

1
8
1

⑥

Int. Cl.: G 21 c, 3/34

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



⑤2

Deutsche Kl.: 21 g, 21/20

⑩

Auslegeschrift 2 102 952

⑪

⑰

Aktenzeichen: P 21 02 952.7-33

⑱

Anmeldetag: 22. Januar 1971

⑳

Offenlegungstag: 14. Oktober 1971

㉔

Auslegungstag: 5. September 1974

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: 27. März 1970

③3

Land: V. St. v. Amerika

③1

Aktenzeichen: 23231

⑤4

Bezeichnung: Abstandhalteranordnung zur Halterung von Brennstoffelementen in einem Kernreaktor

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder: Combustion Engineering, Inc., Windsor, Conn. (V.St.A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Marsch, H., Dipl.-Ing.; Sparing, K., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

⑦2

Als Erfinder benannt: Anthony, Andrew James, Tariffville; Gaines, Albert Lowery, Simsbury; Krawiec, Donald Michael, Thompsonville; Conn. (V.St.A.)

⑤6

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-AS 1 074 168

FR-PS 1 570 265

FR-OS 2 011 980

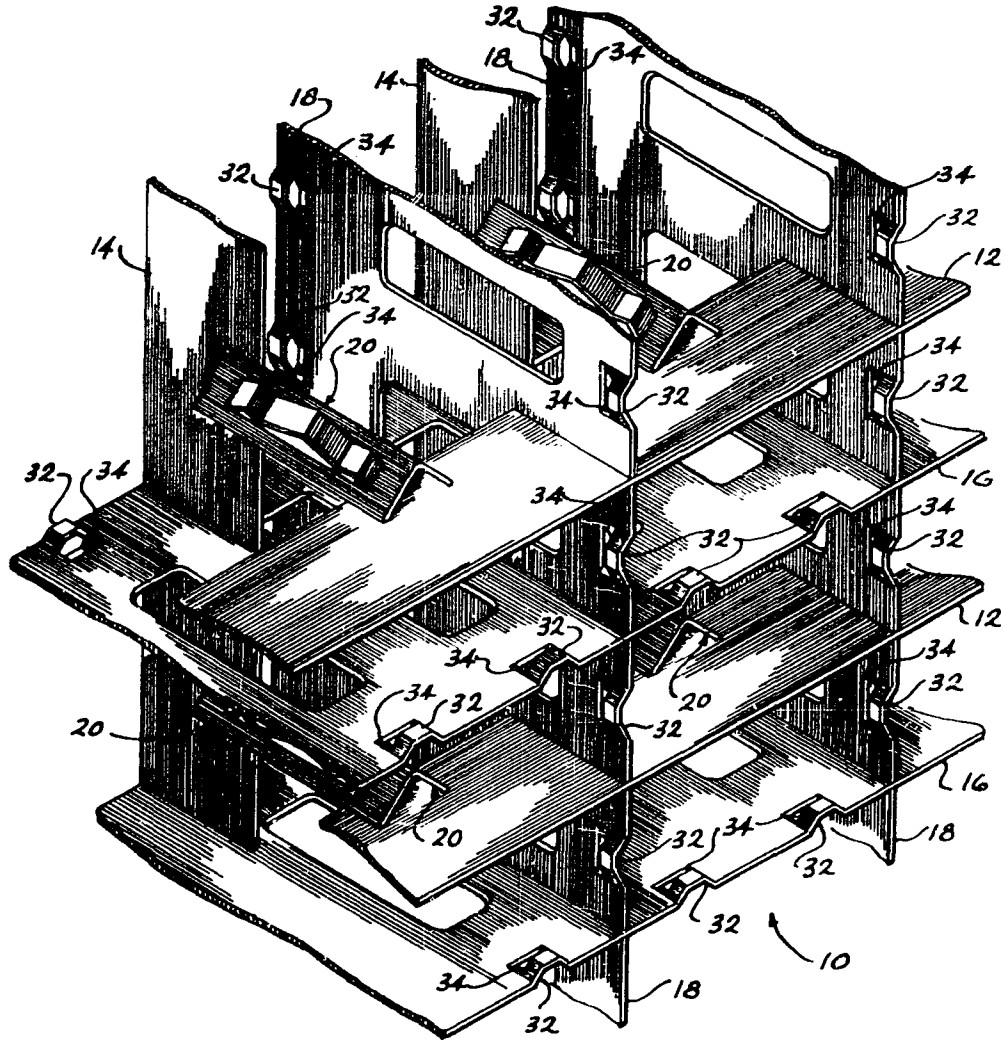


FIG-1

Patentansprüche:

