

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. April 2014 (24.04.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/060256 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 7/144 (2006.01) *G05F 1/20* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/071030
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. Oktober 2013 (09.10.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 109 847.6
16. Oktober 2012 (16.10.2012) DE
- (71) Anmelder: **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH** [DE/DE]; Falkensteinstraße 8, 93059 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **KRÜGER, Klaus**; Schlagboom 12, 22179 Hamburg (DE). **DOHNAL, Dieter**; Stefan-Zweig-Str. 1, 93138 Lappersdorf (DE). **VIERECK, Karsten**; Höllbachstraße 2A, 93059 Regensburg (DE). **BABIZKI, Alexei**; Hermann-Köhl-Str. 14, 93049 Regensburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR THE PROCESS-BASED POWER CONTROL OF AN ELECTRIC ARC FURNACE

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR PROZESSGEFÜHRTEN LEISTUNGSREGELUNG EINES LICHTBOGENOFENS

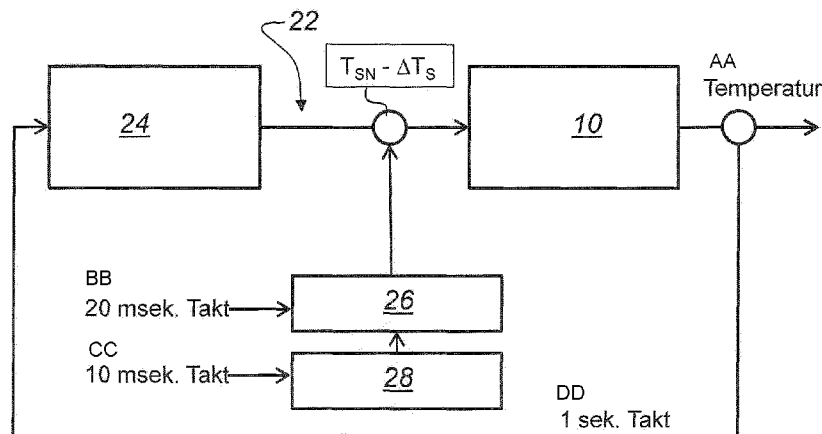


Fig. 3

AA Temperature
BB 20 msec cycle
CC 10 msec cycle
DD 1 sec cycle

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for the process-based power control of an electric arc furnace (10). Several types of sensors (15, 16, 17) detect current operational parameters of the electric arc furnace (10) in accordance with time. A control and regulating unit (30) determines, from the measurement values, whether it is necessary to activate, by means of a semiconductor switch (20), other winding taps (T_{S1}, \dots, T_{SN}) on the primary side (6P) of the furnace transformer (6) in order to vary the electric power to prevent thermal or mechanical damage to the electric arc furnace (10).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/060256 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Eine Vorrichtung und eine Verfahren zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens (10) sind offenbart. Mit mehreren Sensortypen (15, 16, 17) werden aktuelle Betriebsparameter des Lichtbogenofens(10) in Abhängigkeit von der Zeit erfasst. Eine Steuer- und Regeleinheit (30) ermittelt aus dem Messwerten die Notwendigkeit, ob mit einem Halbleiterstufenschalter (20) andere Wicklungsanzapfungen (T_{S1}, \dots, T_{SN}) der Primärseite (6P) des Ofentransformators (6) beschaltet werden müssen, damit eine veränderte elektrische Leistung wirkt, um thermische und oder mechanische Beschädigungen des Lichtbogenofens (10) zu vermeiden.

Vorrichtung und Verfahren zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens. Im Besonderen sieht hierzu die Vorrichtung mehrere Sensortypen zur Erfassung aktueller Betriebsparameter des Lichtbogenofens in Abhängigkeit von der Zeit vor. Einer Steuer- und Regeleinheit werden die aktuellen Betriebsparameter übergeben und ein entsprechender Regelalgorithmus errechnet die erforderliche Regelung. Die Regelung des Lichtbogenofens wird mittels mindestens eines Ofentransformators durchgeführt. Die Steuer- und Regeleinheit wirkt mit mindestens einem Laststufenschalter zusammen, wobei Wicklungsanzapfungen auf der Primärseite des Ofentransformators mit einem Laststufenschalters beschaltbar sind. Drei Elektroden sind mit der Sekundärseite des mindestens einen Ofentransformators elektrisch verbunden und sind jeweils in einem Strang angeordnet.

Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur thermisch-basierten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens.

Die deutsche Patentschrift DE 35 12 189 C1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung von Lichtbogenöfen. Dabei soll eine exakte wirtschaftliche und technisch ohne großen Aufwand realisierbare Einstellung der Lichtbogenspannung und der Elektrodenhöhenstandsstellung ermöglicht werden. Das Stellglied des Elektrodenhöhenstandes wird stets von einem Stromregelkreis (bzw. Impedanzregelkreis) angesteuert, dem im Fall einer Leistungsregelung ein Leistungsregelkreis überlagert ist. Der dem Stromregler überlagerte Leistungsregler liefert dann neben der Transformatorstufe ggf. die Führungsgröße für den Stromregler. Auf die Elektrodenverstellung wirkt in allen Fällen unmittelbar nur der Stromregler ein. Somit ergibt sich für den verwendeten Stufenschalterantrieb des Transformators entweder die Möglichkeit, die mittels des Stufenschalters einstellbare Transformatorspannung direkt über ein Fahrdiagramm zuzuführen oder mittels des

genannten Leistungsregler einzustellen. Der Hubantrieb der Elektroden wird über den Stromregler angesteuert.

Die europäische Patentanmeldung EP 2 362 710 A1 offenbart einen Lichtbogenofen und ein Verfahren zum Betrieb eines Lichtbogenofens. Der der wenigstens einen Elektrode zugeordnete Lichtbogen weist eine erste Strahlungsleistung auf, die sich auf Grundlage eines ersten eingestellten Betriebsparametersatzes ergibt. Der Lichtbogenofen wird gemäß einem vorgegebenen Fahrprogramm betrieben, das auf einem erwarteten Prozessverlauf beruht. Es wird überwacht, ob zwischen dem tatsächlichen Prozessverlauf und dem erwarteten Prozessverlauf eine unerwünschte Abweichung vorliegt. Indem bei Vorliegen einer Abweichung eine geänderte zweite Strahlungsleistung vorgegeben wird. Anhand der geänderten zweiten Strahlungsleistung wird ein geänderter zweiter Betriebsparametersatz ermittelt. Das Verfahren erlaubt eine möglichst geringe Einschmelzdauer bei einer Schonung der Betriebsmittel, insbesondere des Ofengefäßes, zu erzielen.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 35 43 773 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betrieb eines Lichtbogenofens, so dass bei stark schwankenden Rohmaterialien ein Einschmelzen dieses Materials mit einem minimalen Wert des bezogenen elektrischen Energieverbrauches möglich ist. Der Ofentransformator ist mit einem Lastschalter versehen und die Ausgangsspannung an der Sekundärseite des Transformators ist somit einstellbar. Die Steuerung erfolgt durch Ändern der Abgriffe des Ofentransformators oder durch Anpassen der Strom-Arbeitspunkte, beides, um die Länge des Lichtbogens zu ändern. Dabei wird die Stärke des von der Sekundärseite des Ofentransformators zur Lichtbogenelektrode fließenden elektrischen Stromes gemessen. Wird der Lichtbogenofen mit einem elektrischen Arbeitspunkt betrieben, der auf diese Weise geregelt ist, dann wird der elektrische Energieverbrauch bei dem Einschmelzprozess erniedrigt und es kann der bezogene elektrische Energieverbrauch minimal gehalten werden.

