



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 883 146 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.1998 Patentblatt 1998/50

(51) Int. Cl.⁶: **H01H 33/38**

(21) Anmeldenummer: **98102629.7**

(22) Anmeldetag: **16.02.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **06.03.1997 DE 19709089**

(71) Anmelder: **ABB PATENT GmbH
68309 Mannheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dullni, Edgar, Dr.rer.nat.
40880 Ratingen (DE)**
• **Reuber, Christian, Dr.-Ing.
47877 Willich (DE)**

(74) Vertreter:
**Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al
c/o ABB Patent GmbH,
Postfach 10 03 51
68128 Mannheim (DE)**

(54) **Permagnetischer Antrieb für einen Schalter**

(57) Die Erfindung betrifft einen permanentmagnetischen Antrieb für einen Schalter, mit einem lamellierten Joch, in dem ein bewegbarer, mit dem beweglichen Kontaktstengel verbundener Anker verschieblich geführt ist, mit wenigstens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines magnetischen Flusses in dem Joch und mit wenigstens einer Spule, die den Anker aus einer Stellung in eine andere und zurück bewegt, wobei der aus massivem Material bestehende Anker zur Vermeidung von Wirbelströmen mit Schlitzen versehen ist.

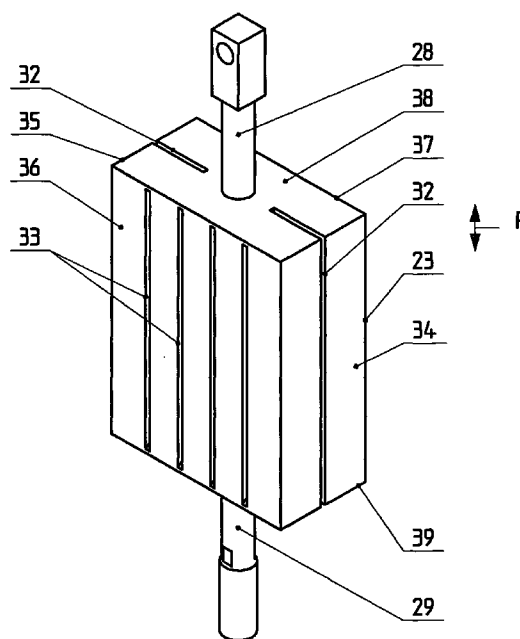


Fig.3

EP 0 883 146 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen permanentmagnetischen Antrieb gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiger Antrieb ist beispielsweise aus der DE 43 04 921 C bekannt geworden. Bei dieser Anordnung ist das Joch oder der Kern durch zwei U-förmige Jochhälften gebildet, in denen der Anker längsverschieblich geführt ist. Der Anker gemäß der DE 43 04 921 C ist lamelliert.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen permanentmagnetischen Antrieb der eingangs genannten Art weiter zu verbessern, so daß bei verbessertem Wirkungsgrad die Herstellung des Antriebes vereinfacht ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Im Gegensatz zu der Entgegenhaltung DE 43 04 921 C ist der Anker erfindungsgemäß aus massivem Material hergestellt; zur Vermeidung von Wirbelströmen erhält er Schlitze, die in Bewegungsrichtung verlaufen und insbesondere bei quaderförmigem Anker sowohl auf der Breitseite als auch auf der Schmallängsseite senkrecht zur jeweiligen Fläche in das Material hinein eingebracht sind. Dabei ist es aus magnetischen Gründen vorteilhaft, die Schlitze möglichst schmal auszuführen.

Aus Stabilitätsgründen könnten diese Schlitze auch mit isolierendem Material ausgefüllt sein.

Die Schlitze können nun in die Stirnflächen einmünden oder auch vor den Stirnflächen enden. Dies kann wechselweise erfolgen und es besteht auch die Möglichkeit, daß wenigstens einer der Schlitze in eine Stirnfläche einmündet und vor der anderen Stirnfläche endet.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung kann den Merkmalen des Anspruchs 8 entnommen werden.

Danach kann durch eine geeignete Ausgestaltung der Breite des Abstandshalters zwischen den Jochschenkelenden die Anzugskraft optimiert werden.

Wenn der Anker dadurch geführt wird, daß an den sich gegenüberliegenden Stirnseiten des Ankers Bolzen angeordnet sind, die durch die Abstandshalter hindurchgeführt werden, dann kann in vorteilhafter Ausführungsform nach Anspruch 9 der Abstandshalter im Bereich der Bohrung eine Verbreiterung aufweisen, wobei in jede Bohrung je ein Lagerbuchseinteil eingesetzt werden kann, das an die als Ankerführungsstangen dienenden Bolzen angepaßt ist.

Wenn nun der Abstandshalter eine Verbreiterung aufweist, dann müssen die Jochbleche, die senkrecht gegen den Abstandshalter anstoßen, im Bereich der Verbreiterung andere Schenkelabmessungen aufweisen; um dies zu verhindern, können in den Stufungsbereichen, die zwischen den freien Enden der Abstandshalter und den Verbreiterungen vorhanden sind, Füllstücke eingesetzt werden, die dann, wenn der

Abstandshalter aus unmagnetischem Werkstoff besteht, aus ferromagnetischem Material hergestellt sind. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Schenkelenden der Jochbleche alle gleich lang sind, so daß eine einheitliche Jochblechform verwendet werden kann.

Eine weitere Möglichkeit der Optimierung der Anzugskraft besteht darin, die Ankerflächen in den den Jochen benachbarten Endbereichen zu verändern, in dem gemäß Anspruch 13 eine stufige Verengung oder gemäß Anspruch 14 eine stufige Verbreiterung vorgesehen ist. Auf diese Weise kann die Übergangsfläche zwischen den Jochblechen zu dem Anker nach Bedarf variiert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der Anzugskraft besteht darin, einen ferromagnetischen Abstandshalter mit einer stufigen Verengung oder Verbreiterung zu verwenden.

