



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 892 073 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.1999 Patentblatt 1999/03

(51) Int. Cl.⁶: C22B 9/18

(21) Anmeldenummer: 98110287.4

(22) Anmeldetag: 05.06.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 02.07.1997 DE 19728098

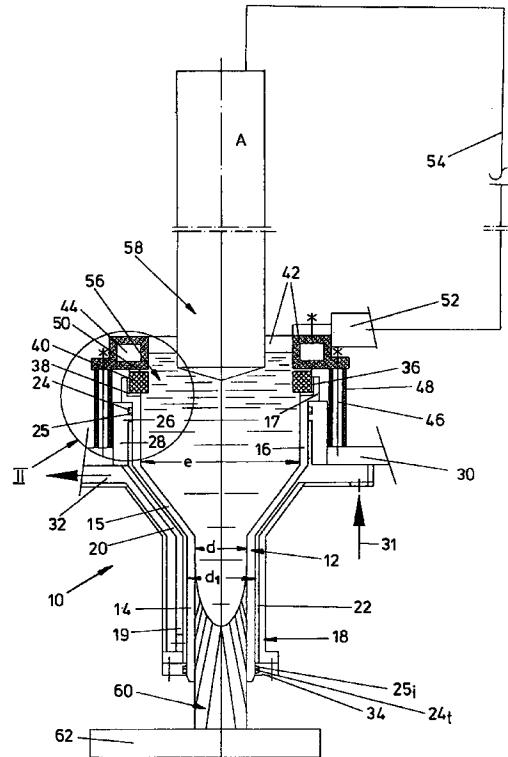
(71) Anmelder:
Inteco Internationale Technische
Beratung Gesellschaft mbH
A-8600 Bruck a.d. Mur (AT)

(72) Erfinder:
Popov, Iwailo Dimitrov, Dipl.-Ing.
8605 Kapfenberg (AT)

(74) Vertreter:
Hiebsch, Gerhard F., Dipl.-Ing. et al
Hiebsch Peege Behrmann,
Patentanwälte,
Heinrich-Weber-Platz 1
78224 Singen (DE)

(54) **Trichterkokille mit trichterförmigem Einsatzrohr für das Elektroschlackeumschmelzen sowie Verfahren dazu**

(57) Bei einer Trichterkokille mit trichterförmigem Einsatzrohr (12) für das Elektroschlackeumschmelzen wenigstens einer Abschmelzelektrode, die teilweise in ein Schlackenbad der Trichterkokille eintaucht und -- wie auch die Trichterkokille -- an ein elektrisches Netz angeschlossen ist, wird im oberen Bereich des Einsatzrohres (12) eine umlaufende Ausnehmung (36) für eine etwa ringförmige Graphitelektrode (40) vorgesehen und diese vom Einsatzrohr durch ein Isolationsorgan (38) getrennt; die Graphitelektrode befindet sich unter dem Schlackenbadniveau (51) und wird von einem anderen Isolierelement (42) übergriffen, das mit der Graphitelektrode einen etwa ringförmigen Spalt (50) begrenzt sowie mittels eines Hochstromkabels (52) mit dem elektrischen Netz (54) verbunden ist.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Trichterkokille mit trichterförmigem Einsatzrohr für das Elektroschlackeum- schmelzen wenigstens einer Abschmelzelektrode -- insbesondere einer Stahlelektrode in der Sondermetallurgie -- nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Zudem erfaßt die Erfindung ein Verfahren zum Elektroschlackeumschmelzen.

Es sind mehrere Arten von sog. ESU-Kokillen mit wassergekühltem rohrartigem Kupfereinsatz bekannt, der in einem Mantelrohr mit entsprechenden Anschlüssen für Kühlwasser untergebracht ist; im Mantelrohr oder im Kupfereinsatz sind Kühlkanäle vorgesehen, die dazu dienen, das Kühlwasser entsprechend der Form der Kokille und der notwendigen Kühlwassergeschwindigkeit über den Kokillenumfang zu verteilen. Der Kupfereinsatz kann verschiedene Formen aufweisen, so daß unterschiedliche Abschmelzelektroden zu Blockformaten verschiedenen Querschnitts umgeschmolzen zu werden vermögen.

