



(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)



1-0052511

(51)^{2020.01} C01B 21/04; F25J 3/04; F28F 9/02;
F28D 9/02; F28F 3/08; F25J 3/02; F25J
5/00

(13) B

(21) 1-2021-04983

(22) 28/01/2020

(86) PCT/JP2020/002985 28/01/2020

(87) WO2020/158734 06/08/2020

(30) 2019-012047 28/01/2019 JP

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/11/2021 404A

(73) TAIYO NIPPON SANSO CORPORATION (JP)

3-26, Koyama 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 1428558, Japan

(72) EGOSHI Nobuaki (JP).

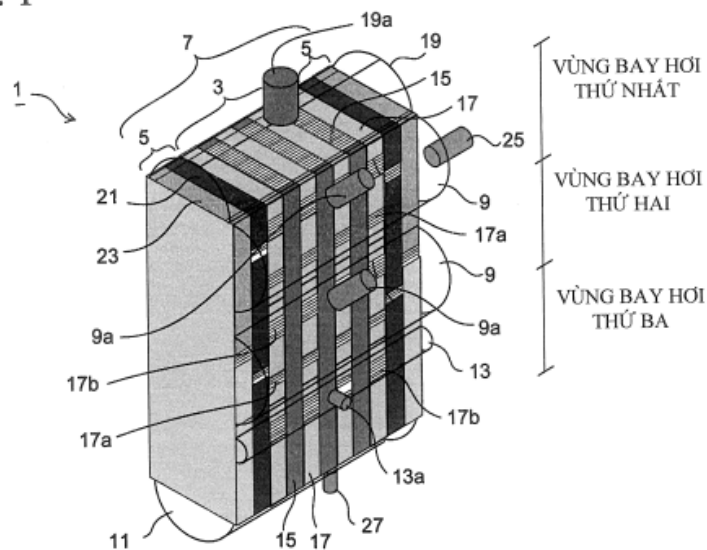
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ LÀM BAY HƠI-NGỪNG TỰ KIỆU CHỨA CHẤT LỎNG ĐA TẦNG
VÀ THIẾT BỊ SẢN XUẤT NITƠ SỬ DỤNG THIẾT BỊ NÀY

(21) 1-2021-04983

(57) Đối tượng của sáng chế là đề xuất thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng nhỏ gọn có khả năng tạo ra hai loại khí có thành phần khác nhau mà không làm tăng năng lượng, và thiết bị sản xuất nitơ sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng này mà không làm tăng năng lượng để sản xuất nitơ, và sáng chế đề xuất thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm phần chứa chất lỏng dưới đáy được cấu tạo để chứa chất lỏng được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy mà không tuần hoàn, và phần thu gom chất lưu được cấu tạo để thu gom chất lưu chảy ra từ đường dẫn bay hơi dưới đáy và xả ra ngoài mà không quay trở vào phần chứa chất lỏng dưới đáy.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng trong đó chất lỏng bên trong phần chứa chất lỏng được cung cấp trong ít nhất hai vùng làm bay hơi được đưa vào đường dẫn bay hơi, chất lỏng này được làm bay hơi bằng cách sử dụng hoạt động của xi phong nhiệt nhờ sự trao đổi nhiệt giữa chất lỏng và khí chảy qua đường dẫn ngưng tụ, trong khi khí được ngưng tụ, và thiết bị sản xuất nitơ sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ trong thiết bị sản xuất nitơ, mà chủ yếu sản xuất nitơ, trao đổi nhiệt giữa khí nitơ từ trên đỉnh của cột chưng cất mà cô đặc nitơ từ không khí và không khí lỏng giàu oxy từ đáy của cột chưng cất, và khí nitơ được ngưng tụ để tạo ra chất lưu hồi lưu trong cột chưng cất.

Cùng với sự ngưng tụ của khí nitơ, không khí lỏng giàu oxy, là chất làm lạnh, bay hơi, và một phần của nó được sử dụng để làm lạnh trong thiết bị sản xuất nitơ này. Ngoài ra, một phần khác của nó được sử dụng như một phần của không khí nguyên liệu thô hoặc làm nguyên liệu thô của cột chưng cất thứ hai để cải thiện tốc độ thu hồi nitơ.

Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ sử dụng lõi trao đổi nhiệt loại cánh phẳng thường được sử dụng làm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu này. Loại thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ này có dạng, trong đó lõi trao đổi nhiệt được nhúng chìm trong bể chứa chất lỏng (kiểu chứa chất lỏng) và có dạng, trong đó lõi trao đổi nhiệt không được nhúng chìm (loại khô).

Trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ loại khô, không khí lỏng giàu oxy được cấp vào lõi trao đổi nhiệt qua phần đầu và được khí hóa hoàn toàn bằng cách trao đổi nhiệt với khí nitơ và được dẫn ra ngoài. Nhờ đó, nồng độ nitơ của khí được dẫn ra là bằng nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy được cấp vào.

Trái lại, trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng, không khí lỏng giàu oxy chứa trong bình chứa chảy vào từ đáy của lõi trao đổi nhiệt đã được nhúng

chìm bởi tác động của xi phong nhiệt, bay hơi một phần, và chảy ra từ phần trên của lõi ở trạng thái hai pha khí-lỏng. Khí đã bay hơi được tháo ra khỏi bình chứa và chất lỏng không bay hơi được quay trở lại bình chứa.

Do đó, nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy được dẫn ra từ đáy của bình chứa trở nên thấp hơn so với của không khí lỏng giàu oxy được cấp vào, và nồng độ nitơ của khí bay hơi được dẫn ra khỏi bình chứa tăng lên. Theo cách này, trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng, có thể tách các thành phần của không khí lỏng giàu oxy được cấp vào.

Tuy nhiên, vì không khí lỏng giàu oxy trong bình chứa được dẫn ra ngoài trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng, lượng nitơ trong khí bay hơi là thấp hơn so với trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ loại khô. Ngay cả khi khí bay hơi này được sử dụng như một phần của không khí nguyên liệu thô hoặc làm nguyên liệu thô của cột chưng cất thứ hai, tỷ lệ thu hồi nitơ không thể được cải thiện.

Để giải quyết vấn đề này, có thể sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng. Ví dụ, Tài liệu patent 1 bộc lộ thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm đường dẫn bay hơi được chia thành nhiều tầng và phần chứa chất lỏng để chứa chất lỏng được cấp vào và dẫn ra bên trong đường dẫn bay hơi này.

Hoạt động của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được bộc lộ trong Tài liệu patent 1 là như sau.

Khi không khí lỏng giàu oxy được cấp vào phần chứa chất lỏng trên cùng của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm vùng bay hơi có hai tầng, không khí lỏng giàu oxy chứa trong phần chứa chất lỏng chảy vào đường dẫn bay hơi từ đường dẫn bay hơi dòng vào bên dưới, và mức chất lỏng trở nên bằng nhau trong phần chứa chất lỏng và trong đường dẫn bay hơi.

Khi khí nitơ đi qua đường dẫn ngưng tụ ở trạng thái này, sự trao đổi nhiệt được thực hiện, một phần của không khí lỏng giàu oxy bay hơi để tạo ra trạng thái hai pha khí-lỏng, dòng từ dưới lên được tạo ra bởi tác động của xi phong nhiệt, và không khí lỏng giàu oxy ở trạng thái hai pha khí-lỏng được dẫn ra khỏi đường dẫn bay hơi dòng ra phía trên ở trạng thái hai pha khí-lỏng. Khí dẫn ra được lấy ra từ cửa xả khí bay hơi của phần chứa chất lỏng. Ngược lại, chất lỏng chưa bay hơi quay trở vào phần chứa chất lỏng, và dòng tuần hoàn được tạo thành giữa phần chứa chất lỏng và đường dẫn bay hơi. Do sự bay hơi và tuần hoàn ở thời điểm này, nồng độ nitơ của khí bay hơi tăng lên, và

nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy chứa trong phần chứa chất lỏng giảm.

Khi mức chất lỏng trong phần chứa chất lỏng tăng lên cao hơn mức chất lỏng trong đường dẫn thông đưa vào, không khí lỏng giàu oxy có nồng độ nitơ giảm chảy vào đường dẫn thông từ đường dẫn thông đưa vào và được dẫn ra từ đường dẫn thông dòng ra, và được chứa trong phần chứa chất lỏng phía dưới tiếp theo. Cũng ở tầng này, không khí lỏng giàu oxy được làm bay hơi và tuần hoàn, và khí có nồng độ nitơ thấp hơn so với của khí ở tầng trên được dẫn ra ngoài. Theo cách này, hai loại khí có nồng độ nitơ khác nhau có thể được tạo ra. Tỷ lệ thu hồi nitơ có thể được gia tăng bằng cách sử dụng khí bay hơi có nồng độ nitơ cao như một phần của không khí nguyên liệu thô hoặc làm nguyên liệu thô của cột chưng cất thứ hai.

Tuy nhiên, nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy chứa trong phần chứa chất lỏng dưới cùng là khoảng 30% hoặc thấp hơn. Sự giảm nồng độ nitơ này làm tăng điểm sôi của không khí lỏng giàu oxy. Do đó, sự chênh lệch về nhiệt độ giữa chất lưu chảy trong đường dẫn bay hơi dưới đáy và nitơ đang chảy trong đường dẫn ngưng tụ trở nên nhỏ. Do đó, mong muốn làm tăng sự chênh lệch nhiệt độ ở tầng đáy.

Ngoài ra, để làm cho thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng nhỏ gọn, nếu áp suất của không khí lỏng giàu oxy được cấp vào phần chứa chất lỏng trên cùng bị giảm, xảy ra vấn đề là năng lượng để tạo ra nitơ phải gia tăng.

Tài liệu đối chứng

Tài liệu patent

Tài liệu patent 1 Patent Nhật số 6087326

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết của sáng chế

Mục đích của sáng chế là giải quyết vấn đề này, và đối tượng của sáng chế là đề xuất thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng nhỏ gọn có thể tạo ra hai loại khí có thành phần khác nhau mà không cần tăng năng lượng, và thiết bị sản xuất nitơ sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng mà không làm tăng năng lượng để sản xuất nitơ.