Die Jochbleche bestehen gemäß bevorzugter Ausführungsform aus einem Eisen mit geringem Siliziumgehalt. Dadurch steigt die Sättigungspolarisation an und der gleiche Jochquerschnitt ist für höhere Haltekräfte nutzbar. Ummagnetisierungsverluste, die im allgemeinen durch hohen Siliziumgehalt reduziert werden, sind hierbei von geringer Bedeutung, da sie bereits durch die geblechte Ausführung des Joches hinreichend reduziert sind.

Oben ist dargestellt, daß die Jochbleche aus je zwei U-förmig gestanzten Jochblechabschnitten zusammengesetzt sind, die mit den freien Schenkelenden ggf. unter Zwischenfügung des Zwischenstückes gegeneinander gesetzt sind.

Es besteht auch die Möglichkeit, jedes Jochblech ringförmig geschlossen aus einem einzigen Blechteil herzustellen, wodurch die Zwischenstücke wegfallen. Die Bolzen bzw. die Ankerführungsstangen sind dann in Lagerbuchsen geführt, die direkt in die Querstege, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Ankers verlaufen, eingesetzt sind. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Bleche geschichtet, miteinander vorzugsweise im Bereich der Querstege verschweißt, und danach werden die Bohrungen eingebracht, in die die Lagerbuchsen eingesetzt werden. Die Verschweißung der einzelnen Bleche hat dann so zu erfolgen, daß eine Bohrung eingebracht werden kann, ohne daß sich die Bleche gegeneinander verschieben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den weiteren Unteransprüchen zu entnehmen.

Anhand der Zeichnung, in der einige Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

- 55 Fig. 1 eine Seitenansicht auf eine erfindungsgemäße Antriebsanordnung, teilweise geschnitten,

- Fig. 2 eine Ansicht gemäß Pfeilrichtung II der Fig. 1,
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Ankers,
- Fig. 4 und 5 zwei Ansichten eines Zwischenstückes,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung der Übergangsflächen von Joch zu Anker,
- Fig. 7 und 8 eine Teilansicht zweier unterschiedlicher Ausführungsformen des Zwischenstückes mit sich gegenüberliegenden Jochschenkeln,
- Fig. 9 und 10 zwei unterschiedliche Ausführungsformen der Ankerendbereiche, und
- Fig. 11 eine Aufsicht auf eine weitere Ausführungsform des Joches.

Der permanentmagnetische Antrieb 10 gemäß Fig. 1 besitzt, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, ein Joch 11, das aus zwei Jochteilen 12 und 13 zusammengesetzt ist. Beide Joche 12 und 13 besitzen im wesentlichen eine U-Form mit einem Jochsteg 14 und zwei Jochschenkeln 15 und 16; die Jochschenkel 15 und 16 der beiden sich gegenüberliegenden Joche 12 und 13 sind gegeneinander gerichtet und unter Zwischenfügung eines Zwischenstückes 17 und 18 gegeneinander gelegt. Mittig zwischen den Jochschenkeln 15 und 16 besitzen die Joche 12 und 13 parallel zu den Schenkeln 15 und 16 verlaufende als Polschenkel dienende Vorsprünge 19 und 20. An den Stirnflächen der Polschenkel 19 und 20 sind Permanentmagnete 21 und 22 angebracht und zwischen den Permanentmagneten 21 und 22 befindet sich ein Anker 23. Zwischen dem Schenkel 15 und dem Polschenkel 19 bzw. 15 und 20 und dem Polschenkel 19 und den Jochschenkeln 16 bzw. dem Polschenkel 20 und dem Jochschenkel 16 befindet sich je eine Spule 24 und 25, mit denen der Anker in Doppelpfeilrichtung P bewegbar ist.

Wie aus der Fig. 1 ersichtlich ist, ist der Anker 23 aus zwei Ankerteilen 26 und 27 zusammengesetzt. Am Ankerteil 26 befinden sich eine erste Ankerführungsstange 28 und am Ankerteil 27 eine zweite Ankerführungsstange 29, die durch Bohrungen 30 bzw. 31 in den Zwischenstücken 17 und 18 hindurchgreifen.

Die Wirkungsweise des Antriebes ist als solche bekannt, so daß sie nicht näher dargestellt werden muß.

Der Anker 23, der in Fig. 3 als aus einem Stück dargestellt gezeichnet ist, besitzt eine obere Ankerführungsstange 28 und eine untere Ankerführungsstange 29. Er ist aus einem quaderförmigen, massiven Material ausgebildet, das zur Vermeidung von Wirbelströmen

mit Schlitz 32 und 33 versehen ist. Die Schlitz 32 und 33 verlaufen senkrecht von den Schmalseitenflächen 34 und 35 nach innen zur Mittelachse, die durch die Ankerführungsstangen 28 und 29 definiert sind; die Schlitz 33 verlaufen senkrecht zur Breitseite 36 und 37, wobei die Schlitz 32 die gesamte Ankerstrecke in Bewegungsrichtung P durchgreifen, wogegen die Schlitz 33 in Abstand zu den Seitenflächen 38 und 39, an denen die Ankerführungsstangen 28 und 29 anschließen, enden; die Schlitz 33 unterbrechen dann die Seitenflächen 38 und 39 nicht. Die Schlitz 32 und 33 dienen zur Verringerung der Wirbelströme innerhalb des aus massivem Material bestehenden Ankers.

