



21 Aktenzeichen: P 33 37 636.0-33
22 Anmeldetag: 15. 10. 83
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 31. 1. 85

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Brown Boveri Reaktor GmbH, 6800 Mannheim, DE

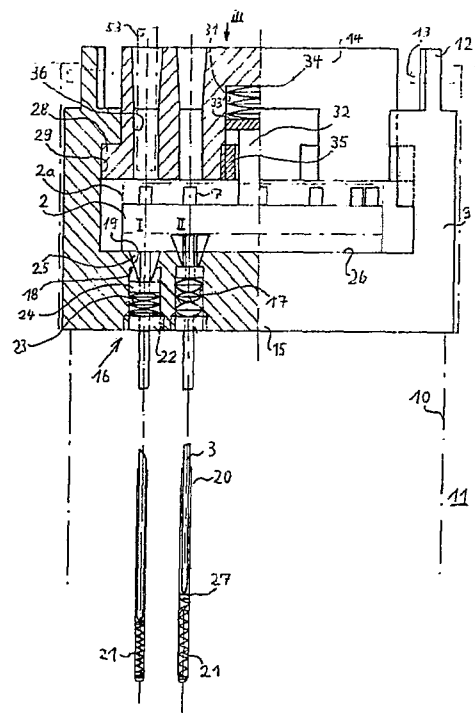
72 Erfinder:
Bäro, Günter, Dipl.-Phys. Dr., 6940 Weinheim, DE;
Kraus, Werner, Dipl.-Ing.; Stindt, Wilfried,
Dipl.-Phys., 6800 Mannheim, DE

56 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:
DE-Z.: »Atomwirtschaft«, März 1983, S. 150-153;

Behördenamt

54 Verfahren und Einrichtung zum Austausch von Neutronenabsorberstäben

Ein Verfahren zum Austausch von Absorberstäben (3), die von einem Träger (2) gehalten sind, soll eine Reparatur eines Neutronenabsorberelementes und eine Kompaktierung der unbrauchbaren Absorberstäbe ermöglichen. Dazu wird der Träger (2) zusammen mit den Absorberstäben (3) in eine Aufnahmevorrichtung (9) eingebracht. Nach dem Lösen der Verbindung zwischen den auszutauschenden Stäben (3) und dem Träger (2) wird der Träger mit den daran verbleibenden Stäben (3) aus der Aufnahmevorrichtung entnommen. Die in Köchern (20) der Aufnahmevorrichtung (9) verbleibenden Absorberstäbe (3) werden zur Lagerung entnommen. Neue oder reparierte Absorberstäbe werden in die freien Köcherpositionen eingesetzt und mit dem Träger verbunden.



Patentansprüche:

1. Verfahren zum Austausch von Neutronenabsorberstäben, die an ihrem Kopfende in je einer Bohrung eines Trägers gehalten und in Führungsrohren eines Kernreaktorbrennelements bewegbar sind, gekennzeichnet durch das Aufeinanderfolgen der nachfolgend aufgeführten Verfahrensschritte:

- a) Der Träger (2) mit den Neutronenabsorberstäben (3) wird in eine an einem Festpunkt des Lagers für Brennelemente arretierte Aufnahmevorrichtung (9) eingebracht und festgelegt,
- b) die Verbindung zwischen dem Träger (2) und wenigstens einem auszutauschenden Neutronenabsorberstab (3) wird gelöst,
- c) der Träger (2) mit den gegebenenfalls noch daran befestigten Neutronenabsorberstäben (3) wird aus der Aufnahmevorrichtung (9) entnommen,
- d) die gelösten, in Köchern (20) der Aufnahmevorrichtung verbleibenden Neutronenabsorberstäbe werden entnommen,
- e) neue Neutronenabsorberstäbe werden in die frei gewordenen Köcherpositionen eingesetzt,
- f) der Träger (2) mit den gegebenenfalls noch daran befestigten Neutronenabsorberstäben (3) wird erneut in der Aufnahmevorrichtung (9) positioniert und mit den neuen Neutronenabsorberstäben (3) verbunden.

