



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 695 337 A5**

(51) Int. Cl.: **C03B 11/00** (2006.01)
C03B 11/08 (2006.01)
C03B 7/14 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer:	00810/02	(73) Inhaber:	SCHOTT AG, Hattenbergstrasse 10 55122 Mainz (DE)
(22) Anmeldedatum:	15.05.2002	(72) Erfinder:	Dr. Norbert Greulich-Hickmann, 55127 Mainz (DE) Dr. Andreas Langsdorf, 55218 Ingelheim (DE) Christian Kunert, 55118 Mainz (DE) Carsten Weinhold, 55268 Nieder-Olm (DE)
(30) Priorität:	23.05.2001 DE 101 25 107.6 21.09.2001 DE 101 46 510.6	(74) Vertreter:	Schmauder & Partner AG Patentanwaltsbüro, Zwängiweg 7 8038 Zürich (CH)
(24) Patent erteilt:	13.04.2006		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	13.04.2006		

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Heissformgebung von geschmolzenen Glasposten.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Heissformgeben von schmelzflüssigem Glasposten auf einer Formunterlage unter Zwischenfügen eines Gasbettes, mit den folgenden Verfahrensschritten.

Gemäss der Erfindung umfasst ein solches Verfahren die folgenden Verfahrensschritte:

- es wird eine Formunterlage aus einem offenporigen Formmaterial hergestellt;
- die Tragfläche der Formunterlage wird dauerhaft mit einem Glaskontaktmaterial beschichtet;
- es wird ein solches Schichtmaterial ausgewählt bzw. die Beschichtung wird derart gestaltet, dass die Schicht nach ihrem Aufbringen offene Poren aufweist, die eine gasleitende Verbindung zwischen der Unterseite und der Oberseite der Schicht erlauben;
- die Formunterlage wird mit einem Gas beaufschlagt, um ein Gasbett an der Oberseite der Schicht herzustellen.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Lagern und Heissformgeben von geschmolzenen Glasposten.

[0002] Die Gasbettlagerung von schmelzflüssigen Glasposten ist eine seit langem eingeführte Technik. Hierbei wird der Glasposten auf einem Gasbett gelagert, was technische Vorteile hinsichtlich des Temperatenausgleichs und damit der Homogenität und der Oberflächenqualität des so hergestellten Glasproduktes erbringt.

[0003] Zur Erzeugung eines Gasbettes gibt es grundsätzlich zwei Verfahren:

[0004] Gemäss einem ersten Verfahren wird eine poröse Formunterlage mit einer bei der Prozesstemperatur verdampfbaren Flüssigkeit, meistens Wasser, getränkt. Das entstehende Gaspolster verhindert den direkten Kontakt zwischen Glasposten und Form. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass die verdampfbare Flüssigkeit nach jedem Arbeitsgang wieder neu aufgebracht werden muss, was die Möglichkeiten zu einer kontinuierlichen Arbeitsweise einschränkt. Weiterhin ist die Ausbildung eines solchen Dampfpolsters zeitabhängig und führt folglich zu einem ungleichmässigen Wärmehaushalt, was die Prozessstabilität beeinträchtigt.

[0005] Gemäss einem zweiten Verfahren wird die poröse Formunterlage kontinuierlich mit einem Gas durchströmt und erzeugt damit ein zeitlich stabiles Gasbett, das den Kontakt zwischen Glasoberfläche und Formwerkstoff unterbindet. Problematisch ist lediglich der Moment, in dem der Glasposten in die Form eingebracht wird, was meistens im freien Fall geschieht. Hierbei kommt es, bedingt durch den Fall-Impuls, zu einem kurzzeitigen Kontakt und damit zumindest zum gelegentlichen Anhaften oder Kleben des Glaspostens am Formwerkstoff. Bei einem schnell arbeitenden, kontinuierlichen Prozess ist aber auch das gelegentliche Haften ein grosses Problem, weil es

- a) zur Ausbeuteminderung wegen der dadurch erzeugten schlechten Oberflächenqualität führt,
- b) den Formverschleiss erhöht und
- c) die Prozessstabilität herabsetzt.

