(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 637 053 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94202160.1**

(51) Int. Cl.[6]: **H01J 35/06**

(22) Anmeldetag: **25.07.94**

(30) Priorität: **30.07.93 DE 4325609**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.02.95 Patentblatt 95/05

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(71) Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH**
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)
(84) **DE**

(71) Anmelder: **PHILIPS ELECTRONICS N.V.**
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)
(84) **FR GB NL**

(72) Erfinder: **Jacob, Heinz-Jürgen, c/o Philips Patentverw. GmbH**
Wendenstrasse 35C
D-20097 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH,
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)

(54) Elektronenröhre.

(57) Die Erfindung betrifft eine Elektronenröhre, insbesondere Röntgenröhre mit einer Kathodenanordnung, die einen Elektronenemitter umfaßt, der mit Stützstiften verbunden ist, die ihrerseits über je ein Befestigungselement mit der Kathodenstruktur verbunden sind. Dabei ergibt sich eine besonders einfache Justierung der Position des Heizfadens dadurch, daß die Befestigungselemente in einem ersten Bereich mit Kathodenstrukturen in einem zweiten, im Abstand vom ersten befindlichen Bereich mit dem zugehörigen Stützstift verbunden sind, und daß die Befestigungselemente zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich einen Verformungsbereich aufweisen, durch dessen Verformung die Position des Elektronenemitters in bezug auf die Kathodenstruktur justierbar ist.

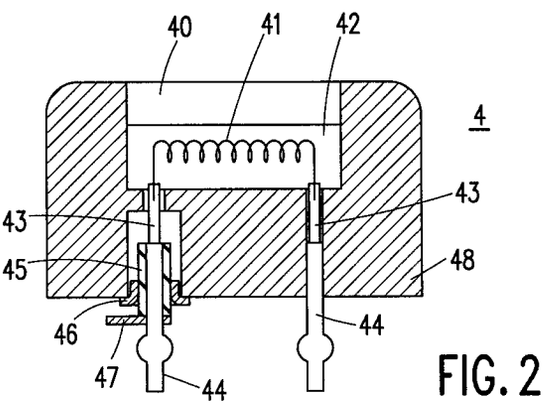

FIG. 2

EP 0 637 053 A2

Die Erfindung betrifft eine Elektronenröhre, insbesondere eine Röntgenröhre, mit einer Kathodenanordnung, die einen Elektronenemitter umfaßt, der mit Stützstiften verbunden ist, die ihrerseits über je ein Befestigungselement mit der Kathodenanordnung verbunden sind.

Eine derartige Elektronenröhre, und zwar eine Röntgenröhre, ist aus der JP-A 63-105427 bekannt. Dabei wird der Elektronenemitter - ein direkt geheizter Heizfaden - zunächst an seinen beiden Enden mit je einem Stützstift verbunden. Die Stützstifte werden in je ein hohlzylinderförmiges Befestigungselement eingeführt, wobei die beiden Befestigungselemente in einen Keramikkörper eingelassen sind. Die auf diese Weise gebildete Einheit wird mittels einer Positioniervorrichtung in eine definierte Lage bezüglich des Kathodenkopfes gebracht und in dieser Lage fixiert.

Damit der von der Kathode auf der Anode erzeugte Brennfleck eine definierte Form und Größe hat, muß der Elektronenemitter eine genau definierte Lage bezüglich der Fokussierelektrode einnehmen - und zwar auch, nachdem der Heizfaden einer Wärmebehandlung unterzogen worden ist. Bei dieser Wärmebehandlung kann der Heizfaden seine Lage jedoch ändern, und deshalb ist es im Anschluß an eine Wärmebehandlung erforderlich, die Lage des Elektronenemitters bezüglich der Fokussierelektrode zu justieren. Diese Justierarbeiten erfordern handwerkliches Geschick und sind langwierig, insbesondere wenn die Wärmebehandlung und die Justierung wiederholt werden müssen.