1. Abstandshalteranordnung zur Halterung von Brennstoffelementen in einem Kernreaktor, mit einer Anzahl von Haupt-Abstandshaltern und einer Anzahl von Neben-Abstandshaltern, welche jeweils aus einem ersten Material mit einem charakteristischen, niedrigen Neutronen-Einfangsquerschnitt bestehen und derart zur Bildung einer rostartigen Abstandshalteranordnung ineinander verschachtelt sind, daß die Haupt-Abstandshalter sich über weniger als die halbe Gesamttiefe der Neben-Abstandshalter in der Rostanordnung erstrecken, einer Anzahl von Federhülsen, welche aus einem zweiten Material mit besseren Spannungsrelaxationseigenschaften als das erste Material bestehen und infolge ihrer relativen Anordnung zu den Haupt-Abstandshaltern durch diese festgehalten sind, wobei die verschachtelte, rostartige Abstandshalteranordnung eine erste und eine quer zu dieser orientierte, mit dieser verschachtelte zweite Serie von in auf Abstand stehenden, parallelen Reihen angeordnete Neben-Abstandshaltern, eine erste, parallel zwischen die erste Serie von Neben-Abstandshaltern eingeschachtelte Serie von in parallelen Reihen angeordneten Haupt-Abstandshaltern sowie eine zweite, parallel zwischen die zweite Serie von Neben-Abstandshaltern eingeschachtelte Serie von in parallelen Reihen angeordneten Haupt-Abstandshaltern aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Serie von Haupt-Abstandshaltern (12) in einem ersten Abschnitt der Tiefe der rostartigen Abstandshalteranordnung (16) und die zweite Serie der Haupt-Abstandshalter (14) in dem entgegengesetzten Abschnitt der Tiefe der Abstandshalteranordnung angeordnet ist und daß die einzelnen Federhülsen (20) zwischen einem der Abstandshalter (12) der ersten Serie von Haupt-Abstandshaltern und einem quer dazu verlaufenden Abstandshalter (14) der zweiten Serie von Haupt-Abstandshaltern angeordnet sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Federhülsen (20) einen im wesentlichen rechteckigen, hohlen Körperteil (36) mit in den Seiten ausgebildeten Öffnungen (38) aufweisen, von denen Federelemente (40) vorstehen, und daß die Neben-Abstandshalter (16, 18) einstückig ausgebildete Lagerflächen (32, 34) aufweisen, welche den Federelementen (40) zum Abstützen von Brennelementen (F) zwischen diesen Teilen gegenüberliegen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Material Zirkonium und das zweite Material eine Nickellegierung ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch in den Haupt-Abstandshaltern (12) in bestimmten Abständen entlang ihrer Länge vorgesehene Querschlitz (22), in bestimmten Abständen entlang ihrer Länge vorgesehene Querschlitz (28) und vorstehende Lagerflächen (32, 34) an den Neben-Abstandshaltern (18), wobei die Querschlitz (22) der ersten Serie der Reihen von Haupt-Abstandshaltern (12) in die Querschlitz (28) der zweiten Serie der Reihen von Neben-Abstandshaltern (18) eingreifen und sich an einer Seite der über ein Drittel der Tiefe derselben erstrecken, während die Querschlitz (22) der zweiten Serie von Haupt-Abstandshaltern (14) in die Querschlitz (28) der ersten

