



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



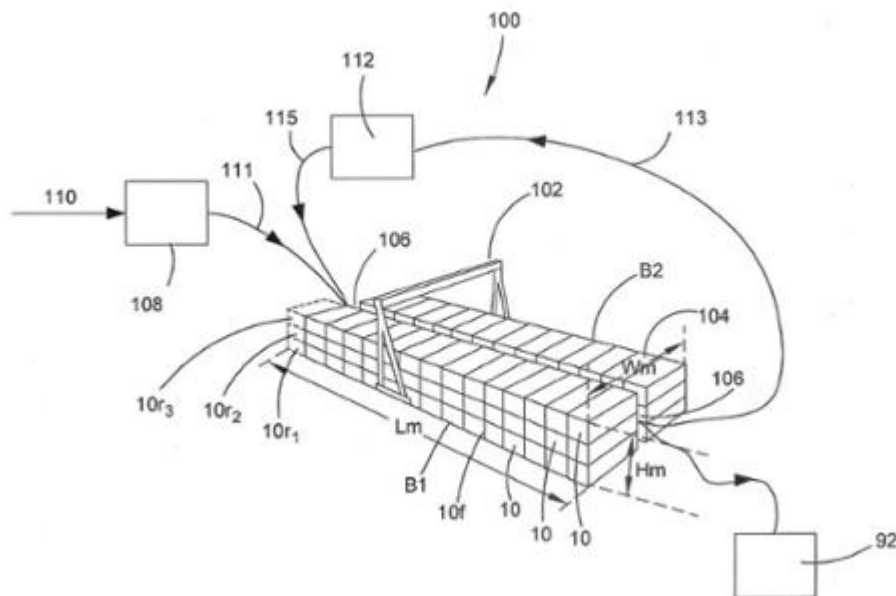
1-0040851

(51)<sup>7</sup> F17C 7/02; F25J 1/00 (13) B

(21) 1-2019-05619 (22) 14/03/2018  
(86) PCT/AU2018/050235 14/03/2018 (87) WO 2018/165712 20/09/2018  
(30) 2017900896 14/03/2017 AU  
(45) 26/08/2024 437 (43) 27/07/2020 388  
(73) WOODSIDE ENERGY TECHNOLOGIES PTY LTD (AU)  
11 Mount Street, Perth, Western Australia 6000, Australia  
(72) COOPER, Steven (AU).  
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THÙNG HÓA LỎNG LNG CÔNGTENƠ HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT LNG KẾT HỢP

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị sản xuất LNG (100) được xây dựng từ nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa (10). Mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa (10) có thể tạo ra lượng LNG định trước. Ví dụ, đến 0,3MPTA. Hệ thống ống góp (106) cho phép nối giữa nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa (10), và ít nhất là dòng cấp khí tự nhiên (110), nguồn điện và phương tiện chứa LNG (92). Năng suất của thiết bị sản xuất LNG (100) được thay đổi theo cách tăng dần nhờ nối hoặc ngắt kết nối các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa (10) vào hoặc ra khỏi thiết bị (100) qua hệ thống ống góp (106). Mỗi thùng (10) chứa thiết bị hóa lỏng riêng (12) của nó có mạch SMR vòng kín. Môi chất lạnh bên trong mạch SMR được tuần hoàn chỉ nhờ sự chênh lệch áp suất được tạo ra bởi các máy nén môi chất lạnh trong thiết bị hóa lỏng (12).



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề xuất thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa và phương pháp sản xuất LNG. Thùng hóa lỏng LNG và phương pháp sản xuất LNG này có thể được sử dụng để tăng quy mô hoặc giảm quy mô sản xuất LNG tùy theo nhu cầu bằng cách chuyển vào hoặc chuyển ra các thùng hóa lỏng LNG bổ sung.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Việc sản xuất LNG quy mô lớn yêu cầu chi phí đầu tư thường lớn đến vài chục tỷ đô la Mỹ. Ví dụ, dự án của Chevron's Gorgon có chi phí theo thông báo là 54 tỷ đô la Mỹ (<http://www.energy-pubs.com.au/blog/cost-of-gorgon-increases/>), đối với khả năng sản xuất là 15,6 MTPA từ ba tàu chở LNG.

Tàu chở LNG là kết cấu cực kỳ phức tạp bao gồm nhiều thiết bị xử lý được liên kết với nhau, các hệ thống và trang thiết bị gồm các thiết bị tiền xử lý để loại bỏ nước, khí axit, thủy ngân và C5+; bộ trao đổi nhiệt làm lạnh; các máy nén; các bộ dẫn động khí, điện hoặc hơi; và các giàn của bộ trao đổi nhiệt được làm lạnh bằng không khí.

Để làm giảm chi phí đầu tư, đã đề xuất xây dựng tàu chở LNG dưới dạng vài (ví dụ từ ba đến năm) môđun riêng biệt ngoài chỗ mà chúng sau đó được vận chuyển đến vị trí sản xuất và liên kết với nhau. Các môđun riêng biệt có thể được giám sát và thử nghiệm trước khi được vận chuyển đến vị trí xây dựng. Các tàu dạng môđun này được đề xuất có năng suất nằm trong khoảng từ 3 đến 5 MPTA.

Mặc dù tin rằng việc môđun hóa tàu chở LNG theo cách trên có thể hỗ trợ trong việc làm giảm toàn bộ chi phí đầu tư, tuy nhiên chi phí đầu tư này vẫn còn là khoảng nhiều tỷ đô la Mỹ. Ngoài ra, việc tăng năng suất nói chung chỉ có thể đạt được bằng cách lắp đặt thêm các tàu và sau đó chỉ ở "các đơn vị" từ 3 đến 5MPTA.

Phần tham khảo trên đây đến tình trạng kỹ thuật không phải là thừa nhận rằng giải pháp kỹ thuật đã biết tạo thành một phần của kiến thức chung thông thường của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực. Các phần tham khảo trên đây cũng không

dự định làm giới hạn việc ứng dụng thùng hóa lỏng LNG và phương pháp sản xuất LNG như được bộc lộ ở đây.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thùng hóa lỏng LNG bao gồm:

thiết bị hóa lỏng LNG; và

côngtenơ vận chuyển được, trong đó thiết bị hóa lỏng LNG nằm hoàn toàn bên trong côngtenơ vận chuyển được; và

một hoặc nhiều bộ nối được mang trên côngtenơ, một hoặc nhiều bộ nối này được bố trí để cho phép các dòng dịch vụ và chất lỏng riêng biệt hoặc tách khỏi nhau, một hoặc nhiều bộ nối được bố trí để cho phép dòng cấp khí chảy vào trong côngtenơ, dòng LNG chảy ra khỏi côngtenơ và nối thiết bị hóa lỏng LNG với nguồn điện bên ngoài.

Theo một phương án, một hoặc nhiều bộ nối còn được bố trí để tạo thuận lợi cho việc loại bỏ nhiệt khỏi côngtenơ. Với mục đích này, một hoặc nhiều bộ nối có thể được bố trí để cho phép dòng chất lỏng truyền nhiệt vào trong và ra khỏi côngtenơ. Chất lỏng này, ví dụ, có thể là nước.

Theo một phương án, một hoặc nhiều bộ nối bao gồm một bộ nối đa công cho phép nối đồng thời với các đường ống và các đầu nối tương ứng cho mỗi dịch vụ và chất lỏng.

Theo một phương án, côngtenơ vận chuyển được được bít kín.

Theo một phương án, bộ nối có cửa nạp và cửa xả chất lỏng truyền nhiệt cho phép loại bỏ năng lượng khỏi côngtenơ.

Theo một phương án, bộ nối có ống dẫn cho phép loại bỏ khí hoặc chất lỏng khỏi côngtenơ.

Theo một phương án, bộ nối có một hoặc nhiều cổng chất lỏng hữu dụng cho phép cấp các chất lỏng để tạo thuận lợi cho việc vận hành trang thiết bị và/hoặc dụng cụ của thiết bị hóa lỏng LNG.

Theo một phương án, côngtenơ được nạp đầy chất lỏng trơ.

Theo một phương án, chất lỏng trơ bao gồm khí nitơ.

Theo một phương án, chất lỏng trợ khí được nén tới áp suất dương so với áp suất khí quyển.

Theo một phương án, côngtenơ có kích thước và hình dạng bên ngoài của côngtenơ vận chuyển bằng đường thủy tiêu chuẩn ISO.

Theo một phương án, thùng này có hệ thống giám sát có khả năng giám sát trạng thái và hoạt động của thiết bị hóa lỏng LNG và cung cấp thông tin về trạng thái và hoạt động truy cập được từ xa liên quan đến thùng hóa lỏng.

Theo một phương án, hệ thống giám sát còn có khả năng giám sát các đặc tính của môi trường bên trong côngtenơ.

Theo một phương án, các đặc tính của môi trường bao gồm một hoặc nhiều trong số: áp suất khí quyển bên trong côngtenơ; thành phần của khí quyển trong côngtenơ; nhiệt độ bên trong côngtenơ; và nhiệt độ của một hoặc nhiều thành phần đã chọn của thiết bị sản xuất LNG.

Theo một phương án, thiết bị sản xuất LNG bao gồm bộ trao đổi nhiệt làm lạnh chính (main cryogenic heat exchanger - MCHE); và mạch môi chất lạnh để quay vòng môi chất lạnh qua MCHE, mạch môi chất lạnh bao gồm ít nhất một máy nén và ít nhất một động cơ điện để dẫn động ít nhất một máy nén.

Theo một phương án, MCHE có tỷ lệ tương quan là  $\geq 1$ , trong đó chiều rộng và/hoặc chiều sâu lớn hơn chiều cao.

Theo một phương án, MCHE bao gồm hai hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt riêng biệt.

Theo một phương án, nhiệm vụ làm lạnh của MCHE được phân chia giữa hai hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt riêng biệt

Theo một phương án, mỗi bộ trao đổi nhiệt riêng biệt có tỷ lệ tương quan là  $\geq 1$ .

Theo một phương án, MCHE được bố trí để vận hành với ứng suất nhiệt lên đến  $100^{\circ}\text{C}$  trên mỗi met theo phương thẳng đứng.

Theo một phương án, MCHE bao gồm bộ trao đổi nhiệt in 3D.

Theo một phương án, trong đó động cơ điện được bố trí để quay ít nhất một máy nén với tốc độ 4.000 vòng/phút (rpm) hoặc đến khoảng 25.000 rpm.

Theo một phương án, ít nhất một máy nén bao gồm máy nén áp lực thấp và máy nén áp lực cao.

Theo một phương án, ít nhất một động cơ bao gồm một động cơ dẫn động cả máy nén áp lực thấp và máy nén áp lực cao.

Theo một phương án, mạch môi chất lạnh bao gồm ít nhất một bộ tách để tách các pha lỏng và khí của môi chất lạnh, trong đó ít nhất một bộ tách có tỷ lệ tương quan lớn hơn  $\geq 1$ .

Theo một phương án, các thùng hóa lỏng LNG chứa ít nhất một bộ làm lạnh trung gian trong mạch môi chất lạnh giữa ít nhất một máy nén và bộ tách.

Theo một phương án, côngtenơ có lỗ thông hơi.

Theo một phương án, thùng hóa lỏng LNG bao gồm công tắc được bố trí để tạo thuận lợi cho việc phun vật liệu có khả năng ngăn không cho không khí tích tụ trong, hoặc thay thế không khí từ, côngtenơ.

Theo một phương án, thiết bị hóa lỏng bao gồm phương tiện xử lý sơ bộ được bố trí để loại bỏ một hoặc nhiều trong số: nước, các khí chua, thủy ngân và cacbon dioxit ra khỏi dòng cấp khí trước khi hóa lỏng.

Theo một phương án, thiết bị hóa lỏng LNG được tạo kết cấu để tạo ra LNG đến 0,30 MTPA.

Theo một phương án, thiết bị hóa lỏng LNG được tạo kết cấu để tạo ra LNG đến 0,10 MTPA.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị sản xuất LNG bao gồm: các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa, mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được bố trí để tạo ra lượng LNG định trước nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,30 MTPA; và hệ thống ống góp cho phép nối giữa nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa và ít nhất một dòng cấp khí tự nhiên, một nguồn điện và phương tiện chứa LNG. Theo một số phương án, lượng định trước của LNG nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,10 MTPA.

Theo một phương án, một số thùng hóa lỏng LNG được xếp chồng lên nhau.

Theo một phương án, thiết bị sản xuất LNG bao gồm ít nhất một dãy thùng hóa lỏng LNG được xếp chồng và trong đó hệ thống ống góp chạy liền kề với ít nhất một dãy thùng hóa lỏng LNG.

Theo một phương án, ít nhất một dãy này bao gồm ít nhất hai dãy thùng hóa lỏng LNG đã được xếp chồng, trong đó hệ thống ống góp chạy giữa các dãy liền kề nhau hoặc xung quanh phía ngoài của các dãy.

Theo một phương án, các thùng hóa lỏng LNG và hệ thống ống góp được bố trí để cho phép một mặt của mọi thùng hóa lỏng LNG có thể tiếp cận trực tiếp với hệ thống ống góp.

Theo một phương án, mỗi thùng hóa lỏng LNG có chiều dài  $X_m$ , chiều cao  $Y_m$  và chiều rộng  $Z_m$ , trong đó  $X > Y$  và mỗi dãy có chiều dài  $L_m$ , chiều cao  $H_m$  và chiều rộng  $W_m$ , trong đó  $L_m > W_m$  và trong đó, trong mỗi dãy, hướng chiều dài của mỗi thùng hóa lỏng vuông góc với hướng chiều dài của dãy.

Theo một phương án, thiết bị sản xuất LNG bao gồm một hoặc nhiều cần trục được tạo kết cấu để xây dựng và phá hủy mỗi dãy thùng hóa lỏng LNG.

Theo một phương án, cần trục bao gồm giàn cần trục kéo dài qua chiều rộng của thiết bị sản xuất LNG và có khả năng đặt thùng hóa lỏng LNG vào dãy hoặc gỡ bỏ thùng hóa lỏng LNG khỏi dãy.

Theo một phương án, mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa có mạch môi chất lạnh dạng vòng kín.

Theo một phương án, mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa có mạch chất lỏng truyền nhiệt dạng vòng hở được bố trí để nối với hệ thống ống góp cho phép chất lỏng truyền nhiệt chảy vào trong và ra khỏi mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa.

Theo một phương án, thiết bị sản xuất LNG bao gồm phương tiện làm lạnh thông thủy với hệ thống ống góp và được bố trí để tạo thuận lợi cho việc làm lạnh chất lỏng truyền nhiệt.

Theo một phương án, phương tiện làm lạnh bao gồm phương tiện làm lạnh bằng không khí và/hoặc nước.

Theo một phương án, mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa bao gồm thùng hóa lỏng LNG theo khía cạnh thứ nhất và các phương án liên quan của nó.

Theo một phương án, thiết bị sản xuất LNG bao gồm nhiều thùng hóa lỏng LNG theo khía cạnh thứ nhất và các phương án liên quan của nó và hệ thống ống góp được bố trí để nối theo cách lựa chọn, qua bộ nối trên mỗi côngtenơ, một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG với: dòng cấp khí; phương tiện chứa LNG; và nguồn điện, trong

đó thiết bị sản xuất LNG có năng suất tối đa bằng tổng của năng suất của mỗi thùng hóa lỏng trong thiết bị sản xuất.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất LNG bao gồm kết nối với hoặc ngắt kết nối đến dòng cấp khí tự nhiên, dung tích hóa lỏng LNG gia tăng gián đoạn như được yêu cầu để phù hợp với tốc độ dòng chảy khối lượng của khí tự nhiên trong dòng cấp.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước nối dung tích hóa lỏng LNG gia tăng gián đoạn trong các thùng nằm trong khoảng từ 0,01 MTPA đến 0,30 MTPA.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước tạo ra dung tích hóa lỏng LNG gia tăng gián đoạn nhờ một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa, trong đó mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa có khả năng được nối với dòng cấp khí tự nhiên để nhận ít nhất một phần khí tự nhiên từ dòng cấp và sản xuất một thể tích LNG từ phần khí tự nhiên này.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước giám sát trạng thái vận hành của mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa để phát hiện tình trạng dừng hoặc lỗi trong các thùng này, và khi phát hiện tình trạng dừng hoặc lỗi trong một thùng, thì ngắt kết nối hoặc theo cách khác tách thùng này ra khỏi dòng cấp khí tự nhiên.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm, đối với mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được phát hiện là dừng hoặc có lỗi, kết nối thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa mới với dòng cấp khí tự nhiên.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước chuyển LNG được tạo ra bởi mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa vào phương tiện chứa LNG.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước tuần hoàn chất lỏng truyền nhiệt qua các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được nối với dòng cấp khí tự nhiên và bộ trao đổi nhiệt nhờ chất lỏng truyền nhiệt.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước tạo ra một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa dưới dạng các thùng hóa lỏng theo khía cạnh thứ nhất và các phương án kết hợp của nó.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất phương pháp cấp LNG ở nhiệt độ khoảng  $-161^{\circ}\text{C}$  áp suất khoảng khoảng 1 bar bao gồm các bước:

sản xuất, ở vị trí cố định, LNG ở nhiệt độ cao hơn  $-161^{\circ}\text{C}$  và áp suất lớn hơn một bar;

chuyển LNG tạo thành vào thùng vận chuyển có kết cấu được điều áp để giữ LNG tạo thành; và

trong khi chở thùng vận chuyển đến cảng đích làm lạnh LNG tới nhiệt độ khoảng  $-161^{\circ}$  và hạ áp suất chứa của LNG đến khoảng 1 bar.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước sản xuất LNG trong một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa, trong đó mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được tạo kết cấu để tạo ra LNG ở nhiệt độ cao hơn  $-161^{\circ}\text{C}$  và áp suất lớn hơn một bar.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước sản xuất LNG ở vị trí cố định bao gồm sản xuất LNG theo khía cạnh thứ ba và các phương án liên quan của nó

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất phương pháp xây dựng thiết bị sản xuất LNG ở vị trí sản xuất bao gồm các bước: nối hoặc ngắt kết nối, đến dòng cấp khí tự nhiên, dung tích hóa lỏng LNG gia tăng gián đoạn như được yêu cầu để phù hợp với tốc độ dòng chảy khối lượng của khí tự nhiên trong dòng cấp khí tự nhiên.

