



(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)



1-0027197

(51)⁷ C10L 1/02; F25J 3/08; B01D 35/02

(13) B

(21) 1-2012-02946

(22) 16/03/2011

(86) PCT/KR2011/001828 16/03/2011

(87) WO 2012/050273 19/04/2012

(30) 10-2010-0100937 15/10/2010 KR; 10-2010-0103733 22/10/2010 KR; 10-2010-0103736 22/10/2010 KR; 10-2010-0107089 29/10/2010 KR

(45) 25/01/2021 394

(43) 25/07/2013 304A

(73) CLUSTER LNG Co., Ltd. (KR)

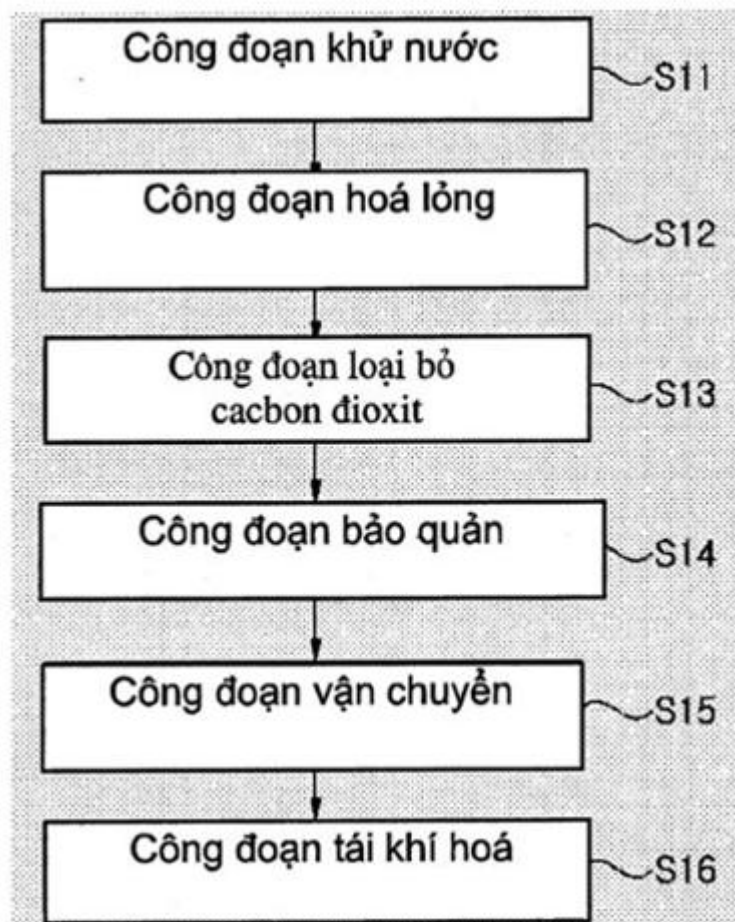
33 Wahyeon-ro, Ilun-myeon, Geoje-si, Gyeongsangnam-do 53329, South Korea

(72) YOO, Seong Jin (KR); LEE, Jung Han (KR); MOON, Young Sik (KR); JUNG, Je Heon (KR); LEE, Jae Yeol (KR); CHOI, Dong Kyu (KR); YU, Jin Yeol (KR).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG SẢN XUẤT KHÍ THIÊN NHIÊN HOÁ LỎNG ĐƯỢC TĂNG ÁP

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp và hệ thống sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp. Phương pháp sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp bao gồm các công đoạn: thực hiện quy trình khử nước để loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên mà không cần quy trình loại bỏ khí axit ra khỏi khí thiên nhiên; và thực hiện quy trình hoá lỏng để tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua quy trình khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ - 120 tới - 95°C mà không cần quy trình chưng cất phân đoạn khí thiên nhiên lỏng (NGL). Do đó, có thể giảm bớt chi phí xây dựng nhà máy và chi phí bảo dưỡng và giảm bớt chi phí sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng. Ngoài ra, có thể đảm bảo lợi ích kinh tế cao và rút ngắn thời gian hoàn vốn ở các mỏ khí cỡ nhỏ và vừa mà tại đó tính khả thi kinh tế không thể được đảm bảo khi áp dụng phương pháp thông thường.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp và hệ thống sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp (PLNG) có khả năng giảm bớt chi phí xây dựng nhà máy và chi phí bảo dưỡng, và giảm bớt chi phí sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) là một chất lỏng lạnh sâu được tạo ra bằng cách làm lạnh khí thiên nhiên (chủ yếu là metan) tới trạng thái lạnh sâu ở nhiệt độ -162°C ở áp suất khí quyển. LNG chiếm khoảng 1/600 thể tích của khí thiên nhiên. LNG không có màu và trong suốt. Đã biết rằng LNG có lợi về mặt kinh tế trong việc vận chuyển đường dài vì có hiệu quả vận chuyển cao hơn so với khi vận chuyển ở trạng thái khí.

Bởi vì cần phải tiêu tốn mức chi phí lớn trong việc xây dựng các nhà máy sản xuất và chế tạo các tàu chở, LNG đã được áp dụng cho việc vận chuyển đường dài quy mô lớn để giảm bớt chi phí. Mặt khác, đã biết rằng phương pháp sử dụng ống dẫn hoặc khí thiên nhiên được nén (CNG) là có lợi về mặt kinh tế trong việc vận chuyển khoảng cách ngắn quy mô nhỏ. Tuy nhiên, việc vận chuyển sử dụng ống dẫn có thể có các giới hạn về mặt địa lý và gây ra ô nhiễm môi trường, và phương pháp CNG có hiệu quả vận chuyển thấp.

Theo phương pháp sản xuất LNG thông thường, khí axit được loại bỏ ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên, và quy trình khử nước được thực hiện để loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên. Khí thiên nhiên

lỏng (NGL) được phân đoạn ra khỏi khí thiên nhiên đã khử nước. Sau đó, khí thiên nhiên được hoá lỏng.

Tuy nhiên, phương pháp sản xuất LNG thông thường đòi hỏi đầu tư vốn đáng kể để xây dựng các nhà máy sản xuất LNG cũng như đòi hỏi chi phí bảo dưỡng đáng kể. Ngoài ra, cần phải sử dụng lượng điện năng lớn để làm lạnh và hoá lỏng khí thiên nhiên tới nhiệt độ lạnh sâu. Do vậy, nếu chi phí sản xuất khí thiên nhiên có thể được tiết kiệm bằng cách giảm bớt chi phí xây dựng các nhà máy hoá lỏng LNG, điều này có thể là có lợi về khía cạnh giảm bớt chi phí để sản xuất và vận chuyển LNG thậm chí trong trường hợp các mỏ khí cỡ nhỏ và vừa. Tuy nhiên, đã thấy rằng hoàn toàn không kinh tế khi áp dụng phương pháp thông thường để hoá lỏng và vận chuyển khí thiên nhiên. Do đó, các nhà máy sản xuất LNG trong đó một số quy trình được loại bỏ ra khỏi phương pháp sản xuất LNG thông thường hiện đã được phát triển. Các nhà máy sản xuất LNG như vậy sẽ được mô tả dưới đây.

Một hệ thống sản xuất LNG đã biết đã được bộc lộ trong patent Hàn Quốc số 358825 có tiêu đề: "hệ thống xử lý, bảo quản, và vận chuyển khí thiên nhiên hoá lỏng". Hệ thống này có phương tiện tiếp nhận khí tiếp liệu để tiếp nhận khí thiên nhiên và loại bỏ hydrocarbon lỏng ra khỏi khí thiên nhiên, phương tiện khử nước để loại bỏ hơi nước ra khỏi khí thiên nhiên nhằm ngăn ngừa trạng thái đông lạnh của khí thiên nhiên trong khi được xử lý, và phương tiện hoá lỏng để biến đổi khí thiên nhiên thành LNG.

Tuy nhiên, hệ thống sản xuất LNG thông thường này vẫn đòi hỏi quy trình chưng cất phân đoạn hydrocarbon lỏng, nghĩa là NGL, và phương tiện tiếp nhận khí tiếp liệu. Do vậy, hệ thống này có giới hạn trong việc giảm bớt chi phí xây dựng nhà máy và sử dụng năng lượng. Do đó, hệ thống sản xuất LNG thông thường như nêu trên không có lợi về tính khả thi kinh tế trong việc sản xuất LNG.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một mục đích của sáng chế là giảm bớt chi phí xây dựng nhà máy và chi phí bảo dưỡng cũng như giảm bớt mức tiêu thụ điện năng cần thiết để làm lạnh và hoá lỏng khí thiên nhiên tới nhiệt độ lạnh sâu, nhờ đó giảm bớt chi phí sản xuất LNG.

Một mục đích khác của sáng chế là đảm bảo lợi ích kinh tế cao và rút ngắn thời gian hoàn vốn ở các mỏ khí cỡ nhỏ và vừa mà tại đó tính khả thi kinh tế không thể được đảm bảo khi áp dụng phương pháp thông thường.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp, phương pháp này bao gồm các công đoạn: thực hiện quy trình khử nước để loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên mà không cần quy trình loại bỏ khí axit ra khỏi khí thiên nhiên; và thực hiện quy trình hoá lỏng để tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua quy trình khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C mà không cần quy trình chưng cất phân đoạn khí thiên nhiên lỏng (NGL).

Tốt hơn là, phương pháp có thể còn có công đoạn thực hiện quy trình loại bỏ cacbon đioxit để loại bỏ cacbon đioxit bằng cách làm đông lạnh cacbon đioxit trong quy trình hoá lỏng khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên sau quy trình khử nước nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Tốt hơn là, phương pháp có thể còn có công đoạn thực hiện quy trình bảo quản để bảo quản khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp đã đi qua quy trình hoá lỏng trong thùng chứa có kết cấu kép.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp, hệ thống này bao gồm: phương tiện khử nước được làm thích ứng để loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ

khí thiên nhiên; và phương tiện hoá lỏng được làm thích ứng để tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C.

Tốt hơn là, hệ thống còn có phương tiện loại bỏ cacbon đioxit được làm thích ứng để loại bỏ cacbon đioxit bằng cách làm đông lạnh cacbon đioxit trong quy trình hoá lỏng khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Tốt hơn là, hệ thống còn có phương tiện bảo quản được làm thích ứng để bảo quản khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp được tạo ra nhờ phương tiện hoá lỏng trong thùng chứa có kết cấu kép.

Đường dẫn nối có thể được tạo ra giữa kết cấu kép của thùng chứa và phần bên trong của thùng chứa sao cho áp suất bên trong của kết cấu kép của thùng chứa được làm cân bằng với áp suất bên trong của thùng chứa.

Phương tiện loại bỏ cacbon đioxit có thể có: van giãn nở lắp trên đường ống cấp mà khí thiên nhiên đã tăng áp được cấp qua đó và được làm thích ứng để làm giảm áp khí thiên nhiên đã tăng áp thành áp suất thấp; bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn được lắp ở đầu sau của van giãn nở và được làm thích ứng để lọc cacbon đioxit hoá rắn đông lạnh có trong khí thiên nhiên được hoá lỏng trong khi đi qua van giãn nở; các van đóng/mở thứ nhất và thứ hai được lắp ở đầu trước của van giãn nở và đầu sau của bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn và được làm thích ứng để mở và đóng dòng khí thiên nhiên áp suất cao và khí thiên nhiên hoá lỏng; bộ phận gia nhiệt được làm thích ứng để cấp nhiệt nhằm hoá hơi cacbon đioxit hoá rắn của van giãn nở và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn; và van đóng/mở thứ ba được lắp đặt để mở và đóng dòng xả cacbon đioxit đã tái tuần hoàn nhờ bộ phận gia nhiệt trên đường ống xả được rẽ nhánh từ đường ống cấp giữa van đóng/mở thứ nhất và van giãn nở.

Bộ phận gia nhiệt có thể có: bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn mà qua đó nạp tải nhiệt để trao đổi nhiệt giữa van giãn nở và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn được làm tuần hoàn; và các van đóng/mở thứ tư và thứ năm được lắp ở đầu trước và đầu sau của bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn.

Phương tiện loại bỏ cacbon đioxit có thể được tạo ra với số nhiều. Trong khi một số phương tiện loại bỏ cacbon đioxit thực hiện việc lọc cacbon đioxit, các phương tiện loại bỏ cacbon đioxit khác có thể thực hiện việc tái tuần hoàn cacbon đioxit dưới sự kiểm soát của các van đóng/mở từ thứ nhất tới thứ ba và bộ phận gia nhiệt.

Phương tiện hoá lỏng có thể có: bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng được làm thích ứng để hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh; và bộ phận làm lạnh chất làm lạnh được làm thích ứng để làm lạnh chất làm lạnh nhờ bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh và cấp chất làm lạnh đã được làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng, trong đó bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng và bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh được tách ra khỏi nhau.

Bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng có thể được làm bằng thép không gỉ, và bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh có thể được làm bằng nhôm.

Trong bộ phận làm lạnh chất làm lạnh, bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh có thể có các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và thứ hai. Chất làm lạnh được xả từ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng có thể được nén và được làm lạnh nhờ một máy nén và thiết bị làm lạnh phía sau, và chất làm lạnh đã đi qua thiết bị làm lạnh phía sau có thể được tách thành chất làm lạnh dạng khí và chất làm lạnh dạng lỏng nhờ bộ tách. Chất làm lạnh dạng khí có thể được cấp tới đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai. Chất làm lạnh dạng lỏng có thể đi qua đường dẫn thứ hai của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và được làm giãn nở ở áp suất thấp nhờ van

Joule-Thomson (J-T) thứ nhất, và chất làm lạnh dạng lỏng đã giãn nở có thể được cấp tới máy nén qua đường dẫn thứ ba của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất. Chất làm lạnh đã đi qua đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai có thể được làm giãn nở ở áp suất thấp nhờ van J-T thứ hai và được cấp tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng. Chất làm lạnh có thể được làm giãn nở ở áp suất thấp nhờ van J-T thứ ba và được cấp tới máy nén qua đường dẫn thứ hai của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai và đường dẫn thứ ba của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất.

Trong bộ phận làm lạnh chất làm lạnh, chất làm lạnh được xả từ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng có thể được nén và được làm lạnh nhờ một máy nén và thiết bị làm lạnh phía sau và được cấp tới đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh. Chất làm lạnh đã đi qua đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh có thể được làm giãn nở nhờ bộ làm giãn nở và được cấp tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng hoặc được cấp tới máy nén qua đường dẫn thứ hai của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh theo hoạt động của van phân phối dòng.

Phương tiện hoá lỏng có thể có: bộ phận cung cấp chất làm lạnh được làm thích ứng để cấp chất làm lạnh để thực hiện trao đổi nhiệt với khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước; các bộ trao đổi nhiệt được lắp đặt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất được rẽ nhánh từ đường ống cấp mà qua đó khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước được cấp, và được làm thích ứng để làm lạnh khí thiên nhiên cấp từ đường ống cấp nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh; và bộ phận tái tuần hoàn được làm thích ứng để cấp có lựa chọn chất lỏng tái tuần hoàn nhằm loại bỏ cacbon đioxit đã đông lạnh ở các bộ trao đổi nhiệt.

Các bộ trao đổi nhiệt có thể tạo ra tổng công suất vượt quá năng suất sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng sao cho một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt được duy trì ở trạng thái dự phòng khi tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng.

Bộ phận tái tuần hoàn có thể có: bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn được làm thích ứng để cấp chất lỏng tái tuần hoàn; các đường ống tái tuần hoàn kéo dài từ bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn và được nối với các đầu trước và các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất; các van thứ nhất được lắp ở các đầu trước và các đầu sau ở các vị trí được nối với các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất; và van thứ hai được lắp ở các đầu trước và các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn.

Hệ thống có thể còn có: các thiết bị cảm biến được lắp đặt để kiểm tra trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit ở các bộ trao đổi nhiệt; và bộ điều khiển được làm thích ứng để tiếp nhận các tín hiệu cảm biến đầu ra từ các thiết bị cảm biến và kiểm soát van thứ nhất và van thứ hai và bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn.

Các thiết bị cảm biến có thể có các lưu lượng kế được lắp ở các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất và đo lưu lượng của khí thiên nhiên hoá lỏng, hoặc các đồng hồ đo cacbon đioxit được lắp trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất và đo hàm lượng của cacbon đioxit có trong khí ở đầu trước và đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt.

Tốt hơn là, hệ thống còn có các van thứ ba được lắp đặt ở đầu trước và đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên đường ống dẫn chất làm lạnh mà qua đó chất làm lạnh được cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh tới các bộ trao đổi nhiệt, các van thứ ba này được kiểm soát nhờ bộ điều khiển.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích, ưu điểm và khía cạnh khác nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là lưu đồ thể hiện phương pháp sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp (PLNG) theo sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ cấu trúc thể hiện hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ thể hiện phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ cấu trúc giải thích phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế;

Fig.5 là hình chiếu cạnh thể hiện thùng chứa được sử dụng cho phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ cấu trúc giải thích một ví dụ khác về phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh thể hiện thùng bảo quản khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) theo sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ phối cảnh thể hiện các kiểu thùng bảo quản LNG khác nhau theo sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ cấu trúc thể hiện một ví dụ về thùng bảo quản LNG theo sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ cấu trúc thể hiện một ví dụ khác về thùng bảo quản LNG theo sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ mặt cắt thể hiện một ví dụ khác về bộ phận nối của thùng chứa LNG theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ mặt cắt giải thích hoạt động của thùng chứa LNG theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.14 là một phần hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.15 là một phần hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.16 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ tư của sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ mặt cắt theo đường A-A' trên Fig.16;

Fig.18 là hình vẽ mặt cắt theo đường B-B' trên Fig.17;

Fig.19 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ năm của sáng chế;

Fig.20 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig.21 là hình vẽ mặt cắt theo đường C-C' trên Fig.20;

Fig.22 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ bảy của sáng chế;

Fig.23 là sơ đồ cấu trúc thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ tám của sáng chế;

Fig.24 là sơ đồ cấu trúc thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ chín của sáng chế;

Fig.25 là sơ đồ cấu trúc thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ mười của sáng chế;

Fig.26 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ mười một của sáng chế;

Fig.27 là hình vẽ mặt cắt thể hiện một ví dụ khác về bộ phận nối của thùng chứa LNG theo phương án thứ mười một của sáng chế;

Fig.28 là hình vẽ mặt cắt thể hiện một ví dụ khác về bộ phận nối của thùng chứa LNG theo phương án thứ mười một của sáng chế;

Fig.29 là hình vẽ mặt cắt thể hiện một ví dụ khác về bộ phận nổi của thùng chứa LNG theo phương án thứ mười một của sáng chế.

Fig.30 là hình vẽ mặt cắt phóng to thể hiện phần chính của thùng chứa LNG theo phương án thứ mười hai của sáng chế;

Fig.31 là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ phận đệm được bố trí trong thùng chứa LNG theo phương án thứ mười hai của sáng chế;

Fig.32 là hình vẽ phối cảnh thể hiện một ví dụ khác về bộ phận đệm được bố trí trong thùng chứa LNG theo phương án thứ mười hai của sáng chế;

Fig.33 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện hoá lỏng của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế;

Fig.34 là hình chiếu cạnh thể hiện kết cấu nổi có cơ cấu mang thùng bảo quản theo sáng chế;

Fig.35 là hình chiếu đứng thể hiện kết cấu nổi có cơ cấu mang thùng bảo quản theo sáng chế;

Fig.36 là hình chiếu cạnh giải thích hoạt động của kết cấu nổi có cơ cấu mang thùng bảo quản theo sáng chế;

Fig.37 là sơ đồ cấu trúc thể hiện hệ thống để duy trì áp suất cao của thùng chứa PLNG theo sáng chế;

Fig.38 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện hoá lỏng có bộ trao đổi nhiệt có thể tách rời trong hệ thống sản xuất PLNG theo phương án thứ mười ba của sáng chế;

Fig.39 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện hoá lỏng có bộ trao đổi nhiệt có thể tách rời trong hệ thống sản xuất PLNG theo phương án thứ mười bốn của sáng chế;

Fig.40 là hình chiếu đứng được cắt thể hiện kết cấu mang thùng chứa LNG theo sáng chế;

Fig.41 là hình chiếu cạnh được cắt thể hiện kết cấu mang thùng chứa LNG theo sáng chế;

Fig.42 là hình chiếu bằng thể hiện phần chính của kết cấu mang thùng chứa LNG theo sáng chế;

Fig.43 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện loại bỏ cacbon đioxit trong hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế;

Fig.44 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện loại bỏ cacbon đioxit trong hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế;

Fig.45 là hình vẽ mặt cắt thể hiện kết cấu nối của thùng chứa LNG theo sáng chế;

Fig.46 là hình vẽ phối cảnh thể hiện kết cấu nối của thùng chứa LNG theo sáng chế; và

Fig.47 là hình vẽ mặt cắt giải thích hoạt động của kết cấu nối của thùng chứa LNG theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo sẽ mô tả chi tiết về các phương án thực hiện sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó cùng số chỉ dẫn sẽ biểu thị các chi tiết giống nhau hoặc tương tự trong toàn bộ bản mô tả.

Fig.1 là lưu đồ thể hiện phương pháp sản xuất PLNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, phương pháp sản xuất PLNG theo sáng chế tạo ra PLNG bằng cách loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên mà không cần quy trình loại bỏ khí axit ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên 1, và hoá lỏng khí thiên nhiên bằng cách tăng áp và làm lạnh mà không cần quy trình chưng cất phân đoạn khí thiên nhiên thành khí thiên nhiên lỏng (NGL). Nhằm mục đích này, phương pháp sản xuất PLNG có thể có công đoạn khử nước S11 và công đoạn hoá lỏng S12.

Trong công đoạn khử nước S11, nước như hơi nước được loại bỏ ra khỏi khí thiên nhiên nhờ quy trình khử nước mà không cần quy trình loại bỏ khí axit ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên 1. Nghĩa là, quy trình khử nước được thực hiện trên khí thiên nhiên mà không cần thực hiện quy trình loại bỏ khí axit. Việc bỏ qua quy trình loại bỏ khí axit có thể làm đơn giản hoá quy trình sản xuất và giảm bớt chi phí đầu tư và chi phí bảo dưỡng. Ngoài ra, vì nước được loại bỏ thích hợp ra khỏi khí thiên nhiên trong công đoạn khử nước S11, có thể ngăn ngừa trạng thái đông lạnh nước của khí thiên nhiên ở nhiệt độ và áp suất làm việc của hệ thống sản xuất.

Trong công đoạn hoá lỏng S12, PLNG được tạo ra bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C mà không cần quy trình chưng cất phân đoạn NGL. Ví dụ, PLNG có áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C có thể được tạo ra. Vì quy trình chưng cất phân đoạn NGL, nghĩa là hydrocarbon lỏng, ra khỏi khí thiên nhiên được bỏ qua, quy trình sản xuất LNG có thể được đơn giản hoá và mức tiêu thụ năng lượng để làm lạnh và hoá lỏng khí thiên nhiên tới nhiệt độ lạnh sâu được giảm bớt. Do đó, chi phí đầu tư và chi phí bảo dưỡng được cắt giảm, nhờ đó giảm bớt chi phí sản xuất của LNG.

Theo phương pháp sản xuất PLNG của sáng chế, điều kiện của mỏ khí thiên nhiên 1 có thể là điều kiện trong đó khí thiên nhiên được tạo ra có lượng cacbon đioxit (CO_2) nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Ngoài ra khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên sau công đoạn khử nước S11 nhỏ hơn hoặc bằng 10%, công đoạn loại bỏ cacbon đioxit S13 để làm lạnh và loại bỏ cacbon đioxit có thể có trong công đoạn hoá lỏng S12.

Công đoạn loại bỏ cacbon đioxit S13 có thể được thực hiện khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên sau công đoạn khử nước S11 lớn hơn 2% hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Khi lượng cacbon đioxit nhỏ

hơn hoặc bằng 2%, khí thiên nhiên tồn tại ở trạng thái lỏng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất của PLNG sẽ được mô tả dưới đây. Do đó, mặc dù công đoạn loại bỏ cacbon đioxit S13 không được thực hiện, việc sản xuất và vận chuyển PLNG không bị ảnh hưởng. Khi lượng cacbon đioxit lớn hơn 2% và nhỏ hơn hoặc bằng 10%, khí thiên nhiên được làm lạnh ở trạng thái rắn. Do đó, công đoạn loại bỏ cacbon đioxit S13 được tiến hành nhằm hoá lỏng.

Sau công đoạn hoá lỏng S12, công đoạn bảo quản S14 có thể được thực hiện để bảo quản PLNG được tạo ra trong công đoạn hoá lỏng S12 trong thùng chứa có kết cấu kép. Do vậy, PLNG được vận chuyển tới địa điểm mong muốn. Nhằm mục đích này, công đoạn vận chuyển S15 có thể được thực hiện để vận chuyển PLNG bằng một thùng chứa riêng biệt hoặc đã đóng gói nhờ một tàu. Ngoài ra, PLNG có thể được vận chuyển nhờ một tàu bằng một thùng chứa riêng biệt hoặc được đóng gói có độ bền thùng được gia cố.

Thùng chứa dùng trong công đoạn vận chuyển S15 có thể được chế tạo và làm bằng một vật liệu sao cho có thể chịu được áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C. Ngoài ra, tàu để vận chuyển thùng chứa có thể là một sà lan hoặc tàu chở thùng chứa hiện có để thay thế một tàu riêng biệt như tàu chở LNG. Do đó, chi phí để vận chuyển thùng chứa có thể được giảm bớt.

Trong trường hợp này, thùng chứa có thể được nạp tải vào và được vận chuyển nhờ sà lan hoặc tàu chở thùng chứa không cần cải biến hoặc được cải biến rất ít. Thùng chứa sẽ được vận chuyển bằng tàu có thể được phân phối dựa trên thùng chứa riêng biệt theo yêu cầu của địa điểm tiêu thụ.

Trong khi đó, PLNG được bảo quản trong thùng chứa được phân phối tới người tiêu dùng sau công đoạn vận chuyển S15 sẽ đi vào công

đoạn tái khí hoá S16 ở địa điểm tiêu thụ cuối cùng và được cấp ở dạng khí thiên nhiên dạng khí. Phương tiện tái khí hoá để thực hiện công đoạn tái khí hoá S16 có thể được trang bị một bơm cao áp và một bộ hoá hơi. Đối với một địa điểm tiêu thụ riêng biệt như nhà máy điện hoặc một phân xưởng, phương tiện tự tái khí hoá có thể được lắp đặt.

Fig.2 là sơ đồ cấu trúc thể hiện hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.2, hệ thống sản xuất PLNG 10 theo sáng chế có thể có phương tiện khử nước 11 để khử nước khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên 1, và phương tiện hoá lỏng 12 để hoá lỏng khí thiên nhiên đã khử nước tới áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C và tạo ra PLNG.

Phương tiện khử nước 11 thực hiện quy trình khử nước để loại bỏ nước như hơi nước ra khỏi khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên 1, nhờ đó ngăn ngừa trạng thái đông lạnh của khí thiên nhiên ở nhiệt độ và áp suất làm việc của hệ thống sản xuất. Lúc này, khí thiên nhiên cấp từ mỏ khí thiên nhiên 1 tới phương tiện khử nước 11 không đi qua quy trình loại bỏ khí axit. Do đó, quy trình sản xuất LNG có thể được đơn giản hoá và chi phí đầu tư và chi phí bảo dưỡng có thể được giảm bớt.

