



(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)



1-0049526

(51)^{2020.01} B01J 23/89; B01J 37/34; B01J 19/00

(13) B

(21) 1-2020-01417

(22) 22/08/2018

(86) PCT/AU2018/050895 22/08/2018

(87) WO 2019/036762 28/02/2019

(30) 62/549,816 24/08/2017 US

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/08/2020 389A

(73) STAR SCIENTIFIC LIMITED (AU)

Suite 3.01, Level 3, 828 Pacific Highway Gordon, New South Wales 2072, Australia

(72) HEATON, Steven James (AU); KIRK, Samuel James (AU).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) CHẾ PHẨM XÚC TÁC, QUY TRÌNH PHỦ CHẾ PHẨM XÚC TÁC, THIẾT BỊ LÒ
PHẢN ỨNG, PHƯƠNG PHÁP GIA NHIỆT, BUỒNG ĐỐT CÓ XÚC TÁC,
PHƯƠNG PHÁP ĐỐT CHÁY CÓ XÚC TÁC HỖN HỢP NHIÊN LIỆU VÀ HỆ
THỐNG ĐỐT CHÁY CÓ XÚC TÁC

(21) 1-2020-01417

(57) Sáng chế đề xuất chế phẩm xúc tác chứa chất xúc tác oxy hóa hydro và chất xúc tác khử oxy và quy trình phủ chế phẩm xúc tác này lên cơ chất. Sáng chế cũng đề xuất thiết bị lò phản ứng trao đổi nhiệt bao gồm chế phẩm xúc tác và phương pháp gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt. Sáng chế còn đề xuất buồng đốt có xúc tác bao gồm bề mặt xúc tác có chế phẩm xúc tác, phương pháp đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu, và hệ thống đốt cháy có xúc tác. Chất xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp.

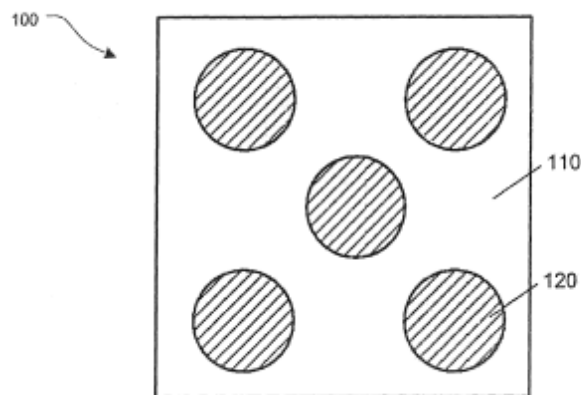


FIG 1A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình đốt cháy có xúc tác của hỗn hợp nhiên liệu. Cụ thể, sáng chế đề cập đến quy trình đốt cháy có xúc tác của hỗn hợp nhiên liệu sạch.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các nhiên liệu khác nhau đã được sử dụng để khai thác năng lượng. Theo truyền thống, phần lớn nhiên liệu có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch có thể dẫn đến việc tạo ra khí thải cacbon đioxit và các khí nhà kính khác. Ngày càng có nhiều bằng chứng cho thấy các chất thải này có thể góp phần vào việc thay đổi khí hậu do con người, và vào việc giảm chất lượng không khí tổng thể.

Đáp lại các phát hiện này, các nỗ lực đã thực hiện để chuyển nguồn năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch thành nhiên liệu có nguồn gốc từ các nguồn sạch hơn. Ví dụ, thiết bị đốt than đã được ngừng sử dụng ở nhiều nước để giảm thiểu khí thải nhằm cải thiện chất lượng không khí. Thiết bị này có thể được tìm thấy, ví dụ, trong các nhà máy điện hoặc trạm sưởi khu vực. Các nhà máy này có thể chứa thiết bị khác, như thiết bị hơi và/hoặc tuabin, các thiết bị này có thể được chuyển đổi để sử dụng với các nhiên liệu khác để tạo ra điện hoặc nhiệt.

Một nguồn năng lượng sạch tiềm năng là hydro. Hydro có thể được tạo ra theo một số cách, bao gồm tái tạo hơi nước hoặc điện phân. Khi điện để điện phân có nguồn gốc từ nguồn sạch, như năng lượng hạt nhân, gió, thủy triều, hoặc năng lượng mặt trời, hydro sinh ra không gây ra khí thải cacbon. Hydro phản ứng với oxy để tạo ra nước và giải phóng năng lượng.

Phản ứng này đã được sử dụng bởi pin nhiên liệu để trực tiếp tạo ra điện. Tuy nhiên, các yếu tố như sự phân rã màng và các quy trình sản xuất phức tạp của pin nhiên liệu đã kìm hãm việc sử dụng hydro làm nhiên liệu. Hydro cũng đã được sử dụng làm nhiên liệu trong động cơ đốt trong. Tuy nhiên, các hệ thống này có thể phức tạp và đây là

các thách thức cho việc xử lý an toàn các hệ thống này.

Hệ thống đốt cháy có xúc tác đã được sử dụng, nhưng các hệ thống như vậy thường đòi hỏi các hệ thống phức tạp hoặc đắt đỏ để bắt đầu phản ứng tự duy trì, như hệ thống gia nhiệt trước. Thậm chí khi các phản ứng tự duy trì được bắt đầu, các hệ thống này thường bị hạn chế bởi nhiệt độ mà có thể được sử dụng do sự tan mòn của vật liệu xúc tác và các vấn đề lo ngại về việc đánh lửa nhiên liệu khối lượng lớn.

Có nhu cầu về hệ thống và phương pháp cải thiện để sử dụng nguồn năng lượng sạch.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC - hydrogen oxidation catalyst); và chất xúc tác khử oxy (ORC - oxygen reduction catalyst). Chất xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC so với diện tích bề mặt của ORC nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1. Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC so với diện tích bề mặt của ORC là khoảng 20:3. Theo một số phương án, HOC và ORC được tạo ra bằng phương pháp lắng phủ bằng điện. Theo một số phương án, chất xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa quá trình đốt cháy hydro ở nhiệt độ dưới khoảng 140°C. Theo một số phương án, trong đó chất xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa quá trình đốt cháy hydro ở nhiệt độ dưới 20°C. Theo một số phương án, HOC là kim loại quý. Theo một số phương án, HOC là bạch kim hoặc paladi. Theo một số phương án, HOC là paladi. Theo một số phương án, ORC là thiếc oxit.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất quy trình phủ chế phẩm xúc tác bao gồm cung cấp cơ chất; phủ chế phẩm xúc tác lên cơ chất để tạo ra bề mặt xúc tác. Chế phẩm xúc tác được phủ bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC). Bề mặt xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, bề mặt xúc tác bao gồm diện tích HOC và diện tích ORC

có tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1. Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích HOC so với diện tích ORC là khoảng 20:3. Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm phủ HOC và phủ ORC. Theo một số phương án, ORC được phủ sau khi phủ HOC. Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm việc mạ điện HOC, ORC, hoặc cả hai lên cơ chất. Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm việc mạ điện HOC lên cơ chất. Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm việc mạ điện ORC lên cơ chất đã phủ HOC. Theo một số phương án, việc phủ tiền chất lên cơ chất trước khi phủ chế phẩm xúc tác, trong đó tiền chất làm tăng sự bám dính của chế phẩm xúc tác lên cơ chất. Theo một số phương án, tiền chất là niken hoặc đồng. Theo một số phương án, việc phủ tiền chất bao gồm việc mạ điện tiền chất lên cơ chất. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất quy trình xử lý nhiệt cơ chất đã được phủ chất xúc tác.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị lò phản ứng. Thiết bị này bao gồm đường ống có đầu vào để nhận vật liệu lỏng thứ nhất và đầu ra; phản tử gia nhiệt được gắn với đường ống bao gồm bề mặt xúc tác có chế phẩm xúc tác đã được phủ lên đó để đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu, chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC); và lớp vỏ bao quanh đường ống, lớp vỏ này có đầu vào để nhận vật liệu lỏng thứ hai và đầu ra. Một vật liệu trong số vật liệu lỏng thứ nhất và vật liệu lỏng thứ hai bao gồm hỗn hợp nhiên liệu và vật liệu còn lại trong số vật liệu lỏng thứ nhất và vật liệu lỏng thứ hai bao gồm môi trường trao đổi nhiệt. Năng lượng giải phóng bởi quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt. Chế phẩm xúc tác được điều chỉnh để làm giảm năng lượng hoạt hóa quá trình đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu sao cho phản ứng xảy ra trong điều kiện nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, hỗn hợp nhiên liệu bao gồm hydro và oxy. Theo một số phương án, hỗn hợp nhiên liệu chỉ gồm hydro và oxy. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất bộ phân phối để phân phối hỗn hợp nhiên liệu gần phản tử gia nhiệt. Theo một số phương án, phản tử gia nhiệt còn bao gồm ít nhất một lá tản nhiệt, và ít nhất một phần của bề mặt xúc tác là trên ít nhất một lá tản nhiệt.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt. Hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa được cung cấp đến lò phản ứng xúc tác có phần tử gia nhiệt xúc tác. Phần tử gia nhiệt xúc tác bao gồm bề mặt xúc tác có chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC), và chất xúc tác khử oxy (ORC), và được điều chỉnh để làm giảm năng lượng hoạt hóa quá trình đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu sao cho quá trình đốt cháy xảy ra ở nhiệt độ thấp. Hỗn hợp nhiên liệu được đốt cháy có xúc tác trên bề mặt xúc tác. Nhiệt sinh ra bởi quá trình đốt cháy có xúc tác được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất buồng đốt có xúc tác. Buồng đốt này bao gồm bề mặt xúc tác có chế phẩm xúc tác như được mô tả ở đây, hoặc được điều chế bởi quy trình như được mô tả ở đây.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu. Hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa cho buồng đốt hoặc lò phản ứng xúc tác như được mô tả ở đây và được đốt cháy có xúc tác trên bề mặt xúc tác của buồng đốt hoặc lò phản ứng xúc tác.

Theo một số phương án, HOC và ORC có mặt trên bề mặt xúc tác với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến 4:1 theo diện tích bề mặt. Theo một số phương án, HOC và ORC có mặt trên bề mặt xúc tác với tỷ lệ khoảng 20:3 theo diện tích bề mặt. Theo một số phương án, nhiên liệu là hydro và chất oxy hóa là oxy. Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác xảy ra ở áp suất thấp hơn áp suất khí quyển.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị lò phản ứng bao gồm: phần tử gia nhiệt bao gồm nhiều tấm, mỗi tấm bao gồm bề mặt xúc tác có chế phẩm xúc tác đã được phủ lên đó, chế phẩm xúc tác để đốt cháy có xúc tác nhiên liệu, chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC); và đường ống tiếp xúc với nhiều tấm, đường ống bao gồm: đầu vào để nhận môi trường trao đổi nhiệt, và đầu ra; và lớp vỏ bao quanh đường ống và phần tử gia nhiệt, lớp vỏ có một hoặc nhiều đầu vào để nhận nhiên liệu và chất oxy hóa; trong đó năng lượng giải phóng bởi quá trình đốt cháy có xúc tác nhiên liệu được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt; và trong đó chế

phản xúc tác được điều chỉnh để làm giảm năng lượng hoạt hóa quá trình đốt cháy nhiên liệu sao cho phản ứng xảy ra trong điều kiện nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, nhiều tấm được xếp chồng lên nhau. Theo một số phương án, nhiều tấm hình lượn sóng. Theo một số phương án, đường ống được đặt giữa hai tấm liền kề nhau. Theo một số phương án, các đường ống đan giữa hai tấm liền kề nhau. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất lumen hoặc rãnh ở điểm tiếp xúc giữa hai tấm liền kề nhau, lumen hoặc rãnh để nhận đường ống. Theo một số phương án, các tấm liền kề nhau cách nhau bởi chi tiết nối. Theo một số phương án, chi tiết nối có lumen hoặc rãnh để nhận đường ống. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất khoang đốt giữa hai tấm liền kề nhau. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất một hoặc nhiều bộ phân phối để phân phối nhiên liệu và chất oxy hóa đến khoang đốt gần nhiều tấm. Theo một số phương án, một hoặc nhiều bộ phân phối bao gồm bộ phân phối thứ nhất để phân phối nhiên liệu và bộ phân phối thứ hai để phân phối chất oxy hóa. Theo một số phương án, việc trộn nhiên liệu và chất oxy hóa diễn ra trong khoang đốt. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 23 đến 39, trong đó bề mặt xúc tác bao gồm diện tích HOC và diện tích ORC có tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1. Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích HOC so với diện tích ORC là khoảng 20:3. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất thiết bị gia nhiệt trước ngược dòng với và tiếp xúc nhiệt với lò phản ứng, để gia nhiệt trước môi trường trao đổi nhiệt hoặc hỗn hợp nhiên liệu. Theo một số phương án, môi trường trao đổi nhiệt chứa nước. Theo một số phương án, việc truyền năng lượng đến nước gây bay hơi để tạo ra hơi nước. Theo một số phương án, phần tử gia nhiệt là môđun.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất hệ thống đốt cháy có xúc tác bao gồm một hoặc nhiều lò phản ứng hoặc buồng đốt có xúc tác như được mô tả ở đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ kèm theo sau đây.

Fig.1A là giản đồ minh họa bề mặt xúc tác thể hiện pha liên tục bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro và pha không liên tục bao gồm chất xúc tác khử oxy.

Fig.1B là giản đồ minh họa bề mặt xúc tác thể hiện pha liên tục bao gồm chất xúc

tác oxy hóa hydro và pha không liên tục bao gồm chất xúc tác khử oxy trong đó tổng diện tích của pha không liên tục là giống như được thể hiện trên Fig.1A nhưng có đường bao giữa các bề mặt lớn hơn.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa quy trình phủ chế phẩm xúc tác theo một phương án của sáng chế.

Fig.3 là hình chiếu phối cảnh của mặt cắt bộ trao đổi nhiệt theo một phương án của sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa quy trình gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt theo một phương án của sáng chế.

Fig.5A là giản đồ minh họa các hạt xúc tác được phun lên trên cơ chất.

Fig.5B là giản đồ minh họa chất xúc tác được mạ điện lên trên cơ chất theo một phương án của sáng chế.

