



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

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

(11)



1-0023665

(51)⁷ B01D 53/14; C01B 31/20; B01D 53/62 (13) B

(21) 1-2014-03854

(22) 12/10/2012

(86) PCT/JP2012/076496 12/10/2012

(87) WO2013/161100 31/10/2013

(30) 2012-098640 24/04/2012 JP

(45) 25/05/2020 386

(43) 26/01/2015 322A

(73) IHI CORPORATION (JP)

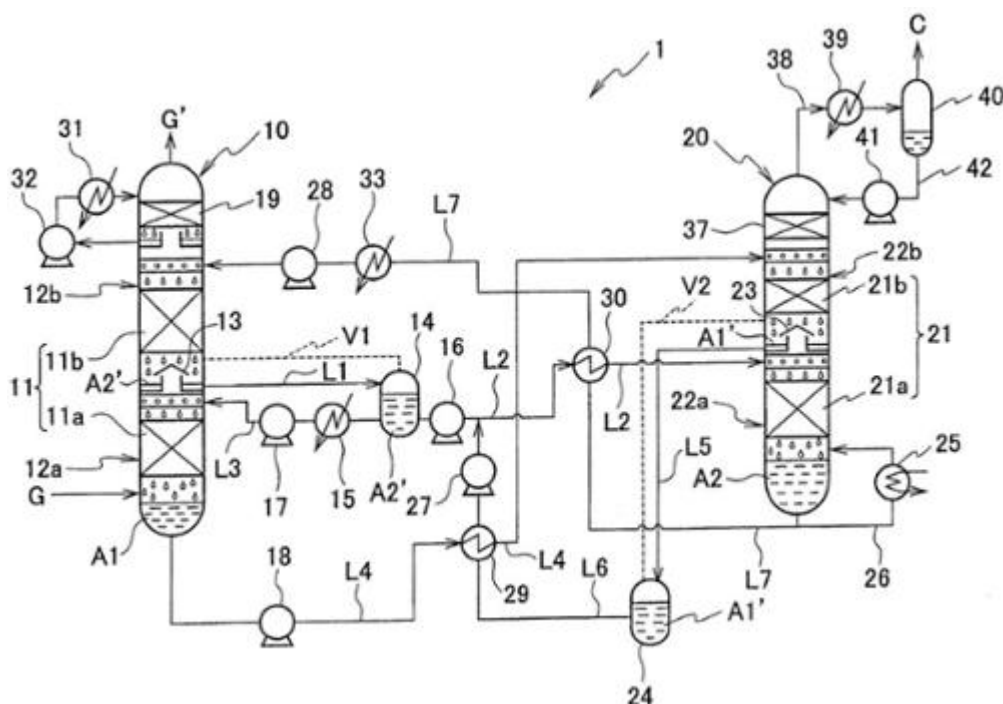
1-1, Toyosu 3-chome, Koto-ku, Tokyo 135-8710, Japan

(72) NAKAMURA Shiko (JP); YAMANAKA Yasuro (JP); TAKANO Kenji (JP);
OKUNO Shinya (JP)

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ THU HỒI CACBON ĐIOXIT

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị có khả năng giảm năng lượng để tái sinh chất lỏng hấp thụ và chi phí vận hành. Cột hấp thụ có các đoạn hấp thụ thứ nhất và thứ hai mà khí được cấp qua đoạn hấp thụ thứ nhất đến đoạn hấp thụ thứ hai và chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit. Cột tái sinh tái sinh chất lỏng hấp thụ có các đoạn tái sinh thứ nhất và thứ hai. Đoạn tái sinh thứ nhất có dụng cụ làm nóng bên ngoài và đoạn tái sinh thứ hai được làm nóng bởi khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất. Cơ cấu tuần hoàn có hệ thống tuần hoàn tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ nhất, và đường phân nhánh được phân nhánh từ hệ thống tuần hoàn này. Một phần của chất lỏng hấp thụ tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn chảy từ đoạn hấp thụ thứ hai qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai liên tục đến đoạn tái sinh thứ nhất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi cacbon đioxit để hoàn trả khí sạch vào trong không khí bằng cách tách và thu hồi cacbon đioxit từ khí chứa cacbon đioxit như khí đốt cháy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lượng lớn nhiên liệu như than, dầu nặng và dầu rất nặng được dùng trong các thiết bị như các nhà máy nhiệt điện, xưởng rèn và lò hơi. Liên quan đến lưu huỳnh oxit, nitơ oxit và cacbon đioxit được xả ra bởi sự đốt cháy nhiên liệu, cần phải hạn chế số lượng/nồng độ trong các khí thải từ quan điểm ngăn không cho ô nhiễm không khí và bảo vệ môi trường toàn cầu. Trong những năm gần đây, cacbon đioxit đã được xem như vấn đề góp phần chủ yếu vào việc làm nóng trái đất, và các biện pháp nhằm ngăn chặn các khí thải cacbon đioxit đã được thực hiện trên khắp thế giới. Do đó, các cuộc khảo sát khác nhau đã được tiến hành một cách mạnh mẽ nhằm cho phép thu hồi/cất giữ cacbon đioxit từ khí xả đốt cháy hoặc khí xả của quy trình thay vì xả cacbon đioxit ra trong không khí. Ví dụ, phương pháp hấp phụ lắc có áp suất (PSA - pressure swing adsorption), phương pháp nồng độ tách dùng màng, và kỹ thuật hấp thụ bằng hóa học nhờ sử dụng hấp thụ phản ứng với hợp chất cơ bản đã biết là phương pháp thu hồi cacbon đioxit.

Theo kỹ thuật hấp thụ bằng hóa học, hợp chất cơ bản thường là các alkanolamin chủ yếu được dùng làm chất hấp thụ, và chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong quy trình xử lý của nó, nói chung, nhờ sử dụng dung dịch nước chứa chất hấp thụ làm chất lỏng hấp thụ, bằng cách lần lượt lặp lại bước hấp thụ khiến cho chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí và bước tái sinh để tái sinh chất lỏng hấp thụ bằng cách làm cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit đã được hấp thụ (ví dụ xem, tài liệu sáng chế 1 - JP 2009-214089 A). Cần làm nóng để giải phóng cacbon đioxit trong bước tái sinh, và điều quan trọng là giảm năng lượng cần để làm nóng/làm nguội để tái sinh, nhằm giảm chi phí vận hành cho việc thu hồi cacbon đioxit.

Như đã bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, chất lỏng hấp thụ nhiệt độ cao mà cacbon đioxit có được xả ra khỏi đó (dung dịch nghèo) ở bước tái sinh phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ, mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó (dung dịch giàu) ở bước hấp thụ. Theo cách này, năng lượng nhiệt có khả năng được thu hồi để tái sử dụng ở bước tái sinh.

Nhằm giảm năng lượng cần để thu hồi cacbon đioxit từ chất lỏng hấp thụ, theo tài liệu sáng chế 2 - JP 2005-254212 A, các bước dưới đây được dùng để làm nóng chất lỏng hấp thụ: nhiệt dư của hơi nước ngưng tụ sinh ra từ bộ làm nóng tái sinh để lấy ra chất lỏng hấp thụ ở bước tái sinh và sau đó buộc chất lỏng hấp thụ phải chịu trao đổi nhiệt với hơi nước có nhiệt độ cao. Hơn nữa, tài liệu sáng chế 3 - JP 2005-230808 A mô tả rằng, để thúc đẩy việc xả ra cacbon đioxit đã được hấp thụ, khí hấp thụ được đưa vào để đi theo cùng với cacbon đioxit. Hơn nữa, tài liệu sáng chế 4 - JP 2011-57485 A mô tả rằng hai tháp tái sinh, trong mỗi tháp chất lỏng hấp thụ được làm nóng đến nhiệt độ cao hoặc nhiệt độ thấp sẽ được sử dụng và chất lỏng hấp thụ này được tái sinh ở nhiệt độ thấp sẽ được cấp đến giai đoạn giữa của cột hấp thụ, nhờ đó giảm năng lượng cần để làm nóng.

Năng lượng cần cho bước tái sinh được phân loại thành nhiệt cảm biến cần để tăng nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ, nhiệt phản ứng sinh ra khi cacbon đioxit được xả ra từ chất lỏng hấp thụ, và nhiệt ẩn bù cho sự tổn thất nhiệt trên cơ sở bay hơi của nước ra khỏi chất lỏng hấp thụ. Tuy nhiên, các kỹ thuật đã biết nêu trên là các kỹ thuật liên quan đến nhiệt cảm biến hoặc nhiệt phản ứng, và năng lượng liên quan đến nhiệt ẩn được xả ra cùng với hơi nước chứa trong cacbon đioxit đã được thu gom. Do vậy, vẫn có có khả năng nâng cao hiệu quả về năng lượng.

Để mở rộng việc thu hồi cacbon đioxit nhằm bảo vệ môi trường, mong muốn từ quan điểm kinh tế tạo ra hiệu quả về năng lượng cao nhất có thể giảm các chi phí cho việc thu hồi. Điều quan trọng để tiết kiệm năng lượng là nâng cao hiệu quả thu hồi năng lượng nhiệt từ chất lỏng hấp thụ. Điều này cũng có thể tác dụng có hiệu quả đến hiệu quả thu hồi cacbon đioxit.

Tài liệu GB 1501195 bộc lộ phương pháp loại bỏ CO₂ và/hoặc H₂S ra khỏi hỗn hợp khí chứa chúng.

Tài liệu GB 1531536 bộc lộ quy trình loại bỏ các thành phần axit ra khỏi khí.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên và đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi có khả năng giảm năng lượng cần để tái sinh chất lỏng hấp thụ nhằm giảm các chi phí vận hành.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi có khả năng giảm các mẻ liệu đưa vào thiết bị và chất lỏng hấp thụ và giảm năng lượng cần để tái sinh chất lỏng hấp thụ mà không làm giảm hệ số thu hồi cacbon đioxit, nhờ đó giảm các chi phí để thu gom cacbon đioxit.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất thiết bị thu hồi cacbon đioxit có kết cấu trong đó thiết bị thu hồi cacbon đioxit sẵn có được cải biến để khiến cho nó có thể nâng cao hiệu quả về năng lượng để tái sinh chất lỏng hấp thụ.

Để giải quyết các vấn đề, các tác giả sáng chế có các nghiên cứu lặp lại phát hiện ra rằng mỗi bước hấp thụ và bước tái sinh được chia ra thành ít nhất hai giai đoạn và chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn nhờ sử dụng hệ thống tuần hoàn trong đó thu được sự phân nhánh và hợp lưu riêng phần, nhờ đó tạo kết cấu thiết bị thu hồi cacbon đioxit để thực hiện chu trình hấp thụ/thu hồi cacbon đioxit. Do đó, sáng chế đã đạt được.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị thu hồi cacbon đioxit bao gồm: cột hấp thụ được tạo kết cấu để đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ chứa chất hấp thụ amin được chọn từ nhóm bao gồm các alkanolamin, amin gây cản trở có nhóm rượu hydroxyl và các hỗn hợp của nó và cho phép chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí này, cột hấp thụ có đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn hấp thụ thứ hai, các đoạn hấp thụ này được bố trí để cấp khí qua đoạn hấp thụ thứ nhất vào trong đoạn hấp thụ thứ hai; cột tái sinh, mà tái sinh chất lỏng hấp thụ, được tạo kết cấu để làm nóng chất lỏng hấp thụ có cacbon đioxit đã được hấp thụ trong cột hấp thụ để khiến cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit, cột tái sinh này có đoạn tái sinh thứ nhất có dụng cụ làm nóng bên ngoài và đoạn tái sinh thứ hai được bố trí để làm nóng bằng nhiệt từ khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất; và cơ cấu tuần hoàn có hệ thống tuần hoàn được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ qua đường phía trước và đường phía sau giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ

nhất, và hệ thống dòng phân nhánh được phân nhánh từ đường phía trước của hệ thống tuần hoàn và có đường thứ nhất được phân nhánh từ đường phía trước để cấp chất lỏng hấp thụ từ đoạn hấp thụ thứ hai vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất, đường thứ hai để cấp chất lỏng hấp thụ từ đoạn hấp thụ thứ nhất đến đoạn tái sinh thứ hai, và đường thứ ba kéo dài từ đoạn tái sinh thứ hai để được nối với đường phía trước, nhờ vậy làm cho một phần của chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn để chảy liên tục từ đoạn hấp thụ thứ hai qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai, và được nối với phần còn lại của chất lỏng hấp thụ và cùng được hướng đến đoạn tái sinh thứ nhất, trong đó đường thứ nhất của hệ thống dòng phân nhánh có bộ làm nguội để làm nguội chất lỏng hấp thụ được cấp vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất, trong đó cơ cấu tuần hoàn có bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí để trao đổi nhiệt giữa đường thứ hai và đường thứ ba trong hệ thống dòng phân nhánh, và bộ trao đổi nhiệt thứ hai được bố trí để trao đổi nhiệt, trong hệ thống tuần hoàn, giữa chất lỏng hấp thụ cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai đến đoạn tái sinh thứ nhất, và chất lỏng hấp thụ trở về từ đoạn tái sinh thứ nhất đến đoạn hấp thụ thứ hai, và trong đó hệ thống tuần hoàn và đường dòng phân nhánh được nối với nhau theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ, mà được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai đến đoạn tái sinh thứ nhất trong hệ thống tuần hoàn được nối với chất lỏng hấp thụ trong đường thứ ba của hệ thống dòng phân nhánh ở phía trước bộ trao đổi nhiệt thứ hai.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit bao gồm: bước xử lý hấp thụ để đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ chứa chất hấp thụ amin được chọn từ nhóm bao gồm các alkanolamin, amin gây cản trở có nhóm rượu hydroxyl và các hỗn hợp của nó để khiến cho cacbon đioxit chứa trong khí này được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ, bước xử lý hấp thụ có bước hấp thụ thứ nhất và bước hấp thụ thứ hai, và khí được cấp qua bước hấp thụ thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai; bước tái sinh để làm nóng chất lỏng hấp thụ, mà trong đó cacbon đioxit được hấp thụ ở bước xử lý hấp thụ để xả ra cacbon đioxit, nhờ vậy tái sinh chất lỏng hấp thụ, bước tái sinh có bước tái sinh thứ nhất và bước tái sinh thứ hai, chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ nhất nhờ dùng dụng cụ làm nóng bên ngoài, và chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ hai nhờ

dùng nhiệt từ khí được xả ra ở bước tái sinh thứ nhất; và bước tuần hoàn để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ nhờ bước thuận và bước nghịch giữa bước hấp thụ thứ hai và bước tái sinh thứ nhất, và bước dòng phân nhánh làm cho một phần của chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn ở bước thuận của bước tuần hoàn để chảy, như dòng phân nhánh, từ bước hấp thụ thứ hai qua bước hấp thụ thứ nhất và bước tái sinh thứ hai liên tục và được nối với phần còn lại của chất lỏng hấp thụ và sau đó cùng được hướng đến bước tái sinh thứ nhất, trong đó bước dòng phân nhánh có bước thứ nhất cấp một phần của chất lỏng hấp thụ của bước hấp thụ thứ hai đến bước hấp thụ thứ nhất, bước thứ hai cấp chất lỏng hấp thụ của bước hấp thụ thứ nhất vào bước tái sinh thứ hai, và bước thứ ba nối chất lỏng hấp thụ của bước tái sinh thứ hai với phần còn lại của chất lỏng hấp thụ của bước thuận, và bước thứ nhất của bước dòng phân nhánh có bước làm nguội để làm nguội chất lỏng hấp thụ được cấp vào ở bước hấp thụ thứ nhất, trong đó bước tuần hoàn có bước trao đổi nhiệt thứ nhất và bước trao đổi nhiệt thứ hai, bước trao đổi nhiệt thứ nhất có sự trao đổi nhiệt giữa chất lỏng hấp thụ của bước thứ hai và chất lỏng hấp thụ của bước thứ ba ở bước dòng phân nhánh, và bước trao đổi nhiệt thứ hai có sự trao đổi nhiệt, ở bước tuần hoàn, giữa chất lỏng hấp thụ được cấp từ bước hấp thụ thứ hai đến bước tái sinh thứ nhất, và chất lỏng hấp thụ được trở về từ bước tái sinh thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai, và trong đó chất lỏng hấp thụ, mà được cấp từ bước hấp thụ thứ hai đến bước tái sinh thứ nhất được nối với chất lỏng hấp thụ ở bước thứ ba của bước dòng phân nhánh ở phía trước bước trao đổi nhiệt thứ hai.

