



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20111088

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 11/00 (2006.01)

G01V 1/44 (2006.01)

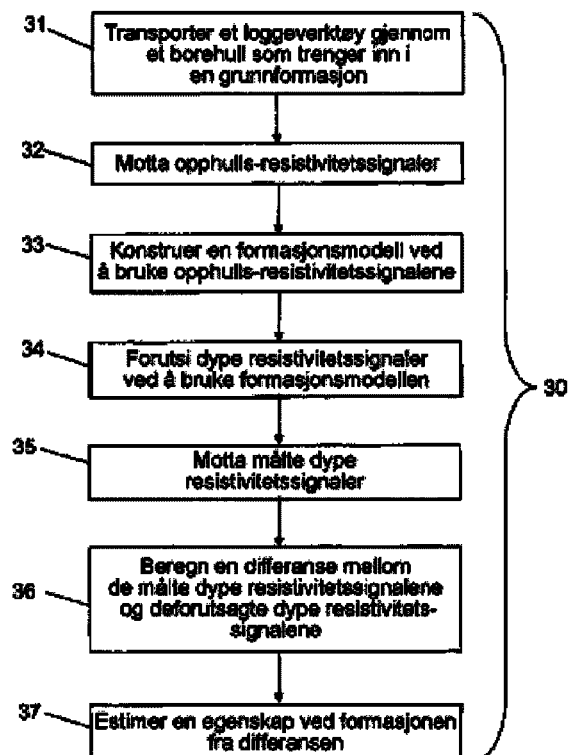
G01V 3/18 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20111088	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2010.02.23 PCT/US2010/025033
(22)	Inng.dag	2011.08.01	(85)	Videreføringsdag	2011.08.01
(24)	Løpedag	2010.02.23	(30)	Prioritet	2009.02.23, US, 61/154,549
(41)	Alm.tilgj	2011.08.15			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P. O. Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Michael B Rabinovich, 206 Heathbrook Lane, US-TX77094 HOUSTON, USA Daniel T Georgi, 14202 Chadbourne, US-TX77079 HOUSTON, USA Gregory B Itskovich, 1015 Hathorn Way, US-TX77094 HOUSTON, USA Leonty A Tabarovsky, 12126 Via Porta Rosa, US-TX77429 CYPRESS, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for aksentuering av signal fra foran borkronen
(57)	Sammendrag	

En fremgangsmåte for estimering av en egenskap ved en del av en grunnformasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen, hvor fremgangsmåten innbefatter: å transportere et loggeverktøy gjennom borehullet; å motta ett eller flere første signaler fra en foregående dybde av loggeverktøyet; å konstruere en modell av grunnformasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene; å forutsi ett eller flere andre signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet ved å bruke modellen; å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet; å beregne en differanse mellom det ene eller de flere tredje signalene og det ene eller de flere andre signalene, og å estimere egenskapen fra differansen.



BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

1. Teknisk område

[0001] Foreliggende oppfinnelse vedrører behandling av data fremskaffet ved hjelp av et loggeverktøy brukt til å måle resistiviteten til en grunnformasjon i et borehull.

5 Mer spesielt, vedrører foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for å bestemme resistiviteten til grunnformasjonen foran en borkrone som borer borehullet.

2. Beskrivelse av beslektet teknikk

10 [0002] Leting etter og produksjon av hydrokarboner krever vanligvis boring av et borehull inn i jorden. Borehullet kan brukes til å skaffe tilgang til dybder i jorden for å utføre målinger vedrørende leting og produksjon.

[0003] Brønnlogging er en teknikk som brukes til å utføre målingene i borehullet. Under brønnlogging blir et loggeverktøy transportert gjennom borehullet.

15 Loggeverktøyet innbefatter de komponentene som brukes til å utføre målingene. I en utførelsesform referert til som "logging-under-boring" (LWD) er loggeverktøyet koplet til en borestreng med en borkrone ved den distale enden. Målingene kan dermed utføres mens borehullet blir boret eller under midlertidig stopp i boringen.

[0004] En karakteristikk ved grunnformasjonen som måles fra innsiden av borehullet, er resistivitet. Resistivitet kan måles ved å bruke et induksjonsloggeverktøy.

20 [0005] I et induksjonsloggeverktøy blir resistiviteten til grunnformasjonen målt ved å generere strømmer i formasjonen. Et induksjonsloggeverktøy innbefatter generelt minst én senderspole og minst én mottakerspole atskilt fra hverandre og posisjonert langs en langsgående akse for loggeverktøyet. Induksjonslogging
25 måler resistiviteten i formasjonen med først å indusere virvelstrømmer som flyter i formasjonen som respons på en strøm som flyter gjennom senderspolen som sender elektromagnetisk energi inn i formasjonen. Virvelstrømmene genererer i sin tur elektromagnetiske signaler som blir mottatt av den minst ene mottaker-
30 spolen. Variasjoner i størrelsen til virvelstrømmene som respons på variasjoner i grunnformasjonens resistivitet blir reflektert som variasjoner i de mottatte elektromagnetiske signalene. Generelt er derfor størrelsen av de elektromagnetiske signalene en indikasjon på resistiviteten til grunnformasjonen.

