



(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

93061

C (15) Patentti myönnetty
Patent meddelat 10 06 1993

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 02P 5/408

SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	925710
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	16.12.92
(24) Alkupäivä - Löpdag	16.12.92
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	17.06.94
(44) Nähtävöksiäpanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.10.94

(71) Hakija - Sökande

1. Kone Oy, Munkkiniemen puistotie 25, 00330 Helsinki, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Sirjola, Juhani, Sammontie 8, 05830 Hyvinkää, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kone Oy/ Patenttialvelu

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

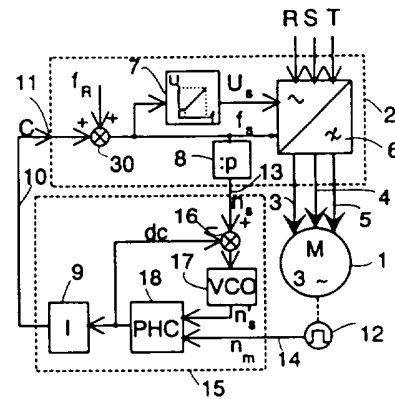
Menetelmä ja laitteisto epätahtikoneen jättämän kompensoimiseksi
Förfarande och anordning för att kompensera asynkronmaskinets eftersläpning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 2120193 (H 02P 5/34), SE B 341425 (H 02P 5/34)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee menetelmää ja laitteistoa taajuusmuuttajalla tai invertterillä (2) syötetyn epätahtikoneen (1) nopeuden säätämiseksi ohjearvoa (f_R) vastaavaksi. Menetelmässä muodostetaan moottorin (1) nopeudesta riippuva taajuussignaali (n_m) ja moottorin nopeuden ohjearvoa (f_R) korjataan moottorin jättämään verrannollisella korjaussignaalilla (C). Korjattua ohjearvoa käytetään taajuusmuuttajan tai invertterin taajuusohjeena (f_s). Keksinnön mukaisesti jättämään verrannollinen korjaussignaali (C) muodostetaan moottorin nopeudesta riippuvan taajuussignaalin (n_m) ja invertterin taajuusohjeesta (f_s) muodostetun taajuussignaalin (n_s') avulla. Moottorin nopeuden muuttuessa esimerkiksi kuorman vaihtelusta johtuen invertterin ohjetaajuutta korjataan vastaavasti.



Uppfinningen avser ett förfarande och en anordning för reglering av varvtalet hos en asynkronmotor (1) som matas av en frekvensomriktare eller inverter (2) till ett referensvärde (f_R). I förfarandet bildas en av motorns (1) hastighet beroende frekvenssignal (n_m), och varvtalets referensvärde (f_R) korrigeras med en mot motorns eftersläpning proportionell korrigeringsignal (C). Det korrigerade referensvärdet utgör frekvensomriktarens eller inverterns frekvensreferensvärde (f_i). Enligt uppfinningen bildas den mot eftersläpningen proportionella korrigeringsignalen (C) med hjälp av en av motorns hastighet beroende frekvenssignal (n_m) och en av inverterns frekvensreferensvärde (f_i) bildad annan frekvenssignal (n_i'). När motorvarvtalet ändras exempelvis vid lastvariationer ändras inverterns referensfrekvens i motsvarande grad.

MENETELMÄ JA LAITTEISTO EPÄTAHTIKONEEN JÄTTÄMÄN KOMPENSOIMISEKSI

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä sekä patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto epätahtikoneen jättämän kompensoimiseksi.

Epätahtikoneen pyörimisnopeus poikkeaa tunnetulla tavalla jättämän verran syöttävän verkon taajuudesta. Moottorikäytössä pyörimisnopeus on hieman pienempi kuin moottoria syöttävä taajuus napapariluvulla jaettuna eli moottorin tahtinopeus ja vastaavasti generaattorikäytössä pyörimisnopeus on hieman suurempi kuin verkon taajuus napapariluvulla jaettuna. Jättämän suuruuteen vaikuttaa koneen kuormitustila, mistä johtuen pyörimisnopeuden säätäminen johtaa usein monimutkaiseen säätöjärjestelmään, koska muuttuvia suureita ei voida aina tarkasti mitata. Epätahtikoneen pyörimisnopeuden pitäminen vakiona erityisesti kuorman muuttuessa on tästä johtuen ollut ongelmallista.

