

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

(21) Anmeldenummer: 86904984.1

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: H 05 B 11/00

(22) Anmeldetag: 29.05.86

Daten der zugrundeliegenden internationalen Anmeldung:

(86) Internationale Anmeldenummer:  
PCT/SU86/00049

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
WO87/07468 (03.12.87 87/27)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
08.06.88 Patentblatt 88/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT DE GB IT SE

(71) Anmelder: VSESOJUZYNY  
NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY  
PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY I TEKHOLOGICHESKY  
INSTITUT ELEKTROTERMICHESKOGO OBOURODOVANIA  
'VNIETO' ul. Nizhegorodskaya, 29  
Moscow 109052(SU)

(72) Erfinder: KAPLUN, Mikhail Yakovlevich  
ul. Baikalskaya, 38-2-80  
Moscow, 107207(SU)

(72) Erfinder: KRUTYANSKY, Mikhail Mironovich  
ul. Initsiativnaya, 9-2-202  
Moscow, 109052(SU)

(72) Erfinder: LADOZHISKY, Vadim Georgievich  
ul. Zelenodolskaya, 14-2-24  
Moscow, 109377(SU)

(72) Erfinder: MALINOVSKY, Vladimir Sergeevich  
pr. Vernadskogo, 9-542  
Moscow, 117311(SU)

(72) Erfinder: ODOPOZOV, Leonid Borisovich  
ul. Kasatkina, 21-13  
Moscow, 129301(SU)

(72) Erfinder: PROSTYAKOV, Alexandr Alexandrovich  
Zeleny pr., 48-2-156  
Moscow, 111396(SU)

(72) Erfinder: REZUNENKO, Alexandr Lvovich  
ul. Lenina, 11-65 Moskovskaya obl.  
Istra, 143500(SU)

(72) Erfinder: SVIDO, Alexandr Viktorovich  
ul. Bosova, 1-19 Moskovskaya obl.  
Istra, 143500(SU)

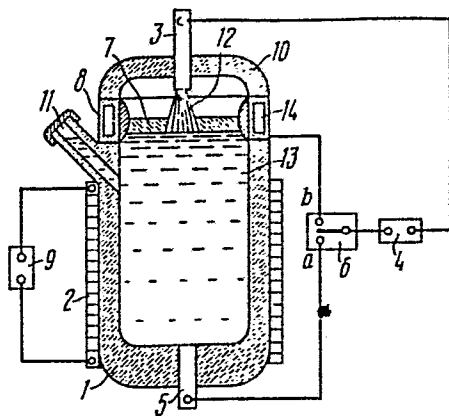
(72) Erfinder: TEREKHOV, Evgeny Petrovich  
ul. Bosova, 15-45 Moskovskaya obl.  
Istra, 143500(SU)

(72) Erfinder: FOMIN, Nikolai Ivanovich  
ul. Tashkentskaya, 4-2-83  
Moscow, 109444(SU)

(74) Vertreter: Ebbinghaus, Dieter et al,  
v. FÜNER, EBBINGHAUS, FINCK Postfach 95 01 60  
D-8000 München 95(DE)

(54) INDUKTIONSPLASMAOFEN.

(57) Der Plasmainduktionsofen enthält einen feuerfesten Tiegel (1) mit einem den Tiegel (1) umfassenden Induktor (2), ein an eine Stromquelle (4) angeschlossenes über dem Tiegel (1) angebrachtes Plasmatron (3) und eine Bodenelektrode (5), die im Boden des Tiegels (1) angeordnet und an die Stromquelle (4) des Plasmatrons (3) über eine Umschaltvorrichtung (6) angeschlossen ist. Der obere Teil des Tiegels (1) ist in Form eines gekühlten Metallrings (8) ausgebildet, der mit der Umschaltvorrichtung (6) elektrisch gekoppelt ist.



## PLASMAINDUKTIONSOFEN

Die Erfindung bezieht sich auf die Metallurgie und Elektrothermie und betrifft einen Plasmainduktionsofen.

Stand der Technik

5 Es sind Induktionstiegel schmelzöfen zum Schmelzen von Metallen und Legierungen bekannt. Sie enthalten einen feuerfesten Tiegel, der von einem Induktor umgeben ist. Die für die Entstehung einer Schmelze in diesen Öfen notwendige Wärme entsteht durch die in der Metallcharge induzierten Ströme (S. A. 10 Farbmann, I.F. Kolobnjev, "Induktionsöfen zum Schmelzen von Metallen und Legierungen", Verlag "Metallurgia", Moskau, 1968, S. 328).