Phương tiện hoá lỏng 12 tạo ra PLNG bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C. Ví dụ, phương tiện hoá lỏng 12 có thể tạo ra PLNG có áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C. Nhằm mục đích này, phương tiện hoá lỏng 12 có thể có máy nén và thiết bị làm lạnh để nén và làm lạnh chất lỏng nhiệt độ thấp. Khí thiên nhiên cấp từ phương tiện khử nước 11 được cấp tới phương tiện hoá lỏng 12 và sẽ đi vào công đoạn hoá lỏng mà không cần quy trình chung

cất phân đoạn NGL. Nhờ việc bỏ qua quy trình chưng cất phân đoạn NGL (hydrocarbon lỏng), chi phí sản xuất và chi phí bảo dưỡng của hệ thống có thể được giảm bớt, và vì thế, chi phí sản xuất của LNG có thể được giảm bớt.

Khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên cấp từ phương tiện khử nước 11 nhỏ hơn hoặc bằng 10%, hệ thống sản xuất PLNG 10 theo sáng chế có thể còn có phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 13 để làm đông lạnh cacbon đioxit và loại bỏ cacbon đioxit ra khỏi khí thiên nhiên.

Phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 13 có thể loại bỏ cacbon đioxit ra khỏi khí thiên nhiên chỉ khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên cấp từ phương tiện khử nước 11 lớn hơn 2% hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Nghĩa là khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên nhỏ hơn hoặc bằng 2%, khí thiên nhiên tồn tại ở trạng thái lỏng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất của PLNG. Như vậy, không cần phải loại bỏ cacbon đioxit. Khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên lớn hơn 2% và nhỏ hơn hoặc bằng 10%, khí thiên nhiên được làm lạnh ở trạng thái rắn. Như vậy, cần phải loại bỏ cacbon đioxit ở phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 13.

PLNG được tạo ra từ phương tiện hoá lỏng 12 được bảo quản trong thùng chứa có kết cấu kép ở phương tiện bảo quản 14 và được vận chuyển tới địa điểm tiêu thụ mong muốn bằng cách vận chuyển thùng chứa.

Fig.3 là lưu đồ thể hiện phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.3, phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế tăng áp và làm lạnh khí thiên nhiên để tạo ra PLNG, bảo quản PLNG trong thùng chứa, nạp tải thùng chứa, vận chuyển thùng chứa tới địa điểm tiêu thụ, dỡ tải thùng chứa ở địa điểm tiêu thụ, và nối thùng chứa với hệ thống tái khí hoá ở địa điểm tiêu thụ. Nhằm mục đích này, phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế có thể có công đoạn vận chuyển S21, công đoạn dỡ tải S22, và công đoạn nối S23.

Như được thể hiện trên Fig.4, trong công đoạn vận chuyển S21, PLNG được tạo ra bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C được bảo quản trong thùng chứa có thể di chuyển 21, được nạp tải vào tàu 2, và được vận chuyển tới địa điểm tiêu thụ. PLNG có thể được tạo ra nhờ phương pháp sản xuất PLNG như nêu trên. Thùng chứa 21 để bảo quản PLNG thu được có thể được chế tạo và làm bằng một vật liệu sao cho có thể chịu được áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C. Thùng chứa 21 có thể có kết cấu kép. Các thùng chứa 21 có thể được nạp tải vào tàu 2.

Trong công đoạn vận chuyển S21, thùng chứa có thể được vận chuyển bằng một phương tiện vận chuyển đường bộ, như xe moóc hoặc tàu hoả, khi địa điểm tiêu thụ 3 nằm trong vùng đất liền.

Trong công đoạn dỡ tải S22, khi tàu 2 đến địa điểm tiêu thụ 3, thùng chứa 21 chứa PLNG được dỡ tải ở địa điểm tiêu thụ 3 nhờ một phương tiện dỡ tải. Thùng chứa 21 có thể được dỡ tải dựa trên thùng chứa riêng biệt.

Trong công đoạn nối S23, thùng chứa 21 được nối với hệ thống tái khí hoá 23 ở địa điểm tiêu thụ 3 sao cho PLNG được bảo quản trong thùng chứa 21 có thể được làm bay hơi. Khí thiên nhiên được tạo ra bằng cách hoá hơi PLNG được bảo quản trong thùng chứa 21 có thể được cấp tới người tiêu dùng 3a. Trong khi đó, như được thể hiện trên Fig.5, thùng chứa 21 có vòi phun 21a dùng cho dòng vào và dòng ra của PLNG và nối với đường ống hoá hơi của hệ thống tái khí hoá 23. Vòi phun 21a có thể được bố trí ở nhiều vị trí khác nhau trong các kết cấu khác nhau phụ thuộc vào vị trí mà thùng chứa 21 được nạp tải vào tàu 2 và vị trí mà vòi phun 21a được nối với hệ thống tái khí hoá 23. Vòi phun 21a có thể có một đầu nối để nối

với đầu nối của phương tiện bảo quản PLNG và đầu nối của hệ thống tái khí hoá 23.

Phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế có thể còn có công đoạn thu gom S24 để thu gom thùng chứa rỗng 21 từ địa điểm tiêu thụ 3.

Trong công đoạn thu gom S24, thùng chứa rỗng 21 được thu gom tới địa điểm hệ thống sản xuất PLNG 10 được bố trí bằng cách sử dụng phương tiện vận chuyển đường bộ hoặc tàu 2. Điều này có thể góp phần giảm bớt chi phí phân phối và chi phí cung cấp khí thiên nhiên.

Như được thể hiện trên Fig.6, trong công đoạn vận chuyển S21, cụm lắp ráp thùng chứa 22 có thể được vận chuyển. Cụm lắp ráp thùng chứa 22 được tạo ra bằng cách kết hợp các thùng chứa 21 ở dạng một bao gói. Cụm lắp ráp thùng chứa 22 có thể có vòi phun liên khối 22a được nối để hợp nhất các vòi phun (số chỉ dẫn 21a trên Fig.5) được bố trí lần lượt trong các thùng chứa 21 dùng cho dòng vào và dòng ra của PLNG. Do đó, bằng cách kết hợp các thùng chứa 21 thành cụm lắp ráp thùng chứa 22 và sử dụng các thùng chứa 21 ở dạng thùng chứa đơn nhờ vòi phun liên khối 22a, có thể giảm bớt thời gian và nỗ lực cần thiết để thực hiện dỡ tải trong công đoạn vận chuyển S21, dỡ tải trong công đoạn dỡ tải S22, nối với hệ thống tái khí hoá 23 trong công đoạn nối S23, và thu gom trong công đoạn thu gom S24.

Cụm lắp ráp thùng chứa 22 được chế tạo nhờ nhiều thùng chứa 21. Như vậy, có thể dỡ tải cụm lắp ráp thùng chứa 22 ở địa điểm cần có lượng lớn khí thiên nhiên, tương tự một địa điểm tiêu thụ đơn lẻ như nhà máy điện hoặc tổ hợp công nghiệp.

Ngoài ra, theo phương pháp phân phối PLNG theo sáng chế, một thùng bảo quản riêng biệt là không cần thiết ở địa điểm tiêu thụ. Hơn nữa, hệ thống tái khí hoá đơn giản cần được tạo ra, và có thể dỡ tải thùng chứa 21 hoặc cụm lắp ráp thùng chứa 22 và có thể thu gom thùng chứa rỗng 21 hoặc cụm lắp ráp thùng chứa 22 trong khi tạo ra các vòng tròn từ địa điểm

mà hệ thống sản xuất PLNG được bố trí tới các địa điểm tiêu thụ riêng biệt 3 bằng tàu hoặc phương tiện vận chuyển đường bộ song song với tàu. Cụ thể là, đối với khu vực Đông Nam Á là nơi mà các địa điểm tiêu thụ nhỏ và vừa nằm phân tán ở nhiều đảo, có thể giảm tới mức tối thiểu việc xây dựng cơ sở hạ tầng, các phương tiện bảo quản và các đường ống riêng biệt lần lượt ở các địa điểm tiêu thụ.

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh thể hiện thùng bảo quản LNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.7, thùng bảo quản LNG 30 theo sáng chế có các thùng chứa 32 được lắp đặt bên trong thân chính 31 để bảo quản LNG. Thùng bảo quản LNG 30 cho phép LNG có thể được nạp tải vào và được dỡ tải ra khỏi các thùng chứa tương ứng 32 qua đường ống dỡ tải/nạp tải 33 mà các thùng chứa tương ứng 32 được nối với và trong đó các van nạp tải/dỡ tải 33a và 33b được lắp đặt.

Thân chính 31 được lắp đặt sao cho nhiều thùng chứa 32 được bố trí bên trong. Thân chính 31 có thể có các đệm cách 31a được lắp đặt giữa các thùng chứa 32 sao cho các thùng chứa 32 duy trì kết cấu bố trí trong khi được duy trì nằm cách nhau.

Ngoài ra, thân chính 31 có thể có một lớp cách nhiệt để ngăn chặn hiện tượng truyền nhiệt, hoặc kết cấu kép để cách nhiệt. Thân chính 31 có thể có nhiều kết cấu khác nhau, kể cả kết cấu khối sáu mặt tương tự phương án này. Ngoài ra, thân chính 31 có thể có các chân đỡ 31b, sao cho thân chính 31 được bố trí cách ra khỏi mặt đất để ngăn chặn hiện tượng truyền nhiệt tới mặt đất, và thân chính 31 được lắp đặt trên mặt đất ở trạng thái ổn định.

Như được thể hiện trên Fig.8(a), Fig.8(b) và Fig.8(c), thân chính 31 có thể có kích thước nhỏ, kích thước trung bình, và kích thước lớn. Như vậy, số lượng và kích thước của các thùng chứa 32 được tiếp nhận trong

thân chính 31 có thể được chuẩn hoá. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ nêu trên. Thân chính 31 có thể được chế tạo để tiếp nhận các số lượng khác nhau của các thùng chứa 32 và có thể được chế tạo với các kích thước khác nhau.

Các thùng chứa 32 có thể được chế tạo và làm bằng một vật liệu sao cho có thể chịu được áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C, cùng với đường ống nạp tải/dỡ tải 33 để bảo quản LNG. Để chịu được điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên, một chi tiết cách nhiệt được lắp đặt trong các thùng chứa 32 và đường ống nạp tải/dỡ tải 33, và các thùng chứa 32 và đường ống nạp tải/dỡ tải 33 có kết cấu kép. Do đó, có thể bảo quản và vận chuyển PLNG có áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C.

Như được thể hiện trên Fig.9, đường ống nạp tải/dỡ tải 33 được nối với các thùng chứa tương ứng 32 và kéo dài ra bên ngoài thân chính 31. Trên đường ống nạp tải/dỡ tải 33, các van nạp tải/dỡ tải 33a và 33b được lắp đặt để cho phép thực hiện và vô hiệu hoá việc nạp tải/dỡ tải LNG vào/ra khỏi các thùng chứa 32. Do đó, sau khi thân chính 31 được lắp ở địa điểm tiêu thụ và tiếp đó đường ống nạp tải/dỡ tải 33 được nối với hệ thống tái khí hoá hoặc đường ống cấp của địa điểm tiêu thụ, LNG hoặc khí thiên nhiên có thể được cấp ngay.

Các van nạp tải/dỡ tải 33a và 33b có thể có các van riêng biệt thứ nhất 33a và van liên khối thứ nhất 33b. Các van riêng biệt thứ nhất 33a được lắp riêng biệt để cho phép thực hiện và vô hiệu hoá việc nạp tải/dỡ tải LNG vào/ra khỏi các thùng chứa 32. Van liên khối thứ nhất 33b được lắp đặt để cho phép thực hiện và vô hiệu hoá hợp nhất việc nạp tải/dỡ tải LNG vào/ra khỏi toàn bộ các thùng chứa 32. Nếu tất cả các van riêng biệt thứ

nhất 33a là các van nạp tải/dỡ tải được mở, các thùng chứa tương ứng 32 có thể được đóng gói ở dạng thùng chứa đơn và được sử dụng làm một thùng đơn. Ngoài ra, có thể lắp đặt chỉ các van riêng biệt thứ nhất 33a hoặc chỉ van liên khối thứ nhất 33b là các van nạp tải/dỡ tải.

Thùng bảo quản LNG 30 theo sáng chế có thể còn có đường ống khí bay hơi (BOG) 34 để xả BOG được tạo ra tự động từ các thùng chứa 32. Đường ống BOG 34 được nối với một số hoặc tất cả các thùng chứa 32 và kéo dài ra bên ngoài thân chính 31. Đường ống BOG 34 có các van BOG 34a và 34b được mở và được đóng để xả BOG được tạo ra bên trong các thùng chứa 32. Đường ống BOG 34 có thể được chế tạo và làm bằng một vật liệu sao cho có thể chịu được áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C.

Ngoài ra, các van BOG 34a và 34b có thể có các van riêng biệt thứ hai 34a và van liên khối thứ hai 34b. Các van riêng biệt thứ hai 34a được lắp riêng biệt để cho phép thực hiện và vô hiệu hoá việc xả BOG ra khỏi các thùng chứa tương ứng 32. Van liên khối thứ hai 34b được lắp đặt để cho phép thực hiện và vô hiệu hoá hợp nhất việc xả BOG ra khỏi toàn bộ các thùng chứa 32. Chỉ các van riêng biệt thứ hai 34a hoặc chỉ van liên khối thứ hai 34b có thể được lắp đặt là các van BOG. Như đã được mô tả trên đây, nếu tất cả các van riêng biệt thứ hai 34a được mở, các thùng chứa tương ứng 32 có thể được đóng gói ở dạng thùng chứa đơn và được sử dụng làm một thùng đơn. Ngoài ra, chỉ các van riêng biệt thứ hai 34a hoặc chỉ van liên khối thứ hai 34b có thể được lắp đặt.

Thùng bảo quản LNG 30 theo sáng chế có thể còn có các bộ cảm biến áp suất 35 và bộ điều khiển 36. Các bộ cảm biến áp suất 35 cảm biến áp suất riêng rẽ hoặc toàn bộ áp suất bên trong của các thùng chứa 32 và đưa ra tín hiệu cảm biến. Bộ điều khiển 36 tiếp nhận đầu ra tín hiệu cảm biến từ các bộ cảm biến áp suất 35, và hiển thị áp suất riêng rẽ hoặc toàn bộ

áp suất bên trong của các thùng chứa 32 trên bộ phận hiển thị 37 được lắp đặt ở mặt ngoài của thân chính 31. Để đo áp suất riêng rẽ hoặc toàn bộ áp suất bên trong của các thùng chứa 32, các bộ cảm biến áp suất 35 có thể được lắp đặt ở đầu trước của các thùng chứa 32 trên đường ống nạp tải/dỡ tải 33, hoặc có thể được lắp đặt trên một đường dẫn hợp nhất đang di chuyển để nạp tải/dỡ tải LNG qua đường ống nạp tải/dỡ tải 33. Ngoài ra, bộ điều khiển 36 có thể kiểm soát các van nạp tải/dỡ tải 33a và 33b và các van BOG 34a và 34b theo đầu ra tín hiệu thao tác từ bộ phận thao tác 36a được lắp đặt trong thân chính 31 hoặc được lắp đặt để cho phép truyền thông hữu tuyến/không dây ở một địa điểm cách xa.

Như được thể hiện trên Fig.10, thùng bảo quản LNG 30 theo sáng chế có thể có bộ phận gia nhiệt 38 và bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 để hoá hơi LNG được dỡ tải ra khỏi các thùng chứa 32 và để điều chỉnh trị số gia nhiệt cần thiết ở địa điểm tiêu thụ. Bộ phận gia nhiệt 38 được lắp đặt để hoá hơi LNG được dỡ tải ra khỏi một số hoặc tất cả các thùng chứa 32. Bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 được lắp đặt để điều chỉnh giá trị gia nhiệt khí thiên nhiên đi qua bộ phận gia nhiệt 38. Bộ phận gia nhiệt 38 và bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 có thể được lắp đặt trên một đường ống khi một hoặc nhiều thùng chứa 32 được hợp nhất trên đường ống nạp tải/dỡ tải 33, hoặc có thể được lắp đặt trên một đường ống riêng biệt được nối với các thùng chứa 32 và đường ống nạp tải/dỡ tải 33 và dẫn LNG nhờ van.

Bộ phận gia nhiệt 38 có thể có bộ trao đổi nhiệt kiểu cánh phẳng 38a và bộ gia nhiệt bằng điện 38b. Bộ trao đổi nhiệt kiểu cánh phẳng 38a được lắp đặt để gia nhiệt sơ cấp LNG nhờ quy trình trao đổi nhiệt với không khí. Bộ gia nhiệt bằng điện 38b được lắp đặt để gia nhiệt thứ cấp LNG được làm bay hơi bằng cách dẫn qua bộ trao đổi nhiệt 38a.

Van nhánh 41 có thể được bố trí thêm trên đường ống khi bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 được lắp đặt, ví dụ, trên đường ống nạp tải/dỡ tải 33. Đường ống nhánh 41 được nối để rẽ qua bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 nhờ van nhánh 41a. Do đó, khi cần phải điều chỉnh trị số gia nhiệt của khí thiên nhiên, khí thiên nhiên được cấp tới bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 nhờ hoạt động của van nhánh 41a. Theo cách này, khí thiên nhiên có trị số gia nhiệt cần thiết ở địa điểm tiêu thụ được cấp. Khi không cần phải điều chỉnh trị số gia nhiệt của khí thiên nhiên, khí thiên nhiên rẽ nhánh bộ phận điều chỉnh trị số gia nhiệt 39 qua đường ống nhánh 41 nhờ hoạt động của van nhánh 41a. Van nhánh 41a có thể là van ba cửa hoặc các van hai cửa.

Ngoài ra, thùng bảo quản LNG 30 theo sáng chế có thể còn có bộ cảm biến nhiệt độ 42 và bộ điều khiển 36 để tạo cho khí thiên nhiên được dỡ tải có nhiệt độ cần thiết ở địa điểm tiêu thụ. Bộ cảm biến nhiệt độ 42 cảm biến nhiệt độ của khí thiên nhiên được dỡ tải. Bộ điều khiển 36 tiếp nhận tín hiệu từ bộ cảm biến nhiệt độ 42, và điều khiển bộ gia nhiệt bằng điện 38b để làm cho khí thiên nhiên tiến đến khoảng nhiệt độ định trước. Ngoài ra, bộ điều khiển 36 có thể hiển thị nhiệt độ của khí thiên nhiên được dỡ tải trên bộ phận hiển thị 37 được lắp đặt ở mặt ngoài của thân chính 31.

Bộ cảm biến nhiệt độ 42 có thể được lắp đặt ở phía xả của đường ống nạp tải/dỡ tải 33. Ngoài ra, bộ điều khiển 36 có thể kiểm soát van nhánh 41a theo đầu ra tín hiệu thao tác từ bộ phận thao tác 36a như đã được mô tả trên đây.

Như vậy, thùng bảo quản LNG 30 theo sáng chế có thể được chia thành các thùng chứa 32 có thể bảo quản LNG và xử lý BOG, và các thùng chứa 32 có thể bảo quản LNG, xử lý BOG, và điều chỉnh phương tiện hoá hơi à trị số gia nhiệt, phụ thuộc vào các chức năng cụ thể. Thùng bảo quản

LNG 30 theo sáng chế có thể vận chuyển dễ dàng LNG hoặc khí thiên nhiên theo yêu cầu của người tiêu dùng ở địa điểm tiêu thụ.

Fig.11 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.11, thùng chứa LNG 50 theo phương án thứ nhất của sáng chế có thể có vỏ trong 51, vỏ ngoài 52, và bộ phận lớp cách nhiệt 53. Vỏ trong 51 được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG chứa bên trong. Vỏ ngoài 52 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 51 và được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 51. Bộ phận lớp cách nhiệt 53 giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt giữa vỏ trong 51 và vỏ ngoài 52.

Vỏ trong 51 tạo ra khoảng trống bảo quản LNG. Vỏ trong 51 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Ví dụ, vỏ trong 51 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%. Tương tự phương án này, vỏ trong 51 có thể được tạo ra dạng ống. Ngoài ra, vỏ trong 51 có thể có các hình dạng khác nhau, kể cả hình đa diện.

Vỏ ngoài 52 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 51 sao cho một khoảng trống được tạo ra giữa vỏ ngoài 52 và vỏ trong 51. Vỏ ngoài 52 được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 51. Vỏ ngoài 52 chia sẻ áp suất bên trong tác dụng vào vỏ trong 51. Do đó, lượng vật liệu được sử dụng cho vỏ trong 51 có thể được giảm bớt, điều này cho phép giảm bớt chi phí sản xuất của thùng chứa LNG 50.

Nhờ đường dẫn nối sẽ được mô tả dưới đây, áp suất của vỏ trong 51 trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 53. Do đó, vỏ ngoài 52 có thể chịu được áp suất của PLNG. Mặc dù vỏ trong 51 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C, PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13

tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C , có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 51 và vỏ ngoài 52. Thùng chứa 50 có thể được thiết kế để thỏa mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 52 và bộ phận lớp cách nhiệt 53 được lắp ráp.

Trong khi đó, vỏ trong 51 có thể được tạo ra có độ dày t_1 nhỏ hơn so với độ dày t_2 của vỏ ngoài 52. Do đó, khi chế tạo vỏ trong 51, việc sử dụng kim loại đắt tiền có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp có thể được giảm bớt.

Bộ phận lớp cách nhiệt 53 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 51 và vỏ ngoài 52 và được làm bằng vật liệu cách nhiệt để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 53 có thể được chế tạo hoặc làm bằng một vật liệu sao cho áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 51 được tác dụng lên đó. Áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 51 không phải là áp suất đúng bằng mà là áp suất xấp xỉ.

Bộ phận lớp cách nhiệt 53 và mặt trong của vỏ trong 51 có thể được nối với nhau nhờ đường dẫn nối 54 để tạo ra cân bằng áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 51. Khi áp suất được làm cân bằng giữa mặt trong của vỏ trong 51 và mặt ngoài của vỏ trong 51 (phần bên trong của vỏ ngoài 52) nhờ đường dẫn nối 54, vỏ ngoài 52 chịu được một phần áp suất đáng kể, điều này cho phép giảm bớt độ dày của vỏ trong 51.

Như được thể hiện trên Fig.12, đường dẫn nối 54 có thể được tạo ra ở phía tiếp xúc với bộ phận lớp cách nhiệt 53 ở bộ phận nối 55 được tạo ra ở cửa nạp/cửa xả 51a của vỏ trong 51. Do đó, áp suất bên trong của vỏ trong 51 được chuyển tới bộ phận lớp cách nhiệt 53 nhờ đường dẫn nối 54, và vì thế, áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 51 được làm cân bằng.

Như được thể hiện trên Fig.13, bộ phận lớp cách nhiệt 53 được lắp đặt với độ dày nhất định để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt giữa vỏ trong 51 làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp và vỏ ngoài 52 làm bằng thép có độ bền đặc biệt tốt và để duy trì tốc độ bay hơi thích hợp (BOR). Nhờ việc lắp đặt bộ phận lớp cách nhiệt 53, PLNG cũng như LNG có thể được bảo quản. Nhờ cân bằng áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 51, độ dày t1 của vỏ trong 51 được giảm bớt. Do đó, việc sử dụng kim loại đắt tiền có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp có thể được giảm bớt. Ngoài ra, khuyết tật kết cấu gây ra bởi áp suất bên trong của vỏ trong 51 có thể được ngăn ngừa, và thùng chứa 50 có tuổi bền đặc biệt cao có thể được tạo ra.

Trong khi đó, bộ phận nối 55 có thể được nối hợp nhất với cửa nạp/cửa xả 51a của vỏ trong 51 để cấp và xả LNG tới/từ vỏ trong 51. Như vậy, bộ phận nối 55 có thể nhô ra ngoài vỏ ngoài 52. Một chi tiết bên ngoài như van có thể được nối với bộ phận nối 55.

Như được thể hiện trên Fig.14, thùng chứa LNG theo phương án thứ hai của sáng chế có thể có lớp cách nhiệt ngoài 56 được lắp đặt để tạo ra cách nhiệt trên mặt ngoài của vỏ ngoài 52. Lớp cách nhiệt ngoài 56 có thể được gắn chặt vào vỏ ngoài 52 sao cho nằm bao quanh mặt ngoài của vỏ ngoài 52. Ngoài ra, lớp cách nhiệt ngoài 56 có thể duy trì trạng thái bao quanh vỏ ngoài 52 nhờ hình dạng đúc hoặc tạo hình của nó. Do vậy, hiện tượng truyền nhiệt từ bên ngoài được ngăn ngừa. Do đó, ở môi trường nhiệt độ cao như các khu vực nhiệt đới, hiện tượng tạo ra BOG từ LNG hoặc PLNG được bảo quản trong các thùng chứa có thể được giảm bớt.

Như được thể hiện trên Fig.15, thùng chứa LNG theo phương án thứ ba của sáng chế có thể có bộ phận gia nhiệt 57 được lắp đặt ở mặt ngoài của vỏ ngoài 52. Bộ phận gia nhiệt 57 có thể là đường ống tuần hoàn nạp tải nhiệt để cấp nhiệt tới vỏ ngoài 52 bằng cách cấp tuần hoàn nạp tải nhiệt. Bộ

phần gia nhiệt 57 có thể là một bộ gia nhiệt để tạo ra nhiệt nhờ điện năng cấp từ một acquy, tụ điện hoặc nguồn điện được gắn chặt vào thùng chứa 50. Bộ phận gia nhiệt 57 có thể có là một phần tử gia nhiệt dạng tấm mềm dẻo hoặc một dây điện trở quấn quanh mặt ngoài của vỏ ngoài 52 giống như cách bố trí theo phương án này.

Do đó, ở môi trường nhiệt độ thấp như các vùng cực, LNG hoặc PLNG được bảo quản trong thùng chứa không bị ảnh hưởng bởi không khí lạnh bên ngoài. Do vậy, vỏ ngoài 52 có thể được làm bằng tấm thép thông thường, nhờ đó giảm bớt chi phí sản xuất của nó.

Fig.16 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ tư của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.16, thùng chứa LNG 60 theo phương án thứ tư của sáng chế có thể có vỏ trong 61, vỏ ngoài 62, chân đỡ 63, và bộ phận lớp cách nhiệt 64. Vỏ trong 61 bảo quản LNG bên trong, và vỏ ngoài 62 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 61. Chân đỡ 63 được lắp đặt giữa vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62, và đỡ vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62. Bộ phận lớp cách nhiệt 64 giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Trong khi đó, bộ phận nối (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được nối hợp nhất với cửa nạp/cửa xả của vỏ trong 61 để cấp và xả LNG tới/từ vỏ trong 61. Như vậy, bộ phận nối có thể nhô ra ngoài vỏ ngoài 62. Một chi tiết bên ngoài như van có thể được nối với bộ phận nối.

Vỏ trong 61 tạo ra khoảng trống bảo quản LNG. Vỏ trong 61 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Ví dụ, vỏ trong 61 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%. Tương tự phương án này, vỏ trong 61 có thể được tạo ra dạng ống. Ngoài ra, vỏ trong 61 có thể có các hình dạng khác nhau, kể cả hình đa diện.

Vỏ ngoài 62 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 61 sao cho một khoảng trống được tạo ra giữa vỏ ngoài 62 và vỏ trong 61. Vỏ ngoài 62

được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 61. Vỏ ngoài 62 chia sẻ áp suất bên trong tác dụng vào vỏ trong 61. Do đó, lượng vật liệu được sử dụng cho vỏ trong 61 có thể được giảm bớt, điều này cho phép giảm bớt chi phí sản xuất của thùng chứa LNG 60.

Nhờ đường dẫn nối, áp suất của vỏ trong 61 trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 64. Do đó, vỏ ngoài 62 có thể chịu được áp suất của PLNG. Mặc dù vỏ trong 61 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C , PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C , có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62. Thùng chứa 60 có thể được thiết kế để thỏa mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 62, chân đỡ 63, và bộ phận lớp cách nhiệt 64 được lắp ráp.

