

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1804/93

(51) Int.Cl.⁶ : **C01F 7/42**
C01F 7/30

(22) Anmeldetag: 6.12.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1995

(45) Ausgabetag: 25. 3.1996

(62) Ausscheidung aus Anmeldung Nr.: 2778/89

(30) Priorität:

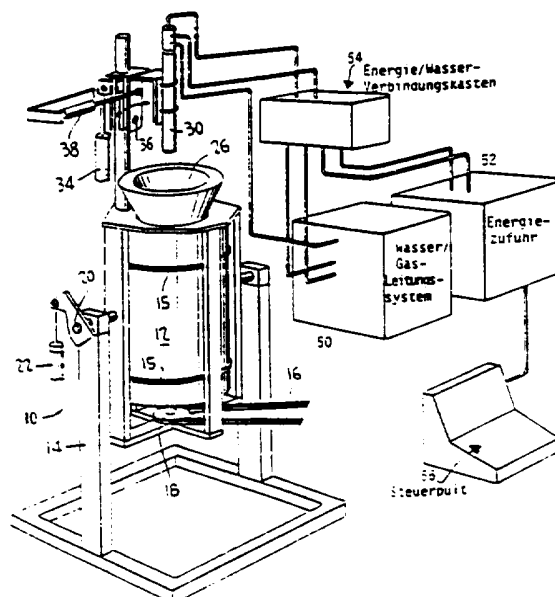
8.12.1988 US 281049 beansprucht.
18. 9.1989 US 408388 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

PLASMA PROCESSING CORPORATION
MILLWOOD (US).

(54) VERFAHREN ZUR UMWANDLUNG EINES FESTEN MATERIALS ENTHALTEND EIN GEMISCH VON NICHT-METALL-ALUMINIUMKOMPONENTEN ZU PRAKTISCH REINEN ALUMINIUMOXIDEN

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zur Umwandlung nicht-metallischer Aluminiumverbindungen zu praktisch reinen Aluminiumoxiden durch Erwärmen der Verbindungen mit einem Plasmabrenner (30), der mit einem oxidierenden Gas als Plasmabrenner-Lichtbogengas betrieben wird.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umwandlung eines festen Materials mit einem Gemisch aus Nicht-Metall-Aluminium-komponenten, umfassend Aluminiumnitride und/oder Aluminiumchloride, zu praktisch reinen Aluminiumoxiden, und sie ist gekennzeichnet durch Erwärmen des Komponentengemisches mit einem Plasmalichtbogenbrenner zur Zufuhr eines oxidierenden Gases als Lichtbogengas und anschließende

5 Rückgewinnung der praktisch reinen Aluminiumoxide.

Wenn ein Aluminiumstück in einem Ofen zum Zwecke des Gießens etc. erschmolzen wird, bildet sich auf der Oberfläche des erschmolzenen Aluminiums Schaum, der von Zeit zu Zeit durch Abstreichen entfernt werden muß. Der entfernte Abstrich enthält beträchtliche Mengen an freiem Aluminium sowie Aluminiumoxiden, wie Bauxit, und - je nach der Natur des zu behandelnden Aluminiums bzw. der zu

10 behandelnden Aluminiumlegierung - bestimmte andere Metalle und Metallsalze, wie Magnesium, Mangan und Lithium. Der Abstrich kann auch - möglicherweise in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren - einige Nitride und Chloride enthalten.

In der Industrie ist längst bekannt, daß aus wirtschaftlichen Gründen das freie Aluminium, Aluminiumoxid und sonstige metallische Nebenprodukte aus dem Abstrich in wiederverwertbarer Form rückgewonnen

15 werden müssen. Es ist jedoch auch bekannt, daß die Rückgewinnung dieser Materialien aus dem Abstrich Schwierigkeiten bereitet, was u.a. auf die Natur des Abstrichs und die Reaktionsfähigkeit des Aluminiums zurückzuführen ist. Bei einem typischen Rückgewinnungsverfahren wird der Abstrich normalerweise bei hohen Temperaturen in einem Ofen erschmolzen. Bei erhöhten Temperaturen ist jedoch der Abstrich, insbesondere das im Abstrich enthaltene freie Aluminium, leicht oxidationsanfällig und neigt darüber hinaus

20 üblicherweise zum Entzünden und Brennen in Anwesenheit von Luft. Das Brennen des Aluminiums kann die Menge an rückgewonnenem Aluminium beträchtlich vermindern.

Zur Lösung der beim Aufarbeiten von Abstrich auftretenden Probleme und zur Verbesserung der Effizienz bei der Aluminiumrückgewinnung ist es bekannt, den Abstrich in einem Induktionsofen in Gegenwart eines Salzflußmittels zu erwärmen, (vgl. beispielsweise US-PS 3 676 105). Die Mitverwendung

25 eines Salzflußmittels, das zu einer Agglomeration des freien Aluminiums beiträgt, ist wegen der hohen Kosten unerwünscht. Darüber hinaus muß das durch Wasser auslaugbare Salz seinerseits vom Aluminium getrennt werden, was zu Kosten- und Umweltproblemen führt.

