

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 786 531 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
02.08.2006 Patentblatt 2006/31

(51) Int Cl.:
C22B 9/18 *(2006.01)* **B22D 23/10** *(2006.01)*

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
19.07.2000 Patentblatt 2000/29

(21) Anmeldenummer: **96120752.9**

(22) Anmeldetag: **21.12.1996**

(54) **Verfahren zum Umschmelzen von Metallen zu einem Strang sowie Vorrichtung dafür**

Process and installation for remelting of metals to a strand

Procédé et dispositif pour la refusion de métaux sous forme de barres

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **29.01.1996 AT 15196**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.07.1997 Patentblatt 1997/31

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

(72) Erfinder:
• **Holzgruber, Wolfgang, Dipl.-Ing. Dr.mont.
A-8600 Bruck a.d. Mur (AT)**
• **Holzgruber, Harald, Dipl.-Ing.
A-8600 Bruck a.d. Mur (AT)**

(74) Vertreter: **Hiebsch, Gerhard F. et al
HIEBSCH BEHRMANN
Patentanwälte
Heinrich-Weber-Platz 1
78224 Singen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 276 357	EP-A- 0 280 766
DE-A- 2 018 065	DE-A- 2 340 525
DE-A- 2 349 744	DE-A- 2 942 485
DE-A- 3 230 784	DE-A- 3 721 945
DE-A- 3 734 339	DE-B- 2 328 804
DE-B- 2 632 863	GB-A- 1 246 676
GB-A- 1 413 508	US-A- 5 300 781

- **Konferenzpapier des 3. Internationalen
Symposiums zu Elektroschlacke- und anderer
spezieller Schmelztechnologie vom 8.-10.6.71,
Teil III, s. 221-239; Holzgruber et al. "Metallurgical
and Economical Considerations for the Lay Out
of Modern ESR Plants based on Results obtained
in Böhler ESR Units"**

EP 0 786 531 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umschmelzen von Metallen -- insbesondere von Stählen sowie Ni- und Co-Basislegierungen -- zu einem Strang durch Abschmelzen zumindest einer selbstverzehrenden Elektrode mit einer Abschmelzrate in kg/h in einem elektrisch leitenden Schlackenbad, das in einer kurzen, nach unten offenen Kokille vorgesehen ist. Zudem erfaßt die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Bei der Herstellung von beispielsweise hochlegierten Werkzeugstählen -- wie etwa Schnellarbeitsstählen, ledeburitischen Chromstählen oder anderen stark seigernden Stählen und Legierungen -- ist das Erzeugen kontinuierlich gegossener Stränge kleiner bis mittlerer Querschnitte mit Problemen verbunden.

[0003] Der DE 1 932 763 A ist eine Einrichtung zur Durchführung des Elektroschlackenraffiniervfahrens mit einer wassergekühlten, vertikal angeordneten Kokille für Rohblöcke insbesondere aus hochlegiertem Stahl zu entnehmen; diese Kokille ist doppelwandig und bietet einen die Außenabmessungen des zu erzeugenden Rohblockes bestimmenden unteren Bereich an, dessen innerer Querschnitt höchstens gleich dem Querschnitt einer in einem warmen Schlackenbad zu ersmelzenden verbrauchbaren Elektrode ist, wobei der untere Kokillenbereich in einen sich nach oben vorzugsweise konisch erweiternden Zwischenbereich übergeht und dieser wiederum in einen erweiterten oberen Kokillenbereich. Hier nimmt der Strom den Weg zum Rohblock über das Schlackenbad.

[0004] Die GB 1 413 508 A offenbart eine Kokille, in deren Kokillenwand ein nichtverzehrbare stromleitendes Element eingebaut sowie über einen Gleichrichter so mit der Stromversorgung verbunden ist, dass sowohl die Elektrode als auch der Gießquerschnitt -- in Bezug auf das nichtverzehrbare Element -- ständig elektrisch negativ gepolt sind.

[0005] Aus DE 1 483 646 A und AT 320 884 B sind ebenfalls Varianten des Elektroschlacke-Umschmelzverfahrens bekannt. Die dort beschriebenen Verfahren mit selbstverzehrenden Elektroden ermöglichen das Herstellen von Umschmelzblöcken mit guter Oberfläche bei langsamer Blockaufbaugeschwindigkeit. Die dabei auftretenden geringen Sumpftiefen führen zu einer gleichmäßigen Erstarrung zwischen Rand und Kern und damit zu einer guten Innenqualität der umgeschmolzenen Blöcke. Die Anwendung kurzer Kokillen mit absenkbaren Bodenplatten und Elektrodenwechsel erlaubt auch hier das Bilden relativ langer Stränge. Bei der Herstellung kleiner Abmessungen wird jedoch die Erzeugung der erforderlichen Abschmelzelektroden schwierig, und die Verfahrenskosten aufgrund der dann geringen Umschmelzraten werden hoch.

