



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325490**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 7/06 (2006.01)

E21B 17/10 (2006.01)

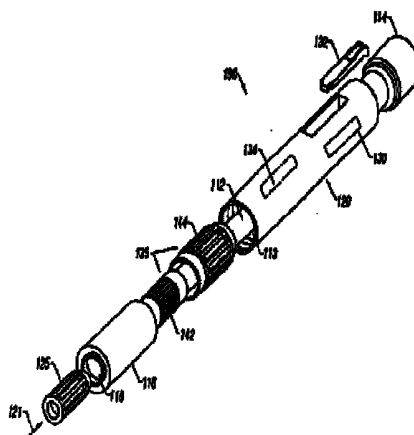
E21B 41/00 (2006.01)

E21B 44/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20014410	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2001.01.11 PCT/US01/00868
(22)	Inng.dag	2001.09.11	(85)	Videreføringsdag	2001.09.11
(24)	Løpedag	2001.01.11	(30)	Prioritet	2000.01.11, US, 175758
(41)	Alm.tilgj	2001.10.24			
(45)	Meddelt	2008.05.19			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P O Box 4740, TX77210-4740 HOUSTON, US			
(72)	Oppfinner	Johannes Witte, Im Fischerkamp 7, 38108 BRAUNSCHWEIG, DE Detlef Ragnitz, Dassel-Markoldendorf, DE Volker Krüger, Sassengarten 8, D-29223 Celle, DE Thomas Kruspe, Halber Weg 5, 29342 WIENHAUSEN, DE			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO			
(54)	Benevnelse	Styrbar moduloppbygget boringssammenstilling			
(56)	Anførte publikasjoner	EP 0.728.908 B1, EP 1.008.717 A1, GB 2.285.651			
(57)	Sammendrag				

Foreliggende oppfinnelse frembringer en moduloppbygget boringsenhet for kontaktløs strøm- og dataoverføring over et ikke-konduktivt mellomrom mellom roterende og ikke-roterende elementer i en styringsmodul. Mellomrommet er vanligvis fylt med et ikke-konduktivt fluid, så som borefluid eller olje, for operasjon av hydrauliske anordninger i nedihullsverktøyet. Nedihullsverktøyet i én utførelsesform er en moduloppbygget boringsenhet hvor en drivaksel (112) roteres av en nedihulls motor (116) for å rotere en borkrone (114) festet til den nedre enden av drivakselen (112). En tilnærmet ikke-roterende muffe rundt drivakselen inkluderer minst én elektrisk drevet anordning. Boringsenheten er moduloppbygget i det at den inkluderer minst én styringsmodul (132) ved den nedre enden av boringsenheten som har minst én styringsanordningsmodul som forsyner strøm til kraftoverføringsselementet.



Denne søknaden tar prioritet fra United States Provisional Patent Application med serienr. 60/175 758, innlevert 12. januar, 2000, som er overdratt til overdrageren av denne søknaden og som med dette innlemmes her i sin helhet som referanse.

5 Foreliggende oppfinnelse angår generelt nedihulls verktøy for oljefelt og mer spesifikt moduloppbygde boringssammenstillinger som anvendes for å bore brønner hvor det overføres elektrisk kraft og data mellom roterende og ikke-roterende seksjoner av boringssammenstillingen.

For å oppnå hydrokarboner, så som olje og gass, bores det borehull eller
10 brønner ved å rotere en borkrone festet nederst på en boringssammenstilling (også betegnet her som en "bunnhullsstreng" eller "BHA"). Boringssammenstillingen festes nederst i et rør, som vanligvis enten er et leddet (eng: jointed) stivt rør eller et relativt fleksibelt kveilbart (eng: spoolable) produksjonsrør ofte betegnet som "kveilet produksjonsrør" innenfor teknikken. Strengen som
15 omfatter rørene og boringssammenstillingen betegnes vanligvis "borestrengen". Når det anvendes leddede rør som produksjonsrør, roteres borkronen ved å rotere det leddede røret fra overflaten og/eller med en slam-motor inneholdt i boringssammenstillingen. I tilfellet med kveilede rør, roteres borkronen med slam-motoren. Under boring tilføres et borefluid (også betegnet "slam") inn i
20 produksjonsrøret under trykk. Borefluidet passerer gjennom boringssammenstillingen og føres deretter ut ved bunnen av borkronen. Borefluidet gir smøring til borkronen og transporterer stenspon, som kuttes av med borkronen under boringen av brønnen, opp til overflaten. Slam-motoren roteres av borefluidet som passerer gjennom boringssammenstillingen. En drivaksel som er tilkople
25 motoren og borkronen roterer borkronen.

En betydelig andel av den pågående boreaktiviteten involverer boring av skrå og horisontale borehull for å utnytte hydrokarbonreservoarene mest mulig. Slike borehull kan ha et relativt komplekst brønnprofil. For å bore slike komplekse borehull anvendes det boringssammenstillinger som inkluderer mange
30 uavhengig opererbare kraftoverføringsselementer for å anvende krefter mot borehullsveggen under boringen for å tvinge borkronen langs en gitt bane og for å endre boringsretningen. Slike kraftoverføringsselementer kan plasseres på den utvendige periferien til boringssammenstillingens skall eller på en ikke-

roterende muffe plassert rundt den roterende drivakselen. Disse kraft-overføringselementene beveges radielt utover for å anvende krefter mot borehullet for å føre borkronen og/eller å endre boringsretningen utover med elektriske anordninger eller elektrohydrauliske anordninger. I slike borings-sammenstillinger er det en åpning mellom de roterende og de ikke-roterende seksjonene. For å redusere den totale størrelsen til boringssammenstillingen og for å gi mer kraft til ribbene, er det ønskelig å plassere de anordningene (så som motor og pumpe) som er nødvendige for å operere kraftoverførings-anordningene i den ikke-roterende seksjonen. Det er også ønskelig å plassere elektroniske kretser og visse sensorer i den ikke-roterende seksjonen. Det må således overføres strøm mellom den roterende seksjonen og den ikke-roterende seksjonen for å operere elektrisk drevne anordninger og sensorene i den ikke-roterende seksjonen. Det må også overføres data mellom de roterende og de ikke-roterende seksjonene i en slik boringssammenstilling. Tette kontaktringer (eng: slip rings) anvendes ofte for å overføre strøm og data. Tetningene bryter ofte sammen og forårsaker sammenbrudd av verktøy nedihulls.

I boringssammenstillinger som ikke inkluderer en ikke-roterende muffe som beskrevet ovenfor, er det ønskelig å overføre strøm og data mellom den roterende borakselen og det stasjonære huset som omgir borakselen. Strømmen som overføres til den roterende akselen kan anvendes for å operere sensorer i den roterende akselen og/eller borkronen. Strøm- og dataoverføring mellom roterende og ikke-roterende seksjoner med en mellomliggende åpning kan også være nyttig for andre konfigurasjoner av nedihullsverktøy.

Fra EP 1,008,717 fremgår det et styrbart rotasjonsboresystem for retningsboring ved bruk av en ikke roterbar glidehylse som holdes i kontakt med boreveggen under boring. Systemet omfatter en vekselstrømsgenerator og en hydraulikkpumpe beliggende i verktøymansjetten. Det drives ved hjelp av en kraftkilde som drives av borefluidstrømmen for å frembringe elektrisk kraft til verktøyets elektronikkpakke, og hydraulisk trykk for aktivering av hydraulikk-systemkomponenter.

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører en moduloppbygget borings-sammenstilling for boring av et borehull. Boringssammenstillingen omfatter en styringsmodul ved en nedre ende av nevnte boringssammenstilling. Styringsmodulen inkluderer et tilnærmet ikke-roterende element utenfor et roterende element, idet nevnte ikke-roterende element inkluderer minst én styrings-anordning.

Den moduloppbyggde boringssammenstillingen omfatter en innpluggbar strømenhet som gir strøm til et kraftoverføringsselement for å gjøre at nevnte kraftoverføringsselement beveges radielt utover fra nevnte boringssammenstilling for å anvende trykk mot borehullet. En borkrone er festet til nevnte styringsmodul for å bore nevnte borehull.

Videre omfatter oppfinnelsen en styrbar boringssammenstilling. Boringssammenstillingen omfatter en borestreng med en borkrone koplet til den nederste enden av borestrengen, og mange ombyttelige moduler plassert mange steder langs borestrengen. Mangfoldet av ombyttelige moduler omfatter videre en styringsmodul med en tilnærmet ikke-roterende muffe operativt forbundet med en roterende muffe. Styringsmodulen er plassert på et første sted i borestrengen. En borkrone er festet til nevnte styringsmodul for å bore et borehull. En retningsmodul er plassert på et andre sted i borestrengen for å bestemme boreretningen. En kraftmodul er plassert på et tredje sted i borestrengen for å levere strøm til styringsmodulen. En innpluggbar strømenhet gir strøm til et kraftoverføringsselement for å gjøre at nevnte kraftoverføringsselement beveges radielt utover fra nevnte boringssammenstilling for å anvende trykk mot borehullet. Hver modul blant de mange ombyttelige modulene inkluderer minst én konnektor konstruert slik at hver modul blant de mange modulene kan omplasseres til ethvert av de mange stedene.

