



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20131315

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

C09K 8/06 (2006.01)

C09K 8/26 (2006.01)

C09K 8/32 (2006.01)

C09K 8/36 (2006.01)

C09K 8/502 (2006.01)

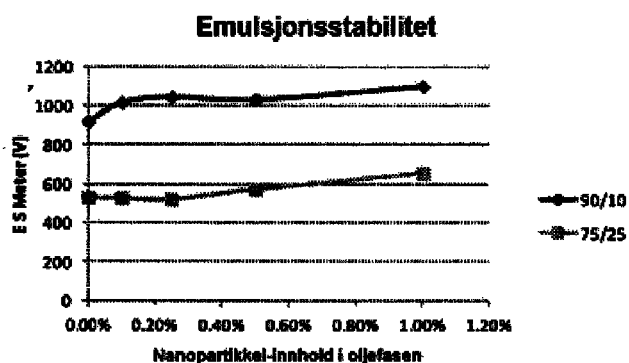
C09K 8/58 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20131315	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2012.03.21 PCT/US2012/029936
(22)	Inng.dag	2013.10.01	(85)	Videreføringsdag	2013.10.01
(24)	Løpedag	2012.03.21	(30)	Prioritet	2011.03.22, US, 61/466,259 2012.03.20, US, 13/424,549
(41)	Alm.tilgj	2013.10.18			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P. O. Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Lirio Quintero, 128 Gessner Road, US-TX77024 HOUSTON, USA			
		Othon Monteiro, 4128 Oberlin St., US-TX77005 HOUSTON, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Grafenholdige fluider for olje- og gassutvinning og produksjon
(57)	Sammendrag	

Et basisfluid kan inneholde grafén partikler hvor basisfluidet kan omfatte et oljebasert fluid, et vannbasert fluid, og kombinasjoner derav. Det oljebaserte fluidet kan være en saltløsning-i-olje emulsjon, eller en vann-i-olje emulsjon og det vannbaserte fluidet kan være en olje-i-vann emulsjon, eller en olje-i-saltløsning emulsjon; og kombinasjoner derav. Tilsetningen av grafénpartikler til basisfluidet kan forbedre én eller flere egenskaper av fluidet, som kan omfatte strømningssikrings-egenskapene av fluidet, fluidtapkontroll-egenskapene av fluidet, de reologiske egenskapene av fluidet, stabiliteten av fluidet, smøreevnen av fluidet, de elektriske egenskapene av fluidet, viskositeten av fluidet, de termiske egenskapene av fluidet og kombinasjoner derav. Fluidet kan være et borefluid, et kompletteringsfluid, et produksjonsfluid og/eller et vedlikeholdsfluid.



Grafenholdige fluider for olje- og gassutvinning og produksjon

TEKNISK OMRÅDE

5 Foreliggende oppfinnelse angår en fluidsammensetning som kan ha grafén nanopartikler og et basisfluid valgt fra gruppen bestående av et vannbasert fluid, et oljebasert fluid, og kombinasjoner derav; og fremgangsmåter for anvendelse av fluidsammensetningen.

10 BAKGRUNN

Fluid er anvendt ved boring, komplettering, produksjon og remediering av underjordiske olje- og gassbrønner er kjent. Det vil forstås at innenfor konteksten heri, omfatter betegnelsen "fluid" også "borefluider", "kompletteringsfluider", "overhalingsfluider", "vedlikeholds ("servicing")-fluider", "produksjonsfluider" og 15 "remedierings-fluider".

Det er innlysende for dem som velger eller anvender et fluid for olje- og/eller gassutforskning og feltutvikling at en vesentlig komponent av et valgt fluid er at den er riktig balansert for å oppnå de nødvendige egenskapene for den bestemte slutt-anvendelsen. Fordi det kreves av fluider at de skal utføre flere oppgaver samtidig, er 20 ikke denne ønskelige balansen alltid lett å oppnå. Det er også viktig at egenskapene av fluidet er stabile, for eksempel at de reologiske egenskapene (viskositet, osv.) er stabile gjennom alle trykk- og temperaturområdene som fluidet erfarer, som muligens omfatter høye temperatur, høye trykkbetingelser, som er forkortet HTHP.

Borefluider blir typisk klassifisert i henhold til deres basisfluid. I vannbaserte 25 fluider er faste partikler suspendert i en kontinuerlig fase bestående av vann eller saltløsning. Olje kan emulgeres i vannet som er den kontinuerlige fasen. "Vannbasert fluid" anvendes heri til å omfatte fluider som har en vandig kontinuerlig fase hvor den vandige kontinuerlige fasen kan være kun vann eller saltløsning, en olje-i-vann emulsjon, eller en olje-i-saltløsning emulsjon. Saltløsningsbaserte fluider er 30 selvfølgelig vannbasert fluid, i hvilke den vannholdige komponenten er saltløsning.

Oljebaserte fluider er det motsatte eller omvendte av vannbaserte fluider. "Oljebasert fluid" anvendes heri til å omfatte fluider med en ikke-vandig kontinuerlig fase hvor den ikke vandige kontinuerlige fasen er kun olje, en vann-i-olje emulsjon, eller en saltløsning-i-olje emulsjon. I oljebaserte fluider er faste partikler suspendert i

en kontinuerlig fase bestående av olje. Vann eller saltløsning kan emulgeres i oljen; derfor er oljen den kontinuerlige fasen. I oljebaserte fluider kan oljen bestå av hvilken som helst olje eller fluid som er ublandbar med vann som kan omfatte, men er ikke begrenset til, diesel, mineralolje, estere, raffinerifraksjon og blandinger eller

5 alfaolefiner. Oljebasert fluid som definert heri kan også omfatte syntetisk-baserte fluider eller slam (SBMs), som er syntetisk fremstilt heller enn raffinert fra naturlig forekommende materialer. Syntetisk baserte fluider omfatter ofte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, olefin-oligomerer av etylen, estere fremstilt av vegetabiliske fettsyrer og alkoholer, etere og polyetere fremstilt fra alkoholer og

10 polyalkoholer, parafiniske, eller aromatiske, hydrokarboner alkylbenzener, terpener og andre naturlige produkter og blandinger av disse typene.

Formasjonsskade omfatter uønsket endring av de initielle egenskapene av en produserende formasjon, typisk ved eksponering for borefluider, kompletteringsfluider, eller i produksjonsfasen for brønnen. Dersom

15 fluidformuleringene anvendt ved boring, komplettering, produksjon eller remediering ikke blir konstruert i henhold til behovet for den bestemte anvendelsen, har den effektive permeabiliteten og porevolumet av den produserbare formasjonen i nærbrønnområdet en tendens til å minske.

Mange mekanismer for formasjonsskade er kjent for fagfolk på området; hvorav noen få eksempler er listet opp her. Som første eksempel kan faste partikler fra fluidet fysisk tette igjen eller danne broer gjennom strømningsveier i den porøse formasjonen. Det andre eksemplet; når vann kommer i kontakt med visse leiremineraler i formasjonen vil leiren typisk svulle, hvilket følgelig fører til økning i volum som i sin tur reduserer porevolumet. Som tredje eksempel kan kjemiske

25 reaksjoner i fluidet felle ut faste stoffer eller halvfast stoffer som tetter igjen porerom. En annen mulig mekanisme for formasjonsskade omfatter faseoverganger på grunn av endringer i trykk eller temperatur av fluidsammensetning under borehullskonstruksjonen og produksjonen som kan føre til utfelling eller dannelselse av asfaltener, voks, skjell, osv. Endringer av fuktbarhet av de porøse medier kan gi

30 formasjonsskade.