Die deutsche Patentanmeldung DE 10 2009 017 196 A1 offenbart einen Stufenschalter mit Halbleiter-Schaltelementen zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen festen Stufenschalterkontakten, die mit Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators elektrisch verbunden sind. Dabei ist jeder der festen Stufenschalterkontakte direkt oder, während der Umschaltung, über die zwischengeschalteten Halbleiter-Schaltelemente mit einer Lastableitung verbindbar. Die Lastableitung weist feste, geteilte Ableitkontaktstücke auf, damit die Halbleiter-Schaltelemente im stationären Betrieb von der Transformatorenwicklung galvanisch getrennt sind. Für Stufenschalter mit Halbleiter-Schaltelementen hingegen ergeben sich verschiedene Nachteile. Durch das dauerhafte Anliegen der Betriebsspannung und die Beanspruchung der Leistungselektronik durch Blitzstoßspannung sind hohe Isolationsabstände erforderlich, was unerwünscht ist.

Wie aus dem Stand der Technik bekannt, sind die elektrischen Elemente für eine Steuerung bzw. Regelung des Lichtbogenofenbetriebs ein Ofentransformator, eine Drosselspule und ein Elektrodentragsystem. Die Energiebereitstellung für die Drehstromlichtbogenöfen erfolgt über Ofentransformatoren mit einem integrierten Stufenschalter. Durch die Transformatorstufen kann der entsprechende Energieeintrag eingestellt werden.

Eine unter Last schaltbare Drosselspule, die dem Transformator vorgeschaltet ist, dient zur Regelung der Reaktanz des Stromkreises und ermöglicht dadurch einen Ofenbetrieb mit stabilen Lichtbögen sowie eine Begrenzung des Kurzschlussstroms. In Abhängigkeit vom Prozessfortschritt wird die geeignete Stufe sowohl beim Transformator als auch bei der Seriendrossel ausgewählt. Dies kann durch einen manuellen Eingriff vom Ofenbediener, durch eine integrierte Steuerung oder Regelung erfolgen.

Bei der manuellen Steuerung kann ein erfahrener Ofenbediener anhand der Schallemission des Ofens und dem Erscheinungsbild des Schmelzgutes den

Prozess beurteilen. Bei kritischen Situationen (z.B. frei brennender Lichtbogen) wird die Transformatorstufe angepasst.

Bei der automatischen Steuerung werden die Transformatorstufen und ggf. die Drosselstufen abhängig vom aktuellen Energieeintrag angepasst. Grundsätzlich wird in der Anfangsphase „Bohrphase“ eine hohe Induktivität benötigt, um den Lichtbogen möglichst stabil zu halten (OLTC Drossel == höchste Stufe). In der letzten Phase „flüssiges Bad“ wird die Seriendrossel ausgeschaltet, um die Blindleistung zu reduzieren.

10

In der Bohrphase wird eine niedrigere Spannungsstufe (kurze Lichtbogen) gewählt, um die feuerfeste Auskleidung des Ofens (Feuerfest) sowie den Ofendeckel zu schonen. Nachdem der Lichtbogen von der schäumenden Schlacke eingehüllt ist, wird die höchste Spannungsstufe gewählt, um den größten Energieeintrag in die Schmelze zu erreichen. In der letzten Phase wird eine etwas niedrigere Stufenspannung gewählt, dafür wird ein maximal hoher Strom eingestellt, um den hohen Energieeintrag zu gewährleisten.

15

Die oben erwähnten Vorgaben bilden, insbesondere bei den manuellen und automatischen Steuerungen, den tatsächlichen Prozesszustand nur sehr unzureichend ab. Auch die neuesten Regelungen sind ebenfalls nicht in der Lage auf die schnellen Veränderungen im System mit den geeigneten Zeitkonstanten (z.B. im Millisekundenbereich) zu reagieren.

20

Hinsichtlich der Stufenschalter in Ofentransformatoren und Drosselspulen werden die hohen Schalthäufigkeiten je nach verschiedensten Schaltstrategien der Kunden als ein technischer Stressfaktor betrachtet. Es ist in erster Linie auf Kontaktabbrand sowie Abnutzung der mechanischen Bauteile in den Stufenschaltern zurückzuführen.

25

Da die Wartungsarbeit an Stufenschaltern in der Regel einen hohen Aufwand und vor allem kostenintensive Produktionsunterbrechung bedeutet, ist es für die

30

Betreiber durchaus wünschenswert, das Wartungsintervall zu verlängern, um den Wartungsaufwand des Stufenschalters möglichst zu verringern.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens zu schaffen, die es ermöglicht bei 5 Veränderungen des Prozesses im Lichtbogenofen mit den geeigneten Zeitkonstanten (im Millisekundenbereich) einzugreifen und dabei gleichzeitig die Stillstandzeiten des Lichtbogenofens zu reduzieren und die Wartungsintervalle an den Stufenschaltern zu verlängern.

10

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

15

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens zu schaffen, das es ermöglicht bei 15 Veränderungen des Prozesses im Lichtbogenofen mit den geeigneten Zeitkonstanten (im Millisekundenbereich) einzugreifen und dabei gleichzeitig die Stillstandzeiten des Lichtbogenofens zu reduzieren und die Wartungsintervalle an Stufenschaltern zu verlängern.

20

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens gelöst, dass die Merkmale des Anspruchs 5 umfasst.

25

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens zeichnet sich dadurch aus, dass der Laststufenschalter ein Halbleiterstufenschalter ist.

30

Gemäß einer möglichen Ausführungsform, kann jeder Elektrode ein Ofentransformator zugeordnet sein, dessen Wicklungsanzapfungen der Primärseite mittels jeweils eines Halbleiterstufenschalters schaltbar ist und dass die Sekundärseite eines jeden Ofentransformators mit der Elektrode verbunden ist.

Die Sensortypen, welche für die Bestimmung der Regelparameter bzw. Messgrößen herangezogen werden, sind thermische Sensoren und/oder optische Sensoren und/oder akustische Sensoren und/oder Körperschallsensoren. Alle Sensoren sind mit der Steuer- und Regeleinheit verbunden.

