



(10) **DE 11 2013 003 839 T5** 2015.04.30

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/020964**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 003 839.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/063504**  
(86) PCT-Anmeldetag: **15.05.2013**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.02.2014**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **30.04.2015**

(51) Int Cl.: **C21B 5/00 (2006.01)**  
**C10B 53/00 (2006.01)**  
**C10B 57/10 (2006.01)**  
**C21B 7/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2012-172757 03.08.2012 JP**

(71) Anmelder:  
**Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Tokyo, JP**

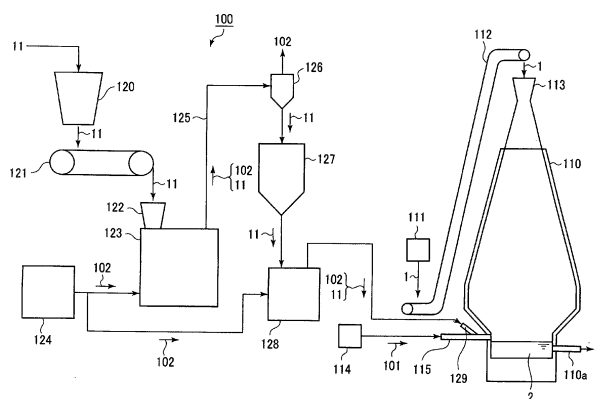
(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Henkel, Breuer & Partner, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Omoto, Setsuo, c/o Mitsubishi Heavy Industries, Tokyo, JP; Sakaguchi, Masakazu, c/o Mitsubishi Heavy Industries, Tokyo, JP; Nakagawa, Keiichi, c/o Mitsubishi Heavy Industries, Tokyo, JP; Hamada, Tsutomu, c/o Mitsubishi Heavy Industries, Tokyo, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Roheisen, und Hochofenanlage, die dieses verwendet**

(57) Zusammenfassung: Diese Hochofenanlage ist ausgestattet mit: einem Hochofen-Hauptkörper (110); Ausgangsmaterial-Beschickungsmitteln (111–113), die ein Eisenerz und Koks enthaltendes Ausgangsmaterial (1) in das Innere des Hochofen-Hauptkörpers (110) über den Scheitelpunkt hiervon einfüllen; Heißluftstrom-Einblasmittel (114, 115), die einen Heißluftstrom (101) über eine Winddüse in das Innere des Hochofen-Hauptkörpers (110) einblasen; sowie Hochofen-Einblaskohle-Zuführmittel (120–129), die die Hochofen-Einblaskohle (11) über die Winddüse in das Innere des Hochofen-Hauptkörpers (110) einblasen. Die Hochofen-Einblaskohle-Zuführmittel (120–129) blasen eine Hochofen-Einblaskohle (11) ein, die einen Gehalt an Sauerstoffatomen (auf Trockenbasis) von 10–20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von 10–50 nm aufweist.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen, sowie eine darin zu verwendende Hochofenanlage.

### Bisheriger Stand der Technik

**[0002]** Hochofenanlagen sind derart ausgestaltet, dass sie in der Lage sind, Roheisen aus Eisenerz zu erzeugen, indem ein Eisenerz und Koks enthaltendes Rohmaterial über die Gicht in das Hochofen-Hauptaggregat eingefüllt, und Heißluft sowie Hochofen-Einblaskohle (pulverisierte Kohle) als Hilfsbrennstoff über die Winddüsen auf der unteren lateralen Seite hiervon in das Hochofen-Hauptaggregat eingeblasen werden.

**[0003]** Die Hochofen-Einblaskohle (pulverisierte Kohle), die als Hilfsbrennstoff über die Winddüsen in das Hochofen-Hauptaggregat eingeblasen werden soll, kann unverbrannten Kohlenstoff (Ruß) erzeugen, wobei in diesem Fall der unverbrannte Kohlenstoff die Strömbewegung von verbranntem Gas behindern kann. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhalts schlägt beispielsweise die nachfolgend aufgeführte Patentliteratur 1 im Hinblick auf eine Verbesserung der Verbrennungseffizienz Kohle vor, die durch vorheriges Hinzufügen eines Oxidationsmittels, wie zum Beispiel  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KClO}_3$  oder  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ , zu pulverisierter Kohle erhalten wird, so dass eine Erzeugung von unverbranntem Kohlenstoff (Ruß) unterbunden werden kann.

**[0004]** Darüber hinaus schlägt beispielsweise die nachfolgend aufgeführte Patentliteratur 2 ein Verfahren vor, welches das Anreichern des in Heißluft enthaltenen Sauerstoffs sowie das Einblasen der Luft in ein Hochofen-Hauptaggregat über dessen Winddüsen umfasst, um die Brennbarkeit der Hochofen-Einblaskohle zu verbessern.

### Liste der Literaturstellen

#### Patentliteratur

#### **[0005]**

Patentliteratur 1: japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer Hei 6-220510

Patentliteratur 2: japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2003-286511

Patentliteratur 3: japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer Hei 10-060508

Patentliteratur 4: japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer Hei 11-092809

### Zusammenfassung der Erfindung

#### Technische Probleme

**[0006]** Allerdings erfordert die in vorstehend aufgeführter Patentliteratur 1 beschriebene Hochofen-Einblaskohle zwangsläufig das Hinzufügen des vorstehend erwähnten Oxidationsmittels zu pulverisierter Kohle, und erhöht somit die Betriebskosten.

**[0007]** Darüber hinaus erfordert das in vorstehend aufgeführter Patentliteratur 2 beschriebene Verfahren zur Verbesserung der Brennbarkeit das Betreiben des Hochofens mit einer großen Menge an Sauerstoff, die der Heißluft fortwährend hinzugefügt wird, und erhöht somit ebenfalls die Betriebskosten.

**[0008]** Unter Berücksichtigung des vorstehenden Sachverhalts besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen sowie eine darin zu verwendende Hochofenanlage bereitzustellen, das/die in der Lage ist, die Herstellungskosten von Roheisen zu senken.

#### Lösung der Probleme

**[0009]** Ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung zur Lösung der vorstehend erwähnten Probleme ist ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen, welches das Einfüllen eines Eisenerz und Koks enthaltenden Rohmaterials in ein Hochofen-Hauptaggregat über eine Gicht hiervon sowie das Einblasen von Heißluft und Hochofen-Einblaskohle in das Hochofen-Hauptaggregat über eine Winddüse hiervon umfasst, um auf diese Weise aus dem im Rohmaterial enthaltenen Eisenerz Roheisen herzustellen,

dadurch gekennzeichnet, dass die Hochofen-Einblaskohle einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von zwischen 10 und 20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von zwischen 10 und 50 nm aufweist.

**[0010]** Ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist der erste Aspekt der Erfindung, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochofen-Einblaskohle ein Porenvolumen von zwischen 0.05 und 0.5 cm<sup>3</sup>/g aufweist.

**[0011]** Ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung ist der erste oder zweite Aspekt der Erfindung, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochofen-Einblaskohle eine spezifische Oberfläche von zwischen 1 und 100 m<sup>2</sup>/g aufweist.