Serie von Neben-Abstandshaltern (16) an der entgegengesetzten Seite eingreifen und sich über ein Drittel von deren Tiefe erstrecken, und vorspringende Federelemente (40) zum federnden Andrücken der Brennelemente (F) der Brennelementgesamtheit, wobei die Federhülsen (20) mit einem Ende in die Querschlitz (22) in der ersten Serie der Reihen von Haupt-Abstandshaltern (12) und mit dem entgegengesetzten Ende in die Querschlitz (22) in der zweiten Serie der Reihe von Haupt-Abstandshaltern (14) eingreifen und die Federhülsen (20) so angeordnet sind, daß die Federelemente (40) die Brennelemente (F) gegen die vorstehenden Lagerflächen (32, 34) der Neben-Abstandshalter (16, 18) spannen.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abstandshalteranordnung zur Halterung von Brennstoffelementen in einem Kernreaktor, mit einer Anzahl von Haupt-Abstandshaltern und einer Anzahl von Neben-Abstandshaltern, welche jeweils aus einem ersten Material mit einem charakteristischen, niedrigen Neutronen-Einfangsquerschnitt bestehen und derart zur Bildung einer rostartigen Abstandshalteranordnung ineinander verschachtelt sind, daß die Haupt-Abstandshalter sich über weniger als die halbe Gesamttiefe der Neben-Abstandshalter in der Rostanordnung erstrecken, einer Anzahl von Federhülsen, welche aus einem zweiten Material mit besseren Spannungsrelaxationseigenschaften als das erste Material bestehen und infolge ihrer relativen Anordnung zu den Haupt-Abstandshaltern durch diese festgehalten sind, wobei die verschachtelte, rostartige Abstandshalteranordnung eine erste und eine quer zu dieser orientierte, mit dieser verschachtelte zweite Serie von in auf Abstand stehenden parallelen Reihen angeordneten Neben-Abstandshaltern, eine erste, parallel zwischen die erste Serie von Neben-Abstandshaltern eingeschachtelte Serie von in parallelen Reihen angeordneten Haupt-Abstandshaltern sowie eine zweite, parallel zwischen die zweite Serie von Neben-Abstandshaltern eingeschachtelte Serie von in parallelen Reihen angeordneten Haupt-Abstandshaltern aufweist.

Eine derartige Abstandshalteranordnung ist aus der FR-PS 1 570 265 bekannt, wobei die Federhülsen sowohl im oberen als auch im unteren Abschnitt der Tiefe der Abstandshalteranordnung durch eine erste Serie von Haupt-Abstandshaltern und eine zweite Serie von Haupt-Abstandshaltern gehalten sind. Die einzelne Federhülse wird mit anderen Worten an jedem Ende durch zwei Haupt-Abstandshalter festgehalten. Dies hat den Nachteil, daß ein verhältnismäßig großer Materialaufwand notwendig ist.

Ferner ist aus der FR-PS 2 011 980 eine Abstandshalteranordnung aus einer Vielzahl von Abstandshaltern bekannt, die aus einem ersten Material mit einem charakteristischen niedrigen Neutronen-Einfangsquerschnitt bestehen, mit Federhülsen in Eingriff, die aus einem zweiten Material mit besseren Spannungsrelaxationseigenschaften als das zuerst genannte Material (jedoch mit einem verhältnismäßig ungünstigen Neutronen-Einfangsquerschnitt) bestehen, so daß die Belastbarkeit infolge längerer Einwirkung von intensiver Strahlung nicht wesentlich abnimmt. Das Zusammenwirken der Anordnung erfolgt dabei in der Weise, daß

jedes Brennelement an fünf Berührungspunkten abgestützt wird, so daß die Brennelemente ohne wesentliche Störung des Reaktor-Kühlmittelflusses geeignet und wirkungsvoll abgestützt werden. Auch diese Abstandshalteranordnung benötigt einen hohen Materialaufwand und ist daher teuer.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Abstandshalteranordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche einen geringen Materialaufwand erfordert und aus diesem Grunde billiger hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die erste Serie von Haupt-Abstandshaltern in einem ersten Abschnitt der Tiefe der rostartigen Abstandshalteranordnung und die zweite Serie der Haupt-Abstandshalter in dem entgegengesetzten Abschnitt der Tiefe der Abstandshalteranordnung angeordnet ist und daß die einzelnen Federhülsen zwischen einem der Abstandshalter der ersten Serie von Haupt-Abstandshaltern und einem quer dazu verlaufenden Abstandshalter der zweiten Serie von Haupt-Abstandshaltern angeordnet sind.