Fig.6A là ảnh SEM thể hiện sự có mặt của paladi và thiếc trên cơ chất đã được bao theo một phương án của sáng chế.

Fig.6B là ảnh SEM thể hiện sự có mặt của paladi trên cơ chất đã được bao theo một phương án của sáng chế.

Fig.6C là ảnh SEM thể hiện sự có mặt của paladi và thiếc trên cơ chất đã được bao theo một phương án của sáng chế.

Fig.7 là đồ thị thể hiện nhiệt độ của hệ thống hoạt động theo phương pháp theo một phương án của sáng chế.

Fig.8 là hình chiếu phối cảnh của mặt cắt bộ trao đổi nhiệt theo một phương án của sáng chế. Một cặp đầu vào nhiên liệu và chất oxy hóa được thể hiện.

Fig.9 là mặt cắt ngang của phần tử gia nhiệt theo phương án của bộ trao đổi nhiệt nêu trên Fig.8.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong toàn bộ bản mô tả sau đây các chi tiết cụ thể được nêu để người có hiểu biết

trung bình trong lĩnh vực này hiểu thấu đáo hơn. Tuy nhiên, các chi tiết đã biết rõ có thể không cần phải thể hiện hoặc mô tả chi tiết để tránh gây khó hiểu không cần thiết. Do đó, bản mô tả và hình vẽ được xem xét với ý nghĩa tham khảo, hơn là giới hạn.

Chế phẩm xúc tác

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC). Chế phẩm xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, HOC là vật liệu mà trên bề mặt của nó hydro phân tử phân ly thành gốc hydro. Theo một số phương án, HOC là kim loại quý. Theo một số phương án, kim loại quý là paladi hoặc bạch kim. Theo một số phương án, kim loại quý là paladi.

Theo một số phương án, ORC là vật liệu mà trên bề mặt của nó oxy phân tử phân ly thành gốc oxy. Theo một số phương án, ORC là sắt, kẽm, bạc, đồng, thiếc, oxit của chúng, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo một số phương án, ORC là SnO_2 .

Theo một số phương án, khi đưa hydro phân tử và oxy phân tử vào chế phẩm xúc tác, HOC gây ra sự phân ly hydro phân tử thành gốc hydro và ORC gây ra sự phân ly của oxy phân tử thành gốc oxy. Sự di chuyển hai trong số các gốc hydro đến một trong số các gốc oxy ở bề mặt xúc tác gây ra sự tạo thành nước. Tổng thể phản ứng là tỏa nhiệt và có thể được coi là quá trình đốt cháy có xúc tác của hydro. Năng lượng giải phóng bởi quá trình đốt cháy hydro có xúc tác có thể được khai thác cho các mục đích khác. Theo một số phương án, năng lượng giải phóng bởi phản ứng này được sử dụng để gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt. Theo các phương án khác, năng lượng giải phóng bởi phản ứng này được chuyển hóa thành công.

Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác làm giảm năng lượng hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro sao cho phản ứng này xảy ra ở nhiệt độ thấp. Ví dụ, năng lượng hoạt hóa phản ứng có thể được hạ thấp sao cho phản ứng này xảy ra ở nhiệt độ dưới 140°C , 100°C , 50°C , 30°C , 20°C , 15°C , hoặc thậm chí dưới 10°C . Theo một số phương án, phản ứng đốt cháy hydro xảy ra trên bề mặt chất xúc tác không đốt cháy hydro phân tử lượng lớn. Theo các phương án này, quá trình đốt cháy có xúc tác là quá trình đốt cháy có xúc

tác không có ngọn lửa.

Theo một số phương án, HOC và ORC được xác lập để có đường bao giữa các bề mặt cao. Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC so với diện tích bề mặt của ORC nằm trong khoảng từ 9:1 đến 4:1. Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC so với diện tích bề mặt của ORC là khoảng 20:3. Theo một số phương án, các tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC và ORC này mang lại đường bao giữa các bề mặt và lượng vật liệu xúc tác đủ để làm giảm phản ứng hoạt hóa sao cho phản ứng đốt cháy hydro có thể xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn.

Theo một số phương án, tham khảo Fig.1A và Fig.1B, trên bề mặt của chất xúc tác 100, HOC tạo ra diện tích bề mặt liên tục 110 và ORC tạo ra diện tích bề mặt không liên tục 120. Theo một số phương án, HOC và ORC được xác lập để làm tăng tổng đường bao giữa các bề mặt giữa diện tích bề mặt liên tục và diện tích bề mặt không liên tục. Ví dụ, việc làm giảm kích thước của mỗi diện tích bề mặt không liên tục 120' trong khi làm tăng số lượng diện tích bề mặt không liên tục sẽ làm tăng tổng đường bao giữa các bề mặt đối với cùng tổng diện tích bề mặt không liên tục.

Khi năng lượng hoạt hóa cho phản ứng đốt cháy hydro có xúc tác được hạ xuống sao cho phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thấp, ví dụ, ở nhiệt độ phòng, phản ứng có thể được bắt đầu chủ yếu bằng cách đưa hydro và oxy đến chế phẩm xúc tác mà không đòi hỏi việc gia nhiệt trước hoặc bước khởi động khác. Bằng cách loại bỏ bước gia nhiệt trước, mức độ phức tạp và chi phí của hệ thống đốt cháy hydro có xúc tác có thể được giảm đi. Hơn nữa, việc gia nhiệt trước mang lại khả năng rủi ro của quá trình đốt cháy hydro sớm ngoài ý muốn, điều này có thể gây giảm hiệu suất hoặc vấn đề an toàn.

Điều chế chất xúc tác

Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác được điều chế theo phương pháp như được mô tả sau đây. Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác được tạo ra bằng cách mạ điện.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp 200 để điều chế chế phẩm xúc tác. Xem Fig.2, quy trình này bao gồm việc cung cấp cơ chất ở bước 202. Ở bước 208,

chế phẩm xúc tác được phủ lên cơ chất để tạo ra bề mặt xúc tác. Chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC). Bề mặt xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác bao gồm diện tích HOC và diện tích ORC. Theo một số phương án, bề mặt xúc tác bao gồm diện tích HOC và diện tích ORC có mặt với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1. Theo một số phương án, tỷ lệ diện tích HOC và diện tích ORC là khoảng 20:3.

Theo một số phương án, cơ chất có khả năng chống lại sự hóa giòn bởi hydro. Theo một số phương án, cơ chất là grafit, gốm, thép không gỉ austenit, nhôm, hợp kim nhôm, hoặc hợp kim đồng. Theo một số phương án, cơ chất là grafit, gốm, thép không gỉ austenit, hoặc hợp kim đồng. Theo một số phương án, cơ chất là grafit hoặc thép không gỉ austenit. Theo một số phương án, cơ chất là grafit. Theo một số phương án, cơ chất là thép không gỉ 316. Theo một số phương án, cơ chất là chất dẫn nhiệt. Sự dẫn nhiệt qua cơ chất có thể làm giảm sự giữ nhiệt ở vị trí phản ứng, bằng cách đó làm giảm sự hình thành các điểm tỏa nhiệt.

Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm phủ HOC ở bước 208A, và phủ ORC ở bước 208B. Theo một số phương án, HOC được phủ trước khi phủ ORC. Theo một số phương án, ORC được phủ trước khi phủ HOC. Theo một số phương án, HOC và ORC được phủ trong một bước. Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm việc phủ ngoài cơ chất bằng HOC, ORC, hoặc cả hai. Theo một số phương án, việc phủ ngoài bao gồm mạ điện hoặc phủ vật liệu xúc tác nóng chảy lên cơ chất. Theo một số phương án, việc phủ ngoài bao gồm mạ điện.

Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác dẫn đến sự tạo thành bề mặt bảo vệ. Ví dụ, theo một số phương án, chế phẩm xúc tác ức chế sự oxy hóa cơ chất. Như vậy, theo một số phương án việc phủ chất xúc tác có thể cho phép việc sử dụng một khoảng rộng hơn các vật liệu cơ chất.

Theo một số phương án, việc phủ chế phẩm xúc tác bao gồm phủ tiền chất hoặc lớp mạ lót. Theo một phương án, việc phủ tiền chất bao gồm phủ lớp nền trước khi phủ

ché phẩm xúc tác. Theo một số phương án, lớp nền là lớp mạ lót. Như sử dụng ở đây, thuật ngữ “lớp mạ lót” để chỉ một lớp được phủ giữa cơ chất và chất xúc tác để tạo thuận lợi cho việc liên kết hoặc bám dính của chất xúc tác lên cơ chất. Theo một phương án, lớp mạ lót là niken. Theo các phương án khác, lớp mạ lót là đồng, kẽm, hoặc đồng. Theo các phương án này trong đó lớp mạ lót được phủ, quy trình này bao gồm một hoặc nhiều bước hoàn thiện bao gồm xử lý nhiệt.

Theo một số phương án, cơ chất có bề mặt có vân. Bề mặt có vân có thể mang lại độ bám dính cao của vật liệu xúc tác lên cơ chất. Vân của bề mặt làm cân bằng độ bám dính của vật liệu xúc tác lên cơ chất với độ dẫn nhiệt và các đòi hỏi về cấu trúc. Theo một số phương án, bề mặt cơ chất có độ nhám R_a khoảng $12,5\mu m$ hoặc mức độ nhám theo ISO là N10.

Theo một số phương án, cơ chất được làm nhám tại bước 204 trước khi phủ vật liệu xúc tác bất kỳ để tạo ra vân mong muốn. Theo một số phương án, cơ chất được làm nhám bằng quy trình cơ học, như đánh giấy ráp, phun cát đánh sạch, giũa, vạch dầu làm xước, và cán lăn vân.

Theo một số phương án, cơ chất được làm sạch tại bước 206 trước khi hoặc trong khi phủ vật liệu xúc tác bất kỳ. Việc làm sạch sẽ loại bỏ tạp chất bề mặt khỏi cơ chất để làm tăng độ bám dính của vật liệu xúc tác. Theo một số phương án, tạp chất bề mặt bao gồm dầu bôi trơn, cản từ việc xử lý nhám cơ học, hoặc cả hai. Theo một số phương án, việc làm sạch này bao gồm làm sạch bằng điện phân, rửa bằng dung môi, hoặc cả hai. Theo một số phương án, việc làm sạch bao gồm làm sạch bằng hóa học, làm sạch bằng siêu âm, hoặc cả hai.

Theo một phương án được ưu tiên, lớp nền được phủ 207 lên cơ chất trước khi phủ chế phẩm xúc tác 208. Theo một số phương án, lớp nền là lớp mạ nền niken. Theo một phương án, lớp mạ nền niken được phủ kiểu điện phân bằng cách sử dụng muối $NiCl$ trong dung môi Axit Boric ở độ sâu nằm trong khoảng từ 100 đến 500 micron, ở điện áp 3-10V và dòng điện 2-5A. Lớp phủ cơ chất được kiểm tra bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM - Scanning Electron Microscope)/tia X phân tán năng lượng (EDX - Energy

Dispersive Xray). Tốt hơn là, một lớp phủ mịn, liên tục của lớp nền được phủ lên cơ chất có mức phủ lớn hơn 80% cơ chất, lớn hơn 90% cơ chất, lớn hơn 95% cơ chất, lớn hơn 99% cơ chất, hoặc 100% cơ chất. Lớp nền niken làm tăng kết dính của chất xúc tác lên cơ chất. Theo một phương án, lớp nền niken làm tăng độ bám dính của HOC với cơ chất thép không gỉ, do lớp nền niken có ái lực hoặc sự kết dính mạnh với cả cơ chất thép không gỉ và HOC. Theo một số phương án, lớp nền niken làm tăng mạnh độ bám dính của chất xúc tác với tâm phân tử gia nhiệt của lò phản ứng và làm tăng độ bền của vật liệu.

Theo các phương án khác, việc phủ HOC 208A bao gồm phủ ngoài cơ chất trực tiếp bằng chất xúc tác. Theo một số phương án, việc phủ ngoài bao gồm mạ điện cơ chất bằng HOC. Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm đặt dòng điện vào cơ chất được nhúng trong dung dịch mạ điện HOC chứa muối của HOC và dung môi.

Theo một số phương án, việc phủ HOC bao gồm phủ ngoài cơ chất có lớp phủ ngoài lớp nền. Theo một phương án, lớp nền là niken. Theo một số phương án, việc phủ ngoài bao gồm mạ điện cơ chất đã được phủ ngoài lớp nền bằng HOC. Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm việc đặt dòng điện vào cơ chất đã được phủ ngoài lớp nền được nhúng trong dung dịch mạ điện HOC bao gồm muối của HOC và dung môi.

Theo một số phương án, muối của HOC là muối amoni hoặc clorua. Theo một số phương án, muối của HOC là amoni paladi clorua hoặc paladi clorua. Theo một số phương án, muối là paladi clorua. Theo một số phương án, muối của HOC có mặt với nồng độ nằm trong khoảng từ 5mM đến khoảng 15mM. Theo một số phương án, muối của HOC có mặt với nồng độ nằm trong khoảng từ 7mM đến khoảng 10mM. Theo một số phương án, muối của HOC có mặt với nồng độ khoảng 8,8mM.

Theo một số phương án, dung môi bao gồm dung dịch amoniac.

Theo một số phương án, dung dịch mạ điện HOC bao gồm chất dẫn. Theo một số phương án, chất dẫn bao gồm NaCl.

Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm đặt điện áp nằm trong khoảng từ 5V đến khoảng 32V. Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm đặt dòng điện nằm trong khoảng từ 0,3A đến khoảng 3A. Theo một số phương án, việc mạ điện được thực

hiện trong khoảng 15 phút.

Theo một số phương án, độ dày của HOC được phủ lên cơ chất nằm trong khoảng từ $100\mu\text{m}$ đến khoảng $1000\mu\text{m}$. Theo một số phương án, độ dày của HOC được phủ lên cơ chất là khoảng $250\mu\text{m}$.

Theo một số phương án, sau khi mạ điện HOC, cơ chất được xử lý để ổn định HOC. Theo một số phương án, việc xử lý ổn định bao gồm việc gia nhiệt cơ chất có HOC được mạ điện trên đó. Theo một số phương án, việc gia nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ khoảng 100°C .