**[0012]** Weiterhin ist eine Hochofenanlage gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung zur Lösung der vorstehend erwähnten Probleme eine Hochofenanlage, welche ein Hochofen-Hauptaggregat, Rohmaterial-Beschickungsmittel zum Einfüllen eines Eisenerz und Koks enthaltenden Rohmaterials in das Hochofen-Hauptaggregat über eine Gicht hiervon, Heißluft-Einblasmittel zum Einblasen von Heißluft in das Hochofen-Hauptaggregat über eine Winddüse hiervon, und Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel zum Eintragen von Hochofen-Einblaskohle in das Hochofen-Hauptaggregat über die Winddüse umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel die einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von zwischen 10 und 20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von zwischen 10 und 50 nm aufweisende Hochofen-Einblaskohle einblasen.

**[0013]** Eine Hochofenanlage gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung ist der vierte Aspekt der Erfindung, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel die ein Porenvolumen von zwischen 0.05 und 0.5 cm<sup>3</sup>/g aufweisende Hochofen-Einblaskohle einblasen.

**[0014]** Eine Hochofenanlage gemäß einem sechsten Aspekt der Erfindung ist der vierte oder fünfte Aspekt der Erfindung, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel die eine spezifische Oberfläche von zwischen 1 und 100 m<sup>2</sup>/g aufweisende Hochofen-Einblaskohle einblasen.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0015]** In den Verfahren zur Herstellung von Roheisen und den darin zu verwendenden Hochofenanlagen gemäß der vorliegenden Erfindung wird Hochofen-Einblaskohle, die einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von 10 bis 20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm aufweist, in das Hochofen-Hauptaggregat eingeblasen. Dies bedeutet, dass Hochofen-Einblaskohle, in welcher Teer-produzierende Gruppen, wie zum Beispiel sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen (zum Beispiel Carboxylgruppen, Aldehydgruppen, Estergruppen und Hydroxylgruppen), desorbieren und sich stark verringern und aber eine Zersetzung (Abnahme) der Hauptgerüste (Verbrennungskomponenten, die hauptsächlich C, H und O enthalten) massiv unterbunden wird, in das Hochofen-Hauptaggregat eingeblasen wird. Wird eine solche Hochofen-Einblaskohle zusammen mit Heißluft in das Hochofen-Hauptaggregat eingeblasen, so kann die Hochofen-Einblaskohle, da zahlreiche Sauerstoffatome in den Hauptgerüsten enthalten sind und darüber hinaus die großen Poren eine einfache Ausbreitung des in der Heißluft enthaltenen Sauerstoffs in das Innere ermöglichen, daher vollständig und nahezu ohne Erzeugung von unverbranntem Kohlenstoff (Ruß) verbrannt werden, und sie unterbindet darüber hinaus die Erzeugung von Teer in signifikanter Art und Weise. Folglich kann kostengünstige minderwertige Kohle, wie zum Beispiel subbituminöse Kohle oder Braunkohle, als Hochofen-Einblaskohle verwendet werden. Dementsprechend können die Herstellungskosten für Roheisen gesenkt werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0016]** Fig. 1 ist ein Flussdiagramm, das den Prozess einer ersten Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung von Hochofen-Einblaskohle gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0017]** Fig. 2 ist eine graphische Darstellung, welche die Beziehung zwischen der Temperatur von subbituminöser Kohle und dem Anteil jeder ihrer sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen auf Basis eines unter einer stickstoffhaltigen Atmosphäre und ansteigender Temperatur aufgenommenen Infrarot-Absorptionsspektrums der subbituminösen Kohle zeigt.

**[0018]** Fig. 3 ist eine graphische Darstellung, welche die Beziehung zwischen den Anteilen an unverbranntem Kohlenstoff, der nach einer Verbrennung der Kohle der vorliegenden Erfindung, getrockneter Kohle und her-

kömmlicher Kohle gesammelt wurde, und den Konzentrationen an Restsauerstoff (Konzentrationen an überschüssigem Sauerstoff) in Verbrennungsabgasen nach der Verbrennung zeigt.

**[0019]** Fig. 4 ist eine graphische Darstellung, welche die Beziehung zwischen dem Anteil an überschüssigem Sauerstoff und der Verbrennungstemperatur einer vollständigen Verbrennung der Kohle der vorliegenden Erfindung sowie der herkömmlichen Kohle zeigt.

#### Beschreibung von Ausführungsformen

**[0020]** Ausführungsformen eines Verfahrens zur Herstellung von Roheisen und einer darin zu verwendenden Hochofenanlage gemäß der vorliegenden Erfindung werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht lediglich auf jene Ausführungsformen beschränkt, die unter Bezugnahme auf die Zeichnungen nachfolgend beschrieben werden sollen.

#### <Hauptausführungsform>

**[0021]** Eine Hauptausführungsform des Verfahrens zur Herstellung von Roheisen und der darin zu verwendenden Hochofenanlage gemäß der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

**[0022]** Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, kommuniziert eine Sollmengen-Rohmaterial-Zuführvorrichtung **111**, die für eine Eintragung einer vorbestimmten Menge eines Eisenerz und Koks enthaltenden Rohmaterials **1** ausgelegt ist, mit der in Transportrichtung stromaufwärts gelegenen Seite eines Beschickungsförderers **112** in, wobei der Beschickungsförderer **112** für einen Transport des Rohmaterials **1** ausgelegt ist. Die in Transportrichtung stromabwärts gelegene Seite dieses Beschickungsförderers **112** kommuniziert mit der Oberseite eines Gichttrichters **113** an der Gicht eines Hochofen-Hauptaggregats **110**. Eine Heißluft-Zuführvorrichtung **114**, die für eine Zufuhr von Heißluft **101** (1000 bis 1300°C) ausgelegt ist, kommuniziert mit einem Blasrohr **115**, das an jeder Winddüse des Hochofen-Hauptaggregats **110** bereitgestellt ist.

**[0023]** Darüber hinaus ist in der Nähe des Hochofen-Hauptaggregats **110** ein Aufgabetrichter **120** angeordnet, der für eine Eintragung der Hochofen-Einblaskohle **11** ausgelegt ist. Ein unterer Bereich des Aufgabetrichters **120** kommuniziert mit dem proximalen Ende eines Bandförderers **121**, der für einen Transport der aus dem Aufgabetrichter **120** austretenden Hochofen-Einblaskohle **11** ausgelegt ist. Das distale Ende des Bandförderers **121** kommuniziert mit einem oberen Bereich eines Aufnahmetrichters **122**, der für eine Aufnahme der Hochofen-Einblaskohle **11** ausgelegt ist.

**[0024]** Ein unterer Bereich des Aufnahmetrichters **122** ist mit einem Aufnahmestutzen in einem oberen Bereich einer Kohlenmühle **123** verbunden, die für eine Pulverisierung der Hochofen-Einblaskohle **11** aus dem Aufnahmetrichter **122** auf vorbestimmte Größen (z. B. 80 µm oder und kleiner) ausgelegt ist. Eine Stickstoffgas-Einspeisequelle **124**, die für eine Einspeisung von Stickstoffgas **102** als Inertgas ausgelegt ist, ist mit der unteren lateralen Seite der Kohlenmühle **123** verbunden. Das proximale Ende einer Transportleitung **125**, durch welche die pulverisierte Hochofen-Einblaskohle **11** zusammen mit einem Strom des Stickstoffgases **102** transportiert wird, ist an die Oberseite der Kohlenmühle **123** angeschlossen.