Foreliggende oppfinnelse kan frembringe kontaktløs induktiv kopling for å overføre strøm og data mellom roterende og ikke-roterende seksjoner av nedihulls oljefeltsverktøy, inklusive boringssammenstillingene som omfatter roterende og ikke-roterende elementer.

Den foreliggende oppfinnelse kan frembringe et apparat og en fremgangsmåte for strøm- og dataoverføring over en ikke-konduktiv åpning mellom roterende og ikke-roterende elementer i nedihulls oljefeltsverktøy. Åpningen kan

inneholde et ikke-konduktivt fluid, så som borefluid eller olje for å operere hydrauliske anordninger i nedihullsverktøyet. Nedihullsverktøyet, i én utførelsesform, er en boringssammenstilling hvor en drivaksel roteres av en nedihulls motor for å rotere borkronen festet i den nedre enden av drivakselen.

5 En tilnærmet ikke-roterende muffe rundt drivakselen kan inkludere mange uavhengig styrte kraftoverføringselementer, idet hvert slikt element er konstruert for å beveges radielt mellom en tilbaketrukket stilling og en utstrukket stilling. Kraftoverføringselementene opereres slik at de anvender den kraften som er nødvendig for å opprettholde og/eller endre boringsretningen. I det foretrukne systemet frembringer en felles eller separat elektrisk drevet hydraulisk enhet 10 energi (strøm) til kraftoverføringselementene. En induktiv kopling overføringsanordning overfører elektrisk kraft og data mellom de roterende og de ikke-roterende elementene. En elektrisk kontrollkrets eller -enhet assosiert med det roterende elementet styrer overføringen av strøm eller data mellom det 15 roterende elementet og det ikke-roterende elementet. En elektrisk kontrollkrets eller -enhet på det ikke-roterende elementet styrer overføringen av strøm til anordningene i det ikke-roterende elementet og styrer også overføringen av data fra sensorer og anordninger på det ikke-roterende elementet til det roterende elementet.

20 I en alternativ utførelsesform av oppfinnelsen kan en induktiv kopplingsanordning overføre strøm fra det ikke-roterende huset til den roterende borakselen. Den elektriske kraften som overføres til den roterende borakselen anvendes for å operere én eller flere sensorer i borkronen og/eller lageranordningene. En kontrollkrets nær borkronen styrer overføringen av data fra sensorene i det roterende elementet til det ikke-roterende huset. 25

Den induktive koplingen kan også frembringes i en separat modul ovenfor slam-motoren for å overføre strøm fra en ikke-roterende seksjon til det roterende elementet i slam-motoren og borkronen. Strømmen som overføres kan anvendes for å operere anordninger og sensorer i de roterende seksjonene 30 av boringssammenstillingen, så som boreakselen og borkronen. Data overføres fra anordninger og sensorer i den roterende seksjonen til den ikke-roterende seksjonen via den samme eller en separat induktiv kopling. Data i de forskjellige utførelsesformene overføres fortrinnsvis ved frekvensmodulering.

Boringssammenstillingen er moduloppbygget, idet den består av relativt lett sammenkopplbare moduler. Den moduloppbygde boringssammenstillingen inkluderer i hvert fall en styringsmodul som holder borkronen og som inkluderer en ikke-roterende muffe som inkluderer mange innpluggbare styringsanordningsmoduler. En strøm- og datakommunikasjonsmodul opphulls for styringsmodulen frembringer strøm til styringsmodulen og toveis datakommunikasjon mellom styringsanordningen og resten av boringssammenstillingen. En underenhet omfattende multipropagerings sensitivitetssensorer og gammastrålingssensorer er plassert opphulls for styringsmodulen. Denne underenheten kan inkludere en minnemodul og en vibrasjonsmodul. En retningsmodul inneholdende sensorer for å bestemme boringssammenstillingens retning er fortrinnsvis plassert opphulls for resistivitets- og gammasensor-underenheten. Moduloppbygde underenheter utgjør deler av styringsanordningen. Den primære elektronikken, den sekundære elektronikken og de induktive koplingsomformerne i styringsmodulen er også individuelle innpluggingsmoduler.

Eksempler på de viktigste egenskapene ved oppfinnelsen er nå oppsummert relativt bredt for å gjøre den følgende detaljerte beskrivelsen av denne enklere å forstå, og for at en skal kunne se bidragene til teknikken. Det er, selvfølgelig, ytterligere egenskaper ved oppfinnelsen som vil bli beskrevet i det følgende og som vil være med på å skape grunnlaget for de etterfølgende patentkravene.

For å oppnå en detaljert forståelse av oppfinnelsen, må en lese den følgende detaljerte beskrivelsen av den foretrukne utførelsesformen, sett sammen med de vedlagte figurene, i hvilke like elementer er gitt samme nummer, og hvor:

Figur 1 er en isometrisk skisse av en seksjon av en boringssammenstilling som viser den innbyrdes posisjoneringen av en roterende drivaksel (det "roterende elementet") og en ikke-roterende muffe (det "ikke-roterende elementet") og en elektrisk kraft- og dataoverføringsanordning for overføring av strøm og data mellom de roterende og de ikke-roterende elementene over et ikke-konduktivt mellomrom ifølge én utførelsesform av foreliggende oppfinnelse.

Figur 2 er et linjediagram av en seksjon av en boringssammenstilling og viser anordningen for overføring av elektrisk kraft og data og de elektriske kontrollkretsene for overføring av strøm og data mellom de roterende og de ikke-roterende seksjonene av boringssammenstillingen ifølge én utførelsesform av foreliggende oppfinnelse.

Figurene 3A og 3B viser et skjematisk funksjonelt blokkdiagram angående strøm- og dataoverføringsanordningen, vist i figurene 1 og 2, for å operere en anordning i den ikke-roterende seksjonen ved anvendelse av strømmen som overføres fra den roterende til den ikke-roterende seksjonen.

Figur 4 er et skjematisk diagram over en andel av en boringssammenstilling hvor en induktiv kopling er vist plassert på to alternative steder for å overføre strøm og data mellom roterende og ikke-roterende elementer.

Figur 5 er en moduloppbygget boringssammenstilling ifølge én utførelsesform av foreliggende oppfinnelse.

Figur 6 er en isometrisk skisse som viser den innbyrdes plasseringen av visse hovedkomponenter av styringsmodulen og de bidireksjonale strøm- og datakommunikasjonsmodulene vist i figur 5.

Figur 7 viser en første alternativ moduloppbygget sammensetning av boringssammenstillingen ifølge foreliggende oppfinnelse.

Figur 8 er en andre alternativ moduloppbygget sammensetning av boringssammenstillingen ifølge foreliggende oppfinnelse.

Figur 1 er en isometrisk skisse av en seksjon eller andel 100 av en boringssammenstilling og viser den innbyrdes posisjoneringen av en roterende drivaksel 110 (roterende element) og en ikke-roterende muffe 120 (ikke-roterende element) med et ikke-konduktivt mellomrom derimellom og en anordning for overføring av elektrisk kraft og data 135 for å overføre strøm og data mellom den roterende drivakselen og den ikke-roterende muffen over et ikke-konduktivt mellomrom 113, ifølge én utførelsesform av foreliggende oppfinnelse.

Seksjon 100 utgjør den nederste delen av boringssammenstillingen. Drivakselen 110 har en nedre borkroneseksjon 114 og en øvre slam-motor forbindelseseksjon 116. En hul aksel 112 med redusert diameter sammen-

kopler seksjonene 114 og 116. Drivakselen 110 har en indre hullgjennomgang 118 som utgjør passasjekanal for borefluid 121 som tilføres boringssammenstillingen under trykk fra overflaten. Den øvre koplingsseksjonen 116 er koplet til strømseksjonen i en boremotor eller slam-motor (ikke vist) via en fleksibel aksel (ikke vist). En rotor i boremotoren roterer den fleksible akselen, som igjen roterer drivakselen 110. Den nedre seksjonen 114 huser en borkrone (ikke vist) og roterer med drivakselen 110. En tilnærmet ikke-roterende muffe 120 er plassert rundt drivakselen 110 mellom den øvre koplingsseksjonen 116 og borkroneseksjonen 114. Under boring er ikke muffen 120 nødvendigvis helt i ro, men roterer med en veldig liten vinkelhastighet i forhold til rotasjonen av drivakselen 110. Drivakselen roterer typisk med en hastighet på mellom 100 og 600 omdreininger per minutt (r.p.m.), mens muffen 120 kan rotere saktere enn 2 r.p.m. Muffen 120 er således så godt som stillestående i forhold til boreakselen 110 og betegnes derfor her som det tilnærmet ikke-roterende eller ikke-roterende elementet eller seksjonen. Muffen 120 inkluderer minst én anordning 130 som krever elektrisk kraft. I konfigurasjonen i figur 1, driver anordningen 130 ett eller flere kraftoverførende elementer, så som elementet 132.

