(12) **PATENT**

(11) **341977** (13) **B1**

(19) NO

NORGE (51) Int Cl.

E21B 47/12 (2012.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20072196	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2007.04.27	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2007.04.27	(30)	Prioritet	2006.04.28, US, 11/380,715
(41)	Alm.tilgj	2007.10.29			
(45)	Meddelt	2018.03.05			

(73) Innehaver Halliburton Energy Services Inc, 10200 Bellaire Boulevard, US-TX77072 HOUSTON, USA

(72) Oppfinner Ronald G Earles, 757 Kenrick Drive, Suite 124, US-TX77060 HOUSTON, USA
Jeffrey B Lasater, 757 Kenrick Drive, Suite 124, US-TX77060 HOUSTON, USA
John R Hardin, 3000 North Sam Houston Parkway East, US-TX77032 HOUSTON, USA
Imran Vehra, 3000 North Sam Houston Parkway East, US-TX77032 HOUSTON, USA
Randal T Beste, 3000 North Sam Houston Parkway East, US-TX77032 HOUSTON, USA
Sergei Sharonov, 3000 North Sam Houston Parkway East, US-TX77032 HOUSTON, USA
Michael W Holcombe, 757 Kenrick Drive, US-TX77060 HOUSTON, USA
Mark A Stitka, 3000 North Sam Houston Parkway East, US-TX77032 HOUSTON, USA
Richard T Hay, 3000 North Sam Houston Parkway East, US-TX77032 HOUSTON, USA

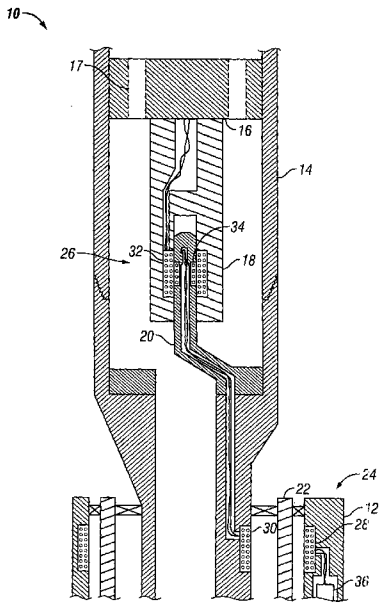
(74) Fullmektig ZACCO NORWAY AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge

(54) Benevnelse **Induktive koplingssystemer**

(56) Anførte publikasjoner WO 03/042499 A1

(57) Sammendrag

Et induktivt koblingssystem innbefattende en spindel og et indre erme og en ytre innkapsling som omhyller og roterer i forhold til spindelen. Systemet innbefatter også et elektronisk spindelsystem og et elektronisk innkapslingssystem som kommuniserer elektronisk ved bruk av en induktiv spindelkobler og en induktiv innkapslingskobler. Det elektroniske spindelsystemet kan også kommunisere med utstyr på overflaten. Alternativt kan systemet innbefatte en spindel og første og andre elektroniske spindelsystemer i ulike spindelseksjoner. Det første og det andre elektroniske systemet kommuniserer elektronisk ved å benytte en induktiv spindelkobler. Systemet kan også alternativt innbefatte en spindel og et indre erme og ytre innkapsling som omgir og roterer i forhold til spindelen. Systemet kan også innbefatte et elektronisk spindelsystem og et elektronisk innkapslingssystem som kommuniserer elektronisk ved 'a benytte en induktiv innkapslingskobler.



Under boring av en brønn ønsker boreoperatøren ofte å avvike fra brønnhullet eller å kontrollere dennes retning til et gitt punkt innenfor en produksjonsformasjon. Denne operasjonen blir ofte kalt retningsboring. Ett eksempel på dette er til en vanninjeksjonsbrønn i et oljefelt som stort sett befinner seg i utkanten av feltet og på et dypt punkt i dette feltet (eller formasjonen).

For å bøye av et borehull til høyre eller venstre, kan boreren velge blant en rekke med nedihullsverktøy som for eksempel nedihullsmotorer, såkalte "bent subs", og styrbare motorer. En "bent sub" er et kort rør som er bøyd svakt til den ene siden, som er koblet til en borestreng etterfulgt av et overvåkningsinstrument, på hvilket et MWD-verktøy (Measurement While Drilling - måling under boring), som er en generisk type, etterfulgt av en borehullmotor koblet til borekronen. Boret blir senket inn i borehullet og roteres inntil MWD-verktøyet indikerer at den fremre kanten på borekronen er rettet i den ønskede retningen. Vekt blir påtrykket kronen gjennom vektrøret og, ved å pumpe borevæske gjennom borestrengen, roterer nedihullsmotoren kronen.

Nedihullsverktøyene kommuniserer med utstyr og kontrollerer fra overflaten ved hjelp av en hvilken som helst egnet type telemetri/mottagersystem som både kan sende og motta data. Telemetri/mottagersystemet kan innlemmes i MWD-verktøyet eller være et frittstående system. Eksempler på slike telemetri/mottagersystemer innbefatter trådstyrte systemer, styreverktøysystemer, elektromagnetiske systemer, e-line -systemer til rør eller spolerør, akustiske systemer, såkalte "wired pipe"-systemer der elektriske ledere befinner seg i eller i deler av borestrengens vegg, innkapsling eller medløpere som for eksempel INTELLIPIPE® fra GRANT PRIDECO™, eller leder-komposittrør som for eksempel ANACONDA® fra HALLIBURTON™, og slampuls-systemer der væsketrykket i borehullet blir modulert for å sende og motta data.

I tillegg til å kontrollere den nødvendige boreretningen, påtrykker formasjonen, gjennom hvilken borehullet blir boret, en variabel kraft på borestrengen til enhver tid. Dette, sammen med borets konfigurasjon, kan forårsake at borekronen vandrer opp, ned, til høyre eller til venstre. Den industrielle betegnelsen på denne effekten er borekronevandring. Resultatet av borekronevandring i et vertikalt hull kan kontrolleres ved å variere vekten på borekronen på borestrengen under boring av et vertikalt hull. Imidlertid blir, i et borehull med kraftig vinkel eller som er vertikalt, borehullvandring et vesentlig problem. Det finnes også en problemstilling med tidsforsinkelse av informasjon. Nedihullsverktøyene som blir benyttet til å kontrollere boreretningen, kan

innbefatte overvåkningsinstrumentering tilkoblet en viss distanse vekk fra selve borekronen, noen ganger så mye som tredve eller førti fot. På denne måten, på det tidspunktet overvåkningsinstrumentene passerer punktet i borehullet, der borekronen begynte å forandre retning, borekronen være ytterligere tredve til førti fot foran og kan ytterligere ha endret retning. På denne måten er det et vedvarende forhold med innbefattet utdatert informasjon.

Dersom endringer i kreftene som forårsaker at borekronevandring inntreffer under boring, må noen verktøy trekkes tilbake for å korrigere retningen i borehullet. Det absolutte kravet til tilbaketrekking av verktøy krever at både tur og retur utføres. Dette medfører kompromisser i forhold til sikkerhet og stort forbruk av tid og penger.

En type boreverktøysystem er et roterende styrbart verktøy (RST), som selektivt kontrollerer retningen til et borehull, men som vanligvis ikke krever tilbaketrekking over en stor skala av endringer i krefter som ellers ville påvirke styringen av borehullet med normale roterende tilkoblings-BHA-sammenstillinger. Et eksempel på et RST-verktøy, og som er vist i figur 1, innbefatter en spindel som er roterbar rundt rotasjonsakselen. Den roterende spindelen blir benyttet til å overføre den roterende bevegelsen til borerøret til borekronen og tjener som en videreføringsleder for borerøret for alle borevæskene som føres ned borerøret og til borekronen. Systemet innbefatter også en retningskontroll som innbefatter minst en ytre innkapsling og en hylse adskilt langs spindelen. Den ytre kapslingen og hylsen påtrykker en kraft på spindelen med en komponent vinkelrett på rotasjonsakselen som er avhengig av den relative rotasjonsposisjonen til den ytre kapslingen og hylsen i forhold til spindelen. Kapslingen har et eksentrisk langsgående løp som danner en veiet side som fritt roterer under gravitasjon. Hylsen kan også innbefatte et eksentrisk langsgående løp. Apparaturen innbefatter også et drivverk for selektivt å variere vinkelen til kraften i forhold til den vektlagte siden av innkapslingen rundt rotasjonsakselen, ved å rotere den ytre innkapslingen og hylsen uavhengig av hverandre.

I bruk styrer føreren kraftens retning i forhold til den ytre kapslingen. Et virkemiddel instruerer føreren til å føre retningen til påtrykking av kraften på spindelen. Derfor kan systemet videre innbefatte logiske virkemidler for å bestemme når kraftens retning som påtrykkes av retningskontrolleren skal endres. Det logiske virkemiddelet kan befinne seg i den ytre kapslingen og kan konfigureres til å sende og/eller motta data fra overflaten. For å kommunisere med overflaten, kan det logiske virkemiddelet

kommunisere med et telemetrisystem som er en del av bunnseksjonen (BHA) som i sin tur kommuniserer med overflaten. Kommunikasjonslinken må ha mulighet gjennom den relative rotasjonen mellom den ytre innkapslingen, hylsen og den roterende spindelen.

Under sammenstillingen av RST-verktøyet vist i figur 1 må en sonde plukkes opp for å stikkes inn i og forbindes med RST-verktøyet for kommunikasjon. BHA-en kan være lang og gjøre det vanskelig å få nøyaktige avstandsmålinger som typisk er påkrevet for å en vanlig elektrisk forbindelse over en verktøysammenføyning. For eksempel kan "Hang Off Subs" danne avstandsstykker i de forventede avstandene idet strømningsrøret treffer restene istedenfor på den tiltenkte skulderen. Videre kan den elektriske forbindelsen oversvømmes av væske idet sonden senkes eller heves fra sin posisjon i vektrøret, hvilket danner et potensiale for feil gjennom elektrisk kortslutning.

For en detaljert beskrivelse av utførelsesformene vil det nå refereres til følgende tegninger:

figur 1 er et tverrsnitt av et eksempel på et RST-verktøy;

figur 2 er et tverrsnitt av det induktive koblingssystemet;

figur 3 er et tverrsnitt av den induktive spindelkoblingen til det induktive koblingssystemet;

figur 4 er et tverrsnitt av den induktive innkapslingskoblingen til det induktive koblingssystemet;

figur 5 er et modellsystem av et eksempelvis elektronisk system for det induktive koblingssystemet;

figur 6 er et flytdiagram som viser den operasjonelle algoritmen til det eksempelvise elektroniske systemet;

figur 7 er et signalflytdiagram til et grensesnitt-tilknytningskort til det eksempelvise elektroniske systemet;

figur 8 er et tverrsnitt av en alternativ utførelsesform av et induktivt koblingssystem; og

figur 9 er et tverrsnitt av en andre alternativ utførelsesform av et induktivt koblingssystem.

I tegningene og beskrivelsene som følger, er like deler markert gjennom hele spesifikasjonen og tegningene med samme respektive referansenummer. De tegnede figurene er ikke nødvendigvis tegnet i målestokk. Visse egenskaper ved oppfinnelsen kan være vist i overdrevet målestokk eller i en viss skjematisk utførelse og noen detaljer ved konvensjonelle elementer er ikke nødvendigvis vist i den hensikt å øke tydelighet og kortfattethet. Den foreliggende oppfinnelsen er gjenstand for ulike typer utførelsesformer. Bestemte utførelsesformer er beskrevet i detalj og er vist i figurene, med den forståelsen at den foreliggende fremvisningen skal betraktes som en eksemplifisering av prinsippene ved oppfinnelsen og har ikke til hensikt å begrense oppfinnelsen til det som er illustrert og beskrevet her. Det skal til sin fulle dybde forstås at de ulike fremføringene i utførelsesformene som er diskutert nedenfor, kan anvendes adskilt eller i en hvilken som helst kombinasjon, for å utgjøre ønskede resultater. En hvilken som helst bruk av en hvilken som helst utførelse av uttrykkene "forbinde", "tilkoble", "koble", "tilknytte", eller et hvilket som helst annet uttrykk som beskriver en interaksjon mellom elementer, har ikke til hensikt å begrense interaksjonen til å rette interaksjonen mellom elementene og kan også innbefatte indirekte interaksjon mellom de beskrevne elementene. De ulike trekkene som er nevnt ovenfor, så vel som andre egenskaper og trekk som er beskrevet i større detalj nedenfor, vil uten videre bli forstått av fagpersoner ved lesing av den følgende detaljerte beskrivelsen av utførelsesformene, og med referanse til de tilhørende tegningene.

