



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.08.2023 Patentblatt 2023/32

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 7/148^(2006.01) F27B 3/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22155430.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 7/148; F27B 3/085

(22) Anmeldetag: **07.02.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Matschullat, Thomas**
90542 Eckental (DE)

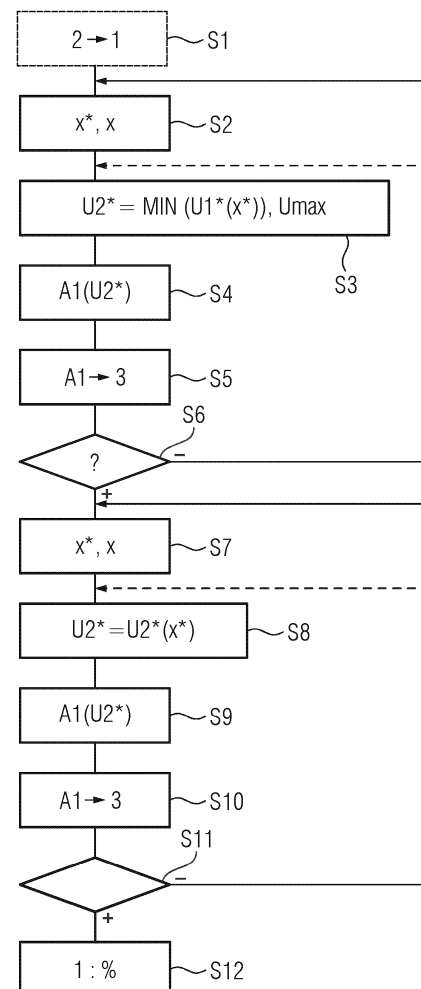
(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Germany GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(54) **BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINEN LICHTBOGENOFEN**

(57) In einem Ofengefäß (1) eines Lichtbogenofens befindliches Metall (2) wird während einer Schmelzphase geschmolzen. Eine Steuereinrichtung (9) des Lichtbogenofens ermittelt anhand elektrischer Sollgrößen (X^*) von den Elektroden (6) zuzuführender elektrischer Energie vorläufige Spannungssollwerte ($U1^*$). Bei Anlegen von mit den vorläufigen Spannungssollwerten ($U1^*$) korrespondierenden Spannungen (U) an die Elektroden (6) würden erste elektrische Istgrößen (X) von den Elektroden (6) zugeführter elektrischer Energie den elektrischen Sollgrößen (X^*) so weit wie möglich angenähert. Die Steuereinrichtung (9) steuert eine Energieversorgungseinrichtung (3) des Lichtbogenofens basierend auf endgültigen Spannungssollwerten ($U2^*$) an. Dadurch werden mit den endgültigen Spannungssollwerten ($U2^*$) korrespondierende Spannungen (U) an die Elektroden (6) angelegt. Dadurch bezieht die Energieversorgungseinrichtung (3) elektrische Energie aus einem Versorgungsnetz (4) und führt sie über einen Ofentransformator (5) den Elektroden (6) zu. Zumindest während einer Anfangsphase der Schmelzphase ermittelt die Steuereinrichtung (9) die endgültigen Spannungssollwerte ($U2^*$) durch Begrenzung der vorläufigen Spannungssollwerte ($U1^*$) auf einen zulässigen Maximalwert (U_{max}). Der Maximalwert (U_{max}) liegt unterhalb eines möglichen Maximalwertes (U_0), der von der Energieversorgungseinrichtung (3) an die Elektroden (6) anlegbar ist.

FIG 3



Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Betriebsverfahren für einen Lichtbogenofen, wobei während einer Schmelzphase in einem Ofengefäß des Lichtbogenofens befindliches Metall geschmolzen wird, wobei eine Steuereinrichtung des Lichtbogenofens

- anhand elektrischer Sollgrößen von den Elektroden zuzuführender elektrischer Energie vorläufige Spannungssollwerte ermittelt, so dass bei Anlegen von mit den vorläufigen Spannungssollwerten korrespondierenden Spannungen an die Elektroden erste elektrische Istgrößen von den Elektroden zugeführter elektrischer Energie den elektrischen Sollgrößen so weit wie möglich angenähert werden, und
- eine Energieversorgungseinrichtung des Lichtbogenofens basierend auf endgültigen Spannungssollwerten ansteuert, so dass mit den endgültigen Spannungssollwerten korrespondierende Spannungen an die Elektroden angelegt werden, so dass die Energieversorgungseinrichtung elektrische Energie aus einem Versorgungsnetz bezieht und über einen Ofentransformator den Elektroden zuführt.

[0002] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einem Steuerprogramm für eine Steuereinrichtung eines Lichtbogenofens, wobei das Steuerprogramm Maschinencode umfasst, der von der Steuereinrichtung abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung bewirkt, dass die Steuereinrichtung den Lichtbogenofen gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

[0003] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer Steuereinrichtung eines Lichtbogenofens, wobei die Steuereinrichtung mit einem derartigen Steuerprogramm programmiert ist, so dass die Steuereinrichtung den Lichtbogenofen gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

[0004] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einem Lichtbogenofen,

- wobei der Lichtbogenofen ein Ofengefäß aufweist, dem Metall zuführbar ist,
- wobei der Lichtbogenofen eine Energieversorgungseinrichtung und Elektroden sowie einen Ofentransformator aufweist,
- wobei die Energieversorgungseinrichtung eingangsseitig mit einem Versorgungsnetz und ausgangsseitig über den Ofentransformator mit den Elektroden verbunden ist,
- wobei der Lichtbogenofen eine Steuereinrichtung aufweist, von der die Energieversorgungseinrichtung ansteuerbar ist,
- wobei die Steuereinrichtung so wie obenstehend erläutert ausgebildet ist.

Stand der Technik

[0005] Die genannten Gegenstände sind allgemein bekannt. Beispielsweise kann auf die WO 2015/176 899 A1 verwiesen werden. Auch die EP 1 026 921 A1 und die EP 3 124 903 A1 können in diesem Zusammenhang genannt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Beim Schmelzen von Metall - insbesondere Stahl - in einem Lichtbogenofen erfolgt die Zufuhr der elektrischen Energie zu den Elektroden des Lichtbogenofens über einen Ofentransformator. Oftmals ist der Ofentransformator über einen Mittelspannungstransformator an das Versorgungsnetz angeschlossen. Der Ofentransformator stellt mehrere Spannungsstufen zur Verfügung. Für den Bereich konstanter Leistung und andere Hochstrombereiche kann die jeweilige Spannungsstufe am Ofentransformator gewählt werden. Eine Feinregelung innerhalb einer bestimmten Spannungsstufe kann beispielsweise mittels einer Impedanzregelung erfolgen.

[0007] Bei dieser Vorgehensweise sind nur einige wenige Spannungsstufen möglich, und die Elektrodenströme unterliegen starken Schwankungen. Zur Reduzierung der Schwankungen werden die Positionierungen der Elektroden mechanisch geregelt, meist über hydraulische Verstelleinrichtungen. Das mechanische Verstellen der Elektroden weist eine erheblich geringere Dynamik auf als das reale Verhalten der Lichtbögen. Die Schwankungen können daher nur unzureichend ausgeglichen werden. Weiterhin führen die Schwankungen zu erheblichen Belastungen der Bauteile, beispielsweise der Hochstromkabel, der stromführenden Tragarme, der Hydraulikzylinder usw. Die Schwankungen treten sowohl in der Schmelzphase als auch in einer nachfolgenden Flachbadphase auf.

[0008] Bei der Einstellung der Elektrodenspannung über die Spannungsstufen des Ofentransformators muss die Positionierung der Elektroden laufend nachgeregelt werden. Die Nachregelung kann beispielsweise derart erfolgen, dass auf eine bestimmte Impedanz oder eine bestimmte Leistung geregelt wird. Da die Dynamik der Positioniereinrichtung jedoch im Vergleich zu den Veränderungen im elektrischen System des Lichtbogens relativ niedrig ist, verbleiben gewisse Schwankungen, die nicht ausgeglichen werden können. Dadurch ist die Energieeintragsrate in die Metallschmelze nicht optimal.

