



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) **NO**

(11) **169089**

(13) **B**

(51) Int Cl<sup>5</sup> E 21 B 4/02, F 03 B 3/16

**Styret for det industrielle rettsvern**

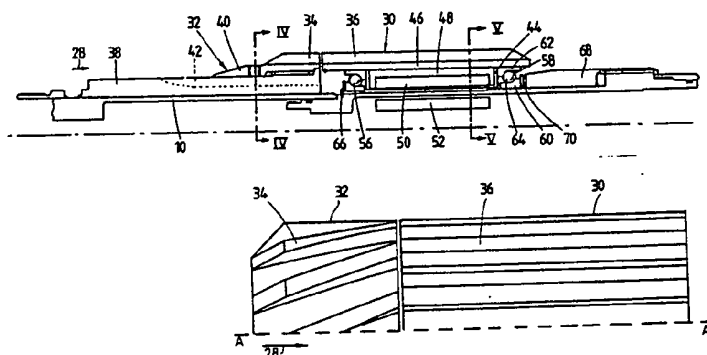
(21) Søknadsnr	853912	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	03.10.85	(85) Videreføringdag	
(24) Løpedag	03.10.85	(30) Prioritet	04.10.84, GB, 8425109
(41) Alm. tilgj.	07.04.86		
(44) Utlegningsdag	27.01.92		
(62)			

- (71/73) Søker/Innehaver **Baroid Technology Inc, 3000 N. Sam Houston Parkway E., Houston, TX 77032, US**
- (72) Oppfinner(e) **Michael King Russell, Prestbury, Cheltenham, GB**  
**Colin Arlott, Bredon, Gloucestershire, GB**
- (74) Fullmektig **Tandbergs Patentkontor AS, Oslo**

(54) **Benevnelse Innretning for anvendelse i et borehull for tilveiebringelse av roterende bevegelse**

(56) **Anførte publikasjoner USA (US) patent nr. 2800296 (415/126).**

(57) **Sammendrag** En signalsender for anvendelse i et borehull omfatter et ringformet skovlhjul (30) som er montert på en sylindrisk kappe (10) og innrettet til å drives ved hjelp av slamstrømmen som passerer langs en borestreng, og en ringformet stator (32) som er festet til kappen (10) oppstrøms av skovlhjulet (30). Statoren (32) har blad (34) som er skråttstilt i én retning i forhold til slamstrømningsretningen (28), mens skovlhjulet (30) har blad (36) som er parallelle med slamstrømningsretningen. Statorbladene (34) forårsaker derved at slamstrømmen støter sammen med skovlhjulbladene (36) i en slik vinkel at et lite eller neglisjerbart aksialtrykk oppstår ved skovlhjullagrene (56, 58). Det er derfor mulig å sikre en lang driftslevetid for lagrene (56, 58).



Oppfinnelsen angår borehullinnretninger for bi-bringelse av roterende bevegelse, og beskjeftiger seg særlig med innretninger for omforming av den kinetiske energi av slamstrømmen som passerer langs en borestreng, til roterende  
5 bevegelse for å drive en generator eller et målende eller signalerende element.

På grunn av plassbegrensninger i et borehull for opptagelse av batterier, og for å unngå de problemer som er knyttet til behovet for hyppig batteriutskiftning, finnes  
10 det mange tilfeller i hvilke det er ønskelig at elektrisk energi skal bli generert i borehullet ved hjelp av en turbo-generator som drives av slamstrømmen, eller at mekanisk energi som er nødvendig for en bevegelig del i borehullet, skal bli generert direkte ved hjelp av et skovlhjul som dri-  
15 ves av slamstrømmen. Innretninger for utførelse av disse funksjoner i et borehull er kjente. For eksempel viser de norske patenter nr. 154 766 og 154 674 en innretning i hvilken et slamdrevet skovlhjul driver både en elektrisk generator og en lineært forskyvbar strupedel for å generere  
20 trykkpulser i slamstrømmen med det formål å overføre måledata til overflaten.

Disse kjente innretninger krever imidlertid benyttelse av skovlhjullagre som er i stand til å oppta et vesentlig aksialtrykk som følge av slamstrømmen som virker på  
25 skovlhjulet, og det er vanskelig å fremstille passende lagre som har en lang driftslevetid. Det er særlig viktig at innretninger som arbeider nede i et borehull, ikke skal kreve hyppig reparasjon eller utskiftning, da sådan reparasjon eller utskiftning kan være meget kostbar uttrykt i tapt bore-  
30 tid. Videre kan det være vanskelig å sikre en lang driftslevetid for en nedhulls-innretning i betraktning av de ugjestmilde forhold i et borehull og slammets slipende natur.