Figurene 2, 3 og 4 illustrerer et elektromagnetisk induktivt koblingssystem 10 til en spindel 14 som har en vegg og et indre løp. For eksempel kan spindelen 14, som illustrert i denne utførelsesformen, være en del av RST-systemet som er beskrevet med referanse til figur 1. Det induktive koblingssystemet 10 innbefatter også en hylse 22 og en ytre innkapsling 12. Som illustrert har spindelen 14 form av en del av en borestreng benyttet i et borehull, og kan i seg selv innbefatte flerfoldige rørseksjoner. Som sådan er, på den nedre delen av spindelen 14, en borekrone for boring inn i en formasjon plassert. Imidlertid er andre anvendelser av roterende hylser innenfor rekkevidden til dette systemet. Plassert på innsiden av det indre hullet i spindelen 14, er et elektronisk spindelsystem 16. Det elektroniske spindelsystemet 16 kan være et hvilket som helst

elektronisk system, for eksempel en kommunikasjonsinnretning og/eller en effektkilde eller en effektlast. Det elektroniske spindelsystemet 16 kan også innbefatte et telemetri/mottagersystem som enten kan være et frittstående system eller innlemmet i et MWD-system. Eksempler på telemetri/mottagersystemer innbefatter, men er ikke begrenset til, ledningsbaserte systemer, styreverktøy-systemer, elektromagnetiske systemer, e-linje-systemer for rør eller viklede rør, akustiske systemer, såkalte "ledningsrør"-systemer der elektriske ledere er plassert i veggen til borestrengen, innkapslingen eller medløperen slik som INTELLIPIPE® fra GRANT PRIDECO™, eller kompositttledningsrør som for eksempel ANACONDA® fra HALLIBURTON™ og slampuls-systemer der væsketrykket i borehullet blir modulert for å sende og å motta data. Spindelelektronikksystem 16 innbefatter videre porter 17 som muliggjør strøm av borevæske i det indre løpet til spindelen 14 gjennom det elektroniske spindelsystemet 16. Dersom det elektroniske spindelsystemet 16 er innlemmet i et MWD-system, kan MWD-systemet innbefatte hvilke som helst egnede verktøy for måling av ulike data under boring. Eksempler innbefatter sensorer for måling av porøsitet og resistivitet i formasjonen det bores gjennom. Andre sensorer kan måle statusen til spindelen 14 eller boreprosessens ytelsesoperasjoner. Det elektroniske spindelsystemet 16 kan også innbefatte en kommunikasjonsport 18 som strekker seg inn i det indre løpet av spindelen 14.

Det induktive koblingssystemet 10 innbefatter også en kommunikasjonsprobe 20 som strekker seg fra veggen til spindelen 14 inn i det indre løpet. Som illustrert er kommunikasjonsproben 20 adskilt fra spindelen 14 og tilkoblet på en hvilken som helst egnet måte slik som en trådbasert forbindelse. Imidlertid kan kommunikasjonsproben 20 også gjøres integrert med spindelen 14.

Som illustrert i figur 4, innbefatter det induktive koblingssystemet 10 også en hylse 22 som innbefatter et løp som omhyller i det minste en del av spindelen 14. Hylsen 22 er roterbart i forhold til spindelen 14. Som et eksempel kan hylsen 22 rotere i lagre mellom spindelen 14 og hylsen 22. Som et alternativ kan hylsen være eksentrisk posisjonert i forhold til spindelen 14 sin rotasjonsakse. Det vil imidlertid også forstås at hylsen 22 ikke trenger å rotere i forhold til spindelen 14 under drift av det induktive koblingssystemet 10. Som illustrert i figur 4, er det et gap mellom hylsen 22 og spindelen 14. Dette rommet kan fylles av elektrisk ledende eller isolerende væsker, en gass eller vakuum med overveiende tomt rom.

Det induktive koblingssystemet 10 innbefatter også en ytre innkapsling 12 som innbefatter et løp som omhyller i det minste en del av hylsen 22. Den ytre innkapslingen 12 er roterbar i forhold til hylsen 22 og derved også spindelen 14. Som et eksempel kan den ytre innkapslingen 12 rotere på lagre mellom den ytre innkapslingen 12 og hylsen 22. Som et alternativ kan det ytre løpet være eksentrisk i forhold til rotasjonsakselen til spindelen 14. Det vil imidlertid også forstås at den ytre innkapslingen 12 ikke trenger å rotere i forhold til spindelen 14 under drift av det induktive koblingssystemet 10. Som illustrert i figur 4, er det et gap mellom den ytre innkapslingen 12 og hylsen 22. Dette rommet kan fylles av elektrisk ledende eller isolerende væsker, en gass eller vakuum med overveiende tomt rom.

Det induktive koblingssystemet 10 innbefatter også en induktiv innkapslingskobler 24 og en induktiv spindelkobler 26. Den induktive innkapslingskobleren 24 innbefatter en ytre innkapslingsspole 28 som er en som befinner seg i og beveger seg sammen med den ytre kapslingen 12. Den sylinderviklede ytre innkapslingsspolen 28 er i elektrisk kommunikasjon med kapslingens elektroniske system 36. Kapslingens induktive kobler 24 innbefatter også en indre innkapslingsspole 30 som er en sylinderviklet induktiv spole som befinner seg mellom den indre innkapslingsspolen 30 og den ytre innkapslingsspolen 28. Den induktive innkapslingskobleren 24 innbefatter også en indre innkapslingsspole 30 som er en sylinderviklet induktiv spole som befinner seg i og som beveger seg med spindelen 14. Som illustrert i figurene 1 og 3, befinner hylsen 22 seg mellom den indre innkapslingsspolen 30 og den ytre innkapslingsspolen 28. Hylsen 22 kan være av et hvilket som helst egnet materiale som tillater elektromagnetisk kommunikasjon mellom den ytre innkapslingsspolen 28 og den indre innkapslingsspolen 30. For eksempel kan hylsen 22 være produsert i metall, selv om det kan inntreffe noe dempning av det elektromagnetiske feltet som kommuniseres mellom den ytre innkapslingsspolen 28 og den indre innkapslingsspolen 30. Hylsen 22 kan også være ikke elektrisk ledende, som for eksempel kompositttrør eller ulike plasttyper. I tillegg kan hylsen 22 og/eller den ytre innkapslingen 12 ha eksentriske løp i forhold til spindelen 14. Dersom dette er tilfellet, vil den radielle avstanden mellom den ytre innkapslingsspolen 28 og den indre innkapslingsspolen 30 i et plan variere med den rotasjonsmessige orienteringen til hylsen 22 og den ytre innkapslingen 12 i forhold til spindelen. I tillegg er den ytre innkapslingsspolen 28 i elektrisk kommunikasjon med et kapslingens elektronisk system 36 som befinner seg i veggen til den ytre innkapslingen 12 gjennom egnede elektriske ledere, som er ført gjennom veggen til den ytre innkapslingen 12. For eksempel kan lederne være elektriske ledninger som kan være

isolert eller innkapslet for beskyttelse. I tillegg kan kapslingens elektroniske system 36 videre være forbundet med andre elektroniske systemer eller sensorer i andre deler av spindelen 14. I tillegg kan de induktive spolene befinne seg i hylser adskilt fra spindelen 14 og den ytre innkapslingen 12.

Den induktive spindelkobleren 26 innbefatter en spindelspole 32 som er en sylinderviklet induktiv spole som befinner seg i kommunikasjonsporten 18 til det elektroniske spindelsystemet 16. Det elektroniske spindelsystemet 16 er i elektrisk kommunikasjon med det elektroniske spindelsystemet 16 gjennom egnede elektriske ledere som er ført gjennom kommunikasjonsporten 18. Den induktive spindelkobleren 26 innbefatter også en probespole 34 som er en sylinderviklet induktiv spole som befinner seg i kommunikasjonsproben 29. I tillegg er probespolen 34 i elektrisk kommunikasjon med den indre innkapslingsspolen 30 gjennom egnede elektriske ledere som er ført gjennom kommunikasjonsproben 18 og veggen i spindelen 14. Kommunikasjonsporten 18 og kommunikasjonsproben 20 kan være utført i et hvilket som helst egnet materiale. Imidlertid kan, for å øke styrken eller effekten av kommunikasjonen gjennom den induktive spindelkobleren 26, enten kommunikasjonsporten 18 og/eller kommunikasjonsproben 20 være utført av et jernholdig materiale.

Den induktive spindelkobleren 26 kan også konfigureres alternativt. Som illustrert i figur 2 er spindelspolen 32 lengre enn probespolen 34. Dette gjør det mulig for induktiv kommunikasjon gjennom den induktive spindelkobleren 26 uten å kreve en presis tilpasning på stedet der spindelspolen 32 er i forhold til probespolen 34, ved sammensetning av det induktive koblingssystemet 10 ved innsetting av kommunikasjonsproben 20, inn i kommunikasjonsporten 18. Imidlertid bør det forstås at probespolen 34 kan være lengre enn spindelspolen 32. Det bør også noteres at, selv om spindelspolen 32 og probespolen 34 har samme lengde, trenger de ikke tilpasses nøyaktig ved full sammenkobling for å tillate den induktive koblingssammenstillingen 10 å operere. Slik er det tillatt med en viss "romslighet" for beskjæringer og målebåndstoleranser. Selv om figur 2 illustrerer kommunikasjonsporten 18 som å være en hul eller "hunkjønns"-kontakt og kommunikasjonsproben 20 som å være lukket, eller "hankjønns"-kontakt. Imidlertid bør det forstås at hankjønns/hunkjønns-kommunikasjonen kan reverseres slik at kommunikasjonsproben 20 kunne vært den "hunkjønnede" kontakten og kommunikasjonsporten 18 den "hankjønnede" kontakten.

Figurene 2, 3 og 4 illustrerer spindelen 14 som å være et enkelt, enhetlig, stykke. Imidlertid bør det forstås at spindelen også kan bestå av flerfoldige deler slik at den induktive innkapslingskobleren 24 er plassert på en annen del enn den induktive spindelkobleren 26.

Ett eksempel på sammensetning av det induktive koblingssystemet 10 kan være ved å la spindelen 14 innbefatte mer enn en rørseksjon, som vist i figur 2. Kommunikasjons-proben 20 ville initielt være adskilt fra kommunikasjonsporten 18 og det elektroniske spindelsystemet 16, før rørseksjonene ble satt sammen. Den nedre delen av spindelen 14 kan støtte seg på kiler på bunnen av boredekket til boreriggen. De ulike individuelle, eller kombinasjoner av, BHA-elementer som befinner seg mellom en "Hang Off Sub" eller "Hang Off Collar" kan så plukkes opp og skrus fast til BHA-en og føres inn i hullet i rekkefølge for å utgjøre MHA-en. Når "Hang Off Sub" eller "Hang Off Collar" blir plukket opp, er den elektroniske spindelsystemdelen av spindelen 14, som innbefatter det elektroniske spindelsystemet 16 og kommunikasjonsporten 18, på selve bunnen, klar til å plukkes opp. Dette elektroniske spindelsystemets 16 spindeldel er senket inn i kragen slik at lengden av det elektroniske spindelsystemet 16 og lengden av kragen gjør det mulig for kommunikasjonsporten 18 å overlappe kommunikasjonsproben 20 for å muliggjøre induktiv elektromagnetisk kobling mellom de to.

Kommunikasjonsporten 18 kan også opptre som frittstående våt forbindelse som kan benyttes av andre verktøy som kunne ha en kommunikasjonsprobe 20, slik som permanent installerte verktøy i brønner der man fører en ledning ned i brønnen med kommunikasjonsporten 18, til å kommunisere med og/eller tilføre effekt sensorene og manøverorganer, som for eksempel ventiler. Det bør forstås at enten "hannkjønns-" eller "hunkjønns-" avslutninger kan installeres i et borehull og kan benyttes med den andre sammenkoblingsdelen for å utgjøre forbindelsen.

Kommunikasjonsproben 20 og kommunikasjonsporten 18 kan på denne måten forenkle kommunikasjon over verktøytilkoblingen og er ikke integrert med selve verktøy-tilkoblingen ved bruk av en våt koblingsbar forbindelse. Kommunikasjonsproben 20 og kommunikasjonsporten 18 er også frakoblet borekreftene som er påkrevet for å bore hullet, hvilket gjør det mulig for verktøytilkoblingen å konstrueres uten å avvike fra foretrukne konstruksjonsstandarder og spesifikasjoner, og uten spesielle og potensielt kostbare modifikasjoner som kan føre til at verktøytilkoblingen ikke blir kompatibel med industristandarder. Tilkoblingen er også ugjennomtrengelig for kortslutning på

grunn av tilstedeværelsen av elektrisk ledende væsker, det vil si den kan opprettholdes selv om den skulle være senket ned i vann. Å ha en pålitelig forbindelse i våte omgivelser gjør det mulig å skifte "hang off subs" eller andre BHA-elementer uten å måtte justere for noen få tommer avvik.

