

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 903 756 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.05.2003 Patentblatt 2003/19

(51) Int Cl.7: **G21F 3/00**, G21F 7/01

(21) Anmeldenummer: **98115752.2**

(22) Anmeldetag: **21.08.1998**

(54) **Vorrichtung zum Abschirmen einer Fluid-Wanddurchführung gegen hochenergetische elektromagnetische Strahlung, Kernstrahlung oder Korpuskularstrahlung**

Arrangement for screening a fluid wall lead-through against high energy electromagnetic radiation, nuclear or corpuscular radiation

Dispositif de protection contre le rayonnement électromagnétique à haute énergie, les radiations nucléaires ou corpusculaires à travers une paroi fluide

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FI FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **17.09.1997 DE 19740817**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(73) Patentinhaber: **STEAG encotec GmbH**
45128 Essen (DE)

(72) Erfinder: **Stratmann, Werner**
44536 Lünen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-87/05738 WO-A-97/34305
DD-A- 242 576

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 017, no. 060 (P-1482), 5. Februar 1993 & JP 04 270997 A (KOUSOKURO ENJINIARINGU KK), 28. September 1992
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 096, no. 009, 30. September 1996 & JP 08 122494 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO LTD), 17. Mai 1996
- **DATABASE WPI** Section Ch, Week 8446 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K07, AN 84-285492 XP002083772 & JP 59 176700 A (JGC CORP), 6. Oktober 1984
- **DATABASE WPI** Section Ch, Week 8802 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K07, AN 88-010900 XP002083773 & JP 62 274300 A (HITACHI LTD), 28. November 1987
- **DATABASE WPI** Section Ch, Week 8846 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K05, AN 88-327063 XP002083774 & JP 63 241499 A (UNYUSHO SENPAKUGIJ), 6. Oktober 1988

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 903 756 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Die Nachbehandlung von ausgebrannten Brennelementen aus Kernkraftwerken geschieht u.a. in sog. "heißen Zellen", d.h. in Abschnitten von kerntechnischen Anlagen, die gegen nach außen dringende Neutronen- und Gammastrahlung abgeschirmt sind. In solchen heißen Zellen befinden sich in der Regel Maschinen zum Nachbehandeln der Brennelemente sowie Beleuchtungseinrichtungen. Die dadurch in den heißen Zellen erzeugte Wärme und die Restwärme der abgebrannten Brennelemente muß durch entsprechende Lüftungs-Wanddurchführungen nach außen abgeführt werden.

[0003] Die Wände der heißen Zelle haben typischerweise eine Dicke von 150 cm und bestehen aus Beton bzw. Stahlbeton. Die Anlagen zur Belüftung der heißen Zellen befinden sich typischerweise außerhalb der heißen Zellen selbst.

[0004] Um zu verhindern, daß Neutronen- oder Gammastrahlung durch die Lüftungs-Wanddurchführungen nach außen dringt, wurden diese bisher mit Knicken ausgebildet. Die stets geradlinig propagierende Strahlung trifft somit auf den Beton der Wand und wird dort absorbiert.

[0005] In neuerer Zeit wurden die Durchführungen auch gerade und ohne Knicke durch die Wände geführt. Die Durchführungen haben dabei typischerweise einen Durchmesser von 50 bis 75 cm. In den Durchführungen befinden sich dann sog. Abschirmschrauben (DATABASE WPI Section C, Week 8446; Derwent Publications Ltd., London, GB; XP002083772; AN 84-285492; Class K07; & J.P.A. 59 176700 A (JGC CORP), 06.10.1984). Die Abschirmschrauben bestehen aus z.B. Eisen und weisen mehrere Windungen über der Länge der Durchführung auf. Sie sind damit in der Lage, Gammastrahlung zu absorbieren.

[0006] Ein grobes Maß für den Absorptionswirkungsquerschnitt für Gammastrahlung ist die Dichte des zum Abschirmen verwendeten Materials. Der verwendete Beton hat eine Dichte im Bereich von 2,35 g/cm³. Wird Eisen mit seiner Dichte von etwa 7,8 g/cm³ verwendet, so müssen die Schneckengänge etwa ein Drittel des Raums der Durchführung ausfüllen. Entsprechend werden die Dicke der Schraubengänge sowie die Ganghöhe bzw. die Anzahl der Windungen in der Durchführung gewählt.