Phương pháp giải quyết vấn đề

- (1) Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm:
đường dẫn ngưng tụ được cấu tạo để thông theo chiều thẳng đứng trong đó khí

chảy và được ngưng tụ;

đường dẫn bay hơi được cấu tạo để được chia thành nhiều tầng theo chiều thẳng đứng, mà chất lỏng, đã được làm bay hơi bằng cách trao đổi nhiệt với khí, chảy trong đó;

phần chứa chất lỏng tuần hoàn được cấu tạo để được bố trí tương ứng với đường dẫn bay hơi ở mỗi tầng ngoại trừ tầng đáy, cấp chất lỏng vào đường dẫn bay hơi, chứa chất lỏng chảy ra từ đường dẫn bay hơi, và tuần hoàn chất lỏng trong đường dẫn bay hơi ở mỗi tầng;

đường dẫn thông được cấu tạo để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn ở tầng trên vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn ở tầng dưới; và

đường dẫn thông dưới đáy được cấu tạo để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn dưới đáy vào phần chứa chất lỏng dưới đáy,

đường dẫn ngưng tụ và đường dẫn bay hơi được xếp chồng để tạo ra phần trao đổi nhiệt,

phần trao đổi nhiệt tạo ra lõi trao đổi nhiệt, và

phần chứa chất lỏng tuần hoàn được tạo ra trên ít nhất một mặt bên theo hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt trực giao với hướng xếp chồng, tương ứng với số lượng tầng của đường dẫn bay hơi,

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng còn bao gồm:

phần chứa chất lỏng dưới đáy được cấu tạo để chứa chất lỏng được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy mà không tuần hoàn, và

phần thu gom chất lưu được cấu tạo để thu gom chất lưu chảy ra từ đường dẫn bay hơi dưới đáy và xả ra ngoài mà không quay trở vào phần chứa chất lỏng dưới đáy.

(2) Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo mục (1), trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng này còn bao gồm:

cửa xả khí bay hơi được cấu tạo để dẫn khí bay hơi ra, khí bay hơi này được chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn;

cửa nạp chất lỏng được cấu tạo để đưa chất lỏng từ bên ngoài vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn trên đỉnh; và

cửa xả chất lỏng được cấu tạo để dẫn chất lỏng ra, chất lỏng này được chảy vào phần chứa chất lỏng dưới đáy.

(3) Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo mục (1),

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng còn bao gồm bình chứa thu gom khí-lỏng được cấu tạo để thu gom khí chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn và cũng đóng vai trò là phần chứa chất lỏng dưới đáy, và bình chứa thu gom khí-lỏng này bao gồm cửa nạp chất lỏng được cấu tạo để đưa chất lỏng từ bên ngoài vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn trên đỉnh, cửa xả khí bay hơi được cấu tạo để dẫn khí bay hơi đã thu gom ra, và cửa xả chất lỏng được cấu tạo để dẫn chất lỏng đã chứa ra.

(4) Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo mục (2) hoặc (3), trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng còn bao gồm ống dẫn được cấu tạo để cấp chất lỏng được dẫn ra qua cửa xả chất lỏng vào đường dẫn bay hơi dưới đáy, và bộ giảm áp được bố trí bên trong ống dẫn này.

(5) Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (2) đến (4), trong đó lõi trao đổi nhiệt được tạo ra từ phần trao đổi nhiệt và phần lưu thông chất lỏng, phần lưu thông chất lỏng này bao gồm đường dẫn thông và đường dẫn thông dưới đáy, và phần lưu thông chất lỏng được bố trí trên ít nhất một bên của phần trao đổi nhiệt theo hướng xếp chồng của đường dẫn ngưng tụ và đường dẫn bay hơi tạo ra phần trao đổi nhiệt.

(6) Thiết bị sản xuất nitơ bao gồm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng, cột chưng cất thứ nhất và thứ hai, trong đó chất lưu hỗn hợp chứa oxy, nitơ và argon được tách bằng phương pháp chưng cất đông lạnh, và tuabin giãn nở,

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng là thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (2) đến (5), và

thiết bị sản xuất nitơ này còn bao gồm:

ống dẫn được cấu tạo để đưa ít nhất một phần khí nitơ từ phần trên của cột chưng cất thứ nhất vào ống dẫn khí nitơ vào của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng,

ống dẫn được cấu tạo để dẫn nitơ lỏng từ đường dẫn ngưng tụ của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng vào phần trên của cột chưng cất thứ nhất dưới dạng chất lỏng hồi lưu,

ống dẫn được cấu tạo để đưa ít nhất một phần không khí lỏng giàu oxy từ phần dưới của cột chưng cất thứ nhất vào cửa nạp chất lỏng của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng,

ống dẫn được cấu tạo để đưa ít nhất một phần của khí được dẫn ra qua phần thu gom chất lưu vào tuabin giãn nở dưới dạng nguồn lạnh, và

ống dẫn được cấu tạo để đưa vào một phần của khí được dẫn ra qua cửa xả khí bay hơi dưới dạng nguyên liệu thô cho cột chưng cất thứ hai.

(7) Thiết bị sản xuất nitơ bao gồm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng, cột chưng cất trong đó chất lưu hỗn hợp chứa oxy, nitơ và argon được tách bằng phương pháp chưng cất đông lạnh, và tuabin giãn nở,

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng là thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (2) đến (5), và

thiết bị sản xuất nitơ này còn bao gồm:

ống dẫn được cấu tạo để đưa ít nhất một phần khí nitơ từ phần trên của cột chưng cất vào ống dẫn khí nitơ vào của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng;

ống dẫn được cấu tạo để dẫn nitơ lỏng từ đường dẫn ngưng tụ của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng vào phần trên của cột chưng cất dưới dạng chất lỏng hồi lưu;

ống dẫn được cấu tạo để đưa không khí lỏng giàu oxy từ đáy của cột chưng cất vào cửa nạp chất lỏng của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng;

ống dẫn được cấu tạo để đưa ít nhất một phần của khí được dẫn ra qua phần thu gom chất lưu vào tuabin giãn nở dưới dạng nguồn lạnh; và

ống dẫn được cấu tạo để đưa một phần khí được dẫn ra qua cửa xả khí bay hơi vào cột chưng cất như một phần của không khí nguyên liệu thô.

Hiệu quả của sáng chế

Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo sáng chế bao gồm phần chứa chất lỏng dưới đáy được cấu tạo để chứa chất lỏng được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy mà không tuần hoàn, và phần thu gom chất lưu được cấu tạo để thu gom chất lưu chảy ra từ đường dẫn bay hơi dưới đáy và xả ra ngoài mà không quay trở vào phần chứa chất lỏng dưới đáy. Do đó, chất lỏng này không tuần hoàn trong phần chứa chất lỏng dưới đáy, do đó nồng độ nitơ trong chất lỏng này không bị giảm như trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ thông thường. So với trường hợp trong đó chất lỏng tuần hoàn, sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ của chất lưu trong vùng bay hơi dưới

đáy và nitơ chảy qua đường dẫn ngưng tụ có thể được gia tăng. Do đó, có thể tạo ra thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng nhỏ gọn tạo ra hai loại khí có thành phần khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là hình vẽ phối cảnh thể hiện thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng có một phần trong suốt theo một phương án của sáng chế.

FIG. 2 là sơ đồ giải thích mỗi đường dẫn tạo thành lõi trao đổi nhiệt theo một phương án của sáng chế.

FIG. 3 là đồ thị giải thích hiệu quả của sáng chế, và là đồ thị thể hiện sự thay đổi nhiệt độ của không khí lỏng giàu oxy khi thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo sáng chế có hai tầng.

FIG. 4 là đồ thị thể hiện sự thay đổi nhiệt độ của không khí lỏng giàu oxy trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ hai tầng thông thường.

FIG. 5 là sơ đồ thể hiện dòng vào và dòng ra của chất lưu trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng trong đó phần chứa chất lỏng tuần hoàn bao gồm cửa xả khí bay hơi để dẫn khí bay hơi, cửa nạp chất lỏng để đưa chất lỏng vào từ bên ngoài, và cửa xả chất lỏng để dẫn chất lỏng ra trong phần chứa chất lỏng dưới đáy.

FIG. 6 là sơ đồ thể hiện dòng vào và dòng ra của chất lưu trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được trang bị bình chứa thu gom khí-lỏng.

FIG. 7 là sơ đồ thể hiện kết cấu để giảm áp cho chất lỏng trong phần chứa chất lỏng dưới đáy trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được thể hiện trong FIG. 5.

FIG. 8 là sơ đồ thể hiện kết cấu để giảm áp cho chất lỏng trong phần chứa chất lỏng dưới đáy trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được thể hiện trong FIG. 6.

FIG. 9 là sơ đồ thể hiện mỗi đường dẫn tạo thành lõi trao đổi nhiệt khi thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo sáng chế có bốn tầng.

FIG. 10 là sơ đồ thể hiện thiết bị sản xuất nitơ sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng, là một phương án theo sáng chế.

FIG. 11 là sơ đồ thể hiện thiết bị sản xuất nitơ sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng, là một phương án khác theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được thể hiện trong FIG. 1, thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 theo phương án này bao gồm lõi trao đổi nhiệt 7 có phần trao đổi nhiệt 3 và hai phần lưu thông chất lỏng 5 được bố trí trên cả hai mặt bên của phần trao đổi nhiệt 3 theo hướng xếp chồng, phần chứa chất lỏng tuần hoàn nhiều tầng 9 được tạo ra trên một bên của lõi trao đổi nhiệt 7 theo hướng chiều rộng (sau đây, được gọi đơn giản là “hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt”) trực giao với hướng xếp chồng của phần trao đổi nhiệt 3, phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 được bố trí ở đầu dưới của lõi trao đổi nhiệt 7, và phần thu gom chất lưu 13 mà thu gom chất lưu chảy ra từ đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 và xả chất lưu ra ngoài mà không quay trở vào phần chứa chất lỏng dưới đáy 11.

Hướng xếp chồng của phần trao đổi nhiệt 3 có nghĩa là hướng trong đó đường dẫn ngưng tụ 15 và đường dẫn bay hơi 17, tạo thành phần trao đổi nhiệt 3, được xếp chồng. Hướng xếp chồng của phần trao đổi nhiệt 3 cũng là hướng xếp chồng của một phần lưu thông chất lỏng 5, phần trao đổi nhiệt 3, và phần lưu thông chất lỏng 5 còn lại.

Ngoài ra, hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt 7 là hướng trực giao với hướng xếp chồng. Mặt phẳng tạo bởi hướng xếp chồng và hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt 7 là mặt phẳng nằm ngang đối với hướng thẳng đứng của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng.

