



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **328954**

(13) **B1**

**NORGE**

(51) Int Cl.

*G01V 1/38 (2006.01)*

*G01V 1/16 (2006.01)*

### Patentstyret

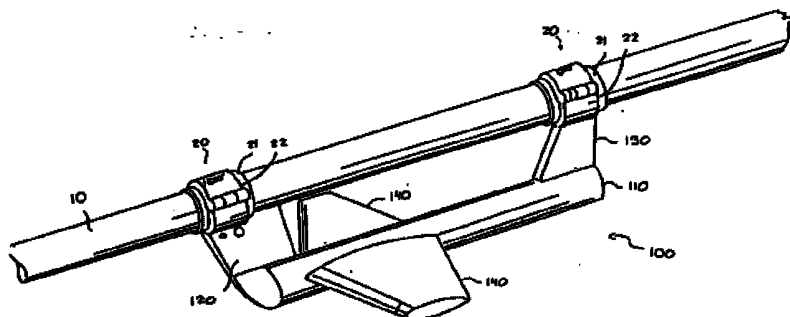
---

(21)	Søknadsnr	19982698	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1998.06.11	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1998.06.11	(30)	Prioritet	1997.06.12, US, 49450
(41)	Alm.tilgj	1998.12.14			
(45)	Meddelt	2010.06.28			
(73)	Innehaver	Input/Output Inc, 12300 Parc Crest Drive, US-TX77477 STAFFORD, USA			
(72)	Oppfinner	Bryant G. Ragan, 4812 Church Street, Metairie, LA 70001, US-, USA James T. Cronvich, Harahan, LA, US-, USA André W Olivier, 9725 Robin Lane, US-LA70123 RIVER RIDGE, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

---

(54)	Benevnelse	<b>Dybdestyringsanordning for en undervannskabel</b>
(56)	Anførte publikasjoner	US 5619474
(57)	Sammendrag	

Dybdestyringsanordning for en undervannskabel inkluderer et roterende drivorgan med en roterende utgangsaksel forbundet til en kamplate. Rotasjon av kamplaten ved hjelp av drivorganet bevirker at en vippearmsvinger omkring en akse på tvers av akselen for utgangsakselen. Vippearmen er drivende forbundet til en drivaksel for å rotere vinger omkring deres svingeakse. Svingeaksene for vingene kan være perpendikulære til å skjære akselen for drivorgan-utgangsakselen, slik at dybdestyringsanordningen kan gjøres ytterst kompakt.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en dybdestyringsanordning for en undervannskabel, eventuelt i kombinasjon med en kabel som skal slepes under vann. De trekk som karakteriserer oppfinnelsen er angitt i patentkravene.

## 5 BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

### 1. Oppfinnelsesområde

Denne oppfinnelse vedrører en dybdestyringsanordning for bruk med en undervannskabel, som for eksempel en kabel anvendt ved seismisk testing.

### 10 2. Beskrivelse av teknikkens stand

Ved marin seismisk oljeleting blir en kabel, vanlig benevnt sondekabel («streamer cable») slept under vann ved hjelp av et overflatefartøy. En rekke hydrofoner er montert i eller festet på kabelen og en akustisk kilde eller akustisk kanon avfyres for å presse en impuls av trykkluft inn i vannet og skape en boble.

15 Sammenfallingen av boblen genererer akustiske pulser som brer seg gjennom vannet og inn i grunnen. Refleksjoner av pulsene fra geologiske strukturer under sjøbunnen fanges opp av hydrofonene og data som representerer de avbøyde refleksjoner overføres til overflatefartøyet. Ved analysering av refleksjonene er det mulig å oppdage underjordiske formasjoner inneholdende olje eller gass.

20 Det er ønskelig nøyaktig å kunne styre dybden av kabelen mens den slepes gjennom vannet. For dette formål er dybdestyringsanordninger, vanlig benevnt «kabelnivåfugler» («cable leveling birds») på grunn av at de har noen visuell likhet med sjøfugl festet til kabelen med mellomrom langs den lengde. Dybdekontrollanordningene er utstyrt med regulerbare høydestyringsplan, generelt omtalt som  
25 «vinger» som hver har en svingeakse som vingen kan svinges om ved hjelp av motorer i dybdestyringsanordningen for å regulere oppdriften som utvikles av vingene, slik at kabelen opprettholdes i en ønsket dybde.

I en typisk dybdestyringsanordning tilveiebringes kraften for å rotere vingene omkring deres svingeakser ved hjelp av en elektrisk motor koplet til vingene på  
30 forskjellige måter. Motoren kan for eksempel ha en drivaksel hvis rotasjon bevirker at en konsentrisk ytre glidedel beveger seg aksialt, som igjen forflytter en tverrgående bolt forbundet ved en arm til ringakselen som bevirker at ringene svinger omkring ringakselen ettersom drivakselen er rotert av motoren. Med et slik arrangement, som for eksempel beskrevet i US 5619474, vil akselen for motorens

drivaksel ende opp lokalisert i et plan som er forskjellig fra vingenes svingeakse, for eksempel at vingene kan være montert enten over eller under en husdel inneholdende motoren. Dette arrangement er ikke idèelt på grunn av at anordning av motoren drivaksel og svingeaksene i forskjellige plan øker høyden av dybdestyringsanordningen, noe som resulterer i økt friksjonsmotstand, vibrasjoner og hydrodynamisk «støy». Den økte friksjonsmotstand øker den energi som er nødvendig for å slepe undervannskabelen gjennom vannet, mens de økte vibrasjoner og hydrodynamisk støy kan innføre feil i de akustiske målinger som foretas av undervannskabelen.

10

#### OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en dybdestyringsanordning hvori svingeaksene for vingene kan være i samme plan som rotasjonsaksen for en motor som roterer vingene, idet dette resulterer i en struktur med lav friksjonsmotstand og lav støy.

15

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også en dybdestyringsanordning som har god motstand mot mekaniske støt.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer videre en dybdestyringsanordning som er lett å sammensette og modifisere.

20

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer ytterligere en dybdestyringsanordning med en modulær drivmekanisme som lett kan erstattes med en drivmekanisme med forskjellige operasjonsegenskaper, men som kan anvendes med den samme type av vinger.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også en dybdestyringsanordning med en pålitelig, men likevel enkel anordning for avføling av helningsvinkelen for vingene i dybdestyringsanordningen.

25

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer videre en kabelanordning som inkluderer en undervannskabel og en dybdestyringsanordning i henhold til den foreliggende oppfinnelse.

30

Målene med foreliggende oppfinnelse oppnås ved en dybdesvingsanordning for en undervannskabel, innbefattende et roterende drivorgan med en roterende utgangsaksel; og kjennetegnet ved at en kamplate som kan roteres av utgangsakselen og som har en kontaktoverflate; en vippearmsarm med en rotasjonsakse; en første skyvestang med en første ende som kan gå til inngrep med kontakt-

overflaten av kamplaten og en andre ende som kan gå til inngrep med vippear-  
men; og første og andre vinger, den første vinge har en svingeakse og som er  
operativt forbundet med vippearmen, slik at rotasjon av vippearmen omkring sin  
rotasjonsakse roterer den første vinge omkring dens svingeakse.

5 Foretrukne utførelsesformer av dybdestillingsanordningen er videre utdypet  
i kravene 2 til og med 24.

Målene med foreliggende oppfinnelse oppnås videre ved en undervanns-  
kabelanordning, kjennetegnet ved at den omfatter: en kabel for sleping under  
vannet; en dybdestyringsanordning som angitt i ethvert av de foregående krav  
10 montert på kabelen for å styre dybden av kabelen når denne slepes under vann.

En dybdestyringsanordning kan inkludere et roterende drivorgan med en  
roterende utgangsaksel. En kamplate med en kompaktoverflate roteres av ut-  
gangsakselen. En eller flere skyvestenger er anordnet mellom kontaktoverflaten  
av kamplaten og en vippear, slik at når kamplaten roteres utøver den en aksial  
15 kraft på skyvestengene og bevirker at disse overfører kraften og derved dreier  
vippearmen. En eller flere vinger er operativt assosiert med vippearmen, slik at  
svingning av vippearmen omkring dens rotasjonsakse vil svinge vingene omkring  
deres svingeakser for å endre deres helningsvinkler. Ved å endre helningsvinkle-  
ne for vingene kan dybdestyringsanordningen utøve en kraft på en undervanns-  
20 kabel for å regulere dybden av kabelen i vannet. Betegnelsen «helningsvinkel»  
refererer her til rotasjonsvinkelen for en vinge målt omkring dens svingeakse i for-  
hold til en hvilken som helst vilkårlig rotasjonsmessig referanseposisjon av vingen.  
For enkelhets skyld kan den rotasjonsmessige referanseposisjon velges slik at  
helningsvinkel er lik vingenes innfallsvinkel, men helningsvinkelen kan i stedet  
25 være forskjellig fra innfallsvinkelen med en forutbestemt verdi.

En dybdestyringsanordning for en undervannskabel kan inkludere første og  
andre vinger og en drivaksel som strekker seg langs en rett linje mellom de første  
og andre vinger og med en rotasjonsakse. Et drivorgan med en roterende ut-  
gangsaksel er operativt forbundet med drivakselen for å rotere drivakselen om-  
30 kring sin rotasjonsakse. Ugangsakselen har en rotasjonsakse som skjærer rota-  
sjonsaksen av drivakselen hvorved høyden av dybdestyringsanordningen kan re-  
duceres og resulterer i mindre friksjonsmotstand, lavere vibrasjoner og lavere hy-  
drodynamisk støy av dybdestyringsanordningen.

En dybdestyringsanordning for en undervannskabel kan inkludere en hoveddel, en vinge som bæres av hoveddelen for rotasjon omkring en svingeakse, et drivorgan for å rotere vingen omkring svingeaksen og en magnet og en halveffekt-føler magnetisk koplet til hverandre. En av magneten og halveffektføleren er be-  
vegbar under støttet i forhold til hoveddelen, slik at den kan bevege seg synkront  
med vingen når vingen roterer omkring svingeaksen, og den andre av magneten  
og halveffektføleren er stasjonær i forhold til hoveddelen.

Et undervannskabelarrangement kan inkludere en kabel og en dybdestyringsanordning festet til kabelen. Svingeaksene for vingene krysser hverandre og er perpendikulære til aksene for utgangsakselene av drivorganet. For eksempel kan svingeaksene være i samme plan som aksene for utgangsakselene.

Drivorganet, kamplaten og vippearmen kan være del av en modulær sammensetning som er løsbart montert i en hul hoveddel av dybdestyringsanordningen og er løsbart forbundet til drivakselen for vingene, slik at sammenstillingen kan anvendes med forskjellige vinger.

#### KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Fig. 1 er et perspektivriss av en utførelsesform av en dybdestyringsanordning i henhold til den foreliggende oppfinnelse installert på en undervannskabel.

Fig. 2 er et langsgående tverrsnitt av dybdestyringsanordningen i fig. 1.

Fig. 3 er et perspektivriss av frontdelen av utførelsesformen i fig. 1 med deler avdekket.

Fig. 4 er et toppriss av midtdelen av utførelsesformen i fig. 1 med deler tatt bort.

Fig. 5 er en skjematisk illustrasjon av utførelsesformen i fig. 1 og viser manøvreringsprinsippene.

Fig. 6 er isometrisk uttrekks-perspektivriss av drivorgan-sammensetningen av utførelsesformen i fig. 1.

Fig. 7 er et langsgående tverrsnitt av drivorgan-sammensetningen i fig. 6.

Fig. 8 er et isometrisk riss av kamplaten, skyvestengene og vippearmen av drivorgan-sammensetningen i fig. 6 i en delvis sammensatt tilstand.

Fig. 9 er et langsgående tverrsnitt av husdelen av drivorgansammensetningen i fig. 6.

Fig. 10A - 10D er tversgående tverrsnitt tatt langs linjene 10A-10A, 10B-10B, 10C-10C, henholdsvis 10D-10D i fig. 9.

Fig. 11 er en skjematisk illustrasjon av de relative lokaliseringer av halveffekt-følerne og magnetene når vingene befinner seg med helningsvinkel 0.

5 Fig. 12 er en grafisk fremstilling og viser en metode for å kombinere utgangsspenningene fra halveffektfølerne for å oppnå en funksjon som er indikerende for helningsvinkelen  $\theta$ .