Det er et formål med oppfinnelsen å tilveiebringe en innretning av den angitte type som er i stand til å ha en  
35 lang driftslevetid i et borehull.

Ifølge oppfinnelsen er det tilveiebrakt en innretning av den innledningsvis angitte type som omfatter en roterende drivdel som er innrettet til å ha sin rotasjonsakse anbrakt langs borestrengens akse, et ringformet, bladforsynt skovlhjul

som er koaksialt med drivdelen til hvilken det er operativt koplet for å overføre drivende dreiemoment til denne, og som har et antall radiallyt utadragende blader som er fordelt rundt dettes omkrets og er innrettet til å drives av slamstrømmen, og et ringformet skovlhjullager, hvilken innretning er kjenne-  
5 tegnet ved at en ringformet, bladforsynte stator som er koaksial med drivdelen og har et antall radiallyt utadragende blader som er fordelt rundt dennes omkrets, er anordnet umiddelbart oppstrøms av skovlhjulet for å virke på slamstrømmen før den  
10 når frem til skovlhjulet, idet statorens blader er skråstilt i forhold til slamstrømmen og i forhold til skovlhjulets blader for å bringe slamstrømmen til å støte sammen med skovlhjulets blader i en slik vinkel at et lite eller neglisjerbart aksialtrykk oppstår ved skovlhjullageret som følge av den kombinerte  
15 virkning av slamstrømmen som virker på alle skovlhjulets blader.

Med en sådan innretning vil det aksialtrykk som utøves på lageret, være mye mindre enn hva som ville være tilfelle under liknende forhold med den innretning som er vist  
20 i ovennevnte patentskrifter. Det er derfor forholdsvis lett å tilveiebringe et lager for innretningen ifølge oppfinnelsen som er i stand til å ha en lang driftslevetid.

I en foretrukket utførelse av oppfinnelsen er statorbladene skråstilt i én retning i forhold til slamstrømmen,  
25 fortrinnsvis i en vinkel i området fra 10° til 15°, og skovlhjulbladene er i hovedsaken parallelle med slamstrømmen eller er skråstilt i den nevnte ene retning i forhold til slamstrømmen i mindre grad enn rotorbladene.

Den roterende drivdel vil vanligvis være koplet til  
30 en elektrisk generator, slik at den kinetiske energi i slamstrømmen benyttes til å frembringe elektrisk effekt for benyttelse i borehullet. Man har funnet at innretningen lett-  
vint er i stand til å tilføre effektbehovene for en signal-  
sender for et slampulstelemetrisystem og et tilhørende måle-  
35 instrument, selv om energioverføringseffektiviteten for en  
slik innretning vanligvis ikke vil være så høy som effektiviteten av den kjente innretning som det er referert til  
foran.

Oppfinnelsen er særlig fordelaktig der hvor statoren og skovlhjulet omgir en kappe som inneholder drivdelen i en slamfri omgivelse, idet statoren er fiksert i forhold til kappen og skovlhjulet er roterbart på kappen ved hjelp av skovlhjullageret. I dette tilfelle er lagerflatens størrelse på den ene side begrenset av kappens ytre diameter, og på den annen side av den indre diameter av kanalen for slamstrømmen, slik at det er vesentlig at det aksialtrykk som må opptas av lagerflaten, er så lite som praktisk mulig. For å unngå å måtte tilveiebringe en roterende tetning, kan skovlhjulet være magnetisk koplet til drivdelen for å bibringe drivende dreiemoment til denne.

Skovlhjullageret kan være av den type som er beregnet for smøring ved hjelp av slamstrømmen, i hvilket tilfelle strømningspassasjer fortrinnsvis er anordnet i statoren for tilførsel av slam til lageret. Lageret kan omfatte øvre og nedre lagerdeler som virker i motsatte retninger, og hver lagerdel kan være i form av et ringformet kontaktlager.