Es wurde auch bereits vorgeschlagen, metallisches Aluminium in gasförmigem Zustand rückzugewinnen, indem man Aluminiumsalze bei Temperaturen von mindestens 2500 ° bis 5500 ° C spaltet. Gemäß der

30 US-PS 3 938 988 kann das Erwärmen auf diese wesentliche hohe Temperatur mittels Plasmaenergie aus einem Plasmalichtbogenbrenner erfolgen. Bei dem in der genannten Literaturstelle beschriebenen Verfahren bedient man sich eines flüssigen Kühlmittels zur "Blitzkühlung" eines Gemischs aus Aluminium und sonstiger gasförmiger Elemente zur Herbeiführung einer Trennung. Diese Maßnahme läßt sich bei der Aufarbeitung von Abstrich nicht durchführen; darüber hinaus wäre sie auch aus Kostengründen oder

35 ökologischen Gründen für eine Abstrichaufarbeitung nicht praktikabel.

Zur Reduktion der verschiedensten Metalloxide, einschließlich von Aluminiumoxiden, wurde auch bereits der Einsatz eines Plasmastrahlgenerators erwogen, vgl. US-PS 4 177 060. Bei dem in dieser US-PS beschriebenen Verfahren werden Kohle und Aluminiumoxid einem in einer Reaktionskammer befindlichen erschmolzenen Reaktorbett zugeführt. In diesem findet während einer Applikation von Plasmaenergie aus

40 einem Plasmabrenner eine carbothermale Reduktion statt. Die Verwendung von Kohle bei der Reduktion von Aluminiumoxid, d.h. eine chemische Reaktion, unterscheidet sich erheblich von der Aufarbeitung von Abstrich, bei der lediglich eine Materialtrennung angestrebt wird.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, der Industrie ein preisgünstiges und ökologisch sicheres Verfahren zur Gewinnung von Aluminiumoxiden, insbesondere aus metallischen Nebenprodukten aus einer

45 Aluminiumabstrichbehandlung an die Hand zu geben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Umwandlung eines festen Materials enthaltend ein Gemisch von Nicht-Metall-Aluminiumkomponenten, umfassend Aluminiumnitride und/oder Aluminiumchloride, zu praktisch reinen Aluminiumoxiden ist gekennzeichnet durch Erwärmen des Komponentengemisches mit einem Plasmalichtbogenbrenner unter Zufuhr eines oxidierenden Gases als Lichtbogengas und anschließende

50 Rückgewinnung der praktisch reinen Aluminiumoxide. Dabei ist es von Vorteil, wenn als Komponentengemisch der bei der Aluminiumabstrichbehandlung und Entfernung des freien Aluminiums aus diesem erhaltene Rückstand mit dem Plasmalichtbogenbrenner erwärmt wird. Die praktisch reinen Oxide können mit Vorteil weniger als etwa 1% an Nitriden und Chloriden enthalten; als oxidierendes Gas kann insbesondere Sauerstoff, ein Gemisch aus Luft und mehr als 50% Sauerstoff, ein Gemisch aus Kohlendioxid und

55 mehr als 40% Sauerstoff oder ein Gemisch aus Argon und mehr als 40% Sauerstoff verwendet werden.

Bei Einsatz von Plasmaenergie aus einem Plasmalichtbogenbrenner in einem Ofen, z.B. einem Drehofen, kommt es ohne Salzflußmittel zu einer Abtrennung und Agglomeration des freien Aluminiums aus dem Abstrichrückstand. Vermutlich führt die Kombination (Dreh-)Ofen/Plasmaströme - ohne die Notwendig-

keit eines Salzzusatzes - zu einer Agglomeration des freien Aluminiums während des Erwärmens. Der Plasmalichtbogenbrenner wird insbesondere gegen die Ofenwand und nicht direkt auf die Beschickung gerichtet, um den Abstrich indirekt über die Ofenwandung zu erwärmen. Dieses indirekte Erwärmen des Abstrichs beseitigt oder vermindert den Nitrierungseffekt bei Verwendung von Stickstoff als Lichtbogengas oder die Bildung von Oxiden bei Verwendung von Luft als Lichtbogengas. Der Drehofen kann einen Kippmechanismus enthalten, um einen Abstrich des freien erschmolzenen Aluminiums und eine Entfernung des festen Rückstands aus dem Ofen zu ermöglichen. Es hat sich auch gezeigt, daß sich bei Benutzung eines mit Plasmaenergie beheizten Drehofens entweder von Haus aus im Abstrich vorhandene oder während der Abstrichaufarbeitung gebildete Aluminiumoxide an der Ofenwandung ansammeln und damit den Ofen auskleiden. Das freie Aluminium, das bei niedrigeren Temperaturen als die Oxide erschmilzt, sammelt sich im Inneren der so gebildeten bzw. aufgebauten Auskleidung an und läßt sich damit aus dem Ofen leicht austragen. Das an der Ofenwand festgebackene Aluminiumoxid läßt sich von Zeit zu Zeit, beispielsweise nach jedem Durchlauf oder nach zwei oder drei Durchläufen, von der Ofenwandung entfernen.

