



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **226 867 A1**

4(51) C 03 B 5/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP C 03 B / 266 880 5	(22)	03.09.84	(44)	04.09.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Wärmetechnisches Institut der Glasindustrie, 6900 Jena, Göschwitzer Straße 22, DD
(72)	Gneist, Helmut, Dr. Dipl.-Phys.; Illig, Hans-Joachim, Dr.-Ing.; Iser, Ronald, Dr.-Ing.; Kaliski, Horst, Dr.-Ing.; Linz, Hans-Jürgen, Dr.-Ing.; Unbekannt, Jürgen, Dr.-Ing., DD

(54)	Schmelzofen zum Schmelzen und Läutern von Glas oder ähnlichen silikatischen Stoffen
------	--

(57) Die Erfindung betrifft einen Glasschmelztiefen, bei dem die Elektroenergie induktiv oder durch indirekte und/oder direkte Widerstandsbeheizung in die Schmelze eingespeist wird. Um das Ziel zu erreichen, Glas mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit bei der Schmelztemperatur hoch produktiv zu erschmelzen, ist die Aufgabe zu lösen, die Geometrie und Anordnung der Elektroenergieeinentbindungseinrichtungen so zu gestalten, daß eine gezielte Beeinflussung des technologischen Prozeßablaufs erreicht wird. Die Aufgabe wird gelöst, indem ein hohes zylindrisches Beheizungsorgan mindestens einen 50 mm Abstand von der Schmelzbadoberfläche hat und die Raumhöhe unter dem Beheizungsorgan das 0,2- bis 0,65fache seiner Höhe entspricht sowie sein Durchmesser zwischen dem 0,5- bis 0,95fachen des Ofeninnendurchmessers liegt und bei Verwendung von Elektroden, diese bis zu einer Glasstandhöhe von 90 % innerhalb des Beheizungsorgans in einem Abstand angeordnet sind, der gleich oder größer ist als das 0,6fache des kleinsten Abstandes der Elektroden untereinander. Fig. 1

Titel der Erfindung:

Schmelzöfen zum Schmelzen und Läutern von Glas oder ähnlichen silikatischen Stoffen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Schmelzofen zum Schmelzen und Läutern von Glas oder ähnlichen silikatischen Stoffen, bei dem der Schmelzprozeß von der mit dem Rohgut, z.B. Gemenge-Scherbengemisch, bedeckten Oberfläche des Glasbades zum Boden verläuft, dort die Glasschmelze über einen Auslaß abgezogen wird und die zur Beheizung des Schmelzofens verwendete Elektroenergie bzw. die damit erzeugte Wärme über ein oder mehrere hohlzylindrische Beheizungsorgane induktiv oder durch indirekte Widerstandsbeheizung und gegebenenfalls noch durch Elektroden in das Schmelzbad gebracht wird.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Um Glas zu erschmelzen, werden immer mehr Schmelzöfen verwendet, die durch Elektroenergie beheizt werden. In der Praxis haben sich im wesentlichen zwei Schmelzofensysteme herausgebildet, nämlich solche mit konduktiver Energieentbindung. Bei der konduktiven Energieentbindung werden überwiegend Schmelzöfen verwendet, bei denen durch Hindurchleiten eines elektrischen Stromes zwischen in dem Glasbad befindlichen Elektroden,

d.h. durch direkte Widerstandsbeheizung, Joulesche Wärme erzeugt wird (DD-PS 77 049, DD-PS 55 122, US-PS 3 634 588, DE-AS 1 471 956 und viele andere).

Bei der induktiven Beheizung werden tiegelartige Schmelzöfen aus elektrisch leitfähigem Material verwendet, meistens Platin, das von Feuerfestmaterial und von einer häufig wassergekühlten Induktionsspule umgeben ist.

Durch elektromagnetische Induktion wird das tiegelartige Schmelzgefäß und die zum Einschmelzen des Rohgutes erforderliche Energie durch Strahlung und Konvektion von der inneren Tiegelwand an das Schmelzbad übertragen.

