



(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)



1-0050369

(51)^{2022.01} C21B 5/00; F27D 21/00; C21B 7/24

(13) B

(21) 1-2023-04841

(22) 13/01/2022

(86) PCT/JP2022/000871 13/01/2022

(87) WO 2022/168556 11/08/2022

(30) 2021-015651 03/02/2021 JP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/12/2023 429A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

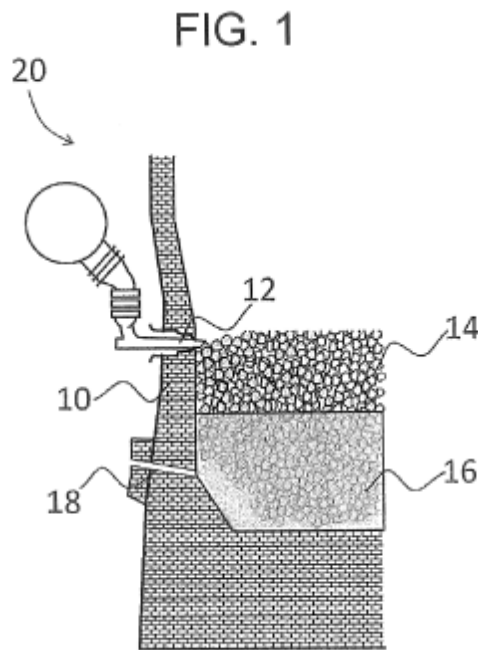
(72) KAWASHIRI Yuki (JP); YAMAMOTO Tetsuya (JP); NOUCHI Taihei (JP);
ICHIKAWA Kazuhira (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN LƯỢNG CHẤT LỎNG CÒN DƯ VÀ THIẾT BỊ
PHÁT HIỆN LƯỢNG CHẤT LỎNG NÀY, PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN LƯỢNG
VẬT LIỆU NÓNG CHẢY CÒN DƯ VÀ THIẾT BỊ PHÁT HIỆN LƯỢNG VẬT
LIỆU NÀY, VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò ĐÚNG

(21) 1-2023-04841

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này mà có thể phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò đứng ở thời điểm bất kỳ và phương pháp vận hành lò đứng bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư để phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy còn lại ở phần đáy của lò đứng sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng chảy, lò đứng tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao bằng cách đốt cháy cacbon bằng cách sử dụng khí chứa oxy được thổi qua phần dưới của lò đứng, sản xuất vật liệu nóng chảy bằng cách để khí khử ở nhiệt độ cao làm nóng chảy và khử vật liệu thô gốc sắt mà được nạp thông qua đỉnh lò của lò đứng và tạo thành kết cấu được lấp đầy chất rắn trong lò đứng, và xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra của lò đứng, và phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư bao gồm bước phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy mà được tính bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư và thiết bị phát hiện lượng chất lỏng này, phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư trong lò đứng, và phương pháp vận hành lò đứng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ví dụ, trong lò đứng như là lò cao, quặng sắt và than cốc, mà là vật liệu thô, được nạp vào lò cao thông qua đỉnh lò, và khí nóng được thổi vào lò thông qua ống gió được bố trí ở phần dưới của lò. Than cốc được đốt cháy bởi khí nóng được thổi vào lò thông qua ống gió, và nhờ đó khí khử ở nhiệt độ cao được tạo ra. Khí khử ở nhiệt độ cao này làm nóng chảy và khử quặng sắt, và nhờ đó gang nóng chảy được sản xuất. Gang nóng chảy và xỉ nóng chảy (sau đây được gọi là “xỉ”) thu được dưới dạng sản phẩm phụ khi gang nóng chảy được sản xuất tích tụ ở phần đáy của lò và được xả thông qua cửa ra theo chu kỳ.

Khi vận hành lò cao như vậy, việc thu được lượng còn dư và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy như là gang nóng chảy và xỉ tích tụ ở phần đáy của lò cao là rất quan trọng trong việc quyết định chu kỳ tháo ra và thực hiện vận hành ổn định và tiết kiệm. Khi lượng còn dư của vật liệu nóng chảy tăng lên và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy trở nên quá cao, đôi khi không thể duy trì vận hành ổn định do sự dao động lớn của áp suất thổi. Hơn nữa, khi mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy tăng đến vị trí gần với ống gió, ống gió bị chặn lại bởi xỉ, và trong trường hợp tệ nhất, lò không thể vận hành được. Để ổn định lò cao mà đã mất ổn định do bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy quá cao, cần thực hiện các biện pháp như tăng lượng than cốc được nạp thông qua đỉnh lò và thay đổi lượng khí nóng được thổi vào lò thông qua ống gió. Điều này làm tăng chi phí vận hành lò cao.

Lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò cao có thể được ước tính sơ bộ từ sự cân bằng vật liệu giữa lượng xỉ gang nóng chảy được sản xuất và lượng xỉ gang nóng chảy được xả thông qua cửa ra. Ví dụ, lượng xỉ gang nóng chảy được sản xuất có thể thu được từ lượng chất tải được nạp qua đỉnh lò trong mỗi đơn vị thời gian và nồng độ thành phần của chất tải. Lượng xỉ gang nóng chảy được xả thông qua cửa ra có thể thu được bằng phép đo trọng lượng của xe ngư lôi để lưu trữ gang nóng chảy và phép đo trọng lượng của xỉ hạt được sản xuất từ xỉ. Bằng cách tính độ chênh lệch giữa lượng xỉ gang nóng chảy được sản xuất và lượng xỉ gang nóng chảy được xả do đó thu được, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò cao có thể được ước tính.

Tuy nhiên, theo phương pháp trên, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy chỉ có thể được ước tính một lần cho mỗi thao tác tháo ra. Thao tác tháo vật liệu nóng chảy ra được thực hiện khoảng một lần cứ sau khoảng hai đến ba giờ. Vì vậy, trong trường hợp hoạt động vận hành được thực hiện trong khi sử dụng lượng còn dư của vật liệu nóng chảy làm chỉ số, có khả năng rằng sự cố sẽ trở nên nghiêm trọng do sự chậm trễ trong việc xử lý sự cố vì chỉ số chỉ có thể thu được một lần sau mỗi hai hoặc ba giờ. Vì vậy việc có thể thu được lượng còn dư của vật liệu nóng chảy ở thời điểm bất kỳ là rất quan trọng để tránh sự cố của lò cao.

Là kỹ thuật để thu được lượng còn dư và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy, Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp đo điện áp bằng cách cho dòng điện đi qua điện cực được bố trí trên bề mặt bên của lò cao và đo mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy trên cơ sở điện áp đo được. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp chụp ảnh dòng xỉ gang nóng chảy được xả thông qua cửa ra bằng cách sử dụng camera, tính tốc độ xả của xỉ gang nóng chảy từ hình ảnh thu được, và ước tính lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò cao trên cơ sở tốc độ xả.

