



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 025 915 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.03.2005 Patentblatt 2005/09

(51) Int Cl.7: **B07B 7/083**

(21) Anmeldenummer: **00101197.2**

(22) Anmeldetag: **22.01.2000**

(54) **Sichterradschaufeln für Zentrifugalkraftsichter**

Rotor vanes for centrifugal sifter

Aubes de rotor pour séparateur centrifuge

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **02.02.1999 DE 19903948**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.08.2000 Patentblatt 2000/32

(73) Patentinhaber: **HOSOKAWA ALPINE
Aktiengesellschaft & Co. OHG
86199 Augsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ludewig, Karsten, Dipl.-Ing. (FH)
86152 Augsburg (DE)**
• **Konetzka, Georg, Dipl.-Ing., Ing.(grad)
86199 Augsburg (DE)**
• **Boess, Mathias, Dipl.-Ing. (FH)
86159 Augsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 613 902 DE-C- 3 508 889
DE-C- 4 140 656

EP 1 025 915 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf die Sichterradschaufeln eines Zentrifugalkraft-Sichterrades für Windsichter, insbesondere auf Sichterradschaufeln, die aus keramischen oder gleichartigen spröden Werkstoffen bestehen.

[0002] Derartige Windsichter weisen ein rotierendes Sichterrad auf, daß entgegen seiner Schleuderrichtung von der Sichtluft von außen nach innen durchströmt wird und dessen Sichterradschaufeln kranzförmig angeordnet sind und parallel zur Rotationsachse verlaufen, wobei die Enden der Sichterradschaufeln in Ausnehmungen von gegenüberliegenden Endbegrenzungen konzentrisch zur Sichterradnabe eingesetzt sind.

[0003] Ein gattungsgemäßer Windsichter ist aus der DE 196 13 902 C2 bekannt. Bei dem Windsichter nach diesem Stand der Technik sind die Sichterradschaufeln in gegenüberliegenden Endbegrenzungen eingesetzt, die durch eine sich über die gesamte Sichterradhöhe erstreckende, torsionssteife Sichterradnabe verbunden sind und die Sichterradschaufeln am äußeren Umfang des so gebildeten Grundkörpers in ihrer gegenseitigen Lage fixiert und lösbar eingesetzt sind.

[0004] Um die eingesetzten Sichterradschaufeln in ihrer axialen und/oder radialen Position zu fixieren, sind Halteringe vorgesehen, welche die Sichterradschaufeln an dessen axialen Enden über den äußeren Umfang umgreifen.

[0005] Durch diese umgreifenden Halteringe wird an der Mantelfläche des Sichterrades ein Absatz im Übergangsbereich von Haltering zu den Sichterradschaufeln geschaffen.

[0006] Ähnliche Verhältnisse bestehen an der Mantelfläche des Sichterrades nach dem Patent DE 35 08 889 C2. Die dortigen Sichterradschaufeln sind ganz aus einem verschleißfesten, keramischen Werkstoff hergestellt und zwischen einer Kreisscheibe und einer Deckscheibe in ihrer gegenseitigen Lage fixiert eingesetzt.

[0007] Aus verfahrenstechnischen Gründen ist es jedoch wünschenswert, daß die Sichterräder an ihren Mantelflächen keine Absätze aufweisen. Bei einer weitgehend ebenen Mantelfläche kann sich kein Sichtgut am Sichterrad ansetzen. Durch das Vermeiden von Ecken und Kanten im Bereich der Mantelfläche verbessert sich das Verschleißverhalten, insbesondere bei der Sichtung von stark schleißenden Gütern.

[0008] Gerade bei der Sichtung von stark schleißenden Gütern werden Sichterräder aus Vollkeramik, Sichterräder mit Keramikschaufeln oder mit Keramikbeschichtung eingesetzt.

[0009] Im Patent DE 41 40 656 C1 sind Sichterräder offenbart, die einstückig aus Keramik hergestellt sind und bevorzugt bei kleinen Baugrößen (Durchmesser ca. 50 bis 100 mm) eingesetzt werden. Sichterräder für größere Baugrößen (Durchmesser über 100 mm) werden bevorzugt nach Patent DE 196 13 902 C2 hergestellt, dies insbesondere aufgrund der leichten Austauschbarkeit

von einzelnen Sichterradschaufeln. Dadurch wird eine kostengünstige Instandsetzung von verschlissenen Sichterrädern möglich, da nicht das komplette Sichterrad ausgetauscht werden muß, sondern nur einzelne verschlissene Sichterradschaufeln zu ersetzen sind.

