DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 263 046 C2

Korrigiert gemäß § 23 Absatz 2 Anordnung über die Verfahren vor dem Patentamt

4(51) C 03 B 5/02
H 05 B 11/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

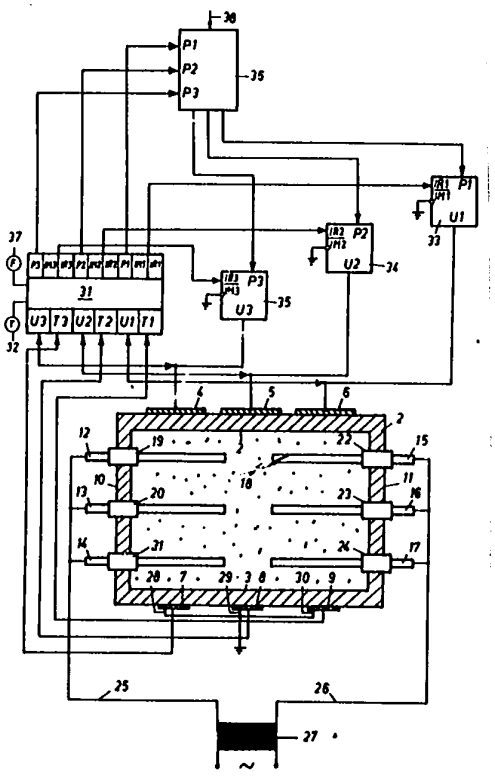
(21)	WP C 03 B / 305 366 5	(22)	27.07.87	(44)	28.06.89
				(44)	21.12.88

(71) VEB Wärmetechnisches Institut der Glasindustrie Jena, Göschwitzer Straße 22, Jena, 6900, DD
(72) Bo.k, Gerhard, Dipl.-Ing.; Hamann, Bernd, Dipl.-Ing.; Hülsenberg, Dagmar, Prof. Dr. Dr.-Ing. oec.; Unbekannt, Jürgen, Dr.-Ing., DD

(54) **Verfahren und Anordnung zum kombinierten elektrischen Beheizen einer Schmelzeinrichtung**

(55) Verfahren, Anordnung, Hochfrequenzbeheizung, Widerstandsbeheizung, kombiniert, Plattenelektroden, gegenüberliegend, Größenunterschied, Stabelektroden, Elektrodenverschiebung

(57) Es werden ein Verfahren und eine Anordnung zum kombinierten elektrischen Beheizen einer Schmelzeinrichtung für bei Raumtemperatur dielektrische Stoffe vorgeschlagen, die eine hohe Aufheizgeschwindigkeit mit dem Erreichen hoher Schmelztemperaturen und einer hohen Reinheit der Schmelze bei Minimierung des Einsatzes von Edelmetallen verbinden. Dabei soll auch während des Antemperns der Energieumsatz im Schmelzgut erfolgen. Erreicht wird dieses Ziel dadurch, daß zur Herstellung einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit zumindest eines Teiles des Inhaltes der Schmelzeinrichtung zunächst eine Hochfrequenzbeheizung dielektrisch erfolgt und daß danach durch direkte Widerstandsbeheizung die vollständige Schmelze vorgenommen wird. Der Hochfrequenzbeheizung können Plattenelektroden und der Widerstandsbeheizung Stabelektroden dienen, die jeweils gegenüberliegend angeordnet sind. Die ausgangsseitigen Plattenelektroden können kleiner als die eingangsseitigen und mit Thermoelementen versehen sein. Für beide Beheizungsarten können auch dieselben Elektroden Verwendung finden. Figur



ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Verfahren zum kombinierten elektrischen Beheizen einer Schmelzeinrichtung für anorganisch-nichtmetallische Stoffe, **gekennzeichnet dadurch,** daß zur Herstellung einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit, zumindest eines Teiles des Inhaltes der Schmelzeinrichtung, zunächst eine Hochfrequenzbeheizung dielektrisch erfolgt und daß danach durch direkte Widerstandsbeheizung die vollständige Schmelze vorgenommen wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß zur Hochfrequenzbeheizung und Widerstandsbeheizung dieselben Elektroden verwendet werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß einander benachbarte Stabelektroden in derselben Seitenwand des Schmelzofens zur Beheizung benutzt werden.
4. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß flächige Elektroden zur Hochfrequenzbeheizung an zwei gegenüberliegenden Seitenwänden und Stabelektroden zur Widerstandsbeheizung parallel zu den Äquipotentiallinien der Hochfrequenzbeheizung der Schmelzeinrichtung angeordnet sind.
5. Anordnung gemäß Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch,** daß die flächigen Elektroden in einer Seitenwand kleiner als die flächigen Elektroden in der anderen Seitenwand und als Masseelektroden ausgebildet sind.
6. Anordnung gemäß Anspruch 5, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Masseelektroden mit Temperaturmeßfühlern versehen sind.
7. Anordnung gemäß Anspruch 6, **gekennzeichnet dadurch,** daß die flächigen Elektroden an der Außenseite des Feuerfestmaterials fest und die Stabelektroden in den Schmelzofen einführbar angeordnet sind.
8. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Stabelektroden rechtwinklig zur Seitenwand verschiebbar sind.
9. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch,** daß Stabelektroden paarweise, im wesentlichen miteinander fluchtend, in gegenüberliegenden Seitenwänden des Schmelzofens angeordnet sind und der Abstand der jeweils fluchtenden Stabelektroden veränderbar ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum kombinierten elektrischen Beheizen einer Schmelzeinrichtung bei Raumtemperatur dielektrischer Stoffe, vorzugsweise für Glasgemenge. Die kombinierte elektrische Beheizung dient dem Antemper-, Schmelz- und Läuterungsprozeß.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die vollelektrische Schmelze (DD-PS 235627) mit horizontalen und/oder vertikalen Elektroden im Schmelzgut setzt bekanntlich voraus, daß das Schmelzgut eine hinreichende elektrische Leitfähigkeit besitzt, die mit zunehmender Temperatur des Schmelzgutes größer wird. Deshalb wird das Schmelzgut bis zum Erreichen dieser Leitfähigkeit vom Oberofen her mit Gasbrennern oder Widerstandsheizelementen angetempert, bevor die Elektroden eingeschaltet werden. Nachteilig ist bei diesem Verfahren, daß der Oberofen in der Aufheizungsphase stark aufgeheizt und korrosiv beansprucht wird und daß bei der Verwendung von Gasbrennern zusätzlich noch Abgase entstehen, die sowohl die Schmelze als auch die Umwelt belasten. Bekannt sind auch Schmelzöfen mit kapazitiver Beheizung (DD-PS 239780), bei denen zwischen außerhalb des Feuerfestmaterials befindlichen Kondensatorplatten ein hochfrequentes Wechselfeld erzeugt wird. Diese Anordnung vermeidet zwar die korrosive Belastung des Oberofens, sie weist jedoch einen geringen Wirkungsgrad bei der Erzeugung der benötigten HF-Leistung auf und ermöglicht nur relativ kleine Abmessungen des Schmelzofens zwischen den Kondensatorplatten. Schließlich ist es bereits vorgeschlagen worden, silikatische Materialien im Lichtbogen zu schmelzen, der zwischen den Elektroden von Elektrodenpaaren erzeugt wird, von denen jeweils zumindest eine außerhalb der Schmelze und im wesentlichen senkrecht zur Schmelzenoberfläche angeordnet ist. Auch in diesem Fall wird eine Belastung des Oberofens vermieden. Jedoch fördert diese Anordnung das unerwünschte Verdampfen flüchtiger Gemengekomponenten, die Verfärbung oder Verunreinigung der Schmelze bei Verwendung von Kohle- oder Graphitelektroden und die unzureichende Durchwärmung der Schmelze beim Entbinden der Hauptwärme in einem offenen Lichtbogen über der Schmelze.

Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung sollen die Nachteile der bekannten Anordnungen vermieden und eine Lösung geschaffen werden, die eine hohe Aufheizgeschwindigkeit bei geringer Oberofenbelastung mit dem Erreichen hoher Schmelztemperaturen und der Erzielung einer hohen Reinheit der Schmelze, bei Minimierung des Einsatzes von Edelmetallen, verbindet.

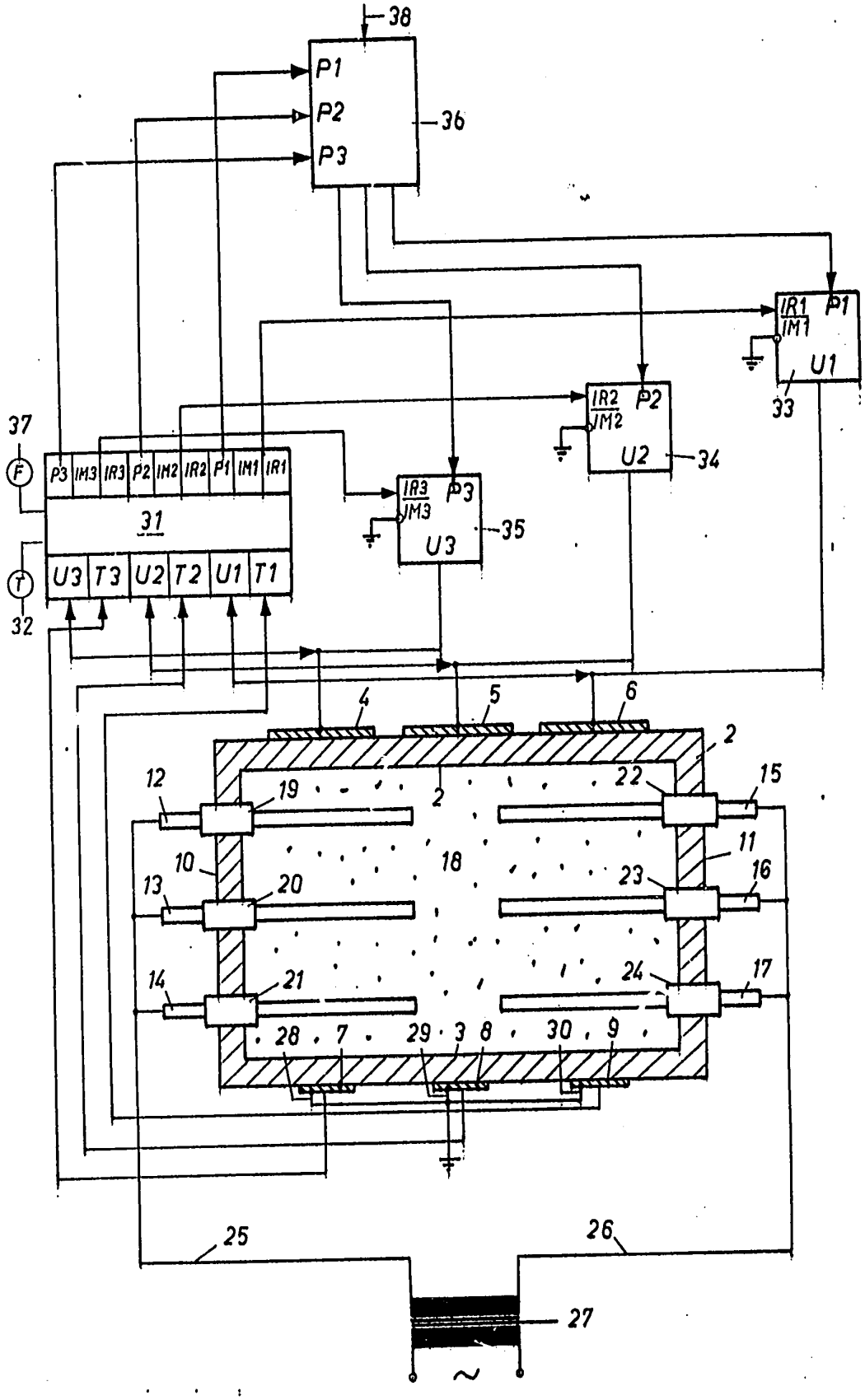
Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Anordnung zum kombinierten elektrischen Beheizen eines Schmelzofens für anorganische-nichtmetallische Schmelzen zu schaffen, die die Vorteile der vollelektrischen Schmelze mit horizontalen oder vertikalen Elektroden mit den Vorteilen eines Antemperns in einfacher Weise verbinden, bei denen der Energieumsatz von vornherein im Schmelzgut erfolgt.
Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, daß zur Herstellung einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit zumindest eines Teiles des Ofeninhaltes zunächst eine Hochfrequenzbeheizung dielektrisch erfolgt und daß danach durch direkte Widerstandsbeheizung das vollständige Schmelzen des Ofeninhaltes vorgenommen wird. Dabei ist der Zeitpunkt bzw. die Temperatur, bei dem/der eine ausreichend elektrische Leitfähigkeit erreicht ist, die direkte Widerstandsbeheizung eingeschaltet und die Hochfrequenzbeheizung abgeschaltet werden kann, abhängig von den einzuschmelzenden Stoffen. Mit der Hochfrequenzbeheizung lassen sich bei geeingneter Anordnung in relativ kurzer Zeit verhältnismäßig hohe Temperaturen erzielen.
Eine vorteilhafte Anordnung zur Durchführung des Verfahrens ergibt sich, wenn zur Hochfrequenzbeheizung flächige Elektroden, vorzugsweise außen an zwei gegenüberliegenden Seitenwänden und zur Widerstandsbeheizung stabförmige Elektroden im wesentlichen parallel zu den Äquipotentiallinien der Hochfrequenzheizung angeordnet sind. Handelt es sich dabei um einen quadratischen oder rechteckigen Ofen, so sind die stabförmigen Elektroden zumindest an einer der beiden anderen Schmelzofenseiten rechtwinklig zu dieser angeordnet. Im Falle eines Rundofens können die dem gleichen Zweck dienenden Elektroden jeweils diametral angeordnet sein.
Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich, wenn nur stabförmige Elektroden vorgesehen sind, die sowohl der Hochfrequenz- als auch der Widerstandsbeheizung dienen. Hat das Schmelzgut zwischen den Stabelektroden durch die Hochfrequenzbeheizung eine Temperatur und damit einen Widerstandswert angenommen, der einen hinreichenden Stromfluß zur Widerstandsbeheizung des Ofeninhaltes ermöglicht, so wird, vorzugsweise automatisch die Hochfrequenzheizung ab- und die Widerstandsheizung angeschaltet. Dabei können die Stabelektroden an einer Seite oder an zwei diametral liegenden Seiten des Schmelzofens angeordnet sein. Im Falle der gegenüberliegenden Elektroden können diese fluchten und im Abstand veränderbar sein. Grundsätzlich ist es möglich, die Eintauchlänge der Stabelektroden im Ofen zu verändern. Dadurch kann die elektrische Anpassung zwischen Hochfrequenzerzeuger und Glasgemenge erfolgen. Es ist auch möglich, den Abstand der Stabelektroden während der Beheizungsvorgänge zu ändern, um die Beheizung zu optimieren. Die Erfindung vermeidet die bei Gasbrennern im Oberofen auftretenden Abgase und möglichen Verunreinigungen des Schmelzbades. Da der Energieumsatz von Anfang an direkt im einschmelzenden Gemenge stattfindet, treten nur geringe Energieverluste auf. Werden die Stabelektroden zur Hochfrequenz- und Widerstandsbeheizung benutzt, so wird der apparative Aufwand in der Schmelzeinrichtung gering gehalten.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert.
Eine im Grundriß dargestellte, als Schmelzofen 1 ausgebildete Schmelzeinrichtung ist an ihren einander gegenüberliegenden Außenwänden 2; 3 mit flächigen, plattenförmigen Elektroden 4; 5; 6 bzw. 7; 8; 9 unterschiedlicher Größe versehen. Durch Außenwände 10; 11, die rechtwinklig zu den Außenwänden 2; 3 gerichtet sind, ragen stabförmige Elektroden 12; 13; 14 bzw. 15; 16; 17 in den Schmelzofen 1 hinein, der einen Gemengestand 18 beinhaltet, der bis über die horizontal angeordneten Stabelektroden 12 bis 17 und die plattenförmigen Elektroden 4 bis 9 reicht. Die Stabelektroden 12 bis 17 sind in Haltern 19 bis 24 rechtwinklig zu den Außenwänden 10; 11 verstellbar angeordnet, zur Beheizung elektrisch parallel geschaltet und über elektrische Leitungen 25; 26 an einen Trafo 27 angeschlossen. An die Massenelektroden 7; 8; 9 sind Temperaturmeßfühler 28; 29; 30 angebracht, die der Temperaturmessung an diesen Elektroden dienen. An den Massenelektroden 7; 8; 9 treten die höchsten Temperaturen auf, weil diese gegenüber den plattenförmigen Elektroden 4; 5; 6 die geringeren Abmessungen aufweisen und demzufolge eine stärkere Konzentration der elektrischen Felder an den Masseelektroden 7; 8; 9 stattfindet. Mit den Masseelektroden 7; 8; 9 ist eine Steuereinheit 31 elektrisch verbunden, an deren Eingängen T1 bis T3 die in den