[0006] Um das Problem der Herstellbarkeit von Elektroden mit kleinen Querschnitten zu umgehen, wurde der Einsatz sog. Trichter- oder T-Kokillen vorgeschlagen; die Kokille nimmt in einem nach oben trichterförmig erweiterten Teil das Schlackenbad auf und ermöglicht so ein Abschmelzen von Elektroden, deren Querschnitt der des herzustellenden Umschmelzblockes ist.

[0007] Während beim Stranggießen von Formaten zwischen 100 und 200 mm -- rund oder quadrat -- selbst bei langsamem Gießen Gießleistungen von mindestens 5 bis 10 t je Stunde und Strang erforderlich sind, betragen die Abschmelzraten beim ESU-Verfahren maximal 100 - 200 kg je Stunde bei denselben Formaten. Beim Stranggießen ergeben sich damit Sumpftiefen zwischen 4 m und 8 m. Die Sumpfliefen beim ESU-Verfahren messen dagegen 100 bis 300 mm.

[0008] Bei einer anderen Verfahrensweise wird nach AT-PS 399 463 vorgeschlagen, Stränge aus hochlegierten Stählen mit wesentlich geringeren Gießgeschwindigkeiten -- als sie beim Stranggießen üblich sind -- zu gießen, um eine verbesserte Kernzone zu erreichen bei gleichzeitiger Abdeckung des Gießspiegels durch ein elektrisch beheiztes Schlackenbad um keine Nachteile hinsichtlich der Ausbildung der Oberfläche aufgrund zu starker Abkühlung in Kauf nehmen zu müssen. Dabei wird vorausgesetzt, daß das flüssige Metall über längere Zeit mit konstanter Temperatur aus einer beheizbaren Pfanne verfügbar gemacht werden kann.

[0009] Bei diesem Verfahren stellt sich vielfach wieder das Problem des Warmhaltens größerer Flüssigmetallmengen über einen längeren Zeitraum. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung; wenn nur mit einem Strang gearbeitet wird. So ergeben sich beispielsweise beim Vergießen von Schmelzen mit 25 t Gesamtgewicht zu einem Strang mit z.B. 150 mm Durchmesser mit einer Gießrate von beispielsweise 2000 kg/h Gießzeiten von 12,5 Stunden. Während dieser Zeit muß die Schmelze in einem Zwischengeläß oder einer Pfanne warmgehalten werden, was wiederum entsprechende Energieverluste und einen Verbrauch an leuerfester Ausmauerung zur Folge hat.

[0010] Andererseits besteht auch das Problem der Kontrolle der Gießgeschwindigkeit im Bereich von 2000 kg/h, da die hier zum Einsatz kommenden Ausgüsse mit etwa 8 mm Ausgußöffnung bei niedrigen Gießtemperaturen zum Eintrieren oder Zuschmieren neigen.

Ein Bericht zum "3. International Symposium on Electroslag and other Special Melting Technology" vom Juni 1971 offenbart für einen 600 mm Rohblock, dass allgemein bei einer Tiefe des flüssigen Metallpools von etwa 0,5-fachem Rohblockdurchmesser gute Ergebnisse der Rohblockstruktur bezüglich der Produkteigenschaften erreicht werden, wobei Elektroden/Rohblockdurchmesser d/D-Verhältnisse von etwa 0,35 bis 0,85 mit entsprechend minimal bzw. maximal möglichen Schmelzraten von etwa 200 bis 1000 kg/hr dargestellt sind. Es wird keinerlei Ausführungen zur Stromzuführung gemacht; der Strom wird wohl über die Elektrode, die Kokille oder den Rohblock zugeführt, damit das Verfahren realisiert zu werden vermag.

Der DE 23 40 525 A1 ist eine Vorrichtung zu entnehmen, die zumindest eine Elektrode mit einer - einen erweiterten Kokillenteil aufweisenden - Kokille enthält; das Schlackenbad reicht in den erweiterten Teil der Kokille hinein, zu dem außen ein stromleitendes Element führt. An den konischen Teil schließt ein zylindrischer Auslauftteil an, der den Strangquerschnitt eines Ingots bestimmt, wobei der eine Pol der Stromversorgung über eine Anschlussklemme mit der Elektrode bzw. der andere Pol über die Anschlussklemme mit der Kokille im Bereich des erweiterten Teiles verbunden ist bzw. über eine Leitung und eine Plattform mit jenem Ingot.