[0007] Derartige Eisen-Schrauben sind allerdings nicht geeignet, Neutronenstrahlung zu absorbieren. In heißen Zellen zur Behandlung abgebrannter Brennelemente tritt jedoch stets eine gemischte Strahlung aus Gamma- und Neutronenstrahlung auf. Die Neutronen sind dabei hochenergetisch. Damit die Neutronenstrahlung effektiv absorbiert werden kann, müssen die Neutronen zunächst abgebremst werden. Dieser Vorgang wird auch als Moderation oder Thermalisierung von hei-

ßen Neutronen bezeichnet. Besonders geeignet dafür ist Wasserstoff. Als sehr wasserstoffhaltiger Festkörper hat sich Polyethylen (PE) für die Neutronen-Moderation bewährt. Auch boriertes PE bzw. Graphit sind geeignet.

[0008] Da die Eisen-Schrauben Neutronen kaum absorbieren, wurden bisher am Ausgang von Lüftungs-Durchführungen größere Blöcke aus PE angebracht, die die Neutronen nach Verlassen der Durchführung thermalisieren und absorbieren.

[0009] Die PE-Blöcke beanspruchen viel zusätzlichen Raum. Ferner wiegen die Eisen-Schrauben bis zu 2 Tonnen. Entsprechend aufwendig sind ihre Herstellung, ihr Transport und ihre Montage.

[0010] Ähnliche Probleme ergeben sich allgemein bei der Abschirmung von Fluid-Durchführungen in Kernkraftwerken und sonstigen Bereichen, in denen hochenergetische elektromagnetische Strahlung, Kernstrahlung oder Korpuskularstrahlung auftritt. Gleiches gilt für Durchführungen von sonstigen Medien, wie beispielsweise Elektrokabeln.

[0011] Aus den PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 060 (P-1482), 25.02.1993 & J.P.A. 04 270997 (KOUSOKURO ENJINIARINGU KK), 28.09.1992 ist eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt, bei der die jeweils um einen vorgegebenen Winkel gegeneinander versetzten Abschirmelemente als halbkreisförmige Scheiben ausgebildet und hintereinander in die Wanddurchführung eingesetzt sind. Aufgrund der halbkreisförmigen Gestaltung der Abschirmelemente findet auf der zentralen Mittellinie keine zuverlässige Überlappung statt, ganz abgesehen davon, daß sich die Montage der aneinander anschließenden Abschirmelemente aufwendig gestaltet.

[0012] Einander überlappende Abschirmelemente sind in der DD 242 576 A1 offenbart. Allerdings handelt es sich um einige wenige Abschirmelemente, die nur einen sehr geringen Anteil des Raums der Wanddurchführung einnehmen und an der Innenwand einer medienführenden rohrförmigen Umschließung befestigt sind. Der Abschirmeffekt ist also sehr begrenzt.

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, die Abschirmvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 hinsichtlich ihres Platzbedarfs sowie ihrer Herstellung und Montage zu verbessern.

[0014] Zur Lösung dieser Aufgabe weist die gattungsgemäße Vorrichtung die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 auf.

[0015] Die erfindungsgemäße Abschirmvorrichtung ist modular aus einzelnen Abschirmelementen aufgebaut. Sie kann somit aus verschiedenen Einzelteilen gefertigt, in einfacher Weise transportiert und eingebaut und auch zu einem späteren Zeitpunkt ohne weiteres geändert werden.

[0016] Das Material der einzelnen Abschirmelemente kann nach den Erfordernissen der gewünschten Abschirmcharakteristik gewählt werden. Bei gemischter Strahlung, zu deren Abschirmung die Erfindung vor al-

len Dingen vorgesehen und bevorzugt geeignet ist, wird man einzelne Abschirmelemente jeweils aus Materialien formen, die einzelne Komponenten der Strahlung optimal absorbieren. Aus der gemeinsamen Anordnung der verschiedenen Abschirmelemente ergibt sich dann insgesamt die gewünschte Abschirmcharakteristik. Die einzelnen Abschirmelemente können selbst wiederum aus verschiedenen Materialien zusammengesetzt sein. Kombinationen beider Arten von Abschirmelementen sind gleichermaßen möglich. Es kann somit jede beliebige Zusammenstellung von zur Absorption geeigneten Materialien eingesetzt werden. Auf diese Weise können die Kosten für die Abschirmmaterialien und damit für die Abschirmvorrichtung optimiert werden.