Chân đỡ 63 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62 để đỡ vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62. Chân đỡ 63 gia cố kết cấu vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62. Chân đỡ 63 có thể được làm bằng kim loại (ví dụ, thép chịu nhiệt độ thấp) để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Như được thể hiện trên Fig.17, một chân đỡ 63 có thể được lắp đặt theo các chu vi bên của vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62, hoặc các chân đỡ 63 có thể được lắp đặt sao cho nằm cách nhau theo phương thẳng đứng ở các phía bên của vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62 giống như cách bố trí theo phương án này.

Như được thể hiện trên Fig.18, chân đỡ 63 có thể có bích thứ nhất 63a, bích thứ hai 63b, và thân kết cấu thứ nhất 63c. Bích thứ nhất 63a và bích thứ hai 63b được đỡ trên mặt ngoài của vỏ trong 61 và mặt trong của vỏ ngoài 62. Thân kết cấu thứ nhất 63c được tạo ra giữa bích thứ nhất 63a và bích thứ hai 63b. Bích thứ nhất 63a và bích thứ hai 63b có thể có dạng vòng hoặc có thể có các chi tiết dạng cong được tạo ra bằng cách chia dạng vòng thành nhiều phần.

Ngoài ra, chân đỡ 63 có thể được đỡ cố định bằng cách hàn trên mặt ngoài của vỏ trong 61 và mặt trong của vỏ ngoài 62 mà không cần sử dụng các chi tiết riêng biệt như một bích. Trong trường hợp này, sợi thủy tinh có thể được luồn vào chân đỡ 63 để ngăn không cho nhiệt được truyền ra bên ngoài qua chân đỡ 63.

Thân kết cấu thứ nhất 63c có thể là các kết cấu lưới có cả hai đầu được cố định vào bích thứ nhất 63a và bích thứ hai 63b. Một số kết cấu lưới có thể được cố định để tiếp nhận và tác dụng lực nén giữa bích thứ nhất 63a và bích thứ hai 63b, và các kết cấu lưới khác có thể được cố định để tạo ra một kết cấu thanh giằng. Hình dạng và vị trí cố định của các kết cấu lưới có thể được thay đổi hoặc được điều chỉnh. Điều này có thể được áp dụng tương đương cho trường hợp thân kết cấu thứ nhất 63c được đỡ cố định bằng cách hàn trên vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62.

Chi tiết cách nhiệt 65 có thể được lắp đặt giữa mặt trong của vỏ ngoài 62 và bích thứ hai 63b để ngăn chặn hiện tượng truyền nhiệt. Chi tiết cách nhiệt 65 có thể có sợi thủy tinh và ngăn không cho nhiệt độ của vỏ trong 61 được truyền tới vỏ ngoài 62 bởi chân đỡ 63.

Ngoài ra, trong trường hợp chân đỡ 63 được đỡ cố định bằng cách hàn, chi tiết cách nhiệt 65 như sợi thủy tinh có thể được bố trí ở phần đầu của chân đỡ 63 tiếp xúc với vỏ ngoài 62 và được cố định bằng cách hàn. Theo cách khác, một chi tiết cách nhiệt riêng biệt có thể được bố trí giữa mặt ngoài của chân đỡ 63 và phần bên trong của vỏ ngoài 62. Theo cách này, có thể ngăn không cho nhiệt độ của vỏ trong 61 được truyền tới vỏ ngoài 62 bởi chân đỡ 63.

Thùng chứa LNG 60 theo sáng chế có thể còn có chân đỡ dưới 66 được lắp đặt trong khoảng trống dưới giữa vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62 để đỡ vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62. Chân đỡ dưới 66 có thể có bích thứ ba, bích thứ tư, và thân kết cấu thứ hai. Bích thứ ba và bích thứ tư được đỡ trên mặt

ngoài của vỏ trong 61 và mặt trong của vỏ ngoài 62. Thân kết cấu thứ hai được tạo ra giữa bích thứ ba và bích thứ tư. Thân kết cấu thứ hai có thể là các kết cấu lưới có cả hai đầu được cố định vào bích thứ ba và bích thứ tư. Hình dạng chi tiết của các bộ phận này chỉ khác nhau theo vị trí lắp đặt, và các bộ phận này của chân đỡ dưới gần như giống hệt các bộ phận của chân đỡ 63. Ngoài ra, một chi tiết cách nhiệt (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được lắp đặt giữa mặt trong của vỏ ngoài 62 và bích thứ tư để ngăn chặn hiện tượng truyền nhiệt. Chi tiết cách nhiệt này có thể là sợi thủy tinh.

Bộ phận lớp cách nhiệt 64 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62 và được làm bằng vật liệu cách nhiệt để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 64 có thể được chế tạo hoặc làm bằng một vật liệu sao cho áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 61 được tác dụng lên đó. Áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 61 không phải là áp suất đúng bằng mà là áp suất xấp xỉ. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 64 và mặt trong của vỏ trong 61 có thể được nối với nhau nhờ đường dẫn nối (xem số chỉ dẫn 54 trên Fig.12) để tạo ra cân bằng áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 61, tương tự kết cấu theo phương án được thể hiện trên Fig.12. Vì đường dẫn nối 54 đã được mô tả chi tiết theo phương án này, phần mô tả thêm sẽ được loại bỏ.

Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 64 có thể được làm bằng vật liệu cách nhiệt dạng hạt (ví dụ, peclit) có thể đi qua chân đỡ 63, cụ thể là, thân kết cấu 63c có các kết cấu lưới. Do đó, bộ phận lớp cách nhiệt dạng hạt 64 có thể được trộn và nạp đồng đều. Vì không có khe hở được tạo ra giữa vỏ trong 61 và vỏ ngoài 62, đặc tính cách nhiệt có thể được cải thiện.

Hơn nữa, khi nạp, các hạt của bộ phận lớp cách nhiệt 64 được dịch chuyển tự do vì chân đỡ 63 và chân đỡ dưới 66 có các kết cấu đỡ lưới, nhờ đó ngăn ngừa hiện tượng không đồng đều của bộ phận lớp cách nhiệt 64.

Như được thể hiện trên Fig.19, thùng chứa LNG 70 theo phương án thứ năm của sáng chế có thể được lắp đặt theo chiều ngang. Trong trường hợp này, chân đỡ dưới (số chỉ dẫn 66 trên Fig.16) theo phương án nêu trên có thể được loại bỏ.

Fig.20 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ sáu của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.12, thùng chứa LNG 80 theo phương án thứ sáu của sáng chế có thể có vỏ trong 81, vỏ ngoài 82, và bộ phận lớp cách nhiệt 84. Vỏ trong 81 bảo quản LNG bên trong, và vỏ ngoài 82 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 81. Bộ phận lớp cách nhiệt 84 giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt giữa vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82. Mặt ngoài của vỏ trong 81 và mặt trong của vỏ ngoài 82 được nối với nhau nhờ lõi kim loại 83. Trong khi đó, bộ phận nối (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được nối hợp nhất với cửa nạp/cửa xả của vỏ trong 81 để cấp và xả LNG tới/từ vỏ trong 81. Như vậy, bộ phận nối có thể nhô ra ngoài vỏ ngoài 82. Một chi tiết bên ngoài như van có thể được nối với bộ phận nối.

Vỏ trong 81 tạo ra khoảng trống bảo quản LNG. Vỏ trong 81 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Ví dụ, vỏ trong 81 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%. Tương tự phương án này, vỏ trong 81 có thể được tạo ra dạng ống. Ngoài ra, vỏ trong 81 có thể có các hình dạng khác nhau, kể cả hình đa diện.

Vỏ ngoài 82 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 81 sao cho một khoảng trống được tạo ra giữa vỏ ngoài 82 và vỏ trong 81. Vỏ ngoài 82 được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 81. Vỏ ngoài 82 chia sẻ áp suất bên trong tác dụng vào vỏ trong 81. Do đó, lượng vật liệu được sử dụng cho vỏ trong 81 có thể được giảm bớt, điều này cho phép giảm bớt chi phí sản xuất của thùng chứa LNG 80.

Nhờ đường dẫn nối, áp suất của vỏ trong 81 trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 84. Do đó, vỏ ngoài 82 có thể chịu được áp suất của PLNG. Mặc dù vỏ trong 81 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C , PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C , có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82. Thùng chứa 80 có thể được thiết kế để thỏa mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 82, lõi kim loại 83, và bộ phận lớp cách nhiệt 84 được lắp ráp.

Lõi kim loại 83 có thể được nối với mặt ngoài của vỏ trong 81 và mặt trong của vỏ ngoài 82 sao cho vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82 được đỡ với nhau. Lõi kim loại 83 có thể được lắp đặt theo chu vi nằm ngang của vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82, hoặc các chân đỡ 63 có thể được lắp đặt sao cho nằm cách nhau theo phương thẳng đứng ở các phía bên của vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82 giống như cách bố trí theo phương án này. Ngoài ra, lõi kim loại 83 có thể là dây kim loại như dây thép. Ví dụ, lõi kim loại 83 có thể được nối với các vòng được bố trí trên mặt ngoài của vỏ trong 81 và mặt trong của vỏ ngoài 82. Lõi kim loại 83 có thể được liên kết hoặc được hàn trên các điểm đỡ 83a. Ngoài ra, lõi kim loại 83 có thể nối vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82 nhờ các phương pháp khác nhau.

Như được thể hiện trên Fig.21, lõi kim loại 83 có thể được lắp đặt bằng cách nối lặp lại một điểm đỡ 83a với hai điểm đỡ liền kề 83a của vỏ ngoài 82 và nối lặp lại một điểm đỡ 83a của vỏ ngoài 82 với hai điểm đỡ liền kề 83a của vỏ trong 81. Lõi kim loại 83 có thể được bố trí dạng chữ chi theo chu vi của vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82. Như được thể hiện trên Fig.8(a) và Fig.8(b), số lần nối lõi kim loại 83 và số lượng lõi kim loại 83 có thể được thay đổi.

Thùng chứa LNG 80 theo sáng chế có thể còn có chân đỡ dưới 86 được lắp đặt trong khoảng trống dưới giữa vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82 để đỡ vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82. Chân đỡ dưới 86 có thể có các bích và thân kết cấu. Các bích được đỡ trên mặt ngoài của vỏ trong 81 và mặt trong của vỏ ngoài 82. Thân kết cấu được tạo ra giữa các bích. Thân kết cấu có thể có các kết cấu lưới có cả hai đầu được cố định vào các bích. Vì các bộ phận này gần như giống hệt chân đỡ dưới 66 của thùng chứa LNG 60 theo phương án thứ năm của sáng chế, phần mô tả chi tiết sẽ được loại bỏ.

Bộ phận lớp cách nhiệt 84 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82 và được làm bằng vật liệu cách nhiệt để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 84 có thể được chế tạo hoặc làm bằng một vật liệu sao cho áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 81 được tác dụng lên đó. Áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 81 không phải là áp suất đúng bằng mà là áp suất xấp xỉ. Bộ phận lớp cách nhiệt 84 và vỏ trong 81 có thể được nối với nhau nhờ đường dẫn nối (số chỉ dẫn 54 trên Fig.12) để tạo ra cân bằng áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 81, tương tự kết cấu theo phương án được thể hiện trên Fig.12. Vì đường dẫn nối 54 đã được mô tả chi tiết theo phương án này, phần mô tả thêm sẽ được loại bỏ.

Bộ phận lớp cách nhiệt 84 có thể được làm bằng vật liệu cách nhiệt dạng hạt có thể đi qua lõi kim loại 83. Do đó, bộ phận lớp cách nhiệt dạng hạt 84 có thể được trộn và nạp đồng đều. Vì không có khe hở được tạo ra giữa vỏ trong 81 và vỏ ngoài 82, hiện tượng không đồng đều của bộ phận lớp cách nhiệt 84 có thể được ngăn ngừa và đặc tính cách nhiệt có thể được cải thiện.

Như được thể hiện trên Fig.22, thùng chứa LNG 90 theo sáng chế có thể được lắp đặt theo chiều ngang. Trong trường hợp này, chân đỡ dưới (số chỉ dẫn 86 trên Fig.20) có thể được loại bỏ.

Fig.23 là sơ đồ cấu trúc thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ tám của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.23, thùng chứa LNG 510 theo phương án thứ tám của sáng chế có thể có vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512. Vỏ trong 511 bảo quản LNG bên trong, và vỏ ngoài 512 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 511. Khoảng trống bên trong của vỏ trong 511 và khoảng trống giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 được nối với nhau nhờ đường ống làm cân bằng 514. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 513 có thể được lắp đặt giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512.

Vỏ trong 511 tạo ra khoảng trống bảo quản LNG. Vỏ trong 511 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Ví dụ, vỏ trong 511 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%. Tương tự phương án này, vỏ trong 511 có thể được tạo ra dạng ống. Ngoài ra, vỏ trong 511 có thể có các hình dạng khác nhau, kể cả hình đa diện.

Nhờ đường dẫn nối, áp suất của vỏ trong 511 trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 513. Do đó, vỏ ngoài 512 có thể chịu được áp suất của PLNG. Mặc dù vỏ trong 511 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C, PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C, có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512. Thùng chứa 510 có thể được thiết kế để thoả mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 512 và bộ phận lớp cách nhiệt 513 được lắp ráp.

Đường ống xả thứ nhất 515 có thể được nối với khoảng trống bên trong trên của vỏ trong 511 và kéo dài ra bên ngoài. Van xả thứ hai 515a được lắp đặt trên đường ống xả thứ nhất 515 để mở/đóng dòng khí. Do đó,

đường ống xả thứ nhất 515 có thể xả khí từ khoảng trống bên trong của vỏ trong 511 ra bên ngoài bằng cách mở van xả thứ hai 515a.

Ngoài ra, các bộ phận nối thứ nhất và thứ hai 516a và 516b có thể được nối với khoảng trống bên trong trên và khoảng trống bên trong dưới của vỏ trong 511, đi qua vỏ ngoài, và kéo dài ra bên ngoài. Do đó, LNG có thể được nạp tải vào mặt trong của vỏ trong 511 qua đường ống nạp tải 7 được nối với bộ phận nối thứ nhất 516a, và LNG có thể được dỡ tải ra khỏi mặt trong của vỏ trong 511 qua đường ống dỡ tải 8 được nối với bộ phận nối thứ hai 516b. Trong khi đó, các van 7a và 8b có thể được lắp đặt lần lượt trên đường ống nạp tải 7 và đường ống dỡ tải 8.

Vỏ ngoài 512 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 511 sao cho một khoảng trống được tạo ra giữa vỏ ngoài 512 và vỏ trong 511. Vỏ ngoài 512 được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 511. Vỏ ngoài 512 chia sẻ áp suất bên trong tác dụng vào vỏ trong 511. Do đó, lượng vật liệu được sử dụng cho vỏ trong 511 có thể được giảm bớt, điều này cho phép giảm bớt chi phí sản xuất của thùng chứa LNG 510.

Trong khi đó, vỏ trong 511 có thể được tạo ra sao cho có độ dày nhỏ hơn so với độ dày của vỏ ngoài 512. Do vậy, khi chế tạo thùng chứa 510, việc sử dụng kim loại đắt tiền có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp có thể được giảm bớt.

Bộ phận lớp cách nhiệt 513 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 và được làm bằng vật liệu cách nhiệt để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 513 có thể được chế tạo hoặc làm bằng một vật liệu sao cho áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 511 được tác dụng lên đó.

Đường ống làm cân bằng 514 nối khoảng trống bên trong của vỏ trong 511 và khoảng trống giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512. Kết quả là, khoảng trống bên trong và khoảng trống bên ngoài của vỏ trong 511 được

nổi với nhau. Do vậy, chênh lệch giữa áp suất bên trong của vỏ trong 511 và áp suất giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 được giảm tới mức tối thiểu, nhờ đó đạt được cân bằng áp suất. Bằng cách giảm tới mức tối thiểu chênh lệch áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 511, áp suất tác dụng trên vỏ trong 511 được giảm bớt. Do đó, độ dày của vỏ trong 511 có thể được giảm bớt, và việc sử dụng kim loại đắt tiền có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp có thể được giảm bớt. Ngoài ra, khuyết tật kết cấu gây ra bởi áp suất bên trong của vỏ trong 511 có thể được ngăn ngừa, và thùng chứa 510 có tuổi bền đặc biệt cao có thể được tạo ra.

Chân đỡ 517 có thể được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 để đỡ vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512. Chân đỡ 517 gia cố kết cấu vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512. Chân đỡ 517 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Một chân đỡ 517 có thể được lắp đặt theo các chu vi bên của vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512, hoặc các chân đỡ 517 có thể được lắp đặt sao cho nằm cách nhau theo phương thẳng đứng ở các phía bên của vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 giống như cách bố trí theo phương án này.

Ngoài ra, chân đỡ dưới 518 có thể được lắp đặt trong khoảng trống dưới giữa vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 để đỡ vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512.

Tương tự chân đỡ 63 được thể hiện trên Fig.18, chân đỡ 517 và chân đỡ dưới 518 có thể có các bích và thân kết cấu. Các bích này được đỡ trên mặt ngoài của vỏ trong 511 và mặt trong của vỏ ngoài 512. Thân kết cấu được tạo ra giữa các bích. Thân kết cấu có thể có các kết cấu lưới có cả hai đầu được cố định vào các bích. Một chi tiết cách nhiệt như sợi thủy tinh có thể được lắp đặt giữa vỏ ngoài 512 và các bích để ngăn chặn hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, tương tự lõi kim loại 83 được thể hiện trên Fig.20,

chân đỡ 517 có thể được nối với mặt ngoài của vỏ trong 511 và mặt trong của vỏ ngoài 512 sao cho vỏ trong 511 và vỏ ngoài 512 được đỡ với nhau.

Như được thể hiện trên Fig.24, thùng chứa LNG theo phương án thứ chín của sáng chế có thể có van đóng/mở 514a để mở/đóng dòng chất lỏng, ví dụ, khí thiên nhiên hoặc BOG, tới đường ống làm cân bằng 514. Do đó, dòng chất lỏng qua đường ống làm cân bằng 514 có thể được chặn nhờ van đóng/mở 514a phụ thuộc vào thay đổi vị trí hoặc trạng thái của thùng chứa.

Như được thể hiện trên Fig.25, thùng chứa LNG theo phương án thứ mười của sáng chế có thể có đường ống xả thứ hai 514c được nối với đường ống làm cân bằng 514. Van xả thứ hai 514b có thể được lắp đặt trên đường ống xả thứ hai 514c. Do đó, khí bên trong vỏ trong 511 có thể được xả ra bên ngoài qua đường ống làm cân bằng 514 và đường ống xả thứ hai 514c bằng cách mở van xả thứ hai 514b. Kết quả là, có thể tránh được quy trình phức tạp dùng để nối đường ống xả với vỏ trong 511. Ngoài ra, độ ổn định kết cấu có thể được duy trì, và đường ống xả có thể được lắp đặt dễ dàng.

Fig.26 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thùng chứa LNG theo phương án thứ mười một của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.26, thùng chứa LNG 100 theo phương án thứ mười một của sáng chế có thể có vỏ trong 110, vỏ ngoài 120, và bộ phận lớp cách nhiệt 130. Vỏ trong 110 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Vỏ ngoài 120 có thể bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 110. Bộ phận lớp cách nhiệt 130 có thể được lắp đặt giữa vỏ trong 110 và vỏ ngoài 120 để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Bộ phận nối 140 có thể được tạo ra ở vỏ trong 110 và vỏ ngoài 120. Bộ phận nối 140 có thể có bích thứ nhất 142 và bích thứ hai 144. Bích thứ nhất 142 được tạo ra để nối bích ở trạng thái sao cho nó tiếp xúc với van 4 ở một đầu của bộ phận nạp 141 kéo dài ra ngoài từ vỏ trong 110. Bích thứ hai 144

được tạo ra để nối bích với van 4 ở một đầu của phần kéo dài 143 kéo dài từ vỏ ngoài 120 sao cho bao quanh bộ phận nạp 141.

Vỏ trong 110 tạo ra khoảng trống bảo quản LNG. Vỏ trong 110 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Ví dụ, vỏ trong 110 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%. Tương tự phương án này, vỏ trong 110 có thể được tạo ra dạng ống. Ngoài ra, vỏ trong 110 có thể có các hình dạng khác nhau, kể cả hình đa diện.

Vỏ ngoài 120 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 110 sao cho một khoảng trống được tạo ra giữa vỏ ngoài 120 và vỏ trong 110. Vỏ ngoài 120 được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 110. Vỏ ngoài 120 chia sẻ áp suất bên trong tác dụng vào vỏ trong 110. Do đó, lượng vật liệu được sử dụng cho vỏ trong 110 có thể được giảm bớt, điều này cho phép giảm bớt chi phí sản xuất của thùng chứa LNG 100.

Nhờ đường dẫn nối, áp suất của vỏ trong 110 trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 130. Do đó, vỏ ngoài 120 có thể chịu được áp suất của PLNG. Mặc dù vỏ trong 110 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C, PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C, có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 110 và vỏ ngoài 120. Thùng chứa 100 có thể được thiết kế để thỏa mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 120 và bộ phận lớp cách nhiệt 130 được lắp ráp.

Trong khi đó, vỏ trong 110 có thể được tạo ra có độ dày nhỏ hơn so với độ dày của vỏ ngoài 120. Do đó, khi chế tạo vỏ trong 110, việc sử dụng kim loại đắt tiền có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp có thể được giảm bớt.

Bộ phận lớp cách nhiệt 130 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 110 và vỏ ngoài 120 và được làm bằng vật liệu cách nhiệt để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 130 có thể được chế tạo hoặc làm bằng một vật liệu sao cho áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 110 được tác dụng lên đó. Áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 110 không phải là áp suất đúng bằng mà là áp suất xấp xỉ.

Bộ phận lớp cách nhiệt 130 và mặt trong của vỏ trong 110 có thể được nối với nhau nhờ đường dẫn nối (không được thể hiện trên hình vẽ) để tạo ra cân bằng áp suất giữa mặt trong và mặt ngoài của vỏ trong 110. Đường dẫn nối có thể bao gồm nhiều phương án khác nhau có thể tạo ra một đường dẫn, chẳng hạn một lỗ hoặc ống. Ví dụ, đường dẫn nối có thể là một lỗ được tạo ra ở bộ phận nạp 141 của bộ phận nối 140. Áp suất bên trong của vỏ trong 110 và áp suất bên trong của bộ phận lớp cách nhiệt 130 được làm cân bằng trong khi áp suất bên trong của vỏ trong 110 di chuyển tới bộ phận lớp cách nhiệt 130 qua đường dẫn nối.

Khi bích thứ nhất 142 tiếp xúc trực tiếp với van 4, bộ phận nối 140 được nối bích nhờ bu lông 181 và đai ốc 182 sao cho bộ phận nạp 141 được nối với đường dẫn của van 4. Vì bộ phận nạp 141 và bích thứ nhất 142 tiếp xúc trực tiếp với LNG, bộ phận nối 140 có thể được làm bằng vật liệu giống như vỏ trong 110. Ví dụ, bộ phận nối 140 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, hoặc thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%.

Ngoài ra, tương tự phương án này, bộ phận nối 140 có thể bao quanh mặt ngoài của bộ phận nạp 141, trong khi được bố trí có khoảng cách. Bích thứ hai 144 có thể được nối bích với van 4 nhờ bu lông 181 và đai ốc 182, với bích thứ nhất 142 được bố trí ở giữa. Phần kéo dài 143 và bích thứ hai 144 có thể được làm bằng thép.

Như được thể hiện trên Fig.27, vì bích thứ nhất 152 được nối bằng ren với bộ phận nạp 151, bộ phận nối 150 có thể tạo ra một thân liền với bộ phận nạp 151.

Như được thể hiện trên Fig.28, bộ phận nối 160 có thể cố định bích thứ nhất 162 vào bộ phận nạp 161 nhờ một chi tiết nối 163 như bu lông hoặc vít. Chi tiết nối 163 có thể đi qua bích thứ nhất 162 và được liên kết với phần nối 163a được tạo ra ở một đầu của bộ phận nạp 161 theo chu vi.

Trong trường hợp bu lông được sử dụng làm chi tiết nối 163, như được thể hiện trên Fig.28(a), phần nối 163a và bích thứ nhất 162 được tạo ren trong, và bích thứ nhất 162 và bộ phận nạp 161a được liên kết nhờ một bu lông có ren ngoài riêng biệt. Lúc này, để ngăn chặn ảnh hưởng với các chi tiết liền kề, đầu bu lông có ren ngoài có thể được gia công sao cho đầu bu lông được tiếp nhận trong bích thứ nhất 162.

Nếu đầu bu lông được tạo ra nhô ra ngoài từ bích thứ nhất 162, như được thể hiện trên Fig.28, ảnh hưởng giữa đầu bu lông và các chi tiết liền kề có thể được ngăn ngừa bằng cách gia công van 4 theo dạng đầu bu lông có khả năng tiếp nhận đầu bu lông và tiếp đó nối van 4 với bích thứ nhất 162.

Như được thể hiện trên Fig.29, bộ phận nối 170 có thể được nối bích nhờ bu lông 181 và đai ốc 182 ở trạng thái sao cho bích thứ hai 174 được định vị ở mép của bích thứ nhất 172 và được nối với van 4. Trong trường hợp này, bích thứ nhất 172 có thể được nối với van 4 chỉ nhờ bu lông 183.

Fig.30 là hình vẽ mặt cắt phóng to thể hiện phần chính của thùng chứa LNG theo phương án thứ mười hai của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.30, thùng chứa LNG 520 theo phương án thứ mười hai của sáng chế có thể có vỏ trong 521, vỏ ngoài 522, bộ phận nối 524, bộ phận đệm 525, và bộ phận lớp cách nhiệt 523. Vỏ trong 521 bảo quản LNG bên trong, và vỏ ngoài 522 bao quanh mặt ngoài của vỏ

trong 521. Bộ phận nối 522 được nối với bộ phận nạp ngoài 9a và nhô về phía bộ phận lớp cách nhiệt 523. Bộ phận đệm 524 đệm trạng thái co vì nhiệt giữa bộ phận nối 524 và vỏ trong 521. Bộ phận lớp cách nhiệt 523 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 521 và vỏ ngoài 522.

Vỏ trong 521 tạo ra khoảng trống bảo quản LNG. Vỏ trong 521 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG. Ví dụ, vỏ trong 521 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%. Tương tự phương án này, vỏ trong 521 có thể được tạo ra dạng ống. Ngoài ra, vỏ trong 521 có thể có các hình dạng khác nhau, kể cả hình đa diện.

Vỏ ngoài 522 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 521 sao cho một khoảng trống được tạo ra giữa vỏ ngoài 522 và vỏ trong 521. Vỏ ngoài 522 được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 521. Vỏ ngoài 522 chia sẻ áp suất bên trong tác dụng vào vỏ trong 521. Do đó, lượng vật liệu được sử dụng cho vỏ trong 521 có thể được giảm bớt, điều này cho phép giảm bớt chi phí sản xuất của thùng chứa LNG 520.

Nhờ đường dẫn nối, áp suất của vỏ trong 521 trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 523. Do đó, vỏ ngoài 522 có thể chịu được áp suất của PLNG. Mặc dù vỏ trong 521 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C, PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C, có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 521 và vỏ ngoài 522. Thùng chứa 520 có thể được thiết kế để thoả mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 522 và bộ phận lớp cách nhiệt 523 được lắp ráp.

Trong khi đó, vỏ trong 521 có thể được tạo ra sao cho có độ dày nhỏ hơn so với độ dày của vỏ ngoài 522. Do vậy, khi chế tạo thùng chứa 520,

việc sử dụng kim loại đắt tiền có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp có thể được giảm bớt.

Bộ phận lớp cách nhiệt 523 được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 521 và vỏ ngoài 522 và được làm bằng vật liệu cách nhiệt để giảm bớt hiện tượng truyền nhiệt. Ngoài ra, bộ phận lớp cách nhiệt 523 có thể được chế tạo hoặc làm bằng một vật liệu sao cho áp suất bằng áp suất bên trong của vỏ trong 521 được tác dụng lên đó.

