



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00359

(22) Data de depozit: 29/12/2015

(41) Data publicării cererii:  
29/11/2018 BOPI nr. 11/2018

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. US 2015/067786 29/12/2015

(87) Publicare internațională:  
Nr. WO 2017/116409 06/07/2017

(71) Solicitant:  
• HALLIBURTON ENERGY SERVICES,  
INC., 3000 N.SAM HOUSTON PARKWAY  
E., 77032-3219, HOUSTON, TEXAS, US

(72) Inventatori:  
• FRIPP MICHAEL LINLEY,  
3826 CEMETERY HILL RD., 75007,  
CARROLLTON, TEXAS, US;  
• GANO JOHN CHARLES, 725 CROSS  
POST LN. LOWRY CROSSING, 75069,  
TEXAS, US;  
• WALTON ZACHARY WILLIAM,  
2204 SOUTHERN CT., 75006,  
CARROLLTON, TEXAS, US

(74) Mandatar:  
ROMINVENT S.A.,  
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) DISPOZITIVE DE IZOLARE A PUȚULUI DE FORAJ CU BENZI DE ALUNECARE ȘI BENZI DE UZURĂ AVÂND SUPRAFEȚE MODIFICATE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la niște dispozitive de izolare a puțului de foraj cu benzi de alunecare și benzi de uzură având suprafețe modificate. Dispozitivele conform invenției pot fi produse cu benzi de uzură și niște elemente (216 a și 216 b) glisante, având niște suprafețe (236, 240) modificate, pentru a modifica proprietățile de frecare între aceste componente și o suprafață (104) înconjurătoare a puțului (106) de foraj, de exemplu, un dispozitiv (116) de izolare a puțului (106) de foraj putând include un dorn (206), niște elemente (216 a și 216 b) glisante, dispuse circumferențial în jurul dornului (206), și într-o primă poziție de-a lungul dornului (206), în care elementele (216 a și 216 b) glisante cuprind niște particule (238) cuplate la acestea, alcătuind o suprafață (240) modificată, și în care particulele (238) cuprind cel puțin niște proeminențe ascuțite și cel puțin un element de pachet dispus de-a lungul dornului (206), și într-o a doua poziție, de-a lungul dornului (206).

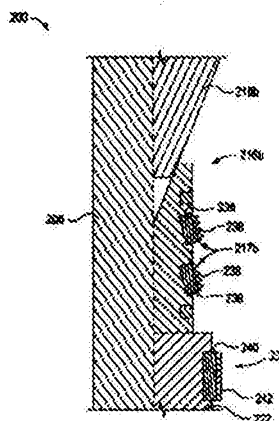
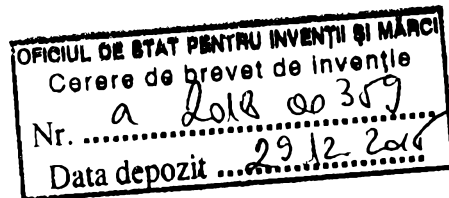


Fig. 3

Revendicări: 22  
Figuri: 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr. 64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## BAZE

[0001] Prezenta dezvoltare descrie variante de realizare a unor dispozitive de izolare a puțului de foraj.

[0002] În forarea, finalizarea și stimularea puțurilor care produc hidrocarburi se utilizează o varietate de scule pentru utilizare în gaura de foraj. De exemplu, este adesea de dorit să se etanșeze porțiuni dintr-o gaură de foraj, cum ar fi în timpul operațiilor de fracturare, când diferite fluide și suspensii sunt pompate de la suprafață într-o coloană de tubaj care căptușește puțul de foraj și care sunt forțate să iasă în afară prin coloana de tubaj, într-o formațiune subterană care înconjoară garnitura de foraj. Astfel, devine necesar să se etanșeze gaura de foraj și, prin urmare, să se asigure o izolare zonală la locul formațiunii subterane dorite. Dispozitivele de izolare a puțurilor de foraj, cum ar fi pachere, obturatoare punte și obturatoare de fracturare (adică obturatoare "frac"), sunt proiectate pentru aceste scopuri generale și sunt bine cunoscute în domeniul producerii de hidrocarburi, cum ar fi petrol și gaze. Astfel de dispozitive de izolare ale gurilor de foraj pot fi utilizate în contact direct cu suprafața dinspre formațiune a găurii de foraj, cu o garnitură de foraj carcasată, extinsă și fixată în interiorul găurii de foraj sau cu o sită sau o plasă de sârmă.

## SCURTĂ DESCRIERE A FIGURILOR

[0003] Următoarele figuri sunt incluse pentru a ilustra anumite aspecte ale exemplelor de realizare și nu ar trebui considerate ca fiind exemple de realizare exclusive. Obiectul prezentei invenții este apt pentru a fi supus unor modificări considerabile, transformări, combinații și similitudini în termeni de formă și funcțiune, așa cum va fi înțeles de persoanele de specialitate din domeniu și având beneficiul acestei dezvoltări.

[0004] FIG. 1 este un sistem de sonde care poate utiliza unul sau mai multe principii ale prezentei dezvoltări, conform uneia sau mai multor variante de realizare.

[0005] FIG. 2 este o vedere laterală transversală a unui obturator frac care poate aplica principiile prezentei dezvoltări.

[0006] FIG. 3 este o vedere expandată a unei porțiuni a obturatorului frac din FIG. 2 care ilustrează suprafețele modificate ale butoanelor benzii de alunecare și de uzură.

[0007] FIG. 4 este o vedere expandată a unei porțiuni a unui obturator frac alternativ care ilustrează suprafețele modificate ale unui element glisant și un sabot.

#### DESCRIEREA DETALIATĂ

[0008] Prezenta dezvoltare descrie variante de realizare ale unor dispozitive de izolare a puțului de foraj cu componente, în mod specific, benzi de uzură și elemente glisante, având suprafețe modificate în vederea modificării proprietăților de frecare între componente și suprafața înconjurătoare a puțului de foraj, care poate fi o față a formațiunii, o coloană de tubaj, o sită, o plasă de sârmă, sau o combinație a acestora. În particular, prezenta dezvoltare descrie benzi de uzură cu suprafețe modificate care reduc frecarea dintre banda de uzură și suprafața înconjurătoare a puțului de foraj la transportarea instrumentului de foraj prin gaura de foraj. Mai departe, prezenta dezvoltare descrie elemente glisante cu suprafețe modificate care măresc frecarea dintre elementele glisante și suprafața înconjurătoare a puțului de foraj atunci când instrumentul de foraj se află în poziția fixată. În unele cazuri, benzile de uzură și elementele glisante pot fi degradabile.

[0009] Așa cum este utilizată aici, sintagma "dispozitiv de izolare a puțului de foraj" și variante gramaticale ale acestuia se referă la un dispozitiv care este amplasat într-o gaură de foraj pentru a izola o porțiune a puțului de foraj localizată sus, de o porțiune poziționată dedesubt, astfel încât fluidul să poată fi forțat în formațiunea subterană înconjurătoare a dispozitivului. Așa cum se utilizează aici, termenii "bilă de etanșare" și "bilă frac", precum și variantele gramaticale ale acestora, se referă la un element sferic sau sferoidal, conceput pentru a etanșa o porțiune a unui dispozitiv de izolare a găurii de foraj care acceptă fluide, cum ar fi diametrul interior al unui dorn, redirectionând astfel tratamentele de zăcământ în alte porțiuni ale unei zone țintă dintr-o formațiune subterană. Un exemplu de bilă de etanșare este o bilă frac dintr-un dispozitiv de izolare a puțului de foraj cu obturator frac. Așa cum este utilizat aici, termenul "element de pacher" și variantele gramaticale ale acestuia se referă la un element expandabil, gonflabil sau dilatabil, care se extinde față de o carcasă sau o gaură de foraj pentru a etanșa gaura de foraj.

[0010] Unul sau mai multe exemple de realizare ilustrative sunt descrise mai jos. Nu toate caracteristicile unei implementări concrete sunt descrise sau prezentate în această cerere de brevet, din motive de claritate. Se înțelege că, pentru punerea în aplicare a unei variante de realizare concrete care încorporează variantele de



realizare dezvăluite aici, sunt necesare numeroase decizii specifice punerii în aplicare pentru a obține obiectivele dezvoltatorului, cum ar fi respectarea regulamentelor referitoare la sistem, legate de litologie, legate de afaceri, legate de legislație și alte constrângeri, care variază în funcție de implementare și de-a lungul timpului. În timp ce eforturile unui dezvoltator pot fi complexe și consumatoare de timp, astfel de eforturi ar trebui să fie, de fapt, o activitate de rutină pentru cei cu pregătire obișnuită în domeniu, care beneficiază de această dezvăluire.

**[0011]** Trebuie notat faptul că, atunci când sintagma "aproximativ" este menționată la începutul unei liste numerice, aceasta modifică fiecare număr al listei numerice. În unele liste numerice referitoare la intervale, unele limite inferioare listate pot fi mai mari decât unele limite superioare listate. Un specialist în domeniu va recunoaște faptul că subsetul selectat va necesita selectarea unei limite superioare care să depășească limita inferioară selectată. Dacă nu este indicat altfel, toate numerele care exprimă cantități de ingrediente, proprietăți cum ar fi greutatea moleculară, condiții de reacție etc., utilizate în descrierea de față și în revendicările asociate trebuie să fie înțelese ca fiind modificate în toate cazurile de sintagma "aproximativ". Așa cum este utilizată aici, sintagma "aproximativ" încorporează +/- 5% din fiecare valoare numerică. De exemplu, dacă valoarea numerică este "aproximativ 80%", atunci aceasta poate fi de 80% +/- 5%, echivalentul a 76% până la 84%. În consecință, dacă nu se specifică altceva, parametrii numerici stabiliți în următoarea specificație și în revendicările atașate sunt aproximări care pot varia în funcție de proprietățile dorite, care se caută pentru a fi obținute prin variantele de realizare exemplificative descrise aici. Cel puțin, și nu ca o încercare de limitare a aplicării doctrinei echivalențelor asupra obiectului revendicării, fiecare parametru numeric ar trebui interpretat cel puțin în lumina numărului de cifre semnificative raportate și prin aplicarea tehnicilor obișnuite de rotunjire.

**[0012]** În timp ce compozițiile și metodele sunt descrise aici în termeni de "cuprinzând" diferite componente sau etape, compozițiile și metodele pot "consta în esență din" sau pot fi "alcătuite din" diferite componente și faze. Atunci când termenul "cuprinzând" este utilizat într-o revendicare, acesta este cu înțeles deschis.

**[0013]** Așa cum este utilizat aici, termenul "substanțial" înseamnă în mare măsură, dar nu neapărat în întregime.

[0014] Utilizarea termenilor direcționali cum ar fi deasupra, dedesubt, partea superioară, partea inferioară, în sus, în jos, în stânga, în dreapta, pe direcție ascendentă în gaură, pe direcție descendentă în gaură și altele similare sunt utilizate în legătură cu variantele de realizare ilustrative așa cum sunt ilustrate în figuri, direcția ascendentă fiind îndreptată spre partea superioară a figurii corespunzătoare și direcția descendentă fiind îndreptată spre partea de jos a figurii corespondente, direcția ascendentă în gaură fiind îndreptată spre suprafața sondei, iar direcția descendentă în gaură fiind îndreptată spre baza puțului.

[0015] Variantele de realizare conform prezentei dezvoltări vizează dispozitive de izolare a puțului de foraj (*de exemplu*, obturatoare frac, obturatoare punte, și pachere) cuprinzând benzi de uzură cu o suprafață modificată și/sau și elemente glisante cu o suprafață modificată, la care benzile de uzură și/sau elementele glisante pot fi opțional degradabile. Benzile de uzură ale dispozitivului de izolare sunt structuri care sunt adesea cuplate la un sabot, se prelungesc radial în spatele majorității sau tuturor suprafețelor dispozitivului de izolare în poziția nefixată, și intră în contact cu suprafața puțului de foraj pe măsură ce dispozitivul de izolare a puțului de foraj este transportat prin gaura de foraj către o locație dorită. Apoi, odată ajuns într-o poziție dorită, dispozitivul de izolare a puțului de foraj este trecut la o poziție fixată în care elementele glisante sau o componentă cuplată la acestea (*de exemplu*, butoanele cuplate la acestea) se angrenează prin frecare cu suprafața puțului de foraj și un element pachet este comprimat în contact cu suprafața puțului de foraj. Astfel cum se utilizează în prezenta, termenul "poziție nefixată" se referă la o configurație a unui instrument de izolare a puțului de foraj în care elementul pachet nu este angrenat cu suprafața puțului de foraj astfel încât să se producă comprimare. Astfel cum se utilizează în prezenta, termenul "poziție fixată" se referă la o configurație a unui instrument de izolare a puțului de foraj în care elementul pachet este angrenat cu suprafața puțului de foraj astfel încât să se producă comprimare.

[0016] Odată fixat, dispozitivul de izolare a puțului de foraj separă fluid sau izolează fluid două porțiuni ale puțului de foraj. În unele cazuri, izolarea fluidă poate reduce sau elimina fluxul de fluid dintre ambele porțiuni. Alternativ, izolarea fluidă poate reduce sau elimina fluxul de fluid dintr-o porțiune în alta, permițând însă fluxul de fluid în direcția opusă. După izolarea fluidă a două porțiuni ale puțului de foraj, o operație a puțului de foraj poate fi efectuată asupra uneia sau ambelor porțiuni ale



puțului de foraj. De exemplu, formațiunea subterană poate fi fracturată hidraulic prin respectiva cel puțin o perforație formată într-o porțiune izolată a puțului de foraj. Astfel cum se utilizează în prezenta, termenul "fracturare hidraulică" și derivatele gramaticale ale acestuia se referă la un tratament de stimulare în care fluidele sunt pompate cu viteză și presiune ridicate, pentru a depăși un gradient de fracturare dintr-o formațiune subterană, cu scopul de a determina crearea sau îmbunătățirea fracturărilor. Termenul "gradient de fracturare" și variantele gramaticale ale acestuia se referă la presiunea necesară pentru a determina sau a îmbunătăți operațiunile de fracturare dintr-o formațiune subterană, la o adâncime dată. Aceasta înseamnă că gradientul de fracturare poate varia într-o anumită formațiune subterană, în funcție de adâncimea acesteia.

