



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 23 537 T2** 2005.04.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 027 465 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 23 537.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/22774**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 956 250.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/022034**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.10.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.04.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C22B 9/02**

A01N 25/30, B01D 39/20

(30) Unionspriorität:

957930 27.10.1997 US

(73) Patentinhaber:

Selee Corp., Hendersonville, N.C., US

(74) Vertreter:

**Matschkur Lindner Blaumeier Patent- und
Rechtsanwälte, 90402 Nürnberg**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, LI, NL

(72) Erfinder:

**BUTCHER, R., Kenneth, Hendersonville, US;
AUBREY, S., Leonard, Arden, US**

(54) Bezeichnung: **FILTRATIONSVERFAHREN UND -VORRICHTUNG ZUM ENTFERNEN FLÜSSIGER SALZE VON
ALUMINIUMSCHMELZE**

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

Technischer Bereich

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf Metallfiltration. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf die Entfernung von Einschlüssen flüssigen Salzes aus flüssigem Metall während der Metallfiltration.

Technischer Hintergrund

[0002] Die Raffination flüssigen Aluminiums, um kritische Aluminiumprodukte herzustellen, besteht typischerweise aus einem zweistufigen Verfahren. Die erste Stufe umfasst die Behandlung des flüssigen Aluminiums in einem Entgasungssystem mit einer Mischung eines inerten Trägergases, das normalerweise Argon ist, zusammen mit Chlor, primär für die Entfernung von Wasserstoff, löslichen Alkalimetall-Verunreinigungen und bestimmten großen Einschlüssen, die normalerweise in dem flüssigen Aluminium vorliegen. Das Verfahren zur Entfernung von Wasserstoff wird Entgasung genannt. Die Details eines Entgasungsverfahrens werden im US-Patent 4,317,679 gelehrt, das an die SELEE Corporation übertragen ist, dem Abtretungsempfänger der vorliegenden Erfindung. Außerdem gibt es andere Entgasungsverfahren.

[0003] Die zweite und endgültige Stufe besteht aus der Filtration, typischerweise mit einem Keramikschaumfilter, einem Bettfilter oder starren Mittelfilter, um die übriggebliebenen festen Einschlussteilchen, die in dem flüssigen Aluminium existieren, zu entfernen.

[0004] Um eine optimale Qualität zu erhalten, ist eine sorgfältige Steuerung der Chlor-Level in dem Entgaser erforderlich, um eine angemessene Entfernung von Alkalimetall und Wasserstoff zu erhalten. Wenn ein Übermaß an Chlor über das hinaus, das zur Entfernung der Spuren von Alkalimetall und Wasserstoff benötigt wird, verwendet wird, besteht die Möglichkeit einer überschüssigen Flüssigsalzerzeugung, das hauptsächlich Magnesiumchlorid ist. Das heißt, falls überschüssiges Chlor über das hinaus, das für die Entfernung der Spuren von Alkalielementen und Wasserstoff benötigt wird, verwendet wird, werden dann übermäßige Mengen von Einschlüssen flüssigen Magnesiumchlorids erzeugt.

[0005] Zusätzlich können andere Salze oder Mischungen von Salzen, umfassend Chloride und Fluoride, ausgebildet werden.

[0006] Ein gut geplantes, gut unterhaltenes und richtig arbeitendes Entgasungssystem ist in der Lage, sehr kleine Argonbläschen zu erzeugen. Flüssige Salztröpfchen erscheinen auf der Oberfläche der Argonblaschen und können von der Oberfläche der

Argonbläschen abgeschoren werden. Die Größe der flüssigen Salztröpfchen kann sich in einem Bereich zwischen 1 und 50 Mikrometern bewegen, und, obwohl die Salztröpfchen deutlich weniger dicht sind als flüssiges Aluminium, tendieren sie dazu, aufgrund ihrer Größe in Lösung schwimmend in dem flüssigen Aluminium zu verbleiben. Die suspendierten Salztröpfchen tendieren dazu, aufgrund von Kollisionen mit anderen Tröpfchen und Verschmelzung im Lauf der Zeit zu wachsen. Diese flüssigen Salzteilchen können mit herkömmlicher Filtrationstechnik nicht zuverlässig entfernt werden und können zu Oxidflecken führen, die für das endgültige Aluminiumprodukt Probleme erzeugen können. Einschlüsse kleiner Tröpfchen Magnesiumchlorid können zu Oberflächenflecken von Oxiden von Aluminium und Magnesium führen, die zu Kantenrissen während des nachfolgenden Walzens des Aluminium führen können.

[0007] Eine Annäherung an dieses Problem besteht darin, die Menge der Flüssigsalzeinschlüsse in dem flüssigen Metall zu kontrollieren und diese Information zu verwenden, um den Entgaser zu steuern. Ein solches Überwachungssystem ist in dem US-Patent 5,569,845 beschrieben, übertragen auf die SELEE Corporation, den Abtretungsempfänger der vorliegenden Erfindung.

[0008] Wenn der Überwachungs- und Steuerungsansatz auch einen Fortschritt der Technik darstellt, ist es wünschenswert, jegliche Einschlüsse flüssigen Salzes, die in dem flüssigen Aluminium vorhanden sein könnten, zu entfernen. Das Vorhandensein des flüssigen Salzes kann eine bedeutende Auswirkung auf die Zuverlässigkeit und Effizienz des Filters für feste Einschlüsse haben, und es kann in einer bedeutenden Verschlechterung der Leistungsfähigkeit des keramischen Schaumfilters resultieren. So wenig wie 100 Teile pro Millionen („ppm“) flüssigen Salzes können den Einfangwirkungsgrad eines keramischen Schaumfilters aus einem Bereich von 70% bis 80% auf einen Bereich von 25% bis 40% herabsetzen. Es wird angenommen, dass diese Reduzierung des Filtrationswirkungsgrads dadurch verursacht wird, dass das flüssige Salz die Einschlussteilchen umhüllt, wodurch das Verhältnis der Oberflächenenergie der Grenzfläche zwischen den Einschlüssen, dem flüssigen Aluminium und dem Filter bedeutend verändert wird.

[0009] Gegenwärtig existiert eine Technologie, die versucht, die flüssigen Salze vom flüssigen Aluminium durch Koaleszieren der kleinen Salzteilchen und Entfernung des koaleszierten flüssigen Salzes durch Schwimmaufbereitung zu trennen. Die US-Patente 4,390,364, 5,122,184 und 5,336,295 beschäftigen sich mit der Entfernung flüssiger Salze durch die Verwendung keramischen Schaums oder von Füllkörpern als Koaleszenzmedium, um die Abscheidung durch Schwimmaufbereitung zu verbessern. Das

US-Patent 4,790,873 zeigt ein gestuftes Filtrationssystem, bei dem der Aufwärtsfluss durch den Filter der ersten Stufe dazu dient, feine Salzpartikel zu koaleszieren und sie nachfolgend als große Konglomerate freizusetzen, die sich bei der Schwimmaufbereitung bereitwillig abscheiden.