**[0025]** Das distale Ende der Transportleitung **125** ist an einen Zyklonabscheider **126** angeschlossen, der für eine Trennung der Hochofen-Einblaskohle **11** von dem Stickstoffgas **102** ausgelegt ist. Die Unterseite des Zyklonabscheiders **126** kommuniziert mit der Oberseite eines Vorratstrichters **127**, der für eine Lagerung der Hochofen-Einblaskohle **11** ausgelegt ist. Ein unterer Bereich des Vorratstrichters **127** ist mit der Oberseite eines Einblasbehälters **128** verbunden.

**[0026]** Die Stickstoffgas-Einspeisequelle **124** ist mit der unteren lateralen Seite des Einblasbehälters **128** verbunden. Die Oberseite des Einblasbehälters **128** ist mit einer mit dem Blasrohr **115** verbundenen Einblaslanze **129** verbunden. Durch Einspeisen des Stickstoffgases **102** aus der Stickstoffgas-Einspeisequelle **124** in den Einblasbehälter **128** kann die in das Innere des Einblasbehälters **128** eingetragene Hochofen-Einblaskohle **11** mittels des Stromes transportiert und aus der Einblaslanze **129** in das Blasrohr **115** eingetragen werden.

**[0027]** Man beachte, dass das Bezugszeichen **110a** in **Fig. 1** ein Stichloch bezeichnet, über welches geschmolzenes Roheisen (Heißmetall) **2** entnommen wird.

**[0028]** In dieser vorstehend beschriebenen Ausführungsform dienen die Sollmengen-Rohmaterial-Zuführvorrichtung **111**, der Beschickungsförderer **112**, der Gichttrichter **113**, etc. als Rohmaterial-Beschickungsmittel;

dienen die Heißluft-Zuführvorrichtung **114**, das Blasrohr **115**, etc. als Heißluft-Einblasmittel; und dienen der Aufgabetrichter **120**, der Bandförderer **121**, der Aufnahmetrichter **122**, die Kohlenmühle **123**, die Stickstoffgas-Einspeisequelle **124**, die Transportleitung **125**, der Zyklonabscheider **126**, der Vorratstrichter **127**, der Einblasbehälter **128**, die Einblaslanze **129**, das Blasrohr **115**, etc. als Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel.

**[0029]** Die Hochofen-Einblaskohle **11** weist einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von 10 bis 18 Gew.-%, sowie eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm (bevorzugt 20 bis 50 nm) auf.

**[0030]** Die Hochofen-Einblaskohle **11** kann auf einfache Weise hergestellt werden durch: Trocknen von minderwertiger Kohle (Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis): über 18 Gew.-%, mittlere Porengröße: 3 bis 4 nm), wie zum Beispiel von subbituminöser Kohle oder von Braunkohle, durch Erwärmen derselben (bei 110 bis 200°C × 0.5 bis 1 Stunde) in einer sauerstoffarmen Atmosphäre (Sauerstoffkonzentration: 5 Vol.-% oder weniger), um Feuchtigkeit zu entfernen; Pyrolysieren der resultierenden Kohle durch Erwärmen derselben (bei 460 bis 590°C (bevorzugt 500 bis 550°C) × 0.5 bis 1 Stunde) in einer sauerstoffarmen Atmosphäre (Sauerstoffkonzentration: 2 Vol.-% oder weniger), um gebildetes Wasser, Kohlendioxid, Teer, und dergleichen als Pyrolysegas und Pyrolyseöl zu entfernen; und anschließendes Kühlen der resultierenden Kohle (auf 50°C oder darunter) in einer sauerstoffarmen Atmosphäre (Sauerstoffkonzentration: 2 Vol.-% oder weniger).

**[0031]** Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen, in welchem eine vorstehend beschriebene Hochofenanlage **100** zum Einsatz gelangt, beschrieben.

**[0032]** Sobald die vorbestimmte Menge des Rohmaterials **1** von der Sollmengen-Rohmaterial-Zuführvorrichtung **111** zugeführt worden ist, wird das Rohmaterial **1** mittels des Beschickungsförderers **112** in den Gichttrichter **113** eingetragen und in das Hochofen-Hauptaggregat **110** eingefüllt.

**[0033]** Zusätzlich wird die Hochofen-Einblaskohle **11**, sobald die Hochofen-Einblaskohle **11** in den Aufgabetrichter **120** eingebracht worden ist, mittels des Bandförderers **121** in den Aufnahmetrichter **122** eingetragen und mittels der Kohlenmühle **123** auf vorbestimmte Größen (z. B. 80 µm und kleiner) pulverisiert.

**[0034]** Sobald das Stickstoffgas **102** aus der Stickstoffgas-Einspeisequelle **124** zugeführt worden ist, transportiert der Strom des Stickstoffgases **102** die pulverisierte Hochofen-Einblaskohle **11** anschließend über die Transportleitung **125** in den Zyklonabscheider **126**, in welchem das Stickstoffgas **102** von der Hochofen-Einblaskohle **11** abgetrennt und sodann aus dem System ausgestoßen wird.

**[0035]** Nach der Abtrennung in dem Zyklonabscheider **126** wird die Hochofen-Einblaskohle **11** in dem Vorratstrichter **127** gelagert und anschließend in den Einblasbehälter **128** eingetragen, aus welchen die Hochofen-Einblaskohle **11** mittels eines Stromes des aus der Stickstoffgas-Einspeisequelle **124** stammenden Stickstoffgases **102** in die Einblaslanze **129** transportiert und in das Blasrohr **115** eingetragen wird.

**[0036]** Im Anschluss daran wird die aus der Heißluft-Zuführvorrichtung **114** stammende Heißluft **101** in das Blasrohr **115** eingespeist, um die Hochofen-Einblaskohle **11** vorzuwärmen und zu entzünden. Als Ergebnis dessen verwandelt sich die Hochofen-Einblaskohle **11** nahe der Spitze des Blasrohrs **115** in eine Flamme und wird in einer Wirbelzone verbrannt, wobei sie mit dem Koks und dergleichen im Rohmaterial **1** reagiert und Reduktionsgas erzeugt. Dementsprechend wird das Eisenerz im Rohmaterial **1** reduziert und als Roheisen (Heißmetall) **2** aus dem Stichloch **110a** entnommen.

**[0037]** Die Hochofen-Einblaskohle **11** weist hier eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm auf, d. h. dass Teerproduzierende Gruppen, wie zum Beispiel sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen (zum Beispiel Carboxylgruppen, Aldehydgruppen, Estergruppen und Hydroxylgruppen), desorbieren und sich stark verringern, während die Hochofen-Einblaskohle **11** einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von 10 bis 18 Gew.-% aufweist, d. h. dass eine Zersetzung (Abnahme) der Hauptgerüste (Verbrennungskomponenten, die hauptsächlich C, H und O enthalten) massiv unterbunden wird.

