



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 045 419 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.10.2000 Patentblatt 2000/42**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H01H 87/00**, **H01H 29/04**

(21) Anmeldenummer: **00106491.4**

(22) Anmeldetag: **25.03.2000**

(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: **12.04.1999 DE 19916322**

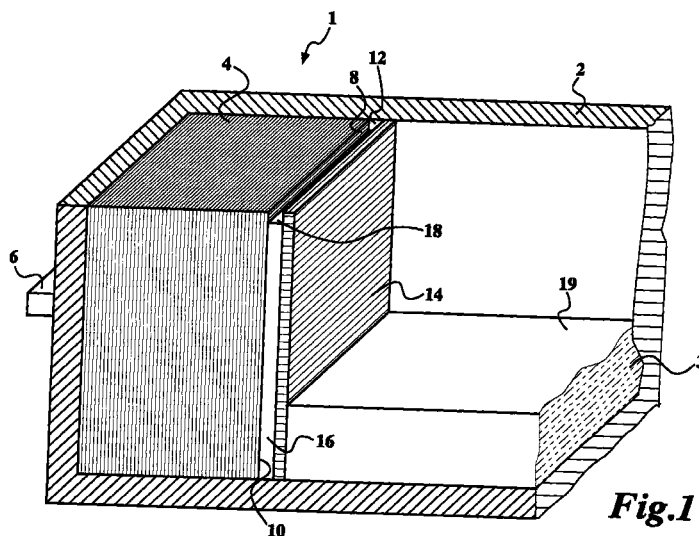
(71) Anmelder: **Moeller GmbH**  
**53115 Bonn (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Rosentreter, Matthias A.**  
**65195 Wiesbaden (DE)**  
• **Rolle, Suzette**  
**53115 Bonn (DE)**  
• **Terhoeven, Peter**  
**53347 Alfter (DE)**  
• **Richarz, Frank**  
**53121 Bonn (DE)**  
• **Krätzschmar, Andreas**  
**53123 Bonn (DE)**  
• **Weber, Thomas**  
**53111 Bonn (DE)**

(54) **Elektrodenanordnung für elektrische Einrichtungen mit Flüssigmetall**

(57) Die Erfindung betrifft eine Elektrodenanordnung für elektrische Einrichtungen mit Flüssigmetall. Es ist eine Elektrode (4) aus Festmetall zum Anschließen an einen äußeren Stromkreis vorgesehen, die im Inneren eines Isolierkörpers (2) mit ihrer Innenfläche (8) elektrisch leitend mit dem Flüssigmetall (3) in Verbindung steht. Die Innenfläche (8) ist über eine Zwischenschicht (16) aus Flüssigmetall innig mit einem Protektor (14) aus Festmaterial elektrisch verbunden. Das Fest-

material ist im Verhältnis zum Material der Elektrode (4) sowohl diffusionsbeständiger gegenüber dem Flüssigmetall (3) und der Zwischenschicht (16) als auch abbrandfester gegenüber Lichtbogeneinflüssen. Vorzugsweise ist auf der Innenfläche (8) eine elektrisch leitende Materialschicht (10) aufgebracht ist, die gegenüber der Zwischenschicht (16) eine hohe Diffusionsbeständigkeit aufweist.



**Fig.1**

**EP 1 045 419 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Elektrodenanordnung für elektrische Einrichtungen mit Flüssigmetall nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere für selbsterholende Strombegrenzungseinrichtungen.