For mer fullstendig forståelse av oppfinnelsen skal en foretrukket utførelse av en innretning ifølge oppfinnelsen i det følgende beskrives som eksempel under henvisning til tegningene, der fig. 1 viser en skjematisk tegning av en i og for seg kjent nedhulls- eller borehull-signalsender med hvilken innretningen ifølge oppfinnelsen kan benyttes, fig. 2 viser et sideriss av den del av skovlhjulet og statoren i innretningen ifølge oppfinnelsen som ligger på den ene side av en linje A - A, idet det er underforstått at skovlhjulet og statoren i virkeligheten strekker seg symmetrisk på hver side av linjen A - A, fig. 3 viser et aksialt snitt gjennom skovlhjulet og statoren på den ene side av kappen, fig. 4 og 5 viser tverrsnitt gjennom kappen etter linjen IV - IV henholdsvis V - V på fig. 3, og fig. 6 viser et enderiss av en alternativ form for lager som kan benyttes i innretningen.

Den på fig. 1 viste, i og for seg kjente signalsender 1 er montert i et vektrør som er anbrakt ved enden av en borestreng i et borehull under boring. Signalsenderen 1 tjener til å sende måledata i form av trykkpulser til over-

flaten, ved å modulere trykket i boreslammet som passerer ned gjennom borestrengen.

Senderen 1 omfatter et rør eller en kanal 2 som ved sin øvre ende er forsynt med en ringformet strømningsbegrenser eller strømningsinnsnevrer 4 som avgrenser en strupeåpning 6 for slamstrømmen som passerer gjennom borestrengen i retning av pilen 8. Inne i kanalen 2 befinner det seg en langstrakt kappe 10 som ved sin øvre ende, i nærheten av strupeåpningen 6, bærer en strupedel 12 som er aksialt forskyvbar i forhold til kappen 10 for å variere strupeåpningens 6 gjennomstrømningstverrsnitt. Et ringformet skovlhjul 22 omgir kappen 10 og roteres av slamstrømmen. Skovlhjulet 22 er magnetisk koplet til en drivdel 18 inne i kappen slik at det driver drivdelen 18 som på sin side driver både en pumpe 16 og en elektrisk generator 20 for tilførsel av elektrisk effekt i borehullet. Pumpen 16 er anordnet for på lineær måte å forskyve strupedelen 12, idet strupedelens 12 forskyvningsretning bestemmes av en solenoidaktuator (ikke vist) under styring av et elektrisk inngangssignal.

For beskrivelse av den detaljerte konstruksjon og virkemåte av en sådan signalsender henvises det til norsk patent nr. 158 896.

I den form for innretningen ifølge oppfinnelsen som nå skal beskrives under henvisning til fig. 2 - 5, er det skovlhjul som er vist på tegningene i patentskrift nr. 158 896, erstattet av et ringformet skovlhjul 30 og en ringformet stator 32 som er delvis vist på fig. 2. Statoren 32 har blader 34 som er skråstilt i én retning i forhold til slamstrømretningen 28, mens skovlhjulet 30 har blader 36 som er parallelle med slamstrømretningen 28. I en variant er skovlhjulbladene 36 også skråstilt i den nevnte ene retning i forhold til slamstrømretningen 28. Kappen 10 er ikke vist på fig. 2, selv om det vil innses at både skovlhjulet 30 og statoren 32 omgir kappen 10.

Idet det henvises til fig. 3 - 5, omfatter statoren 32 en krage 38 som er festet til kappen 10, og en bladbærende ring 40 som er fastskrudd på kragen 38. Kragen 38 er i sin ytre overflate forsynt med tre langsgående slisser 42, idet slissene 42 er likevinklet fordelt rundt kragens 38 omkrets.

Slik som vist med en stiplet linje på fig. 3, har hver sliss 42 en innløpsåpning på kragens 38 utvendige overflate, og en utløpsåpning nær skovlhjulet 30.

5 Skovlhjulet 30 omfatter en magnetbærende ring 44 som omgir kappen 10, og en bladbærende ring 46 som omgir ringen 44 og er festet til denne. På sin utvendige overflate bærer ringen 44 seks langsgående slisser 48, idet slissene 48 er likevinklet fordelt rundt ringens 44 omkrets. Hver sliss  
10 48 inneholder en respektiv magnet 50 av sjeldne jordarter, fortrinnsvis en samarium-kobolt-magnet. Tre av magnetene 50 har sine nordpoler vendende radiallyt utover, og ytterligere tre av magnetene 50, som veksler med de foregående tre magneter, har sine sydpoler vendende radiallyt utover. Disse  
15 skovlhjulmagneter 50 samvirker med seks ytterligere magneter 52 av sjeldne jordarter som er likevinklet fordelt inne i kappen og har sine poler orientert i et liknende arrangement som magnetene 50. På denne måte overføres drivende dreie-  
20 drevet aksel som bærer magnetene 52, idet settene av magneter 50 og 52 er låst sammen magnetisk med en definert, relativ orientering. Den magnetbærende ring 44 har i sin indre overflate også en rekke langsgående slisser 54 som munner ut på respektive motsatte endeflater av ringen 44.