Anordningen for overføring av elektrisk kraft 135 inkluderer en senderseksjon 142 festet til den utvendige periferien til den roterende boreakselen 112 og en mottakerseksjon 144 festet til innsiden av den ikke-roterende muffen 120. I det monterte nedihulls verktøyet er senderseksjonen 142 og mottakerseksjonen 144 atskilt med en luftåpning mellom de to seksjonene. De utvendige dimensjonene til senderseksjonen 142 er mindre enn de innvendige dimensjonene til mottakerseksjonen 144, slik at muffen 120 på hvilken mottakerseksjonen 144 er festet kan gli over senderseksjonen 142. En elektrisk kontrollkrets 125 (her også betegnet som den "primære elektronikken") i det roterende elementet 110 leverer den ønskede elektriske kraften til senderen 142 og kontrollerer også operasjonen av senderen 142. Den primære elektronikken 125 leverer også data og kontrollsignaler til senderseksjonen 142, som overfører elektrisk kraft og data til mottakeren 144. En sekundær elektronisk kontrollkrets (her også betegnet den "sekundære elektronikken") bæres av den ikke-roterende muffen 120. Den sekundære elektronikken 134 mottar elektrisk energi fra mottakeren 144, styrer operasjonen av den elektrisk drevne an-

ordningen 130 i det ikke-roterende elementet 120, mottar målingssignaler fra sensorer i den ikke-roterende seksjonen 120, og genererer signaler som overføres til den primære elektronikken via den induktive koplingen i dataoverføringsanordningen 135. Overføringen av elektrisk kraft og data mellom de roterende og de ikke-roterende elementene er beskrevet nedenfor med henvisning til figurene 2 til 3B.

Figur 2 er et linjediagram av en lageranordningsseksjon 200 i en boringssammenstilling og viser, blant annet, den innbyrdes plasseringen av de forskjellige elementene vist i figur 1. Lageranordningen 200 har en drivaksel 211 som ved sin øvre ende 202 er festet til en kopling 204, som i sin tur er festet til et fleksibelt stag som roteres av slam-motoren i boringssammenstillingen. En ikke-roterende muffe 210 er plassert rundt en seksjon av drivakselen 211. Lager 206 og 208 gir radiell og aksiell støtte for drivakselen 211 under boring av brønnen. Den ikke-roterende muffen 210 huser mange ekspanderbare kraftoverføringsselementer, så som elementene 220a-220b (ribber). Ribben 220a befinner seg i et hull 224a i muffen 210. Hullet 224a inkluderer også tette elektro-hydrauliske komponenter for radiell ekspansjon av ribben 220a. De elektro-hydrauliske komponentene kan inkludere en motor som driver en pumpe som leverer fluid under trykk til et stempel 226a som beveger ribben 220a radielt utover. Disse komponentene er beskrevet mer i detalj nedenfor med henvisning til figurene 3A og 3B.

En induktiv kopling dataoverføringsanordning 230 overfører elektrisk kraft mellom de roterende og ikke-roterende elementene. Anordningen 230 inkluderer en senderseksjon 232 i det roterende elementet 211 og en mottakerseksjon 234 i den ikke-roterende muffen 210. Anordningen 230 er fortrinnsvis en induktiv anordning, i hvilken både senderen og mottakeren inkluderer hensiktsmessige induksjonsspoler. Den primære kontrollelektronikken 236 er fortrinnsvis plassert i den øvre koplingsseksjonen 204. Andre seksjoner av det roterende elementet kan også anvendes for å huse deler av eller all den primære elektronikken 236. En sekundær elektronikk-modul 238 er fortrinnsvis plassert ved siden av mottakeren 234. Konduktorer og kommunikasjonslinker 242 plassert i det roterende elementet 211 overfører strøm og data mellom den primære elektronikken 236 og senderen 232. Strøm i nedihulls verktøy, så som

vist i figur 2, genereres typisk av en turbin som roteres av borefluidet som tilføres boringssammenstillingen under trykk. Strøm kan også forsynes fra overflaten via elektriske ledere i produksjonsrøret.

Figurene 3A og 3B viser et funksjonelt blokkdiagram av en boringssammenstilling 300 som skisserer fremgangsmåten for strøm- og dataoverføring mellom de roterende og ikke-roterende seksjonene av boringssammenstillingen. Boringssammenstillinger, eller BHA-er, som anvendes for boring av brønner og for å frembringe målinger under boring er velkjente innen teknikken, og detaljer i konstruksjonen av og funksjonaliteten til slike er derfor ikke beskrevet her. Beskrivelsen gitt nedenfor er primært rettet mot overføring av elektrisk kraft og data mellom roterende og ikke-roterende elementer.

Fortsatt med henvisning til figurene 3A og 3B, er boringssammenstillingen 300 ved sin øvre, eller opphulls ende 302 koplet til et rør 310 via en koplingsanordning 304. Røret 310, som vanligvis er et leddet rør eller et spiralrullet rør (eng: coiled tubing), sammen med boringssammenstillingen 300, transporteres fra en overflaterigg og inn i brønnen som bores. Boringssammenstillingen 300 inkluderer en slam-motor 320 med en rotor 322 inne i en stator 324. Borefluid 301, tilført under trykk til røret 310, passerer gjennom slammotorens kraftseksjon 320, som roterer rotoren 322. Motoren 322 driver en fleksibel koplingsaksel 326, som igjen roterer drivakselen 328. En rekke målingunder-boring ("MWD") eller logg-under-boring sensorer ("LWD"), generisk referert til her med nummeret 340, i boringssammenstillingen 300 frembringer målinger av forskjellige parametere, inklusive borehulls parametere, formasjonsparametere og tilstandsparametere relatert til boringssammenstillingen. Disse sensorene kan plasseres i en separat seksjon, så som en seksjon 341, eller plasseres i én eller flere seksjoner av boringssammenstillingen 300. Vanligvis er noen av sensorene plassert i huset 342 av boringssammenstillingen 300.

Elektrisk kraft genereres vanligvis av en turbin 344 som drives av borefluidet 301. Elektrisk kraft kan også forsynes fra overflaten gjennom hensiktsmessige ledere. I det eksempelvis systemet som er vist i figur 3, er drivakselen 328 det roterende elementet og muffen 360 det ikke-roterende elementet. Den foretrukne strøm- og dataoverføringsanordningen 370 er en induktiv omformer

som inkluderer en senderseksjon 372 på det roterende elementet 328 og en mottakerseksjon 374 plassert i den ikke-roterende muffen 360 motsatt for senderen 372. Senderen 372 og mottakeren 374 styrer henholdsvis induksjonsspolene 376 og 378. Strøm til induksjonsspolene 376 tilføres fra den primære elektriske kontrollkretsen 380. Turbinen 344 genererer vekselstrøm. Den primære elektronikken 380 kondisjonerer vekselstrøm og forsyner den til induksjonsrullene 376. Rotasjonen av boreakselen 328 induserer strøm til mottakerseksjonen 374, som leverer ut vekselstrøm. Den sekundære kontrollkretsen eller den sekundære elektronikken 382 i det ikke-roterende elementet 360 konverterer vekselstrømmen fra mottakeren 372 til likestrøm. Likestrømmen anvendes deretter for å operere forskjellige elektroniske komponenter i den sekundære elektronikken og eventuelle andre elektrisk drevne anordninger. Borefluid 301 fyller vanligvis mellomrommet 311 mellom de roterende og ikke-roterende elementene 328 og 360.

Fortsatt med henvisning til figurene 3A og 3B, og som angitt ovenfor, driver en motor 350, som styres av den sekundære elektronikken 382, en pumpe 364 som forsyner et arbeidsfluid, så som olje, fra en kilde 365 til et stempel 366. Stempelet 366 beveger sin tilhørende ribbe 368 radielt utover fra det ikke-roterende elementet 360 for å legge en kraft mot borehullsveggen. Pumpehastigheten styres, eller moduleres, for å kontrollere hvor mye kraft som overføres fra ribben mot borehullsveggen. Alternativt kan en fluidkontrollventil 367 i den hydrauliske ledningen 369 til stempelet anvendes for å kontrollere tilførselen av fluid til stempelet og således kraften som overføres fra ribben 368. Den sekundære elektronikken 382 kontrollerer operasjonen av ventilen 369. Et antall ribber (vanligvis tre), plassert i en avstand fra hverandre, befinner seg i det ikke-roterende elementet 360, idet hver ribbe uavhengig opereres av en felles eller hver sin sekundære elektronikk.

