



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 009 818 A1** 2009.08.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 009 818.3**

(22) Anmeldetag: **19.02.2008**

(43) Offenlegungstag: **20.08.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C21D 1/74** (2006.01)
C21D 9/67 (2006.01)

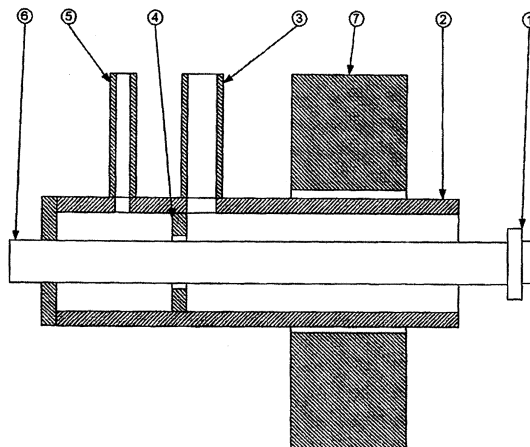
(71) Anmelder:
Linde AG, 80807 München, DE

(72) Erfinder:
Waning, Gerd, 32107 Bad Salzflen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Werkstoffen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Werkstoffen mit einem Schutzgas, bei dem im Ofenraum eines Wärmebehandlungsofens eine Schutzgasatmosphäre erzeugt wird, die auf einen Werkstoff einwirkt, der in den Ofenraum eingebracht und einer Wärmebehandlung unterzogen wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre Kohlenstaub eingesetzt wird, der in den Ofenraum des Wärmebehandlungsofens eingeblasen wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und eine Verwendung der Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Werkstoffen mit einem Schutzgas.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Werkstoffen mit einem Schutzgas, bei dem im Ofenraum eines Wärmebehandlungssofens eine Schutzgasatmosphäre erzeugt wird, die auf einen Werkstoff einwirkt, der in den Ofenraum eingebracht und einer Wärmebehandlung unterzogen wird. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung sowie die Verwendung einer solchen Vorrichtung.

[0002] Bekannt ist es, in Wärmebehandlungsöfen eine Schutzgasatmosphäre bei der Wärmebehandlung von Werkstoffen oder Werkstücken einzusetzen. Dabei wird die Schutzgasatmosphäre im Ofenraum des Wärmebehandlungssofens in der Regel mittels einer Kohlenwasserstoffzerlegung mittelbar oder unmittelbar hergestellt. Beispielsweise kommt Endogas, Exogas oder Monogas aus Erdgas oder Propan oder aus dem Zerfall flüssiger Kohlenwasserstoffe (Methanolzerfall) zum Einsatz. Alle auf diese Weise gebildeten Schutzgase enthalten Wasserstoff, der unter ungünstigen Bedingungen von den Werkstoffen aufgenommen werden kann, wobei es zur Wasserstoffversprödung von z. B. höherfesten Werkstoffen kommen kann.

[0003] Der Verhinderung der Wasserstoffversprödung wird in letzter Zeit eine erhöhte Aufmerksamkeit entgegengebracht, nicht zuletzt weil der Einsatz von höherfesten, hochfesten und ultrahochfesten Werkstoffen, z. B. in der Automobilindustrie, immer mehr Interesse weckt.

[0004] Für die Automobilindustrie sind z. B. ultrahochfeste Stahlwerkstoffe (ultra high strength steel) zur Minimierung von Gewicht bei zugleich hohem Crash-Widerstand von Bedeutung. Eine bereits bekannte Technologie zur Herstellung von ultrahochfestem Stahl stellt die Warmumformung von z. B. 22 MnB 5 dar. Hier werden Festigkeiten von ca. 1500 MPa/mm² nach der Warmumformung erreicht. Eine Wasserstoffversprödung macht sich in der Regel bereits ab Festigkeitswerten im Bereich oberhalb von 1000 MPa/mm² bemerkbar.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur effizienten und kostengünstigen Bereitstellung einer im Wesentlichen wasserstofffreien Schutzgasatmosphäre zur Wärmebehandlung von Werkstoffen zur Verfügung zu stellen.

