



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0020638

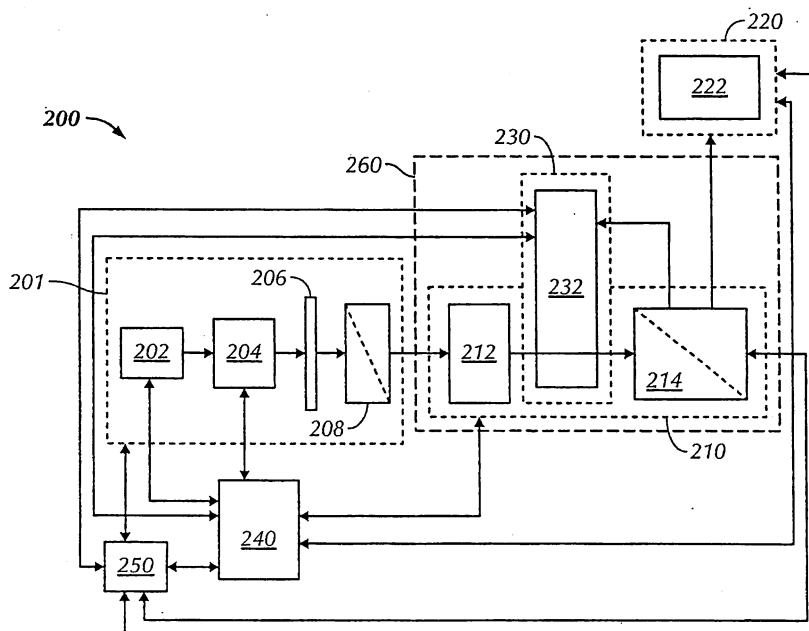
(51)⁷ **E21B 43/40, 43/20**

(13) **B**

(21) 1-2013-01243 (22) 21.09.2011
(86) PCT/US2011/052461 21.09.2011 (87) WO2012/040267 29.03.2012
(30) 12/887,214 21.09.2010 US
(45) 25.03.2019 372 (43) 25.07.2013 304
(73) WATER STANDARD COMPANY (US)
c/o Majuro Nominees Ltd. P.O. Box 1405 Majuro, Marshall Islands
(72) HENTHORNE, Lisa (US), MOVAHED, Ben (US)
(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) **PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý nước để tạo ra sản phẩm nước tùy chọn, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: nạp nước vào ít nhất một khối xử lý mà bao gồm thùng chịu áp có ít nhất một màng, trong đó khối xử lý được cấu tạo sao cho nước nạp được cấp qua màng của thùng chịu áp, cấp nước nạp qua thùng chịu áp ở áp suất tùy chọn trên cơ sở màng của thùng chịu áp, tách nước nạp thành ít nhất dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ, và xả dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ này. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến hệ thống xử lý nước.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để xử lý nước trên cơ sở màng tùy chọn có áp suất thay đổi được để sử dụng trong các hoạt động thu hồi hydrocacbon cải tiến.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hydrocacbon tích tụ trong vỉa chứa hydrocacbon dưới mặt đất được thu hồi hoặc được khai thác từ đó bằng các giếng khai thác được khoan vào vỉa dưới mặt đất. Khi sự khai thác các hydrocacbon chậm, các phương pháp thu hồi cải tiến có thể được sử dụng để ép các hydrocacbon ra khỏi vỉa. Một trong số các phương pháp đơn giản nhất để ép các hydrocacbon ra khỏi vỉa là bằng cách bơm trực tiếp dung dịch vào vỉa. Điều này tăng cường việc khai thác bằng cách làm dịch chuyển hoặc quét các hydrocacbon qua vỉa để chúng có thể được khai thác từ (các) giếng khai thác.

Như được thể hiện trên FIG.1, hệ thống theo giải pháp kỹ thuật đã biết để thu hồi các hydrocacbon từ vỉa bao gồm giàn khoan ngoài khơi 12 được nối với giếng 10 mà được tạo ra hoàn toàn trong vỉa chứa hydrocacbon dưới mặt đất 14. Nói chung, dung dịch được bơm trực tiếp vào vỉa chứa hydrocacbon dưới mặt đất 14 (được biểu thị bằng mũi tên đi xuống) và ép các hydrocacbon đi qua vỉa và ra khỏi giếng 10 (được biểu thị bằng mũi tên đi lên) qua giếng khai thác, mà có thể là cùng một giếng hoặc là giếng khác. Một kiểu hoạt động thu hồi như vậy sử dụng nước (ví dụ, nước biển, nước được tạo ra) là dung dịch bơm, mà được gọi là làm ngập nước. Nước được bơm, dưới áp lực, vào trong vỉa qua các giếng bơm, dẫn các hydrocacbon đi qua vỉa về phía các giếng khai thác.

Nước bơm được sử dụng trong việc làm ngập nước đối với các giếng ngoài khơi thường là nước biển và/hoặc nước được tạo ra vì khả năng sẵn có với chi phí thấp của nước biển và/hoặc nước được tạo ra ở các vị trí ngoài khơi. Động cơ

khác đối với việc sử dụng nước được tạo ra làm nước bơm ngoài khơi là khó khăn trong xử lý nước được tạo ra ở một số vị trí ngoài khơi. Trong trường hợp bất kỳ, nước biển và nước được tạo ra thường đặc trưng là dung dịch nước muối, có lượng ion cao so với nước ngọt. Ví dụ, dung dịch này giàu về các ion natri, clorua, sulfat, magie, kali, và canxi v.v.. Một số ion có trong nước bơm có thể có lợi cho việc khai thác hydrocacbon. Ví dụ, các hỗn hợp nhất định của các cation và anion, bao gồm K^+ , Na^+ , Cl^- , Br^- , và OH^- , có thể làm ổn định đất sét với các mức thay đổi trong vữa dễ bị hư hại bởi đất sét do trương nở hoặc dịch chuyển hạt.

Tuy nhiên cũng đã nhận thấy rằng các ion nhất định, bao gồm canxi và/hoặc sulfat, có trong nước bơm có thể có các tác động có hại lên các giếng bơm và các giếng khai thác và cuối cùng có thể làm giảm lượng hoặc chất lượng của sản phẩm hydrocacbon được tạo ra từ các giếng khai thác. Cụ thể, các ion sulfat có thể tạo ra các muối tại chỗ khi tiếp xúc với các cation kim loại như bari và/hoặc stronti, mà đương nhiên diễn ra trong vữa chứa. Các muối bari và stronti sulfat là tương đối ít tan và kết tủa dễ dàng trong dung dịch trong các điều kiện vữa chứa xung quanh. Độ tan của các muối giảm thêm khi nước bơm được đưa đến bề mặt cùng với các hydrocacbon vì nhiệt độ giảm trong giếng khai thác. Chất kết tủa thu được tích tụ dưới dạng cặn bari sulfat trong vữa chứa ở xa, ở giếng khoan của các giếng khai thác hydrocacbon, và phía sau chúng (ví dụ, theo ống dẫn dòng, bộ tách khí/lồng, đường ống vận chuyển v.v.). Cặn này làm giảm khả năng thấm của vữa chứa và làm giảm đường kính của lỗ trong giếng khoan, do đó làm giảm mức thu hồi hydrocacbon từ các giếng khai thác hydrocacbon.

Cũng đã được thông báo rằng nồng độ đáng kể của các ion sulfat trong nước bơm thúc đẩy sự lên men vữa chứa. Lên men vữa chứa là hiện tượng không mong muốn theo đó các vữa chứa được quét ban đầu khi phát hiện, nhưng chuyển sang lên men trong quá trình làm ngập nước và khai thác hydrocacbon kèm theo từ vữa chứa này. Việc lên men gây ô nhiễm vữa chứa với khí hydro sulfua hoặc các loại chứa lưu huỳnh khác và được chứng tỏ bởi việc tạo ra lượng khí hydro sulfua cùng với dung dịch hydrocacbon mong muốn từ vữa chứa qua các giếng

khai thác hydrocacbon. Khí hydro sulfua gây ra nhiều hậu quả không mong muốn ở các giếng khai thác hydrocacbon và phía sau các giếng này, bao gồm làm thoái biến và ăn mòn quá mức kim loại của giếng khai thác hydrocacbon và thiết bị khai thác liên quan, làm giảm giá trị kinh tế của dung dịch hydrocacbon được khai thác, gây nguy hại cho môi trường xung quanh, và gây nguy hại cho sức khỏe của người ở vùng mỏ này.

Hydro sulfua được tin rằng được tạo ra bởi vi khuẩn khử sulfat kỵ khí. Vi khuẩn khử sulfat thường có ở vỉa chứa và cũng thường có mặt trong nước bơm. Ion sulfat và cacbon hữu cơ là các chất phản ứng nguyên liệu sơ cấp được sử dụng bởi vi khuẩn khử sulfat để tạo ra hydro sulfua tại chỗ. Nước bơm thường là nguồn ion sulfat dồi dào, trong khi nước vỉa là nguồn cacbon hữu cơ dồi dào ở dạng axit béo khối lượng phân tử thấp xuất hiện trong tự nhiên. Vi khuẩn khử sulfat tác động lên sự lên men vỉa chứa bằng cách chuyển hoá axit béo khối lượng phân tử thấp với sự có mặt của ion sulfat, nhờ đó khử sulfat thành hydro sulfua. Nói cách khác, sự lên men vỉa chứa là phản ứng được thực hiện bởi vi khuẩn khử sulfat mà chuyển hoá sulfat và cacbon hữu cơ thành hydro sulfua và các sản phẩm phụ.

Nhiều biện pháp đã được sử dụng trong giải pháp kỹ thuật đã biết để xử lý sự lên men vỉa chứa có tính hiệu quả hạn chế. Các biện pháp theo giải pháp kỹ thuật đã biết này chủ yếu tấn công theo một hướng đối với bản thân vi khuẩn khử sulfat hoặc đối với chất dinh dưỡng cụ thể của vi khuẩn khử sulfat. Ví dụ, nhiều biện pháp theo giải pháp kỹ thuật đã biết đã tập trung vào việc tiêu diệt vi khuẩn khử sulfat trong nước bơm hoặc trong vỉa chứa. Các phương pháp thông thường để diệt vi khuẩn khử sulfat hoặc hạn chế sự phát triển của chúng có thể bao gồm tia cực tím, bioxit, và các hoá chất như acrolein và nitrat. Các biện pháp theo giải pháp kỹ thuật đã biết khác để xử lý việc lên men vỉa chứa đã tập trung vào việc hạn chế khả năng của các sulfat hoặc cacbon hữu cơ với vi khuẩn khử sulfat.

Gần đây, các biện pháp để xử lý việc lên men vỉa chứa đã tính đến việc sử dụng màng để làm giảm nồng độ của ion sulfat trong nước bơm. Ví dụ, patent Mỹ số 4723603 cho thấy rằng các màng cụ thể có thể làm giảm một cách hiệu

quả nồng độ của ion sulfat trong nước bơm, nhờ đó ức chế tạo thành cặn sulfat. Như đề xuất bởi giải pháp kỹ thuật đã biết, màng lọc nano (nanofiltration - NF) thường được ưu tiên so với màng thẩm thấu ngược (reverse osmosis - RO) vì màng lọc nano thường cho phép natri clorua đi qua nhiều hơn so với màng thẩm thấu ngược. Do vậy, có lợi nếu màng lọc nano có thể hoạt động ở áp suất thấp và chi phí hoạt động thấp hơn so với màng thẩm thấu ngược. Hơn nữa, màng lọc nano cũng duy trì nồng độ ion của nước bơm thu được ở mức tương đối cao, mà làm giảm nguy cơ về tính thiếu ổn định của đất sét và tương ứng làm giảm nguy cơ về sự mất khả năng thấm nước qua nền xốp của vỉa dưới mặt đất.

Tuy nhiên, ngoài các vấn đề liên quan đến ion sulfat có mặt trong nước bơm, cũng đã thấy rằng độ mặn của nước bơm có thể có tác động lớn lên sự thu hồi các hydrocarbon trong quá trình làm ngập nước, với sự thu hồi gia tăng do việc sử dụng nước bơm có độ mặn thấp hơn so với nước biển tự nhiên nhưng đủ cường độ ion để ngăn chặn tính thiếu ổn định của đất sét. Phụ thuộc vào loại vỉa, các dung dịch bơm có độ mặn cao hơn có thể làm cho khả năng thấm ướt vỉa chứa trở nên thấm dầu hơn. Điều này là vì các cation đa hoá trị trong nước biển, như Ca^{+2} và Mg^{+2} , được tin rằng có tác dụng như liên kết giữa dầu tích điện âm và khoáng sét tích điện âm mà thường dẫn qua các thành có lỗ xốp của vỉa. Dầu phản ứng với các hạt sét để tạo ra các phức chất kim loại hữu cơ, mà dẫn đến bề mặt đất sét rất kỵ nước và thấm dầu. Khi tính thấm dầu của đá vỉa chứa gia tăng, các hydrocarbon sẽ bám lên bề mặt của đá và do đó khó chảy hơn ra khỏi vỉa, so với nước, dẫn đến sản phẩm hydrocarbon được tạo ra ít hơn.

Việc giảm lượng chất điện phân (tức là, làm giảm cường độ ion) bằng cách làm giảm tổng độ mặn và đặc biệt là khử các cation đa hoá trị trong dung dịch nước biển làm giảm khả năng phân loại các cation. Điều này dẫn đến lực đẩy tĩnh điện gia tăng giữa các hạt sét và dầu. Khi lực đẩy lớn hơn lực kết dính qua các liên kết cation đa hoá trị, các hạt dầu được tách ra khỏi bề mặt đất sét và bề mặt đất sét sẽ thấm nước gia tăng. Tuy nhiên nếu lượng chất điện phân được giảm quá nhiều (tức là, độ mặn nước biển là quá thấp), các hạt sét có thể được tách ra khỏi các thành có lỗ xốp (khử kết tụ đất sét), mà sẽ làm hư hại vỉa. Bởi

vậy, mặc dù mong muốn có nước bơm có độ mặn thấp hơn, nhưng điều quan trọng là mức độ mặn không quá thấp.

Tuy nhiên, nước có độ mặn thấp không thường có sẵn ở vị trí giếng. Nước có độ mặn thấp thường được điều chế, ví dụ, bằng cách giảm tổng nồng độ ion của nước có độ mặn cao bằng cách sử dụng phương pháp tách bằng màng (ví dụ, thẩm thấu ngược). Trong các thiết bị loại muối nước biển đã biết vận hành theo quy trình thẩm thấu ngược, nước biển cần được loại muối được cho qua quy trình tách bằng màng bán thấm. Màng như vậy được hiểu là màng chọn lọc, mà có thể thấm được với mức độ cao với các phân tử nước, nhưng chỉ thấm được với mức độ rất thấp với các ion muối hoà tan trong đó.

Các phương pháp tách bằng màng được sử dụng trong việc điều chế nước bơm có độ mặn thấp sử dụng các bộ phận màng thẩm thấu ngược (RO). Các phương pháp tách bằng màng được sử dụng trong việc điều chế nước bơm có lượng sulfat thấp sử dụng các bộ phận màng lọc nano (NF). Các quy trình RO và NF sử dụng áp suất thuỷ lực để tạo ra nước có độ mặn thấp từ nước nguyên liệu bằng màng bán thấm. Phụ thuộc vào kiểu màng, các điều kiện áp suất và nước, một lượng muối cũng đi qua màng này, nhưng tổng độ mặn của nước sản phẩm nhỏ hơn so với độ mặn của nước nguyên liệu. Công nghệ RO hiện nay có thể được sử dụng để loại muối cả cho nước biển lẫn nước lợ. Các màng được sử dụng trong quy trình RO thường được tạo ra từ các polyamit hoặc từ các nguồn xenluloza.

Nước cần được xử lý thường được xử lý sơ bộ bằng các phương pháp lọc trung bình, vi lọc, hoặc siêu lọc, mà đã được biết để tách chất rắn/hạt ra khỏi nước trên cơ sở kích cỡ của chúng. Tiếp đó nước được cấp đến thùng thẩm thấu ngược và/hoặc lọc nano bằng cách sử dụng bơm cao áp. Áp suất yêu cầu từ bơm cao áp là hàm của áp suất thẩm thấu, nhiệt độ, thông lượng (tức là, tốc độ tại đó nước đi qua diện tích đơn vị của màng), và thể tích của nước nguyên liệu cần được tạo ra với một diện tích màng cụ thể. Nước sản phẩm (tức là, phần thấm) được xả ra khỏi môđun màng bởi ống dẫn phần thấm. Ống dẫn phần cô đặc dùng để xả nước chứa ion được cô đặc.

