

(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
30. Januar 2014 (30.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/016151 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F27B 3/28 (2006.01) *H05B 7/102* (2006.01)
F27D 11/10 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064890
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juli 2013 (15.07.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 014 822.4 27. Juli 2012 (27.07.2012) DE
10 2012 224 470.0
27. Dezember 2012 (27.12.2012) DE
- (71) Anmelder: SMS SIEMAG AG [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf (DE).
- (72) Erfinder: KÖNIG, Roland; Klotzdelle 15 d, 45472 Mülheim a. d. Ruhr (DE). HAAKS, Andreas; Apfelstiege 8, 47495 Rheinberg (DE). KLEIN, Christoph; Kirbergstraße 28, 57223 Kreuztal-Eichen (DE). KEMPE, Christian; Im Spenneskamp 8, 47169 Duisburg (DE). PASCH, Thomas; Freiheitsstraße 32, 40699 Erkrath (DE).
- (74) Anwalt: KLÜPPEL, Walter; Hammerstr.2, 57072 Siegen (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, 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, 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 REPLENISHING AN ELECTRODE FOR A METALLURGICAL FURNACE

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM NACHSETZEN EINER ELEKTRODE FÜR EINEN METALLURGISCHEN OFEN

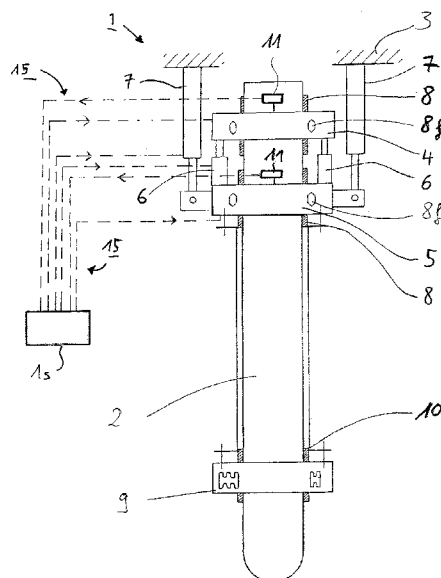


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device (1) for replenishing an electrode (2) of a metallurgical furnace having a furnace cover (14), said electrode having a sensitive length section (21). The device (1) comprises a first and a second clamping ring (4, 5), adjusting cylinders (6, 7) for moving the first clamping ring (4) in relation to the second clamping ring (5) by a compensation stroke and for moving the electrode (2) in relation to the furnace cover (14) and a control apparatus (1s) for controlling the clamping rings (4, 5) and the adjusting cylinders (6, 7), wherein the control apparatus (1s) is programmed such that the compensation stroke for the adjusting cylinders (6, 7) for moving the first clamping ring (4) in relation to the second ring (5) can be set variably and in an automated manner, such that retightening of the first clamping ring (4) around the electrode (2) after the compensation stroke has been reached occurs only adjacently to the sensitive length section (21) of the electrode (2) and not within said length section (21).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (1) zum Nachsetzen einer sensiblen Längenabschnitt (21) aufweisenden Elektrode (2) eines metallurgischen Ofens mit einem Ofendeckel (14). Die Vorrichtung (1) umfasst einen ersten und einen zweiten Klemmring (4, 5), Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) um einen Ausgleichshub bzw. zum Verfahren der Elektrode (2) relativ zum Ofendeckel (14) und eine Steuereinrichtung (1s) zum Ansteuern der Klemmringe (4, 5) und der Verstellzylinder (6, 7), wobei die Steuereinrichtung (1s) dahingehend programmiert ist, dass der Ausgleichshub für die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) variabel und automatisiert einstellbar ist, so dass ein erneutes Verspannen des ersten Klemmrings (4) um die Elektrode (2) nach Erreichen des Ausgleichshubs ausschließlich angrenzend an den sensiblen Längenabschnitt (21) der Elektrode (2) und nicht innerhalb dieses Längenabschnitts (21) erfolgt.

Vorrichtung und Verfahren zum Nachsetzen einer Elektrode
für einen metallurgischen Ofen

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Nachsetzen einer Elektrode eines metallurgischen Ofens, und ein entsprechendes Verfahren für ein solches Nachsetzen. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Elektrode für einen metallurgischen Ofen, die für die Vorrichtung und das Verfahren gemäß der Erfindung geeignet ist.

10

Bei Lichtbogenöfen und Elektro-Reduktionsöfen, insbesondere bei Gleichstrom-Öfen, unterliegen die Elektroden an ihrer Elektrodenspitze einem ständigen Verbrauch und müssen deshalb während des Betriebs des Lichtbogenofens nachgesetzt werden. Hierzu sind im Stand der Technik Nachsetzvorrichtungen
15 bekannt, z. B. aus DE 43 42 511 A1, WO 2004/110 194 A1 oder auch EP 1 969 902 B1. Diese Nachsetzvorrichtungen weisen zumindest einen Klemmring auf, der um die Elektrode zum Halten verspannt werden kann. Der Klemmring ist durch Hydraulikzylinder relativ zum Ofendeckel verfahrbar. Die Elektrode kann in den Ofen hinein nachgesetzt werden, wenn sie von dem Klemmring gehalten wird und
20 dieser mittels der Hydraulikzylinder in Richtung des Ofendeckels verfahren wird.

Bei Lichtbogenöfen können Elektroden aus mehreren Elektrodenteilen bzw. – teilstücken bestehen, die der Länge nach miteinander verbunden sind. Die einzelnen Elektrodenteile können durch eine Verschraubung miteinander
25 verbunden sein. Da sich geringfügige Toleranzen im Bereich einer Verbindungsstelle zwischen zwei Elektrodenteilen bzw. der entsprechenden Verschraubungsstelle nicht ganz vermeiden lassen, ergibt sich an dieser Verbindungsstelle ein geringfügiger axialer Versatz zwischen den miteinander verbundenen Elektrodenteilen.

30

In Fig. 1 ist schematisch stark vereinfacht eine Elektrode mit einem axialen Versatz an einer Verbindungsstelle zwischen aneinander angrenzenden Elektrodenteilen dargestellt. Falls ein Klemmring die Elektrode im Bereich der Verbindungsstelle zwischen den Elektrodenteilen mit einer Kraft F radial verspannt, wird diese Verbindungsstelle nachteiligen Scherbelastungen unterworfen. Dies kann insbesondere bei langen oder schweren Elektroden zu einer unmittelbaren oder aber zeitversetzten Schädigung führen, oder gar einen Bruch der Elektrode herbeiführen. Ein möglicher Elektrodenbruch führt zu einer Betriebsstörung und nachteiliger Betriebsunterbrechung mit entsprechenden Kosten.

Bei herkömmlich bekannten Nachsetzvorrichtungen wird nur vereinzelt und manuell darauf geachtet, dass die Elektrode beim Nachsetzen nicht im Bereich der Verbindungsstelle zwischen zwei Elektrodenteilen geklemmt wird, was nachteilig für die Betriebssicherheit ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Nachsetzen der Elektrode eines metallurgischen Ofens zu ermöglichen, ohne dass dabei ein sensibler Längenabschnitt der Elektrode in Form einer Verbindungsstelle zwischen zwei Elektrodenteilen geschädigt wird.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1, durch eine Elektrode mit den Merkmalen von Anspruch 12 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 16 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Der Erfindung liegt die wesentliche Erkenntnis zugrunde, dass bei einer Klemmringeinrichtung, die einen ersten oberen Klemmring und einen zweiten unteren Klemmring umfasst, ein Ausgleichshub von Verstellzylindern zum Verfahren bzw. Bewegen eines ersten oberen Klemmrings relativ zu einem zweiten unteren Klemmring variabel und automatisiert derart eingestellt werden

kann, dass der erste Klemmring nach Erreichen des Ausgleichshubs nicht innerhalb eines sensiblen Längenabschnitts der Elektrode, der durch eine Verbindungsstelle zwischen zwei Elektrodentteilen gebildet sein kann, positioniert wird. Hierdurch ist entsprechend sichergestellt, dass zumindest der erste obere
5 Klemmring zum Halten der Elektrode nicht um ihren sensiblen Längenabschnitt, sondern ausschließlich in Bereichen angrenzend dazu verspannt wird. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist hierzu eine Steuereinrichtung auf, mittels der sowohl der erste obere und der zweite untere Klemmring als auch die Verstellzylinder geeignet angesteuert werden können, wobei diese
10 Steuereinrichtung zur Vornahme des erläuterten Ausgleichshubs entsprechend programmtechnisch eingerichtet ist.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann zumindest der erste obere Klemmring mit einer Sensoreinrichtung versehen sein, mittels der an der Elektrode
15 vorgesehene Markierungen, die den sensiblen Längenabschnitt der Elektrode im Bereich ihrer Verbindungsstelle zwischen zwei Elektrodentteilen kennzeichnen, detektiert werden können. Auf Grundlage der Signale der Sensoreinrichtung, die beim Detektieren der Markierungen erzeugt werden, kann das Verfahren bzw. Bewegen des ersten oberen Klemmrings relativ zum zweiten unteren Klemmring
20 durch die Steuereinrichtung um den Ausgleichshub automatisch geregelt wird. Hierbei erfolgt die Ansteuerung der Verstellzylinder zum Verfahren des ersten Klemmrings relativ zum zweiten Klemmring automatisch in Abhängigkeit der an der Elektrode detektierten Markierungen. Der erste obere Klemmring wird relativ zur Elektrode stets so verfahren, dass er den sensiblen Längenabschnitt einer
25 Elektrode übergreift und vor einem erneuten Verspannen der Elektrode nicht im Bereich ihres sensiblen Längenabschnitts positioniert ist.

