**Title:** FAST SHUTDOWN SYSTEM AND PROCESS FOR THE FAST SHUTDOWN OF A NUCLEAR REACTOR

**Bezeichnung:** SCHNELLABSCHALTSYSTEM UND VERFAHREN ZUR SCHNELLABSCHALTUNG EINES KERNREAKTORS

**Abstract**

The invention relates to a fast shutdown system (1) for a nuclear reactor (2) having a reactor core (3) and a plurality of control rods (4) which are arranged side-by-side and may be inserted into and withdrawn from the core (3). The control rods (4) have a plurality of operating groups (5a, 5b) into which the control rods (4) are fitted to control the power of the nuclear reactor (2) and a number of shutdown groups (7a, 7b) into which the control rods (4) are fitted to shut the nuclear reactor (2) down rapidly. Control rods (4) from at least two operating groups (5a, 5b) are allocated to each shutdown group (7a, 7b) and/or control rods (4) from at least two shutdown groups (7a, 7b) are allocated to each operating group (5a, 5b).

Such an arrangement of the control rods (4) in shutdown groups (7a, 7b) and operating groups (5a, 5b) ensures, even when not all the control rods (4) have been withdrawn on a start-up of the nuclear reactor (2), that on fast shutdown with the failure of control rods (4) of a shutdown group (7a, 7b) to enter, at least some of the control rods (4) already withdrawn are reinserted into the reactor core (3). Preferably there are two shutdown groups (7a, 7b), in which a single hydraulic insertion system (6a, 6b) is allocated to each shutdown group (7a, 7b). The invention also relates to a process for the fast shutdown of a nuclear reactor (2).

**Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Schnellabschaltsystem (1) eines Kernreaktors (2), welcher einen Reaktorkern (3) und eine Mehrzahl von Steuerstäben (4) hat, die nebeneinander angeordnet und in den Reaktorkern (3) ein- und aus dem Reaktorkern (3) ausfahrbare sind. Die Mehrzahl von Steuerstäben (4) weist eine Anzahl von Fahrgruppen (5a, 5b), in die die Steuerstäbe (4) für eine Leistungsregulierung des Kernreaktors (2) eingeordnet sind, sowie eine Anzahl von Abschaltgruppen (7a, 7b), in die die Steuerstäbe (4) für eine Schnellabschaltung des Kernreaktors (2) eingeordnet sind, auf. Jeder Abschaltgruppe (7a, 7b) sind Steuerstäbe (4) aus mindestens zwei Fahrgruppen (5a, 5b) und/oder jeder Fahrgruppe (5a, 5b) sind Steuerstäbe (4) aus mindestens zwei Abschaltgruppen (7a, 7b) zugeordnet. Durch eine solche Zuordnung der Steuerstäbe (4) in Abschaltgruppen (7a, 7b) und Fahrgruppen (5a, 5b) wird auch bei einem Anfahren des Kernreaktors (2), bei dem noch nicht alle Steuerstäbe (4) herausgefahren sind, gewährleistet, daß bei einer Schaltabschaltung mit Versagen des Einfahrversorgungs (4) einer Abschaltgruppe (7a, 7b) zumindest ein Teil der bereits ausgefahrenen Steuerstäbe (4) wieder in den Reaktorkern (3) eingefahren wird. Bevorzugt sind zwei Abschaltgruppen (7a, 7b) vorgesehen, wobei jede Abschaltgruppe (7a, 7b) einem einzigen hydraulischen Einfahrsystem (6a, 6b) zugeordnet ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Schnellabschaltung eines Kernreaktors (2).
**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

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

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

Schnellabschaltsystem und Verfahren zur Schnellabschaltung eines Kernreaktors

5 Die Erfindung betrifft ein Schnellabschaltssystem eines Kernreaktors, welcher einen Reaktorkern und eine Mehrzahl von Steuerstäben hat, die nebeneinander angeordnet und in den Reaktorkern ein- und aus dem Reaktorkern ausfahrbar sind, sowie ein Verfahren zur Schnellabschaltung eines Kernreaktors.