Chi phí hoạt động đối với cả hai hệ thống (tức là, thẩm thấu ngược và lọc nano) được xác định chủ yếu bởi năng lượng cần được sử dụng. Bộ phận tiêu thụ năng lượng lớn nhất là cơ cấu dẫn động bơm cao áp mà ép nước biển cần được xử lý qua các màng bán thấm của môđun màng. Lực dẫn động để thẩm thấu đối với việc tách bằng màng là áp suất thực qua màng (mà được xác định dưới dạng áp suất nguyên liệu trừ áp suất phần thấm hoặc áp suất ngược) trừ đi chênh lệch giữa áp suất thẩm thấu của nguyên liệu và áp suất thẩm thấu của phần thấm. Vì màng lọc nano cho phép các ion hoá trị đơn đi qua ở mức cao, nên áp suất thẩm thấu của phần thấm là đáng kể, mà cho phép các màng loại muối nước biển một phần trong khi vận hành ở áp suất thấp hơn áp suất thẩm thấu thực của nguyên liệu.

Các biện pháp tiết kiệm năng lượng thường được sử dụng, đặc biệt là đối với các thiết bị thẩm thấu ngược vận hành trên quy mô lớn, để giữ chi phí loại muối càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, năng lượng yêu cầu để dẫn động bơm cao áp thay đổi trên cơ sở kiểu công nghệ màng đang được sử dụng vì các màng khác nhau đòi hỏi các áp suất khác nhau và, do đó đòi hỏi các bơm khác nhau. Ví dụ, thẩm thấu ngược là quy trình cao áp đòi hỏi bơm cao áp mà sẽ tạo ra áp suất nằm trong khoảng từ gần 55 đến 82 bar (5500 đến 8200 KPa) chẳng hạn với nước biển, trong khi lọc nano là quy trình từ áp suất thấp đến áp suất trung bình đòi hỏi bơm mà sẽ tạo ra áp suất nằm trong khoảng từ gần 3 đến 31 bar (300 đến 3100KPa) với nước biển.

Nhiều nỗ lực đã được thực hiện trong giải pháp kỹ thuật đã biết để giảm thiểu chi phí liên quan đến việc vận hành hệ thống màng. Thông thường nhất, thiết bị xử lý sẽ bao gồm một số màng được bố trí nối tiếp và/hoặc song song, trong đó tất cả các màng là cùng một loại. Ví dụ, thiết bị loại muối theo giải pháp kỹ thuật đã biết sẽ thường bao gồm nhiều khối (hoặc dãy) màng thẩm thấu ngược. Trong các hệ thống như vậy, nước biển đã xử lý sơ bộ được bơm qua màng bằng cách sử dụng áp suất từ bơm cao áp. Tuy nhiên các hệ thống này thường bị giới hạn ở các màng cùng một loại, vì khi đó chỉ đòi hỏi một kiểu bơm, mà giữ chi phí liên quan đến việc dẫn động bơm ở mức tối thiểu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý nước biển bao gồm bước nạp nước vào ít nhất một khối xử lý, trong đó khối xử lý bao gồm thùng chịu áp có ít nhất một màng, trong đó khối xử lý được cấu tạo sao cho nước nạp được cấp qua màng của thùng chịu áp. Phương pháp này còn bao gồm bước cấp nước nạp qua thùng chịu áp ở áp suất tùy chọn trên cơ sở màng của thùng chịu áp, và tách nước nạp thành ít nhất một dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ; và xả dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ này.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống xử lý nước trên cơ sở màng bao gồm hệ thống nạp nước mà nạp nước vào, ít nhất một khối xử lý có bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được và thùng chịu áp bao gồm ít nhất một màng, và hệ thống xả mà lần lượt xả dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ, trong đó bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được cấp nước nạp qua thùng chịu áp ở áp suất tùy chọn trên cơ sở các màng được chứa trong thùng chịu áp, và trong đó thùng chịu áp tách nước nạp thành ít nhất một dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ.

Các khía cạnh và ưu điểm khác của sáng chế sẽ được thấy rõ từ phần mô tả dưới đây và yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ thể hiện giếng khai thác ngoài khơi theo giải pháp kỹ thuật đã biết.

FIG.2 là hình vẽ thể hiện quy trình xử lý nước biển theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.3A là sơ đồ bộ phận xử lý nước biển trên tàu theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.3B là sơ đồ bộ phận xử lý nước biển trên giàn khoan ngoài khơi theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.3C là sơ đồ của giàn khoan, tàu, và bộ phận xử lý nước biển ở đáy biển theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.4A thể hiện một quy trình xử lý nước biển khác theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.4B là hình vẽ thể hiện khối xử lý theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.4C là hình vẽ thể hiện màng cuộn xoắn theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.4D là hình vẽ sơ lược thể hiện màng sợi nhỏ rỗng theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.5 là hình vẽ thể hiện hệ thống thu hồi dầu cải tiến theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.6A là hình vẽ thể hiện kết cấu đối với hệ thống hoặc phương pháp theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.6B là hình vẽ thể hiện kết cấu đối với hệ thống hoặc phương pháp theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

FIG.7 là hình vẽ thể hiện kết cấu đối với hệ thống hoặc phương pháp theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một hoặc nhiều phương án theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ. Theo một khía cạnh, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp xử lý nước biển bằng cách sử dụng công nghệ màng để tạo ra dung dịch nước có các ion cụ thể được loại ra khỏi đó. Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề cập đến việc tạo ra áp suất tùy chọn trên cơ sở loại màng được sử dụng trong quy trình xử lý nước. Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề cập đến việc xử lý nước biển bằng cách sử dụng hệ thống xử lý để tạo ra dung dịch nước mà có các tính chất được làm thay đổi cụ thể và có thể được sử dụng làm dung dịch bơm để được sử dụng trong các hoạt động thu hồi dầu cải tiến. Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề cập đến việc trộn các dung dịch đã được xử lý mà có các tính

chất được làm thay đổi cụ thể. Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề cập đến các hoạt động thu hồi dầu cải tiến trong các giếng ngoài khơi.

Xử lý nước biển

Trên FIG.2 và FIG.3A đến FIG.3C, hệ thống xử lý nước biển theo một hoặc nhiều phương án được thể hiện. Như được thể hiện trên FIG.2, sáng chế đề xuất hệ thống xử lý nước biển một lần một bơm 200 mà có thể bao gồm hệ thống nạp nước 201, hệ thống màng 210, hệ thống xử lý và vận chuyển phân thẩm 220, hệ thống thu hồi năng lượng và xả phần cô đặc 230, hệ thống điều khiển 240, và nguồn điện 290. Hệ thống nạp nước 201 có thể bao gồm cửa nạp nước 202, bơm nạp nước 204, bộ lọc sơ bộ 206, và bộ lọc màng/bộ lọc giữa 208; hệ thống màng 210 có thể bao gồm bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 và màng thẩm thấu ngược và/hoặc màng lọc nano 214; hệ thống thu hồi năng lượng và xả phần cô đặc 230 có thể bao gồm bộ tăng áp kiểu tuabin, bộ nạp kiểu tuabin, hoặc bộ phận thu hồi năng lượng khác 232 và các cửa xả; và hệ thống xử lý và vận chuyển phân thẩm 220 có thể bao gồm bơm vận chuyển phân thẩm 222. Như được thể hiện trên FIG.3A đến FIG.3C, hệ thống xử lý nước biển 200 có thể được bố trí trên tàu 300, trên giàn khoan 312, và/hoặc trên đáy biển 316.

Ngoài ra, theo một hoặc nhiều phương án, khối xử lý 260 có thể được sử dụng để mô tả hệ thống bao gồm, ví dụ, cả hệ thống màng 210 lẫn hệ thống thu hồi năng lượng và xả phần cô đặc 230.

Khối xử lý 260 nối thông với hệ thống nạp nước 201 và hệ thống xử lý và vận chuyển phân thẩm 220. Cả hệ thống điều khiển 240 lẫn nguồn điện 290 đều nối thông với nhau, cũng như nối thông với hệ thống nạp nước 201, hệ thống xử lý và vận chuyển phân thẩm 220, và khối xử lý 260 (tức là, hệ thống màng 210 và hệ thống thu hồi năng lượng và xả phần cô đặc 230). Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “nối thông” hoặc “sự nối thông” nghĩa là tiếp xúc, liên kết hoặc nối cơ học, điện hoặc theo cách khác bằng bộ phận trực tiếp, gián tiếp hoặc bộ phận hoạt động.

Trong hệ thống nạp nước 201, bơm nạp nước 204 bơm nước nạp qua bộ lọc sơ bộ 206 để loại bỏ các chất gây ô nhiễm cỡ lớn bất kỳ (ví dụ, cát, đá, cây,

mẫu vụn v.v..) và tiếp đó qua bộ lọc màng áp suất thấp hoặc bộ lọc trung bình 208 để loại bỏ các phân tử lớn (ví dụ, chất rắn lơ lửng, chất keo, phân tử lớn, vi khuẩn, dầu, chất dạng hạt, protein, chất tan có khối lượng phân tử cao v.v). Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng phụ thuộc vào các thông số kỹ thuật của thiết bị và kiểu và mật độ của chất dạng hạt cần được loại bỏ, các kiểu bộ lọc khác nhau, bao gồm ví dụ, bộ lọc cát hoặc bộ lọc trung bình, bộ lọc dạng ống, bộ siêu lọc, và/hoặc bộ vi lọc có thể được sử dụng.

Ngoài ra, hệ thống nạp nước 201 có thể bao gồm một hoặc nhiều chi tiết kéo dài thay đổi được độ sâu có thể kéo dài vào trong khối nước để lấy nước từ độ sâu mong muốn. Hơn nữa, chi tiết kéo dài này có thể bao gồm một hoặc nhiều lưới nạp được thiết kế để giúp ngăn chặn việc làm tắc cửa nạp bởi sinh vật sống dưới biển hoặc các hạt khác. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng phụ thuộc vào khối nước dự định mà từ đó nước được lấy, thiết bị khác cũng có thể được sử dụng.

Sau khi đi qua hệ thống nạp nước 201, nước biển đã lọc được cấp đến khối xử lý 260 trong đó bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 đẩy nước biển đã lọc qua màng 214, nhờ đó phần cô đặc được tạo ra ở phía áp suất cao của màng 214 và dòng phần thấm được tạo ra ở phía áp suất thấp của màng 214.

Dòng phần thấm có thể bao gồm nước mà có các ion cụ thể và/hoặc các phân tử được loại ra khỏi đó, ví dụ, dòng phần thấm có thể có lượng ion sulfat thấp hơn và/hoặc độ mặn thấp hơn so với nước biển đã lọc được tạo ra từ hệ thống nạp nước 201. Tiếp đó, dòng phần thấm có thể được vận chuyển, ví dụ, từ tàu 300 đến giàn khoan 312, từ đáy biển 316 đến giàn khoan 312, và/hoặc từ giàn khoan 312 đến giếng 310, qua hệ thống xử lý và vận chuyển phần thấm 220.

Dòng phần thấm từ khối xử lý khác nhau 260 có thể được phối trộn. Mỗi khối xử lý có thể sử dụng cùng một kiểu màng hoặc màng RO hoặc NF yêu cầu áp suất tương ứng của nó từ bơm cao áp 212. Tiếp đó, việc trộn các dòng phần

thấm khác nhau từ mỗi khối xử lý có thể tạo ra các hỗn hợp rất đặc trưng của các ion hóa trị một và ion hóa trị hai dưới dạng hàm của đặc tính vữa chứa tối ưu.

Theo một phương án khác, dòng phần thấm từ khối xử lý 260 có thể còn được xử lý bằng cách sử dụng thẩm thấu thuận (forward osmosis - FO) để tinh chế thêm ion còn lại dưới dạng hàm dưới dạng hàm của đặc tính vữa chứa tối ưu.

Theo một phương án khác, thay vì nước biển dưới dạng nguồn nước qua hệ thống nạp 201, nước lợ có thể là nước nguyên liệu, do đó cho phép linh hoạt chuyển đổi giữa việc xử lý nước lợ và nước biển.

Hệ thống xử lý và vận chuyển phần thấm 220 có thể có khả năng vận chuyển phần thấm được tạo ra đến phương tiện phân phối phần thấm bao gồm đường ống nối thông với hệ thống xử lý và vận chuyển phần thấm 220. Đường ống này có thể vận chuyển phần thấm, ví dụ, từ tàu 300 đến giàn khoan 312, từ đáy biển 316 đến giàn khoan 312, và/hoặc từ giàn khoan 312 đến giếng 310. Hệ thống xử lý và vận chuyển phần thấm 220 cũng có khả năng xử lý phần thấm được tạo ra trước, trong, hoặc sau khi phần thấm được vận chuyển. Việc xử lý phần thấm có thể bao gồm “xử lý sau”, ví dụ, bổ sung hóa chất (ví dụ, trong sự phun hóa chất vào ống) và/hoặc loại khí (ví dụ, trong hệ thống chân không).

Phần cô đặc được tạo ra ở phía áp suất cao của màng 214 bao gồm các ion và/hoặc các phân tử được loại bỏ bằng màng 214. Tiếp đó phần cô đặc được loại bỏ, ví dụ, qua các cửa xả phần cô đặc trong hệ thống thu hồi năng lượng và xả phần cô đặc 230. Tuy nhiên, trước khi phần cô đặc được loại bỏ, bộ tăng áp kiểu tuabin (hoặc bộ phận thu hồi năng lượng khác) 232 được sử dụng để thu năng lượng có bởi phần cô đặc và đưa năng lượng như vậy trở lại bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212. Bằng cách thực hiện như vậy, chi phí vận hành hệ thống có thể được giảm, ví dụ, từ 40 đến 50%, bằng cách thu hồi phần thủy năng chứa trong ống phần cô đặc (tức là, ống nước loại bỏ).

Cụ thể hơn, vì nước chưa được xử lý được bơm qua màng, nên chênh lệch áp suất được tạo ra và nước muối cô đặc được xả qua ống phần cô đặc. Điều này dẫn đến ống phần cô đặc giữ lại lượng thủy năng đáng kể. Tiếp đó, bơm thể tích lắp đặt trong ống phần cô đặc vận hành dưới dạng tuabin để làm giảm áp suất

trong ống phân cô đặc và thu hồi năng lượng dư. Tiếp đó năng lượng được thu hồi được sử dụng để dẫn động bơm cao áp, làm giảm lượng năng lượng mà được làm giãn để dẫn động bơm cao áp.

Hơn nữa, phân cô đặc có thể được pha loãng hoặc được xử lý theo cách khác trước khi loại bỏ. Ví dụ, theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc 230 có thể được cấu tạo để gia tăng việc trộn phân cô đặc được xả vào khối nước bao quanh. Các cửa xả của hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc 230 có thể được bố trí bên trên hoặc bên dưới ống nước 318 của tàu 300 và/hoặc giàn khoan 312. Ngoài ra, các cửa xả có thể được bố trí trên chi tiết kéo dài thay đổi được độ sâu mà có thể được bố trí để thúc đẩy sự phân tán của phân cô đặc trong khối nước.

Theo một hoặc nhiều phương án, dòng ra khỏi màng 214 (dòng phân thấm hoặc phân cô đặc) có thể đi một hoặc nhiều lần sau đó qua màng 214.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, nguồn điện riêng biệt có thể cấp điện cho mỗi trong số hệ thống nạp nước 201, hệ thống xử lý và vận chuyển phân thấm 220, khối xử lý 260 (tức là, hệ thống màng 210 hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc 230), và bộ phận đẩy 302. Ví dụ, mỗi trong số bơm nạp nước 204, bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212, và bơm vận chuyển phân thấm 222 có thể nối thông với nguồn điện riêng biệt.

Theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống xử lý nước biển 200 có thể được đặt trên đất liền hoặc được bố trí trên tàu. Nếu hệ thống xử lý nước biển 200 được bố trí trên tàu 300, tàu 300 có thể còn bao gồm bộ phận đẩy 302 nối thông với nguồn điện 290. Tàu 300 cụ thể là tàu tự hành, xà lan buộc, xà lan lai dắt, xà lan kéo hoặc xà lan hợp nhất, hoặc đội tàu hoặc nhóm tàu như vậy. Tàu 300 có thể có người hoặc không có người. Tàu 300 cụ thể là tàu vỏ đơn hoặc tàu vỏ kép.

