



(12) PATENT

(19) NO

(11) 338111

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

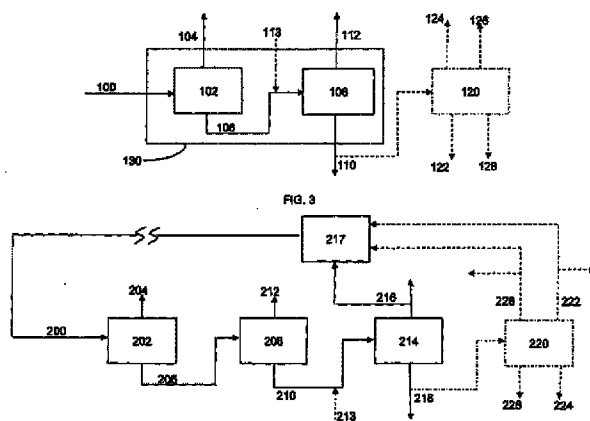
C02F 11/00 (2006.01)
E21B 21/06 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20084405	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2007.03.23 PCT/US2007/064831
(22)	Inng.dag	2008.10.20	(85)	Videreføringsdag	2008.10.20
(24)	Løpedag	2007.03.23	(30)	Prioritet	2006.03.23, US, 11/387,442 2006.09.25, US, 11/535,028
(41)	Alm.tilgj	2008.12.19			
(45)	Meddelt	2016.08.01			
(73)	Innehaver	M-I LLC, 5950 North Course Drive, US-TX77072 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Frank Butler, 125 Kristen Lane, US-LA70508 LAFAYETTE, USA Tim Browning, 3724 Wanda Lynn Dr, US-LA70002 METAIRIE, USA			
(74)	Fullmektig	Murgitroyd & Company, Mannerheimsvägen 12 B, 5tr, FI-00100 HELSINGFORS, Finland			

(54)	Benevnelse	FREMGANGSMÅTE FOR GJENVINNING AV INDUSTRIELT KARBONMATERIAL
(56)	Anførte publikasjoner	US 2919898 A US 2002074269 A1
(57)	Sammendrag	

Fremgangsmåte for gjenvinning av borefluidadditiver, herunder industrielt karbon, kalsiumkarbonat, naturlige og syntetiske fibre og andre materialer, fra en blanding. Blandingen kan innbefatte borefluider, utborede faststoffer og borefluidadditiver fra et slamsystem. Fremgangsmåten kan innbefatte: separering av i det minste en del av de utborede faststoffene fra blandingen for derved å danne en første efluent og en fraksjon med utborede faststoffer; separering av i det minste en del av borefluidadditivene fra den første efluenten for dannelse av en andre efluent og en gjenvunnet additivfraksjon; og resirkulering av i det minste en del av den gjenvunnede additivfraksjonen til slamsystemet. Borefluidadditivene kan ha en spesifikk vekt som er større enn 1,4, og kan innbefatte partikler med en gjennomsnittlig størrelse som er større enn 2 mikron.



FREMGANGSMÅTE FOR GJENVINNING AV INDUSTRIELT KARBONMATERIAL

5 Oppfinnelsen vedrører generelt boreslam, tapt sirkulasjonsmateriale, industrielle materialer, og prosesser for gjenvinning av de industrielle materialene for gjentatt bruk i boreslamsystemer.

10 Ved boring eller komplettering av brønner i grunnformasjoner, brukes det av mange årsaker ulike fluider i brønnen. Vanlig anvendelse av brønnfluider innbefatter: smøring og kjøling av borkronens kutteflater under generell eller målrettet boring (dvs. boring i en petroleumholdig formasjon), transport av "kaks" (formasjonsdeler som er fjernet som følge av borkronens kuttevirkning) til overflaten, kontroll av formasjonsfluidtrykk for å hindre utblåsing, bibehold av brønnstabilitet, suspendering av faststoffer i brønnen, minimering av fluidtap i og stabilisering av formasjonen som brønnen bores gjennom, frakturering av 15 formasjonen i nærheten av brønnen, fortrenkning av fluidet i brønnen med et annet fluid, rengjøring av brønnen, testing av brønnen, transmittering av hydraulisk energi til borkronen, fluid som brukes for plassering av en pakning, for forlating av brønnen eller for preparering av brønnen med sikte på å forlate den, og andre behandlinger av brønnen eller formasjonen.

20 Borefluid eller slam innbefatter typisk et basisfluid (vann, diesel eller mineralolje, eller en syntetisk sammensetning), vektmidler (som oftest bariumsulfat eller baritt), bentonittleire for fjerning av kaks fra brønnen og for dannelsen av en filterkake på brønnhusveggen, lignosulfonater og ligniter for å holde slammet i en fluid tilstand, og ulike additiver eller tilsetninger som tjener 25 bestemte formål, så som polymerer, korrosjonshindrere, emulsifiserere og smøremidler.

Under boring blir slam ført inn sentralt gjennom borestrengen og til borkronen og ut i ringrommet mellom borestrengen og brønnboringen. På den måten foretas det en kjøling og smøring av borkronen, utboring av brønnen og en 30 transport av borkaks til overflaten. På overflaten kan slammet skilles fra borkaksen, slik at slammet kan brukes om igjen, og borkaksen kan fjernes på en miljømessig akseptert måte.

En resirkulering av utborede faststoffer til brønnboringen er uønsket, da dette kan medføre at mindre størrelser av utborede faststoffer akkumulerer seg i borefluidet. Når faststoffinnholdet øker, må det settes mer borefluid (vann, olje, etc.) til for å opprettholde slammets ønskede vekt. Boreslammet og borkaksen
5 som returneres til overflaten, blir ofte separert for å bibeholde boreslamvekten og på den måten unngå kostbar fortynning. De utskilte faststoffene blir så fjernet eller kastet på en miljømessig akseptabel måte.

Borkaksen kan stamme fra ulike geologiske strata, herunder leire, fjell, kalkstein, sand, leirskifer, underjordiske saltforekomster, saltvann, vannføringer
10 og andre formasjoner som man vil kunne støte på under en boring av olje- og gassbrønner. Kaks fra disse ulike formasjonene kan ha varierende størrelse, i fra mindre enn 2 mikron og til flere hundre mikron. Borkaks blir vanligvis klassifisert etter størrelsen: mindre enn 2 mikron klassifiseres som leire; fra 2-74 mikron klassifiseres borkaksen som slam; fra 74-500 mikron som sand, og
15 større enn 500 mikron som kaks. Det har vært utviklet ulike typer separasjonsutstyr for effektiv separering av de ulike størrelser av vektmaterialer og borkaks fra borefluidet, herunder vibratorrenner (skifer, rigg, sikt), siktseparatorer, sentrifuger, hydroykloner, avslammere, sandfjernere, slamrensere, slamkondisjonerere, tørker, filtreringsenheter, sedimenteringslag,
20 sandfeller og lignende. Sentrifuger og lignende utstyr kan påskynde separeringsprosessen ved at man trekker fordel av både størrelses- og tetthetsforskjeller i den blandingen som separeres.

En typisk prosess som brukes for separering av borkaks og andre faststoffer fra borefluid, er vist på fig. 1, hvilken figur viser en trinnvis separering med
25 størrelsesklassifikasjon. Boreslammet 2 som kommer fra brønnen (ikke vist) og som inneholder borkaks og andre additiver, kan separeres i en skifervibrator 4, slik at man får frem store partikler 5, så som borkaks (eksempelvis over 500 mikron) og en efluent 6. Borefluidet og resterende partikler i efluenten 6 kan så føres gjennom en avgasser 8; en sandfjerner 10, som fjerner sand 15; en
30 avslammingsinnretning 12, hvor slam 16 fjernes; og en sentrifuge 14, hvor til og med små partikler 17, så som leire, fjernes. Faststoffene 15, 16 og 17 som er skilt ut og som innbefatter utskilt vektmateriale, blir så fjernet og det rene borefluidet 18 kan resirkuleres til slamblandesystemet (ikke vist). Agiterte

beholdere (ikke nummerert) kan brukes mellom separeringstrinnene som holde/forrådsbeholdere.

Det gjenvinne, rene slammet kan resirkuleres, men slamsammensetningen må ofte reguleres som følge av at noen komponenter er gått tapt under boringen og i forbindelse med en ikke fullstendig utskilling av borkakspartikler og andre borefluidadditiver. Ved en ufullstendig separering kan eksempelvis borefluid være absorbert eller holdt igjen sammen med borkaks under separeringen.

Omvendt vil smådimensjonert borkaks kunne bibeholdes i boreslammet etter separasjonen. Tap under boringen kan oppstå som følge av at slammet danner en filterkake, og derved avsettes borefluidadditiver på veggen i borehullet.

Dannelsen av en filterkake langs borehullveggen kan forekomme under hele boringsprosessen, hvor boreadditiver brukes kontinuerlig. En dannelsen av en filterkake kan også være hensiktsmessig, eksempelvis i områder hvor borefluidsirkulasjonen tapes. Tapt sirkulasjon kan forekomme i porøse strata eller lag, og kan det ved bruk av tapskontrolladditiver for tetting av åpningene i formasjonen, for på den måten å hindre tap av borefluid til den permeable formasjonen og derved oppnå en borefluidsirkulasjon. Det er kjent ulike typer midler og additiver for dannelsen av formasjonstetninger og/eller filterkaker på en borehullvegg. Slike midler og additiver innbefatter sukkerrørfibre eller bagasse, flak, strå, malt hamp, selofanstrimler, malt plast, malt gummi, mikaflak, ekspandert perlitt, silikaslagg, malt furubark, malt redwoodbark og –fibre, druerester, bomullsfrøskall, bomullsballer, maskinbehandlede bomullsfibre, bomullsfiller, superabsorberende polymerer, cellulosefibre, lignitt, industrielt karbon eller grafitt, og lignende.

Dannelsen av en filterkake i brønnboringen kan øke brønnboringens stabilitet. I tillegg kan bruken av visse additiver, så som industrielt karbon, en tilstand uten kontroll eller under en boringssyklus, kunne stabilisere skiferformasjoner og andre avsnitt som man støter på under en boring. En bedret brønnboringssstabilitet kan redusere forekomsten av fastsatte rør, fullkollaps, hullutvidelse og tapt sirkulasjon, og vil kunne bedre brønnkontrollen.

Selv om det er ønskelig med bedre brønnboringssstabilitet, medfører logistiske og økonomiske betraktninger at det er uhensiktsmessig å bruke industrielt karbon under hele boreprosessen. Fjerningen av de faststoffer som skilles ut

når slammet renses, herunder industrielt karbon, vil i vesentlig grad øke den totale mengden av industrielt karbon som er nødvendig for oppnåelse av den ønskede filterkakedannelsen. Den mengden av industrielt karbon som er nødvendig, vil således kunne øke kostnadene i forbindelse med boringen, og vil

5 kunne kreve et for stort lagringsareal ved en rigg.

Som et alternativ til kasting av alle utskilte faststoffer, har det vært foreslått prosesser for gjenvinning og resirkulering av polymerkuler og glassmikrokuler, som kan brukes som additiver i borefluider. Eksempelvis beskriver US patent 6 892 887 en prosess for separering og gjenvinning av polymerkuler fra

10 boreslam, idet en blanding av faste partikkelformede materialer, borefluider, polymerkuler og utborede faststoffer først føres gjennom en skiferrister og/eller en siktgjenvinningsinnretning med 10 mesh i sikten, idet de større faststoffene fjernes og resten av materialene går gjennom en hydrosyklon og en gjenvinningsrister for separering av polymerkuler og fluid.

