



SUOMI - FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT



F10001159968

(10) FI 115996 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

31.08.2005

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

F16C 39/06, F01D 17/00, 25/16

(21) Patentihakemus - Patentansökning

950735

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

17.02.1995

(24) Alkupaivä - Löpdag

22.06.1993

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

17.02.1995

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan

PCT/DE93/00538

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

18.08.1992 DE 4227280 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •Siemens Aktiengesellschaft, Wittelsbacherplatz 2, 80333 München, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Thiele,Rudolf, Breslauer Strasse 30a, 91058 Erlangen, SAKSA, (DE)

2 •Paul,Bernt-Joachim, Emil-Kränzlein-Strasse 8b, 91052 Erlangen, SAKSA, (DE)

3 •Sparmann,Rolf, Luisenstrasse 11, 46483 Wesel, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab
Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

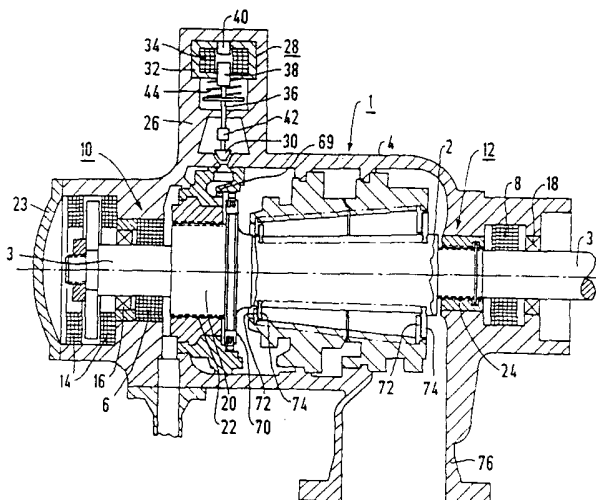
Höyryturbiini
Ångturbin

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE 2515315 A1,
Compressed Air, huhtikuu 1985, nro 4. Suspending Rotating Shafts in Midair, p. 30-33

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Höyryturbiini, jossa on ainakin osalta pituuttaan pesän (4), sisään sijoitettu akseli (3), joka kulkee pesän (4) läpi, jolloin pesässä (4) on korkeapainepuoli (10), ja sitä vastapäätä oleva poistohöyrypuoli (12), ja ainakin yksi säätöventtiili (30) pesään (4) saapuvan höyryvirran säätämiseksi. Keksinnön mukaan akselin (3) öljytön laakerointi tapahtuu pesän (4) sisään korkeapainepuolelle (10) ja poistohöyrypuolelle (12) sijoitettujen magneettilaakerien (6, 8, 14) avulla ja säätöventtiilin (30) öljytön toiminta sähkömagneettisen käyttölaitteen (28) avulla.



115996

Ångturbin med en åtminstone över en del av sin längd i ett hus (4) placerad axel (3) gående genom huset (4), varvid huset (4) har en högtryckssida (10) och en mittemot belägen avloppsångsida (12), och åtminstone en reglerventil (30) för reglering av ångströmmen till huset (4). Enligt uppfinningen utförs oljefri lagring av axeln (3) i huset (4) medelst på högtryckssidan (10) och avloppsångsidan (12) anordnade magnetlager (6, 8, 14) och reglerventilens (30) oljefria funktion medelst en elektromagnetisk drivanordning (28).

Höyryturbiini

Keksintö koskee höyryturbiinia, jossa on ainakin osalta pituuttaan pesän sisään sijoitettu akseli, joka pesän korkeapainepuolelta tai vastapäätä olevalta poistohöyrypuolelta kulkee pesän läpi, ja ainakin yksi säätöventtiili pesään saapuvan höyryvirran säätämiseksi, kuten esimerkiksi US-julkaisussa 1 393 658.

Höyryturbiinin kanssa käytetään yleensä öljyhydraulisia laitteita, kuten esimerkiksi öljyllä voideltuja säteis- ja aksiaalilaakereita sekä öljyhydraulisesti toimivia säätöventtiilejä niihin liittyvine säätölaitteineen. Myös nopeasti vaikuttavina pääsulkueliminä toimivia niin sanottuja pikasulkuventtiilejä ja turbiinin juoksupyörän pyörityslaitetta käytetään öljyhydraulisesti. Öljyn käyttö höyryturbiinissa aiheuttaa kuitenkin periaatteessa aina tulipalovaaran. Kokeilut palamattomilla tai vaikeasti palavilla nesteillä eivät kuitenkaan tähän mennessä ole johtaneet tyydyttäviin tuloksiin.