Sau đây, mỗi kết cấu sẽ được mô tả chi tiết. Trong phần mô tả sau đây, trường hợp trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 được sử dụng làm bộ phận làm bay hơi-ngưng tụ trong thiết bị sản xuất nitơ mà trao đổi nhiệt giữa khí nitơ và không khí lỏng giàu oxy để làm ngưng tụ khí nitơ và làm bay hơi không khí lỏng giàu oxy sẽ được giải thích như một ví dụ.

<Phần trao đổi nhiệt>

Trong phần trao đổi nhiệt 3, không khí lỏng giàu oxy và khí nitơ được tuần hoàn và được trao đổi nhiệt với nhau để làm ngưng tụ khí nitơ và làm bay hơi không khí lỏng giàu oxy. Phần trao đổi nhiệt 3 được tạo ra bằng cách xếp chồng đường dẫn ngưng tụ 15 và đường dẫn bay hơi 17 liên kề với nhau. Như được thể hiện trong FIG. 1, phần trao đổi nhiệt 3 trong phương án này được tạo ra bằng cách xếp chồng ba đường dẫn ngưng tụ 15 và bốn đường dẫn bay hơi 17.

Đường dẫn ngưng tụ 15 và đường dẫn bay hơi 17 còn được gọi là đường dẫn

loại cánh phẳng được tạo ra bằng cách cán mỏng một tấm (tấm nhận ống), cánh (cánh gợn sóng), thanh bên, hoặc tương tự, tương tự với thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được bộc lộ trong Tài liệu patent 1.

Đường dẫn ngưng tụ 15 được tạo ra bằng cách sử dụng cánh có hướng thẳng đứng. Như được thể hiện trong FIG. 1 và 2, đường chảy của đường dẫn ngưng tụ 15 được tạo ra nhờ đó dẫn thông từ bề mặt đầu trên đến bề mặt đầu dưới của lõi trao đổi nhiệt 7. Khí nitơ chảy vào từ đầu trên của đường dẫn ngưng tụ 15, được làm lạnh trong khi đi qua phần bên trong của đường dẫn ngưng tụ 15, và được dẫn ra ngoài dưới dạng nitơ lỏng từ đầu dưới. Ở đầu dưới của lõi trao đổi nhiệt 7, bố trí cửa xả nitơ lỏng (không được thể hiện) để dẫn nitơ lỏng đã ngưng tụ trong đường dẫn ngưng tụ 15 ra ngoài.

Như được thể hiện trong FIG. 1 và 2, đường dẫn bay hơi 17 được bố trí độc lập cho mỗi một trong ba vùng làm bay hơi trong số vùng làm bay hơi thứ nhất đến vùng làm bay hơi thứ ba. Đường dẫn bay hơi 17 được tạo ra bằng cách bố trí các cánh (các cánh nằm ngang) dọc theo hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt 7 và các cánh (các cánh thẳng đứng) theo chiều thẳng đứng nhờ đó thông với các cánh nằm ngang.

Như được thể hiện trong FIG. 2, không khí lỏng giàu oxy chứa trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 chảy vào đường dẫn bay hơi dòng vào 17a là các cánh nằm ngang phía dưới, đi lên trong khi bay hơi dọc theo các cánh thẳng đứng, chảy trong đường dẫn bay hơi dòng ra 17b là cánh nằm ngang phía trên ở trạng thái chất lưu hai pha khí-lỏng, và được quay trở vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9.

Ngoài ra, không khí lỏng giàu oxy chứa trong phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 đi lên trong đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 trong khi bay hơi, hầu như toàn bộ dòng không khí này bay hơi để trở thành khí bay hơi, được thu gom trong phần thu gom chất lưu 13 và được dẫn ra phía ngoài.

Như được thể hiện trong FIG. 1, phần đầu khí nitơ 19 để phân phối và cấp khí nitơ đến nhiều đường dẫn ngưng tụ 15 được bố trí ở đầu trên của lõi trao đổi nhiệt 7, và phần đầu khí nitơ 19 được bố trí với ống dẫn khí nitơ vào 19a.

<Phần lưu thông chất lỏng>

Phần lưu thông chất lỏng 5 bao gồm đường dẫn thông 21 để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 từ phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 phía trên vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 phía dưới, và đường dẫn thông dưới đáy 23 để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 dưới đáy vào phần chứa chất lỏng dưới

đáy 11. Phần lưu thông chất lỏng 5 được tạo bởi các tấm và các cánh. Phần lưu thông chất lỏng 5 được bố trí trên cả hai mặt bên của phần trao đổi nhiệt 3 theo hướng xếp chồng của phần trao đổi nhiệt 3.

Như được thể hiện trong FIG. 1, đường dẫn thông 21 này được bố trí trên các mặt bên của phần trao đổi nhiệt 3, và đường dẫn thông dưới đáy 23 được bố trí xa hơn ra ngoài.

Trong FIG. 2, phần lưu thông chất lỏng được bố trí với các đường đôi ở tổng số ba vị trí. Đường đôi này có nghĩa là chất lỏng không đi qua nó.

Ngoài ra, phần lưu thông chất lỏng 5 theo phương án này được tạo ra bởi các tấm và các cánh, và được bố trí trên cả hai bên của lõi trao đổi nhiệt 7 theo hướng xếp chồng. Tuy nhiên, không nhất thiết là phần lưu thông chất lỏng 5 theo sáng chế phải được tạo ra liền khối với lõi trao đổi nhiệt 7. Ngoài lõi trao đổi nhiệt 7, phần lưu thông chất lỏng 5 có thể là, ví dụ, ống nối mỗi phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 và phần chứa chất lỏng dưới đáy 11.

Đường dẫn thông 21 này là đường dẫn để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 ở tầng thứ nhất vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 ở tầng thứ hai. Đường dẫn thông dưới đáy 23 là đường dẫn để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 ở dưới đáy, nghĩa là, trong ví dụ này, phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 ở tầng thứ hai vào phần chứa chất lỏng dưới đáy 11.

<Phần chứa chất lỏng tuần hoàn>

Phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 được bố trí tương ứng với đường dẫn bay hơi 17 của mỗi tầng ngoại trừ đường dẫn bay hơi ở dưới đáy. Phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 cấp chất lỏng vào đường dẫn bay hơi 17, chứa chất lỏng chảy ra từ đường dẫn bay hơi 17, và tuần hoàn chất lỏng này trong đường dẫn bay hơi 17 của mỗi tầng.

Phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 được bố trí trên một bên hoặc cả hai bên theo hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt 7.

Phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 theo phương án này được bố trí với cửa xả khí bay hơi 9a.

Ngoài ra, phần chứa chất lỏng tuần hoàn trên đỉnh 9 được bố trí với cửa nạp chất lỏng 25 để đưa không khí lỏng giàu oxy vào từ bên ngoài.

<Phần chứa chất lỏng dưới đáy>

Phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 là để cấp chất lỏng vào đường dẫn bay hơi

dưới đáy 17, và chất lỏng này từ đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 không quay trở về phần chứa chất lỏng dưới đáy 11. Phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 được bố trí ở đầu dưới của lõi trao đổi nhiệt 7. Phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 được bố trí với cửa xả chất lỏng 27 để dẫn chất lỏng ra ngoài.

<Phần thu gom chất lưu>

Phần thu gom chất lưu 13 thu gom chất lưu (chủ yếu là khí bay hơi) chảy ra từ đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 và tháo chất lưu ra ngoài mà không quay trở vào phần chứa chất lỏng dưới đáy 11. Phần thu gom chất lưu 13 được bố trí với cửa xả chất lưu 13a.

Trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được bộc lộ trong Tài liệu patent 1, chất lỏng được tuần hoàn trong toàn bộ các phần chứa chất lỏng bao gồm phần chứa chất lỏng dưới đáy, và cửa xả khí bay hơi được bố trí trong toàn bộ các phần chứa chất lỏng tuần hoàn.

Mặt khác, trong phương án này, phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 không tuần hoàn chất lỏng, do đó khí bay hơi không thể được thu gom. Do đó, phần thu gom chất lưu 13 độc lập với phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 được bố trí trong vùng bay hơi thứ ba.

[Giải thích quá trình vận hành]

Phương pháp trao đổi nhiệt giữa khí nitơ và không khí lỏng giàu oxy sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 có kết cấu trên đây sẽ được mô tả cùng với việc vận hành thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1.

Không khí lỏng giàu oxy được cấp từ bên ngoài và được chứa trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn trên đỉnh 9 qua cửa nạp chất lỏng 25. Trong phần chứa chất lỏng phía dưới, không khí lỏng giàu oxy được cấp qua đường dẫn thông 21, và được chứa. Trong phần chứa chất lỏng dưới đáy 11, không khí lỏng giàu oxy được cấp qua đường dẫn thông dưới đáy 23, và được chứa.

Mặt khác, khí nitơ được đưa vào đường dẫn ngưng tụ 15 qua phần đầu khí nitơ 19.

Không khí lỏng giàu oxy chứa trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 chảy vào đường dẫn bay hơi 17 nhờ áp suất hút vào, và nhờ đó mức chất lỏng trở nên giống nhau trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 và đường dẫn bay hơi 17. Cũng trong phần chứa

chất lỏng dưới đáy 11, không khí lỏng giàu oxy được chứa, và mức chất lỏng đạt tới độ cao xác định trước của đường dẫn bay hơi 17.

Khi khí nitơ đi qua đường dẫn ngưng tụ 15 ở trạng thái này, nhiệt được trao đổi giữa khí nitơ trong đường dẫn ngưng tụ 15 và không khí lỏng giàu oxy trong đường dẫn bay hơi 17, và một phần của không khí lỏng giàu oxy bay hơi và bốc hơi trở thành khí bay hơi. Không khí lỏng giàu oxy trong đường dẫn bay hơi 17 ở trạng thái hỗn hợp khí-lỏng (chất lưu hai pha khí-lỏng). Vì có sự chênh lệch về tỷ trọng giữa không khí lỏng giàu oxy ở trạng thái hỗn hợp khí-lỏng trong đường dẫn bay hơi 17 và không khí lỏng giàu oxy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9, dòng đi lên được tạo ra trong đường dẫn bay hơi 17, và chất lưu hai pha khí-lỏng chảy ra từ đường dẫn bay hơi dòng ra 17b. Khí bay hơi dòng ra được dẫn ra từ cửa xả khí bay hơi 9a của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9. Không khí lỏng giàu oxy chưa bay hơi quay trở về phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9, và dòng tuần hoàn được tạo ra giữa phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 và đường dẫn bay hơi 17 (hoạt động xiphông nhiệt). Ở thời điểm này, nồng độ nitơ của khí bay hơi được dẫn ra là cao hơn so với nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy được cấp từ bên ngoài, và cao hơn so với nồng độ nitơ của dòng tuần hoàn được đưa vào đường dẫn bay hơi 17.