**[0002]** Aus der Druckschrift SU 922 911 A ist eine Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die zwei zum Inneren der Strombegrenzungseinrichtung eben ausgebildete Elektroden aus Festmetall enthält, die durch druckfeste Isolierkörper getrennt sind. Innerhalb der Isolierkörper sind durch isolierende Zwischenwände mit Flüssigmetall teilweise aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume ausgebildet, die untereinander über mit Flüssigmetall ausgefüllte Verbindungskanäle der Zwischenwände verbunden sind. Damit besteht im Normalbetrieb über das Flüssigmetall eine durchgehende innere leitende Verbindung zwischen den Elektroden. Im Strombegrenzungsfall wird infolge der hohen Stromdichte schlagartig das Flüssigmetall aus den Verbindungskanälen verdrängt. Damit ist die elektrische Verbindung der Elektroden über das Flüssigmetall unterbrochen, was zur Begrenzung des Kurzschlußstromes führt. Nach Abschaltung oder Beseitigung des Kurzschlusses füllen sich die Verbindungskanäle wieder mit Flüssigmetall, worauf die Strombegrenzungseinrichtung erneut betriebsbereit ist. In der Druckschrift DE 40 12 385 A1 wird als Medium über dem Flüssigkeitspiegel Vakuum, Schutzgas oder eine isolierende Flüssigkeit erwähnt. In der Druckschrift SU 1 094 088 A ist als gut leitendes Material für die Elektroden Kupfer angegeben. Es ist nach Druckschrift DE 26 52 506 A1 bekannt, bei beweglichen Kontakteinrichtungen Gallium-Legierungen, insbesondere GalInSn-Legierungen zu verwenden. In dieser Druckschrift wird auch beschrieben, daß äußere Anschlußelemente an innere Kontaktelemente unter Einschluß eines Überzugs aus Flüssigmetall angeklemt sind.

**[0003]** Sowohl im Normalbetrieb durch Diffusion oder Korrosion als auch im Begrenzungsfall durch Lichtbogenerosion gelangt Elektrodenmaterial von den Innenflächen der Elektroden in das Flüssigmetall, was in nachteiliger Weise in erster Linie zu einer allmählichen Auflösung der Elektrodeninnenflächen bis hin zum Lochfraß sowie in zweiter Linie zur Verunreinigung des Flüssigmetalls führt. Dies führt zu einer geringeren Leitfähigkeit der Einrichtung insgesamt und zu einem höheren Schmelzpunkt des Flüssigmetalls im besonderen. Daraus resultiert wiederum eine ungenügende Stabilität und Lebensdauer der elektrischen Einrichtung.

**[0004]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, der Diffusion, Korrosion und Erosion der vom Flüssigmetall benetzten Innenflächen der Elektroden wirksam zu begegnen.

**[0005]** Ausgehend von einer Elektrodenanordnung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst, während den

abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

**[0006]** Durch die Zwischenschicht aus Flüssigmetall und dem vorgelagerten Protektor wird die Innenfläche der Elektrode weitgehend vor den erodierenden Einflüssen im übrigen Flüssigmetall entstehender Lichtbögen und in einem gewissen Maße auch vor Diffusion und Korrosion gegenüber dem Flüssigmetall geschützt. Damit wird eine Elektrodenanordnung vorgeschlagen, die durch die Zwischenschicht eine ausgezeichnete elektrische Verbindung zwischen Elektrode und Protektor gewährleistet, ohne daß es technologisch aufwendiger Verbindungstechniken für die unterschiedlichen Materialien der Elektrode einerseits und des Protektors anderseits bedarf.

**[0007]** Für das Festmaterial des Protektors sind vorteilhaft Wolfram, Molybdän, Vanadium, Nickel, Tantal, Titan, Rhenium, Chrom oder deren Legierungen zu verwenden. Auch die Verwendung von Edelstählen, insbesondere solchen mit hohem CrNi-Gehalt, ist vorteilhaft.

**[0008]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß auf der Innenfläche eine Materialschicht aufgebracht ist, welche das übrige Elektrodenmaterial (im allgemeinen Kupfer) im hohen Maße vor Diffusion und Korrosion durch das Flüssigmetall der Zwischenschicht schützt. Damit ist eine langfristig stabile Elektrodenanordnung entstanden, die einerseits durch den Protektor gegen die schädlichen Einflüsse von Lichtbögen und anderseits durch die Materialschicht gegen die schädlichen Einflüsse des Flüssigmetalls ausreichend geschützt ist. Für diese Materialschicht werden vorteilhaft Wolfram, Molybdän, Nickel, Chrom oder deren Legierungen vorgeschlagen. Die Materialschicht kann beispielsweise durch Galvanisieren oder Plattieren aufgebracht werden.

