

(19)



(11)

EP 1 339 885 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

(51) Int Cl.:
C22B 9/18 (2006.01) C22B 9/187 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
19.03.2008 Patentblatt 2008/12

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/013014

(21) Anmeldenummer: **01993711.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/038820 (16.05.2002 Gazette 2002/20)

(22) Anmeldetag: **09.11.2001**

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON BLÖCKEN ODER STRÄNGEN AUS METALL DURCH ABSCHMELZEN VON ELEKTRODEN SOWIE VORRICHTUNG ZU DESSEN DURCHFÜHRUNG**

METHOD FOR PRODUCING METAL BLOCKS OR BARS BY MELTING OFF ELECTRODES AND DEVICE FOR CARRYING OUT THIS METHOD

PROCEDE DE PRODUCTION DE BLOCS ET DE BARRES DE METAL GRACE A LA FUSION D'ELECTRODES, ET DISPOSITIF PERMETTANT LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT SE

DE-A- 3 722 166	DE-C- 19 614 182
DE-C- 19 614 182	FR-A- 2 447 972
FR-A- 2 447 972	GB-A- 1 246 676
GB-A- 1 246 676	JP-A- 63 130 723
SU-A- 1 768 657	SU-A- 1 768 657
US-A- 3 652 773	US-A- 3 652 773

(30) Priorität: **10.11.2000 AT 18932000**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.2003 Patentblatt 2003/36

(73) Patentinhaber: **Inteco Internationale Technische Beratung Gesellschaft mbH**
A-8600 Bruck a.d. Mur (AT)

- 'Electroslag processes', 1983, **APPLIED SCIENCE PUBLISHERS, LONDON - NEW YORK** Artikel **HOYLE G.**: 'Principles and practice'
- **TS'KULENKO A.K. ET AL.**: 'Two-circuit method of electroslag remelting consumable electrodes' **ADVANCES IN SPECIAL ELECTROMETALLURGY** Bd. 16, 2000, Seiten 141 - 144
- **HOLZGRUBER W. ET AL.**: 'Innovative electroslag remelting technologies' **MPT INTERNATIONAL** Bd. 2, 2000, Seiten 46 - 48
- **MEDOVAR L.B. ET AL.**: 'A current-conducting solidification mold for electroslag refining titanium alloys' **ADVANCES IN SPECIAL ELECTROMETALLURGY** Bd. 14, Nr. 4, 1998, Seiten 194 - 196
- 'Proceedings of the 1999 international symposium on liquid metal processing and casting', 1999 Artikel **MITCHELL A. ET AL.**
- **MEDOVAR B.I. ET AL.**: 'A computer system for automatic control of electroslag remelting furnaces' **ADVANCES IN SPECIAL ELECTROMETALLURGY** Bd. 12, Nr. 1, 1996, Seiten 13 - 15

(72) Erfinder:

- **HOLZGRUBER, Wolfgang**
A-8600 Bruck/Mur (AT)
- **HOLZGRUBER, Harald**
A-8600 Bruck/Mur (AT)
- **MEDOVAR, Lev**
Kyiv, 03150 (UA)
- **LANTSMAN, Izrail**
Kyiv, 03150 (UA)

(74) Vertreter: **Wagner, Kilian et al**
Hiebsch Behrmann Wagner
Patentanwälte
Hegau-Tower
Maggistrasse 5 (10. OG)
78224 Singen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 786 531	EP-A- 0 786 531
WO-A2-02/38820	DE-A- 1 483 646
DE-A- 1 758 720	DE-A- 2 328 804
DE-A- 2 340 525	DE-A- 2 942 485

EP 1 339 885 B2

- WAHLSTERM.: 'Forschungsbericht 303-7291-NT 313 an BMFT', 28 Januar 1977 Artikel 'Entwicklung von Elektroschlack-Umschmelzverfahren zur Verbesserung der Blockstruktur und Erschmelzung spezieller Blockformate. Seite 50', Seiten 62 - 63
- KUSKOV YU.M. ET AL: 'Examination of the parameters of electroslag melting in a current-conducting solidification mould' ADVANCES IN SPECIAL ELECTROMETALLURGY Bd. 11, Nr. 3, 1995, Seiten 125 - 128

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Blöcken oder Strängen aus Metall -- insbesondere aus Stählen sowie Ni- und Co-Basislegierungen -- durch Abschmelzen selbstverzehrender Elektroden in einem elektrisch leitenden Schlackenbad unter Verwendung von Wechsel- oder Gleichstrom in einer kurzen, nach unten offenen wassergekühlten Kokille, über welche ein Stromkontakt zum Schlackenbad hergestellt wird und der eine Bodenplatte zugeordnet ist. Zudem erfasst die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

[0002] Beim Erzeugen von Umschmelzblöcken nach dem Verfahren des Elektroschlacke-Umschmelzens in Standkokillen -- aber auch in kurzen Gleitkokillen -- ist es üblich, je nach der Seigerungsanfälligkeit der umgeschmolzenen Legierung eine Abschmelzrate in Kilogramm (kg) je Stunde einzustellen, die bei Rundblöcken zwischen 70 % und 110 % des Blockdurchmessers in Millimetern (mm) beträgt. Bei vom Rundquerschnitt abweichenden Blockformen, wie Quadrat- oder Flachformaten kann mit einem äquivalenten Durchmesser gearbeitet werden, der sich aus dem Querschnittsumfang dividiert durch die Zahl Π (Pi) errechnet. Der untere Bereich wird vor allem bei stark seigernden Legierungen -- wie Werkzeugstählen oder hochlegierten Nickel Basislegierungen -- angewendet, bei welchen zur Vermeidung von Seigerungen ein flacher Metallsumpf angestrebt wird. Der Wert von 70 % kann beim konventionellen ESU-Verfahren aber kaum unterschritten werden, da dann die Leistungszufuhr von der Abschmelzelektrode in das Schlackenbad sehr stark reduziert werden muss, was eine niedrige Temperatur des Schlackenbads und in weiterer Folge eine schlechte, oft rillige Oberfläche des Umschmelzblocks zur Folge hat. Bei zu niedriger Leistungszufuhr Schlackenbad bildet sich dann vielfach auch ein dicker Schlackenmantel zwischen Block und Kokille, was wiederum die Wärmeabfuhr von der Blockoberfläche behindert, so dass der erwünschte flache Schmelzsumpf wiederum nicht erzielt werden kann. Andererseits kann aber auch bei wenig seigerungsempfindlichen Stählen und Legierungen ein Wert von 110 % beim konventionellen Elektroschlackeumschmelzen, dem sog. ESU-Verfahren, nicht überschritten werden, da sonst die Überhitzung des Schlackenbads zusammen mit der erhöhten Abschmelzrate einen für Umschmelzblöcke unzulässig tiefen Schmelzsumpf und damit eine unerwünscht grobe Blockstruktur -- verbunden mit Seigerungen -- zur Folge hat. Wie aus dem oben Gesagten leicht zu erkennen ist, sind beim konventionellen ESU-Verfahren, bei welchem der Schmelzstrom über die Abschmelzelektrode in das Schlackenbad geleitet sowie über den umgeschmolzenen Block und die Bodenplatte wieder abgeleitet wird, die Schlackenbadtemperatur und die Abschmelzrate -- und im Zusammenhang damit Sumpftiefe sowie Ausbildung der Oberfläche -- eng miteinander verknüpft und können nicht unabhängig voneinander sowie getrennt kontrolliert und gesteuert werden.

