

(19)



(11)

EP 2 440 347 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.10.2015 Patentblatt 2015/42

(51) Int Cl.:
B22D 23/10 *(2006.01)* **B22D 27/04** *(2006.01)*
C22B 9/18 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10734056.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/058249

(22) Anmeldetag: **11.06.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/142791 (16.12.2010 Gazette 2010/50)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM UMSCHMELZEN VON METALL IN EINEM
ELEKTROOFEN**

METHOD AND APPARATUS FOR REMELTING OF METAL IN AN ELECTRIC FURNACE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR REFUSION DE MÉTAL DANS UN FOUR ÉLECTRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

- **PROTZMANN, Michael**
63607 Wächtersbach (DE)
- **BRÜCKMANN, Gerhard**
35614 Asslar (DE)

(30) Priorität: **12.06.2009 DE 102009025176**

(74) Vertreter: **advotec.**
Patent- und Rechtsanwälte
Georg-Schlosser-Straße 6
35390 Gießen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.2012 Patentblatt 2012/16

(73) Patentinhaber: **ALD Vacuum Technologies GmbH**
63450 Hanau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A1- 2 584 321

(72) Erfinder:
• **BIEBRICHER, Ulrich**
61194 Niddatal (DE)

EP 2 440 347 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umschmelzen von Metall in einem Elektroofen, bei dem Materialelektroden durch Ausbildung eines Schlackebades aufgeschmolzen werden und das aufgeschmolzene Metall der Materialelektroden in einer Tiegeleinrichtung infolge Abkühlung in Blockform erstarrt, derart, dass sich durch einen fortschreitenden Erstarrungsvorgang von einem Blockfuß her ein Blockwachstum ausbildet, wobei zur Beeinflussung des Abkühlvorgangs eine Beheizung des Blockfußes erfolgt. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Beheizung eines Blockfußes beim Umschmelzen von Metall in einem Elektroofen.

[0002] Beim Elektroschlackeumschmelzverfahren werden Materialelektroden zur Herstellung von Materialblöcken umgeschmolzen, wobei letztere als Halbzeug zur Herstellung von Bauteilen hoher Werkstoffgüte, wie beispielsweise Schmiedestücke für den Einsatz in Kraftwerken, die höchste Bauteilsicherheit gewährleisten müssen, dienen. Hinsichtlich der dabei zum Einsatz kommenden Anlagen bzw. Verfahren unterscheidet man zwischen sogenannten Gleittiegel- oder Blockabzugsanlagen, bei denen die Tiegeleinrichtung, in der die durch Schmelzen der Elektroden erzeugten Blöcke erstarren, mit einem unabhängig oder auch zusammen mit einer Tiegelwandung verfahrbaren Tiegelboden versehen sind, um die Blöcke quasi als kontinuierlichen Strang herzustellen. Bei dem sogenannten Standtiegelverfahren erfolgt das Umschmelzen der Materialelektroden in einen in seiner Längenabmessung festgelegten Block, wobei die dabei zum Einsatz kommende Tiegeleinrichtung mit einem festen Tiegelboden versehen ist.

[0003] Um den für die Werkstoffgüte des Blocks wesentlichen Verlauf des Abkühlungsvorgang insbesondere im Bereich des durch das untere Ende des Blocks gebildeten Blockfußes steuern zu können, ist es bekannt, den Tiegelboden von Tiegeleinrichtungen, die bei Standtiegelanlagen zum Einsatz kommen, beheizbar auszuführen. Hierbei erfolgt eine indirekte Temperierung einer Bodenplatte des Tiegelbodens, die mit dem Block in Berührung steht. Zur Temperierung wird dabei ein Wärmeträgermedium, wie beispielsweise Wasser oder Öl, eingesetzt.

[0004] Die Temperierung der Blockmasse im Tiegel erfolgt demnach indirekt, da zunächst das Wärmeträgermedium über einen geeigneten Energieträger auf die gewünschte Temperatur aufgeheizt werden muss und ein Wärmeübergang über die Bodenplatte des Tiegelbodens auf den Blockfuß erfolgt. Hierdurch erweist sich die bekannte Art der Beheizung als relativ träge, so dass insbesondere kaum gewünschte Temperaturprofile bei der Temperierung des Blockfußes erzielbar sind. Insbesondere ist auch eine Schrumpfung des Blockfußes im Bereich der Blockfußoberfläche festzustellen, so dass sich der Blockfuß häufig nicht im gesamten Bereich seiner Oberfläche in direktem Kontakt mit der Bodenplatte befindet.

[0005] Weiterhin ergibt sich ein besonderes Problem dadurch, dass die Bodenplatte zum Zwecke einer guten Wärmeübertragung aus Kupfer bzw. einer Kupferlegierung gebildet ist, so dass die Temperatur der Bodenplatte bereits materialbedingt auf ca. 200°C begrenzt ist. Im Ergebnis ist daher davon auszugehen, dass zum einen mittels der konventionellen Blockfußbeheizung lediglich geringe Temperaturgradienten und zum anderen auch nur eine relativ geringe Temperaturerhöhung des Blockfußes möglich sind.