Det induktive koblingssystemets 10 drift innbefatter kommunikasjon av et elektrisk signal mellom det elektroniske spindelsystemet 16 og kapslingens elektroniske system 36 gjennom den induktive spindelkobleren 26 og den induktive innkapslingsspolen 24. Det elektriske signalet kan benyttes til å sende data og/eller effekt bidireksjonalt mellom komponentene. Et elektrisk signal kan sendes og mottas av både det elektroniske spindelsystemet 16 og det elektroniske systemet 36, som muliggjør simpleks (i den ene eller den andre retningen), halv dupleks eller full dupleks -kommunikasjon. For eksempel kan operative kommandoer til RST-systemet telemetreres fra overflaten og mottas av det elektroniske spindelsystemet 16. Kommandoene kan så bli sendt fra det elektroniske spindelsystemet 16 til kapslingens elektroniske system 36 for drift av RST-systemet. I tillegg, eller som alternativ til operative kommandoer, kan forhold vedrørende data om de operative borebetingelsene som for eksempel dybde på hullet, inntrengningshastighet, oversiktsdata vedrørende formasjoner, så vel som andre data vedrørende operative data, sendes til kapslingens elektroniske system 36. Kapslingens elektroniske system 36 kan også telemetrere data fra RST-systemet til det elektroniske spindelsystemet 16 og derfra til overflaten ved bruk av telemetrisystemet. Det bør forstås at andre typer data og/eller effekt -telemetri/mottak kan utføres. Det bør også forstås at det induktive koblingssystemet kan benyttes til andre anvendelser enn det RST-systemet som er beskrevet.

Eksempelet som er diskutert nedenfor vil være med referanse til å sende data fra det elektroniske systemet 36 til det elektroniske spindelsystemet 16. Under drift samler det elektroniske systemet 36 data fra ulike sensorer vedrørende statusen til den ytre kapslingen 12, formasjonssensoravlesninger, borehull-retningsmålinger og andre nedihulls-målinger. Det elektroniske systemet 36 konverterer så dataene til et elektronisk signal og sender dette elektriske signalet til den ytre innkapslingsspolen 28. Strømmen i den ytre spolen 28 frembringer elektromagnetisk stråling som forplanter seg gjennom hylsen 22 og til den indre innkapslingsspolen 30 på spindelen 14. Den indre innkapslingsspolen 30 tjener som en mottagerantenne og konverterer den elektromagnetiske strålingen om til et elektrisk signal på utgangen av den indre innkapslingsspolen 30 på den induktive innkapslingskobleren 24.

Fra den indre innkapslingsspolen 30, forlater det elektriske signalet den indre innkapslingsspolen 30 og forplanter seg opp i den egnede elektriske lederen gjennom kommunikasjonsproben 20 til probespolen 34. Probespolen 34 stråler igjen ut det elektromagnetiske signalet, som er induktivt koblet inn i spindelspolen 32 til den induktive spindelkobleren 26. Det elektriske signalet forlater spindelspolen 32 og forplanter seg opp i den egnede elektriske lederen gjennom kommunikasjonsporten 18 til det elektroniske spindelsystemet 16. På det elektroniske spindelsystemet 16 kan det elektriske signalet prosesseres og/eller, hvis nødvendig, telemetreres til overflaten ved bruk av telemetrisystemet til det elektroniske spindelsystemet 16. På overflaten mottas de telemetrerte dataene og, hvis nødvendig, konverteres tilbake til elektriske signaler som igjen konverteres til meningsfylte data for videre bruk av personell på overflaten. Tilsvarende arbeider det induktive koblingssystemet 10 i motsatt retning ved å la data passere, kommandoer, og/eller effekt fra en hvilken som helst elektronikk som er i stand til å kommunisere over kommunikasjonsbanen, som for eksempel en elektronikkmodul, en sensor, en telemetriinnretning, en telemetri-repeater og/eller overflatedatamaskinen til den ytre kapslingen 12. Kommandoer som blir sent til RST over transmisjonsbanen kan innbefatte ønsket vinkel på skjæreflaten på verktøyet, en målgitt hellingsvinkel-setting, en målgitt asimut-vinkelsetting, et mål for en geofysisk sensorverdi, borehull-verktøy-posisjonsinformasjon som for eksempel dybde, total vertikal dybde og posisjonen i jordkloden, forespørsler om data som for eksempel nåværende hellings-vinkel på skjæreflaten, asimut, geofysiske sensorverdier, diagnostisk informasjon, tid og/eller relativ tid.

Det induktive koblingssystemet 10 kan benyttes til sending eller mottak av en hvilken som helst egnet type informasjon. For eksempel kan det induktive koblingssystemet benyttes til å sende og/eller motta følgende informasjon: (1) borekrone hellingsdata eller hellingsmålingsdata; (2) sensor- kvalitetsfaktorer som for eksempel det geometriske gjennomsnittet av de 2 og/eller 3 akselleromet ersensorene (Gtotal); (3) RST-status – akselmotorfeil, programmert boremodus, batterifeil, omstart, innkapslingsrulling; (4) virkelig posisjon på skjæreflate; og/eller (5) målgitt skjæreflateposisjon. Andre data kan også sendes og/eller mottas ved bruk av det induktive koblingssystemet 10. For eksempel innbefatter sensordata resistivitet, naturlig gammastråling, tetthet, akustiske bølgeforplantningsmålinger, seismiske målinger. Boreutførelsesdata kan også sendes og/eller mottas over transmisjonslinjen som for eksempel ring- og/eller borerørtrykk, akselrotasjonshastighet, innkapslings-rullehastighet, asimutretningsmåling av borehull,

vibrasjons- og temperaturmålinger. Det elektriske signalet kan også innbefatte vekselstrøm, elektrisk effekt eller likestrøm. Det elektriske signalet kan også sendes på en hvilken som helst form. For eksempel kan det elektriske signalet være i form av minst en av en firkantbølge, sinusbølge, trapesformet bølge, sagtannbølge, trekantbølge og/eller en hvilken som helst kombinasjon av to eller flere frekvensbølgemønstre, der det gjøres kjent at null Hz betraktes som en frekvens i denne beskrivelsen. Det elektriske signalet kan også moduleres ved å benytte et hvilket som helst oppsett. For eksempel kan modulasjonen være frekvensmodulasjon, amplitudemodulasjon, fasemodulasjon, frekvensskiftnøkling, chirp og/eller direkte drift av det binære signalet på transmisjonsbanen.

Det følgende er et eksempel på elektronikk som kan være egnet for drift av det induktive koblingssystemet 10. Det bør forstås at annen elektronikk også kan benyttes. Kapslingens elektroniske system 36 kan innbefatte et elektronisk RST-prosessor-kort og et nedre kommunikasjonsendepunkt, ellers kalt et nedre koblingskort. Over den induktive spindelkobleren 26 kan det også være et øvre kommunikasjonsendepunkt, ellers kalt et øvre koblingkort. Det kan også være et oversettelseskort, en MWD-kommunikasjonsbuss og et MWD-prosessorkort – retningsbestemt trykk-kapsling (PCD). Endepunktene i den elektroniske datautvekslingsbanen er RST-innkapslings-prosessor-kortet og MWD-PCD-prosessorkortet. Systemet ville derfor være konstruert for halv-dupleks-drift. Imidlertid kan det med noen mindre endringer konverteres til et full-dupleks-system av fagpersoner. Man kan enkelt realisere et full-dupleks-system ved bruk av flerfoldige bidireksjonale teknikker innbefattende det å dele opp det tilgjengelige båndpass-frekvensspekteret i minst 2 kanaler. En kanal som går til RST-verktøyet, som kunne ha mindre båndbredde, og en kanal som går fra RST-en til DWD-en, som kunne ha en større båndbredde for å gjøre det mulig for mer data å gå opp enn ned, hvilket det for eksempel vanligvis er behov for. Åpenbart er en hvilken som helst kombinasjon av båndbredde-kanalstørrelse mulig og mange kanaler er mulig. Som fastslått i denne realiseringen blir bare 1 kanal benyttet i halv-dupleks for begge retninger.

Med referanse til figurene 5 og 6 er en grunnleggende systemnivåskisse av den elektriske modellen av transmisjonssystemet illustrert. Først med RST-en i bunnen, RST-en innbefatter et prosessorkort som befinner seg i en forseglet sonde i den ytre innkapslingen 12. Prosessoren veksler vilkårlig mellom den normale eksterne kommunikasjonskanalen (Transceiver A) og den interne kommunikasjonskanalen til

mellom-verktøy-kobleren (Transceiver B). Prosessoren konfigurerer først "Universal Asynchronous Receiver Transmitter" ("UART") -en til på egnet måte å legge kommunikasjonsparametrene tilrette for kommunikasjonskanalen som går ut fra verktøyet via en trykkforseglet elektrisk port. Internt løper en brukerkonfigurert timer og når denne løper ut rekonfigurerer den UART-parametrene til å legge tilrette for kommunikasjon med koblingskortet via en annen kommunikasjonskanal, som er tilknyttet det nedre koblingskortet. Valg av utgangskanal blir kontrollert av intern logikk som er programmert inn i prosessoren. Den sender det påkrevede antallet bytes på et logisk nivå RS232-format og returnerer så tilbake til den foregående kanalen og parametrene. Dette gjør det mulig for brukeren å få minst mulig forstyrrelse i normal kommunikasjon med verktøyet under overflatekonfigurasjon og datanedlasting og på samme tid tilveiebringe data til MWD-systemet i tide.

Øvre og nedre koblingskort er elektrisk sett like og begge opptrer som transceiver for å kommunisere over transmisjonslinjen. Koblingskortet konverterer RS232-signalet til et pulsamplitude-modulasjonssignal (PAM), hvilket innebærer at de binære dataene representeres av tilstedeværelsen eller fraværet av en enkelt bærefrekvens. I dette tilfellet indikeres en logisk 1 med en 3kHz bærebølge og en logisk 0 blir indikert av ingen bærebølge. Dette ville også fungert med en logisk 0 som har bærebølgen på og en logisk 1 uten å ha noen bærebølge. I tillegg innbefatter andre former for modulasjon som ville fungert frekvensskiftnøkling der både logisk 1 og logisk 0 har hver sin ulike frekvens som de sender ut. Tilslutt er det tallrike andre modulasjonsmetoder for transmisjon som er godt kjent av fagpersoner, som for eksempel amplitudemodulasjon, faseskiftnøkling, trellis-koding, og så videre.

Etter å forlate det nedre koblingskortet, når PAM-signalet den ytre innkapslingsspolen 28. Vekselstrømmen i den ytre innkapslingsspolen 28 fra PAM-signalet danner elektromagnetisk stråling som forplanter seg gjennom hylsen 22 og til den indre innkapslingsspolen 30 på spindelen 14. Her tjener den indre innkapslingsspolen 30 som en mottagerantenne og konverterer den elektromagnetiske strålingen til et elektrisk signal på utgangen av den indre innkapslingsspolen 30 til innkapslingens induktive kobler 24.

Herfra forlater PAM-signalet den indre innkapslingsspolen 30 og forplanter seg oppover den egnede elektriske lederen til probespolen 34 til den induktive spindelkobleren 26. Probespolen 34 stråler igjen ut det elektromagnetiske signalet som blir induktivt koblet

inn i spindelspolen 32. Det elektriske signalet forlater spindelspolen 32 og forplanter seg oppover den egnede elektriske lederen gjennom kommunikasjonsporten 18 til det øvre koblingskortet der PAM-signalet blir demodulert tilbake til et RS232-signal. Herfra blir RS232-signalet matet inn i en UART på konverter ("Translator") -kortet som konverterer RS232-signalet til et Manchester 1553-signal for kommunikasjon med det elektroniske spindelsystemet 16. I dette tilfellet poller det elektroniske spindelsystemet 16 konverterkortet periodisk med forespørselskommandoer etter data over 1553-kommunikasjonsbanen etter nye data og sender disse dataene til telemetrisystemet for transmisjon til overflaten, i dette tilfellet et slampuls-telemetrisystem. I denne realiseringen har konverterkortet en prosessor og minne på kortet for å forenkle funksjonen. Konverterkortet tjener også som master for buss-kommunikasjon mellom RST og seg selv, idet den sender dataforespørselskommandoer tilbake over transmisjonslinjen i nøyaktig motsatt bane som signaler fløt for å nå den. På overflaten blir slampulsene konvertert tilbake til elektriske signaler som igjen blir konvertert til meningsfulle data for videre bruk av personellet på overflaten.