[0017] În timpul operației de fracturare hidraulică, cel puțin o perforare este practică în formațiunea subterană prin suprafața puțului de foraj (*de exemplu*, fața formațiunii puțului de foraj sau a coloanei de tubaj și orice ciment dispus între peretele puțului de foraj și coloana de tubaj, dacă acesta este inclus). În unele variante de realizare, o multitudine de perforări sau un grup de perforări sunt practicate în formațiunea subterană, fără a se îndepărta de obiectul prezentei dezvoltări. Așa cum se utilizează aici, termenul "perforare" și variantele gramaticale ale acestuia se referă la un tunel de comunicare creat printr-un perete al unui puț de foraj, inclusiv printr-o coloană de tubaj, într-o formațiune subterană, prin care pot trece fluidele de producție. Perforațiile pot fi realizate, prin orice mijloc adecvat, într-o formațiune subterană, incluzând, dar fără a se limita la, încărcături explozive formate, pistoale de perforare, perforare cu gloanțe, foraj hidraulic abraziv sau foraj hidraulic cu lichid de înaltă presiune, fără a se îndepărta de obiectul prezentei dezvoltări.

[0018] FIG. 1 ilustrează un sistem de puțuri 100 care poate încorpora sau, altfel, utiliza unul sau mai multe principii ale prezentei invenții, conform uneia sau mai multor variante de realizare. După cum este ilustrat, sistemul de puțuri 100 poate include o turlă de foraj de exploatare 102 (denumită și "macara") care este plasată pe suprafața terestră 104 și se extinde de-a lungul și în jurul unei găuri de foraj 106 care penetrează o formațiune subterană 108. Turla de foraj de exploatare 102 poate fi o platformă de foraj, o instalație de exploatare, un dispozitiv de intervenție sau altele asemenea. În unele variante de realizare, turla de foraj de exploatare 102 poate fi omisă și înlocuită cu o execuție sau instalare standard pe suprafața a capului de

foraj, fără a se îndepărta de domeniul de aplicare al dezvoltării. În timp ce sistemul de sonde **100** este ilustrat ca fiind o operațiune terestră, se consideră că principiile prezentei invenții pot fi aplicate în mod egal în cazul oricărei aplicații de exploatare **102** maritimă sau submarină, unde turla de foraj de exploatare poate fi o platformă plutitoare sau o instalație submarină de cap de foraj, cunoscute în general în domeniu.

[0019] Gaura de foraj **106** poate fi forată în formațiunea subterană **108** folosind orice tehnică adecvată de forare și poate să se extindă într-o direcție substanțial verticală de la suprafața pământului **104**, de-a lungul unei porțiuni verticale de foraj **110**. La un moment dat în gaura de foraj **106**, porțiunea verticală de gaură de puț **110** poate să devieze de la direcția verticală în raport cu suprafața terestră **104** și să treacă într-o porțiune substanțial orizontală **112** a puțului de foraj, deși nu este necesară o astfel de abatere. Adică, gaura de foraj **106** poate fi verticală, orizontală sau deviată, fără a se îndepărta de obiectul prezentei dezvoltări. În anumite variante de realizare, gaura de foraj **106** poate fi completată prin cimentarea unei coloane de tubaj **114** în gaura de foraj **106** de-a lungul întregii lungimi sau a unei părți a acesteia. Așa cum este utilizat aici, termenul "tubaj" nu se referă numai la carcasă, așa cum este cunoscută în general în domeniu, dar și la linerul puțului de foraj, care cuprinde secțiuni tubulare cuplate cap la cap, dar care nu se extind la o poziție de suprafață. În alte exemple de realizare, totuși, coloana de tubaj **114** poate fi omisă din toată sau dintr-o porțiune a găurii de foraj **106** și principiile prezentei invenții se pot aplica în mod egal și în mediul "gaură deschisă".

[0020] Sistemul de puțuri **100** poate include în plus un dispozitiv de izolare a puțului de foraj **116**, care poate fi transportat în gaura de foraj **106** pe un transportator **118** (denumit, de asemenea, "garnitură de instrumente"), care se extinde de la turla de foraj de exploatare **102**. Dispozitivul de izolare a puțului de foraj **116** poate include sau, altfel, cuprinde orice tip de carcasă sau dispozitiv de izolare a găurii de foraj cunoscut persoanelor de specialitate în domeniu, incluzând, dar fără a se limita la, un obturator frac, un obturator punte, un deflector dislocabil, un pachet de puț de foraj, un obturator ștergător, un obturator de ciment sau orice combinație a acestora.

[0021] Transportorul **118** care livrează dispozitivul de izolare a puțului de foraj **116** pe direcție descendentă în gaura de puț poate fi, dar nu se limitează la, de tip cablu, mono-cablu, o linie electrică, tubulatură înfășurată, țevă de foraj, tubulatură de

producție sau altele asemenea. Dispozitivul de izolare a puțului de foraj 116 poate fi transportat în jos pe gaura de foraj către o locație țintă (nereprezentată) din puțul de foraj 106. La locul țintă, dispozitivul de izolare a puțului de foraj poate fi acționat sau "setat" pentru a etanșa puțul de foraj 106 și pentru a asigura un punct de izolare la fluid în gaura de foraj 106. În unele variante de realizare, dispozitivul de izolare a puțului de foraj 116 este pompat la locația țintă utilizând presiunea hidraulică aplicată de la turla de foraj de exploatare 102 amplasată la suprafața 104. În astfel de exemple de realizare, transportorul 118 servește la menținerea controlului dispozitivului de izolare a puțului de foraj 116 în timp ce traversează puțul de foraj 106 și asigură puterea necesară pentru a acționa și fixa dispozitivul de izolare a puțului de foraj 116 din momentul în care ajunge la locul țintă. În alte exemple de realizare, dispozitivul de izolare a puțului de foraj 116 cade liber până la poziția țintă, sub acțiunea forței gravitaționale, pentru a traversa toată lungimea sau o parte a găurii de foraj 106.

[0022] Specialiștii în domeniu vor aprecia faptul că, deși FIG. 1 ilustrează dispozitivul de izolare a puțului de foraj 116 ca fiind dispus și care funcționează în porțiunea orizontală 112 a puțului de foraj 106, exemplele de realizare descrise aici sunt aplicabile în egală măsură la utilizarea în porțiunile puțului de foraj 106 care sunt verticale, deviate sau înclinate în alt mod. De asemenea, trebuie remarcat faptul că o multitudine de dispozitive de izolare a puțului de foraj 116 pot fi plasate în gaura de foraj 106. În unele exemple de realizare, de exemplu, în gaura de foraj 106 pot fi dispuse mai multe dispozitive de izolare a puțului de foraj 116 (de exemplu, șase sau mai multe), pentru a diviza gaura de foraj 106 în intervale mai mici sau "zone" pentru stimulare hidraulică.

[0023] FIG. 2, cu referire în continuare la FIG. 1, ilustrează o vedere laterală a unui obturator frac 200 exemplificativ, care poate utiliza unul sau mai multe dintre principiile prezentei dezvoltări. Așa cum este utilizat aici, termenul "obturator frac" (la care se face referire și ca "obturator de fracturare") și variante gramaticale ale acestuia, se referă la un dispozitiv de izolare a puțului de foraj care izolează fluxul de fluid în cel puțin o direcție în raport cu obturatorul, de obicei izolarea este deasupra obturatorului. În timp ce prezenta descriere folosește obturatoare frac pentru a ilustra diverse exemple de realizare ale benzilor de uzură și ale elementelor glisante având suprafețe modificate, aceste exemple de realizare pot fi aplicate benzilor de uzură și



elementelor de glisare ale celorlalte dispozitive de izolare a puțului de foraj menționate anterior și sunt cuprinse în aria de protecție revendicate de prezenta cerere de brevet.

**[0024]** Obturatorul frac **200** aflat într-o poziție nefixată **202** poate fi similar sau identic cu dispozitivul de izolare a puțului de foraj **116** din FIG. 1. În consecință, obturatorul frac **200** poate fi configurat să se extindă în, și să etanșeze, puțul de foraj **106** la o locație țintă și, prin urmare, să împiedice curgerea fluxului de fluid peste obturatorul frac **200** în cazul operațiilor de pregătire pentru exploatare sau stimulare a puțului de foraj. În unele variante de realizare, așa cum este ilustrat, gaura de foraj **106** poate fi căptușită cu carcasa **114** sau cu un alt tip de căptușeală sau tubulatură de foraj, în care poate fi amplasat în mod adecvat obturatorul frac **200**. În alte exemple de realizare, totuși, carcasa **114** poate fi omisă și obturatorul frac **200** poate fi fixat sau, altfel, amplasat într-un mediu ne-închis sau "gaură liberă".

**[0025]** Un dorn **206** definește un canal central longitudinal de curgere **210**. Dornul **206** este prevăzut, de asemenea, cu un scaun sferic **204** la capătul său superior. În unele variante de realizare, bila frac **208** poate fi lansată în transportorul **118** (FIG.1) pentru a ateriza în partea superioară a obturatorului frac **200**, la scaunul sferic **204**, astfel încât să acționeze obturatorul frac dintr-o poziție nefixată **202** într-o poziție fixată.

**[0026]** Unul sau mai multe inele distanțiere **214** (unul ilustrat) poate fi fixat pe dornul **206** și, altfel, se poate extinde în jurul acestuia. Inelul distanțier **214** asigură un reazem care reține axial un set de elemente glisante superioare **216a**, care sunt poziționate, de asemenea, circumferențial în jurul dornului **206**. Așa cum este ilustrat, un set de elemente glisante inferioare **216b** poate fi dispus distal față de elementele glisante superioare **216a**. Elementele glisante superioare **216a** constrâng benzile de alunecare superioare **215a**; și elementele glisante inferioare **216b** sunt constrânse de benzile de alunecare inferioare **215b**. Așa cum este utilizat aici, termenul "constrâns" înseamnă cel puțin parțial închis într-un material de substanță de suport. Benzile de alunecare degradabile **215a**, **215b** pot constrânge elementele degradabile glisante **216a**, respectiv, **216b**, prin orice metodă cunoscută. Exemple de metode adecvate pot include, dar nu se limitează la, prin intermediul unei fixări prin presare, printr-o fixare prin termo-contractare, prin intermediul unui adeziv, prin fixarea prin interferență, prin fixare cu joc, printr-o carabină și altele asemenea.

[0027] Elementele glisante **216a**, **216b** sunt prevăzute cu niște butoane **217a**, **217b** încorporate. Butoanele **217a**, **217b**, se extind de la elementele glisante **216a**, respectiv **216b**, pentru a cupla prin fricțiune cu o suprafață a găurii de foraj (de exemplu, un perete al găurii de foraj, un perete al coloanei de tubaj, cum ar fi coloana de carcasare și altele asemenea) atunci când obturatorul frac **200** este comutat din poziția nefixată **202** în poziția fixată. În variantele de realizare preferate, butoanele **217a**, **217b** pătrund în, sau înțepă suprafața puțului în adâncime. Deși fiecare dintre elementele glisante **216a**, **216b** este prezentat având două benzi de alunecare **215a**, **215b** și, respectiv, trei sau patru butoane **217a**, **217b** cuplate la acesta, se va considera că orice număr de benzi de alunecare și de butoane, inclusiv una sau o pluralitate (doi, trei, patru, cinci, șase, opt, zece, douăzeci și altele asemenea) de benzi de alunecare și/sau unul sau o pluralitate (două, trei, patru, cinci, șase, opt, zece, douăzeci și altele asemenea) de butoane pot fi cuplate la fiecare element glisant, fără a se îndepărta de la obiectul prezentei dezvoltări. Mai mult decât atât, numărul de benzi de alunecare ale elementelor glisante superioare **216a** și ale elementelor glisante inferioare **216b** și orice elementele glisante suplimentare incluse ca parte a obturatorului frac **200**, pot avea același număr sau un număr diferit de benzi de alunecare, fără a se îndepărta de scopul prezentei dezvoltări. În plus, deși benzile de alunecare **215a**, **215b** prezentate în FIG. 2 sunt reprezentate având formă dreptunghiulară sau pătrată în secțiune transversală, benzile de alunecare **215a**, **215b** pot avea oricare altă formă, fără a se îndepărta de scopul prezentei dezvoltări. De exemplu, configurația benzilor de alunecare poate fi de formă cilindrică, tronconică, conică, sferoidă, piramidală, de poliedru, octaedru, cubică, de prismă, hemisferică, de con, tetraedru, cuboid și altele asemenea, și orice combinație a acestora, fără a se îndepărta de obiectul prezentei dezvoltări. Aceasta înseamnă că benzile de alunecare pot avea parțial o formă și parțial una sau mai multe alte forme.

[0028] Una sau mai multe pene de alunecare **218** (ilustrate, de exemplu, ca pene de alunecare superioare și inferioare **218a** și respectiv **218b**) pot fi poziționate, de asemenea, circumferențial în jurul dornului **206**, așa cum este descris mai detaliat mai jos. În mod colectiv, termenul "ansamblu de alunecare" include cel puțin elementele glisante **216a**, **216b**, benzile de alunecare **215a**, **215b**, butoanele **217a**, **217b**, precum și penele de alunecare **218a**, **218b**.