15 US patent 7 004 333 beskriver en prosess for gjenvinning av hule glassmikrokuler ved at man først fører boreslammet gjennom én eller flere 5-20 mesh sikter, og deretter fører den siktede blandingen til én eller flere sykloner og/eller hydrosykloner som er seriekoblet. Hver av disse tilføres en volumstrømmengde som er 1,5-10 ganger høyere enn den maksimale nominelle driftsverdien, for på den måten å oppnå en understrøm som er rik på tunge

20 faststoffer og en overstrøm som er rik på en lett fraksjon. Overstrømmen kan så sedimenteres eller flotteres for gjenvinning av slamfrie mikrokuler.

Polymerkuler og glassmikrokuler har generelt en jevn størrelse, dvs. at de sfæriske partiklene har et smalt partikkelstørrelsesspekter, og at de har en

25 signifikant lav densitet, 0,19-1,4 g/cm³, enn utborede faststoffer og borkaks, tilnærmet 2,6 g/cm³. I tillegg vil polymerkulene ikke deles opp eller brytes opp i mindre partikler så lett som borkaks og andre additiver som brukes i borefluider. Disse egenskapene muliggjør den foran nevnte gjenvinningsprosessen.

Innenfor industrien er det ønskelig å kunne gjenvinne og resirkulere andre

30 borefluidadditiver, så som industrielt karbon, kalsiumkarbonat, fibre (naturlige, syntetiske og cellulosefibre), polysakkarider og ulike mineraler. Til forskjell fra polymerlegemene og glassmikrokulene blir imidlertid det industrielle karbonet og andre materialer som benyttes under boringen, vanligvis tilført i form av

partikler, med varierende partikkelstørrelser, jevnhet og form. I tillegg kan borkaks og formasjoner som man støter på under boringen, gi en retur av partikler med lik størrelse og form som for industrielt karbon, kalsiumkarbonat og andre mineraler og additiver, og disse stoffene vil kunne oppdeles under sirkulasjonen gjennom borestrengen. Alt dette vil kunne hindre en gjenvinning og resirkulering. US2919898 kan være nyttig for forståelsen av oppfinnelsen og dens forhold til teknikkens stilling.

Det foreligger derfor et behov for en prosess som kan benyttes ved separering av industriell karbon, kalsiumkarbonat og andre borefluidadditiver fra borefluid og borkaks som returneres fra brønnboringen.

Det er et formål av denne oppfinnelsen å gi en fremgangsmåte for gjenvinning av industrielt karbonmaterial. Dette objektet kan oppnås ved de trekk som er definert av det selvstendige kravet 1. Ytterligere forbedringer er karakterisert av de uselvstendige kravene.

I følge ett eksempel vedrører her beskrevne utførelser en prosess for separering og gjenvinning av borefluidadditiver fra borefluid. Ifølge andre aspekter vedrører her beskrevne utførelser en prosess for gjenvinning og resirkulering av industrielt karbon fra borefluid. Ifølge andre aspekter vedrører her beskrevne utførelser en prosess for gjenvinning og resirkulering av kalsiumkarbonat, fibre og andre mineraler fra borefluid. Ifølge andre aspekter vedrører her beskrevne utførelser prosesser for gjenvinning og resirkulering av ett eller flere av industrielt karbon, kalsiumkarbonat, fibre (naturlige, syntetiske og cellulosefibre), og/eller andre mineraler og additiver fra borefluid.

Ifølge ett eksempel vedrører her beskrevne utførelser en prosess for gjenvinning av borefluidadditiver fra en materialblanding, hvilken materialblanding kan innbefatte borefluid, utborede faststoffer og ett eller flere borefluidadditiver fra et slamsystem, idet prosessen innbefatter en separering av minst en del av de utborede faststoffene fra blandingen for dannelselse av en første efluent og en fraksjon med utborede faststoffer, separering av i det minste en del av ett eller flere av borefluidadditivene fra den første efluenten for dannelselse av en andre efluent og én eller flere gjenvunne additivfraksjoner, og resirkulering av i det minste en del av den eller de gjenvunne additivfraksjonene

til slamsystemet. En eller flere av borefluidadditivene kan ha en spesifikk vekt på minst 1,4 og en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på minst 2 mikron.

Ifølge et annet eksempel vedrører her beskrevne utførelser et system for gjenvinning av borefluidadditiver fra en materialblanding, hvilken

5 materialblanding kan innbefatte borefluider, utborede faststoffer og ett eller flere borefluidadditiver fra et slamsystem, hvilket system innbefatter midler for separering av i det minste en del av de utborede faststoffene fra blandingen for derved å danne en første efluent og en utboret faststoffraksjon, midler for separering av i det minste en del av borefluidadditivet/additivene fra den første
10 efluenten for derved å danne en andre efluent og en gjenvunnet additivfraksjon, og midler for resirkulering av i det minste en del av den gjenvunne additivfraksjonen til slamsystemet. Borefluidadditivet/additivene kan ha en spesifikk vekt på minst 1,4 og en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på minst 2 mikron.

15 Ifølge et annet eksempel vedrører her beskrevne utførelser et system for gjenvinning av borefluidadditiver fra en materialblanding, hvilken materialblanding kan innbefatte borefluider, utborede faststoffer og ett eller flere borefluidadditiver fra et slamsystem. Ett eller flere av borefluidadditivene kan ha en spesifikk vekt på minst 1,4 og en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på minst
20 2 mikron. Systemet kan innbefatte en første separator for separering av i det minste en del av de utborede faststoffene fra blandingen for derved å danne en første efluent og en fraksjon med utborede faststoffer, en andre separator i fluidforbindelse med den første separatoren, hvilken andre separator separerer i
25 derved å danne en andre efluent og én eller flere gjenvunne additivfraksjoner, og en fluidforbindelse fra den andre separatoren og til slamsystemet, for transport av i det minste en del av den gjenvunne additivfraksjonen til slamsystemet.

Andre aspekter og fordeler med oppfinnelsen vil gå frem av den etterfølgende
30 beskrivelse og av patentkravene.

På tegningen viser:

Fig. 1 (kjent teknikk) et forenklet flytskjema for en tidligere kjent prosess for rensing av boreslam,

Fig. 2 er et forenklet flytskjema som viser utførelser av en prosess for gjenvinning av borefluidadditiver fra boreslam som beskrevet her,

Fig. 3 er et forenklet flytskjema som viser utførelser av prosessen for gjenvinning av borefluidadditiver fra boreslam, som beskrevet her,

- 5 Fig. 4 er et forenklet flytskjema som viser en utførelse av en prosess for gjenvinning av borefluidadditiver, så som industrielt karbon, fra boreslam, som beskrevet her,

Fig. 5 er et forenklet flytskjema for en utførelse av prosessen for gjenvinning av borefluidadditiver, så som industrielt karbon, fra boreslam, som beskrevet her,

- 10 Fig. 6 er en graf som viser partikkelstørrelsesfordelingen i industrielle karbonprøver og faststoffer som er gjenvunnet fra en prøve fra et slamrensesystem,

Fig. 7a er et bilde som viser borkaks og andre partikler som er gjenvunnet fra en boreslamprøve,

- 15 Fig. 7b er et bilde som viser industriell grafitt og andre partikler som er gjenvunnet fra en boreslamprøve (mørkere materiale er industriell grafitt),

Fig. 8 er et forstørret dobbeltbilde som viser detaljer av borkaks (lysegrå partikler) og industriell grafitt (mørkere elementer),

Fig. 9 er et bilde av partikler som er gjenvunnet fra en 84-mesh sikt, og

- 20 Fig. 10 er et bilde av partikler som er gjenvunnet fra en 110-mesh sikt.

Ifølge ett aspekt vedrører her beskrevne utførelser en prosess for separering og gjenvinning av borefluidadditiver fra borefluider. Ifølge et annet aspekt vedrører her beskrevne utførelser en prosess for gjenvinning og resirkulering av industrielt karbon fra borefluider. Ifølge andre aspekter vedrører her beskrevne utførelser en prosess for gjenvinning og resirkulering av fibre, kalsiumkarbonat eller andre mineraler fra borefluider. Ifølge andre aspekter vedrører her beskrevne utførelser prosesser for gjenvinning og resirkulering av ett eller flere av industrielt karbon, fibre (naturlige, syntetiske og cellulosefibre), kalsiumkarbonat og/eller andre mineraler og additiver fra borefluider.

- 30 Som brukt her skal uttrykket industrielt karbon referere seg til kull, lignitt, industrielt karbon, naturlig grafitt, grafittflak, grafittfibre, syntetisk grafitt, koks,

kalsinert petroleum, kalsinert bek, semi-grafittisert koks, metallurgisk koks, petroleumkoks, karbonfibre, fast grafitt, pellettisert karbon og lignende.

Fig. 2 viser én utførelse av en prosess for separering og gjenvinning av borefluidadditiver, så som industrielt karbonmateriale, fra boreslam. Fig. 2 er et generelt flytskjema som viser en forenklet utgave av prosessen. En fagperson vil forstå at prosessen vil kunne kreve annet utstyr så som beholdere, pumper, bor, ventiler og lignende, selv om slikt utstyr ikke er vist.

Boreslam, som inneholder borefluidadditiver (så som industrielt karbon, fibre, kalsiumkarbonat og andre mineraler) og eventuelt andre additiver (så som vektmateriale, herunder baritt), alt etter behov, sirkulerer ned gjennom borstangen eller borestrengen, ut ved borkronen, tar med seg borkaks og sirkulerer som en blanding tilbake til overflaten (ikke vist). Slamkombinasjonen 100, en blanding som inneholder borkaks, borefluid, borefluidadditiver og andre additiver, føres til en første separator 102, hvor slamblandingen 100 separeres i partikler 104 og en første efluent 106.

Den første separatoren 102 kan innbefatte én eller flere risteinnretninger, med ett eller flere dekk, siktseparatorer, sentrifuger, hydroykloner, filtreringssystemer eller lignende, eller kombinasjoner av disse. Den første separatoren 102 kan utseparere store partikler fra slamblandingen 100. I noen utførelser vil den første separatoren 102 separere en fraksjon av borkaks og andre boreslamkomponenter med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse som er større enn en gjennomsnittelig partikkelstørrelse for borefluidadditivene i slamblandingen 100, slik at derved i det minste en fraksjon av borefluidene vil kunne forbli i den første efluenten 106, sammen med andre partikler som ikke separeres ut i den første separatoren 102. I andre utførelser kan en hovedandel av borefluidadditivene forbli i den første efluenten 106.

Den første efluenten 106 kan gjenvinnes fra den første separatoren 102 og transporteres til en andre separator 108, hvor den første efluenten 106 kan separeres slik at det dannes en andre efluent 110 og en gjenvunnet additivfraksjon 112. Den andre separatoren 108 kan innbefatte én eller flere siktseparatorer, sentrifuger, hydroykloner, tørkere, hydroyklonristeanordninger eller kombinasjoner av disse, eller annet egnet utstyr. I andre utførelser kan den andre separatoren 108 også innbefatte en vertikal sentrifuge,

en risteinnretning, med ett eller flere dekk, et filtreringssystem, en slamrenser eller lignende. I noen utførelser kan den andre separatoren 108 separere ut en gjenvunnet additivfraksjon 112 som innbefatter partikler med en
5 tilsettes slamsystemet. På denne måten kan en hovedandel av borefluidadditivene gjenvinnes fra slamblandingen 100.

