



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0031338

(51)⁷ C01B 3/24; C01B 3/50; B01J 4/00; B01J 7/00 (13) B

(21) 1-2015-01242

(22) 18/09/2012

(86) PCT/US2012/055922 18/09/2012

(87) WO/2014/046644 27/03/2014

(45) 25/03/2022 408

(43) 25/11/2015 332A

(73) PROTON POWER, INC. (US)

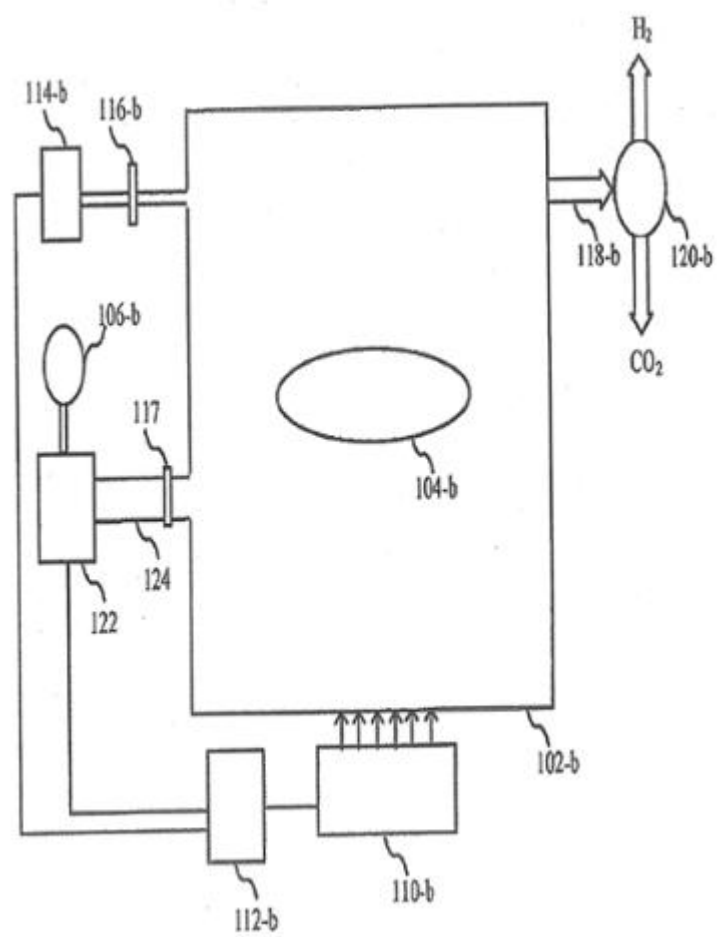
487 Sam Rayburn Parkway, Lenoir City, Tennessee 37771, United States of America

(72) WEAVER, Samuel, C. (US); WEAVER, Samuel, P. (US); WEAVER, Daniel C. (US); HENSLEY, Daniel L. (US).

(74) Công ty cổ phần Sở hữu trí tuệ BROSS và Cộng sự (BROSS & PARTNERS., JSC)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG TÁCH HYĐRÔ VÀ NHIÊN LIỆU LỎNG TỪ HỢP CHẤT CHỨA CÁC THÀNH PHẦN C-O-H

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống tách hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro ("C-O-H"). Hợp chất có thể bao gồm xenluloza, lignin, và /hoặc hemixenluloza, chẳng hạn. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có ít nhất một hợp chất chứa C-O-H. Nước có thể pha với hợp chất chứa C-O-H để tạo ra hợp chất chứa C-O-H ẩm. Hợp chất chứa C-O-H ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng. Hợp chất chứa C-O-H ẩm có thể được đun nóng trong buồng phản ứng sao cho các thành phần của hợp chất chứa C-O-H phân ly và phản ứng, với một sản phẩm phản ứng chứa ít nhất khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng. Một số phương án có thể ứng dụng phản ứng không oxy hóa để tạo ra hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng, như phản ứng thủy nhiệt. Khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng có thể được sử dụng để tạo ra năng lượng điện, nhiệt, hoặc các dạng năng lượng khác nhau dành cho động cơ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống tách hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro (“C-O-H”). Hợp chất có thể bao gồm xenluloza, lignin, và /hoặc hemixenluloza, chẳng hạn. Khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng có thể được sử dụng để tạo ra năng lượng điện, nhiệt, hoặc các dạng năng lượng khác nhau dành cho động cơ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện đã có một số phương pháp tách hydro từ xenluloza ($C_6H_{10}O_5$). Một trong số đó chú trọng vào việc sử dụng vi sinh vật cùng với natri hydroxit (NaOH) và chất xúc tác để kích thích phản ứng giải phóng hydro trong xenluloza và bắt cặp cacbon trong xenluloza thành natri cacbonat (Na_2CO_3). Mặc dù vậy, chúng ta vẫn rất cần phải phát triển một phương pháp đơn giản hơn với chi phí thấp để tạo ra khí hydro từ tất cả hợp chất chứa C-O-H trong sinh khối xenlulô nói chung, và theo cách mà cho phép sử dụng hiệu quả hydro thu được để sử dụng tại chỗ, để làm sạch, đóng gói, và phân phối hoặc để tạo ra năng lượng từ phản ứng- khí hydro thành phẩm nhờ sử dụng động cơ pittông, tuabin, hoặc pin nhiên liệu.

Mặc dù hiện đã có nhiều công nghệ tách hydro từ sinh khối xenlulô, tuy nhiên chúng ta vẫn cần phải phát triển các công nghệ thay thế mà những công nghệ này có thể giúp tiết kiệm chi phí, năng lượng và hữu dụng trong các ứng dụng sử dụng hydro, bao gồm hydro theo nhu cầu, và quá trình chuyển hóa thành dòng khí giàu hydro mà dòng khí này có thể được đốt cháy trực tiếp để tạo ra năng lượng và nhiệt. Các ứng dụng nhiệt và năng lượng sử dụng hydro được tạo ra một cách hiệu quả thay vì nhiên liệu hóa thạch giúp giảm phát thải khí nhà kính từ các ứng dụng khác sử dụng nhiệt hoặc năng lượng, bao gồm quá trình sản xuất nhiên liệu sinh học lỏng. Nhu cầu này có thể đáp ứng được ít nhất một phần nhờ nhiều ứng dụng đa dạng sử dụng hydro, một số ứng dụng có những khác biệt đáng kể về hoạt động so với các ứng dụng khác. Hydro, được tạo ra theo nhu cầu, có sẵn để sử dụng ngay tại nơi nó được tạo ra và do đó, không đòi hỏi hạ tầng vận chuyển rộng lớn, và được tạo ra ở áp suất không khí và nhiệt độ thấp hơn so với nhiệt độ đã biết, sẽ đáp ứng nhu cầu đó.

Ngoài ra, để chuyển hóa xenluloza, một ví dụ của hợp chất chứa C-O-H thành etanol (công thức phân tử: C_2H_5OH), nhiều công việc đã được thực hiện. Etanol được biết đến là chất

còn uống được tìm thấy trong đồ uống. Etanol là dung môi dễ cháy và có thể hòa tan trong nước và nhiều dung môi hữu cơ. Ứng dụng etanol phổ biến nhất là làm nhiên liệu động cơ và phụ gia nhiên liệu. Tại nước Mỹ, etanol thường được trộn với xăng để tạo thành hỗn hợp etanol 10%. Hỗn hợp này được bán phổ biến khắp khu vực Trung Tây Hoa Kỳ, và tại các thành phố theo quy định của đạo Luật “Không Khí Sạch” (Clean Air Act) năm 1990 để ôxy hóa xăng trong suốt mùa đông. Tỷ số năng lượng thu hồi dựa trên năng lượng đầu tư đối với etanol có nguồn gốc từ ngô tại Mỹ là 1,34. Điều này có nghĩa là năng lượng thu về nhiều hơn 34% năng lượng để tạo ra nó.

Do vậy, mặc dù hiện đã có nhiều công nghệ sản xuất nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa các thành phần C-O-H, tuy nhiên vẫn cần phải phát triển các công nghệ thay thế. Nhu cầu này ít nhất cũng được giải quyết một phần bằng nhiều ứng dụng đa dạng sử dụng nhiên liệu lỏng, một số ứng dụng có những khác biệt đáng kể về mặt hoạt động so với các ứng dụng khác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất quy trình và hệ thống tách hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, ôxy, và hydro (“C-O-H”). Ví dụ, hợp chất có thể bao gồm xenluloza, lignin, và /hoặc hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải chứa ít nhất một hợp chất chứa C-O-H. Nước có thể được kết hợp với hợp chất C-O-H để tạo ra hợp chất C-O-H dạng ẩm. Hợp chất C-O-H dạng ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng. Hợp chất C-O-H dạng ẩm có thể được đun nóng trong buồng phản ứng sao cho các thành phần của hợp chất C-O-H phân ly và phản ứng để tạo thành một sản phẩm phản ứng chứa ít nhất khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng. Một số phương án có thể sử dụng phản ứng không ôxy hóa để tạo ra hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng, chẳng hạn như phản ứng thủy nhiệt. Khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng có thể được sử dụng để tạo ra năng lượng điện, nhiệt, hoặc các dạng năng lượng khác nhau dành cho động cơ.

Một số phương án có thể có một số ưu điểm. Theo nhiều phương án, hydro được sinh ra từ hợp chất chứa C-O-H có thể tham gia vào các phản ứng mà có thể xảy ra trong những điều kiện có liên quan đến áp suất không khí. Các nhiệt độ phản ứng cũng có thể dao động trong khoảng từ 300°C đến 1200°C tùy thuộc vào yêu cầu đối với dạng hydro thành phẩm. Các phương án cũng có thể bao gồm việc cho nước vào sinh khối dạng lỏng, thay vì được cho phản ứng ở dạng hơi nước; do vậy các phương án có thể không liên quan đến phản ứng chuyển dịch nước. Các phương án cũng có thể sử dụng nhiều vật liệu khác nhau bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, xenluloza, lignin, hemixenluloza, hoặc hỗn hợp bất kỳ của ba chất này. Một số phương án có thể sử dụng nguyên liệu khác và /hoặc dòng chất thải chứa C-O-H, chẳng hạn như

giấy phế liệu, mùn cưa của nhiều loại gỗ khác nhau, các tông, cỏ khô, rơm, cỏ switchgrass, chất thải rắn đô thị, rác thải đã được làm sạch, chất thải hạt nhân, gỗ thải xây dựng; các nguyên liệu đa dạng này có thể được gọi chung là sản phẩm thải. Có thể vận dụng các phương pháp tạo ra hydro, chẳng hạn như tách H_2 từ CO_2 và các phụ phẩm khác, hoặc giữ cả H_2 và CO_2 lại để đốt cháy nhằm thu được nhiệt, năng lượng, đồng phát (điện nhiệt kết hợp), và /hoặc nhiên liệu lỏng.

Một số phương án bao gồm phương pháp tách hydro từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Phương pháp này có thể bao gồm các bước: rót nước vào hợp chất để tạo ra hợp chất ẩm; đưa hợp chất ẩm vào buồng phản ứng; đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng sao cho các thành phần có trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng, trong đó một sản phẩm phản ứng chứa khí hydro; và /hoặc tách khí hydro.

Theo một số phương án, hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể được đun nóng sao cho các thành phần có trong hợp chất ẩm có thể phân ly và phản ứng thông qua phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa này có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt. Bước đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể diễn ra trong điều kiện áp suất không khí.

Hợp chất có thể chứa cacbon, oxy, và hydro. Hợp chất có thể bao gồm xenluloza. Hợp chất có thể bao gồm lignin. Hợp chất có thể bao gồm hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H. Theo một số phương án, nước bao gồm nước dạng lỏng.

Một số phương án cấp dòng khí trơ vào buồng phản ứng. Khí trơ có thể bao gồm ít nhất argon hoặc nitơ. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý để tạo ra ít nhất năng lượng điện hoặc nhiệt. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý để tạo ra nhiên liệu lỏng. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý bằng cách đốt cháy khí hydro. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý bằng cách nạp khí hydro vào pin nhiên liệu.

Việc xử lý khí hydro có thể bao gồm bước đưa sản phẩm khí thành phẩm đã qua phản ứng vào buồng giảm áp để loại bỏ các vết cacbon không phản ứng. Việc xử lý khí hydro có thể bao gồm bước đưa khí thành phẩm đã qua phản ứng vào buồng làm mát bằng nước để loại bỏ nước không phản ứng. Việc đun nóng hợp chất ẩm có thể bao gồm bước đun nóng hợp chất ẩm đến nhiệt độ trong khoảng từ 700 °C đến 1100 °C.

Việc đưa hợp chất ẩm vào buồng phản ứng có thể diễn ra liên tục. Việc liên tục đưa hợp chất ẩm vào buồng phản ứng có thể giúp làm giảm sự có mặt của không khí.

Một số phương án bao gồm hệ thống tách hydro từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Hệ thống có thể bao gồm: buồng xử lý; nguồn nhiệt tạo tiếp xúc nhiệt với bên trong buồng xử lý; nguồn hợp chất đặt trong buồng xử lý; nguồn nước để tạo phản ứng với hợp chất; và /hoặc hệ thống xả tách khí hydro thu được từ buồng xử lý.

Buồng xử lý và /hoặc nguồn nhiệt có thể được bố trí để đun nóng hợp chất ẩm trong buồng xử lý sao cho các thành phần chứa bên trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng thông qua phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt. Nguồn nước phải được bố trí sao cho có thể thêm nước vào hợp chất nhằm tạo ra hợp chất ẩm bên ngoài buồng xử lý.

Hệ thống có thể bao gồm băng chuyền để đưa hợp chất ẩm vào buồng xử lý. Buồng xử lý có thể được bố trí để vận hành trong điều kiện áp suất không khí.

Đối với hệ thống, hợp chất có thể chứa cacbon, oxy, và hydro. Hợp chất có thể bao gồm xenluloza. Hợp chất có thể bao gồm lignin. Hợp chất có thể bao gồm hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H. Nước có thể bao gồm nước dạng lỏng.

Hệ thống có thể bao gồm hệ thống phân phối khí được bố trí để cấp dòng khí trơ vào buồng xử lý. Khí trơ tối thiểu có thể bao gồm argon hoặc nitơ. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý để tạo ra ít nhất năng lượng điện hoặc nhiệt. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý để tạo ra nhiên liệu lỏng. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý bằng cách đốt cháy khí hydro. Khí hydro sau khi tách có thể được xử lý bằng cách nạp khí hydro vào pin nhiên liệu.

Theo một số phương án, hệ thống xả để tách khí hydro thu được từ buồng xử lý được bố trí để đưa khí thành phẩm đã qua phản ứng vào buồng giảm áp để loại bỏ các vết cacbon không phản ứng. Trong một số phương án, hệ thống xả để tách khí hydro thu được từ buồng xử lý được bố trí để đưa khí thành phẩm đã qua phản ứng vào buồng làm mát bằng nước để loại bỏ nước không phản ứng.

Theo một số phương án, ít nhất buồng xử lý hoặc nguồn nhiệt được bố trí để đun nóng hợp chất ẩm ở nhiệt độ từ 700 °C đến 1100 °C. Một số phương án bao gồm băng chuyền được bố trí để đưa hợp chất ẩm vào buồng xử lý. Băng chuyền có thể được bố trí để liên tục đưa hợp chất ẩm vào buồng xử lý. Việc liên tục đưa hợp chất ẩm vào buồng xử lý có thể giúp làm giảm sự có mặt của không khí.

Một số phương án bao gồm phương pháp tách hydro để xử lý tiếp. Phương pháp có thể bao gồm bước: đun nóng hợp chất ẩm, hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro, sao cho các thành phần được chứa trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng để tạo thành ít nhất khí hydro; và /hoặc xử lý khí hydro.

Việc đun nóng hợp chất ẩm sao cho các thành phần chứa trong hợp chất ẩm có thể phân ly và phản ứng để tạo thành ít nhất khí hydro thông qua phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt. Khí hydro có thể được xử lý để tạo ra ít nhất năng lượng điện hoặc nhiệt. Khí hydro có thể được xử lý để tạo ra nhiên liệu lỏng.

Theo một số phương án, hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Hợp chất có thể bao gồm xenluloza. Hợp chất có thể bao gồm lignin. Hợp chất có thể bao gồm hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H.

Việc xử lý khí hydro có thể bao gồm bước đốt cháy khí hydro. Việc xử lý khí hydro có thể bao gồm bước nạp khí hydro vào pin nhiên liệu.

Một số phương án có thể bao gồm bước tạo hợp chất ẩm thông qua việc pha nước với hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro trước khi đun nóng hợp chất ẩm.

Một số phương án bao gồm hệ thống tách hydro để xử lý tiếp. Hệ thống có thể bao gồm: buồng xử lý tiếp xúc nhiệt với nguồn nhiệt được bố trí để đun nóng hợp chất ẩm, hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro, sao cho các thành phần chứa trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng để tạo thành ít nhất khí hydro; và /hoặc hệ thống xả được bố trí để xử lý khí hydro.

Buồng xử lý tiếp xúc nhiệt với nguồn nhiệt có thể được bố trí để đun nóng hợp chất ẩm sao cho các thành phần được chứa trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng để tạo thành ít nhất khí hydro thông qua phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt.

Hệ thống xả được bố trí để xử lý khí hydro để tạo ra ít nhất năng lượng điện hoặc nhiệt. Hệ thống xả được bố trí để xử lý khí hydro để tạo ra nhiên liệu lỏng.

Đối với hệ thống, hợp chất có thể chứa cacbon, oxy, và hydro. Hợp chất có thể bao gồm xenluloza. Hợp chất có thể bao gồm lignin. Hợp chất có thể bao gồm hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H.

Hệ thống xả được bố trí để xử lý khí hydro có thể được bố trí để đốt cháy khí hydro. Hệ thống xả được bố trí để xử lý khí hydro có thể được bố trí để nạp khí hydro vào pin nhiên liệu.

Hệ thống có thể bao gồm băng chuyền được bố trí để đưa hợp chất ẩm vào buồng xử lý. Hệ thống có thể bao gồm buồng được bố trí sao cho tối thiểu có thể pha hoặc đổ nước vào hợp chất để tạo thành hợp chất ẩm trước khi buồng xử lý tiếp xúc nhiệt với nguồn nhiệt đun nóng hợp chất ẩm.

Một số phương án bao gồm phương pháp sản xuất nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Phương pháp có thể bao gồm bước: pha nước với hợp chất để tạo ra hợp chất ẩm; đưa hợp chất ẩm vào buồng phản ứng; và /hoặc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng sao cho các thành phần có trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng, trong đó một sản phẩm phản ứng chứa nhiên liệu lỏng.

Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng sao cho các thành phần có trong hợp chất ẩm có thể phân ly và phản ứng thông qua phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt.

Theo một số phương án của phương pháp, hợp chất có thể chứa cacbon, oxy, và hydro. Hợp chất có thể bao gồm xenluloza. Hợp chất có thể bao gồm lignin. Hợp chất có thể bao gồm hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H.

Theo một số phương án, nhiên liệu lỏng bao gồm metanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 6H_2O \rightarrow CH_4O + 5CO_2 + 9H_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 5H_2O \rightarrow 2CH_4O + 4CO_2 + 6H_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4H_2O \rightarrow 3CH_4O + 3CO_2 + 3H_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 3H_2O \rightarrow 4CH_4O + 2CO_2$.

Theo một số phương án, nhiên liệu lỏng bao gồm etanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4H_2O \rightarrow C_2H_6O + 4CO_2 + 6H_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$.

Theo một số phương án, nhiên liệu lỏng bao gồm propanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm cả việc kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 2H_2O \rightarrow C_3H_8O + 3CO_2 + 3H_2$.

Theo một số phương án, nhiên liệu lỏng bao gồm butanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm cả việc kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 \rightarrow C_4H_{10}O + 2CO_2$.

Theo một số phương án, nhiên liệu lỏng bao gồm xăng. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4C + 4H_2O \rightarrow C_7H_{16} + 2CO_2$.