[0011] In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, die erkannten Mängel zu beseitigen und ein verbessertes Verfahren zum Elektroschlacke-Strangschmelzen von Metallen anzubieten.

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

[0013] Erfindungsgemäß soll die Abschmelzrate in kg/h dem 1,5 bis 30-fachen des Strangdurchmessers -- vor allem des aus dem Umfang (U) des Gießquerschnitts errechneten äquivalenten Strangdurchmessers gemäß der Beziehung $D_{\text{äq}} = U/\pi$ -- entsprechen sowie das Verhältnis der Querschnittsfläche einer oder mehrerer Abschmelzelektroden zur Querschnittsfläche des Gießquerschnitts oder des herzustellenden Stranges gleich oder größer als 1,0 gewählt werden; der Schmelzstrom wird zwischen der Elektrode einerseits sowie dem Strang mit/oder der als Trichterkokille ausgebildeten Kokille andererseits geführt sowie die Phasengrenze zwischen Schlackenbad und Mittelspiegel mittels einer Kontrolleinrichtung überwacht wobei der neu gebildete Strang im unteren, engeren Teil der Kokille gebildet wird und das über dem Gießspiegel befindliche Schlackenbad bis in den trichterförmig erweiterten Teil reicht, wo dann die Spitze der Abschmelzelektrode in diese eintaucht.

[0014] Versuche haben nämlich gezeigt, daß die eingangs geschilderten Nachteile der einzelnen bekannt gewordenen Verfahren in überraschend einfacher Weise vermieden bzw. umgangen werden können, wenn beim an sich bekannten Elektroschlacke-Umschmelzverfahren mit erheblich höheren Abschmelzraten gearbeitet wird als bisher, wenn gleichzeitig Abschmelzelektroden mit einem im Vergleich zum Gießquerschnitt großen Querschnitt verwendet werden. Gute Ergebnisse werden bereits erzielt, wenn die Querschnittsfläche der Abschmelzelektrode/n mindestens 50 % der Querschnittsfläche des herzustellenden Stranges beträgt. Die erfindungsgemäßen Werte der erwähnten Abschmelzraten in kg/h sollen bei Rundquerschnitten mindestens das 1,5-fache -- aber nicht mehr als das 30-fache -- des Durchmessers in mm betragen. Bei vom Rundquerschnitt abweichenden Strangformen kann ohne weiteres mit jenem Wert für den äquivalenten Durchmesser $D_{\text{äq}}$ gearbeitet werden.

[0015] Besonders gute Ergebnisse hinsichtlich Energieverbrauch und Qualität der Oberfläche bei gleichzeitig guter Zentrumsstruktur werden erzielt, wenn die Abschmelzrate in kg/h dem 5 bis 15-fachen des äquivalenten Durchmessers $D_{\text{äq}}$ in mm entspricht.

[0016] Dieses hier vom Prinzip her geschilderte vorteilhafte erfindungsgemäße Verfahren kann in vielfacher Weise an die Erfordernisse des Betreibers angepaßt werden.

[0017] So kann beispielsweise die Kokille fest in einer Arbeitsbühne eingebaut sein und der Strang nach unten abgezogen werden. Der Strang mag aber auch auf einer feststehenden Bodenplatte aufgebaut und die Kokille in der Weise angehoben werden, wie der Strang anwächst. Das Abziehen des Stranges bzw. Anheben der Kokille können kontinuierlich oder schrittweise erfolgen.

[0018] Ferner besteht die Möglichkeit, die Kokille oszillieren zu lassen, was insbesondere bei einem kontinuierlichen Strangabzug von Interesse sein wird.

[0019] Im Falle einer schrittweisen Strangabzugs- oder Kokillenhubbewegung kann zusätzlich an jeden Hübschritt unmittelbar ein Gegenhubschritt anschließen, wobei die Schrittlänge des Gegenhubschritts bis zu 60% der Schrittlänge des Abzugs-Hubschritts betragen kann.

[0020] Beim konventionellen Elektroschlacke-Umschmelzverfahren fließt der Schmelzstrom durch die Schlacke zwischen Etekiroden Spitze und Schmelzsumpf oder bei biphilaren oder dreiphasig angespeisten Anlagen zwischen den Elektroden. Eine derartige Stromführung ist auch beim erfindungsgemäßen Verfahren möglich.

