



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 477 511 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **05.07.95**

⑮ Int. Cl.⁶: **C30B 35/00, C30B 11/00,
F27B 14/10**

⑯ Anmeldenummer: **91113416.1**

⑯ Anmeldetag: **09.08.91**

⑯ Heizkammer und Verfahren zu ihrer Herstellung.

⑯ Priorität: **27.09.90 DE 4030540**

⑯ Patentinhaber: **Daimler-Benz Aerospace Aktiengesellschaft
Dachauer Strasse 665
D-80995 München (DE)**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.04.92 Patentblatt 92/14

⑯ Erfinder: **Müller, Klaus
Schlutterweg 16
W-2875 Ganderkesee (DE)**

⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
05.07.95 Patentblatt 95/27

⑯ Vertreter: **Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing.
Patentanwälte
Hansmann-Klickow-Hansmann
Jessenstrasse 4
D-22767 Hamburg (DE)**

⑯ Benannte Vertragsstaaten:
FR IT

⑯ Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 193 192
DE-A- 2 119 019
DE-C- 3 915 116
GB-A- 2 192 643
US-A- 4 775 565**

EP 0 477 511 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Heizkammer für Heizanlagen zum kontrollierten Aufschmelzen metallischer Werkstücke und Proben, bestehend aus einem zylindrischen Behälter, dessen Wand aus Heizwicklungen aus einem elektrisch leitenden Werkstoff sowie aus einer die Heizwicklungen umgebenden Isolierung besteht, ferner betrifft sie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Heizkammer.

Für das kontrollierte Aufschmelzen von Werkstücken und Proben insbesondere auch aus höher schmelzenden Metallen bzw. intermetallischen Phasen werden spezielle Hochtemperatur-Heizanlagen eingesetzt, bei denen hohe Anforderungen, auch über einen längeren Zeitraum, an die Genauigkeit gestellt werden, mit der ein vorgegebener Temperaturverlauf einzuhalten ist. Die Heizkammern werden dabei entweder im isothermen Modus oder aber in einem gradienten Modus betrieben in der Isothermal Heating Facility (IHF).

Ein wichtiger Anwendungsfall ist die Herstellung von Turbinenschaufeln in der Heating Facility Turbineblades (HFT) für die Hochtemperatur-Stufen moderner Flugzeugtriebwerke, die durch gerichtetes Aufschmelzen einer Ausgangslegierung bei Temperaturen um 1700° C erfolgt. Die Turbinenschaufeln werden hierzu einzeln in eine Heizkammer der eingangs genannten Art eingebracht und in dieser kontrolliert aufgeschmolzen und anschließend abgekühlt. Die dabei verwendeten Heizkammern bestehen in der Regel aus einem spiralförmig gewickelten Tantaldraht, auf den zur Isolierung Perlen aus Aluminiumoxydkeramik aufgezogen sind. Durch Anschmelzen dieser Perlen an den Tantaldraht, verursacht durch das Abdampfen der Probenmaterialien, die sich in der Heizkammer befinden, kann es bei einer solchen Heizkammer leicht zu elektrischen Kurzschlüssen und damit zum Ausfall der gesamten Anlage kommen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Heizkammer der eingangs genannten Art so auszubilden, daß ein zuverlässiger Betriebsablauf gewährleistet ist und daß darüber hinaus eine möglichst exakte Einhaltung der vorgegebenen Temperatur bzw. Temperaturverteilung gegeben ist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Heizkammer anzugeben.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine Heizkammer mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1. Die erfindungsgemäße Heizkammer weist dabei zugleich noch den Vorteil auf, daß in ihr die Abgabe einer gleichmäßig hohen Heizleistung auch über einen längeren Zeitraum möglich ist.

Weiterhin wird ein Verfahren nach den Merkmalen des Anspruches 5 vorgeschlagen, das eine

einfache und kostengünstige Möglichkeit gewährt, eine derartige Heizkammer in relativ wenigen Arbeitsgängen herzustellen.

Zwar ist bereits aus der EP-A-0 193 192 ein Herstellungsverfahren für Aufdampftiegel aus pyrolytischem Bornitrid bekanntgeworden, bei dem dieses Bornitrid aus der Gasphase auf eine Graphit-form abgeschieden wird, dabei wird jedoch die Form nach Beendigung des Aufdampfprozesses wieder entfernt und der so erhaltene Tiegel aus reinem Bornitrid weist keine in die Tiegelwandung integrierte Aufheizeinrichtung auf, wie dies bei der Heizkammer nach der Erfindung der Fall ist. Vielmehr muß dieser bekannte Tiegel, um daraus Materialien für epitaktische Prozesse zu verdampfen, zusätzlich mit einer externen Heizspirale, beispielsweise aus Tantaldraht, versehen werden, bei der die bereits beschriebene Problematik auftreten kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Heizkammer nach der Erfindung sowie des Verfahrens zu ihrer Herstellung sind in den weiteren Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 Erstellung eines Heizer-Rohlings,
- Fig. 2 Herstellungsprozeß einer Heizkammer und
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine Heizkammer.