[0009] Aus den Dokumenten des Standes der Technik, insbesondere aus der WO 2015/176 899 A1 und der EP 3 124 903 A1 und in begrenztem Umfang auch aus der EP 1 026 921 A1, sind Vorgehensweisen bekannt, bei denen die Elektrodenspannungen kontinuierlich eingestellt werden können. Diese Ausgestaltungen bieten gegenüber einer Einstellung der Elektrodenspannung über Spannungsstufen des Ofentransformators erhebliche Vorteile. Zum einen können die Elektrodenspannungen

nicht nur stufenweise, sondern kontinuierlich variiert werden. Zum anderen kann der Ofentransformator einfacher ausgebildet sein, weil er nicht mehrere Spannungsstufen zur Verfügung stellen muss. Weiterhin werden durch diese Ausgestaltungen weitere Arten der Regelung ermöglicht.

[0010] Wenn - wie aus dem Stand der Technik bekannt - die Elektrodenspannungen kontinuierlich eingestellt werden können, erfolgt die elektrische Energiezufuhr oftmals mit konstanter Leistung oder konstantem Strom. Die Leistung bzw. der Strom können maximal sein, das heißt so groß wie auslegungsbedingt möglich ("Energieversorgungseinrichtung, liefere was du kannst"). Die an die Elektroden angelegten Spannungen dienen in diesem Fall zur Einstellung der gewünschten Leistung bzw. des gewünschten Stromes. Insbesondere während der Anfangsphase einer Schmelzphase des Lichtbogenofens, wenn sich die Elektroden noch ziemlich weit oben in der Nähe des Deckels des Lichtbogenofens befinden, kann dies dazu führen, dass sich der Lichtbogen von den Elektroden aus gesehen nicht zum Metall, sondern zum Deckel hin bildet. Dies führt nicht nur zu einer deutlich reduzierten Einbringung von Energie in das Metall, sondern darüber hinaus auch zu einem deutlich erhöhten Verschleiß des Deckels bis hin zu bereits nach kurzer Zeit auftretenden Schäden am Deckel.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer die Nachteile des Standes der Technik vermieden werden können.

[0012] Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 5.

[0013] Erfindungsgemäß wird ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art dadurch ausgestaltet, dass die Steuereinrichtung zumindest während einer Anfangsphase der Schmelzphase die endgültigen Spannungssollwerte durch Begrenzung der vorläufigen Spannungssollwerte auf einen zulässigen Maximalwert ermittelt, wobei der zulässige Maximalwert unterhalb eines möglichen Maximalwertes liegt, der von der Energieversorgungseinrichtung an die Elektroden anlegbar ist.

[0014] Wenn von der Auslegung der Energieversorgungseinrichtung her gesehen also beispielsweise bis zu 1200 V an die Elektroden angelegt werden können und über die Elektroden 5000 A fließen sollen, so wird im Stand der Technik die Spannung bei Bedarf bis auf die vollen 1200 V ausgeregelt, um den gewünschten Strom von 5000 A einzustellen. Erfindungsgemäß hingegen erfolgt ein derartiges Ausregeln nur bis zu einem Wert unter 1200 V, beispielsweise bis auf maximal 700 V. Ist zum Einstellen eines Stromes von 5000 A ein Spannungswert oberhalb von 700 V erforderlich, wird die Abweichung des Stromes von dem eigentlichen gewünschten Wert (= 5000 A) hingenommen. Dadurch wird zwar dem Lichtbogenofen eine geringere Energie zugeführt, die zugeführte Energie wird aber zuverlässig in das Me-

tall eingebracht, das geschmolzen werden soll, nicht aber in Bestandteile des Lichtbogenofens selbst. Die genannten Zahlenwerte von 700 V und 1200 V sowie von 5000 A sind beispielhaft genannte Werte, die der Erläuterung dienen. In der Praxis können auch größere oder kleinere Werte auftreten. Insbesondere der Strom kann oftmals erheblich größer sein.

[0015] In der allereinfachsten Ausgestaltung ist der zulässige Maximalwert fest vorgegeben. In diesem Fall ist es möglich, dass der zulässige Maximalwert nur während der Anfangsphase der Schmelzphase berücksichtigt wird, in einem späteren Abschnitt der Schmelzphase hingegen nicht mehr. Alternativ ist es möglich, dass der zulässige Maximalwert während der gesamten Schmelzphase berücksichtigt wird, nicht mehr aber in der nachfolgenden Flachbadphase.

[0016] In anderen Ausgestaltungen kann der zulässige Maximalwert dynamisch sein.

[0017] Beispielsweise ist es möglich, dass die Steuereinrichtung von einer Bedienungsperson einen Eingabewert entgegennimmt und dass die Steuereinrichtung den zulässigen Maximalwert in Abhängigkeit von dem Eingabewert ermittelt. Hierbei ist es alternativ möglich, dass der Eingabewert stets den zulässigen Maximalwert bestimmt, dass also bei einem Eingabewert von beispielsweise "500 V" der zulässige Maximalwert stets ebenfalls 500 V ist. Alternativ ist es möglich, dass der Eingabewert nur im Sinne einer oberen Grenze vorgegeben wird. In diesem Fall kann die Steuereinrichtung den zulässigen Maximalwert zunächst auf andere Art und Weise ermitteln. Ist der so ermittelte Wert kleiner als der durch den Eingabewert bestimmte Spannungswert (beispielsweise nur 450 V gegenüber 500 V gemäß Eingabewert), wird der von der Steuereinrichtung ermittelte Wert (450 V) als zulässiger Maximalwert verwendet. Ist der von der Steuereinrichtung ermittelte Wert größer als der durch den Eingabewert bestimmte Spannungswert (beispielsweise 550 V), wird der durch den Eingabewert bestimmte Spannungswert (500 V) als zulässiger Maximalwert verwendet. Auch hier sind die genannten Zahlenwerte von 450 V, 500 V und 550 V rein beispielhaft genannte Werte, die der Erläuterung dienen. In der Praxis können auch größere oder kleinere Werte auftreten.

[0018] Eine Vorgabe gemäß einem Eingabewert kann alternativ kontinuierlich oder in Stufen erfolgen.

[0019] In einer anderen Ausgestaltung ist es möglich, dass die Steuereinrichtung - alternativ oder zusätzlich zur Berücksichtigung des Eingabewertes - den zulässigen Maximalwert in Abhängigkeit von einer seit Beginn der Schmelzphase gestrichenen Zeitspanne ermittelt. Beispielsweise kann der zulässige Maximalwert zunächst einen relativ niedrigen Wert aufweisen und nach Ablauf einer bestimmten Wartezeit von beispielsweise 5 Minuten in einem Sprung, in mehreren Stufen oder kontinuierlich (linear oder nichtlinear) erhöht werden. Der zulässige Maximalwert kann in späteren Abschnitten, d.h. nach zumindest der Anfangsphase der Schmelzphase, bis auf den möglichen Maximalwert (und theoretisch so-

gar darüber hinaus) angehoben werden. In diesem Fall ist die erfindungsgemäße Spannungsbegrenzung ab dem Zeitpunkt, zu dem der mögliche Maximalwert erreicht wird, nicht mehr aktiv. Auch die genannte Zeitdauer von 5 Minuten ist nur beispielhaft. In der Praxis können auch größere oder kleinere Werte auftreten.

[0020] In aller Regel variiert eine Positionierung der Elektroden zeitlich. Die Positionierung der Elektroden kann der Steuereinrichtung bekannt sein. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung auch die Positionierung der Elektroden vornehmen oder kann der Steuereinrichtung die Positionierung der Elektroden von außen zugeführt werden. In einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist es daher möglich, dass die Steuereinrichtung den zulässigen Maximalwert in Abhängigkeit von der Positionierung der Elektroden ermittelt.