Durch die vorliegende Erfindung ist sichergestellt, dass bei geringem Aufwand weniger oder gar keine Elektrodenbrüche beim Betrieb eines Lichtbogenofens
30 auftreten. Entsprechend resultiert daraus eine höhere Betriebssicherheit und eine größere Verfügbarkeit, in Verbindung mit einer Entlastung des Bedienpersonals.

Das Nachsetzen einer Elektrode kann auch bei eingeschaltetem Ofen erfolgen, weil es sich um einen automatisierten Ablauf handelt. Entsprechend ist ein Elektrodennachsetzen auch unter Volllaststrom möglich.

5 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand von schematisch vereinfachten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung eines Teilbereichs einer
herkömmlichen Elektrode für einen Lichtbogenofen, in
10 Wechselwirkung mit einem Klemmring einer Nachsetzvorrichtung,
Fig. 2 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
Fig. 3 eine vereinfachte Seitenansicht eines Klemmrings der Vorrichtung
von Figur 2,
Fig. 4, 5 Seitenansichten eines Teilbereichs einer erfindungsgemäßen
15 Elektrode während bzw. nach einem Montagevorgang zum
Verbinden von zwei Elektrodenteilen,
Fig. 6 eine vereinfachte schematische Darstellung eines vertikalen
Arbeitsbereichs für einen Regulierzylinder der Vorrichtung gemäß
Fig. 2,
20 Fig. 7 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Nachsetzvorrichtung
nach einer weiteren Ausführungsform,
Fig. 8, 9 Seitenansichten eines Teilbereichs einer erfindungsgemäßen
Elektrode nach einer alternativen Ausführungsform während bzw.
nach dem Montagevorgang zum Verbinden von zwei aneinander
25 angrenzenden Elektrodenteilen,
Fig. 10 eine vereinfachte Seitenansicht eines Klemmrings der Vorrichtung
von Figur 2 nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, und
Fig. 11 eine Seitenansicht eines Teilbereichs einer Elektrode nach einer
weiteren Ausführungsform der Erfindung.

In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäße Nachsetzvorrichtung 1 vereinfacht in einer Seitenansicht dargestellt, mit der eine Elektrode 2 für einen Lichtbogenofen relativ zum Ofen verstellbar bzw. in den Ofen hinein nachgesetzt werden kann. Die Nachsetzvorrichtung 1 ist hängend ausgebildet und an einer Ofenbühne 3 oder einer entsprechenden Rahmeneinrichtung angebracht. Die Nachsetzvorrichtung 1 umfasst im Einzelnen einen ersten oberen Klemmring 4 und einen zweiten unteren Klemmring 5, die jeweils die Elektrode 2 umschließen. Am zweiten Klemmring 5 sind hydraulisch betätigte Hubzylinder 6 angebracht, wobei die Enden der Kolben dieser Hubzylinder 6 jeweils mit dem ersten Klemmring 4 verbunden sind. Entsprechend lässt sich der erste obere Klemmring 4 mittels der Hubzylinder 6 relativ zu dem zweiten unteren Klemmring 5 verfahren, was nachstehend noch erläutert ist.

An der Ofenbühne 3 sind hängend hydraulisch betätigte Regulierzylinder 7 angebracht, wobei die Enden der Kolben dieser Regulierzylinder 7 mit dem zweiten unteren Klemmring 5 verbunden sind. Entsprechend kann der zweite Klemmring 5 durch eine Betätigung der Regulierzylinder 7 translatorisch in vertikaler Richtung bewegt werden, in Richtung zu einem (in Fig. 2 nicht gezeigten) Ofendeckel oder weg davon.

20

Der erste Klemmring 4 und der zweite Klemmring 5 sind jeweils mit Druckbacken 8 versehen, die mittels einer Feder 8f in Richtung bzw. gegen die Elektrode 2 gedrückt werden, um diese zu halten. In dieser Weise werden der erste Klemmring 4 und der zweite Klemmring 5 um die Elektrode 2 verspannt, so dass eine Relativbewegung zwischen den Klemmrings 4, 5 und der Elektrode 2 nicht möglich ist. Für ein Lösen der Klemmrings 4, 5 von der Elektrode 2 können die Druckbacken 8 hydraulisch radial nach außen beaufschlagt werden, so dass dann eine Relativbewegung zwischen der Elektrode 2 und einem jeweiligen Klemmring 4, 5 möglich ist.

30

Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ist ein Fassungsring 9 mit zumindest einer Kontaktbacke 10 vorgesehen. Die Kontaktbacke 10 wird geeignet gegen die Elektrode 2 gedrückt, um einen konstanten Stromübergang zu gewährleisten.

5 Zumindest an dem ersten oberen Klemmring 4 kann eine Sensoreinrichtung 11 vorgesehen sein, was in der Seitenansicht von Fig. 3 im Detail stark vereinfacht dargestellt ist. An einem oberen Rand des ersten Klemmrings 4 können drei Sensoreinrichtungen 11 durch geeignete Halterungen angebracht sein. Die Sensoreinrichtungen 11 sind an dem ersten Klemmring 4 derart angebracht, dass
10 sie gemeinsam in einer virtuellen horizontalen Ebene E liegen. In Zusammenschau mit der Fig. 2 wird darauf hingewiesen, dass diese Ebene E quer bzw. senkrecht zur Längsachse der Elektrode 2 ist. Bei der Fig. 3 handelt es sich um eine abgewinkelte Darstellung, wobei die drei Sensoreinrichtungen 11 in gleichmäßigem Abstand zueinander an dem ringförmigen ersten Klemmring 4
15 angebracht sind. Es können auch mehr oder weniger als drei Sensoreinrichtungen 11 an dem ersten Klemmring 4 angebracht sein, letzterenfalls vorzugsweise in gleichmäßigem Abstand zueinander.

Alternativ zur Darstellung gemäß Fig. 3 können die Sensoreinrichtungen 11 auch
20 im Bereich einer Innenumfangsfläche des Klemmrings 4 angeordnet sein.

Die Sensoreinrichtungen 11 sind mit einer Steuereinrichtung 1s verbunden, mit der die unter Bezugnahme auf die Fig. 2 genannten hydraulischen Komponenten der Vorrichtung 1 angesteuert werden können. Die Steuereinrichtung 1s ist in der
25 Fig. 2 symbolisch durch ein Rechteck und insoweit nur stark vereinfacht dargestellt. Die einzelnen Datenverbindungen zwischen der Steuereinrichtung 1s und den jeweiligen Sensoren 11 bzw. hydraulischen Aggregaten 6, 7, die von der Steuereinrichtung 1s ausgelesen bzw. angesteuert werden können, sind in der Fig. 2 mit gestrichelten Linien 15 angedeutet. Diese Datenverbindungen 15
30 können beispielsweise durch Kabelstrecken oder durch Funkstrecken realisiert sein.

Die vorstehend genannten Sensoreinrichtungen 11 haben den Zweck, dass damit Markierungen 12 detektiert werden, die an der Elektrode 2 vorgesehen sind. In den Darstellungen der Fig. 4 und 5 sind diese Markierungen 12 vereinfacht dargestellt und nachstehend erläutert.

Die Elektrode 2 besteht in ihrer Längsrichtung aus einer Mehrzahl von Elektrodenteilen, die an ihren jeweiligen Stirnseiten miteinander verbunden sind. In der Fig. 4 sind zwei solcher Elektrodenteile 2a, 2b dargestellt, bevor sie mittels einer Verschraubung 13 miteinander verbunden werden. Angrenzend zu ihren Stirnseiten sind die Elektrodenteile 2a, 2b jeweils mit einer Markierung 12 versehen, die quer zur Längsseite der Elektrode 2 verläuft und z.B. aus einem lumineszierenden Farbband oder dergleichen bestehen kann. In Fig. 5 sind die Elektrodenteile 2a, 2b in ihrem zusammengefügt Zustand gezeigt. Die beiden Markierungen 12 definieren bzw. kennzeichnen in Längsrichtung der Elektrode 2 einen sensiblen Längenabschnitt 2l, dessen axiale Länge durch die geschraubte Verbindungsstelle zwischen den beiden Elektrodenteilen 2a, 2b definiert ist.

Beim Betrieb eines Lichtbogenofens wird ein Abbrennen bzw. ein Verbrauchen der Elektrode 2 dadurch kompensiert, dass sie in Richtung des Ofendeckels nachgestellt wird. Dies kann mittels der Regulierzylinder 7 erfolgen, wobei die Elektrode 2 dabei sowohl von dem ersten oberen Klemmring 4 und auch dem zweiten unteren Klemmring 5 gehalten wird.