[0017] Auch bereits bestehende Fluid-Durchführungen können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestattet werden. Ferner kann letztere bei einer Änderung der auftretenden Strahlung entsprechend angepaßt werden.

[0018] Man erhält somit eine Abschirmvorrichtung, deren Form der der Eisen-Schrauben sehr nahe kommt. Durch die Verwendung von einzelnen Schraubensegmenten kann die Steigung der Abschirmschraube verändert werden. Somit können, auch bei sich ändernden Bedingungen, der Fluid-Durchsatz und die Abschirmwirkung optimal aufeinander abgestimmt werden. Die einheitlich ausgebildeten Schraubensegmente sind herstellungstechnisch besonderer günstig.

[0019] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0020] Im folgenden wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in den Figuren schematisch dargestellt sind. Im einzelnen zeigt:

Fig. 1 eine axiale Schnittansicht einer Wanddurchführung mit einer erfindungsgemäßen Abschirmvorrichtung;

Fig. 2 ein zweiblättriges Schraubensegment;

Fig. 3 ein dreiblättriges Schraubensegment;

Fig. 4 ein vierblättriges Schraubensegment.

[0021] Die folgenden Ausführungsbeispiele sind für Lüftungs-Wanddurchführungen von heißen Zellen geeignet.

[0022] Die abgebrannten Brennelemente in heißen Zellen emittieren eine gemischte Strahlung. Zum überwiegenden Teil emittieren sie Gammastrahlung. Hinzu kommt ein geringerer Anteil an Neutronenstrahlung. Aufgrund der in den heißen Zellen befindlichen Maschinen sowie der Restwärme der abgebrannten Brennelemente müssen die heißen Zellen mit Hilfe von Lüftungsdurchführungen und außen liegenden Ventilatoren gekühlt werden. Die Lüftungsdurchführungen sind in den etwa 150 cm dicken Stahlbetonwänden der heißen Zellen ausgebildet. Sie haben einen Durchmesser von 50 bis 75 cm und verlaufen gradlinig.

[0023] Für eine optimale Abschirmung muß eine aus-

reichende Menge an die Strahlung absorbierendem Material in den Lüftungs-Wanddurchführungen angeordnet sein. Andererseits sollte der Strömungswiderstand für die Luft möglichst gering sein, so daß eine Luftkühlung der heißen Zellen mit möglichst geringem Energieaufwand möglich ist.

[0024] Im folgenden wird auf Fig. 1 Bezug genommen. Die in einer Wanddurchführung 1 angeordnete Abschirmvorrichtung hat insgesamt eine schraubenförmige Gestalt. Dies minimiert den Strömungswiderstand für die durchströmende Luft. Die Abschirmvorrichtung ist aus einzelne scheibenförmigen Abschirmelementen 2 und 3 aufgebaut, die also die Form von Schraubensegmenten aufweisen. Die Abschirmelemente 2 bestehen aus Eisen, um Gammastrahlung zu absorbieren, und die Abschirmelemente 3 aus Polyethylen (PE), um Neutronen zu thermalisieren und zu absorbieren.

[0025] Die einzelnen Abschirmelemente 2 und 3 sind auf einer zentralen Achse 4 der Wanddurchführung hintereinander angeordnet.

[0026] In den Fig. 2 bis 4 sind beispielhaft mögliche Formen der Schraubensegmente gezeigt. Die Form der Schraubensegmente ist keineswegs auf die gezeigten Beispiele gemäß den Fig. 2 bis 4 beschränkt. Vorteilhafterweise sollten die Schraubensegmente jedoch stets eine zentrale Nabe 5 aufweisen, damit sie zentrisch auf die Achse 4 gesteckt werden können.

