



(11) **EP 3 102 001 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.12.2016 Patentblatt 2016/49**

(51) Int Cl.:  
**H05B 7/11 (2006.01) H01B 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16171141.1**

(22) Anmeldetag: **24.05.2016**

(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 RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Dung, Arndt**  
**58093 Hagen (DE)**

(72) Erfinder: **Dung, Arndt**  
**58093 Hagen (DE)**

(74) Vertreter: **Kalkoff & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Martin-Schmeisser-Weg 3a-3b**  
**44227 Dortmund (DE)**

(30) Priorität: **03.06.2015 DE 102015108815**

(54) **HOCHSTROMKABEL SOWIE EINSPEISEVORRICHTUNG FÜR ELEKTRISCH BETRIEBENE ÖFEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Hochstromkabel zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektroden­tragarms eines elektrisch betriebenen Ofens für Elektro­schlacke-Umschmelzverfahren und Reduktionsöfen, mit einem Hochstromleiter, einer isolierenden, den Hoch­stromleiter umgebenden Ummantelung und einem an mindestens einem Kabelende mit dem Hochstromleiter verbundenen Kabelkopf sowie eine Einspeisevorrichtung für elektrisch betriebene Öfen. Um ein Hochstrom-

kabel zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektroden­tragarms eines elektrisch betriebenen Ofens für Elektro­schlacke-Umschmelzverfahren und Reduktionsöfen bereitzustellen, das eine gute Leitfähigkeit aufweist, aber dennoch stabil und kostengünstig herzustellen ist, ist vorgesehen, dass der Hochstromleiter und der Kabelkopf aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung gebildet sind.

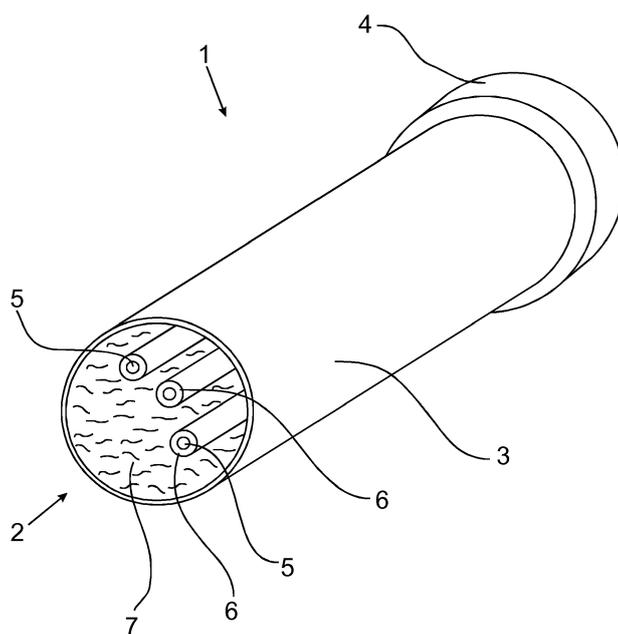


Fig. 1

EP 3 102 001 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Hochstromkabel zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektrodentragsarms eines elektrisch betriebenen Ofens für Elektro-

- einem Hochstromleiter,
- einer isolierenden, den Hochstromleiter umgebenden Ummantelung und
- einem an mindestens einem Kabelende mit dem Hochstromleiter verbundenen Kabelkopf.

**[0002]** Ferner betrifft die Erfindung eine Einspeisevorrichtung für elektrisch betriebene Öfen für Elektro-

**[0003]** Hochstromkabel sind in vielfältiger Ausgestaltung aus dem Stand der Technik bekannt. Dabei werden entsprechende Hochstromkabel insbesondere dazu verwendet, die Sekundärseite eines Transformators einer entsprechenden Hochstromanlage mit einer Elektrode bzw. einem Tragarm für eine Elektrode eines Pfannen- oder Lichtbogenofens oder einem anderen mit Starkstrom betriebenen Bauteil zu verbinden. Kleinere Pfannenöfen weisen typischerweise drei Phasen auf und sind mit zwei Hochstromkabeln pro Phase angeschlossen. Bei größeren Öfen werden gewöhnlich sogar vier oder mehr Hochstromkabel pro Phase verwendet.