2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtung (9) eine Auflage (26) zum Abstützen des Trägers (2) und Durchführungen (16, 41) für jeden mit dem Träger verbundenen Neutronenabsorberstab (3) aufweist, daß der Köcher (20) unterhalb einer Durchföhrung (16) angeordnet ist, daß jede Durchföhrung als Klemmelement für einen Neutronenabsorberstab (3) ausgebildet ist und daß Werkzeuge (53) zum Lösen, Befestigen und Handhaben der Neutronenabsorberstäbe (3) vorgesehen sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchföhrung (16) an ihrer dem Köcher (20) zugewandten Seite als abgesetzte Bohrung (17) ausgebildet ist, daß von der Schulter (18) der abgesetzten Bohrung bis zur Auflage (26) die Durchföhrung als kegelige Bohrung (19) auseinanderläuft, daß der Köcher (20) unter Zwischenschaltung eines Ringes (22) in der abgesetzten Bohrung befestigt ist, daß der Ring (22) ein Tellerfederpaket (23) trägt, das unter Zwischenlage einer ringförmigen Scheibe (24) an der Schulter (18) zum Anliegen kommt und daß von dem Träger belastbare kegelförmig ausgebildete Klemmstücke (25) entlang der kegeligen Bohrung (19) bewegbar sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Träger (2) ein gegenüber der Aufnahmevorrichtung (9) festlegbarer Klemmkörper (14) zugeordnet ist, der ein Kupplungsstück des Trägers beaufschlagt und mit Durchgangsbohrungen (36) für die Werkzeuge (53) versehen ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchführungen Langlöcher (41) sind, die in übereinander angeordneten und in

Längserstreckung der Langlöcher relativ zueinander bewegbaren Platten (38, 38a) eingebracht sind.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (38, 38a) in einem Rahmen (39) geführt sind und daß zur Relativbewegung der Platten ein Drehantrieb (43) vorgesehen ist, dessen Drehbewegung in linienförmige Bewegung umgesetzt wird.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtung (9) auf einem Brennelementbehälter (10) einer im Lagerbecken für Brennelemente angeordneten Brennelementreparaturstation abgestützt ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß am Boden des Köchers (20) eine in den Innenraum desselben ragende Druckfeder (21) angeordnet ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Austausch von Neutronenabsorberstäben, die an ihrem Kopfende in je einer Bohrung eines Trägers gehalten und in Führungsrohren eines Kernreaktorbrennelements bewegbar sind.

In einem Druckwasserreaktor der 1300-MW-Leistungsklasse werden nach jedem Brennelementwechsel ca. 50 Neutronenabsorberelemente bestehend aus Trägern mit jeweils 24 daran befestigten Neutronenabsorberstäben ausgebaut. Die Lagerung solcher Mengen an sperrigen Absorberelementen führt zu erheblichen Kapazitätseingpässen.

In der Zeitschrift »Atomwirtschaft«, März 1983 wird auf Seite 153, linke Spalte unter Abschnitt 3.2 die Reparatur und die Handhabung von Neutronenabsorberelementen erwähnt. Über die Art und Weise der Handhabung wird dort jedoch nichts ausgesagt.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Zerlegen von Neutronenabsorberelementen und zum Austausch von Neutronenabsorberstäben anzugeben.

Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch das Aufeinanderfolgen der nachfolgend aufgeführten Verfahrensschritte:

- a) Der Träger mit den Neutronenabsorberstäben wird in eine an einem Festpunkt des Lagers für Brennelemente arretierte Aufnahmevorrichtung eingebracht und festgelegt,
- b) die Verbindung zwischen dem Träger und wenigstens einem auszutauschenden Neutronenabsorberstab wird gelöst,
- c) der Träger mit den gegebenenfalls noch daran befestigten Neutronenabsorberstäben wird aus der Aufnahmevorrichtung entnommen,
- d) die gelösten, in Köchern der Aufnahmevorrichtung verbleibenden Neutronenabsorberstäbe werden entnommen,
- e) neue Neutronenabsorberstäbe werden in die frei gewordenen Köcherpositionen eingesetzt,
- f) der Träger mit den gegebenenfalls noch daran befestigten Neutronenabsorberstäben wird erneut in der Aufnahmevorrichtung positioniert und mit den neuen Neutronenabsorberstäben verbunden.

Durch diese Maßnahmen ist eine Mehrfachverwendung des Trägers und eine Kompaktlagerung der un-

brauchbaren Absorberstäbe möglich. Dies führt insgesamt gesehen zu einer Verringerung der Lagerkapazität.

Eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß die Aufnahmevorrichtung eine Auflage zum Abstützen des Trägers und Durchführungen für jeden mit dem Träger verbundenen Neutronenabsorberstab aufweist, daß der Köcher unterhalb einer Durchführung angeordnet ist, daß jede Durchführung als Klemmelement für einen Neutronenabsorberstab ausgebildet ist und daß Werkzeuge zum Lösen, Befestigen und Handhaben der Neutronenabsorberstäbe vorgesehen sind.

Eine weitere Ausgestaltung der Einrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß die Durchführung an ihrer dem Köcher zugewandten Seite als abgesetzte Bohrung ausgebildet ist, daß von der Schulter der abgesetzten Bohrung bis zur Auflage die Durchführung als kegelige Bohrung auseinanderläuft, daß der Köcher unter Zwischenschaltung eines Ringes in der abgesetzten Bohrung befestigt ist, daß der Ring ein Tellerfederpaket trägt, das unter Zwischenlage einer ringförmigen Scheibe an der Schulter zum Anliegen kommt und daß von dem Träger belastbare kegelförmig ausgebildete Klemmstücke entlang der kegeligen Bohrung bewegbar sind.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Einrichtung wird vorgesehen, daß dem Träger ein gegenüber der Aufnahmevorrichtung festlegbarer Klemmkörper zugeordnet ist, der ein Kupplungsstück des Trägers beaufschlagt und mit Durchgangsbohrungen für die Werkzeuge versehen ist.

Damit wird ein zuverlässiges Arretieren des Trägers auch dann erzielt, wenn das Gewicht des Trägers nicht zum Niederhalten der kegeligen Klemmstücke und damit zum Klemmen der Neutronenabsorberstäbe ausreicht.

Nach einer anderen Ausführung der Einrichtung sind die Durchführungen als Langlöcher ausgebildet, die in übereinander angeordneten und in Längserstreckung der Langlöcher relativ zueinander bewegbaren Platten eingebracht sind.

Bei dieser Ausführung entfällt eine zusätzliche Verriegelungsvorrichtung für den Träger, da er nach seinem Aufsetzen in der Aufnahmevorrichtung durch Klemmen der Neutronenabsorberstäbe im Bereich der Langlöcher sicher gehalten wird.

Die Platten sind vorzugsweise in einem Rahmen geführt, wobei zu ihrer Relativbewegung ein Drehantrieb vorgesehen ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Einrichtung ist die Aufnahmevorrichtung auf einem Brennelementbehälter einer im Lagerbecken für Brennelemente angeordneten Brennelementreparaturstation abgestützt.

Dadurch ist kein zusätzliches Stützelement im Lagerbecken erforderlich.

Vorzugsweise ist am Boden des Köchers eine in den Innenraum desselben ragende Druckfeder angeordnet.

Dadurch wird nach dem Lösen der Absorberstabsklemmung und nach dem Entfernen des Trägers der Absorberstab soweit angehoben, daß er mit seinem vom Träger gelösten Ende von einem Werkzeug greifbar ist.

Anhand der schematischen Zeichnungen Fig. 1 bis Fig. 5 werden Ausführungsbeispiele für das Verfahren und die Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens beschrieben.

Dabei zeigt die

Fig. 1 ein Absorberelement,

Fig. 2 eine Ausbildung einer Einrichtung in Pfeilrichtung II der Fig. 3 betrachtet als Halbschnitt,

Fig. 3 eine Ansicht der Fig. 2 in Pfeilrichtung III,

Fig. 4 eine andere Ausbildung der Einrichtung in Vorderansicht als Teilschnitt und die

Fig. 5 eine Ansicht der Fig. 4 in Pfeilrichtung V.

Die Fig. 1 zeigt ein Absorberelement 1 eines Druckwasserreaktors. Es besteht aus einem Träger 2, an dem eine Vielzahl von Neutronenabsorberstäben 3 befestigt ist. Jeder Stab liegt mit einer Schulter 4 an der Unterseite 5 des Trägers an und weist an seinem den Träger 2 durchsetzenden Ende ein Gewinde 6 auf. Mit einer dieses Gewinde übergreifenden Mutter 7 wird ein Absorberstab 3 mit dem Träger verspannt. Die Mutter 7 ist gegen selbsttätiges Aufdrehen gesichert. Vom Zentrum des Trägers 2 kragt ein Kupplungsstück 8 nach der den Neutronenabsorberstäben abgewandten Trägerseite hin aus. Es dient zum Verbinden mit einem nicht dargestellten Antrieb, um eine Vertikalbewegung der Absorberstäbe 2 innerhalb von Führungsrohren eines Brennelements zu ermöglichen.

