



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

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

(11)



1-0035824

(51)⁷ F23C 5/08; F23C 9/06; F23C 9/00

(13) B

(21) 1-2018-05878

(22) 31/05/2017

(86) PCT/KR2017/005668 31/05/2017

(87) WO2017/209503 07/12/2017

(30) 10-2016-0069481 03/06/2016 KR; 10-2017-0066890 30/05/2017 KR

(45) 25/05/2023 422

(43) 25/07/2019 376A

(73) KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY (KR)

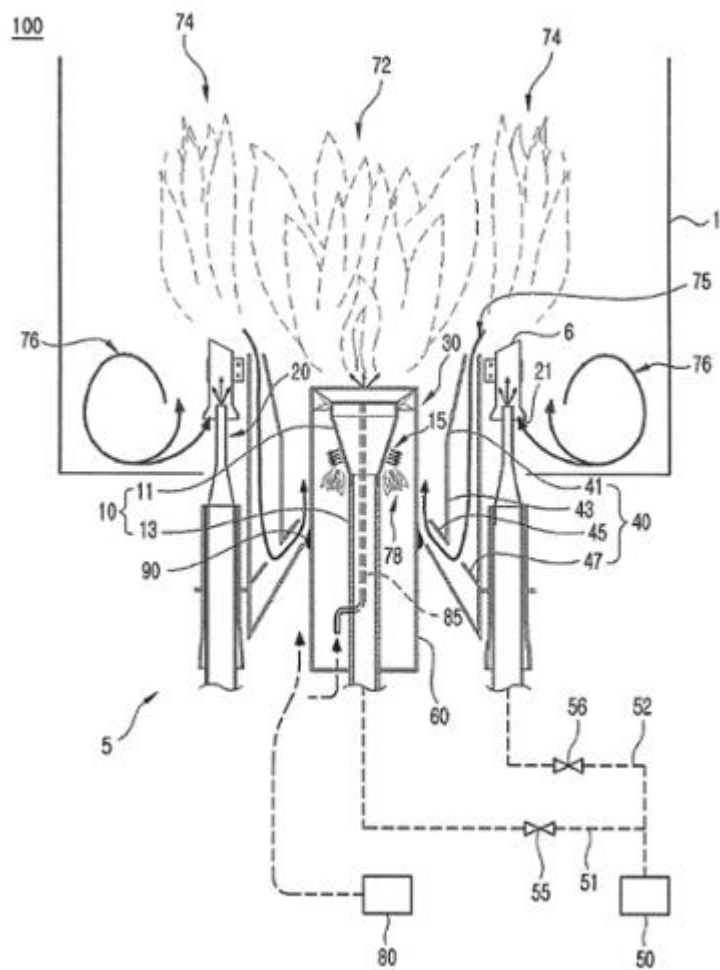
89, Yangdaegiro-gil, Ipjang-myeon, Seobuk-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do
31056, Republic of Korea

(72) KIM, Sewon (KR); KWON, Minjun (KR); KIM, Daehae (KR).

(74) Công ty TNHH Sáng chế ACTIP (ACTIP PATENT LIMITED)

(54) THIẾT BỊ ĐỐT ÍT PHÁT THẢI NITƠ ÔXIT

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit sử dụng nguyên lý tái tuần hoàn nội bộ khí đốt và sự tối ưu hóa nhiên liệu. Sáng chế đề xuất thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit bao gồm: buồng đốt; bộ phận đốt có phần đầu được chèn vào bên trong buồng đốt và bề mặt chu vi ngoài của nó được định vị ở khoảng cách định trước từ bề mặt chu vi trong của buồng đốt; cơ cấu phun nhiên liệu chính được định vị ở tâm của bộ phận đốt; cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung được bố trí bao quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính và có một phần đầu được đưa vào từ đầu này đến đầu kia của bộ phận đốt ở khoảng cách định trước; cửa tái tuần hoàn nhiên liệu được định vị gần cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung và trên bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt; và bộ cảm biến để đo nồng độ của CO có trong khí đốt được sản sinh trong buồng đốt.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị đốt ít phát thải khí nitơ oxit bằng cách sử dụng vòng tuần hoàn khép kín của khí đốt, và cụ thể hơn là đề cập đến thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit cho phép khí đốt được tạo trong buồng đốt không phải vận chuyển thông qua đường dẫn kết nối bên ngoài buồng đốt, mà từ bên trong buồng đốt, và không cần bộ phận riêng biệt, trong khi thực hiện việc tuần hoàn khí đốt bên trong hiệu quả hơn thông qua kết cấu của bộ phận đốt và kiểm soát tối ưu đối với sự phân phối nhiên liệu để dòng khí đốt hiệu quả hơn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, nguồn năng lượng chính của nhân loại là nhiên liệu hóa thạch hydrocarbon. Tuy nhiên, các sản phẩm sau khi đốt các nhiên liệu hóa thạch này gây ra vấn đề nghiêm trọng về ô nhiễm môi trường. Các nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường chính bao gồm các khí nitơ oxit (NOx), cacbon đioxit (CO₂) cũng như cacbon monoxit (CO), hay bồ hóng do sự đốt cháy không hoàn toàn nhiên liệu, v.v..

Trong các buồng đốt sử dụng các nhiên liệu hóa thạch, chắc chắn có sinh ra các khí nitơ oxit (NOx) có công thức hóa học là NO và NO₂ do phản ứng hóa học trong quá trình đốt cháy. Công nghệ đốt cháy ít giải phóng NOx để ngăn chặn sự sinh ra NOx đã được phát triển bằng cách cải thiện cấu trúc buồng đốt về cách thức phối trộn nhiên liệu và không khí, tỷ lệ nhiên liệu – không khí, v.v.. Các khí nitơ oxit được sinh ra trong quá trình đốt cháy phản ứng với oxy trong không khí và gây ra các vấn đề môi trường chẳng hạn như khói bụi và tăng lượng ozon trong không khí. Đặc biệt, do khí thải từ các quá trình đốt cháy này gây hại cho môi trường và sức khỏe con người, nhiều quốc gia đang thắt chặt các quy định trên cơ sở tính nghiêm trọng của vấn đề ngày càng tăng.

Các loại nitơ oxit có thể được phân loại thành nitơ oxit nhiệt (NOx nhiệt), nitơ oxit tức thời (NOx tức thời), và nitơ oxit nhiên liệu (NOx nhiên liệu), tùy thuộc vào nguyên nhân tạo ra chúng. NOx nhiệt được tạo ra thông qua phản ứng của nitơ trong không khí với oxy ở nhiệt độ cao là 1600°C hoặc cao hơn, NOx tức thời được tạo ra thông qua phản ứng ở giai đoạn đầu của quá trình đốt cháy khi nhiên liệu hydrocarbon bị đốt cháy, và NOx nhiên liệu được sinh ra bởi phản ứng của các hợp chất có nitơ có trong nhiên

liệu. Theo đó, các biện pháp loại bỏ các loại nitơ oxit có thể hiệu quả để kiểm soát các vấn đề liên quan đến NOx nhiệt và NOx tức thời vì các nhiên liệu khí chẳng hạn như khí tự nhiên không chứa nitơ trong nguyên liệu.

Các loại nitơ oxit đã được biết đến là nguyên nhân gây ra sương mù quang hóa và mưa axit và gây ra ảnh hưởng nghiêm trọng đến thực vật và động vật, và nhiều nhà nghiên cứu đã nghiên cứu nhiều cách khác nhau để giảm lượng NOx trong thời gian dài.

Kết quả là, để giảm lượng NOx, các phương pháp được thử nghiệm hiện nay bao gồm tái tuần hoàn khí thải, phun nước hoặc hơi nước, đốt cháy nhiều giai đoạn không khí và nhiên liệu, khử chọn lọc không xúc tác (selective non-catalytic reduction: SNCR), khử chọn lọc xúc tác (selective catalytic reduction: SCR), và các phương pháp tương tự. Gần đây, phương pháp loại bỏ NOx từ sản phẩm sau khi đốt được các nước phát triển áp dụng và được biết đến là có hiệu quả giảm NOx cao và có hiệu quả kinh tế.