Dieses aus den Erfindungsbeschreibungen CS-PS 199 303 und CS-PS 200 939 bekannte Prinzip der indirekten Induktionsbeheizung hat aber den Nachteil, daß auch bei Verwendung von Platin bei Dauerbetrieb die Temperaturbelastbarkeit und damit die Schmelzleistung des Schmelzofens begrenzt ist. Weiterhin sind relativ hohe Wärmeverluste zu verzeichnen, da von der Tiegelaußenwand die Wärmeenergie unmittelbar über das Feuerfestmaterial abgeführt wird. Es ist außerdem auf Grund der primär auf die Tiegelwand beschränkten Energieentbindung der Nachteil zu verzeichnen, daß sich lediglich im Bereich der Tiegelwand aufwärts und in den übrigen Gebieten abwärts gerichtete Strömungen mit relativ hoher Geschwindigkeit ausbilden, wodurch der Transport noch nicht durchgeschmolzenen Aufgabeguts in das Entnahmegebiet gefördert wird.

In der Erfindungsbeschreibung CS-PS 199 308 ist ein Schmelzofen dargelegt, bei dem radioaktive Abfälle in Glas gebunden werden sollen. Er ist ebenfalls indirekt beheizt und unterscheidet sich von den bereits dargelegten Erfindungen nach CS-PS 199 303 und 200 939 lediglich durch seine horizontale Lage. Neben den bereits genannten Nachteilen hat dieser Schmelzofen insbesondere den Mangel, daß wegen des relativ geringen Glasstandes die Wärmeübertragung an das Schmelzgut im wesentlichen durch Strahlung erfolgt, wodurch der thermische Wirkungsgrad ungünstig ist.

Schließlich ist aus der Patentschrift GB 1 430 382 neben der Induktionsspule noch der Einsatz von Suszeptorstäben bekannt, die innerhalb des Schmelzraumes des Schmelzofens auf einem zentrisch gelegenen Kreis angeordnet sind. Neben dem hohen Aufwand an Molybdänsuszeptorstäben sind noch die Nachteile zu verzeichnen, daß der Kopplungsgrad schlecht ist und hohe Blindleistungsverluste entstehen. Aus der DE-OS 2 431 723 einschließlich des Zusatzes DE-OS 2 440 771 ist auch die Anwendung eines Suszeptors bekannt. Sein Einsatz ist aber nur für die Inbetriebnahme von tiegelartigen Schmelzöfen möglich, da sowohl seine Geometrie als auch seine Anordnung nicht nach technologisch zweckmäßigen Gesichtspunkten erfolgt. Schließlich und letzten Endes ist aus der DE-AS 1 226 750 noch ein Schmelzofen für das Schmelzen und Läutern von Glas bekannt, bei dem in einem Platin-Tiegel das Rohgut sowohl durch HF-Induktion als auch durch direkte elektrische Widerstandsbeheizung erhitzt wird. Für die Widerstandsbeheizung ist in der Tiegelofenachse eine Platinelektrode vorgesehen, über die ein bestimmter Heizstrom zur Tiegelwand eingestellt wird. Sowohl die induktive als auch die konduktive Beheizung werden aus einer HF-Energiequelle gespeist. Abgesehen davon, daß dieser Schmelzofen wegen seiner diskontinuierlichen Betriebsweise nur für Spezialgläser, die in kleinen Mengen benötigt werden, geeignet ist, ist noch der Nachteil zu verzeichnen, daß die Doppelfunktion des Schmelztiegels als Suszeptor und Elektrode für die konduktive Beheizung zu erhöhter Korrosion und damit zu einer Verkürzung der Laufdauer des Schmelzofens führt.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt den Zweck, einen mit relativ niedrigen finanziellen Mitteln herzustellenden, nach dem Tiefofenprinzip arbeitenden Schmelzofen zu schaffen,

