



SUOMI – FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT



(10) FI 119035 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.06.2008

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

G01M 19/00 (2006.01)

G01B 5/24 (2006.01)

G01N 1/28 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20022035

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

15.11.2002

(24) Alkupäivä - Löpdag

15.11.2002

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

23.09.2003

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

22.03.2002 FI 20020560 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •Paakkinen,Antti, Aurakatu 6 as. 9, 50190 Mikkeli, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Paakkinen,Antti, Aurakatu 6 as. 9, 50190 Mikkeli, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Patenttitoimisto Pitkänen Oy
PL 1188, 70211 Kuopio

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä ja laitteisto kiertotiivistimen joustojen määrittämiseksi
Förfarande och anordning för bestämning av en roterande komprimerares fjädringar**

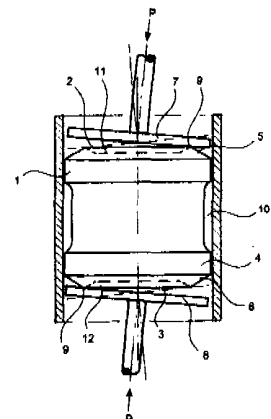
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 2001/0049969 A, US 6526836 A, US 2003/0075820 A, US 6477783 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä kiertotiivistimen tärkeimpien osien joustojen määrittämiseksi, jossa menetelmässä mitataan kiertotiivistimen liikekulmaa kiertotiivistimen käytön aikana. Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän mukainen laitteisto, johon laitteistoon kuuluu mittausellimet (13, 20) kiertotiivistimen liikekulman mittaamiseksi. Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että näytemassan tilalle asennetaan kuormitusapuväline (1), jonka aiheuttama kuormitus kiertotiivistimeen tunnetaan ennalta, ja että kiertotiivistintä käytetään kuormitusapuvälineen (1) ollessa näytemassan paikalla. Keksinnön mukaiselle laitteistolle on tunnusomaista se, että laitteistoon kuuluu ainakin yksi kiertotiivistimen näytesylinlerin sisälle asennettava kuormitusapuväline (1).

Föremål för uppfinningen är en metod för bestämning av fjädringarna på de viktigaste delarna i en gyratorisk packningsapparat, i vilken metod mäts den gyratoriska packningsapparaten rörelsevinkel under användningen av den gyratoriska packningsapparaten. Föremål för uppfinningen är också ett anordningssystem i enlighet med metoden enligt patentkrav 1, till vilket anordningssystem hör mätningssystem (13, 20) för mätning av den gyratoriska packningsapparaten rörelsevinkel. För en metod enligt uppfinningen är kännetecknande det, att i stället för provmassan inmonteras ett belastningshjälpmedel (1), av vilken på den gyratoriska packningsapparaten förorsakade belastningen är känd på förhand, och att den gyratoriska packningsapparaten drivs då belastningshjälpmedlet (1) befinner sig i stället för provmassan. För ett anordningssystem enligt uppfinningen är kännetecknande det, att till anordningssystemet hör åtminstone ett belastningshjälpmedel (1) att inmonteras in i provcyklern av den gyratoriska packningsapparaten.



MENETELMÄ JA LAITTEISTO KIERTOTIIVISTIMEN JOUSTOJEN MÄÄRITTÄMISEKSI

Keksinnön kohteena on menetelmä kiertotiivistimen joustojen määrittämiseksi, jossa menetelmässä mitataan kiertotiivistimen liikekulmaa kiertotiivistimen käytön aikana. Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän mukainen laitteisto, johon laitteistoon kuuluu mittausselimet kiertotiivistimen liikekulman mittaamiseksi.

Kiertotiivistintä (gyratory compactor) käytetään erilaisten maamassojen ja niiden kaltaisten aineiden, kuten bitumiasfaltin, tiivistysominaisuuksien määrittämiseen. Mittausta tehtäessä kiertotiivistimeen kuuluva näytesylinteri on täytettynä tutkittavalla näytemassalla ja näytesylinterissä olevaan näytemassaan aikaansaadaan puristuksen ja nk. gyratory-liikkeen avulla näytemassaa tiivistävä leikkausmuodonmuutos. Nämä aikaansaavat näytteen rakeiden liikkumisen toisiinsa nähden ja haakeutumisen tiiviimmin toistensa läheisyyteen, jolloin näytemassa tiivistyy ja sen tiheys kasvaa. Samalla kiertotiivistimeen kohdistuu näytemassan muodonmuutosvastuksista aiheutuvia voimia. Nämä voimat ovat suurimpia siellä, missä näytemassaan kohdistuva puristus ja siitä aiheutuva leikkausmuodonmuutos ovat suurimmillaan. Kiertotiivistimessä tämä kohta on sillä suunnalla, mihin gyratory-liikkeen liikekulma on kääntymässä. Tästä johtuen kiertotiivistin joustaa yleensä niin, että liikekulma (K-kulma) pyrkii pienenemään. Kiertotiivistimellä tehtävän tiivistyskokeen edetessä näytteen tiheys ja leikkausvastus kasvavat näytemassan tiivistymisen takia. Tästä johtuen laitteen rakenteisiin aiheutuvat joustot ja niistä aiheutuva liikekulman muutos ovat pienimmillään kokeen alussa ja suurimmillaan kokeen lopussa.

Liikekulman vaihtelu on yleensä pahin kiertotiivistimellä tehtävässä tiivistysominaisuuksien mittauksessa tuloksiin vaikuttava virhetekijä. Joissakin nykyisin tunnetuissa kiertotiivistimissä liikekulma on kokeen lopussa jopa yli 10 % pienempi kuin kokeen alussa. Tällaisilla laitteilla tehtyjen kokeiden tuloksia tarkastellaan kuitenkin olettaen, että liikekulma on koko kokeen ajan ollut sama kuin kokeen alussa ennen laitteen kuormittamista. Näin ollen monilla nykyisin käytössä olevilla kiertotiivistimillä saadaan epätarkkoja ja epäluotettavia tiivistysominaisuuksien mittaustuloksia. Tilanne on erityisen paha silloin, kun tutkittava näytemassa on valmiiksi tiivistä ja/tai jäykkää tai muusta syystä kiertotiivistimeen voimakkaita kuormituksia aiheuttavaa materiaalia.

