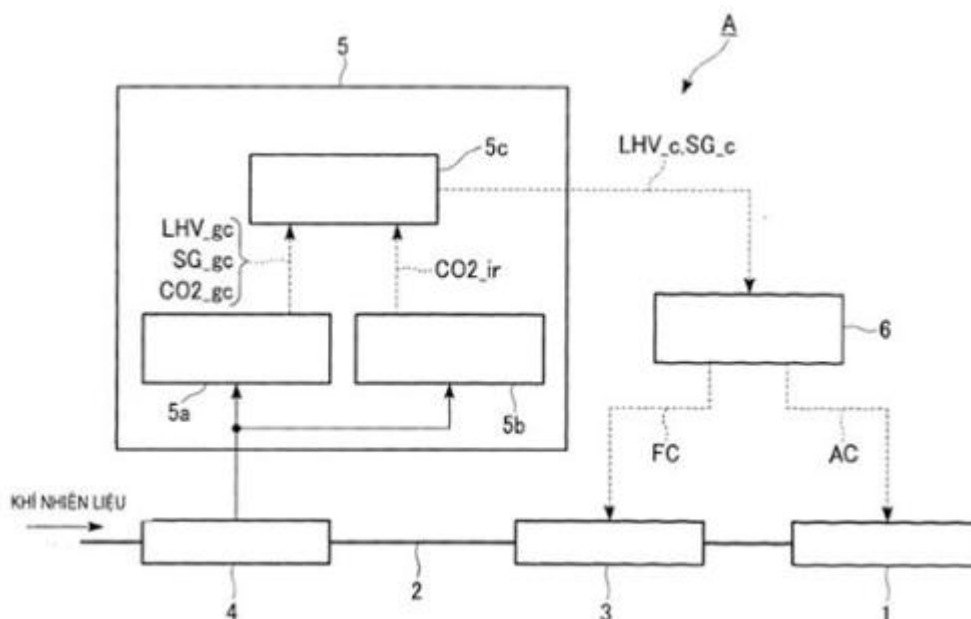




(21) 1-2013-03572 (22) 12/04/2012
(86) PCT/JP2012/060037 12/04/2012 (87) WO2012/141252 18/10/2012
(30) 2011-090996 15/04/2011 JP
(45) 27/04/2020 385 (43) 27/01/2014 310A
(73) IHI Corporation (JP)
1-1, Toyosu 3-chome, Koto-ku, Tokyo 135-8710, Japan
(72) Atsushi FUJII (JP)
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) MÁY PHÂN TÍCH NHIÊN LIỆU KHÍ VÀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TUABIN KHÍ

(57) Sáng chế đề xuất máy phân tích nhiên liệu khí và hệ thống điều khiển tuabin khí. Máy phân tích nhiên liệu khí được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí, và bao gồm bộ sắc ký khí được tạo kết cấu để đo năng suất tỏa nhiệt, trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí, và đưa ra các giá trị đo tương ứng trong khoảng thời gian nhất định, nồng độ kế được tạo kết cấu để đo nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí, và bộ phận tính toán bù được tạo kết cấu để bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến máy phân tích nhiên liệu khí và hệ thống điều khiển tuabin khí.

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên trên cơ sở đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-090996, nộp ngày 15/04/2011, nội dung của đơn này được kết hợp trong bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, vì khí trộn sơ bộ của nhiên liệu khí và không khí được đốt cháy ở trạng thái nghèo, tuabin khí sử dụng hệ thống đốt phát thải ít và khô (DLE - dry low emission) có thể giảm lượng xả NO_x được sử dụng. Do tuabin khí sử dụng hệ thống đốt DLE nêu trên (còn được gọi là hệ thống đốt trộn sơ bộ) đòi hỏi phép đo đặc điểm nhiên liệu cực kỳ chính xác và việc điều khiển đốt cháy cực kỳ chính xác dựa trên các giá trị đo của nó để tránh tạo ra sự không ổn định đốt cháy, cháy bất ngờ, hoặc dạng tương tự, trong buồng đốt.

Trong lĩnh vực kỹ thuật, nhiệt trị thấp hơn (LHV - lower heating value) của nhiên liệu khí và tỷ trọng (trọng lượng riêng SG - specific gravity) của nhiên liệu khí đối với không khí được đo dưới dạng các đặc điểm nhiên liệu với độ chính xác cao sử dụng bộ sắc ký khí, và lưu lượng của nhiên liệu khí được điều khiển dựa trên chỉ số Wobbe (WI - Wobbe index) được tính toán từ các giá trị đo này (xem tài liệu sáng chế 1). Ngoài ra, chỉ số Wobbe WI có thể thu được bằng cách chia nhiệt trị thấp hơn LHV cho căn bậc hai của trọng lượng riêng SG.

Tài liệu sáng chế 1: đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản, Công bố lần thứ nhất số 2008-291845.

Như đã biết, bộ sắc ký khí đo các thành phần tương ứng ở trạng thái trong đó các thành phần tương ứng chứa trong khí đo được phân tách qua cột. Theo lý thuyết đo, cần có thời gian khoảng từ 5 đến 10 phút từ bước lấy mẫu khí đo đến khi có được đầu ra các giá trị đo cho việc đo bằng cách sử dụng bộ sắc ký khí. Do đó, mỗi trong số các giá trị đo thu được trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút từ khi khởi động bộ sắc ký khí gần như có độ chính xác cao. Tuy nhiên, khi các đặc điểm của khí đo, tức là nhiên liệu khí, thay đổi, thì các giá trị đo không thể theo kịp sự thay đổi về đặc điểm, và xảy ra sai số do thời gian trễ (trễ đáp ứng).

Do đó, khó điều khiển đốt cháy với độ chính xác cao.

Để bù cho các nhược điểm của bộ sắc ký khí nêu trên, hiện đã có phương pháp sử dụng thực tế là các đặc điểm SG-LHV của hydrocarbon chứa trong nhiên liệu khí (ví dụ, khí thiên nhiên) có thể được biểu diễn dưới dạng hàm tuyến tính. Phương pháp này có thể là phương pháp đo tỷ trọng (trọng lượng riêng SG) của nhiên liệu khí sử dụng tỷ trọng kế, và ước tính nhiệt trị thấp hơn LHV từ giá trị đo và các đặc điểm SG-LHV thu được trước đó.

Theo phương pháp này, thậm chí khi tỷ lệ trộn của hydrocarbon thay đổi, thì mối tương quan giữa SG và LHV sẽ dịch chuyển theo hàm tuyến tính này. Vì lý do này, khi khí thiên nhiên thu được bằng cách làm bốc hơi LNG có tính chất ổn định tương đối được sử dụng, thì phương pháp này có thể được áp dụng. Tuy nhiên, khi lượng lớn thành phần trơ như CO_2 , N_2 , hoặc dạng tương tự chứa trong khí thiên nhiên trực tiếp được rút ra từ mỏ khí, thì mối tương quan giữa SG và LHV sẽ lệch so với hàm tuyến tính này. Do đó, khó ước tính về LHV.

Theo một phương pháp khác, phương pháp lấy mẫu và đốt một phần nhiên liệu khí bằng cách sử dụng nhiệt lượng kế kiểu đốt cháy để đo calo (LHV) được xem xét. Tuy nhiên, ngay cả khi phương pháp này được sử dụng, thì máy phân tích trở nên phức tạp và giá thành của máy tăng lên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Khi xem xét các tình huống nêu trên, sáng chế đề xuất hai khía cạnh sau.

(1) Việc đo các đặc điểm nhiên liệu khí có thể được thực hiện với độ chính xác cao đồng thời ngăn ngừa việc tăng chi phí.

(2) Sự điều khiển đốt cháy của tuabin khí có thể được thực hiện với độ chính xác cao.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, máy phân tích nhiên liệu khí được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí, bao gồm: bộ sắc ký khí được tạo kết cấu để đo năng suất tỏa nhiệt, trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí, và đưa ra các giá trị đo tương ứng trong khoảng thời gian nhất định; nồng độ kế được tạo kết cấu để đo nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí; và bộ phận tính toán bù được tạo kết cấu để bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí

và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế.