Theo một số phương án, việc phủ ORC 208B bao gồm phủ ngoài cơ chất. Theo một số phương án, việc phủ ORC bao gồm việc phủ trực tiếp ORC lên cơ chất. Theo các phương án khác, việc phủ ORC bao gồm việc phủ ORC cho cơ chất đã được bao HOC. Theo một số phương án, việc phủ ngoài bao gồm việc mạ điện cơ chất bởi ORC. Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm đặt dòng điện vào cơ chất được nhúng trong dung dịch mạ điện ORC chứa muối của ORC và dung môi.

Theo một số phương án, muối của ORC là muối clorua. Theo một số phương án, muối của ORC là thiếc clorua. Theo một số phương án, muối của ORC có mặt với nồng độ nằm trong khoảng từ 5mM đến khoảng 10mM . Theo một số phương án, muối của ORC có mặt với nồng độ khoảng $6,6\text{mM}$.

Theo một số phương án, muối được tạo ra bằng cách hòa tan tiền chất của muối ORC trong dung môi. Theo một số phương án, tiền chất của muối ORC là oxit. Theo một số phương án, oxit là SnO_2 .

Theo một số phương án, dung môi bao gồm axit clohydric. Theo một số phương án, dung dịch mạ điện ORC được điều chế bằng cách hòa tan SnO_2 trong HCl . Theo một số phương án, dung dịch mạ điện ORC được điều chế bằng cách hòa tan 1g SnO_2 trong 800mL HCl 32%.

Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm đặt điện áp nằm trong khoảng 5V đến khoảng 32V . Theo một số phương án, việc mạ điện bao gồm đặt dòng điện nằm trong

khoảng 0,3A đến khoảng 3A. Theo một số phương án, việc mạ điện được thực hiện trong khoảng 7 phút.

Theo một số phương án, độ dày của ORC được phủ lên cơ chất nằm trong khoảng từ 100 μ m đến khoảng 1000 μ m. Theo một số phương án, độ dày của ORC được phủ lên cơ chất là khoảng 250 μ m.

Theo một số phương án, cơ chất được kiểm tra sau khi phủ HOC hoặc ORC để khẳng định mức độ phủ của HOC hoặc ORC. Theo một số phương án, cơ chất được kiểm tra bằng SEM/EDX. Theo một số phương án, nếu chưa đạt được mức độ phủ đủ, thực hiện việc phủ HOC hoặc ORC lần nữa. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt (được mô tả sau đây) gây giảm mức độ phủ của ORC so với HOC. Ví dụ, trong khi lên đến 40% bề mặt cơ chất có thể được bao phủ bởi ORC sau khi phủ nó (tức là tỷ lệ diện tích HOC với diện tích ORC là 6:4), chỉ 30% bề mặt có thể được phủ bởi ORC sau khi xử lý nhiệt. Việc kiểm tra trước khi xử lý nhiệt có thể sử dụng để xác định liệu mức độ phủ khi xử lý nhiệt sơ bộ ORC có đủ để thu được mức độ phủ sau xử lý nhiệt ORC mong muốn hay không. Như vậy, theo một số phương án, tỷ lệ bao phủ đích giữa ORC và HOC là cao hơn sau khi phủ chất xúc tác vật liệu so với sau khi xử lý nhiệt.

Bề mặt đã được phủ ngoài hoặc mạ điện bằng HOC, ORC, hoặc hỗn hợp của chúng, có thể thể hiện sự hình thành điểm tỏa nhiệt khi trải qua quá trình đốt cháy có xúc tác ít hơn khi so sánh bề mặt có các hạt hoặc hạt chất xúc tác được phủ trên đó. Không vượt ngoài giới hạn lý thuyết, và tham khảo Fig.5A và Fig.5B, tin rằng việc phủ chất xúc tác dạng hạt hoặc hạt 510 tạo ra các vùng tiếp xúc tương đối nhỏ với cơ chất bên dưới 520. Ngược lại, việc mạ điện vật liệu chất xúc tác khiến hình thành lớp HOC mỏng 530 và ORC 540 được phủ lên lớp HOC này, tại đó nhiệt được truyền dễ dàng lên cơ chất. Khi hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa được đưa vào bề mặt chất xúc tác, nhiên liệu trải qua quá trình đốt cháy trong đó nhiệt được giải phóng. Nếu nhiệt không được truyền đi khỏi chất xúc tác, có thể tạo ra các “điểm tỏa nhiệt” cục bộ, và có thể gây tan mòn chất xúc tác khỏi bề mặt, hoặc việc đánh lửa hỗn hợp nhiên liệu có thể gây cháy hoặc nổ. Bằng cách tăng vùng tiếp xúc giữa chất xúc tác và cơ chất bên dưới, nhiệt có thể được truyền hiệu quả đi khỏi chất xúc tác, làm giảm sự hình thành điểm tỏa nhiệt. Sự phân

bổ nhiệt đồng đều hơn có thể cho phép nhiệt độ hoạt động hữu dụng hơn.

Theo một số phương án, cơ chất có HOC và ORC được phủ trên đó được đưa vào một hoặc nhiều bước hoàn thiện ở bước 210. Theo một số phương án, một hoặc nhiều bước hoàn thiện bao gồm xử lý nhiệt. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt diễn ra trong điều kiện không khí hoặc N₂. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt diễn ra trong điều kiện không khí. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt được thực hiện sau khi phủ HOC lên cơ chất, việc phủ ORC lên cơ chất, hoặc cả hai. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt bao gồm xử lý nhiệt HOC và xử lý nhiệt ORC.

Theo một số phương án, xử lý nhiệt HOC được thực hiện sau khi xử lý độ ổn định. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt HOC được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng 800°C đến 1200°C. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt HOC được thực hiện ở nhiệt độ khoảng 900°C. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong khoảng 30 phút đến khoảng 4 giờ. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong khoảng một giờ. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt khiến tiền chất HOC được phủ lên cơ chất. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt gây tiền chất HOC lên lớp nền.

Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt ORC được thực hiện sau khi xử lý độ ổn định. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt ORC được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng 200°C đến 600°C. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt ORC được thực hiện ở nhiệt độ khoảng 400°C. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt được thực hiện nằm trong khoảng từ 30 phút đến khoảng 4 giờ. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong khoảng một giờ.

Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt hoạt hóa hoặc làm tăng hoạt tính xúc tác của HOC, ORC, hoặc cả hai. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt hoạt hóa hoặc làm tăng hoạt tính của ORC. Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt gây canxi hóa HOC, ORC, hoặc cả hai. Theo một số phương án, tiền chất ORC được phủ và việc xử lý nhiệt gây hình thành ORC, như bằng cách chuyển hóa tiền chất ORC thành ORC.

Theo một số phương án, thiếc được phủ lên cơ chất, và việc xử lý nhiệt gây hình thành thiếc oxit.

Lò phản ứng

Tham khảo Fig.3, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất lò phản ứng 300. Theo một phương án, lò phản ứng là bộ trao đổi nhiệt. Lò phản ứng 300 bao gồm đường ống 310 có đầu vào 312 để nhận vật liệu lỏng thứ nhất và đầu ra 314; và lớp vỏ 330 bao quanh đường ống 310 có đầu vào 332 để nhận vật liệu lỏng thứ hai và đầu ra 334. Một trong số vật liệu lỏng thứ nhất và vật liệu lỏng thứ hai là hỗn hợp nhiên liệu. Vật liệu còn lại trong số vật liệu lỏng thứ nhất và vật liệu lỏng thứ hai là môi trường trao đổi nhiệt. Đường ống 310 bao gồm phần tử gia nhiệt 316 đã được xử lý trên đó chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC). Phần tử gia nhiệt 316 được tạo cấu hình để gây ra quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu và truyền năng lượng giải phóng bởi quá trình đốt cháy có xúc tác đến môi trường trao đổi nhiệt. Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác giảm thấp năng lượng hoạt hóa của quá trình đốt cháy có xúc tác sao cho nó xảy ra ở nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác là chế phẩm xúc tác như được mô tả ở trên. Theo một số phương án, phần tử gia nhiệt 316 bao gồm cơ chất có HOC và ORC được phủ trên đó. Theo một số phương án, HOC và ORC được phủ lên cơ chất bằng phương pháp như được mô tả trên. Theo một số phương án, tỷ lệ của HOC với ORC nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1 theo diện tích bề mặt. Theo một số phương án, tỷ lệ của HOC với ORC là khoảng 20:3 theo diện tích bề mặt.

Theo một số phương án, hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa. Theo một số phương án, nhiên liệu bao gồm hydro, nhiên liệu hydrocarbon, hoặc hỗn hợp của chúng. Theo một số phương án, nhiên liệu hydrocarbon là nhiên liệu hydrocarbon tái sinh, như diezen sinh học, khí lên men, hoặc nhiên liệu tảo. Theo một số phương án, nhiên liệu là hydro. Theo một số phương án, chất oxy hóa bao gồm oxy, không khí giàu oxy hoặc không khí. Theo một số phương án, chất oxy hóa là oxy.

Theo một số phương án, đầu vào nhận hỗn hợp nhiên liệu bao gồm đầu vào nhiên liệu và đầu vào chất oxy hóa. Theo cách này, hỗn hợp nhiên liệu không cần được trộn trước. Bằng cách đưa các thành phần của hỗn hợp nhiên liệu vào lò phản ứng, chế phẩm

hỗn hợp nhiên liệu có thể được kiểm soát tốt hơn. Thay đổi bất kỳ lên chế phẩm hỗn hợp nhiên liệu được đưa vào lò phản ứng được thực hiện nhanh hơn giảm thiểu thấp nhất sự vận chuyển trễ. Hơn nữa, không có chất oxy hóa có mặt trong nhiên liệu, việc vận chuyển nhiên liệu và chất oxy hóa riêng biệt có thể tương đối an toàn hơn việc vận chuyển hỗn hợp nhiên liệu.

Theo một số phương án, môi trường trao đổi nhiệt bao gồm nước hoặc heli. Theo một số phương án, môi trường trao đổi nhiệt bao gồm hoặc là nước. Theo các phương án này, quá trình đốt cháy có xúc tác của hỗn hợp nhiên liệu làm nóng nước. Theo một số phương án, nước này được gia nhiệt để tạo ra hơi nước. Hơi nước sinh ra bởi bộ trao đổi nhiệt 300 có thể được sử dụng cho các mục đích khác nhau. Ví dụ, hơi nước có thể được sử dụng để chạy tuabin để tạo ra điện, để sinh ra năng lượng trong các ứng dụng sinh nhiệt khu vực, hoặc trong các ứng dụng khác cần hơi nước.

Theo một số phương án, ít nhất một phần của phần tử gia nhiệt 316 được tích hợp với bề mặt của đường ống 310. Theo một số phương án, ít nhất một phần của phần tử gia nhiệt 316 được gắn với bề mặt của đường ống 310.

Theo một số phương án, phần tử gia nhiệt 316 bao gồm nhiều lá tản nhiệt 318. Việc bổ sung các lá tản nhiệt có thể làm tăng diện tích bề mặt trên đó có thể xảy ra quá trình đốt cháy hydro có xúc tác. Theo một số phương án, một hoặc nhiều lá tản nhiệt được lượn sóng hoặc có hình dạng gấp rẻ quạt để làm tăng hơn nữa diện tích bề mặt. Theo một số phương án, nhiều lá tản nhiệt 318 được gắn với đường ống 310. Sự kết dính lá tản nhiệt thuận lợi cho sự truyền nhiệt, ví dụ qua sự dẫn nhiệt, từ các lá tản nhiệt 318 đến đường ống 310 và vật liệu bất kỳ tiếp xúc với nó. Ví dụ, khi quá trình đốt cháy có xúc tác của hỗn hợp nhiên liệu xảy ra trên bề mặt của lá tản nhiệt 318, nhiệt giải phóng bởi phản ứng có thể được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt qua đường ống 310.

Theo một số phương án, lò phản ứng 300 bao gồm bộ phân phối 320 để phân phối hỗn hợp nhiên liệu đến gần phần tử gia nhiệt 316. Việc phân bố hỗn hợp nhiên liệu đến phần tử gia nhiệt 316 có thể đưa hydro chưa đốt cháy tốt hơn đến bề mặt của phần tử gia nhiệt 316. Theo một số phương án, bộ phân phối 320 được nối thông chất lỏng với đầu

vào (312 hoặc 332) nhận hỗn hợp nhiên liệu. Theo một số phương án, bộ phân phối 320 bao gồm nhiều đường ống có móc, mỗi đường ống tạo ra các cửa để phân phối hỗn hợp nhiên liệu đến phân tử gia nhiệt 316. Theo một số phương án, bộ phân phối 320 thay đổi chế phẩm hỗn hợp nhiên liệu được phân phối đến các vùng khác nhau của phân tử gia nhiệt 316 sao cho mỗi vùng được cung cấp hỗn hợp nhiên liệu cá thể hóa. Ví dụ, mỗi ống trong số nhiều đường ống có thể phân phối một hỗn hợp nhiên liệu độc lập.

Theo một số phương án, đường ống 310 bao gồm nhiều ống 322. Theo cách này, tốc độ truyền nhiệt đến môi trường trao đổi nhiệt tăng lên bằng cách tối đa tỷ lệ diện tích bề mặt với thể tích. Theo một số phương án, các ống 322 được bố trí theo bố trí một chiều bằng cách đó chất lưu nhận được ở một đầu của đường ống 310 được dẫn đến đầu khác. Theo một số phương án, các ống được bố trí theo cách bố trí đa chiều bằng cách đó chất lưu nhận được ở một đầu của đường ống được dẫn đến đầu khác và quay trở lại đầu đầu tiên, và tùy chọn nhiều chiều hơn.

Theo một số phương án, đường ống 310 nhận môi trường trao đổi nhiệt và lớp vỏ 330 nhận hỗn hợp nhiên liệu. Theo các phương án này, phân tử gia nhiệt 316 được đặt trên phía bên ngoài của đường ống 310 và tiếp xúc với thể tích bên trong của lớp vỏ 330. Nhiệt sinh ra bởi quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt đặt bên trong đường ống 310.

Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu gây tăng nhiệt lớp vỏ 330. Theo một số phương án, thiết bị gia nhiệt trước 340 tiếp xúc với bề mặt ngoài của lớp vỏ 330 truyền nhiệt giải phóng bởi quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu đến hỗn hợp nhiên liệu hoặc môi trường trao đổi nhiệt trước khi đưa nó vào trong đường ống 310 hoặc lớp vỏ 330. Theo một số phương án, thiết bị gia nhiệt trước 340 được đặt ngược dòng với đường ống 310 và gia nhiệt trước môi trường trao đổi nhiệt trước khi đưa nó vào trong đường ống ngược dòng 310. Theo một số phương án, môi trường trao đổi nhiệt được gia nhiệt đến nhiệt độ khoảng 90°C trước khi đưa nó vào trong đầu vào.

Theo một số phương án, nhiệt liệu chưa phản ứng trong hỗn hợp nhiên liệu được

tuần hoàn lại vào trong bộ trao đổi nhiệt. Việc tuần hoàn lại nhiên liệu này làm giảm lượng nhiên liệu không đốt cháy mà phải xử lý hoặc bảo quản. Theo một số phương án, bình ngưng xuôi dòng (không thể hiện) loại bỏ nước khỏi sản phẩm đốt cháy. Bằng cách loại nước khỏi sản phẩm đốt cháy, nhiên liệu tuần hoàn lại có thể chứa ít chất tán nhiệt hơn. Chất tán nhiệt có thể gây giảm nhiệt độ hoạt động hoặc làm tăng sự gây ngưng tụ trên bề mặt xúc tác, điều này làm giảm hoặc ức chế quá trình đốt cháy.

Theo một số phương án mà nhiên liệu là hydro, các thành phần được chế tạo để tiếp xúc với nó được cấu tạo từ vật liệu chống lại sự hóa giòn bởi hydro. Ví dụ, vật liệu chống lại sự hóa giòn bởi hydro bao gồm thép không gỉ austenit, đồng, hợp kim đồng, nhôm, hợp kim nhôm, và gốm.

Theo một số phương án trong đó lớp vỏ 330 nhận hỗn hợp nhiên liệu, bên trong của lớp vỏ được bao bởi vật liệu phản chiếu để làm giảm hoặc tối thiểu hóa sự mất nhiệt do bức xạ. Theo một số phương án, bộ trao đổi nhiệt bao gồm lớp cách nhiệt bao quanh lớp vỏ. Theo một số phương án, lớp cách nhiệt là bong thủy tinh.

Tham khảo Fig.8, sáng chế đề xuất phương án khác về lò phản ứng 800 có sự truyền dẫn nhiệt tăng. Theo một số phương án, sự chạy uốn lượn ở giữa của phần tử gia nhiệt và đường ống vật liệu lỏng thứ nhất và thứ hai cho phép truyền nhiệt tốt hơn cũng như nâng quy mô với các thể tích lớn hơn của vật liệu lỏng và nhiên liệu.

Lò phản ứng 800 bao gồm đường ống 810 có đầu vào 812 để nhận vật liệu lỏng thứ nhất và đầu ra 814. Đường ống 810 được nối với phần tử gia nhiệt 816, đã được xử lý trên đó chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC). Phần tử gia nhiệt 816 được tạo cấu hình gây quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu và truyền năng lượng giải phóng bởi quá trình đốt cháy có xúc tác đến môi trường trao đổi nhiệt. Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác hạ thấp năng lượng hoạt hóa quá trình đốt cháy có xúc tác sao cho nó xảy ra ở nhiệt độ thấp. Đường ống 810 và phần tử gia nhiệt 816 được đặt trong khoang phản ứng bao quanh bởi lớp vỏ 830. Lớp vỏ 830 có một hoặc nhiều đầu vào để nhận vật liệu lỏng thứ hai. Theo một phương án, vật liệu lỏng thứ nhất là môi trường trao đổi nhiệt, và vật liệu lỏng thứ hai là nhiên liệu và

chất oxy hóa. Theo một số phương án, vật liệu lỏng thứ hai là hỗn hợp của nhiên liệu và chất oxy hóa. Theo các phương án được ưu tiên, nhiên liệu và chất oxy hóa được nhận riêng biệt, và không trộn trước. Theo một số phương án, nhiên liệu là hỗn hợp của một hoặc nhiều kiểu nhiên liệu khác nhau.

Theo một phương án, lớp vỏ có một cặp đầu vào 832a, 832b để nhận hỗn hợp nhiên liệu vào trong khoang phản ứng. Theo một số phương án, vật liệu lỏng thứ hai bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa. Một trong các đầu vào 832a, 832b là để nhận nhiên liệu, và đầu còn lại để nhận chất oxy hóa. Theo một số phương án, nhiên liệu là nhiên liệu như được mô tả trên. Theo một số phương án, môi trường trao đổi nhiệt là môi trường trao đổi nhiệt như được mô tả trên.

Theo một số phương án, chế phẩm xúc tác là chế phẩm xúc tác như được mô tả trên. Tham khảo Fig.9, Theo một số phương án, phần tử gia nhiệt 816 bao gồm nhiều tấm nằm ngang 950a, 950b, 950c có HOC và ORC được phủ trên đó. Theo một số phương án, HOC và ORC được phủ lên các tấm bằng phương pháp như được mô tả trên. Theo một số phương án, tỷ lệ của HOC so với ORC nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1 theo diện tích bề mặt. Theo một số phương án, tỷ lệ của HOC so với ORC là khoảng 20:3 theo diện tích bề mặt.

Theo một số phương án, phần tử gia nhiệt 816 bao gồm nhiều tấm bao gồm tấm lượn sóng. Theo một số phương án, một số tấm trong nhiều tấm là lượn sóng. Theo một số phương án, nhiều tấm lượn sóng được xếp chồng lên nhau. Theo một số phương án, đường ống 810 được đặt cạnh với vị trí một tấm tiếp xúc với một tấm khác.

Theo một số phương án, mỗi tấm có hình dạng mặt cắt ngang bao gồm các gờ nổi xen kẽ 952 và máng 954. Ví dụ về hình dạng mặt cắt ngang bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở: sóng hình sin, hình zig zag, cong, hình tràng hoa, và hình răng cưa. Theo các phương án được ưu tiên, mỗi tấm được gắn với tấm liền kề bởi một hoặc nhiều điểm nối 956. Theo một số phương án, một hoặc nhiều điểm nối giữ cho các tấm liền kề nhau được đặt cách nhau. Theo một phương án, phía thứ nhất của điểm nối gắn với bề mặt trên cùng của gờ nổi của một tấm, và phía thứ hai của điểm nối gắn với bề mặt dưới cùng của máng

của tấm khác. Theo một số phương án, mỗi điểm nối kéo dài xuống hết chiều rộng của tấm và bao gồm lumen 958 để nhận đường ống 810. Theo một phương án, điểm nối được tạo ra từ hai chi tiết nối, mỗi chi tiết có kênh mở kéo dài trong đó một chi tiết nối được hàn với một tấm và chi tiết còn lại được hàn với tấm bên cạnh. Khi hai tấm được xếp chồng lên nhau, hai kênh mở kéo dài kết hợp để tạo ra lumen liên tục 958 để nhận đường ống 810. Theo các phương án khác, điểm nối có rãnh để nhận đường ống 810.

Theo một số phương án, nhiều tấm nằm ngang được xếp chồng lên nhau và giữ với nhau bằng cách sử dụng lực nén, được tạo ra, ví dụ, bằng êtô hoặc bulông. Theo một số phương án, nhiều tấm nằm ngang và điểm nối tất cả được giữ với nhau bằng cách sử dụng lực nén, ví dụ, được tạo ra bằng êtô hoặc bulông. Theo một phương án thay thế, nhiều tấm nằm ngang và điểm nối tất cả được hàn hoặc được gắn với nhau. Theo phương án khác nữa, nhiều tấm được hàn hoặc được gắn trực tiếp với nhau, mà không sử dụng điểm nối, và bao gồm lumen kéo dài trong đó các tấm liền kề nhau tiếp xúc hoặc được liên kết để nhận đường ống.

Theo một số phương án, nhiều tấm khi xếp chồng lên nhau có hình dạng mặt cắt ngang tổng thể là, ví dụ, hình lưới mắt cáo, tổ ong, hoặc hoạt tiết găm hoa.

Theo một phương án, phần tử gia nhiệt có nhiều tấm được xếp chồng lên nhau, mỗi tấm có kích thước khoảng 30mm x 400mm. Theo phương án khác, phần tử gia nhiệt có sáu tấm được xếp chồng lên nhau, mỗi tấm có kích thước khoảng 100mm x 200mm.

Theo một số phương án, đường ống 810 chạy uốn lượn xuyên qua các lumen của các điểm nối, tạo ra đường vòng 860 do đường ống kéo dài khỏi một lumen và xuyên qua lumen tiếp theo. Theo một số phương án, đường vòng 860 kéo dài quá khỏi chiều rộng của nhiều tấm. Theo một số phương án, đường ống được bố trí theo cách bố trí một chiều xuyên qua lumen mà bằng cách đó chất lỏng được nhận ở một đầu của lumen được dẫn đến đầu khác của lumen. Theo một số phương án, đường ống 810 được bố trí theo cách bố trí đa chiều xuyên qua lumen mà bằng cách đó chất lỏng được nhận ở một đầu của lumen được dẫn đến đầu khác và quay trở lại đầu đầu tiên, và tùy chọn cho nhiều chiều.

Theo một số phương án, nhiều tấm là phẳng và mỗi tấm được gắn với tấm bên cạnh

bởi nhiều điểm nối kéo dài kéo xuống hết chiều rộng của các tấm và giữ cho các tấm được đặt cách nhau. Theo phương án này, các điểm nối bao gồm lumen mà đường ống 810 chạy uốn lượn xuyên qua đó.

Theo một số phương án, mỗi đoạn 910 của đường ống kéo dài xuyên qua lumen được ngăn cách với đoạn tiếp theo bởi một khoảng cách “w”, trong đó w ít nhất là 10mm, ít nhất 20mm, ít nhất 30mm, tốt hơn là ít nhất 40mm. Theo một phương án w ít nhất là 42mm. Theo một số phương án, mỗi hàng của đường ống khi nó đan xen giữa cặp tấm được tách riêng với hàng tiếp theo bởi một khoảng cách “h”, trong đó h ít nhất là 10mm, ít nhất 15mm, ít nhất 20mm, tốt hơn là ít nhất 25mm. Theo một phương án, h ít nhất là 26mm.

Theo một số phương án, nhiều tấm được tích hợp với bề mặt của đường ống 810. Theo một số phương án, ít nhất một phần của nhiều tấm được gắn với bề mặt của đường ống 810.

Theo một số phương án, lò phản ứng 800 bao gồm bộ phân phối 820 để phân phối nhiên liệu và chất oxy hóa gần các tấm. Sự phân phối nhiên liệu và chất oxy hóa đến các tấm có thể đưa hydro chưa đốt cháy đến bề mặt của các tấm tốt hơn. Theo một số phương án, bộ phân phối 820 được nối thông chất lỏng với một hoặc nhiều đầu vào nhận nhiên liệu và chất oxy hóa. Bộ phân phối kéo dài xuống hết chiều rộng của các tấm qua một khoang rỗng 970 được tạo ra bởi gờ nổi của một tấm và máng của tấm khác. Theo một số phương án, bộ phân phối 820 bao gồm vòi phun để phân phối hỗn hợp nhiên liệu đến khoang rỗng 970 tạo ra giữa các tấm. Theo một số phương án, bộ phân phối 820 có nhiều vòi phun có kích cỡ bằng thay đổi theo chiều dài của bộ phân phối kéo xuống hết chiều rộng của các tấm. Theo một số phương án, kích cỡ của vòi phun theo chiều dài của bộ phân phối thay đổi để cho phép một mức độ cân bằng trong tốc độ chảy. Ví dụ, vòi phun ở gần phía đầu vào của bộ phân phối hơn sẽ nhỏ hơn vòi phun ở đầu của bộ phân phối xa nhất với đầu vào này. Các kích thước khác nhau cũng có thể có và đã được biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này.

Theo một số phương án, cặp bộ phân phối 920a, 920b được nối thông chất lỏng

với cặp đầu vào tương ứng 832a, 832b lần lượt nhận nhiên liệu và chất oxy hóa. Cả cặp bộ phân phối kéo dài qua khoang rỗng 970 được tạo ra bởi gờ nổi của một tấm và máng của tấm khác, bằng cách đó phân phối cả nhiên liệu và chất oxy hóa đến khoang rỗng 970. Theo một số phương án, một trong cặp bộ phân phối được đặt gần hơn hoặc gần như nằm trong phần khoang rỗng được tạo ra bởi gờ nổi 972, và bộ phân phối còn lại trong bộ phân phối được đặt gần hơn với hoặc gần như nằm trong phần khoang rỗng được tạo ra bởi máng 974. Theo một số phương án, cặp bộ phân phối 920a, 920b mỗi bộ có nhiều vòi phun có kích cỡ bằng hoặc thay đổi theo chiều dài của bộ phân phối kéo dài xuống hết chiều rộng của các đĩa. Các vòi phun dọc theo một trong các cặp bộ phân phối phù hợp về vị trí theo chiều dọc và đối diện vòi phun tương ứng của bộ phân phối còn lại của cặp bộ phân phối. Nhiên liệu và khí oxy hóa trộn rồi khi chúng gặp nhau đi từ ống cấp của bộ phân phối đối diện, tạo ra hỗn hợp nhiên liệu - chất oxy hóa sau đó sẽ cho tiếp xúc với bề mặt xúc tác bao quanh của các tấm. Một thuận lợi của việc đưa nhiên liệu và chất oxy hóa riêng biệt, và trộn chúng càng muộn càng tốt trong lò phản ứng là nó cho phép đốt cháy hiệu quả hơn, có mức xả chất thải tối thiểu và quá trình đốt cháy nhiên liệu tối đa.

Theo một số phương án, bộ phân phối có đường kính nằm trong khoảng từ 3-10mm, 5-8mm, 6-7mm, tốt hơn là 6,35mm. Theo một số phương án, vòi phun có khoảng cỡ nằm trong khoảng từ 0,1-2mm, 0,5-1,5mm, tốt hơn là 1mm. Các kích thước khác cũng có thể.