25 Skovlhjulet 30 er i forhold til kappen 10 roterbart montert ved hjelp av øvre og nedre, ringformede kontaktlagre 56 og 58. Hvert lager 56 eller 58 omfatter en lagerkulebane som er dannet av forholdsvis mykt, fjærende deformerbart materiale, for eksempel gummi, og er avgrenset av en  
30 del 60 som er festet til kappen 10, og en del 62 som er festet til skovlhjulet 30, og kuler 64 som er fremstilt av et forholdsvis hardt materiale, for eksempel stål. Alternativt kan lagerkulebanene være fremstilt av et forholdsvis hardt materiale og kulene kan være fremstilt av et forholdsvis  
35 mykt materiale. Det er imidlertid å foretrekke at enten kulebanene eller kulene er fremstilt av et forholdsvis mykt materiale da lagrene er beregnet for å smøres av slamstrømmen, og benyttelsen av et sådant mykt materiale vil sikre at lagrene slites mindre på grunn av virkningen av partikler i

slamstrømmen som blir fanget mellom kulene og kulebanene.

Lagerdelene 60 er i stand til begrenset, glidende bevegelse i forhold til kappen 10, og den komplette lagermontasje fastholdes aksialt mellom en fast stopper 66 og en krage 68 som er fastskrudd på kappen 10, idet en fjær 70 er anbrakt mellom kragen 68 og delen 60 av det nedre lager 58 for å tillate aksial utvidelse ved bruk.

Under drift støter boreslam som strømmes nedover i ringrommet mellom kappen 10 og den ytre kanal (ikke vist på fig. 3 - 5), dvs. i retningen 28, sammen med statorens 32 blader 34, og dirigeres av disse blader 34 slik at boreslammet deretter støter sammen med skovlhjulets 30 blader 36 i en slik vinkel at det forekommer et lite eller neglisjerbart drivtrykk som utøves aksialt langs skovlhjulet 30 som følge av slamstrømmens anslag mot skovlhjulbladene 36. Med andre ord virker i hovedsaken hele drivtrykket eller trykkraften tangentielt for å bibringe eller overføre rotasjonsbevegelse til skovlhjulet 30. Således overføres en liten eller neglisjerbar trykkraft til lagrene. Dersom en eventuell trykkraftkomponent som følge av viskøs motstand ignoreres, vil trykkraftvektoren stå vinkelrett på skovlhjulbladene, i hvilket tilfelle det beste resultat vil bli oppnådd med skovlhjulbladene parallelle med kappens 10 akse. I praksis vil det imidlertid finnes en viss viskøs motstand, og det kan være ønskelig å kompensere for denne ved å skråstille skovlhjulbladene i den samme retning som statorbladene, slik at slamstrømmen som støter mot skovlhjulbladene, frembringer en vertikalt oppadrettet trykkraftkomponent som oppveier trykkraftkomponenten som følge av viskøs motstand.

I betraktning av den meget lille eller neglisjerbare trykkraft som lagrene utsettes for i et slikt arrangement, kan lagrene være av lett konstruksjon og kan smøres ved hjelp av slamstrømmen. Sådanne smøring sikres ved hjelp av boreslam som passerer langs slissene 42 i statorkragen 38, og ved hjelp av boreslam som passerer mellom de øvre og nedre lagre 56 og 58 via slissene 54 i skovlhjulets 30 magnetbærende ring 44.

I et alternativt arrangement er hvert lager 56 eller 58 erstattet av et lager 80, vist fra den ene ende på fig. 6,

som hviler direkte mot en flat, ringformet lagerflate ved en respektiv ende av skovlhjulet 30. Lageret 80, som på fig. 6 er vist fjernet fra montasjen for at dets konstruksjon skal kunne forstås lettere, omfatter en metallhylse 82 som har et gummilag 84 på sin indre overflate og åtte likevinklet adskilte, aksiale spor 86 for strømming av smørende boreslam fra den ene ende av hylsen til den andre. I tillegg er åtte gummifelter 88 dannet i ett stykke med laget 84 og er radially anbrakt slik at de er direkte forskjøvet i forhold til sporene 86. Feltene 88 strekker seg aksialt fra den ene ende av hylsen 82 til et nivå utenfor hylsen 82 hvor de danner åtte likevinklet adskilte lagerflater for å ligge an mot den tilsvarende lagerflate på skovlhjulet 30.