Keksinnön tehtävänä on kehittää alussa mainitunlaista höyryturbiinia siten, että häiriötön käyttö mahdollistuu ja tulipalovaara vältetään.

Tehtävä ratkaistaan keksinnössä laakeroimalla akseli öljyttömästi pesän sisään korkeapainepuolelle ja poistohöyrypuolelle sijoitettujen magneettilaakerien avulla sekä säätöventtiilin öljyttömällä toiminnalla ainakin yhden sähkömagneettisen käyttölaitteen avulla.

Pesän sisään korkeapainepuolelle sijoitetun magneettilaakerin on edullista käsittää säteis- ja aksiaalilaakeri. Korkeapainepuolelle on lisäksi sijoitettu lukituslaakeri, joka on sijoitettu ensi sijassa säteis- ja aksiaalilaakerien väliin. Magneettilaakeri ja lukituslaakeri on tarkoituksenmukaista laipoittaa kiinni turbiinin pesään ja sulkea höyrytiivisti kannella, niin ettei korkeapainepuolella synny yhteyttä pesän sisällä olevan höyrytilan ja ulkoilman välille. Siinä tapauksessa, että akseli viedään työkoneen, esimerkiksi kompressorin tai generaattorin käyttämiseksi pesän läpi korkeapainepuolelta, on poistohöyrypuolella kansi. Akseli on kuitenkin tarkoituksen mukaista viedä pesän läpi poistohöyrypuolelta.

Höyryturbiinissa on ylipainerakennemuodossa usein korkeapainepuolella tasausmäntä, jossa on tiivisteinä sokkelotiiviste. Magneettilaakeri ja lukituslaakeri on tällöin tarkoituksenmukaista sijoittaa höyrytilan ja tämän tiivisteiden väliin eli poistohöyrypuolelta katsottuna tiivisteiden eteen. Tämän järjestelyn ansiosta saavutetaan korkeapainepuolen ja poistohöyrypuolen magneettilaakerien erityyppisen lyhyt keskinäinen etäisyys, minkä etuna on se, että akselin värähtelykäyttä-

sen lyhyt keskinäinen etäisyys, minkä etuna on se, että akselin värähtelykäyttäytyminen lähenee jäykän akselin ideaalia. Tavallinen laakerietäisyys pesässä eli turbiinin höyrytilassa säilyttämällä saadaan toisaalta tilaa juoksupyörän lisäsiipiriveille. Näin saavutetaan höyryturbiinin erityisen suuri hyötysuhde.

- 5 Siinä tapauksessa, että akseli viedään pesän läpi poistohöyrypuolelta, on siellä olevan juoksupyörän ja turbiinin pesän väliin sijoitettava tiiviste. Akselin laakeroimiseksi poistohöyrypuolella on tarkoituksen mukaista käyttää säteittäistä magneettilaakeria ja lukituslaakeria, jotka ovat nekin pesän sisällä. Tiiviste voi sijaita höyryn virtaussuunnassa laakerien edessä, välissä tai laakerien välisen
- 10 etäisyyden lyhentämiseksi takana. On myös mahdollista sijoittaa aksiaalinen magneettilaakeri pesän poistohöyrypuolelle ja sen eteen lukituslaakeri ja säteittäinen magneettilaakeri.

- Sähkömagneettinen käyttölaite, jolla säätöventtiilejä voidaan liikkuvan palkin avulla yhteisesti ohjata pesään saapuvan tuorehöyryn säätämiseksi, korvaa aikaisemmin tavallisesti käytetyn hydraulisen säätösylinterin. Näin on mahdollista sijoittaa käyttölaite pesän sisään. Hydraulinen muuttaja voidaan lisäksi korvata sähköisellä osalla, jolloin tarvitsee ainoastaan viedä sähköjohtimet pesään. Lisäksi voidaan käyttää säätöventtiilien lukumäärää vastaavaa määrää sähkömagneettisia käyttölaitteita.