[0010] Die Sichterräder nach DE 196 13 902 C2 weisen jedoch den bereits oben genannten Nachteil auf, daß sie an ihren Mantelflächen Absätze aufweisen. Zur Verbesserung des Verschleiß- und Ansatzverhaltens werden daher die Sichterradschaufeln so ausgebildet, daß die radial äußere Grenzfläche jeder Sichterradschaufel bündig mit dem äußeren radialen Umfang des Sichterrades abschließt. Dabei haben die Sichterradschaufeln eine im wesentliche quaderförmige Gestalt und weisen an den beiden äußeren Ecken Aussparungen auf (siehe Figur 7, Position 74 zum Stand der Technik). So lassen sich die Sichterradschaufeln durch kreis- oder ringförmige Deckscheiben oder zusätzlich durch Halteringe begrenzen und fixieren, ohne daß diese über die radial äußere Grenzfläche der Sichterradschaufeln hinausragen.

[0011] Sofern die Sichterradschaufeln aus sprödem Werkstoff, wie z.B. Keramik bestehen, sind derartige Aussparungen jedoch nachteilig, da sie aufgrund der abgesetzten Form Kerben bilden, die Spannungskonzentrationen verursachen und es sich Risse bilden können, die zum Bruch und somit zur Zerstörung der Sichterradschaufeln führen. Die Linie, die sich aufgrund der Aussparungen an den beiden äußeren Enden der Sichterradschaufeln ergibt und in den inneren Ecken der Aussparung, über die Dicke der Schaufeln verläuft, ist die Kerbgrundlinie.

[0012] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, Sichterradschaufeln zu schaffen, die trotz Aussparungen keine Spannungskonzentrationen in dem spröden Werkstoff verursachen, die zum Bruch und somit zur Zerstörung der Sichterradschaufeln führen können.

[0013] Gelöst wird diese Aufgabe durch Sichterradschaufeln, die aus mehreren Elementen geometrischer Grundform gebildet werden und derart zusammengefügt sind, daß mindestens eine Ebene der Trennfugen zweier benachbarter Elemente durch die Kerbgrundlinie verläuft.

[0014] Eine bevorzugte und kostengünstig herzustellende Grundform der Elemente aus sprödem Werkstoff ist die Quaderform. Die Flächen der Sichterradschaufeln, die dem Produktstrom ausgesetzt sind, werden durch einen einzigen keramischen Quader gebildet. Als keramischer Werkstoff kann Aluminiumoxid, Wolframkarbid, Sinterkorund oder jede andere Keramik eingesetzt werden.

[0015] An jedem axialen Ende des keramischen Quaders ist ein kleinerer Quader befestigt. Die Befestigung erfolgt in einfacher Weise durch Kleben, insbesondere mit einem selbstaushärtenden, oder warmaushärtenden Epoxidharz-Kleber. Es können aber auch andere Fügemitte eingesetzt werden, so können bei der Verbindung von keramischen Quadern mit Quadern aus

duktilen Werkstoff wie z.B. Stahl, die Elemente z.B. durch Ultraschallschweißen verbunden werden.

[0016] Die axial an die quaderförmige, keramische Sichterradschaukel befestigten Quader dienen zusätzlich der Fixierung und Befestigung der Sichterradschaukeln an den ring- oder kreisförmigen Deckscheiben des Sichterrades. In den üblichen Fällen bestehen diese aus Stahlwerkstoffen. Dies ist vorteilhaft, da die an den axialen Enden angefügten Elemente aus Stahl nach dem Fügevorgang leicht bearbeitet werden können. Zur Einstellung einer gleichmäßigen Gewichtsverteilung der gesamten Sichterradschaukel können diese durch spanende Bearbeitung, z.B. Bohren, Fräsen oder Schleifen bearbeitet werden

[0017] Bei bestimmten zu sichtenden Produkten wird eine eisenfreie Sichtung gefordert, d.h. in dem fertigen gesichteten Produkt dürfen keine Partikel enthalten sein, die aus Eisen- oder Stahlwerkstoffen bestehen. Um dies Sicherzustellen dürfen keine Eisen- oder Stahlteile dem Produktstrom ausgesetzt sein. Für diese Anwendungen können die Quader zur Fixierung und Befestigung der Sichterradschaukeln auch aus keramischem Werkstoff hergestellt sein.