Beschreibung der Erfindung

[0010] Gemäß einer Form dieser Erfindung wird ein Filter zur Entfernung flüssiger Salze vom flüssigen Aluminium, wie in Anspruch 1 gekennzeichnet, bereitgestellt. Der Filter umfasst wenigstens ein Substrat mit einer äußeren Oberfläche. Die äußere Oberfläche des Substrats hat eine Mehrzahl von Poren darin, die einen Durchmesser von wenigstens 5 µm aufweisen. Das poröse Substrat wird aus einem Material hergestellt, das von flüssigen Salzen benetzt und von flüssigem Metall nicht benetzt wird, sodass flüssige Salze von dem flüssigen Metall abgeschieden werden können. Bevorzugterweise bewegen sich die Porengrößen zwischen 5 und 120 µm im Durchmesser. Das Substrat kann ein keramischer Schaumfilter mit Poren in der Filterstruktur sein. Alternativ kann das Substrat eine Platte sein, die diese schmalen Poren zur Absorption flüssiger Salze darin aufweist. Die Platte kann größere Durchgänge aufweisen, um flüssigem Metall zu ermöglichen, dort hindurch zu gelangen. Der Filter kann auch eine Mehrzahl von Substraten umfassen, die in der Form poröser Pellets vorliegen können, die zur Anordnung in einem Stapel direkt auf dem oberen Teil oder neben einem keramischen Schaumfilter oder einer anderen Filtrationsvorrichtung für feste Einschlüsse vorgesehen sind. Zusätzlich kann der Filter eine Vielzahl nah beabstandeter paralleler poröser Platten umfassen, die dem Metall das Vorbeifließen ermöglichen.

[0011] In den Ausführungsbeispielen, bei denen der Filter zur Entfernung des flüssigen Salzes nicht auch selbst als der primäre Filter zur Entfernung fester Einschlüsse verwendet wird, sollte der Filter zur Entfernung flüssiger Salze stromaufwärts in dem Metallfluss vom primären Filter zur Entfernung fester Einschlüsse angeordnet werden. Der Filter zur Entfernung flüssigen Salzes kann auch zwischen zwei herkömmlichen keramischen Schaumfiltern in einem gestuften Filtergehäuse angeordnet werden.

[0012] Gemäß einer anderen Form dieser Erfindung wird ein Verfahren zur Abscheidung flüssiger Salze vom flüssigen Metall unter Verwendung wenigstens eines porösen Substrats bereitgestellt, wobei das Substrat durch flüssige Salze benetzbar und durch flüssiges Metall nicht benetzbar ist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Einbringen des porösen Substrats in einen Behälter; Hinzufügen einer Menge flüssigen Metalls, das mit einer Menge flüssigen Salzes verunreinigt ist, zum Behälter; Kon-

taktieren des Substrats mit einer wesentlichen Menge des mit dem Salz verunreinigten flüssigen Metalls; Benetzung des porösen Substrats mit flüssigem Salz; Absorption des flüssigen Salzes in das Substrat; und Entfernung des mit Salz benetzten porösen Substrats aus dem Behälter. Bevorzugterweise kommt das flüssige Metall mit dem Substrat durch Hindurchbewegen des flüssigen Metalls durch das Substrat entweder durch Durchgänge in dem Substrat oder rundum und durch Durchgänge in Verbindung, die durch eine Vielzahl von Substraten entstehen, die in der Form von Pellets, Kugeln oder anderen unregelmäßigen Formen vorliegen können.

[0013] Die Erfindung stellt somit eine verbesserte Vorrichtung zur Entfernung flüssiger Salze aus flüssigem Metall bereit.

[0014] Die Erfindung stellt auch ein verbessertes Verfahren zur Entfernung flüssiger Salze aus flüssigem Metall bereit.

[0015] Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zur Entfernung flüssiger Salze aus flüssigem Metall bereit, die günstig herzustellen und leicht zu verwenden ist.

[0016] Die Erfindung stellt auch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernung flüssiger Salze von flüssigem Metall bereit, die im Hinblick auf vorhandene Einrichtungen zur Herstellung von Metall keine wesentliche Veränderung erfordert.

[0017] Die Erfindung stellt auch eine Vorrichtung zur Entfernung flüssiger Salze aus flüssigem Metall bereit, die leicht mit standardmäßigen Technologien zur Metallfiltration verwendet werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Der Gegenstand, der als die Erfindung betrachtet wird, wird in den beigefügten Ansprüchen beschrieben. Die Erfindung selbst könnte jedoch, zusammen mit weiteren Gegenständen und Vorteilen davon, mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen besser verständlich werden, wobei:

[0019] Fig. 1 ist eine Teilbildansicht, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0020] Fig. 2 ist eine seitliche Aufrissansicht des Ausführungsbeispiels der Fig. 1;

[0021] Fig. 3 ist eine Teilbildansicht, die eine andere Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0022] Fig. 4 ist eine seitliche Aufrissansicht des Ausführungsbeispiels der Fig. 3;

[0023] Fig. 5 ist eine Teilbildansicht noch eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung;

[0024] Fig. 6 ist eine seitliche Aufrissansicht des Ausführungsbeispiels der Fig. 5;

[0025] Fig. 7 ist eine Detailansicht eines Teils des Ausführungsbeispiels der Fig. 5 und 8;

[0026] Fig. 8 ist eine Teilbildansicht noch eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung;

[0027] Fig. 9 ist eine seitliche Aufrissansicht der Fig. 8;

[0028] Fig. 10 ist eine Teilbildansicht noch eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung;

[0029] Fig. 11 ist eine seitliche Aufrissansicht der Fig. 10;

[0030] Fig. 12 ist eine Teilbildansicht noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und

[0031] Fig. 13 ist eine seitliche Aufrissansicht der Fig. 12.

Beste Methode zur Durchführung der Erfindung

[0032] Im Allgemeinen umfasst die Erfindung wenigstens ein Substrat, wie zum Beispiel einen keramischen Körper, der in der Lage ist, flüssige Salze abzuscheiden, wie zum Beispiel Magnesiumchlorid, und zwar aus flüssigem Metall, wie zum Beispiel Aluminium. Das Substrat wird primär aus einem porösen Material mit Oberflächen gebildet, die von flüssigen Salzen benetzt werden, aber nicht von flüssigem Aluminium. Die bevorzugten Materialien sind keramische Materialien, wie zum Beispiel ein Borglas-basiertes Material, das im US-Patent 2,997,402 beschrieben wird, ausgestellt auf Dore und McDonald. Andere keramische Materialien, wie zum Beispiel Aluminiumnitrid, Calciumoxid, Aluminiumtitanat und Graphit, können auch verwendet werden.

[0033] Damit das mit dem flüssigen Salz benetzte Substrat das flüssige Salz absorbiert und zurückhält, umfasst es Mikroporen, wenigstens auf seiner äußeren Oberfläche. Die flüssigen Salze werden durch Kapillarwirkung in das poröse Substrat absorbiert. Bevorzugterweise liegt der Bereich der Größen der Mikroporen zwischen 5 Mikrometern und 120 Mikrometern, es wird jedoch angenommen, dass andere Porengrößen, insbesondere größere Porengrößen, den flüssigen Salzen ermöglichen, in das Substrat absorbiert zu werden.