Ngoài ra, theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, máy phân tích nhiên liệu khí được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí, bao gồm: bộ sắc ký khí được tạo kết cấu để đo năng suất tỏa nhiệt và nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo tương ứng trong khoảng thời gian nhất định; nồng độ kế được tạo kết cấu để đo nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí; tỷ trọng kế được tạo kết cấu để đo trọng lượng riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí; và bộ phận tính toán bù được tạo kết cấu để bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí và trọng lượng riêng thu được từ tỷ trọng kế dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế.

Ngoài ra, theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, trong khía cạnh thứ nhất hoặc thứ hai, bộ phận tính toán bù có thể bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế, và mối tương quan giữa năng suất tỏa nhiệt và nồng độ thành phần riêng và mối tương quan giữa trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng, mà trước đó thu được bằng cách sử dụng bộ sắc ký khí.

Ngoài ra, theo khía cạnh thứ tư của sáng chế, trong khía cạnh thứ ba, bộ phận tính toán bù có thể tính toán hệ số bù năng suất tỏa nhiệt và hệ số bù trọng lượng riêng bằng cách thay thế giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và nồng độ kế vào biểu thức số học của hệ số bù năng suất tỏa nhiệt và hệ số bù trọng lượng riêng đã dự tính dựa trên hàm xấp xỉ biểu diễn mối tương quan giữa năng suất tỏa nhiệt và nồng độ thành phần riêng và hàm xấp xỉ biểu diễn mối tương quan giữa trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng và sử dụng nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và nồng độ kế dưới dạng tham số.

Ngoài ra, theo khía cạnh thứ năm của sáng chế, hệ thống điều khiển tuabin khí bao gồm: tuabin khí; đường ống cấp nhiên liệu được nối với buồng đốt của tuabin khí; van điều khiển lưu lượng nhiên liệu được lồng vào trong đường ống cấp nhiên liệu; máy phân tích nhiên liệu khí theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ tư được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí chảy qua đường ống cấp nhiên liệu; và thiết bị

điều khiển được tạo kết cấu để tính toán chỉ số Wobbe dựa trên các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng của nhiên liệu khí thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí, và điều khiển độ mở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu dựa trên chỉ số Wobbe.

Hiệu quả của sáng chế

Theo máy phân tích nhiên liệu khí của sáng chế, dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí thu được đồng thời từ nồng độ kế, năng suất tỏa nhiệt của nhiên liệu khí và giá trị đo của trọng lượng riêng, thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí, sẽ được bù. Vì lý do này, có thể thu được các giá trị đo có độ chính xác cao của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng đồng thời ngăn ngừa được sai số do thời gian trễ. Về nồng độ kế, ví dụ, một dụng cụ tương đối rẻ như bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại có thể được sử dụng. Tức là, theo máy phân tích nhiên liệu khí, việc đo các đặc điểm nhiên liệu khí có thể được thực hiện với độ chính xác cao đồng thời ngăn ngừa được việc tăng chi phí.

Ngoài ra, theo hệ thống điều khiển tuabin khí theo sáng chế, chỉ số Wobbe được tính toán dựa trên các giá trị đo có độ chính xác cao của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí nêu trên, và độ mở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu được điều khiển dựa trên chỉ số Wobbe. Do đó, sự điều khiển quá trình đốt cháy của tuabin khí có thể được thực hiện với độ chính xác cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối của hệ thống điều khiển tuabin khí theo phương án thực hiện thứ nhất;

Fig.2A là hình vẽ giải thích thứ nhất liên quan đến lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí theo phương án thực hiện này;

Fig.2B là hình vẽ giải thích thứ nhất liên quan đến lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí theo phương án thực hiện này;

Fig.3A là hình vẽ giải thích thứ hai liên quan đến lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí theo phương án thực hiện này;

Fig.3B là hình vẽ giải thích thứ hai liên quan đến lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí theo phương án thực hiện này;

Fig.4 là sơ đồ khối của hệ thống điều khiển tuabin khí theo phương án thực hiện

thứ hai; và

Fig.5 là hình vẽ giải thích liên quan đến biến thể của phương án thực hiện này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các phương án thực hiện theo sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Phương án thực hiện thứ nhất

Đầu tiên, phương án thực hiện thứ nhất theo sáng chế sẽ được mô tả. Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu dạng sơ đồ của hệ thống điều khiển tuabin khí A theo phương án thực hiện thứ nhất. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống điều khiển tuabin khí A được cấu thành bởi tuabin khí 1, đường ống cấp nhiên liệu 2, van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3, bộ lấy mẫu 4, máy phân tích nhiên liệu khí 5, và bộ điều khiển tuabin khí 6. Ngoài ra, Fig.1, mũi tên nét liền biểu thị nhiên liệu khí, và mũi tên nét đứt biểu thị tín hiệu điện.

Ví dụ, tuabin khí 1 là tuabin khí sử dụng hệ thống đốt DLE (hệ thống đốt trộn sơ bộ) có thể giảm được lượng xả NO_x bằng cách đốt cháy khí trộn sơ bộ của nhiên liệu khí và không khí ở trạng thái nghèo. Đường ống cấp nhiên liệu 2 là đường ống được nối với buồng đốt (không được thể hiện) của tuabin khí 1 và được tạo kết cấu để cấp nhiên liệu khí. Nhiên liệu khí như khí thiên nhiên hoặc dạng tương tự được cấp vào trong buồng đốt của tuabin khí 1 qua đường ống cấp nhiên liệu 2. Ngoài ra, mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, đường cấp không khí được tạo kết cấu để cấp khí nén cũng được nối với buồng đốt của tuabin khí 1.

Van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3 là van điều khiển tự động được lắp đặt ở đường ống cấp nhiên liệu 2, và độ mở của van được điều khiển theo đầu vào tín hiệu điều khiển lưu lượng nhiên liệu FC từ bộ điều khiển tuabin khí 6. Tức là, lưu lượng của nhiên liệu khí được cấp vào trong tuabin khí 1 được điều khiển bằng cách điều khiển độ mở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3. Bộ lấy mẫu 4 được lắp đặt ở đường ống cấp nhiên liệu 2 ở phía trước của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3, và một phần nhiên liệu khí chảy qua đường ống cấp nhiên liệu 2 được chia tách (được lấy mẫu) để được đưa vào trong máy phân tích nhiên liệu khí 5.

Máy phân tích nhiên liệu khí 5 đo các tính chất của khí nhiên liệu được đưa vào từ đường ống cấp nhiên liệu 2 qua bộ lấy mẫu 4. Máy phân tích nhiên liệu khí 5 được cấu thành

bởi bộ sắc ký khí 5a, bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b, và bộ phận tính toán bù 5c. Khí nhiên liệu được đưa vào trong máy phân tích nhiên liệu khí 5 được chia tách vào trong bộ sắc ký khí 5a và bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b.

Bộ sắc ký khí 5a đo nhiệt trị thấp hơn LHV của nhiên liệu khí, trọng lượng riêng SG so với không khí và nồng độ của cacbon đioxit (CO_2), và đưa ra các giá trị đo tương ứng LHV_gc, SG_gc và CO2_gc đến bộ phận tính toán bù 5c trong khoảng thời gian nhất định. Như được mô tả ở trên, bộ sắc ký khí 5a đo các thành phần tương ứng ở trạng thái trong đó các thành phần tương ứng chứa trong khí đo (khí nhiên liệu) được tách qua cột. Theo lý thuyết đo, trong bộ sắc ký khí 5a, mặc dù các giá trị đo được đo với độ chính xác cao, cần có thời gian từ 5 đến 10 phút từ lấy mẫu của nhiên liệu khí đến có được đầu ra các giá trị đo. Tức là, bộ sắc ký khí 5a đưa ra các giá trị đo tương ứng LHV_gc, SG_gc và CO2_gc trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút.

Bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b là bộ phân tích khí sử dụng phương pháp hấp thụ hồng ngoại không tán sắc (phương pháp ND-IR), để đo nồng độ của cacbon đioxit (CO_2) của nhiên liệu khí và đưa ra giá trị đo CO2_ir đến bộ phận tính toán bù 5c trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí 5a. Trong lý thuyết đo này, bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b kém chính xác hơn so với bộ sắc ký khí 5a. Tuy nhiên, trong bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b, giá trị đo CO2_ir có thể được đưa ra với khoảng thời gian cực ngắn (chỉ vài giây), điều này có thể được xem như là gần như liên tục so với bộ sắc ký khí 5a.