Aikaisemmin tunnetaan useita säätöjärjestelmiä, joilla säädetään epätahtimoottorin pyörimisnopeus ohjearvoa vastaavaksi. Nämä ovat usein johtaneet monimutkaisiin ja kalliisiin säätölaitteistoihin, jotka eivät useinkaan olleet mahdollisia toteuttaa pienehköissä moottoreissa. Ehdotetut laitteistot ovat myös edellyttäneet moottorin pyörimisnopeuden mittaamista suoraan moottorin akselilta tai moottorin kuormitusvirran mittaamista.

Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada uusi epätahtikoneen pyörimisnopeuden säätäminen kompensoimalla sopivasti säätösilmukassa jättämän aiheuttama poikkeama syöttävän taajuuden ja pyörimisnopeuden olo- ja ohjearvojen välillä. Tämän toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosan ominaispiirteet. Keksinnön mukainen laitteisto tunnetaan patenttivaatimuksen 5 tunnusmerkkiosan ominaispiirteistä. Epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on määritelty keksinnön muita sovellutusmuotoja.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla saadaan aikaiseksi edullinen ja luotettava epätahtikoneen nopeuden säätöjärjestelmä. Moottorin nopeus voidaan määrittää esimerkiksi yksinkertaisella induktiivisella tunnistimella ilman moottorin akselille asennettavaa erillistä takometriä tai optista pulssianturia. Erityisesti sovellutuksissa, joissa moottorin aksiaalinen pituus on rajoitettu, tällä saavutetaan huomattava etu. Keksinnössä nopeustakaisinkytkentä suorittaa jättämän kompensoinnin digitaalisesti, jolloin toiminta on nopea ja tarkka.

10 Kytkentä toteutetaan muutamalla huokealla mikropiirillä.

Keksintöä kuvataan seuraavassa sen erään suoritusmuodon avulla viitaten piirustuksiin, joissa

- kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen ohjauksen lohkokaaviota,
- kuvio 2 esittää kompensoinnin toteuttavaa kytkentää,
- 15 - kuvio 3 esittää signaalien pulssimuotoja ja
- kuvio 4 esittää moottorin nopeuden mittaajajärjestelyä.

Kuvio 1 esittää keksinnön mukaista epätahtimoottorin jättämän kompensointia. Kolmivaiheista epätahtimoottoria 1 syötetään johtimien 3, 4 ja 5 kautta taajuusmuuttajalla 2, joka muuttaa tulojohtimiinsa R, S ja T yhdistetyn verkon vakiotaajuuden jännitteen ohjauksen määrämäksi moottorin syöttöjännitteeksi, jonka taajuus ja jännite ovat säädettävissä. Taajuusmuuttaja 2 koostuu esimerkiksi PWM-muuttajasta 6 ja sille ohjejännitteen u_s ja ohjetaajuuden f_s muodostavasta säätäjästä 7. Moottorin 1 ja sitä ohjaavan taajuusmuuttajan 2 rakenne ja toiminta ovat alan tekniikasta tunnettuja järjestelmiä eikä niiden yksityiskohdilla ole vaikutusta hakemuksen kohteena olevan keksinnön toteutukseen.