[0006] Ist der Durchströmungswiderstand der porösen Form hoch, muss wegen des dadurch bedingten Druckabfalles mit relativ hohen Versorgungsgasdrücken gearbeitet werden, was mit relativ hohen Betriebskosten verbunden ist. Weiterhin besteht grundsätzlich die Gefahr eines Formenbruches, weil die auf die Form wirkende Druckbelastung relativ hoch wird. Andererseits ist bekannt, dass zur gleichmässigen Ausbildung eines möglichst stabilen Gasfilms ein gewisser Mindest-Differenzdruck Voraussetzung ist, was am wirtschaftlichsten durch eine Formunterlage mit relativ geringen Werten für die Gaspermeabilität, jedoch mit möglichst gleichmässiger Porenverteilung über die Oberfläche erreicht werden kann.

[0007] Um das genannte Anhaften zwischen Glasoberfläche und Tragfläche der porösen Formunterlage zu vermeiden, hat man bereits verschiedene Wege beschritten.

[0008] Formen aus den Edelmetallen der ersten und achten Nebengruppe des periodischen Systems der Elemente haben nicht die Neigung zum Haften und Kleben bei direktem Kontakt zwischen heissem Glas und Form; solche Formen sind jedoch sehr teuer und führen daher in den meisten Fällen zur Unwirtschaftlichkeit des gesamten Verfahrens.

[0009] Man hat auch schon unedle Metalle oder deren Legierungen als poröse Formunterlage verwendet. Diese Stoffe neigen jedoch wegen der hohen Temperaturen zur Bildung von Zunderpartikeln, die in das Glas gelangen können. Ausserdem kann sich durch Verzunderung die Porenstruktur der Formunterlage verändern. Ausserdem kommt es bei Formunterlagen aus Metall mit anoxidierten Oberflächen verstärkt zum Anhaften und Kleben des Glaspostens. Aus diesen Gründen sind unedle Metalle oder deren Legierungen für das poröse Formenmaterial ungeeignet.

[0010] Bei einer Formunterlage aus Graphit besteht zwar die Neigung zum Anhaften und Ankleben der Glasposten nicht. Deshalb wird Graphit auch häufig eingesetzt.

[0011] Graphit ist jedoch wegen seiner hohen Korrosionsneigung gegenüber Luft in seiner Anwendungstemperatur sehr eingeschränkt.

[0012] Keramiken wie beispielsweise Siliziumkarbid oder Cordierit könnten zwar wegen der hohen Temperaturbeständigkeit eingesetzt werden; bei diesen kommt es jedoch schon bei relativ niedrigen Temperaturen zum Anhaften und Kleben des Glaspostens.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, womit geschmolzene Glasposten mittels Gasbettlagerung auf einer porösen Formunterlage gelagert und eine Heissformgebung unterworfen werden können, ohne dass es zu einem Ankleben oder Anhaften des Glaspostens an der Tragfläche der Formunterlage kommt. Das Verfahren und die Vorrichtung sollen kostengünstig sein. Insbesondere soll die Formunterlage leicht und kostengünstig herstellbar und dauerhaft sein, so dass sie sich langfristig und häufig verwenden lässt. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0014] Die Erfindung geht somit von den bekannten Verfahren zur Heissformgebung aus, wobei eine poröse Formunterlage verwendet wird. Diese weist offene Poren auf, die mit Gasen durchströmbar sind, das seinerseits an der Tragfläche der Formunterlage austritt und dort ein Gasbett bildet. Gemäss der Erfindung wird die dem Glasposten zugewandte Tragfläche der Formunterlage mit einem Material beschichtet, das aufgrund seiner Eigenschaften, insbesondere seiner thermischen und chemischen Beständigkeit, einen stabilen Prozess gewährleistet. Die Schicht dient insbesondere als Antihafmittel, das selbst nicht am Glasposten anklebt oder anhaftet. Dies hat den Vorteil, dass die Formunterlage aus

jeglichem anderem Material hergestellt sein kann, ungeachtet von seiner Haft- oder Klebeneigung. Auch kann ein verhältnismässig billiges Material wie beispielsweise ein unedles Metall verwendet werden.

