



(12) PATENT

(19) NO

(11) 339350

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 21/01 (2006.01)

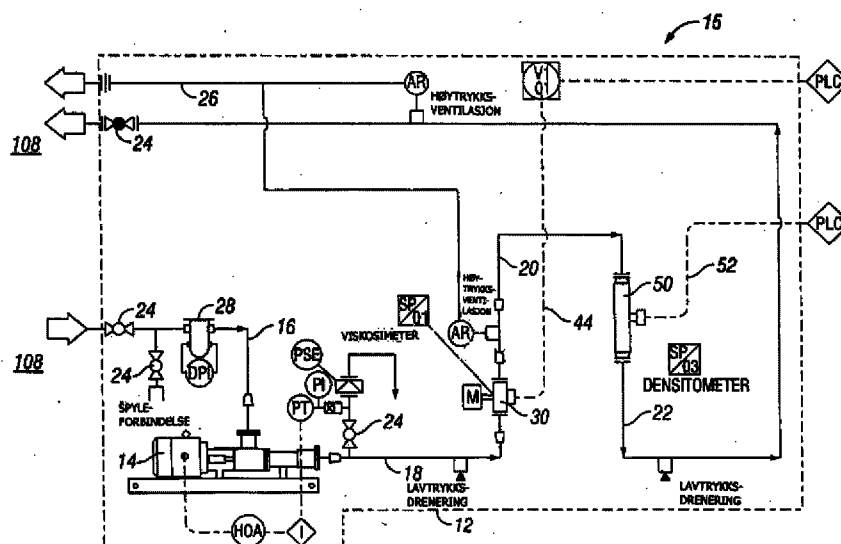
E21B 21/06 (2006.01)

E21B 41/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20081060	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2006.07.28 PCT/US2006/029516
(22)	Inng.dag	2008.02.28	(85)	Videreføringsdag	2008.02.28
(24)	Løpedag	2006.07.28	(30)	Prioritet	2005.07.29, US, 60/703,672 2006.04.24, US, 11/409,831
(41)	Alm.tilgj	2008.04.29			
(45)	Meddelt	2016.12.05			
(73)	Innehaver	M-I LLC, 5950 North Course Drive, US-TX77072 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Brian Rogers, 5834 Fort Sumter, US-TX77084 HOUSTON, USA Andrea Alba, 3225 Woodland Park Drive, #1163, US-TX77082 HOUSTON, USA Shrinivas Peri, 14231 Fenton Lane, US-TX77478 SUGAR LAND, USA Shannon Stocks, 701 T C Jester #7307, US-TX77008 HOUSTON, USA Lingo Chang, 3819 Shore View Lane, US-TX77459 MISSOURI CITY, USA			
(74)	Fullmektig	Murgitroyd & Company, Mannerheimsvägen 12 B, 5tr, FI-00100 HELSINGFORS, Finland			
(54)	Benevnelse	Apparat og fremgangsmåte for å måle slurrier for avfall-reinjeksjon			
(56)	Anførte publikasjoner	GB 2401944 A Guo, Q. et al. "Managing Risks and Uncertainties in Drill Cuttings Re-Injection in Challenging Environments – Field Experience from Sakhalin Island", SPE 93781, SPE/EPA/DOE Exploration and Production Environmental Conference held in Galveston, Texas, U.S.A., 7 – 9 March 2005			
(57)	Sammendrag				

Det er beskrevet en fremgangsmåte ved injeksjon av en oppslemming i en underjordisk formasjon som innebærer at kjennetegnende data fra en brønn med kommunikasjon med den underjordiske formasjon måles, nedihulls egenskaper ved oppslemmingen estimeres ved å utnytte de målte kjennetegnsdata og oppslemmingens overflateegenskaper måles med et måleapparat. Derpå bestemmes oppslemmingens optimale overflateegenskaper ut fra de estimerte nedihulls egenskaper og de målte overflateegenskaper sammenlignes med de fastlagte optimale overflateegenskaper. Oppslemmingen modifiseres så inntil de målte overflateegenskaper ligger innenfor toleranseverdier av de fastlagte optimale overflateegenskaper og den modifiserte oppslemmingen injiseres i den underjordiske formasjon gjennom brønnen.



Apparat og fremgangsmåte for å måle slurrier for avfall-reinjeksjon

Oppfinnelsen angår en anordning for overvåkning av egenskaper ved en slurry som skal brukes i en reinjeksjonsprosess av avfall nede i et hull og en fremgangsmåte ved overvåkning av egenskaper ved en slurry som skal brukes i en reinjeksjonsprosess av avfall nede i et hull.

Når det bores i en jordformasjon frembringes det forskjellige avfallsmaterialer, innbefattet borekaks (dvs. stykker av en formasjon som løsner på grunn av skjærevirkningen til tennene på en borkrone). Under slike forhold hvor overflatelagring og avhendingsressurser er begrenset kan disse avfallsprodukter reinjiseres i formasjonen ved hjelp av en operasjon hvor det reinjiseres borekaks (CRI – Cuttings Re-Injection). Skjønt uttrykket "borekaks-reinjisering" brukes for å beskrive operasjonen, skal det av fagfolk på området forstås at dette uttrykk brukes generisk for å beskrive enhver prosess hvor boreavfall, innbefattet, men ikke begrenset til, borekaks, fremkommet sand, vann, avleiringer og andre biprodukter på ny blir ført inn i formasjonen ved å benytte de fremgangsmåter og anordninger som her er beskrevet.

En operasjon hvor det reinjiseres borekaks (CRI – Cuttings Re-Injection) innebærer typisk oppsamling og transport av borekaks fra solid styringsutstyr på en rigg til en slurrifiseringsenhet. Deretter kverner slurrifiseringsenheten borekaksen (etter behov) til små partikler i nærværet av et fluid for å frembringe en slurry. Slurryen overføres så til en slurryinneholdende tank for kondisjonering. Kondisjoneringsprosessen påvirker slurryens reologi og gir en "kondisjonert slurry". Den kondisjonerte slurry pumpes så under høyt trykk inn i en deponeringsformasjon ved at det skapes sprekker under høyt trykk. Den kondisjonerte slurry kan typisk leveres til deponeringsformasjonen gjennom et føringsringrom eller rørsystem til en reservert deponeringsbrønn, men når en slik deponeringsbrønn ikke er tilgjengelig kan slurryen bli levert til en deponeringsseksjon av et produserende borehull. Den kondisjonerte slurry injiseres ofte intermitterende i porsjoner inn i deponeringsformasjonen. Denne satsvise prosess kan innebære injeksjon av omtrent like volumer av kondisjonert slurry, for så å vente en tidsperiode (f.eks. innsperrestiden) etter hver injeksjon. Hver porsjonsinjeksjon kan vare fra noen få

timer til flere dager, og til og med lenger, avhengig av porsjonsvolumet og injeksjonsraten.

5 Den satsvise prosess (dvs. injeksjon av kondisjonert slurry i deponeringsformasjonen med påfølgende avventing i en tidsperiode etter injeksjonen) gjør det mulig å lukke sprekke og til en viss grad få oppbygningen av trykk i deponeringsformasjonen til å forsvinne. Trykket i deponeringsformasjonen øker imidlertid typisk på grunn av nærværet av de injiserte faste stoffer (dvs. de faste stoffer som er tilstede i borekaks-slurryen), hvilket derved øker sannsynligheten for
10 at det skapes nye sprekker under påfølgende porsjonsvise injeksjoner. De nye sprekker er typisk ikke på linje med tidligere eksisterende sprekkes azimuth.

Frigjøring av avfall til miljøet må unngås og styring over avfallet må sikres for å tilfredsstille strenge offentlige bestemmelser. Viktige styringsfaktorer som betraktes
15 under forløpet av operasjonene innbefatter de etterfølgende, nemlig lokaliseringen av det injiserte avfall og mekanismene for lagring, en injeksjonsbrønns eller et ringroms kapasitet, om injeksjon bør fortsette i den aktuelle sone eller i en annen sone, om det bør bores en annen deponeringsbrønn, de nødvendige driftsparametre som behøves for riktig styring over avfallet, og de nødvendige operasjonelle
20 konstruksjonsparametre for slurryen med hensyn til faststoff-suspensjonen under transporten av slurryen.

Siden mange av riggene som brukes for å bore olje- og/eller gassbrønner for tiden har mye mindre "fotavtrykk" enn tidligere olje- og/eller gassbrønner, har også det
25 ønskede "fotavtrykk" for CRI-operasjoner blitt redusert. Ettersom CRI-operasjonsplassen har avtatt, har det oppstått behov for at den plass som avsettes for forskjellige deler av utstyr og systemer også avtar. Videre har minskningen i den tilgjengelige plass og tid som brukes for å forberede arbeidsstedet for CRI fremhevet behovet for å minske fotavtrykket og prepareringstiden for overvåknings , såvel som
30 annet tilknyttet utstyr.

På steder hvor petroleumsprodukter utvinnes, raffineres eller behandles kan det finnes en rekke brennbare gasser, innbefattet blandinger av oksygen, metan, etan, propan, hydrogensulfid og andre. Standardiserte klassifiseringer av forskjellige typer
35 risikofylte steder er blitt tatt i bruk og tildelt av bestemmende myndigheter i samsvar

med arten og typen av den risiko som generelt er tilstede eller som leilighetsvis kan være tilstede.

5 Fordi elektriske komponenter av natur kan generere varme og gnister som er tilstrekkelig til å antenne en brennbar gass eller annen brennbar blanding selv under vanlige drifts-betingelser, må sådanne komponenter konstrueres, velges og installeres med omhu for bruk i et område som er klassifisert som risikofyllt. Nærmere bestemt må komponentene være bedre enn visse minstestandarder med hensyn til egenskaper, slik som effektforbruk, driftstemperatur, strøm- og spenningsfordringer og energilagringsevne. Sådanne standarder er også opprettet av bestemmende myndigheter og varierer avhengig av vedkommende risikofylte miljø. GB2401944 og Guo, Q. et al. "Managing Risks and Uncertainties in Drill Cuttings Re-Injection in Challenging Environments – Field Experience from Sakhalin Island", SPE 93781, SPE/EPA/DOE Exploration and Production Environmental Conference held in Galveston, Texas, U.S.A., 7 – 9 March 2005 kan være nyttig for forståelsen av oppfinnelsen og dens forhold til teknikkens stilling.