Moottorin 1 ohjenopeus f_R on kytketty taajuusmuuttajaan 2 ohjesisääntuloon tai muodostetaan taajuusmuuttajan sisällä ulkoisten ohjauskäskyjen mukaisesti. Epätahtimoottorin jättämän kompensoiva signaali C tuodaan johtimella 10 taajuusmuuttajan ohjausliittimeen 11 siten, että se summautuu nopeusohjeeseen f_R , jolloin muodostuu ohjetaajuus f_s . Taajuusmuuttajan ohjaus määrittelee sinänsä tunnetulla tavalla taajuusoh-

30

35

jeen perusteella moottorin syöttöjännitteen suuruuden. Moottorin nopeutta mitataan pulssianturilla 12, joka antaa moottorin pyörimisnopeuteen verrannollisen taajuussignaalin n_m . Pulssianturi toteutetaan edullisesti asentamalla moottoriin induktiivinen tunnistin, joka tunnistaa jarrupyörän hammastusta, moottorin jäähdytysripoja tai esimerkiksi tuulettajan siipiä. Erillistä takometriä tai optista anturia ei näin tarvita. Taajuusmuuttajan taajuusohje f_s jaetaan napapariluvulla p jakajassa 8 ja siitä saatava moottorin tahtinopeuteen verrannollinen signaali n_s ja pulssianturilta saatava nopeuteen verrannollinen taajuussignaali n_m johdetaan jättämäkompensaattoriin 15 johtimilla 13 ja 14. Jättämäkompensaattorin 15 ulostulo C johdetaan edellä mainitulla tavalla taajuusmuuttajaan 2. Taajuusmuuttaja 2, moottori 1 ja pyörimisnopeutta mittaava nopeusanturi 12 muodostavat keksinnön mukaisen järjestelmän ulomman säätösilmukan, joka säätää moottorin nopeutta.

Jättämäkompensaattori 15 muodostuu summaelimestä 16, jännite/taajuusmuuntimesta 17, vaihevertaajasta 18 sekä integraattorista 9. Pulssianturilta 12 saatava taajuussignaali n_m johdetaan johtimella 14 vaihevertaajan 18 toiseen sisäänmeno-
 20 noon. Tahtinopeus n_s saadaan jännitesignaalina taajuusmuuttajalta 2 ja johdetaan summaelimeen 16, jossa sen arvosta vähennetään vaihevertaajan 18 antama signaali ds . Summaimen 16 lähtösignaali johdetaan jännite/taajuusmuuntimeen 17, jossa
 : 25 muodostetaan taajuussignaali n_s' , joka vastaa moottorin ohjenopeutta f_R . Vaihevertaaja 18 muodostaa vaihe-erosignaalin ds siihen tuotujen taajuussignaalien n_m ja n_s' välisen vaihe-eron perusteella kuviossa 3 esitetyllä tavalla. Vaihe-ero signaali ds johdetaan summauselimelle 16 sekä integraattorille 9, joka
 30 muodostaa vaihe-erosignaalista korjaussignaalin C, joka vie-
 dään taajuusmuuttajan 2 korjaavaan ohjesisääntuloon 11. Summain 16, jänniteohjattu oskillaattori 17 ja vaihevertaaja 18 muodostavat säädön sisemmän silmukan ja on rakenteeltaan ns. vaihelukittu silmukka.

35 Keksinnön mukainen nopeuden säätöjärjestelmä toimii seuraavalla tavalla. Taajuusmuuttajalta 2 saatava signaali n_s on verran-

nollinen taajuusmuuttajan lähtötaajuuteen ja samalla moottorin tahtinopeuteen. Jänniteohjattu oskillaattori 17 tuottaa moottorin ohjenopeuteen verrannollisen taajuussignaalin n_s' . Puls-

5 sianturilta 12 saadaan pulssijono n_m , jonka taajuus on verrannollinen moottorin 1 pyörimisnopeuteen. Vaihevertaaja 18

vertaa signaalien n_s' ja n_m pulssijonoja, minkä vertailun seurauksena vaihe-erosignaali ds kasvaa, jos moottorilta tulevat pulssit hidastuvat. Vaihe-erosignaali ds vähennetään

10 signaalista n_s , jolloin oskillaattorin 17 ulostulotaajuus n_s' laskee ja oskillaattori tahdistuu pulssianturilta saatavaan taajuuteen n_m . Tahdistumisen aiheuttavan vaihe-erosignaalin keskiarvo on verrannollinen tahtinopeuden ja moottorin pyörimisnopeuden erotukseen eli jättämään. Integraattori 9 muodostaa korjaussignaalin C suodattamalla vaihe-erosignaalia ds .

