

(19)



(11)

EP 2 407 742 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
F27B 1/16 ^(2006.01) **C21B 5/00** ^(2006.01)
F23D 17/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10169326.5**

(22) Anmeldetag: **13.07.2010**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES SCHACHTOFENS

METHOD AND DEVICE FOR OPERATING A SHAFT FURNACE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DESTINÉS AU FONCTIONNEMENT D'UN FOURNEAU À CUVE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2012 Patentblatt 2012/03

(73) Patentinhaber: **Kutsch, Thorsten**
46539 Dinslaken (DE)

(72) Erfinder: **Kutsch, Thorsten**
46539 Dinslaken (DE)

(74) Vertreter: **Kalkoff & Partner**
Patentanwälte
Martin-Schmeisser-Weg 3a-3b
44227 Dortmund (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 806 710 DE-A1- 4 310 931
DE-A1- 19 539 634 DE-A1- 19 646 802
US-A- 4 523 530

EP 2 407 742 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Schachtofens bei dem durch eine extrinsische Verbrennung dem Schachtofen Fremdenergie zugeführt wird.

[0002] Bekannt sind aus dem Stand der Technik Heisswindkupolöfen, bei denen das Abgas unterhalb der Beschickungsöffnung abgesaugt wird. Das Abgas aus den Kupolöfen enthält brennbare Bestandteile, im wesentlichen Kohlenmonoxid. Es wird in einer nachgeschalteten Brennkammer erneut gezündet, verbrannt und heizt dabei in einem Wärmetauscher die angesaugte Luft auf. Diese vorgewärmte Luft wird danach durch Winddüsen, die sich auf der Höhe der Schmelzzone des Schachtofens befinden, eingeblasen. Durch die eingeblasene Luft wird der zur Koksverbrennung erforderliche Luftsauerstoff zugeführt, daher beginnt die Oxidationszone in Düsenhöhe. Das Verbrennungsprodukt ist Kohlendioxid, welches durch den im Ofenschacht vorhandenen Koks zum Teil reduziert wird und mit dem gebildeten Kohlenmonoxid einen druck- und temperaturabhängigen Gleichgewichtszustand anstrebt, auch als Boudouard-Gleichgewicht bekannt. Ein Teil des Kokes dient zur Aufkohlung des Eisens, der aber weitaus grössere Teil wird wie bereits erwähnt zu Kohlendioxid verbrannt. Aufgrund der hohen Temperatur und des Überangebotes an Kohlenstoff bzw. noch unverbranntem Koks, verschiebt sich das Boudouard-Gleichgewicht zwischen Kohlenmonoxid und Kohlendioxid in Richtung Kohlenmonoxid.

[0003] Diese Reaktion ist stark endotherm und führt zwangsläufig zu einem erhöhten Energiebedarf. Dieser äußert sich in einem Mehrverbrauch an Koks.

[0004] Eine weitere bekannte Form des Zuführens von Fremdenergie in einen Schachtofen besteht mit zusätzlich angebrachten Gas/Sauerstoffbrennern im Bereich der Schmelzzone. Bei einer solchen Ausführungsform wird zusätzlich eine Staubinjektion mit Luft als Trägermedium über einen Gas/Sauerstoffbrenner verschlackt. Die Stäube werden dabei kontinuierlich zugeführt.

[0005] Die DE 43 10 931 A offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entsorgen von Stäuben durch Verbrennen/Verschlacken in einem Schachtofen. Durch die Zuführung der Stäube zur Flamme des Sauerstoffbrenners werden die Stäube verschlackt. Die Anordnung des Sauerstoffbrenners befindet sich im Winddüsenbereich des Schachtofens, so können die Stäube der Flamme des Sauerstoffbrenners über eine Winddüse in die Schmelzzone eingeblasen werden.

[0006] Nachteilig an diesen Ausführungsformen ist, dass durch die hohen Gichtgastemperaturen sowie den Überschuss an Kohlenstoff, sich ein hoher Kohlenmonoxidgehalt in den aufsteigenden Gichtgasen befindet. Zudem ist das Einblasen von Kohlenstäuben nur begrenzt möglich, da es bei zu grossen Staubmengen zum sogenannten Kaltblasen führen kann, so dass Kohlenstaubmengen nicht direkt vollständig verbrannt werden

können, was wiederum einen negativen Einfluss auf das zu produzierende Eisen haben kann.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu erschaffen, mit dem die Kohlenmonoxidbildung im Gichtgas deutlich reduziert und der Koksverbrauch als Primärbrennstoff im Schachtofen wesentlich vermindert werden kann.