Danh sách tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: Công bố đơn đăng ký Sáng chế Nhật Bản số 2006-176805

PTL 2: Công bố đơn đăng ký Sáng chế Nhật Bản số 2017-160498

Tài liệu phi sáng chế

NPL 1: "Physical and chemical data book for iron-and steelmaking", Ironmaking (2006), The Iron and Steel Institute of Japan, p. 437

NPL 2: Takashi SUGIYAMA và ba tác giả khác, "Analysis on Liquid Flow in the Dripping Zone of Blast Furnace", Tetsu-to-Hagane, Vol. 73 (1987), No. 15, pp. 2044-2051

NPL 3: Yusuke KASHIHARA và bốn tác giả khác, "Effect of Unconsumed Mixed Small Coke on Permeability in Lower Part of Blast Furnace", Tetsu-to-Hagane, Vol. 102 (2016), No. 12, pp. 661-668

NPL 4: Taihei NOUCHI và hai tác giả khác, "Effects of Operation Condition and Casting Strategy on Drainage Efficiency of the Blast Furnace Hearth", Tetsu-to-Hagane, Vol. 92 (2006), No. 12, pp. 269-274

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, theo các phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 và Tài liệu sáng chế 2, cảm biến hoặc camera đặc biệt để đo điện trở hoặc điện thế phát sinh từ vật liệu nóng chảy trong lò cao hoặc tốc độ dòng xỉ gang nóng chảy tháo ra được xả cần được đặt trong môi trường mà bụi bẩn và các tác nhân tương tự được tạo ra. Vì vậy, các phương pháp này đòi hỏi không chỉ chi phí ban đầu để đưa vào thiết bị như cảm biến hoặc camera đặc biệt mà còn cả chi phí bảo trì để duy trì thiết bị này. Sáng chế được hoàn thành dựa trên những vấn đề như vậy, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị mà có thể phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò đứng ở thời điểm bất kỳ mà không cần lắp đặt mới cảm biến hoặc camera đặc biệt và phương pháp vận hành lò đứng bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện này. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư và thiết bị mà có thể phát hiện, ở thời điểm bất kỳ, lượng còn dư của chất lỏng không chỉ trong lò đứng, mà còn trong vật chứa mà được lấp đầy chất rắn sao cho kết cấu được lấp đầy chất rắn được tạo thành.

Giải pháp cho vấn đề

Giải pháp cho vấn đề trên như sau.

[1] Phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư để phát hiện lượng còn dư của chất lỏng còn lại ở phần đáy của vật chứa sau khi chất lỏng được xả thông qua lỗ xả được bố trí ở phần dưới của vật chứa, vật chứa được lấp đầy bằng chất rắn sao cho kết cấu được lấp đầy chất rắn được tạo thành và chất lỏng được chứa trong vật chứa sao cho thấm qua các lỗ rỗng trong ít nhất một phần của kết cấu được lấp đầy chất rắn, phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư bao gồm bước phát hiện lượng còn dư của chất lỏng bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ cấp của chất lỏng và tốc độ xả của chất lỏng mà được tính bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả.

[2] Phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư theo [1], còn bao gồm các bước: tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của chất lỏng ở cuối quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả; và phát hiện mức chất lỏng của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả.

[3] Phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư để phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy còn lại ở phần đáy của lò đứng sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng chảy, lò đứng tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao bằng cách đốt cháy cacbon bằng cách sử dụng khí chứa oxy được thổi qua phần dưới của lò đứng, sản xuất vật liệu nóng chảy bằng cách tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao để làm nóng chảy và khử vật liệu thô gốc sắt mà được nạp thông qua đỉnh lò của lò đứng và tạo thành kết cấu được lấp đầy chất rắn trong lò đứng, và xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra của lò đứng, phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư bao gồm bước phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy mà được tính bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra.

[4] Phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư theo [3], còn bao gồm các bước: tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy ở cuối quá trình xả vật liệu nóng

chảy thông qua cửa ra; và phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả.

[5] Phương pháp vận hành lò đứng, phương pháp bao gồm, trong trường hợp mức chất lỏng được phát hiện bởi phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư theo [4] vượt quá giá trị ngưỡng được xác định trước, bước thực hiện ít nhất một trong số hoạt động vận hành để giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và hoạt động vận hành để tăng tốc độ xả của vật liệu nóng chảy.

[6] Thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư để phát hiện lượng còn dư của chất lỏng còn lại ở phần đáy của vật chứa sau khi chất lỏng được xả thông qua lỗ xả được bố trí ở phần dưới của vật chứa, vật chứa được lấp đầy bằng chất rắn sao cho kết cấu được lấp đầy chất rắn được tạo thành và chất lỏng được chứa trong vật chứa sao cho thấm qua các lỗ rỗng trong ít nhất một phần của kết cấu được lấp đầy chất rắn, thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư bao gồm: bộ phận thu nhận tốc độ cấp mà thu nhận tốc độ cấp của chất lỏng; bộ phận thu nhận tốc độ xả mà thu nhận tốc độ xả của chất lỏng bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả; và bộ phận tính lượng còn dư mà tính lượng còn dư của chất lỏng bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ cấp của chất lỏng và tốc độ xả của chất lỏng.

[7] Thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư theo [6], còn bao gồm bộ phận tính mức chất lỏng mà tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của chất lỏng ở cuối quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả và phát hiện mức chất lỏng của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả.

[8] Thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư để phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy còn lại ở phần đáy của lò đứng sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng chảy, lò đứng tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao bằng cách đốt cháy cacbon bằng cách sử dụng khí chứa oxy được thổi qua phần dưới của lò đứng, sản xuất vật liệu nóng chảy bằng cách để khí khử ở nhiệt độ cao làm nóng chảy và khử vật liệu thô gốc sắt mà

được nạp thông qua đỉnh lò của lò đứng và tạo thành kết cấu được lấp đầy chất rắn trong lò đứng, và xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra của lò đứng, thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư bao gồm: bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất mà thu nhận tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy; bộ phận thu nhận tốc độ xả mà thu nhận tốc độ xả của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra; và bộ phận tính lượng còn dư mà tính lượng còn dư của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy.

[9] Thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư theo [8], còn bao gồm bộ phận tính mức chất lỏng mà tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra và phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này theo sáng chế, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò đứng có thể được phát hiện ở thời điểm bất kỳ mà không cần chi phí ban đầu và chi phí bảo trì cần thiết khi cảm biến hoặc camera đặc biệt được đưa vào. Điều này có thể giúp thực hiện hoạt động vận hành dựa trên lượng còn dư của vật liệu nóng chảy ở thời điểm mong muốn trong khi ngăn chặn sự tăng chi phí sản xuất gang nóng chảy, nhờ đó có thể giúp tránh được các rắc rối của lò đứng hơn so với kỹ thuật thông thường và thấy rõ sự vận hành ổn định của lò đứng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu mặt cắt ngang dạng giản đồ minh họa phần đáy của lò cao.

Fig.2 là sơ đồ khối của thiết bị phát hiện lượng còn dư.

Fig.3 là hình chiếu mặt cắt ngang dạng giản đồ minh họa phần đáy của lò cao ở cuối quá trình xả.

Fig.4 là đồ thị minh họa kết quả của ví dụ thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả dưới đây dựa trên phương án. Theo phương án sáng chế, lò cao được sử dụng làm lò đứng, và phương pháp và thiết bị để phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò cao được mô tả. Tuy nhiên, phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này theo sáng chế được áp dụng không chỉ cho lò cao, mà còn cho bất kỳ lò đứng nào mà vật liệu thô gốc sắt và than cốc được nạp vào thông qua đỉnh lò và khí chứa oxy được thổi qua phần dưới của lò để sản xuất vật liệu nóng chảy và xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra.

Fig. 1 là hình chiếu mặt cắt ngang dạng giản đồ minh họa phần đáy của lò cao 20. Quặng sắt và than cốc, mà là những vật liệu thô, được nạp lần lượt vào thân lò 10 thông qua đỉnh lò của lò cao 20 để tạo thành các lớp, và khí nóng, mà là khí chứa oxy, và chất khử như là than dạng bột được thổi vào thân lò 10 thông qua ống gió 12 được bố trí ở phần dưới của thân lò 10. Cacbon được chứa trong than cốc và than dạng bột được đốt cháy bởi khí nóng thổi qua ống gió 12. Điều này tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao. Khí khử ở nhiệt độ cao làm nóng chảy và khử quặng sắt, và từ đó gang nóng chảy được sản xuất. Khí khử ở nhiệt độ cao được sử dụng để làm nóng chảy và khử quặng sắt sau đó được khử dưới dạng khí đỉnh lò thông qua đỉnh lò. Gang nóng chảy được sản xuất và xỉ được sản xuất dưới dạng sản phẩm phụ khi gang nóng chảy được sản xuất tích tụ ở phần đáy lò và được xả thông qua cửa ra 18 sau mỗi khoảng thời gian được xác định trước. Theo phương án sáng chế, gang nóng chảy và xỉ được gọi chung là vật liệu nóng chảy 16. Quặng sắt là ví dụ của vật liệu thô gốc sắt.