10 Bei einem Kernreaktor, insbesondere einem Siedewasser- oder Druckwasserreaktor, findet eine Regulierung der nuklearen Kettenreaktion vor allem durch sogenannte Steuerstäbe statt, die in einzelne Brennelemente oder zwischen diese eingefahren werden und Neutronen absorbieren. Die Steuerstäbe werden sowohl zur Leistungsregulierung des Kernreaktors, beispielsweise beim Anfahren sowie während eines normalen Betriebes, als auch für eine Schnellabschaltung des Kernreaktors im Falle einer Störung verwendet.


20 Bei einem Siedewasserreaktor sind die Steuerstäbe in der Regel von unten in den Reaktorkern eingeführt. Eine Schnellabschaltung eines Siedewasserreaktors erfolgt beispielsweise


In der DE 33 16 036 C2 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Kernkraftwerksanlage, insbesondere eines Siedewasserreaktors, beschrieben. Der Siedewasserreaktor verfügt über eine Vielzahl von Steuerstäben zum Steuern der Leistungsabgabe, welche Steuerstäbe sowohl in den Kern einfahrbar als auch aus dem

überhaupt nicht in den Reaktorkern eingefahren waren, werden ungefähr auf die Hälfte der Höhe des Reaktorkerns eingefahren.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Schnellabschaltsystem mit Redundanz anzugeben, welches selbst bei teilweisem Ausfall eine Schnellabschaltung mit ausreichender Sicherheit gewährleistet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren mit Redundanz zur Schnellabschaltung eines Kernreaktors, insbesondere eines Siedewasserreaktors, anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die erstgenannte Aufgabe gelöst durch ein Schnellabschaltsystem eines Kernreaktors, welcher einen Reaktorkern und eine Mehrzahl von Steuerstäben hat, die nebeneinander angeordnet und in den Reaktorkern ein- und aus dem Reaktorkern ausfahrbar sind, wobei

a) die Mehrzahl von Steuerstäben eine Anzahl von Fahrgruppen hat, in die die Steuerstäbe für eine Leistungsregulierung des Kernreaktors eingeordnet sind,
b) die Mehrzahl von Steuerstäben eine Anzahl von Abschaltgruppen hat, in die die Steuerstäbe für eine Schnellabschaltung des Kernreaktors eingeordnet sind und
c) jeder Abschaltgruppe Steuerstäbe von mindestens zwei Fahrgruppen und/oder jeder Fahrgruppe Steuerstäbe von mindestens zwei Abschaltgruppen zugeordnet sind.

auf eine geringfügige Restleistung, gewährleistet ist. Da bei einem Anfahren des Reaktors, d.h. im sogenannten Aufheizvorgang, die Steuerstäbe nach vorgegebenen, betriebsbedingten Fahrfolgen aus dem Reaktorkern nacheinander herausgefahren werden, könnten bei einer identischen Einteilung der Steuerstäbe in Fahrgruppen und Abschaltgruppen sämtliche bereits ausgefahrenen Steuerstäbe im Versagensfalle ggf. nicht wieder eingefahren werden.

Diese Problematik wird ebenfalls durch die Verteilung der Steuerstäbe jeder Abschaltgruppe auf mindestens zwei Fahrgruppen bzw. der Steuerstäbe jeder Fahrgruppe auf mindestens zwei Abschaltgruppen sicher verhindert, so daß das Schnellabschaltsystem mit Redundanz ausgeführt ist. Somit wird selbst beim Anfahren des Kernreaktors ein Teil der schon herausgefahrenen Steuerstäbe bei einer Schnellabschaltung mit Versagen des Einfahrens von Steuerstäben einer Abschaltgruppe, d.h. im Versagensfalle, wieder in den Reaktorkern eingefahren.