[0008] Gemäss den unabhängigen Ansprüchen 1 und 10 wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die extrinsische Verbrennung mittels eines Feststoffbrenners durchgeführt wird. Durch den Feststoffbrenner, der als Brennstoff ein karbonisiertes Material benötigt, beispielsweise Kohlenstaub, wird eine extrinsische Verbrennung erzielt, welche dem Schachtofen Fremdenergie zuführt. Durch die Zuführung der Fremdenergie benötigt der Schachtofen weniger Koks, um die benötigte Temperatur und Schmelzenergie zu erreichen. Der Koks erfüllt drei Funktionen in einem Schachtofen. Einerseits dient der Koks als Stützgerüst für die im Ofenschacht befindlichen Materialien und stellt die Durchgasung sicher, zudem dient er der Aufkohlung des Eisens. Das in der Schmelzzone verflüssigte Eisen tropft auf dem Weg durch den Schacht auf den Koks und nimmt hierbei Kohlenstoff auf.

[0009] Als dritte Funktion, welche den grössten Teil des Koks beansprucht, dient der Koks als Brennstoff und liefert die benötigte Energie zum Schmelzen des Eisens. Durch die Zufuhr von vorgewärmter Verbrennungsluft wird der Koks zu Kohlendioxid verbrannt. Die Verbrennungsgase bestehen hauptsächlich aus Kohlendioxid und Stickstoff. Das aufsteigende Verbrennungsgas wärmt das im Ofenschacht befindliche Material vor und strömt an unverbranntem Koks oberhalb der Schmelzzone vorbei, wo es zu einer Reaktion von Kohlendioxid und dem Kohlenstoff aus dem Koks kommt und Kohlenmonoxid gebildet wird. Eine solche Reaktion wird als Boudouard-Reaktion bezeichnet. Der Verlauf der Reaktion ist stark temperaturabhängig, das bedeutet, je höher die Temperatur ist, desto höherer ist der entstehende Anteil an Kohlenmonoxid. Durch die in diesem Prozess ablaufende stark endotherme Reaktion, wird dem Prozess unerwünschter Weise Energie entzogen. Da aber grundsätzlich die unvermeidliche Reaktion nur ablaufen kann, wenn der entsprechende Reaktionspartner gegeben ist, was in diesem Fall Koks ist, ist davon auszugehen, dass beim vorliegenden Prozess, bei welchem durch die Zuführung von Fremdenergie mittels zusätzlichem Feststoffbrenner, der Koksbedarf um ca. 30% gesenkt wird und somit auch die Reaktionsoberfläche sich entsprechend reduziert, ein Kohlenmonoxidrückgang zu verzeichnen ist. Die Koksreduktion kann erfolgen, da der Feststoffbrenner Fremdenergie in den Schachtofen speist und somit kann mit weniger Koks und der zusätzlichen Fremdenergie die benötigte Wärme erzielt werden, da ein Teil der Energie bzw. Wärme durch den Feststoffbrenner erzeugt und dem Schachtofen zugeführt wird.

[0010] Da zur Verbrennung des Kohlenstaubs im Feststoffbrenner reiner Sauerstoff verwendet wird, ist die Ver-

brennungsluftmenge für die reduzierte Koks menge genau herabzusetzen. Somit wird rund 1/3 der Energie durch die Kohlenstaubverbrennung mit reinem Sauerstoff dem Prozess zugeführt. Durch die Reduzierung der Verbrennungsluft wird auch das Abgasvolumen verringert.

[0011] Aufgrund der niedrigeren Abgasmenge verringert sich die Gasgeschwindigkeit im Schacht, wodurch das Vorwärmen des Materials im Schacht verbessert wird und weniger Abwärme bzw. Energie aus dem Schachtofen bzw. Kupofofen getragen wird.

[0012] Die Brennstoffzuführung erfolgt über eine Dichtstromförderung, welche dem Feststoffbrenner 10 -100 m³/h zuführt. Als Dichtstromfördergas wird ein Inertgas verwendet, was sich durch seine Reaktionsträgheit gut für eine Dichtstromförderung eignet. Dichtstromförderung bedeutet, per Definition ein grösseres Verhältnis von Produkt, in diesem Fall Kohlenstaub bzw. ein karbonisiertes Material, zu Gas, hier ein Inertgas bzw. Stickstoff oder das Verwenden einer kleineren Menge Gas für die Förderung einer grossen Produktmenge. Bei einer Verwendung von Stickstoff als Fördergas ergibt sich zudem ein optimaler Explosionsschutz für alle Arten von Kohlenstaub bzw. karbonisierten Materialien und das bei sehr geringem Stickstoffverbrauch.