Theo một số phương án, lò phản ứng bao gồm hệ thống bộ phân phối hoặc nhiều cặp bộ phân phối để phân phối nhiên liệu và chất oxy hóa đến các khoang khác nhau tạo ra giữa các tấm. Theo các phương án được ưu tiên, mỗi khoang rỗng nhận một cặp bộ phân phối được nối thông chất lỏng với chính cặp đầu vào tương ứng của nó. Theo các phương án này, có nhiều cặp đầu vào và nhiều cặp bộ phân phối tương ứng. Theo một số phương án, bộ phân phối có một đầu mở được nối thông chất lỏng với đầu vào để nhận hỗn hợp nhiên liệu; và đầu kín. Theo cách này, hỗn hợp nhiên liệu được bơm qua đầu vào sau đó đi ra qua các vòi phun sử dụng như đầu ra. Theo một số phương án, mỗi cặp bộ phân phối có đầu mở và đầu kín, và vòi phun mà nhiên liệu và chất oxy hóa đi ra qua đó cho phép trộn mức độ cao của nhiên liệu và chất oxy hóa trước khi tiếp xúc với bề mặt

của các tấm. Theo phương án thay thế, bộ phân phối hoặc cặp bộ phân phối chạy uốn lượn qua các khoang khác nhau tạo ra giữa các tấm.

Theo một số phương án, lò phản ứng là đơn vị môđun có chính lớp vỏ của nó, phần tử gia nhiệt, đường ống của môi trường trao đổi nhiệt, và đầu vào nhiên liệu. Theo một phương án, hệ thống đốt cháy có xúc tác bao gồm nhiều lò phản ứng môđun. Theo một phương án, mỗi đơn vị lò phản ứng môđun có phần tử gia nhiệt với 30 tấm gia nhiệt, đường kính 400mm và dày khoảng 1mm. Theo một số phương án, hệ thống đốt cháy có xúc tác có nhiều hơn 3, nhiều hơn 5, nhiều hơn 10, hoặc nhiều hơn 20 đơn vị của lò phản ứng môđun. Theo một phương án, hệ thống đốt cháy có xúc tác có từ 4 đến 6 đơn vị của lò phản ứng môđun. Theo một phương án, các đơn vị của lò phản ứng môđun được lắp đặt theo kiểu chồng nhau. Cung cấp lò phản ứng ở dạng môđun có nhiều lợi điểm, bao gồm khả năng thay thế một môđun độc lập với phần còn lại, để bảo trì hoặc sửa chữa.

Theo một số phương án về hệ thống đốt cháy có xúc tác, đường ống là đường ống chuyên dụng cho mỗi đơn vị lò phản ứng môđun. Theo một số phương án, hệ thống đốt cháy có xúc tác có mạng lưới đường ống được bố trí song song hoặc liên tiếp để phân phối môi trường trao đổi nhiệt đến mỗi đơn vị lò phản ứng môđun. Theo một số phương án, khi hệ thống đốt cháy có xúc tác bao gồm các đơn vị lò phản ứng môđun được lắp đặt theo kiểu chồng nhau, đường ống được tạo cấu hình sao cho môi trường trao đổi nhiệt được đưa qua đầu vào của đường ống đặt ở phần đáy của lò phản ứng môđun, và đi ra qua đầu ra của đường ống đặt ở phần trên của lò phản ứng môđun. Đầu ra của đường ống của lò phản ứng môđun được xếp chồng thứ nhất được nối thông chất lỏng với đầu vào của đường ống của lò phản ứng môđun được xếp chồng thứ hai. Theo cách này, số lượng đơn vị lò phản ứng môđun trong hệ thống đốt cháy có xúc tác có thể thay đổi dựa trên kết quả mong muốn của môi trường trao đổi nhiệt từ đơn vị lò phản ứng môđun trên cùng.

Theo một số phương án, lò phản ứng được mô tả ở đây bao gồm nhiều phần tử gia nhiệt, mỗi chi tiết có nhiều tấm. Theo một số phương án, lò phản ứng được mô tả ở đây bao gồm phần tử gia nhiệt môđun, mỗi đơn vị môđun có nhiều tấm.

Sự trao đổi nhiệt

Trong bộ trao đổi nhiệt đã biết, môi trường nóng đặc trưng được cung cấp bên trong đường ống và bao quanh bởi môi trường lạnh để truyền nhiệt từ môi trường nóng sang môi trường lạnh. Để tối đa hóa quá trình đốt cháy nhiên liệu và cùng lúc tối đa hóa sự truyền nhiệt, lò phản ứng và bề mặt xúc tác cải tiến được phát triển như được mô tả ở đây, chúng có hiệu quả hơn khi môi trường lạnh (tức là môi trường trao đổi nhiệt) được cung cấp bên trong đường ống được bao quanh bởi môi trường nóng (tức là phần tử gia nhiệt được bao bởi chế phẩm xúc tác).

Hơn nữa khi bắt đầu khởi động bộ trao đổi nhiệt, sự mất nhiệt sớm do sự truyền dẫn nhiệt đến môi trường trao đổi nhiệt có thể làm giảm hiệu suất của phần tử gia nhiệt có chế phẩm xúc tác được phủ trên đó khi bắt đầu đốt cháy. Để tránh việc làm trễ đáng kể hoặc làm chậm sự tăng nhiệt độ ban đầu, lò phản ứng được mô tả ở đây cũng có lợi điểm là kiểm soát hiệu quả hơn sự mất nhiệt sớm trong khi khởi động, bằng sự chạy uốn lượn ở giữa đường ống giữa các tấm và lượn vòng đường ống quá khỏi chiều rộng của các tấm sao cho phần đường vòng không tiếp xúc với các tấm này.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp 400 để gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt như trình bày trên Fig.4. Tại bước 402, bề mặt xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC). Bề mặt xúc tác được điều chỉnh để làm giảm năng lượng hoạt hóa quá trình đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa sao cho quá trình đốt cháy xảy ra ở nhiệt độ thấp. Tại bước 404, hỗn hợp nhiên liệu được cung cấp đến bề mặt xúc tác. Tại bước 406, hỗn hợp nhiên liệu được đốt cháy trên bề mặt xúc tác. Tại bước 408, nhiệt sinh ra bởi quá trình đốt cháy có xúc tác được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt.

Theo một số phương án, HOC và ORC có mặt với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến khoảng 4:1 theo diện tích bề mặt. Theo một số phương án, HOC và ORC có mặt với tỷ lệ khoảng 20:3.

Theo một số phương án, hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa. Theo một số phương án, nhiên liệu bao gồm hydro, nhiên liệu hydrocarbon, hoặc hỗn hợp của chúng. Theo một số phương án, nhiên liệu hydrocarbon là nhiên liệu hydrocarbon tái

sinh, như diezen sinh học, khí lên men, hoặc nhiên liệu tảo. Theo một số phương án, nhiên liệu là hydro. Theo một số phương án, chất oxy hóa bao gồm oxy, không khí giàu oxy hoặc không khí. Theo một số phương án, chất oxy hóa là oxy.

Theo một số phương án, sản phẩm đốt cháy của quá trình đốt cháy có xúc tác bao gồm nước. Sự tích tụ nước trên bề mặt xúc tác làm giảm khả năng của bề mặt để xúc tác quá trình đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu. Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác xảy ra ở áp suất thấp. Áp suất thấp có thể làm giảm điểm sôi của nước. Điểm sôi thấp có thể làm giảm nước lỏng tích tụ trên bề mặt xúc tác bằng cách làm tăng tốc độ bay hơi của nước.

Theo một số phương án, việc cung cấp hỗn hợp nhiên liệu bao gồm điều biến chế phẩm hỗn hợp nhiên liệu. Theo một số phương án, việc cung cấp hỗn hợp nhiên liệu bao gồm pha khởi động 404A, pha hoạt động 404B hoặc cả hai.

Trong pha khởi động 404A, bề mặt xúc tác được đặt ở nhiệt độ ban đầu. Theo một số phương án, nhiệt độ ban đầu của bề mặt chất xúc tác là dưới 100°C , 50°C , 30°C , 20°C , 15°C , hoặc thậm chí dưới 10°C . Theo một số phương án, thành phần hỗn hợp nhiên liệu được cung cấp trong pha khởi động 404A là tương đối nhiều oxy. Hỗn hợp nhiên liệu tương đối nhiều oxy trải qua quá trình đốt cháy có xúc tác ở nhiệt độ thấp hơn hỗn hợp nhiều nhiên liệu. Theo một số phương án, tỷ lệ của oxy so với nhiên liệu trong hỗn hợp nhiên liệu được cung cấp trong pha khởi động nằm trong khoảng từ 1:2 đến khoảng 1:1. Theo một số phương án, tỷ lệ của oxy so với nhiên liệu trong hỗn hợp nhiên liệu được cung cấp trong pha khởi động là khoảng 11:14. Quá trình đốt cháy có xúc tác gây nóng bề mặt xúc tác. Theo một số phương án, pha khởi động kéo dài tối đa một giờ, 45 phút, 30 phút, hoặc thậm chí 20 phút.

Tham khảo Fig.7, theo một phương án cụ thể của sáng chế, hỗn hợp nhiên liệu được cung cấp đến lò phản ứng. Nhiệt độ ban đầu là nhiệt độ môi trường (khoảng 25°C). Nhiệt độ tăng chậm khoảng 10 giây cho đến khi nó đạt xấp xỉ 35°C , tại điểm này nhiệt độ bắt đầu tăng nhanh hơn. Không vượt ngoài giới hạn lý thuyết, tin rằng ở nhiệt độ ban đầu, năng lượng là đủ để hoạt hóa phản ứng, nhưng ở tốc độ phản ứng tương đối chậm. Khi phản ứng

xảy ra, năng lượng giải phóng bởi phản ứng đốt cháy tỏa nhiệt có xúc tác. Điều này làm tăng nhiệt độ thấy rõ và cung cấp thêm năng lượng, điều này làm tăng tốc độ phản ứng và dẫn đến tăng nhiệt độ nhanh hơn. Ngược lại, trong hệ thống được nạp cùng hỗn hợp nhiên liệu, nhưng paladi là vật liệu xúc tác chính trong phản ứng gia nhiệt tương tự, không quan sát thấy sự tăng nhiệt độ vượt quá nhiệt độ môi trường, thậm chí sau một khoảng thời gian nhiều hơn một giờ.

Theo một số phương án, khi nhiệt độ của bề mặt xúc tác vượt quá khoảng 140°C quy trình này đi vào pha hoạt động 404B. Theo một số phương án, thành phần hỗn hợp nhiên liệu là tương đối nhiều nhiên liệu. Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác với hỗn hợp nhiên liệu tương đối nhiều nhiên liệu có thể xảy ra ở nhiệt độ hoạt động cao hơn do không có chất oxy hóa dư để tác dụng làm chất pha loãng nhiệt. Theo một số phương án, tỷ lệ của oxy so với nhiên liệu trong hỗn hợp nhiên liệu cung cấp trong pha hoạt động nằm trong khoảng từ 2:5 đến 2:3. Theo một số phương án, tỷ lệ của oxy so với nhiên liệu trong hỗn hợp nhiên liệu cung cấp trong pha hoạt động là khoảng 3:4. Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác trong pha hoạt động xảy ra trên bề mặt xúc tác có nhiệt độ hoạt động cao hơn 300°C , 400°C , 500°C , hoặc thậm chí 600°C . Theo một số phương án, nhiệt độ hoạt động cao hơn 600°C . Nhiệt độ bề mặt xúc tác càng cao sẽ dẫn đến gradient nhiệt càng cao với môi trường trao đổi nhiệt, bằng cách đó làm tăng lượng nhiệt truyền đến môi trường trao đổi nhiệt.

Theo một số phương án, hỗn hợp nhiên liệu có chất pha loãng nhiệt ở mức hạn chế hoặc không có chất pha loãng nhiệt. Ví dụ, không khí là hỗn hợp của các khí bao gồm nitơ, oxy, và cacbon đioxit. Các khí không phải oxy trong không khí có tính phản ứng hạn chế và có thể hoạt động làm chất pha loãng nhiệt hấp thụ một số lượng nhiệt giải phóng bởi quá trình đốt cháy có xúc tác sao cho nhiệt độ có thể đạt được bởi quá trình đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu thấp hơn khi hỗn hợp nhiên liệu chứa chất pha loãng nhiệt ở mức hạn chế hoặc không có chất pha loãng nhiệt. Hơn nữa, ở nhiệt độ hoạt động cao, sự có mặt của nitơ có thể dẫn đến sự tạo thành NO_x không mong muốn. Như vậy, theo một số phương án, chất oxy hóa là không khí giàu oxy, hoặc oxy. Theo một số phương án, chất oxy hóa là oxy.

Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác được thực hiện ở áp suất thấp hơn khí quyển. Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác được thực hiện ở áp suất thấp hơn 100kPa, 90kPa, 80kPa, 70kPa, 60kPa, hoặc thậm chí thấp hơn 50kPa. Ở áp suất thấp hơn áp suất khí quyển, điểm sôi của nước được hạ thấp, bằng cách đó làm giảm khả năng tích tụ của nước lỏng trên bề mặt xúc tác. Hơn nữa, ở áp suất thấp, khả năng đốt cháy của hỗn hợp nhiên liệu khối lượng lớn có thể được giảm, điều này tạo ra mức an toàn cao hơn.

Theo một số phương án, môi trường trao đổi nhiệt là nước, đường vòng heli được làm mát đối lưu, sCO_2 (cacbon đioxit quá nhiệt). Theo một số phương án, sự truyền nhiệt đến nước dẫn đến sự tạo ra hơi nước. Hơi nước có thể được sử dụng, ví dụ, để chạy tuabin, để tạo ra năng lượng cho hệ thống gia nhiệt khu vực, hoặc trong các quy trình hoạt động khử muối.

Theo một số phương án, bề mặt xúc tác là ít nhất một phần của bề mặt của phản tử gia nhiệt của bộ trao đổi nhiệt được mô tả trên. Theo một số phương án, bề mặt xúc tác được điều chế theo phương pháp như được mô tả trên. Theo một số phương án, bề mặt xúc tác bao gồm chế phẩm xúc tác như được mô tả trên.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất buồng đốt có xúc tác. Buồng đốt có xúc tác bao gồm bề mặt xúc tác. Bề mặt xúc tác bao gồm chế phẩm xúc tác như được mô tả trên hoặc được điều chế bởi quy trình như được mô tả trên.