[0006] Under boreoperasjoner, er det meget nyttig for en boreoperatør eller en petroanalytiker å være i stand til å bestemme en materialtype som det snart skal bores i. Det vil si, at boreoperatøren eller petroanalytikeren vil ønske å kjenne til signifikante trekk ved grunnformasjonen foran borkronen, som det snart skal bores i. På grunn av begrensninger som påføres av borehullet, slik som et langt sylindrisk tomrom, er det vanskelig å detektere signifikante trekk før de gjennomtrenges av borkronen. De fleste antenner har elektromagnetiske strålingsmønstre som av natur er dipoler. For en aksial dipol, er det elektromagnetiske strålingsmønsteret bak borkronen og foran borkronen like, og derfor er følsomheten for trekk foran borkronen dårlig. Introduksjon av transversale spoler hjelper ikke på sensitiviteten foran borkronen fordi dipolmomentet fremdeles er sentrert omkring den langsgående aksen til loggeverktøyet og dermed tilveiebringer data som er mest følsomme for trekk til siden for borehullet.

[0007] Det som trengs er følgelig teknikker for å detektere egenskaper ved en grunnformasjon foran borkronen som borer et borehull. Teknikkene kan fortrinnsvis brukes i forbindelse med et induksjonsloggeinstrument.

KORT OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

[0008] Det blir beskrevet en fremgangsmåte for å estimere en egenskap ved en del av en grunnformasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen, der fremgangsmåten innbefatter: å transportere et loggeverktøy gjennom borehullet; å motta ett eller flere første signaler fra en foregående dybde av loggeverktøyet; å konstruere en modell av formasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene; å forutsi ett eller flere andre signaler fra den del av formasjonen som er foran borehullet ved å bruke modellen; å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet; å beregne en differanse mellom det ene eller de flere tredje signalene og det ene eller de flere andre signalene; og å estimere egenskapen fra differansen.

[0009] Det er også beskrevet en anordning for estimering av en egenskap ved en del av en grunnformasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen, hvor anordningen innbefatter: et loggeverktøy; og en prosessor i kommunikasjon med loggeverktøyet og innrettet for å implementere en fremgangsmåte som innbefatter: å motta ett eller flere første signaler fra en foregående dybde av loggeverktøyet; å

konstruere en modell av grunnformasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene; å forutsi ett eller flere andre signaler fra den delen av grunnformasjonen som er foran borehullet, ved å bruke modellen; å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet; å beregne
 5 en differanse mellom det ene eller de flere tredje signalene og de forutsagte ene eller flere andre signalene; og å estimere egenskapen fra differansen.

[0010] Videre er det beskrevet et maskinlesbart lagringsmedium som har maskinlesbare instruksjoner for å estimere en egenskap ved en del av en grunnformasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen, ved å implementere en
 10 fremgangsmåte som innbefatter: å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet; å beregne en differanse mellom det ene eller de flere tredje signalene og de forutsagte ene eller flere andre signalene; og å estimere egenskapen fra differansen.

15 **KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE**

[0011] Det stoffet som anses som oppfinnelsen, er spesielt utpekt og tydelig angitt i patentkravene ved slutten av fremstillingen. De foregående og andre trekk og fordeler ved oppfinnelsen fremgår tydelig av den følgende detaljerte beskrivelse tatt i forbindelse med de vedføyde tegningene hvor like elementer er nummerert
 20 likt, og hvor:

Fig. 1 skisserer et eksempel på en utførelsesform av et loggeinstrument anordnet i et borehull som trenger inn i en grunnformasjon;

Fig. 2 skisserer aspekter ved behandling av elektromagnetiske signaler for å bestemme resistiviteten til en formasjon foran et borehull; og

25 Fig. 3 presenterer et eksempel på en fremgangsmåte for å estimere en egenskap ved formasjonen foran borehullet.

DETALJERT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

30 [0015] Det er beskrevet en utførelsesform av teknikkene for å detektere signifikante egenskaper ved en grunnformasjon foran en borkrone mens borkronen borer et borehull. Teknikkene som innbefatter en anordning og en fremgangsmåte, krever måling av resistiviteten eller dens inverse verdi, konduktiviteten (hvor

konduktivitet = $1/\text{resistivitet}$) til grunnformasjonen foran borkronen ved å bruke et induksjonsloggeverktøy. Induksjonsloggeverktøyet tilveiebringer resistivitetsdata ved forskjellige dybder etter hvert som borkronen trenger inn i grunnformasjonen. Resistivitetsdata fra foregående dybder (dvs. opphullsdata) og resistivitetsdata fra

5 grunne områder ved den aktuelle dybden blir brukt til å konstruere en formasjonsmodell. Formasjonsmodellen blir så brukt til å forutsi det signalet som ville bli oppnådd fra dype rekkevidder ved den aktuelle dybden. Målinger ved de dype rekkeviddene måler resistiviteten til grunnformasjonen foran borkronen. Grunnformasjonen foran borkronen (eller alternativt foran borehullet) blir her referert til

10 som "den foranliggende formasjonen". Det forutsatte signalet blir så subtrahert fra det aktuelle signalet ved den aktuelle dybden for å tilveiebringe et differansesignal. Hvis resistiviteten til den foranliggende formasjonen er identisk med den foregående resistiviteten som er målt, så vil differansesignalet være null eller en rest av systemstøyen i induksjonsloggeverktøyet. Hvis differansesignalet er betydelig

15 forskjellig fra null, så tilveiebringer differansesignalet en indikasjon på at en karakteristikk ved grunnformasjonen endrer seg mens borehullet blir boret dypere. [0016] Differansesignalet kan være en indikasjon på størrelsen eller nærheten av en umiddelbart forestående endring i resistiviteten til grunnformasjonen mens borehullet blir boret dypere. Et signifikant differansesignal, forskjellig fra null, kan

20 indikere at den foranliggende formasjonen har en signifikant egenskap. Ikke begrensende eksempler på den signifikante egenskapen innbefatter en forkastning, en saltstokk, en olje/vann-kontakt, et lag med lav resistivitet og et lag med høy resistivitet.