der silikatische Stoffe, insbesondere Glas mit äußerst niedriger elektrischer Leitfähigkeit bei Schmelztemperaturen, in einem hochproduktiven Schmelzprozeß in guter Qualität erschmilzt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch ein neues Konstruktionsprinzip die Geometrie und Anordnung der Elektroenergieentbindungseinrichtungen eines Schmelzofens für silikatische Stoffe, z.B. Glas, so zu gestalten, daß eine gezielte Beeinflussung des technologischen Prozeßablaufs, insbesondere des Strömungsregimes, erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, wenn die Oberkante eines hohlzylindrischen Beheizungsorgans nicht weniger als 50 mm unterhalb der Schmelzbadoberfläche liegt und die größte Höhe des Raumes unter dem hohlzylindrischen Beheizungsorgan das 0,2- bis 0,65-fache der Höhe des hohlzylindrischen elektrischen Beheizungsorgans und dessen Durchmesser das 0,5- bis 0,95-fache des Innendurchmessers des Schmelzofens beträgt und für eine direkte Widerstandsbeheizung mindestens zwei, vorzugsweise durch den Boden des Schmelzofens in das Schmelzbad geführte Elektroden symmetrisch um die Ofenachse innerhalb des hohlzylindrischen Beheizungsorgans bis zu einer Höhe von 90 % des Glasstandes senkrecht oder geneigt zur Ofenachse angeordnet sind, und zwar derart, daß der kleinste Abstand zwischen dem hohlzylindrischen Beheizungsorgan und den Elektroden gleich oder größer ist als das 0,6-fache des kleinsten Abstandes der Elektroden untereinander.

Als hohlzylindrisches elektrisches Beheizungsorgan kann ein von einer Induktionsspule induktiv beaufschlagter Suszeptor oder ein mäanderförmig ausgebildeter Widerstand verwendet werden. Ein geeignetes Material für das hohlzylindrische Beheizungsorgan ist Molybdän. Es kann jedoch jedes andere elektrisch leitfähige, hitzebeständige und relativ korrosionsbeständige Material verwendet werden.

Die Ausbildung des Schmelzofens, vorzugsweise als Zylinder oder als Körper mit polygonförmigem Querschnitt sowie die Anordnung einer Wärmedämmschicht um das Feuerfestmaterial ist empfehlenswert, da durch die besondere geometrische Gestaltung Totwassergebiete weitgehend vermieden und durch die Wärmedämmung die Abwärmeverluste vermindert werden.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist die kegelförmige Ausbildung des Bodens des Schmelzofens.

Durch diese erfinderischen Maßnahmen wird erreicht, daß die für den Schmelzprozeß erforderliche Elektroenergie bzw. die damit erzeugte Wärme durch Strahlung und Konvektion in das Schmelzbad gelangt, wobei mit der Elektrodenbeheizung eine bestimmte, für das Feuerfestmaterial des Schmelzofens im Elektrodendurchführungsbereich unkritische maximal zulässige Betriebsspannung vorgegeben und trotzdem die Auslastung der Beheizung durch eine entsprechende Voreinstellung des Temperaturniveaus über das hohlzylindrische Beheizungsorgan bewirkt werden kann. Das ist, insbesondere beim Anfahren von Glasschmelzöfen zum Vorteil, da trotz der unterschiedlichen, von der Schmelztemperatur abhängigen elektrischen Leitfähigkeit der einzelnen Glasarten zunächst über das hohlzylindrische Beheizungsorgan die erforderliche Energie umgesetzt werden kann, die die elektrische Leitfähigkeit der Glasschmelze herstellt, sodann mit der direkten Widerstandsbeheizung durch die Elektroden im Inneren des Schmelzofens eine solche relativ hohe Temperatur des Glasbades geschaffen wird, die in Abstimmung mit der thermischen Wärmedämmschicht innerhalb des Schmelzofens ein definiertes Strömungsregime aufbaut, mit Aufwärtsströmungen im Bereich der Wandung des hohlzylindrischen Beheizungsorgans und der Elektroden und mit Abwärtsströmungen im Bereich der Schmelzofenwandung und zwischen hohlzylindrischem Beheizungsorgan und Elektroden.

Ausführungsbeispiel

An Hand der Zeichnung soll die Erfindung beispielsweise erläutert werden.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch den Schmelzofen, bei dem die Elektroden geneigt zur Ofenachse angeordnet sind.