Die Fig. 4 und 5 zeigen zwei unterschiedliche Ansichten beispielsweise des Zwischenstückes 17. Man erkennt, daß das Zwischenstück 17 in seiner Mitte eine Bohrung 40 aufweist, innerhalb der eine Lagerbuchse 41 eingesetzt ist, die zur Führung der Ankerführungsstangen 28 und 29 dient. Das Zwischenstück 17 ist langgestreckt schmal und besitzt im Bereich der Bohrung 40 beidseitig eine Verbreiterung 42 und 43.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, sind dadurch zwei unterschiedliche Arten von Jochblechen 44 und 45 erforderlich. Diejenigen Jochbleche, die im Bereich der Verbreiterung 42 und 43 enden, sind kürzer auszubilden als die Jochbleche 44.

Um dies zu vermeiden, kann in den stufigen, verjüngten und schmaler ausgebildeten Bereichen 46 und 47 jeweils eine Zwischenlage 48, 49, 50 und 51 eingesetzt sein, deren Dicke der Stufentiefe t entspricht, so daß dann die Länge der Jochschenkel 52 über die gesamte Länge oder Breite des Zwischenstückes 17 gleich sein kann. In diesem Fall kann das Zwischenstück 17 aus unmagnetischem Material hergestellt sein; dann sind die Zwischenstücke 48 bis 51 aus ferromagnetischem Material gebildet.

Mit dem Zwischenstück 17 kann noch folgendes erreicht werden, siehe Fig. 6. Wenn das Zwischenstück 17 so schmal ausgebildet ist, daß die Jochschenkel 15 der beiden Joche 11 und 13 nur einen geringen Abstand voneinander haben oder direkt gegeneinander liegen, dann ist die Berührungsfläche A zwischen den Jochschenkeln 15 und dem Anker 23 groß; die Flußkonzentration ist dabei klein, so daß eine geringe Halte- oder

Anzugskraft erzeugt wird, gemäß der Formel:

$$F \sim A \times B^2$$

mit

F = Haltekraft

A = Fläche

B = magnetischer Fluß.

Wenn die Jochschenkelenden etwa dort enden, wo die strichlierte Linie 15' eingezeichnet ist, dann ist die Flußkonzentration zu stark; der Gesamtfluß nimmt ab

und B kann wegen der Eisensättigung nicht viel größer werden. Die Fläche A jedoch ist sehr klein.

Wenn das Zwischenstück 17 in geeigneter Weise bemessen ist, daß die Fläche A einen mittleren Wert besitzt und die Flußkonzentration B dadurch recht groß wird, dann kann auf diese Weise durch Veränderung der Fläche A unter Berücksichtigung von Sättigungseffekten die Haltekraft optimiert werden. Je nach Auslegung des gesamten magnetischen Antriebes kann es dabei vorkommen, daß die optimale Breite des Zwischenstückes schmaler ist als die erforderliche Breite für die Ankerführung. Zu diesem Zweck sind dann die Verbreiterungen 42, 43, ggf. mit den Zwischenlagen 48 bis 51 notwendig.

Es besteht natürlich auch die Möglichkeit, die Berührungs- oder Übergangsfläche A dadurch zu optimieren, daß entweder der Anker 60 mit einer Stufung 61 und 62 versehen wird, so daß die Stirnfläche 63 des Ankers kleiner ist als die Querschnittsfläche des übrigen Bereiches, oder es besteht die Möglichkeit, die Endbereiche des Ankers 70 mit Verbreiterungen 71 und 72 zu versehen, so daß die Stirnfläche 73 des Ankers größer ist als der übrige Querschnitt.

Die Schlitze können ebenfalls in die Stirnflächen 38 und 39 offen sein; ebenso können die Schlitze 32 in Abstand zu den Stirnflächen enden.

Das Zwischenstück 17 kann aus ferromagnetischem Material hergestellt sein.

Durch die stufige Verengung des Ankers 60 gemäß Fig. 9 kann eine maximale Haltekraft eingestellt werden.

Das Joch 11 ist gemäß Fig. 2 zusammengesetzt aus zwei Jochteilen 12 und 13, die etwa U-förmig ausgebildet sind und unter Zwischenfügung der Abstandstücke 17 und 18 gegeneinander gedrückt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform besteht auch die Möglichkeit, die einzelnen Jochbleche des Joches einstückig auszubilden, so daß ein ringförmig geschlossenes, rechteckförmig ausgebildetes Blechpaket gebildet ist, das in seiner Form dem zusammengesetzten Joch der Fig. 2 gleicht.

In der Mitte der den Schenkeln 15, 15', 16, 16' entsprechenden Jochstege 80 ist die Bohrung 40 eingebracht, die die Lagerbuchse 41 aufnimmt. In Fig. 11 ist lediglich die Ansicht auf eines der Jochstege 80 gezeigt, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Ankers und damit auch senkrecht zur Mittelachse der Bohrung 40 verlaufen.

In der Fig. 3 ist dargestellt, daß die Schlitze 32 in die Stirnflächen 38 und 39 einmünden, wogegen die Schlitze 33 in geringem Abstand vor den Endflächen 38 und 39 enden. Es besteht natürlich die Möglichkeit, die Schlitze 33 in die Stirnflächen 38 und 39 einmünden und die Schlitze 32 in geringem Abstand von den Stirnflächen 38 und 39 enden zu lassen. Es besteht weiterhin auch die Möglichkeit, daß von den beispielsweise vier Schlitzen 33 zwei in die Stirnflächen 38 und 39 einmünden.