[0021] Analog zu einer Ermittlung in Abhängigkeit von einer seit Beginn der Schmelzphase gestrichenen Zeitspanne kann auch bei einer Ermittlung in Abhängigkeit von der Positionierung der Elektroden der zulässige Maximalwert zunächst einen relativ niedrigen Wert aufweisen und bei Erreichen bestimmter Positionen, d.h. im Ergebnis in späteren Abschnitten der Schmelzphase, in einem Sprung, in mehreren Stufen oder kontinuierlich (linear oder nichtlinear) erhöht werden. Der zulässige Maximalwert kann bis auf den möglichen Maximalwert und sogar darüber hinaus angehoben werden.

[0022] In einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass die Steuereinrichtung durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs zweiter elektrischer Istgrößen der den Elektroden zugeführten elektrischen Energie und/oder durch Auswertung akustischer Istgrößen des Lichtbogenofens einen Fortschritt des Schmelzens des Metalls in dem Lichtbogenofen ermittelt und den zulässigen Maximalwert in Abhängigkeit von dem ermittelten Fortschritt ermittelt.

[0023] Der Begriff "zweite elektrische Istgrößen" dient der rein formalen Unterscheidung von den ersten elektrischen Istgrößen. Es soll zum Ausdruck gebracht werden, dass die elektrischen Istgrößen, anhand derer die Steuereinrichtung den Fortschritt des Schmelzens des Metalls in dem Lichtbogenofen ermittelt, nicht notwendigerweise dieselben elektrischen Istgrößen sind, die nach Möglichkeit den elektrischen Sollgrößen angenähert werden. Dies ist zwar möglich, aber eben nicht zwingend erforderlich. Beispielsweise können die ersten elektrischen Istgrößen die Elektrodenströme sein, während die zweiten elektrischen Istgrößen die an die Elektroden angelegten Spannungen oder die über die Elektroden fließenden Leistungen sein können. Es kann sich im Einzelfall aber auch um dieselben elektrischen Istgrößen handeln.

[0024] Analog zu einer Ermittlung in Abhängigkeit von einer seit Beginn der Schmelzphase gestrichenen Zeitspanne kann auch bei einer Ermittlung in Abhängigkeit von dem ermittelten Fortschritt der zulässige Maximalwert zunächst einen relativ niedrigen Wert aufweisen und bei Erreichen eines bestimmten Prozessfortschritts in ei-

nem Sprung, in mehreren Stufen oder kontinuierlich (linear oder nichtlinear) erhöht werden. Der zulässige Maximalwert kann bis auf den möglichen Maximalwert und auch darüber hinaus angehoben werden.

[0025] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Steuerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Erfindungsgemäß bewirkt die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung, dass die Steuereinrichtung den Lichtbogenofen gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt.

[0026] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung mit einem erfindungsgemäßen Steuerprogramm programmiert, so dass die Steuereinrichtung den Lichtbogenofen gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt.

[0027] Die Aufgabe wird weiterhin durch einen Lichtbogenofen mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung als erfindungsgemäße Steuereinrichtung ausgebildet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0028] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

- FIG 1 ein Blockschaltbild eines Lichtbogenofens,
- FIG 2 ein Ofengefäß während einer Schmelzphase,
- FIG 3 ein Ablaufdiagramm,
- FIG 4 das Ofengefäß während einer Flachbadphase,
- FIG 5 ein Zeitdiagramm,
- FIG 6 ein Positionsdiagramm und
- FIG 7 ein Phasendiagramm.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0029] Gemäß FIG 1 weist ein Lichtbogenofen ein Ofengefäß 1 auf. Dem Ofengefäß 1 kann - siehe FIG 2 - Metall 2 zugeführt werden. Das Metall 2 wird dem Ofengefäß 1 in festem Aggregatzustand zugeführt. Es kann sich bei dem Metall 2 beispielsweise um Stahl und im Falle von Stahl insbesondere um Schrott handeln.

[0030] Der Lichtbogenofen weist weiterhin eine Energieversorgungseinrichtung 3 auf. Die Energieversorgungseinrichtung 3 ist eingangsseitig mit einem Versorgungsnetz 4 verbunden. Das Versorgungsnetz 4 ist in der Regel ein Mittelspannungsnetz, das eine Nennspannung im 2-stelligen kV-Bereich aufweist und mit einer Basisfrequenz f_0 betrieben wird. Die Basisfrequenz f_0 liegt in der Regel bei 50 Hz oder 60 Hz. Das Versorgungsnetz 4 ist entsprechend der Darstellung in FIG 1 in der Regel ein Drehstromnetz.

[0031] Der Lichtbogenofen weist weiterhin einen Ofen-

transformator 5 und Elektroden 6 auf. Die Energieversorgungseinrichtung 3 ist ausgangsseitig über den Ofentransformator 5 mit den Elektroden 6 verbunden. In der Regel sind entsprechend der Darstellung in FIG 1 mehrere Elektroden 6 vorhanden und ist weiterhin der Ofentransformator 5 als Drehstromtransformator ausgebildet. Es sind aber auch andere Ausgestaltungen möglich, insbesondere eine einphasige Ausgestaltung. Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung liegen an die Elektroden 6 angelegte Elektrodenspannungen U jedoch deutlich unterhalb der Nennspannung des Versorgungsnetzes 4. Die Elektrodenspannung U ist in FIG 1 nur für eine der Elektroden 6 dargestellt. Meist liegen die Elektrodenspannungen U im Bereich von mehreren 100 V. Im Einzelfall sind auch Spannungen oberhalb von 1 kV möglich. 2 kV werden in aller Regel aber nicht überschritten.

[0032] In der Regel sind weiterhin Schalteinrichtungen vorhanden, mittels derer die Energieversorgungseinrichtung 3 vom Versorgungsnetz 4 getrennt werden kann. Weiterhin können Schalteinrichtungen vorhanden sein, mittels derer die Energieversorgungseinrichtung 3 vom Ofentransformator 5 und/oder der Ofentransformator 5 von den Elektroden 6 getrennt werden kann. Die Schalteinrichtungen führen rein binäre Schaltvorgänge durch, aber keinerlei Einstellung von Spannungen und Strömen. Weiterhin können primärseitig oder sekundärseitig des Ofentransformators 5 aktive oder passive Filtereinrichtungen angeordnet sein. Die Schalteinrichtungen und auch die Filtereinrichtungen sind für die erfindungsgemäße Funktionsweise untergeordneter Bedeutung und daher in FIG 1 (und auch den anderen FIG) der Übersichtlichkeit halber nicht mit dargestellt.

[0033] Die Energieversorgungseinrichtung 3 kann aus dem Versorgungsnetz 4 elektrische Energie beziehen und die bezogene elektrische Energie über den Ofentransformator 5 den Elektroden 6 zuführen. Die Energieversorgungseinrichtung 3 weist zu diesem Zweck in der Regel viele Halbleiterschalter auf. Mögliche Ausgestaltungen der Energieversorgungseinrichtung 3 sind in der WO 2015/176 899 A1 ("Goldstandard") beschrieben. Alternativ können beispielsweise auch die Ausgestaltungen gemäß der EP 3 124 903 A1 oder der EP 1 026 921 A1 verwendet werden. Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Energieversorgungseinrichtung 3 ist die Energieversorgungseinrichtung 3 jedoch in der Lage, ausgangsseitig - also zum Ofentransformator 5 hin - eine quasi-kontinuierliche Abstufung der an die Elektroden 6 angelegten Elektrodenspannungen U und/oder der den Elektroden 6 zugeführten Elektrodenströme I vorzunehmen. Analog zu der Darstellung für die Elektrodenspannungen U ist der Elektrodenstrom I in FIG 1 ebenfalls nur für eine der Elektroden 6 dargestellt.

[0034] Die Elektrodenspannungen U können maximal einen Wert U_0 (siehe FIG 5 bis 7) erreichen. Der Wert U_0 - also der mögliche Maximalwert der Elektrodenspannungen U - ist durch die Nennspannung des Versorgungsnetzes 4, die Auslegung der Energieversorgungseinrichtung 3 und die Auslegung des Ofentransformators

5 bestimmt. Beispielsweise kann der Wert U_0 bei 1200 V liegen.