Das Schnellabschaltsystem weist vorzugsweise zwei Fahrgruppen auf, deren Steuerstäbe schachbrettartig zueinander angeordnet sind. Steuerstäbe der Fahrgruppen können gemäß der betriebsbedingten Fahrfolgen in Untergruppen aus dem Reaktorkern heraus- bzw. wieder in den Reaktorkern hineingefahren werden. Sind die Steuerstäbe einer der beiden Fahrgruppen vollständig
herausgefahren, so ist durch die Zuordnung der Steuerstäbe zu unterschiedlichen Abschaltgruppen gewährleistet, daß auch im Versagensfalle zumindest ein Teil der herausgefahrenen Steuerstäbe bei einer Schnellabschaltung wieder eingefahren wird.


Bevorzugt sind jeder Abschaltgruppe in etwa gleich viele Steuerstäbe zugeordnet. Bei einer Einteilung der Steuerstäbe in genau zwei Abschaltgruppen erfolgt die Aufteilung der Steuerstäbe in etwa hälftig auf jede der Abschaltgruppen.

Sind die Steuerstäbe in genau zwei Fahrgruppen, die schachbrettartig zueinander angeordnet sind, aufgeteilt, so enthält jede Abschaltgruppe in etwa zur Hälfte Steuerstäbe der jeweiligen Fahrgruppen. Somit werden die Steuerstäbe jeder Fahrgruppe jeweils in etwa zur Hälfte der einen Abschaltgruppe und der anderen Abschaltgruppe zugeordnet. Dadurch wird bei einer Schnellabschaltung selbst bei Ausfall einer der Abschaltgruppen zumindest die Hälfte der ausgefahrenen Steuerstäbe jeder Fahrgruppe in den Reaktorkern wieder eingeführt.

Vorzugsweise enthält das Schnellabschaltsystem zwei Abschaltgruppen, in denen die Steuerstäbe jeweils zu Paaren geordnet und in etwa schachbrettartig zueinander angeordnet sind. Man erhält somit für die den Abschaltgruppen zugeordneten Steuerstäbe ein Schachbrett muster aus Paaren von Steuerstäben. Bei einem Schachbrettmuster aus einzelnen Steuerstäben der Fahrgruppen umfaßt somit jedes Paar einer Abschaltgruppe einen
Steuerstab einer ersten Fahrgruppe und einen Steuerstab einer zweiten Fahrgruppe.


In der Zeichnung werden das Schnellabschaltsystem sowie das Verfahren zur Schnellabschaltung eines Kernreaktors weiter erläutert. Es zeigen:

5 FIG 1 einen Längsschnitt durch einen Kernreaktor mit einem Schnellabschaltsystem und
FIG 2 einen Querschnitt durch den Reaktorkern des Kernreaktors.