[0003] Beim Herstellen von Umschmelzblöcken großen Durchmessers mit 1000 mm und darüber zeigt sich, dass die Einhaltung der oben angeführten gewünschten niedrigen Abschmelzraten vor allem bei Verwendung von Abschmelzelektroden großen Durchmessers, entsprechend 65 bis 85 % des Kokillendurchmessers, zu einer zu niedrigen Schlackenbadtemperatur führt, die ihrerseits dann eine schlechte, oftmals rillige Oberfläche am Umschmelzblock zur Folge hat. Erhöht man in diesem Fall die Leistungszufuhr zum Schlackenbad, so hat dies zwar eine Verbesserung der Blockoberfläche zur Folge, gleichzeitig erhöht sich dadurch aber die Abschmelzrate über die zulässige Grenze, was zu einem tieferen Schmelzsumpf und ungünstiger Erstarrung führt. Zu dieser Erhöhung der Abschmelzrate bei erhöhter Leistungszufuhr zum Schlackenbad kommt es deshalb, weil die Abschmelzelektrode einerseits der Energiezufuhr zum Schlackenbad dient, andererseits aber umso rascher abschmilzt, je mehr man die Energiezufuhr zum Schlackenbad erhöht. Die Elektrode muss dann mit der Geschwindigkeit in das Schlackenbad nachgeführt werden, mit der sie abschmilzt. Würde die Abschmelzelektrode nicht nachgeführt, so würde sie bis knapp oberhalb der Schlackenbadoberfläche abschmelzen, womit der elektrische Kontakt und damit die Leistungszufuhr zum Schlackenbad unterbrochen wären. Der Umschmelzprozess käme somit zum Erliegen.

[0004] Ein anderer Wege, die Schlackenbadtemperatur zu erhöhen, besteht darin, Elektroden kleineren Durchmessers umzuschmelzen. In diesem Fall ist die in das Schlackenbad eintauchende Stirnfläche der Elektrode kleiner, so dass ein vergleichsweise heißeres Schlackenbad benötigt wird, um die erwünschte Abschmelzrate zu erreichen. Mit dieser Maßnahme kann zwar vielfach eine Verbesserung der Blockoberfläche erreicht werden, jedoch führt die Verwendung von Elektroden kleinen Durchmessers zu einer erhöhten Wärmekonzentration im Zentrum des Blockes, was einen V-förmig vertieften Sumpf mit erhöhter Seigerungsneigung zur Folge haben kann.

[0005] All die o. a. Schwierigkeiten hängen ursächlich damit zusammen, dass einerseits die Abschmelzrate der Elektrode durch die über die Elektrode dem Schlackenbad zugeführte Energie kontrolliert wird und andererseits eben diese Energiezufuhr auch ausreichend sein muss, um den Schmelzsumpf bis zu seinem Rand hin ausreichend flüssig zu halten und ein zeitweiliges Fortschreiten der Erstarrung über den Meniskus des Schmelzsumpfes hinweg sicher zu verhindern. Kommt es nämlich aufgrund einer zu niedrigen Temperatur des Schlackenbades zeitweilig zu einem derartigen Erstarrungsfortschritt über den Meniskus hinweg, so hat dies die Ausbildung einer für die Weiterverarbeitung der Blöcke ungünstigen rilligen Oberfläche zur Folge.

[0006] Der EP 786 521 B1 der Anmelderin ist ein Verfahren zum Elektroschlackeumschmelzen zu entnehmen, bei welchem durch Abschmelzen von Elektroden vergleichsweise großen Durchhöhere Abschmelzraten als beim konventionellen Elektroschlackeumschmelzen eingestellt werden. Bei dem beschriebenen Verfahren kann die Rückleitung

eines Teils des Schmelzstroms über in der Kokillenwand eingebaute stromleitende Elemente erfolgen. Die Anordnung führt zu einer Aufteilung der Rückleitungsströme verkehrt proportional zu den Gesamtwiderständen eingesetzter Leiterschleifen.

[0007] Die DE 196 14 185 C der Anmelderin beschreibt eine kurze, wassergekühlte, unten offene Kokille für das ESU-Verfahren bzw. Stranggießverfahren, bei welcher der Meniskus des Gießspiegels durch eine elektrisch leitende Schlacke abgedeckt ist und die im Bereich des Schlackenbades oberhalb des Gießspiegels nicht direkt wassergekühlte, stromleitende Elemente enthält, über die ein Kontakt zu einer Stromquelle herstellbar ist. Als Werkstoffe für diese stromleitenden Elemente werden Graphit oder ein hochschmelzendes Metall -- beispielsweise W, Mo, Nb od. dgl. -- eingesetzt. In einer besonderen Ausführungsform können die stromleitenden Elemente gegenüber dem wassergekühlten Teil sowie gegeneinander durch nicht wassergekühlte, den Strom nicht leitende -- beispielsweise aus Keramik geformte -- Elemente elektrisch isoliert sein.

[0008] In der SU-A-1 768 657 wird eine Anordnung zum Elektroschlackeumschmelzen in Standkokillen erörtert, bei welcher die Kokille gegenüber der Bodenplatte isoliert ist. Der gesamte Schmelzstrom wird über die Elektrode dem Schlackenbad zugeleitet. Dies erlaubt die Ableitung eines durch den Die DE 196 14 182 C der Anmelderin beschreibt eine kurze, wassergekühlte, unten offene Kokille für das ESU-Verfahren bzw. Stranggießverfahren, bei welcher der Meniskus des Gießspiegels durch eine elektrisch leitende Schlacke abgedeckt ist und die im Bereich des Schlackenbades oberhalb des Gießspiegels nicht direkt wassergekühlte, stromleitende Elemente enthält, über die ein Kontakt zu einer Stromquelle herstellbar ist. Als Werkstoffe für diese stromleitenden Elemente werden Graphit oder ein hochschmelzendes Metallbeispielweise W, Mo, Nb od. dgl. eingesetzt. In einer besonderen Ausführungsform können die stromleitenden Elemente gegenüber dem wassergekühlten Teil sowie gegeneinander durch nicht wassergekühlte, den Strom nicht leitendebeispielweise aus Keramik geformte -- Elemente elektrisch isoliert sein. In dieser Schrift wird auch auf ein abgewandeltes Elektroschlacke-Verfahren zum Strangschmelzen von kleinen strangähnlichen Querschnitten in entweder strangußähnlichen geraden Kokillen oder in - zum Stand der Technik gehörenden - nach oben T-förmig erweiterten Kokillen hingewiesen, bei denen gegebenenfalls die für die gewünschte Abschmelzrate erforderliche Leistung bzw. Stromstärke über den Gießquerschnitt allein nicht abgeleitet werden kann, da es sonst zu einer Überhitzung des Metallsumpfes und weiterhin wieder zur Ausbildung einer ungünstigen Erstarrungsstruktur komme. Es wird erwähnt, dass man in Japan versucht habe, einen Teil des Stroms aus dem Schlackenbad über die Kokillenwand abzuleiten, wobei es allerdings zum Auftreten von Mikrolichtbögen zwischen dem Meniskus des Schlackenbades und der Kokillenwand komme. Dies führe zu einer Erosion des Kupfers der Kokille in der Höhe des Schlackenbades und damit zu einer erheblichen Verringerung der Kokillenstandzeit.

[0009] In der SU-A-1 768 657 wird eine Anordnung zum Elektroschlacke-Umschmelzen in Standkokillen erörtert, bei welcher die Kokille gegenüber der Bodenplatte isoliert ist. Der gesamte Schmelzstrom wird über die Elektrode dem Schlackenbad zugeleitet. Dies erlaubt die Ableitung eines durch den Widerstand kontrollierbaren Teilstroms vom Schlackenbad über die Kokille zurück zu der als Gleichstromquelle ausgebildeten Stromquelle, die so angeordnet ist, dass die Abschmelzelektrode als Anode und der Umschmelzblock als Kathode geschaltet sind. Je größer der Anteil des über den Block abgeführten Teilstroms im Verhältnis zum gesamten über die Elektrode eingebrachten Strom ist, um so besser soll die Entschwefelung sein. Zwischen Block und Kokille soll eine Potentialdifferenz eingestellt werden, die klein genug ist, um sog. Überschlüge zu vermeiden, die an sich dadurch bewirkt werden, dass sich eine Potentialdifferenz zwischen Kokille und Block aufbaut und die am Block anhaftende Schlackenhaut nicht immer und nicht an allen Stellen einen ausreichenden Widerstand gegen einen Stromübergang zwischen Kokillenwand und Blockoberfläche darstellt. Ein Teilstrom soll von der Kokille direkt zurück zur Stromversorgung geleitet werden, obwohl die Ableitung des gesamten Stroms über den Block und die Elektrode ein besseres Ergebnis hinsichtlich Entschwefelung bringen würde.