15 Lisättäessä korjaussignaali C alkuperäiseen taajuusohjeeseen f_R muodostuu suljettu nopeudensäätöpiiri, joka määrittää moottorin jättämän ja korjaa moottorin syöttötaajuutta vastaavasti. Moottorin staattisen tilan nopeus ei tällöin riipu kuormituksesta, vaan säätyy ohjetaajuutta f_R vastaavaksi niin kauan

20 kuin moottori pystyy muodostamaan kuormitusta vastaavan momentin.

Kuviossa 2 on kuvattu erästä kuviossa 1 esitetyn jättämäkompensaattorin toiminnan toteuttava kytkentä. Moottorin syöttötaajuuteen f_s verrannollinen jännitesignaali n_s ($0 \dots 10$ V) tuodaan vahvistimien 21 ja 22 kautta jänniteohjattuun oskillaattoriin 23. Johtimella 24 tuodaan jättämää vastaava vaihe-

25 erosignaali summauspisteeseen vahvistimelle 22, joka vähentää sen signaalista n_s . Oskillaattorin 23 ulostulosta saadaan moottorin ohjenopeuteen verrannollinen taajuussignaali n_s' , joka

30 johdetaan vaihevertaajaan 25. Moottoriin kytketyltä pulssianturilta saatava signaali n_m tuodaan vaihevertaajan toiseen tuloon. Vaihevertaajan 25 ulostulo 26 johdetaan suotimena toimivaan integraattoriin 27, jonka lähdöstä saadaan vahvistimen 28 kautta korjaussignaali C . Signaalilla ZS pidetään

35 integraattorin 27 lähtö nollassa, kun koneisto on pysäytetty. Vaihevertaaja 25 ohjaa integraattorin 27 sisääntuloa taajuussignaalien n_s' ja n_m vaihe-eron perusteella siten, että

integraattorin lähtö kasvaa, kun signaalin n_m pulssi on jäljessä signaalin n_s' pulssista.

Kuvio 3 esittää vaihevertaajaan tulo- ja lähtöpulsseja. Puls-
sianturilta saadaan esimerkiksi 24 pulssia kierroksella,
5 jolloin moottorin nopeus 1800 r/min vastaa pulssitaajuutta 720
Hz. Vaihevertaaja on toteutettu CMOS-piirillä, jolla on kolme-
tilainen ulostulo. Alueen A mukaisessa tapauksessa signaali n_s'
aiheuttaa erosignaalin ds siirtymisen tilaan +1 ja vastaavasti
signaalin n_m pulssi aiheuttaa ds:n paluun tilaan 0. Vaihe-
10 eron kasvaessa kasvaa myös ds:n pulssipituus. Vastaavasti jos
moottorin nopeus pyrkii kasvamaan, signaalin n_m pulssi vaihtaa
ds:n tilaan -1 ja signaalin n_s' pulssi takaisin tilaan 0, kuten
on kuvattu alueessa B.

Kuviossa 4a on kuvattu pulssianturin asennus moottoriin.
15 Induktiivinen anturi 41 on kiinnitetty moottorin päytyyn
asennetun jarrun runkoon kiinnityselimellä 42. Jarrupyörään 43
on muodostettu hampaat 44 ja anturi on sovitettu hampaiden 44
välittömään läheisyyteen. Kuvio 4b esittää leikkausta A-A
kuvioista 4a.

20 Keksintöä on edellä selostettu sen erään suoritusmuodon avul-
la. Esitystä ei ole kuitenkaan pidettävä keksinnön suojapiiriä
rajoittavana, vaan keksinnön sovellutusmuodot voivat vaihdella
seuraavien patenttivaatimusten määrittämissä rajoissa.

..