[0017] Det vises nå til fig. 1. Fig. 1 illustrerer et eksempel på en utførelsesform av

25 et loggeverktøy 10 anordnet i et borehull 2 som trenger inn i jorden 3. Loggeverktøyet 10 har en langsgående akse 19. Inne i jorden 3 er en formasjon 4 som kan innbefatte formasjonslag 4A-4C. Loggeverktøyet 10 er koplet til en borestreng 6 som innbefatter en borkrone 7 anordnet ved den distale enden av borestrengen 6. En rotasjonsanordning 16 roterer borestrengen 6 og får borkronen 7 til også å

30 rotere og bore borehullet 2. En foranliggende formasjon 5 er den del av formasjonen 4 som ligger foran borkronen 7. Den langsgående aksene 19 gjennomtrenger eller fører generelt til den foranliggende formasjonen 5.

- [0018] Loggeverktøyet 10 er innrettet for å utføre induksjonslogge-målinger for å bestemme resistivitet (eller konduktivitet) i formasjonen 4. Loggeverktøyet 10 innbefatter minst én senderspole 8 som er innrettet for å sende elektromagnetisk (EM) energi 9 inn i formasjonen 4. Den utsendte EM-energien 9 induserer virvelstrømmer 11 i formasjonen 4. Virvelstrømmene 11 forårsaker i sin tur EM-signaler 12 som kan mottas av mist én mottakerspole 13 anordnet ved loggeverktøyet 10. EM-signalene 12 er relatert til resistiviteten i deler av formasjonen 4 hvor virvelstrømmene 11 er generert. Ved å motta og måle EM-signalene 12, kan følgelig resistiviteten til disse delene bestemmes.
- [0019] Avstanden D fra loggeverktøyet 10 til den del av formasjonen 4 hvor virvelstrømmer 11 blir generert, kan reguleres ved å velge minst én av størrelse og frekvens for den utsendte EM-energien 9. For referanseformål refererer uttrykket "dype rekkevidder" til den avstanden D som når i det minste til den foranliggende formasjonen 5. Uttrykket "grunne rekkevidder" refererer til den avstanden D som er mindre enn avstanden til den foranliggende formasjonen 5. Resistivitetsmålinger kan derfor utføres ved grunne rekkevidder og dype rekkevidder i formasjonen 4. Uttrykket "dyp avlesning" er relatert til signaler fremskaffet fra de dype rekkeviddene. Uttrykket "grunn avlesning" er relatert til signaler mottatt fra de grunne rekkeviddene.
- [0020] Det vises til fig. 1, hvor loggeverktøyet 10 innbefatter en elektronikkenhet 14, som er innrettet for å operere spolene 8 og 13 og/eller motta og behandle EM-signalene 12 som er mottatt av den minst ene mottakerspolen 13. I tillegg er elektronikkenheten 14 innrettet for å sende EM-signalene 12 og/eller data relatert til EM-signalene 12 til jordoverflaten 3 til et behandlingssystem 15 via et telemetrisystem. EM-signalene 12 kan behandles ved å bestemme resistivitet av enten elektronikkenheten 14 eller behandlingssystemet 15 fungerende uavhengig eller sammen.
- [0021] Fig. 2 skisserer aspekter ved behandling av EM-signalene 12 for å bestemme resistiviteten av den foranliggende formasjonen 5. EM-signalene 12 mottatt av i det minste den ene mottakerspolen 13 prosesseres av den elektroniske enheten 14 og/eller prosesseringssystemet 15. EM-signalene 12 blir kategorisert som et opphullssignal 20 (dvs. resistivitetsdata mottatt opphulls i forhold til den aktuelle posisjonen av loggeverktøyet 10) eller et aktuelt

dybdesignal 21 (dvs. resistivitetsdata mottatt fra den aktuelle posisjonen til loggeverktøyet 10). Det aktuelle dybdesignalet 21 blir videre kategorisert som et grunt rekkeviddesignal 21A fra de grunne rekkeviddene eller et dypt rekkeviddesignal 21B fra de dype rekkeviddene.

5 [0022] Det vises til fig. 2, hvor opphullssignalene 20 og de grunne rekkevidde-signalene 21A blir brukt til å lage en modell 22 av den foranliggende formasjonen. Modellen 22 for den foranliggende formasjonen blir brukt til å forutsi det EM-signal 12 fra den foranliggende formasjonen 5 som er referert til som et forutsagt foranliggende formasjonssignal 23. Det vil si at det forutsagte signalet 23 for den
10 foranliggende formasjonen er en forutsigelse av resistiviteten til den foranliggende formasjonen 5. Deretter blir et differansesignal 24 beregnet ved å ta en differanse mellom det forutsagte signalet 23 for den foranliggende formasjonen og det dype rekkeviddesignalet 21B. Differansesignalet 24, som er null, nær null eller en rest av en størrelse av systemstøy indikerer at sammensetningen av den foranliggende
15 formasjonen 5 er maken til eller den samme som sammensetningen av formasjonen 4 som for tiden blir boret i. Differansesignalet 24, som har i det minste en viss valgt størrelse, indikerer at den foranliggende formasjonen 5 har en signifikant egenskap. Forskjellige signifikante egenskaper kan korreleres til forskjellige størrelser av differansesignalet 24.