Temperaturmeßfühlern 28; 29; 30 erzeugten Thermospannungen anliegen. Die Temperaturen sind mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung 32 ablesbar und/oder registrierbar. Über die Eingänge U1; U2; U3 ist die Steuereinheit 31 zur Messung der Hochfrequenzspannung mit den plattenförmigen Elektroden 4; 5; 6 verbunden. Die Arbeitsfrequenzen der Elektrodenpaare 4/7; 5/8; 6/9, die über die U-Eingänge in die Steuereinheit 31 gelangen, können an einer Frequenzanzeige 37 abgelesen und/oder registriert werden. Außerdem weist die Steuereinheit 31 Ausgänge IR1...3; IM1...3; P1...3 auf, über die sie an HF-Erzeuger 33; 34; 35 und einen Leistungsregler 36 für die Anodenspannungserzeugung angeschlossen ist. Hierzu sind die geerdeten HF-Erzeuger 33; 34; 35 mit IR/IM- und P-Eingängen und ist der über einen Anschluß 38 mit 380 V und 50 Hz-Wechselstrom gespeiste Leistungsregler 36 mit Leistungsein- und -ausgängen P versehen.
Beim Gebrauch der beschriebenen Anordnung wird die Steuereinheit 31 unter Vorgabe eines durch die Dielektrizitätszahl und den Verlustfaktor des Gemenges 18 bedingten Leistungswertes eingeschaltet. Der Leistungsregler 36 stellt entsprechend dem Leistungswert eine Spannung ein. In den HF-Erzeugern 33; 34; 35 wird die erforderliche HF-Energie bereitgestellt, die im allgemeinen für alle Elektrodenpaare 4/7; 5/8; 6/9 die gleiche ist. Die Hochfrequenzspannungen an den plattförmigen Elektroden 4; 5; 6 der HF-Heizung und die mit den Temperaturmeßfühlern 28; 29; 30 gemessenen Temperaturen der Masseelektroden 7; 8; 9 werden der Steuereinheit 31 ständig zugeleitet und in dieser zur Verfahrungsregelung ausgewertet. Dabei dient die Auswertung der Thermospannungen durch die Steuereinheit der Einstellung der erforderlichen HF-Spannung. Diese Einstellung übernimmt der Leistungsregler 36, in dem die Anodenspannungen für die HF-Erzeuger an den P-Eingängen verändert wird. Bei überhöhter Elektrodentemperatur an den Masseelektroden 7; 8; 9 besteht die Gefahr für das Feuerfestmaterial des Schmelzofens 1; die Steuereinheit 31 schaltet dann über die jeweilige IR-Verbidung den entsprechenden HF-Erzeuger aus.
Die Erwärmung des Gemenges 18, die zunächst mit den plattenförmigen Elektroden 4; 5; 6 und Masseelektroden 7; 8; 9 erfolgt, bewirkt eine Erhöhung der Verlustzahl, die das Produkt aus Verlustfaktor und Dielektrizitätszahl ist und damit eine Verstimmung zwischen der Generatorfrequenz und dem Frequenzverhalten im Gemenge 18 bzw. im Schmelzofen 1. Dadurch tritt ein Abfall der