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä taajuusmuuttajalla tai invertterillä (2) syötetyn epätahtikoneen (1) nopeuden säätämiseksi ohjearvoa (f_R) vastavaksi, jossa menetelmässä muodostetaan moottorin (1) nopeudesta riippuva taajuussignaali (n_m) ja moottorin nopeuden ohjearvoa (f_R) korjataan moottorin jättämään verrannollisella korjaussignaalilla (C), jota korjattua ohjearvoa käytetään taajuusmuuttajan tai invertterin taajuusohjeena (f_s), **tunnettu** siitä, että jättämään verrannollinen korjaussignaali (C) muodostetaan olennaisesti moottorin nopeudesta riippuvan taajuussignaalin (n_m) ja invertterin taajuusohjeesta (f_s) muodostetun toisen taajuussignaalin (n_s') avulla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että taajuussignaalit (n_m, n_s') muodostetaan pulssisignaaleiksi, ja että korjaussignaalia muutetaan pulssisignaalien välisen vaihe-eron muuttuessa.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että moottorin (1) nopeudesta riippuva taajuussignaali (n_m) saadaan moottorin akselille asennetusta pulssitakometristä tai akseliin kiinnitettyä rakenneosaa (44) tunnistavasta pulssi-anturista (41).

4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jättämään verrannollinen suure muodostetaan vaihe-lukitulla silmukalla (16,17,18).

5. Laitteisto taajuusmuuttajalla tai invertterillä syötetyn epätahtikoneen pyörimisnopeuden säätämiseksi ohjearvoa vastavaksi, jossa on anturi (12) moottorin nopeuteen verrannollisen taajuussignaalin muodostamiseksi sekä invertterin taajuusohjeen (f_s) muodostamiseksi summaelin (30), jolla jättämään verrannollinen signaali (C) lisätään nopeuden ohjearvoon (f_R), **tunnettu** siitä, että laitteistoon kuuluu oskillaattori (17) toisen taajuussignaalin (n_s') muodostamiseksi taajuusohjeesta (f_s), vaihevertailija (18) nopeuteen verrannollisen taajuus-

signaalin (n_m) ja toisen taajuussignaalin (n_s') välisen vaihe-eron määrittämiseksi sekä toinen summaelin (16) toisen taajuussignaalin korjaamiseksi vaihe-eroa vastaavasti.

- 5 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että moottorin nopeuteen verrannollinen taajuussignaali saadaan moottorin pyörivää rakenneosaa (44) tunnistavasta anturista (41).

PATENTKRAV

1. Förfarande i vilket varvtalet hos en asynkronmotor (1) som matas av en frekvensomriktare eller inverter (2) regleras till ett referensvärde (f_R), i vilket förfarande en av motorns (1)
5 hastighet beroende frekvenssignal (n_m) bildas och varvtalets referensvärde (f_R) korrigeras med en mot motorns eftersläpning proportionell korrigeringsignal (C), vilket korrigerade referensvärde utgör frekvensomriktarens eller inverterns frekvensreferensvärde (f_s), **kännetecknat** av, att den mot ef-
10 tersläpningen proportionella korrigeringssignalen (C) bildas med hjälp av en väsentligen av motorns hastighet beroende frekvenssignal (n_m) och en av inverterns frekvensreferensvärde (f_s) bildad annan frekvenssignal (n_s').
2. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** av, att de
15 alstrade frekvenssignalerna (n_m, n_s') är pulssignaler, och att korrigeringsignalen ändras när fasskillnaden mellan pulssignalerna ändras.
3. Förfarande enligt patentkravet 2, **kännetecknat** av, att den
20 av motorns (1) hastighet beroende frekvenssignalen (n_m) erhålls från en på motoraxeln monterad pulstachometer eller från en pulsgivare (41) som avkänner en på axeln fäst konstruktionsdetalj (44).
4. Förfarande enligt patentkravet 2 eller 3, **kännetecknat** av,
25 att den mot eftersläpningen proportionella storheten bildas med hjälp av en faslåst slinga (16,17,18).
5. Anordning i vilken varvtalet hos en asynkronmotor som matas av en frekvensomriktare eller inverter regleras till ett referensvärde, omfattande en givare (12) för alstring av den mot motorns varvtal proportionella frekvenssignalen och en
30 adderare (30) för alstring av inverterns frekvensreferens (f_s) och addition av den mot eftersläpningen proportionella signalen (C) till varvtalets referensvärde (f_R), **kännetecknad** av, att i anordningen ingår en oscillator (17) för alstring av den

