



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 134969

(51) Int. Cl.² G 01 C 17/36, G 01 D 5/22

(21) Patentsøknad nr. 742296

(22) Inngitt 25.06.74

(23) Løpedag 25.06.74

(41) Alment tilgjengelig fra 21.02.75

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 04.10.76

(30) Prioritet begjært 20.08.73, Forbundsrepublikken Tyskland,
nr. P 23 41 984

(54) Oppfinnelsens benevnelse Vinkelmåler.

(71)(73) Søker/Patenthaver FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG,
Altendorfer Strasse 103,
D-43 Essen,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(72) Oppfinner REINHARD LEISTERER,
Bremen,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(74) Fullmektig A/S Bergen Patentkontor, Bergen.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en anordning for om-dannelse av en mekanisk vinkel til en elektrisk størrelse under anvendelse av et spolesystem av to spoler hvis akser står vinkelrett på hverandre, idet spolene forsynes fra vekselspenninger som er faseforskjøvet 90° i forhold til hverandre og som har lik frekvens og amplitude, og et innstillingsorgan som er dreibart lagret om en dreieakse i spolesystemets vekselfelt for innstilling av vinkelen og hvis dreieakse står vinkelrett på spoleaksene i spolesystemet, hvor vinkelen ligger mellom en referanseakse som er forbundet vinkelrett med dreieaksen og en av de to spoleakser.

Ved en kjent anordning av den ovenfor beskrevne type er innstillingsorganet en spoleramme hvis flate er gjennomstrømmet av spolesystemets vekselfelt. Spolerammen er forbundet med den dreieakse som står vinkelrett på dens flatenormal og derved på spolesystemets spoleakser. For å bestemme vinkelen mellom flatenormalene som referanseakse og en av spoleaksene i spolesystemet måles spenningen som er indusert i spolerammen hvis amplitude er proporsjonal med vinkelens kosinus. For å måle denne induserte spenning er spolerammen forbundet med et måleapparat for eksempel via sleperinger.

Ulempen med en slik anordning, hvor innstillingsorganet og målesystemet er mekanisk forbundet med hverandre, er særlig at dreiemomentet som forandrer vinkelen alltid må være tilstrekkelig stort til å overvinne henholdsvis heft- og friksjonsmoment, noe som ikke alltid er gitt ved bestemte anvendelser. Dersom det for eksempel på dreieaksen i retning mot referanseaksen er fast anbrakt en kompassnål for å måle vinkelen mellom spoleaksen og nordretningen, er dreiemomentet som derved oppstår ofte for lite til å i det hele tatt dreie spolerammen med dens sleperinger.

Formålet med oppfinnelsen er derfor å frembringe en anordning hvor den mekaniske vinkel mellom innstillingsorganets referanseakse og spoleaksen i spolesystemet omdannes til en elektrisk størrelse og hvor målesystemet og innstillingsorganet ikke er galvanisk forbundet med hverandre, slik at også ved det minste vinkelforandrende dreiemoment er bestemmelse av vinkelen mulig.

Dette oppnås ifølge oppfinnelsen ved at innstillingsorganet omfatter minst én høypermeabel stav som er skråttstilt under en vinkel i forhold til dreieaksen, at en tredje spole er anordnet med fast plass i spolesystemet med dens flatenormaler i flukt med dreieaksen og omslutter innstillingsorganet med dens vindinger, idet en motvirkende indusert spenning i den tredje spole i forhold til driftsvekselspenningen i en av spolene i spolesystemet oppviser en faseforskyvning som er lik den mekaniske vinkel mellom innstillingsorganets referanseakse og spoleaksen som hører til denne spole.