- 20 Käyttölaitteina on tarkoituksen mukaista käyttää sähkömagneettisia lineaarikäyttimiä. Kuhunkin säätöventtiiliin voi liittyä oma sähkömagneetti, jossa on rautaies ja käämi sekä työntötankoon liittyvä, suoraviivaisesti liikkuva ankkuri. Liikkuvaa palkkia, jolla kaikkia toimielimiä voidaan ohjata samanaikaisesti, ei tällöin tarvita.

- 25 Keksinnön suoritus-esimerkkejä valaistaan seuraavassa lähemmin piirustusten avulla, joista

kuvio 1 esittää poikkileikkauksena öljyttömän höyryturbiinin ja sen magneettilaakerit ja sähkömagneettisen käyttölaitteen, ja

- 30 kuviot 2 ja 3 esittävät sähkömagneettisen käyttölaitteen muita suoritusmuotoja.

Kuvioden toisiaan vastaavat osat on merkitty samoilla numeroilla.

- Kuvion 1 esittämä höyryturbiini 1 käsittää akselille 3 pyörivästi laakeroitun juoksupyörän 2 ja kiinteän pesän 4. Akseli 3 on laakeroitu kahdelle säteittäiselle magneettilaakerille 6 ja 8, joista magneettilaakeri 6 on höyryturbiinin 1 korkeapainepuolella 10 ja magneettilaakeri 8 poistohöyrypuolella 12. Kuvion 1
- 35 höyryturbiinissa 1 on akseli 3 viety pesän 4 läpi poistohöyrypuolelta 12. Akseli 3

voidaan yleensä viedä pesän 4 läpi myös korkeapainepuolelta 10.

Suoritus esimerkissä korkeapainepuolelle 10 sijoitettu magneettinen aksiaalilaakeri 14 kiinnittää akselin 3 kanssa turbiinin juoksupyörän 2 pituussuunnassa ja vastaanottaa höyryn tuottamat työntövoimat. Magneettinen aksiaalilaakeri 14 voidaan kuitenkin sijoittaa myös poistohöyrypuolelle 12.

Korkeapainepuolella 10 on lisäksi lukituslaakeri 16, joka suoritusmerkissä on magneettilaakerien 6 ja 14 välissä. Poistohöyrypuolella 12 on höyryn virtaussuunnassa säteittäisen magneettilaakerin 8 takana toinen lukituslaakeri 18. Magneettilaakerien 6 ja 8 rikkoutuessa akseli 3 voi kulkea näillä laakereilla 16 ja 18.

Nykyään käytettävissä oleva magneettilaakerien käämimateriaali kestää noin 400 °C:n lämpötiloja. Höyryturbiinin 1 höyrykammiossa voi kuitenkin esiintyä jopa 540 °C:n lämpötiloja. Sen vuoksi voi olla tarpeen jäähdyttää magneettilaakereita 6, 8 ja 14 sekä lukituslaakereita 16 ja 18. Höyryturbiinin 1 vesihöyry-kierrosta voidaan tätä varten ottaa vettä. Lisäkoneistoja, kuten pumppuja tai jäähdyttimiä ei tällöin tarvita. Jäähdytystä ei tarvita, jos käytetään tällaisia lämpötiloja kestävästä materiaalista. Lämpötilankestävyys voidaan saavuttaa esimerkiksi käämilankojen keraamisella eristyksellä.

Pesän 4 korkeapainepuoli 10 eli etummainen laakeripesä on suljettu höyrytiivisti kannella 23, niin että sieltä ei ole yhteyttä ulkoilmaan. Suoritus esimerkissä korkeapainepuolelle 10 sijoitettu, sokkelotiivisteiden 22 käsittävä tasausmäntä 20 tarvitaan ainoastaan ylipaineturbiinissa.

Poistohöyrypuolella 12 oleva kosketukseton akselitiiviste tai tiiviste 24, joka voi sijaita höyryn virtaussuunnassa laakerien 8 ja 18 edessä, takana tai välissä, tarvitaan kuitenkin joka tapauksessa, koska akseli 3 viedään sen kohdalla pesän 4 seinän läpi.