[0013] Durch die extrinsische Verbrennung, welche mit dem Feststoffbrenner erzeugt wird und stöchiometrisch verläuft, wird dem Schachtofen ausschliesslich Fremdenergie zugeführt. Somit kann der Koksbedarf im Schachtofen reduziert werden, was wiederum eine Verminderung der Kohlenmonoxidbildung zur Folge hat. Weiter kann durch eine stöchiometrische Feststoffverbrennung das Kaltblasen vermieden werden, zudem erlaubt das Verbrennen des dichtstromgeförderten Brennstoffs eine grössere Menge an Kohlenstaub bzw. karbonisiertem Material zu verbrennen als bei Verfahren bei dem der Kohlenstaub ausschliesslich eingeblasen wird. Es kann deutlich mehr Kohlenstaub anstelle des Kokses verbrannt werden als bei herkömmlichen Verfahren, was eine Einsparung des Koksverbrauchs zur Folge hat.

[0014] Zur Erzielung einer stöchiometrischen Verbrennung im Feststoffbrenner werden zum dichtstromgeförderten Brennstoff Sauerstoff und ein verbrennungsförderndes Gas zugeführt. Um den Kohlenstaub stöchiometrisch verbrennen zu können, wird als verbrennungsförderndes Gas Erdgas verwendet, wobei auch andere Gase denkbar sind. Die Mengen des Sauerstoffs, Erdgases und des Brennstoffs werden durch eine Regelung, die über eine Steuerung gelenkt wird, so aufeinander abgestimmt, dass die Verbrennung stöchiometrisch erfolgt. Die Zuleitungen des Sauerstoffs und des Gases sind seitlich am Feststoffbrenner angeordnet. Die Feststoffbrenner sind auf der Höhe der Schmelzzone angebracht, sie sind symmetrisch entlang des Schachtofenumfangs angeordnet, so wird eine gleichmässige Energieverteilung im Schachtofen erreicht. Zudem besteht auch die Möglichkeit den Feststoffbrenner in einer Winddüse anzuordnen.

[0015] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren beschrieben, wobei sich die Erfindung nicht nur auf das Ausführungsbeispiel beschränkt. Es zeigen:

Figur 1 eine Schachtofenanlage inkl. einer Dichtstromförderung des Brennstoffs zum Feststoffbrenner,

Figur 2 einen Feststoffbrenner in dreidimensionaler Ansicht,

Figur 3 einen Feststoffbrenner eingebaut in einer Winddüse.

[0016] Figur 1 zeigt eine Schachtofenanlage mit einem Feststoffbrenner 10 zur Verbrennung des Kohlenstaubs. In den Silos 1 wird der Kohlenstaub, welcher als Brennstoff dient, gespeichert, es ist auch möglich andere zur Verbrennung geeignete Materialien darin zu lagern. Der Kohlenstaub wird über eine Zentralschleuse 2 oder eine andere Dosierungseinrichtung weiter an ein nachfolgendes Abzugsorgan wie beispielsweise eine Austragschnecke 3 geleitet. Der Kohlenstaub wird dann weiter über einen Pneumatik-Sender 4 an den Verteiler 5 geleitet. In den Verteiler 5 strömt zudem über den Fördergasanschluss 6 ein Fördergas, beispielsweise ein Inertgas. Im aufgezeigten Beispiel wird Stickstoff als Fördergas der Dichtstromförderung verwendet. Im Verteiler 5 wird der Kohlenstaub mit dem Fördergas in die Förderleitung 8 eingespeist. Der Kohlenstaub wird mittels Dichtstromförderung zu den am Schachtofen 20 angeordneten Feststoffbrennern 10 geleitet. Der Feststoffbrenner 10 befindet sich unterhalb des Windrings 21. Entlang des Schachtofenumfangs werden mehrere Feststoffbrenner 10 montiert, die jeweils mit einer Förderleitung 8 mit dem Verteiler verbunden sind. In der in Figur 1 dargestellten Ausführung sind die Feststoffbrenner 10 in den Winddüsen 22 angeordnet. Denkbar ist auch anstelle der Winddüsen 22 nur Feststoffbrenner 10 zu montieren. Der Feststoffbrenner 10 wird über die Förderstromleitung 8 mit einem Dichtstrom aus beispielsweise Kohlenstaub versorgt. Alternativ sind auch andere karbonisierte Materialien verwendbar, die sich zur Verbrennung im Schachtofenprozess eignen. Am Feststoffbrenner 10 sind zwei weitere Leitungen angebracht, die den Feststoffbrenner 10 mit Erdgas und Sauerstoff versorgen. Der Feststoffbrenner 10 wird über die Sauerstoffleitung 25, die mit einer Regelstrecke 27 zur Erzielung einer stöchiometrischen Verbrennung verbunden ist, mit ausreichend Sauerstoff versorgt. Durch die Regelstrecke 27 wird der Verbrennung die optimale Menge an Sauerstoff zugeführt. Analog dazu ist die ebenfalls am Feststoffbrenner 10 angeschlossene Erdgasleitung 26, die gleichermaßen eine Regelstrecke 28 zur Regelung der Erdgasmenge aufweist. Die Regelung der Zuführung der Gase, so wie der Zuführung des Dichtstroms des Brennstoffs übernimmt die Steuerung 30 um eine opti-

