



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

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

(11) 
1-0020452

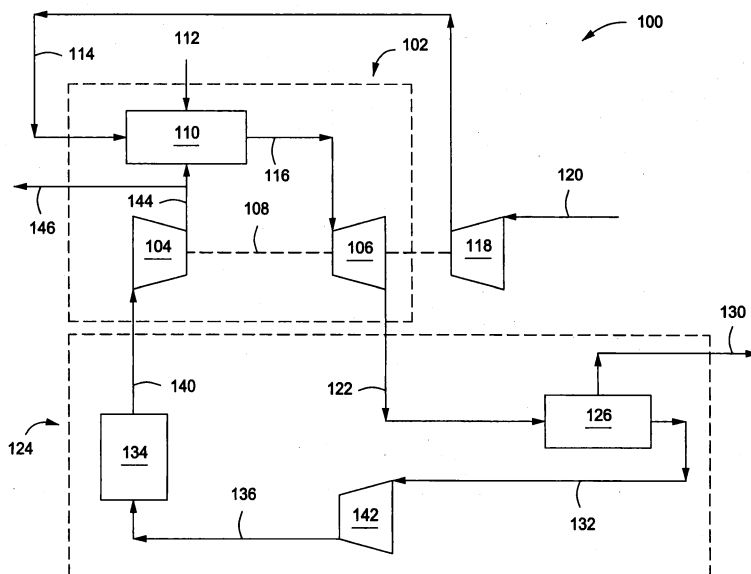
(51)⁷ F02C 7/141, 3/30, 3/34

(13) B

- (21) 1-2013-03186 (22) 05.03.2012
(86) PCT/US2012/027772 05.03.2012 (87) WO2012/128925 27.09.2012
(30) 61/466,385 22.03.2011 US
61/542,031 30.09.2011 US
(45) 25.02.2019 371 (43) 27.01.2014 310
(73) ExxonMobil Upstream Research Company (US)
P. O. Box 2189 (CORP-URC-SW359), Houston, Texas 77252-2189, United States of America
(72) DHANUKA, Sulabh, K. (IN), MITTRICKER, Franklin, F. (US), SITES, O., Angus (US), HUNTINGTON, Richard, A (US)
(74) Công ty Luật TNHH AMBYS Hà Nội (AMBYS HANOI)

(54) HỆ THỐNG TÍCH HỢP VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO NĂNG LƯỢNG

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống tích hợp và phương pháp tạo năng lượng. Hệ thống, phương pháp và thiết bị được đề xuất để kiểm soát nguồn cấp chất oxy hóa trong hệ thống tuabin phát thải thấp để duy trì các điều kiện cháy theo hệ số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng. Trong một hoặc nhiều phương án, sự kiểm soát này đạt được bằng cách làm lệch hướng một phần khí xả tuần hoàn và kết hợp nó với nguồn cấp chất oxy hóa để duy trì hàm lượng oxy không đổi trong dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp được cấp cho buồng đốt.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc tạo năng lượng phát thải thấp. Cụ thể hơn, các phương án của sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để kiểm soát việc cấp chất oxy hóa cho buồng đốt của hệ thống tuabin phát thải thấp để đạt được và duy trì các điều kiện cháy theo hệ số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của phần này nhằm giới thiệu các khía cạnh khác nhau trong lĩnh vực, mà có thể được kết hợp với các phương án ví dụ của sáng chế. Phần thảo luận này nhằm cung cấp cơ sở để hiểu tốt hơn các khía cạnh cụ thể của sáng chế. Do đó, cần được hiểu rằng phần này được hiểu theo nghĩa này và không nhất thiết phải thừa nhận như một phần của tình trạng kỹ thuật.

Nhiều nước sản xuất dầu đang đối mặt với sự tăng mạnh về nhu cầu năng lượng trong nước và quan tâm đến việc thu hồi dầu tăng cường (enhanced oil recovery-EOR) để nâng cao việc thu hồi dầu từ các bể chứa của chúng. Hai kỹ thuật EOR phổ biến gồm có phun nitơ (N_2) để duy trì áp suất bể chứa và phun cacbon đioxit (CO_2) để bơm ép cho việc EOR. Ngoài ra vẫn còn mối quan tâm toàn cầu về sự phát thải khí nhà kính (green house gas-GHG). Mối quan tâm này kết hợp với việc thực hiện các chính sách thương mại hóa lượng khí thải cắt giảm ở nhiều nước khiến cho việc giảm phát thải CO_2 là ưu tiên đối với các quốc gia này cũng như các công ty vận hành hệ thống sản xuất hydrocacbon tại đó.

Một số phương pháp để giảm sự phát thải CO_2 bao gồm việc khử cacbon hóa nhiên liệu hoặc thu nạp sau khi đốt bằng cách sử dụng dung môi, như amin. Tuy nhiên, cả hai giải pháp này đều tốn kém và làm giảm hiệu suất tạo năng lượng, dẫn đến sản lượng năng lượng thấp, nhu cầu về nhiên liệu tăng và chi phí điện năng tăng lên để đáp ứng nhu cầu về năng lượng trong nước. Cụ thể, sự có mặt của các thành phần oxy, SO_x , và NO_x khiến cho việc sử dụng phương pháp hấp thụ dung môi amin là rất khó. Phương pháp khác là tuabin chạy bằng khí oxy nhiên liệu trong chu trình kết hợp (ví

dụ, trong đó nhiệt xả ra từ chu trình Brayton sử dụng tuabin khí được thu lại để tạo hơi và tạo năng lượng bổ sung trong chu trình Rankine). Tuy nhiên, không có tuabin khí nào có bán trên thị trường mà có thể hoạt động trong chu trình đã nêu và năng lượng cần để tạo ra oxy có độ tinh khiết cao làm giảm đáng kể hiệu suất tổng của quy trình.

Hơn nữa, với sự quan tâm ngày càng tăng về sự thay đổi khí hậu toàn cầu và tác động của sự phát thải cacbon đioxit, việc tối thiểu hóa sự phát thải cacbon đioxit từ các nhà máy năng lượng được chú trọng. Nhà máy năng lượng sử dụng chu trình kết hợp tuabin khí là có hiệu quả và có chi phí thấp hơn so với nhà máy sử dụng kỹ thuật tạo năng lượng hạt nhân hoặc từ than đá. Việc thu cacbon đioxit từ khí xả của nhà máy năng lượng sử dụng chu trình kết hợp tuabin khí là rất tốn kém vì những lý do sau: (a) nồng độ cacbon đioxit trong ống xả thấp, (b) thể tích khí cần xử lý lớn, (c) áp suất của dòng khí xả thấp, và lượng khí oxy có mặt trong dòng khí xả lớn. Tất cả các yếu tố này dẫn đến tăng chi phí thu cacbon đioxit từ nhà máy sử dụng chu trình kết hợp.

Do đó, vẫn còn nhu cầu cơ bản về quy trình phát thải thấp, tạo năng lượng hiệu quả cao và quy trình sản xuất thu CO₂.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trong các nhà máy năng lượng sử dụng chu trình kết hợp đã mô tả ở đây, khí xả từ tuabin khí phát thải thấp, mà được thông hơi trong nhà máy sử dụng chu trình kết hợp khí tự nhiên (natural gas combined cycle - NGCC) điển hình, được làm lạnh và tuần hoàn lại vào trong đầu vào của máy nén chính trong tuabin khí. Khí xả tuần hoàn,

là lượng khí sạch được nén dư, được sử dụng để làm lạnh các sản phẩm của buồng đốt đến nhiệt độ giới hạn của nguyên liệu trong bộ giãn nở. Thiết bị, hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể làm cho tuabin phát thải thấp duy trì chế độ cháy ưu tiên, ví dụ, chế độ cháy theo hệ số tỷ lượng, trong một phạm vi rộng các điều kiện của môi trường xung quanh. Bằng cách kết hợp sự cháy theo hệ số tỷ lượng với sự tuần hoàn khí xả, nồng độ của CO₂ trong khí tái tuần hoàn tăng trong khi lại tối thiểu hóa được sự có mặt của O₂ dư, cả hai điều này khiến việc thu hồi CO₂ dễ dàng hơn. Trong một hoặc nhiều phương án, các hệ thống tuabin phát thải thấp mô tả ở đây sử dụng không khí như là chất oxy hóa.

Sáng chế đề cập đến hệ thống, phương pháp và thiết bị để kiểm soát nguồn cấp chất oxy hóa trong hệ thống tuabin phát thải thấp để duy trì điều kiện cháy theo hệ số tỷ lượng hoặc cháy về cơ bản theo hệ số tỷ lượng. Trong một hoặc nhiều phương án, việc kiểm soát này thông qua phương pháp hoặc hệ thống mà đảm bảo phân phối lưu lượng theo khối lượng chất oxy hóa phù hợp đến buồng đốt. Ví dụ bao gồm, nhưng không giới hạn, các kết cấu khác nhau để bổ sung khí xả tuần hoàn vào nguồn cấp chất oxy hóa để duy trì hàm lượng oxy mong muốn trong nguồn cấp chất oxy hóa. Các kết cấu này có thể bao gồm tùy ý một hoặc nhiều phương pháp kiểm soát như bộ kiểm soát tỷ lệ hoặc thay đổi nhiệt độ của nguồn cấp bổ sung vào để bổ sung khí xả tuần hoàn vào nguồn cấp chất oxy hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các ưu điểm đã nêu và ưu điểm khác của sáng chế có thể trở nên rõ ràng khi xem xét phần mô tả chi tiết và các hình vẽ dưới đây về những ví dụ không giới hạn của các phương án trong đó:

FIG.1 minh họa hệ thống tích hợp để tạo năng lượng phát thải thấp và thu hồi CO₂ được cải thiện.