Figur 7 forklarer i større detalj hvordan koblingskortet virker. Først med inngangssiden (TX), der et RS232-signal blir matet inn i en frekvensgeneratorlinje. Denne danner et pulset amplitudesignal så lenge RS232-Tx-logisk nivå forblir lavt. Herfra føres signalet til en differensiell driver som i hovedsak hever signalets effektnivå som føres inn i transmisjonslinjen, her representert med en transformator. Ikke vist, men på den andre siden av transformatoren, er en nøyaktig lik krets, men speilvendt for å matche dennes funksjon.

Når et signal kommer inn i dette nedre koblingskortet over transmisjonslinjen, må den nedre kobleren ikke sende, ellers ville den interferere med det innkommende signalet fordi den er konfigurert for halv-dupleks-kommunikasjon. Når det innkommende signalet ankommer blir det rutet til en differensialforsterker, for å forsterke signal-styrken, og inn i et båndpassfilter. Utgangen av dette båndpassfilteret blir matet inn i en komparator. Når signalspenningen overskrider referansespenningen, går komparatoren høy hvilket resulterer i en firkantbølgeutgang, ettersom det svakere analoge signalet stiger over og faller under sammenligningsspenningsnivået.

Denne firkantbølgen blir matet til en retriggbar timer. Timeren er satt til en kjent verdi som er 1,5 til 3 ganger bredden av bærebølgeperioden. Dette innebærer at bærebølge-frekvensen nullstiller timeren hver eneste syklus. Mens timeren teller ned, vil utgangen

av timeren presentere logisk 0 i RS232. Når det er fravær av bærebølgen ut fra komparatoren vil timeren tidsutløses og returnere til en logisk 1 etter 1,5 til 3 ganger bredden av bærebølgeperioden. Selv om 1,5 x til 3 x bærebølgeperioden ble valgt, kan omtrent en hvilken som helst verdi som er lik eller større enn ½ periode fungere så lenge på-tiden ikke driver utenfor de toleransene for RS232-bitbredden som UART-en kan håndtere.

Figur 8 illustrerer en alternativ utførelsesform av elektromagnetisk induktivt koblingssystem 110 for en spindel 114 som har en vegg og et indre løp. For eksempel kan, som illustrert i denne utførelsesformen, spindelen 114 være en del av en borestreng. Som illustrert finnes spindelen 114 i form av en del av en borestreng benyttet i et borehull og kan i seg selv innbefatte flerfoldige rørseksjoner. Som sådan kan det være, tilkoblet den nedre delen av spindelen 114, en borekrone for boring i en formasjon. Imidlertid er andre applikasjoner med roterende spindler innenfor rekkevidden av dette systemet. Plassert innenfor det indre løpet til spindelen 114 er et første elektronisk spindelsystem 116. Det første elektroniske spindelsystemet 116 kan være et hvilket som helst elektronisk system, for eksempel en kommunikasjonsinnretning og/eller en effektkilde eller en effektlast. Det første elektroniske spindelsystemet 116 kan også innbefatte et telemetri/mottager-system som enten kan være et frittstående system eller innlemmet i et MWD-system. Eksempler på telemetri/mottager-system innbefatter, men er ikke begrenset til, trådstyrte systemer, styreverktøysystemer, elektromagnetiske systemer, e-line-systemer for rør eller spolerør, akustiske systemer, såkalte "wired pipe" -systemer der elektriske ledere befinner seg i veggen til borestrengen, innkapsling, eller medløper som for eksempel INTELLIPIPE® fra GRANT PRIDECO™ og slampuls-systemer der væsketrykket i borehullet blir modulert for å sende og motta data. Det første elektroniske spindelsystemet 116 innbefatter videre porter 117, som gjør flyten av borevæske mulig gjennom det indre boreløpet til spindelen 114 gjennom det første elektroniske spindelsystemet 116. Dersom det første elektroniske spindelsystemet 116 er innlemmet i et MWD-system, kan MWD-systemet innbefatte hvilke som helst verktøy for måling av ulike data under boring. Eksempler innbefatter sensorer for måling av porøsitet og resistivitet i formasjonen som det blir boret gjennom. Andre sensorer kan måle statusen til spindelen 114 eller ytelsesoperasjoner med boreprosessen. Det første elektroniske spindelsystemet 116 innbefatter også en kommunikasjonsport 118 som strekker seg inn i boreløpet til spindelen 114.

Det induktive koblingssystemet 110 innbefatter også en kommunikasjonsprobe 120 som strekker seg fra veggen til spindelen 114 inn i spindelens indre løp. Som illustrert er kommunikasjonsproben 120 adskilt fra spindelen 114 og tilkoblet med et hvilket som helst virkemiddel som for eksempel en trådbundet forbindelse. Imidlertid kan kommunikasjonsproben 120 også utføres integrert med spindelen 114.

Det induktive koblingssystemet 10 innbefatter videre et andre elektroniske spindelsystem 136. Det andre elektroniske spindelsystemet 136 kan være et hvilket som helst elektronisk system, for eksempel en kommunikasjonsinnretning og/eller en effektkilde eller effektlast. For eksempel kan det andre elektroniske spindelsystemet ha et prosessorkort for prosessering av data mottatt fra ulike nedihulls-sensorer.

Det induktive koblingssystemet 110 kan også innbefatte en induktiv spindelkobler 126. Den induktive spindelkobleren 126 innbefatter en spindelspole 132 som er en sylinderviklet induktiv spole som befinner seg i kommunikasjonsporten 118 til det første elektroniske spindelsystemet 116. Spindelspolen 132 er i elektrisk kommunikasjon med det første elektroniske spindelsystemet 116 ved hjelp av egnede elektriske ledere som er ført gjennom kommunikasjonsporten 118. Den induktive spindelkobleren 126 innbefatter også en probespole 134 som er en sylinderviklet induktiv spole i kommunikasjonsproben 120. I tillegg er probespolen 134 i elektrisk kommunikasjon med det andre elektroniske spindelsystemet 136 ved hjelp av egnede elektriske ledere som er ført gjennom kommunikasjonsporten 118 og veggen til spindelen 114. Kommunikasjonsporten 118 og kommunikasjonsproben 120 kan være utført av et hvilket som helst egnet materiale. Imidlertid kan, for å øke styrken eller effekten av kommunikasjonen gjennom den induktive spindelkobleren 126, enten den ene eller både kommunikasjonsporten 118 og kommunikasjonsproben 120 være utført av et jernholdig materiale.

Den induktive spindelkobleren 126 kan også konfigureres alternativt. Som illustrert i figur 8 er spindelspolen 132 lengre enn probespolen 134. Dette gjør det mulig med induktiv kommunikasjon gjennom den induktive spindelkobleren 126 uten å kreve en presisjonstilpasning av plasseringen av spindelspolen 132 i forhold til probespolen 134 ved sammensetning av det induktive koblingssystemet 110 ved å sette inn kommunikasjonsproben 120 i kommunikasjonsporten 118. Imidlertid bør det også forstås at probespolen 134 kan være lengre enn spindelspolen 132. Det bør også noteres at selv om spindelspolen 132 og probespolen 134 har samme lengde, trenger de ikke

matche hverandre nøyaktig ved komplett sammensetning for å gjøre det mulig for det induktive koblingssystemet 110 å fungere. På denne måten er noe "slingring" tillatt for beskjæringer og målebåndstoleranser. Selv om figur 8 illustrerer kommunikasjonsporten 118 som å være en åpen eller "hunkjønns" -kontakt og kommunikasjonsproben 120 en lukket eller "hankjønns" -kontakt. Imidlertid bør det forstås at hankjønns/hunnkjønns -kommunikasjonen kan reverseres slik at kommunikasjonsproben 120 kunne vært "hunkjønns" -kontakten og kommunikasjonsporten 118 vært "hankjønns" -kontakten.

Figur 8 illustrerer spindelen 14 som å være satt sammen av flerfoldige seksjoner, med det første elektroniske spindelsystemet 116 plassert i en annen seksjon enn det andre elektroniske spindelsystemet 136. Det bør imidlertid forstås at spindelen 114 også kan være en enkelt, frittstående innretning, eller at det første elektroniske spindelsystemet 116 kan være plassert i den samme seksjonen som det andre elektroniske spindel-systemet 136.

Ett eksempel på sammensetning av det induktive koblingssystemet 110 kan være ved å la spindelen 114 innbefatte mer enn en rørseksjon, som vist i figur 8. Kommunikasjons-proben 120 vil først være adskilt fra kommunikasjonsporten 118 og det første elektroniske spindelsystemet 116 før rørseksjonene ble koblet sammen. Den "nedre" delen av spindelen 114 kunne hvile på kiler på boredekket til boreriggen. De ulike individuelle, eller kombinasjoner av, BHA-enheter som kommer mellom "Hang Off Sub" eller "Hang Off Collar" kan så plukkes opp og skrus på BHA-en og føres inn i hullet i etter hverandre for å utgjøre BHA-en. Når "Hang Off Sub" eller "Hang Off Collar" er plukket opp, blir det første elektroniske spindelsystemdelen av spindelen 114 som innbefatter det første elektroniske spindelsystemet 116 og kommunikasjonsporten 118 på selve "bunnen" klar til å plukkes opp. Dette første elektroniske spindelsystemets 116 spindelsystemseksjon blir senket inn i kraven slik at lengden til det første elektroniske spindelsystemet 116 og lengden til kravene, gjør det mulig for kommunikasjonsporten 118 å overlappe kommunikasjonsproben 120 for å muliggjøre den elektromagnetiske koblingen mellom disse to.

Kommunikasjonsporten 118 kan også tjene som en frittstående våt forbindelse som kan benyttes til andre verktøy som kunne ha en kommunikasjonsprobe 120 som for eksempel permanent installerte verktøy i brønner der man fører en ledning ned i brønnen med kommunikasjonsporten 118, til å kommunisere med og/eller gi effekt til sensorene og manøverorganene, som for eksempel ventiler. Det bør forstås at enten

"hankjønns" eller "hunkjønns" -endestykker kan installeres i et brønnhull og benyttet med andre motstykker for å utgjøre forbindelsen.

Kommunikasjonsproben 120 og kommunikasjonsporten 118 forenkler på denne måten kommunikasjon over verktøytilkoblingspunktet og er ikke integrert med selve verktøyforbindelsen ved å benytte en våt sammenkoblingsbar forbindelse. Kommunikasjonsproben 120 og kommunikasjonsporten 118 er også frakoblet borekreftene som er påkrevet for å bore brønnen, hvilket gjør det mulig for verktøytilkoblingspunktet å konstrueres uten å avvike fra foretrukne konstruksjons-standarder og spesifikasjoner og uten spesielle og potensielt kostbare endringer som kan medføre at verktøytilkoblingspunktet blir inkompatibelt med industristandarder. Forbindelsen er også ugjennomtrengelig for kortslutning på grunn av tilstedeværelse av elektrisk ledende væsker, det vil si at den kan settes sammen, selv dersom den er nedsenket i væsker. Å ha en pålitelig forbindelse i et vått miljø muliggjør bytte av "Hang Off Subs" eller andre BHA-enheter uten å måtte justere for noen få tommer endring.

Operasjon av det induktive koblingssystemet 110 involverer kommunikasjon av et elektrisk signal mellom det første elektroniske spindelsystemet 116 og det andre elektroniske spindelsystemet 136 ved hjelp av den induktive spindelkobleren 126. Det elektriske signalet kan benyttes til å sende data og/eller effekt bidireksjonalt mellom komponentene. Et elektrisk signal kan sendes og mottas av både det første elektroniske spindelsystemet 116 og det andre elektroniske spindelsystemet 136, hvilket muliggjør simpleks (i hver retning), dupleks eller full dupleks kommunikasjon. For eksempel kan data telemetreres fra overflaten og mottas av det første elektroniske spindelsystemet 116. Dataene kan så sendes fra det første elektroniske spindelsystemet 116 til det andre elektroniske spindelsystemet 136 via den induktive spindelkobleren 126. Som eksempler kan dataene innbefatte boreoperasjonsbetingelsesdata som for eksempel hulldybde, inntrengningshastighet, formasjonsoversiktsdata, så vel som andre operasjonelle betingelsesdata eller kommandoer i hvilke som helst borehullverktøy. Det andre elektroniske spindelsystemet 136 kan også telemetrere data til det første elektroniske spindelsystemet 116, og derfra til overflaten, ved bruk av telemetri-systemet. Det bør forstås at andre typer data- og/eller effekt- telemetri/mottak kan utføres. Det bør også forstås at det induktive koblingssystemet 110 også kan benyttes til andre anvendelser enn systemet som er beskrevet.

