



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 05 350 T2** 2006.06.01

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 372 888 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B22D 1/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 05 350.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/BE02/00039**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 712 669.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/074470**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.03.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.09.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.06.2006**

(30) Unionspriorität:
01870054 19.03.2001 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:
Vesuvius Crucible Co., Wilmington, Del., US

(72) Erfinder:
**WILLOUGHBY, Craig, Sheffield, GB; MILLWARD,
Cavan, Chesterfield, GB**

(74) Vertreter:
Lederer & Keller, 80538 München

(54) Bezeichnung: **FEUERFESTER BAUKÖRPER ODER STEIN ZUM EINBLASEN VON GAS IN GESCHMOLZENE METALLE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Feuerfeststopfen oder Feuerfestziegel für eine Behälterauskleidung zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall, sowie die Herstellung eines Feuerfeststopfens oder Feuerfestziegels zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall.

[0002] Gase werden häufig zu verschiedenen Zwecken in geschmolzenes Metall in Behältern, wie Gießpfannen, Schmelztiiegeln oder Zwischenbehältern injiziert. Zum Beispiel kann ein Gas in den unteren Teil eines Behälters zugeführt werden, um den relativ kühlen Bodenbereich von Verfestigungsprodukten zu befreien, z.B. um sie aus der Nachbarschaft eines unteren Gießauslasses zu entfernen, wo der Behälter einen solchen Auslass aufweist. Bei der Stahlherstellung trägt zum Beispiel die Verwendung einer langsamen Injektion eines feinen Vorhangs von Gasblasen im Verteilerbehälter zur Beseitigung von Einschlüssen bei; die Einschlüsse werden zu den kleinen Gasblasen hin angezogen und steigen durch die Schmelze nach oben zur Oberfläche, wo sie in konventioneller Weise vom Zwischenbehälter-Abdeckpulver oder Flussmittel eingefangen werden. Gas kann auch zugeführt werden, um die Schmelze zu spülen oder thermisch oder hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zu homogenisieren, oder um dazu beizutragen, Legierungszusätze über die Schmelze hinweg zu verteilen.

[0003] Gewöhnlich wird ein Inertgas benutzt, jedoch können auch reaktive Gase verwendet werden, z.B. reduzierende oder oxidierende Gase, wenn die Schmelzezusammensetzungen oder Bestandteile derselben einer Veränderung bedürfen. Zum Beispiel ist es gebräuchlich, Gase, wie Stickstoff, Chlor, Freon, Schwefelhexafluorid, Argon und dergleichen in geschmolzenes Metall zu injizieren, zum Beispiel in geschmolzenes Aluminium oder geschmolzene Aluminiumlegierungen, um unerwünschte Bestandteile, wie Wasserstoffgas, nicht-metallische Einschlüsse und Alkalimetalle zu entfernen. Die zum geschmolzenen Metall zugesetzten reaktiven Gase reagieren mit den unerwünschten Bestandteilen chemisch, um sie in eine Form, wie eine Ausfällung, eine Metallschlacke oder eine unlösliche Gasverbindung umzuwandeln, die ohne weiteres vom Rest der Schmelze getrennt werden kann. Diese Gase (oder andere) könnten auch zum Beispiel zusammen mit Stahl, Kupfer, Eisen, Magnesium oder Legierungen davon verwendet werden.

[0004] Um einen Gasinjektionsvorgang effizient auszuführen, ist es wünschenswert, dass das Gas, vorzugsweise vom Boden des Gefäßes aus, in Form einer sehr großen Anzahl von äußerst kleinen Blasen in das geschmolzene Metall zugeführt wird. Mit abnehmender Gasblasengröße nimmt die Anzahl von Blasen pro Volumeneinheit zu. Eine Zunahme der Anzahl von Blasen und ihrer Oberfläche pro Volumeneinheit steigert die Wahrscheinlichkeit, dass das injizierte Gas effizient ausgenutzt wird, um den erwünschten Prozess durchzuführen.