Nykyisten standardien mukaan kiertotiivistimen liikekulman riippuvuus näytemassan aiheuttamista kuormituksista määritetään mittaamalla samoja näytemassoja sa-

manaikaisesti useilla eri laitteilla. Tällä tavoin pyritään saamaan selville laitteiden väliset erot, joista päätellään eri laitteiden jousto-ominaisuudet ja niihin liittyvät laatekijät vertailemalla eri laitteilla saatuja koetuloksia. Tällainen eri laitteilla tehtyjen kokeiden ja niistä saatujen mittaustulosten tutkiminen on hyvin työlästä ja hidasta. Lisäksi tällaisella menetelmällä saatavat mittaustulokset ovat epätarkkoja mm.,

- 5 koska näytemassan ominaisuudet ja tiiveys vaihtelevat eri laitteilla saatavien mittaustulosten eroihin nähden suhteellisen paljon, vaikka kokeisiin käytetty näytemassa on samasta näytemassaerästä otettua.
- 10 Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada menetelmä ja laitteisto, jolla poistetaan edellä mainittuja nykyisiin kiertotiivistimen joustojen määritysmenetelmiin liittyviä ongelmia. Erityisesti keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin menetelmä ja laitteisto, joilla kiertotiivistimen jousto-ominaisuudet voidaan määrittää tarkasti, ja joilla jousto-ominaisuuksista riippuvat tärkeät kiertotiivistimen laatua ilmaisevat tekijät saada-
- 15 menetelmä, joka on nopea ja helppokäyttöinen sekä laitteisto, joka on tarkka ja luotettava, mutta rakenteeltaan yksinkertainen ja edullinen.

Keksinnön tarkoitus saavutetaan menetelmällä ja laitteistolla, jolle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksissa.

- 20 Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että näytemassan tilalle asennetaan kuormitusapuväline, jonka aiheuttama kuormitus kiertotiivistimeen tunnetaan ennalta, ja että kiertotiivistintä käytetään kuormitusapuvälineen ollessa kiertotiivistimen sisällä. Kun jousto-ominaisuuksia määritettäessä näytemassan tilalla on kuormitusapuväline, jonka aiheuttama kuormitus kiertotiivistimeen tunnetaan ennalta, vältetään näytemassan jäykkyyden ja tiiveyden vaihteluista aiheutuvilta virheil-
25 tä. Lisäksi näytekappaleen aiheuttamaa ennalta tunnettua kuormitusta voidaan helposti muuttaa toiseen tunnettuun arvoon, jolloin saadaan selville luotettavasti ja tarkasti kiertotiivistimen joustojen riippuvuus kuormituksen suuruudesta.

- 30 Keksinnön mukaisen menetelmän edullisessa sovelluksessa kiertotiivistimen liikekulman mittauksia tehdään ainakin kaksi ja näissä mittauksissa käytetään erilaisen kuormituksen aiheuttavia kuormitusapuvälineitä. Tällä tavoin saadaan selville kuormituksen muuttumisen vaikutus kiertotiivistimen joustoihin ja näin voidaan määrittää joustojen suuruus kuormituksen funktiona. Näin saatavan kuormituksen ja joustojen välisen yhteyden avulla voidaan muodostaa kokonaiskäsitys erilaisten massojen aiheuttamista joustoista ja niiden vaikutuksista määritettäviin tiivistysominaisuuksiin.
- 35

Keksinnön mukaisen menetelmän toisessa edullisessa sovelluksessa erilaisilla kuormituksilla tehtyjen liikekulman mittausten jälkeen määritetään liikekulman riippuvuus kiertotiivistimeen aiheutetusta kuormituksesta. Liikekulman ja kuormitusten välinen riippuvuus voidaan huomioda mittaustapahtuman jälkeen tehtävissä

5 tiivistysominaisuuksien laskelmissa siten, että laskelmissa käytetään joustojen perusteella määritettyä todellista liikekulmaa. Tämä parantaa kiertotiivistyskokeen tulosten luotettavuutta ja tarkkuutta olennaisesti.

Keksinnön mukaisen menetelmän kolmannessa edullisessa sovelluksessa kuormitusapuvälineen aiheuttamaa kuormitusta muutetaan muuttamalla ainakin yhtä kuormitusapuvälineen ja kiertotiivistimen välistä kosketuskohtaa. Kosketuskohdan muuttaminen on toteutettavissa kahden joustojenmääritysmittauksen välillä yksinkertaisesti, helposti ja nopeasti. Lisäksi kosketuskohtaa muuttamalla aikaansaatu

10 jenen erilaisten kuormitusten suuruus voidaan määrittää yksinkertaisilla laskutoimituksilla erittäin tarkasti, kun tunnetaan näytesylinterin kanteen ja pohjaan aiheutettu puristusvoima.

15

Keksinnön mukaisen menetelmän neljännessä edullisessa sovelluksessa kuormitusapuvälineen ja kiertotiivistimen välisiä kosketuskohtia muutetaan asentamalla kuormitusapuvälineeseen ainakin yksi kosketuskohtia muuttava lisäosa. Tällä tavoin kosketuskohtien muuttaminen onnistuu helposti, nopeasti ja tarkasti toistettavasti.

20 Keksinnön mukaisen menetelmän viidennessä edullisessa sovelluksessa kiertotiivistimen liikekulmaa mitataan näytesylinterin sisälle asennetulla mittakellolla. Mittakello on sovitettavissa standardikokoisen näytesylinterin sisään helposti ja kiinnitettävissä sopivalle kohdalle suhteellisen yksinkertaisella kiinnitysrakenteella niin, että mittakellon kärki mittaa näytesylinterin kannen ja/tai pohjan sekä näytesylinterin välistä kulmaa, josta liikekulma voidaan määrittää yksinkertaisilla laskutoimituksilla. Lisäksi mittakellolla saadut tulokset voidaan suhteellisen helposti joko kerätä mittakellossa olevaan muistiin tai siirtää suoraan reaaliaikaisesti kiertotiivistimen ulkopuolelle sijoitettuun mittaustulosten käsittely-yksikköön.

25

30 Keksinnön mukaisen menetelmän kuudennessa edullisessa sovelluksessa kiertotiivistimen liikekulmaa mitataan näytesylinteriin asennettujen optisten mittauselinten avulla. Tällä tavoin liikekulman mittaus voidaan toteuttaa erittäin tarkasti, koska näin tapahtuvissa mittauksissa joustoista aiheutuvia muutoksia voidaan tarkastella optisesti suurennettuna. Lisäksi optisten mittauselinten avulla tapahtuvassa mittauksessa mittaustiedon siirtäminen näytesylinterin ulkopuolelle voidaan toteuttaa yk-

sinkertaisesti ja edullisesti heijastamalla joustoista aiheutuvia muutoksia kuvaava valonsäde näytesylinteriin tehdyn reiän kautta kiertotiivistimen ulkopuolelle.

