

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<b>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>5</sup> :</b> <b>B23H 9/16, 9/00, G21C 19/307</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 94/12307</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 9. Juni 1994 (09.06.94)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE93/01106 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 22. November 1993 (22.11.93)	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> FI, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
<b>(30) Prioritätsdaten:</b> P 42 40 537.8      2. December 1992 (02.12.92)      DE	<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
<b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).		
<b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> BEUERLEIN, Bernd [DE/DE]; Paul-Gossen-Strasse 34, D-91052 Erlangen (DE).		

**(54) Title:** METHOD OF MANUFACTURING A FILTER PLATE FOR THE FOOT OF A NUCLEAR-FUEL ELEMENT, AND A FUEL ELEMENT FITTED WITH SUCH A FILTER PLATE

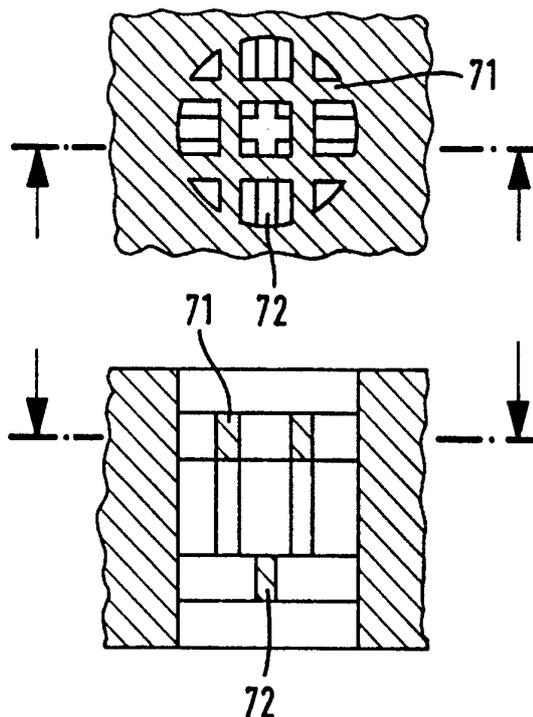
**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER SIEBPLATTE FÜR EINEN BRENNELEMENT-FUSS UND ENTSPRECHENDES BRENNELEMENT

**(57) Abstract**

In order to protect the fuel rods in a fuel element from damage by debris in the coolant stream, the invention proposes that a particle filter be fitted to the foot of the fuel element. This filter consists of a one-piece plate (14) in which the holes (15) are formed by electrochemical removal of the plate material. This makes it possible to produce holes of geometrical shapes and dimensions which are difficult to produce by casting techniques or mechanical working.

**(57) Zusammenfassung**

Um die Brennstäbe eines Brennelements vor Beschädigungen durch Fremdkörper zu schützen, ist im Fuß des Brennelements ein Teilchenfänger angeordnet. Dieser besteht aus einer einstückigen Siebplatte (14), in die die Löcher (15) des Siebes durch elektrochemische Materialabtragung hineingearbeitet sind. Dadurch können Löcher mit geometrischen Abmessungen und Formen hergestellt werden, die in einem Gußverfahren oder durch mechanische Bearbeitung nur schwer erreichbar sind.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

## Verfahren zum Herstellen einer Siebplatte für einen Brennelement-Fuß und entsprechendes Brennelement

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Siebplatte für den Fuß  
5 eines Brennelementes mit einem dem Querschnitt des Fußes angepaßten Querschnitt  
der Platte und Sieböffnungen, die den Dimensionen von rückzuhaltenden  
Fremdkörpern angepaßt sind. Die Erfindung betrifft ferner Brennelemente mit den  
im Oberbegriff des Anspruchs 4 angegebenen Merkmalen, wobei die Geometrie der  
10 den Kühlmittelstrom führenden Löcher und Durchtrittsöffnungen in die einstückige  
Platte mittels eines derartigen, nicht-mechanischen Verfahrens zum Abtragen von  
Material eingearbeitet ist.

Es kann nicht vollkommen ausgeschlossen werden, daß in den Kühlmittelstrom, der  
zur Kühlung der Brennelemente durch den Kern eines Nuklearreaktors geführt wird,  
15 unter besonders unglücklichen Umständen Fremdkörper gelangen. So können sich  
zum Beispiel aus der Fertigung stammende Metallspäne noch in den  
Wärmetauschern oder anderen Reaktorkomponenten befinden oder es können  
während des Reaktorbetriebs abgebrochene Federn, Drahtstücke oder andere  
Bruchstücke anfallen. Solche Fremdkörper ("Debris") können vom Kühlmittelstrom  
20 zu den Maschen der Abstandhalter gespült werden, in denen die Brennstäbe  
innerhalb des Brennelements fixiert sind. Bei den heftigen Vibrationen, denen die  
Brennstäbe im Kühlmittelstrom ausgesetzt sind, kommt es dann zu Reibung  
("Fretting") und Schäden, die zur Zerstörung von Brennstäben führen können.

25 Daher wird in letzter Zeit gefordert, derartige Fremdkörper durch ein  
entsprechendes Sieb in dem vom Kühlmittel durchströmten Fuß der Brennelemente  
abzufangen.

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch den linken Teil eines wassergekühlten  
30 Brennelements, das in Richtung der Pfeile K vom Kühlmittelstrom durchflossen  
wird. Dabei ist ein Bündel von zueinander parallelen Brennstäben 1, 2, 3 zwischen  
einem Brennelement-Kopf H und einem Brennelement-Fuß F angeordnet. Bei  
Siedewasser-Brennelementen ist zum Beispiel der Brennstab 2 als tragender Stab  
ausgebildet, der über ein Gewinde mit Mutter 4 an einem oberen Endstück und ein  
35 anderes Gewinde mit Mutter 5 am unteren Endstück mit Stabhalteplatten PH, P im  
Brennelement-Kopf H und Brennelement-Fuß F verschraubt ist. Als Stütze eines  
Brennelements können aber statt tragender Brennstäbe auch Führungsrohre von

Druckwasser-Brennelementen, Wasserrohre oder andere Strukturteile verwendet werden, die Kopf und Fuß des Brennelements so fixieren, daß die Brennstäbe dazwischen eingespannt sind. Seitlich sind die Brennstäbe in mehreren axialen Positionen durch Abstandhalter 6 fixiert, die aus gitterförmigen Stegen bestehen, an denen die Brennstäbe über Noppen 7 und Federn 8 abgestützt sind. Nicht dargestellt sind in Figur 1 Druckfedern, die einen Längenausgleich der Brennstäbe bei Temperaturschwankungen ermöglichen, und andere übliche Teile von Brennelementen, die für die Erfindung nicht von Bedeutung sind.

Figur 2 zeigt schematisch den Zwischenraum zwischen vier benachbarten Brennstäben sowie zwei sich in diesem Zwischenraum kreuzende Stege des Abstandhalters mit entsprechenden Noppen 7 und Federn 8. Mit 9 und 10 ist jeweils ein zylindrischer und ein quadratischer Fremdkörper dargestellt, dessen Querschnitt Abmessungen hat, bei denen sich der betreffende Fremdkörper, der von dem Kühlmittelstrom K durch das Brennelement getrieben wird gerade noch nicht an den Abstandhaltern verfängt. Es ist also vorteilhaft, wenn im Brennelement-Fuß ein Sieb vorhanden ist, das aus dem Kühlmittelstrom jedenfalls Teilchen mit größeren Abmessungen heraussiebt, als sie für das Passieren der Abstandhalter als unbedenklich angesehen werden.

Die Stabhalteplatten müssen einerseits ausreichende Stabilität besitzen, dürfen andererseits im sie durchströmenden Kühlmittel keinen zu hohen Druckverlust hervorrufen. Daraus ergibt sich, daß die in den Platten vorgesehenen Durchtrittsöffnungen für den Kühlmittelstrom einen hinreichend großen Bruchteil des gesamten Brennelement-Querschnitts einnehmen, aber die Stege zwischen den Durchtrittsöffnungen eine ausreichende Breite und Dicke aufweisen müssen. Wird der untere Stabhalter auch noch benutzt, um aus dem Kühlmittelstrom die erwähnten Fremdkörper abzufangen, so muß der gesamte für den Kühlmitteldurchtritt im Fuß zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt auf entsprechend kleine und zahlreiche Durchtrittsöffnungen verteilt werden. Diese Forderung ist aber nur schwer zu realisieren.