Die Steuer- und Regeleinheit ist mit dem Halbleiterstufenschalter kommunikativ verbunden, so dass in Abhängigkeit von den Messgrößen der Sensortypen und im Vergleich mit einem Sollwert, die an den Elektroden anliegenden aktuellen Spannung regelbar ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus:

- dass mittels mehrerer Sensortypen aktuelle Betriebsparameter des Lichtbogenofens erfasst und an eine Steuer- und Regeleinheit übergeben werden, mittel der eine Kritizitätszahl bestimmt wird; und
- dass in Abhängigkeit vom Wert der bestimmten Kritizitätszahl mit mindestens einem Halbleiterstufenschalter eine Beschaltung von Anzapfungen an einer Primärseite mindestens eines Ofentransformators derart beeinflusst werden, dass der Zustand des Lichtbogenofens in einem unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird.

Für gewöhnlich hat der Lichtbogenofen drei Elektroden, mit denen thermische Energie in den Lichtbogenofen eingebracht wird. Die Elektroden sind mit einer Sekundärseite des Ofentransformators verbunden und über die Beschaltung der Anzapfungen auf der Primärseite des Ofentransformators werden somit drei sekundäre Stränge mit einer geänderten Spannung beaufschlagt. Die Elektroden werden gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens symmetrisch mit einer erforderlichen elektrischen Energiemenge versorgt, so dass der Zustand des Lichtbogenofens im unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden mit dem Halbleiterstufenschalter die Außenleitungen der Elektroden mit einer unsymmetrischen Spannung beaufschlagt. Damit werden die drei sekundären Stränge unsymmetrisch mit einer erforderlichen elektrischen Energiemenge versorgt werden, so dass der Zustand des Lichtbogenofens im unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird. Hierzu sind unsymmetrisch einstellbare Außenleiterspannungen erforderlich. Die an den einzelnen Lichtbögen anliegenden Spannungen unterscheiden sich typischerweise betragsmäßig um bis zu 10 %.

10

Der Lichtbogenofen besitzt drei Elektroden, mit denen thermische Energie in den Lichtbogenofen eingebracht wird. Jede der Elektroden ist mit einer Sekundärseite eines ihr zugeordneten Ofentransformators verbunden und über die Beschaltung der Anzapfungen auf der Primärseite des jeweiligen Ofentransformators werden die Lichtbögen mit einer entsprechenden Energiemenge versorgt. Die Energiezufuhr ist dabei derart ausgestaltet, dass der Zustand des Lichtbogenofens im unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird. Jeder der Lichtbögen ist unabhängig von den anderen Lichtbögen des Lichtbogenofens steuerbar.

20

Die Kritizitätszahl wird aus den Betriebsparametern des Lichtbogenofens berechnet, die sich aus dem thermischen Zustand eines Gefäßes des Lichtbogenofens und/oder einer optischen Erfassung brennender Lichtbögen und/oder dem vom Lichtbogenofen abgegebenen Schall oder Körperschall zusammensetzt.

25

Die Regelung der elektrischen Größen wird bei Lichtbogenöfen in zwei Bereichen durchgeführt. Das übergeordnete Prozessleitsystem gibt die sekundäre Außenleiterspannung (bzw. die Transformatorstufe) und den Strom-Sollwert vor. Die untergeordnete Elektrodenregelung regelt über die Lichtbogenlängen den Strom und gewährleistet damit, im Mittel, das Einhalten des vorgegebenen Sollwertes. Die

30

gegenwärtige Erfindung betrifft das übergeordnete Prozessleitsystem, wobei die Regelung der Außenleiterspannungen berücksichtigt wird.

5 Im ersten Schritt werden der Prozesszustand des bzw. frei brennende Lichtbögen erfasst. Dies kann mit Hilfe von Temperatur-, Körperschall- oder Strahlungsmessung erfolgen. Ausgehend von den Messwerten kann im nächsten Schritt die so genannte Kritizitätszahl bestimmt werden. Die Kritizitätszahl wird in Prozent angegeben und beschreibt den aktuellen Zustand des Schmelzprozesses. Bei 0 % ist der Zustand nicht kritisch. 100 % ist höchste Stufe und der Zustand des Schmelzprozesses ist
10 äußerst kritisch. Die Leistung des Lichtbogenofens wird nun abhängig von der aktuellen Kritizitätszahl geregelt. Liegt die Kritizitätszahl beispielsweise im Bereich von 0 bis 30 % liegt weiterhin die maximale Leistung am Lichtbogenofen an. Liegt die Kritizitätszahl beispielsweise zwischen 30 % bis 60 % wird die Leistung linear reduziert. Liegt die Kritizitätszahl ab 60 % wird die geringste Leistung eingestellt.

15 Durch die Erweiterung des Regelalgorithmus um die strangspezifische Regelung über unsymmetrische Außenleiterspannungen als Stellgröße, wird eine höhere Betriebsmittelschonung erreicht, weil die für den Feuerfestverschleiß verantwortlichen Hotspots, durch die neuartige Regelung gezielt vermieden werden.

20 Unter unsymmetrischer Leistungsregelung versteht man eine unsymmetrische Veränderung der Außenleiterspannungen. Bei dem Halbleiterstufenschalter soll der erforderliche Stellbereich für die Spannungsunsymmetrie etwa $\pm 10\%$ betragen. Die Taktfrequenz liegt dabei in einer Größenordnung von 1 s.

25 Diese und andere Merkmale und Vorteile der verschiedenen hier offenbarten Ausführungsformen werden mit Bezug auf die folgende Beschreibung und die Zeichnungen besser verständlich, wobei gleiche Bezugszeichen durchweg gleiche Elemente bezeichnen. Es zeigen:

30 Figur 1 eine schematische Darstellung eines Systems mit zur Schmelzen von Metall mittels eines Lichtbogenofens;

- Figur 2 eine schematische Ansicht der räumlichen Anordnung der Elektroden im Lichtbogenofen und der Zuordnung von Sensoren zu den Elektroden;
- Figur 3 eine schematische Darstellung der Einbindung der thermisch-basierten Leistungsregelung in die Gesamtregelung des Lichtbogenofens;
- 5 Figur 4 eine schematische Ansicht des Ablaufdiagramms der thermisch-basierten Leistungsregelung des Lichtbogenofens; und
- Figur 5 eine Darstellung des funktionalen Zusammenhangs der Kritizitätszahl und der aktuell wirkenden Leistung.
- 10 Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Systems 1 zum Schmelzen von Metall mittels eines Lichtbogenofens 10. Der Lichtbogenofens 10 besteht aus einem Ofengefäß 11, in dem Stahlschrott eingeschmolzen und eine Schmelze 3 erzeugt wird. Das Ofengefäß 11 kann noch mit einem Deckel (nicht dargestellt versehen). Wandung 12 und Deckel sich mit einer Wasserkühlung versehen. Je nach
- 15 Betriebsart des Lichtbogenofens 10 hat dieser eine oder drei Elektroden 4. Bei einem Gleichstrom-Elektrolichtbogenofen wird eine Elektrode 4 verwendet. Bei einem Drehstrom-Lichtbogenofen 10 werden drei Elektrode 4 verwendet. Die nachfolgende Beschreibung schildert das Prinzip der Erfindung am Beispiel eines Drehstrom-Lichtbogenofens. Ein Feuerfestmaterial (nicht dargestellt) kleidet eine Innenwandung
- 20 13 des Lichtbogenofens 10 aus.