**[0038]** Wird die Hochofen-Einblaskohle **11** zusammen mit der Heißluft **101** in das Hochofen-Hauptaggregat **110** eingeblasen, so kann die Hochofen-Einblaskohle **11**, da zahlreiche Sauerstoffatome in den Hauptgerüsten enthalten sind und darüber hinaus die großen Poren eine einfache Ausbreitung des in der Heißluft **101** enthaltenen Sauerstoffs in das Innere ermöglichen, daher vollständig und nahezu ohne Erzeugung von unverbranntem Kohlenstoff (Ruß) verbrannt werden, und sie unterbindet darüber hinaus die Erzeugung von Teer in signifikanter Art und Weise.

**[0039]** Dementsprechend ist es möglich, die Verbrennungseffizienz zu verbessern und die Erzeugung von unverbranntem Kohlenstoff (Ruß) zu unterbinden, ohne dass der Hochofen-Einblaskohle ein Oxidationsmittel, wie zum Beispiel  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KClO}_3$  oder  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ , zugesetzt oder der in der Heißluft enthaltene Sauerstoff angereichert wird.

**[0040]** Folglich kann gemäß dieser Ausführungsform kostengünstige minderwertige Kohle, wie zum Beispiel subbituminöse Kohle oder Braunkohle, als Hochofen-Einblaskohle **11** verwendet werden. Dementsprechend muss keine teure bituminöse Kohle oder dergleichen als Hochofen-Einblaskohle verwendet werden, weshalb die Herstellungskosten für Roheisen **2** gesenkt werden können.

**[0041]** Darüber hinaus ist der Anteil an Sauerstoffatomen in der Hochofen-Einblaskohle **11** (10 bis 18 Gew.-% auf Trockenbasis) signifikant höher als die Anteile an Sauerstoffatomen in herkömmlich verwendeter, teurer bituminöser Kohle und dergleichen (mehrere Gew.-% auf Trockenbasis). Folglich kann die Menge an zuzuführender Heißluft **101** im Vergleich zu den herkömmlichen Fällen (um etwa 20%) reduziert werden, weshalb die Verbrennungstemperatur höher als bei der herkömmlich verwendeten, teuren bituminösen Kohle und dergleichen sein kann, obwohl der Heizwert geringer ist (siehe <Nr. 5> der später zu beschreibenden [Beispiele]).

**[0042]** Dementsprechend kann der Heißluft-Zuführdruck (Einblasdruck) der Heißluft-Zuführvorrichtung **114** im Vergleich zu den herkömmlichen Fällen verringert werden, und aus diesem Grund kann der Energieverbrauch der Heißluft-Zuführvorrichtung **114** im Vergleich zu den herkömmlichen Fällen verringert werden.

**[0043]** Andererseits kann in einem Fall, in welchem die Heißluft **101** in der gleichen Menge wie in den herkömmlichen Fällen eingespeist wird, die Menge der einzutragenden Hochofen-Einblaskohle **11** (um etwa 20%) größer sein als in den herkömmlichen Fällen. Folglich kann die Menge an teurem Koks, der als Rohmaterial **1** in das Hochofen-Hauptaggregat **110** eingefüllt werden soll, verringert werden. Dementsprechend können die Herstellungskosten des Roheisens **2** weiter gesenkt werden.

**[0044]** Man beachte, dass die mittlere Porengröße der Hochofen-Einblaskohle **11** von 10 bis 50 nm (bevorzugt 20 bis 50 nm) betragen muss. Dies liegt daran, dass sich im Falle einer mittleren Porengröße von weniger als 10 nm die Ausbreitungsfähigkeit des in der Heißluft **101** enthaltenen Sauerstoffs in das Innere verschlechtert und sich dementsprechend die Brennbarkeit verschlechtert. Im Falle einer mittleren Porengröße von mehr als 50 nm zerbricht die Hochofen-Einblaskohle **11** aufgrund von Hitzeschock und dergleichen demgegenüber leicht in kleinere Größen, und zerbricht daher beim Einblasen in das Hochofen-Hauptaggregat **110** in kleinere Größen, was zu einer Situation führt, in der die Hochofen-Einblaskohle **11** zusammen mit einem Gasstrom durch das Innere des Hochofen-Hauptaggregats **110** hindurchtritt und ohne Verbrennung ausgestoßen wird.

**[0045]** Darüber hinaus muss der Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) der Hochofen-Einblaskohle **11** auch 10 Gew.-% oder mehr betragen. Dies liegt daran, dass es im Falle eines Anteils an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von weniger als 10 Gew.-% Schwierigkeiten bereitet, ohne Hinzufügen eines Oxidationsmittels oder Anreicherung des in der Heißluft enthaltenen Sauerstoffs eine vollständige Verbrennung zu erzielen.

**[0046]** Weiterhin beträgt das Porenvolumen der Hochofen-Einblaskohle **11** bevorzugt 0.05 bis 0.5  $\text{cm}^3/\text{g}$ , und besonders bevorzugt 0.1 bis 0.2  $\text{cm}^3/\text{g}$ . Dies liegt daran, dass im Falle eines Porenvolumens von weniger als 0.05  $\text{cm}^3/\text{g}$  eine kleine Kontaktfläche (Reaktionsoberfläche) mit dem in der Heißluft **101** enthaltenen Sauerstoff vorliegt und sich die Brennbarkeit möglicherweise verschlechtert, während sich im Falle eines Porenvolumens von mehr als 0.5  $\text{cm}^3/\text{g}$  große Mengen an Komponenten verflüchtigen und die Hochofen-Einblaskohle **11** so porös ist, dass eine übermäßige Verringerung der Verbrennungskomponenten resultieren kann.

**[0047]** Zusätzlich beträgt die spezifische Oberfläche der Hochofen-Einblaskohle **11** bevorzugt 1 bis 100  $\text{m}^2/\text{g}$ , und besonders bevorzugt 5 bis 20  $\text{m}^2/\text{g}$ . Dies liegt daran, dass im Falle einer spezifischen Oberfläche von weniger als 1  $\text{m}^2/\text{g}$  eine kleine Kontaktfläche (Reaktionsoberfläche) mit dem in der Heißluft **101** enthaltenen Sauerstoff vorliegt und sich die Brennbarkeit möglicherweise verschlechtert, während sich im Falle einer spezifischen Oberfläche von mehr als 100  $\text{m}^2/\text{g}$  große Mengen an Komponenten verflüchtigen und die Hochofen-Einblaskohle **11** so porös ist, dass eine übermäßige Verringerung der Verbrennungskomponenten resultieren kann.

**[0048]** Im Rahmen der Herstellung der Hochofen-Einblaskohle **11** muss die Pyrolysetemperatur indessen 460 bis 590°C (bevorzugt 500 bis 550°C) betragen. Dies liegt daran, dass im Falle einer Temperatur von weniger als 460°C die Teer-produzierenden Gruppen, wie zum Beispiel sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen, in unzureichendem Ausmaß von der minderwertigen Kohle desorbieren und es extreme Schwierigkeiten bereitet,

eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm zu erhalten, während im Falle einer Temperatur von mehr als 590°C eine beachtliche Zersetzung der Hauptgerüste (Verbrennungskomponenten, die hauptsächlich C, H und O enthalten) der minderwertigen Kohle einsetzt und sich große Mengen an Komponenten verflüchtigen, was wiederum zu einer übermäßigen Verringerung der Verbrennungskomponenten führt.