So wird zum Beispiel häufig der Fuß als ein einstückiges, die Stabhalteplatte und einen entsprechenden Rahmen umfassendes Gußteil hergestellt. Schon bei den herkömmlichen Konstruktionen müssen diese Gußteile häufig nachgearbeitet werden. Je mehr Durchtrittsöffnungen vorgesehen und je schmaler die dazwischen liegenden Stege sind, um so größer wird der entsprechende Herstellungsaufwand.

Eine mehrere Zentimeter dicke Stabhalteplatte mit dicht nebeneinander angeordneten Durchtrittsöffnungen, deren maximaler Durchmesser nach Fig. 2 nur etwa 3 mm ist, würde bei einem Gießverfahren in der Regel so viele Gießfehler aufweisen, daß deren nachträgliche Beseitigung nicht mehr wirtschaftlich  
5 durchführbar ist.

Eine höhere Präzision kann erreicht werden, wenn die Stabhalteplatte zunächst ohne die Durchtrittsöffnungen hergestellt wird, die anschließend durch mechanisches Abtragen von Material in die Platte eingearbeitet werden. So können zum Beispiel  
10 entsprechend kleine Bohrungen in eine gewalzte, in den Rahmen des Fußteils einzusetzende Platte eingebracht werden. Auf diese Weise können aber nur geradlinig verlaufende Löcher mit rundem Querschnitt erzeugt werden.

In der US-PS 4,832,905 ist vorgeschlagen, den Stabhalter als ein Gitter aus vielen einander kreuzenden Stegen auszubilden. Dadurch entstehen feine Gittermaschen, die aus dem durchtretenden Kühlmittelstrom die störenden Teilchen aussieben. Die Stabilitätsforderungen erfordern dabei eine erhebliche Bauhöhe des Gitters, aufwendige Schweißnähte zwischen den Stegen des Gitters und besondere Befestigungen der Tragstäbe.  
15

Häufiger wird vorgeschlagen, das erforderliche Aussieben der Fremdkörper im Brennelement-Fuß durch ein eigenes, oberhalb oder unterhalb der Stabhalteplatte angeordnetes Sieb zu erreichen. Nach der US-PS 4,678,627 ist im Brennelement-Fuß als Sieb ein aus gelochtem Blech gefertigter Korb angebracht. Nach der US-PS  
25 4,684,495 ist das Sieb als ein grobmaschiges Gitter ausgebildet, wobei aber benachbarte Gittermaschen durch Öffnungen in den Gitterstegen miteinander verbunden sind und die Gitterstege Laschen tragen, die den direkten Strömungsweg durch die Gittermaschen versperren, so daß der Kühlmittelstrom in gewundenen Wegen, an deren Windungen Fremdkörper abgefangen werden, durch das Gitter  
30 geleitet wird.

Solche Sonderkonstruktionen sind sowohl für die Fertigung wie auch für den Platzbedarf im Brennelement-Fuß sehr aufwendig.

35 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Herstellung einer entsprechenden Siebplatte für den Fuß eines Brennelements zu vereinfachen. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, für Brennelemente mit einem entsprechenden

Teilchensieb eine vorteilhafte Ausführung des Siebes zu finden, die leicht herstellbar ist.

- Die Erfindung sieht für den Fuß eines Brennelements eine Siebplatte vor, deren
- 5 Querschnitt dem Querschnitt des Fußes und deren Sieböffnungen den Dimensionen von rückzuhaltenden Fremdkörpern angepaßt sind, wobei beim Herstellen der Siebplatte die Sieböffnungen auf elektrochemischem Wege in die Platte hineingearbeitet werden.
- 10 Damit können auf verhältnismäßig einfache Weise einstückige Platten mit Durchtrittsöffnungen hergestellt werden, deren Geometrie mit herkömmlichen mechanischen Methoden nicht oder nur schwer erreichbar ist. In den Brennelementfüßen können diese Platten insbesondere als Stabhalteplatten dienen, die die Brennstäbe (oder wenigstens einen Teil der Brennstäbe) halten.
- 15 Vorteilhaft können die Öffnungen auf einem Teil ihrer Länge von der Oberseite der Platte aus, auf einem anderen Teil ihrer Länge von der Unterseite der Platte aus in die Platte eingearbeitet werden. Insbesondere können dabei die Durchtrittsöffnungen von der Oberseite der Platte aus mit einer anderen Geometrie
- 20 eingearbeitet werden als von der Unterseite aus. Dadurch entstehen Durchtrittsöffnungen in Form von Kanälen, die jeweils aus mindestens zwei aneinander anschließenden, aber vollkommen unterschiedlich geformten Kanalteilen bestehen können.
- 25 Ein Brennelement nach der Erfindung weist also ein zwischen einem Brennelement-Kopf und einem Brennelement-Fuß angeordnetes Bündel zueinander paralleler Brennstäbe auf, bei dem der Brennelement-Fuß eine Platte mit Durchtrittsöffnungen für einen Kühlmittelstrom enthält und wobei die Durchtrittsöffnungen von der Unterseite zur Oberseite der Platte führen und eine den Abmessungen der aus dem
- 30 Kühlmittelstrom auszusiebenden Fremdkörper entsprechende Größe aufweisen. Diese Platte kann als ein einziges, zum Beispiel gegossenes oder gewalztes Stück sich über den gesamten Bündelquerschnitt erstrecken und am Brennelementfuß angeformt oder angeschweißt sein; sie kann aber auch aus mehreren einstückigen Teilplatten zusammengesetzt werden, die im Fuß nebeneinander angeordnet werden.
- 35 Die Form der Durchtrittsöffnungen ist nicht mehr auf eine Geometrie beschränkt, die sich durch Bohren in einstückigen Platten herstellen läßt. Vielmehr können

nummehr auch andere, insbesondere den Anforderungen an die Stabhalteplatten in Brennelementfüßen besser genügende Geometrien erreicht werden.

5 So hat bevorzugt mindestens ein Teil der Durchtrittsöffnungen wenigstens in einem Teilbereich zwischen der Unterseite und der Oberseite einen polygonalen Querschnitt.

10 Nach einer Variante der Erfindung sind in der Platte als Durchtrittsöffnungen verhältnismäßig große Löcher (insbesondere kreisförmige Löcher) vorgesehen, die in mindestens zwei zwischen der Oberseite und der Unterseite der Platte liegenden Ebenen von separaten Stegen durchsetzt sind, wobei die Stege der einen Ebene gegenüber den Stegen der anderen Ebene geometrisch anders angeordnet, zum Beispiel versetzt sein können. Diese und weitere Merkmale der Erfindung sind in den Ansprüchen gekennzeichnet und im Folgendem näher beschrieben.

15

Anhand von 15 Figuren und mehreren Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

20 Figur 1 den bereits erläuterten Längsschnitt durch die linke Seite eines Brennelements,

Figur 2 die räumlichen Verhältnisse im Zwischenraum zwischen vier benachbarten Brennstäben,

25 Figur 3 das Schema einer Anlage zum elektrochemischen Senken ("electrochemical machining"),

Figur 4 und Figur 5 zwei Ausführungsbeispiele von Werkstücken und Werkzeugen für elektrochemisches Senken,

30

Figur 6 und Figur 7 zwei Siebplattengeometrien mit eckigen Durchtrittsöffnungen,

Figur 8 und Figur 9 Längsschnitte durch zwei Siebplatten mit Stegen, die von der Unterseite bis zur Oberseite der Platte reichen,

35

Figur 10 Querschnitt und Längsschnitt durch eine Siebplatte mit kreisrunden Löchern, die auf einem Teil ihrer Länge von Stegen durchsetzt sind,

Figur 11 und Figur 12 Aufsicht und Längsschnitt durch eine Siebplatte mit Löchern und zwei gegeneinander versetzten Sätzen von Stegen, die die Löcher in zwei übereinander liegenden Ebenen durchsetzen,

5

Figur 13 und Figur 14 ähnliche Siebplatten, bei denen die beiden Sätze der Stege noch unterschiedlichere Geometrien aufweisen, und

Figur 15 einen Plattenteil mit gewundenen Durchtrittskanälen.

10

Im Maschinenbau ist es seit einigen Jahren bekannt, daß metallischem Halbzeug für Maschinenteile durch gezielte elektrolytische Auflösung des Metalls eine komplizierte Geometrie gegeben werden kann. Dabei handelt es sich um Bearbeitungsmethoden, die bisher nur in Sonderfällen eingesetzt und zum Beispiel als "elektrochemisches Senken" ("electrochemical machining" / ECM) bekannt sind.