Kết cấu được lấp đầy chất rắn 14 được lấp đầy bằng than cốc được nạp thông qua đỉnh lò được tạo thành ở phần đáy của thân lò 10. Vật liệu nóng chảy 16 tích tụ ở phần đáy của thân lò 10 lấp đầy các lỗ rỗng trong kết cấu được lấp đầy chất rắn 14. Trong trường hợp tốc độ mà vật liệu nóng chảy 16 được xả thông qua cửa ra 18 cao hơn tốc độ mà vật liệu nóng chảy 16 được sản xuất, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 ở phần đáy sẽ giảm dần. Khi lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 giảm đến mức mà mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 bằng với chiều cao của cửa ra 18, khí khử ở nhiệt độ cao bắt đầu được đẩy ra khỏi lò. Khi khí khử ở nhiệt độ cao bắt đầu được đẩy ra thông

qua cửa ra 18, quá trình xả vật liệu nóng chảy 16 thông qua cửa ra 18 trở nên khó khăn. Vì vậy, một cửa ra khác được mở và cửa ra 18 mà qua đó khí khử ở nhiệt độ cao được đẩy ra được đóng lại, và do đó vật liệu nóng chảy 16 liên tục được xả ra khỏi thân lò 10.

Phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này theo phương án sáng chế tính tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16 và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy 16 trong lò cao 20. Sau đó, bằng cách tính độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16 và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy 16, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 ở thời điểm bất kỳ có thể được phát hiện. Trong trường hợp mà lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 ở thời điểm bất kỳ có thể được phát hiện, không chỉ lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 có thể được phát hiện ở thời điểm mong muốn, mà lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 cũng có thể được phát hiện liên tục.

Fig.2 minh họa cấu hình của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 theo phương án sáng chế. Như được minh họa ở Fig.2, thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 bao gồm bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất 31 mà thu nhận tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16, bộ phận thu nhận tốc độ xả 32 mà thu nhận tốc độ xả của vật liệu nóng chảy 16, và bộ phận tính lượng còn dư 33 mà tính lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16. Thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 còn bao gồm bộ phận tính mức chất lỏng 34 mà phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 sau khi kết thúc quá trình xả. Bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất 31, bộ phận thu nhận tốc độ xả 32, bộ phận tính lượng còn dư 33, và bộ phận tính mức chất lỏng 34 được thực hiện bởi máy tính đa dụng hoặc thiết bị tương tự bao gồm bộ xử lý trung tâm (central processing unit, CPU) mà xử lý dữ liệu và thiết bị lưu trữ và thực hiện phép tính mà sẽ được mô tả ở sau. Thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 còn bao gồm cơ sở dữ liệu 35 mà trong đó các giá trị khác nhau được sử dụng để tính mà sẽ được mô tả sau được lưu trữ trước.

Đầu tiên, phương pháp để thu nhận tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16 bằng bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất 31 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 được mô tả. Tốc độ sản xuất PV của vật liệu nóng chảy 16 được tính từ lượng

khí nóng được thổi qua ống gió 12 và nồng độ thành phần của khí nóng, lượng vật liệu thô được nạp qua đỉnh lò và thành phần hóa học của vật liệu thô, và lượng khí đỉnh lò được xả qua đỉnh lò và nồng độ thành phần của khí đỉnh lò. Cụ thể, tốc độ sản xuất PV của vật liệu nóng chảy 16 được tính bằng công thức (1) sau:

[Toán. 1]

$$PV = \frac{\left(TV \times F_O - \frac{BV \times E_O \times 2}{22,4} \right)}{OM} \times M_M \quad \dots (1)$$

Trong công thức (1), PV là tốc độ sản xuất (kg/giây) của vật liệu nóng chảy. TV là lưu lượng (Nm³/giây) của khí đỉnh lò. F_O là nồng độ lượng (mol/Nm³) của các nguyên tử O trong khí đỉnh lò. BV là lưu lượng (Nm³/giây) của khí nóng được thổi qua tất cả các ống gió 12. E_O là phần thể tích (-) của oxy trong khí nóng. OM (-) là tỷ lệ giữa số nguyên tử oxy với số nguyên tử kim loại trên 1 mol vật liệu bị khử giữa các vật liệu thô. M_M là trọng lượng nguyên tử (g/mol) của các nguyên tử kim loại. Lưu ý rằng (-) có nghĩa là không thứ nguyên.

Lưu lượng TV của khí đỉnh lò được tính bằng công thức (2) sau.

$$TV = BV \times E_N / F_N \quad \dots (2)$$

Trong công thức (2), TV là lưu lượng (Nm³/giây) của khí đỉnh lò. BV là lưu lượng (Nm³/giây) của khí nóng được thổi qua ống gió 12. E_N là phần thể tích (-) của nitơ trong khí nóng. F_N là phần thể tích (-) của nitơ trong khí đỉnh lò.

Nồng độ lượng F_O của các nguyên tử O và phần thể tích F_N của nitơ trong khí đỉnh lò được thu bằng cách phân tích khí đỉnh lò bằng cách sử dụng bộ phân tích khí đỉnh lò 41 bằng sắc ký khí hoặc quang phổ hồng ngoại. Lưu lượng BV của khí nóng được thổi qua tất cả các ống gió 12 được thu bởi các lưu lượng kế 42 được bố trí trong các ống gió 12.

Phần thể tích E_O của oxy trong khí nóng có thể được tính bằng công thức (3) sau. Phần thể tích E_N của nitơ trong khí nóng có thể được tính bằng công thức (4) sau.

$$E_O = (X \times 0,21 + Y) / (X + Y) \quad \dots (3)$$

$$E_N = (X \times 0,79) / (X + Y) \quad \dots (4)$$

Trong công thức (3) và (4), X là lưu lượng ($\text{Nm}^3/\text{giờ}$) của không khí được thổi. Y là lưu lượng ($\text{Nm}^3/\text{giờ}$) của oxy được thổi.

Phần thể tích E_O của oxy trong khí nóng và phần thể tích E_N của nitơ trong khí nóng có thể được tính bằng công thức (5) và (6) sau, khi xem xét độ ẩm trong không khí.

$$E_O = (X \times 0,21 + Y) / [X + Y + X \times (Z/18) \times 22,4] \dots (5)$$

$$E_N = (X \times 0,79) / [X + Y + X \times (Z/18) \times 22,4] \dots (6)$$

Trong các công thức (5) và (6) ở trên, X là lưu lượng ($\text{Nm}^3/\text{giờ}$) của không khí được thổi. Y là lưu lượng ($\text{Nm}^3/\text{giờ}$) của oxy được thổi. Z là độ ẩm (kg/m^3) trong không khí. Độ ẩm Z trong không khí được thu bằng cách đo không khí bởi ẩm kế 43.

Tỷ lệ OM của số nguyên tử oxy với số nguyên tử kim loại trên 1 mol vật liệu bị khử giữa các vật liệu thô được tìm thấy từ nồng độ thành phần của các vật liệu thô được đo bởi phép phân tích hóa học.

