



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

646 547

21 Gesuchsnummer: 2435/80

22 Anmeldungsdatum: 27.03.1980

30 Priorität(en): 30.03.1979 NL 7902477

24 Patent erteilt: 30.11.1984

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1984

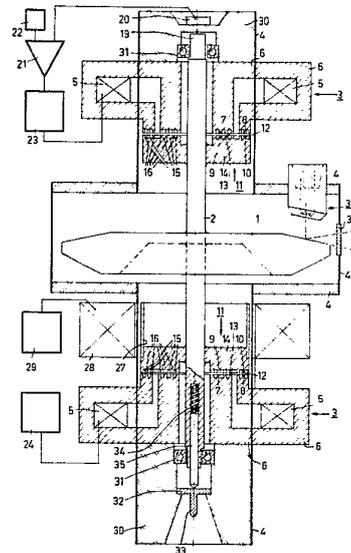
73 Inhaber:
N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven
(NL)

72 Erfinder:
Cornelissen, Gerardus Andreas A. F., Eindhoven
(NL)
Gerrits, Hendrik Jan, Eindhoven (NL)
Kamerbeek, Evert Marius Hendrik, Eindhoven
(NL)

74 Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

54 **Röntgenröhre mit magnetisch gelagerter Drehanode.**

57 Die Röntgenröhre ist mit einer Drehanode (1) tragenden Welle (2) versehen, die mit Hilfe eines magnetischen Lagers (3) drehbar angeordnet ist. Das Lager (3) enthält ein von der Röhrenwand durchschnittenes, von ausserhalb der Röhre angeordneten Magneten magnetisierbares Magnetjoch (6), das mit ringförmigen, senkrecht zur Welle gerichteten Polflächen (7, 8) versehen ist, die Spalte mit Polflächen (9, 10) eines mit der Drehanode verbundenen Läufers (11) einschliessen. Der Läufer (11) ist ein weichmagnetischer scheibenartiger Körper mit Polflächen (9, 10) mit von konzentrischen Nuten (15) voneinander getrennten ringförmigen Polschuhen (16), wobei die nach diesen Polflächen (9, 10) zugewandten Polflächen (7, 8) des Ständers (6) mit einem entsprechenden Muster von Polschuhen versehen sind. Die Röntgenröhre ist einfach aufgebaut und enthält innerhalb der Röhre keine Magnetspulen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Röntgenröhre mit einer Drehanode tragenden Welle, die mit Hilfe eines magnetischen Lagers mit einem Ständer drehbar angeordnet ist, der ein von der Röhrenwand durchschnittenen, von ausserhalb der Röhre angeordneten Magneten magnetisierbares Magnetjoch enthält, das mit ringförmigen, senkrecht zur Welle gerichteten Polflächen versehen ist, die Spalte mit ringförmigen, senkrecht zur Welle gerichteten Polflächen eines mit der Drehanode verbundenen Läufers einschliessen, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer (11) ein weichmagnetischer, das Magnetjoch des Ständers (3) schliessender scheibenartiger Körper (11) ist, der an zumindest einer Seite mit zwei ringförmigen Polflächen (9, 10, 41, 51) versehen ist, von denen eine Polfläche (9, 10, 51) mit von konzentrischen Nuten (15) voneinander getrennten ringförmigen Polschuhen (16) versehen ist, wobei eine dieser Polfläche zugewandte Polfläche (7, 8; 50) des Ständers (3) mit einem entsprechenden Muster von durch konzentrische Nuten (15) voneinander getrennten ringförmigen Polschuhen (16) versehen ist.

2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Paar an beiden Seiten des Läufers (11) liegender Polflächen (40, 41) Spalte (42, 43) mit Polflächen (44, 45) eines von einem ausserhalb der Röhre angeordneten Elektromagneten (46) magnetisierbaren Magnetjochs (47) einschliessen, das ein Teil eines von einem ausserhalb der Röhre angeordneten konstanten Magneten (48) magnetisierbaren Magnetjochs (49) ist, das mit einer Polfläche (50) versehen ist, die mit einer auf einer der Seiten des weichmagnetischen Läufers (11) liegenden Polfläche (51) einen Spalt (52) einschliesst.

3. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Elektromagneten magnetisierbare Magnetjoch (47) auch ein Teil eines zweiten, von einem ausserhalb der Röhre angeordneten, in entgegengesetztem Sinne nahezu gleich stark magnetisierten zweiten konstanten Magneten (53) magnetisierbaren Magnetjochs (54) ist, das ebenso mit einer Polfläche (55) versehen ist, die mit einer Polfläche (57) des Läufers (11) einen Spalt (56) einschliesst, wobei die Polfläche (50, 55) der von den zwei konstanten Magneten magnetisierbaren Magnetjochen (49, 54) an beiden Seiten des weichmagnetischen Läufers (11) liegen (Fig. 3).

4. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Polflächenpaar (40, 41) des Läufers (11) Spalte mit drei, auf dem Gehäuseumfang um 120° gegeneinander versetzten, von ausserhalb der Röhre angeordneten Elektromagneten (60) magnetisierbaren Magnetjochen (61) einschliesst, die alle einen Teil des von dem ausserhalb der Röhre angeordneten Magneten (48) magnetisierbaren Magnetjochs (49) bilden.

5. Röntgenröhre nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der ausserhalb der Röhre angeordnete konstante Magnet ein Dauermagnet ist.

Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhre mit einer Drehanode tragenden Welle, die mit Hilfe eines magnetischen Lagers mit einem Ständer drehbar angeordnet ist, der ein von der Röhrenwand durchschnittenen, von ausserhalb der Röhre angeordneten Magneten magnetisierbares Magnetjoch enthält, das mit ringförmigen, senkrecht zur Welle gerichteten Polflächen versehen ist, die Spalte mit ringförmigen, senkrecht zur Achse gerichteten Polflächen eines mit der Drehanode verbundenen Läufers einschliessen.