Zur Vereinfachung der Justierarbeiten ist es aus der EP-A 273 162 bekannt, einen zweiteiligen Kathodenkopf zu verwenden. Der Elektronenemitter bzw. die ihn tragenden Stützstifte werden dabei zunächst in dem einen Kathodenteil montiert, in dem der Heizfaden gut von außen zugänglich ist. Erst nachdem die Wärmebehandlung und die Justierung durchgeführt worden sind, werden die beiden Kathodenteile miteinander verbunden.

Bei den Justierarbeiten wird entweder der Elektronenemitter oder mindestens einer der ihn tragenden Stützstifte an seinem oberen Ende solange gebogen, bis der Elektronenemitter die gewünschte Position erreicht hat.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Elektronenröhre der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß der Elektronenemitter schnell justiert werden kann. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Befestigungselemente in einem ersten Bereich mit der Kathodenanordnung und in einem zweiten, im Abstand vom ersten befindlichen Bereich mit dem zugehörigen Stützstift verbunden sind, und daß die Befestigungselemente zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich einen Verformungsbereich aufweisen, durch dessen Verformung die Position des Elektronenemitters in bezug auf die Kathodenstruktur justierbar ist.

Bei der Erfindung sind also räumlich voneinander getrennte Bereiche eines Befestigungselements mit einem Stützstift einerseits und der restlichen Kathodenanordnung andererseits verbunden, wobei zwischen diesen Bereichen ein Verformungsbereich liegt. Durch Verformung dieses Bereiches kann der Elektronenemitter justiert werden; d.h. das Befestigungselement fungiert gleichzeitig als Justierelement.

Durch die Verformung des Verformungsbereiches ändert sich die relative Lage zwischen dem (ersten) Bereich, in dem das Befestigungselement mit der Kathode verbunden ist und dem (zweiten) Bereich, in dem der Stützstift mit dem Befestigungselement verbunden ist. Die Lage des Elektronenemitters kann daher durch Verformen des Verformungsbereichs justiert werden, ohne daß der Elektronenemitter (Heizfaden) oder die Stützstifte verbogen werden müssen. Dies gestattet den Einsatz bereits rekristallisierter Heizfäden, die von mechanischen Spannungen frei sind und sich daher infolge der Erwärmung im Betriebszustand nicht verziehen, die aber so spröde sind, daß sie bei einer Justierung, bei der Kräfte auf den Heizfaden ausgeübt werden, abbrechen würden.

Darüberhinaus ist die Verwendung eines einteiligen Kathodenkopfes möglich, weil es nicht darauf ankommt, daß der Heizfaden bzw. der Elektronenemitter bei der Justierung frei zugänglich ist.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Befestigungselemente die Form einer Hülse haben, in die ein Stützstift einführbar ist und daß die Hülsenwand einen durch eine Ausbuchtung gebildeten Verformungsbereich aufweist. Wenn auf die Ausbuchtung eine Kraft senkrecht zur Hülse einwirkt, dann verringert sich der Durchmesser der Ausbuchtung, wodurch der damit verbundene Stützstift in der einen Richtung bewegt wird. Durch eine parallel zur Hülsenrichtung auf die Ausbuchtung wirkende Kraft wird die Ausbuchtung so verformt, daß sich der Stützstift in der entgegengesetzten Richtung bewegt.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß der Innendurchmesser der Hülse im ersten Bereich größer ist als der dem Außendurchmesser der Stützstifte angepaßte Innendurchmesser der Hülse im zweiten Bereich. Dadurch ist es möglich, durch Biegen des Befestigungselements die Lage des zugehörigen Stützstiftes bzw. des damit verbundenen Elektronenemitters zu ändern, ohne den Stützstift selbst oder den Elektronenemitter (Heizfaden) zu verbiegen. Außerdem kann die Kathodenanordnung dann so gestaltet sein, daß die Verformungsbereiche auf der vom Elektronenemitter abgewandten Seite der Kathode zugänglich sind, was das Justieren wesentlich erleichtert. Der

gleiche Effekt würde sich erreichen lassen, wenn Stützstifte verwendet werden, deren Außendurchmesser in dem (zweiten) Bereich, in dem sie mit der Hülse verbunden sind, größer ist als der Durchmesser des übrigen Teils des Stützstiftes.

