



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 329 908 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.07.2003 Patentblatt 2003/30

(51) Int Cl.7: **G21F 5/10**

(21) Anmeldenummer: **02015471.2**

(22) Anmeldetag: **12.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Wortmann, Birgit**
45257 Essen (DE)
• **Stratmann, Werner**
44532 Lünen (DE)
• **Hages, Peter**
41515 Grevenbroich (DE)

(30) Priorität: **21.07.2001 DE 10135650**

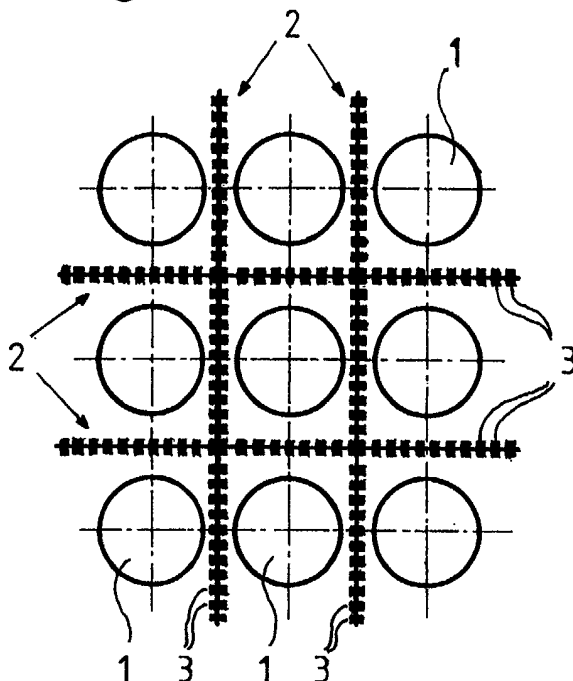
(71) Anmelder: **STEAG encotec GmbH**
45128 Essen (DE)

(54) **Verfahren und Einrichtung zum Lagern von Behältern, die wärmeentwickelndes Material enthalten**

(57) Beim Lagern der nebeneinander angeordneten Behälter (1) wird ein Anteil der von benachbarten Behältern (1) abgegebenen Strahlungswärme zwischen

den benachbarten Behältern mit mindestens einer Trennwand (2) aus wärmeabsorbierendem Material absorbiert, und die absorbierte Wärme wird konvektiv an die Umgebungsluft abgegeben.

Fig. 1



EP 1 329 908 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Lagern einer Mehrzahl von Behältern, die wärmeentwickelndes, insbesondere radioaktives Material enthalten.

[0002] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, während der Lagerung eine optimierte Abführung der permanent erzeugten Wärme mit besonders einfachen Mitteln zu ermöglichen.

[0003] Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß ein Anteil der von benachbarten Behältern abgegebenen Strahlungswärme durch zusätzliche Flächen zwischen den benachbarten Behältern absorbiert und die absorbierte Wärme konvektiv an die Umgebungsluft abgegeben.

[0004] Der konvektive Wärmeübergang auf die Umgebungsluft findet nicht nur an den Behälterwänden statt, sondern zusätzlich auch an dazwischen liegenden, wärmeabsorbierenden Strukturen. Dies erhöht den Wärmeabtransport, ohne daß eine zusätzliche Unterstützung, wie etwa durch eine Zwangsbelüftung, erforderlich wäre. Die Wärmeabfuhr wird also durch konvektive Abfuhr der Strahlungswärme der Behälter mit Hilfe zusätzlich aufgestellter Flächen verbessert.

[0005] Es hat sich dabei als vorteilhaft erwiesen, langgestreckte Behälter zu verwenden und diese stehend zu positionieren. Durch eine vertikale Lagerung langgestreckter Behälter mit einer wärmeabgebenden Oberfläche wird eine verstärkte Kaminwirkung erzeugt. Die umströmende Luft überstreicht eine größere Wegstrecke und nimmt dabei mehr Wärme auf. Gleichzeitig erhöht sich die Konvektionsgeschwindigkeit, woraus sich eine zusätzliche Verbesserung der Wärmeabfuhr ergibt.