Eine derartige Röntgenröhre eignet sich insbesondere für die Verwendung als Strahlenquelle in Geräten für die medizinische Röntgendiagnostik.

Aus der DE-OS 22 62 757 ist eine Röntgenröhre der eingangs erwähnten Art bekannt, in der das Magnetjoch des Ständers eine Anzahl senkrecht zur Welle gerichteter, flacher Ständerringe und der Läufer eine Anzahl senkrecht zur Welle gerichteter, flacher Läuferinge enthält. Der Innendurchmesser der Ständerringe ist dabei kleiner als der Aussendurchmesser der Läuferinge, wobei einander zugewandte Teile der Ständer- und Läuferinge Polflächen bilden, die zwischen benachbarten Ständer- und Läuferinge Spalte einschliessen. Diese Spalte führen den Magnetfluss ausserhalb der Röhre angeordneter Magneten weiter nach innen, wobei auf den Läufer axial gerichtete anziehende Kräfte ausgeübt werden, die in benachbarten Spalten gegengesetzt gerichtet sind. Durch diese Kräfte befindet sich der Läufer, in Richtung parallel zur Welle gesehen, in einem Gleichgewicht, das jedoch labil ist. Die Abmessungen der eingeschlossenen Spalte und damit die Stellung des Läufers werden in Richtung parallel zur Welle dadurch konstant gehalten, dass das erwähnte labile Gleichgewicht mit Hilfe eines axialen Spurzapfen- oder Kugellagers stabilisiert wird, so dass dabei die Drehanode axial gelagert ist. Die Läuferinge sind weiter mit ihren Innenrändern gegenüber den Aussenrändern flacher Ringe angeordnet, die Magnetjochs aus in der Röhre fest angeordneten Magneten bilden, die derart magnetisiert sind, dass abstossende Kräfte auf die von den ausserhalb der Röhre angeordneten Magneten magnetisierten Läuferinge ausgeübt werden. Durch diese abstossenden Kräfte befindet sich der Läufer, in Richtung senkrecht zur Welle gesehen, in einem stabilen Gleichgewicht, so dass dabei die Drehanode auch in radialer Richtung gelagert ist.

Um eine Lagerung der Drehanode in der bekannten beschriebenen Röntgenröhre zu erreichen, wird eine Vielzahl von Teilen benötigt. Es sind acht Ständerringe mit sieben ausserhalb der Röhre angeordneten, zwischen den Ständerringen angeordneten Magnetspulen, acht Läuferinge und acht in der Röhre angeordnete Ringe mit sieben zwischen diesen Ringen angeordneten Magnetspulen angegeben. Diese Teile müssen, zum grössten Teil innerhalb der Röntgenröhre, in bezug aufeinander genau angeordnet werden, woraus sich ein verhältnismässig aufwendiger Aufbau ergibt. Ein weiterer Nachteil der bekannten Röntgenröhre ist dass die magnetischen Lagerkräfte auch durch in der Röhre fest angeordnete Magnetspulen geliefert werden. Sie werden im Betrieb der Röntgenröhre eine Temperatur von 200 bis 500 °C erreichen und daher zumal aus zwischen Stromdrähten angeordneten Isoliermitteln Gas erzeugen und dadurch das Röhrenvakuum nachteilig beeinflussen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Röntgenröhre zu schaffen, die einfacher aufgebaut ist und innerhalb der Röhre keine Magnetspulen enthält.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss in einer Röntgenröhre dadurch gelöst, dass der Läufer ein weichmagnetischer, das Magnetjoch des Ständers schliessender, scheibenartiger Körper ist, der an zumindest einer Seite mit zwei ringförmigen Polflächen versehen ist, von denen eine Polfläche mit von konzentrischen Nuten voneinander getrennten ringförmigen Polschuhen versehen ist, wobei eine auf diese Polfläche gerichtete Polfläche des Ständers mit einem entsprechenden Muster von durch konzentrische Nuten voneinander getrennten ringförmigen Polschuhen versehen ist. Die in der bekannten beschriebenen Röntgenröhre vorhandene Vielzahl von Lagerteilen ist zum grössten Teil durch einen weichmagnetischen Läufer ersetzt. Hiermit beschränkt sich nicht nur die Anzahl der Lagerteile, sondern ist auch der andere Nachteil beseitigt, weil der weichmagnetische Läufer bei einem Temperaturanstieg nahezu kein Gas erzeugen wird. Auf den Läufer übt das von ausserhalb der Röhre angeordneten Magneten magnetisierte Joch des Ständers anziehende Kräfte aus. Diese

