

(19)



(11)

**EP 1 842 930 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

**10.10.2007 Patentblatt 2007/41**

(51) Int Cl.:

**C21D 1/767** (2006.01)

**F27D 7/02** (2006.01)

**C21D 9/00** (2006.01)

**F27B 9/30** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06015702.1**

(22) Anmeldetag: **27.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL BA HR MK YU**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft  
65189 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder: **Waning, Gerd  
32107 Bad Salzuflen (DE)**

(30) Priorität: **04.04.2006 DE 102006015739**

### (54) Verfahren zur Wärmebehandlung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Werkstücken in einem Wärmebehandlungsofen, wobei die Behandlungsatmosphäre in dem Wärmebehandlungsofen umgewälzt wird. Erfindungsgemäß wird ein Treibgas so in den Wärmebehandlungsofen

eingedüst, dass die Behandlungsatmosphäre im Wesentlichen durch das eingedüste Treibgas umgewälzt wird.

**EP 1 842 930 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Werkstücken in einem Wärmebehandlungsofen, wobei die Behandlungsatmosphäre in dem Wärmebehandlungsofen umgewälzt wird.

**[0002]** In vielen Wärmebehandlungsofen wird die Behandlungsatmosphäre mit Ventilatoren umgewälzt, um die Homogenität der Atmosphäre innerhalb der Ofenanlage zu verbessern. Desweiteren soll dadurch ein rascherer Stoffaustausch zwischen der Ofenatmosphäre und dem Wärmebehandlungsgut erreicht werden.

**[0003]** Betrieb, Wartung und Instandhaltung dieser Ventilatorensysteme verursachen beim Betreiber der Ofenanlage oftmals erhebliche Kosten. Auch können durch Unwuchten an den Ventilatoren in dem Wärmebehandlungsofen Vibrationen hervorgerufen werden, die die Ofenkonstruktion, beispielsweise Muffeln, Retorten, Heizelemente oder die Ausmauerung, schädigen können.

**[0004]** Aus der EP 0 355 520 B1 ist ein Durchlaufofen bekannt, bei dem durch Einblasen des Behandlungsgases im Ofeninnenraum eine definierte Gasströmung in oder gegen die Durchlaufrichtung des Behandlungsgutes, d.h. parallel zur Längsrichtung des Ofens, erzeugt wird. Die Gasströmung wird dabei vorzugsweise so ausgerichtet, dass das Vordringen von Falschluf an kritische Stellen möglichst verhindert wird.

**[0005]** Durch diese bekannte Verfahrensweise wird zwar eine Hauptströmungsrichtung im Ofen hervorgerufen, allerdings keine Umwälzung der Atmosphäre in sich. Das heißt, die Homogenität der Atmosphäre im Ofeninneren wird nicht erhöht. Im Gegenteil, die Gasströmung erzeugt im Ofen gezielt ein Konzentrationsgefälle.

**[0006]** Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Wärmebehandlung aufzuzeigen, welches die mit der Umwälzung der Behandlungsatmosphäre durch Ventilatoren verbundenen Probleme möglichst vermeidet.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei ein Treibgas so in den Wärmebehandlungsofen eingedüst wird, dass die Behandlungsatmosphäre im Wesentlichen durch das eingedüste Treibgas umgewälzt wird.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird in den Wärmebehandlungsofen Treibgas eingestrahlt. Die Einstrahlorte und die Einstrahlrichtungen der verschiedenen Treibgasstrahlen werden so gewählt, dass eine möglichst gute Umwälzung der Behandlungsatmosphäre in dem Wärmebehandlungsofen stattfindet. Bei geeigneter Anordnung der für die Einstrahlung des Treibgases vorgesehenen Treibgasdüsen kann auf zusätzliche Maßnahmen zur Umwälzung der Behandlungsatmosphäre im Wesentlichen verzichtet werden.