Keksinnön mukaiselle laitteistolle on tunnusomaista se, että laitteistoon kuuluu ainakin yksi kiertotiivistimen näytesylinterin sisälle asennettava kuormitusapuväline.

- 5 Keksinnön mukaista menetelmää käytettäessä saadaan kuormitusapuvälineen avulla kohdistettua kiertotiivistimeen näytemassan aiheuttamaa kuormitusta vastaava kuormitus erittäin yksinkertaisesti ja helposti, jolloin kiertotiivistimen joustojen määrittäminen liikekulman suuruutta mittaamalla onnistuu luotettavasti ja tarkasti ilman nykyisissä menetelmissä tehtäviä työläitä ja hitaita vertailumittauksia.

- 10 Keksinnön mukaisen laitteiston edullisessa sovelluksessa kuormitusapuväline on näytesylinterin sisälle välyksettömästi, mutta helposti liikkuvaksi sovitettava sylinterimäinen kappale. Tällainen kappale on useimpien nykyisin tunnettujen kiertotiivistimien näytesylinterin sisälle sopiva ja sinne helposti asennettava sekä tällainen kappale saadaan aiheuttamaan näytesylinterin kannen ja pohjan väliin puristettuna
- 15 kiertotiivistimeen näytemassaa läheisesti muistuttavia kuormituksia. Lisäksi tällaisen kappaleen yhteyteen voidaan asentaa helposti kiertotiivistimen liikekulman mitauslaite/-laitteet, joilla voidaan mitata kiertotiivistimen liikekulman muutos kiertotiivistimen käytön aikana. Edelleen tällaisesta kuormitusapuvälineestä näytesylinteriin, pohjaan ja kanteen kohdistuvien kuormitusten luonnetta ja suuruutta saadaan
- 20 helposti muutettua massanäytteen tiiveydestä ja massan jäykkyydestä aiheutuvia vaihteluita muistuttavalla tavalla muuttamalla kannen ja pohjan sekä kuormitusapuvälineen välisiä kosketuskohtia.

- Keksinnön mukaisen laitteiston toisessa edullisessa sovelluksessa kuormitusapuvälineeseen kuuluu ainakin yksi kuormitusapuvälineeseen asennettava lisäosa kuormitusapuvälineestä kiertotiivistimeen aiheutuvien kuormitusten muuttamiseksi. Täl-
- 25 laisilla lisäosilla voidaan muuttaa kuormitusapuvälineen sekä pohjan ja kannen välisiä kosketuskohtia ja siten kuormitusapuvälineestä näytesylinteriin, kanteen ja pohjaan aiheutuvia kuormituksia näytemassan ominaisuuksien vaihteluista aiheutuvia vaihteluita muistuttavalla tavalla sekä niin, että kuormituksen suuruus on helposti
- 30 määritettävissä laskennallisesti pohjaan ja kanteen kohdistetuista puristusvoimista. Tämän ansiosta tällaisella laitteistolla voidaan määrittää kiertotiivistimen joustojen ja näytemassan aiheuttaman kuormituksen suuruuden välinen yhteys luotettavasti ja tarkasti.

Seuraavassa keksintöä selostetaan tarkemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

- kuvassa 1 on esitetty pystysuora poikkileikkaus näytesylinteristä, johon on asennettu eräs keksinnön mukaiseen menetelmään kuuluva kuormitusapuväline,
- 5 kuvassa 2 on esitetty sivultapäin näytesylinterin kannen ja pohjan välissä oleva kuvan 1 mukainen kuormitusapuväline, johon on asennettu kuormituksen suuruutta muuttavat lisäosat,
- kuvassa 3 on esitetty pystysuora poikkileikkaus näytesylinteristä, johon on asennettu sellainen kuvan 1 mukainen kuormitusapuväline, johon kuuluu kuormitusapuvälineen sisään rakennetut mekaaniset liikekulman mittauselimet, ja
- 10 kuvassa 4 on esitetty pystysuora poikkileikkaus näytesylinteristä, johon on asennettu sellainen kuvan 1 mukainen kuormitusapuväline, johon kuuluu optiset liikekulman mittauselimet.

- Eräaseen keksinnön mukaisen menetelmän mukaiseen laitteistoon kuuluu kiertotiivistimen näytesylinteriin sopiva kuormitusapuväline ja mittauselimet liikekulman mittaamiseksi sekä mittauselimiin kytketty mittaustulosten käsittely-yksikkö liikekulman mittaustulosten käsittelemiseksi ja muuntamiseksi kiertotiivistimen jous-
- 15 toiksi.

- Kuvassa 1 on esitetty kuormitusapuväline 1 kiertotiivistimen näytesylinteriin asennettuna. Kuvan 1 mukainen kuormitusapuväline on sopivasta kiinteästä aineesta, kuten teräksestä, alumiinista tai muovista valmistettu, muodoltaan sylinterimäinen kappale, johon kuuluu päätypinnat 2 ja 3 sekä vaippapinta 4. Kuormitusapuväline on ulkohalkaisijaltaan sellainen, että se on sovitettavissa kiertotiivistimen standardi-
- 20 kokoisen näytesylinterin sisään välyksettömästi, mutta herkästi näytesylinterin sisällä liikkuvaksi. Kuormitusapuvälineen päätypintojen reunaan kuuluu viisteet 5 ja 6, jotta näytesylinterin kansi 7 ja pohja 8 koskettaisivat kuormitusapuvälineeseen hallitusti tietyltä kosketuskohdalta 9, joka säilyy kiertotiivistimen käytön aikana koko ajan vakioetäisyydellä kuormitusapuvälineen keskipisteestä. Tämän ansiosta voidaan kiertotiivistimeen aiheutuvat kuormitukset määrittää laskennallisesti, kun tun-
- 30 netaan kanteen ja pohjaan vaikuttava puristusvoima P. Kuormitusapuvälineeseen kuuluu myös vaippapinnan keskikohdalle muodostettu ura 10. Sen tarkoituksena on estää vaippapinnan kosketus näytesylinteriin kuormitusapuvälineen keskikohdilta, jotta kuormitusapuvälineen ja näytesylinterin välisten kuormitusten määrittäminen olisi mahdollisimman tarkkaa ja helppoa. Kuormitusapuvälineen päätypintoihin 2 ja
- 35 3 kuuluu lisäksi syvennykset 11 ja 12. Ne ovat muodoltaan ja syvyydeltään sellaiset, että niihin voidaan asentaa laitteistoon kuuluvat rengasmaiset lisäosat (ei esi-

tetty kuvassa 1), joilla muutetaan kuormitusapuvälineestä kiertotiivistimeen aiheutuvia kuormituksia (kuvan 1 tapauksessa pohjaan ja kanteen muodostuvia taivutusmomentteja)