Theo một số phương án, nhiên liệu lỏng bao gồm diesel. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 10C + 2H_2O \rightarrow C_{16}H_{24} + 6CO_2$.

Phương pháp có thể bao gồm bước tách khí hydro là sản phẩm phản ứng gọi là sản phẩm cuối. Một số phương án bao gồm bước tách khí cacbon điôxit là sản phẩm phản ứng gọi là sản phẩm cuối.

Một số phương án bao gồm hệ thống sản xuất nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Hệ thống có thể bao gồm ít nhất: buồng xử lý; nguồn nhiệt tiếp xúc nhiệt với bên trong buồng xử lý; nguồn hợp chất nằm trong buồng xử lý; nguồn nước làm ẩm nguồn hợp chất; hoặc hệ thống phụ điều chỉnh nguồn nhiệt để kích hoạt bước tách và phản ứng của nguồn hợp chất ẩm, trong đó một sản phẩm phản ứng chứa nhiên liệu lỏng. Hệ thống có thể bao gồm hệ thống xả để tách ít nhất nhiên liệu lỏng hoặc khí thu được từ buồng xử lý.

Hệ thống phụ điều chỉnh nguồn nhiệt để kích hoạt bước tách và phản ứng của nguồn hợp chất ẩm có thể ứng dụng phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa chứa phản ứng thủy nhiệt.

Theo một số phương án về hệ thống, hợp chất có thể chứa cacbon, oxy, và hydro. Hợp chất có thể bao gồm xenluloza. Hợp chất có thể bao gồm lignin. Hợp chất có thể bao gồm hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H.

Theo một số phương án về hệ thống, nhiên liệu lỏng bao gồm metanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 6H_2O \rightarrow CH_4O + 5CO_2 + 9H_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước

kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_4\text{O} + 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4\text{O} + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{CH}_4\text{O} + 2\text{CO}_2$.

Theo một số phương án về hệ thống, nhiên liệu lỏng bao gồm etanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2$. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 2\text{CO}_2$.

Theo một số phương án về hệ thống, nhiên liệu lỏng bao gồm propanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm cả việc kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8\text{O} + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2$.

Theo một số phương án về hệ thống, nhiên liệu lỏng bao gồm butanol. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm cả việc kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + 2\text{CO}_2$.

Theo một số phương án về hệ thống, nhiên liệu lỏng bao gồm xăng. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 4\text{C} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_7\text{H}_{16} + 2\text{CO}_2$.

Theo một số phương án về hệ thống, nhiên liệu lỏng bao gồm diesel. Việc đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng có thể bao gồm bước kích hoạt phản ứng $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 10\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{16}\text{H}_{24} + 6\text{CO}_2$.

Theo một số phương án về hệ thống, một khí thu được bao gồm khí hydro gọi là sản phẩm cuối. Khí thu được có thể bao gồm khí cacbon điôxit gọi là sản phẩm cuối.

Một số phương án bao gồm phương pháp tách hydro từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Phương pháp có thể bao gồm ít nhất: bước đưa nguồn hợp chất vào buồng; thêm nước để tạo phản ứng với hợp chất; đun nóng hợp chất trong buồng để phân ly hợp chất thành khí hydro, khí cacbon điôxit, và cặn rắn cacbon; hoặc bước tách khí hydro từ khí cacbon điôxit.

Việc đun nóng hợp chất trong buồng để phân ly hợp chất thành khí hydro, khí cacbon điôxit, và cặn rắn cacbon có thể ứng dụng phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt.

Một số phương án về phương pháp bao gồm bước cấp dòng khí trơ vào buồng. Khí trơ có thể bao gồm ít nhất argon hoặc nitơ. Hợp chất có thể bao gồm ít nhất xenluloza, lignin, hemixenluloza, hoặc sản phẩm thải chứa cacbon, ôxy, và hydro. Xenluloza có thể bao gồm chất thải xenluloza. Nguồn xenluloza có thể bao gồm ngô. Nguồn xenluloza có thể bao gồm giấy.

Một số phương án về phương pháp bao gồm bước xử lý khí hydro để tạo ra năng lượng điện. Phương pháp có thể bao gồm bước đốt cháy một phần xenluloza trong buồng xử lý có chứa khí đến khi ôxy trong không khí trong buồng xử lý giảm đi. Một số phương án có thể yêu cầu nhiệt độ buồng tách xenluloza xấp xỉ 325°C hoặc cao hơn.

Một số phương án có thể bao gồm ít nhất: bước đốt cháy hydro có mặt ôxy để tạo thành hơi nước và giải phóng năng lượng; hoặc bước đốt cháy cacbon có mặt ôxy để tạo thành cacbon điôxit và giải phóng năng lượng. Hơi nước có thể được chuyển hóa thành năng lượng điện.

Phương pháp có thể bao gồm bước nạp khí hydro vào pin nhiên liệu. Pin nhiên liệu có thể chuyển hóa khí hydro và khí ôxy thành nước để tạo ra nhiệt. Một số phương án bao gồm bước sử dụng khí hydro để nâng cao hiệu quả của động cơ tự động.

Một số phương án bao gồm phương pháp chuyển hóa xenluloza thành hydro. Phương pháp có thể bao gồm ít nhất: bước đưa nguồn xenluloza vào buồng; thêm nước vào buồng để tạo phản ứng với xenluloza; đun nóng buồng để tạo ra hơi nước; bước kích hoạt phản ứng giữa hơi nước và xenluloza để tạo thành khí hydro và khí cacbon điôxit; hoặc bước tách khí hydro từ khí cacbon điôxit.

Phản ứng có thể bao gồm phản ứng không ôxy hóa. Phản ứng không ôxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt. Khí hydro có thể được đốt cháy với sự có mặt của khí ôxy để tạo thành hơi nước và giải phóng năng lượng. Hơi nước có thể được chuyển hóa thành năng lượng điện. Khí hydro có thể được cấp vào pin nhiên liệu, pin nhiên liệu chuyển hóa khí hydro và khí ôxy thành hơi nước và tạo ra điện và nhiệt. Trong một số phương án, xenluloza có thể được đốt cháy một phần trong buồng xử lý có chứa khí đến khi ôxy trong không khí trong buồng xử lý giảm đi.

Theo một số phương án, dòng khí trơ được cấp vào buồng. Khí trơ có thể bao gồm ít nhất argon hoặc nitơ.

Theo một số phương án, hơi nước hình thành ở nhiệt độ xấp xỉ 400°C hoặc cao hơn. Nguồn xenluloza có thể bao gồm ngô. Nguồn xenluloza có thể bao gồm giấy. Nguồn xenluloza có thể bao gồm chất thải xenluloza.

Một số phương án bao gồm hệ thống tạo hydro từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro. Hệ thống có thể bao gồm ít nhất: buồng xử lý; nguồn nhiệt tiếp xúc nhiệt với bên trong buồng xử lý; nguồn hợp chất nằm trong buồng xử lý; nguồn nước để tạo phản ứng với hợp chất; hoặc hệ thống xả để tách khí hydro thu được và khí cacbon đioxit từ buồng xử lý.

Nguồn nhiệt có thể cũng được bố trí để tạo phản ứng giữa nguồn nước với hợp chất ứng dụng phản ứng không oxy hóa. Phản ứng không oxy hóa có thể bao gồm phản ứng thủy nhiệt. Hệ thống có thể còn bao gồm buồng đốt được bố trí để đốt cháy khí hydro có mặt oxy để giải phóng năng lượng nhiệt và tạo thành hơi nước. Hệ thống có thể bao gồm pin nhiên liệu chuyển hóa khí hydro thành năng lượng điện.

Nguồn hợp chất có thể bao gồm ít nhất ngô hoặc giấy. Hệ thống có thể bao gồm hệ thống phân phối khí được bố trí để cấp dòng khí trơ vào buồng xử lý. Khí trơ có thể bao gồm ít nhất argon hoặc nitơ. Hợp chất có thể được đốt cháy một phần trong buồng xử lý có chứa khí đến khi oxy trong không khí trong buồng xử lý giảm đi.

Nguồn nước có thể được bố trí bên trong buồng phản ứng cho phản ứng giữa hợp chất và nước để tạo thành hydro và cacbon đioxit. Nguồn hợp chất có thể bao gồm chất thải xenluloza. Hệ thống có thể bao gồm hệ thống phụ được bố trí để xử lý khí hydro để tạo ra năng lượng điện.

Nội dung được đề cập trên là đặc điểm được liệt kê tổng quát không phải là những đặc điểm chung và ưu điểm về mặt kỹ thuật trong các ví dụ được bộc lộ theo trình tự mà phần mô tả chi tiết dưới đây sẽ giúp hiểu rõ về giải pháp hơn. Các đặc điểm và ưu điểm khác cũng sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Các khái niệm và các ví dụ cụ thể được bộc lộ trên thực tiễn có thể được sử dụng làm cơ sở để thay đổi hoặc thiết kế các cấu trúc khác nhằm thực hiện các mục đích tương tự như của sáng chế. Các cấu trúc tương đương đó không tách rời khỏi phạm vi các điểm yêu cầu bảo hộ. Những đặc điểm được cho là đặc trưng của các khái niệm được bộc lộ theo sáng chế, bao gồm cả việc tổ chức và phương pháp thực hiện cùng với các ưu điểm khác sẽ được hiểu rõ hơn từ việc mô tả chi tiết sáng chế sau đây có kèm theo các hình vẽ tham chiếu. Mỗi hình vẽ chỉ nhằm mục đích minh họa và mô tả, và không được coi là giới hạn các yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn bản chất và lợi ích của sáng chế, sáng chế có thể trở nên dễ hình dung hơn qua các hình vẽ đính kèm. Trong các hình vẽ này, các chi tiết hoặc đặc điểm giống nhau có thể có cùng số tham chiếu. Ngoài ra, các chi tiết khác nhau thuộc cùng loại có thể được phân biệt

bằng các số tham chiếu có gạch ngang và số tham chiếu thứ hai phân biệt giữa các chi tiết giống nhau. Nếu số tham chiếu đầu tiên được sử dụng trong bản mô tả thì phần mô tả có thể áp dụng cho một trong các chi tiết tương tự có số cùng số tham chiếu đầu tiên khác với số tham chiếu thứ hai.

Hình 1A là lược đồ thể hiện quá trình chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro và/hoặc khí dạng lỏng theo các phương án khác nhau.

Hình 1B là lược đồ thể hiện quá trình chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro và/hoặc khí dạng lỏng theo các phương án khác nhau.

Hình 2 là lược đồ thể hiện hydro sẽ được đốt cháy trong buồng đốt theo các phương án khác nhau.

Hình 3 là lược đồ thể hiện quá trình chuyển hóa khí hydro thành năng lượng điện bằng pin nhiên liệu theo các phương án khác nhau.

Hình 4A thể hiện sơ đồ tóm tắt các khía cạnh tổng quan của phương pháp chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro để tạo năng lượng theo các phương án khác nhau.

Hình 4B thể hiện sơ đồ tóm tắt các khía cạnh tổng quan của phương pháp chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro để tạo năng lượng theo các phương án khác nhau.

Hình 5 thể hiện sơ đồ tóm tắt phương pháp cụ thể đầu tiên để tách hydro từ sinh khối xenlulô và các bước chuyển hóa hydro thành năng lượng điện theo các phương án khác nhau.

Hình 6 là sơ đồ tóm tắt phương pháp cụ thể thứ hai để tách hydro từ sinh khối xenlulô và các bước chuyển hóa hydro thành năng lượng điện theo các phương án khác nhau.

Hình 7 thể hiện sơ đồ tóm tắt các khía cạnh tổng quan của phương pháp sản xuất nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa C-O-H theo các phương án khác nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống tách hydro và/hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro (“C-O-H”). Hợp chất có thể bao gồm ví dụ như xenluloza, lignin, và/hoặc hemixenluloza. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có ít nhất một hợp chất chứa C-O-H. Có thể pha nước với hợp chất chứa C-O-H để tạo ra hợp chất chứa C-O-H ẩm. Hợp chất chứa C-O-H ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng. Hợp chất chứa C-O-H ẩm có thể

được đun nóng trong buồng phản ứng sao cho các thành phần của hợp chất chứa C-O-H phân ly và phản ứng, thu được một sản phẩm phản ứng chứa ít nhất khí hydro và/hoặc nhiên liệu lỏng. Một số phương án có thể ứng dụng phản ứng không ôxy hóa để tạo ra hydro và/hoặc nhiên liệu lỏng, như phản ứng thủy nhiệt. Khí hydro và/hoặc nhiên liệu lỏng có thể được sử dụng để tạo ra năng lượng điện, nhiệt, hoặc các dạng năng lượng khác nhau dành cho động cơ.

Mô tả sau đây đưa ra các phương án để làm ví dụ, và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi, khả năng áp dụng hoặc nội dung của giải pháp được bộc lộ. Hơn thế, mô tả sau đây về các phương án để làm ví dụ sẽ cung cấp cho các chuyên gia có trình độ trung bình trong lĩnh vực khả năng mô tả để thực hiện một hoặc nhiều phương án làm ví dụ, những chuyên gia này hiểu rằng có thể có nhiều thay đổi về chức năng và cách sắp xếp các thành phần nhưng không làm cho những thay đổi đó tách rời khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế như được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Một số phương án được mô tả trong bản mô tả này, và mặc dù các phương án khác nhau đề cập đến nhiều đặc điểm của giải pháp, tuy nhiên các chuyên gia có trình độ trung bình trong lĩnh vực hiểu rằng các đặc điểm được mô tả trong các phương án có thể được kết hợp bên trong phương án khác. Tuy nhiên, không có đặc điểm riêng nào hoặc các đặc điểm trong bất kỳ phương án nào được coi là cần thiết cho mọi phương án của sáng chế, vì các phương án khác của sáng chế có thể lược bỏ những đặc điểm này.

Các chi tiết cụ thể được nêu trong phần mô tả dưới đây nhằm đem lại cách hiểu thấu đáo các phương án của sáng chế. Tuy nhiên, những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực hiểu rằng các phương án có thể được thực hiện mà không cần các chi tiết cụ thể. Chẳng hạn, hệ thống, mạng lưới, quy trình, và các chi tiết khác trong các phương án có thể được coi như là các chi tiết trong sơ đồ khối để tránh gây rối khi thể hiện phương án chi tiết không cần thiết. Trong các trường hợp khác, các quy trình, cơ cấu, và công nghệ đã biết có thể được thể hiện mà không cần chi tiết không cần thiết để tránh gây rối khi thể hiện phương án.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng các phương án riêng lẻ có thể được mô tả như một quy trình được thể hiện dưới dạng sơ đồ, sơ đồ dòng, sơ đồ dòng dữ liệu, sơ đồ cấu tạo, hoặc sơ đồ khối. Mặc dù sơ đồ dòng có thể mô tả các hoạt động của quy trình theo trình tự, tuy nhiên nhiều hoạt động có thể được thực hiện song song hoặc đồng thời. Ngoài ra, trình tự các hoạt động có thể được sắp xếp lại. Một quy trình có thể kết thúc khi các hoạt động của nó được hoàn tất, thể nhưng quy trình đó có thể còn bao gồm các hoạt động khác mà không được đưa ra hoặc thể hiện trong hình. Ngoài ra, không phải tất cả các hoạt động trong bất kỳ một quy trình được mô tả cụ

thể nào có thể diễn ra trong mọi phương án. Một quy trình có thể tương ứng với một phương pháp, một chức năng, một trình tự, một cách thức hỗ trợ, một chương trình phụ trợ, v.v. Khi một quy trình tương ứng với một chức năng, thì sự kết thúc của nó tương ứng với sự hồi quy chức năng đối với chức năng yêu cầu hoặc chức năng chính.

Ngoài ra, các phương án có thể được thực hiện, ít nhất một phần, hoặc thủ công hoặc tự động. Việc thực hiện thủ công hoặc tự động có thể được tiến hành, hoặc ít nhất được hỗ trợ, nhờ máy móc, phần cứng, phần mềm, phần mềm lõi (firmware), phần mềm trung gian (middleware), vi mã, ngôn ngữ mô tả phần cứng, hoặc kết hợp bất kỳ giữa chúng. Khi được thực hiện bằng phần mềm, firmware, middleware hoặc vi mã, mã chương trình hoặc phân đoạn mã để triển khai các nhiệm vụ cần thiết có thể được lưu trữ trong môi trường đọc bằng máy. Thiết bị xử lý có thể thực hiện các nhiệm vụ cần thiết.

Chỉ cho mục đích minh họa, một số phản ứng cụ thể liên quan đến các thành phần của sinh khối xenlulô, ngoài ra gọi là lignoxenluloza, bao gồm xenluloza, hemixenluloza và lignin và hỗn hợp của nó được mô tả tại đây là ví dụ về phương pháp và quy trình được bộc lộ có thể được thực hiện. Những công nghệ đã được tác giả sáng chế phát triển có thể áp dụng trên thực tiễn cho hợp chất chứa C-O-H và những minh họa mà sử dụng bất kỳ thành phần này hoặc hỗn hợp của chúng không được cho là nhằm mục đích giới hạn phạm vi sáng chế.

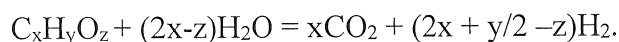
Các phương án khác có thể bao gồm các hỗn hợp khác của các thành phần sinh khối. Chẳng hạn, hỗn hợp gồm xenluloza, lignin, và /hoặc hemixenluloza có thể được sử dụng. Nhiều nguyên liệu sinh khối có thể có một hoặc nhiều hỗn hợp xenluloza, lignin, hemixenluloza và/hoặc khoáng vi lượng trong nguyên liệu thành phần của chúng. Do đó, các tác giả sáng chế có thể điều khiển được quy trình chuyển hóa nguyên liệu thành dòng khí hydro và CO₂ đã qua xử lý và dò vết các chất khí. Một số phương án có thể sử dụng nguyên liệu chứa C-O-H, như giấy phế liệu, mùn cưa của nhiều loại gỗ khác nhau, các tông, cỏ khô, rơm, cỏ switchgrass, chất thải rắn đô thị, rác thải đã được làm sạch, chất thải hạt nhân, gỗ thải xây dựng; các nguyên liệu khác nhau này có thể được gọi chung là chất thải.

Một số phương án có thể áp dụng quá trình nhiệt phân ngâm nước mà đầu vào của quá trình này có thể là hỗn hợp giữa nguyên liệu lignoxenlulô và nước. Quá trình này có thể có nhiều điểm tương đồng với nhiều công nghệ sản xuất khí tổng hợp hiện có với những ưu điểm như quá trình phản ứng có thể kết hợp lại thành một bước, hỗn hợp giàu khí hydro có thể được tạo ra, quy

trình có thể chịu được độ ẩm cao trong nguyên liệu đầu vào, và dòng khí thu được có thể được đốt cháy trực tiếp trong động cơ đốt trong.

Chẳng hạn, chế phẩm hóa sinh của nguyên liệu lignoxenlulô có thể có ba thành phần chính: xenluloza, lignin, và hemixenluloza. Nguyên liệu khác (có thể bao gồm, nhưng không giới hạn, gỗ cứng, gỗ mềm, cỏ, trái cây) có thể có lượng ba nhóm thành phần chính nêu trên tương đối khác nhau. Nội dung được đề cập đến sau đây liên quan đến phương pháp có thể được sử dụng để tính toán tỷ lệ nước cần thiết cho từng thành phần của nguyên liệu nhằm giảm thiểu chất thải cacbon rắn và sinh ra cacbon mônôxít theo các phương án khác nhau. Việc sử dụng lượng nước định sẵn trong phản ứng có thể tạo ra hỗn hợp sản phẩm khí mà có thể được đốt trực tiếp trong động cơ pittông, và có thể tối ưu việc tạo ra các phân tử hydro để sản xuất ra hydro sinh học.

Lớp phản ứng chung được kích thích bởi quy trình nhiệt phân ngâm nước trong một số phương án có thể được mô tả như sau:



Bởi vậy, đối với từng mol thành phần lignoxenlulô để được chuyển hóa hoàn toàn thành CO_2 và H_2 , thì số mol nước theo yêu cầu có thể được mô tả là $2x-z$.