male, stöchiometrische Verbrennung zu erzielen. Durch die Erreichung einer stöchiometrischen Verbrennung wird dem Schachtofen 20 durch die extrinsische Verbrennung des Kohlenstaubs ausschliesslich Fremdenergie zugeführt.

[0017] Fig. 2 zeigt den Feststoffbrenner 10. Der Kohlenstaub, der in diesem Fall als Brennmaterial dient, wird in der Förderleitung 8 als Lichtstrom mit Hilfe eines Fördergases über den Anschluss 11 in den Brenner geleitet. Durch die seitlich angeordneten Anschlüsse 12, 13 wird das entsprechende verbrennungsfördernde Gas sowie Sauerstoff zugeführt. Der Erdgasanschluss 12 wird über die geregelte Erdgasleitung 26 mit Erdgas versorgt. Die Zuführung des Sauerstoffs erfolgt über den in Längsrichtung versetzten Anschluss 13 und wird analog zur Erdgaszuführung geregelt.

[0018] In Fig. 3 ist der Feststoffbrenner 10 in einer Winddüse 22 angeordnet. In der hier dargestellten Einbauvariante, ist neben dem Feststoffbrenner 10 noch eine Sauerstofflanze 16 angeordnet, die in besonderen Fällen zusätzlich in die Winddüse 22 eingebaut wird, um die Verbrennung zu optimieren, wobei der Einbau des Feststoffbrenners 10 in eine Winddüse 22 auch ohne zusätzliche Sauerstofflanze 16 möglich ist. Der Feststoffbrenner 10 wird in der Winddüse 22 montiert, wobei auch denkbar ist, dass die Feststoffbrenner 10 entlang des Schachtofenumfangs ohne Winddüsen 22 installiert werden, so dass die Winddüsen 22 und der Windring 21 entfallen und die Feststoffbrenner 10 direkt am Schachtofen 20 auf der Höhe der Schmelzzone 23 angeordnet sind.

[0019] Durch die Montage des Feststoffbrenners 10 in der Winddüse 22 wird die Verbrennung durch die einströmende Luft zusätzlich unterstützt. Ober den Anschluss 11 wird der Brennstoff zum Feststoffbrenner geleitet, was in diesem Fall Kohlenstaub ist, denkbar ist jedoch jedes karbonisierte Material wie beispielsweise Kunststoffabfall, Braunkohle, Holzstaub Altreifen als Staub, Holzkohle, Mehl, Getreide Staub von Getreidepelzen usw.. Der Flansch 17 ist mit dem Windring 2,1 verbunden wodurch die Luft in die Winddüse 22 strömt.

- 1 Silo
- 2 Zellradschleuse
- 3 Austragschnecke
- 4 Pneumatik-Sender
- 5 Verteiler
- 6 Fördergasanschluss
- 8 Förderleitung
- 10 Feststoffbrenner
- 11 Anschluss Brennstoffleitung (Kohlenstaubleitung)
- 12 Anschluss Gasleitung (Erdgasleitung)
- 13 Anschluss Sauerstoffleitung
- 16 Sauerstofflanze
- 17 Flansch
- 20 Schachtofen
- 21 Windring
- 22 Winddüse

- 23 Schmelzzone
- 25 Sauerstoffleitung
- 26 Gasleitung (Erdgasleitung)
- 27 Regelstrecke Sauerstoff
- 5 28 Regelstrecke Gasleitung (Erdgasleitung)
- 30 Steuerung

