



(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)



1-0023413

(51)⁷ C21B 1/16; C22B 5/00; C21B 13/00

(13) B

(21) 1-2013-01731

(22) 15/12/2011

(86) PCT/US2011/065012 15/12/2011

(87) WO2012/082966 21/06/2012

(30) 61/423,173 15/12/2010 US; 13/305,876 29/11/2011 US

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/10/2013 307A

(73) MIDREX TECHNOLOGIES, INC. (US)

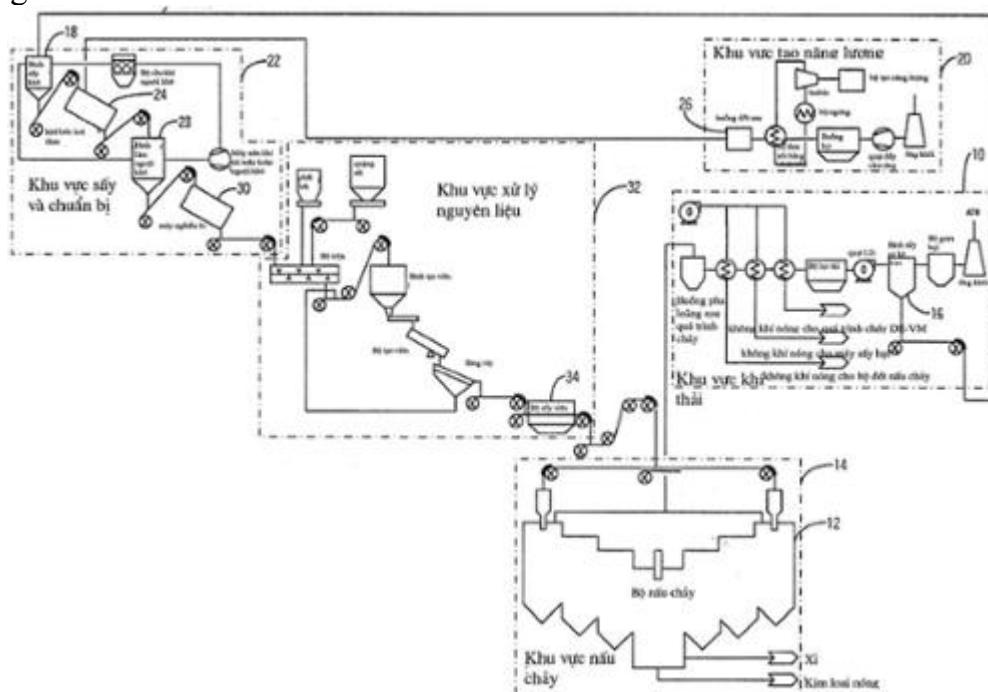
2725 Water Ridge Parkway, Suite 100 Charlotte, NC 28217, United States of America

(72) TETSUMOTO Masahiko (JP); ASTORIA Todd (US)

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG SẢN XUẤT SẮT HOÀN NGUYÊN TRỰC TIẾP VÀ/HOẶC KIM LOẠI NÓNG CHẢY BẰNG CÁCH SỬ DỤNG THAN NẤU

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao, bao gồm các bước: kết tụ nguyên liệu cacbon từ nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước chưng cất nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao. Phương pháp này còn bao gồm bước tôi khô nguyên liệu cacbon được tạo ra từ bước chưng cất. Phương pháp này cũng bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy trước bước chưng cất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp (DRI) và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng than nâu, cụ thể là than non và than á bitum chẳng hạn. Có lợi, nếu, phương pháp và hệ thống này có thể được sử dụng để tạo ra điện với hiệu suất cao, và DRI và/hoặc kim loại nóng chảy có thể được sử dụng để tích lũy năng lượng và có thể vận chuyển được một cách dễ dàng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Than non có tổng hàm lượng cacbon là khoảng 25-35%, hàm lượng ẩm đôi khi là cao tới khoảng 66%, hàm lượng tro nằm trong khoảng 6-19%, và hàm lượng nhiệt là khoảng 10-20MJ/kg (tức là khoảng 9-17 triệu Btu/tấn) trên cơ sở vật liệu khô không tro (DAF). Nhằm mục đích so sánh, than bitum có tổng hàm lượng cacbon là khoảng 60-80%, hàm lượng tro là khoảng 6-12%, và năng suất tỏa nhiệt là khoảng 24-35MJ/kg trên cơ sở DAF. Các than á bitum có các trị số tổng hàm lượng cacbon, hàm lượng tro, và năng suất tỏa nhiệt nằm giữa than non và than bitum, và có hàm lượng ẩm là khoảng 15-30%. Cần lưu ý rằng tất cả các khoảng hàm lượng đã nêu này được đưa ra là chỉ nhằm mục đích làm ví dụ, và không nhằm mục đích giới hạn (khi được sử dụng trong toàn bộ Phần mô tả). Việc than non có hàm lượng cao của các chất dễ bay hơi, làm cho nó dễ dàng chuyển hóa thành các sản phẩm dầu mỏ khí và lỏng hơn so với các than loại cao hơn. Tuy nhiên, hàm lượng ẩm cao và tính dễ tự bốc cháy của than non có thể dẫn đến khó khăn trong việc vận chuyển và cất giữ.

Do có mật độ năng lượng thấp, nên than non là không hiệu quả về mặt vận chuyển và không được giao dịch thương mại rộng rãi trên thị trường thế giới so với các than loại cao hơn. Than non thường được sử dụng làm nhiên liệu cho các nhà máy điện được xây dựng ở gần mỏ than. Latrobe Valley ở Úc và nhà máy Luminant Monticello ở Texas là các ví dụ về các nhà máy điện đốt than non nằm gần mỏ than.