Theo một phương án, bước kết nối dung tích hóa lỏng LNG gia tăng gián đoạn bao gồm vận chuyển một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đến vị trí sản xuất, trong đó mỗi thùng này có khả năng sản xuất thể tích LNG định trước từ dòng cấp khí tự nhiên; và kết nối một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa này với dòng cấp khí tự nhiên.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước xếp chồng một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa để tạo ra một hoặc nhiều dãy thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đã được xếp chồng.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước xếp chồng tự động một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa để tạo ra một hoặc nhiều dãy.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kết nối thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa vào mạch chất lỏng truyền nhiệt được bố trí cho phép dòng chất lỏng truyền nhiệt đi qua mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đã được kết nối và bộ trao đổi nhiệt bên ngoài.



Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kết nối một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa với nguồn điện.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kết nối một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa với phương tiện chứa LNG.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kết nối một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa với nguồn cấp khí trơ.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kết nối tự động một hoặc nhiều trong số nguồn điện, phương tiện chứa LNG và nguồn cấp khí với một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kết nối đồng thời một hoặc nhiều trong số nguồn điện, mạch chất lỏng truyền nhiệt và nguồn cấp khí trơ với một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề xuất hệ thống làm lạnh để tạo thuận lợi cho việc hóa lỏng khí tự nhiên bao gồm một thể tích của một môi chất lạnh hỗn hợp (single mixed refrigerant-SMR) và mạch môi chất lạnh dạng vòng kín mà qua đó SMR tuần hoàn dưới dạng nhiều dòng môi chất lạnh có ít nhất là dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất, dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất, dòng LMR được làm quá lạnh và dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai, mạch này có bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai và ít nhất một máy nén để nén SMR;

trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí để làm lạnh dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất để tạo ra dòng môi chất lạnh LMR được làm quá lạnh;

bộ trao đổi nhiệt thứ hai được bố trí để làm lạnh dòng cấp khí tự nhiên dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai để tạo ra khí tự nhiên hóa lỏng trong đó dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai thu được ít nhất một phần từ dòng LMR được làm quá lạnh; và

trong đó ít nhất là các dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai được tuần hoàn chỉ nhờ sự chênh lệch áp suất mặc dù hệ thống làm lạnh được tạo ra bởi ít nhất một máy nén.

Theo một phương án, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được tạo kết cấu nhờ đó dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất chảy qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất

và bay hơi bằng cách truyền nhiệt với dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất để tạo ra dòng môi chất lạnh dạng hơi thứ nhất.

Theo một phương án, dòng LMR được làm quá lạnh được chia tách để tạo ra dòng giãn nở thứ nhất và dòng giãn nở thứ hai và trong đó dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất bao gồm, ít nhất một phần, dòng giãn nở thứ nhất và dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai bao gồm, ít nhất một phần, dòng giãn nở thứ hai.

Theo một phương án, nhiều dòng môi chất lạnh bao gồm dòng môi chất lạnh HMR thứ nhất được làm lạnh dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai ở bộ trao đổi nhiệt thứ hai để tạo ra dòng HMR được làm quá lạnh.

Theo một phương án, dòng HMR được làm quá lạnh được chia tách và giãn nở để tạo ra dòng giãn nở thứ ba và dòng giãn nở thứ tư, trong đó dòng giãn nở thứ ba được kết hợp với dòng giãn nở thứ hai để tạo ra dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai; và dòng giãn nở thứ tư được kết hợp với dòng giãn nở thứ nhất để tạo ra dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất.

Theo một phương án, dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai được làm bay hơi trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai để tạo ra dòng môi chất lạnh dạng hơi thứ hai.

Theo một phương án, mạch làm lạnh bao gồm bộ tách thứ nhất nhận dòng môi chất lạnh dạng hơi thứ nhất và dòng môi chất lạnh dạng hơi thứ hai.

Theo một phương án, ít nhất một máy nén bao gồm máy nén áp lực thấp, máy nén áp lực cao và hệ thống môi chất lạnh bao gồm bộ tách thứ hai thông thủy giữa máy nén áp lực thấp và máy nén áp lực cao và hơi từ bộ tách thứ hai được nén bởi máy nén áp lực cao để tạo ra dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất.

Theo phương án thứ nhất, chất lỏng ở đáy từ bộ tách thứ hai tạo ra dòng môi chất lạnh HMR thứ nhất.

Theo một phương án, các dòng môi chất lạnh dạng hơi thứ nhất và thứ hai được nén bởi máy nén thứ nhất.

Theo phương án thứ hai, hệ thống môi chất lạnh bao gồm bộ tách thứ ba thông thủy với máy nén áp lực cao và trong đó hơi từ bộ tách thứ ba tạo thành dòng LMR thứ nhất và chất lỏng ở đáy từ bộ tách thứ ba tạo thành dòng HMR thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề xuất hệ thống làm lạnh để tạo thuận lợi cho việc hóa lỏng khí tự nhiên bao gồm một thể tích của một môi chất lạnh hỗn hợp (SMR) và mạch môi chất lạnh dạng vòng kín, qua đó SMR tuần hoàn dưới dạng nhiều dòng môi chất lạnh có ít nhất là dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất, dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất, dòng LMR được làm quá lạnh và dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai, mạch có bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai;

trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí để làm lạnh dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất để tạo ra dòng môi chất lạnh LMR được làm quá lạnh;

bộ trao đổi nhiệt thứ hai được bố trí để làm lạnh dòng cấp khí tự nhiên dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai để tạo ra khí tự nhiên hóa lỏng trong đó dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai thu được ít nhất một phần từ dòng LMR được làm quá lạnh; và

trong đó ít nhất là dòng môi chất lạnh LMR thứ nhất là dòng môi chất lạnh pha hỗn hợp.

Theo một phương án, dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất là dòng môi chất lạnh pha hỗn hợp.

Theo một phương án, dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai là dòng môi chất lạnh pha hỗn hợp.

Theo một phương án, thành phần của một môi chất lạnh hỗn hợp trong dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất chảy vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất là khác với thành phần của một môi chất lạnh hỗn hợp trong dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai chảy vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề xuất hệ thống làm lạnh để tạo thuận lợi cho việc hóa lỏng khí tự nhiên chứa một thể tích của một môi chất lạnh hỗn hợp (SMR) và mạch môi chất lạnh dạng vòng kín, mà SMR tuần hoàn qua đó dưới dạng nhiều dòng môi chất lạnh, mạch làm lạnh có ít nhất một máy nén và ít nhất hai bộ trao đổi nhiệt đặt cách nhau, trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí để làm lạnh SMR dựa vào chính nó để tạo ra dòng môi chất lạnh LMR đã làm lạnh sơ bộ và bộ trao đổi nhiệt thứ hai được bố trí để làm lạnh khí tự nhiên dựa vào dòng môi chất lạnh chính

của bộ trao đổi nhiệt thứ hai có nguồn gốc ít nhất một phần từ dòng môi chất lạnh LMR đã làm lạnh sơ bộ để tạo ra khí tự nhiên hóa lỏng.

Theo khía cạnh thứ chín, sáng chế đề xuất hệ thống làm lạnh để tạo thuận lợi cho việc hóa lỏng khí tự nhiên chứa một thể tích SMR và mạch môi chất lạnh dạng vòng kín, mà qua đó SMR chảy, mạch này có hai bộ trao đổi nhiệt đặt cách nhau, SMR tuần hoàn dưới dạng dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và dòng LMR thứ nhất được cung cấp ở các cửa nạp riêng biệt vào bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai và dòng môi chất lạnh HMR thứ nhất được cung cấp ở các cửa nạp riêng biệt vào bộ trao đổi nhiệt thứ hai, trong đó thành phần của dòng môi chất lạnh SMR ở mỗi cửa nạp là khác nhau.

Theo phương án của bất kỳ một trong các khía cạnh từ sáu đến chín, một hoặc cả hai bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai có tỷ lệ tương quan lớn hơn một (nghĩa là, các bộ trao đổi nhiệt “nằm ngang”).

Theo phương án của bất kỳ một trong số các khía cạnh từ sáu đến chín, môi chất lạnh SMR được tuần hoàn qua các bộ trao đổi nhiệt chỉ nhờ sự chênh lệch áp suất được tạo ra bởi các máy nén.

Theo khía cạnh thứ mười, sáng chế đề xuất hệ thống hóa lỏng bao gồm:

mạch môi chất lạnh có ít nhất là bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt khác thứ hai;

thể tích SMR chảy qua mạch này và bao gồm phần môi chất lạnh hỗn hợp nhẹ và nặng;

trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được làm lạnh nhờ dòng SMR có tỷ lệ các phần môi chất lạnh nhẹ và nặng thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai được làm lạnh nhờ dòng SMR có tỷ lệ các phần môi chất lạnh nhẹ và nặng khác thứ hai. Ví dụ về cách bố trí này được thể hiện trên Fig.5, trong đó van được thể hiện ở dạng ảo được bao gồm.

Theo một phương án, tỷ lệ của phần môi chất lạnh nặng trong dòng SMR đối với một trong các bộ trao đổi nhiệt thứ nhất hoặc thứ hai là 0. Điều này được minh họa bằng bố trí trên Fig.5, trong đó van được thể hiện ở dạng ảo được loại bỏ.

Theo khía cạnh thứ mười một, sáng chế đề xuất hệ thống hóa lỏng bao gồm:

mạch môi chất lạnh có ít nhất là bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai;

thể tích SMR chảy qua mạch và bao gồm phần môi chất lạnh hỗn hợp nhẹ và nặng; và

dòng chất lỏng nóng được chia thành ít nhất là phần dòng nóng thứ nhất và phần dòng nóng thứ hai, trong đó phần dòng nóng thứ nhất được định hướng để chảy qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và phần dòng nóng thứ hai được định hướng để chảy qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai. Ví dụ về cách bố trí này được thể hiện trên Fig.7 và Fig.8.

Theo một phương án, dòng nóng được chia là dòng khí tự nhiên được hóa lỏng bởi hệ thống này. Điều này được minh họa trên Fig.7 và 8. Thêm nữa, theo phương án này, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai có thể là khác nhau. Trong toàn bộ bản mô tả này, ngoại trừ trường hợp ngữ cảnh yêu cầu theo cách khác do ngôn ngữ diễn đạt hoặc ẩn ý cần thiết, các cụm từ “các bộ trao đổi nhiệt khác nhau” hoặc “các loại bộ trao đổi nhiệt khác nhau” và các biến thể như “các bộ trao đổi khác nhau” được dự định bao gồm ít nhất là khác biệt sau đây giữa các bộ trao đổi nhiệt:

- Số lượng các đường hoặc các rãnh khác nhau;
- Cùng số lượng các đường hoặc các rãnh, nhưng trong đó các bộ trao đổi nhiệt có kích cỡ khác nhau;
- Vận hành với các dòng môi chất lạnh ở một hoặc tổ hợp bất kỳ của hai hoặc nhiều trong số (a) các áp suất khác nhau; (b) các tốc độ chảy khác nhau; và (c) các thành phần khác nhau

Theo khía cạnh thứ mười hai, sáng chế đề xuất hệ thống hóa lỏng bao gồm:

mạch môi chất lạnh có ít nhất là bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai;

thể tích SMR chảy qua mạch và bao gồm phần môi chất lạnh hỗn hợp nhẹ và nặng;

trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được làm lạnh nhờ dòng SMR có tỷ lệ các phần môi chất lạnh nhẹ và nặng thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai được làm lạnh nhờ dòng SMR có tỷ lệ các phần môi chất lạnh nhẹ và nặng khác thứ hai; và dòng chất lỏng nóng được chia thành ít nhất là phần dòng nóng thứ nhất và phần dòng nóng thứ hai, trong đó phần dòng nóng thứ nhất được định hướng để chảy qua một trong các bộ

trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai và phần dòng nóng thứ hai được định hướng để chảy qua một bộ trao đổi nhiệt khác trong số bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai. Ví dụ về cách bố trí này được thể hiện trên Fig.10. Thêm nữa, theo một phương án của khía cạnh này, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai có thể là khác nhau.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Tuy nhiên, các dạng khác bất kỳ có thể nằm trong phạm vi của thiết bị hóa lỏng LNG và phương pháp kết hợp để sản xuất LNG được nêu trong phần bản chất kỹ thuật của sáng chế, các phương án cụ thể sau đây sẽ được mô tả, chỉ bằng cách lấy ví dụ, tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ đẳng cự thể hiện thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đã nêu theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ đẳng cự từ một góc của thiết bị và trang thiết bị của thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được thể hiện trên Fig.1;

Fig.3 là hình vẽ đẳng cự từ góc thứ hai của thiết bị và trang thiết bị được thể hiện trên Fig.2;

Fig.4 là hình vẽ đẳng cự từ góc thứ ba của thiết bị và trang thiết bị được thể hiện trên Fig.2;

Fig.5 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.7 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.8 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo phương án thứ tư của sáng chế;

Fig.9 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo phương án thứ năm của sáng chế;

Fig.10 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig.11 là lưu đồ thể hiện thiết bị hóa lỏng LNG theo phương án thứ bảy của sáng chế; và

Fig.12 là sơ đồ minh họa công trình sản xuất LNG 9,9 MPTA kết hợp 200 thùng hóa lỏng LNG đã nêu, trong đó mỗi thùng hóa lỏng có năng suất LNG định danh là 0,05 MPTA.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, phương án của thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 10 bao gồm thiết bị hóa lỏng LNG 12 (được thể hiện trên Fig.2-4) và côngtenơ vận chuyển được 14 (được thể hiện trên Fig.1). Thiết bị hóa lỏng LNG 12 nằm toàn bộ bên trong côngtenơ vận chuyển được 14. Trong phương án minh họa, nhiều bộ nối 16a -16f (sau đây được gọi chung là “các bộ nối 16”) được mang trên côngtenơ 14 để cho phép các dòng dịch vụ, chất lỏng và các dạng năng lượng riêng biệt và tách khỏi nhau đi vào và/hoặc ra khỏi côngtenơ 14.

Mỗi bộ nối 16 được bố trí trên thành chung 11 của côngtenơ 14. Các bộ nối này bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- bộ nối cửa nạp khí cấp vào 16a cho phép dòng cấp khí để hóa lỏng được nạp vào thiết bị 12;
- bộ nối ở cửa xả LNG 16b cho phép LNG được tạo ra bởi thiết bị 12 thoát ra khỏi côngtenơ 14, ví dụ chảy vào trong két chứa;
- bộ nối điện 16c cung cấp điện năng cho trang thiết bị tạo thành thiết bị 12;
- bộ nối cửa nạp khí trợ 16d, cho phép khí trợ, như nhưng không giới hạn ở khí nitơ chảy vào trong côngtenơ 14 để tạo ra môi trường trợ và/hoặc để vận hành các thiết bị và điều khiển;
- bộ nối cửa nạp chất lỏng truyền nhiệt 16e cho phép chất lỏng truyền nhiệt như nước cần được cung cấp đến một hoặc nhiều bộ làm lạnh trung gian hoặc bộ trao đổi nhiệt khác bên trong côngtenơ 14;
- bộ nối cửa xả chất lỏng truyền nhiệt 16f cho phép chất lỏng truyền nhiệt đi ra khỏi côngtenơ 14 ví dụ đến thiết bị thải nhiệt và để có thể tuần hoàn đến cửa nạp

chất lỏng truyền nhiệt 16e, nhờ đó cho phép nhiệt năng được loại bỏ khỏi côngtenơ 14;

- bộ nối ống dẫn 16g cho phép loại bỏ chất lỏng không mong muốn khỏi côngtenơ 14 để vận hành thùng 10, tháo thùng này trước khi bảo dưỡng và/hoặc được sử dụng để phản ứng khẩn cấp, ví dụ, thổi các hydrocacbon xuống;

- lỗ thông 16h để loại bỏ các hơi không mong muốn hoặc giải phóng các hydrocacbon;

- bộ nối cổng tắt (không được thể hiện) cho phép phun khí, chất lỏng hoặc vữa nhằm mục đích tắt hoàn toàn và làm cho thiết bị sản xuất LNG 12 trở nên vô hại.