[0029] Un ansamblu pacher cuprinzând unul sau mai multe elemente de pacher expandabile sau gonflabile **220** (denumite aici colectiv ca element de pacher **220**) poate fi dispus între penele de alunecare superioare **218a**, **318a** și penele de alunecare inferioare **218b** și dispuse, de altfel, în jurul dornului **206**. Se va aprecia faptul că ansamblul particular de pacher prezentat în FIG. 2 este pur reprezentativ, deoarece există mai multe aranjamente de pacher cunoscute și utilizate în domeniu. De exemplu, în timp ce trei elemente de pacher **220** sunt ilustrate în FIG. 2, principiile prezentei dezvăluiri sunt aplicabile în egală măsură dispozitivelor de izolare a puțurilor de foraj care utilizează mai mult sau mai puțin de trei elemente de pacher **220**, fără a se îndepărta de obiectul invenției.

[0030] Un sabot **222** poate fi poziționat, sau fixat în alt mod, pe dornul **206**, la capătul său inferior sau distal. După cum se va aprecia, partea inferioară a obturatorului frac **200** nu este necesar să fie un sabot **222**, ci poate fi orice tip de secțiune care să servească la terminarea structurii obturatorului frac **200** sau, altfel, pentru a servi drept conector pentru conectarea obturatorului frac **200** la alte unelte, cum ar fi o supapă, tubulatură sau alte echipamente pentru puțul de foraj. Sabotul **222** include o bandă de uzură **232** cuplată la acesta și extinzându-se din el, care este ilustrat ca o pluralitate de butoane **234** cuplate la sabotul **222** dispuse în jurul sabotului **222**. În variante de realizare preferate, o bandă de uzură poate fi o structură care înconjoară sabotul **222**.

[0031] Pe măsură ce obturatorul frac **200** se deplasează radial dinspre centru în interiorului puțului de foraj pe durata amplasării obturatorului frac **200**, suprafața benzii de uzură **232** intră în contact cu suprafața puțului de foraj. Banda de uzură **232** asigură în mod preferabil o suprafață cu frecare redusă care permite trecerea mai ușoară a obturatorului frac **200** prin puțul de foraj. Banda de uzură **232** asigură în mod preferabil o suprafață cu o rezistență la abraziune mai mare care permite trecerea obturatorului frac **200** prin puțul de foraj, în mod preferabil, fără pierdere în diametru.

[0032] Odată ce obturatorul frac **200** a ajuns la poziția țintă, se poate utiliza un instrument pentru instalare (nereprezentat) de un tip cunoscut în domeniu pentru a deplasa obturatorul frac **200** din poziția nefixată **202** în poziția stabilită. Instrumentul pentru instalare poate opera prin intermediul a diverse mecanisme pentru a ancora obturatorul frac **200** în gaura de foraj **106**, incluzând, dar fără a se limita la, montare

hidraulică, montare mecanică, montare prin expandare, montare prin dilatare și altele asemenea.

[0033] După acționarea obturatorului frac **200**, benzile de alunecare **215a**, **215b** se rup sau sunt compromise în alt mod, pentru a permite (1) extinderea elementelor de pachet **220** și presarea în puțul de foraj **106** și (2) angrenarea prin fricțiune a puțului de foraj **106** de către elementele glisante **216a**, **216b**. De exemplu, bariera casantă poate fi distrusă prin deplasarea dornului **206**, prin simplul contact cu puțul de foraj **106** sau cu alte porțiuni ale găurii de foraj **106**, sau prin alte mijloace mecanice, expunând astfel elementele de pachet **220** la mediul din puț de foraj. În consecință, elementele de pachet **220** pot fi expandabile ele însele sau ruperea barierei casante poate declanșa acționarea mecanică a obturatorului frac **200** pentru a determina extinderea elementelor de pachet **220** și compresia pe puțul de foraj **106**. Alte mijloace de comprimare a elementelor de pachet **220** pe gaura de foraj **106** pot fi, de asemenea, adecvate conform variantelor de realizare descrise aici, fără a se depărta de obiectul prezentei dezvăluiri.

[0034] După ce obturatorul frac **200** este montat, operațiile de pregătire pentru exploatare sau stimulare pot fi realizate prin injectarea unui fluid de tratare sau de exploatare în gaura de foraj **106** și forțarea trecerii fluidului de tratare/exploatare din gaura de foraj **106** într-o formațiune subterană deasupra obturatorului frac **200**. Ca urmare a operațiunilor de pregătire pentru exploatare și/sau de stimulare, obturatorul frac **200** trebuie să fie îndepărtat din gaura de foraj **106** pentru a permite desfășurarea operațiunilor de producție în mod eficient, fără a fi împiedicate în mod excesiv de amplasarea obturatorului frac **200**.

[0035] FIG. 3 este o vedere expandată a unei porțiuni a obturatorului frac **200** care ilustrează suprafața modificată **236** a butoanelor **217b** ale elementului glisant **216b** și, respectiv, suprafața modificată **236**, **240** a butonului **234** al benzii de uzură.

[0036] Butoanele **217b** ale elementului glisant **216b** includ o suprafață modificată **236** formată de particule **238** cuplate la butonul **217b**. Particulele **238** includ în mod preferabil cel puțin niște proeminente ascuțite (*adică*, proeminente având cel mai mic unghi în punctul situat în jurul a 120° sau mai mic, preferabil, 90° sau mai mic). Forma particulelor **238** poate fi sferică cu proeminente ascuțite, ovulară cu proeminente ascuțite, cubică, triunghiulară, conică, neregulată, și altele asemenea. Deși particulele **238** pot fi mai mari, particulele **238** pot avea un diametru mediu de

circa 0,75 cm sau mai mic (*de exemplu*, circa 0,1 cm până la circa 0,75 cm, circa 0,1 cm până la circa 0,5 cm, circa 0,1 cm până la circa 0,25 cm, circa 0,25 cm până la circa 0,75 cm, sau circa 0,25 cm până la circa 0,5 cm). Astfel cum se utilizează în prezenta, "diametru" al particulelor se referă cea mai mare distanță în secțiune transversală a particulelor.

[0037] În unele cazuri, butonul **217b** poate fi ceramic, iar particulele **238** cuplate la acesta cu un adeziv (*de exemplu*, epoxi). În unele cazuri, butonul **217b** poate fi polimeric, iar particulele **238** pot fi cuplate la acesta cu un adeziv sau prin sinterizare pentru a fixa parțial particulele **238** în polimer. În unele cazuri, butonul **217b** poate fi metalic, iar particulele **238** pot fi cuplate la acesta cu un adeziv, prin brazare, sau prin încălzire și presare a particulelor **238** în metal pentru a fixa parțial particulele **238** în metal.

[0038] În variante de realizare alternative, butoanele 217b ale elementului culisant 216b pot fi prelucrate sau formate de asperități pentru a avea o suprafață cu proeminente ascuțite.

[0039] În FIG. 2-3, suprafața modificată **236** a butoanelor **217b** ale elementului culisant 216b ca fiind la un unghi față de suprafața puțului de foraj, care să poată permite butoanelor **217b** să întepe în suprafața puțului de foraj la scară macro, în timp ce suprafața modificată **236** înteapă în suprafața puțului de foraj la scară micro. În variante de realizare alternative, butoanele de pe elementele glisante pot fi configurate astfel încât suprafața modificată să fie paralelă cu suprafața puțului de foraj și să se bazeze în principal pe suprafața modificată pentru a întepe în suprafața puțului de foraj.

[0040] Butonul **234** al benzii de uzură **232** include o suprafață modificată **240** formată de particule **242** cuplate la butonul **234**. Particulele **242** includ în mod preferabil suprafețe netede substanțial lipsite de proeminente ascuțite îndreptate spre exterior către tubaj în timpul funcționării. Aceasta înseamnă că particulele **242** ar trebui să aibă o formă astfel încât să nu muște sau să întepe în tubaj, ci mai degrabă să fie realizate cu frecare minimă cu peretele tubajului atunci când se transportă obturatorul frac **200** sau alt instrument. În unele cazuri, suprafața particulelor **242** îndreptată către sau aflată potențial în contact cu tubajul poate fi preferabil rotunjită sau avea unghiuri mai mari de 120° pentru a reduce întepearea în tubaj. De exemplu, forma particulelor **242** poate fi sferică, ovulară, alungită, de

poliedru, și altele asemenea. În timp ce particulele **242** pot fi mai mari, particulele **242** pot avea un diametru mediu de circa 0,75 cm sau mai mic (*de exemplu*, circa 0,1 cm până la circa 0,75 cm, circa 0,1 cm până la circa 0,5 cm, circa 0,1 cm până la circa 0,25 cm, circa 0,25 cm până la circa 0,75 cm, sau circa 0,25 cm până la circa 0,5 cm).

**[0041]** În unele cazuri, butonul **234** al benzii de uzură **232** poate fi ceramic, iar particulele **242** pot fi cuplate la acesta cu un adeziv. În unele cazuri, butonul **234** al benzii de uzură **232** poate fi polimeric, iar particulele **242** pot fi cuplate la acesta cu un adeziv sau prin sinterizare pentru a fixa parțial particulele **242** în polimer. În unele cazuri, butonul **234** al benzii de uzură **232** poate fi metalic, iar particulele **242** pot fi cuplate la acesta cu un adeziv, prin brazare, sau prin încălzire și presare a particulelor **242** în metal pentru a fixa parțial particulele **242** în metal. Particulele **242** pot fi situate înspre suprafața butonului **234**, astfel cum este reprezentat în FIG. 3, sau particulele pot fi distribuite în tot corpul butonului **234**. În varianta de realizare preferată, particulele **242** sunt distribuite în tot corpul butonului **234**.

**[0042]** Întrucât butoanele **217b**, **234** au o dimensiune care este suficient de mare pentru a fi considerate detritus nedorit, în interiorul puțului de foraj, în unele variante de realizare, butoanele **217b** ale elementului de glisare **216b** și/sau butonul **234** al benzii de uzură pot fi compuse dintr-un material degradabil, ale cărui exemple sunt furnizate în prezenta în cele ce urmează. Totuși, proprietățile mecanice pentru anumite materiale degradabile pot fi inferioare proprietăților mecanice ale materialelor nedegradabile. Ca atare, particulele **238**, **242** pot fi alese astfel încât să asigure o suprafață cu proprietățile mecanice dorite. Particulele **238**, **242** pot fi tratate pe suprafață, cum ar fi cu siloxan, pentru a crește rezistența la legare cu materialul degradabil și, astfel, pentru ca particulele **238**, **242** să acționeze ca material de întărire sau ranforsare în butoanele **217b**, **234**. Într-un alt exemplu, materialul degradabil al butoanelor **217b** poate avea o rezistență la comprimare ușor mai mică decât efortul de comprimare dorit al unui astfel de buton sau bandă de uzură. În consecință, particulele **238** pot fi compuse dintr-un material care are frecarea mai mare vor fi fixate solidar. De exemplu, un buton din carbură de tungsten poate cuprinde un liant de cobalt sau nichel și particule de carbură de tungsten. Particulele de carbură de tungsten pot avea dimensiunea și/sau forma astfel încât să furnizeze

proprietățile dorite, iar conținutul de liant poate fi redus spre o cantitate minimă pentru a crește rezistența la comprimare a butonului de ansamblu.

[0043] Deoarece particulele **238**, **242** sunt suficient de mici pentru a traversa puțul de foraj și alte instrumente din interiorul acestuia sau cupla la acestea fără a provoca probleme, particulele **238**, **242** pot fi compuse din materiale degradabile sau nedegradabile. Materiale exemplificative din care pot fi compuse particulele **238**, **242** includ, dar nu se limitează la, fier, oțel, aliaje de aluminiu, aliaje de fier, siliciu, silicat, (un oxid de silicon amestecat), titan, alumină, aluminat (un oxid de aluminiu amestecat), aluminosilicat, bauxită, nisip, granat, sticlă, compozite de carbon, carburi, nitride, și altele asemenea, și orice combinație a acestora.

[0044] FIG. 4 este o vedere expandată a unei porțiuni a unui obturator frac **400** alternativ, care ilustrează suprafețele modificate **406**, **408** ale unui element glisant **402** și, respectiv, ale unui sabot **404**. În acest exemplu, particulele **410**, **412** sunt cuplate direct la elementul glisant **402** și sabotul **404**, spre deosebire de butoane sau alte structuri cuplate la elementul glisant **402** și sabotul **404**, astfel cum este ilustrat în FIG. 2-3. Particulele **410** includ, în mod preferabil, cel puțin niște proeminente ascuțite și sunt cuplate la elementul glisant **402** (*de exemplu*, astfel cum este descris în legătură cu particulele **238** și butonul **217b** din FIG. 3) pentru a forma suprafața modificată **406**. Suprafața modificată **406** poate fi întreaga suprafață a elementului glisant **402** care antrenează suprafața puțului de foraj, sau o porțiune a acesteia.

[0045] Particulele **412** au, în mod preferabil, suprafețe netede, substanțial lipsite de proeminente ascuțite și sunt cuplate la sabotul **404** (*de exemplu*, astfel cum este descris în legătură cu particulele **242** și butonul **234** din FIG. 3) pentru a forma suprafața modificată **408** care definește banda de uzură **414**. Banda de uzură **414** poate fi întreaga suprafață a sabotului **404** care antrenează suprafața puțului de foraj, sau o porțiune a acesteia. Astfel cum este ilustrat, banda de uzură **414** reprezintă doar o porțiune a sabotului **404**.