[0006] Die gestellte Aufgabe wird verfahrensseitig dadurch gelöst, dass zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre Kohlenstaub eingesetzt wird, der in den Ofenraum des Wärmebehandlungssofens eingeblasen wird. Der Kohlenstaub liegt hierbei als pulver-

förmiger Feststoff vor, der je nach seiner Herkunft unterschiedliche Zusammensetzungen aufweist. Beispielsweise hat sich für die vorliegende Erfindung Kohlenstaub mit einer Körnung von 0 bis 1 mm als besonders geeignet erwiesen.

[0007] Alternativ kann auch anderer, kohlenstoffhaltiger Staub vorteilhaft zum Einsatz kommen. Allgemein wird bei der Wärmebehandlung eine Aufkohlung des behandelten Werkstoffs durch einen Kohlenstoffübergang auf die Oberfläche des Werkstoffs erzielt. Dazu muss eine kohlenstoffhaltige (Schutz-)Gasatmosphäre mit der Oberfläche des Werkstoffs in Kontakt gebracht werden und zur effektiven Aufkohlung derselben sollte ein möglichst rascher Gasaustausch an der Oberfläche stattfinden.

[0008] Mit besonderem Vorteil kommt fluidisierter Kohlenstaub oder fluidisierter kohlenstoffhaltiger Staub zum Einsatz. Dabei wird der Staub bevorzugt mit Luft und/oder Stickstoff fluidisiert.

[0009] Bevorzugt werden zum Einblasen des Kohlenstaubs eine oder mehrere Düsen eingesetzt. Mit besonderem Vorteil werden Düsen oder Lanzen eingesetzt, mittels derer Gas mit hohen Geschwindigkeiten im Bereich von 250 bis 300 m/s in den Ofenraum eingedüst werden kann. Eine bevorzugte Ausführung solcher Düsen, die eine bessere Gaskonvektion in Wärmebehandlungsöfen, auch ohne Ventilatoren, ermöglichen, ist beispielsweise in der Patentanmeldung EP 1842931 A1 beschrieben.

[0010] Besonders bevorzugt ist die Lanze oder Düse mit einem inneren und einem äußeren Rohr sowie einem dadurch gebildeten Ringspalt ausgeführt. Bevorzugt werden Stickstoff und/oder Acetylen und/oder Propan und/oder Endogas und/oder Erdgas als Treibgas, das das innere Rohr durchströmt, eingesetzt. Der Stickstoff wird dafür bevorzugt aus einem Flüssigtank entnommen oder über eine On-site-Gasversorgung zur Verfügung gestellt. Propan wird bevorzugt in Tanks oder Flaschen, Acetylen wird bevorzugt in Flaschen oder Bündeln bereitgestellt. Über den Ringspalt zwischen dem inneren und dem äußeren Rohr können andere Gase mit niedrigem Druck oder flüssige oder feste Zusatzstoffe dem Ofenraum zugeführt werden. Solche Düsen und Lanzen werden von The Linde Group unter dem Markennamen CARBOJET vertrieben und werden daher im Folgenden als CARBOJET-Düsen bzw. -Lanzen bezeichnet.

[0011] Besonders bevorzugt werden die Düse oder Düsen von einem Gasstrom durchströmt, dem der Kohlenstaub mittels pneumatischer Förderung zugeführt wird. Mit besonderem Vorteil wird der Kohlenstaub pneumatisch in den Ringspalt einer CARBOJET-Düse oder Lanze im Niederdruckbereich der jeweiligen Düse oder Lanze eingebracht. Als Haupt-

gasstrom, der den Ringspalt durchströmt und dem der Kohlenstaub zugeführt wird, werden dabei Luft, Sauerstoff, Stickstoff, CO₂, Ammoniak, Wasserdampf oder Mischungen daraus eingesetzt. Die pneumatische Förderung ist dafür als Schub- oder Pfropfenförderung ausgebildet. Zur Kohlenstaubförderung allgemein liegen bereits eine Menge an Erkenntnissen aus dem Bereich der Kohlenstaubfeuerung vor. Eine interessante Lösung zur Staubförderung auf pneumatischer Basis, die für die vorliegende Erfindung erfolgreich adaptiert werden kann, ist in der Druckschrift DE 41 09 203 C2 angegeben.