Vật liệu nóng chảy 16 là hỗn hợp của kim loại nóng chảy và xỉ còn lại. Do đó tốt hơn là thêm tốc độ sản xuất của xỉ vào tốc độ sản xuất PV của vật liệu nóng chảy 16 được tính bằng công thức (1) ở trên. Trong trường hợp này, tốc độ sản xuất của oxit nóng chảy được tìm bằng cách tính tỷ lệ khối lượng của oxit nóng chảy với kim loại nóng chảy từ nồng độ thành phần của các vật liệu thô và nhân tốc độ sản xuất của kim loại nóng chảy với tỷ lệ khối lượng.

Tiếp theo, phương pháp để thu nhận tốc độ xả của vật liệu nóng chảy 16 bằng bộ phận thu nhận tốc độ xả 32 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 được mô tả. Lỗ xả của cửa ra 18 dần bị ăn mòn bởi vật liệu nóng chảy 16, và vì vậy đường kính của lỗ xả tăng theo thời gian. Theo đó, tốc độ xả của vật liệu nóng chảy 16 dần tăng. Vì tốc độ xả tăng tuyến tính theo thời gian, tốc độ xả v của vật liệu nóng chảy 16 được tính bằng công thức (7) sau.

[Toán. 2]

$$v = v_0 + a \times t \dots (7)$$

Trong công thức (7) ở trên, v là tốc độ xả ($\text{m}^3/\text{giờ}$) của vật liệu nóng chảy 16. v_0

là tốc độ xả ban đầu ($\text{m}^3/\text{giây}$) của vật liệu nóng chảy 16. t là khoảng thời gian xả (giây). a là gia tốc xả ($\text{m}^3/\text{giây}^2$). Nghĩa là, theo phương án sáng chế, tốc độ xả v của vật liệu nóng chảy 16 được tính bằng cách sử dụng gia tốc xả a , khoảng thời gian xả t , và tốc độ xả ban đầu v_0 của vật liệu nóng chảy 16.

Hơn nữa, lượng xả V của vật liệu nóng chảy 16 được xả trong suốt khoảng thời gian xả T được tính bằng công thức (8) sau.

[Toán. 3]

$$V = \frac{1}{2} a \times T^2 + v_0 \times T \dots (8)$$

Trong công thức (8) ở trên, V là lượng xả (m^3) của vật liệu nóng chảy 16. T là khoảng thời gian xả (giây). a là gia tốc xả ($\text{m}^3/\text{giây}^2$). v_0 là tốc độ xả ban đầu ($\text{m}^3/\text{giây}$).

Tiếp theo, phương pháp để tính tốc độ xả ban đầu v_0 trong công thức (8) ở trên được mô tả. Tổn thất áp suất được tính từ độ chênh lệch giữa năng lượng của vật liệu nóng chảy 16 gần cửa ra và năng lượng của vật liệu nóng chảy 16 được xả và tổn thất áp suất ở cửa ra được tính từ phương trình Darcy-Weisbach được tìm thấy theo định lý Bernoulli. Giả sử rằng các tổn thất áp suất này bằng nhau, công thức (9) sau được suy ra.

[Toán. 4]

$$P_{i-o} + \rho \times g \times Z_s - \frac{1}{2} \rho \times \left(\frac{v_0}{d_{th}} \right)^2 = \frac{1}{2} \lambda \times \rho \times \frac{L_{th}}{d_{th}} \times \left(\frac{v_0}{d_{th}} \right)^2 \dots (9)$$

Trong công thức (9) ở trên, P_{i-o} là độ chênh lệch áp suất (atm) giữa áp suất bên trong của lò đứng và áp suất không khí. ρ là mật độ (kg/m^3) của vật liệu nóng chảy 16. g là gia tốc hấp dẫn ($9,8 \text{ m}/\text{giây}^2$). Z_s là độ chênh lệch (m) giữa độ cao của vật liệu nóng chảy 16 và độ cao của cửa ra 18 ở phía đầu ra khi bắt đầu quá trình xả. d_{th} là đường kính (m) của cửa ra 18. λ là hệ số ma sát (-) của thành bên trong của cửa ra 18. L_{th} là độ sâu của cửa ra (m). Độ sâu của cửa ra là độ dài vật liệu chịu lửa (m) mà vật liệu nóng chảy 16 đi qua khi được xả thông qua cửa ra 18. v_0 là tốc độ xả ban đầu ($\text{m}^3/\text{giây}$).

Hệ số ma sát λ của thành bên trong của cửa ra 18 được tìm bởi công thức (10) sau bằng cách sử dụng phương trình Swamee-Jain.

[Toán. 5]

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{0,0626}{\left[\log \left\{ \frac{e}{3,7 \times d_{th}} + \frac{5,74}{\left(\frac{\rho \times v_0 \times d_{th}}{S_{dh} \times \mu} \right)^{0,9}} \right\} \right]^2} \dots (10)$$

Trong công thức (10) ở trên, λ là hệ số ma sát (-) của thành bên trong của cửa ra 18. e là độ nhám bề mặt (m) của thành bên trong của cửa ra. d_{th} là đường kính (m) của cửa ra 18. ρ là mật độ (kg/m^3) của vật liệu nóng chảy 16. v_0 là tốc độ xả ban đầu ($\text{m}^3/\text{giây}$). S_{dh} là diện tích mặt cắt ngang của cửa ra 18. μ là độ nhớt ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) của vật liệu nóng chảy 16.

Áp lực bên trong của lò đứng được thu bởi áp kế 44 được bố trí trong ống gió 12. Là áp suất không khí, giá trị điển hình có thể được sử dụng. Mặc dù mật độ ρ và độ nhớt μ của vật liệu nóng chảy 16 là mật độ và độ nhớt của gang nóng chảy và xỉ, nhưng mật độ và độ nhớt của xỉ, mà nhiều nhớt hơn và có ảnh hưởng lớn đến tổn thất áp suất, được sử dụng theo phương án sáng chế. Là mật độ ρ của vật liệu nóng chảy 16, giá trị không đổi (giá trị của bản ghi trước) có thể được sử dụng. Mật độ của vật liệu nóng chảy 16 có thể được tính bằng cách sử dụng tỷ lệ trọng lượng của FeO trong xỉ nóng chảy bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 1. Trong trường hợp mà độ nhớt của vật liệu nóng chảy được ước tính bằng phương pháp được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 1, nhiệt độ của vật liệu nóng chảy được xả được đo bằng nhiệt kế 45 như là cặp nhiệt điện có thể được sử dụng làm nhiệt độ của vật liệu nóng chảy.

Độ cao của vật liệu nóng chảy 16 khi bắt đầu xả được tìm thấy bằng cách thể lượng còn dư ban đầu V_0 vào công thức (13), mà sẽ được mô tả ở sau. Độ cao của cửa ra 18 ở phía đầu ra được tìm thấy bằng cách đo vị trí của cửa ra 18. Vì cửa ra 18 được khoan bằng cách sử dụng máy khoan, đường kính d_{th} của cửa ra 18 được tìm thấy bằng cách đo đường kính của mũi khoan. Độ sâu của cửa ra L_{th} được tìm thấy bằng cách đo độ dài xâm nhập của mũi khoan trong quá trình khoan cửa ra 18.