Theo cách khác, theo một hoặc nhiều phương án, một nguồn điện có thể cấp điện đến tổ hợp của hai hoặc nhiều hệ thống nạp nước 201, hệ thống màng 210, hệ thống xử lý và vận chuyển phân thấm 220, hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc 230, và/hoặc bộ phận đẩy 302 nếu hệ thống xử lý nước biển

200 được bố trí trên tàu 300. Ví dụ, điện năng cho bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 có thể được cấp bởi máy phát điện được dẫn động bởi nguồn điện cho bộ phận đẩy của tàu, như động cơ chính của tàu. Theo phương án như vậy, bộ truyền động bánh răng tăng tốc hoặc bộ truyền động sẽ được lắp đặt giữa động cơ chính và máy phát điện để có được tốc độ đồng bộ yêu cầu.

Ngoài ra, sự liên kết bổ sung giữa bộ phận đẩy và động cơ chính cho phép động cơ chính dẫn động máy phát điện trong khi tàu không chạy. Hơn nữa, nguồn điện độc lập (không được thể hiện trên hình vẽ), như tuabin diezen, tuabin hơi, hoặc tuabin khí, máy phát điện dùng năng lượng tái tạo, hoặc tổ hợp của chúng, có thể cấp điện cho khối xử lý 260, bộ phận đẩy 302, hoặc cả hai.

Theo các phương án khác, nguồn điện cho hệ thống xử lý nước biển 200 có thể được dùng duy nhất cho hệ thống xử lý nước biển 200.

Theo các phương án khác nữa, các cửa xả phân cô đặc của hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc 230 có thể có tác dụng như bộ phận đẩy phụ trợ cho tàu 300 hoặc có tác dụng như bộ phận đẩy duy nhất cho tàu 300. Một phần hoặc toàn bộ phân cô đặc có thể được đưa đến bộ phận đẩy để tạo ra sự đẩy không hoặc đẩy khẩn cấp.

Theo các phương án khác, nguồn điện 290 có thể bao gồm tuabin gió tạo ra điện và/hoặc bộ cánh khuấy nước mà khai thác dòng không khí và/hoặc nước để tạo ra năng lượng cho hệ thống xử lý nước biển 200 và/hoặc hoạt động của tàu 300 và/hoặc giàn khoan 312.

Đối với các phương án trong đó hệ thống xử lý nước biển 200 ở trên tàu 300, hệ thống nạp nước 201 có thể có khả năng nạp nước biển từ nước xung quanh tàu 300 và cấp đến khối xử lý 260. Trong các phương án như vậy, cửa nạp nước 202 của hệ thống nạp nước 201 có thể bao gồm một hoặc nhiều lỗ ở vỏ của tàu 300 bên dưới ống nước 318. Một ví dụ về cửa nạp nước 202 là kết nước biển (không được thể hiện trên hình vẽ). Nước được lấy vào tàu 300 qua một hoặc nhiều lỗ (tức là, cửa nạp nước 202), đi qua bơm nạp nước 204, bộ lọc sơ bộ 206, bộ siêu lọc 208, và được cấp đến bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212.

Đối với các phương án trong đó hệ thống xử lý nước biển 200 ở trên giàn khoan ngoài khơi 312, hệ thống nạp nước 201 có thể có khả năng lấy vào nước biển từ nước xung quanh giàn khoan 312 và cấp nước biển đến khối xử lý 260. Theo các phương án như vậy, cửa nạp nước 202 của hệ thống nạp nước 201 có thể bao gồm (các) ống đứng nạp, (các) lưới, và (các) bơm bên ngoài hoặc bơm nhúng chìm.

Đối với các phương án trong đó hệ thống xử lý nước biển 200 ở đáy biển 316, hệ thống nạp nước 201 có thể có khả năng lấy vào nước biển từ nước xung quanh hệ thống xử lý nước biển 200 và cấp đến hệ thống màng 210. Theo các phương án như vậy, cửa nạp nước 202 của hệ thống nạp nước 201 có thể bao gồm khoang hoặc ống đứng nạp, (các) lưới và (các) bơm.

Hệ thống màng 210 có thể bao gồm bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 và màng 214. Theo một hoặc nhiều phương án, màng 214 là màng chọn lọc ion, mà có thể ngăn không cho theo cách chọn lọc hoặc ít nhất khử các ion hóa cứng hoặc ion tạo cặn (ví dụ, các ion hóa trị hai bao gồm ion sulfat, canxi, và magie) đi qua nó, trong khi cho phép nước và các ion cụ thể khác (ví dụ, các ion hóa trị một bao gồm các ion natri, clorua, bicacbonat, và kali) đi qua nó. Độ chọn lọc của màng có thể là hàm của các tính chất cụ thể của màng, bao gồm kích cỡ lỗ xốp và đặc tính tích điện của cấu trúc polyme bao gồm màng. Ví dụ, màng polyamit, màng xenluloza axetat, màng gắn nano, và/hoặc màng cải biến khác có thể được sử dụng để ngăn không cho một cách chọn lọc hoặc ít nhất khử các ion sulfat, canxi, và magie đi qua nó. Theo một phương án cụ thể, màng 214 có thể khử đến khoảng 99% ion sulfat.

Theo một hoặc nhiều phương án, màng 214 là màng loại muối, mà làm giảm tổng độ mặn hoặc cường độ ion của nước biển đã lọc bằng cách ngăn không cho hoặc ít nhất khử các ion (ví dụ, các ion natri, clorua, canxi, kali, sulfat, bicacbonat, và magie) đi qua nó.

Theo một hoặc nhiều phương án, màng 214 là màng lọc nano. Ví dụ về màng lọc nano có bán trên thị trường thích hợp để sử dụng trong quy trình xử lý theo sáng chế có thể bao gồm, ví dụ, FILMTECTM SR90 Series, NF 200 Series,

mà có thể mua được từ The Dow Chemical Company (Minneapolis, MN), hoặc các màng có tính chất loại bỏ tương tự từ các nhà sản xuất màng khác.

Theo một hoặc nhiều phương án, màng 214 là màng thẩm thấu ngược. Ví dụ về màng thẩm thấu ngược thích hợp để sử dụng trong quy trình xử lý theo sáng chế có thể bao gồm, ví dụ, FILMTECTM SW 30 Series, mà có thể mua được từ The Dow Chemical Company (Minneapolis, MN), hoặc các màng có tính chất loại bỏ tương tự từ các nhà sản xuất màng khác.

Như được thể hiện trên FIG.4A-FIG.4B, hệ thống xử lý nước biển 200 có thể bao gồm hệ thống màng 210 mà bao gồm các thùng chịu áp (được thể hiện dưới dạng 214, 216, và 218), mà có thể được bố trí song song. Mặc dù ba thùng chịu áp được thể hiện, các phương án khác có thể bao gồm lớn hơn hoặc nhỏ hơn ba màng. Theo một hoặc nhiều phương án, mỗi thùng chịu áp có thể bao gồm các màng 250 được lắp trong đó. Mặc dù sáu màng 250 được thể hiện trong mỗi thùng chịu áp, các phương án khác có thể bao gồm lớn hơn hoặc nhỏ hơn sáu màng 250.

Như được thể hiện trên FIG.4B-FIG.4C, theo một hoặc nhiều phương án, mỗi màng 250 có thể là, ví dụ, màng thẩm thấu ngược, màng lọc nano, hoặc màng khác đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Màng 250 có thể là một trong số một vài dạng được biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, cuộn xoắn (SW) và/hoặc sợi nhỏ rỗng (HFF).

Như được thể hiện trên FIG.4C, theo một hoặc nhiều phương án, màng 250 cụ thể là màng cuộn xoắn 250. Màng cuộn xoắn có thể được tạo ra từ màng tấm phẳng 254 và 256 và có thể bao gồm vật liệu lót 258 để tạo ra độ bền cơ học. vật liệu màng cụ thể là xenluloza (tức là, màng xenluloza axetat) hoặc không phải xenluloza (tức là, màng composit). Đối với màng xenluloza axetat, hai lớp cụ thể là các dạng khác nhau của cùng một polyme, được gọi là “không đối xứng”. Đối với các màng, hai lớp có thể là các polyme khác nhau hoàn toàn, với nền xấp xỉ thường là polysulfon.

Theo kết cấu cuộn xoắn, màng được tạo ra trong vỏ bao mà được bịt kín ở ba phía. Lưới đỡ, được gọi là vật mang nước sản phẩm, ở phía bên trong. Vỏ bao

được cuộn quanh ống gom nước sản phẩm ở giữa 260, với phía hở được bịt kín bằng ống này. Một số vỏ bọc, hoặc lá, được gắn với vật liệu đệm hở 262 giữa các lá. Đây là vật liệu đệm phía nguyên liệu/phần cô đặc, hoặc phía nguyên liệu. Các lá cuộn quanh ống gom nước sản phẩm 260, tạo ra các đường xoắn nếu được nhìn theo mặt cắt ngang. Mỗi đầu của bộ phận này có thể được hoàn thiện bằng cách đúc chất dẻo, được gọi là “cơ cấu dạng chống lỏng” và toàn bộ cụm có thể được bọc trong vỏ bằng sợi thủy tinh mỏng (không được thể hiện trên hình vẽ). Nước nguyên liệu có thể đi qua đường xoắn trên bề mặt màng, song song với ống gom nước sản phẩm 260. Nước sản phẩm di chuyển theo đường xoắn trong vỏ bao đến ống gom nước sản phẩm ở giữa 260. Vòng các đường hình chữ V (không được thể hiện trên hình vẽ) quanh phía ngoài vỏ sợi thủy tinh có thể ép nước nguyên liệu đi qua màng 250.

Như được thể hiện trên FIG.4D, theo một hoặc nhiều phương án, các màng 250 có thể là màng sợi nhỏ rỗng 270. Kết cấu của màng sợi nhỏ rỗng 270 có thể bao gồm các màng sợi rỗng 272 được bố trí trong thùng chịu áp 280. Sợi nhỏ rỗng có thể là polyaramit hoặc hỗn hợp của xenluloza axetat. Các màng 272 có thể có đường kính ngoài nằm trong khoảng từ 100 đến 300 micron và đường kính trong nằm trong khoảng từ 50 đến 150 micron. Các sợi có thể được uốn theo dạng chữ U, để cả hai đầu được gắn trong tấm ống nhựa 274. Nước biển được tạo áp có thể được đưa vào bình (như được biểu thị bởi mũi tên 276) dọc theo bên ngoài sợi rỗng. Dưới áp lực, nước đã loại muối đi qua các thành của màng sợi rỗng 272 và đi xuống dưới bên trong các màng sợi 272 đến ống gom phần thấm 278 để thu gom (như được biểu thị bởi mũi tên 282), trong khi phần cô đặc đã tách được loại ra khỏi thùng chịu áp 280 (như được biểu thị bởi mũi tên 284).

Theo một hoặc nhiều phương án, tất cả thùng chịu áp trong hệ thống màng 210 có thể bao gồm các màng 250 chỉ có màng thẩm thấu ngược được lắp trong đó. Theo một phương án khác, tất cả thùng chịu áp trong hệ thống màng 210 có thể bao gồm các màng 250 chỉ có màng lọc nano được lắp trong đó. Theo các phương án khác, một hoặc nhiều thùng chịu áp (ví dụ, thùng chịu áp 214) có thể

bao gồm các màng 250 có màng lọc nano hoặc màng thẩm thấu ngược lắp trong đó trong khi các thùng chịu áp còn lại (ví dụ, thùng chịu áp 216 và 218) bao gồm các màng 250 chỉ có màng thẩm thấu ngược hoặc màng lọc nano được lắp trong đó. Trong khi các ví dụ cụ thể về sự kết hợp của các thùng chịu áp và các loại màng được nêu ở đây, các ví dụ này không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế và các sự kết hợp khác có thể được sử dụng. Chuyên gia trong lĩnh vực này sẽ nhận thấy rằng còn có các ví dụ và các sự kết hợp thích hợp khác.

Như được thể hiện trên FIG.3A-FIG.3C, một hoặc nhiều khối xử lý 260 có thể được lắp đặt trên boong tàu 304 của tàu 300, trên sàn 305 của giàn khoan 312, và/hoặc trên đáy biển 316, phụ thuộc vào vị trí của hệ thống xử lý nước biển 200. Ngoài ra, một hoặc nhiều khối xử lý cũng có thể được lắp đặt ở các phần khác của tàu 300 và/hoặc giàn khoan 312, hoặc thậm chí ở nhiều mức của tàu 300 và/hoặc giàn khoan 312. Ví dụ, mỗi khối xử lý có thể được lắp đặt trong bộ phận chứa riêng biệt. Một số bộ phận chứa có thể được bố trí trên đỉnh của nhau để tối ưu hóa việc sử dụng boong tàu 304 và/hoặc sàn 305 để giảm thời gian và chi phí liên quan đến việc tạo ra hệ thống xử lý nước biển trên tàu 300 và/hoặc giàn khoan 312. Một hoặc nhiều khối xử lý có thể được lắp nối tiếp hoặc song song.

Trong hệ thống nạp nước 201, bơm nạp nước 204 bơm nước nạp qua bộ lọc sơ bộ 206 để loại bỏ các chất gây ô nhiễm cỡ lớn bất kỳ (ví dụ, cát, đá, cây, mẫu vụn v.v.) và tiếp đó qua bộ lọc 208 để loại bỏ các phân tử lớn (ví dụ, chất rắn lơ lửng, chất keo, phân tử lớn, vi khuẩn, dầu, chất dạng hạt, protein, chất tan có khối lượng phân tử cao v.v.). Sau khi đi qua hệ thống nạp nước 201, nước biển đã lọc được cấp đến khối xử lý 260 bởi bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212. Mặc dù chỉ một khối xử lý 260 được thể hiện, theo một hoặc nhiều phương án, có thể có nhiều hơn một khối xử lý được bố trí nối tiếp và/hoặc song song.

Theo một hoặc nhiều phương án, trong khối xử lý 260, có thể có một hoặc nhiều thùng chịu áp (ví dụ, 214, 216, và 218). Theo một phương án, nước biển được tạo áp có thể được đẩy qua thùng chịu áp thứ nhất (ví dụ, 214) có một hoặc nhiều màng 250 với các màng được lắp trong đó, nhờ đó tạo ra dòng phân thẩm

thứ nhất và dòng phân cô đặc thứ nhất. Dòng phân thấm thứ nhất có thể chứa nước mà có các ion cụ thể được loại ra khỏi đó, ví dụ, dòng phân thấm thứ nhất có thể có lượng ion sulfat thấp hơn và/hoặc độ mặn thấp hơn so với nước biển đã lọc được tạo ra hệ thống nạp nước 201. Dòng phân cô đặc thứ nhất có thể chứa các ion và/hoặc các phân tử được loại bỏ bởi màng trong thùng chịu áp thứ nhất (ví dụ, 214). Tiếp đó dòng phân cô đặc thứ nhất có thể được loại bỏ, ví dụ, qua các cửa xả phân cô đặc trong hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc 230. Tuy nhiên, trước phân cô đặc thứ nhất được loại bỏ, bộ tăng áp kiểu tuabin (hoặc bộ phận thu hồi năng lượng khác) 232 có thể được sử dụng để thu năng lượng có bởi dòng phân cô đặc thứ nhất và đưa năng lượng như vậy trở lại bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212.

Theo một hoặc nhiều phương án, quy trình này có thể tiếp tục đối với tất cả thùng chịu áp có trong khối xử lý 260. Ngoài ra, quy trình này có thể tiếp tục đối với tất cả khối xử lý 260 có trong hệ thống xử lý 200, cho đến dòng phân thấm cuối được tạo ra từ thùng chịu áp cuối. Tiếp đó dòng phân thấm cuối có thể được vận chuyển, ví dụ, từ tàu 300 đến giàn khoan 312, từ đáy biển 316 đến giàn khoan 312, và/hoặc từ giàn khoan 312 đến giếng 310, qua hệ thống xử lý và vận chuyển phân thấm 220.

Theo một hoặc nhiều phương án, màng lắp đặt trong thùng chịu áp (ví dụ, 214, 216, và 218) đều là màng chọn lọc ion mà làm giảm độ mặn hoặc cường độ ion của nước biển bằng cách ngăn không cho một cách chọn lọc hoặc ít nhất khử các ion nhất định (ví dụ, các ion natri, canxi, kali, và magie) đi qua màng, trong khi cho phép nước và các ion cụ thể khác (ví dụ, các ion sulfat, canxi, magie, và bicacbonat) cần được tạo ra để sử dụng và/hoặc xử lý thêm. Theo các phương án khác, các màng đều là màng chọn lọc ion mà ngăn không cho một cách chọn lọc hoặc ít nhất khử các ion hóa cứng hoặc ion tạo cặn (ví dụ, các ion sulfat, canxi, magie, và bicacbonat) đi qua các màng, trong khi cho phép nước và các ion cụ thể khác (ví dụ, các ion natri và kali) cần được tạo ra để sử dụng và/hoặc xử lý thêm đi qua.

Theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống xử lý nước biển 200 có thể bao gồm nhiều khối xử lý 260, trong đó nhiều khối xử lý 260 với mỗi khối bao gồm các thùng chịu áp khác nhau. Ví dụ, theo một phương án, một hoặc nhiều khối xử lý 260 có thể bao gồm các thùng chịu áp (ví dụ, 214, 216, và 218) có các màng được lắp trong đó trong đó các màng này chỉ là các màng lọc nano, trong khi một hoặc nhiều khối xử lý 260 riêng biệt bao gồm các thùng chịu áp (ví dụ, 214, 216, và 218) có các màng được lắp trong đó trong đó các màng này chỉ là các màng thẩm thấu ngược. Ngoài ra, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng số khối xử lý trong một hệ thống có thể thay đổi theo một hoặc nhiều phương án. Ngoài ra, từ phần mô tả sáng chế, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng các màng có thể được thay đổi và có thể là, ví dụ, kiểu cuộn xoắn, sợi rỗng, dạng ống, tấm và khung, hoặc đĩa.

Theo một hoặc nhiều phương án, bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được mà vận hành để đẩy nước đã được xử lý sơ bộ qua khối xử lý 260 có thể bao gồm bơm bất kỳ thích hợp để tạo ra áp suất thủy lực cần thiết để đẩy nước qua một hoặc nhiều thùng chịu áp. Tuy nhiên, áp suất xả của bơm phải được kiểm soát để duy trì dòng chất thẩm đã tính toán và, cụ thể hơn, để không lớn hơn áp suất nguyên liệu cho phép tối đa đối với các màng được sử dụng. Điều này đặc biệt quan trọng vì nếu lớn hơn áp suất nguyên liệu cho phép tối đa, màng có thể có thể vỡ và do đó hỏng sớm. Vì áp suất nguyên liệu cho phép tối đa đối với các màng lọc nano thường lớn hơn nhiều so với áp suất nguyên liệu cho phép tối đa đối với màng thẩm thấu ngược, hệ thống màng thông thường có nhiều hơn một kiểu màng (ví dụ, lọc nano và thẩm thấu ngược) thường đòi hỏi nhiều hơn một bơm (tức là, bơm cho mỗi kiểu màng). Các hệ thống thông thường với màng lọc nano được lắp đặt không thể thay đổi bằng màng thẩm thấu ngược do chênh lệch áp suất này.

Tuy nhiên, theo một hoặc nhiều phương án, khối xử lý 260 có thể bao gồm một bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 mà cấp nước biển đã lọc đến nhiều hơn một thùng chịu áp. Vì thùng chịu áp có thể thay đổi về kích cỡ

và/hoặc có thể bao gồm các kiểu màng khác nhau, và do đó đòi hỏi thay đổi áp suất nguyên liệu, bơm cao áp 212 phải có thể tạo ra áp suất nguyên liệu có thể điều chỉnh được trên cơ sở kiểu hệ thống đang được sử dụng. Ví dụ, nước biển đã xử lý sơ bộ có áp suất thẩm thấu khoảng 24 bar (2400Kpa), bởi vậy đối với màng lọc nano, sự tạo áp ít nhất 20 bar (2000Kpa) phải được tạo ra trên dòng nguyên liệu 210, trong khi sự tạo áp ít nhất 70 bar (7000Kpa) phải được tạo ra đối với màng thẩm thấu ngược. Theo một hoặc nhiều phương án, bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được có thể bao gồm bơm dịch chuyển dương chẳng hạn.

Theo một phương án ưu tiên, bơm có thể được sử dụng để cấp khoảng 16068 m³/ngày (hoặc 670 m³/giờ hoặc 2950 galông/phút) ở áp suất thay đổi. Cụ thể, đối với hệ thống xử lý nước biển bằng thẩm thấu ngược (SWRO) có bộ phận thu hồi năng lượng (energy recovery device - ERD), áp suất yêu cầu thấp nhất là khoảng 26,5 bar (2650 Kpa) và áp suất yêu cầu cao nhất có thể là khoảng 30,2 bar (3020 Kpa). Đối với hệ thống NF không có ERD, áp suất yêu cầu thấp nhất là khoảng 27 bar (27Kpa) trong khi áp suất yêu cầu cao nhất có thể là khoảng 39 bar (3900Kpa). Đối với hệ thống lọc nano khử sulfat (sulfate reducing nanofiltration - SRNF) không có ERD, áp suất yêu cầu thấp nhất có thể là khoảng 14 bar (1400 Kpa) và áp suất yêu cầu cao nhất có thể là khoảng 19 bar (1900Kpa).

Một hoặc nhiều phương án của sáng chế cũng có thể bao gồm các cơ cấu dẫn động tần số thay đổi được (variable frequency drive - VFD) trên bơm cao áp. VFD là các hệ thống mà điều chỉnh tốc độ quay của động cơ điện dòng xoay chiều (alternating current - AC) bằng cách điều chỉnh tần số của điện năng cấp cho động cơ. Bằng cách sử dụng VFD, áp suất được tạo ra bởi bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được cũng có thể được thay đổi theo nhu cầu cụ thể của hệ thống ở thời điểm bất kỳ, ví dụ, dưới dạng hàm của kiểu hoạt động, kiểu màng, mục đích chất lượng nước, và/hoặc nhiệt độ nước biển và độ mặn.

Tuy nhiên, tính linh hoạt đạt được từ việc sử dụng cơ cấu dẫn động tần số thay đổi được trên bơm cao áp bị giới hạn. Bởi vậy, theo một hoặc nhiều phương án, có thể có lợi nếu kết hợp hệ thống VFD với hệ thống thu hồi năng lượng. Ví

dụ, như được thể hiện trên FIG.2 và FIG.4A-FIG.4B, theo một hoặc nhiều phương án, năng lượng có thể được thu hồi từ dòng phần cô đặc bằng cách sử dụng bộ tăng áp kiểu tuabin (hoặc bộ phận thu hồi năng lượng khác) 232. Trong hệ thống xử lý nước biển, thường từ 55 đến 60% nước nguyên liệu được tạo áp rồi khỏi hệ thống với áp suất khoảng 60 bar (6000 Kpa) trong dòng phần cô đặc. Năng lượng này có thể được thu hồi để làm giảm nhu cầu năng lượng cụ thể của hệ thống. Ngoài bộ tăng áp kiểu tuabin, các phương pháp thu hồi năng lượng có thể bao gồm bánh xe Pelton, tuabin quay ngược, và/hoặc bộ trao đổi công kiểu pit tông. Phần cô đặc áp suất cao được cấp vào bộ phận thu hồi năng lượng (ví dụ, bộ tăng áp kiểu tuabin hoặc bộ phận thu hồi năng lượng khác) nơi mà tạo ra công suất quay. Điều này có thể được sử dụng để trợ giúp động cơ điện chính trong việc dẫn động bơm cao áp. So với cơ cấu dẫn động bơm thông thường, hệ thống thu hồi năng lượng có sự tiết kiệm năng lượng lên đến từ 40% đến 50%.

Theo một hoặc nhiều phương án, năng lượng đã thu hồi có thể được sử dụng để dẫn động bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 mà bơm nước biển đã lọc đến khối xử lý 260. Theo các phương án khác, sự thu hồi năng lượng có thể là không cần thiết để có được áp suất đủ đối với hoạt động của các màng nhất định, trong trường hợp đó bộ tăng áp kiểu tuabin có thể được bỏ qua.

Khi được kết hợp với VFD trên bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được, sự thu hồi năng lượng của bộ tăng áp kiểu tuabin có thể cho phép bơm cao áp được điều chỉnh theo kiểu màng cụ thể được sử dụng. Điều này là có lợi vì các bơm cao áp thông thường không có khả năng hoạt động trong toàn bộ khoảng áp suất yêu cầu cho cả màng lọc nano lẫn màng thẩm thấu ngược. Như nêu trên, phụ thuộc vào kiểu màng được sử dụng, nước biển đã xử lý sơ bộ có thể không cần được tạo áp đến áp suất thích hợp mà nhỏ hơn áp suất thẩm thấu của dung dịch trước khi đi vào màng. Nước biển đã xử lý sơ bộ có áp suất thẩm thấu khoảng 24 bar (2400Kpa), bởi vậy, đối với màng lọc nano, sự tạo áp ít nhất 20 bar (2000Kpa) (nhưng không lớn hơn áp suất nguyên liệu cho phép tối đa ~41 bar (4100Kpa)) phải được tạo ra trên dòng cấp liệu 210, trong khi sự tạo áp ít nhất

70 bar (7000Kpa) (nhưng không lớn hơn so với áp suất nguyên liệu cho phép tối đa ~82 bar (8200Kpa)) phải được tạo ra đối với màng thẩm thấu ngược.

Do vậy, theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống xử lý nước biển có tính linh hoạt để thay đổi giữa các màng bằng cách sử dụng một bơm cao áp, nhờ đó nước biển có thể được xử lý để tạo ra một loại nước bất kỳ có các tính chất được làm thay đổi cụ thể mà không phải sử dụng nhiều bơm cao áp và/hoặc phải đi qua nhiều hệ thống xử lý.

Như nêu trên, nước biển có lượng ion cao so với nước ngọt. Ví dụ, nước biển thường giàu các ion như ion natri, clorua, sulfat, magie, kali, và canxi. Nước biển thường có tổng lượng chất rắn hoà tan (total dissolved solid - TDS) ít nhất khoảng 30000 mg/L. Theo một hoặc nhiều phương án, tốt hơn nếu dòng phân thấm có tổng lượng chất rắn hoà tan nhỏ hơn khoảng 4000 mg/L, và tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 2000 đến 4000 mg/L.

Thu hồi dầu cải tiến

Như nêu trên, các quy trình thu hồi dầu cải tiến thường bơm nước vào vỉa chứa hydrocacbon dưới mặt đất qua một hoặc nhiều giếng bơm để tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu hồi các hydrocacbon từ vỉa chứa qua một hoặc nhiều giếng khai thác hydrocacbon. Nước có thể được bơm vào vỉa chứa dưới dạng làm ngập nước trong quy trình thu hồi dầu thứ hai. Theo cách khác, nước có thể được bơm vào vỉa chứa kết hợp với các thành phần khác dưới dạng dung dịch thay thế có thể trộn lẫn hoặc không thể trộn lẫn trong quy trình thu hồi dầu thứ ba. Nước thường cũng được bơm vào vỉa chứa dầu và/hoặc khí dưới mặt đất để duy trì áp suất vỉa chứa, mà tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu hồi hydrocacbon và/hoặc khí từ vỉa chứa.

Theo một hoặc nhiều phương án, các dung dịch bơm có thể bao gồm dung dịch nước (ví dụ, nước biển) mà đã được xử lý theo các phương pháp nêu trên. Theo một phương án cụ thể, nước biển có thể trước tiên qua bước lọc trong hệ thống nạp nước nhờ đó nước biển được bơm qua bộ lọc thứ nhất để loại bỏ các chất gây ô nhiễm cỡ lớn bất kỳ (ví dụ, cát, đá, cây, mẫu vụn v.v.) và tiếp đó qua bộ lọc thứ hai để loại bỏ các phân tử lớn (ví dụ, chất rắn lơ lửng, chất keo, phân

tử lớn, vi khuẩn, dầu, chất dạng hạt, protein, chất tan có khối lượng phân tử cao v.v.). Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng phụ thuộc vào thông số kỹ thuật của thiết bị và kiểu và mật độ của chất dạng hạt cần được loại bỏ, các kiểu bộ lọc khác nhau, bao gồm ví dụ, bộ lọc cát hoặc bộ lọc trung bình, bộ lọc dạng ống, bộ siêu lọc, và/hoặc bộ vi lọc có thể được sử dụng.

Sau khi đi qua hệ thống nạp nước, nước biển đã lọc có thể được cấp đến hệ thống xử lý nước biển như được thực hiện trên các hình vẽ. Cụ thể, như được thể hiện trên FIG.4A-FIG.4B, nước biển đã lọc có thể được cấp đến khối xử lý 260 bằng bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212, mà đẩy nước biển đã lọc qua một hoặc nhiều thùng chịu áp (ví dụ, 214, 216, và 218), nhờ đó tạo ra dòng phần thấm và dòng phần cô đặc.

Dòng phần thấm có thể chứa nước mà có các ion cụ thể và/hoặc các phân tử được loại ra khỏi đó, ví dụ, dòng phần thấm có thể có lượng ion sulfat thấp hơn và/hoặc độ mặn thấp hơn so với nước biển đã lọc được tạo ra từ hệ thống nạp nước. Như được thể hiện trên FIG.5, sau đó dòng phần thấm có thể được vận chuyển, ví dụ, từ tàu 300 đến giàn khoan 512, từ đáy biển 516 đến giàn khoan 512, và/hoặc từ giàn khoan 512 đến giếng 510, qua hệ thống vận chuyển phần thấm 520 và được sử dụng dưới dạng dung dịch bơm đối với sự thu hồi cải tiến các hydrocacbon từ vỉa chứa hydrocacbon dưới mặt đất 514.

Dòng phần cô đặc có thể chứa các ion và/hoặc các phân tử được loại bỏ bằng các màng trong một hoặc nhiều thùng chịu áp. Tiếp đó, dòng phần cô đặc có thể được loại bỏ, ví dụ, qua các cửa xả phần cô đặc trong hệ thống thu hồi năng lượng và xả phần cô đặc. Tuy nhiên, trước khi phần cô đặc được loại bỏ, bộ tăng áp kiểu tuabin có thể được sử dụng để thu năng lượng có bởi dòng phần cô đặc và đưa năng lượng như vậy trở lại bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212. Ngoài ra, phần cô đặc có thể được pha loãng hoặc được xử lý theo cách khác trước khi loại bỏ.

Theo một hoặc nhiều phương án, dòng ra khỏi một hoặc nhiều thùng chịu áp (dòng phần thấm và/hoặc dòng phần cô đặc) có thể đi một hoặc nhiều lần sau

đó qua khối xử lý 260. Ngoài ra, theo một số phương án, nhiều hơn một khối xử lý có thể được sử dụng trong hệ thống xử lý nước biển.

Theo một hoặc nhiều phương án, phương pháp để thu hồi các hydrocacbon từ vỉa chứa hydrocacbon dưới mặt đất 514 có thể bao gồm bước bơm dòng phân thẩm vào vỉa chứa hydrocacbon 514 qua giếng bơm 560, làm dịch chuyển các hydrocacbon bằng phân thẩm về phía giếng khai thác hydrocacbon kết hợp 580, và thu hồi các hydrocacbon từ vỉa 514 qua giếng khai thác hydrocacbon 580.

Tốt hơn nếu phương pháp theo một hoặc nhiều phương án có thể dẫn đến sự gia tăng thu hồi hydrocacbon từ vỉa chứa hydrocacbon, ví dụ nằm trong khoảng từ 2% đến 40%, khi so sánh với việc xử lý làm ngập nước bằng cách sử dụng nước bơm độ mặn cao chưa được xử lý.

Như được thể hiện trên FIG.6A-FIG.6B, hệ thống và phương pháp theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế có thể tính đến trong các dạng khác nhau. Cụ thể, như được thể hiện trên FIG.6A-FIG.6B, hệ thống theo sáng chế có thể được cấu tạo sao cho bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212 đẩy nước biển đã lọc 611 qua một hoặc nhiều khối xử lý 212, nhờ đó tạo ra dòng phân cô đặc 634 và dòng phân thẩm (không được thể hiện trên hình vẽ). Tiếp đó, dòng phân cô đặc 634 có thể được loại bỏ, ví dụ, qua các cửa xả phân cô đặc trong hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc. Tuy nhiên, trước khi dòng phân cô đặc 634 được loại bỏ, bộ tăng áp kiểu tuabin (hoặc bộ phận thu hồi năng lượng khác) 232 có thể được sử dụng để thu năng lượng có bởi dòng phân cô đặc 634 và đưa năng lượng như vậy trở lại bơm cao áp có thể thay đổi tốc độ được 212. Ngoài ra, dòng phân cô đặc 634 có thể được pha loãng hoặc được xử lý theo cách khác trước khi loại bỏ. Theo cách khác, như được thể hiện trên FIG.6B, hệ thống theo sáng chế có thể được cấu tạo để dòng phân cô đặc 634 đi vòng qua hệ thống thu hồi năng lượng và xả phân cô đặc, ví dụ, qua ống khuỷu 613.