Không giống như than cốc, than non có độ bền không đủ để sử dụng trong lò cao, ngay cả khi than non này đã bị làm mất tính bay hơi. Việc than non có ít cacbon

liên kết, làm cho nó khó được sử dụng trong các quy trình hoàn nguyên trực tiếp (DR) và các quy trình sản xuất sắt khác do nguyên liệu cacbon kết tụ với vật liệu chứa sắt oxit.

Tương tự như than non, than á bitum có hàm lượng ẩm phổ biến là khoảng 20-30%. Hàm lượng ẩm cao của than á bitum cũng làm cho nó có mật độ năng lượng thấp hơn so với các than loại cao hơn. Ngoài ra, không giống như than cốc, than á bitum có độ bền không đủ để sử dụng trong lò thổi, ngay cả khi than á bitum này đã bị làm mất tính bay hơi.

Do vậy, các phương pháp và hệ thống thông thường để sản xuất DRI và/hoặc kim loại nóng chảy thường là sử dụng than cốc hoặc than phân hạng cao, và không sử dụng than non (tức là than nâu), than á bitum, và các loại tương tự. Than non chỉ được sử dụng để tạo ra điện cục bộ với hiệu suất thấp. Việc quá trình tạo ra điện này có hiệu suất thấp là do việc một phần năng lượng phải được sử dụng để làm bay hơi lượng ẩm để sấy than non và than á bitum.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Tuy nhiên, theo các phương pháp và hệ thống của sáng chế, năng lượng có thể được tạo ra và DRI và/hoặc kim loại nóng chảy có thể được sản xuất một cách có hiệu quả và bằng cách sử dụng một cách có hiệu quả than non, than á bitum, và tương tự. Nhờ đó, có thể tích lũy năng lượng và dễ dàng vận chuyển.

Theo một phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao, bao gồm các bước: kết tụ nguyên liệu cacbon từ nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước chưng cất nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao. Phương pháp này còn bao gồm bước tôi khô nguyên liệu cacbon được tạo ra từ bước chưng cất. Phương pháp này cũng bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy trước bước chưng cất. Tùy ý, phương pháp này bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại

nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao khí có hàm lượng oxy thấp trước bước chưng cất. Tùy ý, phương pháp này bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí thải của một nhà máy điện trước bước chưng cất. Phương pháp này cũng bao gồm bước tạo ra điện bằng một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao. Phương pháp này cũng bao gồm bước tái tuần hoàn khí có hàm lượng oxy thấp trước bước kết tụ. Tốt hơn là, nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bao gồm một trong số than nâu, than non, và than á bitum. Tốt hơn là, nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao có hàm lượng ẩm ít nhất là 20%. Tùy ý, phương pháp này cũng bao gồm việc sử dụng phần đã khí hóa của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao từ bước chưng cất để tạo ra điện và sử dụng phần còn lại của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao làm tác nhân khử trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Tùy ý, quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy bao gồm việc sử dụng lò hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy để tạo ra kim loại nóng chảy từ các khối kết tụ có một hoặc nhiều lỗ mở nằm ở phần đáy của lò để tháo một cách có chọn lọc một phần của nguyên liệu ra khỏi lò này để sao cho lớp hoặc tầng nguyên liệu có các đặc tính được định trước theo thời gian. Tùy ý, quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy bao gồm việc sử dụng lò hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy để tạo ra kim loại nóng chảy từ các khối kết tụ trong khi cấp khí chứa oxy từ mỏ đốt thứ cấp vào bên trong lò, nhờ đó tạo ra sự cháy của khí chứa cacbon monoxit sinh ra từ lớp kết tụ, và sử dụng nhiệt bức xạ từ nó để tác động quá trình hoàn nguyên gia nhiệt cho lớp kết tụ.

Theo một phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất hệ thống sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao, bao gồm: phương tiện dùng để kết tụ nguyên liệu cacbon từ nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Hệ thống này cũng bao gồm phương tiện dùng để chưng cất nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao. Hệ thống này còn bao gồm phương tiện dùng để tôi khô nguyên liệu cacbon được tạo ra từ bước chưng cất. Hệ thống này cũng

bao gồm phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy trước bước chưng cất. Tùy ý, hệ thống này bao gồm phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, hệ thống này bao gồm phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, hệ thống này bao gồm phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao khi có hàm lượng oxy thấp trước bước chưng cất. Tùy ý, hệ thống này bao gồm phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí thải của một nhà máy điện trước bước chưng cất. Hệ thống này cũng bao gồm phương tiện dùng để tạo ra điện bằng một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao. Hệ thống này cũng bao gồm phương tiện để tái tuần hoàn khí có hàm lượng oxy thấp trước bước kết tụ. Tốt hơn là, nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bao gồm một trong số than nâu, than non, và than á bitum. Tốt hơn là, nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao có hàm lượng ẩm ít nhất là 20%. Tùy ý, hệ thống này cũng bao gồm phương tiện dùng để sử dụng phần đã khí hóa của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao từ bước chưng cất để tạo ra điện và sử dụng phần còn lại của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao làm tác nhân khử trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Tùy ý, quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy bao gồm việc sử dụng lò hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy để tạo ra kim loại nóng chảy từ các khối kết tụ có một hoặc nhiều lỗ mở nằm ở phần đáy của lò để tháo một cách có chọn lọc một phần của nguyên liệu ra khỏi lò này để sao cho lớp hoặc tầng nguyên liệu có các đặc tính được định trước theo thời gian. Tùy ý, quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy bao gồm việc sử dụng lò hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy để tạo ra kim loại nóng chảy từ các khối kết tụ trong khi cấp khí chứa oxy từ mỏ đốt thứ cấp vào bên trong lò, nhờ đó tạo ra sự cháy của khí chứa cacbon monoxit sinh ra từ lớp kết tụ, và sử dụng nhiệt bức xạ từ nó để tác động quá trình hoàn nguyên gia nhiệt cho lớp kết tụ.