<Weitere Ausführungsform>

**[0049]** Die vorstehend erwähnte Ausführungsform beschreibt den Fall einer Verwendung der Hochofen-Einblaskohle **11**, die einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von 10 bis 18 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm (bevorzugt 20 bis 50 nm) aufweist und erhalten wird durch: Erwärmen von minderwertiger Kohle (Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis): über 18 Gew.-%, mittlere Porengröße: 3 bis 4 nm), wie zum Beispiel von subbituminöser Kohle oder von Braunkohle, in einer sauerstoffarmen Atmosphäre; Pyrolysieren der resultierenden Kohle durch Erwärmen derselben in einer sauerstoffarmen Atmosphäre; und anschließendes Kühlen der resultierenden Kohle in einer sauerstoffarmen Atmosphäre. Allerdings kann als weitere Ausführungsform eine Hochofen-Einblaskohle **21** verwendet werden, die einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von 12 bis 20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm (bevorzugt 20 bis 50 nm) aufweist und beispielsweise erhalten wird durch: Trocknen der vorstehend erwähnten minderwertigen Kohle (Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis): über 18 Gew.-%) auf ähnliche Art und Weise wie im Rahmen der vorstehend erwähnten Ausführungsform; Pyrolysieren der resultierenden Kohle auf ähnliche Art und Weise wie im Rahmen der vorstehend erwähnten Ausführungsform; Kühlen der resultierenden Kohle (auf 50 bis 150°C) in einer sauerstoffarmen Atmosphäre (Sauerstoffkonzentration: 5 Vol.-% oder weniger); und anschließendes Aussetzen der resultierenden Kohle einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre (Sauerstoffkonzentration: 5 bis 21 Vol.-%) (bei 50 bis 150°C × 0.5 bis 10 Stunden), um eine chemische Adsorption von Sauerstoff an die Kohle und eine partielle Oxidation der Kohle zuzulassen.

**[0050]** Wie in der vorstehend erwähnten Ausführungsform weist diese Hochofen-Einblaskohle **21** eine mittlere Porengröße von 10 bis 50 nm auf, d. h. dass Teer-produzierende Gruppen, wie zum Beispiel sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen (zum Beispiel Carboxylgruppen, Aldehydgruppen, Estergruppen und Hydroxylgruppen), desorbieren und sich stark verringern, während die Hochofen-Einblaskohle **21** einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von 12 bis 20 Gew.-% aufweist, d. h. dass eine Zersetzung (Abnahme) der Hauptgerüste (Verbrennungskomponenten, die hauptsächlich C, H und O enthalten) massiv unterbunden wird. Zusätzlich werden sogar mehr Sauerstoffatome chemisch adsorbiert. Wird die Hochofen-Einblaskohle **21** zusammen mit Heißluft **101** in ein Hochofen-Hauptaggregat **110** eingeblasen, so kann die Hochofen-Einblaskohle **21**, da mehr Sauerstoffatome in den Hauptgerüsten enthalten sind als in der vorstehend erwähnten Ausführungsform enthalten und darüber hinaus die großen Poren eine einfache Ausbreitung des in der Heißluft **101** enthaltenen Sauerstoffs in das Innere ermöglichen, daher vollständig und unter Erzeugung einer geringeren Menge an unverbranntem Kohlenstoff (Ruß) als in der vorstehend erwähnten Ausführungsform verbrannt werden, und sie unterbindet darüber hinaus, wie die vorstehend erwähnte Ausführungsform, die Erzeugung von Teer in signifikanter Art und Weise.

**[0051]** Dementsprechend ist es möglich, die Verbrennungseffizienz in größerem Ausmaß zu verbessern und die Erzeugung von unverbranntem Kohlenstoff (Ruß) in größerem Ausmaß zu unterbinden als in der vorstehend erwähnten Ausführungsform, ohne dass ein Oxidationsmittel, wie zum Beispiel  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KClO}_3$  oder  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ , zugesetzt oder der in der Heißluft enthaltene Sauerstoff angereichert wird.

**[0052]** Folglich kann die Hochofen-Einblaskohle **21** die Herstellungskosten für Roheisen **2** in größerem Ausmaß senken als die Hochofen-Einblaskohle **11** der vorstehend erwähnten Ausführungsform.

**[0053]** Der Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) in der Hochofen-Einblaskohle **21** muss hier 20 Gew.-% oder weniger betragen. Dies liegt daran, dass im Falle eines Anteils an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von mehr als 20 Gew.-% der Sauerstoffgehalt übermäßig groß ist und sich der Heizwert übermäßig verringert.

**[0054]** Im Rahmen der Herstellung der Hochofen-Einblaskohle **21** beträgt die Temperatur des vorstehend erwähnten Partialoxidaionsprozesses indessen bevorzugt 50 bis 150°C. Dies liegt daran, dass es im Falle einer Temperatur von weniger als 50°C selbst in einer Luftatmosphäre (Sauerstoffkonzentration: 21 Vol.-%) zu einer Verzögerung des Partialoxidaionsprozesses kommt, während im Falle einer Temperatur von mehr als 150°C selbst in einer Atmosphäre, in der die Sauerstoffkonzentration etwa 5 Vol.-% beträgt, im Rahmen der Verbrennungsreaktion möglicherweise große Mengen an Kohlenmonoxid und Kohlendioxid erzeugt werden.

## Beispiele

**[0055]** Beispiele, die zwecks Bestätigung der vorteilhaften Effekte des Verfahrens zur Herstellung von Roheisen sowie der darin zu verwendenden Hochofenanlage gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wurden, werden nachfolgend beschrieben. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht auf jene Beispiele beschränkt, die nachfolgend auf Basis verschiedener Arten von Daten beschrieben werden sollen.

## &lt;Nr. 1: Zusammensetzungsanalyse von Hochofen-Einblaskohle&gt;

**[0056]** Es wurde eine Zusammensetzungsanalyse (Elementaranalyse) der in der Hauptausführungsform verwendeten Hochofen-Einblaskohle **11** (Kohle der vorliegenden Erfindung) durchgeführt. Darüber hinaus wurde zu Vergleichszwecken auch eine Zusammensetzungsanalyse einer herkömmlichen Hochofen-Einblaskohle (PCI-Kohle: herkömmliche Kohle) sowie einer Kohle, die durch Weglassen des Pyrolyseschritts der Hauptausführungsform erhalten worden war (getrocknete Kohle), durchgeführt. Die nachfolgend aufgeführte Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse. Man beachte, dass die Werte allesamt auf Trockenbasis sind.