Theo một số phương án, nhiệt sinh ra bởi hoạt động của buồng đốt có xúc tác được sử dụng làm nguồn nhiệt để hoạt động hiệu quả. Theo một số phương án, nhiệt sinh ra bởi hoạt động của buồng đốt có xúc tác được sử dụng để chạy động cơ Stirling, tuabin, hoạt động đổi pha để điều hòa không khí, hệ thống gia nhiệt khu vực, hoặc hệ thống khử muối. Ví dụ, theo một số phương án, buồng đốt có xúc tác là phản tử gia nhiệt được tích hợp vào trong lò phản ứng 300. Theo phương án khác, buồng đốt có xúc tác là khối grafit có lỗ được điều chỉnh thích hợp để nhận xilanh giãn nở của động cơ Stirling. Theo một số phương án, nhiệt sinh ra bởi hoạt động của buồng đốt có xúc tác được sử dụng để tạo ra hơi nước. Ví dụ, buồng đốt có xúc tác có thể được tích hợp vào trong lò phản ứng như được

mô tả trên.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu. Hỗn hợp nhiên liệu bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa được cung cấp đến buồng đốt có xúc tác như được mô tả trên và đốt cháy có xúc tác trên bề mặt xúc tác của buồng đốt có xúc tác. Theo một số phương án, quá trình đốt cháy có xúc tác được thực hiện tương tự như việc gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt như được mô tả trên ngoại trừ việc nhiệt không nhất thiết phải truyền đến môi trường trao đổi nhiệt.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1 – Điều chế chế phẩm xúc tác

Một đĩa được cắt từ tấm thép không gỉ 316 có độ dày 0,8mm. Ổ lắp ghép được khoan vào trong đĩa này. Bề mặt của đĩa được được làm nhám cơ học đến mức nhám ISO là N10 bằng giấy nhám có mức đá nhám mịn dần từ 30 đến 800.

Dung dịch mạ điện HOC được điều chế bằng cách hòa tan 1g PdCl trong 800mL amoniac 30%. Đĩa và điện cực paladi có diện tích tương tự được treo cơ học trong dung dịch này và dòng điện 1A ở 30V được đưa vào trong 15 phút. Mục đích là thu được mức phủ đồng nhất của paladi dày xấp xỉ 250 μ m.

Khi việc mạ được hoàn thành, đĩa được lấy ra, rửa bằng nước cất và vẩy nhẹ cho khô bằng vật lau chuyên dụng để loại bỏ chất lỏng còn dư. Đĩa này sau đó được nung trong lò công nghiệp ở 100°C trong khoảng 15 phút để loại bỏ dung dịch mạ điện còn dư.

Việc kiểm tra bằng mắt thường bề mặt được thực hiện để xác nhận lớp phủ ngoài đồng nhất được phủ mà không thấy cơ chất. Nếu phần phủ là ở mép, việc kiểm tra nhiều điểm bằng SEM/EDX được thực hiện. Quy trình mạ điện được lặp lại nếu cần.

Khi lớp phủ được xác nhận, đĩa được tôi ở 900°C trong 1 giờ và sau đó để mát đến nhiệt độ phòng.

Dung dịch mạ điện ORC được điều chế bằng cách hòa tan 1g SnO₂ trong 800mL HCl 32%.

Đĩa đã mát được treo cơ học trong dung dịch mạ điện ORC và dòng điện 10V ở 3A

được chạy qua đĩa và điện cực paladi với kích thước tương tự trong 7 phút.

Khi việc mạ điện ORC được hoàn thành, đĩa được lấy ra và rửa với nước cất. Quy trình kiểm tra được lặp lại để xác nhận việc mạ điện lắng phủ thiếc đến ít nhất 30% bề mặt.

Khi lớp phủ được xác nhận, đĩa này được tôi ở 400°C trong 1 giờ.

Ảnh SEM/EDX thể hiện chế phẩm xúc tác khi được phủ lên cơ chất được nêu ở Fig.6A đến Fig.6C. Thông số cài đặt để có được ảnh này như sau:

Điện áp gia tốc: 15,0 kV

Độ phân giải: 512 x 512 điểm ảnh

Độ nét nhìn: 50%

Thời gian xử lý: 5

Chiều rộng ảnh: 1,567mm

Bản đồ màu: paladi La1 (đỏ), thiếc La1 (xanh lá).

Ví dụ 2 – Quá trình đốt cháy có xúc tác bởi chế phẩm xúc tác

Lò phản ứng có chế phẩm xúc tác được phủ lên bộ gia nhiệt được đặt trong đó, như thể hiện trên Fig.3 được sử dụng. Hệ thống này được chạy sao cho đường ống nhận nước và lớp vỏ nhận hỗn hợp nhiên liệu.

Hệ thống này được môi bởi nước từ thùng sử dụng bơm cho đến khi nó chảy ra đầu ra hơi nước/nước qua van mở. Van xả nước của hệ thống con sau đó được đóng lại. Áp suất trong môi trường bên trong lớp vỏ được hạ thấp để thu được chân không khoảng 2kPa(a). Hydro và oxy sau đó được đưa vào khoang rỗng bên trong qua bộ điều chỉnh và kiểm soát bởi bộ điều khiển lưu lượng. Dòng chảy ban đầu được thiết lập để phân phối hydro và oxy với tỷ lệ khoảng 14:11. Một loạt các cặp nhiệt điện được sử dụng để giám sát nhiệt độ bên trong và bên ngoài.

Tham khảo Fig.7, nhiệt độ bên trong ban đầu khoảng 25°C. Trong khoảng 10 giây, có sự tăng nhiệt độ ban đầu tương đối chậm. Ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 40°C đến 60°C, tốc độ tăng nhiệt độ tăng đáng kể. Nhiệt độ dừng lại ở khoảng từ 350°C đến 400°C.

Nước được tuần hoàn vào trong hệ thống con và áp suất hơi nước được kiểm soát bằng cách mở van xả để duy trì áp suất hơi nước dưới 800kPa.

Dòng hỗn hợp nhiên liệu sau đó được điều chỉnh để làm tăng lượng H_2 phân phối và sau đó lượng O_2 phân phối cho đến khi hệ thống chân không vẫn có thể duy trì áp suất bên trong dưới khoảng 100kPa(a).

Nhiệt độ tăng đến khoảng $600^\circ C$ và tạo ra hơi nước chất lượng cao.

Ví dụ 3 – Quá trình đốt cháy có xúc tác với chế phẩm xúc tác được phủ trên tấm gia nhiệt uôn nếp

Lò phản ứng có chế phẩm xúc tác được phủ lên nhiều tấm lượn sóng được đặt trong đó, như thể hiện trên Fig.8, được sử dụng. Hệ thống này được chạy sao cho đường ống nhận nước, và lớp vỏ nhận hydro và oxy qua hai đầu vào riêng biệt. Hệ thống này được môi bởi nước, và hydro và oxy được đưa vào khoang rỗng bên trong theo cách tương tự như được mô tả trong ví dụ 2 ở trên.

Nhiệt độ bên trong ban đầu khoảng $11^\circ C$ (dữ liệu không được thể hiện), và hệ thống này biểu hiện profin tăng nhiệt hoặc xu hướng tăng nhiệt độ được thể hiện trên Fig.7 sinh ra hơi nước chất lượng cao.

Trong khi một số khía cạnh và phương án minh họa được bộc lộ trên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ nhận ra rằng có thể có một số sửa đổi, hoán đổi, bổ sung và kết hợp nhỏ của chúng. Trong phần mô tả trên, với mục đích giải thích, nhiều chi tiết được nêu để cung cấp sự nhận biết rõ ràng phần bộc lộ của sáng chế. Tuy nhiên, rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này không đòi hỏi cần có các chi tiết cụ thể này để thực hiện sáng chế. Mặc dù các kích thước và vật liệu nhất định được mô tả để thực hiện các phương án ví dụ được bộc lộ, các kích thước và/hoặc vật liệu thích hợp khác có thể được sử dụng trong phạm vi sáng chế. Tin rằng tất cả các sửa đổi và thay đổi, bao gồm tất cả thay đổi công nghệ hiện tại và trong tương lai thích hợp, nằm trong phạm vi của sáng chế. Tất cả các tài liệu tham khảo được đưa vào đây bằng cách viện dẫn toàn bộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm xúc tác bao gồm:

chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC - hydrogen oxidation catalyst); và

chất xúc tác khử oxy (ORC - oxygen reduction catalyst);

trong đó chế phẩm xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp;

trong đó tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC so với diện tích bề mặt của ORC nằm trong khoảng từ 9:1 đến 4:1,

trong đó HOC là kim loại quý, và

trong đó ORC là sắt, kẽm, bạc, đồng, thiếc, oxit của chúng, hoặc hỗn hợp của chúng.

2. Chế phẩm xúc tác theo điểm 1, trong đó tỷ lệ diện tích bề mặt của HOC so với diện tích bề mặt của ORC là 20:3.

3. Chế phẩm xúc tác theo điểm 1 hoặc 2, trong đó HOC và ORC được tạo ra bằng phương pháp lắng phủ bằng điện.

4. Chế phẩm xúc tác theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó chế phẩm xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa quá trình đốt cháy hydro ở nhiệt độ dưới 140°C.

5. Chế phẩm xúc tác theo điểm 4, trong đó chế phẩm xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa quá trình đốt cháy hydro ở nhiệt độ dưới 20°C.

6. Chế phẩm xúc tác theo điểm 5, trong đó HOC là bạch kim hoặc paladi.

7. Chế phẩm xúc tác theo điểm 6, trong đó HOC là paladi.

8. Chế phẩm xúc tác theo điểm 7, trong đó ORC là oxit thiếc.

9. Quy trình phủ chế phẩm xúc tác bao gồm các bước:

cung cấp cơ chất;

phủ chế phẩm xúc tác lên cơ chất để tạo ra bề mặt xúc tác, trong đó chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC);

trong đó bề mặt xúc tác được điều chỉnh để hoạt hóa phản ứng đốt cháy hydro ở nhiệt độ thấp; và

trong đó bề mặt xúc tác bao gồm diện tích HOC và diện tích ORC có tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến 4:1 theo diện tích bề mặt.

10. Quy trình theo điểm 9, trong đó tỷ lệ diện tích HOC so với diện tích ORC là 20:3.

11. Quy trình theo điểm 9 hoặc điểm 10, trong đó bước phủ chế phẩm xúc tác bao gồm phủ HOC và phủ ORC.

12. Quy trình theo điểm 11, trong đó ORC được phủ sau khi phủ HOC.

13. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 12, trong đó bước phủ chế phẩm xúc tác bao gồm mạ điện HOC, ORC hoặc cả hai lên cơ chất.

14. Quy trình theo điểm 13, trong đó bước phủ chế phẩm xúc tác bao gồm mạ điện HOC lên cơ chất.

15. Quy trình theo điểm 14, trong đó bước phủ chế phẩm xúc tác bao gồm mạ điện ORC lên cơ chất đã được phủ HOC.

16. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 15, còn bao gồm bước phủ tiền chất lên cơ chất trước khi phủ chế phẩm xúc tác, trong đó tiền chất này làm tăng độ bám dính của chế phẩm xúc vào cơ chất.

17. Quy trình theo điểm 16, trong đó tiền chất là niken hoặc đồng.

18. Quy trình theo điểm 16 hoặc 17, trong đó bước phủ tiền chất bao gồm mạ điện tiền chất lên cơ chất.

19. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 18, còn bao gồm bước xử lý nhiệt cơ chất đã được phủ chế phẩm xúc tác.

20. Thiết bị lò phản ứng bao gồm:

phần tử gia nhiệt bao gồm nhiều tấm, mỗi tấm bao gồm bề mặt xúc tác có chế phẩm xúc tác được phủ trên đó, chế phẩm xúc tác để đốt cháy nhiên liệu có xúc tác, chế phẩm xúc tác bao gồm chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC); và

đường ống tiếp xúc với nhiều tấm, đường ống này bao gồm:

đầu vào để nhận môi trường trao đổi nhiệt, và

đầu ra; và

vỏ bao quanh đường ống và phần tử gia nhiệt, vỏ này có một hoặc nhiều đầu vào để nhận nhiên liệu và chất oxy hóa;

trong đó bề mặt xúc tác bao gồm diện tích HOC và diện tích ORC có tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến 4:1 theo diện tích bề mặt,

trong đó HOC là kim loại quý,

trong đó ORC là sắt, kẽm, bạc, đồng, thiếc, oxit của chúng, hoặc hỗn hợp của chúng.

trong đó năng lượng được giải phóng từ quá trình đốt cháy nhiên liệu có xúc tác được truyền đến môi trường trao đổi nhiệt; và

trong đó chế phẩm xúc tác được điều chỉnh để làm giảm năng lượng hoạt hóa của quá trình đốt cháy nhiên liệu có xúc tác sao cho phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thấp.

21. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 20, trong đó nhiều tấm được xếp chồng lên nhau.

22. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 21, trong đó một hoặc nhiều tấm trong số nhiều tấm được làm dạng lượn sóng.

23. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 22, trong đó đường ống được đặt giữa hai tấm liền kề.

24. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 23, trong đó đường ống đan giữa hai tấm liền kề.

25. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 22 đến 24, còn bao gồm lumen hoặc rãnh tại điểm tiếp xúc giữa hai tấm liền kề, lumen hoặc rãnh này để nhận đường ống.

26. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 24, trong đó các tấm liền kề được đặt cách nhau bằng một bộ phận nối.

27. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 26, trong đó bộ phận nối có lumen hoặc rãnh để nhận đường ống.

28. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 27 bao gồm khoang đốt giữa hai tấm liên kề.
29. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 28, còn bao gồm một hoặc nhiều bộ phân phối để phân phối nhiên liệu và chất oxy hóa tới khoang đốt gần với nhiều tấm.
30. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 29, trong đó một hoặc nhiều bộ phân phối bao gồm bộ phân phối thứ nhất để phân phối nhiên liệu và bộ phân phối thứ hai để phân phối chất oxy hóa.
31. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 30, trong đó việc trộn nhiên liệu và chất oxy hóa diễn ra trong khoang đốt.
32. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 31, trong đó tỷ lệ diện tích HOC so với diện tích ORC là 20:3.
33. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 32, còn bao gồm bộ gia nhiệt trước ngược dòng với và tiếp xúc nhiệt với lò phản ứng, để gia nhiệt trước môi trường trao đổi nhiệt hoặc hỗn hợp nhiên liệu.
34. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 33, trong đó môi trường trao đổi nhiệt bao gồm nước.
35. Thiết bị lò phản ứng theo điểm 34, trong đó việc truyền năng lượng sang nước dẫn đến sự bay hơi để tạo ra hơi nước.
36. Thiết bị lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 35, trong đó phần tử gia nhiệt có dạng môđun.
37. Phương pháp gia nhiệt môi trường trao đổi nhiệt bao gồm các bước:

cung cấp nhiên liệu và chất oxy hóa cho lò phản ứng xúc tác có phần tử gia nhiệt xúc tác bao gồm bề mặt xúc tác có chất xúc tác oxy hóa hydro (HOC) và chất xúc tác khử oxy (ORC), bề mặt xúc tác được điều chỉnh để làm giảm năng lượng hoạt hóa của quá trình đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu sao cho quá trình đốt cháy xảy ra ở nhiệt độ thấp;

đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu trên bề mặt xúc tác; và

truyền nhiệt sinh ra bởi quá trình đốt cháy có xúc tác sang môi trường trao đổi nhiệt

trong đó HOC và ORC có mặt trên bề mặt xúc tác với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 9:1 đến 4:1 theo diện tích bề mặt,

trong đó HOC là kim loại quý, và

trong đó ORC là sắt, kẽm, bạc, đồng, thiếc, oxit của chúng, hoặc hỗn hợp của chúng.

38. Phương pháp theo điểm 37, trong đó HOC và ORC có mặt trên bề mặt xúc tác theo tỷ lệ 20:3 theo diện tích bề mặt.

39. Phương pháp theo điểm 37 hoặc 38, trong đó nhiên liệu là hydro và chất oxy hóa là oxy.

40. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 37 đến 39, trong đó quá trình đốt cháy có xúc tác xảy ra ở áp suất thấp hơn áp suất khí quyển.

41. Buồng đốt có xúc tác bao gồm bề mặt xúc tác bao gồm chế phẩm xúc tác như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8 hoặc được điều chế bằng quy trình như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 19.

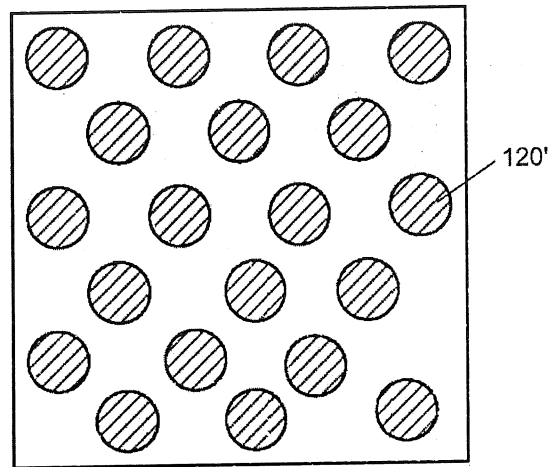
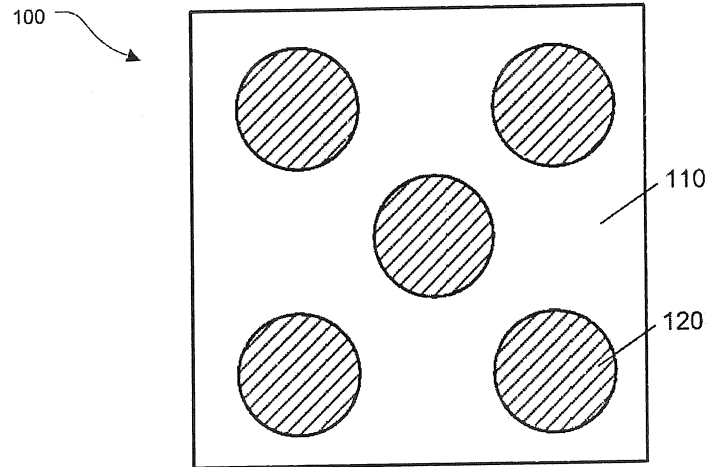
42. Phương pháp đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu bao gồm các bước:

cung cấp nhiên liệu và chất oxy hóa cho buồng đốt có xúc tác như được định nghĩa ở điểm 41 hoặc lò phản ứng như được định nghĩa ở điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 36; và

đốt cháy có xúc tác hỗn hợp nhiên liệu trên bề mặt xúc tác.

43. Hệ thống đốt cháy có xúc tác bao gồm một hoặc nhiều lò phản ứng như được định nghĩa trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 20 đến 36.