[0035] Weiterhin weist der Lichtbogenofen eine Positioniereinrichtung 7 auf. Mittels der Positioniereinrichtung 7 können die Elektroden 6, wie in FIG 1 durch einen Doppelpfeil 8 neben einer der Elektroden 6 angedeutet ist, positioniert werden. Im einfachsten Fall erfolgt eine gemeinsame Positionierung der Elektroden 6. Es kann aber auch eine individuelle Positionierung der Elektroden 6 erfolgen. Die Bewegungsrichtung, in welcher die Elektroden 6 positioniert werden, kann vertikal sein. Alternativ kann die Bewegungsrichtung auch gegenüber der Vertikalen leicht geneigt sein. Auch in diesem Fall aber ist die Komponente in Vertikalrichtung die dominierende Komponente der Bewegung. Die Positioniereinrichtung 7 kann beispielsweise eine oder mehrere Hydraulikzylindereinheiten aufweisen.

[0036] Schließlich weist der Lichtbogenofen eine Steuereinrichtung 9 auf. Von der Steuereinrichtung 9 wird zumindest die Energieversorgungseinrichtung 3 gesteuert. Die Steuereinrichtung 9 generiert also Ansteuerwerte A_1 , mit denen sie die Energieversorgungseinrichtung 3 ansteuert. Entsprechend den Ansteuerwerten A_1 wird die Energieversorgungseinrichtung 3 betrieben.

[0037] Oftmals wird von der Steuereinrichtung 9 auch die Positioniereinrichtung 7 gesteuert in diesem Fall generiert die Steuereinrichtung 9 weitere Ansteuerwerte A_2 , mit denen sie die Positioniereinrichtung 7 ansteuert. Entsprechend diesen Ansteuerwerten A_2 wird in diesem Fall die Positioniereinrichtung 7 betrieben. Die Ansteuerung der Positioniereinrichtung 7 ist als solche jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung und wird daher nicht näher erläutert.

[0038] Die Steuereinrichtung 9 ist als softwareprogrammierbare Steuereinrichtung ausgebildet. Dies ist in FIG 1 durch die Angabe " μP " (für mikroprozessorgesteuert) angedeutet. Die Wirkung- und Betriebsweise der Steuereinrichtung 9 wird durch ein Steuerprogramm 10 bestimmt, mit dem die Steuereinrichtung 9 programmiert ist. Das Steuerprogramm 10 umfasst Maschinencode 11, der von der Steuereinrichtung 9 abarbeitbar ist. Die Abarbeitung des Maschinencodes 11 durch die Steuereinrichtung 9 bewirkt, dass die Steuereinrichtung 9 den Lichtbogenofen gemäß einem Betriebsverfahren betreibt, wie es nachstehend in Verbindung mit den weiteren FIG näher erläutert wird.

[0039] Zunächst wird das Ofengefäß 1 gemäß FIG 3 in einem Schritt S1 mit dem Metall 2 beschickt. Das Beschicken kann unter Steuerung durch die Steuereinrichtung 9 erfolgen. Es muss aber nicht unter Steuerung durch die Steuereinrichtung 9 erfolgen. Der Schritt S1 ist daher in FIG 3 nur gestrichelt dargestellt.

[0040] An das Beschicken des Ofengefäßes 1 mit dem Metall 2 schließt sich eine Schmelzphase des Lichtbogenofens an. Während der Schmelzphase wird das Metall 2 zu einer Metallschmelze 12 geschmolzen. Die Schmelzphase umfasst Schritte S2 bis S6. An die Schmelzphase schließt sich eine Flachbadphase an. Die

Flachbadphase umfasst Schritte S7 bis S11.

[0041] In der Schmelzphase nimmt die Steuereinrichtung 9 zunächst im Schritt S2 Sollgrößen X^* entgegen. Die Sollgrößen X^* sind elektrische Größen für eine elektrische Energie, die den Elektroden 6 zugeführt werden sollen. Es kann sich beispielsweise um elektrische Sollströme oder um elektrische Sollleistungen handeln.

[0042] Im Schritt S3 ermittelt die Steuereinrichtung 9 endgültige Spannungssollwerte $U2^*$. Zur Ermittlung der endgültigen Spannungssollwerte $U2^*$ ermittelt die Steuereinrichtung 9 zunächst anhand der elektrischen Sollgrößen X^* (gegebenenfalls unter zusätzlicher Berücksichtigung erster elektrischer Istgrößen X , welche für die den Elektroden 6 zugeführte elektrische Energie charakteristisch sind) vorläufige Spannungssollwerte $U1^*$. Die Ermittlung der vorläufigen Spannungssollwerte $U1^*$ erfolgt derart, dass dann, wenn mit den vorläufigen Spannungssollwerten $U1^*$ korrespondierende Spannungen U an die Elektroden 6 angelegt würden, die ersten elektrischen Istgrößen X den korrespondierenden Sollgrößen X^* so weit wie möglich angenähert werden. Es wird also versucht, beispielsweise den elektrischen Iststrom oder die elektrische Istleistung so weit wie möglich an den elektrischen Sollstrom oder an die elektrische Sollleistung anzunähern. Die so ermittelten vorläufigen Spannungssollwerte $U1^*$ werden im Schritt S3 jedoch nach oben auf einen zulässigen Maximalwert U_{max} begrenzt. Der zulässige Maximalwert U_{max} liegt (siehe die FIG 5 bis 7) seinerseits unterhalb des möglichen Maximalwertes U_0 . Meist liegt er zwischen 50 % und 75 % des möglichen Maximalwertes U_0 . Bei einem möglichen Maximalwert U_0 von 1200 V kann der zulässige Maximalwert U_{max} beispielsweise zwischen 600 V und 900 V liegen.

[0043] Sodann ermittelt die Steuereinrichtung 9 im Schritt S4 die Ansteuerwerte $A1$ für die Energieversorgungseinrichtung 3. Die Ermittlung erfolgt basierend auf den endgültigen Spannungssollwerten $U2^*$. Im Schritt S5 steuert die Steuereinrichtung 9 die Energieversorgungseinrichtung 3 entsprechend den ermittelten Ansteuerwerten $A1$ an. Aufgrund der entsprechenden Ansteuerung werden mit den endgültigen Spannungssollwerten $U2^*$ korrespondierende Spannungen U an die Elektroden 6 angelegt. Dadurch bezieht die Energieversorgungseinrichtung 3 elektrische Energie aus dem Versorgungsnetz 4 und führt die elektrische Energie über den Ofentransformator 5 den Elektroden 6 zu. Im Ergebnis bilden sich dadurch Lichtbögen 13 aus.

[0044] Im Schritt S6 prüft die Steuereinrichtung 9, ob eine Beendigungsbedingung erreicht ist. Die Beendigungsbedingung kann darin bestehen, dass die Schmelzphase als solches beendet ist. Beendet ist die Schmelzphase, wenn die Metallschmelze 12 entsprechend der Darstellung in FIG 4 vollständig oder zumindest im wesentlichen eine durchgehende horizontale Oberfläche gebildet hat. Es ist also entweder das Metall 2 vollständig geschmolzen oder die noch nicht geschmolzenen Elemente des Metalls 2 befinden sich vollständig unter der Oberfläche der Metallschmelze 12 oder die

noch nicht geschmolzenen Elemente des Metalls 2 ragen nur noch unwesentlich über die Oberfläche der Metallschmelze 12 hinaus. Weiterhin kann sich auf der Oberfläche der Metallschmelze 12 eine Schlackenschicht 14 gebildet haben. Alternativ kann die Beendigungsbedingung beispielsweise darin bestehen, dass innerhalb der Schmelzphase eine Anfangsphase abgeschlossen ist, beispielsweise eine Bohrphase. Unabhängig von der Ausgestaltung der Beendigungsbedingung ist die Beendigungsbedingung in der Regel jedoch erst mehrere Minuten nach Beginn der Schmelzphase erfüllt.