Như là một cách để giảm lượng NOx như được mô tả ở trên, công bố đơn patent Hàn Quốc số 10-2005-0117417A (“Tài liệu patent 1”) đề cập đến đầu đốt ba giai đoạn để tái tuần hoàn các khí thải đối với nhiên liệu lỏng và khí, trong đó, để giảm lượng nitơ oxit (NOx) được sinh ra, không khí cháy, không khí thông thường và khí thải được trộn với nhau và sau đó được chia và cung cấp ở ba giai đoạn, mỗi giai đoạn có các tỷ lệ phối trộn khác nhau cho từng giai đoạn, sao cho sự hình thành vùng nhiệt độ cao cục bộ được giảm thiểu nhờ sự đốt cháy nhiều giai đoạn và khu vực đốt cháy được mở rộng để đạt được sự đồng đều nhiệt bên trong nôi hơi.

Theo tài liệu patent 1, các bộ phận riêng biệt chẳng hạn như nhiều ống cung cấp khí thải, các ống tuần hoàn khép kín, các van điều tiết, v.v. được trang bị như là các chi tiết để tái tuần hoàn khí thải để khí thải được đưa trở lại vào buồng đốt. Tuy nhiên, do các bộ phận nêu trên cần được lắp riêng biệt bên ngoài buồng đốt, nên gây bất lợi khi không gian lắp đặt tăng lên.

Trong khi đó, tham chiếu patent Hàn Quốc số 10-1512352 (“Tài liệu patent 2”) được nộp trước đó và đã được cấp bằng độc quyền của cùng chủ đơn sáng chế, như được thể hiện trên Fig.4, kỹ thuật tái tuần hoàn được đề xuất, trong đó kỹ thuật này cho phép các khí đốt 3' và 4' được tạo ra trong buồng đốt 1' được chuyển vào trong bộ phận đốt 2' không phải thông qua đường dẫn bên ngoài buồng đốt, mà từ bên trong buồng đốt 1', và không yêu cầu bộ phận riêng biệt, nhưng kỹ thuật này có hạn chế là dòng khí đốt 4'

không được sử dụng hiệu quả tại một số vùng bên trong buồng đốt 1' và việc kiểm soát lượng nhiên liệu được cung cấp không được xem xét.

Tài liệu patent 1: Công bố đơn patent Hàn Quốc số KR 10-2005-0117417A

Tài liệu patent 2: Patent Hàn Quốc số KR 10-1512352 B1

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo đó, sáng chế được thực hiện nhằm giải quyết các vấn đề được đề cập ở trên, và theo đó mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit áp dụng công nghệ tái tuần hoàn nội bộ, trong đó cho phép chất oxy hóa được cung cấp vào khu vực trung tâm của buồng đốt, và đồng thời, khí đốt được tạo ra trong buồng đốt có vùng nhiều ngọn lửa được hình thành trong buồng đốt được vận chuyển ngay từ bên trong buồng đốt mà không cần thông qua đường dẫn bên ngoài buồng đốt, và cũng không yêu cầu bộ phận riêng biệt, điều này làm tăng hiệu quả giảm thải nitơ oxit với sự tái tuần hoàn khí đốt dễ dàng hơn tạo vùng tuần hoàn trong buồng đốt và kiểm soát tối ưu đối với việc phân phối nhiên liệu.

Theo khía cạnh của sáng chế, thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit được đề xuất có thể bao gồm: buồng đốt; bộ phận đốt có phần đầu được chèn vào bên trong buồng đốt và bề mặt chu vi ngoài của nó được định vị ở khoảng cách định trước từ bề mặt chu vi trong của buồng đốt; cơ cấu phun nhiên liệu chính được định vị ở tâm của bộ phận đốt; cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung được định vị bao quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính và có một phần đầu được đưa từ đầu này đến đầu kia của bộ phận đốt theo khoảng cách định trước; cửa tái tuần hoàn nhiên liệu được bố trí gần cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung và trên bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt; và bộ cảm biến để đo nồng độ khí CO có trong khí đốt sản sinh bên trong buồng đốt, trong đó nhiên liệu chính được cấp vào buồng đốt thông qua cơ cấu phun nhiên liệu chính với lượng nhỏ hơn lượng định trước, và nhiên liệu bổ sung được cấp bổ sung vào buồng đốt thông qua cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung với lượng tương ứng với hiệu lượng giữa lượng định trước trừ đi lượng nhiên liệu chính đã được cấp sao cho phản ứng cháy được thực hiện trong buồng đốt, lượng nhiên liệu chính được cấp tăng lên khi nồng độ khí CO trong buồng đốt đo được bằng bộ cảm biến lớn hơn hoặc bằng nồng độ định trước, và khí đốt sinh ra bởi phản ứng cháy và được lưu thông giữa bề mặt chu vi trong của buồng đốt và bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt được dẫn vào bộ phận đốt để tiếp tục được đốt cháy thông qua cửa tái tuần hoàn

nhiên liệu nhờ tốc độ lưu thông của nhiên liệu bổ sung được phun vào cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung.

Theo khía cạnh của sáng chế, thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit có thể còn bao gồm phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa được định vị giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung, và nhiều cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung có thể được bố trí tỏa tròn cách đều xung quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính, và một phần khí đốt được đưa vào phần mép của cửa tái tuần hoàn nhiên liệu được di chuyển vào khe hở giữa các cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung và được đưa vào phần thúc đẩy tái tuần hoàn để được phối trộn với chất oxy hóa được cấp vào cơ cấu phun nhiên liệu chính và được đốt cháy cùng với nhiên liệu chính được cấp vào cơ cấu phun nhiên liệu chính.

Tốt nhất là, phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa có thể bao gồm ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cưỡng bức được bố trí nghiêng so với cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung, ống dẫn hướng nối kéo dài từ đầu sau của ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cưỡng bức, và miệng thổi được nối với đầu sau của ống dẫn hướng nối để thay đổi hướng di chuyển của dòng khí đốt.

Tốt nhất là, miệng thổi có thể được bố trí nghiêng giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa để làm giảm độ rộng của không gian giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa, trong đó không gian này là nơi chất oxy hóa được lưu thông.

Theo khía cạnh của sáng chế, thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit có thể còn bao gồm phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn được tạo ra giữa miệng thổi và bề mặt ngoài của cơ cấu phun nhiên liệu chính, trong đó phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn tốt nhất là có thể làm tăng tốc độ lưu thông của khí đốt lưu thông giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế có các hiệu quả sau đây. Như được mô tả ở trên, với thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo sáng chế, kỹ thuật tái tuần hoàn nội bộ được áp dụng sao cho khí đốt được sinh ra trong buồng đốt được vận chuyển từ bên trong buồng đốt mà không qua phần kết nối ngoài của bộ phận đốt, và không đòi hỏi bộ phận riêng biệt.

Ngoài ra, vì kết cấu của cửa tái tuần hoàn nhiên liệu thúc đẩy dòng khí đốt và cho

phép được tái tuần hoàn khí đốt một cách tối ưu, khí đốt trong buồng đốt lưu thông ở nhiều giai đoạn, và do đó được đốt cháy thuận lợi hơn, theo đó cho phép vận hành với lượng nitơ oxit rất thấp, và ngọn lửa trong buồng đốt được giữ ổn định khi khí đốt được đốt cháy cùng với chất oxy hóa và nhiên liệu thông qua sự tái tuần hoàn.

Hơn nữa, còn có thể giảm sự hình thành các nitơ oxit thông qua kiểm soát tối ưu đối với sự phân phối nhiên liệu được cấp vào.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích, đặc điểm và các ưu điểm nêu trên và khác nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn đối với người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật thông qua các phương án ví dụ được mô tả chi tiết dựa trên các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình chiếu cạnh giản lược của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo phương án của sáng chế;

Fig.2 là hình chiếu cạnh giản lược của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo phương án của sáng chế, minh họa quy trình đốt của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit;

Fig.3 là hình chiếu cạnh giản lược của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo phương án khác của sáng chế, minh họa quy trình đốt của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit;

Fig.4 là hình chiếu cạnh giản lược của thiết bị đốt tương tự hiện có;

Fig.5 là lưu đồ minh họa quy trình đốt của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo sáng chế;

Fig.6 thể hiện các lượng NOx sinh ra, tương ứng thể hiện lượng NOx khi sử dụng thiết bị đốt nhiều giai đoạn tái tuần hoàn thông thường (tài liệu patent 2) mà không sử dụng cửa tái tuần hoàn nhiên liệu, và lượng NOx khi sử dụng thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit với cửa tái tuần hoàn nhiên liệu theo sáng chế; và

Fig.7 thể hiện các lượng NOx sinh ra, tương ứng thể hiện các lượng NOx trong các ví dụ có và không có kiểm soát tối ưu đối với sự phân phối nhiên liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các mục đích, đặc điểm và các ưu điểm khác như được mô tả ở trên của sáng chế sẽ được trở nên rõ ràng hơn bằng cách mô tả chi tiết các phương án ưu tiên của sáng chế dựa trên các hình vẽ kèm theo.

