

⑤1

Int. Cl. 2:

G 21 C 3/34

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 26 47 000 A 1

①1

Offenlegungsschrift 26 47 000

②1

Aktenzeichen: P 26 47 000.8-33

②2

Anmeldetag: 18. 10. 76

④3

Offenlegungstag: 27. 4. 78

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1 —

⑤4

Bezeichnung: Abstandshaltegitter für Brennelemente

⑦1

Anmelder: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

⑦2

Erfinder: Hensolt, Theodor, 8831 Emetzheim; Hünner, Manfred, 8520 Erlangen;
Rau, Peter, 8551 Mittelehrenbach; Veca, Anthony, San Diego,
Calif. (V.St.A.)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 26 47 000 A 1

Patentansprüche

1. Abstandshaltegitter für Brennelemente, mit einem gleichartige, vieleckige Gitterfeldeinheiten und zugehörige Gitterstege aufweisenden Gitterfeld, das durch Herausarbeiten von Material aus einem Scheiben- oder Plattenkörper herstellbar ist, wobei die in das jeweilige Gitterfeld eingefügten Brennstäbe mit ihrem Außenumfang jeweils an Zentrierflächen von Noppen der Gitterstege zentriert und achsparallel zueinander gehalten sind und wobei der Übergangsbereich von den Gitterstegen zu den Zentrierflächen der Noppen mit das Einführen bzw. Herausziehen der Brennstäbe erleichternden Schrägflächen versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Noppen (9) sich lediglich über einen Teil der axialen Länge (l_a) des Gitters (1) erstrecken und daß die Schrägflächen (10) eine solche Neigung (α) zur Gitterebene (gg) (Achsnormale der Gitterstege) aufweisen, daß die Schrägflächen (10) wiederum nur einen Teil der axialen Länge (l_g) der Noppen (9) überstreichen.
2. Abstandshaltegitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Noppen (9) mittig innerhalb der jeweiligen Gittersteglänge (l_a) angeordnet sind.
3. Abstandshaltegitter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Noppen (9) $1/2$ bis $1/5$, vorzugsweise etwa $1/4$, der Gittersteglänge (l_a) überstreichen.
4. Abstandshaltegitter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung (α) der Schrägflächen (10) zur Gitterebene (gg) 45° bis 70° , vorzugsweise ca. 60° beträgt.
5. Abstandshaltegitter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung (α) der Schrägflächen (10) an beiden Noppenenden gleich ist.

6. Abstandshaltegitter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrierflächen (9a) der Noppen (9) ebene, auf Sehnen liegende Flächen sind, so daß sich eine punkt- oder linienförmige Anlage mit dem Brennstab (8) ergibt und daß diese Anlage durch einen Erosionsprozeß (letzter Arbeitsgang) hergestellt ist.
7. Abstandshaltegitter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem Gitterfeld hexagonaler Grundform, dadurch gekennzeichnet, daß das Gitterfeld (2) im wesentlichen aus zwölfeckigen Gitterfeldeinheiten (Maschen 3) besteht, welche jeweils drei um eine Zentralachse (5) gruppierte und aneinandergrenzende Sechsecke (3a, 3b, 3c) des dem Gitterfeld (2) zugrundeliegenden Sechseckrasters (2a) umfassen, und daß die um je 120° um ihre Zentralachse gegeneinander räumlich verdrehten, einwärts vorspringenden drei Seitenpaare (4.1, 4.2, 4.3) des Zwölfecks zur Ausbildung der Noppen (9) vorgesehen sind, wobei der in die jeweilige Masche (3) einzufügende Brennstab (8) mit seinem äußeren Umfang in Dreipunktauflage bezüglich der Noppen (9) zentrierbar ist.
8. Abstandshaltegitter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der sechs Eckpunkte des Gitterfeldes (2) anstelle von Zwölfeck-Gitterfeldeinheiten (3) Montageaugen (6) vorgesehen sind, welche zum Einfügen von axialen Zentrier-elementen (7) und der Aufhängung dienen, wenn mehrere Abstandshaltegitter (1) planparallel und mit axialem Abstand zueinander zu einem Brennelement-Körper zusammengebaut werden.
9. Verfahren zur Herstellung eines Abstandshaltegitters nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in einen vollen Scheiben- bzw. Plattenkörper (Rohling 11) zunächst dem Brennstab-Außendurchmesser entsprechende Durchgangsbohrungen (12) für die Maschen (3) gebohrt werden, daß hierauf mit einem Bohrer, der um das Maß des Noppenüberstandes vergrößert und mit einem der Schrägflächen-Neigung (α) entsprechenden Spitzenwinkel (β) versehen ist, von beiden Stirnseiten des Gitters (1)