Eine in der Praxis verbreitete Kokillenform ist die sog. Trichterkokille, die das Umschmelzen von Elektroden mit einem großen Durchmesser zu Blöcken mit einem kleineren Durchmesser ermöglicht. Eine solche Kokille zum Elektroschlackeumschmelzen mit einer Abschmelzelektrode zu einem im unteren rohrförmigen Kokillenbereich entstehenden sowie aus diesem nach unten abzuziehenden Block ist der DE-AS 2 328 804 zu entnehmen. Während des Blockaufbaus wird eine Relativbewegung zwischen Block und Kokille aufrechterhalten. Dabei taucht die Abschmelzelektrode in ein Schlackenbad ein, das sich im oberen Bereich der von einem Tragorgan gehaltenen Trichterkokille befindet.

Bei Trichterkokillen ist es erforderlich, den Schmelzstrom direkt aus der Schlacke zurück in das Netz zu führen, da der kleinere Blockdurchmesser nicht die ganze Schmelzstrommenge zurückleiten kann. Da aber die Schlacke, in welcher der Schmelzvorgang stattfindet, nur im flüssigen Zustand stromleitend ist, bleibt ein direkter Stromanschluß an der Kokillenwand unmöglich; durch die Wasserkühlung des Kupfereinsatzes bildet sich an der Innenseite der Kokillenwand eine harte, nicht geschmolzene -- und dadurch nicht stromleitende -- Schlackenschicht. Aus diesem Grunde werden verschiedene zusätzliche Elektroden im Schlackenbad verwendet, die während des Schmelzens heiß genug bleiben, um die Schlacke nicht erstarren zu lassen und dadurch die Stromrückführung von der flüssigen Schlacke in das Netz gewährleisten. Nicht verzehrbar Elektroden dieser Art zeigt US-A-4,145,563 beispielhaft als zur Abschmelzelektrode etwa achsparallele Stabelektroden oder als -- ebenfalls das Schlackenbad überragende -- hohle Zylinderelektroden, die ihre Abschmelzelektrode in Abstand umgeben. Werden für nicht verzehrbar Elektroden Graphitelemente oder Teile aus Graphit-Kupfer-Keramikmischungen eingesetzt, so ergibt sich das Problem, den richtigen elek-

trischen Kontakt zwischen der Elektrode und einem anzuschließenden Hochstromkabel zu gewährleisten, da bei den im Schmelzbereich herrschenden Temperaturen die mechanischen Eigenschaften solcher Elektroden stark beeinträchtigt sind und jede Art von lokaler mechanischer Verbindung -- wie beispielsweise Schrauben od. dgl. -- die Elektrode sehr schnell zerstören.

In Kenntnis dieses Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine ESU-Trichterkokille zu schaffen, bei der die oben erwähnten Probleme nicht auftreten; die zum sicheren elektrischen Kontakt zwischen der nicht verzehrbar Elektrode und den weiterleitenden Stromteilen notwendigen Kräfte sollen unabhängig von den sich ständig ändernden thermischen Bedingungen gute Arbeitsbedingungen für die Elektrode gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch die Lehre der unabhängigen Patentansprüche gelöst; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an.