FIG.2 minh họa hệ thống tích để tạo năng lượng phát thải thấp và thu hồi CO₂ được cải thiện trong đó một phần khí xả tuần hoàn được làm lệch hướng khỏi dòng tuần hoàn ở giữa quạt gió tuần hoàn và bộ làm lạnh và được bổ sung vào nguồn cấp của máy nén đầu vào.

FIG.3 minh họa hệ thống tích hợp để tạo năng lượng phát thải thấp và thu hồi CO₂ được cải thiện trong đó một phần khí xả tuần hoàn được làm lệch hướng khỏi máy nén chính và được bổ sung vào máy nén đầu vào ở vị trí liên tầng.

FIG.4 minh họa hệ thống tích hợp để tạo năng lượng phát thải thấp và thu hồi CO₂ được cải thiện trong đó một phần khí xả tuần hoàn được được làm lệch hướng khỏi dòng tuần hoàn ở giữa quạt gió tuần hoàn và bộ làm lạnh và được bổ sung vào nguồn cấp chất oxy hóa được nén. Hệ thống này gồm có bộ kiểm soát tỷ lệ tùy ý trên nguồn cấp chất oxy hóa và nhiên liệu.

FIG.5 mô tả hệ thống tích hợp để tạo năng lượng phát thải thấp và thu hồi CO₂ được cải thiện tương tự như kết cấu trên FIG.3, trong đó nguồn cấp chất oxy hóa được làm lạnh trước khi đi vào máy nén đầu vào.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả chi tiết dưới đây, các phương án cụ thể của sáng chế được mô tả kết hợp với các phương án ưu tiên. Tuy nhiên, trong phạm vi mà sự mô tả sau đây là cụ thể đối với từng phương án cụ thể hoặc việc sử dụng cụ thể sáng chế, điều này chỉ nhằm mục đích minh họa và cung cấp một cách đơn giản mô tả về các phương án minh họa. Theo đó, bộc lộ không bị giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả dưới đây, mà hơn nữa, nó gồm có tất cả các sự biến đổi, thay đổi và tương đương trong tinh thần và phạm vi của phần bảo hộ đính kèm.

Các thuật ngữ khác nhau như được sử dụng ở đây được định nghĩa bên dưới. Trong phạm vi mà thuật ngữ sử dụng trong yêu cầu bảo hộ không được định nghĩa bên dưới, nó nên được hiểu là định nghĩa rộng nhất mà những người trong lĩnh vực phù hợp đã đưa ra thuật ngữ đó mà được thể hiện trong ít nhất một công bố đơn hoặc một patent đã cấp.

Như sử dụng ở đây, thuật ngữ "khí tự nhiên" đề cập đến khí gồm nhiều thành phần thu được từ giếng dầu thô (khí đồng hành) và/hoặc từ vỉa chứa khí ngầm (khí không đồng hành). Hợp phần và áp suất của khí tự nhiên có thể thay đổi đáng kể. Dòng khí tự nhiên điển hình chứa metan (CH₄) như là thành phần chính, nghĩa là hơn 50% mol của dòng khí tự nhiên là metan. Dòng khí tự nhiên cũng có thể chứa etan (C₂H₆), hydrocacbon trọng lượng phân tử cao (ví dụ, hydrocacbon C₃-C₂₀), một hoặc nhiều khí axit (ví dụ, hydro sulfua), hoặc bất tổ hợp nào của chúng. Khí tự nhiên cũng có thể chứa lượng nhỏ tạp chất như nước, nitơ, sắt sulfua, sáp, và dầu thô hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

Như sử dụng ở đây, thuật ngữ "cháy theo hệ số tỷ lượng" đề cập đến phản ứng cháy có thể tích chất phản ứng bao gồm nhiên liệu và chất oxy hóa và thể tích sản phẩm tạo thành từ sự cháy của các chất phản ứng trong đó tổng thể tích của các chất

phản ứng được dùng để tạo ra sản phẩm. Như sử dụng ở đây, thuật ngữ cháy "về cơ bản theo hệ số tỷ lượng" đề cập đến phản ứng cháy có tỷ lệ tương đương nằm trong khoảng từ khoảng 0,9:1 đến khoảng 1,1:1, hoặc tốt hơn từ khoảng 0,95:1 đến khoảng 1,05:1. Việc sử dụng thuật ngữ "hệ số tỷ lượng" ở đây nghĩa là bao gồm cả điều kiện hệ số tỷ lượng và về cơ bản theo hệ số tỷ lượng trừ khi được quy định khác.

Như sử dụng ở đây, thuật ngữ "dòng" đề cập đến thể tích của chất lưu, mặc dù việc sử dụng thuật ngữ dòng này điển hình có nghĩa là thể tích chuyển động của chất lưu (ví dụ, có vận tốc hoặc lưu lượng theo khối lượng). Tuy nhiên, thuật ngữ "dòng" không yêu cầu vận tốc, lưu lượng theo khối lượng hoặc kiểu ống dẫn cụ thể để chứa dòng.

Các phương án của sáng chế bộc lộ hệ thống và quy trình có thể được sử dụng để tạo điện năng và CO₂ phát thải cực thấp cho các ứng dụng thu hồi dầu tăng cường (enhanced oil recovery - EOR) hoặc cô lập. Theo các phương án thể hiện ở đây, hỗn hợp gồm không khí và nhiên liệu có thể được đốt cháy theo hệ số tỷ lượng và đồng thời được trộn với dòng khí xả tuần hoàn. Dòng khí xả tuần hoàn, thường gồm có các sản phẩm của việc đốt cháy như CO₂, có thể được sử dụng làm chất pha loãng để kiểm soát hoặc ngoài ra để làm giảm nhiệt độ của việc đốt cháy theo hệ số tỷ lượng và khí ống khói đi vào bộ giãn nở kế tiếp.

Việc đốt cháy ở điều kiện gần hệ số tỷ lượng (hoặc cháy "giàu không đáng kể") có thể thể hiện ưu điểm để loại trừ chi phí loại bỏ oxy dư. Bằng cách làm lạnh khí ống khói và ngưng tụ nước ra khỏi dòng này, có thể tạo ra dòng CO₂ với hàm lượng tương đối cao. Trong khi một phần khí xả tuần hoàn có thể được sử dụng để làm giảm nhiệt độ trong chu trình Brayton kín, dòng sạch còn lại có thể được sử dụng cho các ứng dụng EOR và điện năng có thể được sinh ra mà ít hoặc không có SO_x, NO_x, hoặc CO₂ phát thải ra khí quyển. Ví dụ, dòng sạch này có thể được xử lý trong bộ phân tách CO₂ được làm thích ứng để thải khí giàu nitơ mà sau đó có thể được giãn nở trong bộ giãn nở khí để tạo ra năng lượng cơ học bổ sung. Kết quả của hệ thống bộc lộ ở đây là việc tạo ra năng lượng và sản xuất hoặc thu hồi CO₂ ở mức độ có hiệu quả về mặt kinh tế. Tuy nhiên, để tránh sự sai lệch các điều kiện hệ theo số tỷ lượng, lượng chất oxy

hóa được cung cấp cho buồng đốt phải được kiểm soát một cách chặt chẽ. Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp đạt được sự kiểm soát này.

Trong một hoặc nhiều phương án, sáng chế đề cập đến hệ thống tích hợp bao gồm máy nén đầu vào, hệ thống tuabin khí, và hệ thống tuần hoàn khí xả. Hệ thống tuabin khí bao gồm buồng đốt được kết cấu để đốt cháy một hoặc nhiều chất oxy hóa và một hoặc nhiều nhiên liệu trong sự có mặt của dòng tuần hoàn được nén. Máy nén đầu vào nén một hoặc nhiều chất oxy hóa và dẫn dòng chất oxy hóa được nén vào buồng đốt. Buồng đốt dẫn dòng thải thứ nhất vào bộ giãn nở để tạo ra dòng xả dạng khí và ít nhất dẫn động một phần máy nén chính, và máy nén chính nén dòng xả dạng khí này và qua đó tạo ra dòng tuần hoàn được nén. Trong một hoặc nhiều phương án theo sáng chế, một phần khí xả được làm lệch hướng ra khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả và được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa để tạo thành dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp mà được dẫn vào buồng đốt. Lượng khí xả được làm lệch hướng này có thể được thay đổi để các điều kiện hệ theo số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng được duy trì trong buồng đốt.

Khí xả lệch hướng này có thể được lấy tại bất kỳ điểm nào trong hệ thống tuần hoàn khí xả, và có thể được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa ở bất kỳ thời điểm nào trước khi chất oxy hóa đi vào buồng đốt. Ví dụ, trong một hoặc nhiều phương án, phần khí xả lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa ở phía trước của máy nén đầu vào. Cách khác, phần khí xả lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả có thể được kết hợp với chất oxy hóa được nén ở phía sau của máy nén đầu vào nhưng trước khi chất oxy hóa được nén đi vào buồng đốt.