[0027] Vor allem ist bei der Auswahl der Schraubensegmente auf eine ausreichende Abschirmwirkung zu achten. Muß etwa ein Drittel des Raums der Wanddurchführung 1 mit absorbierendem Material gefüllt sein, so müssen die Flächen der Blätter oder Flügel eines einzelnen Schraubensegments zusammengenommen etwa einen Flächeninhalt haben, der einem Drittel des Querschnitts der Wanddurchführung 1 entspricht.

[0028] Werden die Abschirmelemente aus stärker absorbierendem Material gefertigt, so kann ihre Fläche entsprechend kleiner gewählt und somit der Strömungswiderstand für die Luft aufgrund des größeren freien Querschnitts verringert werden.

[0029] Es ist nämlich auch auf einen möglichst kleinen Strömungswiderstand für die durch die Durchführung strömende Luft zu achten. Dies führt dazu, daß die Anzahl der Windungen der Schnecke möglichst gering sein sollte.

[0030] Die Anzahl der Windungen, die die schraubenförmige Abschirmvorrichtung aufweisen sollte, ist jedoch dadurch nach unten begrenzt, daß auch ein unter einem sehr ungünstigen, schrägen Winkel durch die Wanddurchführung 1 laufendes Gammaquant oder Neutron zwingend eine hinreichende Abschirmung erfahren muß. Ferner muß die Abschirmcharakteristik über dem Querschnitt der Durchführung 1 gleichmäßig sein.

[0031] Daraus ergibt sich, daß bei Verwendung von zweiblättrigen Schraubensegmenten diese so angeordnet werden, daß die Abschirmvorrichtung insgesamt mindestens eine volle Windung vollzieht. Bei einem

dreiblättrigen Schraubensegmenten gemäß Fig. 3 ergibt sich ebenfalls mindestens eine volle Windungen. Bei einem vierblättrigen Schraubensegment gemäß Fig. 4 ergibt sich mindestens eine Dreiviertelwindung.

[0032] Betrachtet man die hintereinander liegenden Abschirmelemente, so zeigt die schraubenförmige Abschirmvorrichtung den Anblick einer Wendeltreppe, d.h. die einzelnen Abschirmelemente mit ihren rechteckigen Kanten weisen an ihren winkerversetzten Übergängen jeweils eine Stufe auf. Um den Strömungswiderstand für Luft weiter zu verringern, können die Abschirmelemente an ihren Kanten abgeschrägt werden, so daß die Abschirmvorrichtung insgesamt eine glatte, stufenfreie Oberfläche hat. Dabei sollte allerdings die Masse der Schraube gleich bleiben, um die Abschirmwirkung nicht zu vermindern.

[0033] Aus montagetechnischen Gründen können die einzelnen Schraubensegmenten auf ihrer einen Seite mit einem Vorsprung und auf ihrer anderen Seite mit einer komplementären Ausnehmung versehen sein. Vorsprung und Ausnehmung sind dabei so angeordnet, daß sich beim Hintereinandersetzen der Schraubensegmente und Einführen der Vorsprünge in die Ausnehmungen benachbarter Schraubensegmente der vorgegebene Winkelversatz zwischen den einzelnen Schraubensegmenten ergibt. Eine spätere Änderung der Schraubensteigung ist dann allerdings schwieriger.

[0034] Im Rahmen der Erfindung sind durchaus Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. So kann abweichend von den Figuren 2 bis 4 mit Schraubensegmenten gearbeitet werden, die einblättrig ausgebildet sind, also lediglich einen einzigen, von der zentralen Achse abstehenden Flügel aufweisen. Ferner besteht, abweichend von Figur 1, die Möglichkeit, einige oder alle Schneckensegmente aus einem Verbundmaterial herzustellen, bei dem sich Blech und PE-Schichten abwechseln. Nach den Ausführungsbeispielen sind die Schraubensegmente auf eine zentrale Achse aufgesteckt. Dies stellt ohne Frage die einfachste Möglichkeit dar und läßt eine problemlose Vor-Ort-Montage zu.