Der Schmelzofen besteht aus einem Zylinder 1, der aus Feuerfestmaterial hergestellt ist, an dessen Boden 2 sich ein Auslaß 3 befindet. Statt der zylinderförmigen Ausbildung des Schmelzofens kann natürlich eine andere Form, insbesondere ein Polygon, gewählt werden. Um den Zylinder 1 befindet sich eine Wärmedämmschicht 4.

Das Rohgut 5 wird so in den Schmelzofen eingelegt, daß die Oberfläche des Schmelzbades 6 weitgehend gleichmäßig mit ihm bedeckt ist. Beheizt wird der Schmelzofen durch das konzentrisch im Zylinder 1 angeordnete hohlzylindrische Beheizungsorgan 8. Wird als Beheizungsorgan 8 ein Suszeptor für eine induktive Beheizung verwendet, so ist eine Induktionsspule 7 um den Zylinder 1 zu legen. Als Beheizungsorgan 8 kann aber auch ein mäanderförmiger Widerstandskörper dienen, wodurch die Anordnung der Induktionsspule 7 entfallen kann.

Neben dem hohlzylindrischen Beheizungsorgan 8 befinden sich in dem Schmelzbad 6 Elektroden 9, die eine direkte Widerstandsbeheizung bewirken. Sie werden in Betrieb genommen, sobald eine Temperatur des Schmelzbades 6 durch die induktive oder indirekte Widerstandsbeheizung erreicht wird, die einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit der Schmelze entspricht. Um ein definiertes Strömungssystem zu erhalten, das im wesentlichen Aufwärtsströmungen im Bereich der Wandung des Beheizungsorgans 8 sowie im Inneren des Schmelzofens und Abwärtsströmungen im Bereich der Wandung 10 des Schmelzofens und zwischen Beheizungsorgan 8 und Elektroden 9 aufweist, ist das

hohlzylindrische elektrische Beheizungsorgan 8 so angeordnet, daß seine Oberkante nicht weniger als 50 mm unterhalb der Schmelzbadoberfläche liegt und die Höhe des unter dem Beheizungsorgan 8 liegenden Raumes 11 so bemessen ist, daß sie das 0,2- bis 0,65-fache der Höhe des Suszeptorbereiches entspricht und der Durchmesser des Suszeptors das 0,5- bis 0,95-fache des Innendurchmessers des Schmelzofens beträgt. Die Elektroden 9 und die Induktionsspule 7 werden von verschiedenen Energiequellen gespeist, so daß jedes Heizungssystem unabhängig voneinander mit Strom beaufschlagt werden kann. Zur Erzielung einer relativ hohen Energieentbindung im Inneren des Schmelzofens, um hier eine überwiegende Aufwärtsströmung der Glasschmelze zu erreichen, sind die Elektroden 9 bis zu einer Höhe von 90 % des Glasstandes, vorzugsweise durch den Boden 2 und zur Ofenachse geneigt, in das Schmelzbad 6 geführt, wobei der kleinste Abstand zwischen Beheizungsorgan 8 und den Elektroden 9 gleich oder größer ist als das 0,6-fache des kleinsten Abstandes der Elektroden 9 untereinander. Damit ist gewährleistet, daß der elektrische Strom nicht von den Elektroden 9 zu dem Beheizungsorgan 8 fließt, wodurch eine unkontrollierte gegenseitige Beeinflussung des Beheizungssystems vermieden wird. Die kegelförmige Ausbildung des unter dem Beheizungsorgan 8 vorhandenen Raumes 11 fördert die Ausbildung der unteren Strömungswalzen 12.

Im Ausführungsbeispiel, in dem ein Suszeptor als hohlzylindrisches Beheizungsorgan 8 verwendet wurde, wird im Betrieb des Schmelzofens von der meistens wassergekühlten Induktionsspule 7 induktiv ein Teil der für die Glasschmelze erforderlichen Elektroenergie an den sich im Schmelzbad 6 befindlichen, vorzugsweise aus Molybdän hergestellten Suszeptor übertragen, von dem die Wärmeenergie durch Strahlung und Konvektion in das Schmelzbad gelangt.