Redusert hydrokarbonproduksjon kan følge som et resultat av reservoarskade når et bore- og kompletteringsfluid trenger dypt inn i det underjordiske reservoaret. Det vil også forstås at borefluidet, f.eks. oljebasert fluid, avsettes og konsentreres foran borehullet og delvis inne i formasjonen. Mange operatører er interessert i å

forbedre opprensning av formasjonen og fjerning av kaken eller materialet som tetter igjen og/eller rydde vekk formasjonsskade etter boring inn i reservoarer med oljebaserte fluider.

Det er også viktig ved boring i underjordiske formasjoner å holde brønnbanen stabil, slik at veggene i borehullet ikke faller sammen inn i hullet, og at stabiliteten av veggene opprettholdes. Andre spørsmål omfatter å forbedre den elektriske motstanden (resistiviteten) eller på annen måte modifisere den elektriske ledningsevnen (konduktiviteten) av fluidet. I noen tilfeller er det ønskelig å redusere fluidresistivitet, det vil si forbedre den inverse egenskapen eller den elektriske konduktiviteten av fluidet.

Det vil være ønskelig at det kunne finnes opp fluidsammensetninger og fremgangsmåter for å unngå skade på nærbrønnområdet av formasjonen, så vel som å fastsette lokalisering og omfang av skade og bistå og forbedre evnen til å rense opp skade og vanskeligheter påført borehullet, formasjonen, utstyr i borehullet (for eksempel Bom Fast rør ("stuck pipe")), og for å avhjelpe og/eller løse problemer mer fullstendig og enkelt, uten å forårsake ytterligere skade på formasjonen, borehullet og/eller utstyr.

Mange forskjellige funksjoner og egenskaper blir forventet av kompletteringsfluider. Kompletteringsfluidet kan anbringes i en brønn for å lette endelige operasjoner før initiering av produksjon. Slike endelige operasjoner omfatter, men er ikke nødvendigvis begrenset til, innsetting av siler, produksjonslinjer, pakninger og/eller ventiler nede i brønnhullet, og avfyring av perforeringer inn i de produserende sonene. Kompletteringsfluidet medvirker til å kontrollere en brønn dersom materiale nede i brønnhullet skulle svikte, og kompletteringsfluidet gjør dette uten å skade den produserende formasjonen eller kompletteringskomponentene. Kompletterings-operasjonen kan omfatte perforering av fôringsrøret, innsetting av rørene og pumpene i petroleumsutvinningsoperasjoner. Både overhalings- og kompletteringsfluider blir anvendt delvis for å kontrollere brønntrykk, for å forhindre utblåsning av brønnen under komplettering eller overhaling, eller for å forhindre kollaps av brønnføring på grunn av usedvanlig stor trykkoppbygging.

Kompletteringsfluider er typisk saltløsninger, slik som klorider, bromider, formater, men kan være hvilket som helst uskadelig fluid med riktig densitet og flyteegenskaper. Egnede salter for dannelse av saltløsningene omfatter, men er ikke nødvendigvis begrenset til, natriumklorid, kalsiumklorid, sinkklorid, kaliumklorid,

kaliumbromid, natriumbromid, kalsiumbromid, sinkbromid, natriumformat, kaliumformat, ammoniumformat, cesiumformat, og blandinger derav. Kjemisk kompatibilitet av kompletteringsfluidet med reservoarformasjonen og andre fluider anvendt i brønnen er nøkkelen til å unngå formasjonsskade. Det er kjent på området at kjemiske additiver, slik som polymerer og overflateaktive materialer, blir innført i saltløsningene anvendt i brønnvedlikeholds-fluider av forskjellige årsaker som omfatter, men er ikke begrenset til, økning av viskositet, og øking av densitet av saltløsningen. Polymerer som fortykker vannet tjener til å øke viskositeten av saltløsningene og løfter følgelig utboret fast stoff fra brønnbanen.

Kompletteringsfluidet blir vanligvis filtrert i høy grad for å redusere mengden av faste stoffer som ellers ville innføres til nærbrønnområdet. Et vanlig borefluid er vanligvis ikke kompatibelt for kompletteringsoperasjoner på grunn av dets innhold av fast stoff, pH og ionesammensetning.

Kompletteringsfluider bidrar også til å plassere visse kompletteringsrelaterte utstyr slik som gruspakker, uten å skade de produserende underjordiske formasjonene. Konvensjonelle borefluider er sjeldent egnet for kompletteringsoperasjoner på grunn av deres innhold av fast stoff, pH og ionesammensetning.

Kompletteringsfluidet bør være kjemisk kompatibelt med den underjordiske reservoarformasjonen og dens fluider.

Produksjonsfluider har også en mengde funksjoner og egenskaper nødvendig for å iverksette produksjonen av brønnen. Som anvendt heri angir betegnelsene produserte fluider og produksjonsfluider væsker og/eller gasser fjernet fra en undergrunns-formasjon, inkludert, for eksempel, en organisk rik steinformasjon. Sagt på en annen måte er et produksjonsfluid hvilket som helst fluid som kommer ut av en brønn, dvs. produsert fra brønnen. Produsert fluid kan omfatte både hydrokarbonfluider og ikke-hydrokarbonfluider. Produksjonsfluider kan omfatte, men er ikke begrenset til, pyrolysert skiferolje, syntese gass, et pyrolyseprodukt av kull, karbondioksid, hydrogensulfid og vann (inkludert damp). Kvalitet av produsert olje, samlet produksjonsrate, og/eller maksimal utvinning kan endres ved å endre produksjonsfluidet. Generelt må alle sikkerhetsforanstaltninger tas for å sikre at produksjonsflyten fra brønnen er uten avbrudd eller sagt på en annen måte, for å opprettholde strømningssikringen ("flow assurance") av brønnen, slik som å forhindre avsetning av asfalter, voksavleiring og/eller dannelse av hydrater i produksjonsfluidene.

Den resulterende hydrokarbonstrømmen fra en produserende brønn er en blanding som må separeres i dens hovedkomponenter, slik som olje, gass og vann. Fasene av hydrokarbonstrømmen må også separeres; dvs. væskene fra gassene. To-fase separatorene separerer kun faser, slik som gass fra væske. Tre-fase separatorene er nødvendig når produksjonsfluid også inneholder vann som må fjernes. Separatorene klassifiseres ved form, slik som vertikale separatorene og horisontale separatorene. Når forholdet mellom gass og olje er svært lavt, er en vertikal separator foretrukket. Horisontale separatorene skulle anvendes når volumet av gassen eller væsken er svært stort. Straks hydrokarbonstrømmen går gjennom separatoren, blir de resulterende produksjonsstrømmene prosessert i henhold til hvorvidt det er en gasstrøm eller en oljestrøm.

Prosessering av gass fjerner hydrogensulfid (H_2S), vann (H_2O) og karbondioksid (CO_2). Aminbehandlere kan anvendes for å redusere CO_2 og H_2S . Vannet kan fjernes fra gassen ved anvendelse av en glykol-behandler eller et tørkemiddel. Prosessering av råolje omfatter fjerning av forurensninger, slik som sand, salt, H_2O , sedimenter og andre kontaminanter. Imidlertid er H_2O den største kontaminanten i olje eller gass. Flere enheter kan anvendes for å fjerne slike kontaminanter fra oljestrømmen. En varmebehandler kan anvendes for brytning av olje- H_2O -emulsjonen. En fritt vann utskillings-beholder separerer fritt vann fra oljestrømmen produsert fra brønnen. En elektrostatiske varmebehandler anvender et elektrisk felt for å separere vannet fra oljestrømmen ved å tiltrekke seg den elektriske ladningen av vannmolekylene. Demulgeringsmidler kan anvendes for brytning av emulsjoner ved anvendelse av kjemikalier.