20 Det er et objekt av denne oppfinnelsen å gi en anordning for overvåkning av egenskaper ved en slurry som skal brukes i en reinjeksjonsprosess av avfall nede i et hull og en fremgangsmåte ved overvåkning av egenskaper ved en slurry som skal brukes i en reinjeksjonsprosess av avfall nede i et hull. Dette objektet kan oppnås ved de trekk som er definert av de selvstendige kravene. Ytterligere forbedringer er karakterisert av de selvstendige kravene.

25 En utførelse omfatter en anordning for å overvåke egenskapene ved en løsning for bruk i en oljefeltprosess som har en strømningsløyfe i kommunikasjon med en tank som inneholder løsningen og hvor strømningsløyfen omfatter en pumpe, et viskosimeter og et densitometer. I en utførelse er viskosimeteret konfigurert for å måle viskositeten av en løsning for å frembringe en viskositetsavgivelse, mens densitometeret er konfigurert for å måle løsningens densitet og frembringe en densitetsavgivelse. I en utførelse har anordningen en styring for å motta viskositets- og densitetsavgivelsene og fremskaffe en operatørgrensesnitterminal og systemdiagnose, idet operatørgrensesnitterminalen står i kommunikasjon med styringen og viser frem visko-sitets- og densitetsavgivelsene og systemdiagnostikken.

En utførelse omfatter en fremgangsmåte for å overvåke egenskapene ved en løsning for bruk i en oljefeltprosess, idet fremgangsmåten innebærer at en tank som inneholder løsningen bringes til å kommunisere med en strømningsløyfe, idet

5 strømningsløyfen omfatter en pumpe, et viskosimeter og et densitometer, og hvor løsningen pumpes fra tanken gjennom strømningsløyfen, viskositeten av løsningen måles og viskositeten avlest med viskosimeteret avgis, densiteten av løsningen måles og densiteten avlest med densitometeret avgis, og viskositets- og densitetsavlesningene evalueres for å bestemme løsningens egenskaper.

10

En utførelse omfatter en fremgangsmåte hvor en slurry injiseres inn i en underjordisk formasjon, idet fremgangsmåten innebærer at kjennetegnende data fra en brønn som står i kommunikasjon med den underjordiske formasjon måles, slurrys nedihullsegenskaper estimeres ved å utnytte de målte kjennetegnende data,

15 slurrys overflateegenskaper måles med et måleapparat, slurrys optimale overflateegenskaper bestemmes ut fra de estimerte nedihullsegenskaper, de målte overflateegenskaper sammenlignes med de fastlagte optimale overflateegenskaper, slurryen modifiseres inntil de målte overflateegenskaper ligger innenfor toleranseverdier av de fastlagte optimale overflateegenskaper, den modifiserte slurry

20 injiseres i den underjordisk formasjon gjennom brønnen.

Andre aspekter og fordeler ved oppfinnelsen vil fremgå av den etterfølgende beskrivelse og de tilhørende patentkrav, idet det er vedføyde tegninger, på hvilke:

Fig. 1er en perspektivskisse av et reinjeksjonssystem,

25 fig. 2er en perspektivskisse av et overvåkningssystem montert på en slede i henhold til en utførelse av foreliggende oppfinnelse,

fig. 3skjematisk viser utformingen av en strømningsløyfe i henhold til utførelser av foreliggende oppfinnelse,

30 fig. 4er en tverrsnittsskisse som viser et viskosimeter i henhold til utførelse av foreliggende oppfinnelse,

fig. 5er et blokkskjema som viser et reinjeksjonsovervåkningssystem i henhold til utførelser av foreliggende oppfinnelse,

fig. 6viser skjematisk utformingen av en dataforvaltningsprosess i henhold til utførelser av foreliggende oppfinnelse, og

fig. 7 er et blokkskjema som viser en reinjeksjonsmetode i henhold til utførelser av foreliggende oppfinnelse.

Utførelser av foreliggende beskrivelse omfatter fremgangsmåter og anordninger for å
5 overvåke egenskapene ved en løsning som skal brukes i en oljefeltoperasjon. Nærmere bestemt beskriver utvalgte utførelser fremgangsmåter og anordninger for å overvåke egenskapene ved en reinjeksjonsavfallsslurry forut for og under en operasjon for å injisere vedkommende slurry i en underjordisk formasjon.

10 Innledningsvis henvises det til fig. 1, hvor det skjematisk er vist et anlegg 100 på land for reinjeksjon av borekaks. Skjønt det reinjeksjonsanlegg 100 som er vist, er et system på land vil det forstås av fagfolk på området at de systemer som her er beskrevet og vist kan anvendes til sjøs, være landbasert og befinne seg på fjerne steder (f.eks. undersjøisk, i arktiske områder, osv.). For typiske boreoperasjoner er
15 det anordnet en mekanisme 102 (f.eks. en eller flere borekaksvibrasjonssikter) for å fjerne faststoff og borekaks fra borefluidet. Deretter dirigeres de adskilte faststoff og borekaksen til et oppsamlingsområde 104. Det er også anordnet en blandetank 106 hvor slurryen som skal injiseres forberedes. Faststoffavfallet overføres fra oppsamlingsområdet 104 til i det minste en blandetank 106 hvor saltvann, ferskvann,
20 oljeavtapninger, produksjonsvann, andre fluider og andre komponenter kan blandes sammen med dem for å skape en injeksjonsbar slurry. Når slurryen er forberedt, overføres den til en lagringstank 108 før den injiseres. Alternativt kan CRI-operasjoner utnytte to (eller flere) blandetanker 106 og 106', hvor den ene tank 106 skal forberede en slurry med grovt faststoff, mens den annen blandetank 106' kan
25 forberede en slurry med finere faststoff. Den ene eller annen av de to slurrier eller en regulert kombinasjon av disse kan overføres til lagringstanken 108 forut for injeksjon i en brønn 110.

Med henvisning til fig. 2 gjelder en utførelse en overvåkningsanordning 10 montert
30 på en slede (eller et understell) for å overvåke forskjellige egenskaper ved en reinjeksjonsavfalls-slurry. Det vil forstås av fagfolk på området at mens uttrykket "montert på en slede" brukes for å beskrive anordningen 10, kan en hvilken som helst konfigurasjon benyttes. Særlig kan komponentene i anordningen 10 konfigureres som en eneste beholder, f.eks. i form av "en slede", eller spres ut over
35 en større avstand. Videre kan anordningen 10 være portabel (dvs. flyttbar som en

eneste enhet) eller konfigureres med en mer fastsatt, permanent konfigurasjon. Som sådan er den fysiske størrelse, konfigurasjon og lokalisering av apparatet 10 ikke begrenset til de utførelser som her er beskrevet.

5 I dette eksempel på en utførelse har overvåkningsanordningen 10 vist i fig. 2 en slede (eller et understell) 12 som en pumpe 14, et viskosimeter 30 og et densitometer 50 er montert på. Med kort henvisning til fig. 5 kan et styringssystem 60 for datafangst og en operatørgrensesnitterminal (OIT – Operator Interface Terminal) 70 være plassert inne i en styringssystemomslutning 62 og stå i digital
10 kommunikasjon med utstyr på sleden (12 i fig. 2) og en mengde følere 80 plassert hver for seg på injeksjonsstedet. I tilfeller hvor overvåkningsanordningen 10 befinner seg i et risikofylt område kan OIT'en 70 valgfritt plasseres på et fjernt sted og være forbundet med de øvrige komponenter på sleden 12 ved hjelp av en hvilken som helst nettverks- eller kommunikasjonsprotokoll som er kjent for fagfolk på området.

15 Med henvisning til fig. 3 måles kjennetegnene ved slurryen ved hjelp av de forskjellige komponenter i overvåkningsanordningen 10. I en utførelse er sleden 12 plassert nær lagringstanken 108 på et sted som gjør avstanden dem imellom så liten som mulig. Der-etter bringes viskosimeteret 30 og densitometeret 50 på sleden 12 i
20 fluidkommunikasjon med innholdet i lagringstanken 108. Når slurryen i lagringstanken 108 er forberedt blir slurryens kjennetegn med hensyn til viskositet og densitet målt ved hjelp av viskosimeteret 30 og densitometeret 50 for å analyseres forut for injeksjon i brønnen.

25 Som skjematisk vist i fig. 3 har sleden 12 en strømningsløyfe 15 for å sirkulere slurry-blandingen fra lagringstanken 108 gjennom viskosimeteret 30 og densitometeret 50. Et valgfritt andre densitometer (ikke vist) i serie med densitometeret 50 kan brukes for redundant måling av slurryen gjennom strømningsløyfen 15. Skjønt strømningsløyfen 15 vist i fig. 3 har ett eneste
30 viskosimeter 30 og ett eneste densitometer 50 vil det forstås av fagfolk på området at et hvilket som helst antall viskosimetre 30 eller densitometre 50 kan brukes uten å forlate omfanget av de vedføyde patentkrav.

Som vist i fig. 3 omfatter strømningsløyfen en mengde ledninger 16, 18, 20 og 22,
35 og en mengde ventiler 24. Videre kan i det minste en ventilasjonsledning 26 være

innlemmet for å forbinde komponenter i strømningsløyfen 15 (f.eks. hvis viskosimeteret 30 og densitometeret 50) med en ventilasjonsledning til lagringstanken 108. Alternativt kan ventilasjonsledningen 26 (om den er tilstede) føres til et innløp for pumpen 14. Skjønt det i fig. 3 er vist et bestemt arrangement av strømningsløyfen 15 vil det av fagfolk på området forstås at et hvilket som helst antall kombinasjoner eller konfigurasjoner kan brukes for å forbinde viskosimetrene 30 og densitometrene 50 med slurrylagringstanken 108. Generelt kan en hvilken som helst kombinasjon av ledningene 16, 18, 20 og 22 brukes i samband med forskjellige ventilkonfigurasjoner 24 for å dirigere slurryen i lagringstanken 108 gjennom viskosimeteret 30 og densitometeret 50.