**[0009]** An den Protektor werden keine besonderen mechanischen Anforderungen gestellt. Er kann zweckmäßig als dünne Platte oder als ausreichend dicke Folie ausgebildet sein.

**[0010]** Vorteilhaft ist der von der Innenfläche der Elektrode und dem Protektor gebildete Zwischenraum gegenüber dem übrigen Flüssigmetall dicht abgeschlossen; insbesondere weist er einen hohen Füllstand auf. Dadurch ergibt sich eine günstige Stromverteilung vor der Elektrode, was zu einer Reduzierung des übrigen Flüssigmetalls und damit des Bauvolumens der Strombegrenzungseinrichtung genutzt werden kann.

**[0011]** GalInSn-Legierungen als zu verwendendes Flüssigmetall sind einfach zu handhaben durch ihre physiologische Unbedenklichkeit. Eine Legierung aus 660 Gewichtsanteilen Gallium, 205 Gewichtsanteilen Indium und 135 Gewichtsanteilen Zinn ist bei Normaldruck von 10°C bis 2000°C flüssig und besitzt eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit. Der Erfindung steht es jedoch nicht entgegen, auch andere Flüssigmetalle mit niedrigem Schmelzpunkt, wie beispielsweise das

Rose- oder das Wood-Metall, zu verwenden.

**[0012]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden in dem nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel erläutert, wobei in der einzigen Figur 1 eine erfindungsgemäße Elektrodenanordnung in geöffneter perspektivischer Darstellung gezeigt ist.

**[0013]** In Fig. 1 ist teilweise eine nach oben und vom aufgebroschene sowie nach rechts weggebroschene Strombegrenzungseinrichtung, wie sie beispielsweise aus der Druckschrift SU-Erfindungsschrift 922 911 bekannt ist, dargestellt. Von den beiden Elektrodenanordnungen der allseitig von einem Isolierkörper 2 umgebenen und zum Teil mit Flüssigmetall 3 gefüllte Strombegrenzungseinrichtung ist nur die linksseitige dargestellt und mit 1 bezeichnet.

**[0014]** Die Elektrodenanordnung 1 enthält eine kupferne Elektrode 4, die in einen äußeren Anschlußleiter 6 übergeht. Die Elektrode 4 ist an ihrer Innenfläche 8 mit einer dünnen Materialschicht 10 beschichtet. Die Materialschicht 10 besteht im Beispiel aus aufgalvanisiertem Wolfram und schützt die Elektrode 4 vor Diffusion des Elektrodenmaterials in Flüssigmetall und Korrosion der Innenfläche 8 durch das Flüssigmetall. Vor der Innenfläche 8 ist unter Belassung eines Zwischenraumes 12 ein Protektor 14 angeordnet. Der Protektor 14 besteht aus einem Material, das sowohl eine ausreichende Diffusionsbeständigkeit gegenüber dem Flüssigmetall 3 als auch eine ausreichende Lichtbogenfestigkeit aufweist. Der Protektor 14 schließt den Zwischenraum 12 dicht gegenüber dem Flüssigmetall 3 ab und besteht im Beispiel aus einem Edelstahlplättchen mit hohen relativ Anteilen von Chrom und Nickel. In dem Zwischenraum 12 befindet sich eine Zwischenschicht 16 aus Flüssigmetall gleicher Zusammensetzung (dies ist jedoch nicht zwingend) wie das übrige Flüssigmetall 3, beispielsweise eine GaInSn-Legierung. Damit besteht eine innige elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Flüssigmetall 3 und der Innenfläche 8 der Elektrode 4. Die flüssige Zwischenschicht 16 weist einen hohen Füllstand gegenüber dem übrigen Flüssigmetall 3 auf, d.h., der Flüssigkeitsspiegel 18 der Zwischenschicht 16 ist wesentlich höher als der Flüssigkeitsspiegel 19 des übrigen Flüssigmetalls. Dadurch wird sowohl im Nennbetrieb als auch bei Kurzschluß eine günstige Stromverteilung innerhalb der Zwischenschicht 16 gewährleistet, so daß es nur zu einer geringen Stromerwärmung sowie zu einer geringen Wahrscheinlichkeit zur Ausbildung von Lichtbögen in der Zwischenschicht 16 kommen kann.