[0018] Die quaderförmigen Endelemente können entweder auf einer Seitenfläche bündig mit der Sichterradschaukel abschließen oder mittig an die keramische Sichterradschaukel angebracht sein. Durch diese spiegelsymmetrische Form können die Sichterradschaukeln in zwei Positionen in das Sichterrad eingebaut werden, wodurch die Sichterradschaukeln wendbar werden und somit bei Verschleiß der ersten äußeren Kante gewendet werden können und die bisher innere, nicht verschlissene Kante zur äußeren Kante wird. Dadurch können die Sichterradschaukeln über eine doppelt so lange Dauer eingesetzt werden.

[0019] Neben der Kombination von keramischen Elementen mit Stahlelementen können selbstverständlich auch mehrere keramische Elemente miteinander kombiniert werden. Die Trennfuge muß nicht zwangsläufig radial zur Rotationsachse des Sichterrades verlaufen, sondern kann in jede andere gewünschte Richtung verlaufen. In einer Variationsmöglichkeit verläuft die Trennfuge in axialer Richtung zur Rotationsachse des Sichterrades. Die quaderförmige Sichterradschaukel ist dabei mit ihrer schmalen Längsseite mit einem stabförmigen Trägerelement verbunden. Um eine Wendbarkeit zu ermöglichen kann das stabförmige Trägerelement mittig angeordnet sein und an den beiden schmalen Längsseiten mit quaderförmigen Elementen versehen sein, die jeweils die Außenkante der so gebildeten Sichterradschaukel bilden.

[0020] In den Zeichnungen sind eine Auswahl an unterschiedlichen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sichterradschaukeln dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße keramische Sichterradschaukel mit aufgeklebten Elementen aus Stahl.

Fig. 2 zeigt eine keramische erfindungsgemäße Sichterradschaukel mit aufgeklebten Elementen, bei einer wendbaren Ausführung.

Fig. 3 zeigt ein erfindungsgemäßes stabförmiges Trägerelement aus Keramik mit einer angefügten Außenkante aus Keramik.

Fig. 4 zeigt ein erfindungsgemäßes stabförmiges Trägerelement aus Keramik mit angefügten Außenkanten bei wendbarer Ausführung.

Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäßes stabförmiges Trägerelement aus Stahl mit einer angefügten Außenkante aus Keramik.

Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Elementverbindung mit alternativ verlaufenden Richtungen der Trennfugen.

Fig. 7 zeigt einen Windsichter nach dem Stand der Technik, in den die erfindungsgemäßen Sichterradschaukeln einsetzbar sind.

[0021] In **Fig. 1** ist die quaderförmige Sichterradschaukel **1** aus keramischem Werkstoff ausgebildet. An den beiden axialen Enden der Sichterradschaukel **1** sind jeweils ein quaderförmiges Element **2** und **3** aus Stahlwerkstoff angefügt. Die Trennfugen **8** und **9** verlaufen durch die Kerbgrundlinie **4** und **5** und in Richtung der Schaukelbreite. Die Trennfugen **8** und **9** sind mit wärmeaushärtendem Epoxidharz ausgefüllt. Zur Einstellung der gleichmäßigen Gewichtsverteilung nach dem Fügen, sind soweit erforderlich, Bohrungen **6** und **7** angebracht, die in ihren Bohrtiefen entsprechend der Gewichtsverteilung unterschiedlich tief ausgeführt sind.

[0022] In **Fig. 2** sind die quaderförmigen Element **22** und **23** ebenfalls aus Stahlwerkstoff hergestellt und mittig an der Sichterradschaukel **21** angebracht. Die Trennfugen **24** und **25** sind mit wärmeaushärtendem Epoxidharz ausgefüllt. Zur Einstellung der gleichmäßigen Gewichtsverteilung nach dem Fügen, sind soweit erforderlich, Bohrungen **26** und **27** angebracht, die in ihren Bohrtiefen entsprechend der Gewichtsverteilung unterschiedlich tief ausgeführt sind.