**[0009]** Vorzugsweise wird die Atmosphäre in dem Wärmebehandlungsofen nur durch das eingedüste Treibgas umgewälzt. Auf Ventilatoren, wie sie bisher zu diesem Zweck eingesetzt werden, kann verzichtet werden.

den. Die Erfindung stellt damit einen weitgehend wartungsfreien Ersatz für die bisher üblichen Ventilatorsysteme dar. Die Wartungs- und Instandhaltungskosten können wesentlich abgesenkt werden.

5 **[0010]** Von Vorteil wird das Treibgas im Wesentlichen quer zur Längsrichtung des Wärmebehandlungsofens eingedüst. Das eingangs erwähnte Verfahren gemäß der EP 0 355 520 B1 ist nur in der Kühlzone des Durchlaufofens, dagegen nicht im eigentlichen Ofenraum anwendbar. Die Kühlzone ist relativ lang, hat aber nur eine sehr geringe Querausdehnung, so dass eine Längsströmung gut erzeugt werden kann. Der Ofen- oder Behandlungsraum, in dem die eigentliche Wärmebehandlung stattfindet, ist dagegen wesentlich höher und besitzt zahlreiche Einbauten. Zudem hat die Atmosphäre im Behandlungsraum eine andere Zusammensetzung, insbesondere eine höhere Viskosität. Aufgrund dieser Faktoren wäre es nur schwer möglich, mit dem Verfahren gemäß der EP 0 355 520 B1 im Behandlungsraum eine definierte Längsströmung hervorzurufen. Eine Umwälzung der Atmosphäre wird durch die in diesem Dokument vorgeschlagene Ausrichtung der Gasströmung ohnehin nicht erreicht.

20 **[0011]** Von Vorteil wird daher das Treibgas quer zur Ofenlängsrichtung, d.h. bei einem Durchlaufofen quer zur Durchlaufrichtung der zu behandelnden Werkstücke, eingedüst. Bevorzugt beträgt der Winkel zwischen der Eindüsrichtung des Treibgases und der Ofenlängsrichtung mehr als 45°, besonders bevorzugt mehr als 60°, ganz besonders bevorzugt mehr als 80°. Auf diese Weise werden Atmosphärenumwälzungen hervorgerufen, die sich nicht über den gesamten Innenraum des Wärmebehandlungsofens erstrecken, sondern auf bestimmte Teilbereiche beschränkt sind. In diesen Teilbereichen wird 25 eine weitgehend homogene Atmosphäre erzeugt und, aufgrund der Umwälzung, die Wechselwirkung zwischen dem Behandlungsgut und der Atmosphäre verstärkt.

30 **[0012]** Es hat sich gezeigt, dass auch bei Winkeln zwischen 15 und 40°, bevorzugt zwischen 20 und 35°, besonders bevorzugt zwischen 25 und 30°, bei geeigneter Anordnung der Treibdüsen eine gute Umwälzung der Ofenatmosphäre erzielt werden kann.

35 **[0013]** Von Vorteil wird das Treibgas mit hoher Geschwindigkeit, bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 m/s, besonders bevorzugt mehr als Schallgeschwindigkeit, in den Wärmebehandlungsofen eingedüst. Durch die hohe Austrittsgeschwindigkeit des Treibgases wird die die Treibgasdüse und den Treibgasstrahl umgebende Atmosphäre mitgerissen und eine verstärkte Umwälzung erzielt.

40 **[0014]** Vorzugsweise wird die Treibdüse so ausgelegt, dass das Verhältnis von eingedüster Treibgasmenge zu mitgerissener Gasmenge möglichst groß wird, vorzugsweise zwischen 1 zu 20 und 1 zu 60 liegt.

45 **[0015]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Treibgas mit einem Druck zwischen 2 und 20 bar, bevorzugt zwischen 2 und 10 bar in den Wärmebehandlungsofen eingedüst. Es hat sich gezeigt, dass durch die Wahl

hoher Drücke ebenfalls eine gleichmäßigere Verteilung der Behandlungsatmosphäre erreicht wird.