[0021] Mit trichterförmigen Kokillen werden auch gute Ergebnisse mit einer Stromführung zwischen Elektrode und Kokillenwand erzielt.

[0022] Zu besonders guten Ergebnissen hinsichtlich der Wärmeverteilung im Schlackenbad führt bei einer mit zumindest einer Elektrode sowie einer Stromquelle zugeordnete Kokille für ein in ein oberes erweitertes Kokillenteil reichendes Schlackenbad, mit wenigstens ein stromleitendes Element im erweiterten Kokillenteil der Kokillenwand sowie einem an das Kokillenteil nach unten hin anschließenden, den Strangquerschnitt bestimmenden Auslauftteil versehenen Vorrichtung -- bei der die Elektrode an einen Pol der Stromquelle angeschlossen ist, deren anderer Pol sowohl mit dem Strang als auch mit dem/den stromleitenden Element/en in der Kokillenwand verbunden ist --, die erfindungsgemäße Zuordnung einer Kontrolleinrichtung zu dem engeren Auslauftteil der Kokille zur laufenden Überwachung der Position der Phasengrenze zwischen dem Schlackenbad und dem Metallspiegel, wobei unterhalb, der Kontrolleinrichtung Treibrollen für den Strangabzug vorgesehen sind, die auch als Kontakte für die Stromrückleitung vom Strang zur Stromquelle ausgebildet sind.

[0023] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung

eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in ihrer einzigen Figur einen skizzenhaften Längsschnitt durch eine Vorrichtung zum Elektroschlacke-Strangschmelzen von Metallen mit einer seitlichen Elektrode in Wartestellung.

[0024] Der eine Pol einer -- entweder Wechselstrom oder Gleichstrom abgebenden -- Stromquelle 10 ist über eine Zuleitung 12 mit einer Aufhängeeinrichtung 14 einer Abschmelzelektrode 16 verbunden. Die Elektrode 16 wird durch eine in der Zeichnung nicht im einzelnen wiedergegebene Einrichtung so bewegt, daß das freie Elektrodenende 17 stets in ein Schlackenbad 18 eintaucht.

[0025] Das Schlackenbad 18 ist in einer Kokille 20 vorgesehen, die in ihrem querschnittlich trichterartigen Kokillenboden 22 ein rohrartiges Auslauteil 24 für einen darin entstehenden Umschmelzstrang 26 eines Durchmessers D aufweist. Am oberen Rand ihrer Wand 28 weist die Kokille 20 einen radial auskragenden Flansch 30 auf, der als Auflager für einen Gegenflansch 32 einer gasdicht aufsetzbaren die Elektrode 16 umgebenden Haube 34 dient.

[0026] Die Stromzuführung zum anderen Pol der Stromquelle 10 erfolgt entweder am Strang 26 über als Stromabnehmer ausgebildete Treibrollen 36 und eine -- einen Hochstromtrenner 38 enthaltende -- Hochstromrückleitung 40 oder aber über in die Kokillenwand 28 eingebaute Stromabnehmer 42 und eine andere, daran anschließende Hochstromrückleitung 40_a mit Hochstromtrenne 38_a. Möglich ist auch eine Stromführung über Strang 26 und Stromabnehmer 42 gemeinsam dabei wird die Rückleitung durch Betätigen der erwähnten Hochstromtrenner 38 bzw. 38_a gewählt.

[0027] Der Anteil der über die Stromabnehmer 42 und die Treibrollen 36 als Kontakte fließenden Ströme -- wenn beide in den jeweiligen Hochstromrückleitungen 40, 40_a vorgesehenen Hochstromtrenner 38, 38_a so geschaltet sind, daß ein Stromdurchgang ermöglicht wird -- hängt vom Verhältnis der Widerstände im Schlackenbad 18 ab. Diese werden von der Höhe des Schlackenbades 18 in Bezug auf die Stromabnehmer 42 bzw. den Abstand des freien Endes 17 der Elektrode 16 vom Metallspiegel 44 in der Kokille 20 für den in deren Auslauteil 24 erstarrenden Umschmelzstrang 26 bestimmt.

[0028] Der Umschmelzstrang 26 wird durch die Treibrollen 36 entsprechend dem Abschmelzen der Abschmelzelektrode 16 abgesenkt und der Spiegel 44 des flüssigen Metalls im engeren Auslauteil 24 der Kokille 20 durch eine Kontrolleinrichtung, insbesondere eine radioaktive Strahlenquelle 46, überwacht. Gleichzeitig dienen -- wie schon beschrieben -- die Treibrollen 36 auch als Kontakt für die Stromrückleitung 40 vom Strang 26 zur Stromquelle 10.