Kuvan 1 mukaisessa kuormitusapuvälineessä käytettävät lisäosat ovat rengasmaisia kappaleita, jotka ovat paksuudeltaan niin suuria, että ne ulottuvat pystysuunnassa syvennysten 11 ja 12 pohjalta päätypintojen 2 ja 3 ulkopuolelle. Kuvassa 2 on esitetty tällaisista lisäosista esimerkkinä kuvan 1 mukaiseen kuormitusapuvälineeseen 1 asennetut lisäosat 17 ja 18. Kuormitusapuvälineen ollessa näytesylinterin sisällä ja lisäosien 17 ja 18 ollessa kuormitusapuvälineeseen asennettuna koskettavat näytesylinterin pohja 7 ja kansi 8 vain lisäosiin 17 ja 18 kosketuskohdissa 9'. Kuvia 1 ja 2 vertailemalla voidaan havaita, että lisäosien 17 ja 18 ollessa kuormitusapuvälineeseen asennettua kannen 7 ja pohjan 8 sekä kuormitusapuvälineen 1 välinen kosketuskohta muuttuu kuormitusapuvälineen säteen suunnassa siihen nähden, missä tämä kosketuskohta oli ilman lisäosia. Lisäosat 17 ja 18 ovat syvennysten 11 ja 12 sisälle välyksettömästi sopivat, joten ne ovat aina päätypintojen 2 ja 3 keskipisteiden suhteen keskellä, kun ne ovat kuormitusapuvälineeseen paikalleen asennettuina. Tämän ansiosta näytesylinterin kannen 7 ja pohjan 8 sekä lisäosien välinen kosketuskohta säilyy aina vakioetäisyydellä kuormitusapuvälineen keskipisteestä, mistä johtuen myös kuormitusapuvälineen aiheuttamat taivutusmomentit pysyvät aina vakioina, jos kanteen ja pohjaan kohdistettavaa voimaa P ei muuteta. Tämän ansiosta kuormitusapuvälineen aiheuttamat taivutusmomentit voidaan määrittää tarkasti ja luotettavasti ennalta myös silloin, kun kuormitusapuvälineessä käytetään lisäosia.

Kuten edellä mainittiin kannen ja pohjan kosketuskohdat kuormitusapuvälineeseen muuttuvat, kun lisäosat 17 ja 18 asennetaan kannen 7 ja pohjan 8 sekä kuormitusapuvälineen 1 väliin. Kun kosketuskohdat muuttuvat, muuttuu myös kuormitusapuvälineestä kanteen ja pohjaan aiheutuvat taivutusmomentit. Näin ollen lisäosien halkaisijaa tai muotoa muuttamalla voidaan muuttaa pohjaan ja kanteen aiheutuvien taivutusmomenttien suuruutta hallitusti ja tarkasti toistettavasti. Tästä johtuen erilaisen kosketuskohdan aiheuttavien lisäosien avulla on mahdollista simuloida erilaisia näytemassoja sekä näytemassan tiivistymisen vaikutuksia kiertotiivistimen kuormituksiin tiivistyskokeen edetessä. Jos kannen ja pohjan sekä kuormitusapuvälineen välinen kosketuskohta on sellaisen välimatkan päässä kuormitusapuvälineen keskipisteestä, joka on 20 % kuormitusapuvälineen säteestä, on taivutusmomentti yhtä suuri kuin tietyllä näytemassalla kokeen alkuvaiheessa. Vastavasti esim. edellä mainitun näytemassan tiivistyskokeen loppuvaiheessa massan aikaansaama taivutusmomentti kasvaa tavallisesti siten, että sitä vastaavan kosketus-

kohdan on oltava sellaisella etäisyydellä kuormitusapuvälineen keskipisteestä, joka on yli 50 % kuormitusapuvälineen säteestä.

Jotta kiertotiivistimen liikekulma saadaan mitattua, kuuluu keksinnön mukaiseen laitteistoon aina jonkinlaiset mittauselimet liikekulman mittaamiseksi kuormitusapuvälineellä tehtävän tiivistyskokeen aikana. Kuvassa 3 on esitetty sellainen erääseen keksinnön mukaiseen laitteistoon kuuluva mekaanisesti toimiva liikekulman mittauselin 13, joka on sijoitettu kuvassa 1 esitetyn kuormitusapuvälineen 1 sisälle (kuvassa 3 on jätetty kuormitusapuväline selvyiden vuoksi osittain piirtämättä). Mittauselimeen 13 kuuluu kuormitusapuvälineen sisälle omaan runko-osaan 10 19 kiinnitetty mittakello 14. Mittakello 14 on asennettu runko-osan 19 avulla kuormitusapuvälineen sisälle siten, että siihen kuuluva mittapää 15 tulee läpi kuormitusapuvälineen alempaan päätypintaan tehdystä reiästä ja koskettaa näytesylinterin pohjaan 8 tietyllä kohdalla. Tämä kohta on aina samalla etäisyydellä kuormitusapuvälineen 1 ja näytesylinterin keskipisteestä, kun kuormitusapuväline on näytesylinteriin asennettuna. Runko-osassa 19 on vaakajousi 25, joka painaa runko-osaa poikittaissuunnassa kuormitusapuvälineessä runko-osan kohdalla olevien hahlojen (ei esitetty kuvassa) kautta näytesylinterin seinämää vasten, ja pystyjousi 26, joka painaa runko-osaa 19 edellä mainittujen hahlojen kautta näytesylinterin pohjaa 8 vasten. Kun kiertotiivistimen liikekulma muuttuu (pohjan asento kuormitusapuvälineeseen nähden muuttuu), mittapää 15 liikkuu, jolloin mittakellon 14 lukemat muuttuvat. Runko-osa 19 pysyy kuitenkin vaakajousen 25 ja pystyjousen 26 painamana koko ajan näytesylinterin seinämää ja pohjaa vasten kuvan 3 mukaisesti, vaikka kuormitusapuväline hieman liikkuisikin kiertotiivistintä käytettäessä. Näin ollen runko-osaan 19 kiinnitetty mittakello 14 mittaa kiertotiivistimen liikekulmaa tarkasti kiertotiivistimen käytön aikana mahdollisista kuormitusapuvälineen ja näytesylinterin välisistä pienistä välyksistä huolimatta.