[0006] Aus der FR 2 584 321 A1 ist eine Vorrichtung zur Beheizung eines Blockfußes eines in einer Tiegeleinrichtung durch Abkühlung eines aufgeschmolzenen Metalls einer Materialelektrode erstarrenden Blocks bekannt. Hierzu weist die bekannte Vorrichtung in einem Tiegelboden eine Beheizungseinrichtung auf, die permanent im Tiegelboden angeordnet ist und bei der die Beheizung des Blockfußes mittelbar über die Beheizung einer Bodenplatte des Tiegelbodens erfolgt.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Blockfußbeheizung vorzuschlagen, das bzw. die sowohl einen erhöhten Temperaturgradienten als auch eine Erhöhung der maximal möglichen Aufheizung des Blockfußes ermöglicht.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe weist das erfindungsgemäße Verfahren die Merkmale des Anspruchs 1 auf. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Umschmelzen von Metall in einem Elektroofen, bei dem Materialelektroden zur Ausbildung eines Schlackebades aufgeschmolzen werden und das aufgeschmolzene Metall in einer Tiegeleinrichtung infolge Abkühlens in Blockform erstarrt, derart, dass sich durch einen fortschreitenden Erstarrungsfortgang von einem Blockfuß her ein Blockwachstum ausbildet, erfolgt die Beheizung des Blockfußes zur Beeinflussung des Erstarrungsvorgangs durch unmittelbare Beaufschlagung des Blockfußes mit Energie.

[0010] Eine derartige unmittelbare Energiebeaufschlagung ermöglicht zum einen eine Erhöhung des Gradienten beim Aufheizen des Blockfußes und zum anderen eine Erhöhung der maximal möglichen Blockfußtemperatur.

[0011] Aus dem Vorstehenden wird deutlich, dass sich mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens eine wesentlich effektivere Möglichkeit der Beeinflussung des Erstarrungsfortgangs während des Blockwachstums ergibt. Insbesondere wenn man bedenkt, dass der Erstarrungsfortgang durch Wandern einer Erstarrungsfront mit zunehmender Entfernung vom Blockfuß erfolgt. Durch eine Veränderung des Temperaturniveaus bzw. des Temperaturprofils im Bereich des Blockfußes lässt sich somit also auch die Gefügeausbildung bei der Erstarrung des Blocks in weiterer Entfernung vom Blockfuß beeinflussen. Somit wird also durch die unmittelbare Beheizung des Blockfußes eine Beeinflussung des Blockge-

füges auch an Stellen möglich, die in relativ weiter Entfernung vom eigentlichen Blockfuß liegen. Hierin zeigt sich die wesentliche Bedeutung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0012] Darüber hinaus ermöglicht die Erfindung eine Begrenzung der minimalen Oberflächentemperatur im Bereich des Blockfußes bzw. eines negativen Temperaturgradienten, um einer unerwünschten Rissbildung in der Blockoberfläche bei der Abkühlung entgegenzuwirken.

[0013] Die Erfindung lässt sich gleichermaßen vorteilhaft bei Stand- wie Gleittiegel- oder Blockabzugsanlagen einsetzen, insbesondere dann, wenn eine unmittelbare Beaufschlagung einer Stirnfläche des Blockfußes erfolgt.

[0014] Eine besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, den Blockfuß zur Beheizung mittels einer Brenneinrichtung zu beaufschlagen, die beispielsweise als Energieträger Gas oder Öl verwendet. Der besondere Vorteil einer solchen Brenneinrichtung liegt darin, dass zum einen die Brenntemperatur sehr genau einstellbar ist und zum andern Temperaturänderungen der Brenntemperatur in kürzester Zeit durch einfache Regelung der Zufuhr des Energieträgers oder auch durch eine Abstandsregelung zur Regelung des Abstands der Brenneinrichtung gegenüber dem Blockfuß schnell durchführbar sind.

[0015] Wenn gemäß einer alternativen Variante der Blockfuß mit elektrischer Energie beaufschlagt wird, ergibt sich der besondere Vorteil, dass eine entsprechende Beheizungseinrichtung sehr kompakt ausführbar und somit bei Bedarf auch leicht in den Tiegelboden integrierbar ist. Beispielsweise kann eine induktiv beheizbare Kontaktplatte verwendet werden, die gegen die Stirnfläche des Blockfußes zur Anlage gebracht wird.

[0016] Weiterhin besteht auch die Möglichkeit, den Blockfuß mit einer Wärmeträgerströmung zu beaufschlagen, derart, dass beispielsweise eine aufgeheizte Fluidströmung, also etwa Luft oder Wasser, unmittelbar gegen den Blockfuß gerichtet wird.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Beheizung des Blockfußes derart erfolgt, dass sich über den Blockfußquerschnitt eine definierte Temperaturverteilung einstellt, so dass beispielsweise in den Außenrandbereichen des Blockfußes, die stärker abkühlen als innere Bereiche des Blockfußes, je nach Bedarf eine höhere oder niedrigere Temperaturbeaufschlagung erfolgen kann.

[0018] Insbesondere bei einer Beaufschlagung des Blockfußes mittels einer Brenneinrichtung kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn die Beheizung des Blockfußes in einer reduzierenden Atmosphäre erfolgt, um beispielsweise eine Aufkohlung, Verzunderung oder Aufnitrierung von Blockfußrandbereichen zu vermindern.