[0010] Widerstand kontrollierbaren Teilstroms vom Schlackenbad über die Kokille zurück zu der als Gleichstromquelle ausgebildeten Stromquelle, die so angeordnet ist, dass die Abschmelzelektrode als Anode und der Umschmelzblock als Kathode geschaltet sind. Je größer der Anteil des über den Block abgeführten Teilstroms im Verhältnis zum gesamten über die Elektrode eingebrachten Strom ist, umso besser soll die Entschwefelung sein. Zwischen Block und Kokille soll eine Potentialdifferenz eingestellt werden, die klein genug ist, um sog. Überschlüge zu vermeiden, die an sich dadurch bewirkt werden, dass sich eine Potentialdifferenz zwischen Kokille und Block aufbaut und die am Block anhaftende Schlackenhaut nicht immer und nicht an allen Stellen einen ausreichenden Widerstand gegen einen Stromübergang zwischen Kokillenwand und Blockoberfläche darstellt. Ein Teilstrom soll von der Kokille direkt zurück zur Stromversorgung geleitet werden, obwohl die Ableitung des gesamten Stroms über den Block und die Elektrode ein besseres Ergebnis hinsichtlich Entschwefelung bringen würde.

[0011] In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, die Abschmelzrate der Elektrode unabhängig von der Temperatur des Schlackenbades kontrollieren zu können und gleichzeitig eine gute Blockoberfläche sicherzustellen.

[0012] Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Anspruches; die Ünteransprüche geben günstige Weiterbildungen an.

[0013] Die Lösung der oben umrissenen Aufgabe gelingt in überraschen einfacher Weise, wenn für das Umschmelzen

selbstverzehrender Elektroden unter Schlacke eine an sich bekannte Kokille mit in die Kokillenwand im Bereich des Schlackenbades eingebauten und gegen den unteren, den Umschmelzblock formenden Teil der Kokille, elektrisch isolierten stromleitenden Elementen verwendet wird. Damit wird es möglich, einerseits durch Energiezufuhr über die Kokillenwand das Schlackenbad unabhängig vom Elektrodenvorschub zu beheizen, so dass der Metallsumpf bis zum Rand über den Meniskus hinweg flüssig gehalten werden kann. Andererseits kann die Abschmelzrate der verzehrbaren Elektrode in einfacher Weise durch die Vorschubgeschwindigkeit gesteuert werden, mit der sie in das überhitzte Schlackenbad nachgeschoben wird.

[0014] Dabei kann die Abschmelzelektrode völlig stromlos sein. Es ist aber auch möglich, einen Teilstrom über die Elektrode zu führen. Die im unteren Teil der Kokille geformten Umschmelzblöcke können aus dieser entweder nach unten abgezogen werden oder die Kokille wird in der Weise angehoben, wie der auf einer Bodenplatte stehende Block wächst.

[0015] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist also ein Verfahren zur Herstellung von Blöcken oder Strängen aus Metallen, insbesondere aus Stählen sowie Ni- und Co-Basislegierungen durch Abschmelzen selbstverzehrender Elektroden in einem elektrisch leitenden Schlackenbad in einer kurzen, nach unten offenen wassergekühlten Kokille, über welche in an sich bekannter Weise ein Stromkontakt zum Schlackenbad herstellbar ist, wobei der zugeführte Schmelzstrom sowohl über die Abschmelzelektrode als auch über die Kokille in das Schlackenbad hinsichtlich der Verteilung des Stroms zwischen Elektrode und Kokille kontrolliert regelbar eingeleitet und die Rückleitung des Schmelzstroms sowohl über die Kokille als auch über den Block und die Bodenplatte wahlweise rückgeführt wird; die Aufteilung der Ströme wird mittels einer Regelung kontrolliert eingestellt sowie der auf der Bodenplatte aufgebaute Block relativ zur Kokille entweder durch deren Anheben oder durch Absenken der Bodenplatte bewegt sowie der Metall- bzw. Schlackenspiegel in der Kokille gehalten.

[0016] Zudem hat es sich als günstig erwiesen, dass der Anteil über die Abschmelzelektrode zugeführten Stroms bei 0 bis 100 % des gesamten zugeführten Schmelzstroms liegen kann. Der Anteil des über die Bodenplatte zur Schmelzstromversorgung zurückgeleiteten Stroms kann gleichfalls 0 bis 100 % des gesamten zurückgeleiteten Schmelzstroms betragen.

[0017] Dieses hier vom Prinzip her geschilderte erfindungsgemäße Verfahren kann in vielfacher Weise an die Erfordernisse des Betreibers angepasst werden.

[0018] So kann beispielsweise die kurze, stromleitende Kokille fest in eine Arbeitsbühne eingebaut sein und der Umschmelzblock nach unten abgezogen werden.

[0019] Es kann aber auch der Block auf einer feststehenden Bodenplatte aufgebaut und die Kokille in der Weise angehoben werden, wie der Block anwächst. Das Abziehen des Blockes bzw. Anheben der Kokille können kontinuierlich oder schrittweise erfolgen.

[0020] Als günstig hat es sich auch erwiesen, dass Zuleitung und Rückleitung für den Strom vertauscht werden, wobei insbesondere Gleichstrom eingesetzt wird. Zudem soll der entstehende Strang kontinuierlich oder aber schrittweise aus der Kokille abgezogen werden.

[0021] Ferner besteht die Möglichkeit, die Kokille oszillieren zu lassen, was insbesondere bei einem kontinuierlichen Blockabzug von Interesse sein kann.

[0022] Im Falle einer schrittweisen Blockabzugs- oder Kokillenhubbewegung kann zusätzlich an jeden Hubschritt unmittelbar ein Gegenhubschritt anschließen, wobei die Schrittlänge des Gegenhubschritts bis zu 60 % der Schrittlänge des Abzugshubschritts betragen kann.

[0023] Wird erfindungsgemäß als Schmelzstromversorgung eine Gleichstromquelle benützt, so kann durch Einbau eines Polumschalters bei jeder der beiden Schmelzstromversorgungen die Zuleitung mit all den oben angeführten Varianten entweder als Kathode oder als Anode geschaltet werden.

[0024] Auch hat es sich als günstig erwiesen, durch Auswechseln der Elektroden in den erfindungsgemäßen Anlagen in an sich bekannter Weise auch lange Umschmelzblöcke -- unabhängig von der Elektrodenlänge -- herzustellen.

[0025] Im Rahmen der Erfindung wird eine kurze wassergekühlte Kokille mit zugeordneter Bodenplatte sowie mit zumindest zwei im Bereich des Schlackenbads vorgesehenen stromleitenden Element eingesetzt, bei der die Zuleitung des Schmelzstroms von mindestens einer Stromquelle sowohl zur Abschmelzelektrode als auch zu mindestens einem stromleitenden Element der Kokille entweder einzeln oder gemeinsam durch eine geeignete Regelungsanordnung gezielt einstellbar ist, und dass die Rückleitung zu der mindestens einen Stromquelle sowohl von wenigstens einem stromleitenden Element der Kokille als auch der den Umschmelzblock stützenden in Längsachse der Kokille bewegbaren Bodenplatte entweder einzeln oder gemeinsam durch eine Regelungsanordnung gezielt einstellbar ist.

[0026] Bevorzugt werden zwei voneinander unabhängig regelbare Stromquellen, deren eine an die Abschmelzelektrode angeschlossen ist, wohingegen die andere Stromquelle sowohl an die Abschmelzelektrode als auch an das stromleitende Element anschließt.

[0027] Von der Stromquelle soll jeweils eine Zuleitung zur Abschmelzelektrode und eine andere Zuleitung zum stromleitenden Element geführt sein oder es führen zur Stromquelle Rückleitungen von der Bodenplatte und dem stromleitenden Element. Die Stromquelle kann eine Gleichrichteranlage sein, deren Polung umschaltbar ausgebildet ist.

[0028] Als günstig hat es sich erwiesen, dass in einem Horizont der Kokille mehrere durch Isolierelemente getrennte stromleitende Elemente angeordnet sind. Letztere bilden erfindungsgemäß mit den Isolierelementen einen Ring, wobei gegebenenfalls zwei stromleitende Elemente vorhanden sind, von denen eines an die Zuleitung und eines an die Rückleitung angeschlossen ist.