[0015] Weiterhin wird die genannte Schicht derart gestaltet und/oder ausgewählt, dass durch die Poren der Formunterlage hindurchtretendes Gas auch durch die Schicht hindurchtreten kann. Um dies zu verwirklichen, lassen sich gemäss der Erfindung verschiedene Wege beschreiten. So kann ein Schichtmaterial verwendet werden, das selbst eine Porosität aufweist. Poröse Schichtmaterialien können somit auch in grösserer Stärke auf die Tragfläche der Formunterlage aufgebracht werden, weil deren Durchströmbarkeit in aufgebrachtem Zustand stets sichergestellt ist. Dabei kann es sich auch um ein Material handeln, bei dem sich die Poren erst beim Aufbringen bilden.

[0016] Es kann aber auch eine Schicht aufgebracht werden, die sehr dünn ist und beispielsweise aus Edelmetall oder aus einer Edelmetall-Legierung besteht. Dadurch wird die Problematik des Haftens und Klebens ausgeschaltet und die Langzeitbeständigkeit des Formwerkstoffes signifikant verbessert. Die Edelmetallbeschichtung wird dabei durch ein geeignetes Verfahren so dünn aufgetragen, dass die Porenstruktur (Porosität und Porengrössenverteilung) des Formwerkstoffes erhalten bleibt. Für den Formwerkstoff günstige Porenstrukturen liegen bei 5 bis 20 Vol.-% offenes Porenvolumen bei d_{50} -Werten für den Porendurchmesser zwischen 2 und 100 μm .

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens wird eine asymmetrische Porenstruktur des Formwerkstoffes erzeugt. Das bedeutet, die dem Glasposten zugewandte Seite des Formwerkstoffes hat signifikant feinere (z.B. d_{50} -Wert um einen Faktor 2 kleiner) Porengrössen als die darunter liegende, Stabilitäts-erhaltende und gröbere Porenstruktur. Der Porengrössenbereich auf der Glaskontaktseite liegt dabei je nach Anwendungsfall im Bereich zwischen 0,5 und 50 μm (d_{50} -Wert). Durch diese Anordnung werden drei Vorteile erreicht:

1. Die relativ feine Porenstruktur der dem Glasposten zugewandten Seite verursacht auch bei gelegentlichem Glaskontakt wesentlich kleinere mechanische Oberflächenfehler.
2. Der feinporösen Schicht kommt keinerlei Stabilitätswirkung zu; diese wird durch die gross poröse Schicht übernommen. Wegen der geringen Schichtdicke der feinporösen Schicht wird jedoch der Durchströmungswiderstand der Form gegenüber einer durchgehend aus feinporösem Material bestehenden Form stark herabgesetzt, was sich in einem verringerten Druckabfall des Levitationsgases und damit einer geringeren Störanfälligkeit des Prozesses (z.B. durch Formenbruch) sowie in einer Senkung der Betriebskosten bemerkbar macht.
3. Die Gasverteilung durch eine feinporöse Schicht ist bei vergleichbarer Porosität homogener als bei einer gröberen Porenstruktur. Dies trägt zu einer besseren Oberflächengüte des so hergestellten Glasproduktes bei.

[0018] Prinzipiell können sich die erfindungsgemässen asymmetrischen Formwerkstoffe dadurch unterscheiden, dass die grobe und die feine Struktur entweder die gleiche (Keramik – Keramik oder Edelmetall – Edelmetall) oder unterschiedliche (vorzugsweise fein poröse Edelmetallschicht auf grob poröser Keramik oder grob porösem, unedlem Metall, wie z.B. Edelstahl) chemische Zusammensetzungen haben.