[0023] In **Fig. 3** ist ein keramisches Trägerelement **31** stabförmig ausgebildet und erstreckt sich über die gesamte Schaukelhöhe. An der schmalen Längsseite des Trägerelements **31** ist eine keramische stabförmige Außenkante **32** angefügt. Die Trennfuge **33** verläuft dort in Richtung der Längserstreckung der Sichterradschaukel. Diese Längserstreckung läuft parallel zur Rotationsachse des Sichterradrotors.

[0024] In **Fig. 4** ist eine Variante der **Fig. 3** dargestellt, die jedoch neben dem stabförmigen, keramischen Trägerelement **41** mit über die Trennfuge **44** angefügter Außenkante **42** noch zusätzlich eine weitere Außenkante **43** aufweist, die über die Trennfuge **45** mit dem stabförmigen, keramischen Trägerelement **41** verbunden ist. Dadurch ist die Sichterradschaukel spiegelsymmetrisch und somit im Sichterrad wendbar ausgebildet.

[0025] In **Fig. 5** ist das stabförmige Trägerelement **51** aus einem Stahlwerkstoff gefertigt und über die Trenn-

fuge 53 mit der Außenkante 52 aus keramischem Werkstoff zusammengefügt.

[0026] In Fig. 6 verbinden die Trennfugen 64 und 65 die keramischen oder aus Stahl gefertigten Elemente 62 und 63 mit der keramischen Sichterradschaufel 61. Die Trennfugen 64 und 65 verlaufen entlang der bevorzugten Reißbildungsrichtung, die sich ergeben würde, wenn die derart gestaltete Sichterradschaufel einstückig ausgebildet wäre.

[0027] In Fig. 7 ist ein Querschnitt eines Sichterrades nach dem Stand der Technik dargestellt, in den die erfindungsgemäßen Sichterradschaufeln einsetzbar sind. Das Sichterrad bildet einen Grundkörper 71 in den Sichterradschaufeln 74 bzw. 75 einsetzbar sind. Die Sichterradschaufeln 74 und 75 werden an ihren axialen Enden durch Endbegrenzungen 72 und 73 axial und radial in dem Grundkörper 71 fixiert. Die Sichterradschaufeln 74 gemäß dem Stand der Technik sind einstückig ausgebildet. Die Sichterradschaufeln 75 gemäß der Erfindung sind aus mehreren Elementen gebildet

Patentansprüche

1. Zentrifugalkraft-Sichterrad mit Sichterradschaufeln 1 aus sprödem Werkstoff, insbesondere aus Keramik **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sichterradschaufeln 1 aus mehreren Elementen 1, 2, 3 geometrischer Grundform gebildet werden und derart zusammengefügt sind, daß mindestens eine Ebene der Trennfugen 8, 9 zweier benachbarter Elemente durch die Kerbgrundlinie 4, 5 verläuft.
2. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sichterradschaufeln 1 aus quaderförmigen Grundelementen 1, 2, 3 gebildet werden.
3. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** Elemente aus sprödem Werkstoff mit Elementen aus duktilem Werkstoff kombiniert werden.
4. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sichterradschaufeln 1 aus einem mittleren Element 1 spröden Werkstoffs und zwei Elementen 2, 3 duktilen Werkstoffs an den beiden axialen Enden des mittleren Elements 1 gebildet werden.
5. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elemente 1, 2, 3 verklebt sind.
6. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Klebstoff ein wärmeaushärtender Epoxydharzkleber ist.
7. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elemente 2, 3 duktilen Werkstoffs mit den Elementen 1 spröden Werkstoffs durch Ultraschallschweißen verbunden sind.
8. Zentrifugalkraft-Sichterrad nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sichterradschaufeln 1 eine zur axial verlaufenden Mittellinie spiegelsymmetrische Form aufweisen.