10 In den Figuren sind jeweils nur die für die Erläuterung wesentlichen Komponenten dargestellt.

In FIG 1 ist in einem Längsschnitt ein Kernreaktor 2 mit einem Druckbehälter 17 und einem Schnellabschaltsystem 1 dargestellt. Innerhalb des Druckbehälters 17 ist der Reaktorkern 3 angeordnet, in welchem sich Brennelemente 15 befinden und welcher von einem Kernmantel 16 umgeben ist. Der Kernmantel 16 hat einem Kerndekel 18, unterhalb dessen die Brennelemente 15 angeordnet sind. Unterhalb der Brennelemente 15 schließen sich unmittelbar Steuerstabführungsrohre 14 zur Führung von Steuerstäben 4 an, so daß die Steuerstäbe 4 zwischen die Brennelemente 15 hinein- und herausgefahren werden können. Die Steuerstabführungsrohre 14 gehen jeweils auf ihrer den Brennelementen 15 gegenüberliegenden Seite in Steuerstabantriebe 13 über, welche druckdicht aus dem Druckbehälter 17 herausgeführt sind. Die Steuerstäbe 4 mit ihren zugehörigen Steuerstabantrieben 13 sind in eine erste Abschaltgruppe 7a und eine zweite Abschaltgruppe 7b eingeordnet. Die Steuerstabantriebe 13 der ersten Abschaltgruppe 7a sind mit einer ersten Ringleitung 11a verbunden, welche an einen ersten hydraulischen Druckspeicher 12a zum Einfahren der Steuerstäbe 4 in den Reaktorkern 3 angeschlossen sind. Die erste Ringleitung 11a, der erste hydraulische Druckspeicher 12a sowie die zugeordneten Steuerstabantriebe 13 sind Bestandteil eines ersten Einfahrsystems 6a. Ein zweites Einfahrsystem 6b umfaßt eine zweite Ringleitung 11b, die mit einem zweiten hydraulischen Druckspeicher 12b verbunden ist, sowie entsprechend zu-
geordnete Steuerstabantriebe 13. Das zweite Einfahrsystem 6b wirkt auf die zweite Abschaltgruppe 7b der Steuerstäbe 4. Das Schnellabschaltsystem 1 gewährleistet durch seine zweiteilige redundante Ausführung, daß bei einer Schnellabschaltung des Kernreaktors 2, auch bei einem Versagen des Einfahrens von Steuerstäben 4 einer Abschaltgruppe 7a,7b, etwa 50 % der ausgefährten Steuerstäbe 4 in den Reaktorkern 3 eingefahren werden und dadurch eine Unterkritikalität des Kernreaktors 2 für eine Mindestdauer oder zumindest eine Leistungsreduktion auf eine geringfügige Restleistung erreicht wird.

anschließenden Aufheizvorgang werden zuerst die Steuerstäbe 4 der ersten Fahrgruppe 5a nacheinander in der Fahrfolge 1, 2, 3, ..., 8 aus dem Reaktorkern 3 herausgefahren. Durch die paarweise Zuordnung der Steuerstäbe 4 zur ersten Abschaltgruppe 7a und zur zweiten Abschaltgruppe 7b ist selbst während eines Aufheizvorganges des Kernreaktors 2 gewährleistet, daß etwa 50 % der bereits ausgefahrenen Steuerstäbe 4 bei einer Schnellabschaltung wieder in den Reaktorkern 3 eingefahren werden können, selbst bei einem Versagen des Einfahrns von Steuerstäben 4 einer Abschaltgruppe 7a, 7b.

Patentansprüche

1. Schnellabschaltsystem (1) eines Kernreaktors (2), welcher einen Reaktorkern (3) und eine Mehrzahl von Steuerstäben (4) hat, die nebeneinander angeordnet und in den Reaktorkern (3) ein- sowie aus dem Reaktorkern (3) ausfahrbar sind, wobei
   a) die Mehrzahl von Steuerstäben (4) eine Anzahl von Fahrgruppen (5a,5b) hat, in die die Steuerstäbe (4) für eine Leistungsregulierung des Kernreaktors (2) eingeordnet,
   b) die Mehrzahl von Steuerstäben (4) eine Anzahl von Abschaltgruppen (7a,7b) hat, in die die Steuerstäbe (4) für eine Schnellabschaltung des Kernreaktors (2) eingeordnet, und
   c) jeder Abschaltgruppe (7a,7b) Steuerstäbe (4) von mindestens zwei Fahrgruppen (5a,5b) zugeordnet sind.