Trong một hoặc nhiều phương án, phần khí xả lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả có thể được chiết ra khỏi máy nén chính và được phun vào máy nén đầu vào. Mỗi máy nén chính và máy nén đầu vào đều có thể có một hoặc nhiều tầng. Trong các phương án cụ thể, máy nén chính có hai hoặc nhiều tầng và khí xả lệch hướng được rút từ máy nén chính ở vị trí liên tầng (nghĩa là, giữa các tầng). Trong phương án

tương tự hoặc phương án khác, máy nén đầu vào có hai hoặc nhiều tầng và khí xả lệch hướng được phun vào máy nén đầu vào ở vị trí liên tầng.

Trong một số phương án, hệ thống tuần hoàn khí xả có thể bao gồm ít nhất một bộ làm lạnh được tạo kết cấu để nhận và làm lạnh dòng xả dạng khí và ít nhất một quạt gió được tạo kết cấu để nhận và tăng áp suất của dòng xả dạng khí trước khi dẫn khí tuần hoàn được làm lạnh vào máy nén chính. Trong các phương án này, phần khí xả lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả có thể được làm lệch hướng khỏi dòng xả dạng khí mà đi vào quạt gió, khỏi dòng xả dạng khí chảy từ quạt gió đến bộ làm lạnh, hoặc khỏi dòng xả dạng khí mà thoát khỏi bộ làm lạnh, và có thể được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa ở bất kỳ thời điểm nào trước khi chất oxy hóa đi vào buồng đốt.

Trong một hoặc nhiều phương án, hệ thống tích hợp có thể tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều bộ kiểm soát được tạo kết cấu để điều chỉnh lưu lượng của dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp và một hoặc nhiều nhiên liệu đi vào buồng đốt để duy trì tỷ lệ lưu lượng được chọn và qua đó cung cấp tỷ lệ ổn định của chất oxy hóa đối với nhiên liệu. Một hoặc nhiều bộ kiểm soát này có thể là bất kỳ loại bộ kiểm soát nào phù hợp để điều chỉnh dòng đầu vào đi vào buồng đốt, ví dụ bộ kiểm soát tỷ lệ. Trong một hoặc nhiều phương án, bộ kiểm soát tỷ lệ có thể được tạo kết cấu để nhận kết quả đo từ một hoặc nhiều lưu lượng kế được lắp đặt trong một hoặc nhiều dòng đi vào buồng đốt và, dựa vào kết quả đo nhận được từ lưu lượng kế này, mở hoặc đóng một hoặc nhiều van để thay đổi lưu lượng của một hoặc nhiều dòng đầu vào tương ứng. Theo cách này, một hoặc nhiều bộ kiểm soát cung cấp mức kiểm soát bổ sung hơn mức mà được cung cấp bằng việc kết hợp một phần khí xả với nguồn cấp chất oxy hóa. Một hoặc nhiều bộ kiểm soát này cũng có thể được sử dụng một mình, như là phương pháp duy nhất kiểm soát nguồn cấp chất oxy hóa để duy trì sự đốt cháy theo hệ số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng.

Trong một hoặc nhiều phương án, hệ thống tích hợp có thể còn bao gồm một hoặc nhiều thiết bị làm lạnh được tạo kết cấu để làm lạnh một hoặc nhiều chất oxy hóa (hoặc dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp trong trường hợp phần khí xả lệch hướng

được kết hợp với chất oxy hóa ở phía trước của máy nén đầu vào trước khi đưa vào máy nén đầu vào. Ví dụ, chất oxy hóa có thể được làm lạnh đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của môi trường xung quanh ít nhất là khoảng 5 °F (-15°C), hoặc ít nhất là khoảng 10 °F (-12,22°C), hoặc ít nhất là khoảng 15 °F (-9,44°C), hoặc ít nhất là khoảng 20 °F (-6,67°C), hoặc ít nhất là khoảng 25 °F (-3,89°C), hoặc ít nhất là khoảng 30 °F (-1,11°C), hoặc ít nhất là khoảng 35 °F (1,67°C), hoặc ít nhất là khoảng 40 °F (4,44°C). Trong phương án tương tự hoặc phương án khác, sự chênh lệch nhiệt độ giữa chất oxy hóa đi vào thiết bị làm lạnh và chất oxy hóa đi ra khỏi thiết bị làm lạnh ít nhất là khoảng 5 °F (-15°C), hoặc ít nhất là khoảng 10 °F (-12,22°C), hoặc ít nhất là khoảng 15 °F (-9,44°C), hoặc ít nhất là khoảng 20 °F (-6,67°C), hoặc ít nhất là khoảng 25 °F (-3,89°C), hoặc ít nhất là khoảng 30 °F (-1,11°C), hoặc ít nhất là khoảng 35 °F (1,67°C), hoặc ít nhất là khoảng 40 °F (4,44°C). Trong một hoặc nhiều phương án khác, thiết bị làm lạnh có thể là một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt, các bộ làm lạnh kiểu cơ học, bộ làm lạnh tiếp xúc trực tiếp, bộ làm lạnh phụ, hoặc các thiết bị tương tự và tổ hợp của chúng. Hơn nữa, thiết bị làm lạnh có thể sử dụng bất kỳ chất lưu làm lạnh phù hợp nào đã biết nào cho các ứng dụng, như nước làm lạnh hoặc nước biển, hoặc chất làm lạnh ví dụ như hydrocacbon không halogen hóa, flocacbon, hydroflocacbon, cloflocacbon, hydrocloflocacbon, amoniak khan, propan, cacbon đioxit, propylen, và chất tương tự. Trong các phương án nhất định, hệ thống này có thể còn bao gồm bộ phân tách được tạo kết cấu để nhận chất oxy hóa được làm lạnh từ thiết bị làm lạnh và loại bỏ bất kỳ giọt nước nào ra khỏi dòng chất oxy hóa trước khi đưa vào máy nén đầu vào. Bộ phân tách có thể là bất kỳ thiết bị nào phù hợp cho mục đích sử dụng, ví dụ như dạng cánh, tấm lưới hoặc thiết bị gạt bỏ sương mù khác.

Trong một hoặc nhiều phương án, sáng chế đề xuất phương pháp tạo năng lượng. Phương pháp này bao gồm việc nén một hoặc nhiều chất oxy hóa trong máy nén đầu vào để tạo thành chất oxy hóa được nén; đốt cháy chất oxy hóa được nén và ít nhất một nhiên liệu trong buồng đốt trong sự có mặt của khí xả tuần hoàn được nén và dưới điều kiện hệ số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng, qua đó tạo ra dòng thải; giãn nở dòng thải này trong bộ giãn nở để dẫn động ít nhất một phần máy nén chính và tạo ra dòng xả dạng khí; dẫn dòng xả dạng khí vào hệ thống tuần hoàn khí xả;

và làm lệch hướng một phần dòng khí xả khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả và kết hợp phần khí xả lệch hướng này với một hoặc nhiều chất oxy hóa để tạo thành dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp mà được dẫn vào buồng đốt. Khí xả lệch hướng này có thể được thu lại ở bất kỳ thời điểm nào trong hệ thống tuần hoàn khí xả, và có thể được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa ở bất kỳ thời điểm nào trước khi chất oxy hóa đi vào buồng đốt. Máy nén chính nén dòng xả dạng khí và qua đó tạo ra dòng tuần hoàn được nén. Trong một số phương pháp theo sáng chế, hệ thống tuần hoàn khí xả có thể bao gồm ít nhất một bộ làm lạnh và ít nhất một quạt gió, sao cho dòng xả dạng khí được làm lạnh ở ít nhất một bộ làm lạnh và áp suất của dòng xả dạng khí được tăng trong ít nhất một quạt gió, qua đó tạo ra khí tuần hoàn được làm lạnh được dẫn vào máy nén chính.

Trong một hoặc nhiều phương án, phương pháp theo sáng chế có thể còn bao gồm việc điều chỉnh lưu lượng của dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp và một hoặc nhiều nhiên liệu đi vào buồng đốt để duy trì tỷ lệ cố định của chất oxy hóa với nhiên liệu. Lưu lượng này có thể được kiểm soát thông qua bộ kiểm soát tỷ lệ hoặc thiết bị tương tự. Trong phương án tương tự hoặc phương án khác, phương pháp theo sáng chế có thể còn bao gồm việc làm lạnh một hoặc nhiều chất oxy hóa trước khi đưa vào máy nén đầu vào và tùy ý loại bỏ các giọt nước ra khỏi dòng chất oxy hóa được làm lạnh trước khi đưa vào máy nén đầu vào.

Bằng cách làm lệch hướng và kết hợp một phần khí xả tuần hoàn với nguồn cấp chất oxy hóa trong hệ thống này và phương pháp đã mô tả ở đây, có thể kiểm soát chính xác hơn lượng chất oxy hóa nạp cho buồng đốt. Cụ thể, mật độ khối của nguồn cấp chất oxy hóa được thả nổi dựa vào điều kiện nhiệt độ môi trường xung quanh và áp suất, nhưng lượng oxy trong 1ft³ (0,03m³) trong nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa kết hợp được giữ ở mức không đổi bằng cách thay đổi lượng khí tuần hoàn cung cấp cho nguồn cấp chất oxy hóa. Khi đòi hỏi nhiều oxy hơn, lượng khí tuần hoàn trộn lẫn với nguồn cấp chất oxy hóa bị giảm, và khi đòi hỏi ít oxy hơn, lượng khí tuần hoàn trộn lẫn với nguồn cấp chất oxy hóa được tăng lên. Theo cách này, các sự thay đổi về hàm lượng oxy trong nguồn cấp chất oxy hóa do sự thay đổi nhiệt độ, thay đổi áp suất, chất lượng không khí, độ ẩm và yếu tố tương tự có thể được xem xét và các điều kiện

cháy theo hệ số tỷ lượng có thể được duy trì mà không quan tâm đến các sự thay đổi khác trong hệ thống hoặc trong môi trường bên ngoài.

