



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

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

(11)



1-0029652

(51)^{2016.01} C25B 15/02; C01B 3/22; C25B 1/04;
C25B 9/18; C25B 15/08; C25B 9/00;
C01B 3/00

(13) B

(21) 1-2016-05077

(22) 10/07/2015

(86) PCT/JP2015/069922 10/07/2015

(87) WO2016/006692 14/01/2016

(30) 2014-143527 11/07/2014 JP

(45) 25/10/2021 403

(43) 25/04/2017 349A

(73) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

1-1, Shibaura 1-Chome, Minato-Ku, Tokyo 105-8001, JAPAN

(72) YAMADA, Kazuya (JP); OOMURA, Hisao (JP); MAKINO, Shinichi (JP);

WATANABE, Hisao (JP); FUJIWARA, Seiji (JP); YAMADA, Masahiko (JP);

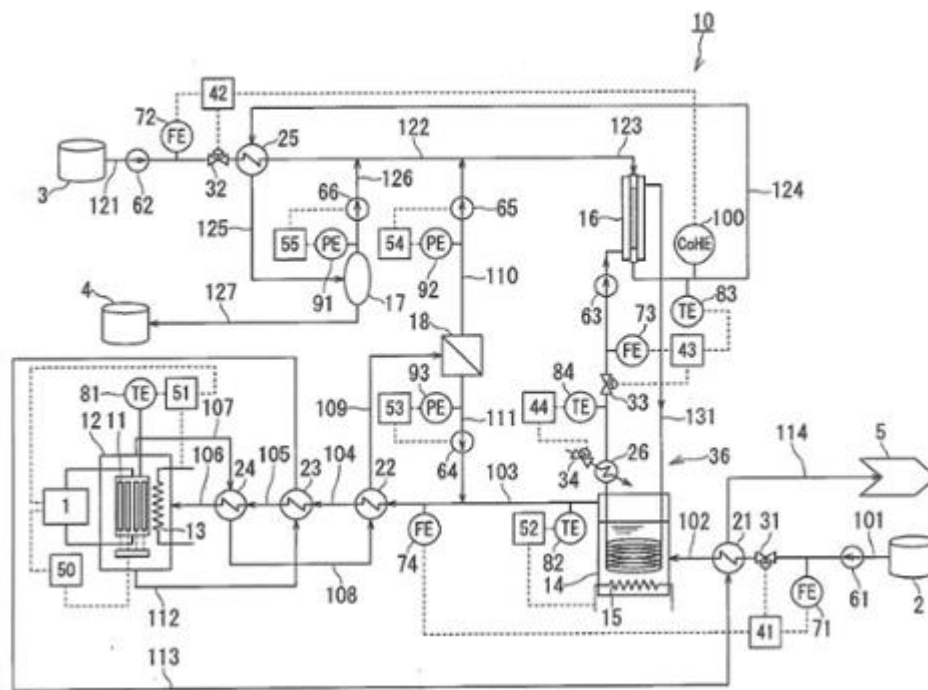
KASAI, Shigeo (JP).

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

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT HYĐRO BẰNG CÁCH ĐIỆN
PHÂN HƠI NƯỚC Ở NHIỆT ĐỘ CAO

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống sản xuất hydro có khả năng đạt được hiệu quả cao trong sản xuất hydro và điều khiển được quá trình vận hành ổn định ngay cả khi điện năng cấp cho bình điện phân bị dao động.

Hệ thống sản xuất hydro theo sáng chế (10) gồm có bộ chọn (50) để chọn bình điện phân (11) nhằm cấp điện năng phù hợp với sự dao động điện năng được cấp cho bình điện phân (11), bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất (51) để giữ nhiệt độ của bình điện phân (11) trong khoảng định trước bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt (13) được bố trí bên trong bể phản ứng (12), bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất (41) để điều chỉnh lưu tốc của nước cần được cấp cho nồi hơi (14) và giữ cho lưu tốc của hơi nước có nhiệt độ cao cần cấp vào bình điện phân (11) luôn ở mức không đổi, và bộ điều khiển lưu tốc thứ hai (42) để điều chỉnh lưu tốc của vật liệu trữ hydro được cấp vào phù hợp với sự dao động điện năng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến công nghệ sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc hiện thực hóa ngành công nghiệp năng lượng hydro bằng cách sử dụng hydro làm môi chất tích năng lượng đang thu hút được nhiều sự chú ý. Một trong số các công nghệ sản xuất hydro đã biết là phương pháp điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao. Phương pháp điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao là phương pháp tạo ra hydro và oxy bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao (thường là 500°C hoặc cao hơn).

Phương pháp này có giá trị ở chỗ lượng điện năng cần cho phản ứng điện phân có thể được làm giảm bằng cách điện phân hơi nước trong môi trường có nhiệt độ cao hơn so với môi trường điện phân nước. Nhờ đặc tính này, để sản xuất cùng một lượng hydro, lượng điện năng cần dùng sẽ ít hơn khoảng 30% so với khi điện phân nước ở nhiệt độ trong phòng, và do vậy có thể sản xuất được hydro với hiệu suất năng lượng cao.

Ngoài ra, do nguyên liệu thô là nước, nên có thể sản xuất được hydro mà không phát thải cacbon đioxit nếu sử dụng điện từ nguồn năng lượng có thể tái tạo không tạo ra cacbon đioxit và nguồn nhiệt không tạo ra cacbon đioxit.

Đã biết ba phương pháp được dùng để trữ tạm thời hydro tạo thành, đó là: (1) nén hydro thành khí nén cao áp; (2) hóa lỏng hydro; và (3) hấp lưu hydro vào vật liệu trữ hydro. Trong phương pháp cuối, vật liệu trữ hydro thường tỏa nhiệt khi hấp lưu hydro và thu nhiệt khi giải phóng hydro. Do đó, phương pháp hấp lưu

hydro bằng vật liệu trữ hydro là phương pháp trữ hydro thích hợp để kết hợp với phương pháp sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao trong đó nhiệt năng đóng góp một phần lớn vào năng lượng sản xuất.

Nhiều công nghệ sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao đang được nghiên cứu. Tài liệu sáng chế 1, ví dụ, bộc lộ công nghệ để cải thiện hiệu suất năng lượng của phương pháp sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao bằng cách sử dụng nhiệt tỏa ra khi vật liệu trữ hydro hấp thụ hydro để sản xuất hơi nước dùng làm nguyên liệu thô trong điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao.

Mặc dù không có liên quan gì tới điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao khi nước được điện phân bằng cách sử dụng năng lượng được tạo ra từ các nguồn năng lượng tái tạo, nhưng một công nghệ để sản xuất hydro bằng điện phân phù hợp với nguồn cấp điện dao động cũng đang được nghiên cứu. Tài liệu sáng chế 2, ví dụ, bộc lộ công nghệ kết nối dây các bình điện phân theo cách nối tiếp hoặc song song và lựa chọn số lượng các bình điện phân cần kết nối phù hợp với nguồn cấp điện, và Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ công nghệ điều chỉnh lưu tốc của dòng nước cần được cấp cho thiết bị điện phân.

Danh mục tài liệu được trích dẫn

Tài liệu sáng chế

[Tài liệu sáng chế 1] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2013-199675

[Tài liệu sáng chế 2] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2005-126792

[Tài liệu sáng chế 3] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2010-280975

[Tài liệu sáng chế 4] Công bố đơn PCT số WO2013/124632 bộc lộ phương pháp và hệ thống chuyển hóa điện năng thành hóa năng và tùy ý chuyển hóa ngược lại để sản xuất điện theo yêu cầu. Điện năng được lấy ít nhất một phần từ nguồn có

thể tái tạo. Giải pháp đó cho phép chuyển hóa và tái tạo năng lượng một cách thuận tiện mà không phát thải CO₂ vào khí quyển.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết

Khi hydro được sản xuất bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao sử dụng năng lượng được tạo ra từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo, cần áp dụng các biện pháp chống lại sự dao động điện năng cấp cho bình điện phân.