Bộ phận nối 524 được tạo ra sao cho nhô ra từ vỏ trong 521. Bộ phận nối 524 có thể được nối với cửa nạp 521a mà qua đó LNG được nạp vào vỏ trong 521, và nhô ra ngoài. Bộ phận nối 524 có thể được nối với bộ phận nạp ngoài 9a để nạp LNG vào vỏ trong 521. Bộ phận nối 524 có thể được nối với vỏ trong 521 nhờ bộ phận đệm 525. Trong trường hợp này, vỏ ngoài 522 có thể có phần kéo dài 522a được tạo ra ở một phía và bao quanh bộ phận nối 524. Ví dụ, một đầu của phần kéo dài 522a có thể được nối với bộ phận nạp ngoài 9a cùng với bộ phận nối 524.

Bộ phận đệm 525 được tạo ra giữa vỏ trong 521 và bộ phận nối 524 để đệm trạng thái co vì nhiệt. Bộ phận đệm 525 đệm trạng thái co vì nhiệt gây ra bởi nhiệt được tạo ra từ vỏ trong 521, nhờ đó ngăn không cho tải trọng tập trung trên bộ phận nối 524.

Ngoài ra, tương tự phương án này, bộ phận đệm 525 có thể được tạo ra có dạng ống để tạo ra các phần liên kết 525b có cả hai đầu được nối với cửa nạp 521a và bộ phận nối 524 nhờ mối nối bích hoặc mối nối tương tự. Hơn nữa, bộ phận đệm 525 có thể được tạo ra liên khối giữa vỏ trong 521 và bộ phận nối 524.

Như được thể hiện trên Fig.31, bộ phận đệm 525 có thể có vòng cuộn 525a. Tương tự phương án này, bộ phận đệm 525 có thể có vòng cuộn đơn 525a có hình dạng phẳng là hình đa giác, ví dụ, hình chữ nhật.

Như được thể hiện trên Fig.32(a), bộ phận đệm 526 có thể có vòng cuộn đơn 526a có hình dạng phẳng là hình tròn. Như được thể hiện trên Fig.32(b), bộ phận đệm 527 có thể có dạng cuộn với nhiều vòng cuộn 527a. Cuộn này có thể có dạng hình thoi với độ rộng giảm dần từ tâm tới hai đầu của nó. Do đó, các vòng cuộn 526a và 527a có thể giảm bớt va đập gây ra bởi trạng thái co vì nhiệt của vỏ trong 521.

Fig.33 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện hoá lỏng của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế.

Trong phương tiện hoá lỏng 200 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế, các bộ trao đổi nhiệt 230 được lắp đặt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221 được rẽ nhánh từ đường ống cấp khí thiên nhiên đã khử nước 220. Các bộ trao đổi nhiệt 230 làm lạnh khí thiên nhiên đã khử nước được cấp qua các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221 bằng cách sử dụng một chất làm lạnh cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh 210. Bộ phận tái tuần hoàn 240 cấp chất lỏng tái tuần hoàn, để thay thế khí thiên nhiên, nhằm loại bỏ cacbon đioxit đã đông lạnh ở các bộ trao đổi nhiệt 230.

Phương tiện hoá lỏng 200 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra LNG và PLNG được tăng áp ở áp suất định trước, ví dụ, PLNG được làm lạnh ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C.

Bộ phận cung cấp chất làm lạnh 210 cấp cho các bộ trao đổi nhiệt 230 chất làm lạnh để thực hiện trao đổi nhiệt với khí thiên nhiên, sao cho khí thiên nhiên được hoá lỏng ở các bộ trao đổi nhiệt 230.

Các bộ trao đổi nhiệt 230 được lắp đặt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221 được rẽ nhánh từ đường ống cấp khí thiên nhiên đã khử nước 220 và được nối song song. Các bộ trao đổi nhiệt 230 làm lạnh khí thiên nhiên cấp từ đường ống cấp 220 nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh 210. Bằng cách tạo ra tổng

công suất vượt quá năng suất sản xuất LNG, một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt 230 có thể được duy trì ở trạng thái dự phòng khi tạo ra LNG.

Số lượng và năng suất giầy của bộ trao đổi nhiệt có thể được xác định, nhờ đó đánh giá năng suất sản xuất LNG của toàn bộ các hệ thống. Ví dụ, khi bộ trao đổi nhiệt 230 kiểm soát 20% tổng năng suất sản xuất LNG, mười bộ trao đổi nhiệt được tạo ra. Trong trường hợp này, năm bộ trao đổi nhiệt có thể được kích hoạt và các bộ trao đổi nhiệt khác có thể được duy trì ở trạng thái dự phòng. Hệ thống này có thể dừng việc kích hoạt các bộ trao đổi nhiệt khi cacbon đioxit bị đông lạnh, và có thể kích hoạt các bộ trao đổi nhiệt đã ở trạng thái dự phòng trong khi loại bỏ cacbon đioxit đã đông lạnh. Do đó, tổng năng suất sản xuất LNG của toàn bộ các hệ thống có thể được duy trì không đổi.

Bộ phận tái tuần hoàn 240 cấp có lựa chọn cho các bộ trao đổi nhiệt 230 chất lỏng tái tuần hoàn để loại bỏ cacbon đioxit đã đông lạnh, để thay thế khí thiên nhiên. Ngoài ra, bộ phận tái tuần hoàn 240 có thể có bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn 241, các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn 242, các van thứ nhất 243, và các van thứ hai 244. Bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn 241 cấp chất lỏng tái tuần hoàn. Các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn 242 kéo dài từ bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn 241 và được nối với các đầu trước và các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt 230 trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221. Các van thứ nhất 243 được lắp ở các đầu trước và các đầu sau ở các vị trí được nối với các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn 242 trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221. Các van thứ hai 244 được lắp ở các đầu trước và các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt 230 trên các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn 242.

Bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn 241 có thể sử dụng không khí nhiệt độ cao làm chất lỏng tái tuần hoàn. Bằng cách cấp không khí nhiệt độ cao tới các bộ trao đổi nhiệt 230 bằng cách sử dụng áp lực hoặc lực bơm,

cacbon đioxit đã đông lạnh có thể được chuyển thành trạng thái lỏng hoặc trạng thái khí và được loại bỏ.

Phương tiện hoá lỏng 200 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế có thể còn có các thiết bị cảm biến 250 và bộ điều khiển 260. Các thiết bị cảm biến 250 được lắp đặt để kiểm tra trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit ở các bộ trao đổi nhiệt 230 để kiểm soát việc cấp chất lỏng tái tuần hoàn tới các bộ trao đổi nhiệt 230. Bộ điều khiển 260 tiếp nhận các tín hiệu cảm biến từ các thiết bị cảm biến 250 và điều khiển van thứ nhất và van thứ hai 243 và 244 và bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn 241.

Bộ điều khiển 260 kiểm tra các bộ trao đổi nhiệt 230 khi trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit xảy ra, dựa trên các tín hiệu cảm biến đầu ra từ các thiết bị cảm biến 250. Để cấp chất lỏng tái tuần hoàn tới các bộ trao đổi nhiệt 230, bộ điều khiển 260 đóng van thứ nhất 243 để ngừng việc cấp khí thiên nhiên tới các bộ trao đổi nhiệt 230. Tiếp đó, bộ điều khiển 260 kích hoạt bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn 241 và mở van thứ hai 244 để cấp chất lỏng tái tuần hoàn tới các bộ trao đổi nhiệt 230. Cacbon đioxit đã đông lạnh ở các bộ trao đổi nhiệt 230 được hoá lỏng hoặc được làm bay hơi nhờ chất lỏng tái tuần hoàn và tiếp đó được loại bỏ. Trong khi đó, bộ điều khiển 260 có thể cấp chất lỏng tái tuần hoàn tới các bộ trao đổi nhiệt 230 cho đến khi một khoảng thời gian định trước đã hết nhờ hoạt động đếm của một bộ định thời.

Tương tự phương án này, các thiết bị cảm biến 250 có thể có các lưu lượng kế được lắp ở các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt 230 trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221 và đo lưu lượng của LNG. Do đó, nếu giá trị lưu lượng đo được nhờ thiết bị cảm biến 250 nhỏ hơn hoặc bằng một giá trị định trước, có thể xác định được rằng trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit xảy ra trong bộ trao đổi nhiệt tương ứng 230.

Ngoài ra, các thiết bị cảm biến 250 có thể còn có các đồng hồ đo cacbon đioxit. Các đồng hồ đo cacbon đioxit được lắp trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất 221 và đo hàm lượng của cacbon đioxit có trong khí ở đầu trước và đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt 230. Nếu chênh lệch giữa hàm lượng của cacbon đioxit có trong khí đo được ở đầu trước và đầu sau của bộ trao đổi nhiệt 230 lớn hơn hoặc bằng giá trị định trước, có thể xác định được rằng trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit xảy ra trong bộ trao đổi nhiệt 230.

Phương tiện hoá lỏng 200 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế có thể còn có các van thứ ba 270 được lắp đặt ở đầu trước và đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt 230 trên đường ống dẫn chất làm lạnh 211 mà qua đó chất làm lạnh được cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh 210 tới các bộ trao đổi nhiệt 230 để dừng hoạt động của các bộ trao đổi nhiệt 230 khi trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit xảy ra. Các van thứ ba 270 có thể được kiểm soát nhờ bộ điều khiển 260. Ví dụ, khi thiết bị cảm biến 260 xác định được rằng trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit xảy ra trong một bộ trao đổi nhiệt nhất định, bộ điều khiển 260 dừng hoạt động của bộ trao đổi nhiệt tương ứng 230 bằng cách đóng các van thứ ba 270 nằm ở đầu trước và đầu sau của bộ trao đổi nhiệt tương ứng 230.

Fig.34 và Fig.35 lần lượt là hình chiếu cạnh và hình chiếu đứng thể hiện kết cấu nổi có cơ cấu mang thùng bảo quản theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.34 và Fig.35, kết cấu nổi 300 theo sáng chế có cơ cấu mang thùng bảo quản 310 và phao nổi 320. Phao nổi được lắp đặt để nổi trên biển nhờ sức nổi. Cơ cấu mang thùng bảo quản 310 được lắp đặt trên phao nổi 320. Phao nổi 320 này có thể là kết cấu kiểu sà lan hoặc tàu tự hành.

Cơ cấu mang thùng bảo quản 310 theo sáng chế có bàn nạp tải 311a và ray 312. Bàn nạp tải 331a được nâng lên và xuống nhờ bộ phận nâng

311. Ray 312 được bố trí trên bàn nạp tải 331a theo hướng di chuyển của thùng bảo quản 330. Thùng bảo quản 330 được nạp tải vào xe đẩy 313. Xe đẩy 313 này được lắp đặt sao cho có thể di chuyển dọc theo ray 312.

Theo cách này, va đập tác dụng vào thùng bảo quản 330 có thể được giảm bớt so với trường hợp mang thùng bảo quản bằng cách sử dụng cần cầu. Ngoài ra, nếu các thùng bảo quản được nối, một lượng lớn hàng hoá có thể được vận chuyển qua quãng đường dài. Do đó, có thể có lợi hơn về mặt chi phí so với các phương tiện vận chuyển khác. Hơn nữa, có thể hữu hiệu hơn khi vận chuyển thùng bảo quản tương đối nặng vì đây không phải là phương pháp nâng và di chuyển thùng bảo quản.

Mặc dầu đã mô tả cơ cấu mang thùng bảo quản 310 được lắp đặt trên phao nổi 320, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Cơ cấu mang thùng bảo quản 310 có thể được cố định trên mặt đất hoặc có thể được lắp đặt trên nhiều thiết bị vận chuyển khác nhau.

Thùng bảo quản 330 có thể bảo quản LNG hoặc PLNG được tăng áp ở áp suất định trước. Thùng bảo quản 330 còn có thể bảo quản nhiều hàng hoá khác nhau. Trong khi đó, PLNG có thể là khí thiên nhiên được hoá lỏng ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C. Để bảo quản PLNG như vậy, thùng bảo quản 330 có thể có kết cấu và được làm bằng vật liệu chịu được nhiệt độ thấp và áp suất cao.

Ngoài ra, thùng bảo quản 330 có thể được chế tạo có kết cấu kép sao cho có thể bảo quản LNG hoặc PLNG. Như đã được mô tả trên đây, đường dẫn nổi có thể được tạo ra giữa kết cấu kép của thùng bảo quản và bên trong của thùng bảo quản sao cho áp suất bên trong của kết cấu kép được làm cân bằng với áp suất bên trong của thùng bảo quản 330.

Như được thể hiện trên Fig.36, bộ phận nâng 311 nâng bàn nạp tải 311a theo phương thẳng đứng. Ví dụ, bộ phận nâng 311 có thể nâng bàn

nạp tải 311a từ phao nổi 320 lên tới bộ trên của bến cảng 5. Bàn đỡ chân di động 311b có thể được lắp đặt ở một phía hoặc cả hai phía của bàn nạp tải 311a. Bàn đỡ chân di động 311b tạo ra đường dẫn dịch chuyển của xe đẩy 313 nhờ được mở với chuyển động quay xuống dưới quanh phần nổi bản lề 311c nằm bên dưới bàn đỡ chân di động 311b.

Khi bàn đỡ chân di động 311b được gấp lên trên, bàn đỡ chân di động này giới hạn chuyển động của xe đẩy 313. Khi bàn nạp tải 311a được nâng lên tới cùng độ cao với bến cảng 5 nhờ bộ phận nâng 311, bàn đỡ chân di động 311b trợ giúp mối nối giữa bến cảng 5 và bàn nạp tải 311a. Do đó, xe đẩy 313 có thể được di chuyển an toàn vào đất liền. Ngoài ra, ray phụ trợ 311d được nối với ray 312 có thể được lắp đặt trên mặt phẳng quay lên trên khi bàn đỡ chân di động 311b được mở xuống dưới.

Ngoài ra, bộ phận nâng 311 có thể sử dụng nhiều kết cấu và bộ dẫn động khác nhau để nâng bàn nạp tải 311a. Ví dụ, bàn nạp tải 311 có thể di động theo phương thẳng đứng nhờ các chi tiết nối có thể mở rộng theo phương thẳng đứng được nối có thể trượt được với phần dưới của bàn nạp tải 311a, hoặc nhờ các chi tiết liên kết được liên kết với phần dưới của bàn nạp tải 311a và có thể mở rộng theo phương thẳng đứng theo chiều quay. Ngoài ra, bàn nạp tải 311a có thể được nâng nhờ một mô tơ để tạo ra lực dẫn động cho chuyển động thẳng, hoặc nhờ một bộ dẫn động như xi lanh được vận hành nhờ áp suất thuỷ lực.

Ray 312 được lắp đặt trên bàn nạp tải 311a theo hướng dịch chuyển của thùng bảo quản 330. Hai ray 312 có thể được tạo ra. Các ray 312 này có thể được bố trí song song sao cho chúng có cùng chiều rộng với các ray (không được thể hiện trên hình vẽ) của một tàu hoả nằm trên bến cảng 5. Do đó, xe đẩy 313 được nâng lên tới bộ trên của bến cảng 5 nhờ bộ phận nâng 311 được dịch chuyển dọc theo ray 312 và được chuyển tới ray của

bến cảng 5. Theo cách này, xe đẩy 313 có thể được dịch chuyển qua quãng đường dài nhờ phương tiện vận chuyển đường bộ như tàu hoả.

Các bánh xe 313a có thể di động dọc theo ray 312 có thể được bố trí ở đáy của xe đẩy 313. Thùng bảo quản 330 được nạp trên xe đẩy 313. Để nối với các xe đẩy khác, bộ phận nối có thể được tạo ra ở một phía hoặc cả hai phía của xe đẩy 313. Ngoài ra, vì thùng bảo quản 330 được gắn trên xe đẩy 313, đệm đỡ bảo vệ thùng 313b làm bằng thép có thể được lắp đặt trên mặt trên của xe đẩy 313 để bảo vệ thùng bảo quản 330 khỏi sự ăn mòn và va đập bên ngoài.

Ví dụ, xe đẩy 313 có thể được nối với một bộ tời nhờ cáp và được dịch chuyển dọc theo ray 312 nhờ trạng thái dẫn động của bộ tời. Ngoài ra, xe đẩy 313 có thể được dịch chuyển dọc theo ray 312 theo cách tự động nhờ một bộ dẫn động truyền (không được thể hiện trên hình vẽ) để truyền lực quay tới một số hoặc tất cả các bánh xe 313a.

Fig.37 là sơ đồ cấu trúc thể hiện hệ thống để duy trì áp suất cao của thùng chứa PLNG theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.37, hệ thống 400 để duy trì áp suất cao của thùng chứa PLNG theo sáng chế có thể có đường ống đỡ tải 410 để nối thùng chứa 411 với thùng bảo quản 6 của địa điểm tiêu thụ và nhờ đó cho phép đỡ tải PLNG. Hệ thống 400 có thể còn có đường ống bù áp suất 420 và bộ hoá hơi 430 để hoá hơi một phần PLNG được đỡ tải qua đường ống đỡ tải 410 và cấp PLNG đã được làm bay hơi tới thùng chứa 411.

Đường ống đỡ tải 410 cho phép đỡ tải PLNG bằng cách nối thùng chứa 411 với thùng bảo quản 6 của địa điểm tiêu thụ. Ngoài ra, đường ống đỡ tải 410 cho phép đỡ tải PLNG vào thùng bảo quản 6 chỉ nhờ áp suất của PLNG được bảo quản trong thùng chứa 411. Bằng cách kéo dài đường ống đỡ tải 410 từ phần trên tới phần dưới của thùng bảo quản 6, PLNG có thể được đỡ tải vào thùng bảo quản 6 chỉ nhờ áp suất của PLNG được bảo quản

trong thùng chứa 411. Hơn nữa, hiện tượng tạo ra BOG có thể được giảm tới mức tối thiểu.

Nếu đường ống dỡ tải 410 được nối với phần dưới của thùng bảo quản 6 để giảm hơn nữa lượng BOG được tạo ra trong khi dỡ tải, PLNG được tập hợp từ phần dưới của thùng bảo quản 6. Trong trường hợp này, hiện tượng tạo ra BOG có thể được làm giảm hơn nữa. Tuy nhiên, áp suất có thể là không đủ để dỡ tải PLNG cách ổn định vào thùng bảo quản 6 chỉ nhờ áp suất của PLNG được bảo quản trong thùng chứa 411. Do đó, cần phải lắp bổ sung một bơm trên đường ống dỡ tải 410.

Đường ống bù áp suất 420 được rẽ nhánh từ đường ống dỡ tải 410 và được nối với thùng chứa 411. Bộ hoá hơi 430 được lắp đặt trên đường ống bù áp suất 420. Ngoài ra, đường ống bù áp suất 420 có thể được nối với phần trên của thùng chứa 411. Sự suy giảm áp suất của thùng chứa 411 được giảm bớt bằng cách giảm tới mức tối thiểu trạng thái hoá lỏng của khí thiên nhiên khi khí thiên nhiên được cấp tới thùng chứa 411 qua đường ống bù áp suất 420 tiếp xúc với PLNG được bảo quản trong thùng chứa 411.

Bộ hoá hơi 430 làm bay hơi PLNG được cấp qua đường ống bù áp suất 420 và cấp PLNG đã được làm bay hơi tới thùng chứa 411. Do đó, vì khí thiên nhiên được làm bay hơi nhờ bộ hoá hơi 430 được cấp tới thùng chứa 411 qua đường ống bù áp suất 420, áp suất bên trong của thùng chứa 411 đã suy giảm trong quá trình dỡ tải ban đầu PLNG được gia tăng. Do đó, áp suất bên trong của thùng chứa 411 được duy trì ở áp suất cao hơn áp suất điểm sôi của LNG.

Hệ thống 400 để duy trì áp suất cao của thùng chứa PLNG theo sáng chế có thể còn có đường ống BOG 440 và máy nén 450 để thu gom BOG được tạo ra trong thùng bảo quản của địa điểm tiêu thụ ở dạng LNG.

Đường ống BOG 440 được lắp đặt sao cho BOG được tạo ra từ thùng bảo quản 6 được cấp tới thùng chứa 411. Bằng cách nối đường ống BOG

440 với phần dưới của thùng chứa 411, thay đổi nhiệt độ được giảm tới mức tối thiểu và tốc độ thu gom LNG được gia tăng.

Ngoài ra, máy nén 450 được lắp đặt trên đường ống BOG 440. Máy nén 450 nén BOG được cấp qua đường ống BOG 440, và bảo quản BOG đã được nén trong thùng chứa 411. Do đó, BOG được tạo ra trong thùng bảo quản 6 trong khi dỡ tải PLNG được cấp tới máy nén 450 qua đường ống BOG 440 và được tăng áp ở máy nén 450. Tiếp đó, BOG đã tăng áp được làm ngưng tụ bằng cách nạp qua phần dưới của thùng chứa 411. Theo cách này, hiệu quả vận chuyển PLNG có thể được cải thiện.

Hơn nữa, trong hệ thống 400 để duy trì áp suất cao của thùng chứa PLNG theo sáng chế, bộ hoá hơi 430 và máy nén 450 có thể bù cho nhau. Do đó, nếu lượng BOG được tạo ra trong thùng bảo quản 6 không đủ để duy trì áp suất của thùng chứa 411, tải của bộ hoá hơi 430 được gia tăng. Nếu lượng BOG là đủ, tải của bộ hoá hơi 430 được giảm bớt.

Fig.38 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện hoá lỏng có bộ trao đổi nhiệt có thể tách rời trong hệ thống sản xuất PLNG theo phương án thứ mười ba của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.38, phương tiện hoá lỏng 610 có bộ trao đổi nhiệt có thể tách rời trong hệ thống sản xuất PLNG theo phương án thứ mười ba của sáng chế hoá lỏng khí thiên nhiên nhờ quá trình trao đổi nhiệt với một chất làm lạnh nhờ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620 làm bằng thép không gỉ, và làm lạnh chất làm lạnh nhờ các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 631 và 632 và cấp chất làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620.

Bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620 được cấp khí thiên nhiên qua đường ống hoá lỏng 623 và hoá lỏng khí thiên nhiên nhờ quá trình trao đổi nhiệt với một chất làm lạnh. Nhằm mục đích này, đường ống hoá lỏng 623 được nối với đường dẫn thứ nhất 621, và đường ống tuần hoàn chất làm lạnh 638 được nối với đường dẫn thứ hai 622. Khí thiên nhiên và chất làm lạnh lần

lượt đi qua đường dẫn thứ nhất và đường dẫn thứ hai sẽ trao đổi nhiệt với nhau. Toàn bộ các phần của bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620 có thể được làm bằng thép không gỉ; tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Một số bộ phận hoặc chi tiết của bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620, tiếp xúc với khí thiên nhiên hoá lỏng, tương tự đường dẫn thứ nhất, hoặc cần phải chịu được nhiệt độ lạnh sâu, có thể được làm bằng thép không gỉ. Trên đường ống hoá lỏng 623, van đóng/mở 624 được lắp ở đầu sau của đường dẫn thứ nhất 621.

Tương tự phương án này, các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 631 và 632 có thể có các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh, ví dụ, các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và thứ hai 631 và 632. Ngoài ra, các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 631 và 632 có thể là một bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh duy nhất. Toàn bộ các chi tiết của các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 631 và 632 có thể được làm bằng nhôm. Ngoài ra, một số bộ phận hoặc chi tiết của các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 631 và 632, đòi hỏi hiện tượng truyền nhiệt nhờ tiếp xúc với chất làm lạnh, có thể được làm bằng nhôm. Ngoài ra, các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 631 và 632 có thể được tạo ra ở bộ phận làm lạnh chất làm lạnh 630.

Bộ phận làm lạnh chất làm lạnh 630 làm lạnh chất làm lạnh nhờ các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và thứ hai 631 và 632 và cấp chất làm lạnh đã được làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620. Nhằm mục đích này, ví dụ, chất làm lạnh được xả từ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620 được nén và được làm lạnh nhờ máy nén 633 và thiết bị làm lạnh phía sau 634. Chất làm lạnh đã đi qua thiết bị làm lạnh phía sau 634 được tách thành chất làm lạnh dạng khí và chất làm lạnh dạng lỏng nhờ bộ tách 635. Chất làm lạnh dạng khí được cấp tới đường dẫn thứ nhất 631a của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất 631 và đường dẫn thứ nhất 632a của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai 632 nhờ đường ống khí 638a. Chất làm lạnh

dạng lỏng được dẫn qua đường dẫn thứ hai 631b của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất 631 nhờ đường ống dẫn chất lỏng 638b và được làm giãn nở thành áp suất thấp nhờ van Joule-Thomson (J-T) thứ nhất 636a dọc theo đường ống nối 638c. Tiếp đó, chất làm lạnh dạng lỏng được cấp tới máy nén 633 qua đường dẫn thứ ba 631c của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất 631, và được nén nhờ máy nén 633. Tiếp đó, các quy trình sau đó được lặp lại.

Ngoài ra, bộ phận làm lạnh 630 làm giãn nở chất làm lạnh áp suất cao đã đi qua đường dẫn thứ nhất 632a của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai 632 thành áp suất thấp nhờ van J-T thứ hai 636b, và cấp chất làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620. Ngoài ra, bộ phận làm lạnh 630 làm giãn nở chất làm lạnh thành áp suất thấp nhờ van J-T thứ ba 636c qua đường ống cấp chất làm lạnh 637, và cấp cho máy nén 633 chất làm lạnh nhờ đường dẫn thứ hai 632b của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai 632 và đường dẫn thứ ba 631c của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất 631.

Thiết bị làm lạnh phía sau 634 loại bỏ nhiệt nén của chất làm lạnh được nén nhờ máy nén 633, và hoá lỏng một phần của chất làm lạnh. Ngoài ra, bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất 631 làm lạnh chất làm lạnh nhiệt độ cao không được giãn nở được cấp qua đường dẫn thứ nhất 631a và đường dẫn thứ hai 631b nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh nhiệt độ thấp đã giãn nở được cấp qua đường dẫn thứ ba 631c. Bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai 632 làm lạnh chất làm lạnh nhiệt độ cao không được giãn nở được cấp qua đường dẫn thứ nhất 632a nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh nhiệt độ thấp đã giãn nở được cấp nhờ đường dẫn thứ hai 632b.

Hơn nữa, bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 620 được cấp chất làm lạnh nhiệt độ thấp được làm giãn nở nhờ các bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai 631 và 632 và van J-T thứ hai 636b, và làm lạnh và hoá lỏng khí thiên nhiên.

Fig.39 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện hoá lỏng có bộ trao đổi nhiệt có thể tách rời trong hệ thống sản xuất PLNG theo phương án thứ mười bốn của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.39, tương tự phương tiện hoá lỏng 610 theo phương án thứ mười ba của sáng chế, phương tiện hoá lỏng 640 có bộ trao đổi nhiệt có thể tách rời trong hệ thống sản xuất PLNG theo phương án thứ mười bốn của sáng chế có bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650 và bộ phận làm lạnh chất làm lạnh 660. Bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650 được cấp khí thiên nhiên và hoá lỏng khí thiên nhiên nhờ quá trình trao đổi nhiệt với một chất làm lạnh. Bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650 được làm bằng thép không gỉ. Bộ phận làm lạnh chất làm lạnh 660 làm lạnh chất làm lạnh nhờ bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661 và cấp chất làm lạnh đã được làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650. Bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661 được làm bằng nhôm. Phần mô tả về kết cấu và các bộ phận giống như phương tiện hoá lỏng 610 theo phương án thứ mười ba của sáng chế sẽ được loại bỏ, và khác biệt giữa hai phương tiện hoá lỏng này sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ phận làm lạnh chất làm lạnh 660 nén và làm lạnh chất làm lạnh được xả từ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650, nhờ một máy nén 663 và thiết bị làm lạnh phía sau 664, và cấp chất làm lạnh tới đường dẫn thứ nhất 661a của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661. Bộ phận làm lạnh chất làm lạnh 660 làm giãn nở chất làm lạnh đã đi qua đường dẫn thứ nhất 661a của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661, nhờ bộ làm giãn nở 665, và cấp chất làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650 hoặc cấp chất làm lạnh tới máy nén 663 nhờ đường dẫn thứ hai 661b của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661, theo trạng thái hoạt động của van phân phối dòng 666. Tương tự phương án này, van phân phối dòng 666 có thể là van ba cửa. Ngoài ra, van phân phối dòng 666 có thể là các van hai cửa.

Bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661 làm lạnh chất làm lạnh nhiệt độ cao không được giãn nở được cấp qua đường dẫn thứ nhất 661a nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh nhiệt độ thấp đã giãn nở được cấp nhờ đường dẫn thứ hai 661a. Ngoài ra, chất làm lạnh nhiệt độ thấp được phân phối tới bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661 và bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650 theo trạng thái hoạt động của van phân phối dòng 666. Bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng 650 làm lạnh và hoá lỏng khí thiên nhiên by chất làm lạnh nhiệt độ thấp đã đi qua bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh 661 và bộ làm giãn nở 665.

Fig.40 và Fig.41 lần lượt là hình chiếu đứng được cắt và hình chiếu cạnh được cắt thể hiện tàu chở thùng bảo quản LNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.40 và Fig.41, kết cấu mang thùng chứa LNG 700 theo sáng chế là tàu để vận chuyển thùng chứa bảo quản LNG. Kết cấu mang thùng chứa LNG 700 có các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740. Các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740 được lắp đặt theo chiều rộng và theo chiều dài trên các khoang chứa hàng 720 được bố trí trong thân tàu 710, và ngăn cách các phần trên của các khoang chứa hàng 720 thành các lỗ hở 721. Các thùng chứa 791 lắp vào các lỗ hở tương ứng 721 được đỡ nhờ các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740.

Trong khi đó, các thùng chứa 791 có thể bảo quản LNG thông thường và LNG được tăng áp ở áp suất định trước, ví dụ, PLNG có áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C. Nhằm mục đích này, kết cấu kép hoặc chi tiết cách nhiệt có thể được lắp đặt. Các thùng chứa 791 có thể có các hình dạng khác nhau, ví dụ, dạng ống hoặc dạng hình trụ.

Khoang chứa hàng 720 có thể được bố trí trong thân tàu 710 sao cho có phần trên được mở. Trong trường hợp này, thân tàu của tàu chở thùng

chứa có thể được sử dụng làm thân tàu 710. Do đó, thời gian và chi phí cần thiết để chế tạo kết cấu mang thùng chứa LNG 700 có thể được giảm bớt.

Như được thể hiện trên Fig.42, nhiều giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740 được lắp đặt trên các khoang chứa hàng 720 theo chiều rộng và theo chiều dài, và ngăn cách các phần trên của các khoang chứa hàng 720 thành nhiều lỗ hở 721. Các thùng chứa 791 được lắp theo phương thẳng đứng vào các lỗ hở tương ứng 721 và được đỡ. Nghĩa là, giá đỡ trên thứ nhất 730 được lắp đặt trên các khoang chứa hàng 720 theo chiều rộng của thân tàu 710, trong khi được bố trí có khoảng cách theo chiều dài của thân tàu 710. Ngoài ra, giá đỡ trên thứ hai 740 được lắp đặt trên các khoang chứa hàng 720 theo chiều dài của thân tàu 710, trong khi được bố trí có khoảng cách theo chiều rộng của thân tàu 710. Do đó, các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740 tạo ra nhiều lỗ hở 721 trên phần trên của các khoang chứa hàng 720 theo phương nằm ngang và theo phương thẳng đứng. Các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740 có thể được cố định vào các phần trên của các khoang chứa hàng 720 bằng cách hàn hoặc bằng chi tiết nổi như bu lông.

Ngoài ra, các khối đỡ 760 để đỡ các phía bên của các thùng chứa 791 có thể được lắp đặt trong một số hoặc toàn bộ các chi tiết ở mặt trong của các khoang chứa hàng 720 và các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740. Các khối đỡ 760 có thể được làm thích ứng để đỡ cạnh trước và cạnh sau và cạnh trái và cạnh phải của các thùng chứa 791. Các khối đỡ 760 có thể có các mặt phẳng đỡ 761 với độ cong tương ứng với độ cong của mặt ngoài của các thùng chứa 791 để đỡ ổn định các thùng chứa 791.

Các chân đỡ dưới 750 có thể được lắp đặt bên dưới các khoang chứa hàng 720. Chân đỡ dưới 750 đỡ đáy của các thùng chứa 791 lắp vào các lỗ hở 721. Chân đỡ dưới 750 được lắp thẳng đứng hướng lên trên ở đáy của các khoang chứa hàng 720. Các chi tiết gia cố 751 có thể được lắp đặt bổ

sung để duy trì các khe hở giữa chân đỡ dưới 750. Trong khi đó, chân đỡ dưới 750 và các chi tiết gia cố 751 được ghép theo cặp ở từng thùng chứa 791. Các cặp bao gồm chân đỡ dưới 750 và các chi tiết gia cố 751 có thể được lắp đặt trên đáy của các khoang chứa hàng 720 và đỡ phần dưới của các thùng chứa 791.

Đối với một tàu chở thùng chứa, kết cấu mang thùng chứa LNG 700 theo sáng chế có thể sử dụng một cột chống hoặc một cầu buộc mà không cần cải biến để đỡ các thùng chứa 791. Trong trường hợp này, các giá đỡ trên thứ nhất và thứ hai 730 và 740 có thể được cố định và được đỡ nhờ cột chống và cầu buộc.

Do đó, nếu tàu chở thùng chứa thông thường được cải biến một chút, tàu chở thùng chứa này có thể được biến đổi để cho phép vận chuyển các thùng chứa 791. Bộ phận nạp tải thùng chứa 770 có thể được tạo ra bổ sung trên boong tàu 711 để vận chuyển các hộp thùng chứa 792 cùng với các thùng chứa 791.

Fig.43 là sơ đồ cấu trúc thể hiện phương tiện loại bỏ cacbon đioxit trong hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.43, phương tiện loại bỏ cacbon đioxit trong hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế có thể có van giãn nở 812, bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813, và bộ phận gia nhiệt 816. Van giãn nở 812 làm giảm áp khí thiên nhiên áp suất cao thành áp suất thấp. Bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813 được lắp ở đầu sau của van giãn nở 812 và lọc cacbon đioxit hoá rắn đông lạnh có trong LNG. Bộ phận gia nhiệt 816 làm bay hơi cacbon đioxit hoá rắn của van giãn nở 812 và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813. Cacbon đioxit hoá rắn được lọc ra khỏi khí thiên nhiên hoá lỏng nhờ bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813. Nhiệt được cấp từ bộ phận gia nhiệt 816 ở trạng thái sao cho việc cấp khí thiên nhiên tới van giãn nở 812 và bộ lọc

cacbon đioxit hoá rắn 813 được gián đoạn. Do đó, cacbon đioxit hoá rắn có thể được tái tuần hoàn và được loại bỏ.

Van giãn nở 812 được lắp trên đường ống cấp 811 mà qua đó khí thiên nhiên áp suất cao được cấp. Van giãn nở 812 hoá lỏng khí thiên nhiên áp suất cao bằng cách giảm áp khí thiên nhiên áp suất cao được cấp qua đường ống cấp 811.

Bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813 được lắp ở đầu sau của van giãn nở 812 trên đường ống cấp 811. Bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813 lọc cacbon đioxit hoá rắn đông lạnh ra khỏi LNG cấp từ van giãn nở 812. Nhằm mục đích này, một chi tiết lọc để lọc cacbon đioxit rắn có thể được lắp bên trong bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813.

Hơn nữa, trong van giãn nở 812 và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813, việc cấp khí thiên nhiên áp suất cao và việc xả LNG áp suất thấp được mở và được đóng nhờ các van đóng/mở thứ nhất và thứ hai 814 và 815. Nhằm mục đích này, các van đóng/mở thứ nhất và thứ hai 814 và 815 được lắp ở đầu trước của van giãn nở 812 và đầu sau của bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813 trên đường ống cấp 811, và mở và đóng dòng khí thiên nhiên. van đóng/mở thứ nhất 814 mở và đóng dòng cấp khí thiên nhiên áp suất cao tới van giãn nở 812, và đóng/mở thứ hai 815 mở và đóng dòng xả LNG áp suất thấp được xả ra khỏi bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813.

Bộ phận gia nhiệt 816 cấp nhiệt để hoá hơi cacbon đioxit hoá rắn của van giãn nở 812 và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813. Ví dụ, bộ phận gia nhiệt 816 có thể có bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn 816b và các van đóng/mở thứ tư và thứ năm 816c và 816d. Bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn 816b được lắp đặt trên đường ống dẫn nạp tải nhiệt 816a mà qua đó nạp tải nhiệt được làm tuần hoàn nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với van giãn nở 812 và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813. Các van đóng/mở thứ tư và thứ năm 816c và

816d được lắp ở đầu trước và đầu sau của bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn 816b trên đường ống dẫn nạp tải nhiệt 816a.

Van đóng/mở thứ ba 817 được lắp đặt trên đường ống xả 817a mà qua đó cacbon đioxit đã tái tuần hoàn nhờ bộ phận gia nhiệt 816 được xả ra bên ngoài.

Van đóng/mở thứ ba 817 được lắp đặt để mở và đóng dòng xả cacbon đioxit đã tái tuần hoàn nhờ bộ phận gia nhiệt 816 tới đường ống xả 817a được rẽ nhánh từ đường ống cấp 811 giữa van đóng/mở thứ nhất 814 và van giãn nở 812.

Ngoài ra, phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế có thể được tạo ra với số nhiều. Trong khi một số phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 thực hiện việc lọc cacbon đioxit, phương tiện loại bỏ cacbon đioxit khác có thể thực hiện việc tái tuần hoàn cacbon đioxit dưới sự kiểm soát của các van đóng/mở từ thứ nhất tới thứ ba 814, 815 và 817 và bộ phận gia nhiệt 816. Theo phương án này, hai phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 được tạo ra. Trong trường hợp này, hai phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 có thể thực hiện xen kẽ việc lọc và tái tuần hoàn cacbon đioxit. Hoạt động này sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Như được thể hiện trên Fig.44, phần mô tả sau đây sẽ tập trung vào một trong các phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế. Trước hết, nếu các van đóng/mở thứ nhất và thứ hai 814 và 815 được mở để cấp khí thiên nhiên áp suất cao tới van giãn nở 812 qua đường ống cấp 811 và làm giãn nở khí thiên nhiên thành áp suất thấp, khí thiên nhiên được làm lạnh và LNG áp suất thấp được cấp tới bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813. Cacbon đioxit hoá rắn có trong LNG do quá trình làm lạnh được lọc nhờ bộ lọc cacbon đioxit 813. Nếu cacbon đioxit hoá rắn được tích tụ liên tục trong bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813, các

van đóng/mở thứ nhất và thứ hai 814 và 815 được đóng để dừng việc cấp khí thiên nhiên áp suất cao qua đường ống cấp 811. Tiếp đó, các van đóng/mở thứ tư và thứ năm 816c và 816d được mở để làm tuần hoàn nạp tải nhiệt tới bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn 816b. Do đó, nhiệt được cấp tới van giãn nở 812 và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813, và cacbon đioxit hoá rắn được làm bay hơi và được làm tuần hoàn.

Van đóng/mở thứ ba 817 được mở để xả cacbon đioxit đã được làm tuần hoàn ra bên ngoài qua đường ống xả 817a. Như vậy, cacbon đioxit đã được làm tuần hoàn được loại bỏ.

Ngoài ra, trong trường hợp phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế được tạo ra với số nhiều, ví dụ, hai phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 được tạo ra, phương tiện loại bỏ cacbon đioxit thứ nhất I thực hiện việc lọc cacbon đioxit hoá rắn ra khỏi khí thiên nhiên, và phương tiện loại bỏ cacbon đioxit thứ hai II thực hiện hoạt động ngược lại dưới sự kiểm soát của các van đóng/mở từ thứ nhất tới thứ năm 814, 815, 817, 816c và 816d. Theo cách này, cacbon đioxit hoá rắn được làm bay hơi và được làm tuần hoàn.

Phương tiện loại bỏ cacbon đioxit 810 của hệ thống sản xuất PLNG theo sáng chế sử dụng phương pháp nhiệt độ thấp, trong số các phương pháp loại bỏ cacbon đioxit khác nhau, để hoá rắn cacbon đioxit bằng cách làm đông lạnh và tách rời cacbon đioxit. Do vậy, có thể kết hợp với quy trình hoá lỏng khí thiên nhiên. Trong trường hợp này, quy trình loại bỏ cacbon oxit đã xử lý sơ bộ là không cần thiết, điều này cho phép giảm bớt các phương tiện thực hiện. Ngoài ra, trong trường hợp cacbon oxit được hoá rắn khi khí thiên nhiên được cấp nhanh chóng ở áp suất cao được hoá lỏng và được làm giãn nở và được làm giảm áp thành áp suất thấp nhờ van giãn nở 812, cacbon đioxit hoá rắn được lọc nhờ một bộ lọc cơ học, nghĩa là bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813. Trong trường hợp cacbon đioxit hoá

rắn được tích tụ liên tục trong bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813, các bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn 813 được sử dụng xen kẽ để làm tái tuần hoàn cacbon đioxit.

Fig.45 là hình vẽ mặt cắt thể hiện kết cấu nổi của thùng chứa LNG theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.45, kết cấu nổi 820 của thùng chứa LNG theo sáng chế được làm thích ứng để nổi vỏ trong 831 của thùng chứa LNG 830 có kết cấu kép và bộ phận nạp ngoài 840. Vỏ trong 831 và bộ phận nạp ngoài 840 được nổi có thể trượt được. Nhằm mục đích này, bộ phận nổi trượt 821 có thể có trong kết cấu nổi 820.

Bộ phận nổi trượt 821 được tạo ra ở phần nổi của bộ phận nạp ngoài 840 và vỏ trong 831. Để đệm trạng thái co vì nhiệt hoặc trạng thái giãn nở nhiệt của vỏ trong 831 hoặc vỏ ngoài 832, bộ phận nổi trượt 821 có thể được tạo ra sao cho phần nổi của bộ phận nạp ngoài 840 và vỏ trong 831 có thể trượt được theo hướng mà dịch chuyển xảy ra nhờ trạng thái co vì nhiệt hoặc trạng thái giãn nở nhiệt.

Trong khi đó, trong thùng chứa 830, vỏ trong 831 bảo quản LNG bên trong, và vỏ ngoài 832 bao quanh mặt ngoài của vỏ trong 831. Bộ phận lớp cách nhiệt 833 để giảm bớt ảnh hưởng nhiệt độ có thể được lắp đặt trong khoảng trống giữa vỏ trong 831 và vỏ ngoài 832.

Vỏ trong 831 có thể được làm bằng kim loại để chịu được nhiệt độ thấp của LNG thông thường. Ví dụ, vỏ trong 831 có thể được làm bằng kim loại có đặc tính chịu nhiệt độ đặc biệt thấp, như nhôm, thép không gỉ, và thép có hàm lượng niken từ 5 tới 9%.

Tương tự các phương án như đã được mô tả trên đây, vỏ ngoài 832 của thùng chứa 830 có thể được làm bằng thép để chịu được áp suất bên trong của vỏ trong 831. Vỏ ngoài 832 có thể được chế tạo sao cho cùng áp suất được tác dụng vào mặt trong của vỏ trong 831 và khoảng trống khi bộ

phần lớp cách nhiệt 833 được lắp đặt. Ví dụ, áp suất bên trong của vỏ trong 831 và áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 833 có thể bằng nhau hoặc xấp xỉ bằng nhau nhờ đường dẫn nối nối vỏ trong 831 và bộ phận lớp cách nhiệt 833.

Do đó, vỏ ngoài 832 có thể chịu được áp suất của PLNG được bảo quản trong vỏ trong 831. Mặc dù vỏ trong 831 được chế tạo để chịu được nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C , PLNG có điều kiện áp suất (nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar)) và nhiệt độ nêu trên, ví dụ, áp suất là 1700 kPa (17 bar) và nhiệt độ là -115°C , có thể được bảo quản nhờ vỏ trong 831 và vỏ ngoài 832.

Ngoài ra, thùng chứa 830 có thể được thiết kế để thỏa mãn điều kiện áp suất và nhiệt độ nêu trên ở trạng thái sao cho vỏ ngoài 832 và bộ phận lớp cách nhiệt 833 được lắp ráp.

Trong bộ phận nối trượt 821, bộ phận nối 822 kéo dài ra ngoài từ cửa nạp 831a được tạo ra để nạp và xả LNG có thể được lắp và được nối có thể trượt được với bộ phận nối 823 nhô ra từ bộ phận nạp ngoài 840.

Như được thể hiện trên Fig.46, bộ phận nối 822 và bộ phận nối 823 được tạo ra có dạng ống tròn. Một trong hai bộ phận nối 822 và 823 được lắp vào và được nối có thể trượt được với nhau; tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Các bộ phận nối 822 và 823 có thể được nối có thể trượt được bằng cách tạo ra dạng tiết diện ngang của chúng tương ứng với nhau. Các bộ phận nối 822 và 823 có thể có nhiều dạng tiết diện ngang khác nhau, ví dụ, dạng hình chữ nhật.

Kết cấu nối 820 của thùng chứa LNG theo sáng chế có thể còn có phần kéo dài 824 kéo dài từ vỏ ngoài 832 sao cho bao quanh bộ phận nối trượt 821. Do đó, phần kéo dài 824 có thể ngăn ngừa ảnh hưởng của môi trường bên ngoài đã được tạo ra bởi trạng thái tiếp xúc với bên ngoài của bộ phận nối trượt 821. Ngoài ra, vì một bích được tạo ra ở một đầu của

phần kéo dài 824, phần kéo dài 824 có thể được nối bích với bộ phận nạp ngoài 840. Do đó, thùng chứa 830 có thể được nối ổn định với bộ phận nạp ngoài 840.

Trong khi đó, tương tự phương án này, bộ phận nối 823 được bố trí trong bộ phận nạp ngoài 840 có thể được tạo ra liền khối với bộ phận nạp ngoài 840. Khác với trường hợp này, bộ phận nối 823 có thể được tạo ra tách rời ra khỏi bộ phận nạp ngoài 840 và được cố định vào phần kéo dài 824. Lúc này, bộ phận nối 823 có thể được nối bích với bộ phận nạp ngoài 840 hoặc có thể được nối theo nhiều phương pháp khác nhau.

Như được thể hiện trên Fig.47, trong kết cấu nối 820 của thùng chứa LNG theo sáng chế, bộ phận nối 822 và bộ phận nối 823 được dịch chuyển trượt, mặc dù tải tác dụng tập trung lên phần nối giữa vỏ trong 831 và bộ phận nạp ngoài 840 bởi trạng thái co vì nhiệt hoặc trạng thái giãn nở nhiệt. Do đó, trạng thái co vì nhiệt hoặc trạng thái giãn nở nhiệt được giảm bớt, nhờ đó ngăn ngừa trạng thái tập trung tải trên vỏ trong 831 và bộ phận nạp ngoài 840. Kết quả là, hư hại gây ra bởi trạng thái co vì nhiệt hoặc trạng thái giãn nở nhiệt có thể được ngăn ngừa.

Hơn nữa, khí thiên nhiên bên trong thùng chứa 830 có thể được dịch chuyển tới bộ phận lớp cách nhiệt 833 qua khe hở (dung sai) của bộ phận nối trượt 821. Do đó, áp suất của bộ phận lớp cách nhiệt 833 có thể trở thành bằng hoặc xấp xỉ bằng áp suất của vỏ trong 831. Như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.23 tới Fig.25, điều này có thể thu được hiệu quả thay thế cho đường ống làm cân bằng để duy trì áp suất tương đương của bộ phận lớp cách nhiệt 833 và vỏ trong 831.

Theo sáng chế, có thể giảm bớt chi phí xây dựng nhà máy và chi phí bảo dưỡng và giảm bớt chi phí sản xuất LNG. Ngoài ra, có thể đảm bảo lợi ích kinh tế cao và rút ngắn thời gian hoàn vốn ở các mỏ khí cỡ nhỏ và vừa

mà tại đó tính khả thi kinh tế không thể được đảm bảo khi áp dụng phương pháp thông thường.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả chi tiết liên quan tới các phương án ưu tiên của nó, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần phải hiểu rằng các thay đổi khác nhau có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp, phương pháp này bao gồm các công đoạn:

thực hiện quy trình khử nước để loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên được cấp từ mỏ khí thiên nhiên mà không cần quy trình loại bỏ khí axit ra khỏi khí thiên nhiên; và

thực hiện quy trình hoá lỏng để tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua quy trình khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C mà không cần quy trình chưng cất phân đoạn khí thiên nhiên lỏng (NGL); và

thực hiện quy trình loại bỏ cacbon đioxit để loại bỏ cacbon đioxit bằng cách làm đông lạnh cacbon đioxit ở nhiệt độ và áp suất trong quy trình hoá lỏng khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên sau quy trình khử nước nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

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

thực hiện quy trình bảo quản để bảo quản khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp đã đi qua quy trình hoá lỏng trong thùng chứa có kết cấu kép.

3. Hệ thống sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp, hệ thống này bao gồm:

phương tiện khử nước được chế tạo để loại bỏ nước ra khỏi khí thiên nhiên được cấp từ mỏ khí thiên nhiên; và

phương tiện hoá lỏng được chế tạo để tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp bằng cách hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước ở áp suất nằm trong khoảng từ 1300 tới 2500 kPa (từ 13 tới 25 bar) và nhiệt độ nằm trong khoảng từ -120 tới -95°C; và

phương tiện loại bỏ cacbon đioxit được chế tạo để loại bỏ cacbon đioxit bằng cách làm đông lạnh cacbon đioxit ở nhiệt độ và áp suất trong quy trình hoá lỏng khi lượng cacbon đioxit có trong khí thiên nhiên sau quy trình khử nước nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

4. Hệ thống theo điểm 3, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

phương tiện bảo quản được chế tạo để bảo quản khí thiên nhiên hoá lỏng được tăng áp được tạo ra nhờ phương tiện hoá lỏng trong thùng chứa có kết cấu kép.

5. Hệ thống theo điểm 4, trong đó đường dẫn nối được tạo ra giữa kết cấu kép của thùng chứa và phần bên trong của thùng chứa sao cho áp suất bên trong của kết cấu kép của thùng chứa được làm cân bằng với áp suất bên trong của thùng chứa.

6. Hệ thống theo điểm 3, trong đó phương tiện loại bỏ cacbon đioxit bao gồm:

van giãn nở lắp trên đường ống cấp mà khí thiên nhiên đã tăng áp được cấp qua đó và được chế tạo để làm giảm áp khí thiên nhiên đã tăng áp thành áp suất thấp;

bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn được lắp ở đầu sau của van giãn nở và được chế tạo để lọc cacbon đioxit hoá rắn đông lạnh có trong khí thiên nhiên được hoá lỏng trong khi đi qua van giãn nở;

các van đóng/mở thứ nhất và thứ hai được lắp ở đầu trước của van giãn nở và đầu sau của bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn và được chế tạo để mở và đóng dòng khí thiên nhiên áp suất cao và khí thiên nhiên hoá lỏng;

bộ phận gia nhiệt được chế tạo để cấp nhiệt nhằm hoá hơi cacbon đioxit hoá rắn của van giãn nở và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn; và

van đóng/mở thứ ba được lắp đặt để mở và đóng dòng xả cacbon đioxit đã tái tuần hoàn nhờ bộ phận gia nhiệt trên đường ống xả được rẽ nhánh từ đường ống cấp giữa van đóng/mở thứ nhất và van giãn nở.

7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó bộ phận gia nhiệt bao gồm:

bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn mà qua đó nạp tải nhiệt để trao đổi nhiệt giữa van giãn nở và bộ lọc cacbon đioxit hoá rắn được tuần hoàn; và các van đóng/mở thứ tư và thứ năm được lắp ở đầu trước và đầu sau của bộ trao đổi nhiệt tái tuần hoàn.

8. Hệ thống theo điểm 6, trong đó phương tiện loại bỏ cacbon đioxit được cung cấp với số lượng nhiều, và trong khi một số phương tiện loại bỏ cacbon đioxit thực hiện việc lọc cacbon đioxit, các phương tiện loại bỏ cacbon đioxit khác thực hiện việc tái tuần hoàn cacbon đioxit dưới sự kiểm soát của các van đóng/mở từ thứ nhất tới thứ ba và bộ phận gia nhiệt.

9. Hệ thống theo điểm 3, trong đó phương tiện hoá lỏng bao gồm:

bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng được chế tạo để hoá lỏng khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh; và

bộ phận làm lạnh chất làm lạnh được chế tạo để làm lạnh chất làm lạnh nhờ bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh và cấp chất làm lạnh đã được làm lạnh tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng,

trong đó bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng và bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh được tách ra khỏi nhau.

10. Hệ thống theo điểm 9, trong đó bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng được làm bằng thép không gỉ, và bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh được làm bằng nhôm.

11. Hệ thống theo điểm 9, trong đó ở bộ phận làm lạnh chất làm lạnh,

bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh bao gồm các bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và thứ hai,

chất làm lạnh được xả từ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng được nén và được làm lạnh nhờ máy nén và thiết bị làm lạnh phía sau,

chất làm lạnh đã đi qua thiết bị làm lạnh phía sau được tách thành chất làm lạnh dạng khí và chất làm lạnh dạng lỏng nhờ bộ tách,

chất làm lạnh dạng khí được cấp tới đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai,

chất làm lạnh dạng lỏng đi qua đường dẫn thứ hai của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất và được làm giãn nở ở áp suất thấp nhờ van Joule-Thomson (J-T) thứ nhất, và chất làm lạnh dạng lỏng đã giãn nở được cấp tới máy nén qua đường dẫn thứ ba của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất,

chất làm lạnh đã đi qua đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai được làm giãn nở ở áp suất thấp nhờ van J-T thứ hai và được cấp tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng, và

chất làm lạnh được làm giãn nở ở áp suất thấp nhờ van J-T thứ ba và được cấp tới máy nén qua đường dẫn thứ hai của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ hai và đường dẫn thứ ba của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh thứ nhất.

12. Hệ thống theo điểm 9, trong đó ở bộ phận làm lạnh chất làm lạnh:

chất làm lạnh được xả từ bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng được nén và được làm lạnh nhờ máy nén và thiết bị làm lạnh phía sau và được cấp tới đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh, và

chất làm lạnh đã đi qua đường dẫn thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh được làm giãn nở nhờ bộ làm giãn nở và được cấp tới bộ trao đổi nhiệt hoá lỏng hoặc được cấp tới máy nén qua đường dẫn thứ hai của bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh theo hoạt động của van phân phối dòng.

13. Hệ thống theo điểm 3, trong đó phương tiện hoá lỏng bao gồm:

bộ phận cung cấp chất làm lạnh được chế tạo để cấp chất làm lạnh để thực hiện trao đổi nhiệt với khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước;

các bộ trao đổi nhiệt được lắp đặt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất được rẽ nhánh từ đường ống cấp mà qua đó khí thiên nhiên đã đi qua phương tiện khử nước được cấp, và được chế tạo để làm lạnh khí thiên nhiên cấp từ đường ống cấp nhờ trạng thái trao đổi nhiệt với chất làm lạnh cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh; và

bộ phận tái tuần hoàn được chế tạo để cấp có lựa chọn chất lỏng tái tuần hoàn nhằm loại bỏ cacbon đioxit đã đông lạnh ở các bộ trao đổi nhiệt.

