



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 650 025 A5

⑤① Int. Cl. 4: C 21 C 5/52

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 3909/82

⑫② Anmeldungsdatum: 25.06.1982

⑫③ Priorität(en): 17.07.1981 AT 3171/81

⑫④ Patent erteilt: 28.06.1985

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.06.1985

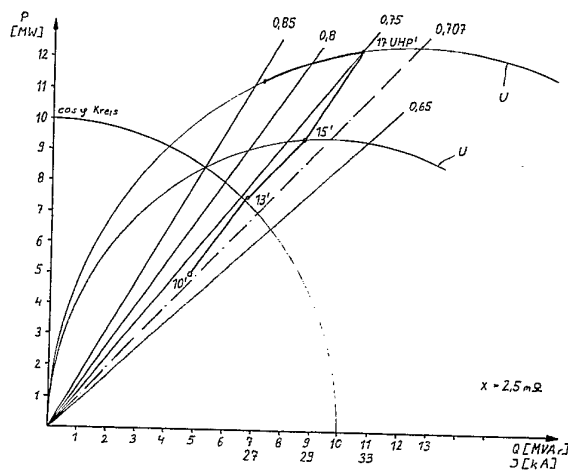
⑫⑦ Inhaber:
Stahl- und Walzwerk Marienhütte Gesellschaft
mbH, Graz (AT)

⑫⑦② Erfinder:
Hornich, Herfried, Graz (AT)

⑫⑦④ Vertreter:
Patentanwälte, Schaad, Balass, Sandmeier, Alder,
Zürich

⑫④ **Verfahren zum Schmelzen von Metallen, insbesondere von Schrott, sowie Lichtbogenofen zur Durchführung des Verfahrens.**

⑫⑦ Verfahren zum Schmelzen von Metall mittels eines zwischen einer Elektrode und dem zu schmelzenden Metall brennenden Wechselstrom-Lichtbogens, wobei zur Vermeidung eines meist örtlich begrenzten jedoch starken Verschleisses der Auskleidung der das Metall aufnehmenden Wanne bis Beginn des Schmelzvorganges (17 UHP') ein Leistungsfaktor $\cos \gamma$ von 0,93 bis 0,79 und später ein solcher von 0,78 bis 0,62 eingehalten wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Schmelzen von Metall, insbesondere Schrott, durch Einwirkung eines zwischen mindestens einer Elektrode und dem zu schmelzenden Metall brennenden Lichtbogens wobei an die Elektrode und das zu schmelzende Metall eine Wechselspannung angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass vom erfolgten Zünden des Lichtbogens an bis zur Erreichung eines vorgegebenen Wertes der Abschmelzung des zu schmelzenden Metalles ein Leistungsfaktor von 0,93 bis 0,79, und anschliessend bis zur vollständigen Erschmelzung des Metalls ein solcher von 0,78 bis 0,62, eingehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vom erfolgten Zünden des Lichtbogens an bis zur Erreichung eines vorgegebenen Wertes der Abschmelzung des zu schmelzenden Metalles ein Leistungsfaktor von 0,87 bis 0,83 und anschliessend bis zur vollständigen Erschmelzung des Metalls ein solcher von 0,76 bis 0,72 eingehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang vom höheren auf den niedrigeren Leistungsfaktor sprunghaft erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass gleichzeitig mit der Änderung des Leistungsfaktors die Lichtbogenlänge bzw. der Lichtbogenwiderstand reduziert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtbogenspannung vom Beginn des Schmelzvorganges an bis über die Änderung des Leistungsfaktors hinaus konstant gehalten wird.

6. Lichtbogenofen zur Durchführung des Verfahrens gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einer feuerfest ausgekleideten Wanne und einem auf diese aufgesetzten ringförmigen und von einem Kühlmedium durchströmten Metallkasten, auf dem ein von Elektroden durchsetzter Deckel aufsetzbar ist und bei dem eine Regeleinrichtung zur Regelung des Lichtbogenstromes bzw. Lichtbogenwiderstandes und des Leistungsfaktors sowie ein Spannungssteller vorgesehen ist, welche Regeleinrichtung auch eine Stelleinrichtung zum Einstellen des Abstandes der Elektroden vom eingesetzten Material bzw. Schmelzbad umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lagefühler (26) zur Ermittlung der Lage der Elektroden (24) und eine, auf ein einer bestimmten, etwa der Höhe der Unterkante des Metallkastens (22) entsprechenden, mittleren Lage der Elektroden (24) entsprechendes Signal des Lagefühlers (26) ansprechende Schalteinrichtung vorgesehen ist, welche die der Regeleinrichtung (22) aufgegebenen Soll-Werte von Lichtbogenwiderstand und Leistungsfaktor $\cos \varphi$ auf vorgegebene höhere bzw. niedrigere Werte umschaltet.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Schmelzen von Metallen, insbesondere Schrott, durch Einwirkung eines zwischen mindestens einer Elektrode und dem zu schmelzenden Metall brennenden Lichtbogens, wobei an die Elektrode und das zu schmelzende Metall eine Wechselspannung angelegt wird.