Daß die Abstrichaufarbeitung ohne notwendigen Salzflußmittelzusatz während der Abstrichbehandlung durchgeführt werden kann, trägt zu einer Vermeidung von durch das Entstehen von Salzdämpfen bedingten ernsthaften Umweltproblemen bei und schließt die Notwendigkeit einer Beseitigung von durch Wasser auslaugbaren Salzen aus. Die Salze sind, da sie durch Wasser ausgelaugt werden können, auf Deponien unerwünscht, da sie mit Abwasser oder Regenwasser in den Boden eingeschleppt werden und darin drastische Verschmutzungsprobleme hervorrufen. Darüber hinaus bleibt der Abstrichrückstand, da er nicht mit einem Salzflußmittel verdünnt wird, fest und läßt sich leicht aus dem erschmolzenen freien Aluminium abtrennen.

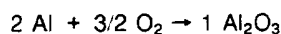
Dabei stellen sich die vorteilhaften Ergebnisse bei Verwendung der verschiedensten Lichtbogengase für den Plasmagenerator, z.B. Luft, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Argon, Methan und Mischungen dieser Gase, ein. Der Rückgewinnungsgrad an freiem Aluminium und brauchbaren Aluminiumnebenprodukten ist höher. Darüber hinaus gibt es keine mit der Salzbeseitigung verknüpften Probleme. Obwohl die verschiedensten Lichtbogengase zur Verfügung stehen, bedient man sich vorzugsweise der Luft als Lichtbogengas. Die Verwendung von Luft bietet im Vergleich zur Verwendung von Stickstoff folgende Vorteile:

1. Bei gleicher Stromzufuhr (kW/h) ist die Wärmeabgabe 40% höher, was eine kürzere Behandlungsdauer und merklich höhere Durchsätze (etwa den doppelten Durchsatz) zur Folge hat;
2. Die Nitridbildung ist verringert, da der heißeste Teil des Plasmas, der dem Brenner am nächsten ist, oxidiert und nicht nitriert;
3. Luft liefert ein Oxid, nämlich Al_2O_3 , das im Gegensatz zu einem bei Verwendung von Stickstoff gebildeten, instabilen und ein Umweltproblem darstellenden Nitrid stabil ist und keine Umweltprobleme schafft;
4. Die Verwendung von Luft ist wirtschaftlicher, da Luft billiger ist als Stickstoff oder Argon und zahlreiche andere verfügbare inerte Lichtbogengase.

Bei Zufuhr von 1 Megawatt elektrischer Energie und 100 SCFM (Standard-Kubikfuß/min, entsprechen ca. $100 \cdot 0,0283 \text{ m}^3/\text{min} = 2,83 \text{ m}^3/\text{min}$) Luftplasmagas lassen sich folgende Berechnungen durchführen:

$$\frac{100 \text{ SCFM Luft} \times 0,2 (\text{O}_2)}{379 \text{ SCF/n-Mole}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 3,166 \frac{\text{n-Mole}}{\text{h}}$$

$$3,166 \text{ n-Mole} \times \frac{32\text{n}}{\text{n-Mole}} = 101,34\text{n O}_2$$



3,166 n-Mole O_2 verbrauchen 4,221 n-Mole Al

$$4,221 \text{ n-Mole Al} = \frac{27n}{n\text{-Mole}} \times 4,221 \text{ n-Mole} = 113,97n \text{ Aluminium,}$$

das zu Al_2O_3 verbrennt.

Von einer 2,5 Tonnen-Charge Abstrich eines 50%igen Aluminiumgehalts, die in 1 h erschmolzen wird, werden lediglich 4,6% des Aluminiums oxidiert, wie folgende Gleichung zeigt:

$$\frac{113,97n \text{ Al oxidiert}}{2500n \text{ Al verfügbar}} = 4,6\% \text{ Al}$$

Die 4,6% an oxidiertem Aluminium werden als konstante Brennerenthalpie von

$$\frac{10 \text{ kW}}{\text{SFM}}$$

bei konstantem Aluminiumgehalt von 50% und einem konstanten Wärmewirkungsgrad, der zur Erschmelzung von 1134 kg Aluminium/h/Aufnahme von 1 Megawatt elektrischer Leistung führt, festgelegt. Aus unabhängigen Variablen "Enthalpie, Wärmewirkungsgrad und Aluminiumgehalt" läßt sich eine Reihe "prozentuale Oxidation" aufstellen.

Der Beweis für eine zusätzliche $\pm 40\%$ ige Wärmezufuhr ergibt sich aus den Wärembildungsdaten wie folgt:

$$2,110 \text{ n-Mole Al}_2\text{O}_3 \times \frac{399,09 \text{ kCal}}{\text{n-Mole}} \times \frac{1800 \text{ (n-Mole) (BTU)}}{\text{(n-Mole) (kCal)}} =$$

$$\frac{1 \ 515 \ 743 \text{ BTU/h}}{3413 \text{ BTU/h/kW/h}} = 444 \text{ kW/h}$$

(mit 1 kCal = 4,1868 kJ und 1 BTU = 1,055 kJ).

Luft führt folglich zu einer Gesamtwärmefreigabe von 1,444 Megawatt bei 1 Megawatt elektrischer Leistung, was einer um 40% erhöhten Wärmezufuhr entspricht.

Der Beleg für die Kostenwirksamkeit ergibt sich aus folgendem:

$$\text{Kosten für N}_2 = \$ \frac{30/\text{h} \times 100 \text{ SCFM} \times 60 \text{ min}}{1000} \times \frac{\$ 5}{1000}$$

$$\text{Kosten für Ar} = \$ \frac{150/\text{h} \times 100 \text{ SCFM} \times 60 \text{ min}}{1000} \times \frac{\$ 25}{1000}$$

Luftkosten = \$ 8/h bei Energiekosten von \$ 0,06/kW/h.