Diese Öfen sind durch eine niedrige Schmelzgeschwindigkeit der leichten Charge und eine geringe Aktivität der Schlacke 15 gekennzeichnet, die eine relativ niedrige Temperatur hat. Die Ursache für die niedrige Temperatur der Schlacke in diesen Öfen liegt im Funktionsprinzip dieser Öfen, in denen die Leistung in der elektrisch leitenden Beschickung durch das elektromagnetische Feld des Induktors induziert wird. Da Schlack- 20 en einen elektrisch nichtleitenden Stoff darstellen, wird in ihnen keine Leistung erzeugt und sie erhitzen sich durch Wärmeleitung vom geschmolzenen Metall.

Außerdem sind Plasmainduktionsöfen bekannt, die einen feuerfesten Tiegel mit einem den Tiegel umfassenden Induktor, 25 ein an eine Stromquelle angeschlossenes, über dem Tiegel angebrachtes Plasmatron und eine Bodenelektrode enthalten, die im Boden des Tiegels installiert und an die Stromquelle des Plasmatrons über eine Umschaltvorrichtung angeschlossen ist (JP-PS Nr. 13242/65, Nat. Kl. 10A41).

30 Beim Zuführen einer Speisung an die Bodenelektrode kommt es zum Zünden eines Plasmalichtbogens zwischen der Katode des Plasmatrons und der Charge, die mit der Bodenelektrode elektrisch in Kontakt steht. Die vom Lichtbogen erzeugte Leistung hängt nicht von der Dichte der Beschickung ab, wodurch der 35 Schmelzprozeß der leichten Charge erheblich intensiviert werden kann.

Die Schlacke wird in diesem Ofen vor allem durch die vom Lichtbogen ausgehende Strahlung erhitzt, wodurch erhebliche 40 Temperaturen der Schlacke erzielt werden können, die über der Temperatur des Metalls liegen.

Die durch den Plasmalichtbogen erhitzte Schlacke weist eine wesentlich höhere Raffinationsaktivität auf, wodurch die Qualität des Metalls verbessert wird. Dabei tritt jedoch die erhitzte Schlacke energisch mit der feuerfesten Auskleidung des Tiegels in Wechselwirkung und verkürzt deren Lebensdauer. 5 Außerdem bewirkt die Strahlung des Plasmalichtbogens eine Überhitzung des oberen Teils des Tiegels, was noch mehr die Lebensdauer der Auskleidung des Tiegels verkürzt. Diese Erscheinungen begrenzen die vom Plasmatron erzeugte Leistung.

10 Die Bodenelektrode steht in dem bekannten Ofen nach dem Schmelzen der Charge und dem Überhitzen der Metallschmelze unter großer Wärmebelastung. Die Erhöhung der Wärmebelastung ist dadurch verursacht, daß zu der Jouleschen Wärme, die in der Bodenelektrode durch die in ihr fließenden Ströme ent- 15 steht, die Wärme hinzukommt, die an die Bodenelektrode von der überhitzten Schmelze übertragen wird, die in der Zone der Stirnseite der Bodenelektrode durch Kräfte der elektromagnetischen Wechselwirkung des Stroms mit dem eigenen Magnetfeld zirkuliert. Diese Erscheinung verstärkt das Abschmelzen der 20 Bodenelektrode und bewirkt deren vorzeitigen Ausfall.

#### Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Konstruktion eines Plasmainduktionsofens so zu vervollkommen, daß es bei großer Leistung des Plasmatrons nicht zur Zerstörung der 25 Funktionselemente des Ofens (der Auskleidung des Tiegels, der Bodenelektrode) kommt, wodurch die Lebensdauer und Zuverlässigkeit des Ofens erhöht und seine technologischen Möglichkeiten erweitert werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in einem Plasma- 30 induktionsofen, der einen feuerfesten Tiegel mit einem den Tiegel umfassenden Induktor, ein an eine Stromquelle angeschlossenes, über dem Tiegel angebrachtes Plasmatron und eine Bodenelektrode enthält, die im Boden des Tiegels angeordnet und an die Stromquelle des Plasmatrons über eine Umschaltvor- 35 richtung angeschlossen ist, gemäß der Erfindung der obere Teil des Tiegels in Form eines gekühlten Metallrings ausgebildet wird.