[0029] Im Rahmen der Erfindung liegt auch, dass die Aufteilung der Stromstärken zwischen den einzelnen Zu- bzw. Rückleitungen durch regelbare Widerstände einstellbar ist.

[0030] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1, 2, 4: jeweils einen Längsschnitt durch eine Gießeinrichtung für Metalle mit Kokille; Zeichnung 2 ist gemäß der Erfindung.

Fig. 3: einen vergrößerten Schnitt durch Fig. 2 nach deren Linie III - III.

[0031] Einer wassergekühlten Kokille 10 mit hohlem ringförmigem Kokillenkörper 12 ist gemäß Fig. 1 von unten her eineihreits hohle -- Bodenplatte 14 zugeordnet, deren Außendurchmesser geringfügig kürzer ist als der Innendurchmesser d der Kokille 10; die Bodenplatte 14 kann zum Anfahren der Anlage soweit in die Kokillenöffnung bzw. den Kokillinnenraum 11 der Höhe h eingeschoben werden, bis sie unmittelbar unterhalb der Oberkante 13 des Kokillenhohlkörpers 12 verläuft.

[0032] Auf der Oberkante 13 ruht ein ringartiges Isolierelement 16 und auf diesem ein -- ebenfalls ringartig und/oder aus mehreren Teilen ausgebildetes - stromleitendes Element 18; letzteres ist von den -- den Strom nicht leitenden -- Isolierelementen 16 gegen den wassergekühlten unteren Bereich 20 der Kokille 10 elektrisch isoliert und nach oben hin durch ein oberes Isolierelement 16_a von einem seinerseits wassergekühlten Hohlring 22 als oberem Bereich getrennt. Für die erfindungsgemäße Verwendung der hier beschriebenen Anlage ist das obere Isolierelement 16_a allerdings nicht zwingend erforderlich.

[0033] Auf der Bodenplatte 14 lagert -- unterhalb eines Schlackenbades 24 sowie eines von diesem überdeckten Sumpfes 26 ein durch ein Umschmelzverfahren mit selbstverzehrbarer Elektrode 28 erzeugter, in jenem wassergekühlten unteren Bereich 20 der Kokille 10 geformter Umschmelz- oder Vorblock 30. Um den Prozess zu starten, kann beispielsweise flüssige Schlacke in den von der Kokille 10 und der Elektrode 28 begrenzten Kokillenspalt gegossen werden, bis der Schlackenspiegel 25 des entstehenden Schlackenbades 24 etwa die Oberkante des Stromleitetelements 16_a erreicht hat.

[0034] Die Elektrode 28 einerseits sowie die Bodenplatte 14 andererseits sind über Hochstromleitungen 32, 34 mit je einem Pol einer Gleich- oder Wechselstromquelle 36 verbunden; von der Leitung 32 zweigt eine Hochstromleitung 32_a ab, die andernfalls an dem Stromleitetelement 18 angeschlossen ist. Die Zuleitung des Schmelzstroms zum Schlackenbad 24 erfolgt von jener Wechsel- oder Gleichstromquelle 36 -- je nach Stellung von an diese durch die Leitungen 32, 32_a angeschlossenen Hochstromkontakten 38, 39 -- entweder nur über die Elektrode 28 oder nur über das stromleitende Element 18 der Kokille 10 oder aber über Elektrode 28 und Kokille 10 gleichzeitig, wobei der Anteil des über die Elektrode 28 bzw. das Stromleitetelement 18 fließenden Stroms durch regelbare Widerstände 42 bzw. 42_a -- oder andere in der Wirkung vergleichbare Einrichtungen -- nach Wunsch eingestellt werden kann. Die Rückleitung des gesamten Schmelzstroms erfolgt bei dieser Anordnung ausschließlich über den Umschmelzblock 30 und die absenkbare Bodenplatte 14 durch die Rückleitung 34.

[0035] Bei einer erfindungsgemäßen Anordnung nach Fig. 2 ist die Kokille 10 mit mindestens zwei durch Isolierelemente 16, 16_a sowohl gegeneinander als auch gegen den unteren Bereich 20 der Kokille 10 und -- hier zwingend -- gegen den oberen Bereich 22 der Kokille 10, nämlich jenen Hohlring 12, isolierten Stromleitetelementen 18, 18_a ausgerüstet. Fig. 3 lässt dazu zwei jeweils teilkreisförmige Stromleitetelemente 18, 18_a erkennen, die durch -- mit ihnen einen Ring bildende -- entsprechend geformte Isolierelemente 16_b voneinander getrennt sind; werden -- wie hier beschrieben -- zwei oder mehrere auf verschiedenen Potentialen liegende Stromleitetelemente 18, 18_a benötigt, so können diese insbesondere bei Kokillen 10 mit um eine Längsachse A gelegtem kreisförmigem Querschnitt auch kreisförmig als Ring ausgebildet und übereinander angeordnet werden sowie durch die dazwischen angebrachten -- ebenfalls ringförmigen -- Isolierelemente 16 gegeneinander isoliert sein.

[0036] Erfolgt die Rückleitung über ein Stromleitetelement 18 in der Kokille 10 und die Bodenplatte 14 gemeinsam, so ermöglichen regelbare Widerstände 44 und 44_a in der die Bodenplatte 14 mit der Stromquelle 36 verbindenden Rückleitung 34 und einer die Stromquelle 36 an das/die Stromleitetelement/e 18 anschließenden und an die Rückleitung 34 angefügten Leitung 35 -- oder eine andere in der Wirkung vergleichbare Einrichtung -- das Einstellen des über die Bodenplatte 14 rückfließenden Stromanteils.

[0037] In Fig. 4 wird eine Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens mit zwei parallel angeordneten regelbaren Stromquellen 36, 36_a zur Schmelzstromversorgung dargestellt. Dabei kann die Zuleitung des Schmelzstroms von jeder der beiden Stromquellen 36, 36_a einzeln oder gemeinsam entweder nur zur Elektrode 28 oder nur zum stromleitenden

EP 1 339 885 B2

Element 18_a -- oder zu beiden gemeinsam -- erfolgen, dies je nach Stellung der Hochstromschalter 38, 38_a, 38_b bzw. 39 in den Leitungen 32 bzw. 32_a bzw. des Hochstromschalters 38_b in der Zweigleitung 32_n zwischen Stromquelle 36_a und Elektrode 28.

[0038] Die Rückleitung des Schmelzstroms kann ebenfalls zu einer der beiden Stromquellen 36, 36a oder zu beiden gemeinsam vom Stromelement 18 in der Kokille 10 und/oder der Bodenplatte 14 einzeln oder gemeinsam erfolgen, dies je nach Stellung der in der Rückleitung 34 bzw. 35 angeordneten Hochstromschalter 40, 40_a bzw. 41 oder des Hochstromschalters 40_b in einer die Rückleitung 34 mit der zweiten Stromquelle 36_a verbindenden Zweigleitung 34_n. Die Schaltmöglichkeiten, die diese Anordnung bei Verwendung von Wechselstrom gestattet, sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt. Deren Offenbarung ist von besonderer Bedeutung.