Hierdurch wird bewirkt, daß die Federhülse an jedem Ende lediglich durch einen einzigen Haupt-Abstandshalter gehalten wird, wodurch der Materialaufwand stark verringert wird. Die erfindungsgemäß erzielten Vorteile sind aber auch nicht durch die Abstandshalteranordnung, die aus der DT-AS 1 074 168 bekannt ist, zu erzielen, da bei der dort beschriebenen Abstandshalteranordnung ein Abstandshalter zwischen eine zweite Serie von Abstandshaltern eingefügt ist, welche parallel zueinanderliegen und nicht quer zueinander orientiert sind, wie es erfindungsgemäß der Fall ist.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im folgenden wird an Hand der Abbildungen ein Ausführungsbeispiel näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Abstandshalteranordnung,

Fig. 2 einen Teil eines Haupt-Abstandshalters von Fig. 1 in Seitenansicht,

Fig. 3 einen Teil eines Neben-Abstandshalters von Fig. 1 in Seitenansicht,

Fig. 4 eine Federhülse im Schnitt längs der Linie 4-4 von Fig. 5,

Fig. 5 eine Federhülse in Seitenansicht,

Fig. 6 ausschnittsweise die Abstandshalteranordnung von Fig. 1 in der Draufsicht,

Fig. 7 ausschnittsweise die Abstandshalteranordnung von Fig. 1 im seitlichen Schnitt.

Die in den Fig. 1, 6 und 7 dargestellte Abstandshalteranordnung 10 weist eine Serie darin eingeschlossener Abstandshalter auf, die eine erste und eine zweite Reihe von Haupt-Abstandshaltern 12 auf, die jeweils mit Abstand in parallelen Reihen angeordnet sind, wobei die zweiten Reihen quer zu den ersten Reihen verlaufen. Parallel zu den Haupt-Abstandshaltern 12 ist zwischen ihnen eine erste Serie paralleler Reihen von Neben-Abstandshaltern 16 angeordnet. In ähnlicher Weise ist eine zweite Serie von Neben-Abstandshaltern 18 quer zu der ersten Serie von Neben-Abstandshaltern 16 angeordnet, wobei die Neben-Abstandshalter 18 zwischen der zweiten Serie von Haupt-Abstandshaltern 14 parallel hierzu eingeschachtelt sind. Die einzelnen Abstandselemente sind durch Verschweißen an den Schnittpunkten der Abstandshalter zu einem einheitlichen Gefüge vereinigt. Innerhalb der Abstands-

halteranordnung 10 ist eine Vielzahl von Federhülsen 20 angeordnet, so daß diese quer zueinander orientierten Haupt-Abstandshalter 12 und 14 festgehalten werden.

Als Beispiel ist ein Haupt-Abstandshalter 12 in Fig. 2 dargestellt (der Haupt-Abstandshalter 14 hat denselben Aufbau). Der Haupt-Abstandshalter 12 besteht aus einem Streifen aus einem ersten Material mit niedrigem Neutronen-Einfangsquerschnitt, so daß der Gesamt-Wirkungsgrad des Reaktors nicht ungünstig beeinflußt wird. Ein typisches Material hierfür ist Zirkonium. In den Streifen des Haupt-Abstandshalters ist eine Anzahl von Querschnitten 22 eingeschnitten, wodurch das Einfügen und Einpassen der Federhülsen 20 und das Zusammenfügen mit den Neben-Abstandshaltern 18 (und 16) erleichtert werden. An dem Haupt-Abstandshalter 12 sind nasenartige Vorsprünge 24 vorgesehen, welche in den Körperteil der Federhülse 20 eingreifen, so daß diese zusätzlich von den Hauptabstandshaltern unterstützt wird.