Côngtenơ 14 có thể được bịt kín để ngăn dòng chất lỏng không kiểm soát đi vào và ra khỏi côngtenơ 14. Thêm nữa, côngtenơ 14 có thể được tạo áp suất dương so với môi trường bên ngoài

Có thể có lợi nhưng không nhất thiết là côngtenơ 14 có hình dạng và kết cấu chung và hơn nữa có kích thước và hình dạng bên ngoài của côngtenơ tiêu chuẩn ISO. Các côngtenơ tiêu chuẩn ISO có phạm vi kích thước tiêu chuẩn rộng được xử lý trên toàn thế giới ở các hải cảng cũng như trên các phương tiện vận tải đường sắt và đường bộ. Theo đó, cơ sở hạ tầng để vận chuyển và dịch chuyển các côngtenơ này là sẵn có và dễ dàng bị sao chép. Các côngtenơ tiêu chuẩn ISO là sẵn có ở các chiều dài tiêu chuẩn từ 10 foot đến 53 foot (từ khoảng 3m đến 16m). Đối với hầu hết các chiều dài tiêu chuẩn, còn có một khoảng kích cỡ côngtenơ thay đổi về chiều rộng hoặc chiều cao. Một số phương án của thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 10 đã bộc lộ được bố trí để lắp khít bên trong côngtenơ ISO 40 foot (12m) tiêu chuẩn. Côngtenơ tiêu chuẩn ISO có các kích thước phù hợp có thể cần phải tăng độ bền và gia cường kết cấu để chứa được khối lượng của thùng hóa lỏng. Theo cách so sánh, côngtenơ ISO 40 foot tiêu chuẩn có sức chứa tối đa khoảng 30 tấn trong khi đó khối lượng của thùng hóa lỏng 12 có thể nằm trong khoảng từ 80 đến 90 tấn.

Sau đây, tham chiếu cụ thể đến các hình vẽ từ Fig.2 đến Fig.4, thùng hóa lỏng 12 sử dụng quy trình một môi chất lạnh hỗn hợp (SMR). Thùng hóa lỏng 12 sử dụng bộ trao đổi nhiệt làm lạnh chính (main cryogenic heat exchanger - MCHE) có chu trình làm việc được chia tách qua hai bộ trao đổi nhiệt làm lạnh riêng biệt, và trong trường hợp này là hai bộ trao đổi nhiệt làm lạnh 17 và 18 khác nhau. (Nghĩa là, bộ trao đổi



nhệt 17 có hai đi qua tất cả các rãnh, trong khi đó bộ trao đổi nhiệt 18 có ba). Như sẽ được giải thích chi tiết hơn sau đây, bộ trao đổi nhiệt 17 cung cấp tác dụng làm lạnh sơ bộ môi chất lạnh trong đó khi bộ trao đổi nhiệt 18 có tác dụng hóa lỏng khí tự nhiên được cấp vào.

Các bộ trao đổi nhiệt 17 và 18 có thể là các loại khác nhau bao gồm, nhưng không giới hạn ở các bộ trao đổi nhiệt dạng tấm hoặc các bộ trao đổi nhiệt in 3D. Bất luận các công nghệ được sử dụng trong phương án này, các bộ trao đổi nhiệt có tỷ lệ tương quan  $\geq 1$ , nghĩa là chiều dài L của chúng lớn hơn chiều cao H của chúng. Điều này hoàn toàn ngược lại với các MCHE thông thường, trong đó kích thước chiều cao lớn hơn kích thước chiều dài/chiều rộng của chúng. Thêm nữa, các bộ trao đổi nhiệt 17 và 18 được yêu cầu xử lý ứng suất nhiệt nằm trong khoảng từ ít nhất  $90^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ /m chiều cao. Ví dụ, theo một phương án của mạch SMR được thể hiện trên Fig 5, bộ trao đổi nhiệt 17 có ống cấp để nạp LMR ở nhiệt độ môi trường (ví dụ khoảng  $25^{\circ}\text{C}$ ) và ống cấp môi chất lạnh chính kéo dài quanh nhiệt độ  $-159^{\circ}\text{C}$ , với bản thân bộ trao đổi nhiệt có kích thước chiều cao H nhỏ hơn khoảng 2m. Bộ trao đổi nhiệt 17 yêu cầu tối thiểu hai rãnh, trong khi bộ trao đổi nhiệt 18 yêu cầu tối thiểu ba rãnh.

Thùng hóa lỏng 12 được cung cấp máy nén áp lực thấp 20 và máy nén áp lực cao 22. Các máy nén 20, 22 được dẫn động bởi bộ dẫn động điện thông dụng 23. Các máy nén 20 và 22 được bít kín. Môi chất lạnh pha hơi được cấp vào cửa nạp của máy nén áp lực thấp 20 qua bộ tách 24. Máy nén áp lực thấp 20 nén hơi đến áp suất khoảng 15 bar và nhiệt độ khoảng  $100^{\circ}\text{C}$ . Môi chất lạnh đã nén được đi qua bộ làm lạnh trung gian 26 (trong đó việc làm lạnh được thực hiện bằng cách trao đổi nhiệt với dòng nước) làm giảm nhiệt độ của môi chất lạnh đã nén đến khoảng  $25^{\circ}\text{C}$ .

Môi chất lạnh đã nén được cấp vào bộ tách 28. Bộ tách 28 được bố trí nằm ngang mà không phải là bố trí thẳng đứng thông thường. Để tạo ra sự tách biệt rõ ràng hơn giữa pha hơi và pha lỏng bên trong bộ tách 28, do sự bố trí nằm ngang, nên bộ tách 28 bao gồm thùng hơi 29a (xem Fig 2) và thùng chất lỏng 29b thông thủy với nhau qua ống góp 29c.

Pha hơi từ bộ tách 28 được cấp từ bình hơi 29a vào cửa nạp của máy nén áp lực cao 22. Máy nén 22 nén môi chất lạnh được làm lạnh nhờ chảy qua bộ phận làm lạnh sau 30 (cũng làm lạnh bằng cách trao đổi nhiệt với dòng nước) tới nhiệt độ khoảng

25°C và được cấp dưới dạng môi chất lạnh hỗn hợp nhẹ (LMR) hai pha qua đường ống 32 tới cửa nạp 34 của bộ trao đổi nhiệt 17. Pha lỏng từ bộ tách 28 được cấp qua thùng chất lỏng 29b và đường ống 36 dưới dạng môi chất lạnh hỗn hợp nặng (HMR) tới cửa nạp 38 của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 18.

LMR được cung cấp ở cửa nạp 34 được làm lạnh trong bộ trao đổi nhiệt 17 dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được cung cấp qua đường ống 40 tới cửa nạp 42 của bộ trao đổi nhiệt 17. LMR được làm lạnh và thoát ra khỏi bộ trao đổi nhiệt 16 qua đường ống 44 trong đó nó được cấp cho bộ chia tách 46. Bộ chia tách 46 chia tách LMR đã làm lạnh thành: dòng thứ nhất chảy qua đường ống 52 vào van giãn nở thứ nhất 52; và dòng thứ hai chảy qua đường ống 54 vào van giãn nở thứ hai 56. Tốc độ chảy giữa các dòng thứ nhất và thứ hai theo phương án này là không giống nhau mà theo tỷ lệ khoảng 1,5:1 (nghĩa là, tốc độ chảy qua đường ống 50 là khoảng 1,5 lần tốc độ chảy qua đường ống 54).

HMR được cung cấp ở cửa nạp 38 được làm lạnh trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 18 dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai được cung cấp bởi đường ống 58 tới cửa nạp 60. HMR được làm lạnh và thoát ra khỏi bộ trao đổi nhiệt 18 qua đường ống 62 và chảy vào bộ chia tách 64. Bộ chia tách 64 chia tách HMR đã làm lạnh thành dòng thứ nhất chảy qua đường ống vào van giãn nở thứ ba 68 và dòng thứ hai chảy qua đường ống vào van giãn nở thứ tư 72. Tốc độ chảy giữa các dòng đi qua đường ống 66 và 70 là ở tỷ lệ khoảng 1:13 (nghĩa là, tốc độ chảy vào van giãn nở 72 là 13 lần tốc độ chảy vào van giãn nở 68).

Van giãn nở 52 cung cấp dòng môi chất lạnh giãn nở thứ nhất qua đường ống 74. Van giãn nở 56 cung cấp dòng môi chất lạnh giãn nở thứ hai qua đường ống 76. Van giãn nở thứ ba 68 cung cấp dòng môi chất lạnh giãn nở thứ ba qua đường ống 78. Van giãn nở thứ tư 72 cung cấp dòng môi chất lạnh giãn nở thứ tư qua đường ống 80. Dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất chảy qua đường ống 40 vào cửa nạp 42 là kết hợp của các dòng môi chất lạnh giãn nở thứ nhất và thứ tư được cung cấp qua các đường ống 74 và 80. Dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai chảy qua đường ống 58 vào cửa nạp 60 bao gồm sự kết hợp của dòng môi chất lạnh giãn nở thứ hai và thứ ba lần lượt được cung cấp qua các đường ống 76 và 78.

Lưu lượng khối lượng tương đối giữa các dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai là khoảng 2:1 (nghĩa là, lưu lượng khối lượng đi vào cửa nạp 42 là khoảng hai lần lưu lượng khối ở cửa nạp 60).

Môi chất lạnh được làm bay hơi ra khỏi bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 17 qua cửa xả 63 và chảy qua đường ống 65 vào bộ tách thứ nhất 24. Môi chất lạnh được làm bay hơi ra khỏi bộ trao đổi nhiệt thứ hai 18 qua cửa xả 67 và chảy qua đường ống 69 và sau đó qua đường ống 65 tới bộ tách thứ nhất 24.

Dòng cấp khí tự nhiên được cung cấp bởi bộ nổi 16a tới cửa nạp 82 của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 18 ở nhiệt độ khoảng 25°C và áp suất khoảng 80 bar. Dòng cấp khí tự nhiên được hóa lỏng bên trong bộ trao đổi nhiệt 18 và thoát ra dưới dạng LNG ở cửa xả 84 ở nhiệt độ khoảng -157°C và áp suất khoảng 78 bar. LNG chảy qua đường ống 86 vào van giãn nở 88, trong đó LNG được làm lạnh đến nhiệt độ từ -161°C đến -162°C và được giảm áp đến một bar sau đó được cấp vào bộ nổi 16b. Đường ống 90 được nối với bộ nổi 16b cấp LNG vào két chứa LNG 92 nằm bên ngoài và xa côngtenơ 14. Trong biến thể nhỏ của bố trí này, van 88 có thể nằm ngoài côngtenơ 14.

Mặc dù thiết bị hóa lỏng 10 sử dụng một môi chất lạnh hỗn hợp, thành phần của môi chất lạnh trong mỗi bộ trao đổi nhiệt 17, 18 là khác nhau. Điều này là do LMR và HMR được cung cấp lần lượt ở cửa nạp 34 và 38 có các thành phần của môi chất lạnh ở các tỷ lệ khác nhau trong các pha hơi và lỏng. LMR được cung cấp ở cửa nạp 34 có môi chất lạnh ở cả pha lỏng và hơi, tại đó HMR được cung cấp ở cửa nạp 38 chỉ trong pha lỏng.

Trong một phương án của thiết bị 12 được thể hiện trên Fig.5, van giãn nở 68 được thể hiện bằng đường ảo chỉ ra rằng đây là van tùy ý. Khi van này được bao gồm, thì có sự cấp bởi van cho mỗi bộ trao đổi nhiệt 17, 18 do đó cả hai đều có thể nhận hỗn hợp của hai phần môi chất lạnh (nghĩa là, LMR và HMR). Nếu thành phần môi chất lạnh lý tưởng dùng cho một bộ trao đổi nhiệt là 100% là phần nhẹ hơn, thì van 68 có thể được bỏ đi để đơn giản hóa.

Fig.2 cũng minh họa đường ống 94 cung cấp chất lỏng trao đổi nhiệt ở dạng nước đến bộ làm lạnh trung gian 26 và bộ làm lạnh sau 30. Đường ống 94 thông thủy với bộ nổi 16e. Đường ống 96 cấp chất lỏng trao đổi nhiệt đã sử dụng từ các bộ làm lạnh 26 và 32 đến bộ nổi 16f.

Theo phương án này, động cơ 23 là động cơ đơn có các trục dẫn động đồng trục ở các đầu đối diện để dẫn động máy nén là 20 và 22. Lý tưởng là, các máy nén 20 và 22 được bố trí để được dẫn động ở cùng tốc độ nhờ đó tránh được việc cần một hoặc nhiều hộp số. Tuy nhiên, các phương án trong đó các máy nén được dẫn động ở các tốc độ khác nhau bởi cùng động cơ nhờ việc sử dụng các hộp số cũng được tính đến. Thật vậy, như được thảo luận sau đây bên dưới, các máy nén 20 và 22 cũng có thể được dẫn động bởi các động cơ khác nhau.

Mỗi thùng 10 được tạo ra có hệ thống giám sát (không được thể hiện) có khả năng giám sát trạng thái và hoạt động của thiết bị hóa lỏng LNG 12 và cung cấp thông tin về trạng thái và hoạt động có thể truy cập được từ xa liên quan đến thùng hóa lỏng. Hệ thống giám sát này có thể còn giám sát các đặc tính của môi trường bên trong côngtenơ. Các đặc tính của môi trường bao gồm một hoặc nhiều đặc tính sau, nhưng không giới hạn ở: áp suất khí quyển bên trong côngtenơ 14; thành phần của khí quyển trong côngtenơ 14; nhiệt độ khí quyển bên trong côngtenơ 14; và nhiệt độ của một hoặc nhiều thành phần đã chọn của thiết bị sản xuất LNG.

Fig.6 thể hiện một phương án của mạch SMR cho thiết bị hóa lỏng 12a khác. Trên Fig.6, các số chỉ dẫn được sử dụng giống như đối với Fig.5 để biểu thị các chi tiết giống nhau. Các khác biệt chính giữa các thiết bị hóa lỏng 12 và 12a là như sau:

- Sử dụng bộ trao đổi nhiệt ba rãnh 17a trong thiết bị 12a so với các bộ trao đổi nhiệt hai rãnh 17 của thiết bị 12. Bởi vậy, theo phương án này, thiết bị 12a có các bộ trao đổi nhiệt tương tự.
- Kết hợp bộ tách thứ ba 31 trong thiết bị 12a theo kiểu kết nối nối tiếp với máy nén áp lực cao 22 và bộ phận làm lạnh nước 30.
- Cung cấp chất lỏng ở đáy từ bộ tách 28 dưới dạng dòng HMR thứ hai được cung cấp đến cửa nạp 73 của bộ trao đổi nhiệt 17a.
- Van giãn nở 71 nhận và làm giãn nở dòng môi chất lạnh HMR thứ hai đã được làm lạnh từ bộ trao đổi nhiệt 17a và gộp nó vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất chảy trong đường ống 40 đến cửa nạp 42.

Hơi từ bộ tách 31 cấu thành môi chất lạnh hỗn hợp nhẹ (LMR) được cấp qua đường ống 32 tới cửa nạp 34 của bộ trao đổi nhiệt 17a. Chất lỏng ở đáy từ bộ tách 31 cung cấp dòng môi chất lạnh HMR thứ nhất được cấp vào cửa nạp 38 của bộ trao đổi

hiệt thứ hai 18. Dòng này được làm lạnh trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 18 dựa vào dòng môi chất lạnh chính của bộ trao đổi nhiệt thứ hai được cung cấp bởi đường ống 58 đến cửa nạp 60 để tạo ra dòng HMR thứ nhất được làm quá lạnh.

Trong cả hai thiết bị hóa lỏng 12 và 12a, môi chất lạnh được tuần hoàn chỉ nhờ sự chênh lệch áp suất được tạo ra bởi các máy nén 20, 22. Không cần có bơm trong các thiết bị 12, 12a hoặc các thùng tương ứng 10 để tuần hoàn môi chất lạnh.

Fig.7 thể hiện một phương án của mạch SMR cho thiết bị hóa lỏng 12b khác. Trên Fig.7, các số chỉ dẫn được sử dụng giống như đối với Fig.6 để biểu thị các chi tiết giống nhau. Các khác biệt chính giữa các thiết bị hóa lỏng 12a và 12b là như sau:

- Thiết bị 12b có hai bộ trao đổi nhiệt bốn rãnh (hoặc bốn đường) 17b và 18b.
- Ít nhất một dòng cấp nóng, trên hình vẽ này, dòng khí tự nhiên được cung cấp ở bộ nối 16a được chia tại bộ chia tách 120 và được cấp vào cả hai bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b lần lượt đến các cửa nạp 82x và 82y. Việc chia này có thể được kiểm soát bao gồm kiểm soát động học bộ chia tách hoặc các van bổ sung đến các bộ trao đổi nhiệt khác nhau.
- Khí tự nhiên cấp vào được hóa lỏng bằng cách cho qua các bộ trao đổi nhiệt 17b, 18b và được kết hợp ở bộ phận trộn 122, sau đó cho đi qua bộ phận làm giãn nở 88 và vào trong phương tiện chứa 92.
- Tỷ lệ chia để cấp khí tự nhiên đến các bộ trao đổi nhiệt 17a và 17b có thể thay đổi (gồm thay đổi động học) để kiểm soát năng suất và hình dạng của đường cong tổ hợp cho mỗi bộ trao đổi nhiệt 17a, 17b.
- HMR từ bộ tách 28 được cấp vào cửa nạp 73 của bộ trao đổi nhiệt 17b và HMR từ bộ tách 31 được cấp vào cửa nạp 38 của bộ trao đổi nhiệt 18b (như trong thiết bị hóa lỏng 12a).
- LMR từ bộ tách 31 được chia tại bộ chia tách 124 và được cấp vào cửa nạp 34 của bộ trao đổi nhiệt 17b và cửa nạp 126 của bộ trao đổi nhiệt 18b.
- LMR và HMR đi qua các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b được kết hợp ở bộ phận trộn 128 để tạo ra SMR chảy qua đường ống 130 và sau đó được chia ở bộ chia tách 132 thành dòng SMR thứ nhất chảy qua đường ống 40 vào cửa nạp 42 của

bộ trao đổi nhiệt 17b và dòng SMR thứ hai chảy qua đường ống 58 vào cửa nạp 60 của bộ trao đổi nhiệt 18b.