Patentansprüche

1. Permanentmagnetischer Antrieb für einen Schalter, insbesondere eine Vakuumkammer, mit einem lamellierten Joch, in dem ein bewegbarer, mit dem beweglichen Kontaktstengel verbundener Anker verschieblich geführt ist, mit wenigstens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines magnetischen Flusses in dem Joch und mit wenigstens einer Spule, die den Anker aus einer Stellung in eine andere und zurück bewegt, dadurch gekennzeichnet, daß der aus massivem Material bestehende Anker zur Vermeidung von Wirbelströmen mit Schlitzen versehen ist.
2. Permanentmagnetischer Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze in Bewegungsrichtung des Ankers verlaufen.
3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Anker einer quaderförmigen Form aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze auf der Breitseite und der Schmallängsseite senkrecht zur jeweiligen Fläche angeordnet sind.
4. Antrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze mit isolierendem Material ausgefüllt sind.
5. Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Schlitz wenigstens der Schlitze auf der Schmallängsseite bis in die Stirnflächen einmündet.
6. Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Schlitze in die Stirnfläche einmünden.
7. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze vor den Stirnflächen enden.
8. Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den gegeneinander gerichteten Schenkel der etwa U-förmigen Eisenjochteile je ein als Lager für die Führung des Ankers dienender Abstandshalter vorgesehen ist, mit dem die Berührungsfläche von Joch und Anker und damit die Flußkonzentration an der Übergangsfläche einstellbar ist, so daß die Anzugskraft gemäß der Formel

$$F \sim A \times B^2$$

F = Haltekraft

A = Berührungsfläche

B = magnetischer Fluß (Feld)

einstellbar ist.

9. Antrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Bohrung für die Ankerführung enthaltende Abstandshalter im Bereich der Bohrung eine Verbreiterung aufweist.

5

10. Antrieb nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandshalter aus unmagnetischem Werkstoff besteht und daß zwischen den schmalen Bereichen und den Jochschenkelenden Füllstücke aus ferromagnetischem Material angesetzt sind, deren Dicke der Stufung der Verbreiterungen entspricht.

10

11. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandshalter aus ferromagnetischem Material besteht.

15

12. Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in jede Bohrung je ein Lagerbuchselement eingesetzt ist, das an die Ankerführungsstangen angepaßt ist.

20

13. Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker im Bereich des Abstandshalters eine stufige Verengung aufweist, so daß die den Jochschenkeln zugewandte Ankerfläche schmaler ist als die übrige Ankerbreite.

25

14. Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker an seiner den Jochschenkeln zugewandten Seite gegenüber dem übrigen Ankerbereich verbreitert ausgebildet ist.

30

15. Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Jochbleche aus Eisen mit geringem Siliziumgehalt bestehen.

35

16. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Jochblech einstückig und ringförmig geschlossen ausgebildet ist und daß in den senkrecht zur Ankerbewegung verlaufenden Jochstegen Lagerbuchsen für die Ankerführungsbolzen eingesetzt sind.