Đề cập đến các hình vẽ, các phương án khác nhau theo sáng chế có thể được hiểu tốt nhất cùng với sự viện dẫn đến các trường hợp cơ bản, được thể hiện trên FIG.1. FIG.1 minh họa hệ thống tạo năng lượng **100** được tạo kết cấu để cung cấp quy trình thu CO₂ sau khi đốt cháy được cải thiện. Trong ít nhất một phương án, hệ thống tạo năng lượng **100** có thể gồm có hệ thống tuabin khí **102** mà có thể đặc trưng như chu trình Brayton khép kín. Trong một phương án, hệ thống tuabin khí **102** có thể có máy nén thứ nhất hoặc máy nén chính **104** được ghép với bộ giãn nở **106** thông qua trục thông thường **108** hoặc liên kết cơ học, điện, hoặc năng lượng khác, qua đó cho phép một phần năng lượng cơ học được tạo ra bởi bộ giãn nở **106** dẫn động máy nén **104**. Bộ giãn nở **106** cũng có thể tạo ra năng lượng cho các việc sử dụng khác, như cung cấp năng lượng cho máy nén thứ hai hoặc máy nén đầu vào **118**. Hệ thống tuabin khí **102** có thể là tuabin khí tiêu chuẩn, trong đó máy nén chính **104** và bộ giãn nở **106** lần lượt tạo thành các đầu máy nén và bộ giãn nở của tuabin khí tiêu chuẩn. Tuy nhiên, trong phương án khác, máy nén chính **104** và bộ giãn nở **106** có thể là những bộ phận riêng trong hệ thống **102**.

Hệ thống tuabin khí **102** cũng có thể gồm có buồng đốt **110** được tạo kết cấu để đốt dòng nhiên liệu **112** được trộn với chất oxy hóa được nén **114**. Trong một hoặc nhiều phương án, dòng nhiên liệu **112** có thể gồm có bất kỳ chất khí hydrocarbon hoặc chất lỏng phù hợp nào, như khí tự nhiên, metan, naphtha, butan, propan, khí tổng hợp, diesel, kerosen, nhiên liệu máy bay, nhiên liệu từ than đá, nhiên liệu sinh học, nhiên liệu hydrocarbon cấp cho máy được oxy hóa, hoặc tổ hợp của chúng. Chất oxy hóa được nén **114** có thể lấy ra máy nén thứ hai hoặc máy nén đầu vào **118** được nối thông chất lưu với buồng đốt **110** và được làm thích ứng để nén nguồn cấp chất oxy hóa **120**. Thảo luận ở đây giả sử rằng nguồn cấp chất oxy hóa **120** là không khí môi trường xung quanh thì chất oxy hóa này có thể bao gồm bất kỳ khí phù hợp nào chứa oxy, như không khí, không khí giàu oxy, hoặc tổ hợp của chúng.

Như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, buồng đốt **110** cũng có thể nhận dòng tuần hoàn được nén **144**, bao gồm khí ống khói chủ yếu chứa thành phần CO₂ và nitơ. Dòng tuần hoàn được nén **144** có thể được lấy từ máy nén chính **104** và được làm thích ứng để giúp tạo điều kiện thuận lợi cho việc đốt cháy chất oxy hóa được nén **114** và nhiên liệu **112**, và cũng làm tăng nồng độ CO₂ trong chất lưu hoạt động. Dòng thải **116** được dẫn vào đầu vào của bộ giãn nở **106** có thể được tạo ra như là sản phẩm của việc đốt cháy dòng nhiên liệu **112** và chất oxy hóa được nén **114**, trong sự có mặt của dòng tuần hoàn được nén **144**. Trong ít nhất một phương án, dòng nhiên liệu **112** có thể chủ yếu là khí tự nhiên, do đó tạo ra phần thải **116** bao gồm các phần thể tích của nước bốc hơi, CO₂, nitơ, các nitơ oxit (NO_x), và các lưu huỳnh oxit (SO_x). Trong một số phương án, một phần nhỏ nhiên liệu chưa được đốt cháy **112** hoặc các hợp chất khác cũng có thể có mặt trong phần thải **116** do các hạn chế về sự cân bằng khi đốt. Khi dòng thải **116** giãn nở thông qua bộ giãn nở **106** nó tạo ra năng lượng cơ học để dẫn động máy nén chính **104**, hoặc để cung cấp các điều kiện thuận lợi khác, và cũng tạo ra dòng xả dạng khí **122** có hàm lượng CO₂ được tăng cao.

Hệ thống tạo năng lượng **100** cũng có thể gồm có hệ thống tuần hoàn khí xả (exhaust gas recirculation - EGR) **124**. Trong khi hệ thống EGR **124** được minh họa trong các hình vẽ kết hợp với các thiết bị khác nhau, có thể sử dụng kết cấu được minh họa chỉ thể hiện hệ thống hoặc bất kỳ hệ thống nào mà tái tuần hoàn khí xả **122** trở lại máy nén chính để thực hiện mục đích được chỉ ra ở đây. Trong một hoặc nhiều phương án, hệ thống EGR **124** có thể gồm có lò hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator - HRSG) **126**, hoặc thiết bị tương tự. Dòng xả dạng khí **122** có thể được chuyển đến HRSG **126** để tạo ra một dòng hơi nước **130** và khí xả được làm lạnh **132**. Hơi nước **130** có thể tùy ý được chuyển đến tuabin khí hơi (không được thể hiện) để tạo ra năng lượng điện bổ sung. Trong các kết cấu này, sự kết hợp của HRSG **126** và tuabin khí hơi có thể đặc trưng là chu trình Rankine khép kín. Khi kết hợp với hệ thống tuabin khí **102**, HRSG **126** và tuabin khí hơi có thể tạo thành một phần của nhà máy tạo năng lượng sử dụng chu trình kết hợp, như nhà máy sử dụng chu trình kết hợp khí tự nhiên (natural gas combined-cycle - NGCC).

Trong một hoặc nhiều phương án, khí xả được làm lạnh **132** ra khỏi HRSG **126** có thể được chuyển đến ít nhất một bộ làm lạnh **134** được kết cấu để làm giảm nhiệt độ của khí xả được làm lạnh **132** và tạo ra dòng khí tuần hoàn làm lạnh **140**. Trong một hoặc nhiều phương án, ở đây bộ làm lạnh **134** được xem như là bộ làm lạnh tiếp xúc trực tiếp (direct contact cooler - DCC), nhưng cũng có thể là bất kỳ thiết bị làm lạnh phù hợp nào như bộ làm lạnh tiếp xúc trực tiếp, bộ làm lạnh phụ, bộ làm lạnh cơ học, hoặc tổ hợp của chúng. Bộ làm lạnh **134** cũng có thể được tạo kết cấu để loại bỏ phần nước ngưng tụ ra thông qua dòng loại bỏ nước (không được thể hiện). Trong một hoặc nhiều phương án, dòng khí xả được làm lạnh **132** có thể được dẫn vào quạt gió hoặc máy nén tăng áp **142** được nối thông chất lưu với bộ làm lạnh **134**. Trong các phương án này, dòng khí xả được nén **136** đi ra khỏi quạt gió **142** và được dẫn vào bộ làm lạnh **134**.

Quạt gió **142** có thể được tạo kết cấu để tăng áp suất của dòng khí xả được làm lạnh **132** trước khi nó được đưa vào máy nén chính **104**. Trong một hoặc nhiều phương án, quạt gió **142** làm tăng tỷ trọng toàn phần của dòng khí xả được làm lạnh **132**, qua đó dẫn lưu lượng theo khối lượng được tăng cho cùng cùng một lưu lượng thể tích vào máy nén chính **104**. Do máy nén chính **104** điển hình bị giới hạn lưu lượng thể tích, việc dẫn nhiều lưu lượng theo khối lượng lớn hơn qua máy nén chính **104** có thể dẫn đến áp suất thải cao hơn từ máy nén chính **104**, qua đó chuyển thành tỷ lệ nén cao hơn qua bộ giãn nở **106**. tỷ lệ nén cao hơn được tạo ra qua bộ giãn nở **106** có thể cho phép nhiệt độ đầu vào cao hơn, và do đó làm tăng năng suất và hiệu quả trong bộ giãn nở **106**. Điều này có thể thể hiện ưu điểm do phần thải giàu CO₂ **116** thường duy trì được nhiệt dung riêng cao hơn. Theo đó, mỗi bộ làm lạnh **134** và quạt gió **142**, khi được kết hợp, có thể được làm thích ứng để tối ưu hóa hoặc nâng cao khả năng hoạt động của hệ thống tuabin khí **102**.

Máy nén chính **104** có thể được tạo kết cấu để nén dòng khí tuần hoàn được làm lạnh **140** được nhận từ hệ thống EGR **124** đến áp suất về danh nghĩa lớn hơn áp suất của buồng đốt **110**, qua đó tạo ra dòng tuần hoàn được nén **144**. Trong ít nhất một phương án, dòng sạch **146** có thể được rút ra từ dòng tuần hoàn được nén **144** và sau đó được xử lý trong bộ phân tách CO₂ hoặc thiết bị khác (không được thể hiện) để thu

CO₂. CO₂ được phân tách có thể được sử dụng để bán, sử dụng trong quy trình khác mà đòi hỏi cacbon đioxit, và/hoặc được nén và phun vào bể chứa trên mặt đất cho mục đích thu hồi dầu tăng cường (enhanced oil recovery-EOR), cô lập hoặc các mục đích khác.