Erfindungsgemäß ist im oberen Bereich des Einsatzrohres der Trichterkokille eine umlaufende Ausnehmung für eine etwa ringförmige Graphitelektrode vorgesehen und diese vom Einsatzrohr durch ein Isolationsorgan getrennt, wobei sich die Graphitelektrode unter dem Schlackenbadniveau befindet und von einem Isolierelement übergriffen ist, das mit der Graphitelektrode einen etwa ringförmigen Spalt begrenzt sowie mittels eines Hochstromkabels mit dem elektrischen Netz verbunden ist. Dazu hat es sich als günstig erwiesen, die Graphitelektrode zum Einsatzrohr hin einem keramischen Isolationsring aufzulegen, wobei sie von einem wassergekühlten Kontakttring als Isolierelement übergriffen wird.

Diese ESU-Trichterkokille besteht im wesentlichen aus einem -- in einem Wassermantel untergebrachten -- trichterförmigen Kupfereinsatzrohr, das im oberen Teil vorzugsweise zylindrisch ausgeführt ist und dessen unterer blockformender Teil einen runden, quadratischen oder sogar mehrreckigen Querschnitt aufweisen kann. Die schulterartig ausgebildete Ausnehmung im oberen zylindrischen Teil des Einsatzrohres oder Kupfereinsatzes nimmt die ringförmige Graphitelektrode auf, die zum Einsatzrohr hin einer keramischen Isolierung -- bevorzugt einem keramischen Isolationsring -- aufliegt sowie zur Abschmelzelektrode hin jenem wassergekühlten Kontakttring zugeordnet ist.

Erfindungsgemäß ist ein zwischen dem Kupfereinsatz bzw. Einsatzrohr und einem Mantelrohr gebildeter Spaltraum für das Kühlwasser im oberen Teil der Kokille durch einen O-Ring abgedichtet, der bevorzugt in einer sich zum Einsatzrohr öffnenden Nut im oberen zylindrischen Teil des Mantelrohres lagert. Im unteren Teil ist der Kühlwasserspalt durch einen anderen O-Ring wesentlich kürzeren Durchmessers durch einen anderen O-Ring wesentlich kürzeren Durchmessers abgedichtet, der sich -- wie jener andere O-Ring im oberen Teil der Kokille -- in einer zum Einsatzrohr offenen Nut

befindet.

Der wassergekühlte Kontaktring ist vorteilhaftweise durch Stiftschrauben mit einer die Kokille haltenden Tragplatte so verbunden, daß er einerseits auf die Stiftschrauben umfassenden Isolationshülsen aufliegt, anderseits ein Ringspalt zwischen ihm und der ringförmigen Graphitelektrode in Ruhelage gewährleistet bleibt.

Da die vom oberen O-Ring umfaßte Fläche erheblich größer ist als die entsprechende Fläche des unteren O-Ringes kürzeren Durchmessers, entsteht dank des Kühlwasserdruckes eine Kraft, die das Einsatzrohr zur Graphitelektrode hin drückt und letztere -- unter Minderung jenes Ringspaltes -- an den Kontaktring preßt. Der elektrische Stromfluß ist gewährleistet; denn nach einem anderen Merkmal der Erfindung ist der Kontaktring mittels eines Hochstromkabels mit dem elektrischen Netz verbunden.

Die Vorteile der Erfindung sind

- eine konstante und gleichmäßig verteilte Kontaktkraft zwischen Graphitelektrode und Kontaktring, dadurch einwandfreie Stromrückführung von der flüssigen Schlacke zurück in das elektrische Netz;
- eine verlängerte Lebensdauer der Graphitelektrode, die auf die konstanten und gleichmäßig über den Umfang der Elektrode verteilten Kraft- und Temperaturbeanspruchungen zurückzuführen ist;
- die Vermeidung des negativen Einflusses aller mechanischen Ausdehnungsscheinungen infolge thermischer Beanspruchung, da sich der Kupfereinsatz und alle anderen thermisch beanspruchten Teile ausdehnen können.

Dank der beschriebenen Maßgaben werden alle unerwünschten und nicht kalkulierbaren mechanischen Spannungen -- die an erster Stelle zur Zerstörung der Graphitelektrode führen könnten -- minimiert oder sogar vollkommen vermieden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt jeweils schematisch in

Fig. 1: einen Längsschnitt durch eine trichterförmige Kokille für das Elektroschlackeum-schmelzen;

Fig. 2: einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1 etwa nach deren Pfeil II.