Tabelle 1					
Schaltungsmöglichkeiten bei zwei Stromversorgungen und stromleitender Kokille					
Schaltung	Transformator	Zuleitung	Rückleitung	geschlossen Zu/Rück	offen Zu/Rück
1	36	Elektrode	Block	38,38b/40,40a	39,38b/41,40b
2	36	Elektrode	Kokille	38,38b/41,40a	39,38b/40,40b
3	36	Elektrode	Block & Kokille	38,38b/40,41,40a	39,38b/40b
4	36	Kokille	Block	39/40,40a	38,38a,38b/41,4
5	36	Kokille	Kokille	39/41,40a	38,38a,38b/40,4
6	36	Kokille	Block & Kokille	39,40/41,40a	38,38a,38b/40
7	36	Elektr. & Kok.	Block	38,39,38a/40,40a	38b/41,40b
8	36	Elektr. & Kok.	Kokille	38,39,38a/41,40a	38b/40,40b
9	36	Elektr. & Kok.	Block & Kokille	38,39,38a/40,41,40a	38b/40b
10	36a	Elektrode	Block	38,38b/40,41a	39,38a/41,40a
11	36a	Elektrode	Kokille	38,38b/41,40b	39,38a/40,40a
12	36a	Elektrode	Block & Kokille	38,38b/40,41,40a	39,38a/40a
13	36a	Kokille	Block	39,38a,38b/40,40b	38/41,40a
14	36a	Kokille	Kokille	39,38a,38b/41,40b	38/40,40a
15	36a	Kokille	Block & Kokille	39,38a,38b/40,41,40b	38/40a
16	36a	Elektr. & Kok.	Block	38,39,38a,38b/40,40b	-/41,40a
17	36a	Elektr. & Kok.	Kokille	38,39,38a,38b/41,40a	-/40,40a
18	36a	Elektr. & Kok.	Block & Kokille	38,39,38a,38b/40,41,40b	-/40b
19	36 + 36a	Elektrode	Block	38,38a,38b/40,40a,40b	39/41
20	36 + 36a	Elektrode	Kokille	38,38a,38b/41,40a,40b	39/40
21	36 + 36a	Elektrode	Block & Kokille	38,38a,38b/40,41,40a,40b	39/-
22	36 + 36a	Kokille	Block	39,38a,38b/40,40a,40b	38/41
23	36 + 36a	Kokille	Kokille	39,38a, 38b/41, 40a,40b	38/40
24	36 + 36a	Kokille	Block & Kokille	39,38a,38b/40,41,40a,40b	38/-
25	36 + 36a	Elektr. & Kok.	Block	38,39,38a,38b/40,40a,40b	-/41
26	36 + 36a	Elektr. & Kok.	Block	38,39,38b/40,40a,40b	38a/41
27	36 + 36a	Elektr. & Kok.	Kokille	38,39,38a,38b/41,40a,40b	-/40
28	36 + 36a	Elektr. & Kok.	Kokille	38,39,38b/41,40a,40b	38a/40
29	36 + 36a	Elektr. & Kok.	Block & Kokille	38,39,38a,38b/40,41,40a,40b	-/-

(fortgesetzt)

Tabelle 1					
Schaltungsmöglichkeiten bei zwei Stromversorgungen und stromleitender Kokille					
Schaltung	Transformator	Zuleitung	Rückleitung	geschlossen Zu/Rück	offen Zu/Rück
30	36 + 36a	Elektr. & Kok.	Block & Kokille	38,39,38b/40,41,40a,40b	38a/-

[0039] Die Elektrode und das Schlackenbad können durch hier nicht dargestellte gasdichte Hauben, die auch gegen den Kokillenflansch abdichtbar sind, gegen den Luftzutritt geschützt werden. Damit kann das Umschmelzen unter kontrollierter Atmosphäre und Ausschluss des Luftsauerstoff stattfinden, womit auch die Herstellung höchstreiner Umschmelzstränge ermöglicht und ein Abbrand sauerstoffaffiner Elemente verhindert wird.

Beispiel gemäß Figur 1:

[0040] An einer ESU-Anlage mit Hebekokillen 10 wurde ein Versuch gefahren, bei dem die Stromzufuhr zum Schlackenbad 24 sowohl über die Abschmelzelektrode 28 als auch die Kokille 10 sowie die Rückleitung über den Block 30 und die Bodenplatte 14 geführt wurden.

Kokille:	Zylindrische Kokille mit 500 mm Durchmesser mit einem stromleitenden Ring im Bereich des Schlackenbads, der gegen den unteren Teil elektrisch isoliert war.
Abschmelzelektrode:	320 mm Durchmesser
Stahl	Ck 45

[0041] Nach dem Aufschmelzen von 75 kg Schlacke der Zusammensetzung 30 % CaO, 30 % Al₂O₃, 40 % CaF₂ wurde zunächst der gesamte Schmelzstrom über die Elektrode geführt und diese nach dem konventionellen ESU-Verfahren umgeschmolzen, bis der Schlackenspiegel den Kokillenring mit der Stromzuleitung bedeckte. Bis zu diesem Punkt waren etwa 470 kg von der Elektrode abgeschmolzen. Die Schmelzrate betrug zuletzt 460 kg/h bei einer Leistungszufuhr zum Schlackenbad von 450 kW, die Stromstärke 8,0 kA bei 58 V Sekundärspannung. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Kokillenhub so eingestellt, dass der Stahlspiegel etwa 30 bis 50 mm unterhalb der Isolierung gegen den stromleitenden Ring der Kokille und dieser somit immer im Bereich des Schlackenbades gehalten wurde. Ab Erreichen des stromleitenden Rings kam es zu einer Aufteilung des Schmelzstroms zwischen stromleitendem Ring und Abschmelzelektrode, wobei gleichzeitig die Trafospannung auf 44 V abgesenkt wurde.

[0042] In der Folge ging der Strom über die Elektrode auf 6,1 kA zurück, während sich ein Stromfluss über die Kokille von 11,4 kA einstellte. Die entsprechenden Wirkleistungen betragen 27 kW an der Elektrode und 385 kW über die Kokille. Die Abschmelzrate ging bei diesen Bedingungen auf 390 kg/h zurück. Mit diesen Bedingungen wurde etwa 3,5 Stunden geschmolzen. Anschließend wurde die Energiezufuhr zur Elektrode weggeschaltet, so dass die Zufuhr des Schmelzstroms ausschließlich über die Kokille erfolgte. Die Spannung am Transformator wurde wieder auf 55 V erhöht, was eine Erhöhung des Kokillenstroms auf 13,9 kA zur Folge hatte. Die Leistungszufuhr zum Schlackenbad stellte sich auf 480 kW ein, während gleichzeitig die Schmelzrate auf 275 kg/h zurückging.

[0043] Nach weiteren zwei Stunden wurde die Stromzufuhr abgeschaltet und der Block aus der Anlage genommen. Der erzeugte Block wies über die gesamte Länge und insbesondere auch im oberen Teil, der mit niedriger Abschmelzrate aufgebaut wurde, eine glatte Oberfläche auf, die weder Rillen noch Überlappungen aufwies. Das Gefüge des erzeugten Blockes nach dem Schmieden war über die ganze Länge einwandfrei.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Blöcken oder Strängen aus Metall, insbesondere aus Stählen sowie Ni- und Co-Basislegierungen, durch Abschmelzen selbstverzehrender Abschmelzelektroden in einem elektrisch leitenden Schlackenbad unter Verwendung von Wechsel- oder Gleichstrom in einer kurzen, nach unten offenen wassergekühlten Kokille, über welche ein Stromkontakt zum Schlackenbad hergestellt wird und der eine Bodenplatte zugeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Schmelzstrom sowohl über die Abschmelzelektrode als auch über die Kokille in das Schlackenbad eingeleitet wird, dass dabei die Verteilung des Schmelzstroms zwischen Abschmelzelektrode und Kokille kontrolliert