Ngoài ra, theo các phương án khác của sáng chế, hệ thống theo sáng chế có thể có khả năng thay đổi tới lui giữa các hệ thống được thể hiện trên các FIG.6A-FIG.6B. Ví dụ, khi muốn thu hồi năng lượng, bộ tăng áp kiểu tuabin 232 có thể được sử dụng để thu năng lượng có bởi dòng phân cô đặc 634; tuy nhiên

khi không yêu cầu thu hồi năng lượng, bộ tăng áp kiểu tuabin 232 có thể được bỏ qua (như được thể hiện trên FIG.6B).

Hơn nữa, như được thể hiện trên FIG.7, hệ thống theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế có thể bao gồm cả bộ tăng áp kiểu tuabin 232 lẫn ống khuỷu 613, trong đó bộ tăng áp kiểu tuabin 232 và ống khuỷu 613 được nối qua các van 614. Theo một phương án, các van 614 có thể được để mở để cho phép dòng phân cô đặc 634 được dẫn trực tiếp vào bộ tăng áp kiểu tuabin 232. Theo một phương án khác, một số van 614 có thể được đóng để đi vòng qua bộ tăng áp kiểu tuabin 232. Ngoài ra, dòng phân cô đặc 634 có thể được pha loãng hoặc mặt khác được xử lý trước khi loại bỏ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ sau được đưa ra để minh họa thêm việc ứng dụng và sử dụng các phương pháp và hệ thống được mô tả ở đây để xử lý nước biển. Các ví dụ sau được sử dụng để thiết kế tâm áp (tức là, bơm và thu hồi năng lượng) đối với hệ thống thẩm thấu ngược nước biển áp suất cao (SWRO), sau đó được chuyển thành hệ thống lọc nano với sự cải biến tối thiểu.

Ví dụ 1

Nhóm thứ nhất gồm 3 mẫu thử nước biển nạp hở đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến ba hệ thống chứa một trong số ba kiểu màng RO. Nhiệt độ của nước là 18°C. Thông lượng sử dụng là 14,5 LMH (L/m²/phút) (8,56 GFD), mà là thông thường đối với nước biển nạp hở đã xử lý sơ bộ MF/UF. Mức thu hồi là 40%, mà là thông thường đối với SWRO. Bảng 1 thể hiện kết quả đối với nhóm thứ nhất gồm 3 mẫu thử:

Màng RO	1	2	3
Áp suất nguyên liệu	49,43 bar (4943Kpa)	48,9 bar (4890Kpa)	52,2 bar (5220Kpa)
Áp suất phân cô đặc	47,37 bar (4737Kpa)	47,3 bar (4730Kpa)	51,3 bar (5130Kpa)
TDS phần thấm	218 mg/L	264 mg/L	258 mg/L
SO4 phần thấm	1,74 mg/L	5,3 mg/L	3,6 mg/L

Bảng 1. Kết quả đối với nhóm thứ nhất gồm 3 mẫu thử nước biển

Ví dụ 2

Nhóm thứ hai gồm 3 mẫu thử nước biển nạp hở đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến ba hệ thống chứa một trong số ba kiểu màng RO giống như được sử dụng trong ví dụ 1. Nhiệt độ của nước là 25°C. Thông lượng và mức thu hồi sử dụng là giống như trong Ví dụ 1 (tức là, thông lượng là 14,5 LMH và mức thu hồi là 40%). Bảng 2 thể hiện kết quả đối với nhóm thứ hai gồm 3 mẫu thử:

Màng RO	1	2	3
Áp suất nguyên liệu	48,03 bar (4803Kpa)	47,6 bar (4760Kpa)	50,0 bar (5000Kpa)
Áp suất phân cô đặc	46,5 bar (4650Kpa)	46,0 bar (4600Kpa)	49,1 bar (4910Kpa)
TDS phần thấm	353 mg/L	341 mg/L	360 mg/L
SO4 phần thấm	2,85 mg/L	6,9 mg/L	5,1 mg/L

Bảng 2. Kết quả đối với nhóm thứ hai gồm 3 mẫu thử nước biển

Ví dụ 3

Nhóm thứ ba gồm 3 mẫu thử nước biển nạp hở đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến ba hệ thống chứa một trong số ba kiểu màng RO giống như được sử dụng trong các ví dụ 1 và 2. Nhiệt độ của nước là 31°C. Thông lượng và mức thu hồi là giống như trong các ví dụ 1 và 2 (tức là, thông lượng là 14,5 LMH và

mức thu hồi là 40%). Bảng 3 thể hiện kết quả đối với nhóm thứ ba gồm 3 mẫu thử:

Màng RO	1	2	3
Áp suất nguyên liệu	47,32 bar (4732Kpa)	47,2 bar (4720Kpa)	48,8 bar (4880Kpa)
Áp suất phân cô đặc	45,94 bar (4594Kpa)	45,6 bar (4560Kpa)	48,0 bar (4800Kpa)
TDS phần thấm	522 mg/L	413 mg/L	479 mg/L
SO4 phần thấm	4,25 mg/L	8,3 mg/L	282 mg/L

Bảng 3. Kết quả đối với nhóm thứ ba gồm 3 mẫu thử nước biển

Các ví dụ sau được sử dụng để kết hợp hệ thống RO với hệ thống NF. Trước tiên, như được thể hiện trên ví dụ 4, các giới hạn của hệ thống NF phải được xác định. Điều này là vì màng NF chuẩn thông thường có thể được vận hành ở mức thu hồi và thông lượng cao hơn so với SWRO, ví dụ, thông lượng có thể là khoảng 17,0 LMH (khoảng 10 GFD hoặc cao hơn) và mức thu hồi có thể nằm trong khoảng từ 70 đến 75% bằng cách sử dụng các chất ức chế cặn thích hợp. Mẫu thử nước biển được sử dụng cho các ví dụ sau là giống với các mẫu thử được sử dụng trong các ví dụ 1-3, tức là, mẫu thử là nước biển nạp hồ đã xử lý sơ bộ. Ngoài ra, tốc độ cấp liệu đến mỗi màng là giống nhau, tức là, 16070 m³/ngày, để bơm và sự xử lý sơ bộ là giống nhau.

Ví dụ 4

Các giới hạn của hệ thống NF được thử nghiệm để xác định mức thu hồi tối đa, tốc độ phân thấm tối đa, áp suất tối đa, tốc độ cấp liệu tối đa, thông lượng hệ thống, thông lượng công đoạn thứ nhất, và thông lượng công đoạn thứ hai. Bảng 4 thể hiện kết quả thu được từ hệ thống NF hai công đoạn bao gồm hệ thống Dow NF 90-400 với nước có nhiệt độ 18°C. Từ kết quả của ví dụ 4, có thể kết luận rằng hệ thống hai công đoạn sẽ dẫn đến sự cảnh báo và các công đoạn không được cân bằng.

Các giới hạn trên NF 90-400 cho mỗi màng		Thử nghiệm vận hành NF			
		Hai công đoạn dây 2:1	Hai công đoạn dây 2:1	Hai công đoạn dây 2:1	Hai công đoạn dây 2:1
		Mức thu hồi 60%	Mức thu hồi 50%	Mức thu hồi 45%	Mức thu hồi 40%
Mức thu hồi tối đa	0,17	0,17	0,13	0,12	0,10
Tốc độ phân thẩm tối đa	29,9 m ³ /ngày	(56,7)	(44,53)	(38,97)	(33,8)
Áp suất tối đa	41,37 bar (4137Kpa)	(55,9)	(45,98)	(42,2)	39
Tốc độ cấp liệu tối đa	397,9 m ³ /ngày			(414) (công đoạn thứ hai)	(44,6)
	Đích				
Thông lượng hệ thống	17	22	18	16	14.5
Thông lượng công đoạn thứ nhất lượng	11 ±	30	24	22	19.38
Thông lượng công đoạn thứ hai	6 ±	5,4	5,1	5,0	4,34

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm vận hành NF từ hệ thống hai công đoạn

*Kết quả trong ngoặc biểu thị sai số thiết kế/cảnh báo.

Ví dụ 5

Thử nghiệm tương tự như trong ví dụ 4 lại được tiến hành, ngoại trừ với hệ thống một công đoạn, để xác định các giới hạn thiết kế của hệ thống NF. Bảng 5 thể hiện kết quả thu được từ hệ thống NF một công đoạn bao gồm hệ thống Dow NF 90-400 với nước có nhiệt độ 18°C. Từ các kết quả của ví dụ 5, có thể kết luận rằng mức thu hồi thấp của một công đoạn khoảng 42% sẽ không dẫn đến sai số thiết kế và duy trì phía trước màng chặn giống như SWRO.

Các giới hạn trên NF 90-400 cho mỗi màng		Thử nghiệm vận hành NF			
		một công đoạn	một công đoạn	một công đoạn	một công đoạn
		mức thu hồi 50%	mức thu hồi 47%	mức thu hồi 45%	mức thu hồi 42%
Mức thu hồi tối đa	0,17	0,17	0,15	0,14	0,13
Tốc độ phần thấm tối đa	29,9 m ³ /ngày	(37,8)	(34,6)	(32,5)	29,5
Áp suất tối đa	41,37 bar (4137Kpa)	(44,6)	(42,2)	40,7	38,6
Tốc độ cấp liệu tối đa	397,9 m ³ /ngày				
Đích	Đích				
Thông lượng hệ thống	17	(18,1)	17	16,3	15,2

Bảng 5. Kết quả thử nghiệm vận hành NF từ hệ thống một công đoạn

* Kết quả trong ngoặc biểu thị sai số thiết kế/cảnh báo.

Ví dụ 6

Nhóm gồm 3 mẫu thử nước biển nạp hồ đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến hệ thống NF một công đoạn. Nhiệt độ của nước là 18°C. Bảng 6 thể hiện kết quả đối với nhóm này:

Màng NF	1	2
Áp suất nguyên liệu	38,6 bar (3860Kpa)	33,4 bar (3340Kpa)
Áp suất phân cô đặc	36,9 bar (3690Kpa)	31,9 bar (3190Kpa)
TDS phần thấm	3077 mg/L	9815 mg/L
SO4 phần thấm	40 mg/L	130 mg/L

Bảng 6. Kết quả đối với một nhóm gồm 3 mẫu thử nước biển chạy qua hệ thống NF một công đoạn.

Ví dụ 7

Nhóm thứ hai gồm 3 mẫu thử của nước biển nạp hồ đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến hệ thống NF một công đoạn. Nhiệt độ của nước là 25°C. Bảng 7 thể hiện kết quả đối với nhóm này:

Màng NF	1	2
Áp suất nguyên liệu	36,6 bar (3660Kpa)	30,6 bar (3060Kpa)
Áp suất phân cô đặc	35,2 bar (3520Kpa)	29,1 bar (2910Kpa)
TDS phần thấm	4472 mg/L	11824 mg/L
SO4 phần thấm	61 mg/L	158 mg/L

Bảng 7. Kết quả đối với nhóm gồm 3 mẫu thử nước biển chạy qua hệ thống NF một công đoạn.

Ví dụ 8

Nhóm thứ ba gồm 3 mẫu thử nước biển nạp hở đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến hệ thống NF một công đoạn. Nhiệt độ của nước là 31°C. Bảng 8 thể hiện kết quả đối với nhóm này:

Màng NF	1	2
Áp suất nguyên liệu	34,5 bar (3450Kpa)	27,8 bar (2780Kpa)
Áp suất phân cô đặc	33,1 bar (3310Kpa)	26,2 bar (2620Kpa)
TDS phần thấm	5612 mg/L	13777 mg/L
SO4 phần thấm	79,5 mg/L	187 mg/L

Bảng 8. Kết quả đối với nhóm gồm 3 nước biển mẫu thử chạy qua hệ thống NF một công đoạn.

Ví dụ 9

Ba mẫu thử của nước biển nạp hở đã xử lý sơ bộ được cấp riêng biệt đến hệ thống lọc nano khử sulfat hai công đoạn (sulfat reducing nanofiltration - SRNF). Bảng 9 thể hiện kết quả đối với nhóm này:

Mẫu thử	1	2	3
Nhiệt độ	18°C	25°C	31°C
Áp suất nguyên liệu	18,5 bar (1850Kpa)	15,7 bar (1570Kpa)	13,8 bar (1380Kpa)
Áp suất phần cô đặc	17,1 bar (1710Kpa)	14,4 bar (1440Kpa)	12,6 bar (1260Kpa)
TDS phần thấm	32550 mg/L	32700 mg/L	32800 mg/L
SO4 phần thấm	26 mg/L	31 mg/L	37 mg/L

Bảng 9. Kết quả đối với nhóm gồm 3 nước biển mẫu thử chạy qua hệ thống NF hai công đoạn.

Từ các ví dụ 1-3 đã xác định rằng áp suất nguyên liệu đối với hệ thống SWRO nằm trong khoảng từ 47 đến 53 bar (4700 đến 5300Kpa) và áp suất phần cô đặc có thể nằm trong khoảng từ 45 đến 50 bar (4500 đến 5000Kpa). Từ các ví dụ 4-8 đã xác định rằng áp suất nguyên liệu cho hệ thống NF chuẩn có thể nằm trong khoảng từ 27 đến 39 bar (2700 đến 3900Kpa) và rằng áp suất phần cô đặc có thể nằm trong khoảng từ 26 đến 37 bar (26 đến 37Kpa). Từ ví dụ 9 đã xác định rằng áp suất nguyên liệu cho hệ thống SRNF có thể nằm trong khoảng từ 14 đến 19 bar (14 đến 19Kpa) và rằng áp suất phần cô đặc có thể nằm trong khoảng từ 12 đến 17 bar (12 đến 17Kpa).

Ngoài ra, trong khi các phương án nêu trên được mô tả dưới dạng được ứng dụng cho việc xử lý nước ngoài khơi, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng các phương pháp xử lý cũng có thể được sử dụng trong các hoạt động trên đất liền, đặc biệt là khi nước nguyên liệu có độ mặn cao và/hoặc lượng ion cao.

Hơn nữa, từ phần mô tả này chuyên gia trong lĩnh vực này sẽ nhận thấy rằng hệ thống và phương pháp cũng có thể ứng dụng với các môi trường xử lý nước khác. Ví dụ, bằng cách thay thế một hoặc nhiều khối xử lý nếu thích hợp,

các thành phố có thể sử dụng hệ thống và phương pháp này để tạo ra nước có thể uống được hoặc nước được xử lý theo cách khác.

Có lợi nếu một hoặc nhiều phương án có thể tạo ra một hoặc nhiều kết quả sau. Trong các hoạt động ngoài khơi, nguồn nước bơm phổ biến nhất là nước biển, nước biển này có mức chất gây ô nhiễm đáng kể mà có thể được loại bỏ trước khi nước biển có thể được sử dụng làm nước bơm. Phụ thuộc vào kiểu vỉa được khoan, các thành phần nhất định của nước biển phải được loại bỏ trong khi các thành phần khác phải còn lại để bảo vệ vỉa khỏi bị hư hại và tối đa hoá các hydrocarbon được khai thác từ vỉa. Bằng cách sử dụng kết hợp các phương pháp xử lý nước có thể cho phép các quy trình xử lý nước có thể điều chế một cách hiệu quả và hiệu quả về mặt chi phí nước bơm mà được cải biến cụ thể cho vỉa đang được khoan và nhờ đó cho phép thu hồi dầu cải tiến. Ngoài ra, quy trình xử lý nước có thể được sử dụng để giảm chi phí liên quan đến việc điều chế nước bơm vì bộ phận đắt tiền nhất, tức là, bơm cao áp, có thể được vận hành ở áp suất thay đổi được bằng cách sử dụng năng lượng được thu hồi từ dòng loại bỏ và, do đó, được sử dụng cho nhiều hơn một kiểu màng.