**[0004]** Die aus dem Stand der Technik bekannten Hochstromkabel der genannten Art weisen in der Regel aufgrund der guten Leitfähigkeit und Verformbarkeit einen Leiter aus Kupfer oder einer Kupferlegierung auf. Auch der Kabelkopf sowie auch der Elektrodentragsarm sind zumindest teilweise aus Kupfer oder einer entsprechenden Legierung ausgebildet.

**[0005]** Nachteilig hierbei ist zum einen das vergleichsweise hohe Gewicht, was mit einer erschwerten Handhabung der vergleichsweise massigen Kabel einhergeht und aufgrund der hohen Zugkräfte zu einer erhöhten Verschleißanfälligkeit der schweren, freihängenden Kabel besonders an den Kopfenden führt.

**[0006]** Zudem machen insbesondere aber die steigenden Kupfer-Preise die Erschließung neuer Möglichkeiten von alternativen Leitermaterialien speziell auch für materialintensive Anwendungen, wie Energieeinspeisevorrichtungen für Lichtbogenöfen, wünschenswert.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Hochstromkabel zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektrodentragsarms eines Lichtbogenofens bereitzustellen, das eine gute Leitfähigkeit aufweist, aber dennoch stabil und kostengünstig herzustellen ist.

**[0008]** Die Erfindung löst die Aufgabe durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0009]** Gemäß der Erfindung weist das mit einer isolierenden Ummantelung umgebende Hochstromkabel zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektrodentrags-

arms eines Lichtbogenofens einen Hochstromleiter aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung auf. Auch ein an mindestens einem Kabelende mit dem Hochstromleiter verbundener Kabelkopf ist erfindungsgemäß aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung gebildet.

**[0010]** Wenngleich Aluminium im Vergleich zu Kupfer den Strom weniger gut leitet, ist Aluminium wesentlich leichter und zudem kostengünstiger. Um die erforderliche Leitfähigkeit zu erreichen, ist mit dem Übergang vom Kupferleiter auf einen Aluminiumleiter daher zwar eine Querschnittserhöhung des Hochstromkabels erforderlich. Aufgrund des wesentlich geringeren spezifischen Gewichts von Aluminium zeichnet sich das erfindungsgemäße Hochstromkabel dennoch durch ein geringes Gesamtgewicht aus. Neben einer vereinfachten Handhabung führt dieser Faktor zu einer Verringerung der Zugkräfte des Kabels an den Kopfenden, woraus eine verbesserte Dauerstandfestigkeit der Hochstromleitung resultiert. Auch preislich ist das Hochstromkabel mit Aluminiumleiter dem Kupferkabel überlegen.

**[0011]** Zudem trägt auch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Kabelkopfes aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung maßgeblich zur Verringerung der Verschleißanfälligkeit bei. So wird bei der Verbindung zwischen Kabelende und Kabelkopf auf eine Paarung von Metallen unterschiedlicher Elektronegativitäten bewusst verzichtet und damit vorteilhaft eine elektrochemische Kontaktkorrosion vermieden.

**[0012]** Unter einem Hochstromkabel wird grundsätzlich jedes Kabel verstanden, das geeignet ist, einen Starkstrom zu leiten. Dabei kann das Hochstromkabel zunächst in beliebiger Weise ausgestaltet sein. So kann das Hochstromkabel aus nur einem elektrischen Leitungselement gebildet sein. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung weist der Hochstromleiter jedoch mindestens zwei oder mehrere Einzelleiter auf, die aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet sind.

**[0013]** Grundsätzlich kann der Hochstromleiter oder die Einzelleiter, eine beliebige Form und insbesondere einen beliebigen Querschnitt aufweisen. Bevorzugt sind der Hochstromleiter oder die Einzelleiter jedoch mit einem runden Querschnitt ausgebildet. Dabei weist der Hochstromleiter in Summe einen Querschnitt von 100 bis 7.500 mm<sup>2</sup>, bevorzugt 1.000 bis 6.000 mm<sup>2</sup> und/oder die Einzelleiter einen Querschnitt von 10 bis 1.000 mm<sup>2</sup>, bevorzugt von 100 bis 600 mm auf.