15

Das Schema einer derartigen ECM-Anlage umfaßt nach Figur 3 eine Elektrode 10, die von einer mittels einer Steuereinrichtung 12 gesteuerten Vorschubeinrichtung 11 auf ein Werkstück 14 gesetzt wird. Elektrode 10 und Werkstück 14 sind an einen Gleichspannungsgenerator 13 angeschlossen.

20

In den Spalt 15 zwischen Elektrode und Werkstück wird ein Elektrolyt geleitet, in dem sich das Metall des Werkstücks 14 entsprechend dem Vorschub und der Form der Elektrode 10 auflöst.

25

Der Elektrolyt-Kreislauf ist in Figur 3 durch einen Elektrolyt-Tank 16, eine Förderpumpe 17, ein Filter 18 sowie Meßinstrumente 19 für Druck und Temperatur des Elektrolyten angedeutet. Parallel dazu kann eine Pumpe 20 einen weiteren Kreislauf antreiben, der über eine Zentrifuge 21 und einen Wärmetauscher 22 führt und für einen ausreichenden Vorrat an temperiertem, gereinigtem Elektrolyt sorgt.

30

Die Ionen des gelösten Metalls bilden im Elektrolyt einen Schlamm, der durch die Zentrifuge 21 abgeschieden, in eine Filterpresse 22 abgepumpt und einer weiteren Station 23 zum Wiederaufbereiten oder Entsorgen zugeführt werden kann.

35

Entsprechende kommerzielle Bearbeitungsstationen werden von Spezialfirmen angeboten (vgl. den Sonderdruck aus dem Haus der Technik e.V., Essen 1984:

"Elektrochemisches Senken (ECM) in der Anwendung" von G. Pielorz, Maschinenfabrik Köppern, Hattingen).

- 5 Gemäß Figur 4 kann der Elektrolyt-Kreislauf durch eine Arbeitskammer 25 geführt werden, die an der Bearbeitungsstelle druckdicht auf das Werkstück 14 aufgesetzt werden kann. Das metallische Werkstück selbst ist als Anode mit einem Gleichstrom zwischen etwa 0,5 und 5 A/mm<sup>2</sup> gespeist, während der Kathodenanschluß zusammen mit einer Vorschubstange 27 in die Arbeitskammer geführt ist. Als Kathode werden dabei Profilmteile 28 aus Metallen, wie Kupfer oder 10 Stahl oder auch aus Graphit, verwendet, wobei die Elektrode nach Figur 4 einen inneren Spülkanal aufweist, durch den der Elektrolyt (zum Beispiel Natriumnitrat und/oder Natriumchlorid) mit einem Druck zwischen 5 und 20 bar in den Spalt zwischen Elektrode 28 und Werkstück 14 gepreßt wird. Bei Elektrolyt-Temperaturen zwischen etwa 30 und 50 °C und Arbeitsspannungen zwischen 7 und 15 20 Volt können Vorschubgeschwindigkeiten bis zu 5 mm/min erreicht werden. Die Elektrode prägt dabei ihr Profil dem Werkstück mit einer Genauigkeit von etwa 0,1 mm auf. Der verbrauchte Elektrolyt wird über eine Abfuhr-Leitung 29 abgeführt.
- 20 Der Elektrolyt kann auch in Umkehrung der Strömungsrichtung durch einen Strömungskanal in der Elektrode 28 abgeführt werden oder er kann auf eine andere Weise, zum Beispiel quer zur Vorschubrichtung, über die Bearbeitungsstelle geleitet werden.
- 25 Mit diesem Verfahren der elektrochemischen Auflösung können große Materialmengen in verhältnismäßig kurzen Zeiten abgetragen werden. Im Gegensatz zu anderen Abtragungsmethoden, zum Beispiel der Funkenerosion, tritt dabei praktisch kein Verschleiß an dem Werkzeug (Elektrode) auf. Mechanische Kräfte, die das Werkstück verformen könnten, oder chemische Einflüsse, die die 30 Zusammensetzung und Kontur des Materials ändern könnten, treten dabei nicht auf. Insbesondere spielt die Härte des Werkstücks, die bei mechanischer Bearbeitung unter Umständen Sonderwerkzeuge erfordert, keine Rolle. Werkstücke bis zu einem Durchmesser von 50 cm können problemlos bearbeitet werden.
- 35 Allerdings ist eine ECM-Bearbeitungsanlage im Vergleich zu anderen Bearbeitungsstationen verhältnismäßig teuer. Auch kann die Optimierung der

Kathodenform verhältnismäßig aufwendig sein, wodurch Serien mit kleinen Stückzahlen aufwendig werden.

Für die Herstellung komplizierterer Geometrien kann es günstig sein, die Erstellung  
5 des benötigten Sieb-Profils in mehreren Arbeitsschritten vorzunehmen. So ist in  
Figur 5 angenommen, daß in einem vorbereitenden Arbeitsschritt kleine, durch die  
ganze Plattendicke sich erstreckende Führungskanäle 33 eingearbeitet wurden, die  
dann anschließend von der Unterseite her durch entsprechend große Kathoden bis  
zu einer durch die Ebene A-A gekennzeichneten Tiefe aufgeweitet wurden. In dem  
10 unterhalb der Ebene A-A liegenden Teil der einstückigen Platte 30 sind daher  
verhältnismäßig breite Kanäle 31 von unten eingearbeitet. Mittels der Kathoden 32  
werden die verbleibenden Teile der kleinen Führungskanäle 33 nunmehr auch von  
der Oberseite her aufgeweitet, wodurch in die Platte 30 auch in ihrem oberen Teil  
Durchtrittskanäle 34 eingearbeitet werden, die sich nunmehr von den Kanälen 31  
15 der Unterseite in ihrer geometrischen Gestalt unterscheiden können. Werden die  
Elektroden 32 bis über die Ebene A-A hinabgesenkt, so entstehen dadurch  
Durchtrittsöffnungen mit komplizierten Profilen.

Figur 5 zeigt ferner eine Führung des Elektrolyt-Stroms, die ohne entsprechende  
20 Zuführungskanäle in den Elektroden auskommt. Da der Vorschub der Elektroden  
nicht zwangsläufig senkrecht zur Platte erfolgen muß, sondern die Elektrode auch  
schräg oder seitlich verfahren werden kann, können praktisch alle Formen von  
Durchtrittsöffnungen in eine Platte eingearbeitet werden.

25 In Figur 6 und 7 ist mit S die "Stabteilung" der Brennelemente, das heißt der  
Abstand zwischen einer Brennstabachse und der Achse des benachbarten  
Brennstabes oder Führungsrohres, angegeben. Die diesen Achsen entsprechenden  
Positionen 40, 40' der Siebplatte 30 dienen als Anschlag oder zur Befestigung der  
Brennstäbe oder Führungsrohre und stehen daher für Durchtrittsöffnungen nur  
30 beschränkt zur Verfügung.

Figur 6 zeigt, wie der Abstand S zwischen diesen Positionen durch quadratische  
Durchtrittsöffnungen 41 ausgenutzt ist. Würden gebohrte, also kreisrunde  
Durchtrittsöffnungen verwendet, so würde die für eine gleiche mechanische  
35 Stabilität erforderliche Breite der zwischen den Öffnungen verbleibenden Stege nur  
Durchtrittsöffnungen zulassen, deren Querschnittsflächen insgesamt einen deutlich  
geringeren Strömungsquerschnitt bilden.

Figur 7 zeigt eine Aufsicht auf eine halbe, durch den Brennelementfluß sich erstreckende Siebplatte, wobei die zur Verfügung stehende Fläche zwischen den Positionen 40' von Führungsrohren oder Haltestäben im Hinblick auf die erforderliche Stabilität und auf eine ausreichende Verteilung des Kühlmittelstroms mit eckigen Durchtrittsöffnungen 41 belegt ist.

Figur 8 zeigt einen Schnitt längs der Linie BB der Siebplatte nach Figur 6. Die Durchtrittsöffnungen 41 können in einem Arbeitsgang von einer Seite der Platte her eingesenkt werden. Dann bildet die Platte 42 Stege 43, die sich geradlinig über die ganze Länge der Durchtrittsöffnungen, das heißt durch die Dicke D der Platte, erstrecken.

In die Platte 44 der Figur 9 wurden zunächst von der Unterseite her Kanäle 45 eingesenkt, um anschließend bis zur Tiefe d der Oberseite her entsprechende Kanäle 46 einzuarbeiten. Die Vorschubrichtungen bei beiden Arbeitsgängen bilden dabei einen Winkel, so daß entsprechend gewinkelte Durchtrittsöffnungen in der Platte entstehen: Die von der Platte 44 zwischen den Durchtrittsöffnungen gebildeten Stege 48 können sich zwar in der Siebplatten-Ebene (das heißt Zeichenebene der Figur 8) geradlinig erstrecken und gegenseitig kreuzen, senkrecht zur Plattenebene sind sie aber geknickt oder gewinkelt.