Der gesamte mögliche Arbeitsbereich für die Regulierzylinder 7 ist vereinfacht in der Darstellung von Fig. 6 gezeigt, in der ein vertikaler Hub H für die Regulierzylinder 7 veranschaulicht ist. Mit "0" ist die Position der Kolben der Regulierzylinder 7 in vollständig eingefahrenem Zustand bezeichnet; mit "X" deren Position in vollständig ausgefahrenem Zustand. Der Gesamthub H der Regulierzylinder 7 setzt sich aus drei Teilbereichen zusammen, nämlich den

Bereichen A, B und C. Der Teilbereich A entspricht einem Kompensationsbereich, um eine Relativbewegung des Elektrodenstrangs (mit dem ersten und zweiten Klemmring 4, 5) bezüglich der Elektrode 2 auszugleichen. Hierbei entspricht die Länge des Teilbereichs A zumindest einer axialen Länge eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2. Der Teilbereich B entspricht einem Arbeitsbereich der Regulierzylinder 7, in dem die Regulierzylinder 7 eingefahren werden, um die Elektrode 2 in Richtung des Ofens nachzusetzen. Der Teilbereich C entspricht einem Reservebereich, z. B. für eventuelle Wartungszwecke oder dergleichen.

Um einer Schädigung der Elektrode 2 vorzubeugen, versteht sich, dass ein Klemmen bzw. Halten der Elektrode 2 an ihren Verbindungsstellen bzw. in einem jeweiligen sensiblen Längenabschnitt 2l durch die Klemmringe 4, 5 zu vermeiden ist. Nachstehend ist erläutert, wie dies beim Nachsetzen der Elektrode 2 realisiert wird.

Das Nachsetzen der Elektrode 2 durch die Regulierzylinder 7 wird durchgeführt, wenn sich der Hub der Regulierzylinder 7 im Teilbereich B befindet. Spätestens dann, wenn die Regulierzylinder 7 einen Hub H erreicht haben, der einer Addition der Strecken der Teilbereiche A und B entspricht, werden die Klemmringe 4, 5 geeignet betätigt, um eine relative Position der Klemmringe 4, 5 bezüglich der Elektrode 2 zu verändern und dabei "frischen Hub" für die Regulierzylinder 7 zu gewinnen. Dies funktioniert im Einzelnen wie folgt:

Durch eine hydraulische Betätigung seiner Druckbacken 8 wird der erste Klemmring 4 von der Elektrode 2 gelöst, wobei anschließend der erste obere Klemmring 4 mittels der Hubzylinder 6 nach oben, d. h. weg von dem zweiten unteren Klemmring 5, verfahren wird. Gleichzeitig wird dabei die Elektrode 2 von dem zweiten unteren Klemmring 5 gehalten. Das genannte Verfahren bzw. Verschieben des ersten Klemmrings 4 weg von dem zweiten Klemmring 5 erfolgt standardmäßig um einen Ausgleichshub mit einem vorbestimmten ersten Wert (z.

B. 25 mm). In jedem Fall wird nach dem Verfahren des ersten Klemmrings 4 weg von dem zweiten Klemmring 5 und vor einem erneuten Klemmen bzw. Halten der Elektrode 2 durch den ersten Klemmring 4 durch eine Auswertung der Signale der Sensoreinrichtungen 11 überprüft, ob der erste Klemmring 4 ggf. im Bereich eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 positioniert ist. Ein erneutes Klemmen bzw. Halten der Elektrode 2 durch den ersten Klemmring 4 wird ausschließlich für den Fall eingeleitet, dass der erste Klemmring 4 nach seinem Verfahren weg von dem zweiten Klemmring 5 nicht in dem Bereich eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 positioniert ist.

Falls nach dem Verfahren des ersten Klemmrings 4 weg von dem zweiten Klemmring 5 um den Ausgleichshub mit dem vorbestimmten ersten Wert durch eine Auswertung der Signale der Sensoreinrichtungen 11 festgestellt wird, dass der erste Klemmring 4 nicht in dem Bereich eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 positioniert ist, so wird anschließend die Elektrode 2 erneut durch den ersten oberen Klemmring 4 durch ein Entlasten seiner Druckbacken gehalten, indem deren Gewichtskraft über die Hubzylinder 6, den unteren zweiten Klemmring 5 und die Regulierzylinder 7 in die Ofenbühne 3 eingeleitet wird. Während die Elektrode 2 erneut von dem ersten oberen Klemmring 4 gehalten wird, kann "frischer Hub" für die zu diesem Zeitpunkt weit ausgefahrenen Regulierzylinder 7 dadurch gewonnen werden, dass die Regulierzylinder 7 und die Hubzylinder 6 gleichzeitig und synchron zueinander betätigt bzw. eingefahren werden. Hierzu wird der zweite untere Klemmring 5 durch ein hydraulisches Betätigen seiner Druckbacken 8 von der Elektrode 2 gelöst, so dass eine Relativbewegung des zweiten Klemmrings 5 bezüglich der Elektrode 2 möglich ist. Nun werden die Regulierzylinder 7 eingefahren, wodurch der zweite untere Klemmring 5 absolut gesehen nach oben und in einer Richtung weg vom Ofendeckel bewegt wird. Gleichzeitig werden die Hubzylinder 6 eingefahren, so dass sich der Relativabstand zwischen dem ersten Klemmring 4 und dem zweiten Klemmring 5 verringert. Im Ergebnis bleibt hierbei der erste Klemmring 4 in einer horizontal unveränderten Position, so dass dadurch die Elektrodenposition im

Ofen unverändert bleibt und ein konstanter Betriebspunkt der Elektrode 2 gewährleistet ist. Die genannte gleichzeitige Betätigung der Regulierzylinder 7 und der Hubzylinder 6 kann um eine Strecke erfolgen, die dem Ausgleichshub mit dem vorbestimmten ersten Wert entspricht, um den zuvor der erste Klemmring 4 von dem zweiten Klemmring 5 weg bewegt worden war.

Durch das soeben erläuterte gleichzeitige Betätigen der Regulierzylinder 7 und der Hubzylinder 6 findet eine Relativbewegung des Elektrodenstranges bezüglich der Elektrode statt. Ein wesentliches Merkmal besteht diesbezüglich darin, dass die Regulierzylinder 7 – bei der in Fig. 2 gezeigten hängenden Anbringung an der Ofenbühne 3 - eingefahren werden und dadurch "Hub gewinnen". Über die Nachsetzvorrichtung 1 wird also dafür gesorgt, dass die Regulierzylinder 7 beim Betrieb des Ofens ihren vorgesehenen Arbeitsbereich – vorliegend der Teilbereich B – beibehalten.

Wenn genügend Hub für die Regulierzylinder 7 gewonnen worden ist, werden die Druckbacken 8 des zweiten Klemmrings 5 wieder hydraulisch entlastet, so dass dann die Elektrode sowohl von dem ersten Klemmring 4 als auch dem zweiten Klemmring 5 gehalten wird. Bei einem erneuten Elektrodenverbrauch kann dann die Elektrode 2 durch ein Betätigen der Regulierzylinder 7 wieder nach unten, d. h. in Richtung des Ofens bewegt werden.

Falls bei einem Verfahren des ersten oberen Klemmrings 4 weg von dem zweiten unteren Klemmring 5, während die Elektrode 2 von dem zweiten Klemmring 5 gehalten wird, durch die Sensoreinrichtungen 11 eine Markierung 12 an der Elektrode 2 detektiert wird, wird damit erkannt, dass sich der erste obere Klemmring 4 im Bereich des sensiblen Längenabschnitts 21 der Elektrode befindet bzw. in diesen Bereich hineingelangt. Für diesen Fall wird der Ausgleichshub, um den die Hubzylinder 6 für ein Verfahren des ersten Klemmrings 4 weg von dem zweiten Klemmring 5 verstellt werden, auf einen vorbestimmten zweiten Wert eingestellt (z. B. 600 mm). Jedenfalls ist dieser vorbestimmte zweite Wert für den

Ausgleichshub ausreichend groß gewählt, dass der erste Klemmring 4 bei der Relativbewegung weg von dem zweiten Klemmring 5 den gesamten sensiblen Längenabschnitt 2l überquert bzw. übergreift und erst jenseits bzw. angrenzend an diesen sensiblen Längenabschnitt 2l bezüglich der Elektrode 2 positioniert wird.

5 Der vorbestimmte zweite Wert für den Ausgleichshub kann im voraus in der Steuereinrichtung 1s geeignet abgespeichert sein, in Abstimmung mit einem vorbestimmten Elektrodentyp und den zugehörigen Abmessungen des sensiblen Längenabschnitts 2l. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit kann ein Ansteuern der Hubzylinder 6 für ein Verfahren des ersten Klemmrings 4 über den sensiblen
10 Längenabschnitt 2l hinweg auch in Abhängigkeit mit einem Detektieren der Markierung 12 an dem nächstfolgenden "frischen" Elektrodenteil 2a erfolgen. Anders ausgedrückt, werden die Hubzylinder 6 während eines Verfahrens des ersten Klemmrings 4 erst dann wieder deaktiviert bzw. „angehalten“, wenn von den Sensoreinrichtungen 11 die Markierung 12 an dem nächstfolgenden
15 Elektrodenteil 2a detektiert worden ist.

Nachdem der erste Klemmring 4 um den Ausgleichshub mit dem vorbestimmten zweiten Wert bezüglich des zweiten Klemmrings 5 und über den sensiblen Längenabschnitt 2l der Elektrode 2 hinweg verfahren worden ist, erfolgt
20 anschließend ein erneutes Klemmen bzw. Halten der Elektrode 2 durch den ersten Klemmring 4, gefolgt von einem Lösen des zweiten Klemmrings 5 von der Elektrode 2, und im Anschluss daran ein gleichzeitiges Betätigen bzw. Einfahren der Regulierzylinder 7 und der Hubzylinder 6, um "frischen Hub" für die Regulierzylinder 7 rückzugewinnen. In diesem Zusammenhang versteht sich, dass
25 ein jeweiliges Einfahren bzw. Rückstellen der Regulierzylinder 7 und der Hubzylinder 6 um eine Strecke erfolgt, die dem Ausgleichshub mit dem vorbestimmten zweiten Wert entspricht, um den zuvor der erste Klemmring 4 relativ von dem zweiten Klemmring 5 wegbewegt worden war. Wie erläutert, bleiben durch das synchrone Betätigen der Regulierzylinder 7 und der Hubzylinder
30 6 die Position der Elektrode 2 innerhalb des Ofens und damit ihr Betriebspunkt im Wesentlichen unverändert.