Den sekundære elektronikken 382 mottar signaler fra sensorer 379 i det ikke-roterende elementet 360. Minst én av sensorene 379 frembringer målinger som angir kraften som påføres av ribben 368. Hver ribbe har en tilhørende sensor. Den sekundære elektronikken 382 behandler sensorsignalene og beregner verdien til de tilhørende parametrene og leverer signaler som angir disse parametrene til mottakerseksjonen 374, som overfører disse signalene til

senderen 372. Separate sendere og mottakere kan anvendes for å overføre data mellom roterende og ikke-roterende seksjoner. Frekvensmodulerings-
teknikker, som er velkjente innen teknikken, kan anvendes for å overføre
signaler mellom senderen og mottakeren eller omvendt. Signalene fra den
5 primære elektronikken kan inkludere kommandosignaler for å styre operasjonen
av anordningene i den ikke-roterende muffen.

I en alternativ utførelsesform plasseres den primære elektronikken og
senderen i den ikke-roterende seksjonen, mens den sekundære elektronikken
og mottakeren ligger i den roterende seksjonen av nedihullsverktøyet, og over-
10 fører med det elektrisk kraft fra det ikke-roterende elementet til det roterende
elementet. Disse utførelsesformene er beskrevet mer i detalj nedenfor med
henvisning til figur 4.

I ett aspekt av foreliggende oppfinnelse overføres således elektrisk kraft
og data mellom en roterende boreaksel og en ikke-roterende muffe i en
15 boringssammenstilling via en induktiv kopling. Den overførte strømmen an-
vendes for å operere elektriske anordninger og sensorer i den ikke-roterende
muffen. Rollene til senderen og mottakeren kan reverseres.

Figur 4 er et skjematisk diagram over en andel 400 av en borings-
sammenstilling og viser to alternative konstruksjoner av strøm- og dataover-
20 føringsanordningen. Figur 4 viser en boremotorseksjon 415 som inkluderer en
rotor 416 plassert i en stator 418. Rotoren 416 er koplet til en fleksibel aksel 422
ved en kopling 424. En boreaksel 430 er koplet til den nedre enden 420 av den
fleksible akselen 422. Boreakselen 430 er plassert i en lageranordning med et
mellomrom 436 derimellom. Borefluid 401 tilført under trykk fra overflaten
25 passerer gjennom strømseksjonen 410 av motoren 400 og roterer rotoren 416.
Rotoren roterer den fleksible akselen 422 som i sin tur roterer boreakselen 430.
En borkrone (ikke vist) i den nedre enden 438 av boreakselen 430 roterer med
boreakselen. Lagre 442 og 444 gir radiell og aksiell stabilitet av boreakselen
430. Den øvre enden 450 av motorens strømseksjon 410 er koplet til MWD-
30 sensorer via hensiktsmessige konnektorer. Et felles eller kontinuerlig hus 445
kan anvendes for slam-motorseksjonen 415.

I én utførelsesform overføres strøm og data mellom lageranordnings-
huset 461 og den roterende drivakselen 430 med en induktiv koplingsanordning

470. Senderen 471 er plassert på det stasjonære huset 461 mens mottakeren 472 er plassert på den roterende drivakselen 430. En eller flere strøm- og dataoverføringslinker 480 føres fra et hensiktsmessig sted overfor slam-motoren 410 til senderen 471. Elektrisk kraft kan tilføres strøm- og kommunika-
 5 sjonslinkene 480 fra en hensiktsmessig strømkilde i boringssammenstillingen 400 eller fra overflaten. Kommunikasjonslinkene 480 kan være koplet til en primær kontrollelektronikk (ikke vist) og MWD-anordningene. Mange sensorer, så som trykkføler S_1 , temperaturfølere S_2 , vibrasjonsføler S_3 , osv., er plassert i borkronen.

10 Den sekundære kontrollelektronikken 482 konverterer vekselstrømmen fra mottakeren til likestrøm og forsyner den til de forskjellige elektroniske komponentene i kretsen 482 og til følerne S_1 - S_3 . Kontrollelektronikken 482 behandler sensorsignalene og overfører dem til dataoverføringsseksjonen i anordningen 470, som sender disse signalene til senderen 471. Disse
 15 signalene anvendes så av en primærelektronikk i boringssammenstillingen 400. I den ovenfor beskrevne utførelsesformen overfører således en induktiv koplingsanordning elektrisk kraft fra en ikke-roterende seksjon av lager-anordningen til et roterende element. Den induktive kopleranordningen overfører også signaler mellom disse roterende og ikke-roterende elementene. Den
 20 elektriske kraften som overføres til det roterende elementet anvendes for å operere sensorer og anordninger i det roterende elementet. De induktive anordningene etablerer også en toveis datakommunikasjonslink mellom de roterende og ikke-roterende elementene.

I en alternativ utførelsesform kan det plasseres en separat underenhet
 25 eller modul 490, omfattende en induktiv anordning 491, ovenfor eller opphulls for slam-motoren 415. Modulen 490 inkluderer et element 492, roterbart montert i et ikke-roterende hus 493. Elementet 492 roteres av slam-motoren 410. Senderen 496 er plassert på det ikke-roterende huset 493 mens mottakeren 497 er festet til det roterende elementet 492. Strøm og signaler overføres til
 30 senderen 496 via ledere 494 mens den mottatte strømmen overføres til de roterende seksjonene via ledere 495. Lederne 495 kan føres gjennom rotoren, den fleksible akselen og drivakselen. Strømmen som forsynes til de roterende seksjonene kan anvendes for å operere enhver anordning eller sensor i de

roterende seksjonene som beskrevet ovenfor. I denne utførelsesformen overføres således elektrisk kraft til de roterende elementene i boringssammenstillingen fra en separat modul eller enhet ovenfor slam-motoren.

Boringssammenstillingene beskrevet ovenfor er fortrinnsvis moduloppbygde, i det at relativt enkelt sammensettbare moduler utgjør borings-

5 sammenstillingen. Moduloppbygget konstruksjon er foretrukket på grunn av forenklet fremstilling, reparasjon av boringssammenstillingen og ombyttbarhet av moduler i felten. Figur 5 viser en moduloppbygget boringssammenstilling 500 ifølge én utførelsesform av foreliggende oppfinnelse. Den nederste modulen

10 510 er fortrinnsvis en styringsmodul 510 med en borkrone i sin nedre ende. Styringsmodulen 510 utfører de samme funksjonene som anordningen 200 vist i figur 2. Styringsmodulen 510 inkluderer en ikke-roterende muffe 511 som holder mange moduloppbygde styringsanordninger 512 og moduloppbygde

15 ribber 515 som beskrives mer i detalj med henvisning til figur 6. Styringsmodulen 510 inkluderer de fortrinnsvis induktiv kopling strøm- og dataoverføringsanordningene beskrevet ovenfor med henvisning til figurene 1-3B. Styringsmodulen 510 inkluderer fortrinnsvis også sensorer og elektronikk 514 (vinklinsanordninger nær kronen) for å bestemme vinklingen av borings-

20 sammenstillingen 500. Vinklinsanordningene nær kronen 514 kan inkludere tre (3) akse-akselerasjonsmålere, gyroskopianordninger og signalprosesseringskretser som generelt er kjent innen teknikken. En gammastrålingsanordning 516 på den ikke-roterende muffen 511 gir informasjon om endringer i formasjonen når en under boring går fra én formasjonstype til en annen.

En bidireksjonal strøm- og datakommunikasjonsmodul ("BPCM") 520

25 opphulls for styringsmodulen 510 forsyner strøm til styringsenheten 510 og frembringer toveis datakommunikasjon mellom boringssammenstillingen 500 og anordninger ved overflaten. Strømmen i BPCM-en genereres fortrinnsvis av en slam-drevet vekselstrømgenerator (eng: alternator) 522. Datasignalene genereres fortrinnsvis av en slam-pulsgenerator (eng: mud pulser) 524. De

30 slamdrevne strømgenereringsenheter (slam-pulsgeneratorene) er kjent innen teknikken og beskrives således ikke i mer detalj. BPCM-en er fortrinnsvis en separat modul som kan festes til den øvre enden 513 av styringsmodulen 510 med en hensiktsmessig konnektormekanisme 518. Selv om figur 5 viser en

BPCM som er festet til den øvre enden av styringsmodulen, kan den imidlertid plasseres på ethvert annet egnet sted i boringssammenstillingen 500. Et antall ytterligere moduler er også til stede og utgjør den totale boringssammenstillingen. Styringsmodulen 510 og BPCM 520 har visse ytterligere modulære

5 egenskaper, som beskrives i det følgende med henvisning til figur 6, før de ytterligere modulene av boringssammenstillingen 500 beskrives.