- Các dòng SMR tương ứng sau đó được kết hợp ở bộ phận trộn 131 và được cấp vào bộ tách 24 để nén của máy nén áp lực thấp 20 và máy nén áp lực cao 22.
- Cách bố trí này cũng có thể dùng cho các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b để khác biệt vật lý với nhau.

Một cải biến khả thi của thùng hóa lỏng 12b được thể hiện trên Fig.7 là bố trí bộ phận trộn thứ hai song song với bộ phận trộn 128 cũng được cấp LMR và HMR từ các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b bởi các bộ chia tách điều khiển bằng van. Ví dụ, bộ chia tách điều khiển bằng van có thể được thay thế trong đường ống 134 để cho phép HMR từ bộ trao đổi nhiệt 17b được cung cấp ở tỷ lệ được kiểm soát được bởi người sử dụng đến bộ phận trộn 128 và bộ phận trộn thứ hai (không được thể hiện). Điều này có thể được tiến hành cho mỗi dòng LMR/HMR từ các bộ trao đổi nhiệt 17b, 18b. Bộ phận trộn 128 có thể được bố trí để cấp MR qua đường ống 58 đến bộ trao đổi nhiệt 18b, trong khi bộ phận trộn thứ hai có thể cấp MR qua đường ống 40 đến bộ trao đổi nhiệt 17b. Giờ đây, MR đã được cấp vào các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b (cụ thể là, tỷ lệ của LMR/HMR trong mỗi MR cấp vào) có thể được biến đổi. Điều này bao gồm việc không có HMR trong một trong số dòng cấp “MR” .

Ý nghĩa của việc này là nó tạo thuận lợi cho việc sử dụng các bộ trao đổi nhiệt có các đặc tính khác nhau (nghĩa là, khi nhiều bộ trao đổi nhiệt được sử dụng, không yêu cầu tất cả đều phải giống nhau). Các lợi ích khả thi của việc sử dụng hai bộ trao đổi nhiệt không giống nhau hoặc khác nhau của việc sử dụng ít nhất hai bộ trao đổi nhiệt được giải thích bên dưới.

Đối với hiệu quả ở các quy trình làm lạnh, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ nhận thấy, đường cong giải phóng nhiệt của môi chất lạnh cần phù hợp với đường cong giải phóng nhiệt của các dòng cần được làm lạnh xuống, với độ dịch nhỏ để tạo ra lực dẫn động nhờ nhiệt độ.

Phương pháp truyền thống để tạo ra LNG là sử dụng các bộ trao đổi nhiệt nhiều dòng, với nhiều dòng nóng được làm lạnh xuống bằng một dòng môi chất lạnh.

Thành phần và các điều kiện của dòng môi chất lạnh được chọn có chủ ý để tạo ra biên dạng nhiệt độ phù hợp với biên dạng của đường cong tổ hợp được kết hợp

của nhiều dòng nóng. Nhiều dòng nóng bao gồm cả khí tự nhiên và chính môi chất lạnh áp suất cao.

Trong các trường hợp, trong đó thông lượng cần thiết vượt quá những gì có thể được xây dựng trong một bộ trao đổi nhiệt, nhiều bộ trao đổi nhiệt giống nhau thường được sử dụng. Ví dụ, hai bộ trao đổi nhiệt kiểu ống cuộn song song. Để đảm bảo các dòng chảy chính xác qua mỗi bộ trao đổi nhiệt, thường sử dụng đường ống đối xứng. Điều này đảm bảo rằng, đường chảy qua một bộ trao đổi nhiệt được giới hạn hơn so với đường song song qua nhau. Trong một số trường hợp, các van làm cân bằng cũng có thể được sử dụng làm biện pháp dự phòng để làm lệch dòng đó tạo ra các dung sai chế tạo.

Trong trường hợp các bộ trao đổi nhiệt có vây dạng tấm, trong đó nhiều lõi giống nhau (hoặc ảnh qua gương) (ví dụ, từ 4 đến 10 lõi) được sử dụng, các đầu có đường kính lớn được sử dụng để đảm bảo rằng áp suất giảm qua mỗi lõi thực tế là giống nhau.

Trong cả hai trường hợp, việc sử dụng các lõi giống nhau nghĩa là mọi dịch vụ cần được đặt đường ống đến mỗi phần của bộ trao đổi nhiệt riêng biệt. Điều này dẫn đến thiết kế nối ống hạn chế và đắt tiền và bản thân các bộ trao đổi nhiệt phức tạp hơn.

Một phương án khác là làm lạnh mỗi dòng nóng xuống trong nhiều bộ trao đổi nhiệt không giống nhau. Điều này có thể làm giảm số lượng các kết nối với nhiều bộ trao đổi nhiệt và cũng loại bỏ nhu cầu đối với việc đặt đường ống đối xứng.

Nhược điểm của việc sử dụng các bộ trao đổi nhiệt không giống nhau là mỗi bộ trao đổi nhiệt sẽ có đường cong tổ hợp khác nhau đối với các dòng cần được làm lạnh bởi môi chất lạnh. Bởi vậy, đường cong làm lạnh của môi chất lạnh sẽ không được tối ưu hóa hoàn toàn. Dạng được cải biến được mô tả ở trên của phương án này (nghĩa là, với bộ phận trộn thứ hai) là nhằm giải quyết vấn đề này theo hai cách khác nhau. Trước hết, thành phần môi chất lạnh được sử dụng trong mỗi bộ trao đổi nhiệt 17b, 18b có thể được điều chỉnh một cách độc lập cho mỗi bộ trao đổi nhiệt. Sự thay đổi thành phần này làm thay đổi đường cong gia nhiệt của môi chất lạnh trong mỗi bộ trao đổi nhiệt, cho phép nó phù hợp tốt hơn với đường cong tổ hợp nóng trong mỗi phần. Thứ hai là, chia tách một trong các dòng nóng và cho nó đi qua nhiều hơn một bộ trao đổi nhiệt, cả hai năng suất và hình dạng của đường cong tổ hợp có thể được

điều chỉnh. Bởi vậy, có thể điều chỉnh hình dạng của đường cong tổ hợp nóng để làm cho chúng tương tự với nhau nhiều nhất có thể. Điều này cho phép một thành phần môi chất lạnh được sử dụng để làm lạnh cả hai bộ trao đổi nhiệt mà không ảnh hưởng đến hiệu quả.

Cuối cùng, tổ hợp của hai cách có thể được sử dụng – chia tách ít nhất một trong các dòng nóng để tạo ra các đường cong tổ hợp nóng trong mỗi bộ trao đổi nhiệt mà tương tự với nhau nhiều nhất có thể và ngoài ra điều chỉnh thành phần của môi chất lạnh được cấp cho mỗi bộ trao đổi nhiệt để phù hợp với biên dạng nhiệt độ trong mỗi bộ trao đổi nhiệt. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.7, việc chia tách dòng khí tự nhiên (mà có thể cấu thành “dòng nóng”) được cấp vào các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b có thể được biến đổi nhằm mục đích này. Cũng có thể hiểu rằng, HMR (cũng cấu thành “dòng nóng”) được cấp vào các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b tương ứng sẽ khác nhau ít nhất về áp suất và nhiệt độ. Cuối cùng, tỷ lệ chia tách của LMR được cấp vào các bộ trao đổi nhiệt 17b và 18b tương ứng cũng có thể được biến đổi ở bộ chia tách 124, ví dụ bằng cách sử dụng các van.

Để điều chỉnh thành phần của môi chất lạnh, tỷ lệ của các dòng giữa phần môi chất lạnh “nặng” và “nhẹ” có thể được điều chỉnh. Phân tử lượng trung bình này của môi chất lạnh hỗn hợp có thể được kiểm soát, cả trong pha thiết kế và theo kiểu động học trong quá trình hoạt động.

Do đó, nói tóm lại, một phương án của thiết bị hóa lỏng 12 được thể hiện trên Fig.7 cho phép các bộ trao đổi nhiệt 17b, 18b (chúng giống nhau hoặc cố ý khác nhau) được làm lạnh bởi các dòng SMR có các thành phần khác nhau.

Fig.8 minh họa thiết bị hóa lỏng 12c là dạng đơn giản hóa của thiết bị 12b được thể hiện trên Fig.7. Sự đơn giản hóa được tạo ra bằng cách loại bỏ bộ tách xả 31 và do đó khả năng thay thế hai bộ trao đổi nhiệt bốn đường bằng hai bộ trao đổi nhiệt ba đường 17c và 18c. Như trong thiết bị 12b, thiết bị 12c tạo ra khả năng chia tách (không đều trong trường hợp này) khí tự nhiên giữa hai bộ trao đổi nhiệt 17c, 18c, để cho phép gần như cùng một đường cong làm lạnh phía nóng ở cả hai bộ trao đổi nhiệt. Do đó, cùng thành phần của môi chất lạnh có thể được chuyển đến cả hai bộ trao đổi nhiệt với sự tổn thất hiệu quả tối thiểu.



Chất lỏng ở đáy từ bộ tách 28 cấu thành HMR được đi qua bộ trao đổi nhiệt 17c và được giãn nở tiếp bằng cách cho đi qua van V1. Sau khi đi qua máy nén áp lực cao 22 và bộ làm lạnh 30, môi chất lạnh đã nén được cấp vào bộ trao đổi nhiệt 18c và được giãn nở tiếp qua van V2. Các môi chất lạnh giãn nở từ các van V1 và V2 được kết hợp để tạo ra môi chất lạnh hỗn hợp thứ nhất và thứ hai cấp vào cửa nạp 42 và 58 của các bộ trao đổi nhiệt 17c và 18c.

Khác với bố trí trong thiết bị 12 trên Fig. 5, tỷ lệ của môi chất lạnh đi qua mỗi ví dụ không thay đổi trong quá trình vận hành. Dòng môi chất lạnh sẽ được cân bằng dựa vào áp suất giảm qua mỗi đường. Khả năng kiểm soát khí tự nhiên chảy qua mỗi bộ trao đổi nhiệt cho phép bù trừ và đảm bảo cả hai bộ trao đổi nhiệt có thể chia sẻ tải trọng.

Mặc dù mỗi thiết bị hóa lỏng 12, 12a, 12b và 12c được thể hiện là có hai bộ trao đổi nhiệt. Tuy nhiên, các phương án là khả thi để kết hợp vào thùng 10 có một bộ trao đổi nhiệt. Một ví dụ như vậy là thiết bị hóa lỏng 12d được thể hiện trên Fig.9. Trên Fig.9, các số chỉ dẫn được sử dụng giống như đối với Fig.6 để biểu thị cùng các chi tiết. Các khác biệt cơ bản giữa thiết bị hóa lỏng 12d và thiết bị 12a, hoặc các chi tiết quan trọng của thiết bị hóa lỏng 12d được tóm tắt như sau:

- Thiết bị 12c có một bộ trao đổi nhiệt bốn đường 17.
- Mạch nén MR cho thiết bị 12d là giống như cho thiết bị 12a, có bộ tách ban đầu 24, máy nén áp lực thấp 20, bộ làm lạnh trung gian 26, bộ tách thứ hai 28, máy nén áp lực cao 22, bộ làm lạnh trung gian 30 và bộ tách cuối cùng 31.
- Chất lỏng ở đáy từ bộ tách 28 cấu thành dòng HMR cấp vào cửa nạp 73 của bộ trao đổi nhiệt 17.
- Hơi phía trên đỉnh và chất lỏng ở đáy từ bộ tách 31 được kết hợp trong bộ phận trộn 138 và cấp dòng cấp pha hỗn hợp vào cửa nạp 140 vào bộ trao đổi nhiệt 17.
- Sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt 17, HMR được giãn nở qua van V1. Trong khi đó, sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt 17, dòng cấp pha hỗn hợp được giãn nở qua van V2.

- Các dòng từ các van V1 và V2 tạo thành dòng cấp môi chất lạnh pha hỗn hợp vào cửa nạp 42 có tác dụng làm lạnh khí tự nhiên cũng như làm lạnh sơ bộ dòng chảy qua bộ trao đổi nhiệt 17.

Fig.10 thể hiện phương án khác nữa của thiết bị hóa lỏng 12e trong đó dòng nóng (dòng khí tự nhiên) được chia tách đến cả hai các bộ trao đổi nhiệt 17e, 18e để cân bằng với hình dạng đường cong tổ hợp và cả hai bộ trao đổi nhiệt đều nhận các dòng môi chất lạnh hỗn hợp có cả phần nặng và nhẹ.

Cụ thể, trong thiết bị 12e, dòng cấp khí tự nhiên được cung cấp ở bộ nối 16a, được chia tách thành hai dòng chảy vào các cửa nạp 82x và 82y của các bộ trao đổi nhiệt tương ứng. Ngoài ra, sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt 17e, môi chất lạnh hỗn hợp nặng từ bộ tách 28 được chia tách thành hai dòng và chảy qua các van V1 và V3. Sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt 18e, LMR từ máy nén 22 và bộ làm lạnh 30 được chia tách thành hai dòng và chảy qua các van V2 và V4. Các dòng môi chất lạnh nặng và nhẹ từ các van V1 và V2 được kết hợp để tạo ra dòng môi chất lạnh hỗn hợp thứ nhất được cấp vào cửa nạp 42 của bộ trao đổi nhiệt 17e. Tương tự, các dòng môi chất lạnh nặng và nhẹ từ các van V3 và V4 được kết hợp để tạo ra các dòng môi chất lạnh hỗn hợp thứ hai được cấp vào cửa nạp 52 của bộ trao đổi nhiệt 18e.

Như đã nêu trên, khí tự nhiên đi qua cả hai bộ trao đổi nhiệt để tạo ra hình dạng rất giống với các đường cong tổ hợp phía nóng. Tuy nhiên, sự giống nhau này không phải là hoàn toàn, vì các dòng không đồng dạng của môi chất lạnh phải được làm lạnh sẽ không bao giờ phù hợp hoàn toàn.

Theo phương án này, hiệu quả bổ sung có thể đạt được bằng cách tinh chỉnh thành phần của môi chất lạnh được cấp vào mỗi bộ trao đổi nhiệt. Điều này hỗ trợ sự tối ưu hóa trong một phạm vi các điều kiện khi các tỷ lệ của dòng môi chất lạnh nặng và nhẹ được thay đổi.

Về tổng thể, đây là thiết bị phức tạp hơn một chút so với thiết bị 12c được thể hiện trên Fig.8 và thiết bị 12 được thể hiện trên Fig.5, nhưng nó tạo ra hiệu quả và độ linh động cải thiện.

Cũng cần lưu ý rằng, các bộ trao đổi nhiệt 17e và 18e được minh họa là có kích cỡ và kết cấu giống nhau. Chúng đều có ba dòng, hai dòng trong số đó là giống nhau – cả khí tự nhiên và môi chất lạnh đã lạnh đi qua cả hai. Tuy nhiên, các bộ trao đổi

nhệt này là khác nhau. Cụ thể là, có khác biệt lớn về các dòng thứ ba đi qua mỗi bộ trao đổi nhiệt này. Rãnh thứ ba của bộ trao đổi nhiệt 18e có dòng môi chất lạnh áp suất cao từ máy nén 22 đi vào dưới dạng hỗn hợp hai pha mà được ngưng tụ để trở nên hóa lỏng hoàn toàn. Bộ trao đổi nhiệt 17e dưới dạng môi chất lạnh áp suất trung gian có phân tử lượng cao hơn mà đi vào dưới dạng chất lỏng từ bộ tách 28 và được làm quá lạnh. Tuy nhiên, khác biệt lớn nhất là kích thước tương đối của mỗi bộ trao đổi nhiệt. Lưu lượng của dòng môi chất lạnh trước thực tế gấp khoảng 10 lần dòng chỉ bao gồm chất lỏng. Do đó, kích thước/công suất tương đối của bộ trao đổi nhiệt 18e sẽ lớn hơn nhiều (>5 lần) so với bộ trao đổi nhiệt 17e.

Đây là ví dụ về ý nghĩa “các bộ trao đổi nhiệt khác nhau” hoặc “các bộ trao đổi nhiệt không giống nhau”. Sự khác biệt này có thể được thể hiện, ví dụ, bởi

- số lượng các đường hoặc rãnh khác nhau;
- Cùng số lượng các đường hoặc các rãnh nhưng trong đó các bộ trao đổi nhiệt có kích cỡ khác nhau;
- Vận hành với các dòng môi chất lạnh ở một hoặc tổ hợp bất kỳ của hai hoặc nhiều trong số (a) các áp suất khác nhau; (b) tốc độ chảy khác nhau; và (c) các thành phần khác nhau.

Fig.11 thể hiện thiết kế khác nữa của thiết bị hóa lỏng 12f mà có thể được kết hợp trong một phương án của thùng hóa lỏng LNG 10. Ở đây, thiết bị 12f có mạch nén môi chất lạnh hỗn hợp tương tự như đã được thể hiện trên Fig.6 và Fig.7 ở chỗ nó có bộ tách 31 sau máy nén áp lực cao 22 và bộ làm lạnh 30. Tuy nhiên, thiết bị 12f khác với thiết bị trên Fig.6 và Fig.7 ở việc trang bị các bộ trao đổi nhiệt ba đường thứ ba H1, H2 và H3.

Đường hoặc rãnh thứ nhất C1 của mỗi bộ trao đổi nhiệt H1, H2 và H3 nhận dòng cấp khí tự nhiên từ bộ nối 16a. Đường hoặc rãnh thứ hai C2 của mỗi bộ trao đổi nhiệt H1, H2 và H3 nhận môi chất lạnh hỗn hợp “MR” mà khí tự nhiên được làm lạnh và hóa lỏng dựa vào đó.