Die Steuereinrichtung 1s, mittels der die hydraulischen Einheiten 6, 7 angesteuert werden können, ist derart eingerichtet bzw. programmiert, dass eine Betätigung der Hubzylinder 6 für ein Verfahren des ersten Klemmrings 4 relativ zum zweiten Klemmring 5 nur dann möglich ist, wenn der Hub H der Regulierzylinder 7 sich in dem Teilbereich B befindet. Dies hat zur Folge, dass für die Kolben der Regulierzylinder 7 bei einem Einfahren bzw. Rückstellen eine "Hubreserve" besteht, die der Strecke des Teilbereichs A bzw. zumindest einer axialen Länge des sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 entspricht. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Regulierzylinder 7 zur Gewinnung von "frischem Hub" um die Strecke eingefahren werden können, die dem Ausgleichshub des ersten Klemmrings 4 mit dem vorbestimmten zweiten Wert (z. B. 600 mm) entspricht, um den Betriebspunkt der Elektrode 2 konstant zu halten.

Die Ausführungsform gemäß der Darstellung von Fig. 2 hat den Vorteil, dass eine Anpassung des Lichtbogenofens bzw. des zugehörigen Ofendeckels an die Komponenten der erfindungsgemäßen Nachsetzvorrichtung 1 nicht erforderlich ist.

Unter Bezugnahme auf Fig. 7 wird nachstehend eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Nachsetzvorrichtung 1 erläutert.

In Fig. 7 ist eine Seitenansicht der weiteren Ausführungsform der Nachsetzvorrichtung 1 gezeigt. Einander entsprechende Merkmale im Vergleich zur Ausführungsform von Fig. 2 sind hierbei mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Nachsetzvorrichtung 1 gemäß Fig. 7 umfasst einen oberen ersten Klemmring 4, der durch Regulierzylinder 7 mit einer Ofenbühne 3 oder dergleichen verbunden ist. Die Regulierzylinder 7 sind hängend an der Ofenbühne 3 befestigt, wobei die Enden von deren Kolben außen an dem ersten Klemmring 4 angreifen. An dem ersten Klemmring 4 sind in gleicher Weise Druckbacken 8 vorgesehen, mit denen

die Elektrode 2 gehalten werden kann. Durch die Regulierzylinder 7 kann der erste Klemmring 4 vertikal verfahren werden.

In einer Öffnung 14a eines Ofendeckels 14 ist ein zweiter Klemmring 5 vorgesehen, der mit einem unteren Rand des Ofendeckels 14 bündig abschließt. Dieser zweite Klemmring 5 erfüllt eine Doppelfunktion: Einerseits ist hiermit ein Halten der Elektrode 2 möglich, andererseits ist durch eine entsprechend vorgesehene Kontaktbacke 10 eine Stromversorgung für die Elektrode 2 gewährleistet.

Der erste Klemmring 4 der Ausführungsform gemäß Fig. 7 ist in gleicher Weise wie die Ausführungsform gemäß Fig. 2 mit zumindest einer Sensoreinrichtung 11 versehen. Insoweit wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Erläuterung bezüglich der Fig. 3 verwiesen. Des Weiteren sind die Sensoreinrichtungen 11 und die hydraulischen Einheiten 4, 5 bei der Ausführungsform von Fig. 7– in gleicher Weise wie bei der Fig. 2 – mit einer symbolisch stark vereinfacht gezeigten Steuereinrichtung 1s signaltechnisch verbunden, was durch die gestrichelten Linien 15 symbolisiert ist. Bezüglich dieser Datenverbindungen 13 darf zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Erläuterung zu Fig. 2 verwiesen werden.

Bezüglich der Ausführungsform nach der Fig. 7 wird darauf verwiesen, dass hierfür der in Fig. 6 gezeigte Arbeitsbereich für die Regulierzylinder 7 in gleicher Weise gilt.

Beim Betrieb des Lichtbogenofens wird ein Abbrennen der Elektrode 2 durch ein Ausfahren der Regulierzylinder 7 kompensiert, wodurch die Elektrode 2 in Richtung des Ofendeckels 14 nachgesetzt wird. Hierbei wird die Elektrode 2 von dem ersten Klemmring 4 gehalten, wobei eine Relativbewegung zwischen der Elektrode 2 und dem zweiten Klemmring 5 möglich ist.

Falls der Hub H der Regulierzylinder 7 das Ende des Teilbereichs B (vgl. Fig. 6) erreicht hat, wird die Elektrode 2 vom zweiten Klemmring 5 gehalten, wonach der erste obere Klemmring 4 von der Elektrode 2 gelöst und durch ein Einfahren der Regulierzylinder 7 nach oben, d. h. in einer Richtung weg von dem Ofendeckel 14, verfahren wird. Hierbei kann der erste Klemmring 4 von den Regulierzylindern 7 um einen Ausgleichshub mit einem ersten vorbestimmten Wert verfahren werden, z. B. 25 mm. Ein erneutes Klemmen bzw. Halten der Elektrode 2 durch den ersten Klemmring 4 erfolgt nur dann, wenn durch die Sensoreinrichtungen 11 erkannt wird, dass der erste Klemmring 4 nicht im Bereich eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 positioniert ist.

Falls beim Einfahren der Regulierzylinder 7 durch die Sensoreinrichtungen 11 eine Markierung 12 an der Elektrode 2 detektiert wird, wonach sich der erste Klemmring 4 im Bereich eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 befindet, so werden die Regulierzylinder 7 von der Steuereinrichtung 1s derart angesteuert, dass der Ausgleichshub, um den der erste Klemmring 4 nach oben weg von dem zweiten Klemmring 5 verstellt wird, den größeren vorbestimmten zweiten Wert annimmt, um den erste Klemmring 4 über den sensiblen Längenabschnitt 2l der Elektrode hinweg zu verfahren. Hierdurch ist in gleicher Weise wie bei der Ausführungsform von Fig. 2 erreicht, dass ein erneutes Klemmen der Elektrode 2 durch den ersten Klemmring 4 ausschließlich in einem Bereich außerhalb eines sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 stattfindet.

Bei der Ausführungsform der Fig. 7 erfüllen die Regulierzylinder 7 eine Mehrfachfunktion, nämlich einerseits ein Nachsetzen der Elektrode 2 in Richtung des Ofendeckels 14, wenn die Elektrode 2 von dem ersten Klemmring 4 gehalten ist. Des Weiteren kann der erste Klemmring 4 durch die Regulierzylinder 7 relativ zum zweiten Klemmring 5 verfahren werden, wenn die Elektrode 2 von dem zweiten Klemmring 5 gehalten wird. Insoweit dienen die Regulierzylinder 7 gleichzeitig als Verstellzylinder zum Verfahren der Elektrode 2 relativ zum

Ofendeckel 14 und zum Verfahren des ersten Klemmrings 4 relativ zum zweiten Klemmring 5.

In den Fig. 8 und 9 ist eine alternative Ausgestaltung der Markierungen 12 an der Elektrode 2 vereinfacht gezeigt. Die Fig. 8 und 9 zeigen in gleicher Weise wie die Fig. 4 und 5 zwei aneinander grenzende Elektrodenteile 2a, 2b vor und nach einem Verbinden an ihren gegenüberliegenden Stirnseiten. Bei der Ausführungsform gemäß der Fig. 8 und 9 sind die Markierungen 12 an den Elektrodenteilen 2a, 2b jeweils durch eine Ringnut ausgebildet, die quer zur Längsachse der Elektrode 2 verläuft. Die Position einer solchen Ringnut 12 kann zum Beispiel durch eine Sensoreinrichtung in Form eines Lichtsensor detektiert werden, der Strahlung in Richtung der Elektrode 2 aussendet. Anders ausgedrückt, ist hierbei zumindest an dem oberen ersten Klemmring 3 zumindest ein Lichtsensor angebracht, der Strahlung in Richtung der Elektrode 2 aussendet. Hierbei kann der Lichtsensor die Strahlung auf einen Randbereich der Elektrode 2 ausrichten, so dass die Strahlung durch die Ringnut 12 hindurchtritt, wenn die Ringnut 12 sich in Höhe des Lichtsensors befindet. Für diesen Fall wird dann detektiert, dass der obere Klemmring 4 sich innerhalb des Bereichs des sensiblen Längenabschnitts 2l der Elektrode 2 befindet. Andernfalls, d. h. wenn die Ringnut 12 nicht angrenzend an den Lichtsensor positioniert ist, wird die Strahlung durch die Wandung der Elektrode 2 unterbrochen, was gleichbedeutend damit ist, dass sich der Lichtsensor und damit auch der erste Klemmring 4 an einem unkritischen Abschnitt der Elektrode 2 befinden. Die Ausgestaltung der Markierung 12 in Form der genannten Ringnut hat den Vorteil einer preiswerten Herstellbarkeit und einer Unempfindlichkeit gegen Verschmutzung.