I spolesystemet danner det seg et dreiefelt på grunn av den magnetiske virkning i begge spoler, som tilføres to vekselspenninger som er 90° faseforskjøvet i forhold til hverandre. I dette dreiefelt befinner den høypermeable stav seg. Dersom for eksempel dreieakse, referanseakse og staven ligger i samme plan, og dersom referanseaksen og følgelig også den høypermeable stav peker i samme retning som en av spoleaksene i spolesystemet, så oppstår det i staven i retning av dennes lengdeakse en vekselfluks som bare bevirkes av den magnetiske fluks i den tilhørende spole. Denne vekselfluks har i forhold til den magnetiske fluks ingen faseforskyvning, mens den i forhold til spolens driftsvekselspenning har en faseforskyvning på -90° . Ved dreining av staven om dreieaksen blir også den magnetiske fluks i den andre spole virksom for den magnetiske vekselfluks i stavens lengderetning. Det oppstår en faseforskyvning mellom vekselfluksen i staven og den magnetiske fluks i den førstnevnte spole, hvilken er lik vinkelen mellom referanseaksen og den tilhørende spoleakse.

Den høypermeable stav er i innstillingsorganet anordnet på skrå i det plan som løper gjennom dreieaksen og referanseaksen. Innstillingsorganet er omsluttet av viklingene i en tredje spole hvis akse flukter med dreieaksen. På grunn av skråstillingen blir dreiefeltet dreiet romlig slik at en del av vekselfluksen strømmer gjennom den tredje spole og induserer en spenning i

denne. Denne induserte spenning oppviser i forhold til den magnetiske vekselfluks i staven en faseforskyvning på -90° . Dersom referanseaksen peker i retning av en av spoleaksene er faseforskyvningen mellom vekselspenningen som tilføres denne spole og den induserte spenning $-180^\circ = 2;(-90^\circ)$. Dette tilsvarer den induserte spennings negative fortegn (Faradays lov). En ytterligere faseforskyvning opptrer først når referanseaksen dreies i forhold til denne spoleakse. Den er umiddelbart lik vinkelen mellom denne spoleakse og referanseaksen. Avvikelser som skyldes spolens ohmske motstander og spolens endelige tapsvinkel, kan begrenses med innstillbare faseforskyvere eller kondensatorer.

Dessuten er det ved hjelp av materialvælget for innstillingsorganet sørget for at spolesystemets dreiefelt ikke frembringer hvirvelstrømmer i innstillingsorganet som ville kunne frembringe et dreiemoment tilsvarende til startmomentet i asynkronmotorer.

Idet målesystemet i form av den tredje spole ikke er mekanisk koblet til innstillingsorganet, for eksempel via sleperinger, må det ved dreining av innstillingsorganet bare frembringes et dreiemoment for å overvinne innstillingsorganets lagerfriksjon. Derfor er innstillingsorganet, hvis dimensjoner og masse som skal dreies er små, ifølge et ytterligere trekk ved oppfinnelsen lagret på en spiss.

Med en slik lagring er det nødvendige, vinkelforandrende dreiemoment så lite at en anordning ifølge oppfinnelsen særlig fordelaktig kan anvendes som nordreferanseorgan. Referanseaksen er ifølge denne utførelsesform anordnet i samme plan, som dannes av dreieaksen og den høypermeable stav i innstillingsorganet, eller vinkelrett på dette plan. I nordreferanseorganet er det på innstillingsorganet anbrakt en kompassnål i referanseaksens retning. Denne faseforskyvning mellom den negative, induserte spenning i den tredje spole og driftsvekselspanningen i en av spolene er umiddelbart lik vinkelen mellom den magnetiske nordretning og den spoleakse i spolesystemet som tilhører denne spole.

Ifølge et ytterligere trekk ved oppfinnelsen er det særlig enkelt å erstatte kompassnålen ved at det mellom endene av to parallelle høypermeable staver i innstillingsorganet anbringes små permanentmagneter hvis polarisering avhengig av anordningen av referanseaksen peker enten i stavenes lengderetning eller vinkelrett på disse.

En anordning ifølge den foreliggende oppfinnelse er særlig fordelaktig for innsettelse i målebøyer for angivelse av den geografiske nordretning. Ved tilsvarende isolering av spolene er det nemlig mulig med drift med vanngjennomstrømning, idet det dreibare innstillingsorgan og målesystemet ikke er koblet til hverandre elektrisk, for eksempel via mekaniske slepekontakter eller elektrolytiske overføringsbaner. Den kompakte konstruksjon muliggjør den røffe anvendelse i sjøen.