Figur 6 er en isometrisk skisse 600 og viser mer i detalj visse modulære og andre særegenheter inne i styringsmodulen 510 (610 i figur 6) og BPCM 520 (640 i figur 6) som vist i figur 5. Den ikke-roterende muffen 601 inkluderer

10 mange styringsanordninger 613, hver omfattende en ribbe 611 og en pluggbar selv-inneholdt hydraulikk-kraftenhet eller -modul 612. Hydraulikk-kraftmodulen 612 plugges inn i den sekundære elektronikken 616 plassert inne i den ikke-roterende muffen 601 via en konnektor 614a koplet til hydraulikk-kraftmodulen 612 og en sammenpassende konnektor 614b koplet til den sekundære elektro-

15 nikken 616. Hver hydraulikk-kraftenhet 612 er fortrinnsvis tett og inkluderer en motor, en pumpe og hydraulikkfluid for å drive et stempel, som beveger en tilhørende ribbe 611 radielt utover. En separat nedsenkning, så som nedsenkningen 617, er laget i den ikke-roterende muffen for å holde hver hydraulikk-kraftenhet 612 og dens tilhørende ribbe 611. Minst én sensor 615 (for eksempel

20 en trykkløser) leverer signaler til den sekundære elektronikken 616 som tilsvaret, eller representerer, kraften som anvendes fra sin tilhørende ribbe 611 mot borehullet. Andre sensorer, så som forskyvningsmålede sensorer, kan også anvendes for å bestemme hvor mye krefter som anvendes fra hver ribbe 611 mot borehullet. Den sekundære eller utvendige delen 618 av den induktive

25 koplingen er elektrisk koplet til den sekundære elektronikken 616 via en pluggbar pinnekonnektor 619 assosiert med den sekundære elektronikken 616. Styringsmodulen 610 som beskrevet hittil inkluderer således en ikke-roterende muffe 601 som har mange pluggbare, selv-inneholdte styreribbe-hydraulikk-kraftenheter 612 (én for hver ribbe), en pluggbar sekundær elektronikk 616

30 (festet til innsiden av den ikke-roterende muffen) og pluggbare utvendige induksjonsspoler 618 i den induktive koplingen som er festet til innsiden av den ikke-roterende muffen 601.

En øvre drivaksel 622 føres gjennom den ikke-roterende muffen 601 og koples til en nedre drivaksel 624, som driver borkronen 602. Den primære elektronikken 625 er koplet til utsiden av den øvre drivakselen 622. Primære induksjonsspoler eller den innvendige delen 632 av den induktive koplingen er via en plugg koplet til den primære elektronikken 625. I én utførelsesform inkluderer således styringsmodulen 610 (i) en ikke-roterende muffe med mange integrerte og tette pluggbare hydraulikk-kraftenheter, én for hver ribbe; (ii) en primær elektronikkmodul som plugges inn i en primær induktiv kopling induksjonsspole-modul; og (iii) en sekundær elektronikkmodul som via en plugg koples til de sekundære induktiv kopling induksjonsspolene og hver av hydraulikk-kraftenhetene.

Fortsatt med henvisning til figur 6, inneholder BPCM-en 640 plassert opphulls for eller ovenfor styringsenheten 610 en elektrisk strøm genererings-enhet 641 som inkluderer en turbin 642 som drives av borefluidet (slam) 648 tilført under trykk fra overflaten. Turbinen 642 roterer en vekselstrømgenerator 643 som forsyner elektrisk kraft til styringsenheten 610 via en dobbel pinne-adapter 650. En ringkonnektor 644 på adapteret 650 og en ringkonnektor 648 på den øvre drivakselen 622 overfører strøm og data mellom strømgenererings-enheten 641 og den primære elektronikken 625. I en alternativ utførelsesform kan ringkonnektoren 644 være integrert i BPCM-en, hvilket ville eliminere adapteret 650. En pulsgenerator i BPCM-en genererer telemetrisignaler (trykk-pulser) tilsvarende data som skal overføres til overflaten i overensstemmelse med signaler fra den primære elektronikken 625 og andre kretser inneholdt i boringssammenstillingen 600. Som angitt ovenfor er de slamdrevne strøm- og puls-genereringsenhetene kjente. I foreliggende oppfinnelse er strøm-genereringsenheten og/eller puls-generatoren en modul som kan koples til styringsmodulen 610 og/eller som kan plasseres på et annet hensiktsmessig sted i boringssammenstillingen 600.

Med henvisning tilbake til figur 5, er det plassert en stabilisatormodul 530 med ett eller flere stabilisatorelementer 531 ovenfor BPCM 520 for å gi sideveis stabilitet til den nedre delen av boringssammenstillingen 500. I en alternativ utførelsesform kan stabilisatorelementene 531 være integrert i eller plassert på utsiden av BPCM 520, som vist med den stiplede linjen 531a.

En måling-under-boring modul eller "MWD-modul" 550, fortrinnsvis inneholdende en resistivitets- og en gammasensor, frakoplingsbart festet opphulls for eller ovenfor BPCM 520. En retningsmodul 560, inneholdende sensorer, så som magnetometre, for å gi målinger som bestemmer boreretningen er for-

5 trinnsvis plassert opphulls for MWD-modulen 550. En logg-under-boring ("LWD") modul 565, inneholdende formasjonsevalueringssensorer så som resistivitets-, akkustikk- og nukleærmålere er fortrinnsvis plassert nær den øvre enden av boringssammenstillingen 500. En vekselstrømgenerator/(eng: downlink) modul 551 som detekterer telemetridata fra overflaten for anvendelse

10 av boringsanordningen 500 kan plasseres på ethvert hensiktsmessig sted. En minnemodul 552 kan hensiktsmessig plasseres i MWD-modulen 550. En batteripakkemodul 556 for å lagre og levere oppbakkingsstrøm kan plasseres på ethvert hensiktsmessig sted i boringssammenstillingen 500. Tilleggsmoduler frembringes avhengig av de konkrete behovene for boringen. For eksempel kan

15 en modul 554 inneholdende sensorer som måler parametere relatert til de fysiske forholdene nedihulls, så som vibrasjoner, snurring (eng: whirl), spinn (eng: slick slip), friksjon, osv. kan hensiktsmessig plasseres i boringssammenstillingen.

I én moduloppbygget utførelsesform inkluderer således boringssammen-

20 stillingen en nederste styringsmodul 510 som inkluderer mange moduloppbygdestyringsanordninger 512 og en strøm- og datakommunikasjonsmodul 520 opphulls for styringsmodulen 510. Nær-krone vinklingssensorer er inkludert i styringsmodulen 510. Boringssammenstillingen inkluderer en MWD-modul som inneholder en resistivitetsføler og en gammasensor og en LWD-modul som

25 inkluderer minst én formasjonsevalueringssensor for å frembringe informasjon om formasjonen som penetreres av borkronen. En retningsmodul, inneholdende ett eller flere magnetometre, kan plasseres på et hensiktsmessig sted i borings-

sammenstillingen for å frembringe informasjon om retningen til borehullet som bores eller penetreres av borkronen.

30 Figur 7 viser en alternativ konstruksjon av den moduloppbygde borings-

sammenstillingen 800 ifølge foreliggende oppfinnelse. Den nederste seksjonen (ovenfor borkronen 801) er den moduloppbygde styringsenheten 810 som beskrevet ovenfor. Boringssammenstillingen 800 inkluderer en moduloppbygget

BPCM 812, en måling-under-boring ("MWD") modul 814, en formasjons-evaluerings- eller FE-modul 816 og en fysisk parameter sensormodul 818 for måling av fysiske parametere. Hver av modulene 812, 814, 816 og 818 er ombyttbare. For eksempel kan BPCM 812 tilkoples ovenfor MWD-modulen 814 eller ovenfor FE-modulen 816. Likeledes kan FE-modulen 816 plasseres nedenfor MWD-modulen 814, om ønskelig, selv om MWD-modulen 814 vanligvis plasseres nærmere borkronen siden den inkluderer retningsmålere. Hver av modulene 812, 814, 816 og 818 inkluderer hensiktsmessige elektriske konnektorer og datakommunikasjonskonnektorer i hver av sine respektive ender slik at elektrisk kraft og data kan overføres mellom ved siden liggende moduler.

Figur 8 viser nok en annen konfigurasjon 850 av en boringssammenstilling ifølge én utførelsesform av foreliggende oppfinnelse. Boringssammenstillingen 850 inkluderer en moduloppbygget slam-motorseksjon 856 opphulls for en styringsmodul 852. Slam-motormodulen eller -enheten 856 inkluderer en elektrisk konnektor (ikke vist) ved sin nedre ende med én eller flere ledere (ikke vist) ført gjennom hele lengden til slam-motormodulen 856. Lederne in slam-motoren muliggjør overføring av strøm og data mellom de to endene av motor-modulen 856, og gjør det med det mulig å overføre strøm og data mellom moduler opphulls for og nedihulls for slam-motor modulen 856. Slam-motor modulen 856 er plassert ovenfor styringsmodulen 852 og nedenfor FE-modulene 858 men kan plasseres på ethvert hensiktsmessig sted ovenfor styringsmodulen 852. Den konkrete konfigurasjonen som velges avhenger av de operasjonelle kravene.

