

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 281 580 A5

4(51) C 01 B 5/16

G 01 K 7/04

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 01 B / 316 155 6

(22) 30.05.88

(44) 15.08.90

(71) VEB Wärmetechnisches Institut der Glasindustrie (WTI), Göschwitzer Straße 22, Jena, 6900, DD

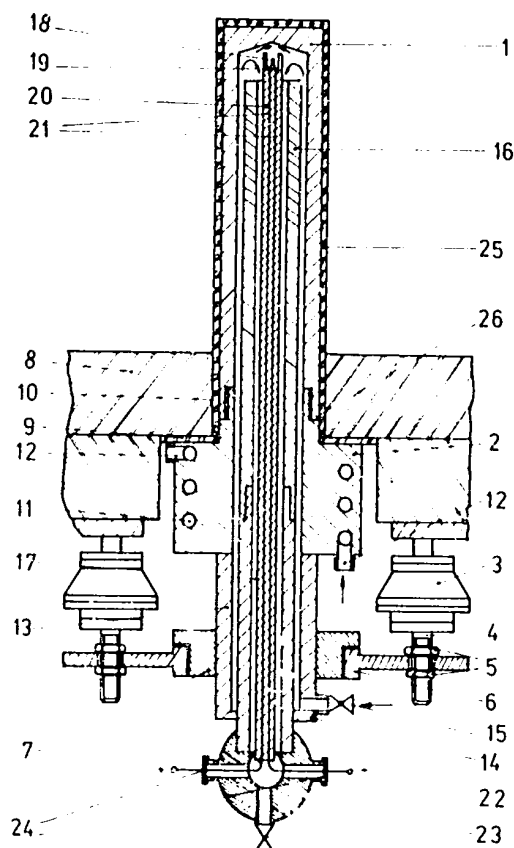
(72) Haft, Rainer, Dr. rer. nat.; Nürbchen, Karl-Heinz; Hippus, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Linz, Hans-Jürgen, Dr.-Ing., DD

(73) siehe (71)

(54) **Thermoelementanordnung zur kontinuierlichen Messung von Schmelzentemperaturen in Glasschmelzöfen und Verfahren zum Betreiben**

(55) Thermoelementanordnung; Schmelzentemperatur; Glasschmelzofen, kontinuierlich; Außenrohr; Molybdän; Hochtemperaturthermopaar; Anpreßflansch; Leitrohr; Anschlußstutzen, absperribar; Schutzgas

(57) Die Erfindung betrifft eine Thermoelementanordnung zur kontinuierlichen Messung von Schmelzentemperaturen in Glasschmelzöfen oder ähnlichen Einrichtungen, mit einem einseitig geschlossenen Außenrohr, z. B. aus Molybdän, das im Bereich der Ofenwandung eine Verbindungsstelle besitzt, die von Schmelzenmaterial luftdicht umgeben ist und mit einem Hochtemperatur-Thermopaar, z. B. Wolfram/Rhenium. Erfindungsgemäß ist das Außenrohr mit einem an der Ofenwandung außen anliegenden Anpreßflansch verbunden, Durchmesser von Anpreßflansch und Bohrloch stehen im Verhältnis 1,6:1 bis 2:1. Im Inneren ist ein aus dem Werkstoff des Außenrohres bestehendes, das Thermopaar isoliert aufnehmendes Leitrohr zentrisch angeordnet. Es endet im Abstand vom 0,3- bis 0,5fachen seines Durchmessers vor dem Meßort und ragt, gasdicht durchgeführt, aus dem ofenabgewandten Ende heraus. Beim Thermopaaus- oder -einbau wird ein Schutzgasstrom außen am Leitrohr entlang und durch dieses hindurch nach außen geleitet. Figur



Patentansprüche:

1. Thermoelementanordnung zur kontinuierlichen Messung von Schmelztemperaturen in Glasschmelzöfen oder ähnlichen Einrichtungen, mit einem ofenseitig geschlossenen Außenrohr aus einem hitzebeständigen und glasresistenten, metallischen Werkstoff, z. B. Molybdän, das im Bereich der Ofenwandung eine Verbindungsstelle besitzt, die von Schmelzenmaterial luftdicht umgeben ist und das an der ofenabgewandten, kalten Seite gasdicht abgeschlossen ist; und mit mindestens einem oxydationsempfindlichen Hochtemperatur-Thermopaar, z. B. einem Wolfram/Rhenium-Thermopaar, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mit einem Überzug versehene Außenrohr (1) mit einem, an der Ofenwandung außen anliegenden Anpreßflansch (2) verbunden ist, dessen Außendurchmesser zum Durchmesser des Bohrloches der Einbaustelle der Thermoelementanordnung im Verhältnis 1,6:1 bis 2:1 steht und der bis zum Anschlußkopf (22) verlängert ist, daß in die nahezu gleichen Durchmesser aufweisenden Hohlräume von Verlängerung (13), Anpreßflansch (2) und Außenrohr (1) ein aus dem Werkstoff des Außenrohres (1) bestehendes, das Thermopaar (21) isoliert aufnehmendes Leitrohr (16) zentrisch eingeführt ist, das in einem Abstand, der dem 0,3 bis 0,5fachen seines Durchmessers entspricht vor dem Meßort (18) endet und mit seinem anderen Ende gasdicht abgeschlossen aus der Verlängerung (13) herausragt, daß nahe dem ofenabgewandten Ende der Thermoelementanordnung ein absperrender Eintrittsstutzen (14) angebracht ist, der Verbindung zu dem ringförmigen Raum um das Leitrohr (16) besitzt, zur Einleitung eines Schutzgases und daß der mit dem ofenabgewandten Ende der Zentralbohrung (17) des Leitrohres (16) in Verbindung stehende Innenraum der Thermoelementanordnung durch ein Austrittsventil (23) verschlossen ist, zur Ableitung des Schutzgases.
2. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anpreßflansch (2) Kühlkanäle (11) aufweist, die mit Kühlmittelzu- und -abführungen (12) verbunden sind.
3. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Außenrohr (1) und der Anpreßflansch (2) an der Verbindungsstelle (26) verschraubt ist.
4. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anpreßflansch (2) durch eine an sich bekannte isolierende Halterung gegen die Ofenwandung gedrückt wird und daß sich zwischen Anpreßflansch (2) und Ofenwandung eine Dichtung (9), z. B. keramisches Papier, befindet.
5. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein oder mehrere Thermopaare (21) in an sich bekannter Weise von je einem einstückigen, elektrisch isolierenden Kapillarrohr (20) aufgenommen wird, wobei sich der Meßort (18) in jeweils einem Längsschlitz (19) des Kapillarrohres (20) befindet.
6. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anschlüsse (24) der Thermoschenkel gasdicht aus dem Innenraum der Thermoelementanordnung herausgeführt sind.
7. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzgasfüllung der Thermoelementanordnung einen Überdruck von 10 Pa bis 20 Pa aufweist.
8. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Außenrohr (1) in an sich bekannter Weise vor der Inbetriebnahme der Thermoelementanordnung von einer Glasschicht (25) von 1 mm bis 3 mm, vorzugsweise von 2 mm Dicke überzogen ist, die luftdicht allseitig das Außenrohr (1) und die Verbindungsstelle (26) umgibt.
9. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anpreßflansch (2) aus einer Ferrochromlegierung besteht.
10. Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anpreßflansch (2) aus einer Ferronickellegierung besteht.
11. Verfahren zum Betreiben der Thermoelementanordnung nach Anspruch 1 bis 8 und 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Dauer eines erforderlichen Ausbaues oder Einbaues des Thermopaars mit Kapillarrohr ein Schutzgasstrom in den ringförmigen Raum um das Leitrohr eingeleitet wird, diesen durchströmt und aus der Zentralbohrung des Leitrohres am ofenabgewandten Ende austritt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Thermoelementanordnung zur kontinuierlichen Messung von Schmelztemperaturen in Glasschmelzöfen oder ähnlichen Einrichtungen, mit einem ofenseitig geschlossenen Außenrohr aus einem hitzebeständigen und glasresistenten, metallischen Werkstoff, z. B. Molybdän, das im Bereich der Ofenwandung eine Verbindungsstelle besitzt, die von Schmelzenmaterial luftdicht umgeben ist und das an der ofenabgewandten, kalten Seite gasdicht abgeschlossen ist und mit mindestens einem oxydationsempfindlichen Hochtemperatur-Thermopaar, z. B. einem Wolfram/Rhenium-Thermopaar, und die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben der Thermoelementanordnung.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Mit der Einführung der elektrischen Beheizung von Glasschmelzöfen gewinnt der Aspekt der direkten Temperaturmessung im Schmelzbad auf Grund des Einsatzes als Prozeßführungsgröße eine entscheidende verfahrenstechnische und damit ökonomische Bedeutung.

