

(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20131299

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

C09K 8/508 (2006.01)

C09K 8/42 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20131299	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2012.03.02 PCT/GB2012/000215
(22)	Inng.dag	2013.09.30	(85)	Videreføringsdag	2013.09.30
(24)	Løpedag	2012.03.02	(30)	Prioritet	2011.03.02, US, 13/039,292
(41)	Alm.tilgj	2013.09.30			

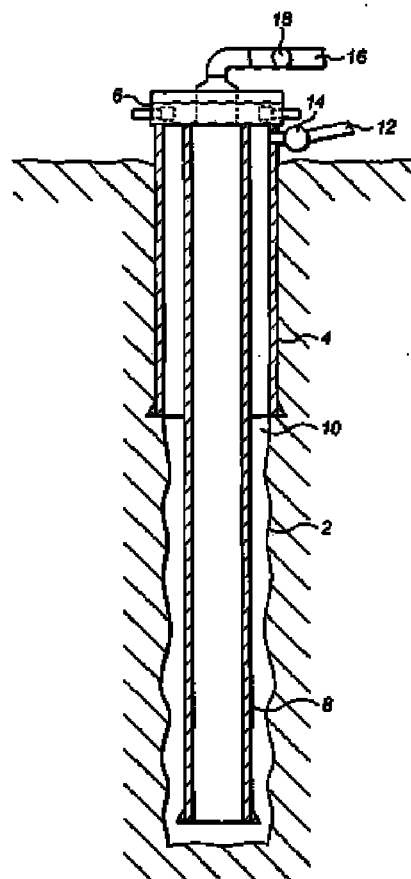
(73)	Innehaver	Halliburton Energy Services Inc, P.O. Box 1431, US-OK73536 DUNCAN, USA
(72)	Oppfinner	Gary P Funkhouser, Route 5, Box 44 C, US-OK73533 DUNCAN, USA Samuel J Lewis, 2005 Meadowview Drive, US-OK73533 DUNCAN, USA David F Myers, 100 Grannon Ct, US-NC27519 CARY, USA James L Davis, 5128 Salem Ridge Road, US-NC27540 HOLLY SPRINGS, USA Vikram Rao, 6722 Turkey Farm Road, US-NC27514 CHAPEL HILL, USA Vijay Gupta, 300 Apricot Circle, US-NC27560 MORRISVILLE, USA Andrew K Dummer, 30157 Pharr, US-NC27517 CHAPEL HILL, USA Anthony Badalamenti, 5426 Portage Rock Lane, US-TX77450 KATY, USA Michael Lamvik, 2722 Circle Drive, US-NC27705 DURHAM, USA Paul G Hoertz, 108 Trolley Car Way, US-NC27560 MORRISVILLE, USA Lynn M Soby, 186 Briarfield Drive, US-NC27502 APEX, USA
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vikja, 0125 OSLO, Norge

(54)	Benevnelse	STRÅLINGSINDUSERT FORTYKNING OG STRÅLINGSINDUSERT UTLØSNING FOR TETNINGSMIDDELSAMMENSETNINGER SOM STØRKNER PÅ KOMMANDO, OG FREMGANGSMÅTER FOR ANVENDELSE
------	------------	---

(57) **Sammendrag**

Den foreliggende oppfinnelsen inkluderer fremgangsmåter og sammensetninger som vedrører størkningen av fluider eller slurrier i et borehull. I én utførelsesform inkluderer en fremgangsmåte for å isolere en del av et borehull fremstilling av en tetningsmiddelsammensetning som har en fluidkomponent, en polymerisk additivbestanddel og en størknemodifikatorkomponent.

Tetningsmiddelsammensetningen plasseres i et borehull og utsettes for ioniserende stråling. Den ioniserende strålingen kan føre til binding mellom polymeriske additivbestanddeler og danne en polymermatriks i tetningsmiddelsammensetningen som øker tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke. Den ioniserende strålingen endrer også størknemodifikatorkomponenten, idet den utløser fortykningen av tetningsmiddelsammensetningen.



OPPFINNELSENS OMRÅDE

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører generelt operasjoner for hydrokarbonleting og produksjon, slik som underjordiske sementeringsoperasjoner, og nærmere bestemt sammensetninger og fremgangsmåter som muliggjør større kontroll over fortykningen og størkningen av fluider eller slurryer, slik som sement under og etter underjordiske sementeringsoperasjoner.

10 Naturressurser slik som olje og gass beliggende i en underjordisk formasjon, kan utvinnes ved å bore et borehull ned i den underjordiske formasjon, typisk under sirkulasjon av et borefluid i borehullet. Når borehullet er boret, kan en rørstreng, f.eks. et fôringsrør, kjøres i borehullet. Borefluidet sirkuleres så vanligvis nedover gjennom rørets indre og oppover gjennom ringrommet mellom rørets ytre og borehullets vegger, 15 selv om andre metodologier er kjent i teknikken.

Fluider og slurryer, slik som hydrauliske sementsammensetninger, anvendes vanligvis i boringen, kompletteringen og reparasjonen av olje- og gassbrønner. For eksempel kan hydrauliske sementsammensetninger benyttes ved primære sementeringsoperasjoner 20 hvorved rørstrenger, slik som fôringsrør eller fôringer, sementeres i borehullet. Ved utføring av primær sementering pumpes en hydraulisk sementsammensetning inn i det ringformede rommet mellom veggene i et borehull og de ytre overflatene til en rørstreng anordnet deri. Sementsammensetningen får størkne i det ringformede rommet, hvilket følgelig danner en ringformet kappe av forherdet, i det vesentlige ugjennomtrengelig sement. Denne sementkappen understøtter fysisk og plasserer rørstrengen i forhold til 25 borehullets vegger og binder rørstrengens ytre overflater til borehullets vegger. Sementkappen hindrer uønsket migrering av fluider mellom soner eller formasjoner som er penetrert av borehullet. Hydrauliske sementsammensetninger anvendes også utbredt for å tette sirkulasjonssvikt og andre uønskede fluidinnstrømnings- og 30 utstrømningssoner i brønner, for å tette sprekker og hull i rørstrengene sementert deri og for å oppnå andre nødvendige avhjelpende brønnoperasjoner. Etter at sementen er plassert i borehullet, er det behov for en tidsperiode der sementen herdes og oppnår tilstrekkelig mekanisk styrke til at boreoperasjonene kan holde frem. Denne nedetiden henvises ofte til som "venter-på-sement" (eng.: waiting-on-cement) eller WOC. Dersom 35 operasjoner gjenopptas før sementen har oppnådd tilstrekkelig mekanisk styrke, kan sementens strukturelle integritet kompromitteres.

To vanlige fremgangsmåter for pumping anvendes for å plassere sementsammensetningen i ringrommet. Sementsammensetningen kan pumpes ned i føringsrørets indre diameter og opp gjennom ringrommet til dens ønskede plassering. Dette henvises til som en fremgangsmåte for konvensjonell sirkulasjonsretning.

- 5 Alternativt kan sementsammensetningen pumpes direkte ned i ringrommet for å fortrenge brønnfluider som er til stede i ringrommet, ved å presse dem opp og inn i føringsrørets indre diameter. Dette henvises til som en fremgangsmåte for omvendt sirkulasjonsretning. Sement kan også anvendes inne i borehullet på andre måter, slik som ved å plassere sement inne i borehullet på en ønsket plassering og nedsenke en
- 10 føringsrørstreng i sementen. Den sistnevnte fremgangsmåten kan anvendes for eksempel når det ikke er mulig å sirkulere brønnfluider på grunn av tap av fluid til en formasjon som er penetrert av borehullet.

- Ved utføring av primær sementering samt avhjelpende sementeringsoperasjoner i
- 15 borehull utsettes ofte sementsammensetningene for høye temperaturer, spesielt når sementeringen utføres i dype underjordiske soner. Disse høye temperaturene kan forkorte sementsammensetningenes fortykningstider, hvilket betyr at sementstørkningen finner sted før sementen er pumpet tilstrekkelig inn i det ringformede rommet. Anvendelsen av størkneretarderende additiver i sementsammensetningene har derfor
- 20 vært nødvendig. Disse additivene forlenger sammensetningenes størkningstider, slik at tilstrekkelig pumpetid tilveiebringes hvor sementen plasseres inn i den ønskede plasseringen.

- Selv om et mangfold av sementstørkneretarderende additiver er utviklet og benyttet, kan
- 25 kjente additiver, slik som sukker eller sukkersyrer, gi uforutsigbare resultater. Hydroksykarboksyliksyrer, slik som vinsyre, glukonsyre og glukohexonisk syre anvendes vanligvis i oljebrønnsementering som en sementretardator. Dersom et overskudd av hydroksykarboksyliksyre anvendes, kan den imidlertid over-retardere størkningen av sementslurryen og dermed føre til at den holder seg fluid i en forlenget
- 30 tidsperiode. Denne over-retarderingshandlingen kan resultere i en forlenget ventetid før boring gjenopptas og kan gjøre det mulig for gass å invadere slurrien, hvilket forårsaker uønsket gassmigrasjon. Den forlengede ventetiden resulterer i forsinkelser i påfølgende bore- eller kompletteringsaktiviteter.

- 35 I en rekke sementeringsanvendelser er vandig salt benyttet som et additiv i sementsammensetninger. Saltet, generelt natriumklorid, fungerer som et dispergeringsmiddel i sementslurry som gjør at slurrien utvides ved størkning, hvorved

oppnåelse av en god binding mellom borehullet og føringsrøret ved størkning av slurryen forsterkes. Saltmettede slurrier kan imidlertid forårsake problemer ved tilgrensede formasjoner, og i visse situasjoner kan salt vaskes ut fra sementslurrien, hvilket kan forårsake sementfeil. Visse salter, slik som kalsiumsalter, kan også virke
 5 som akselererende middel som reduserer sementsammensetningens søkningstid i et forsøk på å overvinne de negative virkningene av størkneretardatorer. Nærværet av et størkne- og styrkeakselererende middel, slik som kalsiumsalt, i sementsammensetningen, kan imidlertid øke risikoen for at sementsammensetningen kan tykne eller størkne før plassering. Gitt sementkjemiens kompleksitet og de store
 10 temperatur- og trykkgradientene i borehullet og vanskene med å forutsi de eksakte nedihullstemperaturene under sementens plassering og størkning, kan det være vanskelig å styre det retarderende additivet og det akselererende middelet for å oppnå ønsket størkningsadferd. Generelt er systemer overkonstruert for å skulle ha svært lange størkningstider (eller fortykningstider) for å sikre at blandingen holder seg fluid inntil
 15 alt det sementholdige materialet er på plass, hvilket kan resultere i overdreven WOC.

Derfor er det et behov for forbedrede størknekontrollfremgangsmåter og - sammensetninger som gir forutsigbare sementsammensetningsstørkningstider samt fluid- og slurryfortykningstider i de underjordiske miljøene som påstøtes i brønner.
 20 Særlig er det ønskelig å utvikle fremgangsmåter for rask fortykning og størkning av slike fluider, slik som sementbaserte systemer, hvorved ingeniører i felten har kontroll over tidsberegningen av fluidfortykningen og -størkningen, uten risiko for for tidlig størkning. Følgelig er det et behov for sammensetninger og fremgangsmåter for å anvende slike sammensetninger for sementering i et borehull som samtidig inneholder
 25 tilstrekkelig retardatormateriale til å sikre riktig pumpbarhet for den ønskede pumpevarigheten, og en tilstrekkelig konsentrasjon av en akselerator for å forkorte størkningstiden, hvorved teknikerne i felten har kontroll over akseleratorens fortykningsvirkning.

30 Den foreliggende oppfinnelsen vedrører generelt borehullsfluid og/eller slurrysammensetninger og fremgangsmåter for anvendelse av slike sammensetninger som gir mer kontroll over størkningen av slike sammensetninger i et borehull.

Ifølge et aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt en fremgangsmåte for
 35 borehullisolering i en underjordisk formasjon omfattende: å plassere en tetningsmiddelsammensetning omfattende et polymerisk additiv og en

størknemodifikator i et borehull som penetrerer en underjordisk formasjon; og utsette tetningsmiddelsammensetningen for ioniserende stråling.

Ifølge et annet aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt en
5 tetningsmiddelsammensetning som er nyttig for borehullisolering inne i en underjordisk formasjon omfattende: et borehullbehandlingsfluid; en størknemodifikator; og et polymerisk additiv; hvori det polymeriske additivet er i stand til å fortykkes ved eksponering for ioniserende stråling, og størknemodifikatoren er i stand til forandring ved eksponering for ioniserende stråling.

10

Beskrevet heri er en tetningsmiddelsammensetning som har en borehullbehandlingfluidkomponent, en polymerisk additivkomponent og en størknemodifikatorkomponent. Det polymeriske additivet kan være en monomer, prepolymer, homopolymer, kopolymer, terpolymer, hyperforgrenet dendrittisk polymer,
15 en vannløselig kryssbindbar polymer, en kampolymer og kombinasjoner derav som kryssbinder ved eksponering for den ioniserende strålingen. Beskrevet heri er også en fremgangsmåte for å isolere en del av et borehull ved å forberede en slik tetningsmiddelsammensetning, plassere tetningsmiddelsammensetningen i et borehull og utsette tetningsmiddelsammensetningen for ioniserende stråling. Den ioniserende
20 strålingen kan føre til binding mellom polymeriske additivbestanddelene og danner en polymermatriks i tetningsmiddelsammensetningen som øker tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke. Den ioniserende strålingen kan føre til destruksjon eller nedbrytning av minst en del av de polymeriske additivmolekylene, hvilket resulterer i en økning i tetningsmiddelsammensetningens
25 mekaniske styrke. Ioniserende stråling kan også endre størknemodifikatoren, hvilket resulterer i en økning i tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke.

Tetningsmiddelsammensetningen kan inneholde kjemiske retardatorer som anvendes for å inhibere tetningsmiddelsammensetningsstørkning, og den ioniserende strålingen kan
30 føre til destruksjon av minst en del av de kjemiske retardatorene, hvilket reduserer fluiditeten i tetningsmiddelsammensetningen og øker tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke. Tetningsmiddelsammensetningen kan inkludere én eller flere komponenter valgt fra gruppen bestående av tetningsmiddel, harpikser, sementer, størkningsbart boreslam, tilpasningsfluider og kombinasjoner derav.
35 Tetningsmiddelsammensetningen kan ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emitte sekundær ioniserende stråling, eller ikke-ioniserende stråling, ved eksponering for den ioniserende strålingen.

Det polymeriske additivet kan være en monomer, prepolymer, homopolymer, kopolymer, terpolymer, hyperforgrenet eller dendrittisk polymer. I utførelsesformer kan det polymeriske additivet velges fra en poly(alkylenoksid), poly(vinylpyrrolidon),
 5 poly(vinylalkohol), en polyakrylamid, en polyakrylat, en poly(vinylmetyleter) og kombinasjoner derav. I utførelsesformer kan det polymeriske additivet være en vannløselig kryssbindbar polymer eller en kampolymer.

Slurryen kan ytterligere inkludere brobyggingsmiddel (eng.: bridging agents) som er i
 10 stand til å reagere med det polymeriske additivet. Brobyggingmidlene kan velges fra gruppen som inkluderer etylenglykol, propylenglykol, dietylenglykol, polyvinylpyrrolidon, polyvinylalkohol, polyvinylmetyleter, polyakrylamid, polyoler (alkoholer inneholdende flere hydroksylfunksjonsgrupper), polyakrylater og kombinasjoner derav. Slurryen kan ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale
 15 som er i stand til å emitte sekundær ioniserende stråling, eller ikke-ioniserende stråling, ved eksponering for den ioniserende strålingen.

Størknemodifikatoren kan inkludere én eller flere komponenter valgt fra en akselerator, et oksidasjonsmiddel, en størkneretardator eller kombinasjoner derav og kan inkludere
 20 en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten kan danne et innkapslende lag over størknemodifikatorens partikler. Den polymeriske komponenten kan blandes med størknemodifikatoren, slik at den polymeriske komponenten virker som et bindemiddel, og den resulterende blandingen kan så dannes til en pellet. Den polymeriske komponenten kan danne et innkapslende lag over pelleten.

25 Den polymeriske komponenten kan ha en strålingstoleranse på cirka 1 gray til cirka 500 kilogray og kan velges fra gruppen bestående av polyisobutylen, fluorelastomerer, silikongummi, polyestere, polytetrafluoretylen, polyacetaler, polypropylen, kopolymerer av polypropylen-etylen, polymetylpenten, polymetylmetakrylat, fluorisert
 30 etylenpropylen, celluloseacetat, polymetylakrylnitril, polyheksylsulfon, celluloseacetatbutyrat og kombinasjoner derav.

Den polymeriske komponenten kan ha en utstrålingstoleranse på mindre enn cirka 500 kilogray og kan velges fra gruppen bestående av: kopolymerer av metyl-metakrylat
 35 (MMA) med en -substituert klor- eller cyanakrylater; MMA-baserte polymerer med inkorporering av fluor i metakrylater; polymerer som har en C-S-binding, slik som poly(buten-1-sulfon); polymerer som har en lysfølsom syregeneratorgruppe (PAG) i

polymerstrukturen; polykarbonater, slik som poly-bisfenyl-A- og bisfenyl-C-karbonater; polyamider, slik som nylon; vannuløselige cellulosebaserte polymerer, slik som kolloidon (nitrocellulose), celluloseacetat og cellulosexantat; og kombinasjoner derav.

Eventuelt kan den polymeriske komponenten ha en strålingstoleranse på mindre enn
 5 cirka 100 kilogray, eventuelt mindre enn cirka 10 kilogray, eventuelt mindre enn cirka 1 kilogray, eventuelt mindre enn cirka 100 gray, eventuelt mindre enn cirka 50 gray, eventuelt mindre enn cirka 10 gray, eventuelt mindre enn cirka 5 gray.

Tetningsmiddelsammensetningen kan inneholde fotokatalytiske partikler, slik som
 10 TiO_2 , dopet TiO_2 eller kompositter som kan forsterke nedbrytningen av polymerene når de eksponeres for ioniserende stråling. De fotokatalytiske partiklene kan være nanopartikler.

Størknemodifikatoren kan inkludere en akselerator i en mengde fra cirka 0,1 til cirka
 15 20 vekt-% av tetningsmiddelsammensetningen. Ved å utsette tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen kan akseleratoren reagere med forbindelser i tetningsmiddelsammensetningen for å øke tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke.

20 Størknemodifikatoren kan også inkludere et oksidasjonsmiddel i en mengde på cirka 0,05 til cirka 5 vekt-% av tetningsmiddelsammensetningen som er i stand til å angripe enhver størkneretardator som er til stede. Ved å utsette tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen kan oksidasjonsmiddelet frisettes, hvilket reduserer retardatorens retarderende evne, noe som muliggjør størkning.

25 Størknemodifikatoren kan inkludere en størkneretardator i en mengde fra cirka 0,1 til cirka 10 vekt-% av tetningsmiddelsammensetningen. Størknemodifikatoren kan være en sensibilisert retardator og kan være en borert forbindelse. Den ioniserende strålingen kan være tilstrekkelig til å nedbryte størkneretardatoren, hvilket reduserer den
 30 retarderende virkningen.

Sammensetningen kan ytterligere inkludere minst ett sensibilisatormateriale for å øke tetningsmiddelsammensetningens innfangningsutbytte (eng.: capture efficiency) av den ioniserende strålingen. Sensibilisatormaterialet kan være en borforbindelse.

35 Tetningsmiddelsammensetningen kan ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emitte sekundær stråling ved eksponering for

den ioniserende strålingen. Sensibilisatormaterialet kan også være et scintillatormateriale.

