



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer : **0 166 868 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
02.03.88

(21) Anmeldenummer : 85103726.7

(22) Anmeldetag : 28.03.85

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **B 22 D 1/00**, B 22 D 11/10,  
B 22 D 27/00, B 22 D 27/02,  
B 22 D 27/04, C 21 C 7/00

(54) Vorrichtung und Verfahren zur metallurgischen Nachbehandlung von vorgeschmolzenem Stahl.

(30) Priorität : 04.07.84 DE 3424510

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
08.01.86 Patentblatt 86/02

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenter-  
teilung : 02.03.88 Patentblatt 88/09

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
DE FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen :  
EP-A- 0 094 334  
DE-A- 3 232 551  
US-A- 4 090 054  
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 5, Nr. 57 (M-  
64)[729], 18. April 1981

(73) Patentinhaber : Krupp Stahl AG  
Alleestrasse 165  
D-4630 Bochum 1 (DE)

(72) Erfinder : Heinen, Karl-Heinz, Dipl.-Ing.  
Radschläfe 27  
D-5900 Siegen (DE)  
Erfinder : Glitscher, Wolfgang, Dr.-Ing.  
Veilchenweg 6  
D-5900 Siegen (DE)  
Erfinder : Zörcher, Heinz, Dipl.-Ing.  
Friedrichstrasse 124  
D-5900 Siegen (DE)

(74) Vertreter : Patentanwaltsbüro Cohausz & Florack  
Postfach 14 01 47  
D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

**EP 0 166 868 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur metallurgischen Nachbehandlung von vorgeschmolzenem Stahl gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

Vorrichtungen dieser Art gehören seit langem zum Stand der Technik (so z. B. GB-Z Steel Times, Febr. 1978, Seiten 205-211).

Sie sind aus dem Wunsch heraus entwickelt worden, beim Schmelzen von Metallen weitgehend alle metallurgische Arbeit aus dem eigentlichen Schmelzaggregat in ein nachgeschaltetes Behandlungsgefäß zu verlagern. Im Schmelzaggregat soll nur noch eingeschmolzen werden. Dadurch erzielt man insbesondere bei Elektrostahlwerken zum Schmelzen von Stahl beträchtliche Ofenzeitverkürzungen und damit eine erhöhte Leistung.

Dies führt zu der sog. Pfannenmetallurgie, im angelsächsischen Schrifttum als secondary steel-making bezeichnet, bei der das Metall aus dem Vorschmelzaggregat in eine Pfanne abgestochen und in dieser nachbehandelt wird.

Bei der Erzeugung von Stahl sind Hauptaufgaben der Nachbehandlung

- Auflegieren des Stahles
- Einstellung exakter Analysen
- Analysen- und Temperaturhomogenität in der Pfanne.

Um die während der Behandlung unvermeidlichen Temperaturverluste in der Pfanne — insbesondere bedingt durch die Zugabe fester Legierungsmetalle und das Spülen der Stahlschmelze mittels über Bodenblassteine eingeleiteter Inertgase — zu kompensieren, ist die Nachbehandlungspfanne mit einer Pfannenaufheizeinrichtung versehen, meistens in Form einer Lichtbogenheizung. Bei einer derartigen Heizung befindet sich über der Pfanne ein Deckel ähnlich dem eines Lichtbogenofens. Über ein oder mehrere an Tragarmen aufgehängte und in Elektrodenführungen durch den Deckel geführte Elektroden (meist wechselstrombetrieben) kann die Stahlschmelze über den entstehenden elektrischen Lichtbogen aufgeheizt werden. Das elektrische Lichtbogenheizen kann sowohl unter Atmosphärendruck — wobei eine Abdichtung der Pfanne gegen den Deckel nicht erforderlich ist — als auch unter Vakuum stattfinden, wobei die Pfanne gegenüber der Atmosphäre vakuumdicht verschlossen ist und die Elektroden über Vakuumdichtungen durch den Deckel geführt sind.

Als Elektroden nach dem Stand der Technik werden runde Grafit Elektroden verwendet, die mit hohen Stromstärken belastet werden können und einen gut regelbaren Lichtbogen erzeugen. Je nach Pfannengröße und gewünschter Heizleistung weisen sie einen Durchmesser von 300 bis 500 mm auf.

Die Elektroden verbrauchen sich jedoch während des Betriebes durch Oxydation mit der Atmosphäre. So liegt bei einer mit drei wechsel-

strombetriebenen 450 mm-Elektroden bestückten Pfannenheizanlage der Elektrodenverbrauch bei ca. 0,5 kg/to behandelten Stahles. Dies entspricht bei einem Preis von ca. 6, — DM/kg Elektrode Kosten von ca. 150.000, — DM bei einer monatlichen Nachbehandlung von ca. 50.000 to Stahl.

Abgesehen von diesen Kosten ist der Einsatz von Grafit Elektroden bei der Nachbehandlung von Stählen mit niedrigsten Kohlenstoffgehalten (0,02 % C) bzw. von Stählen mit einem engen, den Kohlenstoffgehalt betreffenden Analysenbereich nicht möglich.