Một trong số các biện pháp này có thể là phương pháp bao gồm các bước: chuẩn bị thiết bị trữ điện khác, trữ phần điện năng tăng lên khi công suất tăng, và xả chúng ra khỏi thiết bị trữ điện để bù khi công suất giảm. Tuy nhiên, để sản xuất hydro một cách có hiệu quả bằng cách sử dụng năng lượng tái tạo, thì sẽ tốt hơn nếu việc vận hành quá trình sản xuất hydro được kiểm soát một cách ổn định mà không cần dùng đến các bộ phận gắn vào như thiết bị trữ điện nêu trên.

Ngoài ra, nếu nhiệt phản ứng (nhiệt tỏa ra) khi hấp lưu hydro tạo thành vào vật liệu trữ hydro được sử dụng để sản xuất hơi nước dùng làm nguyên liệu thô cho phản ứng điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao, và nếu lượng hydro được sản xuất bởi điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao dao động, thì tỷ lệ giữa hydro và vật liệu trữ cũng bị thay đổi. Điều này ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hoặc tỷ lệ chọn, và nhiệt phản ứng bị dao động. Do đó, ngay cả khi tốc độ dòng hydro bị dao động bởi sự dao động của nguồn phát, thì vẫn cần có sự vận hành ổn định đồng thời duy trì được tỷ lệ giữa hydro và vật liệu trữ.

Sáng chế được thực hiện trong bối cảnh như vậy và nhằm mục đích đề xuất công nghệ sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao có khả năng đạt được hiệu quả cao trong sản xuất hydro và điều khiển được quá trình vận hành ổn định ngay cả khi có sự dao động điện năng cấp cho bình điện phân.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế đề xuất hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao gồm có dãy các bình điện phân được bố trí bên trong bể phản ứng để điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao sau khi tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hơi nước được tạo ra trong nồi hơi, thiết bị tách nước để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm hơi nước và hydro được tạo ra bởi quá trình điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao và được lấy ra từ bình điện phân và phân tách hỗn hợp này thành hơi nước và hydro, thiết bị phản ứng hydro hóa để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro được cấp vào và hydro đã được tách ra và hydro hóa vật liệu trữ hydro này, vòng môi chất dẫn nhiệt để truyền nhiệt năng tạo ra khi vật liệu trữ hydro được hydro hóa cho nước cấp vào nồi hơi bằng cách lưu thông tuần hoàn môi chất dẫn nhiệt, thiết bị tách khí/lỏng để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa và tách hỗn hợp này thành vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro, bể chứa vật liệu trữ hydro để trữ vật liệu trữ hydro được tách ra sau khi hydro hóa, bộ chọn để chọn bình điện phân cần cấp điện năng phù hợp với sự dao động điện năng được cấp cho bình điện phân, bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất để giữ nhiệt độ của bình điện phân trong khoảng định trước bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt được bố trí trong bể phản ứng, bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất để điều chỉnh lưu tốc của dòng nước cần được cấp cho nồi hơi và giữ cho lưu tốc của dòng hơi nước cần đưa vào bình điện phân luôn ở mức không đổi, và bộ điều khiển lưu tốc thứ hai để điều chỉnh lưu tốc của dòng vật liệu trữ hydro cần cấp phù hợp với sự dao động điện năng.

Hiệu quả của sáng chế

Theo phương án của sáng chế, ngay cả khi điện năng cần được cấp cho bình điện phân bị dao động, thì công nghệ sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao này vẫn có khả năng đạt được hiệu quả cao trong sản xuất hydro và điều khiển được quá trình vận hành ổn định.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo

Fig. 1 là sơ đồ của hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo phương án thứ nhất;

Các Fig. 2a - 2g là biểu đồ minh họa sự thay đổi trị số đầu ra của từng thông số điều khiển theo sự thay đổi trị số đầu ra của nguồn cấp;

Fig. 3 là sơ đồ của hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo phương án thứ hai; và

Fig. 4 là sơ đồ của hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo phương án thứ ba.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

(Phương án thứ nhất)

Phương án này sẽ được mô tả dưới đây dựa trên các hình vẽ kèm theo.

Như được thể hiện trên Fig. 1, hệ thống sản xuất hydro 10 bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo phương án thứ nhất của sáng chế (dưới đây được gọi ngắn gọn là hệ thống sản xuất hydro 10) gồm có dây các bình điện phân 11 được bố trí bên trong bể phản ứng 12 để điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao sau khi tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hơi nước ở nhiệt độ cao được tạo ra trong nồi hơi 14, thiết bị tách nước 18 để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm hơi nước và hydro được tạo ra bởi quá trình điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao được lấy ra từ bình điện phân 11 và phân tách hỗn hợp này thành hơi nước và hydro, thiết bị phản ứng hydro hóa 16 để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro được cấp vào và hydro đã được tách ra và hydro hóa vật liệu trữ hydro này, vòng môi chất dẫn nhiệt 36 để truyền nhiệt năng tạo ra khi vật liệu trữ hydro được hydro hóa cho nước cấp vào nồi hơi 14 bằng cách lưu thông tuần hoàn môi chất dẫn nhiệt, thiết bị tách khí/lỏng 17 để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro và tách hỗn hợp này thành vật liệu trữ

hydro sau khi hydro hóa và hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16, bể chứa vật liệu trữ hydro 4 để trữ vật liệu trữ hydro được tách ra sau khi hydro hóa, bộ chọn 50 để chọn bình điện phân 11 cần cấp điện năng phù hợp với sự dao động điện năng được cấp cho bình điện phân 11, bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất 51 để giữ nhiệt độ của bình điện phân 11 trong khoảng định trước bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt 13 được bố trí bên trong bể phản ứng 12, bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất 41 để điều chỉnh lưu tốc của dòng nước cần được cấp cho nồi hơi 14 và giữ cho lưu tốc của dòng hơi nước ở nhiệt độ cao cần cấp vào bình điện phân 11 luôn ở mức không đổi, và bộ điều khiển lưu tốc thứ hai 42 để điều chỉnh lưu tốc của dòng vật liệu trữ hydro cần cấp phù hợp với sự dao động điện năng.

Bể chứa nước 2 trữ nước nguyên liệu thô 101 để phân giải thành hydro và oxy bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao. Nước nguyên liệu thô 101 này được hút bằng bơm 61 và được cấp cho nồi hơi 14 qua thiết bị trao đổi nhiệt 21.

Nước nguyên liệu thô 101 được cấp cho nồi hơi 14 này được đun nóng, được chuyển hóa thành hơi nước và được lấy ra. Nhiệt độ của hơi nước 103 lấy ra từ nồi hơi 14 được nâng lên tới nhiệt độ đặt trước cần có để điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao bằng các thiết bị trao đổi nhiệt 22, 23, và 24. Sau khi nâng nhiệt độ, hơi nước 106 được cấp vào bình điện phân 11 bố trí bên trong bể phản ứng 12.

Các bình điện phân 11 được sắp xếp quanh chất điện phân là oxit dạng rắn (không được thể hiện), điện cực hydro và điện cực oxy được bố trí trên hai mặt của nó. Trên Fig. 1, số lượng bình điện phân 11 được thể hiện là bốn, nhưng số lượng bình điện phân không bị giới hạn ở số này, và các bình điện phân 11 cũng có thể có dạng cụm bình điện phân được tạo thành bằng cách nối các bình này thành cụm.

Mỗi bình trong số các bình điện phân 11 được nối với nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 và được đặt điện thế điện phân. Nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 này có thể là nguồn năng lượng sử dụng năng lượng có thể tái tạo như năng lượng gió, năng lượng nước, năng lượng mặt trời và các dạng tương tự.

Bình điện phân 11 được cấp điện năng từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 và phân giải/chuyển hóa hơi nước được cấp 106 thành hydro và oxy. Hỗn hợp 107 chứa hơi nước và hydro được lấy ra từ điện cực hydro nơi hơi nước đã được đưa vào, trong khi đó oxy 112 được lấy ra từ điện cực oxy.

Bộ chọn 50 giám sát năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 và chọn bình điện phân 11 cần kết nối với nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 phù hợp với sự dao động của năng lượng được cấp.