[0034] Die tatsächliche Form des Substrats kann jede Form sein, die günstig ist, solange das flüssige Metall der Oberfläche des Substrats gut ausgesetzt ist. Zum Beispiel kann das Substrat in Form eines keramischen Schaums hergestellt werden, als lose Pellets oder Kugeln, unregelmäßige Medien oder Plat-

ten mit Presskanälen oder ausgeschlossenen Kanälen dadurch oder als eine Reihe paralleler Platten, die dem flüssigen Metall ermöglichen, über die Oberflächen der Platten zu fließen.

[0035] Bevorzugterweise wird das Substrat direkt im Flussweg des flüssigen Metalls angeordnet, wie zum Beispiel des flüssigen Aluminiums, sodass eine wesentliche Menge des flüssigen Metalls in Kontakt mit der Oberfläche oder den Oberflächen des Substrats gelangt. In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Vielzahl von Substraten in Form loser Pellets bereitgestellt, die Mikroporen aufweisen.

[0036] Unter Bezugnahme insbesondere auf die Fig. 1 und 2, wird ein Behälter **10** zur Aufnahme flüssigen Metalls bereitgestellt. Die Flussrichtung des flüssigen Metalls wird in Fig. 2 durch die Pfeile **12** und **14** angezeigt. Das flüssige Metall ist bevorzugterweise Aluminium, das mit einem flüssigen Salz verunreinigt ist, wie zum Beispiel Magnesiumchlorid. Wie im Vorhergehenden beschrieben, tritt diese Verunreinigung normalerweise aufgrund der Hinzufügung von Chlor zur Entfernung von Wasserstoff während der Entgasung auf.

[0037] Ein standardmäßiger keramischer Schaumfilter **16** wird im Behälter **10** aufgenommen und wird so angeordnet, dass das gesamte flüssige Metall hindurchgeführt wird. Ein typischer keramischer Filter wird im US-Patent 4,343,704 beschrieben, das auf die SELEE Corporation übertragen ist, den Abtragungsempfänger der vorliegenden Erfindung.

[0038] Eine Mehrzahl poröser Substrate in Form von Pellets **18** sind in einem Stapel auf der Oberseite und stromaufwärts vom keramischen Schaumfilter **16** angeordnet worden, sodass das flüssige Metall in Kontakt mit den Substraten tritt, bevor es in Kontakt mit dem keramischen Schaumfilter **16** tritt. Das flüssige Metall wird zwischen den Spalten in dem Stapel der Pellets **18** hindurchfließen, sodass eine beträchtliche Menge des mit Salz verunreinigten flüssigen Metalls den porösen Oberflächen der Pellets ausgesetzt wird. Die Pellets werden bevorzugterweise aus einem keramischen Material hergestellt, wie zum Beispiel Borglas, das nicht von flüssigem Aluminium benetzt wird, das aber von flüssigen Salzen benetzt wird. Ein Borglas, das verwendet wurde, ist Ferro Frit 3249, das von der Ferro Corporation in Handel angeboten wird. Die Zusammensetzung von Ferro Frit 3249 ist die folgende: 3,5 Gewichtsprozent CaO, 12,2 Gewichtsprozent MgO, 13,3 Gewichtsprozent Al₂O₃, 28,9 Gewichtsprozent B₂O₃ und 42,1 Gewichtsprozent SiO₂. Aufgrund der Porosität des Materials werden die flüssigen Salze durch die Kapillarwirkung der Mikroporen in die Substrate absorbiert. Deshalb werden die flüssigen Salze aus dem verunreinigten Metall direkt auf die äußeren Oberflächen der Pellets absorbiert, wodurch die flüssigen Salze vom flüssigen

Metall abgeschieden werden, bevor das flüssige Metall mit dem keramischen Schaumfilter **16** in Kontakt gelangt. Nach einem bestimmten Zeitabschnitt sind die Pellets vollständig mit flüssigen Salzen gesättigt. Die Pellets werden dann vom Behälter **10** entfernt und neue Pellets werden zum Behälter hinzugefügt, und zusätzliches mit flüssigem Salz verunreinigtes flüssiges Metall wird wieder durch den Behälter gegossen, und zwar in den Richtungen, die durch die Pfeile **12** und **14** angezeigt werden.

[0039] Die Fig. 3 und 4 zeigen ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei die porösen Pellets **18** durch eine Platte **20** ersetzt werden. Die Platte **20** kann aus den gleichen keramischen Materialien wie die Pellets **18** hergestellt werden.

[0040] Eine Mehrzahl von Kanälen **22** sind in der Platte **20** ausgebildet worden, um dem flüssigen Metall zu ermöglichen, leicht durch die Platte hindurch zu gelangen. Die Platte **20** ist aus einem Material hergestellt, das nicht von flüssigem Aluminium benetzt wird, das aber von flüssigen Salzen benetzt wird. Die Platte **20** umfasst jedoch Mikroporen, wenigstens auf der äußeren Oberfläche davon, sodass die flüssigen Salze in die Platte absorbiert werden. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, wird die Platte **20** in einem Behälter **10** stromaufwärts vom Schaumfilter **16** angeordnet, wie durch die Pfeile **12**, **13** und **14** angedeutet.

[0041] Die Fig. 8 und 9 zeigen ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei ein einzelnes Element, nämlich ein keramischer Schaumfilter **24**, verwendet wird, um sowohl die standardmäßige Funktion der Filtration fester Einschlüsse als auch die Funktion des Gegenstands der Erfindung, nämlich die Abscheidung flüssiger Salze vom flüssigen Metall, zu erfüllen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Gitterstruktur des Filters selbst mikroporös gestaltet worden, sodass die Strukturwände des keramischen Schaumfilters **24**, die nicht vom flüssigen Metall benetzt werden, aber von flüssigen Salzen benetzt werden, dazu dienen, die flüssigen Salze wieder zu absorbieren, und zwar durch die Kapillarwirkung der Mikroporen.

[0042] Die Fig. 5 und 6 zeigen noch ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8 und 9 ähnlich ist, mit dem Unterschied, dass der mikroporöse keramische Schaumfilter **24** stromaufwärts von einem standardmäßigen keramischen Schaumfilter **29** angeordnet wird, sodass der mikroporöse keramische Schaumfilter **24** die Funktion der Trennung von flüssigen Salzen/flüssigem Metall des Gegenstands der Erfindung erfüllt, während der standardmäßige keramische Schaumfilter **29** die Funktion der Filterung fester Einschlüsse erfüllt.

[0043] Fig. 7 zeigt einen Teilgrundriss, der eine ver-

größerte Ansicht eines Teils des Filters **24** zeigt. Wie ersichtlich ist, umfasst der Filter **24** eine Vielzahl von Durchgängen **26**, die sich durch den Filter auf einem gewundenen Pfad erstrecken, um so Einschlüsse aus dem flüssigen Metall aufzunehmen. Die festen Netzarne **25** des Filters **24** umfassen eine Vielzahl von Mikroporen **28**, die auf der äußeren Oberfläche des Filters geöffnet sind. Bevorzugterweise bewegen sich diese Mikroporen in einem Bereich von 5 bis 120 Mikrometern im Durchmesser. Bevorzugterweise liegen die Durchgänge **26** im Bereich von 0,01 bis 10 mm Durchmesser, sodass das flüssige Metall dort ohne unnötigen Widerstand frei hindurchgeführt werden kann.