14. Hệ thống theo điểm 13, trong đó các bộ trao đổi nhiệt tạo ra tổng công suất vượt quá năng suất sản xuất khí thiên nhiên hoá lỏng sao cho một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt được duy trì ở trạng thái dự phòng khi tạo ra khí thiên nhiên hoá lỏng.

15. Hệ thống theo điểm 13, trong đó bộ phận tái tuần hoàn bao gồm:

bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn được chế tạo để cấp chất lỏng tái tuần hoàn;

các đường ống tái tuần hoàn kéo dài từ bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn và được nối với các đầu trước và các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất;

các van thứ nhất được lắp ở các đầu trước và các đầu sau ở các vị trí được nối với các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất; và

van thứ hai được lắp ở các đầu trước và các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên các đường ống dẫn chất lỏng tái tuần hoàn.

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

các thiết bị cảm biến được lắp đặt để kiểm tra trạng thái đông lạnh của cacbon đioxit ở các bộ trao đổi nhiệt; và

bộ điều khiển được chế tạo để tiếp nhận các tín hiệu cảm biến đầu ra từ các thiết bị cảm biến và kiểm soát van thứ nhất và van thứ hai và bộ phận cấp chất lỏng tái tuần hoàn.

17. Hệ thống theo điểm 16, trong đó các thiết bị cảm biến bao gồm các lưu lượng kế được lắp ở các đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất và đo lưu lượng của khí thiên nhiên hoá lỏng, hoặc các đồng hồ đo cacbon đioxit được lắp trên các đường ống rẽ nhánh thứ nhất và đo hàm lượng của cacbon đioxit có trong khí ở đầu trước và đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt.

18. Hệ thống theo điểm 16, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

các van thứ ba được lắp đặt ở đầu trước và đầu sau của các bộ trao đổi nhiệt trên đường ống dẫn chất làm lạnh mà qua đó chất làm lạnh được cấp từ bộ phận cung cấp chất làm lạnh tới các bộ trao đổi nhiệt, các van thứ ba này được kiểm soát nhờ bộ điều khiển.

Fig. 1

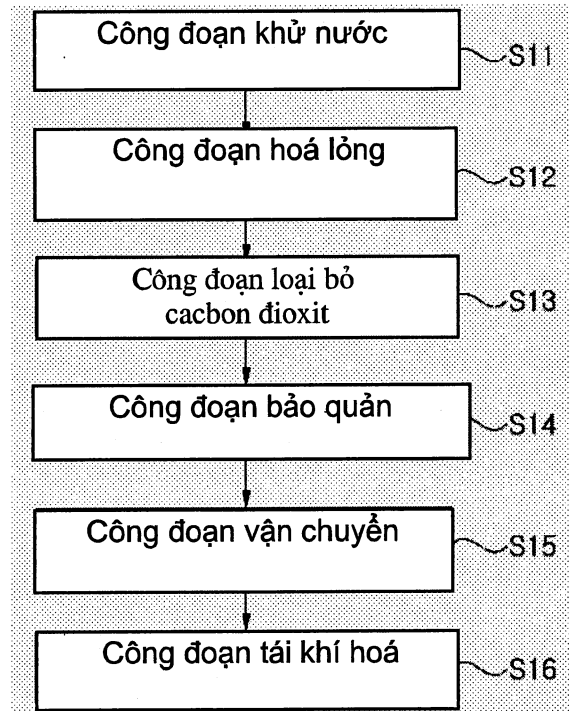


Fig. 2

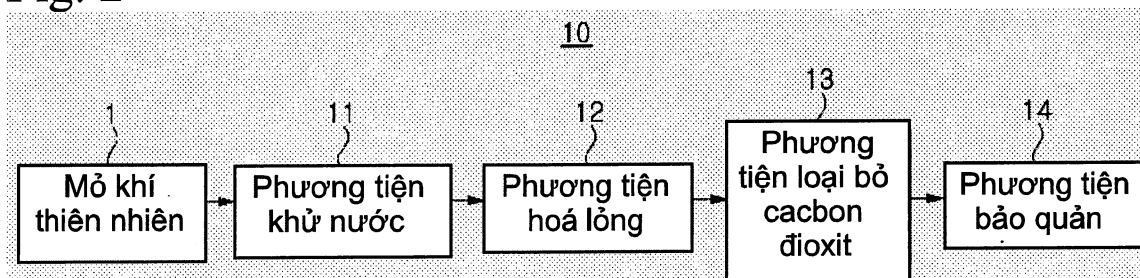


Fig. 3

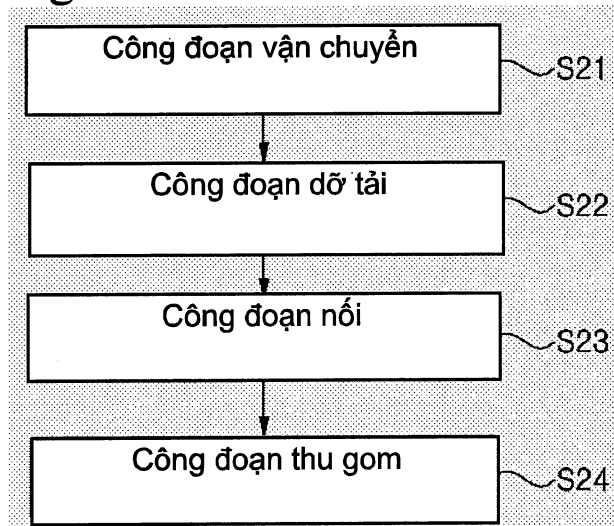
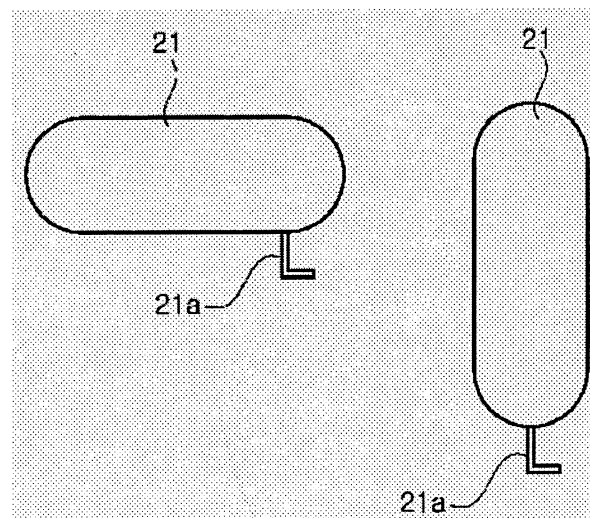


Fig. 5



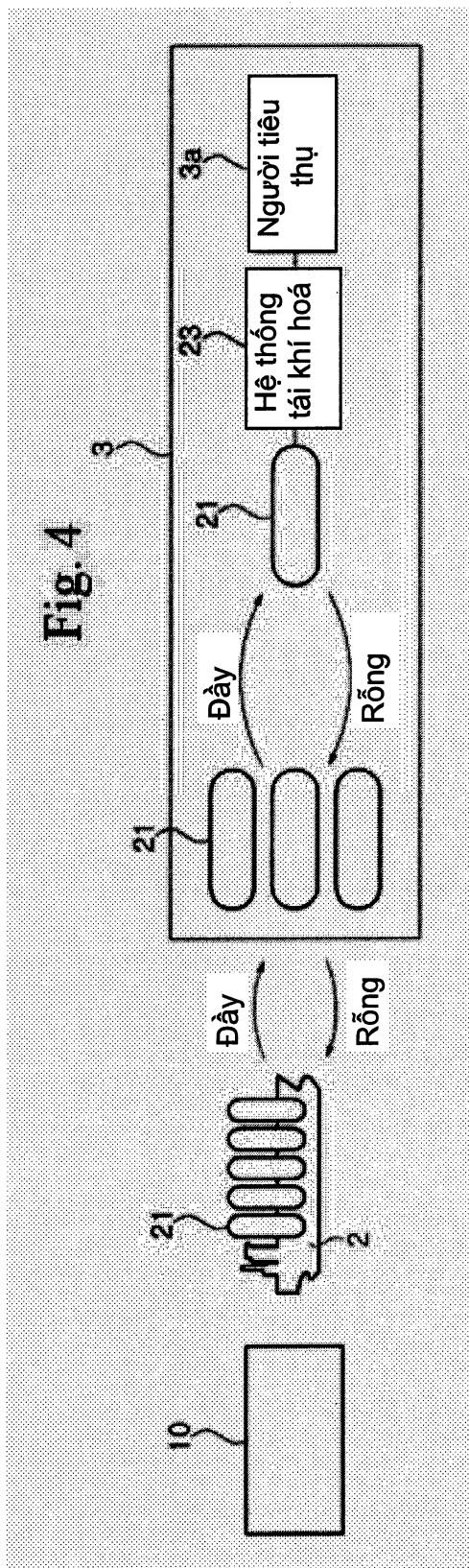


Fig. 7

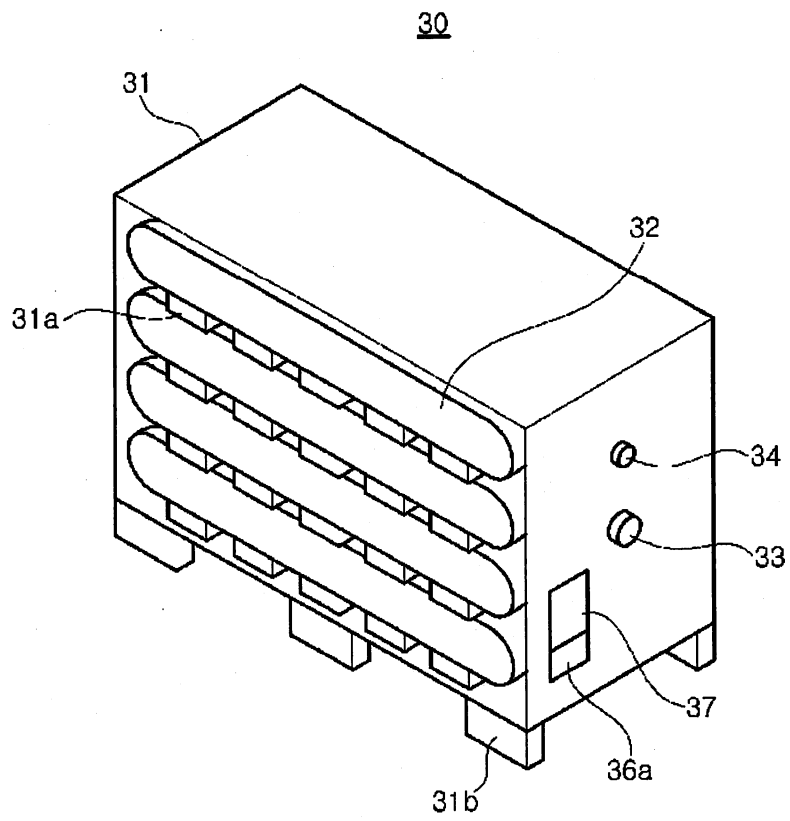


Fig. 8

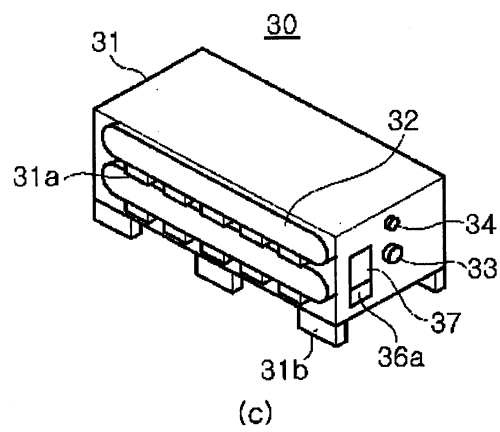
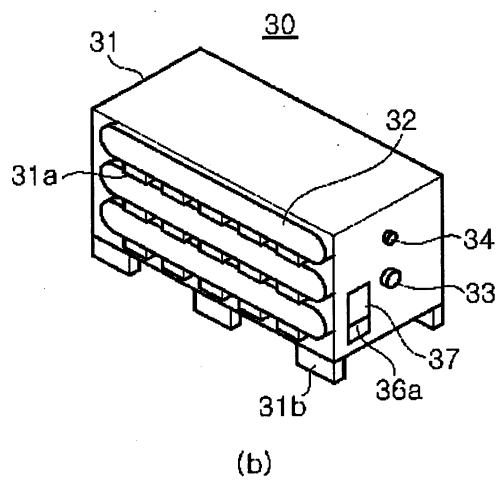
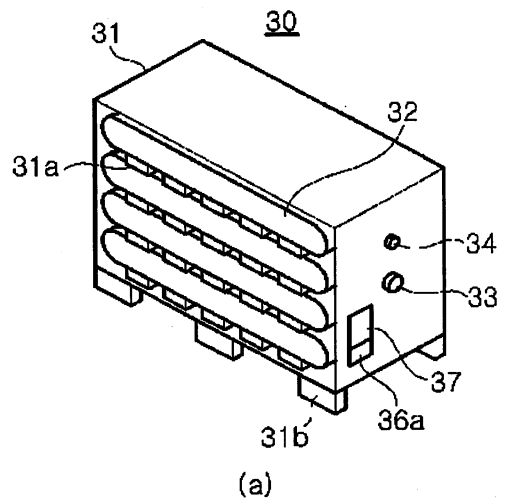