Bisher wurde bei einem derartigen Verfahren im Normalfall vom Beginn bis zum Ende des Schmelzvorganges ein konstanter Leistungsfaktor meist in der Grösse von etwa 0,8 bis 0,82 eingehalten.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass es bei einer derartigen Verfahrensführung bei Lichtbogenöfen mit einer feuerfest ausgekleideten Wanne und einem auf diese aufgesetzten ringförmigen und von einem Kühlmedium durchströmten Metallkasten, der meist als «Wasserkasten» bezeichnet wird, häufig zu einem raschen, örtlichen meist begrenzten Verschleiss der

Wannenauskleidung im Bereich nahe der Unterkante des Wasserkastens kommt. Dadurch kommt es häufig zu Produktionsunterbrechungen, um eine Reparatur der Auskleidung zu ermöglichen. Meist ist eine solche Reparatur nach etwa 200–250 Chargen notwendig.

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, welches eine weitgehende Schonung der hochbeanspruchten Auskleidung ermöglicht. Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass vom erfolgten Zünden des Lichtbogens an bis zur Erreichung eines vorgegebenen Wertes der Abschmelzung des zu schmelzenden Metalles ein Leistungsfaktor von 0,93 bis 0,79, und anschliessend bis zur vollständigen Erschmelzung des Metalles ein solcher von 0,78 bis 0,62 eingehalten wird.

Besonders günstig ist es dabei, wenn vom erfolgten Zünden des Lichtbogens an bis zur Erreichung eines vorgegebenen Wertes der Abschmelzung des zu schmelzenden Metalles ein Leistungsfaktor von 0,87 bis 0,83 und anschliessend bis zur vollständigen Erschmelzung des Metalles ein solcher von 0,76 bis 0,72 eingehalten wird.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass sich durch die Einhaltung dieser Verfahrensschritte, wobei die Umschaltung des Leistungsfaktors zweckmässigerweise erfolgt, sobald die Elektrodenspitzen etwa die Höhe der Unterkante des Wasserkastens erreicht haben, der Verschleiss der Wannenauskleidung drastisch vermindert. So haben Versuche gezeigt, dass statt der beim herkömmlichen Verfahren zwischen zwei Reparaturen möglichen 200 bis 250 Chargen nach dem erfindungsgemässen Verfahren 600 und mehr Chargen gefahren werden können.

Ausserdem wurde auch festgestellt, dass sich der Strombedarf für eine Charge bei dem erfindungsgemässen Verfahren verglichen mit dem bisher üblichen Verfahren um ca. 5 bis 10% vermindert.

Es ist zweckmässig, wenn der Übergang vom höheren auf den niedrigeren Leistungsfaktor sprunghaft erfolgt, wodurch sich die Verfahrensführung wesentlich vereinfacht.