Ifølge et utførelseseksempel av oppfinnelsen består spolesystemet av fire delspoler som er anbrakt på en sylinderformet spolebærer. Spolebæreren er utstyrt med spor som er forskjøvet 45° i forhold til hverandre. Hver delspole er innlagt i to spor som er faseforskjøvet 135° i forhold til hverandre, idet delspolene er anbrakt med en vinkel på 90° i forhold til hverandre, slik at de fire delspoler er anbrakt på spolebæreren i form av en slags sløyfevikling. De delspoler som ligger overfor hverandre er seriekoblet og danner en spole i spolesystemet. Viklehodene i delspolene er koblet slik i hverandre at det oppnås samme elektromagnetiske koblinger for alle spoler med innstillingsorganet og en stor vinkeloverføringsnøyaktighet.

De fordeler som oppnås ifølge oppfinnelsen består særlig i at anordningen lar seg fremstille kompakt med små dimensjoner og at allerede et lite vinkelforandrende moment er tilstrekkelig til å dreie innstillingsorganets dreieakse, slik at innstillingsnøyaktigheten er meget stor.

Utførelseseksempler av oppfinnelsen vil bli beskrevet i det etterfølgende under henvisning til de medfølgende tegninger, hvori:

Fig. 1 viser et skjematisk riss av anordningen ifølge oppfinnelsen.

Fig. 2 viser et perspektivriss av en del av anordningen ifølge fig. 1.

Fig. 3 viser et innstillingsorgan.

Fig. 4 viser et modifisert innstillingsorgan.

Fig. 5 viser et spolesystem.

Fig. 1 viser en anordning ifølge oppfinnelsen for omdannelse av en mekanisk vinkel φ til en elektrisk størrelse. Anordningen består av et spolesystem hvori det er anbrakt to delspoler 1a, 1b, 2a og 2b på to spoleakser 1, 2 som er plassert vinkelrett på hverandre. Delspolene 1a, 1b er seriekoblet og

via en faseforskyver 3 forbundet med en vekselspenningsgenerator 4 som frembringer en vekselspenning med forutbestembar frekvens og amplitude. Faseforskyveren 3 forskyver vekselspenningsens fase 90° . Delspolene 2a og 2b på spoleaksen 2 er likeledes seriekoblet og forbundet direkte med vekselspenningsgeneratoren 4. I spolesystemet danner det seg et magnetisk vekselfelt som dreiefelt. I dette dreiefelt befinner det seg en spole 5 med fast romlig plassering hvis akse står vinkelrett på spoleaksene 1, 2 i spolesystemet. Den tredje spoles 5 viklinger omgir et innstillingsorgan 6 som er dreibart anordnet om en dreieakse 7 som flukter med aksene i den tredje spole 5. På innstillingsorganet 6 befinner det seg vinkelrett på dreieaksen 7 en referanseakse 8. Vinkelen mellom referanseaksen 8 og spoleaksen 1 er innstillbar ved hjelp av innstillingsorganet 6.

I et plan gjennom dreieaksen 7 og referanseaksen 8 befinner det seg i innstillingsorganet 6 en høypermeabel stav 9 som danner en vinkel α med dreieaksen 7, slik som vist i fig. 2. Vinkelen α velges fortrinnsvis til 45° .

Likeledes er det også mulig at referanseaksen danner normalen på et plan gjennom den høypermeable stav 9 og dreieaksen 7.

I staven 9 som befinner seg i spolesystemets dreiefelt, oppstår det en vekselfluks 10. På grunn av stavens 9 skråstilling dreies spolens dreiefelt i rommet slik at den tredje spole 5 gjennomstrømmes av en del av vekselfluksen 10. Vekselfluksen 10 lar seg spalte i en komponent 11 i spolens 5 plan og i en komponent 12 som peker parallelt med dreieaksen 7. Komponent 12 løper gjennom flaten i den tredje spole 5 hvis viklinger omslutter innstillingsorganet 6 og induserer en spenning i dette.

Innstillingsorganet 6 er utstyrt med et lager 13 og er dreibart lagret om en aksel 14 som er fast forbundet med spolesystemet. Akselen 14 og dreieaksen 7 flukter med hverandre.