**[0015]** Damit ist die Elektrodenanordnung 1 weitgehend frei von nachteiligen Materialabtragungen und -veränderungen, wie sie bei bekannten Elektrodenanordnungen von Flüssigmetall enthaltenden elektrischen Einrichtungen durch das Flüssigmetall und auftretende Lichtbögen auftreten.

## Patentansprüche

1. Elektrodenanordnung für elektrische Einrichtungen mit Flüssigmetall, wobei eine Elektrode (4) aus Festmetall zum Anschließen an einen äußeren Stromkreis vorgesehen ist, die im Inneren eines Isolierkörpers (2) mit ihrer Innenfläche (8) elektrisch leitend mit dem Flüssigmetall (3) in Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innenfläche (8) über eine Zwischenschicht (16) aus Flüssigmetall innig mit einem Protektor (14) aus Festmaterial elektrisch verbunden ist, wobei das Festmaterial im Verhältnis zum Material der Elektrode (4) sowohl diffusionsbeständiger gegenüber dem Flüssigmetall (3) und der Zwischenschicht (16) als auch abbrandfester gegenüber Lichtbogeneinflüssen ist.
2. Elektrodenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Festmaterial aus Wolfram, Molybdän, Vanadium, Nickel, Tantal, Titan, Rhenium, Chrom oder deren Legierungen besteht.
3. Elektrodenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Festmaterial aus hochlegiertem Edelstahl besteht.
4. Elektrodenanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Festmaterial aus Edelstahl mit hohem CrNi-Gehalt besteht.
5. Elektrodenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der Innenfläche (8) eine elektrisch leitende Materialschicht (10) aufgebracht ist, die gegenüber der Zwischenschicht (16) eine hohe Diffusionsbeständigkeit aufweist.
6. Elektrodenanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Materialschicht (16) aus Wolfram, Molybdän, Nickel, Chrom oder deren Legierungen besteht.
7. Elektrodenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Protektor (14) planen- oder folienförmig ausgebildet ist.
8. Elektrodenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Zwischenschicht (16) in einem gegenüber dem übrigen Flüssigmetall (3) dicht abgeschlossenen Zwischenraum (12) befindet.
9. Elektrodenanordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zwischenschicht (16) gegenüber dem übrigen Flüssigmetall (3) einen hohen Füllstand aufweist.

10. Elektrodenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flüssigmetall (3) und die Zwischenschicht (16) aus einer GaInSn-Legierung bestehen.