[0005] Frühere Gasinjektionsvorschläge haben den Einbau eines festen porösen Feuerfeststopfens oder Feuerfestziegels in der Feuerfestauskleidung des Behälters eingeschlossen, im Allgemeinen auf dem Boden, aber auch in den Wänden. Im Gebrauch führen die Stopfen oder Ziegel einen Gasstrom in Form von Blasen zu.

[0006] Zum Beispiel besteht eine bekannte Technik (GB-A-2096290) zum Zuführen von Gas in geschmolzenes Metall darin, einen Teil eines geschmolzenes Metall enthaltenden Behälters (vorzugsweise den Boden des Behälters) mit einem porösen Keramikkörper auszukleiden. Das Gas wird in den porösen Körper an einer Stelle zugeführt, die von der mit dem Metall in Berührung stehenden Oberfläche des Körpers entfernt ist. Während seines Hindurchtritts durch den Körper folgt das Gas einer Reihe von kleinen gewundenen Pfaden, so dass eine große Anzahl von Blasen in das geschmolzene Metall abgegeben wird.

[0007] Im Allgemeinen stützt ein Metallgehäuse, das als Verteiler zum Zuführen von Gas in den Körper dient, den porösen Keramikkörper. Typischerweise ist das Gehäuse aus schweißbarem Stahl (zur Verwendung mit inertem oder wenig reaktivem Gas, wie Argon oder Stickstoff) oder Inconel (zur Verwendung mit äußerst reaktivem Chlor oder Freon) hergestellt. Der zusammengesetzte Körper/Gehäuse ist an allen Seiten außer an seiner Oberseite von Feuerfestmaterial, wie Aluminiumoxidgießmasse mit niedrigem Zementgehalt oder Ziegeln, umgeben und abgestützt. Wenn Gießmasse benutzt wird, kann diese entweder in situ um den porösen Körper herum gegossen werden, oder aus vorgegossenen Bauteilen gebildet werden, die während des Einbaus der Auskleidung des Behälters für heißes Metall an Ort und Stelle befestigt werden. Das Auskleidungsmaterial wird gegen die poröse Körperkonstruktion "anliegen".

[0008] Ein Problem mit der vorangehenden Konstruktion besteht darin, dass es schwierig ist, eine wirksame Gasabdichtung zwischen dem Gehäuse und dem Körper sowie zwischen dem Gehäuse und der/den stützenden Gießmasse/Ziegeln aufrecht zu erhalten. Eine Schwierigkeit tritt zum Teil deshalb auf, weil die Wärmedeh-

nungskoeffizienten des Metallgehäuses und der Feuerfestmaterialien ziemlich unterschiedlich sind; auch ist das Metallgehäuse einem Angriff ausgesetzt, wenn Chlor das verwendete Gas ist. Wenn sich ein Riss entwickeln sollte (so, wie er hier verwendet wird, bezeichnet der Begriff "Riss" jeglichen Defekt in der Gasverteilungsvorrichtung, der eine unerwünschte Gasleckage zulässt), wird Gas durch den Riss entweichen und wird danach häufig durch den nächsten Ziegel und die Feuerfestabstützung in die umgebende Atmosphäre wandern. Eine Gasmigration durch 50 cm oder mehr Feuerfestmaterial ist möglich. Das Problem ist unerwünscht, da die Auswirkung einer Gasleckage ist, dass der Gasstrom durch die vorgesehene Gasblasenbildungsfläche ernstlich vermindert und die Wirksamkeit des Blasenbildungsblocks herabgesetzt werden kann. In einigen Fällen wird der Gasstrom in Form von feinen Gasblasen enden und durch einen Gasstrom mit ungesteuerter Richtung in Form von großen unwirksamen Gasblasen ersetzt werden. Wenn Argon verwendet wird, müssen die relativ hohen Kosten berücksichtigt werden. Das Problem ist besonders akut im Fall von Chlor, wegen der schädlichen Auswirkungen von Chlor nach der Freisetzung in die Atmosphäre. Ungeachtet der Art von verwendetem Läuterungsgas ist es wichtig, dass Risse verhindert werden, so dass eine Gasleckage verhindert wird.