Den foregående beskrivelsen er rettet mot spesifikke utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse for illustrasjons- og forklaringsformål. Det vil imidlertid være åpenbart for fagfolk på området at det kan foretas mange modifikasjoner og endringer av utførelsesformene beskrevet ovenfor uten at en går utover rekkevidden til og tanken bak oppfinnelsen. Intensjonen er at de følgende patentkravene skal tolkes å innbefatte alle slike modifikasjoner og endringer.

PATENTKRAV

- 5 1. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) for boring av et borehull, omfattende en styringsmodul (510, 610, 852) ved en nedre ende av nevnte boringssammenstilling, idet nevnte styringsmodul (510, 610, 852) inkluderer et tilnærmet ikke-roterende element (120, 328, 360) utenfor et roterende element (100, 110, 211, 328, 492), idet nevnte ikke-roterende element (120, 328, 360)
- 10 inkluderer minst én styringsanordning, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter:
en innpluggbar strømenhet som gir strøm til et kraftoverføringsselement (220a-220b) for å gjøre at nevnte kraftoverføringsselement (220a-220b) beveges radielt utover fra nevnte boringssammenstilling (300, 500) for å anvende trykk mot
- 15 borehullet;
- en borkrone festet til nevnte styringsmodul (510, 610, 852) for å bore nevnte borehull.
2. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1,
- 20 k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter en genereringsmodul for elektrisk strøm opphulls for nevnte styringsmodul (510, 610, 852) for å forsyne elektrisk kraft til nevnte styringsmodul (510, 610, 852).
3. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1,
- 25 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte innpluggbare strømenhet inkluderer en motor (322, 350, 400, 410), en pumpe (364) og hydraulikkfluid for å forsyne nevnte hydraulikkfluid under trykk for å operere nevnte kraftoverføringsselement (220a-220b).
4. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1,
- 30 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte styringsmodul (510, 610, 852) videre inkluderer en induktiv koplingsanordning (470) for overføring av strøm mellom nevnte ikke-roterende og roterende elementer (100, 110, 211, 328, 492).

5. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1, karakterisert ved at den videre omfatter minst én modul inneholdende minst én sensor (379, 615) for å frembringe målinger for å bestemme en parameter av interesse angående boring av borehullet.

5

6. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 5, karakterisert ved at nevnte minst ene sensor (379, 615) er valgt fra en gruppe bestående av (i) en vinklingssensor; (ii) en formasjonsevalueringssensor; og (iii) en sensor for bestemmelse av den fysiske tilstanden til nevnte borings-sammenstilling.

10

7. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1, karakterisert ved at den videre omfatter en modul, opphulls for nevnte styringsmodul (510, 610, 852), som velges fra en gruppe bestående av (i) en modul inneholdende minst én sensor (379, 615) for å bestemme boreretningen av brønnen; (ii) en modul inneholdende et batteri (556); (iii) en modul inneholdende minne for å lagre data nedihulls; (iv) en modul inneholdende minst én resistivitetssensor og en gammastrålingssensor; (v) en modul inneholdende minst én logg-under-boring sensor; og (vi) en modul inneholdende en slam-motor (322, 350, 400, 410) for å rotere nevnte borkrone.

15

20

8. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1, karakterisert ved at nevnte innpluggings-strømenhet elektrisk plugges inn i en sekundær elektronikk-krets i nevnte ikke-roterende element (120, 328, 360).

25

9. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 8, karakterisert ved at nevnte strømenhet er plassert i et spor i nevnte ikke-roterende element (120, 328, 360).

30

10. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 1, omfattende mange ombyttbare moduler koplet til en borestreng, karakterisert ved at hver av de mange ombyttelige modulene og styringsmodulen (510, 610, 852) inkluderer minst én kopling for ombyttelig kopling

til én eller flere andre moduler blant de mange ombyttelige modulene, og borkronen (602) er koplet til en nederstliggende ende av boringssammenstillingen.

11. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 10,
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at den minst ene koplingen er en plugg-kopling.

12. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 10,
k a r a k t e r i s e r t v e d at de mange ombyttelige modulene inkluderer minst én
blant en retningsmodul (560), en strømmodul, en kommunikasjonsmodul (520), en
10 sensormodul (818) og en kontrollmodul.

13. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 10,
k a r a k t e r i s e r t v e d at styringsmodulen (510, 610, 852) inkluderer en
induktiv koplingsanordning (470) for overføring av strøm mellom de ikke-roterende
15 (120, 328, 360) og roterende elementene (100, 110, 211, 328, 492).

14. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 10,
k a r a k t e r i s e r t v e d at minst én blant de mange ombyttbare modulene er
lokalisert opphulls for styringsmodulen (510, 610, 852) og er valgt fra en gruppe
20 bestående av (i) en modul inneholdende et batteri (556); (ii) en modul inne-
holdende minne for å lagre data nedihulls; (iii) en modul inneholdende en
resistivitetssensor og en gammastrålingssensor; (iv) en modul inneholdende minst
én logg-under-boring sensor; og (v) en modul inneholdende en slam-motor (322,
350, 400, 410) for rotasjon av borkronen (602).

25

15. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 12,
k a r a k t e r i s e r t v e d at strømmodulen er plassert i en nedsenkning i det
ikke-roterende elementet.

30 16. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 12, videre
omfattende en styringsanordning for anvendelse i boringssammenstillingen
k a r a k t e r i s e r t v e d at:

- styringsmodulen (510, 610, 852) er koplet til boringssammenstillingen, idet

styringsmodulens tilnærmet ikke-roterende element (120, 328, 360) er operativt forbundet med et roterende elementene (100, 110, 211, 328, 492);

- én eller flere moduler ombyttelig koplet til styringsmodulen (510, 610, 852);
og

5 - borkronen (602) er koplet til styringsmodulen (510, 610, 852).

17. Moduloppbygget boringssammenstilling ifølge krav 16,

k a r a k t e r i s e r t v e d at styringsanordningen videre omfatter ett eller flere kraftoverføringsmoduler ombyttelig koplet til styringsmodulen (510, 610, 852) og
10 tilpasset for selektivt å føres utover i en vanligvis radiell retning fra styringsmodulen (510, 610, 852) for å bringes i kontakt med borehullsveggen.

18. Moduloppbygget boringssammenstilling ifølge krav 16,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den ene eller de flere modulene inkluderer en
15 sensormodul (818) med en sensor for å måle minst én parameter som er av interesse.

19. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 18,

k a r a k t e r i s e r t v e d at sensoren (379, 615) er valgt fra en gruppe
20 bestående av (i) en vinklingssensor; (ii) en formasjonsevalueringssensor; og (iii) en sensor for bestemmelse av den fysiske tilstanden til boringssammenstillingen.

20. Moduloppbygget boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 16,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter en kontrollmodul for å kontrollere
25 styringsmodulen (510, 610, 852), idet kontrollmodulen kan plasseres på et valgbart sted langs boringssammenstillingen.

21. Moduloppbygget boringssammenstilling ifølge krav 16,

k a r a k t e r i s e r t v e d at styringsanordningen videre omfatter en strømmodul
30 som leverer strøm til kraftoverføringsmodulen.

22. Styrbar boringssammenstilling (300, 500),

k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en borestreng omfattende en borkrone

koplet til den nederste enden av borestrengen, og mange ombyttelige moduler plassert mange steder langs borestrengen, idet mangfoldet av ombyttelige moduler videre omfatter:

- en styringsmodul (510, 610, 852) med en tilnærmet ikke-roterende muffe operativt forbundet med en roterende muffe, idet styringsmodulen (510, 610, 852) er plassert på et første sted i borestrengen;
- en borkrone festet til nevnte styringsmodul (510, 610, 852) for å bore et borehull;
- en retningsmodul (560) på et andre sted i borestrengen for å bestemme boreretningen;
- en kraftmodul på et tredje sted i borestrengen for å levere strøm til styringsmodulen (510, 610, 852);
- en innpluggbar strømenhet som gir strøm til et kraftoverføringselement (220a-220b) for å gjøre at nevnte kraftoverføringselement (220a-220b) beveges radielt utover fra nevnte boringssammenstilling (300, 500) for å anvende trykk mot borehullet; og
- idet hver modul blant de mange ombyttelige modulene inkluderer minst én konnektor konstruert slik at hver modul blant de mange modulene kan omplasseres til ethvert av de mange stedene.

23. Styrbar boringssammenstilling (300, 500) ifølge krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d at de mange ombyttelige modulene videre omfatter minst én blant:

- en kommunikasjonsmodul (520) på et fjerde sted i borestrengen for å overføre strøm og data mellom moduler blant de mange modulene;
- en sensormodul (818) på et femte sted i borestrengen for å sende minst én fysisk karakteristikk av den styrbare boringssammenstillingen; og
- en kontrollmodul på et sjette sted i boresterengen for å styre styringsmodulen (510, 610, 852).