Trong khi sáng chế đã được mô tả đối với một số phương án giới hạn, chuyên gia trong lĩnh vực này, dựa vào phần mô tả, sẽ nhận thấy rằng có thể có các phương án khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế như được mô tả ở đây. Do vậy, phạm vi của sáng chế được giới hạn chỉ bởi yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Yêu cầu bảo hộ**1. Phương pháp xử lý nước bao gồm các bước:**

nạp nước vào ít nhất một khối xử lý;

trong đó khối xử lý bao gồm:

 thùng chịu áp chứa ít nhất một màng,

 trong đó khối xử lý được cấu tạo sao cho nước nạp được cấp ít nhất một màng của thùng chịu áp,

 trong đó ít nhất một màng của thùng chịu áp có thể được thay thế bằng một màng khác có tiêu chuẩn áp lực khác,

 cấp nước nạp qua thùng chịu áp ở áp suất tùy chọn trên cơ sở màng của thùng chịu áp, trong đó áp suất tùy chọn có thể được tạo ra bằng bơm cao áp có tốc độ biến thiên và máy tăng hiệu suất đi kèm với bơm cao áp tốc độ biến thiên,

 bỏ qua có chọn lọc máy tăng hiệu suất khi áp lực tùy chọn cần cho ít nhất một màng có thể được tạo ra nhờ bơm cao áp tốc độ biến thiên;

 bỏ qua có chọn lọc máy tăng hiệu suất khi áp lực tùy chọn khác cần cho một màng khác có thể được tạo ra nhờ bơm cao áp tốc độ biến thiên; và

 tách nước nạp này thành ít nhất một dòng phần thấm chứa nước và một dòng phần cô đặc loại bỏ; và

 xả dòng phần thấm chứa nước và dòng phần cô đặc loại bỏ này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

 bố trí các màng nối tiếp trong thùng chịu áp,

 trong đó các màng bao gồm các kiểu màng khác nhau.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

 bố trí các khối xử lý nối tiếp; và

 cấp dòng phần thấm chứa nước ra khỏi khối xử lý thứ nhất trong các khối xử lý vào khối xử lý tiếp theo trong các khối xử lý.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

 bố trí các khối xử lý song song; và

 cấp nước nạp vào các khối xử lý,

trong đó mỗi khối xử lý lần lượt xả dòng phân thấm chứa nước và dòng phân cô đặc loại bỏ.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thay thế ít nhất một màng của thùng chịu áp bằng màng khác; và

cấp nước nạp qua thùng chịu áp ở áp suất tùy chọn khác trên cơ sở màng khác của thùng chịu áp.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu hồi năng lượng từ dòng phân cô đặc loại bỏ.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó năng lượng được thu hồi từ dòng phân cô đặc loại bỏ được sử dụng trong việc tạo ra áp suất tùy chọn tại đó nước nạp được cấp qua thùng chịu áp.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất ion sulfat đã được loại ra khỏi dòng phân thấm chứa nước bởi màng của thùng chịu áp.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, sau khi được cấp qua khối xử lý, dòng phân thấm chứa nước có độ mặn nằm trong khoảng từ 2 mg/L đến 4000 mg/L.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

trước khi cấp nước nạp qua thùng chịu áp, lọc nước nạp để loại bỏ các chất gây ô nhiễm cỡ lớn bất kỳ; và

trước khi cấp nước nạp qua thùng chịu áp, lọc nước nạp để loại bỏ các phân tử lớn,

trong đó các chất gây ô nhiễm cỡ lớn này bao gồm ít nhất một trong số cát, đá, cây, mẫu vụn, và hỗn hợp của chúng, và

trong đó các phân tử lớn bao gồm ít nhất một trong số chất rắn lơ lửng, chất keo, phân tử lớn, vi khuẩn, dầu, chất dạng hạt, protein, chất tan có khối lượng phân tử cao, và hỗn hợp của chúng.

11. Hệ thống xử lý nước trên cơ sở màng bao gồm:

hệ thống nạp nước mà nạp nước vào;

ít nhất một khối xử lý bao gồm:

bơm cao áp có tốc độ biến thiên; và

thùng chịu áp chứa ít nhất một màng,
 trong đó bơm cao áp có tốc độ biến thiên cấp nước nạp qua thùng chịu áp ở áp suất tùy chọn trên cơ sở các màng được chứa trong thùng chịu áp,
 trong đó ít nhất một màng của thùng chịu áp có thể được thay thế bằng một màng khác có tiêu chuẩn áp lực khác, và trong đó bơm cao áp có tốc độ biến thiên có khả năng nạp nước vào qua thùng chịu áp ở một áp suất tùy chọn trên cơ sở màng chịu áp khác,
 trong đó thùng chịu áp sẽ tách nước nạp vào thành ít nhất một dòng phân thẩm chứa nước và dòng phân cô đặc loại bỏ,
 trong đó hệ thống khôi phục năng lượng bao gồm:
 máy tăng hiệu suất được gắn với bơm cao áp tốc độ biến thiên,
 trong đó năng lượng được khôi phục từ dòng phân cô đặc loại bỏ sẽ được sử dụng chọn lọc trong quá trình tạo áp suất tùy chọn tại đó nước nạp sẽ được nạp qua thùng chịu áp khi áp suất tùy chọn cần cho ít nhất một màng vượt quá áp suất có thể được tạo ra bởi bơm cao áp tốc độ biến thiên, và
 trong đó năng lượng được khôi phục từ dòng phân cô đặc loại bỏ được sử dụng chọn lọc trong quá trình tạo áp suất tùy chọn tại đó nước nạp sẽ được cho qua thùng chịu áp khi áp suất tùy chọn khác cần cho ít nhất một màng khác vượt quá áp suất có thể được tạo ra bởi bơm cao áp tốc độ biến thiên; và
 hệ thống xả lần lượt xả dòng phân thẩm chứa nước và dòng phân cô đặc loại bỏ này.

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó thùng chịu áp bao gồm:

các màng được bố trí nối tiếp,

trong đó các màng này bao gồm các kiểu màng khác nhau.

13. Hệ thống theo điểm 12, trong đó màng này bao gồm ít nhất một trong số màng thẩm thấu ngược, màng lọc nano, và tổ hợp của chúng.

14. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

các khối xử lý được bố trí nối tiếp,

trong đó dòng phân thấm chứa nước ra khỏi khối xử lý thứ nhất trong các khối xử lý được cấp vào khối xử lý tiếp theo trong các khối xử lý.

15. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

các khối xử lý được bố trí song song,

trong đó nước nạp được cấp vào các khối xử lý, và

trong đó khối xử lý lần lượt xả dòng phân thấm chứa nước và dòng phân cô đặc loại bỏ.

16. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống xử lý nước dựa trên cở sở màng được lắp đặt trên mặt đất; tàu tự hành; xà lan buộc, xà lan lai đất, xà lan kéo hoặc xà lan hợp nhất; giàn khoan; hoặc thùng được đặt ở đáy biển.

17. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống xả bao gồm:

hệ thống xả dòng cô đặc có khả năng xả dòng phân cô đặc loại bỏ,

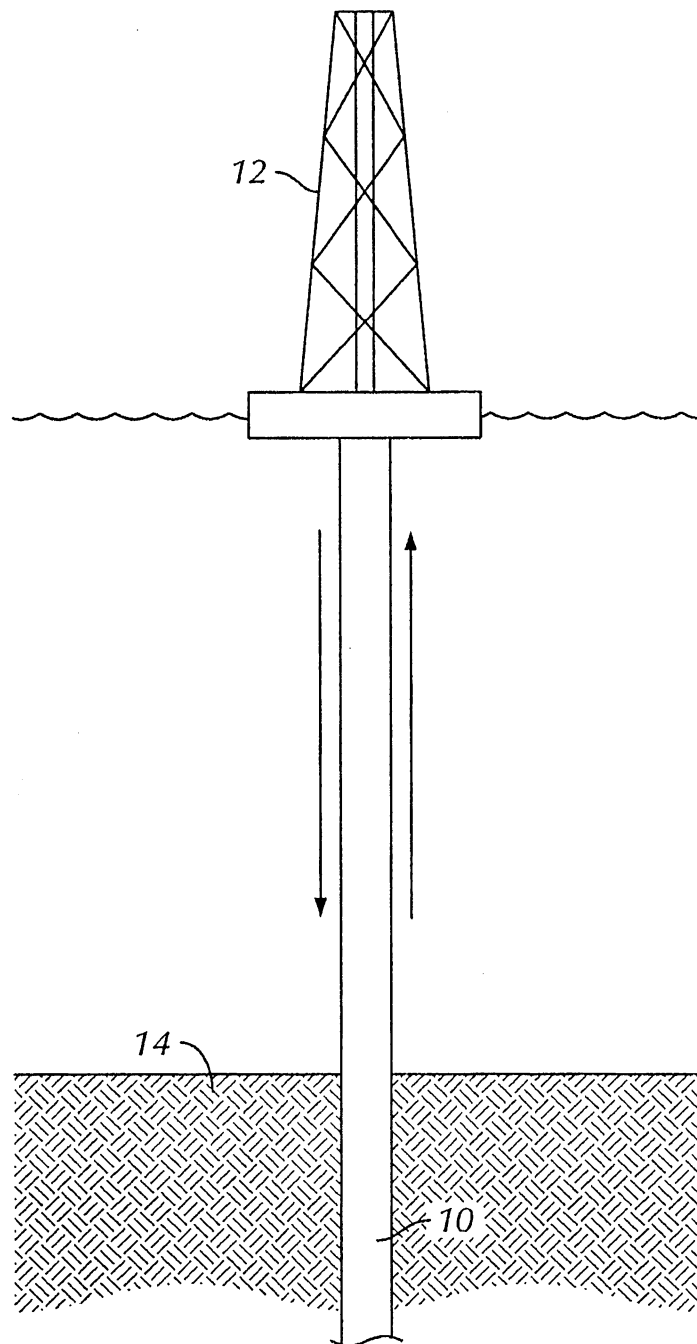
trong đó hệ thống xả cô đặc bao gồm nhiều đầu xả được lắp trên một hoặc nhiều nhánh xả có độ sâu biến thiên.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một áp suất tùy chọn cần cho ít nhất một màng và áp suất tùy chọn khác cần cho màng khác vượt quá áp suất nạp có thể được tạo ra bởi bơm cao áp có tốc độ biến thiên, và

trong đó một áp suất tùy chọn khác cần cho ít nhất một màng và áp suất tùy chọn khác cần cho màng khác không vượt quá áp suất nạp có thể được tạo ra nhờ bơm cao áp có tốc độ biến thiên.

19. Hệ thống theo điểm 11, trong đó ít nhất một áp suất tùy chọn cần cho ít nhất một màng và áp suất tùy chọn khác cần cho màng khác vượt quá áp suất nạp có thể được tạo ra bởi bơm cao áp có tốc độ biến thiên, và

trong đó một áp suất tùy chọn khác cần cho ít nhất một màng và áp suất tùy chọn khác cần cho màng khác không vượt quá áp suất nạp có thể được tạo ra nhờ bơm cao áp có tốc độ biến thiên.

**FIG. 1**

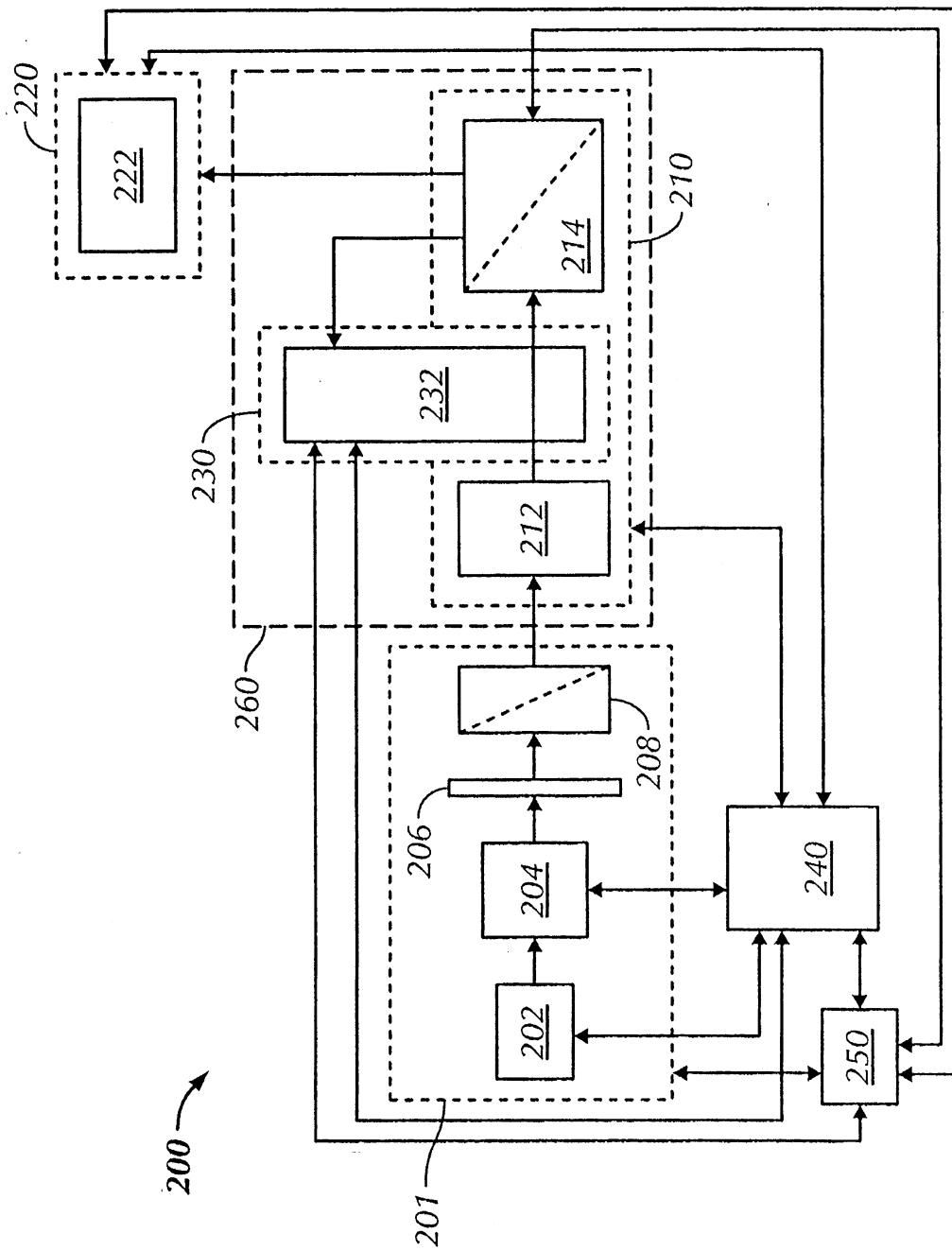
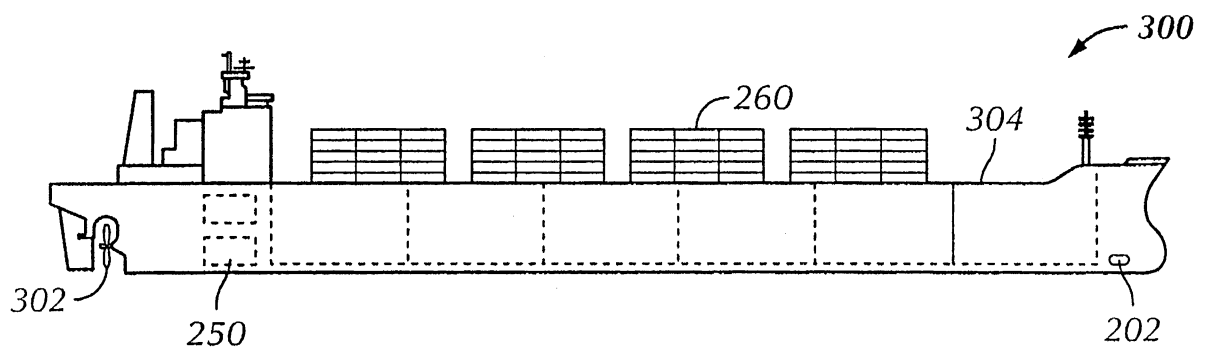
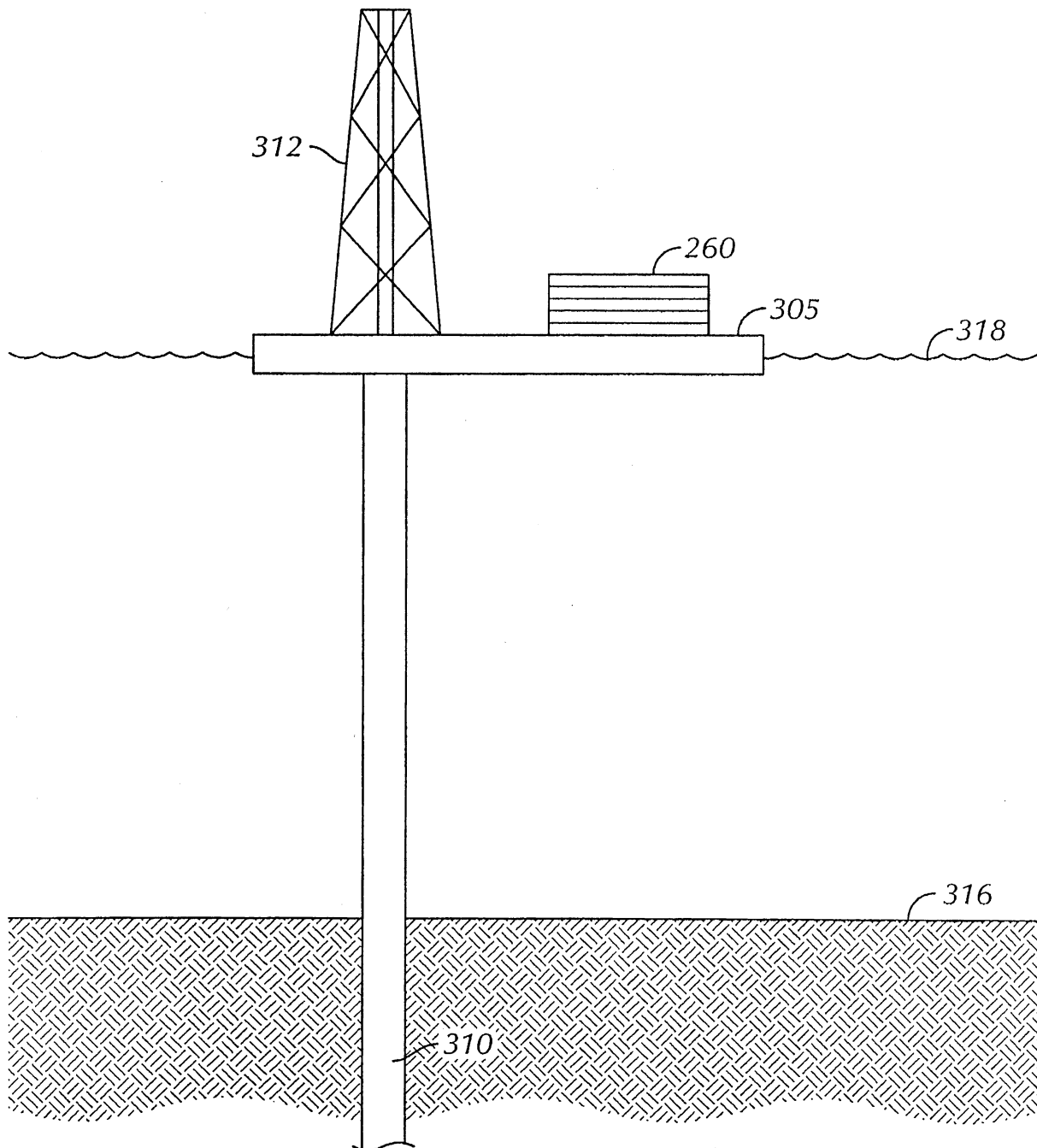