20 [0023] Differansesignalet 24 kan også være en indikasjon på størrelsen og/eller nærheten av en umiddelbart forestående endring av resistiviteten i den foranliggende formasjonen 5. Størrelsen av resistivitetsendringen og avstanden til resistivitetsendringen eller den signifikante egenskapen kan bestemmes ved inversjon av resistivitetsdata utledet fra EM-signalene 12 når flere målinger av resistiviteten er utført ved forskjellige avstander D (se fig. 1, for eksempel på D).

25 [0024] Den følgende teknikk kan brukes under boring for å separere endringer i EM-signalene 12 forårsaket av den signifikante egenskapen i den foranliggende formasjonen 5 fra endringer i EM-signalene 12 forårsaket av en annen posisjon av loggeverktøyet 10 i forhold til objekter, formasjonslag og signifikante trekk som
30 allerede er gjennomskåret av borehullet 2 og målt: (1) etablere en formasjonsstruktur (dvs. en modell 22 av den foranliggende formasjonen) ved å bruke et romlig vindu som innbefatter et visst sett med posisjoner av loggeverktøyet; (2) måle EM-signalene 12 ved det nye settet med posisjoner, hvor EM-signalene

12 kan være transiente eller en kontinuerlig bølge; (3) beregne de forutsagte foranliggende formasjonssignalene 23 for formasjonsstrukturen med det romlige vinduet som innbefatter settet med posisjoner; (4) sammenligne de forutsagte foranliggende formasjonssignalene 23 fra trinn 3 med de EM-signalene 12 som er fremskaffet i trinn 2 for å bestemme en størrelse på en mistilpasning; (5) hvis størrelsen av mistilpasningen er liten, så kan endringen i EM-signalene 12 skyldes bevegelse av loggeverktøyet 10; og (6) hvis størrelsen av mistilpasningen er stor, kan endringen i EM-signalene 12 skyldes et signifikant trekk som bør inkorporeres i modellen i trinn 1.

10 [0025] Fig. 3 presenterer et eksempel på en fremgangsmåte 30 for å bestemme en egenskap ved en formasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen. Fremgangsmåten 30 krever (trinn 31) transport av loggeverktøyet 10 gjennom borehullet 2. Videre, krever fremgangsmåten 30 (trinn 32) mottakelse av opphulls resistivitetssignaler 20 fremskaffet fra en foregående dybde av loggeverktøyet 10.

15 Fremgangsmåten 30 krever videre (trinn 33) konstruksjon av modellen 22 av grunnformasjonen 4 ved å bruke de opphulls resistivitetssignalene 20. Fremgangsmåten 30 krever videre (trinn 34) forutsigelse av de dype resistivitetssignalene 23 ved å bruke modellen 22. Videre, krever fremgangsmåten 30 (trinn 35) mottakelse av de dype resistivitetssignalene 21B ved den aktuelle dybden. Fremgangsmåten 30 krever videre (trinn 36) beregning av differansen 24 mellom de dype resistivitetssignalene 21B og de forutsagte dype resistivitetssignalene 23. Fremgangsmåten 30 krever videre (trinn 37) estimering av egenskapen fra differansen 24. Differansen 24 kan sammenlignes med en referanseverdi. Hvis differansen 24 er mindre enn referanseverdien, så kan egenskapen estimeres fra modellen 22 for den foranliggende formasjonen. Hvis differansen 24 er større enn referansepunktet, så gir differansen 24 en indikasjon eller et estimat om at egenskapen er forskjellig fra hva som er forutsagt i modellen 22 for den foranliggende formasjonen. Den forskjellige egenskapen kan indikere et signifikant objekt eller et trekk som er i ferd med å bli boret. I tillegg, kan

20 25 30 fremgangsmåten 30 innbefatte mottakelse av de grunne resistivitetssignalene 21A ved den aktuelle dybden og bruk av disse signalene sammen med de opphulls resistivitetssignalene 20 til å konstruere modellen 22.

[0026] Modellen 22 av den foranliggende formasjonen kan konstrueres nede i hullet ved loggeverktøyet 10 (slik som ved hjelp av elektronikkenheten 14), oppe i hullet ved jordoverflaten 3 (slik som ved hjelp av behandlingssystemet 15), eller ved en kombinasjon av brønnhulls- og opphulls-posisjoner. Sammenligningen mellom de dype avlesningsdataene og dataene som er forutsagt ved hjelp av modellen 22, kan likeledes utføres nede i hullet, på overflaten eller ved en eller annen kombinasjon av disse posisjonene. Når sammenligningen blir foretatt nede i hullet, blir differansen 24 overført til jordoverflaten 3 til en boreoperatør og/eller petroanalytiker. Differansen 24 kan uansett om den er frembrakt nede i hullet eller på overflaten, overføres til en boringsenhet som er programmert for å utføre spesifikke handlinger basert på en verdi av differansen 24.