Mặc dù độ nhám bề mặt e của thành bên trong của cửa ra thay đổi tùy thuộc vào phương pháp khoan, hỗn hợp dùng cho cửa ra, khoảng thời gian trôi qua kể từ khi bắt đầu quá trình tháo ra, và tương tự, người ta xác nhận từ sự phân tích vận hành rằng việc

sử dụng giá trị trong phạm vi từ 0,0001 m đến 0,01 m là thích hợp. Độ nhớt μ của vật liệu nóng chảy 16 có thể là giá trị không đổi (0,25 Pa·s to 0,35 Pa·s). Độ nhớt μ của vật liệu nóng chảy 16 có thể được ước tính bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 2, mà là phương pháp để ước tính độ nhớt từ nồng độ và nhiệt độ của các thành phần như là CaO, MgO, Al₂O₃, SiO₂, và FeO. Diện tích mặt cắt ngang S_{dh} của cửa ra 18 được tìm thấy bằng công thức (11) sau bằng cách sử dụng đường kính d_{th} của cửa ra 18.

$$S_{dh} = (d_{th}/2)^2 \times \pi \dots (11)$$

Tốc độ xả ban đầu v_0 của vật liệu nóng chảy 16 có thể được tìm thấy bằng cách giải các công thức (9) và (10) ở trên. Gia tốc xả a có thể được tìm thấy bằng cách sử dụng v_0 , giá trị đo thực tế của lượng V của vật liệu nóng chảy 16 được xả được đo bằng đồng hồ đo lượng xả 46, giá trị đo thực tế của khoảng thời gian xả T của vật liệu nóng chảy 16 được đo bằng đồng hồ đo khoảng thời gian xả 47, và công thức (8) ở trên. Trong trường hợp mà tốc độ xả ban đầu v_0 và gia tốc xả a có thể được tìm thấy, tốc độ xả v của vật liệu nóng chảy 16 có thể được tính liên tục bằng cách sử dụng công thức (7) ở trên.

Lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 tích tụ trong phần đáy của thân lò 10 có thể được phát hiện liên tục từ độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất PV của vật liệu nóng chảy 16 và tốc độ xả v của vật liệu nóng chảy 16 được tìm thấy. Cụ thể, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 ở thời gian bất kỳ t (giây) được phát hiện bằng cách sử dụng công thức (12) sau bởi bộ phận tính lượng còn dư 33 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30.

[Toán. 6]

$$V = V_0 + \int \left(PV(t) - \frac{v(t)}{\rho} \right) dt \dots (12)$$

Trong công thức (12) ở trên, V là lượng còn dư (kg) của vật liệu nóng chảy 16. V_0 là lượng còn dư ban đầu (kg) của vật liệu nóng chảy 16. PV là tốc độ sản xuất (kg/giây) của vật liệu nóng chảy 16. v là tốc độ xả (m³/giây) của vật liệu nóng chảy 16. ρ là mật độ (kg/m³) của vật liệu nóng chảy 16. Lượng còn dư ban đầu V_0 là giá trị không đổi được đặt phù hợp với dung tích thân lò 10. Vì độ cao của vật liệu nóng chảy 16 trong

lò cao thường duy trì ở mức cao hơn từ 1 m đến 2 m so với cửa ra nên lượng còn dư ban đầu V_0 được đặt phù hợp với dung tích thân lò 10 sao cho độ cao của vật liệu nóng chảy 16 cao hơn từ 1 m đến 2 m so với cửa ra. Vì lượng còn dư V của vật liệu nóng chảy 16 ở thời gian bất kỳ có thể được phát hiện bằng cách sử dụng công thức (12) ở trên, không chỉ lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 trong lò đứng có thể được phát hiện ở thời điểm mong muốn, mà lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 trong lò đứng cũng có thể được phát hiện liên tục.

Lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 trong lò đứng có thể được phát hiện ở thời điểm bất kỳ bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này theo phương án sáng chế. Điều này có thể giúp thực hiện hoạt động vận hành ở thời điểm mong muốn trong khi sử dụng lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 làm chỉ số, nhờ đó có thể giúp tránh rắc rối trong vận hành lò cao hơn so với kỹ thuật thông thường mà trong đó hoạt động này được thực hiện sau mỗi hai đến ba giờ. Hơn nữa, theo phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này theo phương án sáng chế, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 có thể được phát hiện mà không sử dụng cảm biến hoặc camera đặc biệt. Vì vậy, chi phí ban đầu và chi phí bảo trì cần thiết khi cảm biến hoặc camera đặc biệt được đưa vào là không cần thiết, và sự tăng chi phí sản xuất gang nóng chảy có thể được ngăn chặn.

Mặc dù ví dụ mà trong đó tốc độ sản xuất PV của vật liệu nóng chảy 16 được phát hiện liên tục bằng cách sử dụng công thức (1) đã được mô tả ở trên, nhưng không giới hạn ở đó. Ví dụ, tốc độ sản xuất PV của vật liệu nóng chảy 16 có thể được tính từ tốc độ nạp mà tại đó các vật liệu thô được nạp thông qua đỉnh lò và nồng độ thành phần của các vật liệu thô hoặc tốc độ sản xuất PV có thể được tính từ lượng chất khử được sử dụng để tạo ra trọng lượng riêng của gang nóng chảy, thành phần của khí đỉnh lò, lượng và thành phần của khí được thổi, và mức độ oxy hóa của các vật liệu thô.

Tiếp theo, phương pháp để phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 bằng bộ phận tính mức chất lỏng 34 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30 được mô tả. Mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 được tìm thấy bằng cách sử

dùng công thức (13) sau.

[Toán. 7]

$$Z = \frac{V}{\rho \times S \times \varepsilon_{ave}} \quad \dots (13)$$

Trong công thức (13) ở trên, Z là mức chất lỏng (m) của vật liệu nóng chảy 16. V là lượng (kg) vật liệu nóng chảy 16. ρ là mật độ (kg/m^3) của vật liệu nóng chảy 16. S là diện tích mặt cắt ngang đáy lò (m^2). ε_{ave} là tỷ lệ rỗng trung bình (-) của kết cấu được lấp đầy chất rắn 14. Diện tích mặt cắt ngang đáy lò S được tìm thấy từ đường kính đáy lò của lò đứng. Là tỷ lệ rỗng trung bình ε_{ave} , giá trị ban đầu 0,4 của tỷ lệ rỗng ε có thể được sử dụng khi mức chất lỏng được tính cho lần thứ nhất, và tỷ lệ rỗng được tính bằng công thức (14) sau đây hoặc trung bình cộng của tỷ lệ rỗng trong khoảng 10 ngày qua có thể được sử dụng sau đó.

Fig.3 là hình chiếu mặt cắt ngang dạng giản đồ minh họa phần đáy của lò cao 20 ở cuối quá trình xả. Như được minh họa ở Fig.3, bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 nghiêng về phía cửa ra 18 do độ chênh lệch áp suất giữa phía trước và phía sau của dòng vật liệu nóng chảy mà gây ra bởi lực cản dòng chất lỏng xuất hiện do độ nhớt và tương tự của kết cấu được lấp đầy chất rắn 14 và vật liệu nóng chảy 16. Ở trạng thái này, chênh lệch độ cao Z_f giữa độ cao của cửa ra 18 và mức chất lỏng Z của vật liệu nóng chảy 16 ở cuối quá trình tháo ra, đường kính đáy lò D_h , và góc nghiêng θ của bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 thỏa mãn công thức (14) sau đây.

[Toán. 8]

$$Z_f = k \times D_h \times \sin\theta = k \times D_h \times \frac{180\mu}{\rho \times g \times d_p^2} \times \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \times \frac{v_f}{S} \quad \dots (14)$$

Trong công thức (14) ở trên, Z_f là chênh lệch độ cao (m) giữa độ cao của cửa ra 18 và mức chất lỏng Z của vật liệu nóng chảy 16 ở cuối quá trình xả. k là hằng số tùy ý không thứ nguyên (-) mà được tìm qua thực nghiệm. Hằng số tùy ý không thứ nguyên k được tìm thấy bằng phương pháp được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 4. Ví dụ, trong trường hợp lò cao điển hình, k bằng 7,0. D_h là đường kính đáy lò (m). μ là độ nhớt ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) của vật liệu nóng chảy 16. ρ là mật độ (kg/m^3) của vật liệu nóng chảy 16. g là gia tốc

hấp dẫn ($9,8 \text{ m/s}^2$). d_p là đường kính hạt (m) của kết cấu được lấp đầy chất rắn 14. ε là tỷ lệ rỗng (-) của kết cấu được lấp đầy chất rắn 14. v_f là tốc độ xả ($\text{m}^3/\text{giây}$) của vật liệu nóng chảy 16 ở cuối quá trình xả. S là diện tích mặt cắt ngang của đáy lò (m^2).