Særlig fører den første ledning 16 slurryen fra lagringstanken 108 til pumpen 14, idet pumpen 14 er konfigurert for å sirkulere slurryen gjennom viskosimeteret 30 og densitometeret 50. Eventuelt kan det være plassert en sil 28 i den første ledning 16 mellom lagringstanken 108 og pumpen 14. En andre ledning 18 fører den trykksatte slurry fra pumpen 14 til viskosimeteret 30. En tredje ledning 20 fører slurryen fra viskosimeteret 30 til densitometeret 50. Endelig bringer en fjerde ledning 22 slurryen fra viskosimeteret til lagringstanken 108. På forskjellige steder i strømningsløyfen 15 er det plassert diverse ventiler 24 for å dirigere og begrense strømmingen av slurry gjennom strømningsløyfen 15.

Fagfolk på området vil forstå at egenskapene ved slurryen vil variere under hele reinjek-sjonsprosessen og derfor kan pumpen 14 velges til å sirkulere et verdiområde av slurry-viskositeter og densiteter over lengre tidsperioder. Ut fra sin natur vil dessuten slurryen inneholde partikler av varierende størrelse og geometri og det er derfor ønskelig at pumpen 40 er holdbar nok til å tåle slitasjen og avslipningen knyttet til pumping av slurry som inneholder sådanne partikler. I et forsøk på å redusere skaden på måleinstrumentene kan dessuten pumpen 14 være konfigurert til å pumpe slurryen gjennom densitometeret 50 og viskosimeteret 30 ved reduserte strømningsrater. Disse reduserte strømningsrater kan bestemmes av måleinstrumentenes fysiske begrensninger eller de kan bestemmes av den type måling som skal gjøres. I en utførelse kan således strømningsraten gjennom strømningsløyfen 15 innstilles til ikke å overskride ca. 75,7 liter pr. minutt (20 gallon pr.minutt). Videre er det ønskelig at viskosimeteret 30 er plassert tett inntil pumpen 14 langs ledningen 18, slik at den distanse som slurryen må vandre blir så liten som

mulig. Likeledes kan trykket gjennom ledningen 18 reguleres slik at oppfanget luft reduseres. Et overskudd av oppfanget luft kan gi feilaktige resultater eller i ekstreme tilfeller skade komponentene i strømningsløyfen 15.

5 Med henvisning til fig. 4 er det viste viskosimeter 30 konstruert som et viskosimeter av Coutte-type som anvender en konsentrisk sylindergeometri. Skjønt det som viskosimeter 30 er vist et viskosimeter av Coutte-type skal det forstås at en hvilken som helst type viskosimeter, innbefattet, men ikke begrenset til, vibrasjonsgaffelviskosimetre, trakt-viskosimetre og rørtrykkfallviskosimetre kan
10 brukes uten å forlate omfanget av de ved-føyde patentkrav. Når det brukes flere viskosimetre kan det dessuten settes ut forskjellige typer viskosimetre 30 slik at det kan tas hensyn til og kompenseres for mulige fordeler og ulemper ved hver type. I et viskosimeter 30 av Coutte-type er en indre sylinder 32 forspent mot en forhåndsinnstilt posisjon ved hjelp av et torsjonselement 34 plassert inne i det. En
15 motor 36 sørger for rotasjon av en konsentrisk ytre sylinder 38 ved en forutbestemt rotasjonshastighet via en girkasse 40. Under driften rettes slurryen inn i en ringform 42 dannet mellom den ytre sylinder 38 og indre sylinder 32. Ettersom den ytre sylinder 38 roteres utøver slurryen ført inn mellom den indre sylinder 32 og den ytre sylinder 38 en kraft på den indre sylinder 32 som forårsaker en rotasjonsbevegelse
20 av denne.

Størrelsen på rotasjonen som utøves på den indre sylinder 32 er en funksjon av motstandskraften i torsjonselementet 34 og slurryens viskositet. Fordi egenskapene ved torsjonselementet 34 er kjent kan slurryens viskositet bestemmes. Målingen avgitt
25 fra viskosimeteret 30 kommuniseres gjennom en utgangslinje 44 til et datafangststyrings-system 60 (vist i fig. 5) og en operatørgrensesnitterminal 70. Det skal forstås at sådan kommunikasjon kan gjennomføres ved hjelp av en hvilken som helst digital eller analog kommunikasjonsprotokoll som er kjent for fagfolk på området. Videre er det blitt funnet at viskositeten av en slurry i et viskosimeter 30 av
30 Coutte-type som befinner seg i ledningen blir mer nøyaktig målt når rotasjonshastigheten av den ytre sylinder 38 er forholdsvis sakte, men det skal forstås at et hvilket som helst hastighetsområde for den ytre sylinder 38 som drives av motoren 36 kan brukes. Videre kan omdreiningshastighetsområdet for den ytre sylinder 36 bestemmes av de fysiske begrensninger ved viskosimeteret 30 som
35 benyttes. I en utførelse kan derfor rotasjonshastigheten for den ytre sylinder 38 ligge

innenfor et verdiområde på fra 0,1 til 60 omdreininger pr. minutt. Skjønt lave rotasjonshastigheter mer nøyaktig gjenspeiler de sakte og ikke-pumpende betingelser som er kritiske for CRI-analysen, vil fagfolk på området forstå at andre, høyere (eller lavere) hastigheter kan brukes.

5

Fordi det er ønskelig at viskosimeteret 30 er montert nær inntil utstyret som brukes for å forberede og injisere slurryen og fordi området hvor forberedelsen og injeksjonen at slurryen finner sted kan klassifiseres ifølge relevante standarder som et risikoområde, bør viskosimeteret 30 konstrueres som en eksplosjonssikker eller

10 iboende sikker anordning ettersom det kreves av disse standarder. Både motoren 36 og utgangslinjen 44 bruker elektrisk strøm i en eller annen form, hvilket under visse betingelser kan bli en antenningskilde. Således er motoren 36, grensesnittet mellom viskosimeteret 30 og utgangslinjen 44, samt selve utgangslinjen 44, fortrinnsvis skjermet, forsterket og/eller ventilert for å tilfredsstille fordringene i de

15 lokale standarder for risikofylte områder.

Med henvisning igjen til fig. 3 er i det minste ett densitometer 50 posisjonert slik at det står i fluidkommunikasjon med viskosimeteret 30 gjennom en tredje ledning 20. Skjønt densitometeret 50 er vist som et vibrasjonsrørdensitometer skal det forstås at

20 andre typer densitometre, innbefattet, men ikke begrenset til vibrasjonsgaffelanordninger, mengdestrømanordninger av Coriolis-type, magnetiske anordninger og radioaktive anordninger kan brukes uten å forlate omfanget av de vedføyde patentkrav. Når det brukes flere densitometre 50 kan det videre settes ut forskjellige typer densitometre slik at mulige fordeler og ulemper ved hver type kan

25 tas med i beregningen og kompenseres for. Fortrinnsvis befinner densitometeret 50 seg nær inntil viskosimeteret 30 for å gjøre den distanse som slurryen må vandre i den tredje ledning 20 mellom viskosimeteret 30 og densitometeret 50, så kort som mulig. Som sådan virker densitometeret 50 ved å måle en strømningsdensitet for slurryen og så sende data via en utgangslinje 52. Som beskrevet ovenfor med

30 henvisning til viskosimeteret 30 skal det forstås at sådan overføring kan gjennomføres ved digital eller analog kommunikasjon med mange slags protokoller. Videre kan som nevnt ovenfor, et tilleggsdensitometer (ikke vist) anbringes i fluidkommunikasjon med utløpet fra densitometeret 50. Et andre densitometer behøver ikke være nødvendig, men kan innlemmes for å muliggjøre innebygget

redudans i tilfellet densitometeret 50 blir uvirksomt. Fortrinnsvis er densitometeret 50 trygt å bruke i områder som er soneinndelt som risikofylte.

I strømningsløyfen 15 er det plassert diverse ventiler 24 i ledningene 16, 18, 20 og 22. Ventilene 24 kan manipuleres ved hjelp av datafangststyringssystemet 60 for å regulere trykket i og strømningsraten for slurryen som strømmer derigjennom. Gass som følger med slurryen komprimeres og kan frigjøres gjennom en ventilasjonsledning 26 til lagringstanken 108 for behandling og ventilerings, for derved å opprettholde det trykk som er nødvendig for å oppnå nøyaktige avlesninger fra viskosimeteret 30 og densitometeret 50.

Med henvisning til fig. 5 er styringssystemet 60 vist plassert i en styringssystemomslutning 62 i overvåkningsapparatet 10. Styringssystemsomslutningen 62 kan også romme en operatørgrensesnitterminal 70 hvor en operatør er i stand til å overvåke og modifisere ytelsen av overvåkningsanordningen 10. Fortrinnsvis er styringssystemomslutningen 62 slik utformet og konstruert at det er sørget for en tilstrekkelig mengde beskyttelse mot eksponering overfor borefluid og andre kjemiske midler. Fagfolk på området vil forstå at skjønt styringssystemet 60 og dets omslutning 62 kan plasseres i et risikofyllt område, kan operatørgrensesnitterminalen 70 befinne seg på et fjernt sted i et område utenfor den risikofylte sone.