Các phương án được mô tả ở đây được đưa ra dưới dạng ví dụ nhằm mục đích minh họa cho sáng chế mà không được thực hiện với ý định giới hạn phạm vi của sáng chế.

Mỗi bộ phận cấu thành nên thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo sáng chế có thể được sử dụng tích hợp hoặc riêng biệt khi cần. Đồng thời, một số bộ phận có thể được lược bỏ phụ thuộc vào từng phương án.

Sau đây, thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa trên các hình vẽ kèm theo.

Kết cấu tổng thể của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit được mô tả sau đây.

Trước tiên, kết cấu tổng thể của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit 100 theo phương án theo sáng chế sẽ được mô tả dựa trên Fig.1.

Thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit 100 bao gồm buồng đốt 1, bộ phận đốt 5 có phần đầu được chèn vào bên trong buồng đốt 1, cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 được định vị ở tâm của bộ phận đốt 5, cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được bố trí bao quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và có một phần đầu được đưa vào từ đầu này đến đầu kia của bộ phận đốt 5 theo khoảng cách định trước, cửa tái tuần hoàn nhiên liệu 21 được bố trí gần vị trí lắp cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20, và trên bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt 5, và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 được định vị giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20.

Một đầu của bộ phận đốt 5 được chèn vào trong buồng đốt 1, trong khi bề mặt chu vi ngoài của nó được định vị cách khỏi bề mặt chu vi trong của buồng đốt 1 một khoảng cách định trước.

Cụ thể, bộ phận đốt 5 với phần đầu dẫn ra 6 của nó được chèn vào trong bề mặt lắp (phía dưới của buồng đốt 1 trên Fig.2) của buồng đốt 1, cách bề mặt lắp một khoảng cách định trước a, do đó xác định vùng tái tuần hoàn cho khí đốt được tạo ra trong buồng đốt.

Cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 bao gồm phần dẫn chuyển 13 được nối với ống dẫn nhiên liệu thứ nhất 51 và phần phun nhiên liệu chính 11 được nối trực tiếp với phần dẫn chuyển 13. Phần dẫn chuyển 13 được trang bị để chuyển nhiên liệu chính một cách an toàn tới phần phun nhiên liệu chính 11 và có thể có đường kính đồng nhất.

Theo một phương án, phần phun nhiên liệu chính 11 có thể có hình dạng với đường kính tăng dần và phun nhiên liệu cấp chính thông qua bề mặt chu vi ngoài của nó. Tức là, nhiên liệu đi vào phần phun nhiên liệu chính 11 thông qua các lỗ phun (không được thể hiện trên các hình vẽ) được tạo ra trên bề mặt chu vi ngoài của phần phun nhiên liệu chính 11 sẽ được phun vào không gian bên trong giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và các cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 tương ứng (số tham chiếu 15 trên Fig.2). Tức là, nhiên liệu trong phần phun nhiên liệu chính 11 được phun lên chất oxy hóa được đưa vào, dọc theo hướng chu vi của phần phun nhiên liệu chính 11.

Đồng thời, cơ cấu phun chất oxy hóa trung tâm 85 có thể được bố trí dọc bên trong cơ cấu phun nhiên liệu chính 10. Theo ví dụ này, cơ cấu phun chất oxy hóa trung tâm 85 được tạo kết cấu để cho phép vòi phun được chèn vào bên trong đầu mút của nó, để điều chỉnh cấp không khí. Cơ cấu phun chất oxy hóa trung tâm 85 làm cho chất oxy hóa được cấp từ phần cấp chất oxy hóa 80 di chuyển dọc theo trục tâm của cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và sau đó được cấp vào không gian ngọn lửa chính 72 ở tâm của ngọn lửa trong buồng đốt 1.

Với kết cấu này, tác dụng phối trộn của ngọn lửa và chất oxy hóa được thúc đẩy trong không gian ngọn lửa chính 72, tức là tâm của ngọn lửa, và theo đó, ngăn chặn sự tạo ra ngọn lửa đỏ, nhờ đó thúc đẩy sự hình thành ngọn lửa xanh. Đồng thời, các vùng nhiệt độ cao cục bộ xung quanh tâm ngọn lửa được giảm xuống, do đó giảm đáng kể sự tạo ra các nitơ oxit.

Các cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được bố trí tỏa tròn cách đều nhau, và tập trung xung quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính 10. Số lượng các cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 không bị giới hạn, nhưng thông thường có từ sáu đến mười hai cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được trang bị, hoặc tốt hơn là tám cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 có thể được trang bị trong khi được duy trì ở các khoảng cách đều nhau. Đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được đưa vào từ đầu này đến đầu kia của bộ phận đốt 5 đã được định vị trong buồng đốt 1.

Nói cách khác, đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được định vị cách khỏi phần đầu dẫn ra 6 của bộ phận đốt 5 một khoảng cách định trước và hướng về bề mặt lắp (phía dưới trên Fig.1) của buồng đốt 1.

Nhiên liệu được phun từ cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được đốt trong buồng

đốt 1, gây ra dòng xoáy trong buồng đốt 1.

Nhờ có bộ phận đốt 5 hướng vào sâu bên trong buồng đốt 1 như được mô tả ở trên, vùng tái tuần hoàn khí đốt tạo ra trong buồng đốt 1 được xác định rõ ràng bên trong buồng đốt 1, và kết quả là, đảm bảo được dòng khí đốt lưu thông thuận lợi bên trong buồng đốt, trong khi vị trí của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được mô tả ở trên cho phép sự tái tuần hoàn khí đốt hiệu quả hơn như được mô tả sau đây.

Cả hai cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 có thể được tạo kết cấu dưới dạng ống hình trụ rỗng. Chất oxy hóa được cấp từ phần cấp chất oxy hóa 80 vào không gian giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20. Chất oxy hóa duy trì động lượng tiếp tuyến hoặc hướng trục đã đạt được khi nó đi qua vòi phun ly tâm 30 được trang bị tại đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu chính 10, có thể được cấp vào buồng đốt 1, hoặc có thể được cấp trực tiếp và buồng đốt 1 mà không cần đi qua vòi phun ly tâm 30.

Trạng thái áp suất thấp thu được do tốc độ lưu thông nhanh của dòng chất oxy hóa được cấp vào không gian giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20.

Nhiên liệu được cấp từ phần phân cấp nhiên liệu 50 được chia thành nhiên liệu chính và nhiên liệu bổ sung (nhiên liệu thứ hai) và được cấp cho cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20. Cụ thể, các tạp chất trong nhiên liệu được loại bỏ khi nhiên liệu được cấp từ phần cấp nhiên liệu 50 đi qua bộ lọc (không được thể hiện trên hình vẽ) và sau đó nhiên liệu được bơm bằng máy bơm (không được thể hiện trên hình vẽ) và sau đó được chia vào ống dẫn nhiên liệu thứ nhất 51 và ống dẫn nhiên liệu thứ hai 52 và được nối với các cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và bổ sung 20. Các van điện từ 55 và 56 được trang bị tương ứng trên các ống dẫn nhiên liệu thứ nhất 51 và thứ hai 52 để cấp và ngừng cấp nhiên liệu chính và nhiên liệu bổ sung tương ứng một cách hợp lý.

