



Ausschliessungspatent

Erteilt gemäÙ § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

202 362

int.Cl.³

3(51) H 05 B 7/06

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP H 05 B/ 2392 312
(31) P3116221.5

(22) 22.04.82
(32) 23.04.81

(44) 07.09.83
(33) DE

- (71) siehe (73)
(72) ZOELLNER, DIETER H., DR., DIPL.-CHEM.; LAUTERBACH-DAMMLER, INGE, DR. DIPL.-CHEM.; SCHIEBER, FRANZ, OBERING.; RITTMANN, FRIEDRICH, OBERING.; DE;
(73) ARC TECHNOLOGIES SYSTEMS, LTD, CAYMAN ISLANDS, KY
(74) IPB (INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN) 60737/17/39/36 1020 BERLIN WALLSTR. 23/24

(54) ELEKTRODE FUER LICHTBOGENOEFEN UND DEREN VERWENDUNG

(57) Es wird eine Elektrode für Lichtbogenöfen aus einem oberen Abschnitt (5) aus Metall und einem verzehrbaren unteren Abschnitt (6) aus Kohlenstoffmaterial, die eine im wesentlichen zylindrische Form aufweisen und durch einen Schraubnippel (1) oder dergleichen oder auch indirekt miteinander verbunden sind, beschrieben, wobei der obere Abschnitt eine Flüssigkeits-Kühleinrichtung aus einem Vorlaufkanal (2) und einem Rücklaufkanal (3) aufweist und der obere Abschnitt vorzugsweise in dessen unterem Bereich durch eine hochtemperaturfeste Beschichtung (4) geschützt sein kann, die dadurch gekennzeichnet ist, daß der untere Abschnitt aus feinkörnigem, hochfesten, hochgraphitischen Kohlenstoffmaterial mit einer Rohdichte von mindestens $1,70 \text{ g/cm}^3$ gebildet ist. Die Elektrode besitzt eine bevorzugte Verwendung zur Herstellung von Elektrostahl. Figur

239231 2

- 1 -

Elektrode für Lichtbogenöfen und deren Verwendung

ANWENDUNGSGEBIET:

Die Erfindung ist anwendbar an Elektroden für Lichtbo-
genöfen aus einem oberen Abschnitt aus Metall und einem
5 verzehrbaren unteren Abschnitt aus Kohlenstoffmaterial,
die eine im wesentlichen zylindrische Form aufweisen und
durch einen Schraubnippel oder dergleichen oder auch
direkt miteinander verbunden sind, wobei der obere Ab-
schnitt eine Flüssigkeits-Kühleinrichtung mit einem
10 Vorlaufkanal und einem Rücklaufkanal aufweist und der
obere Abschnitt vorzugsweise in dessen unterem Bereich
durch eine hochtemperaturfeste Beschichtung geschützt
sein kann, sowie zu deren Verwendung.