Pesä 4 ympäröi siis turbiinin juoksupyörän 2 kokonaan ja akselin 3 osaksi. Lisäksi se ympäröi magneettilaakereita 6, 8 ja 14, lukituslaakereita 16, 18 ja tiivisteitä 22, 24. Tuorehöyryn sisäänvirtauskotelo 26 on osa pesästä 4. Ainakin yksi säätöventtiilien 30, joista on esitetty vain yksi, sähkömagneettinen käyttölaite 28 on myös sijoitettu pesän 4 sisään.

Sähkömagneettinen käyttölaite 28 käsittää rautaieksen 32, käämin 34 sekä työntötankoon 36 liittyvän, liikkuvan ankkurin 38 ja kiinteän rautasydämen 40. Työntötanko 36 vaikuttaa liikkuvaan venttiilipalkkiin 42. Venttiilipalkin 42 avulla voidaan useita piirustustasoon nähden kohtisuorassa peräkkäin olevia säätöventtiilejä 30 ohjata samanaikaisesti. Kiinteän rautaieksen 32 alapuolella

oleva kierukkajousi 44 sulkee säätöventtiilit 30, jolloin höyryturbiinin 1 käytön aikana säätöventtiileihin 30 vaikuttava höyrynpaineekin vaikuttaa sulkusuuntaan. Sähkömagneettisen käyttölaitteen 28 tuottama säätöventtiilien 30 avaamisvoima vastaa sen vuoksi ainakin mekaanisen jousen 44 jousivoiman ja säätöventtiileihin 30 vaikuttavan höyrynpaineen summaa.

Säätöventtiilejä 30 voidaan ohjata yhteisellä sähkömagneettisella käyttölaitteella 28, joka vaikuttaa venttiilipalkkiin 42. Vaihtoehtoisesti niitä voidaan ohjata joukolla käyttölaitteita 28, jolloin kuhunkin säätöventtiiliin 30 liittyy sähkömagneettinen käyttölaite 28. Kuviot 2 ja 3 esittävät muita mahdollisia muotoja.

Kuvion 2 mukaan on käyttölaite 28 sijoitettu sisäänvirtauskotelon 26 viereen. Magneetin liikkuva ankkuri 38 ei liity säätöventtiiliin 30 kantavaan työntötankoon 36 suoraan, vaan vivulla 50. Vipu 50 on lisäksi kiinnitetty liikkuvasti kiinteään kannattimeen 52.

Säätöventtiilit 30 avataan kuvioiden 1 ja 2 esittämässä järjestelyssä käyttölaitteen 28 sähkömagneettisella voimalla. Käyttölaite 28 voidaan sijoittaa myös säätöventtiileihin 30 vastakkaiseen suuntaan vaikuttavasti, niin että käyttölaitteen 28 sähkömagneettinen voima sulkee säätöventtiilit 30. Tämä on tarkoituksen mukaista esimerkiksi pikasulkutapauksessa. Jousen 44 ei tarvitse tässä muodossa tuottaa niin suurta voimaa säätöventtiilien 30 sulkusuuntaan.

Magneetin ankkurin 38 liikkeen välitön siirto työntötankoon 36 säätöventtiilien 30 sulkemiseksi voi tapahtua järjestelyllä, jossa työntötanko 36 on viety rautasydämen 40 reikään ja ankkuri 38 työntää sitä säätöventtiilien 30 sulkusuuntaan. Tässä järjestelyssä magneetin ankkurin 38 ja reiitetyn rautasydämen 40 paikat ovat vaihtuneet.

Kuvion 3 esittämä käyttölaite 28, joka on myös sijoitettu sisäänvirtauskotelon 26 viereen, käsittää käämin 60, joka voi liikkua suoraviivaisesti ajallisesti pääosin vakiona pysyvässä magneettikentässä. Käämin 60 liike siirretään vivulla 50 säätöventtiilille 30. Magneettikenttä tuotetaan kestopagneetilla 62, käämin 68 käsittävällä sähkömagneetilla 64 tai niiden yhdistelmällä niiden tuottamat magneettikentät yhdistämällä. Rautasydämeen 66 liittyvä kestopagneetti 62, jonka navat on merkitty N:llä ja S:llä, on käämin 68 ympäröimänä rautaieksen 67 sisällä. Käämiin 60 vaikuttava sähkömagneettinen Lorentz-voima on pääosin verrannollinen käämin 60 läpi kulkevaan virtaan ja riippumaton sen sijainnista magneettikentässä.