2647000

3
- 12 -

76P 9384 BRD

her die Noppen (9) herausgearbeitet und die Schrägflächen (10) angesenkt werden, und daß schließlich der restliche Materialüberstand der jeweiligen Masche (3) durch elektroerosive Bearbeitung, insbesondere funkenerosive oder elektrochemische, entfernt wird.

809817/0051

Abstandshaltegitter für Brennelemente

Die Erfindung betrifft ein Abstandshaltegitter für Brennelemente, mit einem gleichartige, vieleckige Gitterfeldeinheiten und zugehörige Gitterstege aufweisenden Gitterfeld, das durch Herausarbeiten von Material aus einem Scheiben- oder Plattenkörper herstellbar ist, wobei die in das jeweilige Gitterfeld eingefügten Brennstäbe mit ihrem Außenumfang jeweils an Zentrierflächen von Noppen der Gitterstege zentriert und achsparallel zueinander gehalten sind und wobei der Übergangsbereich von den Gitterstegen zu den Zentrierflächen der Noppen mit das Einführen bzw. Herausziehen der Brennstäbe erleichternden Schrägflächen versehen ist.

Ein solches Abstandshaltegitter ist bekannt (DT-OS 2 111 349 und DT-OS 2 227 970). Hierbei erstrecken sich die Abstütznoppen praktisch über die gesamte axiale Länge des Abstandshaltegiters. Derartige Abstandshaltegitter haben die Aufgabe, eine Vielzahl von langgestreckten Brennstäben in ihren Gitterfeldeinheiten, auch als Maschen bezeichnet, zu führen und in der Soll-Lage zu halten. In der Regel werden eine Mehrzahl derartiger Abstandshaltegitter in Flucht zueinander und mit axialem Abstand innerhalb des Brennelementes angeordnet, wobei die Brennstäbe durch die in Flucht zueinander liegenden Maschen der Abstandshaltegitter gesteckt werden. Bei verschiedenen Kernreaktoren, insbesondere bei schnellen Brüttern, wie gasgekühlten schnellen Brutreaktoren, ist man dazu übergegangen, die Abstandshaltegitter aus dem Vollen herauszuarbeiten und auch hierbei die Noppen

dadurch auszubilden, daß sie aus dem vollen Querschnitt eines platten- oder scheibenförmigen Körpers herausgearbeitet werden, weil eine Ausbildung der Noppen in Form von Federelementen oder angeschweißten oder angelöteten Stollen nicht die erforderliche Sicherheit gewährleistet. Damit kein Schaben oder Kratzen an der Brennstaboberfläche beim Einfügen der Brennstäbe in die Abstandshaltegitter erfolgt, werden die Abstütznoppen an ihrem Einführende und auch an ihrem anderen Ende mit Schrägflächen versehen. Die axiale Höhe bzw. Dicke des Abstandshaltegitters ist durch die Belastung, insbesondere die axiale Gewichtsbelastung, aber auch durch thermisches Schieben, Differenzdehnung der Stäbe bzw. Elementstruktur und Schwingungs-Belastung, bestimmt; für ein Brennelement einer bestimmten Leistung läßt sich deshalb eine minimale axiale Dicke des Abstandshaltegitters nicht unterschreiten. Die Erfindung geht nun von der Überlegung aus, daß bei den bekannten Abstandshaltegittern die Gefahr besteht, daß während des Betriebes durch thermisches Verbiegen (thermal bowing) und durch Volumenschwellen ein Zwängen der Brennstäbe im Bereich ihrer Anlageflächen an den Abstütznoppen eintreten kann, da die Anlageflächen sich über praktisch die gesamte axiale Länge des Abstandshaltegitters erstrecken. Weiterhin ist bei den bekannten Gittern nachteilig, daß die Gittermaschen bzw. Gitterfeldeinheiten dann, wenn sie durch elektroerosive Bearbeitung, insbesondere Funkenerosion, aus dem Vollen herausgearbeitet werden, eine geringfügige Deformation ihrer Stege aufweisen, was zu einer Verlagerung der Mittellinie des eingeschriebenen Kreises und zu einer Veränderung des Durchmessers dieses Kreises führen kann. Werden nun die genauen Auflageflächen durch weitere Bohr- oder Fräsoperationen in den Gitterkörper eingebracht, dann erhält man eine große Variation der Auflagefläche der Abstütznoppen, denn aufgrund der erforderlichen Anschrägung, die sich mit dem eingeschriebenen Kreis schneidet, muß sich der Innenumfang dieses Kreises je nach dem Grad der Exzentrizität axial verlängern oder verkürzen. Das Anschrägen jeder einzelnen Masche zur Vermeidung dieser Ungenauigkeiten bedeutet einen erheblichen Fertigungsaufwand, der erfindungsgemäß vermieden werden soll.