Avhengig av vinkelen φ mellom referanseaksen 8 og spoleaksen 1 respektivt stillingen til den høypermeable stav 9 i planet for spoleaksene 1, 2 oppviser vekselfluksen 10 i staven 9 en faseforskyvning i forhold til den magnetiske fluks i delspolene 1a, 1b. Samme faseforskyvning foreligger mellom vekselspenningen som tilføres delspolene 1a, 1b og den negative, induerte spenning i den tredje spole 5. For måling av faseforskyvningen, som er lik vinkelen φ , er den tredje spole og faseforskyverens 3 utgang forbundet med en fasemåler slik som vist i fig. 1.

For anvendelse av anordningen ifølge oppfinnelsen som nordreferanse ligger vinkelen φ som skal måles mellom spoleaksen 1 og den magnetiske nordretning. Innstillingsorganet 6 er i dette anvendelsestilfelle fast forbundet med en kompassnål som referanseakse 8. Referanseaksen 8 ligger enten i et plan gjennom staven 9 og dreieaksen 7 eller vinkelrett på dette.

Fig. 3 viser en særlig enkel konstruksjon av innstillingsorganet 6, hvor den høypermeable stav 9, som er delt i to delstaver 91, 92, referanseaksen 8 og dreieaksen 7 ligger i ett plan. På delstavene 91, 92 endeflater er det anbrakt permanentmagneter 16 og 17, hvis polarisasjon peker i stavretningen. Delstavene 91, 92 er forbundet med en lagerdel 18 som er anordnet midt i innstillingsorganet 6 og som omfatter et spisslager som er fremstilt for eksempel av rubin. Innstillingsorganet 6 er dreibart om dreieaksen lagret på akselen 14 hvis plass ikke forandres. Kombinasjonen av delstavene 91 og 92 og permanentmagnetene 16 og 17 utgjør kompassnålen som lett lar seg dreie i spisslageret og som stilles inn i nord-syd-retning ved hjelp av det jordmagnetiske felt. Det innstillende moment er særlig ved anvendelse på nordlige breddegrader stort, idet de magnetiske feltlinjer der oppviser en egnet vertikalkomponent.

Fig. 4 viser en utførelsesform av innstillingsorganet 6 hvor referanseaksen er anordnet vinkelrett på planet gjennom dreieaksen 7 og staven 9. En kompassnål 161 er fast forbundet med lagerdelen 18 og peker i referanseaksens retning. Et innstillingsorgan som er utformet ifølge fig. 3 kan med fordel anvendes på nordlige breddegrader. Et nordreferanseorgan med et innretningsorgan ifølge fig. 4 kan anvendes på alle breddegrader for angivelse av den magnetiske nordretning.

For å unngå at innstillingsorganet 6 skal dreie seg i spolesystemets dreiefelt som en rotor i en asynkronmotor, må man ved materialvalget for den høypermeable stav 9 og kompassnålen 161 samt permanentmagnetene 16, 17 passe på at det i disse ikke kan oppstå hvirvelstrømmer hvilke som kjent ville føre til et dreiemoment for innstillingsorganet 6. Av denne årsak skal det som materiale for den høypermeable stav 9 anvendes en ferritt med kubisk romgitter. For permanentmagnetene 16 og 17 og kompassnålen 161 skal det velges en ferritt med høy koersitivitet. Disse materialer foreligger vanligvis som halvfabrikate i stavform slik at anordningene ifølge fig. 3 og 4 er særlig enkel å fremstille.

Fig. 5 viser den konstruksjonsmessige oppbygning av spolesystemet. Et sylindrisk spolelegeme 19 er utstyrt med åtte spor N1, N2,, N8 som er innbyrdes forskjøvet 45° . I hvert annet spor N2, N4, N6 og N8 er viklingene fra en side av viklingsflaten av delspolene 2b, 1a, 2a, 1b lagt inn. Viklingene i hver delspole 2b, 1a, 2a, 1b omfatter en flate som er avgrenset av sporene N2 og N5 eller N4 og N7, eller N6 og N1 eller N8 og N3 og dessuten sirkelbuene på sylinderflaten, hvilke omslutter en vinkel på 135° . Som det fremgår av fig. 5 er delspolene 2b, 1a, 2a, 1b anbrakt på spolelegemet 19 lik en sløyfevikling. De delspoler som ligger overfor hverandre, 1a, 1b og 2a, 2b er seriekoblet og danner spolesystemets to spoler.