Fig. 9

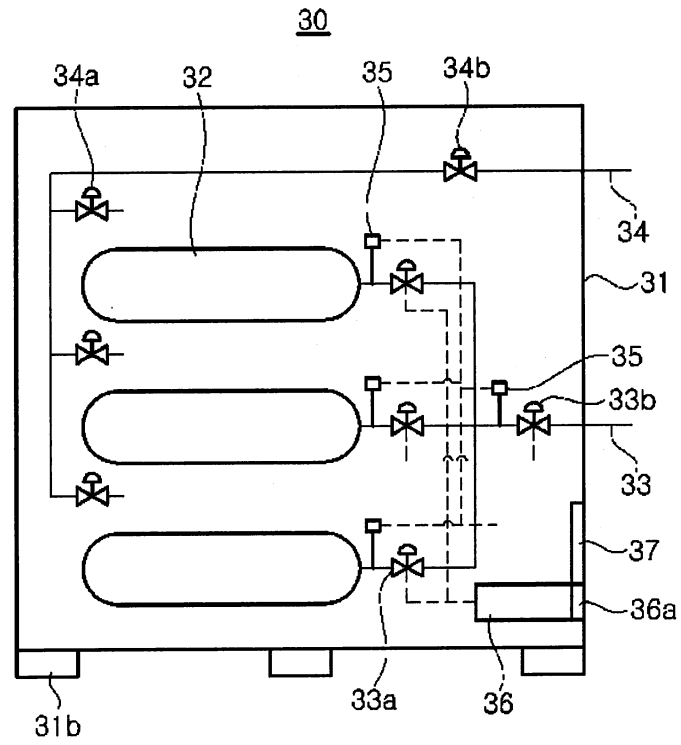


Fig. 10

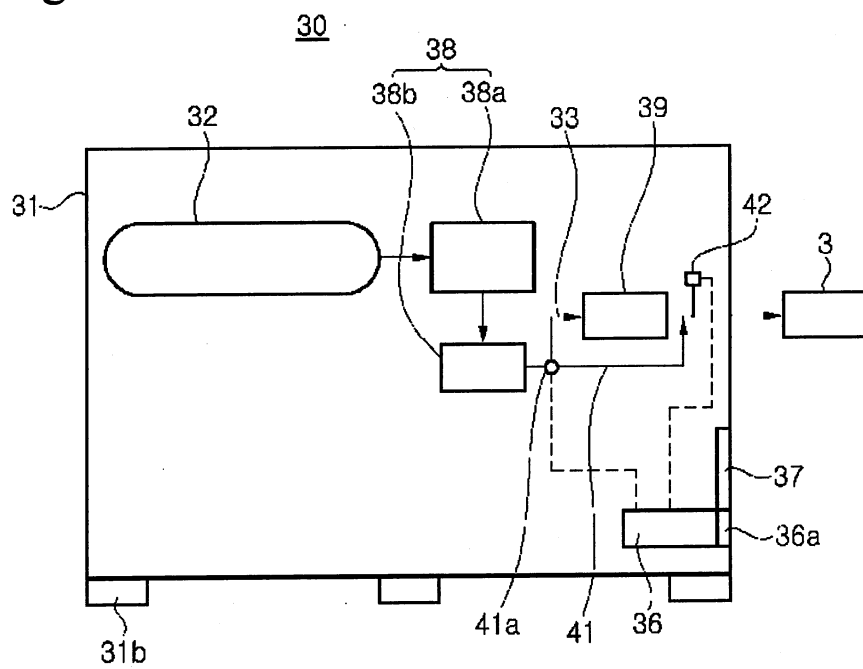


Fig. 11

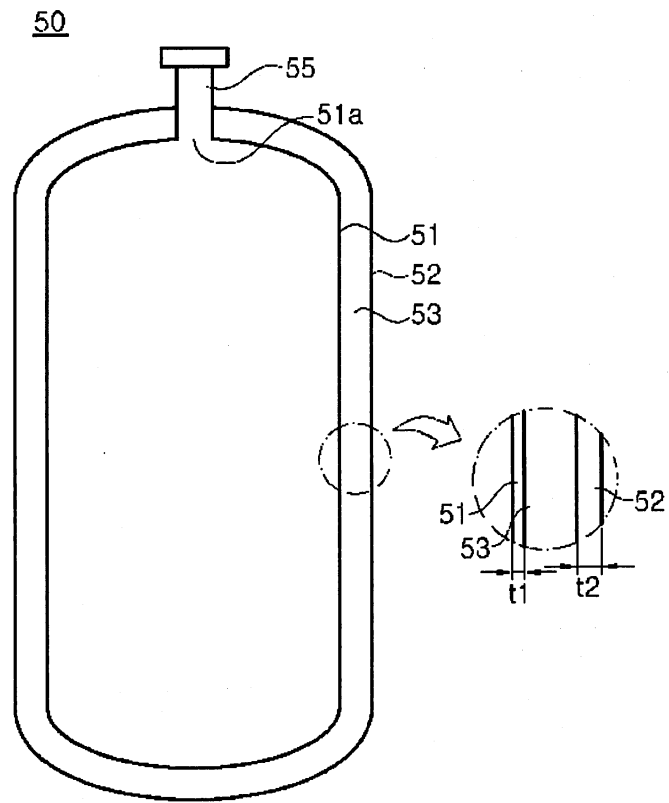


Fig. 12

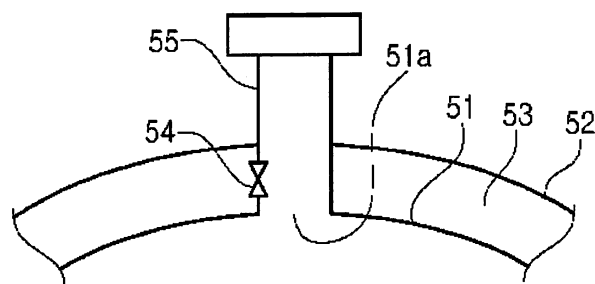


Fig. 13

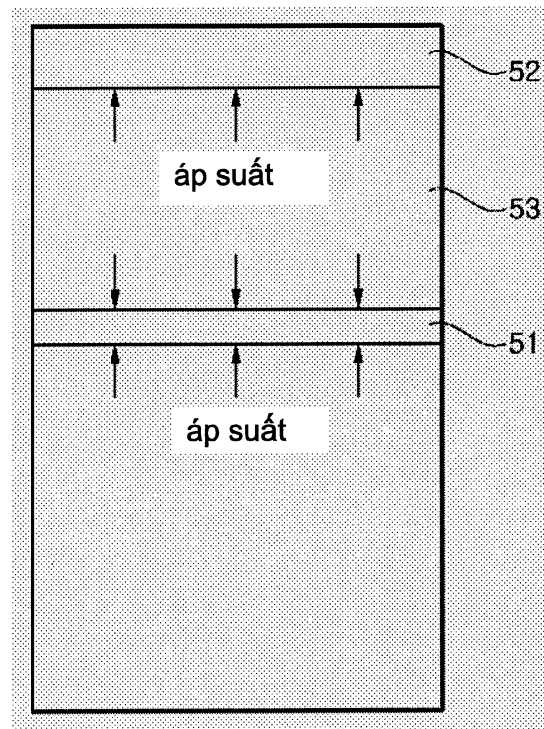


Fig. 14

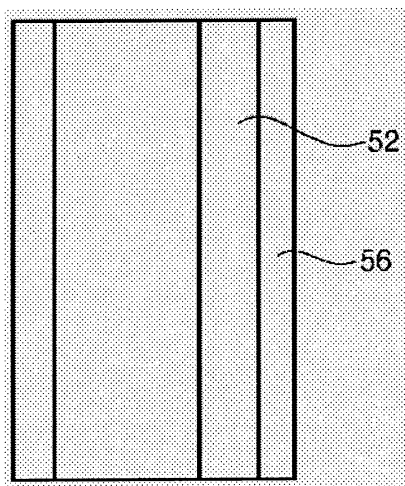


Fig. 15

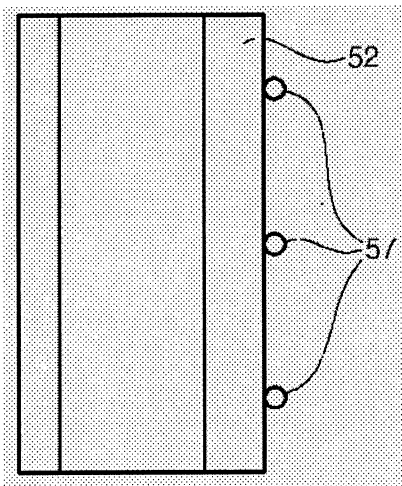


Fig. 16

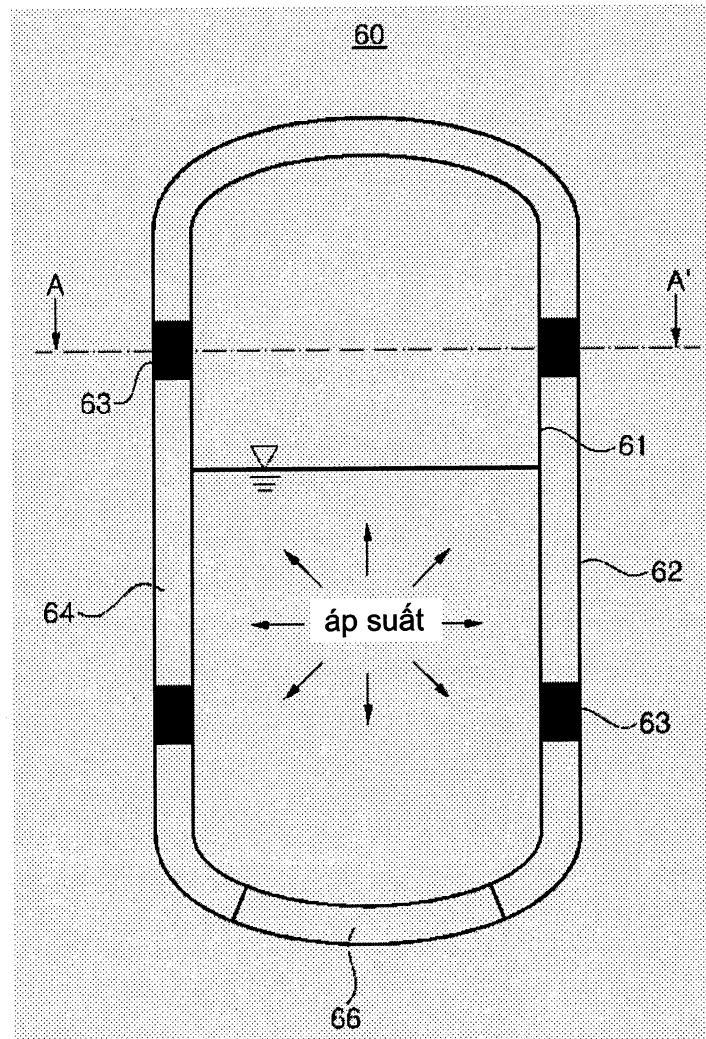


Fig. 17

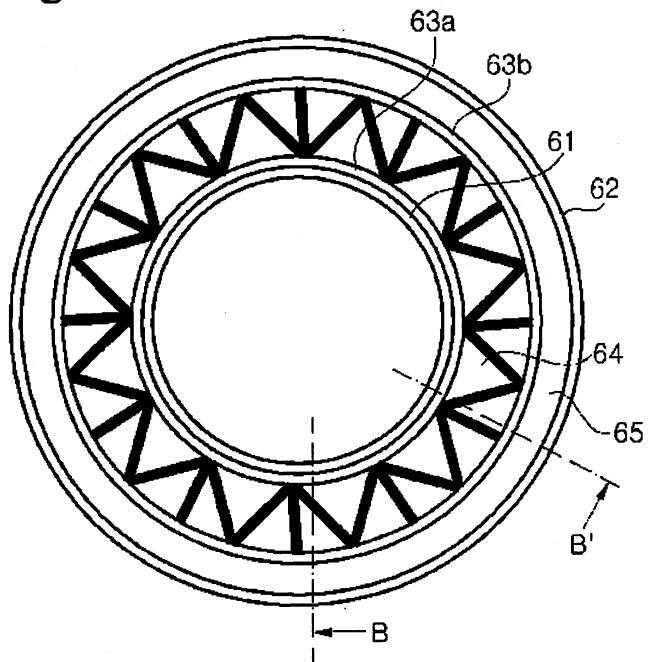


Fig. 18

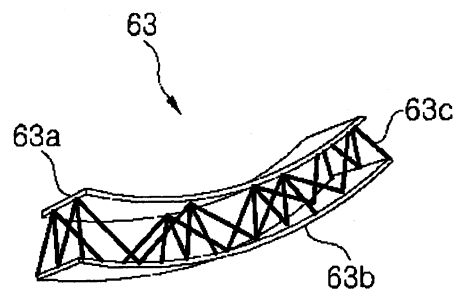


Fig. 19

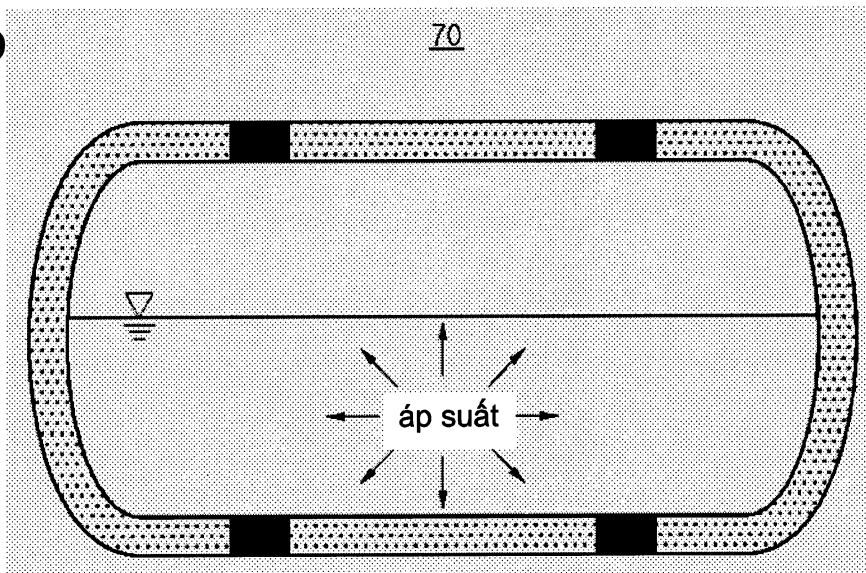


Fig. 20

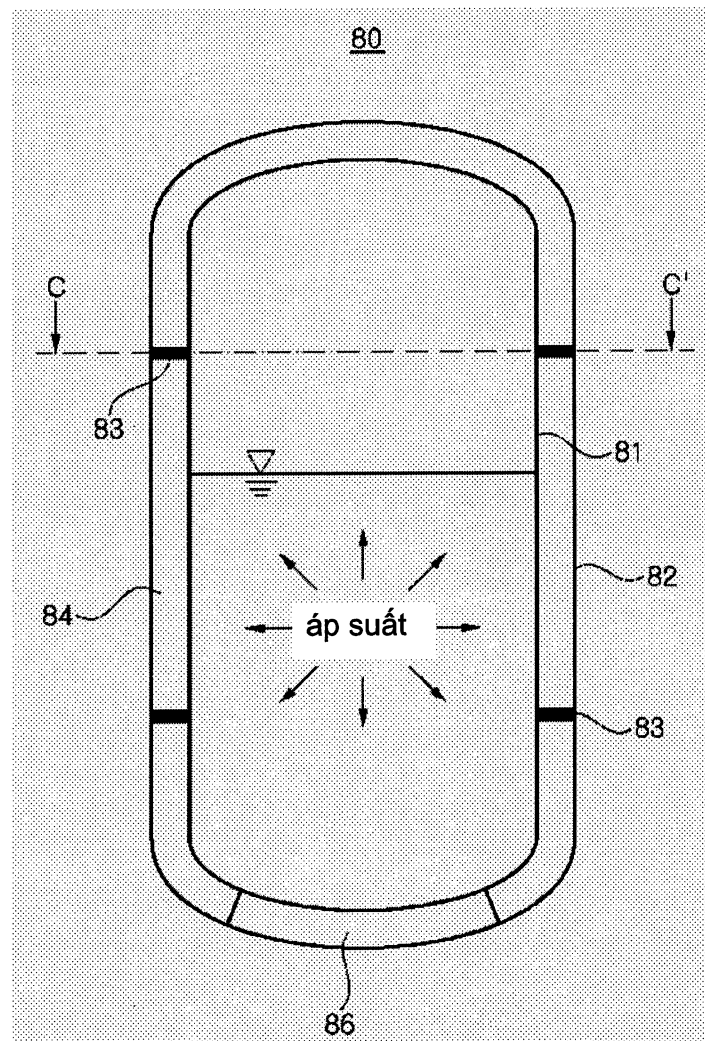


Fig. 21

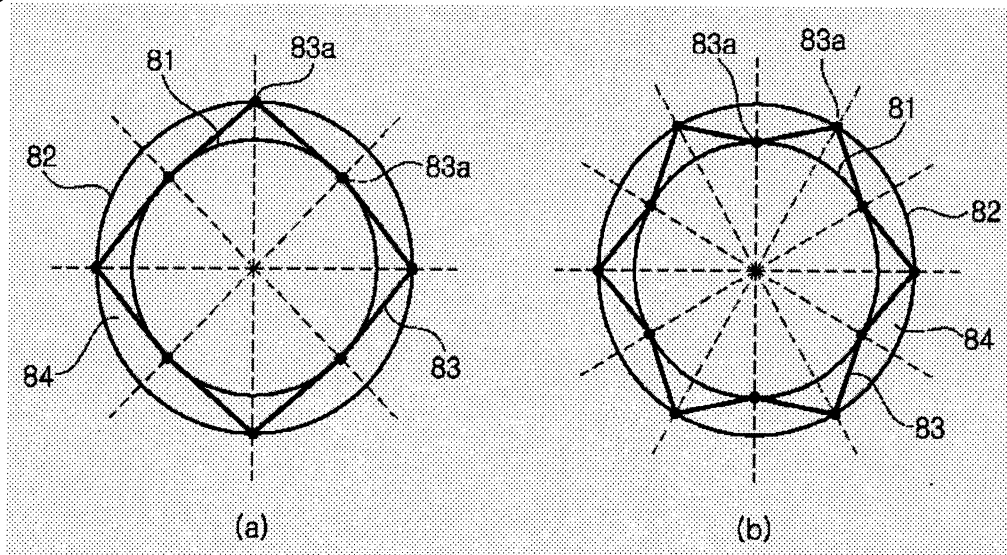


Fig. 22

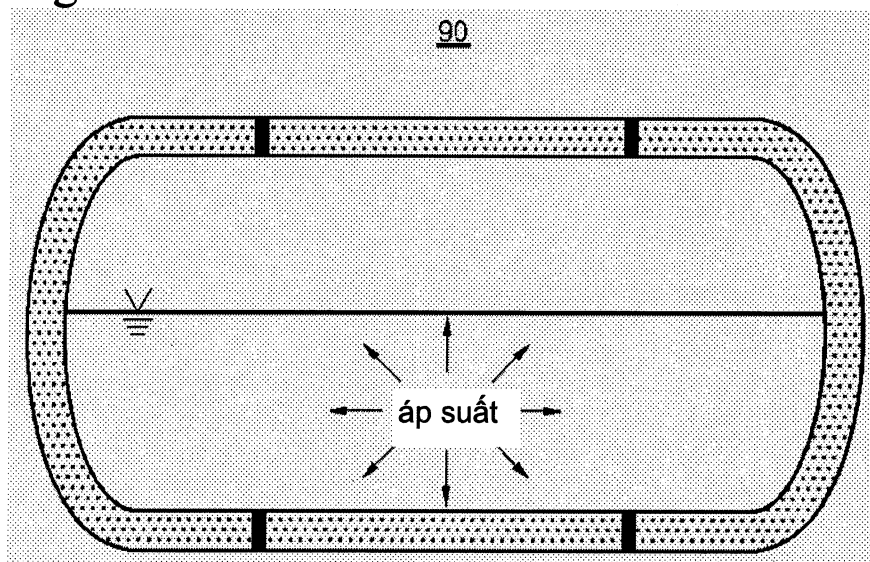


Fig. 23

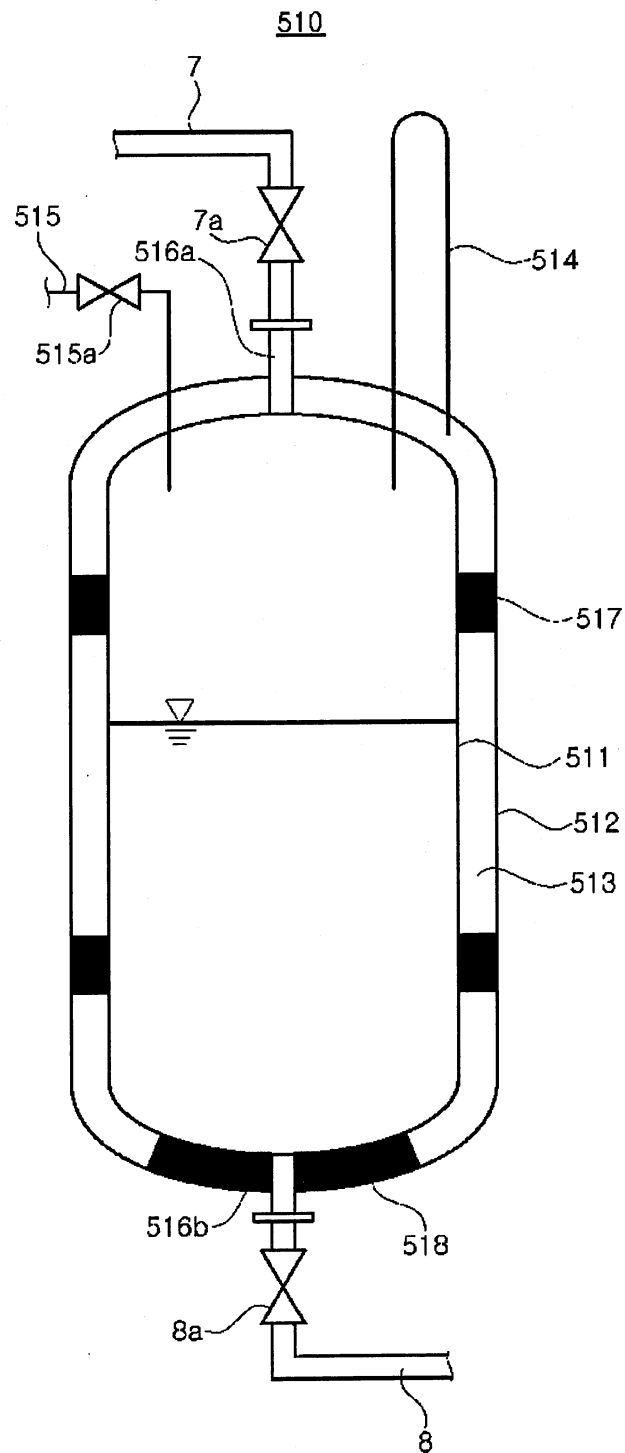


Fig. 24

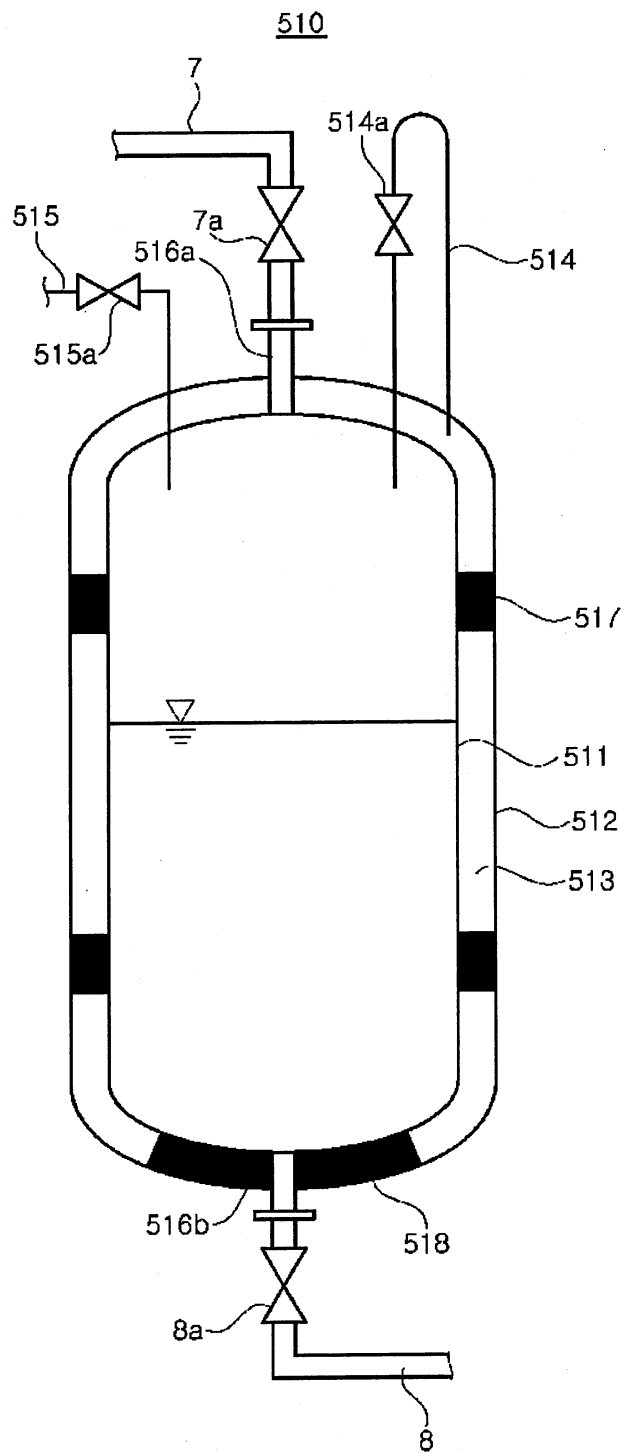


Fig. 25

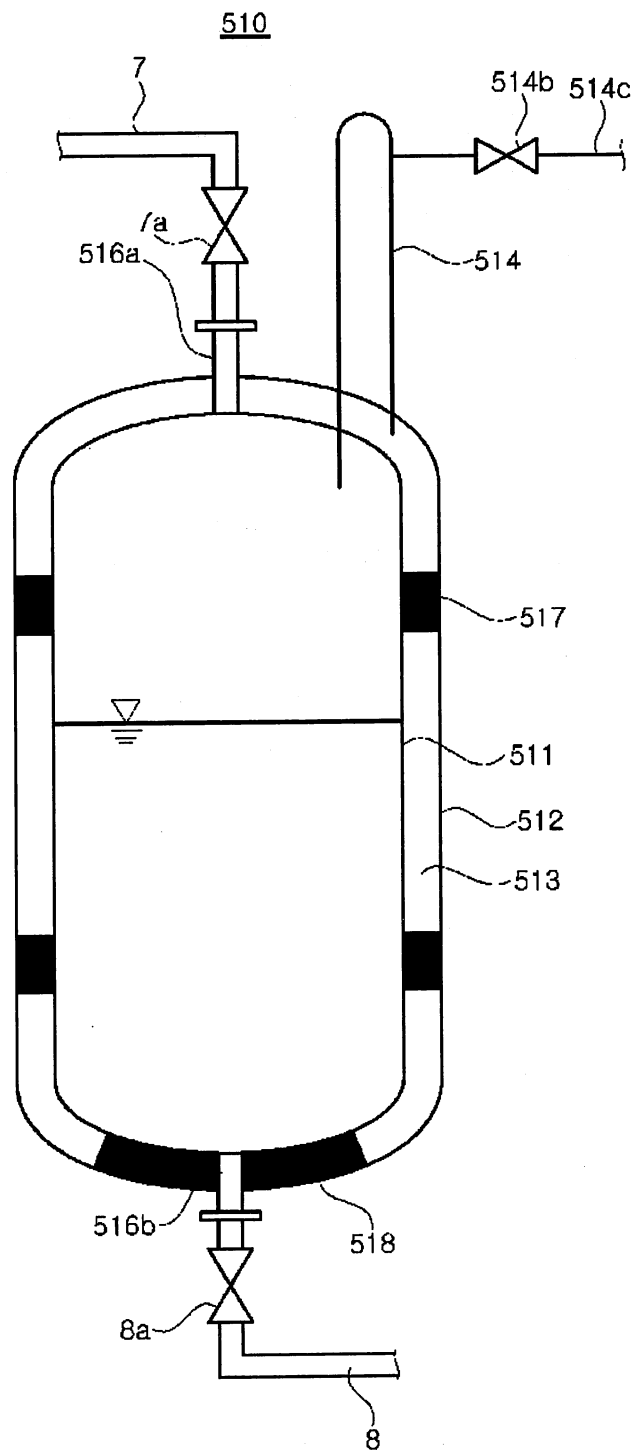


Fig. 27

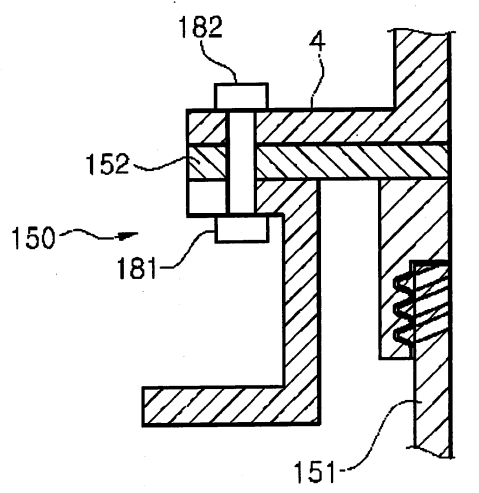
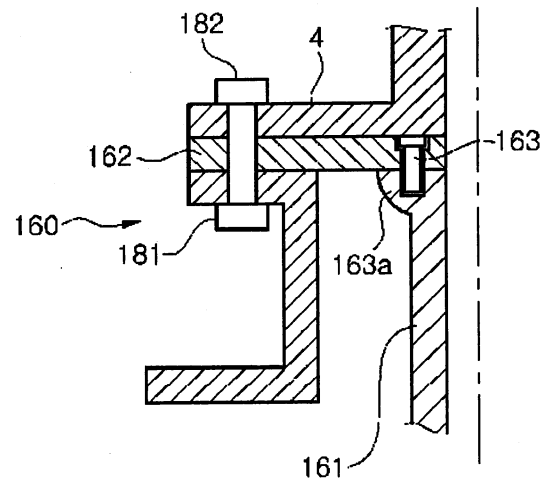
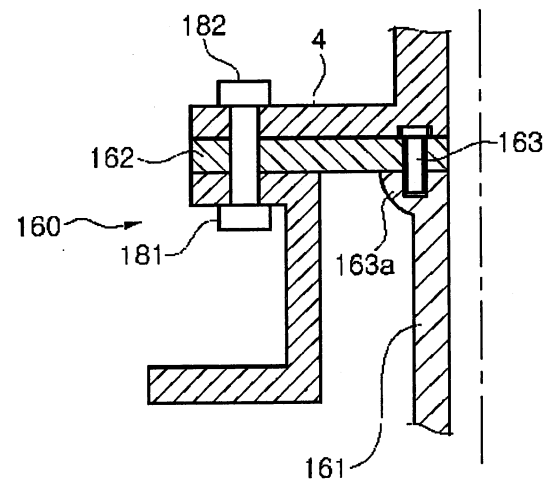


Fig. 28



(a)



(b)