Eine Trichterkokille 10 für das sog. Elektroschlackeumschmelzen (ESU) weist nach Fig. 1 ein aus Kupfer bzw. einer Kupferlegierung einstückig geformtes Einsatzrohr 12 auf, das aus einem zylindrischen Formrohr

14 -- eines Innendurchmessers d und eines Außen-durchmessers d_1 --, einem sich von diesem aufwärts konisch erweiternden Trichterabschnitt 15 und einem an dessen größten Durchmesser e anschließenden zylin-drischen Firstring 16 besteht. Das Einsatzrohr 12 ist von einem Mantelrohr 18 umgeben, das seinerseits einen unteren Rohrabschnitt 19 und einen nach oben ange-formten Trichterabschnitt 20 anbietet.

Die einander gegenüberstehenden Paarungen der 10 zylindrischen Rohrabschnitte 14,19 sowie der Trichter-abschnitte 15,20 verlaufen in einem Spaltabstand a voneinander; der so gebildete Spaltraum 22 dient der Kühlwasserführung und ist nach oben hin durch einen O-Ring 24 abgedichtet. Dieser ruht in einer Nut 25, die 15 sich zwischen zwei einwärts weisenden Radialrippen 26 eines Kragenringes 28 erstreckt. Letzterer setzt -- in Spaltabstand a zum Firstring 16 des Einsatzrohres 12 stehend -- das Mantelrohr 18, damit den Spaltraum 22, fort und ist an eine Tragplatte 30 angefügt, welche Zu- 20 und Rückleitungen 31,32 für das Kühlwasser enthält.

Am unteren Ende ist der Spaltraum oder Kühlwas-serspalt 22 durch einen -- gegenüber dem oberen O-Ring 24 -- wesentlich kleineren O-Ring 24_t abgedichtet, der in einer Innennut 25_t eines -- an das Mantelrohr 18 25 angeflanschten und das Einsatzrohr 12 umfangenden - - Verschlußringes 34 sitzt.

In einer Schulterausnehmung 36, die durch einen - - aus jenem Firstring 16 herausgeformten -- Winkelrand 17 angebotenen wird, lagert auf einem keramischen 30 Isolationsring 38 eine ringförmige Graphitelektrode 40. Diese wird von einem Winkelrand 17 in Abstand übergreifenden Kontaktring 42 überdeckt, der als Hohlprofil mit wasserführendem Kühlkanal 44 ausgebildet ist. Der Kontaktring 42 wird durch bei 46 angedeutete 35 Stiftschrauben mit der Tragplatte 30 so verbunden, daß er einerseits auf die Stiftschrauben 46 umfassenden Isolationshülsen 48 aufliegt, anderseits mit der ringförmigen Graphitelektrode 40 einen Ringspalt 50 bildet. Zudem ist der Kontaktring 42 durch ein Hochstromkabel 40 52 mit einem elektrischen Netz 54 verbunden.

Nach entsprechender Vorbereitung der ESU-Trichterkokille 10 zum Anfahren eines Schmelzvorganges -- d.h. nach dem Einlassen des Kühlwassers in den Kühl-wasserspalt 22, Befüllen der Trichterkokille 10 mit 45 Schlacke 56 und Eintauchen einer in der Kokillenachse A aufgehängten Abschmelzelektrode 58 unter Strom -- beginnt der Umschmelzvorgang.