[0029] Ein Ablängen der gewünschten Erzeugnisabschnitte vom Umschmelzstrang 26 ist beispielsweise durch eine bei 48 angedeutete Brennschneideanlage möglich.

[0030] Ist die erste Abschmelzelektrode 16 verzehrt, kann diese durch - hier nicht gezeigte -- Einrichtungen aus Einrichtungen aus dem Schmelzbereich entfernt und durch eine neue Elektrode 16_a ersetzt werden, die aus einer rechts skizzierte Wartestellung in Schmelzposition gelangt, so daß der Schmelzvorgang fortgesetzt zu werden vermag; durch das Abschmelzen mehrerer Elektroden 16 hintereinander wird ein kontinuierlicher Betrieb ermöglicht.

[0031] Die Elektrode 16, 16_a und das Schlackenbad 18 sind durch jene -- wie gesagt, mittels ihres Gegenflansches 32 gegen den Kokillenflansch 30 abgedichtete Haube 34, 34_a gegen Luftzutritt geschützt.

[0032] In der beschriebenen Vorrichtung kann das Umschmelzen unter kontrollierter Atmosphäre sowie unter Ausschluß des Luftsauerstoffes stattfinden, womit auch die Erzeugung höchstreiner Umschmelzstränge 26 ermöglicht und ein Abbrand sauerstoffaffiner Elemente verhindert wird. Dabei sollen Abschmelzelektroden 16 eingesetzt werden, deren Querschnittsfläche im Verhältnis zum Gießquerschnitt als groß bezeichnet werden kann.

[0033] Bei Strangformen, die vom Rundquerschnitt abweichen, sei ein äquivalenter Durchmesser D_{äq} für den Umschmelzstrang 26 angenommen, der aus dem Umfang U abgeleitet werden kann mit

$$D_{\text{äq}} = U/\pi$$

Beispiel:

[0034] Zur Erprobung der erfindungsgemäßen Technologie wurde an einer ESU-Anlage mit Hebekokille ein Versuch gefahren.

Kokille:	Trichterkokille, Durchmesser unten 160 mm, Durchmesser oben 350 mm
Abschmelzelektrode:	220 mm Durchmesser
Stahl:	S 6-5-2

[0035] Nach dem Aufschmelzen von 55 kg Schlacke der Zusammensetzung 30 % CaO, 30 % Al₂O₃, 40 % CaF₂ wurde der Kokillenhub so eingestellt, daß der Stahlspiegel etwa 20 bis 30 mm unterhalb des Trichteransatzes im unteren

Kokillenteil mit 160 mm Durchmesser gehalten wurde.

[0036] Die elektrische Leistung wurde auf 750 kW bei 10 KA und 75 Volt im Schlackenbad 18 eingestellt, wobei die Energie über die Elektrode 16 in das Schlackenbad 18 eingebracht und sowohl über den Strang 26 als auch über die Kokillenwand 28 des trichterförmig erweiterten oberen Teils abgeleitet wurde.

[0037] Bei diesen Bendingungen stellte sich eine Abschmelzrate zwischen 820 und 900 kg/h ein. Dementsprechend wurde die Kokille 20 mit einer mittleren Geschwindigkeit von 87 bis 95 mm/min angehoben/wobei das Heben schrittweise mit etwa 10 mm Schrittlänge erfolgte. Die Hubfrequenz wurde über eine radioaktive Gießspiegelmessung kontrolliert und gesteuert.

[0038] Es wurde ein Strang 26 mit etwa 3,0 m Länge erzeugt. Die Oberflächengüte war gut, so daß vor der Warmverformung keine Oberflächenbehandlung erforderlich war. Der Strang 26 wurde ohne Schwierigkeiten zu einem Knüppel mit 100 mm Quadrat auf einem Schmiedehammer vorgeschmiedet.

[0039] Die metallographische Erprobung ergab eine gleichmäßig feinkörnige Karbidverteilung Zentrumsseigerungen wurden nicht festgestellt.