Figur 10 zeigt im oberen Teil den Querschnitt, im unteren Teil den Längsschnitt durch eine ebenfalls in zwei Arbeitsgängen erzeugte Siebplatte, wobei die Linien EE und FF die jeweiligen Schnittebenen angeben.

Hierbei sind in die Platte 50 in einem Arbeitsgang Kanäle 52 eingearbeitet, so daß die Platte 50 zwischen diesen Kanälen 52 geradlinige, sich kreuzende Stege 51 bildet. Vor oder nach diesem Arbeitsgang ist aber in einem anderen Arbeitsgang von der Oberfläche her ein mehrere Kanäle 52 überdeckendes Loch 53 eingearbeitet, das jeweils als ein gemeinsames Öffnungsteil mehrere Durchtrittsöffnungen (Kanäle 52) mit der Oberseite verbindet. Die von der Platte gebildeten Stege 51 erstrecken sich dann also nur über den Teil d der Durchtrittsöffnungen, deren gesamte Länge D beträgt. Während die Löcher 53 rund sein können, weisen die Querschnitte an mehreren Durchtrittsöffnungen Ecken auf, die durch die geradlinigen, schmalen Stege 51 entstehen.

Die Größe der Löcher 53 und deren Verteilung auf der Siebplatte sind unabhängig von den Dimensionen der rückzuhaltenden Fremdkörper so gewählt, daß die gewünschte Tragfähigkeit der Siebplatte 50 sichergestellt ist. Die Platte 50 bildet aber wenigstens in einer Ebene zwischen der Oberfläche und der Unterfläche der  
5 Platte die geradlinigen Stege 51, die die großen Löcher, entsprechend den Abmessungen der rückzuhaltenden Fremdkörper, unterteilen. Der von diesen Stegen 51 hervorgerufene Druckverlust bleibt gering.

10 In Figur 11 ist die Aufsicht auf eine andere, ebenfalls in mehreren Arbeitsgängen gebildete Siebplatte gezeigt, und Figur 12 zeigt einen Längsschnitt längs der Ebene GG in Figur 11. Dabei ist ersichtlich, daß die Siebplatte ein Loch (vorzugsweise ein rundes Loch) trägt, das in zwei übereinander liegenden Ebenen zwischen der Plattenoberseite und der Plattenunterseite von Stegen, vorzugsweise geraden, sich kreuzenden Stegen, durchsetzt wird. In der oberen dieser beiden Ebenen bildet die  
15 Platte die vier Stege 61, die sich längs der Pfeile 62 erstrecken, während die Stege 63 der unteren Ebene längs der Pfeile 64 verlaufen. Die Stege 61 und die dazwischen gebildeten Durchtrittskanäle entsprechen dabei der Geometrie der Kanäle in Figur 10, während die Stege 63 der anderen Ebene eine dazu konzentrische, aber um  $45^\circ$  versetzte Geometrie aufweisen.

20 Die derart gestalteten Durchtrittsöffnungen weisen zwar eine komplizierte Geometrie auf, sind jedoch leicht herzustellen. Hierzu genügt es, zunächst von einer Seite, zum Beispiel der Unterseite, die den Stegen 63 entsprechenden Kanäle bis in die Tiefe  $d_1$  in die Platte einzuarbeiten. Anschließend wird das Werkzeug um  $45^\circ$   
25 gedreht und oben auf die Platte aufgesetzt, um die entsprechenden, die Stege 61 bildenden Kanäle von oben bis zu einer Tiefe  $d_2$  in die Platte einzuarbeiten. Im Überlappungsbereich der beiden Bearbeitungstiefen  $d_1$  und  $d_2$  bleiben somit von dem Material der Siebplatte nur noch stiftähnliche Reste 65 stehen, die die Stege 61 der oberen Stegebene mit den Stegen 63 der unteren Stegebene verbinden. Im  
30 Bereich der Oberseite und/oder Unterseite der Siebplatte kann das Material der Stege 61 und 63 zusätzlich abgetragen werden, so daß die Stege 61 und 63 gegenüber der Oberseite und Unterseite der Platte zurückgesetzt und geschützt sind.

Die in Figur 5 dargestellte Position des Werkzeugs im Werkstück entspricht der  
35 Herstellung einer Siebplatte nach Figur 12, bei der die beiden Eintauchtiefen  $d_1$  und  $d_2$  jeweils der Hälfte der Plattendicke  $D$  entsprechen. Nach Fertigstellung weist diese Platte dann ebenfalls die in Figur 11 gezeigte Aufsicht auf, jedoch liegt dann

der Satz sich kreuzender Stege 63 unmittelbar unter dem Satz der sich kreuzenden Stege 61. Dadurch erhöht sich die Stabilität der die runden Löcher durchsetzenden Stege, gleichzeitig tritt aber auch eine geringe Erhöhung des Druckabfalls auf.

- 5    Figur 13 zeigt eine ganz ähnliche Siebplatte, bei der aber die Durchtrittsöffnungen bzw. -kanäle derart aus der Platte herausgearbeitet sind, daß in einer oberen Zwischenebene vier gitterförmig angeordnete Stege 71, in einer darunter angeordneten Ebene aber nur zwei sich kreuzende Stege 72 vorgesehen sind, also in beiden Ebenen eine vollkommen andere Geometrie vorliegt.

10

Figur 14 zeigt schematisch den Aufriß eines Loches, bei dem die sich in einer Ebene kreuzenden Stege 61 bzw. 71 der Figuren 11 und 13 durch geradlinige, zueinander parallele Stege längs der Pfeile 81 ersetzt sind, während in der anderen Ebene die längs der Pfeile 64 in Figur 11 vorgesehenen Stege beibehalten sind.

15

- Den Durchtrittskanälen der Figuren 9 bis 14 ist gemeinsam, daß die Durchtrittsöffnungen sich dabei nicht mit konstantem Querschnitt geradlinig durch die Siebplatte erstrecken, sondern Verengungen, Versetzungen und/oder Abknickungen aufweisen, so daß auch Drahtstücke und andere längliche  
20    Fremdkörper mit kleinem Querschnitt darin abgefangen werden. Alle diese Geometrien können in eine einstückige Platte eingearbeitet werden, was den Zeit- und Arbeitsaufwand bei der Fertigung erheblich verringert.

- Dies trifft auch für Durchtrittskanäle zu, die eine kontinuierlich gekrümmte  
25    Verbindung der Plattenunterseite mit der Plattenoberseite bilden, insbesondere eine schraubenförmige um eine Achse oder ähnlich räumlich gewundene Verbindung.

- So kann zum Beispiel das Werkzeug zum elektrochemischen Senken Elektroden aufweisen, die Sektoren einer Kreisfläche darstellen und beim Aufsetzen auf die  
30    Plattenoberfläche ein etwa kreisförmiges, von Stegen 91, 92 in Sektoren unterteiltes Loch erzeugen, wie in Figur 15 an einem Stück einer derartigen Platte schematisch gezeigt ist. Jedoch werden die Durchtrittskanäle 93, 94 nicht durch einen linearen Vorschub der Elektroden in die Platte hineingearbeitet, wodurch geradlinige Durchtrittskanäle erzeugt würden. Vielmehr sind die Elektroden selbst  
35    korkenzieherartig ausgebildet und werden durch eine Überlagerung einer Drehbewegung mit einer linearen Vorschubbewegung in die Platte eingesenkt.

Dadurch entstehen schraubenartig gewundene Durchtrittsöffnungen, wie durch die entsprechenden spiralförmigen Linien 95 und 96 in Figur 15 angedeutet ist.

5 Während die komplexen Geometrien der Figuren 12 bis 15 praktisch nur noch durch nicht-mechanische Methoden der Materialabtragung erreichbar sind, könnten prinzipiell die einfacheren Geometrien der Figuren 6 bis 11 auch auf andere Weise erzeugt werden. Dies scheidet aber in der Praxis an den für derartige Siebplatten nötigen Abmessungen. So sind bei herkömmlichen Brennelementen mit einer Stabteilung von 2 bis 3 cm zum Beispiel quadratische Sieböffnungen mit etwa 3 mm  
10 Seitenlänge zweckmäßig. Für die schmalen Stege der Figuren 7 bis 15 ist dann eine Stegdicke von höchstens etwa 0,8 mm möglich, da die mechanische Stabilität der Siebplatte ja auch noch dickere, tragfähigere Stege erfordert, die die von Tragstäben, Führungsrohren oder anderen Strukturteilen ausgehenden Kräfte aufnehmen müssen. Bei einer dadurch geforderten Dicke der Siebplatte von einigen  
15 Zentimetern scheidet Stanz- oder Verformungsverfahren aus. Gegossene Platten dieser Geometrien zeigen praktisch unvermeidliche Gußfehler und müssen derartig aufwendig und umfangreich nachgebessert werden, daß eine Siebplatte als Teil des tragenden Skeletts des Brennelements auf diese Weise praktisch nicht wirtschaftlich herstellbar ist.