Bộ phận tính toán bù 5c là máy vi tính, trong đó, ví dụ, bộ nhớ, lõi bộ xử lý trung tâm (CPU), giao diện nhập/xuất, và v.v., được tích hợp với nhau. Bộ phận tính toán bù 5c bù các giá trị đo LHV_gc và SG_gc của nhiệt trị thấp hơn LHV và trọng lượng riêng SG thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí 5a trên giá trị đo CO2_gc của nồng độ CO_2 thu được từ bộ sắc ký khí 5a và giá trị đo CO2_ir của nồng độ CO_2 thu được đồng thời từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b. Ngoài ra, bộ phận tính toán bù 5c kết xuất các giá trị đo LHV_c và SG_c đến bộ điều khiển tuabin khí 6 sau khi bù.

Bộ điều khiển tuabin khí 6 tính toán chỉ số Wobbe WI dựa trên các giá trị đo LHV_c và SG_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và trọng lượng riêng SG của nhiên liệu khí thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí 5 (bộ phận tính toán bù 5c). Bộ điều khiển tuabin khí 6 đưa ra tín hiệu điều khiển lưu lượng nhiên liệu FC để điều khiển độ mở của van điều khiển lưu

lượng nhiên liệu 3 (điều khiển lưu lượng nhiên liệu khí) dựa trên chỉ số Wobbe được tính toán WI đến van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3. Ngoài ra, bộ điều khiển tuabin khí 6 đưa ra tín hiệu điều khiển lưu lượng không khí AC để điều khiển độ mở (điều khiển lưu lượng không khí) của van điều khiển lưu lượng không khí (không được thể hiện) được lồng vào trong đường cấp không khí của tuabin khí 1 đến van điều khiển lưu lượng không khí.

Tiếp theo, hoạt động của hệ thống điều khiển tuabin khí A nêu trên sẽ được mô tả một cách chi tiết. Tức là, thao tác đo các đặc điểm nhiên liệu khí bằng máy phân tích nhiên liệu khí 5 và hoạt động điều khiển đốt cháy (điều khiển lưu lượng nhiên liệu) của tuabin khí 1 bởi bộ điều khiển tuabin khí 6 sẽ được mô tả một cách chi tiết.

Lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí

Đầu tiên, để dễ hiểu thao tác đo các đặc điểm nhiên liệu khí bằng máy phân tích nhiên liệu khí 5, lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí theo phương án thực hiện sẽ được mô tả.

Như được thể hiện trên Fig.2A, bộ sắc ký khí 5a đưa ra các giá trị đo LHV_{gc} và SG_{gc} của các đặc điểm nhiên liệu khí (nhiệt trị thấp hơn LHV, trọng lượng riêng SG, v.v.) trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút. Các giá trị đo tương ứng thu được từ bộ sắc ký khí 5a nêu trên trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút gần như có độ chính xác cao (cực kỳ sát với giá trị thực tế). Tuy nhiên, khi các đặc điểm nhiên liệu khí thay đổi trong khoảng thời gian ngắn, các giá trị đo không thể theo kịp sự thay đổi đặc điểm này, và sai số xảy ra do thời gian trễ (trễ đáp ứng) bằng tối đa hai bước (hai khoảng thời gian).

Các tác giả sáng chế của đơn đã xác định được tính chất dữ liệu trong khoảng thời gian nhất định được đo bằng cách sử dụng bộ sắc ký khí của khí thiên nhiên được tạo ra từ khu vực nhất định. Do đó, đã phát hiện ra rằng, khi nồng độ của, đặc biệt là, cacbon đioxit (CO₂) của các thành phần tro nằm trong khí thiên nhiên lớn và sự thay đổi về nồng độ lớn, thì nhiệt trị thấp hơn LHV và trọng lượng riêng SG được yêu cầu để tính toán chỉ số Wobbe WI có thay đổi lớn.

Các tác giả sáng chế của đơn này đã nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV và mối tương quan giữa nồng độ CO₂ và trọng lượng riêng SG sử dụng tính chất dữ liệu của khí thiên nhiên trong khoảng thời gian nhất định. Do đó, như được thể hiện trên Fig.3A, đã phát hiện ra rằng nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV có mối tương quan rõ ràng, và như được thể hiện trên Fig.3B, đã phát hiện ra rằng nồng độ CO₂

và trọng lượng riêng SG có số đo nhất định theo mỗi tương quan, mặc dù không tới mức nhiệt trị thấp hơn LHV.

Như được thể hiện trên Fig.3A, mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV có thể bằng xấp xỉ hàm số mũ với độ chính xác cao (tất cả dữ liệu này nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ từ đường cong hàm xấp xỉ). Điều này có nghĩa là, khi thu được trước đó mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV, thì nhiệt trị thấp hơn LHV có thể được ước tính từ giá trị đo nồng độ CO₂ của nhiên liệu khí. Dưới đây, hàm xấp xỉ (hàm số mũ) biểu diễn mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV được xác định theo biểu thức (1) sau đây. Ngoài ra, trong biểu thức (1) sau đây, A và B là các hằng số, và e là cơ số của logarit tự nhiên.

$$LHV_{gc} = A \times e^{(B \times CO2_{gc})} \quad \dots(1)$$

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.3B, mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và trọng lượng riêng SG hơi thấp hơn mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV, và dường như có hai loại dữ liệu gần như song song. Tuy nhiên, một trong số các loại dữ liệu này mà nó có mỗi tương quan tương đối cao có thể tính xấp xỉ một cách chính xác hơn hàm số mũ so với loại dữ liệu còn lại. Điều này có nghĩa là, khi mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và trọng lượng riêng SG thu được trước đó, thì trọng lượng riêng SG có thể được ước tính từ giá trị đo nồng độ CO₂ của nhiên liệu khí. Dưới đây, hàm xấp xỉ (hàm số mũ) biểu diễn mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và trọng lượng riêng SG được xác định theo biểu thức (2) sau đây. Ngoài ra, trong biểu thức (2) sau đây, C và D là các hằng số, và e là cơ số của logarit tự nhiên.

$$SG_{gc} = C \times e^{(D \times CO2_{gc})} \quad \dots(2)$$

Tiếp theo, mặc dù đơn vị đo của nồng độ CO₂ là một vấn đề, song giá trị đo CO2_{gc} của nồng độ CO₂ thu được từ bộ sắc ký khí 5a bao gồm sai số do thời gian trễ gây ra bằng nhiều nhất hai bước như các giá trị đo còn lại LHV_{gc} và SG_{gc}. Mặt khác, bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b ít chính xác hơn so với bộ sắc ký khí 5a. Tuy nhiên, bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b đưa ra giá trị đo CO2_{ir} của nồng độ CO₂ trong khoảng thời gian cực ngắn, có thể được xem là gần như liên tục so với bộ sắc ký khí 5a. Vì lý do này, sai số do thời gian trễ gây ra là không đáng kể (xem Fig.2B).

Tức là, giá trị đo CO2_{gc} của nồng độ CO₂ thu được từ bộ sắc ký khí 5a không phải

là giá trị hiện thời mà là giá trị từ nhiều nhất của hai bước trước đó. Tuy nhiên, giá trị đo CO₂_ir của nồng độ CO₂ thu được từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b có thể được coi là giá trị hiện thời. Vì lý do này, khi việc bù được thực hiện sao cho sự chênh lệch giữa CO₂_gc và CO₂_ir thu được đồng thời sẽ bị loại bỏ (nói cách khác, sao cho CO₂_gc trùng khớp với CO₂_ir), thì có thể thu được các giá trị đo của nhiệt trị thấp hơn LHV và trọng lượng riêng SG với độ chính xác cao đồng thời ngăn ngừa được sai số do thời gian trễ gây ra.