[0019] Nach einer vorhergehenden Abkühlung bzw. Erstarrung des Blockfußes kann eine anfangs geschlossener Tiegelboden zur Ausbildung der Ausnehmung geöffnet werden, um anschließend durch die unmittelbare

Beheizung der Stirnfläche die Abkühlung im weiteren steuern zu können.

[0020] Zur Lösung der Aufgabe weist die erfindungsgemäße Vorrichtung die Merkmale des Anspruchs 10 auf. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0021] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Beheizung eines Blockfußes eines beim Elektroschlackeumschmelzverfahren in einer Tiegeleinrichtung durch Abkühlung eines aufgeschmolzenen Metalls erstarrenden Blocks weist die Tiegeleinrichtung eine Mantelwandung und einen Tiegelboden auf, der zur unmittelbaren Beheizung mittels einer Beheizungseinrichtung mit einer Ausnehmung versehen ist, derart, dass die durch die Beheizungseinrichtung erzeugte Heizenergie direkt in das Material des Blockfußes eingeleitet wird.

[0022] Die Beheizungseinrichtung kann als Brenneinrichtung oder Kontakteinrichtung zur Einleitung von Strom in den Blockfuß ausgebildet sein.

[0023] Alternativ ist es auch möglich, die Beheizungseinrichtung als Strahlereinrichtung auszubilden, um einen berührungslosen Eintrag von Wärme in den Blockfuß zu ermöglichen.

[0024] Wenn die Beheizungseinrichtung als Konvektionsheizung ausgebildet ist, beispielsweise durch eine Düsenströmung, die einen beheizten Fluidstrom an diskret definierte Bereiche des Blockfußes richtet, kann zur Realisierung der Beheizungseinrichtung beispielsweise auch ein Abwärmestrom verwendet werden, der an anderer Stelle beim Prozess des Elektroschlackeumschmelzens oder auch unabhängig davon im Bereich der Anlagentechnik eines Stahlwerkes frei wird, genutzt werden.

[0025] Um insbesondere eine wahlweise Verwendung der Beheizungseinrichtung an ein und derselben Tiegeleinrichtung zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn die Beheizungseinrichtung unabhängig vom Tiegelboden ausgebildet ist.

[0026] Die Effektivität der Beheizungseinrichtung kann noch dadurch erhöht werden, dass sie in einer an den Tiegelboden anschließenden Heizkammer angeordnet ist, die insbesondere in dem Fall, dass die Heizkammer als Prozesskammer ausgebildet ist, eine Einstellung einer definierten Prozessatmosphäre innerhalb der Heizkammer, also beispielsweise die Einstellung einer reduzierenden Atmosphäre, ermöglicht.

[0027] Wenn die Tiegeleinrichtung im Bereich des Tiegelbodens mit einer Blockfußisolierung versehen ist, lässt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere vorteilhaft im Zusammenhang mit einer Gleittiegelanlage verwenden, bei der grundsätzlich aufgrund der teilweise großen Entfernung des Blockfußes von dem Schlackebad eine relativ stärkere und schnellere Abkühlung des Blockfußes erfolgt als bei einer Standtiegelanlage.

[0028] Nachfolgend wird eine bevorzugte Variante des Verfahrens und der Erläuterung einer bevorzugten Aus-

führungsform der Vorrichtung anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0029] Es zeigen:

Fig. 1 eine Tiegeleinrichtung für eine Standtiegelanlage mit einer an einem Tiegelboden angeordneten Wechseleinrichtung in isometrischer Darstellung während der Abkühlphase;

Fig. 2 die in **Fig. 1** dargestellte Tiegeleinrichtung während der Beheizungsphase;

Fig. 3 die in **Fig. 2** dargestellte Tiegeleinrichtung in Längsschnittdarstellung.

[0030] **Fig. 1** zeigt eine Tiegeleinrichtung 10, wie sie an einem hier nicht näher dargestellten, als Standtiegelanlage ausgeführten Elektroofen im Elektroschlackeum-schmelzverfahren zum Einsatz kommt. Die Tiegeleinrichtung 10 weist, wie insbesondere **Fig. 3** zeigt, ein becherförmig ausgebildetes Tiegelgefäß 11 mit einer Mantelwandung 12 und einem Tiegelboden 13 auf. Die Mantelwandung 12 ist doppelwandig ausgeführt mit einer Gefäßinnenwand 14 und einer Gefäßaußenwand 15, zwischen denen eine Mantelkammer 16 ausgebildet ist, die zur Aufnahme eines Temperiermediums, wie beispielsweise Wasser oder Öl, dient.

[0031] Der Tiegelboden 13 weist eine Bodenplatte 17 auf, die in ihrer Mitte mit einer Ausnehmung 18 versehen ist. Unterhalb der Bodenplatte 17 und bei der in **Fig. 3** dargestellten Beheizungskonfiguration in konzentrischer Ausrichtung zu einer Mittellängsachse 19 des Tiegelgefäßes 11 befindet sich eine Beheizungseinrichtung 20 mit einem auf einem Wechselträger 21 einer Wechselvorrichtung 35 angeordneten Brennerkopf 22 der als Brenneinrichtung ausgebildeten Beheizungseinrichtung 20.