40

45

50

55

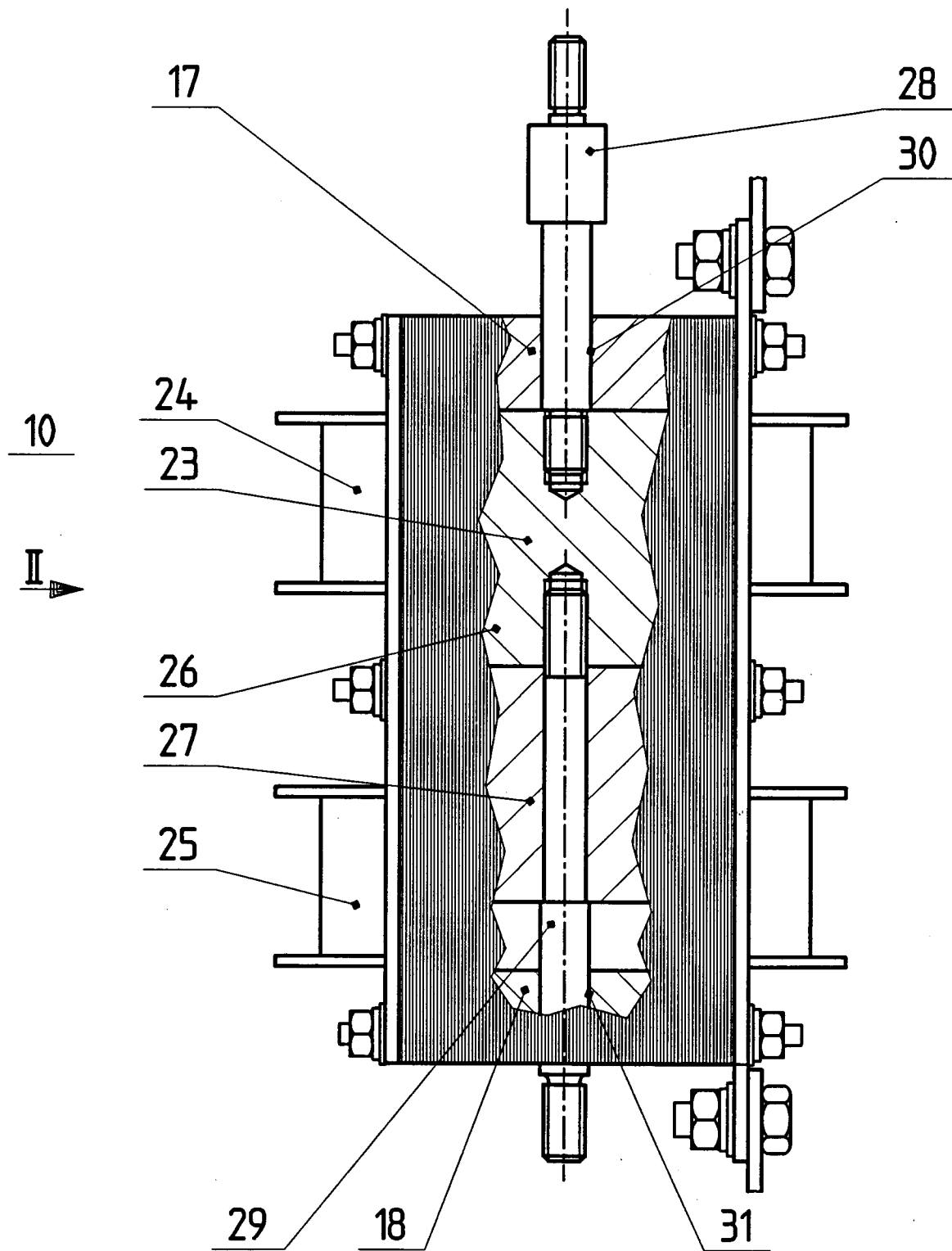
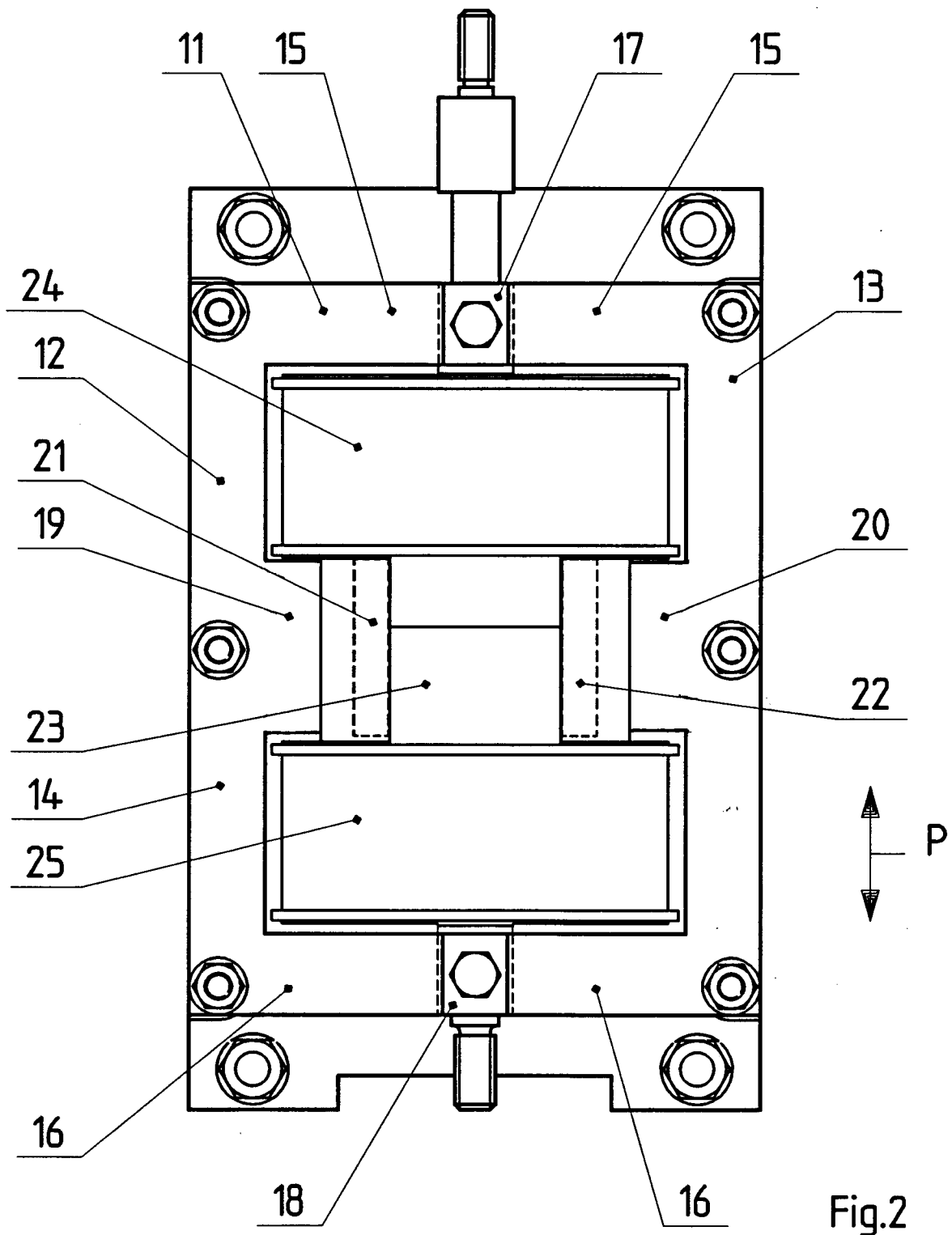