Trong phần chứa chất lỏng dưới đáy 11, vì dòng tuần hoàn không được tạo ra, chất lưu đã đi lên trong đường dẫn bay hơi 17 được thu gom trong phần thu gom chất lưu 13 và được xả ra ngoài từ cửa xả chất lưu 13a.

Như được mô tả trên đây, vì sự tuần hoàn chất lỏng không xảy ra trong phần chứa chất lỏng dưới đáy 11, nồng độ nitơ của chất lưu đi lên trong đường dẫn bay hơi 17 không bị giảm, và sự chênh lệch nhiệt độ giữa nitơ chảy trong đường dẫn ngưng tụ 15 và không khí lỏng giàu oxy chảy trong đường dẫn bay hơi 17 có thể được gia tăng nhiều hơn so với trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ thông thường.

Khi mức chất lỏng của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 trở nên bằng hoặc cao hơn độ cao của cửa nạp vào đường dẫn thông 21, không khí lỏng giàu oxy chảy vào đường dẫn thông 21 và được chứa trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 phía dưới.

Tương tự, trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 dưới đáy, khi mức chất lỏng vượt quá độ cao của cửa nạp vào đường dẫn thông dưới đáy 23, không khí lỏng giàu oxy chảy vào đường dẫn thông dưới đáy 23 và được chứa trong phần chứa chất lỏng dưới đáy 11.

Mặt khác, khi đi qua đường dẫn ngưng tụ 15, khí nitơ trao đổi nhiệt với không khí lỏng giàu oxy trong đường dẫn bay hơi 17 liền kề, được ngưng tụ (hóa lỏng), rơi xuống, và được dẫn ra khỏi đầu dưới của đường dẫn ngưng tụ 15 qua cửa xả nitơ lỏng.

Trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được bộc lộ trong Tài liệu patent 1 (Patent số 6087326), chất lỏng tuần hoàn giữa cửa nạp và cửa xả của đường dẫn bay hơi 17 trong tất cả các phần chứa chất lỏng bao gồm phần chứa chất lỏng dưới đáy 11.

Mặt khác, trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng theo phương án này, chất lỏng không chảy vào phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 từ đường dẫn bay hơi dưới đáy, nghĩa là, chất lỏng này không tuần hoàn. Phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 có cấu trúc giống như của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ loại khô. Không khí lỏng giàu oxy được cấp vào phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 qua đường dẫn thông dưới đáy 23, chảy vào đường dẫn bay hơi dòng vào được tạo ra ở đáy của đường dẫn bay hơi 17, bay hơi hoàn toàn, chảy ra từ phần thu gom chất lưu 13, và được dẫn ra ngoài.

Như được mô tả trên đây, không khí lỏng giàu oxy không tuần hoàn trong phần chứa chất lỏng dưới đáy 11, do đó nồng độ nitơ không bị giảm. Do đó, sự chênh lệch nhiệt độ giữa nitơ chảy qua đường dẫn ngưng tụ 15 và không khí lỏng giàu oxy có thể được gia tăng so với trường hợp tuần hoàn.

FIG. 3 là đồ thị QT của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng có vùng bay hơi hai tầng. Khí nitơ chảy vào từ đỉnh ở điểm sương, ngưng tụ và chảy ra từ đáy ở điểm sôi. Do gần như không có sự chênh lệch giữa điểm sương và điểm sôi ở nitơ, nhiệt độ này là hằng định. Trong phần mô tả sau đây, các bộ phận giống như của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng có ba tầng được thể hiện trong FIG. 1 được ký hiệu bằng các số tham chiếu giống như đã sử dụng trong FIG. 1.

Không khí lỏng giàu oxy chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 của vùng bay hơi thứ nhất ở nồng độ nitơ là 61%, chảy vào phần dưới của đường dẫn bay hơi 17 từ phần dưới của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9, đi lên do sự tăng nhiệt độ nhẹ trong khi bay hơi, và chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 ở trạng thái hai pha khí-lỏng. Khí đang chảy vào ở trạng thái hai pha khí-lỏng được dẫn ra khỏi cửa xả khí bay hơi 9a. Trong khi đó, chất lỏng ở trạng thái hai pha khí-lỏng được quay trở về phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9. Kết quả là, nồng độ nitơ của khí được dẫn ra (khí giàu nitơ) tăng đến

67%, và nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 giảm xuống 45%.

Chất lỏng trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 được cấp vào phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 qua đường dẫn thông dưới đáy 23. Sau đó, chất lỏng này chảy vào đường dẫn bay hơi dòng vào được tạo ra ở đáy của đường dẫn bay hơi 17 trong vùng bay hơi thứ hai, bay hơi hoàn toàn, và được dẫn ra ngoài qua phần thu gom chất lưu 13. Do đó, nồng độ nitơ của khí được dẫn ra (khí giàu oxy) là bằng nồng độ nitơ 45% của không khí lỏng giàu oxy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9. Ngoài ra, nhiệt độ của đường dẫn bay hơi 17 trong vùng bay hơi thứ hai là bằng nhiệt độ của không khí lỏng giàu oxy của phần chứa chất lỏng tuần hoàn dưới đáy 9, và tăng đến điểm sương kèm theo bay hơi.

Mặt khác, trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ thông thường, như được thể hiện trong FIG. 4, nồng độ nitơ của không khí lỏng giàu oxy được cấp từ phần dưới của đường dẫn bay hơi 17 bị giảm đến 24% bởi sự bay hơi và tuần hoàn trong vùng bay hơi thứ hai. Khi điểm sôi tăng, nhiệt độ tăng, và sự chênh lệch nhiệt độ giữa nitơ chảy qua đường dẫn ngưng tụ 15 và không khí lỏng giàu oxy trở nên nhỏ hơn.

FIG. 5 là sơ đồ thể hiện dòng vào và dòng ra của chất lưu trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 bao gồm cửa xả khí bay hơi để dẫn khí bay hơi (GAir: khí giàu nitơ) ra, cửa nạp chất lỏng để đưa chất lỏng (LAir: không khí lỏng giàu oxy) vào từ bên ngoài, và cửa xả chất lỏng để dẫn (tháo) chất lỏng ra ở phần chứa chất lỏng dưới đáy 11.

FIG. 6 là sơ đồ thể hiện dòng vào và dòng ra của chất lưu trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm bình chứa thu gom khí-lỏng 29 mà thu gom khí đã chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 và cũng đóng vai trò làm phần chứa chất lỏng dưới đáy 11, và cửa xả khí bay hơi để dẫn khí bay hơi (GAir) được thu gom trong bình chứa thu gom khí-lỏng 29 ra, trong đó bình chứa thu gom khí-lỏng 29 bao gồm cửa xả chất lỏng để dẫn (tháo) chất lỏng chứa trong bình chứa thu gom khí-lỏng 29 ra và cửa nạp chất lỏng để đưa chất lỏng (LAir) vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9. Trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được thể hiện trong FIG. 6, phần chứa chất lỏng bay hơi 9 không được bố trí với cửa xả khí bay hơi 9a. Đầu trên của thành bên tạo ra phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 không tiếp xúc với đường dẫn bay hơi 17. Do đó, khí từ đường dẫn bay hơi 17 được đưa trực tiếp vào bình

chứa thu gom khí-lỏng 29 từ lỗ hở của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 19.

Chất lỏng được dẫn ra qua cửa xả chất lỏng của phần chứa chất lỏng dưới đáy có thể được giảm áp và được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy 17.

FIG. 7 thể hiện trường hợp trong đó chất lỏng được dẫn ra qua cửa xả chất lỏng của phần chứa chất lỏng dưới đáy được giảm áp và được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được thể hiện trong FIG. 5. Như được thể hiện trong FIG. 7, ống dẫn 31 nối giữa cửa xả chất lỏng 27 và cửa nạp của đường dẫn bay hơi 17 của vùng bay hơi dưới đáy được bố trí, và van giảm áp 33 được bố trí trong ống dẫn 31. Ngoài ra, tương tự với đường dẫn bay hơi ở vùng bay hơi thứ nhất, đường dẫn bay hơi ở vùng bay hơi thứ hai được tạo ra bởi đường dẫn bay hơi dòng vào là tấm nằm ngang ở phần dưới, tấm thẳng đứng, và đường dẫn bay hơi dòng ra là tấm nằm ngang ở phần trên.

FIG. 8 thể hiện trường hợp, trong đó chất lỏng được dẫn ra qua cửa xả chất lỏng của bình chứa thu gom khí-lỏng 29 được giảm áp và được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 trong thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng được thể hiện trong FIG. 6. Như được thể hiện trong FIG. 8, van giảm áp 33 được bố trí trong ống dẫn 31 được bố trí với cửa xả chất lỏng của bình chứa thu gom khí-lỏng 29. Trong FIG. 8, các bộ phận giống như trong FIG. 7 được ký hiệu bằng các số tham chiếu tương tự.

Vùng bay hơi được thể hiện trong FIG. 1 và 2 có ba tầng, số lượng tầng lẻ. Khi vùng bay hơi có bốn tầng, số chẵn, mỗi đường dẫn tạo thành lõi trao đổi nhiệt 7 được thể hiện trong FIG.9. Trong FIG. 9, các bộ phận giống như trong FIG. 2 được ký hiệu bằng các số tham chiếu tương tự như trong FIG.2.

Tiếp theo, thiết bị sản xuất nitơ sử dụng thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 sẽ được mô tả.

(Thiết bị sản xuất nitơ)

<Phương án thứ nhất>

FIG. 10 thể hiện phương án, trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 được sử dụng làm bộ phận làm bay hơi-ngưng tụ của thiết bị sản xuất nitơ tạo ra nitơ từ không khí.

Thiết bị sản xuất nitơ 35 theo phương án này bao gồm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 bao gồm bình chứa thu gom khí-lỏng 29 được

thể hiện trong FIG.6.