Da sich, speziell für die Produktion von Spezialgläsern für die Elektronikindustrie, international eine Hinwendung zu relativ kleinen Elektroschmelzöfen mit hoher spezifischer Schmelzleistung und demzufolge Schmelztemperaturen im Temperaturbereich zwischen 1900 K und 2100 K abzeichnet, ergeben sich bezüglich Genauigkeit und Zuverlässigkeit an die Temperaturmeßtechnik ebenfalls erhöhte Anforderungen.

Die aus „Silikatechnik“ 24 (1973) H. 11 bekannten Glasbadthermoelemente mit einem Schutzrohr aus einer Platin/Rhodium-Legierung mit Stahl-Verlängerung und Edelmetallthermopaaren erweisen sich hierfür als ungeeignet, da sie bei Temperaturen bis 1900 K ohnehin bereits an bzw. über der Grenze der Dauerbenutzungstemperatur betrieben werden. Hohe Drift der Thermospannung und rasche Zerstörung des Schutzrohres mit nachfolgendem Ausfall des Thermopaars sind die Folgen. Dem ist durch Schutzrohrwerkstoffe mit höherem Schmelzpunkt, Thermopaaren höherer Dauerbenutzungstemperatur und zur metrologischen Kontrolle oder zum Ersatz ausbaufähigen Meßeinsätzen zu begegnen.

Die Verwendung von Molybdän für den mit dem geschmolzenen Glas in Kontakt stehenden Schutzrohrteil einer Temperaturmeßsonde ist aus DE-AS 1648273 bekannt. Das Molybdänrohr ist mit einem verlängernden Stahlrohr verbunden; Molybdänrohr und Verbindungsstelle werden durch die in die Bohrung der Einbaustelle zurücklaufende und erstarrende Glasschmelze vor Oxydation geschützt.

In das Schutzrohr ist ein feuerfestes Innenrohr gasdicht eingeführt. In den Ringspalt zwischen beiden Rohren wird durch einen Rohrstutzen ein Gas eingefüllt, das gegen die Werkstoffe der Rohre inert ist. Die Oxydation, insbesondere des Molybdänrohres im Inneren, soll so vermieden werden.

Eine derartige Inertgaszuführung erweist sich als ungeeignet, den Luftsauerstoff vollständig aus dem Ringspalt zu entfernen. Es sind auch keinerlei Mittel vorgesehen, die geeignet wären ein in das Innenrohr eingeführtes Hochtemperatur-Thermopaar, das aus kostengünstigen, unedlen und zumist oxydationsempfindlichen Werkstoffpaarungen, wie Wolfram/Rhenium oder Molybdän/Rhenium besteht, wirksam zu schützen.

Letzteren Nachteil kann auch die aus DD-WP 149501 bekannte Schutzvorrichtung für Thermoelemente nicht vermeiden.

In den Ringspalt zwischen Molybdän-Außenrohr und oxidkeramisches Innenrohr führen jedoch hierbei ein Einführungsstutzen und ein nach Inbetriebnahme zu verschließender Spülstutzen, so daß eine Inertgasspülung und Inertgasdruckbeaufschlagung erfolgen kann.

Der Spüleffekt ist hierbei gering. Beide Stutzen führen am ofenabgewandten Ende der Schutzvorrichtung in den Ringspalt; Kurzschlußströmungen des Inertgases beim Spülen sind die Folge. Bei den Lösungen ist darüber hinaus der Nachteil eigen, daß bei Temperaturen über 1900 K, die für das Innenrohr und den Meßeinsatz verwendbare bzw. verfügbare Oxidkeramik eine Glasphase ausscheidet und diese Bauteile verkleben. Ein Ausbau des Meßeinsatzes ist ohne seine Zerstörung ausgeschlossen. Aus US-PS 3923552 ist eine für geschmolzenes Glas anwendbare Thermoelementanordnung bekannt, deren Außenrohr und Innenrohr inertgasgefüllt, dicht verschlossen ist.