15 CHARAKTERISTIK DER BEKANNTEN TECHNISCHEN LÖSUNG:

Lichtbogenöfen zur Erzeugung von Elektro Stahl, Kupfer,

22 APR 1982*004710

- 5 Korund, Kobalt, Silizium, etc., werden bisher mit Graphitelektroden als stromzuführenden Elementen betrieben. Üblicherweise setzt sich ein Elektrodenstrang aus mehreren, miteinander durch Schraubverbindungen oder dergleichen verbundenen Graphiteinheiten zusammen. Häufig werden drei Elektrodenstränge als stromführende Elemente pro Ofen für diese elektrothermischen Hochtemperaturschmelzprozesse eingesetzt.
- 10 Es sind auch bereits Kombinationselektroden aus einem Metallschaft, an denen durch eine Schraubverbindung, wie Nippel, etc., eine Spitze aus Kohlenstoffmaterial angefügt ist, für den Lichtbogenofenbetrieb beschrieben worden.
- 15 So sind in der DE-OS 1 565 751 Elektroden für elektrische Lichtbogenöfen beschrieben worden, die aus einem oberen metallischen Kopfstück, einem unteren metallischen Kopfstück, aus beide miteinander verbindenden elektrischen Leitern, aus einer diese Leiter und das untere Kopfstück einschliessenden keramischen Masse und aus einem unteren Kopfstück auswechselbar befestigten Elektrodenspitze bestehen.
- 20
- 25 Eine flüssigkeitsgekühlte Elektrode ist auch aus der DE-OS 28 45 367 bekannt, die einen am Elektrodenstragarm befestigten zylindrischen Einspannteil, ein an dieser befestigtes, den Elektrodenstrom führendes metallisches Kühlsystem, das am freien Ende einen Gewindeteil zum
- 30 Aufschrauben der Elektrodenspitze trägt, und einen rohrförmigen Hitzeschirm, der das Kühlsystem in dem der

Ofenatmosphäre ausgesetzten Bereich mit Abstand und in fester räumlicher Zuordnung zu diesem enthält, aufweist.

5 Aus der europäischen Patentoffenlegungsschrift 12 573 geht eine Kombinationselektrode hervor, bei der der seitlich aussenliegende metallische Kontakt des Metallschaftes gegenüber dem innenliegenden metallischen
10 Kühlungssystem isolierend gelagert ist. Im unteren Teil des metallischen Kühlungsschaftes ist eine mit Haken gesicherte keramische Beschichtung vorgesehen, die sich bis etwa auf die Höhe der Schraubnippelverbindung erstreckt, mit der ein Kohlenstoffteil angefügt ist.

15 Derartige Kombinationselektroden sind im Prinzip bereits seit längerer Zeit bekannt, so z.B. aus der im Jahre 1912 ausgegebenen DE-PS 268 660.

Bei den heute üblichen Elektrodensträngen treten erhebliche
20 Verluste an Kohlenstoffmaterial, unter anderem durch Seitenoxidation auf. Bei den Vollstrangelektroden aus Kohlenstoffmaterial sind daher Versuche unternommen worden, durch Imprägnierung oder durch Aufbringung von Schutzschichten, wie keramischen und/oder metallischen Coatings,
25 diesem unerwünschten Effekt entgegenzuwirken. Diese Massnahmen haben einerseits aber nur begrenzte Wirkung, führen andererseits aber auch zu einer Verteuerung der Elektroden.

30 Bei den vorstehend angeführten Kombinationselektroden aus Metallschaft und angeschraubtem Kohlenstoffteil kann

sich, je nach Konstruktion und Länge des in den Ofen eingeführten Metallschaftes, eine Verminderung der Seitenoxidation ergeben. Aber auch diese Elektroden bedürfen einer weiteren Verbesserung im Hinblick auf eine Verminderung der Seiten- und Spitzenoxidationsverluste. Auch bedürfen Metallschaft und hiermit verbundenes Kohlenstoffmaterial zum Erhalt optimaler Betriebsbedingungen und eines wenig störungsanfälligen Betriebes unter Minimierung der Bruchverluste der Elektroden einer ständigen Verbesserung.

ZIEL DER ERFINDUNG:

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Elektrode für Lichtbogenöfen der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der Metallschaft und Kohlenstoffmaterial aufeinander derart abgestimmt sind, dass ein wenig störungsanfälliger Betrieb der Elektrode möglich ist. Insbesondere soll es möglich sein, den Verbrauch der Kohlenstoffmaterialien durch Seitenoxidation und hohe Bruchraten, insbesondere bei extremer Strombelastung der Elektroden zu senken. Gleichzeitig soll hierdurch eine Verminderung der Elektrodenausfallzeiten und eine Vereinfachung des Herstellungsverfahrens der Kohlenstoffteile, die den unteren Abschnitt der Elektrode ausbilden, erreicht werden.