Da die vom oberen O-Ring 24 umfaßte Fläche wesentlich größer ist als die entsprechende Fläche am 50 unteren O-Ring 24_t, entsteht -- angesichts eines im Kühlwasserspalt 22 herrschenden Drucks des Kühl-wassers -- eine Kraft, die auf das Einsatzrohr 12 in Richtung F zur Graphitelektrode 40 wirkt und das Ein-satzrohr 12 soweit zur Graphitelektrode 40 ausstößt, bis 55 jener Ringspalt 50 geschlossen sowie ein sicherer elek-trischer Kontakt zwischen Graphitelektrode 40 und Kon-taktring 42 erreicht wird. Da der Kühlwasserdruck während des Schmelzvorganges konstant bleibt, wirkt

die Kraft F ununterbrochen auf den Kupfereinsatz bzw. das Einsatzrohr 12. Aus diesem Grunde wird ein sicherer sowie gleichmäßiger mechanischer und gleichzeitig elektrischer Kontakt zwischen Graphitelektrode 40 und Kontaktring 42 gewährleistet.

Besteht der wassergekühlte Kontaktring 42 aus einer kupferhaltigen Legierung, ist es kein Problem, den sicheren elektrischen Kontakt zwischen ihm und dem Hochstromkabel 52 mittels jeder beliebigen mechanischen Verbindungsart -- wie Schrauben od. dgl. -- zu realisieren. Da die Graphitelektrode 40 immer unterhalb des Schlackenpegels 51 bleibt und da sie ununterbrochen auf die Temperatur der geschmolzenen Schlacke 56 aufgeheizt ist, wird der elektrische Kontakt einerseits zwischen Schlacke 56 und Graphitelektrode 40 sowie anderseits zwischen letzterer und dem Kontaktring 42 ständig erhalten. Durch Absenken der axialen Abschmelzelektrode 58 in die Schlacke 56 schmilzt die Abschmelzelektrode 58 ab und tropft durch die Schlacke 56 abwärts.

Ein sich während des Schmelzvorgangs im unteren Teil der Trichterkokille 10 bildender Ingot oder Block 60 wird beim Absenken einer die Trichterkokille 10 nach unten begrenzenden Plattform oder Bodenplatte 62 aus dem unteren blockformenden Rohrabschnitt -- dem Formrohr 14 -- der Trichterkokille 10 ausgezogen.

Patentansprüche

1. Trichterkokille mit trichterförmigem Einsatzrohr für das Elektroschlackeumsschmelzen wenigstens einer Abschmelzelektrode, insbesondere einer Stahlelektrode in der Sondermetallurgie mit einem wassergekühlten Einsatzrohr aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, wobei die ein Schlackenbad aufnehmende Trichterkokille und die teilweise in das Schlackenbad eintauchende Abschmelzelektrode an ein elektrisches Netz angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß im oberen Bereich des Einsatzrohres (12) eine umlaufende Ausnehmung (36) für eine etwa ringförmige Graphitelektrode (40) vorgesehen und diese vom Einsatzrohr durch ein Isolationsorgan (38) getrennt ist, wobei sich die Graphitelektrode unter dem Schlackenbadniveau (51) befindet und von einem anderen Isolierelement (42) übergriffen ist, das mit der Graphitelektrode einen etwa ringförmigen Spalt (50) begrenzt sowie mittels eines Hochstromkabels (52) mit dem elektrischen Netz (54) verbunden ist.
2. Kokille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Graphitelektrode (40) zum Einsatzrohr (12) hin einem keramischen Isolatingsring (38) aufliegt und/oder von einem wassergekühlten Kontaktring (42) als dem anderen Isolierelement übergriffen ist.
3. Kokille nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Ausnehmung (36) für die Graphitelektrode (40) als Schulterausnehmung eines umlaufenden Winkelrandes (17) des Einsatzrohres (12) ausgebildet ist.

