

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Februar 2002 (28.02.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/17331 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G21C 15/18**,
9/00

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **FORSCHUNGSZENTRUM ROSSENDORF E.V.**
[DE/DE]; Bautzner Landstrasse 128, 01328 Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03241

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. August 2001 (24.08.2001)

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **WILLSCHÜTZ,
Hans-Georg** [DE/DE]; Hofmannstrasse 49, 01277 Dres-
den (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

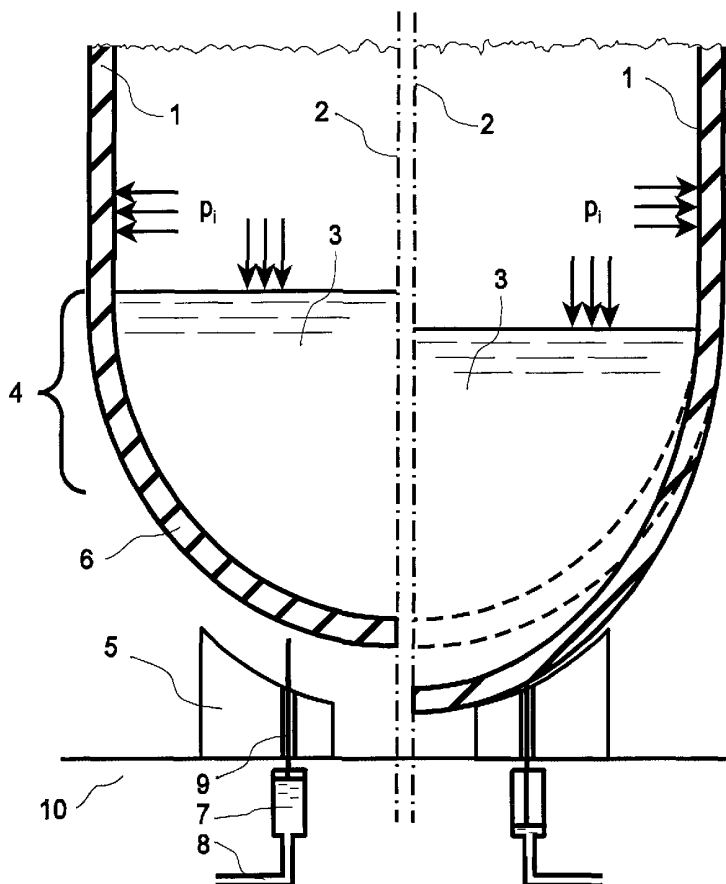
(81) **Bestimmungsstaaten** (national): AM, AU, BG, BR, CA,
CH, CN, CZ, HU, IN, JP, KR, KZ, LT, MX, RO, RU, SI,
SK, TR, UA, US, ZA.

(30) Angaben zur Priorität:
100 41 779.5 25. August 2000 (25.08.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR A COOLING CIRCUIT

(54) Bezeichnung: STEUEREINRICHTUNG FÜR EINEN KÜHLKREISLAUF



(57) **Abstract:** The invention relates to a control device for a cooling circuit. The inventive control device ensures in a simple and reliable manner that the pressure tank of a reactor can be cooled even when a serious failure occurs, without having to resort to the use of external energy. According to the invention, at least one rod (9) is disposed below the bottom cap (6) of the reactor pressure tank (1). Said rod is connected to the emergency cooling system by means of a transmission system. The end of the rod (9) opposite the transmission system is arranged at a distance of approximately 3 cm from the bottom cap (6). A hydraulic system is used advantageously as a transmission system. The rod (9) is placed vertically on a hydraulic cylinder (7) arranged in a parallel position with respect to the axis of the reactor pressure tank (1), said cylinder being connected to the emergency cooling system. When several hydraulic cylinders (7) are used, they are connected to each other by means of hydraulic lines (8).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/17331 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Steuereinrichtung für einen Kühlkreislauf vorzuschlagen, die sicher und einfach auch bei einem schweren Störfall eine Kühlung des Reaktordruckbehälters sicherstellt. Dabei soll auf den Einsatz von Fremdenergie verzichtet werden. Die Erfindung beinhaltet, dass unterhalb der Bodenkalotte (6) des Reaktordruckbehälters (1) mindestens ein Stab (9) angeordnet ist, der über ein Übertragungssystem mit der Notkühlung verbunden ist, wobei sich das dem Übertragungssystem abgewandte Ende des Stabes (9) in einem Abstand von etwa drei cm von der Bodenkalotte (6) befindet. Vorteilhaft wird als Übertragungssystem ein hydraulisches System eingesetzt. Dabei ist der Stab (9) senkrecht an einem parallel zur Achse des Reaktordruckbehälters (1) angeordneten Hydraulikzylinder (7) angebracht, der mit der Notkühlung verbunden ist. Bei der Verwendung mehrerer Hydraulikzylinder (7) sind diese mittels Hydraulikleitungen (8) miteinander verbunden.