Slurryen kan også inneholde kjemiske retardatorer som anvendes for å inhibere
 5 slurrystørkning, og den ioniserende strålingen kan føre til destruksjon av minst en del av de kjemiske retardatorene, hvilket reduserer fluiditeten i sementfasen og forbedrer slurryens mekaniske styrke.

Den ioniserende strålingen kan velges fra gruppen bestående av alfastråler, betastråler,
 10 gammastråler, nøytronstråler, protonstråler, UV-stråler og røntgenstråler. Den ioniserende strålingen kan emitteres fra en høyfluksnøytronkilde som kan velges fra gruppen bestående av plutonium-beryllium, americium-beryllium og americium-litium. Høyfluksnøytronkilden kan være en akseleratorbasert nøytrongenerator. Nøytronstråling kan henvises til som ioniseringsindusering eller indirekte ionisering.

15 En strålingsemitter kan nedsenkes i borehullet og den ioniserende strålingen kan emitteres fra en strålingsemitter som er under teknikernes kontroll. To eller flere strålingsemittere kan eventuelt nedsenkes separat til to eller flere dybder i borehullet, slik at to eller flere dybder i borehullet kan settes for ioniserende stråling samtidig.

20 Den foreliggende oppfinnelsen vedrører også generelt borehullssementeringsfremgangsmåter som gir mer kontroll over størkningen av sement og fortykningen av slurry i et borehull.

25 Et aspekt ved oppfinnelsen tilveiebringer en fremgangsmåte for å sementere et borehull som inkluderer å fremstille en sementsammensetning som inkluderer hydraulisk sement og tilstrekkelig vann til å danne en slurry, tilsette et polymeradditiv og en størknemodifikator i sammensetningen, plassere sementsammensetningen i borehullet og utsette den plasserte sementen for den ioniserende strålingen. Et annet aspekt ved
 30 oppfinnelsen tilveiebringer den samme sementsammensetningen som inkluderer en hydraulisk sement og tilstrekkelig vann til å danne en slurry, et polymerisk additiv og en størknemodifikator. I et aspekt kan ioniserende stråling indusere kryssbindingspolymerisasjon av minst en del av de polymerisk additivbestanddelene og kan danne kryssbindinger mellom polymerkjedene, hvilket danner en polymermatriks
 35 som er forankret til to eller flere partikler, for å øke komposittens mekaniske styrke tilstrekkelig til å muliggjøre gjenopptakelse av aktiviteter, slik som fortsatt borings- eller kompletteringsprosedyrer. Den ioniserende strålingen kan inkludere

nøytronstråling, som kan henvises til som ioniseringsindusering eller indirekte ionisering.

- Det polymeriske additivet kan være en monomer, prepolymer eller polymer. Minst en del av det polymeriske additivet kan inneholde minst én funksjonsgruppe som kan bindes til sementpartiklenes overflate, og minst en del av det polymeriske additivet inneholder minst én funksjonsgruppe som er vannløselig og kan danne kryssbindinger ved eksponering for den ioniserende strålingen.
- Den ioniserende strålingen kan også føre til destruksjon av minst en del av en polymerisk komponent, hvilket resulterer i en økning av slurryens mekaniske styrke. Den ioniserende strålingen kan også virke for å frisetten eller aktivere én eller flere størknemodifikatorer, slik som en akselerator. Akseleratoren kan kombineres med en polymerisk komponent, slik som blandet, hvori den polymeriske komponenten virker som et bindemiddel, og den resulterende blandingen så dannes til en pellet. Den ioniserende strålingen kan føre til nedbrytningen av den polymeriske komponenten og forenkle akseleratorens frisetting. Akseleratoren kan tilsettes i en mengde på cirka 0,1 % til cirka 20 % av sementvekt. Den polymeriske komponenten kan ha en ioniserende strålingstoleranse på mindre enn cirka 500 kilogray. I en mulig utførelsesform er mengden ioniserende stråling som kreves for å nedbryte en polymerisk komponent, mellom cirka 1 gray til cirka 500 kilogray, eventuelt mellom cirka 1 gray til cirka 100 kilogray, eventuelt mellom cirka 20 gray til cirka 40 kilogray. Den ioniserende strålingen kan emitteres fra en høyfluksnøytronkilde.
- Minst en del av det polymeriske additivet kan minst ha én funksjonsgruppe som kan bindes til sementpartiklenes overflate, og minst en del av det polymeriske additivet kan ha minst én funksjonsgruppe som er vannløselig og kan danne kryssbindinger ved eksponering for ioniserende stråling. Det polymeriske additivet kan være en kampolymer som kan inkludere polykarboksylsyreskjeletter (PCA-skjeletter) som adsorberes på sementpartiklenes overflate, og kjeder av polyalkylenoksid (PAO) som strekker seg inn i sementsammensetningens vandige fase. Polyalkylenoksidkjedene kan være i stand til å kryssbindes når de utsettes for den ioniserende strålingen for å danne en polymermatriks inne i sementsammensetningen for å øke komposittens mekaniske styrke før normal hydratiseringsstørkning av sementen. PAO-kjedene kan være polyetylenoksidkjeder. Sementsammensetningen kan ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emittere sekundær ioniserende eller ikke-ioniserende stråling ved eksponering for den ioniserende strålingen. Den ioniserende

strålingen gjør at størknemodifikatoren kan reagere for å øke sammensetningens mekaniske styrke.

I tillegg beskrevet heri er en sementsammensetning inneholdende en størknemodifikator
 5 og en kampolymer som har sementforankringsgrupper og hengende ioniserbare
 dispergeringsgrupper. Ytterligere beskrevet heri er en fremgangsmåte for å sementere et
 borehull som inkluderer å fremstille en slik sammensetning, plassere
 sementsammensetningen i borehullet og utsette den plasserte sementsammensetningen
 blandet med kampolymer, for ioniserende stråling, hvori den ioniserende strålingen
 10 danner kryssbindinger mellom polymerkjedene. Sementforankringsgruppene kan være
 polykarboksylsyreskjeletter av kampolymeren som absorberes på sementpartiklenes
 overflate. De ioniserbare dispergeringsgruppene kan være polyalkylenoksidskjeder som
 strekker seg inn i den vandig fasen av sementsammensetningen som kan ioniseres og
 bindes til tilgrensende ioniserte polyalkylenoksidskjeder for å danne en polymermatriks
 15 inne i sementsammensetningen for å øke komposittens mekaniske styrke før normal
 hydratiseringsstørkning av sementen. Sementsammensetningen og fremgangsmåten kan
 ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emitte sekundær
 stråling ved eksponering for den ioniserende strålingen.

20 Ytterligere beskrevet heri er en sementsammensetning som inkluderer en monomer,
 prepolymer eller polymer i tillegg til en størknemodifikator som skal plasseres i et
 borehull som utsettes for ioniserende stråling. Også beskrevet heri er en fremgangsmåte
 for å anvende en slik sementsammensetning og utsette sammensetningen for
 ioniserende stråling. Den ioniserende strålingen initierer polymerisering av
 25 monomerene eller prepolymerene og/eller kryssbinding mellom den ioniserte
 sementsammensetningens polymerkjeder, hvilket er et resultat av den ioniserende
 strålingen, hvori teknikerne i felten har kontroll over emitteringen av den ioniserende
 strålingen. Den ioniserende strålingen kan også føre til at størknemodifikatoren reagerer
 og påvirker sammensetningsstørkningen. Sementsammensetningen og fremgangsmåten
 30 kan ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emitte
 sekundær stråling ved eksponering for den ioniserende strålingen.

En sementsammensetning kan ha et akselererende middel som en størknemodifikator i
 tillegg til et polymerisk additiv. Det akselererende middelet kan være innkapslet av en
 35 polymerisk komponent som kan nedbrytes ved eksponering for ioniserende stråling. En
 fremgangsmåte for å sementere et borehull kan inkludere å fremstille en slik
 sementsammensetning, plassere sementsammensetningen i borehullet og utsette den

plasserte sementsammensetningen for ioniserende stråling. Den polymeriske komponenten i begge disse eksemplene tjener til å isolere det akselererende middelet fra sementsammensetningen. Den ioniserende strålingen er tilstrekkelig til å indusere nedbrytingen av den polymeriske komponenten, hvilket dispergerer det innkapslede akselererende middelet i sementsammensetningen. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks i begge disse eksemplene.

En sementsammensetning kan omfatte et oksidasjonsmiddel, en retardator og et polymerisk additiv. Oksidasjonsmiddelet kan være innkapslet av en polymerisk komponent som kan nedbrytes ved eksponering for ioniserende stråling, men retardatoren er ikke innkapslet av en polymerisk komponent. En fremgangsmåte for å sementere et borehull kan inkludere å fremstille en slik sementsammensetning, plassere sementsammensetningen i borehullet og utsette den plasserte sementsammensetningen for den ioniserende strålingen. Den polymeriske komponenten tjener til å isolere oksidasjonsmiddelet fra sementsammensetningen og retardatoren omfattet deri. Den ioniserende strålingen er tilstrekkelig til å indusere nedbrytingen av den polymeriske komponenten, hvilket dispergerer det innkapslede oksidasjonsmiddelet i sementsammensetningen og etterfølgende nedbryting av retardatoren, noe som muliggjør størkning. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks.

Også beskrevet heri i et annet aspekt er en sementsammensetning med en retardator og et polymerisk additiv, hvor begge reagerer ved eksponering for ioniserende stråling. Ytterligere beskrevet er en fremgangsmåte for å sementere et borehull som inkluderer å fremstille en slik sementsammensetning, plassere det i et borehull og utsette sammensetningen for ioniserende stråling, hvilket er et resultat av nøytronkilde. Strålingen som introduseres i sementsammensetningen, er tilstrekkelig sterk til selektivt å endre eller nedbryte retardatorens molekyler, hvilket muliggjør videre herdingsreaksjoner i sementen. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks. Retardatoren kan være en sensibilisert retardator, slik som en boret retardator.

En sementsammensetning kan inkludere et akselererende middel, en retardator og et polymerisk additiv. Når sammensetningen utsettes for ioniserende stråling som har tilstrekkelig styrke til selektivt å endre eller nedbryte retardatorens molekyler, er det mulig for det akselererende middelet å gjøre sin virkning, hvilket resulterer i den raske

hedringen av sementblandingen. Den ioniserende strålingen fører også til at det polymeriske additivet reagerer med sementsammensetningen. Sementblandingen kan inkludere en sensibilisert retardator, et polymerisk additiv og akselererende middel tilsatt i en sammensetning som inkluderer sement og vann. Det akselererende middelet
 5 kan være innkapslet av en polymerkapsel, hvilket tjener til å isolere det akselererende middelet fra sementsammensetningen. Introduksjonen av ioniserende stråling kan være tilstrekkelig til å indusere nedbrytingen av polymerkapselen, hvilket dispergerer det innkapslede akselererende middelet i sementsammensetningen. Den ioniserende strålingen kan også føre til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å
 10 danne en polymermatriks.

En fremgangsmåte for å sementere et borehull kan inkludere å fremstille en sementsammensetning som inkluderer et akselererende middel, en retardator og et polymerisk additiv, plassere den resulterende sementsammensetningen i et borehull og
 15 utsette den plasserte sementsammensetningen for ioniserende stråling som har tilstrekkelig styrke til selektivt å endre eller nedbryte retardatorens molekyler, hvilket gjør det mulig for akseleratoren å gjøre sin virkning, noe som resulterer i den raske herdingen av sementblandingen. Den ioniserende strålingen fører også til at det polymeriske additivet reagerer med sementsammensetningen.

20 Fremgangsmåten kan inkludere å fremstille en sementblanding ved først å tilsette en sensibilisert retardator, etterfulgt av å tilsette et akselererende middel og et polymerisk additiv i sammensetningen som inkluderer sement, vann og en sensibilisert retardator. Det akselererende middelet kan være innkapslet av en polymerkapsel, hvilket tjener til å
 25 isolere det akselererende middelet fra sementsammensetningen. Trinnet med å introdusere den ioniserende strålingen kan være tilstrekkelig til å indusere nedbrytingen av polymerkapselen, hvilket dispergerer det innkapslede akselererende middelet i sementsammensetningen. Den ioniserende strålingen kan også føre til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks.

30 I det foregående skisseres trekkene og de tekniske fordelene ved den foreliggende oppfinnelsen nokså bredt for at den detaljerte beskrivelsen av oppfinnelsen bedre kan forstås. Trekkene og de tekniske fordelene ved den foreliggende oppfinnelsen vil være helt åpenbare for fagmannen ved lesning av den detaljerte beskrivelsen av
 35 utførelsesformene av oppfinnelsen, som følger.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Figur 1 illustrerer et tverrsnittside-ri-ss av et borehull.

Figur 2 er en graf over resultater fra en stråledosestudie.

Figur 3 er en graf over lagringsmodulverdier fra en stråledosestudie.

5 Figur 4 er en graf over tapsmodulverdier fra en stråledosestudie.

Figur 5 er en graf over polymersprøhet som skyldes nøytronbe- stråling for filmer av ulike materialer og tykkelse.

Figur 6 er en graf over gasspermeans for to polymerfilmer av forskjellig tykkelse ved eksponering for nøytronbe- stråling.

10 Figur 7 er en graf over konduktivitet som illustrerer den forsinkede friset- tingen av et innkapslet materiale ved eksponering for nøytronbe- stråling.

Figur 8 er en graf over gelstyrke oppnådd over tid med sammensetninger ifølge den foreliggende oppfinnelsen.

15 DETALJERT BESKRIVELSE

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører generelt borehulloperasjoner som omfatter fluider eller slurrier, og nærmere bestemt fluider eller slurrier som inneholder polymer eller polymerforløpere som kan reageres på kommando for å tilveiebringe fluidet eller slurrien fortykning, og som inneholder akselererende middel og/eller retardatorer som

20 kan frisettes, aktiveres og/eller deaktiveres på kommando for å tilveiebringe fluidet eller slurrien fortykning eller størkning. Det kan henvises til fluidene eller slurryene heri som et borehullbehandlingsfluid og kan være ethvert fluid eller enhver slurry som egner seg for borehullsoperasjoner, -boring, -komplettering, -overhaling eller produksjonsoperasjoner, slik som sementer, boreslam, sirkulasjonssviktfluider,

25 fraktureringsfluider, tilpasningsfluider, tetningsmiddel, harpikser osv., og kombinasjoner derav. Den foreliggende oppfinnelsen vedrører borehullssementeringsoperasjoner og nærmere bestemt fremgangsmåter for å sementere i borehull ved hjelp av sementholdige sammensetninger som inneholder akselererende middel og/eller retardatorer som kan frisettes og/eller deaktiveres på kommando, og

30 polymeriske additiver som kan danne en polymermatriks gjennom bindinger ved eksponering for ioniserende stråling. Den foreliggende oppfinnelsen vedrører også slike sementholdige sammensetninger som inneholder polymeriske additiver og akselererende middel og/eller retardatorer.

35 Fluidet eller slurrien kan være en sementholdig sammensetning som generelt inkluderer vann og en sementkomponent, slik som hydraulisk sement, som kan inkludere kalsium,

aluminium, silisium, oksygen og/eller svovel, som størkner og forherdes gjennom reaksjon med vannet.

Med henvisning til FIG. 1 illustreres et tverrsnittsidebilde av et borehull 2.

- 5 Overflatefôringsrør 4 med et brønnhode 6 tilknyttet, er installert i borehullet 2. Fôringsrør 8 er suspendert fra brønnhodet 6 til borehullets 2 bunn. Et ringrom 10 er definert mellom fôringsrøret 8 og borehullet 2. Ringrom-forbindelsesledning 12 kommuniserer fluidisk med ringrom 10 gjennom brønnhodet 6 og/eller overflatefôringsrør 4 med en ringromsventil 14. Forbindelsesledning 16 er forbundet
10 med brønnhodet 6 for å muliggjøre fluidkommunikasjon med fôringsrørets 8 indre diameter og en fôringsrørventil 18. Ved fôringsrørets 8 nedre ende er fôringsrøret åpent for borehullet 2 eller har sirkulasjonsporter i fôringsrørets 8 vegger (ikke vist) for å muliggjøre fluidkommunikasjon mellom ringrommet 10 og fôringsrørets 8 indre diameter.

- 15 En sementfluidsammensetning kan pumpes ned i fôringsrøret 8 og sirkuleres opp i ringrommet 10, samtidig som fluidreturer hentes fra ringrommet 10 ut forbindelsesledning 12 i en typisk sirkulasjonsretning. Alternativt kan sementfluidsammensetningen pumpes inn i ringrommet 10 fra ringrom-
20 forbindelsesledning 12, samtidig som fluidreturer hentes fra fôringsrørets 8 indre diameter gjennom forbindelsesledning 16. Følgelig strømmer fluid gjennom borehull 2 i en motsatt sirkulasjonsretning. Fôringsrøret kan være en borestreng etter kompletteringen av boreoperasjonene. Borefluidet kan sirkuleres ut av borehullet og erstattes med et annet borefluid, kompletteringsfluid, sementslurry og lignende.

- 25 I en alternativ fremgangsmåte kan en fluidsammensetning, slik som en sementslurry, plasseres inne i borehullet 2, og et tett eller fylt rør, slik som fôringsrør 8, kan nedsenkes i borehullet 2, slik at fluidsammensetningen fortreges inn i ringrommet 10, hvilket plasserer fluidsammensetningen inne i ringrommet 10 uten at
30 fluidsammensetningen pumpes inn i ringrommet 10. Den ovennevnte fremgangsmåten kan henvises til som puddelsementering (eng.: puddle cementing). Fluidsammensetningen kan være et borefluid som er plassert inne i borehullet etter at boreoperasjoner er fullført.

- 35 En hvilken som helst sement som er egnet for anvendelse innen underjordiske anvendelsesområder, kan være egnet for anvendelse i den foreliggende oppfinnelsen. Sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, kan inkludere

- hydraulisk sement. Eksempler på hydrauliske sementer inkluderer, men er ikke begrenset til portlandsementer (f.eks. portlandsementer i klasse A, C, G og H), puzzolansementer, gipssementer, fosfatsementer, sementer med høyt aluminainnhold, silikasementer, sementer med høy alkalitet og kombinasjoner derav. Sementer som
- 5 inkluderer skifer, sementovnsstøv eller masovns slagge kan også være egnet for anvendelse i den foreliggende oppfinnelsen. I visse utførelsesformer kan skiferen inkludere vitrifisert skifer; i visse andre utførelsesformer kan skiferen inkludere råskifer (f.eks. ubrent skifer), eller en blanding av råskifer og vitrifisert skifer.
- 10 Sammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen inkluderer generelt et basisfluid. Et stort mangfold av basisfluider kan være egnet for anvendelse med den foreliggende oppfinnelsen, inkludert blant annet et vannbasert basisfluid, et ikke-vannbasert basisfluid og blandinger derav. Der hvor basisfluidet er vannbasert, kan det inkludere vann som kan være fra en hvilken som helst kilde, forutsatt at vannet ikke
- 15 inneholder et overskudd av forbindelser (f.eks. oppløste organiske stoffer, slik som tanniner) som kan virke negativt inn på andre forbindelser i sementsammensetningene. For eksempel kan en sementsammensetning som er nyttig med den foreliggende oppfinnelsen, inkludere ferskvann, saltvann (f.eks. inneholdende ett eller flere salter oppløst deri), saltoppløsning (f.eks. mettet saltvann) eller sjøvann. Der basisfluidet er
- 20 ikke-vannbasert, kan basisfluidet inkludere et hvilket som helst antall organiske væsker. Eksempler på egnede organiske væsker inkluderer, men er ikke begrenset til mineraloljer, syntetiske oljer, estere og lignende. I visse utførelsesformer av den foreliggende oppfinnelsen hvori primær sementering utføres, kan et vannbasert basisfluid anvendes. Basisfluidet kan være til stede i en mengde som er tilstrekkelig til å
- 25 danne en pumpbar slurry. Nærmere bestemt, der basisfluidet er vann, kan basisfluidet være til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen i en mengde i området fra cirka 25 % til cirka 150 % av sementvekt ("bwoc"). Der basisfluidet er vann kan basisfluidet være til stede i sementsammensetningene i området fra cirka 30 % til cirka 75 bwoc. Basisfluidet kan være til stede i
- 30 sementsammensetningene i området fra cirka 40 % til cirka 60 % bwoc. Basisfluidet kan være til stede i sementsammensetningene i området fra cirka 35 % til cirka 50 % bwoc. Sementsammensetningen kan inkludere en tilstrekkelig mengde vann til å danne en pumpbar sementholdig slurry. Vannet kan være ferskvann eller saltvann, f.eks. en umettet vandig saltløsning eller en mettet vandig saltløsning, slik som saltoppløsning
- 35 eller sjøvann.