Cụ thể, hệ số bù năng suất tỏa nhiệt Z_LHV_co2 được thiết kế để bù cho sai số thời gian trễ nằm trong giá trị đo LHV_gc của nhiệt trị thấp hơn LHV thu được từ bộ sắc ký khí 5a có thể được tính toán bằng biểu thức (3) sau đây suy ra được dựa trên các giá trị đo CO₂_gc và CO₂_ir của nồng độ CO₂ thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí 5a và bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b và biểu thức (1).

$$Z_LHV_co2 = \frac{A \times e^{(B \times CO2_ir)}}{A \times e^{(B \times CO2_gc)}} = e^{[B \times (CO2_ir - CO2_gc)]} \quad \dots(3)$$

Ngoài ra, hệ số bù tỷ trọng Z_SG_co2 được thiết kế để bù cho sai số thời gian trễ nằm trong giá trị đo SG_gc của trọng lượng riêng SG thu được từ bộ sắc ký khí 5a có thể được tính toán bằng cách biểu thức (4) sau đây suy ra được dựa trên các giá trị đo CO₂_gc và CO₂_ir của nồng độ CO₂ thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí 5a và bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b và biểu thức (2).

$$Z_SG_co2 = \frac{C \times e^{(D \times CO2_ir)}}{C \times e^{(D \times CO2_gc)}} = e^{[D \times (CO2_ir - CO2_gc)]} \quad \dots(4)$$

Do đó, cuối cùng, các giá trị đo của nhiệt trị thấp hơn LHV và trọng lượng riêng SG không có sai số do thời gian trễ gây ra (các giá trị đo LHV_c và SG_c sau khi bù) được biểu thị bởi các biểu thức (5) và (6) sau đây.

$$LHV_c = LHV_gc \times Z_LHV_co2 \quad \dots(5)$$

$$SG_c = SG_gc \times Z_SG_co2 \quad \dots(6)$$

Như được mô tả ở trên, mối tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV và mối tương quan giữa nồng độ CO₂ và trọng lượng riêng SG của nhiên liệu khí trước đó thu được bằng cách sử dụng bộ sắc ký khí, và biểu thức số học của hệ số bù năng suất tỏa nhiệt Z_LHV_co2 và hệ số bù tỷ trọng Z_SG_co2 được dự tính dựa trên hàm xấp xỉ biểu diễn các mối tương quan này. Sau đó, các giá trị đo CO₂_gc và CO₂_ir của nồng độ CO₂ thu

được đồng thời từ bộ sắc ký khí 5a và bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b được thay thế vào trong biểu thức số học này. Do đó, có thể bù sai số thời gian trễ nằm trong giá trị đo LHV_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_{gc} của trọng lượng riêng SG thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí 5a.

Ngoài ra, trong tính toán của (các) tác giả sáng chế, chỉ số Wobbe WI (= LHV_{gc}/vSG_{gc}) được tính toán bằng cách sử dụng giá trị đo LHV_{gc} và giá trị đo SG_{gc} trước khi việc bù có sai số lớn hơn 1% do thời gian trễ gây ra. Tuy nhiên, đã khẳng định được rằng sai số do thời gian trễ gây ra trong chỉ số Wobbe WI (=LHV_c/vSG_c) được tính toán bằng cách sử dụng giá trị đo LHV_c và giá trị đo SG_c sau khi bù được chặn ở mức 0,6% hoặc nhỏ hơn.

Tức là, theo lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí theo phương án thực hiện, các nhược điểm của bộ sắc ký khí 5a (mặc dù có độ chính xác cao, khi các đặc điểm nhiên liệu khí thay đổi trong khoảng thời gian ngắn, sai số xảy ra do thời gian trễ gây ra) có thể được khắc phục đáng kể. Do đó, giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG có thể thu được với độ chính xác cao (gần giá trị hiện thời) đồng thời ngăn ngừa được sai số thời gian trễ.

Thao tác đo các đặc điểm nhiên liệu khí bằng máy phân tích nhiên liệu khí 5

Tiếp theo, dựa trên lý thuyết đo các đặc điểm nhiên liệu khí nêu trên, thao tác đo các đặc điểm nhiên liệu khí bằng máy phân tích nhiên liệu khí 5 theo phương án thực hiện này sẽ được mô tả.

Ngoài ra, trong hoạt động của tuabin khí 1 (đề cấp nhiên liệu khí), mặc dù giá trị đo CO₂_{ir} của nồng độ CO₂ của nhiên liệu khí gần như được đưa ra liên tục từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b (xem Fig.2B), nhưng các giá trị đo LHV_{gc}, SG_{gc} và CO₂_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV, trọng lượng riêng SG và nồng độ CO₂ của nhiên liệu khí được đưa ra trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút từ bộ sắc ký khí 5a, và các giá trị đo của bước trước đó được đưa ra liên tục trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút cho tới khi các giá trị đo của bước hiện thời được xác định (xem Fig.2A và Fig.2B).

Bộ phận tính toán bù 5c của máy phân tích nhiên liệu khí 5 lấy mẫu các giá trị đo LHV_{gc}, SG_{gc} và CO₂_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV, trọng lượng riêng SG và nồng độ CO₂ được đưa ra từ bộ sắc ký khí 5a, và giá trị đo CO₂_{ir} của nồng độ CO₂ được đưa ra từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b trong khoảng thời gian lấy mẫu nhất định. Khoảng thời

gian lấy mẫu được đặt nhỏ hơn so với khoảng thời gian đo (5 đến 10 phút) của bộ sắc ký khí 5a và đủ lớn hơn so với khoảng thời gian đo (cần một vài giây) của bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b.

Do đó, mặc dù các giá trị đo LHV_{gc}, SG_{gc} và CO₂_{gc} thu được (được lấy mẫu) từ bộ sắc ký khí 5a bởi bộ phận tính toán bù 5c ở từng thời điểm lấy mẫu là các giá trị của nhiều nhất hai bước trước đó, nhưng giá trị đo CO₂_{ir} thu được từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b có thể được xem là giá trị hiện thời.

Bộ phận tính toán bù 5c trước đó lưu trữ các biểu thức (3) và (4) trong bộ nhớ trong. Bộ phận tính toán bù 5c tính toán hệ số bù năng suất tỏa nhiệt Z_{LHV_co2} và hệ số bù tỷ trọng Z_{SG_co2} bằng cách thay thế giá trị đo CO₂_{gc} và CO₂_{ir} của nồng độ CO₂ trong số các giá trị đo được lấy mẫu đồng thời tương ứng cho các biểu thức (3) và (4).

Ngoài ra, bộ phận tính toán bù 5c trước đó lưu trữ biểu thức (5) và (6) trong bộ nhớ trong. Bộ phận tính toán bù 5c tính toán giá trị đo LHV_c, trong đó sai số thời gian trễ được bù, bằng cách nhân hệ số bù năng suất tỏa nhiệt Z_{LHV_co2} với giá trị đo LHV_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV trong số các giá trị đo được lấy mẫu đồng thời trên biểu thức (5). Ngoài ra, bộ phận tính toán bù 5c tính toán giá trị đo SG_c, trong đó sai số thời gian trễ được bù, bằng cách nhân hệ số bù tỷ trọng Z_{SG_co2} với giá trị đo SG_{gc} của trọng lượng riêng SG dựa trên biểu thức (6).

Bộ phận tính toán bù 5c đưa ra giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG, thu được bằng cách xử lý, trong đó sai số thời gian trễ được bù, và chúng cực kỳ sát với giá trị hiện thời (giá trị thực tế) với độ chính xác cao, đến bộ điều khiển tuabin khí 6. Bằng cách này, giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG được đưa ra từ bộ phận tính toán bù 5c đến bộ điều khiển tuabin khí 6 trong khoảng thời gian lấy mẫu nhất định với độ chính xác cao.

Hoạt động điều khiển đốt cháy của tuabin khí 1 nhờ bộ điều khiển tuabin khí 6

Tiếp theo, hoạt động điều khiển đốt cháy (điều khiển lưu lượng nhiên liệu) của tuabin khí 1 nhờ bộ điều khiển tuabin khí 6 sẽ được mô tả.

Ngoài ra, như được mô tả ở trên, giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG được đưa vào trong bộ điều khiển tuabin khí 6 từ máy phân tích nhiên liệu khí 5 (bộ phận tính toán bù 5c) với khoảng thời gian nhất định với độ chính xác cao.