Der Haupt-Abstandshalter 12 ist weniger als halb so tief wie die Gesamttiefe der Neben-Abstandshalter 16 und 18 und besitzt im Idealfall angenähert ein Drittel der vollen Tiefe der Neben-Abstandshalter. Hierdurch wird eine Materialersparnis von etwa 30% mit dementsprechender Kostensenkung erzielt. Diese Einsparungen werden ohne Beeinträchtigung der Wirksamkeit der Abstandshalteranordnung 10 bei der Abstützung der Brennelemente erreicht.

Ein zweites Beispiel eines Neben-Abstandshalters 16 ist in Fig. 3 gezeigt (der Neben-Abstandshalter 18 hat dieselbe Konstruktion). Die Neben-Abstandshalter 16 bestehen aus demselben Material wie die Haupt-Abstandshalter 12 und 14, so daß sie denselben charakteristischen niedrigen Neutronen-Einfangsquerschnitt haben. In den Neben-Abstandshalter 16 sind Reihen von Querschlitz 26 und 28 eingeschnitten, wodurch das Einfassen und die Verbindung mit den Haupt-Abstandshaltern und mit den quer angeordneten Neben-Abstandshaltern erleichtert werden. Im Körper des Neben-Abstandshalters 16 sind ausgeschnittene Öffnungen 30 vorgesehen, welche den Zweck haben, einmal Material einzusparen und zum anderen den Durchstrom von Reaktor-Kühlmittel durch die Abstandshalteranordnung 10 zu erleichtern. Der Neben-Abstandshalter 16 weist eine Reihe von Lagerflächen 32 und 34 auf, welche als Anlagepunkt für unter Feder Spannung durch die Federhülse 20 gegen diese Flächen gedrückte Brennelemente *F* dienen, die durch die Abstandshalteranordnung 10 hindurchgehen.

Ein Beispiel einer Federhülse 20, welche dazu dient, Brennelemente gegen die Lagerflächen 32 und 34 der Neben-Abstandshalter 16 und 18 zu drücken, ist in Fig. 4 und 5 dargestellt. Die Federhülse 20 weist einen länglichen, im wesentlichen rechteckigen Körperteil 36 mit in den Seiten ausgebildeten Öffnungen 38 auf. Aus den Öffnungen 38 ragen Feder Elemente 40 heraus, welche dazu dienen, die Brennelemente unter Federspannung anzudrücken. Die Federhülsen 20 bestehen aus einem zweiten Material, welches über bessere Spannungsrelaxationseigenschaften verfügt als das Material, aus dem die Abstandshalterelemente hergestellt sind.

Es wurde gefunden, daß beispielsweise eine Nickellegierung die erforderlichen Spannungsrelaxationseigenschaften aufweist. Dieses Material ermöglicht eine verlängerte Spannungsbeaufschlagung der Brennelemente *F*, ohne daß unter dem Einfluß von Strahlung die Fähigkeit nachläßt, die Spannkraft aufzubringen.

Die Haupt- und Neben-Abstandshalter sind in den folgenden beschriebenen Weisen miteinander verschachtelt. Die erste und zweite Serie der quer angeordneten Neben-Abstandshalter 16, 18 werden zu einer ersten, rostartigen Anordnung zusammengesetzt. Die erste Serie der Haupt-Abstandshalter 12 wird mit den zweiten Serien der Neben-Abstandshalter 18 in einem Abschnitt der Tiefe der Abstandshalteranordnung in Eingriff gebracht. Die zweite Serie von Haupt-Abstandshaltern 14 wird mit der ersten Serie von Neben-Abstandshaltern 16 im entgegengesetzten Abschnitt der Tiefe der Abstandshalteranordnung, d. h. in der zweiten Hälfte dieser Anordnung, so in Eingriff gebracht, daß sie von der quer orientierten ersten Serie von Haupt-Abstandshaltern 12 mit Abstand angeordnet ist. Dann werden die Federhülsen 20 in die Abstandshalteranordnung 10 eingesetzt, so daß sie zwischen den mit Abstand angeordneten, quer verlaufenden Reihen von Haupt-Abstandshaltern 12 und 14 angeordnet sind. Dies bedeutet, daß ein Ende jeder Federhülse 20 in die Querschlitz 22 der ersten Serie von Haupt-Abstandshaltern 12 eingeführt wird, so daß die Vorsprünge 24 dieses Ende der Federhülse abstüt-