Fluid- eller slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, kan ytterligere inkludere en størkneretardator. Størkneretarderende tilsetninger forlenger tiden fluid- eller slurrysammensetningen blir værende et fluid. Disse retarderende tilsetningene muliggjør derfor at et fluid eller slurryborehullbehandlingsfluid, slik som sement, kan pumpes over lange avstander uten virkningen av prematur størkning. Et bredt mangfold av størkneretardatorer kan være egnet for anvendelse i sementsammensetninger som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen. For eksempel kan størkneretardatoren inkludere blant annet fosfonsyre, fosfonsyrederivater, lignosulfonater, salter, sukker, karbohydratforbindelser, organiske syrer, karboksymetylerede hydroksyetylerede celluloser, syntetisk ko- eller ter-polymerer med sulfonat- og karboksylsyregrupper og/eller boratforbindelser. Størkneretardatorene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, kan være fosfonsyrederivater, slik som de som beskrives i US-patent nr. 4,676,832, hvis fullstendige beskrivelse herved er inkorporert heri. Eksempler på egnede boratforbindelser inkluderer, men er ikke begrenset til natriumtetraborat og kaliumpentaborat. Eksempler på egnede organiske syrer inkluderer blant annet glukonsyre og vinsyre. Generelt er størkneretardatoren til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, i en mengde som er tilstrekkelig til å forsinke størkningen av sementsammensetningen i en underjordisk formasjon i en ønsket tid. Nærmere bestemt kan størkneretardatoren være til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen i en mengde i området fra cirka 0,1 % til cirka 10 % bwoc. Størkneretardatoren kan være til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen i en mengde i området fra cirka 0,5 % til cirka 4 % bwoc. Innføringen av den ioniserende strålingen kan resultere i endringen eller destruksjonen av et størkneretardatoradditiv. Ettersom størkneretardatoren endres av eksponeringen for den ioniserende strålingen, reduseres størkneretardatorens virkning på slurrien, og slurrien kan størkne raskere enn den ville ha gjort i fravær av den ioniserende strålingen.

Størkneretardatorene ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan inkludere en sensibilisatorholdig retardator, slik som en borholdig retardator. Sensibilisatoren kan dannes fra et materiale med en sterk strålingsabsorpsjonsegenskap. Sensibilisatoren kan også være et scintillatormateriale. Sensibilisatoren kan være et hvilket som helst materiale som øker innfangningsutbyttet av den ioniserende strålingen i slurrien. Denne sensibilisatorholdige retardatoren, som også henvises til som en sensibilisert retardator, kan være en borholdig retardator, også henvist til som en borert retardator, kan inkludere et bredt mangfold av størkneretardatorer, inkludert størkneretardatorene beskrevet heri, hvori den valgte størkneretardatoren, eller kombinasjonen av

størkneretardatorer, i tillegg inkluderer minst ett boratom. Som beskrevet i avsnittet ovenfor kan sukker og/eller karbohydrater anvendes som en retardator i størkningen av en sementsammensetning. I en utførelsesform er retardatoren et sensibilisert sukker eller karbohydrat. I en mer spesifikk utførelsesform er den sensibiliserte retardatoren boret glukose. I en enda mer spesifikk utførelsesform er den borete glukosen representert ved 3-O-(o-Carborany-1-ylmetyl)-D-glukose, som fremlagt i US-patent nr. 5,466,679, til Soloway et al.

Eventuelt kan sammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, inkludere et fluidtapskontrolladditiv. Et mangfold av fluidtapskontrolladditiver kan være egnet for anvendelse med den foreliggende oppfinnelsen, inkludert blant annet fibre, flak, partikler, modifiserte guarer, latekser og akrylamidmetylsulfosyrekopolymerer, slik som de som beskrives ytterligere i US-patent nr. 4,015,991; 4,515,635; 4,555,269; 4,676,317; 4,703,801; 5,339,903 og 6,268,406, hvis fullstendige beskrivelse herved er inkorporert heri ved henvisning. Generelt er fluidtapskontrolladditivet til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, i en mengde som er tilstrekkelig til å tilveiebringe en ønsket grad av fluidtapskontroll. Nærmere bestemt kan fluidtapskontrolladditivet være til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, i en mengde i området fra cirka 0,1 % til cirka 10 % bwoc. Fluidtapskontrolladditivet kan være til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, i en mengde i området fra cirka 0,2 % til cirka 3 % bwoc.

Eventuelt kan sammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, også inkludere en mekanisk-egenskap-modifikator. Eksempler på egnede mekanisk-egenskap-modifikatorer kan inkludere blant annet gasser som tilsettes ved overflaten (f.eks. nitrogen), gassgenererende additiver som kan generere en gass in situ på en ønsket tid (f.eks. aluminiumpulver eller azodikarbonamid), hule mikrosfærer, elastomerer (f.eks. elastiske partikler inkludert en styren-/divinylbenzenkopolymer), materialer med høyt aspektforhold (inkludert blant annet fibre), fleksible grafittholdige materialer, damp-/fluidfylte kuler, matriks-sorberbare materialer med tidsavhengig sorpsjon (initiert av f.eks. nedbrytning), blandinger derav (f.eks. blandinger av mikrosfærer og gasser) eller lignende. Den eventuelle mekanisk-egenskap-modifikatoren kan inkludere en lateks.

Der mikrosfærer tilsettes i et borehullbehandlingsfluid eller en slurrysammensetning, slik som sementsammensetninger som er nyttige med den foreliggende oppfinnelsen,

kan mikrosfærene være til stede i sementsammensetningene i en mengde i området fra cirka 5 % til cirka 75 % bwoc. Inneslutningen av mikrosfærer i sementsammensetningene som er nyttige med den foreliggende oppfinnelsen, kan redusere sementsammensetningens densitet.

5

Eventuelt, hvori ett eller flere gassgenererende additiver anvendes som mekanisk egenskap-modifikatorer i fluid- eller slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, kan det ene eller flere gassgenererende additiver inkludere blant annet aluminiumpulver som kan generere hydrogengass in situ, eller de kan
 10 inkludere azodikarbonamid som kan generere nitrogengass in situ. Andre gasser og/eller gassgenererende additiver kan også være egnet for inneslutning i fluid- eller slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen. Der inkludert kan et gassgenererende additiv være til stede i sementsammensetninger i en mengde i området fra cirka 0,1 % til cirka 5 % bwoc. Der det gassgenererende additivet er
 15 aluminiumpulver, kan aluminiumpulveret være til stede i sementsammensetninger i en mengde i området fra cirka 0,1 % til cirka 1 % bwoc. Der det gassgenererende additivet er et azodikarbonamid, kan azodikarbonamidet være til stede i sementsammensetningene i en mengde i området fra cirka 0,5 % til cirka 5 % bwoc.

20 Eventuelt kan også fluid- eller slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, også inkludere ytterligere egnede additiver, inkludert skumdempere, dispergeringsmiddel, densitetsreduserende additiver, surfaktanter, vektmaterialer, viskositetsmiddel, flyveaske, silika, kontrollmiddel for fritt vann og lignende. Et hvilket som helst egnet additiv kan også inkorporeres i fluid- eller
 25 slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen.

Fluidet eller slurryen kan inkludere et polymerisk additiv som kan være en monomer, prepolymer, homopolymer, kopolymer, terpolymer, hyperforgrenet dendrittisk polymer, en vannløselig kryssbindbar polymer, en kampolymer og kombinasjoner derav som
 30 kryssbinder ved eksponering for den ioniserende strålingen. Det polymeriske additivet kan velges fra gruppen av: en poly(alkylenoksid), poly(vinylpyrrolidon), poly(vinylalkohol), en polyakrylamid, en polyakrylat, en poly(vinylmetyleter) og kombinasjoner derav.

35 Sammensetningene og fremgangsmåtene for anvendelse av den foreliggende oppfinnelsen kan også inkludere brobyggingsmiddel. Brobyggingsmiddelet kan velges fra gruppen som inkluderer etylenglykol, propylenglykol, dietylenglykol,

polyvinylpyrrolidon, polyvinylalkohol, polyvinylmetyleter, polyakrylamid, polyoler (alkoholer inneholdende flere hydroksylfunksjonsgrupper), polyakrylater og kombinasjoner derav.

- 5 Fluidet eller slurryen kan inkludere et monomeradditiv. Monomeradditivet kan være en syntetisk eller naturlig monomer. Eksempler på syntetiske monomerer inkluderer hydrokarboner, slik som etylen-, propylen -eller styrenmonomerer. Andre syntetiske monomerer som kan anvendes, inkluderer akrylmonomerer, slik som akrylsyre, metylmetakrylat og akrylamid. Monomeradditivet kan være til stede i mengder fra cirka
10 0,01 % til cirka 10,0 % bwoc, eventuelt fra cirka 0,05 % til cirka 7,5 % bwoc, eventuelt fra cirka 0,25 % til cirka 2,5 % bwoc.

- Fluidet eller slurryen kan inkludere én eller flere etylenisk umettede monomerer som er polymeriserbare ved ioniserende stråling. Det etylenisk umettede monomeret kan være
15 et hvilket som helst monomer inneholdende én eller flere $\text{CH}_2=\text{C}<$ -grupper, som er polymeriserbare ved ioniserende stråling. Ikke-begrensede eksempler på etyleniske umettede monomerer som kan benyttes, inkluderer vinylmonomerer, slik som n-vinyl-2-pyrrolidon, umettede estere av organiske syrer, slik som 2-hydroksyetylakrylat, 2-hydroksyetylmakrylat og lignende, umettede syrer, slik som akrylsyre, metakrylsyre
20 og lignende, umettede amider, slik som akrylamid, metakrylamid og lignende.

- Eventuelt kan slurryen inneholde etyleniske umettede monomerer inneholdende mer enn én $\text{CH}_2=\text{C}<$ -gruppe som kan fungere som kryssbindere. Ikke-begrensede eksempler på etyleniske umettede monomerer inneholdende mer enn én $\text{CH}_2=\text{C}<$ -
25 gruppe, inkluderer N'N-metylen-bis(akrylamid) (MBA), polyetylenglykoldiakrylat (PEGDA), tetra(etylenglykol)diakrylat (TEGDA) og lignende.

- De etyleniske umettede monomerene kan gjennomgå både polymerisering og kryssbinding og kan derfor resultere i gelatinering av slurryen med reduserte
30 stråledoser. Ettersom utgangsmaterialene er monomerer kan en høyere monomerbelastning anvendes enn det som er mulig med polymerer, uten å påvirke reologiprofilen negativt, og kan følgelig resultere i høyere gelstyrker og/eller redusert strålingsdoseringsbehov.

- 35 Fluidet eller slurryen kan inkludere et kryssbindbart prepolymeradditiv. Prepolymeradditivet kan være et polymermellomprodukt eller et reaktivt makromolekyl med lav molekylvekt, eller en oligomer, som er i stand til å forherdes ved ytterligere

polymerisering. Et eksempel på en prepolymer er polyuretan-prepolymer som er kommersielt tilgjengelig og velkjent i teknikken. Prepolymerer kan inkludere kryssbindbare funksjonsgrupper som er festet til et element eller en forbindelse, slik som en kryssbindbar prepolymerfunksjonsgruppe som er festet til et polymerisk materiale. Prepolymeradditivet kan være til stede i mengder fra cirka 0,01 % til cirka 10,0 % bwoc, eventuelt fra cirka 0,05 % til cirka 7,5 % bwoc, eventuelt fra cirka 0,25 % til cirka 2,5 % bwoc.

Fluidet eller slurryen kan inkludere et polymeradditiv. Eksempler på polymeradditivet inkluderer en monomer, prepolymer eller polymer. Det polymeriske additivet kan være en homopolymer, kopolymer, terpolymer, hyperforgrenet eller dendrittisk polymer. Det polymeriske additivet kan velges fra en poly(alkylenoksid), poly(vinylpyrrolidon), poly(vinylalkohol), en polyakrylamid, en polyakrylat, poly(vinylmetyleter) og kombinasjoner derav.

Det polymeriske additivet kan inneholde minst én funksjonsgruppe som kan bindes til sementpartiklenes overflate, og minst én funksjonsgruppe som er vannløselig og kan danne kryssbindinger ved eksponering for den ioniserende strålingen. Det polymeriske additivet kan være en kampolymer. Polymeradditivet kan være til stede i mengder fra cirka 0,01 % til cirka 25,0 % bwoc, eventuelt fra cirka 0,05 % til cirka 7,5 % bwoc, eventuelt fra cirka 0,25 % til cirka 2,5 % bwoc.

Det polymeriske additivet kan være et polykarboksylatpolymer-superplastiseringsmiddel (PCS). Superplastiseringsmiddel kan være nyttige for å redusere påkrevd mengde vann for å fluidisere en sementblanding og/eller for å tildele tiksotropiske egenskaper. PCS kan inkludere én eller flere polymerer eller kopolymerer, terpolymerer og polymeriske additivløsninger derav. PCS kan være en kamtype-polymer. Kampolymeren kan ha et polykarboksylsyreskjelett og sidekjeder av polyalkylenoksidkjeder (PAO-kjeder) som enten er podet på polykarboksylsyreskjelettet eller bundet til en polymeriserbar karboksylsyre som så polymeriseres. Ved tilsetning i en slurry kan polykarboksylsyreskjelettene absorberes på en partikkeloverflate. For eksempel, med en sementslurry kan polykarboksylsyreskjelettene absorberes på en sementpartikkeloverflate, mens de hydrofile PAO-kjedene strekker seg inn i den vandige fasen. Ettersom polykarboksylsyreskjeletter absorberes på sementoverflaten, er de forankret i sementoverflaten og kan motstå adskillingskrefter. PAO-kjedene går fra polykarboksylsyreskjelettet inn i den vandige fasen. PAO-kjedene kan så ioniseres, slik som gjennom innføring av den ioniserende strålingen, og kan reagere med ioniserte

PAO-kjeder som strekker seg inn i den vandige fasen fra en tilgrensende PCS-polymer festet til en tilgrensende sementpartikkel. De ioniserte PAO-kjedene kan binde seg med andre ioniserte PAO-kjeder, hvilket danner en polymergitterstruktur gjennom hele sementslurrien. Polymergitterstrukturen kan tildele sementslurrien rigiditet før sementslurryens størkning gjennom den normale hydratiseringsstørkningsprosessen.

Det polymeriske additivet kan være et polykarboksylatpolymer-superplastiseringsmiddel som har en skjelettpolymerkjede som fungerer som en forankringsgruppe, og har hengende ikke-ioniserte dispergeringsgrupper. Kvaliteten på ioniserte partikkelforankringsgrupper og ikke-ioniserte dispergeringsgrupper og deres relative forhold er ikke begrenset i den foreliggende oppfinnelsen. Forholdet i de ioniserte partikkelforankringsgruppene kan variere fra cirka 1:100 til cirka 100:1 i forhold til de ikke-ioniserte dispergeringsgruppene. Alternativt kan forholdet i de ioniserte partikkelforankringsgruppene være cirka 1:50 til cirka 50:1, eventuelt cirka 1:1 til cirka 25:1 i forhold til de ikke-ioniserte dispergeringsgruppene. Den ioniserte partikkelforankringsgruppen kan absorberes på en partikkeloverflate, mens ikke-ioniserte dispergeringsgrupper strekker seg inn i den vandige fasen. De ikke-ioniserte dispergeringsgruppene kan så ioniseres, slik som gjennom innføring av den ioniserende strålingen, og kan reagere med hverandre for å danne en polymergitterstruktur gjennom hele slurrien, hvilket tykner slurrien. Ytterligere er polykarboksylatpolymermolekyler tilgjengelig med flere lengder av hengende polyalkylenoksidgrupper, hvori valget av korrekt forhold kan styre både bearbeidbarhetsretensjon og kryssbindingsrate ved eksponering for den ioniserende strålingen. Polykarboksylatpolymer-superplastiseringsmiddel (PCS) som egner seg for anvendelse i den foreliggende oppfinnelsen, er kommersielt tilgjengelig fra selskaper som BASF og W. R. Grace, Sika, Nippon Shokubai, Kao Soap, Nippon Oil and Fats og andre.

Det polymeriske additivet kan være en polymer valgt fra en gruppe som inkluderer polyalkylenoksid (PAO), polyvinylpyrrolidon (PVP), polyvinylalkohol (PVA), polyvinylmetyleter (PVME), polyakrylamid (PAAm). De polymeriske kjedene kan dispergeres i den vandige fasen av fluidet eller slurrien og kan ioniseres, slik som gjennom innføring av den ioniserende strålingen, for å reagere med tilgrensende ioniserte polymeriske kjeder. Bindingen av tilgrensende ioniserte polymeriske kjeder danner en polymergitterstruktur gjennom hele fluidet, hvilket tildeler fortykning til den vandige fasen. Polymergitterstrukturen kan tildele fortykning til sementslurry før sementslurryens størkning gjennom den normale hydratiseringsstørkningsprosessen. I alternative utførelsesformer kan polymergitterstrukturen tildele fortykning til andre

fluider, slik som et tilpasningsfluid (eng: conformance fluid) som anvendes for å tette en vannførende sone, eller til et størkningsbart borefluid. Det polymeriske additivet kan være en vannløselig polymer som kan kryssbindes ved eksponering for den ioniserende strålingen. Det polymeriske additivet kan også være en kampolymer med minst to funksjongrupper, én som kan forankres, slik som til et sementkorn, og en annen som kan kryssbindes ved eksponering for den ioniserende strålingen.

Innføringen av den ioniserende strålingen kan resultere i endringen eller destruksjonen av det polymeriske additivet. Ettersom det polymeriske additivet endres av eksponeringen for den ioniserende strålingen kan det resulterende endrede polymeriske additivet resultere i en fortykning av slurrien. Slurrien kan tykne raskere enn den ville ha gjort i fravær av den ioniserende strålingen.

Sammensetningene og fremgangsmåtene for anvendelse av den foreliggende oppfinnelsen kan også inkludere en akselerator. Akseleratoren hjelper til med å overvinne mulige forsinkelser forårsaket av størkneretardatorene ved å forkorte fluid- eller slurrysammensetningens størkningstid. Et bredt mangfold av akseleratorer kan være egnet for anvendelse i fluid- eller slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, akseleratoren kan inkludere en hvilken som helst komponent som reduserer søkningstiden til en sementsammensetning. For eksempel kan akseleratoren inkludere alkali- og jordalkalimetallsalter, silikatsalter, aluminater og aminer, slik som trietanolamin. Akseleratoren kan være et kalsiumsalt. Kalsiumsaltet kan velges fra gruppen bestående av kalsiumformiat, kalsiumnitrat, kalsiumnitritt og kalsiumklorid. I en spesifikk utførelsesform er akseleratoren kalsiumklorid. Akseleratoren kan være til stede i fluid- eller slurrysammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen i en mengde i området fra cirka 0,1 % til cirka 20 % bwoc. Akseleratoren kan være til stede i sementsammensetningene som anvendes i den foreliggende oppfinnelsen i en mengde i området fra cirka 4 % til cirka 12 % bwoc.