Để hoàn tất phản ứng, các cấu trúc vượt trội trong thành phần hóa sinh của nguyên liệu lignoxenlulô và nước có thể được liệt kê như sau và chỉ được đưa ra làm ví dụ:

Thành phần hóa sinh	Công thức hóa học	Khối lượng phân tử (g/mol)	Phần trăm khối lượng nguyên liệu	Mol nước theo yêu cầu đối với mỗi mol thành phần	Nhận xét
Xenluloza	$C_6H_{10}O_5$	162	33-50%	7 (77,78 wt%)	Nhiều trong gỗ cứng
Lignin	$C_{9+n}H_{10+3n}O_{2+n}$	$150 + 31n$	15-25%	$16+n$ (wt% = $\frac{[18(16+n)]}{[150+31n]}$)	$0,9 < n < 1,4$ tùy thuộc vào nguyên liệu
Xylan	$C_{17}H_{36}O_8$	368	5-11%	26 (127 wt%)	Nhiều trong gỗ cứng
Glucomannan	$C_{35}H_{49}O_{29}$	933	1-20%	41 (79 wt%)	Chủ yếu trong gỗ mềm

Đối với nguyên liệu sinh khối có phần trăm khối lượng thành phần C% xenluloza, L% lignin, G% glucomannan, và X% xylan, khối lượng nước M_w phải được thêm vào trên mỗi khối nguyên liệu đầu vào khô có thể bằng:

$$M_w = \{ 0,7778C + [18(16+n)/(150+31n)]L + 0,79G + 1,37X \} M_F.$$

Chỉ làm ví dụ, đối với gỗ cứng có 45% xenluloza, 30% lignin với $n=1,2$, 2% glucomannan, và 23% xylan, thì phần trăm khối lượng nước so với khối xenlulô khô có thể là 117,59% để hoàn tất phản ứng.

Đối với nguyên liệu đầu vào không khô (điều kiện bình thường) có phần trăm khối lượng nước W%, thì khối nguyên liệu xenlulô khô M_F tìm được trong tổng thể nguyên liệu được vận chuyển M_T có thể được mô tả là:

$$M_F = (1-W) M_T.$$

Do vậy, đối với khối vận chuyển M_T của nguyên liệu tại phần trăm khối lượng nước W, thì khối nước còn lại phải thêm vào M_A có thể bằng:

$$M_A = M_w - W M_T.$$

$$= M_T (1-W)(0,7778C + [18(16+n)/(150+31n)]L + 0,79G + 1,37X) - W M_T$$

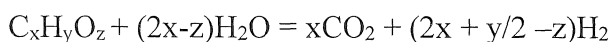
$$= M_T \{ (1-W)(0,7778C + [18(16+n)/(150+31n)]L + 0,79G + 1,37X) - W \}.$$

Theo một số phương án, nguyên liệu có thể được phân loại nhờ vào phân tích yếu tố cơ bản, hơn là thành phần hóa sinh được sử dụng như trên. Trong trường hợp này, phần trăm khối lượng các thành phần hóa học được tìm thấy trong nguyên liệu có thể có được nhờ phân tích. Nếu thông tin có thể được cung cấp theo cách này, thì bảng sau đây là một ví dụ phân tích nhiên liệu đầu vào mùn cưa gỗ thông :

Nguyên tố hóa học	Phần trăm khối lượng (khô)
C	51,3
H	6,13
O	42
N	,12
S	,02

Cl	,07
F	-
Br	-
Tổng	99,64

Do thành phần tham gia trong phản ứng chủ yếu là C, H, và O, và bởi vì các thành phần này chiếm hơn 99% của khối nguyên liệu khô, nên có thể chỉ cần xem xét các thành phần này khi xác định khối lượng nước phải được thêm vào nguyên liệu đầu vào. Đối với nguyên liệu đầu vào có tỷ lệ phần trăm khối lượng khô %C cacbon, %H hydro, và %O ôxy, và sử dụng phân tử proto của $C_xH_yO_z$, thì phản ứng có thể được mô tả như sau:



Vì vậy, với từng mol thành phần lignoxenlulô sẽ được chuyển hóa một cách hoàn toàn thành CO_2 và H_2 thì số mol nước theo yêu cầu là $2x-z$.

Để xác định giá trị x, y, và z sử dụng phương pháp phân tích yếu tố cơ bản, phương trình sau có thể được tính toán cho khối lượng mol của 1g/mol nguyên liệu đầu vào:

$$x = \%C/\text{khối}(C)$$

$$y = \%H/\text{khối}(H)$$

$$z = \%O/\text{khối}(O).$$

Số mol nước theo yêu cầu để cho tất cả nguyên tử cacbon phản ứng với cacbon điôxit là $2x-z$, có thể được thể hiện như sau:

$$\text{mol}(H_2O) = 2\%C/\text{khối}(C) - \%O/\text{khối}(O).$$

Phần trăm khối lượng nước M_w phải được thêm vào tương đương với khối lượng nguyên liệu khô đầu vào có thể là:

$$M_w = [\text{khối lượng}(H_2O) \times (2\%C/\text{khối lượng}(C) - \%O/\text{khối lượng}(O))] M_F.$$

Chẳng hạn nguyên liệu là mùn cưa gỗ thông, thì phương trình sẽ là:

$$\text{mol}(H_2O) = 0,85 - 0,2625 = 0,05875$$

$$\text{khối lượng}(H_2O) = 18.$$

$$M_w = 1,0575 M_F.$$

Đối với nguyên liệu đầu vào không khô (điều kiện bình thường) có phần trăm khối lượng nước $W\%$, thì khối lượng nguyên liệu xenlulo khô M_F được tìm thấy trong tổng nguyên liệu được vận chuyển M_T có thể được mô tả như sau:

$$M_F = (1-W) M_T.$$

Bởi vậy, đối với khối lượng được vận chuyển M_T của nguyên liệu có phần trăm khối lượng nước là W , thì khối lượng nước còn lại phải được thêm vào M_A có thể bằng:

$$\begin{aligned} M_A &= M_w - W M_T \\ &= M_T (1-W) [\text{khối lượng}(\text{H}_2\text{O}) \times (2\%C/\text{khối lượng}(C) - \%O/\text{khối lượng}(O))] - W M_T \\ &= M_T \{ (1-W)[\text{khối lượng}(\text{H}_2\text{O}) \times (2\%C/\text{khối lượng}(C) - \%O/\text{khối lượng}(O))] - W \}. \end{aligned}$$

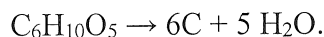
Ví dụ, đối với 1 tấn mùn cưa gỗ thông có độ ẩm 25%, thì khối lượng nước phải được thêm vào có thể bằng:

$$\begin{aligned} M_A &= 1 \{ 0,75(1,0575) - ,25 \} \\ &= 0,543 \text{ tấn}. \end{aligned}$$

Bởi vậy đối với số tấn nguyên liệu đầu vào đã vận chuyển thì có thể có 750kg nguyên liệu khô và 250 kg nước. Bằng cách thêm 543 lít nước (543 kg), chẳng hạn, tổng khối lượng nước có thể là 793kg, hoặc 105,73% khối lượng nguyên liệu khô đầu vào, bảo đảm rằng tất cả cacbon có thể được cho phản ứng thành cacbon điôxit trong quy trình nhiệt phân.

Phản ứng 1 : Chuyển hóa xenluloza thành hydrô

Xenluloza có công thức phân tử $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$. Một phản ứng có thể xảy ra là xenluloza được phân tách trong môi trường khí trơ hoặc có rất ít các chất khí khác sau khi chất này được đun nóng để giải phóng H_2O và tạo ra cacbon. Phản ứng này có thể được mô tả bằng công thức:



Tuy nhiên, khi khởi sự, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu quá trình cacbon hóa cotton để sản xuất sợi cacbon, khoảng 15 kg cotton được đưa vào buồng đun nóng. Khi chu kỳ đun nóng kết thúc, còn lại khoảng 3 kg cotton đã được cacbon hóa. Sản lượng cacbon trung bình đạt được là 20%-25% tại thời điểm làm thí nghiệm.

Để hiểu rõ hơn, xin theo dõi tiếp thí nghiệm dưới đây của sáng chế. Nếu cacbon tiêu thụ tất cả ôxy trong xenluloza để tạo thành cacbon điôxit (CO_2), thì phản ứng có thể được mô tả:



Do vậy, cacbon còn lại có thể được tính bằng cách sử dụng khối lượng phân tử như sau:

$$(7 \text{ mol} \times M_r \text{ cacbon}) / (2 \text{ mol} \times M_r \text{ xenluloza}) = (7 \times 12) / (2 \times 162) = 26\%.$$

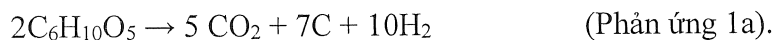
Ngoài ra, nếu cacbon tiêu thụ tất cả ôxy trong xenluloza để tạo thành cacbon monôxít (CO), thì phản ứng có thể được xác định bằng công thức:



Cacbon còn lại có thể được ước lượng như sau:

$$M_r \text{ cacbon} / M_r \text{ xenluloza} = 12 / 162 = 7\%.$$

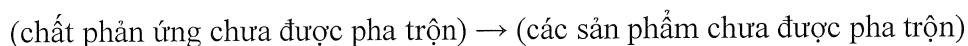
Do đó, có vẻ như phản ứng đặc trưng trong suốt quá trình đun nóng xenluloza (nhiệt phân) có thể thu được hỗn hợp chứa CO và CO₂, với CO₂ chiếm ưu thế trong hỗn hợp. Do vậy, xenluloza được đun nóng trong khí trơ có thể thu được phản ứng hóa học sau:



Phản ứng khác đối với hydro được đốt cháy để tạo thành nước và đối với cacbon được đốt cháy để tạo thành cacbon đioxit được xác định dưới đây:



Phương pháp hóa nhiệt nhìn chung là một nghiên cứu về sự thay đổi của năng lượng diễn ra trong suốt quá trình phản ứng hóa học. Nếu năng lượng được chuyển hóa thành năng lượng nhiệt với lượng ổn định, và công là bằng không, thì sự thay đổi nội năng được tạo ra là tương đương với nhiệt được chuyển hóa. Đối với một thay đổi cụ thể về trạng thái ΔU độc lập trong bất kỳ quy trình nào, thì $(\Delta U)_v = q_v$ được xác định bằng định luật nhiệt động thứ nhất. Nếu năng lượng được chuyển hóa thành năng lượng nhiệt có áp suất ổn định, thì lượng năng lượng được chuyển hóa có thể nhận biết được nhờ vào sự thay đổi entanpi. Do đó, miễn là công bằng không thì $\Delta H = q_p$. Sự thay đổi entanpi kèm theo phản ứng được gọi là entanpi phản ứng (ΔH). Entanpi tạo thành là entanpi phản ứng khi một hợp chất được tạo thành từ chính các thành phần của nó. Đối với một phản ứng có một số chất phản ứng và sản phẩm, thì sự thay đổi entanpi ΔH hàm ý quy trình tổng thể như sau:



Phản ứng mà $\Delta H > 0$ được gọi là phản ứng thu nhiệt; còn những phản ứng mà $\Delta H < 0$ được gọi là phản ứng tỏa nhiệt.

Bảng sau đây liệt kê entanpi tạo thành dành cho các hợp chất như cacbon đioxit (CO_2), nước (H_2O), và xenluloza ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) và khối lượng phân tử trên một mol hợp chất. Ngoài ra, bảng cũng liệt kê nhiệt độ cụ thể của các hợp chất và entanpi bay hơi của nước. Dữ liệu được đưa ra trong bảng được sử dụng để tính toán năng lượng cần thiết để đun nóng xenluloza và để tạo thành hơi nước ở nhiệt độ cao.

	Entanpi tạo thành (kJ/mol)	Khối lượng phân tử (gram/mol)	Nhiệt cụ thể C_p (J/K/mol)	Entanpi bay hơi (kJ/mol)
CO_2	-393,5	44		--
H_2O (g)	-241,8	18	33,58	--
H_2O (l)	-285,8	18	75,29	40,7
Xenluloza ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)	-87,2	162	230	--

Về phản ứng 1a, bằng cách sử dụng entanpi tạo thành, năng lượng giải phóng 2 mol xenluloza có thể được ước tính như sau:

$$\Delta H_1 = 5 (-393,5) - 2 (87,2) = -2141,8 \text{ kJ}$$

Nếu hydro còn lại được đốt cháy để tạo thành nước trong phản ứng 1 b, thì năng lượng cần thêm để giải phóng 2 mol xenluloza có thể được tính như sau:

$$\Delta H_2 = 10 (-241,8) = -2418,3 \text{ kJ}$$

Do đó, năng lượng giải phóng 2 mol xenluloza có thể bằng

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -4560,1 \text{ kJ}$$

Do vậy, năng lượng giải phóng 1 mol xenluloza trong các phản ứng 1a và 1b là -2280 kJ/mol.

Nếu cần 92 kJ/mol năng lượng để đun nóng xenluloza, lượng này có thể được tính toán dựa vào giá trị nhiệt cụ thể C_p và sự thay đổi nhiệt độ của xenluloza sử dụng phương trình sau:

$$\Delta U = C_p \Delta T = 230 \text{ J/K/mol} * 400\text{K} = 92,000 \text{ J/mol} = 92 \text{ kJ/mol}$$

Tiếp theo năng lượng thuần để giải phóng xenluloza sẽ được đốt cháy trong khí trơ có thể là:

$$\Delta H_3 = -2280 + 92 = -2188 \text{ kJ/mol} = -2188/162 \text{ kJ/g} = -13,51 \text{ kJ/g}$$

Ngoài ra, phần dư 3,5 mol cacbon (hoặc $3,5 \cdot 12 = 42 \text{ gr cacbon}$) đối với một mol xenluloza có thể được đốt cháy để tạo thành cacbon điôxit và giải phóng thêm năng lượng có thể bằng:

$$\Delta H_4 = -3,5 \cdot 393,5 = -1377,3 \text{ kJ/mol} = -1377,3/162 \text{ kJ/g} = -8,5 \text{ kJ/g}$$

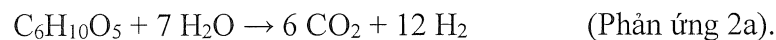
Tổng năng lượng giải phóng xenluloza có thể được ước tính bằng:

$$\Delta H_4 + \Delta H_3 = -13,51 - 8,5 = -22,0 \text{ kJ/g}$$

Tác giả sáng chế đã thực hiện các thử nghiệm bằng cách sử dụng khí nitơ thay vì argon để thay thế không khí, bởi vì khí nitơ có chi phí thấp hơn khí argon. Tuy nhiên, sản lượng cacbon trung bình có thể giảm còn 17% từ 20-25% khi khí được chuyển từ argon sang nitơ, mà cũng có thể do sự tạo thành CN, hoặc có lẽ nitơ không thể thay thế ôxy cũng như khí argon. Tuy nhiên, một số phương án có thể sử dụng các khí trơ khác nhau để thay thế một số hoặc toàn bộ không khí trong hệ thống.

Thủy phân để sản xuất hydro từ xenluloza

Một phản ứng để tạo ra hydro từ xenluloza bằng cách thêm nước dạng lỏng vào xenluloza và đun nóng hỗn hợp có thể được xác định bằng công thức:



Theo một số phương án, hỗn hợp này có thể được đun nóng đến khoảng 1000°C. Phản ứng thủy nhiệt này thu được hydro. Các phản ứng không ôxy hóa khác cũng có thể được sử dụng trong một số phương án để tạo ra hydro. Hydro sau đó có thể được đốt cháy trong ôxy được xác định bằng công thức:



Trong phản ứng 2a, entanpi thực của phản ứng được tính toán là 1241 kJ/mol.

Khi quan sát hydro được đốt cháy trong phản ứng 2b, thì năng lượng sau có thể được giải phóng:

$$\Delta H = 12(-241,8) = -2902 \text{ kJ/mol}.$$

Do vậy năng lượng thực sinh ra là 1661 kJ/mol xenluloza. Để từng gram xenluloza được tiêu thụ, năng lượng sau có thể được giải phóng:

$$\begin{aligned}\Delta H &= 3108 \text{ kJ} / 162\text{g Xenluloza} \\ &= 10,25 \text{ kJ/g xenluloza.}\end{aligned}$$

Năng lượng nhiệt được giải phóng bằng cách đốt cháy hydro được tạo ra từ xenluloza thông qua phản ứng CHyP có thể được mô tả như sau:

$$(10,25 \text{ kJ/g})(1,000,000 \text{ g/tấn})(1 \text{ MW-giờ}/3,600,000 \text{ kJ}) = 2,84 \text{ MW-giờ/tấn.}$$

Phân tích trên có thể cho thấy nhiệt động học của các phương án khác nhau tỏ ra có hiệu quả. Do vậy, các phương án có thể giải quyết được nhiều vấn đề được coi là những khó khăn trong lĩnh vực khí hóa.

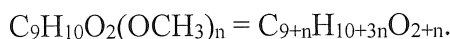
Chẳng hạn, một số phương án có thể đưa ra các thiết kế đơn giản hóa cho phép áp dụng trên diện rộng từ quy mô gia đình đến quy mô sản xuất năng lượng thương mại. Một số phương án có thể chú trọng vào các vấn đề nhiệt gây ra tình trạng tổn hao nhiệt năng khiến cho các công nghệ khí hóa trở nên không hiệu quả. Mặc dù một số phương án có thể tạo ra nhiều nhiệt hơn mức cần thiết, tuy nhiên có thể xem xét đến sự mất nhiệt vào môi trường và thông qua các chất khí thoát ra. Do bản chất phản ứng tỏa nhiệt, nên hệ số đòn bẩy của năng lượng nhiệt tỏa ra bên ngoài từ năng lượng đầu vào có thể là trên 10.

Một số phương án có thể được tối ưu hóa để giảm thiểu việc tạo ra hắc ín cũng như CO và C_xH_y. Đối với một số phương án, xenluloza có chứa nước có thể có ích, không phải là vấn đề tiêu thụ năng lượng như với phần lớn các quy trình tạo ra năng lượng sinh khối mà tại đó bước làm khô nguyên liệu là bắt buộc để giảm thiểu nước. Nguyên liệu trong nhiều phương án có thể không cần làm khô trước khi chế biến. Bằng cách tạo ra được hydro theo nhu cầu trong một số phương án, có thể thấy được lợi ích của hydro mà không gặp phải những vấn đề thường liên quan đến hydro, chủ yếu là các vấn đề về lưu trữ và phân phối. Bởi vì khí được tạo ra có chứa CO₂, nên quá trình làm loãng hydro có thể thật sự có lợi cho quá trình đốt cháy trong động cơ đốt trong trong một số phương án thông qua quá trình giảm nhiệt độ cháy và tốc độ cháy, và tiếp đó giảm chất ô nhiễm NO_x. Lửa được tạo ra từ việc đốt cháy khí thành phẩm có thể chứa lượng nhỏ C_xH_y và CO khiến cho lửa thường không thể nhìn thấy được trở nên có thể quan sát được, mang lại cách xử lý an toàn hơn trong một số phương án.

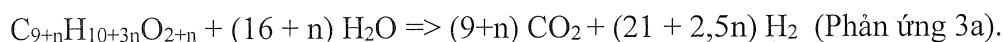
Theo một số phương án, lignin và /hoặc hemi-xenluloza trong sinh khối xenlulô cũng có thể coi là nguồn hydro hiệu quả. Vì đây có thể là chất thải từ một số nguồn, cụ thể, xenluloza để sản xuất etanol, đây có thể là sự bổ sung hiệu quả vào bức tranh năng lượng có thể tái sinh sử dụng các quy trình được mô tả trong bản mô tả này.