- 5 geregelt wird und dass die Rückleitung des Schmelzstroms sowohl über die Kokille als auch über den Block und die Bodenplatte wahlweise durchgeführt wird, wobei die Aufteilung der Ströme mittels einer Regelung kontrolliert eingestellt sowie der auf der Bodenplatte aufgebaute Block relativ zur Kokille entweder durch deren Anheben oder durch Absenken der Bodenplatte bewegt sowie der Metall- bzw. Schlackenspiegel in der Kokille konstant gehalten wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der über die Abschmelzelektrode zugeführte Anteil des gesamten zugeführten Schmelzstroms zwischen 0 und 100 % gewählt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Bodenplatte zurückgeleitete Anteil des Schmelzstroms zwischen 0 und 100 % gewählt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Zuleitung und Rückleitung für den Strom vertauscht werden, wobei insbesondere Gleichstrom eingesetzt wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der entstehende Strang kontinuierlich aus der Kokille abgezogen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gebildete Strang schrittweise aus der Kokille abgezogen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Kokille eine oszillierende Bewegung ausgeführt wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jeden Hubschritt unmittelbar ein Gegenhubschritt in entgegen gesetzter Richtung anschließt, wobei die Hublänge des Gegenhubschritts höchstens 60 % der Hublänge des vorangegangenen Hubschritts beträgt.
- 30 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Herstellen von Blöcken oder Strängen aus Metall, insbesondere aus Stählen sowie Ni- und Co-Basislegierungen, durch Abschmelzen selbstverzehrender Abschmelzelektroden (28) in einem elektrisch leitenden Schlackenbad (24), nach einem der voraufgehenden Patentansprüche, unter Verwendung einer kurzen wassergekühlten Kokille (10) mit zugeordneter Bodenplatte (14) sowie mit zumindest zwei im Bereich des Schlackenbads (24) vorgesehenen stromleitenden Elementen (18, 18a), die gegenüber dem unteren, den Umschmelzblock (30) formenden Bereich (20) der Kokille (10) und gegebenenfalls gegen andere stromleitende Elemente isoliert sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuleitung (32, 32a) des Schmelzstroms von mindestens einer Stromquelle (36, 36a) sowohl zur Abschmelzelektrode (28) als auch zu mindestens einem stromleitenden Element (18) der Kokille (10) entweder einzeln oder gemeinsam durch eine geeignete Regelungsanordnung gezielt einstellbar ist, und dass die Rückleitung (34, 35) zu der mindestens einen Stromquelle sowohl von wenigstens einem stromleitenden Element (18a) der Kokille (10) als auch der den Umschmelzblock (30) stützenden in Längsachse (A) der Kokille (10) bewegbaren Bodenplatte (14) entweder einzeln oder gemeinsam durch eine Regelungsanordnung gezielt einstellbar ist.
- 35 40 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** zwei Stromquellen (36, 36a), deren eine an die Abschmelzelektrode (28) angeschlossen ist, wobei die andere Stromquelle (36a) sowohl an die Abschmelzelektrode als auch an das stromleitende Element (18a) angeschlossen ist.
- 45 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** zwei voneinander unabhängig regelbare Stromquellen (36, 36a).
- 50 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Stromquelle (36) jeweils eine Zuleitung (32) zur Abschmelzelektrode (28) und eine andere Zuleitung (32a) zum stromleitenden Element (18) geführt ist oder, dass zur Stromquelle (36) Rückleitungen (34, 35) von der Bodenplatte (14) und dem stromleitenden Element (18) führen.
- 55 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Horizont der Kokille (10) mehrere durch Isolierelemente (16b) getrennte stromleitende Elemente (18, 18a) angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stromleitenden Elemente (18, 18a) mit den

Isolierelementen (16b) einen Ring bilden, wobei gegebenenfalls zwei stromleitende Elemente (18, 18a) vorhanden sind, von denen eines an die Zuleitung (42a) und eines an die Rückleitung (35) angeschlossen ist.

5 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9, 10 oder 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufteilung der Stromstärken zwischen den einzelnen Zu- bzw. Rückleitungen (32, 32a; 35) durch regelbare Widerstände (42, 42a; 44, 44a) einstellbar ist.

10 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **gekennzeichnet durch** Gleichrichteranlagen als Stromquelle/n (36, 36a), deren Polung umschaltbar ausgebildet ist.

Claims

15 1. Process for producing blocks or bars made from metal, in particular from steels and Ni-based and Co-based alloys, by melting off self-consuming consumable electrodes in an electrically conductive slag bath using alternating current or direct current in a short water-cooled ingot mould which is open at the bottom, by means of which a current contact with the slag bath is produced and to which is assigned a base plate, **characterised in that** the melting current is introduced into the slag bath both via the consumable electrode and via the ingot mould, **in that** the distribution of the melting current between consumable electrode and ingot mould is thus regulated in controlled manner and **in that** the return of the melting current is carried out alternatively both via the ingot mould and via the block and the base plate, wherein the division of the currents is adjusted in controlled manner by means of regulation and the block produced on the base plate is moved relative to the ingot mould either by raising the latter or by lowering the base plate and the metal level or slag level in the ingot mould is kept constant.

25 2. Process according to claim 1, **characterised in that** the proportion of the total supplied melting current supplied via the consumable electrode is selected between 0 and 100%.

30 3. Process according to claim 1, **characterised in that** the proportion of the melting current returned from the base plate is selected between 0 and 100%.

35 4. Process according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** supply and return for the current are reversed, wherein in particular direct current is used.

40 5. Process according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the resulting bar is withdrawn continuously from the ingot mould.

45 6. Process according to one of claims 2 to 4, **characterised in that** the bar formed is withdrawn step-wise from the ingot mould.

7. Process according to claim 4 or 6, **characterised in that** an oscillating movement is executed by the ingot mould.

8. Process according to claim 5 or 7, **characterised in that** a counter-stroke step in opposite direction immediately follows each stroke step, wherein the stroke length of the counter-stroke step is at the most 60% of the stroke length of the preceding stroke step.

9. Device for carrying out the process for producing blocks or bars made from metal, in particular from steels and Ni-based and Co-based alloys, by melting off self-consuming consumable electrodes (28) in an electrically conductive slag bath (24), according to one of the preceding patent claims, using a short water-cooled ingot mould (10) having assigned base plate (14) and having at least two current-conducting elements (18, 18a) provided in the region of the slag bath (24), and which are insulated with respect to the lower region (20) of the ingot mould (10) shaping the melted-down block (30) and optionally against other current-conducting elements, **characterised in that** the supply (32, 32a) of the melting current can be adjusted specifically by at least one current source (36, 36a) both for the consumable electrode (28) and for at least one current-conducting element (18) of the ingot mould (10) either individually or together by a suitable regulating arrangement, and **in that** the return (34, 35) to the at least one current source can be adjusted specifically both by at least one current-conducting element (18a) of the ingot mould (10) and the base plate (14) supporting the melted-down block (30) and which can be moved in the longitudinal axis (A) of the ingot mould (10) either individually or together by a regulating arrangement.

10. Device according to claim 9, **characterised by** two current sources (36, 36a), one of which is connected to the consumable electrode (28), wherein the other current source (36a) is connected both to the consumable electrode and to the current-conducting element (18a).
- 5 11. Device according to claim 10, **characterised by** two current sources (36, 36a) which can be regulated independently of one another.
12. Device according to one of claims 9 to 11, **characterised in that** in each case one supply (32) for the consumable electrode (28) and a further supply (32a) for the current-conducting element (18) is led from the current source (36), or in that returns (34, 35) lead from the base plate (14) and the current-conducting element (18) to the current source (36).
- 10 13. Device according to one of claims 9 to 12, **characterised in that** several current-conducting elements (18, 18a) separated by insulating elements (16b) are arranged in a zone of the ingot mould (10).
- 15 14. Device according to claim 13, **characterised in that** the current-conducting elements (18, 18a) with the insulating elements (16b) form a ring, wherein optionally two current-conducting elements (18, 18a) are present, of which one is connected to the supply (42a) and one is connected to the return (35).
- 20 15. Device according to one of claims 9, 10 or 12 to 14, **characterised in that** the division of the current intensities between the individual supplies or returns (32, 32a; 35) can be adjusted by regulatable resistances (42, 42a; 44, 44a).
- 25 16. Device according to one of claims 9 to 15, **characterised by** rectifier stations as current source/s (36, 36a), the polarity of which is designed to be reversible.