Kuvan 3 mukaisessa sovelluksessa mittakelloon 14 kuuluu lähetin 16 mittakellon mittaamien tulosten siirtämiseksi kuormitusapuvälineen ja kiertotiivistimen ulkopuolelle. Lähetin on langattomasti yhteydessä kiertotiivistimen läheisyyteen sijoitettuun mittaustulosten käsittely-yksikköön (ei esitetty kuvassa 3), jolloin mittaustuloksia voidaan siirtää reaaliaikaisesti mittakellosta mittaustulosten käsittely-yksikköön. Vaihtoehtoisesti mittakelloon voi kuulua sähköinen muistiyksikkö, johon mittaustulokset tallennetaan, ja josta mittaustulokset puretaan mittaustulosten käsittely-yksikköön mittausten tekemisen jälkeen tulosten myöhempää käsittelyä varten. Mittaustulosten käsittely-yksikkö on tässä tapauksessa tietokone. Mikäli tulosten siirto tapahtuu lähettimellä reaaliaikaisesti, kuuluu tietokoneeseen vastaanotin-

laite mittakelloon sijoitetun lähettimen lähettämien mittaustulosten vastaanottamiseksi. Jos taas tulosten siirtäminen tapahtuu mittauksen jälkeen lukemalla tulokset mittakelloon kuuluvasta muistista, riittää tulosten siirtämiseen esim. sopiva tietokoneen vapaaseen korttipaikkaan asennettu tiedonkeruukortti tai vastaava. Lisäksi mittaustulosten käsittely-yksikkönä toimivaan tietokoneeseen kuuluu tietokoneohjelma, joka tallentaa mittaustulokset ja määrittää niistä liikekulman sekä kuormitusapuvälineestä kiertotiivistimeen aiheutuvista kuormituksista aiheutuvat joustot ja joustojen riippuvuuden kuormituksen suuruudesta.

Kuvien 1-3 mukaista kuormitusapuvälinettä käytettäessä kiertotiivistimen joustojen määrittäminen tapahtuu esim. seuraavalla tavalla:

1. Kiertotiivistimen näytesylinteriin asennetaan näytemassan paikalle kuvassa 1 esitetty kuormitusapuväline, josta aiheutuva kuormitus kiertotiivistintä käytettäessä tunnetaan ennalta.
2. Kiertotiivistimeen asennetaan jokin liikekulmaa käytön aikana mittaava mittauselin/mittauselimet (esim. kuvan 3 mukainen laite).
3. Laite käynnistetään, jolloin laite alkaa tehdä gyratory-liikettä ja tiivistyksestä aiheutuva kuormituksen suunta kiertää samoin kuin normaalissa näytemassan tiivistysominaisuuksien mittauksessa.
4. Tallennetaan/kerätään mittauselinten mittaamia liikekulman arvoja mittauselimiin kytketyn mittaustulosten käsittely-yksikön muistiin sopivin välein niin kauan, että gyratory-liikkeen eri vaiheita vastaavat liikekulmat saadaan selville tarkoituksenmukaisella tavalla.
5. Laite pysäytetään ja kuormitusapuväline poistetaan näytesylinteristä.
6. Kuormitusapuvälineeseen asennetaan siitä kiertotiivistimeen aiheutuvia kuormituksia muuttava lisäosa/muuttavat lisäosat (esim. kuvan 2 mukaiset lisäosat 17 ja 18).
7. Kuormitusapuväline asennetaan uudelleen näytesylinteriin ja käynnistetään laite uudelleen.
8. Tallennetaan/kerätään mittauselimeltä saatavia mittaustuloksia mittaustulosten käsittely-yksikön muistiin kohdan 4 mukaisella tavalla.
9. Tulokset kootaan ja niistä lasketaan liikekulman riippuvuus kuormituksesta sekä kyseiseen laitteeseen liittyvät laitteen joustoista aiheutuvat muut halutut laatutekijät.

On huomattava, että kiertotiivistimen rungon ja muiden osien jäykkyys voi syvyys-suunnassa olla erilainen kuin leveyssuunnassa. Samoin näytesylinterin kannen ja pohjan jäykkyydet ovat erilaisia. Nämä saadaan selville vaihtelemalla liikekulman mittauksen suuntaa.

Mittaukset voidaan tehdä myös kiertotiivistimen ulkopuolella, jos kiertotiivistimen tärkeimpiin osiin kiinnitetään suunnattua valonsädettä lähettäviä ja/tai heijastavia laitteita. Tällaisesta sovelluksesta on esimerkkinä kuvassa 4 esitetty mittausjärjestely, jossa kiertotiivistimen näytesylinteriin, kanteen ja pohjaan on kiinnitetty peilejä 20, joiden avulla joustot määritetään optisesti. Kuvan 4 mukaisella mittausjärjestelyllä kuormitusapuvälineen aiheuttamia rakenteiden joustoja voidaan seurata näytesylinterin ulkopuolelta, kun sylinterin seinämään ja/tai muuhun sopivaan kohtaan tehdään reikiä 21, joista kiertotiivistimen ulkopuolelle sijoitetuilla valolähteillä 24 lähetettävät valonsäteet 22 voidaan ohjata peilien 20 kautta kiertotiivistimestä suurehkon välimatkan päähän sijoitetulle tarkastelupinnalle 23. Tällainen mittausjärjestely helpottaa tulosten käsittelyä ja parantaa mittauksen tarkkuutta. Tarkastelupinta 23 voidaan muodostaa esim. sopivalle pystysuoralle pinnalle, kuten seinälle kiinnitettävästä paperista, johon valonsäteet heijastetaan. Tuloksia tarkasteltaessa kiertotiivistimestä tulevien valonsäteiden heijastuskohdat merkitään paperille kynällä. Mittaamalla merkattujen heijastuskohtien välisiä etäisyyksiä saadaan selville kuormituksista aiheutuneet kiertotiivistimen liikekulman muutokset. Kun tarkastelupinnan ja kiertotiivistimen välinen välimatka on riittävän suuri (esim. n. 10 m), ovat joustoista aiheutuvat poikkeamat tarkastelupinnalla niin suuria, että niiden mittaaminen voidaan tehdä esim. rullamitan tai viivoittimen avulla ja silti saavutettava mittauksien tarkkuus on erittäin hyvä.