#### BESKRIVELSE AV FORETRUKNE UTFØRELSESFORMER

10 Fig. 1 illustrerer en utførelsesform av en dybdestyringsanordning 100 i henhold til den foreliggende oppfinnelse installert på en undervannskabel 10 for seismisk oljeleting. Under bruk blir kabelen 10 slept gjennom vannet mot venstre på fig. ved hjelp av et fartøy (ikke vist). Dybdestyringsanordningen 100 kan monteres på kabelen 10 på en hvilken som helst måte som muliggjør at dybdestyringsanordningen 100 kan utøve en oppoverrettet eller nedoverrettet kraft på kabelen 10  
15 for å regulere dybden av kabelen 10 i vannet. I den foreliggende utførelsesform henger dybdestyringsanordningen 100 under kabelen 10 men den kan anordnes på annen måte, som for eksempel over kabelen 10, på siden av kabelen 10, eller koaksialt innrettet på linje med eller liggende omkring kabelen 10. En rekke forskjellige andre ikke-illustrerte komponenter kan være festet til kabelen 10, som for  
20 eksempel retningsfølere, hydrofoner, akustiske rekkeviddeinnretninger, innretninger for å finne kabelen igjen, oppdrifts-regulerende utstyr og sonarutstyr for sidesveip. Dybdestyringsanordningen 100 inkluderer en hoveddel 110, et par armer 120, 130 som forbinder hoveddelen 110 til kabelen 10, og et par vinger 140 svingbart montert på hoveddelen 110 for å svinge omkring en tilsvarende svingeakse for å styre vingens helningsvinkel. I den foreliggende utførelsesform er svingeaksene for de to vinger 140 innrettet på linje med hverandre. Helningsvinkelen for hver vinge 140 er dens rotasjonsvinkel målt omkring dens svingeakse i forhold til en rotasjonsmessig referanseposisjon. I den foreliggende utførelsesform er  
25 den rotasjonsmessige referanseposisjon med helningsvinkel  $0^\circ$  den posisjon hvori korden for hver vinge 140 er parallell med aksene for kabelen 10, slik at når kabelen 10 beveger seg i sin lengderetning vil helningsvinkelen være lik innfallsvinkelen for vingene 140. Helningsvinkelen kan imidlertid være forskjellig fra innfallsvinkelen, for eksempel forskjøvet i forhold til innfallsvinkelen med en konstant verdi.  
30

Helningsvinkelen for vingene 140 kan foretrukket styres over et tilstrekkelig område til å la vingene 140 ikke frembringe noen oppdrift, en oppdrift som svinger kabelen 10 oppover, eller en negativ oppdrift som tvinger kabelen 10 nedover, selv om vingene 140 kan ha et mindre svingeområde. Ved den foreliggende utførelsesform kan helningsvinkelen (og innfallsvinkelen) varieres kontinuerlig mellom +15° og -15°. I tillegg til vingene 140 kan dybdestyringsanordningen 100 inkludere en eller flere vinger for bruk ved styring av kabelen 10 horisontalt gjennom vannet. Videre kan dybdestyringsanordningen 100 være utstyrt med et eller flere ytterligere sett av vinger med den samme eller forskjellig struktur i avstand fra det første sett av vinger 140. En ikke-illustrert dybdeføler for avføling av dybden for kabelen 10 er montert i eller i nærheten av dybdestyringsinnretningen 100, som for eksempel i kabelen 10 eller i en av armene 120, 130 av dybdestyringsanordningen 100. Helningsvinkelen for vingene 140 vil vanligvis bli automatisk regulert basert på utgangssignalet av dybdeføleren slik at kabelen 10 opprettholdes ved en ønsket dybde i vannet.

Dybdestyringsanordningen 100 kan være festet til kabelen 10 på en rekke forskjellige måter. Foretrukket er den festet på en slik måte at hoveddelen 110 av dybdestyringsanordningen 100 automatisk forbli direkte under kabelen 10, d.v.s. loddrett anordnet i forhold til kabelen 10, med svingeaksene for vingene 140 hovedsakelig horisontale selv når kabelen 10 vrir seg om sin akse, slik at dybdestyringsanordningen 100 kan utøve en vertikal kraft på kabelen 10 uansett orienteringen av kabelen 10. Hvis dybdestyringsanordningen 100 har negativ oppdrift kan den roterbart forbindes til kabelen 10, slik at den automatisk inntar en posisjon direkte under kabelen 10 under innvirkning av tyngdekraften. For å sikre at dybdestyringsanordningen 100 inntar en posisjon loddrett under kabelen 10 kan et flottørkammer være festet til dybdestyringsanordningen 100 på oversiden av kabelen 10, en anordning som er konvensjonell i dybdestyringsanordninger. Oppdriftskammeret, som har positiv oppdrift, inntar en posisjon direkte over kabelen 10 og utøver et moment på dybdestyringsanordningen 100 omkring kabelen 10 for å opprettholde dybdestyringsanordningen 100 direkte under kabelen 10. I denne utførelsesform er dybdestyringsanordningen 100 roterbart festet til kabelen 10 ved hjelp av forbindelsesklemmer 20 som inkluderer en indre hylse 21 festet til utsiden av kabelen 10 og en ytre hylse 22 roterbart montert på den indre hylse 21 og festet til en av armene 120, 130. Foretrukket kan den ytre hylse 22 lett løsnes fra den

indre hylse 21 slik at dybdestyringsanordningen 100 lett kan settes på og fjernes fra kabelen 10. En særlig type av forbindelsesklemmer for bruk ved den foreliggende oppfinnelse er beskrevet i US patentskrift 5.529.011( Williams, Jr. ) med tittel «Connector for Underwater Cables» selv om hvilken som helst annen type forbindelsesklemme kan anvendes som muliggjør at dybdestyringsanordningen kan rotere i forhold til kabelen 10.

Fig. 10 er et langsgående tverrsnitt av dybdestyringsanordningen 100 i fig. 1, idet den venstre ende på figuren er frontenden når anordningen 100 slepes gjennom vannet. Hoveddelen 110 kan ha en hvilken som helst form som muliggjør at den kan bære vingene 140 og utstyr for å regulere helningsvinkelen av vingene 140. Foretrukket er hoveddelen 110 et strømlinjeformet element og ved den foreliggende utførelsesform har den form av et langstrakt hult rør. Det indre av hoveddelen 110 kan være permanent lukket, men foretrukket kan hoveddelen 110 åpnes når det ønskes for å muliggjøre at komponenter lett kan erstattes eller etter-  
ses. I den foreliggende utførelsesform har hoveddelen 110 en åpning ved den ene eller begge de langsgående åpninger hvori forskjellige komponenter kan settes inn. Etter innsetting av komponentene tettes åpningene på en vanntett måte ved hjelp av egnede lukkeinnretninger. Armene 120, 130 kan inkludere forseglbare hulrom for å romme en rekke forskjellige ikke-illustrerte komponenter og passasjer som fører mellom hulrommene og hoveddelen 110. For eksempel kan armene inkludere hulrom for palmekanismer for løslig forbindelse av armene til forbindelsesklemmene 20, eller et hulrom for en dybdeføler eller annet elektronisk utstyr. Hoveddelen 110 og armene 120, 130 kan fremstilles av hvilket som helst materialer som er forlikelige med omgivelsene hvori dybdestyringsanordningen 100 opererer, idet slagfaste materialer er særlig egnet.

Fig. 3 er et isometrisk riss av frontenden av dybdestyringsanordningen 100 delvis gjennomskåret med vingene 140 fjernet. Som vist i fig. rommer hoveddelen 110 en vinge-drivorgansammenstilling 150 for å rotere vingene 140 omkring deres svingeakser for å nå ønskede helningsvinkler. Drivorgansammenstillingen 150 er drivende forbundet til vingene 140 ved hjelp av en drivaksel 145 som passerer gjennom tilsvarende hull i hoveddelen 110 av dybdestyringsanordningen 100 og som foretrukket er løslig forbundet med drivorgansammenstillingen 150. For enkelhets skyld er drivakselen 145 foretrukket lineær, selv om det er mulig at den har veivform eller annen ikke-linær form. Når svingeaksene for vingene 140 er

koaksiale er det fordelaktig å anvende en enkel drivaksel 145 for begge vinger 140, som i den foreliggende utførelsesform, men det er også mulig å anvende en separat drivaksel for hver vinge. Foretrukket kan vingene 140 løsnes fra drivakselen 145. Drivorgansammenstillingen 150 er modul som ikke er begrenset til bruk med et spesifikt sett av vinger 140. Hvis vingene 140 fjernes fra drivakselen 145 og drivakselen 145 trekkes ut fra hoveddelene 110, kan drivorgansammenstillingen 150 fjernes fra hoveddelen 110 gjennom en av endene av hoveddelen 110 og erstattes med en ytterligere drivorgansammenstilling 150 med forskjellige operasjonsegenskaper, som for eksempel et forskjellig rotasjonsområde eller en forskjellig responstid. Etter som vingene 140 kan fjernes fra drivakselen 145 kan på den annen side en eneste drivorgansammenstilling 150 anvendes med en rekke forskjellige vinger 140. I tillegg til drivorgansammenstillingen 150 kan hoveddelen 110 romme forskjellige andre komponenter, som for eksempel styreutstyr for å kontrollere operasjonen av drivorgansammenstillingen 150.

Fig. 4 er et planriss av området av dybdestyringsanordningen 100 i nærheten av vingene 140 med deler fjernet. Hver av vingene 140 er stivt men løsbart festet til en av de ytre endedeler av drivakselen 145 som står ut til utsiden av hoveddelen 110 ved hjelp av skruer eller andre egnede midler, slik at vingen roterer sammen med drivakselen 145 omkring akselen for drivakselen 145. En strømlinjeformet del 112 kan være montert på hoveddelen 110 foran den innerste ende av forkanten av hver vinge 140 for å redusere hydrodynamisk støy ved forkanten og å forhindre at vingene 140 vikler seg sammen med fiskeliner, fiskegarn eller andre gjenstander i vannet. En ytterligere strømlinjeformet del 113 er montert på hoveddelen 110 og omgir drivorgansammenstillingen 150 og slutter seg til en utsparing 141 tildannet i den indre del av hver vinge 140. Den strømlinjeformede del 113 virker til å redusere hydrodynamisk støy bevirket ved interferensvirkninger av skjæringen mellom hoveddelen 110 og vingene 140. Den strømlinjeformede del 113 øker også motstandsstyrken mot støt for dybdestyringsanordningen. Den strømlinjeformede del 113 inkluderer ikke-illustrerte lagre som roterbart opptar drivakselen 145. Hvis vingene 140 støter mot en gjenstand når dybdestyringsanordningen 100 slepes gjennom vannet kan støtet overføres til hoveddelen 110 gjennom lagerne og den strømlinjeformede del 113 snarere enn å bli overført til drivorgansammenstillingen 150. Vingene 140 kan ha standard vingetverrsnitt som

kan velges basert på den ønskede mengde oppdrift, den primære operasjonshastighet, hydrodynamisk støy og andre betraktninger.

Fig. 5 er et skjematisk riss som viser operasjonsprinsippene for drivorgansammenstillingen 150. Drivorgansammenstillingen 150 inkluderer et roterende drivorgan, som for eksempel en elektrisk motor 171, med en roterende utgangs-  
5 aksel forbundet til en kamplate 190, som er en kam med en rotasjonsakse og en kontaktoverflate 191. To bevegbare skyvestenger 210 med en første ende i glidende kontakt med kontaktoverflaten 191 på kamplaten 190 og en andre ende rett ut for en vippearmsarm 220 med en rotasjonsakse som skjærer og er perpendikulær til  
10 akselen for drivakselen for motoren 171. Kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190 kan ha en hvilken som helst form, slik at lokaliseringen av et skjæringspunkt mellom kontaktoverflaten 191 og en imaginær linje parallell med rotasjonsaksen for kamplaten 190 varierer i retning parallell med rotasjonsaksen når kamplaten 190 roterer. Med en slik form bevirker rotasjon av kamplaten 190 at skyvestengene  
15 210 overfører skyvekraft i sin aksiale retning. Kamplaten 190, skyvestengene 210 og vippearmsarmen 220 omdanner sammen rotasjonen utgangskanalen av den elektriske motor 171 til rotasjon av vippearmsarmen 220 omkring svingeaksene for vingene 140. Drivakselen 145 for vingene 140 er koaksialt forbundet til vippearmsarmen 220 slik at de roterer med vippearmsarmen 220. Drivakslene 145 strekker seg faktisk perpendikulært til planet for figuren gjennom rotasjonssenteret for vippearmsarmen 220,  
20 men for lettere illustrasjon er drivakselen 145 viset forløpende diagonalt i forhold til akselen av vippearmsarmen 220. Etter som akselen for drivakselen 145 faller sammen med rotasjonsaksen for vippearmsarmen 220, vil svingeaksene for vingene 140 (som faller sammen med rotasjonsaksen for drivakselen 145) krysse og være perpendikulære til og i samme plan som akselen for utgangssakselen for motoren 171. Selv  
25 om motoren 171 og kamplaten 190 er illustrert beliggende på forsiden av drivakselen 145 i forhold til bevegelsesretningen for dybdestyringsanordningen 100 gjennom vannet, (til venstre i figuren), kan de være anordnet på annet sted, for eksempel på baksiden. Videre, mens midtlinjen av utgangsakselen for motoren  
30 171 foretrukket ligger i et plan inneholdende senterlinjen av kabelen 100 behøver den ikke være parallell med senterlinjen for kabelen 100. For eksempel kan motoren 171 installeres i en av armene 120, 130 med senterlinjen for sin utgangsaksel forløpende på tvers av akselen for kabelen 100. For eksempel vertikalt. For lettere fremstilling kan det være greit at skyvestengene 210 strekker seg parallelt med

aksen for drivakselen av motoren 171, men de kan strekke seg i en hvilken som helst annen vinkel som muliggjør at de kan overføre kraft fra kamplaten 190 til vippearmen 220, slik at det utøves et dreiemoment på vippearmen 220 omkring dens rotasjonsakse. De illustrerte skyvestenger 210 er hovedsakelig rette, men de kan i stedet for eksempel være krumme eller veivformet.