Der Erfindung liegt mithin die Aufgabe zugrunde, ein Abstandshaltegitter für Brennelemente der eingangs genannten Art zu schaf-

fen, bei dem die geschilderten Schwierigkeiten vermieden sind, d.h. welches eine hohe Genauigkeit seiner Zentrierflächen bei vergleichsweise geringen Herstellungskosten aufweist und mit dem sich die Brennstäbe so zentrieren lassen, daß während des Betriebes ein Zwängen der Brennstäbe ausgeschlossen ist. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines diese Merkmale aufweisenden Abstandshaltegitters anzugeben.

Gegenstand der Erfindung ist ein Abstandshaltegitter für Brennelemente der eingang genannten Art, bei dem die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst wird, daß die Noppen sich lediglich über einen Teil der axialen Länge des Gitters erstrecken und daß die Schrägflächen eine solche Neigung zur Gitterebene (Achsnormale der Gitterstege) aufweisen, daß die Schrägflächen wiederum nur einen Teil der axialen Länge der Noppen überstreichen. Die axiale Länge der Noppen und der Grad der Anschrägung der Schrägflächen läßt sich unschwer für das jeweilige Brennelement bestimmen; hierbei ist zu berücksichtigen, wieviele Abstandshaltegitter in axialem Abstand verwendet werden und welche Abmessungen der jeweilige Brennstab hat. Es läßt sich dann für den Betrieb eine etwa wellen- oder schlangenlinienförmige Anlage des Brennstabes an den jeweiligen Noppen zugrundelegen, d.h. der Brennstab liegt abwechselnd über seine axiale Länge gesehen an gegenüberliegenden Noppen der axial aufeinanderfolgenden Gitterfeldeinheiten bzw. Gitter an. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Noppen mittig innerhalb der jeweiligen Gittersteglänge angeordnet sind. Eine zweckmäßige Bemessung ist es, wenn die Noppen $1/2$ bis $1/5$, vorzugsweise etwa $1/4$, der Gittersteglänge überstreichen. In diesem Falle ist eine Anlage des Brennstabes nur auf einem kleinen axialen Stück gewährleistet, ohne daß Zwänge oder Zwangsspannungen im Stab auftreten können, was vom festigkeitsmäßigen Gesichtspunkt weniger günstig wäre. Eine besonders vorteilhafte Neigung der Schrägflächen beträgt gemäß einer Weiterbildung der Erfindung $45 - 70^\circ$, vorzugsweise ca. 60° . Durch eine solche Abschrägung erhält man beim Einführen des Stabes eine Vorzentrierung und vermeidet ein einseitiges Schrammen, Kratzen oder Schaben der Noppen-Zentrierflächen an der Brennstaboberfläche. Dieser Vorteil gilt sinngemäß bei einem