Theo một phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng than non, than á bitum, hoặc tương tự, bao gồm các bước: sấy than non hoặc than á bitum bằng năng

lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy; tùy ý, sấy than non hoặc than á bitum bằng khí có hàm lượng oxy thấp; chưng cất than non hoặc than á bitum; tôi khô nguyên liệu cacbon từ bước chưng cất; và kết tụ nguyên liệu cacbon với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này còn bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này còn bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước tái tuần hoàn khí có hàm lượng oxy thấp giữa bước tôi khô và bước sấy. Tùy ý, phương pháp này cũng bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum bằng khí thải của một nhà máy điện.

Theo một phương án làm ví dụ tiếp theo nữa, sáng chế đề xuất hệ thống sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng than non, than á bitum, hoặc tương tự, bao gồm: phương tiện dùng để sấy than non hoặc than á bitum bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy; tùy ý, phương tiện dùng để sấy than non hoặc than á bitum bằng khí có hàm lượng oxy thấp; phương tiện dùng để chưng cất than non hoặc than á bitum; phương tiện dùng để tôi khô nguyên liệu cacbon từ bước chưng cất; và phương tiện dùng để kết tụ nguyên liệu cacbon với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Tùy ý, hệ thống này còn bao gồm phương tiện dùng để sấy than non hoặc than á bitum trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, hệ thống này còn bao gồm phương tiện dùng để sấy than non hoặc than á bitum gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Hệ thống này cũng bao gồm phương tiện để tái tuần hoàn khí có hàm lượng oxy thấp giữa bước tôi khô và bước sấy. Tùy ý, hệ thống này cũng bao gồm phương tiện dùng để sấy than non hoặc than á bitum bằng khí thải của một nhà máy điện.

Theo một phương án làm ví dụ tiếp theo nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng than non, than á bitum, hoặc tương tự, bao gồm các bước: sấy than non hoặc than á bitum

bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy; tùy ý, sấy than non hoặc than á bitum bằng khí có hàm lượng oxy thấp; tùy ý, tạo ra điện bằng một phần của than non hoặc than á bitum; tạo ra nguyên liệu cacbon bằng một phần của than non hoặc than á bitum; và kết tụ nguyên liệu cacbon với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước chưng cất ít nhất một phần của than non hoặc than á bitum; và tôi khô nguyên liệu cacbon từ bước chưng cất. Tùy ý, phương pháp này còn bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này còn bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước tái tuần hoàn khí có hàm lượng oxy thấp giữa bước tôi khô và bước sấy. Phương pháp này cũng bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum bằng khí thải của một nhà máy điện.

Theo một phương án làm ví dụ tiếp theo nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao, bao gồm các bước: sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy; tùy ý, tạo ra điện bằng một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao; tạo ra nguyên liệu cacbon bằng một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao; và kết tụ nguyên liệu cacbon với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao có độ ẩm ít nhất khoảng 20%. Phương pháp này cũng bao gồm bước chưng cất ít nhất một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao; và tôi khô nguyên liệu cacbon từ bước chưng cất. Tùy ý, phương pháp này bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này bao gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này còn bao

gồm bước sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí thải của một nhà máy điện.

Theo một phương án làm ví dụ tiếp theo nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng than non, than á bitum, hoặc tương tự, bao gồm các bước: chưng cất than non hoặc than á bitum; tôi khô nguyên liệu cacbon từ bước chưng cất; và kết tụ nguyên liệu cacbon với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ thích hợp để sử dụng trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này còn bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum bằng khí có hàm lượng oxy thấp. Tùy ý, phương pháp này cũng bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum trực tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Tùy ý, phương pháp này cũng bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum gián tiếp bằng khí thải nóng của lò để sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy. Phương pháp này cũng bao gồm bước tái tuần hoàn khí có hàm lượng oxy thấp giữa bước tôi khô và bước sấy. Tùy ý, phương pháp này cũng bao gồm bước sấy than non hoặc than á bitum bằng khí thải của một nhà máy điện.

Mô tả văn tắt hình vẽ

Sáng chế được minh họa và được mô tả ở đây theo các phương án không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế có dựa vào các hình vẽ, trong đó các số chỉ dẫn được sử dụng để biểu thị cho các bước của phương pháp/các thành phần của hệ thống, nếu thích hợp, và trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ minh họa một phương án làm ví dụ của hệ thống sản xuất DRI/kim loại nóng chảy bằng than nâu theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong vùng khí thải 10, than non, than á bitum, hoặc tương tự đầu tiên được sấy sơ bộ tới một hàm lượng ẩm định trước, đồng thời ngăn không cho tự phát lửa, bằng cách sử dụng năng lượng từ khí thải nóng từ lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy, như lò nung gia nhiệt hoàn nguyên (RHF), và/hoặc lò nấu chảy 12 nằm trong