In Ausgestaltung der Erfindung ist weiter vorgesehen, daß die Kathodenanordnung einen Kathodenkörper aus Metall umfaßt und daß wenigstens eines der Befestigungselemente über einen Keramikkörper mit dem Grundkörper verbunden ist. Bei dieser Ausgestaltung kann man unter Verzicht auf eine Keramikplatte einen einteiligen Grundkörper aus Metall verwenden; der Keramikkörper verhindert dabei einen elektrischen Kurzschluß des Heizfadens.

Wenn ein Befestigungselement - und damit auch der zugehörige Stützstift bzw. der damit verbundene Anschluß des Elektronenemitters gegenüber dem Kathodenkopf isoliert sind, ist es erforderlich, Anschlüsse vorzusehen, über die ein Heizstrom zugeführt werden kann. Dabei besteht die Gefahr, daß beim Anlöten oder Anschweißen eines solchen Anschlusses der bereits justierte Elektronenemitter sich wieder innerhalb der Kathodenstruktur verschiebt. Diese Gefahr läßt sich in weiterer Ausgestaltung dadurch vermeiden, daß am Keramikkörper eine Anschlußlasche angebracht ist, die in elektrischem Kontakt mit dem Befestigungselement steht.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Röntgenröhre, bei der die Erfindung anwendbar ist,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Kathodenkopf einer solchen Röntgenröhre,

Fig. 3a bis c das Befestigungselement und die damit möglichen Bewegungen.

Die in Fig. 1 dargestellte Drehanoden-Röntgenröhre besitzt einen Röhrenkolben 1 aus Glas, der einen Vakuumraum umschließt, in dem sich eine Drehanodenanordnung 2 und eine Kathodenstruktur 3 befinden. Die Kathodenstuktur umfaßt einen Kathodenkopf 4, in dem sich - in Fig. 1 nur schematisch angedeutet - ein Elektronenemitter, vorzugsweise in Form eines direkt geheizten wendelförmigen Heizfadens befindet. Die Röntgenstrahlung wird also mit Hilfe der durch die Heizung des Heizfadens aus diesem emittierten Elektronen erzeugt.

Fig. 2 zeigt einen in Längsrichtung des Heizfadens verlaufenden Querschnitt durch den Kathodenkopf 4. Der Kathodenkopf 4 umfaßt einen Grundkörper 48 aus Metall, der an seiner Oberseite eine wannenförmige Ausnehmung 40 aufweist, die in einen Schlitz 42 mündet, in dem sich ein Heizfaden 41 befindet. Die beiden freien, etwa rechtwinklig zum Verlauf des Heizfadens abknickenden Heizfadenschenkel sind mit je einem Stützstift 43 verbunden. Die beiden Stützstifte 43 bestehen aus Molybdän, und haben eine Dicke von 1,5 mm; sie tauchen in je ein Befestigungselement 44 ein und sind an dessen Ende mit diesem verbunden. Die aus einem Metall mit geeignetem Wärmeausdehnungskoeffizienten, beispielsweise einer Legierung aus Eisen, Nickel und Kobalt (Vacon), hergestellten Befestigungselemente 44 sind mit dem Grundkörper 48 verbunden. Während aber das rechte Verbindungselement 44 direkt mit dem Grundkörper 48 verbunden ist, ist das linke Befestigungselement 44 mit einem Keramikkörper 45 verbunden, der über einen Befestigungsring 46 aus Metall mit dem Grundkörper 48 verbunden ist.