[0006] Zur vorrichtungstechnischen Lösung der gestellten Aufgabe ist die eingangs genannte Einrichtung erfindungsgemäß mit mindestens einer Trennwand aus wärmeabsorbierendem Material versehen, die derart zwischen benachbarten Behältern angeordnet ist, daß sich beidseitig der Trennwand eine Konvektionsströmung aufbaut. Eine solche Trennwand aus wärmeabsorbierendem Material verhindert die gegenseitige Übertragung von Wärmestrahlung zwischen benachbarten Behältern. Statt auf einem benachbarten Behälter aufzutreffen, wird die Strahlung durch die Trennwand absorbiert, wobei letztere eine geringere Temperatur als die Behälterwandungen aufweist. Die so erwärmte Trennwand kann dann Wärme an die Umgebungsluft abgeben, wodurch sich konvektive Strömungen beidseitig der Trennwand einstellen.

[0007] Der untere Bereich der Trennwand weist genügend Freiräume auf, um eine möglichst ungestörte Anströmung der Luft zu gewährleisten.

[0008] Die Anordnung der Trennwand bzw. der Trennwände kann in vielfältiger Weise getroffen werden. Häufig kann es ausreichen, zwischen zwei benachbarten Reihen von Behältern eine einzige durchgehende

de Trennwand vorzusehen. Besser ist es vielfach, ein Raster von sich vorzugsweise rechtwinklig kreuzenden Trennwänden zu erstellen, in das die Behälter eingefügt werden. Jeder Behälter ist dann gegen sämtliche benachbarten Behälter bezüglich der Wärmestrahlung abgeschirmt. Gleiches gilt für eine weitere vorteilhafte Ausführungsform, die dadurch gekennzeichnet ist, daß mindestens einige der Behälter mit Abstand von einer gesonderten Trennwand umgeben sind. Sind also zwei benachbarte Behälter jeweils mit einer beabstandeten Trennwand versehen, so können diese Trennwände an insgesamt vier Wandseiten Wärme abgeben. Dies bedeutet, daß die Gesamtwärmeabgabe nochmals verbessert werden kann.

[0009] Vorteilhafterweise sind die Trennwände dabei am unteren Ende mit Luftdurchtrittsöffnungen versehen, die das Nachströmen von kühlerem Medium im unteren Trennwandbereich erleichtern.

[0010] Weiterhin vorteilhaft ist es, die Trennwand vorzugsweise beidseitig mit im wesentlichen vertikal verlaufenden Rippen zu versehen. Derart angeordnete Rippen führen zu einer Vergrößerung der thermisch wirksamen Oberfläche und verbessern den Wärmeübergang nochmals.

[0011] Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Behälter mit im wesentlichen in Achsrichtung verlaufenden Axialrippen versehen. Dies ist ganz besonders bei langgestreckt ausgebildeten Behältern vorteilhaft. So ausgeformte Behälter werden in der Regel aus Platzgründen hochkant aufgestellt. Die Axialrippen laufen dann in vertikaler Richtung, d. h. parallel zur Strömungsrichtung der konvektiv umströmenden Luft.

[0012] Die Berippung der Behälter vermag also einen beträchtlichen Beitrag zur wirksamen Wärmeableitung während der Lagerung zu leisten. Weitere Vorteile ergeben sich bei einem Transport der Behälter, wenn diese direkt oder indirekt dem Fahrtwind ausgesetzt werden. Auch dabei vergrößern die Rippen die wärmeabgebende Fläche und verbessern die Strömungsführung der Umgebungsluft.

[0013] Je nach bevorzugter Lageorientierung der Behälter kann man diese mit Axialrippen oder Radialrippen versehen. Behälter mit Axialrippen eignen sich eher für eine stehende Lagerung.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, bei Behältern mit Radialrippen, die für eine stehende Lagerung vorgesehen sind, Axialrippen aus Rippenabschnitten zusammenzusetzen, welche kranzförmig in den Zwischenräumen der Radialrippen angeordnet werden. Es wird dadurch beispielsweise möglich mit Radialrippen versehene Behälter im ursprünglichen Zustand bei radialer Umströmung liegend zu lagern und bei geänderter stehender Aufstellungsrichtung dann die Rippenausrichtung an die neue Strömungsrichtung des umströmenden Mediums anzupassen.

[0015] Dabei ist eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß mehrere der

Rippenabschnitte zu Ringsegmenten miteinander verbunden sind. Dabei können mehrere Rippenabschnitte gleichzeitig gehandhabt werden, wodurch sich die Montage erleichtert.

[0016] Eine andere Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Axialrippen als durchgehende Elemente auf die glatten Behälterwände aufgesetzt sind.