Keksinnön mukainen menetelmä voidaan toteuttaa monella eri tavoin edellä esitetyistä esimerkkisovelluksista poikkeavasti. Tunnetun kuormituksen aiheuttavana kuormitusapuvälineenä voidaan käyttää mitä tahansa sopivia kappaleita/mekaanisia välineitä, joiden aiheuttama kuormitus kiertotiivistimeen voidaan määrittää ennalta edellä selostetulla periaatteella. Liikekulman mittaamiseen voidaan käyttää myös monia erilaisia edellä esitetystä poikkeavia mittauselimitä, kuten erilaisia optisesti tai mekaanisesti liikekulmaa suoraan tai välillisesti mittaavia laitteita. Eräs tapa liikekulman mittaamiseksi on asentaa kiertotiivistimen runkoon sopivalle kohdalle laser-etäisyysantureita, jotka mittavat kannen ja pohjan liikkeitä sylinterin seinämien suhteen. Mittauseliminä voivat olla myös muut sellaiset laitteet, joilla voidaan seurata kiertotiivistimen tärkeimpien osien liikkeitä ja liikkeiden muutoksia kuormitusten vaikuttaessa kiertotiivistimeen sen käytön aikana. Lisäksi mittauselimet voidaan sijoittaa/asentaa moniin eri paikkoihin, kuten esim. laitteen runkoon näytesylinterin ulkopuolelle tai muuhun sopivaan paikkaan, josta liikekulmaa tai edellä mainittuja kiertotiivistimen tärkeimpiä liikkeitä ja niiden muutoksia voidaan mitata kiertotiivistimen käytön aikana. Edelleen lisäksi mm. keksinnön mukaiseen laitteistoon kuuluva mittauksien käsittely-yksikkö, jolla mittauselimiltä saaduista

tuloksista määritetään liikekulma sekä kuormituksen ja joustojen välinen riippuvuus, voidaan toteuttaa monella eri tavoin edellä selostetusta esimerkkitsovelluksesta poikkeavasti.

- 5 Keksintöä ei rajata esitettyihin edullisiin sovelluksiin, vaan se voi vaihdella patenttivaatimusten muodostaman keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.



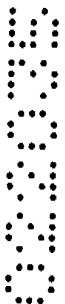
PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä kiertotiivistimen joustojen määrittämiseksi, jossa menetelmässä mitataan kiertotiivistimen liikekulmaa kiertotiivistimen käytön aikana, t u n n e t t u siinä, että näytemassan tilalle kiertotiivistiin asennetaan kuormitusapuväline (1), jonka aiheuttama kuormitus kiertotiivistiin tunnetaan ennalta, ja että kiertotiivistintä käytetään kuormitusapuvälineen (1) ollessa kiertotiivistimessä.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siinä, että kiertotiivistimen liikekulman mittauksia tehdään ainakin kaksi, ja että mittauksissa käytetään erilaisen kuormituksen aiheuttavia kuormitusapuvälineitä (1).
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siinä, että erilaisilla kuormituksilla tehtyjen liikekulman mittausten jälkeen määritetään liikekulman riippuvuus kiertotiivistiin aiheutetusta kuormituksesta.
4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siinä, että kuormitusapuvälineen (1) aiheuttamaa kuormitusta muutetaan muuttamalla ainakin yhtä kuormitusapuvälineen ja kiertotiivistimen välistä kosketuskohtaa (9; 9').
5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siinä, että kuormitusapuvälineen (1) ja kiertotiivistimen välisiä kosketuskohtia (9; 9') muutetaan asentamalla kuormitusapuvälineeseen ainakin yksi kosketuskohtia muuttava lisäosa (17, 18).
6. Jonkin patenttivaatimuksista 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siinä, että kiertotiivistimen liikekulmaa mitataan näytesylinterin sisälle asennetulla mittakellolla (14).
7. Jonkin patenttivaatimuksista 1-6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siinä, että kiertotiivistimen liikekulmaa mitataan näytesylinteriin asennettujen optisten mitauselinten (20) avulla.
8. Patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän mukainen laitteisto, johon laitteistoon kuuluu mitauselimet (13, 20) kiertotiivistimen liikekulman mittaamiseksi, t u n n e t t u siinä, että laitteistoon kuuluu ainakin yksi kiertotiivistimen näytesylinterin sisälle, näytemassan tilalle asennettava kuormitusapuväline (1).

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kuormitusapuväline (1) on näytesylinterin sisälle välyksettömästi, mutta helposti liikkuvaksi sovitettava sylinterimäinen kappale.

5

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kuormitusapuvälineeseen (1) kuuluu ainakin yksi kuormitusapuvälineeseen asennettava lisäosa (17, 18) kuormitusapuvälineestä kiertotiivistimeen aiheutuvan kuormituksen muuttamiseksi.