Các hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, trong quá trình thu hồi cacbon đioxit chứa trong khí, hiệu quả thu hồi nhiệt dùng để tái sinh chất lỏng hấp thụ được nâng cao, khiến cho năng lượng nhiệt cần để tái sinh có khả năng được giảm mà không làm giảm hệ số thu hồi cacbon đioxit. Chất lỏng hấp thụ có thể là một chất lỏng, và chất lỏng này được tuần hoàn, nhờ đó có thể dễ dàng dò và điều chỉnh sự dao động về nồng độ của chất lỏng hấp thụ trong khi chất lỏng được tuần hoàn. Do đó, sáng chế có thể dễ dàng xử lý đối với việc thay đổi các điều kiện được đặt theo sự dao động về hàm lượng của khí. Sáng chế có hiệu quả về năng lượng cao hơn và dễ dàng thu được việc đặt/thay đổi các điều kiện để xử lý. Do đó, chất lỏng hấp thụ có thể được sử dụng một cách ổn

định, và hữu dụng để giảm các chi phí vận hành và chi phí bảo dưỡng thiết bị. Do sáng chế có thể dễ dàng được thực hiện nhờ sử dụng các thiết bị thông thường mà không cần thiết bị chuyên dụng hoặc thiết bị đắt tiền. Ngoài ra, sáng chế cũng có thể được thực hiện ở trạng thái mà chi tiết thành phần được bổ sung cho các thiết bị sẵn có. Do đó, sáng chế có lợi về kinh tế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ hai của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ ba của sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit.

Fig.5 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện năm của sáng chế.

Fig.6 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ sáu của sáng chế.

Fig.7 là hình vẽ kết cấu dạng sơ đồ thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ bảy của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong quá trình hấp thụ cacbon đioxit theo phương pháp hấp thụ bằng hóa học, bước xử lý hấp thụ trong đó chất lỏng hấp thụ ở nhiệt độ thấp được tạo ra để hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí và bước xử lý tái sinh trong đó chất lỏng hấp thụ được tái sinh bằng cách làm cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit đã được hấp thụ lần lượt được lặp lại bằng cách tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa bước xử lý hấp thụ và bước xử lý tái sinh. Mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ ở bước xử lý tái sinh phụ thuộc vào nhiệt độ làm nóng của chất lỏng hấp thụ. Khi nhiệt độ ở mức cao hơn, chất lỏng hấp thụ xả ra thể tích cacbon đioxit lớn hơn khiến cho nồng độ cacbon đioxit còn lại trong chất lỏng hấp thụ trở nên thấp hơn (xem: Jong I. Lee,

Federick D. Otto và Alan E. Mather, “Trạng thái cân bằng giữa các dung dịch cacbon đioxit và monoetanolamin nước - Equilibrium Between Carbon Dioxide and Aqueous Monoethanolamine Solutions”, J. appl. Chem. Biotechnol. 1976, 26, pp. 541-549). Do đó, chất lỏng hấp thụ ở bước xử lý tái sinh được giữ ở nhiệt độ gần với điểm sôi của nó bởi dụng cụ làm nóng bên ngoài nhờ sử dụng năng lượng nhiệt cấp từ nguồn nhiệt bên ngoài. Chất lỏng hấp thụ mà cacbon đioxit có được xả ra khỏi đó (dung dịch nghèo) ở bước xử lý tái sinh, bước xử lý tái sinh này có nhiệt độ cao, phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ, mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó (dung dịch giàu) ở bước xử lý hấp thụ, và dung dịch giàu đã được làm nóng được cấp đến bước xử lý tái sinh. Do đó, năng lượng nhiệt được thu hồi và tái sử dụng. Tuy nhiên, khí chứa cacbon đioxit xả ra từ chất lỏng hấp thụ ở bước xử lý tái sinh được xả ra ở trạng thái nhiệt độ cao mà khí có nhiệt. Nhiệt lượng chứa trong khí xả bị lãng phí. Nhiệt độ của khí xả, tức là, nhiệt độ đỉnh cột của cột tái sinh có thể được tạo ra thấp bằng cách hạ thấp tỷ số trao đổi nhiệt giữa dung dịch giàu và dung dịch nghèo. Tuy nhiên, điều này không góp phần làm giảm nhiệt lượng vì nhiệt cảm biến thu hồi trong quá trình trao đổi nhiệt bị giảm.

Liên quan đến vấn đề này, nếu mỗi bước xử lý hấp thụ và bước xử lý tái sinh được chia ra thành ít nhất hai giai đoạn, để tạo thành hai nhóm gồm bước hấp thụ và bước tái sinh, và nếu đường tuần hoàn để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ cũng được tách ra thành hai đường, thì kết cấu này có thể khiến cho nhiệt lượng chứa trong khí xả được dùng để tái sinh chất lỏng hấp thụ mà không làm giảm hiệu quả trao đổi nhiệt. Cụ thể là, dung dịch nửa giàu đã phải chịu bước xử lý hấp thụ ở vùng trên của cột hấp thụ có khả năng được làm nóng nhờ sử dụng nguồn năng lượng bên ngoài ở vùng dưới của cột tái sinh, để đủ tái sinh dung dịch nửa giàu thành dung dịch giàu, và sau đó dung dịch giàu này được làm cho chảy ngược đến vùng trên của cột hấp thụ. Chất lỏng được tạo ra để chịu bước xử lý hấp thụ ở phần đáy của cột hấp thụ, tức là dung dịch giàu tạo thành hấp thụ đủ cacbon đioxit, được làm nóng ở vùng trên của cột tái sinh, nhờ sử dụng nhiệt được thoát ra và thu hồi từ khí, để tái sinh dung dịch giàu thành dung dịch nửa nghèo. Dung dịch nửa nghèo được làm cho chảy ngược đến vùng dưới của cột hấp thụ. Sau đó, quá trình trao đổi nhiệt được tạo ra giữa các chất lỏng hấp thụ tương ứng được tuần hoàn trong các nhóm. Theo kết cấu

này, cacbon đioxit được thu gom có hiệu quả để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng nhiệt.

Theo kết cấu nêu trên, hai đường tuần hoàn cho các chất lỏng hấp thụ, mỗi đường độc lập so với nhau. Tuy nhiên, nước ngưng tụ của hơi nước từ chất lỏng hấp thụ trong một trong số các đường được chuyển đến chất lỏng hấp thụ trong đường khác để tạo ra trạng thái mà sự chênh lệch về nồng độ dễ dàng được tạo ra giữa các chất lỏng hấp thụ trong hai đường. Mặc dù vấn đề này có thể được hiệu chỉnh, nhờ sử dụng nước thu gom từ các khí xả ra từ các cột riêng biệt, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra cách khác có khả năng giải quyết vấn đề này.

Theo sáng chế, cơ cấu tuần hoàn được chọn trong đó một trong số các đường tuần hoàn nêu trên được tạo kết cấu như đường phân nhánh tách ra từ đường tuần hoàn khác và sau đó được nối với đường đó. Nói cách khác, hai đường tuần hoàn được nối riêng phần với nhau, và các dao động về nồng độ của chất lỏng hấp thụ, vốn có thể được tạo ra tại các phần phân nhánh, có thể được loại bỏ bằng cách nối dòng phân nhánh với dòng chính.

Phần mô tả chi tiết về phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo sáng chế sẽ mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ.

Fig.1 thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện của sáng chế. Thiết bị thu hồi 1 có cột hấp thụ 10 được tạo kết cấu nhằm đưa khí G chứa cacbon đioxit vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ để khiến cho cacbon đioxit được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ, và cột tái sinh 20 được tạo kết cấu để làm nóng chất lỏng hấp thụ, mà cacbon đioxit được hấp thụ trong đó, để xả cacbon đioxit ra từ chất lỏng hấp thụ và tái sinh chất lỏng hấp thụ. Khí G cấp đến thiết bị thu hồi 1 không bị giới hạn một cách cụ thể và do đó, các khí chứa cacbon đioxit khác nhau, như khí xả đốt cháy và khí xả của quy trình, có thể được điều chỉnh. Cột hấp thụ 10 và cột tái sinh 20, mỗi cột được tạo kết cấu như thiết bị tiếp xúc khí-chất lỏng theo kiểu ngược dòng, và lần lượt được chứa đầy các chất độn 11 và 21 để tăng các diện tích tiếp xúc của chúng. Chất lỏng hấp thụ dùng trong đó là chất lỏng có nước chứa, như chất hấp thụ, alkanolamin hoặc hợp chất khác bất kỳ có ái lực với cacbon đioxit. Các chất độn 11 và 21 được tạo ra từ vật liệu có độ bền mỏi và chống ăn mòn ở các nhiệt độ xử lý và lần lượt có thể được chọn theo cách thích hợp để sử dụng từ các

chất độn có hình dạng có khả năng tạo ra diện tích tiếp xúc mong muốn. Nói chung, các chất độn tạo ra từ vật liệu kim loại trên cơ sắt, như thép không gỉ hoặc thép cacbon, có thể được dùng cho các chất độn này, nhưng các chất độn không chỉ giới hạn ở đó. Nếu cần, cột làm nguội có thể được tạo ra để giữ khí G được cấp vào trong cột hấp thụ 10 ở nhiệt độ thấp thích hợp để hấp thụ cacbon đioxit.

Khí G chứa cacbon đioxit được cấp qua phần dưới của cột hấp thụ 10. Bên trong cột hấp thụ 10 được phân chia thành đoạn hấp thụ thứ nhất 12a ở phía dưới, mà chất độn 11a được giữ trong đó, và đoạn hấp thụ thứ hai 12b ở phía trên, mà chất độn 11b được giữ trong đó. Giữa các đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và thứ hai 12b, bộ phận phân chia 13 được đặt xen giữa sao cho thành hình trụ đứng trên mép theo chu vi của lỗ tâm tạo ra trong tấm hình tròn nằm ngang, và chi tiết giống cái chụp đèn che bên trên lỗ đầu trên của thành hình trụ của bộ phận phân chia 13, và nó được tạo kết cấu sao cho bình chứa chất lỏng được tạo ra trên tấm hình tròn nằm ngang giữa thành trong của cột hấp thụ 10 và thành hình trụ của bộ phận phân chia 13. Khí G cấp qua phần dưới của cột hấp thụ 10 dâng lên trong cột đi qua chất độn 11a trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, và sau đó đi qua lỗ khoan trong của thành hình trụ của bộ phận phân chia 13 để đi qua chất độn 11b trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b.

Mặt khác, khi chất lỏng hấp thụ được cấp qua vùng trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b của cột hấp thụ 10, thì chất lỏng hấp thụ chảy xuống qua chất độn 11b, và sau đó được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 13. Chất lỏng hấp thụ được xả ra qua đường L1 ra bên ngoài cột, mà không chảy xuống đến đoạn hấp thụ thứ nhất, để được chứa trong thùng 14. Đường để chất lỏng hấp thụ được phân nhánh ở thùng 14, sao cho đường L2 có được mỗi nối giữa thùng 14 và tâm của cột tái sinh 20, và mặt khác đường L3 có được mỗi nối giữa thùng 14 và tâm của cột hấp thụ 10. Do đó, chất lỏng hấp thụ trong thùng 14 được chia ra thành hai phần dòng chảy. Một trong số các phần dòng chảy này được cấp qua đường L2 đến cột tái sinh 20 bởi bơm 16 trong khi phần chất lỏng hấp thụ kia được cấp qua đường L3 đến vùng trên của đoạn hấp thụ thứ nhất 12a của cột hấp thụ 10 và sau đó chảy xuống qua chất độn 11a, sau đó được chứa trong phần đáy của cột hấp thụ 10. Ống thông hơi V1 được nối với đỉnh của thùng 14 để nối thông với đoạn hấp thụ thứ hai nhằm loại bỏ sự dao động về áp suất trong thùng 14. Đường L3 được tạo ra có bộ làm

nguội 15 để làm nguội chất lỏng hấp thụ, và bơm 17.

Trong khi khí G đi qua các chất độn 11a và 11b, khí liên tục được đưa vào tiếp xúc khí-chất lỏng với chất lỏng hấp thụ, sao cho cacbon đioxit trong khí G được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ. Do khí sau khi đi qua đoạn hấp thụ thứ nhất có nồng độ cacbon đioxit đã được giảm xuống, nên chất lỏng hấp thụ cấp đến đoạn hấp thụ thứ hai 12b tiếp xúc với khí có nồng độ cacbon đioxit thấp hơn so với khí G. Chất lỏng hấp thụ A2', chất lỏng hấp thụ này có cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b và được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 13, là dung dịch nửa giàu. Một phần của nó được cấp từ thùng 14 qua đường L2 đến cột tái sinh 20. Phần còn lại của nó chảy, như dòng phân nhánh, từ thùng 14, và sau đó đi qua bộ làm nguội 15 để được cấp đến đoạn hấp thụ thứ nhất 12a. Dòng này hấp thụ cacbon đioxit là dung dịch giàu, và sau đó được chứa trong phần đáy của cột hấp thụ 10. Chất lỏng hấp thụ A1 (dung dịch giàu) trong phần đáy của cột hấp thụ 10 được cấp bởi bơm 18, qua đường L4 có được nối giữa phần đáy của cột hấp thụ 10 và vùng trên của cột tái sinh 20, đến cột tái sinh 20. Khí G', mà cacbon đioxit đã được loại bỏ ra khỏi đó, được xả ra qua đỉnh của cột hấp thụ 10.

Khi chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit, thì nhiệt được tạo ra khiến cho nhiệt độ của chất lỏng được tăng. Do đó, khi cần tăng, đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 19 được tạo ra ở đỉnh của cột hấp thụ 10 để ngưng tụ hơi nước và các chất khác chứa trong khí G'. Đoạn này cho phép kìm hãm hơi nước và các chất khác đến mức độ nhất định không cho rò rỉ ra bên ngoài cột. Để bảo đảm hơn nữa việc kìm hãm, thiết bị thu hồi có bộ làm nguội 31 và bơm 32 bố trí bên ngoài cột hấp thụ. Một phần của nước ngưng tụ chứa bên dưới đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 19 (phần nước ngưng tụ được phép chứa khí G' trong cột) được tuần hoàn giữa đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 19 và bộ làm nguội 31 bằng bơm 32. Nước ngưng tụ và các chất khác, vốn đã được làm nguội bởi bộ làm nguội 31 để được cấp đến phần đỉnh cột khiến cho đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 19 được giữ ở nhiệt độ thấp, và khiến cho khí G' đi qua đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 19 chắc chắn được làm nguội. Tốt hơn là, việc dẫn động của bơm 32 được điều khiển theo cách sao cho nhiệt độ của khí G' xả ra bên ngoài cột vào khoảng 60°C hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là khoảng 45°C hoặc thấp hơn. Theo kết cấu trên Fig.1, nước ngưng tụ trong đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 19 được cấp đến

chất độn 11b. Do nước ngưng tụ được dùng để hiệu chỉnh sự dao động về hợp phần của chất lỏng hấp thụ trong các cột, do đó cho phép, khi cần tăng, hợp phần nồng độ của chất lỏng hấp thụ được dò và nước ngưng tụ được cấp đến chất độn 11a và/hoặc chất độn 11b theo tỷ số của các dao động về nồng độ.

Bên trong cột tái sinh 20 được phân chia thành đoạn tái sinh thứ nhất 22a ở phía dưới, mà chất độn 21a được giữ trong đó, và đoạn tái sinh thứ hai 22b ở phía trên, mà chất độn 12b được giữ trong đó. Giữa các đoạn tái sinh thứ nhất 22a và thứ hai 22b, bộ phận phân chia 23 được đặt xen giữa chúng có kết cấu tương tự như bộ phận phân chia 13 để tạo ra bình chứa chất lỏng. Chất lỏng hấp thụ A1' cấp từ phần đáy của cột hấp thụ 10 qua đường L4 được đưa đến phần trên của đoạn tái sinh thứ hai 22b của cột tái sinh 20 để chảy xuống qua chất độn 21b, và sau đó được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23. Nó được tạo kết cấu sao cho chất lỏng hấp thụ A1' được xả ra bên ngoài cột qua đường L5 mà không chảy xuống đến đoạn tái sinh thứ nhất, và sau đó được chứa trong thùng 24. Chất lỏng hấp thụ A2' cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai 12b của cột hấp thụ 10 qua các đường L1, L2 được cấp đến phần trên của đoạn tái sinh thứ nhất 22a để chảy xuống qua chất độn 21a, và sau đó được chứa trong phần đáy của cột tái sinh 20.