Die Elektroden 4 sind an einem Tragarm (nicht dargestellt) angebracht und können bei Bedarf in das Ofengefäß 11 eingefahren werden. Jede der Elektroden 4 ist mit einer Außenleitung 5 ausgestattet, die alle mit einer Sekundärseite 6S eines

25 Ofentransformators 6 verbunden sind. Die Außenleitung 5, die Elektrode 4 und der Lichtbogen (nicht dargestellt) bilden somit eine Phase bzw. einen Strang 7 des Drehstromkreises. Eine Primärseite 6P des Ofentransformators 6 wird aus einem Energieversorgungsnetz 9 mit der erforderlichen Hochspannung versorgt. Mit der Primärseite 6P des Ofentransformators 6 ist ein Laststufenschalter 20 verbunden,

30 der als Halbleiterstufenschalter ausgebildet ist.

Eine Steuer- und Regeleinheit 30 wirkt mit dem Halbleiterstufenschalter 20 zusammen, um Anzapfungen des Ofentransformators 6 auf der Primärseite 6P derart zu schalten, dass die mit einer entsprechender Außenleiterspannung und entsprechenden Strom versorgt werden, dass der Lichtbogenofen 3 innerhalb eines vorgegebenen Sollbereichs arbeitet. Die Primärseite 6P des Ofentransformators 6 hat mehrere Wicklungsanzapfungen T_{S1}, \dots, T_{SN} , die von den Halbleiterschaltelementen $S1, \dots, SN$ des Halbleiterstufenschalter 20. Die Steuer- und Regeleinheit 30 erhält Input von mehreren Sensortypen 15, 16 und 17, die dem Lichtbogenofens 10 zugeordnet sind. Aus den Eingangsdaten ermittelt die Steuer- und Regeleinheit 30 den Schaltablauf des Halbleiterstufenschalters 20 und die erforderliche Beschaltung der Wicklungsanzapfungen T_{S1}, \dots, T_{SN} , der Sekundärseite 6S des Ofentransformators 6, so dass der Lichtbogenofens 10 innerhalb eines vorgegebenen Bereichs der Ofenleistung arbeitet.

Die mehreren Sensortypen 15, 16 und 17 erfassen hierzu den thermischen Zustand des Lichtbogenofens 10. Die Sensortypen 15, 16 und 17 sind als thermische Sensoren 15 und/oder optische Sensoren 17 und/oder akustische Sensoren 16 ausgebildet und mit der Steuer- und Regeleinheit 30 verbunden. Der aktuelle thermische Zustand des Lichtbogenofens 10 kann mit Hilfe von Temperaturmessungen, Körperschallmessungen oder Strahlungsmessungen erfolgen. Für die Temperaturmessungen kann z.B. ein Temperatursensor eingesetzt werden, der z.B. die Temperatur des Kühlwassers misst und somit einen Rückschluss auf die aktuelle thermische Belastung 10 erlaubt. Körperschallmessungen können mit akustischen Sensoren durchgeführt werden, wobei aus den Messergebnissen ebenfalls auf die Temperaturentwicklung im Lichtbogenofen 10 geschlossen werden kann. Für Strahlungsmessungen können z.B. Kameras eingesetzt werden, so dass hiermit ebenfalls auf die Temperaturentwicklung im Lichtbogenofen 10 geschlossen werden kann. Aus den aufgenommenen Daten wird mittels der Steuer- und Regeleinheit 30 eine Kritizitätszahl bestimmt. In Abhängigkeit vom Wert der bestimmten Kritizitätszahl wird mit mindestens einem Halbleiterstufenschalter 20 eine Beschaltung von

Wicklungsanzapfungen $T_{S1} \dots T_{SN}$ an einer Primärseite 6P eines Ofentransformators 6 derart beeinflusst, dass der Zustand des Lichtbogenofens 10 in einem unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird.

5 In Figur 2 ist eine schematische Ansicht der räumlichen Anordnung der Elektroden 4 im Lichtbogenofen 10 und die räumliche Zuordnung der thermischen Sensoren 15 und der akustischen Sensoren 16 zu den Elektroden 4 dargestellt. In der hier dargestellten Ausführungsform besitzt der Lichtbogenofen 10 drei Elektroden 4, mit denen thermische Energie in den Lichtbogenofen eingebracht wird. Die Elektroden 4
10 sind in Form eines Dreiecks angeordnet. Jeder Elektrode 4 ist räumlich ein thermischer Sensor 15 und ein akustischer Sensor 16 zugeordnet, so dass der individuelle thermische Zustand des Lichtbogenofens 10 im Bereich einer jeden Elektrode 4 erfasst werden kann. Somit können die Außenleitungen 5 der Elektroden 4 mit unsymmetrischen Außenleiterspannungen U_{SOLL12} , U_{SOLL23} oder U_{SOLL31}
15 beaufschlagt werden, so dass die Elektroden 4 unsymmetrisch mit einer erforderlichen elektrischen Energiemenge versorgt werden.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung der Einbindung der prozessgeführten Leistungsregelung in die Gesamtregelung 22 des Lichtbogenofens 10. Die
20 Gesamtregelung des Lichtbogenofens 10, die letztendlich über dem Halbleiterstufenschalter 20 realisiert wird. Die prozessgeführte Leistungsregelung 24 arbeitet mit einer Taktfrequenz im Bereich von 1 Sekunde. Die Überstromregelung 26 arbeitet mit einer Taktfrequenz im Bereich von 20 Millisekunden. Die Flicker-Regelung 28 arbeitet mit einer Taktfrequenz im Bereich von 10 Millisekunden. Die
25 Taktfrequenz entspricht für jede der Regelungen der Wiederholrate der entsprechenden Regelungen. Als Ergebnis der Messungen kann dann mittels des Halbleiterstufenschalters 20 von auf diejenige Wicklungsanzapfung $T_{S1} \dots T_{SN}$ an einer Primärseite 6P des Ofentransformators 6 umgeschaltet werden, damit die erforderliche Regelung des Lichtbogenofens 10 erfolgt.