anziehenden Kräfte wirken zwischen entsprechenden Mustern ringförmige Polschuhe des Ständers und des Läufers, die daher, in Richtung senkrecht zur Welle gesehen, direkt aufeinander gerichtet werden, so dass die Drehanode dabei radial gelagert ist. Die Abmessungen der vom Läufer und vom Ständer eingeschlossenen Spalte sind an sich nicht stabil, können aber im Betrieb mit Hilfe eines zweiten auf der Achse befestigten gleichartigen Lagers stabilisiert werden. Da der Läufer ein weichmagnetischer scheibenartiger Körper ist, der auf einer Seite mit zwei ringförmigen Polflächen versehen ist, kann dieses zweite Lager so angeordnet werden, dass auf die Läufer der beiden Lager, in Richtung parallel zur Welle gesehen, entgegengesetzt gerichtete anziehende Kräfte ausgeübt werden, die unabhängig voneinander durch die Regelung der Stärke der ausserhalb der Röhre angeordneten Magnete beeinflusst werden können. Durch die Regelung der erwähnten anziehenden Kräfte können die erwähnten Spaltabmessungen auf einem gewünschten Wert stabilisiert werden. Es sei bemerkt, dass aus der DE-OS 24 51 972 ein magnetisches Radiallager mit einem ringförmigen weichmagnetischen Läufer mit senkrecht auf die Rotationsachse gerichteten Polflächen eines Ständer-Magnetjochs Spalte einschliessen. Der Läufer ist, in Richtung parallel zur Rotationsachse gesehen, an beiden Seiten mit einer Polfläche versehen, auf die der Ständermagnet nahezu gleich grosse anziehende Kräfte ausübt, die sich nicht unabhängig voneinander beeinflussen lassen und deren Grösse nahezu unabhängig von der gegenseitigen axialen Position des Läufers und des Ständers ist. Das Lager ist daher auch bei der Verwendung eines zweiten auf einer gleichen Achse angeordneten gleichartigen Lagers in axialer Richtung mittels Regelung der Stärke des Ständermagneten nahezu nicht stabilisierbar.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Röntgenröhre ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Paar an beiden Seiten der weichmagnetischen Scheibe liegender Polflächen Spalte mit Polflächen eines von einem ausserhalb der Röhre angeordneten Elektromagneten magnetisierbaren Magnetjochs einschliessen, das ein Teil eines von einem ausserhalb der Röhre angeordneten konstanten Magneten magnetisierbaren Magnetjochs ist, das weiter mit einer Polfläche versehen ist, die mit einer auf einer der Seiten der weichmagnetischen Scheibe aufliegenden Polfläche einen Spalt einschliesst. In den vom Polflächenpaar des Läufers begrenzten Spalten werden in axialer Richtung durch den ausserhalb der Röhre angeordneten konstanten Magneten entgegengesetzt gerichtete, konstante Magnetfelder und durch den ausserhalb der Röhre angeordneten Elektromagneten parallel gerichtete, variable Magnetfelder erzeugt. Bei einer Änderung im Feld des Elektromagneten verringert sich in einem der Spalte die Gesamtfeldstärke und damit die anziehende Kraft auf den Läufer und vergrössert sich im anderen Spalt die Gesamtfeldstärke und damit die anziehende Kraft auf den Läufer. Da das Polflächenpaar an beiden Seiten der den Läufer bildenden weichmagnetischen Scheibe liegt, ist mit Hilfe der vom Elektromagneten erzeugten variablen Felder die axiale Lage des Läufers beeinflussbar und mit verhältnismässig geringen Feldern und damit mit verhältnismässig kleinen Regelströmen in einer gewünschten Lage in oder nahe einem an sich labilen Gleichgewicht der auf den Läufer einwirkenden Kräfte stabilisierbar.

Es sei bemerkt, dass aus der DE-OS 25 01 218 ein in einem axialen, an sich labilen Gleichgewicht stabilisierbares magnetisches Lager mit einem Läufer und einem Ständer bekannt ist, das ein von einem Dauermagneten magnetisierbares Magnetjoch enthält, das mit ringförmigen, senkrecht zu der Rotationsachse gerichteten Polflächen versehen ist, die mit senkrecht zu der Rotationsachse gerichteten Polflächen des Läufers Spalte einschliessen. Der Läufer besteht hier aus

drei auf einer Achse befestigten, nahe der Achse miteinander verbundenen weichmagnetischen Scheiben, von denen die mittlere an beiden Seiten und die zwei äusseren an den der mittleren zugewandten Seiten nahe dem Rand mit einer ringförmigen Polfläche versehen sind. Das Lager ist jedoch für Einbau in eine Röntgenröhre weniger geeignet, weil der Läufer eine komplizierte Form hat, aber insbesondere, weil in den Räumen zwischen den Scheiben, den eingeschlossenen Spalten und der Achse Magnetspuln angeordnet sind, die nach dem Einbau des Lagers in eine Röntgenröhre innerhalb der Röhre liegen und dabei im Betrieb das Röhrenvakuum nachteilig beeinflussen würden.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Röntgenröhre ist dadurch gekennzeichnet, dass das vom Elektromagneten magnetisierbare Magnetjoch auch ein Teil eines zweiten, von einem ausserhalb der Röhre angeordneten, in entgegengesetztem Sinne, nahezu gleich starken, magnetisierten, zweiten konstanten Magneten magnetisierbaren Magnetjochs ist, das ebenso mit einer Polfläche versehen ist, die mit einer Polfläche des Läufers einen Spalt einschliesst, wobei die Polflächen der von den zwei konstanten Magneten magnetisierbaren Magnetjochen an beiden Seiten des weichmagnetischen Läufers liegen. Mit Hilfe der vom Elektromagneten erzeugten verhältnismässig kleinen variablen Felder ist die axiale Lage des Läufers in oder nahe einem an sich labilen Gleichgewicht auf den Läufer einwirkender Kräfte stabilisierbar. Das Lager, das auch mit Hilfe verhältnismässig kleiner variabler Felder axial stabilisierbar ist, besitzt eine optimale radiale und axiale Steifheit.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Röntgenröhre mit einer zweiseitigen Lagerung der Drehanode,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Röntgenröhre mit einer zweiseitigen Lagerung der Drehanode,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Röntgenröhre mit einer zweiseitigen Lagerung der Drehanode,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Röntgenröhre mit einer einseitigen Lagerung der Drehanode, und