[0009] Es wäre wünschenswert, dass eine Technik zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall verfügbar wäre, welche die Vorgaben eines Verteilens einer großen Anzahl von äußerst kleinen Blasen in das geschmolzene Metall erfüllen würde, während gleichzeitig Risse in der Gasverteilungsvorrichtung, die zu einer Gasleckage führen, vermieden werden.

[0010] Es wäre auch wünschenswert, dass jegliche derartige Vorrichtung unter angemessenen Kosten und mit kleineren Abmessungen als die vorhandenen Vorrichtungen leicht hergestellt werden kann.

[0011] Weiter wäre es wünschenswert, dass jegliche derartige Gasinjektionsvorrichtung mit vorhandener Ausrüstung, wie einem Zwischenbehälter, einer Gießpfanne, einem Schmelztiegel und dergleichen, ohne eine Veränderung, oder mit nur kleineren Veränderungen, an der vorhandenen Ausrüstung verwendbar ist.

[0012] Um diese Vorrichtung in die vorhandene Feuerfestauskleidung des Behälters für geschmolzenes Metall einzusetzen, wäre es weiter wünschenswert, dass jegliche derartige Gasinjektionsvorrichtung mit den umgebenden Feuerfestmaterialien verträglich ist, um jegliche schädlichen chemischen Reaktionen oder Wärme-dehnungs-Unverträglichkeiten zu vermeiden.

[0013] Weiter wäre es wünschenswert, eine Vorrichtung bereit zu stellen, die lediglich durch kleinere Anpassungen während des Herstellungsprozesses an einen sehr weiten Bereich von Blasenbildungsbedingungen (Blasengröße, Volumen, Druck, usw.) angepasst werden könnte, so dass die Vorrichtung spezielle Kundenanforderungen erfüllen kann.

[0014] Die Erfindung betrifft somit einen festen porösen Feuerfeststopfen oder -ziegel für eine Behälterauskleidung zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall durch eine Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall, umfassend

- i) einen porösen Feuerfestkörper, der im Wesentlichen außer an der Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall von einem im Wesentlichen nicht-porösen Körper umgeben ist; und
- ii) eine Gasleiteinrichtung zum Fördern des Gases aus einer Gasquelle zu dem porösen Körper.

[0015] Der Stopfen oder Ziegel gemäß der Erfindung ist im Anspruch 1 charakterisiert. Das Verfahren zu seiner Herstellung ist im Anspruch 7 angegeben.

[0016] Die US-A-4 791 978 und 4 836 508, die eine Stopfenstange bzw. eine Gießdüse betreffen, offenbaren gemeinsam gepresste Feuerfestkörper, die jeweils dicht und porös sind, beziehen sich jedoch nicht auf das Problem einer Verbesserung der Gasdichtigkeit eines nicht-metallischen durchlässigen Stopfens oder Ziegels, der einen Teil einer Behälterauskleidung bildet und den alleinigen Zweck des Injizierens von Gas zur Behandlung des geschmolzenen Metalls im Behälter hat.

[0017] Im Umfang der vorliegenden Beschreibung kann ein Stopfen oder Ziegel für eine Behälterauskleidung zum Injizieren von Gas ein Stopfen, ein Ziegel, ein Block, ein Damm, eine Fliese, eine Schwelle und dergleichen sein. Wie oben erörtert, kann der Stopfen oder Ziegel der Erfindung verwendet werden, um ein beliebiges Gas (egal ob reaktiv oder inert) in ein beliebiges geschmolzenes Metall oder eine Legierung davon zu injizieren. Der Stopfen oder Ziegel weist mindestens eine Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall auf, durch die das Gas injiziert wird.

[0018] Der Stopfen oder Ziegel umfasst einen porösen Feuerfestkörper, der außer natürlich an der Berüh-

rungsfläche zum geschmolzenen Metall von einem nicht-porösen Körper im Wesentlichen umgeben (zum Beispiel von ihm umschlossen oder in ihn eingebettet) ist. Er kann in der Auskleidung des Behälters für geschmolzenes Metall enthalten sein oder einen Teil derselben bilden.