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens (20) zur Erzeugung von Eisen bei dem durch eine extrinsische Verbrennung dem Schachtofen (20) Fremdenergie zugeführt wird, wobei die extrinsische Verbrennung mittels mindestens eines am Schachtofenumfang angeordneten Feststoffbrenners (10) durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennung am Feststoffbrenner stöchiometrisch abläuft und dem Schachtofen ausschliesslich Fremdenergie zugeführt wird, und die Brennstoffzuführung des Feststoffbrenners (10) durch eine Dichtstromförderung erfolgt, wobei das Verhältnis von Brennstoff zu einem zur Dichtstromförderung verwendeten Fördergas größer als 1 ist.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Dichtstromförderung dem Feststoffbrenner (10) 10 - 100 m³/h Brennstoff zugeführt wird.
- 20 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff ein karbonisiertes Material ist.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff Kohlenstaub ist.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fördergas zur Dichtstromförderung ein Inertgas ist.
- 35 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas Stickstoff ist.
- 40 7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzielung einer stöchiometrischen Verbrennung Sauerstoff in den Feststoffbrenner (10) zugeführt wird.
- 45 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzielung einer stöchiometrischen Verbrennung ein verbrennungsförderndes Gas, vorzugsweise Erdgas in den Feststoffbrenner (10) zugeführt wird.
- 50 9. Verfahren nach einem der vorgegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mengen
- 55

des zur Verbrennung zugeführten Sauerstoffs, Erdgases und des dichtstromgeförderten Brennstoffs über eine Steuerung (30) geregelt werden.

10. Vorrichtung zum Betreiben eines Schachtofens (20) zur Erzeugung von Eisen bei dem durch eine extrinsische Verbrennung dem Schachtofen (20) Fremdenergie zugeführt wird, wobei mindestens ein Feststoffbrenner (10) am Schachtofenumfang angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennung am Feststoffbrenner stöchiometrisch abläuft und dem Schachtofen ausschließlich Fremdenenergie zugeführt wird, wobei der Feststoffbrenner (10) in einer Winddüse (22) angeordnet ist, und die Brennstoffzuführung des Feststoffbrenners (10) durch eine Dichtstromförderung erfolgt, wobei das Verhältnis von Brennstoff zu einem zur Dichtstromförderung verwendeten Fördergas größer als 1 ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Feststoffbrenner (10) achsymmetrisch um den Schachtofenumfang angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schachtofen (20) ein Kupolofen ist.

Claims

1. A method for operating a shaft furnace (20) for producing iron, in which external energy is supplied to the shaft furnace (20) by means of an extrinsic combustion, wherein the extrinsic combustion is carried out by means of at least one solid fuel burner (10) arranged on the periphery of the shaft furnace, **characterised in that** the combustion on the solid fuel burner takes place stoichiometrically and only external energy is supplied to the shaft furnace, and the fuel supply of the solid fuel burner (10) takes place by means of a dense flow conveyance, wherein the ratio of fuel to a conveying gas used for the dense flow conveyance is greater than 1.
2. The method according to claim 1, **characterised in that** 10-100 m³/h of fuel is supplied to the solid fuel burner (10) by means of the dense flow conveyance.
3. The method according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** the fuel is a carbonised material.
4. The method according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** the fuel is coal dust.
5. The method according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the conveying gas for the dense flow conveyance is an inert gas.

6. The method according to claim 5, **characterised in that** the inert gas is nitrogen.
7. The method according to claim 1, **characterised in that** oxygen is supplied to the solid fuel burner (10) to achieve a stoichiometric combustion.
8. The method according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** a gas promoting combustion, preferably natural gas, is supplied to the solid fuel burner (10) to achieve a stoichiometric combustion.
9. The method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the quantities of the oxygen, natural gas and the fuel conveyed by the dense flow, which are supplied for the combustion, are regulated via a control system (30).
10. A device for operating a shaft furnace (20) for producing iron, in which external energy is supplied to the shaft furnace (20) by means of an extrinsic combustion, wherein at least one solid fuel burner (10) is arranged on the periphery of the shaft furnace, **characterised in that** the combustion on the solid fuel burner takes place stoichiometrically and only external energy is supplied to the shaft furnace, wherein the solid fuel burner (10) is arranged in a tuyere (22), and the fuel supply of the solid fuel burner (10) takes place by means of a dense flow conveyance, wherein the ratio of fuel to a conveying gas used for the dense flow conveyance is greater than 1.
11. The device according to claim 10, **characterised in that** a plurality of solid fuel burners (10) are arranged axially symmetrically around the periphery of the shaft furnace.
12. The device according to one of claims 10 or 11, **characterised in that** the shaft furnace (20) is a cupola furnace.