vùng nấu chảy 14 hoặc tương tự. Quy trình này được tiến hành trong bình sấy sơ bộ bằng than 16. Năng lượng từ khí thải nóng có thể được sử dụng một cách trực tiếp (tức là, khí thải nóng tiếp xúc với than) hoặc một cách gián tiếp (tức là, khí thải nóng được tách ra khỏi than bởi bề mặt truyền nhiệt và/hoặc môi trường truyền nhiệt thích hợp khác). Đối với phương pháp sấy trực tiếp, than được cho tiếp xúc với khí thải nóng (ví dụ, trong bình kiểu lò quạt gió, tương tự như bình được sử dụng trong quy trình MIDREX®, qua các tầng sôi, qua thiết bị sấy kiểu băng chuyền, v.v.). Tuy nhiên, khí thải nóng có thể chứa lượng oxy đủ để gây bất lợi do sự cháy của than nếu như than được sấy quá mức. Trong trường hợp này, quá trình sấy than gián tiếp có thể được áp dụng bằng cách áp dụng thiết kế thiết bị thích hợp (ví dụ, trong bình hoặc lò nung ở đó khói đi trong ống và than nằm lại trên phía vỏ của thiết bị này, v.v.). Trong trường hợp làm kho gián tiếp, than có thể được duy trì trong môi trường có hàm lượng oxy thấp, và năng lượng từ khí thải nóng có thể vẫn được sử dụng để sấy sơ bộ than. Một vấn đề có thể xảy ra đối với việc vận hành than non hoặc than á bitum đã được sấy một phần. Nếu xảy ra sự cháy hoặc các vấn đề về việc vận hành than non hoặc than á bitum đã được sấy một phần, thì bước sấy sơ bộ có thể được loại bỏ, và phương pháp sấy gián tiếp khác có thể được áp dụng. Trong trường hợp này, toàn bộ quá trình sấy có thể được thực hiện trong một thiết bị vận hành trong các điều kiện hàm lượng oxy thấp (như được mô tả ở dưới). Khí có hàm lượng oxy thấp được gia nhiệt một phần bằng năng lượng từ khí thải nóng và được tái tuần hoàn.

Than non, than á bitum đã được sấy sơ bộ, hoặc tương tự tiếp đó được cấp vào hệ thống sấy thứ cấp 18 (ví dụ, bình kiểu lò quạt gió, tương tự như bình được sử dụng trong quy trình MIDREX®, lò quay, các tầng sôi, thiết bị sấy kiểu băng chuyền, v.v.), nó sấy than non hoặc than á bitum đủ để tạo ra điện một cách có hiệu quả trong vùng tạo ra điện 20. Hệ thống sấy thứ cấp 18 này nằm trong vùng sấy và chuẩn bị 22 chẳng hạn. Than non, than á bitum, hoặc tương tự có thể được sấy tới độ ẩm khoảng 5%. Sự tạo ra điện này có hiệu quả cao do việc chất thải nhiệt từ lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy đã được sử dụng để loại bỏ lượng hơi ẩm, nhờ vậy không bị mất năng lượng cho nhiệt ẩn cần thiết để làm bay hơi nước hoặc cho nhiệt hiện được mang bởi hơi nước trong khói. Khí có hàm lượng oxy thấp được dùng làm môi trường sấy trong hệ thống sấy thứ cấp 18 nhằm tránh việc tự cháy của than non hoặc than á bitum. Theo cách khác, việc sấy gián tiếp bằng lò nung hoặc ống hoặc

tương tự có thể được sử dụng. Trong trường hợp không thể thực hiện được việc sấy sơ bộ cho than non hoặc than á bitum do các vấn đề về xử lý vật liệu, thì khi đó sẽ chỉ vận hành thiết bị sấy bằng than.

Than non hoặc than á bitum đã được sấy từ hệ thống sấy thứ cấp 18 được cấp vào bộ phận chưng cất phân hủy 24, như lò quay và/hoặc lò kiểu nồi quay. Khí cháy và đã được bay hơi nước từ bộ phận chưng cất phân hủy 24 được đốt hoặc được cấp vào mỏ đốt sau 26 và được sử dụng để tạo ra khí nóng hoặc hơi nước thích hợp cho cho việc tạo ra điện.

Các nhà máy điện hiện thời sử dụng than non hoặc than á bitum cũng có hệ thống sấy sơ bộ được gia nhiệt bởi khí thải của nhà máy điện. Tuy nhiên, khí thải từ nhà máy điện không đủ năng lượng để sấy than non hoặc than á bitum một cách thích đáng, hoặc than non hoặc than á bitum có thể được sấy một cách thích đáng với sự tiêu tốn năng lượng có thể được sử dụng để tạo ra điện. Do vậy, hiệu suất năng lượng là thấp.

Tiếp theo, nguyên liệu cacbon nóng từ bộ phận chưng cất 24 được cấp vào hệ thống tôi khô 28 (ví dụ, bình kiểu lò quạt gió, tương tự như bình được sử dụng trong quy trình MIDREX®, lò quay, các tầng sôi, thiết bị sấy kiểu băng chuyền, v.v.), nó làm nguội nguyên liệu cacbon để sao cho nó có thể sử dụng được trong bước xử lý tiếp theo. Khí có hàm lượng oxy thấp được dùng để làm nguội nguyên liệu cacbon nóng. Sau khi làm nguội nguyên liệu cacbon đã được chưng cất, khí nóng có hàm lượng oxy thấp tiếp đó được sử dụng để sấy than non hoặc than á bitum trong hệ thống sấy thứ cấp 18 đã nêu trên. Tiếp đó, khí có hàm lượng oxy thấp được điều hòa để sao cho nó có thể tái tuần hoàn được vào hệ thống tôi khô 28.

