

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 955 384 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.1999 Patentblatt 1999/45

(51) Int. Cl.⁶: **C21D 1/62**, C21D 1/767,
C21D 1/613, C21D 1/773

(21) Anmeldenummer: 99104318.3

(22) Anmeldetag: 04.03.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• Dannehl, Gerhard Dipl.-Ing.
61231 Bad Nauheim (DE)
• Löser, Klaus Dr.
63533 Mainhausen (DE)

(30) Priorität: 06.05.1998 DE 19820083

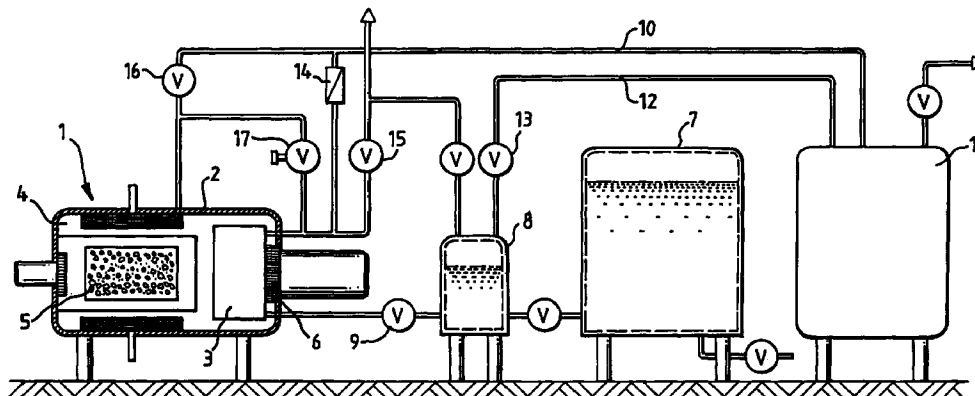
(74) Vertreter:
Schlagwein, Udo, Dipl.-Ing.
Patentanwalt,
Frankfurter Strasse 34
61231 Bad Nauheim (DE)

(71) Anmelder:
ALD Vacuum Technologies GmbH
63526 Erlensee (DE)

(54) Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken und Wärmebehandlungsanlage zur Durchführung des Verfahrens

(57) Bei einem Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken in einer Behandlungskammer (1) mittels eines Abschreckgases wird ein Wärmetauscher (3) vor Beginn des Abschreckvorganges mit dem flüssigen Kältemittel zumindest teilweise gefüllt. Dabei herrscht in

der Behandlungskammer (1) Vakuum. Die Kühlung der Charge (5) erfolgt durch die Kühlkapazität des Wärmetauschers (3) und das Verdampfen der Einfüllmenge beim Umwälzen des Abschreckgases.



EP 0 955 384 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken in einer Behandlungskammer mittels eines Abschreckgases, bei dem ein Wärmetauscher vorgesehen ist, durch welchen zum Abschrecken der Werkstücke das Abschreckgas umgewälzt wird und der mit einem in dem Wärmetauscher verdampfenden Kältemittel arbeitet. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Wärmebehandlungsanlage zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Ein Verfahren und eine Vorrichtung der vorstehenden Art sind Gegenstand der DE 44 22 588 C1. Bei der in dieser Schrift beschriebenen Wärmebehandlungsanlage ist außerhalb der Behandlungskammer, in welcher die Wärmebehandlung stattfindet, ein Kälteaggregat angeordnet. Während der Abschreckphase wird das Kältemittel durch den Wärmetauscher in der Behandlungskammer und durch das Kälteaggregat im Kreis umgepumpt, so dass die in der Behandlungskammer aufgenommene Wärme nach außen abgeführt werden kann. Um eine möglichst rasche Abkühlung der Werkstücke zu erreichen, wird ein Kältemittel gewählt, welches wie in einem Kühlschranks in dem Wärmetauscher verdampft, so dass auch die Verdampfungswärme für den Kühleffekt genutzt werden kann.