Zum Austausch von Absorberstäben 2 ist gemäß Fig. 2 und 3 eine Aufnahmevorrichtung 9 vorgesehen, welche die äußeren Abmessungen eines üblicherweise in Kernkraftwerken eingesetzten Brennelementkopfstückes besitzt. Die Aufnahmevorrichtung läßt sich dadurch in einem üblicherweise für die Aufnahme von kompletten Brennelementen vorgesehenen Behälter 10 einer im Wasser 11 eines Brennelementlagerbeckens angeordneten, nicht weiter dargestellten Brennelementreparaturstation einsetzen und verriegeln. Der Behälter ist in Fig. 2 strichpunktiert angedeutet. Seine Verriegelung erfolgt über eine an einem Pfosten 12 der Aufnahmevorrichtung angreifende Klinke 13. Bei abgenommenem Klemmkörper 14 wird das Absorberelement 1 in die Aufnahmevorrichtung 9 eingebracht. Dazu ist eine Basisplatte 15 dieser Aufnahmevorrichtung mit der gleichen Anzahl von Durchführungen 16 versehen, wie das Absorberelement 1 Absorberstäbe 3 aufweist. Die Durchführungen sind in der gleichen Geometrie angeordnet wie die Absorberstäbe. Jede Durchführung 16 ist als Klemmelement ausgebildet, um den Absorberstab 3 beim Lösen oder Anziehen der Mutter 7 gegen Verdrehen zu sichern. Die Durchführung 16 ist dazu an ihrer dem Träger abgewandten Seite als abgesetzte Bohrung 17 ausgebildet. Von der Schulter 18 dieser Bohrung zu der dem Träger zugewandten Seite der Durchführung 16 verläuft eine kegelige Bohrung 19, die ihren größeren Durchmesser an der dem Träger 2 zugewandten Seite hat. Jede Durchführung ist an ihrer dem Träger abgewandten Seite als Köcher 20 ausgebildet, der zum Halten der Absorberstäbe 3 bei entfernter Mutter 7 dient. Der Köcher ist unter Zwischenschaltung eines Ringes 22 in der abgesetzten Bohrung 17 befestigt. Dieser Ring trägt ein Tellerfederpaket 23, das eine ringförmige Scheibe 24 an der Schulter 18 der abgesetzten Bohrung 17 zur Anlage bringen kann. Die ringförmige Scheibe 24 kontaktet mit ihrer dem Tellerfederpaket 23 abgewandten Seitenfläche kegelförmig ausgebildete Klemmstücke 25, die entlang der kegeligen Bohrung 19 bewegbar sind. In der Fig. 2 sind aus Gründen der besseren Übersicht lediglich zwei Durchführungen 16 dargestellt. Die unter »I« dargestellte Durchführung zeigt ihre Stellung bei auf einer Auflage 26 aufgesetztem Träger 2 und die unter »II« dargestellte Durchführung zeigt ihre Stellung bei entferntem Klemmkörper 14 mit dem durch die Kraft der Tellerfederpakete 23 in die strichpunktiert