[Tabelle 1]

	Kohle der vorliegenden Erfindung	herkömmliche Kohle	getrocknete Kohle
C (Gew.-%)	73.8	84.5	71.0
H (Gew.-%)	3.2	3.8	3.6
O (Gew.-%)	14.4	2.9	18.5
N (Gew.-%)	1.1	1.7	1.0
S (Gew.-%)	0.3	0.5	0.5
Heizwert (kcal/kg)	6700	8020	6300

**[0057]** Wie aus der vorstehend aufgeführten Tabelle 1 ersichtlich ist, ist der Anteil an Sauerstoff(O) in der Kohle der vorliegenden Erfindung geringer als jener in der getrockneten Kohle und signifikant größer als jener in der herkömmlichen Kohle, während der Anteil an Kohlenstoff größer ist als jener in der getrockneten Kohle und geringer ist als jener in der herkömmlichen Kohle. Somit ist der Heizwert der Kohle der vorliegenden Erfindung größer als jener der getrockneten Kohle und kleiner als jener der herkömmlichen Kohle.

## &lt;Nr. 2: Oberflächenzustände von Hochofen-Einblaskohle&gt;

**[0058]** Es wurden Oberflächenzustände (mittlere Porengröße, Porenvolumen, spezifische Oberfläche) der vorstehend erwähnten Kohle der vorliegenden Erfindung gemessen. Darüber hinaus wurden zu Vergleichszwecken auch die Oberflächenzustände der vorstehend erwähnten herkömmlichen Kohle und der getrockneten Kohle gemessen. Die nachfolgend aufgeführte Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse.

[Tabelle 2]

	Kohle der vorliegenden Erfindung	herkömmliche Kohle	getrocknete Kohle
mittlere Porengröße (nm)	20	1.5	3.5
Porenvolumen (cm <sup>3</sup> /g)	0.13	0.08	0.14
spezifische Oberfläche (m <sup>2</sup> /g)	10.4	0.23	15

**[0059]** Wie aus der vorstehend aufgeführten Tabelle 2 ersichtlich ist, ist die mittlere Porengröße der Kohle der vorliegenden Erfindung signifikant größer als jene der herkömmlichen Kohle und der getrockneten Kohle.



## &lt;Nr. 3: Mengen an sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen in subbituminöser Kohle&gt;

**[0060]** Unter einer stickstoffhaltigen Atmosphäre und ansteigender Temperatur (10°C/min) wurde ein Infrarot-Absorptionsspektrum von subbituminöser Kohle (PRB-Kohle aus den Vereinigten Staaten) aufgenommen, um den Anteil an sämtlichen sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen (Hydroxylgruppen (OH), Carboxylgruppen (COOH), Aldehydgruppen (COH), Estergruppen (COO)) bei vorgegebenen Temperaturen zu ermitteln. **Fig. 2** zeigt das Ergebnis. Man beachte, dass die Horizontalachse die Temperatur darstellt, und die Vertikalachse das Verhältnis der Peakfläche einer jeden sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppe zur Gesamtpeakfläche der sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen bei 110°C darstellt.

**[0061]** Wie aus **Fig. 2** ersichtlich ist, bestätigt sich, dass die vorstehend erwähnten sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen, d. h. die Teer-produzierenden Gruppen, bei 460°C weitestgehend verschwinden, und bei 500°C vollständig verschwinden.

## &lt;Nr. 4: Brennbarkeit von Hochofen-Einblaskohle&gt;

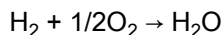
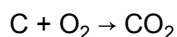
**[0062]** Es wurde die Beziehung zwischen dem Anteil an restlichem, unverbranntem Kohlenstoff, der aus einer Verbrennung der vorstehend erwähnten Kohle der vorliegenden Erfindung mit Luft bei 1500°C resultiert, und dem Durchsatz der zugeführten Luft ermittelt. Darüber hinaus wurde zu Vergleichszwecken auch die Beziehung für die vorstehend erwähnte herkömmliche Kohle und die getrocknete Kohle ermittelt. **Fig. 3** zeigt die Ergebnisse. Man beachte, dass in **Fig. 3** die Horizontalachse die Konzentration an Restsauerstoff im Verbrennungsabgas nach der Verbrennung der Kohle darstellt, d. h. die Konzentration an überschüssigem Sauerstoff, und die Vertikalachse den Anteil an unverbranntem Kohlenstoff, der nach der Verbrennung der Kohle gesammelt wurde, darstellt.

**[0063]** Wie aus **Fig. 3** ersichtlich ist, erhöht sich in den Fällen der herkömmlichen Kohle und der getrockneten Kohle die Menge an unverbranntem Kohlenstoff mit sinkender Konzentration an überschüssigem Sauerstoff schrittweise. Im Gegensatz hierzu erhöht sich im Falle der Kohle der vorliegenden Erfindung die Menge an unverbranntem Kohlenstoff selbst bei sinkender Konzentration an überschüssigem Sauerstoff nicht. Somit bestätigt sich, dass die Kohle der vorliegenden Erfindung im Wesentlichen vollständig verbrannt werden kann.

## &lt;Nr. 5: Verbrennungstemperatur von Hochofen-Einblaskohle&gt;

**[0064]** Es wurde die Beziehung zwischen dem Anteil an überschüssigem Sauerstoff und der Verbrennungstemperatur einer zu 100% vollendeten Verbrennung der vorstehend erwähnten Kohle der vorliegenden Erfindung unter den nachfolgend angegebenen Bedingungen ermittelt. Darüber hinaus wurde zu Vergleichszwecken auch die Beziehung für die vorstehend erwähnte herkömmliche Kohle ermittelt. **Fig. 4** zeigt die Ergebnisse. Man beachte, dass der Anteil an überschüssigem Sauerstoff  $O_s$  einen Wert darstellt, der durch die nachfolgend angegebene Formel (1) definiert ist.

– Verbrennungsformeln



– Verbrennungsbedingungen

- Temperatur der zugeführten Luft: 1200°C
- Konzentration an Sauerstoff in der Luft: 21 Vol.-%
- Temperatur der zugeführten Kohle: 25°C
- Feuchtigkeitsgehalt: 2%

$$\text{Anteil an überschüssigem Sauerstoff } O_s = (O_a + O_c/2)/(C_c + H_c/4) \quad (1)$$

wobei  $O_a$  den molaren Durchsatz des Sauerstoffgases (Moleküle) in der zugeführten Luft darstellt,  $O_c$  den molaren Durchsatz der Sauerstoffatome in der zugeführten Kohle darstellt,  $C_c$  den molaren Durchsatz der Kohlenstoffatome in der zugeführten Kohle darstellt, und  $H_c$  den molaren Durchsatz der Wasserstoffatome in der zugeführten Kohle darstellt.

**[0065]** Obwohl der Heizwert der Kohle der vorliegenden Erfindung geringer ist als jener der herkömmlichen Kohle, bestätigt sich, dass die Verbrennungstemperatur in einem Fall, in welchem der Anteil an überschüssigem Sauerstoff der gleiche ist wie bei der herkömmlichen Kohle, höher ist als jene der herkömmlichen Kohle,

wie aus **Fig. 4** ersichtlich ist. Dies liegt daran, dass die Kohle der vorliegenden Erfindung einen höheren Anteil an Sauerstoff als die herkömmliche Kohle aufweist und unter der Bedingung, dass der Anteil an überschüssigem Sauerstoff der gleiche ist wie bei der herkömmlichen Kohle, daher eine geringere Menge an zugeführter Luft als die herkömmliche Kohle benötigt.