Bei Aufarbeiten von Aluminiumlegierungen mit stärker (als Al) aktiven Metallen, wie Magnesium, Lithium oder dergleichen, werden zunächst Magnesium und Lithium oxidiert, so daß diese Metalle zuerst "verbraucht" werden. Dies führt zu einem geringeren Aluminiumverlust und zu ähnlichen Wärmeabgabevorteilen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen sowie der Zeichnung noch weiter erläutert. Im einzelnen zeigen in der Zeichnung: Fig. 1 ein Schema eines Verfahrens zur Rückgewinnung von Aluminium aus Aluminiumabstrich; Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zur Durchführung dieses Verfahrens bevorzugten Drehofens, Plasmalichtbogenbrenners und Zufuhrsystems; Fig. 3 eine teilweise

geschnittene Seitenansicht des in Fig. 2 dargestellten Drehofens und Plasmabrenners; Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt des erfindungsgemäß benutzten Plasmalichtbogenbrenners; und Fig. 5 ein Vergleichstemperaturprofil bei Verwendung von Luft bzw. Stickstoff als Lichtbogengas.

Gemäß Fig. 1 wird bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens Abstrich 1 bei 2 gewogen und in einen Ofen 10 gefüllt. Nach dem Beschicken des Ofens 10 mit dem Abstrich 1 wird in dem Ofen 10 ein Plasmalichtbogenbrenner 30 (nachstehend kurz Plasmabrenner genannt) in Position gebracht, worauf der Abstrich 1 bis zum Schmelzustand erwärmt wird. Das erschmolzene freie Aluminium wird bei 3 rückgewonnen. Der aus dem Ofen 10 ausgetragene Staub, bei dem es sich um etwa 99%iges Aluminiumoxid handelt, wird einem Sacklager 4 zugeführt. Die Schlacke 5 bzw. der Rückstand, die bzw. der sich auf der Ofenwandung gebildet hat, wird von dieser abgekratzt und vorzugsweise zusammen mit zusätzlichem Abstrich in den Ofen 10 rückgeführt. Andererseits kann sie bzw. er, wie später noch näher beschrieben werden wird, zur Gewinnung wertvoller nicht-metallischer Produkte mit einem Plasmabrenner weiterbehandelt werden.

Der bevorzugte Ofen 10 besteht, wie Fig. 2 und 3 zeigen, aus einem Kippdrehofen. Der Ofen 10 enthält auf einem Rahmen 14 eine drehbare Trommel 12. Diese wird mit Hilfe eines nicht dargestellten Elektromotors über einen Riemen 16 und eine Scheibe 18 auf Schienen 15 bewegt. Wie die Fig. 2 und 3 auch zeigen, kippt die den Plasmabrenner 30 tragende Trommel 12 um einen vorzugsweise mittels eines Druckluftzylinders 22 betätigten Drehpunkt 20, um eine bequeme Rückgewinnung des erschmolzenen freien Aluminiums zu gestatten. Folglich müssen die Zufuhrleitungen zum Plasmabrenner 30 biegsam sein. Der Plasmabrenner 30 ist entfernbar im Deckel 26 des Ofens 10 gelagert. Der Plasmabrenner 30 wird am Rahmen 14 mittels eines Druckluftzylinders 34 vertikal in die (gewünschte) Position und aus dieser heraus bewegt. Wenn der Plasmabrenner 30 einmal im Ofen 10 positioniert ist, kann er durch Betätigen eines Druckluftzylinders 38 im Ofen 10 vor- und zurückgeschwungen werden, um die gesamte Ofenfläche um einen Drehpunkt 36 abzudecken. Der Plasmabrenner 30 ist unabhängig von der Trommel 12 positioniert, um eine Drehung der Trommel 12 zu gestatten. Diese unabhängige Positionierung des Plasmabrenners 30 entspricht auch Sicherheitsgesichtspunkten des Brennersystems. Wie dargestellt, ermöglicht das Brennersystem ein Herausnehmen des Plasmabrenners 30 aus dem Ofen 10, wenn - aus welchen Gründen auch immer (fehlende Energiezufuhr, Wasseraustritt und dergleichen) - die Flamme im Plasmabrenner 30 abgerissen ist. Entsprechend der Ausgestaltung des Ofens 10 öffnet sich an der Ofenkammer gleichzeitig mit der Herausnahme des Plasmabrenners 30 eine Tür. Das Öffnen der Tür verhindert einen Druckanstieg und jegliche Gefahr einer Explosion. Darüber hinaus bedient man sich eines dem Ofensystem entsprechenden Überwachungssteuersystems, das auf der Basis der verschiedensten Zufuhrparameter zum Ofensystem computergesteuert ist.