2. Schnellabschaltsystem (1) eines Kernreaktors (2), welcher einen Reaktorkern (3) und eine Mehrzahl von Steuerstäben (4) hat, die nebeneinander angeordnet und in den Reaktorkern (3) ein- sowie aus dem Reaktorkern (3) ausfahrbar sind, wobei
   a) die Mehrzahl von Steuerstäben (4) eine Anzahl von Fahrgruppen (5a,5b) hat, in die die Steuerstäbe (4) für eine Leistungsregulierung des Kernreaktors (2) eingeordnet,
   b) die Mehrzahl von Steuerstäben (4) eine Anzahl von Abschaltgruppen (7a,7b) hat, in die die Steuerstäbe (4) für eine Schnellabschaltung des Kernreaktors (2) eingeordnet, und
   c) jeder Fahrgruppe (5a,5b) Steuerstäbe (4) von mindestens zwei Abschaltgruppen (7a,7b) zugeordnet sind.

3. Schnellabschaltsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem zumindest zwei voneinander unabhängige Einfahrsysteme (6a,6b) zum Einfahren der Steuerstäbe (4) in den Reaktorkern (3) vorgesehen und die Steuerstäbe (4) einer Abschaltgruppe (7a,7b) mit einem einzigen Einfahrsystem (6a,6b) verbunden sind.
4. Schnellabschaltsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zwei Fahrgruppen (5a,5b) vorgesehen sind, deren Steuerstäbe (4) schachbrettartig zueinander angeordnet sind.

5. Schnellabschaltsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zwei Abschaltgruppen (7a,7b) vorgesehen sind.

6. Schnellabschaltsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jeder Abschaltgruppe (7a,7b) in etwa gleich viele Steuerstäbe (4) zugeordnet sind.

7. Schnellabschaltsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jeder Abschaltgruppe (7a,7b) Paare (8) von nebeneinander angeordneten Steuerstäben (4) zugeordnet sind.

8. Schnellabschaltsystem (1) nach Anspruch 7, bei dem zwei Abschaltgruppen (7a,7b) vorgesehen sind, deren Paare (8) in etwa schachbrettartig zueinander angeordnet sind.

9. Schnellabschaltsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Steuerstäben (4) jeder Abschaltgruppe (7a,7b) weitgehend gleichmäßig über einem Querschnitt (9) des Reaktorkerns (3) verteilt sind.

10. Verfahren zur Schnellabschaltung eines Kernreaktors (2), welcher einen Reaktorkern (3) und eine Mehrzahl von Steuerstäben (4) hat, die nebeneinander angeordnet und in eine Anzahl von Fahrgruppen (5a,5b) aufgeteilt sind, gemäß derer während eines normalen Betriebs des Kernreaktors (3) die Steuerstäbe (4) in den Reaktorkern (3) hinein- und aus dem Reaktorkern (3) herausgefahren werden, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Störfallsituation zumindest zwei voneinander unabhängige Einfaehrsysteme (6a,6b) zum Einfahren der Steuerstäbe (4) aktiviert werden, wobei die Steuerstäbe (4) in eine Anzahl von
Abschaltgruppen (7a,7b) eingeordnet sind und jede Abschaltgruppe (7a,7b) Steuerstäbe aus mindestens zwei Fahrgruppen (5a,5b) hat sowie mit einem einzigen Einfahrsystem (6a,6b) verbunden ist.
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G21C7/08

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 6 G21C

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

<table>
<thead>
<tr>
<th>Category</th>
<th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th>
<th>Relevant to claim No.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>A</td>
<td>FR, A, 2 345 791 (HOCHTEMPERATUR REAKTORBAU GMBH) 21 October 1977 see claims 1, 2, 6; figures 1-3</td>
<td>1-3, 5-7, 9, 10</td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>CH, A, 501 296 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 31 December 1970 see column 21, line 35 - column 22, line 35; figures 1-25</td>
<td>1-10</td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>DATABASE WPI Week 8525 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 85-150043 &amp; JP, A, 60 082 994 (HITACHI), 11 May 1985 see abstract</td>
<td>1-3, 10</td>
</tr>
</tbody>
</table>

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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
  'B' earlier document but published on or after the international filing date
  'D' 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