Patentansprüche

1. , Verfahren zum Umschmelzen von Metallen, insbesondere von Stählen sowie Ni- und Co-Basislegierungen, zu einem Strang (26) durch Abschmelzen zumindest einer selbstverzehrenden Elektrode (16) mit einer Abschmelzrate in kg/h in einem elektrisch leitenden Schlackenbad (18), das in einer kurzen, nach unten offenen Kokille (20), vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abschmelzrate dem 1,5-fachen bis 30-fachen des Strangdurchmessers (D , D_{aq}) in mm entspricht sowie das Verhältnis der Querschnittsfläche einer oder mehrerer Abschmelzelektroden (16) zur Querschnittsfläche des Gießquerschnitts oder des herzustellenden Stranges (26) gleich oder größer als 1,0 gewählt wird, wobei der Schmelzstrom zwischen der Elektrode (16) einerseits sowie dem Strang (26) und/oder der der als Trichterkokille ausgebildeten Kokille (20) andererseits geführt sowie die Phasengrenze zwischen Schlackenbad und Metallspiegel (44) mittels einer Kontrolleinrichtung (46) überwacht wird, und dass der Strang im unteren, engen Teil der Trichterkokille geformt wird sowie das Schlackenbad bis in deren erweiterten oberen Teil reicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen aus dem Umfang (U) des Gießquerschnitts errechneten, vom Rundquerschnitt abweichenden äquivalenten Strangdurchmessers (D_{aq}) gemäß der Bezeichnung $D_{\text{aq}} = U/\pi$.

3. Verfahren zum Umschmelzen von Metallen in einer Trichterkokille nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschmelzrate in kg/h dem 5 bis 15-fachen des aus dem Umfang (U) des Gießquerschnitts errechneten äquivalenten Strangdurchmessers (D_{aq}) entspricht.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gebildete Strang kontinuierlich aus der Kokille abgezogen wird, wobei gegebenenfalls der gebildete Strang feststeht und die Kokille kontinuierlich angehoben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gebildete Strang schrittweise aus der Kokille abgezogen wird, wobei gegebenenfalls der gebildete Strang feststeht und die Kokille schrittweise angehoben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokille oszillierend bewegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach jedem Hubschritt unmittelbar ein Gegenhubschritt in entgegengesetzter Richtung durchgeführt sowie die Hublänge des Gegenhubschritts mit höchstens 60 % der Hublänge des vorangegangenen Hubschritts gewählt wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der voraufgehenden Ansprüche mit zumindest einer Elektrode (16) sowie einer einer Stromquelle zugeordneten Kokille (20) für ein in ein oberes erweitertes Kokillenteil (22) reichendes Schlackenbad (18), mit wenigstens einem stromleitenden Element (42) im erweiterten Kokillenteil (22) der kokillenwand (28) sowie einem an das Kokillenteil nach unten hin anschließenden, den Strangquerschnitt bestimmenden Auslaufteil (24), wobei die Elektrode (16) an einen Pol der Stromquelle (10) angeschlossen und deren anderer Pol sowohl mit dem Strang (24) als auch mit dem/den stromleitenden Element/en (42) in der Kokillenwand (28) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem engeren Auslaufteil (24) der Kokille

(20) eine Kontrolleinrichtung (46) zur laufenden Überwachung der Position der Phasengrenze zwischen dem Schlackenbad und dem Metallspiegel (44) im Auslaufteil (24) zugeordnet und unterhalb der Kontrolleinrichtung Treibrollen (36) für den Strangabzug vorgesehen sind, die auch als Kontakte für die Stromrückleitung (40) vom Strang (26) zur Stromquelle (10) ausgebildet sind.