Steuereinrichtung für einen Kühlkreislauf

Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung für einen Kühlkreislauf.

Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Notkühlung eines Reaktordruckbehälters, insbesondere für das Gefäß eines Druckwasserreaktors im Falle einer Kernschmelze.

Es ist bereits eine Anordnung zur Kühlung einer Kernkraftanlage bekannt, die selbsttätig in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen dem Kühlmittel und dem Druck im Reaktorgebäude das Kühlmittel zuführt (DE 37 19 062 A 1). Mit dieser technischen Lösung kann eine Fehlauslösung eingeleitet werden.

Es ist auch bekannt, die Temperatur am Reaktordruckgefäß zu messen und bei Überschreiten einer vorgegebenen Schwelle den Wasserzutritt durch Abschmelzen von Schmelzstopfen einzuleiten (A. Schaffrath, H. Ringel, Grundzüge passiver Sicherheitssysteme, in: Neue Entwicklungen in der Kernenergie zur Risikominimierung, Seminar VDI-GET & KTG, Dresden, 11.5.2000). Diese Art der Auslösung des Kühlmittelflusses ist zur Beherrschung eines Störfalles nicht, zumindest nicht allein geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Steuereinrichtung für einen Kühlkreislauf vorzuschlagen, die sicher und einfach auch bei einem schweren Störfall eine Kühlung des Reaktordruckbehälters sicherstellt. Dabei soll auf den Einsatz von Fremdenergie verzichtet werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den in den Patentansprüchen dargelegten Merkmalen gelöst.

Zur Abfuhr der großen Wärmemengen, die im Falle einer Kernschmelze mit Bildung eines Kernschmelzesees in der Bodenkalotte des Reaktordruckbehälters entstehen, ist die Flutung der Reaktorgrube eine bekannte Massnahme. Das Problem ist die Sicherstellung einer passiven Auslösung der Flutung der Reaktordruckbehälteraußenseite, die normalerweise trocken ist, d.h. von Luft oder einem Inertgas umgeben ist.

Passiv heißt, dass extern gesteuerte zusätzliche Eingriffe in die Anlage oder auf Frem-

denergie basierende Mechanismen, wie beispielsweise elektrische Schaltkreise, Sensoren oder Motoren, nicht notwendig sind.

Aufgrund der Thermodynamik eines Schmelzesees findet der größte Wärmeeintrag in die Behälterwand, im oberen Bereich des Pools statt, hier Focusregion genannt.

Aufgrund der hohen Temperaturen im Focusbereich weist der Stahl in diesem Bereich die geringste Festigkeit auf. Gleichzeitig muß dieser Wandbereich zwischen Bodenkalotte und Zylinder des Behälters die gesamte Masse der Bodenkalotte und der Schmelze tragen.

Wesentlich größere Lasten werden durch möglicherweise vorherrschende Innendrucke verursacht, die ebenfalls im oberen Bereich der Bodenkalotte bzw. im unteren Bereich des Zylinders zu den höchsten Spannungen führen können.

Aufgrund dieser Bedingungen wird der Behälter in Bereichen hoher Belastung und geringer Festigkeit anfangen sich zu verformen. Weiter unten und oben liegende Bereiche und insbesondere das Zentrum der Bodenkalotte weisen hingegen niedrigere Temperaturen und somit höhere bis sehr hohe Festigkeiten auf.