Vedlikeholdsfluid, slik som remedieringsfluid, overhalingsfluid og lignende, har flere funksjoner og egenskaper nødvendig for reparasjon av en skadet brønn. Slike fluid kan anvendes for brytning av emulsjoner som allerede er dannet. Betegnelsene "remedieringsoperasjoner" og "remediering" er definert heri til å omfatte en reduksjon av viskositeten av gel skade og/eller delvis eller fullstendig bortrydding av skade av hvilken som helst type fra en underjordisk formasjon. På lignende måte er betegnelsen "remedierings-fluid" definert heri til å omfatte hvilket som helst fluid som kan være anvendelig i remedieringsoperasjoner.

Før utførelse av remedierings-operasjoner må produksjonen av brønnen stanses, så vel som trykket inneholdt i reservoaret. For å gjøre dette kan hvilke som helst produksjonsrør-føringsrør pakning åpnes, og deretter blir vedlikeholdsfluidet ført

ned produksjonsrør-føringsrør ringrommet og opp rørstrengen. Disse vedlikeholdsfluidene bidrar til å balansere trykket i reservoaret og forhindre innstrømming av hvilke som helst reservoarfluider. Produksjonsrøret kan fjernes fra brønnen straks brønntrykket er under kontroll. Verktøy typisk anvendt for remedieringsoperasjoner omfatter verktøy for kabel ("wireline")-operasjoner, pakninger, perforeringskanon, strømningsratesensorer, sonder for elektrisk logging, osv.

Det ville være ønskelig at fluidsammensetninger og fremgangsmåter kunne skreddersys til de spesifikke funksjonsbehov for borefluider, kompletteringsfluider, vedlikeholdsfluider og produksjonsfluider og derved fremme strømningssikrings-egenskapene av fluidet, fluidtapkontroll-egenskapene av fluidet, reologiske egenskaper av fluidet, stabiliteten av fluidet, smøreevnen av fluidet, de elektriske egenskapene av fluidet, viskositeten av fluidet, de termiske egenskapene av fluidet og kombinasjoner derav. Ved å gjøre dette kan skade på nærbrønnområdet av formasjonen hovedsakelig unngås. I tillegg ville det være lettere å fastsette lokalisering, skadeomfanget og bistå og forbedre evnen til å rense opp skade og vanskeligheter påført brønnbanen, formasjonen, utstyr i brønnbanen (for eksempel fastkjørt rør), og å fjerne og/eller løse problemer mer fullstendig og enkelt, uten å forårsake ytterligere skade på formasjonen, brønnhullet og/eller utstyret.

OPPSUMMERING

Det tilveiebringes i én ikke-begrensende form, et fluid som kan omfatte et basisfluid valgt fra gruppen bestående av et oljebasert fluid, et vannbasert fluid, og kombinasjoner derav. Fluidet kan også omfatte nanopartikler av grafén som har minst én dimensjon mindre enn 50 nm. Egnede grafén nanopartikler kan omfatte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, grafén, funksjonalisert grafén, kjemisk modifisert grafén, kovalent modifisert grafén, grafénoksid og kombinasjoner derav.

Det tilveiebringes i en annen form, en fremgangsmåte for å forbedre én eller flere egenskaper av et fluid. Egenskapen kan velges fra klassen bestående av strømningssikringsegenskapene av fluidet, fluidtapkontroll-egenskapene av fluidet, reologiske egenskaper av fluidet, stabiliteten av fluidet, smøreevnen av fluidet, de elektriske egenskapene av fluidet, viskositeten av fluidet, de termiske egenskapene av fluidet, og kombinasjoner derav. Fremgangsmåten omfatter å tilsette nanopartikler

av grafén til et basisfluid hvor basisfluidet kan være et oljebasert fluid, et vannbasert fluid og kombinasjoner derav.

KORT BESKRIVELSE AV FIGURENE

5 FIG. 1 er et diagram som illustrerer den plastiske viskositeten for tre borefluider som har en saltløsningsbasert indre fase og en oljebasert ytre fase hvor den ytre fasen er forskjellig for hvert borefluid; og

FIG. 2 er et diagram som illustrerer flytegrensepunktet for tre borefluider med en saltløsningsbasert indre fase og en oljebasert ytre fase hvor den ytre fasen er
10 forskjellig for hvert borefluid; og

FIG. 3 er et diagram som illustrerer emulsjonsstabiliteten av to komplekse emulsjoner med ulike forhold mellom olje og vann hvor grafén ble tilsatt til oljefasen.

DETALJERT BESKRIVELSE

15 Det har blitt funnet at nanopartikler av grafén kan forbedre visse egenskaper av et basisfluid når det er tilsatt til basisfluidet i en effektiv mengde. Slike egenskaper som kan fremmes omfatter strømningsstyringsegenskapene av fluidet, fluidtapkontroll-egenskapene av fluidet, elektrisk og termisk konduktivitet, emulsjon-
20 stabiliseringsmidler, brønnbane forsterkningskomponenter, DRA ("drag reduction agent"), fuktbarhets endrer, som korrosjonsbelegg, osv. Nanofluidene for disse typene av anvendelser kan utformes ved tilsetning av nanosammensetninger og/eller organiske og uorganiske nanopartikulære materialer, slik som nanopartikler av grafén.

25 Grafén er en allotrop av karbon, hvis struktur er et sjikt av sp^2 -bundne grafittatomer i ett plan som er tett pakket i et todimensjonalt sekskantet krystallgitter. Betegnelsen "grafén" blir anvendt heri til å omfatte partikler som kan inneholde mer enn ett atomisk plan, men fortsatt med en lagdelt morfologi, dvs. en i hvilken én av dimensjonene er betydelig mindre enn de andre to. Det typiske maksimale antall
30 monoatomisk tykke lag i grafén nanopartiklene her er omtrent femti (50). Strukturen til grafén er heksagonal, og angis ofte som et todimensjonalt (2-D) materiale. 2-D-strukturen av grafén nanopartiklene er av største viktighet ved utførelse av de anvendelige anvendelsene relevant for grafén nanopartiklene. Anvendelser av grafitt, 3-D-versjonen av grafén, er ikke ekvivalent med 2-D-anvendelser av grafén.

Fundamentale egenskaper, slik som elektrisk konduktivitet, Youngs modul, termisk konduktivitet, dielektriske egenskaper og de tidligere nevnte for grafén har blitt målt og tåler sammenligning med egenskapene til karbon-nanorør. 2-D morfologien gir imidlertid betydelige fordeler når dispergert i komplekse fluider, slik som flerfase fluider eller emulsjoner. Unik for denne anvendelsen er konstruksjonen av grafén dispersjonen i de ulike fasene av fluidet, f.eks. olje og vann for å oppnå de ønskede egenskapene.

Anvendelse av overflateaktive materialer, slik som surfaktanter i én ikke-begrensende utførelsesform, sammen med grafén nanopartiklene kan danne selvorganiserende ("self-assembly") strukturer som kan fremme de termodynamiske, fysiske og reologiske egenskapene av disse typene av fluider. Anvendelse av overflateaktive materialer er valgfritt. Disse nanopartiklene av grafén er dispergert i basisfluidet. Basisfluidet kan være et borefluid, et kompletteringsfluid, et produksjonsfluid eller et vedlikeholdsfluid. Basisfluidet kan være et oljebasert fluid eller et vannbasert fluid, eller basisfluidet kan være et enkelt-fase fluid, eller et poly-fase fluid, slik som en emulsjon av olje-i-vann (O/W); vann-i-olje (W/O); eller en multippel emulsjon, slik som men ikke begrenset til vann-i-olje-i-vann (W/O/W), eller olje-i-vann-i-olje (O/W/O). Grafén nanopartiklene kan anvendes i konvensjonelle operasjoner og krevende operasjoner som krever stabile fluider for høye temperatur- og trykkbetingelser (HTHP).