20

Das elektrochemische Senken jedoch ermöglicht es, die einander widersprechenden Anforderungen (großer Durchtrittsquerschnitt für Kühlmittel, kleine Sieböffnungen zum Abfangen der Fremdkörper, massive Konstruktion zum Aufnehmen von Tragkräften) auf verschiedene vorteilhafte Weise, ohne übermäßigen  
25 Fertigungsaufwand zu erfüllen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Siebplatte (30) für den Fuß eines Brennelements mit einem dem Querschnitt des Fußes angepaßten Querschnitt der Platte und den  
5 Dimensionen von rückzuhaltenden Fremdkörpern angepaßten Sieböffnungen (31, 34), d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Öffnungen (31, 34) in die Platte auf elektrochemischem Weg hineingearbeitet werden (Figur 5).
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die  
10 Öffnungen auf einem Teil (34) ihrer Länge von der Oberseite der Platte, auf einem anderen Teil (31) ihrer Länge von der Unterseite der Platte aus in die Platte hineingearbeitet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die  
15 Öffnungen (34) von der Oberseite der Platte aus mit einer anderen Geometrie in die Platte hineingearbeitet werden als von der Unterseite (31) aus.
4. Brennelement für einen Kernreaktor mit einem zwischen einem Brennelement-  
Kopf (H) und einem Brennelement-Fuß (F) angeordneten Bündel paralleler  
20 Brennstäbe (1, 2, 3), mit folgenden Merkmalen:  
Der Brennelement-Fuß (F) enthält eine wenigstens einige Brennstäbe tragende, sich praktisch über den Bündelquerschnitt erstreckende, einstückige oder aus Teilplatten zusammengesetzte Siebplatte (50), und  
von der Unterseite zur Oberseite der Platte (50) führen Durchtrittsöffnungen (52)  
25 für einen Kühlmittelstrom, deren Abmessungen entsprechend den Abmessungen von aus dem Kühlmittelstrom auszusiiebenden Fremdkörpern gewählt sind,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß mindestens ein Teil der Durchtrittsöffnungen (52) wenigstens in einem Teilbereich (d) zwischen der Unterseite und der Oberseite einen polygonalen Querschnitt hat (Figur 10).  
30
5. Brennelement nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jeweils mehrere polygonale Durchtrittsöffnungen (52) über einen gemeinsamen Öffnungsteil (53) mit einer Seite der einstückigen Platte verbunden sind.
- 35 6. Brennelement nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der gemeinsame Öffnungsteil Seitenflächen aufweist, die mit Seitenflächen der mehreren Durchtrittsöffnungen fluchten (Fig. 7).

7. Brennelement für einen Kernreaktor mit einem zwischen einem Brennelement-Kopf (H) und einem Brennelement-Fuß (F) angeordneten Bündel zueinander paralleler Brennstäbe (1, 2, 3), mit folgenden Merkmalen:

Der Brennelement-Fuß (F) enthält eine sich praktisch über den Bündelquerschnitt erstreckende, einstückige oder aus Teilplatten zusammengesetzte Siebplatte, und von der Unterseite zur Oberseite führen Löcher für einen Kühlmittelstrom, deren Abmessungen entsprechend den Abmessungen von aus dem Kühlmittelstrom auszusiebenden Fremdkörpern gewählt sind,  
5  
dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher mindestens in zwei  
10  
zwischen der Unterseite und der Oberseite liegenden Ebenen von unterschiedlichen Stegen (61, 63) durchsetzt sind (Figur 11, Figur 12).

8. Brennelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (61) der einen Ebene gegenüber den Stegen (62) der anderen Ebene  
15  
geometrisch anders angeordnet, insbesondere versetzt sind.

9. Brennelement nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher praktisch rund sind (Figur 11, Figur 12).

20  
10. Brennelement für einen Kernreaktor mit einem zwischen einem Brennelement-Kopf und einem Brennelement-Fuß angeordneten Bündel zueinander paralleler Brennstäbe, einer im Brennelement-Fuß sich praktisch über den Bündelquerschnitt erstreckenden einstückigen oder aus Teilplatten zusammengesetzten Siebplatte und von der Unterseite zur Oberseite der Platte führenden kontinuierlich gekrümmten  
25  
Durchtrittskanälen (93, 94) (Figur 15).