Die Behälterwand wird im Focusbereich bei vorhandenem Innendruck nach außen ausbeulen. In jedem Fall, also auch ohne zusätzliche Innendruckbelastung, wird die Wand bei entsprechender thermischer Belastung, gleichbedeutend einer geringen Restwanddicke, nach unten gestreckt. Die gesamte Bodenkalotte verlagert sich daher vertikal in Richtung der Schwerkraft.

Die erfindungsgemäße Einrichtung wirkt im regulären Betrieb des Kraftwerks oder in anders gearteten Störfällen, beispielsweise Erdbeben, nicht negativ, d.h. sie wird keine Wirkungsgradverluste im Normalbetrieb oder zusätzliche Gefahrenquellen in jedem anderen Anlagenzustand hervorrufen. Auch werden Fehlauslösungen ausgeschlossen. Außerdem stellt die Einrichtung bei Inspektions- oder Reparaturarbeiten kein Hindernis dar und ist kostengünstig realisierbar. Die einfach aufgebaute, sichere und passiv wirkende Steuereinrichtung kann auf Fremdenergie verzichten.

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel für ein hydraulisches System näher erläutert.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1 den unteren Teil eines Stahlbehälters, wie er als Reaktordruckbehälter eingesetzt werden kann, im linken Teil im Ausgangszustand und im rechten Teil mit durch hohe Temperatur und/oder Druckbelastung abgesenkten Bodenteil im Schnitt, Fig. 2 die Draufsicht auf die unter dem Stahlbehälter angebrachten Teile.

In Fig. 1 ist in der linken Hälfte der Zeichnung ein Ausgangszustand eines Reaktordruckbehälters 1 im Falle einer Kernschmelze dargestellt. Die Rotationssymmetrielinie 2 trennt den linken vom rechten Teil. In der rechten Hälfte der Abbildung ist der Reaktordruckbehälter 1 nach einer Verformung, z.B. nach überhöhter Temperatur- und/oder Druckbelastung dargestellt.

Der Reaktordruckbehälter 1 ist in der Darstellung etwa bis zum Übergang zwischen Bodenklotte 6 und zylindrischem Teil des Reaktordruckbehälters 1 mit einem Kernschmelzesee 3 gefüllt. Der Bereich 4 kennzeichnet die zu erwartende Focusregion in der Wand des Reaktordruckbehälters 1.

Unter der Bodenklotte 6 befinden sich vier sternförmig angeordnete Stützscheiben 5, die den Reaktordruckbehälter 1 im regulären Betrieb nicht berühren.

Zur Sicherung günstiger Strömungsverhältnisse werden die vorhandenen Einrichtungen im Bodenbereich des Reaktordruckbehälters 1 in die Anordnung der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung einbezogen. So ist in jeder Stützscheibe 5 eine Ausnehmung vorgesehen, unter der je ein Hydraulikzylinder 7 angeordnet ist, der über eine Hydraulikleitung 8 mit den anderen Hydraulikzylindern 7 verbunden ist. Am Hydraulikkolben jedes Hydraulikzylinders 7 ist je ein Stab 9 angebracht, der jeweils durch die Ausnehmung der Stützscheibe 5 ragt. Die Länge der Stäbe 9 ist so bemessen, dass sich ihre dem Hydraulikzylinder 7 abgewandten Enden in gleichem Abstand von etwa 3 cm von der Bodenklotte 6 des Reaktordruckbehälters 1 in seinem Regelzustand befinden.

Sind die hier angegebenen Stützscheiben 5 nicht vorhanden, kann die vorgeschlagene Steuereinrichtung auch an andere Bauelemente angebracht oder separat aufgebaut werden.