[0019] Der poröse Körper kann aus einem beliebigen porösen Feuerfestmaterial bestehen. Tatsächlich ist die Art des verwendeten Materials nicht wesentlich, sofern das besagte Material die gewünschte Porosität besitzt. Im Allgemeinen wird ein Material, das eine scheinbare Porosität von mehr als 20 besitzt, als porös angesehen. Geeignete Materialien umfassen typischerweise Aluminiumoxid, Aluminiumoxid-Spinell, Magnesiumoxid oder Magnesiumoxid-Spinell, oder Kombinationen von beliebigen der obigen.

[0020] Der Stopfen oder Ziegel umfasst auch eine Gasleiteinrichtung, um das Gas aus einer Gasquelle zu dem porösen Körper zu fördern. Die Gasleiteinrichtung umfasst im Allgemeinen eine Leitung, die sich durch die Seitenwand des nicht-porösen Körpers erstreckt. Diese Leitung kann zum Beispiel aus Metall oder einem Feuerfestmaterial hergestellt werden. Die Leitung kann mittels eines konventionellen Feuerfestdichtungsmaterials (Mörtel oder Zement) an ihrem Platz befestigt werden, oder sie kann in den nicht-porösen Körper eingepresst werden.

[0021] Eine konventionelle Gasleiteinrichtung kann genutzt werden. Da jedoch die Dichtigkeit der Verbindung besonders überwacht werden muss, werden spezielle Anordnungen besonders bevorzugt, wie zum Beispiel diejenigen, die in der WO-A1-01/83138 offenbart sind.

[0022] Es ist auch vorteilhaft, dass die Gasleiteinrichtung eine Verteilerkammer umfasst, durch welche das Gas mit einer Oberfläche des porösen Körpers in Berührung kommt, die mindestens im Wesentlichen der Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall entspricht, so dass das Gas vollkommen homogen in den porösen Körper verteilt wird und folglich durch im Wesentlichen die gesamte Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall in das geschmolzene Metall einperlen wird.

[0023] Diese Art von Stopfen oder Ziegel zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall ist zum Beispiel aus den USP 5,054,749, 5,423,521 oder 5,219,514 bekannt. Jedoch erfüllt keine von diesen die oben genannten Anforderungen.

[0024] Der Stopfen oder Ziegel der vorliegenden Erfindung ist durch die Tatsache gekennzeichnet, dass der nicht-poröse Körper aus Feuerfestmaterial besteht und dass der poröse Körper und der nicht-poröse Körper gemeinsam gepresst werden müssen. Alle oben angegebenen Anforderungen werden mit einem solchen Stopfen oder Ziegel erfüllt.

[0025] Wieder ist die Art des nicht-porösen Materials nicht wesentlich, solange es ein Feuerfestmaterial ist und die gewünschte Porosität besitzt. Im Allgemeinen wird ein Material, das eine scheinbare Porosität von weniger als 20% besitzt, als nicht-porös angesehen.

[0026] Der nicht-poröse Körper und der poröse Körper werden vorzugsweise von Feuerfestmaterialien mit ähnlichen Wärmedehnungskoeffizienten gebildet. Dies dient dazu, die Bildung von Rissen bei thermischen Wechselbeanspruchungen zu verhindern.

[0027] Durch Verwendung der vorliegenden Erfindung kann die Granulometrie und Permeabilität des inneren porösen Körpers sorgfältig und gleichbleibend gesteuert werden, um für eine gleichmäßige feine Porenstruktur zu sorgen, so dass kleine, gleichmäßig verteilte Gasblasen aus der Berührungsfläche des Körpers zum geschmolzenen Metall strömen. Diese Permeabilität kann durch Veränderungen der Granulometrie der Zubereitung oder Rezeptur mühelos angepasst werden, und ein erfindungsgemäßer Stopfen oder Ziegel kann so hergestellt werden, dass er spezifische individuelle Kundenanforderungen erfüllt.