[0003] Die Vorrichtung nach der DE 44 22 588 C1 ist sehr aufwendig, weil außerhalb der Behandlungskammer ein Kälteaggregat mit einem Verflüssiger und einem Verdichter angeordnet werden muss. Weil das Abschrecken der Werkstücke möglichst rasch zu erfolgen hat, muss in relativ kurzer Zeit viel Wärme abgeführt werden, so dass der Verflüssiger und der Verdichter eine hohe Leistung haben müssen.

[0004] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass mit möglichst geringem apparativen Aufwand ein möglichst rasches Abschrecken von Werkstücken innerhalb einer Behandlungskammer möglich wird. Weiterhin soll eine einfache Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens gefunden werden.

[0005] Das erstgenannte Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Wärmetauscher vor Beginn des Abschreckvorganges mit dem flüssigen Kältemittel zumindest teilweise gefüllt wird, während in der Behandlungskammer Vakuum herrscht, und dass die Kühlung des Abschreckgases durch die Kühlkapazität des Wärmetauschers und das Verdampfen der Einfüllmenge beim Umwälzen des Abschreckgases während des Kühlens einer Charge von Werkstücken erfolgt.

[0006] Diese Verfahrensweise baut auf der Erkenntnis auf, dass der Wärmetauscher durch das Vakuum in der Behandlungskammer thermisch von der Charge isoliert ist. Dadurch kommt es während des Einfüllens von flüssigem Kältemittel in den Wärmetauscher der Behandlungskammer zu keiner unerwünschten Abkühlung der Werkstücke und zu keiner konvektiven Wärmeaufnahme des Wärmetauschers aus der Umgebung. Erst

wenn in die Behandlungskammer das Abschreckgas eingegeben wird und dieses in ihr zirkuliert und dabei durch den Wärmetauscher strömt, kommt es durch die dann dem Wärmetauscher zugeführte Wärme zu einem Wärmetausch und insbesondere zu einer Verdampfung des Kältemittels. Durch diese Verdampfung wird dem Abschreckgas sehr viel Wärme entzogen, so dass ein rasches Abkühlen der Charge im oberen, für die Abschreckung entscheidenden Temperaturbereich möglich wird.

[0007] Die erforderliche Kühlmittelmenge ist besonders gering, wenn gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens ein Wärmetauscher mit Wärmetauscherflächen von hohem Wärmespeichervermögen verwendet wird. Einen solchen Wärmetauscher kann man bereits vor der Abschreckphase auf eine niedrige Temperatur abkühlen, so dass während der Abschreckphase für die Wärmeaufnahme nicht nur das Kältemittel zur Verfügung steht.

[0008] Durch die thermische Isolation des Wärmetauschers aufgrund des herrschenden Vakuums wird es auch möglich, eine Behandlungskammer mit einem Ofenbereich und den Wärmetauscher in einem gemeinsamen Gehäuse zu verwenden und den Wärmetauscher mit dem Kältemittel während des Arbeitens des Ofens zu befüllen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch auch bei einer separaten, der Abschreckung von Werkstücken dienenden Behandlungskammer ohne eine darin angeordnete Heizung anwendbar.

[0009] In Fertigungsstätten, in welchen das erfindungsgemäße Verfahren Anwendung findet, gibt es in aller Regel verschiedene Einrichtungen, welche eine Versorgung mit Inertgas erfordern. Üblicherweise wird hierzu das Inertgas flüssig angeliefert und in einer Inertgas-Versorgungsanlage, welche einen Verdampfer aufweist, in der benötigten Menge in den gasförmigen Zustand überführt. Auf eine solche Inertgas-Versorgungsanlage kann man verzichten, wenn gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung das verdampfte Kältemittel in einem Gassammelbehälter gesammelt und als Inertgas weiterverwendet wird.