Das zur Homogenisierung der Stahlschmelze — insbesondere nach einer Legierungszugabe — durch Bodenblassteine in die Schmelze eingeleitete inerte Spülgas bringt die Schmelze derart in Wallung, daß die normalerweise dicht über der Schmelzoberfläche « brennenden » Elektroden mit der Schmelze in Berührung kommen und aus dem Grafitmaterial der Elektroden derartig viel Kohlenstoff in die Schmelze gelangt, daß die vorgeschriebenen niedrigen bzw. eng bestimmten Kohlenstoffgehalte überschritten werden und der Stahl somit für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht mehr brauchbar ist. Zur Vermeidung der oben angeführten Nachteile schlägt die vorliegende Erfindung daher vor, eine Vorrichtung zur metallurgischen Nachbehandlung der eingangs genannten Art mit Elektroden aus Stahlsträngen zu versehen. Vorteilhafterweise bestehen die Elektroden dabei aus im Strang gegossenen Knüppeln, die eine der Analyse der zur Nachbehandlung vorgesehenen Metallschmelze entsprechende Zusammensetzung aufweisen. Das Gußgefüge dieser Stranggußknüppel — insbesondere von Knüppeln aus Stahl mit im Kern dendritischen Erstarrungsgefüge — erlaubt hohe Strombelastungen einer solchen Metallelektrode bei hoher Stromdichte, ohne daß jedoch die Elektroden schnell abschmelzen.

So beträgt der Abbrand bei einer Elektrode aus einem Stranggußknüppel der Stahlqualität 42 Cr Mo 4 mit einem quadratischen Querschnitt von 175 × 175 mm bei einer Belastung von 40 000 Amp und 250 Volt während einer Zeit von 10 Min. nur ca. 0,5 m, entsprechend einem Abschmelzgewicht von 120 kg. Bei drei Elektroden, angeschlossen an 3-Phasen-Wechselstrom, somit insgesamt 360 kg, die als zusätzliches Metall in das Gewicht der nachzubehandelnden Stahlschmelze eingehen. Das abgeschmolzene Material der Stranggußknüppel-Elektrode ist somit nicht verloren, sondern erhöht das Ausbringen der nachbehandelten Stahlschmelze. Wegen des im Verhältnis zum Gesamtgewicht der Stahlschmelze nur sehr geringen Elektrodenabbrandes braucht im allgemeinen auf eine unterschiedliche Stahlqualität Elektrode/ Schmelze keine Rücksicht genommen werden, da die Möglichkeiten von Analyseabweichungen verschwindend gering sind.

Bei Qualitäten mit höchster Analysengenauigkeit empfiehlt es sich jedoch, für die Elektroden

eine Stahlzusammensetzung zu wählen, die der Analyse des nachbehandelten Metalls entspricht.

Als Metallelektroden werden vorzugsweise Reste von Stranggußknüppeln bzw. Reste von Stranggußrundmaterial eingesetzt. Sofern diese Reststücke eine für die Einspannung als Elektrode nicht ausreichende Länge aufweisen, können sie vor Einsatz als Elektrode leicht zu einem längeren Stück zusammengeschweißt werden.

Die Erfindung eignet sich besonders zur Herstellung kohlenstoffarmer Stähle bzw. zur Herstellung von Stahlqualitäten mit eng definiertem Kohlenstoffgehalt. Das erfindungsgemäße Verfahren nach Patentanspruch 6 wird vorteilhaft mit Elektroden aus stranggegossenen Stahlknüppeln durchgeführt.

Es ist nicht in jedem Fall erforderlich, auf niedrige Kohlenstoffgehalte in den Elektroden zu achten, sie sollten aber unter 0,5 % Kohlenstoff, vorzugsweise unter 0,2 % Kohlenstoff liegen. Die Abschmelzrate ist nämlich überraschend gering, wie Versuche gezeigt haben.

In Fig. 1 ist schematisch eine Pfannennachbehandlungsanlage dargestellt.

Sie besteht aus einer zylindrischen Pfanne 1, die flüssiges Metall 2 enthält. Über einen Bodenblasstein 3 wird die Metallschmelze umgerührt. Die Pfanne 1 ist mit einem Deckel 4 verschlossen, durch den drei Elektroden 51, 52, und 53, hindurchgeführt sind. Die Elektrodenspitzen reichen bis nahe an die Oberfläche der Metallschmelze und heizen dort über den elektrischen Lichtbogen die Metallschmelze auf.

Die Elektroden bestehen erfindungsgemäß aus Stahlsträngen, vorzugsweise aus Stranggußknüppeln bzw. Stranggußrundmaterial, die eine der Analyse der Metallschmelze entsprechende Zusammensetzung aufweisen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur metallurgischen Nachbehandlung von vorgeschmolzenem Stahl, bestehend aus einer die Schmelze aufnehmenden zylindrischen, mit einem Deckel verschlossenen Pfanne und ein oder mehreren den Deckel durchdringenden Elektroden zur Aufheizung der Schmelze über Lichtbogen, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (51, 52, 53) aus Stahlsträngen bestehen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (51, 52, 53) aus Stranggußknüppeln bestehen.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Elektroden eingesetzt werden, die eine der Analyse der Metallschmelze entsprechende Zusammensetzung aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (51, 52, 53) einen quadratischen Querschnitt von 120 bis 200 mm Seitenlänge aufweisen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden

(51, 52, 53) einen kreisrunden Querschnitt mit Durchmessern von 120 bis 200 mm aufweisen.