Toàn bộ hệ thống có thể đạt được hiệu suất năng lượng cao do việc sáng chế loại trừ phần lớn lượng ẩm trong than non hoặc than á bitum bằng cách sử dụng chất thải nhiệt từ lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy 12 để quay vòng lại năng lượng được loại ra từ nguyên liệu cacbon được chưng cất. Sự cân bằng nhiệt và vật liệu cho vùng sấy khí thải, than non hoặc than á bitum, và vùng tạo ra điện là có lợi.

Một ưu điểm khác của sáng chế là việc sử dụng nguyên liệu cacbon đã được chưng cất làm tác nhân khử để sản xuất kim loại hoàn nguyên và/hoặc kim loại nóng chảy mà nó có thể được xử lý để sản xuất phôi tấm, phôi thép, và/hoặc phôi thổi, v.v.. Nguyên liệu cacbon đã được chưng cất có một vài ưu điểm so với than (đặc biệt là việc

sử dụng trực tiếp than non hoặc than á bitum) khi được sử dụng trong các lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy. Một vài ưu điểm đó là tỷ lệ trộn thấp hơn của nguyên liệu cacbon trong các khối kết tụ, cải thiện các đặc tính vật lý của các khối kết tụ thô đã hoàn nguyên, tăng năng suất cho lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy, và giảm bớt mức độ ăn mòn nhiệt độ thấp trong hệ thống khí thải hệ đo hàm lượng hydro thấp.

Năng lượng từ than non hoặc than á bitum được “cất giữ” trong các sản phẩm kim loại và có thể vận chuyển được một cách dễ dàng hơn so với than non hoặc than á bitum.

Theo các phương pháp và hệ thống theo sáng chế, nguyên liệu cacbon đã được làm bay hơi nước và làm nguội được cấp vào hệ thống nghiền 30, như máy nghiền kiểu bi quay hoặc kiểu búa nghiền. Sau đó, nguyên liệu cacbon đã được nghiền này được kết tụ với vật liệu chứa oxit kim loại như, nhưng không chỉ giới hạn ở, oxit sắt, oxit kẽm, oxit niken, bụi lò thổi, bụi lò thổi BOF, bụi lò hồ quang điện, v.v., trong vùng xử lý nguyên liệu 32. Các khối kết tụ được sấy (nếu cần) trong thiết bị sấy viên 34, và sau đó được cấp vào lò gia nhiệt 12 để được hoàn nguyên và/hoặc được nấu chảy. Lò gia nhiệt 12 bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, lò kiểu nồi quay, lò hồ quang điện (EAF), lò hồ quang chìm, lò nấu chảy v.v.. Lò hoàn nguyên và nấu chảy, ví dụ, như lò đã được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ No. 13/305.876, WO 2009/131148, hoặc tương tự.

Do vậy, sáng chế cho phép kết hợp bộ phận tạo ra điện với các lò gia nhiệt, hoàn nguyên, và nấu chảy và cho phép than non hoặc than á bitum được chuyển hóa một cách có hiệu quả thành các sản phẩm kim loại có thể vận chuyển được một cách dễ dàng.

Bộ phận tạo ra điện được lợi từ năng lượng của khí thải từ lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy, do việc than non hoặc than á bitum có thể được sấy và cho phép tạo ra điện hiệu suất cao.

Lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy được lợi bởi việc sử dụng nguyên liệu cacbon đã được chưng cất làm tác nhân khử và bởi việc tiếp nhận năng lượng điện từ bộ phận tạo ra điện.

Theo sáng chế, tất cả các năng lượng cần thiết đều có thể được cung cấp bởi than non hoặc than á bitum. Tuy nhiên, trong một số trường hợp đặc biệt, như với các

nhà máy có quy mô nhỏ hơn trong đó có sự tổn thất nhiệt cao hơn nhiều hoặc với than có chất dễ bay hơi thấp hơn hoặc trong trường hợp bất kỳ trong đó việc thu hồi nhiệt cao hơn là cần thiết, thì từ một mình than này đòi hỏi phải có hiệu suất nhiệt cao hơn nhiều để đạt được tổng năng lượng cần thiết, nếu không thì bộ phận này sẽ phải đòi hỏi phải có thêm một nguồn cấp nhiệt khác, như khí tự nhiên hoặc điện năng được cấp từ bên ngoài giới hạn sẵn có. Trong trường hợp như vậy, các mỏ đốt tái tạo hoặc lò tái tạo cũng có thể được áp dụng. Ví dụ, một lò tái tạo như vậy có thể được gia nhiệt bởi khí thải nóng từ lò gia nhiệt, hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy, hoặc buồng tái tạo này có thể được gia nhiệt bởi một phần năng lượng từ hệ thống chưng cất cho than non, than á bitum, hoặc tương tự.

Ngoài ra, lò nấu chảy được sử dụng kết hợp với các phương án khác nhau theo sáng chế có thể là, ví dụ, lò như được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/305.876, WO 2009/131148. Lò này là lò điện kiểu không nghiêng chẳng hạn. Lò này là một lò hồ quang điện có hình dạng mặt cắt gần như hình chữ nhật khi nhìn từ trên xuống chẳng hạn. Các mạng nạp nguyên liệu và các ống dẫn khí xả được nối vào/qua thành trên của lò. Các điện cực có chức năng làm các bộ gia nhiệt được lồng vào qua thành trên của lò. Tốt hơn là, mỗi điện cực này lắp ghép với một cơ cấu nâng điện cực được sử dụng để đưa các điện cực cắm chìm vào/rút ra khỏi phần bên trong của lò. Các máng nạp nguyên liệu được bố trí sát với cả hai thành bên của lò, cùng với các điện cực được bố trí gần với đường tâm của lò. Nhiều máng nạp nguyên liệu và điện cực có thể được đặt cách nhau dọc theo độ dài của lò. Các mỏ đốt thứ cũng được lồng vào qua thành trên của lò. Nhiều ống dẫn khí xả và mỏ đốt thứ cấp có thể được đặt cách nhau dọc theo độ dài của lò. Tốt hơn là, các ống dẫn khí xả được đặt nằm gần các máng nạp nguyên liệu hơn so với các điện cực nhằm tránh sự oxy hoá khí xả được tạo ra sau quá trình đốt thứ cấp nằm sau các điện cực, nhờ đó giảm thiểu thiệt hại cho các điện cực.