Herauszieh-Vorgang des Stabes, z.B. für Reparatur-Maßnahmen bei der Montage des Elementes. Die Neigung der Schrägflächen ist zweckmäßigerweise an beiden Noppenenden gleich. Es ist günstig, wenn die Zentrierflächen der Noppen ebene, auf Sehnen liegende Flächen sind, so daß sich eine linien- oder punktförmige Anlage mit dem Brennstab ergibt. Die Kanten der Noppen werden zweckmäßigerweise durch Radien abgerundet.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines Abstandshaltegitters der vorbeschriebenen Bauform, das dadurch gekennzeichnet ist, daß in einem vollen Scheiben- bzw. Plattenkörper (Rohling) zunächst dem Brennstabaußendurchmesser entsprechende Durchgangsbohrungen für die Gitterfeldeinheiten gebohrt werden, daß hierauf mit einem Bohrer, der um das Maß des Noppenüberstandes vergrößert und mit einem der Schrägflächen-Neigung entsprechenden Spitzenwinkel versehen ist, von beiden Stirnseiten des Gitters her die Noppen herausgearbeitet und die Schrägflächen angesenkt werden, und daß schließlich der restliche Materialüberstand der jeweiligen Gitterfeldeinheit durch elektroerosive Bearbeitung, insbesondere funkenerosive oder elektrochemische, entfernt wird, so daß die Form der Masche und die ebenen Anlagen der Noppen auf einem Durchmesser geringfügig größer als der Stabdurchmesser gebildet werden.

Im folgenden werden anhand der ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung Aufbau und Wirkungsweise sowie weitere Merkmale der Erfindung erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 im Grundriß ein Abstandshaltegitter nach der Erfindung, wobei ein Teil der Gitterfeldeinheiten bzw. Maschen lediglich durch Schnittlinien angedeutet ist, da der Aufbau über das gesamte Gitter gesehen gleichartig ist;

Fig. 2 die Einzelheit Y aus Fig. 1 im Ausschnitt und vergrößert;

Fig. 3 den Schnitt längs der Linie III-III aus Fig. 2;

Fig. 4 den Schnitt längs der Linie IV-IV aus Fig. 2;

Fig. 5 die Einzelheit W aus Fig. 2 vergrößert im Detail;

Fig. 6 einen Vergleich einer herkömmlichen Noppenform im Ausschnitt und im Aufrißschnitt (Fig. 6a) mit der erfindungsgemäßen Noppenform (Fig. 6b);

Fig. 7 schematisch und zur Verdeutlichung in übertriebener Darstellung die Anlage eines Brennstabes an den Noppen der Abstandshaltegitter in Form einer leichtgewellten Biegelinie und

Fig. 8 in schematischer Darstellung einzelne Phasen des Herstellungsverfahrens, und zwar Fig. 8a das Bohren der Gitterdurchgänge, Fig. 8b das Herausarbeiten der Noppen durch Senken und Fig. 8c die funkenerosive Bearbeitung zum Entfernen des restlichen Materials.

Fig. 1 zeigt ein Abstandshaltegitter für Brennelemente, vorzugsweise für einen gasgekühlten schnellen Brutreaktor. Prinzipiell ist das Abstandshaltegitter jedoch auch für andere Kernreakortypen, wie z.B. Druckwasser- oder Siedewasserreaktoren, anwendbar. Das im folgenden vereinfachend als Gitter bezeichnete Abstandshaltegitter 1 weist ein im wesentlichen hexagonales bzw. sechseckiges Gitterfeld 2 auf mit einzelnen Gitterfeldeinheiten bzw. Maschen 3 und die Maschen 3 begrenzenden Gitterstegen 4. Man sieht, daß das Gitterfeld 2 aus einer Vielzahl von zwölfeckigen Gitterfeldeinheiten bzw. Maschen 3 gebildet ist, welche jeweils drei um eine Zentralachse 5 gruppierte und aneinandergrenzende Sechsecke 3a, 3b, 3c (vgl. auch vergrößerte Darstellung der Fig. 2) des dem Gitterfeld 2 zugrundeliegenden Sechseck-Rasters 2a umfassen. Das Gitterfeld 2 ist durch Herausarbeiten von Material aus einem Scheiben- oder Plattenkörper entsprechender Grundform herstellbar, was weiter unten noch näher erläutert wird. Eine Mehrzahl der in Fig. 1 dargestellten Abstandshaltegitter wird planparallel, in Flucht und mit Abstand zueinander zu einem Brennelementkörper vereinigt, der die achsparallel zueinander eingefügten und in der Figur nicht dargestellten Brennstäbe enthält. Wenn alle Brennstabpositionen des Gitterfeldes 2 besetzt sind, so lassen sich 264 Brennstäbe in das

dargestellte Gitter einfügen, wobei an den Sechseckpunkten anstelle von Zwölfeck-Maschen Montageaugen 6 vorgesehen sind, welche zum Einfügen von axialen, stangenförmigen Zentrierelementen 7 dienen, wenn, wie beschrieben, eine Vereinigung zu einem Brennelement-Körper erfolgt. In entsprechender Weise ist im Zentrum des Gitters anstelle einer Brennstabposition die Einfügung einer weiteren Zentrierstange 7a vorgesehen, wobei die entsprechende Masche mit 6a bezeichnet ist.