[0044] Die Fig. 10 und 11 zeigen ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem eine Vielzahl von nah beabstandeten parallelen mikroporösen Platten **30** stromaufwärts eines standardmäßigen keramischen Schaumfilters **16** angeordnet sind, sodass flüssiges Metall vorbeigeführt werden kann und in Kontakt mit den porösen Oberflächen der Platten gelangt. Nuten **32** und **34** in den Wänden **36** des Behälters **10** halten die Platten **30** auf ihrem Platz.

[0045] Die Fig. 12 und 13 zeigen ein zweistufiges keramisches Schaumfiltrationssystem unter Verwendung eines Grobfilters **38** als Filter stromaufwärts und eines Feinfilters **40** als Filter stromabwärts und mit einer Vielzahl mikroporöser Pellets **18**, die zwischen den keramischen Schaumfiltern **38** und **40** sandwichartig eingelegt sind. Das zweistufige keramische Schaumfiltrationssystem ist gemäß der Lehre des US-Patents 5,673,902 aufgebaut, mit der Ausnahme, dass der Spaltabstand zwischen den beiden keramischen Schaumfiltern erhöht wurde, um Raum für die Pellets **18** bereitzustellen. Das US-Patent 5,673,902 ist auf die SELEE Corporation übertragen, den Abtretungsempfänger der vorliegenden Erfindung, und auf dessen Inhalt wird hierin Bezug genommen.

[0046] Die gestufte Filterelement-Anordnung stellt eine Unterstützungsstruktur zur mechanischen Zurückhaltung der Pellets **18** zur Verfügung. Bevorzugterweise hat der Grobfilter **38** eine Porosität im Bereich von 7,87 bis 23,62 Poren je Zentimeter (20 bis 60 Poren pro Zoll („ppi“)), und der Feinfilter **40** weist eine Porosität im Bereich von 15,47 bis 39,37 Poren pro Zentimeter (40 bis 100 ppi) auf.

Beispiel 1

[0047] Ein flaches mikroporöses Substrat **20** wurde durch Vorbereitung eines keramischen Schlamms hergestellt, umfassend 398 Gramm Virginia-Cyanit, 65 Gramm Talkum, 24 Gramm Dicalcium-Phosphat, 4 Gramm Mineralkolloid, 2 Gramm Kelzan-Stärke, 7 Gramm Darvon D-811 Benetzungsmittel, 149 Gramm kolloidale Kieselserde, 9 Gramm Glycerin, 172 Gramm Alpha-Aluminiumoxid (Alcoa A-12), 105 Gramm

Wasser. Zu diesem keramischen Schlamm wurden 134 Gramm Walnuss-Pulver und 75 Gramm eines Acryl-Bindemittels (Duramax B1001) und 250 zusätzliche Gramm Wasser hinzugefügt. Die Menge und Größe des hinzugefügten Walnuss-Pulvers wird die Anzahl und die ungefähre Größe der erzeugten Mikroporen bestimmen. Der Schlamm wird ausgebildet in der Form einer flachen Platte und getrocknet. Die getrocknete flache Platte wurde dann in einem Ofen bei einer Temperatur von 1200°C erhitzt, sodass das Walnuss-Pulver ausgebrannt wurde, wodurch miteinander verbundene Mikroporen näherungsweise im Bereich von 10 Mikrometern bis 30 Mikrometern entstanden sind. Nach dem Auskühlen der Substrate wurde das mikroporöse Substrat getestet, um zu bestimmen, ob flüssiges Salz in das Substrat absorbiert würde oder nicht. Das Substrat wurde auf ungefähr 704°C bis 760°C (1300°F bis 1400°F) erhitzt und Kristalle Magnesiumchlorid wurden auf das Substrat fallen gelassen. Die Magnesiumchlorid-Kristalle wurden dabei beobachtet, wie sie schmolzen und absorbiert wurden, das heißt eingelassen in das poröse Substrat. Dieses Ergebnis wurde mit einem ähnlichen Test, der auf einem dichten Aluminiumsubstrat durchgeführt wurde, verglichen. In jenem Fall wurde das flüssige Salz nicht von dem dichten Aluminiumsubstrat absorbiert.

[0048] Bevorzugterweise wird die flache Platte mit einer Vielzahl von Löchern **22** gebohrt, wie in den **Fig. 3** und **4** gezeigt, sodass sich eine praktischere Anordnung ergibt, das heißt, sodass das flüssige Metall frei durch die Platte hindurchgelangen kann, das heißt, dass die Platte den Fluss des flüssigen Metalls nicht blockieren wird.

Beispiel 2

[0049] Der keramische Schlamm, wie im Beispiel 1 mit hinzugefügtem Walnuss-Pulver zubereitet, wurde verwendet, um einen gitterförmigen Urethanschaum mit 10 ppi (3,94 Poren je cm) zu imprägnieren. Der imprägnierte Schaum wurde bei 1200°C erhitzt, um eine Hochtemperaturverbindung zu erstellen und das Walnuss-Pulver und das Urethanschaum-Vorprodukt auszubrennen. So wurde ein keramischer Schaumfilter mit Mikroporen in der festen Struktur ausgebildet, wie mit Bezug auf die **Fig. 5** bis **9** beschrieben und gezeigt.

Beispiel 3

[0050] Ein keramischer Schaum, wie im Beispiel 1 dargestellt, wurde vorbereitet und durch das Walnuss-Pulver verändert. Der Schlamm wurde dann durch eine runde Form extrudiert und in Pellets aufgeschnitten. Die Pellets wurden getrocknet und erhitzt, sodass eine Vielzahl von kleinen mikroporösen Pellets, wie mit Bezug auf die **Fig. 1** und **2** beschrieben, ausgebildet wurde.

Beispiel 4

[0051] Die Salzfilter-Materialien, die in den Beispielen 2 und 3 oben beschrieben wurden, wurden in einer Aluminium-Filtrationsumgebung getestet, wobei ein standardmäßiger nichtporöser keramischer Schaumfilter stromabwärts der Salzfilter-Materialien verwendet wurde. Von dem flüssigen Aluminium war bekannt, dass es mit Magnesiumchlorid verunreinigt war. Der nichtporöse keramische Schaumfilter wurde analysiert und es gab keinen Hinweis darauf, dass irgendwelches flüssiges Salzmaterial zurückgehalten wurde. Es gab jedoch einen Beweis für das Zurückhalten von Salz sowohl in dem mikroporösen Schaumfilter und den mikroporösen Pellets.

Beispiel 5

[0052] Die Verwendung von mikroporösen Pellets, wie in den **Fig. 1** und **2** beschrieben, wurde auch in einem Aluminium-Filtrationssystem getestet, das einen standardmäßigen keramischen Filter verwendete. Eine Vielzahl mikroporöser Pellets wurde auf der Oberseite des keramischen Schaumfilters aufgestapelt. Die Pellets befanden sich stromaufwärts von dem keramischen Schaumfilter. Eine Schicht mikroporöser Pellets, ungefähr 1,5 Zoll dick, wurde auf der Oberseite des keramischen Schaumfilters angeordnet. In diesem Experiment wurde ein zweiter keramischer Schaumfilter über dem oberen Teil angeordnet, das heißt stromaufwärts von den Pellets. Nach einem Durchfluss durch die Pellets des Aluminiums wurde der Chlorgehalt, das heißt der Salzgehalt, der in dem Experiment verwendeten Pellets und von Pellets, die nicht verwendet wurden, verglichen. Messungen zeigten, dass ein nicht verwendetes Pellet ungefähr 20 ppm Chlor enthielt, während die verwendeten Pellets ungefähr 600 ppm Chlor enthielten.