**[0014]** Die Einzelleiter können beliebig zueinander angeordnet sein. Sie können aneinander anliegen und/oder verdreht sein oder voneinander beabstandet angeordnet sein. Bevorzugt ist jeder Einzelleiter von einer koaxial angeordneten Ummantelung umgeben, wobei die Ummantelung aus einem beliebigen, den Strom nicht leitenden Material oder Materialverbund, insbesondere einem Kunststoff, einer Kautschukverbindung oder einem Lack ausgebildet ist. Die Ummantelung dient u. a. zur Beabstandung der Einzelleiter voneinander und reduziert deren Reibung aneinander.

**[0015]** Das Hochstromkabel kann ungekühlt, also ohne ein den Leiter umgebendes Kühlmedium, eingesetzt werden. In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Kabel gekühlt, insbesondere flüssigkeitsgekühlt. Dabei ist der Hochstromleiter innerhalb einer in der Ummantelung angeordneten Kühlflüssigkeit angeordnet. Als Kühlflüssigkeit können beliebige Fluide oder Fluidgemische verwendet werden, die eine verbesserte Wärmeabfuhr gewährleisten. Ferner können die Fluide auch mit Additiven, beispielsweise mit Korrosionsschutzadditiven versehen sein.

**[0016]** Bei dem erfindungsgemäßen Hochstromkabel kann die Anbindung des mindestens einen Kabelendes des Hochstromleiters an einen Kabelkopf beliebig erfolgen. So kann die Verbindung stoffschlüssig, beispielsweise durch Verlöten oder Verschweißen erfolgen. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Kabelkopf mit dem Hochstromleiter kraftschlüssig verbunden und weiter bevorzugt verpresst. In einer Weiterentwicklung der Erfindung kann auch die Ummantelung in Verpressung miteinbezogen sein. Im Falle eines flüssigkeitsgekühlten Hochstromkabels wird die Ummantelung im verpressten Bereich zudem gegen ein Austreten der Kühlflüssigkeit abgedichtet.

**[0017]** Im laufenden Betrieb folgt das Hochstromkabel dem Senken, Heben und Verschwenken des Elektrodentragarms. Dadurch ist insbesondere auch der Verbindungsabschnitt zwischen Hochstromleiter und Kabelkopf starken Zug-, Stauch- und Torsionsbeanspruchungen ausgesetzt.

**[0018]** Um diesen Beanspruchungen gerecht zu werden, wird die kraftschlüssige Verbindung zwischen Hochstromleiter und Kabelkopf gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung durch eine form- und/oder stoffschlüssige Verbindung verstärkt.

**[0019]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Kabelkopf dazu in Richtung auf den Hochstromleiter vorstehende Vorsprünge auf, die weiter bevorzugt durch Dorne und/oder Ringe gebildet sind. Diese Vorsprünge graben sich beim Verpressen formschlüssig in die Oberfläche des Hochstromleiters ein. Gegebenenfalls kann ein druckbedingtes Fließen des Aluminiums dabei zudem zu einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Kabelkopf und Hochstromleiter führen.

**[0020]** Die Ummantelung des Hochstromkabels kann aus einem beliebigen Material gebildet sein. Bei einem flüssigkeitsgekühlten Hochstromkabel ist die Ummantelung derart ausgebildet, dass keine Flüssigkeit austreten kann. So kann die Ummantelung einschichtig aus beispielsweise einem Kunststoff oder Kautschukmaterial gebildet sein. Die Ummantelung kann jedoch auch aus einem mehrlagigen Verbund bestehen, wobei mindestens eine Lage flüssigkeitsdicht ist und mindestens eine weitere Lage andere funktionelle Eigenschaften, wie beispielsweise eine Verstärkung zum Schutz gegen äußere Einflüsse, ausübt.

**[0021]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Ummantelung durch einen flexiblen Schlauch gebildet.

Die flexible Ausführung des Schlauchs verbessert die Beweglichkeit des Hochstromkabels. Zudem ist eine Erhöhung der Druck- und Dauerbruchstabilität des Schlauchs gegeben.