In Figur 4 ist eine schematische Ansicht des Ablaufdiagramms der thermisch-basierten Leistungsregelung des Lichtbogenofens 10 dargestellt. Im ersten Schritt 31 werden der Prozesszustand 11 und insbesondere frei brennende Lichtbögen erfasst. Dies kann, wie bereits oben erwähnt, mit mehreren Sensortypen 15, 16 und 17 erfolgen. Die Sensortypen 15, 16 und 17 sind als thermische Sensoren 15 und/oder optische Sensoren 17 und/oder akustische Sensoren 16 ausgebildet und mit der Steuer- und Regeleinheit 30 verbunden. Somit können Temperatur-, Körperschall- und/oder Strahlungsmessung erfolgen. Ausgehend von den Messwerten kann im zweiten Schritt 32 eine so genannte Kritizitätszahl bestimmt werden. Die Kritizitätszahl wird in Prozent angegeben und beschreibt den aktuellen Zustand des Schmelzprozesses. Bei 0 % ist der Zustand nicht kritisch, 100 % ist höchste Stufe erreicht und eine Änderung der Leistung des Lichtbogenofens 10 ist unbedingt erforderlich. In einem dritten Schritt 33 wird die Leistung des Lichtbogenofens 10 nun abhängig von der aktuellen Kritizitätszahl geregelt. Hierbei ist die thermische Trägheit des Ofengefäßes 11 Lichtbogenofens 10 zu berücksichtigen. Die Prozentwerte bzw. Prozentbereiche der Kritizitätszahl, die einen Eingriff durch den Halbleiterstufenschalter 20 erfordern, können von Betreiber des Lichtbogenofens 20 festgelegt werden.

Figur 5 zeigt eine Darstellung des funktionalen Zusammenhangs der Kritizitätszahl und der aktuell im Lichtbogenofen 10 wirkenden Leistung P . Liegt z.B. die Kritizitätszahl zwischen 0 und 30 % ist keine Regelung erforderlich und der Lichtbogenofen 20 kann mit der maximalen Leistung P_{\max} betrieben werden. Liegt z.B. die Kritizitätszahl zwischen von 30% und 60% kann z.B. eine lineare Reduzierung der wirkenden Leistung P erfolgen. Liegt z.B. die Kritizitätszahl über 60 % wird eine minimale Leistung P_{\min} des Lichtbogenofens 10 eingestellt. Durch die Realisierung des Regelalgorithmus im Zusammenspiel mit dem Halbleiterschalter 20 kann strangspezifische Regelung über die Außenleiterspannungen $U_{\text{SOLL}12}$, $U_{\text{SOLL}23}$ oder $U_{\text{SOLL}31}$ als Stellgröße erfolgen. Mit dem Halbleiterschalter 20 ist ein schnelles Schalten und ein Überspringen von mehr als einer Wicklungsanzapfung ($T_{S1} \dots T_{SN}$) auf der Primärseite 6P des Ofentransformators 6 möglich. Somit liegt an den Strängen 7 die für die Regelung erforderlichen Außenleiterspannungen $U_{\text{SOLL}12}$,

U_{SOLL23} und U_{SOLL31} an, womit eine höhere Betriebsmittelschonung erreicht wird, weil die für den Feuerfestverschleiß verantwortlichen Hotspots, durch die neuartige, schnelle und variable Regelung gezielt vermieden werden.

- 5 Die Regelung der Leistung des Lichtbogenofens 10 kann mit dem Halbleiterschalter 20 symmetrisch oder unsymmetrisch erfolgen. Unter einer unsymmetrischen Leistungsregelung des Lichtbogenofens 10 versteht man eine nicht unsymmetrische Veränderung der geregelten Außenleiterspannungen U_{SOLL12} , U_{SOLL23} und U_{SOLL31} an der Stränge 7. Bei dem Halbleiterschalter 20 soll der erforderliche Stellbereich für die
- 10 Unsymmetrie der Außenleiterspannungen U_{SOLL12} , U_{SOLL23} und U_{SOLL31} zwischen den Strängen 7 des Halbleiterschalters 20 etwa bis zu $\pm 10\%$ betragen. Wie bereits erwähnt liegt dabei die Taktfrequenz in einer Größenordnung von 1s.

Die Erfindung wurde in Bezug auf zwei Ausführungsformen beschrieben. Es ist

15 jedoch für einen Fachmann selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste

Nr.	Bezeichnung
1	Vorrichtung
3	Schmelze
4	Elektrode
5	Außenleitung
6	Ofentransformator
6P	Primärseite
6S	Sekundärseite
7	Strang, Phase
9	Energieversorgungsnetz
10	Lichtbogenofen
11	Ofengefäß
12	Außenwandung
13	Innenwandung
15	Sensortyp (thermisch)
16	Sensortyp (Körperschall)
17	Sensortyp (Strahlung)
20	Laststufenschalter, Halbleiterstufenschalter
22	Gesamtregelung
24	Thermisch basierte Leistungsregelung
26	Überstromregelung
28	Flicker-Regelung
30	Steuer- und Regeleinheit
31	erster Schritt
32	zweiter Schritt
33	dritter Schritt
P_{\max}	maximale Leistung

P_{\min}	maximale Leistung
P	wirkende Leistung
$T_{S1} \dots T_{SN}$	Wicklungsanzapfung, Transformatorstufe
$S_1 \dots S_N$	Halbleiterschaltelement

Patentansprüche:

- 5 1. Vorrichtung zur prozessgeführten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens (10), umfassend: mehrere Sensortypen (15, 16, 17) zur Erfassung aktueller Betriebsparameter des Lichtbogenofens (10) in Abhängigkeit von der Zeit; eine Steuer- und Regeleinheit (30); mindestens einen Ofentransformator (6) mit einer Primärseite (6P) und einer Sekundärseite (6S); mindestens einen Laststufenschalter (20), der Wicklungsanzapfungen (T_{S1}, \dots, T_{SN}) der Primärseite (6P) des Ofentransformators (6) schaltet und wobei drei
10 Elektroden (4) mit der Sekundärseite (6S) des mindestens einen Ofentransformators (6) elektrisch verbunden sind und jeweils einen Strang (7) definieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laststufenschalter ein Halbleiterstufenschalter (20) ist.
- 15 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jeder Elektrode (4) ein Ofentransformator (6) zugeordnet ist dessen Wicklungsanzapfungen (T_{S1}, \dots, T_{SN}) der Primärseite (6P) mittels jeweils eines Halbleiterstufenschalters (20) schaltbar ist und dass die Sekundärseite (6S) eines jeden Ofentransformators (6) mit der Elektrode (4) verbunden ist.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Sensortypen (15, 16, 17) thermische Sensoren (15) und/oder optische Sensoren (17) und/oder akustische Sensoren (16) sind, die mit der Steuer- und Regeleinheit (30) verbunden sind.
- 25 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuer- und Regeleinheit (30) mit dem Halbleiterstufenschalter (20) kommunikativ verbunden ist, so dass in Abhängigkeit von den Messgrößen der Sensortypen (15, 16, 17) und im Vergleich mit einem Sollwert der zwischen aufeinanderfolgenden Strängen (7) anliegenden aktuellen
30 Außenleiterspannungen ($U_{ist12}, U_{ist23}, U_{ist31}$) regelbar ist.