4. Kokille an einem Tragorgan nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der wassergekühlte Kontaktring (42) durch Stiftschrauben (46) mit einer Tragplatte (30) als Tragorgan so verbunden ist, daß er einerseits auf die Stiftschrauben umfassenden Isolationshülsen (48) aufliegt und anderseits mit der ringförmigen Graphitelektrode (40) den Ringspalt (50) bildet.
5. Kokille mit einem unteren Formrohr und einem Firstring größeren Durchmessers, der mit dem Formrohr durch einen Trichterabschnitt verbunden ist, nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Einsatzrohr (12) und einem dieses umgebenden Mantelrohr (18) ein Spaltraum (22) für Kühlwasser gebildet ist, der sowohl im Bereich des Firstringes (16) als auch am unteren Ende des Formrohres (14) geringeren Durchmessers (d) jeweils durch wenigstens einen O-Ring (24,24₁) begrenzt ist.
6. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der O-Ring (24,24₁) in einer zum Einsatzrohr (12) offenen Nut (25,25₁) ruht.
7. Kokille nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (25) für den O-Ring (24) größeren Durchmessers in einem den Firstring (16) des Einsatzrohres (12) umgebenden Kragenring (28) verläuft, der seinerseits einen Abschnitt des Spaltraumes (22) begrenzt.
8. Kokille nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (25₁) für den O-Ring (24₁) geringeren Durchmessers (d₁) in einem das Formrohr (14) endwärts umgebenden Verschlußring (34) vorgesehen ist.
9. Kokille nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kragenring (28) an die Tragplatte (30) angefügt ist.
10. Kokille nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragplatte (30) Zu- und Abflüsse (31,32) für das Kühlwasser des Spaltraumes (22) zugeordnet sind.
11. Verfahren zum Elektroschlackeumsschmelzen einer Abschmelzelektrode in einer Trichterkokille mit wassergekühltem Einsatzrohr, insbesondere einer Trichterkokille mit einer einem Kontaktring benachbarten Graphitelektrode über einem das Einsatzrohr umgebenden Spaltraum für Kühlwasser, nach

wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mittels im Spaltraum (22) herrschenden Druckes eine auf das Einsatzrohr (12) zur Graphitelektrode (40) hin wirkende Kraft (Pfeil F) erzeugt und die Graphitelektrode an den Kontaktring (42) gepreßt wird. 5