Claims

1. Centrifugal classifying wheel with classifying wheel vanes 1 made of brittle material, especially of ceramic, **characterised in that** the classifying wheel vanes 1 are made of several elements 1, 2, 3 of a basic geometric shape and are joined in such a way that at least one plane of the joints 8, 9 of two neighbouring elements runs through the notch base line 4, 5.
2. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claim 1, **characterised in that** the classifying wheel vanes 1 are made of cuboid-shaped basic elements 1, 2, 3.
3. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claim 1 or 2, **characterised in that** the elements made of brittle material are combined with elements of a ductile material.
4. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claims 1 to 3, **characterised in that** the classifying wheel vanes 1 are formed out of a central element 1 made of brittle material and two elements 2, 3 made of ductile material attached at the two axial ends of the central element 1.
5. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claims 1 to 4, **characterised in that** the elements 1, 2, 3 are glued together.
6. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claim 5, **characterised in that** the adhesive is a thermosetting epoxy-resin adhesive.
7. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claim 3, **characterised in that** the elements 2, 3 made of ductile material are connected to element 1 of brittle material by means of ultrasonic welding.
8. Centrifugal classifying wheel in accordance with Claims 1 to 7, **characterised in that** the classifying wheel vanes 1 display a mirror-symmetric form that runs axially to the centre line.

Revendications

1. Le rotor à force centrifuge à aubes 1 en matière fragile, particulièrement en céramique, est **caractérisé en ce que** les aubes 1 sont composées de plusieurs éléments 1, 2, 3 de forme de base géométrique et assemblées de manière à ce qu'au moins un plan des lignes de joint 8, 9 de deux éléments voisins passent par la ligne de fond d'entaille 4, 5. 5
2. Le rotor à force centrifuge, selon la revendication 1, est **caractérisé en ce que** les aubes 1 sont composées d'éléments de base parallélépipédiques 1, 2, 3. 10
3. Le rotor à force centrifuge, selon la revendication 1 ou 2, est **caractérisé en ce que** les éléments en matière fragile sont combinés avec des éléments en matière ductile. 15
4. Le rotor à force centrifuge, selon les revendications 1 à 3, est **caractérisé en ce que** les aubes 1 sont composées d'un élément central 1 en matière fragile et de deux éléments 2, 3 en matière ductile aux deux extrémités axiales de l'élément central 1. 20
5. Le rotor à force centrifuge, selon les revendications 1 à 4, est **caractérisé en ce que** les éléments 1, 2, 3 sont collés. 25
6. Le rotor à force centrifuge, selon la revendication 5, est **caractérisé en ce que** la colle utilisée est une colle résine époxy. 30
7. Le rotor à force centrifuge, selon la revendication 3, est **caractérisé en ce que** les éléments 2, 3 en matière ductile sont soudés par ultrasons aux éléments 1 en matière fragile. 35
8. Le rotor à force centrifuge, selon les revendications 1 à 7, est **caractérisé en ce que** l'image réfléchie des aubes 1 est symétrique par rapport à la ligne centrale axiale. 40