WESEN DER ERFINDUNG:

Diese Aufgabe wird durch die Schaffung einer Elektrode der eingangs genannten Art gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der untere Abschnitt aus feinkörnigem,

hochfesten, hochgraphitischen Kohlenstoffmaterial mit einer Rohdichte von mindestens $1,70 \text{ g/cm}^3$ gebildet ist.

5 Der untere Abschnitt ist mit dem oberen Abschnitt aus Metall im allgemeinen durch einen Nippel verbunden, der aus Metall, wie Gusseisen oder Kupfer, vorzugsweise aber Graphit besteht. Anstelle des Nippels kann aber gegebenenfalls auch eine andere Befestigungsart mit dem oberen Abschnitt aus Metall gewählt werden. Dieser ist
10 mit einer Flüssigkeits-Kühleinrichtung versehen, die üblicherweise aus mindestens einem Vorlauf- und einem Rücklaufkanal gebildet ist. Die Kühleinrichtung erreicht mit ihrem Zulaufkanal vorzugsweise auch den oberen äusseren Bereich des Nippels, was besonders bevorzugt
15 ist. In alternativer Weise ist es aber auch möglich, den Nippel gegebenenfalls mit dem Kühlsystem selbst zu durchströmen.

20 Im Rahmen der Erfindung ist es günstig, wenn der obere Abschnitt sich über 40 bis 80 %, vorzugsweise 60 bis 80 %, der Gesamtlänge der Elektrode erstreckt.

25 Wenngleich die Vorteile der Erfindung bereits dann erreicht werden, wenn der untere Abschnitt aus feinkörnigem, hochfesten, hochgraphitischen Kohlenstoffmaterial mit einer Rohdichte von mindestens $1,70 \text{ g/cm}^3$ gebildet ist, werden besonders vorteilhafte Ergebnisse bei Rohdichten im Bereich von $1,75$ bis $1,92 \text{ g/cm}^3$ erreicht. Daher ist die Verwendung der zuletzt genannten Kohlenstoffmaterialien besonders günstig.
30

Das Kohlenstoffmaterial, das den unteren Abschnitt der

erfindungsgemässen Elektrode ausbildet, kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung einen spezifischen elektrischen Widerstand von weniger als $6 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ aufweisen.

5

Es ist auch günstig, wenn das Kohlenstoffmaterial eine Wärmeleitfähigkeit von mehr als 200 W/mK aufweist.

Schliesslich kann das den unteren Abschnitt bildende feinkörnige, hochfeste, hochgraphitische Kohlenstoffmaterial mit Vorteil derart gewählt werden, dass die Biegefestigkeit mehr als 15 N/mm^2 beträgt.

10

Somit ist eine Elektrode der eingangs genannten Art besonders vorteilhaft, bei der der untere Abschnitt aus feinkörnigem, hochgraphitischem Kohlenstoffmaterial eine Rohdichte von $1,75$ bis $1,92 \text{ g/cm}^3$, einen spezifischen elektrischen Widerstand von $\leq 6 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, eine Wärmeleitfähigkeit von $\geq 200 \text{ W/mK}$ und eine Biegefestigkeit von mehr als 15 N/mm^2 aufweist.

20

Bei der Herstellung des unteren Abschnittes wird mit besonderem Vorteil von Kohlenstoffmaterial ausgegangen, das eine maximale Korngrösse von 1 bis 3 mm aufweist. Das in dem unteren Abschnitt der erfindungsgemässen Elektrode zum Einsatz gelangende Kohlenstoffmaterial kann besonders günstig aus hochwertigem Premiumkoks unter Verwendung von Binde- und Imprägnierungsmitteln hergestellt werden. Bei der Verwendung der genannten oder gegebenenfalls auch anderer Ausgangsstoffe werden bei einer Graphitierungstemperatur über 2900°C besonders gute untere Abschnitte erhalten.