In den Figuren 1a bis c ist zunächst die Herstellung der aus pyrolytischem Bornitrid bestehenden inneren Wandlage 1 der Heizkammer dargestellt. Als Ausgangspunkt dient eine Negativform, bestehend aus einer Graphit-Mandrille 2. Auf diese wird in einer Vakuum-Aufdampfanlage aus der Gasphase 3 Bornitrid und anschließend, ebenfalls durch Aufdampfen, eine Graphitschicht 4 abgeschieden, wobei die obere Randfläche sowie die Stirnfläche, durch eine entsprechende Abdeckung geschützt, nicht mit Graphit bedampft werden. Der so entstandene Rohling 5 wird nach dem Erstarren und Abkühlen von der Mandrille 2 abgezogen.

Die weiteren Stadien des Herstellungsprozesses ist in den Figuren 2a bis c dargestellt. Der bereits zylinderförmige Rohling 5 weist auf der inneren Bornitrit-Trägerlage 1 umfangsseitig eine zunächst durchgehende Beschichtung 4 aus Graphit auf. In diese werden auf mechanischem Wege spiralförmige Heizbahnen 6, wie in Fig. 2b dargestellt, eingefräst. Nachdem dieser Körper durch Aufdampfen einer zweiten Lage 7 aus Bornitrit versiegelt wurde, werden auf den bei der Versiegelung durch eine entsprechende Abdeckung freibleibenden, radial geteilten unteren Randstreifen 8, 8' der Graphitschicht zwei Kontaktschalen 9, 10 aus kohlefaser verstärktem Kohlenstoff (CFK) aufgesetzt, in

die zuvor jeweils ein Anschlußdraht 11, 12 aus Tantal für die Stromzuführung eingelötet wurde. Letzteres erfolgt bei einer Temperatur von etwa 2500° C. Die beiden Kontaktschalen 9 und 10 werden mittels eines Graphitklebers auf die geteilten Leiterbahnen 8 bzw. 8' aufgeklebt.

Fig. 3 zeigt den Einbau der fertigen Heizkammer 13 in eine Hochtemperatur-Heizanlage. Die Heizkammer 13 ist dabei in ein Stützrohr 14 aus Tantalblech eingesetzt und in diesem durch einen Isolierring 15, der von außen an den Kontaktschalen 9 und 10 anliegt, in radialer Richtung fixiert. Das Stützrohr 14 ist von mehreren Lagen 16 einer Tantalfolie umgeben. Die Anschlußdrähte 11 und 12 sind, mit einer Isolierung 17, 18 aus Aluminiumoxyd-Perlen versehen, zu einer in der Figur nicht dargestellten elektrischen Versorgungseinheit geführt. Die Heizkammer 13 wird durch einen Flansch 19 verschlossen, der zugleich als Halter für ein zu behandelndes Werkstück dient.

Durch die Verwendung pyrolytischen Bornitrits kann die vorstehend beschriebene Heizkammer auch über längere Zeit bei Temperaturen bis zum 2000° C betrieben werden, ohne daß es zu mechanischem Versagen bzw. zu thermischen Ausgangsscheinungen kommt, die den Herstellungsprozeß eines Werkstücks nachteilig beeinflussen würden. Durch das Aufdampfen der Graphitschicht und die nachfolgende Formgebung der Heizwicklungen ist es dabei möglich, die Heizvorrichtung variabel zu gestalten, wobei durch Variation der Schichtdicke der Widerstand verändert werden kann und durch die Form der gefrästen Bahnen zugleich die Temperaturverteilung in der Heizkammer gezielt beeinflußt werden kann. Auf diese Weise läßt sich eine Heizkammer mit einer besonders hohen Leistungsdichte herstellen, die sich unter anderen für den Einsatz in einer Anlage zur Prozessierung und gerichteten Erstarrung von Turbinenschaufeln eignet.

Hierbei besteht der Vorteil in der pyrolytischen Beschichtung der Heizbahnen, der Heizer ist gekapselt und gegen etwaiges Abdampfen der Probenmaterialien resistent.

Patentansprüche

1. Heizkammer für Heizanlagen zum kontrollierten Aufschmelzen metallischer Werkstücke und Proben, bestehend aus einem zylindrischen Behälter, dessen Wand aus Heizwicklungen aus einem elektrisch leitenden Werkstoff sowie aus einer die Heizwicklungen umgebenden Isolierung besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Behälterwand aus einer inneren Lage (1) aus einem aus der Gasphase abgeschiedenen keramischen Werkstoff, einer auf diese aufgebrachten, spiralförmig verlaufenden Schicht (4) eines elektrisch leitenden Materials sowie einer

äußereren Lage (7) des keramischen Werkstoffs besteht.

2. Heizkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die innere und äußere Lage (1, 7) aus pyrolytisch abgeschiedenen Bornitrit bestehen.
3. Heizkammer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Schicht (4) aus Graphit besteht.
4. Heizkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Kontaktierung über Kontaktbuchsen (9, 10) aus kohlefaser verstärktem Kohlenstoff erfolgt.
5. Verfahren zur Herstellung der Heizkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Negativform (2) zunächst aus der Gasphase eine innere Lage (1) aus Bornitrit abgeschieden wird, auf die anschließend eine Graphitschicht (4) aufgedampft wird, daß in letztere spiralförmig verlaufende Leiterbahnen (6) eingefräst werden und daß anschließend eine Versiegelung mit erneut pyrolytisch abgeschiedenen Bornitrit erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf von der Versiegelung ausgesparte Endbereiche (8, 8') der Leiterbahnen (6) Kontaktschalen (9, 10) aus kohlefaser verstärktem Kohlenstoff aufgeklebt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Herstellung in einer Vakuum-Aufdampfanlage erfolgt.

Claims

40. 1. Heating chamber for heating installations used for controlled fusion of metal workpieces and samples, comprising a cylindrical container, whose wall comprises heating windings made of an electrically conductive material as well as insulation material surrounding the heating coils, characterized in that the container wall comprises an inner layer (1) made of a ceramic material precipitated from the gas phase, a helically extending layer (4) of an electrically conductive material applied onto the inner layer, and an outer layer (7) of the ceramic material.
45. 2. Heating chamber according to claim 1, characterized in that the inner and the outer layer (1, 7) are made of pyrolytically precipitated boron nitrite.

3. Heating chamber according to claim 1 or 2, characterized in that the electrically conductive layer (4) is made of graphite.
4. Heating chamber according to one of claims 1 to 3, characterized in that the electrical contacting is effected via contact bushes (9, 10) made of carbon-fibre reinforced carbon.
5. Method of manufacturing the heating chamber according to one of claims 1 to 4, characterized in that on a negative mould (2) first an inner layer (1) of boron nitrite is precipitated from the gas phase, onto which a graphite layer (4) is then deposited by evaporation, that helically extending strip conductors (6) are cut into the graphite layer and that a sealing is then effected using, once more, pyrolytically precipitated boron nitrite.
6. Method according to claim 5, characterized in that contact shells (9, 10) made of carbon-fibre reinforced carbon are glued onto end regions (8, 8') of the strip conductors (6) left exposed by the sealing material.
7. Method according to claim 5 or 6, characterized in that manufacture is effected in a vacuum deposition installation.

Revendications

1. Chambre de chauffage pour installation de chauffage destinée à la fusion sous contrôle de pièces à usiner et d'échantillons métalliques, cette chambre étant composée d'un collecteur cylindrique dont la paroi présente des enroulements chauffants fabriqués à partir de matériaux électroconducteurs ainsi qu'une séparation entourant les enroulements chauffants, caractérisée en ce que la paroi du collecteur se compose d'une couche interne (1) en matière céramique déposée au cours de la phase vapeur, d'une couche de matériaux électroconducteurs (4) se déroulant en spirale et déposée sur la couche interne ainsi que d'une couche externe (7) en matière céramique.
2. Chambre de chauffage selon la revendication 1, caractérisée en ce que les couches internes et externes (1, 7) sont composées de nitrure de bore déposée par un procédé de pyromé-tallurgie.
3. Chambre de chauffage selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la couche électroconductrice (4) se compose de graphite.

4. Chambre de chauffage selon l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le contact électrique se produit au moyen de douilles de contact (9, 10) composées de carbone enrichi en fibres de carbone.
5. Procédé de fabrication de la chambre de chauffage selon l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que sur une forme négative (2) une couche interne (1) composée de nitrure de bore est dans un premier temps déposée au cours de la phase vapeur, une couche de graphite (4) étant par la suite métallisée sous vide sur cette couche interne, en ce que dans cette couche de graphite des pistes conductrices (6) sont fraîches en spirale sont fraîches et en ce que enfin une métallisation sous vide est réalisée à nouveau au moyen de nitrure de bore déposé par un procédé de pyrométallurgie.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que sur les zones d'extrémité (8, 8') des pistes conductives (6) et évidées par la métallisation sous vide sont collés des éléments de contact hémisphériques (9, 10) composés de carbone enrichi en fibres de carbone.
7. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la fabrication est réalisée dans une installation de métallisation sous vide.