Erfindungsgemäß verwendbare Plasmabrenner sind solche mit Übertragung und ohne Übertragung. Solche Plasmabrenner sind im Handel erhältlich. Geeignete Plasmabrenner werden ferner in den US-PS 4 383 820 und 4 559 439 beschrieben. Ein vereinfachter Längsschnitt durch einen geeigneten Plasmabrenner mit Lichtbogenübertragung ist in Fig. 4 dargestellt. Wie dargestellt, umfaßt der mit Lichtbogenübertragung arbeitende Plasmabrenner eine Elektrode 40, einen Kollimator 42, einen Wirbelgenerator 44, eine Wasserzufuhreinrichtung 46 zum Kühlen des Brennermechanismus und eine Einrichtung 48 zur Wasserableitung. Eine Gaszufuhreinrichtung 43 speist den Wirbelgenerator 44 zwischen der Elektrode 40 und dem Kollimator 42. Bei dem Plasmageneratorsystem wirken die Ofenunterseite und der erwärmte Abstrich als Masse zur Aufnahme des übertragenen Lichtbogens aus der Elektrode 40, der bei 41 Strom zugeführt wird. Wie in Fig. 2 dargestellt, sind ein Wasser/Gas-Leitungssystem 50 und eine elektrische Leitung 52 für den Plasmabrenner 30 zu einem Energie/Wasser-Verbindungskasten 54 geführt und werden dann an den Plasmabrenner 30 angeschlossen. Das Lichtbogengas wird zwischen dem Wirbelgenerator und dem Kollimator ionisiert. Aus Fig. 2 ist weiters ein Steuerpult 56 ersichtlich.

Es hat sich gezeigt, daß auch bei Verwendung eines Plasmabrenners ohne Lichtbogenübertragung eine erhöhte Rückgewinnung an freiem Aluminium ohne Salzflußmittel erreichbar ist, wenn im Plasmabrenner die Kathode, die Frontelektrode und die Anode die rückwärtige Elektrode bilden. Plasmabrenner dieser Art sind ebenfalls im Handel erhältlich. Vermutlich beruht das verbesserte Ergebnis darauf, daß die Plasmaflamme dieses Brennertyps eine große Zahl an aktiven Ionen enthält. Wenn die Kathode die rückwärtige Elektrode bildet, vereinigen sich diese Ionen vor dem Verlassen des Plasmabrenners und Erreichen der Arbeitsfläche. Die Frontkathode liefert folglich eine aktivere Ionenart. Diese aktivere Art verstärkt die Fähigkeit zur Abtrennung von freiem Aluminium von den Abstrichrückständen ohne Mitverwendung eines Salzflußmittels. Der Ausdruck "nicht übertragener Lichtbogen" wird im traditionellen Sinn verwendet und bedeutet, daß beide Elektroden, d.h. die Anode und die Kathode, im Plasmabrenner selbst vorliegen. Im Gegensatz dazu bedeutet "Plasmabrenner mit übertragenem Lichtbogen", daß eine der Elektroden die Arbeitsfläche bildet oder auf dieser vorgesehen ist.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung näher veranschaulichen.

Beispiel 1

5 2268 kg Aluminiumlegierungsabstrich mit etwa 50% Aluminium werden in den Drehofen 10 gefüllt. Ein handelsüblicher Plasmabrenner 30 mit nicht-übertragenem Lichtbogen wird mittels eines Druckluftzylinders 38 in Position gesenkt und so ausgerichtet, daß er im wesentlichen das Zentrum des Bodens der Ofentrommel 12 kontaktiert. Danach werden dem Plasmabrenner 30 elektrische Energie, Kühlwasser und Luftlichtbogengas zugeführt. Unter Drehung der Ofentrommel 12 wird die Beschickung auf Schmelzezu-
 10 stand erwärmt. Danach wird das Erwärmen mit Hilfe des gegen die Ofenwandung gerichteten Plasmabrenners 30 1 h lang fortgesetzt. Nach dem Herausziehen des Plasmabrenners 30 wird die Aluminiumschmelze durch Kippen der Ofentrommel 12 ausgetragen. Die 2268 kg Beschickung liefern 1077 kg reines Aluminium. Die vom Boden der Trommel 12 abgekratzte Schlacke liefert 1243 kg Aluminiumoxid. Darüber hinaus werden 45,4 kg Aluminiumoxid aus dem Sacklager rückgewonnen. Die Zunahme des Gesamtgewichts ist
 15 auf den in den Oxiden vorhandenen Sauerstoff zurückzuführen.

In diesem Beispiel beträgt die Rückgewinnung an reinem legiertem Aluminium 47,5% der ursprünglichen Beschickung, der Rest besteht hauptsächlich aus verwertbarem Aluminiumoxid und stabilen gemischten Metalloxid-Nebenprodukten. Dies steht im Gegensatz zur üblichen Rückgewinnung von etwa 35% an freiem Aluminium in einem üblichen Drehofen unter Verwendung von Salz als Flußmittel. Es hat sich
 20 beispielsweise gezeigt, daß bei der Aufarbeitung eines Abstrichs mit 50% an freiem Aluminium die Rückgewinnung unter Verwendung eines Salzflußmittels etwa 35% Aluminium und einen Rest von 65% Aluminiumoxid und sonstigen Aluminiumnebenprodukten im Gemisch mit bis zu etwa 15% Aluminium liefert. Dieser relativ hohe Prozentsatz an freiem Aluminium muß entweder getrennt rückgewonnen oder in Aluminiumoxid umgewandelt werden, da der Gehalt an freiem Aluminium zu hoch ist, um die Verwendung
 25 des Nebenprodukts als Oxid zu gestatten. Wird dagegen das vorstehende Verfahren mit einem 50% Aluminium enthaltenden Abstrich durchgeführt, beträgt die Rückgewinnung an freiem Aluminium etwa 47 - 50%. Der Rest besteht aus Aluminiumoxid und stabilen gemischten Metalloxiden und weniger als etwa 3% an freiem Aluminium. Die Oxide können somit wirksam ohne weitere Aufarbeitung als Aluminiumoxidprodukt eingesetzt werden, da der niedrige Aluminiumgehalt nicht schadet.