Thủy phân để sản xuất hydro từ lignin

Lignin có công thức là: $C_9H_{10}O_2(OCH_3)_n$ trong đó n là tỷ lệ MeO:C9, là tỷ lệ giữa nhóm metoxylat hóa với nhóm phenylpropanoit trong lignin. Giá trị của n, ví dụ, có thể là gần 0,94 với gỗ mềm và giấy, 1,18 với cỏ, và 1,4 với gỗ cứng. Việc sử dụng giá trị tương đương để viết lại công thức lignin có thể dẫn đến phương trình sau:



Theo các phương án khác nhau, máy tạo hydro CHyP có thể kích hoạt phản ứng sau:



Ví dụ, khi n=1, điều này tương ứng với việc thêm đủ nước vào lignin để thu được thành phần hợp chất ẩm có phần trăm khối lượng nước 62,8.

Entanpi thực của phản ứng này tại nhiệt độ tỏa ra ra là 1000°C có thể được mô tả là:

$$(9+n)(-393,5) + (21 + 2,5n)(29,1) + 1592 + (16+n)(285,8) = 2008 - 34,95n \text{ kJ/mol}.$$

Tuy nhiên, khi quan sát hydro được đốt cháy, lượng năng lượng sau có thể được giải phóng:

$$\Delta H = 21+2,5n(-241,8) = -5078 - 605n \text{ kJ/mol}.$$

Do vậy khi n=1, ví dụ, năng lượng thực sinh ra là $5683 - 1973 = 3710 \text{ kJ/mol}$ lignin. Đối với từng gram lignin được tiêu thụ, thì năng lượng thực có thể được giải phóng là như sau:

$$\Delta H = 3710 \text{ kJ} / 181 \text{ g lignin} = 20,5 \text{ kJ/g lignin}.$$

Năng lượng nhiệt được giải phóng bằng cách đốt cháy hydro được tạo ra từ lignin nhờ phản ứng này có thể được mô tả là:

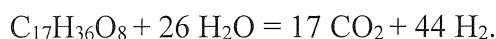
$$(11 \text{ kJ/g})(1.000.000 \text{ g/tấn})(1 \text{ MW-giờ}/3.600.000 \text{ kJ}) = 3,05 \text{ MW-giờ/tấn}.$$

Thủy phân để sản xuất hydro từ hemixenluloza

Theo một số phương án, hemixenluloza trong nguyên liệu lignoxenlulô cũng có thể trở thành nguồn hydro hiệu quả. Hemixenluloza là polysaccharit chứa đường, có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, glucoza, xyloza, mannoza, galactoza, rhamnoza, arabinosa, và glucomannan. Công thức hóa học để các đường này tạo thành các khối có thể được mô tả là $C_5H_{10}O_5$ và $C_6H_{12}O_6$. Nguyên liệu hemixenlulô phổ biến tại Bắc Mỹ sinh khối lignhi-xenlulô bao gồm xylan ($C_{17}H_{36}O_8$) và glucomannan ($C_{35}H_{49}O_{29}$). Do các năng lượng để tách liên kết đối với nhiều hemixenluloza polysaccharit có thể tùy thuộc vào thành phần hóa học chính xác của chúng và các môi trường, nên giá trị trung bình đối với xenluloza (khối lượng) có thể được sử dụng trong các phân tích như sau.

Hydro từ xylan

Công thức hóa học đối với xylan có thể được mô tả là $C_{17}H_{36}O_8$ và phản ứng này được kích thích trong một số phương án có thể được mô tả là:



Phản ứng này tương ứng với việc thêm đủ nước vào xylan để tạo ra thành phần hợp chất ẩm nhằm thu được phần trăm khối lượng nước ví dụ là 56 wt%. Một số phương án có thể tham gia vào quá trình tạo ra hợp chất ẩm có phần trăm khối lượng nước khác nhau.

Entanpi thực của phản ứng này tại nhiệt độ tỏa ra $1000^\circ C$ có thể là 3854 kJ/mol.

Tuy nhiên, khi quan sát hydro được đốt cháy, thì lượng năng lượng sau đây có thể được giải phóng:

$$\Delta H = 44(-241,8) = -10,640 \text{ kJ/mol.}$$

Năng lượng thực sinh ra có thể là $10640 - 3854 = 6786 \text{ kJ/mol}$ xylan. Đối với từng gram xylan tiêu thụ được thì lượng năng lượng sau đây có thể được giải phóng:

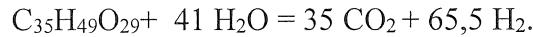
$$\begin{aligned} \Delta H &= 6786 \text{ kJ/ } 368 \text{ g xylan} \\ &= 18,44 \text{ kJ/g xylan.} \end{aligned}$$

Năng lượng nhiệt được giải phóng bằng cách đốt cháy hydro được tạo ra từ xylan thông qua phản ứng CHyP có thể được mô tả là:

$$(18,44 \text{ kJ/g})(1.000.000 \text{ g/tấn})(1 \text{ MW-giờ/3.600.000 kJ}) = 5,12 \text{ MW-giờ/tấn.}$$

Hydrô từ glucomannan

Công thức hóa học cho glucomannan có thể được mô tả là $C_{35}H_{49}O_{29}$ và phản ứng được kích hoạt trong một số phương án có thể được mô tả là:



Phản ứng này tương ứng với việc thêm đủ nước vào glucomannan để tạo ra thành phần hợp chất ẩm có phần trăm khối lượng ví dụ là 44,13 wt%. Một số phương án có thể tham gia vào tạo ra hợp chất ẩm có phần trăm khối lượng nước khác nhau.

Entanpi thực của phản ứng này tại nhiệt độ tỏa ra 1000°C có thể là 6885 kJ/mol.

Tuy nhiên, khi quan sát hydrô được đốt cháy, lượng năng lượng sau đây có thể được giải phóng:

$$\Delta H = 65,5(-241,8) = -15,840 \text{ kJ/mol.}$$

Năng lượng thực sinh ra có thể là $15,840 - 6885 = 8955 \text{ kJ/mol}$ glucomannan. Đối với từng gram glucomannan tiêu thụ được thì năng lượng sau đây có thể được giải phóng:

$$\begin{aligned} \Delta H &= 8955 \text{ kJ} / 933 \text{ g glucomannan} \\ &= 9,6 \text{ kJ/g glucomannan.} \end{aligned}$$

Năng lượng nhiệt được giải phóng bằng cách đốt cháy hydrô được tạo ra từ glucomannan thông qua phản ứng CHyP có thể bằng:

$$(9,6 \text{ kJ/g})(1.000.000 \text{ g/tấn})(1 \text{ MW-giờ} / 3.600.000 \text{ kJ}) = 2,67 \text{ MW-giờ/tấn.}$$

Để làm ví dụ, bảng sau đây thể hiện hydrô và năng lượng thu được từ nguyên liệu sinh khối bằng thành phần hóa sinh:

Thành phần hóa sinh	Gram nước phải có trên mỗi gram thành phần	Năng lượng phản ứng đầu vào phải có (kJ/g thành phần)	H ₂ thu được (gram H ₂ trên mỗi gram thành phần)	Tổng hiệu suất năng lượng (kJ/g thành phần)	Hiệu suất năng lượng thực (kJ/g thành phần)	Nhận xét
Xenluloza	0,79	7,66	0,148	17,91	10,25	Nhiều trong gỗ cứng
Lignin	[18(16+n)]	[2008-	[21+2,5n]	5078+605n	3070+640n	0,9<n<1,4

	[150+31n] (=1,69, n=1)	$\frac{35nn}{[150+31n]}$ (=10,9, n=1)	[150+31n] (=0,13, n=1)	150+31n (=31,4, n=1)	150+31n (=20,5, n=1)	tùy thuộc vào nguyên liệu
Xylan	1,27	10,47	0,239	28,91	18,44	Nhiều trong gỗ cứng
Glucomannan	0,79	7,38	0,140	10,63	9,6	Chủ yếu trong gỗ mềm

Đối với một số phương án, hiệu suất sinh hydro dự kiến đối với nguyên liệu sinh khối lignoxenlulô có xenluloza C%, lignin L%, xylan X%, và glucomannan G% có thể được xác định bằng phương trình sau:

$$\text{Khối (H}_2\text{)} = \{0,148C + [(21 + 2,5n)/(150+31n)]L + ,239X + ,14G\} \text{Khối (nguyên liệu khô)}.$$

Lấy ví dụ, đối với cây bạch dương lai, C=,47, L=,3, X=,18, G=,05 và n=1,3,

$$\begin{aligned} \text{Khối (H}_2\text{)} &= 0,148(,47) + 0,127(,3) + ,239(,18) + ,14(,05) \\ &= 0,158 \text{ Khối(nguyên liệu khô)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tổng năng lượng thu được} &= 10,25(,47) + 20,5(,3) + 18,44(,18) + 9,6(,05) \\ &= 14,77 \text{ kJ/gram nguyên liệu khô.} \end{aligned}$$

Lấy ví dụ, đối với cỏ switchgrass Alamo có C=,41, L=,27, X=,27, G=,05 và n=1,

$$\begin{aligned} \text{Khối (H}_2\text{)} &= 0,148(,41) + 0,13(,27) + ,239(,27) + ,14(,05) \\ &= 0,167 \text{ Khối(nguyên liệu khô)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Năng lượng thực thu được} &= 10,25(,41) + 20,5(,27) + 18,94(,27) + 9,6(,05) \\ &= 15,33 \text{ kJ/gram nguyên liệu khô.} \end{aligned}$$

Một số phương án có thể sử dụng nhiều thành phần nguyên liệu khác chứa C-O-H. Nguồn nguyên liệu phong phú này có thể bao gồm, nhưng không giới hạn: giấy thải, mùn cưa của nhiều loại gỗ khác nhau, các tông, cỏ khô, rom, cỏ switchgrass, chất thải rắn đô thị, chất thải hạt nhân, gỗ thải xây dựng. Một số phương án có thể sử dụng rác thải đã được làm sạch. Trong một số phương án, các vật liệu có thể được thay đổi một cách nhanh chóng mà chỉ tốn hao ít năng lượng hoặc hiệu suất.

Lấy ví dụ, các vật liệu được xử lý, chẳng hạn như gỗ thải xây dựng liên kết với bất kỳ vật liệu độc hại nào trong than sinh học có thể làm giảm >90% dòng chất thải đồng thời giữ lại

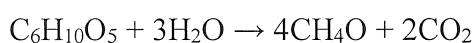
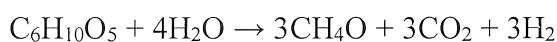
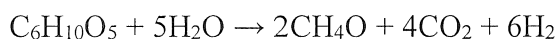
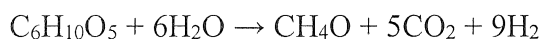
các vật liệu độc hại dưới dạng cho phép xả thải an toàn mà không cần phải sử dụng các màng ngăn lọc tốn kém. Ngoài ra, có thể xử lý dòng sinh khối chứa lưu huỳnh mà không sản sinh ra hydro sulfite, khiến hệ thống trở nên đặc biệt hữu dụng trong việc xử lý đa dạng nguyên liệu hơn so với thông thường. Chẳng hạn, có thể xử lý lớp ô tô trong một số phương án. Với các điều chỉnh xử lý bổ sung nhằm giữ lại chlorine, thậm chí có thể xử lý cả vật liệu PVC. Các vật liệu khác có thể được sử dụng bao gồm, nhưng không giới hạn: tất cả loại gỗ, các loại nhựa, vật liệu phế thải từ việc sản xuất dầu cọ, sản xuất mía đường, thân ngô khô, và /hoặc về cơ bản, nguyên liệu sinh khối bất kỳ bao gồm cuối cùng là phân bón.

Một số phương án đưa ra phương pháp và hệ thống sản xuất nhiên liệu lỏng từ các hợp chất chứa cacbon, ôxy, và hydro. Nhiên liệu lỏng được thu gom, nhưng trong một số phương án phụ phẩm của phương pháp và hệ thống bao gồm sản phẩm từ sản xuất phân tử hydro, cũng có thể được thu gom và sử dụng trong sản xuất năng lượng.

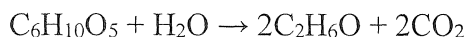
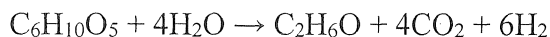
Chỉ nhằm mục đích minh họa, một số phản ứng cụ thể liên quan đến xenluloza được mô tả trong bản mô tả này là ví dụ về phương pháp và quy trình xử lý được bộc lộ có thể được thực hiện. Tuy nhiên, công nghệ này có thể áp dụng phổ biến hơn với hợp chất chứa C-O-H và các ví dụ minh họa sử dụng xenluloza không nhằm mục đích giới hạn phạm vi sáng chế dưới bất kỳ hình thức nào. Chẳng hạn, có thể dễ dàng áp dụng công nghệ này với hợp chất chứa C-O-H như sinh khối xenlulô, hay còn gọi là lignoxenluloza, bao gồm hemixenluloza và lignin, cùng với xenluloza, và hỗn hợp của chúng. Cũng có thể sử dụng các hợp chất chứa C-O-H khác, chẳng hạn như dòng chất thải.

Ví dụ về các phản ứng có thể được sử dụng trong các phương án có hợp chất chứa C-O-H, chẳng hạn như xenluloza hoặc hợp chất chứa C-O-H khác, có thể bao gồm, nhưng không hạn chế, là như sau.

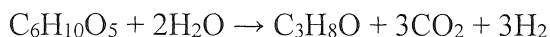
Sản xuất metanol



Sản xuất etanol



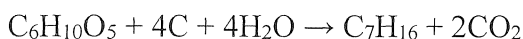
Sản xuất propanol



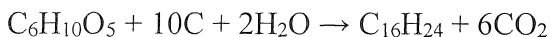
Sản xuất butanol



Sản xuất xăng



Sản xuất diesel



Theo một số ví dụ, các phản ứng trên có thể tận dụng nước thêm một hoặc nhiều hợp chất chứa C-O-H, như xenluloza, và có thể thực hiện bằng cách cấp xenluloza dạng ẩm. Trong các trường hợp khác, nguồn cacbon được cung cấp xenluloza để làm một trong các chất phản ứng. Một số phương án cũng có thể tạo ra dầu sinh học như một nhiên liệu lỏng.

Hệ thống tách hydro hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa C-O-H và chuyển hóa thành năng lượng điện hoặc nhiệt

Sản xuất năng lượng từ sinh khối nhìn chung áp dụng một trong ba phương pháp: đốt cháy trực tiếp sinh khối để tạo ra nhiệt và /hoặc điện, tiến hành khí hóa nhiệt phân sinh khối để đốt cháy sinh ra nhiệt và /hoặc điện, hoặc chuyển hóa sinh khối thành nhiên liệu lỏng để đốt sau này. Nhiều phương pháp trong số này bắt đầu bằng việc sản xuất khí tổng hợp, và một số thì sử dụng phản ứng chuyển dịch nước để tăng cường phản ứng, đặc biệt để sản xuất nhiên liệu lỏng.

Các nguyên lý kinh tế của sinh khối rất có triển vọng với việc 11 GW điện được tạo ra từ sinh khối hiện được sử dụng tại Mỹ. Tuy nhiên, phần lớn công suất lắp đặt đó sử dụng quá trình tạo ra hơi nước và nhà máy sinh khối trung bình có công suất là 20 MW với khoảng 20% hiệu suất. Các công ty kinh doanh đang có xu hướng mở rộng quy mô nhà máy để tăng hiệu suất.

Ngoài ra, một số nhóm nghiên cứu đang nỗ lực tách hydro từ xenluloza. Những nỗ lực này trên cơ sở (a) tiêu hóa vi sinh và (b) sử dụng NaOH và chất xúc tác để kích thích phản ứng giải phóng hydro và tách cacbon thành natri cacbonat. Nhiều nỗ lực đã được thực hiện trong các nhà máy thí điểm để xử lý xenluloza thành etanol.

Nhiều công ty trong ngành chế biến thực phẩm, chế biến gỗ, và giấy có số lượng lớn phụ phẩm trong chế biến nhưng có giá trị thấp hoặc không đáng kể so với ngành nghề kinh doanh chính của họ. Đồng thời, chi phí năng lượng điện cho ngành công nghiệp này mỗi năm tăng 5%, và với việc ra đời các quy định về phát thải khí cacbon điôxit, thì tỷ lệ này hứa hẹn sẽ tăng thậm chí nhanh hơn trong thập kỷ tiếp theo. Nhiều phụ phẩm chế biến phải được xả thải theo một số cách riêng, như vậy phát sinh thêm chi phí xử lý chất thải hoặc chi phí xả thải khác.

Những giải pháp hiện có để tạo ra nguồn năng lượng tại chỗ theo yêu cầu nhằm giúp giảm bớt chi phí năng lượng cho nhà máy thường không có hiệu quả kinh tế cao đủ để tác động lớn đến ngân sách năng lượng của một nhà máy, hoặc tác động đến việc giảm dòng chất thải. Trong một số trường hợp, người ta áp dụng phương pháp đốt nóng trực tiếp chất thải để tạo ra nhiệt và hơi nước cho các quy trình sản xuất, tuy nhiên, hiện không có giải pháp nào tạo ra năng lượng tái sinh có hiệu quả kinh tế. Năng lượng điện từ pin quang điện tốn khoảng \$200/MWh sau khi áp dụng thuế ưu đãi đầu tư liên bang 30%, và việc sử dụng máy phát diesel cho hệ thống nhiệt điện kết hợp đặt các công ty vào tình trạng biến động giá nhiên liệu diesel, và làm gia tăng sự phụ thuộc vào năng lượng quốc gia. Các hệ thống kinh tế nhất là hệ thống nhiệt điện kết hợp (CHP) sử dụng khí tự nhiên, và hệ thống này được áp dụng phổ biến nhất trong các tòa nhà cơ quan như trường đại học, trường học, và bệnh viện. Đối với các cơ sở thương mại và công nghiệp, khả năng tạo ra điện năng một cách độc lập và kinh tế từ các yêu cầu xử lý nhiệt sẽ mở ra những cơ hội thị trường to lớn.

Theo các phương án khác nhau, quy trình hai bước để chuyển hóa sinh khối xenlulô thành hydro có thể thực hiện được. Một số phương án bao gồm loại quy trình nhiệt phân ngâm nước mới khác so với các quy trình trước đây thường thấy trong tài liệu khoa học hoặc tài liệu hiện bán trên thị trường. Ở một khía cạnh, quy trình này có thể được áp dụng cho hầu hết các thành phần của sinh khối xenlulô, bao gồm xenluloza, hemi-xenluloza và lignin.

Hệ thống năng lượng sạch được phát triển cho quy trình này có thể bao gồm hệ thống khí hoá sinh khối rất hữu dụng cho việc tạo ra năng lượng phân phối đến địa điểm theo yêu cầu

của khách hàng. Hệ thống có thể chuyển hóa sinh khối xenlulô thành dòng khí giàu hydro có thể được đốt cháy trực tiếp để tạo ra nhiệt và /hoặc năng lượng. Ví dụ, với công suất trong khoảng từ 500kW đến 5MW, ví dụ, có thể bán hệ thống này cho các khách hàng doanh nghiệp có dòng chất thải sinh khối xenlulô như gỗ thải, phụ phẩm nông nghiệp, và giấy phế liệu. Các khách hàng khác có thể bao gồm, nhưng không hạn chế, các nhà sản xuất năng lượng độc lập quy mô cộng đồng và các tổ chức đang tìm kiếm giải pháp năng lượng tái sinh tại chỗ phù hợp.

Mô hình hoạt động mẫu của thiết bị khí hóa trong nhiều phương án khác nhau có thể tạo ra các dòng hydro liên tục từ nhiều nguồn xenluloza ở mức lên tới 450 kW_{th} (nhiệt) với công suất nhiệt phân đầu vào chỉ 12kW chẳng hạn. Hỗn hợp khí được tạo ra có thể chứa 65% hydro, 30% cacbon điôxit, và 5% các thành phần khác và mô hình mẫu này trực tiếp cấp cho máy phát điện hoạt động ở công suất 9 kW_e (điện). Khí được tạo ra bằng hệ thống này có thể có hàm lượng năng lượng cao hơn so với các chất khí nhiệt phân khác, và quy trình này có cacbon trung hòa với hơi nước là thành phần phát thải cơ bản.