[0045] Es ist möglich, dass die Steuereinrichtung 9 im Rahmen der Prüfung, ob die Beendigungsbedingung erreicht ist, messtechnisch erfasste Istgrößen des Lichtbogenofens auswertet. Beispielsweise ist es möglich, dass die Steuereinrichtung 9 die Elektrodenströme I und/oder die Elektrodenspannungen U auswertet, insbesondere deren Schwankungen. Auch kann die Steuereinrichtung 9 akustische Größen des Lichtbogenofens auswerten, beispielsweise den Geräuschpegel oder das akustische Spektrum des erzeugten Geräusches. Alternativ ist es möglich, dass der Steuereinrichtung 9 von einer Bedienerperson 15 (siehe FIG 1) vorgegeben wird, dass die Beendigungsbedingung erreicht ist.

[0046] Wenn die Beendigungsbedingung noch nicht erreicht ist, geht die Steuereinrichtung 9 zum Schritt S2 (alternativ zum Schritt S3) zurück. Wenn die Beendigungsbedingung hingegen erreicht ist, geht die Steuereinrichtung 9 zum Schritt S7 und damit zu einer weiteren Betriebsphase des Lichtbogenofens über. Die weitere Betriebsphase kann beispielsweise die Flachbadphase sein. Alternativ kann die weitere Betriebsphase eine späterer Abschnitt der Schmelzphase zuzüglich der Flachbadphase sein.

[0047] In der weiteren Betriebsphase des Lichtbogenofens nimmt die Steuereinrichtung 9 im Schritt S7 die Sollgrößen X^* entgegen. Weiterhin ermittelt die Steuereinrichtung 9 im Schritt S8 die endgültigen Spannungssollwerte $U2^*$. Sodann ermittelt die Steuereinrichtung 9 im Schritt S9 die Ansteuerwerte $A1$ für die Energieversorgungseinrichtung 3. Im Schritt S10 steuert die Steuereinrichtung 9 die Energieversorgungseinrichtung 3 entsprechend den ermittelten Ansteuerwerten $A1$ an.

[0048] Die Schritte S7 bis S10 korrespondieren im wesentlichen mit den Schritten S2 bis S5. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Steuereinrichtung 9 im Schritt S8 die vorläufigen Spannungssollwerte $U1^*$ direkt als endgültige Spannungssollwerte $U2^*$ übernimmt, also keine Begrenzung auf den zulässigen Maximalwert U_{max} vornimmt.

[0049] Im Schritt S11 prüft die Steuereinrichtung 9, ob die weitere Betriebsphase des Lichtbogenofens beendet ist. Es ist analog zur Prüfung des Schrittes S6 möglich, dass die Steuereinrichtung 9 im Rahmen der Prüfung des Schrittes S11 messtechnisch erfasste Istgrößen des Lichtbogenofens auswertet. Alternativ ist es möglich, dass der Steuereinrichtung 9 von der Bedienerperson 15 vorgegeben wird, dass die weitere Betriebsphase been-

det ist.

[0050] Wenn die weitere Betriebsphase noch nicht beendet ist, geht die Steuereinrichtung 9 zum Schritt S7 (alternativ zum Schritt S8) zurück. Wenn die weitere Betriebsphase hingegen beendet ist, geht die Steuereinrichtung 9 zu einem Schritt S12 über. Im Schritt S12 wird die erzeugte Metallschmelze 12 aus dem Ofengefäß 1 entnommen, beispielsweise in eine Pfanne (nicht dargestellt) gegossen. Das Entnehmen der Metallschmelze 12 kann unter Steuerung durch die Steuereinrichtung 9 erfolgen. Es muss aber nicht unter Steuerung durch die Steuereinrichtung 9 erfolgen. Der Schritt S12 ist daher in FIG 3-analog zum Schritt S1 - nur gestrichelt dargestellt.

[0051] Es ist auch möglich, dass die Schritte S6 bis S10 entfallen und stattdessen vom Schritt S11 aus zum Schritt S2 oder zum Schritt S3 zurückgegangen wird. In diesem Fall erfolgt die Berücksichtigung des zulässigen Maximalwertes U_{max} während des gesamten Betriebs des Lichtbogenofens.

[0052] Für die Festlegung des zulässigen Maximalwertes U_{max} gibt es verschiedene Möglichkeiten.

[0053] Beispielsweise kann der zulässige Maximalwert U_{max} von der Steuereinrichtung 9 entsprechend der Darstellung in FIG 5 als Funktion der Zeit t ermittelt werden. Ein Zeitpunkt t_1 korrespondiert in diesem Fall mit dem Beginn der Schmelzphase, also im Prinzip dem erstmaligen Zünden der Lichtbögen 13 nach dem Beschicken des Ofengefäßes 1 mit dem Metall 2. Zum Zeitpunkt t_1 weist der zulässige Maximalwert U_{max} in der Regel seinen niedrigsten Wert auf. Später kann der zulässige Maximalwert U_{max} - gemäß der Darstellung in FIG 5 kontinuierlich, alternativ in einer oder mehreren Stufen - auf einen höheren Wert ansteigen. Insbesondere kann er zu einem Zeitpunkt t_2 den möglichen Maximalwert U_0 erreichen. Im Falle der Ausgestaltung gemäß FIG 5 ermittelt die Steuereinrichtung 9 somit den zulässigen Maximalwert U_{max} in direkter Abhängigkeit von einer seit dem Beginn der Schmelzphase gestrichenen Zeitspanne: Ist die dem Beginn der Schmelzphase gestrichene Zeitspanne bekannt, kann auch die zugehörige momentan gültige zulässige Maximalwert U_{max} ermittelt werden.

[0054] Alternativ kann der zulässige Maximalwert U_{max} von der Steuereinrichtung 9 entsprechend der Darstellung in FIG 6 als Funktion der Positionierung p der Elektroden 6 ermittelt werden. Die Darstellung in FIG 6 ist derart, dass die Positionierung p mit dem Abstand der Unterseiten der Elektroden 6 von einem Deckel 15 des Ofengefäßes 1 korrespondieren. In der Regel weist der zulässige Maximalwert U_{max} seinen niedrigsten Wert bei der kleinsten Positionierung p (also beim geringsten Abstand vom Deckel 15) auf und steigt mit zunehmendem Abstand - gemäß der Darstellung in FIG 6 kontinuierlich, alternativ in einer oder mehreren Stufen - auf einen höheren Wert an. Insbesondere kann der zulässige Maximalwert U_{max} bis zu einer ersten vorbestimmten Positionierung p bei seinem niedrigsten Wert liegen und

bei einer zweiten vorbestimmten Positionierung p den möglichen Maximalwert U_0 erreichen. Im Falle der Ausgestaltung gemäß FIG 5 ermittelt die Steuereinrichtung 9 somit den zulässigen Maximalwert U_{max} in Abhängigkeit von der Positionierung p der Elektroden 6.

[0055] Natürlich ist auch im Falle der Ausgestaltung gemäß FIG 6 im Ergebnis der zulässige Maximalwert U_{max} von der Zeit t abhängig. Die zugehörige funktionale Beziehung ist jedoch nicht vorab bekannt. Insbesondere kann der Fall auftreten, dass die Positionierung p nicht kontinuierlich ansteigt, sondern zeitweise auch wieder einen kleineren Wert annimmt.

[0056] Ebenso ist es möglich, dass die Steuereinrichtung 9 (ähnlich zur Vorgehensweise in den Schritten S6 und S11) durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs elektrischer Istgrößen der den Elektroden 6 zugeführten elektrischen Energie und/oder durch Auswertung akustischer Istgrößen des Lichtbogenofens einen Fortschritt des Schmelzens des Metalls 2 in dem Lichtbogenofen ermittelt. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung 9 auf diese Art und Weise den Übergang von der Bohrphase in den verbleibenden Teil der Schmelzphase und den Übergang von der Schmelzphase in die Flachbadphase erkennen. In diesem Fall kann die Steuereinrichtung 9 den zulässigen Maximalwert U_{max} in Abhängigkeit von dem ermittelten Fortschritt ermitteln. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung 9 den zulässigen Maximalwert U_{max} entsprechend der Darstellung in FIG 7 während der Bohrphase auf einem relativ niedrigen Wert halten, während des verbleibenden Teils der Schmelzphase auf einem relativ hohen Wert (aber noch unterhalb des möglichen Maximalwertes U_0) halten und während der Flachbadphase unberücksichtigt lassen (oder alternativ gleich dem möglichen Maximalwert U_0 oder auf einen Wert oberhalb des möglichen Maximalwertes U_0 setzen).