Akseleratorene ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan kombineres med en polymerisk komponent. Akseleratoren kan være innkapslet av den polymeriske komponenten. I et annet aspekt kan akseleratoren blandes homogent med polymeren, som virker som et bindemiddel, hvorpå den resulterende blandingen presses til en pellet. I enda et annet aspekt innkapsles den resulterende pelleten til slutt av en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten som anvendes som et bindemiddel til å danne pelleten, kan ha en forskjellig sammensetning fra den polymeriske komponenten som anvendes til innkapsling av pelleten. Ytterligere kan den være av en

sammensetning som er følsom for alkalihydrolyse, slik at sementsystemets alkaliske miljø bidrar til dens raskere nedbrytning. Det innkapslende polymerlaget kan påføres ved hjelp av en polymerbeleggingsfremgangsmåte valgt fra gruppen, bestående av dyppebelegging, spraybelegging, ekstruderingsbelegging, overføringstrykk og en
 5 hvilken som helst kombinasjon derav. Det innkapslende polymerlaget kan også påføres ved hjelp av en hvilken som helst vanlig polymerbeleggingsfremgangsmåte.

Oksidasjonsmidlene ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan kombineres med én eller flere polymeriske komponenter. De kan være til stede i en mengde på cirka 0,05 % til
 10 cirka 5 % i fluid- eller slurrysammensetningen, og i stand til å angripe en hvilken som helst størkneretardator som er til stede. Oksidanten kan være innkapslet av den polymeriske komponenten. I et annet aspekt er oksidanten blandet homogent med den polymeriske komponenten, som virker som et bindemiddel, hvorpå den resulterende blandingen presses til en pellet. I enda et annet aspekt innkapsles den resulterende
 15 pelleten til slutt av en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten som anvendes som et bindemiddel til å danne pelleten, kan ha en forskjellig sammensetning fra den polymeriske komponenten som anvendes til innkapsling av pelleten, og kan velges fra polymer som er særlig bestandig mot oksidasjon. Ved å utsette fluid- eller slurrysammensetningen for den ioniserende strålingen kan oksidasjonsmiddelet
 20 frisettes, hvilket reduserer retardatorens retarderende evne, noe som muliggjør størkning.

Den polymeriske komponenten kan velges i den foreliggende oppfinnelsen er holdbar i det høyalkaliske miljøet som finnes i sement, og fremviser lav toleranse for den
 25 ioniserende strålingen. Den polymeriske komponenten kan fremvise en strålingstoleranse på mindre enn cirka 500 kilogray, eventuelt mindre enn cirka 250 kilogray, eventuelt mindre enn cirka 100 kilogray. Alternativt har den polymeriske komponenten en strålingstoleranse på fra cirka 4 til cirka 65 kilogray. Eventuelt har den polymeriske komponenten en strålingstoleranse fra mellom cirka 1 gray til cirka 500
 30 kilogray, eventuelt mellom cirka 1 gray til cirka 100 kilogray, eventuelt mellom cirka 20 gray til cirka 40 kilogray. En ikke-begrensende opplisting over polymernedbrytning ved eksponering for ioniserende stråling er gitt i tabell 1.

Tabell 1

Polymer	Toleranse (kGy)
Teflon	5
Polyacetal	15

Propylen-etylen-kopolymerer	25–60
Alifatisk nylon	50
Polystyren	10 000
Fenol	50 000

I et aspekt velges den polymeriske komponenten fra gruppen av polyisobutylen, fluorelastomerer, silikongummi, polyestere, polytetrafluoretylen (PTFE) (tilgjengelig under varenavnet TEFLON® fra E.I. du Pont de Nemours and Company), polyacetaler (tilgjengelig under varenavnet DELRIN® fra E.I. du Pont de Nemours and Company og under varenavnet CELCON® fra Ticona), polypropylen, kopolymerer av polypropylen-etylen, polymetylpen, fluorisert etylen-propylen, perfluoralkoksy (PFA), polymetylmetakrylat (PMMA) og kombinasjoner derav.

10

Med henvisning til figur 5 og 6 ble ulike polymerfilmer eksponert for en nøytronfluks på $1,2 \times 10^{13}/s$ og testet for sprøhet og gasspermeabilitet over tid. Filmmaterialet og tykkelsen var PMMA ved 50 mikroner; Delrin ved 75 mikroner; PFA ved 25 og 12,5 mikroner; og PTFE ved 5 mikroner. Figur 5 illustrerer at PMMA med en tykkelse på 50 mikroner viser sprøhetseffekt ved cirka 18 minutter, og ved cirka 50 minutter var filmen nedbrutt i den grad at den ikke lenger kunne testes. Søylen formørkede område viser når sprøhet fra nøytronfluksen observeres og når den er nedbrutt i den grad at den ikke lenger kunne testes. Det fremgår også at noen materialer, slik som Delrin, er mer mottakelige for strålingsnedbrytning enn andre materialer, slik som PMMA eller PFA. Delrin-filmen med en tykkelse på 75 mikroner brytes ned før PFA har en tykkelse på 12,5 mikroner.

20

Figur 6 illustrerer virkningen filmtykkelsen har på gasspermeabilitet og at PFA-filmen med en tykkelse på 25 mikroner holder på gassimpermeabilitet cirka dobbelt så lenge som en PFA-film med en tykkelse på 12,5 mikroner, eksponert for den samme strålingen. Figur 6 illustrerer også at begge PFA-filmer observerte gasspermeabilitet ved en tid som var tidligere enn sprøheteffekten ble observert på, som vist i figur 5.

25

Med henvisning til figur 7 ble en prøve av natriummetasilikat, tilgjengelig som Econolite fra Halliburton, belagt med et lag av FluoroPel™ PFA og med et lag av FluoroPel™ PFA med B₄C. Prøven ble eksponert for en nøytronfluks på $1,2 \times 10^{13}/s$ og konduktivitetstestet over tid. Figur 7 viser at beleggingen tilveiebrakte en forsinket

30

frisettingsprofil av natriummetasilikatet som er i forhold til strålingseksponeringen. FluoroPel™ er tilgjengelig fra Cytonix Corporation.

- I et ytterligere eksempel ble en prøve av uranin-fargestoff på en glassplate innkapslet ved hjelp av FluoroPel™ PFA med en tykkelse på omtrent 36 mikroner i en fluidbeholder. Det innkapslede fargestoffet ble eksponert for en nøytronfluks på $1,2 \times 10^{13}/s$ i 50 minutter, hvori uranin-fargestoffet hadde farget fluidet synbart, hvilket indikerer dets dissipasjon i fluidet.
- 10 Den polymeriske komponenten i eksemplene kan også inneholde et tilleggsmateriale for å fremme nedbrytningen av polymeren og/eller akseleratorens frisetting i borehullbehandlingfluidet eller slurrysammensetningen. En aktivator for fri-radikal-kjedespalting kan tilsettes i polymerkapselen og/eller den polymeriske komponenten anvendt som et bindemiddel, for å akselerere polymernedbrytningen når eksponering for den ioniserende strålingen utløses. Den polymeriske komponenten kan også inneholde 15 en sensibilisator som er dannet fra et materiale med en sterk strålingsabsorpsjonsegenskap. Aktivatoren eller sensibilisatoren kan være et hvilket som helst materiale som øker innfangningsutbyttet av den ioniserende strålingen i slurrien. Aktivator- eller sensibilisatormaterialet kan være en borforbindelse, slik som borkarbid eller bornitrid. Aktivator- eller sensibilisatormaterialet kan være en 20 ioniserende strålingstoleranse på mindre enn 500 kilogray, eventuelt fra 1 gray til 500 kilogray.

- Sammensetninger ifølge denne oppfinnelsen kan inkludere å danne en tetningsmiddelsammensetning inneholdende størknemodifikatoren alene eller kombinert 25 med en polymerisk komponent. Fremgangsmåter ifølge denne oppfinnelsen for å isolere en del av et borehull kan inkludere å danne en slik tetningsmiddelsammensetning som inkluderer en størknemodifikator, pumpe tetningsmiddelsammensetningen inneholdende størknemodifikatoren i et borehull, og utsette 30 tetningsmiddelsammensetningen for ioniserende bestråling etter plassering i borehullet. Størknemodifikatoren ifølge oppfinnelsen kan kombineres med en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten kan tjene til å hindre frisettingen av størknemodifikatoren, slik som en akselerator, inn i tetningsmiddelsammensetningen. Den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse, nedbryte eller 35 på annen måte spalte den polymeriske komponenten, hvilket muliggjør frisetting av størknemodifikatoren inn i tetningsmiddelsammensetningen. Når størknemodifikatoren frisettes, dispergeres den i og reagerer med tetningsmiddelsammensetningen, hvilket

resulterer i initiering av størkningsprosessen. Frisettingen av den ioniserende strålingen, som teknikere i felten har kontroll over, virker følgelig som en utløser til å initiere tetningsmiddelsammensetningens størkning.

- 5 Den polymeriske komponenten kan kombineres med størknemodifikatoren ved hjelp av innkapsling, binding med størknemodifikatoren i en blanding eller begge deler. Polymerbeleggingen som anvendes i fremgangsmåtene ifølge denne oppfinnelsen, kan være en hvilken som helst polymerisk komponent som nedbrytes når den utsettes for den ioniserende strålingen. Den polymeriske komponenten kan nedbrytes etter
- 10 eksponering for gammastråling. Eventuelt kan den polymeriske komponenten nedbrytes etter eksponering for gammastråling i nivåer på mindre enn cirka 500 kilogray. I en alternativ utførelsesform vil den polymeriske komponenten nedbrytes etter eksponering for gammastråling i nivåer på mellom cirka 1 gray til cirka 500 kilogray, eventuelt mellom cirka 1 gray til cirka 100 kilogray, eventuelt mellom cirka 20 gray til cirka 40
- 15 kilogray. I enda en annen utførelsesform nedbrytes polymeren etter den ioniserende strålingen som emitteres fra en gammastrålegenerator, også anvendt på oljebrønnloggingsinstrumenter.

- Typen og nivået av den ioniserende strålingen som anvendes i fremgangsmåtene ifølge
- 20 denne oppfinnelsen, kan avhenge av den(de) polymeriske komponenten(e) som kombineres med akseleratoren. Typen og nivået av den ioniserende strålingen kan være avhengig av hva som er i stand til å nedbryte polymerkomponenten(e). Typen av ioniserende stråling kan inkludere alfastråler, betastråler, gammastråler, nøytronstråler, protonstråler, UV-stråler og røntgenstråler eller kombinasjoner derav. Eventuelt kan
- 25 mengden av den ioniserende strålingen som kreves for å nedbryte den(de) polymeriske komponenten(e), mindre enn cirka 500 kilogray. Eventuelt er mengden av ioniserende stråling som kreves for å nedbryte en polymerisk komponent mellom cirka 1 gray til cirka 500 kilogray, eventuelt mellom cirka 1 gray til cirka 100 kilogray, eventuelt mellom cirka 20 gray til cirka 40 kilogray.

30

- Fremgangsmåter ifølge denne oppfinnelsen for å isolere et borehull kan inkludere å danne en tetningsmiddelsammensetning som inkluderer en størknemodifikator og et polymerisk additiv, pumpe tetningsmiddelsammensetningen inneholdende størknemodifikatoren inn i et borehull, og utsette tetningsmiddelsammensetningen for
- 35 ioniserende stråling etter plassering i borehullet. Størknemodifikatoren ifølge oppfinnelsen kan være en retardator, eventuelt en sensibilisert retardator, slik som en boret retardator. Den sensibiliserte retardatoren ifølge oppfinnelsen er mottakelig for

visse typer ioniserende bestråling. Den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse eller på annen måte spalte retardatoren, hvilket muliggjør at tetningsmiddelsammensetningens størkning fortsetter. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en
 5 polymermatriks.

Tetningsmiddelsammensetninger ifølge denne oppfinnelsen kan inkludere en størknemodifikator og et polymerisk additiv. Størknemodifikatoren ifølge oppfinnelsen kan være en retardator, eventuelt en sensibilisert retardator, slik som en borert
 10 retardator. Den sensibiliserte retardatoren ifølge oppfinnelsen er mottakelig for visse typer ioniserende bestråling. Den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse eller på annen måte spalte retardatoren, hvilket muliggjør at tetningsmiddelsammensetningens størkning fortsetter. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en
 15 polymermatriks.

Fremgangsmåtene ifølge denne oppfinnelsen for å isolere et borehull kan inkludere å danne en tetningsmiddelsammensetning som inkluderer en akselerator, og/eller et oksidasjonsmiddel, en retardator og et polymerisk additiv, og eksponere
 20 tetningsmiddelsammensetningen for ioniserende stråling. Akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet kan frisettes eller aktiveres ved eksponering av tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen, følgelig i stand til å akselerere tetningsmiddelsammensetningens størkning. Retardatoren kan endres ved eksponering av tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen, følgelig
 25 kan dens evne til å retardere tetningsmiddelsammensetningens størkning forhindres. Det polymeriske additivet kan reagere med tetningsmiddelsammensetningen for å øke tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke.

Tetningsmiddelsammensetninger ifølge denne oppfinnelsen kan inkludere en
 30 akselerator og/eller et oksidasjonsmiddel, en retardator, og et polymerisk additiv, hvorav alle eksponeres for ioniserende stråling ved plassering. Akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet kan frisettes eller aktiveres ved eksponering av tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen, hvilket muliggjør akselerering av tetningsmiddelsammensetningens størkning. Retardatoren kan endres
 35 ved eksponering av tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen, følgelig hindres dens evne til å retardere tetningsmiddelsammensetningens størkning.

Det polymeriske additivet kan reagere med tetningsmiddelsammensetningen for å øke tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke.

Fremgangsmåter ifølge denne oppfinnelsen for å sementere et borehull kan inkludere trinnene med å danne en sementsammensetning som inkluderer hydraulisk sement og en tilstrekkelig mengde av vann til å danne en slurry, tilsette i slurryen en ønsket mengde av en akselerator eller et oksidasjonsmiddel og et polymerisk additiv, pumpe slurryen inneholdende akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet og det polymeriske additivet inn i et borehull, og utsette slurryen for ioniserende bestråling etter plassering av slurryen i borehullet. Akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet ifølge oppfinnelsen kan kombineres med en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten tjener til å hindre frisettingen av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet inn i sementslurryen. Den ioniserende strålingen kan føre til at det polymeriske additivet danner kryssbindinger i sementsammensetningen. Den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse, nedbryte eller på annen måte spalte den polymeriske komponenten, hvilket muliggjør frisetting av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet inn i sementslurryen. Når akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet frisettes, dispergeres den/det i sementslurryen og reagerer med slurryen eller retardatoren, hvilket resulterer i initieringen av størkningsprosessen. Frisettingen av den ioniserende strålingen, som teknikere i felten har kontroll over, virker følgelig som en utløser til å initiere sementslurryens størkning.

Sementsammensetninger ifølge denne oppfinnelsen kan inkludere den hydrauliske sementen og en tilstrekkelig mengde av vann til å danne en slurry, en akselerator og/eller et oksidasjonsmiddel og et polymerisk additiv. Akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet ifølge oppfinnelsen kan kombineres med en polymerisk komponent. Ved plassering i et borehull og eksponering for ioniserende stråling, kan bestanddeler av sementsammensetningen reagere for å påvirke sammensetningens størkning eller fortykning. Den ioniserende strålingen kan føre til at det polymeriske additivet danner kryssbindinger i sementsammensetningen. Den polymeriske komponenten tjener til å hindre frisettingen av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet inn i sementslurryen helt til den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse, nedbryte eller på annen måte spalte den polymeriske komponenten, hvilket muliggjør frisetting av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet inn i sementslurryen. Når akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet frisettes, dispergeres den/det i sementslurryen og reagerer med slurryen eller retardatoren, hvilket resulterer i initieringen av størkningsprosessen.

Frisettingen av den ioniserende strålingen, som teknikere i felten har kontroll over, virker følgelig som en utløser til å initiere sementslurryens størkning.

Den polymeriske komponenten kan kombineres med akseleratoren og/eller
5 oksidasjonsmiddelet ved hjelp av innkapsling, binding med blandingen eller begge
deler. Polymerbeleggingen som anvendes i fremgangsmåtene ifølge denne
oppfinnelsen, kan være en hvilken som helst polymerisk komponent som nedbrytes når
den utsettes for den ioniserende strålingen. I en utførelsesform nedbrytes den
polymeriske komponenten etter eksponering for gammastråling. Alternativt, eller i
10 tillegg, kan den polymeriske komponenten nedbrytes etter eksponering for
gammastråling i nivåer på mindre enn cirka 500 kilogray. Eventuelt er mengden av
gammastråling som kreves for å nedbryte en polymerisk komponent, mellom cirka 1
gray til cirka 500 kilogray, eventuelt mellom cirka 1 gray til cirka 100 kilogray,
eventuelt mellom cirka 20 gray til cirka 40 kilogray. Polymeren kan nedbrytes etter den
15 ioniserende strålingen fra en gammastrålegenerator, som også anvendes på
oljebrønnloggingsinstrumenter.

Typen og nivået av den ioniserende strålingen som anvendes i fremgangsmåtene ifølge
denne oppfinnelsen, kan avhenge av den(de) polymeriske komponenten(e) som
20 kombineres med akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet. Typen og nivået av den
ioniserende strålingen kan være avhengig av hva som er i stand til å nedbryte
polymerkomponenten(e). Typen av ioniserende stråling kan inkludere alfastråler,
betastråler, gammastråler, røntgenstråler eller kombinasjoner derav. Mengden av
ioniserende stråling som kreves for å nedbryte den(de) polymeriske komponenten(e),
25 kan være mindre enn cirka 500 kilogray.

Fremgangsmåter ifølge denne oppfinnelsen for å sementere et borehull kan inkludere
trinnene med å danne en sementsammensetning som inkluderer hydraulisk sement og en
tilstrekkelig mengde av vann til å danne en slurry, tilsette i slurryen en ønsket mengde
30 av en retardator og et polymerisk additiv, pumpe slurryen inneholdende retardatoren og
det polymeriske additivet, inn i et borehull, og utsette slurryen for ioniserende bestråling
etter plassering av slurryen i borehullet. Retardatoren ifølge oppfinnelsen kan være en
sensibilisert retardator som beskrevet heri, slik som en boret retardator. Den
sensibiliserte retardatoren og det polymeriske additivet ifølge oppfinnelsen er
35 mottakelig for visse typer bestråling. Den ioniserende strålingen som introduseres, er
tilstrekkelig til å oppløse eller på annen måte spalte retardatoren, hvilket muliggjør

videre størkning av sementslurrien. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks.

Sementsammensetninger ifølge denne oppfinnelsen kan inkludere hydraulisk sement og en tilstrekkelig mengde av vann til å danne en slurry, en ønsket mengde av en retardator og et polymerisk additiv. Retardatoren ifølge oppfinnelsen kan være en sensibilisert retardator som beskrevet heri, slik som en borert retardator. Den sensibiliserte retardatoren og det polymeriske additivet ifølge oppfinnelsen er mottakelig for visse typer bestråling. Den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse eller på annen måte spalte retardatoren, hvilket muliggjør videre størkning av sementslurrien. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks.