25

30

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Elektrode ist der Durchmesser des unteren Abschnittes geringer als der des oberen Abschnittes aus Metall und auch geringer als derjenige von Vollgraphit-
5 elektroden bei vorgegebener Belastung. Der Durchmesser des unteren Abschnittes liegt vorteilhaft im Bereich von 150 bis 500 mm.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung besitzt der
10 untere Abschnitt an der einen Stirnseite eine Gewindegewand und an der anderen Stirnseite einen Gewindezapfen. Es ist hierdurch möglich, den unteren Abschnitt direkt ohne zwischengeschalteten Nippel mit dem oberen
15 Abschnitt aus Metall zu verbinden und ausserdem das Reststück des vorher verwendeten unteren Abschnittes an die Unterseite des neuen unteren Abschnittes anzuschrauben.

Bei den Ausführungsformen der erfindungsgemässen Elektrode, bei denen auf die Zwischenschaltung eines Nippels
20 verzichtet worden ist, ergeben sich auch hierdurch Vorteile, zumal der Übergangsbereich vom unteren zum oberen Abschnitt aufgrund der dort gegebenen Temperaturdifferenz und unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten der jeweiligen Materialien bei den vorbekannten Kombinationselektroden besonders störungsanfällig ist.
25

Im übrigen kann es auch vorgesehen sein, dass der untere Abschnitt eine ähnlich zu Hohlelektroden durchgehende,
30 besser jedoch nicht durchgehende, zentrische Bohrung von 20 bis 50 mm Durchmesser aufweist. Auch kann mit Vorteil die Mantelfläche des unteren Abschnittes unbearbeitet sein.

Durch die Bereitstellung der erfindungsgemässen Elektrode werden eine Reihe von Vorteilen erzielt. Die Elektroden können bei vorgegebener Belastung eine geringere Dimensionierung als herkömmliche Elektroden aufweisen.

5 Im übrigen hat sich gezeigt, dass die Elektroden eine erhebliche Schockfestigkeit und eine grössere Beständigkeit gegen Seitenabbrand aufweisen. Durch die Ausbildung geringerer Dimensionierungen des Kohlenstoffteils lassen sich die Kohlenstoffelektrodenanteile einfacher pressen, glühen, imprägnieren und graphitieren,

10 als dies bei grösser dimensionierten Elektroden der Fall ist.

Die erfindungsgemässe Elektrode kann mit Vorteil zur Herstellung von Buntmetallen, wie Kupfer und Kobalt, aber auch zur Herstellung von Korund, von Silizium, etc., eingesetzt werden.

15

Ihre bevorzugte Verwendung findet die Elektrode jedoch zur Herstellung von Elektrostahl. Die erfindungsgemässe Elektrode eignet sich besonders für die Herstellung von Elektrostahl im sogenannten "High Power"- oder "Ultra High Power"-Bereich bei Stromstärken von 40 bis 80 KA, wobei dann Durchmesser des unteren Abschnittes im Bereich von ca. 400 bis 600 mm Anwendung finden. Eine speziell bevorzugte Strombelastung für die erfindungsgemässen Elektroden liegt im Bereich von 50 bis 75 KA bei den vorgenannten Durchmessern des Kohlenstoffteils.

20

25

Nachstehend wird eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Elektrode im Längsschnitt in der Figur gezeigt,

30

wobei die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist.

Bei der gezeigten Elektrode wird das Kühlmedium, im Regelfall Wasser, durch den Vorlaufkanal 2 ein- und durch den Rücklaufkanal 3 zurückgeführt. Dabei tritt das Kühlmedium auch in eine Kammer innerhalb des Schraubnippels 1, der z.B. aus Gusseisen gebildet ist, ein. Der obere Abschnitt 5 aus Metall besteht hier aus einem oberen Bereich grösseren Durchmessers und einem tieferliegenden Bereich geringeren Durchmessers, der bis in den Schraubnippel 1 eingezogen ist, der die Verbindung zu dem unteren Abschnitt 6 aus Kohlenstoffmaterial darstellt, das aus feinkörnigem, hochfesten, hochgraphitischem Kohlenstoffmaterial mit einer Rohdichte von mindestens $1,70 \text{ g/cm}^3$ gebildet ist. Die hochtemperaturfeste Beschichtung 4 ist aus einer Anzahl einzelner Formteile gebildet, die auf einem Lager 7 getragen sein können. An die hochtemperaturfeste Isolierung 4 schliesst sich hier eine elektrisch leitende Zwischenschicht 11 an, die nach innen durch den vorgezogenen, innenliegenden Metallschaft bzw. dessen Abschnitt geringeren Durchmessers 12 begrenzt ist.