**[0022]** In der Regel müssen derartige Schläuche nicht speziell angefertigt werden, sondern können entsprechend ihrem Anforderungsprofil hinsichtlich Querschnitt, Druckbelastbarkeit und Material kostengünstig aus der breiten Palette am Markt erhältlicher Schläuche ausgewählt werden.

**[0023]** Zur Fertigung muss der flexible Schlauch also lediglich coaxial über den Hochstromleiter gezogen werden und anschließend an den Schlauchenden mit diesem gegebenenfalls flüssigkeits- und druckdicht verbunden werden. Dabei kann die Verbindung zwischen Schlauch und Hochstromleiter beliebig erfolgen. So kann der Schlauch stoffschlüssig, z. B. durch Verkleben, und/oder kraftschlüssig, z. B. mittels einer Schlauchschelle mit dem Hochstromleiter verbunden sein. Vorzugsweise wird der Schlauch an mindestens einem Ende zusammen mit dem Hochstromleiter und/oder dem Kabelkopf verpresst.

**[0024]** Vor dem Hintergrund des gegenüber den Kupferpreisen geringeren Rohstoffpreises für Aluminium, der im Wesentlichen kommerziell am Markt erhältlichen Komponenten und des vergleichsweise einfachen Fertigungsverfahrens hebt sich das erfindungsgemäße Hochstromkabel durch geringe Herstellungskosten hervor. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Hochstromkabels gewährleistet zudem vorzugsweise ein Hochstromkabel mit einer verbesserten Stabilität in Bezug auf

- Dauerbruchfestigkeit an der Verbindungsstelle zwischen Kabelkopf und Hochstromleiterende (resultierend aus den geringeren Zugkräften des leichteren Hochstromleiters)
- Korrosionsfestigkeit an der Verbindungsstelle zwischen Kabelkopf und Hochstromleiter (Material mit gleicher Elektronegativität)
- Dauerbruchfestigkeit der Ummantelung durch Ausführung in Form eines flexiblen, den Bewegungen des Elektrodenarms folgenden und auch der Druckbelastung durch die Kühlflüssigkeit standhaltenden Schlauchs.

**[0025]** Gemäß der Erfindung ist ferner in einer Einspeisevorrichtung für einen Lichtbogenofen mit einem mit dem Elektrodentragarm verbundenen Hochstromkabel neben dem Hochstromleiter und dem mindestens einen Kabelkopf auch der Elektrodenarm aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet.

**[0026]** Nachdem der Elektrodenarm einen nicht unwesentlichen Anteil der Einspeisevorrichtung ausmacht, werden damit einerseits das Gewicht und nicht zuletzt auch die Materialkosten für die gesamte Einspeisevorrichtung maßgeblich reduziert. Durch Wahl des gleichen Werkstoffs für Kabelkopf, Hochstromkabel und Elektro-

denarm wird zudem die Anfälligkeit gegen Kontaktkorrosion an der Einspeisevorrichtung und insbesondere an den elektrischen Kontaktierungsstellen zwischen Hochstromleiter und Kabelkopf einerseits sowie Kabelkopf und Elektrodenarm andererseits wesentlich verringert.

**[0027]** Nachfolgend wird ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel anhand einer Zeichnung erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines Hochstromkabels zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektrodentragarms eines Lichtbogenofens.

**[0028]** Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform des Hochstromkabels 1 weist einen Hochstromleiter 2 auf, der durch mehrere Einzelleiter 5 aus Aluminium gebildet ist, von denen hier drei Einzelleiter 5 exemplarisch dargestellt sind. Die Einzelleiter 5 sind dabei von einer Isolierung 6 koaxial umgeben.

**[0029]** Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um ein flüssigkeitsgekühltes Hochstromkabel 1. Dazu sind die eine Isolierung 6 aufweisenden Einzelleiter 5 voneinander beabstandet innerhalb einer mit einer Kühlflüssigkeit 7 befüllten oder von Kühlflüssigkeit 7 durchströmten Ummantelung 3 angeordnet. Die Ummantelung 3 ist mit Anschlüssen 8 zur Zu- und Ableitung der Kühlflüssigkeit 7 versehen, wobei in Fig. 1 aufgrund der perspektivischen Darstellung nur ein Anschluss 8 sichtbar ist.