[0032] Die Beheizungseinrichtung 20 befindet sich in der in **Fig. 3** dargestellten Beheizungskonfiguration innerhalb einer Heizkammer 23, die im vorliegenden Fall als Unterbau des Tiegelgefäßes 11 ausgebildet ist.

[0033] Wie insbesondere **Fig. 1** zeigt, ist der Wechselträger 21 als ein auf einer Schienenanordnung 24 angeordnetes Chassis ausgebildet und längs der Schienenanordnung 24 aus einer in **Fig. 1** dargestellten Kühlposition in die in **Fig. 3** dargestellte Beheizungsposition verfahrbar, in der der Brennerkopf 22 so unterhalb der Ausnehmung 18 angeordnet ist, dass, wie durch die Pfeile in **Fig. 3** angedeutet, eine direkte Beaufschlagung eines in **Fig. 3** lediglich angedeuteten Blockfußes 26 bzw. einer Stirnfläche 27 des Blockfußes 26 mit Brenngas 25 erfolgen kann.

[0034] Abweichend von der Darstellung in **Fig. 3** kann die Heizkammer 23 mit Türeinrichtungen versehen sein, so dass innerhalb der Heizkammer 23 eine von der Umgebung unabhängige Prozessatmosphäre erzeugbar ist.

[0035] **Fig. 2** zeigt eine auf dem Wechselträger 21 der Wechselvorrichtung 35 während der in **Fig. 1** dargestell-

ten Abkühlphase im Austausch mit der Beheizungseinrichtung 20 in der Ausnehmung 18 der Bodenplatte 17 angeordnete Bodenverschlußplatte 29, die während der Beheizungsphase außerhalb der Tiegeleinrichtung 10 angeordnet ist. Zum Verschließen der Ausnehmung 17 im Tiegelboden 13 wird die zur Förderung der Abkühlung während der Abkühlphase vorzugsweise mit einer Kühleinrichtung versehene Bodenverschlußplatte 29 mittels des auf dem Träger 21 angeordneten Hubmechanismus 30 in die Ausnehmung 18 (**Fig. 3**) eingesetzt. [0036] Wie **Fig. 3** zeigt, ist der Tiegelboden 13 mit einer Kühleinrichtung 31 versehen, derart, dass die Bodenplatte 17 zusammen mit einer im wesentlichen deckungsgleich ausgebildeten Wandplatte 32 eine kreisringförmige Kühl- oder Temperierkammer 33 um die Ausnehmung 18 herum definiert. Die Kühleinrichtung 31 ermöglicht bei Bedarf eine noch stärkere Konzentration des Wärmeeintrags auf den zentralen Bereich des Blockfußes 26.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umschmelzen von Metall in einem Elektroofen, bei dem Materialelektroden durch Ausbildung eines Schlackebades aufgeschmolzen werden und das aufgeschmolzene Metall der Materialelektroden in einer Tiegeleinrichtung (10) infolge Abkühlung in Blockform erstarrt, derart, dass sich durch einen fortschreitenden Erstarrungsvorgang von einem Blockfuß (26) her ein Blockwachstum ausbildet, wobei zur Beeinflussung des Abkühlvorgangs eine Beheizung des Blockfußes erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Beheizungseinrichtung (20) und eine Bodenverschlußplatte (29) zum Verschluss der im Tiegelboden (13) ausgebildeten Ausnehmung (18) auf einer Wechselvorrichtung (35) angeordnet sind, so dass eine wechselseitige Positionierung der Bodenverschlußplatte und der Beheizungseinrichtung am Tiegelboden ermöglicht ist, und **dass** nachfolgend der Erstarrung des Blockfußes die Bodenverschlußplatte gegen die Beheizungseinrichtung ausgewechselt wird, und dass nachfolgend die Beheizung des Blockfußes durch unmittelbare Beaufschlagung des Blockfußes mit Energie erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Stirnfläche (27) des Blockfußes (26) mit Energie beaufschlagt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Blockfuß (26) mittels einer Brenneinrichtung mit Energie beaufschlagt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,
dass zur Beheizung des Blockfußes (26) elektrischer Energie verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Blockfuß (26) mit einer Wärmeträgerströmung beaufschlagt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizung des Blockfußes (26) derart erfolgt, dass sich über den Blockfußquerschnitt eine definierte Temperaturverteilung einstellt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizung des Blockfußes (26) in einer reduzierenden Atmosphäre erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizung des Blockfußes (26) in einer Beheizungsphase nachfolgend einer vorhergehenden Abkühlung des Blockfußes in einer Abkühlphase erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wechsel von der Abkühlphase zur Beheizungsphase in Abhängigkeit von einer durch eine Temperaturüberwachungseinrichtung erfassten Blockfußtemperatur erfolgt.
10. Vorrichtung zur Beheizung eines Blockfußes (26) eines beim Elektroschlackeumschmelzverfahren in einer Tiegeleinrichtung (10) durch Abkühlung eines aufgeschmolzenen Metalls einer Materialelektrode erstarrenden Blocks, wobei die Tiegeleinrichtung eine Mantelwandung (12) und einen Tiegelboden (13) aufweist, der zur Beheizung eines Blockfußes (26) mit einer Beheizungseinrichtung (20) versehen ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung (20) und eine Bodenverschlussplatte (29) zum Verschluss einer im Tiegelboden (13) ausgebildeten Ausnehmung (18) auf einer Wechsellvorrichtung (35) angeordnet sind, die eine wechselseitige Positionierung der Bodenverschlussplatte und der Beheizungseinrichtung am Tiegelboden ermöglicht, derart, dass der Blockfuß nach Austausch der Bodenplatte gegen die Beheizungseinrichtung unmittelbar mit Energie beaufschlagbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung (20) als Brenneinrichtung ausgebildet ist.