Fig. 5 einen Querschnitt entlang der Linie V-V der in Fig. 4 dargestellten Röntgenröhre.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemässe Röntgenröhre mit einer Drehanode 1 tragende Welle 2 dargestellt, die mit Hilfe magnetischer Lager zweiseitig gelagert ist. Jedes Lager enthält einen Ständer 3, der ein von der Röhrenwand 4 durchschnittenenes, von ausserhalb der Röhre angeordnetes Magnetjoch 6 enthält, das mit ringförmigen, senkrecht zu der Welle 2 gerichteten Polflächen 7 und 8 versehen ist, die mit ringförmigen, senkrecht zu der Welle 2 gerichteten Polflächen 9 und 10 eines mit der Drehanode 1 verbundenen Läufers 11 Spalte 12 und 13 einschliessen. Der Läufer 11 besteht aus einer das Magnetjoch 6 des Ständers 3 schliessenden, auf der Welle 2 befestigten weichmagnetischen Scheibe 14. Die Polflächen 9 und 10 des Läufers 11 und die Polflächen 7 und 8 des Ständers 3 sind mit durch konzentrische Nuten 15 voneinander getrennten ringförmigen Polschuhen 16 versehen. Die ringförmigen Polschuhe im Läufer einerseits und im Ständer andererseits haben paarweise jeweils denselben Durchmesser. Auf den weichmagnetischen Läufer 14 übt das von ausserhalb der Röhre angeordneten Magnetjoch 6 magnetisierte Joch 6 des Ständers 3 anziehende Kräfte aus. Diese anziehenden Kräfte wirken zwischen entsprechenden Mustern ringförmiger Polschuhe 16 an den Polflächen 7 und 8 des Läufers 3

und an den Polflächen 9 und 10 des Läufers 11, die daher radial aufeinander ausgerichtet werden, so dass die Drehanode 1 dabei radial gelagert ist. Weiter wirken die anziehenden Kräfte auf den Läufer 11 axial in entgegengesetztem Sinne, so dass durch die Regelung der Magnetisierung der Magnetjoch 6 die axialen Abmessungen der Spalte 12 und 13 konstant gehalten werden können, wodurch die Drehanode 1 daher axial gelagert ist. Hierzu wird im Betrieb die axiale Lage der Stirn 19 der Welle 2 mit Hilfe eines ausserhalb der Röhre angeordneten Aufnehmers 20 gemessen, wonach ein vom Aufnehmer 20 erzeugtes Positionssignal in einem Differenzverstärker 21 von einem von einem getrennten Generator 22 abgegebenen Signal abgezogen wird, das gleich dem Signal ist, das der Aufnehmer 20 in der gewünschten axialen Lage der Achse 2 abgeben würde. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 21 gelangt nach der Verarbeitung in einem Regelglied 23 zur Magnetspule 5 des in der Zeichnung obersten Ständers 3, während die Magnetspule 5 des untersten Ständers 3 an eine einen Feststrom liefernde Quelle 24 angeschlossen ist.

Weiter ist die Röntgenröhre mit zwei mittels Keramikteile 30 mit der Röhrenwand 4 verbundenen, als Fanglager dienenden Kugellagern 31 versehen, die bei nichterregten magnetischen Lagern die Achse 2 lagern, ohne dass sich die Polflächen 9, 10 und 7, 8 des Läufers 11 und des Stator 3 berühren. Bemerkt sei, dass der Innendurchmesser der Fanglager grösser ist als der Aussendurchmesser der Welle, so dass sich die Welle und die Fanglager im Normalbetrieb nicht berühren können. Der in der Zeichnung untere Isolator 30 ist mit einer Metalldurchführung 32 mit einem Stift 33 versehen, an die die Röhrenspannung angeschlossen werden kann. Dieser Stift 33 ist mit Hilfe eines von einer Spiralfeder 34 an die Durchführung 32 angebrachten Stiftes 35 mit der Drehanode 1 elektrisch leitend verbunden, auf die aus einer Kathodenanordnung 36 Elektronen beschleunigt werden, die ein Röntgenstrahlungsbündel erzeugen, das durch ein in der Röhrenwand angeordnetes Fenster 37 aus der Röhre austreten kann. Im Betrieb wird die Drehanode 1 mit Hilfe eines Elektromotors mit einem mit der Welle 2 verbundenen rohrförmigen Läufer 27 gedreht, der von einem rotierenden Magnetfeld angetrieben wird, das ein an eine Speisequelle 29 angeschlossener Spulensatz 28 erzeugt.

Es sei bemerkt, dass statt der Magnetspule 5 des in der Zeichnung unteren Ständers 3, der an die einen festen Strom erzeugende Quelle 24 angeschlossen ist, auch ein nicht dargestellter Ringdauer magnet das untere Magnetjoch 6 magnetisieren kann.

In Fig. 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Röntgenröhre mit einer zweiseitigen Lagerung der Drehanode dargestellt, wobei für entsprechende Teile gleiche Bezugsziffern wie in Fig. 1 benutzt sind. Die weichmagnetische Scheibe 14 weist ein an beiden Seiten der Scheibe liegendes Polflächenpaar 40 und 41 auf, die Spalte 42 und 43 mit Polflächen 44 und 45 eines von einer ausserhalb der Röhre angeordneten Magnetspule 46 magnetisierbaren Magnetjochs 47 einschliessen. Das Magnetjoch 47 ist ein Teil eines von einem ausserhalb der Röhre angeordneten Dauermagneten 48 magnetisierbaren Magnetjochs 49, das weiter noch mit einer Polfläche 50 versehen ist, die mit einer dritten, auf einer der Seiten der weichmagnetischen Scheibe 14 liegenden Polfläche 51 einen Spalt 52 einschliesst. In den Spalten 42 und 43 erzeugt, in Richtung parallel zur Welle 2 gesehen, der Dauermagnet 48 entgegengesetzt gerichtete konstante Magnetfelder und der Elektromagnet 46 parallel gerichtete, variable Magnetfelder. Bei einer Änderung im