En mengde fjerne følere 80 er plassert på injeksjonsstedet og er konfigurert for å måle samt videreformidle parametre som innbefatter, men ikke er begrenset til, strømningsrate, pumpe slag, temperatur og trykk, til styringssystemet 60. Alternativt kan de fjerne følere 80 innbefatte avgivelser fra tilleggsviskosimetre og densitometre, dersom de finnes. Styringssystemet 60 har grensesnitt mot pumpen 14, ventilene 24, viskosimeteret 30 og densitometeret 50 og mottar data målt derfra i tillegg til data overført fra følerene 80. Som tidligere drøftet kan det være nødvendig å modifisere trykket i og/eller strømningsraten for slurryen gjennom strømningsløyfen 15 i den hensikt å oppnå mer nøyaktige avlesninger. Som sådan kan styringssystemet 60 ha grensesnitt mot og aktivere pumpen 14 og ventilene 24 for å regulere strømmingen av slurry gjennom ledningene 16, 18, 20 og 22 i strømningsløyfen 15 for å oppnå det ønskede trykk og/eller strømningsrate. Dessuten kan måleanordningenes parametre, innbefattet, men ikke begrenset til, rotasjonshastigheten av den ytre

sylinder 38 i viskosimeteret 30, reguleres. Når det ønskes kan styringssystemet 60 åpne og lukke enkeltventiler 24 i samsvar med at pumpen 14 slås av og på for å rense og drenere komponentene og ledningene i strømningsløyfen 15 for vedlikeholdsformål. Videre kan ventilene 24 likeledes manipuleres for å muliggjøre

5 skylking og spyling av strømningsløyfen 15 med vann eller oljebaserte fluider. Eventuelt kan disse operasjoner utføres automatisk ved hjelp av styringssystemet 60 på grunnlag av målinger frembragt av følerene 80 eller av viskosimeteret 30 og densitometeret 50. Alternativt kan disse operasjoner utføres manuelt enten via et grensesnitt til styringssystemet 60 eller ved å dreie ventilene 24 installert i

10 strømningsløyfen 15.

Operatørgrensesnitterminalen 70 kan vise frem intern diagnostikk for styringssystemet 60, innbefattet, men ikke begrenset til, strømningsverdier og varselsflagg fra fjerne følere 80, viskosimeteret 30 og densitometeret 50. Det

15 forutsees at en operatør kan betrakte inngangsverdier i sann tid av parametre, innbefattet brønntrykk, hodetrykk, pumpestrømningsrate, slurrydensitet og slurryviskositet. Videre kan operatøren betrakte en hvilken som helst eller alle inngangs- og utgangsverdier, inngangers og utgangers status, alarmer og styringshelseindikatorer fra operatørgrensesnitterminalen 70. I tillegg kan feilrettings- og hjelpeinformasjon

20 bli gitt til brukeren av operatørgrensesnitterminalen 70. Ettersom operatørgrensesnitterminalen 70 kan plasseres på eller nær styringssystemets omslutning kan den plasseres fjernt utenfor et risikofylt område, slik at operatøren kan betrakte og samvirke med det uten å måtte gå inn i det risikofylte område. Når operatørgrense-snitterminalen 70 er plassert utendørs kan det i tillegg anordnes et

25 justerbart solvisir (ikke vist) for å fjerne blinding fra fremviserskjermen (ikke vist).

Når det ønskes fjernovervåking av reinjeksjonsoperasjonen av borekaks kan data sendes fra styringssystem 60 via et tjernergrensesnitt 90 til et sted langt fra både strømnings-løyfen 15 og styringssystemets omslutning 62. I noen tilfeller ønskes

30 fjernovervåking fordi strømningsløyfen 15 er plassert i en risikofylt sone. I andre tilfeller brukes et eneste fjernt sted for å overvåke flere strømningsløyfer 15 på forskjellige steder hvor borekaks skal reinjiseres. Et sådant tjernergrensesnitt 90 kan være en personlig datamaskin eller behandlingsanordning (f.eks. en programmerbar logisk styring) som inneholder et brukerprogram i programvare som kan drives for å

motta data fra styringssystemet 60 og frembringe data i et format som kan leses av en operatør.

5 Videre kan en programvaremodul 94 for overvåkning og diagnostisk evaluering av bore-kaksreinjeksjon overvåke parametre som måles av følerene 80, viskosimeteret 30, densi-tometeret 50 ved lagringstanken 108 og ved brønnen. Alarmer kan utløses av program-varemodulen når målte verdier og/eller utledede parametre basert på målte verdier faller under eller stiger over forutbestemte verdier eller når
10 en tendens i de målte verdier og/eller utledede parametre antyder et potensielt problem. Videre kan programvaremodulen 94 stå i kommunikasjon med en database 96 som inneholder historiske verdier og/eller de største og minste verdier for sådanne parametre som overvåkes av programvaremodulen 94. Skjønt fig. 5 viser at tjenergrensesnittet 90, programvaremodulen 94 og en database 96 alle inneholdes i en eneste enhet 98 skal det forstås at adskilte utstyrsenheter forbundet
15 over et kommunikasjonsnett, også kan brukes.

Alternativt kan et fjernt operatørgrensnitt 90' ha en tredjeparts datafangstsystem som tilsvarende det som allerede brukes av operatøren. I dette tilfelle kommuniserer styrings-systemet 60 data fra følerene 80, viskosimeteret 30 og densitometeret 50 til
20 det fjerne operatørgrensesnitt 90'. På grunnlag av de fremskaffede data kan operatøren bestemme seg for enten å fortsette injiseringen av slurry som har de målte egenskaper eller å modifisere slurryen i blandingstanken 106 og/eller lagringstanken 108 ved tilsetning av faststoff, fluider og additiver.

25 Med henvisning nå til fig. 5 og 6 kan data samlet inn fra et bestemt reinjeksjonssted (f.eks. 100 i fig. 1) overføres til et sentralisert datainnsamlingssted 92. Denne dataoverføring kan settes igang ved hjelp av mange slags forskjellige automatiske eller manuelle metoder, innbefattet, men ikke begrenset til et inngangssignal fra personell på en rigg, forutbestemte tidplaner, påløpte datamengdeplaner eller ved
30 hendelser utløst av diagnoseprogramvare konfigurert til å påvise kombinasjoner av parameterverdier. Ettersom data samles inn fra forskjellige fjerne steder lastes dataene inn i et databaseforvaltningssystem for fremtidig referanse. Data fra et bestemt sted kan sees over ved fjerne operatørgrensesnitt som befinner seg på et reinjeksjonssted 90A, et støttesenter 90B eller et administrasjonssted 90C.
35 Alternativt kan data samlet inn på et bestemt injeksjonssted overføres direkte til det

sentraliserte datainnsamlingsområde 92. Data fra en mengde injeksjonsbrønner samles inn og tabuleres i det sentraliserte datainnsamlingsområde 92.

5 Analyse utføres på de innsamlede data for å utvikle profiler av forskjellige typer slurrier som brukes i forskjellige typer injeksjonsbrønner. Det sentraliserte datainnsamlingsområde 92 kan omfatte en sikker administrativ database. Ved å bruke data fremskaffet av operatører kan mulige risikoer identifiseres på et eneste injeksjonssted på grunnlag av avvik i målte parametre fra styringsgrensene opprettet ut fra data samlet inn fra steder som har sammenlignbare kjennetegn. I tillegg kan 10 det lages veiledninger med hensyn til foretrukne slurrykjennetegn for operatøren av et bestemt reinjeksjonssted på grunnlag av samlingen av vedkommende steds data med sammenlignbare data i det sentraliserte datainnsamlingsområde 92. Det forutsees at data kan sendes i sann tid til det sentraliserte datainnsamlingsområde 92 for sådan analyse. Operatøren kan da bestemme seg for å injisere slurryen som 15 har de aktuelle kjennetegn eller sende slurryen tilbake til blandetanken 106 eller 106' for modifisering av slurryen forut for injeksjon.

I en alternativ utførelse brukes overvåkningsanordningen 10 for å overvåke slurryen i en av blandetankene 106 eller 106'. I denne utførelse overvåkes egenskapene ved 20 slurryen ettersom den blir forberedt. På grunnlag av de målte egenskaper kan ytterligere faststoff eller esker tilsettes slurryen inntil den oppviser de ønskede kjennetegn. Tilsetningen av faststoff, væsker og/eller additiver kan automatiseres på grunnlag av verdier oppnådd fra overvåkningsanordningen 10. Manuell regulering av tilsetningen av slurrymaterialer kan benyttes alene eller sammen med 25 automatisert regulering.

I en annen alternativ utførelse overvåker en første overvåkningsanordning 10 slurryen i lagringstanken 108 mens en andre overvåkningsanordning (ikke vist) overvåker slurryen ettersom den forberedes i blandetankene 106 eller 106'. Skjønt 30 systemet i henhold til denne utførelse fordrer to overvåkningsanordninger gir de på fordelaktig måte sanntidsdata om slurryen både umiddelbart før injeksjonen til brønnen og mens den fortsatt er i blandetanken 106 eller 106'. Et sådant overvåkningssystem lar slurrysammensetningen bli modifisert og overvåket på samme tid.

35

I en annen alternativ utførelse brukes en første overvåkningsanordning 10 for å overvåke slurryen i lagringstanken 108, en andre overvåkningsanordning (ikke vist) brukes for å overvåke slurryen som er under forberedelse i en første blandetank 106 og en tredje overvåkningsanordning (ikke vist) brukes for å overvåke slurryen som er under forberedelse i en andre blandetank 106'. I denne utførelse benyttes tre overvåknings-anordninger. Som beskrevet ovenfor samles det inn sanntidsdata som gjelder slurryen umiddelbart forut for injeksjon til brønnen. I tillegg kan data om to blandetanker 106 og 106' brukes for å bestemme om og til hvilken grad slurrykjenetegnene bør bli manipulert ved tilsetning av fluider, faststoff og/eller additiver.

I tillegg kan de her beskrevne utførelser brukes i samband med en slurrysimulator for å forutsi og/eller måle ytelsen ved en reinjeksjonsoperasjon av borekaks nede i et hull, slik at sanntidsjusteringer kan gjøres for å optimalisere operasjonen. Tallrike variabler, innbefattet, men ikke begrenset til, slurrytemperatur, slurryviskositet, slurrydensitet, slurrypartikkelstørrelse, injeksjonstrykk, injeksjonsstrømningsrate, partikkelbunnfelling, borehullets utbredelsesbane og borehullets geometri kan påvirke en CRI-operasjons suksess og gjennomførbarhet. Særlig i mindre borehull med hovedsakelig horisontale utbredelsesveier kan faststoff raskt hope seg opp på bunnen av borehullet og blokkere reinjeksjonsoperasjonen. Ettersom en fastkjørt situasjon kan forandre avhjelpende inngrep i brønnen for å bli korrigert, vil en sådan blokkering av reinjeksjonsoperasjonen være ekstremt kostbar. Når det ikke er mulig å måle visse variabler (f.eks. temperaturen og viskositeten av slurryen nede i hullet) kan videre slurrysimulatoren konfigureres til å estimere disse verdier som funksjon av variabler som lar seg måle (temperaturen og viskositeten av slurryen ved overflaten og dybden av borehullet). Ved å bruke en slurrysimulator kan derfor forskjellige nedihullsbetingelser estimeres og simuleres for å bidra under moduleringen av en "optimalisert" slurry som mer effektivt injiseres nede i hullet. Så snart en sådan modell er skapt kan den faktiske slurry måles og modifiseres forut for injeksjon for å tilnærmes den optimaliserte modell.