1/9



2/9

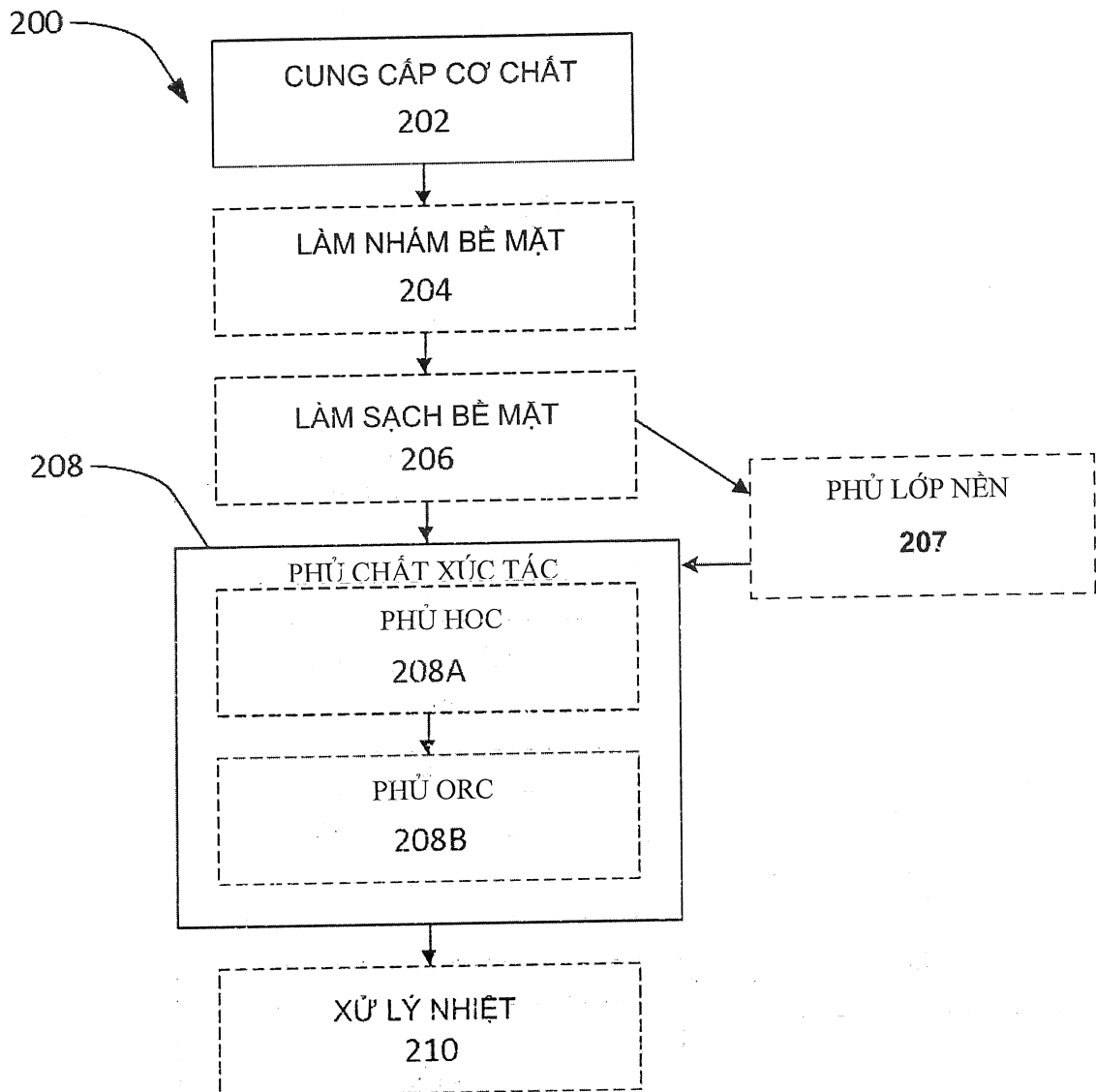


FIG 2

3/9

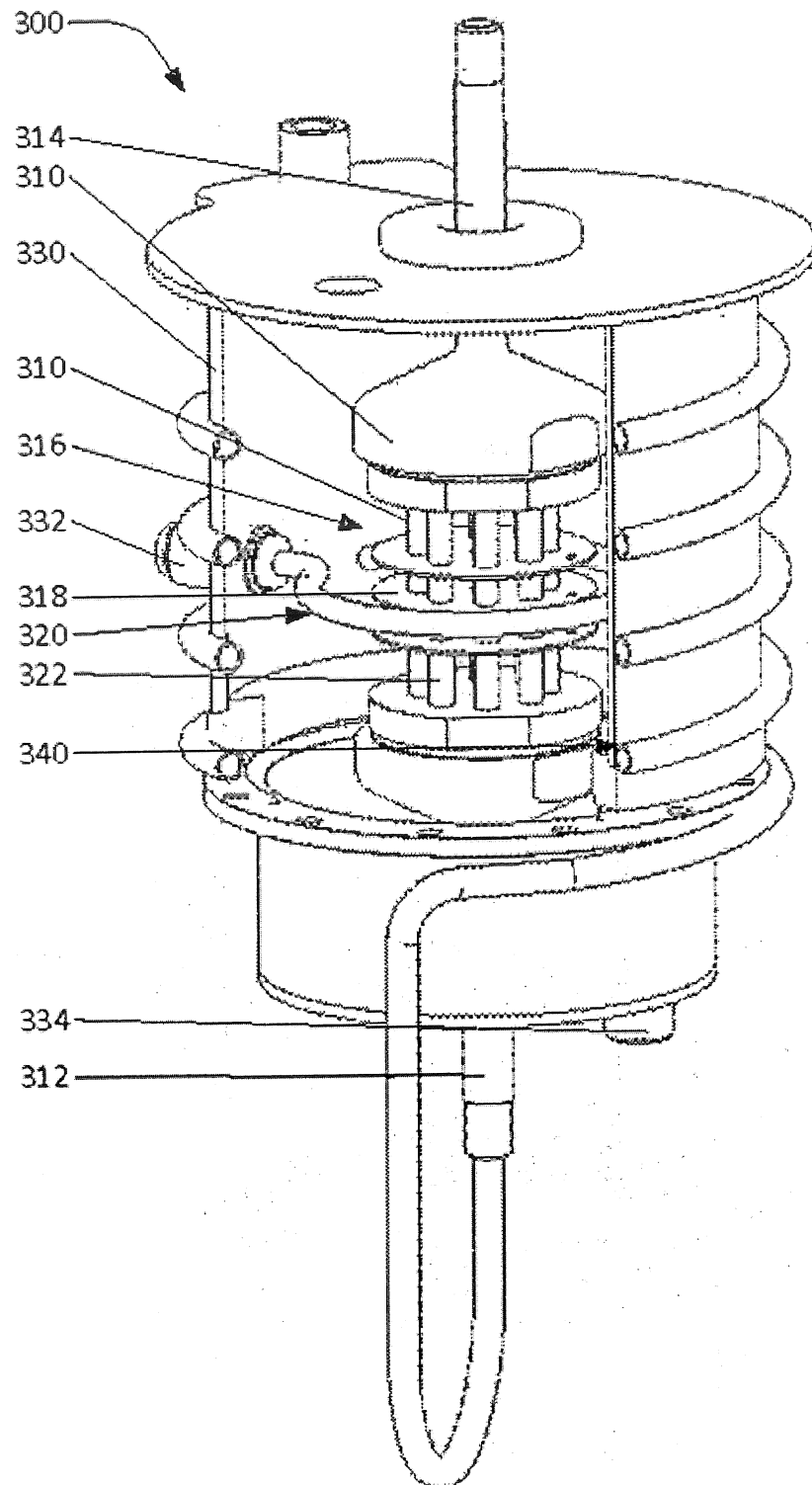


FIG 3

4/9

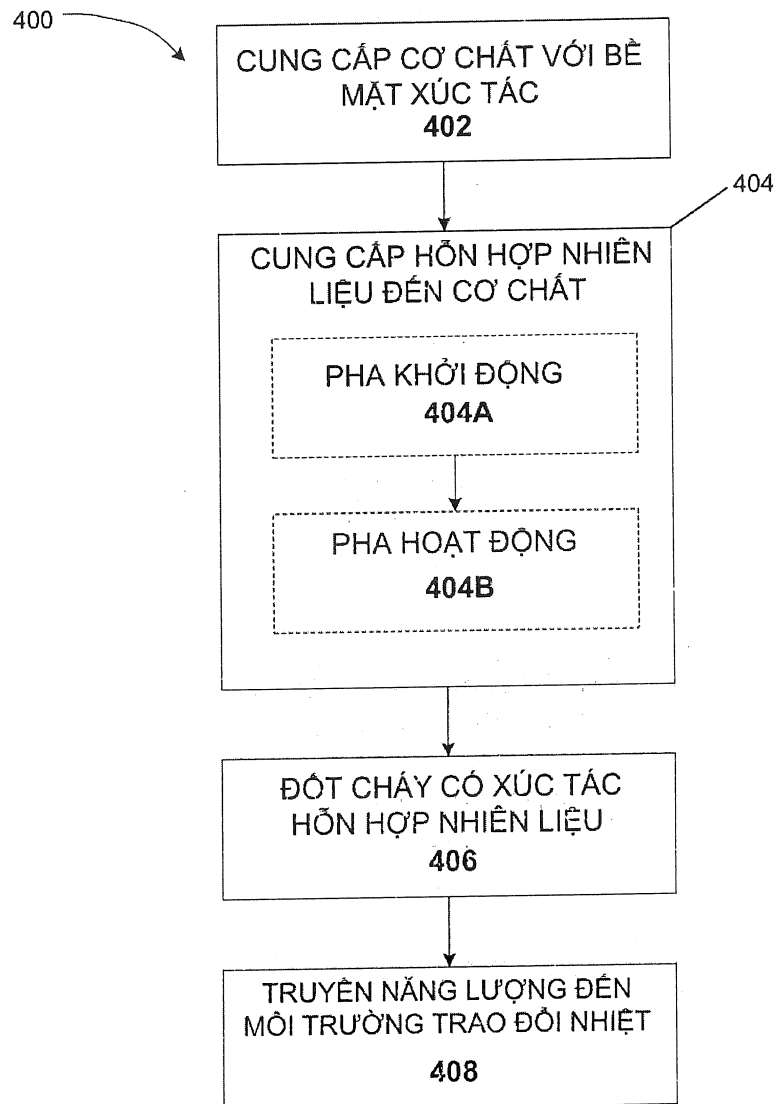


FIG 4

5/9

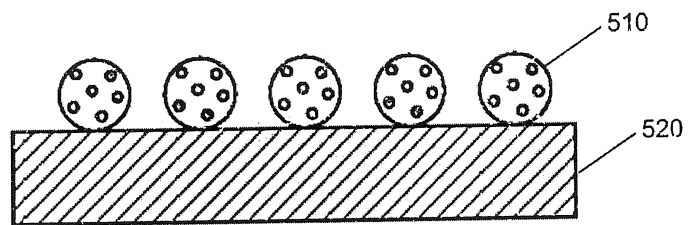


FIG 5A

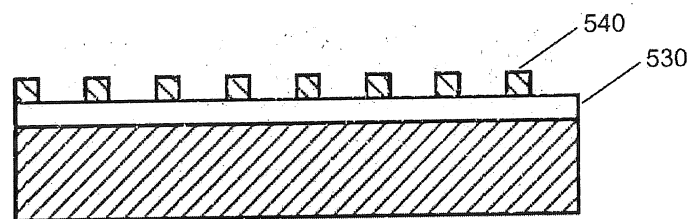
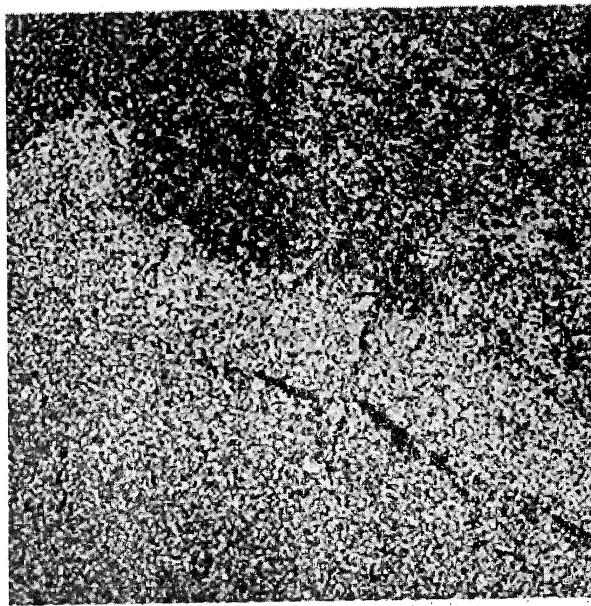


FIG 5B

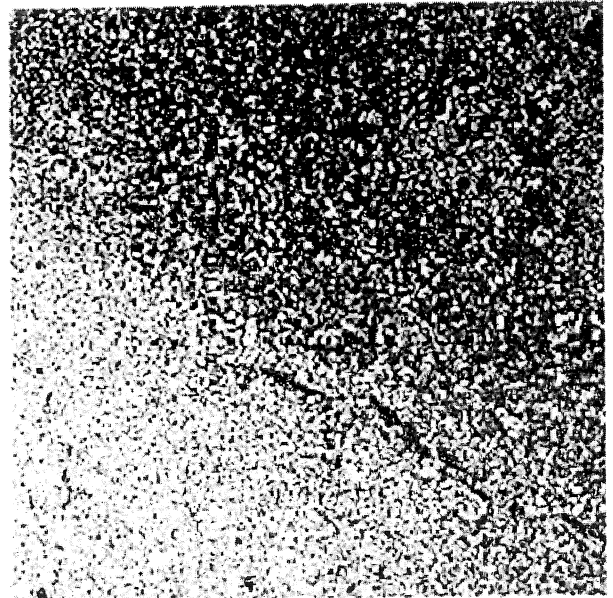
6/9



700µm

Hỗn hợp

FIG 6A



700µm

Paladi La1

FIG 6B



700µm

Thiếc La1

FIG 6C

7/9

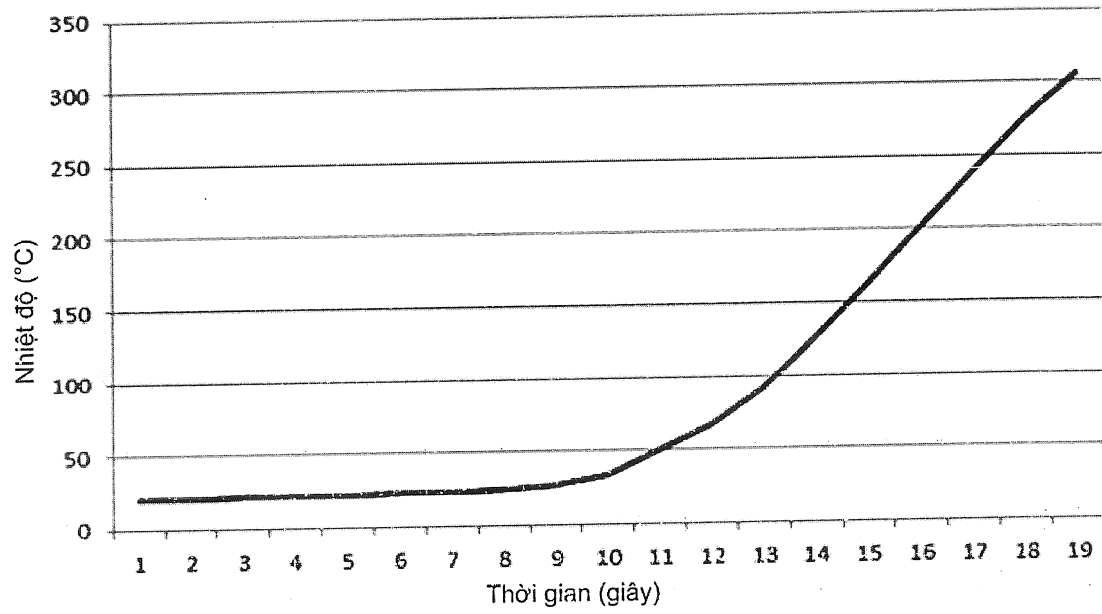


FIG 7

8/9

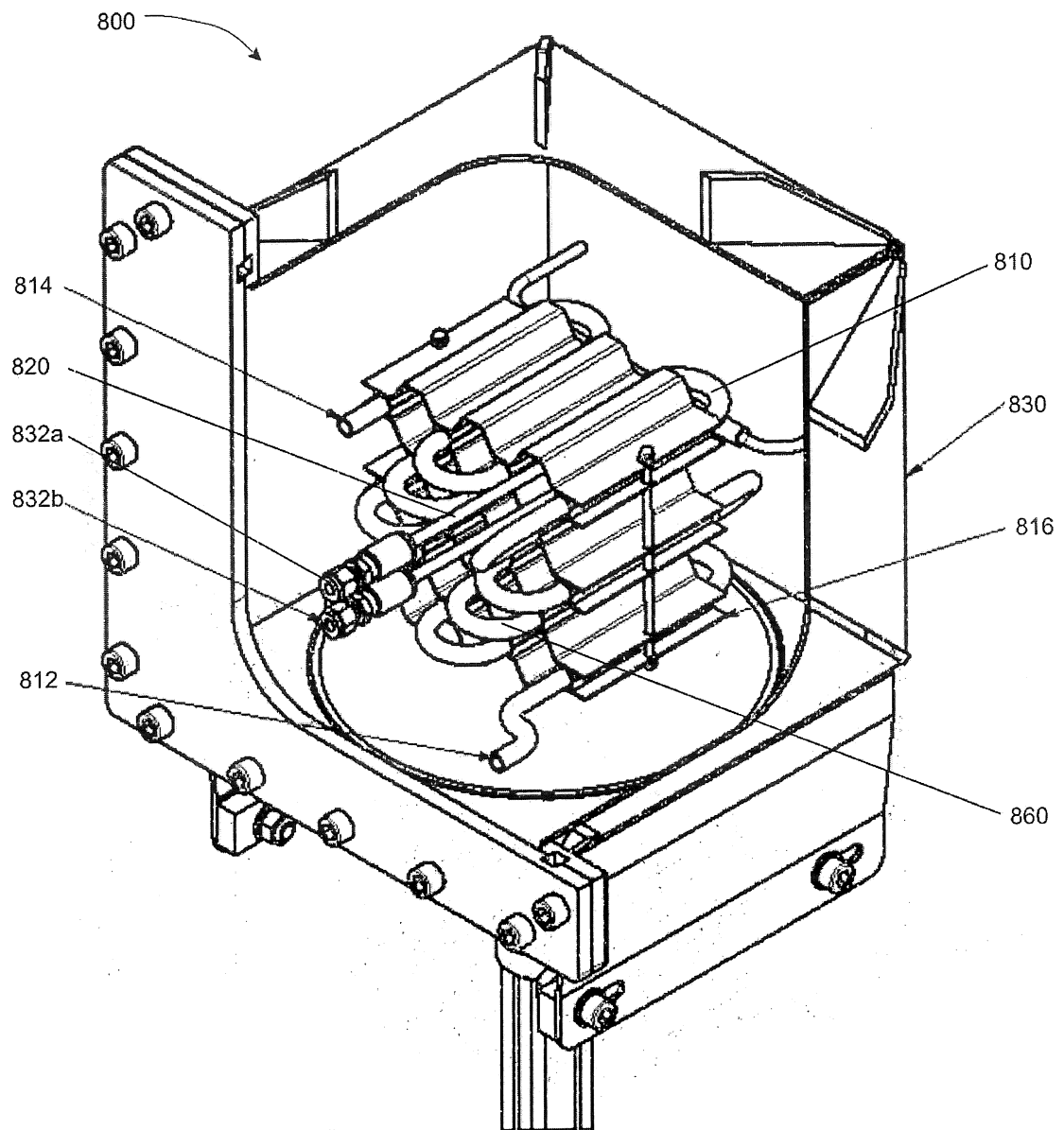
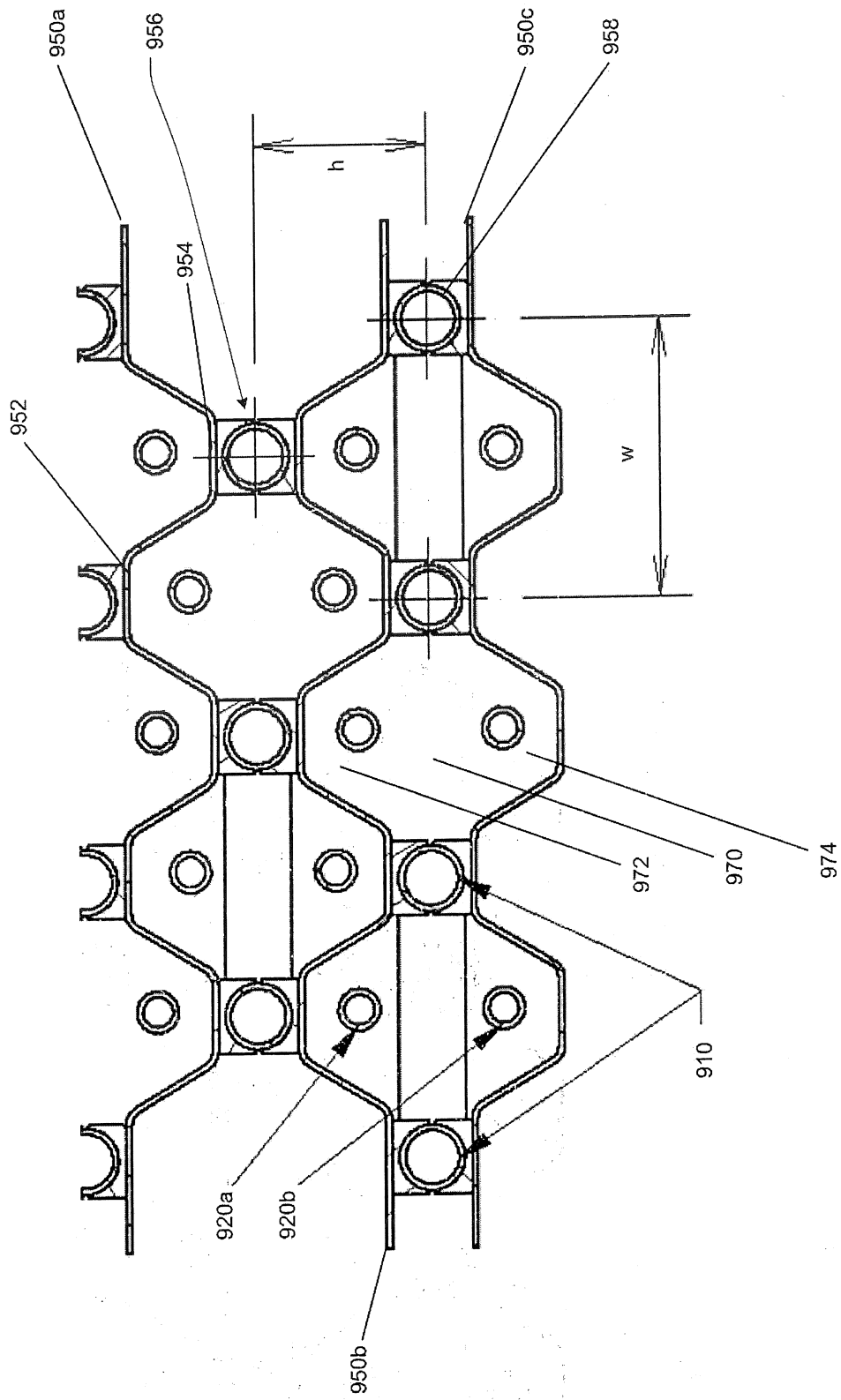


FIG 8

9/9

**FIG 9**