- 5 12. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung als Kontakteinrichtung ausgebildet ist.
- 10 13. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung als Strahlereinrichtung ausgebildet ist.
- 15 14. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung als Konvektionsheizung ausgebildet ist.
- 20 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung (20) unabhängig vom Tiegelboden (13) ausgebildet ist.
- 25 16. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beheizungseinrichtung (20) in einer an den Tiegelboden anschließenden Heizkammer (23) angeordnet ist.
- 30 17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Heizkammer als Prozesskammer ausgebildet ist.
- 35 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Tiegeleinrichtung im Bereich des Tiegelbodens mit einer Blockfußisolierung versehen ist.
- 40 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bodenverschlussplatte mit einer Kühleinrichtung versehen ist.
- 45

Claims

1. A method for remelting metal in an electric furnace, wherein material electrodes are melted by forming a slag bath and the molten metal of the material electrodes solidifies in ingot form in a crucible device (10) as a result of cooling in such a way that an ingot growth forms from an ingot base (26) due to a progressive solidification process, wherein the ingot base is heated in order to influence the cooling process,
characterised in that

- a heating device (20) and a bottom closing plate (29) for closing the opening (18) in the crucible bottom (13) are arranged on a changing device (35) such that it is made possible to alternately position the bottom closing plate and the heating device on the crucible bottom, and **in that** following solidification of the ingot base, the bottom closing plate is substituted for the heating device, and **in that** following this, the ingot base is heated by directly acting upon the ingot base with energy.
2. The method according to claim 1, **characterised in that** a face (27) of the ingot base (26) is acted upon with energy.
 3. The method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the ingot base (26) is acted upon with energy by means of a burner device.
 4. The method according to claim 1 or 2, **characterised in that** electric energy is used for heating the ingot base (26).
 5. The method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the ingot base (26) is acted upon with a stream of a heat transfer medium.
 6. The method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the ingot base (26) is heated in such a way that a defined temperature distribution is reached over the ingot base cross section.
 7. The method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the ingot base (26) is heated in a reducing atmosphere.
 8. The method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the ingot base (26) is heated in a heating phase that follows the previous cooling of the ingot base in a cooling phase.
 9. The method according to claim 8, **characterised in that** the change from the cooling phase to the heating phase takes place in dependence on an ingot base temperature measured by a temperature monitoring device.
 10. A device for heating the ingot base (26) of an ingot that solidifies in a crucible device (10) during an electroslag remelting process as a result of cooling a molten metal of a material electrode, wherein the crucible device features a casing wall (12) and a crucible bottom (13) that is provided with a heating device (20) in order to heat the ingot base (26), **characterised in that** the heating device (20) and a bottom closing plate (29) for closing an opening (18) in the crucible bottom (13) are arranged on a changing device (35) that makes it possible to alternately position the bottom closing plate and the heating device on the crucible bottom, in such a way that the ingot base can directly be acted upon with energy after the bottom plate has replaced the heating device.
 11. The device according to claim 10, **characterised in that** the heating device (20) is realised in the form of a burner device.
 12. The device according to claim 10, **characterised in that** the heating device is realised in the form of a contact device.
 13. The device according to claim 10, **characterised in that** the heating device is realised in the form of a radiator device.
 14. The device according to claim 10, **characterised in that** the heating device is realised in the form of a convection heater.
 15. The device according to one of the claims 10 to 14, **characterised in that** the heating device (20) is realised independently of the crucible bottom (13).
 16. The device according to claim 15, **characterised in that** the heating device (20) is arranged in a heating chamber (23) that is situated adjacent to the crucible bottom.
 17. The device according to claim 16, **characterised in that** the heating chamber is realised in the form of a process chamber.
 18. The device according to one of the claims 10 to 17, **characterised in that** the crucible device is provided with an ingot base insulation in the region of the crucible bottom.

19. The device according to one of the claims 10 to 18, **characterised in that** the bottom closing plate is provided with a cooling device.