I et annet alternativt arrangement kan statorbladene være buet langs sine lengder, slik at den vinkel i hvilken bladene er skråstilt i forhold til slamstrømmen, øker etter hvert som avstanden fra skovlhjulet avtar.

20

### P a t e n t k r a v

1. Innretning for anvendelse i et borehull for omforming av den kinetiske energi i boreslamstrømmen som passerer langs en borestreng, til roterende bevegelse for å drive en generator eller et målende eller signalerende instrument, idet innretningen omfatter en roterende drivdel (18) som er innrettet til å ha sin rotasjonsakse anbrakt langs borestrengens akse, et ringformet, bladforsynt skovlhjul (30) som er koaksialt med drivdelen (18) til hvilken det er operativt koplet for å overføre drivende dreiemoment til denne, og som har et antall radially utadragende blader (36) som er fordelt rundt dettes omkrets og er innrettet til å drives av slamstrømmen, og et ringformet skovlhjullager (56, 58), KARAKTERISERT VED at en ringformet, bladforsynt stator (32) som er koaksial med drivdelen (18) og har et antall radially utadragende blader (34) som er fordelt rundt dennes omkrets, er anordnet umiddelbart oppstrøms av skovlhjulet (30) for å virke på slamstrømmen

før den når frem til skovlhjulet (30), idet statorens (32) blader (34) er skråstilt i forhold til slamstrømmen og i forhold til skovlhjulets (30) blader (36) for å bringe slamstrømmen til å støte sammen med skovlhjulets (30) blader (36) i en slik vinkel at et lite eller neglisjerbart aksialtrykk oppstår ved skovlhjullageret (58) som følge av den kombinerte virkning av slamstrømmen som virker på alle skovlhjulets blader.

2. Innretning ifølge krav 1, KARAKTERISERT VED at statorbladene (34) er skråstilt i én retning i forhold til slamstrømmen, og at skovlhjulbladene (36) er i hovedsaken parallelle med slamstrømmen eller er skråstilt i den nevnte ene retning i forhold til slamstrømmen i mindre grad enn statorbladene (34).

3. Innretning ifølge krav 2, KARAKTERISERT VED at statorbladene (34) i det minste i sine nedstrømspartier er skråstilt i en vinkel i området fra  $10^\circ$  til  $15^\circ$  i forhold til slamstrømmen.

4. Innretning ifølge krav 1, 2 eller 3, KARAKTERISERT VED at statorbladene (34) er svakt buet langs sine lengder.

5. Innretning ifølge ett av de foregående krav, KARAKTERISERT VED at skovlhjullageret (58) omfatter minst én lagerflate som er dannet av et fjærende deformerbart materiale.

6. Innretning ifølge ett av de foregående krav, KARAKTERISERT VED at skovlhjullageret omfatter henholdsvis øvre og nedre lagerdeler (56, 58) for opptakelse av trykkrefter som virker i motsatte retninger.

7. Innretning ifølge ett av de foregående krav, KARAKTERISERT VED at statoren (32) og skovlhjulet (30) omgir en kappe (10) som inneholder drivdelen (18) i en slamfri omgivelse, idet statoren (32) er fiksert i forhold til kappen (10) og skovlhjulet (30) er roterbart på kappen (10) ved hjelp av skovlhjullageret (56, 58).

8. Innretning ifølge krav 7, KARAKTERISERT VED at skovlhjulet (30) er magnetisk koplet til drivdelen (18) for å bringe drivende dreiemoment til denne.

9. Innretning ifølge ett av de foregående krav, KARAKTERISERT VED at drivdelen (18) er koplet til en elektrisk generator (20) for å drive generatoren.

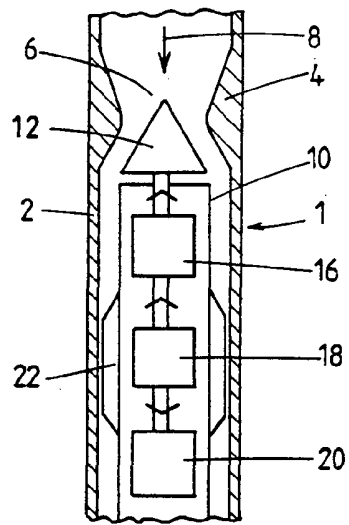


Fig. 1.