[0035] Dabei muß die geradlinige Wanddurchführung nicht in einem Stück vollständig durch die Wand hindurchgehen. Denkbar sind beispielsweise auch zwei von beiden Wandseiten ausgehende Röhren, die sich bis zur Wandmitte erstrecken und gegeneinander versetzt sind, wobei eine wandparallele Röhre die erforderliche Verbindung herstellt.

[0036] Die Montage der Abschirmvorrichtung kann, wie bei einer gegossenen Schnecke, im Werk erfolgen. Vorteilhafter ist es, die Vorrichtung vor Ort zu montieren, gegebenenfalls direkt innerhalb der Wanddurchführung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Abschirmen einer Fluid-Wanddurchführung gegen hochenergetische elektroma-

gnetische Strahlung, Kernstrahlung oder Korpuskularstrahlung, mit einer Mehrzahl von scheibenförmigen Abschirmelementen (2,3), die in der Fluid-Wanddurchführung (1) räumlich derart angeordnet sind, daß sie die Strahlung auffangen, während die Wanddurchführung für das Fluid durchlässig bleibt; wobei

jedes Abschirmelement (2,3) mindestens ein für jedes Abschirmelement einzeln zu wählendes, die Strahlung absorbierendes Material aufweist,

Anzahl und Form der Abschirmelemente so gewählt sind, daß sich eine gewünschte Abschirmcharakteristik für die Strahlung in der Wanddurchführung (1) ergibt, und

die Abschirmelemente (2,3) jeweils um einen vorgegebenen Winkel gegeneinander versetzt in der Wanddurchführung (1) hintereinander angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß die scheibenförmigen Abschirmelemente (2,3) als achsensenkrechte Schraubensegmente ausgebildet sind und

daß die Schraubensegmente zur Bildung einer Abschirmschraube auf eine zentrale Achse (4) aufgesteckt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens ein Teil der Abschirmelemente Eisen, Borstahl oder Blei zum Absorbieren von Gamma-Strahlung sowie Polyethylen (PE), vorzugsweise boriiertes PE, zum Abbremsen hochenergetischer Neutronen aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schraubensegmente mehrblättrig ausgebildet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kanten der Schraubensegmente in Schraubengangrichtung angeschrägt sind.

Claims

1. Device for shielding a fluid wall passage against high-energy electromagnetic radiation, nuclear radiation or corpuscular radiation, with a plurality of discoid shielding elements (2, 3), which are physically arranged in the fluid wall passage (1) in such a manner that they catch the radiation, whilst the wall passage remains permeable for the fluid, wherein each shielding element (2, 3) comprises at least one material, which is to be individually selected for each shielding element and absorbs the radiation, the number and shape of the shielding elements are so selected that a desired shielding characteristic results for the radiation in the wall pas-

sage (1) and the shielding elements (2, 3) are arranged in succession in each instance to be offset relative to one another by a predetermined angle in the wall passage (1), **characterised in that** the discoid shielding elements (2, 3) are formed as axially perpendicular helix segments and that the helix segments are plugged on to a central axle (4) for formation of a shielding helix.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** at least a part of the shielding elements comprises iron, boron steel or lead for absorbing gamma radiation, as well as polyethylene (PE), preferably boronised PE, for retarding high-energy neutrons.

3. Device according to claim 1 or 2, **characterised in that** the helix segments are formed to be multi-bladed.

4. Device according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the edges of the helix segments are chamfered in helix screw direction.

Revendications

1. Dispositif pour protéger une traversée murale de fluide contre un rayonnement électromagnétique hautement énergétique, un rayonnement nucléaire ou un rayonnement corpusculaire, avec une pluralité d'éléments de protection en forme de disque (2,3) qui sont disposés spatialement dans la traversée murale (1) du fluide de façon qu'ils captent le rayonnement tandis que la traversée murale reste passante pour le fluide; où

chaque élément de protection (2,3) présente au moins un matériau absorbant le rayonnement, à sélectionner individuellement pour chaque élément de protection,

le nombre et la forme des éléments de protection sont sélectionnés de façon à obtenir une caractéristique de protection recherchée pour le rayonnement dans la traversée murale (1), et