Trong trường hợp mà than cốc được nạp thông qua đỉnh lò của lò đứng, đường kính hạt d_p của kết cấu được lấp đầy chất rắn 14 có thể là đường kính hạt trung bình của than cốc được nạp thông qua đỉnh lò. Như được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 3, giá trị xét đến sự phân bố đường kính hạt ban đầu của than cốc được nạp thông qua phần trên của lò và ảnh hưởng của sự thay đổi phân bố đường kính hạt gây ra bởi phản ứng hóa học, va đập vật lý, hoặc tương tự trong quá trình rơi than cốc xuống phần đáy của lò có thể được sử dụng. Tốc độ xả v_f của vật liệu nóng chảy 16 ở cuối quá trình xả được tìm thấy bằng cách sử dụng công thức (7) ở trên.

Mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 ở cuối quá trình xả thứ nhất được tính bằng cách sử dụng lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16, giá trị ban đầu 0,4 của tỷ lệ rỗng ε_{ave} , và công thức (13) ở trên. Sự chênh lệch độ cao Z_f ở cuối quá trình xả thứ nhất, nghĩa là, góc nghiêng θ được tính từ mức chất lỏng này và độ cao của cửa ra 18. Tỷ lệ rỗng ε ở cuối quá trình xả thứ nhất có thể được tính bằng cách sử dụng góc nghiêng θ và công thức (14) ở trên.

Như được mô tả ở trên, theo phương án sáng chế, góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy được tính từ lượng còn dư của vật liệu nóng chảy ở cuối quá trình xả của vật liệu nóng chảy, và tỷ lệ rỗng ε của kết cấu được lấp đầy chất rắn gần với mặt bên trong của phần xả được tính trên cơ sở góc nghiêng. Tỷ lệ rỗng ε có thể được sử dụng để tính mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 sau khi kết thúc quá trình xả. Điều này cập nhật tỷ lệ rỗng để phản ánh tình trạng lò mới nhất, nhờ đó cải thiện độ chính xác của việc phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 được tính bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng.

Tốt hơn là thực hiện hoạt động vận hành để giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16 trong trường hợp mà lượng còn dư của vật liệu nóng chảy 16 được phát hiện bằng cách sử dụng công thức (12) ở trên hoặc mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 được phát hiện bằng cách sử dụng công thức (13) ở trên vượt quá giá trị ngưỡng được

xác định trước. Điều này có thể giúp ngăn chặn mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy 16 trở nên quá cao, nhờ đó tránh xảy ra các rắc rối như là sự suy giảm về độ thấm khí và sự tắc ống gió bởi xỉ. Hoạt động giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16 là, ví dụ, giảm lượng khí nóng được thổi qua ống gió 12. Hoạt động vận hành để tăng tốc độ xả của vật liệu nóng chảy 16 có thể được thực hiện thay vì hoặc cùng với hoạt động vận hành để giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy 16.

Hơn nữa, bằng cách thay đổi một phần phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này, lượng còn dư của chất lỏng được chứa không chỉ trong lò cao hoặc lò đứng, mà còn trong vật chứa bất kỳ có kết cấu được lấp đầy chất rắn trong đó có thể được phát hiện. Nghĩa là, lượng còn dư của chất lỏng còn lại ở phần đáy của vật chứa có thể được phát hiện sau khi chất lỏng chứa trong vật chứa sao cho thấm qua các lỗ rỗng trong ít nhất một phần của kết cấu được lấp đầy chất rắn được xả qua lỗ xả được bố trí ở phần dưới của vật chứa.

Cụ thể, thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư 30 theo phương án sáng chế bao gồm bộ phận thu nhận tốc độ cấp 31 mà thu nhận tốc độ cấp của chất lỏng, bộ phận thu nhận tốc độ xả 32 mà thu nhận tốc độ xả của chất lỏng, và bộ phận tính lượng còn dư 33 mà tính lượng còn dư của chất lỏng, như với thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30. Thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư 30 này còn bao gồm bộ phận tính mức chất lỏng 34 mà phát hiện mức chất lỏng của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả.

Bộ phận thu nhận tốc độ cấp 31 thu nhận tốc độ cấp của chất lỏng theo cách tương tự với bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất 31 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30. Hơn nữa, bộ phận thu nhận tốc độ xả 32 thu nhận tốc độ xả của chất lỏng theo cách tương tự với bộ phận thu nhận tốc độ xả 32 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30. Hơn nữa, bộ phận tính lượng còn dư 33 tính lượng còn dư của chất lỏng bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ cấp của chất lỏng và tốc độ xả của chất lỏng do đó được tính theo cách tương tự với bộ phận tính lượng còn dư 33 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30. Ngoài ra, bộ phận tính mức chất lỏng 34 tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc

nghiêng của bề mặt chất lỏng của chất lỏng ở cuối quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả theo cách tương tự với bộ phận tính mức chất lỏng 34 của thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư 30. Sau đó, mức chất lỏng của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả được phát hiện bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả.

Phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư và thiết bị phát hiện lượng chất lỏng này theo phương án sáng chế có thể ứng dụng không chỉ cho quá trình trong lò cao, mà còn cho quá trình bất kỳ trong vật chứa bất kỳ có kết cấu được lấp đầy chất rắn trong đó mà chất lỏng được chứa sao cho thấm qua các lỗ rỗng trong ít nhất một phần của kết cấu được lấp đầy chất rắn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, ví dụ thực hiện sáng chế được mô tả. Theo ví dụ sáng chế, các công thức (1) và (7) ở trên được tính bằng cách sử dụng các điều kiện vận hành và các giá trị đo trong vận hành lò cao, và công thức (12) được tính từ các công thức (1) và (7). Lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong khi vận hành lò cao được phát hiện sau mỗi phút bằng cách sử dụng công thức (12). Hơn nữa, mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy được phát hiện từ lượng còn dư được phát hiện của vật liệu nóng chảy sau mỗi phút bằng cách sử dụng công thức (13), và tỷ lệ rỗng trung bình ε_{ave} của kết cấu được lấp đầy chất rắn được sử dụng trong công thức (13) được tính mỗi khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng công thức (14) ở trên.

Không chỉ lượng còn dư của vật liệu nóng chảy được phát hiện, mà chỉ số lực cản dòng khí K trong khi vận hành lò cao cũng được tính. Chỉ số lực cản dòng khí K là chỉ số điển hình để ước tính độ thấm khí của lò đứng và được tính bằng công thức (15) sau đây.

[Toán. 9]

$$K = \frac{((1033P_b)^2 - (1033P_t)^2)}{(BV \times 60)^{1.7}} \quad \dots (15)$$

Trong công thức (15) ở trên, P_b là áp suất thổi (atm) của khí nóng được thổi qua ống gió. P_t là áp suất xả (atm) của khí đỉnh lò. BV là lượng (Nm^3 /giây) khí nóng được

thời qua ống gió.

Tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí K_r là giá trị được tính bằng công thức (16) trong đó K_{ave} là chỉ số lực cản dòng khí trung bình của lò đứng mục tiêu.

[Toán. 10]

$$K_r = \frac{K}{K_{ave}} \quad \dots (16)$$

Fig.4 là đồ thị minh họa kết quả của ví dụ thực hiện sáng chế. Fig.4(a) là đồ thị minh họa sự dao động của lượng còn dư (m^3) của vật liệu nóng chảy. Các hình chữ nhật màu trắng trong Fig.4(a) biểu thị lượng còn dư của vật liệu nóng chảy được phát hiện bằng phép đo được thực hiện trong mọi thao tác xả. Đường nét đứt trong Fig.4(a) biểu thị giá trị kiểm soát lượng còn dư của vật liệu nóng chảy.