Aussehen und Form der Teile 44 bis 46 ergeben sich insbesondere aus Fig. 3a. Der Keramikkörper 45 hat danach die Form eines Hohlzylinders. Das in diesen Keramikkörper 45 eintauchende obere Ende des Befestigungselementes 44 ist mit der metallisierten Innenfläche des Keramikkörpers 45 durch eine Lötung verbunden. Der Befestigungsring 46, der den Keramikkörper 45 umschließt, ist ebenfalls an den in diesem Bereich auf seinen äußeren Umfang metallisierten Keramikkörper 45 angelötet. Eine Anschlußlasche 47, die nach dem Zusammenbau mit einer Leitung zum Zuführen eines Heizstromes für den Heizfaden verbunden ist, ist an die ebenfalls metallisierte untere Stirnfläche des Keramikkörpers 45 angelötet, so daß die Anschlußlasche 47 mit dem Befestigungselement 44 elektrischen Kontakt hat - aber nicht mit dem Befestigungsring 46.

Wie die Figuren 3b und 3c zeigen, hat das etwa 12,5 mm lange Befestigungselement 44 die Form einer Hülse bzw. eines Hohlzylinders mit einer Wandstärke von 0,25 mm, dessen Innendurchmesser in einem oberen, etwa 7 mm langen Teil (441) 2,0 mm beträgt und in einem unteren, etwa 3 mm langen Teil 442 nur 1,5 mm. Der Bereich zwischen diesen Teilen enthält eine verformbare, zur Längsachse rotationssymmetrische Ausbuchtung 443, in der - bei gleichbleibender Wandstärke - der Außendurchmesser allmählich auf 4 mm zunimmt. Der Stützstift 43 taucht von oben in die Hülse ein und ist mit der Hülse an ihrem unteren Teil 442 verbunden.

Im folgenden wird der Zusammenbau des Kathodenkopfes 4 und die Justierung des Heizfadens 41 näher erläutert. Zunächst wird das Befestigungselement 44 bzw. die aus dem Befestigungselement und den Komponenten 45 . . 47 bestehende Einheit in den einstückigen Grundkörper 48 eingesetzt, mittels einer geeigneten Lehre relativ zum Grundkörper ausgerichtet und auf geeignete Weise mit diesem verbunden, z.B. durch Punktschweißen. Die Befestigungselemente 44 haben dann eine definierte Position bezüglich des Grundkörpers.

Weiterhin wird der Heizfaden 41 durch Punktschweißung mit den beiden Stützstiften 43 verbunden. Dabei wird vorzugsweise ein Heizfaden verwendet, der durch eine vorausgegangene Wärmebehandlung bis in den Bereich seiner beiden seitlichen Schenkel rekristallisiert ist. Die Verwendung einer derart rekristallisierten Wendel hat den Vorteil, daß der Heizfaden sich bei einer nachfolgenden Wärmebehandlung und im späteren Betrieb der Röntgenröhre kaum noch verzieht und daß die Wärmebehandlung die - bei Verwendung nicht rekristallisierter Heizfäden - den mehrfachen Wechsel zwischen Erwärmungs- und Justierschritten erfordert, erheblich abgekürzt werden kann. Allerdings ist ein bereits rekristallisierter Heizfaden bereits so spröde, daß er bricht, wenn er beim Justieren gebogen wird oder wenn durch Verbiegen eines Stützstiftes Kräfte in ihn eingeleitet werden; derartige Heizfäden können daher bei den üblichen Justierverfahren nicht benutzt werden.

Anschließend werden die Stützstifte 43 in die Befestigungselemente 44 eingeführt und mittels einer geeigneten Lehre in eine definierte Position bezüglich des Kathodenkopfes 48 gebracht und in dieser Position fixiert, indem sie im Bereich 442 mit dem Befestigungselement 44 durch Punktschweißen verbunden werden. Danach hat der Heizfaden im wesentlichen die Sollage erreicht.

Es erfolgt dann zur Beseitigung der Restspannungen eine abschließende Wärmebehandlung, bei der der Heizfaden in einer Wasserstoffatmosphäre dadurch erwärmt wird, daß durch ihn ein Strom fließt. Danach ist der Heizfaden vollständig rekristallisiert.