Eine spezielle Ausführungsform ist ein hydraulisches System, das nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren arbeitet. Befindet sich beispielsweise an mehreren Positionen ein Hydraulikzylinder 7, dessen Hydraulikkolben, mit einem Stab 9 verbunden, durch die Kraft der sich vertikal absenkenden Bodenklotte eingeschoben wird, so steht über die

Hydraulikleitungen 8 das gewünschte passive System zur Verfügung. Über definierte Kolbenwege bzw. –abstände und Kolbenquerschnittsflächen läßt sich dieses System so auslegen, dass die auszulösenden Mechanismen nur unter den postulierten Bedingungen ausgelöst werden. D.h. beispielsweise müssen wenigstens zwei Kolben der Stützenanordnung eingeschoben werden, um einen oder mehrere „Initialkolben“ auszufahren, mit denen beispielsweise ein Schott und/oder ein Ventil zum „In-Containment Refueling Water Storage Tank“ (IRWST) geöffnet wird.

Durch Auslösen der Flutung erst nach Einschieben von zwei Kolben der Stützenanordnung, d.h. bei Kontakt der Bodenkalotte 6 und mindestens zwei Stützscheiben, kann beispielsweise eine ungewollte Flutung durch Kontakt an einer Stützscheibe 5, z. B. bei Reparaturarbeiten, vermieden werden.

Steuereinrichtung für einen Kühlkreislauf

Patentansprüche

1. Steuereinrichtung für einen Kühlkreislauf, insbesondere zur Notkühlung eines Reaktordruckbehälters, wobei das Kühlmittel abhängig vom Eintritt eines Ereignisses in das Kühlsystem eingespeist wird, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb der Bodenkalotte (6) des Reaktordruckbehälters (1) mindestens ein Stab (9) angeordnet ist, der über ein Übertragungssystem mit der Notkühlung verbunden ist, wobei sich das dem Übertragungssystem abgewandte Ende des Stabes (9) in einem Abstand von etwa drei cm von der Bodenkalotte (6) befindet.
2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Übertragungssystem ein hydraulisches System eingesetzt ist.
3. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stab (9) senkrecht an einem parallel zur Achse des Reaktordruckbehälters (1) angeordneten Hydraulikzylinder (7) angebracht ist, der mit der Notkühlung verbunden ist.
4. Steuereinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Hydraulikzylinder (7) mit Stäben (9) vorgesehen sind, wobei die Hydraulikzylinder (7) mittels Hydraulikleitungen (8) miteinander verbunden sind.
5. Steuereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikzylinder (7) derart im Fundament (10) der Reaktorgrube angeordnet sind, dass die Stäbe (9) durch Ausnehmungen vorhandener Bauteile geführt sind.