andra frekvenssignalen (n_s') ur frekvensreferensen (f_s), en frekvensjämförare (18) för bestämning av fasskillnaden mellan den mot varvtalet proportionella frekvenssignalen (n_m) och den andra frekvenssignalen (n_s') samt en andra adderare (16) med
5 vilken den andra frekvenssignalen korrigeras för fasskillnaden.

6. Anordning enligt patentkravet 5, **kännetecknad** av, att den mot varvtalet proportionella frekvenssignalen erhålls från en givare (41) som avkänner en roterande konstruktionsdetalj (44)
10 i motorn.

:

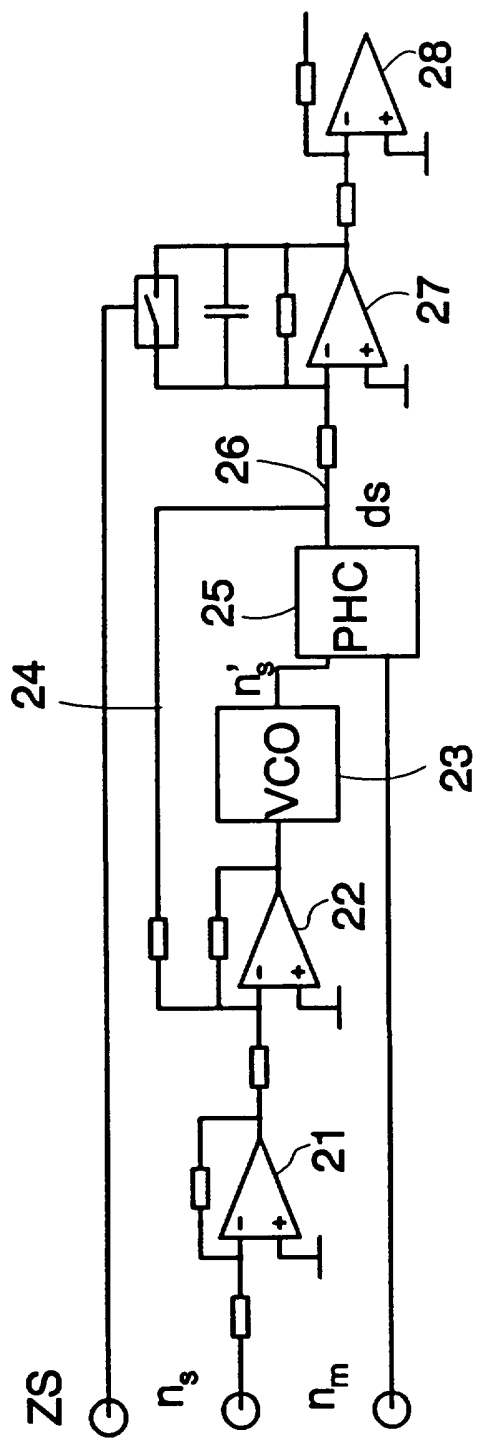


Fig. 2

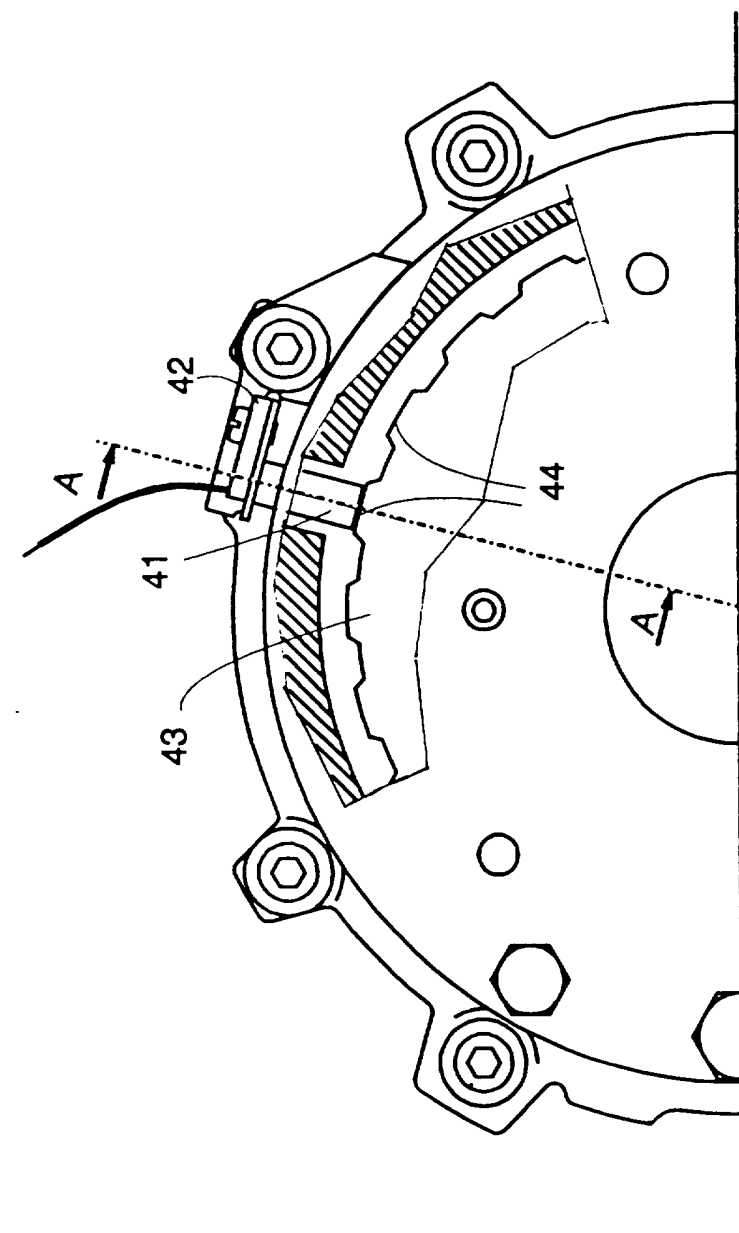


Fig. 4a

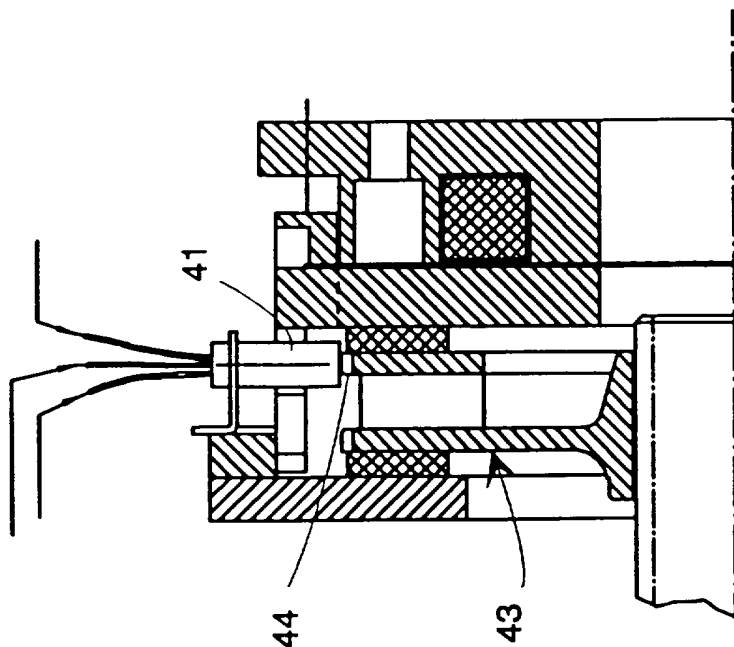


Fig. 4b