Các đường hoặc rãnh thứ ba tương ứng C31, C32, C33 của các bộ trao đổi nhiệt H1, H2 và H3 lần lượt nhận các phần môi chất lạnh khác nhau đã được làm lạnh sơ bộ dựa vào môi chất lạnh hỗn hợp MR chảy qua các đường hoặc các rãnh thứ hai. Ngoài ra, phần nặng của môi chất lạnh từ bộ tách 28 chảy qua rãnh thứ ba C31 của bộ trao

đổi nhiệt H1. Phần nặng của môi chất lạnh từ bộ tách 31 chảy qua rãnh thứ ba C32 của bộ trao đổi nhiệt H2. Và phần nhẹ của môi chất lạnh từ bộ tách 31 chảy qua rãnh thứ ba C33 của bộ trao đổi nhiệt H3.

Các phần môi chất lạnh này sau khi đi qua các bộ trao đổi nhiệt tương ứng chảy qua các van tương ứng V1, V2 và V3 và được kết hợp để tạo ra môi chất lạnh hỗn hợp MR đi qua mỗi bộ trao đổi nhiệt H1, H2 và H3.

Trong thiết bị 12f, không có van nào được chỉ ra để kiểm soát tỷ lệ của khí tự nhiên chảy vào mỗi bộ trao đổi nhiệt H1, H2 và H3 cho phép các dòng đi vào các bộ trao đổi nhiệt tự cân bằng. Tuy nhiên, trong một biến thể, ba van khí tự nhiên độc lập có thể được kết hợp để kiểm soát tỷ lệ khí tự nhiên đến mỗi bộ trao đổi nhiệt. Điều này tạo ra sự kiểm soát đường cong làm lạnh phía nóng trong các bộ trao đổi nhiệt H1, H2 và H3.

Dự tính rằng, thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 10 có thể được tạo kết cấu để cung cấp LNG đến tốc độ chảy cố định nằm trong khoảng từ 0,01 MPTA đến 0,3 MPTA. Ví dụ, thùng 10 có thể được tạo kết cấu để cung cấp năng suất hóa lỏng là 0,05MPTA. Do đó, công trình sản xuất LNG có tốc độ sản xuất 10 MPTA sẽ phải cần hai trăm (200) thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 0,05 MPTA. Như đã nêu trên, các thùng 10 có khả năng nặng hơn côngtenơ ISO tiêu chuẩn có cùng kích thước. Tuy nhiên, các thùng 10 có thể được xử lý theo cách tương tự với các côngtenơ tiêu chuẩn ISO thông thường và do đó được xếp chồng và di chuyển bằng cách sử dụng các cần trục và các máy và các xe nâng khác bao gồm các xe nâng, tuy nhiên các cần trục và các máy cần được đánh giá về khối lượng bổ sung. Theo cách này, số lượng lớn của các thùng 10 có thể được xếp chồng thành một hoặc nhiều dãy.

Fig.12 minh họa thiết bị sản xuất LNG 100 mà kết hợp nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 10. Vì thiết bị 100 bao gồm nhiều thùng 10, nên việc sản xuất LNG từ thiết bị 100 có thể được gia tăng (hoặc thực sự là giảm) theo các đơn vị gia tăng bằng với năng suất của các thùng 10. Điều này cho phép thiết bị 100 được mở rộng quy mô tương đối dễ dàng khi việc sản xuất khí cấp vào tăng, hoặc các nguồn khí cấp khác được bổ sung.

Trong ví dụ này, thiết bị 100 kết hợp một trăm chín tám (198) thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 10. Các thùng 10 được bố trí thành hai dãy B1 và B2, mỗi dãy có

chín chín (99) thùng hóa lỏng 10. Mỗi dãy B1, B2 gồm ba hàng thùng 10 xếp chồng, trong đó mỗi hàng gồm ba mươi ba (33) thùng 10 được đặt cạnh nhau. Khi mỗi thùng 10 có năng suất hóa lỏng là 0,05 MPTA, năng suất chung của thiết bị 100 là 9,9 MPTA.

Giàn cần trục di chuyển 102 được bố trí ở thiết bị 100 để tạo thuận lợi cho việc xử lý các thùng 10. Cần trục 102 có thể nâng và dịch chuyển các thùng 10 để tạo thành các dãy B1 và B2. Các dãy B1 và B2 được tạo ra song song với nhau và được đặt cách nhau để tạo ra hành lang 104 giữa các dãy. Hệ thống ống góp 106 chạy trên hành lang 104 và được sử dụng để nối khí cấp vào và các dịch vụ khác, các dạng năng lượng và điện với từng thùng 10 tạo thành các dãy. Với mục đích này, khi các dãy được tạo thành, từng thùng 10 được định hướng nhờ đó các thành chung tương ứng 11 của chúng quay mặt vào trong hành lang 104. Điều này giúp dễ dàng nối giữa ống góp 106 và các bộ nối 16, tất cả chúng đều nằm trên thành 18. Theo sự định hướng này, chiều dài chính X của mỗi thùng là vuông góc với chiều dài L của các dãy tương ứng.

Theo phương án được lấy ví dụ trên Fig.12, chiều dài tổng L của các dãy đặt cạnh nhau B1 và B2 đối với thiết bị LNG 9,9 MPTA 100 là khoảng 80 m, chiều cao tổng H là khoảng 9 m và chiều rộng W gồm cả hành lang 104 là khoảng 40m. Do đó, khối cần cho công trình hóa lỏng này là khoảng 3200 m<sup>3</sup>. Khi so sánh, khối dùng cho công trình hóa lỏng được xây dựng bằng gỗ tương đương là khoảng 10.500 m<sup>3</sup> (gồm cả các quạt ống vây).

Thiết bị 100 được minh họa là cũng bao gồm phương tiện xử lý sơ bộ 108 để cung cấp một hoặc nhiều công đoạn xử lý sơ bộ cho dòng cấp khí 110. Phương tiện xử lý sơ bộ 108 có thể, ví dụ, loại bỏ một hoặc nhiều trong số: nước, các khí chua (ví dụ CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>S), thủy ngân và hydrocacbon nặng C5+. Khí cấp vào đã xử lý sơ bộ được cung cấp bởi đường ống 111 đến ống góp 106 để sau đó phân phối vào các thùng 10 tương ứng.

Bộ trao đổi nhiệt 112 được bố trí để làm lạnh nước trở lại từ các bộ làm lạnh 26 và 30. Bộ trao đổi nhiệt 112 có thể có dạng công trình chứa nhiều bộ tản nhiệt có ống vây và một hoặc nhiều quạt không khí lớn. Nước từ các bộ làm lạnh 26 và 30 được vận chuyển từ mỗi thùng 10 nhờ đường ống 96 và bộ nối 16f của nó qua ống góp 106 và đường ống 113 đến bộ trao đổi nhiệt 112, trong đó nó chảy qua các bộ tản nhiệt và được làm lạnh bằng không khí hoặc nước. Nước đã làm lạnh sau đó cấp vào các thùng

10 tương ứng qua đường ống 115 và ống góp 106 đến các bộ nối 16e của chúng, trong đó nó có thể chảy qua đường ống 94 đến các bộ làm lạnh 26 và 30 tương ứng.

Hệ thống ống góp 106 liên kết các thùng 10 với các hệ thống khác và các phương tiện của thiết bị 100 gồm phương tiện xử lý sơ bộ 108, bộ trao đổi nhiệt 112 và phương tiện chứa LNG 92. Ngoài ra, hệ thống ống góp 106 phân bố điện năng từ nguồn điện năng (không được thể hiện). Dạng hoặc kiểu nguồn điện năng là không quan trọng đối với hoạt động của các thùng 10. Nguồn điện, ví dụ, có thể bao gồm một trong số, hoặc tổ hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều trong số: nhà máy tạo nhiên liệu hóa thạch độc lập, bao gồm khí tự nhiên hoặc LNG sôi; trạm biến áp của nhà máy phát điện từ xa; nhà máy địa nhiệt; nhà máy thủy điện; nhà máy điện mặt trời; nhà máy sản xuất điện từ gió; hoặc nhà máy sản xuất điện từ sóng.

Các thùng 10 được thiết kế đặc biệt không cần bảo dưỡng và không được dự định cho phép mọi người tiếp cận các thùng 10 khi được khai thác dịch vụ hoặc bảo dưỡng. Kết quả là, trang thiết bị bên trong các côngtenơ 14 có thể được cấu tạo để sử dụng hiệu quả nhất khoảng trống sẵn có mà không cho phép mọi người tiếp cận với trang thiết bị bên trong côngtenơ để bảo dưỡng và sửa chữa. Trong một phương pháp sử dụng, dự tính rằng trong trường hợp thùng 10 có lỗi, thùng này đơn giản được chuyển ra khỏi toàn bộ thiết bị bằng cách ngắt kết nối nó khỏi ống góp 106. Điều này có thể là nhờ sự ngắt kết nối vật lý giữa ống góp và các bộ nối 16 hoặc nhờ hoạt động của các van tương ứng và các công tắc trong: kết nối nằm giữa ống góp đến mỗi thùng 10; hoặc, các bộ nối tương ứng.

Thùng 10 bị lỗi có thể được tháo ra khỏi dãy B1, B2, hoặc đơn giản được để lại trong dãy và thùng 10 khác được bổ sung vào hoặc theo cách khác được nối với ống góp 106. Với mục đích này, khi xây dựng thiết bị sản xuất LNG 100, một hoặc nhiều thùng dư 10r có thể được bố trí để làm giảm thiểu thời gian mà năng suất sản xuất bị giảm trong trường hợp thùng 10 bị lỗi. Ví dụ, tham chiếu đến Fig.12, giả sử rằng thùng 10f xuất hiện lỗi và được ngắt kết nối khỏi ống góp 106 và ba thùng dư 10r1, 10r2 và 10r3 được bố trí làm các thùng dư ở một đầu của dãy B1. Thùng 10f nằm ở hàng dưới cùng của các thùng trong dãy B1.

Người vận hành thiết bị 100 có thể ngắt kết nối các thùng 10f và nối thùng 10r1 vào. Điều này có thể được thực hiện gần như ngay lập tức nếu các thùng 10r1-10r3 đã

được nối trước với ống góp 106 và chỉ cần chuyển mạch hoặc bật/tắt các công tắc và các van khác nhau trong các bộ nối 16, hoặc ở giữa ống góp 106 và các bộ nối 16. Nếu người vận hành muốn tháo bỏ theo cách vật lý thùng lỗi 10f, thì họ có thể:

- chuyển vào hai thùng dư 10r2 và 10r3 khác;
- chuyển ra hai thùng 10 không bị lỗi ngay bên trên thùng lỗi 10f và nếu vẫn chưa hoàn thành bằng cách “chuyển ra”, thì ngắt kết nối vật lý các thùng không lỗi 10 ra khỏi ống góp 106;
- sử dụng cần trục 102 để tháo bỏ vật lý thùng 10f và hai thùng không lỗi ngay bên trên;
- sử dụng cần trục 102 để đặt hai thùng không lỗi trở lại trong dãy B1 cùng với thùng 10 mới; và
- hoặc: nối lại thùng không lỗi và thùng mới với ống góp 106 và ngắt kết nối thùng dư 10r1-10r3; hoặc duy trì việc nối các thùng dư với ống góp 106 và bây giờ sẽ sử dụng hai thùng không lỗi và thùng mới làm các thùng dư.

Cần hiểu từ phần mô tả trên rằng các thùng 10 tạo thuận lợi cho phương pháp xây dựng thiết bị sản xuất LNG ở vị trí sản xuất bằng cách nối hoặc ngắt kết nối các thiết bị hóa lỏng LNG riêng biệt như được yêu cầu để phù hợp với tốc độ dòng chảy khối lượng của khí trong dòng cấp 110. Điều này được cho là có lợi ích lớn về mặt kinh tế vì nó cho phép sản xuất LNG và do vậy thu được lợi nhuận với chi phí ban đầu rất thấp trong thời gian gần như là sớm hơn so với trường hợp cũng như vậy nhưng theo cách khác cũng như cho phép người vận hành hoàn thành các hợp đồng sản xuất sớm hơn trường hợp cũng như vậy nhưng theo cách khác và do đó có lợi thế đáng kể so với các đối thủ cạnh tranh.

Mặc dù phương án cụ thể của thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa 10 và thiết bị sản xuất LNG 100 kết hợp đã được mô tả, cần hiểu rằng thùng 10 và thiết bị 100 có thể được đưa vào ở nhiều dạng khác.

Ví dụ, liên quan đến thùng 10, hai thân máy nén riêng biệt, một cho máy nén áp lực thấp 20 và một cho máy nén áp lực cao 22 được thể hiện. Tuy nhiên, cả nén áp lực thấp và áp lực cao có thể được bố trí bên trong một thân duy nhất có nhiều tầng. Thêm nữa, thay vì một động cơ dẫn động cả máy nén/tầng áp lực cao và áp lực thấp, mỗi động cơ riêng biệt có thể được bố trí cho một tầng nén. Được cho rằng, kích cỡ

chung của mỗi thùng có thể được giảm tiếp nhờ việc bố trí các động cơ tốc độ cao, ví dụ, chạy ở tốc độ lớn hơn 4.000 RPM, ví dụ 25.000RPM. Thêm nữa, mỗi thùng 10 có thể được bố trí phương tiện xử lý sơ bộ riêng của nó nhờ đó tránh được việc cần phải có phương tiện dùng chung 108 hiện được minh họa trên Fig.12. Theo cách khác, mỗi thùng 10 có thể được bố trí phương tiện xử lý sơ bộ đã chọn, ví dụ, để loại bỏ cacbon dioxit.

Ngoài ra, các thùng 10 được mô tả là tạo ra LNG ở bộ nối cửa xả 16b ở áp suất là một bar và nhiệt độ khoảng  $-161^{\circ}\text{C}$ . Tuy nhiên, các thùng 10 có thể được cấu tạo và vận hành để tạo ra LNG ở áp suất cao hơn và nhiệt độ cao, mà sau đó có thể được vận chuyển vào các bình điều áp và được làm lạnh và giảm áp trong khi đang chuyển tiếp ở  $-161^{\circ}\text{C}$  và 1 bar. Theo biến thể này, các thùng 10 có thể được vận hành để tạo ra khí tự nhiên nén được làm lạnh chứ không phải là LNG.

Ngoài ra, thùng 10 được thể hiện là có thành chung 11 với một số bộ nối riêng 16. Tuy nhiên, một bộ nối đa cổng cho phép nối đồng thời với tất cả, hoặc một nhóm các dịch vụ và các dạng năng lượng được nối với thùng 10 có thể được sử dụng, mà không phải là có bộ nối riêng biệt cho mỗi dịch vụ/dạng năng lượng như được thể hiện trên Fig.1. Ví dụ, bộ nối đa cổng có thể được bố trí để cho phép kết nối đối với mỗi một trong các dịch vụ và các dạng năng lượng được nối bởi các bộ nối riêng biệt từ 16a-16g được thể hiện trên thành chung 11 của côngtenơ 14 trên Fig.1.

Fig.12 minh họa thiết bị 100 bao gồm nhiều thùng 10 được xếp chồng thành các dãy B1 và B2. Tuy nhiên, khi nhiều thùng 10 được sử dụng, không bắt buộc là chúng phải được xếp chồng. Việc xếp chồng tạo ra các ưu điểm là làm giảm thể tích bị chiếm của thiết bị 100. Nếu kích cỡ thể tích bị chiếm là không quan trọng hoặc đáng kể, thì các thùng 10 không cần được xếp chồng.

Các bộ nối bổ sung dùng cho các dịch vụ hoặc các dạng năng lượng khác nữa có thể được bố trí trên côngtenơ 14. Ví dụ, cổng không khí hoặc bộ nối có thể được kết hợp để cho phép đẩy khí trơ từ bên trong côngtenơ 14 trước khi cho phép người vận hành mở thiết bị/đường ống để bảo dưỡng/làm mới.

Các biến thể khả thi khác cho các phương án được mô tả ở trên bao gồm:

- Kết hợp các bộ trao đổi nhiệt 17 và 18 thành một bộ trao đổi nhiệt.



- Bố trí hệ thống ống góp 106 trong kết cấu và/hoặc cấu tạo kéo dài quanh phía ngoài của các dãy B1 và B2 mà không phải là qua hành lang giữa các dãy B1 và B2. Các lựa chọn ở đây bao gồm tạo thành ống góp 106 dưới dạng kết cấu tách đôi hoặc theo cách khác dưới dạng vòng hở.

- Bố trí hệ thống ống góp 106 dưới dạng nhiều ống góp hoặc đường cấp riêng. Ví dụ, một ống góp có thể được bố trí để cung cấp dòng cấp khí tự nhiên đến mỗi thùng 10, ống góp khác có thể được bố trí để cấp LNG từ mỗi thùng 10 đến 30 phương tiện chứa 92 và các ống góp hoặc đường cấp khác có thể được bố trí để cấp điện năng và chất lỏng trợ vào mỗi thùng 10, trong khi đó cũng tạo ra đường chảy cho chất lỏng truyền nhiệt được làm lạnh trong bộ trao đổi nhiệt bên ngoài 112.

- Mặc dù Fig.12 minh họa việc sử dụng cần trục để dịch chuyển và xếp chồng các côngtenơ 14, các loại cần trục cơ bản khác nhau có thể được sử dụng.