I foreliggende kontekst kan grafén nanopartikler ha minst én dimensjon mindre enn 50 nm, selv om andre dimensjoner kan være større enn dette. I en ikke-begrensende utførelsesform, kan grafén nanopartiklene ha én dimensjon mindre enn 30 nm, eller alternativt 10 nm. I ett ikke-begrensende tilfelle kan den minste dimensjonen av grafén nanopartiklene være mindre enn 5 nm, men lengden av grafén nanopartiklene kan være mye lengre enn 100 nm, for eksempel 1000 nm eller mer. Slike grafén nanopartikler ville være innenfor omfanget av fluidene heri.

Det skal forstås at overflatemodifiserte grafén nanopartikler kan finne anvendelse i sammensetninger og fremgangsmåter heri. "Overflatemodifisering" er definert her som prosessen med å endre eller modifisere overflateegenskapene av en partikkel ved hvilke som helst midler, omfattende men ikke begrenset til fysiske, kjemiske, elektrokjemiske eller mekaniske metoder, og i den hensikt å gi en unik ønskelig egenskap eller kombinasjon av egenskaper til overflaten av grafén nanopartikkelen, som skiller seg fra egenskapene av overflaten av den uprosesserte

grafén nanopartikkelen.

Funksjonaliserte grafén nanopartikler er definert heri som slike hvor deres kanter eller overflater er modifisert til å inneholde minst én funksjonell gruppe inkludert, men ikke nødvendigvis begrenset til, sulfonat, sulfat, sulfosuccinat, tiosulfat, succinat, karboksylat, hydroksyl, glukosid, etoksylat, propoksylat, fosfat, eter, aminer, amider, etoksylat-propoksylat og kombinasjoner derav.

Disse enorme overflatearealene per volum øker dramatisk interaksjonen av grafén nanopartiklene med matriksen eller det omgivende fluid. Dette overflatearealet kan fungere som seter for binding med funksjonelle grupper og kan ha innvirkning på krystallisering, kjede-sammenfiltrering, og morfologi, og kan følgelig frembringe mange forskjellige egenskaper i matriksen eller fluidet.

I foreliggende kontekst kan fluidet omfatte basisfluidet, slik som men ikke begrenset til, et borefluid, et kompletteringsfluid, et produksjonsfluid eller et vedlikeholdsfluid. For eksempel er det forventet at grafén nanopartikler og konvensjonelle polymerer eller kopolymerer kan være forbundet eller bundet sammen direkte eller gjennom visse intermediære kjemiske bindinger for å kombinere noen av de fordelaktige egenskapene av hver. På grunn av det svært store overflatearealet til volum tilstede med grafén nanopartikler, er det i tillegg forventet at i de fleste, om ikke alle, tilfeller behøves anvendelse av en mye mindre andel av grafén nanopartikler relativt til additiver i mikronstørrelse konvensjonelt anvendt for å oppnå eller yte en lignende effekt.

På lignende måte kan polymerer være forbundet med grafén nanopartiklene på bestemte måter, slik som ved kryssbindingstype forbindelser, hydrogenbinding, kovalent binding og lignende. Egnede polymerer omfatter, men er ikke nødvendigvis begrenset til, poly(m-fenylenvinylen-ko-2,5-dioktoksy-p-fenylenvinylen) (PmPV), polyanilin, poly(para-fenylenvinylen) (PPV), poly(metyl metakrylat) (PMMA), polyvinylalkohol (PVA), polyetylen propoksylat kopolymerer (EO-PO kopolymerer) og lignende. Slike grafén nanopartikkel polymer-hybrider kan anvende grafén nanopartikler som polymertype byggesteiner i konvensjonelle kopolymertype strukturer, slik som blokk-kopolymerer, graft kopolymerer og lignende.

På en måte har slike fluider gjort bruk av nanopartikler i mange år, siden leirene vanlig anvendt i borefluider er naturlig forekommende 1 nm tykke skiver av alumino-silikater. Slike nanopartikler oppviser usedvanlige reologiske egenskaper i vann og olje. Imidlertid er, i motsetning til dette, nanopartiklene som er hovedemne

heri syntetisk fremstilte grafén nanopartikler hvor størrelse, form og kjemisk sammensetning er omhyggelig kontrollert.

Grafén nanopartiklene kan bli funksjonelt modifisert ved å innføre kjemisk funksjonelle grupper dertil, for eksempel ved å omsette grafén nanopartiklene med et peroksid slik som diacyl peroksid for å tilføye acylgrupper som i sin tur omsettes med diaminer for å tilveiebringe amin-funksjonalitet, som kan omsettes videre.

Fluidene heri kan ha et basisfluid slik som, men ikke begrenset til, borefluider, kompletteringsfluider, produksjonsfluider og vedlikeholdsfluider. Grafén nanopartikler kan tilsettes til basisfluidet for å fordelaktig påvirke egenskapene av fluidet. I noen tilfeller kan grafén nanopartiklene endre egenskapene av fluidene i hvilke de oppholder seg, basert på forskjellige stimuli inkludert, men ikke nødvendigvis begrenset til, temperatur, trykk, pH, kjemisk sammensetning, salinitet og lignende. Dette skyldes det faktum at grafén nanopartiklene kan skreddersys på atomnivå til å ha svært spesifikke funksjonelle grupper, og følgelig reagerer nanopartiklene av grafén på en endring i omgivelsene eller betingelsene på en måte som er fordelaktig. Det skal forstås at det er forventet at grafén nanopartikler kan ha mer enn én type funksjonell gruppe, hvilket gjør dem multifunksjonelle. Multifunksjonelle grafén nanopartikler kan være anvendelige for samtidige anvendelser, i et ikke-begrensende eksempel på en fluid, smøre borekronen, stabilisere skiferen under boring og gi lav skjærhastighet viskositet. I en annen ikke-begrensende utførelsesform omfatter grafén nanopartikler egnet for stabilisering av skifer slike som har en elektrisk ladning som tillater dem å assosieres med skiferen. I en ikke-begrensende utførelsesform kan grafénpartikler være del av en blanding hvor blandingen også omfatter mikrokrystallinsk grafitt, og nanokrystallinsk grafitt, nanorør og kombinasjoner derav.

Slike fluider kan ha overflateaktive materialer; f.eks. surfaktanter, polymerer og/eller ko-polymerer; til stede og interagerende med grafén nanopartiklene for å bidra til at fluidene oppnår disse målene. Slike fluider er forventet å kunne anvendes i reservoar injeksjon ("flooding"), reservoaroperasjoner omfattende reservoaravbygging, borefluider, kompletteringsfluider og reservoarstimulering. Det kan være nyttig ved utforming av nye fluider inneholdende konstruerte nanopartikler av grafén å avpasse mengden av grafén nanopartiklene til det riktige overflateaktive materiale/basisfluid-forholdet for å oppnå den ønskede dispersjonen for det bestemte fluidet.

Overflateaktive materialer blir generelt ansett for å være valgfrie, men kan anvendes for å forbedre kvaliteten av dispersjonen av grafén nanopartiklene. Slike

overflateaktive materialer kan være tilstede i basisfluidene i mengder på fra omtrent 0,1 vekt-% uavhengig til omtrent 15 vekt-%, alternativt fra omtrent 0,05 vekt-% uavhengig til omtrent 5 vekt-%, hvor "uavhengig" som anvendt heri betyr at hvilken som helst nedre terskel kan kombineres med hvilken som helst øvre terskel for å definere et akseptabelt alternativt område.