Når motoren 171 drives for å rotere kamplaten 190 omkring akselen for utgangsakselen av motoren 171 i retning enten med eller mot urviseren, utøver kamplaten 190 en aksial kraft på en av skyvestengene 210 for å presse denne ene skyvestang 210 til høyre på figuren mot vippearmen 220. Skyvestangen 210 som presses mot høyre utøver en kraft på vippearmen 220 for å svinge vippearmen 220 omkring sin akse, slik at drivakselen 145 roterer omkring sin akse for å endre helningsvinkelen av vingene 140. Når den øvre skyvestang 210 i fig. 5 presses mot høyre i figuren økes helningsvinkelen for vingene 140, d.v.s. forkanten av hver vinge 140 løftes og når den nedre skyvestang 210 presses mot høyre nedsettes helningsvinkelen, d.v.s. forkanten av hver vinge 140 senkes. Når en skyvestang 210 presses til høyre av kamplaten 110 blir den andre skyvestang 210 presset til venstre, d.v.s. mot kamplaten 190, ved hjelp av vippearmen 220. Kamplaten 190 kan være formet slik at den retning hvori skyvestengene 210 beveges bare avhenger av den retning hvori kamplaten 190 roteres, eller den kan være formet slik at bevegelsesretningen for skyvestengene 210 avhenger både av rotasjonsretningen for kamplaten 190 og den rotasjonsmessige posisjon av kamplaten 190 ved et hvilket som helst gitt tidspunkt. Et eksempel på den formede type av kamplate er en type som må reverseres i rotasjonsretningen for å reversere bevegelsesretningen av skyvestengene 210 i forhold til kamplaten. Et eksempel på den sistnevnte type av kamplate er en type som kan roteres kontinuerlig i en rotasjonsretning, med hver skyvestang 210 beveget i en retning i forhold til kamplaten under  $180^\circ$  rotasjon av kamplaten og deretter bevege seg i den motsatte retning under de resterende  $180^\circ$  rotasjon.

Selv om den illustrerte drivorgansammenstilling 150 inkluderer to skyvestenger 210, en for å rotere vippearmen 220 i retning med urviserne og den andre skyvestang for å rotere vippearmen 220 i retning med urviserne, kan en av skyvestengene 210 utelates, med en enkelt skyvestang 210 som roterer vippearmen 220 i en første retning og med en retur fjær som roterer vippearmen 220 i den andre retning.

Fig. 6 er et isometrisk uttrekks-perspektivriss av et eksempel på drivorgan-sammenstillingen 150. Den inkluderer en husdel 160 for posisjonering av de forskjellige komponenter i drivorgansammenstillingen 150 i forhold til hverandre og i forhold til vingene 140. Husdelen 160 har en generelt sylindrisk ytre omkrets som 5 tilsvarer den sylindriske indre omkrets av den sylindriske hoveddel 110 av dybdestyringsanordningen 100, men den kan ha en hvilken som helst annen ønsket form som muliggjør at den kan passe inn i hoveddelen 110. Drivorgan-sammenstillingen 150 inkluderer også en motorenhet 170 som stikkes inn i en ende av husdelen 160, en rotasjonsmessig posisjonsføler 240 innsatt i den mot- 10 satte ende av husdelen 160, en vippearms 220 som settes inn i husdelen 160 slik at den blir innrettet på linje med en tversgående boring 164 som strekker seg mellom motsatte sider av husdelen 160, og et antall komponenter for roterbart å understøtte vippearmen 220 innrettet på linje med den tversgående boring 164, slik at drivakselen 145 for vingene 140 kan forbindes til vippearmen 220, og for 15 tetting av den tversgående boring 164.

Motorenheten 170 inkluderer en elektrisk motor 171, som for eksempel en roterende likestrømsmotor. Hvis motoren 171 er tilstrekkelig kraftig kan den drive kamplaten 190 direkte. Alternativt kan motoren 171 være forbundet til kamplaten 190 gjennom en reduksjonsenhet 172 for å øke det dreiemoment som utøves på 20 kamplaten 190. I den foreliggende utførelsesform er motoren 171 forbundet til en planet girreduksjonsenhet 172 anordnet inne i kabelen og med en utgangsaksel 173 koaksial med utgangsakselen for motoren 171. En rekke forskjellige motorer og reduksjonsenheter egnet for bruk i den foreliggende oppfinnelse kan fås i handelen. En plangir-reduksjonsenhet 172 er særlig egnet på grunn av at den kan 25 være ytterst kompakt, mens den gir et høyt reduksjonsforhold og muliggjør at utgangsakselen for reduksjonsenheten 172 kan være koaksial med motorens utgangsaksel, men andre typer av reduksjonsenheter kan også anvendes. Motorenheten 170 kan styres ved hjelp av en hvilken som helst egnet kontrollmekanisme. Ved den foreliggende oppfinnelse styres motorenheten 170 av en elektronisk styre- 30 remodul 250 som er anordnet i hoveddelen 110 av dybdestyringsanordningen 100 og som kan inneholde en rekke forskjellige konvensjonelle kontrollkretser som for eksempel energitilførsel, vekselstrøms- og/eller likestrøms-omformere, motordrivkretser, og en mikroprosessor for å gjennomføre programmerbar kontroll. Alternativt kan motorenheten 170 og annet utstyr i dybdestyringsanordningen 100 styres

ved hjelp av en kontrollmekanisme som befinner seg utenfor dybdestyringsanordningen 100, som for eksempel i kabelen 10 eller ombord i slepefartøyet. Elektrisk energi for motorenheten 170, kontrollmodulen 250 og annet elektrisk utstyr i dybdestyringsanordningen 100 kan genereres av et batteri inne i dybdestyringsanordningen 100, og/eller den kan genereres ombord i det fartøy som sleper kabelen 10 gjennom vannet overføres til dybdestyringsanordningen 100 via kabelen 10. I det siste tilfelle kan dybdestyringsanordningen 100 være direkte forbundet til ledninger inne i kabelen 10, eller spoler inne i dybdestyringsanordningen 100 kan være induktivt kopleet til spoler inne i kabelen 10, slik at energi og/eller data og kontrollsignaler kan overføres induktivt mellom kabelen 10 og dybdestyringsanordningen 100.

Reduksjonsenheten 172 kan være drivende forbundet til kamplaten 190 på en hvilken som helst egnet måte som muliggjør at kamplaten 190 kan roteres av reduksjonsenheten 172. I den foreliggende utførelsesform er utgangsakselen 173 av reduksjonsenheten 172 forbundet til en adapter 174 med en sylindrisk del 175 og en rektangulær del 176 lenger borte fra reduksjonsenheten 172 enn den sylindriske del 175. Adapteren 174 kan være forbundet til utgangsakselen 173 på en hvilken som helst måte som muliggjør at de kan rotere som en eneste enhet. Den sylindriske del 175 av adapteren 174 passer trangt inn i den indre del av et rotasjonslager, som for eksempel et kulelager 200, mens den rektangulære del 176 passer inn i en rektangulær boring 193 tildannet i kamplaten 190, slik at kamplaten 190 vil rotere sammen med adapteren 174. Kamplaten 190 har et sylindrisk skjørt 192 som passer over den ytre ring av kulelageret 200. Kulelageret 200, som er eventuelt, tjener til å forsterke kamplaten 190 mot aksiale krefter og muliggjør at kamplaten 190 kan rotere mer jevnt.

Motorenheten 170 understøttes av en sylindrisk forbindelsesdel 180 som er festet til endeverflaten av motorenheten 170 ved hjelp av skruer eller andre egnede midler. Den venstre ende av forbindelsesdelen 180 har en sylindrisk vegg 181 som omgir den høyre ende av reduksjonsenheten 172, og den høyre ende av forbindelsesdelen 180 har en sylindrisk del 182 som løst omgir adapteren 174 forbundet til utgangsakselen 173 av reduksjonsenheten 172. Forbindelsesdelen 180 er tildannet med utvendige gjenger 183 som kan skrus inn i innvendige gjenger tildannet i den venstre ende av husdelen 160 for å feste motorenheten 170 til husdelen 160. Når motorenheten 170 er skrudd inn i husdelen 160 kan en låse-

mutter 185 skrur inn på de utvendige gjenger 184 over forbindelsesdelen 180 inn-  
til låsemutteren 185 butter mot den aksiale endeflate på husdelen 160.

Vippearmen 220 kan ha en hvilken som helst form som muliggjør at den  
kan overføre et dreiemoment til drivakselen 105 når den påvirkes av en av skyve-  
stengene 210. En eneste vippearmer kan påvirkes av begge skyvestenger 210 som  
5 gir den foreliggende utførelsesform, eller en separat vippearmer kan være anordnet  
for hver skyvestang 210. Ved den foreliggende utførelsesform har vippearmer  
220 form av en ring med en generelt sirkulær boring 221 hvorigjennom drivakse-  
len 145 kan settes inn. To kontaktoverflater 222 hvorimot skyvestengene 210 kan  
10 utøve en trykkraft for å svinge vippearmer 220 er tildannet på vippearmer 220 på  
motsatte sider av boringen 221. Tre par av magneter 224a - 224c for avkjøling av  
den rotasjonsmessige posisjonsføler 240 er satt inn i tilsvarende innrettede bo-  
ringer 223 tildannet i sidene av vippearmer 220. En sliss 225 for å motta en del av  
den rotasjonsmessige posisjonsføler 240 er tildannet i vippearmer 220 omkring  
15 en del av dennes omkrets og passere mellom de to magneter i hvert par.

Drivakselen 145 for vingene 140 kan være direkte forbundet til vippearmer 220,  
men i den foreliggende utførelsesform er den glidbart opptatt i en generelt  
sylindrisk innsats 230 som passer inn i boringen 221 på vippearmer 220. Den ytre  
overflate av innsatsen 230 og den indre overflaten av boringen 221 i vippearmer  
20 220 har komplementære former for å hindre deres relative rotasjon. For eksempel,  
i den foreliggende utførelsesform, har innsatsen 230 og boringen 221 flate partier  
på deres motstående overflater som butter mot hverandre for å motstå rotasjon av  
innsatsen 230 i forhold til boringen 221. Innsatsen 230 er også formet slik at den  
forhindrer at drivakselen 145 roterer i forhold til innsatsen 230 mens den foretruk-  
ket muliggjør at drivakselen 145 kan bevege seg i forhold til innsatsen 230 i sin  
25 aksiale retning. For eksempel kan innsatsen 230 og drivakselen 145 ha komple-  
mentær form. I den foreliggende utførelsesform er innsatsen 230 på sin indre  
overflate forsynt med rifler 231 som griper inn i spor 146 tildannet i den ytre over-  
flate av drivakselen 145. Pasningen mellom riflene 231 og sporene 146 er fore-  
trukket slik at slark mellom drivakselen 145 og vippearmer 220 nedsettes til et  
30 minimum. Innsatsen 230 kan bæres roterbart i egnede bærelagre 236 innført i  
motsatte ender av den tversgående boring 164 av husdelen 160. Roterende tet-  
ninger 235 som tetter mot den ytre overflate av innsatsen 230 kan anbringes om-  
kring begge ender av innsatsen 230 for å hindre sjøvann fra å strømme langs den

ytre overflate av innsatsen 230. Uillustrerte endetetninger kan også anordnes over endeflatene av lagerne 236 ved de ytre ender av den tversgående boring 164.

Fig. 7 illustrerer drivorgansammenstillingen 150 i en sammensatt tilstand. Skyvestengene 210 (hvorav en er vist i profil og den andre er vist i tverrsnitt) er glidbart opptatt i tilsvarende boringer i husdelen 160). Motorenheten 170 er innført i husdelen 160, slik at kamplaten 190 vender mot den venstre ende av hver skyvestang 210, og vippearmen 220 er innført i husdelen 160, slik at kontaktoverflaten 222 på vippearmen 220 vender mot den høyre ende av hver skyvestang 210. Den rotasjonsmessige posisjonsføler 240 er innført i husdelen 160 inntil dens venstre side er innført i omkretsslissen 225 i vippearmen 220, slik at den ligger mellom de to magneter i hvert part 224a - 224c montert på vippearmen 220. En tetningsring 2445 kan være anordnet omkring den rotasjonsmessige posisjonsføler for å danne en vanntett forsegling mellom det indre av husdelen 160 og den ytre overflate av den rotasjonsmessige posisjonsføler 240 og hindre at vann lekker inn i den høyre ende av husdelen 160.