Für die Markierungen 12 an der Elektrode 2 versteht sich, dass die Ausgestaltung in Form eines lumineszierenden Farbbandes (vgl. Fig. 4, 5) auch mit der Ausgestaltung in Form der Ringnut (vgl. Fig. 8, 9) kombiniert werden kann. Ergänzend und/oder alternativ kann die Markierung 12 auch magnetische

Eigenschaften aufweisen, die von einer entsprechend angepassten Sensoreinrichtung 11 detektiert werden können.

In Fig. 10 ist eine weitere alternative Ausführungsform für die Sensoreinrichtungen 11 an dem oberen Klemmring 4 in einer stark vereinfachten Seitenansicht dargestellt. Die Sensoreinrichtungen 11 sind hierbei in zwei parallel zueinander angeordneten Reihen angeordnet, nämlich in einer oberen Reihe 11a und in einer unteren Reihe 11b. Die obere Reihe 11a der Sensoreinrichtungen befindet sich in einer horizontalen Ebene E_1 , und die untere Reihe 11b der Sensoreinrichtungen befindet sich in einer horizontalen Ebene E_2 . Die Ebenen E_1 und E_2 sind parallel zueinander und verlaufen jeweils quer zur Längsachse der Elektrode 2. Diesbezüglich versteht sich, dass die Sensoreinrichtungen 11 der beiden Reihen 11a, 11b jeweils mit der Steuereinrichtung 1s signaltechnisch verbunden sind.

In gleicher Weise wie bei Fig. 3 ist die Darstellung von Fig. 10 als Abwicklung zu verstehen, wobei die Sensoreinrichtungen in jeder der beiden Reihen bzw. Ebenen E_1 und E_2 zueinander gleichmäßig beabstandet angeordnet sind. Pro Ebene können auch mehr oder weniger als drei Sensoreinrichtungen 11a, 11b vorgesehen sein.

Sobald die obere Reihe 11a der Sensoreinrichtungen eine Markierung 12 an der Elektrode 2 detektiert, kann die Steuereinrichtung 1s im Hinblick bzw. Vorgriff auf ein notwendiges Verfahren des ersten oberen Klemmrings 4 um einen Ausgleichshub mit dem vorbestimmten zweiten Wert initialisiert werden. Als Ergebnis hiervon können beispielsweise notwendige Hydraulikdrücke für die hydraulischen Aggregate eingestellt bzw. erzeugt werden, insbesondere für die Hubzylinder 6 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2. Sobald die untere Reihe 11b der Sensoreinrichtungen die Markierung 12 an der Elektrode 2 detektiert, kann das Verfahren des ersten Klemmrings 4 durch die Hubzylinder 6 (bei der Ausführungsform von Fig. 2) bzw. durch die Regulierzylinder 7 (bei der Ausführungsform von Fig. 7) wie erläutert durchgeführt werden, nämlich um einen

ausreichend großen Ausgleichshub (mit dem genannten vorbestimmten zweiten Wert), mit dem der erste Klemmring 4 über den sensiblen Längenabschnitt 2l der Elektrode 2 hinaus verschoben wird.

5 Mit der Anordnung der Sensoreinrichtungen 11a und 11b gemäß Fig. 10 in den beiden Ebenen E_1 und E_2 ist eine weiter verbesserte Betriebssicherheit bezüglich des Nachsetzens möglich. Dies erfolgt in der Weise, dass ein Detektieren einer Markierung 12 durch die Sensoreinrichtungen 11a in der Steuereinrichtung 1s gespeichert wird. Falls im Anschluss daran dieselbe Markierung 12 von den
10 Sensoreinrichtungen 11b nicht in einer vorgegebenen Zeit, die in Wechselwirkung mit einer Geschwindigkeit der Betätigung der hydraulischen Verstellzylinder 6, 7 steht, ebenfalls detektiert wird, so wird dies als Störung erkannt. In Folge dessen wird ein Störungssignal erzeugt und der Nachsetzprozess zu Wartungszwecken vorübergehend unterbrochen.

15

In Fig. 11 ist stark vereinfacht eine weitere Möglichkeit für das Vorsehen von Markierungen 12 an der Elektrode 2 gezeigt. In Fig. 11 sind zwei aneinandergrenzende Elektrodentteile 2a, 2b dargestellt, wenn sie an ihren aneinandergrenzenden Stirnseiten miteinander verbunden sind. Zumindest an der
20 oberen Stirnseite des in Fig. 11 unteren Elektrodentteils 2b sind zwei Reihen von Markierungen 12 ausgebildet, die zueinander parallel und jeweils quer zur Längsachse der Elektrode 2 sind. Das Vorsehen von zwei Reihen von Markierungen 12 hat den Vorteil, dass bei einem Detektieren einer ersten Reihe der Markierungen 12 (in Fig. 11 z. B. die untere Reihe an dem unteren
25 Elektrodentteil 2b) die Steuereinrichtung 1s initialisiert werden kann, wobei bei einem Detektieren der daran angrenzenden weiteren Reihe der Markierungen 12 am gleichen Elektrodentteil (in Beispiel von Fig. 11 die obere Reihe der Markierungen 12 an dem unteren Elektrodentteil 2b) das Verfahren des ersten Klemmrings 4 durch die Hubzylinder 6 bzw. Regulierzylinder 7 durchgeführt wird.
30 Somit erfüllen die zwei Reihen von Markierungen 12 wie in Fig. 11 dargestellt die gleiche Funktion wie die beiden Reihen von Sensoreinrichtungen 11a, 11b gemäß

Fig. 10, im Sinne eines „Frühwarnsystems“. Die zwei Reihen der Markierungen 12 können in gleicher Weise wie bei den vorstehend genannten Ausführungsformen der Erfindung ausgebildet sind, d.h. optisch, magnetisch und/oder durch eine Formgebung der Elektrode an ihrem Randbereich bedingt, z.B. in Form einer Ringnut.

Ergänzend zum ersten Klemmring 4 kann auch der zweite untere Klemmring 5 zumindest eine Sensoreinrichtung 11 aufweisen, die mit der Steuereinrichtung 1s signaltechnisch verbunden ist und mit der eine Markierung 12 an der Elektrode 2 und damit ein sensibler Längenabschnitt 2l der Elektrode 2 detektiert werden kann. In den Fig. 2 und 7 ist dies vereinfacht durch ein Rechteck mit dem Bezugszeichen „11“ oberhalb des zweiten Klemmrings 5 symbolisiert. Hierdurch ist sichergestellt, dass der zweite Klemmring 5 die Elektrode 2 nicht in einem Bereich ihres sensiblen Längenabschnitts 2l klemmt. Die Anbringung von zumindest einer Sensoreinrichtung 11 an dem zweiten Klemmring 5 kann in gleicher Weise erfolgen wie an dem ersten Klemmring 4, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Erläuterung bezüglich der Figuren 2 bis 10 verwiesen wird.

Bezüglich der in den Fig. 2 und 7 gezeigten Ausführungsformen versteht sich, dass alternativ der Elektrodenstrang auch in stehender Bauart ausgeführt sein kann, bei der die Regulierzylinder 7 nach unten an einem geeigneten Gerüst oder dergleichen abgestützt sind.

Die Erfindung eignet sich für verschiedene Formen von Elektroden, die bei Lichtbogenöfen bzw. Elektroreduktionsöfen zum Einsatz kommen. Beispielhafte Elektrodentypen sind vorgebackene ("pre-baked") Elektroden (z. B. Graphit- oder Kohleelektroden) oder selbstbackende (Söderberg-) Elektroden. Mit der Erfindung ist außerdem ein sogenanntes "backslippen" möglich, bei dem die Elektrode 2 Stück für Stück aus dem Lichtbogenofen herausgezogen wird. Auch hierbei ist durch die Ansteuerung der hydraulischen Verstellzylinder mittels der

Steuereinrichtung 1s in Abhängigkeit der Signale der Sensoreinrichtungen 11 sichergestellt, dass die Elektrode 2 von den Klemmringsen 4, 5 nicht im Bereich ihrer sensiblen Längenabschnitte 2l geklemmt wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung (1) zum Nachsetzen einer einen sensiblen Längenabschnitt (2l) aufweisenden Elektrode (2) eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Ofens für den Widerstandsbetrieb, mit einem Ofendeckel (14), umfassend

einen ersten oberen Klemmring (4) und einen zweiten unteren Klemmring (5), wobei die Klemmringe (4, 5) zum Halten der Elektrode (2) um diese herum verspannbar und zum Freigeben der Elektrode (2) von dieser lösbar sind,

Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) um einen Ausgleichshub und zum Verfahren der Elektrode (2) relativ zum Ofendeckel (14), und

eine Steuereinrichtung (1s) zum Ansteuern des ersten und zweiten Klemmrings (4, 5) und der Verstellzylinder (6, 7), dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinrichtung (1s) programmtechnisch derart eingerichtet ist, dass der Ausgleichshub für die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) variabel und automatisiert einstellbar ist, so dass ein erneutes Verspannen des ersten Klemmrings (4) um die Elektrode (2) nach Erreichen des Ausgleichshubs ausschließlich angrenzend an den sensiblen Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) und nicht innerhalb dieses Längenabschnitts (2l) erfolgt.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der erste Klemmring (4) zumindest eine Sensoreinrichtung (11) aufweist, mit der an der Elektrode (2) vorgesehene Markierungen (12) für den sensiblen Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) detektierbar sind, wobei die Verstellzylinder (6, 7) durch die Steuereinrichtung (1s) zum Ausführen des