Nói chung, đầu vào nhiệt H (MJ/hr) trong buồng đốt của tuabin khí 1 được biểu diễn theo biểu thức (7) sau đây sử dụng nhiệt trị thấp hơn LHV (MJ/Nm³) và lưu lượng nhiên liệu Q_f (Nm³/h).

$$H = LHV \times Q_f \quad \dots(7)$$

Ngoài ra, lưu lượng nhiên liệu Q_f được biểu diễn theo biểu thức (8) sau đây so với miệng phun (tương ứng với lưu lượng kế, van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3, và vòi phun nhiên liệu). Ngoài ra, trong biểu thức (8) sau đây, C là hệ số lưu lượng, A là diện tích miệng phun (m²), ΔP là chênh lệch áp suất trước/sau miệng phun (Pa), ρ_f là trọng lượng riêng nhiên liệu (kg/m³), ρ_{an} là trọng lượng riêng không khí (kg/Nm³) ở trạng thái chuẩn, SG là trọng lượng riêng nhiên liệu (không khí=1,0), T_n là nhiệt độ (K) ở trạng thái chuẩn, T_f là nhiệt độ nhiên liệu khí (K), P_n là áp suất (Pa) ở trạng thái chuẩn, và P_f là áp suất nhiên liệu khí (Pa).

$$Q_f = CA \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_f}} = CA \sqrt{\frac{2\Delta P}{SG \times \rho_{an} \times T_n / T_f \times P_f / P_n}} \quad \dots(8)$$

Do đó, thu được các giá trị đo của hệ số lưu lượng C , diện tích miệng phun A , chênh lệch áp suất trước/sau miệng phun ΔP , nhiệt độ nhiên liệu khí T_f và áp suất nhiên liệu khí P_f , và ngoài ra, vì chỉ số Wobbe WI được biết từ biểu thức (9) sau đây, nên đầu vào nhiệt H trong buồng đốt của tuabin khí 1 được xác định. Theo cách khác, khi đầu vào nhiệt, là đích, được xác định, và hệ số lưu lượng của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3 và các đặc điểm khe hở của diện tích miệng phun đã được biết, thì độ mở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3 có thể được xác định.

$$H \propto \frac{LHV}{\sqrt{SG}} = \text{chỉ số Wobbe} \quad \dots(9)$$

Tức là, bộ điều khiển tuabin khí 6 tính toán chỉ số Wobbe WI từ biểu thức (9) sau đây sử dụng giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí 5 trong khoảng thời gian nhất định. Ngoài ra, bộ điều khiển tuabin khí 6 xác định độ mở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3 từ chỉ số Wobbe WI dựa trên lý thuyết điều khiển, và điều khiển van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3 đến mức khe hở được xác định, tức là lưu lượng nhiên liệu khí được xác định (đưa ra tín hiệu điều khiển lưu lượng nhiên liệu FC). Ngoài ra, ở thời điểm này, bộ điều khiển tuabin khí 6 điều khiển van điều khiển lưu lượng không khí (không được thể hiện) (đưa ra tín hiệu điều khiển lưu lượng không khí AC) sao cho lưu lượng của không khí được

cấp vào trong buồng đốt của tuabin khí 1.

Như được mô tả ở trên, theo phương án thực hiện, giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG có thể thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí 5 với độ chính xác cao đồng thời ngăn ngừa được sai số thời gian trễ. Bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b được sử dụng để bù sai số thời gian trễ là dụng cụ tương đối rẻ. Do đó, theo phương án thực hiện, có thể đo các đặc điểm nhiên liệu khí với độ chính xác cao trong khi ngăn ngừa được việc tăng chi phí.

Ngoài ra, theo phương án thực hiện này, do chỉ số Wobbe WI được tính toán dựa trên giá trị đo LHV_c của nhiệt trị thấp hơn LHV và giá trị đo SG_c của trọng lượng riêng SG thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí 5 nêu trên với độ chính xác cao và khe hở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu 3 được điều khiển dựa trên chỉ số Wobbe WI (lưu lượng nhiên liệu được điều khiển), việc điều khiển đốt cháy của tuabin khí 1 có thể được thực hiện với độ chính xác cao.

Phương án thực hiện thứ hai

Tiếp theo, phương án thực hiện thứ hai của sáng chế sẽ được mô tả.

Mặc dù trọng lượng riêng SG giảm đi trong trường hợp thông thường khi nồng độ CO₂ của nhiên liệu khí giảm đi, song trọng lượng riêng SG có thể tăng lên khi nồng độ của một thành phần khác như C2 hoặc C3 tăng lên một cách nhanh chóng. Khi sự thay đổi đặc điểm của nhiên liệu khí nêu trên xảy ra, giá trị đo SG_c sau khi bù có thể có sai số lớn hơn so với sai số của giá trị đo SG_{gc} trước khi bù. Phương án thực hiện thứ hai cũng có thể tương ứng với sự thay đổi đặc điểm của nhiên liệu khí nêu trên.

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu dạng sơ đồ của hệ thống điều khiển tuabin khí B theo phương án thực hiện thứ hai. Như được thể hiện trên Fig.4, hệ thống điều khiển tuabin khí B khác biệt với hệ thống điều khiển tuabin khí A theo phương án thực hiện thứ nhất ở chỗ, máy phân tích nhiên liệu khí 5' mà tỷ trọng kế 5d được bổ sung mới cho nó được bố trí.

Trong hệ thống điều khiển tuabin khí B, do các bộ phận khác với máy phân tích nhiên liệu khí 5 giống như trong phương án thực hiện thứ nhất, nên phần mô tả về chúng sẽ không được lặp lại ở đây.

Nhiên liệu khí được đưa vào trong máy phân tích nhiên liệu khí 5' qua bộ lấy mẫu 4 được chia tách thành bộ sắc ký khí 5a, bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b và tỷ trọng kế

5d. Tỷ trọng kế 5d đo trọng lượng riêng SG của nhiên liệu khí, và đưa ra giá trị đo SG_{gc} đến bộ phận tính toán bù 5c trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí 5a.

Tỷ trọng kế 5d ít chính xác hơn so với bộ sắc ký khí 5a giống như bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b. Tuy nhiên, giá trị đo SG_{gc} có thể được đưa ra đến tỷ trọng kế 5d với khoảng thời gian cực ngắn, có thể được xem là gần như liên tục khi so với bộ sắc ký khí 5a.

Ngoài ra, chỉ các giá trị đo LHV_{gc} và CO₂_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV và nồng độ CO₂ của nhiên liệu khí được đưa ra từ bộ sắc ký khí 5a.

Bộ phận tính toán bù 5c lấy mẫu các giá trị đo LHV_{gc} và CO₂_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV và nồng độ CO₂ được đưa ra từ bộ sắc ký khí 5a, giá trị đo CO₂_{ir} của nồng độ CO₂ được đưa ra từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b, và giá trị đo SG_{gc} của trọng lượng riêng SG được đưa ra từ tỷ trọng kế 5d với khoảng thời gian lấy mẫu nhất định.

Mặc dù các giá trị đo LHV_{gc} và CO₂_{gc} thu được (được lấy mẫu) từ bộ sắc ký khí 5a bằng bộ phận tính toán bù 5c ở từng thời điểm lấy mẫu là các giá trị của nhiều nhất hai bước trước đó, nhưng giá trị đo CO₂_{ir} thu được từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5b và giá trị đo SG_{gc} thu được từ tỷ trọng kế 5d có thể được xem là các giá trị hiện thời.

Tương tự với phương án thực hiện thứ nhất, bộ phận tính toán bù 5c tính toán hệ số bù năng suất tỏa nhiệt Z_{LHV_co2} và hệ số bù tỷ trọng Z_{SG_co2} bằng cách thay thế giá trị đo CO₂_{gc} và CO₂_{ir} của nồng độ CO₂ trong số các giá trị đo tương ứng, mà chúng đồng thời được lấy mẫu như được mô tả ở trên, cho các biểu thức (3) và (4).

Tương tự với phương án thực hiện thứ nhất, bộ phận tính toán bù 5c tính toán giá trị đo LHV_c, trong đó sai số thời gian trễ được bù, bằng cách nhân hệ số bù năng suất tỏa nhiệt Z_{LHV_co2} với giá trị đo LHV_{gc} của nhiệt trị thấp hơn LHV trong số các giá trị đo tương ứng, mà chúng được lấy mẫu đồng thời, dựa trên biểu thức (5). Ngoài ra, bộ phận tính toán bù 5c tính toán các giá trị đo SG_c, trong đó sai số thời gian trễ được bù, bằng cách nhân hệ số bù tỷ trọng Z_{SG_co2} với giá trị đo SG_{gc} của trọng lượng riêng SG dựa trên biểu thức (6).

