



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 683 189 A5

⑤ Int. Cl.⁵: C 25 C 7/02
C 25 C 7/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑲ Gesuchsnummer: 867/92

⑳ Anmeldungsdatum: 18.03.1992

⑳ Priorität(en): 22.03.1991 DE 4109464

㉔ Patent erteilt: 31.01.1994

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1994

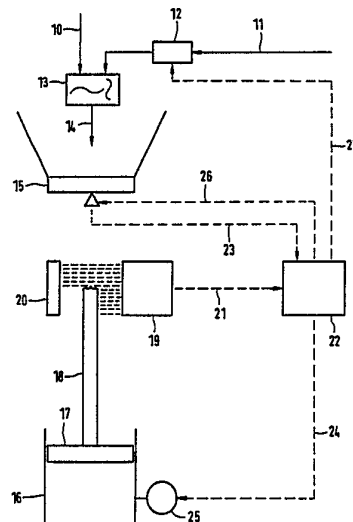
⑦③ Inhaber:
Klöckner-Humboldt-Deutz Aktiengesellschaft, Köln
80 (DE)

⑦② Erfinder:
Jäger, Gernot, Bergisch Gladbach (DE)
Fassbender, Kurt, Köln 90 (DE)

⑦④ Vertreter:
R. A. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑤④ **Verfahren und Einrichtung zur Ueberwachung und Steuerung der Dichte und Höhe von ungebraunten Anodenblöcken, insbesondere für die Aluminium-Schmelzflusselektrolyse.**

⑤⑦ Um bei der Abformung von Anodenblöcken durch Rüttelverdichtung körniger Rohmassen mit Bindemittel zu gewährleisten, dass die abgeformten Anodenblöcke hinsichtlich ihrer Dichte und Endhöhe innerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen liegen und die Produktion von fehlerhaften Ausschussanoden selbst bei sich ändernden Parametern vermieden wird, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, während der Abformung des Anodenblocks dessen Dichte ständig zu messen, bei Erreichen der gewünschten Dichte die Rüttelmaschine (16) abzuschalten und dann, wenn sich die zugehörige Anodenblockhöhe den vorgegebenen Toleranzgrenzen nähert, die notwendige Änderung des Abfüllgewichts und/oder Änderung der Bindemittelzudosierung für die nächstfolgenden abzufordernden Anodenblöcke zu errechnen und einen entsprechenden Regeleingriff auf das Abfüllgewicht (26) und/oder auf die Bindemittelzudosierung (27) vorzunehmen.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung und Steuerung der Dichte und Höhe von ungebrannten Anodenblöcken insbesondere für die Aluminium-Schmelzflusselektrolyse, wobei die Anodenblöcke aus körnigen Rohmassen mit Bindemittel in einer Rüttelmaschine unter Verdichtung abgeformt werden. Ausserdem betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Metallisches Aluminium wird aus Tonerde durch Schmelzflusselektrolyse in Elektrolysezellen gewonnen, in welche Anoden in Form von Kohlenstoffblöcken eingehängt werden, die in Anodenfabriken aus kalziniertem Petrolkoks und Pech als Bindemittel hergestellt werden. Aus den körnigen Rohmassen wird mit bestimmten Korngrößenfraktionen nach bestimmter Rezeptur zur Erzielung einer dichten Kornpackung ein Gemenge erzeugt, das auf etwa 130° bis 150°C vorgewärmt und mit Pech als Bindemittel, in der Regel Steinkohlenteerpech innig vermischt wird. Die Mischung wird dann in einer auf dem Tisch einer Rüttelmaschine befestigten Form unter Verdichtung zu einem Anodenblock abgeformt. Je besser das Bindemittel in die Porenräume der körnigen Rohmassen eindringen kann, um so höher ist die in der Rüttelmaschine und in der abschliessenden Brennstufe erreichbare Anodenblockdichte und um so besser und gleichmässiger ist dann der Stromdurchgang durch den Anodenblock in der Elektrolysezelle.