angegebene Position 2a gelangten Träger 2. In der Stellung »I« umfassen die Klemmstücke 25 wie eine Spann- zange wirkend, den Absorberstab 3 und sichern ihn gegen Verdrehen beim Lösen oder Anziehen der Mutter 7. Eine im unteren Bereich des Köchers 20 befindliche 5 Druckfeder 21 wirkt als Ausstoßelement für einen Absorberstab. Diese Druckfeder 21 wird dabei am Boden des Köchers 20 unter Verwendung einer zwischen Absorberstab 3 und Druckfeder 21 angeordneten Scheibe 27 unter einer Vorspannung gehalten. Wird der Klemm- 10 körper 14 entfernt, so gelangt die Durchführung 16 an die Stellung »II« und der Träger 2 in die strichpunktirt angegebene Position 2a. Die vorgespannte Druckfeder 21 entspannt sich und stößt dadurch den Absorberstab 3 soweit nach oben, daß er nach dem Entfernen des Trä- 15 gers 2 von einem in strichpunktirt gezeichneten Linien angedeuteten Werkzeug 53 erfaßt werden kann. Wie aus den Fig. 2 und 3 zu ersehen ist, ist der Klemmkörper 14 umfangsseitig mit vier Vorsprüngen 28 versehen, die nach Art eines Bajonettverschlusses in entsprechen- 20 de Aussparungen 29 der Aufnahmevorrichtung 9 eingreifen. Dargestellt ist der Klemmkörper 14 in Wirkstellung. Durch Drehung um 45° in Pfeilrichtung 30 (Fig. 3) ist die Klemmung gelöst und der Klemmkörper 14 durch Anheben in vertikaler Richtung zu entfernen. 25 Zum Abwärtsbewegen des Trägers 2 bis zu seinem Kontakt mit der Auflage 26 beaufschlagt der Klemmkörper 14 dessen Kupplungsstück 8, das in eine Ausnehmung 31 des Klemmkörpers ragt. Zwischen einer Stirnfläche 33 einer Scheibe 32 und dem Klemmkörper 14 ist 30 ein zweites Tellerfederpaket 34 angeordnet, das die Federkraft aller Tellerfederpakete 23 der Durchführungen 16 und aller Druckfedern 21 der Köcher 20 kompensiert. Ein an der Öffnung der Ausnehmung 31 angeordneter Anschlag 35 verhindert ein Herausfallen der Scheibe 32 bei der Entfernung des Klemmkörpers 14. Der Klemm- 35 körper weist die gleiche Anzahl Durchgangsbohrungen 36 auf wie die Aufnahmevorrichtung 9 Durchführungen 16 besitzt. Bei in Wirkstellung befindlichem Klemmkörper 14 sind Durchgangsbohrungen 36 derart oberhalb 40 der Absorberstäbe 3 angeordnet, daß ein in strichpunktirten Linien angedeutetes Werkzeug 53 zum Lösen oder Befestigen der Mutter 7 eingebracht werden kann. Zum leichteren Einführen des Werkzeuges sind die Durchgangsbohrungen 36 des Klemmkörpers 14 trichterförmig erweitert. 45

Die Fig. 4 und 5 zeigen eine andere Ausbildung der Aufnahmevorrichtung hinsichtlich der Arretierung der Absorberstäbe 3. Die Aufnahmevorrichtung ist im gleichen Behälter 10 abgestützt wie zu Fig. 2 und 3 erläu- 50 tert. Über Klinken 13, die in Aussparungen 37 der Aufnahmevorrichtung 9 eingreifen, ist diesselbe mit dem Behälter 10 verriegelt. Sie besteht aus einem Rahmen 39, der nach oben und unten in der Kontur eines üblichen Brennelementkopfstückes fortgeführt ist, um mit 55 einem vorhandenen Brennelementgreifer transportiert und in dem vorgenannten Behälter 10 abgestützt werden zu können. In dem Rahmen 39 sind zwei übereinander angeordnete Platten 38, 38a geführt, die relativ zueinander in Pfeilrichtung 40 bewegbar sind. Beide Platten 38, 38a sind mit zueinander fluchtenden Langlö- 60 chern 41 versehen, die sich in die Pfeilrichtung 40 erstrecken. An der Unterseite des Rahmens 39 sind die Köcher 20 derart befestigt, daß sie die Absorberstäbe 3 des strichpunktirt angedeuteten Absorberelements 1 65 bei fluchtenden Langlöchern 41 aufnehmen. Die am Boden jedes Köchers 20 angeordneten Druckfedern 21 sind dabei so ausgelegt, daß sie beim Aufsetzen des

Trägers 2 auf der oberen Platte 38a in ihre Vorspannung gelangt sind. Über einen fernbedienbaren Drehantrieb 43, dessen Drehbewegung in eine Linearbewegung in Pfeilrichtung 40 umgesetzt wird, wird die obere Platte 38a relativ zur Platte 38 bewegt. Dies führt zu einer Klemmung der Absorberstäbe, wie aus dem Ausschnitt der Fig. 4 an einem Absorberstab zu erkennen ist. Das Lösen oder Anziehen der Mutter 7 erfolgt nun ohne Verdrehen eines Absorberstabes. Nach dem Zurückfahren der Platte 38a in ihre Ausgangsstellung mit fluchtenden Langlöchern 41 und nach der Entfernung des Trägers mit den noch daran befestigten Absorberstäben entspannen sich die Druckfedern 21 und schieben die gelösten Absorberstäbe 3 soweit über die 15 Auflage 26 der oberen Platte 38a hinaus, daß dieselben von einem nicht dargestellten Werkzeug gegriffen und aus dem Köcher 20 entnommen werden können.