Av spesiell interesse er det at en slurrysimulator kan brukes for å estimere nedihullstrykket som funksjon av tiden for en bestemt slurry. Ofte utføres CRI-operasjoner i porsjoner eller satsvis, hvor en slurrymengde injiseres og operasjonen tar en pause når et forutbestemt trykk eller mengde injisert løsning er nådd.

Ettersom tiden går endrer nedihullsegenskapene seg, innbefattet slurryens nedihullstrykk, inntil et stabiliseringspunkt er nådd. Så snart stabiliseringspunktet er nådd kan CRI-operasjonen fortsette for å la nok en mengde slurry bli injisert i formasjonen. Ettersom tiden det tar for å nå dette stabiliseringspunkt varierer

5 avhengig av slurrysammensetning og borehullsegenskaper, er muligheten for å estimere nedihullstrykket og stabiliseringstiden for en injisert slurry meget fordelaktig. Gjennom datanalysealgoritmer og historiske metoder kan dessuten slurrysimulatoren være i stand til å bestemme nedihullstrykket for en injisert slurry som funksjon av egenskaper som er direkte målbare (f.eks. overflatetemperatur- og trykk). Ved å

10 bruke sådanne analytiske metoder kan en slurrysimulator være i stand til å avgi en sanntidskurve av bunnhullstrykket som funksjon av tiden for en bestemt reinjeksjonsbrønn. Som sådan kan en operatør av en CRI-prosess bruke en slik kurve til å bestemme hvor stor porsjon av en slurry som skal injiseres neste gang, og når vedkommende injeksjon bør finne sted.

15 Slurrysimulatoren kan enten være en analytisk prosess eller en anordning som er i stand til å forutsi slurryens nedihullsoppførsel. Som sådan kan simulatoren være basert på matematiske modeller (f.eks. endelig elementanalyse), en database med historiske brønndata (f.eks. som beskrevet ovenfor med henvisning til fig. 5 og 6)

20 eller et hvilket som helst annet middel for å forutsi ytelse. En slurrysimulator som kan brukes i samband med utførelser av foreliggende oppfinnelse er beskrevet i US-patentsøknad med serienr. 11/073 448 og tittel: "Apparatus of Slurry Operation and Design in Cuttings Re-Injection" innlevert 7. mars 2005 av Quanxin Guo og Thomas Geehan, og som herved tas med i sin helhet som referanse.

25 Ved bruk av en slurrysimulator blir kjente verdier av visse variabler lagt inn slik at ukjente variabler kan beregnes eller estimeres. Ut fra disse beregninger kan parametre for en teoretisk optimal slurry beregnes. Ved deretter å bruke en måleanordning (f.eks. anordningen 10 og strømningsløyfen 15 i fig. 1 6) kan

30 tilstanden av den løpende slurry måles og sammenlignes med den optimale modell for å avgjøre om slurryen kan modifiseres til å bli en bedre tilnærming til den optimale modell (dvs. falle innenfor toleranser for denne). Dersom det gjøres endringer kan måleanordningen igjen benyttes for å verifisere slurryens sammensetning før den injiseres nede i hullet.

Fortrinnsvis drives slurrysimulatoren og måleanordningen i sann tid i innbyrdes samvirke for ikke bare å skape en optimal slurrysammensetning ved begynnelsen av en CRI-operasjon, men også kontinuerlig reevaluere behovet for injisert slurry og fininnstille dens sammensetning over hele varigheten av CRI-operasjonen. Skjønt

5 en eneste anordning kan utføre alle oppgaver ved estimering, beregning og optimalisering, skal det forstås at diverse anordninger kan brukes i innbyrdes samvirke for å nå det samme mål. I tillegg skal det forstås at egenskapene ved den injiserte slurry ganske enkelt vil endre seg ettersom den injiseres nede i hullet og slurrysimulatoren kan ta hensyn til endringer i slurryegenskapen nede i hullet når

10 den beregner den ønskede sammensetning av slurryen forut for injeksjon.

Det henvises nå til fig. 7 hvor det skjematisk er vist en slurryinjeksjonsmetode 200. Fortrinnsvis begynner slurryinjeksjonsmetoden 200 med måling av kjennetegnende data fra brønnen 202. Deretter estimeres eller beregnes i 204 egenskaper ved

15 formasjonen og/eller slurryen som ikke er direkte målbare. For f.eks. å beregne temperatur og trykk i nedihullsformasjonen og/eller -slurryen kan målbare temperaturer og trykk for en slurry eller et borefluid registreres, ved inngangen til og utløpet fra borehullet. Disse differen-sialtrykk og -temperaturverdier kan brukes sammen med ytterligere kjente eller målbare størrelser (f.eks. borehulldybde og

20 formasjonens temperatur) for å beregne slurryens trykk og temperatur i formasjonen nede i hullet.

Deretter benytter slurrysimulatoren de målte brønnkjennetegn i tillegg til de estimerte og beregnede nedihullsegenskaper for å bestemme egenskapene for en optimal

25 slurry 206. Derpå måles de løpende egenskaper ved slurryen i 208 ved å bruke en måleanordning (f.eks. anordningen 100 og strømningsløyfen 15). Dersom de målte slurryegenskaper ligger innenfor toleranser for den optimaliserte slurry, slik de bestemmes av slurrysimula-toren 210 fortsetter reinjeksjonsoperasjonen å injisere slurryen 220. Dersom de målte slurryegenskaper ligger utenfor de optimaliserte

30 slurrytoleranser 210 justeres slurryen 212 og målingen 208, og sammenligningstrinnene 210 gjentas. Så snart de er bragt innenfor toleransene for en optimal slurry kan slurrysimulatoren kontinuerlig brukes for å overvåke de målte kjennetegnende data og overflateslurrysens egenskaper for å gjøre justeringer og derved endre enten nedihullsformasjonsegenskapene eller overflateslurry-

35 sammensetningen. Avhengig av kompleksiteten av slurrysimulatoren og/eller bruker-

grensesnittet kan slurrysimulatoren ganske enkelt avgi en indikasjon på "go / no-go" for den målte slurry eller avgi en sammensatt grafisk representasjon som viser hvor slurry-egenskapene ligger innenfor toleransebandet.

- 5 Beskrevne utførelser av foreliggende oppfinnelse åpner med fordel for borekaksreinjeksjonsoperasjoner som skal overvåkes og optimaliseres med hensyn til forskjellige konfigurasjoner og typer av reinjeksjonsborehull. Ved å bruke utførelser av foreliggende oppfinnelse kan egenskaper ved avfalls- og borekaksslurrier overvåkes, modifiseres og optimaliseres, slik at deres reinjeksjon i
- 10 formasjoner kan fortsette så virkningsfullt og kostnadseffektivt som mulig. Som en ytterligere fordel kan en eneste slurrysimulator være i stand til å optimalisere slurrysammensetningen for diverse reinjeksjonssteder. Som sådan kan en eneste slurrysimulator forbundet med forskjellige borehullssteder via et kommunikasjonsnett, konfigurere og optimalisere tallrike reinjeksjonsbrønner med et
- 15 minimalt behov for menneskelig nærvær i risikofylte soner.

- Skjønt det som er patentsøkt er blitt beskrevet med hensyn til et begrenset antall utførelsesformer vil fagfolk på området som har nytte av denne beskrivelse forstå at det kan finnes på andre utførelsesformer som ikke forlater omfanget av oppfinnelsen
- 20 slik den her er beskrevet. For eksempel kan overvåkningsanordningen 10 brukes for å overvåke borefluider som forberedes for og brukes i en boreoperasjon. Følgelig skal omfanget av den patentsøkte oppfinnelse være begrenset bare av de vedføyde patentkrav.

- 25 Skjønt oppfinnelsen er blitt beskrevet med hensyn til et begrenset antall utførelser vil fagfolk på området som har fordel av denne beskrivelse forstå at det kan finnes på andre utførelsesformer som ikke forlater omfanget av oppfinnelsen slik den her er beskrevet. Følgelig skal omfanget av oppfinnelsen begrenses bare av de vedføyde patentkrav.

PATENTKRAV

1. Anordning for overvåkning av egenskaper ved en slurry som skal brukes i en reinjeksjonsprosess av avfall nede i et hull, idet anordningen (10) omfatter:

- 5 –en strømningsløyfe (15) i kommunikasjon med en tank som inneholder slurryen, og hvor strømningsløyfen (15) omfatter en pumpe (14), et viskosimeter (30) og et densitometer (50), idet viskosimeteret (30) er konfigurert for å måle viskositeten av slurryen og frembringe en viskositetsavgivelse, idet densitometeret (50) er konfigurert for å måle densiteten av slurryen og frembringe en densitetsavgivelse;
- 10 og
- en styring (60) for å motta viskositets- og densitetsavgivelsene og frembringe en operatørgrensesnitterminal (70) og systemdiagnose, hvor operatørgrensesnitterminalen (70) står i kommunikasjon med styringen (60), idet operatørgrensesnitterminalen (70) viser frem viskositets- og densitetsavgivelsene
- 15 og systemdiagnostikkene;
- karakterisert ved at anordningen omfatter
- en slurrysimulator konfigurert for å estimere nedihullsslurryegenskaper og bestemme optimale overeflateegenskaper for slurryen; og
- styringen (60) konfigurert for å skape en sanntidsjustering av slurryen i
- 20 strømningsløyfen (15) i respons til de optimale overeflateegenskapene.