Kestomagneetti 62 voidaan korvata magneettisella meltorautasydämällä. Kun käämit 60 ja 68 sitten kytketään sarjaan ja niihin kytketään sama vir-

ta, liikkuvaan käämiin 60 kohdistuva voima on verrannollinen tämän virran toiseen potenssiin.

Kuvion 1 höyryturbiinia 1 käytettäessä tuore höyry pääsee sisäänvirtauskotelon 26 ja säätöventtiilien 30 kautta pesän 4 ympäröimään höyrytilaan ja osuu suuttimista 69 juoksupyörään 70. Sieltä se virtaa vyöhykkeiden, jotka muodostuvat kiinteistä johtosiivistä 72 ja juoksupyörään 2 kiinnitetyistä ja sen kanssa pyörivistä siivistä 74, kautta. Siivet 72 ja 74 suurenevat ja pitenevät vyöhykkeeltä, koska työtä tekevän höyryn paine pienenee ja se laajenee. Pienempi-paineinen höyry virtaa poistohöyryliitännän 76 kautta ja käytetään joko aluksi hyväksi prosessihöyrynä tai johdetaan suoraan höyryturbiinin perään kytkettyyn (esittämättä jätettyyn) lauhduttimeen.

Säätöventtiilejä 30 käytetään pesään 4 tulevan tuorehöyryn virran voimakkuuden säätämiseen, jolloin venttiilin iskua ohjaa kuhunkin säätöventtiiliin 30 liittyvän käyttölaitteen 28 käämivirta. Virran muutos saadaan aikaan ensi sijassa elektronisen ohjauksen avulla. Tarvittavat johtimet on viety käyttölaitteelle 28 esittämättä jätetyllä tavalla pesän 4 läpi. Säätöventtiilien 30 käyttöä varten tarvitaan ensi sijassa PID-säätö, jolloin venttiilin isku ja sen muutosnopeus edustavat suureita, joihin säätö vaikuttaa.

Kun käytetään pikasulkuventtiiliä, jota yleensä käytetään nopeasti vaihtavana pääsulkuelimenä, sitä ohjataan pikasulkujousen esijännittävän öljyhydrauliikan sijasta sähkömagneetilla tai sähkömoottorilla. Laukaisu tapahtuu sähkömekaanisesti, jolloin jousi vaimentaa venttiiliä ennen istukkaa. Sähkömoottori hoitaa myös alussamainitun öljyhydraulisen pyörityslaitteen toiminnan.

Tällaista öljytöntä höyryturbiinia ja sen käyttämää, samoin magneettilaakerein varustettua kompressoria voidaan käyttää öljyttömästi kokonaisuutena tai koneyhdistelmänä. Tällaisen koneyhdistelmän hyötysuhde on magneettilaakereiden kitkahäviöiden pienuuden ja energian tarpeen vähäisyyden vuoksi erityisen hyvä. Magneettilaakereita 6, 8, 14 käyttämällä voidaan myös erityisen hyvin tasoittaa akselin 3 värähtelyjä. Nämä edut saavutetaan myös erityisesti, kun turbogeneraattorin generaattori varustetaan magneettilaakereilla ja sitä käytetään suoraan öljyttömällä höyryturbiinilla. Tulipalovaara on tällöin käytännöllisesti katsoen olematon.