FIG. 2

**FIG. 3A**

**FIG. 3B**

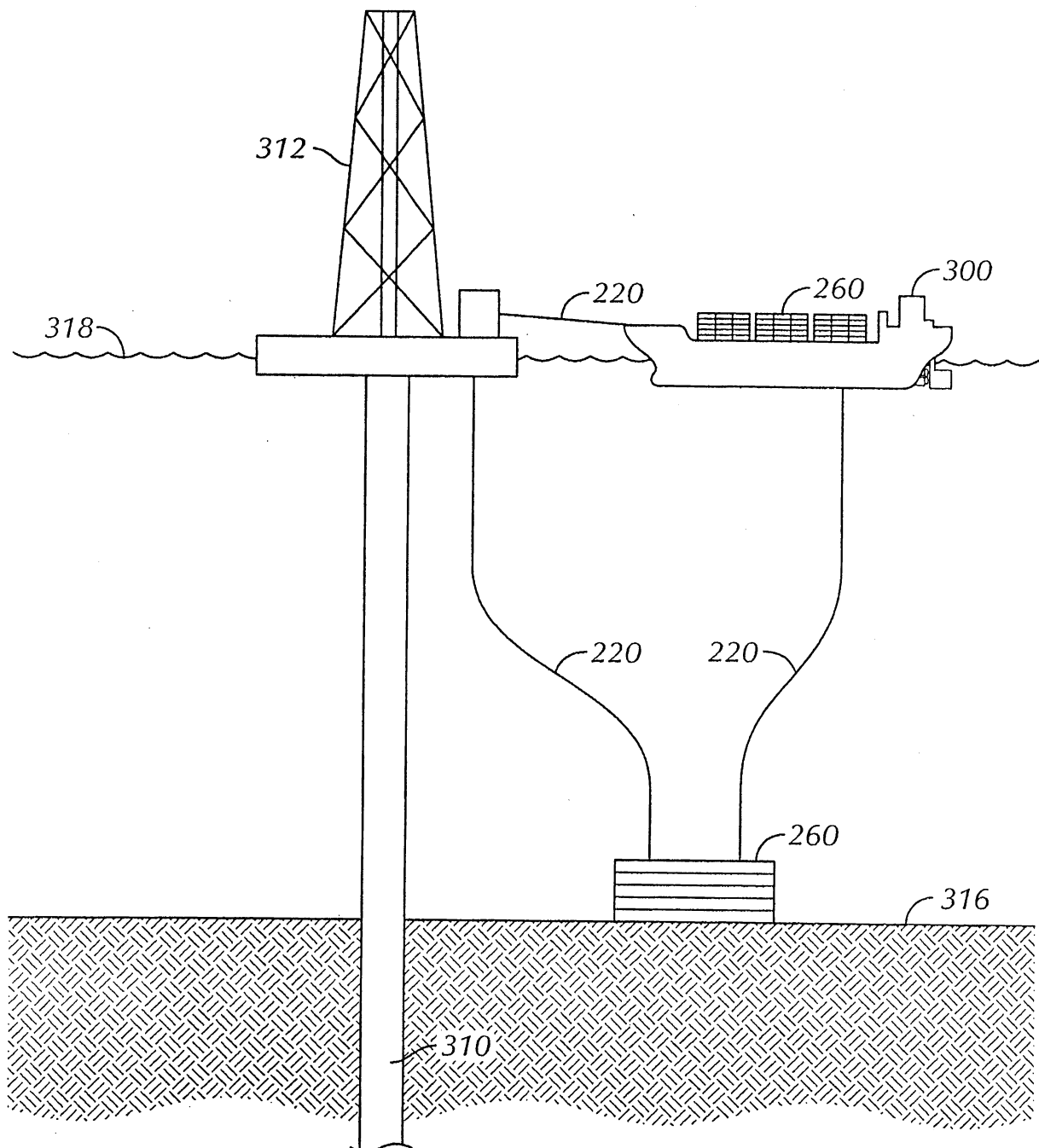


FIG. 3C

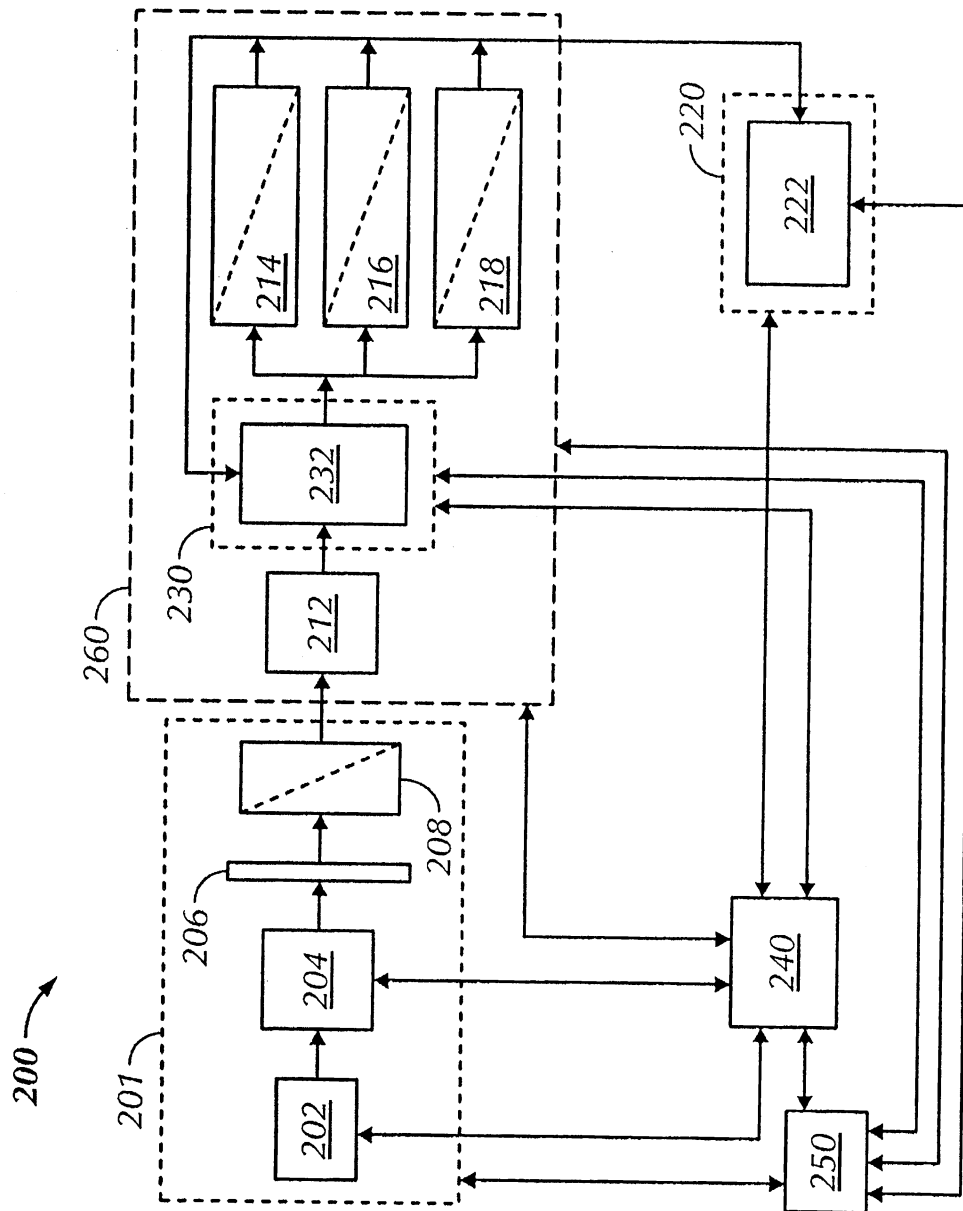


FIG. 4A

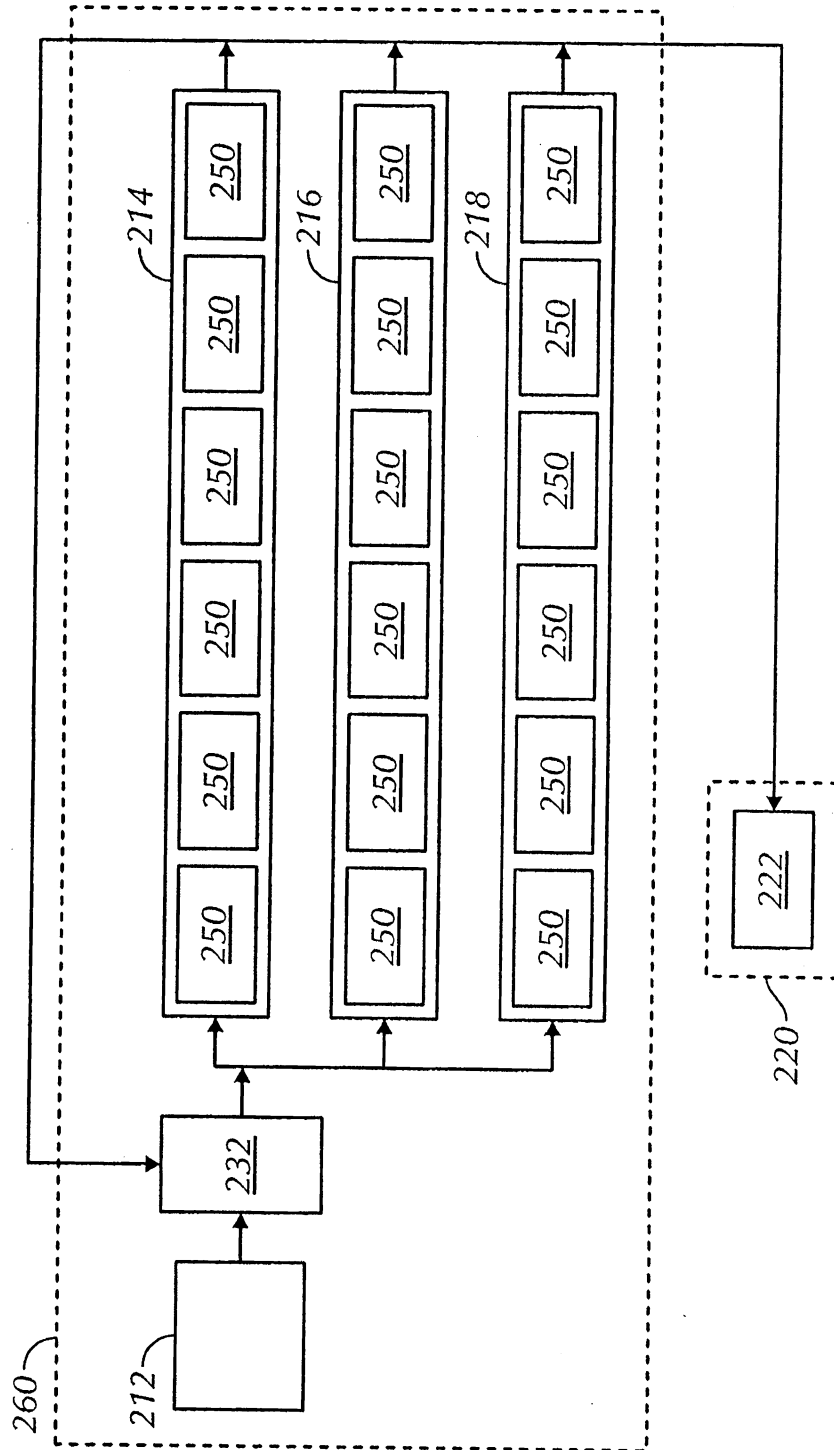


FIG. 4B

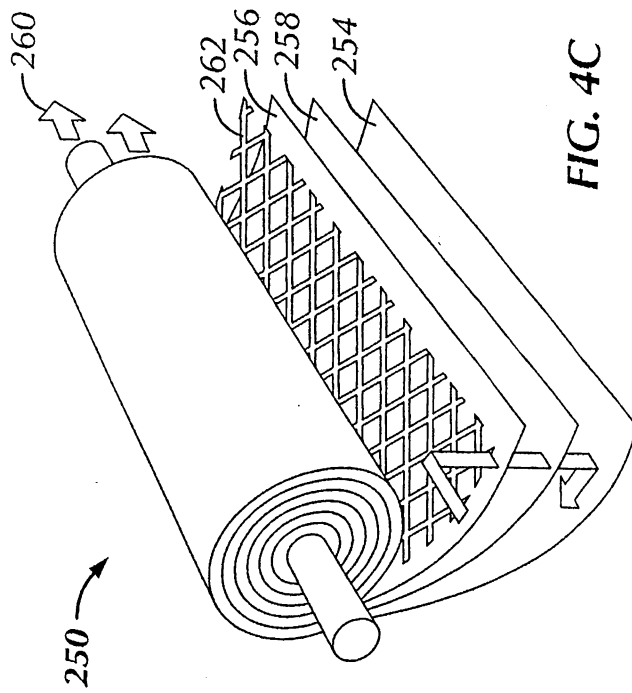


FIG. 4C