Cửa tái tuần hoàn nhiên liệu 21 được định vị giữa phần đầu dẫn ra 6 của bộ phận đốt 5 và bề mặt lắp của buồng đốt 1. Cụ thể là, cửa tái tuần hoàn nhiên liệu ở dạng khe hở được định vị ở vị trí đặt đầu của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20, qua đó khí đốt được tạo ra trong buồng đốt được đưa vào bộ phận đốt 5 và đi tới cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 và/hoặc phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 (sẽ được mô tả sau đây)

để cháy, nhờ đó làm giảm lượng nitơ oxit có trong khí đốt.

Phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 bao gồm ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cường bức 41 được bố trí nghiêng tại đầu mở (không được thể hiện trên hình vẽ) của buồng đốt 1 so với cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20, ống dẫn hướng nối 43 kéo dài từ ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cường bức 41, miệng thổi 45 được nối với đầu sau của ống dẫn hướng nối 43 để làm thay đổi hướng di chuyển của dòng khí đốt, chi tiết vách nghiêng 47 được bố trí nghiêng tại đầu dưới bên trong của phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40.

Ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cường bức 41 được bố trí với độ nghiêng tăng hướng về phía tâm của đầu mở, theo chiều từ đầu dẫn ra của bộ phận đốt 5, là phần cửa vào ban đầu của khí đốt, hướng về đầu phía sau. Tức là, ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cường bức 41 có độ rộng bên trong tăng dần hướng về đầu phía sau. Ống dẫn hướng nối 43 được trang bị để cho phép dòng khí đốt được dẫn nhẹ nhàng qua ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cường bức 41.

Miệng thổi 45 cho phép khí đốt lưu thông trong buồng đốt 1 được đẩy vào không gian giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 thông qua ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cường bức 41 và ống dẫn hướng nối 43. Khí đốt đã phun chứa chất oxy hóa lưu thông vào trong buồng đốt 1. Miệng thổi 45 được bố trí nghiêng giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40. Tức là, kết cấu dạng miệng phun được tạo ra khi độ rộng giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 giảm xuống. Sự bố trí miệng thổi 45 như được mô tả ở trên làm tăng tốc độ thổi của chất oxy hóa được cấp vào không gian giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20, sao cho chất oxy hóa được thổi vào buồng đốt 1 ở tốc độ cao.

Tức là, khi không gian giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và miệng thổi 45 bị thu hẹp, tốc độ thổi của chất oxy hóa được tăng lên theo định luật Bernoulli. Kết cấu này cho phép động lượng tăng lên trong dòng khí được tạo ra trong buồng đốt 1.

Chi tiết vách nghiêng 47 là cấu trúc được bố trí trên đường biên giữa ống dẫn hướng nối 43 và miệng thổi 45, và điều chỉnh độ rộng tại đó khí đốt được cho phép lưu thông, nhờ đó điều chỉnh tốc độ thổi.

Ống lồng cấp khí nhiều giai đoạn 60 có dạng ống trụ rỗng, được tạo kết cấu để

phân chia và cấp chất oxy hóa được cấp từ phần cấp chất oxy hóa 80 đến bên trong và bên ngoài ống lồng cấp khí nhiều giai đoạn 60, nhờ đó cho phép cấp chất oxy hóa ở nhiều giai đoạn, và kết quả là tạo thuận lợi cho sự hình thành ngọn lửa nhiều giai đoạn trong buồng đốt 1.

Phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn 90 được bố trí trên bề mặt chu vi ngoài của ống lồng cấp khí nhiều giai đoạn 60. Cụ thể là, phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn 90 đóng vai trò thu hẹp không gian giữa miệng thổi 45 và ống lồng cấp khí nhiều giai đoạn 60 tạo ra phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40. Thông qua kết cấu được mô tả ở trên, tốc độ thổi của khí đốt đi từ buồng đốt 1 thông qua phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 tăng lên khi nó đi qua vị trí gần phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn 90. Kết quả là, sự phân tách khí đốt được đưa trở lại vào trong buồng đốt 1 thông qua phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 được ngăn chặn, và kết quả là, sự tái tuần hoàn khí đốt được thúc đẩy thuận lợi.

Quy trình đốt của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit được mô tả dưới đây.

Tiếp theo, quy trình đốt và hiệu quả đốt của thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo phương án theo sáng chế sẽ được mô tả dựa trên các hình vẽ Fig.2, Fig.3 và Fig.5.

Nhiên liệu và chất oxy hóa được cấp vào thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit và phản ứng đốt cháy diễn ra (bước S100).

Ở ví dụ này, nhiên liệu cấp vào được chia thành nhiên liệu chính và nhiên liệu bổ sung. Nhiên liệu chính được cấp với lượng ít hơn lượng định trước (ví dụ, ít hơn tỷ lệ đương lượng với chất oxy hóa trên lý thuyết), và nhiên liệu bổ sung được cấp bổ sung với lượng tương ứng với hiệu lượng giữa lượng định trước trừ đi phần nhiên liệu chính đã cấp.

Chất oxy hóa được cấp thông qua phần cấp chất oxy hóa 80 và một phần chất oxy hóa được cấp lưu thông qua cơ cấu phun chất oxy hóa trung tâm 85 vào trong cơ cấu phun nhiên liệu chính 10.

Đồng thời, nhiên liệu chính được cấp từ phần cấp nhiên liệu 50 đến cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 thông qua ống dẫn nhiên liệu thứ nhất 51.

Nhiên liệu chính chảy trong cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 được phun tỏa tròn thông qua bề mặt chu vi ngoài của phần phun nhiên liệu chính 11, và nhiên liệu chính

được phun như được mô tả bên trên phản ứng với chất oxy hóa để tạo ra vùng phối trộn sơ bộ 78. Trong ví dụ này, phần phun nhiên liệu chính 11 có hình dạng mở rộng hướng về phía buồng đốt 1 để cho phép nhiên liệu phun vào tạo ra vùng phối trộn sơ bộ 78 trên phạm vi rộng.

Hỗn hợp phối trộn sơ bộ được tạo ra trong vùng phối trộn sơ bộ 78, duy trì động lượng hướng trục hoặc động lượng tiếp tuyến khi đi qua đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 hoặc thông qua vòi phun ly tâm 30, được phun vào trong buồng đốt 1 để đốt cháy và tạo ra không gian ngọn lửa chính.

Tiếp theo, nhiên liệu được cấp từ phần cấp nhiên liệu 50 vào cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 thông qua ống dẫn nhiên liệu thứ hai 52. Nhiên liệu bổ sung được phun vào phía trên của không gian ngọn lửa chính 72 thông qua cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 sẽ phản ứng với chất oxy hóa chưa phản ứng trong không gian ngọn lửa chính 72 để tạo ra không gian ngọn lửa phụ 74. Một số khí dễ cháy trong không gian ngọn lửa chính 72 được trộn với hỗn hợp phối trộn sơ bộ được cấp đến bên ngoài của vòi phun ly tâm 30 và di chuyển đến vùng lân cận của ngọn lửa chính để tạo ra không gian ngọn lửa phụ 74.

Nhiên liệu được phun từ cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 tạo ra không gian ngọn lửa chính 72 nhờ dòng khí nhiều giai đoạn trong buồng đốt 1 và nhiên liệu được phun từ cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được oxy hóa một phần ở nhiệt độ khí quyển do nhiệt được truyền từ không gian ngọn lửa chính 72 của cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và oxy dư, để được chuyển hóa thành nhiều loại khí có thể cháy khác nhau và tạo ra không gian ngọn lửa phụ 74 trong vùng lân cận của ngọn lửa chính. Theo đó, buồng đốt bao gồm vùng giàu nhiên liệu và vùng ít nhiên liệu được cung cấp với các trạng thái ngọn lửa nhiều giai đoạn được xác định rõ ràng.

Nói cách khác, nhiên liệu chính được phun dọc theo hướng tỏa tròn của cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 được phối trộn sơ bộ với chất oxy hóa để tạo ra vùng phối trộn sơ bộ 78, và hỗn hợp phối trộn sơ bộ được cấp từ vùng phối trộn sơ bộ 78 vào trong buồng đốt 1 tạo ra không gian ngọn lửa chính 72 và phun nhiên liệu bổ sung từ cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 vào đầu phía sau của không gian ngọn lửa chính 72 để tạo ra hình dạng ngọn lửa cuối cùng.