45

50

55

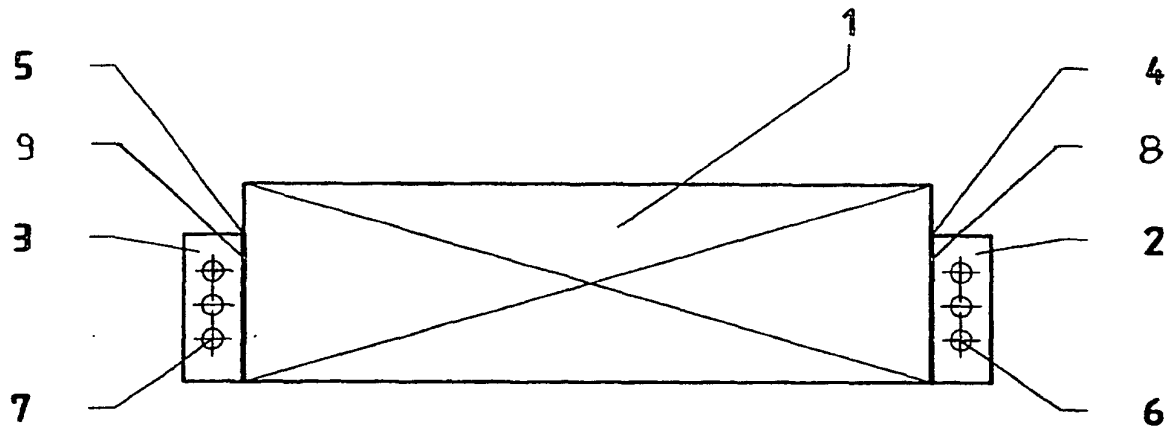


Fig. 1

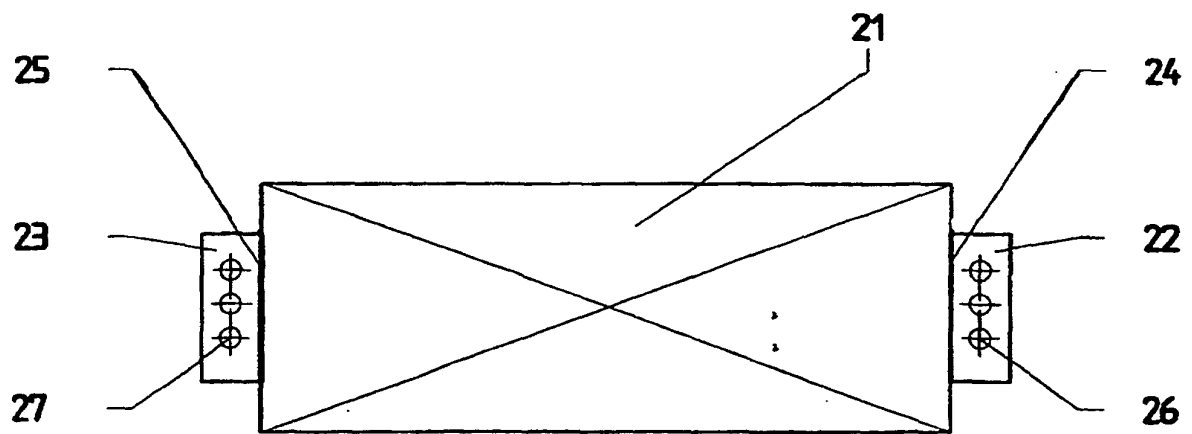


Fig. 2