Revendications

1. Procédé servant à la refusion de métaux dans un four électrique, lors duquel des électrodes de matériau sont fondues en réalisant un bain de scorie et le métal fondu des électrodes de matériau se solidifie sous forme de lingots dans un dispositif de creuset (10) à la suite d'un refroidissement, de telle sorte qu'une croissance de lingots s'effectue à partir d'un pied de lingot (26) grâce à un processus de solidification progressif, dans lequel le pied de lingot est chauffé afin d'influencer le processus de refroidissement, **caractérisé en ce qu'** un dispositif (20) de chauffage et une plaque (29) de fermeture de fond servant à fermer l'échancrure (18) étant réalisée dans le fond (13) du creuset sont disposés sur un appareil (35) de changement, permettant de positionner la plaque de fermeture de fond et le dispositif de chauffage alternativement sur le fond du creuset, et **en ce que** la plaque de fermeture de fond est remplacée par le dispositif de chauffage dans la foulée de la solidification du pied de lingot, et **en ce que** le pied de lingot est chauffé dans la foulée en alimentant le pied de lingot directement en énergie.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** une face frontale (27) du pied de lingot (26) est alimenté en énergie.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le pied de lingot (26) est alimenté en énergie par l'entremise d'un dispositif brûleur.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'énergie électrique est utilisée afin de chauffer le pied de lingot (26).
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le pied de lingot (26) est alimenté en un courant d'agent caloporteur.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pied de lingot (26) est chauffé de telle sorte qu'une

distribution de température définie se manifeste sur la section transversale du pied de lingot.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pied de lingot (26) est chauffé dans une atmosphère réductrice.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pied de lingot (26) est chauffé dans une phase de chauffage dans la foulée du refroidissement antérieur du pied de lingot dans une phase de refroidissement.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le changement de la phase de refroidissement à la phase de chauffage se passe en fonction d'une température du pied de lingot, ladite température étant saisie par un dispositif de contrôle de température.
10. Appareil servant au chauffage d'un pied de lingot (26) d'un lingot qui se solidifie dans un dispositif de creuset (10) pendant un processus de refusion de scorie électrique par refroidissement d'un métal fondu d'une électrode de matériau, dans lequel le dispositif de creuset présente une paroi d'enveloppe (12) et un fond (13) du creuset qui est muni d'un dispositif (20) de chauffage afin de chauffer un pied de lingot (26), **caractérisé en ce que** le dispositif (20) de chauffage et une plaque (29) de fermeture de fond servant à fermer une échancrure (18) étant réalisée dans le fond (13) du creuset sont disposés sur un appareil (35) de changement qui permet de positionner la plaque de fermeture de fond et le dispositif de chauffage alternativement sur le fond du creuset, de telle sorte que le pied de lingot peut être alimenté directement en énergie après la plaque de fond a été échangée contre le dispositif de chauffage.
11. Appareil selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif (20) de chauffage est réalisé comme un dispositif brûleur.
12. Appareil selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage est réalisé comme un dispositif de contact.
13. Appareil selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage est réalisé comme un dis-

positif émetteur de rayonnement.