Feld des Elektromagneten 46 verringert sich in einem der Spalte 42 und 43 die Gesamtfeldstärke und damit die anziehende Kraft auf den Läufer und vergrössert sich im anderen Spalt die Gesamtfeldstärke und damit die anziehende Kraft auf den Läufer. Da die Spalte 42 und 43 an beiden Seiten der weichmagnetischen Scheibe 14 liegen, ist mit Hilfe der vom Elektromagneten 46 erzeugten variablen Felder die axiale Lage des Läufers 11 beeinflussbar und mit verhältnismässig kleinen Feldern, und damit mit verhältnismässig kleinen Regelströmen, in einem labilen Gleichgewicht der auf den Läufer einwirkenden, anziehenden Kräfte stabilisierbar, die die Magnetfelder in den drei Spalten 42, 43 und 52 erzeugen. Hierzu wird im Betrieb die axiale Lage der Welle 2 mit Hilfe des Aufnehmers 20 gemessen, wonach das gemessene Positionssignal im Differenzverstärker 21 von dem vom Generator 22 erzeugten Signal abgezogen wird, das gleich dem in der gewünschten axialen Lage der Achse 2 vom Aufnehmer 20 zu erzeugenden Signal ist. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 21 wird nach der Bearbeitung im Regelglied 23 den Magnetspulen 46 zugeführt.

In Fig. 3 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Röntgenröhre mit einer zweiseitigen Lagerung der Drehanode dargestellt, wobei für entsprechende Teile gleiche Bezugsziffern wie in Fig. 1 und 2 benutzt sind. Das von der Magnetspule 46 magnetisierbare Magnetjoch 47 bildet ebenfalls einen Teil eines zweiten, von einem ausserhalb der Röhre angeordneten, in entgegengesetztem Sinne nahezu gleich stark magnetisierten, zweiten Dauermagneten 53 magnetisierbaren Magnetjochs 54. Das Magnetjoch 54 ist mit einer Polfläche 55 versehen, die mit einer vierten Polfläche 57 des Läufers einen Spalt 56 einschliesst. Die dritte 51 und die vierte Polfläche 57 des Läufers 11 bilden ein zweites, an beiden Seiten der weichmagnetischen Scheibe 14 liegendes Polflächenpaar. Beide Seiten der weichmagnetischen Scheibe 14 sind mit Polflächen optimal belegt, wodurch das Lager eine optimale radiale und axiale Steifigkeit aufweist.

In Fig. 4 und 5 ist im Querschnitt eine erfindungsgemässe Röntgenröhre mit einer einseitigen Lagerung der Drehanode dargestellt, wobei für entsprechende Teile gleiche Bezugsziffern wie in Fig. 1 und 2 benutzt sind. Das erste Polflächenpaar 40, 41 des Läufers 11 schliessen Spalte 42 und 43 mit drei auf dem Gehäuseumfang um 120° gegeneinander versetzten, von ausserhalb der Röhre angeordneten Elektromagneten 60 magnetisierbaren Magnetjoch 61 ein, die alle Teile des vom ausserhalb der Röhre angeordneten Dauermagneten 48 magnetisierbaren Magnetjochs 49 sind. Im Betrieb wird die Lage der Achse 2 mit Hilfe der drei Magnetspulen 60 geregelt, zu welchem Zweck mit Hilfe dreier, ebenfalls um 120° auf dem Umfang gegeneinander versetzter Aufnahmelementen 62 die axiale Lage eines mit der Achse 2 verbundenen Ringes 63 gemessen wird. Die gemessenen Positionssignale werden in drei Differenzverstärker 21 von durch drei Generatoren 22 erzeugten Signalen abgezogen, die gleich den in der gewünschten Lage der Achse 2 von den Aufnahmespulen 62 zu erzeugenden Signalen sind. Die Ausgangssignale der Differenzverstärker 21 werden nach der Bearbeitung in Regelkreisen 23 den entsprechenden Magnetspulen 60 zugeführt. Das Verhältnis der Oberflächen der Polflächen 51, 40 bzw. 41 beträgt vorzugsweise $1:3/8:1/8$, wodurch ein labiles Gleichgewicht anziehender Kräfte auf den Läufer auftritt, wobei die Spalte 42 und 43 in axialer Richtung nahezu gleich gross sind, so dass für die Stabilisierung des Läufers in dieser axialen Lage ein minimaler Regelstrom durch die Magnetspulen 60 erforderlich ist.