Như được mô tả ở trên, không gian ngọn lửa nhiều giai đoạn được tạo ra trong

buồng đốt 1 nhờ nhiên liệu được phun vào bởi cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20. Không gian ngọn lửa phụ 74 được tạo ra ở đầu phía sau của không gian ngọn lửa chính 72. Không gian ngọn lửa phụ 74 được tạo ra bên trong buồng đốt 1 và bao quanh không gian ngọn lửa chính 72.

Khí đốt 75 trong không gian ngọn lửa nhiều giai đoạn bao gồm các không gian ngọn lửa chính 72 và phụ 74 được đưa vào phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 nhờ áp suất thấp được tạo ra giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 và lưu thông, và di chuyển về phía vùng phối trộn sơ bộ 78 được tạo ra giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 và được đốt cháy trong buồng đốt 1.

Trong khi đó, vùng tái tuần hoàn riêng biệt được tạo ra trong không gian giữa bề mặt chu vi trong của buồng đốt 1 và bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt 5. Trong vùng tái tuần hoàn này, khí đốt 76 được lưu thông ở dạng xoáy.

Khí đốt 76 được tạo ra trong vùng tái tuần hoàn bên trong của buồng đốt 1 thông qua quá trình cháy được mô tả ở trên được dẫn qua vùng tái tuần hoàn, là không gian giữa bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt 5 và bề mặt chu vi trong của buồng đốt 1.

Khí đốt 76 lưu thông trong vùng tái tuần hoàn được dẫn vào cửa tái tuần hoàn nhiên liệu 21 nhờ áp suất thấp được tạo ra bởi sự phun nhiên liệu ở tốc độ cao từ đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20.

Khí đốt 76 được dẫn vào cửa tái tuần hoàn nhiên liệu 21 có thể được phối trộn với nhiên liệu được phun từ đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 và được cấp vào trong buồng đốt 1 và được đốt cháy.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, bên trong buồng đốt 1 có thể nối thông với bề mặt chu vi ngoài của phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40, trong đó trong trường hợp một phần của khí đốt 76 lưu thông trong vùng tái tuần hoàn bị di chuyển do áp suất thấp bởi chất oxy hóa được cấp vào phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 và được đưa vào trong phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 thông qua không gian giữa các cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20 được bố trí cách đều nhau, và sau đó di chuyển đến gần cơ cấu phun nhiên liệu chính 10 để được trộn với vùng phối trộn sơ bộ 78 và được cấp vào không gian ngọn lửa chính 72 trong buồng đốt 1, và kết quả là, xảy ra phản ứng cháy.

Hơn nữa, như được mô tả ở trên, phần còn lại của khí đốt 76 lưu thông trong vùng tái tuần hoàn được đưa vào trong buồng đốt 1 thông qua cửa tái tuần hoàn nhiên liệu 21 nhờ áp suất được tạo ra bởi sự phun nhiên liệu ở tốc độ cao từ đầu dẫn ra của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung 20, và được đốt cháy. Trong khi đó, vì khí đốt xả ra từ phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa 40 vào không gian thổi chất oxy hóa được tăng tốc độ do các phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn 90, tốc độ lưu thông của khí đốt và chất oxy hóa được tăng lên, và sự phân tách được ngăn chặn.

Hỗn hợp phối trộn sơ bộ và khí đốt được đưa vào không gian ngọn lửa chính 72 và cháy thông qua quy trình được mô tả ở trên, tạo ra ngọn lửa trong buồng đốt 1.

Ngoài ra, nồng độ khí CO trong buồng đốt 1 được đo theo thời gian thực (bước S200).

Trong quá trình cháy như được mô tả ở trên, nồng độ khí CO trong buồng đốt 1 được theo dõi bằng cách đo theo thời gian thực bằng cảm biến (không được thể hiện trên hình vẽ) được lắp trong buồng đốt 1.

Như được mô tả ở trên, vì việc đốt cháy được thực hiện bằng cách cấp lượng nhỏ nhiên liệu chính, dự tính việc đốt cháy không hoàn toàn có thể xảy ra và CO có thể được tạo ra, và theo đó, nồng độ khí CO tạo ra do sự đốt cháy không hoàn toàn được đo theo thời gian thực.

Hơn nữa, nồng độ khí CO trong buồng đốt 1 được so sánh với nồng độ CO định trước (bước S300) và khi nồng độ CO trong buồng đốt 1 thấp hơn nồng độ định trước, tiếp tục tiến hành đốt cháy và theo dõi ở trạng thái đó, trong khi đó khi nồng độ CO trong buồng đốt 1 bằng hoặc lớn hơn nồng độ định trước, lượng nhiên liệu chính được bổ sung tăng lên (bước S400).

Fig.6 thể hiện lượng khí NO_x được tạo ra trong thiết bị đốt nhiều giai đoạn tái tuần hoàn khí đốt theo giải pháp kỹ thuật hiện có (tài liệu patent 2) và thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo sáng chế, tương ứng.

Fig.7 thể hiện lượng khí NO_x được tạo ra trong thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo sáng chế, được so sánh khi không áp dụng biện pháp kiểm soát tối ưu đối với phân phối nhiên liệu và khi áp dụng biện pháp kiểm soát tối ưu đối với phân phối nhiên liệu.

Tham chiếu trên Fig.6 và Fig.7, có thể xác nhận rằng sự sản sinh NO_x có thể được

ngăn chặn một cách hiệu quả với việc tải được giảm trong buồng đốt 1, thông qua kết cấu của cửa tái tuần hoàn nhiên liệu 21 và kiểm soát tối ưu đối với phân phối nhiên liệu cấp vào.

Với thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit theo sáng chế như được mô tả ở trên, khí đốt được tạo ra trong buồng đốt được đưa trở lại vào buồng đốt cùng với chất oxy hóa và trải qua phản ứng cháy mà không đòi hỏi năng lượng bổ sung nào, và theo đó, sự hình thành các khí nitơ oxit do sự oxy hóa thành phần nitơ có trong nhiên liệu về cơ bản có thể được giảm xuống. Hơn nữa, sự tái tuần hoàn khí đốt được thực hiện dễ dàng hơn thông qua sự tái tuần hoàn nhiều giai đoạn đối với khí đốt được tạo ra trong buồng đốt thông qua kết cấu khác biệt với thiết bị đốt cháy theo các giải pháp kỹ thuật hiện có, và sự cấp nhiên liệu được phân phối thông qua sự kiểm soát tối ưu, sao cho có thể thu được hiệu quả giảm thải nitơ oxit cao hơn.

Danh sách các số tham chiếu:

1	Buồng đốt	5	Bộ phận đốt
10	Cơ cấu phun nhiên liệu chính	11	Phần phun nhiên liệu chính
20	Cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung	21	Cửa tái tuần hoàn nhiên liệu
30	Vòi phun ly tâm	55, 56	Van điện từ
40	Phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa		
41	Ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cưỡng bức		
43	Ống dẫn hướng nổi	45	Miệng thổi
47	Chi tiết vách nghiêng	50	Phần cấp nhiên liệu
51	Ống dẫn nhiên liệu thứ nhất	52	Ống dẫn nhiên liệu thứ hai
60	Ống lồng cấp khí nhiều giai đoạn	72	Không gian ngọn lửa chính
74	Không gian ngọn lửa phụ	76	Khí đốt
78	Vùng phối trộn sơ bộ	80	Phần cấp chất oxy hóa
85	Cơ cấu phun chất oxy hóa trung tâm		
90	Phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn		
100	Thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit		