1 / 8

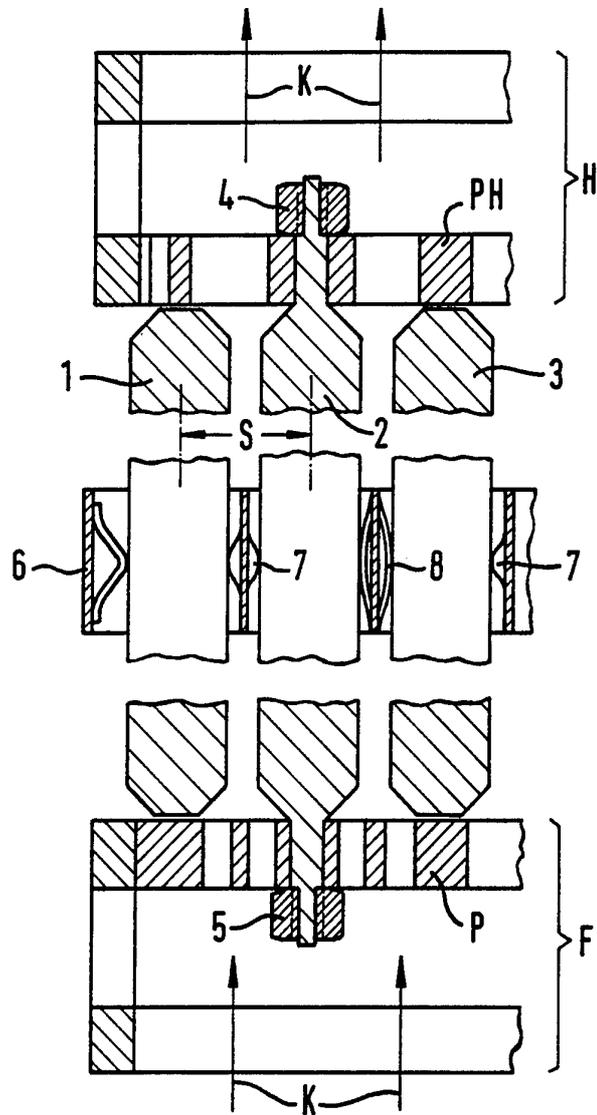


FIG 1

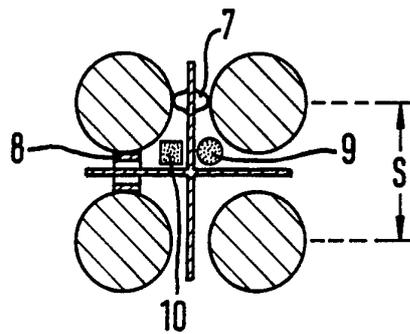


FIG 2

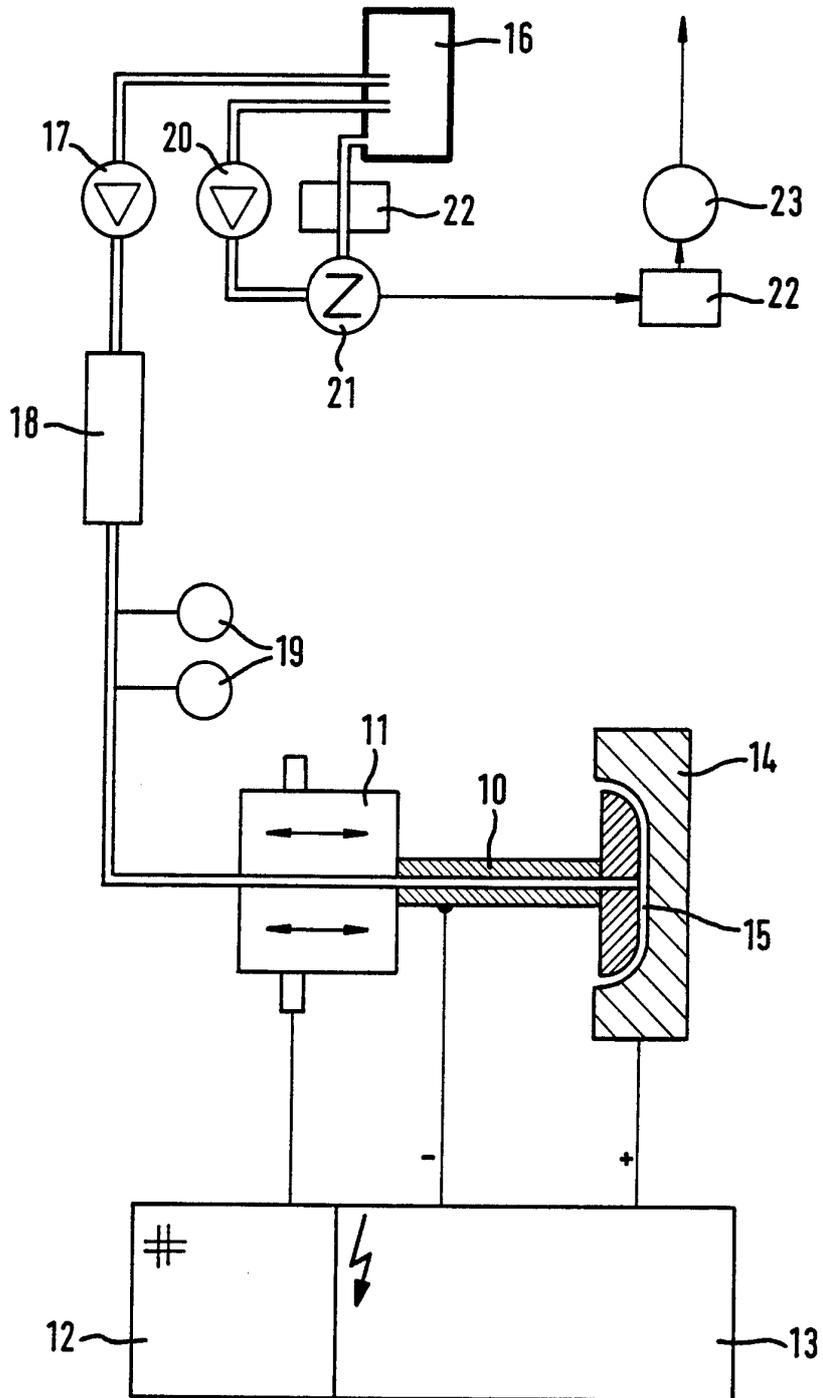


FIG 3

3 / 8

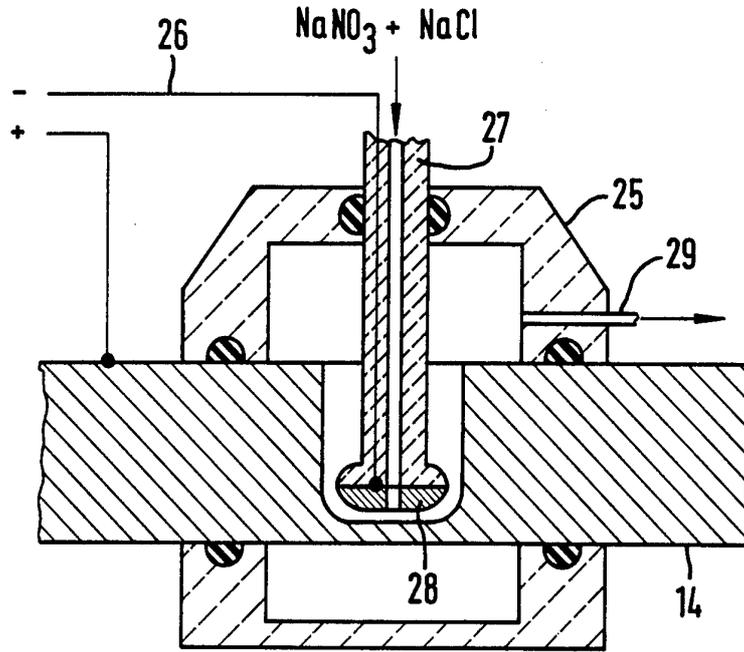


FIG 4

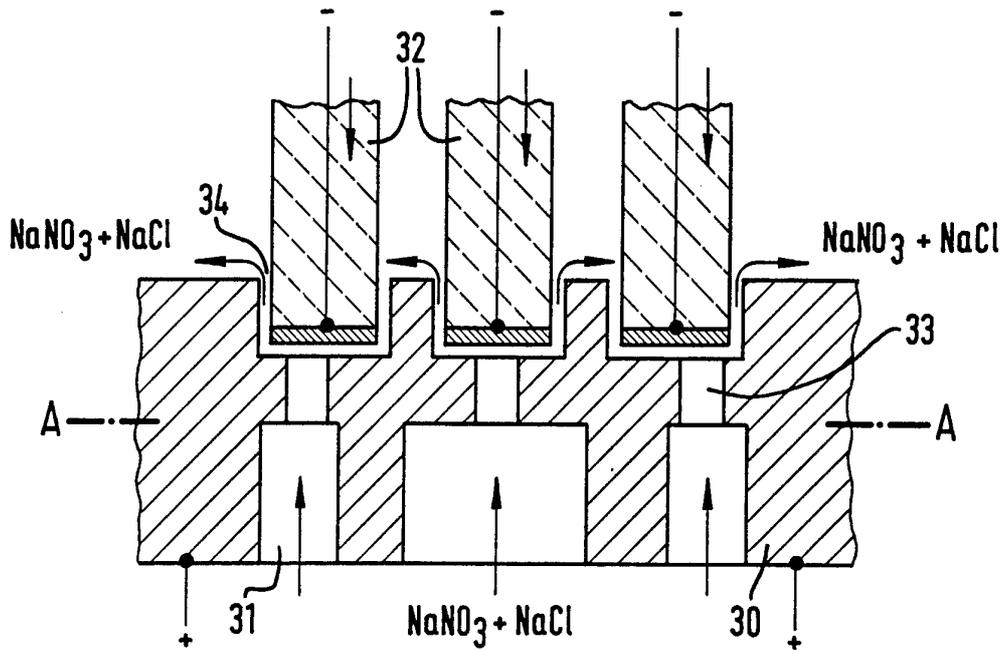


FIG 5

4/8

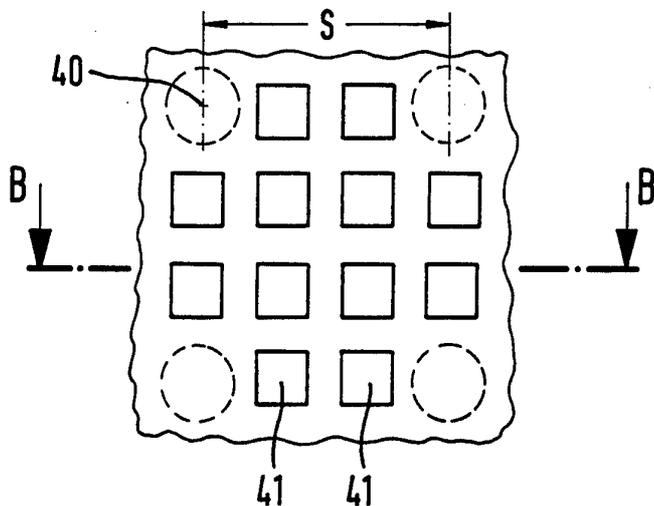


FIG 6

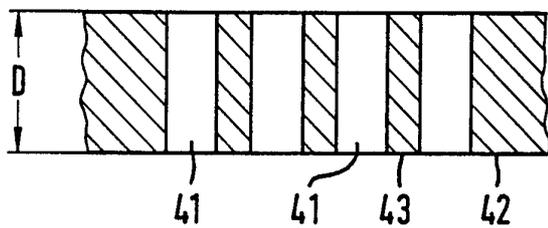