Nồi đun lại được lắp, như dụng cụ làm nóng bên ngoài để làm nóng một cách tích cực chất lỏng hấp thụ nhờ sử dụng năng lượng cấp từ bên ngoài, vào phần đáy của cột tái sinh 20. Cụ thể là, bộ làm nóng bằng hơi nước 25 bố trí bên ngoài cột tái sinh 20, và đường tuần hoàn 26 để tuần hoàn, qua bộ làm nóng bằng hơi nước 25 này, chất lỏng hấp thụ A2 được chứa trong phần đáy cột được trang bị. Chất lỏng hấp thụ A2 trong phần đáy cột được phân nhánh một phần qua đường tuần hoàn 26 và cấp vào trong bộ làm nóng bằng hơi nước 25, và nó được làm nóng liên tục bởi sự trao đổi nhiệt với hơi nước có nhiệt độ cao để chảy ngược vào trong cột. Theo cách này, chất lỏng hấp thụ A2 trong phần đáy có khả năng được làm nóng bởi dụng cụ làm nóng bên ngoài đủ để xả ra cacbon đioxit, và chất độn 21a cũng được làm nóng gián tiếp để thúc đẩy việc xả ra cacbon đioxit bởi sự tiếp xúc khí-chất lỏng với chất độn 21a. Khí nhiệt độ cao chứa cacbon đioxit và hơi nước xả ra từ chất lỏng hấp thụ dâng lên để đi qua chất độn 21a trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Sau đó, nó đi qua lỗ trong bao quanh bởi thành hình trụ của bộ phận phân chia 23 để đi qua chất độn 21b

trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Trong suốt khoảng thời gian này, chất lỏng hấp thụ A2' chảy xuống qua chất độn 21a và chất lỏng hấp thụ A1 chảy xuống qua chất độn 21b được làm nóng sao cho cacbon đioxit trong các chất lỏng hấp thụ A1 và A2' được xả ra. Chất lỏng hấp thụ A1 cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b không nhận việc làm nóng tích cực bất kỳ bởi dụng cụ làm nóng bên ngoài, để chỉ được làm nóng bởi nhiệt của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Do đó, nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1' trong bình chứa của bộ phận phân chia 23 thấp hơn nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A2. Do vậy, mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ A1' trở nên thấp hơn mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ A2 trong phần đáy cột, để trở thành dung dịch nửa nghèo. Chất lỏng hấp thụ A1', mà cacbon đioxit đã được thoát ra từ đó trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, chảy xuống từ bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23 qua đường L5 vào trong thùng 24. Vùng đáy của thùng 24 được nối qua đường L6 đến đường L2 sao cho chất lỏng hấp thụ A1' bên trong thùng 24 được cấp vào trong đường L2 bởi bơm 27 tạo ra trên đường L6, nhờ đó được nối với chất lỏng hấp thụ A2' cấp từ thùng 14. Ống thông hơi V2 được nối với đỉnh của thùng 24 để nối thông với đoạn tái sinh thứ hai 22b, nhằm loại bỏ sự dao động về áp suất trong thùng 24.

Chất lỏng hấp thụ A2 (dung dịch nghèo) được chứa trong phần đáy của cột tái sinh 20, mà cacbon đioxit đã được đủ thoát ra khỏi đó, được làm cho chảy ngược bởi bơm 28, qua đường L7 có được nối giữa vùng trên của cột hấp thụ 10 và phần đáy của cột tái sinh 20, đến vùng trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b của cột hấp thụ 10. Kết quả là, hệ thống tuần hoàn được tạo ra trong đó chất lỏng hấp thụ A2 hoặc A2' đi và đến ngược chiều giữa đoạn hấp thụ thứ hai 12b và đoạn tái sinh thứ nhất 22a qua các đường L1, L2 và L7. Hơn nữa, hệ thống dòng phân nhánh được tạo ra, mà một phần của chất lỏng hấp thụ trong hệ thống tuần hoàn chảy trong đó, như dòng phân nhánh, qua các đường từ L3 đến L6 và được đi như chất lỏng hấp thụ phân nhánh A1 hoặc A1' qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và đoạn tái sinh thứ hai 22b để được nối với chất lỏng hấp thụ trong hệ thống tuần hoàn. Nói cách khác, các đường L1, L2 và L7 tạo thành đường tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ nhất; và các đường từ L3 đến L6 được phân nhánh từ đoạn hấp thụ thứ hai 12b trong đường tuần hoàn này để được nối lại, qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và

đoạn tái sinh thứ hai 22b, với đường tuần hoàn trước vị trí nơi đường tuần hoàn đi đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a, sao cho các đường từ L3 đến L6 tạo ra hệ thống dòng phân nhánh. Khí chứa cacbon đioxit được thoát ra từ chất lỏng hấp thụ trong cột tái sinh 20 được xả ra qua đỉnh của cột tái sinh 20.

Chất lỏng hấp thụ A1', mà cacbon đioxit có được xả ra khỏi đó trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29 trong khi chảy trong các đường L5 và L6, sao cho việc trao đổi nhiệt được thực hiện giữa đường L4 và đường L6 trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29. Do vậy, chất lỏng hấp thụ A1' được làm nguội với chất lỏng hấp thụ A1' trong đường L4, và nó được nối với chất lỏng hấp thụ A2' trong đường L2. Hơn nữa, chất lỏng hấp thụ A2, mà cacbon đioxit có được xả ra khỏi đó trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a, đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 trong khi chảy trong đường L7, sao cho việc trao đổi nhiệt được thực hiện giữa đường L7 và đường L2 trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Do vậy, chất lỏng hấp thụ A2 được làm nguội với chất lỏng hấp thụ (A1' + A2') trong đường L2, và được làm nguội đủ hơn nữa bởi bộ làm nguội 33 nhờ sử dụng nước làm nguội. Sau đó, chất lỏng hấp thụ A2 được đưa vào trong phần trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b. Các bộ trao đổi nhiệt có thể được phân loại thành các kiểu khác nhau như kiểu xoắn ốc, tấm, ống lồng, nhiều hình trụ, nhiều ống hình tròn, ống xoắn, tấm xoắn, ống xoắn kiểu thùng, vỏ kiểu thùng, và chất lỏng tiếp xúc trực tiếp. Mỗi bộ trao đổi dùng theo sáng chế có thể có kiểu bất kỳ trong số các kiểu này. Từ quan điểm đơn giản hóa các bộ trao đổi và dễ tháo và làm sạch nó, các bộ trao đổi kiểu tấm là tốt nhất.

Khí chứa cacbon đioxit xả ra từ chất lỏng hấp thụ bằng cách làm nóng trong cột tái sinh 20 đi qua đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 37 ở phần trên của cột tái sinh 20, và sau đó xả ra qua ống xả 38 từ đỉnh của nó. Khí này được làm nguội đủ bởi bộ làm nguội 39 nhờ sử dụng nước làm nguội, khiến cho hơi nước và các chất khác chứa trong đó được ngưng tụ nhiều nhất có thể. Nước ngưng tụ tạo thành được loại bỏ bởi bộ tách khí-chất lỏng 40, và sau đó được thu hồi như khí thu hồi C. Đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 37 sẽ ngưng tụ hơi nước chứa trong khí để kìm hãm việc xả ra của nó, và kìm hãm hơn nữa việc xả ra chất hấp thụ. Bằng cách phun cacbon đioxit chứa trong khí thu hồi C vào trong, ví dụ, đất hoặc giếng dầu, cacbon đioxit khí có khả năng được đông đặc trong đất và được tổ chức lại. Nước ngưng tụ tách ra trong bộ

tách khí-chất lỏng 40 được cấp ở tốc độ dòng chảy nhất định qua đường dòng chảy 42 vào trong phần trên của đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 37 của cột tái sinh 20 bởi bơm 41 khiến cho nước có chức năng như nước làm nguội.

Trong cột tái sinh 20, biểu thức $T1 > T2$ được thỏa mãn trong đó $T1$ biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ $A2$ được làm nóng ở đáy của đoạn tái sinh thứ nhất 22a, và $T2$ biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ ($A1' + A2'$) được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 vào trong phần trên của đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Các biểu thức $t1 > T3 > T4$ và $t1 > t2$ cũng được thỏa mãn trong đó $T3$ biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong bình chứa chất lỏng, đã được làm nóng trong đoạn tái sinh thứ hai 22b bởi khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a, $T4$ biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ $A1'$ được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29 vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, $t1$ biểu thị nhiệt độ của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, và $t2$ biểu thị nhiệt độ của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b. Nói chung, chất lỏng hấp thụ trong cột tái sinh được làm nóng đến nhiệt độ gần với điểm sôi của chất lỏng hấp thụ để nâng cao mức độ tái sinh của nó. Khi bộ trao đổi nhiệt có tính năng trao đổi nhiệt cao được dùng để nâng cao hệ số thu hồi nhiệt nhằm tạo ra sự chênh lệch nhiệt độ ($T1 - T2$) là nhỏ, nhiệt độ $t1$ của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a cũng trở nên cao. Nếu khí được xả ra từ cột tái sinh 20 khi nó là, lượng năng lượng lớn tương ứng với nhiệt ẩn, cũng được xả ra, cùng với hơi nước, cũng như năng lượng tương ứng với nhiệt cảm biến. Theo sáng chế, nhiệt lượng của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a được thu hồi trong đoạn tái sinh thứ hai 22b nhằm được dùng để tái sinh chất lỏng hấp thụ, khiến cho nhiệt độ của khí được hạ xuống từ $t1$ đến $t2$ nhằm giảm lượng xả của nhiệt cảm biến ra bên ngoài. Sau khi hạ nhiệt độ của khí xuống, việc ngưng tụ của hơi nước cũng tăng lên, khiến cho hơi nước và nhiệt ẩn chứa trong khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b cũng được giảm. Theo kết cấu nêu trên, nước ngưng tụ từ hơi nước bay hơi từ chất lỏng hấp thụ, trong cột hấp thụ 10, được cấp đến chất lỏng hấp thụ $A2'$ trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b trong khi nước ngưng tụ được cấp, trong cột tái sinh 20, đến chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Do vậy, trong hệ thống tuần hoàn, ngay cả khi lượng bay hơi từ chất lỏng hấp thụ $A2$ trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a vượt quá lượng nước ngưng tụ được bổ sung trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b, thì lượng nước

ngưng tụ được bổ sung cho một phần của chất lỏng hấp thụ trong đoạn tái sinh thứ hai 22b trong khi đó phần phân nhánh chảy trong đường phân nhánh và lại được nối với dòng chính. Do đó, chất lỏng hấp thụ được giữ ở nồng độ định trước.

Khi bộ trao đổi nhiệt có tính năng trao đổi nhiệt cao được dùng làm bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, trong phần chất lỏng hấp thụ ($A1' + A2'$) trong đường L2 kéo dài từ bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a, thì các bọt khí cacbon đioxit dễ dàng được tạo ra bởi sự tăng nhiệt độ. Do đó, trường hợp có thể xảy ra trong đó các bọt khí cản trở việc dẫn nhiệt khiến cho việc giảm về chênh lệch nhiệt độ ($T1 - T2$) bị rối loạn. Trong trường hợp này, các bọt khí có khả năng được kìm hãm bằng cách đưa chất lỏng hấp thụ vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 ở trạng thái có áp, khiến cho sự rối loạn về việc tăng nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ được loại bỏ. Do vậy, tính năng trao đổi nhiệt dự kiến dựa vào sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ đầu vào bộ trao đổi nhiệt của dung dịch nghèo và nhiệt độ đầu ra bộ trao đổi nhiệt của chất lỏng nửa giàu (hoặc nửa nghèo), sao cho sự chênh lệch nhiệt độ này bị giảm. Do đó, năng lượng nhiệt tạo ra bởi bộ trao đổi nhiệt được cấp có hiệu quả vào giai đoạn tái sinh. Sự chênh lệch nhiệt độ nêu trên khi trao đổi nhiệt có thể được đặt nói chung ở nhiệt độ thấp hơn 10°C , tốt hơn là khoảng 3°C . Liên quan đến áp suất tác dụng vào chất lỏng hấp thụ, nó hoạt động có hiệu quả để thúc đẩy việc xả ra cacbon đioxit nếu nó được giải phóng khi chất lỏng hấp thụ được nạp vào giai đoạn tái sinh. Để đổ chất lỏng hấp thụ vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 ở trạng thái mà chất lỏng hấp thụ có áp, ví dụ, van áp suất ngược được lắp vào đường L2 (ví dụ, ở vùng lân cận lỗ đưa vào trong đoạn tái sinh 22a) giữa bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 và cột tái sinh 20, nhờ vậy có thể dùng lực dẫn động của các bơm 16 và 27 để tăng áp chất lỏng hấp thụ. Trong trường hợp này, áp suất cũng có thể được điều chỉnh, nhờ sử dụng cảm biến áp suất. Tương tự, cũng có thể để chất lỏng hấp thụ đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29, nhằm kìm hãm việc tạo bọt bằng cách tăng áp sao cho việc tăng nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1 cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b có thể dễ dàng thu được. Nếu áp suất của chất lỏng hấp thụ ở trạng thái có áp được giải phóng khi chất lỏng hấp thụ được đưa vào trong cột tái sinh, thì việc xả ra cacbon đioxit được thúc đẩy. Lúc này, nhiệt ẩn được dùng để tạo ra hiệu quả có lợi hơn nữa góp phần vào việc hạ nhiệt độ của khí xả xuống.

Phương pháp thu hồi được thực hiện trong thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1 sẽ được mô tả.

Trong cột hấp thụ 10, khí G chứa cacbon đioxit, như khí xả đốt cháy hoặc khí xả của quy trình, được cấp vào đó qua phần đáy. Các chất lỏng hấp thụ A2' và A2 lần lượt được cấp đến các đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và thứ hai 12b qua các phần trên tương ứng của chúng. Do khí G được đưa vào sự tiếp xúc khí-chất lỏng trên các chất độn 11a và 11b với các chất lỏng hấp thụ A2' và A2 để thực hiện bước xử lý hấp thụ bao gồm bước hấp thụ thứ nhất trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và bước hấp thụ thứ hai trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b, khiến cho cacbon đioxit được hấp thụ vào trong các chất lỏng hấp thụ. Do cacbon đioxit được hấp thụ một cách thỏa đáng ở nhiệt độ thấp, nên nhiệt độ chất lỏng của các chất lỏng hấp thụ A1 và A2 hoặc nhiệt độ của cột hấp thụ 10 (cụ thể là, các chất độn 11a và 11b) nói chung được điều chỉnh đến khoảng 50°C hoặc thấp hơn, tốt hơn là khoảng 40°C hoặc thấp hơn. Do các chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit với việc tạo ra nhiệt, nên cần lưu ý đến vấn đề là nhiệt độ chất lỏng không nên lớn hơn 60°C, khi tính đến việc tăng nhiệt độ chất lỏng bởi việc tạo ra nhiệt này. Liên quan đến khí G cấp vào trong cột hấp thụ 10, tốt hơn là sử dụng cột làm nguội để điều chỉnh nhiệt độ của nó trước khi đến nhiệt độ thích hợp, khi lưu ý đến vấn đề trên đây. Đối với chất lỏng hấp thụ, chất lỏng có nước chứa, như chất hấp thụ, hợp chất có ái lực với cacbon đioxit có khả năng được sử dụng. Đối với chất hấp thụ, các alkanolamin, các amin gây cản trở có nhóm rượu hydroxyl được dùng, và các ví dụ cụ thể của chúng bao gồm monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, N-metyldietanolamin (MDEA), diisopropanolamin, và diglycolamin, chúng là các alkanolamin; và 2-amino-2-metyl-1-propanol (AMP), 2-(etylamin)etanol (EAE), và 2-(metylamin)etanol (MAE), 2-(isopropylamin)etanol (IPAE), chúng là các amin gây cản trở, mỗi amin có nhóm rượu hydroxyl. Cho phép kết hợp hai hoặc nhiều loại hợp chất nêu trên để dùng ở dạng hỗn hợp. Amin mạch vòng có thể được dùng để bổ sung/kết hợp vào đó, các ví dụ của nó bao gồm piperidin, piperazin, pyridin, pyrimidin, pyrazin, 3-metylpyridin, 2-metylpyrazin, 2-(metylamin)piperidin (2AMPD), 2-metylpiperazin, 2-(aminometyl)piperazin, 2,6-dimetylpiperazin, 2,5-dimetylpiperazin, và 2-(β -hydroxyetyl)piperazin. Monoetanolamin (MEA), chúng thường được ưu tiên sử

dụng, là chất hấp thụ có tính năng hấp thụ cao, trong khi AMP hoặc MDEA là chất hấp thụ tính chất tái sinh tốt. Để cải thiện tính năng hấp thụ của AMP hoặc MDEA, chất lỏng hấp thụ thường được điều chế bằng cách trộn MEA vào đó. Theo tỷ số trộn, tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh có thể được điều chỉnh đến mức độ nhất định. Nồng độ chất hấp thụ trong chất lỏng hấp thụ có thể được đặt một cách thích hợp tùy theo lượng cacbon đioxit chứa trong khí, nó là đích cần được xử lý, và tốc độ xử lý, độ lỏng của chất lỏng hấp thụ, việc kìm hãm tổn thất tiêu thụ của nó, và các thứ khác. Chất hấp thụ nói chung được dùng trong nồng độ vào khoảng từ 10 đến 50% theo khối lượng. Ví dụ, đối với việc xử lý khí G trong đó hàm lượng theo phần trăm của cacbon đioxit vào khoảng 20%, chất lỏng hấp thụ có nồng độ vào khoảng 30% theo khối lượng được ưu tiên sử dụng.

Tốc độ cấp khí G, và các tốc độ tuần hoàn của chất lỏng hấp thụ lần lượt được chọn một cách thích hợp, sao cho việc hấp thụ được tăng lên một cách thỏa đáng, do lượng cacbon đioxit chứa trong khí G, khả năng hấp thụ cacbon đioxit của các chất lỏng hấp thụ, hiệu quả tiếp xúc khí-chất lỏng trong chất độn, và các thứ khác. Bằng cách tuần hoàn chất lỏng hấp thụ trong mỗi đường, bước xử lý hấp thụ và bước xử lý tái sinh được thực hiện lặp lại.