[0010] Zumindest ein Teil des zum Kühlen des Abschreckgases verdampften Kältemittels kann in der Wärmebehandlungsanlage selbst weiterverwendet werden, wenn das verdampfte Kältemittel zum Fluten der Behandlungskammer nach dem Abschrecken der Werkstücke verwendet wird. Das Inertgas kann also während des Abschreckens zum Druckaufbau von z.B. 1 bar auf 6 bar, nach dem Abschrecken für weitere Chargen oder innerhalb der Anlage (mit Zwischenpuffer) für andere Prozesskammern oder als Steuergas verwendet werden.

[0011] Besonders kostengünstig ist das Kältemittel erhältlich und gut als Inertgas verwendbar, wenn es flüssiger Stickstoff ist. Es sind jedoch auch andere Flüssiggase verwendbar, zum Beispiel Luft.

[0012] Wenn man die Kältemittelmenge möglichst gering halten will, damit alles verdampfte Kältemittel

wieder gebraucht werden kann, dann ist es möglich, eine Behandlungskammer mit zwei hintereinander geschalteten Wärmetauschern zu verwenden. Ein zum Beispiel mit Wasser betriebener Wärmetauscher könnte dem "Flüssiggas-Wärmetauscher" vorgeschaltet werden.

[0013] Die zweitgenannte Aufgabe, nämlich die Schaffung einer Wärmebehandlungsanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dadurch gelöst, dass der Wärmetauscher zum zumindest teilweise Auffüllen mit dem flüssigen Kältemittel ausgebildet ist und dass die Kühlkapazität des Wärmetauschers aufgrund des Verdampfens der Einfüllmenge beim Umwälzen des Abschreckgases zum vollständigen Kühlen einer Charge von Werkstücken bemessen ist.

[0014] Eine solche Wärmebehandlungsanlage ist sehr kostengünstig zu erstellen, weil sie kein Kälteaggregat mit einem Verflüssiger und mit einem Verdichter für das Kältemittel benötigt. Weiterhin vermag sie das Abschreckgas besonders wirksam abzukühlen, weil während des Zirkulierens des Abschreckgases das Kältemittel in dem Wärmetauscher verdampft und deshalb dem Abschreckgas durch die von dem Kältemittel aufgenommene Verdampfungswärme viel Wärme entzogen wird. Der Wärmetauscher selbst braucht gegenüber den bisher verwendeten, mit einer Sole betriebenen Wärmetauschern nicht oder nur geringfügig umgestaltet zu werden.

[0015] Die zur Kühlung des Abschreckgases erforderliche Kältemittelmenge kann besonders gering sein, wenn der Wärmetauscher mit Wärmetauscherflächen von hohem Wärmespeichervermögen ausgestattet ist.

[0016] Eine gegenseitige Isolation des Wärmetauschers und des Ofenbereiches durch thermisch isolierte Trennwände wird wegen des in der Behandlungskammer während des Aufheizens der Werkstücke aufgrund des in der Behandlungskammer herrschenden Vakuums unnötig. Deshalb ist es möglich, dass die Behandlungskammer in einem gemeinsamen Gehäuse einen Ofenbereich und den Wärmetauscher aufweist.

[0017] Das verdampfte Kältemittel kann einer weiteren Verwendung zugeführt werden, wenn ein Gassammelbehälter für das in dem Wärmetauscher verdampfte Kältemittel vorgesehen ist.

[0018] Die erfindungsgemäße Wärmebehandlungsanlage benötigt zu ihrem Betrieb eine ganz besonders geringe Kältemittelmenge, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung in der Behandlungskammer hintereinander zwei Wärmetauscher geschaltet sind und wenn nur ein Wärmetauscher als Verdampfer für das Kältemittel ausgebildet ist, während der andere Wärmetauscher zum Zirkulieren eines Kältemittels oder Wasser oder Wärmeträgers mit einem externen Kältemittelaggregat verbunden ist.