Neben den Kühlbohrungen 15 können zusätzlich Bohrungen vorgesehen sein, durch die eingeführte Stifte über eine Feder für einen guten Sitz der hochtemperaturfesten Formteile sorgen. Über die Backen 18 kann der Elektrode Strom zugeführt werden.

Der Gegenstand der Erfindung ist jedoch nicht auf die in der Figur gezeigte Konstruktion beschränkt. So sind

z.B. im Rahmen der Erfindung Konstruktionen besonders vorteilhaft, die Abweichungen zu dem in der Figur gezeigten Elektrodentyp aufweisen. Bei solchen Elektroden, die im Rahmen der Erfindung bevorzugt sind, weist der Metallschaft einen im wesentlichen konstanten Durchmesser auf. Auf diesen können Ringe aus hochtemperaturfestem Material - mit Vorzug solche aus Graphit - aufgeschraubt werden. Das Kühlungssystem kann hierbei mit Vorzug derart ausgebildet sein, dass der Nippel in seinem oberen äusseren Bereich durch das Kühlmedium umströmt wird, dieses aber in den Nippel selbst nicht eintritt. Eine elektrisch leitende Zwischenschicht ist bei solchen Konstruktionen nicht immer vorgesehen. Solche und andersartige Ausführungsformen der erfindungsgemässen Elektrode sind im Rahmen der Erfindung mit eingeschlossen, soweit das Kohlenstoffmaterial des verzehrbaren unteren Abschnittes aus feinkörnigem, hochfesten, hochgraphitischen Kohlenstoffmaterial mit einer Rohdichte von mindestens $1,7 \text{ g/cm}^3$ gebildet ist.

Der Einsatz der erfindungsgemässen Elektrode wird im nachstehenden Beispiel veranschaulicht:

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL:

Es wurde eine Elektrode verwendet, deren oberer Abschnitt aus Kupfer bestand, das über ein System aus Vor- und Rücklaufkanal mit Wasser gekühlt wurde. Der Kupferschaft, der innerhalb der Ofenatmosphäre befindlich war, war

durch eine hochoberflächentempere Beschichtung geschützt.
An dem Metallschaft war der untere Abschnitt über einen
Graphitnippel angeschraubt. Der untere Abschnitt be-
sass gegenüber dem oberen Abschnitt einen geringeren
5 Durchmesser, der bei etwa 350 mm lag. Der spezifische
elektrische Widerstand lag bei $5,1 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Die Elektrode
wies eine zentrische Bohrung von 30 mm Durchmesser auf.

10 Drei Elektroden wurden in einen Ofen mit 50 t Fassungs-
vermögen eingeführt, in dem als Einsatzgut stückiger
Schrott befindlich war. Der Ofen wurde mit drei Phasen
mit einem maximalen Phasenstrom von 50 KA bei einer
Spannung von 490 V betrieben.

15 Die erfindungsgemäße Elektrode konnte im Dauerbetrieb
eingesetzt werden, wobei sich ein Graphitverbrauch von
3,1 kg/t flüssiger Stahl ergab.