Es ist zweckmäßig, den Metallring elektrisch mit der einen Zweiwegumschalter darstellenden Umschaltvorrichtung zu

koppeln.

Ein nach der vorliegenden Erfindung hergestellter Plasma-  
induktionsofen ist durch eine hohe Zuverlässigkeit und Le-  
bensdauer als Folge des Schutzes des Tiegels vor der Strah-  
lung des Lichtbogens und der Einwirkung der aktiven heißen  
5 Schlacken mit Hilfe des gekühlten Metallrings und auch zu-  
sätzlich als Folge der Stromzuführung durch den Metallring  
und des Stromlosmachens der Bodenelektrode nach dem Her-  
unterschmelzen der Charge gekennzeichnet. Der erfindungs-  
gemäße Plasmainduktionsofen hat eine hohe Leistung infolge  
10 der Erhöhung der vom Plasmatron erzeugten Leistung, weite  
technologische Möglichkeiten des Aggregats und eine hohe Qu-  
alität des Metalls infolge der Anwendung beliebiger reak-  
tionsaktiver Schlacken und hoher Temperaturen des Plasma-  
lichtbogens.  
15

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Im folgenden wird die Erfindung durch die Beschreibung  
einer konkreten Ausführungsvariante und anhand der beigeleg-  
ten Zeichnung erläutert, in der im Schnitt ein erfindungs-  
gemäßer Plasmainduktionsofen abgebildet ist.  
20

#### Beste Ausführungsvariante der Erfindung

Der Plasmainduktionsofen enthält einen feuerfesten Tie-  
gel 1 mit einem den Tiegel 1 umfassenden Induktor 2, ein  
Plasmatron 3, das über dem Tiegel 1 angeordnet und an eine  
25 Stromquelle 4 angeschlossen ist, und eine Bodenelektrode 5,  
die im Boden des Tiegels 1 installiert und über den Kontakt  
"a" einer Umschaltvorrichtung 6 an die Stromquelle 4 des  
Plasmatrons 3 angeschlossen ist.

Der obere Teil des Tiegels 1 ist in der Schlackenzone 7  
30 in Form eines gekühlten Metallrings 8 ausgebildet. Der Ring  
8 ist über den Kontakt "b" der Umschaltvorrichtung 6 mit der  
Stromquelle 4 des Plasmatrons elektrisch gekoppelt. Als Um-  
schaltvorrichtung 6 wird ein Zweiwegumschalter mit den Kon-  
takten "a" und "b" verwendet. Zum Kühlen des Rings 8 benutzt  
35 man Wasser-, Verdunstungs-, Luftkühlung oder Kühlung durch  
ein flüssiges Metall. Der Stoff, aus dem der Ring besteht -  
Kupfer, Stahl oder ein anderes Metall, besitzt eine hohe  
Wärmeleitfähigkeit und eine geringe Aktivität gegenüber der  
Charge.

Zum Anlegen einer Spannung an den Induktor 2 ist eine Stromquelle 9 vorgesehen, die Stromquellen 4 und 9 können jedoch auch zu einer Stromquelle zusammengelegt werden. Zur Erzielung eines hermetischen Abschlusses des Arbeitsraums und zur Senkung der Wärmeverluste hat der Tiegel 1 einen Dekkel 10. Außerdem befindet sich in der Wand des Tiegels 1 ein Abstichloch 11.

Der erfindungsgemäße Plasmainduktionsofen funktioniert folgendermaßen.