[0046] În unele cazuri, elementele glisante, sabotul, butoanele, dornul, elementul de pachet, alte componente ale dispozitivului de izolare a puțului de foraj, sau o combinație a acestora, pot fi cel puțin parțial degradabile. Astfel cum se utilizează în prezenta, termenul "degradabil" și toate variantele sale gramatice (de exemplu, "degrada", "degradare", "de degradare", "dizolva", "dizolvare" și altele asemenea) se referă la dizolvarea sau conversia chimică a materialelor solide, astfel încât rezultă



produse finale solide cu masă redusă sau rezultate de integritate structurală redusă prin cel puțin una dintre solubilizare, degradare hidrolitică sau entități formate biologic (de exemplu, bacterii sau enzime), reacții chimice (inclusiv reacții electrochimice și galvanice), reacții termice, reacții induse de radiație sau combinații ale acestora. În degradarea completă nu rezultă produse finale solide sau forma structurală se pierde. În unele cazuri, degradarea materialului poate fi suficientă pentru ca proprietățile mecanice ale materialului să fie reduse la un punct în care materialul nu-și mai menține integritatea și, în esență, se dezintegrează sau se desprind și se răspândesc în jur. Condițiile de degradare sunt specifice în general condițiilor din puțul de foraj, în care un stimulul extern poate fi utilizat pentru inițierea sau pentru a efectua rata de degradare, unde stimulul extern există în mod natural în gaura de foraj (de exemplu, presiune, temperatură) sau este introdus în gaura de foraj (de exemplu, fluide, substanțe chimice). De exemplu, pH-ul fluidului care interacționează cu materialul poate fi schimbat prin introducerea unui acid sau a unei baze, sau un electrolit poate fi introdus sau poate apărea în mod natural pentru a induce corodarea galvanică. Sintagma "mediu de foraj" și variantele gramaticale ale acesteia includ atât mediile de foraj care există în mod natural, cât și materialele sau fluidele introduse în gaura de foraj. Expresia "cel puțin o porțiune" și variantele gramaticale ale acesteia, cu referire la o componentă care are cel puțin o porțiune compusă dintr-un material sau o substanță degradabilă (de exemplu, "cel puțin o porțiune dintr-o componentă este degradabilă" sau "cel puțin o porțiune a butonului este degradabilă," și variante ale acesteia) se referă la faptul că cel puțin circa 80% din volumul acelei porțiuni este formată din materialul sau substanța degradabile.

**[0047]** Materialele degradabile ale componentelor degradabile pot avea în vedere un timp între dispunerea dispozitivului de izolare a puțului de foraj și momentul când se efectuează o anumită operațiune pe puțul de foraj, cum ar fi o operațiune de fracturare hidraulică). Mai mult, materialele degradabile iau în considerare tratamente cu acizi și stimularea cu oxizi a puțului de foraj. În unele variante de realizare, materialele degradabile pot necesita o suprafață de curgere mai mare sau o capacitate de curgere mai mare pentru a permite desfășurarea operațiunilor de producție, fără a împiedica sau obstrucționa în mod nejustificat curgerea fluidului în timp ce dispozitivul de izolare a puțului de foraj se degradează. Ca rezultat,

operațiunile de producție pot fi realizate eficient în timp ce dispozitivul de izolare a puțului de foraj se degradează și fără a impune restricții semnificative de presiune.

**[0048]** Materialele degradabile exemplificative includ, dar nu se limitează la polimer degradabil și metale degradabile care pot fi degradabile prin expunerea la fluide de hidrocarburi, fluid acid, fluide electrolitice, sau o combinație a acestora. Cu referire acum la materialele metalice degradabile din prezenta descriere, termenul "material metalic degradabil" (de asemenea, denumit mai simplu "metal degradabil") se poate referi la viteza de dizolvare a materialului metalic degradabil, iar viteza de dizolvare poate corespunde unei viteze de pierdere de material la o anumită temperatură și într-un mediu specific de foraj, cum ar fi în prezența unui electrolit. În cel puțin o variantă de realizare, materialele metalice degradabile descrise aici prezintă o rată medie de degradare într-o pondere mai mare de aproximativ 0,01 miligrame pe centimetru pătrat ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ), pe oră, la  $93^\circ\text{C}$  (echivalent cu aproximativ  $200^\circ\text{F}$ ), în timp ce sunt expuse la o soluție de clorură de potasiu 15% (KCl). De exemplu, în unele exemple de realizare, materialele metalice degradabile pot avea o viteză medie de degradare mai mare decât valorile din intervalul cuprins între aproximativ  $0,01\text{mg}/\text{cm}^2$  și aproximativ  $10\text{mg}/\text{cm}^2$  pe oră, la o temperatură de aproximativ  $93^\circ\text{C}$  în timpul expunerii la o soluție KCl de 15%, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, viteza de degradare poate fi de aproximativ  $0,01\text{mg}/\text{cm}^2$  până la aproximativ  $2,5\text{mg}/\text{cm}^2$  sau aproximativ  $2,5\text{mg}/\text{cm}^2$  până la aproximativ  $5\text{mg}/\text{cm}^2$  sau aproximativ  $5\text{mg}/\text{cm}^2$  până la aproximativ  $7,5\text{mg}/\text{cm}^2$  sau aproximativ  $7,5\text{mg}/\text{cm}^2$  până la aproximativ  $10\text{mg}/\text{cm}^2$  pe oră, la o temperatură de  $93^\circ\text{C}$ , în timp ce este expus la o soluție de KCl de 15%, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea.

**[0049]** În alte cazuri, materialul metalic degradabil poate prezenta o viteză de degradare astfel încât materialul pierde mai mult de 0,1% din masa totală, pe zi, la  $93^\circ\text{C}$ , într-o soluție KCl de 15%. De exemplu, în unele variante de realizare, materialele metalice degradabile descrise aici pot avea o rată de degradare astfel încât acestea pierd între aproximativ 0,1% și aproximativ 10% din masa totală pe zi, la  $93^\circ\text{C}$ , într-o soluție de KCl 15%, incluzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, în unele exemple de realizare, materialul metalic degradabil poate pierde între aproximativ 0,1% și aproximativ 2,5%, sau între aproximativ 2,5% și aproximativ 5% sau între aproximativ 5% până la aproximativ 7,5%, sau între

aproximativ 7,5% până la aproximativ 10% din masa totală pe zi, la 93° C, în soluție de KCl de 15%, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori caracterizând materialul metalic degradabil este hotărâtoare pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de material metalic degradabil, mediul puțului de foraj și altele asemenea.

**[0050]** Trebuie remarcat faptul că diferitele viteze de degradare observate într-o soluție KCl de 15% reprezintă doar un mijloc de definire a vitezei de degradare a materialelor metalice degradabile descrise aici, prin referire la contactul cu un electrolit specific la o temperatură specifică. Utilizarea dispozitivului de izolare a puțului de foraj care are în compunere un material metalic degradabil, poate fi pusă în practică prin expunerea la alte medii de foraj pentru inițierea degradării, fără a se îndepărta de scopul prezentei dezvoltări.

**[0051]** Mai trebuie remarcat faptul că materialele degradabile nemetalice, de asemenea discutate aici, care pot fi utilizate pentru formarea componentelor dispozitivului de izolare a puțului de foraj, pot prezenta în plus o rată de degradare în aceeași pondere sau gamă ca și cea a materialului metalic degradabil, ceea ce poate permite utilizarea anumitor materiale degradabile, care se degradează la o viteză mai mare sau mai mică decât alte materiale degradabile (inclusiv materialele metalice degradabile), pentru formarea dispozitivului de izolare a puțului de foraj.

**[0052]** Degradarea materialului metalic degradabil poate avea loc în intervalul cuprins între aproximativ 5 zile până la aproximativ 40 de zile, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. De exemplu, degradarea poate avea loc între aproximativ 5 zile până la aproximativ 10 zile, sau de la aproximativ 10 zile până la aproximativ 20 de zile, sau de la aproximativ 20 de zile la aproximativ 30 de zile, sau de la aproximativ 30 de zile la aproximativ 40 de zile, cuprinzând orice valoare și subset dintre ele. Fiecare dintre aceste valori reprezentând materialul metalic degradabil este hotărâtoare pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un anumit număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de material metalic degradabil, mediul puțului de foraj și altele asemenea.

**[0053]** Materialele metalice degradabile adecvate care pot fi utilizate în conformitate cu exemplele de realizare ale prezentei descrieri includ metale și aliaje metalice corodabile galvanic sau degradabile. Astfel de metale și aliaje metalice pot fi

configurate să se degradeze prin coroziune galvanică în prezența unui electrolit (de exemplu, saramură sau alte fluide care conțin sare, prezente în gaura de foraj **106**). Așa cum este utilizat aici, un "electrolit" este orice substanță care conține ioni liberi (adică un atom sau grup de atomi încărcăți pozitiv sau negativ), care fac substanța un bun conductor electric. Electrolitul poate fi selectat din grupul constând în soluții ale unui acid, o bază, o sare și combinații ale acestora.

**[0054]** Electrolitii pot include, dar nu se limitează la, un anion de halogenură (de exemplu, fluorură, clorură, bromură, iodură și astatidă), o sare de halogenură, un oxoanion (inclusiv oxoanioni monomeri și polioxoanioni) și orice combinație a acestora. Exemple adecvate de săruri de halogenuri pentru utilizare ca electroliti conform prezentei invenției pot include, dar nu se limitează la acestea, o fluorură de potasiu, o clorură de potasiu, o bromură de potasiu, o iodură de potasiu, o clorură de sodiu, o bromură de sodiu, o iodură de sodiu, o fluorură de sodiu, o fluorură de calciu, o clorură de calciu, o bromură de calciu, o iodură de calciu, o fluorură de zinc, o clorură de zinc, o bromură de zinc, o iodură de zinc, o fluorură de amoniu, o clorură de amoniu, o iodură de amoniu, o clorură de magneziu, carbonat de potasiu, nitrat de potasiu, nitrat de sodiu și orice combinație a acestora. Oxianionii utilizați ca electrolit conform prezentei invenției pot fi în general reprezentați prin formula  $A_xO_y^{z-}$ , în care A reprezintă un element chimic și O este un atom de oxigen; x, y și z sunt numere întregi cuprinse în intervalul dintre aproximativ 1 până la aproximativ 30, și pot fi, sau nu, același număr întreg. Exemple de oxoanioni adecvați pot include, dar nu sunt limitate la, carbonați (de exemplu, carbonat acid ( $HCO_3^-$ )), borat, nitrat, fosfat (de exemplu, fosfat acid ( $HPO_4^{2-}$ )), sulfat, nitrit, clorit, hipoclorit, fosfit, sulfit, hipofosfit, hiposulfit, trifosfat și orice combinație a acestora. Alți ioni liberi obișnuiți care pot fi prezenți într-un electrolit pot include, dar nu se limitează la, sodiu ( $Na^+$ ), potasiu ( $K^+$ ), calciu ( $Ca^{2+}$ ), magneziu ( $Mg^{2+}$ ) și orice combinație a acestora. De preferință, electrolitul conține ioni de clor. Electrolitul poate fi un fluid care este introdus în gaura de foraj **106** sau un fluid care iese din gaura de foraj **106**, cum ar fi dintr-o formațiune subterană înconjurătoare (de exemplu, formațiunea **108** din FIG.1).

**[0055]** În unele variante de realizare, electrolitul poate fi prezent într-un fluid de bază apos până la saturație, pentru a intra în contact cu componentele materialului metalic degradabil ale dispozitivului de izolare a puțului de foraj, care pot varia în funcție de tipul de material metalic degradabil, de fluidul apos de bază selectat și altele

asemenea, precum și de orice combinație a acestora. În alte exemple de realizare, electrolitul poate fi prezent în lichidul de bază apos, în intervalul cuprins de la aproximativ 0,001% până la aproximativ 30% în greutate din fluidul apos de bază, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, electrolitul poate fi prezent într-o proporție de la aproximativ 0,001% până la aproximativ 0,01%, sau de la aproximativ 0,01% până la aproximativ 1%, sau de la aproximativ 1% până la aproximativ 6%, sau de la aproximativ 6% până la aproximativ 12%, sau de la aproximativ 12% la aproximativ 18%, sau de la aproximativ 18% până la aproximativ 24%, sau de la aproximativ 24% până la aproximativ 30% în greutate de lichid de bază apos. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori care includ, dar nu se limitează la, compoziția materialului metalic degradabil, componentele dispozitivului de izolare a puțului de foraj alcătuit din materialul metalic degradabil, tipul de electrolit selectat, alte condiții ale mediului de foraj și altele asemenea.

**[0056]** Materialele metalice degradabile pentru utilizare la formarea cel puțin a butoanelor elementelor glisante, a benzii de uzură, a butoanelor benzii de uzură, a elementelor glisante, sau a altor componente ale instrumentului de izolare a puțului de foraj pentru utilizare în aplicarea metodelor descrise aici pot include un material metalic care este corodabil galvanic într-un mediu de foraj, cum ar fi în prezența unui electrolit, așa cum s-a discutat anterior. Materialele metalice degradabile pot include, dar nu se limitează la, aur, aliaje de aur-platină, argint, nichel, aliaje de nichel-cupru, aliaje de nichel-crom, cupru, aliaje de cupru (de exemplu, aramă, bronz etc.), crom, staniu, aliaje de staniu (de exemplu, aliaj de cositor și plumb, aliaj de lipit etc.), aluminiu, aliaje de aluminiu (de exemplu, aliaj de siluminu, aliaj de magneziu etc.), fier, aliaje de fier (de exemplu, fontă, fontă brută etc.), zinc, aliaje de zinc (de exemplu, zamak etc.), magneziu, aliaje de magneziu (de exemplu, electron, magnox etc.), beriliu, aliaje de beriliu (de exemplu aliaje de beriliu-cupru, aliaje de beriliu-nichel) și orice combinație a acestora.

**[0057]** Aliajele de magneziu adecvate includ aliajele având magneziu într-o concentrație cuprinsă în intervalul de la aproximativ 60% până la aproximativ 99,95% în greutate din aliajul de magneziu, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În unele exemple de realizare, concentrația de magneziu poate fi cuprinsă în intervalul de la aproximativ 60% până la aproximativ 99,95%, de la 70% până la

aproximativ 98% și preferabil de la aproximativ 80% până la aproximativ 95% în greutate din aliajul de magneziu, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de aliaj de magneziu, gradul de degradare dorit al aliajului de magneziu și altele asemenea.