Eine besondere Dichtung zwischen dem Molybdänteil und dem Stahlteil des Außenrohres gestattet einen beachtlichen Überdruck im Inneren. Zwar sind in der Länge gestufte Edelmetallthermopaare eingesetzt, jedoch ist auch die Füllung des Innenrohres mit Inertgas erforderlich, da es ebenfalls aus Metall, z. B. aus Molybdän, besteht. Äußerlich wird das Molybdänteil durch die Glasschmelze vor Oxydation geschützt.

Ein derart abgeschlossenes System, in das ein Inertgas lediglich bei seiner Montage eingebracht ist, bietet keine Gewähr dafür, daß im Laufe des über Jahre andauernden Einsatzes der Thermoelementanordnung Luftsauerstoff vom Thermopaar sicher ferngehalten wird.

Bei einem notwendigen Ausbau des Meßeinsatzes der eingebauten Thermoelementanordnung geht die Inertgasfüllung verloren, kann auf Grund des Fehlens von Anschlußstutzen nicht wiederhergestellt werden und führt zur erhöhten Drift der Thermospannung bzw. zur Zerstörung der Thermopaare.

Bei der aus „Steklo i Keramika“ Moskva 43 (1986) 11, S. 25-26 bekannten thermoelektrischen Vorrichtung zur Messung der Glasbadtemperatur ist der aus Molybdän bestehende vordere Schutzrohrteil innerhalb der Wandung mit einem hitzebeständigen Übergangsstück verschraubt und dieses wiederum durch ein Stahlrohr verlängert. Zurücklaufende Glasschmelze schützt das Molybdän bis zur Verbindungsstelle, die etwa 1275 K annimmt, äußerlich vor Oxydation. Ein W/Re 5/20-Thermopaar wird von einem U-förmigen Quarzröhrchen aufgenommen und ist luftdicht durch einen das Innere der Vorrichtung verschließenden Stopfen herausgeführt. Ein luftdichter Abschluß des Schutzrohrinneren erweist sich als unzureichend und kann die Oxydation von Molybdänrohr und Thermopaar nicht verhindern. Des weiteren muß bei Temperaturen oberhalb 1750 K mit Deformation des Quarzröhrchens und Verkleben desselben innerhalb des Schutzrohres gerechnet werden. Ein notwendiger Ausbau des Thermopaars verspricht somit wenig Erfolg.

Alle diese Lösungen mit einem Molybdänschutzrohr weisen darüber hinaus einen gravierenden Mangel auf. Mit fortschreitendem Verschleiß des Schmelzaggregates verlagern sich die Isothermen in Richtung der Außenseite der Wandung. In Verbindung mit der Schmelzenströmung führt das zu verstärkten Auswaschungen des Ringspaltes der verhältnismäßig großen Bohrung der Einbaustelle. Die Temperatur an der Verbindungsstelle Molybdän – Stahl steigt an und in der Folge wird die Verbindungsstelle und damit die Meßeinrichtung zerstört. Die Gefahr des Austritts von Schmelze an der Einbaustelle und somit einer ernststen Havarie des Ofens ist gegeben.

Es ist daher auch vorgeschlagen worden, die Temperaturmeßsonde ähnlich einer direkt im Inneren mit Wasser gekühlten Elektrode aufzubauen. Das Molybdänschutzrohr in der kritischen Zone innerhalb der Wandung und diese selbst können so auf einer günstigen, niedrigen Temperatur gehalten werden.