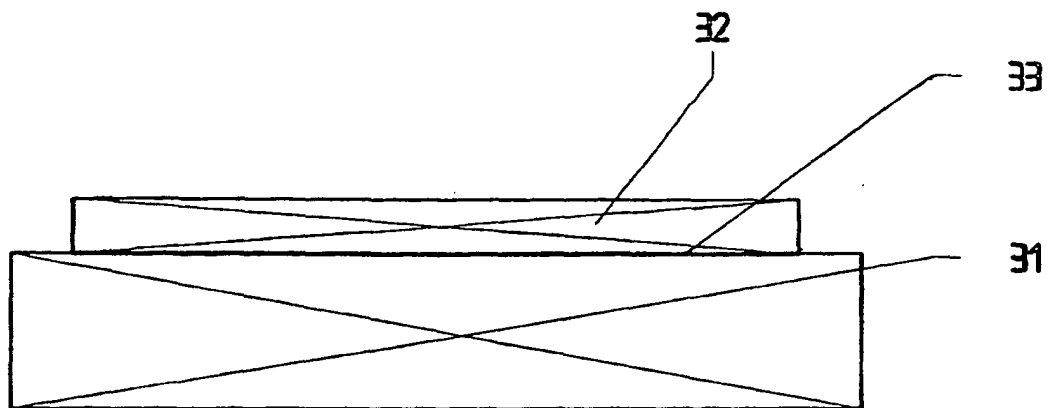


Fig. 3

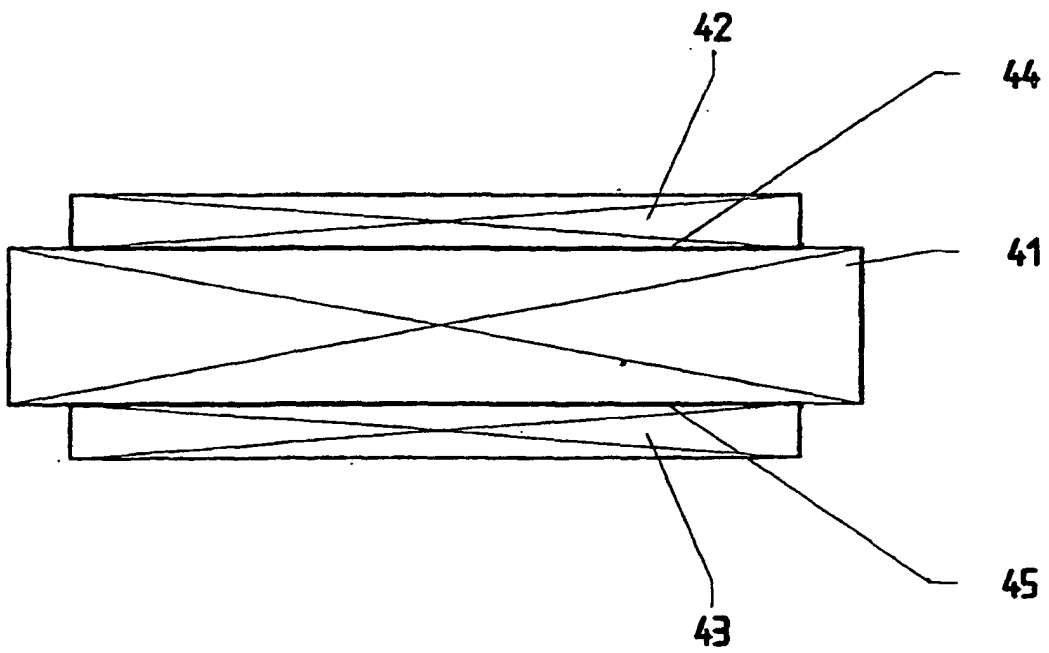


Fig. 4

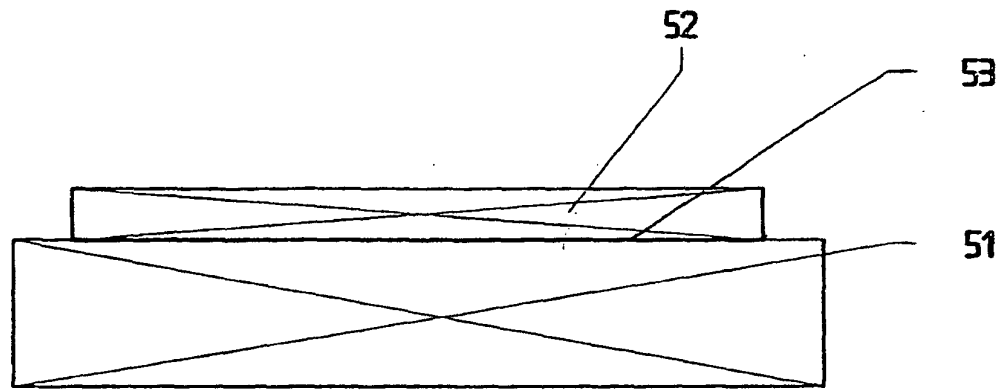