**[0058]** Aliajele de magneziu cuprind cel puțin un alt ingredient în afară de magneziu. Celelalte ingrediente pot fi alese dintre unul sau mai multe metale, unul sau mai multe nemetale sau o combinație a acestora. Metalele adecvate care pot fi aliate cu magneziu includ, dar nu se limitează la, litiu, sodiu, potasiu, rubidiu, cesiu, beriliu, calciu, stronțiu, bariu, aluminiu, galiu, indiu, staniu, taliu, plumb, titan, vanadiu, crom, mangan, fier, cobalt, nichel, cupru, zinc, ytriu, zirconiu, niobiu, molibden, ruteniu, rodium, paladiu, praseodim, argint, lantan, hafniu, tantal, tungsten, terbiu, reniu, osmiu, iridiu, platină, aur, neodim, gadolinu, erbiu, oxizi ai oricăruia dintre metalele menționate și orice combinații ale acestora.

**[0059]** Ne-metalele adecvate care pot fi aliate cu magneziu includ, dar nu se limitează la, grafit, carbon, siliciu, nitrură de bor și combinații ale acestora. Carbonul poate fi sub formă de particule de carbon, fibre, nanotuburi, fulerene și orice combinație a acestora. Grafitul poate fi sub formă de particule, fibre, grafene și orice combinație a acestora. Magneziul și ingredientele cu care formează aliaje pot fi într-o soluție solidă și nu într-o soluție sau un compus parțial în care pot fi prezente incluziuni inter-granulare. În unele variante de realizare, magneziul și ingredientele de aliaj ale acestuia pot fi distribuite uniform în tot aliajul de magneziu, dar, după cum se va aprecia, pot apărea unele variații minore în distribuția particulelor de magneziu și a ingredientelor sale pentru aliaj. În alte exemple de realizare, aliajul de magneziu este o construcție sinterizată.

**[0060]** În unele variante de realizare, aliajul de magneziu poate să prezinte o solicitare de întindere cuprinsă în intervalul de la aproximativ 15000 livre pe inch pătrat (psi) la aproximativ 50000 psi, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, în unele variante de realizare, aliajul de magneziu poate avea un efort de întindere cuprins între aproximativ 15000 psi și aproximativ 30000 psi, sau de la aproximativ 30000 psi la aproximativ 40000 psi, sau de la aproximativ 40000 psi la aproximativ 50000 psi, cuprinzând orice valoare și subset dintre

acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare ale prezentei invenții și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, componenta dispozitivului de izolare a puțului de foraj fabricat din aliajul degradabil de magneziu, compoziția aliajului degradabil de magneziu și altele asemenea, precum și orice combinație a acestora.

**[0061]** Aliajele de aluminiu adecvate includ aliajele având aluminiu într-o concentrație din intervalul cuprins între aproximativ 40% și aproximativ 99% în greutate din aliajul de aluminiu, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, aliajele de magneziu adecvate pot avea concentrații de aluminiu de la aproximativ 40% până la aproximativ 50%, sau de la aproximativ 50% până la aproximativ 60%, sau de la aproximativ 60% până la aproximativ 70%, sau de la aproximativ 70% până la aproximativ 80%, sau de la aproximativ 80% până la aproximativ 90%, sau de la aproximativ 90% până la aproximativ 99% din greutatea aliajului de aluminiu, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare ale prezentei invenții și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de aliaj de aluminiu, gradul de degradare dorit al aliajului de aluminiu și altele asemenea.

**[0062]** Aliajele de aluminiu pot fi din aliaje de aluminiu forjate sau turnate și cuprind cel puțin un alt ingredient în afară de aluminiu. Celelalte ingrediente pot fi selectate din: unul sau mai multe metale, nemetale și combinații ale acestora descrise mai sus cu referire la aliajele de magneziu, adăugarea aliajelor de aluminiu permițând în plus să conțină magneziu.

**[0063]** În unele exemple de realizare, materialele metalice degradabile pot fi un aliaj metalic degradabil, care poate prezenta o formă de matrice nano-structurată și/sau incluziuni inter-granulare (de exemplu, un aliaj de magneziu cu incluziuni acoperite cu fier). Astfel de aliaje metalice degradabile pot include suplimentar un dopant, în care prezența agentului dopant și/sau a incluziunilor inter-granulare crește viteza de degradare a aliajului metalic degradabil. Alte materiale metalice degradabile includ materiale galvanice structurate în soluție. Un exemplu de material galvanic structurat în soluție este zirconiu (Zr) care conține un aliaj de magneziu (Mg), în care diferite domenii din aliaj conțin diferite procente de Zr. Aceasta conduce la o cuplare galvanică între aceste domenii diferite, care provoacă coroziune micro-galvanică și degradare. Un alt exemplu de material corodabil galvanic, structurat în soluție, este

un aliaj de magneziu ZK60, care include de la 4,5% până la 6,5% zinc, minimum 0,25% zirconiu, 0% până la 1% altele și magneziu în completare; AZ80, care include 7,5% până la 9,5% aluminiu, 0,2% până la 0,8% zinc, 0,12% mangan, 0,015% altele și magneziu de echilibrare; și AZ31, care include 2,5% până la 3,5% aluminiu, 0,5% până la 1,5% zinc, 0,2% mangan, 0,15% altul și magneziu în completare. Fiecare dintre aceste exemple reprezintă % din greutatea aliajului metalic. În unele variante de realizare, "altele" pot include materiale necunoscute, impurități, aditivi și orice combinație a acestora.

**[0064]** Aliajele degradabile metalice de magneziu pot fi structurate în soluție cu alte elemente cum ar fi zinc, aluminiu, nichel, fier, carbon, staniu, argint, cupru, titan, elemente de pământuri rare și altele asemenea și orice combinație a acestora. Aliajele degradabile metalice de magneziu pot fi structurate în soluție cu elemente cum ar fi nichel, fier, carbon, staniu, argint, cupru, titan, galiu și altele asemenea, precum și orice combinație a acestora.

**[0065]** În unele exemple de realizare, un aliaj, cum ar fi un aliaj de magneziu sau un aliaj de aluminiu descrise aici, are un dopant inclus în acesta, cum ar fi în timpul fabricării. De exemplu, dopantul poate fi adăugat la unul dintre elementele de aliere înainte de amestecarea tuturor celorlalte elemente din aliaj. De exemplu, în timpul fabricării unui aliaj de aluminiu AZ, agentul dopant (de exemplu, zincul) poate fi dizolvat în aluminiu, urmat de amestecarea cu aliajul rămas, magneziu și alte componente, dacă acestea sunt prezente. Cantități suplimentare de aluminiu pot fi adăugate după dizolvarea dopantului, fără a se îndepărta de la obiectul prezentei invenții, pentru a se obține compoziția dorită. Agenții dopanți adecvați pentru includerea în materialele din aliaje metalice degradabile descrise aici pot include, dar nu se limitează la, fier, cupru, nichel, galiu, carbon, tungsten, argint și orice combinație a acestora.

**[0066]** Agentul dopant poate fi inclus în materiale metalice degradabile din aliaj de magneziu și/sau aluminiu descrise aici, într-o cantitate cuprinsă de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% în greutate din materialul metalic degradabil, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre ele. De exemplu, agentul dopant poate fi prezent într-o cantitate cuprinsă de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 3%, sau de la aproximativ 3% până la aproximativ 6%, sau de la aproximativ 6% până la aproximativ 9%, sau de la aproximativ 9% până la aproximativ 12%, sau de la

aproximativ 12% până la aproximativ 15% din greutatea materialului metalic degradabil, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre acestea. Alte exemple includ un dopant într-o cantitate cuprinsă de la aproximativ 1% până la aproximativ 10% în greutate din materialul metalic degradabil, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de aliaj de magneziu și/sau aluminiu selectat, viteza dorită de degradare, mediul de foraj și altele asemenea, precum și orice combinație a acestora.

**[0067]** Ca exemple specifice, materialul metalic degradabil din aliaj de magneziu poate cuprinde un dopant de nichel în intervalul cuprins de la aproximativ 0,1% la aproximativ 6% (de exemplu, aproximativ 0,1%, aproximativ 0,5%, aproximativ 1%, aproximativ 2%, aproximativ 3%, aproximativ 4%, aproximativ 5%, aproximativ 6%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea; un dopant de cupru în intervalul cuprins de la aproximativ 6% până la aproximativ 12% (de exemplu, aproximativ 6%, aproximativ 7%, aproximativ 8%, aproximativ 9%, aproximativ 10%, aproximativ 11%, aproximativ 12%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea; și/sau un dopant de fier în intervalul cuprins de la aproximativ 2% până la aproximativ 6% (de exemplu, aproximativ 2%, aproximativ 3%, aproximativ 4%, aproximativ 5%, aproximativ 6%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Așa cum s-a descris mai sus, fiecare dintre aceste valori este critică în ceea ce privește exemplele de realizare ale prezentei descrieri, pentru a influența cel puțin viteza de degradare a aliajului de magneziu.

**[0068]** Ca exemple specifice, materialul metalic degradabil din aliaj de aluminiu poate cuprinde un dopant de cupru în intervalul cuprins de la aproximativ 8% la aproximativ 15% (de exemplu, aproximativ 8%, aproximativ 9%, aproximativ 10%, aproximativ 11%, aproximativ 12%, aproximativ 13%, aproximativ 14%, aproximativ 15%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea; un dopant de mercur în intervalul cuprins de la aproximativ 0,2% până la aproximativ 4% (de exemplu, aproximativ 0,2%, aproximativ 0,5%, aproximativ 1%, aproximativ 2%, aproximativ 3%, aproximativ 4%) în greutate din aliaj, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea; un dopant de nichel în intervalul cuprins de la aproximativ 1%

până la aproximativ 7% (de exemplu, aproximativ 1%, aproximativ 2%, aproximativ 3%, aproximativ 4%, aproximativ 5%, aproximativ 6%, aproximativ 7%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea; un dopant de galiu în intervalul cuprins de la aproximativ 0,2% până la aproximativ 4% (de exemplu, aproximativ 0,2%, aproximativ 0,5%, aproximativ 1%, aproximativ 2%, aproximativ 3%, aproximativ 4%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea; și/sau un dopant de fier în intervalul cuprins de la aproximativ 2% la aproximativ 7% (de exemplu, aproximativ 2%, aproximativ 3%, aproximativ 4%, aproximativ 5%, aproximativ 6%, aproximativ 7%) din greutatea aliajului, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Așa cum s-a descris mai sus, fiecare dintre aceste valori este critică în ceea ce privește exemplele de realizare ale prezentei descrieri, cel puțin pentru a influența viteza de degradare a aliajului de aluminiu.

**[0069]** Materialele degradabile de metal (de exemplu, aliaje de magneziu și/sau aluminiu) descrise aici pot cuprinde în plus o cantitate de material denumită "material suplimentar", care este definit ca fiind diferit de aliajul primar, de alte materiale de aliere specifice care formează aliajul dopat sau de dopant. Acest material suplimentar poate include, dar nu se limitează la, materiale necunoscute, impurități, aditivi (de exemplu, aceia incluși în mod intenționat pentru a ajuta în ceea ce privește proprietățile mecanice) și orice combinație a acestora. Materialul suplimentar minim, dacă este cazul, influențează accelerația vitezei de coroziune a aliajului dopat. În consecință, materialul suplimentar poate, de exemplu, să inhibe rata de coroziune sau poate să nu aibă nici un efect asupra acestuia. Așa cum s-a definit aici, termenul "minim" cu referire la efectul vitezei de accelerare se referă la un efect a cărui pondere nu reprezintă mai mult de aproximativ 5%, în comparație cu situația în care se constată absența unui material suplimentar. Acest material suplimentar poate intra în materialele metalice degradabile din prezenta descriere ca urmare transportului natural dinspre materiile prime, ca urmare a oxidării materialului metalic degradabil sau a altor elemente, a proceselor de fabricație (de exemplu, procese de topire, procese de turnare, procese de aliere și altele asemenea) sau alte condiții asemănătoare, și orice combinație a acestora. În mod alternativ, materialul suplimentar poate fi inclus în mod intenționat în aditivii plasați în materialul metalic degradabil pentru a conferi o calitate benefică acestora, cum ar fi ca agent de întărire, ca inhibitor de coroziune, accelerator de coroziune, agent de întărire (adică

pentru a crește rezistența sau rigiditatea, incluzând, dar fără a se limita la, o fibră, o particulă, o țesătură de fibre și altele asemenea și combinații ale acestora), siliciu, calciu, litiu, mangan, staniu, plumb, toriu, zirconiu, beriliu, ceriu, praseodim, ytriu și altele asemenea, și orice combinație a acestora. În general, materialul suplimentar este prezent în materialul metalic degradabil descris aici într-o cantitate mai mică decât aproximativ 10% din greutatea materialului metalic degradabil, fără nici un material suplimentar (adică, 0%).

**[0070]** Exemple de materiale metalice degradabile din aliaje de magneziu, specifice, pentru utilizare conform exemplelor de realizare ale prezentei invenții pot include, dar nu se limitează la, un aliaj de magneziu MG dopat, un aliaj de magneziu WE dopat, un aliaj de magneziu AZ dopat, un aliaj de magneziu AM dopat sau un aliaj de magneziu ZK dopat. Așa cum s-a definit aici, un "aliaj de magneziu MG dopat" este un aliaj care conține cel puțin magneziu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de magneziu WE dopat" este un aliaj care conține cel puțin un metal de pământuri rare, magneziu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de magneziu AZ dopat" este un aliaj care conține cel puțin aluminiu, zinc, magneziu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de magneziu AM dopat" este un aliaj care conține cel puțin aluminiu, mangan, magneziu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; și un "aliaj de magneziu ZK" este un aliaj care conține cel puțin zinc, zirconiu, magneziu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici.