Patenttivaatimukset

1. Höyryturbiini, jossa on ainakin osalta pituuttaan pesän (4) sisään sijoitettu akseli (3), joka pesän (12) korkeapainepuolelta (10) tai vastapäätä olevalta poistohöyrypuolelta (12) kulkee pesän läpi, ja ainakin yksi säätöventtiili (30) pesään (4) saapuvan höyryvirran säätämiseksi, t u n n e t t u akselin (3) öljyttömästä laakeroinnista pesän (4) sisään korkeapainepuolelle (10) ja poistohöyrypuolelle (12) sijoitettujen magneettilaakerien (6, 8, 14) avulla sekä säätöventtiiliin (30) öljyttömästä toiminnasta ainakin yhden sähkömagneettisen käyttölaitteen (28) avulla.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että korkeapainepuolelle (10) sijoitettu magneettilaakeri käsittää säteislaakerin (6) ja aksiaalilaakerin (14).
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että korkeapainepuolella (10) on säteislaakerin (6) ja aksiaalilaakerin (14) lisäksi lukituslaakeri (16), joka on sijoitettu edullisesti säteis- ja aksiaalilaakerien (6, 14) väliin.
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että korkeapainepuoli (10) tai poistohöyrypuoli (12) on suljettu höyrytiivisti kannella (23).
5. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että pesän (4) korkeapainepuolella (10) on tiiviste (22), jolloin säteittäinen tai aksiaalinen magneettilaakeri (6, 14) on sijoitettu poistohöyrypuolelta (12) katsottuna tiivisteen (22) eteen.
6. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 5 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että pesän (4) poistohöyrypuolella (12) on toinen lukituslaakeri (18), jolloin poistohöyrypuolelle (12) on sijoitettu höyryn virtaussuunnassa magneettilaakerin (8) ja lukituslaakerin (18) eteen, väliin tai ensi sijassa taakse toinen tiiviste (24).
7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että sähkömagneettinen käyttölaitekin (28) on sijoitettu pesän (4) sisään.
8. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 7 mukainen höyryturbiini, t u n n e t t u siitä, että sähkömagneettinen käyttölaite (28) käsittää rautaieksen (32), käämin (34) sekä työntötankoon (36) liittyvän ankkurin (38).

Patentkrav

1. Ångturbin med en åtminstone över en del av sin längd i ett hus (4) placerad axel (3), som på husets (4) högtryckssida (10) eller den mittemot belägna avloppsångsidan (12) löper genom huset, och med åtminstone en reglerventil (30) för reglering av en ångström som kommer in i huset (4),
5 k ä n n e t e c k n a d av oljefri lagring av axeln (3) med hjälp av inne i huset (4) på högtryckssidan (10) och avloppsångsidan (12) anordnade magnetlager (6, 8, 14) samt reglerventilens (30) oljefria funktion med hjälp av åtminstone en elektromagnetisk drivanordning (28).

10 2. Ångturbin enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d av att det på högtryckssidan (10) anordnade magnetlagret omfattar ett radiallager (6) och ett axiallager (14).

3. Ångturbin enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a d av att utöver radiallagret (6) och axiallagret (14) är ytterligare ett låslager (16) anordnat på
15 högtryckssidan (10), vilket låslager företrädesvis är anordnat mellan radial- och axiallagren (6, 14).

4. Ångturbin enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a d av att högtryckssidan (10) eller avloppsångsidan (12) har slutits ångtätt med ett lock (23).

20 5. Ångturbin enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a d av att en tätning (22) är anordnad på husets (4) högtryckssida (10), varvid det radially eller axially magnetlagret (6, 14) har anordnats framför tätningen (22) från avloppsångsidan sett.

6. Ångturbin enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a d
25 av att ett andra reservlager (18) är anordnat på husets (4) avloppsångsida (12), varvid en andra tätning (24) har anordnats på avloppsångsidan i ångans strömningsriktning framför, mellan eller företrädesvis bakom magnetlagret (8) och reservlagret (18).

7. Ångturbin enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a d
30 av att även den elektromagnetiska drivanordningen (28) är anordnad i huset (4).

8. Ångturbin enligt något av patentkraven 1-7, k ä n n e t e c k n a d av att den elektromagnetiska drivanordningen (28) omfattar ett järnok (32), en spole (34) samt ett med en skjutstång (36) förbundet ankare (38).