30

Beispiel 2

Das Verfahren des Beispiels 1 wird wiederholt. In diesem Fall besteht jedoch das Lichtbogengas aus Stickstoff. Bei 2-stündiger Reaktionsdauer, d.h. bei der im Vergleich zur Verwendung von Luft als
 35 Lichtbogengas doppelter Behandlungsdauer, erreicht man folgende Rückgewinnungsergebnisse:

998 kg reines legiertes Aluminium, 1043 kg Schlacke und 23 kg Staub.

Die Vorteile der Verwendung von Luft als Lichtbogengas ergeben sich aus dem Vergleichstemperaturprofil gemäß Fig. 5. Wie Fig. 5 zeigt, erfordert der Erwärmungszyklus - ausgehend von einem kalten Ofen und bei Verwendung von Stickstoff als Lichtbogengas - 178 min. Die maximale Austrittstemperatur beträgt
 40 1200 °C. Wird dagegen - ebenfalls ausgehend von einem kalten Ofen - Luft als Lichtbogengas verwendet, wird die maximale Temperatur von etwa 850 °C in etwa 80 min erreicht. Dies entspricht ungefähr dem Temperaturprofil mit Stickstoff in einem heißen Ofen.

In den vorhergehenden Beispielen wurde der Vorteil der Verwendung von Luft als Lichtbogengas bei der Aluminiumrückgewinnung belegt. Obwohl jedoch Luft das bevorzugte oxidierende Lichtbogengas darstellt, kann man auch andere oxidierende Lichtbogengase, wie Sauerstoff, Gemische aus Sauerstoff und
 45 Luft oder Gemische aus Luft und Stickstoff, sowie Gase, wie Stickstoff, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Methan und Mischungen solcher Gase, verwenden und trotzdem die, gemessen an den mit Salzflußmitteln arbeitenden bekannten Verfahren, wesentlich vorteilhafteren Ergebnisse erzielt werden. Dies ist insbesondere möglich, da bei der Aufarbeitung von Aluminium- und Aluminiumlegierungsabstrichen in einem Drehofen unter Verwendung entweder eines Plasmabrenners oder fossiler Brennstoffe das restliche Feuerfestmaterial-artige Produkt, das sich an der Ofenwandung absetzt und aus gemischten Metalloxiden und/oder Aluminiumnitrid sowie untergeordneten Mengen Aluminiumchlorid, Magnesiumnitriden und eingeschlossenem Aluminium besteht, einer kontrollierten Plasmaoxidation unterworfen werden kann. Somit wird
 50 das restliche Feuerfestmaterial-artige Produkt in dem Plasma/Ofen-System, in dem der Plasmabrenner zur Einleitung von Sauerstoff, angereicherten Luft-Sauerstoffgemischen (mit mehr als 50% Sauerstoff), angereicherten CO₂-Sauerstoffgemischen (mit mehr als 40% Sauerstoff) oder Sauerstoff-Argon-Gemischen (mit mehr als 40% Sauerstoff) als Lichtbogengas benutzt wird, behandelt, um den Rückstand zu oxidieren und Nitrid-, Chlorid- und Metallgehalte von weniger als etwa 1% zu erreichen. Bei einigen Legierungen kann es

55

zweckmäßig sein, zur Unterstützung oder Beschleunigung des Verfahrens ein Flußmittel mitzuverwenden. Bei Flußmittelmengen von weniger als 5% der Beschickung können die gebildeten Nebenprodukte, bei denen es sich praktisch vollständig um Oxide handelt, anschließend auf bekannten Anwendungsgebieten als Feuerfestmaterialien und dergleichen eingesetzt werden.

5

Beispiel 3

Die in Beispiel 2 gewonnen 1243 kg Schlacke und 23 kg Staub, die 30% Aluminiumnitrid, 3% in dem Rest eingeschlossenes freies erschmolzenes Aluminium und zum Rest ein Gemisch aus Metalloxiden enthalten, werden mittels eines Plasmabrenners 30 in einem Drehofen auf eine Temperatur von 1460 °C erhitzt.

Der Plasmabrenner wird mit einem gesteuerten Strom von 150 SCFM (4,25 m³/min) Sauerstoff bei einer Plasmaleistung von 1 Megawatt betrieben. Nach 45 min Betriebsdauer wird der Ofen abgeschaltet und die Beschickung entfernt. Die Beschickung besteht praktisch aus reinen gemischten Metalloxiden (Al, Mg, Al-Mg-Oxide/Spinelle).

Folglich wurden hierbei die normalerweise bei einer Nitridbildung oder bei Anwesenheit von Chloriden und sonstigen Nebenprodukten auftretenden Nachteile vermieden.