Một số phương án có thể bao gồm nhiều giai đoạn từ cấp nguyên liệu đến công đoạn sản xuất cuối cùng là tạo ra điện, chẳng hạn. Các phương án có thể có sự tham gia của hệ thống nhiệt phân (Sinh khối xenlulô đối với hệ thống nhiệt phân hydro, hoặc hệ thống CHyP) có thể sản sinh ra dòng khí giàu hydro từ sinh khối khi cần thiết để tạo ra năng lượng và nhiệt. Thành phần dòng khí đo được (65% hydro, 30% cacbon điôxit, và 5% tro, nhựa đường, và hydrocacbon) có thể rất lý tưởng cho việc đốt cháy trong động cơ pittông để tạo ra năng lượng. Dòng khí này có thể được chuyển hóa trong một bước quy trình đơn lẻ từ chất thải xenlulô hoặc sinh khối được điều chế cơ học và hóa học, và sau khi loại bỏ tro và nhựa đường thì khí được đưa vào động cơ đốt trong (IC). Sự có mặt của CO₂ trong dòng khí có thể hoàn toàn có lợi cho ứng dụng này, vì nó có thể đóng vai trò như là đệm khí, duy trì nhiệt độ trong một khoảng cụ thể đối với động cơ IC. Nếu dòng khí có nhiều thành phần dễ cháy hơn so với giải pháp này thì nhiệt độ thu được trong động cơ sẽ tăng đến mức sản sinh ra lượng phát thải NO_x cao và giảm tuổi thọ của động cơ.

Một khía cạnh quan trọng đối với một số phương án có thể là khả năng để tạo ra hydro từ nguyên liệu với quy mô nhỏ (500kW đến 5MW, chẳng hạn) cho các nhà máy nhỏ. Hầu hết các phương pháp tạo ra xenluloza hoặc sinh khối khác có thể có hiệu quả kinh tế chỉ với quy mô lớn. Khả năng vận hành ở quy mô bất kỳ có thể hữu ích cho những nhà máy không có sẵn các phương pháp hiện tại. Các cơ hội thị trường tiềm năng có thể bao gồm, nhưng không giới hạn: Dân sinh: nhiệt, điện, hoặc hệ thống nhiệt-điện kết hợp (CHP); Năng lượng kinh doanh: điện

hoặc CHP khu vực; Nguồn cung Hydro: khí hydro; Công nghiệp: nhiệt, điện, hoặc CHP; Thương mại: nhiệt, điện, hoặc CHP.

Phương án có thể bao gồm một thiết kế được đơn giản hóa để có thể phù hợp với khả năng mở rộng quy mô từ các nhà máy sản xuất theo yêu cầu đến các cơ sở sản xuất năng lượng thương mại. Nhờ tính chất tỏa nhiệt của toàn bộ quy trình, nên hệ số đòn bẩy của năng lượng nhiệt tỏa ra bên ngoài so với năng lượng đầu vào có thể là trên 20 so với các công nghệ khí hóa đã biết, những công nghệ chú trọng vào các vấn đề nhiệt dẫn đến mất nhiệt. Độ linh hoạt của sinh khối đầu vào tăng có thể có được nhờ quy trình và thiết bị chịu được nước. Phụ phẩm có lợi của quy trình và thiết bị có thể giúp giảm thiểu phát thải nhựa đường. Với việc tạo hydro tại chỗ, có thể dễ dàng nhận ra lợi ích của hydro mà không gặp phải những khó khăn về lưu kho và phân phối trong một số phương án. Bởi vì khí tổng hợp CHyP có thể chứa 30% CO₂, nên việc làm loãng H₂ có thể giúp thu được nhiệt độ đốt phù hợp với động cơ đốt trong hiện có, duy trì lượng phát thải NO_x trong giới hạn có thể chấp nhận được và không làm xuống cấp các chi tiết của động cơ.

Quy trình và quá trình nhiệt phân của một số phương án có thể tạo ra khí tổng hợp hydro có thể được sử dụng để cung cấp hỗn hợp khí hydro cho một ứng dụng khí sẵn sàng để tiêu thụ. Khí tổng hợp hydro có thể được đốt cháy trong động cơ đốt trong để tạo ra nhiệt hoặc điện. Ứng dụng tạo ra điện này có thể được sử dụng để cấp năng lượng điện từ sinh khối xenlulô chẳng hạn như cỏ switchgrass cho những hoạt động lọc dầu sinh học tích hợp, cải thiện cân bằng phát thải đã biết trong nhiên liệu thu được. Ví dụ, điện được tạo ra có thể hoặc được sử dụng trong các nhà máy lọc dầu sinh học hoặc chuyển lại vào điện lưới với lượng tối thiểu tương đương với lượng được sử dụng cho tất cả các hoạt động trong lọc dầu sinh học tích hợp. Bởi vì hydro có thể được tạo ra theo nhu cầu, nên không cần phải lưu kho hydro trong một số phương án và kết quả là không có quan ngại về lưu kho hydro áp suất cao.

Một số phương án có thể bao gồm thiết bị ngưng đặt tại cuối thiết bị tạo ra hydro nhờ CHyP để phát hiện bất kỳ lượng nước và nhựa đường dư thừa nào, một số phương án có thể sử dụng thiết kế này để tạo ra nhiên liệu lỏng. Một số phương án có thể tạo ra cồn khi tại đó có thể điều chỉnh các phản ứng để tạo ra cồn mong muốn.

Đặc điểm thu hút đặc biệt trong một số phương án bao gồm biện pháp tách hydro có thể là sự đơn giản trong thiết kế hệ thống khí hóa và một quy trình liên tục, cho phép tái sản xuất, và có thể dễ dàng xác định quy mô. Ngoài ra, những phát triển hiện tại về thiết bị và quy trình

CHyP đã mang lại công nghệ có tốc độ nạp liệu hiệu quả giúp tăng chất lượng và khả năng tái sản xuất sản phẩm. Các quy trình xác định kích thước và nghiền nguyên liệu ban đầu có thể được sử dụng để tạo ra nguyên liệu chế biến cho thiết bị chuyển hóa CHyP; tuy nhiên, các quy trình đã phát triển có thể được thay đổi phù hợp để sử dụng trong sinh khối xenlulô đối với các lò phản ứng nhiên liệu lỏng (CeLF).

Quan sát tổng quan về hệ thống đơn giản hóa 100-a chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydrô và /hoặc nhiên liệu lỏng theo các phương án khác nhau được đề cập trong hình 1A. Hệ thống 100-a có thể bao gồm một buồng 102-a, một hệ thống đun nóng 110-a tiếp xúc nhiệt với buồng 102-a, một đường cấp khí tùy ý 114-a để đưa khí trơ vào buồng 102-a, một đường cấp nước 106-a để có thể thêm nước vào buồng 102-a bằng cách sử dụng van 108-a, một đường xả 118-a cho phép khí thành phẩm (như H_2 và CO_2 , tùy thuộc vào hợp chất cụ thể được sử dụng) thoát khỏi buồng 102-a chảy vào một máy tách khí tùy ý 120-a, và một thiết bị điều khiển 112-a. Hợp chất chứa C-O-H 104-a có thể được đặt trong buồng 102-a. Các ví dụ về hợp chất chứa C-O-H 104-a có thể được tìm thấy phù hợp với các phương pháp theo các phương án khác nhau bao gồm, nhưng không giới hạn, các nguồn xenluloza, hemixenluloza, và /hoặc các nguồn lignin. Hợp chất chứa C-O-H có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H. Như được mô tả dưới đây, một số quy trình có thể sử dụng khí trơ, và thiết bị điều khiển 112-a có thể điều khiển khi phải liên tục làm sạch buồng 102-a bằng khí trơ bằng cách sử dụng van 116-a. Thiết bị điều khiển 112-a cũng có thể điều khiển hệ thống đun nóng 110-a để cung cấp nhiệt độ cao cần thiết để kích hoạt hợp chất chứa C-O-H 104-a phân ly trong môi trường bên trong buồng 102-a. Thiết bị điều khiển 112-a cũng có thể điều khiển tốc độ nạp nguyên liệu ướt vào buồng 102-a. Thiết bị điều khiển 112-a còn có thể điều khiển nhiệt độ của hệ thống đun nóng 110-a để chuyển hóa nước trong nguyên liệu ướt thành hơi nước và đun nóng hợp chất chứa C-O-H 104-a để kích thích phản ứng hóa học của hợp chất chứa C-O-H 104-a với nước. Thiết bị tách khí 120-a có thể được sử dụng để phân tách sản phẩm phản ứng (ví dụ, các chất khí H_2 và CO_2 và có lẽ cả sản phẩm phản ứng khác) sau khi các chất khí (H_2 , CO_2) thoát khỏi buồng 102-a.

Trong suốt quá trình xử lý sinh khối, hệ thống 100-a có thể vận hành tại áp suất không khí đến áp suất dương rất nhỏ, đến áp suất dương khoảng 10 torr. Điều này có thể giúp giảm thiểu các lỗ hỏng trong hệ thống và giảm đáng kể nguy cơ áp suất tăng cao. Trong một phương án, hệ thống vận hành tại áp suất dương khoảng 7 torr.

Theo một số phương án, đường cấp nước 106-a có thể được thiết kế sao cho nước có thể kết hợp với hợp chất chứa C-O-H để tạo ra hợp chất ẩm trước khi được đưa vào buồng 102-a. Một số phương án có thể bao gồm cơ cấu băng chuyền (không được thể hiện) có thể được sử dụng để đưa hợp chất ẩm vào buồng 102-a.

Theo một số phương án, sản phẩm phản ứng có thể bao gồm nhiên liệu lỏng như được đề cập ở trên mà sau này có thể sẵn sàng cho việc thu gom. Trong một số phương án, hydro và/hoặc khí cacbon điôxit có thể được chiết tách như là sản phẩm cuối.

Theo một số phương án cụ thể tạo ra khí hydro là sản phẩm cuối, khí hydro có thể còn tiếp tục được sử dụng để tạo ra năng lượng điện hoặc nhiệt bằng các hệ thống khác nhau, hoặc có thể đóng gói để bán và phân phối dưới dạng khí đã được làm sạch. Theo một phương án cụ thể, không có đường cấp khí 114-a để cấp khí trơ. Trong trường hợp này, hàm lượng vết khí thừa trong nguyên liệu ướt được đưa vào buồng 102-a có thể phản ứng với hợp chất chứa C-O-H 104-a để tạo ra nước và cacbon điôxit.

Quan sát tổng quan về một hệ thống đơn giản hóa khác 100-b chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro và/hoặc nhiên liệu lỏng theo các phương án khác nhau được đề cập trong hình 1B. Hệ thống 100-b có thể bao gồm một buồng 102-b, một hệ thống đun nóng 110-b tiếp xúc nhiệt với buồng 102-b, một đường cấp khí tùy ý 114-b để cấp khí trơ vào buồng 102-b, một đường cấp nước 106-b để có thể thêm nước vào và /hoặc pha với hợp chất chứa C-O-H bên trong phần nguyên liệu hoặc buồng 122-b, một đường ống xả 118-b cho phép khí thành phẩm (như H_2 và CO_2 , tùy thuộc vào hợp chất cụ thể được sử dụng) thoát khỏi buồng 102-b chảy vào máy tách khí tùy ý 120-b, và /hoặc thiết bị điều khiển 112-b. Hợp chất ẩm C-O-H 104-b có thể được đặt trong buồng 102-b. Buồng 122-b có thể được thiết kế làm buồng pha và /hoặc buồng kết hợp, trong đó nước có thể được pha và /hoặc kết hợp với hợp chất để tạo thành hợp chất C-O-H ẩm. Các ví dụ về hợp chất C-O-H ẩm 104-b có thể được tìm thấy phù hợp với phương pháp theo các phương án khác nhau bao gồm, nhưng không giới hạn, các nguồn xenluloza, hemixenluloza, và /hoặc các nguồn lignin có thể được làm ướt. Hợp chất chứa C-O-H có thể bao gồm các dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H. Như được mô tả dưới đây, một số quy trình có thể sử dụng khí trơ, và thiết bị điều khiển 112-b điều khiển khi phải liên tục làm sạch buồng 102-b bằng khí trơ bằng cách sử dụng van 116-b. Thiết bị điều khiển 112-b cũng có thể điều khiển hệ thống đun nóng 110-b để cung cấp nhiệt độ cao cần thiết để kích thích hợp chất chứa C-O-H 104-b được phân ly trong môi trường bên trong buồng 102-b. Thiết bị điều khiển 112-b cũng có

thể điều khiển tốc độ nạp nguyên liệu ướt vào buồng 102-b. Van 117 có thể được sử dụng trong một số trường hợp. Thiết bị điều khiển 112 còn có thể điều khiển nhiệt độ của hệ thống đun nóng 110-b để chuyển hóa nước trong nguyên liệu ướt thành hơi nước và đun nóng hợp chất chứa C-O-H 104-b để kích thích phản ứng hóa học của hợp chất chứa C-O-H 104-b với nước. Thiết bị tách khí 120-b có thể được sử dụng để phân tách sản phẩm phản ứng (ví dụ, các chất khí H_2 và CO_2 và có lẽ cả sản phẩm phản ứng khác) sau khi các chất khí (H_2 , CO_2) thoát khỏi buồng 102-b.

Trong suốt quy trình xử lý sinh khối, hệ thống 100-b có thể vận hành tại áp suất không khí đến áp suất dương rất nhỏ, đến áp suất dương khoảng 10 torr. Điều này có thể giúp giảm thiểu các lỗ hỏng trong hệ thống và giảm đáng kể nguy cơ tăng áp suất. Trong một phương án, hệ thống vận hành tại áp suất dương khoảng 7 torr.

Theo một số phương án, đường cấp nước 106-b có thể được thiết kế sao cho nước có thể kết hợp với hợp chất chứa C-O-H để tạo ra hợp chất ẩm trước khi được đưa vào buồng 102-b, chẳng hạn như trong phễu nguyên liệu hoặc buồng 122. Một số phương án có thể bao gồm cơ chế băng chuyền 124 có thể được sử dụng để đưa hợp chất ẩm vào buồng 102-b. Một số phương án có thể sử dụng trọng lực giúp đưa nguyên liệu ướt vào buồng 102-b. Trong một số trường hợp, nguyên liệu ướt có thể được thủ công đưa ra vào buồng 102-b.

Theo một số phương án, sản phẩm phản ứng có thể bao gồm nhiên liệu lỏng như được đề cập ở trên mà sau này có thể sẵn sàng cho việc thu gom. Trong một số phương án, hydro và/hoặc khí cacbon đioxit có thể được chiết tách như là sản phẩm cuối.

Theo một số phương án cụ thể tạo ra khí hydro là sản phẩm cuối, khí hydro có thể còn tiếp tục được sử dụng để tạo ra năng lượng điện hoặc nhiệt bằng các hệ thống khác nhau, hoặc có thể đóng gói để bán và phân phối dưới dạng khí được làm sạch. Trong phương án cụ thể, không có đường cấp khí 114-b để cấp khí trợ. Trong trường hợp này, hàm lượng vết khí thừa trong nguyên liệu ướt được đưa vào buồng 102-b có thể phản ứng với hợp chất chứa C-O-H 104-b để tạo ra nước và cacbon đioxit.

Công nghệ đốt cháy hydro để tạo ra năng lượng và/hoặc nhiệt hiện đã được biết đến. Toàn bộ nội dung của U.S. Pat. Appl. No.: US/7,144,826 B2, có tựa đề "Phương pháp và thiết bị để sản xuất khí bao gồm hơi nước và hydro được tạo thành bằng cách đốt cháy oxy trong môi trường giàu hydro" của các tác giả George Roters, Helmut Sommer, Genrih Erlikh, và Yehuda Ptrout, được kết hợp trong bản mô tả này cho mục đích tham khảo.

Để minh họa, một hệ thống đơn giản hóa mẫu 200 dùng để đốt cháy hydro được đề cập trong hình 2. Hệ thống 200 chứa một buồng đốt 230, một thiết bị đốt cháy 236 để kích hoạt đốt cháy hydro trong oxy để tạo thành hơi nước 238 và sản sinh ra nhiệt, một đường cấp khí H₂ để cấp H₂ vào buồng đốt 230, một đường cấp khí cấp O₂ hoặc không khí vào buồng đốt 230, một đường ống xả 240 để hơi nước 238 thoát khỏi buồng đốt 230, và đường cấp khí trơ 242 để cấp khí trơ làm đầy buồng đốt trước khi đưa khí H₂ vào buồng đốt 230 trong phương án sử dụng khí trơ này. Tỷ lệ khí hydro 234 và oxy khí 232 có thể được cung cấp sao cho khí hydro có thể được đốt cháy hoàn toàn trong oxy. Hơi nước 238 có thể được chuyển hóa thành năng lượng điện trong thiết bị chuyển hóa 240 bằng bất kỳ công nghệ nào được biết đến trong ngành. Nhìn chung, thay vì oxy, khí chứa oxy, chẳng hạn như, ngoài những chất khí khác, ví dụ NO hoặc O₃, có thể được sử dụng. Lưu ý, trong các phương án cụ thể, không có đường cấp khí 242 để cấp khí trơ. Trong trường hợp này, khí trong buồng 230 có thể phản ứng với hợp chất chứa C-O-H để tạo ra nước và cacbon điôxit cho đến khi xả hết khí.

Sau khi buồng đốt được đổ đầy hydro 234, hệ thống đun nóng 236 có thể được kích hoạt và lúc đó oxy 232 có thể được đưa vào buồng. Trong buồng đốt 230, oxy 234 có thể được đưa vào, chẳng hạn, với thời gian trễ năm giây tương ứng với hydro 234. Hệ thống đun nóng 236 có thể đun nóng vùng nhiệt gần cửa xả 244 đến khoảng ví dụ 700°C để kích hoạt đốt cháy. Tỷ lệ oxy 232 với hydro 234 có thể được cung cấp vào buồng đốt sao cho hydro được đốt cháy hoàn toàn.

Phương pháp khác để chuyển hóa hydro thành năng lượng điện là sử dụng pin nhiên liệu. Pin nhiên liệu là thiết bị chuyển đổi năng lượng điện hóa. Thiết bị này chuyển hóa năng lượng hóa học thành năng lượng điện. Pin nhiên liệu có thể chuyển hóa hydro và oxy thành nước và tạo ra điện và nhiệt. Ngoài ra, pin nhiên liệu có thể sử dụng các nguồn nhiên liệu khác ngoài khí hydro, chẳng hạn nhiên liệu lỏng như metanol, khí tự nhiên, xăng dầu, và khí tương tự. Thiết bị tạo năng lượng cho pin nhiên liệu gồm có một thanh anode, một màng điện phân, một thanh cathode và một lớp khuếch tán, trong đó nhiên liệu được oxy hóa tại anode và oxy được khử tại cathode, như được mô tả trong U.S. Pat. Appl. No: US/7,192,666 B2, có tựa đề "Thiết Bị và Phương Pháp Đun Nóng Pin Nhiên Liệu" của tác giả John C. Calhoon, toàn bộ nội dung được kết hợp trong bản mô tả này cho mục đích tham khảo.

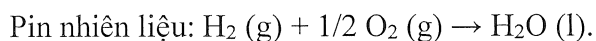
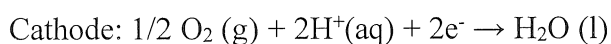
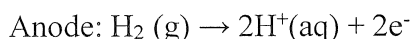
Hình 3 thể hiện một hệ thống pin nhiên liệu đơn giản hóa 300 sử dụng khí H₂ làm nhiên liệu. Hệ thống 300 gồm có một anode 354, và một cathode 356, chất điện phân 358, một đường

cấp khí hydro 350, và một đường cấp khí oxy 352. Hydro 350 từ đường cấp khí có thể được nạp tại anode 354 của pin nhiên liệu, trong khi oxy 352 từ đường cấp khí có thể được nạp tại cathode 356 của pin nhiên liệu. Nguyên tử hydro 300, phản ứng với chất xúc tác 364 tại anode 354, được tách thành các proton 360 và các electron 362. Trong khi đó, một phân tử oxy 352, phản ứng với chất xúc tác 366 tại cathode 356, được tách thành hai nguyên tử oxy mang điện tích âm.