Đặc biệt, số lượng kết nối với các bình điện phân 11 được xác định tỷ lệ thuận với năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1, và số bình điện phân 11 tương ứng với số lượng kết nối này được nối với nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1. Bộ chọn 50 xác định trước các bình điện phân 11 cần kết nối với nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 tương ứng với số lượng kết nối tới các bình điện phân 11. Do đó, một số lượng thích hợp các bình điện phân 11 tương ứng với năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 được vận hành.

Bộ phận cấp nhiệt 13 được bố trí bên trong bể phản ứng 12 và đun nóng bình điện phân 11.

Trong bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất 51, nhiệt độ của bình điện phân 11 được nhập từ nhiệt kế 81 và được giám sát. Bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất 51 này điều khiển nhiệt độ bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt 13 sao cho nhiệt độ của bình điện phân 11 được giữ trong khoảng định trước (nhiệt độ mà tại đó bình điện phân 11 thể hiện được các tính năng của nó).

Nếu năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị giảm, số bình điện phân 11 cần kết nối với nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 này được chọn bằng bộ chọn 50, và số các bình điện phân 11 vận hành cũng được giảm xuống. Trong trường hợp này, do nhiệt lượng được tạo ra bởi phản ứng điện phân bị giảm, nên nhiệt độ của bình điện phân 11 cũng hạ xuống.

Bằng cách giữ cho nhiệt độ của bình điện phân 11 trong khoảng định trước nhờ sử dụng nhiệt đưa vào từ bộ phận cấp nhiệt 13 qua việc vận hành bộ điều khiển

nhệt độ thứ nhất 51, thì ngay cả khi năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị giảm, bình điện phân 11 vẫn có thể vận hành một cách ổn định.

Bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất 51 có thể có cấu tạo sao cho có thể giám sát được sự dao động điện năng của nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1, tính toán được nhiệt lượng cần thiết phù hợp với sự dao động điện năng và giữ cho nhiệt độ của bình điện phân 11 nằm trong khoảng định trước bằng bộ phận cấp nhiệt 13 trên cơ sở nhiệt lượng tính được này.

Trong bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất 41, lưu tốc của hơi nước ở đầu ra của nồi hơi 14 được nhập từ lưu tốc kế 74 và được giám sát. Sau đó, nó điều chỉnh lượng nước được cấp từ bể chứa nước 2 tới nồi hơi 14 bằng van điều khiển lưu lượng 31 và giữ cho lưu tốc của hơi nước ở đầu ra của nồi hơi 14 ở mức không đổi.

Do bình điện phân 11 vận hành ở trạng thái nhiệt độ cao, nên việc cấp hơi nước với lượng không đổi cần được ưu tiên trên quan điểm đảm bảo sự vận hành ổn định. Nếu năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị dao động, thì lượng hơi nước dùng cho phản ứng điện phân trong bình điện phân 11 cũng bị dao động theo. Nếu lượng hơi nước cấp bị dao động theo sự dao động của lượng hơi nước được dùng, thì có lo ngại rằng bình điện phân 11 sẽ không thể vận hành một cách ổn định.

Ngay cả khi năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị dao động, thì bình điện phân 11 vẫn có thể vận hành một cách ổn định bằng cách giữ cho lượng hơi nước cần cấp vào bình điện phân 11 luôn ở mức không đổi nhờ vận hành của bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất 41.

Hỗn hợp 107 chứa hơi nước và hydro được lấy ra từ điện cực hydro của bình điện phân 11 được cho trao đổi nhiệt với hơi nước cấp cho bình điện phân 11 trong các thiết bị trao đổi nhiệt 24 và 25. Sau đó, hỗn hợp 109 chứa hơi nước và hydro được đưa vào thiết bị tách nước 18. Mặt khác, oxy 113 được lấy ra từ điện cực oxy của bình điện phân 11 được cho trao đổi nhiệt với nước nguyên liệu thô 101 trong thiết bị trao đổi nhiệt 21 và được cho thoát ra từ cửa xả oxy 5.

Thiết bị tách nước 18 tách hỗn hợp được đưa vào 109 chứa hơi nước và hydro ra thành hơi nước và hydro. Nhiệt độ của hỗn hợp 109 chứa hydro và hơi nước sau khi được lấy ra từ thiết bị trao đổi nhiệt 22 là khoảng 150°C. Với điều kiện nhiệt độ như vậy, theo một phương án cụ thể, thiết bị tách nước 18 có thể là thiết bị tách sử dụng phương pháp hấp phụ áp suất chuyển đổi (PSA) trong đó quá trình hấp phụ và giải hấp hơi ẩm được luân phiên lặp lại trong tháp hấp phụ nạp đầy rây phân tử.

Ngoài ra, nếu hơi ẩm được loại bỏ bằng cách dùng màng paladi hoặc màng silic oxit trong thiết bị tách nước 18, thì thiết bị tách nước 18 có thể được lắp đặt gần với phía đầu ra của bình điện phân 11, tại vị trí nơi mà hỗn hợp gồm hydro và hơi nước có nhiệt độ cao hơn (gần với nhiệt độ đầu ra của thiết bị trao đổi nhiệt 24, chẳng hạn).

Sau đó, thiết bị tách nước 18 đưa hơi nước được tách từ thiết bị tách nước 18 này tới vị trí nơi mà nhiệt độ có trị số gần nhất trên đường cấp hơi nước để đưa vào bình điện phân 11. Do đó, hơi nước này có thể được cho hòa nhập với hơi nước cần đưa vào bình điện phân 11 một cách hiệu quả mà không làm giảm nhiệt độ của hơi nước được tách ra.

Hơi nước 111 tách từ thiết bị tách nước 18 được cho hòa nhập với hơi nước 103 lấy ra từ nồi hơi 14 nhờ lực hút của máy nén 64.

Trong bộ điều khiển 53, áp suất đầu ra (hơi nước phía đầu ra) của thiết bị tách nước 18 được nhập từ áp kế 93 và được giám sát. Sau đó, bộ điều khiển này điều chỉnh máy nén 64 sao cho áp suất đầu ra này được giữ ở trị số đặt trước.

Mặt khác, hydro 110 tách ra từ thiết bị tách nước 18 được cho hòa nhập vào đường cấp vật liệu trữ hydro (toluen) để cấp cho thiết bị phản ứng hydro hóa 16 nhờ lực hút của máy nén 65.

Trong bộ điều khiển 54, áp suất đầu ra (hydro phía đầu ra) của thiết bị tách nước 18 được nhập từ áp kế 92 và được giám sát. Sau đó, bộ điều khiển này điều chỉnh máy nén 65 sao cho áp suất đầu ra này được giữ ở trị số đặt trước.

Bằng cách sử dụng các máy nén 64 và 65, có thể cung cấp một cách ổn định hơi nước và hydro cho các thiết bị có áp suất cao hơn áp suất của thiết bị tách nước 18.

Bể chứa vật liệu trữ hydro 3 chứa vật liệu trữ hydro để dùng trong phản ứng hydro hóa. Trong bản mô tả này, vật liệu trữ hydro được sử dụng là toluen. Tuy nhiên, cũng có thể dùng vật liệu trữ hydro là các hydrocacbon chưa bão hòa khác như benzen, naphtalen và các chất tương tự.

Toluen 121 trữ trong bể chứa vật liệu trữ hydro 3 được hút bằng bơm 62 và được cho hòa nhập và trộn với hydro tách ra từ thiết bị tách nước 18. Sau đó, hỗn hợp 123 chứa toluen và hydro được đưa vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được nạp đầy chất xúc tác thích hợp cho phản ứng hydro hóa. Trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16, phản ứng hydro hóa được thực hiện bằng toluen và hydro đưa vào, trong đó hydro được tích vào toluen, và metyl xyclohexan (MCH) được tạo ra. Sau đó, hỗn hợp 124 chứa MCH và hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16. Tiếp theo, hỗn hợp 124 chứa MCH và hydro này được cho trao đổi nhiệt với dòng toluen 121 trong thiết bị trao đổi nhiệt 25 và được đưa vào thiết bị tách khí/lỏng 17.