**[0071]** Aliajul de magneziu MG dopat cuprinde aproximativ 75% până la aproximativ 99,95% magneziu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% materialul suplimentar, fiecare reprezentând procente în greutate din aliajul de magneziu dopat MG. Aliajul de magneziu WE dopat cuprinde aproximativ 60% până la aproximativ 98,95% magneziu, aproximativ 1% până la aproximativ 15% un metal de pământ rar sau o combinație de metal de pământ rar, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de magneziu WE dopat. Metalul de pământ rar poate fi selectat din grupul constând în scandiu, lantan, ceriu, praseodim, neodim, promet, samariu, europiu, gadoliniu, disprosiu, holmiu, erbiu, tuliu, yterbiu, lutețiu, ytriu și orice combinație a acestora. Aliajul de magneziu AZ dopat cuprinde aproximativ 57,3% până la

aproximativ 98,85% magneziu, aproximativ 1% până la aproximativ 12,7% aluminiu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de magneziu AZ dopat. Aliajul de magneziu dopat ZK cuprinde aproximativ 58% până la aproximativ 98,94% magneziu, aproximativ 1% până la aproximativ 12% zinc, aproximativ 0,01% până la aproximativ 5% zirconiu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de magneziu ZK dopat. Aliajul de magneziu AM dopat cuprinde aproximativ 61% până la aproximativ 97,85% magneziu, aproximativ 2% până la aproximativ 10% aluminiu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 4% mangan, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de magneziu AM dopat. Fiecare dintre aceste valori este critică în raport de exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori care includ, dar fără a se limita la, viteza de degradare dorită, tipul de dopant (dopanți) selectat (selectați), prezența și tipul de material suplimentar, și altele asemenea, precum și combinații ale acestora.

**[0072]** Exemple specifice de materiale metalice degradabile din aliaje de aluminiu pentru utilizare conform exemplelor de realizare a prezentei invenții pot include, dar nu se limitează la, un aliaj de aluminiu silumin dopat (mai simplu denumit, de asemenea, "aliaj silumin dopat"), un aliaj de aluminiu Al-Mg dopat, un aliaj de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, un aliaj de aluminiu Al-Zn dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și orice combinație a acestora. Așa cum s-a definit aici, un "aliaj de aluminiu silumin dopat" este un aliaj care conține cel puțin siliciu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum a fost definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Mg dopat" este un aliaj care conține cel puțin magneziu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Mg-Mn dopat" este un aliaj care conține cel puțin magneziu, mangan, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg

dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, magneziu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, mangan, siliciu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, mangan, magneziu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, magneziu, siliciu, mangan, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Zn dopat" este un aliaj care conține cel puțin zinc, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum s-a definit aici; și un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Zn dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, zinc, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, așa cum este definit aici.

**[0073]** Aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde aproximativ 62% până la aproximativ 96,95% aluminiu, aproximativ 3% până la aproximativ 13% siliciu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat. Aliajul de aluminiu Al-Mg dopat conține aproximativ 62% până la aproximativ 99,45% aluminiu, aproximativ 0,5% până la aproximativ 13% magneziu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat. Aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat conține aproximativ 67% până la aproximativ 99,2% aluminiu, aproximativ 0,5% până la aproximativ 7% magneziu, aproximativ 0,25% până la aproximativ 1% mangan, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat. Aliajul de aluminiu Al-Cu dopat cuprinde aproximativ 64% până la aproximativ 99,85% aluminiu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 11% cupru, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat.

**[0074]** Aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde aproximativ 61% până la aproximativ 99,6% aluminiu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 13% cupru, aproximativ 0,25% până la aproximativ 1% magneziu, aproximativ 0,05% până la

aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat. Aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat cuprinde aproximativ 68,25% până la aproximativ 99,35% aluminiu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 5% cupru, aproximativ 0,25% până la aproximativ 1% mangan, aproximativ 0,25% până la aproximativ 0,75% siliciu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant, și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat. Aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat cuprinde aproximativ 70,5% până la aproximativ 99,35% aluminiu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 3% cupru, aproximativ 0,25% până la aproximativ 0,75% mangan, aproximativ 0,25% până la aproximativ 0,75% magneziu, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat. Aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde aproximativ 67,5% până la aproximativ 99,49% aluminiu, aproximativ 0,5% până la aproximativ 5% cupru, aproximativ 0,25% până la aproximativ 2% magneziu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 0,4 % siliciu, aproximativ 0,01% până la aproximativ 0,1% mangan, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat. Aliajul de aluminiu Al-Zn dopat cuprinde aproximativ 45% până la aproximativ 84,95% aluminiu, aproximativ 15% până la aproximativ 30% zinc, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat. Aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde aproximativ 63% până la aproximativ 99,75% aluminiu, aproximativ 0,1% până la aproximativ 10% cupru, aproximativ 0,1% până la aproximativ 2% zinc, aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% dopant și aproximativ 0% până la aproximativ 10% material suplimentar, fiecare reprezentând procente din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat.

[0075] În unele exemple de realizare, în care cel puțin două componente ale dispozitivului de izolare a puțului de foraj sunt realizate dintr-un material metalic degradabil (de exemplu, un aliaj degradabil de aluminiu și/sau magneziu), fiecare

componentă poate cuprinde metale diferite care generează o cuplare galvanică care fie accelerează, fie decelerează viteza de degradare a altei componente a dispozitivului de izolare a găurii de foraj care este cel puțin parțial compusă dintr-o substanță degradabilă, fie că este un material metalic degradabil sau un material nemetalic degradabil (de exemplu, un polimer degradabil), cum ar fi elementul de pacher 220. După cum se poate aprecia, astfel de variante pot depinde de locul în care metalele diferite se află în seria galvanică. În cel puțin un exemplu de realizare, o cuplare galvanică poate fi generată prin încorporarea sau atașarea unei substanțe sau a unei bucăți de material catodic într-o componentă anodică. De exemplu, cuplarea galvanică poate fi generată prin dizolvarea aluminiului în galiu. O cuplare galvanică poate fi generată, de asemenea, prin utilizarea unui anod solubil cuplat la materialul metalic degradabil. În astfel de exemple de realizare, viteza de degradare a materialului metalic degradabil poate fi decelerată până când anodul solubil este dizolvat sau corodat în alt mod. De exemplu, elementele glisante și butoanele acestora sau sabotul și banda de uzură pot fiecare să fie compuse dintr-un material metalic degradabil, iar elementele glisante și sabotul pot fi un material mai electronegativ decât butoanele și banda de uzură corespunzătoare. Într-o astfel de formă de realizare, cuplarea galvanică dintre elementele glisante și butoanele acestora sau sabotul și banda de uzură poate determina ca elementele glisante și sabotul să acționeze ca un anod și să se degradeze înainte de butoane și banda de uzură. Odată ce elementele glisante și sabotul s-au degradat, butoanele și banda de uzură se vor dizolva sau se vor degrada în mod independent. În mod alternativ, materialele pot fi inversate astfel încât să degradeze cele mai mici componente (adică, butoanele și banda de uzură mai rapid).

**[0076]** În unele exemple de realizare, elementul de pacher al obturatorului frac poate fi compus dintr-un polimer (de exemplu, un elastomer) care este suficient de flexibil (adică elastic) pentru a asigura o etanșare la fluid între două porțiuni ale unei secțiuni de foraj. Poate fi de dorit ca ponderea degradării să determine ca elementul de pacher să nu mai mențină o etanșare la fluid în gaura de foraj, care să fie capabilă să mențină presiunea diferențială. Cu toate acestea, deoarece elementele glisante, sabotul, butoanele, dornul, elementele de pacher, alte componente ale unui dispozitiv de izolare a găurii de foraj, sau o combinație a acestora, sunt în mod opțional, în plus, compuse dintr-un material degradabil, degradarea a cel puțin trei

componentele nu implică necesitatea ca elementul de pachet să se degradeze de la sine până la punctul distrugerii etanșării la fluid. În mod similar, poate fi de dorit ca elementul de pachet să fie compus dintr-un elastomer degradabil și, în unele cazuri, degradarea elementului de pachet poate fi de dorit să se realizeze mai rapid decât orice alte componente degradabile ale dispozitivului de izolare a găurii de foraj, astfel încât fluxul de fluid să fie restabilit în gaura de foraj chiar înainte de degradarea ulterioară care duce la pierderea integrității structurale a dispozitivului de izolare a găurii de foraj.

**[0077]** Viteza de degradare a polimerului degradabil poate fi accelerată, rapidă sau normală, așa cum este definită aici. Degradarea accelerată poate fi în intervalul cuprins între aproximativ 2 ore până la aproximativ 36 de ore, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. Degradarea rapidă poate fi realizată în intervalul cuprins între aproximativ 36 de ore și aproximativ 14 zile, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. Degradarea normală poate fi considerată ca fiind cuprinsă în intervalul de la aproximativ 14 zile până la aproximativ 120 de zile, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. În consecință, degradarea poate fi între aproximativ 120 minute, până la aproximativ 120 zile. De exemplu, degradarea polimerului degradabil poate fi de la aproximativ 2 ore, la aproximativ 30 de zile, sau de la aproximativ 30 de zile, la aproximativ 60 de zile, sau de la aproximativ 60 de zile, la aproximativ 90 de zile, sau de la aproximativ 90 de zile, la aproximativ 120 de zile, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă și depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de polimer degradabil selectat, condițiile mediului de foraj și altele asemenea.

**[0078]** Polimerul degradabil care formează cel puțin o porțiune dintr-o componentă a dispozitivului de izolare a găurii de foraj (de exemplu, elementul de pachet 220) poate fi un material care este cel puțin parțial degradabil într-un mediu de foraj, incluzând, dar fără a se limita la, un cauciuc poliuretanic (de exemplu, poliuretani turnați, poliuretani termoplastici, poliuretani din polietan); un cauciuc poliuretanic pe bază de poliester (de exemplu, poliuretani termoplastici pe bază de poliester lactonă); un cauciuc poliuretanic pe bază de polieter; un polimer pe bază de tiol (de exemplu, 1,3,5-triacriloilhexahidro-1,3,5-triazină); un polimer tiol-epoxi (de exemplu, având o grupă funcțională epoxidică, cum ar fi eter diglicidil bisfenol-A, triglicidilzocianurat și/sau eter triglicidil trimetilopropan); un cauciuc acid hialuronic;

un cauciuc polihidroxiobutirat; un elastomer de poliester; un elastomer de poliester amidă; o rășină pe bază de amidon (de exemplu, amidon-poli (alcool etilen-co-vinilic), un amidon-alcool polivinilic, un amidon-acid polilactic, amidon-policaprolactonă, amidon-poli (butilen succinat) și altele asemănătoare); un polimer polietilen tereftalat; un termoplastice din poliester (de exemplu, copolimeri polieter/ester, copolimeri poliester/ester); un polimer de acid polilactic; un polimer polibutilen succinat; un polimer de acid polihidroxi-alcanoic; un polimer de polibutilen tereftalat; o polizaharidă; chitină; chitosan; o proteină; un poliester alifatic; poli ( $\epsilon$ -caprolactona); un poli (hidroxibutirat); poli (etilenoxid); poli (fenilactidă); un poli (aminoacid); un poli (ortoester); polifosfazenă; o polilactidă; o poliglicolidă; o poli (anhidridă) (de exemplu, poli (anhidrida adipică), poli (anhidrida suberică), poli (anhidrida sebacică), poli (anhidrida dodecandioică), poli (anhidrida maleică) și poli (anhidrida benzoică) și altele asemenea); o poliepiclorhidrină; un copolimer de oxid/poli-epiclorhidrină de etilenă; un terpolimer de epiclorhidrină/oxid de etilen/alil glicidil eter; copolimeri ai acestora; terpolimerii acestora; și orice combinație a acestora.

**[0079]** În unele variante de realizare, polimerul degradabil poate fi, de preferință, un cauciuc poliuretanic, un cauciuc poliuretanic pe bază de poliester sau un cauciuc poliuretanic pe bază de polieter (per ansamblu numit simplu "cauciuc pe bază de poliuretanic"). Aceste cauciucuri pe bază de poliuretanic se degradează în apă printr-o reacție hidrolitică, deși alte metode de degradare pot fi, de asemenea, aplicate pentru a determina gradul de degradare a cauciucurilor pe bază de poliuretanic. Așa cum este utilizată aici, expresia "reacție hidrolitică" și variantele acesteia (de exemplu, "degradarea hidrolitică") se referă la degradarea unui material prin scindarea legăturilor chimice în prezența (de exemplu, prin adăugare de) unui fluid apos. Cauciucurile pe bază de poliuretanic se formează în mod tradițional prin reacția unui poliizocianat cu un polioliol. În exemplele de realizare descrise aici, deși nelimitative, polioliolul pentru formarea unui cauciuc pe bază de poliuretanic poate fi un polioliol din ulei natural, un polioliol poliesteric (de exemplu, polibutadieni (de exemplu, adipatul de polibutandiol), policaprolactone, policarbonați și altele asemenea) sau un polioliol polieteric (de exemplu, politetrametilen eter glicol, polioxipropilen glicol, polioxietilen glicol și altele asemenea). Deoarece polioliolii polieterici sunt, în mod tipic, mai reactivi din punct de vedere hidrolitic decât polioliolii poliesterici și polioliolii din uleiuri

naturale, pot fi preferați polioli polieterici, în special atunci când degradarea polimerului degradabil se bazează numai pe contactul lichid apos și nu, în plus, pe alți stimuli de degradare. Cu toate acestea, oricare polioli poate fi utilizat pentru a forma cauciuc pe bază de poliuretan, pentru a fi utilizat ca polimer degradabil conform celor descrise aici, și fiecare este important pentru variantele de realizare dezvăluite, în condițiile în care ponderea dorită a degradării în timp poate depinde de un număr de factori, incluzând condițiile din formațiunea subterană, operația din formațiunea subterană care este efectuată și altele asemenea. Se pot utiliza, de asemenea, combinații ale acestor polioli, fără a se îndepărta de obiectul prezentei invenții.