Den første efluenten 106 kan eventuelt uttynnes med en intern olefinstrøm 113 før tilføringen til den andre separatoren 108. En intern olefinstrøm 113 kan brukes for å senke den første efluentens 110 viskositet, for derved potensielt å
10 bedre den separasjonen som oppnås i den andre separatoren 108.

En gjenvunnet additivfraksjon 112, som kan innbefatte borefluidadditiver og andre partikler med tilsvarende størrelser, kan resirkuleres til slamsystemet etter behov, eller kan underkastes videre behandling. Den andre efluenten 110 kan også resirkuleres til slamsystemet, fordi den andre efluenten 110 er renset
15 for store borkakspartikler og andre partikler i separatorene 102, 108.

Alternativt kan den andre efluenten 110 behandles videre for gjenvinning av mindre partikler, så som vektmidler, baritt, polymerlegemer eller andre additiver. Eksempelvis kan den andre efluenten 110 føres til én eller flere ekstra separasjoner 120. Disse kan innbefatte sentrifuger, avsandingsinnretninger, avslamningsinnretninger, slamrensere, siktseparatorer, risteinnretninger, hydroykloner eller lignende og kombinasjoner av disse. Behandlingen av den andre efluenten 110 i separasjoner 120 vil kunne medføre ett eller flere gjenvunne materialer, så som leire 122, sand 124, slam 126 og rent borefluid 128. Leire 122, rent borefluid 128 og andre additiver som er fjernet fra de ekstra
20 separatorene 120, kan etter behov resirkuleres til slamsystemet.

Komponenter som er gjenvunnet som partikler 104, sand 124 og slam 126, kan kombineres for fjerning, videre behandling eller annen bruk. Disse strømmene 104, 124 og 126 kan også behandles uavhengig av hverandre. Når det er nødvendig med ekstra fjerning av organiske materialer, kan de gjenvunne
30 partiklene behandles termisk eller kjemisk. Brukbare sluttprodukter kan også tilformes fra partiklene 104, sanden 124 og slammet 126. Når eksempelvis partiklene 104, sanden 124 og/eller slammet 126 inneholder borkaks fra strata som innbefatter ulike leiretyper (så som smekttittleire, atapulgittleire, kaolinleire

og annet), kan de gjenvunne partiklene behandles videre for danning av bæreprodukter, katalytter, aktivert leire eller andre utnyttbare produkter.

I noen utførelser kan den første separatoren 102 og den andre separatoren 108 være integrert i én enkelt separasjonsanordning, vist på fig. 2 som en enhet 130. Eksempelvis kan de første og andre separatorene 102, 108 være integrert som en risteinnretning med flere dekk, hvor boreslammet tilføres et toppdekk og hvor partikler 104 utsepareres fra den første effluenter 106. Den første effluenter 106 transporteres internt i enheten 130 til et lavere dekk, hvor den første effluenter 106 separeres i en andre effluent 110 og en gjenvunnet additivfraksjon 112. I noen utførelser kan en resirkuleringssløyfe fra det nedre dekket og til toppdekket bedre separasjonseffektiviteten. En integrering av to eller flere separasjoner på denne måten vil fordelaktig muliggjøre at de ønskede separeringene kan gjennomføres med begrenset plassbehov. Eksempelvis kan det brukes en flerdekk risteinnretning så som BEM-600 eller BEM-650, som er tilgjengelig fra M-I LLC, Houston, Texas, når det foreligger begrensninger med hensyn til separatorens høyde og/eller begrensninger med hensyn til det totale plassbehovet som separeringen vil kreve.

Fig. 3 viser en annen utførelse av en prosess for separering og gjenvinning av borefluid av additiver fra boreslam. Boreslam, som inneholder borefluidadditiver og andre additiver etter behov, sirkulerer ned gjennom borerøret eller borestrengen, ut ved borkronen, tar med seg borkaks og sirkulerer tilbake til overflaten (ikke vist). Blandingen 200, som inneholder boreslam, borefluidadditiver, borkaks og andre partikler, føres til en første separator 202, hvor slamblandingen 200 separeres i en første partikkelfraksjon 204 og en første effluent 206.

Den første separatoren 202 kan være en risteinnretning, med ett eller flere dekk, en siktseparator, en sentrifuge, en hydrosyklon, et filtreringssystem eller lignende eller kombinasjoner av disse. Den første separatoren 202 kan utseparere en første partikkelfraksjon 204 med partikler på 5000 mikron og mer fra slamblandingen 200 i noen utførelser; 2000 mikron eller mer i andre utførelser; 1000 mikron eller mer i andre utførelser; 500 mikron eller mer i enda andre utførelser. Fagpersoner vil vite at disse størrelsesangivelsene bare er ment som eksempler. I utførelseseksempler kan den første separatoren 202 utseparere en første partikkelfraksjon 204 som innbefatter borkaks og andre

tilsvarende dimensjonerte boreslamkomponenter fra blandingen 200, mens en hovedandel av borefluidadditivene vil forbli i den første efluenten 206.

Den første efluenten 206, som innbefatter partikler som ikke er utseparert og gjenvunnet med den første partikkelfraksjonen 204, kan gjenvinnes fra den første separatoren 202 og transporteres til den andre separatoren 208, hvor en andre efluent 210 kan separeres fra en andre partikkelfraksjon 212. Denne andre separatoren 208 kan være en sentrifuge, så som eksempelvis en vertikal sentrifuge. I andre utførelser kan den andre separatoren 208 innbefatte en sentrifuge, en hydrosyklon, en tørker, en risteinnretning, en siktseparator, et filtreringssystem eller lignende eller kombinasjoner av disse.

Den andre separatoren 208 kan separere ut en andre partikkelfraksjon 212 med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 2000 mikron og mer fra den første efluenten 206 i noen utførelser; 1000 mikron eller mer i andre utførelser; 500 mikron eller mer i andre utførelser; 400 mikron eller mer i andre utførelser; 250 mikron eller mer i enda andre utførelser. I ulike utførelser kan den andre separatoren 208 separere ut en andre partikkelfraksjon 212 som innbefatter borkaks og andre tilsvarende dimensjonerte boreslamkomponenter fra den kombinerte første efluenten 206, idet i det minste en fraksjon av borefluidadditivene vil kunne forbli i den andre efluenten 210. I andre utførelser kan en hovedandel av borefluidene forbli i den andre efluenten 210. Den fraksjonen med borefluidadditiver som forblir i den andre efluenten 210, vil kunne være avhengig av visse faktorer, så som størrelsen og størrelsesfordelingen til/i borefluidadditivene, så vel som typen, skillegrensen og effektiviteten til den eller de separasjonsinnretningene som benyttes. Det kan også foreligge andre innvirkende faktorer.

I noen utførelser kan den andre separatoren 208 utseparere en andre partikkelfraksjon 212 og en andre efluent 210, basert på densiteten. Borkaks og borefluidadditiver, så som industrielt karbon, fibre (cellulose, naturlige eller syntetiske fibre), polysakkarider, kalsiumkarbonat eller andre borefluidadditiver, vil kunne ha ulike densiteter, og det kan her dreie seg om små forskjeller og opptil meget store forskjeller, alt avhengig av de strata som det bores i. En densitetsgradientsentrifugering kan fordelaktig brukes for separering av borkaks fra den andre efluenten basert på densiteten, hvorved man minimerer mengden

av utborede faststoffer i den andre efluenten 210. Det kan også benyttes en flyte-synk-separering for separering av komponentene basert på densiteten.

Den andre efluenten 210 kan deretter føres til en tredje separator 214, hvor den gjenvunne additivfraksjonen 216 kan separeres fra en tredje efluent 218. Den
5 andre efluenten 210 kan eventuelt fortynnes med en intern olefinstrøm 213. En intern olefinstrøm 213 kan brukes for å senke den andre efluentens 210 viskositet, med potensiell bedring av den separasjonen som oppnås i den tredje separatoren 214.

Den tredje separatoren 214 kan være en risteinnretning, hydrosyklon,
10 siktseparator, slamrenser, sentrifuge, et filtreringssystem eller lignende eller kombinasjoner av disse, og kan innbefatte bruk av størrelsesseparasjonsmetoder, densitetsseparasjonsmetoder eller begge deler. Den tredje separatoren 214 kan separere gjenvunnet additivfraksjon 216, som har en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 1000 mikron eller mer, fra den
15 andre efluenten 210. Partikkelstørrelsen kan være 500 mikron eller mer i andre utførelser; 250 mikron eller mer i andre utførelser; 100 mikron eller mer i andre utførelser; 75 mikron eller mer i andre utførelser, 50, 25, 10, 5 eller 2 mikron eller mer i enda andre utførelser. I andre utførelser kan den tredje separatoren 214 separere en gjenvunnet additivfraksjon 216, som kan innbefatte gjenvunne
20 additiver og andre partikler med tilsvarende størrelse, fra den andre efluenten 210. Mindre partikler, så som leire og andre additiver, kan forbli suspendert i den tredje efluenten 218.

Tilsvarende vil fraksjonen med borefluidadditiver som er separert fra den tredje efluenten 218, kunne være avhengig av visse faktorer, herunder størrelsen og
25 størrelsesfordelingen til/i borefluidadditivene, så vel som av type, skillegrense og effektivitet for den eller de separasjonsinnretninger som benyttes. Andre faktorer vil også kunne være av betydning. I utførelser kan gjenvunnet additivfraksjon 216 innbefatte minst 50 vekt% borefluidadditiver. I andre utførelser kan den gjenvunne additivfraksjonen 216 innbefatte minst 70 vekt%
30 borefluidadditiver, minst 80 % i andre utførelser; 90 vekt% i andre utførelser; og 95 vekt% i enda andre utførelser.

Den gjenvunne additivfraksjonen 216, som kan innbefatte borefluidadditiver og andre partikler med lignende størrelser, kan resirkuleres til slamsystemet 217,

etter behov, eller kan underkastes ytterligere behandling slik det er beskrevet nedenfor. Den tredje effluenten 218 kan også resirkuleres til slamsystemet 217, da den tredje effluenten 218 er rensert for store borkakspartikler og andre partikler i den første separatoren 202, i den andre separatoren 208, i den tredje
5 separatoren 214, og i eventuelle andre ytterligere separasjoner som anvendes. Som beskrevet foran kan to eller flere blant den første, andre, tredje og ytterligere separasjoner 202, 208, 214 være integrert og/eller opptatt i én enkelt separasjonsanordning, så som en flerdekks riste-anordning.

Eventuelt kan den tredje effluenten 218 behandles videre for gjenvinning av
10 mindre partikler, så som baritt, polymerlegemer eller andre additiver. Eksempelvis kan den tredje effluenten 218 føres til én eller flere ekstra separasjoner 220, som kan innbefatte sentrifuger, avsandingsinnretninger, avslammingsinnretninger, slamrensere, siktseparasjoner, risteinnretninger, hydrosykloner eller lignende eller kombinasjoner av disse. Behandlingen av den
15 tredje effluenten 218 i separasjoner 220 vil kunne medføre ett eller flere gjenvunne materialer, så som leire 222, sand 224, slam 226 og rent fluid 228. Leire 222, rent fluid 228 og andre additiver som er gjenvunnet fra de ekstra separatorene 220, kan resirkuleres til slamsystemet 217, og resirkuleringen kan
20 skje etter behov for påvirkning av slamegenskaper så som vekt og viskositet, blant andre. Som nevnt kan den første partikkelfraksjonen 204, den andre partikkelfraksjonen 212, sand 224 og slam 226 fjernes eller behandles videre, individuelt eller kombinert.