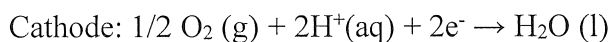
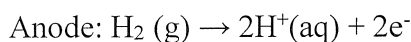
Chất điện phân 358 được bố trí nằm giữa anode 354 và cathode 356. Chất điện phân 358 có vai trò là chất dẫn để mang các proton 360 nằm giữa anode 354 và cathode 356. Các proton 360 được phép đi qua chất điện phân trong khi các electron 362 thì không. Các proton 360 đi qua chất điện phân 358 hướng về phía oxygen 352 tại cathode 356. Proton 360 đi qua chất điện phân 358 về phía oxy 352 tại cathode 356. Kết quả là tạo ra điện tích âm trong anode 354 do electrons 362 bị bỏ lại sau. Điện thế được tạo ra từ việc hình thành các electron 362 được sử dụng để cấp năng lượng điện. Trong khi đó, các proton khuếch tán qua màng điện phân (chất điện phân) để sang cathode, nơi một nguyên tử hydro được kết hợp lại tại cathode và cho phản ứng với oxy để tạo thành nước tại cathode.

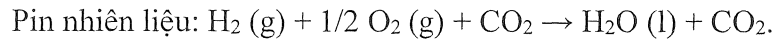
Có nhiều loại pin nhiên liệu để chuyển hóa hydro và oxy thành nước và tạo ra điện, chẳng hạn, ngoài các loại pin khác, pin nhiên liệu axit phosphoric (PAFC), màng trao đổi proton (PEM), pin nhiên liệu carbonat nóng chảy (MCFC), pin nhiên liệu ôxit rắn (SOFC), và pin nhiên liệu kiềm (AFC). Hiệu suất của các loại pin nhiên liệu là khác nhau, nằm trong ví dụ khoảng từ 30% to 85%.

Phản ứng hóa học của các loại pin nhiên liệu cũng khác nhau. Chẳng hạn, phương trình hóa học để mô tả phản ứng PEM trong anode, cathode, và pin nhiên liệu có thể được thể hiện như sau:



Ví dụ khác về phản ứng hóa học để mô tả phản ứng PAFC được thể hiện dưới đây:





Lưu ý các PAFC có thể chịu hàm lượng CO_2 thấp khoảng 1,5%, cho phép lựa chọn nhiều loại nhiên liệu hydro.

Quy trình chuyển hóa hydro thành năng lượng điện

Hệ thống và quy trình theo các phương án khác nhau để tách hydro và chuyển hóa hydro thành năng lượng điện có thể giải quyết nhiều vấn đề trong lĩnh vực khí hóa. Một thiết kế hệ thống đơn giản hóa có thể cho phép áp dụng trên diện rộng từ quy mô gia đình đến quy mô sản xuất năng lượng thương mại. Quy trình này có thể tập trung vào vấn đề nhiệt gây ra tình trạng tổn hao nhiệt năng khiến cho các công nghệ hóa khí trở nên không hiệu quả. Mặc dù quy trình này có thể tạo ra nhiệt dư thừa, tuy nhiên sự mất nhiệt vào môi trường và thông qua các chất khí thoát ra có thể cần được xem xét kỹ. Do bản chất phản ứng tỏa nhiệt, nên hệ số đòn bẩy của năng lượng nhiệt tỏa ra bên ngoài từ năng lượng đầu vào có thể là trên 20.

Hình 4A cung cấp cái nhìn tổng quan về phương pháp 400-a theo các phương án khác nhau có thể được sử dụng để chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro nhằm tạo ra năng lượng. Trong hình 4A và trong các sơ đồ dòng khác, việc lựa chọn các bước cụ thể được thể hiện và trình tự các bước chỉ nhằm mục đích minh họa. Có thể một số bước sẽ được thực hiện theo trình tự thay thế, một số bước sẽ bị lược bỏ, và một số bước sẽ được bổ sung theo các phương án khác của sáng chế. Một số nhưng không phải tất cả các thay đổi này được ghi chú trong bản mô tả sau. Phương pháp 400-a có thể được thực hiện sử dụng các khía cạnh của hệ thống 100-a theo hình 1A, hệ thống 100-b theo hình 1B, hệ thống 200 theo hình 2, và/hoặc hệ thống 300 theo hình 3.

Tại khối 404-a, nước có thể kết hợp với hợp chất chứa C-O-H, các ví dụ có thể bao gồm nhưng không hạn chế, xenluloza, hemixenluloza và /hoặc lignin. Hợp chất chứa C-O-H có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H. Hợp chất ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng tại khối 408-a. Hai bước này đưa ra một ví dụ về các bước mà trình tự các bước có thể được thay đổi trong các phương án thay thế.

Tại khối 412-a, hợp chất ẩm được đun nóng trong buồng phản ứng. Việc đun nóng có thể được hoàn tất bằng việc sử dụng nhiều công nghệ khác nhau đã biết bởi những người có trình độ trung bình trong ngành, một số đã được mô tả ở trên trong các phương án được trình bày cụ thể. Trong một số ví dụ, hợp chất có thể được đun nóng đến nhiệt độ trong khoảng từ 700°C đến

1100°C mặc dù các tác giả sáng chế biết rằng các mức nhiệt độ khác cũng sẽ hiệu quả. Việc đun nóng hợp chất ẩm có thể kích thích phân ly và phản ứng của các thành phần được phân ly, thu được các sản phẩm phản ứng điển hình bao gồm phân tử hydro H_2 và cacbon điôxit CO_2 . Các phản ứng tham gia vào có thể bao gồm phản ứng không ôxy hóa, bao gồm nhiệt phân ngậm nước.

Phương pháp 400-a có thể vận hành tại áp suất không khí đến áp suất dương rất nhỏ, đến áp suất dương khoảng 10 torr. Phương pháp này có thể giúp giảm thiểu các lỗi hỏng trong hệ thống và giảm đáng kể nguy cơ tăng áp suất. Trong một phương án, hệ thống vận hành ở áp suất dương khoảng 7 torr.

Hình 4B cung cấp một cái nhìn tổng quan về phương pháp 400-b theo các phương án khác nhau có thể được sử dụng để chuyển hóa hợp chất chứa C-O-H thành hydro nhằm tạo ra năng lượng. Trên hình 4B và trong các sơ đồ dòng khác, việc lựa chọn các bước cụ thể được thể hiện và trình tự các bước chỉ nhằm mục đích minh họa. Có thể một số bước sẽ được thực hiện theo trình tự thay thế, một số bước sẽ bị lược bỏ, và một số bước sẽ được bổ sung theo các phương án khác của sáng chế. Một số nhưng không phải tất cả các thay đổi này được ghi chú trong mô tả sau đây. Phương pháp 400-b có thể được thực hiện sử dụng các khía cạnh của hệ thống 100-a theo hình 1A, hệ thống 100-b theo hình 1B, hệ thống 200 theo hình 2, và/hoặc hệ thống 300 theo hình 3. Phương pháp 400-b có thể được minh họa trong hình 400-A.

Tại khối 404-b, nước có thể kết hợp với hợp chất chứa C-O-H, các ví dụ có thể bao gồm nhưng không hạn chế, xenluloza, hemixenluloza và /hoặc lignin. Hợp chất chứa C-O-H có thể bao gồm dòng chất thải có hợp chất chứa C-O-H. Hợp chất ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng tại khối 408-b. Hai bước này đưa ra một ví dụ về các bước mà trình tự các bước có thể được thay đổi trong phương án thay thế. Ví dụ, hợp chất này có thể được đặt trong buồng phản ứng ở trạng thái khô, trong đó việc “cấp vào” bị ảnh hưởng bởi việc pha hợp chất này với nước trong khi được đặt tại đó. Trong các trường hợp khác, nước có thể được cho vào hợp chất khi nó được di chuyển vào buồng phản ứng, chẳng hạn như bằng cách sử dụng hệ thống phun, với vai trò là một phần của quá trình cấp vào.

Tại khối 412-b, hợp chất ẩm được đun nóng trong buồng phản ứng. Việc đun nóng có thể được hoàn tất sử dụng nhiều công nghệ khác nhau đã biết bởi những người có trình độ trung bình trong ngành, một số đã được mô tả ở trên trong các phương án mô tả cụ thể. Trong một số ví dụ, hợp chất có thể được đun nóng đến nhiệt độ trong khoảng từ 700°C đến 1100°C mặc dù các tác giả sáng chế biết rằng các mức nhiệt độ khác cũng sẽ hiệu quả. Việc đun nóng hợp chất

âm có thể kích thích phân ly và phản ứng của các thành phần được phân ly, thu được sản phẩm phản ứng điển hình bao gồm phân tử hydro H_2 và cacbon đioxit CO_2 . Các phản ứng tham gia vào có thể bao gồm phản ứng không oxy hóa, bao gồm nhiệt phân ngâm nước. Phân tử hydro được tạo ra trong buồng phản ứng có thể được xử lý tại các khối 416 – 424, mặc dù không nhất thiết phải thực hiện tất cả các bước trong nhiều phương án.

Cụ thể, người ta không kỳ vọng sản xuất hydro 100% và có thể vẫn còn có các vết thành phần không phản ứng trong sản phẩm phản ứng. Chẳng hạn, đưa sản phẩm phản ứng hydro vào buồng giảm áp tại khối 416 có thể hữu ích cho việc loại bỏ các vết cacbon không phản ứng và đưa sản phẩm phản ứng hydro vào buồng làm mát bằng nước tại khối 420 có thể giúp ích cho việc loại bỏ nước và nhựa đường không phản ứng.

Khi hydro được tách từ quy trình, nó có thể được xử lý tại khối 424 để tạo ra năng lượng, chẳng hạn như bằng cách sử dụng quy trình đốt cháy, động cơ pittông, hay quy trình pin nhiên liệu như được mô tả ở trên. Hydro cũng có thể được sử dụng cho các mục đích khác trong một số phương án.

Phương pháp 400-b có thể vận hành tại áp suất không khí đến áp suất dương rất nhỏ, đến áp suất dương khoảng 10 torr. Việc này có thể giúp giảm thiểu các lỗ hổng trong hệ thống và giảm đáng kể nguy cơ tăng áp suất. Trong một phương án, hệ thống vận hành tại áp suất dương khoảng 7 torr.

Hình 5 và hình 6 đưa ra nhiều minh họa cụ thể về các phương pháp của sáng chế cho các phương án cụ thể. Chẳng hạn, hình 5 là sơ đồ dòng tóm tắt phương pháp 500 đầu tiên chuyển hóa nguồn hợp chất chứa C-O-H như xenluloza, hemixenluloza, và/hoặc lignin thành hydro từ một phản ứng, như phản ứng 1a, và sau đó là các bước chuyển hóa hydro thành năng lượng điện. Hợp chất có thể bao gồm dòng chất thải có ít nhất một hợp chất chứa C-O-H. Nước có thể pha với hợp chất chứa C-O-H để tạo ra hợp chất chứa C-O-H ẩm. Hợp chất chứa C-O-H ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng. Hợp chất chứa C-O-H ẩm có thể được đun nóng trong buồng phản ứng sao cho các thành phần của hợp chất chứa C-O-H phân ly và phản ứng, với một sản phẩm phản ứng chứa ít nhất khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng. Một số phương án có thể ứng dụng phản ứng không oxy hóa để tạo ra hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng, như phản ứng thủy nhiệt. Khí hydro và /hoặc nhiên liệu lỏng có thể được sử dụng để tạo ra năng lượng điện, nhiệt, hoặc các dạng năng lượng khác nhau dành cho động cơ.

Phương pháp 500 có thể được thực hiện sử dụng các khía cạnh của hệ thống 100-a theo hình 1A, hệ thống 100-b theo hình 1B, hệ thống 200 theo hình 2, và/hoặc hệ thống 300 theo hình 3. Một số phương pháp của phương pháp 500 có thể sử dụng các phản ứng khác nhau. Quy trình có thể bắt đầu tại khối 502 bằng cách đưa nguồn hợp chất chứa C-O-H vào buồng. Buồng này sau đó có thể được thổi đầy khí trơ để thay thế khí trong buồng tại khối 504. Khí trơ có thể bao gồm argon, nitơ, heli, và khí tương tự. Trong một phương án cụ thể của sáng chế, khí trơ không được đưa vào buồng bởi vậy buồng lấp đầy bởi không khí. Trong một phương án cụ thể, nguyên liệu xenlulô ẩm ướt liên tục được di chuyển vào buồng đun nóng, và khí trơ không được sử dụng, và cấu tạo hình học của buồng làm giảm thiểu sự có mặt của không khí trong buồng. Không khí có thể phản ứng với hợp chất chứa C-O-H cho đến khi không khí trong buồng giảm đi. Buồng chứa nguồn hợp chất C-O-H có thể được đun nóng để kích thích phản ứng tách của hợp chất chứa C-O-H tại khối 506. Phản ứng tách có thể tạo thành khí hydro, cacbon điôxit, cacbon mônôxit, hydrocacbon khác, và cặn cacbon. Khí hydro có thể được tách từ khí cacbon điôxit tại khối 608 bằng cách công nghệ đã biết trong lĩnh vực. Sơ đồ thể hiện hai cách có thể chuyển hóa hydro thành năng lượng điện, mặc dù các cách khác cũng có thể được sử dụng. Một cách chuyển hóa hydro thành điện là phải cho hydro phản ứng với oxy trong pin nhiên liệu tại khối 512. Cách khác để chuyển hóa hydro thành năng lượng điện là phải đốt cháy khí hydro trong oxy trong buồng đốt tại khối 510 sao cho hơi nước được hình thành cùng với việc giải phóng nhiệt. Hơi nước sau đó có thể được cấp vào thiết bị chuyển hóa năng lượng chẳng hạn như một tuabin giãn nở để tạo ra điện từ năng lượng nhiệt tại khối 514 bằng các công nghệ đã biết trong lĩnh vực.

Hình 6 là sơ đồ dòng tóm tắt phương pháp 500 thứ hai chuyển hóa nguồn hợp chất chứa C-O-H thành hydro từ một phản ứng, như phản ứng 2a, và các bước chuyển hóa hydro thành năng lượng điện. Phương pháp 600 có thể được thực hiện sử dụng các khía cạnh của hệ thống 100-a theo hình 1A, hệ thống 100-b theo hình 1B, hệ thống 200 theo hình 2, và /hoặc hệ thống 300 theo hình 3. Phương pháp 600 có thể sử dụng các phản ứng khác trong một số phương án. Quy trình bắt đầu tại khối 602 bằng cách đưa nguồn hợp chất chứa C-O-H vào buồng. Buồng có thể lấp đầy bằng khí trơ để thay thế không khí trong buồng tại khối 604. Khí trơ có thể bao gồm argon, nitơ, helium, và khí tương tự. Trong một phương án cụ thể, khí trơ không được đưa vào buồng để buồng được lấp đầy bởi không khí. Không khí phản ứng với xenluloza, hemixenluloza, và /hoặc lignin cho đến khi không khí trong buồng có thể được giảm đi.

Nước sau đó có thể được đưa vào buồng tại khối 606, vì nước có thể cần cho phản ứng với hợp chất chứa C-O-H để tạo thành hydro và cacbon đioxit. Nước ở dạng lỏng có thể được đun nóng để chuyển thành hơi nước, và buồng chứa nguồn hợp chất chứa C-O-H được đun nóng đến nhiệt độ tại đó hợp chất chứa C-O-H có thể phản ứng với hơi nước tại khối 608. Trong một phương án cụ thể, nguyên liệu xenlulô ẩm liên tục được di chuyển vào buồng đun nóng, và không sử dụng khí trơ, và cấu tạo hình học của buồng giúp giảm thiểu sự có mặt của không khí trong buồng. Phản ứng của hợp chất chứa C-O-H và nước tạo khí hydro và khí cacbon đioxit. Khí hydro cần được tách khỏi khí cacbon đioxit tại khối 610 bằng các công nghệ đã biết trong lĩnh vực.

Sơ đồ thể hiện hai cách để chuyển hóa hydro thành năng lượng điện, mặc dù các cách khác cũng có thể được sử dụng. Có một cách chuyển hóa hydro thành điện là cho hydro phản ứng với oxy trong pin nhiên liệu tại khối 614. Một cách khác để chuyển hóa hydro thành năng lượng điện là phải đốt cháy khí hydro trong oxy trong buồng đốt tại khối 612, sao cho hơi nước hình thành cùng với việc giải phóng nhiệt. Hơi nước sau đó có thể được cấp vào thiết bị chuyển hóa năng lượng để tạo ra điện từ năng lượng nhiệt tại khối 616 bằng các công nghệ đã biết trong lĩnh vực.

Các phản ứng xenluloza 2a và 2b có thể có một số đặc trưng riêng đối với các ứng dụng dành cho ô tô. Trước hết, bằng cách sử dụng nhiệt thải từ động cơ để đun nóng buồng phản ứng phục vụ sản xuất hydro, có thể thu lại được 487 kJ/mol năng lượng là nhiệt lượng được sử dụng để tạo thành hơi nước ở 400°C và để đun nóng xenluloza như được đề cập ở trên. Quá trình này có thể nâng cao sản lượng năng lượng đến 17% tương đương $(487 \text{ kJ/mol})/(2902 \text{ kJ/mol})$.

Ngoài ra, hơi nước được sinh ra từ việc đốt cháy hydro trong phản ứng 2b có thể được cho tái lưu chuyển trong buồng tạo ra hydro sao cho việc sử dụng nước sẽ chỉ là bước ban đầu để khởi động quá trình xenluloza. Như được thể hiện trong các phản ứng 2a và 2b, 12 mol nước được giải phóng từ từng mol xenluloza được chuyển hóa. Nếu nước từ phản ứng 2b được tái sử dụng mà không có bất kỳ tiêu hao nào, thì ví dụ, số mol nước thực được tạo ra từ xenluloza trong phản ứng 2a và 2b là 5. Bằng cách sử dụng hợp lý và thu được nước được sản sinh ra từ phản ứng 2b, có thể không cần nước để duy trì quy trình phản ứng xenluloza. Việc này có thể giúp xóa bỏ mối quan ngại ban đầu về khối lượng 126 g (7 mol) nước cho 162 g (1 mol) xenluloza trong phản ứng 2a sẽ làm tăng tải trọng cho ô tô.

Ngoài ra, hệ thống chuyển hóa xenluloza thành hydro để tạo ra năng lượng có thể giúp giảm khí cacbon đioxit sinh ra, khi so sánh với việc sử dụng dầu. Điều này có thể giúp làm giảm mối quan ngại về vấn đề nóng lên toàn cầu. Để thu được 1 dặm (dặm là đơn vị đo khoảng cách của nước Anh, 1 dặm = 1609,33m) mỗi kW-giờ như được đề cập ở trên, việc giải phóng khí cacbon đioxit trong phản ứng 2a đối với một mol xenluloza có thể được ước tính:

$$(6 \times 44 \text{ g CO}_2)/(12 \times 2 \text{ g H}_2) = 11 \text{ g CO}_2/\text{gH}_2$$

$$(11 \text{ kg CO}_2/\text{kg H}_2)/(33,6 \text{ kW-giờ/kgH}_2)/(1 \text{ dặm/kW-hr}) = 0,33 \text{ kg CO}_2/\text{dặm}.$$

Trái lại, xăng có thể giải phóng khoảng 9 kg cacbon đioxit mỗi galông (là đơn vị đo thể tích của nước Anh, 1 galông = 4,546l). Ví dụ, nếu một chiếc xe ô tô có mức tiêu hao nhiên liệu là 28 dặm/galông xăng, thì cacbon đioxit giải phóng từ 1 mol xenluloza có thể bằng: 28 dặm/galông x 0,33 kg CO₂/dặm = 9,24 kg CO₂/ galông. Giá trị này xấp xỉ bằng với lượng cacbon đioxit giải phóng từ xăng. Tuy nhiên, quy trình xenluloza là quy trình tái sinh. Nếu có thể đạt 5 dặm/kW-giờ H₂ tức là gấp 5 lần con số ước tính thận trọng là 1 dặm/kW-hr H₂, thì hydro được đốt cháy sẽ tương đương với 5 x 28 = 140 dặm/galông xăng tương đương giải phóng cacbon đioxit. Do đó, lượng cacbon đioxit có thể được giảm đáng kể từ việc đốt cháy hydro.