Wie es Fig. 2 deutlicher zeigt, sind die in das jeweilige Gitterfeld 2 eingefügten Brennstäbe, die durch ihre Außenkontur 8 dargestellt sind, mit ihrem Außenumfang jeweils an Zentrierflächen 9a von Noppen 9 der Gitterstege 4 zentriert und achsparallel zueinander gehalten. Fig. 3 in Verbindung mit Fig. 2 zeigt, daß der Übergangsbereich von den Gitterstegen 4 zu den Zentrierflächen 9a der Noppen 9 mit das Einführen bzw. Herausziehen der Brennstäbe erleichternden Schrägflächen 10 versehen ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die jeweils um 120° um ihre Zentralachse 5 gegeneinander räumlich verdrehten, einwärts vorspringenden drei Seitenpaare 4.1, 4.2 und 4.3 der zwölfeckigen Masche 3 zur Ausbildung der Noppen 9 vorgesehen. Der in die jeweilige Masche (im folgenden wird statt Gitterfeld-einheit der Ausdruck Masche zur Vereinfachung benutzt) 3 einzufügende Brennstab 8 ist dadurch mit seinem äußeren Umfang in Dreipunktaufgabe bezüglich der Noppen 9 sehr genau zentrierbar. Wie es Fig. 2 weiter zeigt, sind die äußeren Maschen 3, also z.B. die in der Fig. unten dargestellte Masche 3', die an das Auge 6 unmittelbar angrenzt, nicht punktsymmetrisch wie die übrigen Maschen 3 des Gitterfeldes 2, sondern mit ihren Gitterstegen 4 zum Teil asymmetrisch durch Verlängerungen bzw. Verkürzungen 3d, 3e ausgebildet, damit die äußeren Umrisse des Gitterfeldes 2 mit denen der Zentrieraugen 6 fluchten; für die Dreipunktaufgabe-Befestigung bedeutet dieses jedoch keine Abänderung. Ein Vergleich der Schnitte nach Figuren 3 und 4 in Verbindung mit Fig. 2 zeigt, daß die Noppen 9 mittig innerhalb der jeweiligen axialen Gittersteglänge l_a angeordnet sind. Hierbei überstreichen die Noppen 9 etwa $1/4$ der Gittersteglänge l_a , d.h. ihre axiale Länge l_g ist etwa $1/4 l_a$. Bei einer axialen

Gittersteglänge $l_a = 13$ mm hat sich für die axiale Länge l_g ein vorteilhafter Wert von 4 mm ergeben, wobei acht über die Brennstablänge gleichmäßig verteilte Gitter 2 verwendet wurden und die Gesamtlänge der Brennstäbe 2100 mm beträgt. Ein bevorzugter Bereich für die axiale Noppenlänge l_g beträgt $1/2$ bis $1/5$ von l_a . Die genauen Werte lassen sich abhängig von der Brennstablänge und der Gitterstärke durch Annahme der Verformungslinie der Brennstäbe leicht ermitteln. Die Neigung α der Schrägflächen 9a zur Gitterebene gg beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel 60° . Diese Neigung ist an beiden Noppenenden gleich. Dieser Wert hat sich als vorteilhaft erwiesen, weil hierdurch einerseits das Einfügen der Brennstäbe in die Gitter unter Vorzentrierung leicht möglich ist und andererseits auch das Bohrwerkzeug mit einem zur Herstellung dieser Anchrägung erforderlichen spitzen Winkel ohne Probleme ausgestattet werden kann. Ein bevorzugter Bereich für die Neigung der Schrägflächen liegt zwischen 45 und 70° .

Fig. 5 zeigt, daß die Zentrierflächen 9a der Noppen 9 ebene, auf Sehnen liegende Flächen sind, so daß sich bezüglich des Außenumfangs der Brennstäbe 8 eine punkt- oder linienförmige Anlage ergibt, was durch gestrichelte Andeutung des Kreises 8 verdeutlicht ist.