[0017] Dadurch entfällt die Notwendigkeit, in axialer Richtung mehrere aneinander anschließende axiale Rippenabschnitte handhaben zu müssen, und zudem können solche durchgehenden Elemente besonders einfach durch Zuschnitt von vorhandenen Profilhalbzügen hergestellt werden.

[0018] In jedem Falle verbessert sich die Wärmeabfuhr von den Behältern durch die vorzugsweise lösbar aufgebrachten Rippen bzw. Rippensegmente.

[0019] Vorteilhafterweise können die durchgehenden Elemente der Axialrippen bzw. die kranzförmig in den Zwischenräumen der Radialrippen angeordneten Rippenabschnitte von in Umfangsrichtung verlaufenden Spannelementen gegen die Behälterwände verspannt sein. Spannelemente sind in zahlreichen Formen im Stand der Technik bekannt und erlauben es, die oben beschriebenen Rippenabschnitte bzw. Rippensegmente sowie die durchgehenden Rippenelemente besonders schnell, einfach und sicher gegen die Behälterwände zu verspannen und im Bedarfsfall wieder davon zu lösen. Eine derartige Verspannung kann beispielsweise mit Spannbändern, Gurten oder Spanndrähten arbeiten.

[0020] Als zusätzlich vorteilhaft erweist sich die Ausbildung der durchgehenden Elemente der Axialrippen bzw. der kranzförmigen in den Zwischenräumen der Radialrippen angeordneten Rippenabschnitte als an beiden Enden offene Hohlprofile. Als Hohlprofile ausgebildete Rippen weisen neben der an der Außenseite auftretenden konvektiven Überströmung noch eine interne Durchströmung mit zusätzlichem Wärmeübergang auf. Hierdurch wird die Wärmeübertragung gesteigert und im Gegensatz zu massiven Rippen verbessert. Zudem ist die Masse gegenüber massiv ausgeführten Rippen deutlich geringer, wodurch sich u. a. beim Transport Erleichterungen ergeben.

[0021] Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf mehrere benachbart angeordnete Lagerbehälter mit erfindungsgemäßen Trennwänden;

Figur 2 eine Draufsicht auf mehrere benachbart angeordnete Lagerbehälter, die jeweils von einer beabstandeten Trennwand vollständig umschlossen sind;

Figur 3 einen Lagerbehälter mit Trennwand nach Figur 2 in einer Seitenansicht;

Figur 4 einen radialen Teilschnitt durch einen glat-

ten Lagerbehälter mit aufgesetzten Axialrippen; Figur 5 einen radialen Teilschnitt durch einen Lagerbehälter mit Radialrippen und aufgesetzten axialen Rippenelementen;

Figur 6 einen axialen Teilschnitt durch die Ausführungsform nach Figur 5.

[0022] Figur 1 zeigt ein Lager mit mehreren benachbart zueinander angeordneten Behältern 1, die ein radioaktives, wärmeentwickelndes Material enthalten. Zwischen den Behältern 1 sind Trennwände 2 derart angeordnet, daß benachbarte Behälter 1 gegeneinander abgeschirmt sind. Jede der Trennwände 2 ist mit einer Mehrzahl von Rippen 3 versehen. Die Ausrichtung der Trennwände 2 und der Rippen 3 erfolgt normal zur horizontalen Ebene, so daß die umgebende erwärmte Luft an den Trennwänden 3 vertikal nach oben steigen kann.

[0023] Figur 2 zeigt mehrere benachbart zueinander angeordnete Lagerbehälter 1, die jeweils von einer der Trennwände 2 mit Rippen 3 umschlossen sind und durch diese gegeneinander abgeschirmt werden. Im Unterschied zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform ist hierbei jeder Behälter 1 von einer eigenen Trennwand 2 vollständig umschlossen. Dies bedeutet, daß zwischen zwei nebeneinander angeordneten Behältern 1 dieser Ausführungsform jeweils zwei Trennwände 3 liegen. In Übereinstimmung mit der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform sind auch hier die Trennwände 2 räumlich von den Behältern 1 beabstandet. Das heißt, daß eine vom Lagerbehälter 1 ausgehende Wärmestrahlung auf die Trennwand 2 trifft. Dabei wird die Wärmestrahlung von der Trennwand 2 absorbiert. Die Trennwand 2 erwärmt sich und gibt die Wärme an die umströmende Luft ab. Dadurch wird eine Energieübertragung durch Wärmestrahlung von einem Behälter zu einem anderen verhindert, und die Strahlungsenergie wird an die Trennwände und nicht an andere Behälter abgegeben. Der so unterbundene gegenseitige Wärmeaustausch zwischen den Behältern bewirkt eine deutlich verbesserte Gesamtwärmeabfuhr selbst dann, wenn andere wärmestrahlende Behälter 1 in der nächsten Umgebung aufgestellt sind. Die Wärmeabfuhr ist dadurch weitestgehend unabhängig davon, wieviele solcher Behälter in der nächsten Umgebung aufgestellt sind.