5. Verfahren zur thermisch-basierten Leistungsregelung eines Lichtbogenofens (10) gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- dass mittels mehrerer Sensortypen (15, 16, 17) aktuelle Betriebsparameter des Lichtbogenofens (10) erfasst und an eine Steuer- und Regeleinheit (30) übergeben werden, mittels der eine Kitizitätszahl bestimmt wird; und
 - dass in Abhängigkeit vom Wert der bestimmten Kitizitätszahl mit mindestens einem Halbleiterstufenschalter (20) eine Beschaltung von Wicklungsanzapfungen ($T_{S1} \dots T_{SN}$) an einer Primärseite (6P) mindestens eines Ofentransformators (20) derart beeinflusst wird, dass der Zustand des Lichtbogenofens (10) in einem unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Lichtbogenofen (10) drei Elektroden (4) besitzt, mit denen thermische Energie in den Lichtbogenofen (10) eingebracht wird, wobei die Elektroden (4) mit einer Sekundärseite (6S) des Ofentransformators (6) verbunden sind, wobei jede Elektrode 4 zusammen mit einer Außenleitung 5 einen Strang (7) bildet und über die Beschaltung der Wicklungsanzapfungen ($T_{S1} \dots T_{SN}$) auf der Primärseite (6P) des Ofentransformators (6) die drei Stränge mit einer geänderten Außenleiterspannung (U_{SOLL12} , U_{SOLL23} , U_{SOLL31}) beaufschlagt werden, dass Lichtbögen, die von den Elektroden (4) ausgehen, symmetrisch mit einer erforderlichen elektrischen Energiemenge versorgt werden, dass der Zustand des Lichtbogenofens (10) im unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei mit dem Halbleiterstufenschalter (20) die Außenleitungen (5) der Elektroden (4) mit unsymmetrischen Außenleiterspannungen beaufschlagt werden, wobei die Lichtbögen, die von den Elektroden (4) ausgehen, unsymmetrisch mit einer erforderlichen elektrischen Energiemenge versorgt werden, dass der Zustand des

Lichtbogenofens (10) im unkritischen Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird.

- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei sich die zwischen den drei Strängen (7) anliegenden Außenleiterspannungen (U_{SOLL12} , U_{SOLL23} , U_{SOLL31}) und somit die wirkende Leistung betragsmäßig um typisch bis zu 10 % unterscheiden.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Lichtbogenofen (10) drei Elektroden (4) besitzt, mit denen thermische Energie in den Lichtbogenofen (10) eingebracht wird und dass jede der Elektroden (4) mit einer Sekundärseite (6S) eine ihr zugeordneten Ofentransformators (6) verbunden ist und über die Beschaltung der Wicklungsanzapfungen ($T_{S1} \dots T_{SN}$) auf der Primärseite (6S) des jeweiligen Ofentransformators (6) mit einer entsprechenden elektrischen Energiemenge versorgt wird, dass der Zustand des Lichtbogenofens (6) im unkritischen
- 15 Betriebszustand gehalten oder in einen unkritischen Betriebszustand gebracht wird, wobei jeder der drei Stränge (7) unabhängig von den anderen Strängen (7) des Lichtbogenofens (10) steuerbar ist.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei die Kitizitätszahl aus den Betriebsparametern des Lichtbogenofens (10) berechnet wird, die sich aus dem thermischen Zustand eines Ofengefäßes (11) des Lichtbogenofens (10) und/oder einer optischen Erfassung brennender Lichtbögen und/oder dem vom Lichtbogenofen (10) abgegebenen Schall oder Körperschall zusammensetzt.