Revendications

- 30 1. Procédé pour la fabrication de lingots ou de barres de métal, en particulier en aciers ainsi qu'en alliages à base de Ni et de Co, par la fusion d'électrodes de fusion auto-consommables dans un bain de laitier électro-conducteur en utilisant un courant alternatif ou continu dans une lingotière courte, refroidie à l'eau, ouverte vers le bas, à l'aide de laquelle un contact électrique est établi avec le bain de laitier et à laquelle est associée une plaque de base, **caractérisé en ce que**
- 35 le courant électrique de fusion est introduit dans le bain de laitier aussi bien par l'électrode de fusion que par la lingotière, **en ce que** la répartition du courant de fusion entre l'électrode de fusion et la lingotière est réglée de manière contrôlée et **en ce que** le retour du courant de fusion est réalisé, au choix, aussi bien par l'intermédiaire de la lingotière que par l'intermédiaire du lingot et de la plaque de base, la répartition des courants étant réglée de manière contrôlée à l'aide d'une régulation et le lingot placé sur la plaque de base étant déplacé par rapport à la lingotière soit par la montée de celle-ci soit par la descente de la plaque de base et le niveau de métal ou de laitier dans la lingotière étant maintenu constant.
- 40 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la portion du courant de fusion total amené fournie par l'électrode de fusion est choisie entre 0% et 100%.
- 45 3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la portion du courant de fusion ramenée par la plaque de base est choisie entre 0% et 100%.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la conduite d'amenée et la conduite de retour pour le courant sont commutées, en utilisant, en particulier, du courant continu.
- 50 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la barre produite est extraite en continu hors de la lingotière.
- 55 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** la barre formée est extraite pas à pas de la lingotière.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 6, **caractérisé en ce qu'**un mouvement oscillant est réalisé avec la lingotière.

EP 1 339 885 B2

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 ou 7, **caractérisé en ce que** chaque pas de course est directement suivi d'un pas de contre-course dans la direction opposée, la longueur de course du pas de contre-course représentant au maximum 60% de la longueur de course du pas de course précédent.
- 5 9. Dispositif pour la réalisation du procédé pour la fabrication de lingots ou de barres de métal, en particulier en aciers ainsi qu'en alliages à base de Ni et de Co, par la fusion d'électrodes de fusion auto-consommables (28) dans un bain de laitier électro-conducteur (24) selon l'une des revendications précédentes, en utilisant une lingotière courte refroidie à l'eau (10) avec une plaque de base associée (14) et avec au moins deux éléments électro-conducteurs (18, 18a) prévus dans la zone du bain de laitier (24) et qui sont isolés par rapport à la zone inférieure (20) de la lingotière (10) formant le lingot de fusion (30) et, le cas échéant, par rapport à d'autres éléments électro-conducteurs, **caractérisé en ce que** la conduite d'amenée (32, 32a) du courant de fusion à partir d'au moins une source de courant (36, 36a) et vers l'électrode de fusion (28) ainsi que vers au moins un élément électro-conducteur (18) de la lingotière (10) est réglable de manière sélective soit individuellement soit conjointement au moyen d'un dispositif de régulation approprié et **en ce que** la conduite de retour (34, 35) vers la au moins une source de courant et à partir d'au moins un élément électro-conducteur (18a) de la lingotière (10) ainsi que de la plaque de base (14) soutenant le lingot de fusion (30) déplaçable dans l'axe longitudinal (A) de la lingotière (10) est réglable de manière sélective soit individuellement soit conjointement au moyen d'un agencement de régulation.
- 10 10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé par** deux sources de courant (36, 36a) dont l'une est raccordée à l'électrode de fusion (28), l'autre source de courant (36a) étant raccordée à la fois à l'électrode de fusion et à l'élément électro-conducteur (18a).
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé par** deux sources de courant (36, 36a) réglables indépendamment l'une de l'autre.
- 25 12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce qu'**une conduite d'amenée (32) partant de la source de courant (36) s'étend jusqu'à l'électrode de fusion (28) et une autre conduite d'amenée (32a) partant de la source de courant s'étend jusqu'à l'élément électro-conducteur (18) ou **en ce que** des conduites de retour (34, 35) partant de la plaque de base (14) et de l'élément électro-conducteur (18) s'étendent jusqu'à la source de courant (36).
- 30 13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** plusieurs éléments électro-conducteurs (18, 18a) séparés par des éléments isolants (16b) sont disposés sur une ligne horizontale de la lingotière (10).
- 35 14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les éléments électro-conducteurs (18, 18a) forment avec les éléments isolants (16b) un anneau, deux éléments électro-conducteurs (18, 18a) étant éventuellement présents, dont l'un est raccordé à la conduite d'amenée (42a) et l'autre à la conduite de retour (35).
- 40 15. Dispositif selon l'une des revendications 9, 10 ou 12 à 14, **caractérisé en ce que** la répartition des puissances électriques entre les différentes conduites d'amenée ou de retour (32, 32a ; 35) est réglable au moyen de résistances réglables (42, 42a ; 44, 44a).
- 45 16. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 15, **caractérisé par** des installations de redressement comme source/s de courant (36, 36a) et dont la polarité est commutable.

