



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: C 03 B
C 03 B

5/027
5/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

618 950

⑳ Gesuchsnummer: 15985/75

㉔ Anmeldungsdatum: 09.12.1975

㉓ Priorität(en): 20.12.1974 CS 8850-74

㉔ Patent erteilt: 29.08.1980

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 29.08.1980

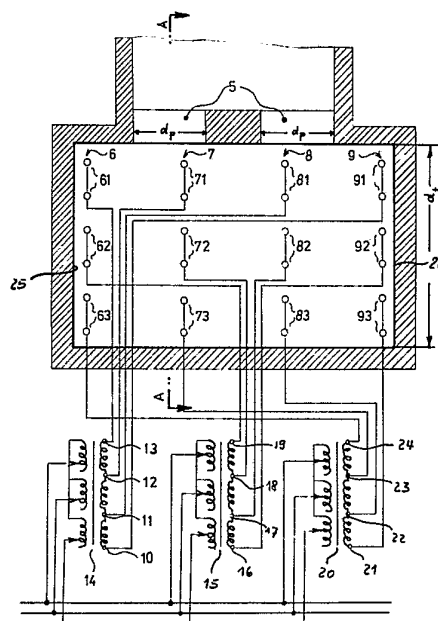
⑦③ Inhaber:
Statni vyzkumny ustav sklarsky, Hradec Kralové
(CS)

⑦② Erfinder:
Vaclav Süsler, Hradec Kralové (CS)
Josef Vach, Hradec Kralové (CS)
Ivan Ladr, Hradec Kralové (CS)
Jiri Auerbeck, Hradec Kralové (CS)

⑦④ Vertreter:
Dr. A.R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑤④ Elektrischer Ofen zum Glasschmelzen.

⑤⑦ Der Ofen (1) besteht aus einem Schmelzraum (2) und einem Arbeitsraum (3), die gegenseitig durch eine gekühlte Trennwand (4) teilweise getrennt sind, die zwischen diesen beiden Räumen Durchflusskanäle (5) begrenzt. Im Schmelzraum (2) sind vier Längsreihen (6, 7, 8 und 9) vertikaler an eine Mehrphasenstromquelle anschliessbarer Stabelektroden vorgesehen. Jede Reihe (6, 7, 8, 9) bildet Elektrodengruppen (61 bis 63, 71 bis 73, 81 bis 83 und 91 bis 93). Zwischen den einzelnen Gruppen einer Reihe (61 bis 63, 71 bis 73, 81 bis 83 und 91 bis 93) besteht keine Phasenverschiebung der Spannung, jedoch wenigstens die Gruppen (61 bis 63) nahe den Durchflusskanälen (5) sind an eine höhere Spannung der Speisequelle (14) angeschlossen als die restlichen Gruppen (62 bis 92) und 63 bis 93). Die Durchflusskanäle sind derart ausgeführt, dass deren äquivalenter Durchmesser (d_p) innerhalb der Grenzen von 0,2 bis 0,3 des äquivalenten Durchmessers (d_t) des vertikalen Querschnittes durch die Glasmasse im Schmelzraum (2) senkrecht zu den Seitenwänden (25, 26) des Ofens ist. Durch die Schaltung der Elektroden und Ausbildung der Durchflusskanäle wird ein Rückstrom der Glasmasse aus dem Arbeitsraum in den Schmelzraum erzielt, wodurch eine Kühlung des Schmelzraumbodens erreicht wird. Gleichzeitig wird durch das Strömen der Glasmasse deren Homogenität im Arbeitsraum erhöht.