[0028] Dieser Verfahrensweg ist weiter insofern vorteilhaft, als Feuerfestwerkstoffe mit hohem Magnesiumoxidgehalt für die Rezepturen verwendet werden können, wie Magnesiumoxid-Spinell. Solche Rezepturen sind mit der Zusammensetzung von Stahlwerk-Zwischenbehälterauskleidungen besser verträglich, die gewöhnlich basischer (Magnesiumoxid) Grundlage sind. Chemische und thermische Eigenschaften sind daher sehr ähnlich. Vorteilhafterweise haben somit der poröse und der nicht-poröse Feuerfestkörper einen hohen Magnesiumoxidgehalt von mehr als 50%, vorzugsweise mehr als 80% und sogar noch besser mehr als 90 Gewichts-% der Zusammensetzung.

[0029] Dementsprechend können für den porösen und den nicht-porösen Körper ähnliche Materialien, jedoch

mit verschiedenen Granulometrien verwendet werden. Somit ist es möglich, einen erfindungsgemäßen Stopfen oder Ziegel aus Materialien mit hohem Magnesiumoxidgehalt herzustellen, die verschiedene Granulometrien besitzen.

[0030] Dank des gemeinsamen Pressens der beiden Feuerfestmaterialien verhindert die natürliche geringe Permeabilität des nicht-porösen Körpers Gasleckagen, ohne dass man auf andere Techniken zur Einschränkung von Gasleckagen zurückgreifen muss. Ein anderer Vorteil des gemeinsamen Pressens besteht darin, dass ein Stopfen oder Ziegel zum Injizieren von Gas mit kleineren Gesamtabmessungen verwendet werden kann, wobei das geforderte Maß an Gasblasenbildung erzielt wird. Dies erleichtert die Handhabung dieses Stopfens oder Ziegels während des Transports und des Einbaus im Behälter; insbesondere in der Auskleidung.

[0031] Das Konzept des gemeinsamen Pressens ist nicht auf längliche, quadratische, runde oder ovale Formen beschränkt, sondern kann auch benutzt werden, um jeglichen Feuerfestquerschnitt zu erzeugen, der sich zum gemeinsamen Pressen eignet. Zum Beispiel kann man sich ein gemeinsam gepresstes Bauteil in Form eines Rings vorstellen, der so angeordnet werden würde, dass er die Austrittsöffnungen eines Zwischenbehälters umgibt, wodurch ein umgebender Strom von sanft aufsteigenden Blasen gebildet wird, durch den das heiße flüssige Metall vor dem Eintritt in die Stranggussformen hindurchtreten müsste.

[0032] Gemäß einem anderen ihrer Aspekte betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Stopfens oder Ziegels zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall. Erfindungsgemäß umfasst dieses Verfahren die Schritte:

- 1) Zuführen von passenden Mengen der den porösen und den nicht-porösen Körper bildenden Feuerfestmaterialien in eine Form unter Beachtung der gewünschten Begrenzungen für diese Körper;
- 2) Gleichzeitiges gemeinsames Pressen beider Feuerfestmaterialien;
- 3) Bereitstellen einer Gasleiteinrichtung;
- 4) Wärmebehandeln der gemeinsam gepressten Materialien.

[0033] Vorzugsweise wird vor dem Zuführen des Feuerfestmaterials eine Begrenzung, die zum Beispiel aus einer dünnen (aber steifen) Kunststoff- oder Metallfolie besteht, in die Form gestellt. Die Begrenzung kann als Zylinder (mit kreisförmiger oder ovaler Grundfläche) oder als Quader ohne Ober- und Unterseite geformt sein. Das Feuerfestmaterial, das den porösen Körper bilden wird, wird dann in den von der Begrenzung gebildeten mittleren Teil zugeführt, und das Feuerfestmaterial, das den nicht-porösen Körper bilden wird, wird zwischen die Begrenzung und die Formwand zugeführt. Die Begrenzung wird dann vorsichtig entfernt, und eine andere Menge des Materials, das den nicht-porösen Körper bildet, wird in die Form zugeführt, um die zur Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall entgegengesetzte Oberfläche zu bilden.