Eksempelet som er diskutert nedenfor er med referanse til å sende data fra det andre elektroniske spindelsystemet 36 til det første elektroniske spindelsystemet 116. Under drift kan det andre elektroniske spindelsystemet 36 samle data fra ulike sensorer vedrørende statusen til spindelen 114, formasjonssensoravlesninger, borehull-orienteringsmålinger og andre nedihulls målinger. Det andre elektroniske spindel-systemet 36 konverterer så dataene til et elektrisk signal og sender dette elektriske signalet til probespolen 134 gjennom kommunikasjonsproben 120. Probespolen 134 stråler ut det elektromagnetiske signalet, som er induktivt koblet inn i spindelspolen 132, til den induktive spindelkobleren 126. Det elektriske signalet forlater spindelspolen 132 og forplanter seg oppover den egnede elektriske lederen gjennom kommunikasjons-porten 118 til det første elektroniske spindelsystemet 116. I det første elektroniske spindelsystemet 116 kan det elektriske signalet prosesseres og/eller, hvis påkrevet, telemetreres til overflaten ved bruk av telemetrisystemet til det første elektroniske spindelsystemet 116. På overflaten blir de telemetrerte dataene mottatt og, hvis påkrevet, konvertert tilbake til elektriske signaler som igjen blir konvertert til menings-fulle data for videre bruk av personellet på overflaten. Tilsvarende arbeider det induktive koblingssystemet 110 i den motsatte retningen med å overføre data, kommandoer, og/eller effekt fra hvilken som helst elektronikk som er i stand til å kommunisere over kommunikasjonsbanen, som for eksempel en elektronikkmodul, en sensor, en telemetri-innretning, en telemetri-repeater, og/eller overflatedatamaskinen til det andre elektroniske spindelsystemet 136. Kommandoer som blir sendt over transmisjonsbanen kan innbefatte oppsett av målverktøyflate, målvinkelsetting, målhellingsoppsett, måleverdi for geofysisk sensor, borehullsverktøy-posisjons-informasjon som for eksempel dybde, total vertikal dybde og posisjon i grunnen, forespørsler om data som for eksempel den nåværende vinkelen, hellingen, geofysiske sensorverdier, diagnoseinformasjon, tid, og/eller relativ tid.

Det induktive koblingssystemet 110 kan benyttes til å sende eller motta en hvilken som helst egnet type informasjon. For eksempel kan det induktive koblingssystemet 110 benyttes til å sende og/eller motta følgende informasjon: (1) borekrone vinkeldata eller vinkelmålingsdata; (2) sensorkvalitetsfaktorer som for eksempel den geometriske middelverdien av de 2 og/eller 3 aksellerometer-sensorene (Gtotal); (3) RST-status – motorakselfeil, programmert boremodus, batterifeil, effektomstart, og innkapslings-rotasjon; (4) virkelig verktøyflateposisjon; og/eller (5) mål for verktøyflateposisjon. Andre data kan også sendes og/eller mottas ved bruk av det induktive koblingssystemet 110. For eksempel formasjonssensordata innbefattende resistivitet, naturlig gamma-

stråling, tetthet, akustiske bølgeforplantningsmålinger og seismiske målinger. Boreytelsesdata kan også sendes og/eller mottas over transmisjonslinjen som for eksempel tverrtrykk og/eller boreløpstrykk, omdreiningshastighet på akselen, vertikal-vinkelmåling av borehullet, vibrasjons og temperaturmålinger. Det elektriske signalet kan også sendes på en hvilken som helst form. For eksempel kan det elektriske signalet være i form av minst en av en firkantbølge, sinusbølge, trapesbølge, sagtannbølge, trekantbølge og/eller en hvilken som helst kombinasjon av to eller flere av bølge-frekvensmønstrene, idet det forstås at null Hz blir betraktet som en frekvens i foreliggende beskrivelse. Det elektriske signalet kan også moduleres ved bruk av et hvilken som helst egnet opplegg. For eksempel kan modulasjonen være frekvens-modulasjon, amplitudemodulasjon, fasemodulasjon, "frekvens-shift-key", chirp og/eller direkte å drive binærsignalet inn i transmisjonsbanen.

Figur 9 illustrerer en andre utførelsesform av et elektromagnetisk induktivt koblings-system 210 for en spindel 214 som har en vegg og et indre løp. For eksempel kan, som illustrert i denne utførelsesformen, spindelen 214 være en del av RST-systemet som er beskrevet med referanse til figur 1. Det induktive koblingssystemet 210 innbefatter også en hylse 222 og en ytre innkapsling 212. Som illustrert er spindelen 214 i form av en del av en borestreng benyttet i et borehull, og kan selv innbefatte flerfoldige rørseksjoner. Som sådan er en borekrone, for boring inn i en formasjon, tilkoblet. Imidlertid er andre applikasjoner for roterende spindler innenfor rekkevidden til dette systemet. Plassert inne i spindelen 214 er et elektronisk spindelsystem 216. Det elektroniske spindelsystemet 216 kan være et hvilket som helst elektronisk system, for eksempel en kommunikasjonsinnretning og/eller en effektkilde eller en effektlast. Det elektroniske spindelsystemet 216 kan også innbefatte et telemetri/mottagersystem som enten kan være et frittstående system eller innlemmet i et MWD-system. Eksempler på telemetri/mottagersystemer innbefatter, men er ikke begrenset til, ledningssystemer, styreverktøysystemer, elektromagnetiske systemer, e-line-systemer for rør eller spole-rør, akustiske systemer, såkalte "ledningsrør"-systemer der elektriske ledere er plassert i veggen til borestrengen, innkapslingen eller medløperen som for eksempel INTELLIPIPE® fra GRANT PRIDECO™ eller ledning-kompositttrør som for eksempel ANACONDA® fra HALLIBURTON™ og slampuls-systemer der væsketrykket i borehullet blir modulert for å sende og motta data. Dersom det elektroniske spindel-systemet 216 er innlemmet i et MWD-system, kan MWD-systemet innbefatte hvilke som helst egnede verktøy for måling av ulike data under boring. Eksempler innbefatter

sensorer for måling av porøsitet og resistivitet i formasjonene det bores gjennom. Andre sensorer kan måle statusen til spindelen 214 eller ytelsesoperasjoner med boreprosessen.

Som illustrert i figur 9 innbefatter det induktive koblingssystemet 210 en hylse 222 som innbefatter et løp som omhyller minst en del av spindelen 214. Figur 9 illustrerer spindelen 214 som å være en enkelt, enkeltstående enhet. Imidlertid bør det forstås at spindelen 214 også kan innbefatte flerfoldige seksjoner. Hylsen 222 er roterbart i forhold til spindelen 214. Som et eksempel kan hylsen 222 rotere på lagre mellom spindelen 214 og hylsen 222. Som et alternativ kan den hylseløpet være eksentrisk plassert i forhold til rotasjonsaksen til spindelen 214. Det bør imidlertid også forstås at hylsen 222 ikke trenger å rotere i forhold til spindelen 214 under drift av det induktive koblingssystemet 210. Som illustrert i figur 9, er det en spalte mellom hylsen 222 og spindelen 214. Dette volumet kan fylles av elektrisk ledende eller ikke-ledende væsker, en gass eller vakuum med overveiende tomt rom.

Det induktive koblingssystemet 210 kan også innbefatte en ytre innkapsling 212 som innbefatter et løp som omhyller minst en del av hylsen 222. Den ytre innkapslingen 212 er roterbar i forhold til hylsen 222 og derfor også spindelen 214. Som et eksempel kan den ytre innkapslingen 212 rotere på lagre mellom den ytre innkapslingen 212 og hylsen 222. Som et alternativ kan den ytre innkapslingens løp være eksentrisk plassert i forhold til rotasjonsaksen til spindelen 214. Det bør imidlertid også forstås at den ytre innkapslingen 212 ikke trenger å rotere i forhold til spindelen 214 under drift av det induktive koblingssystemet 10. Som illustrert i figur 9, er det en spalte mellom den ytre innkapslingen 212 og hylsen 222. Dette volumet kan fylles av elektrisk ledende eller ikke-ledende væsker, en gass eller vakuum med overveiende tomt rom.

Det induktive koblingssystemet 210 innbefatter også en innkapslet induktiv innkapslingskobler 224. Den innkapslede induktive kobleren 224 innbefatter en ytre innkapslingsspole 228 som er en induktiv sylinderspole som er viklet spole plassert i og som beveger seg sammen med den ytre innkapslingen 212. Den ytre innkapslingsspolen 228 er i elektrisk kommunikasjon med det innkapslede elektroniske systemet 236. Den induktive innkapslingskobleren 224 innbefatter også en indre innkapslingsspole 230 som er en sylinderviklet induktiv spole som befinner seg i og som beveger seg sammen med spindelen 214. Den indre innkapslingsspolen 230 er i elektrisk kommunikasjon med det elektroniske spindelsystemet 216. Som illustrert i figur 9 er hylsen 222 plassert mellom den indre innkapslingsspolen 230 og den ytre innkapslingsspolen 228. Hylsen

222 kan være av et hvilket som helst egnet materiale som gjør det mulig med elektrisk kommunikasjon mellom den ytre innkapslingsspolen 228 og den indre innkapslingsspolen 230. For eksempel kan hylsen 222 være laget av metall, selv om en viss dempning av det elektromagnetiske feltet som kommuniseres mellom den ytre innkapslingsspolen 228 og den indre innkapslingsspolen 230 kan inntreffe. Hylsen 222 kan også være ikke-ledende, som for eksempel kompositttrør eller ulike plasttyper. I tillegg kan enten den ene eller begge av hylsen 222 og den ytre innkapslingen 212 ha eksentriske løp i forhold til spindelen 214. Dersom dette er tilfellet, vil den radielle distansen mellom den ytre innkapslingsspolen 228 og den indre innkapslingsspolen 230 i et plan variere med den rotasjonsmessige retningen til hylsen 222 og den ytre innkapslingen 212 i forhold til spindelen. I tillegg er den ytre innkapslingsspolen 228 i elektrisk kommunikasjon med et innkapslet elektronisk system 236 som er plassert i veggen til den ytre innkapslingen 212 gjennom egnede elektriske ledere som kan være isolerte eller innstøpte for beskyttelse. I tillegg kan det innkapslede elektroniske systemet 236 videre også være koblet til andre elektroniske systemer eller sensorer i andre deler av spindelen 214. I tillegg kan de induktive spolene befinne seg i hylser som er adskilt fra spindelen 214 og den ytre innkapslingen 212.

Det induktive koblingssystemets 210 drift involverer kommunikasjon av et elektrisk signal mellom det elektroniske spindelsystemet 216 og det innkapslede elektroniske systemet 236 gjennom den induktive innkapslingskobleren 224. Det elektriske signalet kan benyttes til å sende data og/eller effekt bidireksjonalt mellom komponentene. Et elektrisk signal kan sendes og mottas av både det elektroniske spindelsystemet 216 og det innkapslede elektroniske systemet 236, hvilket muliggjør simpleks (i en av retningene), halv dupleks eller full dupleks kommunikasjon. For eksempel kan operative kommandoer til RST-systemet telemetreres fra overflaten og mottas av det elektroniske spindelsystemet 216. Kommandoene kan så sendes fra det elektroniske spindelsystemet 216 til det innkapslede elektroniske systemet 236 for drift av RST-systemet. I tillegg til, eller som alternativ til, operative kommandoer, kan bore-operasjonsbetingelsesdata som for eksempel hulldybde, inntrengingshastighet, formasjonsoversiktsdata, så vel som andre operative betingelsesdata sendes til det innkapslede elektroniske systemet 236. Det innkapslede elektroniske systemet 236 kan også telemetrere data fra RST-systemet til det elektroniske spindelsystemet 216, og derfra til overflaten. Det bør forstås at det induktive koblingssystemet kan benyttes til andre applikasjoner enn det beskrevne RST-systemet.

Eksempelet som blir diskutert nedenfor er med referanse til å sende data fra det innkapslede elektroniske systemet 236 til det elektroniske spindelsystemet 216. Under drift samler det innkapslede elektroniske systemet 236 til det elektroniske spindelsystemet 216 inn data fra ulike sensorer vedrørende statusen til den ytre innkapslingen 212, formasjonssensoravlesninger, borehullretningsmålinger og andre nedihullsmålinger. Det innkapslede elektroniske systemet 236 konverterer så dataene til et elektrisk signal og sender dette elektriske signalet til den ytre innkapslingsspolen 228. Strømmen i den ytre innkapslingsspolen 228 fra det elektriske signalet danner elektromagnetisk stråling som forplanter seg gjennom hylsen 222 og til den indre innkapslingsspolen 230 på spindelen 214. Den indre innkapslingsspolen 230 tjener som en mottagerantenne og konverterer den elektromagnetiske strålingen til et elektrisk signal på utgangen av den indre innkapslingsspolen 230 på den induktive innkapslingskobleren 224.