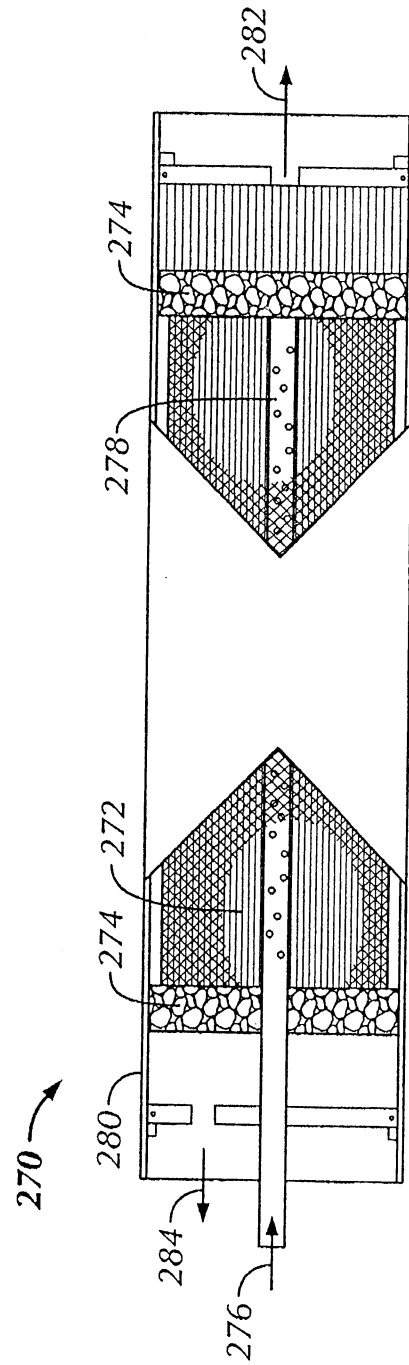


FIG. 4D

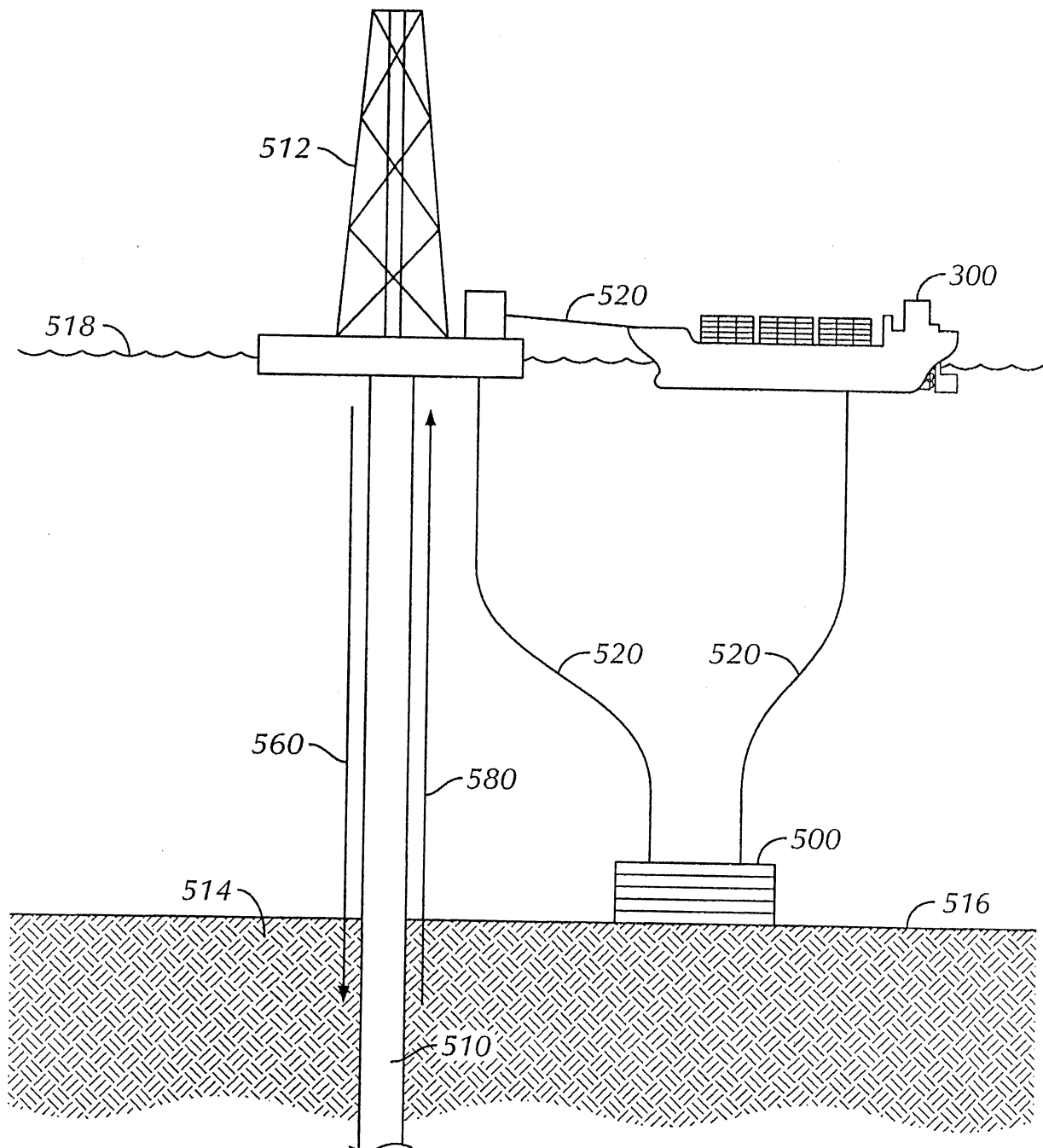
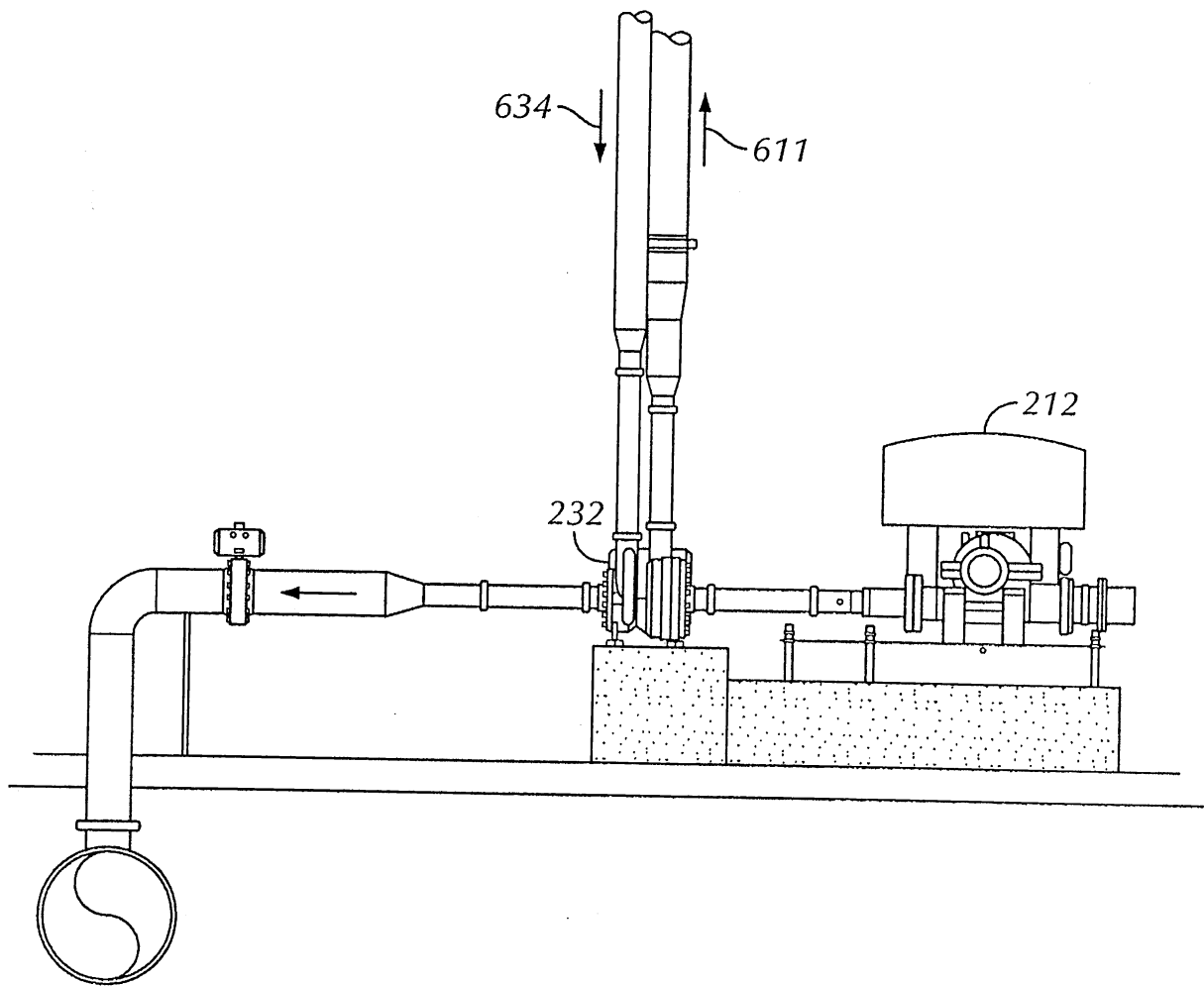
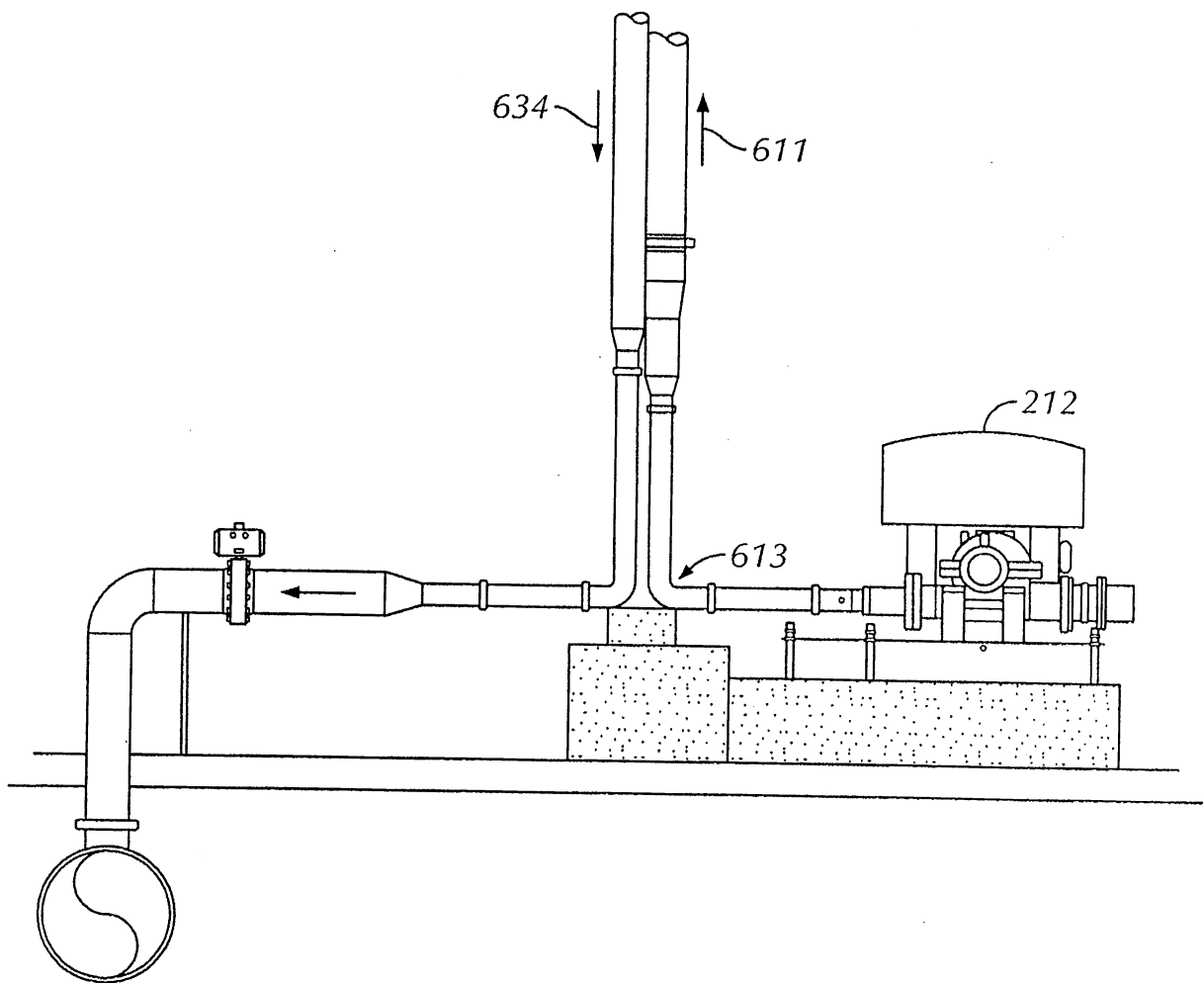


FIG. 5

**FIG. 6A**

**FIG. 6B**

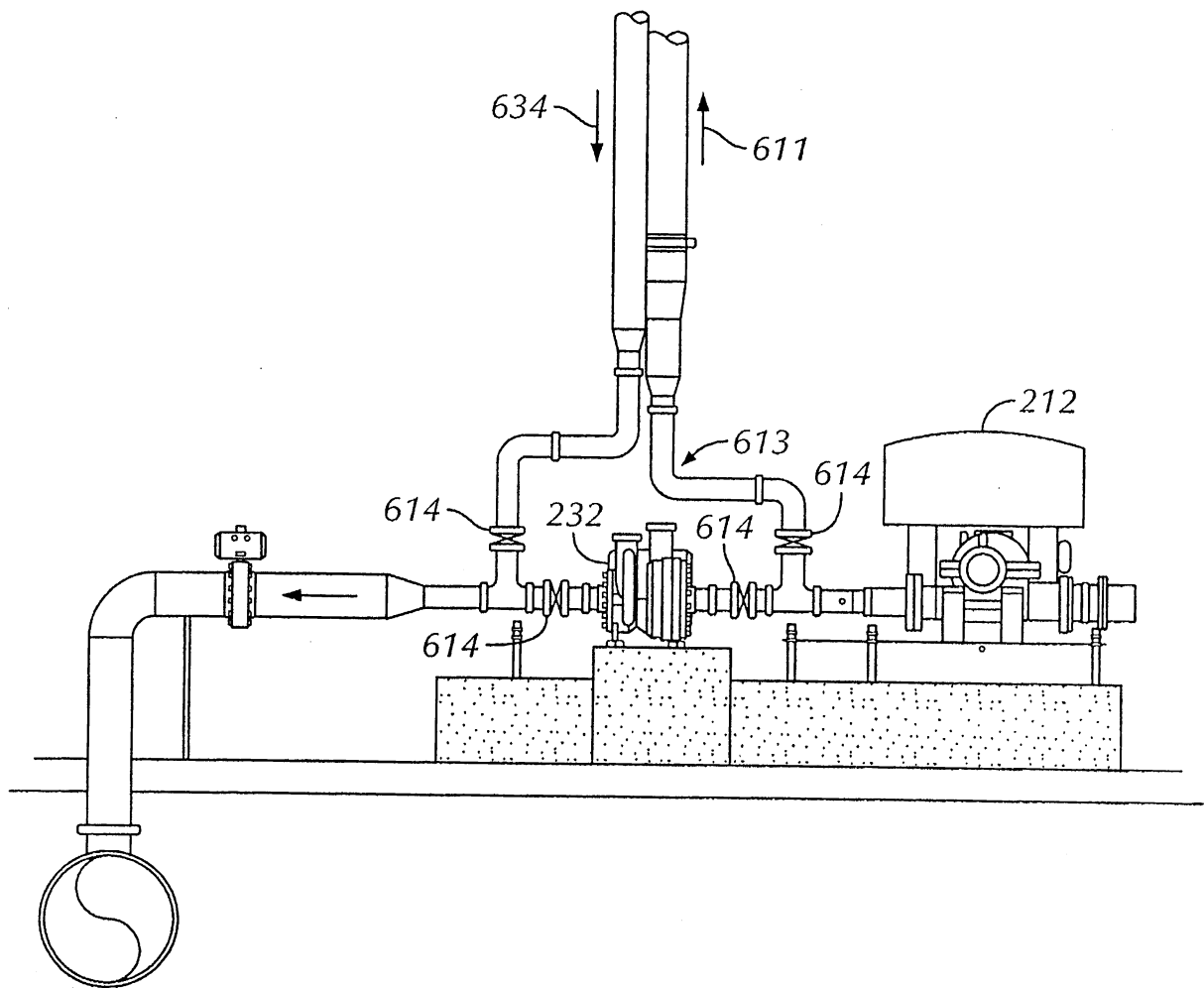


FIG. 7