Theo phương án thực hiện thứ hai, giá trị đo SG_{gc} của trọng lượng riêng SG được thay thế cho biểu thức (6) là giá trị xấp xỉ bằng với giá trị hiện thời thu được từ tỷ trọng kế 5d không có sai số thời gian trễ. Vì lý do này, ngay cả khi xảy ra sự thay đổi đặc điểm của nhiên liệu khí, trong đó trọng lượng riêng SG, mà thông thường giảm đi, tăng lên, thì giá

trị đo SG_c sau khi bù có thể ngăn ngừa sai số ở mức nhỏ hơn so với sai số của giá trị đo SG_gc trước khi bù.

Như đã nêu trên, mặc dù các phương án thực hiện thứ nhất và thứ hai của sáng chế đã được mô tả, song sáng chế không bị giới hạn ở các phương án thực hiện này mà các biến thể dưới đây có thể được tạo ra.

(1) Trong các phương án thực hiện thứ nhất và thứ hai, trường hợp trong đó nhiệt trị thấp hơn LHV được đo bằng năng suất tỏa nhiệt cần thiết để tính toán chỉ số Wobbe WI đã được mô tả. Tuy nhiên, thay vì nhiệt trị thấp hơn LHV, nhiệt trị cao hơn HHV có thể được tính toán và chỉ số Wobbe WI có thể được tính toán từ nhiệt trị cao hơn HHV và trọng lượng riêng SG.

(2) Trong các phương án thực hiện thứ nhất và thứ hai, trường hợp trong đó bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5d được sử dụng làm nồng độ kế được tạo kết cấu để đo nồng độ thành phần riêng (nồng độ CO₂) của nhiên liệu khí đã được mô tả. Tuy nhiên, nồng độ kế bất kỳ có thể được sử dụng miễn là nồng độ kế này có thể đưa ra giá trị đo với khoảng thời gian ngắn hơn so với thời gian của bộ sắc ký khí 5a, mà nó có thể được xem là liên tục. Ngoài ra, không có yêu cầu cụ thể nào để đo nồng độ CO₂ như nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí, và nồng độ của thành phần mà nó tác dụng đáng kể ảnh hưởng lên sự thay đổi nhiệt trị thấp hơn LHV và trọng lượng riêng SG trong số các thành phần nằm trong nhiên liệu khí có thể được đo.

(3) Trong các phương án thực hiện thứ nhất và thứ hai, mặc dù trường hợp trong đó mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và nhiệt trị thấp hơn LHV và mỗi tương quan giữa nồng độ CO₂ và trọng lượng riêng SG của nhiên liệu khí xấp xỉ bằng với hàm số mũ đã được mô tả, nhưng các mối tương quan này có thể xấp xỉ bằng với hàm số khác. Ngoài ra, dữ liệu bảng biểu diễn các mối tương quan này được chuẩn bị (được lưu trữ trong bộ nhớ trong của bộ phận tính toán bù 5c), và dữ liệu bảng này có thể được sử dụng thay cho hàm xấp xỉ.

(4) Trong các phương án thực hiện thứ nhất và thứ hai, có trường hợp trong đó sai lệch của bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5d được giả định (trường hợp trong đó sai số về giá trị đo CO₂_ir của nồng độ CO₂ so với giá trị thực tế là lớn). Trong trường hợp này, như được thể hiện trên Fig.5, giá trị đo CO₂_ir của nồng độ CO₂ được lấy mẫu từ bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại 5d ở thời điểm lấy mẫu khi bộ sắc ký khí 5a được giữ, và sau một vài lần lấy mẫu, chênh lệch giữa giá trị đo CO₂_ir của nồng độ CO₂ được lấy mẫu từ bộ phân

tích ánh sáng hồng ngoại 5d và giá trị đo được giữ CO₂_ir có thể được sử dụng để tính toán Z_LHV_co2 và hệ số bù tỷ trọng Z_SG_co2.

Theo máy phân tích nhiên liệu khí theo khía cạnh của sáng chế, có thể thu được các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng với độ chính xác cao đồng thời ngăn ngừa được sai số do thời gian trễ gây ra. Ngoài ra, ví dụ, dụng cụ tương đối rẻ như bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại có thể được sử dụng làm nồng độ kế. Tức là, có thể thực hiện đo đạc các đặc điểm nhiên liệu khí với độ chính xác cao đồng thời ngăn ngừa được việc tăng chi phí.

Danh mục số chỉ dẫn

- A, B...hệ thống điều khiển tuabin khí,
- 1...tuabin khí,
- 2...đường ống cấp nhiên liệu,
- 3...van điều khiển lưu lượng nhiên liệu,
- 4...bộ lấy mẫu,
- 5, 5'...máy phân tích nhiên liệu khí,
- 6...bộ điều khiển tuabin khí,
- 5a...bộ sắc ký khí,
- 5b...bộ phân tích ánh sáng hồng ngoại,
- 5c...bộ phận tính toán bù,
- 5d...tỷ trọng kế

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Máy phân tích nhiên liệu khí được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí, máy phân tích nhiên liệu khí này bao gồm:

bộ sắc ký khí được tạo kết cấu để đo năng suất tỏa nhiệt, trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí, và đưa ra các giá trị đo tương ứng trong khoảng thời gian nhất định;

nồng độ kế được tạo kết cấu để đo nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí; và

bộ phận tính toán bù được tạo kết cấu để bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế.

2. Máy phân tích nhiên liệu khí được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí, máy phân tích nhiên liệu khí này bao gồm:

bộ sắc ký khí được tạo kết cấu để đo năng suất tỏa nhiệt và nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo tương ứng trong khoảng thời gian nhất định;

nồng độ kế được tạo kết cấu để đo nồng độ thành phần riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí;

tỷ trọng kế được tạo kết cấu để đo trọng lượng riêng của nhiên liệu khí và đưa ra các giá trị đo trong khoảng thời gian ngắn hơn so với khoảng thời gian của bộ sắc ký khí; và

bộ phận tính toán bù được tạo kết cấu để bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt thu được đồng thời từ bộ sắc ký khí và trọng lượng riêng thu được từ tỷ trọng kế dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế.

3. Máy phân tích nhiên liệu khí theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ phận tính toán bù bù các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng dựa trên giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được đồng thời từ nồng độ kế, và mối tương quan giữa năng suất tỏa nhiệt và nồng độ thành phần riêng và mối tương quan giữa trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng, mà trước đó

thu được bằng cách sử dụng bộ sắc ký khí.

4. Máy phân tích nhiên liệu khí theo điểm 3, trong đó bộ phận tính toán bù sẽ tính toán hệ số bù năng suất tỏa nhiệt và hệ số bù tỷ trọng bằng cách thay thế giá trị đo của nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và nồng độ kể vào biểu thức số học của hệ số bù năng suất tỏa nhiệt và hệ số bù tỷ trọng được dự tính dựa trên hàm xấp xỉ biểu diễn mối tương quan giữa năng suất tỏa nhiệt và nồng độ thành phần riêng và hàm xấp xỉ biểu diễn mối tương quan giữa trọng lượng riêng và nồng độ thành phần riêng và sử dụng nồng độ thành phần riêng thu được từ bộ sắc ký khí và nồng độ kể làm tham số.

5. Hệ thống điều khiển tuabin khí bao gồm:

tuabin khí;

đường ống cấp nhiên liệu được nối với buồng đốt của tuabin khí;

van điều khiển lưu lượng nhiên liệu được lồng vào trong đường ống cấp nhiên liệu;

máy phân tích nhiên liệu khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4 được tạo kết cấu để đo các đặc điểm của nhiên liệu khí chảy qua đường ống cấp nhiên liệu; và

thiết bị điều khiển được tạo kết cấu để tính toán chỉ số Wobbe dựa trên các giá trị đo của năng suất tỏa nhiệt và trọng lượng riêng của nhiên liệu khí thu được từ máy phân tích nhiên liệu khí, và điều khiển độ mở của van điều khiển lưu lượng nhiên liệu dựa trên chỉ số Wobbe.