Neben Meßwertverfälschungen durch die innere Kühlung sind durch unvermeidliche Temperaturschockbeanspruchungen, z. B. nach Kühlwasserausfall, bei dieser Lösung die inneren Dichtungsprobleme Meßsystem – Kühlwasser nicht beherrschbar.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Lebensdauer von Thermoelamentanordnungen zur kontinuierlichen Messung von Schmelzentemperaturen in Glasschmelzöfen bis in den Temperaturbereich von 1900K bis 2100K zu erhöhen und die durch die Einbaustelle bedingte Gefahr von Havarien des Schmelzofens zu verringern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den sicheren Schutz vor Oxydation des beispielsweise aus Molybdän bestehenden Außenrohres sowie seiner Verbindungsstelle und des beispielsweise Wolfram/Rhenium-Thermopaars einer Thermoelamentanordnung zur kontinuierlichen Messung von Schmelzentemperaturen in Glasschmelzöfen oder ähnlichen Einrichtungen durch Schmelzenmaterial bzw. Inertgas zu sichern, und zwar sowohl während des Antempers und des langjährigen Betriebes des Ofens als auch bei dem durch das Konstruktionsprinzip zu gewährleistenden Aus- und Einbau des Thermopaars zur Kontrolle oder zum Ersatz. Darüber hinaus ist ein Austritt von Schmelze an der Einbaustelle der Thermoelamentanordnung auch bei verschlissener Ofenwandung zu unterbinden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das mit einem Überzug versehene Außenrohr mit einem an der Ofenwandung außen anliegenden Anpreßflansch verbunden ist, dessen Außendurchmesser zum Durchmesser des Bohrloches der Einbaustelle der Thermoelamentanordnung im Verhältnis 1,6:1 bis 2:1 steht und der bis zum Anschlußkopf verlängert ist. In die nahezu gleichen Durchmesser aufweisenden Hohlräume von Verlängerung, Anpreßflansch und Außenrohr ist ein aus dem Werkstoff des Außenrohres bestehendes, das Thermopaar isoliert aufnehmendes Leitrohr zentrisch eingeführt. Es endet in einem Abstand, der dem 0,3- bis 0,5fachen seines Durchmessers entspricht vor dem Meßort und ragt mit seinem anderen Ende, gasdicht abgeschlossen, aus der Verlängerung heraus. Nahe dem ofengewandten Ende der Thermoelamentanordnung ist ein absperrbarer Eintrittsstutzen angebracht, der Verbindung zu dem ringförmigen Raum um das Leitrohr besitzt, und der mit dem ofenabgewandten Ende der Zentralbohrung des Leitrohres in Verbindung stehende Innenraum der Thermoelamentanordnung ist durch einen absperrbaren Austrittsstutzen verschlossen; hierdurch erfolgt die Ein- und Ableitung eines Schutzgases. Nach weiteren Merkmalen der Erfindung weist der Anpreßflansch Kühlkanäle auf, die mit Kühlmittelzu- und -abführungen verbunden sind. Der Anpreßflansch und das Außenrohr sind an der Verbindungsstelle verschraubt. Durch eine an sich bekannte isolierende Halterung wird der Anpreßflansch gegen die Ofenwandung gedrückt, wobei sich dazwischen eine Dichtung, z. B. keramisches Papier befindet.

In an sich bekannter Weise wird das Thermopaar von einem einstückigen, elektrisch isolierenden Kapillarrohr aufgenommen, wobei sich der Meßort in einem Längsschlitz des Kapillarrohres befindet. Die Anschlüsse der Thermoschenkel sind gasdicht aus dem Innenraum der Thermoelamentanordnung herausgeführt.

Die Schutzgasfüllung der Thermoelamentanordnung weist einen Überdruck von 10Pa bis 20Pa auf.

Ein auf das Außenrohr bezogenes Merkmal sieht vor, daß dieses in an sich bekannter Weise vor der Inbetriebnahme der Thermoelamentanordnung von einer Glasschicht von 1mm bis 3mm, vorzugsweise von 2mm Dicke überzogen ist, die luftdicht allseitig das Außenrohr und die Verbindungsstelle zum Anpreßflansch umgibt.

Schließlich ist es vorgesehen, daß der Anpreßflansch aus einer Ferrochromlegierung oder in einer anderen vorteilhaften Ausführung aus einer Ferronickelllegierung besteht.

Das Verfahren zum Betreiben der Thermoelamentanordnung sieht vor, während der Dauer eines erforderlichen Aufbaues oder Einbaues des Thermopaars mit Kapillarrohr einen Schutzgasstrom in den ringförmigen Raum um das Leitrohr einzuleiten, diesen durchströmen zu lassen und den Schutzgasstrom aus der Zentralbohrung am ofenabgewandten Ende des Leitrohres abzuleiten.