YÊU CẦU BẢO HỘ**1. Thiết bị đốt ít phát thải nitơ oxit bao gồm:**

buồng đốt (1);

bộ phận đốt (5) có phần đầu và bề mặt chu vi ngoài của nó được định vị ở khoảng cách từ bề mặt trong của buồng đốt, phần đầu được chèn vào bên trong buồng đốt (1);

cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) được định vị ở tâm của bộ phận đốt (5);

cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20) được định vị để bao quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) và có một phần đầu được đưa vào từ đầu này đến đầu kia của của bộ phận đốt (5) ở khoảng cách định trước;

cửa tái tuần hoàn nhiên liệu (21) được bố trí tại phần đầu của cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20), và trên bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt (5);

phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40) được định vị giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20), và

bộ cảm biến để đo nồng độ khí CO có trong khí đốt sản sinh trong buồng đốt (1),

trong đó bên trong buồng đốt (1) được nối thông với bề mặt chu vi ngoài của phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40),

nhiên liệu chính được cấp vào buồng đốt (1) thông qua cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) với lượng nhỏ hơn lượng định trước và được đốt cháy để tạo thành không gian ngọn lửa chính (72) trong buồng đốt (1), và

nhiên liệu bổ sung được cấp bổ sung vào buồng đốt (1) thông qua cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20) với lượng tương ứng với hiệu lượng giữa lượng định trước trừ đi lượng nhiên liệu chính đã cấp và đốt cháy để tạo thành không gian ngọn lửa phụ (74) trong buồng đốt (1),

lượng nhiên liệu chính được cấp tăng lên khi nồng độ CO trong buồng đốt (1) đo được bằng bộ cảm biến bằng hoặc lớn hơn nồng độ định trước,

một phần khí đốt được sinh ra bởi phản ứng cháy và lưu thông giữa bề mặt chu vi trong của buồng đốt (1) và bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt (5) được dẫn vào bộ phận đốt (5) để tiếp tục được đốt cháy thông qua cửa tái tuần hoàn nhiên liệu (21) nhờ tốc độ lưu thông của nhiên liệu bổ sung được cấp vào cơ cấu phun nhiên liệu bổ

sung (20),

phần còn lại của khí đốt (76) lưu thông giữa bề mặt chu vi trong của buồng đốt (1) và bề mặt chu vi ngoài của bộ phận đốt (5), nhờ tốc độ lưu thông của chất oxy hóa được cấp giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20), đi qua một phần của phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40), tại đó bên trong buồng đốt (1) được nối thông với bề mặt chu vi ngoài của phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40), và được đưa vào bên trong buồng đốt (1) sao cho xảy ra đốt cháy lại, và

khí đốt (75) trong không gian ngọn lửa chính (72) và không gian ngọn lửa phụ (74), nhờ tốc độ lưu thông của chất oxy hóa giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) và cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20), được đưa vào trong phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40), và được lưu thông vào bên trong buồng đốt (1) sao cho xảy ra đốt cháy lại.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó nhiều cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20) được bố trí tỏa tròn cách đều xung quanh cơ cấu phun nhiên liệu chính (10).
3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40) bao gồm ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cưỡng bức (41) được bố trí nghiêng so với cơ cấu phun nhiên liệu bổ sung (20), ống dẫn hướng nối (43) kéo dài từ đầu phía sau của ống lồng tái tuần hoàn nội bộ cưỡng bức (41), và miệng thổi (45) được nối với đầu phía sau của ống dẫn hướng nối (43) để thay đổi hướng di chuyển của dòng khí đốt.
4. Thiết bị theo điểm 3, trong đó miệng thổi (45) được bố trí giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40) ở độ nghiêng tăng hướng về phía tâm của bộ phận đốt (5).
5. Thiết bị theo điểm 4, trong đó thiết bị này còn bao gồm phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn (90) được tạo ra giữa miệng thổi (45) và bề mặt ngoài của cơ cấu phun nhiên liệu chính (10), trong đó phần lõi tạo điều kiện tái tuần hoàn (90) làm tăng tốc độ lưu thông của khí đốt lưu thông giữa cơ cấu phun nhiên liệu chính (10) và phần thúc đẩy tái tuần hoàn chất oxy hóa (40).