Bước xử lý tái sinh đối với chất lỏng hấp thụ trong cột tái sinh 20 có bước tái sinh thứ nhất để làm nóng chất lỏng hấp thụ bởi nguồn làm nóng bên ngoài trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a, và bước tái sinh thứ hai để làm nóng chất lỏng hấp thụ nhờ sử dụng nhiệt của khí xả ra từ bước tái sinh thứ nhất trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Một phần của chất lỏng hấp thụ A2' (dung dịch nửa giàu), vốn có cacbon đioxit đã được hấp thụ ở bước hấp thụ thứ hai được cấp từ thùng 14 qua đường L2 đến bước tái sinh thứ nhất trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Phần kia của chất lỏng hấp thụ A2' chảy từ thùng 14 qua bước hấp thụ thứ nhất trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và bước tái sinh thứ hai trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, và sau đó được nối, như chất lỏng hấp thụ A1' (dung dịch nửa nghèo), với chất lỏng hấp thụ A2' trong đường L2 để được hướng đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Trước khi chất lỏng hấp thụ A1' trong đường L5 được nối với chất lỏng hấp thụ A2' trong đường L2, chất lỏng hấp thụ A1' phải chịu, ở bước trao đổi nhiệt thứ nhất qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29, để trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4 trước khi chất lỏng A1 được cấp

đến bước tái sinh thứ hai. Chất lỏng hấp thụ ($A2' + A1'$) thu được bằng mỗi nồi trong đường L2, trước khi được cấp đến bước tái sinh thứ nhất trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a, được làm nóng, ở bước trao đổi nhiệt thứ hai qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, bằng cách trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A2, chất lỏng này chảy ngược lại qua bước tái sinh thứ nhất trong cột tái sinh 20. Nhiệt độ T1 của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được làm nóng bởi nhiệt bên ngoài ở bước tái sinh thứ nhất trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a được thay đổi theo hợp phần của chất lỏng hấp thụ và các điều kiện tái sinh được sử dụng. Nhiệt độ T1 nói chung được chọn nằm trong khoảng từ 100 đến 130°C (điểm sôi hoặc trong khoảng đó). Dựa trên cơ sở này, nhiệt độ đầu ra bộ trao đổi nhiệt của chất lỏng hấp thụ ($A2' + A1'$) ở bước trao đổi nhiệt thứ hai, tức là, nhiệt độ đưa vào T2 của nó vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22a có thể được chọn nằm trong khoảng từ 95 đến 125°C. Nhiệt độ t1 của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a đến đoạn tái sinh thứ hai 22b được chọn nằm trong khoảng từ 85 đến 115°C. Nhiệt độ T3 của chất lỏng hấp thụ A1' được làm nóng trong đoạn tái sinh thứ hai 22b bởi khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a được chọn nằm trong khoảng từ 85 đến 115°C. Chất lỏng hấp thụ A1' này, trước khi được nối với đường L2 từ thùng 24, được làm nguội ở bước trao đổi nhiệt thứ nhất bằng cách trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1, chất lỏng này được cấp từ cột hấp thụ 10 đến cột tái sinh 20, có thể được chọn nằm trong khoảng từ 80 đến 110°C, nhiệt độ T4 của chất lỏng hấp thụ A1 được đưa vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Nhiệt độ t2 của khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b có khả năng được hạ xuống đến 100°C hoặc thấp hơn.

Ở bước tuần hoàn trong đó chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn được tạo ra bởi các đường L1, L2 và L7, S biểu thị tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ chảy trong đường trước điểm nơi dòng chất lỏng hấp thụ được phân nhánh và trong đường sau điểm nơi dòng phân nhánh được nối với dòng chính (ví dụ, tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ A2 trong đường L7), và ΔS biểu thị tốc độ dòng chảy ở bước dòng phân nhánh sau khi phân nhánh, tức là, tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ A1 hoặc A1' chảy trong các đường từ L3 đến L6 trong hệ thống dòng phân nhánh. Theo cách này, tỷ số của tốc độ dòng chảy ΔS với tốc độ dòng chảy S, tỷ số $\Delta S/S$, được chọn một cách thích hợp, khi tính đến lượng cacbon

điôxit trong khí G, tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh của chất lỏng hấp thụ, và các thứ khác. Từ quan điểm lượng nhiệt được thu hồi trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, nói chung, tốt hơn là tỷ số này nằm trong khoảng từ 1/10 đến 9/10. Tốt hơn nữa là, tỷ số này được chọn trong khoảng từ 3/10 đến 8/10. Theo việc chọn tỷ số tốc độ dòng chảy $\Delta S/S$, sự chênh lệch về hàm lượng cacbon điôxit theo phần trăm được thay đổi giữa chất lỏng hấp thụ A2' (dung dịch nửa giàu) cấp từ thùng 14 đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a, và chất lỏng hấp thụ A1' (dung dịch nửa nghèo) chảy từ thùng 24 được nối vào trong đường L2. Từ quan điểm hiệu quả tái sinh của chất lỏng hấp thụ, tốt hơn là sự chênh lệch này là nhỏ. Các tốc độ dòng chảy S và ΔS điều chỉnh được bằng cách điều khiển việc dẫn động của các bơm từ 16 đến 18, 27 và 28. Lúc này, các trị số thích hợp của các tốc độ dòng chảy ở trạng thái dừng có thể được chọn bằng cách dò các mức bề mặt chất lỏng của các thùng 14 và 24 và tạo sự cân bằng dẫn động giữa các bơm theo các dao động tương ứng ở các mức này. Do đó, trong trường hợp biết trước, các điều kiện dẫn động các bơm để tuần hoàn phần các chất lỏng hấp thụ nhằm tạo ra các tốc độ dòng chảy thích hợp, các thùng 14 và 24 có thể được bỏ qua.

Trong trường hợp tăng áp ít nhất một trong số chất lỏng hấp thụ A1 và chất lỏng hấp thụ (A1' + A2') lần lượt chảy trong các bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33 và thứ hai 34, thích hợp là tạo ra áp suất không đổi vào khoảng 150kPaG hoặc lớn hơn, tốt hơn là 200 kPaG hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 250 kPaG hoặc lớn hơn (với điều kiện là áp suất vào khoảng 900 kPaG hoặc ít hơn, do sức chịu áp của thiết bị và các thứ khác).

Chất lỏng hấp thụ A2 được chứa trong phần đáy của cột tái sinh 20 được làm nóng đến điểm sôi hoặc trong khoảng đó bằng cách làm nóng tuần hoàn riêng phần. Lúc này, điểm sôi của chất lỏng hấp thụ phụ thuộc vào hợp phần (nồng độ chất hấp thụ) và áp suất trong cột tái sinh 20. Đối với việc làm nóng, cần cấp nhiệt ẩn bay hơi của nước, nó bị tổn thất khỏi chất lỏng hấp thụ, và nhiệt cảm biến của chất lỏng hấp thụ, và, nếu sự bay hơi được kìm hãm bằng cách tăng áp suất, thì nhiệt cảm biến được tăng bằng cách tăng điểm sôi. Do đó, do sự cân bằng giữa chúng, tốt hơn là hiệu quả về năng lượng để sử dụng việc đặt điều kiện là áp suất trong cột tái sinh 20 được tăng vào khoảng 100 kPaG và chất lỏng hấp thụ được làm nóng nằm trong khoảng nhiệt độ từ 120 đến 130°C.

Trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, việc tái sinh được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của đoạn tái sinh thứ nhất 22a, nhờ đó có thể hạ nhiệt độ t_2 của phần trên của cột tái sinh 20 xuống đến nhiệt độ gần với nhiệt độ T_4 của chất lỏng hấp thụ đổ vào A1 ($t_2 < t_1$, và $T_4 < T_3 < t_1$). Do vậy, hơi nước và nhiệt ẩn chứa trong khí thu hồi đi qua đoạn bộ ngưng tụ làm nguội 37 được giảm khiến cho sự tổn thất năng lượng nhiệt được giảm. Để thúc đẩy việc tái sinh của chất lỏng hấp thụ ở nhiệt độ thấp, điều quan trọng là hàm lượng cacbon đioxit trong chất lỏng hấp thụ đổ vào phải cao. Liên quan đến vấn đề này, chất lỏng hấp thụ A2, vốn đã được tiếp xúc với khí có nồng độ cacbon đioxit cao trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, dễ dàng có hàm lượng cacbon đioxit tương đối cao, và do đó chất lỏng hấp thụ này thích hợp để thực hiện việc tái sinh nhờ sử dụng nhiệt được thu hồi trong đoạn tái sinh thứ hai 22b.

Theo cách này, chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ hai 12b của cột hấp thụ 10 và đoạn tái sinh thứ nhất 22a của cột tái sinh 20 trong khi một phần của nó chảy qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và đoạn tái sinh thứ hai 22b trong hệ thống dòng phân nhánh, nhờ vậy chất lỏng hấp thụ thoát ra, ở nhiệt độ thấp, cacbon đioxit, cacbon đioxit này đã được hấp thụ thành nồng độ cao hơn. Kết quả là, hiệu quả về năng lượng của cột tái sinh được tăng bởi việc sử dụng nhiệt trong đoạn tái sinh thứ hai 22b để thu được việc tái sinh ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Nói cách khác, hệ thống tuần hoàn để thực hiện việc tái sinh hấp thụ chính được tạo ra trong đường tuần hoàn được tạo ra bởi các đường L1, L2 và L7, và hệ thống dòng phân nhánh được tạo ra trong đường phân nhánh được tạo ra bởi các đường từ L3 đến L6, trong đó năng lượng nhiệt trong cột tái sinh được thu hồi và tái sử dụng và hơn nữa mẽ liệu hấp thụ cấp cho chất lỏng hấp thụ bởi khí G có nồng độ cacbon đioxit cao được giảm. Do vậy, kết cấu của thiết bị trên Fig.1 cũng có hiệu quả để nâng cao khả năng xử lý thích ứng của thiết bị thu hồi.

Trong thiết bị thu hồi có kiểu cột hấp thụ và cột tái sinh thông thường, tác dụng của hiệu quả trao đổi nhiệt của bộ trao đổi nhiệt của nó được đánh giá với giả sử rằng, theo phép tính sử dụng chương trình mô phỏng quy trình để tính năng lượng tái sinh cần cho việc thu hồi cacbon đioxit, dung dịch MEA 30% trong nước được dùng làm chất lỏng hấp thụ để xử lý khí chứa cacbon đioxit thành tỷ số thu hồi cacbon đioxit vào khoảng 90%. Trong trường hợp đó, khi tăng tính năng trao đổi

nhiệt (được biểu thị bởi sự chênh lệch giữa nhiệt độ đầu vào bộ trao đổi nhiệt của đường trở về của nó và nhiệt độ đầu ra bộ trao đổi nhiệt của đường cấp của nó) của bộ trao đổi nhiệt từ 10°C đến 3°C , nhiệt độ đưa vào dung dịch giàu của cột tái sinh được tăng khoảng 7°C (nhiệt độ được giả sử là 118°C) và năng lượng tái sinh được hạ xuống từ khoảng $4,1 \text{ GJ/t-CO}_2$ đến khoảng $3,9 \text{ GJ/t-CO}_2$ do việc giảm của nhiệt cảm biến cần để tăng nhiệt độ. Để đánh giá kết cấu theo sáng chế, đoạn hấp thụ khác và đoạn tái sinh khác để cải biến thiết bị thu hồi thành kết cấu của thiết bị được thể hiện trên Fig.1 được bổ sung để tạo ra đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai, và đường phân nhánh, đường phân nhánh này được phân nhánh từ đường tuần hoàn của chất lỏng hấp thụ, được tạo ra để nối sau khi đi qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai. Theo kết cấu này, năng lượng tái sinh có thể được giảm vào khoảng $3,2 \text{ GJ/t-CO}_2$ bởi sự góp phần của lượng nhiệt ẩn bay hơi giảm. Hơn nữa, kết cấu được cải biến thành thiết bị thu hồi 6 trên Fig.6, sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, bằng cách chia bên trong cột tái sinh ra thành ba đoạn tái sinh. Trong trường hợp này, năng lượng tái sinh có thể được giảm vào khoảng $3,1 \text{ GJ/t-CO}_2$. Hơn nữa, khi chất lỏng hấp thụ dùng trong kết cấu của thiết bị trên Fig.1 được thay đổi thành chất lỏng hấp thụ khác có tính chất tái sinh tốt, thì năng lượng tái sinh có thể được giảm vào khoảng $2,3 \text{ GJ/t-CO}_2$.

Fig.2 thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ hai của sáng chế. Trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2, đường phân nhánh L2' được phân nhánh từ đường L2, và bộ trao đổi nhiệt thứ ba 34 được tạo ra, và một phần của chất lỏng hấp thụ ($A2' + A1'$) cấp từ các thùng 14 và 24 đến đường L2 được cấp, mà không được đưa vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ ba 34, để được làm nóng bởi sự trao đổi nhiệt nhờ sử dụng nhiệt dư của hơi nước ngưng tụ xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25. Chất lỏng hấp thụ được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt thứ ba 34 sẽ được nối với chất lỏng hấp thụ trong đường L2 để được cấp vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a.

Ngay cả sau khi làm nóng chất lỏng hấp thụ A2, hơi nước có nhiệt độ cao trong bộ làm nóng bằng hơi nước 25 là hơi nước ngưng tụ có nhiệt độ đủ cao vào khoảng 120°C hoặc cao hơn. Do đó, hơi nước được dùng có hiệu quả làm nguồn làm nóng chất lỏng hấp thụ được cấp vào trong cột tái sinh 20. Nói cách khác, theo kết

cấu trên Fig.2, vai trò của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 để làm nóng chất lỏng hấp thụ cấp qua đường L2 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a được chia một phần với bộ trao đổi nhiệt thứ ba 34. Do vậy, bộ trao đổi nhiệt nhỏ hơn được dùng làm bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30.

Trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2, chỉ mô tả các chi tiết khác với các chi tiết trong thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1. Do đó, phần mô tả các chi tiết nêu trên được bỏ qua.

Fig.3 thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ ba của sáng chế. Trong thiết bị thu hồi 3 trên Fig.3, kết cấu của nó được đơn giản hóa bằng cách giảm số lượng các bơm và thùng tương ứng. Cụ thể là, trong thiết bị thu hồi 3, điểm phân nhánh của hệ thống dòng phân nhánh được bố trí, không ở thùng, nhưng ở đường L1, để chia, thành hai dòng, chất lỏng hấp thụ A2', chất lỏng này được đưa vào từ bình chứa chất lỏng của đoạn hấp thụ thứ hai 12b qua đường L1 ra bên ngoài cột hấp thụ 10. Điểm nối của hệ thống dòng phân nhánh được bố trí, không ở đường L2, nhưng ở thùng 14' sao cho các dòng phân nhánh qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và đoạn tái sinh thứ hai 22b. Theo cách này, thùng 14' trong thiết bị thu hồi 3 trên Fig.3 được tạo kết cấu để hợp nhất các thùng 14 và 24 trong thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1, do đó bỏ qua thùng 24. Kết quả là, bơm 27 trên Fig.1 cũng được bỏ qua. Thiết bị theo phương án này được tạo kết cấu theo cách sao cho bơm 17 ở đường L3 trên Fig.1 cũng có thể được bỏ qua.

Cụ thể là, chất lỏng hấp thụ A2' chảy ra từ đoạn hấp thụ thứ hai 12b qua đường L1 được chia ra thành hai dòng chảy tại van ba nhánh 43 bố trí ở điểm phân nhánh của đường L1. Một phần của chất lỏng hấp thụ A2' chảy xuống qua đường L1 để được chứa trong thùng 14'. Phần kia được cấp qua đường L3' vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, trong khi nó được làm nguội bởi bộ làm nguội 15. Chất lỏng hấp thụ A2' có thể được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai 12b vào trong thùng 14' và đoạn hấp thụ thứ nhất 12a nhờ rơi do trọng lực. Do đó, việc sử dụng bơm bất kỳ có thể được bỏ qua trong các đường L1' và L3'. Bằng cách điều chỉnh van ba nhánh 43, tỷ số phân bố của chất lỏng hấp thụ A2' sẽ điều khiển được. Hơn nữa, chất lỏng hấp thụ A1' được đưa vào từ đoạn tái sinh thứ hai 22b qua đường L6' ra bên ngoài cột tái sinh 20 cũng chảy xuống nhờ rơi do trọng lực, để được chứa trong thùng 14'. Trong

phần này, chất lỏng hấp thụ A1' được nối với phần của chất lỏng hấp thụ A2' cấp qua đường L1. Nói cách khác, thùng 14' có chức năng như cả hai thùng 14 và 24 trên Fig.1, và chất lỏng hấp thụ A2' và chất lỏng hấp thụ A1' được nối với nhau trong thùng 14'. Do vậy, bơm để cấp chất lỏng hấp thụ A1' từ thùng 24 đến đường L2 trên Fig.1 là không cần đến trên Fig.3.