Fig.1



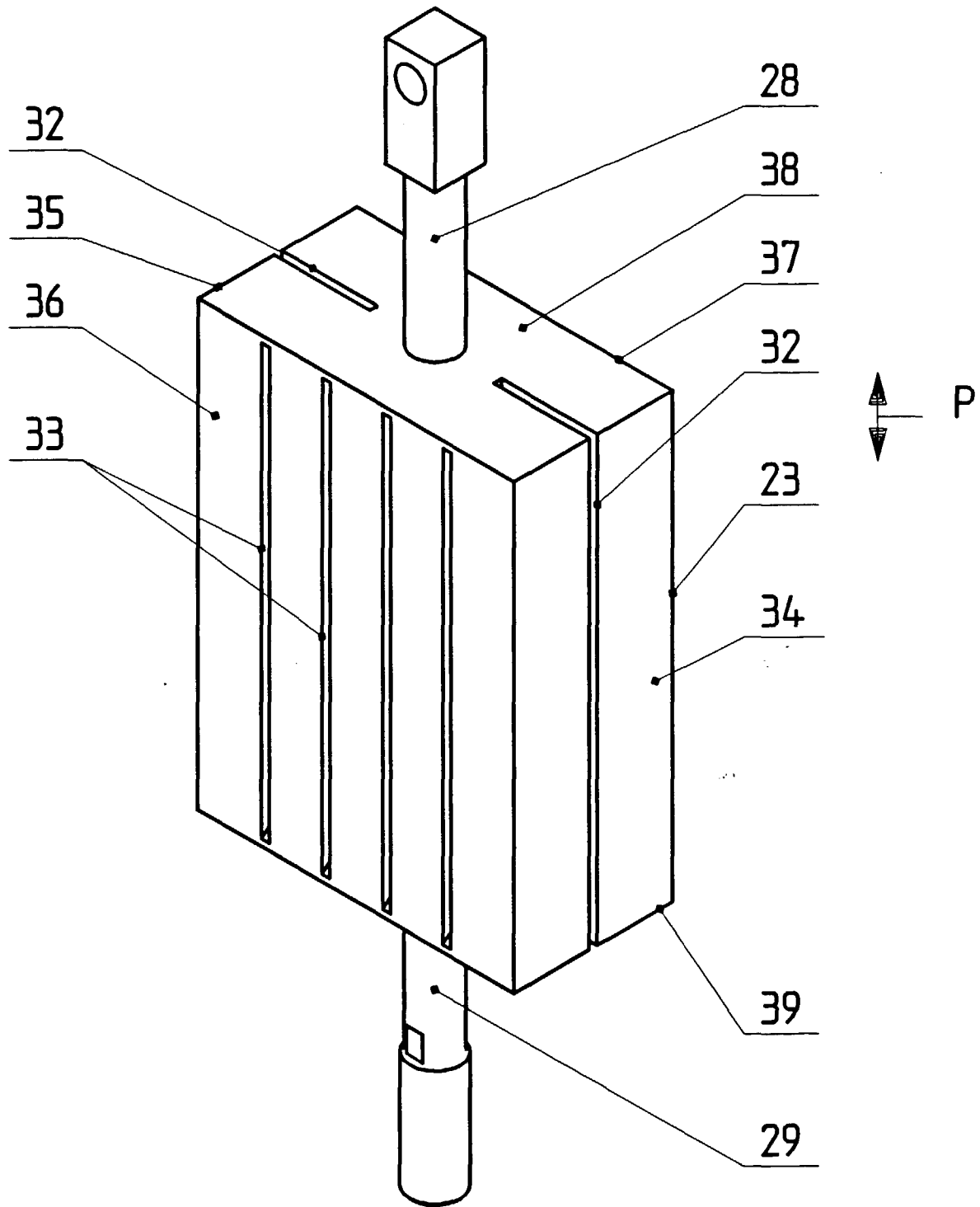


Fig.3

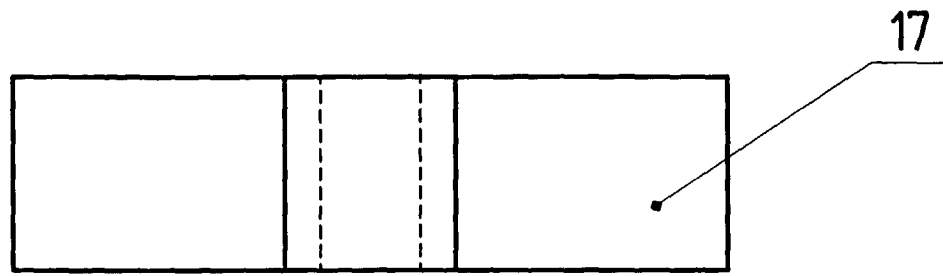


Fig. 4

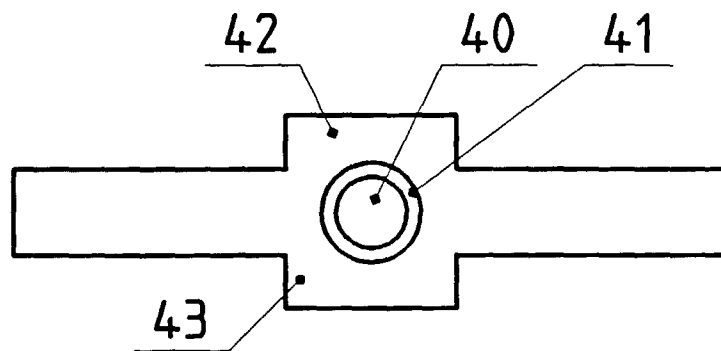