Quy trình chuyển hóa sinh khối xenlulô thành hydro có thể thúc đẩy việc tái chế các sản phẩm sinh khối xenlulô và biến chất thải của chúng thành năng lượng. Chẳng hạn, chất thải sinh khối xenlulô bao gồm thêm rừng hiện có thể không kinh tế để khai thác, nhưng lại tiềm ẩn một thảm họa cháy rừng nghiêm trọng. Nếu việc tái chế chất thải sinh khối xenlulô này được thực hiện thông qua việc áp dụng sáng chế hiện tại, có thể làm giảm đáng kể hiểm họa này. Chất thải sinh khối xenlulô khác hiện có tại các bãi chôn lấp rác thải cũng có thể sử dụng được thông qua việc tái chế.

Quy trình sản xuất nhiên liệu lỏng xenluloza hoặc hợp chất khác chứa C-O-H

Hình 7 cung cấp cái nhìn tổng quan về phương pháp 700 có thể được sử dụng để sản xuất nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa C-O-H, như lignin, xenluloza hoặc hemixenluloza, hoặc hỗn hợp của chúng. Một số phương án có thể sử dụng dòng chất thải hoặc các sản phẩm bao gồm hợp chất chứa C-O-H. Phương pháp 700 có thể được thực hiện sử dụng các khía cạnh của hệ thống 100-a theo hình 1, hệ thống 100-b theo hình 1B, hệ thống 200 theo hình 2, và /hoặc hệ thống 300 theo hình 3. Trong hình 7, việc lựa chọn các bước cụ thể được thể hiện và trình tự các bước chỉ nhằm mục đích minh họa. Có thể một số bước sẽ được thực hiện theo trình tự thay thế,

một số bước bị lược bỏ, và một số bước sẽ được bổ sung theo các phương án khác của sáng chế. Một số nhưng không phải tất cả các thay đổi này được ghi chú trong phần mô tả sau.

Tại khối 704 theo hình 7, nước có thể kết hợp với hợp chất chứa C-O-H như cellulosa, hemixenluloza, lignin, hoặc hỗn hợp của chúng. Hợp chất ẩm có thể được đưa vào buồng phản ứng tại khối 708. Hai bước này đưa ra một ví dụ về các bước mà trình tự có thể được thay đổi trong phương án thay thế. Chẳng hạn, hợp chất có thể được đặt trong buồng phản ứng ở trạng thái khô, trong đó việc “cấp vào” bị ảnh hưởng bởi việc pha hợp chất này với nước trong khi được đặt tại đó. Trong các trường hợp khác, nước có thể được cho vào hợp chất khi nó được di chuyển vào buồng phản ứng, chẳng hạn như bằng cách sử dụng hệ thống phun, như là một phần của quá trình cấp vào.

Tại khối 412-b, hợp chất ẩm được đun nóng trong buồng phản ứng. Việc đun nóng này có thể được hoàn tất sử dụng nhiều công nghệ khác nhau đã biết bởi những người có trình độ trung bình trong ngành, một số đã được mô tả ở trên trong các phương án mô tả cụ thể. Trong một số ví dụ, hợp chất được đun nóng đến nhiệt độ trong khoảng từ 700°C đến 1100°C mặc dù các tác giả sáng chế biết rằng các mức nhiệt độ khác cũng sẽ hiệu quả. Việc đun nóng hợp chất ẩm kích thích phân ly và phản ứng của các thành phần được phân ly, với sản phẩm phản ứng đặc trưng bao gồm phân tử hydro H_2 và cacbon điôxit CO_2 ngoài nhiên liệu lỏng. Các sản phẩm phản ứng cụ thể tùy thuộc vào các cơ chế phản ứng được áp dụng, các ví dụ về các sản phẩm phản ứng này đã được nêu ở trên. Nhiên liệu lỏng có thể được thu gom tại khối 714.

Theo các phương án trong đó hydro phân tử được tạo ra trong buồng phản ứng tiếp tục được xử lý, các bước này thể hiện tại các khối 716 – 724 có thể thực hiện, mặc dù những bước này không được bao gồm trong mọi phương án. Do vậy, chúng được thể hiện bằng các đường nét đứt.

Cụ thể, người ta không mong đợi sản xuất hydro sẽ là 100% và có thể có các vết của các thành phần không phản ứng còn lại trong các sản phẩm phản ứng. Chẳng hạn, đưa sản phẩm phản ứng nhiên liệu lỏng vào buồng giảm áp tại khối 716 có thể giúp ích cho việc loại bỏ các vết cacbon không phản ứng và đưa sản phẩm phản ứng nhiên liệu lỏng vào buồng làm mát bằng nước tại khối 420 có thể giúp loại bỏ nước và nhựa đường không phản ứng.

Khi hydro đã được tách là sản phẩm cuối của quy trình, nó có thể được xử lý tại khối 724 để tạo ra năng lượng, chẳng hạn bằng cách sử dụng quy trình đốt cháy hoặc quy trình pin

nhiên liệu như được mô tả ở trên. Trong một số phương án, khí cacbon đioxit cũng có thể được tách làm sản phẩm cuối.

Những ứng dụng tiềm năng khác

Quy trình sản xuất nhiên liệu lỏng từ xenluloza hoặc hợp chất khác chứa C-O-H, như hemixenluloza hoặc lignin, hoặc hỗn hợp của chúng, có thể thúc đẩy quá trình tái chế các sản phẩm xenlulô sinh khối và biến chất thải xenlulô thành nhiên liệu lỏng và được sử dụng để sản xuất năng lượng. Chẳng hạn, chất thải sinh khối xenlulô bao gồm thềm rừng hiện có thể không kinh tế để khai thác, nhưng lại tiềm ẩn một thảm họa cháy rừng nghiêm trọng. Nếu việc tái chế chất thải sinh khối xenlulô này được thực hiện thông qua việc áp dụng sáng chế hiện tại, có thể làm giảm đáng kể hiểm họa này. Chất thải sinh khối xenlulô khác hiện có tại các bãi chôn lấp rác thải cũng có thể sử dụng được thông qua việc tái chế.

Trong khi việc mô tả chi tiết một hoặc nhiều phương án đã được trình bày ở trên, các phương án thay thế, thay đổi và các phương án tương đương là hiển nhiên đối với những người có trình độ kỹ thuật trung bình trong ngành vì những thay đổi này không làm thay đổi phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, ngoại trừ trường hợp đặc biệt không phù hợp hoặc những ghi chú được nhấn mạnh khác, cần thừa nhận rằng các đặc trưng, thiết bị, và/hoặc các thành phần của các phương án khác có thể được thay thế và /hoặc kết hợp. Do vậy, mô tả nêu trên không được coi là giới hạn phạm vi của sáng chế, được xác định bằng các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tách ít nhất khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro, phương pháp này bao gồm các bước:
 - pha nước vào hợp chất để tạo ra hợp chất ẩm;
 - đưa hợp chất ẩm vào buồng phản ứng;
 - đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 1100°C sao cho các thành phần có trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng qua phản ứng thủy nhiệt, trong đó một sản phẩm phản ứng chứa ít nhất khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng; và
 - tách ít nhất khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng xảy ra trong áp suất không khí.
3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó hợp chất chứa ít nhất xenluloza, lignin, hemixenluloza hoặc dòng chất thải.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cấp dòng khí trơ vào buồng phản ứng.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khí trơ chứa ít nhất argon hoặc nitơ.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khí hydro sau khi tách được xử lý để ít nhất tạo ra năng lượng điện hoặc nhiệt, để tạo ra nhiên liệu lỏng bằng cách đốt cháy khí hydro, hoặc bằng cách nạp khí hydro vào pin nhiên liệu.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nước bao gồm nước dạng lỏng.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đưa khí thành phẩm phản ứng vào buồng giảm áp để loại bỏ các vết cacbon không phản ứng
9. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đưa khí thành phẩm phản ứng vào buồng làm mát bằng nước để loại bỏ nước không phản ứng.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước đưa hợp chất ẩm vào buồng phản ứng diễn ra liên tục

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất:

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 6H_2O \rightarrow CH_4O + 5CO_2 + 9H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa metanol và đun nóng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 5H_2O \rightarrow 2CH_4O + 4CO_2 + 6H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4H_2O \rightarrow 3CH_4O + 3CO_2 + 3H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 3H_2O \rightarrow 4CH_4O + 2CO_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa etanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4H_2O \rightarrow C_2H_6O + 4CO_2 + 6H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa etanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa propanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 2H_2O \rightarrow C_3H_8O + 3CO_2 + 3H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa butanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 \rightarrow C_4H_{10}O + 2CO_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa xăng và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4C + 4H_2O \rightarrow C_7H_{16} + 2CO_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa dầu diesel và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 10C + 2H_2O \rightarrow C_{16}H_{24} + 6CO_2$.

12. Hệ thống tách ít nhất khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng từ hợp chất chứa cacbon, oxy, và hydro, hệ thống này bao gồm:
 - buồng xử lý, trong đó buồng xử lý và nguồn nhiệt được tạo kết cấu để đun nóng hợp chất ẩm trong buồng xử lý sao cho các thành phần nằm trong hợp chất ẩm phân ly và phản ứng bằng phản ứng thủy nhiệt để tạo ra ít nhất khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng;
 - nguồn nhiệt tiếp xúc nhiệt với bên trong buồng xử lý, trong đó ít nhất buồng xử lý hoặc nguồn nhiệt được tạo kết cấu để đun nóng hợp chất ẩm đến nhiệt độ từ 700°C đến 1100°C để tạo ra phản ứng thủy nhiệt tạo ra ít nhất khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng;
 - nguồn hợp chất nằm trong buồng xử lý;
 - nguồn nước để tạo phản ứng với hợp chất, trong đó nguồn nước được tạo kết cấu để kết hợp nước với hợp chất để tạo ra hợp chất ẩm bên ngoài buồng xử lý;
 - băng chuyền để đưa hợp chất ẩm vào buồng xử lý; và
 - hệ thống xả để tách khí hydro hoặc nhiên liệu lỏng thu được từ buồng xử lý.
13. Hệ thống theo điểm 12, trong đó buồng xử lý được bố trí để vận hành trong điều kiện áp suất không khí.
14. Hệ thống theo điểm 12, trong đó hợp chất chứa ít nhất xenluloza, lignin, hemixenluloza hoặc dòng chất thải..
15. Hệ thống theo điểm 12, trong đó hệ thống này còn bao gồm hệ thống phân phối khí được tạo kết cấu để cấp dòng khí trợ vào buồng xử lý.
16. Hệ thống theo điểm 12, trong đó khí trợ chứa ít nhất argon hoặc nito.
17. Hệ thống theo điểm 12, trong đó hệ thống xả để tách khí hydro thu được từ buồng xử lý được tạo kết cấu để đưa khí thành phẩm phản ứng vào buồng giảm áp để loại bỏ các vết cacbon không phản ứng.
18. Hệ thống theo điểm 12, trong đó hệ thống xả để tách khí hydro thu được từ buồng xử lý được tạo kết cấu để đưa khí thành phẩm phản ứng vào buồng làm mát bằng nước để loại bỏ nước không phản ứng.
19. Hệ thống theo điểm 12, trong đó:

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 6H_2O \rightarrow CH_4O + 5CO_2 + 9H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng hợp chất ẩm trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 5H_2O \rightarrow 2CH_4O + 4CO_2 + 6H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4H_2O \rightarrow 3CH_4O + 3CO_2 + 3H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa metanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 3H_2O \rightarrow 4CH_4O + 2CO_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa etanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4H_2O \rightarrow C_2H_6O + 4CO_2 + 6H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa etanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$; hoặc

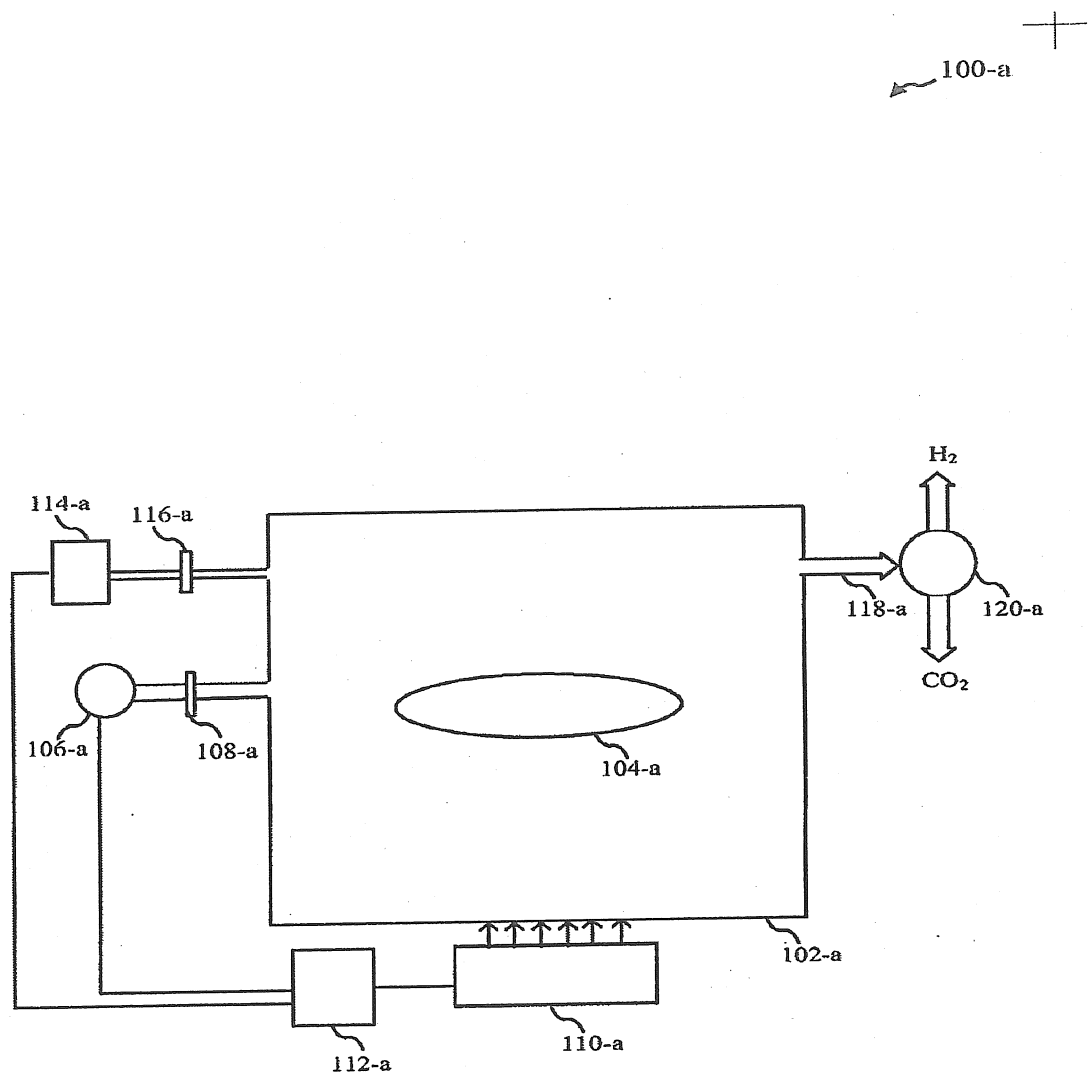
nhiên liệu lỏng chứa propanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 2H_2O \rightarrow C_3H_8O + 3CO_2 + 3H_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa butanol và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 \rightarrow C_4H_{10}O + 2CO_2$; hoặc

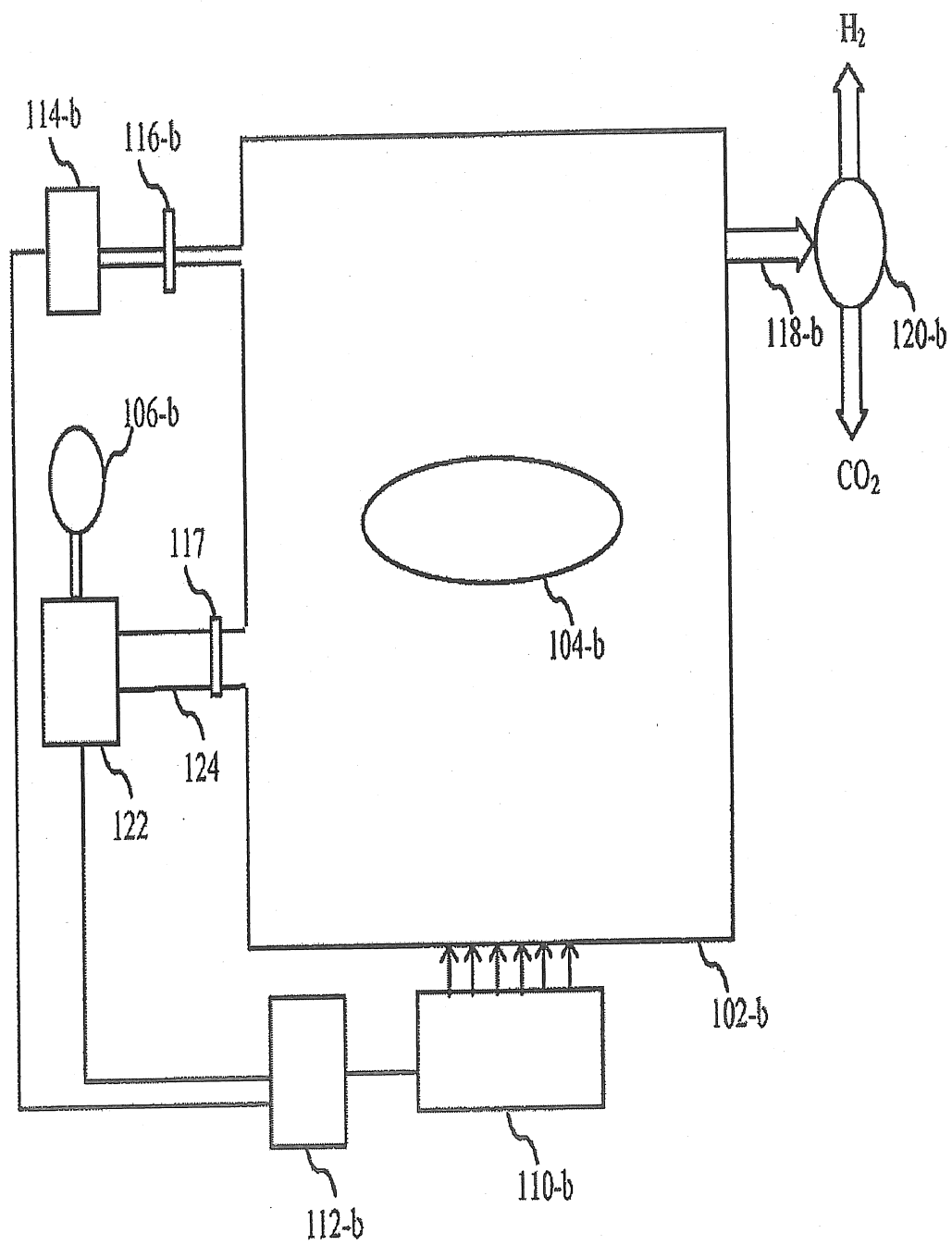
nhiên liệu lỏng chứa xăng và bước đun nóng dạng ướt của hợp chất bên trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 4C + 4H_2O \rightarrow C_7H_{16} + 2CO_2$; hoặc

nhiên liệu lỏng chứa dầu diesel và bước đốt nóng dạng ướt của hợp chất trong buồng phản ứng bao gồm bước tạo ra phản ứng $C_6H_{10}O_5 + 10C + 2H_2O \rightarrow C_{16}H_{24} + 6CO_2$.