Thiết bị sản xuất nitơ 35 theo phương án này sử dụng ít nhất một phần khí được dẫn ra khỏi phần thu gom chất lưu 13 qua cửa xả chất lưu 13a làm nguồn lạnh, và một phần của khí được dẫn ra qua lỗ hở của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 và cửa xả khí bay hơi 9a được bố trí trong bình chứa thu gom khí-lỏng 29 được sử dụng làm nguyên liệu thô cho cột chưng cất thứ hai 49.

Sau đây, thiết bị sản xuất nitơ 35 theo phương án này sẽ được mô tả cụ thể tham chiếu FIG. 10.

Không khí nguyên liệu thô được nén đến áp suất xác định trước bằng máy nén không khí nguyên liệu thô 37, và sau đó cacbon dioxit, hơi nước và lượng nhỏ các tạp chất khác trong không khí nguyên liệu thô được loại bỏ trong thiết bị xử lý trước.

Không khí nguyên liệu thô mà đã được loại bỏ tạp chất được làm lạnh bằng khí nhiệt độ thấp được mô tả sau đây trong máy trao đổi nhiệt chính 41, được đưa vào cột chưng cất 43 bằng ống dẫn 57 mà đầu thứ nhất (một đầu) của nó được nối với máy nén không khí nguyên liệu thô 37 và đầu thứ hai (đầu còn lại) của nó được nối với phần dưới của cột chưng cất 43. Không khí nguyên liệu thô đi lên trong cột chưng cất 43, được chưng cất với chất lỏng đi xuống được mô tả sau đây, thành phần nitơ được ngưng tụ trong phần trên của cột chưng cất 43, và không khí lỏng giàu oxy trong đó thành phần oxy được cô đặc được thu gom trong phần dưới của cột chưng cất 43.

Khí nitơ, trong đó thành phần nitơ được cô đặc được dẫn ra khỏi ống dẫn 59 mà đầu thứ nhất của nó được nối với phần trên của cột chưng cất 43, và một phần của khí nitơ được đưa qua ống dẫn 61 vào máy trao đổi nhiệt chính 41 để trao đổi nhiệt với không khí nguyên liệu thô, nhiệt độ của khí nitơ được tăng lên, và khí nitơ được thu gom dưới dạng khí nitơ thành phẩm từ ống dẫn 63.

Mặt khác, khí nitơ còn lại trong đó thành phần nitơ được cô đặc được đưa vào đường dẫn ngưng tụ 15 của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 qua ống dẫn 65 mà đầu thứ nhất của nó được nối với ống dẫn 59 và đầu thứ hai của nó được nối với ống dẫn khí nitơ vào 19a được bố trí bên trong phần đầu khí nitơ 19 của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1. Khí nitơ được ngưng tụ bởi sự trao đổi nhiệt với không khí lỏng giàu oxy được mô tả sau đây. Sau đó, nitơ lỏng đã ngưng tụ được đưa vào cột chưng cất 43 qua ống dẫn 67 mà đầu thứ nhất của nó được nối với cửa xả chất lỏng 27 và đầu thứ hai của nó được nối với phần trên của cột chưng

cát 43, và trở thành chất lỏng rơi xuống trong cột chung cát 43.

Hầu hết không khí lỏng giàu oxy trong phần dưới của cột chung cát thứ nhất 43 được dẫn vào ống dẫn 69 mà đầu thứ nhất của nó được nối với đáy của cột chung cát 43 và đầu thứ hai của nó được nối với van giảm áp 45, và được giảm áp bởi van giảm áp 45. Sau đó, không khí lỏng giàu oxy đã giảm áp được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 qua ống dẫn 71 mà đầu thứ nhất của nó được nối với van giảm áp 45 và đầu thứ hai của nó được nối với cửa nạp chất lỏng 25 của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1. Không khí lỏng giàu oxy được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 được làm bay hơi nhờ sự trao đổi nhiệt với khí nitơ được mô tả trên đây. Sau đó, một phần của khí bay hơi, nghĩa là, khí có nồng độ nitơ thấp, mà chảy vào đường dẫn bay hơi dưới đáy 17 và được thu gom trong phần thu gom chất lưu 13 được dẫn ra ngoài dưới dạng khí thải cho nguồn lạnh bằng ống dẫn 73, mà đầu thứ nhất của nó được nối với cửa xả chất lưu 13a của phần thu gom chất lưu 13 và đầu thứ hai của nó được nối với tuabin giãn nở 47, được gia nhiệt bằng máy trao đổi nhiệt chính 41, và được đưa vào tuabin giãn nở 47.

Khí thải đã được tạo ra lạnh cần thiết cho thiết bị trong tuabin giãn nở 47 được đưa vào máy trao đổi nhiệt chính 41 bằng ống dẫn 75, làm lạnh không khí nguyên liệu thô, và đạt tới nhiệt độ phòng.

Các thành phần khác ngoài chất lỏng chứa trong không khí lỏng giàu oxy được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1, nghĩa là, khí bay hơi được dẫn ra khỏi lỗ hở của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9, ngay lập tức được đưa vào bình chứa thu gom khí-lỏng 29, được dẫn ra qua ống dẫn 77, mà đầu thứ nhất của nó được nối với cửa xả khí bay hơi 9a được bố trí ở phần trên của bình chứa thu gom khí-lỏng 29 và đầu thứ hai của nó được nối với phần dưới của cột chung cát thứ hai 49, dưới dạng khí xả để cải thiện tỷ lệ thu hồi nitơ có nồng độ nitơ cao, và được đưa vào phần dưới của cột chung cát thứ hai 49 dưới dạng khí nguyên liệu thô.

Khí được đưa vào phần dưới của cột chung cát thứ hai 49 đi lên trong cột chung cát thứ hai 49, bằng cách chung cát với chất lỏng đi xuống được mô tả sau đây, thành phần nitơ được cô đặc trong phần trên của cột chung cát thứ hai 49 và không khí lỏng giàu oxy, trong đó các thành phần oxy được cô đặc được thu gom trong phần dưới của cột chung cát thứ hai 49.

Khí nitơ, trong đó thành phần nitơ được cô đặc được dẫn ra ngoài qua ống dẫn

79 mà đầu thứ nhất của nó được nối với phần trên của cột chung cất thứ hai 49 và đầu thứ hai của nó được nối với ống dẫn 81 được mô tả sau đây. Một phần của khí nitơ sau đó được đưa vào máy trao đổi nhiệt chính 41 qua ống dẫn 81. Do đó, nhiệt độ của khí nitơ được tăng lên bởi sự trao đổi nhiệt với không khí nguyên liệu thô, và khí nitơ được thu gom từ ống dẫn 83 dưới dạng khí nitơ thành phẩm thứ hai.

Mặt khác, khí nitơ còn lại với các thành phần nitơ đậm đặc được dẫn ra qua ống dẫn 79 được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ 51 qua ống dẫn 85 được rẽ nhánh từ ống dẫn 79, và được ngưng tụ nhờ sự trao đổi nhiệt với không khí lỏng giàu oxy được mô tả sau đây. Tiếp theo, khí nitơ đã ngưng tụ được đưa vào cột chung cất thứ hai 49 qua ống dẫn 87 mà đầu thứ nhất của nó được nối với thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ 51 và đầu thứ hai của nó được nối với phần trên của cột chung cất thứ hai 49, và trở thành chất lỏng rơi xuống.

Không khí lỏng giàu oxy trong phần dưới của cột chung cất thứ hai 49 được dẫn vào ống dẫn 89 mà đầu thứ nhất của nó được nối với đáy của cột chung cất thứ hai 49 và đầu thứ hai của nó được nối với van giảm áp 53, và sau đó áp suất của nó được giảm xuống nhờ van giảm áp 53. Không khí lỏng giàu oxy sau đó được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ 51 qua ống dẫn 91 mà đầu thứ nhất của nó được nối với van giảm áp 53 và đầu thứ hai của nó được nối với thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ 51. Không khí lỏng giàu oxy được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ 51 được làm bay hơi nhờ sự trao đổi nhiệt với khí nitơ được mô tả trên đây, và sau đó kết hợp với khí thải từ tuabin giãn nở 47 được mô tả trên đây qua ống dẫn 93.

Một phần của không khí lỏng giàu oxy được dẫn ra ngoài qua ống dẫn 95 mà đầu thứ nhất của nó được nối với đáy của cột chung cất 43 được sử dụng làm một phần của khí lạnh cần thiết cho cột chung cất thứ hai 49.

Trong phương án này, một phần của không khí lỏng giàu oxy trong phần dưới của cột chung cất 43 trở thành khí xả chứa lượng lớn các hợp phần nitơ bởi thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1, và được cấp làm khí nguyên liệu thô cho cột chung cất thứ hai 49. Do đó, tỷ lệ thu hồi nitơ của cột chung cất thứ hai 49 được cải thiện.

<Phương án thứ hai>

Sau đây, thiết bị sản xuất nitơ theo phương án thứ hai sẽ được mô tả cụ thể tham chiếu đến FIG. 11. Trong FIG. 11, các bộ phận giống như trong FIG. 10 được ký hiệu

bằng các số tham chiếu tương tự.

Thiết bị sản xuất nitơ 56 theo phương án này bao gồm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng bao gồm thiết bị thu gom khí-lỏng 29 được thể hiện trong FIG. 8.

Thiết bị sản xuất nitơ 56 theo phương án này sử dụng ít nhất một phần của khí được dẫn ra khỏi phần thu gom chất lưu 13 qua lỗ hở của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 và cửa xả khí bay hơi 9a được bố trí trong bình chứa thu gom khí-lỏng 29 như một phần của không khí nguyên liệu thô.

Không khí nguyên liệu thô được nén đến áp suất xác định trước bằng máy nén không khí nguyên liệu thô 37, và sau đó cacbon dioxit, hơi nước và lượng nhỏ các tạp chất khác trong không khí nguyên liệu thô được loại bỏ trong thiết bị xử lý trước 39. Không khí nguyên liệu thô mà đã được loại bỏ tạp chất được làm lạnh bằng khí nhiệt độ thấp được mô tả sau đây trong máy trao đổi nhiệt chính 41, và được đưa vào cột chưng cất 43 bằng ống dẫn 57 mà đầu thứ nhất (một đầu) của nó được nối với máy nén không khí nguyên liệu thô 37 và đầu thứ hai (đầu còn lại) của nó được nối với phần dưới của cột chưng cất 43. Không khí nguyên liệu thô đi lên trong cột chưng cất 43, được chưng cất với chất lỏng đi xuống được mô tả sau đây, thành phần nitơ được ngưng tụ trong phần trên của cột chưng cất 43, và không khí lỏng giàu oxy trong đó thành phần oxy được cô đặc được thu gom trong phần dưới của cột chưng cất 43.