Trong bộ điều khiển lưu tốc thứ hai 42, nồng độ hydro ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được nhập từ máy đo nồng độ hydro 100 và được giám sát. Sau đó, bộ điều khiển lưu tốc thứ hai này điều chỉnh lưu tốc của toluen bằng van điều khiển lưu lượng 32 và giữ cho nồng độ hydro ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 ở mức không đổi.

Nếu năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị giảm xuống, thì lượng hydro được sản xuất trong bình điện phân 11 cũng giảm. Nếu lưu tốc của toluen không đổi, thì tỷ số giữa hydro và toluen bị thay đổi, do đó tốc độ phản ứng và tỷ lệ chọn bị ảnh hưởng, và có lo ngại rằng nhiệt phản ứng có thể bị dao động.

Nếu nếu lượng toluen được cấp là không đổi trong khi lượng hydro bị giảm, thì có lo ngại rằng sẽ còn nhiều toluen chưa phản ứng trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16. Do việc tách MCH ra khỏi toluen rất khó thực hiện, nên đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 cần phải là hỗn hợp gồm MCH và hydro chưa phản ứng.

Bằng cách điều chỉnh tốc độ cấp toluen sao cho nồng độ hydro lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được giữ không đổi nhờ tác dụng của bộ điều khiển lưu tốc thứ hai 42, nên tỷ số giữa hydro và toluen được duy trì, và phản ứng hydro hóa có thể được tiến hành một cách ổn định. Ngoài ra, lượng toluen chưa phản ứng cũng được hạn chế.

Lưu ý rằng cũng có thể áp dụng việc giám sát hydro tại đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 sao cho không còn có toluen sót lại để phù hợp với việc cấp năng lượng không đổi.

Trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16, nhiệt năng được tạo ra bởi phản ứng hydro hóa toluen.

Vòng môi chất dẫn nhiệt 36 tạo thành chu trình qua đó môi chất dẫn nhiệt 131 lưu thông tuần hoàn qua thiết bị phản ứng hydro hóa 16 và nồi hơi 14. Môi chất dẫn nhiệt này được lưu thông tuần hoàn nhờ máy nén 63. Môi chất dẫn nhiệt lưu thông như vậy truyền nhiệt năng tạo ra bởi phản ứng hydro hóa toluen cho nước chứa trong nồi hơi 14 và biến đổi nó thành hơi nước.

Thiết bị làm nguội 26 được bố trí ở phía đầu vào của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 trên vòng môi chất dẫn nhiệt 36 và làm nguội môi chất dẫn nhiệt đang lưu thông bằng chất làm lạnh.

Trong bộ điều khiển lưu tốc chất làm lạnh 44, nhiệt độ của môi chất dẫn nhiệt lưu thông tuần hoàn trong vòng môi chất dẫn nhiệt 36 được nhập từ nhiệt kế 84 và được giám sát. Sau đó, khi nhiệt độ này dao động, lưu tốc của chất làm lạnh rót vào thiết bị làm nguội 26 được điều chỉnh bằng van điều khiển lưu lượng 34, và nhiệt độ của môi chất dẫn nhiệt này được giữ ở mức không đổi.

Bằng cách giữ cho nhiệt độ của môi chất dẫn nhiệt này không đổi nhờ bộ điều khiển lưu tốc chất làm lạnh 44, toluen và hydro có thể tham gia vào phản ứng trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 ở cùng một điều kiện nhiệt độ.

Trong bộ điều khiển lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt 43, nhiệt độ ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được nhập từ nhiệt kế 83 và được giám sát. Sau đó, khi nhiệt độ này hạ xuống, lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt này được điều chỉnh (giảm) bằng cách sử dụng lưu tốc kế 73 và van điều khiển lưu lượng 33 được bố trí trên vòng môi chất dẫn nhiệt 36 sao cho giữ được nhiệt độ ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 ở mức đặt trước hoặc cao hơn.

Nếu tốc độ dòng hydro đưa vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16 giảm xuống, thì nhiệt năng tạo ra bởi phản ứng hydro hóa cũng giảm. Tại thời điểm này, nếu lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt được giữ không đổi và lượng nhiệt chuyển cho môi chất dẫn nhiệt là không đổi, thì nhiệt độ ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 sẽ hạ xuống.

Bằng cách giảm lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt và giảm lượng nhiệt chuyển cho môi chất dẫn nhiệt nhờ vận hành của bộ điều khiển lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt 43, có thể hạn chế được mức giảm nhiệt độ ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16. Do đó, quá trình trao đổi nhiệt giữa hỗn hợp 124 chứa MCH và hydro và toluen 121 cấp từ bể chứa vật liệu trữ hydro 3 có thể được thực hiện một cách thích hợp. Do đó, có thể ngăn ngừa được việc đưa toluen 121 ở trạng thái lỏng vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Trong bộ điều khiển cấp nhiệt phụ trợ 52, nhiệt độ của hơi nước 103 lấy ra từ nồi hơi 14 được nhập từ nhiệt kế 82 và được giám sát. Sau đó, việc điều khiển nhiệt độ bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt phụ trợ 15 được bố trí trong nồi hơi 14 sao cho nhiệt độ của hơi nước lấy ra từ nồi hơi 14 luôn bằng hoặc cao hơn trị số đặt trước.

Do việc đưa nhiệt vào nồi hơi 14 được trợ giúp bởi bộ điều khiển cấp nhiệt phụ trợ 52, nhiệt độ của hơi nước lấy ra từ nồi hơi 14 luôn được giữ ở trị số đặt trước hoặc cao hơn.

Hỗn hợp 124 chứa MCH và hydro lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được cho trao đổi nhiệt với toluen 121 trong thiết bị trao đổi nhiệt 25 và được đưa vào thiết bị tách khí/lỏng 17.

Hỗn hợp 125 chứa MCH và hydro được đưa vào thiết bị tách khí/lỏng 17, trong đó MCH và hydro được tách ra khỏi nhau. Sau khi được tách bằng thiết bị tách khí/lỏng 17, hydro 126 được cho hòa nhập với toluen cấp từ bể chứa vật liệu trữ hydro 3 nhờ lực hút của máy nén 66 và tạo thành hỗn hợp 122 chứa toluen và hydro.

Trong bộ điều khiển 55, áp suất đầu ra (hydro phía đầu ra) của thiết bị tách khí/lỏng 17 được nhập từ áp kế 91 và được giám sát. Máy nén 66 được điều chỉnh sao cho áp suất ở đầu ra này luôn được giữ ở trị số đặt trước. Bằng cách sử dụng máy nén 66, hydro có thể được cấp một cách ổn định vào các thiết bị có áp suất cao hơn áp suất của thiết bị tách khí/lỏng 17.

Mặt khác, sau khi tách ra, MCH được trữ trong bể chứa vật liệu trữ hydro 4.

Sau đây, sẽ là phần mô tả cụ thể sự vận hành của từng thông số điều khiển khi có sự dao động của năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1.

Các hình trên Fig. 2 là biểu đồ để giải thích sự vận hành của từng thông số điều khiển khi có sự giảm năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 (xem Fig. 1 nếu thích hợp). Fig. 2A minh họa trạng thái trong đó năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị giảm dần.

Trước tiên, bộ chọn 50 giám sát năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1, chọn bình điện phân 11 nối với nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 này phù hợp với mức giảm năng lượng được cấp và giảm số lượng kết nối.

Do nhiệt độ của bình điện phân 11 giảm cùng với sự giảm số lượng các bình điện phân 11 vận hành, nên bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất 51 này sẽ tăng mức cấp

nhệt từ bộ phận cấp nhiệt 13 (Fig. 2B) và giữ cho nhiệt độ của bình điện phân 11 trong khoảng định trước.

Nếu năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị giảm, thì lượng hơi nước dùng cho phản ứng điện phân trong bình điện phân 11 cũng giảm xuống.

Bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất 41 sẽ giảm lượng nước cấp từ bể chứa nước 2 tới nồi hơi 14 bằng cách sử dụng lưu tốc kế 71 và van điều khiển lưu lượng 31 (Fig. 2C) và giữ cho lưu tốc của hơi nước ở đầu ra của nồi hơi 14 ở mức không đổi.