[0027] Selv om opphullssignalene 20 og de grunne rekkeviddesignalene 21A i én utførelsesform blir brukt til å skape modellen 22 av den foranliggende formasjonen, kan i en annen utførelsesform data fra boring av et annet borehull brukes alene til å skape modellen 22 av den foranliggende formasjonen eller dataene i kombinasjon med opphullssignalene 20 og de grunne rekkeviddesignalene 21A kan brukes til å lage modellen 22 av den foranliggende formasjonen.

[0028] I utførelsesformen på fig. 1, er loggeverktøyet 10 innrettet for å utføre induksjonsmålinger. Målingene av resistiviteten (eller dens inverse verdi, konduktiviteten) i formasjonen 4 kan utføres ved å bruke en rekke forskjellige elektromagnetiske teknikker slik som vekselstrøm-teknikker (AC-teknikker) likestrøms-teknikker (DC-teknikker), induksjonsteknikker, galvaniske teknikker og transiente elektromagnetiske teknikker. De galvaniske teknikkene benytter generelt minst to elektroder for å føre en strøm gjennom formasjonen. Spennings- og strømmålinger kan så brukes til å estimere resistiviteten.

[0029] Uttrykket "signaler" slik det brukes her, er relatert til en hvilken som helst type signaler som brukes til å måle en egenskap ved formasjonen 4. Ikke begrensende eksempler på signalene innbefatter elektromagnetiske signaler, strømsignaler, spenningssignaler, nøytronsignaler, gammastrålesignaler, seismiske signaler og akustiske signaler. De teknikkene som er beskrevet her, for å estimere en egenskap ved grunnformasjonen 4 foran borehullet 2, er anvendbare på en hvilken som helst type signaler som brukes til å måle en egenskap ved formasjonen 4.

[0030] Uttrykket "foran borehullet" som benyttes her er relatert til en del av jordformasjonen som strekker seg bortenfor enden av borehullet. Alternativt angitt angår dette uttrykket den delen av jordformasjonen som strekker seg fra et plan som er ved en ende av borehullet og vinkelrett på lengdeaksen 19 til borehullet.

5 Alternativt angitt kan dette uttrykket også beskrive en del av jordformasjonen som er foran eller framfor borkronen som borer borehullet inn i jordformasjonen.

[0031] De teknikkene som er beskrevet her, er anvendbare i forbindelse med kabellogging, logging-under-boring (LWD) og måling-under-boring (MWD).

10 Loggeverktøyet 10 kan alternativt transporteres i borehullet 2 ved hjelp av en kabel, en glatt kabel, et oppkveilingsrør, en borestreng eller en hvilken som helst annen innretning som kan transporteres inn i borehullet 2.

[0032] Som understøttelse av den læren som er angitt her, kan forskjellige analysekomponenter brukes, innbefattende et digitalt og/eller et analogt system.

15 Elektronikkenheten 14 eller behandlingssystemet 15 kan f.eks. innbefatte det digitale og/eller analoge systemet. Systemet kan ha komponenter slik som en prosessor, lagringsmedia, arbeidslager, innmating, utmating, en kommunikasjonsforbindelse (ledningsført, trådløs, pulset slam, optisk eller andre), brukergrensesnitt, programvarer, signalprosessorer (digitale eller analoge) og andre slike komponenter (slik som resistorer, kondensatorer, induktorer og andre)

20 for å sørge for drift og analyse av anordningen og fremgangsmåten som er beskrevet her i noen av flere måter som er velkjente på området. Det er ment at denne læren kan, men ikke behøver å bli implementert i forbindelse med et sett datamaskinlesbare instruksjoner lagret på et datamaskinlesbart medium,

25 innbefattende lagre (ROM, RAM), optiske (CD-ROM) eller magnetiske (plater, harddisker) eller av en hvilken som helst annen type som når de utføres, får en datamaskin til å implementere fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse.

Disse instruksjonene kan sørge for drift, styring, datainnsamling og analyse og andre funksjoner i forbindelse med utstyr, som anses relevant for en systemdesigner, eier, bruker eller annet slikt personell i tillegg til de funksjonene som er

30 beskrevet her.

[0033] Forskjellige andre komponenter kan videre være innfattet og påkalt for å tilveiebringe aspekter ved den her angitte lære. For eksempel, kan en kraftforsyning (f.eks. minst én av en generator, en fjerntliggende forsyning og et