[0034] Der Schritt des Bereitstellens der Gasleiteinrichtung kann vor oder nach dem Schritt des gemeinsamen Pressens oder sowohl zuvor und danach ausgeführt werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird durch Einbringen eines Streifens von verzehrbarem Material an der Stoßstelle zwischen der Grundfläche des den porösen Körper bildenden Materials und der benachbarten Oberfläche des den nicht-porösen Körper bildenden Materials in die Form eine Verteilerkammer gebildet.

[0035] Alternativ oder zusätzlich kann nach oder vor dem gemeinsamen Pressen der Materialien durch den nicht-porösen Körper hindurch ein Loch gebohrt oder eine Leitung eingebracht werden, um den porösen Körper (sei es durch die Verteilerkammer oder nicht) mit einer externen Gasquelle zu verbinden.

[0036] Der Schritt des gemeinsamen Pressens kann entsprechend einem beliebigen bekannten Pressverfahren ausgeführt werden, zum Beispiel in einer hydraulischen Presse.

[0037] Der Wärmebehandlungsschritt könnte bei einer Temperatur ausgeführt werden, die ausreicht, um eine keramische Verbindung zwischen dem porösen und dem nicht-porösen Körper auszubilden, so dass die Integrität des Stopfens oder Ziegels und seine Gasdichtigkeit verbessert werden. Das zur Erzeugung der Verteilerkammer eingebrachte verzehrbare Material (sofern es verwendet wird) wird vorteilhafterweise während des Wärmebehandlungsschritts entfernt. Dieses verzehrbare Material kann bei der verwendeten Temperatur verbrennen (Pappe, Papier) oder schmelzen (Wachs, Legierung). Typischerweise besteht der Wärmebehandlungsschritt darin, das gemeinsam gepresste Material bei einer zwischen 800 und 1800°C liegenden Temperatur 2 bis 12 Stunden lang zu brennen.

[0038] Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen besser beschrieben, die nur zum Zweck einer Veranschaulichung der Erfindung und nicht zur Beschränkung ihres Umfangs bereit ge-

stellt werden. **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen Querschnittsansichten von Ausführungsformen der Erfindung.

[0039] Beide Figuren zeigen einen Stopfen oder Ziegel (1) zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall durch eine Berührungsfläche (11) zum geschmolzenen Metall, umfassend einen porösen Feuerfestkörper (2), der im Wesentlichen außer an der Berührungsfläche (11) zum geschmolzenen Metall von einem im Wesentlichen nicht-porösen Körper (9) umgeben ist. In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) sind auch die Gasleiteinrichtungen sichtbar, die eine metallische oder Feuerfest-Leitung (4) umfassen, welche sich durch eine Wand (6) des Stopfens oder Ziegels erstreckt und mit der Verteilerkammer (3) verbunden ist. Die Leitung (4) wird typischerweise mittels eines konventionellen Abdichtungszements oder -mörtels (5) an ihrem Platz befestigt.

[0040] Vorteilhafterweise wird während des Press-Schrittes ein zur Berührungsfläche (4) zum geschmolzenen Metall hin allmählich verjüngter Querschnitt (7) erzeugt. Diese Verjüngungswirkung wird während des Pressvorgangs erzeugt, indem sich der poröse Körper an den vertikalen Seiten der Pressform in das nicht-poröse Medium hinein verformt. Diese verjüngte Form schützt den porösen Körper (2) weiter, indem sie einen Formschluss gegen ein größeres Aufklaffen bildet.

[0041] Gemäß einem Beispiel der Erfindung sind die verwendeten Materialien die folgenden: (% durch Gewicht angegeben):

	Nicht-poröser Körper	Poröser Körper
Siliziumoxid	0,1	0,13
Aluminiumoxid	3,3 (< 45µm)	0,06
Eisenoxid	0,2	0,48
Kalk	0,4	0,69
Magnesiumoxid	96,0*	98,5**

Granulometrie: * > 1 mm 30 % **: > 1 mm 0 %
 < 45 µm 30 % < 45 µm 5 %

[0042] Nach dem Zuführen in die Form sind die Materialien mechanisch gepresst worden, und zwar mit einer Geschwindigkeit, um die bestmögliche Verdichtung und Integration der gemeinsam gepressten Materialien sicher zu stellen. Der Wärmebehandlungsschritt wurde ausgeführt, indem das gemeinsam gepresste Material langsam bis 1600°C erwärmt wurde, und zwar mit einer Geschwindigkeit, um thermische Brüche/Risse innerhalb des gepressten Körpers zu vermeiden, wobei der Stopfen oder Ziegel 4 Stunden lang bei dieser Temperatur belassen wurde und man ihn langsam abkühlen ließ.