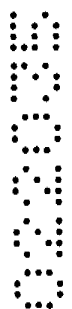
PATENTKRAV

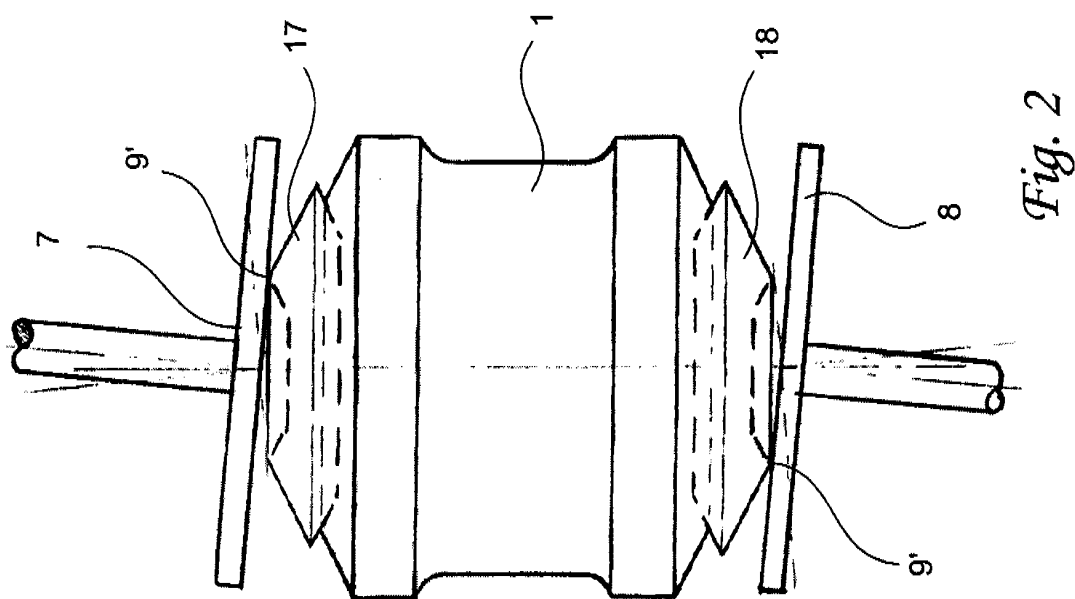
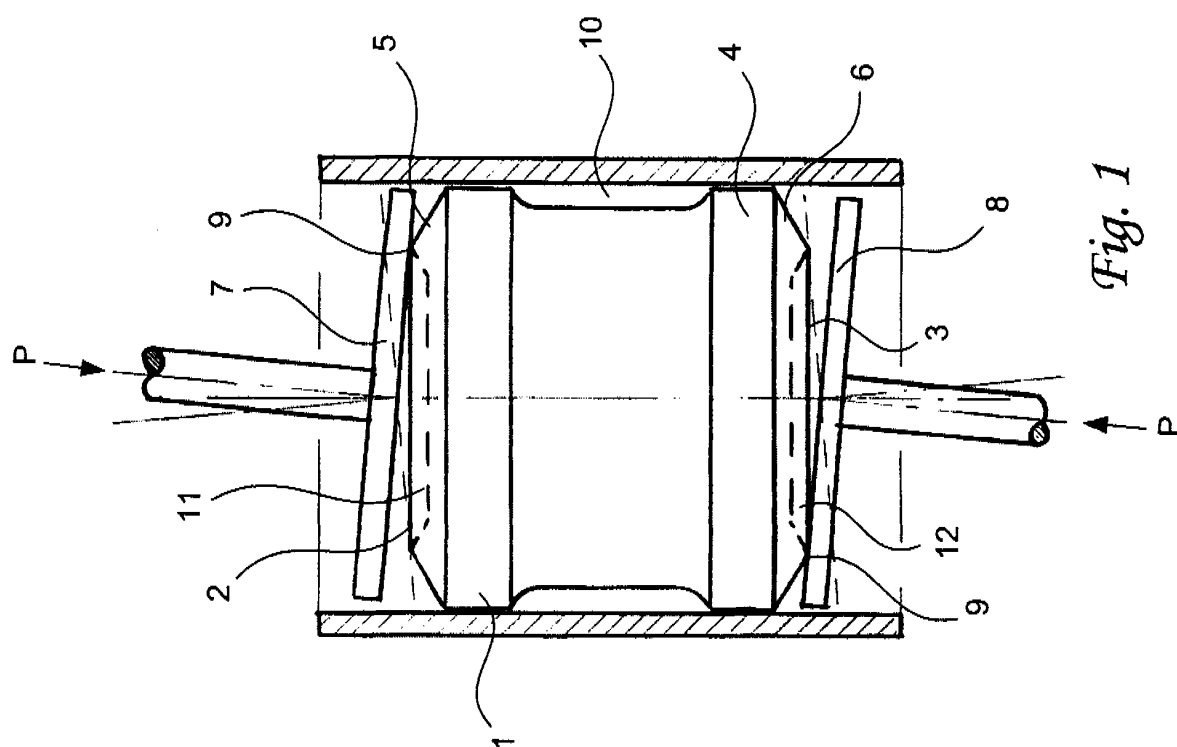
1. Förfarande för bestämning av eftergivligheten hos en gyrokompaktor, vid vilket förfarande mäts gyrokompaktorns rörelsevinkel under användning av gyrokom-
5 kompaktorn, k ä n n e t e c k n a t av att i gyrokompaktorn i stället för provmassa monteras ett belastningshjälpmedel (1) vars belastning på gyrokom-
paktorn är känd på förhand, och att gyrokompaktorn används med belastnings-
hjälpmedlet (1) i gyrokompaktorn.
- 10 2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att det utförs åtminstone två mätningar av gyrokompaktorns rörelsevinkel, och att vid mätningarna används belastningshjälpmedel (1) som orsakar olika belastning.
- 15 3. Förfarande enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a t av att det efter mätningarna av rörelsevinkeln med olika belastningar bestäms rörelsevinkelns beroende på den på gyrokompaktorn orsakade belastningen.
- 20 4. Förfarande enligt patentkrav 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t av att den av belastningshjälpmedlet (1) orsakade belastningen ändras genom att ändra åtminstone en kontaktpunkt (9; 9') mellan belastningshjälpmedlet och gyrokompaktorn.
- 25 5. Förfarande enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a t av att kontaktpunkterna (9; 9') mellan belastningshjälpmedlet (1) och gyrokompaktorn ändras genom att på belastningshjälpmedlet montera åtminstone en tilläggsdel (17, 18) som ändrar kontaktpunkterna.
- 30 6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t av att gyrokompaktorns rörelsevinkel mäts med en mätklocka (14) som är monterad i provcylindern.
- 35 7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a t av att gyrokompaktorns rörelsevinkel mäts med optiska mätorgan (20) som är monterade i provcylindern.
8. Anordning enligt förfarandet enligt patentkrav 1, vilken anordning omfattar mätorgan (13, 20) för mätning av gyrokompaktorns rörelsevinkel, k ä n n e t e c k n a d av att anordningen omfattar åtminstone ett belastnings-