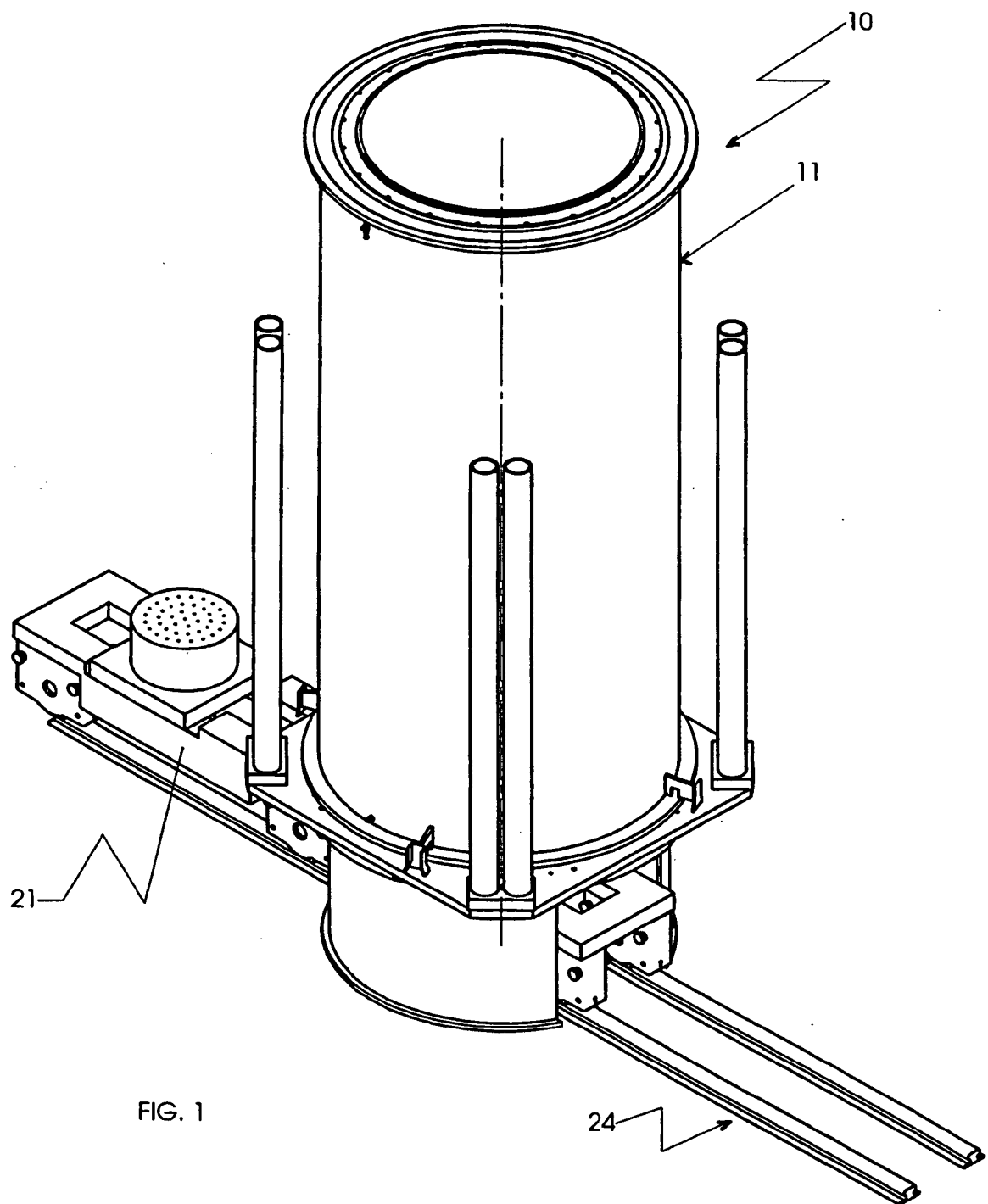
14. Appareil selon la revendication 10,
caractérisé en ce que
 le dispositif de chauffage est réalisé comme un 5
 chauffage par convection.
15. Appareil selon l'une quelconque des revendications
 10 à 14,
caractérisé en ce que 10
 le dispositif (20) de chauffage est réalisé indépen-
 damment du fond (13) du creuset.
16. Appareil selon la revendication 15,
caractérisé en ce que 15
 le dispositif (20) de chauffage est disposé dans une
 chambre (23) de chauffage qui est contigüe au fond
 du creuset.
17. Appareil selon la revendication 16, 20
caractérisé en ce que
 la chambre de chauffage est réalisée comme une
 chambre de processus.
18. Appareil selon l'une quelconque des revendications 25
 10 à 17,
caractérisé en ce que
 le dispositif de creuset est munie d'une isolation du
 pied de lingot dans la région du fond du creuset. 30
19. Appareil selon l'une quelconque des revendications
 10 à 18,
caractérisé en ce que
 la plaque de fermeture de fond est munie d'un dis-
 positif de refroidissement. 35