Eine bevorzugte Variante des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass gleichzeitig mit der Änderung des Leistungsfaktors die Lichtbogenlänge bzw. der Lichtbogenwiderstand reduziert wird, wobei die Lichtbogenspannung vorzugsweise vom Beginn des Schmelzvorganges an bis über die Änderung des Leistungsfaktors hinaus konstant gehalten wird. Dadurch ist es unter Umständen auch möglich, die im Elektrodenkreis eingeschaltete Induktivität weitgehend konstant zu halten und die Änderung des Leistungsfaktors im wesentlichen durch die Änderung der Lichtbogenlänge bzw. des Lichtbogenwiderstandes zu erzielen. Wird dabei die Lichtbogenspannung konstant gehalten, so ergibt sich überdies der Vorteil, dass die Elektroden nur während einer relativ kleinen Zeitspanne pro Charge, und zwar nach der Verminderung des Leistungsfaktors und des Lichtbogenwiderstandes mit dem maximalen Strom beaufschlagt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Änderung erst zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem der grösste Teil des zu erschmelzenden Metalles bereits geschmolzen ist.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen Lichtbogenofen zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens vorzuschlagen. Es wird daher bei einem Lichtbogenofen mit einer feuerfest ausgekleideten Wanne und einem auf diese aufgesetzten ringförmigen und von einem Kühlmedium durchströmten Metallkasten, auf dem ein von Elektroden durchsetzter Deckel aufsetzbar ist und bei dem eine Regeleinrichtung zur Regelung des Lichtbogenstromes bzw. Lichtbogenwiderstandes und des Leistungsfaktors sowie ein Spannungssteller vorgesehen ist, welche Regeleinrichtung auch eine Stelleinrichtung zum Einstellen des Abstandes der Elektroden vom eingesetzten Material bzw. Schmelzbad umfasst,

vorgeschlagen, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Lagefühler zur Ermittlung der Lage der Elektroden und eine, auf ein einer bestimmten, etwa der Höhe der Unterkante des Metallkastens entsprechenden, mittleren Lage der Elektroden entsprechendes Signal des Lagefühlers ansprechende, Schalteinrichtung vorgesehen ist, welche die der Regeleinrichtung aufgegebenen Soll-Werte von Lichtbogenwiderstand und Leistungsfaktor $\cos \varphi$ auf vorgegebene höhere bzw. niedrigere Werte umschaltet. Durch diese Massnahmen ergibt sich ein sehr einfacher und zweckmässiger Aufbau, der eine weitgehende Schonung der Auskleidung der Wanne gewährleistet. Ausserdem wird damit, da während des überwiegenden Teils des Schmelzvorgangs mit hohem Leistungsfaktor gefahren wird, eine verminderte Belastung des Netzes bzw. der Übertragungsleitungen und der Elektroden erreicht.

Die Erfindung wird nun beispielsweise an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 ein Diagramm der Verfahrensführung beim Schmelzen von Metall mittels Lichtbogeneinwirkung nach dem Stand der Technik;

Figur 2 ein ähnliches Diagramm der Verfahrensführung gemäss der Erfindung und

Figur 3 schematisch eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Gemäss dem bisherigen Verfahren wird der Schmelzvorgang mit einer gewählten Einstellung von Strom bzw. Elektrodenabstand und Spannung U ab der beendeten Zündung des Lichtbogens bis zum vollständigen Erschmelzen der Charge gefahren. Diese Einstellung entspricht z.B. dem Punkt 17 UHP in Figur 1. Dabei wird meist ein Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 0,82$ eingestellt, wobei verschiedene Werte des Leistungsfaktors als Strahlen L angedeutet sind. Dabei wird die Spannung U konstant gehalten und der Strom durch Einhaltung eines entsprechenden Abstandes zwischen der Elektrode bzw. den Elektroden und dem zu schmelzenden Metall bzw. Einhaltung eines bestimmten Lichtbogenwiderstandes geregelt. Dazu werden die Elektroden mittels entsprechender von einem Regler gesteuerten Stelleinrichtungen nachgeführt.

Der Leistungsfaktor wird durch Einschalten einer entsprechenden Induktivität eingestellt.

Um nach dem vollständigen Erschmelzen einer Charge diese bis zum Abstich auf Temperatur zu halten, wird die dem Lichtbogen zugeführte Leistung durch Reduzierung der Spannung und auch Änderung der Lichtbogenlänge vermindert. Dabei ändert sich, wie aus Figur 1 ersichtlich ist, auch der Leistungsfaktor.

Die verschiedenen Spannungsstufen sind in Figur 1 mit den Bezugszeichen 10 bis 16 bezeichnet.

Im Gegensatz dazu ist, wie aus Figur 2 ersichtlich, gemäss der Erfindung vorgesehen, nach dem Zünden des Lichtbogens einen bestimmten Spannungs- und Widerstandswert einzustellen und dabei einen hohen Leistungsfaktor von z.B. $\cos \varphi = 0,85$ einzuhalten. Diese Einstellung wird beibehalten, bis die Charge auf eine bestimmte Höhe niedergeschmolzen ist.