zen. Das entgegengesetzte Ende jeder Federhülse 20 wird in ähnlicher Weise durch die quer angeordneten zweiten Serien von Haupt-Abstandshaltern 14 unterstützt, so daß die Federhülsen in der Abstandshalteranordnung 10 fest eingebaut sind. Die Abstandshalter 12, 14, 16 und 18 werden zur Herstellung eines zusammenhängenden Gefüges verschweißt. Die Federhülsen 20 jedoch können nicht in die Abstandshalteranordnung eingeschweißt werden, da die beiden verschiedenen Materialien, aus denen die Teile gebildet sind, nicht miteinander verträglich sind.

Auf diese Weise wird eine Abstandshalteranordnung geschaffen, die eine Viel-Punkt-Abstützung der durch die Abstandshalteranordnung hindurchgehenden Brennstoffelemente und eine verhältnismäßig wirksame Verteilung des durchströmenden Reaktor-Kühlmittels ermöglicht. Dadurch, daß bei dieser Anordnung Haupt-Abstandshalterelemente von weniger als halber Tiefe verwendet werden, wird eine erhebliche Materialersparnis bei der Herstellung der Abstandshalteranordnung erzielt, woraus eine entsprechende Preiserparnis entsteht, ohne daß die Gesamtwirksamkeit in irgendeiner Weise beeinträchtigt würde.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