Fig. 5

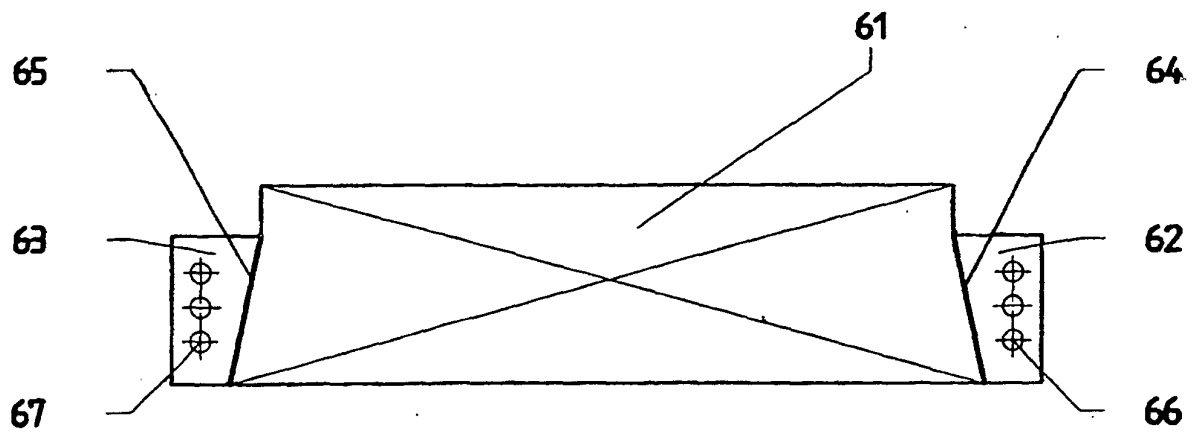


Fig. 6

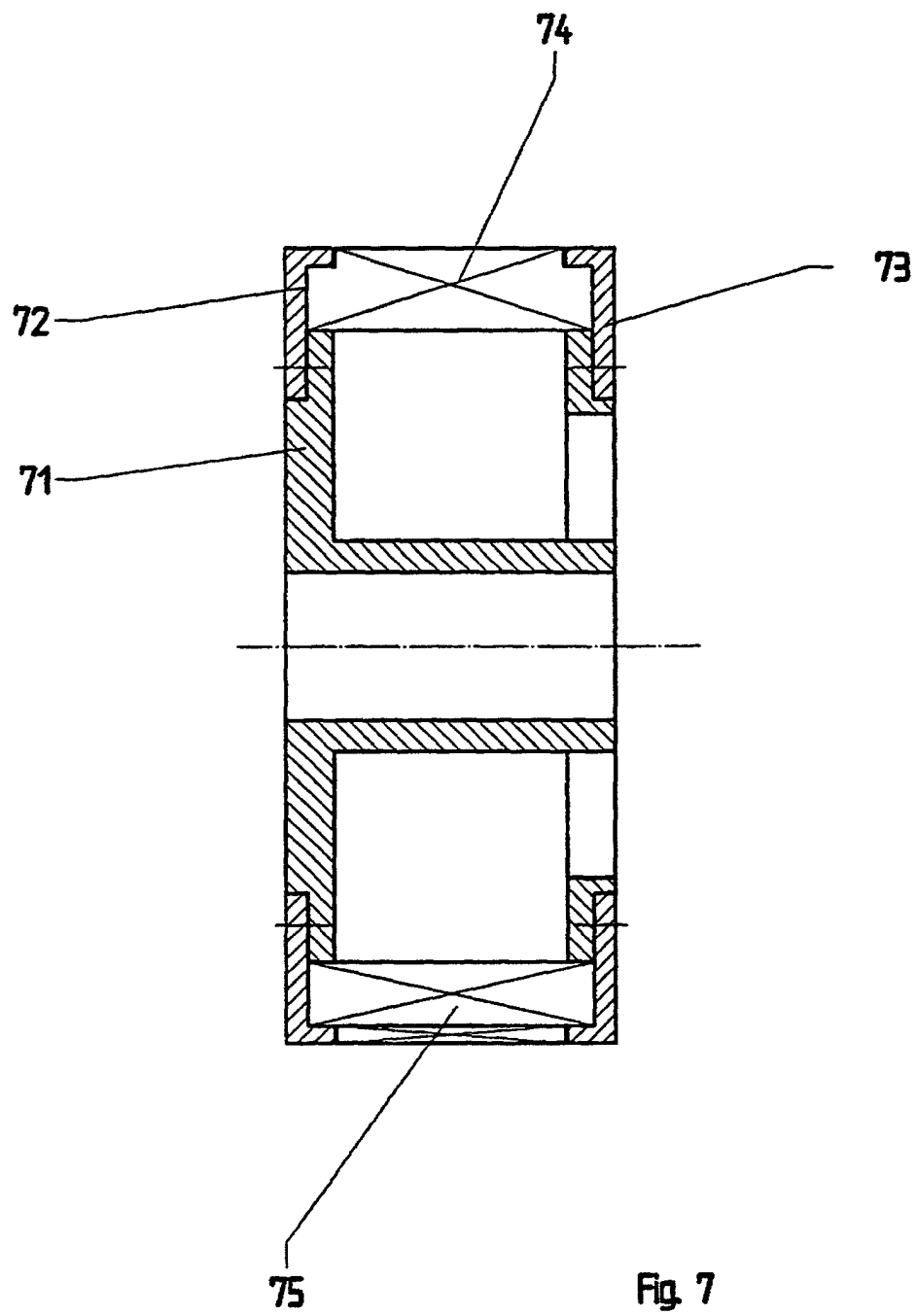


Fig. 7