Dann wird z.B. durch rasche Verminderung der Lichtbogenlänge der Strom bei konstanter Spannung U erhöht und gleichzeitig der Leistungsfaktor auf einen Wert von z.B. $\cos \varphi = 0,74$ vermindert. Dies ist aus Figur 2 durch den Kurvenzug 17^{normal} 17 UHP¹ entlang des eine konstante Spannung symbolisierenden Kreisbogens U ersichtlich. Danach werden die

dem Punkt 17 UHP¹ entsprechenden Werte von Spannung, Strom und Leistungsfaktor bis zum vollständigen Erschmelzen der Charge beibehalten, wobei der Punkt 17 UHP¹ der maximalen Leistung entspricht.

Ist dann die Schmelze nur mehr auf Temperatur zu halten, so kann die Spannung U vermindert werden, wobei der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ im wesentlichen konstant bleibt. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die Lichtbogenlänge und die im Elektrodenkreis eingeschaltete Induktivität konstant gehalten wird. Die für das Warmhalten der Schmelze vorgesehenen Werte sind in Figur 2 mit 10' bis 15' bezeichnet, wobei aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit auf die Darstellung der verschiedenen Spannungswerte verzichtet wurde.

In Figur 3 ist ein Beispiel einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss der Erfindung schematisch dargestellt.

Mit 20 ist ein Lichtbogenofen üblicher Bauart bezeichnet, der eine mit einer feuerfesten Auskleidung versehenen Wanne 21 aufweist, auf der ein von einem Kühlmedium durchströmter ringförmiger Metallkasten bzw. Wasserwanne 22 aufgesetzt ist. Auf diesem Wasserkasten 22 ist ein Deckel 23 aufsetzbar, der von den Elektroden 24 durchsetzt ist.

Die Elektroden 24 sind mittels nicht dargestellter Stelleinrichtungen vertikal einzeln verstellbar.

Wie in Figur 3 angedeutet, wird zu Beginn des Schmelzvorgangs mit relativ langen und daher einen hohen Widerstand aufweisenden Lichtbögen gefahren, wogegen, sobald die Elektroden 24 etwa die Höhe der Unterkante des Wasserkastens 22 erreicht haben, bzw. die Charge auf dieses Niveau niedergeschmolzen ist, auf einen kurzen Lichtbogen übergegangen wird, wodurch aufgrund der Verminderung des Widerstandes des Lichtbogens die Wirkleistung bei konstanter Spannung und konstanter Induktivität ansteigt. Gleichzeitig sinkt dabei der Leistungsfaktor ab, doch kann zur Erzielung des gewünschten niederen Leistungsfaktors von $\cos \varphi = 0,74$ ein Nachregeln der Induktivität erforderlich sein.

An der schematisch angedeuteten Führung 25 der Elektroden 24 ist ein Fühler 26 angeordnet, der mit einer Regeleinrichtung 27 verbunden ist, bei der mittels der Einstellorgane 28, 29 bzw. 28', 29' zwei verschiedene Soll-Werte für den Widerstand des Lichtbogens und den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ einstellbar sind und die eine nicht dargestellte Umschalt-einrichtung aufweist, mit der von den einen auf die anderen Soll-Werte umgeschaltet werden kann. Diese Umschalt-einrichtung spricht auf ein dem Niveau der Unterkante des Wasserkastens 22 entsprechendes Signal des Niveaufühlers 26 an.

Durch den Übergang auf die für das Fertigschmelzen der Charge vorgesehenen Soll-Werte wird der Antrieb 30 der Stelleinrichtung der Elektroden 24 im Sinne einer Verkleinerung des Abstandes der Elektroden 24 von der Schmelze beaufschlagt. Falls erforderlich, wird auch ein Antrieb 31 zur Verstellung der im Elektrodenkreis vorgesehenen, nicht dargestellten variablen Induktivität aktiviert, um den gemäss Punkt 17 UHP¹ in Figur 2 vorgegebenen Strom bei vorgegebener Spannung, die mittels eines Stellers 32 stufig einstellbar ist, und vorgegebenen Leistungsfaktor einhalten zu können.

Ist nach dem vollständigen Erschmelzen der Charge die Schmelze auf Temperatur zu halten, so wird mittels der auf den Steller 32 einwirkenden Einstelleinrichtung 33 die Spannungsstufenweise vermindert, wobei die eingestellten Soll-Werte für den Lichtbogenwiderstand und den Leistungsfaktor beibehalten werden. (Figur 2 Linienzug 10' 17 UHP¹)

