(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
5. Oktober 2000 (05.10.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/58973 A3

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G21C 3/07

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/02681

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. März 2000 (27.03.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 14 013.8 29. März 1999 (29.03.1999) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

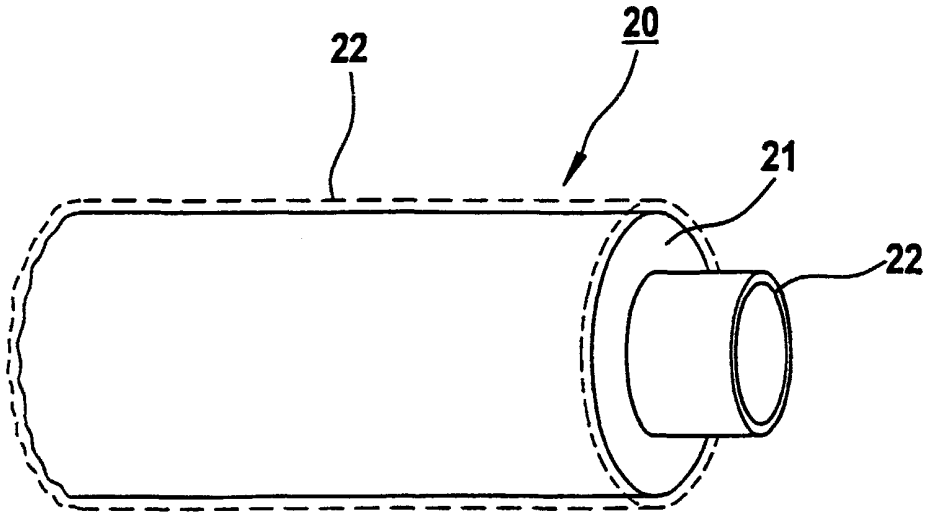
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GARZAROLLI, Friedrich** [AT/DE]; Teplitzer Strasse 4, D-91315 Höchstadt (DE). **SEIBOLD, Angelika** [DE/DE]; Kronacher Strasse 4, D-90765 Fürth (DE). **RUHMANN, Heinrich** [DE/DE]; Glatzer Strasse 11, D-91074 Herzogenaurach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL ELEMENT FOR A PRESSURISED-WATER REACTOR AND METHOD FOR PRODUCING THE CLADDING TUBE THEREOF

(54) Bezeichnung: BRENNELEMENT FÜR EINEN DRUCKWASSER-REAKTOR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG SEINER HÜLLROHRE



(57) **Abstract:** In order to rapidly accelerate the performance of a pressurised-water reactor even after long periods of operating at partial load, a fuel element is provided which is configured with high cooling properties and which contains at least two-layer cladding tubes (20). On the inner side of the cladding tube (20), a thick matrix (21) consisting of a special ZrSnFe or ZrNb alloy is metallurgically bonded to a protective layer (22) consisting of a more lightly alloyed ZrFe alloy. The secondary precipitations in the protective layer have a lower average particle size which corresponds to a normalised annealing time A of approximately $1 \cdot 10^{-18}$ h whereas the ZrSnFe alloy has a substantially greater A value and the ZrNb alloy a substantially lower A value.

(57) **Zusammenfassung:** Um die Leistung eines Druckwasser-Reaktors auch nach längeren Zeiten des Teillastbetriebes rasch hochfahren zu können, ist ein Brennelement vorgesehen, das auf eine hohe Kühlung ausgelegt ist und mindestens zweischichtige Hüllrohre (20) enthält. Eine dicke Matrix (21) aus einer speziellen ZrSnFe-Legierung oder ZrNb-Legierung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 00/58973 A3

(81) **Bestimmungsstaaten** *(national)*: JP, RU, UA, US.

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

Veröffentlicht:
— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:** 26. April 2001

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.

ist an der Innenseite des Hüllrohrs (20) metallurgisch mit einer Schutzschicht (22) aus einer schwächer legierten ZrFe-Legierung verbunden. Die Sekundärausscheidungen in der Schutzschicht besitzen eine geringe mittlere Teilchengröße, die einer normalisierten Glühdauer A von ca. $1 . 10^{-18}$ h entsprechen, während die ZrSnFe-Legierung einen wesentlich größeren A-Wert bzw. die ZrNb-Legierung einen wesentlich kleineren A-Wert besitzt.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter)nal Application No
PCT/EP 00/02681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G21C3/07

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 751 044 A (HWANG ET AL.) 14 June 1988 (1988-06-14) column 4-5; figure 4 ---	1,6,7,17
Y	US 5 790 623 A (VAN SWAM) 4 August 1998 (1998-08-04) figure 1 ---	1,6,7,17
A	US 5 618 356 A (ADAMSON ET AL.) 8 April 1997 (1997-04-08) column 3, line 60-65 column 5, line 55-58 column 11, line 63 -column 12, line 19 ---	1,3,4,6, 7,10
A	WO 93 17137 A (SIEMENS AG) 2 September 1993 (1993-09-02) cited in the application abstract ---	1,3,4,6, 7
	-/--	

[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

"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	Date of mailing of the international search report
11 September 2000	27. 11. 00

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Frisch, K

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte[illegible]onal Application No
PCT/EP 00/02681

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 285 485 A (ROSENBAUM ET AL.) 8 February 1994 (1994-02-08) column 2, line 65 -column 3, line 1; figure 2 -----	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP 00/02681

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-17

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

1. Claims Nos: 1-17

   Fuel element of a pressurised-water reactor, comprising a cladding tube consisting of an external thick layer of a first, heavily-alloyed zirconium alloy and an inner thinner protective layer of a second, lightly-alloyed zirconium alloy.