PATENTANSPRUCH

Elektrischer Ofen zum Glasschmelzen, bestehend aus einem viereckigen Schmelzraum, der über wenigstens einen, unter dem Glasspiegel angeordneten Kanal mit wenigstens einem Arbeitsraum in Verbindung steht, wobei der Schmelzraum mit mehr als zwei Reihen vertikaler, mit den Seitenwänden parallelen Elektroden ausgestattet ist, die im Boden des Ofens eingebaut und an eine Mehrphasenstromquelle anschliessbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass jede Reihe (6, 7, 8 und 9) aus wenigstens zwei Elektrodengruppen (61 bis 63, 71 bis 73, 81 bis 83 und 91 bis 93) besteht, wobei jede Gruppe eine oder mehrere Elektroden umfasst, wobei weiter die Zahl der Elektrodengruppen in jeder Reihe gleich ist, wobei ferner die Phasenverschiebung der Spannung zwischen den Elektrodengruppen jeweils einer Reihe gleich Null ist, weiter alle Elektroden jeder einen Gruppe (61, 71, 81, 91) der Reihen jeweils an eine gemeinsame Klemme (10, 11, 12, 13) einer ersten Speisequelle (14), ferner alle Elektroden jeder anderen Gruppe (62, 72, 82, 92) der Reihen jeweils an eine gemeinsame Klemme (16, 17, 18, 19) einer anderen Speisequelle (15) bzw. alle Elektroden jeder weiteren Gruppe (63, 73, 83, 93) der Reihen jeweils an eine gemeinsame Klemme (21, 22, 23, 24) einer weiteren Speisequelle (20) angeschlossen sind, wobei mindestens Elektrodengruppen (61 bis 91), die nahe dem oder den Kanälen (5) angeordnet sind, an eine höhere Spannung als die restliche Elektrodengruppe oder -gruppen (62 bis 92, 63 bis 93) geschaltet sind und wobei der äquivalente Durchmesser (d_p) des oder der Kanäle (5) in den Grenzen von 0,2 bis 0,3 des äquivalenten Durchmessers (d_s) des vertikalen Querschnittes durch die Glasmasse im Schmelzraum (2) senkrecht zu den Seitenwänden (25, 26) des Ofens (1) ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrischen Ofen zum Glasschmelzen, bestehend aus einem viereckigen Schmelzraum, der über wenigstens einen, unter dem Glasspiegel angeordneten Kanal mit wenigstens einem Arbeitsraum in Verbindung steht, wobei der Schmelzraum mit mehr als zwei Reihen vertikaler, mit den Seitenwänden parallelen Elektroden ausgestattet ist, die im Boden des Ofens eingebaut und an eine Mehrphasenstromquelle anschliessbar sind.

Gemäss der tschechoslowakischen Patentschrift 118 306 sind Paare vertikaler, durch Dreiphasenstrom gespeister Elektroden in Quergruppen angeordnet, wobei der dem Kanal nächsten Gruppe eine höhere Energie zugeführt wird als den Elektroden der mittleren Gruppe und wobei zwischen Elektroden einzelner Paare eine Phasenverschiebung der Spannung vorliegt, so dass der Heizstrom nicht nur zwischen Elektroden eines Paares, also in Querrichtung des Ofens, sondern auch zwischen Elektroden der benachbarten und weiterer Paare, also in Längsrichtung des Ofens und in verschiedenen Querrichtungen strömt.

Bei einer Anwendung dieser Anordnung an Öfen mit Schmelzleistungen oberhalb von 4 bis 10 t/24 h ist gemäss der Art der Glasschmelze die Entfernung zwischen den Elektroden eines Paares so gross, dass der mittlere Teil des Ofens weniger erhitzt wird als im Bereich um die Elektroden nahe den Ofenwänden.

In der US-Patentschrift 3 395 237 ist ein elektrischer Ofen mit einer geraden Zahl vertikaler Stabelektroden beschrieben, wobei jedes Paar durch einen unabhängigen elektrischen Kreis gespeist wird.

Jeder Kreis besitzt hier eine Quelle von etwa konstanter Spannung und jedes Elektrodenpaar hat eine selbständige Stromregulierung.

Diese Elektrodenanordnung lässt keinen ausreichend steuerbaren Durchflussstrom zu. Das kann sich ungünstig auf die

Homogenität der Glasmasse auswirken. Ein weiterer Nachteil ist auch die Kompliziertheit der Schaltung unter Anwendung einer grossen Zahl von Transformatoreinheiten. Ausserdem kommt es bei Öfen mit dieser Anordnung zu hoher Überwärmung des Ofenbodens im Bereich der Elektrodeneintritte.

Dieser Nachteil soll gemäss der US-Patentschrift 3 440 321 behoben werden, deren Gegenstand ein Ofen ist, dessen Kanal im Boden des Schmelzteiles in den Durchfluss mündet, dessen Boden niedriger ist als der Boden im Schmelzteil. Die vertikalen Elektroden sind am Ofenumfang angeordnet, wobei die Anordnung und das Speisen der Elektroden Ströme in Querrichtung und teilweise entlang dem Ofenumfang bewirken. Zum Beheben der übermässigen Erwärmung des Ofenbodens sind die Elektroden in Blöcken aus hitzebeständigem Material angeordnet, das gegen Korrosion widerstandsfähiger ist, als das für den Ofenboden verwendete Material. Die Blöcke ragen über das Niveau des Bodens.