Hệ thống EGR 124 như được mô tả ở đây có thể được thực thi để đạt được nồng độ CO₂ cao hơn trong chất lưu hoạt động của hệ thống tạo năng lượng 100, qua đó cho phép phân tách CO₂ hiệu quả hơn cho việc cô lập sau đó, để duy trì áp suất, hoặc ứng dụng trong EOR. Ví dụ, các phương án mô tả ở đây có thể làm tăng nồng độ CO₂ trong dòng khí ống khói một cách hiệu quả đến khoảng 10% theo khối lượng hoặc cao hơn. Để thực hiện việc này, buồng đốt 110 được làm thích ứng để đốt cháy theo hệ số tỷ lệ hỗn hợp nhiên liệu 112 và chất oxy hóa được nén 114 đi vào. Để làm giảm nhiệt độ của việc cháy theo hệ số tỷ lệ đến nhiệt độ đầu vào của bộ giãn nở 106 và để đáp ứng các yêu cầu làm lạnh thành phần, một phần khí xả lấy ra từ dòng tuần hoàn được nén 144 có thể được phun vào buồng đốt 110 như chất pha loãng. Do đó, các phương án theo sáng chế về cơ bản có thể loại bỏ được bất kỳ lượng oxy dư nào ra khỏi chất lưu hoạt động trong khi đồng thời làm tăng hợp phần CO₂ của nó. Như vậy, dòng xả dạng khí 122 có thể chứa oxy với lượng nhỏ hơn 3,0% theo thể tích, hoặc nhỏ hơn 1,0% theo thể tích, hoặc nhỏ hơn khoảng 0,1% theo thể tích, hoặc thậm chí nhỏ hơn khoảng 0,001% theo thể tích.

Trong một số phương án không được thể hiện ở đây, hơi nước áp suất cao cũng có thể được sử dụng như chất pha loãng trong buồng đốt, hoặc được sử dụng thay thế hoặc bổ sung vào khí xả tuần hoàn. Trong các phương án này, việc bổ sung hơi nước vào sẽ làm giảm yêu cầu về năng lượng và kích thước trong hệ thống EGR (hoặc loại bỏ hoàn toàn hệ thống EGR), tuy nhiên đòi hỏi bổ sung chu trình tuần hoàn nước.

Ngoài ra, trong các phương án khác không được đưa ra ở đây, chất oxy hóa được nén nạp vào buồng đốt có thể chứa agon. Ví dụ, chất oxy hóa có thể chứa agon với lượng từ khoảng 0,1% đến khoảng 5,0% theo thể tích, hoặc từ khoảng 1,0% đến khoảng 4,5% theo thể tích, hoặc từ khoảng 2,0% đến khoảng 4,0% theo thể tích, hoặc từ khoảng 2,5% đến khoảng 3,5% theo thể tích, hoặc từ khoảng 3,0% theo thể tích.

Như được đánh giá bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, việc kết hợp khí agon vào nguồn cấp chất oxy hóa được nén có thể đòi hỏi thêm bộ trao đổi chéo hoặc thiết bị tương tự ở giữa máy nén chính và buồng đốt được tạo kết cấu để loại bỏ lượng CO₂ dư ra khỏi dòng tuần hoàn và đưa agon trở lại vào buồng đốt ở nhiệt độ phù hợp để đốt.

FIG.2 đến FIG.5 minh họa các sự biến đổi của hệ thống tham khảo **100** được thể hiện trong FIG.1 nhằm cho phép kiểm soát chính xác hơn lượng chất oxy hóa nạp cho buồng đốt **110** bằng cách bổ sung lượng khí xả tuần hoàn thay đổi vào nguồn cấp khí oxy hóa để gây ra các sự thay đổi về hàm lượng oxy trong nguồn cấp chất oxy hóa nhờ sự thay đổi nhiệt độ, thay đổi áp suất, chất lượng không khí, độ ẩm và yếu tố tương tự. Việc kiểm soát nguồn cấp chất oxy hóa được nâng cao cho phép duy trì các điều kiện cháy theo hệ số tỷ lệ lượng một cách phù hợp mà không quan tâm đến các sự thay đổi khác trong hệ thống này hoặc ở môi trường bên ngoài. Trong một hoặc nhiều phương án theo sáng chế bao gồm nhưng không giới hạn các phương án được thể hiện trên

FIG.2 đến FIG.5, lượng oxy cần trong nguồn cấp cho buồng đốt, và do đó lượng khí tuần hoàn kết hợp với nguồn cấp chất oxy hóa, có thể được xác định bằng cách sử dụng cảm biến (không được thể hiện) để đo các đặc tính mong muốn như hàm lượng oxy, cacbon đioxit, và hydrocacbon chưa được cháy trong khí xả ra khỏi bộ giãn nở. Dựa vào kết quả đo này, van định lượng (cũng không được thể hiện) có thể được sử dụng để kiểm soát hỗn hợp của khí xả và nguồn cấp chất oxy hóa để đảm bảo tỷ lệ phù hợp trong nguồn cấp dòng xả-chất oxy ho kết hợp.

Bây giờ đề cập đến FIG.2, thể hiện kết cấu khác của hệ thống tạo năng lượng **100** trong FIG.1, được thể hiện và mô tả là hệ thống **200**. Như vậy, FIG.2 có thể được hiểu tốt nhất bằng cách tham khảo FIG.1. Trong hệ thống **200** của FIG.2, phần khí xả tuần hoàn được làm lệch hướng và được kết hợp với nguồn cấp chất oxy hóa **120** đi vào máy nén đầu vào **118** để lượng oxy trong nguồn cấp cho máy nén đầu vào (và do đó cho buồng đốt **110**) có thể được duy trì ở mức độ phù hợp mà không quan tâm đến các sự thay đổi về thành phần của nguồn cấp chất oxy hóa **120**. Như thể hiện trong FIG.2, một phần dòng khí xả được nén **136** được làm lệch hướng thông qua dòng **210** và được bổ sung vào nguồn cấp chất oxy hóa **120** để tạo thành nguồn cấp dòng xả-chất

oxy hóa kết hợp **212**. Mật độ khối của nguồn cấp chất oxy hóa được thả nổi dựa vào điều kiện nhiệt độ môi trường xung quanh và áp suất, nhưng lượng oxy trong 1ft³ (0,03 m³) trong nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa kết hợp **212** được giữ ở mức không đổi bằng cách thay đổi lượng khí tuần hoàn cung cấp cho nguồn cấp thông qua dòng **210**. Khi lượng oxy được đòi hỏi nhiều hơn, lượng khí tuần hoàn trộn lẫn với nguồn cấp chất oxy hóa bị giảm, và khi lượng oxy được đòi hỏi ít hơn, lượng khí tuần hoàn trộn lẫn với nguồn cấp chất oxy hóa được tăng lên. Theo cách này, không chỉ các điều kiện hệ số tỷ lượng được duy trì trong buồng đốt, mà công suất đòi hỏi của máy nén chính **104** cũng có thể được giảm, do đó làm tăng thêm hiệu quả của hệ thống **200**. Nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa kết hợp **212** được dẫn vào máy nén đầu vào **118** và được nén để tạo thành dòng xả-chất oxy hóa được nén **214**. Khi ra khỏi máy nén đầu vào **118**, dòng xả-chất oxy hóa được nén **214** được cấp cho buồng đốt **110** và phần còn lại của hệ thống **200** vận hành theo kiểu tương tự như hệ thống **100** của FIG.1 đã mô tả ở trên.

Đề cập đến FIG.3, là kết cấu khác của hệ thống tạo năng lượng **100** của FIG.1, được thể hiện và mô tả như là hệ thống **300**, trong đó khí xả tuần hoàn được sử dụng để duy trì mức oxy không đổi trong nguồn cấp cho buồng đốt theo cách tương tự như đã mô tả ở trên cho FIG.2. Như vậy, FIG.3 có thể được hiểu tốt nhất bằng cách tham khảo FIG.1 và 2. Trong hệ thống **300** của FIG.3, một phần khí xả tuần hoàn được làm lạnh được rút ra khỏi máy nén chính **104** thông qua dòng **310** và được phun vào máy nén đầu vào **118** ở vị trí liên tầng. Sau đó dòng xả-chất oxy hóa được nén **214** ra khỏi máy nén đầu vào và được dẫn vào buồng đốt **110** và phần còn lại của hệ thống **300** hoạt động theo cùng một kiểu như trong hệ thống **100** của FIG.1 đã mô tả ở trên. Như trong hệ thống **200** của FIG.2, mật độ khối của nguồn cấp chất oxy hóa được thả nổi dựa vào điều kiện nhiệt độ môi trường xung quanh và áp suất, nhưng lượng oxy trong 1ft³ (0,03m³) (trong nguồn cấp chất oxy hóa- xả được nén **214** được giữ ở mức không đổi bằng cách thay đổi lượng khí tuần hoàn cung cấp cho nguồn cấp thông qua dòng **310**.