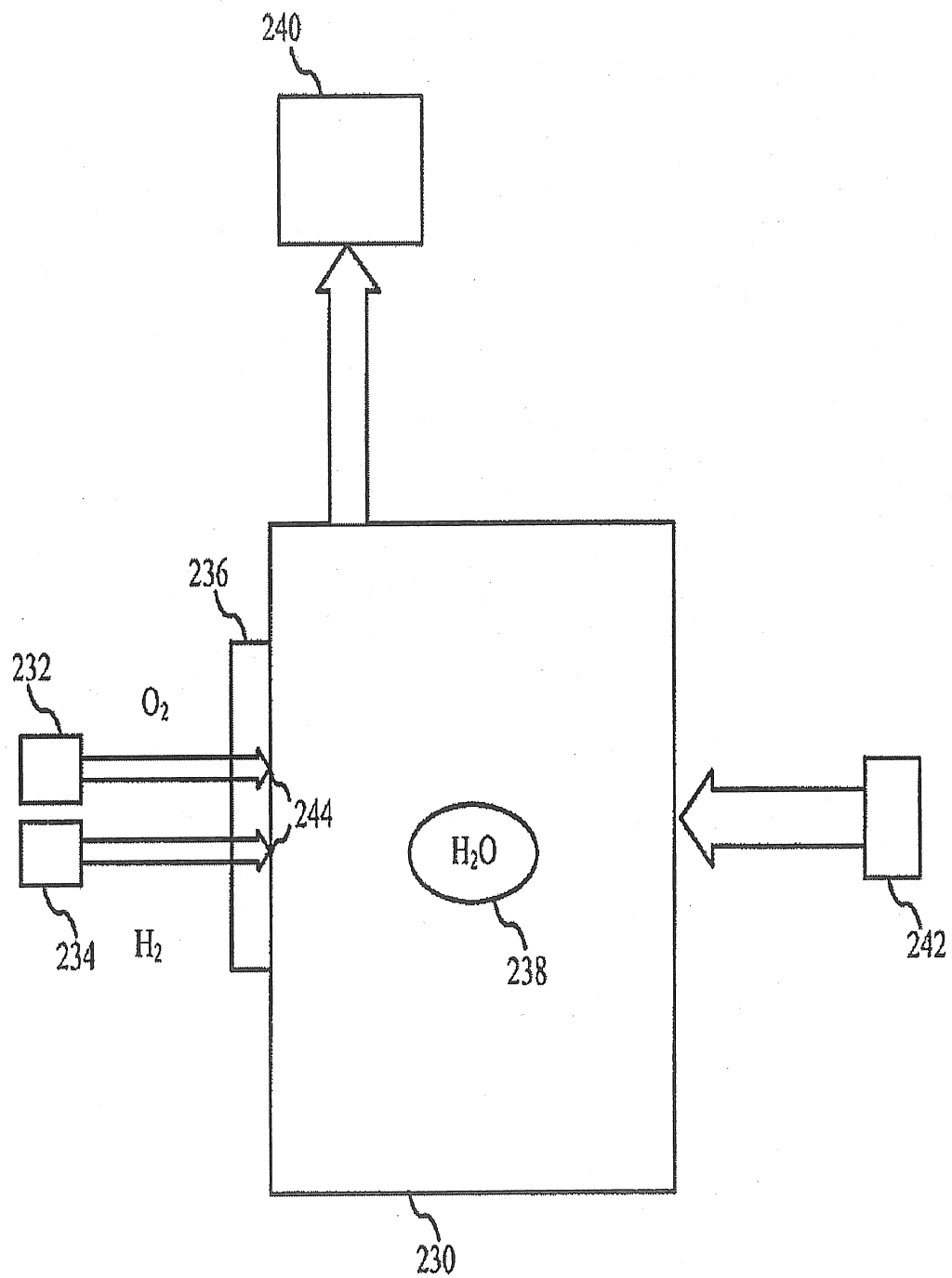
20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xác định lượng nước để kết hợp với hợp chất tạo ra hợp chất ẩm để phản ứng bằng phản ứng thủy nhiệt với hợp chất.
21. Hệ thống theo điểm 12, trong đó hệ thống này còn bao gồm buồng trộn được ghép với nguồn nước để kết hợp nước với hợp chất để tạo ra hợp chất ẩm bên ngoài buồng xử lý.



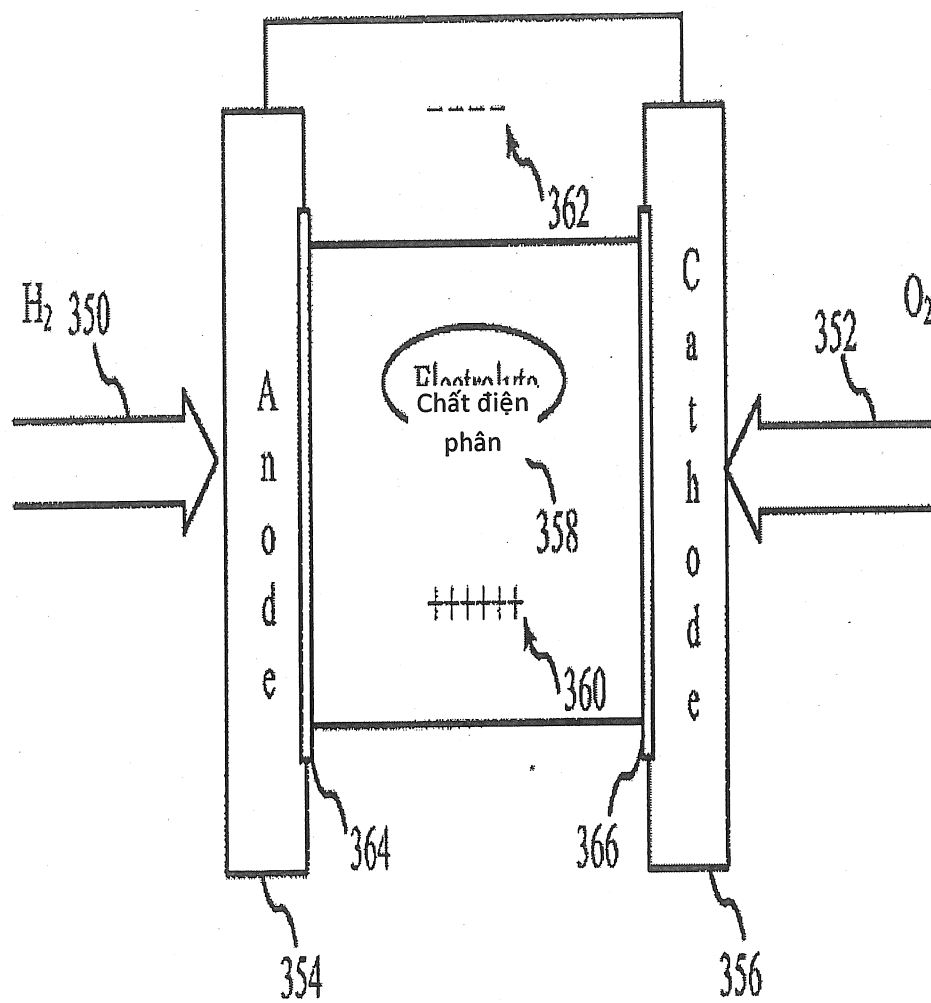
HÌNH 1A



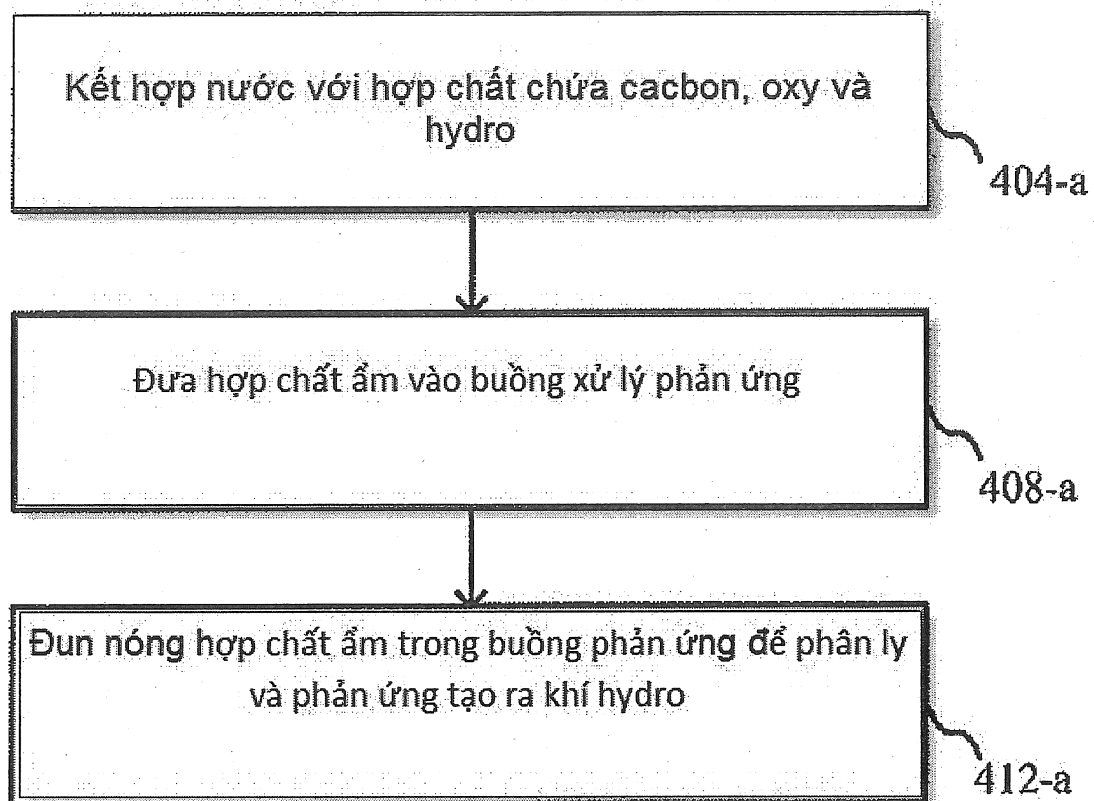
HÌNH 1B



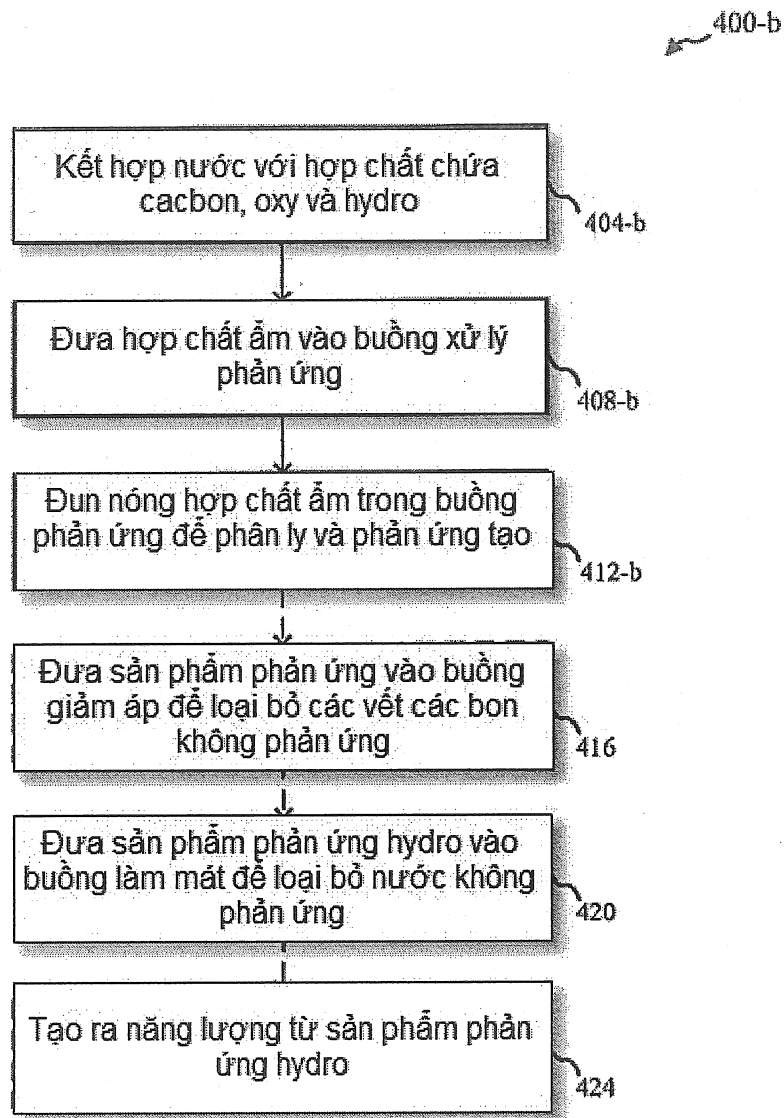
HÌNH 2



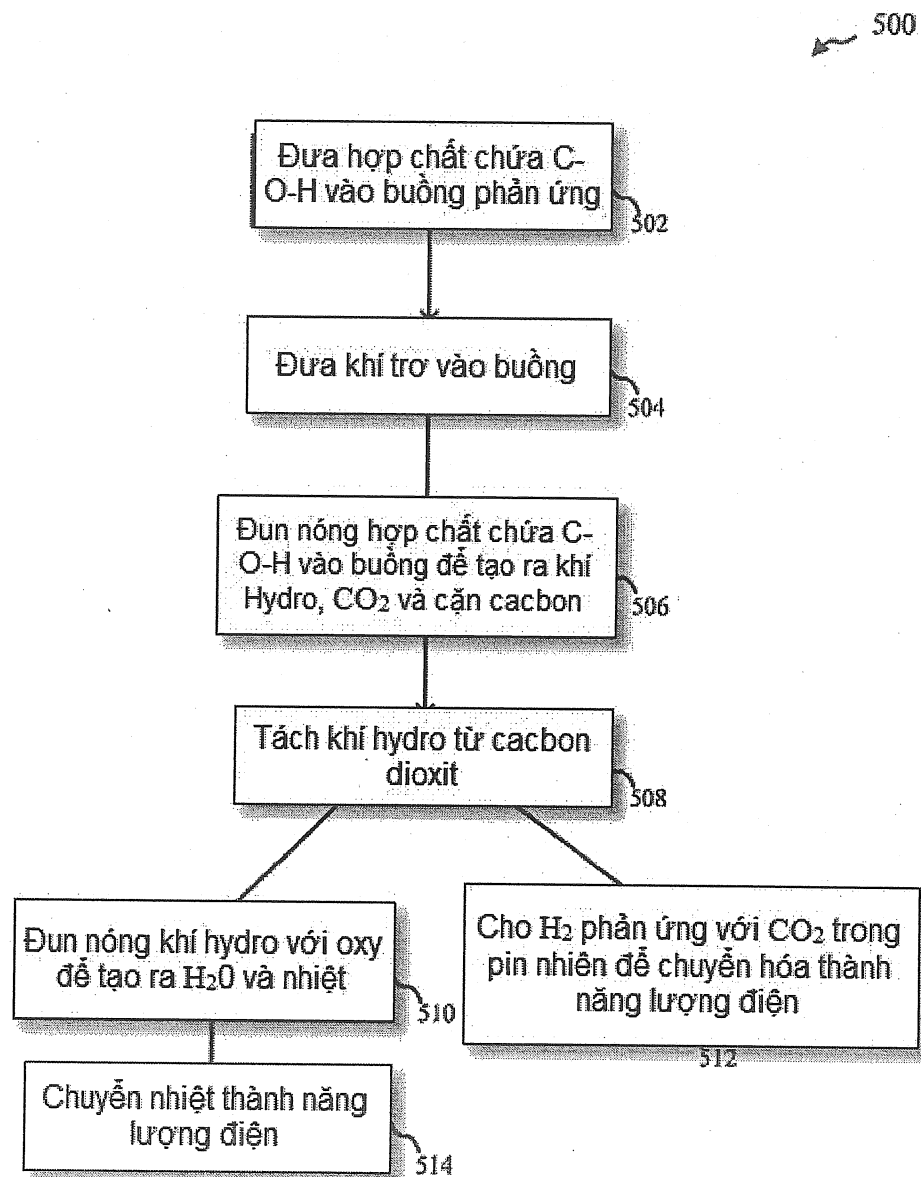
HÌNH 3



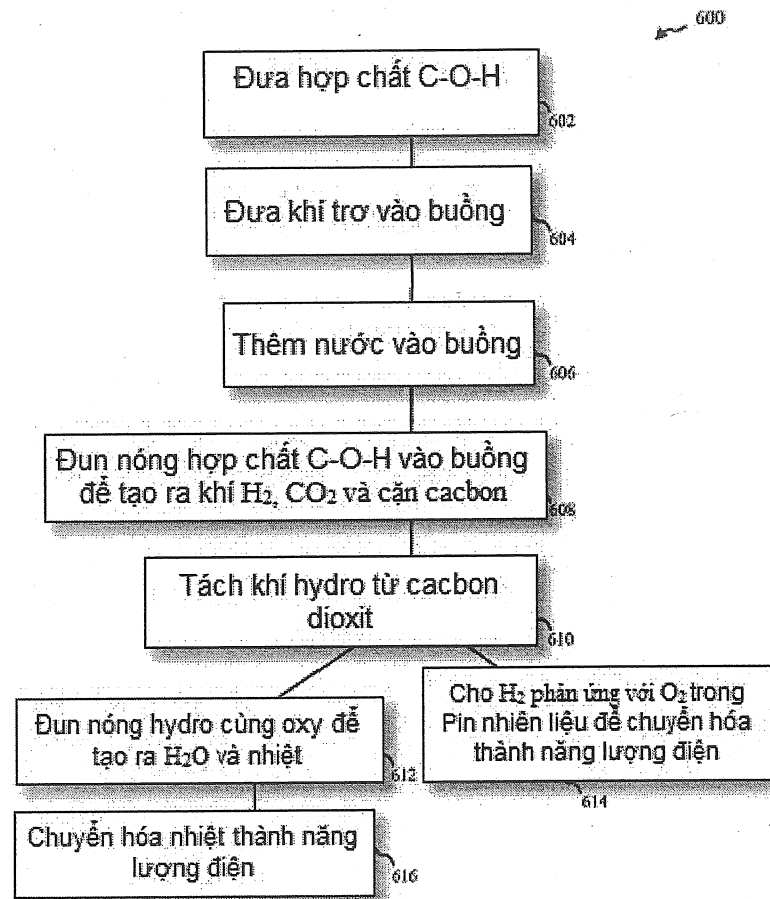
HÌNH 4A



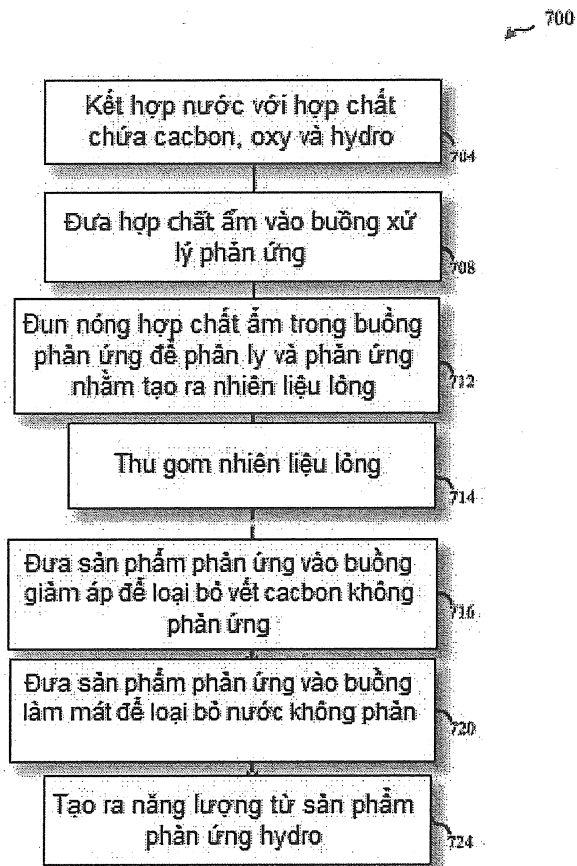
HÌNH 4B



HÌNH 5



HÌNH 6



HÌNH 7