Fig. 6 verdeutlicht den Vorteil der erfindungsgemäßen Noppenform (Fig. 6b) gegenüber einer Noppenform nach Fig. 6a, bei welcher der Noppen 9' mit Schrägflächen 10' versehen ist, die wesentlich steiler als in Fig. 6b dargestellt verlaufen. Hier beträgt der Neigungswinkel lediglich 3° , wobei die Schrägung bereits an der Ober- bzw. Unterseite des Gitters 1' beginnt. Versuche mit der Noppenform nach Fig. 6a haben ergeben, daß hier abhängig von einer Exzentrizität e_1 des eingeschriebenen Kreises k_1 eine Toleranz a in der axialen Länge l_g der Zentrierfläche 9a' auftritt, so daß unter Umständen statt der axialen Länge l_g auch eine axiale Länge l_g' der Zentrierflächen auftreten kann. Diese große Toleranz kann dadurch bedingt sein, daß bei der elektroerosiven Bearbeitung des Vollquerschnittes ein Verziehen des Gitters 1' eintreten kann, so daß dann beim Bohren der eingeschriebenen Kreise k_1 und beim Einarbeiten der Schrägflächen

10' die angegebenen großen Toleranzen auftreten. Demgegenüber ist bei der erfindungsgemäßen Gitterkonstruktion nach Fig. 6b infolge einer angenommenen Exzentrizität e_2 , die zur Verdeutlichung des Vorteils sogar größer ist als die Exzentrizität e_1 , trotzdem eine Toleranz aa festzustellen, die wesentlich geringer, d.h. um eine Größenordnung kleiner ist als die Toleranz a .

Fig. 8 verdeutlicht das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Gitters mit den Merkmalen nach den Figuren 1 bis 5, sowie 6b. Gemäß Fig. 8a werden in einen vollen Scheiben- bzw. Plattenkörper, d.h. den Rohling 11, zunächst dem Brennstabaußendurchmesser 8 entsprechende Durchgangsbohrungen 12 für die Maschen 3 gebohrt, wobei der Bohrer 13 einer nicht näher dargestellten Bohrmaschine einen entsprechenden Durchmesser D aufweist. Hierauf wird gemäß Fig. 8b mit einem Bohrer 14, der um das Maß 15 des Noppenüberstandes vergrößert ist und mit einem der Schrägflächen-Neigung entsprechenden Spitzenwinkel β versehen ist, von beiden Stirnseiten des Gitters her die Noppen 9 herausgearbeitet und die Schrägflächen 10 angesenkt. Hierbei wird das Gitter 2 zunächst von der einen Seite und anschließend von der anderen Seite mit den Bohrern 14 bearbeitet. Schließlich wird gemäß Fig. 8c der restliche Materialüberstand der jeweiligen Masche 3 durch elektroerosive Bearbeitung mit einer Werkzeugelektrode 16 entfernt. Insbesondere kommt hierbei funkenerosive Bearbeitung in Betracht; grundsätzlich würde sich jedoch auch ein elektrochemisches Senken eignen. Die funkenerosive Bearbeitung hat jedoch den Vorteil höherer Genauigkeit. Mit der funkenerosiven Bearbeitung können mithin die Maschen 3 ihre endgültige Form erhalten, so wie in Fig. 2 dargestellt, außerdem können die Noppen 9 mittels dieser Bearbeitung ihre ebenen Anlageflächen 9a (vgl. Fig. 5) erhalten.

Als besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich, daß ein Verziehen bzw. eine unerwünschte Deformation des Gitters bei der Bearbeitung gemäß Figuren 8a und 8b nicht eintreten kann. Die definierte Kaltverfestigung bleibt vielmehr erhalten. Diese ist notwendig, um das Verhalten der Abstandhalter im Neutronenfluß zu verbessern. Im letzten Arbeitsgang gemäß

Fig. 8c entsteht dann die endgültige genaue Form des Abstandshaltegitters.

Fig. 7 zeigt schematisch noch die Biegelinie des Brennstabes 8, wenn er innerhalb eines Brennelementes an den einzelnen Gittern 2 zentriert ist. Es ist ersichtlich, daß der Brennstab abwechselnd an gegenüberliegenden Noppen 90 und 90' zur Anlage kommt. Da die Anlagefläche des Brennstabes 8 bezüglich der Zentrierfläche 9a, wie erläutert, lediglich linien- oder punktförmig ist, können sich praktisch keine unerwünschten Zwängungen oder Zwangskräfte an den Brennstäben innerhalb ihrer Brennelement-Halterung ausbilden. Bemerkt sei noch, daß mit den Pfeilen R Abrundungsradien in Fig. 1 bis 5 angedeutet sind.