Revendications

1. Procédé destiné à l'exploitation d'un fourneau à cuve (20) pour la génération de fer, dans lequel de l'énergie étrangère est apportée au fourneau à cuve (20) par combustion extrinsèque, la combustion extrinsèque étant exécutée au moyen d'au moins un brûleur à combustible solide (10) disposé sur la circonférence du fourneau à cuve, **caractérisé en ce que** la combustion a lieu de manière stoechiométrique sur le brûleur à combustible solide et le fourneau à cuve est alimenté exclusivement en énergie étrangère, et l'alimentation en matériau combustible du brûleur à combustible solide (10) se fait par transport à flux dense, le rapport de matériau combustible à un gaz de transport utilisé pour le transport à flux

- dense étant supérieur à 1.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** 10-100 m³/h de matériau combustible sont apportés au brûleur à combustible solide (10) par ledit transport à flux dense. 5
 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau combustible est un matériau carbonisé. 10
 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau combustible est de la poussière de charbon. 15
 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le gaz de transport utilisé pour le transport à flux dense est un gaz inerte. 20
 6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le gaz inerte est l'azote. 25
 7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** de l'oxygène est alimenté dans le brûleur à combustible solide (10) afin de réaliser une combustion stoechiométrique. 30
 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**un gaz favorisant la combustion, de préférence du gaz naturel, est alimenté dans le brûleur à combustible solide (10) afin de réaliser une combustion stoechiométrique. 35
 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les quantités d'oxygène, de gaz naturel et de matériau combustible transporté par flux dense fournis pour la combustion sont régulées par une commande (30). 40
 10. Dispositif destiné à l'exploitation d'un fourneau à cuve (20) pour la génération de fer, dans lequel de l'énergie étrangère est apportée au fourneau à cuve (20) par combustion extrinsèque, au moins un brûleur à combustible solide (10) étant disposé sur la circonférence du fourneau à cuve, **caractérisé en ce que** la combustion a lieu de manière stoechiométrique sur le brûleur à combustible solide et le fourneau à cuve est alimenté exclusivement en énergie étrangère, dans lequel le brûleur à combustible solide (10) est disposé dans une tuyère à vent (22), et l'alimentation en matériau combustible du brûleur à combustible solide (10) se fait par transport à flux dense, le rapport de matériau combustible à un gaz de transport utilisé pour le transport à flux dense étant supérieur à 1. 45 50 55
 11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**une pluralité de brûleurs à combustible solide (10) sont disposés de manière symétrique par rapport à un axe sur la circonférence du fourneau à cuve. 5
 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** le fourneau à cuve (20) est un fourneau à coupelle. 10