Ausführungsspiel

Die Erfindung wird anhand einer schematischen Zeichnung, die die in den Boden eines Glasschmelzofens eingebaute Thermoelamentanordnung vor dem Tempern des Ofens zeigt, beispielsweise erläutert.

Das aus einem bis zu Temperaturen von 2100K einsetzbaren und gegen die Schmelze weitgehend resistenten Werkstoff – geeignet hierzu ist Molybdän, Wolfram oder ähnliches – bestehende Außenrohr 1 ist mit dem Anpreßflansch 2 verschraubt. Die entstehende Verbindungsstelle 26 zwischen diesen Bauteilen liegt notwendigerweise innerhalb der Bohrung 10 durch den Wannenstein 8. Dieses und die mögliche Berührung mit in der Bohrung 10 gegebenenfalls zurücklaufender Schmelze macht die Verwendung hochhitzebeständiger Werkstoffe, wie Ferrochrom- oder -nickelliegierung für den Anpreßflansch 2 erforderlich.

An der mit dem Anpreßflansch 2 verbundenen Verlängerung 13 ist der Halteflansch 7 befestigt, wodurch der Anpreßflansch 2 mittels einer isolierenden Halterung – ähnlich einer Heizelektrodenbefestigung aus Isolatoren 3, Gewindebolzen 4, Mutter 5 und Halteteil 6 bestehend – außen gegen die Ofenwandung gedrückt wird. In der dargestellten Ausführung stellt die Ofenwandung den von Isolierschichten außen abgeschirmten Wannenstein 8 des Ofenbodens dar. Es ist für den Erfindungsgedanken ohne Belang, wenn die Ofenwandung davon abweichend aus mehrlagigen Wannensteinen 8 oder durch einen Palisadenstein einer Ofenseitenwand gebildet wird.

Die Abdichtung der Anpreßfuge gegen herauslaufende Schmelze wird durch eine Dichtung 9 verbessert, die vorteilhaft aus keramischem Papier besteht und sie ist dann optimal, wenn der Durchmesser des Anpreßflansches 2 den 1,6- bis 2fachen Durchmesser der Bohrung 10 besitzt. Während eine Unterschreitung dieses Verhältnisses die Abdichtung stark in Frage stellt, verschlechtert sich diese bei zu großem Durchmesser des Anpreßflansches 2 durch die Unebenheit des Wannensteines 8 und es vergrößern sich die Wärmeverluste des Ofens durch unzureichende thermische Abschirmung des Wannensteines 8 mit der Isolierschicht.

In bestimmten Fällen (geringe Schmelzenviskosität, starke Abnutzung der Ofenwandung) wird es vorteilhaft sein, den Anpreßflansch 2 mit Kühlkanälen 11 zu versehen, die an geeignete Kühlmittelzu- und -abführungen 12 für den Zwangsdurchlauf oder Zwangsumlauf eines Kühlmediums angeschlossen sind.

Zur Verhinderung der Oxydation des Außenrohres 1 bzw. der Korrosion der Verbindungsstelle 26 beim Antempfen des Ofens und während seines Betriebes ist das Außenrohr 1 bis über die Verbindungsstelle 26 mit einer festhaftenden Glasschicht 25 überzogen. Ähnlich dem Verglasen von Heizelektroden aus Molybdän vor ihrem Einbau in den Ofen wird hierbei ein einseitig geschlossenes, kalibriertes Glasrohr aus Molybdäneinschmelzglas oder Borosilikatglas verwendet. Die Dicke der Glasschicht 25 ist so gewählt, daß zwischen Bohrung 10 des Wannensteines 8 und Glasschicht 25 ein geringer Spalt besteht. Sie sollte, in Abhängigkeit von der Viskosität der Schmelze, im Bereich zwischen 1 mm und 3 mm, vorzugsweise bei 2 mm liegen.