Typene og nivået av den ioniserende strålingen som anvendes i fremgangsmåtene ifølge denne oppfinnelsen, kan avhenge av typen sensibilisert retardator som anvendes.

Typene og nivået av den ioniserende strålingen som anvendes, kan være avhengig av hva som er i stand til å endre eller ødelegge den sensibiliserte retardatorens molekyler. Den ioniserende strålingskilden kan være en høyfluksnøytronkilde.

Høyfluksnøytronkilden kan velges fra gruppen bestående av plutonium-beryllium, americium-beryllium og americium-litium. Eventuelt er høyfluksnøytronkilden en akseleratorbasert nøytrongenerator. Typen av ioniserende stråling kan inkludere alfastråler, betastråler, gammastråler, protonstråler, røntgenstråler eller kombinasjoner derav. Eventuelt er mengden av ioniserende stråling som kreves for å endre eller ødelegge den sensibiliserte retardatorens molekyler, mindre enn cirka 500 kilogray. Sensibilisatoren kan også være et scintillatormateriale.

Fremgangsmåter ifølge denne oppfinnelsen for å sementere et borehull kan inkludere trinnene med å danne en sementsammensetning som inkluderer hydraulisk sement og en tilstrekkelig mengde av vann for å danne en slurry, tilsette i slurrien en ønsket mengde av en størkneretardator, enten konvensjonell eller sensibilisert, en akselerator og/eller et oksidasjonsmiddel og et polymerisk additiv, pumpe slurrien inneholdende retardatoren og akseleratoren inn i et borehull, og utsette slurrien for ioniserende bestråling etter plassering av slurrien i borehullet. Akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet ifølge oppfinnelsen kan kombineres med en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten tjener til å hindre frisetningen av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet inn i sementslurrien. Størkneretardatoren, den polymeriske komponenten og det polymeriske additivet er mottakelige for visse typer bestråling.

Den ioniserende strålingen som introduseres, er tilstrekkelig til å oppløse, nedbryte eller på annen måte spalte den polymeriske komponenten, hvilket muliggjør frisetting av akseleratoren inn i sementslurrien. Når akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet frisettes, kan den/det dispergeres i sementslurrien og reagere med slurrien eller retardatoren, hvilket resulterer i initieringen av størkningsprosessen. Den ioniserende strålingen som introduseres, er også tilstrekkelig til å oppløse eller på annen måte spalte retardatoren, hvilket muliggjør videre størkning av sementslurrien. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks. Frisettingen av den ioniserende strålingen, som teknikere i felten har kontroll over, virker følgelig som en utløser til å initiere sementslurryens størkning ved å frisette akseleratoren og tilstrekkelig endre eller ødelegge retardatoren.

Sementsammensetninger ifølge denne oppfinnelsen kan inkludere hydraulisk sement og en tilstrekkelig mengde av vann til å danne en slurry, en ønsket mengde av en størkneretardator, enten konvensjonell eller sensibilisert, en akselerator og/eller et oksidasjonsmiddel og et polymerisk additiv. Akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet ifølge oppfinnelsen kan kombineres med en polymerisk komponent. Den polymeriske komponenten tjener til å hindre frisettingen av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet inn i sementslurrien. Størkneretardatoren, den polymeriske komponenten og det polymeriske additivet er mottakelige for visse typer bestråling. Ved plassering i borehullet kan sementsammensetningen utsettes for ioniserende stråling som er tilstrekkelig til å oppløse, nedbryte eller på annen måte spalte den polymeriske komponenten, hvilket muliggjør frisetting av akseleratoren inn i sementslurrien. Når akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet frisettes, kan den/det dispergeres i sementslurrien og reagere med slurrien eller retardatoren, hvilket resulterer i initieringen av størkningsprosessen. Den ioniserende strålingen som introduseres, er også tilstrekkelig til å oppløse eller på annen måte spalte retardatoren, hvilket muliggjør videre størkning av sementslurrien. Den ioniserende strålingen fører også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks. Frisettingen av den ioniserende strålingen, som teknikere i felten har kontroll over, virker følgelig som en utløser til å initiere sementslurryens størkning ved å frisette akseleratoren og tilstrekkelig endre eller ødelegge retardatoren.

Fluid- eller slurrysammensetningene og fremgangsmåtene for å anvende dem i den foreliggende oppfinnelsen, kan ytterligere inkludere et scintillatormateriale. Scintillatormaterialet kan virke for å øke innfangningsutbyttet av den ioniserende strålingen og/eller kan emittere ioniserende stråling eller ikke-ioniserende stråling ved

eksponering for den ioniserende strålingen. Et scintillatormateriale som har fluorescensegenskapen, kan emittere stråling, hvilket kan henvises til som sekundærstråling, som resultatet av absorpsjon av stråling fra en annen kilde. For eksempel kan et scintillatormateriale emittere gammastråler, røntgenstråler eller UV-stråling ved eksponering for nøytroner eller gammastråler. Denne sekundærstrålingen kan anvendes for å tilveiebringe stråling for å fremme polymerens nedbrytning og/eller akseleratorens frisetting inn i fluidet eller slurrien. Dersom sekundærstrålingen inkluderer fotoner eller partikler med den samme bølgelengden som den til den absorberte strålingen, kan den henvises til som resonansstråling.

10

Et mangfold av nøytronscintillatorer er kjent, en ikke-begrensende liste inkluderer LiF/ZnS:Ag, Li-glass og LiI:Eu. LiF/ZnS:Ag er påvist å fremstille en svært stor nøytronmultiplikasjonsfaktor og er målt til 160 000 fotoner per nøytron absorbert, der majoriteten av emisjonen oppstår under cirka 450 nm. Li-glass har typisk et emisjonsmaksimum under cirka 400 nm.

15

Et mangfold av gammastrålescintillatorer er kjent, en ikke-begrensende liste inkluderer NaI:TI⁺, Bi₄Ge₃O₁₂(GSO), Gd₂SiO₅:Ce³⁺, ZnS:Ag. Alkalihalogenider inkluderer CsI og NaI. Typisk emisjonsmaksimum observert for noen scintillatorer, er: CsI – cirka 300nm; BaF₂ – cirka 190 til cirka 305 nm; CaF₂:Eu – cirka 410 nm; GSO:Ce – cirka 420 nm; YAl:CaTiO₃:Ce – cirka 350 nm.

20

Organiske scintillatorer kan inkludere Ultima Gold XR fra Perkin Elmer (vannkompatibel), EJ-301, EJ-305 fra Eljen Technologies (kompatibel med ikke-vandige løsninger).

25

Scintillatoren kan anvendes i en pulver- eller krystallform eller med et belegg, slik som en polymer. Fordeler ved å inkorporere scintillatoren i fluidet eller slurrien ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan inkludere den lokale dannelsen av sekundærstråling som kan minimalisere innvirkningen fra brønnfôringsrørene eller andre miljøpåvirkninger. Potensielt er store multiplikasjonsfaktorer mulige, for eksempel vil noen scintillatorer emittere mer enn 10 000 fotoner for hver absorberte ioniserende strålingspartikkel/-foton. Fotonene som fremstilles av scintillatorer, kan være i røntgenstråle- og UV-spektralområdene som kan høyabsorberes av slurriens polymeriske komponent. Ettersom disse fotonene dannes lokalt av scintillasjonen, kan emisjonen deres øke polymerinnkapslingsnedbrytningens effektivitet. Flere fotoner over terskelen for radikalgenerering fra polymeren kan øke raten av enten kryssbinding eller

35

polymernedbrytning via kjedespalting, eller begge deler samtidig, avhengig av polymerkjemien. Denne prosessen kan sette fart på sementslurryens fortykning og forsterke størkne-på-kommando-adferden.

- 5 Scintillatormaterialet kan tilsettes i borehullbehandlingsfluidet eller slurryen. Scintillatoren kan inkorporeres i et polymerisk additiv. Scintillatormaterialet kan også inkorporeres i en polymerisk komponent som danner et innkapslende lag over partikler til en akselerator. Scintillatormaterialet kan tilsettes i en polymerisk komponent som danner et bindemiddel for en akselerator som dannes til en pellet, og/eller en polymerisk
- 10 komponent som danner et innkapslende lag over pelleten. Scintillatormaterialet kan også være et sensibilisatormateriale. Som anvendt heri kan betegnelsene polymerisk additiv eller polymeradditiv inkludere én eller flere av en polymer eller én eller flere av en polymerforløper, slik som et monomer- eller prepolymermellomprodukt eller kombinasjoner derav.
- 15 Ulike elementer kan benyttes som et sensibilisert materiale. Generelt kan elementer som har et større absorpsjonstverrsnitt enn borehullbehandlingfluidsammensetningen, anvendes til å øke innfangningsutbyttet av den ioniserende strålingen i sammensetningen. Mange borehullbehandlingsfluidsammensetninger kan inkludere
- 20 kalsium, som har et absorpsjonstverrsnitt for 2200 m/s nøytroner på cirka 0,43 barn. En ikke-begrensende opplisting av elementer som har et absorpsjonstverrsnitt for 2200 m/s nøytroner på 10 barn eller mer, er vist nedenfor i tabell 2. En barn defineres som 10^{-28} m^2 , og tilsvarer omtrent en urankjernes tverrsnittareal.
- 25 Tabell 2 Absorpsjonstverrsnitt for 2200 m/s nøytroner

Element	Absorpsjonstverrsnitt for 2200 m/s nøytroner (barn)
Li	71
B	767
Cl	34
Sc	28
Mn	13
Co	37
Se	12
Kr	25

Tc	20
Rh	145
Ag	63
Cd	2 520
In	194
Xe	24
Pr	12
Nd	51
Pm	168
Sm	5 922
Eu	4 530
Gd	49 700
Tb	23
Dy	994
Ho	65
Er	159
Tm	100
Yb	35
Lu	74
Hf	104
Ta	21
W	18
Re	90
Os	16
Ir	425
Pt	10
Au	99
Hg	372

Det polymeriske additivet og størkneretardatoren og/eller akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet kan tilsettes i en sementblanding før vann tilsettes i blandingen.

- 5 Det polymeriske additivet og størkneretardatoren og/eller akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet kan tilsettes i en sementblanding etter at vann er tilsatt i blandingen. Det polymeriske additivet og størkneretardatoren og/eller akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet kan tilsettes i vann som skal tilsettes i en sementblanding. Det polymeriske additivet og størkneretardatoren og/eller akseleratoren og/eller

oksidasjonsmiddelet kan tilsettes under blandingen av en sement og vann. Forskjellige polymeriske additiver og størkneretardatorer og/eller akseleratorer og/eller oksidasjonsmiddel kan tilsettes når som helst på de separate tidspunktene som beskrevet ovenfor under fremstillingen av sementblandingen. Akseleratoren kan tilsettes før
5 størkneretardatoren og det polymeriske additivet.

Når den sementholdige sammensetningen inneholdende det polymeriske additivet og størkneretardatoren og/eller akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet er oppnådd, kan blandingen så plasseres i borehullet, slik som i et borehulls-/fôringsrørringrom. Ved
10 plassering av sementblandingen inneholdende den polymeriske komponenten og størkneretardatoren og/eller akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet i borehullet, er sementpartiklene i nær kontakt med hverandre og størkneretardatoren og/eller det akselererende middelet og/eller oksidasjonsmiddelet, i en i det vesentlige homogen blanding. De nærliggende partiklenes absorberte polymerkjeder bør også blandes inn
15 med sementpartiklene og størkneretardatorene og/eller det akselererende middelet.

En størkneretardator og et polymerisk additiv samt både en akselerator og en oksidant kan tilsettes i fluidet eller slurryen. Ved eksponering for den ioniserende strålingen frisettes både akseleratoren og oksidanten. Den samtidige destruksjonen av retardatoren
20 ved oksidanten og akselerasjonen av sementhydratisering ved akseleratoren tilveiebringer rask størkning. Videre fører den ioniserende strålingen også til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene for å danne en polymermatriks.

Ifølge utførelsesformer av oppfinnelsen introduseres den ioniserende strålingen etter at
25 den innblandede sammensetningen er plassert i borehullet. Ioniserende stråling inneholder subatomære partikler eller elektromagnetiske bølger som er tilstrekkelig energetiske til å løsrive elektroner fra atomer eller molekyler, slik at de ioniseres. Forekomsten av ionisering avhenger av energien til de inntrengende individuelle partiklene eller elektromagnetiske bølgene, hvis energier må være over
30 ioniseringsterskelen (dvs. fotoelektrisk effekt). Det kan være at en kraftig strømning av partikler eller bølger ikke fører til ionisering dersom disse partiklene eller bølgene ikke har tilstrekkelig energi til å være ioniserende. Mengden av den ioniserende strålingen som introduseres i borehullet, kan fastsettes av mengden av den ioniserende strålingen som kreves for å ionisere det polymeriske additivets monomer-, prepolymer- eller
35 polymerkjeder og endre den polymeriske komponenten tilstrekkelig til å muliggjøre frisetting av minst en del av akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet. Den ioniserende strålingen kan emitteres fra eller i form av ladede partikler.

De ladede partiklene kan inkludere alfapartikler, betapartikler eller gammapartikler eller kombinasjoner derav. Eventuelt er mengden av den ioniserende strålingen som kreves for å ionisere en polymerisk additivbestandtdeler, mellom cirka 1 kilogray til cirka 500 kilogray, eventuelt mellom cirka 1 kilogray til cirka 100 kilogray, eventuelt mellom cirka 4 kilogray til cirka 40 kilogray. Mengden av ioniserende stråling som emitteres, fastsettes av nivået av ønsket kryssbinding og typen av polymer som tilsettes i sementblandingen. Som beskrevet ovenfor er mengden av den ioniserende strålingen som kreves for å endre eller ødelegge sensibilisatorretardatorens molekyler, inkludert en scintillator, mindre enn cirka 500 kilogray. Fluidet eller slurryen kan ytterligere inkludere minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emittere sekundær stråling ved eksponering for den ioniserende strålingen. Scintillatormaterialet kan være i stand til å redusere den ioniserende strålingen som kreves. Scintillatormaterialet kan være i stand til å redusere den ioniserende strålingen som kreves, til under halvparten av det som kreves uten scintillatormaterialet.

Den ioniserende strålingen kan introduseres av en ioniserende strålingsemitter beliggende på et punkt inne i borehullet. Den ioniserende strålingsemitteren som er beliggende ved overflaten, kan introdusere den ioniserende strålingen som ledes nedover inn i borehullet. En strålingskilde kan nedsenkes i borehullet, slik som på en brønnkabel, og den ioniserende strålingen kan emitteres. Strålingskilden kan avskjermes slik at den ikke emitterer stråling annet enn når avskjermingen fjernes. For eksempel kan en strålingskilde avskjermes ved overflaten når personell ellers kan bli eksponert. Når strålingskilden er plassert i borehullet og den ioniserende strålingen trygt kan emitteres, kan avskjermingen fjernes eller åpnes, slik som ved et elektronisk aktivert signal som sendes fra overflaten ned brønnkabelen, til avskjermingen. Strålingsemitteren kan emittere ioniserende stråling idet den nedsenkes i borehullet og idet den trekkes opp borehullets lengde. To eller flere strålingsemittere kan nedsenkes separat til to eller flere dybder, slik at to eller flere dybder i borehullet kan settes for den ioniserende strålingen samtidig.

Den ioniserende strålingen kan introduseres under kontroll av en tekniker i felten. Teknikeren, ingeniøren eller annen ansatt på stedet kan ha kontroll over den ioniserende strålingens emisjon ved å tilføre et signal som gjør at ioniserende stråling frisettes fra en emitter. Den ioniserende strålingen kan frisettes ved behov av teknikeren i felten. Den ioniserende strålingen kan frisettes av et styresystem som har parametere, slik som timer, strømningsmåler, temperatursensor eller lignende. Nedsenkingen og/eller

emitteringen av den ioniserende strålingskilden kan utløses av en tidsinnstillingsmekanisme. Nedsenkingen og/eller emitteringen av den ioniserende strålingskilden kan utløses ved en strømningsmåler som detekterer mengden av den innblandede sammensetningen som leveres inn i borehullet.

5

Ved introduksjonen av den ioniserende strålingen kan det dannes et nettverk av kryssbindinger mellom polymeriske additivkjeder. Dette kan være et resultat av den ioniserende strålingen på den polymeriske additivkjeden og fra virkningene av den ioniserende strålingen på andre forbindelser som er til stede, slik som vann og
 10 løsemidler. Stråling, slik som alfastråling, kan også initiere dissosiasjonen av molekyler, hvilket kan henvises til som radiolyse. Radiolysen av vann kan generere hydroksidradikaler, som kan abstrahere hydrogen fra de polymeriske kjedene, og dermed danne et polymerradikal. Polymerradikalene kan kombineres gjennom intermolekylær og/eller intramolekylær kryssbinding og fremstille en gelatinert tilstand.
 15 Radiolysen av andre forbindelser, slik som løsemidler (løsemiddelradiolyse), kan generere mellomprodukter som også kan reagere med den polymeriske additivkjeden. Et slikt nettverk av kryssbindinger øker den innblandede sammensetningens mekaniske styrke, for eksempel en sementkompositt før den typiske sementhydratiseringsstørkningen.

20

Radiolysen av vann og påfølgende generering av hydroksylradikaler kan økes ved tilsetningen av et radiokatalytisk materiale. Når det radiokatalytiske materialet eksponeres for ioniserende stråling, forsterkes fremstillingen av hydroksylradikaler gjennom økt radiolyse av vannet som er til stede i sammensetningen.
 25 Hydroksylradikalene kan abstrahere hydrogen fra de polymeriske kjedene, og dermed danne et polymerradikal. Polymerradikalene kan kombineres gjennom intermolekylær og/eller intramolekylær kryssbinding for å fremstille en gelatinering av polymerkjedene. Inkorporeringen av radiokatalysatorer i sementslurrysammensetningene kan forsterke vannradiolyse inne i sammensetningen ved eksponering for ioniserende stråling, hvilket
 30 reduserer strålingsdoseringsbehovet for å muliggjøre kryssbinding og den resulterende økningen i tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke.

En ikke-begrensende opplisting av materialer som kan fungere som en radiokatalysator er metalloksider, slik som TiO_2 , SiO_2 , AlO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , BeO og kombinasjoner derav.
 35 Radiokatalysatoren kan være en nanopartikkel eller kan eventuelt variere i størrelse fra nanometer til titalls mikroner i diameter.

Det katalytiske virkningen av radiokatalysatorer kan forsterkes av nærværet av egnede sensibilisatorer, slik som tinnklorid (også kjent som tinn(II)klorid eller tinndiklorid). Tinnklorid kan katalysere polymerenes kryssbinding i løsning under ioniserende strålingsbetingelser. Sensibilisatoren kan inkludere andre tinnbaserte materialer, slik

5 som tinnsulfat. Sensibiliseringsvirkningen av tinn(II)salter kan økes i nærværet av metalloksider. Ikke-begrensede eksempler på metalloksider som kan anvendes, inkluderer Al_2O_3 ; CeO_2 ; ZnO ; BeO ; NiO ; SiO_2 og kombinasjoner derav. Disse metalloksidene kan være i ulike former, slik tilfellet er for silika, disse kan være amorf silika, kolloidal silika, silikastøv eller overflatebehandlede silikapartikler.

10 Metalloksidene kan også være tilveiebrakt av flyveaske, som også kan tilveiebringe senfastheter på grunn av pozzolanaktivitet. Eksempler på sammensetninger som inkorporerer sensibilisatorene, gis i eksempel 9.