Danach erfolgt die exakte Justierung des Heizfadens durch Verformung des durch die Ausbuchtung 443 gebildeten verformbaren Bereiches. Der Heizfaden kann innerhalb des Kathodenkopfes auf einer oder beiden Seiten zu hoch oder zu niedrig sein. Er kann unsymmetrisch bezüglich des Schlitzes 42 liegen, oder er kann derart verdreht sein, daß seine einzelnen Windungen auf einer gekrümmten Linie liegen.

Wenn der Heizfaden zu hoch liegt, kann die Position justiert werden, indem mittels eines mit Spannbacken 5 versehenen Werkzeuges (Fig. 3b) senkrecht zur Längsachse des Befestigungselementes 44 ein Druck auf die Ausbuchtung 443 ausgeübt wird, so daß diese etwas zusammengedrückt wird. Da das Befestigungselement mit seinem oberen Bereich 441 fest mit dem Grundkörper 48 verbunden ist, verschiebt sich durch diese Verformung der untere Teil 442 des Befestigungselementes nach unten und mit ihm der daran befestigte Stützstift 43 bzw. das damit verbundene Ende des Heizfadens 41.

Wenn der Heizfaden zu tief im Kathodenkopf liegt, wird ein Werkzeug verwendet, dessen oberhalb und unterhalb der Ausbuchtung 443 befindliche Backen 6 (Fig. 3c) parallel zur Längsachse des Befestigungselementes 44 zusammengedrückt werden, so daß die Ausbuchtung stärker zusammengedrückt wird, wobei sich der untere Teil 442 dem oberen Teil 441 annähert, so daß der Stützstift 43 nach oben bewegt wird.

Wenn es erforderlich ist, den Heizfaden seitlich auf eine Wand des Schlitzes 42 zu oder von ihr wegzubewegen, kann dies dadurch erfolgen, daß mittels einer am unteren Teil 442 angreifenden Zange das Befestigungselement 442 gebogen wird, wobei sich die Ausbuchtung 443 verformt und der Stützstift 43 innerhalb des oberen Teils 441 aus seiner konzentrischen Lage herausbewegt wird, ohne selber gebogen zu werden.

Schließlich können die Stützstifte um ihre Längsachse dadurch gedreht werden, daß am unteren Bereich 442 des Befestigungselements mittels einer Zange ein Torsionsmoment ausgeübt wird. Dadurch läßt sich der Heizfaden geradlinig ausrichten.

Nach dem Justiervorgang und bevor der Kathodenkopf 4 mit der übrigen Kathodenanordnung 3 verbunden wird, wird an die Anschlußlasche 47 ein Anschluß zur Stromversorgung des Heizfadens angelötet. Das Befestigungselement selbst verzieht sich dadurch nicht und wird dadurch auch nicht dejustiert.

Die beschrieben Justiervorgänge können unter der unmittelbaren visuellen Kontrolle der Bedienungsperson und unter Verwendung von Lehren erfolgen, die die Sollposition des Heizfadens definieren. Es ist aber auch möglich, die Lage des Heizfadens innerhalb des Kathodenkopfes mit einer geeigneten Kamera aufzunehmen und der Bedienungsposition nach geeigneter Bildverarbeitung auf einem Monitor anzuzeigen, was den Justiervorgang noch weiter vereinfacht und verkürzt.

In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wurde davon ausgegangen, daß der Elektronenemitter durch einen direkt zu heizenden Heizfaden gebildet wird. Es ist aber auch möglich, andere Elektronenemitter auf diese Weise zu justieren, beispielsweise indirekt geheizte Elektronenemitter.

Patentansprüche

1. Elektronenröhre, insbesondere Röntgenröhre mit einer Kathodenanordnung (3,4), die einen Elektronenemitter (41) umfaßt, der mit Stützstiften (43) verbunden ist, die ihrerseits über je ein Befestigungselement (44) mit der Kathodenanordnung verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungselemente (44) in einem ersten Bereich (441) mit der Kathodenanordnung und in einem zweiten, im Abstand vom ersten befindli-

chen Bereich (442) mit dem zugehörigen Stützstift (43) verbunden sind, und daß die Befestigungselemente zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich einen Verformungsbereich (443) aufweisen, durch dessen Verformung die Position des Elektronenemitters in bezug auf die Kathodenstruktur justierbar ist.

2. Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungselemente (44) die Form einer Hülse haben, in die ein Stützstift einführbar ist und daß die Hülsenwand einen durch eine Ausbuchtung gebildeten Verformungsbereich (443) aufweist.

3. Elektronenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser der Hülse im ersten Bereich (441) größer ist als im zweiten Bereich (442).

4. Elektronenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathodenanordnung einen Grundkörper (48) aus Metall umfaßt und daß wenigstens eines der Befestigungselemente (44) über einen Keramikkörper (45) mit dem Grundkörper (48) verbunden ist.

5. Elektronenröhre nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Keramikkörper (45) eine Anschlußlasche (47) angebracht ist, die in elektrischem Kontakt mit dem Befestigungselement (44) steht.

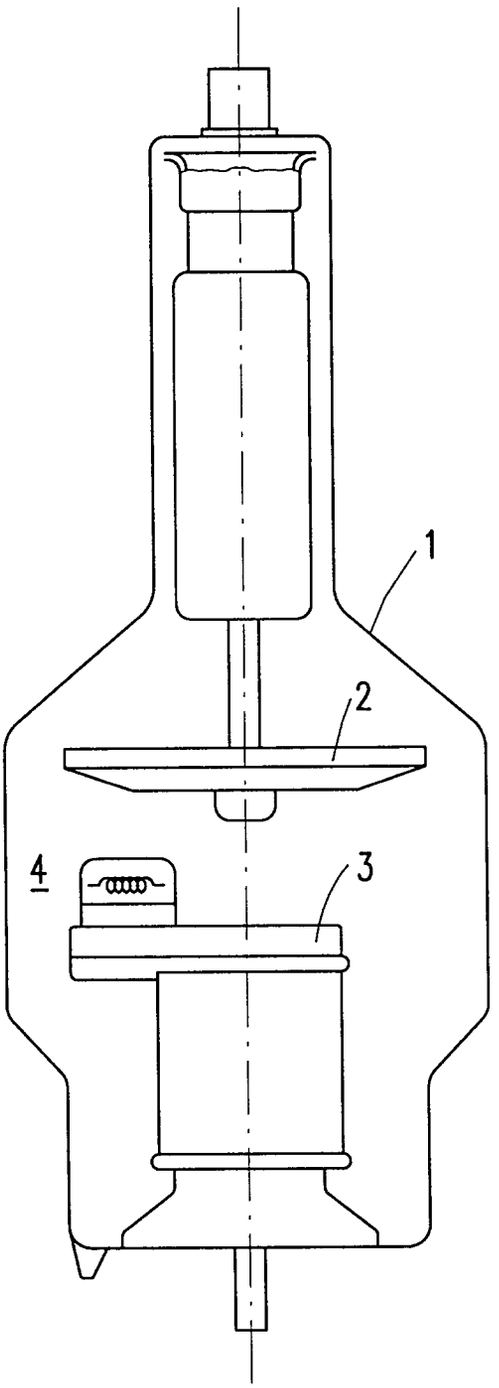

FIG. 1

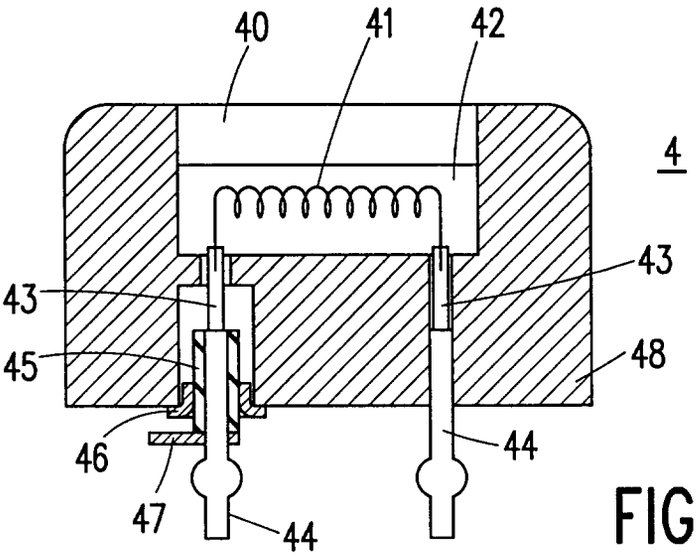

FIG. 2

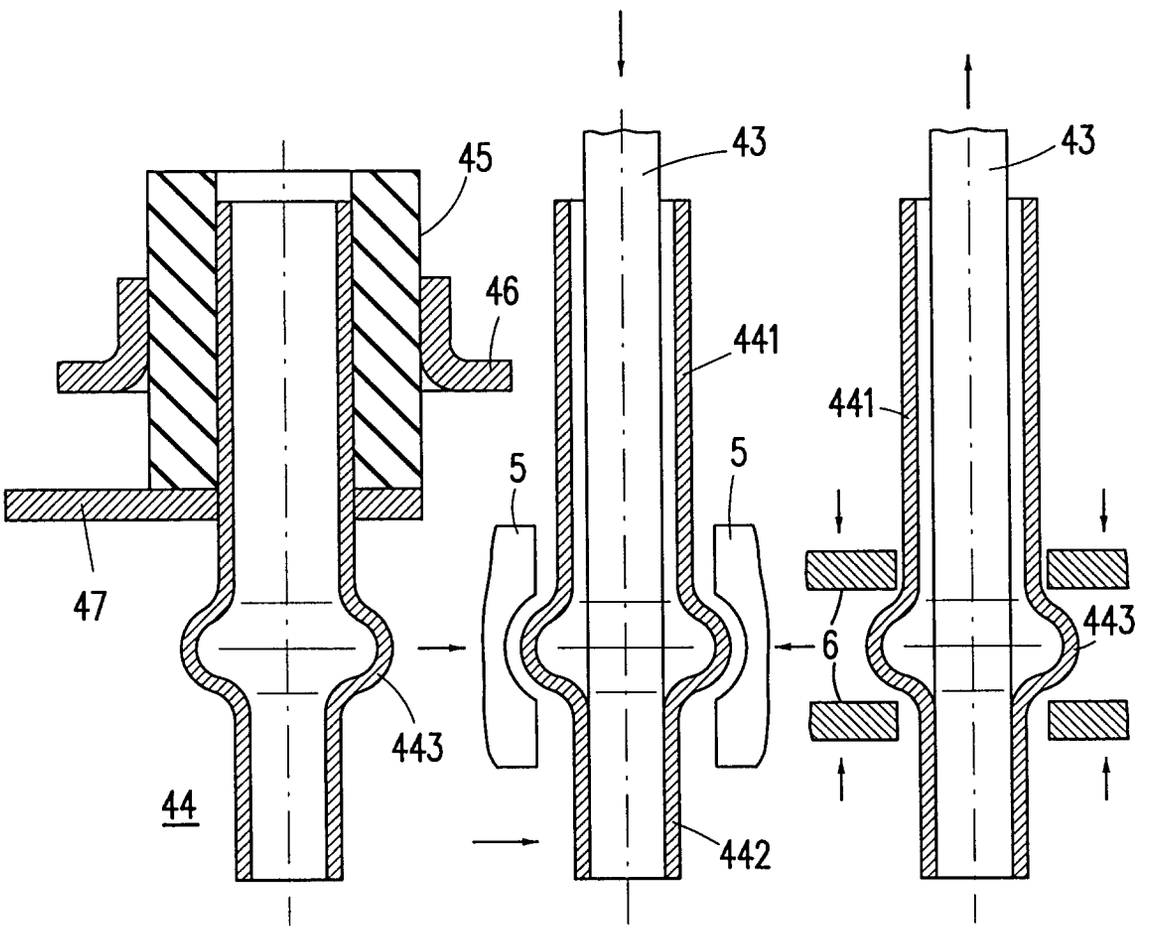

FIG. 3a FIG. 3b FIG. 3c