Bây giờ đề cập đến FIG.4, là kết cấu khác của hệ thống tạo năng lượng **100** trong FIG.1, được thể hiện và mô tả như là hệ thống **400**, trong đó khí xả tuần hoàn được sử dụng để duy trì mức oxy không đổi trong nguồn cấp cho buồng đốt theo cách

tương tự như đã mô tả ở trên cho FIG.2. Như vậy, FIG.4 có thể được hiểu tốt nhất bằng cách tham khảo FIG.1 và FIG.2. Trong hệ thống **400** của FIG.4, một phần dòng khí xả được nén **136** được làm lệch hướng thông qua dòng **410** và được bổ sung vào chất oxy hóa được nén **114** mà ra khỏi máy nén đầu vào **118** để tạo thành dòng xả-chất oxy hóa được nén **214**. Dòng xả-chất oxy hóa được nén **214** được hướng vào buồng đốt **110**, và phần còn lại của hệ thống **400** hoạt động theo cùng một kiểu như trong hệ thống **100** của FIG.1 đã mô tả ở trên. Như trong hệ thống **200** của FIG.2, mật độ khối của nguồn cấp chất oxy hóa được thả nổi dựa vào điều kiện nhiệt độ môi trường xung quanh và áp suất, nhưng lượng oxy trong 1ft³ (0,03m³) trong nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa được nén **214** được giữ ở mức không đổi bằng cách thay đổi lượng khí tuần hoàn cung cấp cho nguồn cấp thông qua dòng **410**.

FIG.4 cũng thể hiện một mức kiểm soát bổ sung tùy ý khác, được cung cấp bởi bộ kiểm soát tỷ lệ **412**. Bộ kiểm soát tỷ lệ **412** điều chỉnh lưu lượng của một hoặc cả hai nguồn cấp nhiên liệu **112** và nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa được nén **214** để duy trì tỷ lệ của nhiên liệu với chất oxy hóa đi vào buồng đốt **110** phù hợp ở mọi thời điểm. Lưu lượng kế **416** được lắp đặt trong nguồn cấp nhiên liệu và các nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa. Kết quả đo từ lưu lượng kế **416** được thông tin đến bộ kiểm soát tỷ lệ **412**, mà sau đó điều chỉnh các van **414** một cách tự động để tăng hoặc giảm lưu lượng trong một hoặc cả hai nguồn cấp nhiên liệu **112** và nguồn cấp dòng xả-chất oxy hóa **214**. Theo cách này, bộ kiểm soát tỷ lệ **412** cung cấp phương pháp kiểm soát động lực, thời gian thực thứ hai thêm vào mức độ kiểm soát thứ nhất bằng cách kết hợp khí xả tuần hoàn với nguồn cấp chất oxy hóa.

Người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ biết rõ rằng một hoặc nhiều bộ kiểm soát tỷ lệ có thể được sử dụng như mô tả ở trên mà không quan tâm đến kết cấu của vòng tuần hoàn khí xả hoặc vị trí mà phần khí xả được bổ sung vào nguồn cấp chất oxy hóa. Hơn nữa, một hoặc nhiều bộ kiểm soát tỷ lệ có thể được sử dụng như là phương pháp đơn để kiểm soát hệ số tỷ lệ, cũng không bổ sung một phần khí xả vào nguồn cấp chất oxy hóa. Bất kỳ kết cấu hoặc sự biến đổi nào này đều được đưa ra ở đây và được xem xét trong phạm vi sáng chế.

Bây giờ đề cập đến FIG.5, là kết cấu khác của hệ thống tạo năng lượng **100** trong FIG.1, được thể hiện và mô tả như là hệ thống **500**, trong đó khí xả tuần hoàn được sử dụng để duy trì hàm lượng oxy không đổi trong nguồn cấp cho buồng đốt theo cách tương tự như đã mô tả ở trên cho FIG.3. Như vậy, FIG.5 có thể được hiểu tốt nhất bằng cách tham khảo FIG.1 và 3. Trong hệ thống **500** của FIG.5, một phần khí xả tuần hoàn được làm lạnh được rút ra khỏi máy nén chính **104** thông qua dòng **310** và được phun vào máy nén đầu vào **118** ở vị trí liên tầng như thể hiện trong hệ thống **300** của FIG.3.

FIG.5 cũng là mức kiểm soát tùy ý khác bằng cách làm lạnh nguồn cấp chất oxy hóa **120** trước khi chất oxy hóa được cấp cho máy nén đầu vào **118**. Khối lượng chất oxy hóa đi ra khỏi máy nén đầu vào **118** được xác định trên quy mô lớn bằng tỷ trọng của nguồn cấp chất oxy hóa đi vào máy nén đầu vào **118**. Với hình dạng đầu vào cố định, máy nén đầu vào **118** thường kéo vào một thể tích khí cố định. Bằng cách kiểm soát nhiệt độ của nguồn cấp chất oxy hóa **120**, tỷ trọng của nó có thể được kiểm soát, mà có nghĩa là ở thể tích không đổi, lưu lượng theo khối lượng của nguồn cấp chất oxy hóa cũng được kiểm soát. Khi lưu lượng theo khối lượng của nguồn cấp chất oxy hóa **120** đi vào buồng đốt **110** không đổi, các điều kiện hệ số tỷ lượng có thể được duy trì dễ dàng hơn. Như thể hiện trong FIG.5, nguồn cấp chất oxy hóa **120** được làm lạnh trong bộ trao đổi nhiệt **510** ở vị trí phía trước của máy nén đầu vào **118**. Việc làm lạnh nguồn cấp chất oxy hóa **120** được thực hiện bằng chất làm lạnh, được cung cấp trong dòng **514**. Trong khi bộ trao đổi nhiệt sử dụng chất làm lạnh như chỉ ra ở đây, bất kỳ loại thiết bị làm lạnh nào cũng đều có thể được sử dụng để làm lạnh chất oxy hóa đến nhiệt độ mong muốn. Ví dụ, phương pháp làm lạnh khác bao gồm một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt sử dụng nước làm lạnh hoặc nước biển làm chất lưu làm lạnh, bộ làm lạnh cơ học, bộ làm lạnh tiếp xúc trực tiếp, và tổ hợp của chúng. Hơn nữa, có thể sử dụng bất kỳ chất làm lạnh đã biết nào mà phù hợp với mục đích sử dụng, ví dụ như hydrocacbon không halogen hóa, flocacbon, hydroflocarbon, cloflocarbon, hydrocloflocarbon, amoniac khan, propan, cacbon đioxit, propylen, và chất tương tự. Hơn nữa, qua bộ trao đổi nhiệt **510** được chỉ ra trong FIG.5, hai hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt hoặc các thiết bị làm lạnh khác có thể được sử dụng (không được thể hiện), cụ

thể cùng với máy nén nhiều tầng. Trong các phương án này, có thể mong muốn hợp nhất một hoặc nhiều thiết bị làm lạnh ở giữa mỗi tầng của máy nén.

Trong một hoặc nhiều phương án theo sáng chế, nguồn cấp chất oxy hóa được làm lạnh **120** ra khỏi bộ trao đổi nhiệt **510** có thể tùy ý được hướng đến bộ phân tách **512** để loại bỏ bất kỳ giọt nước ngưng tụ nào mà có thể bị cuốn theo ra khỏi đó. Bộ phân tách **512** có thể là bất kỳ thiết bị nào phù hợp để loại bỏ các giọt nước ra, ví dụ như bộ cánh, bộ lưới, hoặc thiết bị gạt bỏ sương mù khác. Từ bộ phân tách **512**, dòng cấp chất oxy hóa **120** được hướng vào máy nén đầu vào **118** và phần còn lại của hệ thống **500** hoạt động theo cùng một dạng như trong hệ thống **300** của FIG.3 đã mô tả ở trên. Người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ biết rõ ràng rằng một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt hoặc các thiết bị làm lạnh khác có thể được sử dụng, cùng với hoặc không có bộ phân tách và không quan tâm đến kết cấu của vòng tuần hoàn khí xả hoặc vị trí mà phần khí xả được bổ sung vào nguồn cấp chất oxy hóa. Bất kỳ kết cấu hoặc sự biến đổi nào này đều được đưa ra ở đây và được xem xét trong phạm vi sáng chế.

Trong khi sáng chế có thể chấp nhận các dạng biến đổi khác nhau hoặc các dạng thay thế khác, các phương án minh họa được thảo luận ở trên được thể hiện chỉ bằng ví dụ. Bất kỳ đặc điểm hoặc kết cấu của bất kỳ phương án nào đã mô tả ở đây đều có thể được kết hợp với bất kỳ phương án nào khác hoặc với nhiều phương án khác (đến mức độ khả thi) và tất cả các sự kết hợp này đều ở trong phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, cần hiểu rằng sáng chế không nhằm giới hạn ở các phương án cụ thể được bộc lộ ở đây. Thực vậy, sáng chế bao gồm tất cả các biến đổi, các thay đổi và các tương đương nằm trong tinh thần và phạm vi các điểm yêu cầu bảo hộ đính kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống tích hợp bao gồm:

hệ thống tuabin khí bao gồm buồng đốt được tạo kết cấu để đốt một hoặc nhiều chất oxy hóa và một hoặc nhiều nhiên liệu trong sự có mặt của dòng tuần hoàn được nén, trong đó buồng đốt dẫn dòng thải thứ nhất tới bộ giãn nở để tạo ra dòng xả dạng khí và ít nhất dẫn động một phần máy nén chính;

máy nén đầu vào được tạo kết cấu để nén một hoặc nhiều chất oxy hóa để tạo dòng chất oxy hóa được nén và dẫn dòng chất oxy hóa được nén vào buồng đốt; và

hệ thống tuần hoàn khí xả, trong đó máy nén chính nén dòng xả dạng khí và qua đó tạo ra dòng tuần hoàn được nén;

trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng ra khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả và được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa để tạo thành dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp mà được dẫn vào buồng đốt, trong đó dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp có thành phần oxy thích hợp để đạt được các điều kiện phản ứng về cơ bản theo hệ số tỉ lượng với một hoặc nhiều nhiên liệu trong buồng đốt; và

trong đó buồng đốt được tạo kết cấu để nhận riêng biệt dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp, một hoặc nhiều nhiên liệu và dòng tuần hoàn được nén để tạo ra các điều kiện phản ứng trong buồng đốt theo hệ số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng.