I de utførelser som er beskrevet foran under henvisning til fig. 2 og 3, kan én eller flere gjenvunne additivfraksjoner 112, 216 gjenvinnes ved hjelp av én eller
25 flere separasjonsinnretninger 108, 214. Når det eksempelvis er ønskelig å kunne gjenvinne en industriell karbonfraksjon og en kalsiumkarbonatfraksjon, så kan separasjonsinnretningene 108, 214 oppsamle både det industrielle karbonet og kalsiumkarbonaten i et enkelt partikkelstørrelsesområde som innbefatter begge additiver. Alternativt kan separasjonsinnretningene 108, 214 innbefatte
30 én eller flere separasjonsanordninger, og kan oppsamle industrielt karbon og kalsiumkarbonaten i to eller flere partikkelstørrelsesområder, idet de to eller flere partikkelstørrelsesområdene muliggjør en oppsamling av en fraksjon som er rik på industrielt karbon og en fraksjon som er rik på kalsiumkarbonat. På

denne måten kan borefluidadditivene resirkuleres i kjente mengder, hvilket muliggjør større påvirkning av borefluidblandingens egenskaper.

Fig. 4 viser en utførelse av en prosess for separering og gjenvinning av industrielt karbonmateriale fra boreslam. Selv om beskrivelsen her gjelder industrielt karbon, kan andre borefluidadditiver også gjenvinnes med en slik prosess. Boreslam, som inneholder industrielt karbon og andre additiver etter behov, sirkulerer ned gjennom borerøret eller borestrengen, ut ved borkronen, tar med seg borkaks og sirkulerer tilbake til overflaten (ikke vist). Blandingen 300, som inneholder boreslam, industrielt karbon, borkaks og andre partikler, føres til én eller flere rigg-risteinnretninger 302 (første separator 302), hvor slamsamlingen 300 separeres i en første borkaksfraksjon 304 og en første efluent 306.

Den første separatoren 302 kan utseparere en første borkaksfraksjon 304 med partikler på 5000 mikron og mer fra blandingen 300 i noen utførelser; 2000 mikron eller mer i andre utførelser; 1000 mikron eller mer i andre utførelser, 500 mikron eller mer i enda andre utførelser. I noen utførelser kan rigg-risteinnretningene 302 separere en første borkaksfraksjon 304 som innbefatter borkaks og andre tilsvarende dimensjonerte boreslamkomponenter, fra slamblandingen 300.

Den første efluenten 306, som innbefatter partikler som ikke er separert og gjenvunnet i den første borkaksfraksjonen 304, kan gjenvinnes fra risteinnretningene 302 og transporteres til sentrifugen 308 ved hjelp av skruetransportøren 309. Den andre efluenten 310 kan separeres fra den andre borkaksfraksjonen 312 i sentrifugen 308. Sentrifugen 308 kan være en vertikal sentrifuge, så som en VERTI-GTM-kakstørker (tilgjengelig fra M-ILLC, Houston, Texas). Borkaksfraksjonene 304, 312 kan fjernes eller brukes som beskrevet foran. I andre utførelser kan sentrifugen 308 være en horisontal sentrifuge, så som en MUD-10-sentrifuge, tilgjengelig fra BRANDT, VARCO Corporationm Houston, Texas).

I noen utførelser kan sentrifugen 308 skille borkaksfraksjonen 312 fra den andre efluenten 310 basert på densitet. Borkaks og industrielt karbon eller grafitt kan ha ulike densiteter, og forskjellene kan være meget små og opp til meget store, avhengig av de strata det bores i. Densitetgradientsentrifugering kan fordelaktig

brukes for å skille borkaks fra den andre efluenten basert på densitet, med minimering av mengden utborede faststoffer i den andre efluenten 310. Flyt-synk-separasjon kan også benyttes for separering av komponentene basert på densiteten.

- 5 I andre utførelser kan sentrifugen 308 separere en andre borkaksfraksjon 312 med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 2000 mikron og mer fra den første efluenten 306; 1000 mikron eller mer i andre utførelser; 500 mikron eller mer i andre utførelser; 400 mikron eller mer i andre utførelser; 250 mikron eller mer i enda andre utførelser. I noen utførelser kan sentrifugen 308 separere en
- 10 andre borkaksfraksjon 312 som innbefatter borkaks og andre tilsvarende dimensjonerte boreslamkomponenter fra den kombinerte første efluenten 306, idet i det minste en fraksjon av det industrielle karbonet kan forbli i den andre efluenten 310.

- I noen utførelser kan sentrifugen 308 utvirke en G-kraft på opptil 200 G og
- 15 opptil 400 G i andre utførelser; opptil 600 eller flere G i enda andre utførelser. I visse utførelser kan G-kraften i sentrifugen variere langs kurvens eller siktens lengde. I andre utførelser kan sentrifugen 308 ha en sikt med en mesh-dimensjon mellom 10 og 100 mesh; mellom 15 og 75 mesh i andre utførelser; og fra 20-65 mesh i enda andre utførelser.

- 20 Den andre efluenten 310 kan deretter føres til tanken 311, og så pumpes til hydrosyklonristeinnretningen 314 ved hjelp av pumpene 315a, 315b. Den andre efluenten 310 kan eventuelt fortynnes med en intern olefinstrøm 313, enten i en overføringsledning eller i tanken 311. En intern olefinstrøm 313 kan brukes for å senke den andre efluentens 310 viskositet, med potensiell mulighet for bedring
- 25 av den separasjonen som oppnås i hydrosyklonristeinnretningen 314.

- I noen utførelser kan hydrosyklonristeinnretningen 314 separere ut en industriell karbonfraksjon 316 som har en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 500 mikron eller mer; 250 mikron eller mer i andre utførelser, 75 mikron eller mer i andre utførelser; 2 mikron eller mer i enda andre utførelser. I andre utførelser
- 30 kan hydrosyklonristeinnretningen 314 utseparere en industriell karbonfraksjon 316 som kan inneholde industrielt karbon og andre partikler med tilsvarende størrelser, fra den andre efluenten 310. Mindre partikler, så som leire og andre additiver, kan forbli suspendert i den tredje efluenten 318.

I noen utførelser kan hydrosyklonristeinnretningen 314 innbefatte én eller flere hydrosykloner med en hydrosyklondiameter på minst 10 cm (4 tommer). I andre utførelser kan hydrosyklonristeinnretningen ha en hydrosyklondiameter på fra 0,4-27,5 cm (1-18 tommer). Hydrosyklonen kan ha en konstant eller innstillbar spiss i fra 0,6-1,55 cm (ca. $\frac{1}{4}$ tomme til ca. $\frac{5}{8}$ tomme).

Hydrosyklonristeinnretningen 314 kan også innbefatte én eller flere vibrerende rister med elliptisk eller lineær bevegelse. Hydrosyklonristeinnretningen 314 kan innbefatte en rister hvor sikten varierer i størrelse fra 50-300 mesh; fra 70-175 mesh i andre utførelser; og fra 80-120 mesh i enda andre utførelser. I noen utførelser kan risteren innbefatte én eller flere sikter som er innstilt med samme eller ulik vinkel, varierende fra 1-10° i forhold til horisontalen.

I noen utførelser kan den industrielle karbonfraksjonen 316 være minst 50 vekt% industrielt karbon. I andre utførelser kan den industrielle karbonfraksjonen 316 være minst 70 vekt% industrielt karbon; minst 80 % i andre utførelser; 90 vekt% i andre utførelser, og 95 vekt% i enda andre utførelser. En industriell karbonfraksjon 316, som kan innbefatte industriell karbon og andre partikler med lignende størrelse, kan resirkuleres til slamsystemet 317, etter behov, eller kan underkastes ytterligere behandling, slik det er beskrevet nedenfor.

Den tredje efluenten 318 kan gjenvinnes i tanken 319. Denne tanken kan være en egen beholder eller en del av en oppdelt beholder med mulighet for overstrømning inn i eller ut fra tanken 311. Den tredje efluenten 318 kan viderebehandles for gjenvinning av mindre partikler, så som baritt, polymerlegemer eller andre additiver, ved hjelp av en ekstra separeringsprosess 320. Eksempelvis kan den tredje efluenten 318 føres til én eller flere ekstra separatorer ved hjelp av pumpen 321. Baritt 322 kan gjenvinnes i sentrifugen 323, sand og slam 326 kan utskilles fra rent borefluid 328 i sentrifugen 329. Leire 322, rent fluid 328 og andre additiver som gjenvinnes i den ekstra separeringsprosessen 320, kan resirkuleres til slamsystemet 317, i en grad som nødvendig for påvirkning av slamegenskaper så som vekt og viskositet, blant andre egenskaper. Sand og slam 326 kan kombineres med første og andre partikkelfraksjoner 304, 312 for fjerning, for videre behandling eller for ulike sluttanvendelser, slik det er nevnt foran.

Holdebeholdere eller –rom 323, 334, 336, så vel som pumper 338, 340, 342 kan også brukes for å muliggjøre separeringsprosessen 320.

Fig. 5 viser en annen utførelse for separering og gjenvinning av industrielt karbon eller andre borefluidadditiver fra boreslam. Boreslam som inneholder industrielt karbon og/eller andre borefluidadditiver, sirkulerer ned gjennom borerøret eller borestrengen, ut ved borkronen, tar med seg borkaks og sirkulerer tilbake til overflaten (ikke vist). Blandingen 400, som inneholder boreslam, industrielt karbon, borkaks og andre partikler, føres til én eller flere riggrister 402 (første separatorer 402), hvor slamblandingen 400 skilles i en første borkaksfraksjon 404 og en første efluent 406.

Den første separatoren 402 kan separere ut en første kaksfraksjon 404 med partikler på 5000 mikron og mer fra blandingen 400 i noen utførelser; 2000 mikron eller mer i andre utførelser; 1000 mikron eller mer i andre utførelser; 500 mikron eller mer i enda andre utførelser. I noen utførelser kan riggristerne 402 skille ut en første borkaksfraksjon 404, som innbefatter borkaks og andre tilsvarende dimensjonerte boreslamkomponenter, fra slamblandingen 400.

Den første efluenten 406, som innbefatter partikler som ikke er utseparert og gjenvunnet i den første borkaksfraksjonen 404, kan gjenvinnes fra riggristerne 402 og transporteres til beholderen 407 med mating av den første efluenten 406 til flerdekkristen 408. Den andre efluenten 410 kan separeres fra den andre borkaksfraksjonen 412 og den industrielle karbonfraksjonen 414 (eller en gjenvunnet additivfraksjon 414) i flerdekkristen 408. Flerdekkristen 408 kan være en dobbeltdekkrist så som en BEM-600- eller BEM-650-rister (tilgjengelig fra M-I LLC, Houston, Texas). Borkaksfraksjonene 404, 412 kan fjernes eller brukes som nevnt foran.

Som nevnt foran i forbindelse med flerdekkristene, kan den første efluenten 406 føres til et øvre dekk, hvor partikler 412 separeres fra en mellomfluent (ikke vist), hvilken mellomfluent innbefatter borefluidadditiver. Mellomefluenten kan så føres til et nedre dekk, hvor en fraksjon med gjenvunnet additiv eller industriell karbon, fraksjonen 440, skilles fra den andre efluenten 410.