Molekylært oksygen er en effektiv scavenger av frie radikaler, slik som de som dannes

15 av radiolysen av vann. Nærværet av molekylært oksygen i slurryen kan derfor inhibere den strålingsinduserte kryssbindingen som ønskes. Under stråling kan polymermakroradikalene reagere med oksygenet for å danne korresponderende peroksyradikaler. Disse peroksyradikalene er generelt ureaktive og inhiberer følgelig ytterligere kryssbinding. Inkorporeringen av en oksygenscavenger og/eller en

20 antioksidant i slurryen kan inhibere formasjonen av peroksyradikaler og dermed bistå i det polymeriske additivets strålingsinduserte kryssbinding. Ikke-begrensede eksempler på en oksygenscavenger som kan anvendes i den foreliggende oppfinnelsen, inkluderer: tinnsalter, slik som SnCl_2 og SnSO_4 ; tetrakis(hydroksymetyl)fosfoniumklorid; tetrakis(hydroksymetyl) fosfoniumsulfat; natriumformaldehydsulfoksylat;

25 tiouredioksid; natriumditionitt; natriumhydroksymetansulfinathydrat; natriumhydrosulfitt (natriumditionitt); formamidinsulfinisk syre (tiouredioksid); og kombinasjoner derav.

Endringen av fluidets, slurryens eller komposittens mekaniske styrke avhenger av

30 kryssbindingsnivået. Lave kryssbindingsdensiteter kan øke sammensetningens viskositeten til en gummilignende konsistens, og høye kryssbindingsdensiteter kan gjøre at sammensetningen blir stiv. I én utførelsesform introduseres den ioniserende strålingen slik at et lavt kryssbindingsnivå oppnås, etterfulgt av en annen introduksjon av den ioniserende strålingen, slik at et høyere kryssbindingsnivå til slutt oppnås.

35 Økningen i en sementkompositts mekaniske styrke før den typiske sementhydratiseringsstørkningen kan muliggjøre gjenopptakelse av aktiviteter på et

tidligere tidspunkt sammenlignet med å måtte vente på sementhydratiseringsstørkningen.

Der det polymeriske additivet er et polykarboksylat-superplastiseringsmiddel, kan den ioniserende strålingen anvendes for å kryssbinde nærliggende polymeriske kjeder i det vandige mediet. Partikler kan separeres ved den steriske hindringen som fremkalles av forankrede polymeriske kjeder, som gjør at det er behov for svært få kryssbindinger for å danne et kontinuerlig kryssbindingsnettverk, hvilket resulterer i økt styrke. Denne virkningen kan ytterligere forsterkes ved å tilsette midler i den vandige fasen som kan øke de potensielle reaktantenes densitet i nærheten av partiklene, og forbedre den strålingsforsterkede størkningsprosessens kinetikk ifølge den foreliggende oppfinnelsen, uten på annen måte å påvirke egenskapene til fluidet, slurryen eller kompositten, slik som en sementsammensetning.

Den ioniserende strålingen ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan ødelegge molekyler i tillegg til å fremkalle kryssbinding. For eksempel kan destruksjonen av polymeriske kjeder og de kjemiske retardatorene som anvendes for å inhibere størkning, også tjene til å redusere fluiditeten i sementfasen. Destruksjonen av polymeriske kjeder kan avstedkomme, men er ikke begrenset til å avstedkomme frisetting av innkapslede akseleratorer og/eller oksidasjonsmiddel. Denne destruksjonen av polymeriske kjeder og kjemiske retardatorer kan også forsterke økningen i prosessens mekaniske styrke. I stedet for å være problematisk kan dette resultatet av oppfinnelsen tjene til å forbedre ytelsen av "størkne på kommando"-aspektet ved den foreliggende oppfinnelsen.

Sementholdige sammensetninger beskrevet heri kan også inneholde et vannløselig kryssbindingsmiddel for å forenkle reaksjonen mellom to polymerkjeder. Det vannløselige kryssbindingsmiddelet kan være en lavere molekylvektart med god mobilitet i den vandige fasen og høy reaktivitet mot de frie radikalene som dannes av det polymeriske additivets ioniserende stråling. I en utførelsesform er det vannløselige kryssbindingsmiddelet en vannløselig polymer. Det vannløselige kryssbindingsmiddelet kan være en vannløselig polysakkarid med høy molekylvekt. Det vannløselige kryssbindingsmiddelet kan velges fra gruppen bestående av etylenglykol, dietylenglykol, propylenglykol, polyalkylenoksider, slik som polyetylenoksid, polyvinylalkohol og polykarboksylsyrer, slik som polyakrylsyre, sitronsyre, butanetettrakarbonsyre og lignende.

Multifunksjonelle kryssbindere inkluderer poly(etylenglykol)diakrylater, poly(etylenglykol)dimetakrylater, trimetylolpropantriakrylat (TMPTA), etoksylert TMPTA, trimetylolpropantrimetakrylat, trimetylolpropantriakrylat, heksandioldiakrylat, N,N-metylenbisakrylamid, heksandioldivinyleter, trietylenglykoldiakrylat, 5 pentaeritritoltriakrylat, tripropylenglykoldiakrylat, 1,3,5-triallyl-1,3,5-triazin-2,4,6(1H,3H,5H)-trion, 2,4,6 triallyloksy-1,3,5-triazin, alkoksylert bisfenol-A-diakrylat, lignende og blandinger derav.

Som nevnt ovenfor kan den ioniserende strålingen ifølge den foreliggende oppfinnelsen 10 være under kontroll av teknikere i felten. De ioniserende strålingsemissjonene kan inkludere en preliminær økning i sementkomposittens mekaniske styrke før sementens hydratiseringsstørkning. Frisettingen av den ioniserende strålingsemissjonene kan virke som en utløser på den måten at strålingen kan ødelegge den sensibiliserte retardatoren, hvilket muliggjør videre størkning av sementslurrien. Frisettingen av ioniserende 15 stråling kan også virke som en utløser når den ioniserende strålingens emisjoner virker for å nedbryte akseleratorens eller oksidasjonsmiddelets polymeriske komponent, hvilket frisetter akseleratoren og/eller oksidasjonsmiddelet, eller begge, inn i sementslurrien. Når akseleratoren eller oksidasjonsmiddelet frisettes, dispergeres den/det i sementslurrien og reagerer med slurrien eller retardatoren, hvilket resulterer i 20 akselereringen av størkningsprosessen. Derfor er økningen i betongsammensetningens mekaniske styrke ifølge oppfinnelsen under kontroll av teknikere i felten. Slik kontroll kan resultere i en reduksjon av tiden som trengs for å vente på sement (eng.: wait on cement – WOC) under boringen og kompletteringen av et borehull. WOC-tiden for sementsammensetningen ifølge oppfinnelsen, inneholdende et strålingsreaktivt 25 polymerisk additiv, kan være mindre enn WOC-tiden for en i det vesentlige lignende sementsammensetning ikke inneholdende det polymeriske additivet. Oppfinnelsens sementsammensetning kan redusere WOC-tiden med minst én time, minst to timer, minst fem timer eller minst 10 timer sammenlignet med en i det vesentlige lignende sementsammensetning ikke inneholdende det polymeriske additivet.

30

EKSEMPLER

Eksempel 1

35 800 gram sement i klasse H ble blandet med 320 mL vann (for å gi et vann-til-sement-forhold, w/c-forhold, på 0,40) og 0,5% bwoc på 900 000 MW PEO (polyetylenoksid) for å danne en slurry. Slurrien inneholdt også 0,50 % bwoc maltodekstrin, en

5 sementstørkneretardator. Slurryen ble blandet i 45 sekunder i en Waring-bladmikser ved høy skjæring. Slurryen ble delt i to prøver. Én prøve ble eksponert for 4,3 Mrads av gammastrålingseksponering fra en Co-60-kilde, mens den andre ble beholdt som kontroll. Kontrollprøven som ikke ble bestrålt, var fortsatt fluidal (flytegrense målt til 3,5 Pa), mens den gammabestrålte prøven hadde blitt kryssbundet og var helt og holdent fast.

Eksempel 2

10 Flere slurrier ble fremstilt ved hjelp av en sement i klasse H, vann (for å gi et vann-til-sement-forhold, w/c-forhold, på 0,40) med to forskjellige PEO-er (100 000 MW og 900 000 MW). Andre komponenter i slurriene var en polykarboksylateter (dispergeringsmiddel), Diutan-gummi (viskositetsmodifikator) og maltodekstrin (retardator). Blandingsreseptene for slurriene gis i tabell 3.

15 Tabell 3 – blandingsresepter for slurriene som anvendes i kryssbindingseksperimentene.

Blandingsresept		Blanding nr. 1	Blanding nr. 2	Blanding nr. 3	Blanding nr. 4	Blanding nr. 5	Blanding nr. 6
Sement	gram	800	800	800	800	800	800
Vann	gram	316,4	316,4	320	320	320	320
Retardator (maltodekstrin)	gram	4	4	4	4	4	4
Dispergeringsmiddelnavn		ADVA 575	ADVA 575	Melflux 1641	Melflux 1641	Melflux 2651	Melflux 2651
Dispergeringsmiddel totalt fastst.		0,40	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00
Dispergeringsmiddel	gram	6	6	2,4	2,4	2,4	2,4
VMA (Diutan-gummi)	gram	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
PEO MW		100 000	900 000	100 000	900 000	100 000	900 000
PEO	gram	4	4	4	4	4	4

20 Alle slurriene ble eksponert for 4,3 Mrads gammastråling fra en Co-60-kilde og viste seg å kryssbinde og gelatinere ved eksponering for gammastråling, mens ikke-bestrålte kontroller fortsatt var fluidale. Flytegrensene for kontrollene ble fastsatt ved hjelp av et FANN® 35-viskometer og vises i tabell 4. Ingen slike målinger var mulig på de gelatinerte prøvene.

Tabell 4 – flytegrensemålinger av kontrollene for de kryssbindende eksperimentene.

Blandings-ID	Flytegrense (Pa)
1	92
2	94
3	110
4	96
5	110
6	122

Eksempel 3

800 gram sement i klasse H ble blandet med 320 mL vann ($w/c=0,40$) og 0,5% bwoc av en 360 000 MW poly(vinylpyrrolidon) for å danne en slurry. Slurryen inneholdt også 0,50 % bwoc maltodekstrin, en sementstørkneretardator. Slurryen ble blandet i 45 sekunder i en Waring-bladmikser ved høy skjæring. Slurryen ble delt i to prøver. Én prøve ble eksponert for 4,3 Mrads av gammastrålingseksponering fra en Co-60-kilde, mens den andre ble beholdt som kontroll. Kontrollprøven som ikke ble bestrålt, var fortsatt fluidal med en flytegrense målt til 150 Pa, mens den gammabestrålte prøven hadde blitt kryssbundet og var helt og holdent fast.

Eksempel 4

800 gram sement i klasse H ble blandet med 320 mL vann ($w/c=0,40$) og 0,5% bwoc av en 900 000 MW PEO (polyetylenoksid) for å danne en slurry. Slurryen inneholdt også 0,50 % bwoc maltodekstrin, en sementstørkneretardator. Slurryen ble blandet i 45 sekunder i en Waring-bladmikser ved høy skjæring. Slurryene ble eksponert for gammastrålingsdose i området fra 0,4 Mrad til 2,5 Mrad. Alle slurryprøvene eksponert for gammastråling resulterte i gelatinering av prøvene, mens kontrollprøvene holdt seg fluidale med en flytegrense på 36 Pa.

Figur 2 illustrerer resultatene av doseresponsstudien i PEO med forskjellig strålingseksponering. Figur 3 og 4 illustrerer resultatene av doseresponsstudien i PEO med forskjellig strålingseksponering og den resulterende virkningen på lagringsmodul og tapsmodul. Modulverdiene økte med strålingsdosering.

Eksempel 5

Vandige løsninger av PEO og polykarboksylater ble bestrålt med 4,3 Mrads av gammastråling. Observasjonene var som vist i tabell 5.

Tabell 5

Prøve-ID	Prøve	Strålingseffekt
1	2 % løsning av 100 000 MW PEO	Kryssbindinger
2	5 % løsning av 100 000 MW PEO	Kryssbindinger
3	2 % løsning av 900 000 MW PEO	Kryssbindinger
4	5 % løsning av 900 000 MW PEO	Kryssbindinger
5	10 % løsning av ADVA 575	Ingen kryssbinding
6	10 % løsning av Melflux 1641	Ingen kryssbinding
7	10 % løsning av Melflux 2651	Ingen kryssbinding

Eksempel 6

- 5 To sementslurryprøver ble fremstilt ved å blande: 150 gram sement i klasse H; 60 gram vann ($w/c=0,40$); 1,0 % bwoc av en 900 000 MW PEO (polyetylenoksid); 0,50 % bwoc maltodekstrin (størkneretardator); 0,50 % bwoc HR-25 (størkneretardator); 0,50 % bwoc diutan-gummi (reologimodifikator). Slurryen ble blandet i 45 sekunder på en Waring-bladmikser ifølge API-blandeplanen. Blanding nr. 1 ble anvendt som en
- 10 kontroll uten oksygenscavenger, mens blanding nr. 2 inneholdt en oksygenscavenger (SnCl_2) ved en konsentrasjon på 0,14 % bwoc. Hver blanding ble delt i to sett med beholdere. Ett sett med beholdere fra hver blanding ble eksponert for nøytronbestråling ved en fluks på $1 \times 10^{11} \text{ n/cm}^2/\text{sek}$ i 2 minutter, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Eksponering av beholderne for nøytronbestråling gjør at sementen
- 15 størkner. Gelstyrkemålinger ble tatt av prøvene ved hjelp av den tilbakeekstruderingsreologiske anordningen, og resultatene er oppført i tabell 5.

Tabell 5

Blanding nr.	O ₂ Scavenger	Konsentrasjon (% bwoc)	Relativ gelstyrke (psi)
1	Ingen	0,00	17,5
2	SnCl_2	0,14	58,5

Eksempel 7

Sementslurryer ble fremstilt ved hjelp av prosedyren som i eksempel 6. Akrylamid (8 % bwoc) og N,N'-metylenbisakrylamid (0,5 % bwoc) ble anvendt som de polymeriske komponentene i stedet for PEO. Disse slurryene ble eksponert for nøytronstråling ved en fluks på 1×10^7 n/cm²/sek i 20 minutter, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Flere forskjellige oksygenscavengere ble evaluert, og resultatene er tabellarisert i tabell 6.

10 Tabell 6

O ₂ -scavenger	Konsentrasjon (% bwoc)	Relativ gelstyrke (psi)
Ingen		11,2
SnCl ₂	0,100	297,4
SnCl ₂	0,200	380,1
SnSO ₄	0,113	222,1
SnSO ₄	0,226	146,1

Eksempel 8

Sementslurryer ble fremstilt ved hjelp av prosedyren som i eksempel 6. Akrylamid (8 % bwoc) og N,N'-metylenbisakrylamid (0,5 % bwoc) ble anvendt som de polymeriske komponentene i stedet for PEO. Disse slurryene ble eksponert for nøytronstråling ved en fluks på 1×10^7 n/cm²/sek i 20 minutter, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Flere forskjellige oksygenscavengere ble evaluert, og resultatene er tabellarisert i tabell 7.

20 Tabell 7

O ₂ Scavenger	Konsentrasjon (% bwoc)	Relativ gelstyrke (psi)
Ingen		109,9
SnCl ₂	0,100	385,7
Tetrakis(hydroksyl)fosfoniumklorid	0,100	443,9
Natriumformaldehydsulfoksydat	0,100	402,4
Tioureadioksid	0,100	316,1
Natriumditionitt	0,100	178,3

Eksempel 9

To sementslurryprøver ble fremstilt ved å blande: 200 gram sement i klasse H; 80 gram vann ($w/c=0,40$); 4,0 % bwoc akrylamid; 4,0 % bwoc av N-vinyl-pyrrolidon; 0,42 % bwoc N,N'-metylenbisakrylamid (kryssbinder); 0,50 % bwoc av maltodekstrin (størkneretardator); 0,50 % bwoc av HR-25 (størkneretardator); 0,20 % bwoc av diutan-gummi (reologimodifikator); 2,0 % bwoc av SYLOID 900W (silikagel tilgjengelig kommersielt fra W.R. Grace & Co.). Slurryen ble blandet i 45 sekunder på en Waring-bladmikser ifølge API-blandeplanen. Blanding nr. 1 ble anvendt som en kontroll uten sensibilisator, mens blanding nr. 2 inneholdt sensibilisator (SnCl_2) ved en konsentrasjon på 0,10 % bwoc. Hver blanding ble delt i to sett med beholdere. Ett sett med beholdere fra hver blanding ble eksponert for gammastråling fra en Co-60-kilde for 0–60 Gy, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Eksponering av beholderne for gammastråling gjør at sementen størkner. Gelstyrkemålinger ble tatt av prøvene ved hjelp av den tilbakeekstruderingsreologiske anordningen, og resultatene er oppført i tabell 8. Tilsetningen av sensibilisatoren gjorde en signifikant forskjell i den oppnådde gelstyrken.

Tabell 8

Blanding nr.	Sensibilisator	Konsentrasjon (% bwoc)	Strålingsdose (Gy)	BER-gelstyrke (psi)
1	Ingen	0,0	0	0,1
1	Ingen	0,0	30	0,3
1	Ingen	0,0	60	3,3
2	SnCl_2	0,1	0	0,6
2	SnCl_2	0,1	30	80,6
2	SnCl_2	0,1	60	199,4

20

Eksempel 10

Sementslurryer ble fremstilt ved hjelp av prosedyren som beskrives i eksempel 9. Akrylamid (8 % bwoc) og N,N'-metylenbisakrylamid (0,5 % bwoc) ble anvendt som de polymeriske komponentene. SYLOID Silica RAD 2005, som har en overflate som er behandlet med 20 % organiske stoffer, ble anvendt i stedet for SYLOID 900W, begge kommersielt tilgjengelig fra W.R. Grace & Co. Blandingene ble behandlet og testet som i eksempel 9, resultatene vises i tabell 9.

25

Tabell 9

Blanding nr.	Sensibilisator	Konsentrasjon (% bwoc)	Strålingsdose (Gy)	BER-gelstyrke (psi)
1	Ingen	0,0	0	0,0
1	Ingen	0,0	30	0,0
1	Ingen	0,0	60	0,0
2	SnCl ₂	0,1	0	0,7
2	SnCl ₂	0,1	30	147,1
2	SnCl ₂	0,1	60	325,7

Eksempel 11

- 5 To silikamelprøver ble fremstilt ved å blande: 200 gram silikamel; 66 gram 0,18 % Ca(OH)₂-løsning; 4,0 % bwoc akrylamid; 4,0 % bwoc av N-vinyl-pyrrolidon; 0,42 % bwoc N,N'-metylenbisakrylamid (kryssbinder); 0,50 % av bwoc maltodekstrin (størkneretardator); 0,20 % bwoc of diutan-gummi (reologimodifikator). Slurryen ble
- 10 blandet i 45 sekunder på en Waring-bladmikser ifølge API-blandeplanen. Blanding nr. 1 ble anvendt som en kontroll uten sensibilisator, mens blanding nr. 2 inneholdt sensibilisator (SnCl₂) ved en konsentrasjon på 0,10 % bwoc. Hver blanding ble delt i to sett med beholdere. Ett sett med beholdere fra hver blanding ble eksponert for gammastråling fra en Co-60-kilde for 0–60 Gy, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Eksponering av beholderne for gammastråling gjør at sementen
- 15 størkner. Gelstyrkemålinger ble tatt av prøvene ved hjelp av den tilbakeekstruderingsreologiske anordningen, og resultatene er oppført i tabell 10. Tilsetningen av sensibilisatoren gjorde en signifikant forskjell i den oppnådde gelstyrken.