Fra den indre innkapslingsspolen 230 forlater det elektriske signalet den indre innkapslingsspolen 230 og forplanter seg opp den egnede elektriske lederen gjennom kommunikasjonsproben 20 til probespolen 34. Probespolen 34 stråler så igjen det elektromagnetiske signalet, som er induktivt koblet til spindelspolen 32 til den induktive spindelkobleren 26. Det elektriske signalet forlater spindelspolen 32 og forplanter seg opp den egnede elektriske lederen gjennom kommunikasjonsporten 18 til det elektroniske spindelsystemet 216. I det elektroniske spindelsystemet 216 kan det elektriske signalet bli prosessert og/eller, hvis nødvendig, telemetrert til overflaten ved bruk av et telemetrisystem. På overflaten blir de telemetrerte dataene mottatt og, hvis nødvendig, konvertert tilbake til elektriske signaler som igjen blir konvertert til meningsfulle data for videre bruk av personellet på overflaten. Tilsvarende arbeider det induktive koblingssystemet 210 i den motsatte retningen med å overføre data, kommandoer og/eller effekt fra hvilken som helst elektronikk som er i stand til å kommunisere over kommunikasjonsbanen, som for eksempel en elektronikkmodul, en sensor, en telemetri-innretning, en telemetri-repeater og/eller overflatedatamaskinen til den ytre innkapslingen 212. Kommandoer som sendes til RST over kommunikasjonsbanen kan innbefatte oppsett av målverktøyflate, målvinkelsetting, målhellingsoppsett, måleverdi for geofysisk sensor, borehullsverktøy posisjonsinformasjon som for eksempel dybde, total vertikal dybde og posisjon i grunnen, forespørsler om data som for eksempel den nåværende vinkelen, hellingen, geofysiske sensorverdier, diagnoseinformasjon, tid, og/eller relativ tid.

Det induktive koblingssystemet 210 kan benyttes til å sende eller motta en hvilken som helst type informasjon. For eksempel kan det induktive koblingssystemet benyttes til å sende og/eller motta følgende informasjon: (1) borekrone hellingsdata eller hellingsmålingsdata; (2) sensor- kvalitetsfaktorer som for eksempel det geometriske gjennomsnittet av de 2 og/eller 3 akselleromet ersensorene (Gtotal); (3) RST-status – akselmotorfeil, programmert boremodus, batterifeil, omstart, innkapslingsrulling; (4) virkelig posisjon på skjæreflate; og/eller (5) målgitt skjæreflateposisjon. Andre data kan også sendes og/eller mottas ved bruk av det induktive koblingssystemet 10. For eksempel innbefatter sensordata resistivitet, naturlig gammastråling, tetthet, akustiske bølgeforplantningsmålinger, seismiske målinger. Boreutførelsesdata kan også sendes og/eller mottas over transmisjonslinjen som for eksempel ring- og/eller borerørtrykk, akselrotasjonshastighet, innkapslings-rullehastighet, asimutretningsmåling av borehull, vibrasjons- og temperaturmålinger. Det elektriske signalet kan også innbefatte vekselstrøm, elektrisk effekt eller likestrøm. Det elektriske signalet kan også sendes på en hvilken som helst form. For eksempel kan det elektriske signalet være i form av minst en av en firkantbølge, sinusbølge, trapesformet bølge, sagtannbølge, trekantbølge og/eller en hvilken som helst kombinasjon av to eller flere frekvensbølgemønstre, der det gjøres kjent at null Hz betraktes som en frekvens i denne beskrivelsen. Det elektriske signalet kan også moduleres ved å benytte et hvilket som helst oppsett. For eksempel kan modulasjonen være frekvensmodulasjon, amplitudemodulasjon, fasemodulasjon, frekvensskiftnøkling, chirp og/eller direkte drift av det binære signalet på transmisjonsbanen.

Selv om bestemte utførelsesformer er blitt vist og beskrevet, kan modifikasjoner gjøres av fagpersoner uten å avvike fra oppfinnelsen. Utførelsesformene er som beskrevet kun eksempelvise og er ikke begrensende. Mange variasjoner og modifikasjoner er mulige og er innenfor rekkevidden av oppfinnelsen.

P a t e n t k r a v

1. Induktivt koblingssystem (10),
k a r a k t e r i s e r t v e d :

en spindel (14) innbefattende et indre løp;

en hylse (22) som innbefatter et indre løp som omgir i det minste en del av spindelen, der hylsen er roterbart i forhold til spindelen;

en ytre innkapsling (12) innbefattende et løp som omgir i det minste en del av hylsen, der den ytre innkapslingen er roterbar i forhold til hylsen;

et elektronisk spindelsystem (16) som innbefatter en kommunikasjonsport som befinner seg i det indre spindelløpet;

et elektronisk innkapslingssystem som befinner seg i den ytre innkapslingen;

en kommunikasjonsprobe (20) som strekker seg fra spindelens vegg og inn i det indre spindelløpet;

en induktiv innkapslingskobler (24) innbefattende en ytre innkapslingsspole (28) som befinner seg i og beveger seg med spindelen, der hylsen befinner seg mellom den indre innkapslingsspolen og den ytre innkapslingsspolen, der den ytre innkapslingsspolen er i elektrisk kommunikasjon med det elektroniske innkapslingssystemet; og

en induktiv spindelkobler (26) innbefattende en spindelspole som befinner seg i kommunikasjonsporten som befinner seg i kommunikasjonsproben, der spindelspolen er i elektrisk kommunikasjon med det elektroniske hylsesystemet og probespolen er i elektrisk kommunikasjon med den indre innkapslingsspolen gjennom kommunikasjonsproben.

2. Induktivt koblingssystem (10) ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at spindelen (14) er en borestreng.

3. Induktivt koblingssystem (10) ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at spindelspolen er lengre enn probespolen.

4. Induktivt koblingssystem (10) ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at kommunikasjonsproben passer inn i kommunikasjonsporten.

5. Induktivt koblingssystem (10) ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den ytre innkapslingsspolen og den indre innkapslingsspolen kommuniserer gjennom hylsen.

6. Induktivt koblingssystem ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det elektroniske spindelsystemet innbefatter et telemetri/mottagersystem som er valgt ut ifra gruppen bestående av et trådsystem, et styreverktøysystem, et elektromagnetisk system, et e-line-system, et akustisk system, et ledningsbasert rørsystem og et slampuls-system.

7. Induktivt koblingssystem (10) ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at:
spindelen (14) er i flerfoldige seksjoner; og
den induktive spindelkobleren er i en seksjon av spindelen og innkapslingskobleren er i en annen seksjon.

8. Kommunikasjonsfremgangsmåte,
k a r a k t e r i s e r t v e d å:
tilveiebringe en spindel (14) innbefattende et indre løp og en kommunikasjonsprobe (20) som strekker seg fra spindelens vegg inn i spindelens indre løp;
tilveiebringe en hylse (22) som innbefatter et løp som omhyller i det minste en del av spindelen (14), der hylsen (22) er roterbart i forhold til spindelen (14);
tilveiebringe en ytre innkapsling (12) innbefattende et løp som omhyller i det minste en del av hylsen (22), der den ytre innkapslingen (12) er roterbar i forhold til hylsen;
tilveiebringe en et elektronisk spindelsystem (16) innbefattende en kommunikasjonsport som befinner seg i hylsets indre løp;
tilveiebringe et elektronisk innkapslingssystem som er plassert i den ytre innkapslingen (12);
kommunisere mellom innkapslingens elektroniske system og en ytre innkapslingsspole (28) som befinner seg i og beveger seg med den ytre innkapslingen;
elektromagnetisk kommunisere mellom den ytre innkapslingsspolen og en indre innkapslingsspole som befinner seg i og beveger seg med spindelen, der hylsen er plassert mellom den ytre innkapslingsspolen og en indre innkapslingsspole;

kommunisere mellom den ytre innkapslingsspolen og en probespole som befinner seg i kommunikasjonsproben;

elektromagnetisk kommunisere mellom probespolen og en spindelspole som befinner seg i kommunikasjonsporten; og

kommunisere mellom spindelspolen og det elektroniske spindelsystemet.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at spindelen er en borestreng.

10. Fremgangsmåte ifølge krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d å bore et borehull.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at spindelspolen er lengre enn probespolen.

12. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d å innbefatte å kommunisere både fra det elektroniske spindelsystemet og fra kapslingens elektroniske system til det elektroniske spindelsystemet.

13. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d å kommunisere og elektromagnetisk å kommunisere, videre innbefatter å kommunisere et elektronisk signal på en form valgt ut ifra gruppen bestående av minst en av et null-hertz-signal, en firkantbølge, en sinusbølge, en trapesbølge, en sagtannbølge og en trekantbølge.

14. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d å kommunisere og elektromagnetisk å kommunisere, videre innbefatter å modulere et elektrisk signal ved å benytte en modulasjonsform valgt ut ifra gruppen bestående av frekvensmodulasjon, amplitudemodulasjon, fasemodulasjon, frekvensskiftnøkling, chirp og direkte å drive det binære signalet inn i transmisjonsbanen.

15. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d å kommunisere og elektromagnetisk å kommunisere videre innbefatter å kommunisere data valgt ut ifra gruppen bestående av borekrone-vinkeldata, vinkelmålingsdata, verktøyfeil, feil, orientering, oppsett, betingelser, tilstander,

sensordata-sensorkvalitetsfaktorer, RST-status, virkelig verktøyflateposisjon, mål for verktøyflateposisjon, formasjonssensordata og boreytelsesdata.

16. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d å kommunisere og elektromagnetisk å kommunisere, videre innbefatter å modulere et elektrisk signal til å sende vekselstrøm, elektrisk effekt, mellom det elektroniske spindelsystemet og kapslingens elektroniske system.

17. Induktivt koblingssystem,
k a r a k t e r i s e r t v e d :
en spindel (14) innbefattende flerfoldige seksjoner som er satt sammen og danner et indre løp;
et første elektronisk spindelsystem som befinner seg i spindelens indre løp på en første spindelseksjon;
et andre elektronisk spindelsystem som befinner seg i en andre spindelseksjon;
en kommunikasjonsport i elektrisk kommunikasjon med det første elektroniske spindelsystemet;
en kommunikasjonsprobe (20) som strekker seg fra veggen til den andre spindelseksjonen og inn i hylsets indre løp, der kommunikasjonsproben er i elektrisk kommunikasjon med det andre elektroniske spindelsystemet;
en induktiv spindelkobler (26) som innbefatter en spindelspole som befinner seg i kommunikasjonsporten og en probespole som befinner seg i kommunikasjonsproben, der spindelspolen er i elektrisk kommunikasjon med det første elektroniske spindelsystemet og probespolen er i elektrisk kommunikasjon med det andre elektroniske spindelsystemet gjennom kommunikasjonsproben (20).

18. Induktivt koblingssystem ifølge krav 17, k a r a k t e r i s e r t v e d at det elektroniske spindelsystemet innbefatter et telemetri/mottagersystem som er valgt fra gruppen bestående av et trådsystem, et styreverktøysystem, et elektromagnetisk system, et e-line-system, et akustisk system, et ledningsbasert rørsystem og et slampuls-system.

19. Induktivt koblingssystem,
k a r a k t e r i s e r t v e d :
en spindel (14);

en hylse som innbefatter et løp som omgir i det minste en del av spindelen, der hylsen er roterbart i forhold til spindelen;

en ytre innkapsling (12) innbefattende et løp som omgir i det minste en del av hylsen, der den ytre innkapslingen (12) er roterbar i forhold til hylsen;

et elektronisk spindelsystem (16) som befinner seg i spindelen;

et elektronisk innkapslingssystem som befinner seg i den ytre innkapslingen;

en induktiv innkapslingskobler (26) innbefattende en ytre innkapslingsspole som befinner seg i og beveger seg med den ytre innkapslingen og en indre innkapslingsspole som befinner seg i og beveger seg med spindelen, der hylsen befinner seg mellom den indre innkapslingsspolen og den ytre innkapslingsspolen, der den ytre innkapslingsspolen er i elektrisk kommunikasjon med det elektroniske innkapslingssystemet og den indre innkapslingsspolen er i elektrisk kommunikasjon med det elektroniske spindelsystemet.

20. Induktivt koblingssystem ifølge krav 19, k a r a k t e r i s e r t v e d at det elektroniske spindelsystemet innbefatter et telemetri/mottagersystem som er valgt ut ifra gruppen bestående av et trådsystem, et styreverktøysystem, et elektromagnetisk system, et e-line-system, et akustisk system, et ledningsbasert rørsystem og et slampuls-system.