Anstelle des beschriebenen Drehofens können selbstverständlich auch andere in geeigneter Weise modifizierte Öfen benutzt werden. Selbstverständlich können anstelle von Abstrich, Aluminium und Aluminiumnebenprodukten auch Aluminiumabfälle aufgearbeitet werden, und zwar insbesondere dann, wenn Luft als Lichtbogengas für den Plasmabrenner Luft verwendet wird.

Patentansprüche

- 25 1. Verfahren zur Umwandlung eines festen Materials enthaltend ein Gemisch von Nicht-Metall-Aluminiumkomponenten, umfassend Aluminiumnitride und/oder Aluminiumchloride, zu praktisch reinen Aluminiumoxiden, gekennzeichnet durch Erwärmen des Komponentengemisches mit einem Plasmalichtbogenbrenner unter Zufuhr eines oxidierenden Gases als Lichtbogengas und anschließende Rückgewinnung der praktisch reinen Aluminiumoxide.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Komponentengemisch der bei der Aluminiumabstrichbehandlung und Entfernung des freien Aluminiums aus diesem erhaltene Rückstand mit dem Plasmalichtbogenbrenner erwärmt wird.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die praktisch reinen Oxide weniger als etwa 1% an Nitriden und Chloriden enthalten.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß als oxidierendes Gas Sauerstoff verwendet wird.
- 40 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß als oxidierendes Gas ein Gemisch aus Luft und mehr als 50% Sauerstoff verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß als oxidierendes Gas ein Gemisch aus Kohlendioxid und mehr als 40% Sauerstoff verwendet wird.
- 45 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß als oxidierendes Gas ein Gemisch aus Argon und mehr als 40% Sauerstoff verwendet wird.

50

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

55

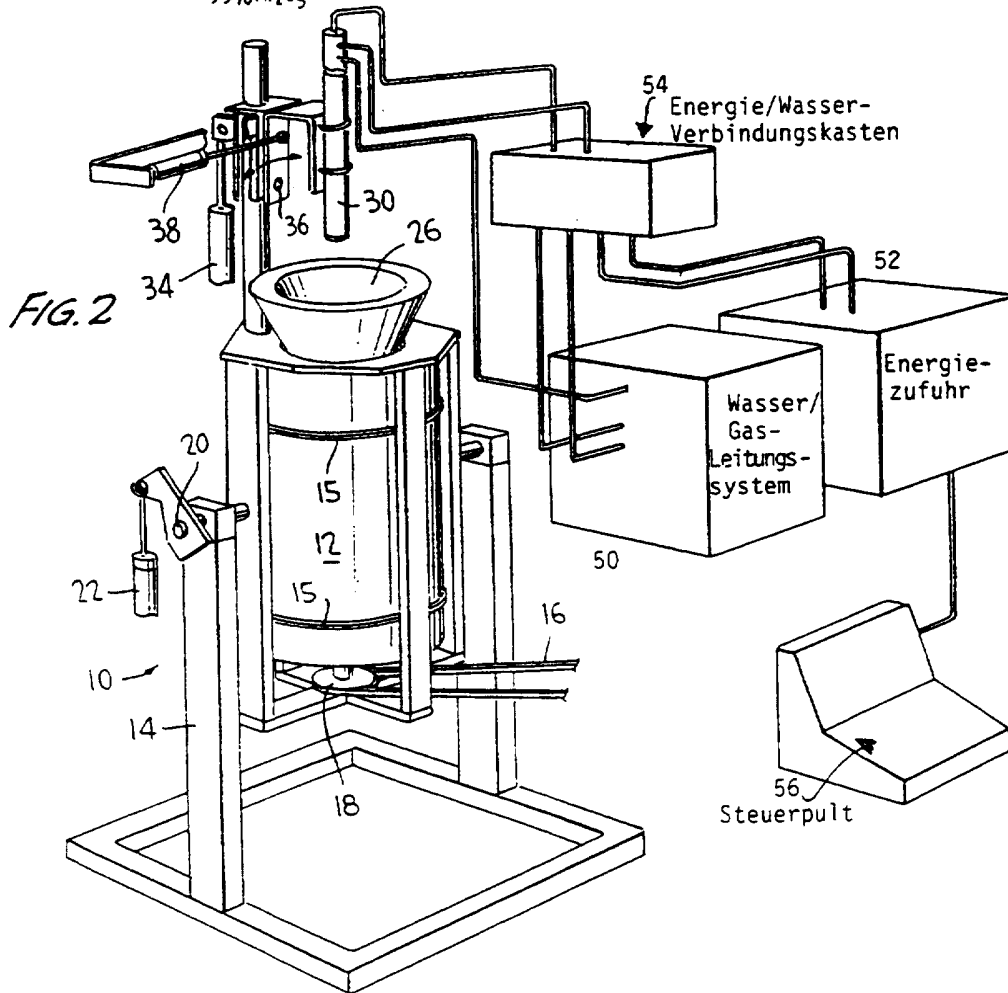
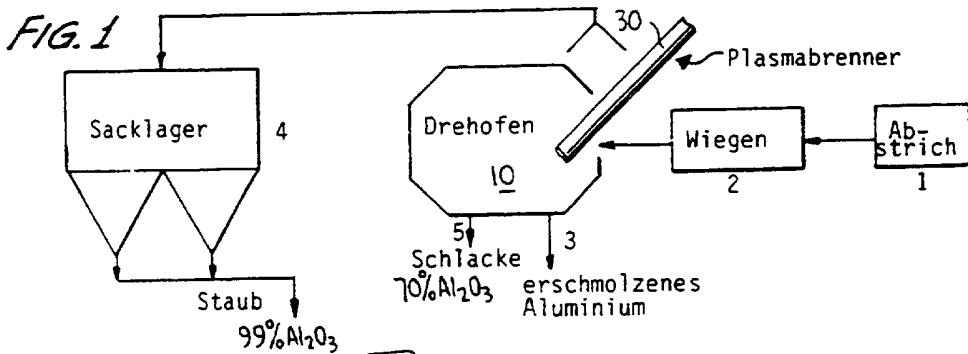