6. Verfahren zum Herstellen von Stählen mit Kohlenstoffgehalten unter 0,02 % oder von Stählen mit engen Kohlenstofftoleranzen, wobei der Stahl in einem Schmelzaggregat vorgeschmolzen und anschließend in einem Nachbehandlungsaggregat legiert, gerührt und homogenisiert wird, wobei die Schmelze über Lichtbögen zwischen der Schmelze und Elektroden aufgeheizt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Kohlenstoffgehalt im Schmelzaggregat eingestellt und im Nachbehandlungsaggregat dadurch gehalten wird, daß zur Erzeugung der Lichtbögen Elektroden aus kohlenstoffarmen Stahl eingesetzt werden.

## Claims

1. Apparatus for the metallurgical after-treatment of premelted steel, consisting of a cylindrical ladle accomodating the melt and closed by the lid and one or more electrodes passing through said lid for reheating the melt by an electric arc, characterised in that the electrodes (51, 52, 53) consist of steel castings.

2. Apparatus according to Claim 1, characterised in that the electrodes (51, 52, 53) consist of continuously cast steel billets.

3. Apparatus according to one of Claims 1 and 2, characterised in that such electrodes are employed which have a composition corresponding to that of the metallic melt.

4. Apparatus according to one of Claims 1 to 3, characterised in that the electrodes (51, 52, 53) have a square cross-section of 120 to 200 mm lateral length.

5. Apparatus according to one of Claims 1 to 3, characterised in that the electrodes (51, 52, 53) have a circular cross-section with diameters of 120 to 200 mm.

6. Process for producing steels with carbon contents below 0.02 % or steels having narrow carbon tolerances, in which the steel is premelted in a smelting unit and is subsequently alloyed, stirred and homogenised in a secondary treatment unit, said melt being reheated by electric arcs between the melt and electrodes, characterised in that the predetermined carbon content is established within the smelting unit and is maintained in the secondary treatment unit by employing electrodes consisting of low-carbon steel for generating the said electric arcs.

## Revendications

1. Dispositif pour le retraitement métallurgique d'acier de première fusion constitué d'une poche cylindrique recevant la masse fondue et fermée par un couvercle, et d'une ou plusieurs électrodes traversant le couvercle pour le chauffage de la masse fondue par des arcs électriques, caractérisé par le fait que les électrodes (51, 52, 53) sont

constituées de barres d'acier.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les électrodes (51, 52, 53) sont constituées de billettes de coulée continue.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait qu'on utilise des électrodes qui présentent une composition correspondant à l'analyse de la masse métallique fondue.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les électrodes (51, 52, 53) présentent une section transversale carrée avec une longueur de côté de 120 à 200 mm.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les électrodes (51, 52, 53) présentent une section transversale circulaire

avec des diamètres compris entre 120 et 200 mm.

6. Procédé pour la fabrication d'aciers avec des teneurs en carbone inférieures à 0,02 % ou d'aciers avec des tolérances étroites en carbone, l'acier étant fondu dans un agrégat de fusion et ensuite allié, agité et homogénéisé dans un agrégat de retraitement, la masse fondue étant chauffée par des arcs électriques entre la masse fondue et des électrodes, caractérisé par le fait qu'on règle la teneur en carbone prédéterminée dans l'agrégat de fusion et on la maintient dans l'agrégat de retraitement, qu'on utilise pour créer les arcs électriques des électrodes en acier à faible teneur en carbone.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

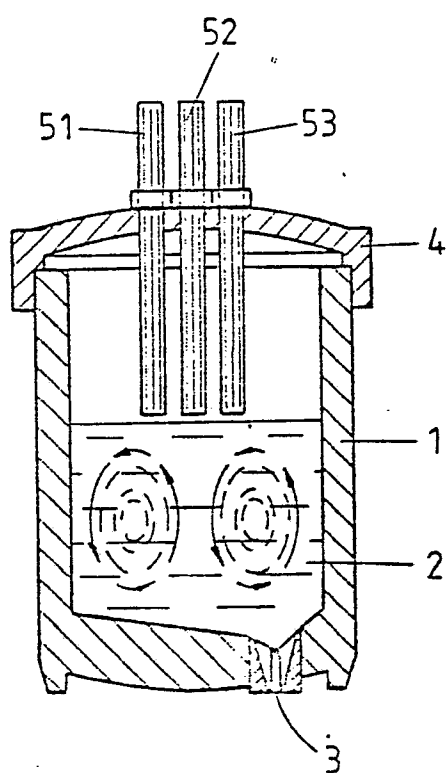


Fig. 1