[0053] Aus der vorstehenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung ist es offensichtlich, dass dabei viele Modifikationen durchgeführt werden können. Zum Beispiel kann die Erfindung dazu verwendet werden, andere flüssige Salze aus flüssigen Metallen zu entfernen, wie zum Beispiel Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Aluminiumhypochlorid, Magnesiumfluorid, Natriumfluorid, Aluminiumfluorid, Calciumchlorid und Calciumfluorid, und sie ist auch nützlich bei der Entfernung flüssiger Salze aus anderen Metallen als Aluminium. Deshalb sollten die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung nur als Beispiele der Erfindung verstanden werden, und es sollte auch klar sein, dass die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist. Die beigefügten Ansprüche sind deshalb so zu verstehen, dass versucht wird, alle Modifikationen abzudecken, die in den wahren Bereich der Erfindung fallen.

Industrielle Anwendbarkeit

[0054] Der Weg, in welchem die Erfindung ausgenutzt werden kann, und der Weg, wie sie hergestellt und verwendet werden kann, werden aus dem Vorhergehenden deutlich.

Patentansprüche

1. Filter zur Entfernung flüssiger Salze aus flüssigem Aluminiummetall umfassend:
wenigstens ein Substrat aus einem Material, welches der Benetzung durch flüssiges Aluminiummetall widersteht; wobei das Substrat eine äußere Oberfläche hat; wobei die äußere Oberfläche des Substrats eine Vielzahl Mikroporen auf der äußeren Oberfläche aufweist, wobei die Mikroporen auf der äußeren Oberfläche des Substrats offen sind; wobei die Mikroporen einen Durchmesser von wenigstens 5 Mikrometern haben, wobei das Substrat angewendet wird, um in einem Behälter flüssigen Aluminiummetalls, welches mit flüssigem Salz verunreinigt ist, angeordnet zu werden; wobei das poröse Substrat von flüssigen Salzen benetzt wird und von flüssigem Aluminiummetall nicht benetzt wird; wobei die flüssigen Salze, aber nicht das flüssige Metall, durch Kapillarströmung in die Mikroporen absorbiert werden, wodurch die flüssigen Salze in den Mikroporen des Substrats eingeschlossen und vom flüssigen Aluminiummetall getrennt werden können.

2. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich der Mikroporengröße bei einem Durchmesser von 5 bis 120 Mikrometer liegt.

3. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material aus der Gruppe bestehend aus Borglas, Aluminiumnitrid, Aluminiumtitanat, Graphit und Kalziumoxid ausgewählt wird.

4. Filter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Füllstoff zu dem Material hinzugefügt wird.

5. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Substrat eine Vielzahl von Substraten umfasst; wobei die Vielzahl an Substraten daran angepasst ist, zueinander benachbart angeordnet zu werden.

6. Filter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Substraten Pellets sind.

7. Filter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Substraten Kugeln sind.

8. Filter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Substraten unregelmäßig geformte Objekte sind.

9. Filter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Substraten parallele Platten sind.

10. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat in Form eines netzförmigen Keramikschaums vorliegt, wodurch flüssiges Metall dort hindurchfließen kann.

11. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat eine Platte mit einer Vielzahl von Kanälen durch die Platte ist, wodurch flüssiges Metall dort hindurchfließen kann.

12. Verfahren zur Trennung flüssiger Salze von flüssigem Aluminiummetall unter Benutzung wenigstens eines porösen Substrats mit Mikroporen, die auf dessen äußerer Oberfläche offen sind und einen Durchmesser von wenigstens 5 Mikrometern haben, und welche von flüssigen Salzen benetzbar und von flüssigem Aluminiummetall nicht benetzbar sind, umfassend folgende Schritte:

Einbringen des porösen Substrats in einen Behälter; Hinzufügen einer bestimmten Menge flüssigen Aluminiummetalls, das mit einer Menge flüssigen Salzes verunreinigt ist, zum Behälter; in Kontakt bringen des porösen Substrats mit mit Salz verunreinigtem flüssigen Aluminiummetall;

Benetzung des porösen Substrats mit flüssigem Salz;

Einschließen des flüssigen Salzes durch Absorption des flüssigen Salzes, aber nicht des flüssigen Aluminiummetalls, in die Mikroporen des porösen Substrats durch Kapillarströmung; und Entfernung des porösen Substrats mit dem eingeschlossenen flüssigen Salz aus dem Container.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat eine Vielzahl Kanäle umfasst, und das weiterhin den Schritt der Bewegung des flüssigen Aluminiummetalls durch die Kanäle in dem Substrat umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren weiterhin den Schritt der Bildung eines Stapels poröser Substrate in Kontakt miteinander und der Bewegung flüssigen Metalls durch den Stapel poröser Substrate umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren weiterhin den Schritt der Anordnung des Substrats benachbart zu einem Metallfilter umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das flüssige Salz aus der Gruppe bestehend aus Magnesiumchlorid, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Aluminiumsauerstoffchlorid, Magnesiumfluorid, Natriumfluorid, Kaliumfluorid, Aluminiumfluorid, Kalziumchlorid und Kalziumfluorid genom-

men wird.

17. Vorrichtung zur Entfernung flüssiger Salze aus flüssigen Aluminiummetall, umfassend:
 einen Behälter, um flüssiges Aluminiummetall in einen Strom oder Fluss zu leiten;
 einen ersten im Behälter aufgenommenen Filter zur Entfernung fester Einschlüsse;
 einen im Behälter aufgenommenen Filter zur Salz-entfernung; wobei der Filter zur Salz-entfernung sich vom ersten Filter zur Entfernung fester Einschlüsse stromaufwärts in dem Metallfluss befindet; wobei der Filter zur Salz-entfernung wenigstens ein Substrat umfasst; wobei das Substrat eine äußere Oberfläche hat; wobei die äußere Oberfläche des Substrats eine Vielzahl von Mikroporen auf der äußeren Oberfläche hat; wobei die Mikroporen auf der äußeren Oberfläche des Substrats offen sind; wobei die Mikroporen einen Durchmesser von wenigstens 5 Mikrometern haben, wobei das Substrat angewendet wird, um in einem Behälter flüssigen Aluminiummetalls, das mit flüssigen Salzen verunreinigt ist, angeordnet zu werden; wobei das poröse Substrat von flüssigen Salzen benetzt und vom flüssigen Aluminiummetall nicht benetzt wird; wobei die flüssigen Salze, aber nicht das flüssige Aluminiummetall, durch Kapillarströmung in die Mikroporen absorbiert werden, wodurch die flüssigen Salze in den Mikroporen des Substrats eingeschlossen und vom flüssigen Aluminiummetall getrennt werden können.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass diese weiterhin einen zweiten in dem Behälter aufgenommenen Filter zur Entfernung fester Einschlüsse umfasst; wobei der zweite Filter zur Entfernung fester Einschlüsse sich stromaufwärts vom Filter zur Entfernung flüssiger Salze befindet; wobei der zweite Filter zur Entfernung fester Einschlüsse grober ist als der erste Filter zur Entfernung fester Einschlüsse.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Substrat eine Vielzahl von Substraten umfasst; wobei die Vielzahl von Substraten daran angepasst ist, nebeneinander angeordnet und zwischen dem ersten Filter zur Entfernung fester Einschlüsse und dem zweiten Filter zur Entfernung fester Einschlüsse eingelegt zu werden.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