FIG. 3

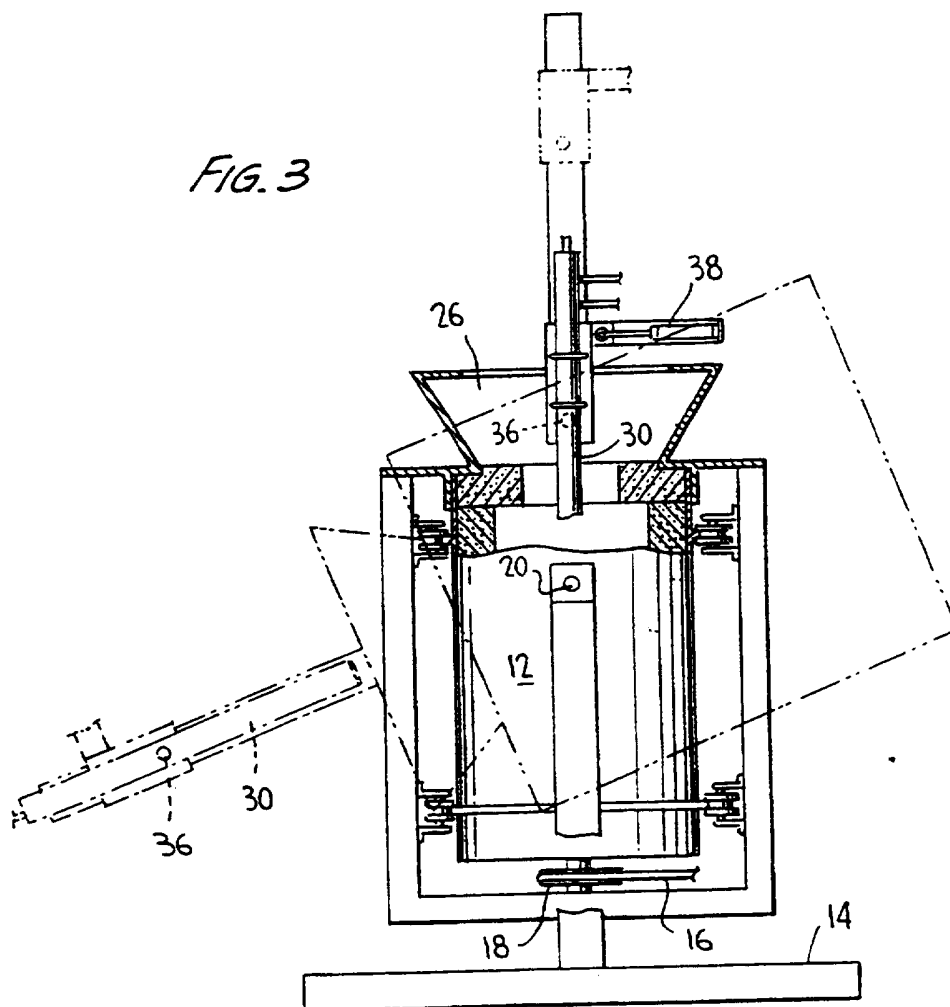


FIG. 4

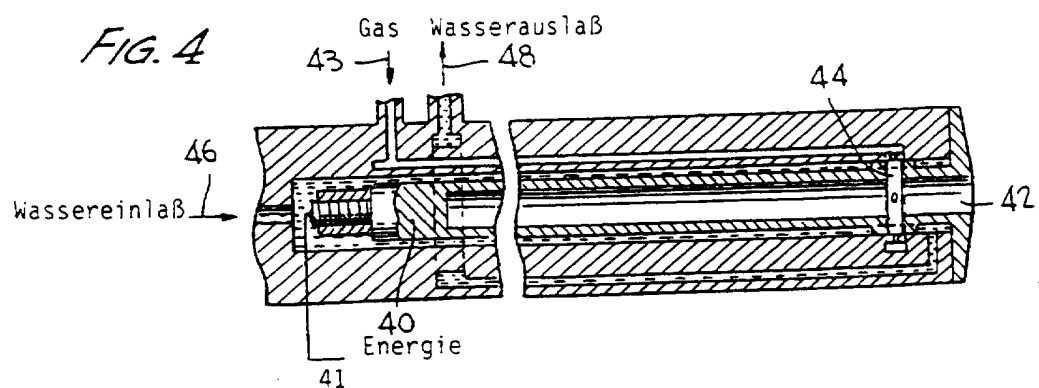


FIG. 5

Vergleichstemperaturprofil