I noen utførelser kan flerdekkristen 408 separere ut en andre borkaksfraksjon 412 med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 2000 mikron og mer fra den første efluenten 406; 1000 mikron eller mer i andre utførelser; 500 mikron eller

mer i andre utførelser, 400 mikron eller mer i andre utførelser; 250 mikron eller mer i andre utførelser; 100 mikron eller mer i enda andre utførelser. I noen utførelser kan flerdekkristeren 408 separere en andre borkaksfraksjon 412 som innbefatter borkaks og andre tilsvarende dimensjonerte boreslamkomponenter, fra den kombinerte første effluenten 406, idet i det minste en fraksjon av det industrielle karbonet kan forbli i mellomeffluenten.

I noen utførelser kan flerdekkristeren 408 ha en øvre dekkrist med en mesh-størrelse mellom 5 og 100 mesh; mellom 15 og 75 mesh i andre utførelser; og fra 20-65 mesh i enda andre utførelser. I andre utførelser kan flerdekkristeren 408 ha en nedre dekkrist med en mesh-størrelse mellom 10 og 1000 mesh; mellom 20 og 750 mesh i andre utførelser, og fra 35-500 mesh i enda andre utførelser.

I noen utførelser kan flerdekkristeren 408 separere en gjenvunnet additiv- eller industrielt karbonfraksjon 414 eller en borefluidadditivfraksjon 414 med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 500 mikron eller mer; 250 mikron eller mer i andre utførelser; 150 mikron eller mer i andre utførelser; 100 mikron eller mer i andre utførelser, 75 mikron eller mer i andre utførelser; 50 mikron eller mer i andre utførelser; 25 mikron eller mer i andre utførelser; 10 mikron eller mer i andre utførelser; 5 mikron eller mer i andre utførelser; 2 mikron eller mer i enda andre utførelser. I andre utførelser kan flerdekkristeren 408 separere gjenvunnet additiv- eller industrielt karbonfraksjon 414, som kan innbefatte gjenvunnede additiver eller industrielt karbon og andre partikler med tilsvarende størrelse, fra mellomeffluenten. Mindre partikler, så som leire og andre additiver, kan forbli suspendert i den andre effluenten 410.

Den andre effluenten 410 kan så føres til tanken 416, og resirkuleres ved hjelp av pumpen 418 til aktivslamsystemet 420, eller benyttes som et spyle- eller fortynningsmedium for beholderen 407 og flerdekkristeren 408. Den gjenvunnede additiv- eller industrielt karbonfraksjonen 414 kan føres til tanken 422, og resirkuleres til slamsystemet 420 ved hjelp av returpumpen 424.

I noen utførelser kan den gjenvunnede additivfraksjonen 414 (eller gjenvunnede additivfraksjoner 112, 216, 316 som beskrevet i forbindelse med ulike utførelser) innbefatte minst 50 vekt% borefluidadditiver. Når eksempelvis blandingen 400 inneholder industrielt karbon og kalsiumkarbonat, så kan den

gjenvunnede additivfraksjonen 414 ha minst 50 vekt% av en kombinert vekt av industrielt karbon og kalsiumkarbonat. I andre utførelser kan den gjenvunnede additivfraksjonen 414 innbefatte minst 70 vekt% borefluidadditiver; minst 80 % i andre utførelser, minst 90 vekt% i andre utførelser; og minst 95 vekt% i enda andre utførelser. Fraksjonen 414 med industrielt karbon og andre partikler av tilsvarende størrelse, kan resirkuleres til slamsystemet 420 etter behov, eller kan underkastes videre behandling som beskrevet nedenfor.

I andre utførelser kan to eller flere gjenvunnede additivfraksjoner 414 separeres i de nedre dekkene i en flerdekkrist 408. I andre utførelser kan partiklene 414 separeres ytterligere til to eller flere gjenvunnede additivfraksjoner. I noen utførelser kan en gjenvunnet additivfraksjon 414 separeres i en industriell karbonfraksjon med minst 50 vekt% industrielt karbon; minst 70 vekt% i andre utførelser; minst 80 % i andre utførelser; minst 90 vekt% i andre utførelser; og minst 95 vekt% industrielt karbon i enda andre utførelser. Den gjenvunnede industrielt karbonfraksjonen, som kan innbefatte industrielt karbon og andre partikler med lignende størrelse, kan resirkuleres til slamsystemet 420 etter behov, eller kan underkastes videre behandling som beskrevet nedenfor.

I andre utførelser, hvor partiklene 414 separeres videre i to eller flere gjenvunnede additivfraksjoner, kan en gjenvunnet additivfraksjon 414 separeres som en kalsiumkarbonatfraksjon med minst 50 vekt% kalsiumkarbonat, minst 70 vekt% i andre utførelser, minst 80 % i andre utførelser; minst 90 vekt% i andre utførelser; og minst 95 vekt% kalsiumkarbonat i enda andre utførelser. Den gjenvunnede kalsiumkarbonatfraksjonen, som kan innbefatte kalsiumkarbonat og andre partikler med lignende størrelse, kan resirkuleres til slamsystemet 420 etter behov, eller kan underkastes videre behandling som beskrevet nedenfor.

I andre utførelser, hvor partiklene 414 kan separeres videre i to eller flere gjenvunnede additivfraksjoner, kan en gjenvunnet additivfraksjon 414 separeres som en fraksjon med minst 50 vekt% av en blanding av naturlige fibre, mineraler og polysakkarider, så som i en FORM-A-SQUEEZE® (tilgjengelig fra M-I LLC, Houston, Texas); med minst 70 vekt% i andre utførelser; minst 80 % i andre utførelser; minst 90 vekt% i andre utførelser; og med minst 95 vekt% i enda andre utførelser.

- I andre utførelser, hvor partiklene 414 kan separeres videre i to eller flere gjenvunnede additivfraksjoner, kan en gjenvunnet additivfraksjon 414 separeres til en cellulosefiberfraksjon, så som med VINSEAL® (tilgjengelig fra M-I LLC, Houston, Texas) med minst 50 vekt% cellulosefiber; minst 70 vekt% i andre
- 5 utførelser; minst 80 % i andre utførelser; minst 90 vekt% i andre utførelser, og minst 95 vekt% cellulosefiber i enda andre utførelser. Den gjenvunnede cellulosefiberfraksjonen, som kan innbefatte cellulosefiber og andre partikler med lignende størrelse, kan resirkuleres til slamsystemet 420 etter behov, eller kan underkastes videre prosessering som beskrevet nedenfor.
- 10 Den andre efluenten 410 kan gjenvinnes i en tank 416 som beskrevet foran. Denne tanken kan være en selvstendig beholder eller en del av en oppdelt beholder som kan muliggjøre en overstrømning inn i eller fra tanken 422. Den andre efluenten 410 kan eventuelt behandles videre for gjenvinning av mindre partikler, så som baritt, polymerlegemer eller andre additiver, ved hjelp av
- 15 ekstra separasjonsprosesser 425. Eksempelvis kan den andre efluenten 410 føres til én eller flere ekstra separatorer ved hjelp av pumpen 418. Barritt 426 eller andre vektmidler, så som leire, kan gjenvinnes i sentrifugen 425. Sand og slam kan også separeres fra rent borefluid 428 ved hjelp av én eller flere ekstra separeringsinnretninger. Leire 426, rent fluid 428 og andre additiver som
- 20 gjenvinnes i ekstra separasjonsprosesser, kan resirkuleres til slamsystemet 420, etter behov for påvirkning av slamegenskaper så som vekt og viskositet, blant andre. Sand og slam kan også kombineres med første og andre partikkelfraksjoner 404, 412 for fjerning, viderebehandling eller ulike sluttanvendelser, som beskrevet foran.
- 25 De gjenvunnede additivfraksjonene som gjenvinnes med én av de foran nevnte prosesser, kan resirkuleres til et slamsystem. Alternativt kan de gjenvunnede additivfraksjonene underkastes ytterligere separasjoner før resirkuleringen, med dannelse av minst én fraksjon med øket borefluidadditivinnhold, som beskrevet foran. Som brukt her skal en fraksjon med øket innhold være definert som en
- 30 friksjon som har en høyere vektprosent av et ønsket additiv enn den gjenvunnede additivfraksjonen hadde før den ble underkastet ytterligere separasjoner. En eller flere slike strømmer med øket additivinnhold kan resirkuleres til slamsystemet etter behov.

F.eks., som et alternativ, kan industrielt karbonfraksjonen, kalsiumkarbonatfraksjonen eller en annen gjenvunnet additivfraksjon underkastes én eller flere siktseparasjoner, med isolering av partikler i diskrete størrelsesområder. De diskrete størrelsesområdene som har en uønsket

5 mengde borkaks kan kastes, og de diskrete størrelsesområdene som har aksepterbare borefluidadditivkonsentrasjoner kan resirkuleres til slamsystemet. Som et annet alternativ kan eksempelvis fraksjonen med industrielt karbon underkastes én eller flere densitetsseparasjoner, med isolering av partikler innenfor diskrete densitetsområder, og med separering av det industrielle

10 karbonet fra borkaksen før resirkuleringen. Eksempelvis kan borkaks ha en gjennomsnittelig densitet på ca. $2,6 \text{ g/cm}^3$, typisk fra 2 g/cm^3 til 8 g/cm^3 eller mer, mens industrielt karbon kan ha en densitet på ca. $2,1 \text{ g/cm}^3$, typisk et sted mellom 1 g/cm^3 til $2,5 \text{ g/cm}^3$. Denne densitetsforskjellen muliggjør bruk av flyt-synk-, sentrifugal- eller en annen densitets- eller densitetsgradientseparering for

15 separering av industrielt karbon fra det tyngre borekaket. I alle disse tilfellene kan den mengden av borkaks som resirkuleres til, og potensielt bygger seg opp i slamsystemet, minimeres.

Som følge i variasjoner i de formasjonene som man støter på under en boring, kan effektiviteten til borefluidadditivgjenvinningen variere. For å ta hensyn til

20 variasjoner i boreslamsammensetningen og størrelsen til partiklene som går i retur til overflaten, kan sikt-mesh-verdiene eller andre variabler som påvirker partikkelsepareringen, innstilles etter behov for opprettholdelse av en ønsket grad av separasjon og gjenvinning av industrielt karbon.

Boreslam som går til brønnboringen, eller som kommer fra brønnboringen, kan

25 inneholde opptil 5 ppb (pounds per barrel) industrielt karbon i noen utførelser; opptil 10 ppb i andre utførelser, opptil 15 ppb eller mer i enda andre utførelser. I utførelser av prosessen for separering av borefluidadditiver fra borefluid, kan 50 vekt% eller mer av det industrielle karbonet som går i retur med boreslammet fra brønnboringen gjenvinnes i de gjenvunnede additivfraksjonene; 65 vekt%

30 eller mer i andre utførelser; 75 % eller mer i andre utførelser; 85 % eller mer i andre utførelser; 90 % eller mer i enda andre utførelser.

Boreslam som går til brønnboringen, eller som kommer fra brønnboringen, kan inneholde opptil 5 ppb kalsiumkarbonat i noen utførelser; opptil 10 ppb i andre utførelser; opptil 15 ppb eller mer i enda andre utførelser. I utførelser av

prosessen for separering av borefluidadditiver fra borefluid, kan 50 vekt% eller mer av det kalsiumkarbonatet som kommer i retur med boreslammet fra brønnboringen gjenvinnes i de gjenvunnede additivfraksjonene; 65 vekt% eller mer i andre utførelser; 75 % eller mer i andre utførelser; 85 % eller mer i andre utførelser; 90 % eller mer i enda andre utførelser.