[0024] Die Seitenansicht gemäß Figur 3 zeigt, daß die Trennwand 2 im unteren Bereich mit Luftdurchtrittsöffnungen 4 versehen ist. Außerdem wird die Strömung der Umgebungsluft im Ringraum zwischen den Behälter 1 und der Trennwand 2 durch entsprechende Pfeile angedeutet. Wie bereits erwähnt, baut sich auch auf der Außenseite der Trennwand eine Konvektionsströmung auf.

[0025] Figur 4 zeigt einen radialen Teilschnitt durch einen glatten Lagerbehälter 1 mit aufgesetzten Axialrippen 5, die als durchgehende Elemente ausgebildet sind. Dabei ist zu erkennen, daß die Axialrippen 5 auf der dem Behälter zugewandten Seite komplementär zu der Be-

hälteroberfläche geformt sind. Die drei gezeigten Axialrippen 5 können mit weiteren Axialrippen beliebig kombiniert werden, so daß der gesamte Umfang des Behälters 1 oder ein Teilbereich davon bedeckt ist. Anstelle der vorher vorhandenen glatten Oberfläche wird durch die Verwendung von Axialrippen die thermisch wirksame Oberfläche um ein Vielfaches vergrößert. Insbesondere die in der Figur 4 gezeigte Ausführungsform der Axialrippen 5 als offene Hohlprofile mit einer wirksamen Außenfläche und einer wirksamen Innenfläche besitzt neben dem Vorteil der sehr geringen Masse noch den Vorteil der beidseitig wirksamen thermischen Oberflächen.

[0026] Figur 5 zeigt in einer Darstellung ähnlich der nach Figur 4 einen radialen Teilschnitt durch einen berippten Behälter 1 nach einer weiteren Ausführungsform, und Figur 6 zeigt einen korrespondierenden axialen Teilschnitt. Der Behälter 1 ist dabei mit Radialrippen 6 versehen. In die Zwischenräume der Radialrippen 6 eingesteckt sind zwei Rippenabschnitte 7, die sich zu Axialrippen zusammenfügen. Hierdurch wird eine Richtungsänderung der thermisch wirksamen Rippen um 90° bewirkt. Der so gestaltete Lagerbehälter 1 kann dann, anstatt horizontal, vertikal gelagert werden, ohne daß die Radialrippen die Wärmeabfuhr behindern. Des weiteren sind Bohrungen 8 in den Rippenabschnitten 7 gezeigt. In diesen Bohrungen 8 können beispielsweise Drahtseile durch die Rippenabschnitte 7 hindurchgeführt werden, um diese in Umfangsrichtung um den Lagerbehälter 1 zu verspannen. Das Verspannen mit Drahtseilen oder Gurten stellt eine besonders einfache und sichere sowie zudem wieder lösbare Verbindungsmethode dar.

[0027] Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abwandlungen möglich. So können beispielsweise die Anzahl der Elemente der Axialrippen, der Rippenabschnitte und die Rippenform in weiten Bereichen variiert werden. Zur Befestigung der Rippen Elemente an den Behältern können auch zahlreiche andere bekannte Befestigungsmittel ausgewählt werden. Beispielhaft seien hier genannt Verschraubungen, äußere Spannringe, etc. Die Erfindung ist anwendbar auf die Lagerung nicht nur von radioaktiven, sondern generell von wärmeentwickelnden Materialien.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Lagern einer Mehrzahl von Behältern (1), die wärmeentwickelndes, insbesondere radioaktives Material enthalten, wobei
 - ein Anteil der von benachbarten Behältern abgegebenen Strahlungswärme zwischen den benachbarten Behältern absorbiert wird und
 - die absorbierte Wärme konvektiv an die Umgebungsluft abgegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** langgestreckte Behälter (1) gelagert und dabei stehend positioniert werden.