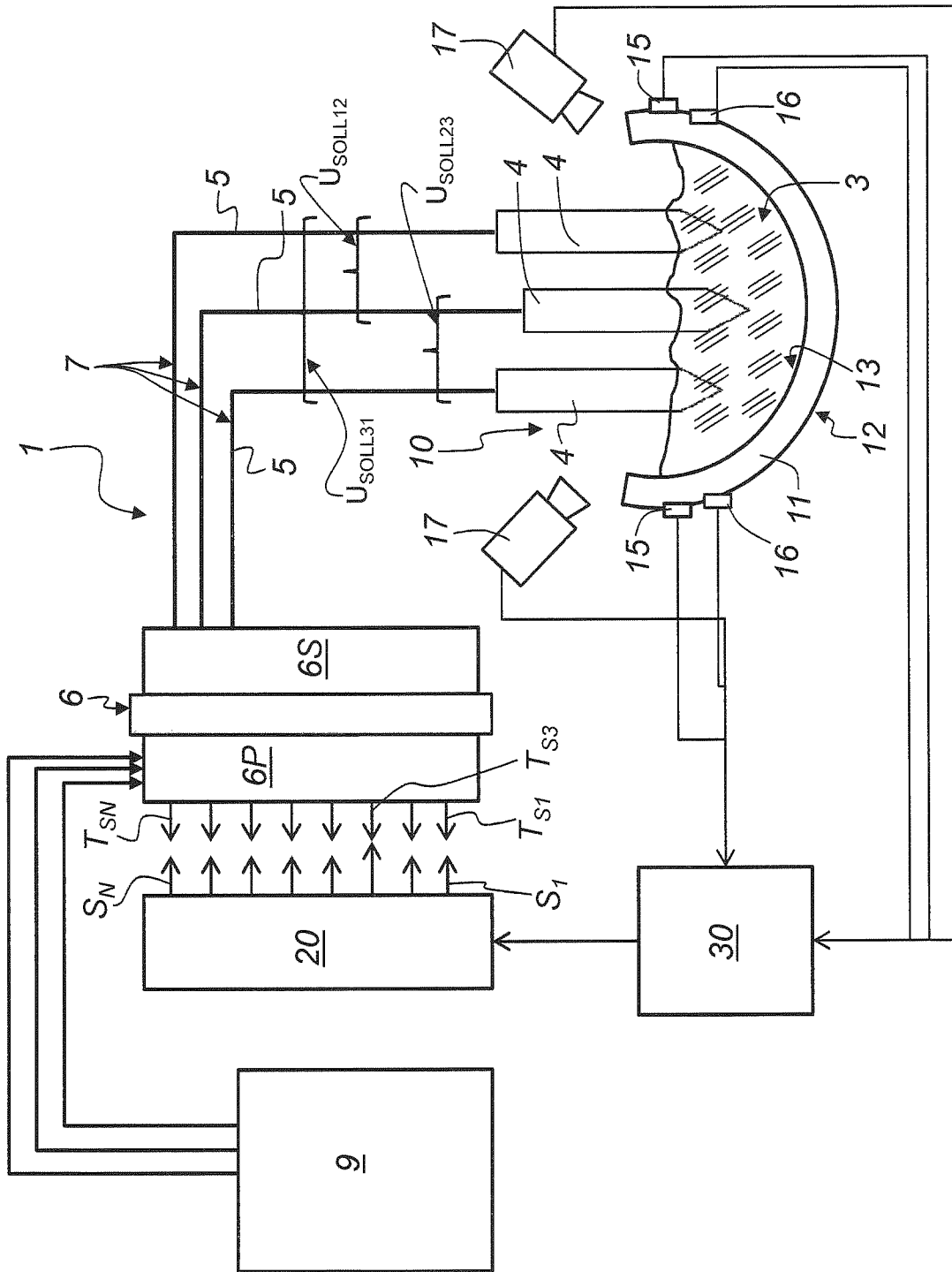


Fig. 1

2/3

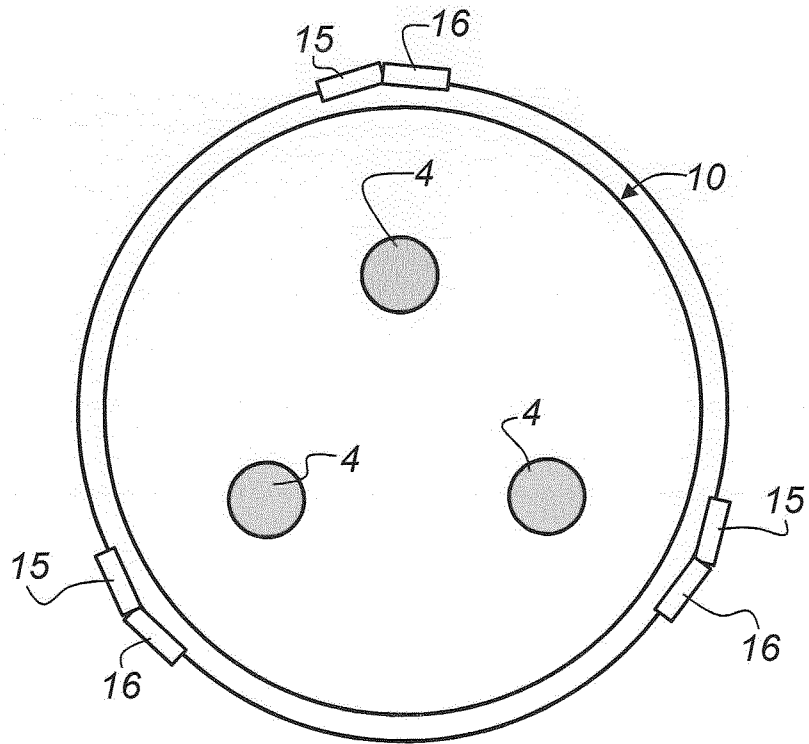


Fig. 2

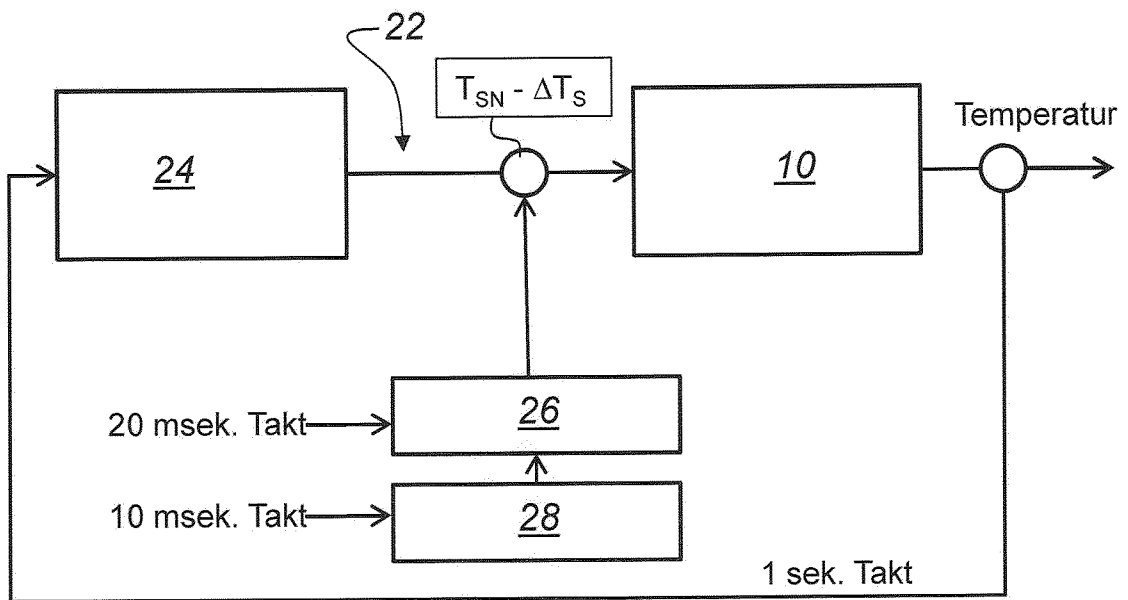


Fig. 3

3/3

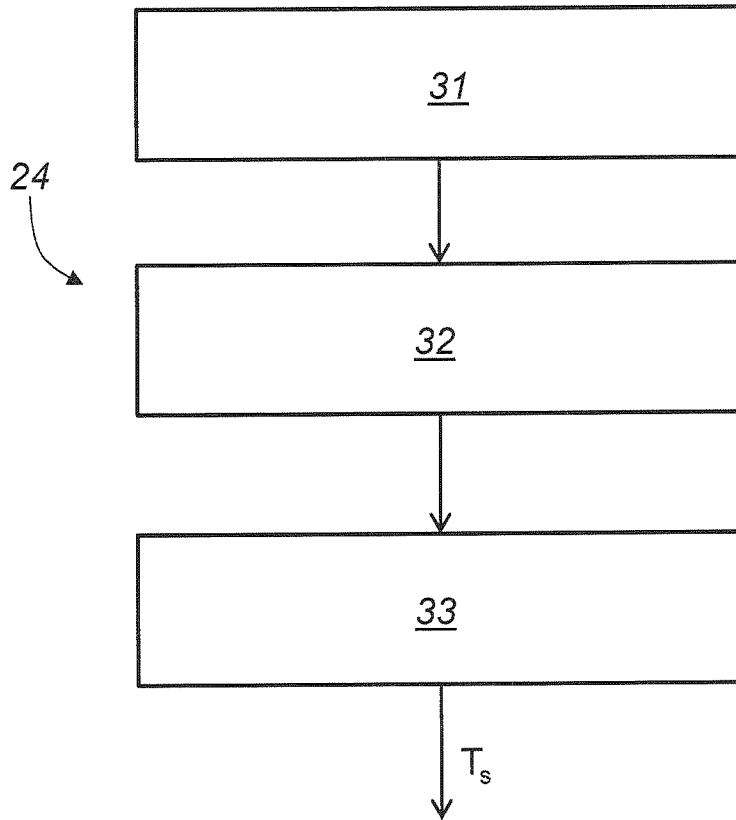


Fig. 4

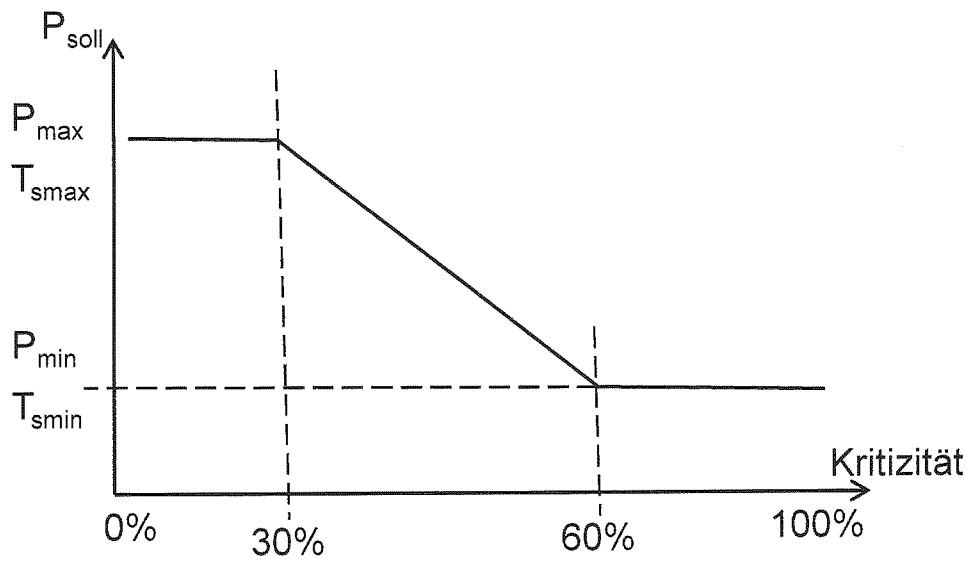


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/071030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B7/144 G05F1/20
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05B G05F
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/063927 A2 (HATCH ASS LTD [CA]; SATCON POWER SYSTEMS CANADA LT [CA]) 15 August 2002 (2002-08-15) abstract page 4, lines 11-13 page 5, lines 6-25 page 7, lines 1-29 page 10, line 24 - page 11, line 28 figure 2	1-10
Y	WO 2012/104232 A2 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]; VON BLOH JOCHEN [DE]; ENGEL STEFAN []) 9 August 2012 (2012-08-09) abstract claim 1 figure 1	1-10
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 18 November 2013	Date of mailing of the international search report 27/11/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer de la Tassa Laforgue

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/071030

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/216802 A1 (WALLMEIER PETER [DE]) 8 September 2011 (2011-09-08) abstract paragraphs [0002] - [0006] -----	1-10
A	DE 10 2009 053169 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 April 2011 (2011-04-21) abstract paragraphs [0014], [0025], [0026] -----	1-10
A	DE 35 12 189 C2 (KRUPP GMBH [DE] MANNESMANN AG [DE]) 5 September 1996 (1996-09-05) cited in the application abstract page 13, line 17 - page 14, line 31 figure 2 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/071030

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02063927	A2	15-08-2002	AT 530047 T 15-11-2011
			AU 2002231514 B2 04-11-2004
			CA 2440464 A1 15-08-2002
			CN 1502217 A 02-06-2004
			EP 1360876 A2 12-11-2003
			JP 3836435 B2 25-10-2006
			JP 2004526281 A 26-08-2004
			NO 20033528 A 08-08-2003
			US 2002136260 A1 26-09-2002
			WO 02063927 A2 15-08-2002
			ZA 200305824 A 29-07-2004

WO 2012104232	A2	09-08-2012	AU 2012213582 A1 29-08-2013
			CA 2825987 A1 09-08-2012
			CN 103348298 A 09-10-2013
			DE 102011010388 A1 09-08-2012
			EP 2671128 A2 11-12-2013
			WO 2012104232 A2 09-08-2012

US 2011216802	A1	08-09-2011	EP 2364058 A1 07-09-2011
			US 2011216802 A1 08-09-2011

DE 102009053169	A1	21-04-2011	CN 102612856 A 25-07-2012
			DE 102009053169 A1 21-04-2011
			EP 2484178 A1 08-08-2012
			RU 2012114110 A 10-11-2013
			US 2012183010 A1 19-07-2012