Khí nitơ, trong đó thành phần nitơ được cô đặc được dẫn ra khỏi ống dẫn 59 mà đầu thứ nhất của nó được nối với phần trên của cột chưng cất 43, một phần của khí nitơ được đưa qua ống dẫn 61 vào máy trao đổi nhiệt chính 41 để trao đổi nhiệt với không khí nguyên liệu thô, nhiệt độ của khí nitơ được tăng lên, và khí nitơ được thu gom dưới dạng khí nitơ thành phẩm từ ống dẫn 63.

Mặt khác, khí nitơ còn lại, trong đó thành phần nitơ được cô đặc được đưa vào đường dẫn ngưng tụ 15 của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 qua ống dẫn 65 mà đầu thứ nhất của nó được nối với ống dẫn 59 và đầu thứ hai của nó được nối với ống dẫn khí nitơ vào 19a được bố trí bên trong phần đầu khí nitơ 19 của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1. Khí nitơ được ngưng tụ bởi sự trao đổi nhiệt với không khí lỏng giàu oxy được mô tả sau đây. Sau đó, nitơ lỏng đã ngưng tụ được đưa vào cột chưng cất 43 qua ống dẫn 67 mà đầu thứ nhất của nó được nối với cửa xả chất lỏng 27 và đầu thứ hai của nó được nối với phần trên của cột chưng

cát 43, và trở thành chất lỏng rơi xuống trong cột chung cát 43.

Không khí lỏng giàu oxy trong phần dưới của cột chung cát 43 được dẫn vào ống dẫn 69 mà đầu thứ nhất của nó được nối với đáy của cột chung cát 43 và đầu thứ hai của nó được nối với van giảm áp 45, và được giảm áp bởi van giảm áp 45. Sau đó, không khí lỏng giàu oxy đã giảm áp được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 qua ống dẫn 71, mà đầu thứ nhất của nó được nối với van giảm áp 45 và đầu thứ hai của nó được nối với cửa nạp chất lỏng 25 của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1, và lỗ hở của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9. Một phần của không khí lỏng giàu oxy được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 được làm bay hơi trong đường dẫn bay hơi trên đỉnh 17 nhờ sự trao đổi nhiệt với khí nitơ được mô tả trên đây. Không khí lỏng giàu oxy vẫn chưa bay hơi được chứa trong bình chứa thu gom khí-lỏng 29 mà cũng đóng vai trò là phần chứa chất lỏng dưới đáy 11 qua đường dẫn thông dưới đáy 23. Không khí lỏng giàu oxy đã chứa đi qua ống dẫn được bố trí ở đáy của bình chứa thu gom khí-lỏng 29, được giảm áp bằng van giảm áp 33, được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy 17, và được bay hơi hoàn toàn. Sau đó, không khí giàu oxy đã hóa hơi được dẫn ra dưới dạng khí thải cho nguồn lạnh với nồng độ nitơ thấp qua phần thu gom chất lưu 13 và ống dẫn 73 mà đầu thứ nhất của nó được nối với cửa xả chất lưu 13a và đầu thứ hai của nó được nối với tuabin giãn nở 47. Khí thải đã dẫn ra được gia nhiệt trong máy trao đổi nhiệt chính 41, được đưa vào tuabin giãn nở 47 để tạo ra khí lạnh cần thiết cho thiết bị, được đưa vào máy trao đổi nhiệt chính 41 bằng ống dẫn 75, làm lạnh không khí nguyên liệu thô, và đạt tới nhiệt độ phòng.

Các thành phần khác ngoài chất lỏng chứa trong không khí lỏng giàu oxy được đưa vào thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1, nghĩa là, khí được dẫn ra khỏi lỗ hở của phần chứa chất lỏng tuần hoàn 9 được dẫn ra ngoài qua ống dẫn 77, mà đầu thứ nhất của nó được nối với cửa xả khí bay hơi 9a được bố trí trên phần trên của bình chứa thu gom khí-lỏng 29, dưới dạng khí xả để cải thiện tỷ lệ thu hồi nitơ, mà có lượng hợp phần nitơ cao, được nén bởi máy thổi tuabin giãn nở 55, được đưa vào không khí nguyên liệu thô, và trở thành một phần của khí nguyên liệu thô của cột chung cát 43.

Trong phương án này, một phần của không khí lỏng giàu oxy trong phần dưới của cột chung cát 43 trở thành khí xả có lượng hợp phần nitơ cao bởi thiết bị làm bay

hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng 1 và tuần hoàn dưới dạng khí nguyên liệu thô trong cột chưng cất 43. Do đó, vì không khí nguyên liệu thô biểu kiến được gia tăng, tỷ lệ thu hồi nitơ của cột chưng cất 43 được cải thiện.

Chú thích về các số tham chiếu

- 1 thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng
- 3 phần trao đổi nhiệt
- 5 phần lưu thông chất lỏng
- 7 lõi trao đổi nhiệt
- 9 phần chứa chất lỏng tuần hoàn
- 9a cửa xả khí bay hơi
- 11 phần chứa chất lỏng dưới đáy
- 13 phần thu gom chất lưu
- 13a cửa xả chất lưu
- 15 đường dẫn ngưng tụ
- 17 đường dẫn bay hơi
- 17a đường dẫn bay hơi dòng vào
- 17b đường dẫn bay hơi dòng ra
- 19 phần đầu khí nitơ
- 19a ống dẫn khí nitơ vào
- 21 đường dẫn thông
- 23 đường dẫn thông dưới đáy
- 25 cửa nạp chất lỏng
- 27 cửa xả chất lỏng
- 29 bình chứa thu gom khí-lỏng
- 31 ống dẫn
- 33 van giảm áp
- 35 thiết bị sản xuất nitơ
- 37 máy nén không khí nguyên liệu thô
- 39 thiết bị xử lý trước
- 41 máy trao đổi nhiệt chính
- 43 tháp chưng cất

- 45 van giảm áp
- 47 tuabin giãn nở
- 49 cột chưng cất thứ hai
- 51 thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ
- 53 van giảm áp
- 55 quạt thổi tuabin giãn nở
- 56 thiết bị sản xuất nito
- 57 đến 95 ống dẫn

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1), trong đó thiết bị này bao gồm:

đường dẫn ngưng tụ (15) được cấu tạo để lưu thông theo chiều thẳng đứng, trong đó khí chảy và được ngưng tụ;

đường dẫn bay hơi (17) được cấu tạo để được chia thành nhiều tầng theo chiều thẳng đứng, mà chất lỏng, đã được làm bay hơi bằng cách trao đổi nhiệt với khí, chảy qua đó;

phần chứa chất lỏng tuần hoàn (9) được cấu tạo để được bố trí tương ứng với đường dẫn bay hơi (17) ở mỗi tầng ngoại trừ tầng đáy, cấp chất lỏng vào đường dẫn bay hơi (17), chứa chất lỏng chảy ra từ đường dẫn bay hơi (17), và tuần hoàn chất lỏng trong đường dẫn bay hơi (17) ở mỗi tầng;

đường dẫn thông (21) được cấu tạo để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn (9) ở tầng trên vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn (9) ở tầng dưới; và

đường dẫn thông dưới đáy (23) được cấu tạo để dẫn chất lỏng chảy trong phần chứa chất lỏng tuần hoàn dưới đáy vào phần chứa chất lỏng dưới đáy (11),

đường dẫn ngưng tụ (15) và đường dẫn bay hơi (17) được xếp chồng để tạo ra phần trao đổi nhiệt (3),

phần trao đổi nhiệt (3) tạo ra lõi trao đổi nhiệt (7), và

phần chứa chất lỏng tuần hoàn (9) được tạo ra trên ít nhất một mặt bên theo hướng chiều rộng của lõi trao đổi nhiệt (7) trực giao với hướng xếp chồng, tương ứng với số lượng tầng của đường dẫn bay hơi (17),

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) này còn bao gồm:

phần chứa chất lỏng dưới đáy (11) được cấu tạo để chứa chất lỏng được cấp vào đường dẫn bay hơi dưới đáy mà không tuần hoàn, và

phần thu gom chất lưu (13) được cấu tạo để thu gom chất lưu chảy ra từ đường dẫn bay hơi dưới đáy và xả ra ngoài mà không quay trở vào phần chứa chất lỏng dưới đáy (11).

2. Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) theo điểm 1, trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) này còn bao gồm:

cửa xả khí bay hơi (9a) được cấu tạo để dẫn khí bay hơi ra, khí bay hơi này được chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn (9);

cửa nạp chất lỏng (25) được cấu tạo để đưa chất lỏng từ bên ngoài vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn trên đỉnh (9); và

cửa xả chất lỏng (27) được cấu tạo để dẫn chất lỏng ra, chất lỏng này được chảy vào phần chứa chất lỏng dưới đáy (11).

3. Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) theo điểm 1, trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) này còn bao gồm bình chứa thu gom khí-lỏng (29) được cấu tạo để thu gom khí chảy vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn (9) và cũng đóng vai trò là phần chứa chất lỏng dưới đáy (11), và bình chứa thu gom khí-lỏng (29) này bao gồm cửa nạp chất lỏng được cấu tạo để đưa chất lỏng từ bên ngoài vào phần chứa chất lỏng tuần hoàn trên đỉnh (9), cửa xả khí bay hơi được cấu tạo để dẫn khí bay hơi đã thu gom ra, và cửa xả chất lỏng được cấu tạo để dẫn chất lỏng đã chứa ra.

4. Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) theo điểm 2 hoặc 3, trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) này còn bao gồm ống dẫn được cấu tạo để cấp chất lỏng được dẫn ra qua cửa xả chất lỏng vào đường dẫn bay hơi dưới đáy, và bộ giảm áp được bố trí bên trong ống dẫn này.

5. Thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, trong đó lõi trao đổi nhiệt (7) được tạo ra từ phần trao đổi nhiệt (3) và phần lưu thông chất lỏng (5), phần lưu thông chất lỏng (5) này bao gồm đường dẫn thông (21) và đường dẫn thông dưới đáy (23), và phần lưu thông chất lỏng (5) được bố trí trên ít nhất một bên của phần trao đổi nhiệt (3) theo hướng xếp chồng của đường dẫn ngưng tụ (15) và đường dẫn bay hơi (17) tạo ra phần trao đổi nhiệt (3).