3. Einrichtung zum Lagern einer Mehrzahl von Behältern, die wärmeentwickelndes, insbesondere radioaktives Material enthalten, mit mindestens einer Trennwand (2) aus wärmeabsorbierendem Material, die derart zwischen benachbarten Behältern (1) angeordnet ist, daß sich beidseitig der Trennwand (2) eine Konvektionsströmung aufbaut.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens einige der Behälter (1) mit Abstand von einer gesonderten Trennwand (2) umgeben sind.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Trennwände (2) am unteren Ende mit Luftdurchtrittsöffnungen (4) versehen sind.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Trennwand (2) vorzugsweise beidseitig mit im wesentlichen vertikal verlaufenden Rippen (3) versehen ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behälter (1) mit im wesentlichen in Achsrichtung verlaufenden Axialrippen (5) versehen sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Axialrippen (5) aus Rippenabschnitten (7) bestehen, die kranzförmig in den Zwischenräumen von Radialrippen (6) angeordnet sind.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere der Rippenabschnitte (7) zu Ringsegmenten miteinander verbunden sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Axialrippen (5) als durchgehende Elemente auf die glatten Behälterwände aufgesetzt sind.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die durchgehenden Elemente der Axialrippen (5) bzw. die kranzförmig in den Zwischenräumen der Radialrippen (6) angeordneten Rippenabschnitte (7) von in Umfangsrichtung verlaufenden Spannelementen gegen die Behälterwände verspannt sind.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die durchgehenden Elemente der Axialrippen (5) bzw. die kranzförmig in den Zwischenräumen der Radialrippen (6) ange-

ordneten Rippenabschnitte (7) als an beiden Enden
offene Hohlprofile ausgebildet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