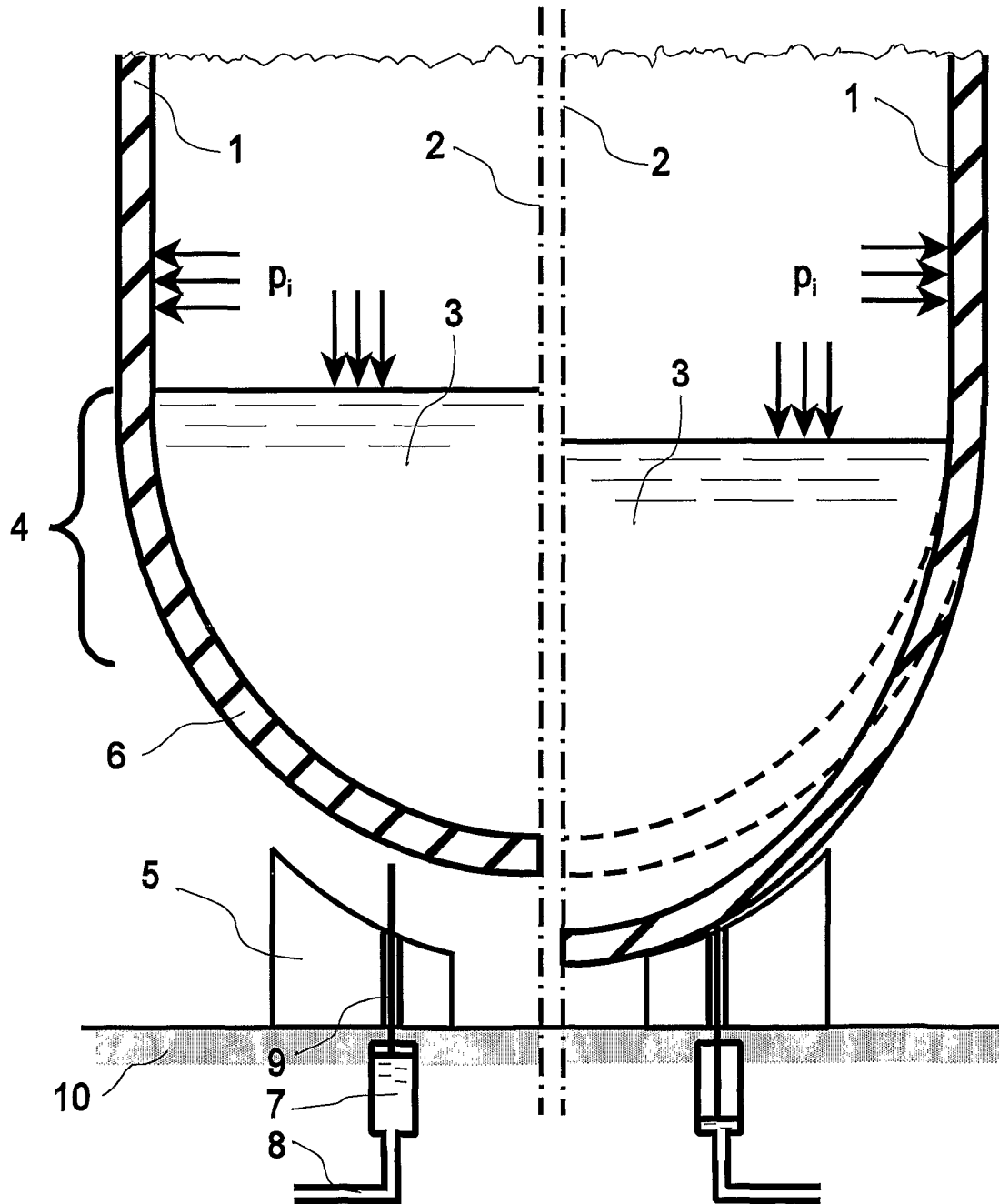


Fig. 1

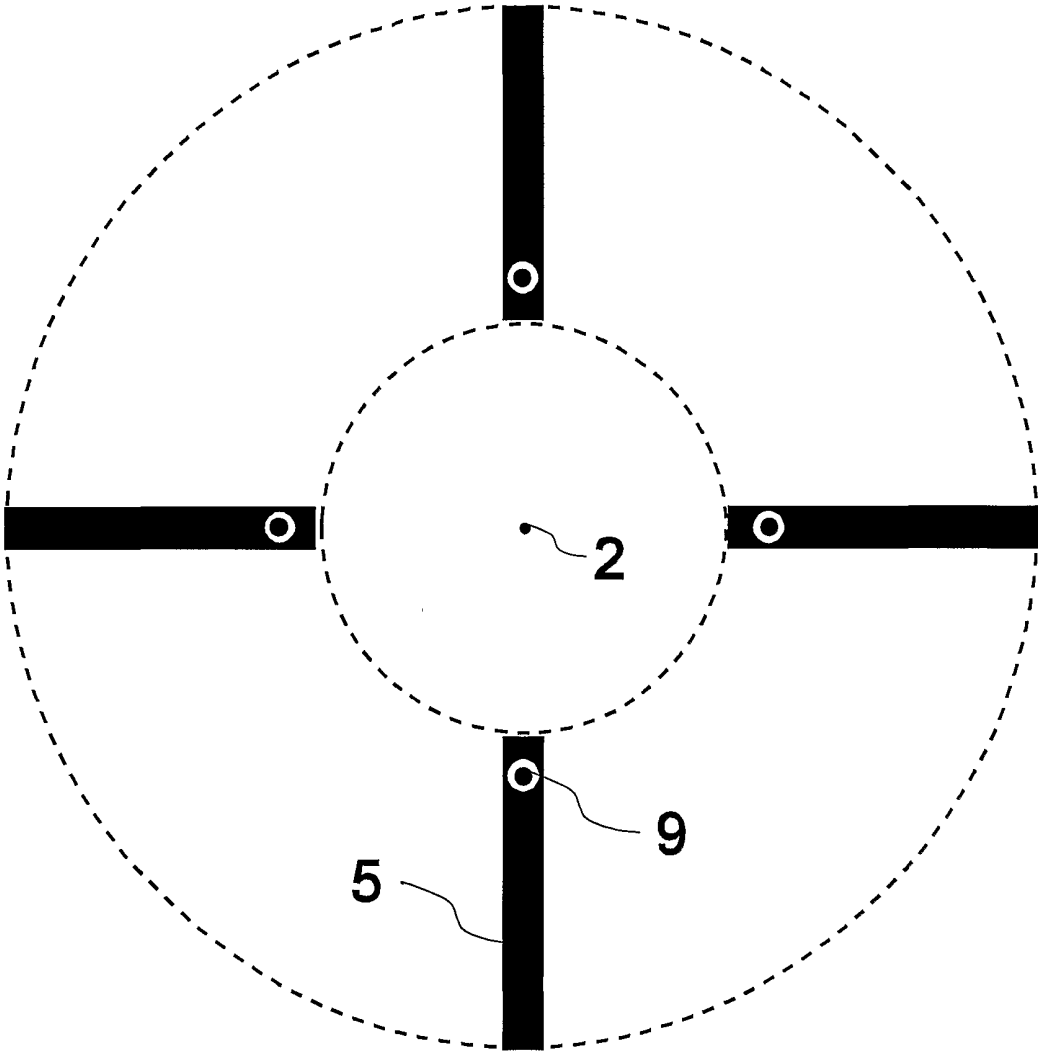


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

JP 01/03241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G21C15/18 G21C9/00

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 7 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)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 836 443 A (WOLTERS ET AL.) 6 June 1989 (1989-06-06) the whole document	1
A	DE 37 19 062 A (AKTIEBOLAGET ASEA-ATOM) 21 January 1988 (1988-01-21) cited in the application the whole document	
A	EP 0 419 159 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27 March 1991 (1991-03-27) the whole document	

☐ 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

23 November 2001

Date of mailing of the international search report

03/12/2001

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

FRISCH, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03241

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4836443	A	06-06-1989	DE 3617524 A1 EP 0247518 A2 JP 63012990 A	26-11-1987 02-12-1987 20-01-1988
DE 3719062	A	21-01-1988	SE 500648 C2 DE 3719062 A1 SE 8602653 A	01-08-1994 21-01-1988 14-12-1987
EP 419159	A	27-03-1991	US 5080857 A DE 69014794 D1 DE 69014794 T2 EP 0419159 A2 ES 2064655 T3 JP 2038833 C JP 3152497 A JP 7069453 B	14-01-1992 19-01-1995 22-06-1995 27-03-1991 01-02-1995 28-03-1996 28-06-1991 31-07-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I des Aktenzeichen