Nếu năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 bị giảm, lượng hơi nước tham gia vào phản ứng điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao sẽ giảm xuống, và do vậy tốc độ dòng hydro cấp cho thiết bị phản ứng hydro hóa 16 cũng bị giảm.

Bộ điều khiển lưu tốc thứ hai 42 sẽ giữ cho nồng độ của hydro lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16 luôn ở mức không đổi bằng cách giảm tốc độ cấp toluen (Fig. 2D).

Nếu năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 giảm, do lưu tốc của hydro và toluen được cấp cho thiết bị phản ứng hydro hóa 16 giảm theo, nên nhiệt phản ứng tạo ra cũng bị giảm.

Bộ điều khiển lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt 43 sẽ giảm lượng nhiệt chuyển cho môi chất dẫn nhiệt bằng cách giảm lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt này (Fig. 2E) và hạn chế mức giảm nhiệt độ ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Nếu năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 giảm, thì lưu tốc của hydro và toluen cấp cho thiết bị phản ứng hydro hóa 16 giảm, và nhiệt phản ứng tạo ra cũng bị giảm.

Bộ điều khiển lưu tốc chất làm lạnh 44 sẽ khiến cho toluen và hydro trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được phản ứng ở cùng một điều kiện nhiệt độ bằng cách làm giảm lưu tốc của chất làm lạnh (Fig. 2F).

Nếu năng lượng cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 giảm, lượng nước cấp cho nồi hơi 14 cũng giảm.

Bộ điều khiển cấp nhiệt phụ trợ 52 giữ cho nhiệt độ của hơi nước lấy ra từ nồi hơi 14 ở mức đặt trước hoặc cao hơn bằng cách làm giảm lượng nhiệt cấp vào nồi hơi 14 (Fig. 2G).

Như đã được mô tả trên đây, bằng cách chọn số bình điện phân 11 cần vận hành phù hợp với sự dao động năng lượng của nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 và bằng cách điều chỉnh nhiệt độ của bình điện phân 11 và lưu tốc của hơi nước có nhiệt độ cao và vật liệu trữ hydro một cách thích hợp, có thể điều khiển được quá trình vận hành ổn định ngay cả khi sử dụng nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo có sự dao động năng lượng.

Ngoài ra, bằng cách tách riêng hydro và hơi nước dư lấy từ bình điện phân 11, đưa hơi nước thu được trở lại phía cấp liệu của bình điện phân 11, và đưa hydro thu được tới phản ứng hydro hóa với toluen, có thể đạt được hiệu quả cao trong sản xuất hydro.

Trong phương án nêu trên, nguồn cấp năng lượng được mô tả là nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1, tuy nhiên cần lưu ý rằng nguồn năng lượng có điện thế ổn định thông thường cũng có thể được sử dụng.

(Phương án thứ hai)

Fig. 3 minh họa sơ đồ của hệ thống sản xuất hydro 10 theo phương án thứ hai. Các thành phần và bộ phận tương ứng với các thành phần và bộ phận trong phương án thứ nhất được ký hiệu bằng cùng số chỉ dẫn và sẽ không được giải thích lại.

Hệ thống sản xuất hydro 10 theo phương án thứ hai khác với hệ thống sản xuất hydro theo phương án thứ nhất của sáng chế ở chỗ nó còn có bể trữ hydro 6 để trữ hydro được tách trong thiết bị tách khí/lòng 17 và bộ điều khiển tốc độ dòng hydro 58 để giữ cho tốc độ thể tích trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 luôn ở

mức không đổi bằng cách điều chỉnh lượng chất dẫn vào để đưa hydro trữ trong bể trữ hydro 6 tới thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Bể trữ hydro 6 chứa hydro 126 sau khi được tách ra trong thiết bị tách khí/lỏng 17. Hydro này được hút bằng máy nén 67 và được cho hòa nhập với đường cấp toluen từ bể chứa vật liệu trữ hydro 3 tới thiết bị phản ứng hydro hóa 16. Sau đó, nó được trộn với toluen và được dẫn vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Trong bộ điều khiển tốc độ dòng hydro 58, lưu tốc của hơi nước ở đầu ra của nồi hơi 14 được nhập vào từ lưu tốc kế 71 và lưu tốc của toluen được nhập từ lưu tốc kế 72 và được giám sát.

Sau đó, lượng hydro tạo ra trong bình điện phân 11 được ước tính từ lưu tốc của dòng của hơi nước, còn tốc độ thể tích trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được tính từ lượng hydro này và lưu tốc của dòng toluen. Tốc độ thể tích này là được tính bằng cách lấy tổng lưu tốc các dòng được cấp vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16 chia cho thể tích của chất xúc tác được nạp trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Sau đó, bộ điều khiển tốc độ dòng hydro 58 điều chỉnh lượng các chất cần cấp vào dòng dẫn từ bể trữ hydro 6 tới thiết bị phản ứng hydro hóa 16 bằng cách sử dụng lưu tốc kế 75 và van điều khiển lưu lượng 35 (hoặc máy nén 67) và giữ cho tốc độ thể tích trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 ở mức không đổi.

Nếu năng lượng được cấp từ nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 giảm, lượng hydro được tạo ra trong bình điện phân 11 sẽ giảm, và lưu tốc cấp toluen tới thiết bị phản ứng hydro hóa 16 cũng bị giảm. Do đó, tốc độ thể tích trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 bị giảm và lo ngại rằng hiệu quả phản ứng của hydro và toluen trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 sẽ kém đi.

Bằng cách duy trì tốc độ thể tích trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 luôn ở mức không đổi nhờ bộ điều khiển tốc độ dòng hydro 58 cung cấp thêm hydro từ bể trữ hydro 6, có thể ngăn chặn được sự giảm hiệu quả phản ứng của hydro và toluen trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Trong bộ điều khiển cấp nhiệt cho hydro 60, nhiệt độ đầu vào của thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được nhập từ nhiệt kế 85 và được giám sát. Sau đó, việc điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện sao cho nhiệt độ của dòng hydro dẫn vào bằng hoặc cao hơn trị số đặt trước bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt cho hydro 20 được bố trí dọc đường dẫn vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16.

Hydro trữ trong bể trữ hydro 6 được giữ ở nhiệt độ thấp do nó được thu lại sau khi trao đổi nhiệt trong thiết bị trao đổi nhiệt 25 có thể được dẫn tới thiết bị phản ứng hydro hóa 16 sau khi nâng nhiệt độ nhờ vận hành của bộ điều khiển cấp nhiệt cho hydro 60.

Ngoài ra, trên Fig. 3, các biến thể của điều khiển phương pháp bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất 41 và bộ điều khiển lưu tốc thứ hai 42 cũng được minh họa, một cách tương ứng.

Bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất 41 giám sát sự dao động điện năng của nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 và dự tính lượng hơi nước cần tiêu thụ trong thiết bị điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao phù hợp với sự dao động điện năng.

Lượng nước cần cấp từ bể chứa nước 2 tới nồi hơi 14 được điều chỉnh bằng cách sử dụng lưu tốc kế 71 và van điều khiển lưu lượng 31 sao cho lưu tốc của hơi nước dẫn vào bình điện phân 11 được giữ không đổi trên cơ sở lượng dự tính.

Bộ điều khiển lưu tốc thứ hai 42 giám sát sự dao động điện năng của nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo 1 và lưu tốc cấp nước cho nồi hơi 14 bằng cách sử dụng lưu tốc kế 71 và dự tính lượng hơi nước cần tiêu thụ trong thiết bị điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao.

Hydro cần sản xuất được tính toán trên cơ sở lượng hơi nước dự tính này, và tốc độ cấp toluen được điều chỉnh bằng cách sử dụng lưu tốc kế 72 và van điều khiển lưu lượng 32 sao cho phù hợp với tốc độ dòng hydro này.