Ausgleichshubs in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung (11) regelbar sind.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der
5 zweite Klemmring zumindest eine Sensoreinrichtung (11) aufweist, mit der an der Elektrode (2) vorgesehene Markierungen (12) für den sensiblen Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) detektierbar sind, so dass die Steuereinrichtung (1s) den zweiten Klemmring (5) derart ansteuert, dass er die Elektrode (2) ausschließlich angrenzend an den sensiblen
10 Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) und nicht innerhalb dieses Längenabschnitts (2l) hält.
4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (11) dazu geeignet ist, eine Markierung (12) an der
15 Elektrode (12) zu detektieren, die optisch und/oder magnetisch ausgebildet ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (11) dazu geeignet ist, eine
20 Markierung an der Elektrode (12) in Form einer daran ausgebildeten Ringnut (12) zu detektieren.
6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass von der Sensoreinrichtung (11) Strahlung aussendbar ist, die in einer
25 vorbestimmten Position der Elektrode (2) bezüglich des Ofendeckels (14) durch die Ringnut (12) hindurchtritt.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) um
30 den Ausgleichshub durch die Ansteuerung mittels der Steuereinrichtung (1s) nur unter der Bedingung betätigbar sind, dass die Verstellzylinder (6, 7) über

eine vorbestimmte Hubreserve verfügen, die größer als eine axiale Länge des sensiblen Längenabschnitts (21) der Elektrode (2) ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Verstellzylinder zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) als Hubzylinder (6) ausgebildet sind, die mit dem ersten Klemmring (4) verbunden und an dem zweiten Klemmring (5) abgestützt sind, und dass die Verstellzylinder zum Verfahren der Elektrode (2) relativ zum Ofendeckel (14) als Regulierzylinder (7) ausgebildet sind, die
10 den zweiten Klemmring (5) mit einer Rahmeneinrichtung (3) oder dergleichen verbinden.
9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
15 gleichzeitig mit einem Verstellen der Hubzylinder (6) zum Verfahren des um die Elektrode (2) verspannten ersten Klemmrings (4) in Richtung des gelösten zweiten Klemmrings (5) die Regulierzylinder (7) verstellbar sind, so dass ein Abstand des ersten Klemmrings (4) zum Ofendeckel (14) und damit der Betriebspunkt der Elektrode (2) innerhalb des Ofens konstant bleiben.
- 20 10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellzylinder zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) und zum Verfahren der Elektrode (2) relativ zum Ofendeckel (14) einstückig als Regulierzylinder (7)
25 ausgebildet sind, die den ersten Klemmring (4) mit einer Rahmeneinrichtung (3) verbinden.
11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite untere Klemmring (5) feststehend im Ofendeckel
30 (14) oder angrenzend an den Ofendeckel (14) angeordnet ist.

12. Elektrode (2) zur Verwendung bei einem metallurgischen Ofen, die aus einer Mehrzahl von Elektrodenteilen (2a, 2b) besteht, wobei aneinander angrenzende Elektrodenteile (2a, 2b) jeweils durch eine Verbindungsstelle miteinander verbunden sind,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass an der Elektrode (2) Markierungen (12) vorgesehen sind, die eine jeweilige Verbindungsstelle zwischen zwei aneinander angrenzenden Elektrodenteilen kennzeichnen und diese Verbindungsstelle als sensiblen Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) ausweisen, wobei die Markierungen
10 (12) von einer Sensoreinrichtung einer Vorrichtung (1) zum Nachsetzen der Elektrode (2) detektierbar sind.
13. Elektrode (2) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,
dass die Markierungen (12) durch optische Mittel ausgebildet sind,
15 insbesondere durch farbliche und/oder lumineszierende Mittel, die einen Kontrast zur Oberfläche der Elektrode (2) bilden, und/oder
dass die Markierungen (12) magnetisch oder magnetisierbar sind, und/oder
dass die Markierungen durch eine Formgebung der Elektrode (2) an ihrem Randbereich ausgebildet sind, insbesondere durch eine Ringnut (12), die
20 quer zur Längsachse der Elektrode (2) verläuft.
14. Elektrode (2) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierungen (12) an zumindest einer Seite einer Verbindungsstelle in zwei benachbarten und zueinander parallelen Reihen ausgebildet sind, die jeweils
25 quer zur Längsachse der Elektrode (2) verlaufen.
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, zum Nachsetzen einer Elektrode (2) nach einem der Ansprüche 12 bis 14.
- 30 16. Verfahren zum Nachsetzen einer Elektrode (2) eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Ofens für den Widerstandsbetrieb, mit einem Ofendeckel

(14), unter Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 oder nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) in Abhängigkeit des sensiblen Längenabschnitts (2l) der Elektrode (2) derart geregelt werden, dass ein erneutes Verspannen des ersten Klemmrings (4) um die Elektrode (2) nach Erreichen des Ausgleichshubs ausschließlich angrenzend an den sensiblen Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) und nicht innerhalb dieses Längenabschnitts (2l) erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der sensible Längenabschnitt (2l) der Elektrode (2) mit Markierungen (12) versehen ist, die von einer zumindest an dem ersten Klemmring (4) angebrachten Sensoreinrichtung detektiert werden, wobei die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) in Abhängigkeit der Signale der Sensoreinrichtung (11) geregelt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) nur unter der Bedingung betätigt werden, dass die Verstellzylinder (6, 7) über eine vorbestimmte Hubreserve verfügen, die größer als eine axiale Länge des sensiblen Längenabschnitts (2l) der Elektrode (2) ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellzylinder (6, 7) zum Verfahren des ersten Klemmrings (4) relativ zum zweiten Klemmring (5) betätigt werden, wenn die Verstellzylinder (7) zum Verfahren der Elektrode (2) einen vorbestimmten Hub überschritten haben.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstellzylinder zum Verfahren des ersten Klemmrings (4)
relativ zum zweiten Klemmring (5) als Hubzylinder (6) ausgebildet sind, die
mit dem ersten Klemmring (4) verbunden und an dem zweiten Klemmring
5 (5) abgestützt sind, und
dass die Verstellzylinder zum Verfahren der Elektrode (2) relativ zum
Ofendeckel (14) als Regulierzylinder (7) ausgebildet sind, die den zweiten
Klemmring (5) mit einer Rahmeneinrichtung (3) verbinden,
wobei beim Verstellen der Hubzylinder (6) zum Verfahren des um die
10 Elektrode (2) verspannten ersten Klemmrings (4) in Richtung des gelösten
zweiten Klemmrings (5) gleichzeitig die Regulierzylinder (7) verstellt
werden, so dass ein Abstand des ersten Klemmrings (4) zum Ofendeckel
(14) und damit der Betriebspunkt der Elektrode (2) innerhalb des Ofens
konstant bleiben.