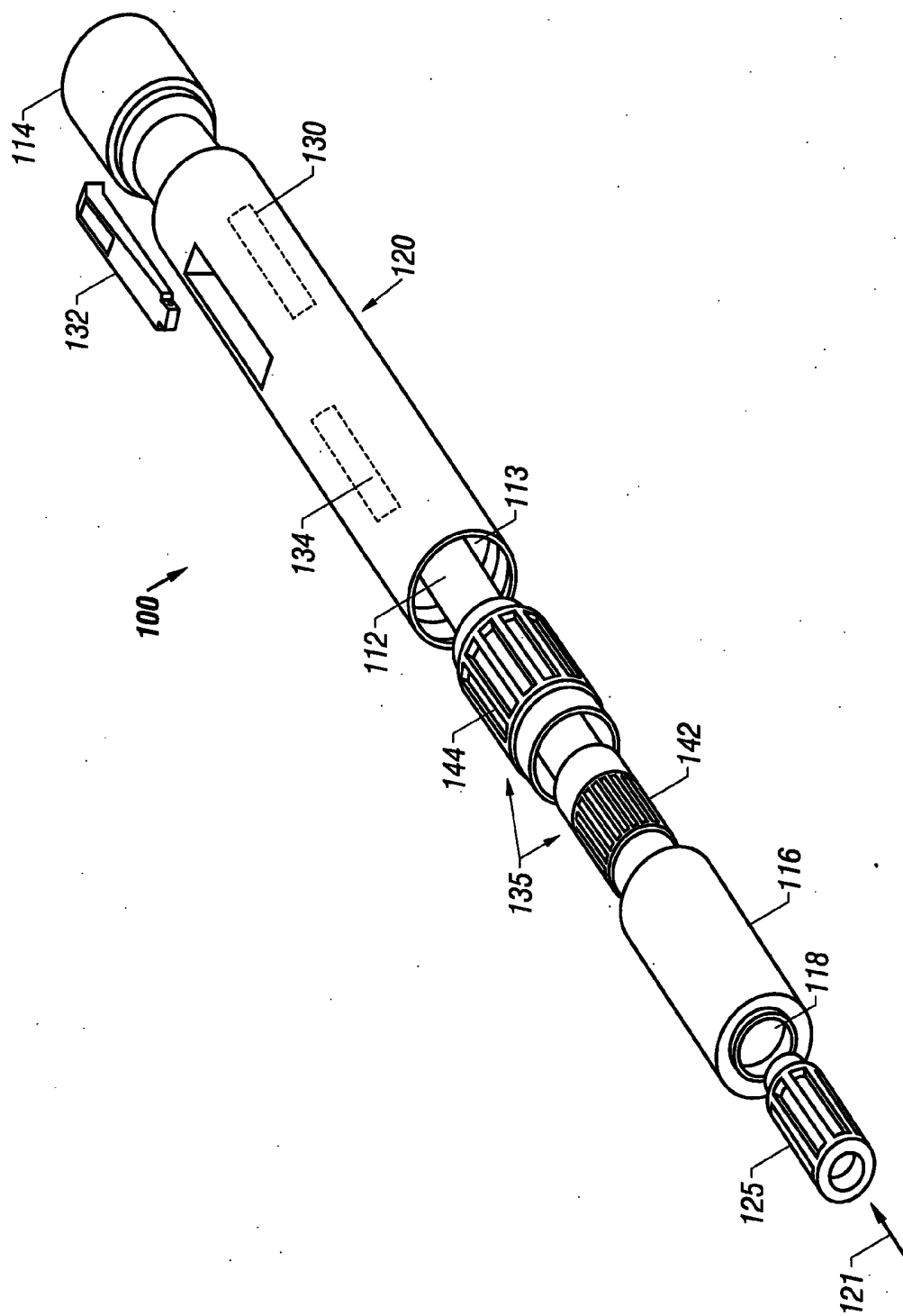


FIG. 1

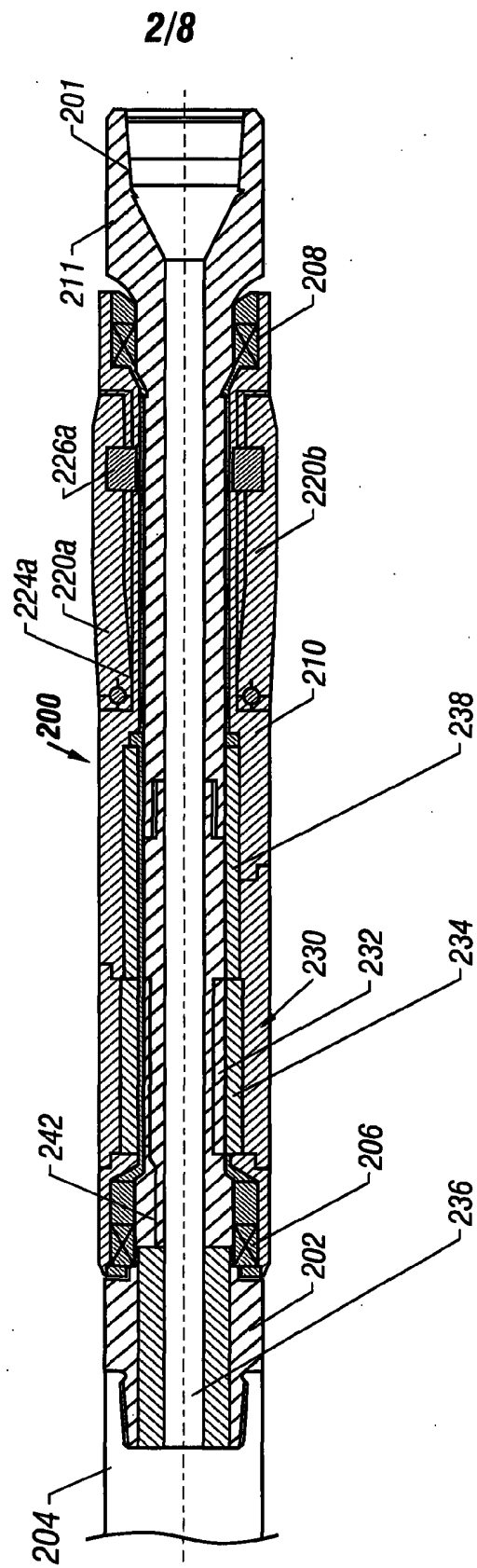


FIG. 2

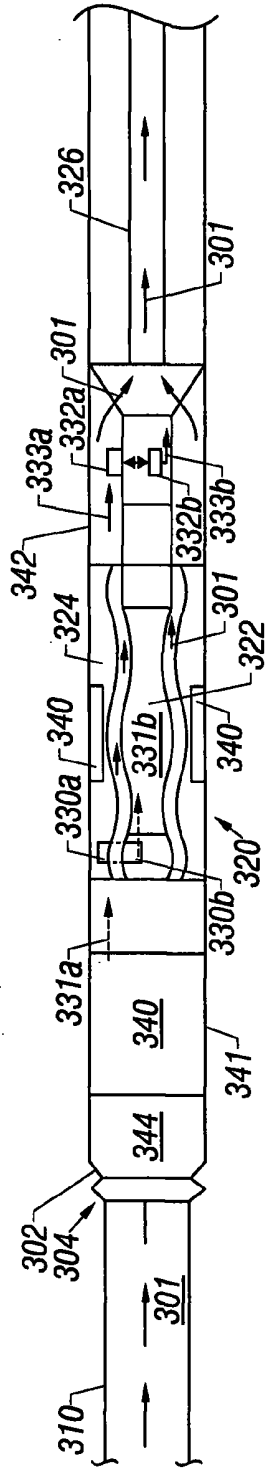


FIG. 3A

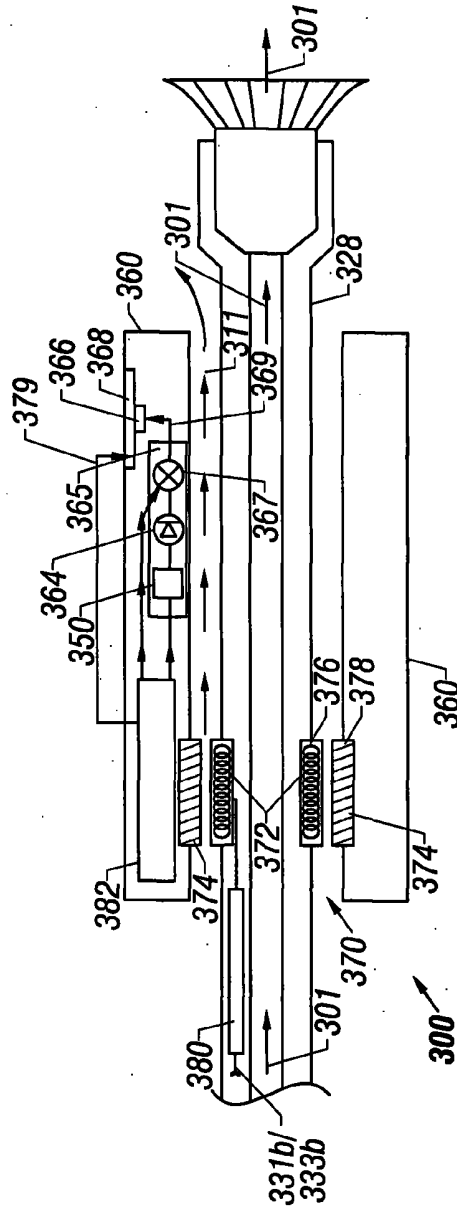


FIG. 3B

5/8