#### Industrielle Anwendbarkeit

**[0066]** Das Verfahren zur Herstellung von Roheisen und die darin zu verwendende Hochofenanlage gemäß der vorliegenden Erfindung können die Herstellungskosten für Roheisen senken, und können daher mit erheblichem Nutzen in der Stahlindustrie eingesetzt werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	ROHMATERIAL
<b>2</b>	ROHEISEN (HEIßMETALL)
<b>11, 21</b>	HOCHOFEN-EINBLASKOHLE
<b>100</b>	HOCHOFENANLAGE
<b>101</b>	HEIßLUFT
<b>102</b>	STICKSTOFFGAS
<b>110</b>	HOCHOFEN-HAUPTAGGREGAT
<b>110a</b>	STICHLOCH
<b>111</b>	SOLLMENGEN-ROHMATERIAL-AUFGABEVORRICHTUNG
<b>112</b>	BESCHICKUNGSFÖRDERER
<b>113</b>	GICHTTRICHTER
<b>114</b>	HEIßLUFT-ZUFÜHRVORRICHTUNG
<b>115</b>	BLASROHR
<b>120</b>	AUFGABETRICHTER
<b>121</b>	BANDFÖRDERER
<b>122</b>	AUFNAHMETRICHTER
<b>123</b>	KOHLENMÜHLE
<b>124</b>	STICKSTOFFGAS-EINSPEISEQUELLE
<b>125</b>	TRANSPORTLEITUNG
<b>126</b>	ZYKLONABSCHIEDER
<b>127</b>	VORRATSTRICHTER
<b>128</b>	EINBLASBEHÄLTER
<b>129</b>	EINBLASLANZE

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen, umfassend:  
Einfüllen eines Eisenerz und Koks enthaltenden Rohmaterials in ein Hochofen-Hauptaggregat über eine Gicht hiervon; und  
Einblasen von Heißluft und Hochofen-Einblaskohle in das Hochofen-Hauptaggregat über eine Winddüse hiervon, um auf diese Weise aus dem im Rohmaterial enthaltenen Eisenerz Roheisen herzustellen;  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
die Hochofen-Einblaskohle einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von zwischen 10 und 20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von zwischen 10 und 50 nm aufweist.
2. Verfahren zur Herstellung von Roheisen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hochofen-Einblaskohle ein Porenvolumen von zwischen 0.05 und 0.5 cm<sup>3</sup>/g aufweist.
3. Verfahren zur Herstellung von Roheisen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hochofen-Einblaskohle eine spezifische Oberfläche von zwischen 1 und 100 m<sup>2</sup>/g aufweist.
4. Hochofenanlage, umfassend:  
ein Hochofen-Hauptaggregat;  
Rohmaterial-Beschickungsmittel zum Einfüllen eines Eisenerz und Koks enthaltenden Rohmaterials in das Hochofen-Hauptaggregat über eine Gicht hiervon;  
Heißluft-Einblasmittel zum Einblasen von Heißluft in das Hochofen-Hauptaggregat über eine Winddüse hiervon; und

Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel zum Eintragen von Hochofen-Einblaskohle in das Hochofen-Hauptaggregat über die Winddüse;

**dadurch gekennzeichnet**, dass

die Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel die einen Anteil an Sauerstoffatomen (Trockenbasis) von zwischen 10 und 20 Gew.-% und eine mittlere Porengröße von zwischen 10 und 50 nm aufweisende Hochofen-Einblaskohle einblasen.

5. Hochofenanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel die ein Porenvolumen von zwischen 0.05 und 0.5 cm<sup>3</sup>/g aufweisende Hochofen-Einblaskohle einblasen.

6. Hochofenanlage nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hochofen-Einblaskohle-Aufgabemittel die eine spezifische Oberfläche von zwischen 1 und 100 m<sup>2</sup>/g aufweisende Hochofen-Einblaskohle einblasen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