Selv om det ikke er essensielt for kontroll av dybdestyringsanordningen 100, er det nyttig å vite helningsvinkelen for vingene 140. Når kabelen 10 belastes med ballast for å gi den en ønsket oppdrift, er det for eksempel konvensjonelt å innstille helningsvinkelen til en forut bestemt verdi og iaktta hvor dypt kabelen 10 varierer når den slepes gjennom vannet. Helningsvinkelen kan bestemmes på forskjellige måter under anvendelse av en lang rekke forskjellig utstyr. For eksempel kan antallet rotasjoner av motoren 171 fra en referanseposisjon tilsvarende en forut bestemt helningsvinkel for vingene 140 telles ved hjelp av en koder og kan anvendes for å beregne den øyeblikkelige rotasjonsposisjon av drivakselen 145, eller hvis motoren 171 er en trinnmotor, kan antallet pulser tilført motoren 171 fra et startpunkt tilsvarende en kjent rotasjonsmessig posisjon av drivakselen 145 telles. Alternativt kan posisjonen av kamplaten 190, en av skyvestengene 210, av vippearmen 220, av drivakselen 145, eller av selve vingene 140 avføres direkte under anvendelse av en lang rekke forskjellige konvensjonelle vinkelfølere som for eksempel arbeider etter mekaniske, elektriske, optiske eller magnetiske prinsipper, for å bestemme helningsvinkelen. I den foreliggende utførelsesform bestemmes helningsvinkelen ved avføring av den rotasjonsmessige posisjon av vippearmen 220 i forhold til en referanseposisjon. Den illustrerte rotasjonsmessige posisjonsføler 240 virker etter halv-effekten og inkluderer fire halveffektfølere 241 -

244 innkapslet i en plasthusdel og som strekker seg inn i omkretsslissen 225 i vippearmen 220. Magnetene 224a - 224c er anordnet med nordpolen av en magnet i paret vendt mot sydpolen av den andre magnet i det samme par. Det sentrale par av magneter 224b er anordnet med polene pekende i den motsatte retning av polene i de andre to par av magnet 224a og 224c, slik at det felt som frembringes av det sentrale par 224b har motsatt retning av feltene frembrakt av de andre to par 224a og 224c. Som et resultat frembringer det sentrale par av magneter 224b en spenning i Hall-effektfølerne 241 - 244 som har motsatt polaritet av den spenning som frembringes av de andre to par 224a og 224c. Når vippearmen 220 roterer, vil utgangsspenningen av hver Hall-effektføler variere i samsvar med nærheten av Hall-effektføleren til magnetene 224a til 224c. Rotasjonsvinkelen for vippearmen 220 kan derfor bestemmes basert på utgangsspenningene fra en eller flere av Hall-effektfølerne. Utgangsspenningene kan anvendes individuelt som en indikasjon på rotasjonsvinkelen av vippearmen 220, eller spenningene fra et flertall Hall-effektfølere kan kombineres på forskjellige måter til å gi en matematisk funksjon som indikerer den rotasjonsmessige vinkel. Fig. 11 illustrerer skjematisk en mulig geometri av Hall-effektfølerne 241 - 244 og magnetparene 224a - 224c. Hall-effektfølerne 241 - 244 er anordnet ved vinkler  $\theta$  på  $+28,7^\circ + 9,2^\circ - 9,2^\circ$  henholdsvis  $-28,7^\circ$  i forhold til en referanselinje. De tre par av magneter 224a - 224c befinner seg i vinkler på henholdsvis  $+32^\circ, 0^\circ$  og  $-32^\circ$  i forhold til referanselinjen når helningsvinkelen av vingene er  $0^\circ$ . En egnet kontroller, som for eksempel en mikroprosessor som kan være anordnet på kontrollmodulen 250, mottar utgangssignalene fra Hall-effektfølerne 241 - 244 og beregner verdiene av A-C og D-B, hvor A til D er henholdsvis utgangsspenningene fra Hall-effektfølerne 241 - 244. Fig. 12 illustrerer et eksempel på verdiene av A-C og D-B over et begrenset område av  $\theta$ . I området  $\theta = 0$  til  $+20^\circ$  er forskjellen A-C en ganske lineær funksjon av  $\theta$  gitt omtrent ved ligningen  $V = -a\theta + b$ , mens i området  $\theta = 0$  til  $-20^\circ$ , er forskjellen D-B en ganske lineær funksjon av  $\theta$  gitt omtrent ved ligningen  $V = a\theta + b$ , hvor V indikerer spenning, a eller -a er helningen av kurven i det lineære området, og b er verdien av V når  $\theta = 0$ . For det illustrerte arrangement av Hall-effektfølerne 241 - 244, er forskjellen D-B null ved  $\theta =$  omtrent  $-9,75^\circ$ , og forskjellen A-C er null ved  $\theta =$  omtrent  $9,75^\circ$ . Kontrolleren velger den av (A-C) og (D-B) som er minst og bestemmer den tilsvarende verdi av  $\theta$  ved å beregne under bruk av de ovennevnte

formler vedrørende  $V$  og  $\theta$ , og fra en oppslagstabell, eller ved hjelp av andre egnede metoder. Den foreliggende oppfinnelse er ikke på noen måte begrenset til denne spesielle kombinasjon av magneter og Hall-effektfølere eller til den måte hvorpå signalene fra følerne kombineres. Det er for eksempel mulig å anvende et større eller mindre antall magneter eller Hall-effektfølere og magnetene behøver ikke installeres i par, d.v.s. det er ikke nødvendig for Hall-effektfølerne å passere mellom par av magneter, så lenge Hall-effektfølerne er i stand til å avføle posisjonen av magnetene. Antallet og lokaliseringen av magneter og Hall-effektfølere kan velges basert på forskjellige faktorer, som for eksempel den ønskede nøyaktighet for posisjonsavfølingen, det område hvorover helningsvinkelen skal bestemmes, det maksimale antall Hall-effektfølere som kan anvendes (som kan være begrenset ved faktorer som for eksempel elektriske energibegrensninger, pris, størrelsen av følerne, evnen til å behandle signalene fra følerne), styrken og det magnetiske feltmønster for magnetene, og følsomhet og dynamisk område for Hall-effektfølerne. Geometrien av magnetene og Hall-effektfølerne er således ikke på noen måte begrenset til den som er vist i fig. 11. Når den rotasjonsmessige posisjonsføler 240 arbeider ved Hall-effekten kan vippearmen 220 fremstilles av et ikke-jernholdig materiale, slik at ikke avfølingen av magnetene 224 -224c innvirker på Hall-effektfølerne, eller vippearmen 220 kan inkludere deler fremstilt av et jernholdig eller delvis jernholdig materiale, som kan konsentrere eller fokusere de magnetiske feler som frembringes av magnetene for å øke avfølingen av Hall-effektfølerne. En rotasjonsmessig posisjonsføler av denne type er fordelaktig på grunn av at den har enkel struktur, er økonomisk, robust og lett å kalibrere og bruke på grunn av at den kan generere en hovedsakelig lineær utgangsfunksjon som kan gjentas. Når en rotasjonsmessig posisjonsføler for bestemmelse av helningsvinkelen anvender en koder som teller antallet rotasjoner av en motor fra en referanseposisjon, hvis tellingen tapes, for eksempel på grunn av en midlertidig svikt i elektrisk energi til å kode eller på grunn av elektrisk støy, er det nødvendig å returnere motoren til sin referanseposisjon og begynne tellingen av rotasjoner på nytt. I motsetning til denne kan en rotasjonsmessig posisjonsføler som den som er anvendt i den foreliggende utførelsesform avføle den absolutte rotasjonsmessige vinkel av vippearmen 220 på et hvilket som helst tidspunkt og er upåvirket av fluktasjoner i elektrisk energi.

Etter som Hall-effektfølerne 241 - 244 vanligvis forbindes med ledninger inntil en kontroller vil strukturen av dybdestyringsanordningen 100 typisk bli enkle-  
re hvis Hall-effektfølerne er stasjonære og magnetene 224a - 224c monteres på  
vippearmen 220 eller på annen måte bevegbare synkront med rotasjonen av  
5 vingene 140, men det er også mulig at magnetene er stasjonære og at Hall-  
effektfølere 241 - 244 er bevegbare synkront med rotasjonen av vingene 140.

Fig. 9 er et langsgående tverrsnitt av husdelen 160 i drivorgansammenstil-  
lingen 150 og figurene 10A til 10D er tversgående tverrsnitt ved forskjellige lokali-  
teter langs husdelen 160. Ved sin høyre ende i fig. 9 har husdelen 160 en trang  
10 sliss 161 som strekker seg mellom en endeoverflate av husdelen 160 og en vegg  
162. Umiddelbart til høyre for veggen 162 skjærer den tversgående boring 164  
slissen 161 og strekker seg radielt til den ytre periferiske overflate av husdelen  
160. Ved sin venstre ende er husdelen 160 tildannet med en sylindrisk boring 163  
15 som strekker seg mellom en endeoverflate av husdelen 160 og den venstre side  
av veggen 162. Boringen 163 kan være dannet med innvendige gjenger for inn-  
grep med de utvendige gjenger 183 på forbindelsesdelen 180. Slissen 161 og bo-  
ringen 163 er forbundet med hverandre ved to diametrisk motsatte sylindriske bo-  
ringer 165, som hver glidbart mottar en av skyvestengene 210. Den venstre ende  
av hver boring 165 butter mot en avtrinning 166 og kommuniserer med den sylind-  
20 riske boring 163 gjennom en halvsirkelformet åpning 167. Ved sin andre periferi  
er husdelen 160 tildannet med omkretsspør 168 som mottar O-ringer 169 for å  
danne en vanntett tetning mellom den ytre periferi av husdelen 160 og den indre  
periferi av den rørformede hoveddel 110 av dybdestyringsanordningen 100.

Husdelen 160 kan fremstilles av en lang rekke forskjellige materialer. Fore-  
25 trukket er materialet motstandsdyktig mot sjøvann og lett å forme. Et eksempel på  
et passende materiale er «Delrin» (varemerke for en acetalharpiks fra DuPont)  
impregnerert med «Teflon».

For å montere sammen dybdestyringsanordningen 100, stikkes skyve-  
stengene 210 inn i husdelen 160 gjennom slissen 161 ved den høyre ende av  
30 husdelen 160 i fig. 9 og anordnes i de sylindriske boringer 165 hvor da den venstre  
ende av hver skyvestang 210 strekker seg inn i den sylindriske boring 163 ved  
den venstre ende av husdelen 160. Vippearmen 220 med magnetene 224 påmon-  
tert innføres så i husdelen 160 gjennom slissen 161 og posisjoneres slik at dens  
boring 221 er innrettet på linje med den tversgående boring 164 i husdelen 160.

Innsatsen 230 innføres så gjennom den tversgående boring 164 inntil den er i inngrep med boringen 221 i vippearmen 220, og tetningene 235 og lagerne 236 stikkes så inn i den tversgående boring 164 til inngrep med endene av innsatsen 230. Den rotasjonsmessige posisjonsføler 240 føres deretter inn i slissen 161 inntil

5 Hall-effektfølerne 241 - 244 har gått inn i omkretsslissen 225 i vippearmen 220. Motorenheten 170 skrues så inn i den venstre ende av husdelen 160 ved inngrep mellom de utvendige gjenger 183 på forbindelsesdelen 180 og de innvendige gjenger på den sylindriske boring 163 inntil kamplaten 190 er i kontakt med eller

10 tett inntil de venstre ender av skyvestengene 210. Etter at O-ringene 169 er montert på utsiden av husdelen 160, kan drivorgansammenstillingen 150 stikkes inn i hoveddelen 110 av dybdestyringsanordningen 100. Selv om det ikke er vist i tegningene kan drivorgansammenstillingen 150 utstyres med sylindriske lokk som passer over de lengdevise ender av husdelen 160 for å beskytte motorenheten 170 og den rotasjonsmessige posisjonsføler 240.

15 Kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190 kan ha en hvilken som helst form som gjør det mulig for den å utøve en kraft på en av skyvestengene 210 for å bevirke at skyvestangen 210 beveger seg mot vippearmen 220, for eksempel til høyre i fig. 8, når kamplaten 190 roteres i en første retning og å utøve en kraft på den andre skyvestang 210 for å bevirke at denne beveges mot vippearmen 220 når

20 kamplaten 190 roteres i den motsatte retning. Kamplaten 190 kan for eksempel ha en form, som for eksempel kan anvendes for kamplater i konvensjonelle kamplatepumper eller motorer. I sin enkleste form kan kontaktoverflaten 191 defineres av et enkelt plan. I den foreliggende utførelsesform er kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190 formet slik at kontaktarealet mellom kamplaten 190 og skyvestengene 210 ved en hvilken som helst rotasjonsposisjon av kamplaten 190, blir

25 så stor som mulig, slik at trykkspenninger derved nedsettes til et minimum. Den illustrerte kontaktoverflate 191 har generelt formen av flanken av en skrue med firkantgjenger, som betyr at ved hvilket som helst langsgående tverrsnitt av kamplaten 190 i et plan inneholdende rotasjonsaksen for kamplaten 190, vil toppoverflaten av tverrsnittet på kontaktoverflaten 191 være perpendikulær til rotasjonsaksen for kamplaten 190.

30

I denne utførelsesform vil høyden av kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190 målt i den aksiale retning av kamplaten 190 kontinuerlig endres omkring omkretsen av kamplaten 190, slik at rotasjon av kamplaten 190 fra en hvilken som

helst vinkelposisjon vil frembringe bevegelse av skyvestengene 210. Kamplaten 190 kan imidlertid tildannes med flate områder med konstant høyde slik at når skyvestengene 210 kommer i kontakt med disse områder vil rotasjon av kamplaten 190 ikke frembringe noen translasjon av skyvestengene 210. I fig. 8 er skyvestengene 210 vist i kontakt med kontaktoverflaten 191 ved de høyeste og laveste områder på kontaktoverflaten 191. I denne utførelsesform er kontaktoverflaten 191 symmetrisk i forhold til et plan som passerer gjennom de høyeste og laveste punkter og rotasjonsaksen av kamplaten 190.

Etter som kamplaten 190 er i glidende kontakt med skyvestengene 210 og enkelte ganger kan bli utsatt for støt fra skyvestengene 210 er kamplaten 190 fremstilt av et materiale med god slitasjemotstand, høy slagstyrke, en overflate hard nok til ikke å bli skadet av trykket fra skyvestengene 210, og en lav friksjonskoeffisient. Et eksempel på et materiale som er særlig egnet for kamplaten 190 er et plastmateriale eller en metallegering med lagerkvalitet.