Metoder for å dispergere partikler av kolloidal størrelse i fluider er kjent, men hvordan grafén nanopartikler kan dispergeres i fluidene kan være en utfordring. Forventede egnede overflateaktive materialer kan omfatte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, ikke-ioniske, anioniske, kationiske, amfoteriske surfaktanter, og blandinger derav. Egnede ikke-ioniske overflateaktive materialer kan omfatte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, alkyl polyglykosider, sorbitanestere, metylglukosid-estere, amin-etoksylater, diamin-etoksylater, polyglyserolestere, alkyl-etoksylater, alkoholer som har blitt polypropoksyliert og/eller polyetoksyliert eller begge deler. Egnede anioniske overflateaktive materialer kan omfatte alkalimetallalkyl-sulfater, alkyleter-sulfonater, alkyl-sulfonater, alkyl aryl-sulfonater, lineære og forgrenede alkyleter-sulfater og sulfonater, alkohol polypropoksylierte sulfater, alkohol polyetoksylierte sulfater, alkohol polypropoksylierte polyetoksylierte sulfater, alkyl-disulfonater, alkylaryl-disulfonater, alkyl-disulfater, alkyl-sulfosuccinater, alkyleter-sulfater, lineære og forgrenede etersulfater, alkalimetall karboksylater, fettsyre karboksylater og fosfatestere. Egnede kationiske overflateaktive materialer kan omfatte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, argininmetyl estere, alkanolaminer og alkylendiamider. Egnede overflateaktive materialer kan også omfatte surfaktanter inneholdende en ikke-ionisk spacer-arm sentral forlengelse og en ionisk eller ikke-ionisk polar gruppe. Andre egnede overflateaktive materialer kan være dimeriske eller gemini surfaktanter, kløyyvbare surfaktanter, janus surfaktanter og forlengede surfaktanter, også kalt "forlenget kjede" surfaktanter.

Det er også antatt at kombinasjoner av visse overflateaktive materialer og grafén nanopartikler vil selvorganiseres til anvendelige strukturer, på lignende måte som visse sammensetninger inneholdende overflateaktive materialer selvorganiseres til flytende krystaller med forskjellige ulike strukturer og orienteringer.

Slike grafén nanopartikler kan omfatte grafén, funksjonalisert grafén, kjemisk modifisert grafén, kovalent modifisert grafén, grafén-oksid og kombinasjoner derav. De funksjonaliserte grafén nanopartiklene kan være funksjonelt modifisert ved, men ikke nødvendigvis begrenset til, sulfonat, sulfat, sulfosuccinat, tiosulfat, succinat,

karboksylat, hydroksyl, glukosid, etoksylat, propoksylat, fosfat, eter, aminer, amider og kombinasjoner derav. De kjemisk modifiserte grafén nanopartiklene kan ha blitt kjemisk omsatt til å bære funksjonelle grupper omfattende, men ikke nødvendigvis begrenset til, SH, NH₂, NHCO, OH, COOH, F, Br, Cl, I, H, R-NH, R-O, R-S, CO, COCl og SOCl, hvor R er valgt fra gruppen bestående av lavmolekylære organiske kjeder med et karbontall på gjennomsnittlig men ikke nødvendigvis begrenset til 10 eller mindre.

Kovalent funksjonalisering kan omfatte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, oksidasjon og senere kjemisk modifikasjon av oksiderte nanopartikler, fluorinering, fri radikal addisjoner, addisjon av karben, nitrener og andre radikaler, arylamin-binding via diazonium kjemi, og lignende. I tillegg til kovalent funksjonalisering kan kjemisk funksjonalitet innføres ved ikke-kovalent funksjonalisering, π - π -interaksjoner og polymer-interaksjoner, slik som innpakking av en grafén nanopartikkel med et polymer, direkte binding av reaktanter til grafén nanopartikler ved å angripe sp²-bindingene, direkte binding til endene av grafén nanopartikler eller til kantene av grafén nanopartiklene, og lignende. Mengden av grafén nanopartikler i fluidet kan variere fra omtrent 0,0001 vekt-% uavhengig til omtrent 15 vekt-%, og fra omtrent 0,001 vekt-% uavhengig til omtrent 5 vekt-% i en alternativ ikke-begrensede utførelsesform.

Fluider inneholdende nanopartikler av grafén er også forventet å ha forbedret elektrisk konduktivitet. I én ikke-begrensede versjon er den gjennomsnittlige nanopartikkel-lengden for nanopartiklene for å oppnå denne effekten i området fra omtrent 1 nm uavhengig til omtrent 10,000 nm, alternativt fra omtrent 10 nm uavhengig til omtrent 1000 nm. Grafén nanopartikler kan lede elektrisk ladning, slik at de kan forbedre konduktiviteten av fluidene. Forøkt elektrisk konduktivitet av fluidene kan danne en elektrisk ledende filterkake som i høy grad forbedrer sanntids loggingsprosesser med høy oppløsning, sammenlignet med en ellers identisk fluid som mangler grafén nanopartiklene.

Mengden av nanopartikler av grafén i et fluid for å modifisere den elektriske konduktiviteten av fluidet kan variere fra omtrent 0,0001 vekt-% uavhengig til omtrent 15 vekt-%, alternativt fra omtrent 0,001 vekt-% uavhengig til omtrent 5 vekt-%. Overflateaktive materialer anvendelig å innbefatte i fluider for å forbedre dispergering av grafén i fluidet for å forbedre konduktiviteten eller resistiviteten derav er forventet å omfatte, men ikke nødvendigvis være begrenset til, ikke-ioniske, anioniske,

kationiske, amfoteriske og zwitterioniske overflateaktive materialer, janus overflateaktive materialer, og blandinger derav som tidligere nevnt, og overflateaktive materialer kan forventes å være til stede i mengder på fra omtrent 0,05 vekt-% til omtrent 15 vekt-% i fluidet.

5 Fluidet inneholdende nanopartikler av grafén er også forventet å ha økte fluidtapkontroll-egenskaper sammenlignet med fluidet som mangler grafén nanopartiklene. Fluidtap-kontroll er generelt forbundet med prosessene som anvender borefluidet og kompletteringsfluidet. Tilsetning av grafén nanopartikler til et borefluid eller kompletteringsfluid kan begrense tapet av et slikt fluid inn i formasjonen eller
10 reservoaret. Mengden av grafén nanopartikler i et fluid for å modifisere fluidtapkontroll-egenskapene av fluidet kan variere fra omtrent ,0001 vekt- til omtrent 15 vekt-%, alternativt fra omtrent ,001 vekt-% til omtrent 5 vekt-%.

Fluidet inneholdende grafén nanopartikler er også forventet å ha forbedret smøreegne sammenlignet med fluidet som mangler grafén nanopartiklene. Mengden
15 av grafén nanopartikler i et fluid for å modifisere smøreegnen av fluidet kan variere fra omtrent 0,0001 vekt-% til omtrent 15 vekt-%, alternativt fra omtrent 0,001 vekt-% til omtrent 5 vekt-%.