Tốt hơn, nếu thành trên của lò có kết cấu dạng bậc hoặc nếu không thì có dạng dốc xuôi từ các máng nạp nguyên liệu vào các điện cực nằm trên hoặc bên cạnh. Mỗi bậc của kết cấu dạng bậc này bao gồm một mặt bậc gần như nằm ngang và cổ bậc gần như thẳng đứng. Các mỏ đốt thứ cấp được bố trí xuyên qua các cổ bậc gần như thẳng đứng theo kết cấu gần như nằm ngang, để sao cho khí chứa oxy được phun một cách

có hiệu quả ở gần các lớp kết tụ. Cần chú ý rằng các mỏ đốt thứ cấp cũng có thể được bố trí xuyên qua các mặt bậc gần như nằm ngang theo kết cấu gần như thẳng đứng.

Các thành bên/thành đáy của lò, gần đường tâm và cách xa các máng nạp nguyên liệu (tức là, cách xa các tầng nguyên liệu), lỗ tháo kim loại và lỗ tháo xỉ được bố trí để tạo thuận lợi cho việc tháo kim loại nóng chảy và xỉ nóng chảy. Cần chú ý rằng lỗ tháo kim loại và lỗ tháo xỉ có thể nằm ở vị trí được mong muốn bất kỳ trên phần dưới của lò. Các lỗ này có thể nằm chính giữa đáy của lò. Tốt hơn, nếu các điện cực này là điện cực loại dòng điện xoay chiều ba pha có hiệu suất nhiệt được mong muốn, như thường được sử dụng trong các lò hồ quang điện luyện thép. Ví dụ, một máng gồm sáu điện cực có thể được sử dụng, nó gồm ba cặp điện cực mà mỗi cặp là một pha đơn. Tốt hơn, nếu phần đầu của mỗi điện cực được cắm chìm vào trong các lớp kết tụ nằm trong các tầng nguyên liệu, hoặc được cắm chìm vào trong xỉ nóng chảy, trong quá trình thực hiện công đoạn làm nóng chảy. Nhờ vậy, quá trình làm nóng chảy có thể được tăng cường bởi các tác động của nhiệt bức xạ và nhiệt trở, và thiệt hại cho các bề mặt bên trong của lò ở những chỗ không được bảo vệ bởi tầng nguyên liệu có thể được làm giảm đến mức tối thiểu.

Theo sáng chế, phần dưới của lò bao gồm một loạt phễu xả nằm ở các vị trí khác bên dưới các lớp nguyên liệu và kết tụ. Các phễu xả này vận hành một cách lựa chọn theo kiểu liên tục hoặc từng đợt để xả một lượng đã định trước của nguyên liệu (bao gồm các khối kết tụ và các hạt mịn) ra khỏi lò, để sao cho vật lưu lượng vật liệu và vị trí của vùng nóng chảy trong lò có thể kiểm soát được. Quá trình xả được thực hiện bằng cách sử dụng cửa van trượt và guồng tải nằm dưới các phễu xả. Nếu nhiều cửa van trượt được sử dụng cùng với mỗi phễu xả, thì vật liệu có thể được xả ra từ các phần đặc biệt của cửa lò bằng cách mở một hoặc nhiều cửa van trượt cùng một lúc.

Trong quá trình vận hành, cần phải kiểm soát dòng vật liệu và vị trí của vùng nóng chảy trong lò để sao cho việc vận hành liên tục, theo tuần tự của lò có thể duy trì được. Do vậy, ngoài việc sử dụng các phễu xả, các máng nạp nguyên liệu được lắp cùng với các máng ngoài có các cửa cấp có thể được lồng vào hoặc nếu không thì được điều chỉnh để đổ liệu theo phương thẳng đứng. Mỗi máng nạp nguyên liệu bao gồm một phễu để lưu giữ nguyên liệu, một máng trong nối vào phễu này, và một máng ngoài có thể được lồng vào hoặc nếu không thì được điều chỉnh để đổ theo phương thẳng đứng vào trong máng trong. Phần dưới của lớp kết tụ có thể được điều chỉnh để

xuất hiện tại một vị trí được mong muốn bởi việc dịch chuyển các máng ngoài và các cửa cấp theo phương thẳng đứng, tùy thuộc vào góc nghiêng của lớp kết tụ.