Die gleiche Wirkung kann auch mit einem hohlzylindrischen mäanderförmigen Widerstandselement, das anstelle des Suszeptors eingesetzt wird, erreicht werden. Durch die konduktive Beheizung des Schmelzofens mittels der Elektroden 9 in einem örtlich begrenzten, im Beheizungsorgan 8 liegenden Schmelzbereich wird gewährleistet, daß sich um die Schmelzofenachse die höchste Temperatur im Schmelzofen einstellt und die Glasströmungen hier im wesentlichen, wie die Pfeile in der Zeichnung zeigen, zur Gemengedecke gerichtet sind. Damit ist nicht nur die Voraussetzung für eine vollständige Gemengebedeckung der Oberfläche des Schmelzbades 6, sondern auch für die Einstellung einer relativ hohen Temperatur im Inneren des Schmelzofens gegeben, die zu hohen spezifischen Schmelzleistungen führt.

Patentansprüche

1. Schmelzofen zum Schmelzen und Läutern von Glas oder ähnlichen silikatischen Stoffen, bei dem der Schmelzprozeß von der mit dem Rohgut, z.B. Gemenge-Scherbengemisch, bedeckten Oberfläche des Glasbades zum Boden verläuft, dort die Glasschmelze über einen Auslaß abgezogen wird und die zur Beheizung des Schmelzofens verwendete Elektroenergie bzw. die damit erzeugte Wärme über ein oder mehrere hohlzylindrische Beheizungsorgane induktiv oder durch indirekte Widerstandsbeheizung und gegebenenfalls noch durch Elektroden in das Schmelzbad übertragen bzw. eingespeist wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberkante des hohlzylindrischen Beheizungsorgans (8) nicht weniger als 50 mm unterhalb der Oberfläche des Schmelzbades (6) liegt und die Höhe des unter dem hohlzylindrischen Beheizungsorgan (8) liegenden Raumes (12) das 0,2- bis 0,65-fache der Höhe des hohlzylindrischen Beheizungsorgans (8) und dessen Durchmesser das 0,5- bis 0,95-fache des Innendurchmessers des Schmelzofens beträgt und daß bei einer Beheizung des Schmelzofens durch Elektroden (9) mindestens zwei, vorzugsweise durch den Boden (2) in das Schmelzbad (6) geführte Elektroden (9) symmetrisch um die Ofenachse bis zu einer Höhe von 90 % des Glasstandes senkrecht oder geneigt zur Schmelzofenachse innerhalb des hohlzylindrischen Beheizungsorgans (8) angeordnet sind, und zwar derart, daß der kleinste

Abstand zwischen dem Beheizungsorgan (8) und den Elektroden (9) gleich oder größer ist als das 0,6-fache des kleinsten Abstandes der Elektroden (9) untereinander.

2. Schmelzofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das hohlzylindrische Beheizungsorgan (8) ein Suszeptor ist.

3. Schmelzofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das hohlzylindrische Beheizungsorgan (8) ein mäanderförmiger Widerstand ist.

4. Schmelzofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (2) des Raumes (12) unter dem hohlzylindrischen Beheizungsorgan kegelförmig ausgebildet ist.

5. Schmelzofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (9) zur Schmelzofenachse unterschiedlich geneigt angeordnet sind.

6. Schmelzofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Beheizungsorgan (8) aus elektrisch leitfähigem, hitzebeständigem, relativ korrosionsbeständigem Material, vorzugsweise Molybdän, besteht.

7. Schmelzofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzofen vorzugsweise zylinderförmig ausgebildet ist.

8. Schmelzofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß um ihn eine Wärmedämmschicht angeordnet ist.

9. Schmelzofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (9) stangenförmig ausgebildet sind und aus elektrisch leitfähigem, hitzebeständigem und relativ korrosionsbeständigem Material, vorzugsweise Molybdän, bestehen.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Fig. 1