Fig.4(b) là đồ thị minh họa sự dao động của mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy. Các hình chữ nhật đen trong Fig.4(b) biểu thị mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy được phát hiện bằng phép đo được thực hiện trong mọi thao tác xả. Đường nét đứt trong Fig.4(b) biểu thị giá trị kiểm soát mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy, và đường chấm chấm biểu thị độ cao của ống gió. Nghĩa là, vị trí thấp hơn độ cao của ống gió được đặt làm giá trị kiểm soát mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy sao cho mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy không đạt đến vị trí của ống gió. Fig.4(c) là đồ thị minh họa sự dao động của tỷ lệ rỗng trung bình ϵ_{ave} (-). Tỷ lệ rỗng trung bình ϵ_{ave} (-) là trung bình động của ϵ trong một ngày. Fig.4(d) là đồ thị minh họa sự dao động của tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí (-).

Như được minh họa ở các Fig.4(a) và Fig.4(b), lượng còn dư của vật liệu nóng chảy tăng cho đến khi 20 giờ trôi qua. Mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy cũng tăng tương ứng với việc tăng lượng còn dư của vật liệu nóng chảy. Sau 18 giờ trôi qua, hoạt động vận hành để giảm tốc độ sản xuất của gang nóng chảy được thực hiện vì lượng còn dư của vật liệu nóng chảy và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy vượt quá các giá trị kiểm soát. Theo đó, sau 20 giờ trôi qua, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy bắt đầu giảm, và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy cũng giảm theo đó. Như được minh họa ở Fig.4(c), tỷ lệ rỗng trung bình của kết cấu được lấp đầy giảm tương ứng với sự gia

tăng lượng còn dư của vật liệu nóng chảy và sau đó giảm tương ứng với sự giảm lượng còn dư của vật liệu nóng chảy, và bắt đầu tăng sau khi lượng còn dư của vật liệu nóng chảy được minh họa ở Fig.4(b) bằng 0.

Như được minh họa ở Fig. 4(d), tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí tăng tương ứng với sự gia tăng lượng vật liệu nóng chảy và sự gia tăng mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy. Sự gia tăng tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí có nghĩa là sự giảm độ thấm khí trong lò, và vì vậy khi tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí tăng, sự vận hành lò cao trở nên không ổn định. Tuy nhiên, vì lượng còn dư của vật liệu nóng chảy được giảm bằng cách thực hiện hoạt động vận hành để giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy sau 18 giờ trôi qua, tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí giảm, và sự vận hành ổn định của lò cao được thực hiện.

Mặt khác, trong trường hợp mà lượng còn dư của vật liệu nóng chảy được phát hiện trong mọi thao tác xả, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy tăng lên rõ rệt sau 18 giờ trôi qua và trước 21 giờ trôi qua, và có rủi ro rằng mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy đạt đến vị trí của ống gió. Thậm chí khi mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy không đạt đến vị trí của ống gió, tỷ lệ chỉ số lực cản dòng khí tăng lên rõ rệt, và việc vận hành lò cao trở nên không ổn định, và vì vậy sự vận hành ổn định của lò cao không thể được thực hiện.

Như được mô tả ở trên, theo phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư và thiết bị phát hiện lượng vật liệu này theo phương án sáng chế, lượng còn dư của vật liệu nóng chảy trong lò đứng có thể được phát hiện ở thời điểm bất kỳ, và vì vậy hoạt động vận hành sử dụng lượng còn dư của vật liệu nóng chảy làm chỉ số có thể được thực hiện ở thời điểm mong muốn. Điều này có thể giúp tránh các rắc rối trong vận hành lò cao hơn là kỹ thuật thông thường mà trong đó lượng còn dư của vật liệu nóng chảy được phát hiện trong mọi thao tác xả, nhờ đó thu được sự vận hành ổn định của lò cao. Hơn nữa, vì lượng còn dư của vật liệu nóng chảy có thể được phát hiện mà không sử dụng cảm biến hoặc camera đặc biệt, chi phí ban đầu và chi phí bảo trì cần thiết khi cảm biến hoặc camera đặc biệt được đưa vào là không cần thiết, và vì vậy sự tăng chi phí sản xuất gang nóng chảy có thể được ngăn chặn.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 10 thân lò
- 12 ống gió
- 14 kết cấu được lấp đầy chất rắn
- 16 vật liệu nóng chảy (chất lỏng)
- 18 cửa ra (lỗ xả)
- 20 lò cao (vật chứa)
- 30 thiết bị phát hiện lượng còn dư
- 31 bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất (bộ phận thu nhận tốc độ cấp)
- 32 bộ phận thu nhận tốc độ xả
- 33 bộ phận tính lượng còn dư
- 34 bộ phận tính mức chất lỏng
- 35 cơ sở dữ liệu
- 41 bộ phân tích khí đỉnh lò
- 42 lưu lượng kế trong ống gió
- 43 ẩm kế
- 44 áp kế trong ống gió
- 45 nhiệt kế đo vật liệu nóng chảy
- 46 đồng hồ đo lượng xả
- 47 đồng hồ đo khoảng thời gian xả

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư để phát hiện lượng còn dư của chất lỏng còn lại ở phần đáy của vật chứa sau khi chất lỏng được xả thông qua lỗ xả được bố trí ở phần dưới của vật chứa, vật chứa được lấp đầy bằng chất rắn sao cho kết cấu được lấp đầy chất rắn được tạo thành và chất lỏng được chứa trong vật chứa sao cho thấm qua các lỗ rỗng trong ít nhất một phần của kết cấu được lấp đầy chất rắn, phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư bao gồm bước phát hiện lượng còn dư của chất lỏng bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ cấp của chất lỏng và tốc độ xả của chất lỏng mà được tính bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả.

2. Phương pháp phát hiện lượng chất lỏng còn dư theo điểm 1, còn bao gồm các bước:

tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của chất lỏng ở cuối quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả; và

phát hiện mức chất lỏng của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả.

3. Phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư để phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy còn lại ở phần đáy của lò đứng sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng chảy, lò đứng tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao bằng cách đốt cháy cacbon bằng cách sử dụng khí chứa oxy được thổi qua phần dưới của lò đứng, sản xuất vật liệu nóng chảy bằng cách để khí khử ở nhiệt độ cao làm nóng chảy và khử vật liệu thô gốc sắt mà được nạp thông qua đỉnh lò của lò đứng và tạo thành kết cấu được lấp đầy chất rắn trong lò đứng, và xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra của lò đứng, phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư bao gồm bước phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy mà được tính bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra.

4. Phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư theo điểm 3, còn bao gồm các bước:

tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng

của bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy ở cuối quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra; và

phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả.

5. Phương pháp vận hành lò đứng, phương pháp bao gồm, trong trường hợp mức chất lỏng được phát hiện bởi phương pháp phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư theo điểm 4 vượt quá giá trị ngưỡng được xác định trước, bước thực hiện ít nhất một trong số hoạt động vận hành để giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và hoạt động vận hành để tăng tốc độ xả của vật liệu nóng chảy.

6. Thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư để phát hiện lượng còn dư của chất lỏng còn lại ở phần đáy của vật chứa sau khi chất lỏng được xả qua lỗ xả được bố trí ở phần dưới của vật chứa, vật chứa được lấp đầy bằng chất rắn sao cho kết cấu được lấp đầy chất rắn được tạo thành và chất lỏng được chứa trong vật chứa sao cho thấm qua các lỗ rỗng trong ít nhất một phần của kết cấu được lấp đầy chất rắn, thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư bao gồm:

bộ phận thu nhận tốc độ cấp mà thu nhận tốc độ cấp của chất lỏng;

bộ phận thu nhận tốc độ xả mà thu nhận tốc độ xả của chất lỏng bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả; và

bộ phận tính lượng còn dư mà tính lượng còn dư của chất lỏng bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ cấp của chất lỏng và tốc độ xả của chất lỏng.