10 Nach der Beschickung des Tiegels 1 mit der Charge werden die Stromquellen 4 und 9 eingeschaltet, wobei die Stromquelle 4 über den Kontakt "a" der Umschaltvorrichtung 6 mit der Bodenelektrode 5 verbunden ist. Zwischen dem Plasmatron 3 und der Charge wird ein Lichtbogen 12 gezündet, der in die  
15 Charge einen Schacht hineinbrennt und seine Wärmeleistung an das umzuschmelzende Metall überträgt. Nach dem Schmelzen der ersten Beschickung wird die Charge aufgefüllt, und der Prozeß wiederholt sich, bis der Spiegel der Schmelze 13 im Tiegel 1 die Höhe des Rings 8 erreicht. Der Schmelzprozeß  
20 der Charge verläuft mit einer hohen Intensität infolge der gleichzeitigen Wirkung des Plasmatrons 3 und des Induktors 2. Wenn der Ofen mit der Schmelze 13 gefüllt ist, wird ein Schlackenbad der erforderlichen Zusammensetzung gemacht und die Umschaltvorrichtung 6 so umgeschaltet, daß der Ring 8  
25 über den Kontakt "b" mit der Stromquelle 4 verbunden ist. Der Speisestrom des Lichtbogens 12 fließt in diesem Fall durch folgende Kette: Stromquelle 4 - Kontakt "b" der Umschaltvorrichtung 6 - Metallring 8 - Metallschmelze 13 - Lichtbogen 12 -  
30 - Plasmatron 3. Dabei fließt der Strom nicht durch die Bodenelektrode 5, die Joulesche Erwärmung und die durch die Wechselwirkung des Stroms mit dem eigenen Magnetfeld der Schmelze 13 hervorgerufene Bewegung der Schmelze hören auf, wodurch die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer der Bodenelektrode 5 wesentlich erhöht werden. Die Dichte des durch den Ring 8  
35 fließenden Stroms ist infolge der großen Oberfläche des Rings 8 so gering, daß praktisch die Wärmebelastung des Rings 8 nicht erhöht wird.

Während des Betriebs des Ofens wird durch die Kühlung des Rings 8 mit Hilfe eines Kühlmittels und durch die hohe

Wärmeleitfähigkeit des Stoffs, aus dem der Ring 8 besteht, auf der mit der Schlacke in Berührung kommenden Oberfläche des Rings 8 eine niedrige Temperatur aufrechterhalten, wodurch die Schlacke in der Zone des Rings 8 stark abgekühlt wird, was zur Bildung eines Ansatzes 14 führt, der den Ring 8 vor der Einwirkung der Schmelze 13, der Schlacke und der Strahlung des Lichtbogens 12 schützt. In den erfindungsgemä-  
5 Ben Ofen kann man beliebige aktive Schlacke einbringen und sie bis auf hohe Temperaturen mit Hilfe des Plasmalichtbo-  
10 gens 12 erhitzen, was die technologischen Möglichkeiten des Ofens wesentlich erweitert und die Qualität der raffinierten Schmelze 13 verbessert.

Nach Beendigung des Schmelzprozesses erfolgt der Ab-  
stich der Schmelze 13 durch das Abstichloch 11.

#### Industrielle Anwendbarkeit

15 Der Plasmainduktionsofen kann zum Schmelzen von Eisen-  
- und Nichteisenmetallen und Legierungen verwendet werden.

PATENTANSPRÜCHE

5 1. Plasmainduktionsofen, der einen feuerfesten Tie-  
gel (1) mit einem den Tiegel (1) umfassenden Induktor (2),  
ein an eine Stromquelle (4) angeschlossenes, über dem Tie-  
gel (1) angebrachtes Plasmatron (3) und eine Bodenelektro-  
de (5) enthält, die im Boden des Tiegels (1) angeordnet und  
an die Stromquelle (4) des Plasmatrons (3) über eine Um-  
schaltvorrichtung (6) angeschlossen ist, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der obere Teil des Tiegels (1) in Form eines  
10 gekühlten Metallrings (8) ausgebildet ist.