Chất lỏng hấp thụ (A1' + A2') trong thùng 14' được cấp qua đường L2 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a bởi bơm 16. Trong suốt khoảng thời gian này, trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, chất lỏng hấp thụ này phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A2, chất lỏng này chảy ngược lại từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a qua đường L7 vào trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b. Trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29, chất lỏng hấp thụ A1' chảy từ đoạn tái sinh thứ hai 22b qua đường L6' phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1 chảy ra qua đường L4 từ đáy của cột hấp thụ 10. Các kết cấu này tương tự với các kết cấu của thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1 ngoại trừ là chất lỏng hấp thụ A1' chảy ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b không được chứa trong thùng bất kỳ trước khi trao đổi nhiệt. Ngoài ra, trong thùng 14', đỉnh của nó được nối với ống thông hơi V1' nối với đoạn hấp thụ thứ hai 12b để loại bỏ sự dao động áp suất trong thùng 14'.

Chất lỏng hấp thụ A2 (dung dịch nghèo), mà cacbon đioxit đã được đủ thoát ra khỏi đó, được chứa trong phần đáy của cột tái sinh 20, được làm cho chảy ngược bởi bơm 28, qua đường L7 nối giữa vùng trên của cột hấp thụ 10 và vùng đáy của cột tái sinh 20, với vùng trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b của cột hấp thụ 10. Kết quả là, các đường L1, L2 và L7 tạo ra đường tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ nhất để tạo thành hệ thống tuần hoàn trong đó chất lỏng hấp thụ như chất lỏng hấp thụ A2 hoặc A2' đi và trở về qua các đường L1, L2 và L7 giữa đoạn hấp thụ thứ hai 12b và đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Hơn nữa, các đường L3', L4 và L6' tạo ra đường phân nhánh, đường phân nhánh này được phân nhánh từ đường tuần hoàn và được nối với hệ thống tuần hoàn để kéo dài từ đoạn hấp thụ thứ hai 12b qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và đoạn tái sinh thứ hai 22b và sau đó đi đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Chất lỏng hấp thụ như chất lỏng hấp thụ A1 hoặc A1' chảy qua các đường L3', L4 và L6', tách biệt khỏi hệ thống tuần hoàn, và sau đó được nối, qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và đoạn tái sinh thứ hai 22b, với hệ thống tuần hoàn. Theo

cách này, hệ thống dòng phân nhánh được tạo ra.

Trong khi chất lỏng hấp thụ A1', mà cacbon đioxit đã được thoát ra từ đó trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, chảy trong đường L6', chất lỏng hấp thụ A1' đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29, phải chịu sự trao đổi nhiệt giữa các đường L4 và L6'. Do vậy, chất lỏng hấp thụ A1' được làm nguội bởi chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4, được nối, trong thùng 14', với chất lỏng hấp thụ A2' trong đường L1. Hơn nữa, trong khi chất lỏng hấp thụ A2, mà cacbon đioxit đã được thoát ra từ đó trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a, đi qua trong đường L7, chất lỏng hấp thụ A2 đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 và phải chịu sự trao đổi nhiệt giữa các đường L7 và L2 trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Do vậy, chất lỏng hấp thụ A2 được làm nguội bởi chất lỏng hấp thụ (A1' + A2') trong đường L2, được làm nguội đủ hơn nữa trong bộ làm nguội 33 nhờ sử dụng nước làm nguội, và sau đó được đưa vào trong vùng trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b.

Trong thiết bị thu hồi 3 trên Fig.3, chỉ mô tả các chi tiết khác với các chi tiết trong thiết bị thu hồi 1. Do đó, phần mô tả các chi tiết nêu trên được bỏ qua. Trong thiết bị thu hồi 3 trên Fig.3, biến thể được tạo ra trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2 cũng có thể được tạo ra. Cụ thể là, đường phân nhánh và bộ trao đổi nhiệt có thể được tạo ra có kết cấu theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ được cấp từ thùng 14' qua đường L2 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a được chia ra, trước khi cấp vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, thành phần chính và một phần, và sau đó, phần này của chất lỏng hấp thụ được làm nóng bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, để sau đó được nối vào trong đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, có thể giảm kích thước của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30.

Fig.4 thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon đioxit. Thiết bị có kết cấu để cải tiến trao đổi nhiệt của chất lỏng hấp thụ A1' được cấp từ thùng 24 đến đường L2 trong thiết bị thu hồi trên Fig.1. Cụ thể là, trên Fig.1, chất lỏng hấp thụ A1' được cấp từ thùng 24 đến đường L2 khi được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 29, và sau đó được nối vào trong đường L2, mà trong đó chất lỏng hấp thụ lại được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt 30. Tuy nhiên, tốt hơn là từ quan điểm kinh tế việc giảm chất lượng của chất lỏng hấp thụ và các quan điểm khác, cần nối chất lỏng hấp thụ vào trong đường L2 mà không được làm nguội. Đối với kết cấu

này, đường phân nhánh L7' được phân nhánh từ đường L7 kéo dài từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a đến đoạn hấp thụ thứ hai 12b, và chất lỏng hấp thụ A1' trong thùng 24 được làm nóng bằng cách trao đổi nhiệt với đường phân nhánh L7', và sau đó được tạo ra để được nối với đường L2.

Cụ thể là, hai bộ trao đổi nhiệt 35a và 35b được lắp vào đường phân nhánh L7' được phân nhánh từ đường L7 kéo dài từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a đến đoạn hấp thụ thứ hai 12b, và trong một bộ trao đổi nhiệt phía trước trong số hai bộ trao đổi nhiệt, nó là bộ trao đổi nhiệt 35a, việc trao đổi nhiệt được thực hiện giữa chất lỏng hấp thụ A1' trong đường L6'' kéo dài từ thùng 24 để được nối vào trong đường L2 và chất lỏng hấp thụ A2 chảy ngược lại từ cột tái sinh đến cột hấp thụ. Chất lỏng hấp thụ A1' chảy vào đường L6'' bởi bơm 27 được làm nóng bởi chất lỏng hấp thụ A2, chất lỏng hấp thụ này có nhiệt độ cao nhất, để tăng đến nhiệt độ tương đương với nhiệt độ làm nóng trên bộ trao đổi nhiệt 30 ở đường L6. Do đó, bằng cách nối đường L6'' với điểm của đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt 30, dạng trao đổi nhiệt có hiệu quả được tạo ra. Mặt khác, nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A2 chảy vào đường phân nhánh L7' hạ xuống đến nhiệt độ gần với nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1' trong thùng 24 bằng cách trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt 35a. Do đó, bằng cách buộc chất lỏng hấp thụ A2 phải chịu trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt ở phía sau 35b với chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4, các điều kiện để trao đổi nhiệt trở nên tương đương với các điều kiện của bộ trao đổi nhiệt 29 trên Fig.1.

Trong thiết bị thu hồi 4 trên Fig.4, chỉ mô tả các chi tiết khác với các chi tiết trong thiết bị thu hồi 1. Do đó, phần mô tả các chi tiết nêu trên được bỏ qua. Trong thiết bị thu hồi 4 trên Fig.4, biến thể được tạo ra trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2 cũng có thể được tạo ra. Cụ thể là, đường phân nhánh và bộ trao đổi nhiệt có thể được tạo ra có kết cấu theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ A2' được cấp từ thùng 14 qua đường L2 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a được chia ra, trước khi cấp vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, thành phần chính và một phần, và sau đó, phần này của chất lỏng hấp thụ được làm nóng bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, để sau đó được nối vào trong đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, có thể giảm kích thước của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30.

Fig.5 thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon dioxit

theo phương án thực hiện thứ năm của sáng chế. Phương án thực hiện này là phương án thực hiện có thể được tạo ra bằng cách kết hợp hai thiết bị thu hồi với nhau. Cột hấp thụ 10 của thiết bị thu hồi trên Fig.1 được cấu tạo nhờ sử dụng hai cột hấp thụ độc lập, và các đoạn hấp thụ thứ nhất và thứ hai lần lượt được phân phối vào trong các cột hấp thụ. Cột tái sinh 20 được cấu tạo nhờ sử dụng hai cột tái sinh độc lập, và các đoạn tái sinh thứ nhất và thứ hai lần lượt được phân phối vào trong các cột tái sinh. Các cột này được nối với nhau qua các ống, sao cho thiết bị thu hồi tạo thành được tạo ra để làm việc tương đương với thiết bị thu hồi trên Fig.1. Nói cách khác, phương án thực hiện này là phương án thực hiện hữu dụng có khả năng tăng hiệu quả xử lý bằng cách bổ sung cột hấp thụ khác và cột tái sinh khác vào thiết bị thu hồi sẵn có, hoặc nhờ sử dụng hai thiết bị thu hồi sẵn có. Các thiết bị thu hồi được nối với nhau để tạo ra một trong số các thiết bị thu hồi như hệ thống tuần hoàn và thiết bị thu hồi kia tạo ra như hệ thống dòng phân nhánh, do đó có thể thu hồi cacbon đioxit.

Cụ thể là, cột hấp thụ 10A có kết cấu tương tự như cột hấp thụ 10 trên Fig.10, ngoại trừ là đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và bộ phận phân chia 13 không được tạo ra. Cột tái sinh 20A chỉ được tạo ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a và các vùng dưới của nó là của cột tái sinh 20 trên Fig.1. Cột hấp thụ 10B chỉ được tạo ra từ đoạn hấp thụ thứ nhất 11a và các vùng dưới của nó là của cột hấp thụ 10 trên Fig.1. Cột tái sinh 20B có kết cấu tương tự như cột tái sinh 20 trên Fig.1, ngoại trừ là đoạn tái sinh thứ nhất 22a và bộ phận phân chia 23 không được tạo ra. Đỉnh của cột hấp thụ 10B được nối với vùng dưới của cột hấp thụ 10A qua ống 44. Bằng cách cấp khí G vào trong vùng dưới của cột hấp thụ 10B, khí G này được đi liên tục qua đoạn hấp thụ thứ nhất 11a của cột hấp thụ 10B và đoạn hấp thụ thứ hai 11b của cột hấp thụ 10A. Khí G', mà cacbon đioxit đã được loại bỏ ra khỏi đó, được xả ra qua đỉnh của cột hấp thụ 10A. Hơn nữa, đỉnh của cột tái sinh 20A được nối với vùng dưới của cột tái sinh 20B qua ống 45. Khí thu hồi chứa cacbon đioxit C tạo ra trong cột tái sinh 20B bằng cách làm nóng bởi bộ làm nóng bằng hơi nước 25 đi qua ống 45, và nó được cấp vào trong vùng dưới của cột tái sinh 20B. Sau đó, khí này được xả ra qua ống giải phóng không khí 38 được nối với đỉnh của cột tái sinh 20B, qua bộ làm nguội 39 và bộ tách khí-chất lỏng 40.

Các đường L8 và L9 tạo ra đường tuần hoàn giữa cột hấp thụ 10A và cột tái

sinh 20A để tạo thành hệ thống tuần hoàn trong đó chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn, như chất lỏng hấp thụ A2' ở phần đáy của cột hấp thụ 10A hoặc chất lỏng hấp thụ A2 ở phần đáy của cột tái sinh 20A, qua các đường L8 và L9 giữa đoạn hấp thụ thứ hai 12b và đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Các bơm 16 và 28 lần lượt được tạo ra trên các đường L8 và L9. Các đường L10, L11 và L12 tạo ra đường phân nhánh, đường phân nhánh này được phân nhánh từ đường L8 và được nối với đường L8 qua cột hấp thụ 10B và cột tái sinh 20B. Các bơm 17, 18 và 27 lần lượt được bố trí ở các đường L10, L11 và L12. Một phần của chất lỏng hấp thụ A2' (dung dịch nửa giàu) trên phần đáy của cột hấp thụ 10A chảy qua đường L10 để được cấp vào trong cột hấp thụ 10B, và nó hấp thụ cacbon đioxit trong đoạn hấp thụ thứ nhất 11a. Chất lỏng hấp thụ (dung dịch giàu) A1 trên phần đáy của cột hấp thụ 10B chảy qua đường 11 để được cấp vào trong cột tái sinh 20B và được tái sinh trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Sau đó, nó được làm cho chảy ngược, như chất lỏng hấp thụ nửa nghèo A1' từ đáy của cột tái sinh 20B, qua đường L12 vào đường 8 để được cấp vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a của cột tái sinh thứ nhất 20A. Do đó, hệ thống dòng phân nhánh được tạo ra như vậy. Trong hệ thống dòng phân nhánh, việc trao đổi nhiệt được thực hiện giữa các đường L11 và L12 bởi bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29. Trong hệ thống tuần hoàn, việc trao đổi nhiệt được thực hiện giữa các đường L8 và L9 bởi bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30.

Theo phương án thực hiện trên Fig.5, chất lỏng hấp thụ được chứa trong các phần đáy của cột hấp thụ 10A và cột tái sinh 10B. Do đó, tính năng chứa này thực hiện các vai trò của các thùng 14 và 24 trên Fig.1. Do vậy, không cần thùng 14 và thùng 24 cho thiết bị thu hồi 5. Khi thiết bị thu hồi thông thường được dùng để tạo thành thiết bị thu hồi trên Fig.5, thì thích hợp là, ví dụ, sử dụng thiết bị thu hồi thông thường làm cột hấp thụ 10B và cột tái sinh 20B của hệ thống dòng phân nhánh, được bổ sung vào đó cột hấp thụ 10A và cột tái sinh 20A, và nối vào đó các đường dùng cho chất lỏng hấp thụ và các ống dẫn dòng khí, nhờ đó tạo thành hệ thống tuần hoàn.

Trong thiết bị thu hồi 5 trên Fig.5, chỉ mô tả các chi tiết khác với các chi tiết trong thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1. Do đó, phần mô tả các chi tiết nêu trên được bỏ qua. Trong thiết bị thu hồi 5 trên Fig.5, biến thể được tạo ra trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2 cũng có thể được tạo ra. Cụ thể là, đường phân nhánh và bộ trao đổi nhiệt

có thể được tạo ra có kết cấu theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ ($A1' + A2'$) được cấp qua đường L8 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a được chia ra, trước khi cấp vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, thành phần chính và một phần, và sau đó, phần này của chất lỏng hấp thụ được làm nóng bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, để sau đó được nối vào trong đường L8 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, có thể giảm kích thước của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách khác, cho phép đặt bộ trao đổi nhiệt để làm nóng chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong đường L12, trước khi được nối vào trong đường L8, bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, và dịch chuyển điểm nối giữa các đường L12 và L8 đến vị trí phía sau của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách khác, cho phép, tương tự như trong thiết bị thu hồi 4 được thể hiện trên Fig.4, tạo ra đường phân nhánh, đường phân nhánh này được phân nhánh từ đường L9 trong đó chất lỏng hấp thụ $A2$ được làm cho chảy ngược từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a vào trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b, và thay đổi dạng trao đổi nhiệt sao cho việc trao đổi nhiệt được thực hiện liên tục với các đường L12 và L11, để khiến cho chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong đường L12 được nối vào trong đường L8 mà không được phải chịu việc trao đổi nhiệt bất kỳ với đường L11. Hơn nữa, phương án thực hiện này có thể được thực hiện nhờ sử dụng kết hợp biến thể trên Fig.2 và biến thể trên Fig.4. Cụ thể là, thay cho bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29, hai bộ trao đổi nhiệt thu được việc làm nóng bằng nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25 được bố trí, việc trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong đường L12 được tạo ra trên bộ trao đổi nhiệt phía trước (phía nhiệt độ cao) trong số các bộ trao đổi nhiệt này trong khi việc trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ $A1$ trong đường L11 được tạo ra trên bộ trao đổi phía sau (phía nhiệt độ thấp), và đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt phía trước (phía nhiệt độ cao) được nối với đường L8 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong cột tái sinh 20B được làm nóng, mà không được làm nguội, khi nó được cấp vào trong cột tái sinh 20A, và năng lượng nhiệt cần được dùng trong hệ thống dòng phân nhánh được cấp, nhờ sử dụng nhiệt bị thải ra.