50

55

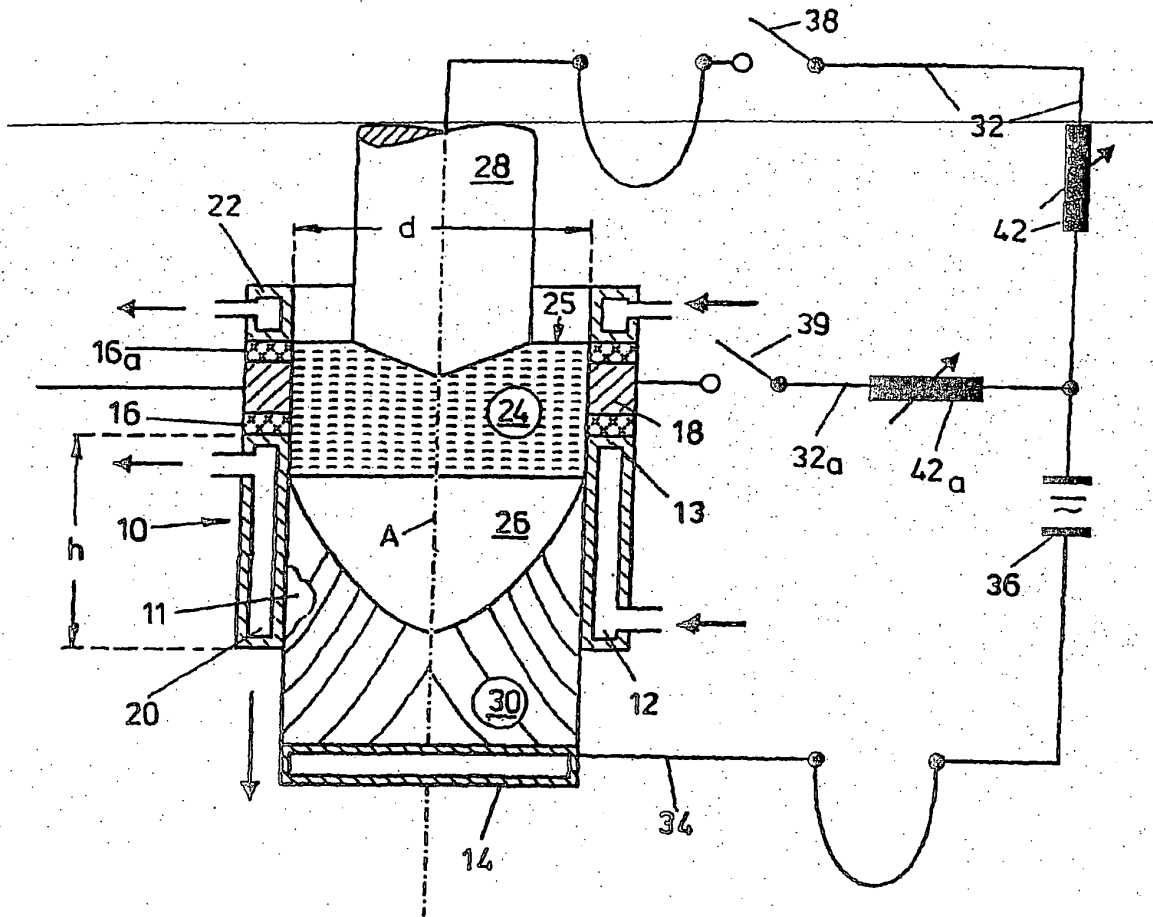
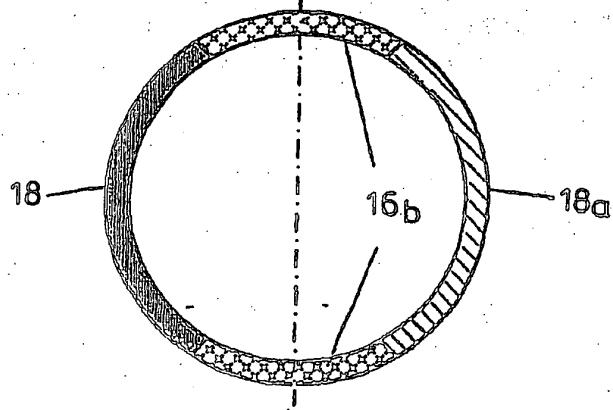
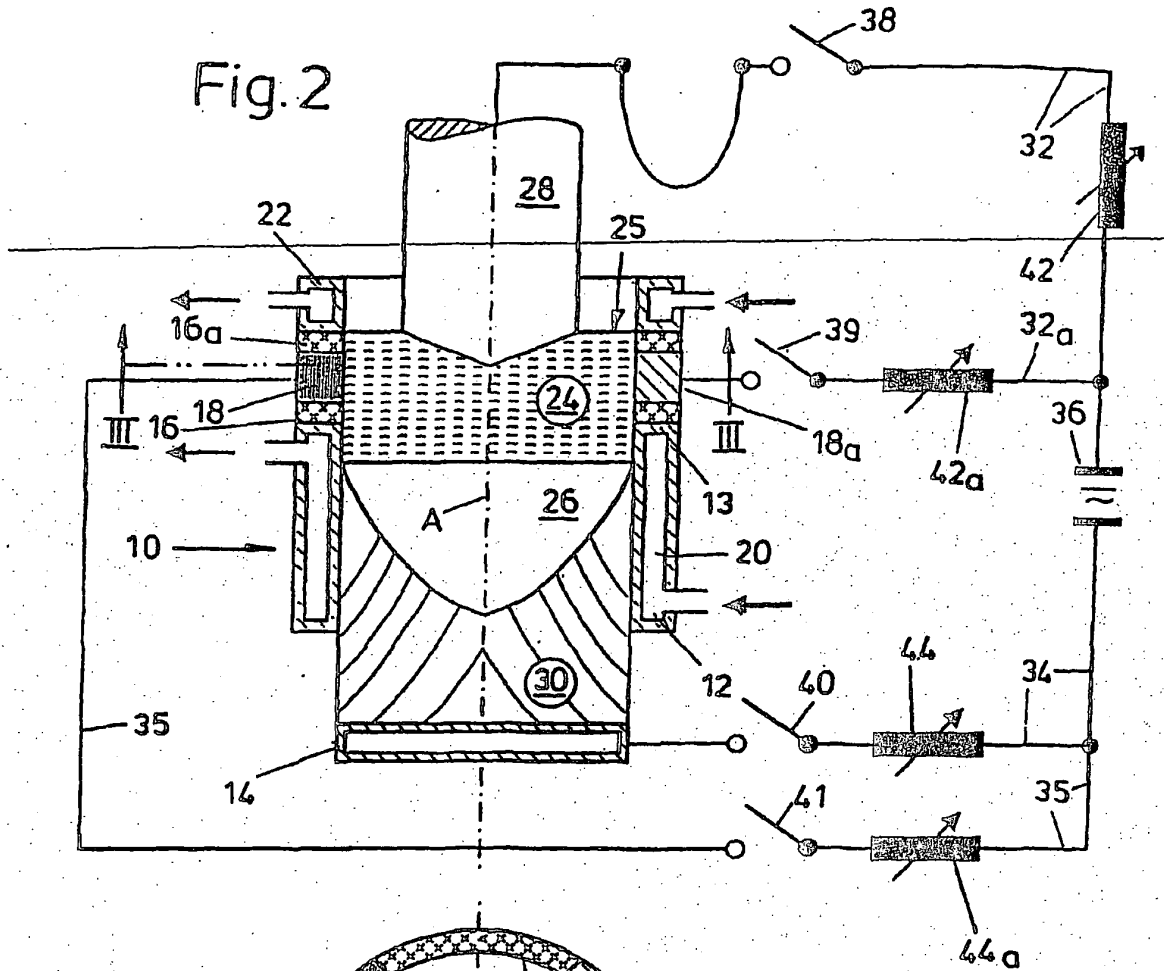


Fig.1



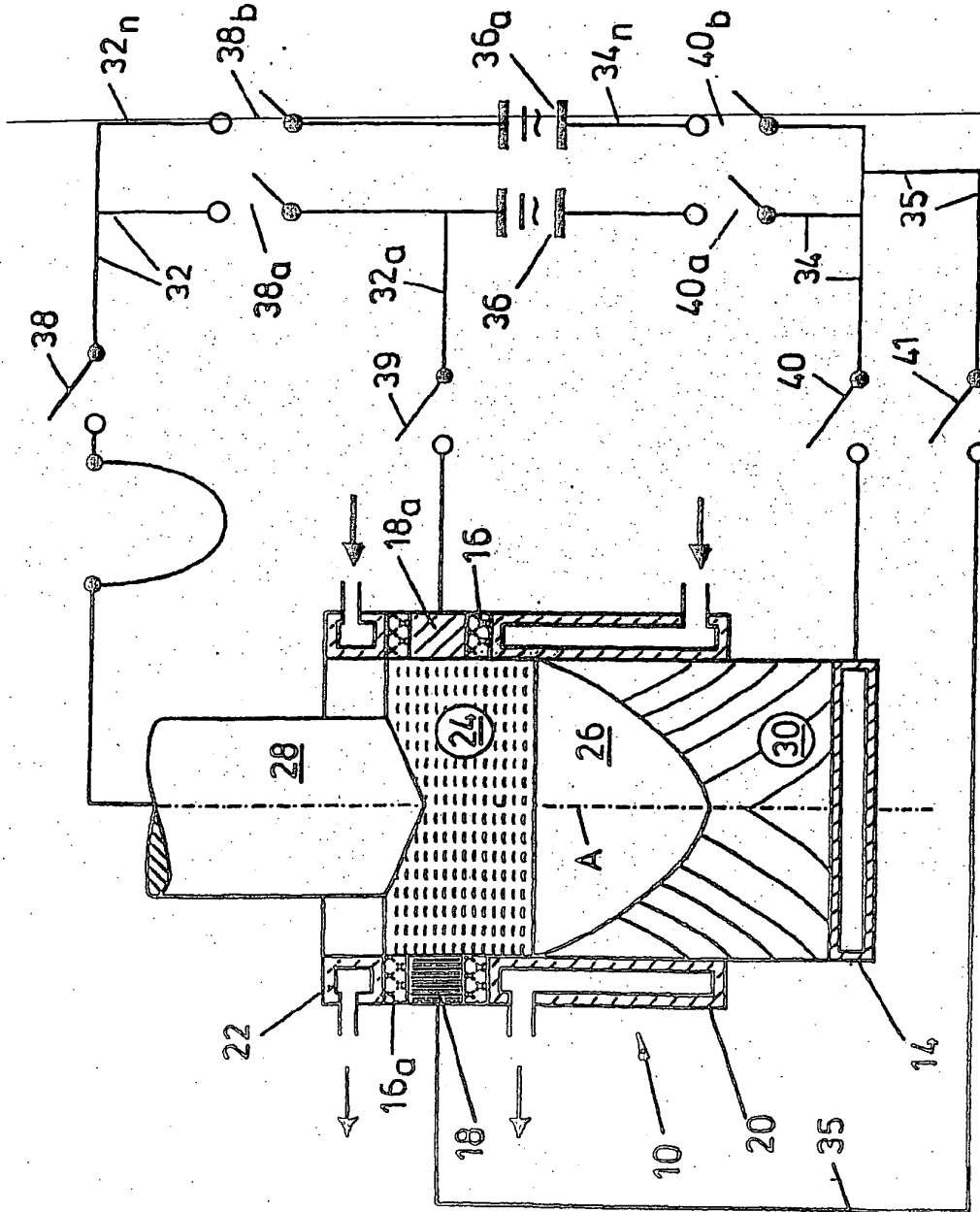


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 786521 B1 [0006]
- DE 19614185 C [0007]
- SU 1768657 A [0008] [0009]
- DE 19614182 C [0008]