5

Claims

1. Method for remelting metals, in particular steels as well as Ni-based and Co-based alloys, into a billet (26) by melting off at least one consumable electrode (16) with a melt-off rate in kg/h in an electrically conductive slag bath (18) which is provided in a short, open-bottomed chill mould (20), **characterised in that** the melt-off rate corresponds to 1.5 to 30 times the billet diameter (D , D_{eq}) in mm and the ratio of the cross-sectional area of one or more consumable electrodes (16) to the cross-sectional area of the casting cross-section or of the billet (26) to be produced is selected at equal to or greater than 1.0, wherein the melting current is conducted between the electrode (16) on the one hand and the billet (26) and/or the chill mould (20) designed as a funnel chill mould on the other hand, and the phase boundary between slag bath and metal level (44) is monitored by means of a monitoring device (8), and **in that** the billet is formed in the lower narrow portion of the funnel chill mould, and the slag bath extends as far as the wider upper portion thereof.
2. Method according to claim 1, **characterised by** an equivalent billet diameter (D_{eq}) calculated from the circumference (U) of the casting cross-section and differing from the round cross-section, according to the expression $D_{eq} = U/\pi$.
3. Method for remelting metals in a funnel chill mould according to claim 1 or 2, **characterised in that** the melt-off rate in kg/h corresponds to 5 to 15 times the equivalent billet diameter (D_{eq}) calculated from the circumference (U) of the casting cross-section.
4. Method according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the formed billet is drawn off continuously from the chill mould, wherein if occasion arises the formed billet is stationary and the chill mould is lifted continuously.
5. Method according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the formed billet is drawn off stepwise from the chill mould, wherein if occasion arises the formed billet is stationary and the chill mould is lifted stepwise.
6. Method according to claim 4, **characterised in that** the chill mould is moved in oscillating fashion.
7. Method according to claim 5, **characterised in that** immediately after each lifting step a counter-lifting step is performed in the opposite direction, and the stroke length of the counter-lifting step is selected at not more than 60% of the stroke length of the preceding lifting step.
8. Apparatus for carrying out the method according to one or more of the preceding claims with at least one electrode (16) as well as a chill mould (20) associated with a current source for a slag bath (18) extending into a wider upper portion (22) of the chill mould, with at least one electrically conductive element (42) in the chill mould wall (28), and also a discharge portion (24) which adjoins the chill mould portion at the bottom and defines the billet cross-section, wherein the electrode (16) is connected to one pole of the current source (10) and its other pole is connected both to the billet (24) and to the electrically conductive element(s) (42) in the chill mould wall (28), **characterised in that** a monitoring device (46) is fitted on the narrower discharge portion (24) of the chill mould (20) for constant monitoring of the position of the phase boundary between the slag bath and the metal level (44) in the discharge portion (24), and beneath the monitoring device are provided driving rollers (36) for drawing off the billet, which are also designed as contacts for the current return (40) from the billet (26) to the current source (10).

50

Revendications

1. Procédé de refusion de métaux, en particulier d'aciers tels que les alliages à base Ni et Co, en une barre (26) par fusion d'au moins une électrode (16) auto-consommable, avec un débit de fusion exprimé en kg/h, dans un bain de laitier (18) électriquement conducteur, se trouvant dans un moule métallique ou lingotière courte, ouverte vers le bas,
caractérisé en ce que
on impose un débit de fusion qui correspond à 1,5 à 30 fois le diamètre (D , $D_{\text{äq}}$) de la barre en mm, le rapport entre

55

la surface de la section transversale d'une ou plusieurs électrode(s) de fusion (16) et la surface de section transversale de la section transversale de coulée ou de la barre (26) en cours de fabrication étant choisi égal ou supérieur à 1,0, le courant de fusion étant guidé entre l'électrode (16), d'une part, ainsi que la barre (26) et/ou la lingotière réalisée sous forme de lingotière en entonnoir, d'autre part, et que la limite de phase, entre le bain de laitier et le niveau de métal (44), est surveillé au moyen d'un dispositif de contrôle (46), et **en ce que** la barre se forme à la partie inférieure, rétrécie, de la lingotière en entonnoir, alors que le bain de laitier s'étend dans la partie supérieure évasée de la lingotière.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diamètre équivalent ($D_{\text{äq}}$) de la barre présentant une section transversale différente de la section ronde, est calculé par la formule $D_{\text{äq}} = U/\pi$, à partir du périmètre (U) de la section transversale de coulée.
3. Procédé de refusion de métaux dans une lingotière en forme d'entonnoir selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce** le débit de fusion en kg/h correspond à 5 à 15 fois le diamètre de barre équivalent ($D_{\text{äq}}$) calculé à partir du périmètre (U) de la section transversale de coulée.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la barre formée est extraite en continu de la lingotière, le cas échéant la barre formée étant fixe et la lingotière étant levée en continu.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la barre formée est extraite par étapes de la lingotière, le cas échéant la barre formée étant fixe et la lingotière étant levée par étapes.
6. Procédé selon la revendications 4, **caractérisé en ce que** la lingotière est déplacée de façon oscillante.
7. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, après chaque étape de course, on effectue directement une étape de contre-course dans la direction opposée, la longueur de course de l'étape de contre-course étant choisie au plus égale à 60% de la longueur de course de l'étape de course précédente.
8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, avec au moins une électrode (16) ainsi qu'une lingotière (20) associée à une source de courant électrique (10) pour un bain de laitier (18) s'étendant dans une partie (22) de la lingotière évasée vers le haut, au moins un élément (42) conducteur du courant électrique dans la partie de lingotière évasée (22) de la paroi de lingotière (28), ainsi qu'une partie de sortie (24) se raccordant vers le bas à la partie de lingotière et déterminant la section transversale de barre, l'électrode (16) étant raccordée à un pôle de la source de courant (10) et son autre pôle étant relié aussi bien à la barre (26) qu'également au(x) élément(s) (42) conducteur(s) du courant électrique dans la paroi (28) de la lingotière, **caractérisé en ce que**, à la partie de sortie (24) plus étroite de la lingotière (28), est associé un dispositif de contrôle (46) pour obtenir une surveillance continue de la position de la limite de phase entre le bain de laitier et le niveau de métal (44), et qu'au dessous du dispositif de contrôle sont prévus des rouleaux d'entraînement (36) pour assurer l'extraction de la barre, rouleaux d'entraînement (36) qui sont réalisés également en tant que contacts pour le bouclage de retour électrique (40) de la barre (26) à la source électrique (10).