Als Material für das Gitter hat sich z.B. ein Legierungsstahl der Type X8 Cr Ni Mo Nb 1616 als vorteilhaft erwiesen.

9 Patentansprüche
8 Figuren

Leerseite

-13-

VPA 76P 9384 BRD (211)

2647000

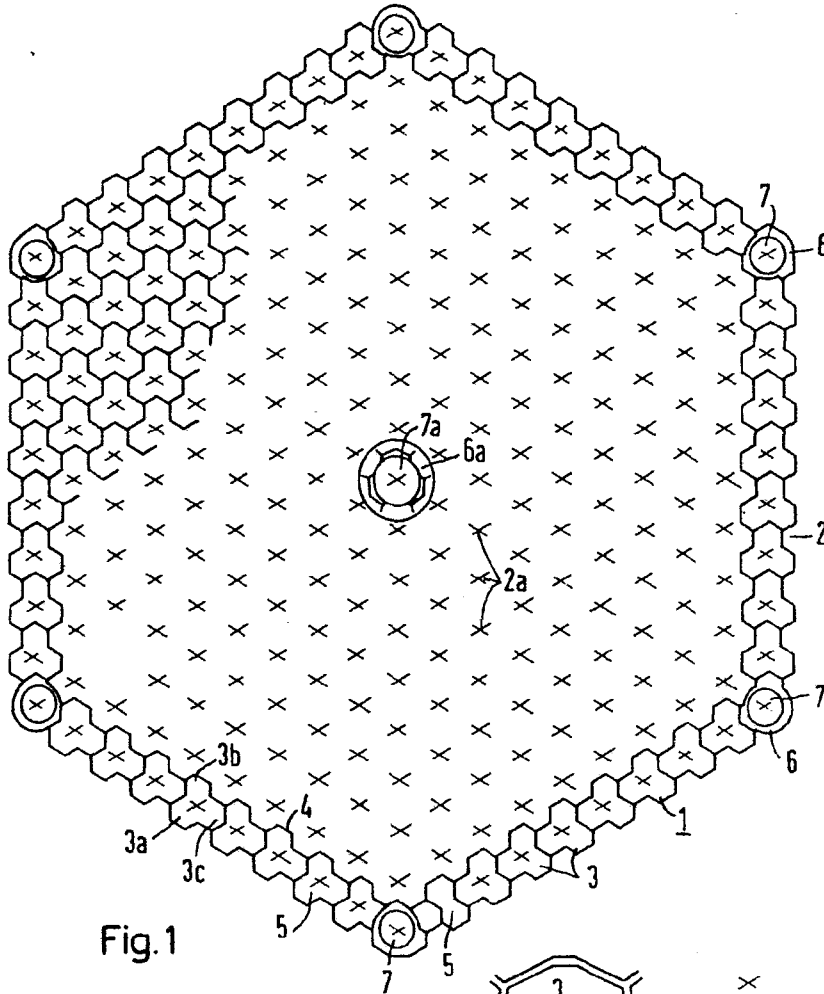


Fig. 1

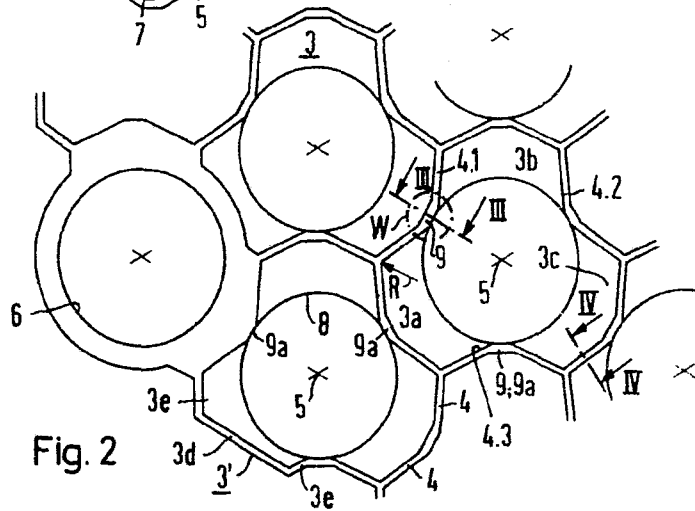


Fig. 2

809817/0051

2647000

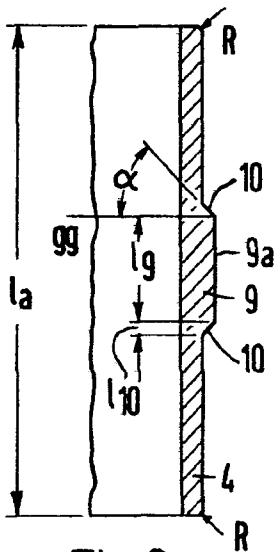


Fig. 3