PCT/DE 01/03241

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G21C15/18 G21C9/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 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) EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 836 443 A (WOLTERS ET AL.) 6. Juni 1989 (1989-06-06) das ganze Dokument	1
A	DE 37 19 062 A (AKTIEBOLAGET ASEA-ATOM) 21. Januar 1988 (1988-01-21) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	
A	EP 0 419 159 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27. März 1991 (1991-03-27) das ganze Dokument	
☐ 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 nahelegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 23. November 2001		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/12/2001
Name und Postanschrift der Internationalen 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 FRISCH, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I nales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03241

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4836443	A	06-06-1989	DE	3617524 A1	26-11-1987
			EP	0247518 A2	02-12-1987
			JP	63012990 A	20-01-1988

DE 3719062	A	21-01-1988	SE	500648 C2	01-08-1994
			DE	3719062 A1	21-01-1988
			SE	8602653 A	14-12-1987

EP 419159	A	27-03-1991	US	5080857 A	14-01-1992
			DE	69014794 D1	19-01-1995
			DE	69014794 T2	22-06-1995
			EP	0419159 A2	27-03-1991
			ES	2064655 T3	01-02-1995
			JP	2038833 C	28-03-1996
			JP	3152497 A	28-06-1991
			JP	7069453 B	31-07-1995