[0057] Ebenso ist es entsprechend der Darstellung in FIG 1 möglich, dass die Steuereinrichtung 9 von der Bedienperson 16 einen Eingabewert E entgegennimmt. In diesem Fall kann die Steuereinrichtung 9 den zulässigen Maximalwert U_{max} in Abhängigkeit von dem Eingabewert E ermitteln. Der Eingabewert E kann den zulässigen Maximalwert U_{max} nach Bedarf alleine bestimmen oder zusätzlich zu einer der Vorgehensweisen der FIG 5 bis 7 berücksichtigt werden.

[0058] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere können Überschläge der Lichtbögen 13 auf den Deckel 16 des Ofengefäßes 1 und die damit verbundenen Nachteile zuverlässig vermieden werden.

[0059] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0060]

1	Ofengefäß
2	Metall
3	Energieversorgungseinrichtung
4	Versorgungsnetz
5	Ofentransformator
6	Elektroden
7	Positioniereinrichtung
8	Doppelpfeil
9	Steuereinrichtung
10	Steuerprogramm
11	Maschinencode
12	Metallschmelze
13	Lichtbögen
14	Schlackenschicht
15	Bedienperson
16	Deckel
A1, A2	Ansteuerwerte
E	Eingabewert
f0	Basisfrequenz
I	Elektrodenströme
p	Positionierung
p1, p2	vorbestimmte Positionierungen
S1 bis S12	Schritte
t	Zeit
t1, t2	Zeitpunkte
U	Elektrodenspannungen
U0	möglicher Maximalwert
Umax	zulässiger Maximalwert
X*	Sollgrößen
X	Istgrößen

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für einen Lichtbogenofen, wobei während einer Schmelzphase in einem Ofengefäß (1) des Lichtbogenofens befindliches Metall (2) geschmolzen wird, wobei eine Steuereinrichtung (9) des Lichtbogenofens
 - anhand elektrischer Sollgrößen (X*) von den Elektroden (6) zuzuführender elektrischer Energie vorläufige Spannungssollwerte (U1*) ermittelt, so dass bei Anlegen von mit den vorläufigen Spannungssollwerten (U1*) korrespondierenden Spannungen (U) an die Elektroden (6) erste elektrische Istgrößen (X) von den Elektroden (6) zugeführter elektrischer Energie den elektrischen Sollgrößen (X*) so weit wie möglich angenähert werden, und
 - eine Energieversorgungseinrichtung (3) des Lichtbogenofens basierend auf endgültigen Spannungssollwerten (U2*) ansteuert, so dass mit den endgültigen Spannungssollwerten (U2*) korrespondierende Spannungen (U) an die Elektroden (6) angelegt werden, so dass die Energieversorgungseinrichtung (3) elektrische En-

ergie aus einem Versorgungsnetz (4) bezieht und über einen Ofentransformator (5) den Elektroden (6) zuführt,

- 5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Steuereinrichtung (9) zumindest während einer Anfangsphase der Schmelzphase die endgültigen Spannungssollwerte (U2*) durch Begrenzung der vorläufigen Spannungssollwerte (U1*) auf einen zulässigen Maximalwert (Umax) ermittelt, wobei der zulässige Maximalwert (Umax) unterhalb eines möglichen Maximalwertes (U0) liegt, der von der Energieversorgungseinrichtung (3) an die Elektroden (6) anlegbar ist.
- 10 **2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Steuereinrichtung (9) von einer Bedienperson (15) einen Eingabewert (E) entgegennimmt und dass die Steuereinrichtung (9) den zulässigen Maximalwert (Umax) in Abhängigkeit von dem Eingabewert (E) ermittelt.
- 15 **3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Steuereinrichtung (9) den zulässigen Maximalwert (Umax) in Abhängigkeit von einer seit Beginn der Schmelzphase gestrichenen Zeitspanne ermittelt.
- 20 **4. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,**
dass eine Positionierung (p) der Elektroden (6) zeitlich variiert, dass die Positionierung (p) der Elektroden (6) der Steuereinrichtung (9) bekannt ist und dass die Steuereinrichtung (9) den zulässigen Maximalwert (Umax) in Abhängigkeit von der Positionierung (p) der Elektroden (6) ermittelt.
- 25 **5. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Steuereinrichtung (9) durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs zweiter elektrischer Istgrößen (U, I) der den Elektroden (6) zugeführten elektrischen Energie und/oder durch Auswertung akustischer Istgrößen des Lichtbogenofens einen Fortschritt des Schmelzens des Metalls (2) in dem Lichtbogenofen ermittelt und dass die Steuereinrichtung (9) den zulässigen Maximalwert (Umax) in Abhängigkeit von dem ermittelten Fortschritt ermittelt.
- 30 **6. Steuerprogramm für eine Steuereinrichtung (9) eines Lichtbogenofens, wobei das Steuerprogramm Maschinencode (11) umfasst, der von der Steuereinrichtung (9) abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes (11) durch die Steuereinrichtung (9) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (9)**

den Lichtbogenofen gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche betreibt.

7. Steuereinrichtung eines Lichtbogenofens, wobei die Steuereinrichtung mit einem Steuerprogramm (10) nach Anspruch 6 programmiert ist, so dass die Steuereinrichtung den Lichtbogenofen gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 betreibt.

10

8. Lichtbogenofen,

- wobei der Lichtbogenofen ein Ofengefäß (1) aufweist, dem Metall (2) zuführbar ist,
- wobei der Lichtbogenofen eine Energieversorgungseinrichtung (3) und Elektroden (6) sowie einen Ofentransformator (5) aufweist,
- wobei die Energieversorgungseinrichtung (3) eingangsseitig mit einem Versorgungsnetz (4) und ausgangsseitig über den Ofentransformator (5) mit den Elektroden (6) verbunden ist,
- wobei der Lichtbogenofen eine Steuereinrichtung (9) aufweist, von der die Energieversorgungseinrichtung (3) ansteuerbar ist,
- wobei die Steuereinrichtung (9) gemäß Anspruch 7 ausgebildet ist.