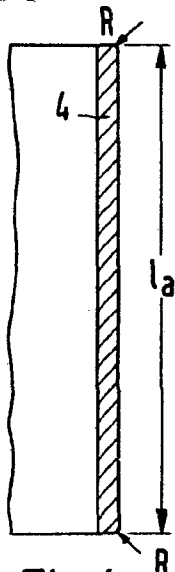


Fig. 4

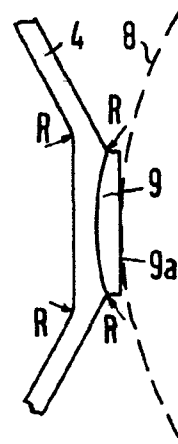


Fig. 5 "W"

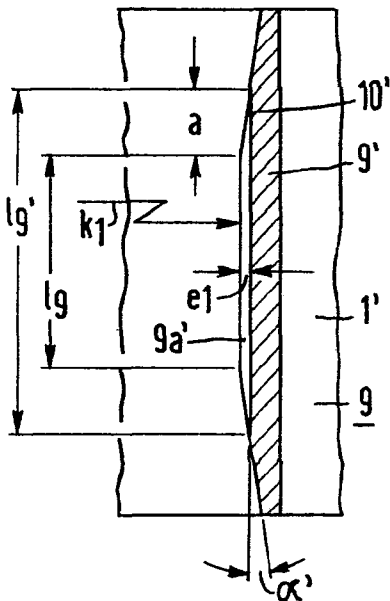


Fig. 6a

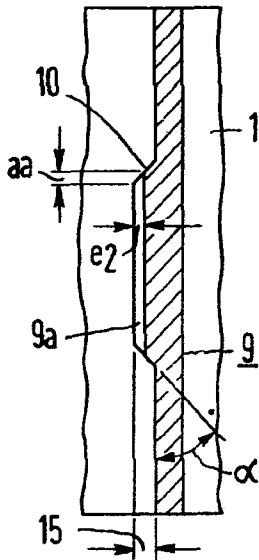


Fig. 6b

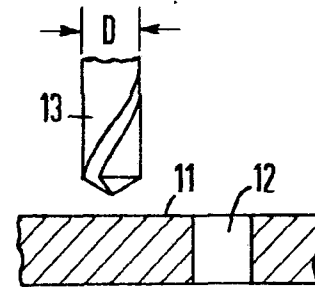


Fig. 8a

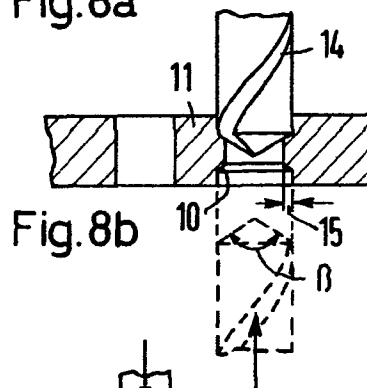


Fig. 8b

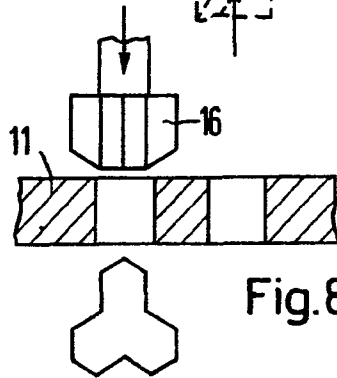


Fig. 8c

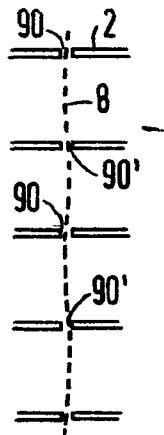


Fig. 7