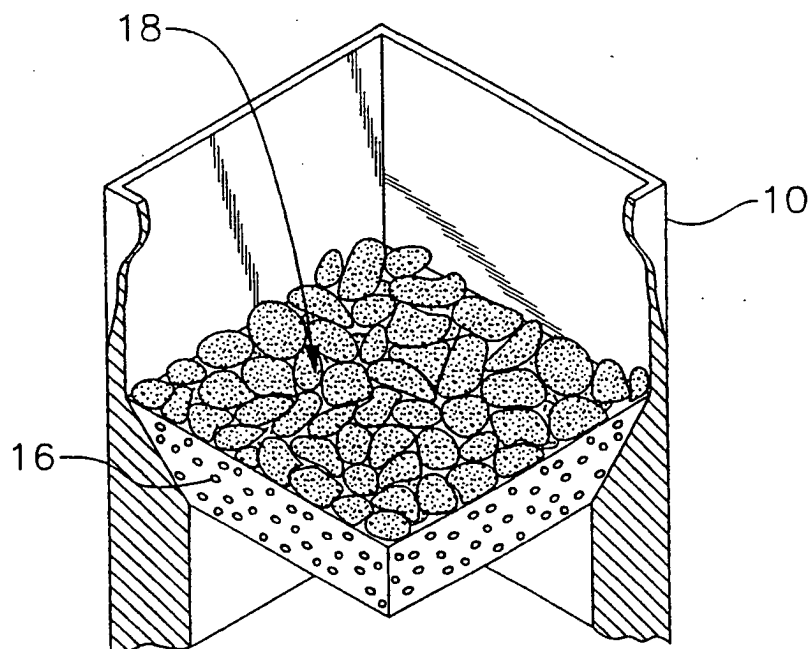


Fig. 1

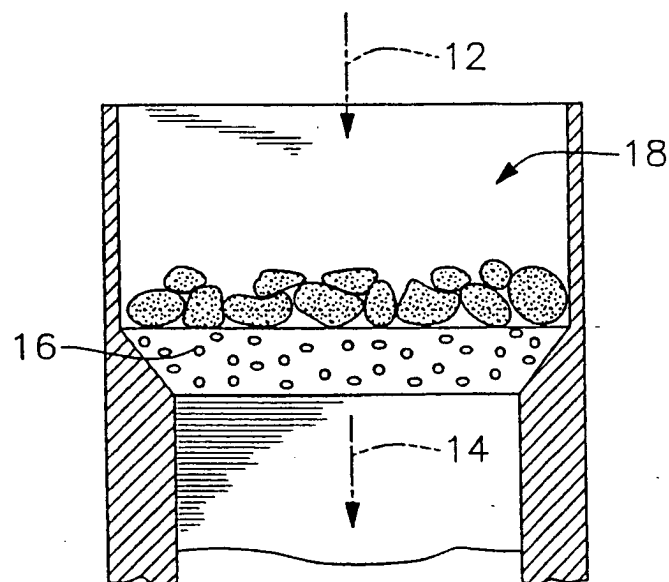


Fig. 2

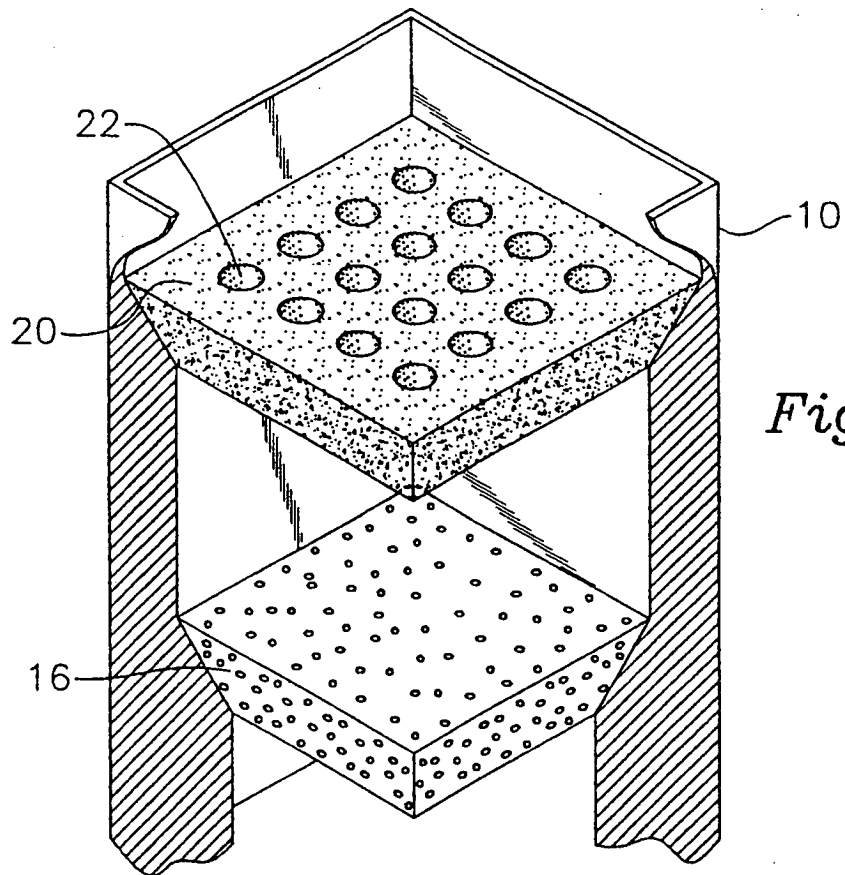


Fig. 3

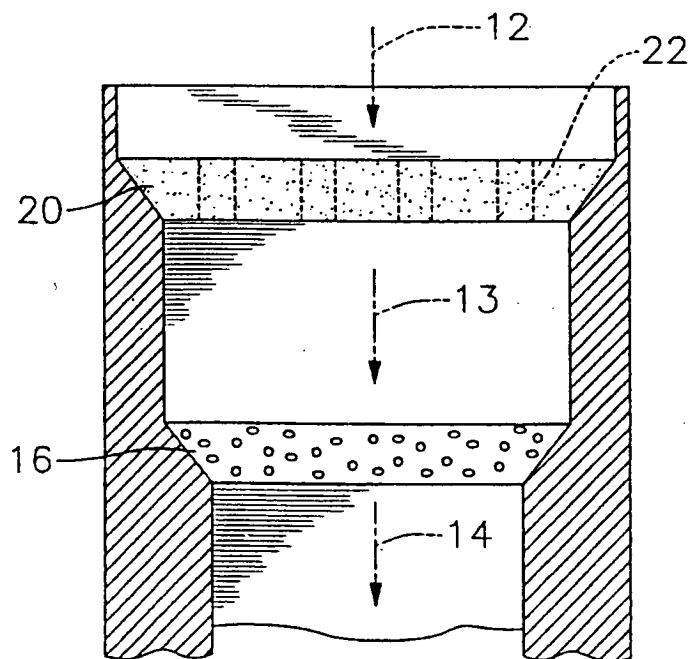


Fig. 4