30

35

40

45

50

55

FIG 1

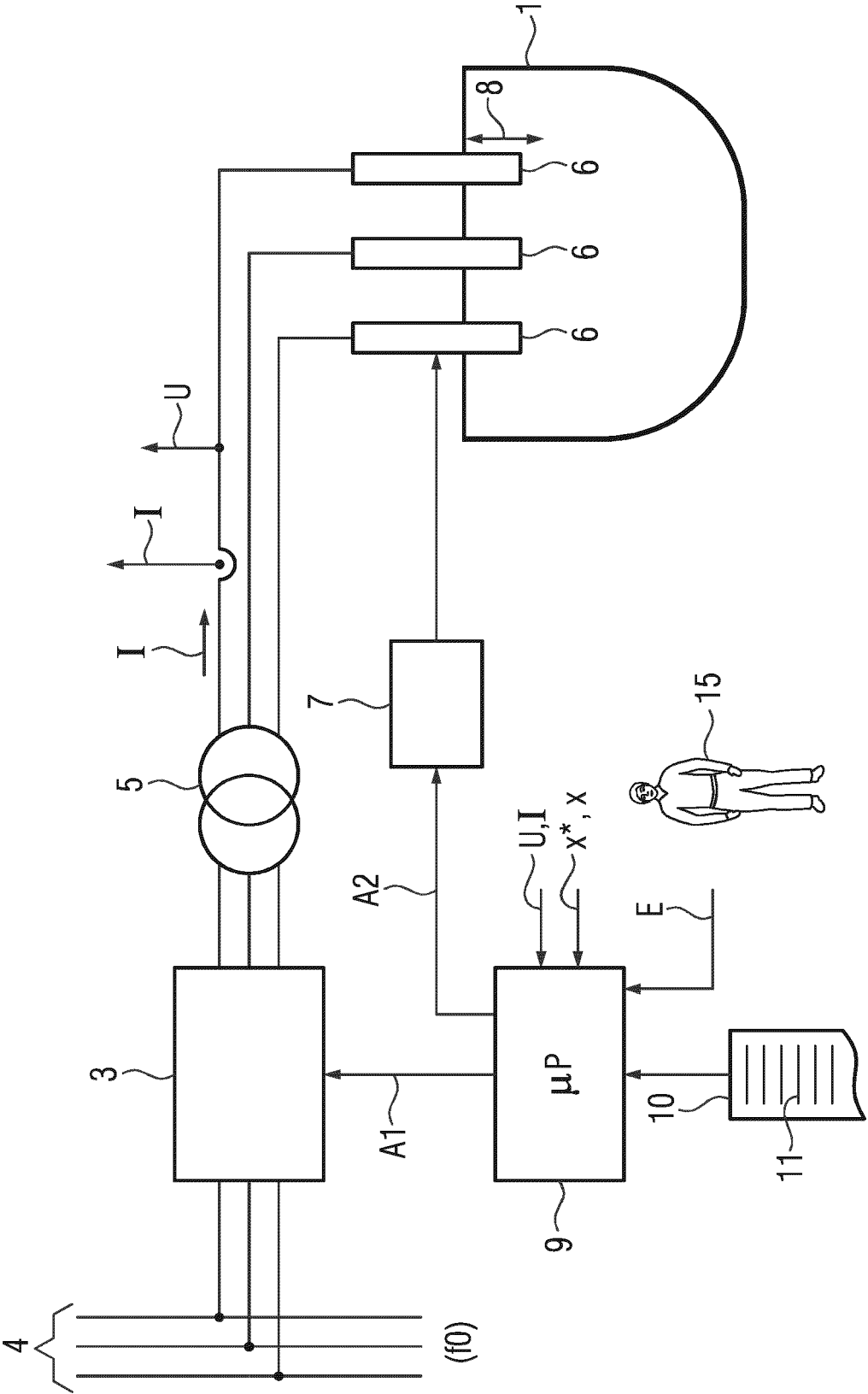


FIG 2

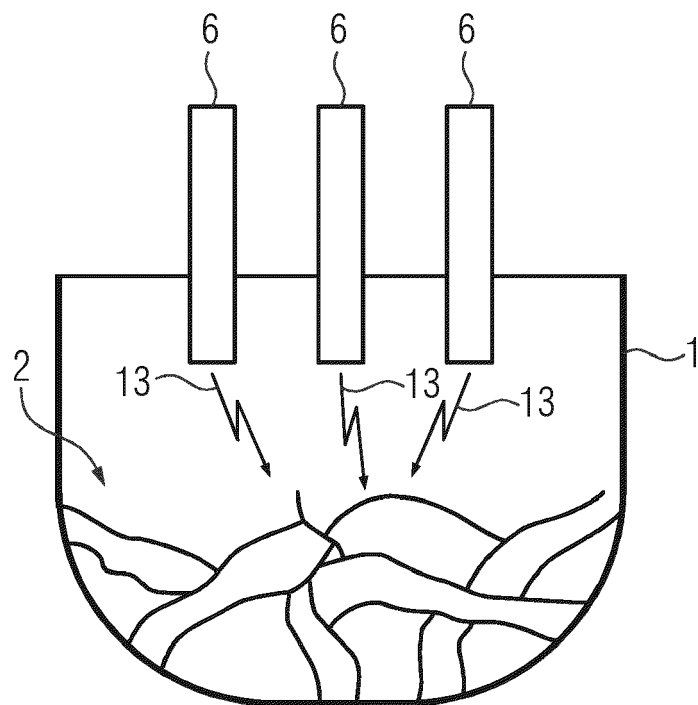


FIG 3

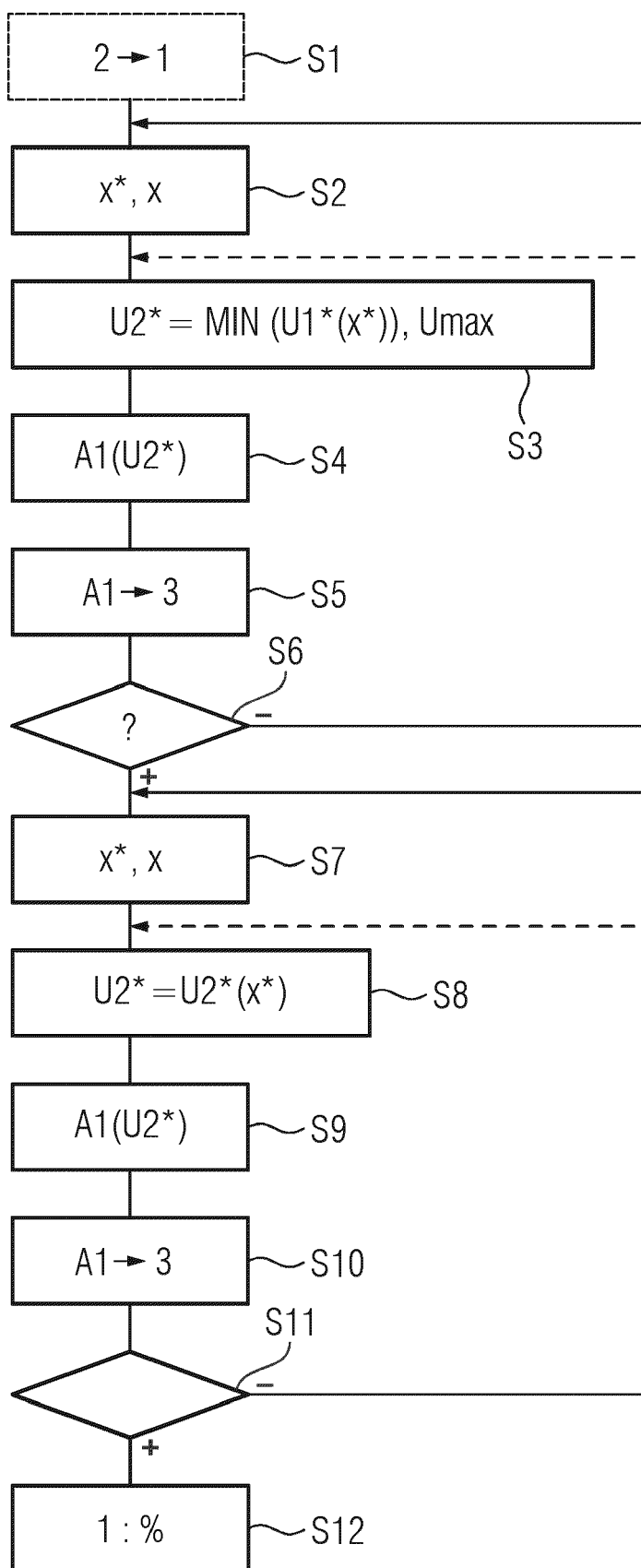


FIG 4

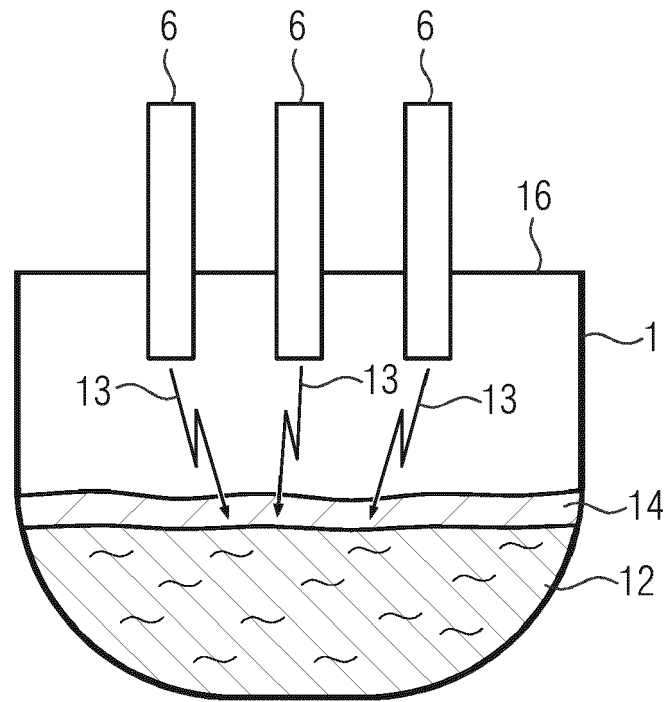


FIG 5

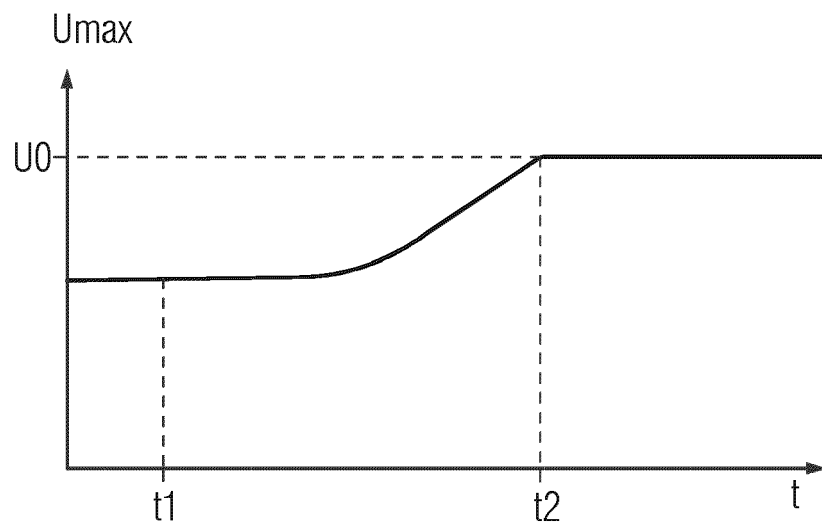


FIG 6

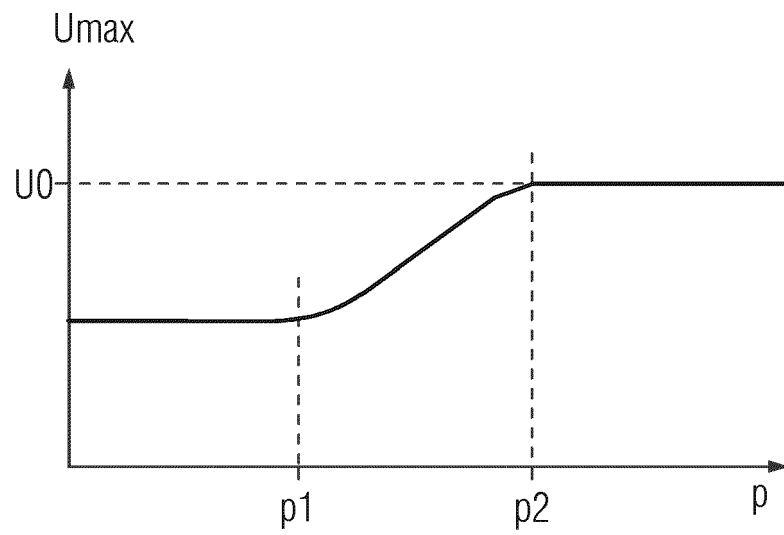
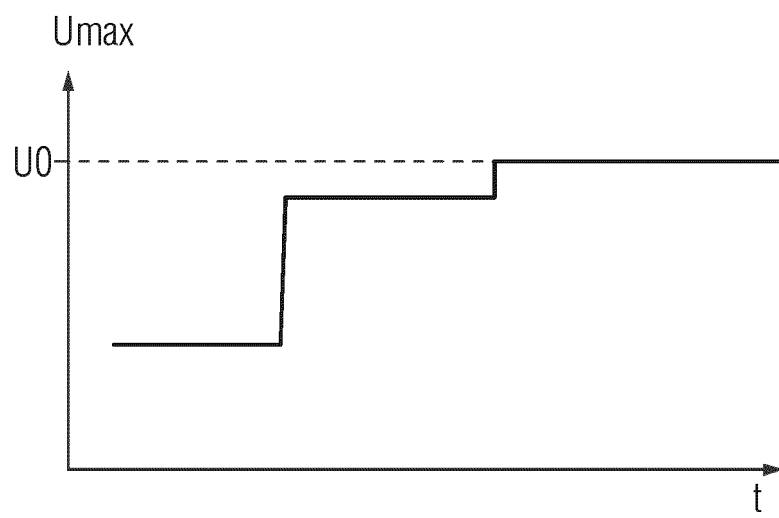


FIG 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 5430

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	WO 2015/176899 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26. November 2015 (2015-11-26) * das ganze Dokument *	1-8	INV. H05B7/148 F27B3/08
A, D	EP 3 124 903 A1 (DANIELI AUTOMATION SPA [IT]) 1. Februar 2017 (2017-02-01) * das ganze Dokument *	1-8	
A, D	EP 1 026 921 A1 (INVERPOWER CONTROLS LTD [CA]) 9. August 2000 (2000-08-09) * das ganze Dokument *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B F27B F27D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		29. Juli 2022	Chelbosu, Liviu
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 22 15 5430

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-07-2022

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015176899 A1	26-11-2015	CN	106464146 A		22-02-2017
		EP	2947766 A1		25-11-2015
		EP	3120451 A1		25-01-2017
		US	2017208654 A1		20-07-2017
		WO	2015176899 A1		26-11-2015

EP 3124903 A1	01-02-2017	AR	101962 A1		25-01-2017
		AU	2015227470 A1		16-02-2017
		CA	2904967 A1		30-01-2017