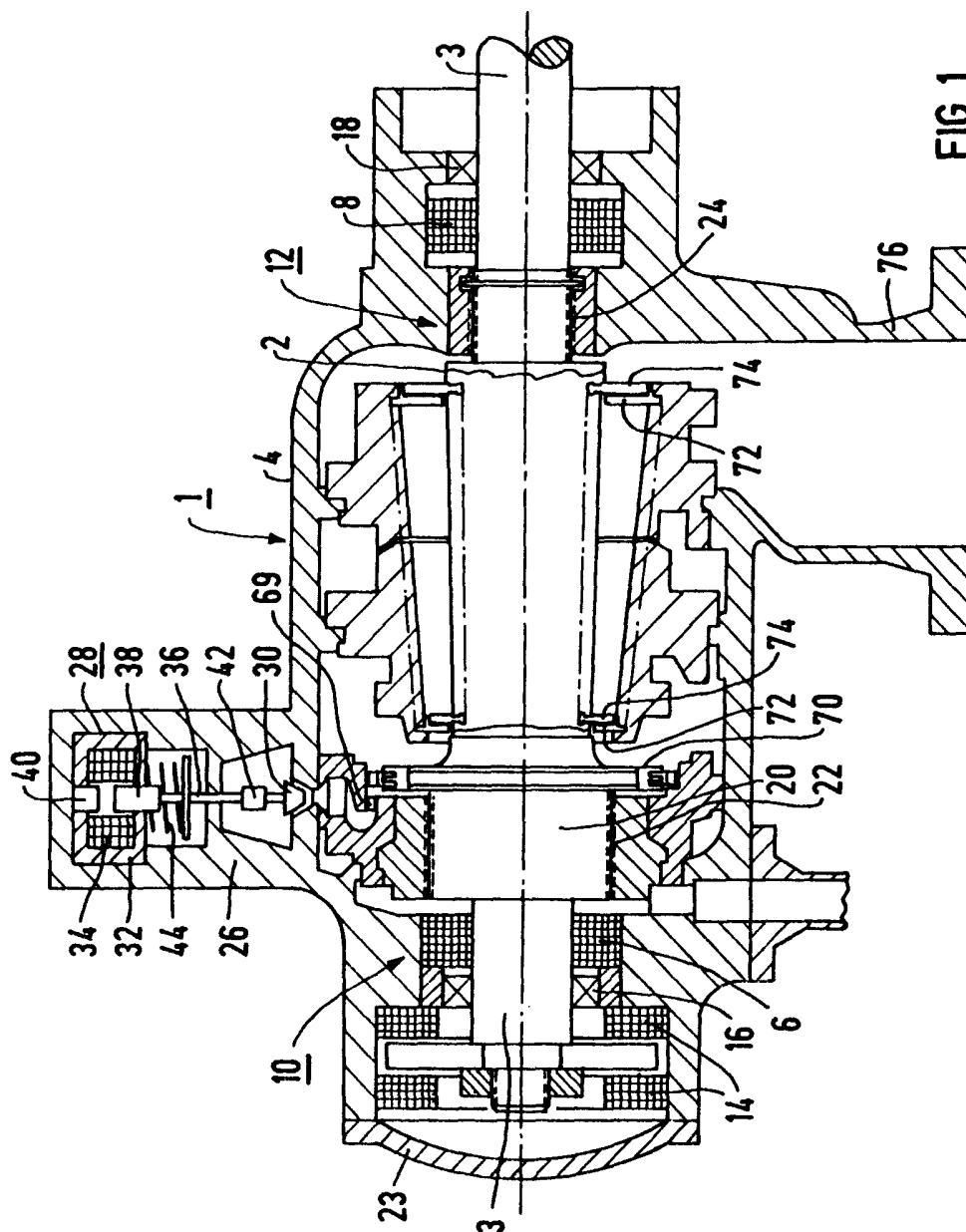


FIG 1

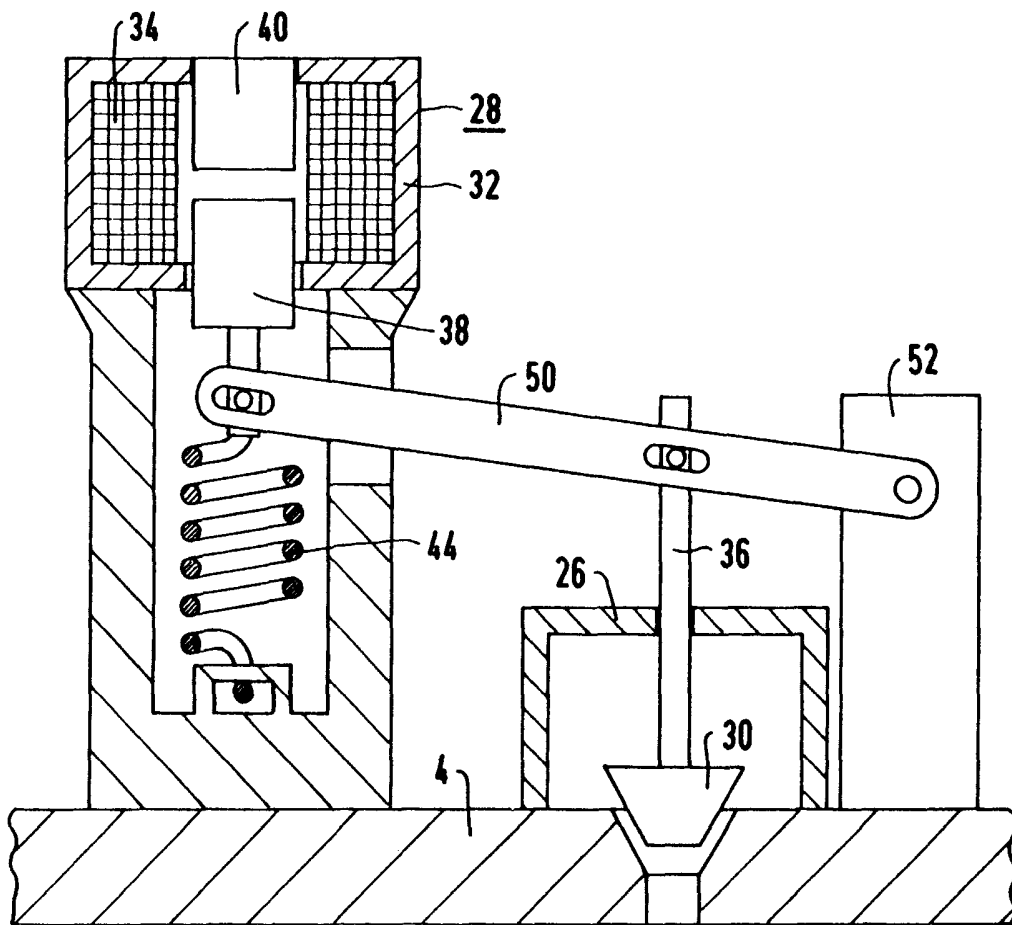