FIG. 1

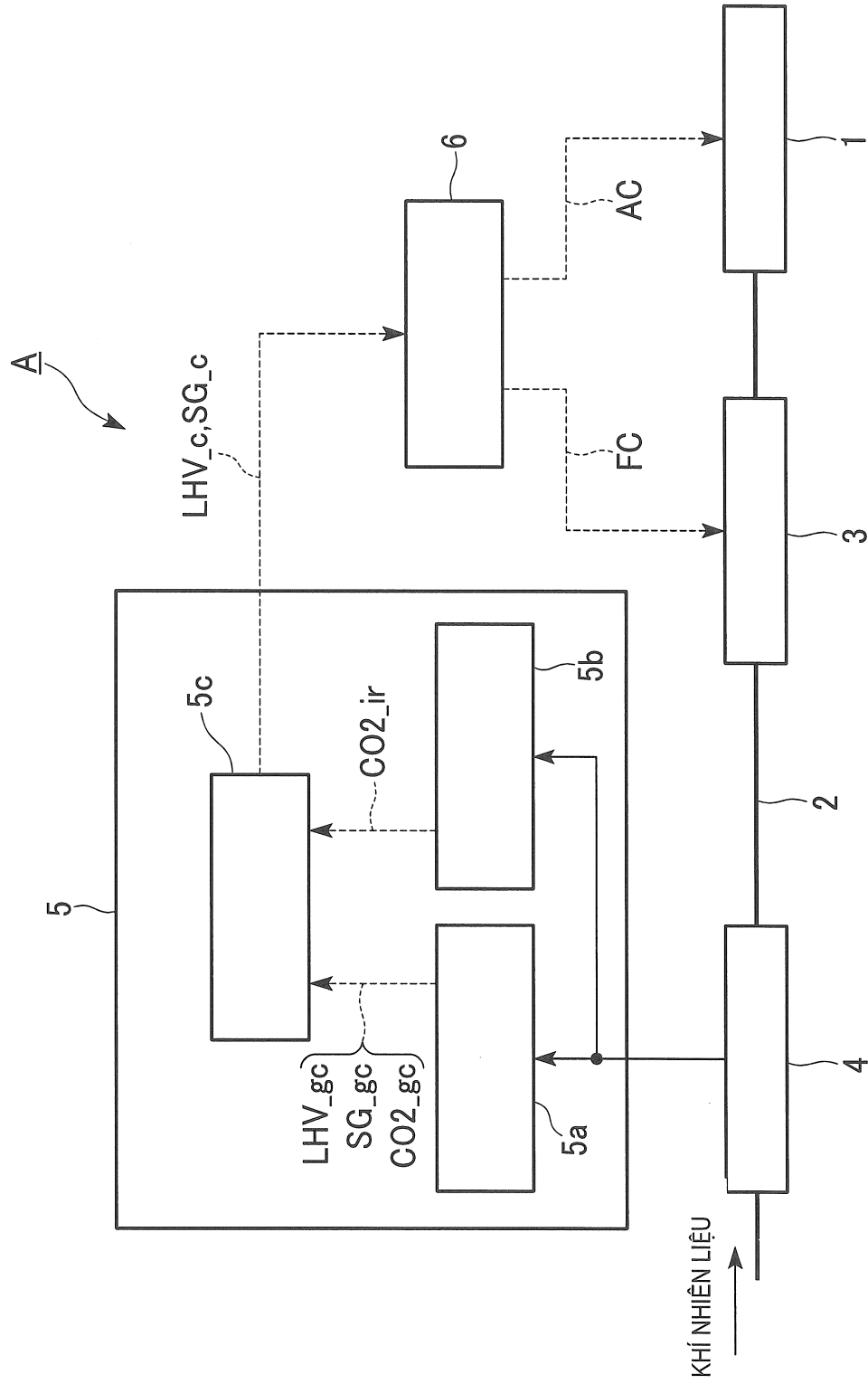


FIG. 2A

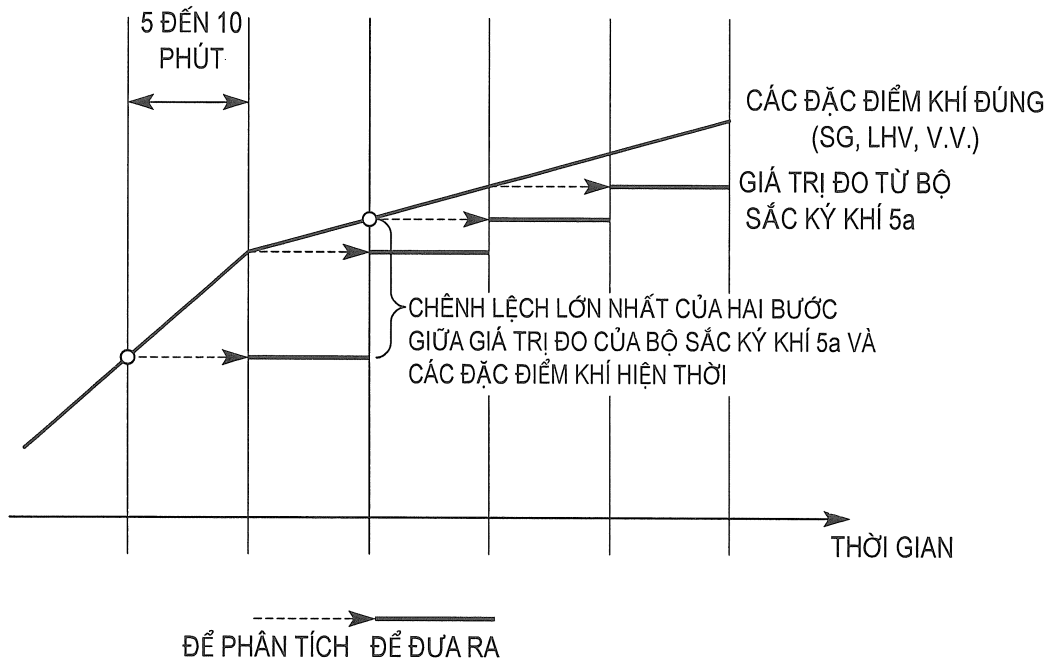


FIG. 2B

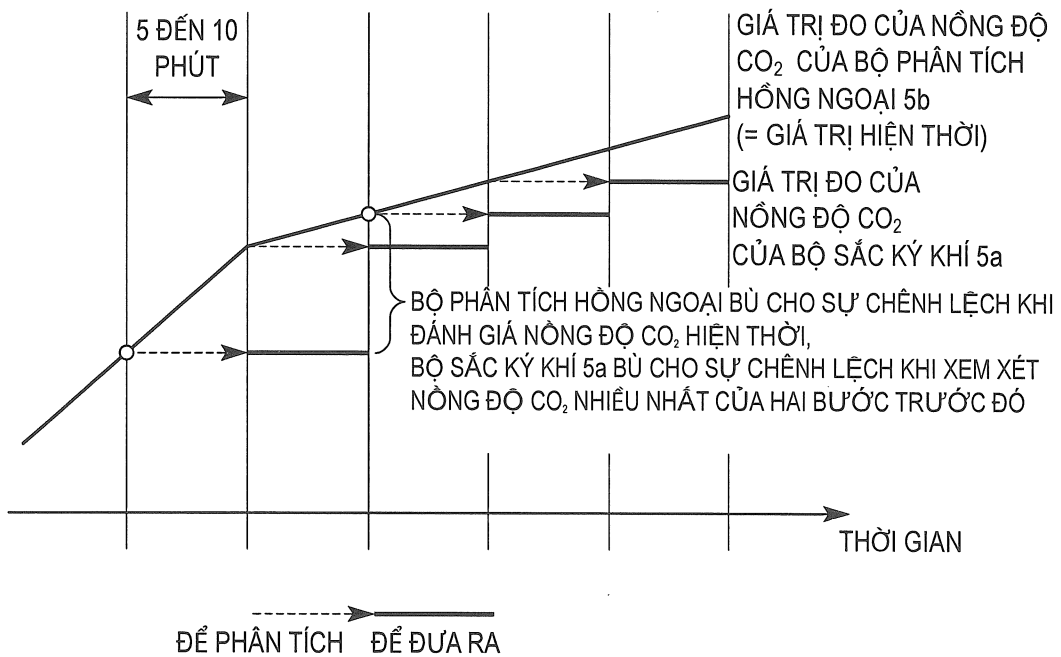


FIG. 3A

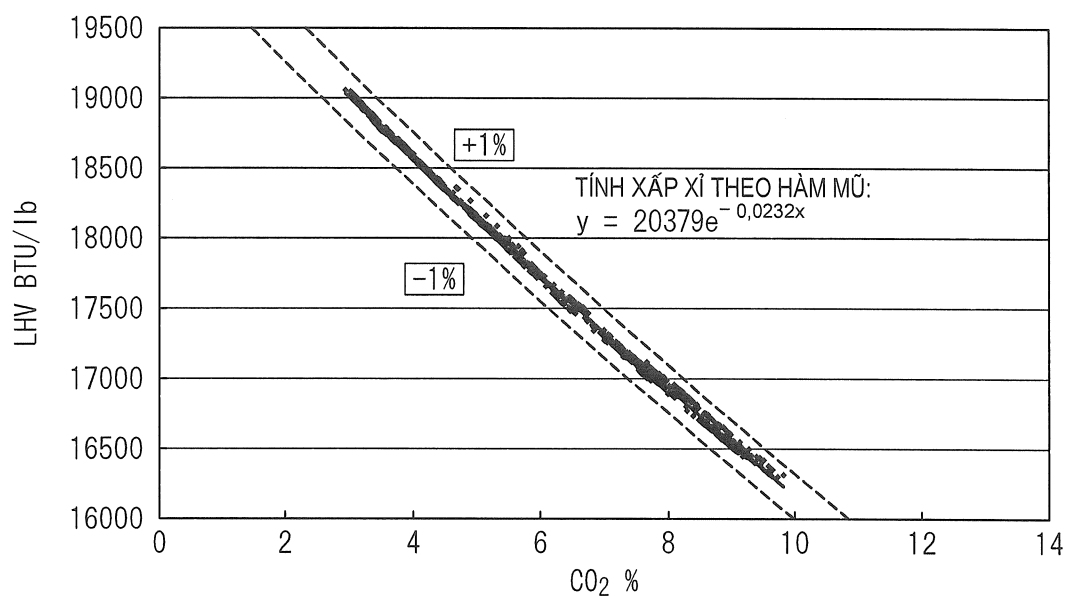