**[0016]** Ebenso hat sich eine gepulste Einbringung des Treibgases bewährt.

**[0017]** Als Treibgas wird von Vorteil gasförmiger Stickstoff verwendet. Stickstoff hat den Vorteil, dass dieser in den meisten Behandlungsatmosphären ohnehin als inerter Bestandteil vorkommt oder zugeführt werden muss. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, Luft als Treibgas einzudüsen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die eingedüste Luftmenge in einem sinnvollen Verhältnis zur Gesamtmenge an Schutzgas sowie den anderen zugeführten Medien, beispielsweise Kohlenwasserstoffen, steht.

**[0018]** Ein Wärmebehandlungssofen weist in der Regel verschiedene Ofenzonen auf, beispielsweise eine Einlaufzone, den eigentlichen Behandlungsraum, in dem das Behandlungsgut unter definierten Bedingungen einer definierten Atmosphäre ausgesetzt wird, und eine Kühl- und Auslaufzone. Die Erfindung eignet sich insbesondere, um die Atmosphäre im Behandlungsraum eines Wärmebehandlungssofens umzuwälzen.

**[0019]** Vorzugsweise werden die Treibgasdüsen so angeordnet, dass sich die von diesen ausgestoßenen Treibgasstrahlen gegenseitig so beeinflussen, dass die Atmosphäre möglichst gut umgewälzt wird.

**[0020]** Es hat sich weiter als günstig erwiesen, zusätzlich einen Kohlenwasserstoffträger, bevorzugt in flüssiger Form, in den Wärmebehandlungssofen einzudüsen. Der Kohlenwasserstoffträger kann gemeinsam mit dem Trägergas eingedüst oder über separate Düsen zugeführt werden.

**[0021]** Vorzugsweise wird der Kohlenwasserstoffträger unter hohem Druck von mehr als 50 bar, bevorzugt mehr als 100 bar, in den Wärmebehandlungssofen eingedüst. Aufgrund des hohen Drucks zerstäubt der Kohlenwasserstoffträger nach dem Eindüsen und wird in der Ofenatmosphäre fein verteilt. Durch die verbesserte Vermischung des Kohlenwasserstoffträgers mit der Atmosphäre wird die Russbildung deutlich verringert.

**[0022]** Das Eindüsen des Kohlenwasserstoffträgers unter hohem Druck erlaubt es, flüssigphasige atmosphärenbildende Kohlenwasserstoffe einzusetzen. Hierbei sind insbesondere hohe Drücke von mehr als 200 bar und/oder ein gepulstes Einbringen von Vorteil. Durch beide Maßnahmen wird eine verbesserte Impulswirkung auf die umgebende Atmosphäre erreicht. Die Erfindung ermöglicht damit auch den Einsatz von höherwertigen Kohlenwasserstoffen.

**[0023]** Insbesondere gasförmige Kohlenwasserstoffträger werden dem Wärmebehandlungssofen unter niedrigem Druck zugeführt und mittels eines Treibgases im Ofenraum verteilt. Hierzu wird der Kohlenwasserstoffträger so im Einsaugbereich einer Treibgasdüse zugeführt, dass dieser von dem unter hohem Druck und mit hoher Geschwindigkeit eingedüsten Treibgas mitgerissen und verwirbelt wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung von Werkstücken in einem Wärmebehandlungssofen, wobei die Behandlungsatmosphäre in dem Wärmebehandlungssofen umgewälzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Treibgas so in den Wärmebehandlungssofen eingedüst wird, dass die Behandlungsatmosphäre im Wesentlichen durch das eingedüste Treibgas umgewälzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlungsatmosphäre nur durch das eingedüste Treibgas umgewälzt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibgas im Wesentlichen quer zur Längsrichtung des Wärmebehandlungssofens eingedüst wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibgas mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 m/s, bevorzugt mehr als Schallgeschwindigkeit, in den Wärmebehandlungssofen eingedüst wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibgas mit einem Druck zwischen 2 und 20 bar, vorzugsweise zwischen 2 und 10 bar, in den Wärmebehandlungssofen eingedüst wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibgas gepulst in den Wärmebehandlungssofen eingedüst wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stickstoff als Treibgas in den Wärmebehandlungssofen eingedüst wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ein Kohlenwasserstoffträger, bevorzugt in gasförmiger oder flüssiger Form, in den Wärmebehandlungssofen eingedüst wird.