For å hindre at skyvestengene 210 med anslag mot kamplaten 190 ikke utøver for sterke trykkrefter på motorenheten 170 og å forhindre at kamplaten 190 blir utsatt for et overbelastende trykk ved sammenstilling, kan et element som for eksempel en fjær som er i stand til elastisk deformasjon ved sammentrykking anordnes mellom kamplaten 190 og motorenheten 170. Alternativt kan selve kamplaten 190 formes slik at den gir etter elastisk for trykk i en tilstrekkelig grad til å forhindre overbelastning av motorenheten 170. I den foreliggende utførelsesform er et spor 194 tildannet i den ytre periferi av kamplaten 190 omkring hele dens omkrets i noe avstand fra kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190 slik at kontaktoverflaten 191 blir hovedsakelig utligger-understøttet og kan bøyes elastisk for å tillate aksial bevegelse av kontaktoverflaten 191 som respons til en trykkbelastning. Om ønsket kan et elastisk sammentrykkbart materiale anordnes i sporet 194 for å regulere stivheten av kamplaten 190 ved trykk.

Skyvestengene 210 kan ha en hvilken som helst form som muliggjør at de kan gli frem og tilbake aksialt i husdelen 160 mens de overfører en trykkraft mellom kamplaten 190 og vippearmen 220. Fig. 8 viser skyvestengene 210 av den foreliggende utførelsesform i detalj. Den radiale indre overflate 211 (overflaten vender mot en imaginær linje inneholdende rotasjonsaksen av kamplaten 190) av den venstre ende av hver skyvestang 210 har et halvsirkulært tverrsnitt med noe mindre radius enn det halvsirkulære hull 167 i veggen 162 av husdelen 160, mens

den radialt ytre overflate 212 er en bue av en sirkel for kontakt med den indre periferi av boringen 163 ved den venstre ende av husdelen 160 i fig. 9. Hver skyvestang 210 passer tilstrekkelig løst i det tilsvarende hull 167 i veggen 162 til å la skyvestangen 210 lett bevege seg frem og tilbake, men pasningen er tilstrekkelig tett til å hindre at skyvestangen 210 roterer omkring sin akse. Endeoverflaten 213 av hver skyvestang 210 som er i kontakt med kamplaten 190 er foretrukket formet for hovedsakelig å frembringe linjekontakt med kamplaten 190 ved en hvilken som helst rotasjonsposisjon av kamplaten 190. For eksempel, når sett i tverrsnitt som vist i fig. 7 kan endeoverflaten 213 strekke seg hovedsakelig perpendikulært til rotasjonsaksen av kamplaten 190 og parallelt med kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190. Den høyre del av hver skyvestang 210 i fig. 8 har en ytre periferisk overflate 214 som er et segment av en sylinder for glidende kontakt med den sylindriske boring 165 i veggen 162. Mellom sine to ender er hver skyvestang 210 tildannet med et rundt omkrets forløpende spor 215 for å motta et pakningselement, som for eksempel en O-ring 216, som danner en glidende tetning mot den indre periferi av boringen 165 gjennom veggen 162 og forhindrer at vann lekker langs boringen 165.

Den høyre ende av hver skyvestang 210 kan direkte komme i kontakt med vippearmen 220, men i den foreliggende utførelsesform er det anordnet et lager 218 i stand til å overføre en aksial trykkraft mellom hver skyvestang 210 og vippearmen 220. En side av hvert lager 218 er formet slik at den forblir i overflatekontakt med vippearmen 220 mens den andre side er formet til å forbli i overflatekontakt med skyvestangen 210 uansett rotasjonsvinkelen av vippearmen 220. For eksempel kan den høyre side av hvert lager 218 ha en plan overflate som butter plant mot en plan overflate av vippearmen 220, mens den venstre side av hvert lager 218 kan være en del av en kule som glidbart opptas i en fordypning 217 dannet i den høyre ende av hver skyvestang 210 og som har en form som også er en del av en kule. Med dette arrangement forblir kontaktarealet mellom lagerne 218 og vippearmen 220 og kontaktarealet mellom lagerne 218 og skyvestengene 210 hovedsakelig det samme ved en hvilken som helst rotasjonsvinkel av vippearmen 220.

I stedet for å være i glidende kontakt med kamplaten 190, kan skyvestengene 210 utstyres med ruller som er i rullende kontakt med kontaktoverflaten 191 på kamplaten 190. Et lignende arrangement kan anordnes mellom skyvestengene

210 og vippearmen 220. Videre, i stedet for enkelt å vende mot vippearmen 220, kan skyvestengene 210 være svingbart forbundet til vippearmen 220. Skyvestengene 210 kan således anordnes på en hvilken som helst måte som muliggjør at de kan utøve et dreiemoment på vippearmen 220 omkring dennes akse når  
5 kamplaten 190 roteres.

Når kabelen 10 slepes gjennom vannet kan vingene 140 leilighetsvis treffe avfall som flyter i vannet og støtet kan utøve et betraktelig dreiemoment på drivakselen 145 omkring dennes akse. Dreiemomentet vil bevirke rotasjon av vippearmen 220 til å presse en av skyvestengene 210 mot kontaktoverflaten 191 av kamplaten 190. Etter som der er hovedsakelig linjekontakt mellom hver skyvestang 210 og kontaktoverflaten 191 av kamplaten langs en linje perpendikulær til rotasjonsaksen av kamplaten 190, fordeles spenninger bevirket ved støtene over det størst mulige areal, slik at flyting av kamplaten 190 eller skyvestengene 210 reduseres. Helningen av overflaten av kamplaten 190 som kommer i kontakt med  
15 skyvestengene 210 og friksjonskoeffisientene mellom kamplaten 190 og skyvestengene 210 velges foretrukket slik at en trykkraft utøves mot kamplaten 190 av en av skyvestengene 210 vil frembringe liten tendens for kamplaten 190 til å rotere omkring sin akse, d.v.s. slik at skyvestengene 210 ikke vil drive kamplaten 190 tilbake, slik at meget lite dreiemoment vil utøves på utgangsakselen 173 av reduksjonsenheten 172 og tannhjulene i reduksjonsenheten 172 vil bli beskyttet mot  
20 skade.

Dybdestyringsanordningen 100 kan virke på en måte lignende en konvensjonell dybdestyringsanordning. Dybden av kabelen 10 i nærheten av dybdestyringsanordningen 100 måles av den ikke-illustrerte dybdeføler og sammenlignes  
25 av kontrollmodulen 250 med en målverdi. Målverdien kan beregnes ved hjelp av kontrollmodulen 250 basert på forskjellige føyte parametere, den kan lagres i et minne i kontrollmodulen 250 på forhånd, eller den kan bestemmes av en ekstern kontroller ombord i slepefartøyet for eksempel og overføres til kontrollmodulen 250 som en del av et datasignal via kabelen 10. Hvis det bestemmes ved sammenligning at kabelen 10 ligger for dypt i vannet, styres motorenheten 170 av  
30 kontrollmodulen 250 til å rotere kamplaten 190 for å frembringe en mer positiv helningsvinkel av vingene 140, som for eksempel en vinkel som genererer en oppoverrettet kraft på kabelen 10. Motsatt, hvis det bestemmes fra sammenligning at kabelen 10 ligger for grunt i vannet styres motorenheten 170 til å rotere kamplaten

190 for å frembringe en mer negativ helningsvinkel for vingene 140, slik at vinkelen genererer en nedoverrettet kraft på kabelen 10. Når måldybden er nådd styres motorenheten 170 til å innstille helningsvinkelen av vingene 140 til en verdi som vil opprettholde dybden av dybdestyringsanordningen 100 konstant. Kontrollmodulen 250 kan anvende en hvilken som helst ønsket kontrollagloritme, som for eksempel forskjellige typer av konvensjonell algoritme for lukket sløyfekontroll, avhengig av de ønskede responskarakteristikker for kontrollmodulen 250. I den foreliggende utførelsesform, når dybdestyringsanordningen arbeider på en måte som opprettholder automatisk dybde hvori den automatisk innstiller helningsvinkelen til å opprettholde måldybden, beregner for eksempel en mikroprosessor i kontrollmodulen 250 en mål-helningsvinkel basert på forskjellen mellom måldybden og den aktuelle dybde målt av dybdeføleren, tidsdifferensialet for forskjellen, og tidsintegralet for forskjellen. Mikroprosessoren beregner også den aktuelle helningsvinkel av vingene 140 basert på utgangssignalene fra den rotasjonsmessige posisjonsføler 240, og sammenligner målhelningsvinkelen med den aktuelle helningsvinkel. Mikroprosessoren kontrollerer da motoren 170 gjennom en egnet drivkrets som kan være en del av kontrollenheten 250, til å redusere kantplaten 190 slik at forskjellen mellom mål-helningsvinkelen og den aktuelle helningsvinkel nedsettes til et forutbestemt område. Ved en manuell operasjonsmåte blir mål-helningsvinkelen sendt til kontrollenheten 250 fra slepefartøyet via kabelen 10 heller enn å bli bestemt av mikroprosessoren i kontrollenheten 250, men også ved denne operasjonsmåte kontrollerer mikroprosessoren motorenheten 170 til å rotere kamplaten 190, slik at forskjellen mellom målhelningsvinkelen og den aktuelle helningsvinkel nedsettes til et forutbestemt område.

En dybdestyringsanordning i henhold til den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et antall vesentlige fordeler. På grunn av at akselen for utgangsakselen for motoren 171 kan skjære helningsaksen for vingene 140 i stedet for å være forskjøvet fra denne kan hoveddelen 110 av dybdestyringsanordningen 100 ha en enklere form med mindre diameter og vingene 140 kan monteres direkte på hoveddelen 110, og resultere i en reduksjon av friksjonsmotstand, vibrasjoner og hydrodynamisk støy fra dybdestyringsanordningen. I tillegg tilveiebringer kamplaten 190 og vippearmen 220 anvendt for å omdanne rotasjonen av motoren 171 til rotasjon av vingene 140 en enkel, robust og meget pålitelig anordning som kan beskytte motoren 171 og reduksjonsenheten 172 mot skade når dreiemoment

utøves på vingene 140 ved støt mot gjenstander i vannet. Videre, på grunn av at drivorgansammenstillingen 150 er en modul som lett kan tas ut fra hoveddelen 110 av dybdestyringsanordningen 100 og fra vingene 140, er det mulig lett å erstatte denne når den behøver reparasjon eller når det ønskes å anvende en forskjellig drivorgansammenstilling med forskjellige operasjonskarakteristikker. Omkostningene ved sammensetning og reparasjon nedsettes derfor og dybdestyringsanordningen 100 kan lett tilpasses forskjellige operasjonsbetingelser ved å erstatte vingene 140 eller drivorgansammenstillingen 150 med tilsvarende som er mest egnet for operasjonsbetingelsene.

10 En struktur inkluderende en kamplate, en vippearms og skyvestenger er ikke begrenset til bruk ved regulering av helningsvinkelen for vinger for å regulere dybden av en kabel, men kan også anvendes for å regulere helningsvinkelen for andre kontrolloverflater, som for eksempel finner eller vinger for å styre den horisontale kurs av en kabel. Videre er det mulig for en kamplate og vippearmanordning å svinge en enkelt vinge snarere enn et par vinger. For eksempel hvis en dybdestyringsanordning har to vinger 140 med helningsakser som ikke er innrettet på linje med hverandre (som for eksempel vinkelen mellom vingene 140 er en toplansvinkel), kan hver vinge 140 ha en separat drivaksel som roteres av en separat vippearms, hvor vippearmsene opereres av separate kamplater.

20 Selv om svingeaksen for vingene 140 foretrukket passerer gjennom rotasjonssenteret for vippearmsen 220 for å nedsette størrelsen av dybdestyringsanordningen 100 til et minimum, er det også mulig at svingeaksen kan være forskjøvet fra rotasjonssenteret. For eksempel kunne drivakselen 145 for vingene 140 anordnes i avstand fra rotasjonssenteret for vippearmsen 220 og være forbundet til vippearmsen 220 ved hjelp av remmer, tannhjul eller ledd.

**PATENTKRAV**

1. Dybdestyringsanordning for en undervannskabel, innbefattende et roterende drivorgan (150) med en roterende utgangsaksel (173); og  
5 k a r a k t e r i s e r t v e d e n kamplate (109) som kan roteres av utgangsaksel-  
len og som har en kontaktoverflate (191); en vippearms (220) med en rotasjonsak-  
se; en første skyvestang (210) med en første ende (213) som kan gå til inn-  
grep med kontaktoverflaten av kamplaten og en andre ende (214) som kan gå til  
10 inngrep med vippearms; og første og andre vinger (140), den første vinge har en  
svingeakse og som er operativt forbundet med vippearms, slik at rotasjon av vip-  
pearms omkring sin rotasjonsakse roterer den første vinge omkring dens svinge-  
akse.
  
2. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,  
15 k a r a k t e r i s e r t v e d a t den andre vinge (140) har en svingeakse og er  
operativt forbundet med vippearms (220), slik at rotasjon av vippearms omkring  
sin rotasjonsakse roterer den andre vinge omkring dens svingeakse.
  
3. Dybdestyringsanordning ifølge krav 2,  
20 k a r a k t e r i s e r t v e d a t svingeaksene for første og andre vinger (140) er  
koaksiale.
  
4. Dybdestyringsanordning ifølge krav 2,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t den inkluderer en drivaksel (145) som strekker seg  
25 mellom første og andre vinger (140) og som roteres av vippearms (220).
  
5. Dybdestyringsanordning ifølge krav 2,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t svingeakse er perpendikulære til og skjærer en  
rotasjonsakse av utgangsaksel (173) fra drivorganet (150).
  
- 30 6. Dybdestyringsanordning ifølge krav 5,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t svingeaksene er i samme plan som rotasjonsaksen  
av utgangsaksel (173) fra drivorganet (150).
  
7. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,

karakterisert ved at den første skyvestang (210) er i hovedsakelig linjekontakt med kontaktoverflaten (191) av kamplaten (190) ved hvilken som helst rotasjonsposisjon av kamplaten.

5 8. Dybdestyringsanordning ifølge krav 7,

karakterisert ved at kontaktoverflaten (191) av kamplaten (190) har form av en flanke av en firkantgjenge.

9. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,

10 karakterisert ved at den inkluderer en magnet (224) montert på vippearmen og en rotasjonsmessig posisjonsføler (240) som avføler en rotasjonsmessig posisjon av vippearmen, idet den rotasjonsmessige posisjonsføler inkluderer en Hall-effektføler som er responsive for magneten på vippearmen,

15 10. Dybdestyringsanordning ifølge krav 9,

karakterisert ved at den inkluderer to magneter (224) montert på vippearmen, idet vippearmen (220) inkluderer en langstrakt sliss (225) som passerer mellom magnetene, idet Hall-effektføleren strekker seg inn i slissen, slik at den passerer mellom magnetene når vippearmen roterer.

20

11. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,

karakterisert ved at den inkluderer en andre skyvestang (210) med en første ende som kan gå til inngrep med kontaktoverflaten (191) av kamplaten (190) og en andre ende (214) som kan gå til kontakt med vippearmen (220).

25

12. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,

karakterisert ved at den omfatter:

en drivaksel (145) som strekker seg langs en rett linje mellom første og andre vinger (140) og med en rotasjonsakse; og

30 et drivorgan (150) med en roterende utgangsaksel (173) operativt forbundet med drivakselen for å rotere drivakselen omkring sin rotasjonsakse, idet utgangsaksel har en rotasjonsakse som skjærer rotasjonsaksen for drivakselen.

13. Dybdestyringsanordning ifølge krav 12,

karakterisert ved at rotasjonsaksen for utgangsakselen (173) er perpendikulær til rotasjonsaksen for drivakselen (145).

14. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,

5 karakterisert ved at den omfatter:

et hult hovedlegeme (110) for påsetting på en undervannskabel;

en drivaksel (145) med en rotasjonsakse og som strekker seg til det ytre av hoveddelen;

10 første og andre vinger (140) anordnet utenfor hoveddelen på motsatte sider av denne, og forbundet til drivakselen for rotasjon med denne;

et drivorgan (150) for å rotere drivakselen omkring sin rotasjonsakse anordnet i hoveddelen og med en roterende del (220) som er i inngrep med drivakselen på en måte som muliggjør at drivakselen beveger seg i forhold til drivorganet i den aksiale retning av drivakselen, mens drivakselen forhindres fra å rotere i  
15 forhold til den roterende del.

15. Dybdestyringsanordning ifølge krav 14,

karakterisert ved at drivorganet (150) omfatter en modul som uttagbart kan settes inn i hoveddelen gjennom en ende av denne.

20

16. Dybdestyringsanordning ifølge krav 14,

karakterisert ved at den roterende del inkluderer en innsats (230) med åpning hvor igjennom drivakselen (145) passerer og som har en indre periferi komplementær i form til en ytre periferi av drivakselen.

25

17. Dybdestyringsanordning ifølge krav 1,

karakterisert ved at den omfatter:

en hoveddel (110);

30 den første vinge (140) er understøttet av hoveddelen for rotasjon omkring sin svingeakse;

anordningen omfatter videre en magnet (224) og en Hall-effektføler magnetisk koplet til hverandre, idet en av magneten og Hall-effektføleren er bevegbart understøttet i forhold til hoveddelen, slik at den beveges synkront med vingen, når

vingen roterer omkring svingeaksen og den andre av magnetene og Hall-effektføleren er stasjonær i forhold til hoveddelen.

18. Dybdestyringsanordning ifølge krav 17,  
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at Hall-effektføleren er stasjonær i forhold til hoveddelen (110).

19. Dybdestyringsanordning ifølge krav 18,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at magneten (224) kan roteres omkring svingeaksen.

10

20. Dybdestyringsanordning ifølge krav 19,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at magneten (224) er montert på den roterende del (220).

15 21. Dybdestyringsanordning ifølge krav 20,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at den inkluderer et flertall magneter (224) montert på den roterende del (220), og magnetisk koplet til Hall-effektfølere.

22. Dybdestyringsanordning ifølge krav 21,  
20 k a r a k t e r i s e r t v e d at den inkluderer et flertall Hall-effektfølere som hver er magnetisk koplet til et flertall magneter (224).

23. Dybdestyringsanordning ifølge krav 22,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at hver Hall-effektføler genererer en utgangsspenning  
25 og en kombinasjon av utgangsspenningene av et flertall av Hall-effektfølerne er tilnærmet en lineær funksjon av en rotasjonsvinkel for vingen (140) omkring svingeaksen.

24. Dybdestyringsanordning ifølge krav 21,  
30 k a r a k t e r i s e r t v e d at magnetene (224) inkluderer et par motstående magneter og Hall-effektføleren er anordnet for å passere mellom paret av magneter når vingen (140) roterer omkring sin svingeakse.

25. Undervannskabelanordning,

karakterisert ved at den omfatter:

en kabel (10) for sleping under vannet;

5 en dybdestyringsanordning som angitt i ethvert av de foregående krav mon-  
tert på kabelen for å styre dybden av kabelen når denne slepes under vann.