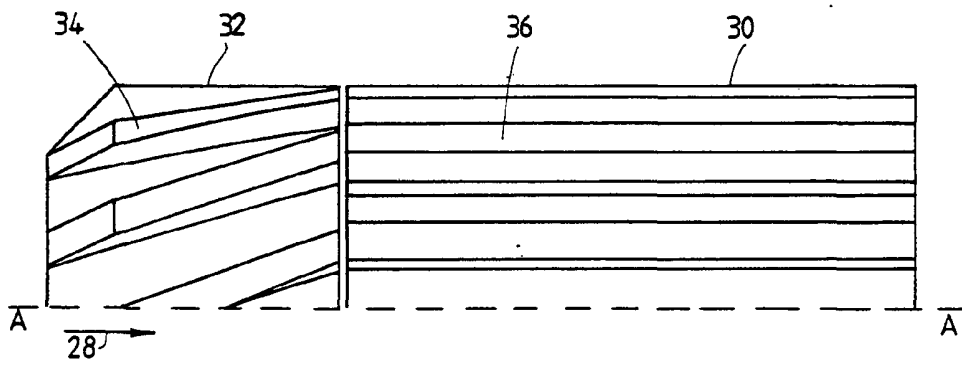


Fig. 2.

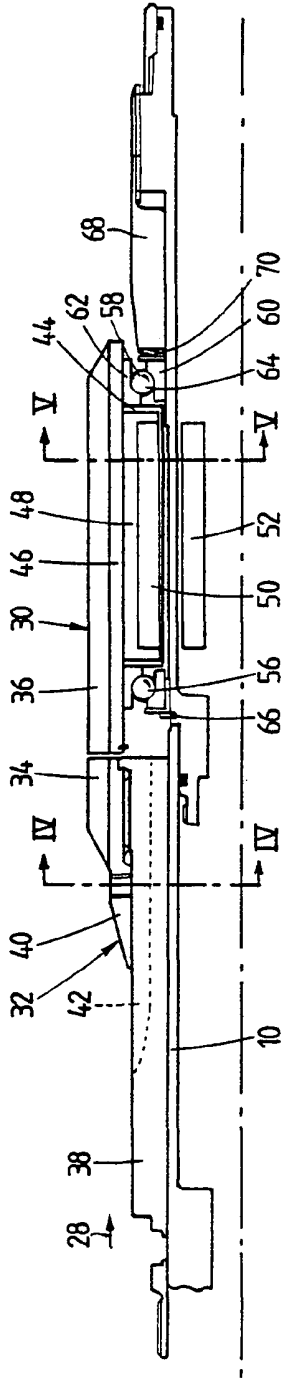


Fig. 3.

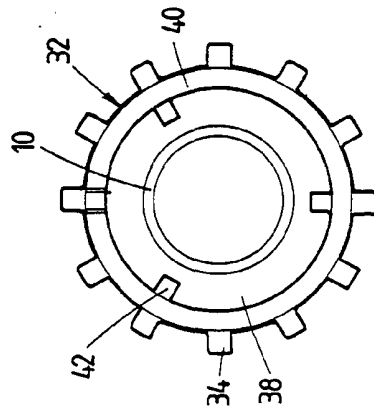


Fig. 4.

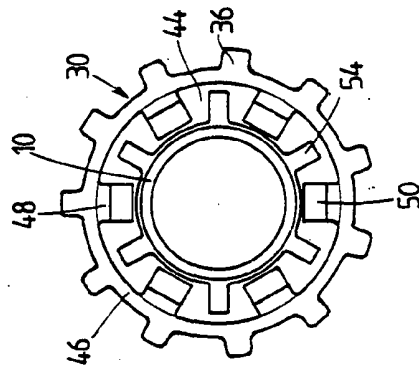


Fig. 5.

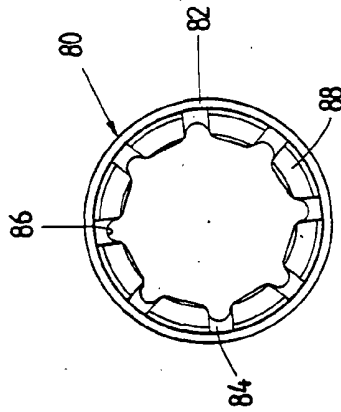


Fig. 6.