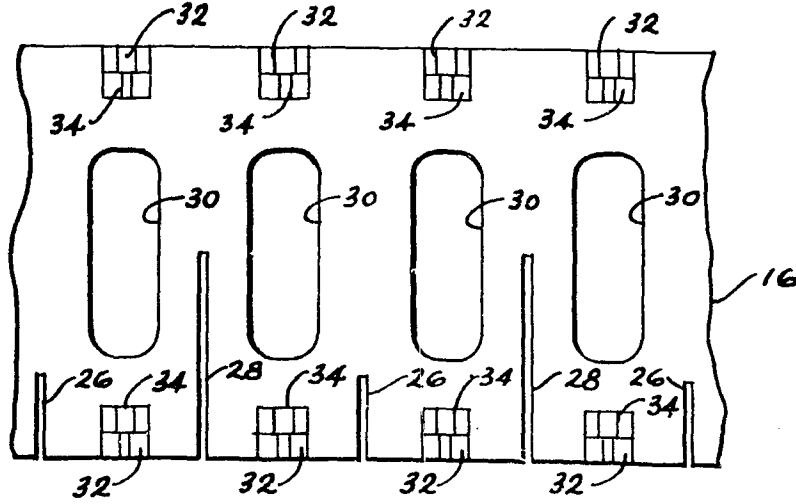


FIG-3

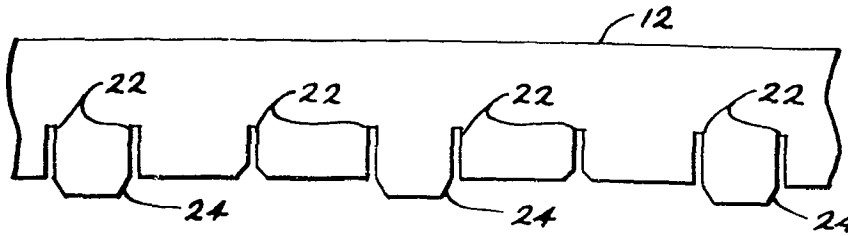


FIG-2

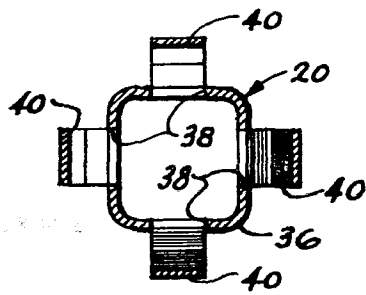


FIG-4

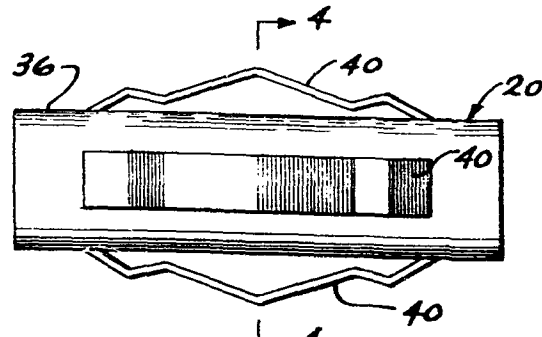


FIG-5

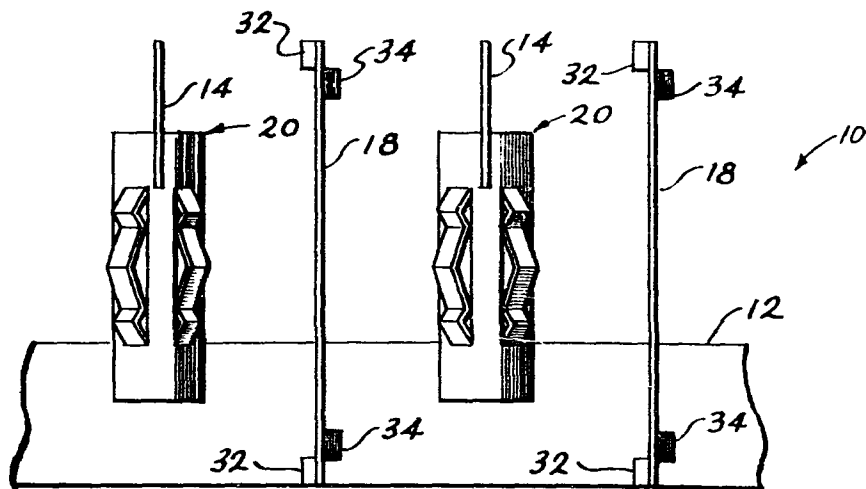
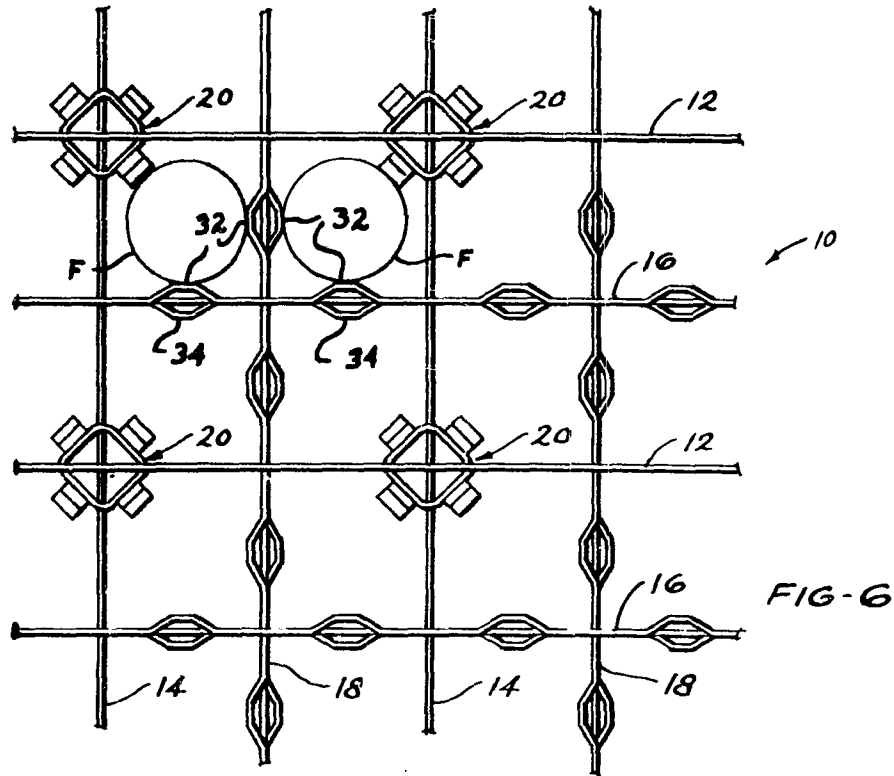


FIG-7