**[0030]** Am Kabelende weist das Hochstromkabel 1 in der dargestellten Ausführungsform einen Kabelkopf 4 aus Aluminium auf, der mit dem Hochstromleiter 2 und der Ummantelung 3 verbunden ist.

### Patentansprüche

1. Hochstromkabel zur elektrisch leitenden Kontaktierung eines Elektrodentragarms eines elektrisch betriebenen Ofens für Elektroschlacke-Umschmelzverfahren und Reduktionsöfen, mit

- einem Hochstromleiter,
- einer isolierenden, den Hochstromleiter umgebenden Ummantelung und
- einem an mindestens einem Kabelende mit dem Hochstromleiter verbundenen Kabelkopf

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Hochstromleiter (2) und der Kabelkopf (4) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung gebildet sind.

2. Hochstromkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochstromleiter (2) mindestens zwei Einzelleiter (5) aufweist.

3. Hochstromkabel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**

**gekennzeichnet, dass** die Einzelleiter (5) eine koaxial angeordnete Isolierung (6) aufweisen.

4. Hochstromkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochstromleiter (2) flüssigkeitsgekühlt ist, insbesondere innerhalb einer in der Ummantelung (3) angeordneten Kühlflüssigkeit (7) angeordnet ist.

5. Hochstromkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kabelkopf (4) mit dem Hochstromleiter (2) kraftschlüssig verbunden, insbesondere verpresst ist.

6. Hochstromkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kabelkopf (4) in Richtung auf den Hochstromleiter (2) vorstehende Vorsprünge aufweist.

7. Hochstromkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorsprünge durch Dorne und/oder Ringe gebildet sind.

8. Hochstromkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ummantelung durch einen flexiblen Schlauch (3) gebildet ist.

9. Hochstromkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochstromleiter (2) in Summe einen Querschnitt von  $x$  bis  $y$  mm<sup>2</sup>, bevorzugt  $v$  bis  $w$  mm<sup>2</sup>, besonders bevorzugt  $1$  bis  $m$  mm<sup>2</sup> und/oder die Einzelleiter (5) einen Querschnitt von  $a$  bis  $b$  mm<sup>2</sup>, bevorzugt von  $c$  bis  $d$  mm, besonders bevorzugt  $e$  bis  $f$  mm<sup>2</sup> aufweist.

10. Einspeisevorrichtung für elektrisch betriebene Öfen für Elektroschlacke-Umschmelzverfahren und Reduktionsöfen mit einem Elektrodentragarm, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrodentragarm aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung gebildet ist und mit einem Hochstromkabel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-9 verbunden ist.