[0019] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist in der Zeichnung schematisch eine

Wärmebehandlungsanlage dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

[0020] Die Zeichnung zeigt eine Behandlungskammer 1, welche in einem gemeinsamen Gehäuse 2 einen Wärmetauscher 3 und einen Ofenbereich 4 hat, in welchem sich eine Charge 5 mit den zu behandelnden Werkstücken befindet. Hinter dem Wärmetauscher 3 ist ein Gebläse 6 angeordnet, durch welches es möglich wird, ein Abschreckgas innerhalb der Behandlungskammer 1 durch die Charge 5 und den Wärmetauscher 3 hindurch zirkulieren zu lassen.

[0021] Die Zeichnung zeigt weiterhin einen Vorratsbehälter 7 für flüssigen Stickstoff. Aus diesem Vorratsbehälter 7 füllt man eine kleinere Stickstoffmenge in einen Zwischenbehälter 8, von dem aus flüssiger Stickstoff durch Öffnen eines Ventils 9 in den Wärmetauscher 3 eingefüllt werden kann. Im Wärmetauscher 3 verdampfter Stickstoff vermag über eine Leitung 10 in einen Gassammelbehälter 11 zu gelangen. Über eine Leitung 12, in der ein Ventil 13 geschaltet ist, kann der Zwischenbehälter 8 mit dem Druck des Gassammelbehälters 11 beaufschlagt werden, um flüssigen Stickstoff aus dem Zwischenbehälter 8 in den Wärmetauscher 3 zu drücken. Der im Wärmetauscher 3 verdampfte Stickstoff gelangt über eine Rückschlagklappe 14 in die Leitung 10 und dadurch in den Gassammelbehälter 11. Bei zu hohen Drücken lässt ein Überdruckventil 15 Stickstoff in die Atmosphäre abströmen. Zum Fluten der Behandlungskammer 1 mit Stickstoff aus dem Gassammelbehälter 11 ist die Leitung 10 über ein Ventil 16 mit der Behandlungskammer 1 verbunden.

[0022] Die Wärmebehandlung einer Charge 5 erfolgt unter Vakuum, indem die Charge 5 zunächst auf beispielsweise 1000°C aufgewärmt wird. Während dieser Aufwärmphase befüllt man den Wärmetauscher 3 mit flüssigem Stickstoff aus dem Zwischenbehälter 8. Soll die Abschreckphase beginnen, dann flutet man die Behandlungskammer 1 durch Öffnen des Ventils 16 mit gasförmigem Stickstoff als Abschreckgas und schaltet das Gebläse 6 an. Dadurch zirkuliert in der Behandlungskammer 1 zwischen der Charge 5 und durch den Wärmetauscher 3 das Abschreckgas. Da dieses der Charge 5 Wärme entnimmt und sich dadurch aufwärmt, kommt es beim Durchströmen des Wärmetauschers 3 zu einem Verdampfen des in ihm zuvor eingefüllten flüssigen Stickstoffs und dadurch zu einem Wärmeentzug bei dem Abschreckgas. Der verdampfte Stickstoff vermag über die Rückschlagklappe 14 und die Leitung 10 in den Gassammelbehälter 11 zu gelangen. Ein Überströmventil 17 ermöglicht es, das bei einem zu hohen Druck im Wärmetauscher 3 (z.B. über 6 bar) Gas aus dem Wärmetauscher 3 in die Behandlungskammer 1 strömt.

[0023] Es sei abschließend bemerkt, dass das erfindungsgemäße verfahren auch bei Anlagen möglich ist, bei denen das Aufheizen der Charge 5 und das Abschrecken mit dem Abschreckgas in getrennten Kammern erfolgt. Wesentlich für das erfindungsge-

mäße Verfahren ist lediglich, dass während des Einkühlens des Wärmetauschers in der ihn aufnehmenden Kammer Vakuum herrscht, damit der Wärmetauscher erst wirkungsvoll zu arbeiten beginnt, wenn die Charge mittels des Abschreckgases gekühlt werden soll.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt auch ein Rückverflüssigung des verdampften Gases in einer Kompressoranlage. Die Ansprüche an die Reinheit und Qualität des verdampfenden Gases (Kühlmittels) sind gering. Der Wärmetauscher funktioniert auch in nicht evakuierten Kammern.