[0012] Vorrichtungsseitig wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre eine Einbringvorrichtung für Kohlenstaub vorgesehen ist, die im Bereich der Ofenwandung des WärmebehandlungsOfens angebracht ist.

[0013] Bevorzugt sind zum Einblasen des Kohlenstaubs eine oder mehrere Düsen vorgesehen. Mit besonderem Vorteil sind CARBOJET-Düsen oder Lanzen vorgesehen. Diese wurden bereits bei der Beschreibung des Verfahrens genauer charakterisiert.

[0014] Besonders bevorzugt sind die Düse oder Düsen zur Durchströmung mit einem Gasstrom und zur Einspeisung des Kohlenstaubs mittels pneumatischer Förderung geeignet ausgebildet. Dabei weisen die Düse oder Düsen bevorzugt ein inneres und ein äußeres Rohr sowie einen dadurch, dass das äußere Rohr das innere Rohr umgibt, gebildeten Ringspalt auf, wobei eine an das äußere Rohr eine z. B. als Stutzen ausgebildete Zuführung für den Kohlenstaub im Niederdruckbereich der Düse vorgesehen ist.

[0015] Mit besonderem Vorteil sind Mittel zur Fluidisierung des Kohlenstaubs im Rahmen der Erfindung vorgesehen. Der Kohlenstaub kann beispielsweise mit Hilfe eines Gasstroms nahezu beliebiger Zusammensetzung fluidisiert werden, der in seiner Strömungsgeschwindigkeit und seinem Durchfluss den bekannten Fluidisierungsbedingungen genügt. Als Mittel zur Fluidisierung kann somit z. B. ein Gebläse mit einer bestimmten Leistung und einem bestimmten Gasdurchsatz angesehen werden. Zur Steuerung der Fluidisierung kann zweckmäßigerweise ein Durchflussregler, wie z. B. ein Drosselventil, vorgesehen sein.

[0016] Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6 zur Wärmebehandlung von höherfesten Stahlwerkstoffen, insbesondere von ultrahochfesten Stahlwerkstoffen. Dabei ermöglicht die vorliegende Erfindung vorteilhaft eine kostengünstige Erzeugung einer wasserstofffreien Ofenatmosphäre, wodurch die Gefahr einer Wasserstoffverprödung dieser Werkstoffe nicht gegeben ist.

[0017] Die Erfindung bietet eine Reihe weiterer Vorteile. Es sei hier nochmal auf die kostengünstige Erzeugung einer wasserstofffreien Ofenatmosphäre hingewiesen, die dazu einen hohen CO-Gehalt aufweist. Des Weiteren wird das Beheizungsszenarium eines WärmebehandlungsOfens mit der vorliegenden Erfindung unterstützt, da mit Hilfe der Erfindung, besonders im Ofeneinlaufbereich, sowohl Beheizungs-wärme als auch Schutzgas erzeugt werden kann. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die CO₂-Bilanz des WärmebehandlungsOfens aus.

[0018] Die Erfindung sowie weitere Ausgestaltungen der Erfindung werden im Folgenden anhand des in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figur zeigt:

[0019] Figur eine zur Kohlenstaubförderung geeignet ausgebildete Düse (schematisch)