(Phương án thứ ba)

Fig. 4 minh họa sơ đồ của hệ thống sản xuất hydro 10 theo phương án thứ ba. Các thành phần và bộ phận tương ứng với các thành phần và bộ phận trong phương án thứ nhất được ký hiệu bằng cùng các số chỉ dẫn và sẽ không được giải thích lại.

Hệ thống sản xuất hydro 10 theo phương án thứ ba khác với hệ thống sản xuất hydro 10 theo phương án thứ nhất của sáng chế ở chỗ thiết bị phản ứng hydro hóa 16 và nồi hơi 14 được hợp nhất, và hơi nước được tạo ra trong thiết bị phản ứng hydro hóa 16 nơi mà nước được cấp vào.

Trong phương án thứ ba, nước không được cấp vào nồi hơi 14 để biến đổi nước thành hơi nước (xem Fig. 1), thay vào đó nước được cấp vào thiết bị phản ứng hydro hóa 16 và được chuyển hóa trực tiếp thành hơi nước nhờ nhiệt của phản ứng hydro hóa

Trong bộ điều khiển cấp nhiệt cho hơi nước 56, nhiệt độ của hơi nước 103 lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16 được nhập từ nhiệt kế 82 và được giám sát. Sau đó, việc điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện sao cho nhiệt độ của hơi nước lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa 16 bằng hoặc cao hơn nhiệt độ đặt trước bằng cách sử dụng bộ cấp nhiệt cho hơi nước 19 được bố trí dọc đường cấp hơi nước.

Như được mô tả trên đây, bằng cách hợp nhất thiết bị phản ứng hydro hóa 16 và nồi hơi 14, toàn bộ thiết bị có thể được tạo thành một cách gọn gàng hơn.

Theo hệ thống sản xuất hydro của mỗi phương án nêu trên, bằng cách chọn bình điện phân cần vận hành phù hợp với sự dao động điện năng và bằng cách điều chỉnh nhiệt độ của bình điện phân, lưu tốc của dòng hơi nước ở nhiệt độ cao và lưu tốc của vật liệu trữ hydro một cách thích hợp, có thể điều khiển được quá trình vận hành ổn định ngay cả khi sử dụng nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo có sự dao động điện năng.

Một số phương án của sáng chế được mô tả chi tiết, nhưng các phương án này chỉ là các ví dụ và không được dự định để giới hạn phạm vi của sáng chế. Các phương án mới này có thể được thực hiện dưới nhiều dạng khác nhau và có thể

được lược bớt, thay thế, và thay đổi trong phạm vi của sáng chế này. Các phương án này và các biến thể của chúng cũng nằm trong phạm vi của sáng chế này như được xác định trong phần yêu cầu bảo hộ và các dạng tương đương của chúng.

Các số chỉ dẫn

- 1 - nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo,
- 2 - bể chứa nước,
- 3 - bể chứa vật liệu trữ hydro (trước khi tích hydro),
- 4 - bể chứa vật liệu trữ hydro (sau khi tích hydro),
- 5 - cửa xả oxy,
- 6 - bể trữ hydro,
- 10 - hệ thống sản xuất hydro,
- 11 - bình điện phân,
- 12 - bể phản ứng,
- 13 - bộ phận cấp nhiệt,
- 14 - nồi hơi,
- 15 - bộ phận cấp nhiệt phụ trợ,
- 16 - thiết bị phản ứng hydro hóa,
- 17 - thiết bị tách khí/lỏng,
- 18 - thiết bị tách nước,
- 19 - bộ cấp nhiệt cho hơi nước,
- 20 - bộ phận cấp nhiệt cho hydro,
- 21, 22, 23, 24, 25 - thiết bị trao đổi nhiệt,
- 26 - thiết bị làm nguội,

- 31, 32, 33, 34, 35 - van điều khiển lưu lượng,
- 36 - vòng môi chất dẫn nhiệt,
- 41 - bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất,
- 42 - bộ điều khiển lưu tốc thứ hai,
- 43 - bộ điều khiển lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt,
- 44 - bộ điều khiển lưu tốc chất làm lạnh,
- 50 - bộ chọn,
- 51 - bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất,
- 52...bộ điều khiển cấp nhiệt phụ trợ,
- 53, 54, 55 - bộ điều khiển,
- 56 - bộ điều khiển cấp nhiệt cho hơi nước,
- 58 - bộ điều khiển tốc độ dòng hydro,
- 60 - bộ điều khiển cấp nhiệt cho hydro,
- 61, 62 - bơm,
- 63, 64, 65, 66, 67 - máy nén,
- 71, 72, 73, 74, 75 - lưu tốc kế,
- 81, 82, 83, 84, 85 - nhiệt kế,
- 91, 92, 93 - áp kế,
- 100 - máy đo nồng độ hydro,
- 101, 102 - nước,
- 103, 104, 105, 106 - hơi nước,
- 107, 108, 109 - hỗn hợp (hydro và hơi nước),
- 110 - hydro,
- 111 - hơi nước,

112, 113, 114 - oxy,

121 - toluen,

122, 123, 114 - hỗn hợp (toluen và hydro),

124, 125 - hỗn hợp (MCH và hydro),

126 - hydro,

127 - MCH,

128 - hydro,

131 - môi chất dẫn nhiệt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao, bao gồm:
 - dây các bình điện phân được bố trí bên trong bể phản ứng và để điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao sau khi tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hơi nước được tạo ra trong nồi hơi;
 - thiết bị tách nước để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm hơi nước và hydro được tạo ra bởi quá trình điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao và lấy ra từ bình điện phân và để tách hỗn hợp này thành hơi nước và hydro;
 - thiết bị phản ứng hydro hóa để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro được cấp vào và hydro đã được tách ra và để hydro hóa vật liệu trữ hydro này;
 - vòng môi chất dẫn nhiệt để truyền nhiệt năng tạo ra khi vật liệu trữ hydro được hydro hóa cho nước cấp vào nồi hơi bằng cách lưu thông tuần hoàn môi chất dẫn nhiệt;
 - thiết bị tách khí/lỏng để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào là hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro và để tách hỗn hợp này thành vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa;
 - bể chứa vật liệu trữ hydro để trữ vật liệu trữ hydro được tách ra sau khi hydro hóa;
 - bộ chọn để chọn bình điện phân cần cấp điện năng phù hợp với sự dao động điện năng được cấp cho bình điện phân;

bộ điều khiển nhiệt độ thứ nhất để giữ nhiệt độ của bình điện phân trong khoảng định trước bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt được bố trí trong bể phản ứng;

bộ điều khiển lưu tốc thứ nhất để điều chỉnh lưu tốc của dòng nước cần được cấp cho nồi hơi và giữ cho lưu tốc của dòng hơi nước cần đưa vào bình điện phân luôn ở mức không đổi; và

bộ điều khiển lưu tốc thứ hai để điều chỉnh lưu tốc của dòng vật liệu trữ hydro cần cấp phù hợp với sự dao động điện năng,

trong đó bộ điều khiển lưu tốc thứ hai điều chỉnh lưu tốc của vật liệu trữ hydro cần cấp cũng thích hợp để giữ cho nồng độ của hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa ở mức định trước.

2. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, còn bao gồm:

bộ điều khiển cấp nhiệt phụ trợ để điều chỉnh nhiệt độ làm nóng của bộ phận cấp nhiệt phụ trợ được bố trí trong nồi hơi và làm cho nhiệt độ của hơi nước lấy ra từ nồi hơi luôn bằng hoặc cao hơn trị số đặt trước.

3. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, còn bao gồm:

thiết bị làm nguội được bố trí trên vòng môi chất dẫn nhiệt và để làm nguội môi chất dẫn nhiệt này bằng chất làm lạnh; và

bộ điều khiển lưu tốc chất làm lạnh để điều chỉnh lưu tốc của chất làm lạnh dẫn vào thiết bị làm nguội và để giữ cho nhiệt độ của môi chất dẫn nhiệt lưu thông ở mức không đổi.

4. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, còn bao gồm:
bộ điều khiển lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt để điều chỉnh lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt này và để giữ cho nhiệt độ ở phía đầu ra của thiết bị phản ứng hydro hóa ở mức đặt trước hoặc cao hơn.
5. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, còn bao gồm:
bể trữ hydro để trữ hydro được tách trong thiết bị tách khí/lỏng; và
bộ điều khiển tốc độ dòng hydro để điều chỉnh lượng chất dẫn vào để đưa hydro trữ trong bể trữ hydro tới thiết bị phản ứng hydro hóa và để giữ cho tốc độ thể tích chuyển qua thiết bị phản ứng hydro hóa ở mức không đổi.
6. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 5, còn bao gồm:
bộ điều khiển cấp nhiệt cho hydro để điều chỉnh nhiệt độ làm nóng của bộ phận cấp nhiệt cho hydro được bố trí dọc đường dẫn hydro trữ trong bể trữ hydro tới thiết bị phản ứng hydro hóa và làm cho nhiệt độ của hydro cần chuyển từ bể trữ hydro tới thiết bị phản ứng hydro hóa luôn ở trị số đặt trước hoặc cao hơn.
7. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, trong đó :
thiết bị phản ứng hydro hóa và nồi hơi được hợp nhất và thiết bị phản ứng hydro hóa này, khi nước được cấp vào, cũng thích hợp để tạo ra hơi nước.

8. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, trong đó:

vật liệu trữ hydro được dùng là hydrocacbon chưa bão hòa.

9. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, trong đó:

hơi nước được tách từ thiết bị tách nước có thể hòa nhập với hơi nước đưa vào bình điện phân.

10. Hệ thống sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao theo điểm 1, trong đó:

hơi nước được tách từ thiết bị tách nước có thể hòa nhập tại vị trí có nhiệt độ gần nhất trên đường cấp hơi nước vào bình điện phân.

11. Phương pháp sản xuất hydro bằng cách điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao, bao gồm các bước:

đưa hơi nước được tạo ra trong nồi hơi vào dãy các bình điện phân được bố trí bên trong bể phản ứng và tiến hành bước điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao trong các bình điện phân này;

đưa hỗn hợp gồm hơi nước và hydro được tạo ra bởi quá trình điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao trong bình điện phân vào và tách hỗn hợp này thành hơi nước và hydro;

đưa hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro được cấp và hydro được tách vào thiết bị phản ứng hydro hóa và hydro hóa vật liệu trữ hydro này trong đó;

truyền nhiệt năng tạo ra khí vật liệu trữ hydro được hydro hóa cho nước cấp vào nồi hơi bằng cách lưu thông tuần hoàn môi chất dẫn nhiệt;

đưa hỗn hợp gồm vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro vào và tách hỗn hợp này thành vật liệu trữ hydro sau khi hydro hóa và hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa;

trữ vật liệu trữ hydro được tách ra sau khi hydro hóa;

chọn bình điện phân cần cấp điện năng phù hợp với sự dao động điện năng được cấp cho bình điện phân;

giữ cho nhiệt độ của bình điện phân nằm trong khoảng định trước bằng cách sử dụng bộ phận cấp nhiệt được bố trí trong bể phản ứng;

điều chỉnh lưu tốc của nước cần được cấp cho nồi hơi và giữ cho lưu tốc của dòng hơi nước cần đưa vào bình điện phân luôn ở mức không đổi; và

điều chỉnh lưu tốc của vật liệu trữ hydro cần cấp phù hợp với sự dao động điện năng và giữ cho nồng độ của hydro được lấy ra từ thiết bị phản ứng hydro hóa ở mức định trước.