Bezugszeichenliste

[0025]

- | | |
|----|-------------------|
| 1 | Behandlungskammer |
| 2 | Gehäuse |
| 3 | Wärmetauscher |
| 4 | Ofenbereich |
| 5 | Charge |
| 6 | Gebläse |
| 7 | Vorratsbehälter |
| 8 | Zwischenbehälter |
| 9 | Ventil |
| 10 | Leitung |
| 11 | Gassammelbehälter |
| 12 | Leitung |
| 13 | Ventil |
| 14 | Rückschlagklappe |
| 15 | Überdruckventil |
| 16 | Ventil |
| 17 | Überströmventil |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken in einer Behandlungskammer mittels eines Abschreckgases, bei dem ein Wärmetauscher vorgesehen ist, durch welchen zum Abschrecken der Werkstücke das Abschreckgas umgewälzt wird und der mit einem in dem Wärmetauscher verdampfenden Kältemittel arbeitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher vor Beginn des Abschreckvorganges mit dem flüssigen Kältemittel zumindest teilweise gefüllt wird, während in der Behandlungskammer Vakuum herrscht, und dass die Kühlung des Abschreckgases durch die Kühlkapazität des Wärmetauschers und das Verdampfen der Einfüllmenge beim Umwälzen des Abschreckgases während des Kühlens einer Charge von Werkstücken erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wärmetauscher mit Wärmetauscherflächen von hohem Wärmespeichervermögen verwendet wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Behandlungskammer mit einem Ofenbereich und dem Wärmetauscher in einem gemeinsamen Gehäuse gewählt wird und dass das Befüllen des Wärmetauschers mit dem Kältemittel während des Arbeitens des Ofens erfolgt.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das verdampfte Kältemittel in einem Gassammelbehälter gesammelt und als Inertgas weiterverwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das verdampfte Kältemittel zum Fluten der Behandlungskammer nach dem Abschrecken der Werkstücke verwendet wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemittel flüssiger Stickstoff ist.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Behandlungskammer mit zwei hintereinander geschalteten Wärmetauschern verwendet wird und dass nur ein Wärmetauscher durch Verdampfen des Kältemittels betrieben wird, während man in dem anderen Wärmetauscher ein extern in einem Kühlmittelaggregat gekühltes Kältemittel zirkulieren lässt.

8. Wärmebehandlungsanlage zur Durchführung des Verfahrens nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, welche zum Abschrecken von Werkstücken mittels eines Abschreckgases in einer Behandlungskammer einen Wärmetauscher hat, durch welchen zum Abschrecken der Werkstücke das Abschreckgas umgewälzt wird und der mit einem in dem Wärmetauscher verdampfenden Kältemittel arbeitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (3) zum zumindest teilweisen Auffüllen mit dem flüssigen Kältemittel ausgebildet ist und dass die Kühlkapazität des Wärmetauschers (3) aufgrund des Verdampfens der Einfüllmenge beim Umwälzen des Abschreckgases zum vollständigen Kühlen einer Charge (5) von Werkstücken bemessen ist.

9. Wärmebehandlungsanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (3) mit Wärmetauscherflächen von hohem Wärmespeichervermögen ausgestattet ist.

10. Wärmebehandlungsanlage nach den Ansprüchen 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Behandlungskammer (1) in einem gemeinsamen

Gehäuse (2) einen Ofenbereich (4) und den Wärmetauscher (3) aufweist.

11. Wärmebehandlungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** ⁵
durch einen Gassammelbehälter (11) für das in dem Wärmetauscher (3) verdampfte Kältemittel.
12. Wärmebehandlungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet** ¹⁰
zeichnet, dass in der Behandlungskammer (1) hintereinander zwei Wärmetauscher (3) geschaltet sind und dass nur ein Wärmetauscher als Verdampfer für das Kältemittel ausgebildet ist, wäh- ¹⁵
rend der andere Wärmetauscher zum Zirkulieren eines Kältemittels mit einem externen Kühlmittelag-
gregat verbunden ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