Do vậy, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp để điều chỉnh phần dưới của lớp kết tụ không phụ thuộc vào sự thay đổi của góc nghiêng và góc sụt của lớp hoặc tầng nguyên liệu do sự tách riêng và/hoặc sự tích lũy của các hạt mịn. Dòng nguyên liệu ổn định từ điểm cấp tới vùng nóng chảy có thể được thiết lập và được duy trì trong khoảng thời gian vận hành dài. Đặc biệt khi các hạt mịn được loại bỏ từ bên dưới điểm cấp, thì quá trình vận hành này cực kỳ có hiệu quả. Mặc dù các khối kết tụ được sàng lọc ngay trước khi đi vào phễu cấp, song việc một số hạt mịn có trong lò là không thể tránh khỏi. Các hạt mịn này có xu hướng tách riêng và/hoặc tích lũy ngay tại điểm cấp. Vật liệu này là tương tự về mặt hóa học như vật liệu cấp, hoặc đã được hoàn nguyên một phần. Ngay cả khi đã được hoàn nguyên một phần, vẫn thường có sự cân bằng tốt giữa chất oxy hóa và tác nhân khử, và thường có thể được tái tuần hoàn. Một phương pháp để tái tuần hoàn vật liệu đã được tái chế gồm việc trộn bình thường nó với vật liệu cấp mới đi vào thiết bị kết tụ, không cần phải có thiết bị mới. Một phương pháp khác để tái tuần hoàn vật liệu đã được tái chế là gồm việc đưa thẳng vật liệu đã được tái chế vào phễu cấp mới và máng cấp nằm đối diện với phía đầu ra của lò. Ngoài ra, hình dạng được ưu tiên của lò là có dạng hình chữ nhật, trong đó vật liệu chịu lửa được bảo vệ bởi liệu cấp DRI nằm trên hai trong bốn phía. Rất khó bảo vệ phía đầu ra của lò bởi việc duy trì một lớp DRI do việc đòi hỏi phía đầu ra của lò phải có dòng kim loại nóng chảy và/hoặc xỉ tại các lỗ tháo. Do đó, được mong muốn nếu bảo vệ phía đầu ra của lò bằng cách làm nguội bằng nước. Theo một cách khác, việc cấp vật liệu đã được tái chế vào phía này của lò cũng có thể cho phép bảo vệ vật liệu chịu lửa và làm giảm tổn nhiệt so với việc làm nguội bằng nước.

Nếu lượng vật liệu được lấy ra là quá lớn, thì lò sẽ cần phải có một vùng hoàn nguyên sơ bộ cũng lớn ở hai phía cho liệu cấp chẳng hạn. Tuy nhiên, lượng vật liệu được lấy ra là ít hơn nhiều so với liệu cấp mới và có thể được tái chế một phần. Do đó, việc làm nóng chảy vật liệu được tái tuần hoàn có thể đạt được là bằng cách tạo ra sự chất đông trên lớp xỉ và kim loại nóng chảy bên dưới phễu tái tuần hoàn.

Một dấu hiệu quan trọng của dạng lò nóng chảy điện này là tạo ra xỉ bọt, nó được tạo ra một phần là do việc khí bay hơi ra khỏi phản ứng hoàn nguyên. Vật liệu này có thể được tái tuần hoàn tới vùng tiếp giáp với điện cực (như giữa cặp điện cực),

dẫn đến sự tạo khí CO do phản ứng hoàn nguyên và xỉ bột. CaO có thể được bổ sung vào vật liệu được tái tuần hoàn để sao cho tính năng khử lưu huỳnh tốt là đạt được. Nếu đá vôi (CaCO_3) hoặc dolomit (CaCO_3 và MgCO_3) được bổ sung vào vật liệu được tái tuần hoàn thay cho CaO, thì xỉ bột có thể được tạo ra bằng cách sử dụng CO_2 thu được. Đá vôi hoặc dolomit cũng có thể được nạp vào lò độc lập với vật liệu được tái tuần hoàn.

Mặc dù sáng chế đã được minh họa và được mô tả ở đây viện dẫn tới các phương án được ưu tiên và các ví dụ cụ thể của chúng, song điều hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này là các phương án và các ví dụ khác có thể thực hiện các chức năng tương tự và/hoặc đạt được các kết quả tương đương. Tất cả các phương án và các ví dụ tương đương nằm trong phạm vi và bản chất của sáng chế, đều được dự liệu, và nằm trong phạm vi yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bao gồm một loại than trong số than nâu, than non và than á bitum, bao gồm các bước:

sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy;

chưng cất phân hủy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao đã được sấy;

tôi khô nguyên liệu cacbon được tạo ra từ bước chưng cất nêu trên;

kết tụ nguyên liệu cacbon từ nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ; và

sử dụng khối kết tụ này trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao trực tiếp bằng khí thải nóng của lò sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao gián tiếp bằng khí thải nóng của lò sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí có hàm lượng oxy thấp.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

tạo ra điện bằng một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí thải của nhà máy điện.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao có độ ẩm ít nhất là 20%.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

việc sử dụng phần đã khí hóa của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao thu được từ bước chưng cất để tạo ra điện và việc sử dụng phần còn lại của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao làm tác nhân khử trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy bao gồm việc sử dụng lò hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy để tạo ra kim loại nóng chảy từ các khối kết tụ trong khi cấp khí chứa oxy từ mỏ đốt thứ cấp vào bên trong lò, nhờ đó tạo ra sự cháy của khí chứa cacbon monoxit sinh ra từ lớp kết tụ, và việc sử dụng nhiệt bức xạ từ nó để thực hiện việc hoàn nguyên gia nhiệt lớp kết tụ.

10. Hệ thống sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bao gồm một loại than trong số than nâu, than non và than á bitum, bao gồm:

phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng năng lượng từ khí thải nóng của lò sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy;

phương tiện dùng để chưng cất phân hủy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao;

phương tiện dùng để tôi khô nguyên liệu cacbon được tạo ra từ bước chưng cất;

phương tiện dùng để kết tụ nguyên liệu cacbon từ nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao với vật liệu chứa oxit kim loại để tạo ra khối kết tụ; và

phương tiện dùng để sử dụng khối kết tụ này trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy.

11. Hệ thống theo điểm 10, trong đó hệ thống này còn có:

phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao trực tiếp bằng khí thải nóng của lò sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy.