Der Drehantrieb 43 zur Plattenbewegung besteht aus einer von einer Traverse 44 gehaltenen Schnecke 45, welche zwei Schneckenwellen 46, 47 in Drehung versetzt. Die Schneckenwellen sind im Rahmen 39 und in einer Traverse 48 abgestützt und tragen an ihren freien Enden je ein Zahnrad 49. Jedes Zahnrad 49 treibt über Zwischenräder 50 eine Kugelumlaufspindel 51, die der oberen Platte 38a an gegenüberliegenden Außenbereichen zugeordnet und in der Traverse 48 und in einer Traverse 52 gelagert ist. Jeder Kugelumlaufspindel 51 ist eine nicht dargestellte Spindelmutter zugeordnet, die mit der Platte 38a verbunden ist. Während die untere Platte 38 über Bolzen 55 starr mit den Traversen 48, 52 verbunden ist, wird über die Kugelumlaufspindeln die obere Platte 38a relativ zur unteren Platte 38 verscho- ben, was zur Klemmung der Absorberstäbe 3 führt. Nuten 54 dienen zur Führung der Platten 38, 38a gegen- über dem Rahmen 39. In der Fig. 5 ist aus Gründen der besseren Übersicht nur einmal ein Langloch 41 darge- stellt, während an den restlichen Positionen nur die Kö- 20 cher 20 zu erkennen sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