Die erzielte Dichte des Anodenblocks nach dem Rütteln ist wegen ihres Einflusses auf die gewünschten elektrischen Eigenschaften des Anodenblocks engen Toleranzgrenzen unterworfen. Ausserdem darf die Anodenblockhöhe nach dem Rütteln prozessbedingte Toleranzgrenzen weder überschreiten noch unterschreiten.

Bei bisherigen Überwachungsverfahren wird nach dem Ausstoss des jeweils verdichteten Anodenblocks aus der Rüttelmaschine die Endhöhe des fertig gerüttelten Anodenblocks gemessen und die Dichte berechnet. Bei einer Drehtisch-Rüttelmaschine sind aber zu diesem Zeitpunkt schon wenigstens zwei weitere nächstfolgende Anodenblöcke in Arbeit, die beim Auftreten von Störungen (bei einem vorangegangenen Anodenblock) nicht mehr in Dichte und Höhe beeinflusst werden können, d.h. ist der erste Anodenblock hinsichtlich Dichte und/oder Höhe fehlerhaft, ergibt sich dadurch unweigerlich mindestens ein weiterer fehlerhafter Ausschuss-Anodenblock.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei der Abformung von Anodenblöcken durch Verdichtung dafür zu sorgen, dass die abgeformten Anodenblöcke hinsichtlich ihrer Dichte und Endhöhe immer innerhalb der Toleranzgrenzen liegen und die Produktion von fehlerhaften Ausschussanoden selbst bei sich ändernden Parametern weitgehend vermieden werden kann.

Diese Aufgabe wird verfahrensmässig mit den Massnahmen des Kennzeichnungsteils des Anspruchs 1 und vorrichtungsmässig mit den Massnahmen des Kennzeichnungsteils des Anspruchs 3 gelöst.

Ziel der Erfindung ist es, die Höhe und Dichte des abzuformenden Anodenblocks noch während des Verdichtungs Vorganges in der Rüttelmaschine unter Einschaltung eines Mikroprozessors laufend zu ermitteln und den Prozess so zu steuern, dass die Anodenblockdichte dem Sollwert entspricht und die Anodenblockhöhe im Toleranzbereich liegt. Bei Erreichen des Sollwertes der Anodenblockdichte wird die Rüttelmaschine abgeschaltet. Liegt dann die zugehörige Anodenblockhöhe in der Nähe der Toleranzgrenzen und droht die Gefahr der Überschreitung der Toleranzgrenzen, wird die notwendige Änderung des Abfüllgewichts und/oder Änderung der Bindemittelzudosierung für die jeweils nächstfolgenden abzuformenden Anodenblöcke errechnet und ein entsprechender Regeleingriff auf das Abfüllgewicht und/oder auf die Bindemittelzudosierung vorgenommen. Es kann z.B. die Ist-Höhe des gerade abgeformten Anodenblocks bestimmt und damit das Abfüllgewicht der nächsten Anodenblöcke automatisch geregelt werden. Die nach dieser Methode hergestellten Anodenblöcke weisen eine nahezu gleichbleibende Dichte und Höhe auf. Die Gefahr der Produktion von Ausschussanoden wird minimiert. Unnötig lang andauerndes Rütteln in der Rüttelmaschine wird vermieden, da der Rüttelvorgang nach Erreichen der gewünschten Anodenblockdichte und der minimal erlaubten Höhe automatisch abgebrochen wird, wodurch spezifischer Verschleiss, Lärmentwicklung und Energiebedarf minimiert werden. Die Produktionsleistung wird optimiert, da sich die Taktzeiten bei einer Drehtisch-Rüttelmaschine im Durchschnitt verkürzen. Die minimale und maximale Rüttelzeit können vorgewählt werden.