20 Tabell 10

Blanding nr.	Sensibilisator	Konsentrasjon (% bwoc)	Strålingsdose (Gy)	BER-gelstyrke (psi)
1	Ingen	0,0	0	0,0
1	Ingen	0,0	30	0,0
1	Ingen	0,0	60	0,0
2	SnCl ₂	0,1	0	0,6
2	SnCl ₂	0,1	30	37,5
2	SnCl ₂	0,1	60	87,1

Eksempel 12

To slurryprøver ble fremstilt ved å blande følgende: Blanding 1 hadde 325 gram sement i klasse H; 130 gram vann ($w/c=0,40$); 0,50 % bwoc av maltodekstrin (størkneretardator) og 0,50 % bwoc av HR-25 (størkneretardator). Blanding 2 hadde 325 gram silikamel; og 143 gram 0,18 % Ca(OH)_2 -løsning vann ($w/c=0,44$, for å tilveiebringe alkaliske medier). Følgende ble tilsatt hver av blandingene: 8,0 % bwoc akrylamid; 0,50 % bwoc N,N'-metylenbisakrylamid (kryssbinder); 0,20 % bwoc diutan-gummi (reologimodifikator) og 0,10 % bwoc SnCl_2 (sensibilisator).

10

De to slurriene ble fremstilt med forskjellig faststofforhold for å holde de to slurrienes reologi lignende. Slurriene ble blandet i 45 sekunder på en Waring-bladmikser ifølge API-blandeplanen. Hver blanding ble delt i to sett med beholdere. Ett sett med beholdere fra hver blanding ble eksponert for gammastråling fra en Co-60-kilde for 0–60 Gy, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Eksponering av beholderne for gammastråling gjør at sementen størkner. Gelstyrkemålinger ble tatt av prøvene ved hjelp av den tilbakeekstruderingsreologiske anordningen, og resultatene er oppført i tabell 11. Tilsetningen av sensibilisatoren gjorde en signifikant forskjell i den oppnådde gelstyrken.

20

Tabell 11

Strålingsdose (Gy)	Blanding 1 Gelstyrke (psi)	Blanding 2 Gelstyrke (psi)
0	0,4	0,9
15	0,3	187,7
30	0,9	437,4
60	28,1	402
120	111,0	704,8
180	213,6	596,8
240	300,2	627,9
300	312,4	652,6
360	266,5	686,4

Eksempel 13

Fire slurryprøver ble fremstilt ved å blande de forskjellige bindemidlene med forskjellige vann:faststoffer-forhold for å oppnå lignende reologi. Oppskriftene på blandingene er gitt i tabell 12.

5

Tabell 12

	Blanding nr. 1	Blanding nr. 2	Blanding nr. 3	Blanding nr. 4
Bindemiddel	Mikrosand APS=5µm	Silikamel (SSA-1) APS=17µm	Sement	Flyveaske:sement (1:1)
Bindemiddelmengde	150	150	150	150
w/s	0,55	0,55	0,40	0,40
Retardator (HR:MD, 1:1)	Ingen	Ingen	1 % bwoc	1 % bwoc
Diutan-gummi (VMA)	0,0	0,32	0,20	0,20
Akrylamid	8,08 % bwos	8,08 % bwos	8,08 % bwos	8,08 % bwos
Metylenbisakrylamid	0,43 % bwos	0,43 % bwos	0,43 % bwos	0,43 % bwos
SnCl ₂	0,10 % bwos	0,10 % bwos	0,10 % bwos	0,10 % bwos

Slurryene ble fremstilt med forskjellig vann:faststoff-forhold for å slurryenes reologi lignende. Slurryene ble blandet i 45 sekunder på en Waring-bladmikser ifølge API-blandeplanen. Hver blanding ble delt i to sett med beholdere. Ett sett med beholdere fra hver blanding ble eksponert for gammastråling fra en Co-60-kilde for 0–120 Gy, mens det andre settet med beholdere ble beholdt som kontroll. Eksponering av beholderne for gammastråling gjør at sementen størkner. Gelstyrkemålinger ble tatt av prøvene ved hjelp av den tilbakeekstruderingsreologiske anordningen, og resultatene er oppført i tabell 13.

15

Tabell 13

Strålingsdose (gray)	Blanding 1 Gelstyrke (psi)	Blanding 2 Gelstyrke (psi)	Blanding 3 Gelstyrke (psi)	Blanding 4 Gelstyrke (psi)
0	0,6	0,1	0,4	0,4
15	52,4	0,1	–	11,5
30	–	26	0,4	79,6
45	183,0	72,4	–	113,6
60	238,4	86,7	19,4	166,9
90	320,0	163,2	–	185,6
120	446,5	258,8	–	284,7

– = Ingen data

Dataene fra tabell 13 vises i figur 8.

5 Eksempel 14

Fem polymerer ble valgt for en komparativ testserie. Polymerene var poly-metylmetakrylat (PMMA), polyheksylsulfon, celluloseacetat, celluloseacetatbutyrat og polymetylakrylonitril. Polymerene ble oppløst i egnede løsemidler, og tynne filmer ble rotasjonsovertrukket på en glassplate. Filmenes tykkelse varierte fra 0,5 mm til 2 mm.

- 10 Platene ble utsatt for ulike behandlinger som følger: (a) Nedsenket i mettet $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsning for å teste polymerfilmenes alkaliske stabilitet. Dette tjente som kontrollen. (b) Nedsenket i mettet $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -løsning og eksponert for nøytronstråling. (c) Samme som (b), men med TiO_2 -nanopartikler. (d) Samme som (b), men med TiO_2 -nanopartikler inneholdende Fe^{3+} -ioner (fra ferrinitrat).

15

Prøve (b) til og med (d) ble eksponert for nøytronbestråling ved en fluks på 10^{12} n/cm²/sek i 20 minutter. Resultatene er tabellarisert i tabell 14.

Tabell 14

Polymer	Behandling	Utseende
PMMA	Kontroll	Intakt
	Bestrålt	Intakt
	Bestrålt med TiO ₂	Intakt
	Bestrålt med TiO ₂ + Fe ³⁺	Intakt
Polyheksylsulfon	Kontroll	Uklart
	Bestrålt	Delvis nedbryting
	Bestrålt med TiO ₂	Delvis nedbryting
	Bestrålt med TiO ₂ + Fe ³⁺	Delvis nedbryting
Celluloseacetat	Kontroll	Intakt
	Bestrålt	Intakt
	Bestrålt med TiO ₂	Total nedbryting
	Bestrålt med TiO ₂ + Fe ³⁺	Spaltes under N ₂ -strømning under tørking
Celluloseacetatbutyrat	Kontroll	Intakt
	Bestrålt	Intakt
	Bestrålt med TiO ₂	Film har krympet
	Bestrålt med TiO ₂ + Fe ³⁺	Delvis nedbryting
Polymetylakrylonitril	Kontroll	Intakt
	Bestrålt	Delvis nedbryting
	Bestrålt med TiO ₂	Delvis nedbryting
	Bestrålt med TiO ₂ + Fe ³⁺	Delvis nedbryting

Betegnelsen "akselerator" kan inkludere enhver komponent som reduserer størkningstiden til en sementsammensetning. For eksempel kan akseleratoren inkludere 5 alkali- og jordalkalimetallsalter, slik som et kalsiumsalt. Kalsiumsaltet kan inkludere kalsiumformiat, kalsiumnitrat, kalsiumnitritt eller kalsiumklorid.

Betegnelsen "sementholdig sammensetning" som kan være anvendt heri, inkluderer 10 pastaer (eller slurrier), mørteler og sementvellinger, slik som oljebrønnsementvellinger, sprøytebetong og betongsammensetninger med et hydraulisk sementbindemiddel. Betegnelsene "pasta", "mørtel" og "betong" er betegnelser i teknikken: pastaer er blandinger sammensatt av et hydratiserbart (eller hydraulisk) sementbindemiddel (vanligvis, men ikke utelukkende, Portland-sement, mursement, mørtelsement og/eller

gips, og kan også inkludere kalkstein, hydratisert kalk, flyveaske, granulert masovnslagg og silikastøv eller andre materialer som vanligvis er inkludert i slike sementer) og vann; "mørteler" er pastaer som i tillegg inkluderer fint tilslag (f.eks. sand), og "betonger" er mørteler som i tillegg inkluderer grovt tilslag (f.eks. knust stein eller grus). Sementsammensetningene beskrevet i denne oppfinnelsen er dannet ved å blande nødvendige mengder av visse materialer, f.eks. en hydraulisk sement, vann og fint og/eller grovt tilslag, som kan være nødvendig for å danne en bestemt sementholdig sammensetning.

- 10 Som anvendt heri betyr "kampolymerer" de polymerene som har et hovedkjedeskjelett og lineære sidekjedehengende grupper.

Betegnelsen "innkapslende lag" som anvendt heri kan bety enhver form for belegg eller binding hvori det meste av det innkapslede materialet er innelukket i laget, og at materialets dissipasjon vesentlig begrenses av laget. Det betyr ikke at alt det innkapslede materialet er innelukket i laget, eller at det innkapslede materialet ikke kan lekke gjennom det innkapslende laget.

- Betegnelsen "ioniserende stråling" eller "stråling" kan henvises til som ioniseringsinduserende eller indirekte ioniserende, som kan løsrive elektroner fra atomer eller molekyler, og kan inkludere alfastråler, betastråler, gammastråler, protonstråler, nøytronstråling, UV- og røntgenstråler.

- Betegnelsen "oksidant" eller "oksidasjonsmiddel" kan inkludere enhver komponent som er i stand til å nedbryte retardatoren som er til stede. Disse inkluderer, men er ikke begrenset til jordalkali- og sinksalter av peroksid, perfosfat, perborat, perkarbonat; kalsiumperoksid, kalsiumperfosfat, kalsiumperborat, magnesiumperoksid, magnesiumperfosfat, sinkperfosfat; kalsiumhypokloritt, magnesiumhypokloritt, kloramin T, triklorisocyanursyre, triklormelamin, diklorisocynauratdihydrat, vannfri diklorisocynaurat; og blandinger derav.

- Som anvendt heri betyr "polykarboksylatkam-superplastiseringsmiddel" de sementdispergeringspolymerene og -kopolymerene som har et polykarboksylatskjelett og polyalkylenoksidgrupper hengende derfra, slik som polyetylenoksid, polypropylenoksid osv., og blandinger av det samme. Polymerer av disse generelle typene kan fremstilles ved enhver egnet måte, slik som for eksempel ved kopolymeriserende umettet (alkoksy)polyalkylenglykolmono(met)akrylsyre eller

estertypemonomerer med (met)akrylsyretypemonomerer som beskrevet i US-patent nr. 6,139,623, hvis beskrivelse herved er inkorporert heri ved henvisning.

Betegnelsen "polymerisk additiv" som kan være anvendt heri, kan inkludere én eller
5 flere av en polymer eller polymerforløper, slik som et monomer- eller prepolymermellomprodukt som er mottakelig for ioniserende stråling.

Betegnelsen "strålingstoleranse" som anvendt heri er mengden av ioniserende stråling som et materiale kan tåle uten merkbar eller målbar nedbryting.

10

Betegnelsen "retardator" eller "størkneretardator" kan inkludere borerte eller ikke-borerte former av fosfonsyre, fosfonsyrederivater, lignosulfonater, salter, sukker, karbohydratforbindelser, organiske syrer, karboksymetylerede hydroksyetylerede celluloser, syntetiske ko- eller ter-polymerer som inkluderer sulfonat- og
15 karboksylsyregrupper og/eller boratforbindelser.

Betegnelsen "størkne" som anvendt heri henviser til en økning i mekanisk styrke for et borehullbehandlingsfluid eller slurry som er tilstrekkelig til å utføre et ønsket resultat, slik som å begrense bevegelse av en enhet eller hindre fluidstrømning eller
20 trykkoverføring gjennom et fluid. En sement kan henvises til som størknet når den kan begrense bevegelsen av et rør, eller hindre fluidstrømning eller trykkoverføring, uavhengig av om sementen har herdet til en helt fast sammensetning. Et borehullbehandlingsfluid eller en slurry kan henvises til som størknet når det/den har tyknet til et tilstrekkelig nivå til å oppnå det ønskede resultatet, slik som isoleringen av
25 en bestemt sone eller begrensningsen av fluidstrømning eller trykkoverføring, uavhengig av om det/den har nådd sin endelige konsistens.

Betegnelsen "borehullbehandlingsfluid" kan være ethvert fluid eller enhver slurry som egner seg for borehullsoperasjoner, -boring, -komplettering, -overhaling eller
30 produksjonsoperasjoner, slik som sementer, størkningsbart boreslam, sirkulasjonssviktfluider, fraktureringsfluider, tilpasningsfluider, tetningsmiddel, harpikser osv., og kombinasjoner derav.

Avhengig av konteksten kan alle henvisninger heri til "oppfinnelsen" i noen tilfeller
35 henviser kun til bestemte spesifikke utførelsesformer. I andre tilfeller kan den henviser til gjenstand anført i ett eller flere av, men ikke nødvendigvis alle, kravene. Selv om det foregående er rettet mot utførelsesformer, versjoner og eksempler ifølge den

foreliggende oppfinnelsen som er inkludert for å gjøre fagmannen i stand til å utføre og anvende oppfinnelsene når informasjonen i dette patentet kombineres med tilgjengelig informasjon og teknologi, er oppfinnelsene ikke begrenset til kun disse bestemte utførelsesformene, versjonene og eksemplene. Andre og ytterligere utførelsesformer, versjoner og eksempler ifølge oppfinnelsen kan utarbeides uten å avvike fra det grunnleggende omfanget derav, og omfanget derav fastsettes av kravene som følger.

Selv om sammensetninger og fremgangsmåter er beskrevet med betegnelser som "omfattende", "inneholdende" eller "som inkluderer" ulike komponenter eller trinn, kan sammensetningene og fremgangsmåtene også "bestå hovedsakelig av" eller "bestå av" de ulike komponentene og trinnene. Alle tall og områder beskrevet ovenfor, kan variere med en viss mengde. Når et numerisk område med en nedre grense og en øvre grense beskrives, er ethvert tall og ethvert inkludert område som faller innenfor området, spesifikt beskrevet. Spesielt skal hvert verdiområde (med formen "fra cirka a til cirka b" eller, tilsvarende, "fra omtrent a til b", eller, tilsvarende, "fra omtrent a–b") beskrevet heri, forstås å angi hvert tall og område innbefattet i det videre verdiområdet. Betegnelsene i kravene har sin vanlige, ordinære betydning med mindre annet er eksplisitt og klart definert av patentinnehaveren.

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for borehullisolering i en underjordisk formasjon omfattende:

- 5 å plassere en tetningsmiddelsammensetning omfattende et polymerisk additiv og en størknemodifikator i et borehull som penetrerer en underjordisk formasjon; og
 å utsette tetningsmiddelsammensetningen for ioniserende stråling.

2.

- 10 Fremgangsmåten ifølge krav 1, hvori det å utsette tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen initierer fortykning og størkning av tetningsmiddelsammensetningen.

3.

- 15 Fremgangsmåten ifølge krav 1 eller 2, hvori tetningsmiddelsammensetningen inneholder minst ett sensibilisatormateriale for å øke tetningsmiddelsammensetningens innfangningsutbytte for den ioniserende strålingen.

4.

- 20 Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, ytterligere omfattende:
 å fremstille en tetningsmiddelsammensetning omfattende det polymeriske additivet og størknemodifikatoren,
 hvori størknemodifikatoren er valgt fra gruppen bestående av en akselerator, et oksidasjonsmiddel, en størkneretardator, en sensibilisert retardator og kombinasjoner
25 derav, og
 hvori det å utsette tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen endrer det polymeriske additivet og størknemodifikatoren.

5.

- 30 Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det å utsette tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen gjør at det polymeriske additivet kan reagere med forbindelser i tetningsmiddelsammensetningen, og gjør at størknemodifikatoren kan reagere for å øke tetningsmiddelsammensetningens mekaniske styrke.

35

6.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det polymeriske

additivet er valgt fra gruppen bestående av en monomer, prepolymer, homopolymer, kopolymer, terpolymer, hyperforgrenet dendrittisk polymer, en vannløselig kryssbindbar polymer, en kampolymer og kombinasjoner derav.

5 7.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det polymeriske additivet er valgt fra gruppen bestående av en poly(alkylenoksid), poly(vinylpyrrolidon), poly(vinylalkohol), en polyakrylamid, en polyakrylat, en poly(vinylmetyleter) og kombinasjoner derav.

10

8.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori størknemodifikatoren ytterligere omfatter en polymerisk komponent.

15 9.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori den ioniserende strålingen fører til binding mellom de polymeriske additivbestanddelene og danner en polymermatriks i tetningsmiddelsammensetningen.

20 10.

Fremgangsmåten ifølge krav 8 eller 9, hvori den ioniserende strålingen fører til nedbrytning av den polymeriske komponenten, nedbrytning av størkneretardatoren, hvilket reduserer den retarderende virkningen av størkneretardatoren, eller en kombinasjon derav.

25

11.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori den polymeriske komponenten er et bindemiddel, et innkapslende lag eller en kombinasjon derav, som hemmer frisetting av én eller flere størknemodifikatorer.

30

12.

Fremgangsmåten ifølge krav 11, hvori en første polymerisk komponent virker som bindemiddelet som utsettes for alkalihydrolyse, og en andre polymerisk komponent danner et innkapslende lag over pelleten som er bestandig mot alkalihydrolyse.

35

13.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 8 til 12, hvori den polymeriske komponenten har en strålingstoleranse fra cirka 1 gray til cirka 500 kilogray.

5 14.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 8 til 13, hvori den polymeriske komponenten er valgt fra gruppen bestående av polyisobutylene, fluorelastomerer, silikongummi, polyestere, polytetrafluoretylen, polyacetaler, polypropylen, kopolymerer av polypropylen-etylen, polymetylpenten, polymetylmetakrylat, fluorisert etylenpropylen, celluloseacetat, polymetylakrylnitril, polyheksylsulfon, celluloseacetatbutyrat og kombinasjoner derav.

15.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori
15 størknemodifikatoren omfatter en akselerator tilsatt i en mengde på fra cirka 0,1 til cirka 20 vekt-% av tetningsmiddelsammensetningen.

16.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori
20 størknemodifikatoren omfatter en størkneretardator tilsatt i en mengde på fra cirka 0,1 til cirka 10 vekt-% av tetningsmiddelsammensetningen.

17.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori
25 størknemodifikatoren omfatter et oksidasjonsmiddel tilsatt i en mengde på cirka 0,05 til cirka 5 vekt-% av tetningsmiddelsammensetningen.

18.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 17, hvori det å utsette
30 tetningsmiddelsammensetningen for den ioniserende strålingen gjør at et oksidasjonsmiddel kan nedbryte en retardator og redusere dens retarderende virkning.

19.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 18, hvori
35 sensibilisatormaterialet omfatter en borforbindelse.

20.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det polymeriske additivet er en homopolymer, en kopolymer, en terpolymer, en hyperforgrenet, en dendrittisk polymer, eller en kampolymer inneholdende to eller flere forskjellige kjedelengder av hengende polyalkylenoksidgrupper

21.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det polymeriske additivet er en kampolymer som har sementforankringsgrupper og hengende ioniserbare dispergeringsgrupper.

22.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det polymeriske additivet er en vannløselig kryssbindbar polymer valgt fra gruppen bestående av en poly(alkenoksid), poly(vinylpyrrolidon), poly(vinylalkohol), en polyakrylamid, et polyakrylat, en poly(vinylmetyleter) og kombinasjoner derav.