'A' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 1996

Date of mailing of the international search report

14.02.96

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

Deroubaix, P
<table>
<thead>
<tr>
<th>Category</th>
<th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th>
<th>Relevant to claim No.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>A</td>
<td>FR.A,2 409 578 (HOCHTEMPERATUR REAKTORBAU GMBH) 15 June 1979</td>
<td>1-6,9,10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>cited in the application</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>see page 6, line 22 – page 8, line 5; figures 1-4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>DE.A,33 16 037 (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 10 November 1983</td>
<td>1-10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>cited in the application</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>see claims 1-5; figures 4-6E</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>EP.A,0 103 249 (HITACHI LTD) 21 March 1984</td>
<td>1,2,10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>cited in the application</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>see abstract</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Patent document cited in search report</td>
<td>Publication date</td>
<td>Patent family member(s)</td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------------------------</td>
<td>-----------------</td>
<td>-------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-A- 52114888</td>
</tr>
<tr>
<td>CH-A-501296</td>
<td>31-12-70</td>
<td>BE-A- 698509</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE-A- 1589824</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>FR-A- 1522967</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>GB-A- 1147968</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>NL-C- 132403</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>NL-A- 6706780</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>CH-A- 634943</td>
</tr>
<tr>
<td>DE-A-3316037</td>
<td>10-11-83</td>
<td>JP-C- 1685589</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-B- 3048476</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-A- 58191989</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>SE-B- 460317</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>SE-A- 8302531</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US-A- 4605530</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-B- 3053591</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-A- 59044689</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US-A- 4632803</td>
</tr>
</tbody>
</table>
INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes

IPK 6 G21C7/08

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

B. Recherchierte Gebiete

Rechercherter Mindestprüfstoff (Klassifikatonsystem und Klassifikationssymbol)

IPK 6 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

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kategorie</th>
<th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th>
<th>Betr. Anspruch Nr.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>A</td>
<td>FR, A, 345 791 (HOCHTEMPERATUR REAKTORBAU GMBH) 21. Oktober 1977, siehe Ansprüche 1, 2, 6, Abbildungen 1-3</td>
<td>1-3, 5-7, 9, 10</td>
</tr>
</tbody>
</table>


Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Januar 1996

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichtes

14:02 96

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 Bedenkenreiter

Deroubaix, P

Formblatt PCT/S/519 (Bast 2) (Juli 1992)

Seite 1 von 2
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kategorie</th>
<th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th>
<th>Begr. Anspruch Nr.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>A</td>
<td>FR, A, 2 409 578 (HOCHTEMPERATUR REAKTORBAU GMBH) 15. Juni 1979 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 6, Zeile 22 - Seite 8, Zeile 5; Abbildungen 1-4</td>
<td>1-6, 9, 10</td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>DE, A, 33 16 037 (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 10. November 1983 in der Anmeldung erwähnt siehe Ansprüche 1-5; Abbildungen 4-6E</td>
<td>1-10</td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>EP, A, 0 103 249 (HITACHI LTD) 21. März 1984 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung</td>
<td>1, 2, 10</td>
</tr>
<tr>
<td>Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument</td>
<td>Datum der Veröffentlichung</td>
<td>Mitglied(er) der Patentfamilie</td>
</tr>
<tr>
<td>-----------------------------------------------</td>
<td>----------------------------</td>
<td>--------------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-A- 52114888</td>
</tr>
<tr>
<td>CH-A-501296</td>
<td>31-12-70</td>
<td>BE-A- 698509</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE-A- 1589824</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>FR-A- 1522967</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>GB-A- 1147968</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>NL-C- 132403</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>NL-A- 6706780</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>CH-A- 634943</td>
</tr>
<tr>
<td>DE-A-3316037</td>
<td>10-11-83</td>
<td>JP-C- 1685589</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-B- 3048476</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-A- 58191989</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>SE-B- 460317</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>SE-A- 8302531</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US-A- 4605530</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-B- 3053591</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP-A- 59044689</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US-A- 4632803</td>
</tr>
</tbody>
</table>