FIG 8

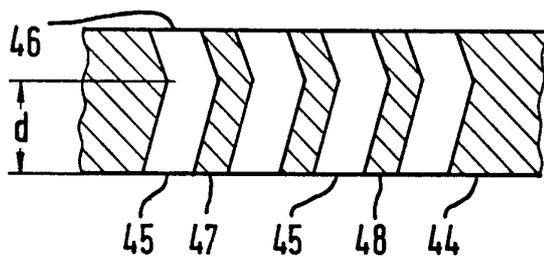


FIG 9

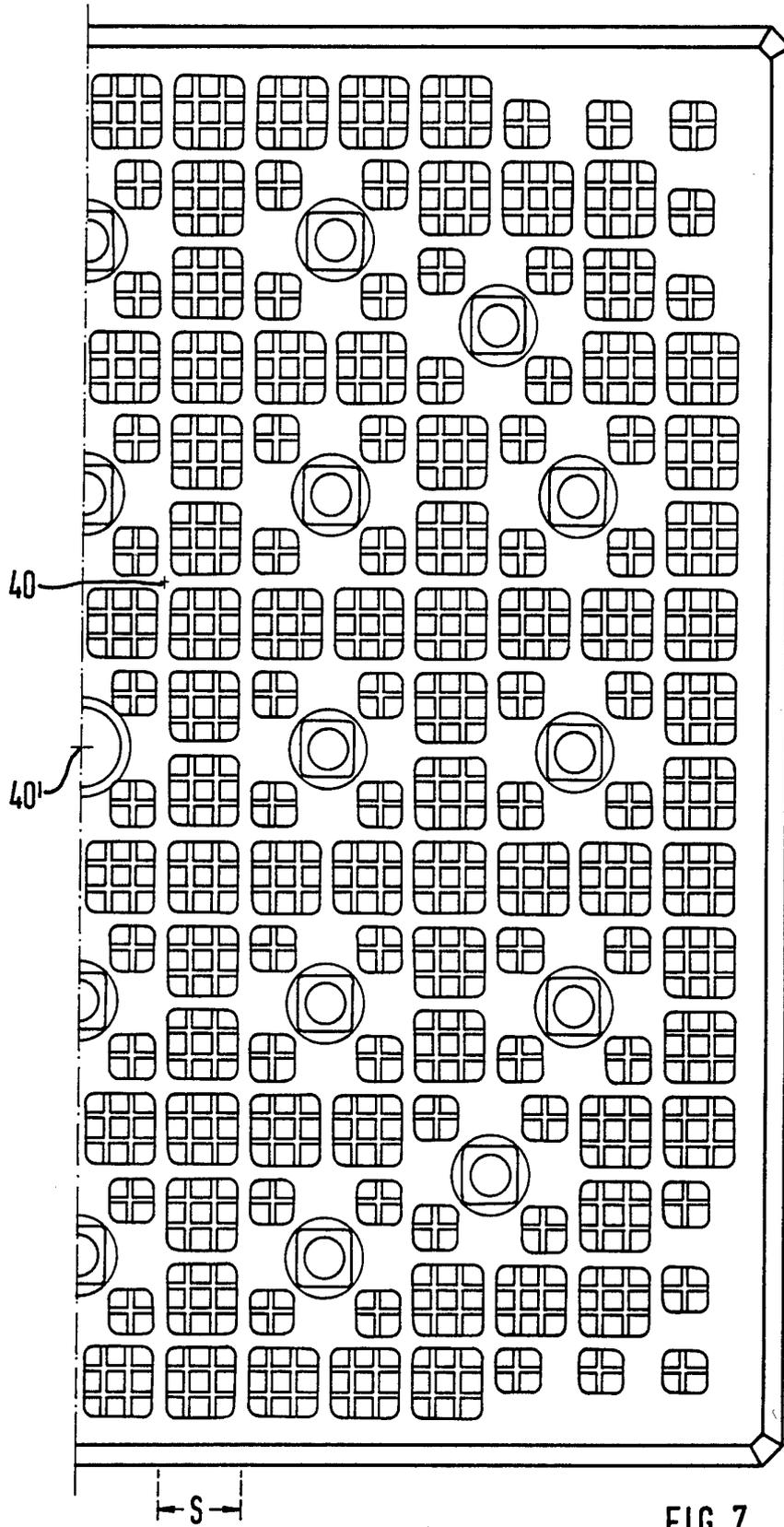


FIG 7

6 / 8

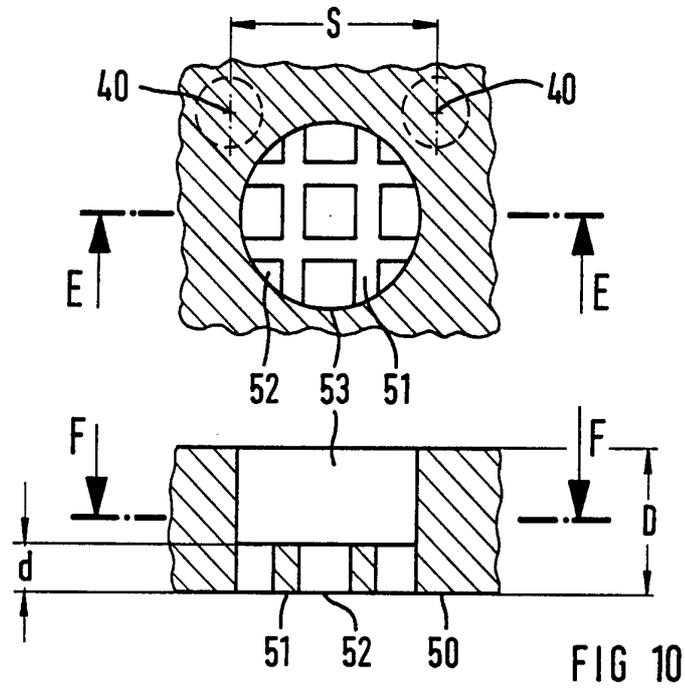


FIG 10

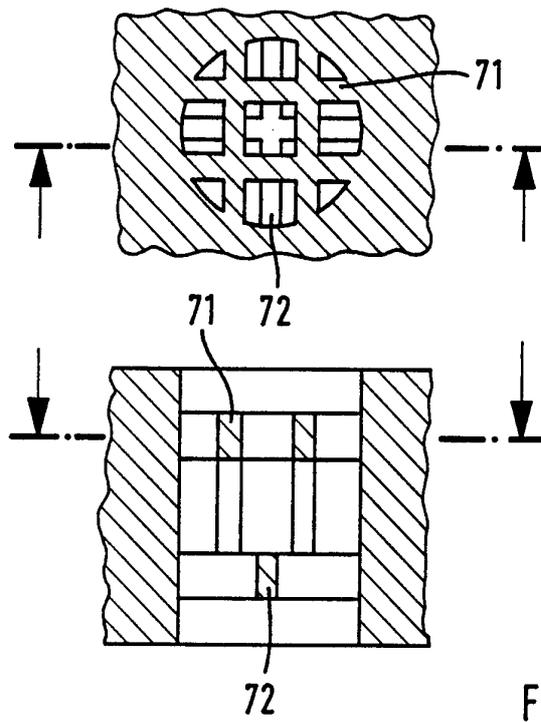
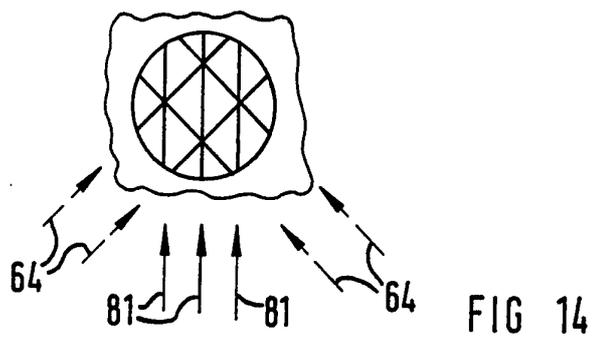
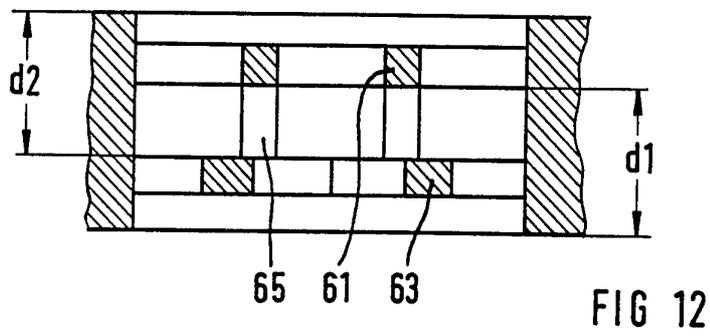
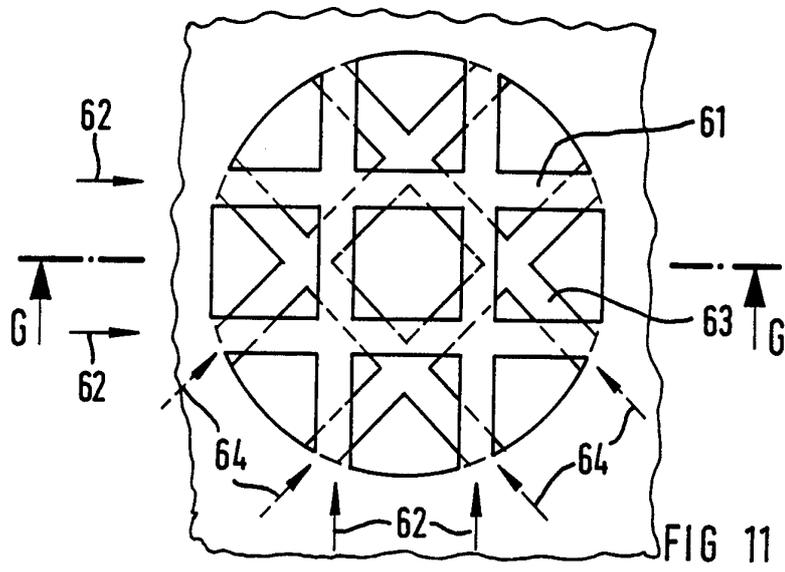