Diese Elektrodenanordnung ist für Öfen kleinerer Abmessungen geeignet, das Anschlusssystem der Elektroden an die Stromquelle erlaubt jedoch nicht ein Einstellen optimaler Bedingungen für das Strömen der Glasmasse. Die Blöcke für die Elektroden müssen aus hoch hitzebeständigem Material sein, was die Anschaffungskosten erhöht. Ausserdem entsteht ein unebener Boden, wo Stellen mit geringerer Bewegung der Glasmasse vorhanden sein können.

Eine ähnliche Lösung beschreiben die US-Patentschriften 3 634 588 und 3 758 020, wo die Elektroden in drei Blöcken aus hitzebeständigem Material an den Ecken jeder Ofenhälfte angeordnet sind, zwischen welchen ausgebildete, sich kreuzende Kanäle in den Hauptlängskanal geleitet sind, der unterhalb des Bodens in den Durchfluss mündet.

Gemäss der US-Patentschrift 3 634 588 ist neben dem Kühlen der Elektrodenhalter noch ein besonderes Kühlen der Blöcke vorgesehen, in welchen die Elektroden eingebaut sind, wodurch die Konstruktion, deren Zusammenbau und der Betrieb wesentlich komplizierter wird.

In der britischen Patentschrift 1 319 060 ist ein Ofen beschrieben, wo vertikale Stabelektroden in Blöcken, die aus dem Ofenboden hervorragen, in Reihen angeordnet sind, die die beheizten Bereiche zu den Seiten der Kanäle im Ofenboden begrenzen, die an den gemeinsamen Durchfluss angeschlossen sind. Die Kanäle zwischen den Blöcken und Reihen der Elektroden bilden gleichfalls einen sehr unebenen Boden mit den schon erwähnten Nachteilen.

In der tschechoslowakischen Patentschrift 125 457 ist ein ähnlicher elektrischer Ofen wie in der vorgenannten Patentschrift 118 306 beschrieben, wo zwischen dem Schmelzteil und dem Arbeitsteil des Ofens ein breiter Durchfluss vorgesehen ist. Es wurde festgestellt, dass das blosses Dimensionieren der Durchflussbreite vor allem nur die Probleme des Vorwärtströmens der toten Ecken im Schmelzraum behebt.

Die genannten Nachteile sollen nun im wesentlichen durch die vorliegende Erfindung behoben werden, was dadurch erreicht wird, dass jede Reihe aus wenigstens zwei Elektrodengruppen besteht, wobei jede Gruppe eine oder mehrere Elektroden umfasst, wobei weiter die Zahl der Elektrodengruppen in jeder Reihe gleich ist, wobei ferner die Phasenverschiebung der Spannung zwischen den Elektrodengruppen jeweils einer Reihe gleich Null ist, weiter alle Elektroden jeder einen Gruppe der Reihen jeweils an eine gemeinsame Klemme einer ersten Speisequelle, ferner alle Elektroden jeder anderen Gruppe der Reihen jeweils an eine gemeinsame Klemme einer anderen Speisequelle bzw. alle Elektroden jeder weiteren Gruppe der Reihen jeweils an eine gemeinsame Klemme einer weiteren Speisequelle angeschlossen sind, wobei mindestens Elektrodengruppen, die nahe dem oder den Kanälen angeordnet sind, an eine höhere Spannung als die restliche Elektrodengruppe oder -gruppen geschaltet sind und wobei der

äquivalente Durchmesser des oder der Kanäle in den Grenzen von 0,2 bis 0,3 des äquivalenten Durchmessers des vertikalen Querschnittes durch die Glasmasse im Schmelzraum senkrecht zu den Seitenwänden des Ofens ist.

Durch diese Massnahmen ist es nunmehr möglich, einen Rückstrom der Glasmasse aus dem Arbeitsraum in den Schmelzraum zu erzielen. Dieser Rückstrom kühlt den Boden des Schmelzraumes derart, dass es weder nötig ist, die Verkleidung des Bodens gegen Korrosion durch besonderes zusätzliches Kühlen in der Gegend der Elektroden zu schützen, noch einen vielgestaltigen Boden durch Bilden von Blöcken aus besonderem hitzebeständigem Material zu schaffen. Durch die genannten Massnahmen ist es ferner möglich, im Ofen ein Strömen zu erzielen, welcher die Homogenität der zugeführten Glasmasse verbessert.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird im folgenden anhand der Zeichnung beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Grundriss eines Ofens im Schnitt entlang einer, in Fig. 2 mit B-B bezeichneten Ebene,

Fig. 2 einen Längsschnitt dieses Ofens entlang einer, in Fig. 1 mit A-A bezeichneten Ebene.