			WO 2011036071 A1 31-03-2011

DE 3512189	C2	05-09-1996	CA 1281354 C 12-03-1991
			DE 3512189 A1 09-10-1986
			EP 0199936 A2 05-11-1986
			ES 8703708 A1 01-05-1987
			US 4683577 A 28-07-1987

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H05B7/144 G05F1/20
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H05B G05F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 02/063927 A2 (HATCH ASS LTD [CA]; SATCON POWER SYSTEMS CANADA LT [CA]) 15. August 2002 (2002-08-15) Zusammenfassung Seite 4, Zeilen 11-13 Seite 5, Zeilen 6-25 Seite 7, Zeilen 1-29 Seite 10, Zeile 24 - Seite 11, Zeile 28 Abbildung 2	1-10
Y	WO 2012/104232 A2 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]; VON BLOH JOCHEN [DE]; ENGEL STEFAN []) 9. August 2012 (2012-08-09) Zusammenfassung Anspruch 1 Abbildung 1	1-10
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/11/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

de la Tassa Laforgue

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/216802 A1 (WALLMEIER PETER [DE]) 8. September 2011 (2011-09-08) Zusammenfassung Absätze [0002] - [0006] -----	1-10
A	DE 10 2009 053169 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21. April 2011 (2011-04-21) Zusammenfassung Absätze [0014], [0025], [0026] -----	1-10
A	DE 35 12 189 C2 (KRUPP GMBH [DE] MANNESMANN AG [DE]) 5. September 1996 (1996-09-05) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 13, Zeile 17 - Seite 14, Zeile 31 Abbildung 2 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/071030

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02063927	A2	15-08-2002	AT 530047 T 15-11-2011
			AU 2002231514 B2 04-11-2004
			CA 2440464 A1 15-08-2002
			CN 1502217 A 02-06-2004
			EP 1360876 A2 12-11-2003
			JP 3836435 B2 25-10-2006
			JP 2004526281 A 26-08-2004
			NO 20033528 A 08-08-2003
			US 2002136260 A1 26-09-2002
			WO 02063927 A2 15-08-2002
			ZA 200305824 A 29-07-2004

WO 2012104232	A2	09-08-2012	AU 2012213582 A1 29-08-2013
			CA 2825987 A1 09-08-2012
			CN 103348298 A 09-10-2013
			DE 102011010388 A1 09-08-2012
			EP 2671128 A2 11-12-2013
			WO 2012104232 A2 09-08-2012

US 2011216802	A1	08-09-2011	EP 2364058 A1 07-09-2011
			US 2011216802 A1 08-09-2011

DE 102009053169	A1	21-04-2011	CN 102612856 A 25-07-2012
			DE 102009053169 A1 21-04-2011
			EP 2484178 A1 08-08-2012
			RU 2012114110 A 10-11-2013
			US 2012183010 A1 19-07-2012
			WO 2011036071 A1 31-03-2011

DE 3512189	C2	05-09-1996	CA 1281354 C 12-03-1991
			DE 3512189 A1 09-10-1986
			EP 0199936 A2 05-11-1986
			ES 8703708 A1 01-05-1987
			US 4683577 A 28-07-1987