Die Erfindung und deren weitere Merkmale und Vorteile werden anhand des in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Gemäss der Zeichnung werden kalziniertes Petrolkoks (10) mit einer Korngrösse von etwa 0 bis etwa 30 mm und mit einem Kohlenstoffgehalt von etwa 96% bis 99% sowie gegebenenfalls Reste verbrauchter (abgebrannter) Anodenblöcke, und Bindemittel (11), z.B. Steinkohlenteerpech, über eine Dosiereinrichtung (12) in einen beheizten Mischer (13) eingeführt und dort innig miteinander vermischt. Das den Mischer (13) verlassende etwa 160°C heisse rieselfähige Feststoff-Pech-Gemisch (14) (grüne Anodenmasse) gelangt dann in eine Behälterwaage (15), welche die für den zu formenden Anodenblock notwendige Einwaage abwägt, deren Menge in den Formkasten einer Rüttelmaschine (16) gefüllt wird. Im Formkasten der Rüttelmaschine (16) wird die grüne Anodenmasse (14) unter Zurhilfenahme eines Deckgewichts (17) zu einem grünen Anodenblock hoher Dichte und Homogenität verdichtet und abgeformt, der anschliessend in einem nicht dargestellten Brennofen gebrannt wird. Je gleichmässiger die Dichte und Höhe der in der Rüttelmaschine (16) insbesondere Drehtischrüttelmaschine nacheinander abzuformenden grünen Anodenblöcke sind, um so gleichmässiger ist dann das Stromdurchgangs- und Abbrandverhalten der fertigen Anodenblöcke, so dass der Dichte und Höhe der Anodenblöcke enge Toleranzgrenzen gesetzt werden.

Mit dem Deckgewicht (17) des Formkastens der Rüttelmaschine (16) ist eine nach oben ragende Deckgewichtsstange (18) verbunden. Zur kontinuierlichen Erfassung der Höhe des gerade abzuformenden Anodenblocks tastet ein geeigneter Sensor (19), z.B. ein mit einem Reflektor (20) zusammenarbeitender optoelektronischer Sensor berührungslos die Position der Deckgewichtsstange (18) der Rüttelmaschine (16) während des Verdichtungs Vorganges ab. Auf diese Weise wird während der Abformung des Anodenblocks dessen Höhe ständig gemessen; der vom Sensor (19) ermittelte Messwert wird über die Signalleitung (21) einem Mikroprozessor (22) zugeleitet, der aus dieser Messgrösse (21) zusammen mit der Messgrösse (23) des Abfüllgewichts der jeweiligen in den Formkasten der Rüttelmaschine (16) gefüllten Anodenmasse die jeweilige aktuelle Dichte des abzuformenden Anodenblocks errechnet. Durch die schnelle und kontinuierliche Verfolgung des Bewegungsablaufes der Deckgewichtsstange (18) und damit des Deckgewichts (17) liegen ständig Zwischenwerte und unmittelbar nach Beendigung des Rüttelvorganges der Rüttelmaschine (16) die exakten Endwerte der Anodenblockhöhe und Anodenblockdichte vor. Bei Erreichen der gewünschten Anodenblockdichte wird vom Mikroprozessor (22) über Signalleitung (24) ein Signal an den Schalter (25) geleitet, der die Rüttelmaschine (16) abschaltet. Nähert sich die zugehörige Anodenblockhöhe den vorgegebenen Toleranzgrenzen, werden die notwendige Änderung des Abfüllgewichts und/oder Änderung der Zudosierung des Bindemittels (11) für die nächstfolgenden abzuformenden Anodenblöcke vom Mikroprozessor (22) errechnet und über die Signalleitung (26) ein entsprechender Regeleingriff auf das Abfüllgewicht und/oder über die Signalleitung (27) ein entsprechender Regeleingriff auf die Dosiereinrichtung (12) der Bindemittelzuführung (11) vorgenommen.