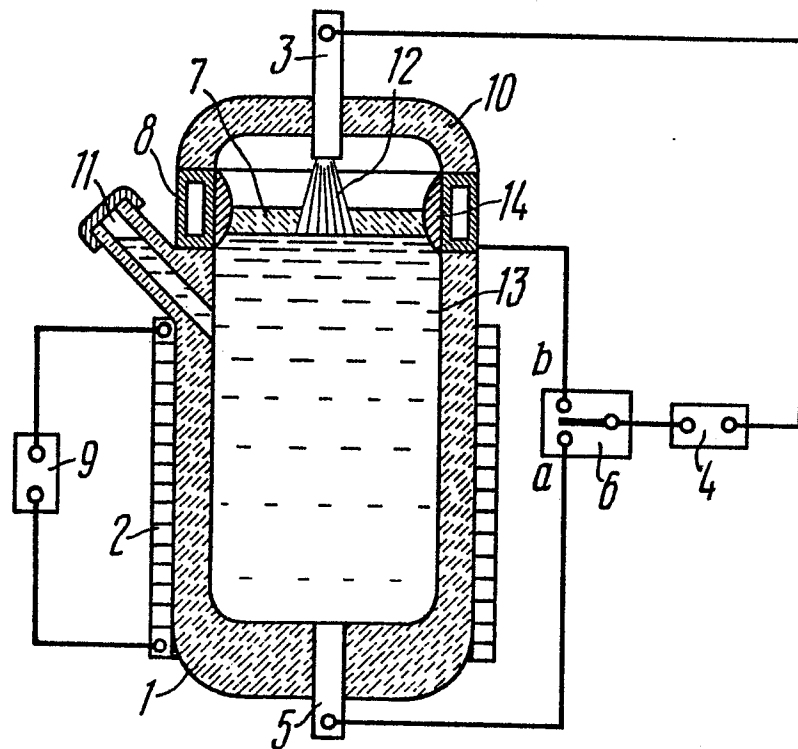
2. Plasmainduktionsofen nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der Metallring (8) mit der einen Zweiweg-  
umschalter darstellenden Umschaltvorrichtung (6) elektrisch  
gekoppelt ist.



111

EPAB-35959.1

0269735



0690498411

00-70  
0269735

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 86/00049

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">IPC<sup>4</sup>    H 05 B 11/00</div>														
<b>II. FIELDS SEARCHED</b> <div style="text-align: center; font-size: 0.8em;">Minimum Documentation Searched *</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%; text-align: left; padding: 5px;">Classification System</th> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; padding: 5px;">IPC<sup>4</sup></td> <td style="padding: 5px;">H 05 B 7/18, 7/22, 11/00, 6/00; F 27 B 17/00, 19/00, F 27 D 23/00</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: 0.8em; margin-top: 5px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *</div>			Classification System	Classification Symbols	IPC <sup>4</sup>	H 05 B 7/18, 7/22, 11/00, 6/00; F 27 B 17/00, 19/00, F 27 D 23/00								
Classification System	Classification Symbols													
IPC <sup>4</sup>	H 05 B 7/18, 7/22, 11/00, 6/00; F 27 B 17/00, 19/00, F 27 D 23/00													
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: left; padding: 5px;">Category *</th> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup></th> <th style="width: 10%; text-align: left; padding: 5px;">Relevant to Claim No. <sup>13</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">US, A; 4139722, (ASEA Aktiebolag), 13 February 1979 (13.02.79) --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">SU, A1, 462320, (G.D.Zaitsev, et al), 14 April 1975 (14.04.75) --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">JP, B2, 40-13242, 26 June 1965 (26.06.65) -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>	Y	US, A; 4139722, (ASEA Aktiebolag), 13 February 1979 (13.02.79) --	1	Y	SU, A1, 462320, (G.D.Zaitsev, et al), 14 April 1975 (14.04.75) --	1	A	JP, B2, 40-13242, 26 June 1965 (26.06.65) -----	1
Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>												
Y	US, A; 4139722, (ASEA Aktiebolag), 13 February 1979 (13.02.79) --	1												
Y	SU, A1, 462320, (G.D.Zaitsev, et al), 14 April 1975 (14.04.75) --	1												
A	JP, B2, 40-13242, 26 June 1965 (26.06.65) -----	1												
<div style="font-size: 0.8em;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"A" document member of the same patent family</p> </div> </div> </div>														
<b>IV. CERTIFICATION</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Date of the Actual Completion of the International Search  <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">27 November 1986 (27.11.86)</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Date of Mailing of this International Search Report  <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">26 February 1987 (26.02.87)</div> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           International Searching Authority  <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">ISA/SU</div> </td> <td style="padding: 5px;">           Signature of Authorized Officer         </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">27 November 1986 (27.11.86)</div>	Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">26 February 1987 (26.02.87)</div>	International Searching Authority <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">ISA/SU</div>	Signature of Authorized Officer								
Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">27 November 1986 (27.11.86)</div>	Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">26 February 1987 (26.02.87)</div>													
International Searching Authority <div style="text-align: center; font-size: 1.1em;">ISA/SU</div>	Signature of Authorized Officer													