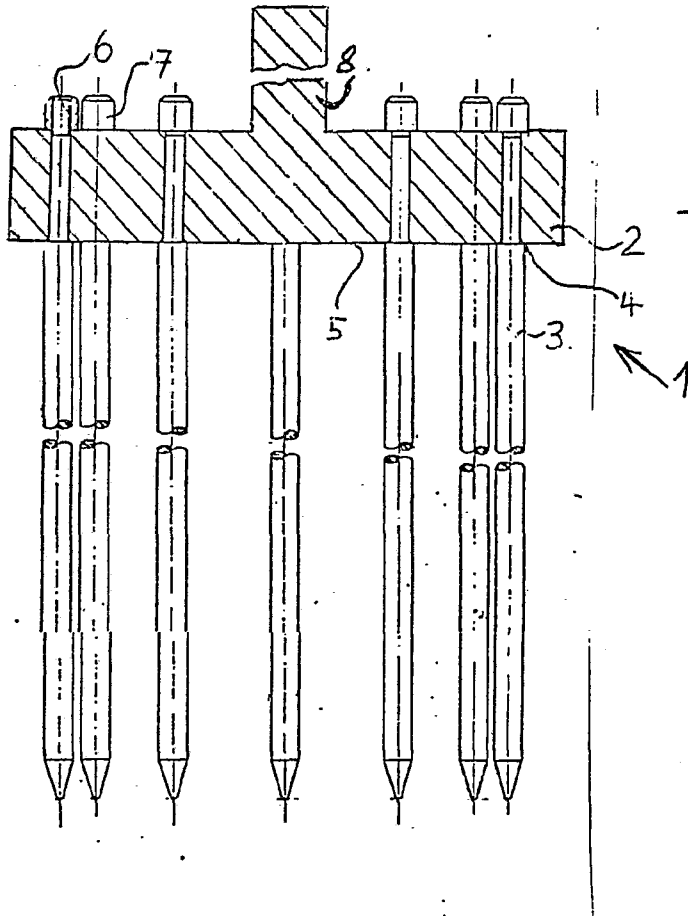
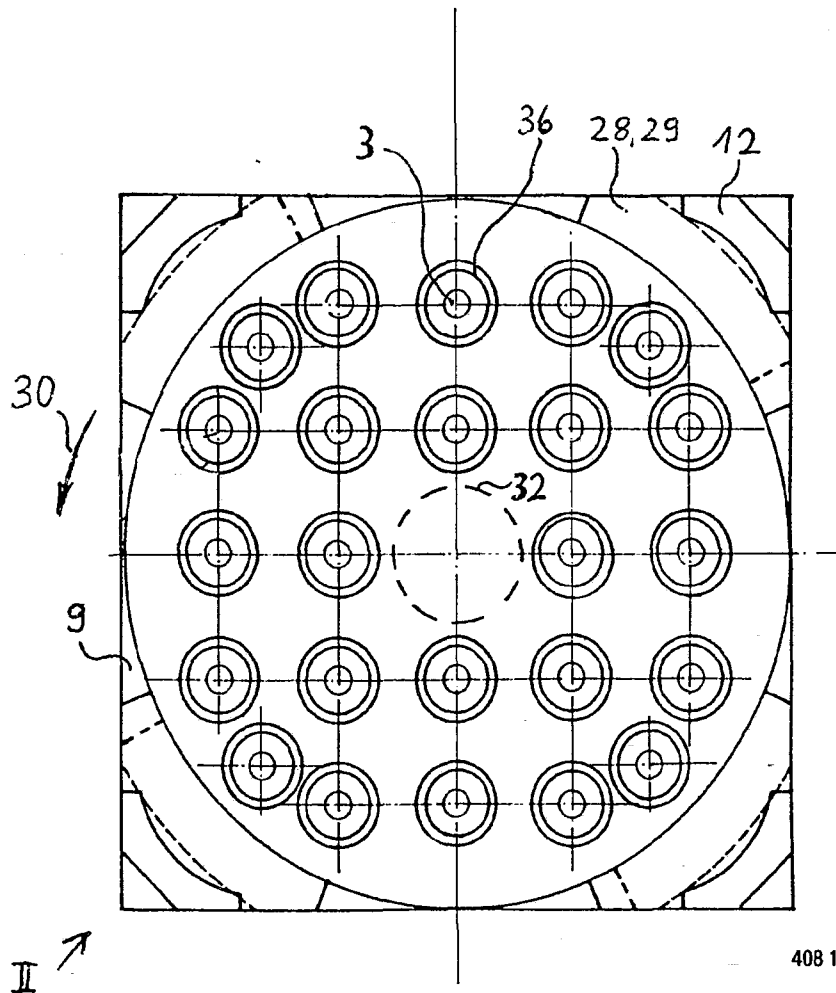
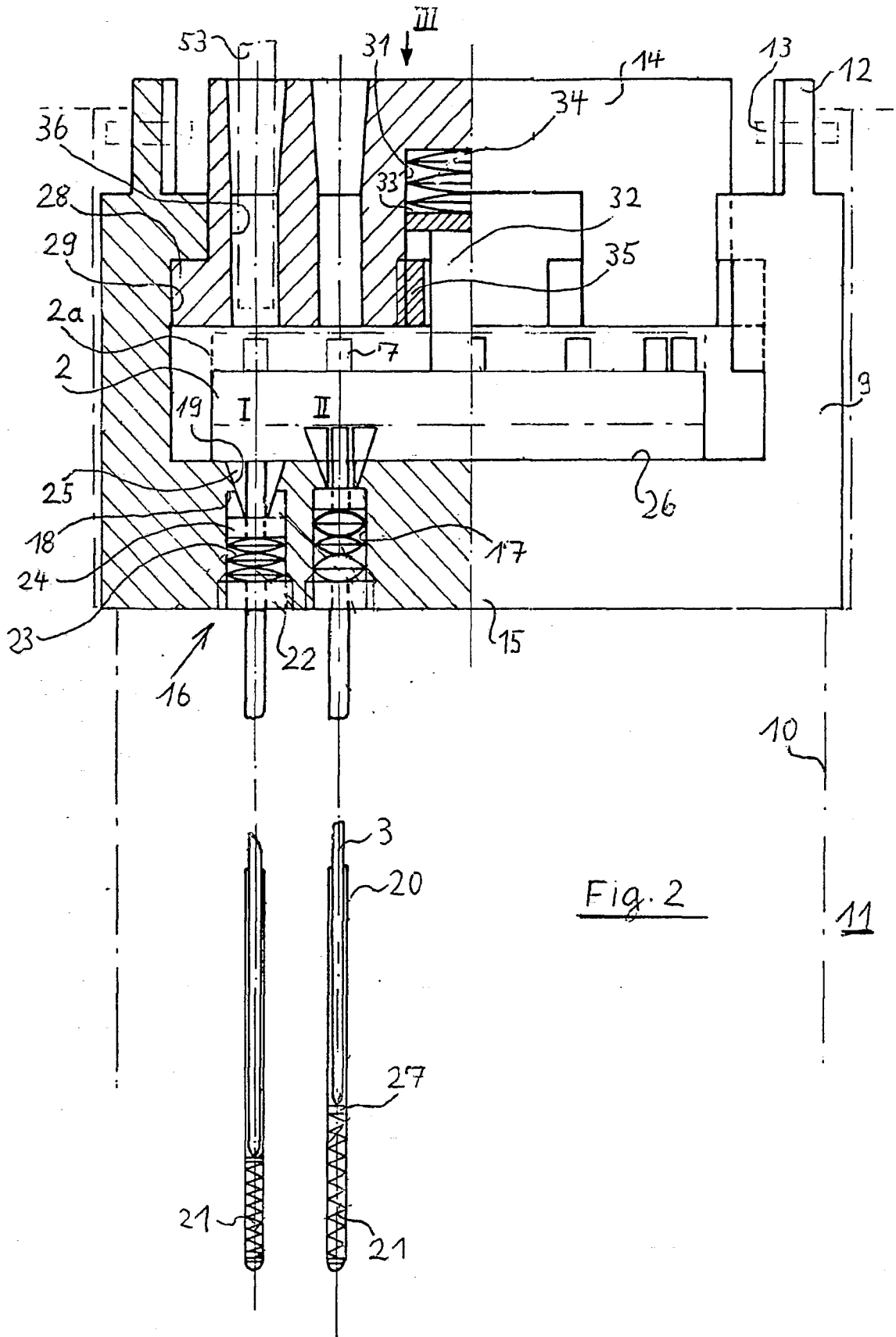