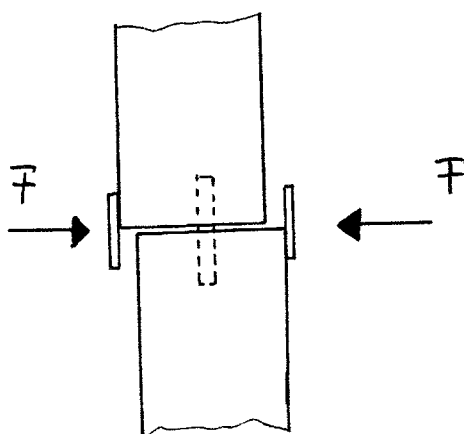


Fig. 1

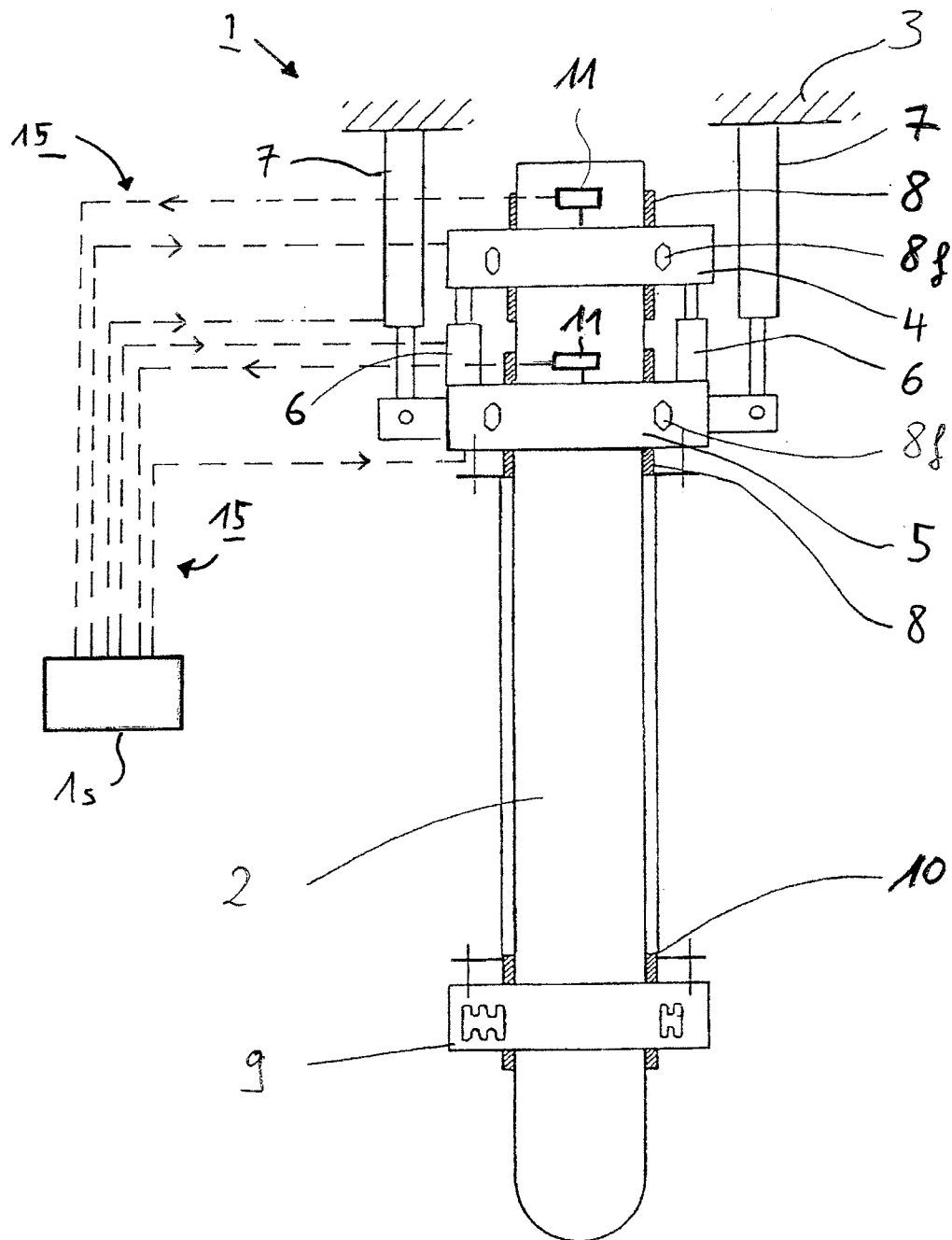


Fig. 2

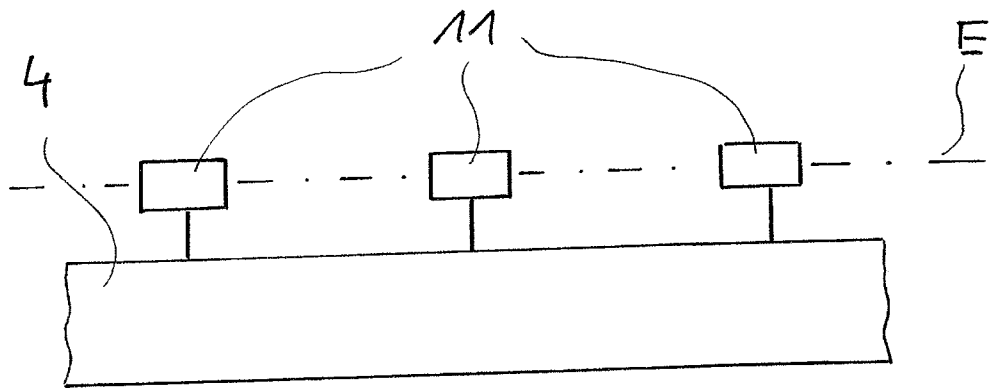


Fig. 3

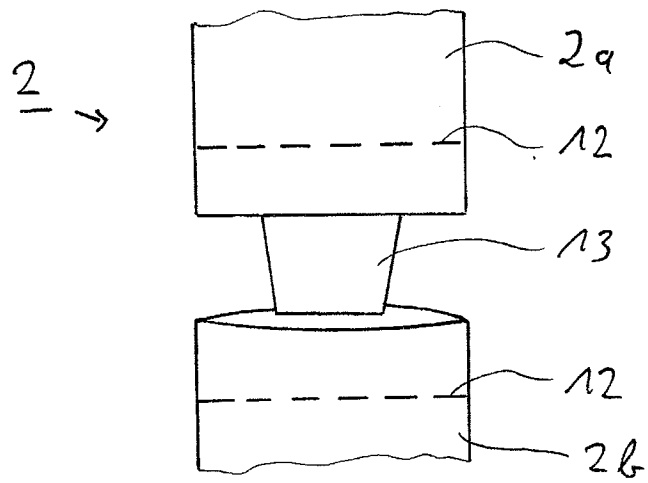


Fig. 4

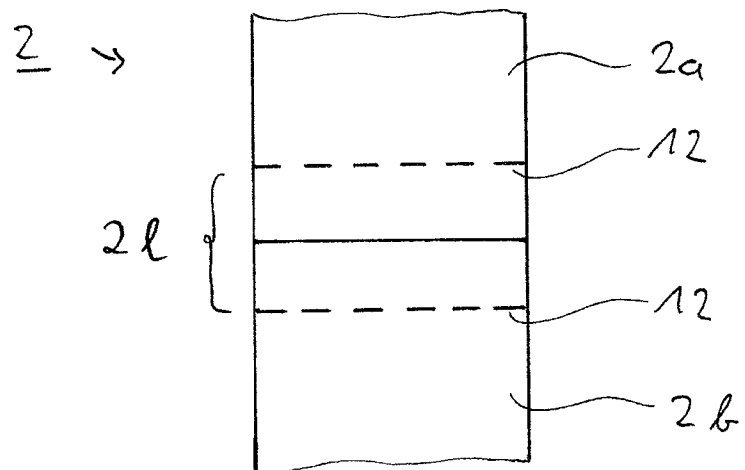


Fig. 5

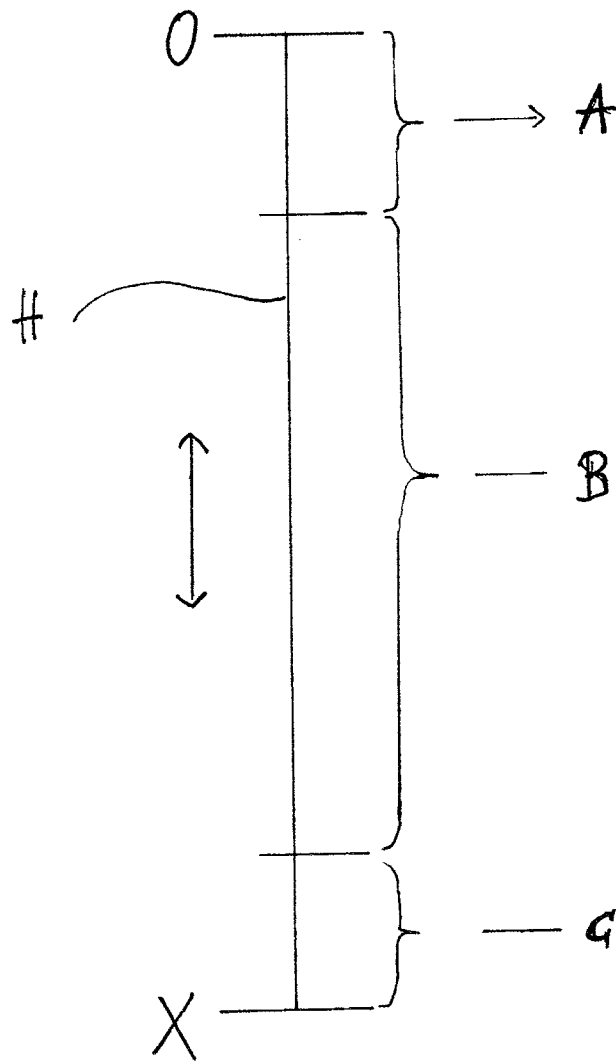


Fig. 6

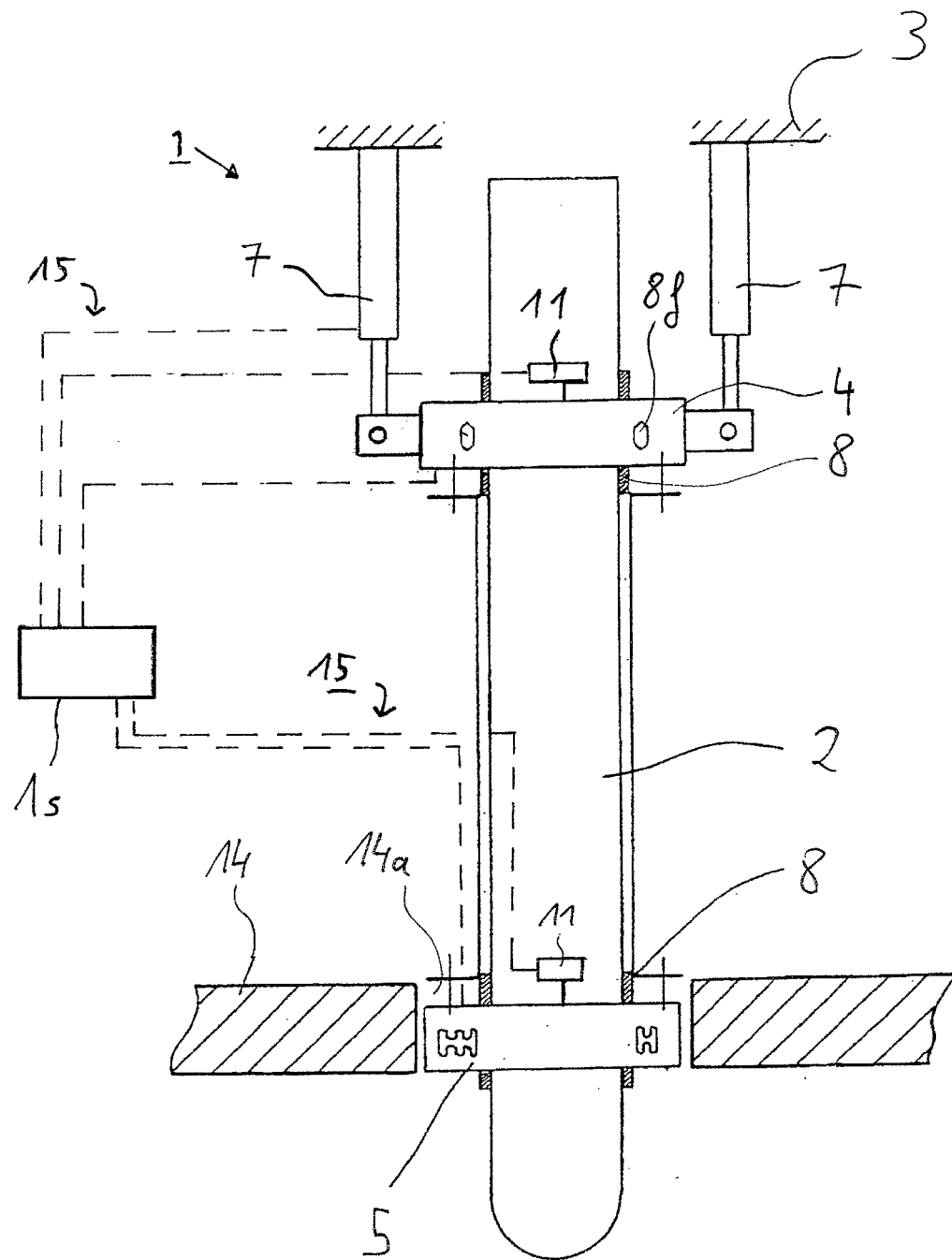


Fig. 7

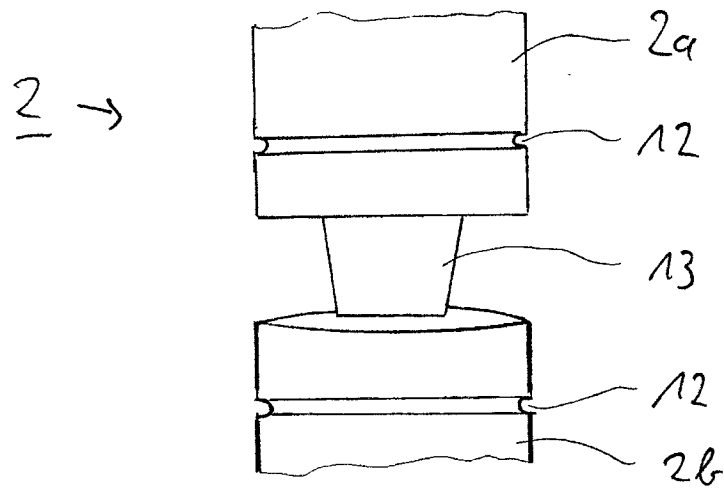


Fig. 8

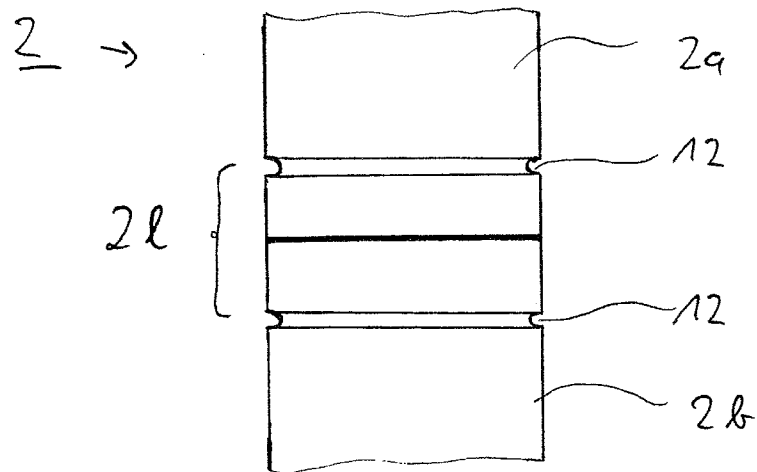


Fig. 9

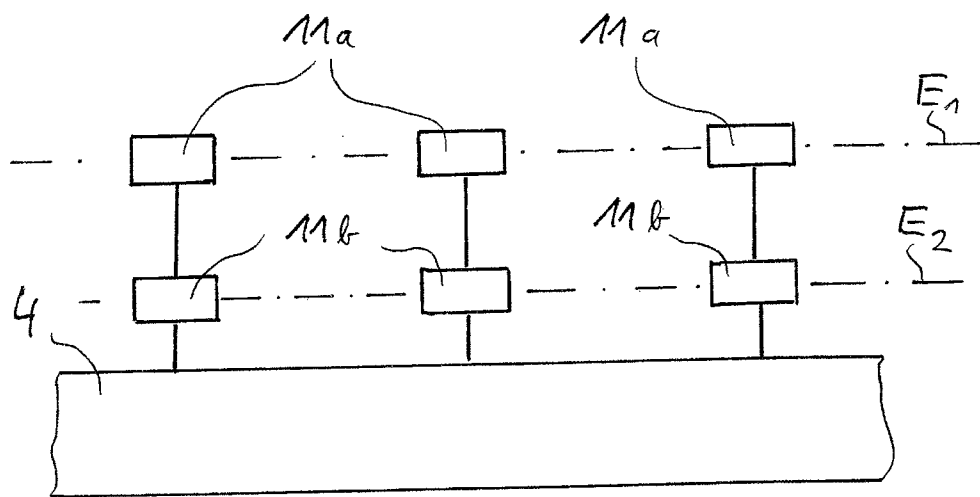


Fig. 10

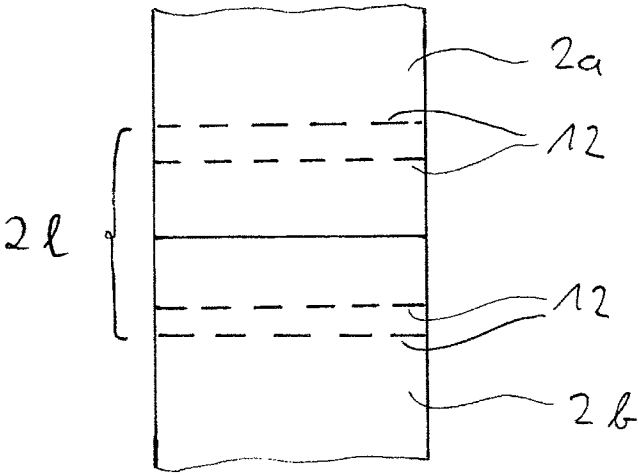


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F27B3/28 F27D11/10 H05B7/102
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)

F27D F27B H05B C21C

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, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 000737 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 5 July 2007 (2007-07-05) figure 1	1-20
X	DE 103 56 400 A1 (NEUMANN ULRICH [DE]) 7 July 2005 (2005-07-07) figures 1, 8	12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 December 2013

Date of mailing of the international search report

18/12/2013

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

Peis, Stefano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/064890

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006000737 A1	05-07-2007	AU 2006332203 A1	12-07-2007
		BR PI0620909 A2	29-11-2011
		CA 2632246 A1	12-07-2007
		CN 101356856 A	28-01-2009
		DE 102006000737 A1	05-07-2007
		EA 200870061 A1	30-10-2008
		EP 1969902 A1	17-09-2008