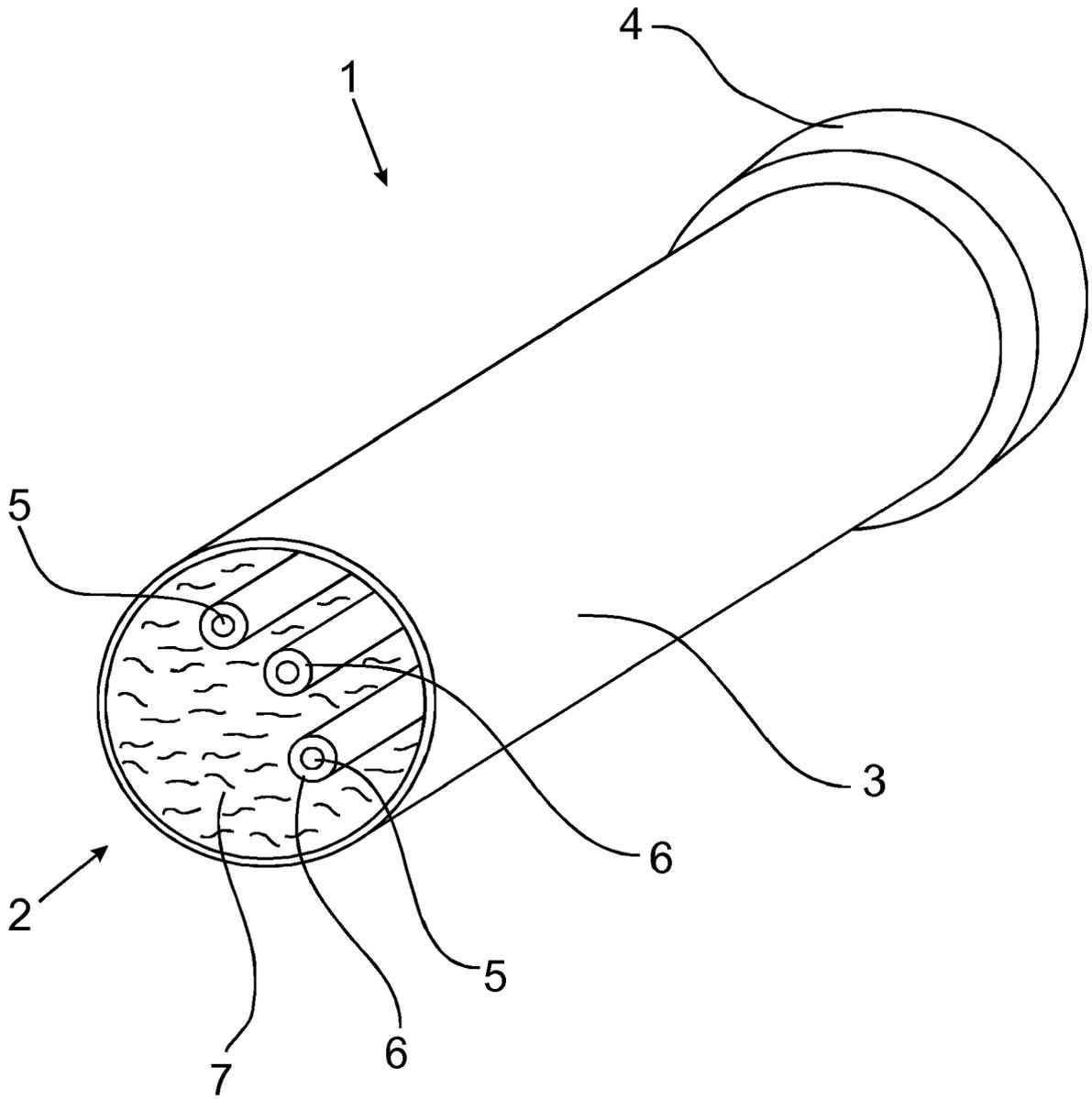


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 17 1141

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 1 336 823 A (ALUMINUM FRANCAIS L) 6. September 1963 (1963-09-06) * Seite 2, rechte Spalte; Abbildungen 1-5 *	1-10	INV. H05B7/11 H01B7/00
A	DE 196 21 672 A1 (KM EUROPA METAL AG [DE]) 4. Dezember 1997 (1997-12-04) * Spalte 2, Zeile 49 - Zeile 61; Abbildungen 2,3 *	1-10	
A	US 3 433 878 A (SUNDBERG YNGVE ET AL) 18. März 1969 (1969-03-18) * Spalte 2, Zeile 53 - Zeile 63; Abbildungen 1-3 *	1-10	
A	US 3 255 300 A (STEPHEN BUNISH ET AL) 7. Juni 1966 (1966-06-07) * Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 59; Abbildungen 1-3 *	1-10	
A	FR 1 483 131 A (ASEA AB) 2. Juni 1967 (1967-06-02) * Seite 2, rechte Spalte; Abbildungen 1-3 *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B H01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. Oktober 2016</b>	Prüfer <b>Gea Haupt, Martin</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 17 1141

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

05-10-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1336823 A	06-09-1963	KEINE	
-----	-----	-----	-----
DE 19621672 A1	04-12-1997	DE 19621672 A1	04-12-1997
		EP 0814641 A1	29-12-1997
		JP H1050474 A	20-02-1998
		US 5889811 A	30-03-1999
-----	-----	-----	-----
US 3433878 A	18-03-1969	DE 1565382 A1	15-01-1970
		GB 1141990 A	05-02-1969
		SE 322850 B	20-04-1970
		US 3433878 A	18-03-1969
-----	-----	-----	-----
US 3255300 A	07-06-1966	KEINE	
-----	-----	-----	-----
FR 1483131 A	02-06-1967	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82