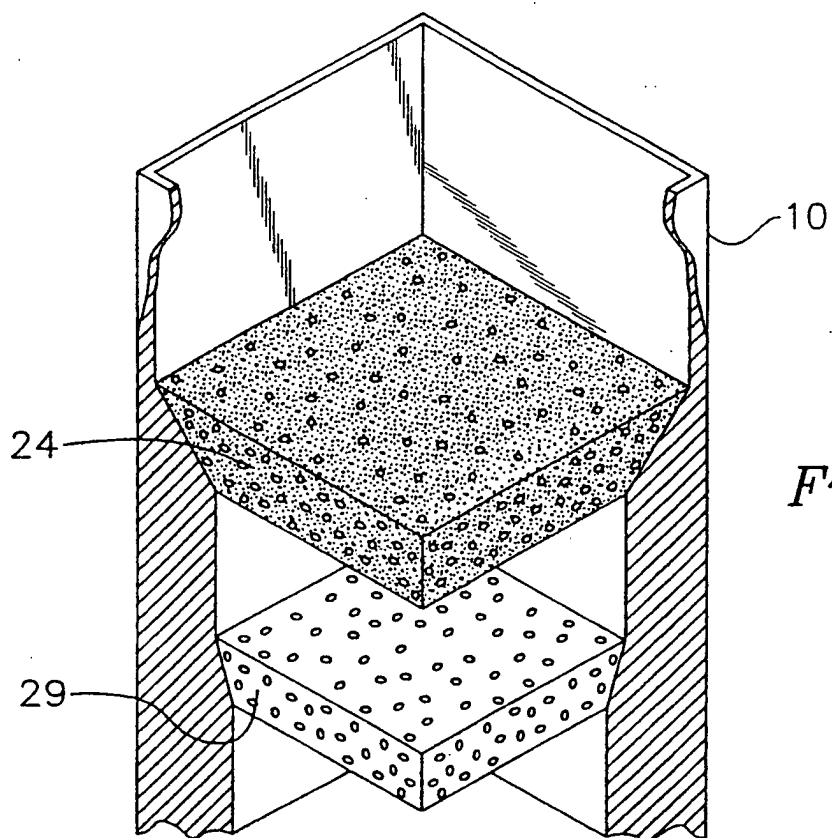


Fig. 5

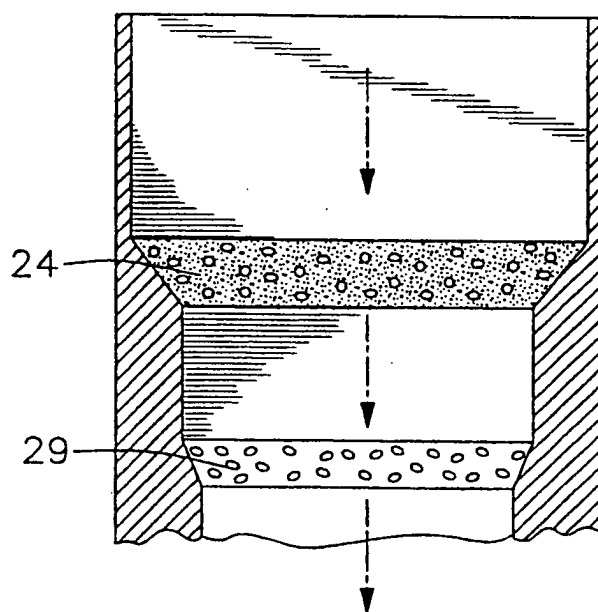


Fig. 6

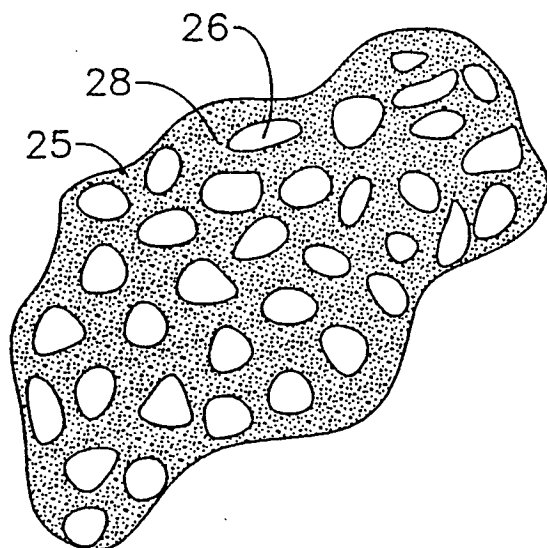


Fig. 7

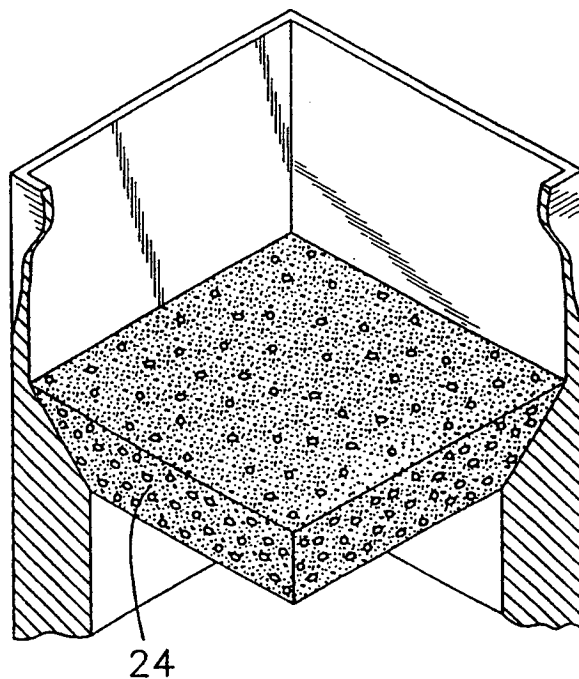


Fig. 8

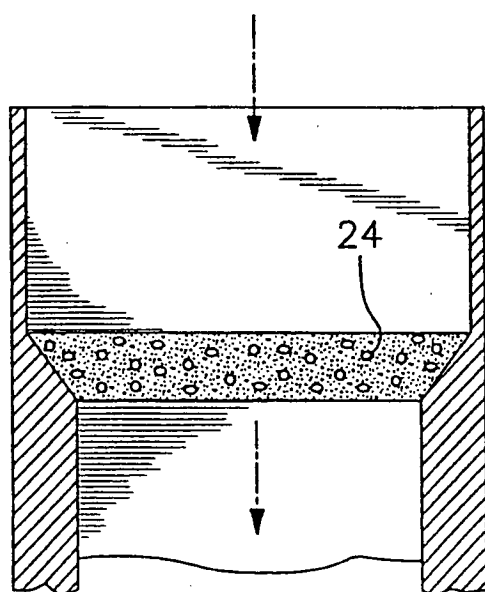