FIG 13

7 / 8



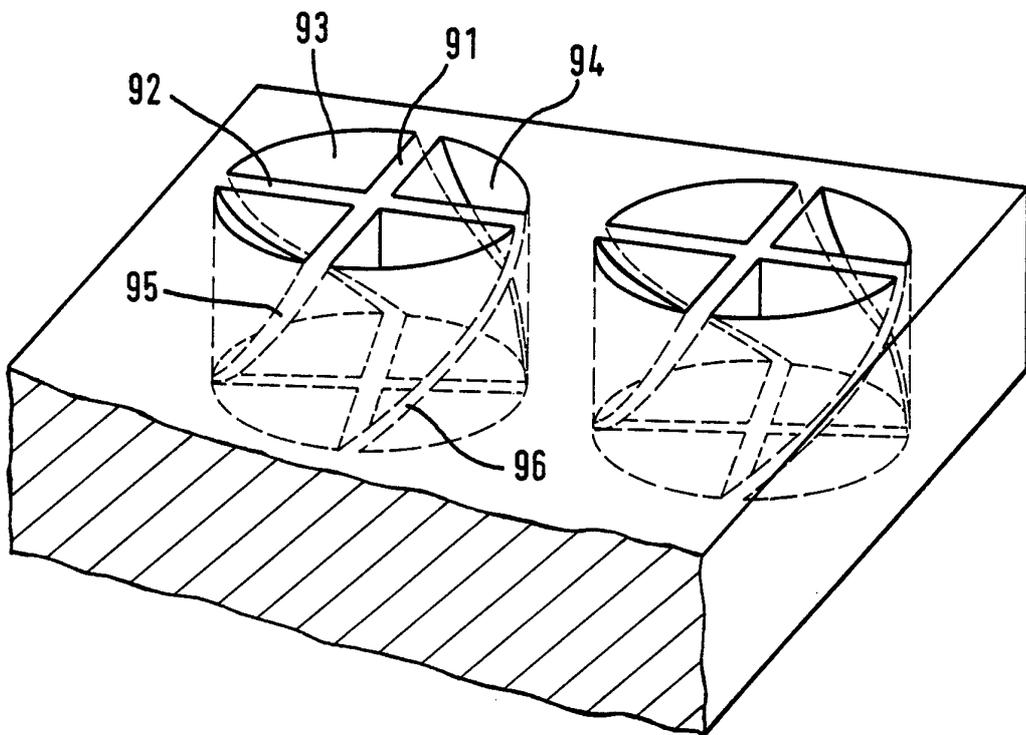


FIG 15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 93/01106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 5 B23H9/16 B23H9/00 G21C19/307

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 5 B23H G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB,A,1 162 648 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27 August 1969 see page 3, line 91 - line 109 see figure 3 ---	1-3
X	GB,A,2 214 842 (TUI MARGARET LAWRENCE) 13 September 1989 see page 2, line 9 - line 24 see page 4, line 26 - line 28 see figure 1 ---	1-3
X	FR,A,1 188 527 (LA SOUDURE ELECTRIQUE LANGUEPIN) 23 September 1959 see the whole document ---	1-3
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "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)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "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
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "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.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 March 1994

Date of mailing of the international search report

16 MAR 1994

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

HAEGEMAN, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 93/01106

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 422 950 (B&W FUEL COMPANY) 17 April 1991	4-9
A	see column 3, line 17 - line 20 see column 4, line 19 - column 5, line 2 see abstract; figures 1-10 ---	1-3
X	US,A,5 030 412 (J.YATES ET AL.) 9 July 1991 see column 3, line 27 - line 63 see abstract; claims 1-15; figures 1-8 ---	4-8,10
X A	EP,A,0 435 744 (FRAMATOME) 3 July 1991 see column 3, line 2 - line 47 see column 9, line 1 - line 9 see abstract; figures 1-7 ---	4-6 7-10
X	EP,A,0 512 137 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 11 November 1992 see column 5, line 14 - column 6, line 11 see abstract; figures 11-19 -----	4-6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...ormation on patent family members

Internat al Application No
PCT/DE 93/01106

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-1162648	27-08-69	BE-A- 712506	31-07-68
		CH-A- 480909	15-11-69
		DE-A, B 1565558	16-12-71
		FR-A- 1492665	
		NL-A- 6613272	21-06-67
		US-A- 3403085	
GB-A-2214842	13-09-89	NONE	
FR-A-1188527		NONE	
EP-A-0422950	17-04-91	US-A- 5037605	06-08-91
		JP-A- 3242599	29-10-91
		US-A- 5094802	10-03-92
US-A-5030412	09-07-91	EP-A- 0455010	06-11-91
		JP-A- 4230892	19-08-92
EP-A-0435744	03-07-91	FR-A- 2656456	28-06-91
		CN-A- 1053703	07-08-91
		JP-A- 4262295	17-09-92
		US-A- 5167909	01-12-92
EP-A-0512137	11-11-92	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 93/01106

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 5 B23H9/16 B23H9/00 G21C19/307

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 5 B23H G21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB,A,1 162 648 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27. August 1969 siehe Seite 3, Zeile 91 - Zeile 109 siehe Abbildung 3 ---	1-3
X	GB,A,2 214 842 (TUI MARGARET LAWRENCE) 13. September 1989 siehe Seite 2, Zeile 9 - Zeile 24 siehe Seite 4, Zeile 26 - Zeile 28 siehe Abbildung 1 ---	1-3
X	FR,A,1 188 527 (LA SOUDURE ELECTRIQUE LANGUEPIN) 23. September 1959 siehe das ganze Dokument ---	1-3
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. März 1994

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16. 03. 94

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

HAEGEMAN, M

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 93/01106

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP,A,0 422 950 (B&W FUEL COMPANY) 17. April 1991	4-9
A	siehe Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 20 siehe Spalte 4, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 2 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 ---	1-3
X	US,A,5 030 412 (J.YATES ET AL.) 9. Juli 1991 siehe Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 63 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-8 ---	4-8,10
X	EP,A,0 435 744 (FRAMATOME) 3. Juli 1991	4-6
A	siehe Spalte 3, Zeile 2 - Zeile 47 siehe Spalte 9, Zeile 1 - Zeile 9 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 ---	7-10
X	EP,A,0 512 137 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 11. November 1992 siehe Spalte 5, Zeile 14 - Spalte 6, Zeile 11 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 11-19 -----	4-6

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 93/01106

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-1162648	27-08-69	BE-A- 712506	31-07-68
		CH-A- 480909	15-11-69
		DE-A, B 1565558	16-12-71
		FR-A- 1492665	
		NL-A- 6613272	21-06-67
		US-A- 3403085	
-----			
GB-A-2214842	13-09-89	KEINE	
-----			
FR-A-1188527		KEINE	
-----			
EP-A-0422950	17-04-91	US-A- 5037605	06-08-91
		JP-A- 3242599	29-10-91
		US-A- 5094802	10-03-92
-----			
US-A-5030412	09-07-91	EP-A- 0455010	06-11-91
		JP-A- 4230892	19-08-92
-----			
EP-A-0435744	03-07-91	FR-A- 2656456	28-06-91
		CN-A- 1053703	07-08-91
		JP-A- 4262295	17-09-92
		US-A- 5167909	01-12-92
-----			
EP-A-0512137	11-11-92	KEINE	
-----			