Bei abnehmender Dichte des abzuformenden Anodenblocks und/oder bei länger werdender Rüttelzeit bis die gewünschte Anodenblockdichte erreicht ist, kann über den Regeleingriff (27) auf die Dosiereinrichtung (12) die Bindemittelzudosierung erhöht werden, und umgekehrt. Durch die ständige Überwachung der Änderungsgeschwindigkeit der Höhe der abzuformenden Anode schliesst der Mikroprozessor (22) auf die Konsistenz des Feststoff-Pech-Gemisches (14). Damit kann der Mikroprozessor (22) die Notwendigkeit unterscheiden, über die Signalleitung (26) auf das Abfüllgewicht und/oder über die Signalleitung (27) auf die Bindemittel-Dosiereinrichtung (12) einzuwirken.

Das Bindemittel (11) hat folgende Aufgaben:

- a) die Körner der Rohmassen miteinander zu verkleben;
- b) die in den Zwischenräumen der körnigen Rohmassen befindliche Luft zu verdrängen.

Aufgrund sich ändernder Rohstoffe ist die Dichte der gefertigten Anodenblöcke ständigen Schwankungen unterworfen. Stellt der Mikroprozessor (22) über einen längeren Produktionszeitraum (z.B. 5 bis 10 Anodenblöcke) einen Trend zu niedrigeren Dichten fest und nähert sich die durchschnittliche Rüttelzeit der maximal erlaubten Zeit (etwa 55 Sekunden), so kann über die Signalleitung (27) der Sollwert des Bindemitteldosiersystems geringfügig erhöht werden. Fallende Anodendichten sind im allgemeinen die Folge steigender Porositäten der Rohmasse. Um die gleiche Dichte zu erzielen, muss das zusätzliche Porenvolumen mit zusätzlichem Bindemittel gefüllt werden.

Wird ein Trend zu höheren Dichten festgestellt und nähert sich die durchschnittliche Rüttelzeit der minimal erlaubten Rüttelzeit (etwa 35 Sekunden), so kann der Sollwert des Bindemitteldosiersystems geringfügig reduziert werden. Zu hohe Dichten sind ebenfalls nicht erwünscht. Solche Anoden enthalten in der Regel zu viel Bindemittel, welches beim nachfolgenden Brennprozess zum Anbacken des sie dort umgebenden Packmaterials führt, die Stabilität der Anode während der Vorwärmphase erniedrigt und die Diffusion der beim Brennen in der Anode entstehenden Gase behindert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung und Steuerung der Dichte und Höhe von ungebrannten Anodenblöcken insbesondere für die Aluminium-Schmelzflusselektrolyse, wobei die Anodenblöcke aus körnigen Rohmassen (10) mit Bindemittel (11) in einer Rüttelmaschine (16) unter Verdichtung abgeformt werden, dadurch gekennzeichnet, dass während der Abformung des Anodenblocks dessen Höhe ständig gemessen wird, dass bei Erreichen der gewünschten Dichte die Rüttelmaschine (16) abgeschaltet wird und dass dann, wenn sich die zugehörige Anodenblockhöhe den vorgegebenen Toleranzgrenzen nähert, die notwendige Änderung des Abfüllgewichts und/oder Änderung der Bindemittelzudosierung für die nächstfolgenden abzuformenden Anodenblöcke errechnet und ein entsprechender Regeleingriff auf das Abfüllgewicht (26) und/oder auf die Bindemittelzudosierung (27) vorgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei abnehmender Dichte des abzuformenden Anodenblocks und/oder bei länger werdender Rüttelzeit, bis die gewünschte Anodenblockdichte erreicht ist, die Bindemittelzudosierung (27, 12) erhöht wird, und umgekehrt.

3. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Mikroprozessor (22), der mit einem Sensor (19) zur Messung der Anodenblockhöhe, mit einem Schalter (25) zur Abschaltung der Rüttelmaschine (16), mit einer Waage (15) zur Messung und Einstellung des Abfüllgewichts des jeweils abzuformenden Anodenblocks, und mit einem Dosierorgan (12) zur Regelung des der körnigen Rohmasse (10) zuzumischenden Bindemittels (11) in Wirkverbindung steht.