FIG 2

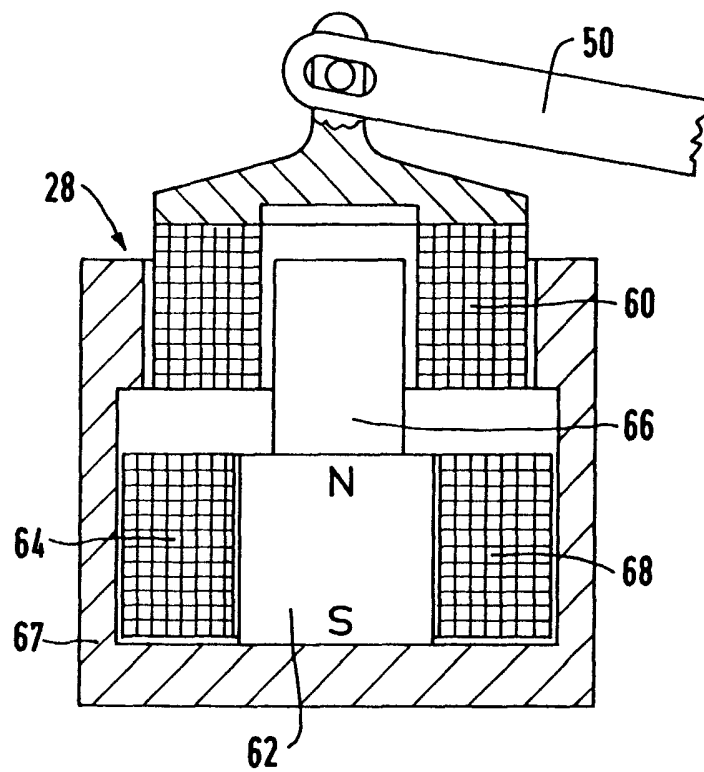


FIG 3