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 01 5702

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                     | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 4 191 525 A (SALLMAN, CHARLES M)<br>4. März 1980 (1980-03-04)<br>* Spalte 1, Zeile 43 - Zeile 55 *<br>* Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 39; Abbildung *                                   | 1,2,5,7,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | INV.<br>C21D1/767<br>C21D9/00<br>F27D7/02<br>F27B9/30 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -----                                                                                                                                                                                   | 3,4,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 5 795 146 A (ORBECK ET AL)<br>18. August 1998 (1998-08-18)<br>* Spalte 1, Zeile 43 - Zeile 56 *<br>* Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 60 *<br>* Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 48; Abbildung * | 1,2,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                       |
| D,X                                                                                                                                                                                                                                                                               | -----<br>EP 0 355 520 A (LINDE AKTIENGESELLSCHAFT)<br>28. Februar 1990 (1990-02-28)<br>* Spalte 4, Zeile 46 - Zeile 50;<br>Abbildungen 3,4 *                                            | 1,2,5,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -----<br>EP 1 004 837 A (PLANA QUEROL, JOAQUIN)<br>31. Mai 2000 (2000-05-31)<br>* Absatz [0020]; Anspruch 1; Abbildungen 2,3 *                                                          | 1-3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -----<br>EP 0 075 438 A (BOC LIMITED)<br>30. März 1983 (1983-03-30)<br>* Seite 14, Absatz 3 *<br>* Seite 15, Absatz 2 - Seite 16, Absatz 1; Abbildung 1 *                               | 1-8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | C21D<br>F27D<br>F27B                                  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         | Abschlußdatum der Recherche<br><b>20. September 2006</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Prüfer<br><b>Lilimpakis, Emmanuel</b>                 |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                         | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                       |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 5702

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-09-2006

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4191525 A                                        | 04-03-1980                    | KEINE                             |                               |
| US 5795146 A                                        | 18-08-1998                    | KEINE                             |                               |
| EP 0355520 A                                        | 28-02-1990                    | DE 3828134 A1                     | 22-02-1990                    |
|                                                     |                               | ZA 8906284 A                      | 25-04-1990                    |
| EP 1004837 A                                        | 31-05-2000                    | AU 3710599 A                      | 29-11-1999                    |
|                                                     |                               | ES 1040244 U1                     | 16-03-1999                    |
|                                                     |                               | WO 9958918 A1                     | 18-11-1999                    |
| EP 0075438 A                                        | 30-03-1983                    | AU 556896 B2                      | 27-11-1986                    |
|                                                     |                               | AU 8850882 A                      | 31-03-1983                    |
|                                                     |                               | DE 3277843 D1                     | 28-01-1988                    |
|                                                     |                               | ES 8403163 A1                     | 01-06-1984                    |
|                                                     |                               | ES 8407573 A1                     | 16-12-1984                    |
|                                                     |                               | GB 2108156 A                      | 11-05-1983                    |
|                                                     |                               | JP 1127618 A                      | 19-05-1989                    |
|                                                     |                               | JP 1906862 C                      | 24-02-1995                    |
|                                                     |                               | JP 6017501 B                      | 09-03-1994                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- EP 0355520 B1 [0004] [0010] [0010]