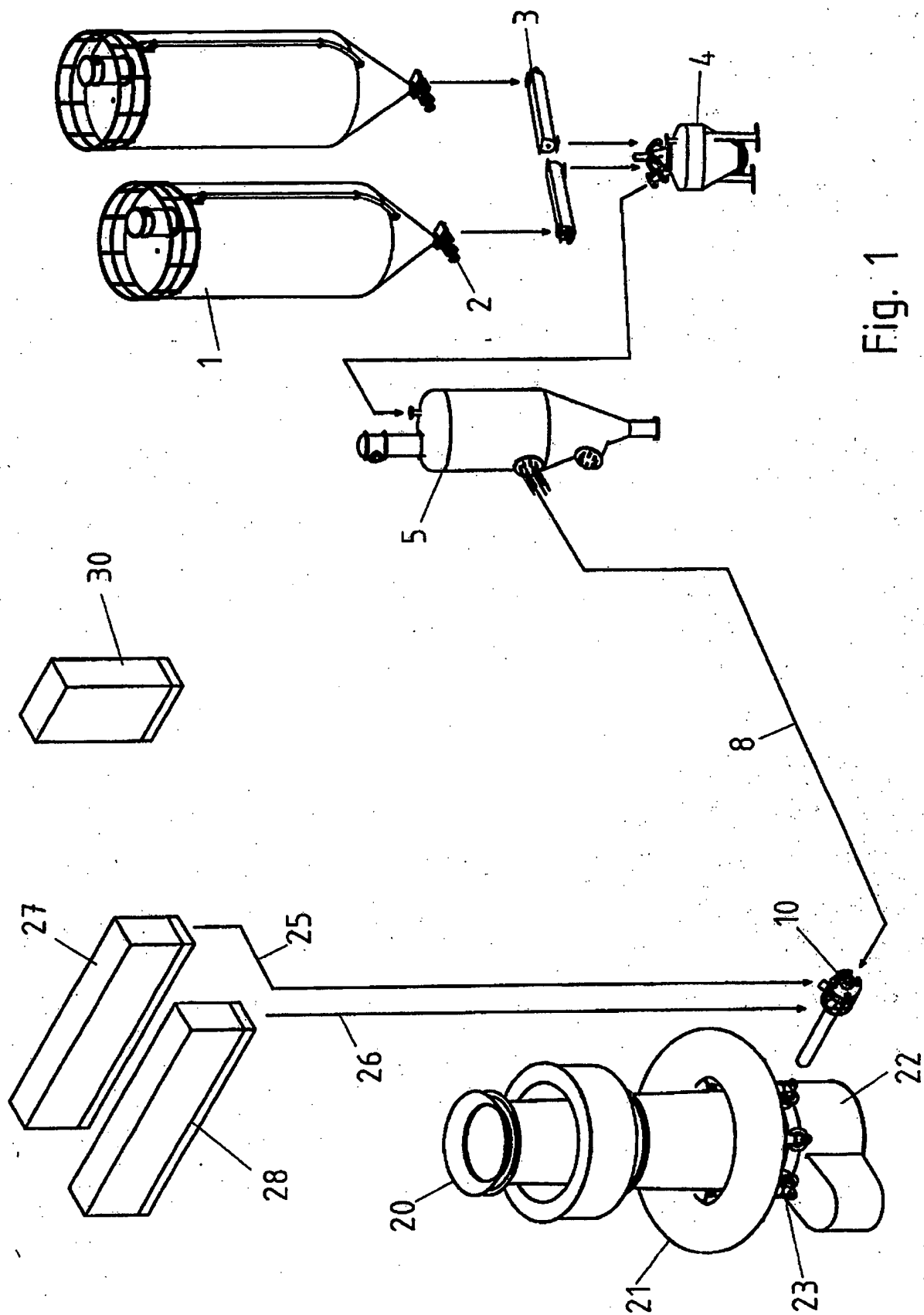


Fig. 1

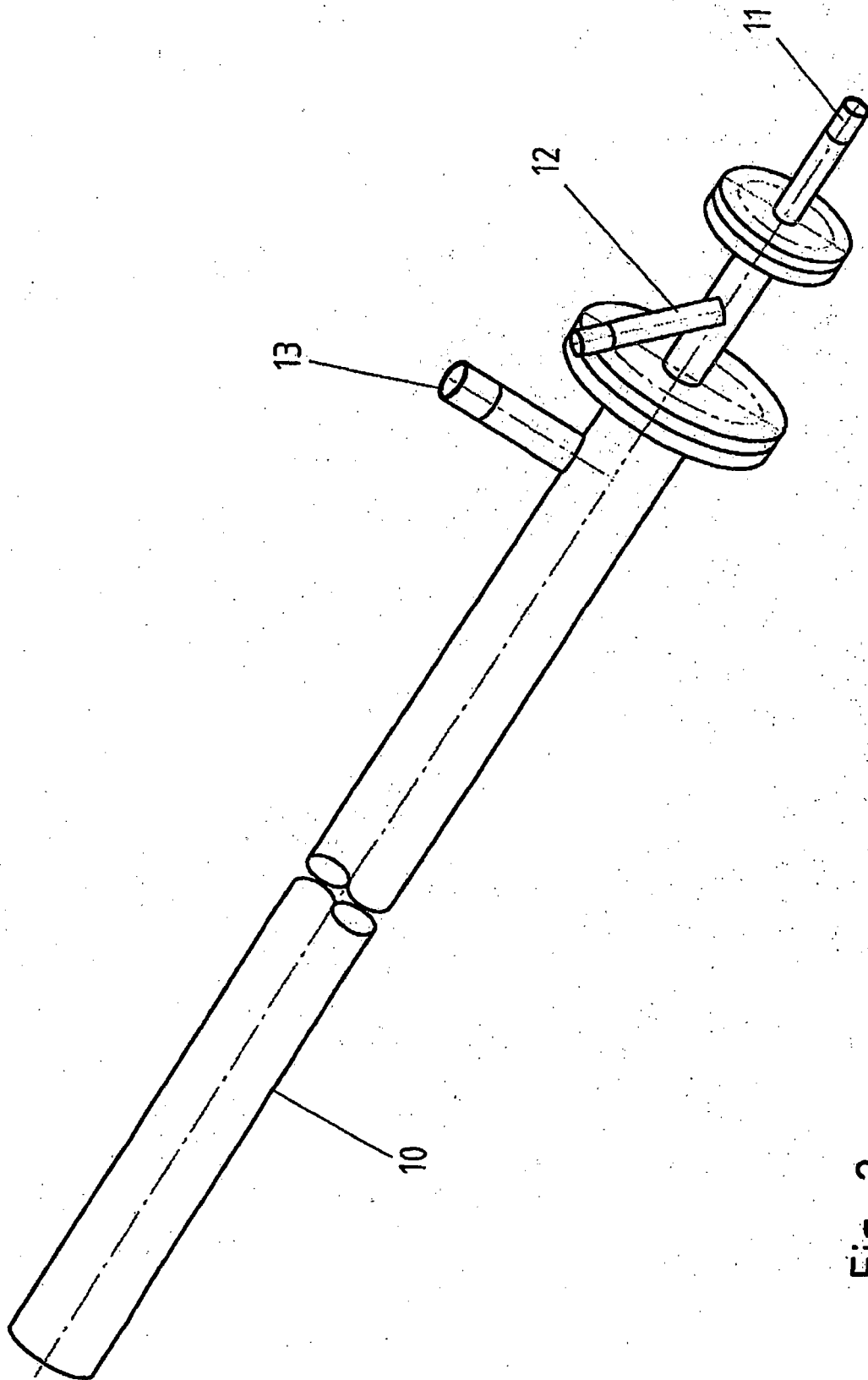


Fig. 2