Fig.1

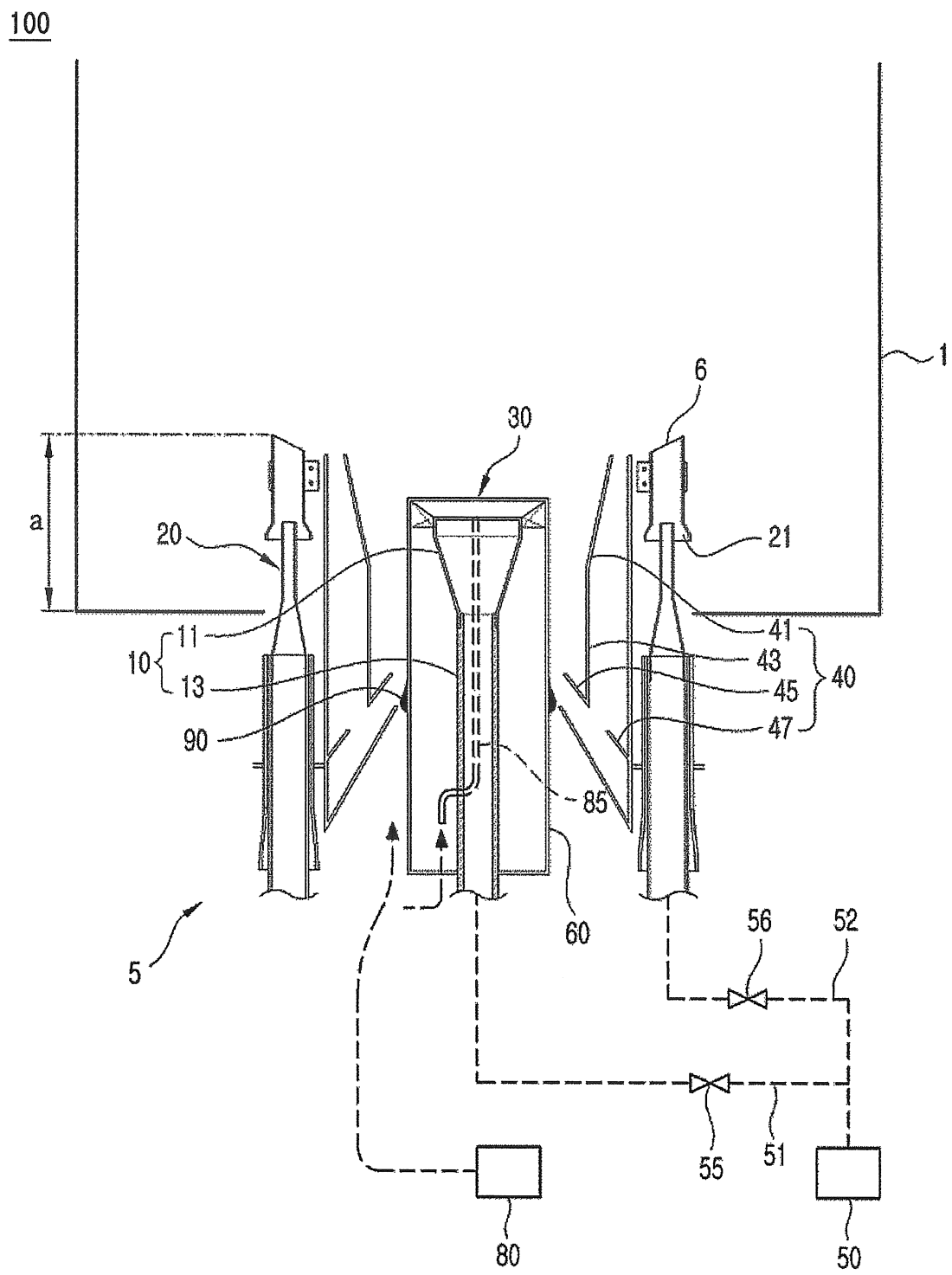


Fig.2

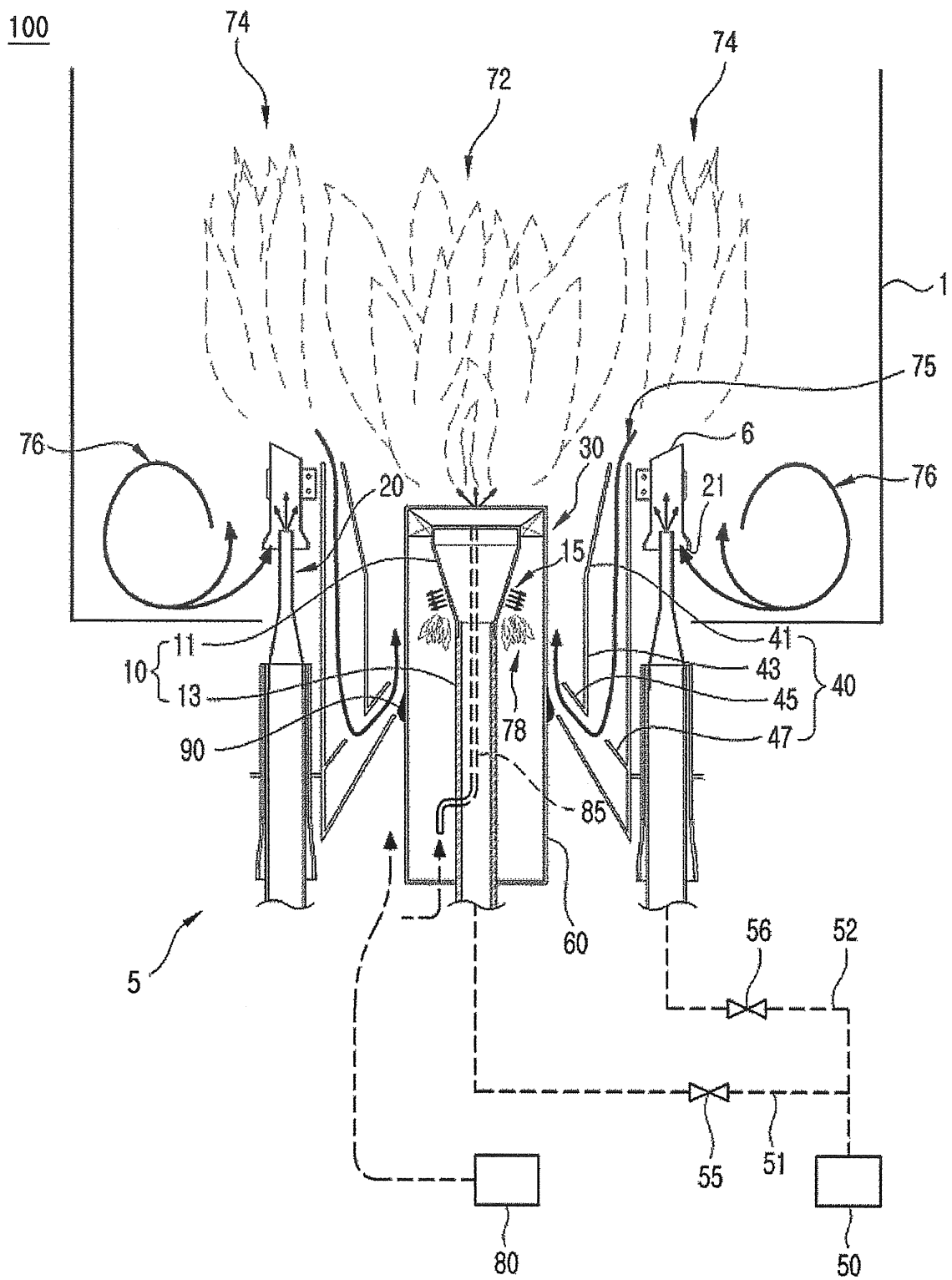


Fig.3

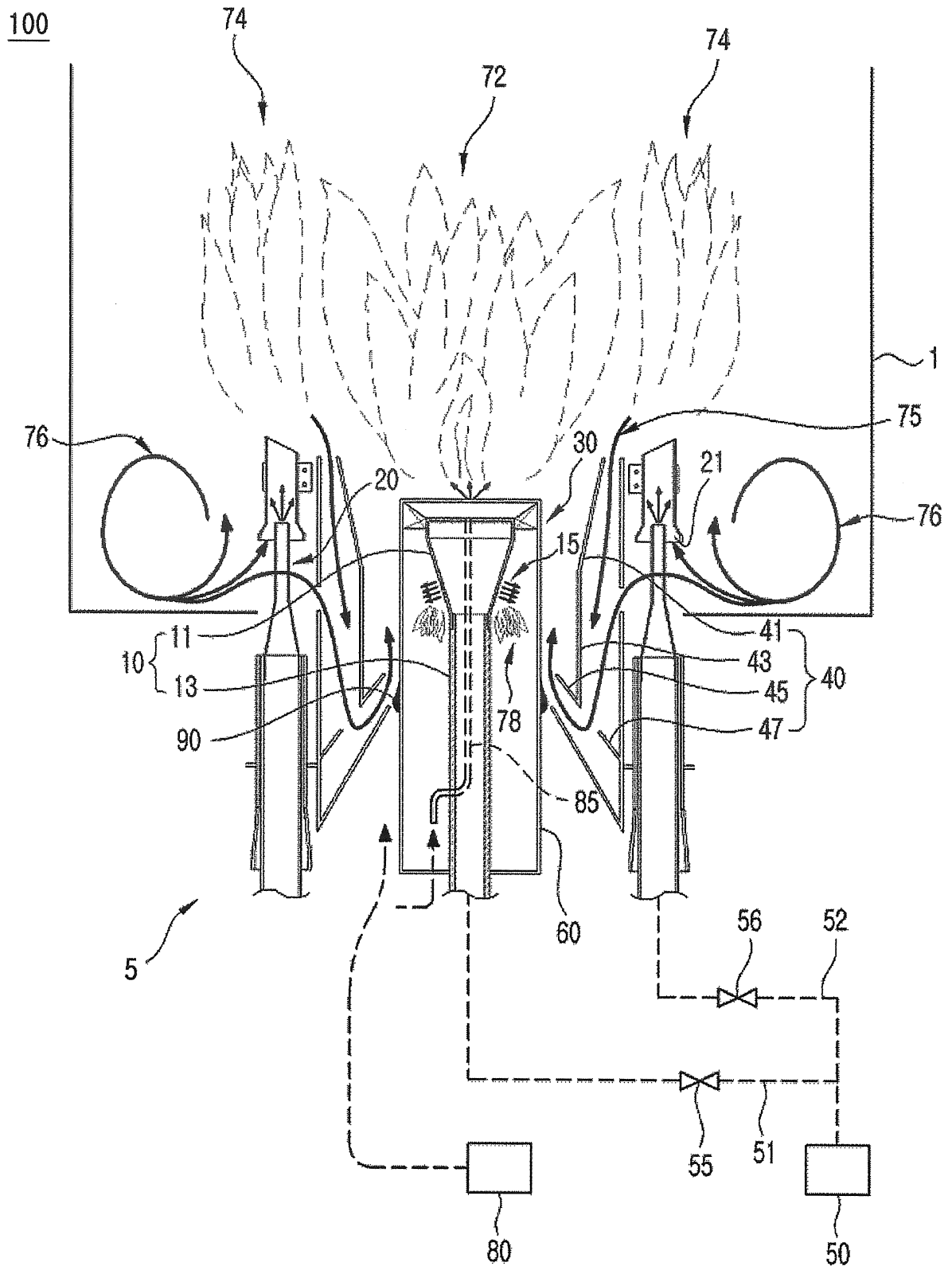