Fig.6 thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ sáu của sáng chế. Trong thiết bị thu hồi 6, cột hấp thụ 10 có hai đoạn hấp thụ theo cách tương tự như được thể hiện trên Fig.1. Tuy nhiên,

cột tái sinh 20' của nó có ba đoạn tái sinh 22a, 22b và 22c, các đoạn tái sinh này lần lượt được chứa đầy chất độn 21'. Giữa đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c, bộ phận phân chia 23' được đặt xen giữa chúng có kết cấu tương tự như mỗi bộ phận phân chia 13 và 23 nêu trên. Theo phương án thực hiện này, hệ thống tuần hoàn của nó tương đương với hệ thống tuần hoàn theo phương án thực hiện trên Fig.1, trong đó chất lỏng hấp thụ như chất lỏng hấp thụ A2 hoặc A2' được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ hai 12b và đoạn tái sinh thứ nhất 22a nhằm tạo ra trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Tuy nhiên, hệ thống dòng phân nhánh của nó được tạo ra theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ A2' trong thùng 14 chảy từ đoạn hấp thụ thứ nhất 12a để đi qua đoạn tái sinh thứ ba 22c, trước khi cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Đối với kết cấu này, thùng 24' được bổ sung, mà chất lỏng hấp thụ được tái sinh trong đoạn tái sinh thứ ba 22c được chứa trong đó. Thay cho bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29 trên Fig.1, hai bộ trao đổi nhiệt 29a và 29b được sử dụng và chúng được nối theo cách để khiến cho chất lỏng hấp thụ trong đoạn tái sinh thứ ba 22c đi qua các bộ trao đổi nhiệt 29a và 29b trong khi chất lỏng hấp thụ này được cấp qua thùng 24' đến đoạn tái sinh thứ hai 22b.

Cụ thể là, trong hệ thống dòng phân nhánh, chất lỏng hấp thụ A2' cấp từ thùng 14 vào trong cột hấp thụ 10 hấp thụ cacbon đioxit trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a được chứa trong phần đáy. Chất lỏng hấp thụ (dung dịch giàu) A1 trên phần đáy được cấp vào trong đoạn tái sinh thứ ba 22c của cột tái sinh 20' để thoát ra cacbon đioxit, và sau đó được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23'. Chất lỏng hấp thụ A1' trong bình chứa chất lỏng được cấp qua đường L5a vào trong thùng 24'. Chất lỏng hấp thụ A1' trong thùng 24' chảy qua đường L6a bởi bơm 27' và nó được cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Trong đoạn tái sinh thứ hai 22b này, chất lỏng hấp thụ thoát ra thêm cacbon đioxit, và sau đó được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23. Chất lỏng hấp thụ được chứa A1'' đi qua đường L5b được chứa trong thùng 24, và nó chảy qua đường L6b bởi bơm 27 để được cấp vào trong đường L2 của hệ thống tuần hoàn và sau đó cấp vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Trong suốt khoảng thời gian này, chất lỏng hấp thụ A1' chảy từ thùng 24' qua đường L6a trước hết phải chịu sự trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt 29a với chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4a, và hơn nữa phải chịu sự trao đổi

nhệt trong bộ trao đổi nhiệt 29b với chất lỏng hấp thụ A1'' chảy từ thùng 24 qua đường L6b. Bằng cách buộc chất lỏng hấp thụ chảy trong hệ thống dòng phân nhánh phải chịu hai bước tái sinh này, trong đó cacbon đioxit lượng được giảm, chất lỏng hấp thụ được biến đổi liên tục từ chất lỏng hấp thụ A2, chất lỏng này là dung dịch giàu, thành chất lỏng hấp thụ nửa giàu A1' và chất lỏng hấp thụ A1''. Sau đó, nó được nối vào trong đường L2 để được cấp cùng với chất lỏng hấp thụ nửa giàu A2' vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Theo cách này, chất lỏng hấp thụ được tái sinh đủ để trở thành chất lỏng hấp thụ A2, chất lỏng này là dung dịch nghèo.

Trong cột tái sinh 20', biểu thức $T1 > T2$ được thỏa mãn trong đó: T1 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A2 được làm nóng trên phần đáy của đoạn tái sinh thứ nhất 22a; và T2 biểu thị rằng chất lỏng hấp thụ ($A1'' + A2'$) được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 vào trong vùng trên của đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Các biểu thức $t1 > T3 > T4$ và $t1 > t2$ cũng được thỏa mãn trong đó T3 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1'' trong bình chứa chất lỏng được làm nóng, trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, bởi khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a; T4 biểu thị rằng chất lỏng hấp thụ A1' được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29a vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b; t1 biểu thị rằng khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b; và t2 biểu thị rằng khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b. Hơn nữa, các biểu thức $t2 > T5 > T6$, và $t2 > t3$ được thỏa mãn trong đó: T5 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1' được làm nóng, trong đoạn tái sinh thứ ba 22c, bởi khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b; T6 biểu thị rằng phần chất lỏng hấp thụ A1 được đưa từ bộ trao đổi nhiệt 29a vào trong phần trên của đoạn tái sinh thứ ba 22c; và t3 biểu thị rằng khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ ba 22c. Nếu các nhiệt độ từ T1 đến T4 và t1 và t2 của thiết bị thu hồi 6 trên Fig.6 bằng với các nhiệt độ từ T1 đến T4 và t1 và t2 tương ứng của thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1, thì nhiệt độ của khí xả ra từ đoạn tái sinh được hạ xuống từ t2 đến t3 và việc xả nhiệt cảm biến ra bên ngoài được kìm hãm hơn nữa. Lúc này, hơi nước cũng được ngưng tụ để thu được việc giảm hơn nữa về lượng hơi nước chứa trong khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ ba 22c. Do đó, việc xả nhiệt ẩn ra bên ngoài cũng được kìm hãm. Tóm lại, nhiệt được thu hồi trong đoạn tái sinh thứ ba 22c tạo ra việc tái sinh sao cho việc thu hồi và sử dụng nhiệt được tiến triển hơn nữa.

Nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1' chảy trong đường L6a khi được làm nguội

từ T4 xuống đến nhiệt độ gần với nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1 trong bộ trao đổi nhiệt 29a, và sau đó được làm nóng đến nhiệt độ gần với nhiệt độ T3 của chất lỏng hấp thụ A1” trong bộ trao đổi nhiệt 29b. Chất lỏng hấp thụ A1” trong thùng 24 được làm nguội đến nhiệt độ gần với nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ A1 trong bộ trao đổi nhiệt 29b bằng cách trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1’ trong đường L6a, và sau đó được nối với chất lỏng hấp thụ A2’ trong đường L2.

Ở bước tuần hoàn trong đó chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn được tạo ra bởi các đường L1, L2 và L7, S biểu thị tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ chảy trong đường trước điểm nơi dòng chất lỏng hấp thụ được phân nhánh và trong đường sau điểm nơi dòng phân nhánh được nối với dòng chính, và ΔS biểu thị tốc độ dòng chảy ở bước dòng phân nhánh sau khi phân nhánh, tức là, tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ chảy trong các đường L3, từ L4a đến L6a, và từ L5b đến L6b trong hệ thống dòng phân nhánh. Theo cách này, tỷ số của tốc độ dòng chảy ΔS với tốc độ dòng chảy S, tỷ số $\Delta S/S$, cũng được chọn một cách thích hợp theo phương án thực hiện này, khi tính đến lượng cacbon đioxit trong khí G, tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh của chất lỏng hấp thụ, và các thứ khác. Từ quan điểm lượng nhiệt được thu hồi trong các đoạn tái sinh thứ hai 22b và thứ ba 22c, nói chung, tốt hơn là tỷ số này nằm trong khoảng từ 1/10 đến 9/10. Tốt hơn nữa là, tỷ số này được chọn trong khoảng từ 3/10 đến 8/10.

Liên quan đến thiết bị thu hồi 6 trên Fig.6, chỉ mô tả các chi tiết khác với các chi tiết trong trong thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1. Do đó, phần mô tả các chi tiết nêu trên được bỏ qua. Trong thiết bị thu hồi 6 trên Fig.6, biến thể được tạo ra trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2 cũng có thể được tạo ra. Cụ thể là, đường phân nhánh và bộ trao đổi nhiệt có thể được tạo kết cấu theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ (A1” + A2’) được cấp qua đường L2 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a, được chia ra thành phần chính và một phần, trước khi cấp vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, và phần này của chất lỏng hấp thụ được làm nóng bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, và sau đó được nối vào trong đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, có thể giảm kích thước của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách khác, cho phép đặt bộ trao đổi nhiệt để làm nóng chất lỏng hấp thụ A1” đi qua bộ trao đổi nhiệt 29b trong đường L6b, trước khi được nối vào trong

đường L2, bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, và dịch chuyển điểm nối giữa các đường L6b và L2 đến vị trí phía sau của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách khác, cho phép, tương tự như trong thiết bị thu hồi 4 được thể hiện trên Fig.4, tạo ra đường phân nhánh, đường phân nhánh này được phân nhánh từ đường L7 trong đó chất lỏng hấp thụ A2 được làm cho chảy ngược từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a vào trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b, và thay đổi dạng trao đổi nhiệt sao cho việc trao đổi nhiệt được thực hiện liên tục với các đường L6b và L6a, để khiến cho chất lỏng hấp thụ A1” trong đường L6b được nối vào trong đường L2 mà không được phải chịu việc trao đổi nhiệt bất kỳ với đường L6a. Hơn nữa, phương án thực hiện này có thể được thực hiện nhờ sử dụng kết hợp biến thể trên Fig.2 và biến thể trên Fig.4. Cụ thể là, thay cho các bộ trao đổi nhiệt 29a và 29b, ba bộ trao đổi nhiệt thu được việc làm nóng bằng nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25 được bố trí. Sau đó, việc trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1” trong đường L6b được tạo ra trên bộ trao đổi nhiệt phía trước (phía nhiệt độ cao) trong số các bộ trao đổi nhiệt này trong khi việc trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1’ trong đường L6a được tạo ra trên bộ trao đổi phía giữa dòng (phía nhiệt độ ở khoảng giữa) và việc trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4a được tạo ra trên bộ trao đổi phía sau (phía nhiệt độ thấp). Và đường L6b ở phía sau bộ trao đổi nhiệt phía trước (phía nhiệt độ cao) được nối với đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, chất lỏng hấp thụ A” trong thùng 24 và chất lỏng hấp thụ A1’ trong thùng 24’ được làm nóng, mà không được làm nguội, khi chúng lần lượt được cấp vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a và đoạn tái sinh thứ hai 22b, và năng lượng nhiệt cần được dùng trong hệ thống dòng phân nhánh được cấp, nhờ sử dụng nhiệt bị thải ra.

Fig.7 thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ bảy của sáng chế. Trong thiết bị thu hồi 7, cột hấp thụ 10 và cột tái sinh 20’ là tương tự như trên Fig.6, và cột tái sinh 20’ có ba đoạn tái sinh 22a, 22b và 22c. Tuy nhiên, phương án thực hiện này khác ở dạng cấp chất lỏng hấp thụ vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c, các đoạn tái sinh này nằm trong hệ thống dòng phân nhánh. Nói cách khác, trên Fig.6, các đường cấp chất lỏng hấp thụ A1 từ phần đáy của cột hấp thụ 10 vào trong đoạn tái sinh thứ ba 22c và đoạn tái sinh thứ hai 22b nằm nối tiếp, tuy nhiên, trên Fig.7, hệ thống dòng

phân nhánh còn có hệ thống dòng phân nhánh bổ sung được phân nhánh từ đó, và các đường cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c nằm song song với nhau. Do vậy, trong hệ thống dòng phân nhánh, chất lỏng hấp thụ A1, chất lỏng hấp thụ này đã chảy qua đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, được phân nhánh thành hai dòng, và các dòng này lần lượt đi qua đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c, để được nối với nhau vào trogn hệ thống tuần hoàn.

Cụ thể là, theo cách tương tự như trên Fig.6, thùng 24' được đặt, mà chất lỏng hấp thụ được tái sinh trong đoạn tái sinh thứ ba 22c được chứa trong đó. Thay cho bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 29 trên Fig.1, hai bộ trao đổi nhiệt 29c và 29d được sử dụng. Đường L4a, mà vùng đáy của cột hấp thụ 10 và vùng trên của đoạn tái sinh thứ ba 22c được nối với nhau qua đó, được phân nhánh để tạo ra đường L4b được nối với vùng trên của đoạn tái sinh thứ hai 22b. Chất lỏng hấp thụ A1 trên phần đáy của cột hấp thụ 10 được cấp để được phân phối vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c. Vùng dưới của đoạn tái sinh thứ ba 22c được nối qua đường L5c vào trong thùng 24'. Thùng 24' được nối với đường L2 qua đường L6c, mà bơm 27' được bố trí tại đó. Vùng dưới của đoạn tái sinh thứ hai 22b được nối qua đường L5d với thùng 24. Thùng 24 được nối với đường L6c qua đường L6d, mà bơm 27 được bố trí tại đó. Do đó, chất lỏng hấp thụ A1' cấp từ bình chứa chất lỏng của đoạn tái sinh thứ ba 22c đến thùng 24' được tạo ra để chảy qua đường L6c và sau đó được nối vào trong đường L2 bởi bơm 27'. Chất lỏng hấp thụ A1'' cấp từ bình chứa chất lỏng của đoạn tái sinh thứ hai 22b đến thùng 24 được tạo ra để chảy qua đường L6d và sau đó được nối vào trong đường L6c bởi bơm 27. Do vậy, chất lỏng hấp thụ A1'' được cấp cùng với chất lỏng hấp thụ A1' vào trong đường L2. Bộ trao đổi nhiệt 29c được bố trí để thực hiện trao đổi nhiệt giữa các đường L4a và L6c, và bộ trao đổi nhiệt 29d được bố trí để thực hiện trao đổi nhiệt giữa các đường L4b và L6d.

Chất lỏng hấp thụ A1 đi qua đường L4a được làm nóng bằng cách trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt 29c, và sau đó cấp vào trong đoạn tái sinh thứ ba 22c. Chất lỏng hấp thụ A1 thoát ra cacbon đioxit bởi sự tiếp xúc khí-chất lỏng trong đoạn tái sinh thứ ba 22c, và sau đó được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23'. Chất lỏng hấp thụ A1' trong bình chứa chất lỏng đi qua các đường L5c và L6c để được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 29c, và sau đó được nối với chất lỏng

hấp thụ A2' trong đường L2. Chất lỏng hấp thụ A1 đi trong đường L4b được làm nóng bằng cách trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt 29d, và sau đó cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Chất lỏng hấp thụ A1 thoát ra cacbon đioxit bởi sự tiếp xúc khí-chất lỏng trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, và sau đó được chứa trong bình chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23. Chất lỏng hấp thụ A1'' trong bình chứa chất lỏng đi qua các đường L5d và L6d để được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 29d, và sau đó được nối, cùng với chất lỏng hấp thụ A1' trong đường L6c, với chất lỏng hấp thụ A2' trong đường L2. Chất lỏng hấp thụ thu được bằng mỗi nối của các phần chất lỏng hấp thụ A1', A1'' và A2' với nhau trong đường L2 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30 bằng cách trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ A2 trong đường L7, và sau đó cấp vào trong vùng trên của đoạn tái sinh thứ nhất 22a.

Ở bước tuần hoàn trong đó chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn được tạo ra bởi các đường L1, L2 và L7, S biểu thị tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ chảy trong đường trước điểm nơi dòng chất lỏng hấp thụ được phân nhánh và trong đường sau điểm nơi dòng phân nhánh được nối với dòng chính, $\Delta S1$ biểu thị tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b ở bước dòng phân nhánh, và $\Delta S2$ biểu thị tốc độ dòng chảy của chất lỏng hấp thụ cấp vào trong đoạn tái sinh thứ ba 22c ở bước dòng phân nhánh bổ sung. Theo cách này, tỷ số của tốc độ dòng chảy $\Delta S1$ với tốc độ dòng chảy S, tỷ số $\Delta S1/S$, và tỷ số của tốc độ dòng chảy $\Delta S2$ với tốc độ dòng chảy S, tỷ số $\Delta S2/S$, được chọn một cách thích hợp, khi tính đến, theo cách tương tự, lượng cacbon đioxit trong khí G, tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh của chất lỏng hấp thụ, và các thứ khác. Từ quan điểm lượng nhiệt được thu hồi trong đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c, thích hợp là chọn tỷ số $\Delta S1/S$ nói chung nằm trong khoảng từ 1/10 đến 8/10, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2/10 đến 6/10. Thích hợp là chọn tỷ số $\Delta S2/S$ nói chung nằm trong khoảng từ 1/10 đến 8/10, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2/10 đến 6/10.