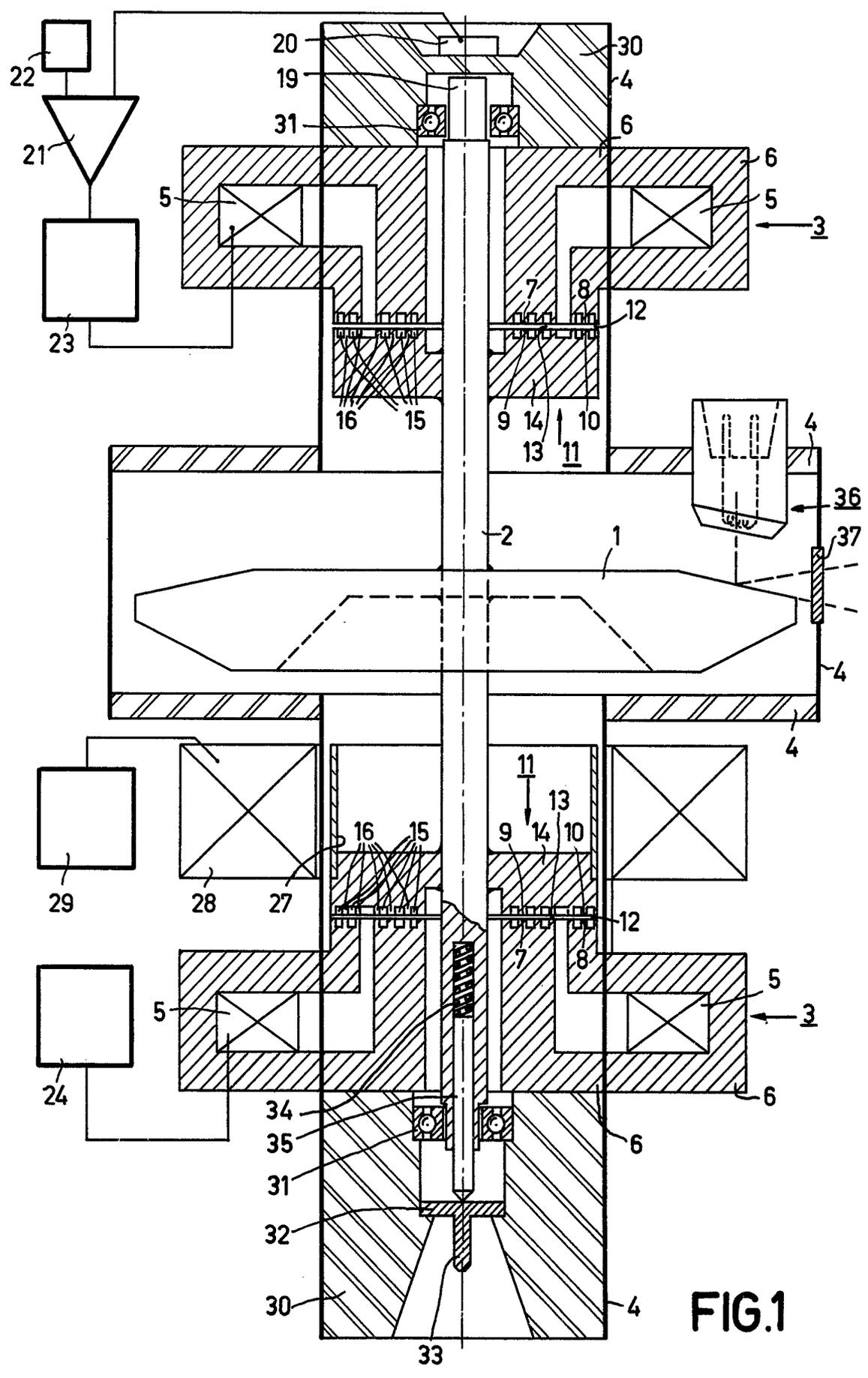


FIG. 1

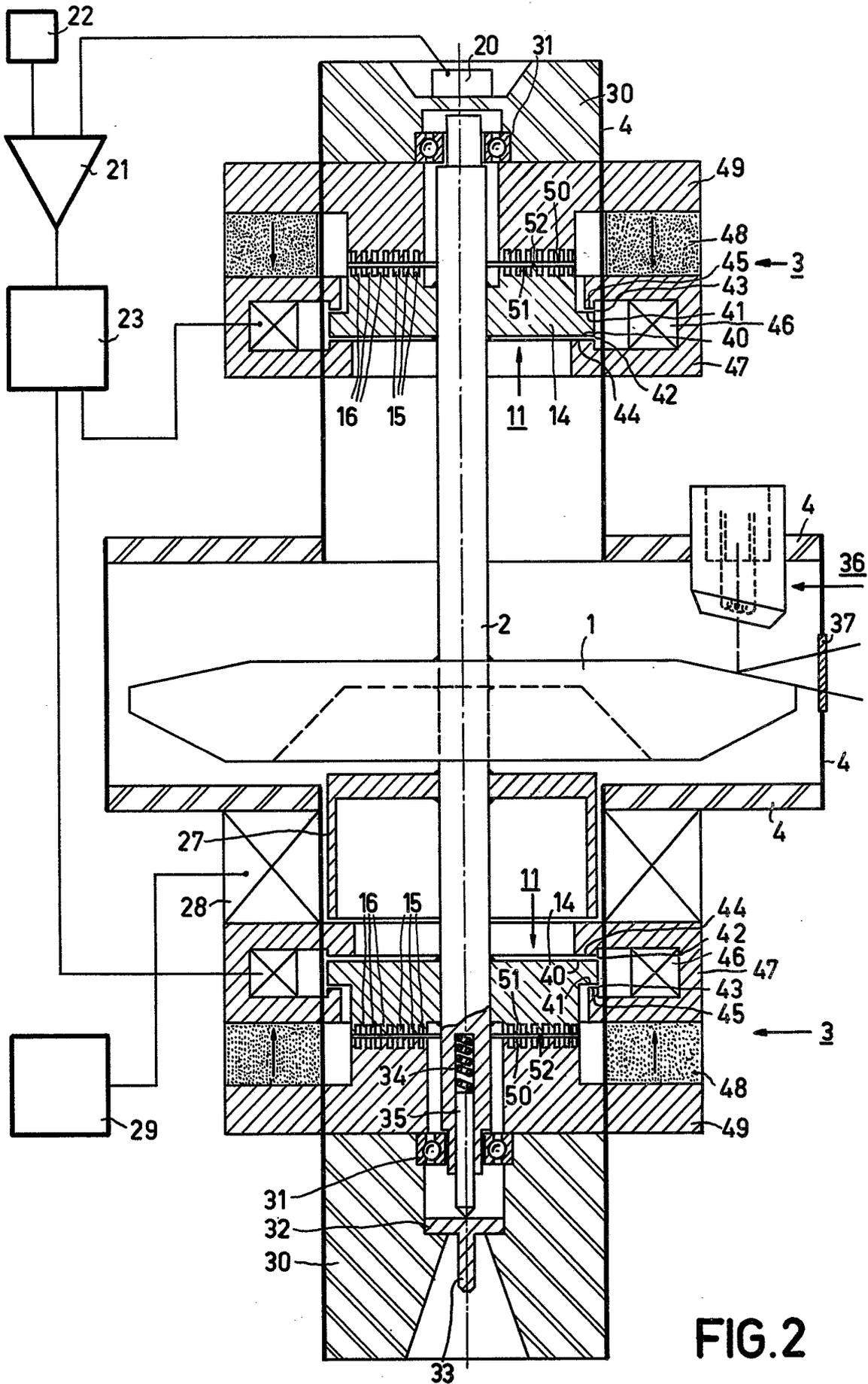