		ES 2391574 T3	27-11-2012
		JP 5094733 B2	12-12-2012
		JP 2009522738 A	11-06-2009
		KR 20080090402 A	08-10-2008
		NZ 568884 A	30-06-2011
		SI 1969902 T1	28-02-2013
		US 2009010299 A1	08-01-2009
		WO 2007076914 A1	12-07-2007
		ZA 200803597 A	25-02-2009

DE 10356400 A1	07-07-2005	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F27B3/28 F27D11/10 H05B7/102
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F27D F27B H05B C21C

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, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 000737 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 5. Juli 2007 (2007-07-05) Abbildung 1	1-20
X	DE 103 56 400 A1 (NEUMANN ULRICH [DE]) 7. Juli 2005 (2005-07-07) Abbildungen 1, 8	12



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

11. Dezember 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/12/2013

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

Peis, Stefano

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064890

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006000737 A1	05-07-2007	AU 2006332203 A1	12-07-2007
		BR PI0620909 A2	29-11-2011
		CA 2632246 A1	12-07-2007
		CN 101356856 A	28-01-2009
		DE 102006000737 A1	05-07-2007
		EA 200870061 A1	30-10-2008
		EP 1969902 A1	17-09-2008
		ES 2391574 T3	27-11-2012
		JP 5094733 B2	12-12-2012
		JP 2009522738 A	11-06-2009
		KR 20080090402 A	08-10-2008
		NZ 568884 A	30-06-2011
		SI 1969902 T1	28-02-2013
		US 2009010299 A1	08-01-2009
		WO 2007076914 A1	12-07-2007
		ZA 200803597 A	25-02-2009

DE 10356400 A1	07-07-2005	KEINE	