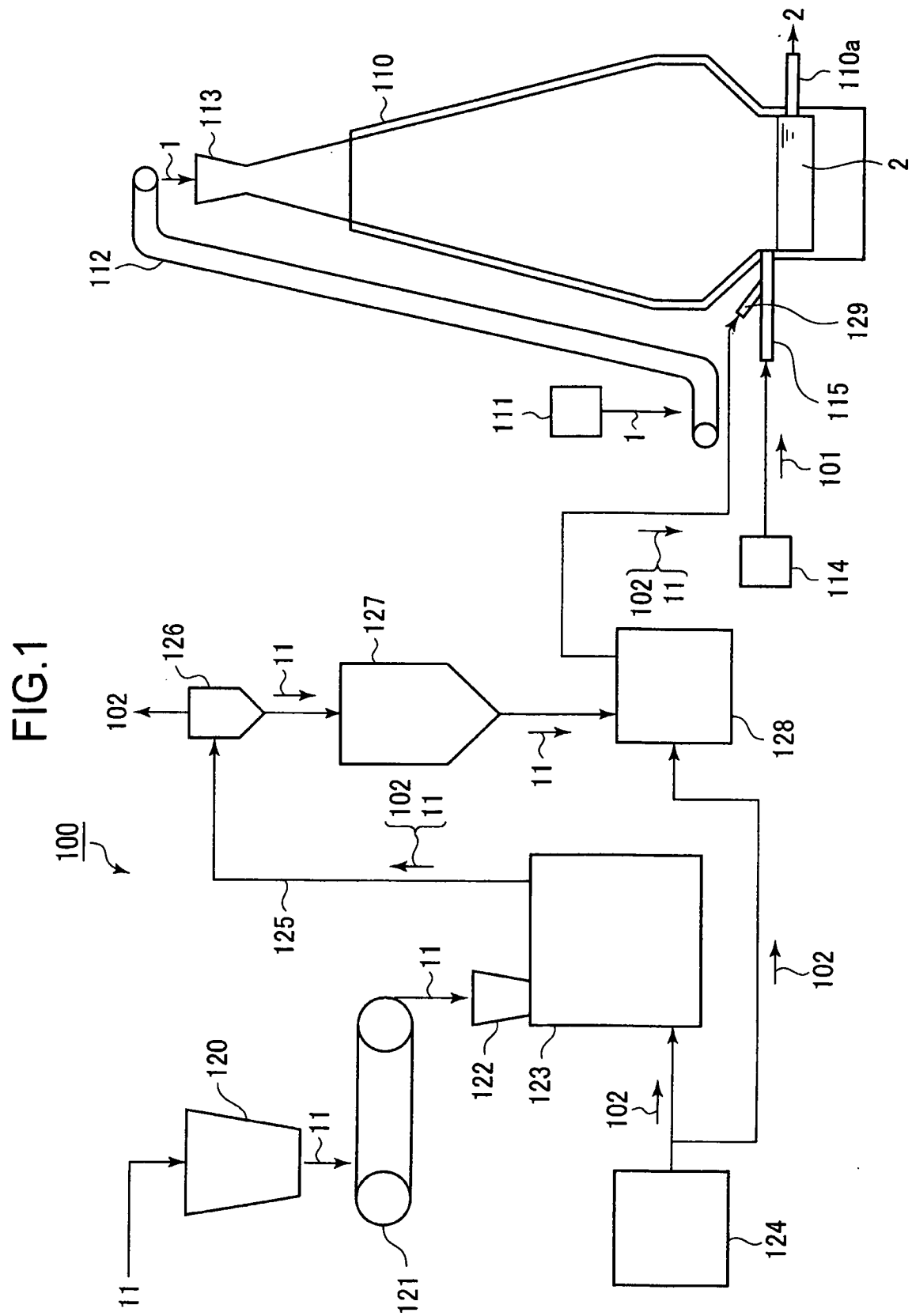


FIG.2

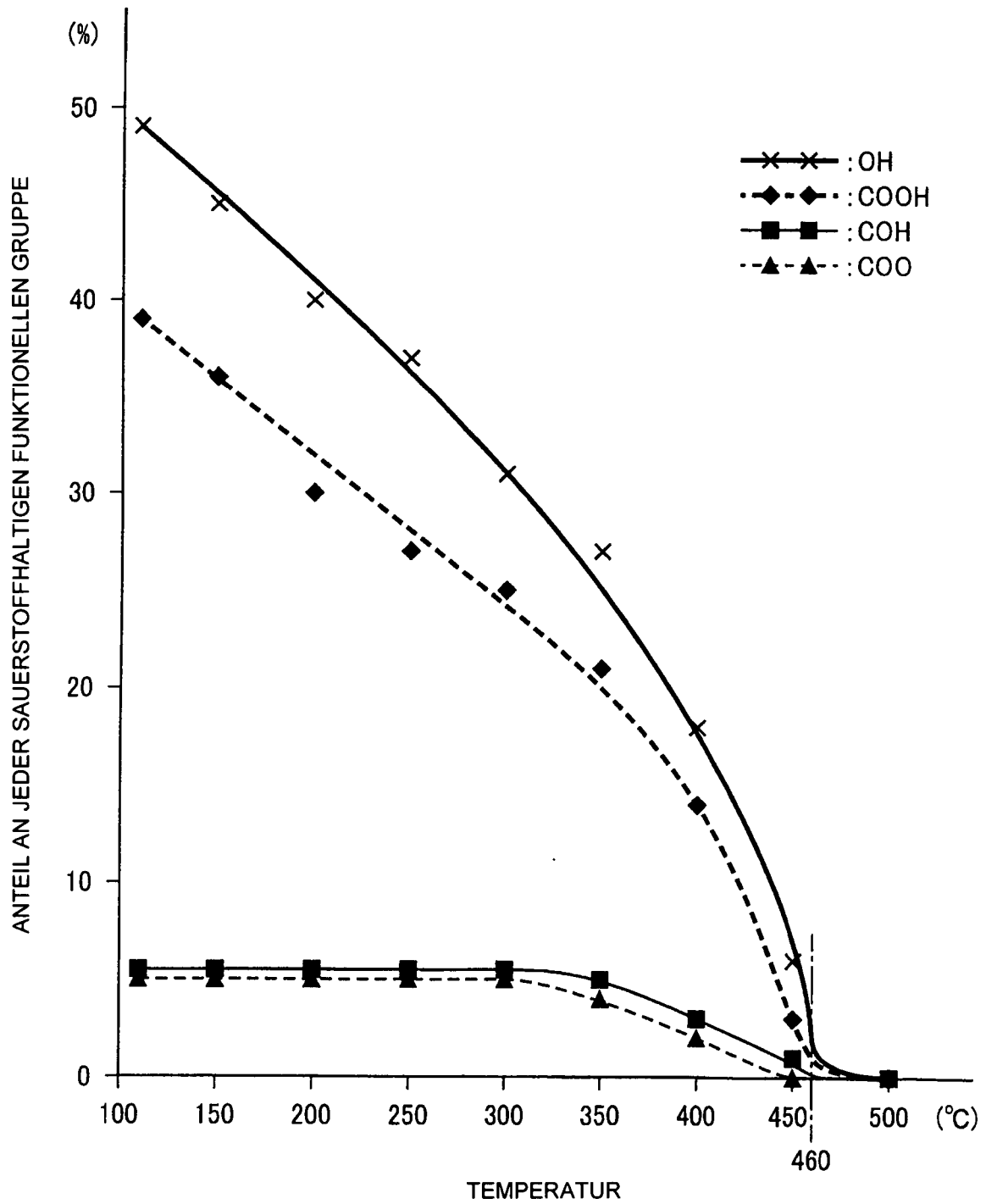


FIG.3

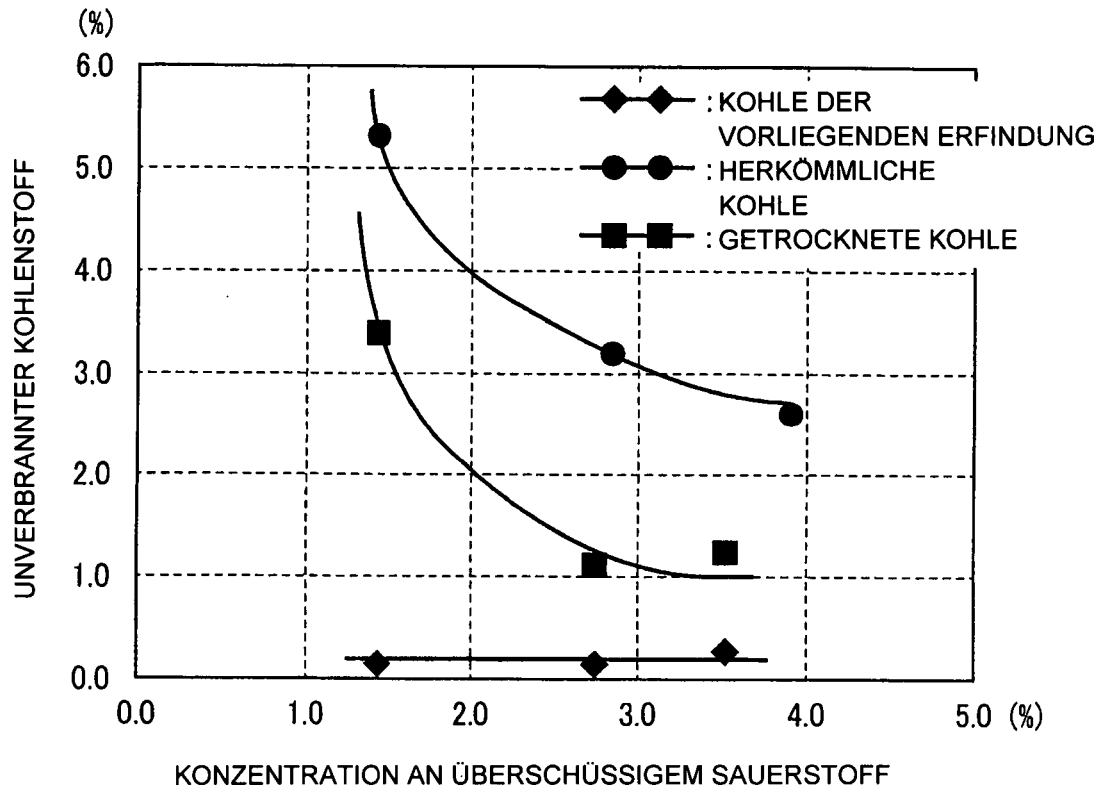


FIG.4