2. Anordning som angitt i krav 1, og hvor avfallsreinjeksjonsslurryen inneholder borekaks.

25 3. Anordning som angitt i krav 1, og hvor slurryen omfatter borefluidier.

4. Anordning som angitt i krav 1, og som videre omfatter et andre densitometer plassert i strømningsløyfen (15), idet det andre densitometer er konfigurert for måle densiteten av slurryen og gi en andre dentitetsavgivelse til styringen (60).

30

5. Anordning som angitt i krav 1, og hvor tanken velges fra en gruppe bestående av en slurryblandetank (106) og en slurrylagringstank (108).

6. Anordning som angitt i krav 1, og hvor pumpen (14), viskosimeteret (30), densitometeret (50) og styringen (60) er montert på en slede.

35

7. Anordning som angitt i krav 1, og hvor densitometeret (50) omfatter en mengdestrømmåler.

5 8. Anordning som angitt i krav 1, og som videre omfatter en programvaremodul konfigurert for å sammenligne viskositets- og densitetsavgivelsene med en database som inneholder historiske data.

10 9. Anordning som angitt i krav 1, og hvor slurrsimulatoren er konfigurert for å angi om slurryen er passende for en mengde estimerte nedihullsslurryegenskaper.

10 10. Fremgangsmåte ved overvåkning av egenskaper ved en slurry som skal brukes i en reinjeksjonsprosess av avfall nede i et hull, idet fremgangsmåten omfatter at:

- en tank som inneholder slurryen bringes til å kommunisere med en strømnings-
sløyfe (15), og hvor strømningsløyfen omfatter en pumpe (14), et viskosimeter
- 15 (30) og et densitometer (50),
- slurryen pumpes fra tanken gjennom strømningsløyfen (15),
- en viskositet for slurryen måles og en viskositetsavlesning avgis med
viskosimeteret (30),
- densiteten av slurryen måles og en densitetsavlesning avgis med densitometeret
- 20 (50), og
- viskositets- og densitetsavlesningene evalueres for å bestemme slurryens egenskaper,
- karakterisert ved at fremgangsmåten omfatter
- kjennetegnende data måles fra en reinjeksjonsbrønn (110),
- 25 –nedihullsslurryegenskaper for reinjeksjonsbrønnen (110) estimeres ved å bruke de målte kjennetegnende data,
- optimale overflateegenskaper for slurryen bestemmes ut fra de estimerte nedihullsformasjonsegenskaper, og
- avfallsreinjeksjonsslurryen justeres i sann tid i strømningsløyfen (15) på grunnlag
- 30 de bestemte optimale overflateegenskaper.

11. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, og hvor de estimerte nedihullsslurryegenskaper omfatter i det minste en fra gruppen bestående av nedihullstrykk og slurristabiliseringstid.

35

12. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, og hvor tanken velges fra en gruppe bestående av en slurrylagringstank (108) og en slurryblandetank (106).
- 5 13. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, idet fremgangsmåter omfatter at den justerte slurry injiseres i en underjordisk formasjon gjennom brønnen (110).
14. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, og hvor estimerings- og bestemmelses-trinnene utføres ved hjelp av en slurrysimulator.
- 10 15. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, og hvor en styring (60) mottar viskositets- og densitetsavgivelsene fra viskosimeteret (30) og densitometeret (50).
- 15 16. Fremgangsmåte som angitt i krav 15, idet fremgangsmåter omfatter å fremvise viskositetsavlesninger, densitetsavlesninger og systemdiagnosedata via en operatørgrensesnitterminal (70) i kommunikasjon med styringen (60).