Fig. 29

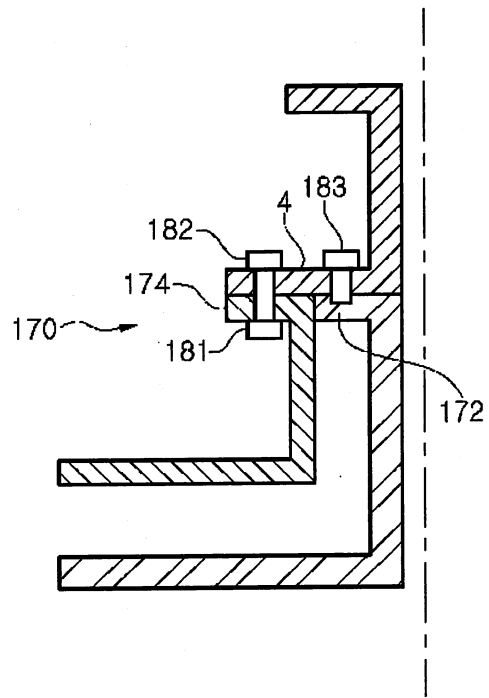


Fig. 30

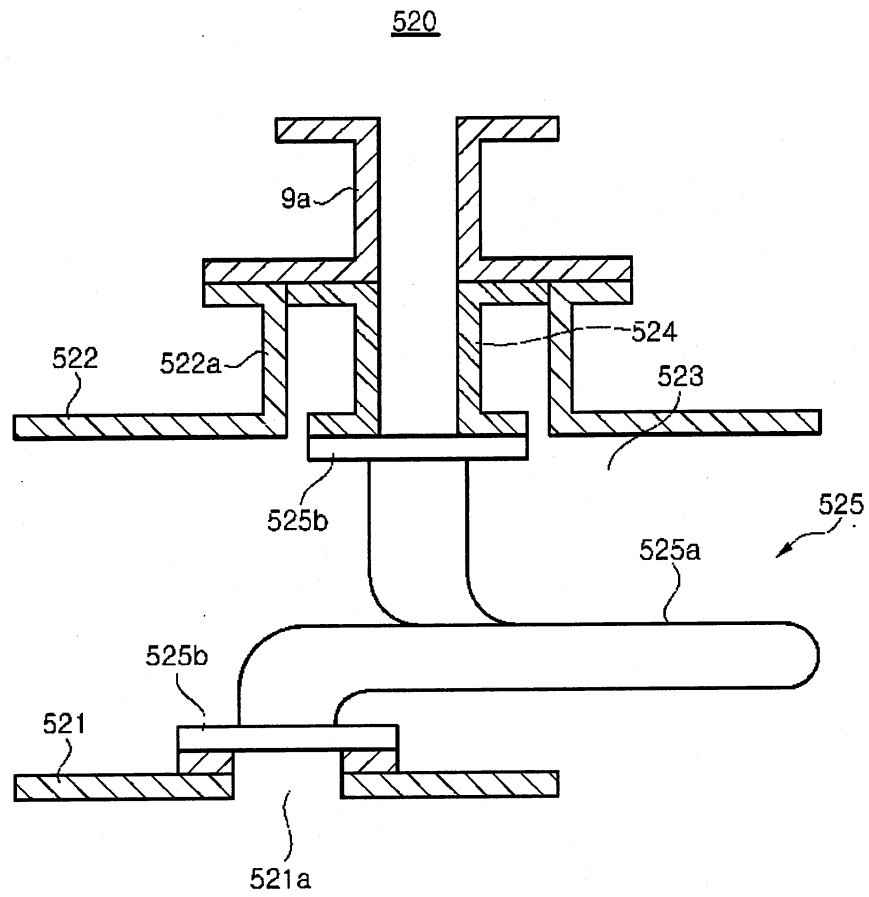


Fig. 31

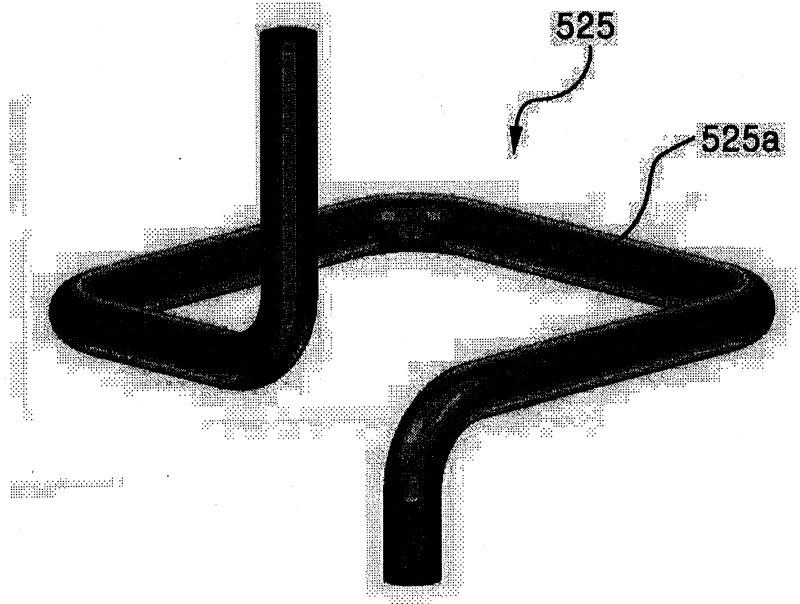


Fig. 32

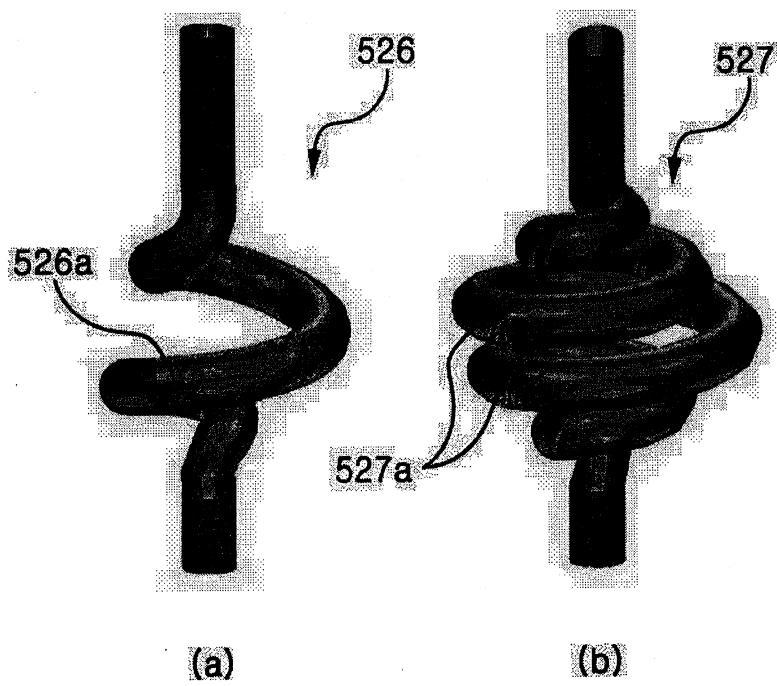


Fig. 33

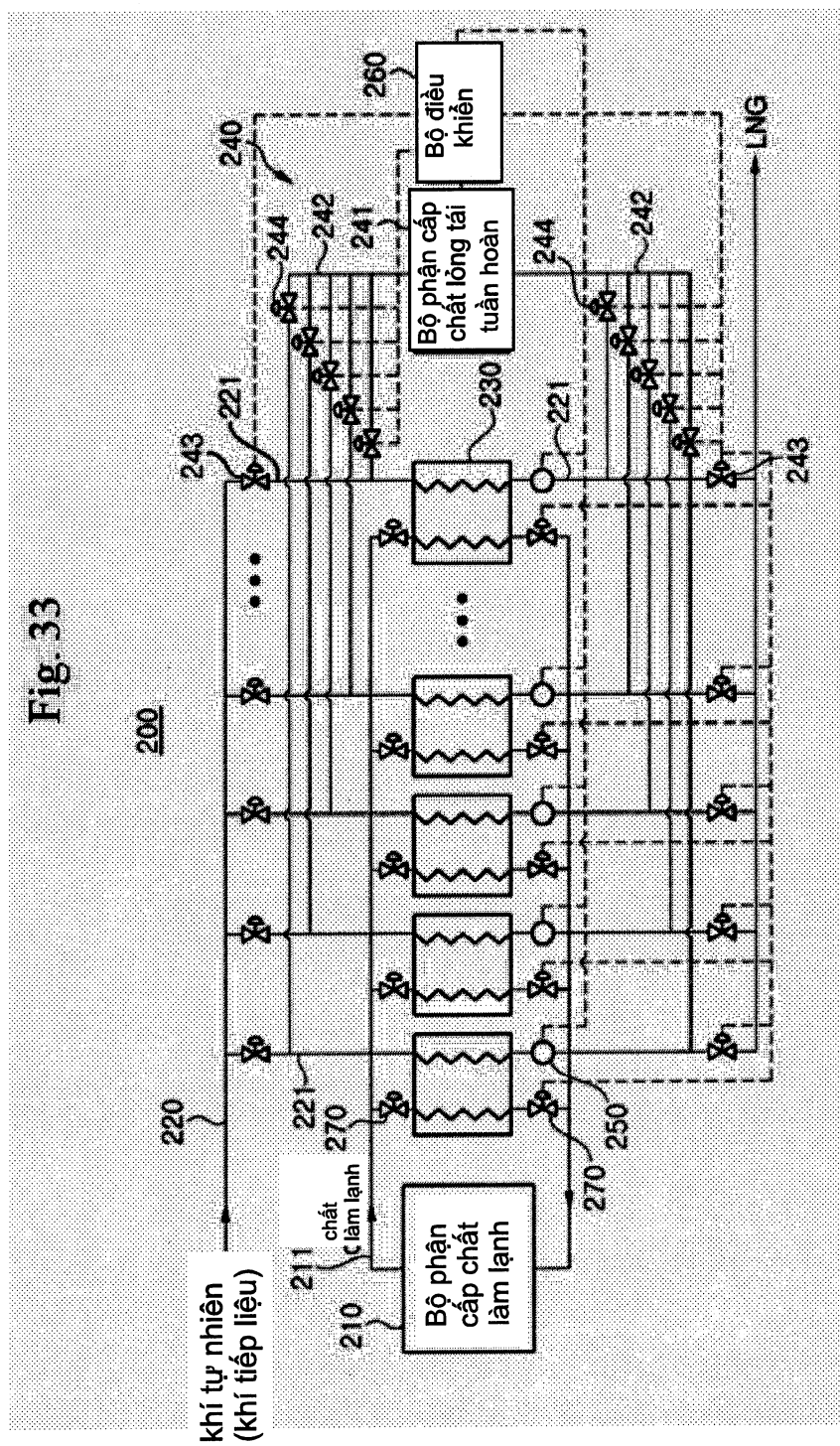


Fig. 34

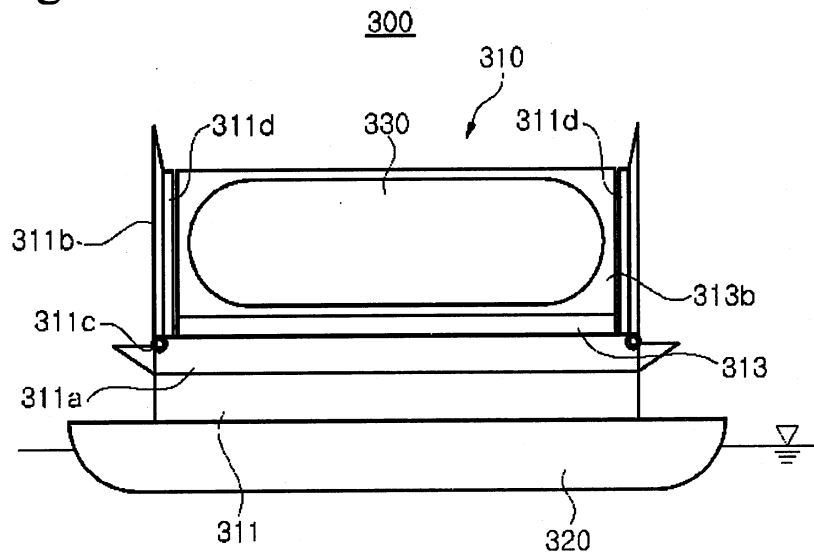


Fig. 35

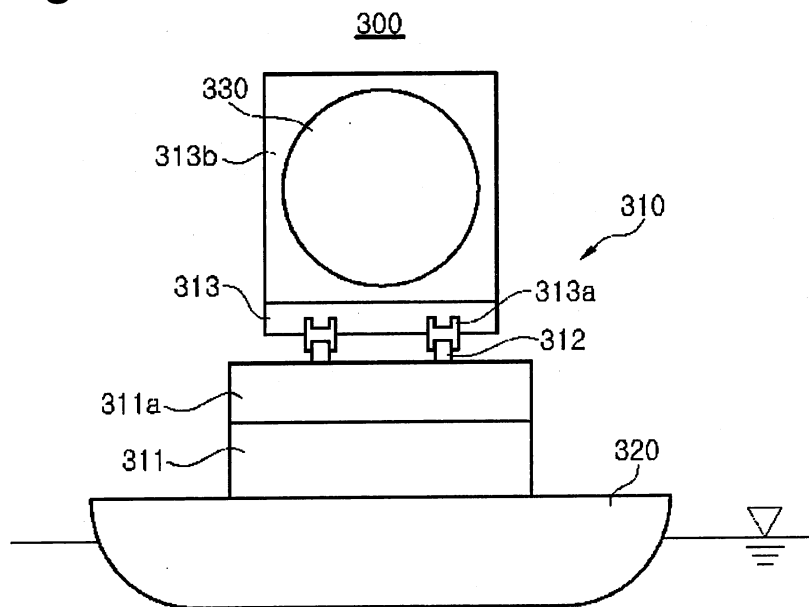


Fig. 36

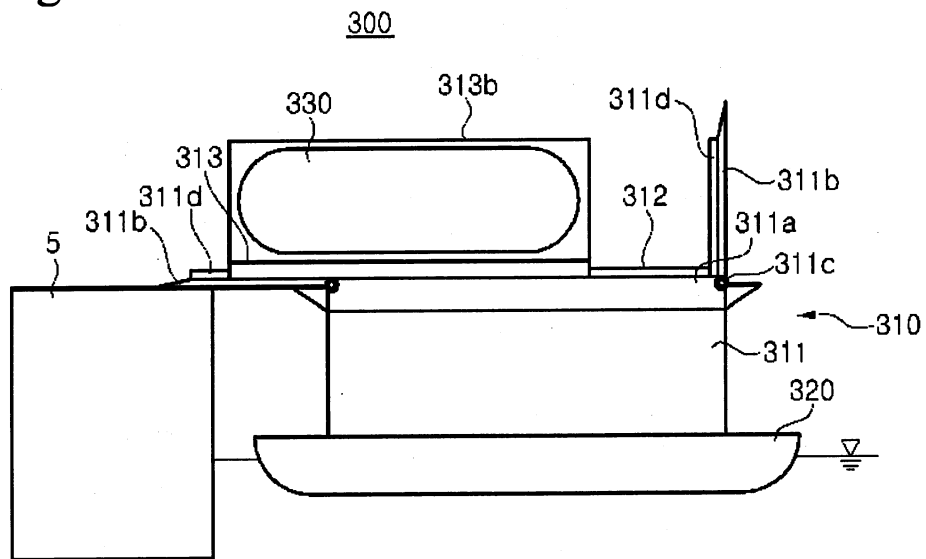


Fig. 37

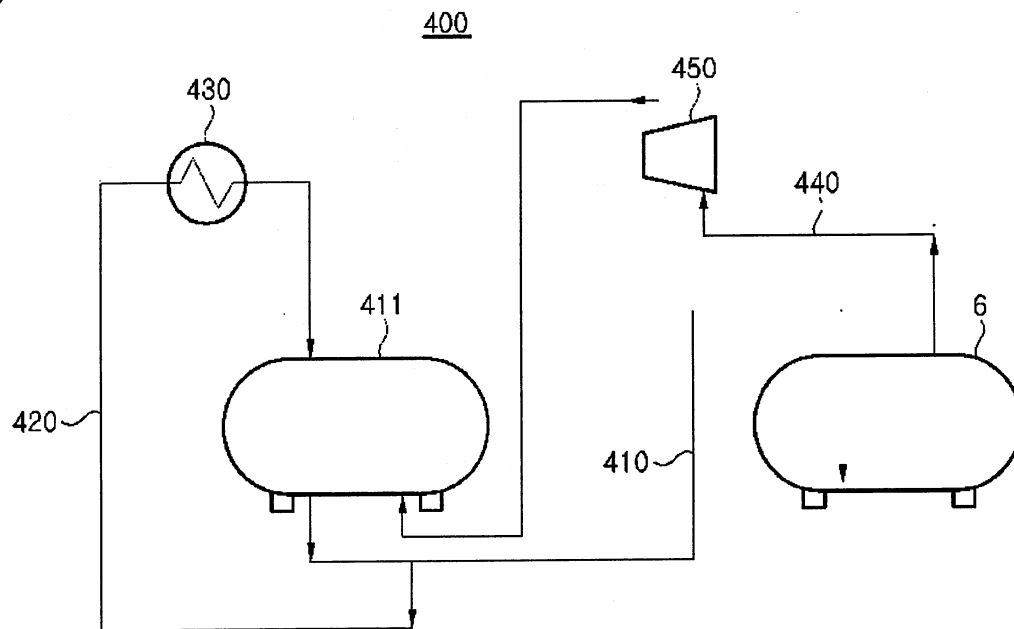


Fig. 38

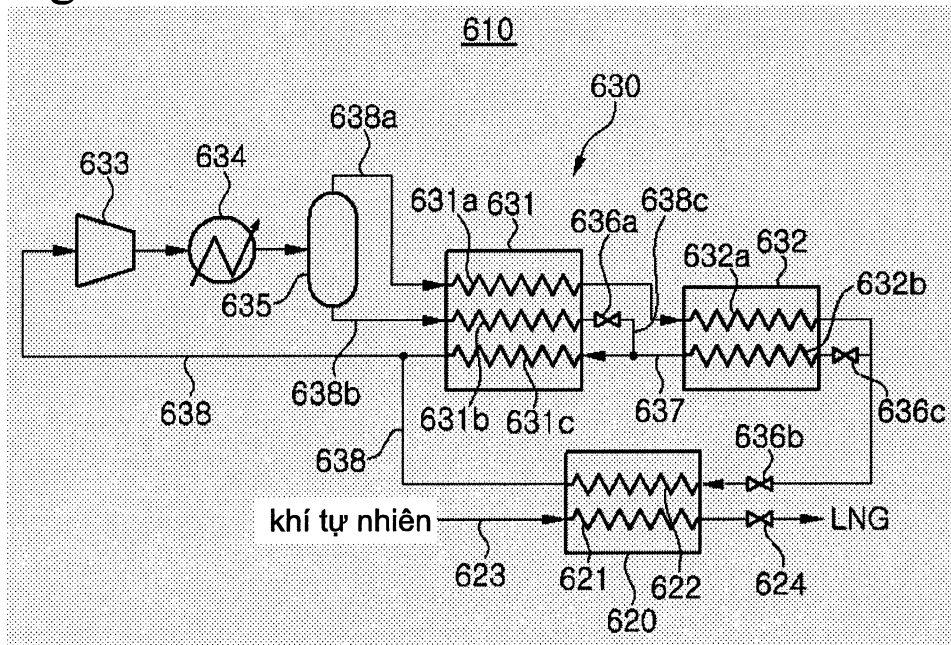


Fig. 39

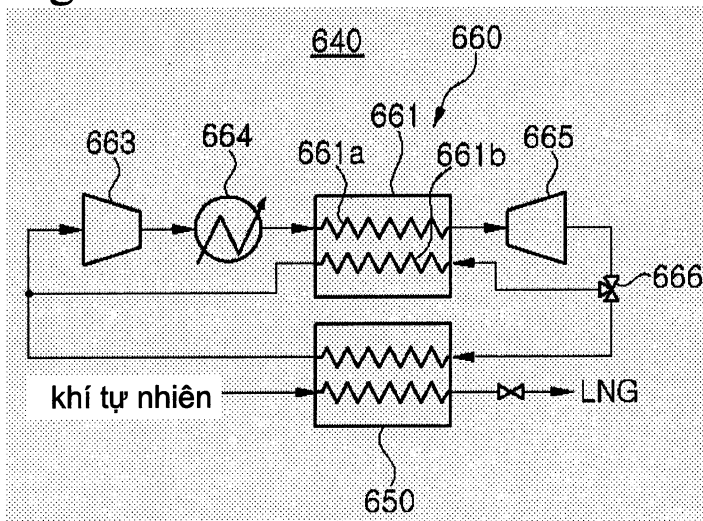
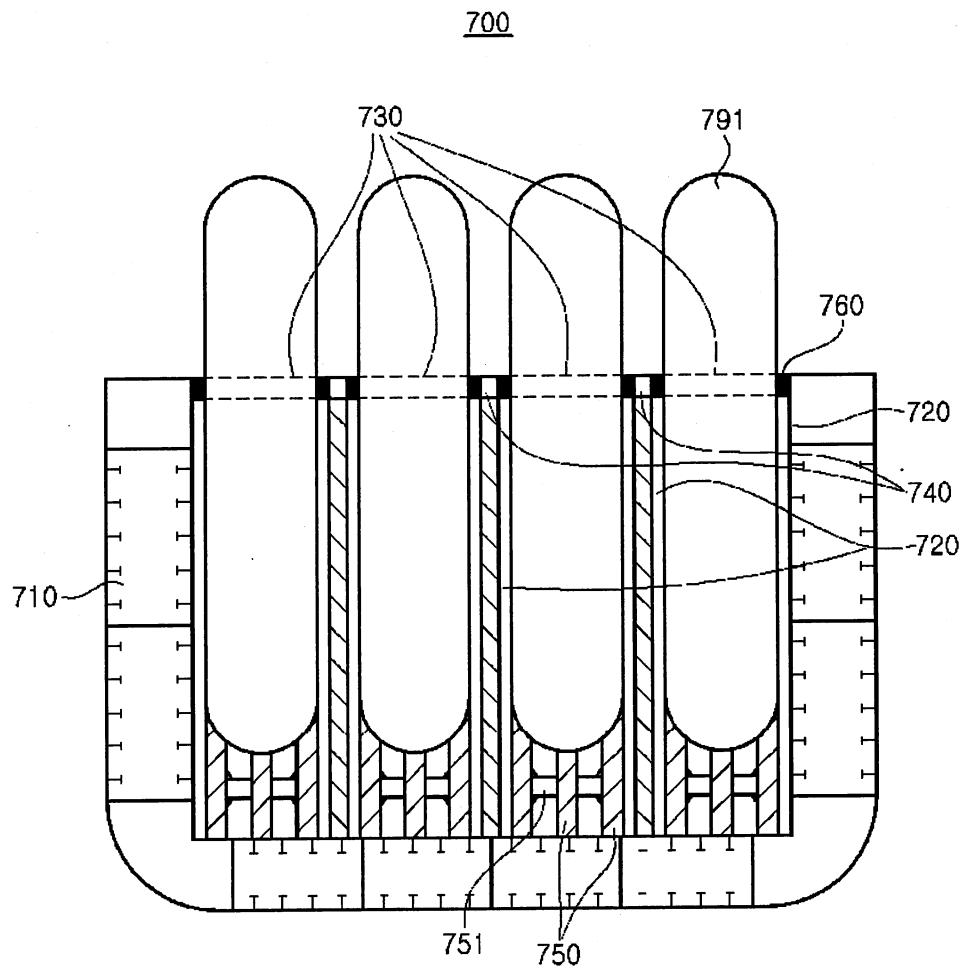


Fig. 40



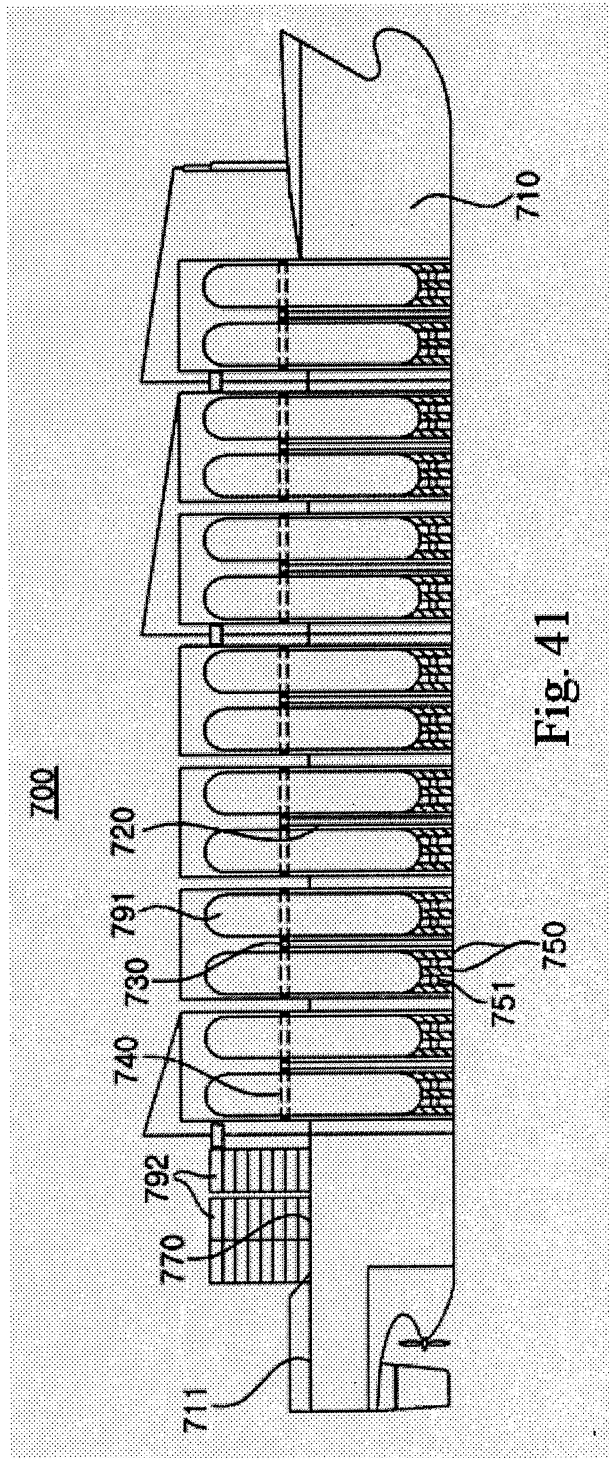


Fig. 42

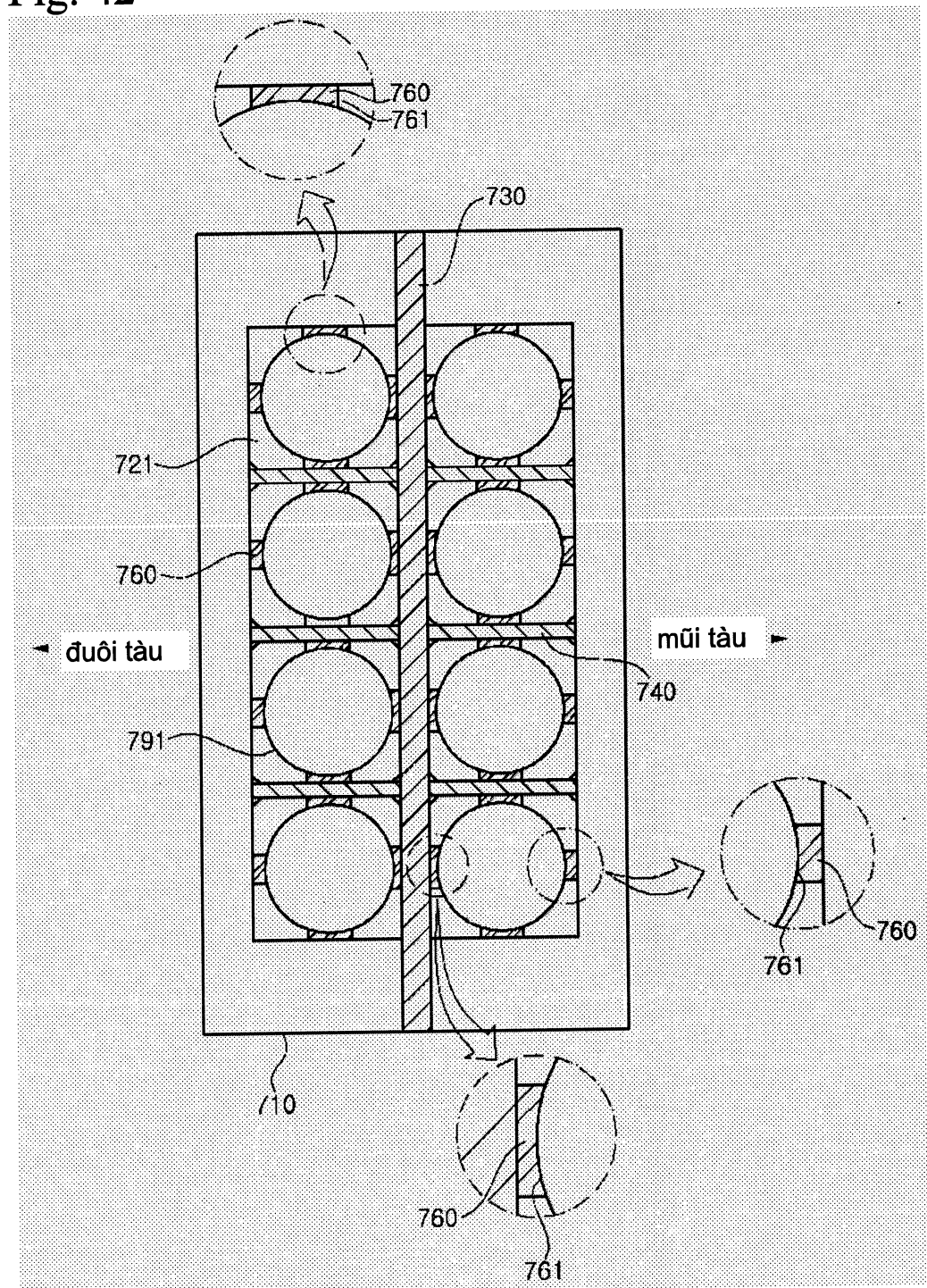


Fig. 43

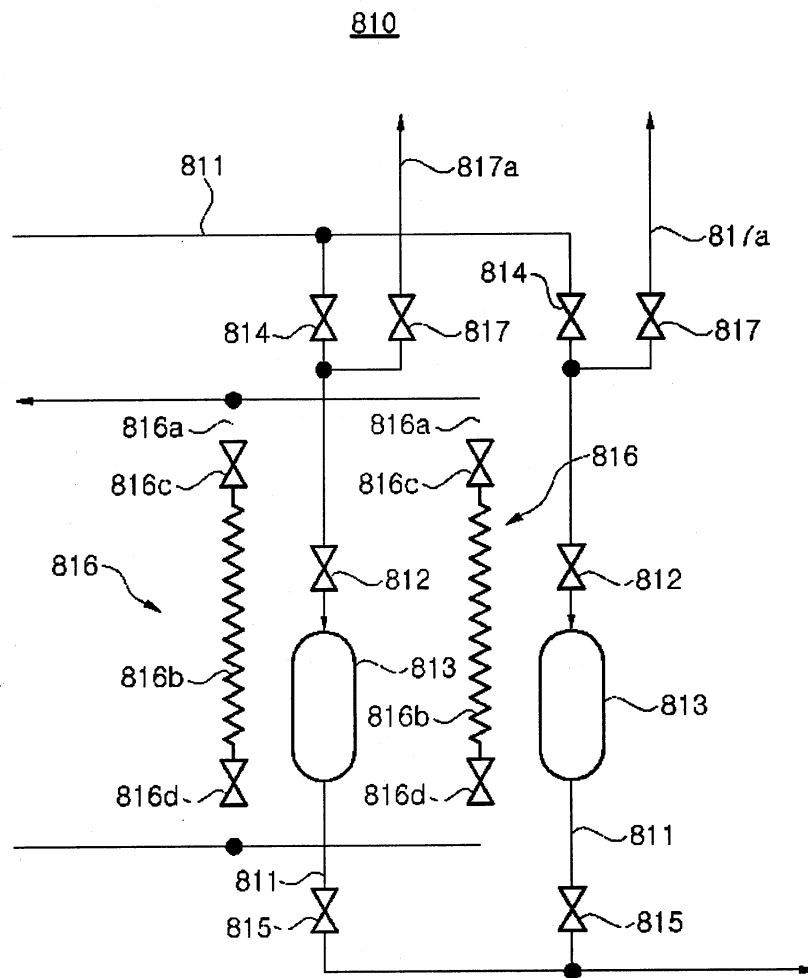


Fig. 44

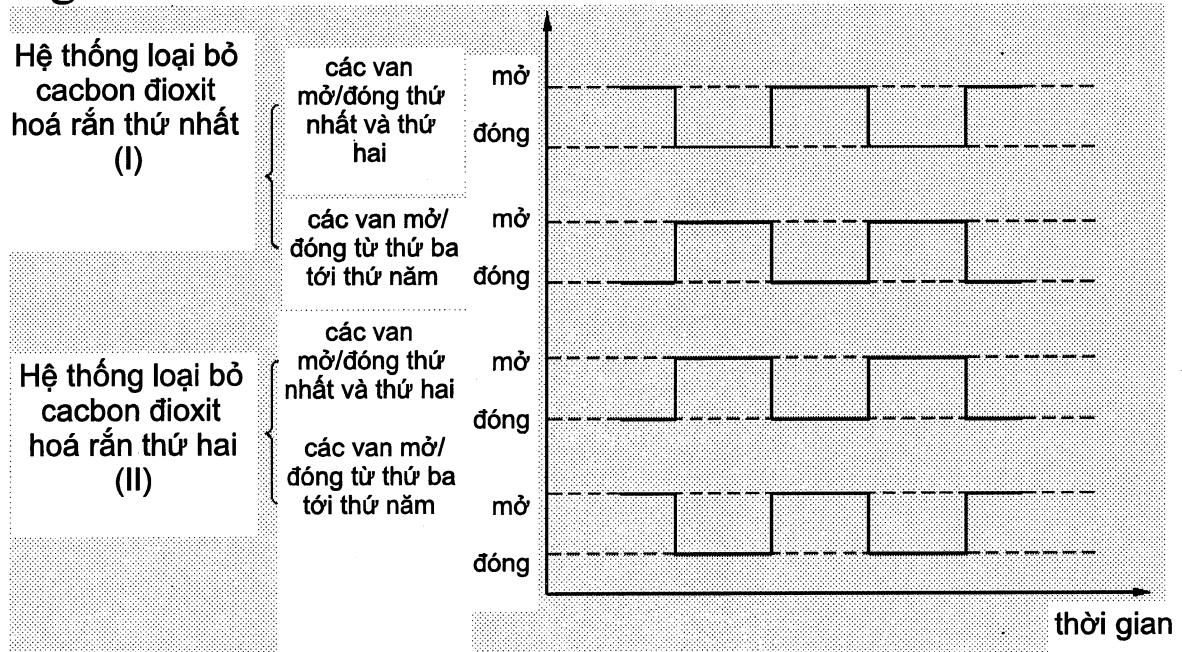


Fig. 45

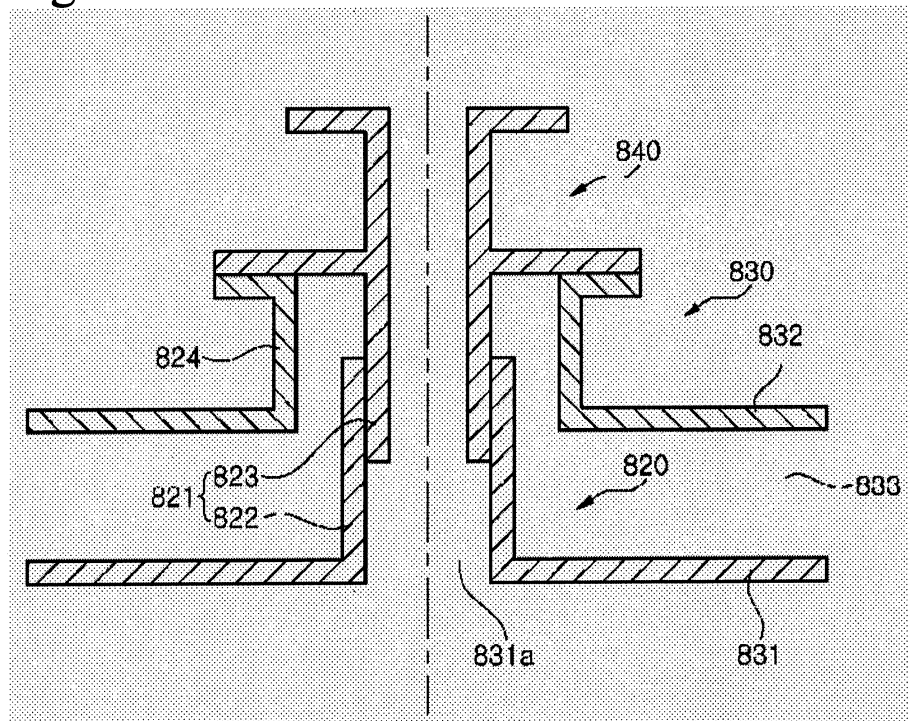


Fig. 46

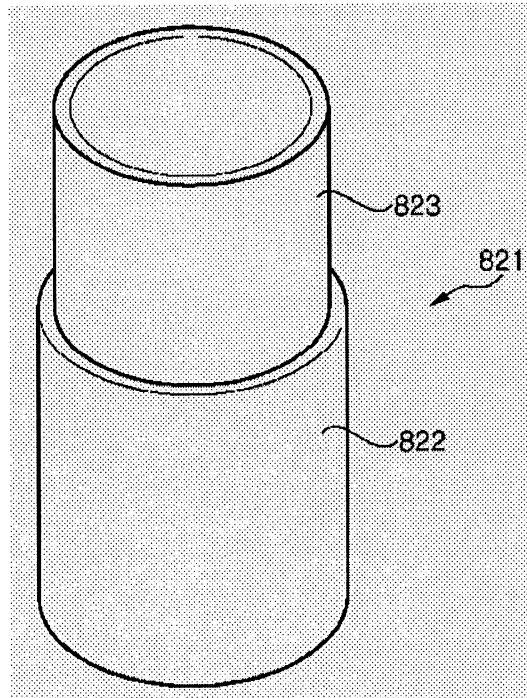


Fig. 47