- Các Fig.5-11 minh họa các mạch SMR có thể khác nhau dùng cho các thiết bị hóa lỏng theo các phương án khác nhau của các thùng côngtenơ hóa 10. Tuy nhiên, các mạch được thể hiện trên các hình vẽ này không bị giới hạn vào ứng dụng chỉ trong côngtenơ là các thùng 10. Thêm nữa, cần hiểu rằng, tỷ lệ tương quan là  $>1$  đối với các bộ trao đổi nhiệt là đặc tính tùy chọn mà có thể có ứng dụng đặc biệt khi các thiết bị hóa lỏng nằm trong các thùng côngtenơ hóa 10 như được mô tả trong bản mô tả.

Trong yêu cầu bảo hộ sau đây và trong phần mô tả trên, trừ trường hợp ngữ cảnh yêu cầu theo cách khác do ngôn ngữ diễn đạt hoặc ẩn ý cần thiết, từ “bao gồm” và các biến thể như “gồm” hoặc “gồm có” được sử dụng theo nghĩa bao hàm, nghĩa là, để chỉ rõ sự có mặt của các dấu hiệu đã nêu nhưng không loại trừ sự có mặt của hoặc bổ sung các dấu hiệu khác trong các phương án khác nhau của thùng, thiết bị và phương pháp như được nêu trong bản mô tả này.

**YÊU CẦU BẢO HỘ**

1. Thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa bao gồm:  
thiết bị hóa lỏng LNG; và  
côngtenơ vận chuyển được, trong đó thiết bị hóa lỏng LNG nằm hoàn toàn bên trong côngtenơ vận chuyển được; và  
một hoặc nhiều bộ nối được mang trên côngtenơ, một hoặc nhiều bộ nối này được bố trí để cho phép dòng dịch vụ, chất lỏng và các dạng năng lượng riêng biệt và tách khỏi nhau, một hoặc nhiều bộ nối này được bố trí để cho phép dòng cấp khí chảy vào trong côngtenơ, dòng LNG chảy ra khỏi côngtenơ và nối thiết bị hóa lỏng LNG với nguồn điện bên ngoài.
2. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 1, trong đó côngtenơ vận chuyển được được bít kín.
3. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ nối bao gồm cửa nạp và cửa xả chất lỏng truyền nhiệt cho phép loại bỏ nhiệt năng ra khỏi côngtenơ.
4. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm trên, trong đó bộ nối bao gồm bất kỳ một hoặc cả hai trong số: (a) đường dẫn cho phép loại bỏ khí hoặc chất lỏng khỏi côngtenơ; và (b) một hoặc nhiều cổng chất lỏng hữu dụng cho phép cung cấp các chất lỏng để tạo thuận lợi cho sự vận hành của thiết bị và/hoặc máy móc của thiết bị hóa lỏng LNG.
5. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm trên, trong đó côngtenơ được nạp bất kỳ một trong số: (a) chất lỏng trợ; hoặc (b) khí nitơ, hoặc (c) chất lỏng trợ được điều áp đến áp suất dương so với áp suất khí quyển.
6. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm trên, trong đó thùng này bao gồm hệ thống giám sát có khả năng giám sát trạng thái và hoạt động của thiết bị hóa

lòng LNG và cung cấp thông tin về trạng thái và hoạt động có thể truy cập được từ xa liên quan đến thùng hóa lỏng này.

7. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 6, trong đó hệ thống giám sát còn có khả năng giám sát các đặc tính của môi trường bên trong côngtenơ.

8. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 7, trong đó các đặc tính của môi trường bao gồm một hoặc nhiều trong số: áp suất khí quyển bên trong côngtenơ; thành phần của khí quyển trong côngtenơ; nhiệt độ bên trong côngtenơ; và nhiệt độ của một hoặc nhiều bộ phận đã chọn của thiết bị hóa lỏng LNG.

9. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm trên, trong đó thiết bị hóa lỏng LNG bao gồm bộ trao đổi nhiệt làm lạnh chính (main cryogenic heat exchanger - MCHE); và mạch môi chất lạnh để tuần hoàn môi chất lạnh qua MCHE, mạch môi chất lạnh này bao gồm ít nhất một máy nén và ít nhất một động cơ điện để dẫn động ít nhất một máy nén.

10. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 9, trong đó MCHE có tỷ lệ tương quan là  $\geq 1$ , trong đó chiều rộng và/hoặc chiều sâu lớn hơn chiều cao.

11. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 9 hoặc 10, trong đó MCHE bao gồm hai hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt riêng biệt.

12. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 11, trong đó mỗi bộ trao đổi nhiệt riêng biệt có tỷ lệ tương quan là  $\geq 1$ .

13. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 9 đến 12, trong đó MCHE được bố trí để vận hành với ứng suất nhiệt lên đến  $100^{\circ}\text{C}$  trên mỗi met theo phương thẳng đứng.

14. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 9 đến 13, trong đó động cơ điện được bố trí để quay ít nhất một máy nén với tốc độ ít nhất là 4.000 vòng/phút hoặc lên đến khoảng 25.000 vòng/phút.

15. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 9 đến 14, trong đó ít nhất một máy nén bao gồm máy nén áp lực thấp và máy nén áp lực cao.

16. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 15, trong đó ít nhất một động cơ bao gồm một động cơ dẫn động cả máy nén áp lực thấp và máy nén áp lực cao.

17. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 9 đến 16, trong đó mạch môi chất lạnh bao gồm ít nhất một bộ tách để tách các pha lỏng và khí của môi chất lạnh, trong đó ít nhất một bộ tách có tỷ lệ tương quan lớn hơn  $\geq 1$ .

18. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 17, trong đó thùng này bao gồm ít nhất một bộ làm lạnh trung gian trong mạch môi chất lạnh giữa ít nhất một máy nén và bộ tách.

19. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 18, trong đó thùng này bao gồm cổng tắt được bố trí để tạo thuận lợi cho việc phun vật liệu có khả năng ngăn không cho không khí tích tụ trong, hoặc thay thế không khí từ, côngtenơ.

20. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong các điểm trên, trong đó thiết bị hóa lỏng LNG được tạo kết cấu để tạo ra đến 0,30 MTPA LNG.

21. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm 20, trong đó thiết bị hóa lỏng LNG được tạo kết cấu để tạo ra đến 0,10 MTPA LNG.

22. Thiết bị sản xuất LNG bao gồm: nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 21, mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được bố trí để tạo ra lượng LNG định trước; và hệ thống ống góp có thể nối với một hoặc

nhiều bộ nối và cho phép nối giữa nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa và ít nhất là dòng cấp khí tự nhiên, nguồn điện và phương tiện chứa LNG.

23. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm 22, trong đó một số trong số nhiều thùng hóa lỏng LNG được xếp chồng lên nhau.

24. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm 22 hoặc 23, trong đó thiết bị này bao gồm ít nhất một dãy thùng hóa lỏng LNG được xếp chồng và trong đó hệ thống ống góp chạy liền kề với ít nhất một dãy thùng hóa lỏng LNG.

25. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm 24, trong đó ít nhất một dãy này bao gồm ít nhất hai dãy thùng hóa lỏng LNG đã được xếp chồng, trong đó hệ thống ống góp chạy giữa các dãy liền kề nhau hoặc quanh phía ngoài của các dãy.

26. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 23 đến 25, trong đó các thùng hóa lỏng LNG và hệ thống ống góp được bố trí để cho phép một mặt của mọi thùng hóa lỏng LNG có thể tiếp cận trực tiếp với hệ thống ống góp.

27. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 23 đến 26, trong đó mỗi thùng hóa lỏng LNG có chiều dài  $X_m$ , chiều cao  $Y_m$  và chiều rộng  $Z_m$ , trong đó  $X > Y$  và mỗi dãy có chiều dài  $L_m$ , chiều cao  $H_m$  và chiều rộng  $W_m$ , trong đó  $L_m > W_m$  và trong đó trong mỗi dãy, hướng chiều dài của mỗi thùng hóa lỏng vuông góc với hướng chiều dài của dãy.

28. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 24 đến 27, trong đó thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều cần trục được tạo kết cấu để xây dựng và phá hủy mỗi dãy thùng hóa lỏng LNG.

29. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm 28, trong đó cần trục bao gồm giàn cần trục kéo dài qua chiều rộng của thiết bị sản xuất LNG và có khả năng đặt thùng hóa lỏng LNG vào dãy hoặc gỡ bỏ thùng hóa lỏng LNG khỏi dãy.

30. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 22 đến 29, trong đó mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa có mạch môi chất lạnh dạng vòng kín.

31. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 22 đến 30, trong đó mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa bao gồm mạch chất lỏng truyền nhiệt dạng vòng hở được bố trí để nối với hệ thống ống góp cho phép chất lỏng truyền nhiệt chảy vào và ra khỏi mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa.

32. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm 31, bao gồm phương tiện làm lạnh thông thủy với hệ thống ống góp và được bố trí để tạo thuận lợi cho việc làm lạnh chất lỏng truyền nhiệt.

33. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm 32, trong đó phương tiện làm lạnh bao gồm phương tiện làm lạnh bằng không khí và/hoặc nước.

34. Thùng hóa lỏng LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 21, trong đó thiết bị hóa lỏng bao gồm phương tiện xử lý sơ bộ được bố trí để loại bỏ một hoặc nhiều trong số: nước, các khí chua, thủy ngân và cacbon dioxit khỏi dòng cấp khí trước khi hóa lỏng.

35. Thiết bị sản xuất LNG theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 22 đến 34, trong đó thiết bị này bao gồm phương tiện xử lý sơ bộ được bố trí để loại bỏ một hoặc tổ hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều trong số: nước, các khí chua, thủy ngân và cacbon dioxit khỏi dòng cấp khí trước khi hóa lỏng.

36. Phương pháp xây dựng thiết bị sản xuất LNG ở vị trí sản xuất bao gồm các bước: sử dụng ống góp để nối hoặc ngắt kết nối nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 21 với nhau để cho phép dung tích hóa lỏng LNG gia tăng gián đoạn như được yêu cầu để phù hợp với tốc độ dòng chảy khối lượng của khí tự nhiên trong dòng cấp khí tự nhiên; và

dẫn qua ống góp: dòng khí tự nhiên từ dòng cấp khí tự nhiên và điện năng đến thùng được kết nối trong số các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa; và LNG được hóa lỏng bởi thùng được kết nối trong số các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đến phương tiện chứa LNG.

37. Phương pháp theo điểm 36, trong đó phương pháp này bao gồm bước xếp chồng một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa để tạo ra một hoặc nhiều dãy gồm các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đã được xếp chồng.

38. Phương pháp theo điểm 37, trong đó bước xếp chồng một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa bao gồm bước xếp chồng tự động một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa để tạo ra một hoặc nhiều dãy.

39. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 36 đến 38, trong đó phương pháp này bao gồm bước nối thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa với mạch chất lỏng truyền nhiệt được bố trí để cho phép dòng chất lỏng truyền nhiệt đi qua mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được kết nối và bộ trao đổi nhiệt bên ngoài.

40. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 36 đến 39, trong đó phương pháp này bao gồm bước nối một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa với một, hoặc tổ hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều trong số: (A) nguồn điện; (b) phương tiện chứa LNG; và (c) nguồn cấp khí trợ.

41. Phương pháp sản xuất LNG bao gồm: nối hoặc ngắt kết nối chọn lọc ống góp với một hoặc nhiều thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 21, mỗi thùng có thể vận hành để tạo ra thể tích LNG riêng từ khí tự nhiên, trong đó bước nối hoặc ngắt kết nối được thực hiện để phù hợp với tốc độ dòng chảy khối lượng của khí tự nhiên trong dòng cấp; dẫn khí tự nhiên và điện năng qua ống góp đến thùng được kết nối trong số các thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa;

vận hành thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa đã kết nối để hóa lỏng khí tự nhiên để tạo ra LNG từ khí tự nhiên; và dẫn LNG này qua ống góp đến phương tiện chứa LNG.

42. Phương pháp theo điểm 41, trong đó phương pháp này bao gồm trong đó thể tích hóa lỏng LNG riêng nằm trong khoảng từ 0,01 MTPA đến 0,30 MTPA.

43. Phương pháp theo điểm 41 hoặc 42, trong đó phương pháp này bao gồm bước giám sát trạng thái vận hành của mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa để phát hiện tình trạng dừng hoặc lỗi ở các thùng và khi phát hiện tình trạng dừng hoặc lỗi trong thùng, thì ngắt kết nối hoặc theo cách khác tách riêng thùng này khỏi dòng cấp khí tự nhiên.

44. Phương pháp theo điểm 41, trong đó phương pháp này bao gồm đối với mỗi thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa được phát hiện là có tình trạng dừng hoặc có lỗi, thì nối ống góp với thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa mới nhờ đó khí tự nhiên được dẫn đến thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa mới này.

45. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 41 đến 44, trong đó phương pháp này bao gồm bước tuần hoàn chất lỏng truyền nhiệt qua thùng hóa lỏng LNG côngtenơ hóa và bộ trao đổi nhiệt nhờ chất lỏng truyền nhiệt qua ống góp.