1/7

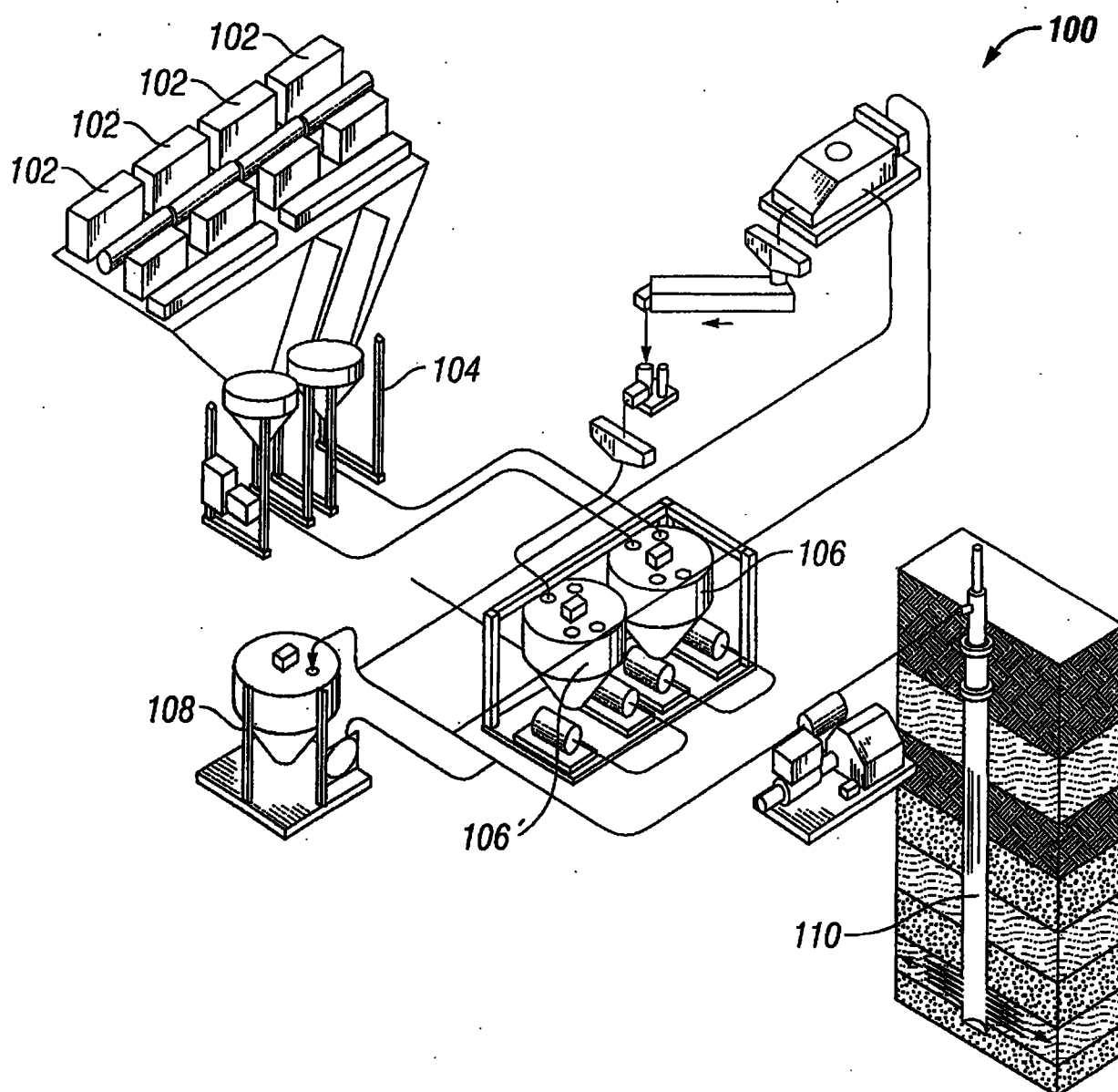


FIG. 1

2/7

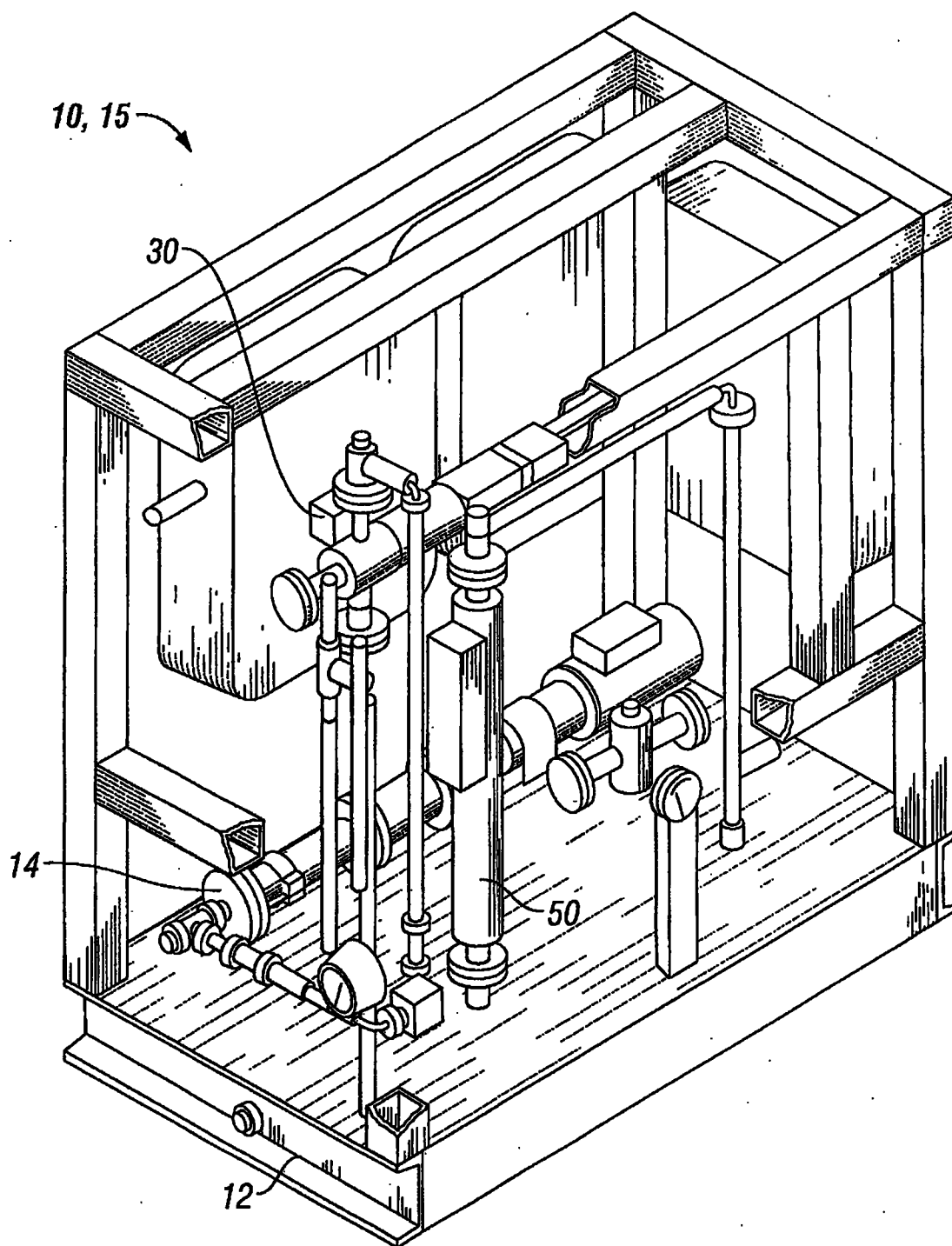


FIG. 2

3/7

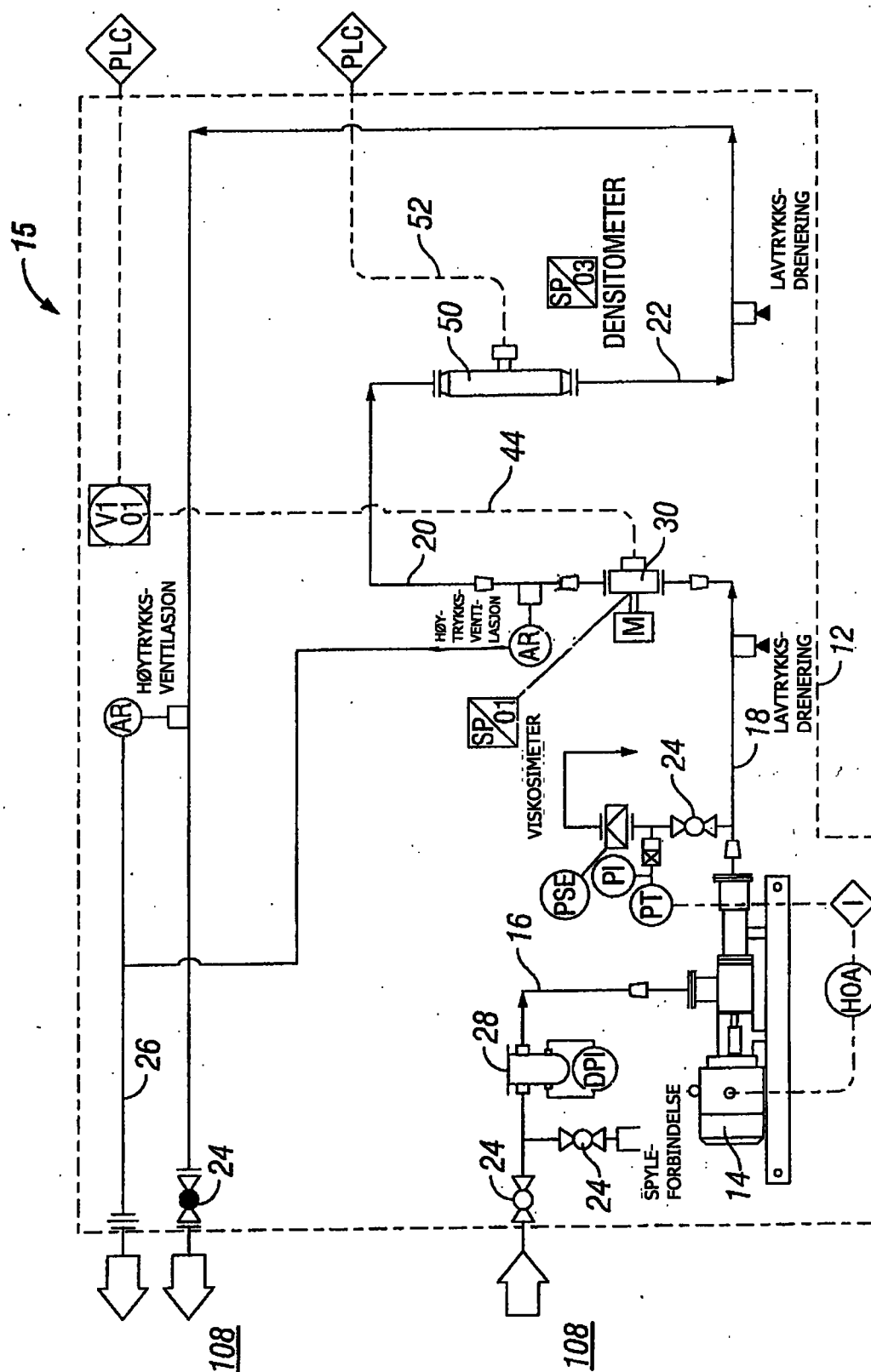


FIG. 3

4/7

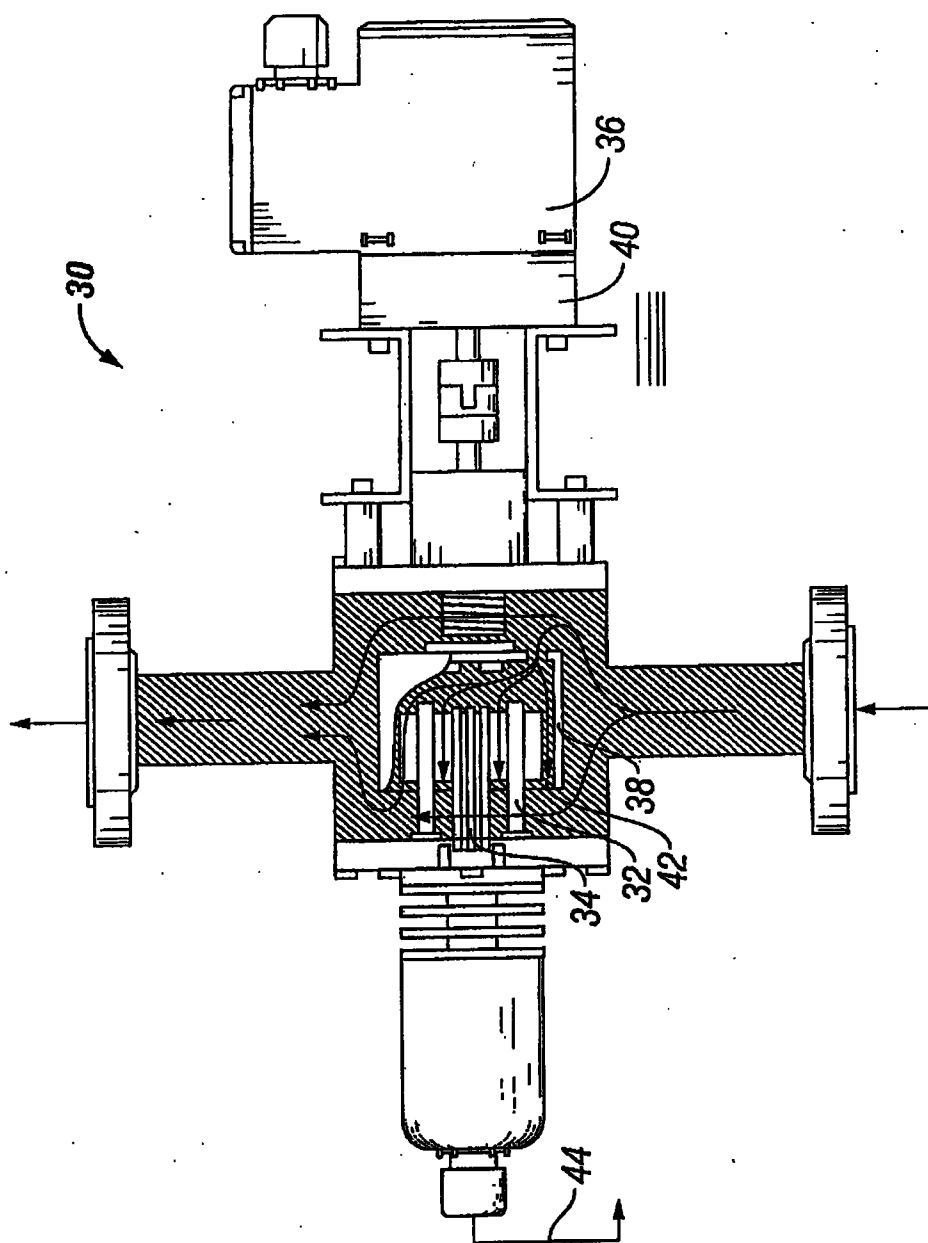