Fig.4

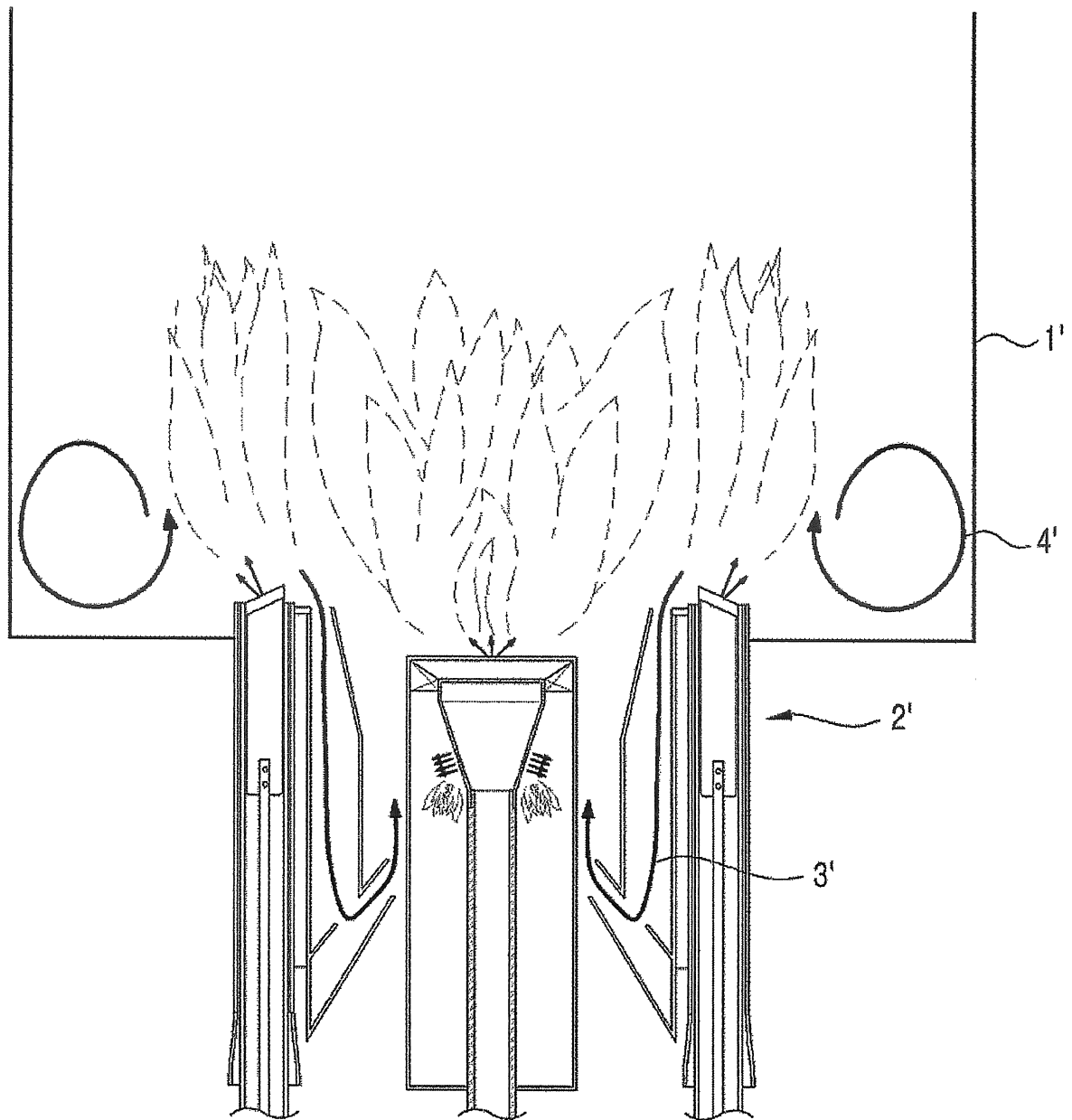


Fig.5

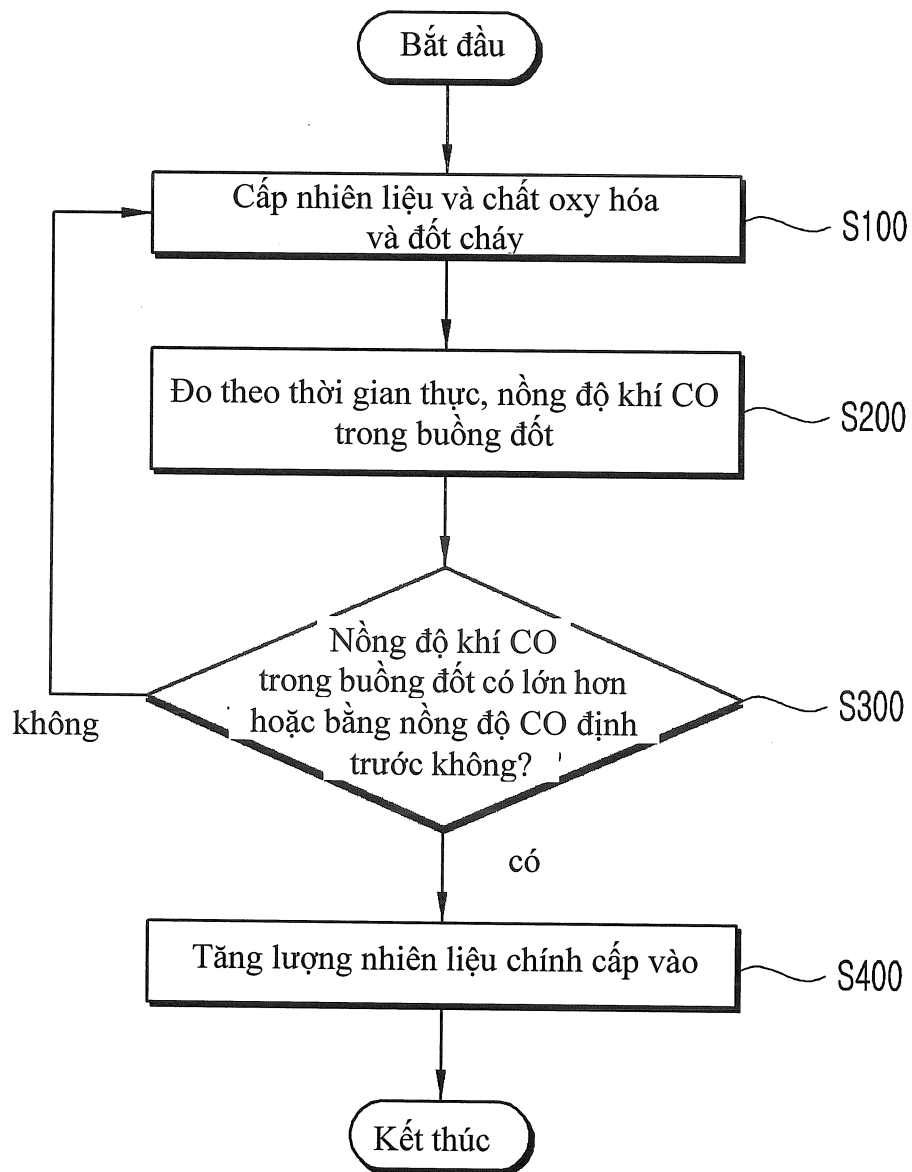


Fig.6

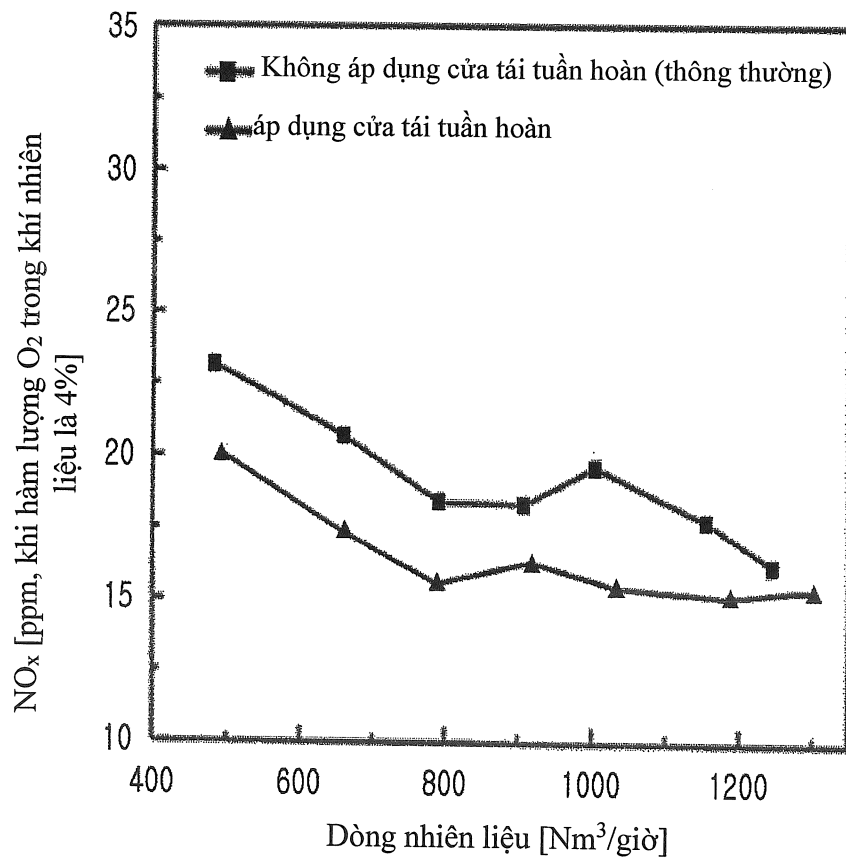


Fig.7