Fig. 5

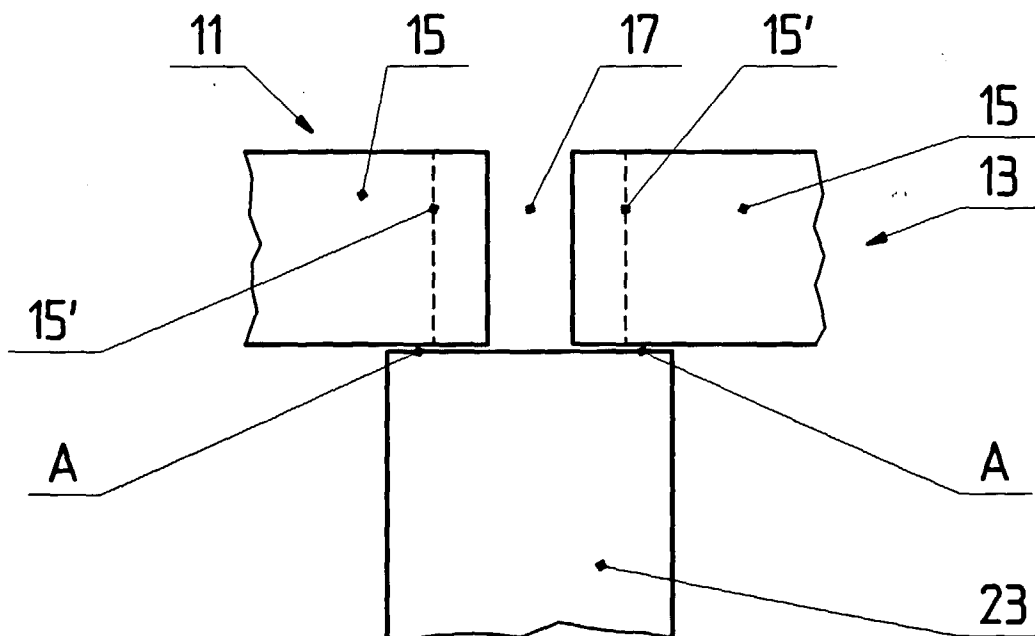
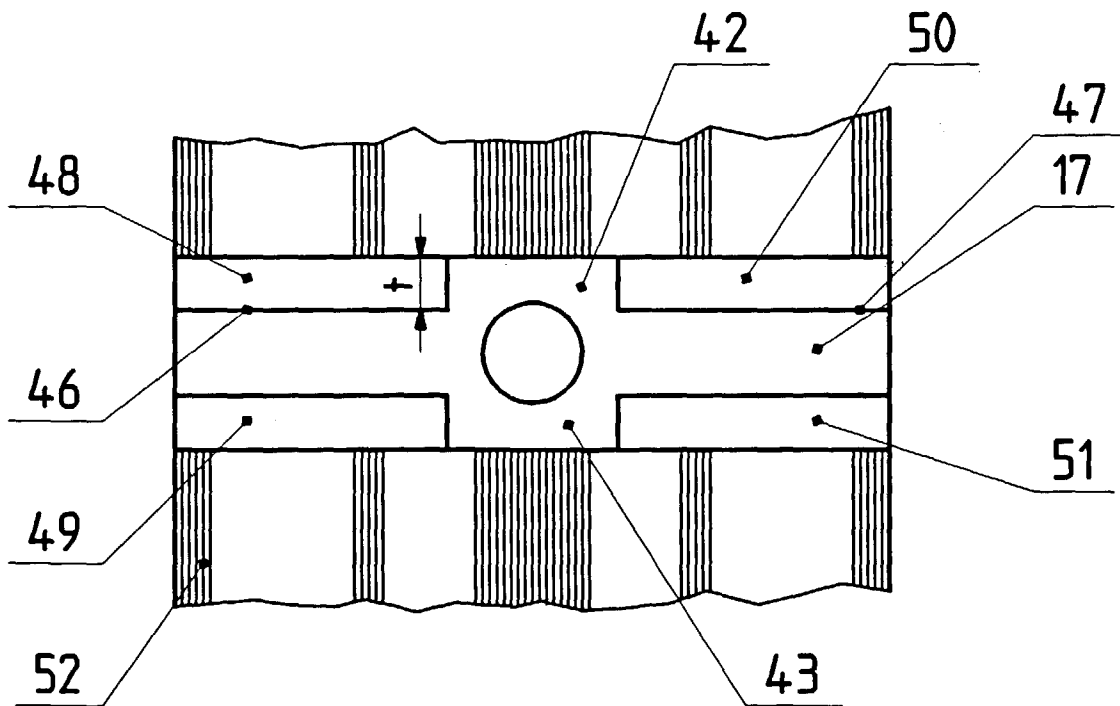
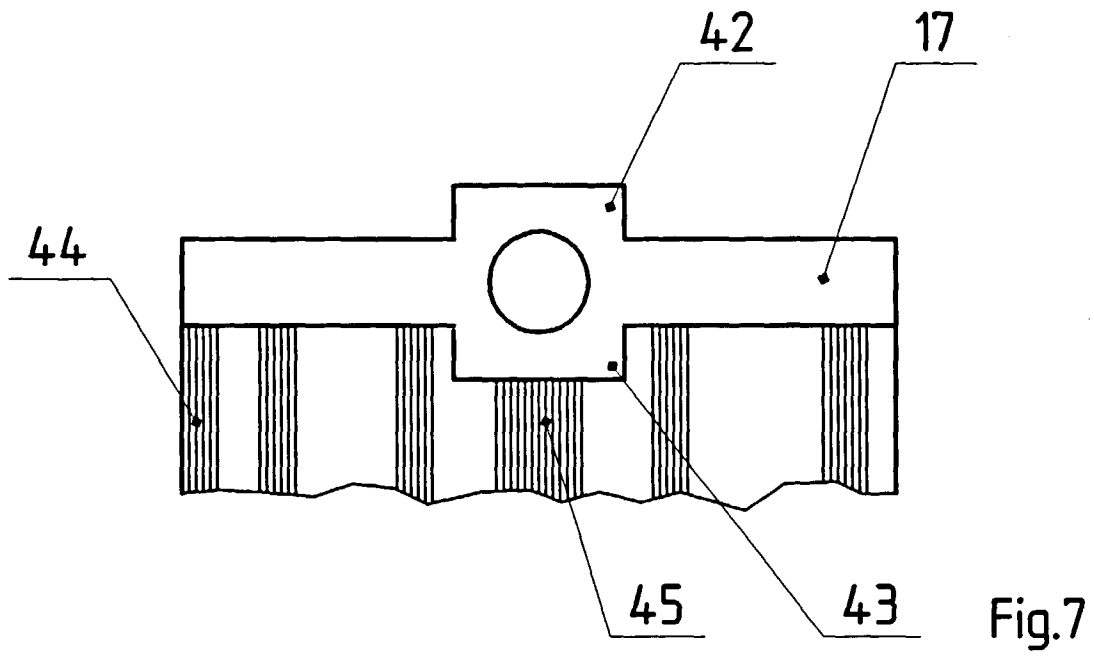