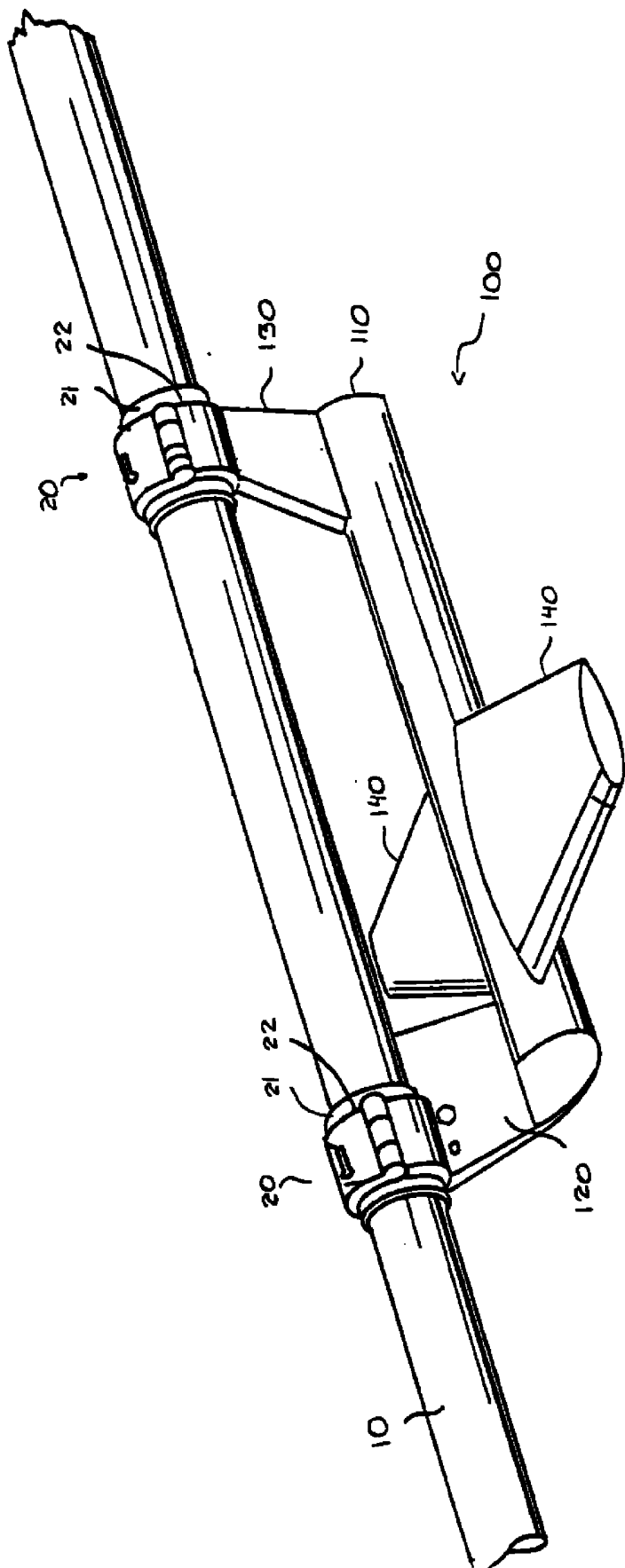


FIG. 1

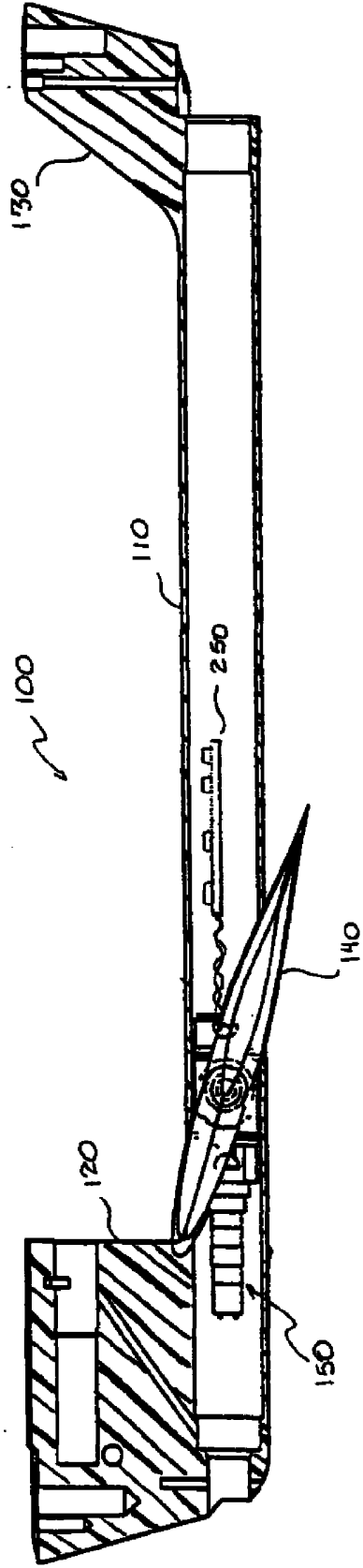


FIG. 2

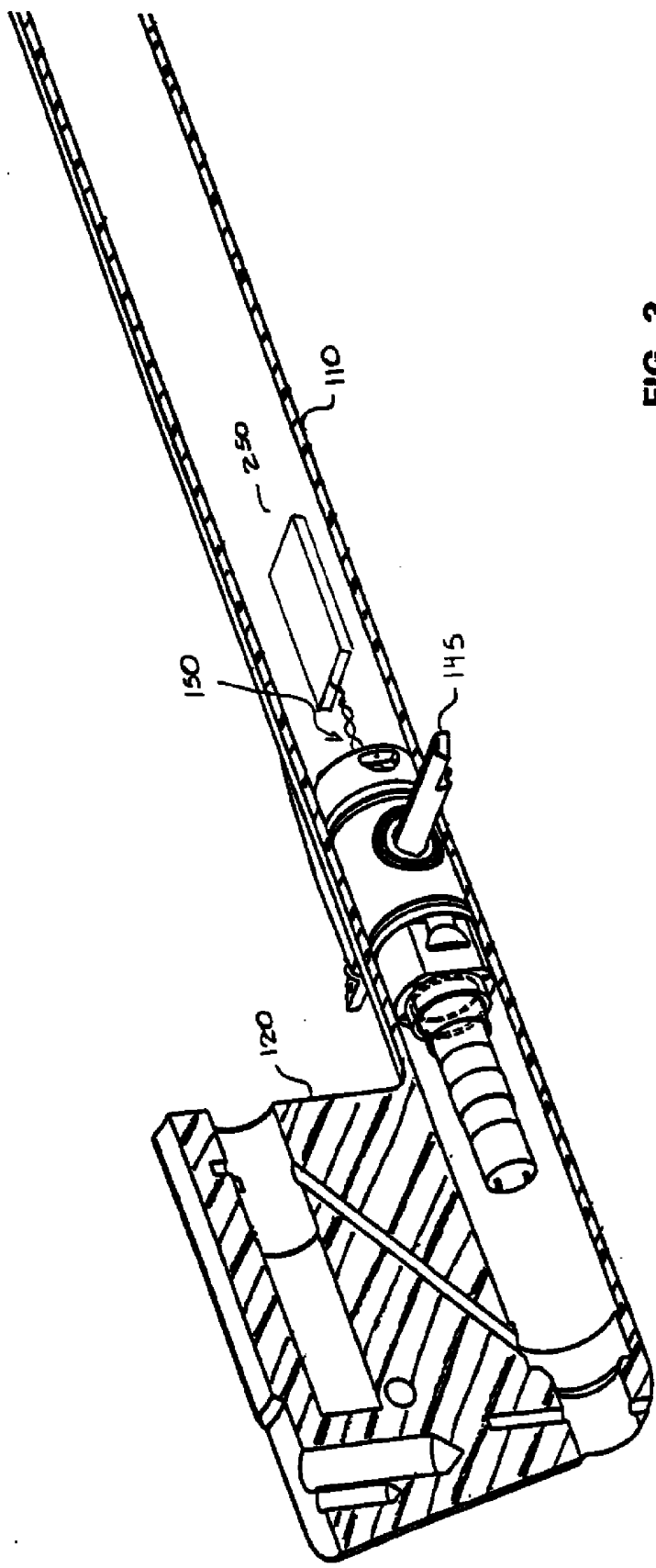


FIG. 3

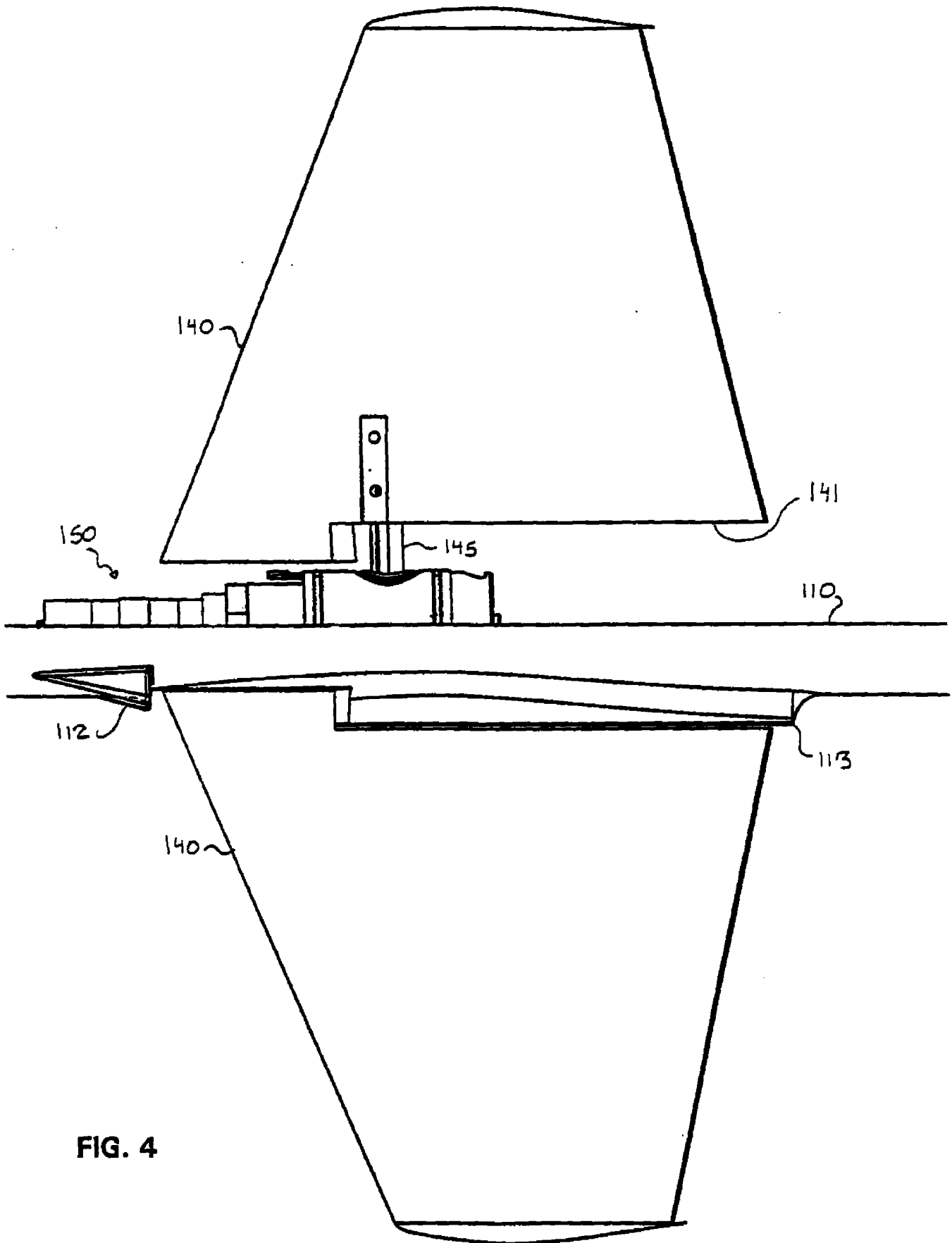


FIG. 4

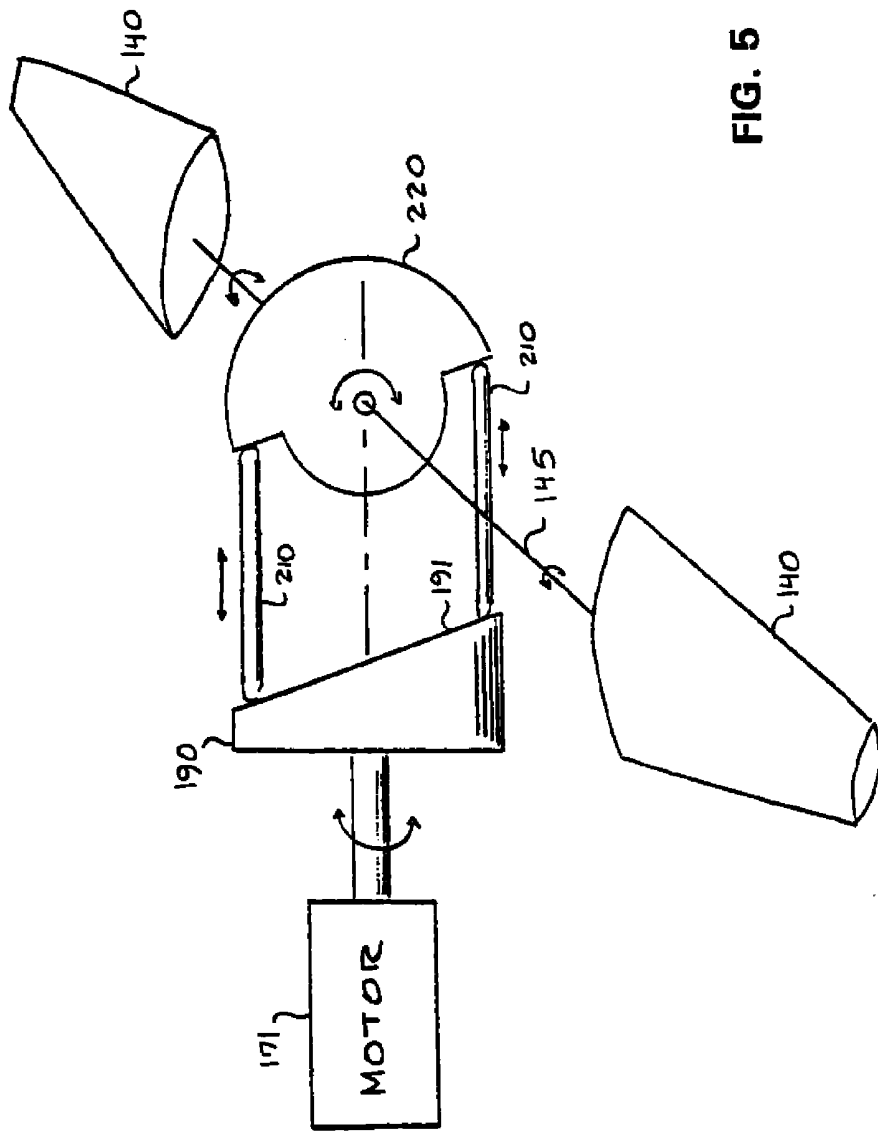


FIG. 5

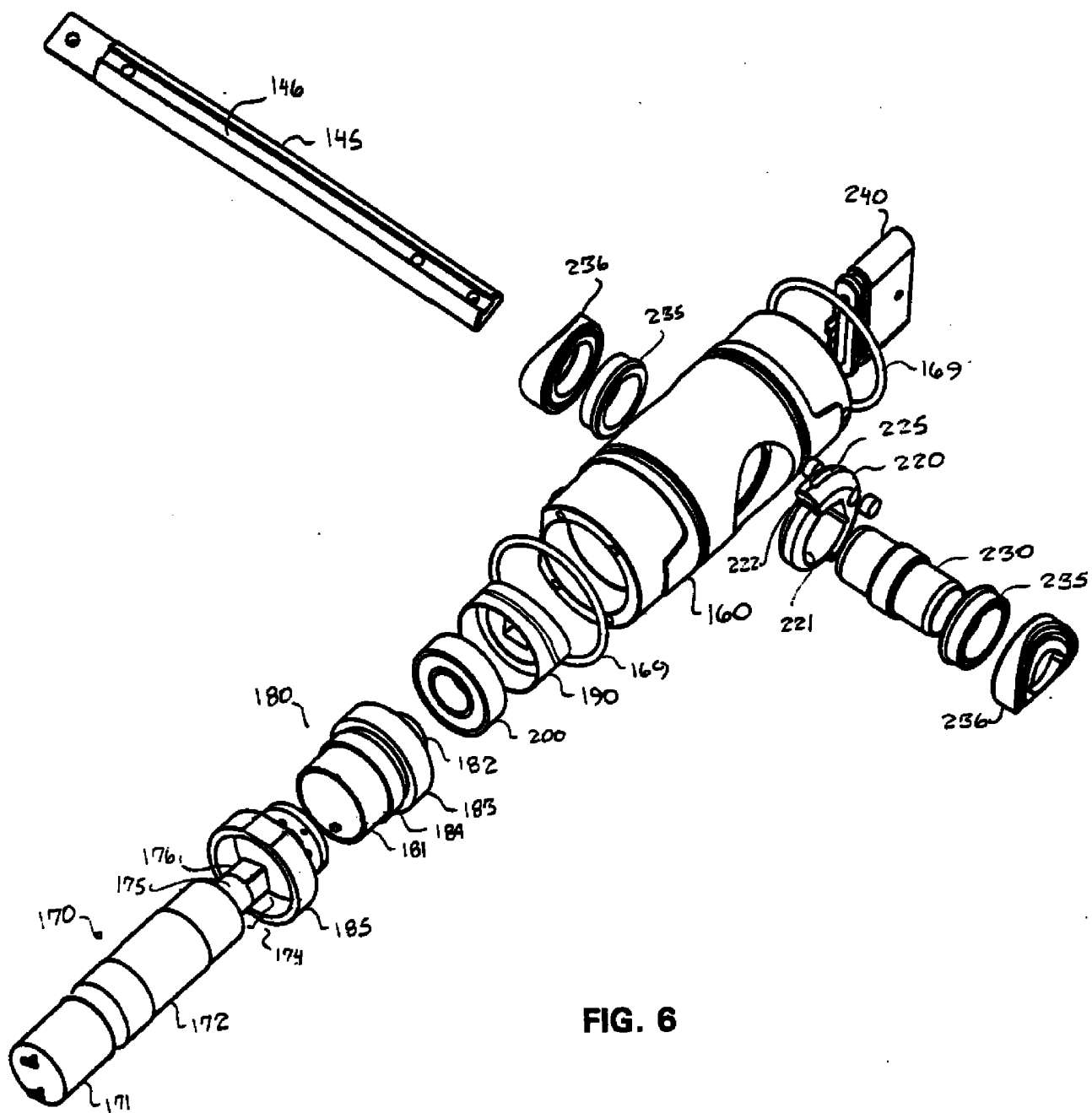


FIG. 6

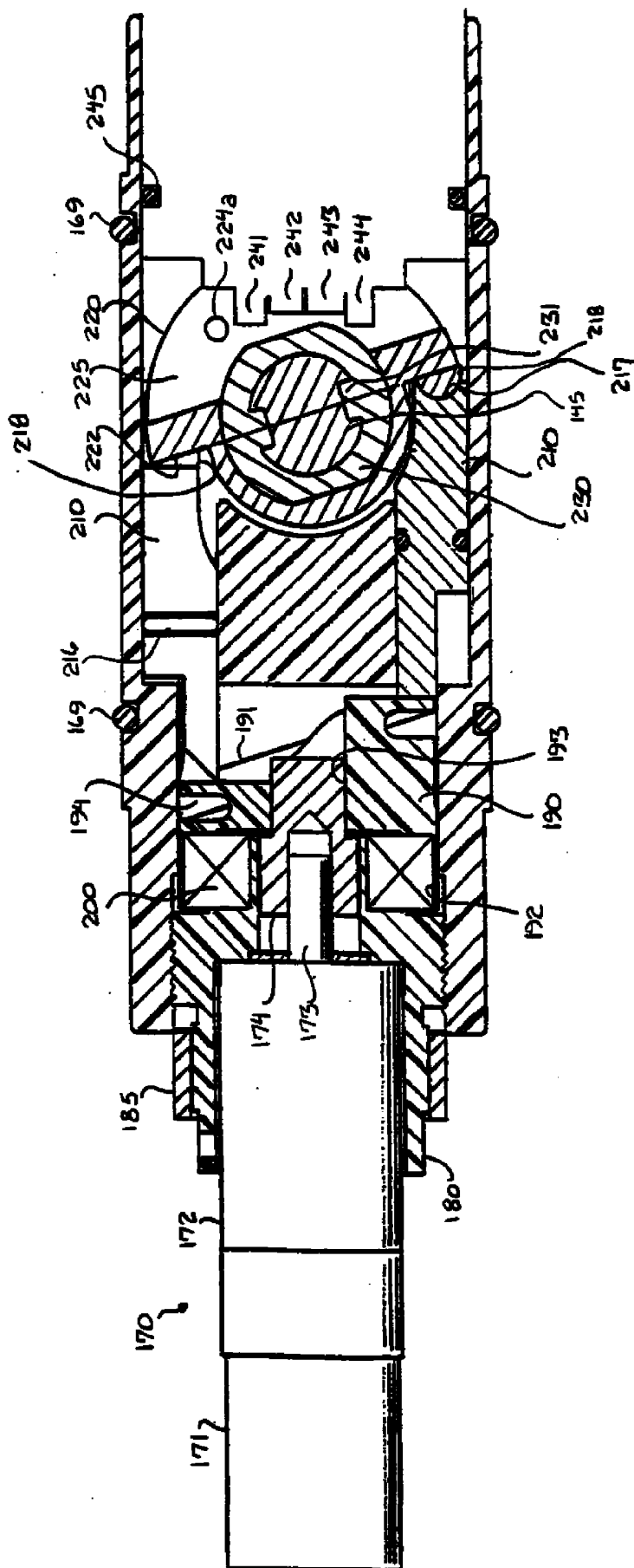
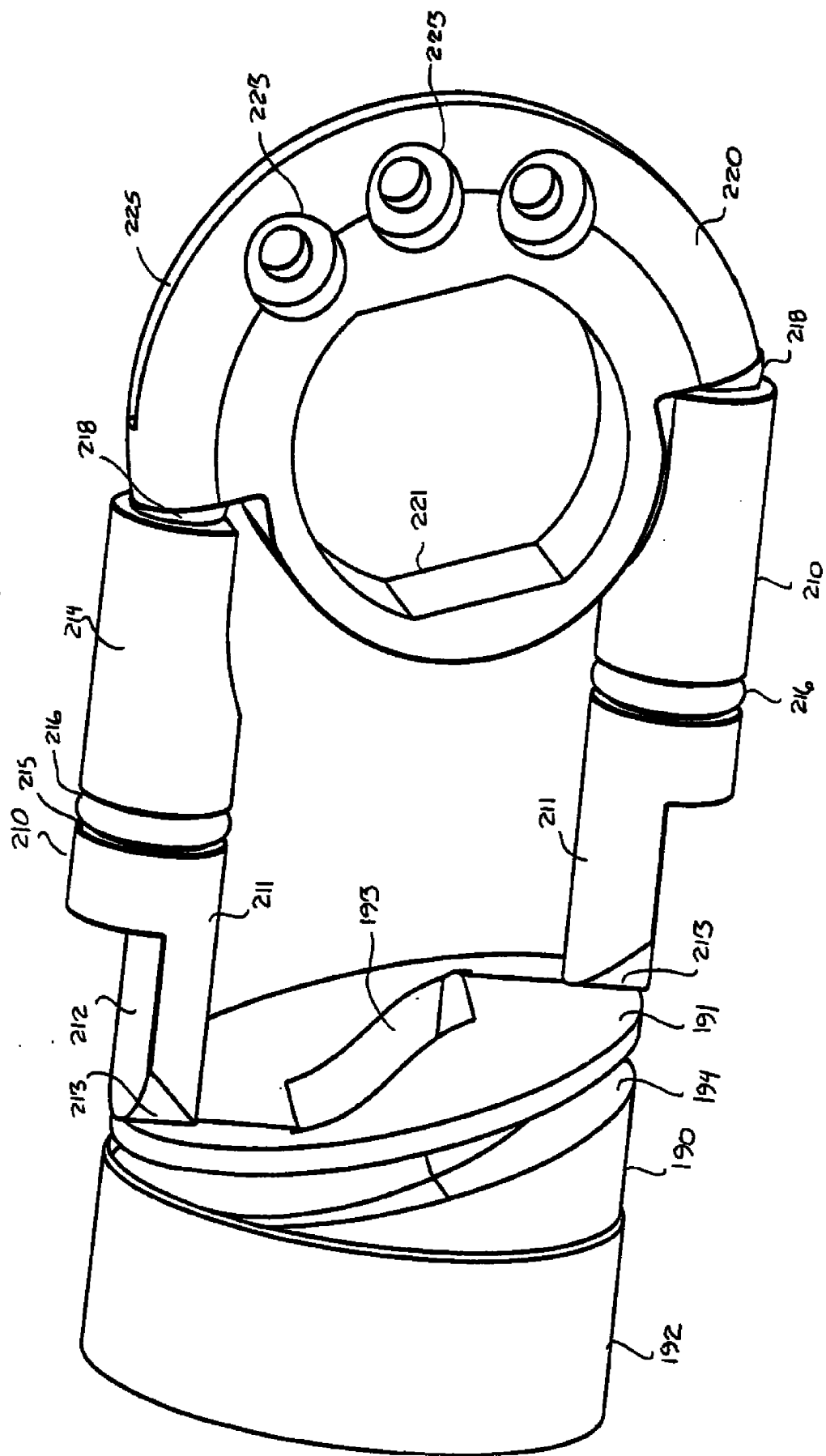