6. Thiết bị sản xuất nitơ (35) bao gồm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1), cột chưng cất thứ nhất và thứ hai (43, 49), trong đó chất lưu hỗn hợp chứa oxy, nitơ và argon được tách bằng phương pháp chưng cất đông lạnh, và tuabin giãn nở (47),

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) là thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5, và

thiết bị sản xuất nitơ (35) này còn bao gồm:

ống dẫn (65) được cấu tạo để đưa ít nhất một phần khí nitơ từ phần trên của cột chưng cất thứ nhất (43) vào ống dẫn khí nitơ vào của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1),

ống dẫn (67) được cấu tạo để dẫn nitơ lỏng từ đường dẫn ngưng tụ (15) của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) vào phần trên của cột chưng cất thứ nhất (43) dưới dạng chất lỏng hồi lưu,

ống dẫn (69, 71) được cấu tạo để đưa ít nhất một phần không khí lỏng giàu oxy từ phần dưới của cột chưng cất thứ nhất (43) vào cửa nạp chất lỏng (25) của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1),

ống dẫn (73) được cấu tạo để đưa ít nhất một phần của khí được dẫn ra qua phần thu gom chất lưu (13) vào tuabin giãn nở (47) dưới dạng nguồn lạnh, và

ống dẫn (77) được cấu tạo để đưa vào một phần của khí được dẫn ra qua cửa xả khí bay hơi (9a) dưới dạng nguyên liệu thô cho cột chưng cất thứ hai (49).

7. Thiết bị sản xuất nitơ (56) bao gồm thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1), cột chưng cất (43) trong đó chất lưu hỗn hợp chứa oxy, nitơ và argon được tách bằng phương pháp chưng cất đông lạnh, và tuabin giãn nở (47),

trong đó thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) là thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5, và

thiết bị sản xuất nitơ (56) này còn bao gồm:

ống dẫn (59, 65) được cấu tạo để đưa ít nhất một phần khí nitơ từ phần trên của cột chưng cất (43) vào ống dẫn khí nitơ vào của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1);

ống dẫn (67) được cấu tạo để dẫn nitơ lỏng từ đường dẫn ngưng tụ (15) của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1) vào phần trên của cột chưng cất (43) dưới dạng chất lỏng hồi lưu;

ống dẫn (69, 71) được cấu tạo để đưa không khí lỏng giàu oxy từ đáy của cột

chung cất (43) vào cửa nạp chất lỏng (25) của thiết bị làm bay hơi-ngưng tụ kiểu chứa chất lỏng đa tầng (1);

ống dẫn (73) được cấu tạo để đưa ít nhất một phần của khí được dẫn ra qua phần thu gom chất lưu (13) vào tuabin giãn nở (47) dưới dạng nguồn lạnh; và

ống dẫn (77) được cấu tạo để đưa một phần khí được dẫn ra qua cửa xả khí bay hơi (9a) vào cột chưng cất (43) như một phần của không khí nguyên liệu thô.

FIG. 1

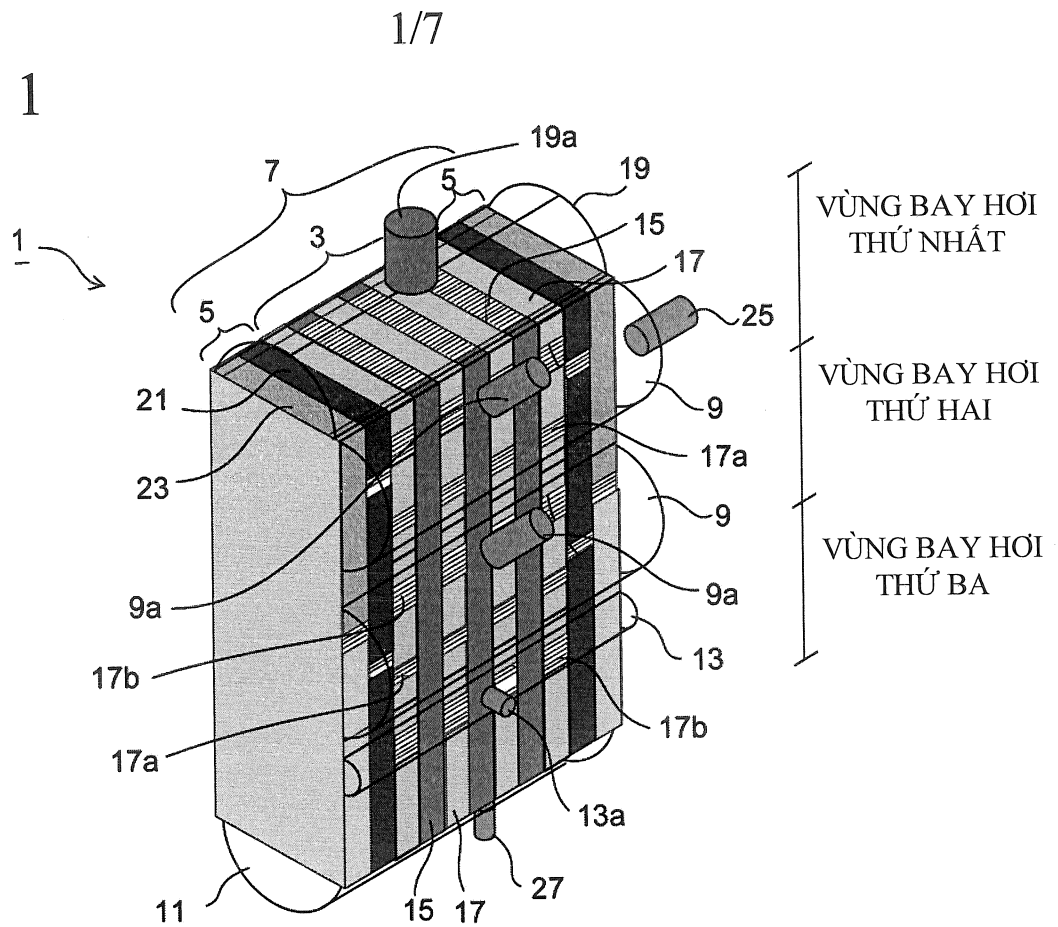
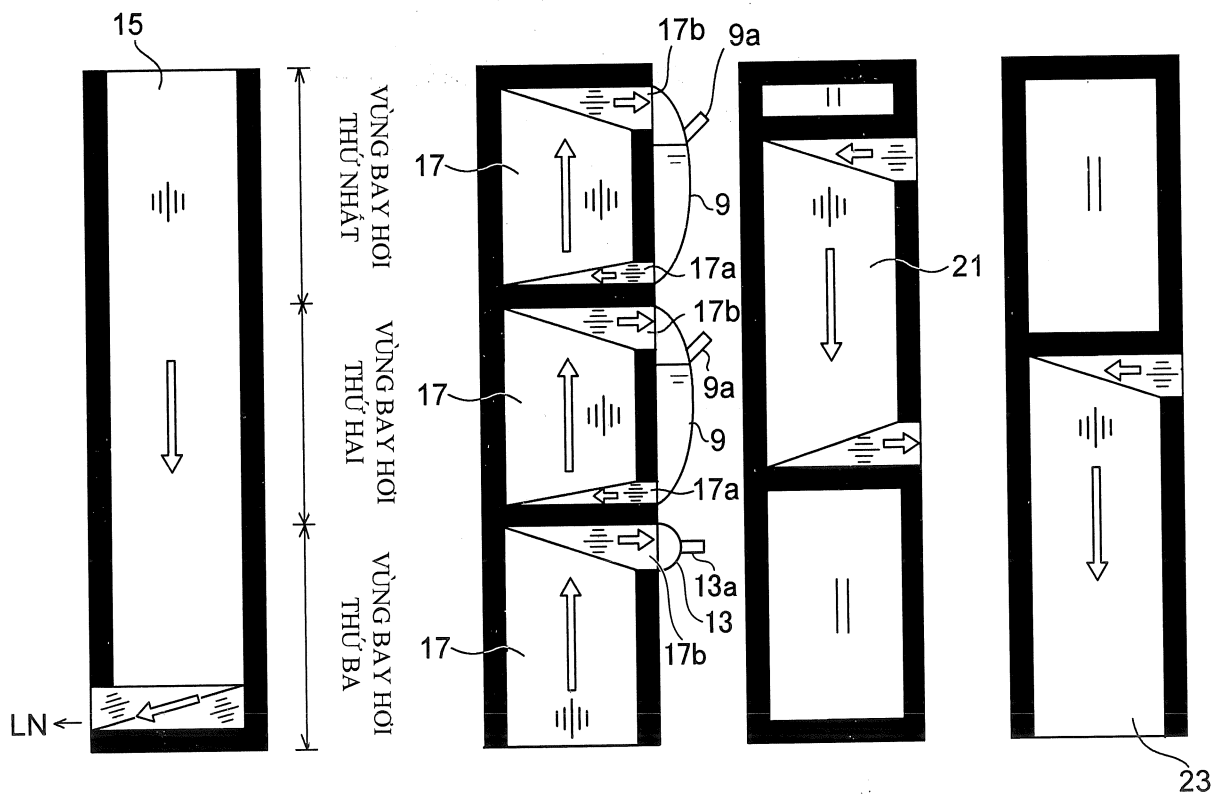
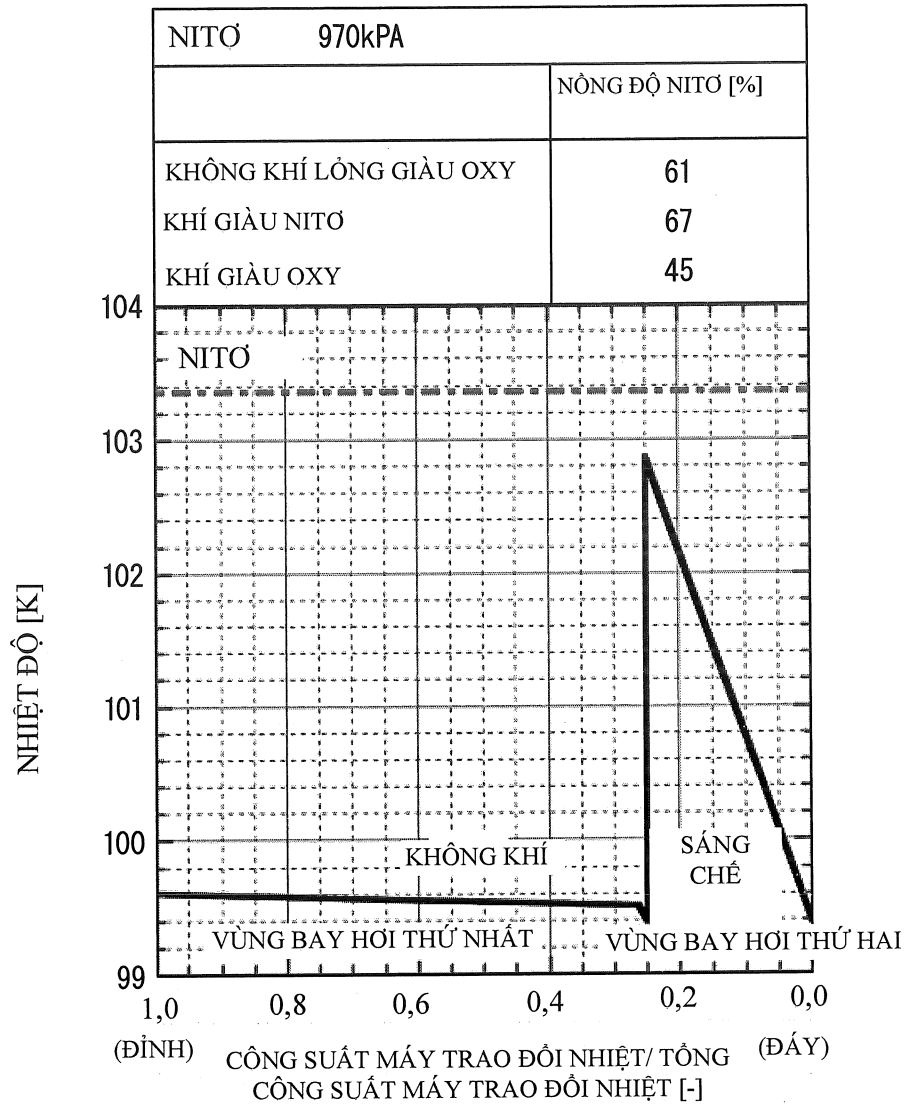