5

10

15

20

25

30

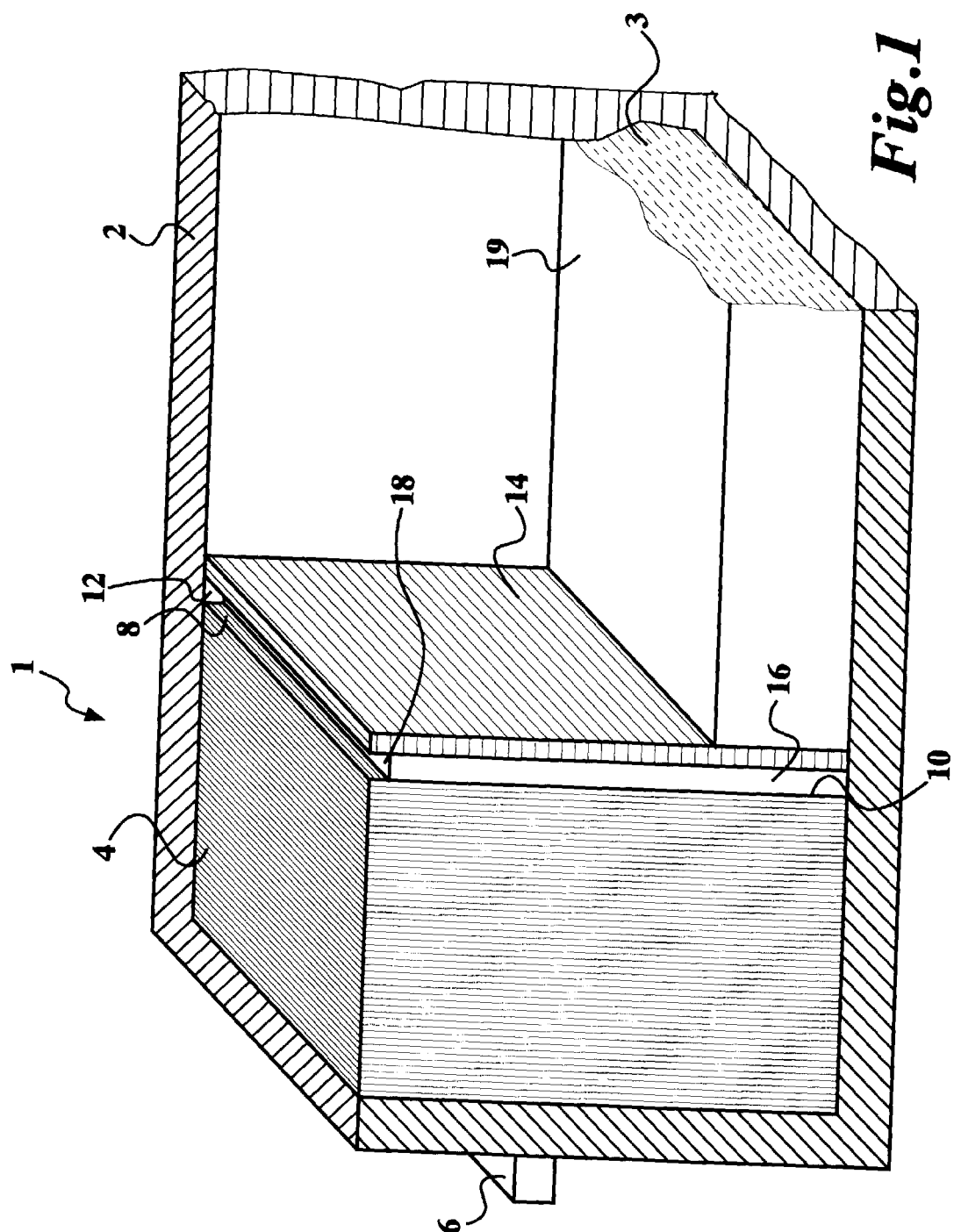
35

40

45

50

55



**Fig. 1**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 6491

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 3 670 282 A (ITOH TOSHIO ET AL) 13. Juni 1972 (1972-06-13)	1-4	H01H87/00 H01H29/04
Y	* das ganze Dokument *	5,6,10	
Y	GB 927 395 A (JAMES SAYERS) * Ansprüche 1,2 *	5,6	
Y,D	DE 26 52 506 A (GEC ELLIOTT AUTOMATION LTD) 24. Mai 1978 (1978-05-24) * Anspruch 8 *	10	
A	DE 37 39 193 A (BLASCHKE KURT) 1. Juni 1989 (1989-06-01) * Zusammenfassung; Anspruch 4 *	3,4	
A	GB 1 520 080 A (RENTON C A) 2. August 1978 (1978-08-02) * Seite 1, Zeile 9-11 * * Seite 2, Zeile 75 - Zeile 78 *	3,4	
A	DE 20 28 593 A (MITSUBISHI DENKI) 7. Januar 1971 (1971-01-07) * Seite 15, Zeile 2 - Zeile 11 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) H01H
A,D	SU 922 911 A (KB POLT INST KUJBYSHEVA) 23. April 1982 (1982-04-23)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>28. Juni 2000</b>	Prüfer <b>Desmet, W</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 00 10 6491

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.

28-06-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3670282 A	13-06-1972	KEINE	
GB 927395 A		KEINE	
DE 2652506 A	24-05-1978	KEINE	
DE 3739193 A	01-06-1989	KEINE	
GB 1520080 A	02-08-1978	KEINE	
DE 2028593 A	07-01-1971	JP 49005544 B	07-02-1974
		JP 49008373 B	26-02-1974
		FR 2051023 A	02-04-1971
		GB 1313012 A	11-04-1973
		US 3753190 A	14-08-1973
SU 922911 A	23-04-1982	KEINE	

EPO FORM P0461

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