Prøver fra to ulike boreoperasjoner ble innsamlet og analysert for å bestemme hvor i prosessen det industrielle karbonet ble fjernet. Selv om disse prøvene bare gjelder én eller to stratatyper som man støter på under boring, så indikerer prøveanalysene at det kan brukes en størrelses- eller densitetsseparering for oppnåelse av en tilstrekkelig isolering av det industrielle karbonet for resirkulering til et aktivt slamsystem.

Prøve 1: Industrielt karbon (G-SEAL[®], tilgjengelig fra M-I LLC, Houston, Texas; gjennomsnittelig partikkelstørrelse 450 mikron, partikkeldiameter fra 200-600 mikron) ble benyttet som additiv i boreslam under boringer. Ved rensingen av slammet ble boreslam som inneholder borkaks og industrielt karbon separert ved hjelp av rister med tilstrekkelig store mesh-verdier, som vist i tabell 1. Boreslamprøve 1 ble i utgangspunktet separert i risteinnretninger med 10 og 40 mesh. Efluenten fra 40-mesh-risteren ble så separert parallelt i sikter som varierte i størrelse fra 84-175 mesh. Den totale strømmen var 335 gpm separert mellom de fire risterne. Det ble innsamlet prøver av de partikler som ble gjenvunnet i hver sikt. De faststoffene som ble gjenvunnet i hvert separeringstrinn ble analysert visuelt for å bestemme den tilnærmede konsentrasjonen av industrielt karbon i de gjenvunnede prøvene.

Prøve 2: Industrielt karbon (G-SEAL[®], tilgjengelig fra M-I LLC, Houston, Texas) ble benyttet som et additiv i boreslam under boreoperasjoner. Boreslam inneholdende borkaks og industrielt karbon ble tatt fra et prøvested etter en MUDTM-10 sentrifuge og før ytterligere slamrensinger. Den opprinnelige partikkelstørrelsesfordelingen i G-SEAL[®] ("IC") som ble tilsatt slamsystemet, og partikkelstørrelsesfordelingen i boreslamprøven ("DM") er vist på fig. 6. Det industrielle karbonet hadde en gjennomsnittelig partikkelstørrelsesdiameter på tilnærmet 650 mikron, med partikler i området fra 150-1500 mikron.

Prøve 2 ble først separert i en 40-mesh rister. Efluenten fra 40-mesh risteren ble så separert ved hjelp av rister (84 mesh og 110 mesh) og slamrensere

parallelt, på samme måte som i forbindelse med prøve 1 analysene. De faststoffer som ble gjenvunnet i hvert separeringstrinn ble så analysert visuelt for å bestemme en tilnærmet konsentrasjon av industrielt karbon i de gjenvunnede prøvene. Resultatene er vist i tabell 1.

5 Tabell 1. Prosent industrielt karbon i gjenvunnede prøver for ulike mesh-verdier

	Prøve 1	Prøve 2
	% industrielt karbon i prøve	% industrielt karbon i prøve
10 mesh rister (2000 mikron)	5	
40 mesh rister (420 mikron)	50	40
84 mesh rister (186 mikron)	75	64
110 mesh rister (139 mikron)	95	96
140 mesh rister (107 mikron)	95	
175 mesh rister (85 mikron)	95	
Slamrensekonus		50
Slamrensekonus/210 mesh (70 mikron)		70

Fig. 7a er et bilde av borkaks og andre partikler som er gjenvunnet fra en boreslamprøve. Partiklene ble gjenvunnet ved hjelp av en 10-mesh sikt (2000 mikron). Industrielt karbon har en mørk farge (grafitt). Fargen til de store partiklene som er gjenvunnet fra 10-mesh sikten, indikerer meget lite industrielt karbon.

Fig. 7b er på den annen side et bilde av faststoffer som er gjenvunnet fra efluenten fra 10-mesh sikten som ble benyttet for gjenvinning av faststoffene som er vist på fig. 7a. Industrielt grafitt, som har en mørkere farge, ser ut til å utgjøre en hovedandel av de faststoffer som er innhentet fra efluentprøven, i området 90 % industrielt karbon basert på en visuell observasjon.

Som tidligere nevnt blir industrielle karbonmaterialer vanligvis levert som partikler, med varierende partikkelstørrelser, jevnhet og form, og borkaks og de formasjoner man støter på under en boring vil ofte gi partikler med en lignende form og størrelse, hvilket øker vanskeligheten i forbindelse med en gjenvinning av industrielt karbon. Fig. 8 er et forstørret dobbeltbilde som viser detaljer av borkaks (lysegrå partikler 710) og industrielt grafitt (mørkere elementer 720), som gjenvunnet i forbindelse med de separeringene som ble gjennomført med prøve 2. Fig. 8 viser størrelseslikheten mellom industrielt karbon og borkaks og belyser den iboende vanskeligheten man står overfor i forbindelse med en fullstendig separering eller gjenvinning av det industrielle karbonet.

For både prøve 1 og prøve 2 var ca. 90-95 % av de partiklene som ble innsamlet med sikter større enn 100 mesh, industrielt karbon. En 84-mesh sikt resulterte i en prøve med mellom 60 og 80 % industrielt karbon. I dette eksemplet vil en 84-mesh sikt på en adekvat måte kunne gjenvinne industrielt karbon med en akseptabel medført mengde av borkaks. En 110-mesh sikt vil kunne resultere i en signifikant høyere prosentandel industrielt karbon som følge av serietypesepareringene.

Fig. 9 er et bilde av partikler som er gjenvunnet med en 84-mesh sikt i forbindelse med separasjoner som gjennomført for prøve 2. De gjenvunnede partiklene innbefattet borkaks (lysegrå partikler 810) og industrielt karbon (mørkere partikler 820). Visuell analysing indikerer at de partiklene som ble gjenvunnet med en 84-mesh sikt hadde en relativt stor andel industrielt karbon, tilnærmet 64 vekt%. En analyse av partikkelstørrelsen indikerer at partikkelstørrelsen varierte fra 150-400 mikron, idet en gjennomsnittelig partikkelstørrelse som gjenvunnet var ca. 200 mikron.

Fig. 10 er et bilde av partikler gjenvunnet fra en 110-mesh sikt i forbindelse med separasjoner gjennomført med prøve 2. En visuell analysing indikerer at partikler gjenvunnet med en 110-mesh sikt hadde en relativt stor andel industrielt karbon, ca. 96 vekt%. En analyse av partikkelstørrelsen indikerer at partikkelstørrelsen varierer fra 150-500 mikron, med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse som gjenvunnet på ca. 300 mikron.

Den eller de bestemte skillegrensene som ble benyttet under separeringene, kan påvirke både muligheten for gjenvinning og resirkulering av industrielt

karbon med minimal oppbygging av borkaks, og det økonomiske resirkuleringsinsentivet. Når det bare gjennomføres ett separasjonstrinn for isolering av fraksjonen med industrielt karbon, så vil det kunne være å foretrekke å bruke en sikt mellom 84-mesh og 150-mesh eller et større mesh-tall, alt avhengig av partikkelstørrelsen til det industrielle karbonet, borkakspartikkelstørrelsen og mengden av borepartikler som gjenvinnes og som kan resirkuleres uten en signifikant oppbygging i slamsystemet. Når det brukes serieseparatoring, vil det kunne være fordelaktig å bruke sikter med stadig større mesh-verdier, idet én eller flere fraksjoner gjenvunnet industrielt karbon kan resirkuleres, også her avhengig av partikkelstørrelsen og oppbyggingshensyn. I andre utførelser kan det være aksepterbart å benytte en siktverdi på mindre enn 84.

Fordelaktig tilveiebringes det med oppfinnelsen en fremgangsmåte for gjenvinning av borefluidadditiver fra borefluid. De gjenvunnede additivene kan resirkuleres i boreslamsystemet, hvorved boreprosessens økonomi bedres. I tillegg vil en gjenvinning og gjentatt anvendelse av borefluidadditiver muliggjøre en øket bruk av borefluidadditiver i boresyklusen, med mulighet for reduisering av mengden av hendelser med tapt sirkulasjon, og med mulighet for oppnåelse av bedre brønnboringsstabilitet.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for gjenvinning av industrielt karbonmaterial fra en materialblanding (100, 200, 300, 400), hvilken materialblanding innbefatter borefluider, utborede faststoffer og industrielt karbon fra et slamsystem (217, 317, 420),

k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter:

separering av i det minste en del av de utborede faststoffene fra blandingen (100, 200, 300, 400) for å danne en første efluent (106, 206, 306, 406) og en borematerialfraksjon (104, 204, 304, 404),

separering av minst en del av den industrielle karbonen fra den første efluenten (106, 206, 306, 406), for dannelselse av en andre efluent (110, 201, 310, 410) og én gjenvunne industrielt karbonfraksjon,

separering av minst en del av den gjenvunne industrielle karbonfraksjonen (112, 216, 316, 414) for å danne i det minste en fraksjon av øket industrielt karboninnhold, og

resirkulering av i det minste en del av den gjenvunne industrielle karbonfraksjonen (112, 216, 316, 414) til slamsystemet (217, 317, 420).

20

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at blandingen (200, 300) videre innbefatter vektmaterialer og at fremgangsmåten videre innbefatter separering av i det minste en del av vektmaterialiet fra den andre efluenten (210, 310), for derved å danne en vektmaterialfraksjon og en tredje efluent (218, 318).

25

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d resirkulering av i det minste en del av vektmaterialfraksjonen til slamsystemet (217, 317).

30

4. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d resirkulering av i det minste en del av den tredje
effluenten (218, 318) til slamsystemet (217, 317).
- 5 5. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-4,
k a r a k t e r i s e r t v e d uttynning av den første effluenten (106, 206, 306)
med en intern olefin (113, 213, 313), en del av den andre effluenten (110, 210,
310) eller kombinasjoner av disse.
- 10 6. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-5,
k a r a k t e r i s e r t v e d resirkulering av i det minste en del av den andre
effluenten (110, 210, 310) til det aktive slamsystemet (217, 317, 420).
7. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
15 k a r a k t e r i s e r t v e d at separeringen av i det minste en del av de
utborede faststoffene for dannelsen av en første effluent (106, 206, 306, 406) og
en fraksjon med utborede faststoffer omfatter:
separering av en første del av de utborede faststoffene fra blandingen
(100, 200, 300, 400) for derved å danne en mellomeffluent og en første fraksjon
20 med utborede faststoffer, og
separering av en andre del av de utborede faststoffene fra
mellomeffluenten for derved å danne den første effluenten (106, 206, 306, 406)
og en andre fraksjon med utborede faststoffer.
- 25 8. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-7,
k a r a k t e r i s e r t v e d at separeringen av i det minste en del av de
utborede faststoffene gjennomføres i en anordning valgt fra gruppen som
innbefatter siktseparatorer, hydroykloner, avslammingsinnretninger,
avsandingsinnretninger, slamrensere, slamkondisjonerere, tørkere, tørkeristere,
30 sentrifuger, hydroyklonristere, flerdekkristere og kombinasjoner av disse.

9. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-7,

k a r a k t e r i s e r t v e d at separeringen av i det minste en del av den industrielle karbonen gjennomføres i en anordning valgt fra gruppen som innbefatter siktseparatorer, hydroykloner, avslammingsinnretninger,

5 avsandingsinnretninger, slamrensere, slamkondisjonerere, tørker, tørke-ristere, sentrifuger, hydroyklonristere, flerdekkristere og kombinasjoner av disse.

10. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at separeringen av i det minste en del av den

10 industrielle karbonfraksjonen (112, 216, 316, 414) for derved å danne i det minst en fraksjon av øket industrielt karboninnhold omfatter behandling av den industrielle karbonfraksjonen c i en sentrifug.

11. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-9,

15 k a r a k t e r i s e r t v e d at den gjenvunnede industrielle karbonfraksjonen (112, 216, 316, 414) innbefatter minst 50 vekt% industrielt karbon.

12. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-9,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den gjenvunnede industrielle karbonfraksjonen

20 (112, 216, 316, 414) innbefatter minst 70 vekt% industrielt karbon.

13. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-9,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den gjenvunnede industrielle karbonfraksjonen (112, 216, 316, 414) innbefatter minst 80 vekt% industrielt karbon.

25

14. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-9,

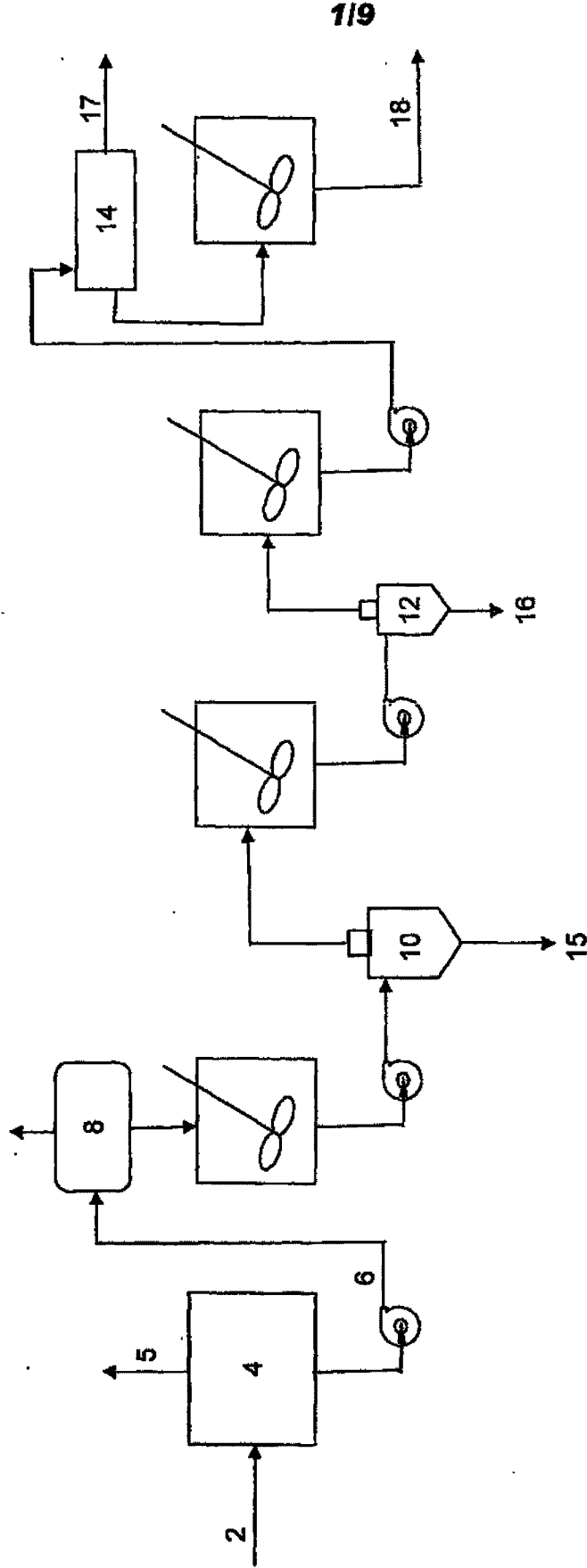
k a r a k t e r i s e r t v e d at den gjenvunnede industrielle karbonfraksjonen (112, 216, 316, 414) innbefatter minst 90 vekt% industrielt karbon.

30 15. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1-14,

k a r a k t e r i s e r t v e d at fraksjonen (104, 204, 304, 404) med utborede

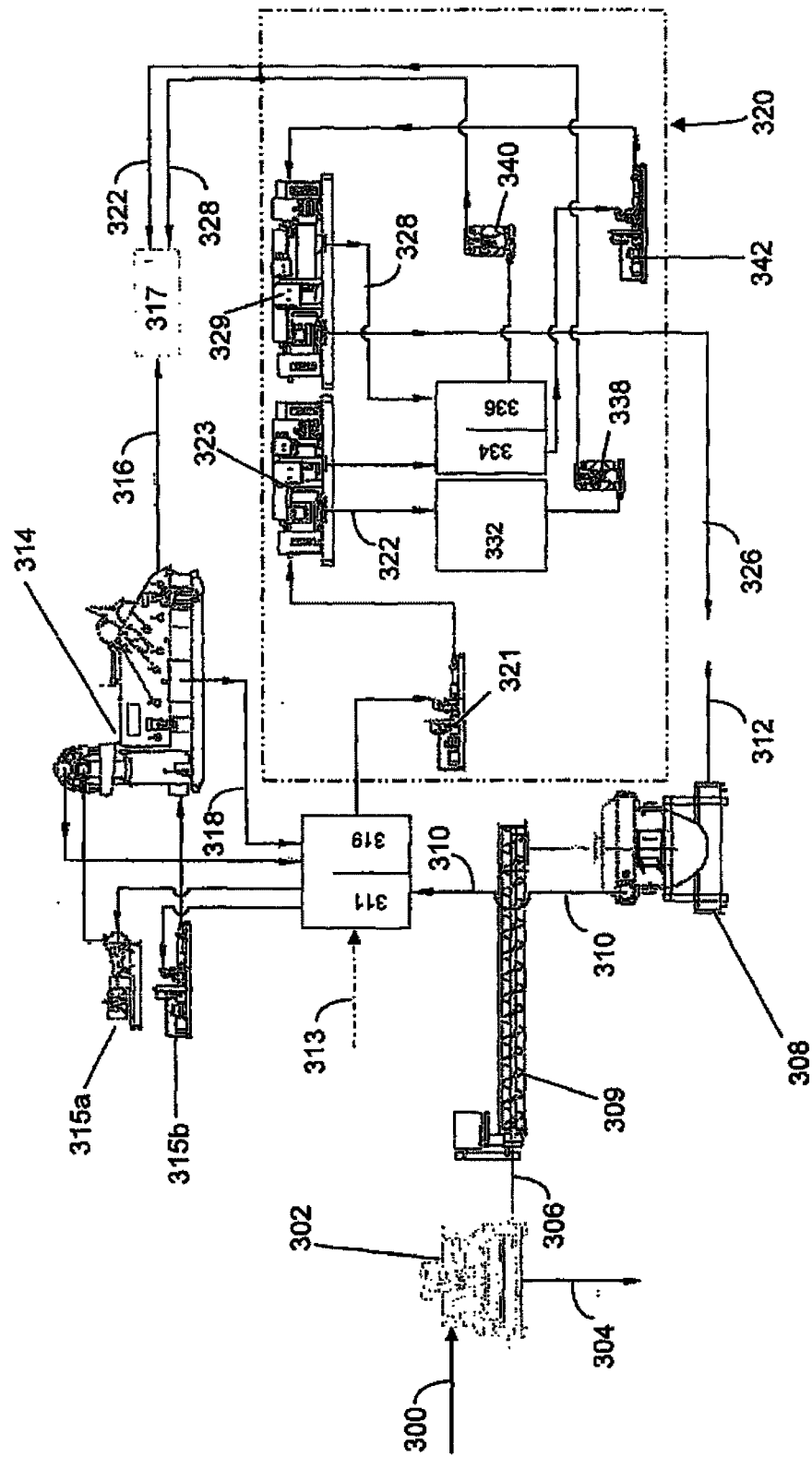
faststoffer omfatter partikler med en gjennomsnittelig partikkelstørrelse på 1000 mikron eller mer.

FIG. 1 (Prior Art)