		CN	106413167 A		15-02-2017
		CN	113639564 A		12-11-2021
		DK	3124903 T3		13-05-2019
		DK	3518622 T3		22-03-2021
		EP	3124903 A1		01-02-2017
		EP	3518622 A1		31-07-2019
		ES	2725911 T3		30-09-2019
		ES	2859698 T3		04-10-2021
		HR	P20190858 T1		28-06-2019
		HR	P20210416 T1		30-04-2021
		HU	E043306 T2		28-08-2019
		HU	E054041 T2		30-08-2021
		JP	6002823 B1		05-10-2016
		JP	2017033911 A		09-02-2017
		KR	20170015045 A		08-02-2017
		LT	3124903 T		27-05-2019
		MA	40740 A		01-02-2017
		MA	47024 A		31-07-2019
		MX	354920 B		26-03-2018
		MY	175365 A		23-06-2020
		PL	3124903 T3		30-08-2019
		PL	3518622 T3		31-05-2021
		RU	2015139523 A		22-03-2017
		SG	10201507755V A		27-02-2017
		SI	3124903 T1		28-06-2019
		SI	3518622 T1		30-04-2021
		TR	201906577 T4		21-05-2019
		TW	201704707 A		01-02-2017
		US	2017034878 A1		02-02-2017
		US	2019191502 A1		20-06-2019
		ZA	201506895 B		29-03-2017

EP 1026921 A1	09-08-2000	AT	383061 T		15-01-2008
		CA	2260516 A1		28-07-2000
		DE	69937873 T2		13-11-2008
		EP	1026921 A1		09-08-2000
		JP	4562216 B2		13-10-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 15 5430

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-07-2022

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		JP 2000234875 A	29-08-2000
		US 5991327 A	23-11-1999

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2015176899 A1 [0005] [0009] [0033]
- EP 1026921 A1 [0005] [0009] [0033]
- EP 3124903 A1 [0005] [0009] [0033]