Arbeitsspannung ein, der über die Ausgänge IM der Steuereinheit 31 und Eingänge IM der HF-Erzeuger 33; 34; 35 ein Nachführen der Generatorfrequenzen solange bewirkt, bis das Spannungsmaximum wieder hergestellt ist.
Bei unzulässig unterschiedlichen Temperaturen der Masseelektroden 7; 8; 9 wird entweder die kälteste Elektrode mit höherer Leistung versorgt oder auch die Leistungszufuhr zur heißesten Elektrode gesenkt. Es ist auch möglich, ein Temperaturprofil zwischen den Elektroden vorzugeben und einzuhalten.
Wenn die Temperaturen an den Masseelektroden 7; 8; 9 und damit die Leitfähigkeit des Gemenges bzw. der Schmelze zwischen den Stabelektroden 17 bis 21 hoch genug sind, werden diese Elektroden zur vollständigen Schmelze des Gemenges 18 eingeschaltet. Erreicht der Arbeitsstrom für die Stabelektroden 17 bis 21 die erforderliche Höhe, können die Elektroden 4 bis 9 der HF-Heizung abgeschaltet werden.
Die Elektroden 4 bis 9 die HF-Erwärmung können aus Nickelfolie bestehen, die durch Diffusionsschweißen auf dem FF-Material befestigt sind. Durch Anschweißen eines Chrom-Nickel-Drahtes an die Masse-Elektroden 7; 8; 9 entsteht ein Thermoelement zur Temperaturmessung, die an diesen Masseelektroden 7; 8; 9 ohne Störeinwirkung des HF-Feldes erfolgt. Der Abstand der Elektroden 4 bis 9 jedes Elektrodenpaares 4/7; 5/8; 6/1 sollte 50 cm nicht übersteigen. Der Arbeitsbereich für die HF-Heizung liegt im allgemeinen zwischen 10 und 500 MHz.
Die Elektroden 4 bis 9 können auch Stabelektroden sein.
Beispielsweise könnten die Stabelektroden 12 bis 17 diese Funktion mit übernehmen, wobei sich die HF-Felder zwischen den einander benachbarten Elektroden in derselben Außenwand bei weit in den Ofen 1 hineingeschobenen Elektroden 19 bis 24 aufbauen.
Ist dann die Schmelze im Ofen 1 ausreichend temperiert, hat also die Schmelze eine ausreichende Leitfähigkeit, so wird auf Widerstandsbeheizung zwischen den paarweise einander gegenüberliegenden Elektroden 12/15; 13/16; 14/17 umgeschaltet.
Anstatt die Arbeitsfrequenzen der HF-Erzeuger 33; 34; 35 nachzuführen, ist es auf der Grundlage der HF-Spannungsmessung auch möglich, mit Hilfe eines separaten Anpaßgliedes, z. B. veränderlichen Kondensators, die Frequenzen der HF-Erzeuger konstant zu halten. Das Anpaßglied übernimmt in diesem Fall die Leistungsanpassung der HF-Erzeuger an die jeweiligen Elektrodenpaare.



27.7.87 · 450325