P A T E N T K R A V.

1. Anordning for omdannelse av en mekanisk vinkel til en elektrisk størrelse under anvendelse av et spolesystem av to spoler hvis akser står vinkelrett på hverandre, idet spolene forsynes fra vekselspenninger som er faseforskjøvet 90° i forhold til hverandre og som har lik frekvens og amplitude, og et innstillingsorgan som er dreibart lagret om en dreieakse i spolesystemets vekselfelt for innstilling av vinkelen og hvis dreieakse står vinkelrett på spoleaksene i spolesystemet, hvor vinkelen ligger mellom en referanseakse som er forbundet vinkelrett med dreieaksen og en av de to spoleakser, k a r a k t e r i s e r t v e d at innstillingsorganet (6) omfatter minst én høypermeabel stav (9) som er skråttstilt under en vinkel (α) i forhold til dreieaksen (7), at en tredje spole (5) er anordnet med fast plass i spolesystemet med dens flatenormaler i flukt med dreieaksen (7) og omslutter innstillingsorganet (6) med dens vindinger, idet en motvirkende induisert spenning i den tredje spole (5) i forhold til driftsvekselspenningen i en av spolene (1a, 1b) i spolesystemet oppviser en faseforskyvning (φ) som er lik den mekaniske vinkel (φ) mellom innstillingsorganets (6) referanseakse (8) og spoleaksen (1) som hører til denne spole (1a, 1b).

2. Anordning i samsvar med krav 1, k a r a k t e r i s e r t

134969

8

v e d at én eller flere parallelle, høypermeable staver (9) er anordnet i innstillingsorganet (6) under en vinkel (α) på 45° med dreieaksen (7).

3. Anordning i samsvar med krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den høypermeable stav (9), dreieaksen (7) og referanseaksen (8) ligger i samme plan.

4. Anordning i samsvar med krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at referanseaksen (8) står vinkelrett på et plan gjennom dreieaksen (7) og staven (9).

5. Anordning i samsvar med krav 3 eller 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at innstillingsorganet (6) er lagret på en spiss.

6. Anordning i samsvar med krav 3 eller 5 eller krav 4 og 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at det i innstillingsorganet (6) i referanseaksens (8) retning er festet en kompassnål (161).

7. Anordning i samsvar med krav 3 og 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at staven (9) i innstillingsorganet består av to delstaver (91,92) som på deres ender er utstyrt med permanentmagneter (16,17).

8. Anordning i samsvar med krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at permanentmagnetenes polarisering er rettet i stavens (9) lengderetning.

9. Anordning i samsvar med et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at både den høypermeable stav (9) og permanentmagnetene (16,17) består av ferriitt med lavt hvirvelstrømtap.

10. Anordning i samsvar med krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver spole i spolesystemet består av to delspoler (1a, 1b og 2a,2b) med felles spoleakser (1 og 2), at de fire delspoler (1a,1b,2a,2b) er anordnet på en sylinderformet spolebærer (19) som er utstyrt med innbyrdes 45° forskjøvne spor (N1,N2,.....N8), idet hver delspole (1a,1b) er innlagt i innbyrdes 135° forskjøvne

spor (N4 og N7 eller N3 og N8) samt at delspolene (1a,1b,2a,2b) er anbrakt med en vinkel på 90° i forhold til hverandre.