Fig. 1

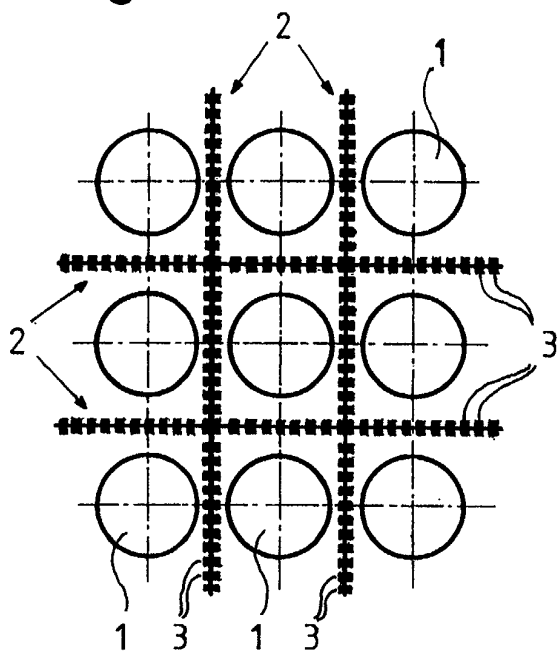


Fig. 2

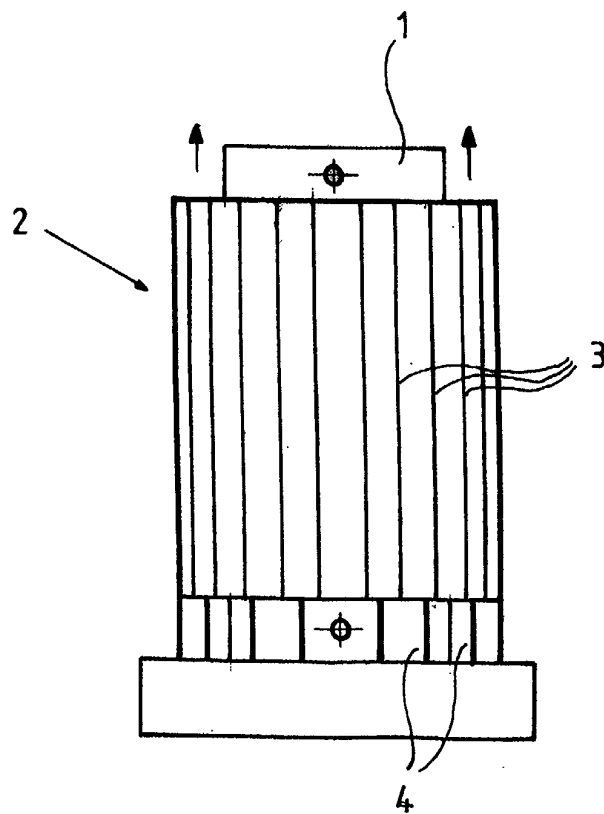
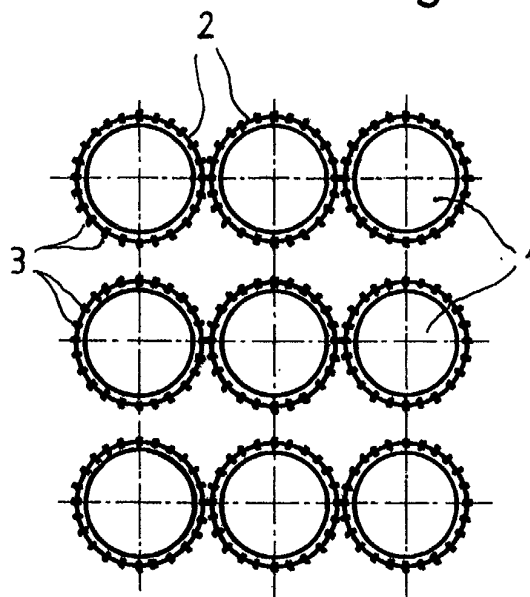


Fig. 3

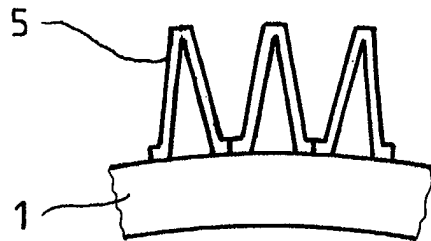


Fig. 4

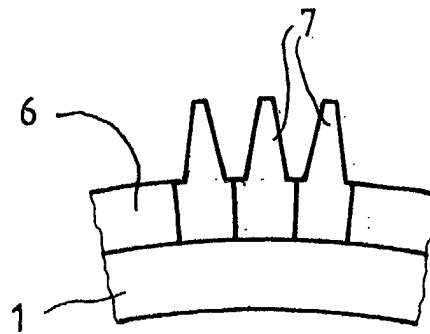


Fig. 5

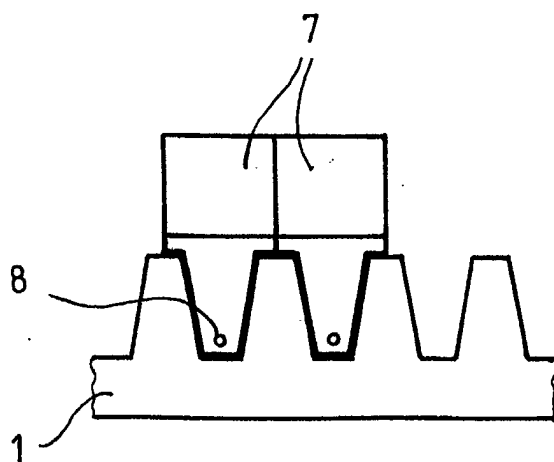


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 01 5471

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 32 06 705 A (VOX ANTON J) 1. September 1983 (1983-09-01)	1-7,10	G21F5/10
A	* Seite 11 - Seite 14; Abbildungen 1-8 *	8,9,11,12	

X	DE 30 33 083 A (VOX ANTON J) 1. April 1982 (1982-04-01)	1-7,10	
A	* Seite 11 - Seite 16; Abbildungen 1-10 *	8,9,11,12	

X	GB 2 130 520 A (BRITISH NUCLEAR FUELS LTD) 6. Juni 1984 (1984-06-06)	1-4,6	G21F
A	* Seite 1, Zeile 38-103 *	7,10	
	* Seite 2, Spalte 36-43; Abbildung 2 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 5. November 2002	Prüfer Jandl, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 02 01 5471

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-11-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3206705	A	01-09-1983	DE	3206705 A1	01-09-1983
DE 3033083	A	01-04-1982	DE	3033083 A1	01-04-1982
GB 2130520	A	06-06-1984	DE	3306940 A1	15-09-1983
			FR	2522868 A1	09-09-1983
			JP	58166297 A	01-10-1983

EPO FORM P0461

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