FIG. 3B

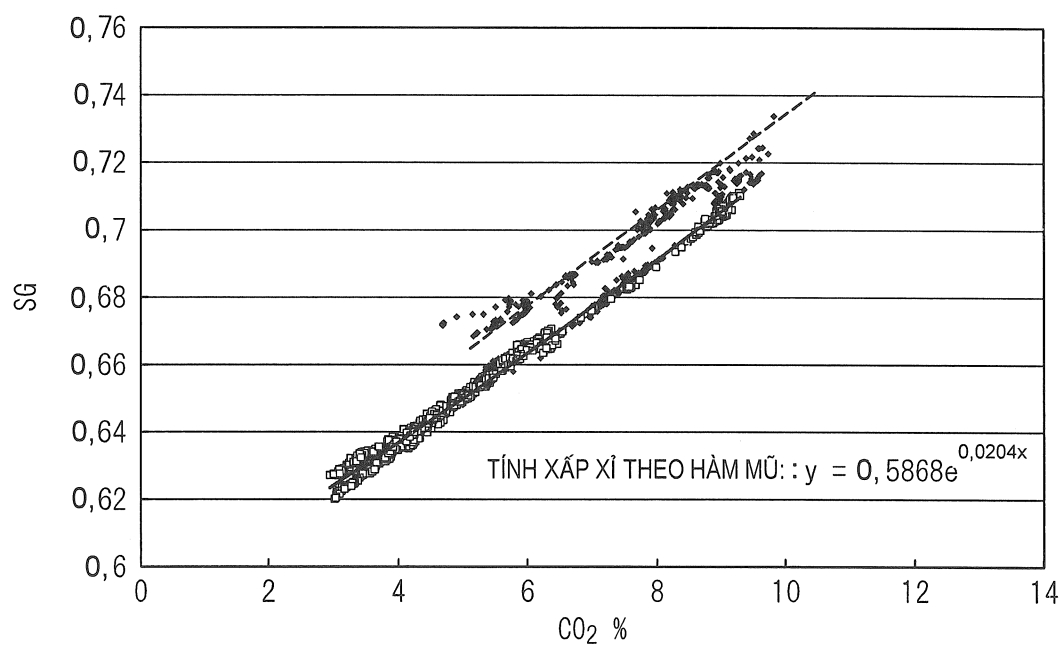


FIG. 4

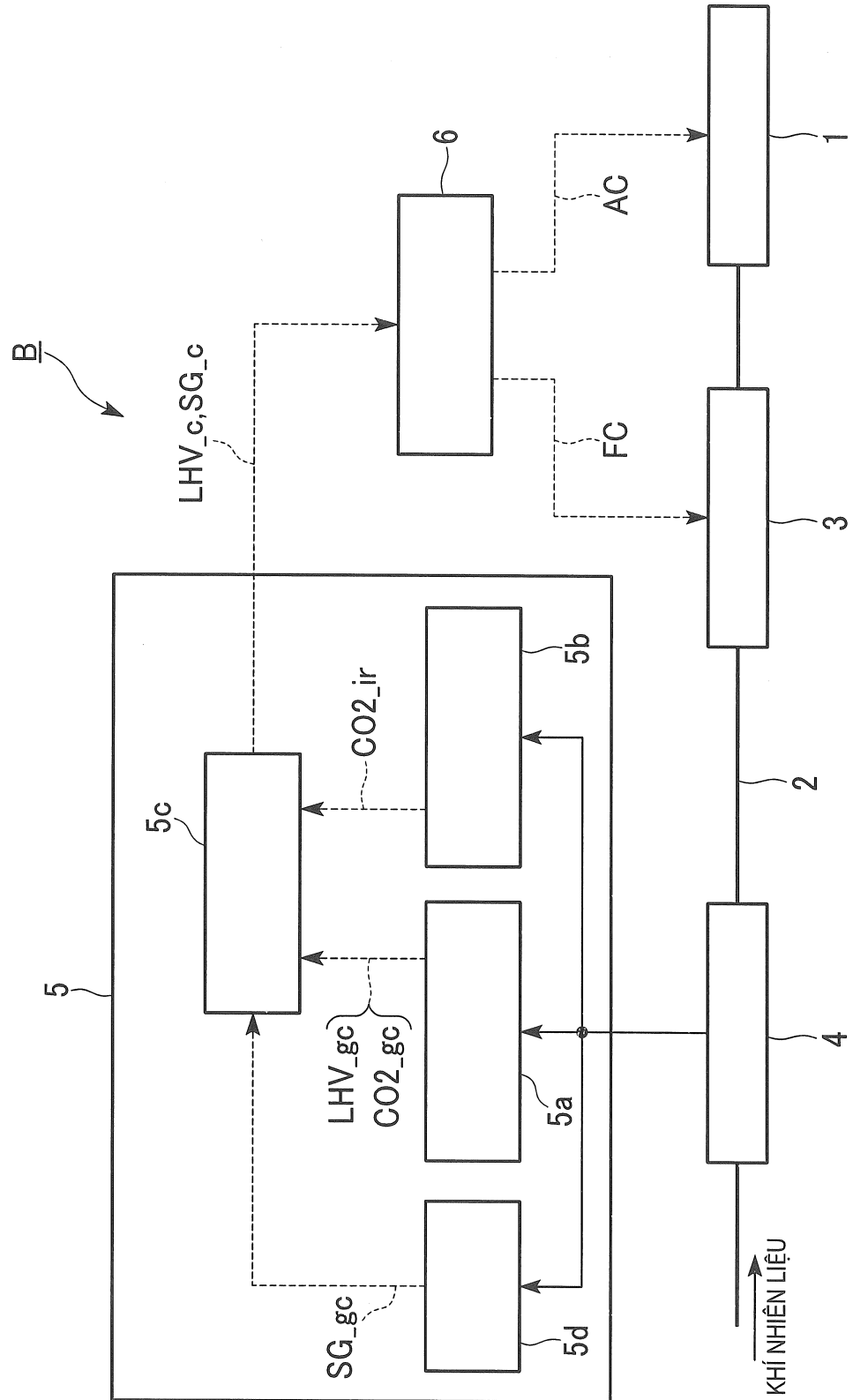


FIG. 5

GIỮ NỒNG ĐỘ CO_2 CỦA BỘ PHÂN TÍCH HỒNG NGOẠI 5B TẠI
THỜI ĐIỂM LẤY MẪU Ở BỘ SẮC KÝ KHÍ 5A