134969

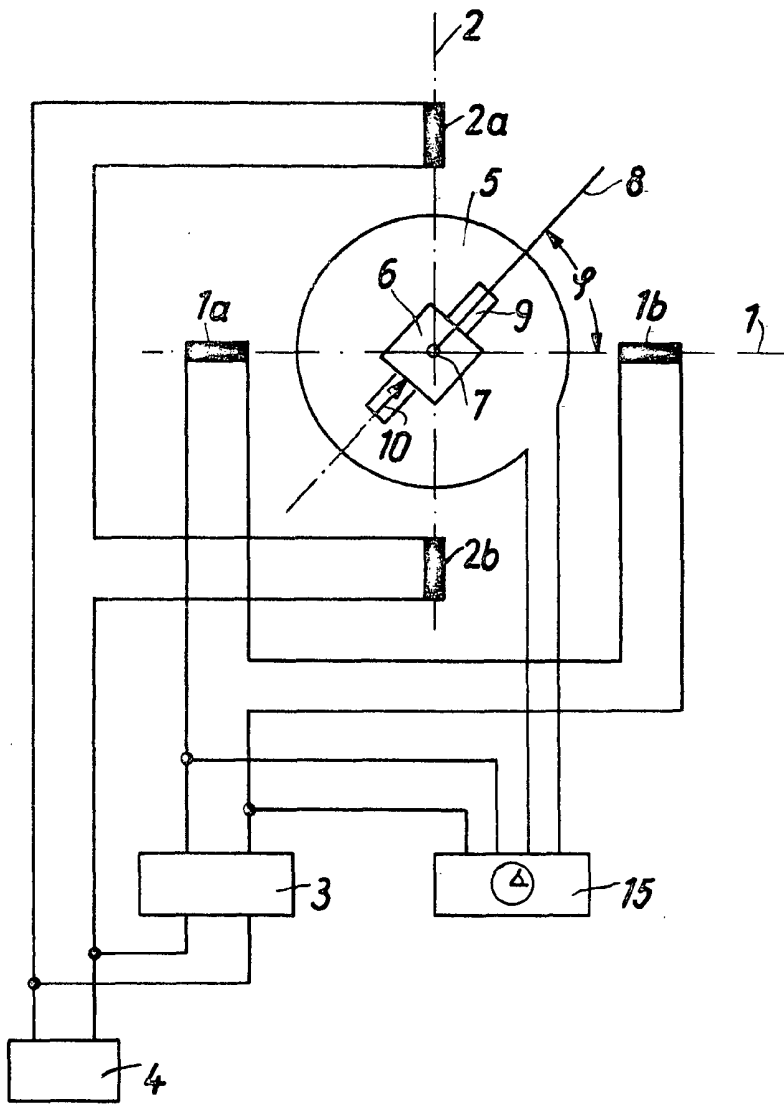


Fig. 1

134969

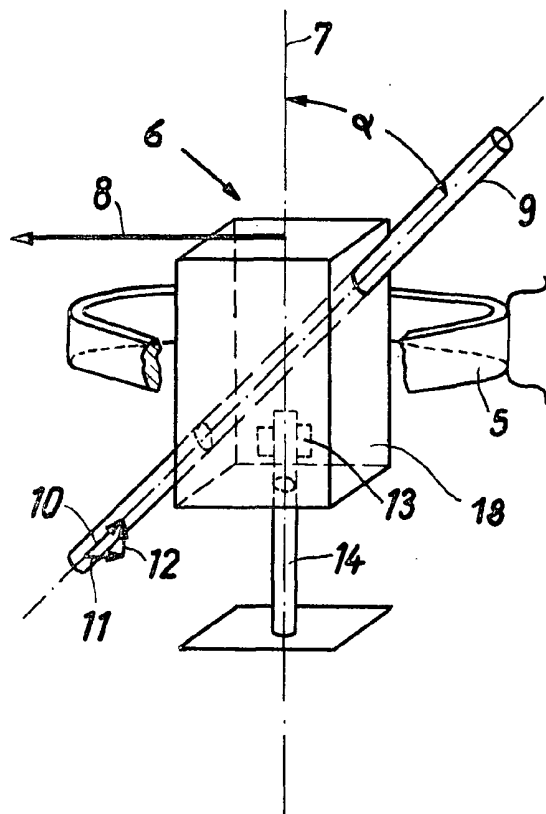


Fig. 2

134969