Liên quan đến thiết bị thu hồi 7 trên Fig.7, chỉ mô tả các chi tiết khác với các chi tiết trong trong thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1 và thiết bị thu hồi 6 trên Fig.6. Do đó, phần mô tả các chi tiết nêu trên được bỏ qua. Trong thiết bị thu hồi 7 trên Fig.7, biến thể được tạo ra trong thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2 cũng có thể được tạo ra. Cụ thể là,

đường phân nhánh và bộ trao đổi nhiệt có thể được tạo kết cấu theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ ($A1' + A1'' + A2'$) được cấp qua đường L2 vào trong đoạn tái sinh thứ nhất 22a, được chia ra thành phần chính và một phần, trước khi cấp vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30, và phần này của chất lỏng hấp thụ được làm nóng bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, và sau đó được nối vào trong đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, có thể giảm kích thước của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách khác, cho phép đặt bộ trao đổi nhiệt để làm nóng chất lỏng hấp thụ ($A1'$ và $A1''$) đi qua các đường L6c và L6d trước khi các đường này được nối hoặc qua đường L6c sau khi đường 6d được nối vào đó, bởi nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25, và dịch chuyển điểm nối giữa các đường L6c và L6d và đường L2 đến vị trí phía sau của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách khác, cho phép, tương tự như trong thiết bị thu hồi 4 được thể hiện trên Fig.4, tạo ra đường phân nhánh, đường phân nhánh này được phân nhánh từ đường L7, trong đó chất lỏng hấp thụ A2 được làm cho chảy ngược từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a vào trong đoạn hấp thụ thứ hai 12b, và thay đổi dạng trao đổi nhiệt sao cho việc trao đổi nhiệt được thực hiện liên tục với đường L6d, đường L6c, đường L4b và đường L4a, để khiến cho chất lỏng hấp thụ như chất lỏng hấp thụ $A1'$ và chất lỏng hấp thụ $A1''$ trong các đường L6c và L6d được nối vào trong đường L2 mà không được phải chịu việc trao đổi nhiệt bất kỳ với các đường L4a và L4b. Hơn nữa, phương án thực hiện này có thể được thực hiện nhờ sử dụng kết hợp biến thể trên Fig.2 và biến thể trên Fig.4. Cụ thể là, thay cho các bộ trao đổi nhiệt 29c và 29d, bốn bộ trao đổi nhiệt thu được việc làm nóng bằng nhiệt xả ra từ bộ làm nóng bằng hơi nước 25 được bố trí. Sau đó, việc trao đổi nhiệt được thực hiện liên tục, theo thứ tự từ bộ trao đổi nhiệt phía trước (phía nhiệt độ cao) đến bộ trao đổi nhiệt phía sau, lần lượt với chất lỏng hấp thụ $A1''$ trong đường L6d, chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4b, chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong đường L6c, và chất lỏng hấp thụ A1 trong đường L4a, và mỗi nối được tạo ra theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong đường L6c và chất lỏng hấp thụ $A1''$ trong đường L6d, sau khi đi qua các bộ trao đổi nhiệt, được nối vào trong đường L2 ở phía sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai 30. Theo cách này, chất lỏng hấp thụ A'' trong thùng 24 và chất lỏng hấp thụ $A1'$ trong thùng 24' được làm nóng khi chúng, không được phải chịu việc trao đổi nhiệt bất kỳ, và chúng lần lượt được cấp đến đoạn tái

sinh thứ nhất 22a và đoạn tái sinh thứ hai 22b. Do đó, năng lượng nhiệt cần được dùng trong hệ thống dòng phân nhánh được cấp, nhờ sử dụng nhiệt bị thải ra.

Trong thiết bị thu hồi 7 trên Fig.7, nhiệt độ T5 của chất lỏng hấp thụ A1' trong đoạn tái sinh thứ ba 22c thấp hơn nhiệt độ T3 của chất lỏng hấp thụ A'' trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, và chất lỏng hấp thụ A1' cũng có mức độ tái sinh thấp hơn. Kết quả là, trong thiết bị thu hồi 7 trên Fig.7, các mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ (A1' + A1'') đồng thời chảy trong đường L2 được tính trung bình giữa hai dòng chảy, sao cho mức độ tái sinh được tạo ra thấp hơn mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ A1'' trong thiết bị thu hồi 6 trên Fig.6. Như phương án thực hiện để cải tiến vấn đề này là phương án thực hiện cũng chia cột hấp thụ 10 ra thành ba đoạn hấp thụ để bố trí đoạn hấp thụ thứ ba bên trên các đoạn hấp thụ thứ nhất và thứ hai, và tạo ra một hệ thống tuần hoàn và hai hệ thống dòng phân nhánh. Cụ thể là, phương án thực hiện này có hệ thống tuần hoàn để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa đoạn hấp thụ thứ ba và đoạn tái sinh thứ nhất; và hai hệ thống dòng phân nhánh được phân nhánh từ hệ thống tuần hoàn này và được nối với chúng, trong đó các đường được nối theo cách sao cho một trong số các hệ thống dòng phân nhánh khiến cho chất lỏng hấp thụ chảy từ đoạn hấp thụ thứ ba qua đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ hai để đi đến đoạn tái sinh thứ hai, và hệ thống dòng phân nhánh khác khiến cho chất lỏng hấp thụ chảy từ đoạn hấp thụ thứ ba qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ ba để đi đến đoạn tái sinh thứ nhất. Khí G chứa cacbon đioxit đi từ đoạn hấp thụ thứ nhất qua đoạn hấp thụ thứ hai để đi đến đoạn hấp thụ thứ ba, mà khí được xả ra bên ngoài từ đó. Khí chứa cacbon đioxit, xả ra trong đoạn tái sinh thứ nhất bởi nhiệt cấp từ bên ngoài, đi qua đoạn tái sinh thứ hai để đi đến đoạn tái sinh thứ ba, mà khí được xả ra bên ngoài từ đó.

Theo cách khác, các đường có thể được nối theo cách sao cho: trong một trong số hai hệ thống dòng phân nhánh, hệ thống này được phân nhánh từ và sau đó được nối với hệ thống tuần hoàn trong đó chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ ba và đoạn tái sinh thứ nhất, chất lỏng hấp thụ đi từ đoạn hấp thụ thứ ba qua đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ hai để đi đến đoạn tái sinh thứ nhất; và hệ thống dòng phân nhánh khác được phân nhánh hơn nữa từ hệ thống dòng phân nhánh nêu trên và sau đó được nối với nó để khiến cho chất lỏng hấp thụ đi từ

đoạn hấp thụ thứ hai qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ ba để đi đến đoạn tái sinh thứ hai.

Theo cách tương tự, bên trong cột hấp thụ và bên trong cột tái sinh có thể lần lượt được chia ra thành bốn đoạn hấp thụ hoặc nhiều hơn, và bốn đoạn tái sinh hoặc nhiều hơn, để tuần hoàn nhiều loại chất lỏng hấp thụ.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế dùng để xử lý hoặc một số hoạt động khác về khí chứa cacbon đioxit được xả ra từ các nhà máy nhiệt điện, xưởng rèn, lò hơi và các thiết bị khác, và hữu dụng để giảm lượng cacbon đioxit xả ra từ chúng, tác động của nó đến môi trường, và các thứ khác. Sáng chế có khả năng tạo ra thiết bị thu hồi cacbon đioxit có khả năng giảm các chi cần cho quy trình thu gom cacbon đioxit, và góp phần tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit (1-7) bao gồm:

cột hấp thụ (10) được tạo kết cấu để đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ chứa chất hấp thụ amin được chọn từ nhóm bao gồm các alkanolamin, amin gây cản trở có nhóm rượu hydroxyl và các hỗn hợp của nó và cho phép chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí này, cột hấp thụ có đoạn hấp thụ thứ nhất (12a) và đoạn hấp thụ thứ hai (12b), các đoạn hấp thụ này được bố trí để cấp khí qua đoạn hấp thụ thứ nhất vào trong đoạn hấp thụ thứ hai;

cột tái sinh (20), mà tái sinh chất lỏng hấp thụ, được tạo kết cấu để làm nóng chất lỏng hấp thụ có cacbon đioxit đã được hấp thụ trong cột hấp thụ để khiến cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit, cột tái sinh này có đoạn tái sinh thứ nhất (22a) có dụng cụ làm nóng bên ngoài và đoạn tái sinh thứ hai (22b) được bố trí để làm nóng bằng nhiệt từ khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất; và

cơ cấu tuần hoàn có hệ thống tuần hoàn được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ qua đường phía trước (L1, L2) và đường phía sau (L7) giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ nhất, và hệ thống dòng phân nhánh được phân nhánh từ đường phía trước của hệ thống tuần hoàn và có đường thứ nhất (L3, L10) được phân nhánh từ đường phía trước để cấp chất lỏng hấp thụ từ đoạn hấp thụ thứ hai vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất, đường thứ hai (L4, L11) để cấp chất lỏng hấp thụ từ đoạn hấp thụ thứ nhất đến đoạn tái sinh thứ hai, và đường thứ ba (L5, L6, L12) kéo dài từ đoạn tái sinh thứ hai để được nối với đường phía trước, nhờ vậy làm cho một phần của chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn để chảy liên tục từ đoạn hấp thụ thứ hai qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai, và được nối với phần còn lại của chất lỏng hấp thụ và cùng được hướng đến đoạn tái sinh thứ nhất,

trong đó đường thứ nhất của hệ thống dòng phân nhánh có bộ làm nguội để làm nguội chất lỏng hấp thụ được cấp vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất,

trong đó cơ cấu tuần hoàn có bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (29) và bộ trao đổi nhiệt thứ hai (30), bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí để trao đổi nhiệt giữa đường thứ hai và đường thứ ba trong hệ thống dòng phân nhánh, và bộ trao đổi nhiệt thứ hai

được bố trí để trao đổi nhiệt, trong hệ thống tuần hoàn, giữa chất lỏng hấp thụ cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai đến đoạn tái sinh thứ nhất, và chất lỏng hấp thụ trở về từ đoạn tái sinh thứ nhất đến đoạn hấp thụ thứ hai, và

trong đó hệ thống tuần hoàn và đường dòng phân nhánh được nối với nhau theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ, mà được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai đến đoạn tái sinh thứ nhất trong hệ thống tuần hoàn được nối với chất lỏng hấp thụ trong đường thứ ba của hệ thống dòng phân nhánh ở phía trước bộ trao đổi nhiệt thứ hai.

2. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm 1, trong đó đoạn tái sinh thứ hai không có dụng cụ làm nóng bên ngoài.

3. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hệ thống tuần hoàn có thùng (14'), mà trong đó chất lỏng hấp thụ được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai vào trong đoạn tái sinh thứ nhất được chứa ở phía trước bộ trao đổi nhiệt thứ hai, và hệ thống tuần hoàn và hệ thống dòng phân nhánh được nối với nhau theo cách sao cho chất lỏng hấp thụ trong thùng được nối với chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong đường thứ ba của hệ thống dòng phân nhánh.

4. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hệ thống tuần hoàn còn có đường (L2') và bộ trao đổi nhiệt (34) để làm nóng một phần của chất lỏng hấp thụ được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai đến đoạn tái sinh thứ nhất, nhờ dùng nhiệt dư trong dụng cụ làm nóng bên ngoài (25) của cột tái sinh.

5. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó cột hấp thụ có hai cột (10A, 10B) độc lập so với nhau, mà đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn hấp thụ thứ hai lần lượt được phân phối vào trong đó, và cột tái sinh có hai cột (20A, 20B), độc lập so với nhau, mà đoạn tái sinh thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai lần lượt được phân phối vào trong đó.

6. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó cột tái sinh còn có đoạn tái sinh thứ ba, mà được làm nóng bằng nhiệt từ khí xả ra

từ đoạn tái sinh thứ hai, và hệ thống dòng phân nhánh của cơ cấu tuần hoàn được tạo kết cấu để khiến cho chất lỏng hấp thụ đi từ đoạn hấp thụ thứ nhất qua đoạn tái sinh thứ ba đến đoạn tái sinh thứ hai.

7. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó cột tái sinh còn có đoạn tái sinh thứ ba (22c), mà được làm nóng bằng nhiệt từ khí xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai, và hệ thống dòng phân nhánh của cơ cấu tuần hoàn có đường bổ sung (L4a), mà được phân nhánh từ hệ thống dòng phân nhánh để khiến cho một phần của chất lỏng hấp thụ tuần hoàn trong hệ thống tuần hoàn để đi từ đoạn hấp thụ thứ hai qua đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ ba liên tục và sau đó được hướng đến đoạn tái sinh thứ nhất.

8. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit bao gồm:

bước xử lý hấp thụ để đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ chứa chất hấp thụ amin được chọn từ nhóm bao gồm các alkanolamin, amin gây cản trở có nhóm rượu hydroxyl và các hỗn hợp của nó để khiến cho cacbon đioxit chứa trong khí này được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ, bước xử lý hấp thụ có bước hấp thụ thứ nhất và bước hấp thụ thứ hai, và khí được cấp qua bước hấp thụ thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai;

bước tái sinh để làm nóng chất lỏng hấp thụ, mà trong đó cacbon đioxit được hấp thụ ở bước xử lý hấp thụ để xả ra cacbon đioxit, nhờ vậy tái sinh chất lỏng hấp thụ, bước tái sinh có bước tái sinh thứ nhất và bước tái sinh thứ hai, chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ nhất nhờ dùng dụng cụ làm nóng bên ngoài, và chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ hai nhờ dùng nhiệt từ khí được xả ra ở bước tái sinh thứ nhất; và

bước tuần hoàn để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ nhờ bước thuận và bước nghịch giữa bước hấp thụ thứ hai và bước tái sinh thứ nhất, và bước dòng phân nhánh làm cho một phần của chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn ở bước thuận của bước tuần hoàn để chảy, như dòng phân nhánh, từ bước hấp thụ thứ hai qua bước hấp thụ thứ nhất và bước tái sinh thứ hai liên tục và được nối với phần còn lại của chất lỏng hấp thụ và sau đó cùng được hướng đến bước tái sinh thứ nhất, trong đó bước

dòng phân nhánh có bước thứ nhất cấp một phần của chất lỏng hấp thụ của bước hấp thụ thứ hai đến bước hấp thụ thứ nhất, bước thứ hai cấp chất lỏng hấp thụ của bước hấp thụ thứ nhất vào bước tái sinh thứ hai, và bước thứ ba nối chất lỏng hấp thụ của bước tái sinh thứ hai với phần còn lại của chất lỏng hấp thụ của bước thuận, và bước thứ nhất của bước dòng phân nhánh có bước làm nguội để làm nguội chất lỏng hấp thụ được cấp vào ở bước hấp thụ thứ nhất, trong đó bước tuần hoàn có bước trao đổi nhiệt thứ nhất và bước trao đổi nhiệt thứ hai, bước trao đổi nhiệt thứ nhất có sự trao đổi nhiệt giữa chất lỏng hấp thụ của bước thứ hai và chất lỏng hấp thụ của bước thứ ba ở bước dòng phân nhánh, và bước trao đổi nhiệt thứ hai có sự trao đổi nhiệt, ở bước tuần hoàn, giữa chất lỏng hấp thụ được cấp từ bước hấp thụ thứ hai đến bước tái sinh thứ nhất, và chất lỏng hấp thụ được trở về từ bước tái sinh thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai, và

trong đó chất lỏng hấp thụ, mà được cấp từ bước hấp thụ thứ hai đến bước tái sinh thứ nhất được nối với chất lỏng hấp thụ ở bước thứ ba của bước dòng phân nhánh ở phía trước bước trao đổi nhiệt thứ hai.

9. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm 8, trong đó bước tái sinh thứ hai không dùng dụng cụ làm nóng bên ngoài.

10. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm 8 hoặc 9, trong đó nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ ở bước dòng phân nhánh khi chất lỏng hấp thụ được cấp vào ở bước tái sinh thứ hai thấp hơn nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn ở bước tuần hoàn được chất lỏng hấp thụ được cấp vào ở bước tái sinh thứ nhất.