10

15

20

25

30

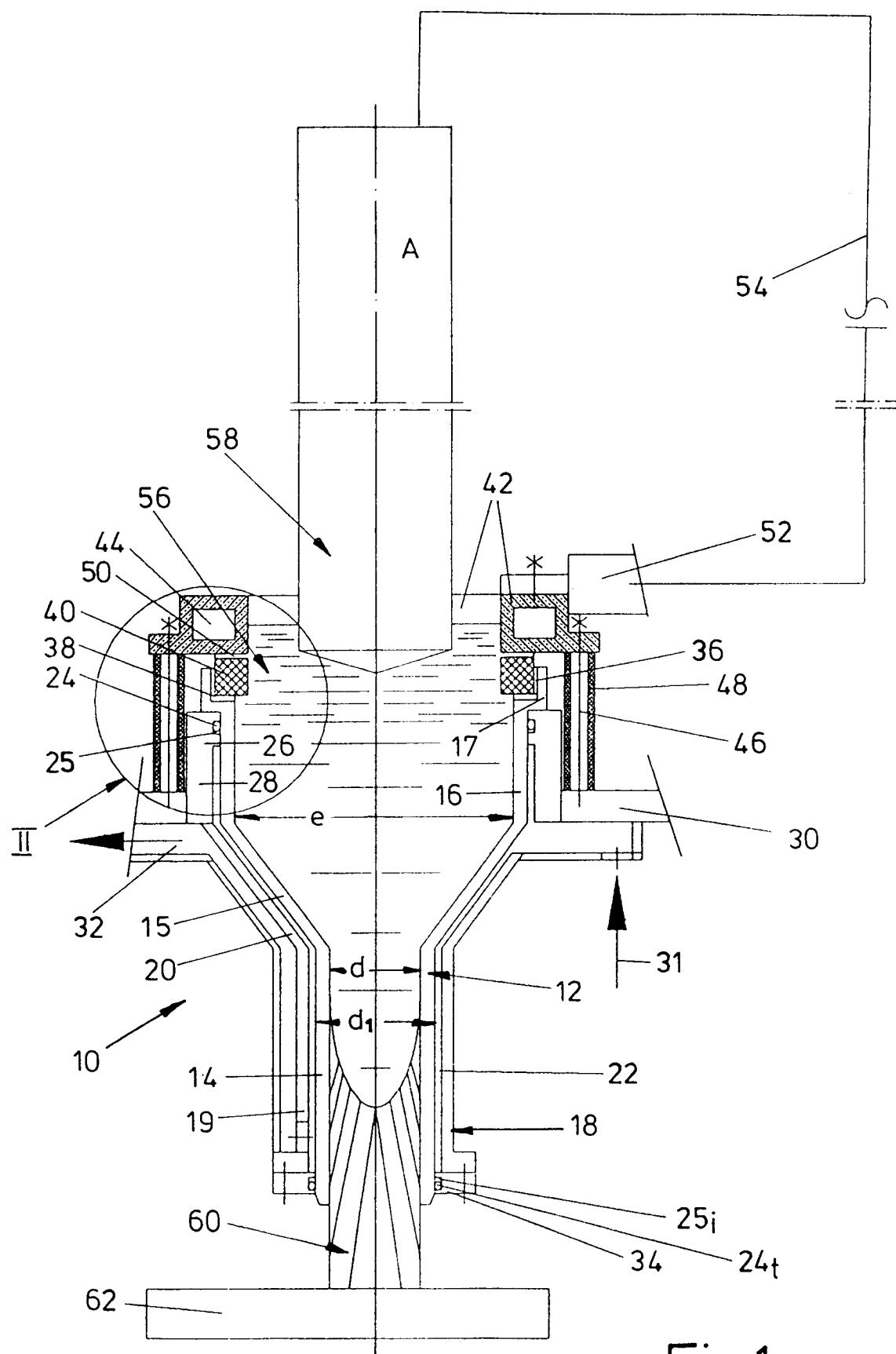
35

40

45

50

55



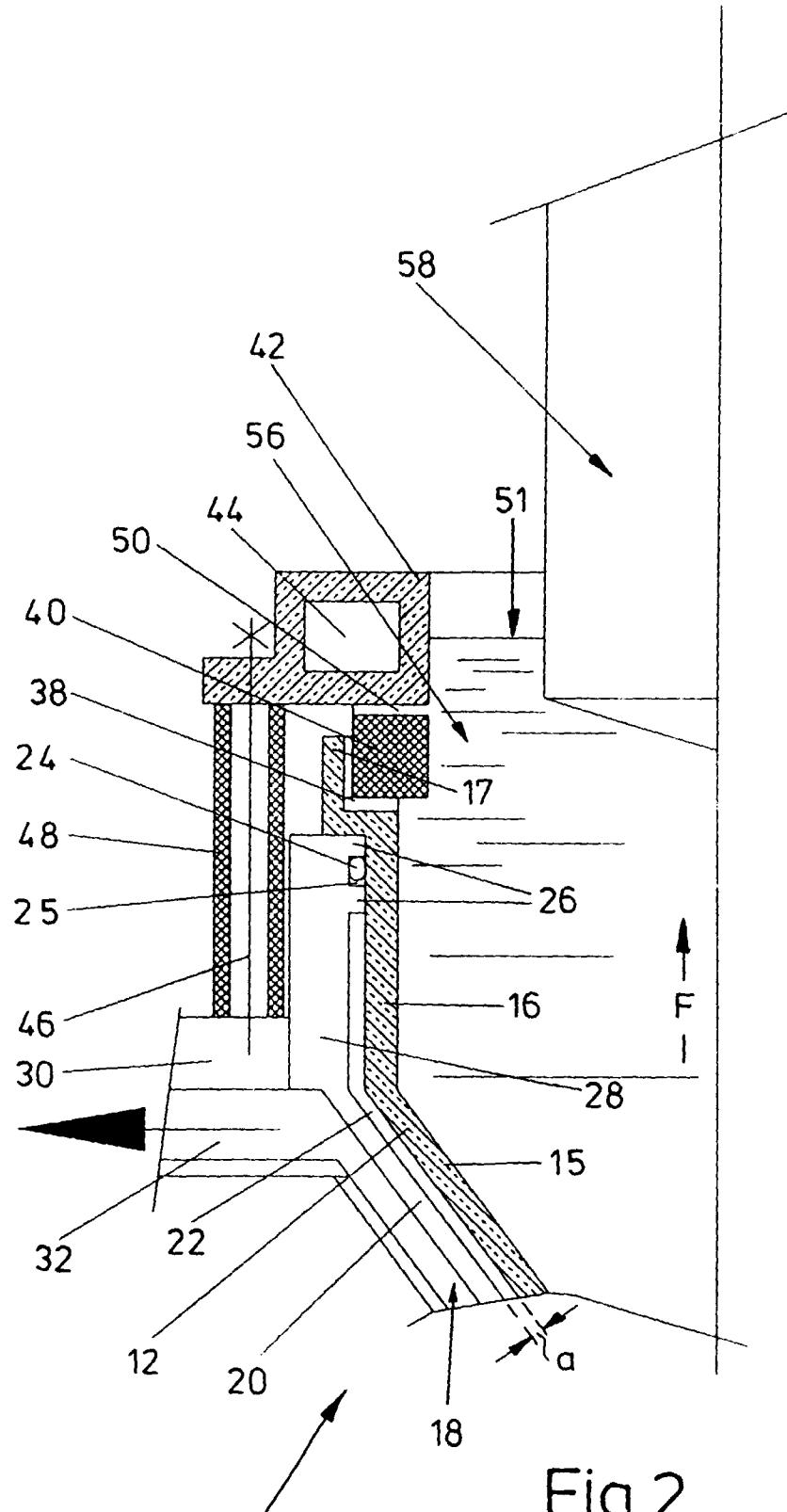


Fig.2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	DE 23 28 804 B (LEYBOLD-HERAEUS GMBH & CO KG) 28. November 1974 * Anspruch 1; Abbildung * ---	1,11	C22B9/18
A,D	US 4 145 563 A (V. I. RABINOVICH ET AL.) 20. März 1979 * Anspruch 1; Abbildungen 3,4 * ---	1,11	
A	DE 27 24 885 A (INTECO INTERNATIONALE TECHNISCHE BERATUNG GMBH) 19. Januar 1978 * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 * ---	1	
A	DE 15 83 889 A (INSTITUT ELEKTROSWARKI IMENI E. O. PATONA) 2. März 1972 * Anspruch 1; Abbildung * ---	1	
A	DE 34 36 958 A (CABOT CORP.) 23. Mai 1985 * Anspruch 1; Abbildung * -----	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
C22B			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	16. Oktober 1998	Sutor, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 11 0287

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-10-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2328804	B	28-11-1974		FR 2234371 A GB 1432081 A JP 958079 C JP 50021933 A JP 53037802 B US 3915217 A		17-01-1975 14-04-1976 14-06-1979 08-03-1975 12-10-1978 28-10-1975
US 4145563	A	20-03-1979		KEINE		
DE 2724885	A	19-01-1978		KEINE		
DE 1583889	A	02-03-1972		KEINE		
DE 3436958	A	23-05-1985		FR 2554828 A GB 2149333 A,B JP 3052522 B JP 60103136 A SE 8404116 A		17-05-1985 12-06-1985 12-08-1991 07-06-1985 11-05-1985