**[0080]** În consecință, viteza de degradare hidrolitică a unui cauciuc pe bază de poliuretan pentru utilizare pe post de polimeri degradabili descriși aici poate fi ajustată și controlată pe baza ordinii adității de polioli, precum și a proprietăților și cantităților de polioli. Ca exemplu, în unele variante de realizare, cantitatea de polioli este inclusă într-o gamă de cantități cuprinsă în intervalul începând de la aproximativ 0,25 la aproximativ 2 raport stoechiometric al poliizocianatului în cauciucul pe bază de poliuretan, cuprinzând orice valoare și subset dintre ele. De exemplu, polioliul poate fi inclus într-o proporție de aproximativ 0,25 până la aproximativ 0,5, sau de aproximativ 0,5 până la aproximativ 1, sau de aproximativ 1 până la aproximativ 1,5, sau de aproximativ 1,5 până la aproximativ 2 raport stoechiometric al poliizocianatului în cauciucul pe bază de poliuretan, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare descrise aici și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără să se limiteze la, viteza de degradare hidrolitică dorită, tipul de polioli (i) selectat (selectați), mediul din puțul de foraj și altele asemenea.

**[0081]** În unele exemple de realizare, unde polimerul degradabil selectat este un cauciuc pe bază de poliuretan (de exemplu, pentru formarea elementului de pachet **220** și/sau a bilei frac **208**), includerea unui inițiator de funcționalitate scăzută îi poate conferi flexibilitate acestuia. Astfel de inițiatori cu funcționalitate scăzută pot include, dar fără a se limita la, dipropilen glicol, glicerină, soluție sorbitol/soluție de apă și orice combinație a acestora. Așa cum este utilizat aici, termenul "inițiator de funcționalitate scăzută" și variantele gramaticale ale acestuia se referă la numărul mediu de locuri reactive la izocianat per moleculă, în intervalul cuprins de la

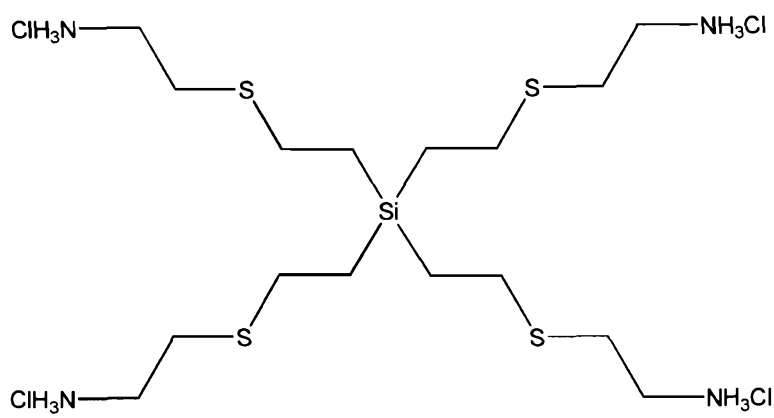
aproximativ 1 până la aproximativ 5. Acești inițiatori de funcționalitate redusă conferă flexibilitate elementului de pachet **220** și pot fi incluși în cauciucurile pe bază de poliuretan descrise aici, într-o pondere inclusă în intervalul de la aproximativ 1%, până la aproximativ 50% în greutate de polioli din cauciucul pe bază de poliuretan, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, inițiatorii de funcționalitate scăzută pot fi incluși în cauciucurile pe bază de poliuretan într-o cantitate de aproximativ 1% până la aproximativ 12,5%, sau de aproximativ 12,5% până la aproximativ 25%, sau de aproximativ 25% până la aproximativ 37,5%, sau de aproximativ 37,5% până la aproximativ 50% în greutate de polioli din cauciucul pe bază de poliuretan, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, în unele variante de realizare, polioli cu greutate moleculară mai mare, pentru utilizare la formarea cauciucurilor pe bază de poliuretan descrise aici, pot conferi flexibilitate elementului de pachet **220** descris aici. De exemplu, în unele variante de realizare, greutatea moleculară a polioliilor selectați poate fi cuprinsă în intervalul de la aproximativ 200 Dalton (Da), până la aproximativ 20000 Da, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, greutatea moleculară a polioliilor poate fi de aproximativ 200 Da până la aproximativ 5000 Da, sau de aproximativ 5000 Da până la aproximativ 10000 Da, sau de aproximativ 10000 Da până la aproximativ 15000 Da, sau de aproximativ 15000 Da până la 20000 Da, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare descrise aici și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, flexibilitatea dorită a polimerului degradabil (și astfel a componentei compusă cel puțin parțial din acesta), tipul de operațiune care se efectuează în formațiunea subterană, mediul din sonda de foraj și altele asemenea.

**[0082]** În unele exemple de realizare, polimerul degradabil descris aici poate fi format dintr-un polimer pe bază de tiol. Așa cum este utilizat aici, termenul "tiol" este echivalent cu termenul "sulfhidril". Polimerul pe bază de tiol poate cuprinde cel puțin o grupă funcțională tiol. În unele exemple de realizare, polimerul pe bază de tiol poate cuprinde grupe funcționale tiol în intervalul cuprins de la aproximativ 1 până la aproximativ 22, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre ele. De exemplu, polimerul pe bază de tiol poate conține grupe funcționale tiol într-o cantitate de aproximativ 1 la aproximativ 5, sau de 5 la aproximativ 10, sau de 10 la aproximativ 15, sau de 15 la aproximativ 20, sau de 20 la aproximativ 22, cuprinzând orice

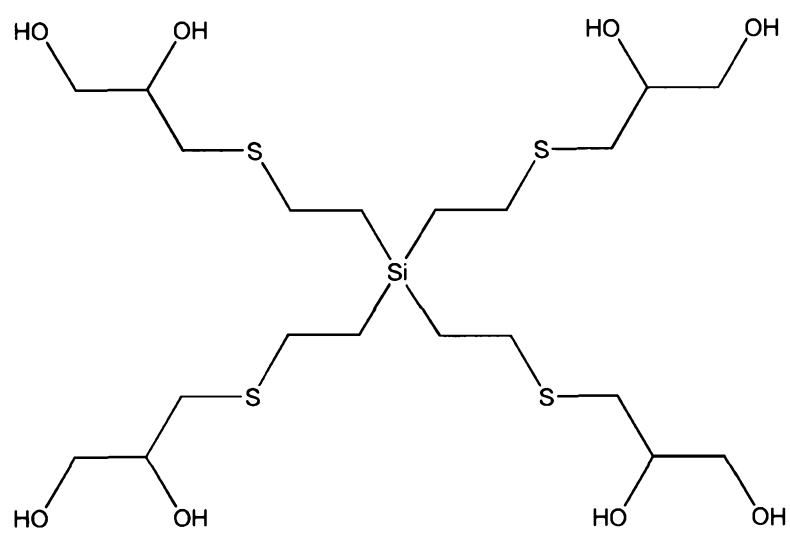
valoare și subset dintre acestea. În alte exemple de realizare, polimerul pe bază de tiol poate cuprinde chiar și un număr mai mare de grupe funcționale tiol. Fiecare dintre aceste valori este critică pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori care includ, dar nu se limitează la, viteza de degradare dorită, procesul de degradare dorit și altele asemenea.

**[0083]** Polimerul pe bază de tiol poate fi, dar nu este limitat la, un produs de reacție tiol-en, un produs de reacție tiol-in, un produs de reacție tiol-epoxi și orice combinație a acestora. Polimerii pe bază de tiol, indiferent că este vorba de produs de reacție tiol-en, tiol-in sau tiol-epoxi, poate fi definit aici ca fiind, în general, produsul de reacție al unei grupe funcționale tiol și al unei grupe funcționale nesaturate și poate fi format prin reacții chimice tip „clic”. Grupa funcțională tiol este un compus organosulf, care conține sulfhidril cu legături de carbon, reprezentat prin formula -C-SH sau R-SH, în care R reprezintă o grupă de atomi de alcan, alchenă sau alta conținând carbon.

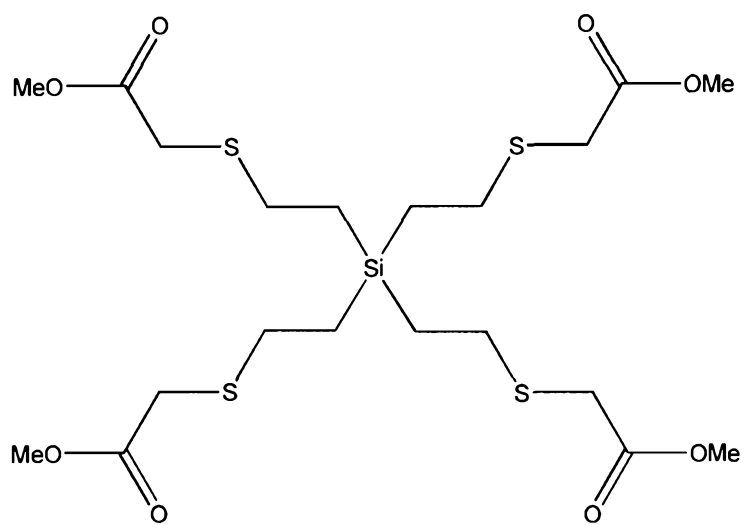
**[0084]** Reacțiile tiol-en pot fi caracterizate ca fiind versiunea cu sulf a unei reacții de hidro-sililare. Produsul de reacție tiol-en poate fi format prin reacția a cel puțin unei grupe funcționale tiol cu o varietate de grupe funcționale nesaturate incluzând, dar fără a se limita la, o maleimidă, un acrilat, o norbornenă, o legătură dublă carbon-carbon, un silan, o adădire nucleofilă de tip Michael și orice combinație a acestora. Așa cum se utilizează aici, termenul "adădire nucleofilă de tip Michael" și variantele gramaticale ale acestuia se referă la adădire nucleofilă a unui carbanion sau a altui nucleofil la un compus carbonil  $\alpha$ ,  $\beta$  - nesaturat, având structura generală  $(O = C)-C^{\alpha} = C^{\beta}$ . Un exemplu de produs de reacție tiol-en adecvat poate include, dar nu se limitează la, 1,3,5-triacriloilhexahidro-1,3,5-triazină. Exemple de produși de reacție tiol-en/silan adecvați, care pot fi utilizați pentru formarea cel puțin unei porțiuni a dispozitivului de izolare a puțului de foraj sau a componentei acestuia includ, dar nu se limitează la, următoarele formule 1-6:



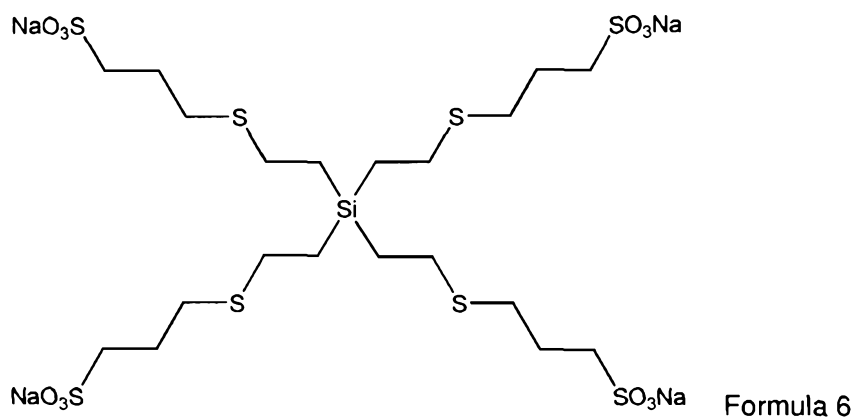
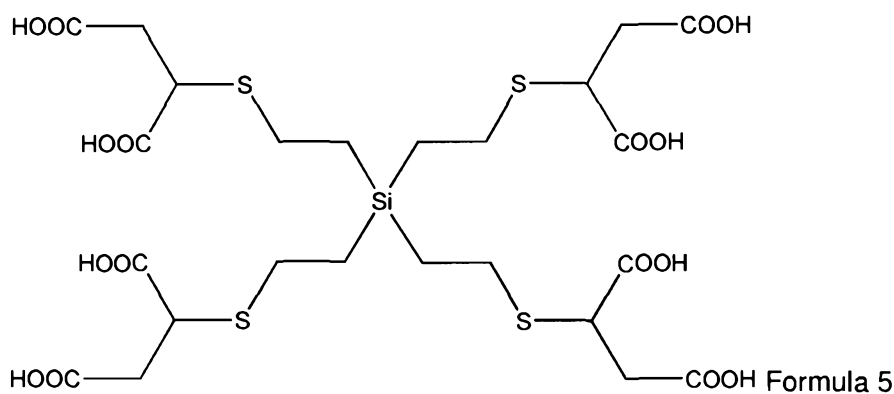
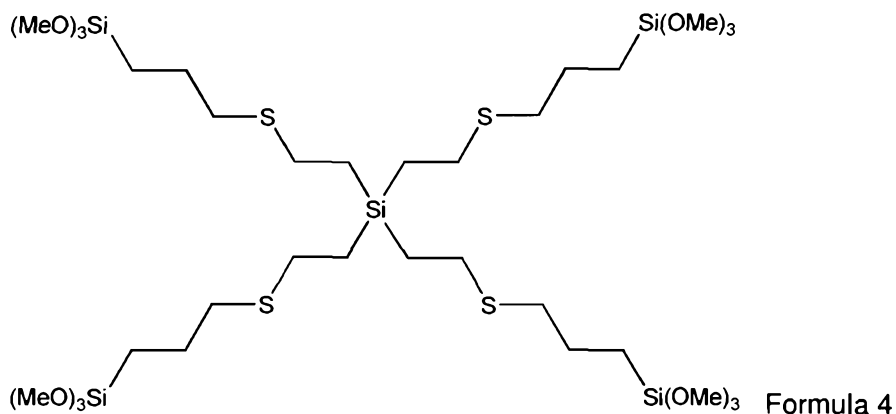
Formula 1



Formula 2



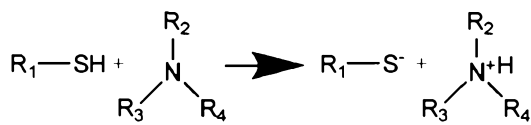
Formula 3



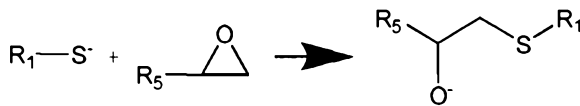
**[0085]** Producții de reacție tiol-in pot fi caracterizați printr-o reacție de adiție organică între o grupă funcțională tiol și o alchină, alchinea fiind o hidrocarbură nesaturată având cel puțin o legătură triplă carbon-carbon. Reacția de adiție poate fi facilitată de un inițiator radical sau de iradiere UV și se desfășoară printr-o specie de radical

sulfanil. Reacția poate fi, de asemenea, amino-mediată sau catalizată de un metal de tranziție.