1/12

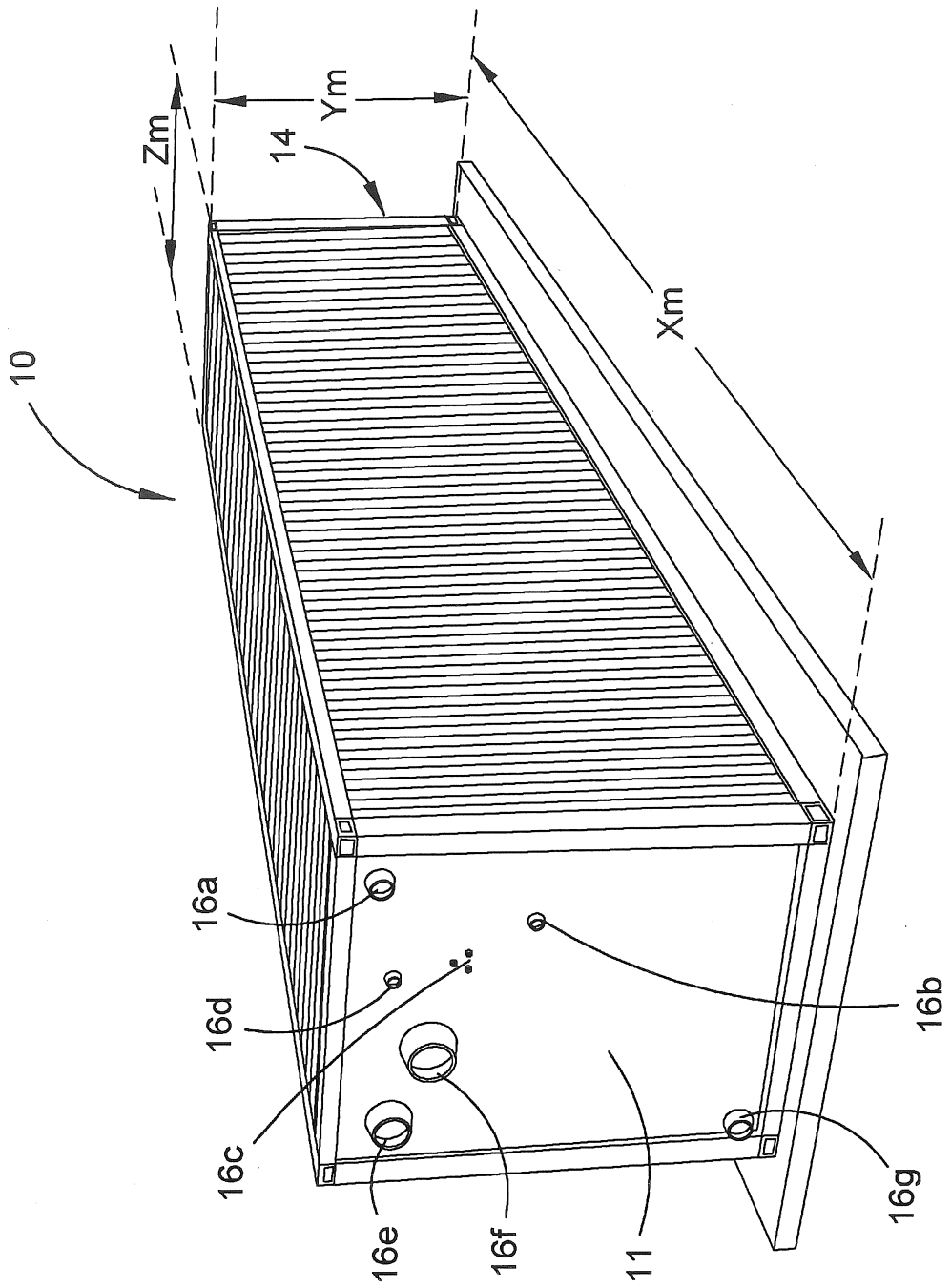


FIG 1

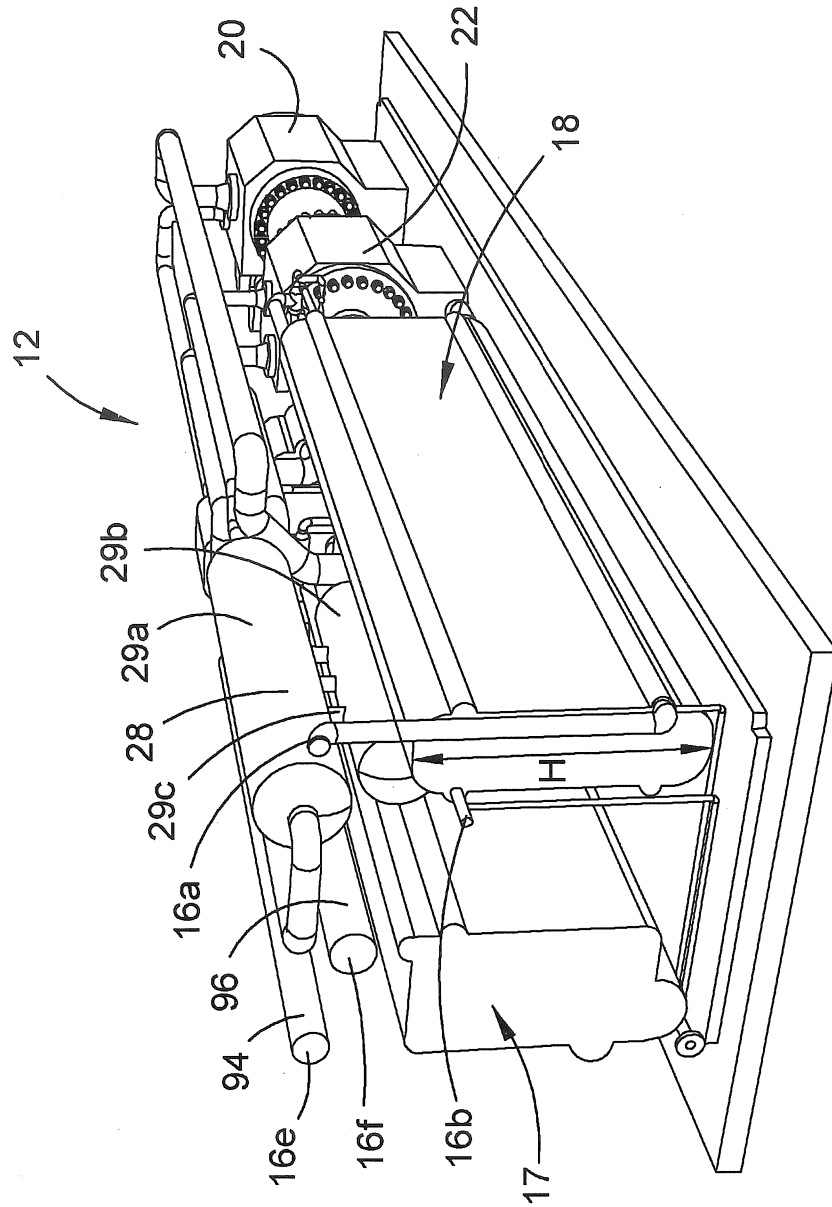


FIG 2

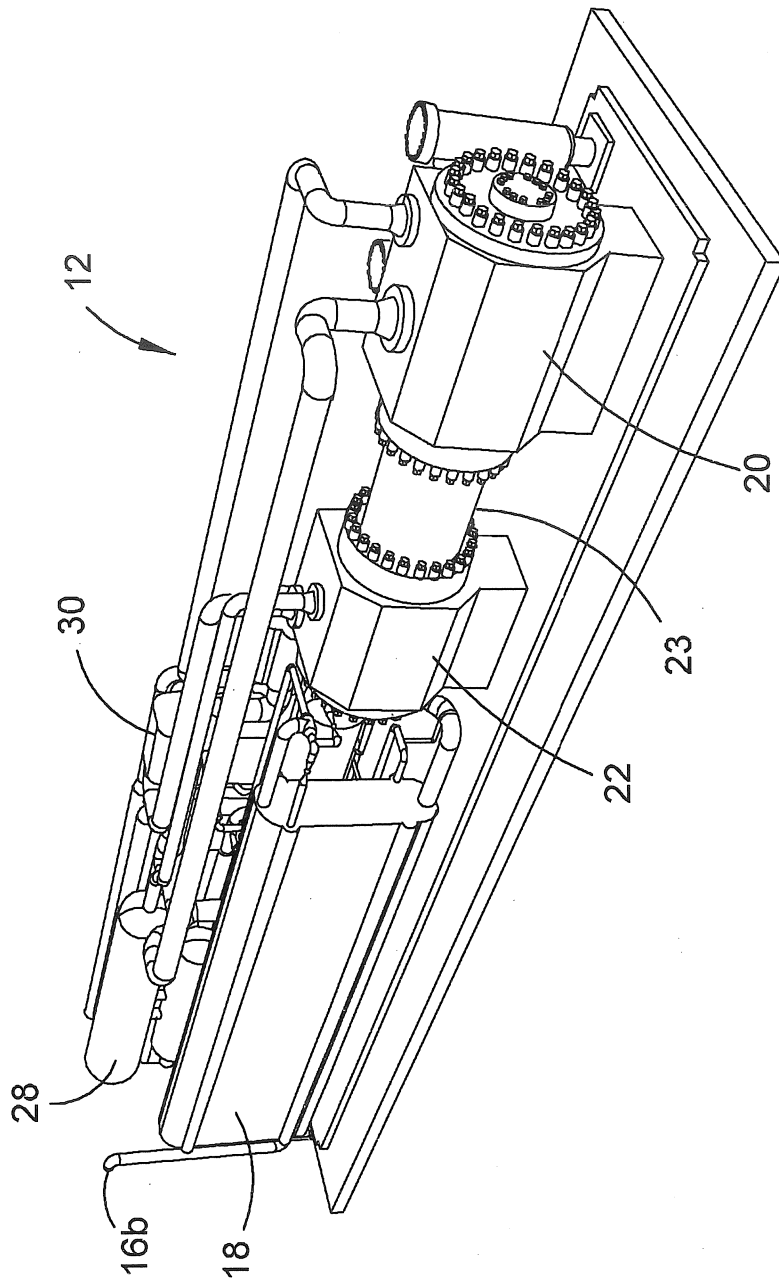


FIG 3

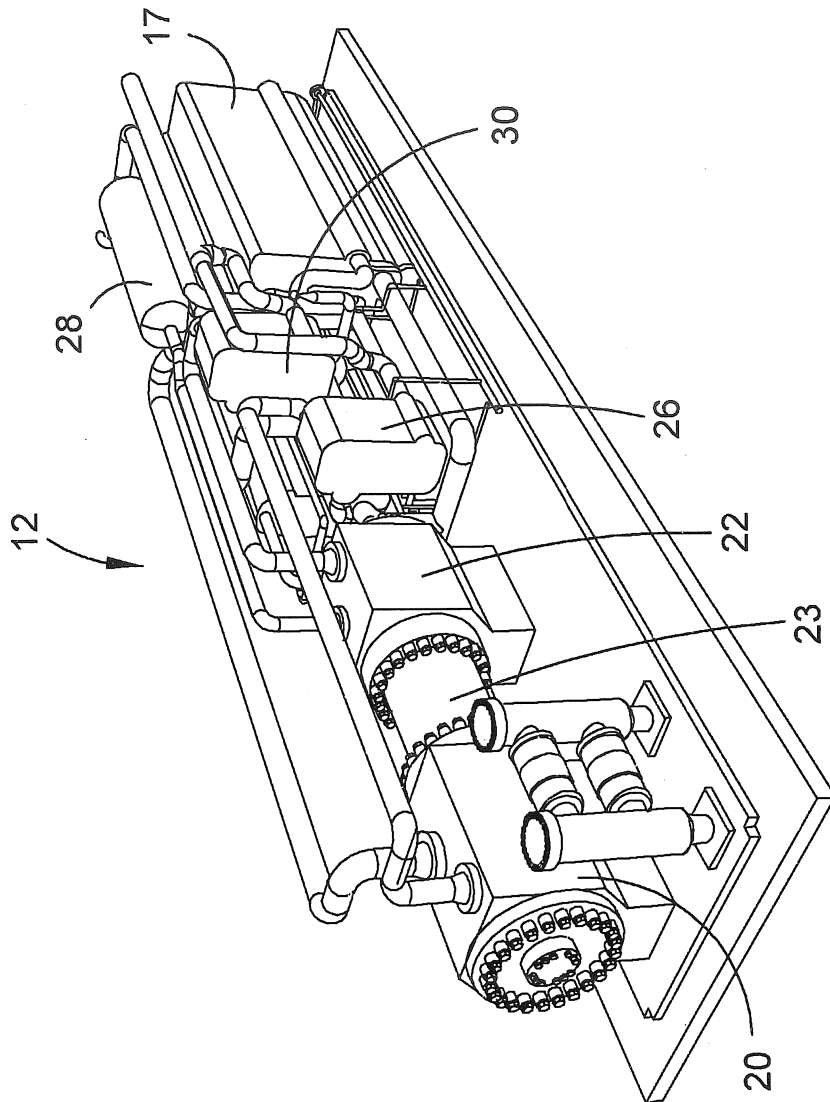


FIG 4

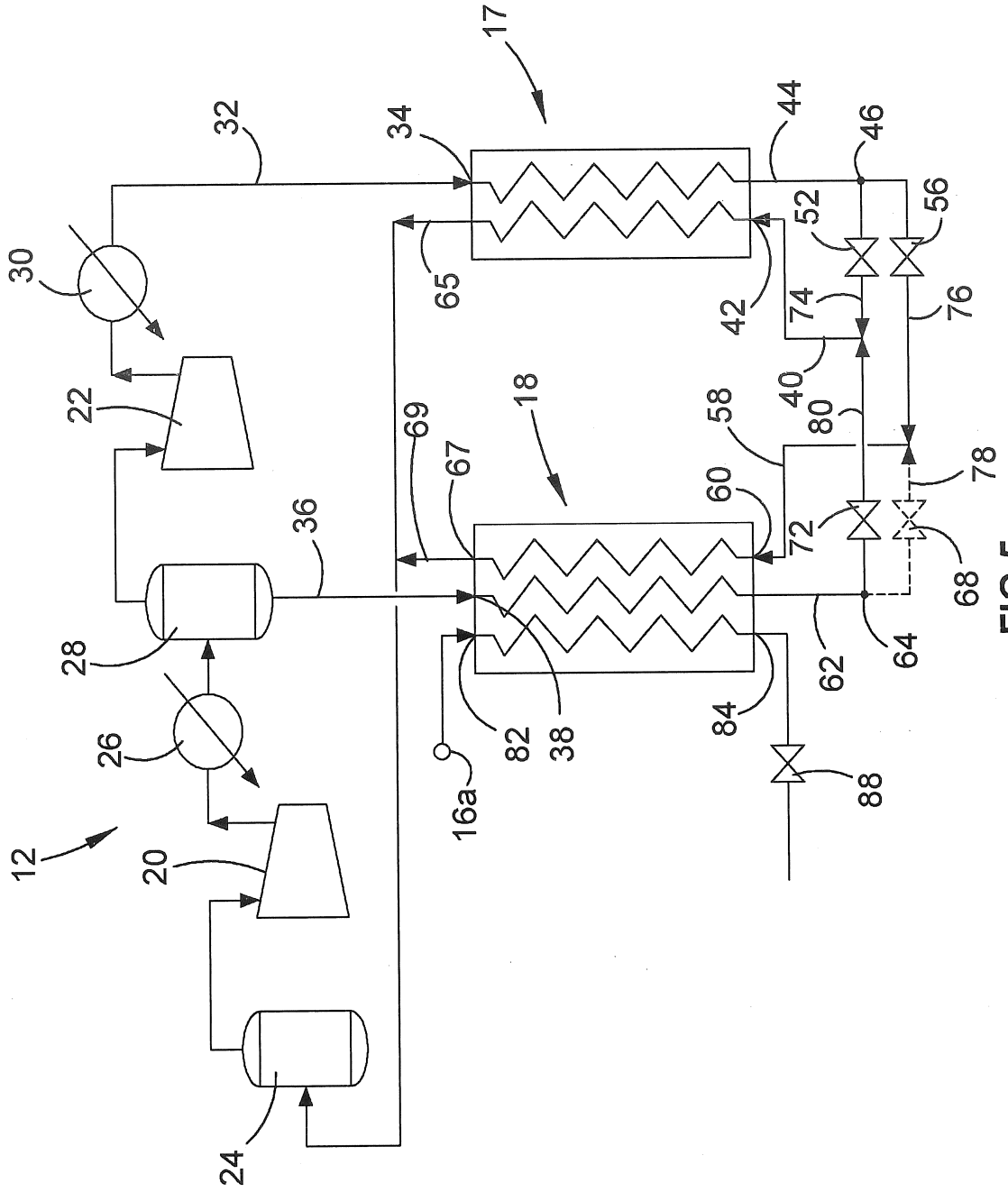


FIG 5

6/12

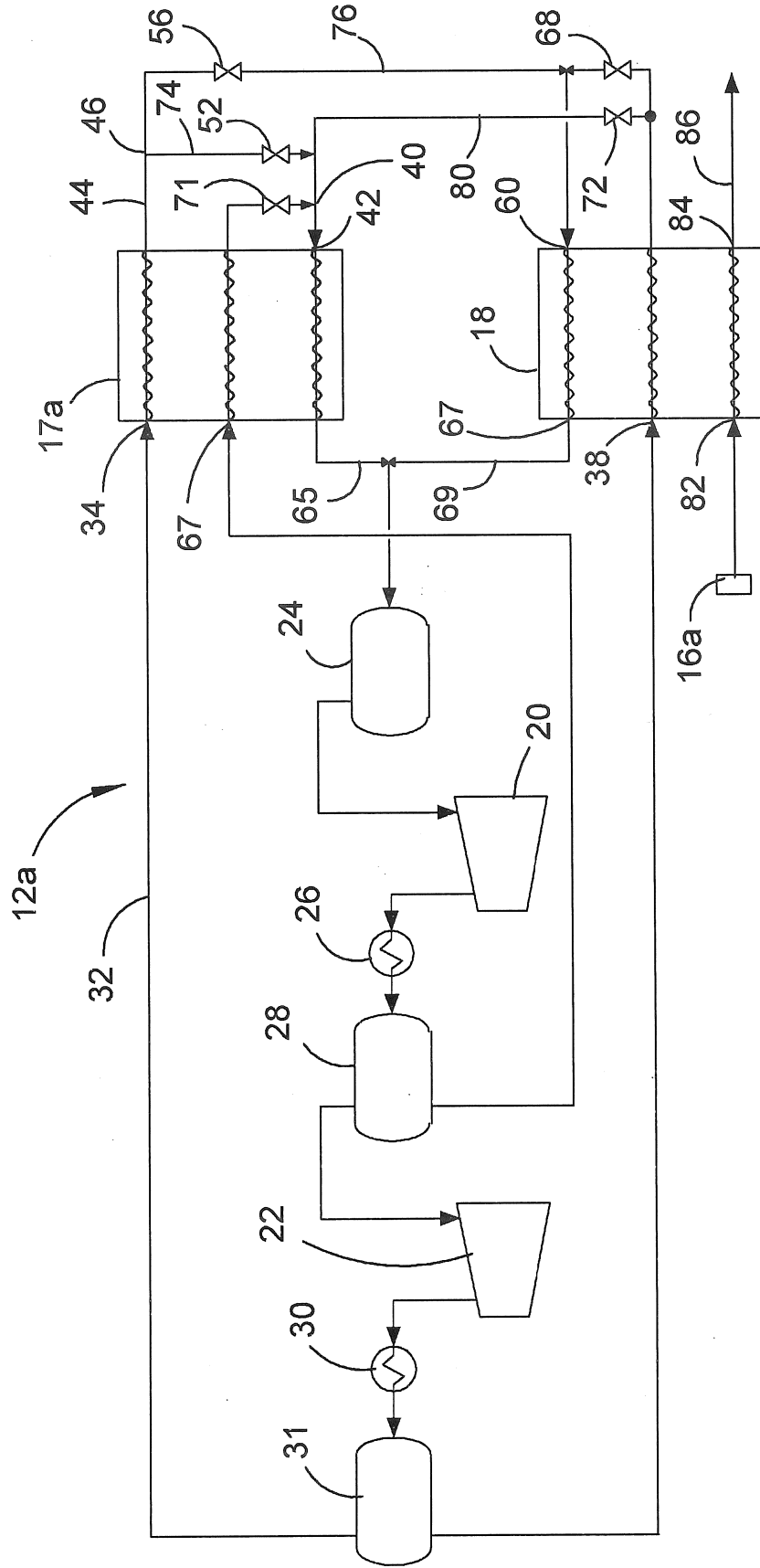