[0019] Die Aufbringung von porositäts-erhaltenden Edelmetallschichten auf das grob poröse Substrat kann durch die üblichen für diesen Zweck anwendbaren Verfahren, also beispielsweise durch Sputtern, Sprühen, Tauchen oder Abscheidung aus Lösungen oder Suspensionen erfolgen.

[0020] Die asymmetrischen Strukturen können durch ein hierfür üblicherweise eingesetztes Verfahren (z.B. durch Sprühen oder durch Zusammensintern von zwei vorgefertigten Formkörpern unterschiedlicher Porosität mit entsprechend angepasster Geometrie) hergestellt werden. Wesentlich ist nur, dass die Dicke der feinporösen Schicht nicht mehr als 20% der Gesamtdicke der asymmetrischen Struktur beträgt. Auf eine solche feinporöse Schicht kann – falls sie aus einer Keramik oder einem unedlen Metall besteht – zusätzlich eine porositäts-erhaltende Beschichtung aus Edelmetall zur Herabsetzung der Klebeneigung aufgebracht sein.

[0021] Es ist auch denkbar, bei jeglicher Art von Beschichtungsmaterial die Poren der Schicht nach deren Aufbringen auf die Tragfläche der Formunterlage erst zu erzeugen, beispielsweise durch eine Begasung vor Inbetriebnahme der Anlage, d.h. bevor ein Glasposten aufgebracht wird. Dabei tritt Gas aus den Poren der Formunterlage aus, erzeugt aufgrund der Energie der feinen Gasstrahlen entsprechende feine Bohrungen in der Schicht, die beim Aushärten der Schicht erhalten bleiben, so dass sich zwischen der Oberfläche der Schicht und dem Glasposten ein Gasbett bilden kann.

[0022] In jedem Falle muss sowohl das Material der Formunterlage als auch das Material der Schicht alle sonstigen Anforderungen an den Prozess erfüllen. Diese Materialien müssen insbesondere hitzebeständig sein.

[0023] Somit ist es möglich, mit dem erfindungsgemässen Verfahren und mit der erfindungsgemässen Vorrichtung schmelzflüssige Glasposten einer kontaktfreien Formgebung zu unterwerfen. Damit lassen sich kontinuierlich und kostengünstig Glashalbzeuge mit feuerpolierter Oberfläche herstellen. Die Gestalt der Glashalbzeuge kommt dabei der endgültigen Gestalt nahe. Das Verfahren und die Vorrichtung sind insbesondere geeignet zur Herstellung optischer Linsen, aber auch flächiger Körper. Der unmittelbare Kontakt zwischen der Formunterlage und dem Glasposten wird zuverlässig verhindert, so dass die Glasoberfläche völlig fehlerfrei ist. Selbst ein gelegentlicher Kontakt zwischen Formunterlage und Glasposten, z.B. beim Befüllen der Formunterlage mit schmelzflüssigem Glas, hat dabei keine gravierenden Auswirkungen auf die Produktqualität und die Standzeit der Formunterlage.

[0024] Es ist zweckmässig, die Vorrichtung derart zu gestalten, dass die Schicht eine Mikroporosität als die Formunterlage hat.

[0025] Es ist ferner zweckmässig, dass eine Mikroporosität zwischen 0,1 und 20 Vol.-%, bevorzugt zwischen 4 und 15 Vol.-% aufweist.

[0026] Es ist ferner zweckmässig, dass das offenporige Formenmaterial ein Refraktärmetall ist.

[0027] Es ist ferner zweckmässig, dass das poröse Refraktärmetall aus der Gruppe NiCrAl- oder FeCrAl-Legierungen stammt.