les éléments de protection (2,3) sont disposés dans la traversée murale (1) les uns derrière les autres en étant décalés respectivement d'un angle prédéterminé les uns des autres,

caractérisé

en ce que les éléments de protection (2,3) en forme de disque sont réalisés comme segments de vis perpendiculaires à l'axe et

en ce que les segments de vis, pour former une vis de protection, sont emboîtés sur un axe central (4).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des éléments de protection présente du fer, de l'acier au bore ou du plomb

pour absorber le rayonnement gamma ainsi que du polyéthylène (PE), de préférence du PE traité au bore, pour le freinage de neutrons hautement énergétiques.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les segments de vis sont réalisés en plusieurs feuilles.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les arêtes des segments de vis sont chanfreinées dans la direction du pas de vis.

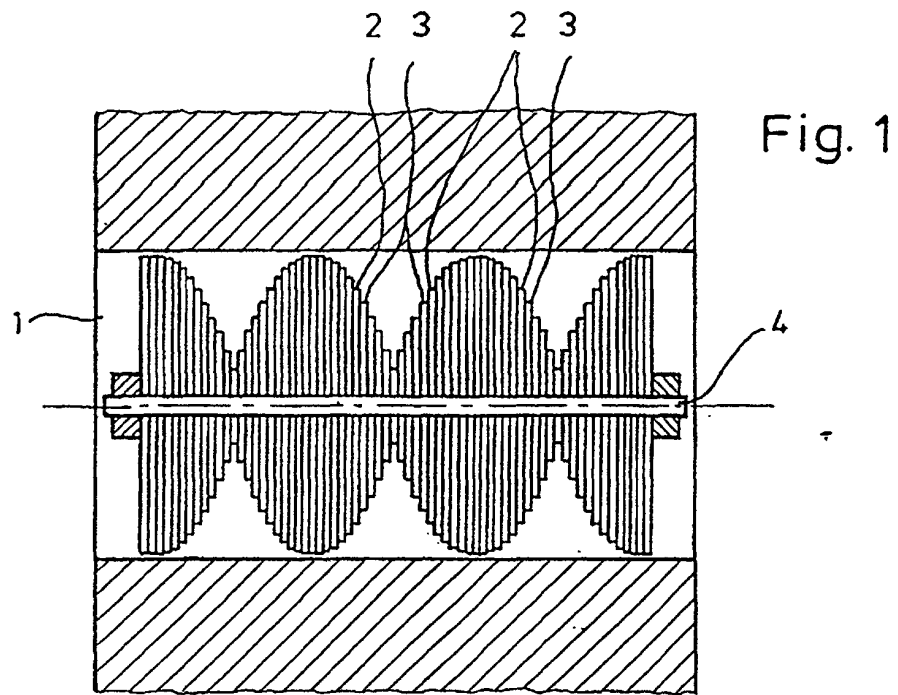


Fig. 2

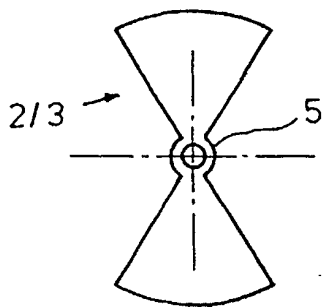


Fig. 3

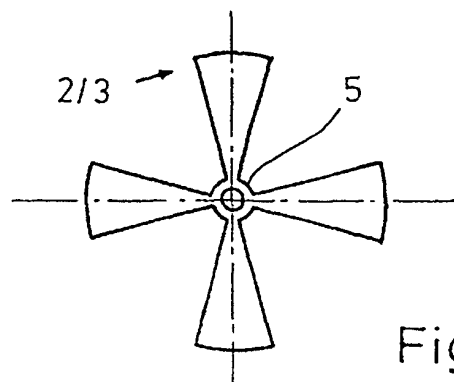
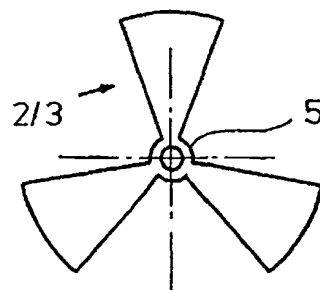


Fig. 4