2. Hệ thống tích hợp theo điểm 1, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa ở phía trước của máy nén đầu vào.

3. Hệ thống tích hợp theo điểm 1, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được kết hợp với dòng chất oxy hóa được nén ở phía sau của máy nén đầu vào trước khi dòng chất oxy hóa được nén đi vào buồng đốt.

4. Hệ thống tích hợp theo điểm 1, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được chiết ra khỏi máy nén chính và được phun vào máy nén đầu vào.
5. Hệ thống tích hợp theo điểm 4, trong đó máy nén chính bao gồm hai hoặc nhiều tầng và dòng xả dạng khí được chiết ra khỏi máy nén chính ở giữa các tầng.
6. Hệ thống tích hợp theo điểm 4, trong đó máy nén đầu vào bao gồm hai hoặc nhiều tầng và dòng xả dạng khí được phun vào máy nén đầu vào ở giữa các tầng.
7. Hệ thống tích hợp theo điểm 1, trong đó hệ thống tuần hoàn khí xả bao gồm ít nhất một bộ làm lạnh được tạo kết cấu để nhận và làm lạnh dòng xả dạng khí và ít nhất một quạt gió được tạo kết cấu để nhận và làm tăng áp suất của dòng xả dạng khí trước khi dẫn khí tuần hoàn được làm lạnh vào máy nén chính.
8. Hệ thống tích hợp theo điểm 7, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được làm lệch hướng khỏi dòng xả dạng khí mà chảy từ ít nhất một quạt gió đến ít nhất một bộ làm lạnh.
9. Hệ thống tích hợp theo điểm 1, trong đó hệ thống này còn bao gồm một hoặc nhiều bộ kiểm soát tỷ lệ được tạo kết cấu để điều chỉnh lưu lượng của dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp và một hoặc nhiều nhiên liệu đi vào buồng đốt để duy trì tỉ lệ cố định của chất oxy hóa với nhiên liệu.
10. Hệ thống tích hợp theo điểm 1, trong đó hệ thống này còn bao gồm một hoặc nhiều thiết bị làm lạnh được tạo kết cấu để làm lạnh một hoặc nhiều chất oxy hóa trước khi đưa vào máy nén đầu vào để tạo chất oxy hóa được làm lạnh.
11. Hệ thống tích hợp theo điểm 10, trong đó hệ thống này còn bao gồm một bộ phân tách được tạo kết cấu để nhận chất oxy hóa được làm lạnh từ một hoặc nhiều thiết bị làm lạnh và loại bỏ các giọt nước ra khỏi dòng chất oxy hóa được làm lạnh trước khi đưa vào máy nén đầu vào.
12. Hệ thống tích hợp theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều thiết bị làm lạnh là bộ trao đổi nhiệt sử dụng chất làm lạnh như chất lưu làm lạnh.
13. Phương pháp tạo năng lượng, bao gồm:

nén một hoặc nhiều chất oxy hóa trong máy nén đầu vào để tạo dòng chất oxy hóa được nén;

đốt dòng chất oxy hóa được nén và ít nhất một nhiên liệu trong buồng đốt trong sự có mặt của khí xả tuần hoàn được nén, qua đó tạo ra dòng thải;

giãn nở dòng thải này trong bộ giãn nở để ít nhất dẫn động một phần máy nén chính và tạo ra dòng xả dạng khí;

dẫn dòng xả dạng khí đến hệ thống tuần hoàn khí xả, trong đó máy nén chính nén dòng xả dạng khí và qua đó tạo ra dòng tuần hoàn được nén; và

làm lệch hướng phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả và kết hợp phần khí xả được làm lệch hướng của khí xả với một hoặc nhiều chất oxy hóa để tạo thành dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp mà được dẫn vào buồng đốt; trong đó buồng đốt được tạo kết cấu để nhận riêng biệt dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp, một hoặc nhiều nhiên liệu và dòng tuần hoàn được nén để tạo các điều kiện phản ứng trong buồng đốt mà theo hệ số tỷ lượng hoặc về cơ bản theo hệ số tỷ lượng.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được kết hợp với một hoặc nhiều chất oxy hóa ở phía trước của máy nén đầu vào.

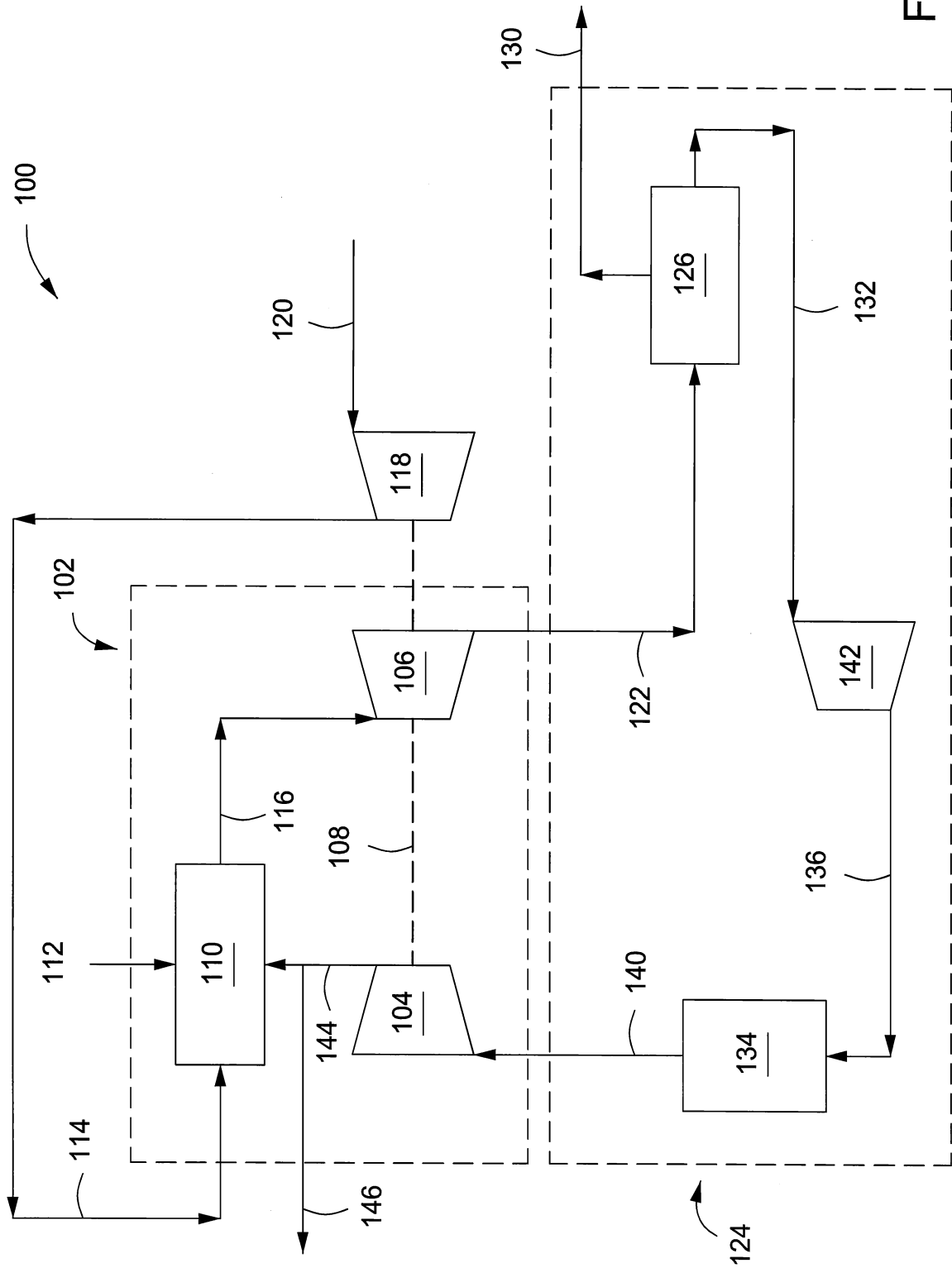
15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được kết hợp với các chất oxy hóa được nén ở phía sau của máy nén đầu vào trước khi các chất oxy hóa được nén đi vào buồng đốt.

16. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí được làm lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được chiết khỏi máy nén chính và được phun vào máy nén đầu vào.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó máy nén chính bao gồm hai hoặc nhiều tầng và dòng xả dạng khí được chiết khỏi máy nén chính ở giữa các tầng.