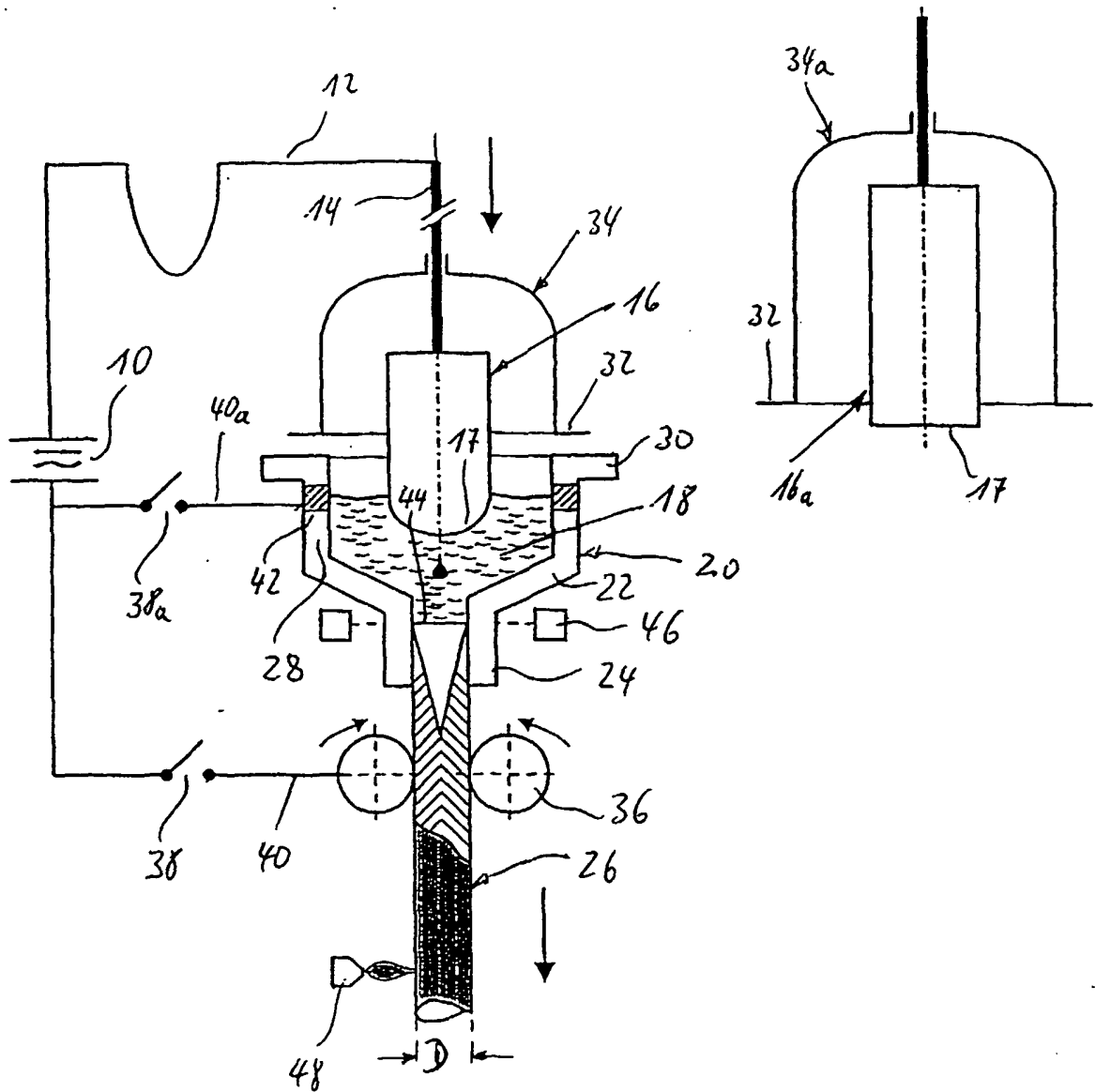


Fig.1