FIG. 4

5/7

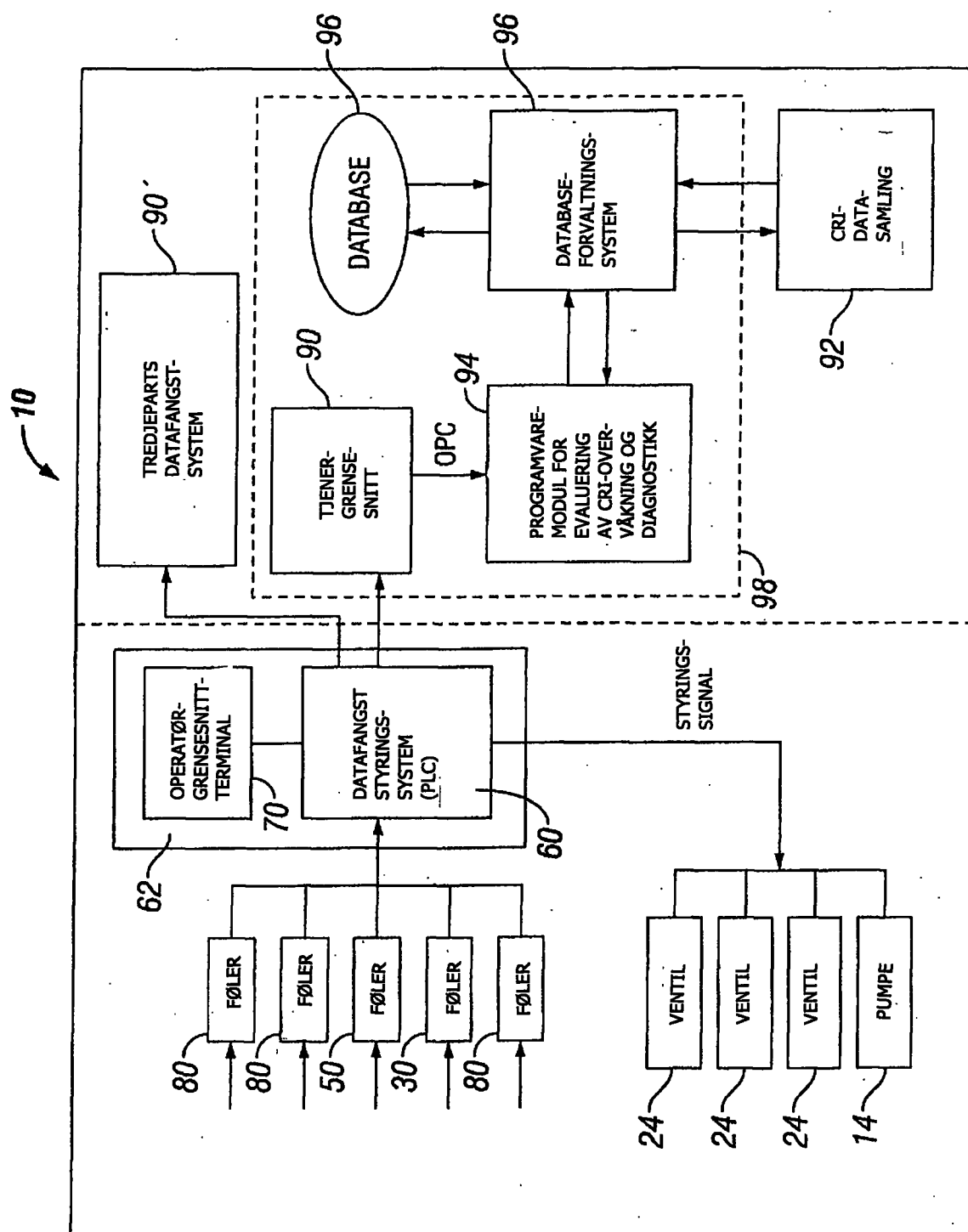


FIG. 5

6/7

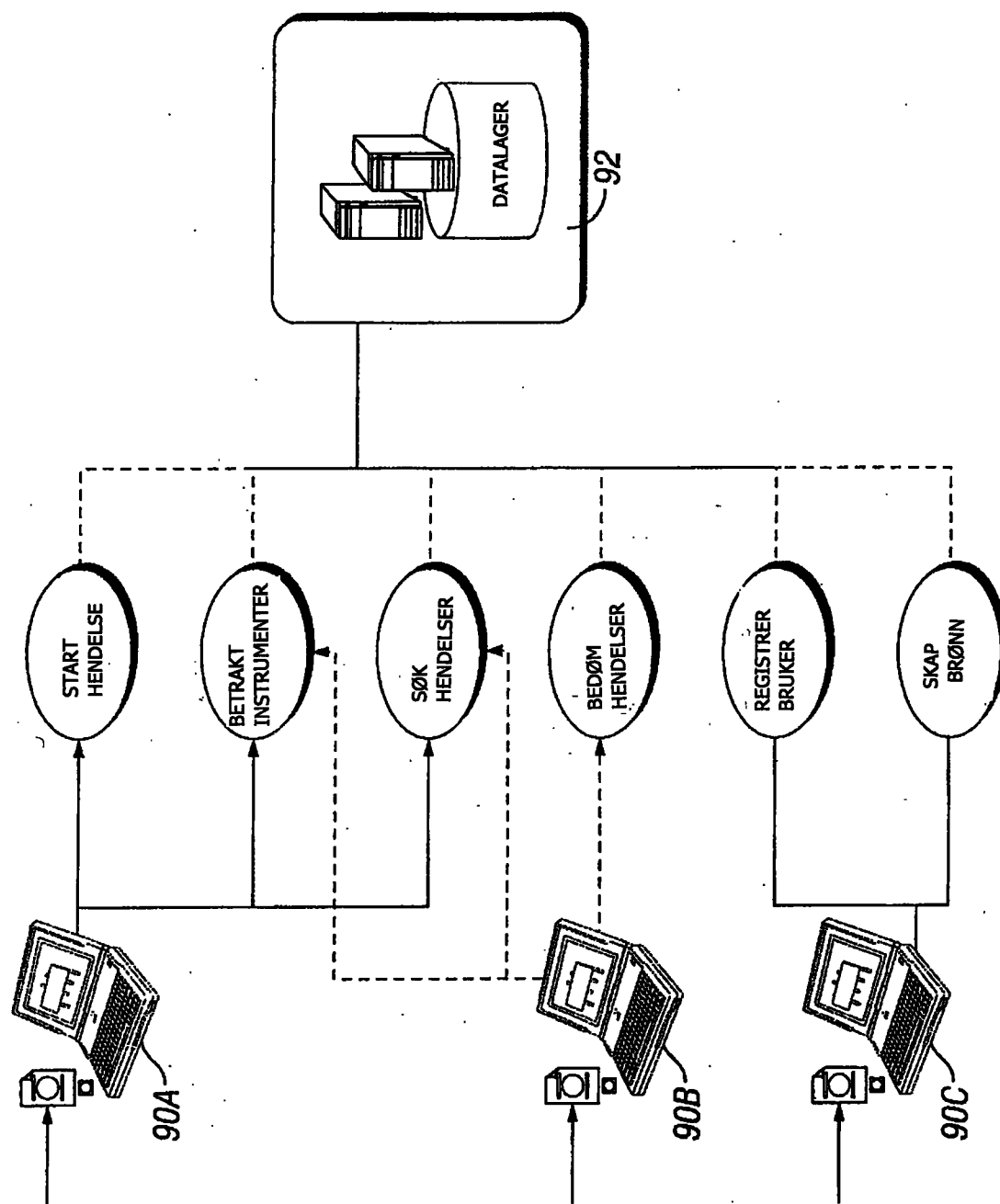


FIG. 6

7/7

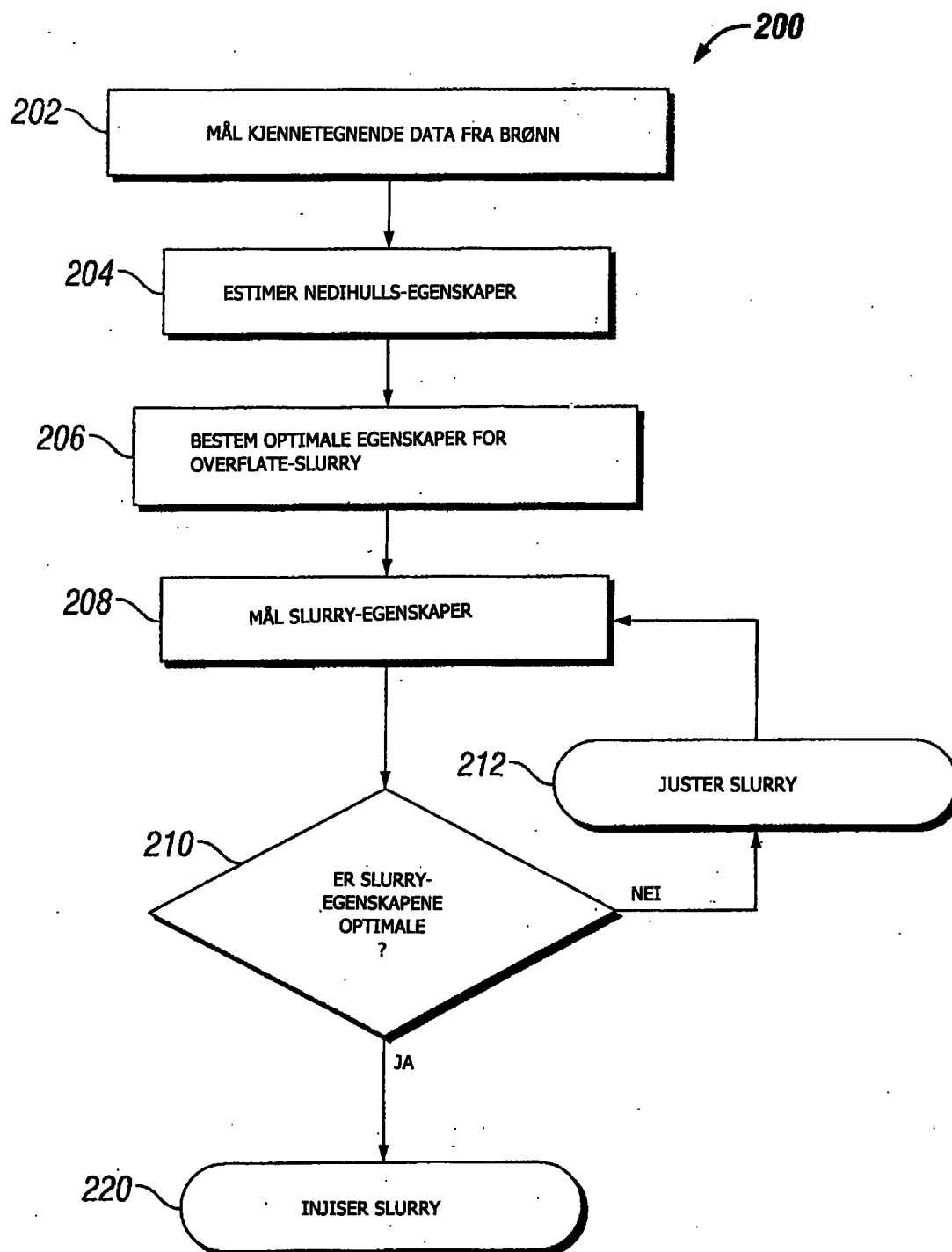


FIG. 7