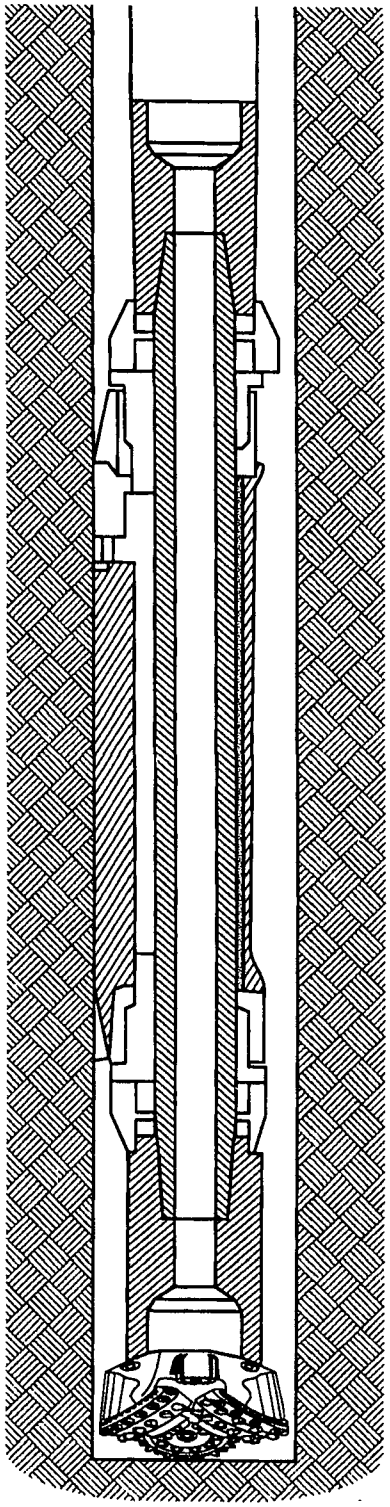


FIG. 1
(Teknikkens stand)

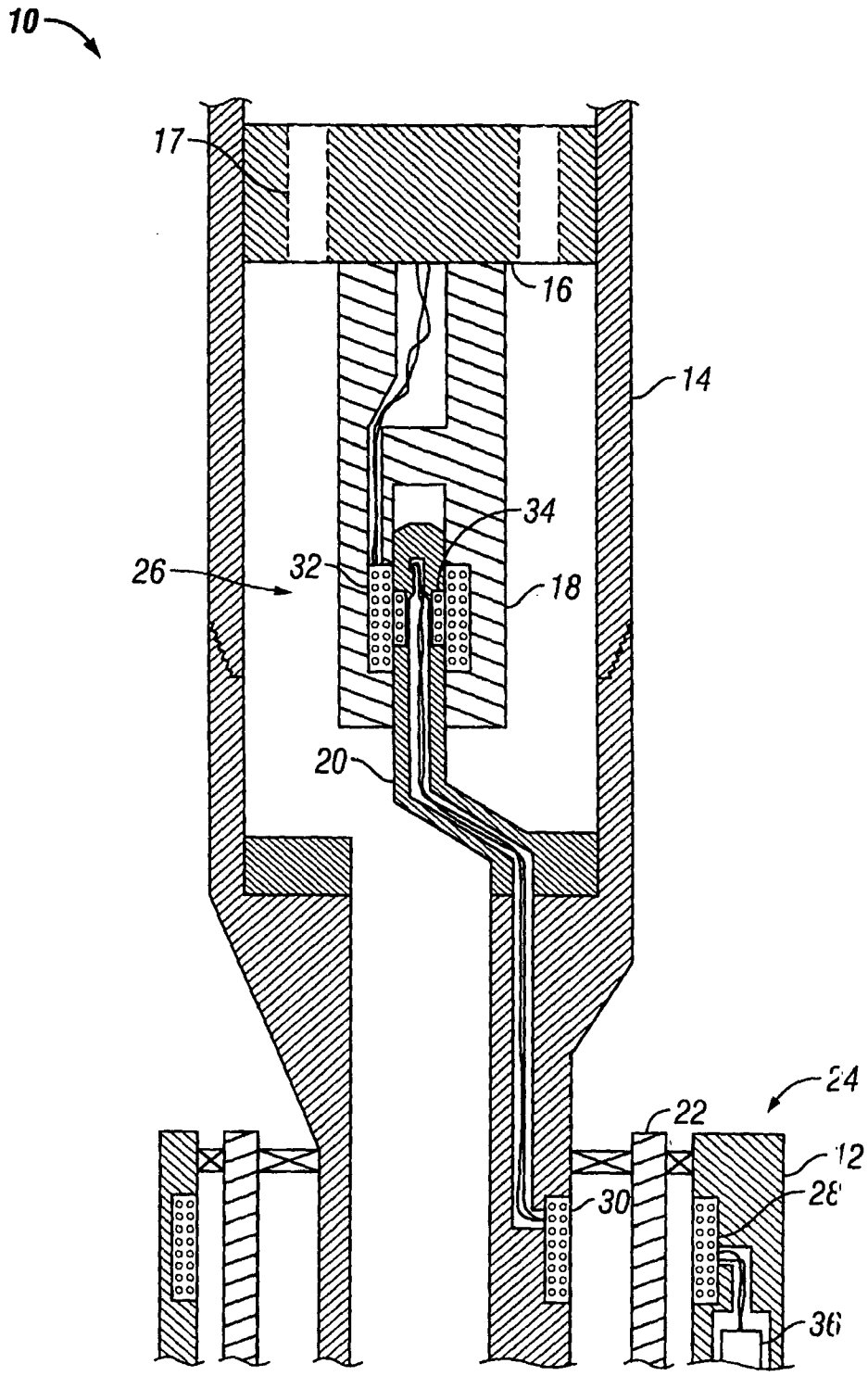


FIG. 2

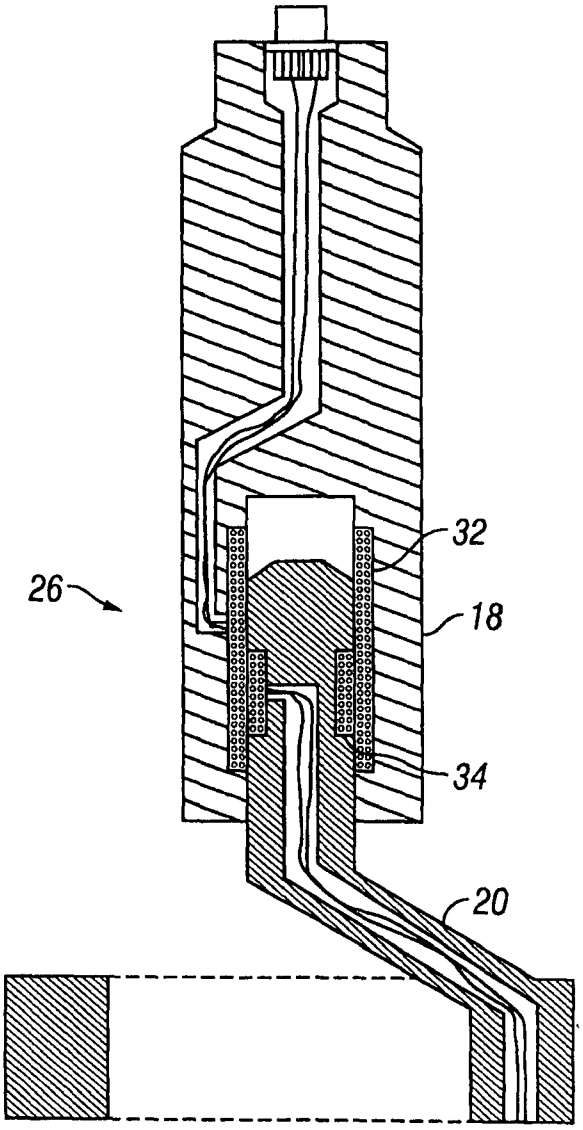


FIG. 3

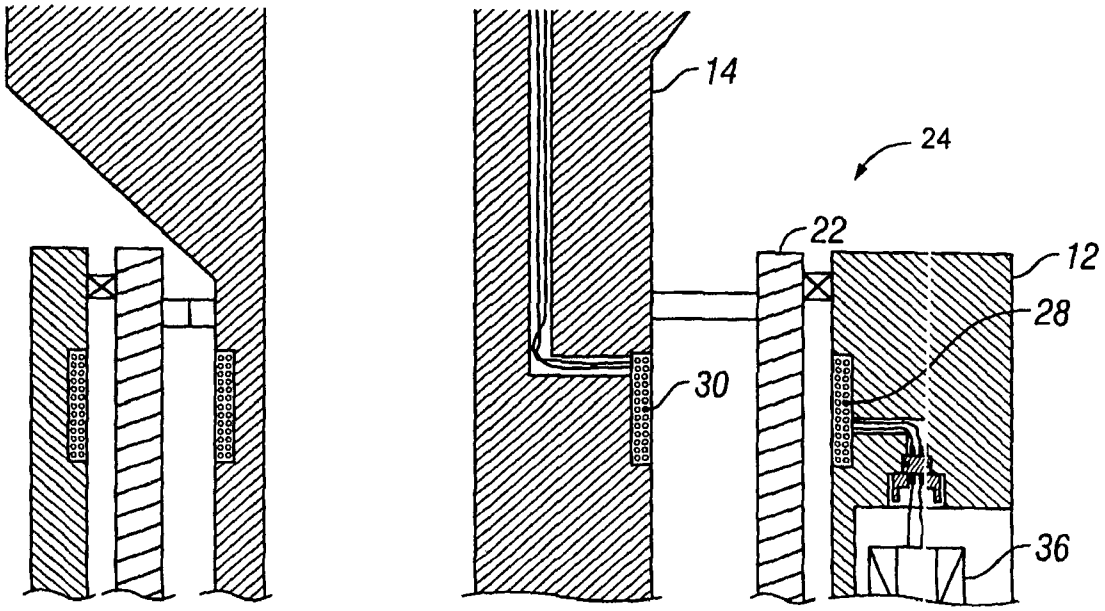


FIG. 4

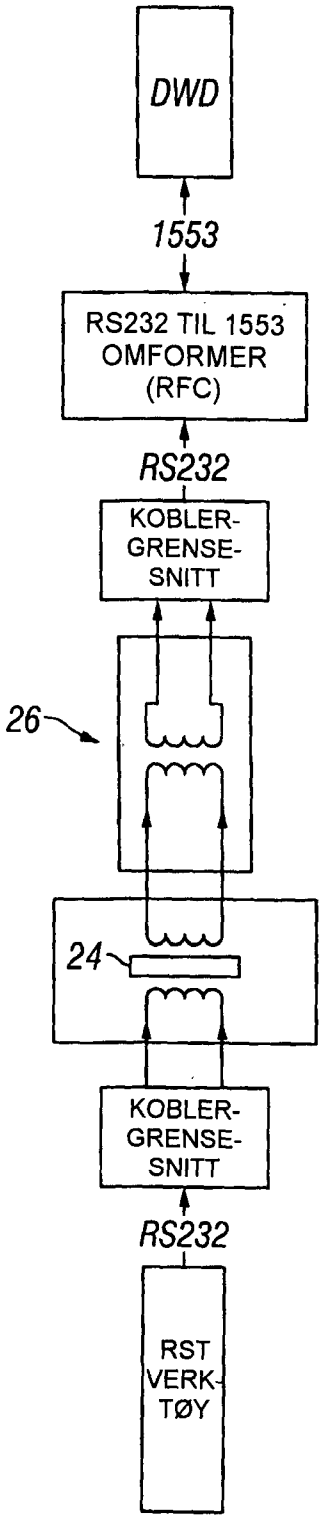
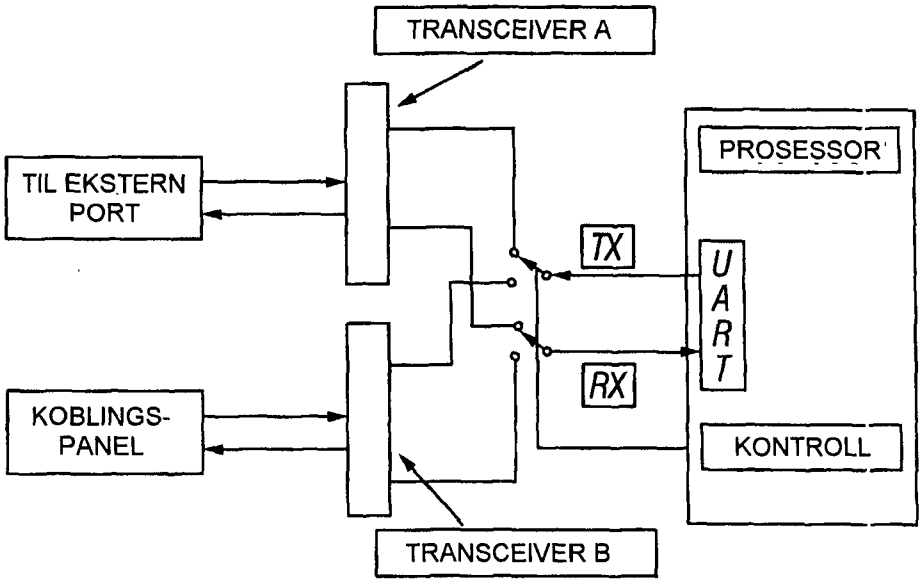