Fig. 9

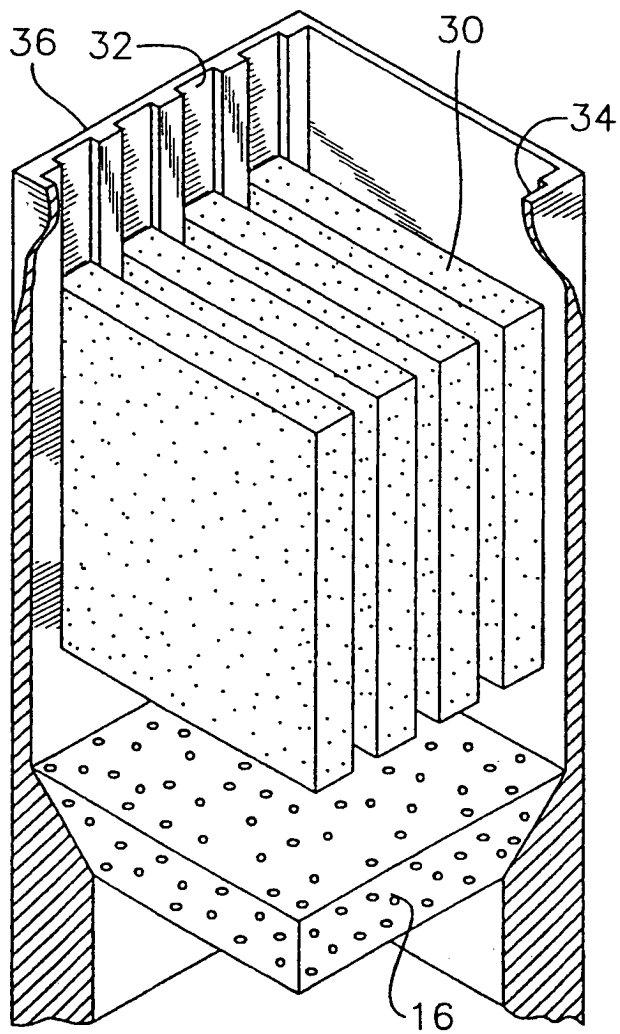


Fig. 10

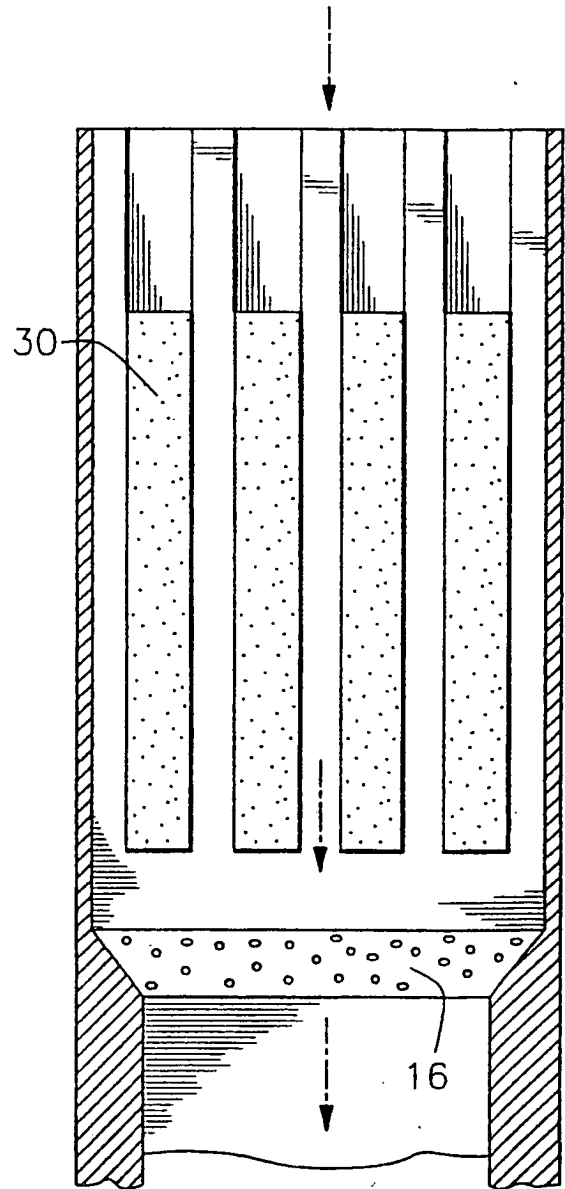


Fig. 11

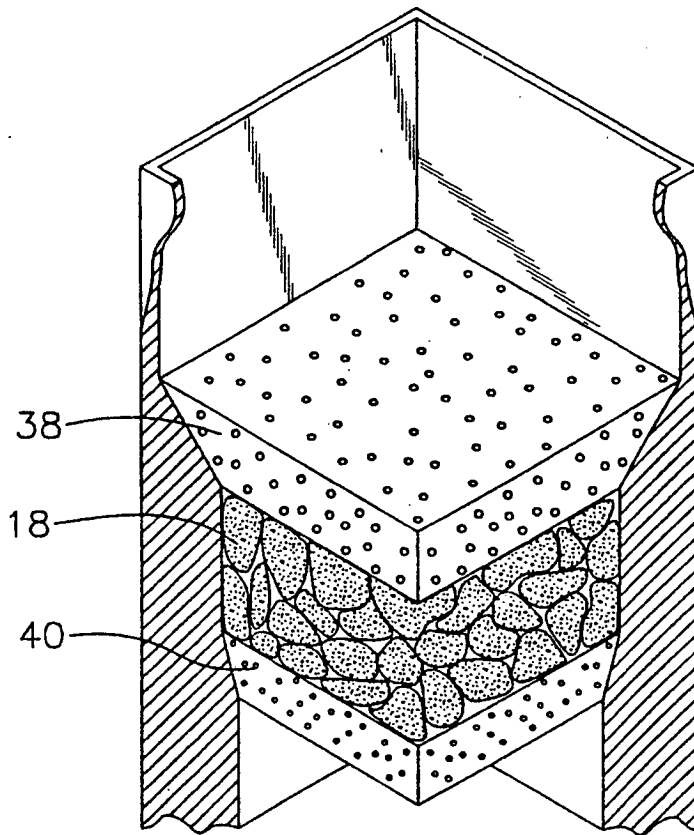


Fig. 12

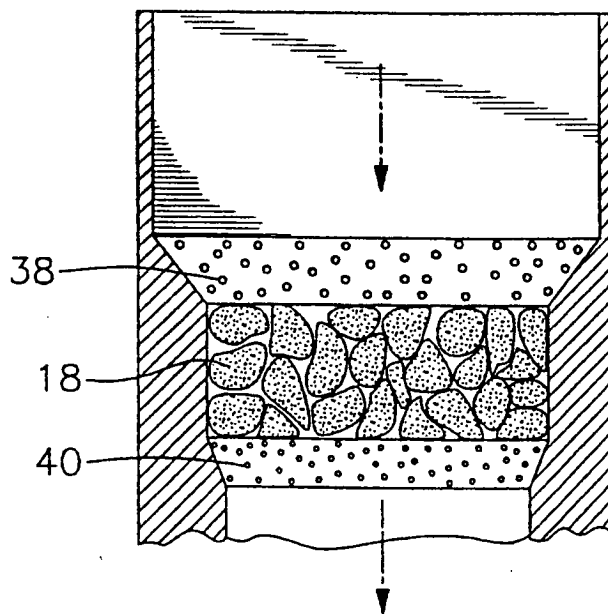


Fig. 13