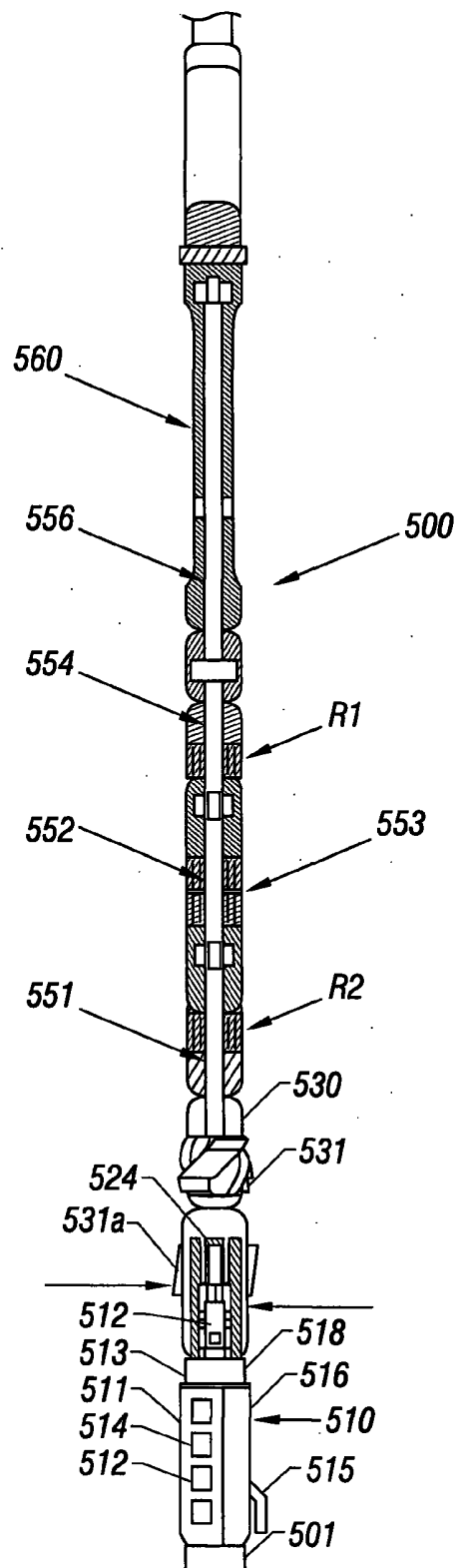


FIG. 5

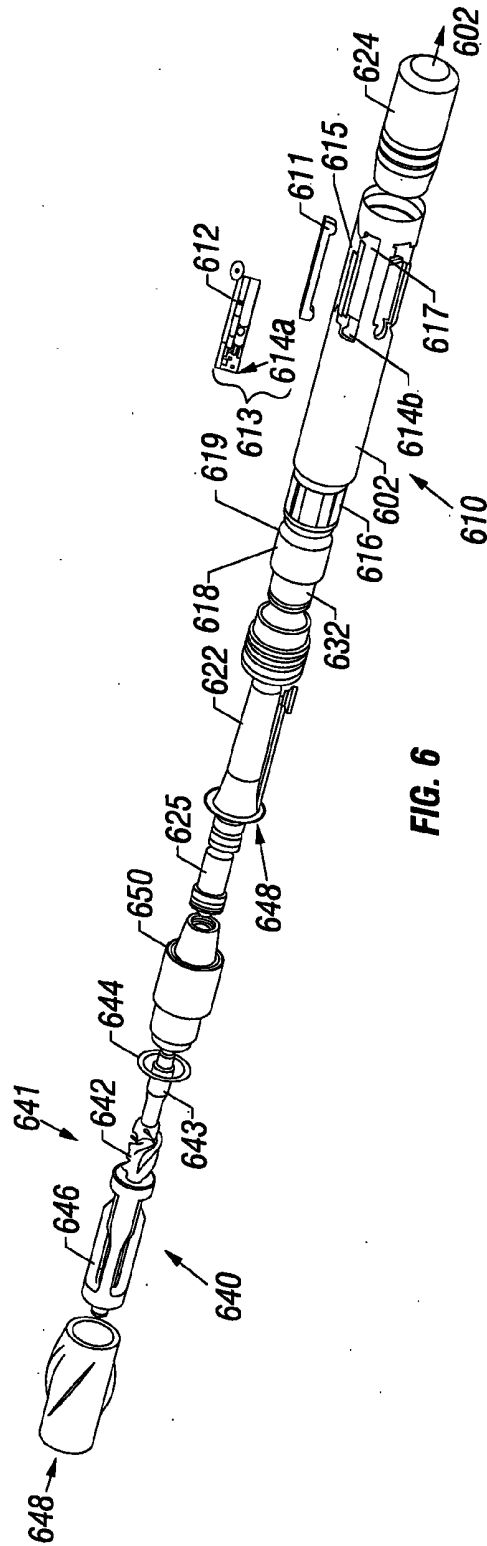


FIG. 6

7/8

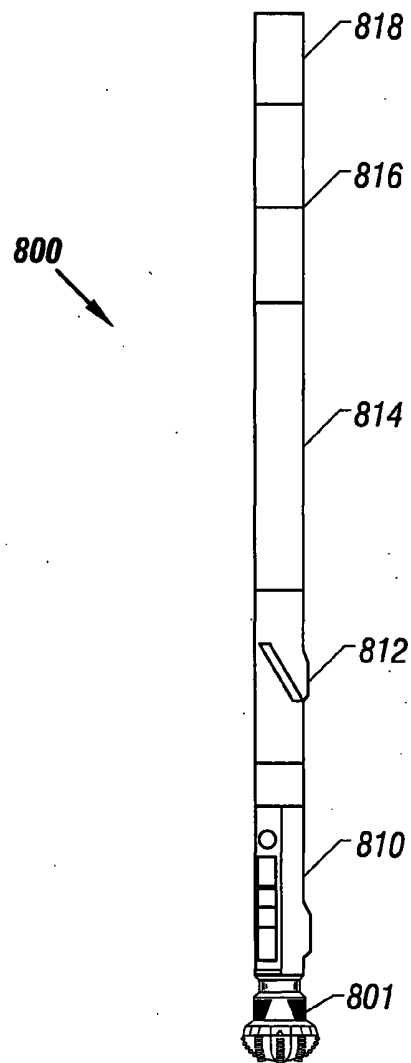


FIG. 7

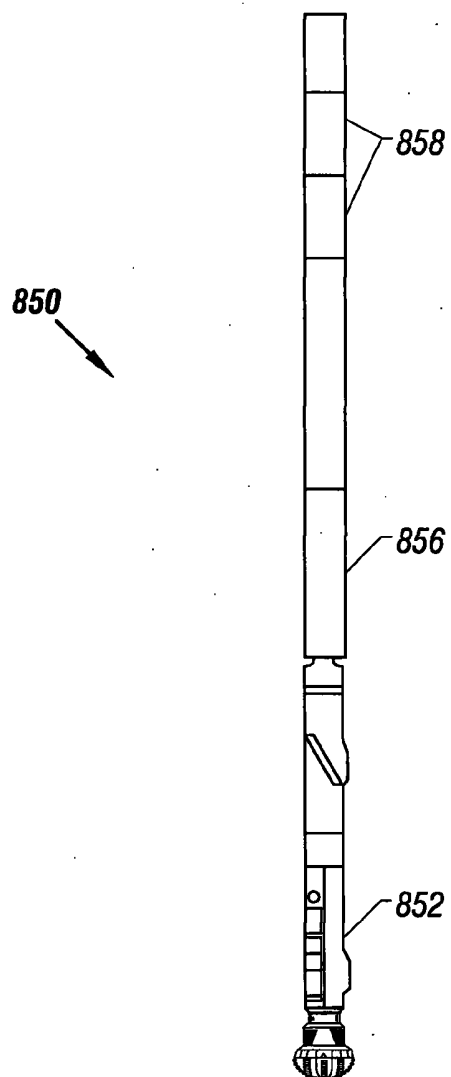


FIG. 8