[0020] Im Einzelnen zeigt die Figur eine Ofenwandung **7** eines WärmebehandlungsOfens, die von einer Öffnung durchbrochen wird, durch die ein Teil einer Düse ins Ofeninnere ragt, nämlich eine Düsen-spitze **1** sowie die der Düsen-spitze **1** zugewandten Enden eines inneren Rohres **6** und eines äußeren, das innere Rohr umgebenden, Rohres **2**. Des Weiteren zeigt die Figur ein Zuführungsrohr **3** zur Zuführung von fluidisiertem Kohlenstaub. Die Einrichtung zur Fluidisierung des Kohlenstaubs ist nicht dargestellt. Der Kohlenstaub wird beispielsweise mit Luft und/oder Stickstoff als Prozessmedium fluidisiert und beides (der Kohlenstaub und das Prozessmedium) werden über das Zuführungsrohr **3** bei einem Druck, der z. B. nahe am Atmosphärendruck liegt, dem aus innerem Rohr **6** und äußerem Rohr **2** gebildeten Ringspalt zugeführt. Durch die Entspannung des Treibgasstroms an der Düsen-spitze **1**, der durch das innere Rohr **6** dem Ofenraum zugeführt wird und z. B. Stickstoff und/oder verdichtetes Endogas enthält, entsteht in dem die Düsen-spitze umgebenden und dahinter in Richtung Ofenwand liegenden Bereich eine Unterdruck, durch den die Strömung aus dem Ringspalt zwischen innerem Rohr **6** und äußerem Rohr **2** in den Ofenraum hinein angesaugt wird. Dabei herrscht im inneren Rohr **6** z. B. ein Druck im Bereich von 3 bar.

[0021] Durch eine Blende **4** von dem Bereich, in dem das Zuführungsrohr **3** das äußere Rohr **2** durchbricht, getrennt, durchbricht eine Zuführung **5** für den Hauptgasstrom das äußere Rohr **2**. Der Hauptgasstrom enthält z. B. Luft und/oder CO₂ und/oder Wasserdampf.

[0022] Der Einsatz von verdichtetem Endogas stellt ein Ausführungsbeispiel für einen Sonderfall dar, bei dem es möglich ist, nicht nur eine wasserstofffreie Ofenatmosphäre zu erzeugen, sondern eine Ofenatmosphäre mit gezielt einstellbarem, z. B. sehr gerin-

gem Wasserstoffgehalt. Ein wesentlich geringerer Wasserstoffgehalt als mit herkömmlichen Vorrichtungen und Verfahren einstellbar, kann für spezielle Anwendungen von Vorteil sein. Die Einstellbarkeit ergibt sich aus dem Maß der Beimischung von Endogas.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1842931 A1 [\[0009\]](#)
- DE 4109203 C2 [\[0011\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung von Werkstoffen mit einem Schutzgas, bei dem im Ofenraum eines Wärmebehandlungsofens eine Schutzgasatmosphäre erzeugt wird, die auf einen Werkstoff einwirkt, der in den Ofenraum eingebracht und einer Wärmebehandlung unterzogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre Kohlenstaub eingesetzt wird, der in den Ofenraum des Wärmebehandlungsofens eingeblasen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einblasen des Kohlenstaubs eine oder mehrere Düsen eingesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse oder Düsen von einem Gasstrom durchströmt werden, dem der Kohlenstaub mittels pneumatischer Förderung zugeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass fluidisierter Kohlenstaub eingeblasen wird.

5. Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Werkstoffen mit einem Schutzgas, bei dem im Ofenraum eines Wärmebehandlungsofens eine Schutzgasatmosphäre vorgesehen ist, die auf einen in dem Ofenraum einer Wärmebehandlung zu unterziehenden Werkstoff einwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre eine Einbringvorrichtung für Kohlenstaub vorgesehen ist, die im Bereich der Ofenwandung des Wärmebehandlungsofens angebracht ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einblasen des Kohlenstaubs eine oder mehrere Düsen vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse oder Düsen zur Durchströmung mit einem Gasstrom und zur Einspeisung des Kohlenstaubs mittels pneumatischer Förderung geeignet ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Fluidisierung des Kohlenstaubs vorgesehen sind.

9. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8 zur Wärmebehandlung von höherfesten Stahlwerkstoffen, insbesondere von ultrahochfesten Stahlwerkstoffen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