FIG. 7

FIG. 8



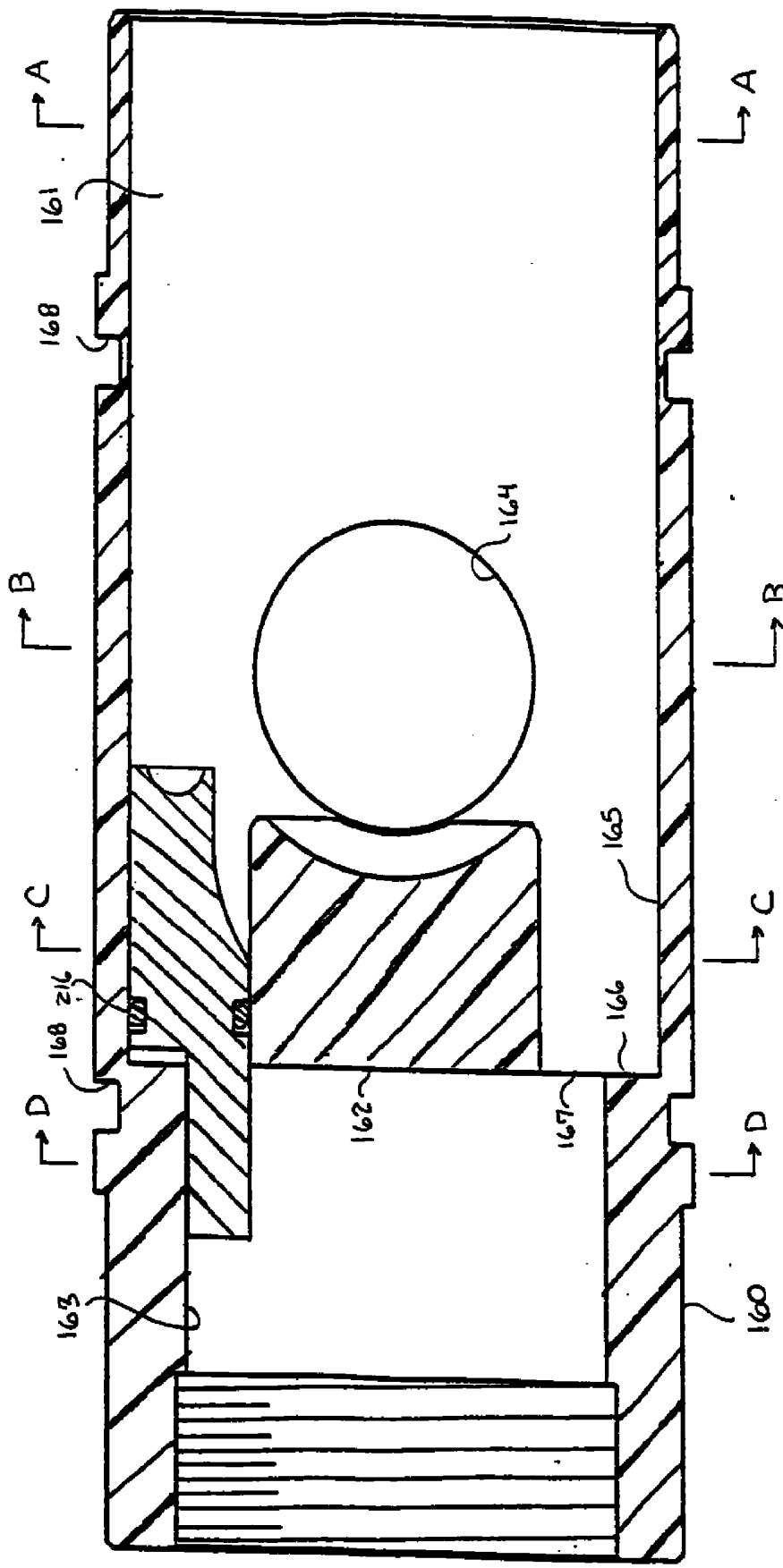


FIG. 9

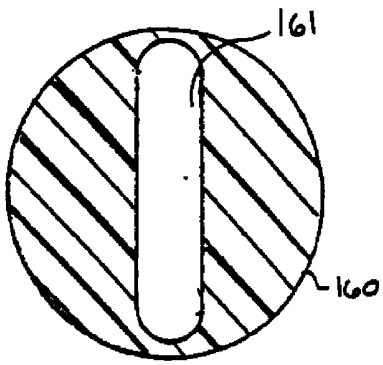


FIG. 10A

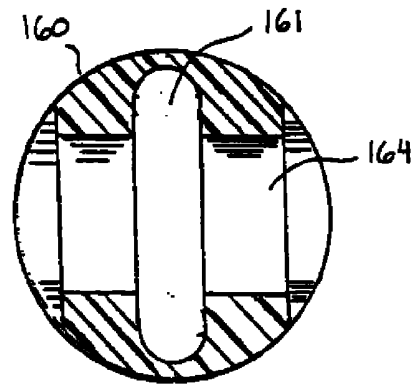


FIG. 10B

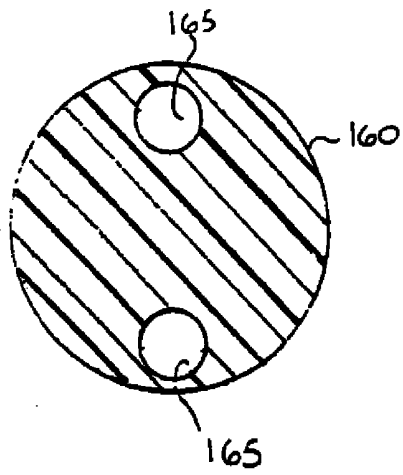


FIG. 10C

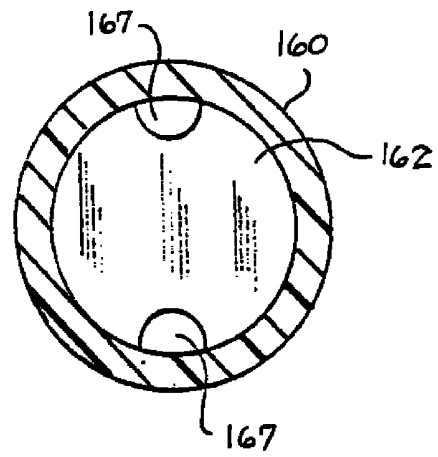


FIG. 10D

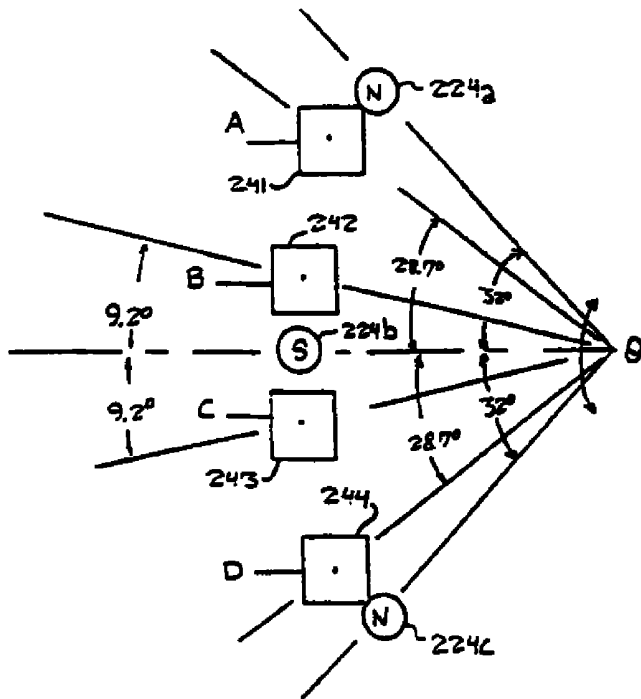


FIG. 11

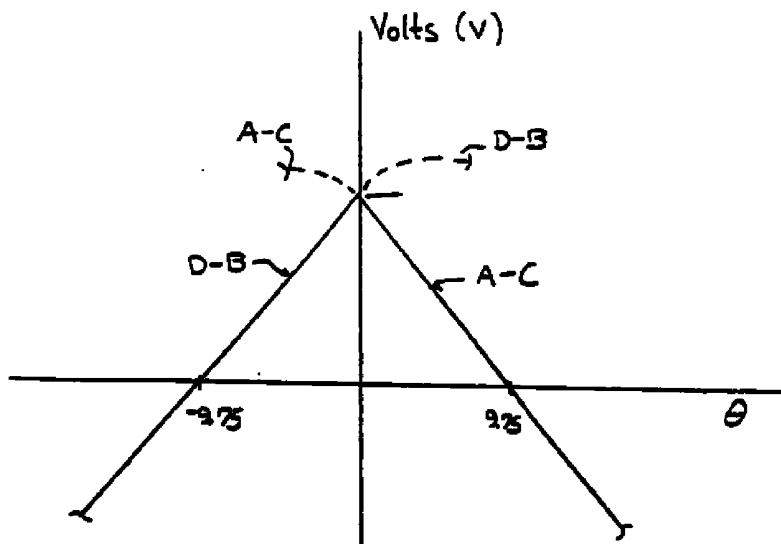


FIG. 12