Der hier dargestellte Ofen 1 besteht aus einem Schmelzraum 2 und einem Arbeitsraum 3, die gegenseitig durch eine gekühlte Trennwand 4 teilweise getrennt sind, die zwischen diesen beiden Räumen Durchflüsse 5 begrenzt. Im Schmelzraum 2 sind vier Längsreihen 6, 7, 8 und 9 vertikaler Stabelektroden vorgesehen. Es ist jedoch auch eine Ausführung mit Plattenelektroden möglich. Jede Reihe 6, 7, 8 bzw. 9 bildet Elektrodengruppen 61 bis 63, 71 bis 73, 81 bis 83 und 91 bis 93.

Gemäss der beispieisweisen Ausführungsform sind hier Gruppen von zwei Elektroden vorhanden. Die Anzahl der Elektrodengruppen 61 bis 63, 71 bis 73, 81 bis 83 und 91 bis 93 in jeder Reihe ist jeweils dieselbe. Die Elektroden der Gruppen 61, 71, 81 und 91 der Reihe 6 bis 9 sind jeweils an eine gemeinsame Klemme 10, 11, 12 bzw. 13 der Speisequelle 14 angeschlossen. Die Gruppen 62 bis 92 und 63 bis 93 sind an die Speisequellen in ähnlicher Weise wie die Gruppen 61 bis 91 angeschlossen. Zwischen den einzelnen Gruppen 61 bis 63, 71 bis 73, 81 bis 83 und 91 bis 93 besteht keine Phasenverschiebung der Spannung, jedoch wenigstens die Gruppen 61 bis 91 sind an eine höhere Spannung der Speisequelle 14 angeschlossen, als die restlichen Gruppen 62 bis 92 und 63 bis 93. Die Durchflüsse sind derart ausgeführt, dass deren äquivalenter Durchfluss d_p innerhalb der Grenzen von 0,2 bis 0,3 des äquivalenten Durchmessers d_t des benetzten Querschnittes durch den Schmelzraum 2 senkrecht zur Längsachse des Ofens 1 liegt. Da durch die gleiche Fläche eines Durchflusses bei des-

sen verschiedener Form nicht die gleiche Menge der Glasschmelze durchfliesst, müssen für einen Vergleich äquivalente Durchmesser angewendet werden, die sich auf eine kreisförmige Form des Durchflusses beziehen.

Der äquivalente Durchmesser d wird aus der Beziehung

$$d = \frac{4P}{O} \text{ bestimmt, wobei } P \text{ die Fläche des Querschnittes und } O$$

dessen Umfang ist. So ist z.B. für einen Durchfluss von im Querschnitt viereckiger Form mit einer Seite $a = 0,4$ m, der äquivalente Durchmesser $D = 0,4$ m.

Ein Durchfluss mit einer gleichen Querschnittsfläche, die die Form eines Rechteckes mit den Seiten $a = 0,8$ m und $b = 0,2$ m besitzt, hat einen äquivalenten Durchmesser $d = 0,32$ m. Es wurde festgestellt, dass zum Erzielen eines Rückstromes mit genügendem Kühlvermögen für den Boden des Ofens 1 und mit Homogenisierungswirkungen im Zusammenhang mit dem Bilden der geforderten Strömung das Verhältnis der äquivalenten Durchmesser d_p der Durchflüsse 5 zum äquivalenten Durchmesser d_t des benetzten Querschnittes durch den Schmelzraum 2 senkrecht zur Längsachse des Ofens 1 im erwähnten Bereich sein soll. Der benetzte Querschnitt durch den Schmelzraum 2 wird durch den Boden, einen Teil der Seitenwände, der durch die Glasmasse benetzt wird und das Niveau der Glasmasse im Schmelzraum 2 begrenzt. Im Rahmen der erwähnten Grenzen wird der äquivalente Durchmesser d_p des Durchflusses mit Rücksicht auf die Viskosität der Glasmasse, die Länge des Durchflusses 5 und die aus dem Ofen 1 entnommene Menge der Glasmasse bestimmt, welche die Grösse des Rückstromes beeinflussen.