FIG. 1

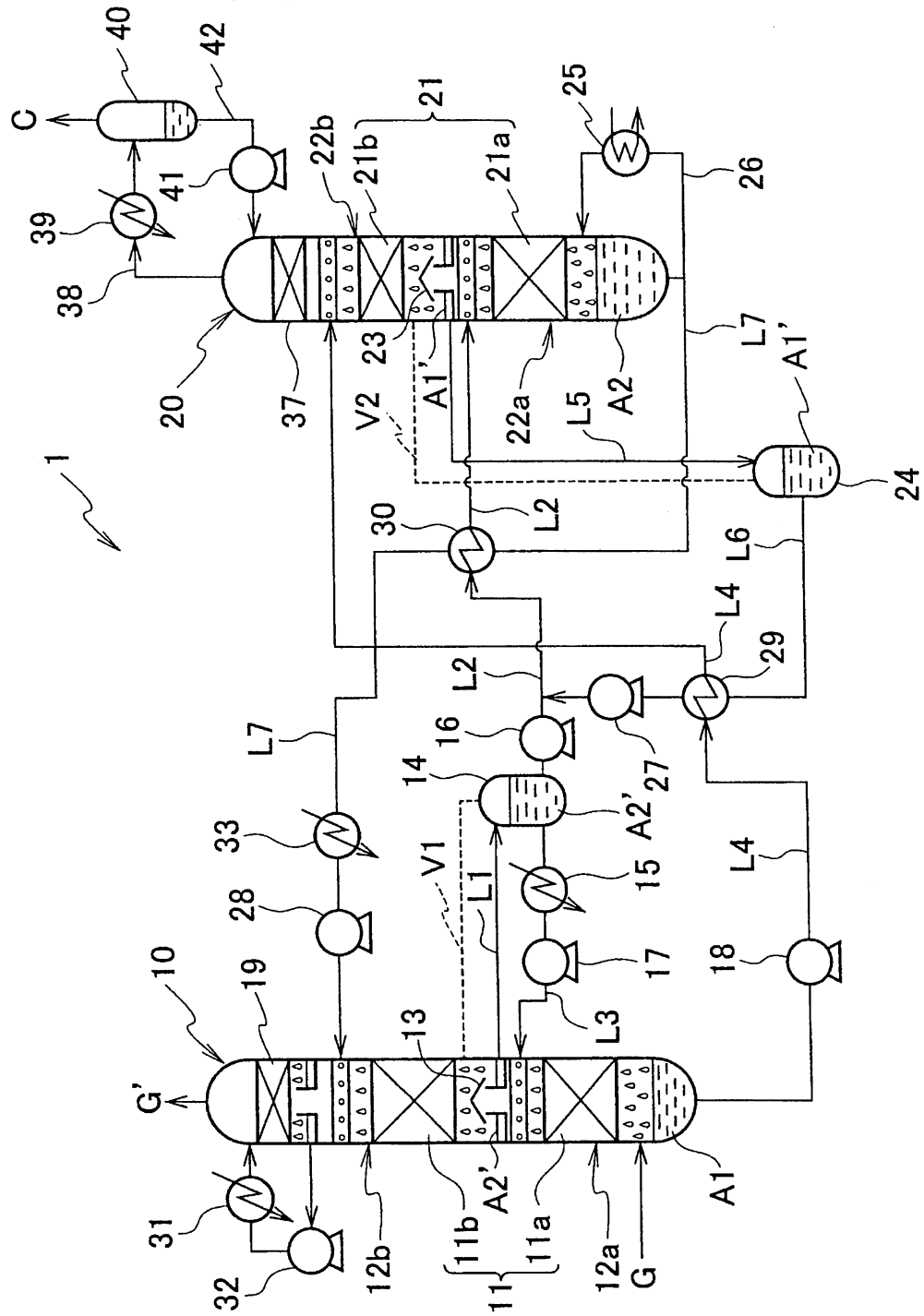


FIG. 2

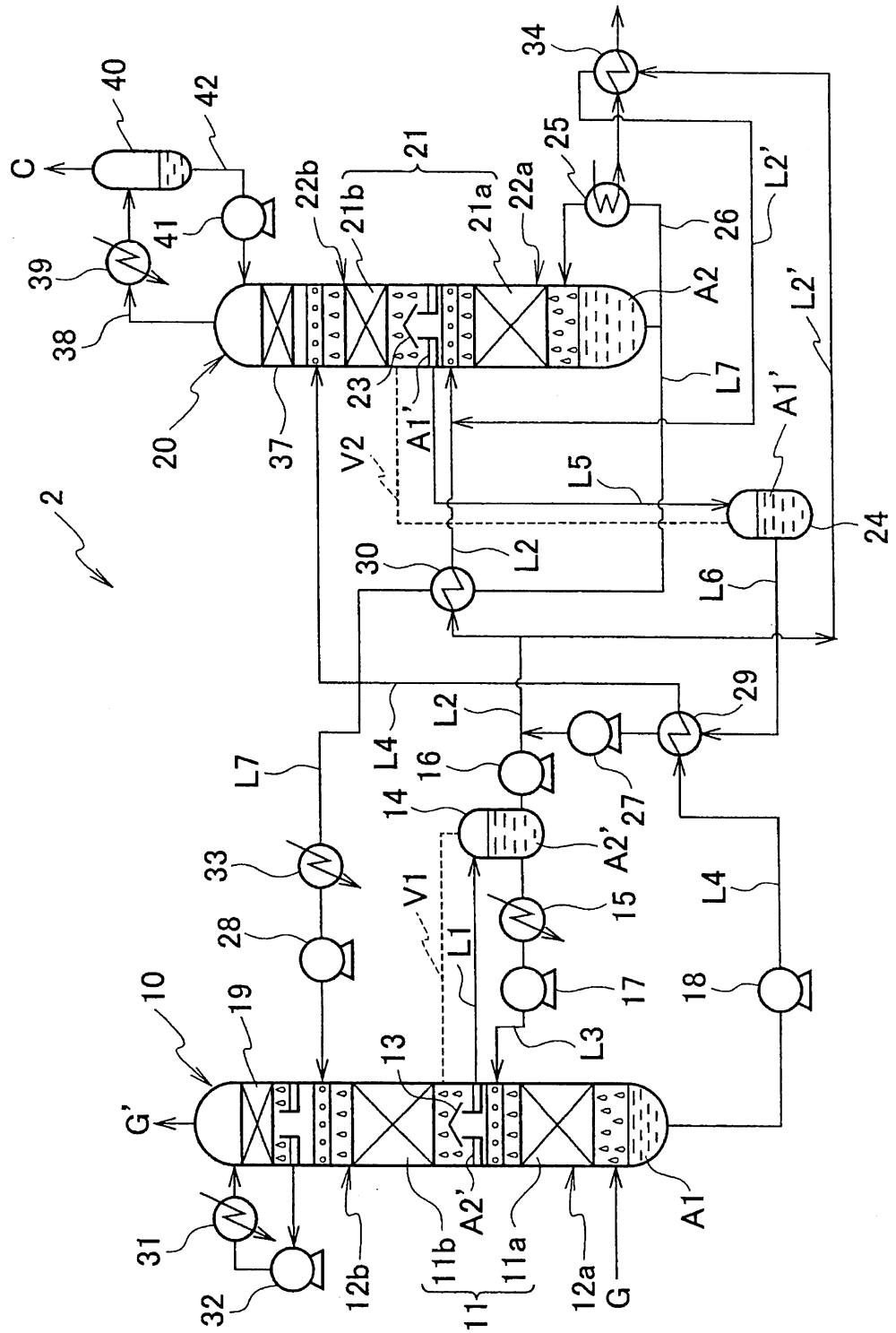


FIG. 4

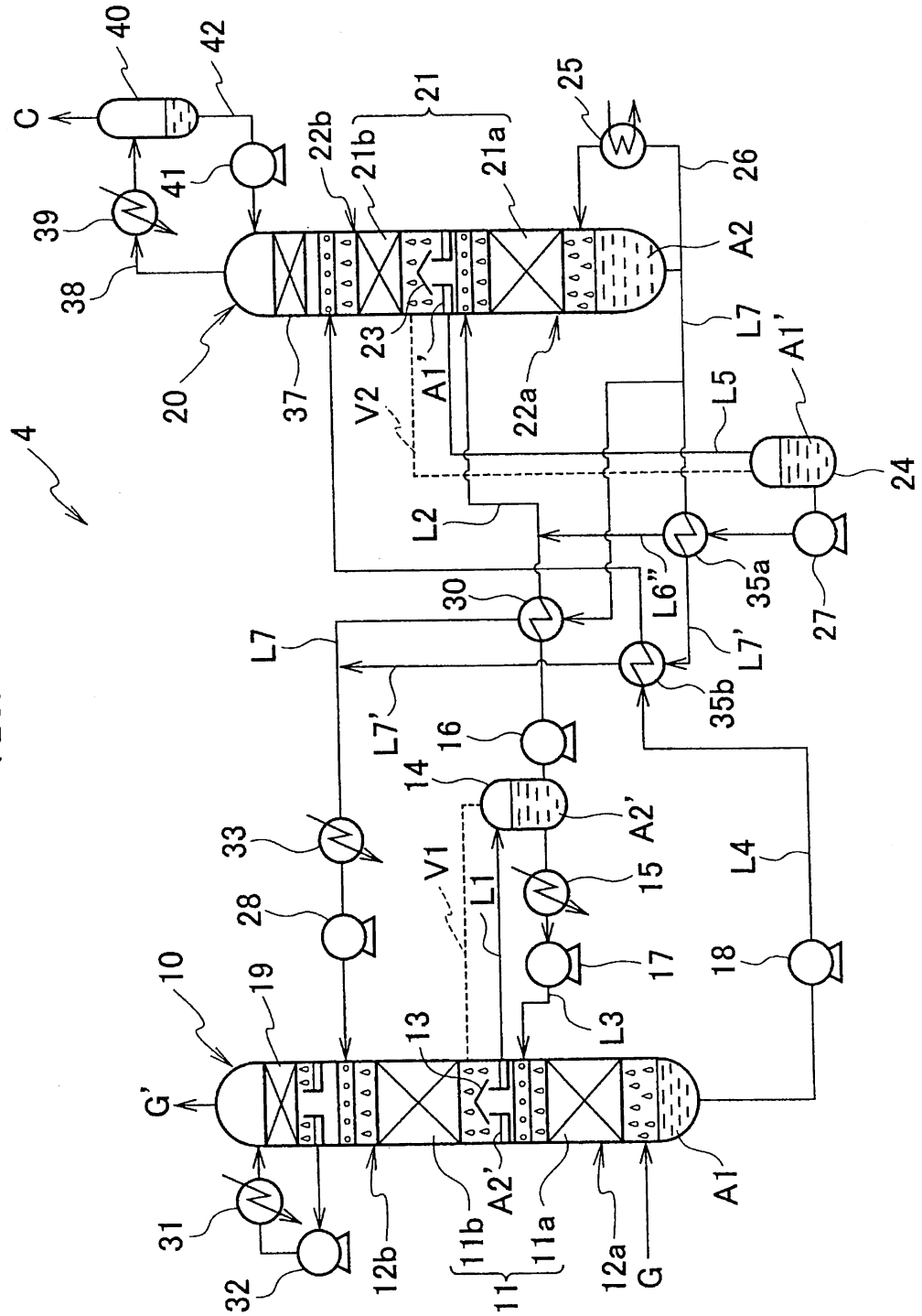


FIG. 5

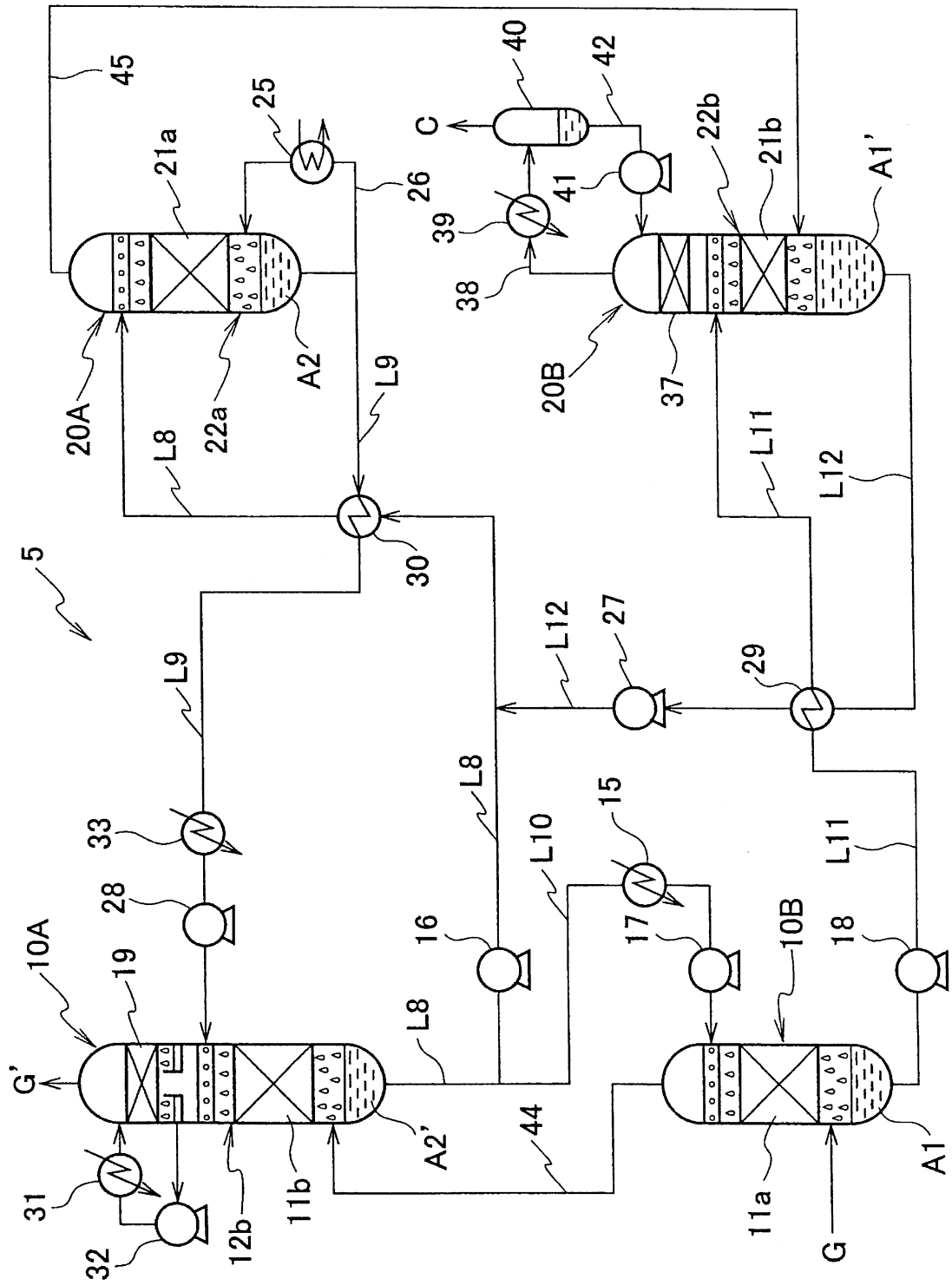


FIG. 6

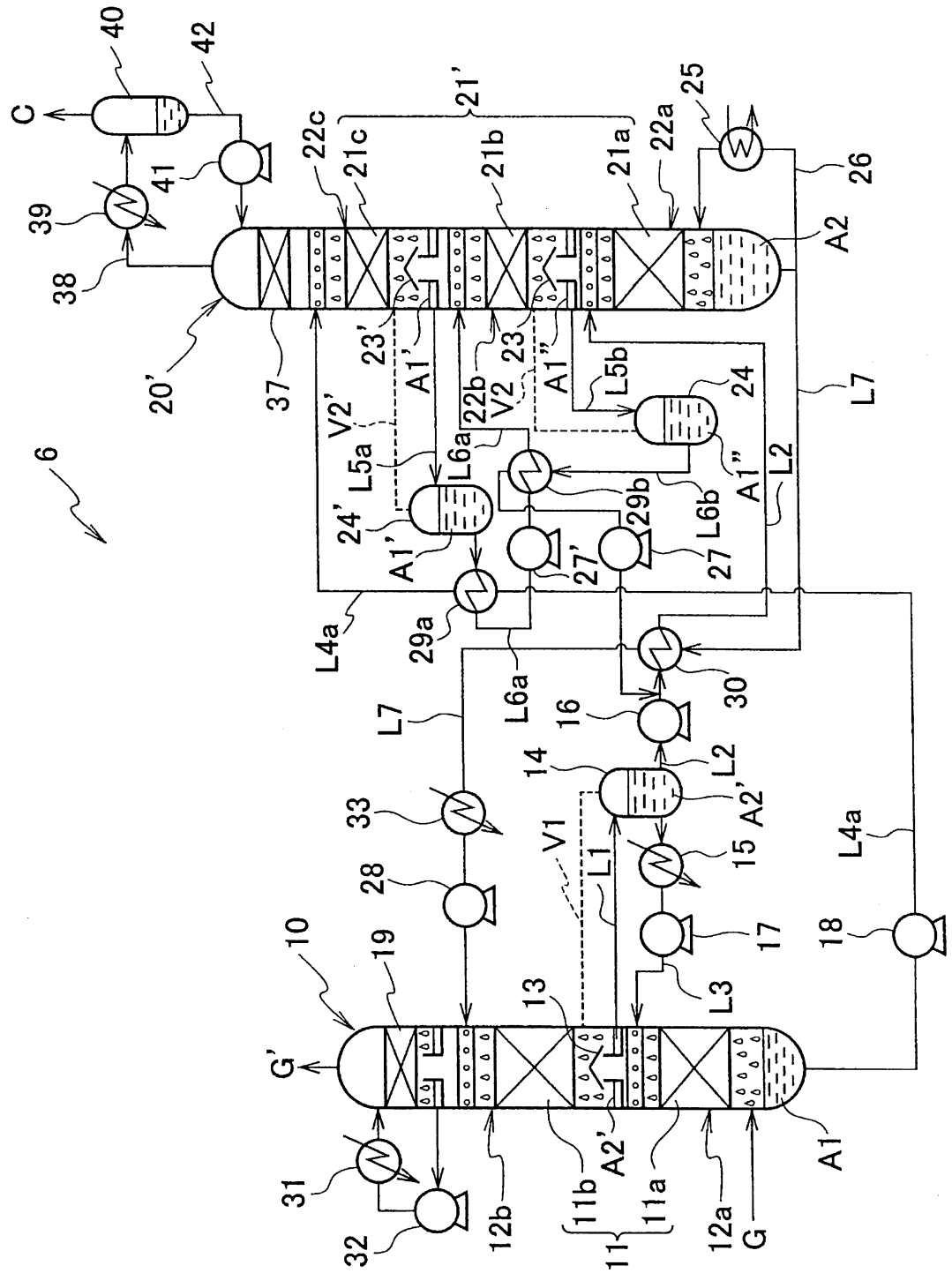


FIG. 7