23.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddelsammensetningen omfatter én eller flere komponenter valgt fra gruppen bestående av en harpiks, en sement, et størkningsbart boreslam, et sirkulasjonssviktfluid, et tilpasningsfluid og kombinasjoner derav.

24.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori den ioniserende strålingen er valgt fra gruppen bestående av alfastråler, betastråler, gammastråler, nøytronstråler, protonstråler, UV-stråler, røntgenstråler og kombinasjoner derav.

25.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddelsammensetningen ytterligere omfatter minst ett scintillatormateriale som er i stand til å emittere sekundær stråling ved eksponering for den ioniserende strålingen.

26.

Fremgangsmåten ifølge krav 25, hvori scintillatormaterialet er valgt fra gruppen

bestående av LiF/ZnS:Ag, Li-glass, LiI:Eu, NaI:Tl⁺, Bi₄Ge₃O₁₂(GSO), Gd₂SiO₅:Ce³⁺, ZnS:Ag, CsI, NaI, BaF₂, CaF₂:Eu, GSO:Ce, YAl:CaTiO₃:Ce og kombinasjoner derav.

27.

- 5 Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori den ioniserende strålingen emitteres fra en høyfluksnøytronkilde valgt fra gruppen bestående av plutonium-beryllium, americium-beryllium, americium-litium og kombinasjoner derav.

28.

- 10 Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori den ioniserende strålingen emitteres fra en høyfluksnøytronkilde omfattende en akseleratorbasert nøytrongenerator.

29.

- 15 Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddels sammensetningen omfatter et radiokatalytisk materiale.

30.

- Fremgangsmåten ifølge krav 29, hvori det å utsette det radiokatalytiske materialet øker
20 radiolysen av vann ved eksponering for ioniserende stråling og fremstiller radiolyseprodukter, slik som hydroksylradikaler og oppløste elektroner.

31.

- Fremgangsmåten ifølge krav 30, hvori radiolyseproduktene induserer danning av
25 polymeriske radikaler i det polymeriske additivet, som kombineres gjennom kryssbinding for å fremstille en gelatinering av polymerkjedene

32.

- Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 29 til 31, hvori det
30 radiokatalytiske materialet omfatter minst ett metalloksid.

33.

- Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 29 til 32, hvori det radiokatalytiske materialet er valgt fra gruppen bestående av TiO₂, SiO₂, AlO₂, CeO₂,
35 ZeO₂, BeO og kombinasjoner derav.

34.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddelsammensetningen omfatter et radiokatalytisk materiale og et sensibilisatormateriale.

5

35.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 29 til 34, hvori tetningsmiddelsammensetningen omfatter et radiokatalytisk materiale, et sensibilisatormateriale og ett eller flere metalloksid.

10

36.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 29 til 35, hvori tetningsmiddelsammensetningen omfatter: minst ett radiokatalytisk materiale valgt fra gruppen bestående av TiO_2 , SiO_2 , AlO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , BeO og kombinasjoner derav; minst ett sensibilisatormateriale omfattende minst ett tinnsalt; og minst ett metalloksid valgt fra gruppen bestående av Al_2O_3 , CeO_2 , ZnO , BeO , NiO , SiO_2 og kombinasjoner derav.

15

37.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddelsammensetningen omfatter et sensibilisatormateriale.

20

38.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 37, hvori sensibilisatormaterialet kan katalysere kryssbinding av det polymeriske additivet under ioniserende strålingsbetingelser.

25

39.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 38, hvori sensibilisatormaterialet omfatter minst ett tinnsalt.

30

40.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 39, hvori sensibilisatormaterialet er valgt fra gruppen bestående av tinnklorid, tinnsulfat og kombinasjoner derav.

35

41.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 40, hvori tetningsmiddels sammensetningen omfatter et sensibilisatormateriale og ett eller flere metalloksider.

5

42.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 41, hvori det ene eller flere metalloksider er valgt fra gruppen bestående av Al_2O_3 , CeO_2 , ZnO , BeO , NiO , SiO_2 og kombinasjoner derav.

10

43.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddels sammensetningen omfatter én eller flere etyleniske umettede monomerer som er polymeriserbare ved ioniserende stråling.

15

44.

Fremgangsmåten ifølge krav 43, hvori den ene eller flere etyleniske umettede monomerer kan være en hvilken som helst monomer inneholdende én eller flere $\text{CH}_2=\text{C}<$ -grupper, som er polymeriserbare ved ioniserende stråling.

20

45.

Fremgangsmåten ifølge krav 43 eller 44, hvori den ene eller flere etyleniske umettede monomerer er valgt fra gruppen bestående av vinylmonomerer, umettede estere av organiske syrer, umettede syrer, umettede amider og kombinasjoner derav.

25

46.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 3 til 45, hvori den ene eller flere etyleniske umettede monomerer er valgt fra gruppen bestående av n-vinyl-2-pyrrolidon, 2-hydroksyetylakrylat, 2-hydroksyetylmetakrylat, akrylsyre, metakrylsyre, akrylamid, metakrylamid og kombinasjoner derav.

30

47.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori tetningsmiddels sammensetningen omfatter en oksygenscavenger eller antioksidant.

35

48.

Fremgangsmåten ifølge krav 47, hvori oksygenscavengeren er valgt fra gruppen

bestående av tinnsalter, tetrakis(hydroksymetyl)fosfoniumklorid, tetrakis(hydroksymetyl)fosfoniumsulfat, natriumformaldehydsulfoksydat, tioureadioksid, natriumditionitt, natriumhydroksymetansulfinathydrat, natriumhydrosulfitt (natriumditionitt), formamidinsulfinisk syre (tioureadioksid) og
5 kombinasjoner derav.

49.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori det polymeriske additivet inneholder minst én funksjonsgruppe som kan bindes til sementpartiklenes
10 overflate, og en andre funksjonsgruppe som er vannløselig og kan danne kryssbindinger ved eksponering for den ioniserende strålingen.

50.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, hvori
15 tetningsmiddelsammensetningen ytterligere omfatter fotokatalytiske partikler som er i stand til å forsterke nedbrytningen av den polymeriske komponenten ved eksponering for den ioniserende strålingen.

51.

20 Fremgangsmåten ifølge krav 50, hvori de fotokatalytiske partiklene er valgt fra gruppen bestående av TiO_2 , dopet TiO_2 og kombinasjoner derav.

52.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, ytterligere omfattende et
25 brobyggingsmiddel som er i stand til å reagere med det polymeriske additivet.

53.

Fremgangsmåten ifølge krav 52, hvori brobyggingsmiddelet er valgt fra gruppen bestående av etylenglykol, propylenglykol, dietylenglykol, polyvinylpyrrolidon,
30 polyvinylalkohol, polyvinylmetyleter, polyakrylamid, polyoler (alkoholer inneholdende flere hydroksylfunksjonsgrupper), polyakrylater og kombinasjoner derav.

54.

Fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst foregående krav, ytterligere omfattende en
35 multifunksjonell kryssbinder:

55.

Fremgangsmåten ifølge krav 54, hvori den multifunksjonelle kryssbinderen er valgt fra gruppen bestående av poly(etylenglykol)diakrylater, poly(etylenglykol)dimetakrylater, trimetylolpropantriakrylat (TMPTA), etoksylert TMPTA, trimetylolpropantrimetakrylat, 5 trimetylolpropantriakrylat, heksandioldiakrylat, N,N-metylenbisakrylamid, heksandioldivinyleter, trietylenglykoldiakrylat, pentaeritritoltriakrylat, tripropylenglykoldiakrylat, 1,3,5-triallyl-1,3,5-triazin-2,4,6(1H,3H,5H)-trion, 2,4,6 triallyloksy-1,3,5-triazin, alkoksylert bisfenol-A-diakrylat og kombinasjoner derav.

10 56.

Tetningsmiddelsammensetning som er nyttig for borehullisolering inne i en underjordisk formasjon, omfattende:

et borehullbehandlingsfluid;

en størknemodifikator; og

15 et polymerisk additiv;

hvori det polymeriske additivet er i stand til fortykning ved eksponering for ioniserende stråling, og størknemodifikatoren er i stand til endring ved eksponering for ioniserende stråling.

20 57.

Tetningsmiddelsammensetningen ifølge krav 56, hvori tetningsmiddelsammensetningen er som definert i et hvilket som helst av kravene 1 til 55.

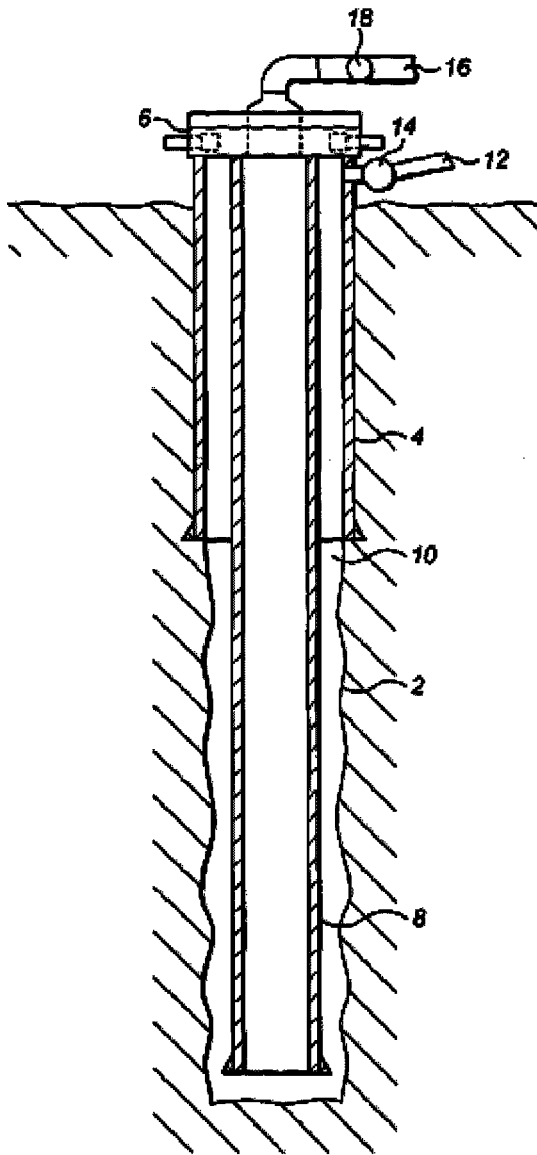


FIG. 1

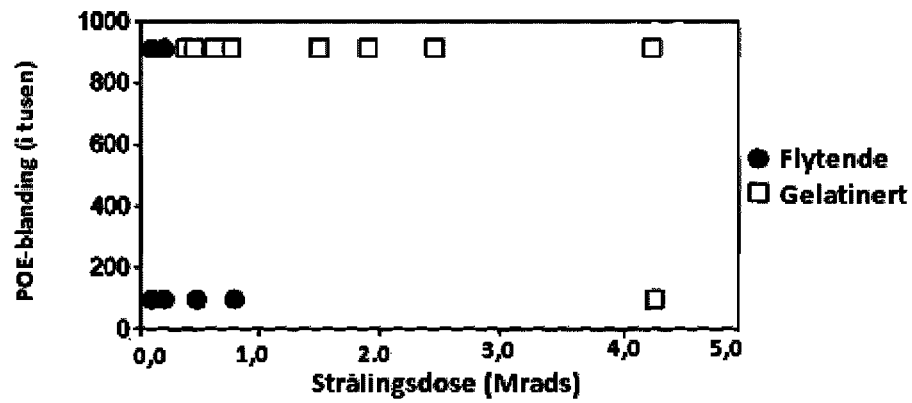


FIG. 2

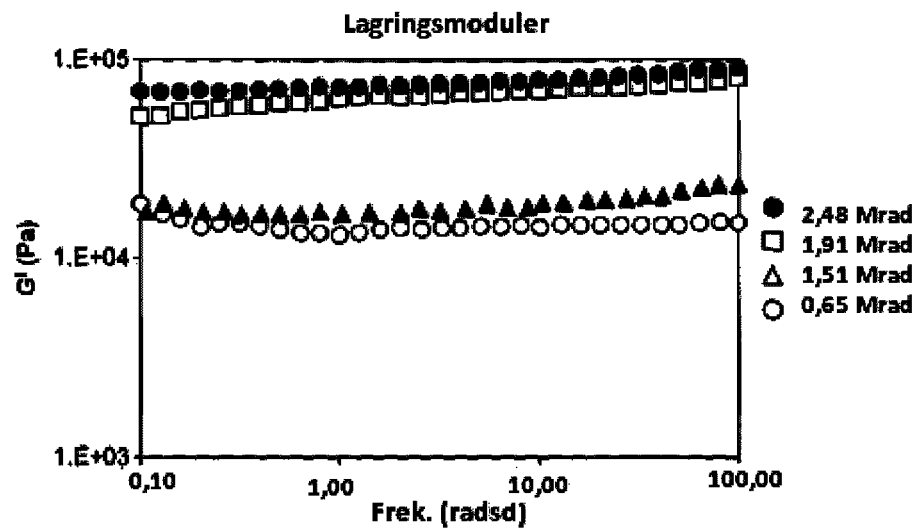


FIG. 3

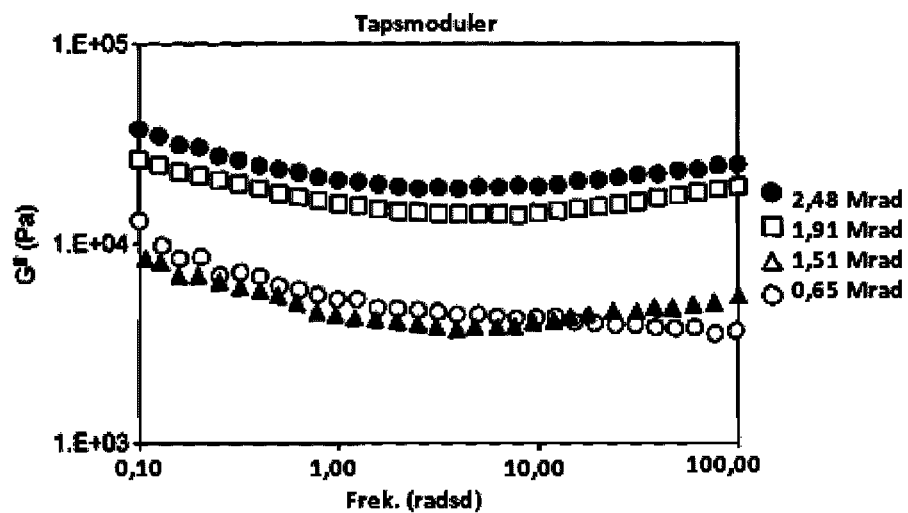


FIG. 4

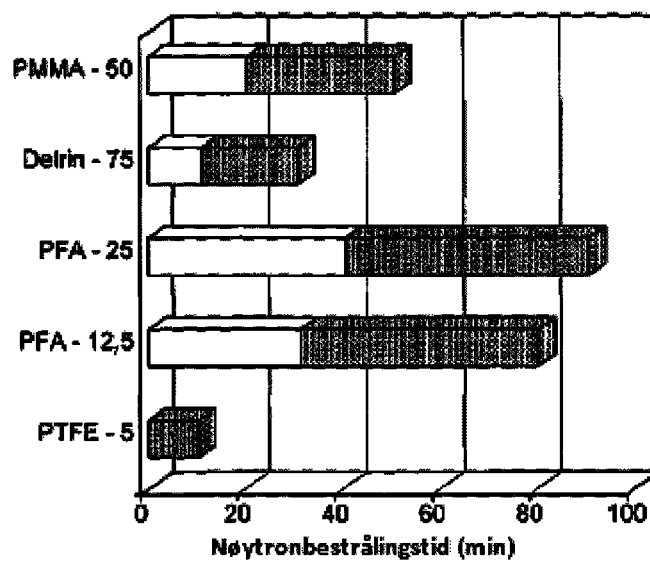


FIG. 5

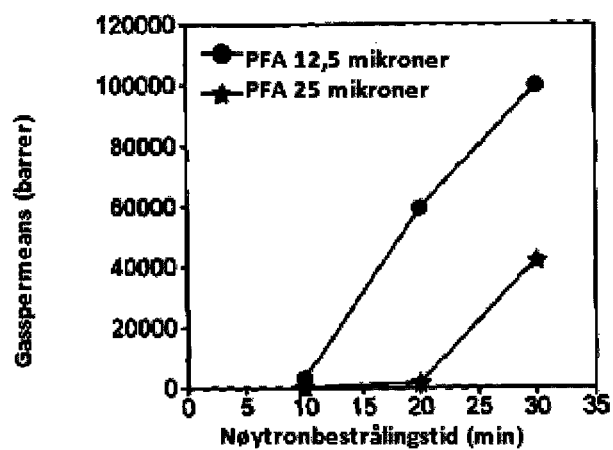


FIG. 6

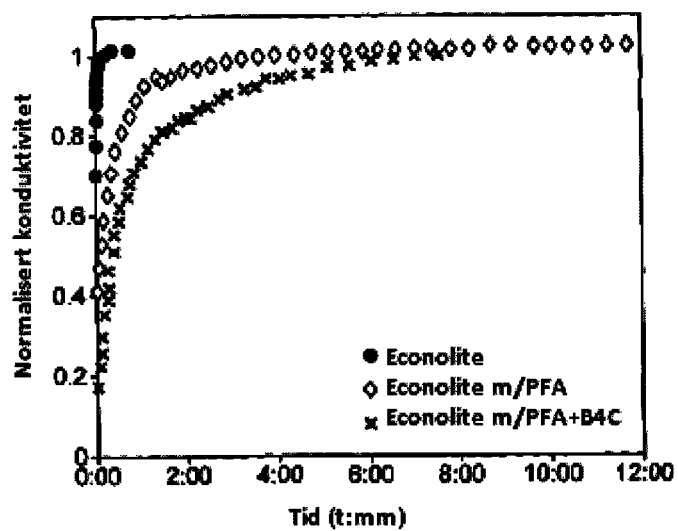


FIG. 7

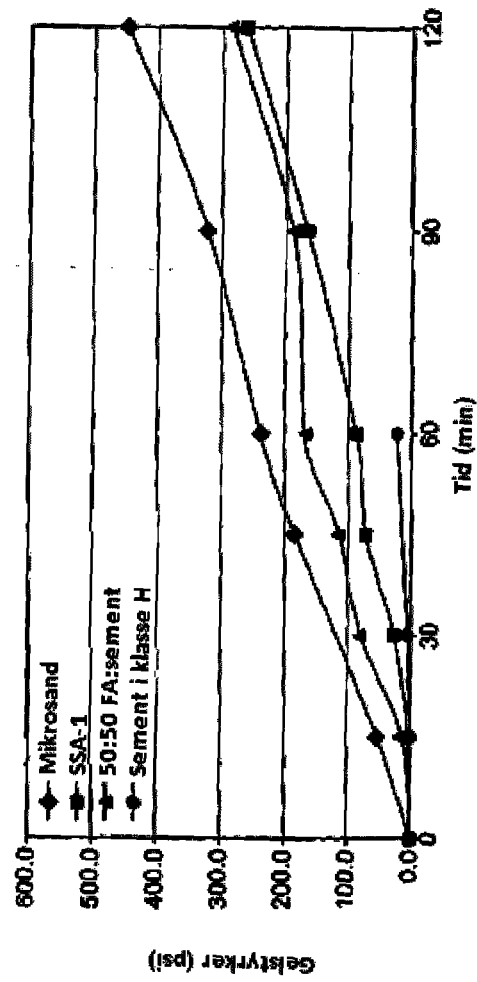


FIG. 8