DWD
1553
RS232 TIL 1553
OMFORMER
(RFC)
RS232
KOBLER-
GRENSE-
SNITT
26
24
KOBLER-
GRENSE-
SNITT
RS232
RST
VERK-
TØY

FIG. 5


TRANSCEIVER A
TIL EKSTERN PORT
PROSESSOR
TX
UART
RX
KOBLINGS-PANEL
KONTROLL
TRANSCEIVER B

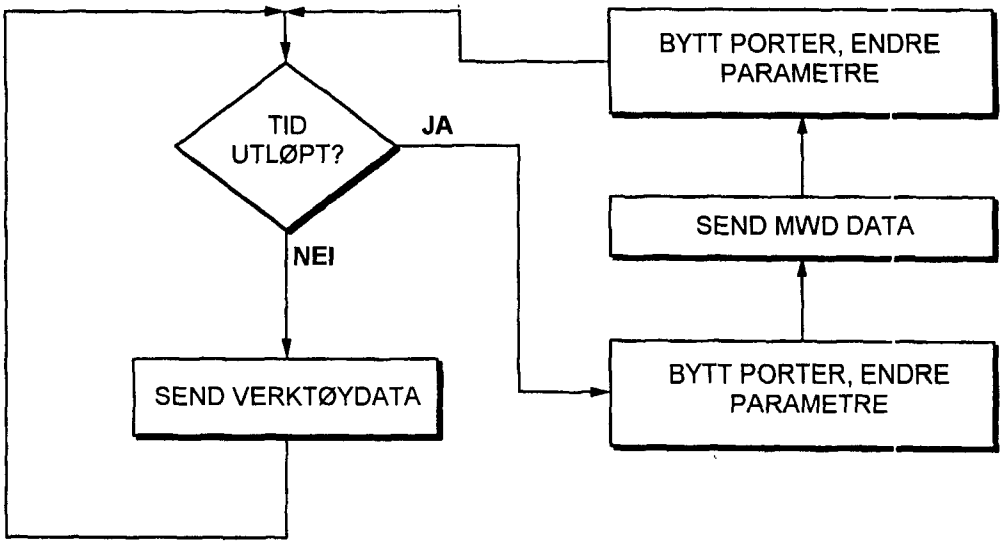

BYTT PORTER, ENDRE PARAMETRE
TID UTLØPT?
JA
SEND MWD DATA
NEI
SEND VERKTØYDATA
BYTT PORTER, ENDRE PARAMETRE

FIG. 6

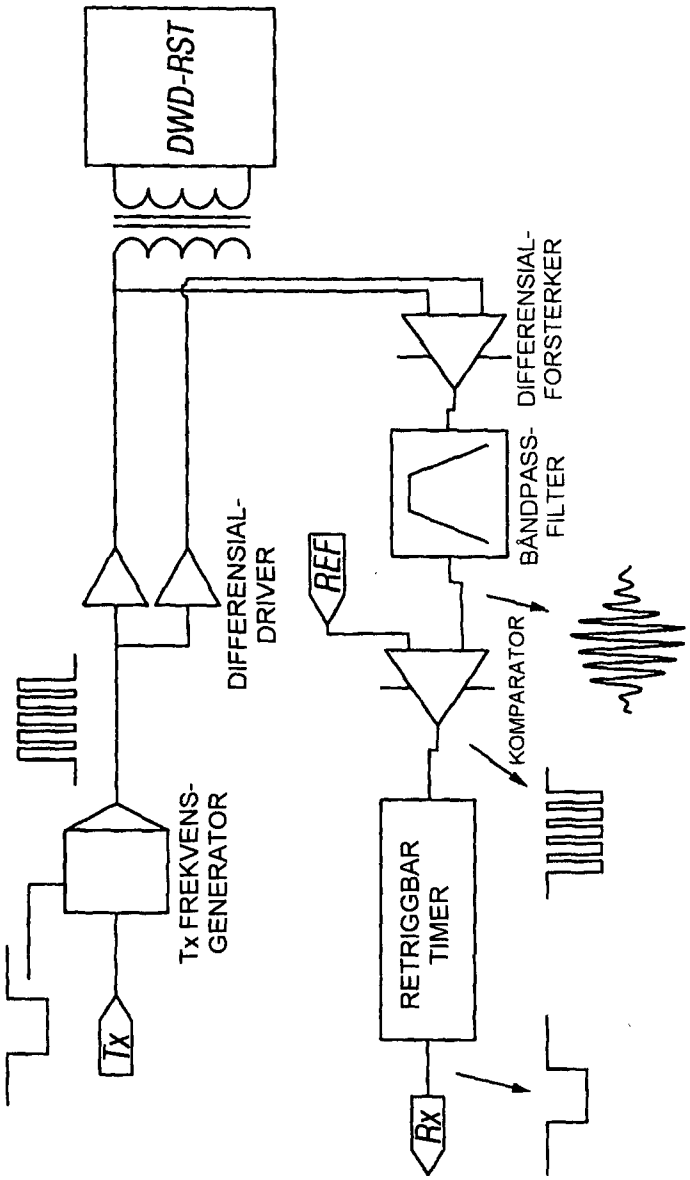

DWD-RST
DIFFERENSIAL-FORSTERKER
BÅNDPASS-FILTER
REF
DIFFERENSIAL-DRIVER
KOMPARATOR
Tx FREKVENS-GENERATOR
RETRIGGBAR TIMER
Tx
Rx

FIG. 7

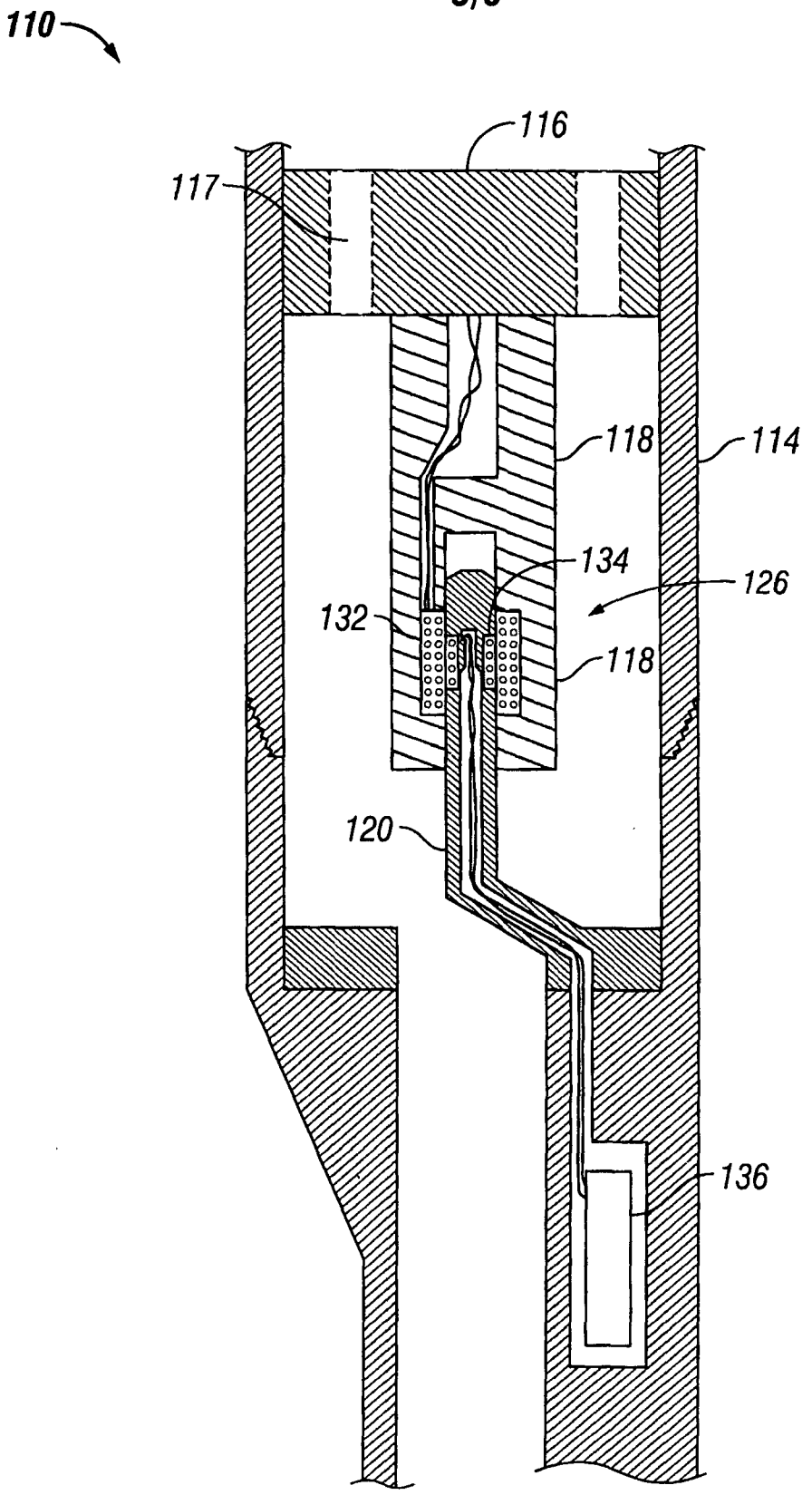


FIG. 8

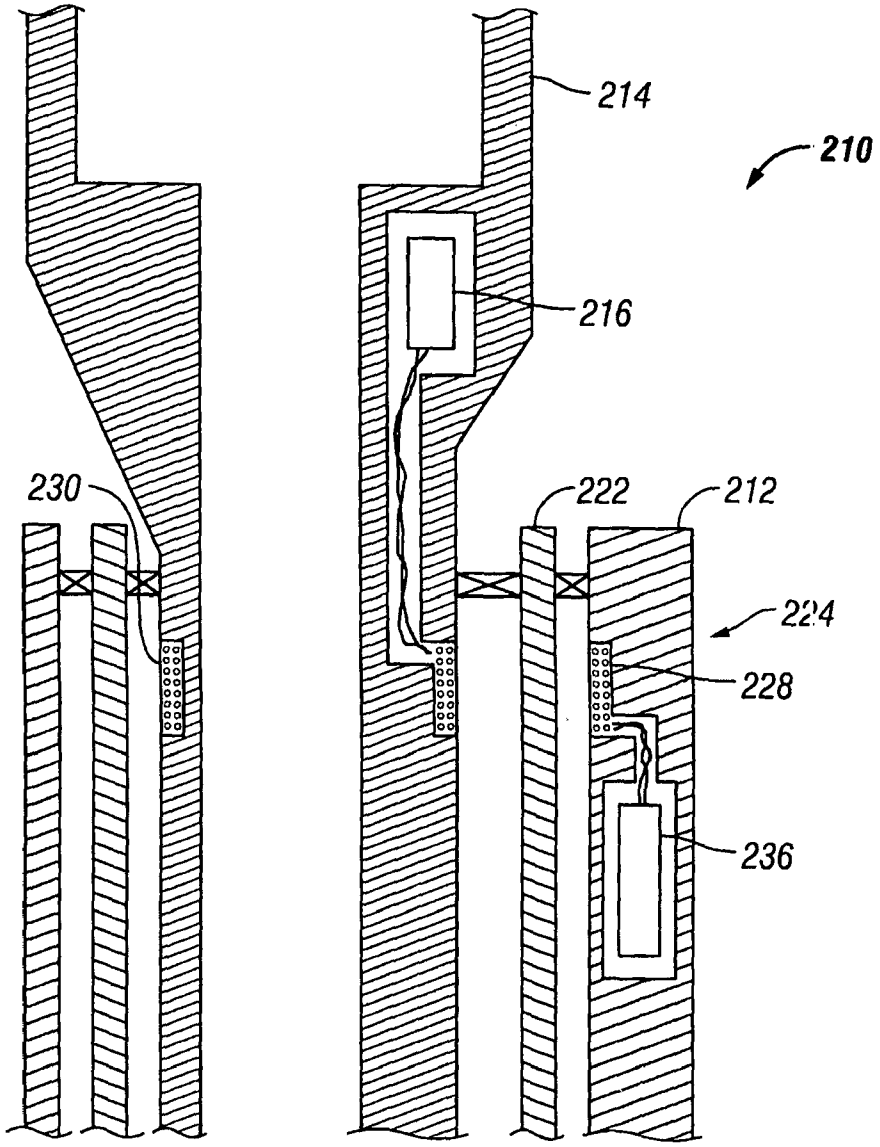


FIG. 9