FIG. 2



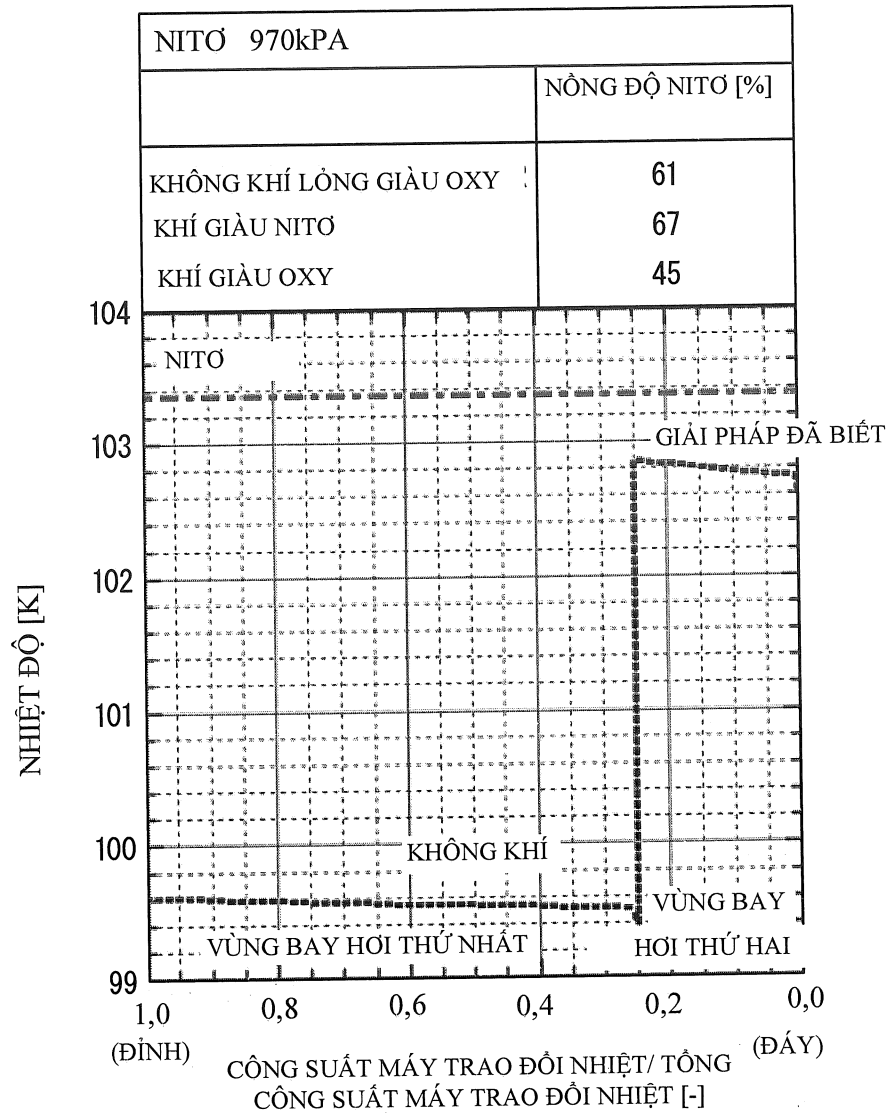
2/7

FIG. 3



3/7

FIG. 4



4/7

FIG. 5

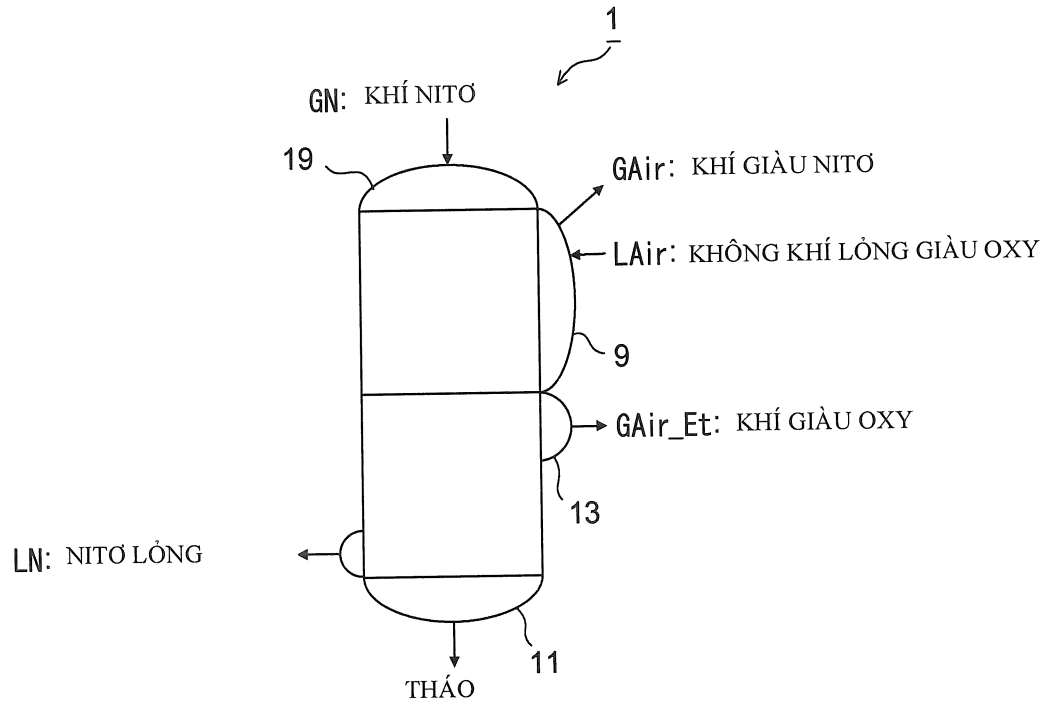
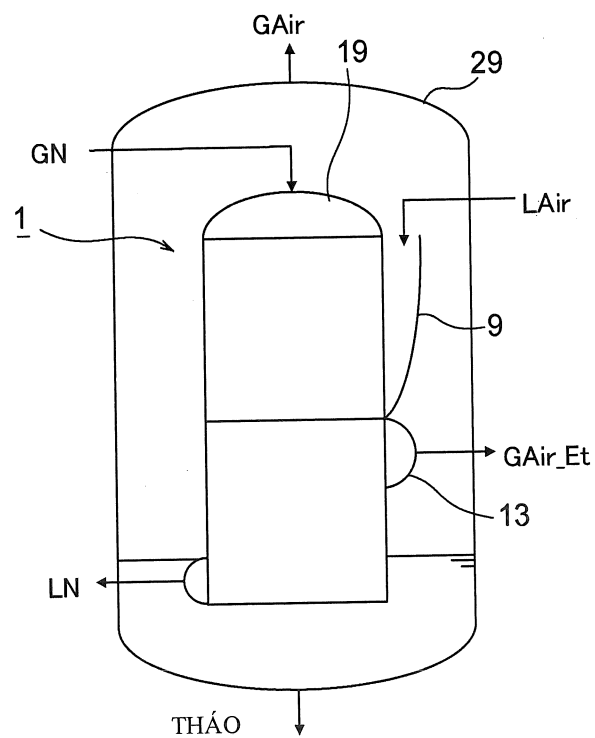


FIG. 6



5/7

FIG. 7

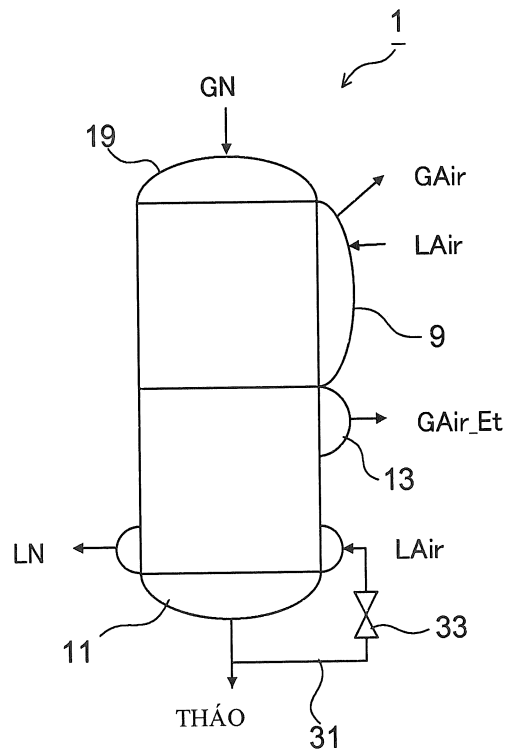


FIG. 8