12. Hệ thống theo điểm 10, trong đó hệ thống này còn có:

phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao gián tiếp bằng khí thải nóng của lò sản xuất sắt hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc kim loại nóng chảy.

13. Hệ thống theo điểm 10, trong đó hệ thống này còn có:

phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí có hàm lượng oxy thấp.

14. Hệ thống theo điểm 10, trong đó hệ thống này còn có:

phương tiện dùng để tạo ra điện bằng một phần của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao.

15. Hệ thống theo điểm 14, trong đó hệ thống này còn có:

phương tiện dùng để sấy nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao bằng khí thải của nhà máy điện.

16. Hệ thống theo điểm 10, trong đó nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao có độ ẩm ít nhất là 20%.

17. Hệ thống theo điểm 10, trong đó hệ thống này còn có:

phương tiện dùng để sử dụng phần đã khí hóa của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao từ phương tiện chung cất để tạo ra điện và để sử dụng phần còn lại của nguyên liệu cacbon có hàm lượng ẩm cao làm tác nhân khử trong quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy.

18. Hệ thống theo điểm 10, trong đó quy trình hoàn nguyên trực tiếp và/hoặc sản xuất kim loại nóng chảy bao gồm việc sử dụng lò hoàn nguyên và/hoặc nấu chảy để tạo ra kim loại nóng chảy từ các khối kết tụ trong khi cấp khí chứa oxy từ mỏ đốt thứ cấp vào bên trong lò, nhờ đó tạo ra sự cháy của khí chứa cacbon monoxit sinh ra từ lớp kết tụ,

và việc sử dụng nhiệt bức xạ từ nó để thực hiện việc hoàn nguyên gia nhiệt cho lớp kết tụ.

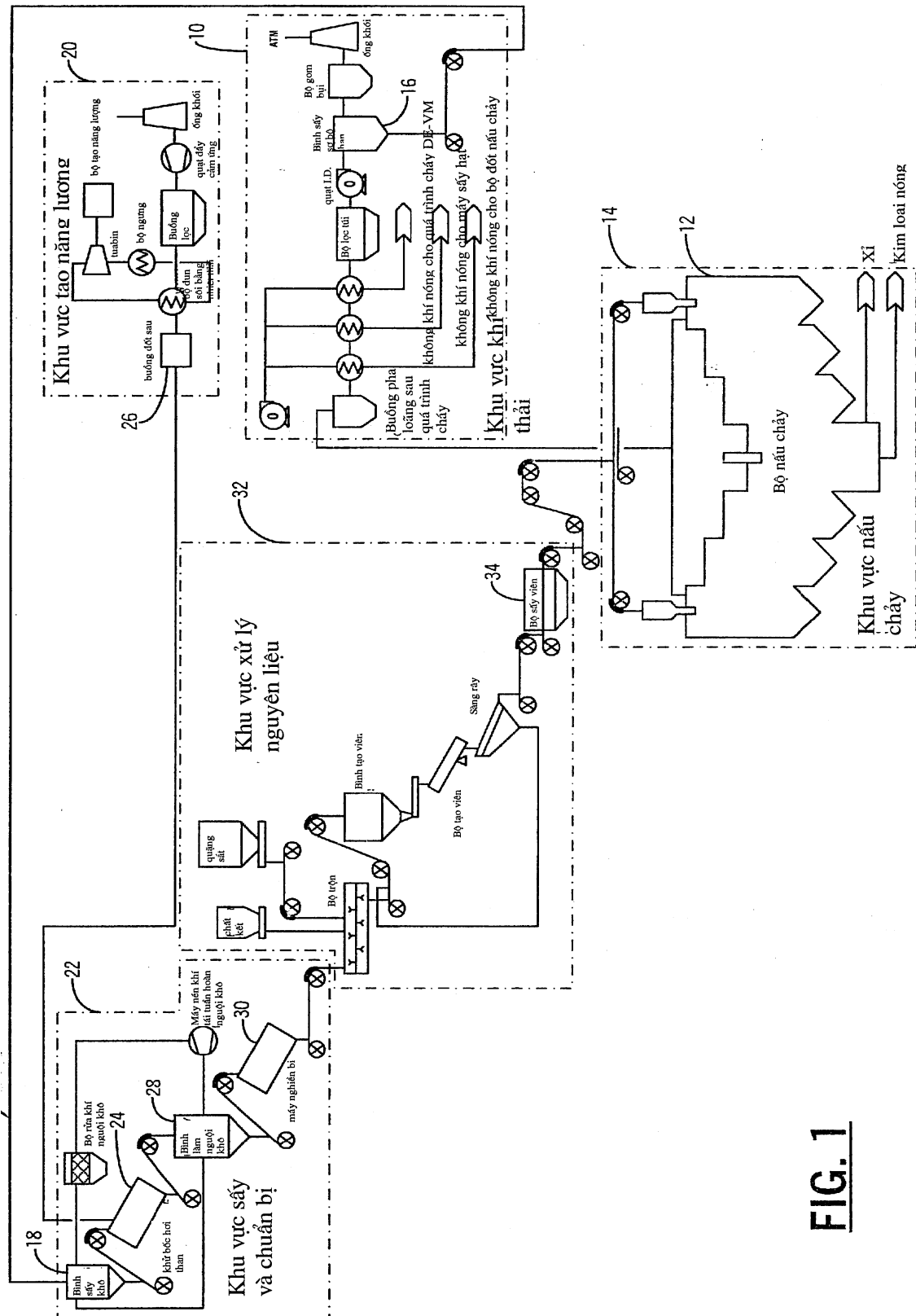


FIG. 1