Fig. 6



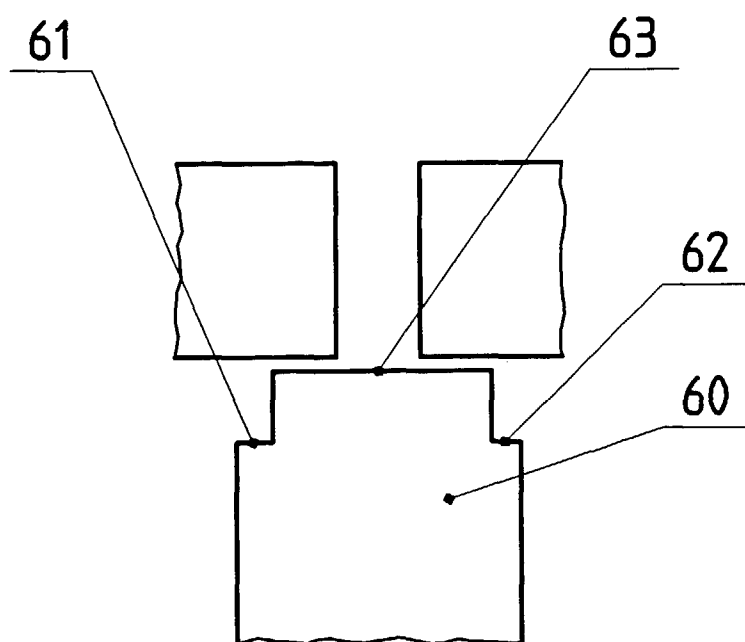


Fig.9

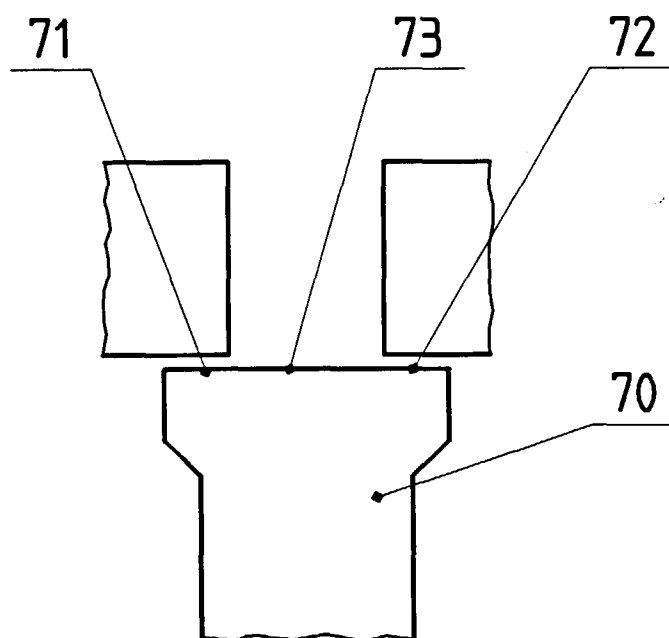


Fig.10

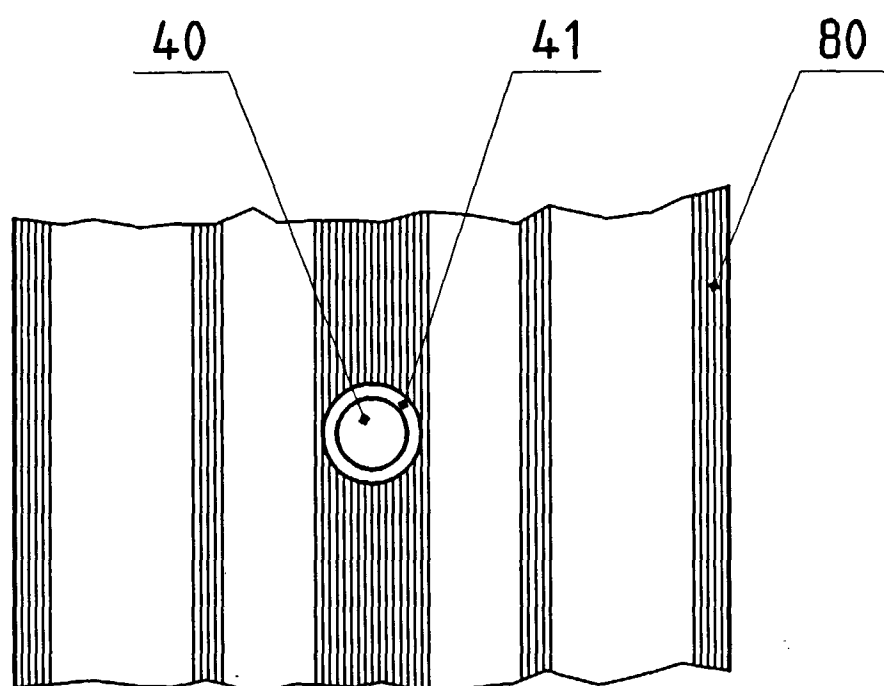


Fig.11