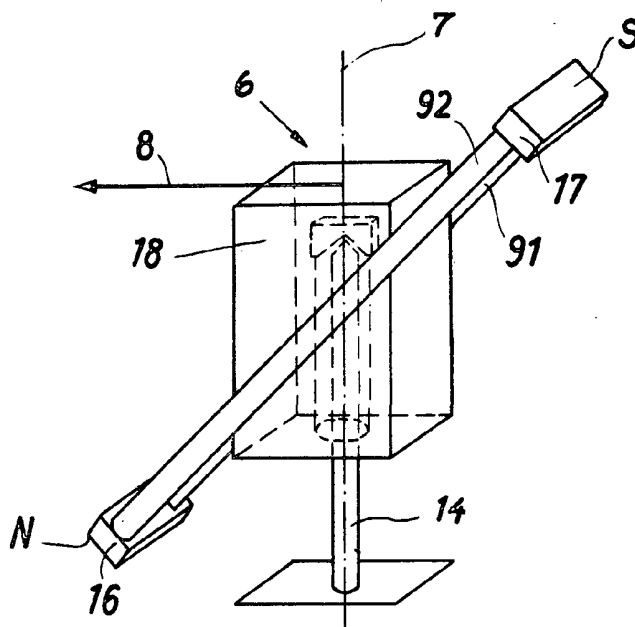


Fig. 3

134969

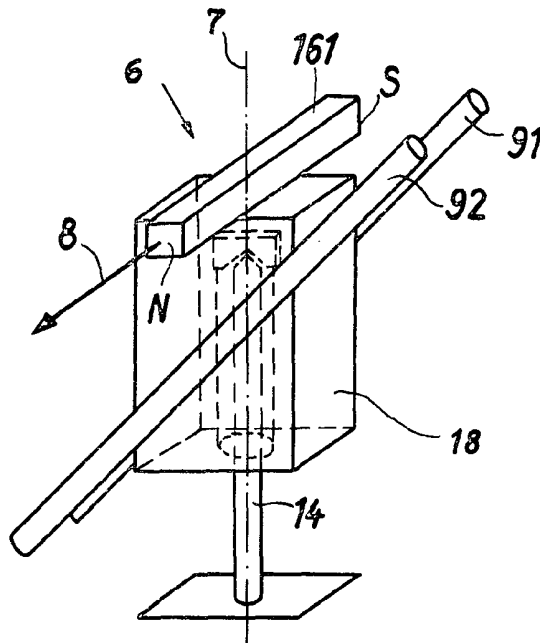


Fig. 4

134969

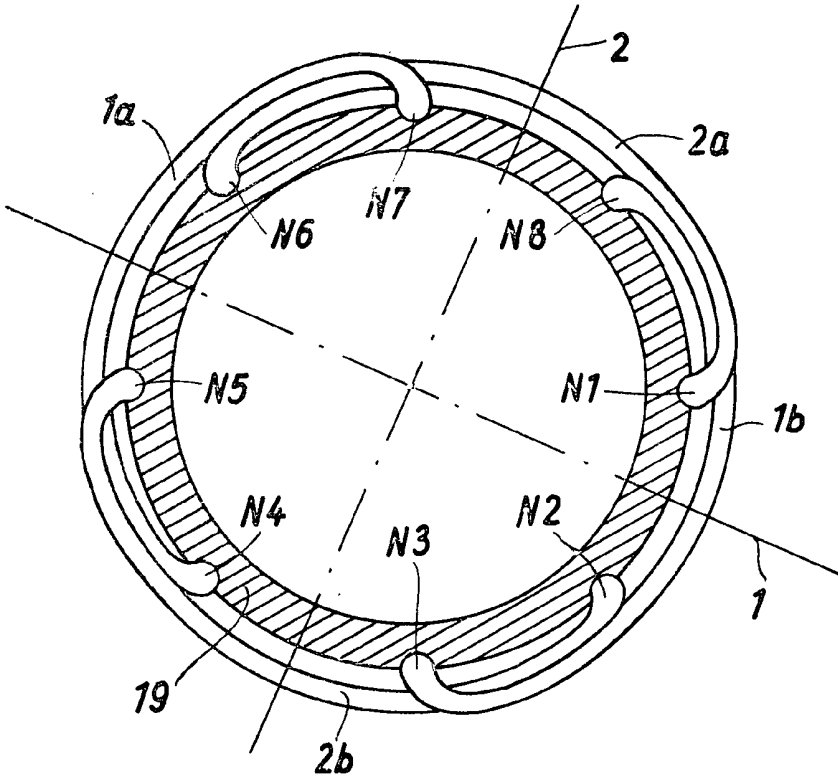


Fig. 5