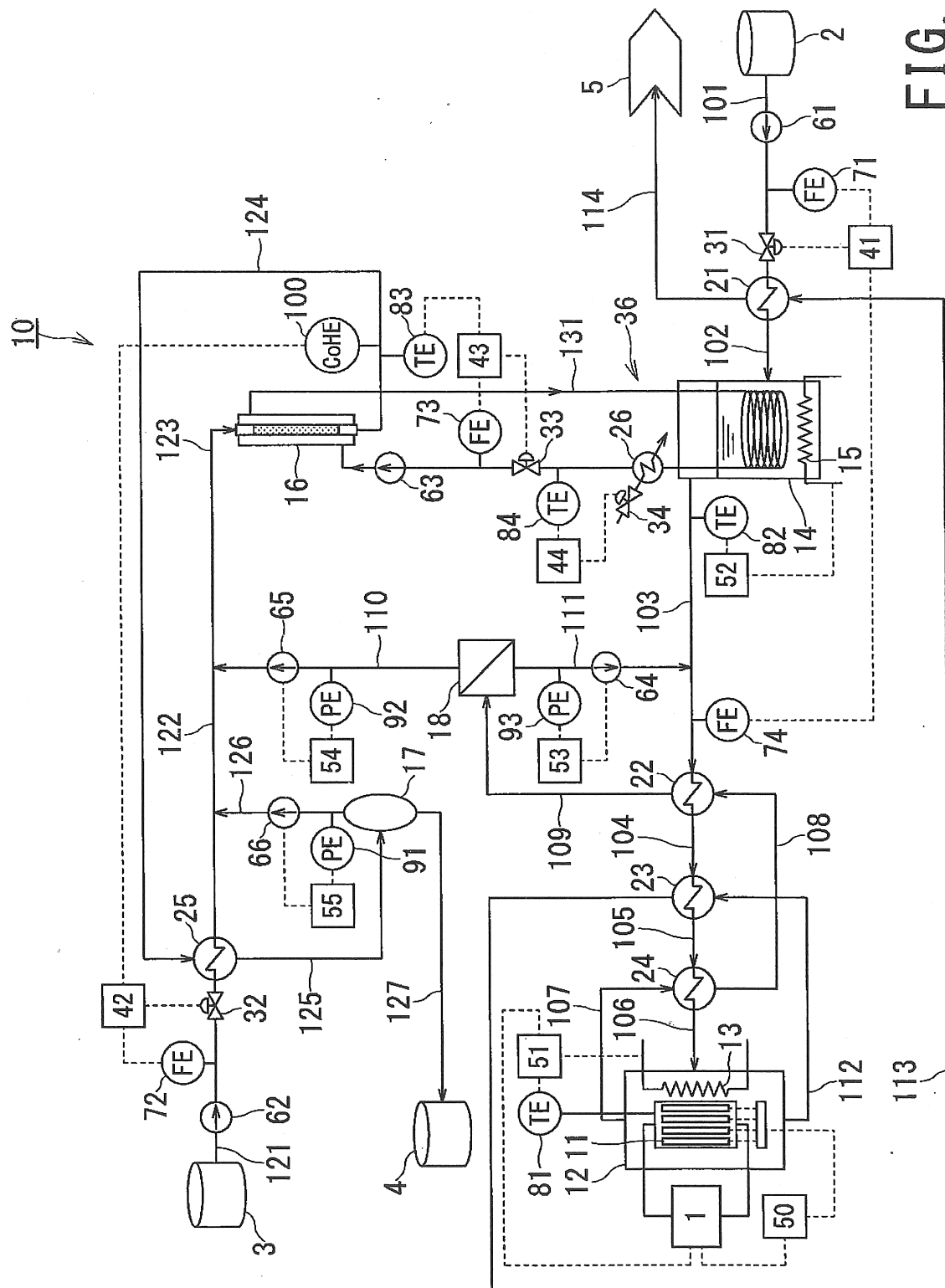


FIG. 1

Đầu ra nguồn cấp năng lượng có thể tái tạo

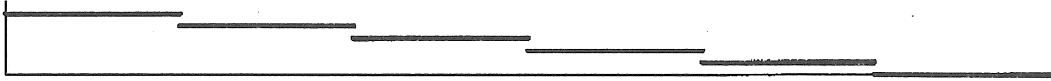


FIG. 2A

Đầu ra bộ phận cấp nhiệt



FIG. 2B

Lưu tốc của nước cấp vào nồi hơi



FIG. 2C

Lưu tốc cấp toluen

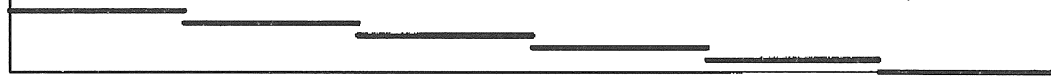


FIG. 2D

Lưu tốc của môi chất dẫn nhiệt



FIG. 2E

Lưu tốc của chất làm lạnh



FIG. 2F

Đầu ra bộ phận cấp nhiệt phụ trợ



FIG. 2G

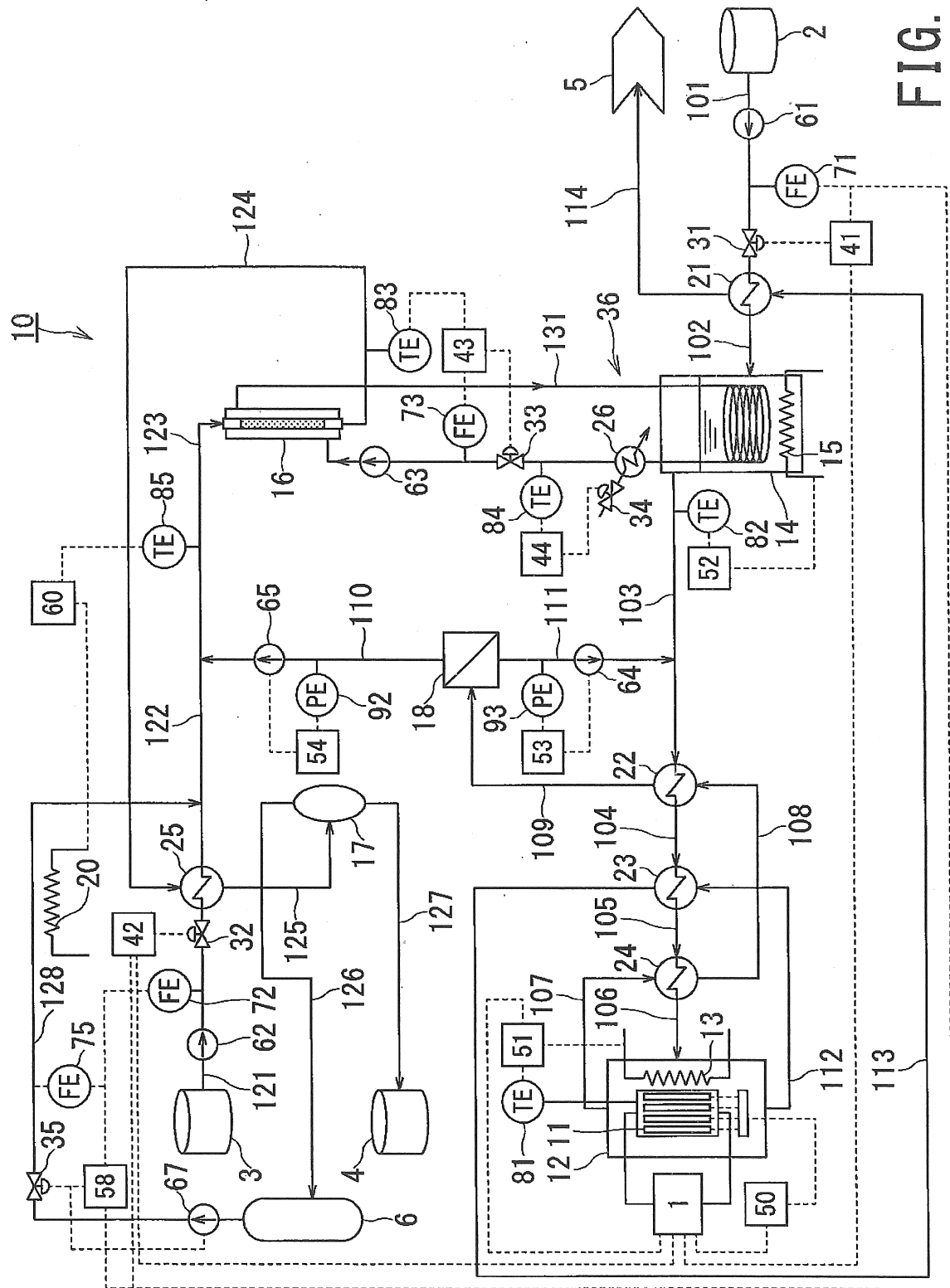


FIG. 3

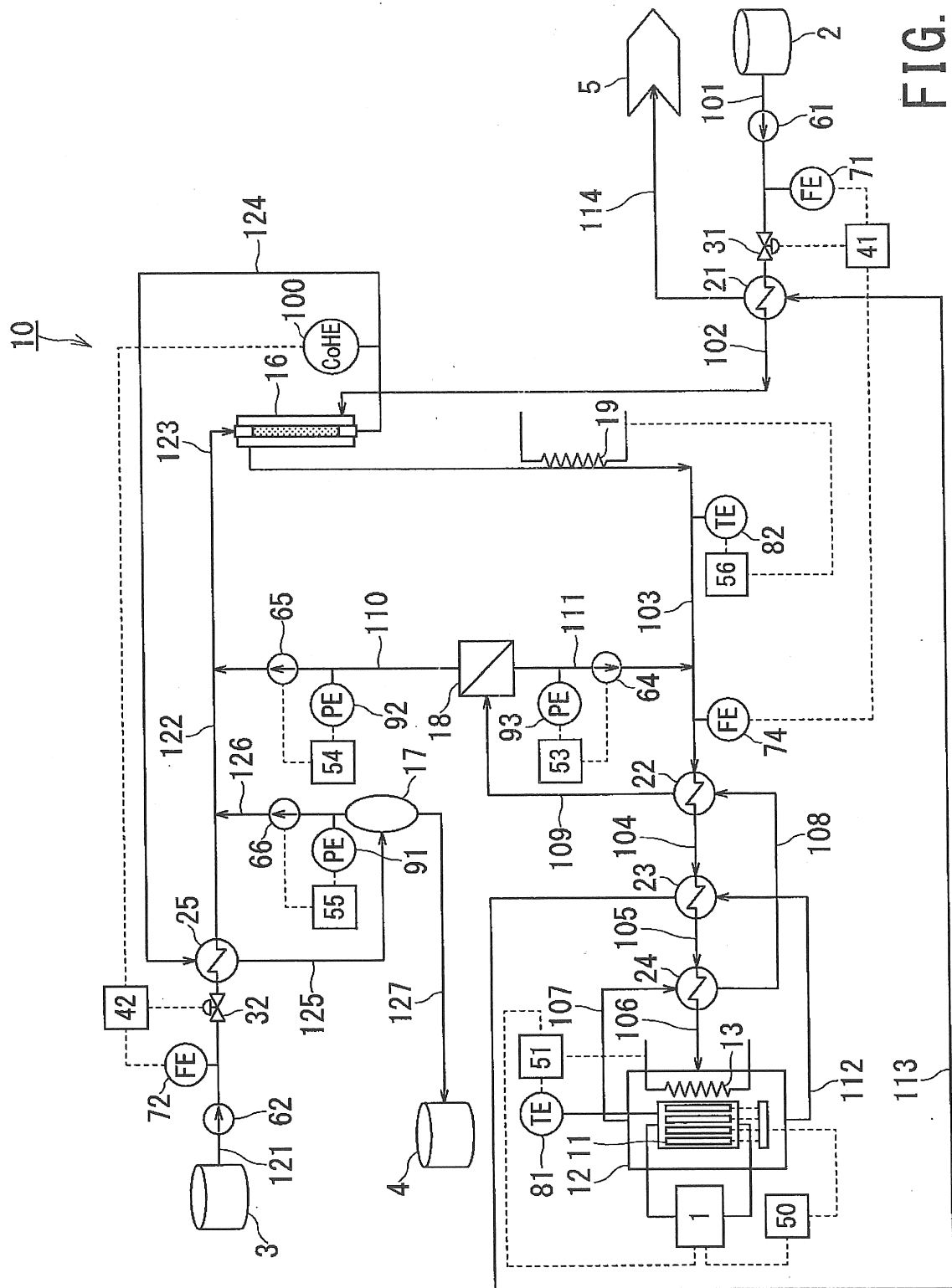


FIG. 4