FIG. 2

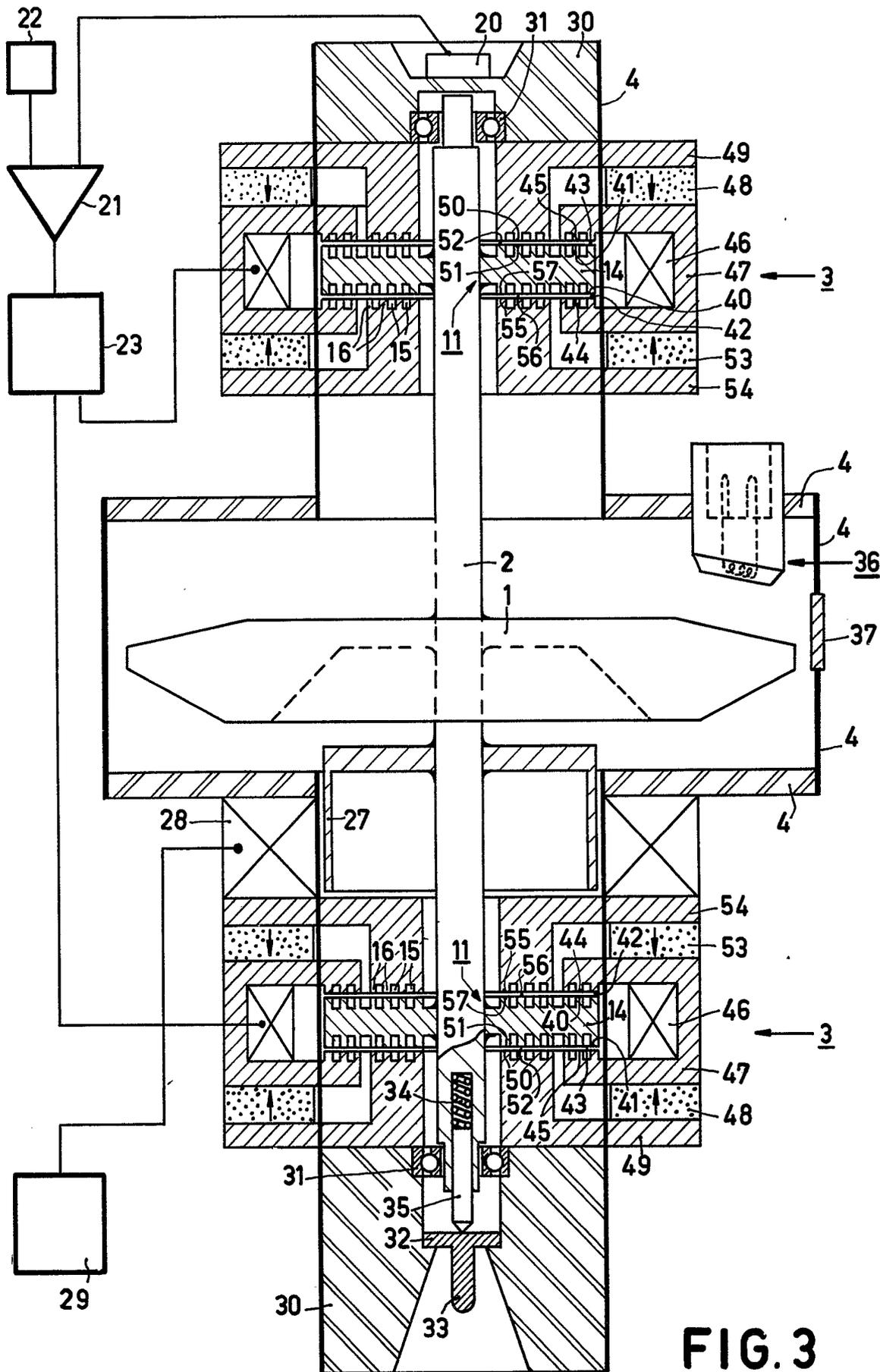


FIG. 3