[0028] Als Formenwerkstoffe eignen sich grundsätzlich alle Keramiken und Refraktärmetalle, soweit diese eine ausreichende Temperatur- und Temperaturwechselbeständigkeit haben. Die Formenwerkstoffe werden vor ihrer Beschichtung mit Hilfe von einem dafür üblicherweise eingesetzten Verfahren (Verdichten und Formgebung eines entsprechenden Pulvers mit anschliessender Versinterung und ggf. einer Nachbearbeitung) in poröser Form hergestellt.

[0029] Aus der Werkstoffgruppe der Keramiken eignen sich besonders Cordierit und Siliziumkarbid. Aus der Gruppe der Refraktärmetalle können wegen ihrer hohen Temperaturstabilität insbesondere NiCrAl- oder FeCrAl-Legierungen besonders vorteilhaft eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Heissformgeben von schmelzflüssigem Glasposten auf einer Formunterlage unter Zwischenfügen eines Gasbettes, mit den folgenden Verfahrensschritten:
 - a) es wird eine Formunterlage aus einem offenporigen Formenmaterial hergestellt;
 - b) die Tragfläche der Formunterlage wird dauerhaft mit einem Glaskontakmaterial beschichtet;
 - c) es wird ein solches Schichtmaterial ausgewählt und/oder die Beschichtung wird derart gestaltet, dass die Schicht nach ihrem Aufbringen offenen Poren aufweist, die eine gasleitende Verbindung zwischen der Unterseite und der Oberseite der Schicht erlauben;
 - d) es wird ein solches Schichtmaterial ausgewählt, das ein Ankleben oder Anhaften an den Glasposten vermeidet;
 - e) die Formunterlage wird mit einem Gas beaufschlagt, um ein Gasbett an der Oberseite der Schicht zu erzeugen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht mit derart geringer Dicke aufgetragen wird, dass die Porenstruktur der Formunterlage erhalten bleibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht durch Sputtern, Sprühen, Tauchen oder Abscheiden aus Lösungen oder Suspensionen auf die Formunterlage aufgebracht wird.
4. Vorrichtung zur Heissformgebung von geschmolzenen Glasposten auf einem Gasbett, mit den folgenden Elementen:
 - a) mit einer Unterlage aus einem offenporigen Formenmaterial;
 - b) die Tragfläche der Formunterlage ist mit einem Glaskontakmaterial beschichtet, das ein Ankleben oder Anhaften an den Glasposten vermeidet;
 - c) die Schicht ist ebenfalls offenporig;
 - d) auf der dem Glasposten abgewandten Seite der Formunterlage ist ein Gasanschluss vorgesehen, um auf die Formunterlage ein Gas aufzubringen, das durch die Poren der Formunterlage sowie durch die Poren der Schicht hindurchtritt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht eine Dicke im Bereich von 0,5 bis 50 µm aufweist
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren der Formunterlage und/oder der Schicht einen Porendurchmesser von 2 bis 100 µm aufweisen.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren der Formunterlage und/oder der Schicht ein offenes Porenvolumen von 5 bis 40 Vol.-% aufweisen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren der Formunterlage in dem dem Glasposten zugewandten Bereich kleiner als in dem dem Glasposten abgewandten Bereich sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Formunterlage aus Schichten unterschiedlicher Porengrösse aufgebaut ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Formunterlage aus Metall, Edelmetall, Legierungen hieraus oder Keramik, oder Schichten aus diesen Materialien besteht.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus einem Edelmetall der ersten oder achten Nebengruppe des periodischen Systems der Elemente oder aus beliebigen Legierungen dieser Elemente untereinander besteht.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht eine feinere Porosität als die Formunterlage hat.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht eine Mikroporosität zwischen 0,1 und 20 Vol.-%, bevorzugt zwischen 4 und 15 Vol.-% aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das offenporige Formenmaterial ein Refraktärmetall ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das poröse Refraktärmetall aus der Gruppe der NiCrAl- oder FeCrAl-Legierungen stammt.