Fig 1

Fig. 3





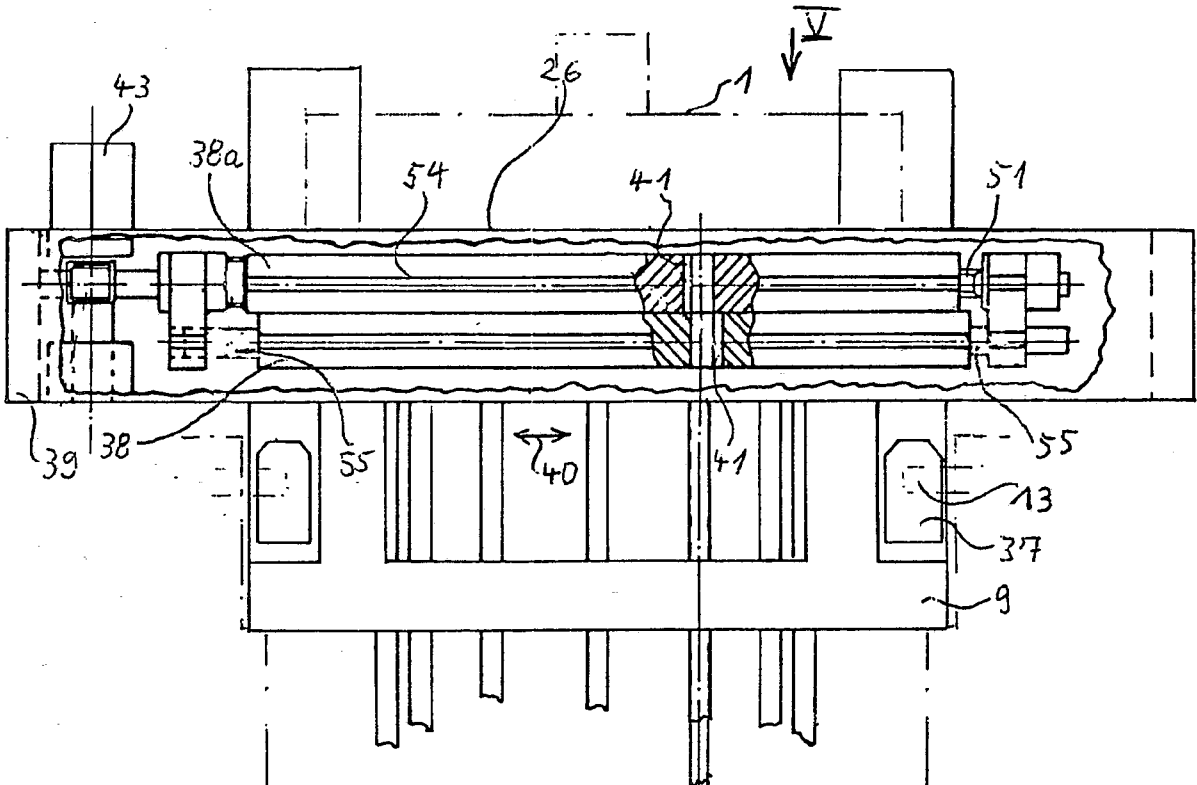


Fig. 4

Fig. 5