18. Phương pháp theo điểm 16, trong đó máy nén đầu vào bao gồm hai hoặc nhiều tầng và dòng xả dạng khí được phun vào máy nén đầu vào ở giữa các tầng.
19. Phương pháp theo điểm 13, trong đó hệ thống tuần hoàn khí xả bao gồm ít nhất một bộ làm lạnh và ít nhất một quạt gió, để dòng xả dạng khí được làm lạnh ở ít nhất một bộ làm lạnh và áp suất của dòng xả dạng khí được tăng lên tại ít nhất một quạt gió, qua đó tạo ra khí tuần hoàn được làm lạnh được dẫn vào máy nén chính.
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó phần có thể thay đổi được của dòng xả dạng khí lệch hướng khỏi hệ thống tuần hoàn khí xả được làm lệch hướng khỏi dòng xả dạng khí chảy ra từ ít nhất một quạt gió đến ít nhất một bộ làm lạnh.
21. Phương pháp theo điểm 13, còn bao gồm việc điều chỉnh lưu lượng của dòng xả-chất oxy hóa được kết hợp và một hoặc nhiều nhiên liệu đi vào buồng đốt để duy trì tỷ lệ cố định của chất oxy hóa với nhiên liệu.
22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó lưu lượng của dòng xả-chất oxy hóa và một hoặc nhiều nhiên liệu được điều chỉnh bằng bộ kiểm soát tỷ lệ.
23. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc làm lạnh một hoặc nhiều chất oxy hóa trước khi đưa vào máy nén đầu vào để tạo dòng chất oxy hóa được làm lạnh.
24. Phương pháp theo điểm 23, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc loại bỏ các giọt nước ra khỏi dòng chất oxy hóa được làm lạnh trước khi đưa vào máy nén đầu vào.
25. Phương pháp theo điểm 23, trong đó một hoặc nhiều chất oxy hóa được làm lạnh bằng bộ trao đổi nhiệt bằng cách sử dụng chất làm lạnh như chất lưu làm lạnh.

FIG. 1



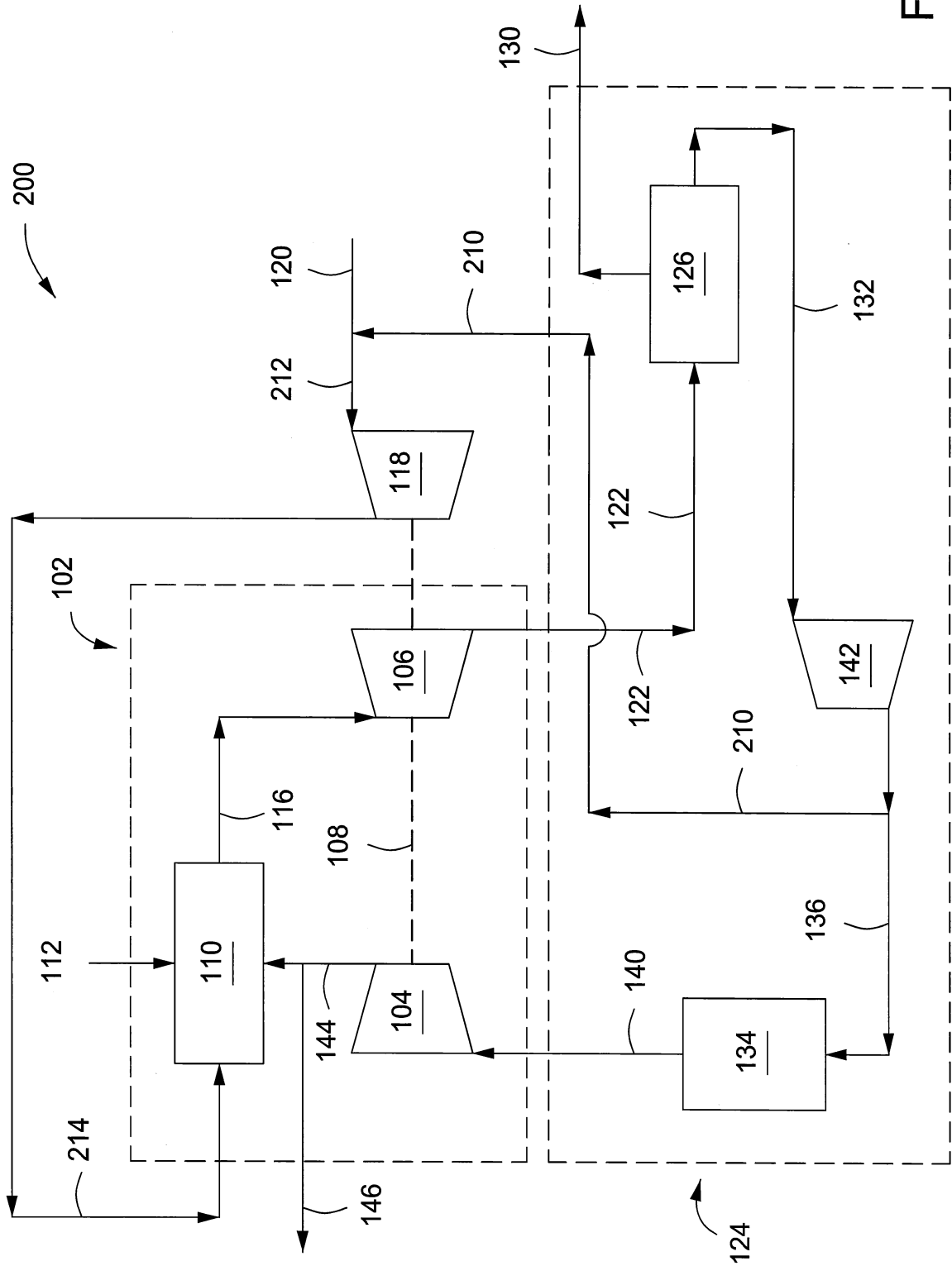


FIG. 2

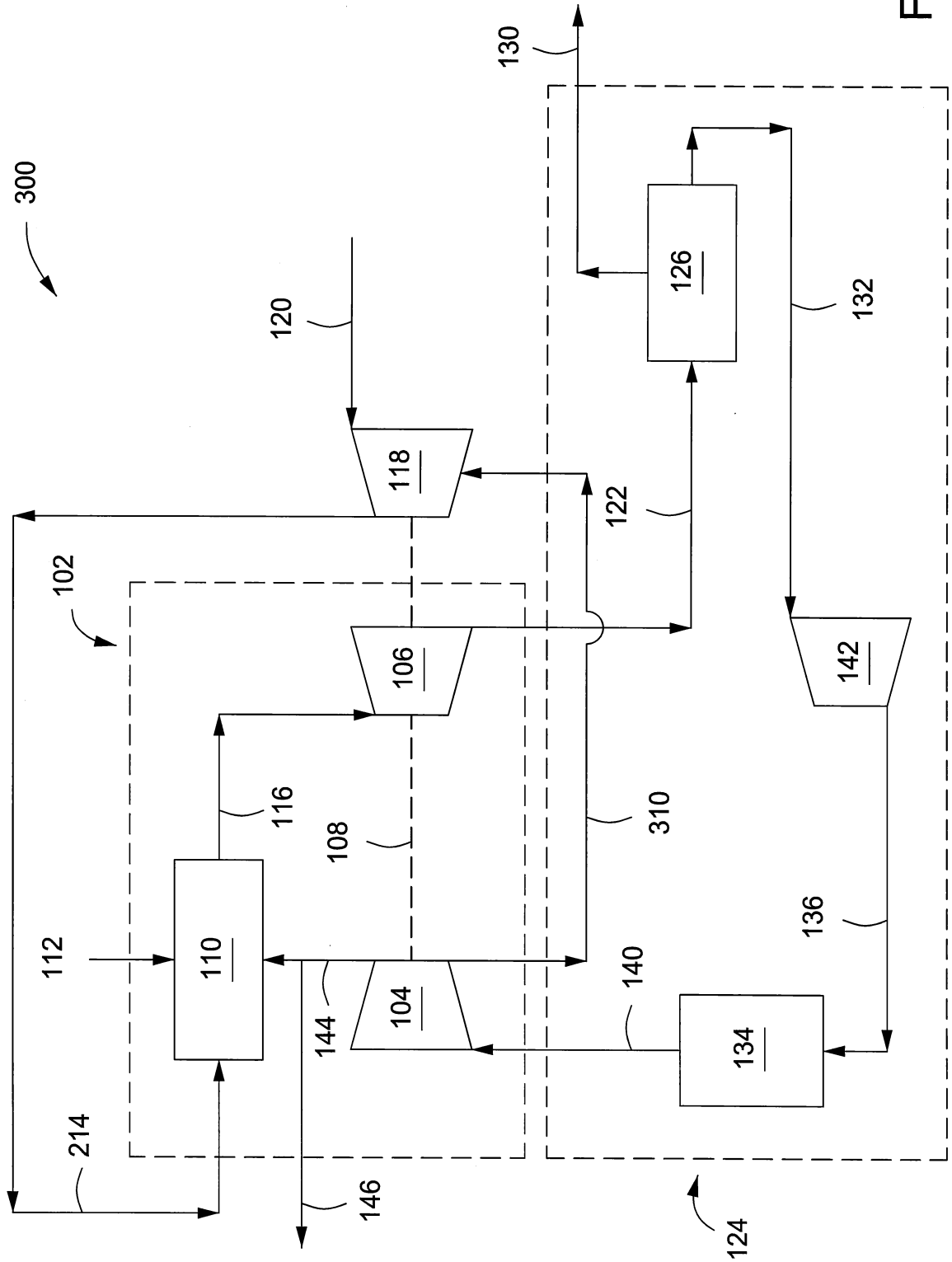


FIG. 3

FIG. 4