2. Claims Nos: 18-27

   Method for producing a fuel-rod cladding tube, in which two zirconium alloys are thermally treated in a different manner, a composite tube is produced from the two alloys and the composite tube is processed further.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No
PCT/EP 00/02681

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4751044 A	14-06-1988	JP 1882153 C	10-11-1994
		JP 6005312 B	19-01-1994
		JP 62039787 A	20-02-1987
US 5790623 A	04-08-1998	EP 0867888 A	30-09-1998
		JP 10282277 A	23-10-1998
US 5618356 A	08-04-1997	US 5437747 A	01-08-1995
		US 5519748 A	21-05-1996
		EP 0622470 A	02-11-1994
		JP 7090522 A	04-04-1995
		US 5681404 A	28-10-1997
		DE 69405911 D	06-11-1997
		DE 69405911 T	02-04-1998
		EP 0624882 A	17-11-1994
		ES 2107131 T	16-11-1997
		JP 7090521 A	04-04-1995
		MX 9402969 A	31-01-1995
WO 9317137 A	02-09-1993	DE 9206038 U	16-07-1992
		DE 59308482 D	04-06-1998
		EP 0726966 A	21-08-1996
		ES 2116438 T	16-07-1998
		FI 943900 A	25-08-1994
		JP 2957280 B	04-10-1999
		JP 7504229 T	11-05-1995
		US 5539791 A	23-07-1996
US 5285485 A	08-02-1994	EP 0609988 A	10-08-1994
		JP 6317688 A	15-11-1994
		MX 9400841 A	31-08-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. .onales Aktenzeichen
PCT/EP 00/02681

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G21C3/07

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)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 751 044 A (HWANG ET AL.) 14. Juni 1988 (1988-06-14) Spalte 4-5; Abbildung 4 ---	1,6,7,17
Y	US 5 790 623 A (VAN SWAM) 4. August 1998 (1998-08-04) Abbildung 1 ---	1,6,7,17
A	US 5 618 356 A (ADAMSON ET AL.) 8. April 1997 (1997-04-08) Spalte 3, Zeile 60-65 Spalte 5, Zeile 55-58 Spalte 11, Zeile 63 -Spalte 12, Zeile 19 ---	1,3,4,6, 7,10
A	WO 93 17137 A (SIEMENS AG) 2. September 1993 (1993-09-02) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung --- -/--	1,3,4,6, 7

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. September 2000	27. 11. 00

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Frisch, K

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 00/02681

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 285 485 A (ROSENBAUM ET AL.) 8. Februar 1994 (1994-02-08) Spalte 2, Zeile 65 -Spalte 3, Zeile 1; Abbildung 2 -----	1

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 00/02681

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1-17

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.

☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN PCT/ISA/ 210

1. Ansprüche: 1-17

Brennelement für einen Druckwasserreaktor mit einem Hüllrohr aus einer äu$eren, dicken Schicht aus einer ersten, stärker legierten Zirkoniumlegierung und einer inneren, dünneren Schutzschicht aus einer zweiten, schwächer legierten Zirkoniumlegierung.

2. Ansprüche: 18-27

Verfahren zur Herstellung eines Brennstab-Hüllrohres, in dem zwei Zirkoniumlegierungen unterschiedlich thermisch behandelt werden, ein Verbundrohr aus den beiden Legierungen hergestellt wird, und das Verbundrohr weiterverarbeitet wird.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. ..ionales Aktenzeichen
PCT/EP 00/02681

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4751044 A	14-06-1988	JP 1882153 C	10-11-1994
		JP 6005312 B	19-01-1994
		JP 62039787 A	20-02-1987
US 5790623 A	04-08-1998	EP 0867888 A	30-09-1998
		JP 10282277 A	23-10-1998
US 5618356 A	08-04-1997	US 5437747 A	01-08-1995
		US 5519748 A	21-05-1996
		EP 0622470 A	02-11-1994
		JP 7090522 A	04-04-1995
		US 5681404 A	28-10-1997
		DE 69405911 D	06-11-1997
		DE 69405911 T	02-04-1998
		EP 0624882 A	17-11-1994
		ES 2107131 T	16-11-1997
		JP 7090521 A	04-04-1995
		MX 9402969 A	31-01-1995
WO 9317137 A	02-09-1993	DE 9206038 U	16-07-1992
		DE 59308482 D	04-06-1998
		EP 0726966 A	21-08-1996
		ES 2116438 T	16-07-1998
		FI 943900 A	25-08-1994
		JP 2957280 B	04-10-1999
		JP 7504229 T	11-05-1995
		US 5539791 A	23-07-1996
US 5285485 A	08-02-1994	EP 0609988 A	10-08-1994
		JP 6317688 A	15-11-1994
		MX 9400841 A	31-08-1994