Der Ofen arbeitet so, dass auf die Oberfläche im Schmelzraum 2 der Glassatz eingetragen wird, wodurch sich eine Isolationsschicht bildet, welche Wärmeverluste von der Oberfläche der Glasmasse verhütet. Durch Einschalten des elektrischen Stromes gemäss beschriebener Schaltung entsteht in der Glasmasse Joulesche Wärme, welche einen ansteigenden Strom der Glasmasse entlang den Wänden oberhalb der Durchflüsse 5 verursacht und so ein Eindringen einer nicht genügend geschmolzenen und geklärten Glasmasse in die Durchflüsse 5 und weiter in den Arbeitsraum 3 verhütet. Die Ströme der Glasmasse kehren zurück zur Wand gegenüber den Durchflüssen 5 und nehmen erst dann eine Richtung in den unteren Teil des Ofens 1 in die Durchflüsse 5 und weiter in den Arbeitsraum 3 ein. Gleichzeitig wird die Homogenisation der Glasmasse im Schmelzraum 3 erhöht. Die Glasschmelze wird aus dem Arbeitsraum 3 für ein Verarbeiten von Hand oder durch Maschinen entnommen.

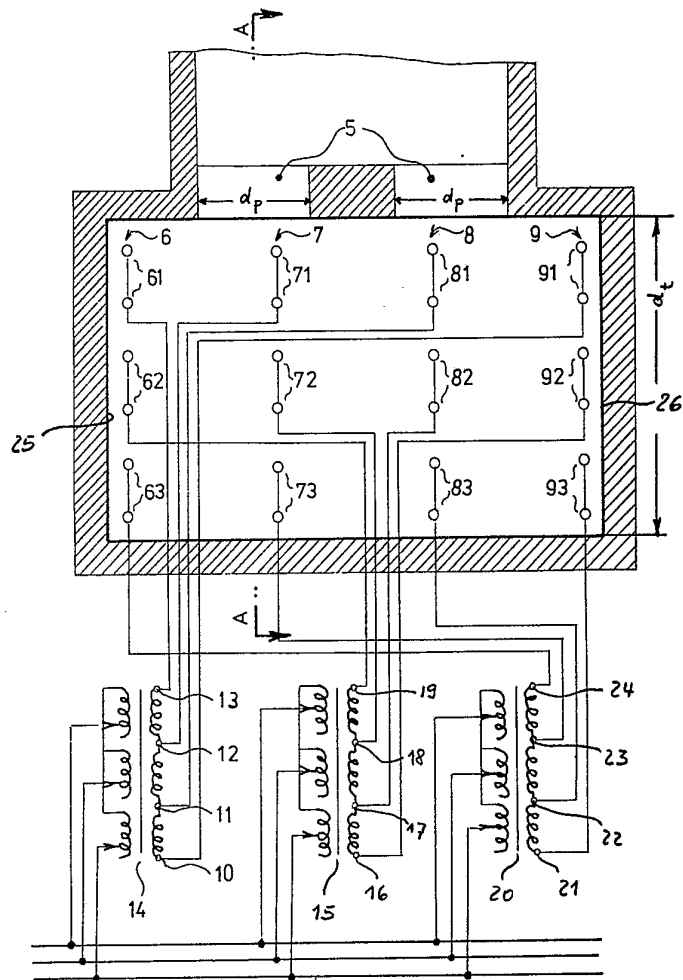


Fig. 1

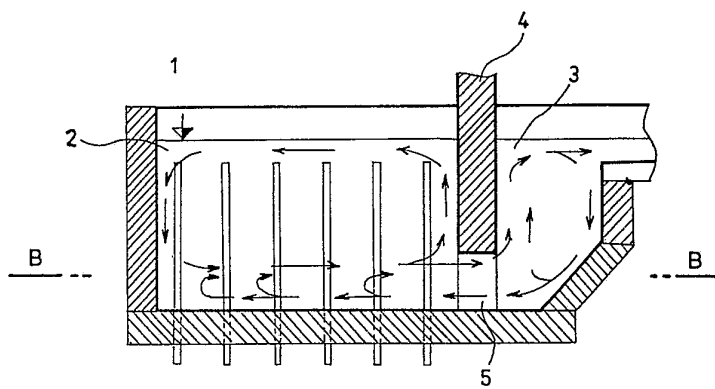


Fig. 2