- batteri), en vakuumforsyning, en trykkforsyning, en kjølekomponent, en oppvarmingskomponent, en bevegelseskraft (slik som en translatorisk kraft, en fremdriftskraft eller en rotasjonskraft), en magnet, en elektromagnet, en sensor, en elektrode, en sender, en mottaker, en kombinert sender/mottaker, en antenne, en styringsenhet, en optisk enhet, en elektrisk enhet eller elektromagnetisk enhet være innbefattet for å understøtte de forskjellige aspektene som er beskrevet her eller for å understøtte andre funksjoner utover de som er angitt i beskrivelsen.
- [0034]** Elementer av utførelsesformene er blitt introdusert med enten artiklene "en" eller "ett". Artiklene er ment å bety at det er én eller flere av elementene.
- Uttrykkene "innbefattende" og "som har" er ment å være inklusive slik at det kan være ytterligere elementer enn de elementene som er listet opp. Konjunksjonen "eller" brukt i forbindelse med en liste på minst to ledd, er ment å bety ethvert ledd eller kombinasjon av ledd. Uttrykkene "første", "annen", "tredje" og "fjerde" er brukt til å skjelne mellom elementer og er ikke brukt for å betegne noen spesiell rekkefølge.
- [0035]** Det skal bemerkes at de forskjellige komponentene eller teknologiene kan gi visse nødvendige eller gunstige funksjonaliteter eller egenskaper. Disse funksjonene og egenskapene som kan være nødvendige for å understøtte de vedføyde patentkravene og varianter av disse, er derfor ment å være iboende innbefattet som en del av den her beskrevne lære og som en del av den beskrevne oppfinnelsen.
- [0036]** Selv om oppfinnelsen er blitt beskrevet under henvisning til utførelses-eksempler, vil man forstå at forskjellige endringer kan gjøres og ekvivalenter kan erstatte elementer uten å avvike fra oppfinnelsens ramme. I tillegg vil mange modifikasjoner være opplagte for å tilpasse et spesielt instrument, en situasjon eller et materiale til oppfinnelsens lære uten å avvike fra hoveddrammen for oppfinnelsen. Det er derfor ment at oppfinnelsen ikke skal begrenses til de spesielle utførelsesformene som er beskrevet som den best tenkelige måten å utføre oppfinnelsen på, men at oppfinnelsen skal innbefatte alle utførelsesformer som faller innenfor rammen av de vedføyde patentkrav.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for estimering av en egenskap ved en del av en grunnformasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen, hvor fremgangsmåten omfatter:
- (a) å transportere et loggeverktøy gjennom borehullet;
 - (b) å motta ett eller flere første signaler fra en foregående dybde av loggeverktøyet;
 - 10 (c) å konstruere en modell av grunnformasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene;
 - (d) å forutsi ett eller flere andre signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet ved å bruke modellen;
 - (e) å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet;
 - 15 (f) å beregne en differanse mellom det ene eller de flere tredje signalene og det ene eller de flere andre signalene; og
 - (g) å estimere egenskapen fra differansen.
- 20 2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor det ene eller de flere første signalene, det ene eller de flere andre signalene og det ene eller de flere tredje signalene er av en type som omfatter minst én valgt fra en gruppe bestående av elektromagnetiske signaler, strømsignaler, spenningssignaler, nøytronsignaler, gammastrålesignaler, seismiske signaler og akustiske signaler.
- 25 3. Fremgangsmåte ifølge krav 2, hvor de elektromagnetiske signalene er valgt fra en gruppe bestående av en kontinuerlig bølge og en transient bølge.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende:
- 30 (a) å motta aktuelle dybdesignaler fra loggeverktøyet, hvor de aktuelle dybdesignalene omfatter aktuelle, grunne dybdeavlesningssignaler mottatt fra en del av grunnformasjonen ved en første avstand fra loggeverktøyet, og aktuelle dype dybdeavlesningssignaler mottatt fra

den del av grunnformasjonen som er foran borehullet ved en annen avstand fra loggeverktøyet, hvor den andre avstanden er større enn den første avstanden; og

- (b) å bruke de aktuelle grunne dybdeavlesningssignalene til å konstruere modellen.

5

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, videre omfattende bruk av de aktuelle dype dybdeavlesningssignalene til å konstruere modellen.

10

6. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å sammenligne differansen med en referanseverdi.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, videre omfattende å indikere en egenskap foran borkronen når differansen overskrider referanseverdien.

15

8. Fremgangsmåte ifølge krav 7, hvor egenskapen er valgt fra en gruppe bestående av en forkastning, en diapir, en olje/vann-kontakt, et lag med lav resistivitet og et lag med høy resistivitet.

20

9. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å invertere de aktuelle dybdesignalene for å estimere egenskapen til trekket og en avstand fra loggeverktøyet til trekket.

25

10. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor loggeinstrumentet er innrettet for induksjonslogging.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor egenskapen er resistivitet eller konduktivitet eller en kombinasjon av disse.

30

12. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å identifisere en forandring i en måling som skyldes bevegelse av loggeverktøyet.

13. Fremgangsmåte ifølge krav 12, hvor identifiseringen omfatter:

- (a) å konstruere en annen modell av grunnformasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene som er målt med minst to posisjoner av loggeverktøyet;
- 5 (b) å forutsi ytterligere andre signaler fra grunnformasjonen foran borehullet for de minst to posisjonene ved å bruke den andre modellen;
- (c) å motta andre tredje signaler ved en aktuell dybde som er målt ved å bruke de minst to posisjonene for loggeverktøyet, idet de andre
10 tredje signalene blir mottatt fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet;
- (d) å beregne en annen differanse mellom de andre tredje signalene og de forutsagte ytterligere andre signalene; og
- (e) å identifisere de andre tredje signalene som skyldes bevegelse av
15 loggeverktøyet hvis den andre differansen relatert til de minst to posisjonene er mindre enn en annen referanseverdi.

14. Fremgangsmåte ifølge krav 13, videre omfattende bruk av fjerde signaler fremskaffet ved den aktuelle dybden som er målt med de minst to posisjonene av
20 loggeverktøyet for å konstruere den andre modellen, idet de fjerde signalene blir mottatt fra en del av formasjonen som er ved en avstand fra loggeverktøyet som er mindre enn avstanden fra loggeverktøyet til foran borehullet.

15. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor det ene eller de flere første signalene er
25 fremskaffet fra målinger fra et annet borehull eller en tidligere beregnet database eller en database som omfatter tidligere tatte målinger eller en kombinasjon av disse.

16. Anordning for testing av en egenskap ved en del av en grunnformasjon
30 foran et borehull som trenger inn i formasjonen, hvor anordningen omfatter:

- (a) et loggeverktøy; og
- (b) en prosessor i kombinasjon med loggeverktøyet og innrettet for å implementere en fremgangsmåte som omfatter:

- (c) å motta ett eller flere første signaler fra en foregående dybde av loggeverktøyet;
- (d) å konstruere en modell av grunnformasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene;
- 5 (e) å forutsi ett eller flere andre signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet ved å bruke modellen;
- (f) å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet;
- (g) å beregne en differanse mellom det ene eller de flere tredje
10 signalene og det ene eller de flere andre signalene; og
- (h) å estimere egenskapen fra differansen.

17. Anordning ifølge krav 16, hvor loggeverktøyet omfatter minst én sender-spole innrettet for å sende elektromagnetisk energi inn i grunnformasjonen og
15 minst én mottakerspole innrettet for å motta signaler som omfatter elektromagnetisk energi fra grunnformasjonen.

18. Anordning ifølge krav 17, hvor loggeverktøyet er innrettet for å sende minst én av en kontinuerlig elektromagnetisk bølge og en transient elektromagnetisk
20 bølge.

19. Anordning ifølge krav 16, hvor egenskapen er resistivitet eller konduktivitet eller en kombinasjon av disse.

25 20. Anordning ifølge krav 16, hvor prosessoren er innrettet for å invertere de aktuelle dybdesignalene for å estimere egenskapen ved den del av grunnformasjonen som er foran borehullet og ved en avstand fra loggeverktøyet til vedkommende del.

30 21. Anordning ifølge krav 16, hvor egenskapen er et trekk valgt fra en gruppe bestående av en forkastning, en diapir, en olje/vann-kontakt, et lag med lav resistivitet og et lag med høy resistivitet.

22. Anordning ifølge krav 16, hvor loggeverktøyet er innrettet for å bli transportert gjennom borehullet ved hjelp av minst én anordning valgt fra en gruppe bestående av en kabel, en glatt-kabel, et oppkveilingsrør og en borestreng.

5 23. Maskinlesbart lagringsmedium omfattende maskinutførbare instruksjoner for estimering av en egenskap ved en del av en grunnformasjon foran et borehull som trenger inn i formasjonen, ved å implementere en fremgangsmåte som omfatter:

- 10 (a) å motta ett eller flere første signaler fra en foregående dybde av loggeverktøyet;
- (b) å konstruere en modell av grunnformasjonen ved å bruke det ene eller de flere første signalene;
- (c) å forutsi ett eller flere andre signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet ved å bruke modellen;
- 15 (d) å motta ett eller flere tredje signaler fra den del av grunnformasjonen som er foran borehullet;
- (e) å beregne en differanse mellom det ene eller de flere tredje signalene og det ene eller de flere andre signalene; og
- (f) å estimere egenskapen fra differansen.