Grafén nanopartikler er også forventet å forbedre de termiske egenskapene av et fluid ved å stabilisere fluidet over et bredt område av temperatur- og/eller
20 trykkbetingelser, inkludert HTHP-miljøer i svært dype brønner, og ved andeler mye mindre enn nåværende stabilitets-additiver. Med stabilisering av fluidene menes det å holde reologien av fluidet lik, slik som viskositeten av fluidet, over disse områdene. Grafén nanopartikler kan fungere som en emulsjonsstabilisator dersom de er adsorbert til en fluid-fluid grenseflate, og fremme emulsjonsstabilisering. Typen av
25 emulsjon oppnådd ville avhenge av fuktbarheten av grafén nanopartiklene ved olje/vann-grenseflaten. Stabiliseringsmekanismen fungerer gjennom en viskoelastisk grenseflatefilm dannet av grafén nanopartiklene som oppholder seg ved olje/vann-grenseflaten, hvilket reduserer drenering og brudd av filmen mellom dråpene. Graden av stabilisering ville avhenge av partikkel-løsrivelsesenergien som er relatert
30 til de frie energiene involvert i fjerning av en adsorbert grafén nanopartikkel fra grenseflaten. I én ikke-begrensende utførelsesform kan stabilisering av emulsjon dannende fluidet omfatte surfaktantindusert grafén nanopartikkel flokkulering og synergi mellom surfaktanten og grafén nanopartiklene, på lignende måte som beskrevet av Binks et al "*Synergistic Interaction in Emulsions Stabilized by a Mixture*

of Silica Nanoparticles and Cationic Surfactant", Langmuir 2007, 23, 3626 - 3636 og Binks og Rodrigues, "Enhanced Stabilization of Emulsions Due to Surfactant-Induced Nanoparticle Flocculation", Langmuir 2007, 23, 7436 - 7439, begge inntatt heri ved referanse i sin helhet.

I én ikke-begrensende utførelsesform ville fluidet være stabilt ved temperaturer opp til 300 °C. Egnede nanopartikler av grafén for denne anvendelsen omfatter, men er ikke nødvendigvis begrenset til, slike som kan ha en ladning, så vel som slike med funksjonelle grupper inkludert, men ikke nødvendigvis begrenset til, hydrofile grupper og/eller hydrofobe grupper, osv. Det er forventet at andelen av slike grafén nanopartikler anvendelig for å gi stabilitet kan variere fra omtrent 0,0001 vekt-% uavhengig til omtrent 15 vekt-%; alternativt fra omtrent 0,001 vekt-% uavhengig til omtrent 5 vekt-%. Disse fluidene ville være mer stabile enn ellers identiske fluider som mangler grafén nanopartiklene. Spesielle grafén nanopartikler anvendelige for stabilisering av emulsjoner omfatter, men er ikke nødvendigvis begrenset til, grafén nanopartikler, funksjonaliserte grafén nanopartikler, kjemisk modifisert grafén, kovalent modifisert grafén, grafén-oksidi og kombinasjoner derav.

Som beskrevet er mange fluider emulsjoner, slik som O/W eller W/O emulsjoner. Det er viktig at disse emulsjonsfluidene opprettholder deres emulsjonsegenskaper under anvendelse. Overflateaktive materialer eller kombinasjoner av overflateaktive materialer med ko-surfaktanter blir ofte anvendt i konvensjonelle emulsjons-borefluider for å stabilisere dem. Imidlertid er det forventet at grafén nanopartikler også kunne tilveiebringe denne emulsjonsstabiliserende effekten i en mye lavere andel. Det er forventet at andelen av slike grafén nanopartikler anvendelige for å gi emulsjonsstabilitet kan variere fra omtrent 0,0001 vekt-% uavhengig til omtrent 15 vekt-%; alternativt fra omtrent 0,001 vekt-% uavhengig til omtrent 5 vekt-%. Grafén nanopartikler egnet for å reversere fuktbarheten av fast stoff og nedihulls materialer kan omfatte, men er ikke nødvendigvis begrenset til, slike som har minst én dimensjon mindre enn 50 nm. I en ikke-begrensende utførelsesform kan nanopartiklene av grafén ha én dimensjon mindre enn 30 nm, eller alternativt 10 nm. Grafén nanopartiklene kan være overflatemodifiserte grafén nanopartikler; som eventuelt kan være funksjonalisert med funksjonelle grupper inkludert, men ikke nødvendigvis begrenset til, sulfonat, sulfat, sulfosuccinat, tiosulfat, succinat, karboksylat, hydroksyl, glukosid, etoksylat, propoksylat, fosfat, eter, aminer, amider, et etoksylat-propoksylat, og kombinasjoner

derav.

Bore- og kompletteringsfluider er også forventet å dra nytte av tilstedeværelsen av grafén nanopartiklene inne i dem. Kompletteringsfluider inneholder generelt ikke fast stoff; imidlertid, på grunn av den særdeles lille størrelsen av grafén nanopartiklene, kan deres tilstedeværelse tolereres i lave proporsjoner samtidig som de fortsatt gir forbedring av fluidet. For eksempel kan forbedringer av fluidtap og viskositet av rene saltløsninger bidra til å sperre av porøse medier ved åpningen av brønnbanen uten dannelse av en tykk filterkake (få mm eller mer) på den vanlige måten som "filterkake" forstås. For eksempel er det forventet at en indre struktur i nærbrønnområdet (ikke en "kake" på brønnoverflaten), dannet av utboret fast stoff og nanopartikler, uten ellers tilsatt fast stoff, formålstjenlig kan tjene til å kontrollere inntrenging av fluid i steinformasjonen.

På grunn av den lille størrelsen av nanopartiklene av grafén, kan de passere gjennom porene av nærbrønnområdet for å danne en indre struktur som kan kontrollere inntrenging av fluid. De elektriske eller andre krefter som holder dem sammen ville danne en struktur som kontrollerer inntrenging av fluid. På lignende måte kan, straks disse kreftene avbrytes og kontroll av inntrenging av fluid ikke lenger er nødvendig, grafén nanopartiklene lett trekkes tilbake fra nærbrønnområdet. Dette er spesielt fordelaktig i åpne borehull komplettert med et filter; de små partiklene vil ikke blokkere filteret, hvilket er en av de vanlige årsakene til skade. De reduserte fast stoff-volumene med økt overflateareal ville følgelig bidra til å opprettholde ekvivalent viskositet av slike kompletteringsfluider, overhalingsfluider og vedlikeholdsfluider. Det er forventet at andelen av slike nanopartikler anvendelige til å gi fordelaktige egenskaper til fluider kan variere fra omtrent 0,0001 vekt-% uavhengig til omtrent 15 vekt-%; alternativt fra omtrent 0,001 vekt-% uavhengig til omtrent 5 vekt-%.

Potensialet til å danne en tynn, ikke eroderbar og overveiende impermeabel struktur med lik funksjon som en filterkake med riktig dispergert og tett pakket "tekstur" og strukturelle grafén nanopartikler, kan grafén nanopartikkel-baserte fluider forventes å eliminere eller redusere omfanget av reservoarskade, samtidig som de forbedrer brønnproduktivitet. På grunn av det store overflatearealet til volumforholdet for grafén nanopartikler i disse strukturene kan rensepreparater og metoder anvendt før fullføring av en brønn lett fjerne disse strukturene fra borehullveggen ved å tillate intensive interaksjoner med fluidet. Riktig utformede og konstruerte grafén

nanopartikler er forventet å gi effektiv forsegling av de porøse og permeable sonene, og naturlig oppsprekkede formasjoner. På grunn av den relativt mindre størrelsen av grafén nanopartiklene, er potensialet for nærbrønnskade av formasjonen sterkt redusert sammenlignet med situasjonen hvor en konvensjonell filterkake, med relativt større partikler, blir fjernet.