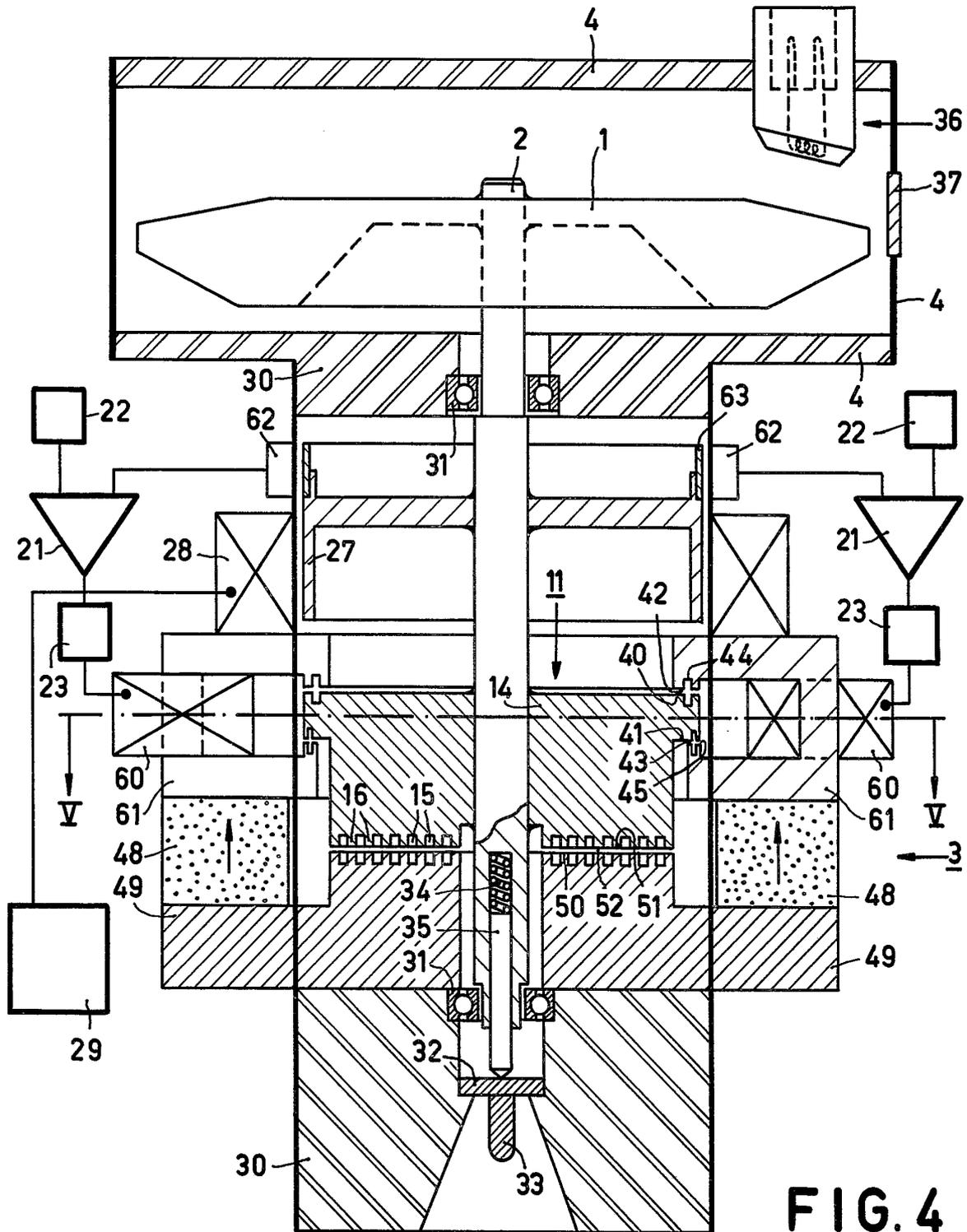


FIG. 4

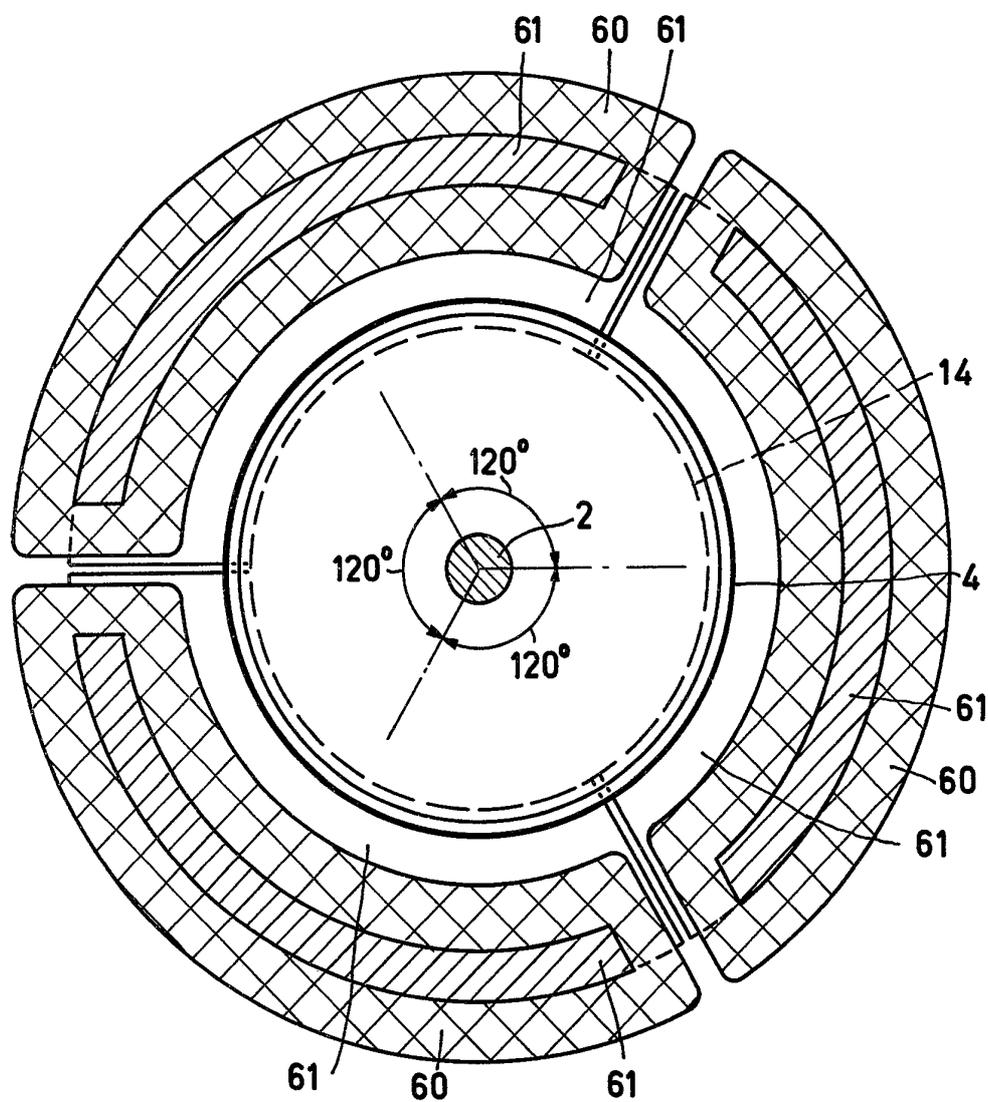


FIG. 5