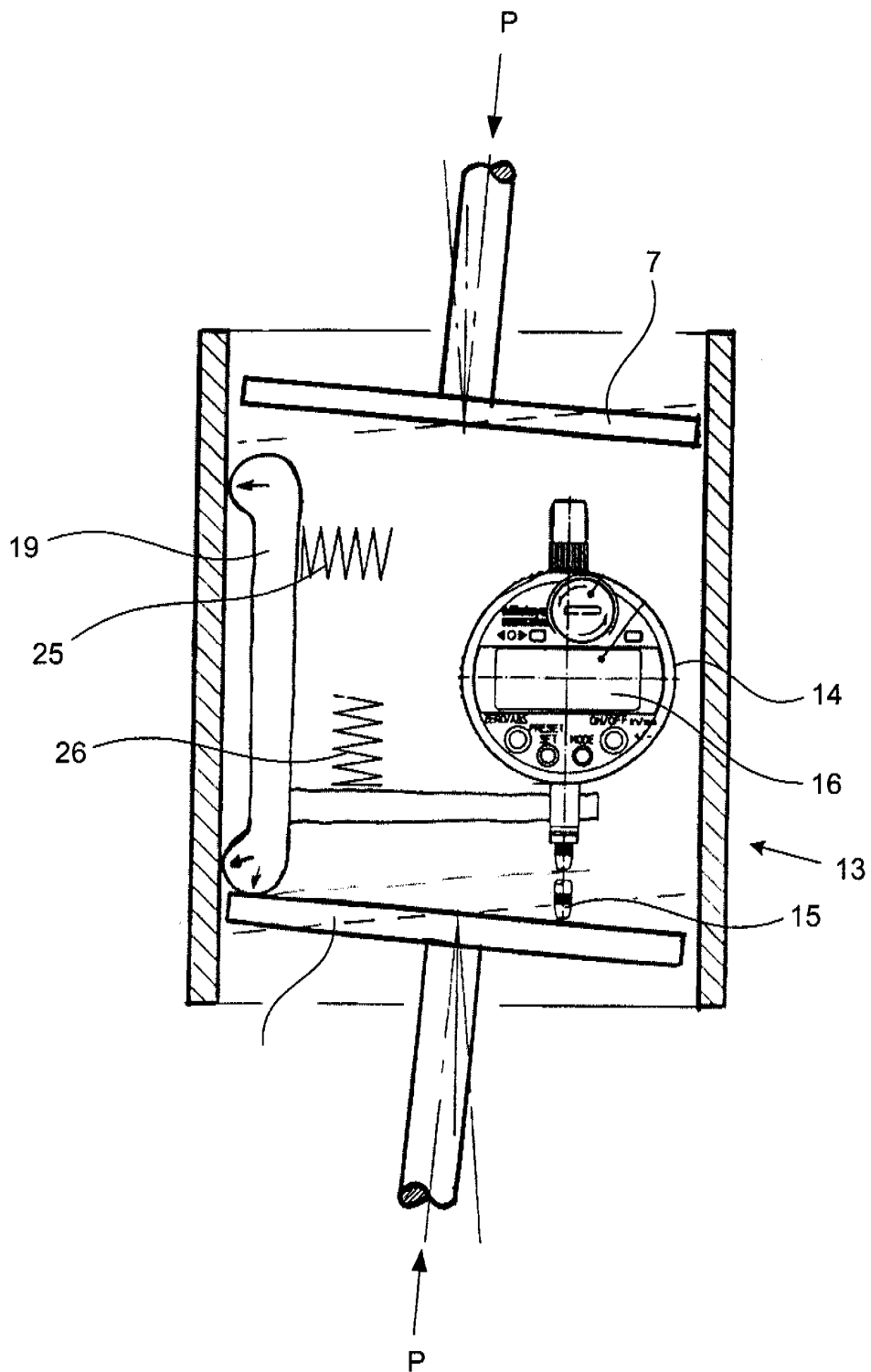
hjälpmedel (1) som monteras i gyrokompaktorns provcylinder, i stället för provmassa.

9. Anordning enligt patentkrav 8, k ä n n e t e c k n a d av att belastnings-
5 hjälpmedlet (1) är ett cylindriskt stycke som monteras i provcylindern utan spel
men på så sätt att det kan röra sig lätt.

10. Anordning enligt patentkrav 8 eller 9, k ä n n e t e c k n a d av att be-
lastningshjälpmedlet (1) omfattar åtminstone en tilläggsdel (17, 18) som monte-
10 ras på belastningshjälpmedlet för ändring av den av belastningshjälpmedlet på
gyrokompaktorn orsakade belastningen.





*Fig. 3*

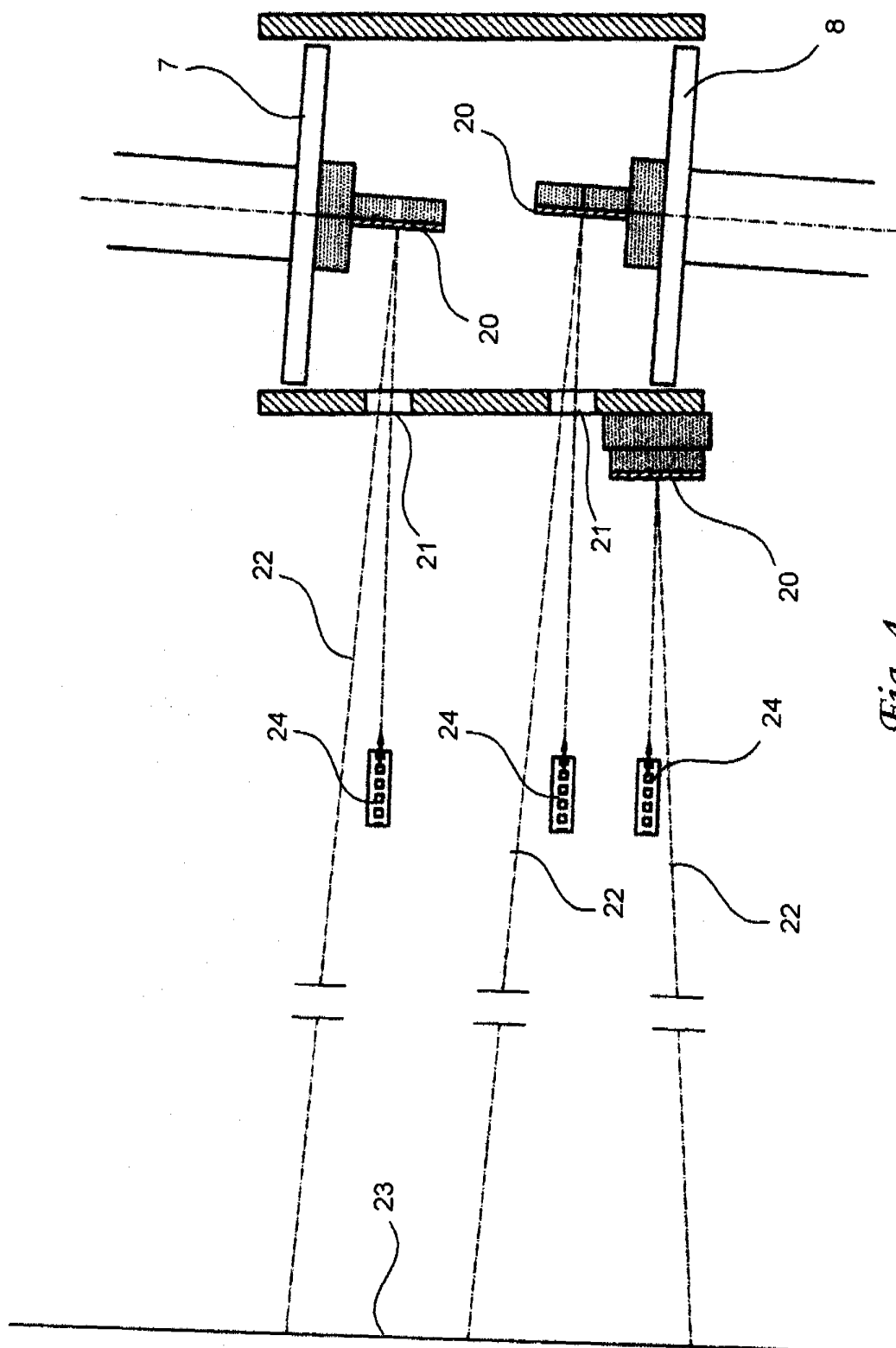


Fig. 4