Problemer med gruntvannsstrømning assosiert med dypvanns boring kan også tas tak i ved anvendelse av grafén nanopartikler. På grunn av deres lille størrelse kan nanopartiklene av grafén enkelt passere gjennom porene og de intergranulære grensene av gruntvannsstrømning sandsonen og den porøse og permeable matriksen av gruntvannsstrømning sanden. Følgelig er konstruerte grafén nanopartikler med klebe-, forsegling, utfylling og sammenbindingsegenskaper forventet å øke den intergranulære bindingsstyrken, redusere porøsitet og permeabilitet av nærbrønn formasjonene i grunnvannstrømning sonen. Slik konstruksjon av grafén nanopartikler ville være forventet å redusere matriks strømningspotensialet av gruntvannsstrømning sonen på grunn av effektiv forsegling av nærbrønnområdet. På grunn av inter-partikkel binding og matriksstyrkende effekt av grafén nanopartikkel-fluidet på nærbrønn gruntvannsstrømning sonen, er det også forventet å forbedre stabilitet av borehull og havbunnsutstyr anvendt i offshore boring og produksjon.

Disse egenskapene av grafén nanopartikler kan også forstås å konsolidere ikke-konsoliderte formasjoner til å danne bundne nettverk av partikler innen formasjonen for å danne en integrert ring av steinmasse rundt borehullveggen. En slik nanopartikkel-forøket steinsylinder i nærbrønnområdet kan tolerere mye høyere *in situ* stress for å unngå kollaps så vel som uønsket oppsprekking av formasjonen.

Produksjonsfluid er også forventet å ha fordel av tilstedeværelsen av grafén nanopartikler i dem. Innføring av grafén nanopartikler i et produksjonsfluid straks produksjonsfluidet er produsert, men før det blir prosessert ville forbedre mange egenskaper av produksjonsfluidet. Grafén nanopartiklene kan også innføres mens produksjonsfluidet blir prosessert. Nærmere bestemt kan strømningssikringen av produksjonsfluidet økes sammenlignet med fluid er som mangler grafén nanopartiklene. Strømningssikringen for et produksjonsfluid angår å sikre at strømmingen av det produserte fluidet strømmer ut av formasjonen eller reservoaret på en uavbrutt måte, slik som fra reservoaret inn i brønnbanen, inn i rørledning som går til en tank, osv. Mengden av grafén nanopartikler i et fluid for å modifisere

strømningssikrings-egenskapene av fluidet kan variere fra omtrent ,0001 vekt-% til omtrent 15 vekt-%, alternativt fra omtrent ,001 vekt-% til omtrent 5 vekt-%.

Oppfinnelsen vil bli ytterligere beskrevet med hensyn til de følgende eksemplene som ikke er ment å begrense oppfinnelsen, men heller å ytterligere

5 illustrere de forskjellige utførelsesformene.

EKSEMPEL 1

Diagrammet i Figur 1 illustrerer den plastiske viskositeten av tre borefluider som har
 10 en saltløsningsbasert indre fase og en oljebasert ytre fase hvor den ytre fasen er forskjellig for hvert borefluid. Hvert borefluid hadde samme egenvekt og ytre fase til indre fase-forhold. Imidlertid hadde hvert borefluid ulik ytre fase hvor Olje A hadde en ytre fase av en første mineralolje (Clairsol-NS), Olje B hadde en ytre fase av en andre mineralolje (Escaid 110), og Olje C hadde en ytre fase av en tredje mineralolje
 15 (GT 3000). Som angitt i diagrammet økte den plastiske viskositet av hvert borefluid ettersom mengden av grafén i den ytre fasen også økte.

EKSEMPEL 2

20 FIG. 2 illustrerer flytegrense for tre borefluider som har en saltløsningsbasert indre fase og en oljebasert ytre fase hvor den ytre fasen er forskjellig for hvert borefluid. Hvert borefluid hadde samme spesifikke vekt og ytre fase til indre fase-forhold. Imidlertid hadde hvert borefluid forskjellig ytre fluid hvor Olje A hadde en ytre fase av en første mineralolje (Clairsol-NS), Olje B hadde en ytre fase av en andre mineralolje
 25 (Escaid 110) og Olje C hadde en ytre fase av en tredje mineralolje (GT 3000). Som angitt i diagrammet, økte flytegrense for alle tre borefluidene ettersom mengden av grafén i den ytre fasen også økte.

EKSEMPEL 3

30 FIG. 3 er et diagram som illustrerer emulsjonsstabiliteten for to komplekse emulsjoner som har forskjellige forhold mellom olje og vann. Hver kompleks emulsjon hadde grafén tilsatt til oljefasen av den komplekse emulsjonen. Hver kompleks emulsjon hadde en ytre fase, en indre fase, emulgeringsmidler, viskositetsøkende

midler og fortyngende fast stoff. Den indre fasen av hver kompleks emulsjon var 20* CaCl_2 saltløsning, og den ytre fasen var en mineralolje. 90/10-fluidet var en kompleks emulsjon med et olje/vann (O/W)-forhold på 90/10. 75/25-fluidet var en kompleks emulsjon med et olje/vann (O/W)-forhold på 75/ 25. Emulsjonsstabilitet ble målt med et "Electrical Stability Meter" hvor en høyere avlesning angir en mer stabil emulsjon. Som angitt i diagrammet økte emulsjonsstabilitet av begge borefluider med en økende mengde av grafén tilsatt til oljefasen av hver kompleks emulsjon.

I den forutgående beskrivelsen har oppfinnelsen blitt beskrevet med henvisning til spesifikke utførelsesformer derav, og har blitt antydnet som effektiv med hensyn til å tilveiebringe effektive fremgangsmåter og sammensetninger for forbedring av kompletteringsfluider, produksjonsfluider og vedlikeholdsfluider anvendt ved boring, komplettering, produksjon og remediering av underjordiske reservoarer og formasjoner. Imidlertid vil det være innlysende at forskjellige modifikasjoner og endringer kan foretas dertil uten å avvike fra det videre omfanget av oppfinnelsen som vist i de tilhørende kravene. Følgelig skal beskrivelsen anses på en illustrerende heller enn en begrensende måte. For eksempel er spesielle kombinasjoner av komponenter og/eller reaksjons-betingelser for dannelse av grafén nanopartiklene, hva enten de er modifisert til å ha bestemte former eller visse funksjonelle grupper derpå, men ikke spesifikt identifisert eller undersøkt i et bestemt kompletteringsfluid, produksjonsfluid eller vedlikeholdsfluid for å forbedre egenskapene deri, forutsett å være innenfor omfanget av foreliggende oppfinnelse.

Foreliggende oppfinnelse kan passende omfatte, bestå av eller bestå hovedsakelig av elementene beskrevet og kan utøves i fravær av et element ikke beskrevet. For eksempel kan fluidet bestå av eller bestå hovedsakelig av basisfluidet og grafén nanopartiklene, som ytterligere definert i kravene. Alternativt kan fluidet bestå av eller bestå hovedsakelig av basisfluidet, grafén nanopartiklene, og ett eller flere overflateaktive materialer, som videre definert i kravene. I hvert av disse eksemplene kan fluidet inneholde konvensjonelle additiver.

Ordene "omfattende" og "omfatter" som anvendt i kravene skal fortolkes i betydningen "inkludert men ikke begrenset til".