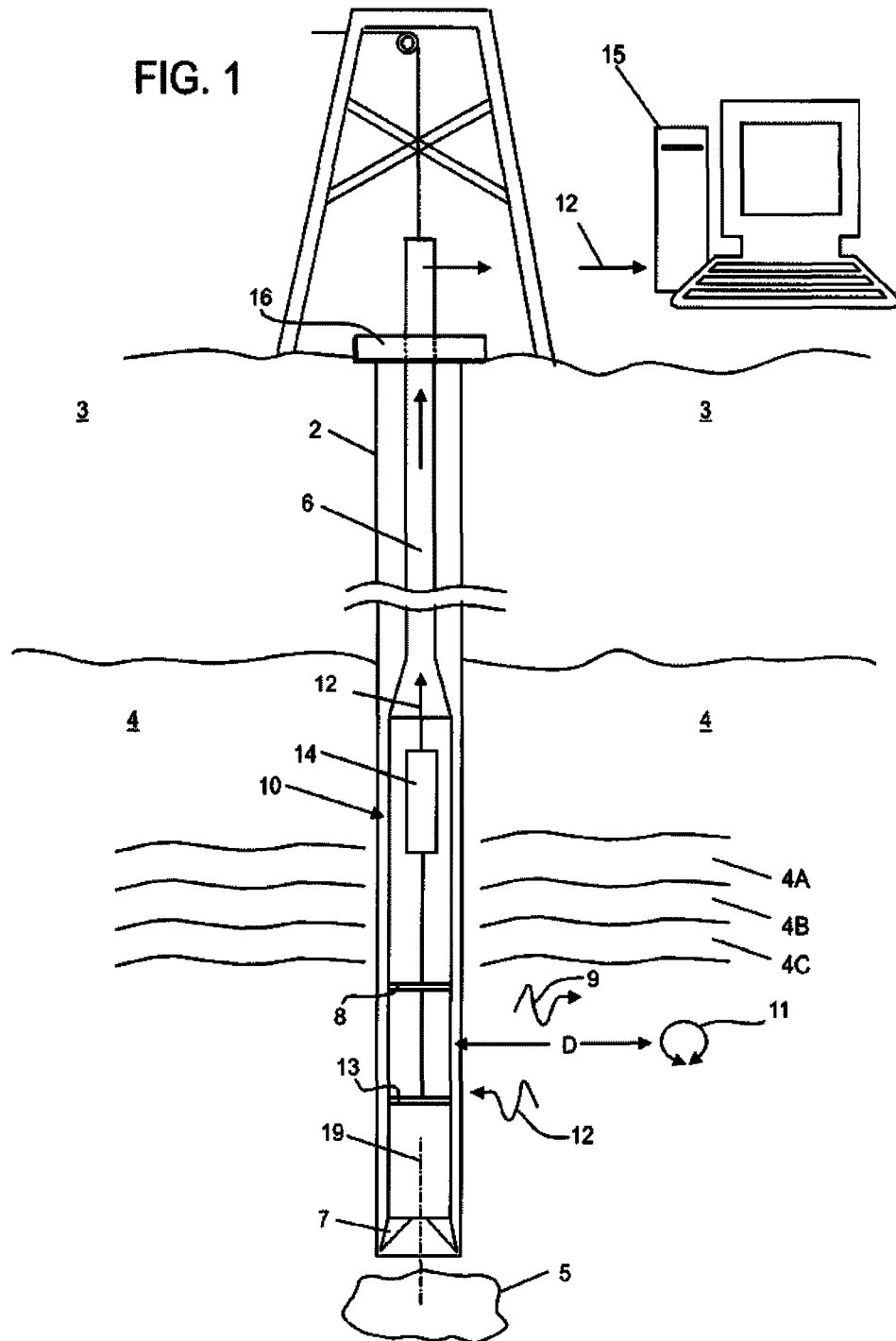


FIG. 2

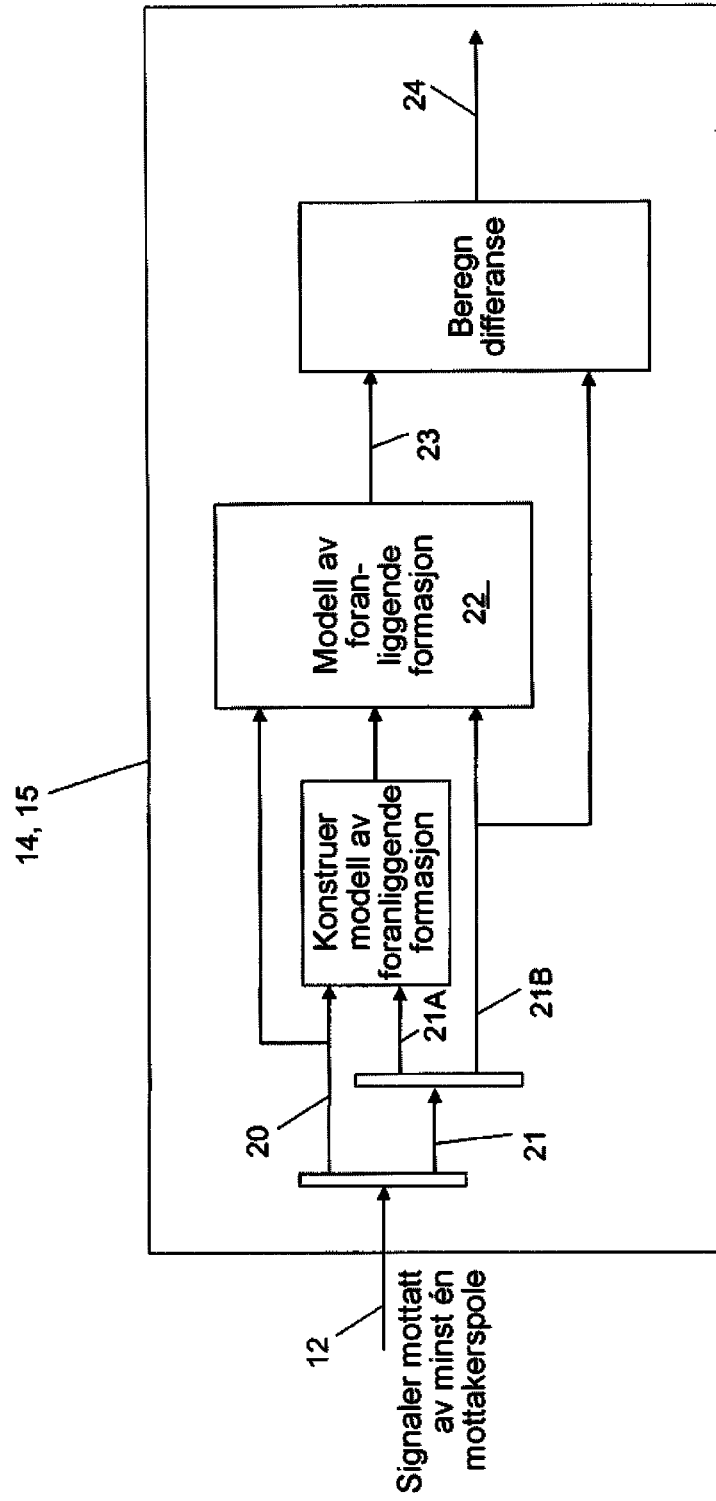


FIG. 3

