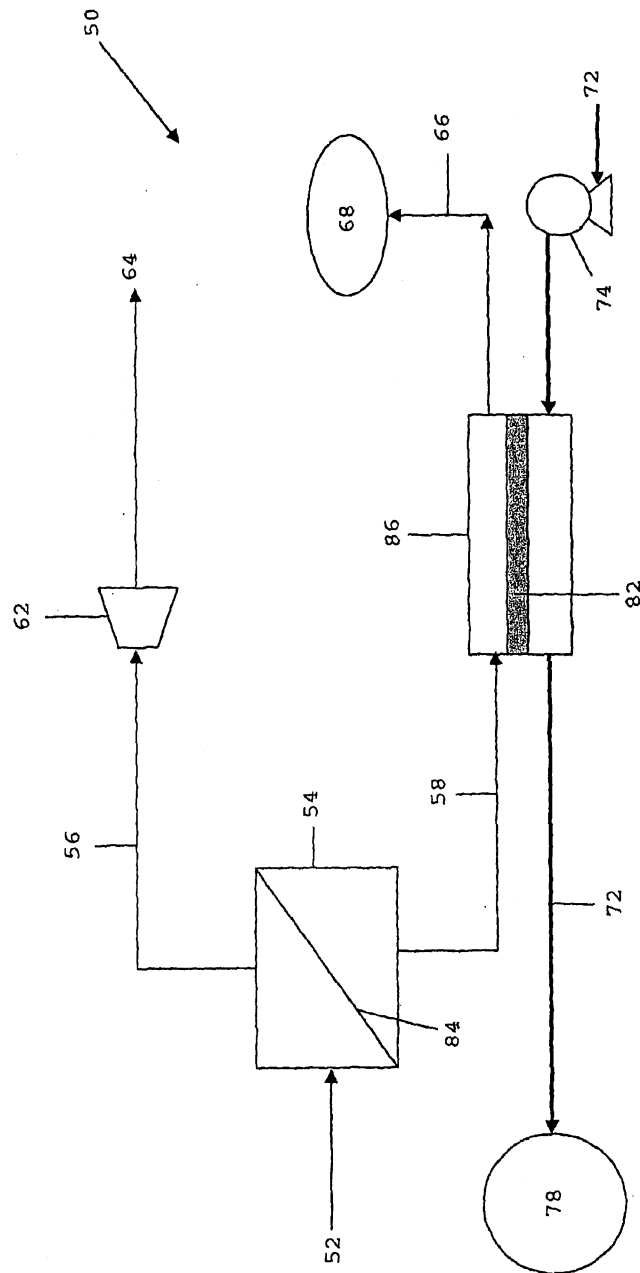


FIG. 2