[0043] Die folgenden Eigenschaften sind gemessen worden:

	Scheinbare Porosität %	Schüttdichte (g/cm ³)	Bruchgrenze bei Raumtemperatur (MPa)	Druckfestigkeit bei Raumtemperatur (N/mm ²)	Mittlerer Poren- durchmesser (µm)
Nicht-poröser Körper	15,4	2,99	7,11	90,15	6.861
Poröser Körper	24,9	2,59	7,12	52,15	44.762

[0044] Im Gebrauch hat der Stopfen oder Ziegel feine Blasen zuverlässig und konstant injiziert.

Patentansprüche

1. Fester poröser Feuerfeststopfen oder -ziegel (1) für eine Behälterauskleidung zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall durch eine Berührungsfläche (11) zum geschmolzenen Metall, umfassend
i) einen porösen Feuerfestkörper (2), der im Wesentlichen außer an der Berührungsfläche (11) zum geschmolzenen Metall in einen im Wesentlichen nicht-porösen Körper (9) eingeschlossen ist; und
ii) eine Gasleiteinrichtung (3, 5) zum Fördern des Gases aus einer Gasquelle zu dem porösen Körper (2),
dadurch gekennzeichnet, dass der nicht-poröse Körper (11) aus Feuerfestmaterial besteht und dass der poröse und der nicht-poröse Körper (2, 11) gemeinsam gepresst worden sind.

2. Stopfen oder Ziegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasleiteinrichtung (3, 5) eine Verteilerkammer (3) umfasst.

3. Stopfen oder Ziegel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der poröse und der nicht-poröse Körper von Feuerfestmaterialien mit ähnlichen Wärmedehnungskoeffizienten gebildet werden.

4. Stopfen oder Ziegel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der poröse und der nicht-poröse Körper von mehr als 50 Gewichts-% Magnesiumoxid, Magnesiumoxid-Spinell, Aluminiumoxid oder Aluminiumoxid-Spinell gebildet werden, vorzugsweise von mehr als 80 Gewichts-%.

5. Stopfen oder Ziegel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der nicht-poröse Körper mehr als 50 Gewichts-%, vorzugsweise mehr als 80 Gewichts-% Magnesiumoxid, Magnesiumoxid-Spinell, Aluminiumoxid oder Aluminiumoxid-Spinell umfasst.

6. Stopfen oder Ziegel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der poröse Körper (2) in Richtung seiner Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall hin einen verjüngten Querschnitt (7) aufweist.

7. Verfahren zur Herstellung eines festen porösen Feuerfeststopfens oder -ziegels für eine Behälterauskleidung zum Injizieren von Gas in geschmolzenes Metall durch eine Berührungsfläche zum geschmolzenen Metall, umfassend die Schritte:

- 1) Zuführen von geeigneten Mengen der den porösen und den nicht-porösen Körper bildenden Feuerfestmaterialien in eine Form unter Beachtung der gewünschten Grenzen für diese Körper;
- 2) Gleichzeitiges gemeinsames Pressen beider Feuerfestmaterialien;
- 3) Bereitstellen einer Gasleiteinrichtung;
- 4) Wärmebehandeln der gemeinsam gepressten Materialien.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Gasleiteinrichtung eine Verteilerkammer umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (3) eines Bereitstellens der Gasleiteinrichtung einen Schritt eines Einbringens eines Streifens von verzehrbarem Material in die Form an der

Stoßstelle zwischen dem porösen und dem nicht-porösen Körper umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das verzehrbare Material Wachs umfasst.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