Das Innere von Verlängerung 13, Anpreßflansch 2 und Außenrohr 1 bildet einen durchgehenden Hohlraum von etwa gleichem Durchmesser. Darin ist das Leitrohr 16 zentrisch angeordnet. Am ofenabgewandten kalten Ende ist es gasdicht durch das einseitig geschlossene Ende der Verlängerung 13 geführt; am herausragenden Ende ist der Anschlußkopf 22 befestigt. Das Leitrohr 16 besteht mindestens im vorderen Teil aus dem Werkstoff des Außenrohres 1, z. B. aus Molybdän und ist am kalten Ende aus ökonomischen Gründen aus Stahl gefertigt.

In die Zentralbohrung 17 des Leitrohres 16 ist das elektrisch isolierende Kapillarrohr 20 eingeführt. Es ist im Anschlußkopf 22 fixiert und nimmt ein Thermopaar 21 vom Typ Wolfram/Rhenium 5/20 auf; andere Hochtemperaturthermopaare sind ebenso geeignet.

Der Meßort 18 – die Schweißstelle der Thermoschenkel – liegt innerhalb eines Längsschlitzes 19 des Kapillarrohres 20 und ragt um das 0,3- bis 0,5fache des Durchmessers des Leitrohres 16 über dessen Ende hinaus. Durch diese Maßnahmen wird eine Verfälschung des Meßwertes durch Wärmeabstrahlung vom Meßort 18 zum kühleren Leitrohr 16 weitgehend vermieden. Ein weiterer Schutz des Thermopaars 21 gegen Einflüsse des Außenrohres 1 oder des Leitrohres 16 erübrigt sich, wenn alle Bauteile aus ähnlichen Werkstoffen bestehen.

Nahe dem Ende der Verlängerung 13, welches dem Anschlußkopf 22 zugewandt ist, kann durch das Eintrittsventil 15 und den Eintrittsstutzen 14 ein Schutzgas, z. B. Argon, in den ringförmigen Raum um das Leitrohr 16 eingeleitet werden. Das erfolgt mindestens bei der Inbetriebnahme der Thermoelementanordnung beim Tempern des Ofens. Das Schutzgas durchströmt den ringförmigen Raum bis zum Meßort und tritt von dort in die Zentralbohrung 17 des Leitrohres 16 ein. Aus dieser tritt es in das Innere des Anschlußkopfes 22 aus, der gasdicht am Leitrohr 16 befestigt ist und dessen Anschlüsse 24 der Thermoschenkel ebenfalls gasdicht sind. Um den Luftsauerstoff vor dem Erhitzen der Thermoelementanordnung aus dem Inneren zu entfernen, wird das Austrittsventil 23 am Thermoelementkopf 22 geöffnet und das Innere durchgespült. Danach wird durch aufeinanderfolgendes Schließen dieser Absperrorgane ein Schutzgas-Überdruck von 10 Pa bis 20 Pa im Inneren eingestellt. Gegebenenfalls kann durch zeitweiliges Öffnen des Eintrittsventils 15 der Innendruck kontrolliert und korrigiert werden. Wird das Spülen und Unterdrucksetzen der Thermoelementanordnung vor der Montage in den Ofen vorgenommen, so entspricht es dem Erfindungsgedanken in gleicher Weise.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist der mögliche Ausbau des Meßeinsatzes (Kapillarrohr 20 und Thermopaar 21) bei laufendem Betrieb des Ofens zur Einhaltung der technologischen oder metrologischen Disziplin bzw. bei vorzeitigem Ausfall des Thermopaars 21. Nach Öffnen des Eintritts- und Austrittsventils 15; 23 wird ein Schutzgasstrom durch das Innere der Thermoelementanordnung geleitet und während des Aus- und Einbaues des Meßeinsatzes aufrechterhalten. Nach einer Spüldauer von etwa 10 Minuten wird – wie dargelegt – der Schutzgas-Überdruck von 10 Pa bis 20 Pa eingestellt. Ein Aneinanderhaften von Kapillarrohr 20 und Leitrohr 16 tritt bei der erfindungsgemäßen Thermoelementanordnung nicht auf, so daß ein Ausbau des Meßeinsatzes nicht behindert wird. Die Oxydation des Außenrohres 1 in seinem Inneren und des Thermopaars 21, gegebenenfalls nimmt das Leitrohr 16 auch mehrere Thermopaare 21 in einem oder mehreren Kapillarrohren 20 auf, wird durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der Thermoelementanordnung sicher vermieden.