FIG 6

7/12

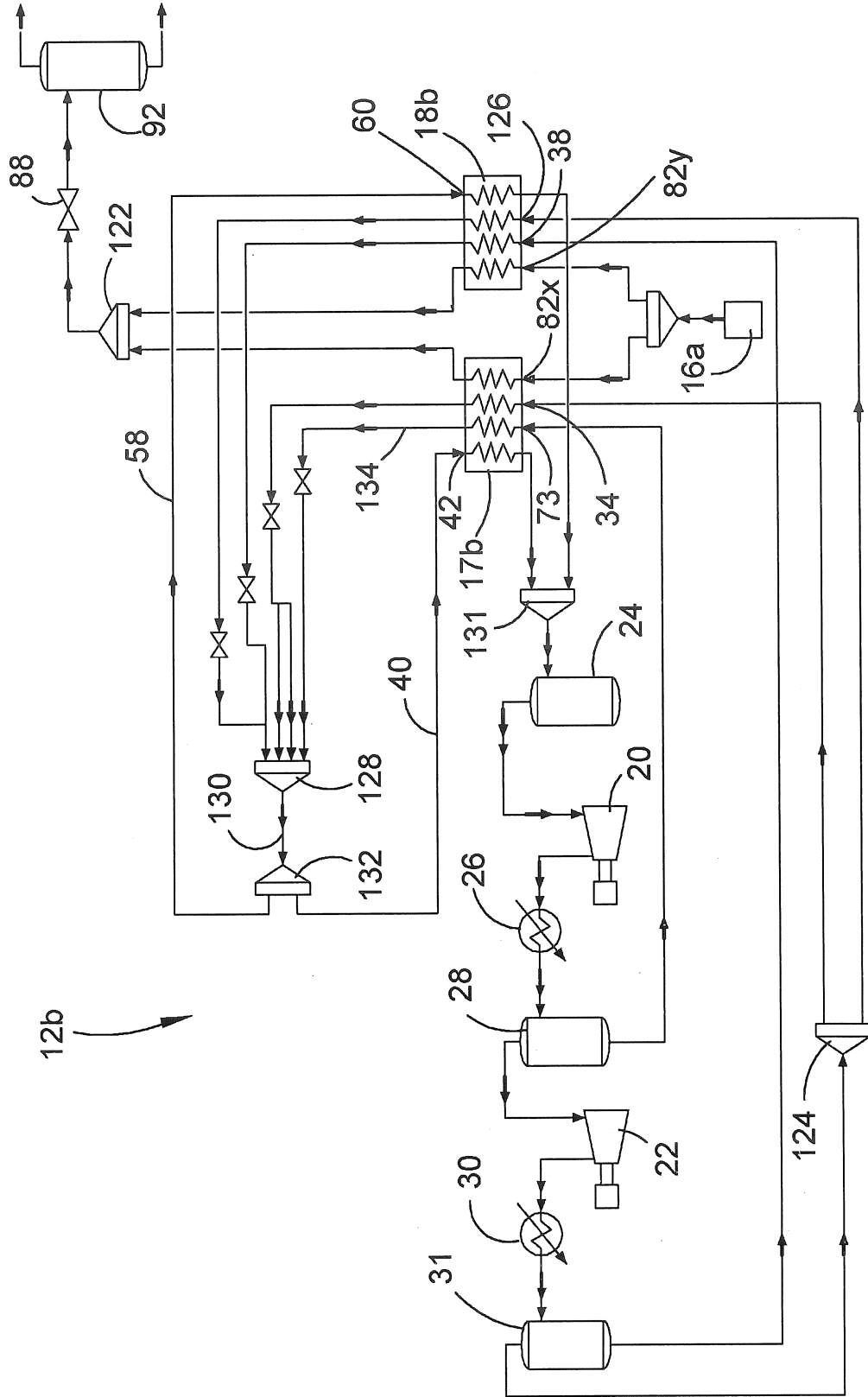


FIG 7

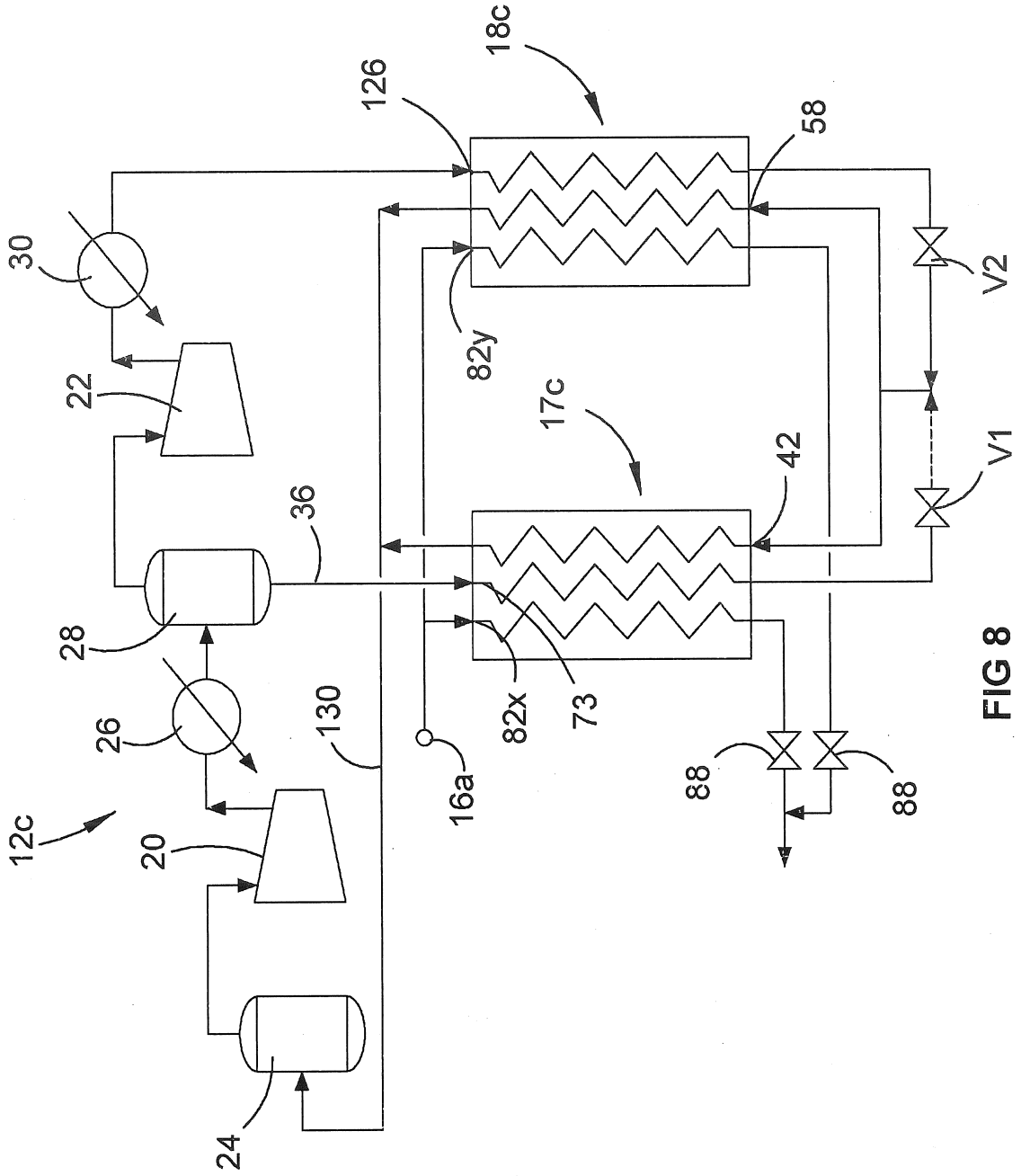


FIG 8



9/12

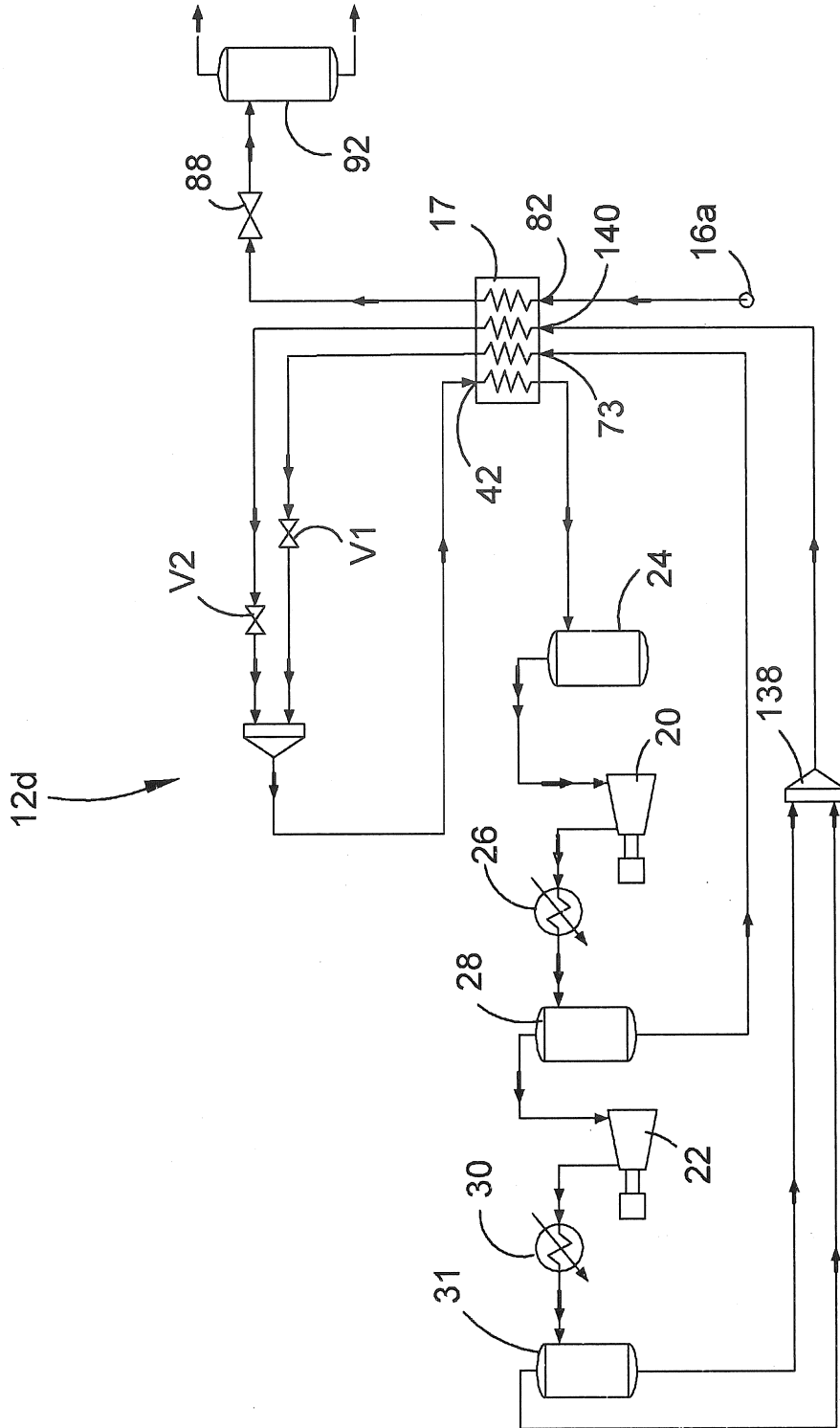


FIG 9

10/12

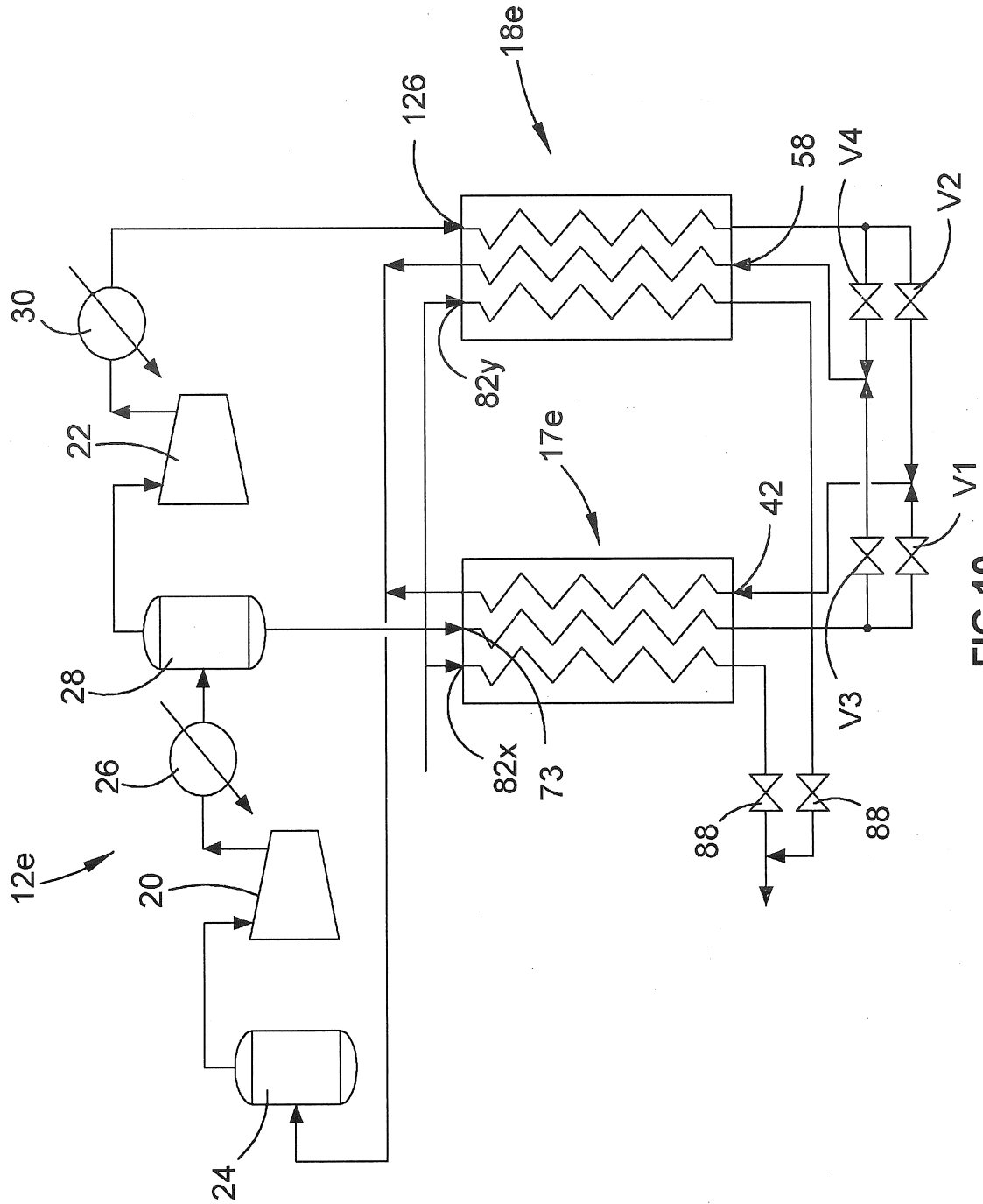


FIG 10



12/12

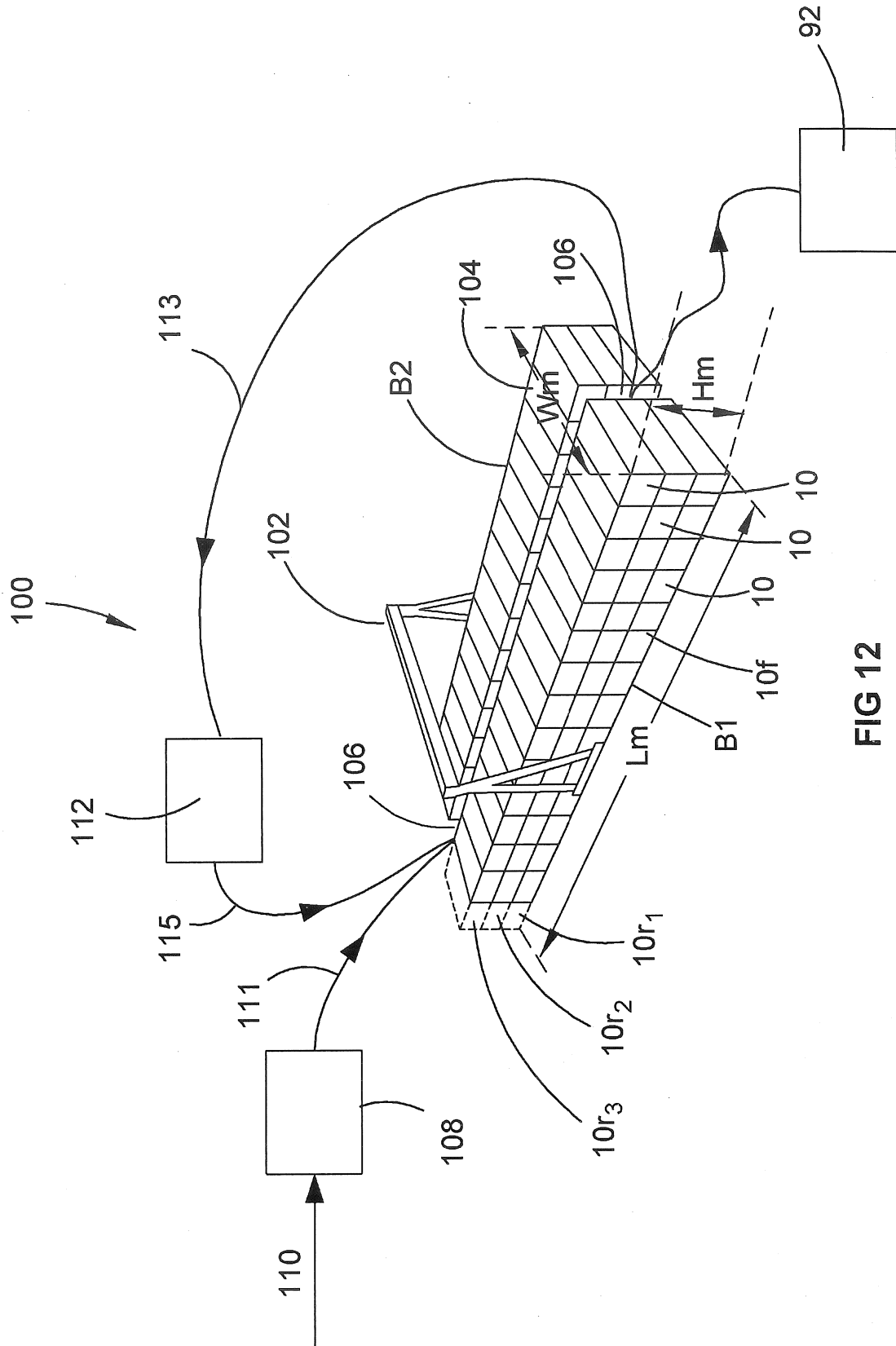


FIG 12