20

25

30

ERFINDUNGSANSPRUCH

1. Elektrode für Lichtbogenöfen aus einem oberen Abschnitt aus Metall und einem verzehrbaren unteren Abschnitt aus Kohlenstoffmaterial, die eine im wesentlichen zylindrische Form aufweisen und durch einen Schraubnippel oder dergleichen oder auch direkt miteinander verbunden sind, wobei der obere Abschnitt eine Flüssigkeits-Kühleinrichtung mit einem Vorlaufkanal und einem Rücklaufkanal aufweist und der obere Abschnitt vorzugsweise in dessen unterem Bereich durch eine hochtemperaturfeste Beschichtung geschützt sein kann, g e k e n n - z e i c h n e t dadurch, dass der untere Abschnitt aus feinkörnigem, hochfesten, hochgraphitischen Kohlenstoffmaterial mit einer Rohdichte von mindestens $1,70 \text{ g/cm}^3$ gebildet ist.
2. Elektrode nach Punkt 1, g e k e n n z e i c h n e t dadurch, dass die Rohdichte im Bereich von $1,75$ bis $1,92 \text{ g/cm}^3$ liegt.
3. Elektrode nach Punkt 1 oder 2, g e k e n n - z e i c h n e t dadurch, dass der spezifische elektrische Widerstand weniger als $6 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ beträgt.
4. Elektrode nach Punkt 1 bis 3, g e k e n n - z e i c h n e t dadurch, dass die Wärmeleitfähigkeit grösser als 200 W/mK ist.

5. Elektrode nach Punkt 1 bis 4, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass die Biegefestigkeit
mehr als 15 N/mm^2 beträgt.
- 5 6. Elektrode nach Punkt 1 bis 5, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass die Rohdichte $1,75$
bis $1,92 \text{ g/cm}^3$, der spezifische elektrische Wider-
stand $\leq 6 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, die Wärmeleitfähigkeit $\geq 200 \text{ W/mK}$
und die Biegefestigkeit mehr als 15 N/mm^2 beträgt.
- 10 7. Elektrode nach Punkt 1 bis 6, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass der untere Abschnitt
aus Kohlenstoffmaterial eine maximale Korngrösse
im Bereich von 1 bis 3 mm aufweist.
- 15 8. Elektrode nach Punkt 1 bis 7, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass das Kohlenstoffma-
terial aus hochwertigem Premiumkoks unter Verwen-
dung von Binde- und Imprägnierungsmittel hergestellt
worden ist.
- 20 9. Elektrode nach Punkt 1 bis 8, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass die Graphitierung
bei einer über 2900°C liegenden Temperatur durch-
geführt worden ist.
- 25 10. Elektrode nach Punkt 1 bis 9, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass der Durchmesser des
unteren Abschnittes geringer als der des oberen
Abschnittes aus Metall und auch geringer als der
von Vollgraphitelektroden bei vorgegebener Belastung
ist.
- 30

239231 2-14-

11. Elektrode nach Punkt 1 bis 10, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass der Durchmesser im
Bereich von 150 bis 500 mm liegt.
- 5 12. Elektrode nach Punkt 1 bis 11, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass der untere Abschnitt
an der einen Stirnseite eine Gewindeschachtel und
an der anderen Stirnseite einen Gewindezapfen auf-
weist.
- 10 13. Elektrode nach Punkt 1 bis 12, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass der untere Abschnitt
eine durchgehende zentrische Bohrung von 20 bis 50 mm
Durchmesser aufweist.
- 15 14. Elektrode nach Punkt 1 bis 13, g e k e n n -
z e i c h n e t dadurch, dass die Mantelfläche des
unteren Abschnittes unbearbeitet ist.
- 20 15. Verwendung der Elektroden nach Punkt 1 bis 14,
zur Herstellung von Elektrostahl.
- 25 16. Verwendung nach Punkt 15 im HP- oder UHP-Bereich
bei Stromstärken von 40 bis 80 KA und Durchmessern
des unteren Abschnittes von 400 bis 600 mm.

Hierzu 1 Seiten Zeichnungen

239231 2