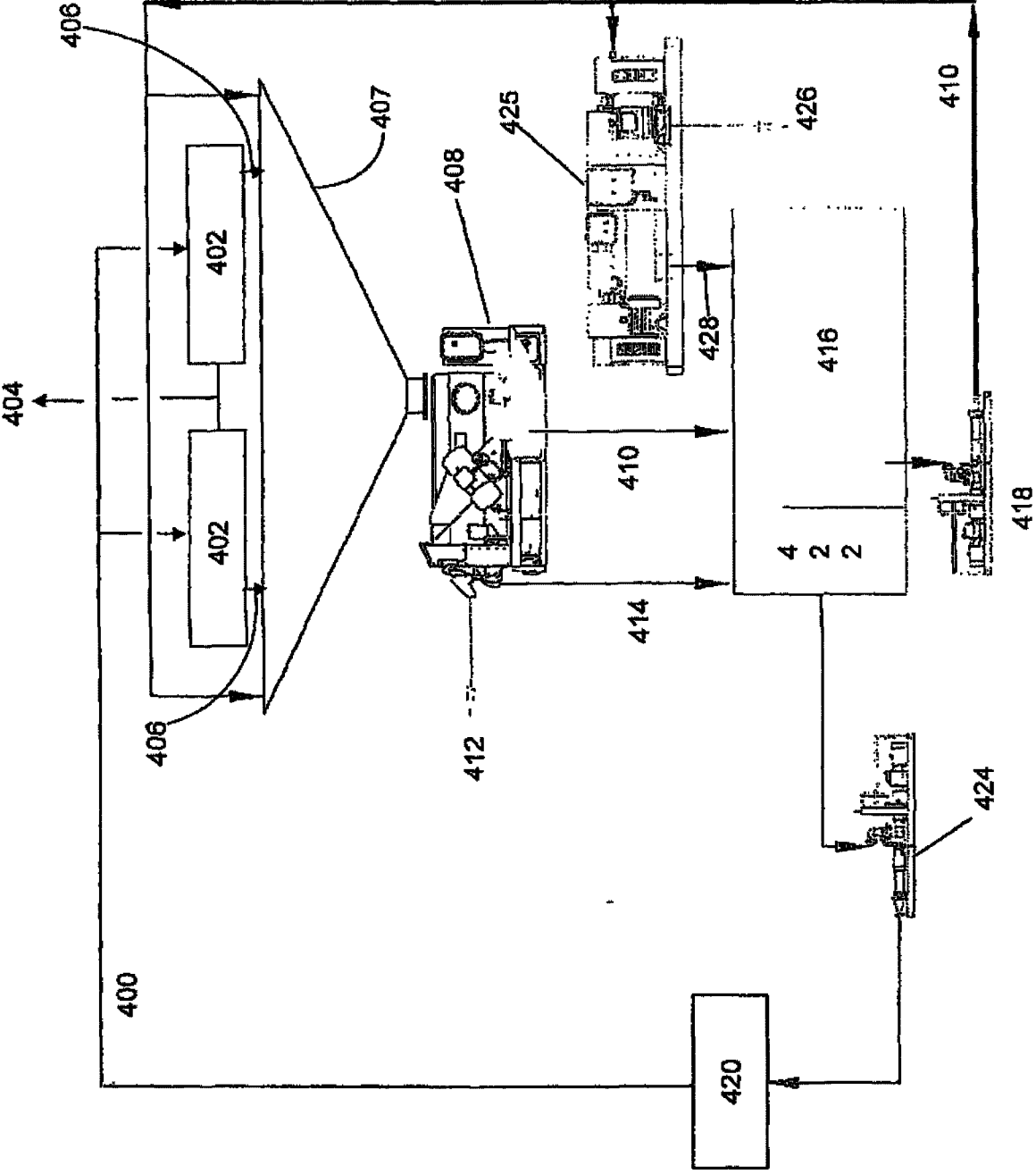
3/9

FIG. 4



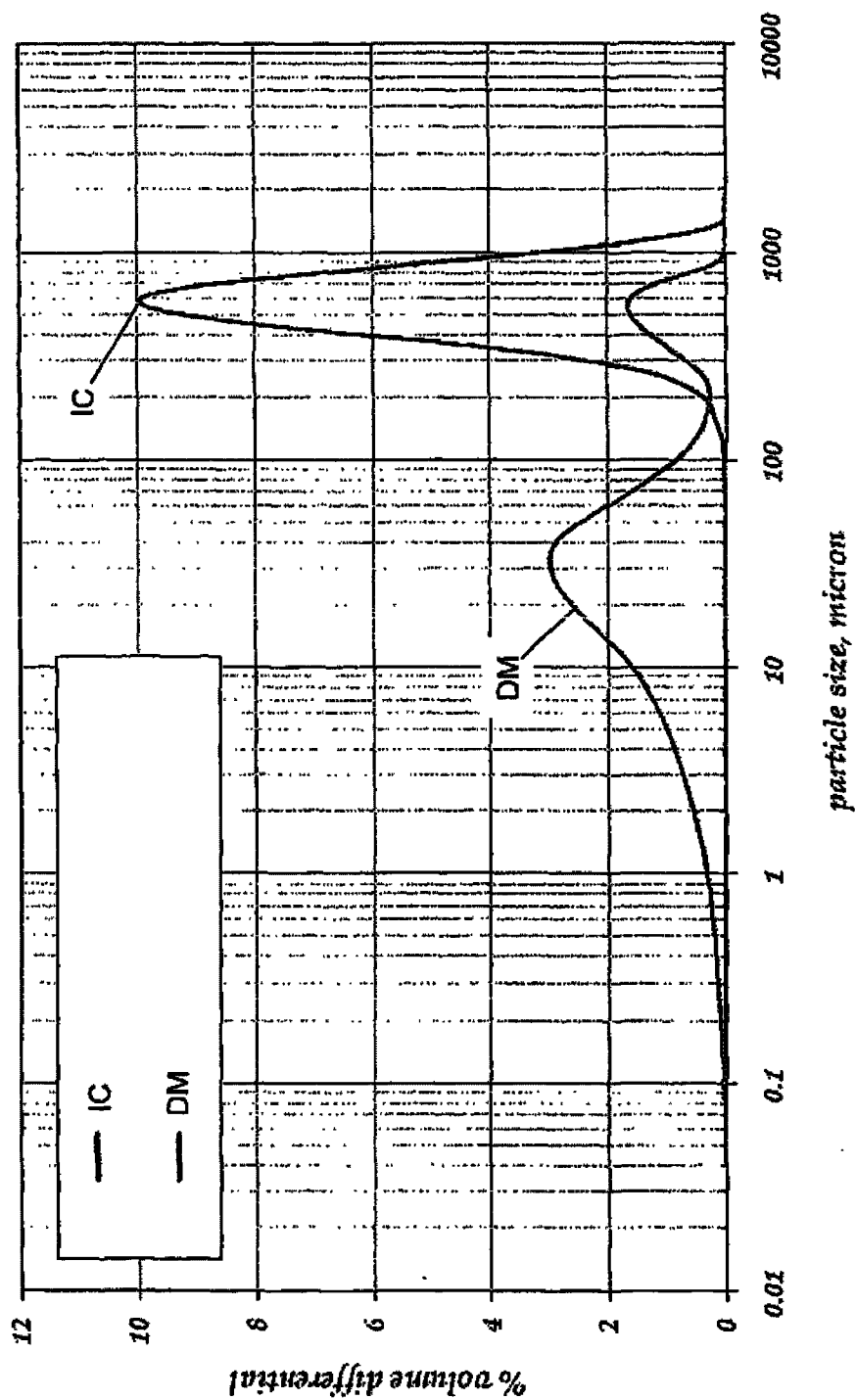
4/9

FIG. 5



5/9

FIG. 6



6/9

FIG. 7b

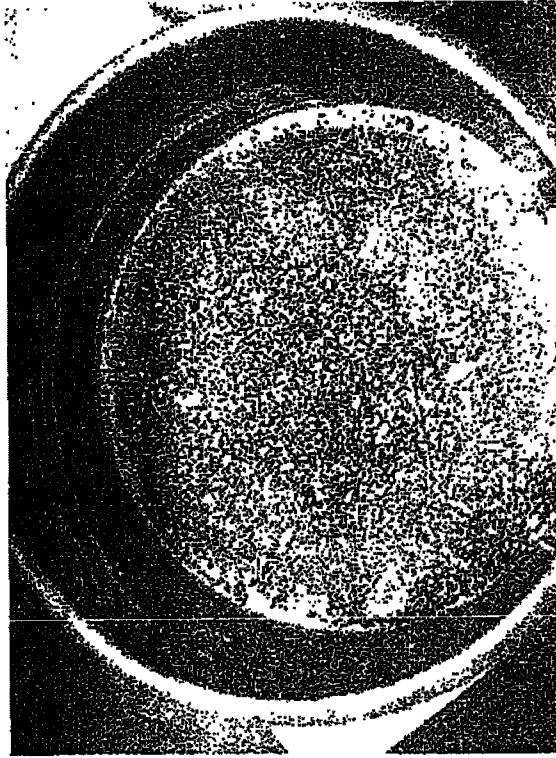
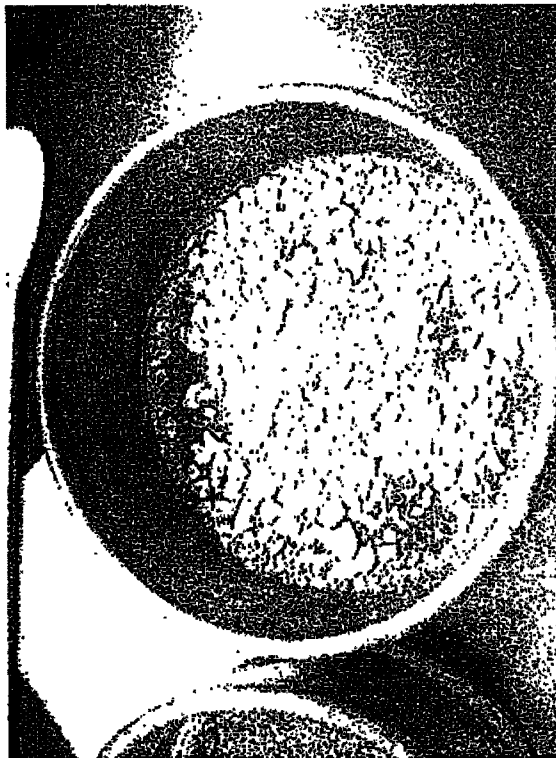


FIG. 7a



7/9

FIG. 8

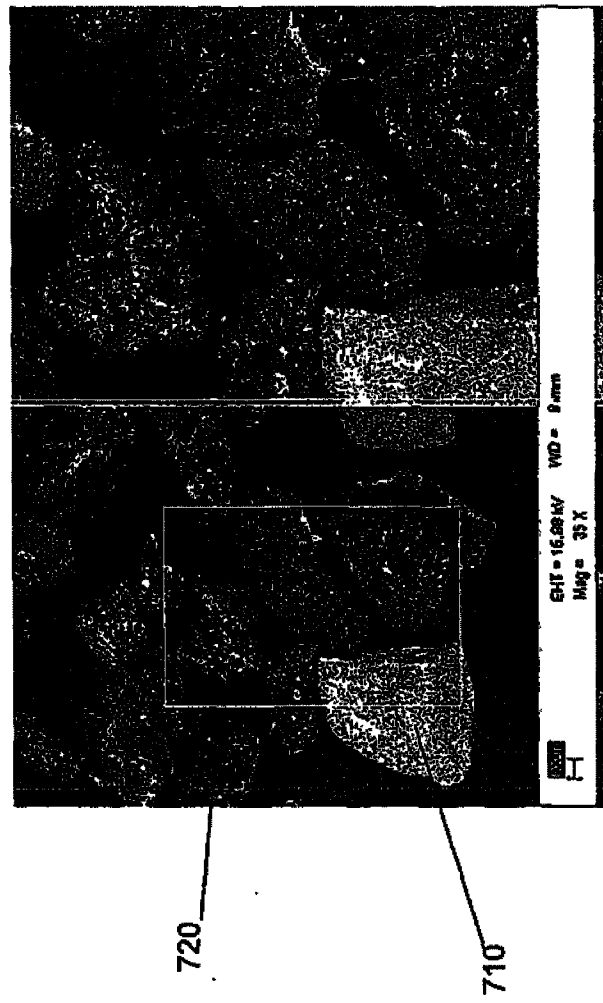
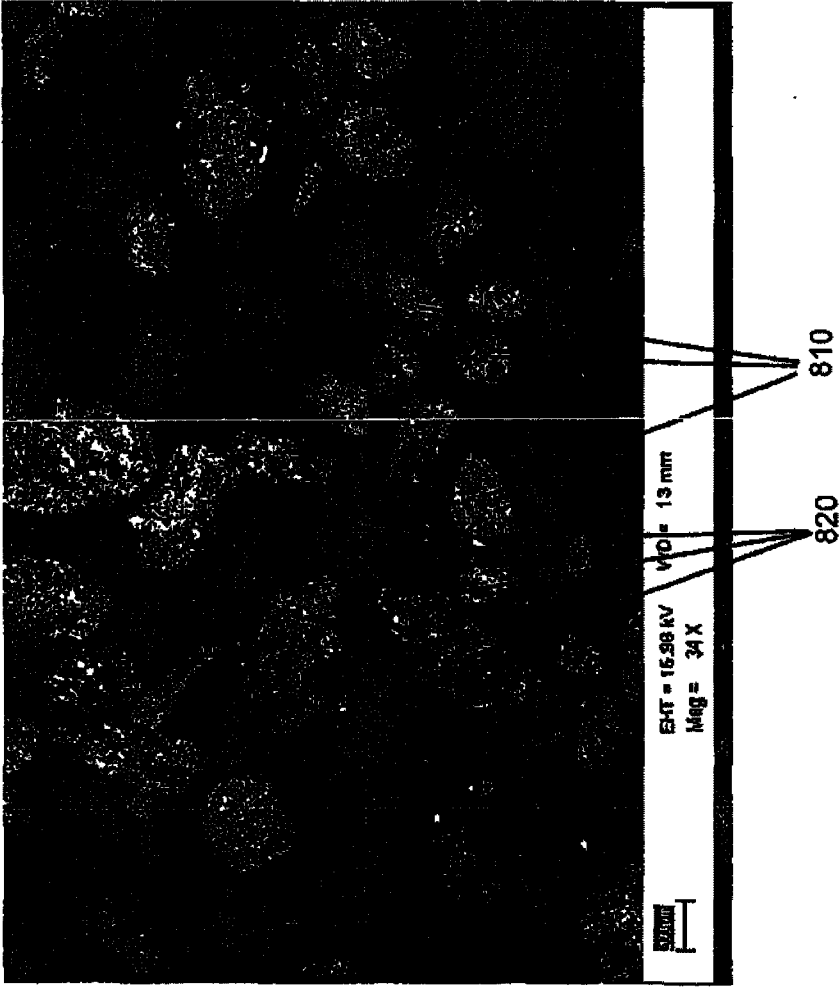


FIG. 9



9/9

FIG. 10