PATENTKRAV

1. Fluid, som omfatter
et basisfluid valgt fra gruppen bestående av et oljebasert fluid, et
5 vannbasert fluid og kombinasjoner derav; og
grafén nanopartikler.
2. Fluid ifølge krav 1, som videre omfatter grafitt, nanorør og kombinasjoner
derav.
- 10 3. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvor basisfluidet er valgt fra gruppen bestående
av et kompletteringsfluid, et produksjonsfluid og et vedlikeholdsfluid.
4. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvor grafén nanopartiklene har minst én
15 dimensjon mindre enn 50 nm.
5. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvor grafén nanopartiklene er valgt fra gruppen
bestående av grafén, funksjonalisert grafén, kjemisk modifisert grafén, kovalent
modifisert grafén, grafén-oksid og kombinasjoner derav.
- 20 6. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvor grafén nanopartiklene er til stede i fluidet i én
mengde effektiv til å forbedre en egenskap valgt fra klassen bestående av
strømningssikrings-egenskapene av fluidet, fluidtapkontroll-egenskapene av
fluidet, de reologiske egenskapene av fluidet, stabiliteten av fluidet,
25 emulsjonsstabiliseringen av fluidet, smøreevnen av fluidet, de elektriske
egenskapene av fluidet, de termiske egenskapene av fluidet og kombinasjoner
derav.
7. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvor grafén nanopartiklene er funksjonaliserte
30 nanopartikler som har minst én funksjonell gruppe valgt fra gruppen bestående av
et sulfonat, et sulfat, et sulfosuccinat, et tiosulfat, et succinat, et glukosid, et
etoksylat, et propoksylat, et fosfat, en eter og kombinasjoner derav.

8. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvor mengden av grafén nanopartikler i fluidet er i området fra 0,0001 vekt-% til 15 vekt-%.
9. Fluid ifølge krav 1 eller 2, hvori det videre omfatter et overflateaktivt materiale i en mengde effektiv til å suspendere grafén nanopartiklene i basisfluidet.
10. Fremgangsmåte for å forbedre en egenskap av et fluid hvor egenskapen er valgt fra klassen bestående av strømningsstabilitetsegenskapene av fluidet, fluidtapkontroll-egenskapene av fluidet, de reologiske egenskapene av fluidet, stabiliteten av fluidet, emulsjonsstabiliseringen av fluidet, smøreevne av fluidet, de elektriske egenskapene av fluidet, de termiske egenskapene av fluidet og kombinasjoner derav; hvori fremgangsmåten omfatter å tilsette grafén nanopartikler til et basisfluid hvor basisfluidet er valgt fra gruppen bestående av et oljebasert fluid, et vannbasert fluid og kombinasjoner derav.
11. Fluid ifølge krav 10, hvor det videre omfatter grafitt, nanorør og kombinasjoner derav.
12. Fremgangsmåte ifølge krav 10 eller 11, hvor basisfluidet er valgt fra gruppen bestående av et borefluid, et kompletteringsfluid, et produksjonsfluid og et vedlikeholdsfluid.
13. Fremgangsmåte ifølge krav 10 eller 11, hvor grafén nanopartiklene har minst én dimensjon mindre enn 50 nm.
14. Fremgangsmåte ifølge krav 10 eller 11, hvor grafén nanopartiklene er valgt fra gruppen bestående av grafén, funksjonalisert grafén, kovalent modifisert grafén, kjemisk modifisert grafén, grafén-oksider og kombinasjoner derav.
15. Fremgangsmåte ifølge krav 10 eller 11, hvor grafén nanopartiklene er funksjonaliserte nanopartikler som har minst én funksjonell gruppe valgt fra gruppen bestående av et sulfonat, et sulfat, et sulfosuccinat, et tiosulfat, et

succinat, et karboksylat, et hydroksyl, et glukosid, et etoksylat, et propoksylat, et fosfat, en eter, et amin, et amid og kombinasjoner derav.

5 16. Fremgangsmåte ifølge krav 10 eller 11, hvor mengden av grafén nanopartikler i fluidet er i området fra 0,0001 vekt-% til 15 vekt-%.

17. Fremgangsmåte ifølge krav 10 eller 11, hvori den videre omfatter et overflateaktivt materiale i en mengde effektiv til å suspendere grafén nanopartiklene i basisfluidet.

10

15

20

FIG. 1

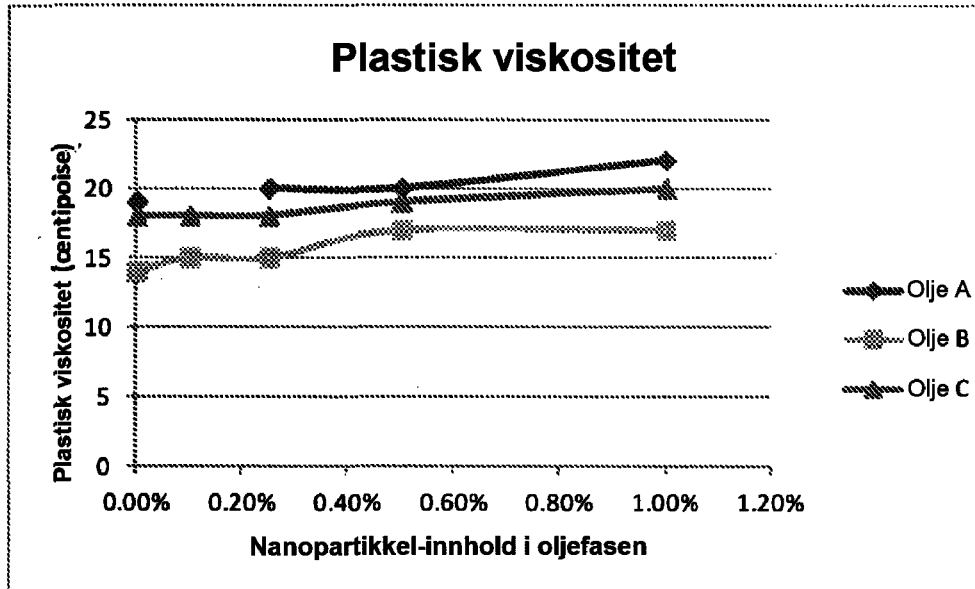


FIG. 2

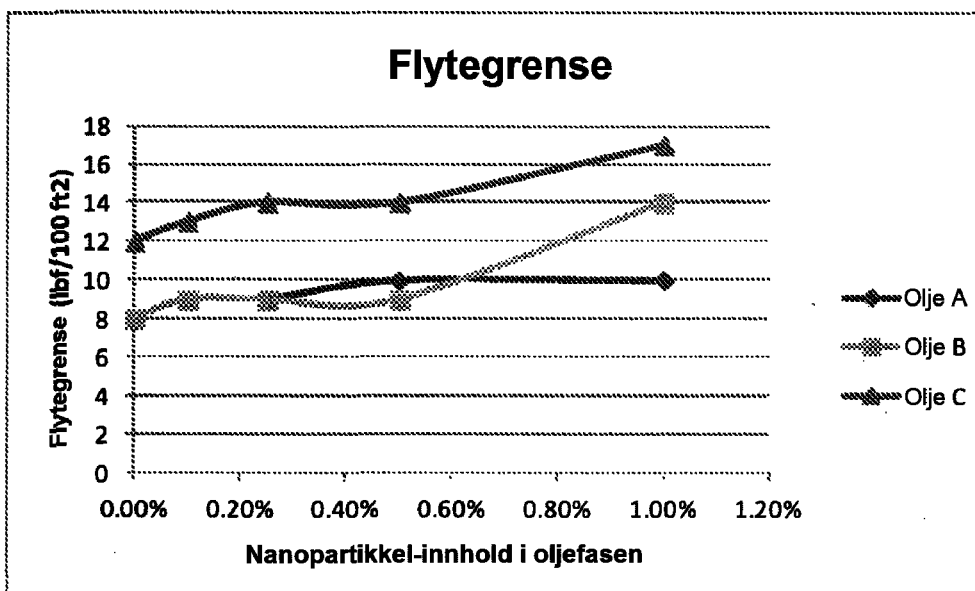


FIG. 3