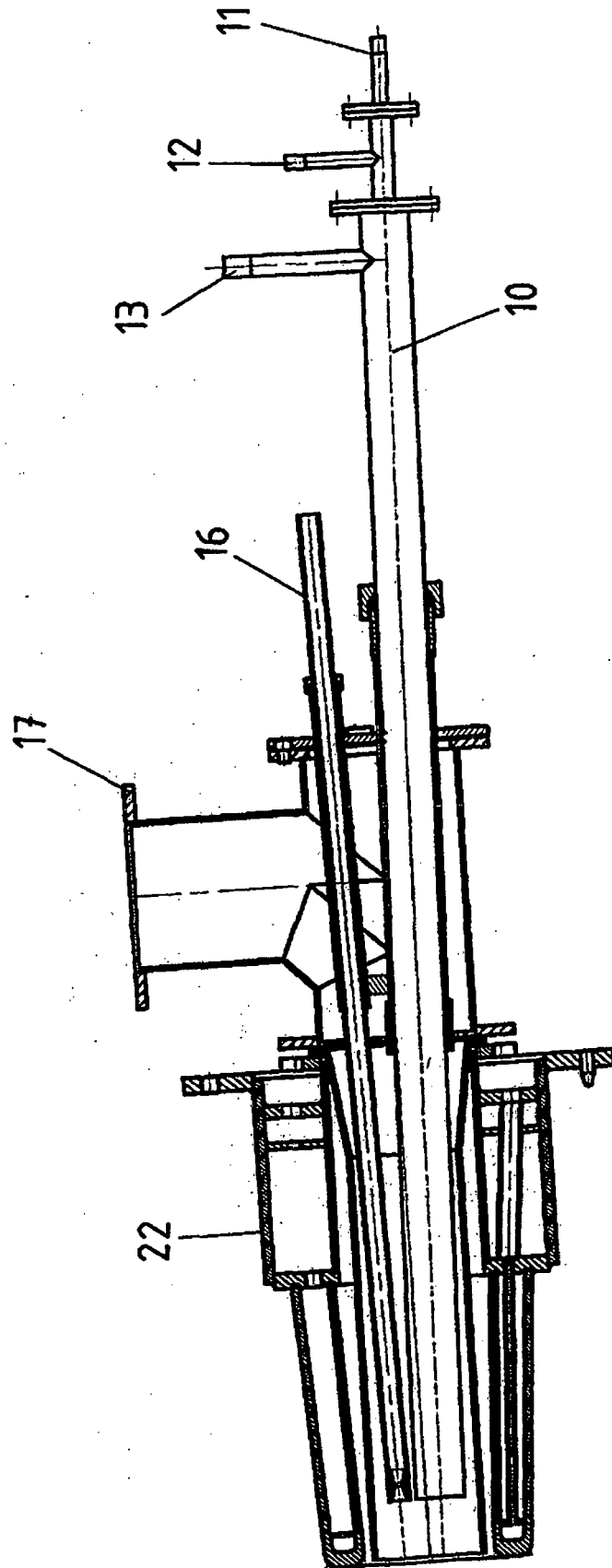


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4310931 A [0005]