7. Thiết bị phát hiện lượng chất lỏng còn dư theo điểm 6, còn bao gồm bộ phận tính mức chất lỏng mà tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của chất lỏng ở cuối quá trình xả chất lỏng thông qua lỗ xả và phát hiện mức chất lỏng của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của chất lỏng sau khi kết thúc quá trình xả.

8. Thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư để phát hiện lượng còn dư của vật liệu nóng chảy còn lại ở phần đáy của lò đứng sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng

chảy, lò đứng tạo ra khí khử ở nhiệt độ cao bằng cách đốt cháy cacbon bằng cách sử dụng khí chứa oxy được thổi qua phần dưới của lò đứng, sản xuất vật liệu nóng chảy bằng cách để khí khử ở nhiệt độ cao làm nóng chảy và khử vật liệu thô gốc sắt mà được nạp thông qua đỉnh lò của lò đứng và tạo thành kết cấu được lấp đầy chất rắn trong lò đứng, và xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra của lò đứng, thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư bao gồm:

bộ phận thu nhận tốc độ sản xuất mà thu nhận tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy;

bộ phận thu nhận tốc độ xả mà thu nhận tốc độ xả của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng gia tốc xả, khoảng thời gian xả, và tốc độ xả ban đầu của quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra; và

bộ phận tính lượng còn dư mà tính lượng còn dư của vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng độ chênh lệch giữa tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và tốc độ xả của vật liệu nóng chảy.

9. Thiết bị phát hiện lượng vật liệu nóng chảy còn dư theo điểm 8, còn bao gồm bộ phận tính mức chất lỏng mà tính tỷ lệ rỗng của kết cấu được lấp đầy chất rắn bằng cách sử dụng góc nghiêng của bề mặt chất lỏng của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả vật liệu nóng chảy thông qua cửa ra và phát hiện mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả bằng cách sử dụng tỷ lệ rỗng đã tính và lượng còn dư của vật liệu nóng chảy sau khi kết thúc quá trình xả.

1 / 2

FIG. 1

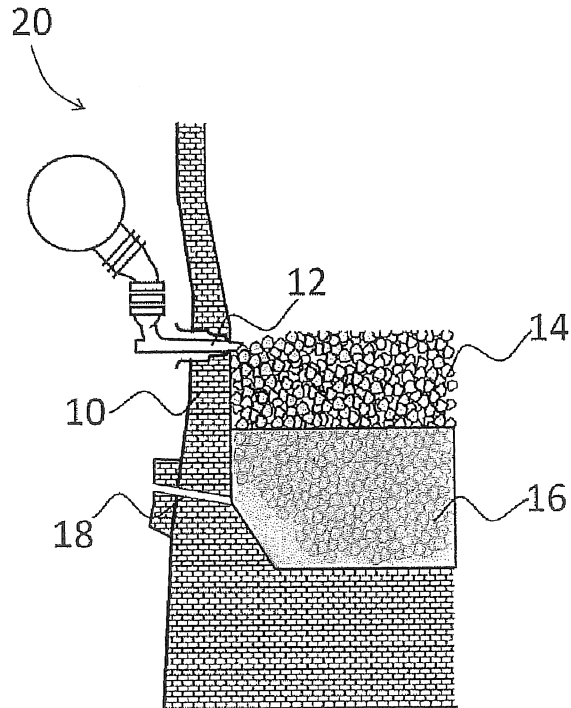
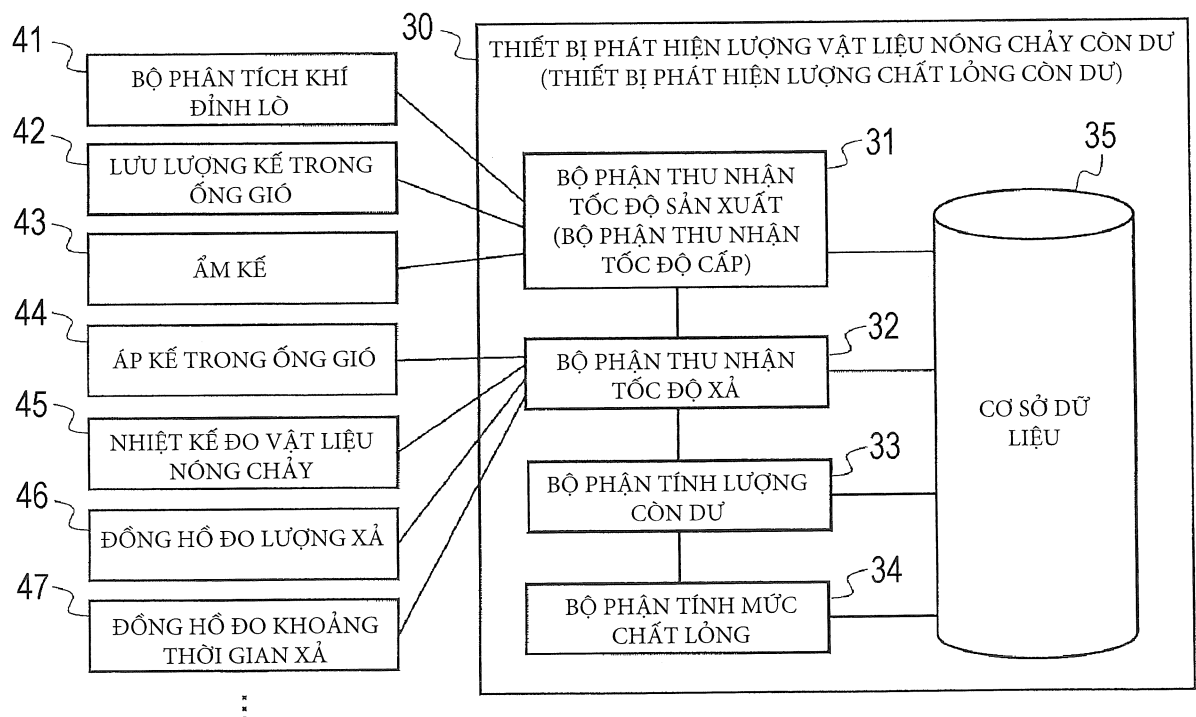


FIG. 2



2/2

FIG. 3

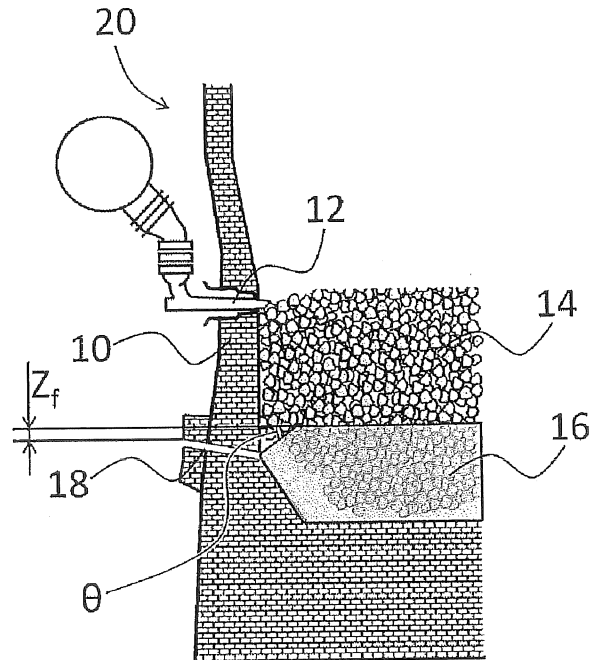


FIG. 4