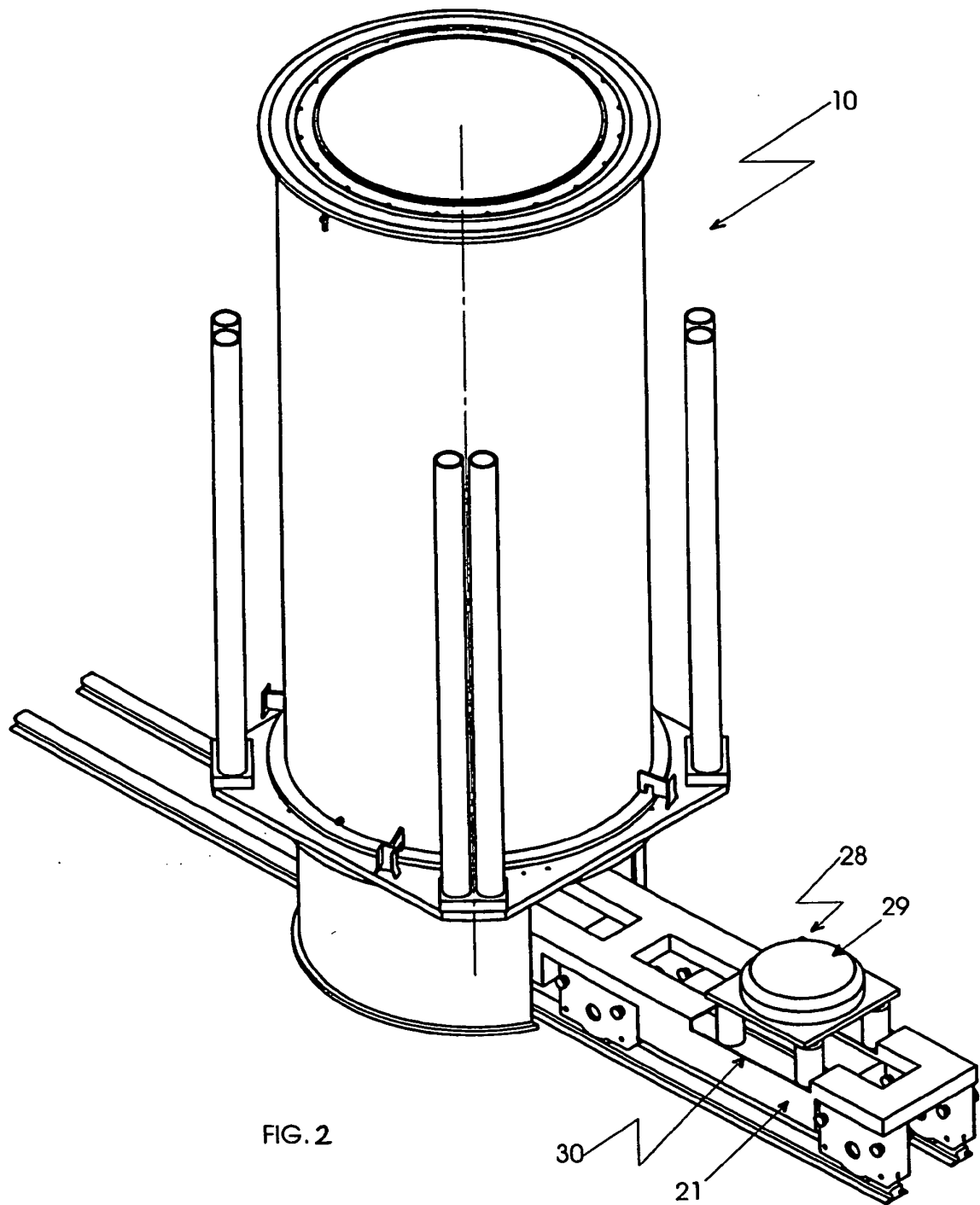
40

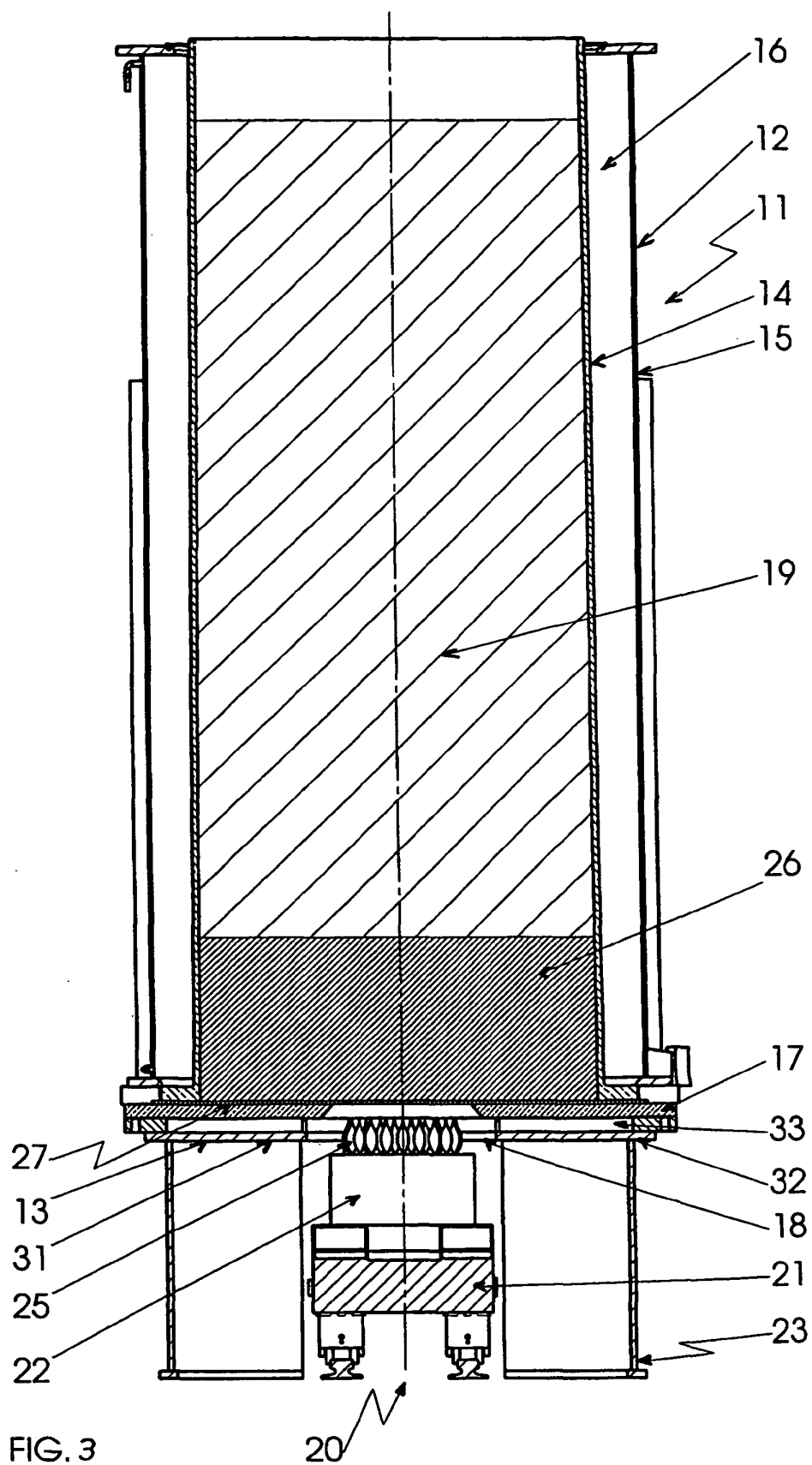
45

50

55







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

- FR 2584321 A1 [0006]