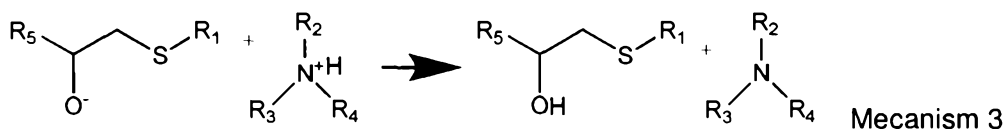
**[0086]** Producții de reacție tiol-epoxi pot fi preparați printr-o reacție tiol-en cu cel puțin o grupă funcțională epoxidică. Grupele funcționale epoxidice adecvate pot include, dar nu se limitează la, un eter glicidil, o amină glicidil sau ca parte a unui sistem inelar alifatic. Exemple specifice de grupe funcționale epoxidice pot include, dar nu se limitează la, eter bisfenol-A diglicidil, triglicidilizocianurat, eter trimetilolpropan triglicidil și orice combinație a acestora. Producții de reacție tiol-epoxi pot fi dezvoltate prin unul sau mai multe dintre mecanismele prezentate mai jos; cu toate acestea, pot fi utilizate și alte mecanisme, fără a se îndepărta de obiectul prezentei invenții:



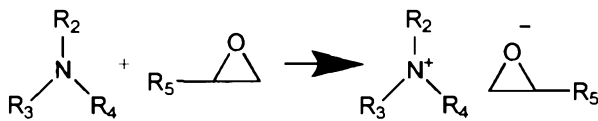
Mecanism 1



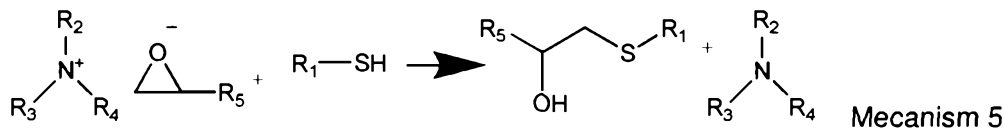
Mecanism 2



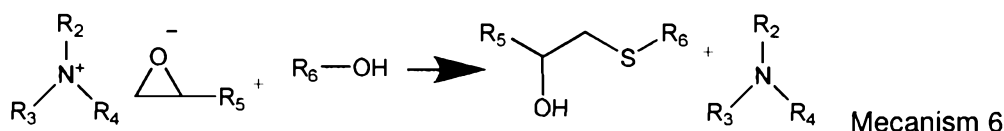
Mecanism 3



Mecanism 4



Mecanism 5



Mecanism 6

**[0087]** Așa cum s-a menționat mai sus, polimerul pe bază de tiol poate include cel puțin o grupă funcțională tiol și cel puțin o grupă funcțională degradabilă. Astfel de grupe funcționale degradabile pot include, dar nu sunt limitate la, unul sau mai multe dintre: un monomer degradabil, un oligomer degradabil sau un polimer degradabil.

Exemple specifice de grupe funcționale degradabile pot include, dar nu se limitează la, un acrilat, o lactidă, o lactonă, o glicolidă, o anhidridă, o lactamă, un alil, un polietilen glicol, un hidrogel pe bază de polietilen glicol, un aerogel, o poli (lactidă), un poli (acid glicolic), un poli (vinil alcool), o poli (N-isopropilacrilamidă), o poli ( $\epsilon$ -caprolactonă), un poli (hidroxibutirat), o polianhidridă, un policarbonat alifatic, un policarbonat aromatic, un poli (ortoester), un poli (hidroxi ester eter), un poli (ortoester), un poli (aminoacid), un poli (etilen oxid), o polifosfazenă, o poli (fenilactidă), un poli (hidroxibutirat), un dextran, un chitină, o celuloză, o proteină, un poliester alifatic și orice combinație a acestora.

**[0088]** În unele variante de realizare, polimerul pe bază de tiol cuprinde cel puțin o polietilenă pe bază de glicol hidrogel, cum ar fi una formată dintr-un polietilenglicol norbornen cu patru brațe, care este reticulat cu reticulanti care conțin ditiol, pentru a forma un hidrogel reticulat chimic cu scopul de a obține proprietăți de dilatare. Proprietățile de dilatare ale unui astfel de hidrogel pot varia în funcție de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, densitatea rețelei, gradul de reticulare și orice combinație a acestora. În unele exemple de realizare, gradul de reticulare poate fi crescut în funcție de dorință, pentru a obține un modul de tracțiune mai mare și un procent redus de dilatare.

**[0100]** Bila frac **208** poate fi compusă din material metalic degradabil sau din polimer degradabil, așa cum s-a descris mai sus. De exemplu, bila frac **208** poate fi realizată din acid poliglicolic (PGA) și/sau acid polilactic (PLA). În alte exemple de realizare, bila frac **208** sau orice altă componentă poate fi alcătuită dintr-un material degradabil incluzând, dar fără a se limita la, materialele metalice degradabile (de exemplu, aliaje degradabile de magneziu și/sau de aluminiu) descrise mai sus, polimerii degradabili descriși mai sus, sticlă degradabilă, o sare deshidratată și orice combinație a acestora. Aceasta înseamnă că cel puțin o porțiune dintr-o singură componentă poate fi compusă din mai mult de un material degradabil, așa cum este descris aici. În general, materialul metalic degradabil, materialul de sticlă degradabil și sărurile deshidratate sunt rigide și asigură structura, în timp ce polimerul degradabil este flexibil (adică elastic), ceea ce va condiționa componentele particulare ale dispozitivului de izolare a puțului de foraj care sunt compuse din oricare dintre aceste materiale. Desigur, variația în ceea ce privește aceste materiale poate depăși termenii acestei generalizări, fără îndepărtarea de obiectul prezentei invenții. În plus,

în alte exemple de realizare, orice componentă a dispozitivului de izolare a puțului de foraj poate fi realizată dintr-un material nemetalic degradabil. Orice material nedegradabil (de exemplu, metale, materiale plastice, sticlă și altele asemenea) poate fi utilizat în mod suplimentar pentru a forma o componentă a dispozitivului de izolare a puțului de foraj.

**[0101]** Exemplele de material adecvat degradabil din sticlă pot include, dar nu se limitează la, polialchenoat de sticlă, polialchenoat de sticlă de borat, sticlă de fosfat de calciu, sticlă acid polilactic/fosfat de calciu, sticlă fosfat, sticlă de silice și orice combinație a acestora. O sare deshidratată este adecvată pentru a fi utilizată în exemplele de realizare ale prezentei descrieri dacă aceasta se va degrada în timp pe măsură ce se hidratează. De exemplu, un material borat anhidru solid sub formă de particule, care se degradează în timp, poate fi adecvat în acest sens. Exemple specifice de materiale de borat anhidru solid sub formă de particule care pot fi utilizate includ, dar nu se limitează la, tetraborat de sodiu anhidru (cunoscut și ca borax anhidru) și acid boric anhidru. Aceste materiale de borat anhidru sunt doar puțin solubile în apă. Cu toate acestea, în timp și ca urmare a căldurii dintr-un mediu subteran, materialele borat anhidre reacționează cu lichidul apos înconjurător și sunt hidratate. Materialele borat hidratate rezultate sunt foarte solubile în apă în comparație cu materialele borate anhidre și, ca urmare, se degradează în fluidul apos. În unele cazuri, timpul total necesar pentru degradarea materialelor borat anhidre într-un fluid apos este cuprins în intervalul de la aproximativ 8 ore, la aproximativ 72 de ore, în funcție de temperatura zonei subterane în care sunt plasate. Alte exemple includ săruri organice sau anorganice cum ar fi acetat trihidrat.

**[0102]** În unele exemple de realizare, polimerul degradabil care formează una sau mai multe componente ale dispozitivului de izolare a puțului de foraj (de exemplu, elementele glisante, saboții, butoanele, dornul, elementul de pachet, sau alte elemente ale unui dispozitiv de izolare a puțului de foraj) poate avea un polimer termoplastic încorporat în acesta. În unele cazuri, polimerul degradabil este el însuși un termoplastic, caz în care poate fi încorporat un polimer termoplastic diferit în acesta, în conformitate cu exemplele de realizare descrise aici. Așadar, materialul termoplastic poate servi ca polimer pentru formarea uneia sau mai multor componente ale dispozitivului de izolare a puțului de foraj, singur sau în combinație, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Polimerul termoplastic poate

modifica rezistența, elasticitatea sau modulul unei componente a dispozitivului de izolare a puțului de foraj (de exemplu, elementul de pachet **220**) și poate, de asemenea, să controleze viteza de degradare a acestuia. Polimerii termoplastici adecvați pot include, dar nu se limitează la, polipropilenă, un poliester alifatic (de exemplu, acid poliglicolic, acid polilactic, policaprolactonă, polihidroxiacanoat, polihidroxiacanat, polihidroxiacetat, adipat de polietilenă, polibutilen succinat, acid poli (lactico-glicolic), poli-3-hidroxiacetat-co-3-hidroxiacetat, policarbonat și altele asemănătoare) și orice combinație a acestora. În anumite situații, așa cum s-a arătat mai sus, substanța degradabilă poate fi un termoplastic, care poate fi combinat cu una sau mai multe alte substanțe degradabile (în combinație) sau cu un termoplastic dintre cele enumerate mai sus.

**[0103]** Cantitatea de polimer termoplastic care poate fi încorporată în polimerul degradabil este selectată astfel încât să confere o calitate dorită (de exemplu, elasticitate), fără a afecta ponderea dorită a degradării. În unele exemple de realizare, polimerul termoplastic poate fi inclus într-o cantitate din intervalul cuprins de la aproximativ 1% până la aproximativ 91% în greutate din polimerul degradabil, cuprinzând orice valoare sau subset dintre ele. De exemplu, polimerul termoplastic poate fi inclus într-o cantitate însemnând aproximativ 1% până la aproximativ 25%, sau aproximativ 25% până la aproximativ 50%, sau aproximativ 50% până la aproximativ 75%, sau aproximativ 75% până la aproximativ 91% în greutate din polimerul degradabil, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare descrise aici și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, flexibilitatea dorită a polimerului degradabil, viteza de degradare dorită a substanței degradabile, mediul puțului de foraj, și altele asemenea, precum și combinații ale acestora.

**[0104]** Un agent de întărire poate fi inclus suplimentar în polimerul degradabil, ceea ce poate crește durabilitate, rigiditatea sau rezistența la încovoiere a componentei dispozitivului de izolare a puțului de foraj care include cel puțin o porțiune din polimerul degradabil. Astfel de agenți de ranforsare pot fi reprezentați de o particulă, o fibră, o țesătură din fibre și orice combinație a acestora.

**[0105]** Particulele pot fi de orice dimensiune potrivită pentru încorporarea în polimerul degradabil, cum ar fi în intervalul cuprins de la aproximativ 400 mesh la aproximativ 40 mesh, conform standardului U.S. Sieve Series, și cuprinzând orice

valoare sau subset dintre acestea. De exemplu, dimensiunea particulelor pentru încorporarea în polimerul degradabil poate fi cuprinsă în intervalul de la aproximativ 400 mesh până la aproximativ 300 mesh, sau de aproximativ 300 mesh până la aproximativ 200 mesh, sau de aproximativ 200 mesh până la aproximativ 100 mesh, sau de aproximativ 100 mesh până la aproximativ 40 mesh, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Mai mult decât atât, nu este nevoie ca particulele să fie cernute sau filtrate la o dimensiune particulară sau specifică a ochiurilor pentru particule sau conform unei distribuții speciale a dimensiunii particulelor, în schimb poate fi utilizată mai degrabă o distribuție largă sau cuprinzătoare a dimensiunilor particulelor, deși o distribuție îngustă a dimensiunii particulelor este de asemenea potrivită.

**[0106]** În unele exemple de realizare, particulele pot fi, în mod substanțial, sferice sau non-sferice. Particulele de propant substanțial non-sferice pot fi cubice, poligonale sau orice altă formă non-sferică. Astfel de particule substanțial non-sferice pot fi, de exemplu, în formă de cub, în formă dreptunghiulară, în formă de tijă, în formă de elipsă, în formă de con, în formă de piramidă, în formă plană, în formă aplatizată sau în formă de cilindru. Aceasta înseamnă că, în variantele de realizare în care particulele sunt în esență non-sferice, raportul de aspect al materialului poate să cuprindă de la o formă plană a materialului, la o configurație cubică, octogonală sau orice altă configurație.

**[0107]** Particulele adecvate pentru a fi utilizate ca agenți de întărire în exemplele de realizare descrise aici pot cuprinde orice material adecvat pentru utilizarea în polimerul degradabil care asigură una sau mai multe dintre caracteristicile rigiditate, durabilitatea sau rezistență la deformare sau orice alt beneficiu suplimentar. Materialele adecvate pentru aceste particule pot include, dar nu se limitează la, argilă organofilă, făină de silice, oxid de metal, nisip, bauxită, materiale ceramice, materiale din sticlă, materiale polimerice (de exemplu acetat de etilen vinil sau materiale compozite), materiale politetrafluoroetilen, fragmente de coji de nucă, particule rășinoase întărite care cuprind fragmente de coji de nucă, fragmente de coji de semințe, particule rășinoase întărite care cuprind fragmente de coji de semințe, fragmente de sămburi de fructe, particule rășinoase întărite care cuprind fragmente de sămburi de fructe, lemn, particule compozite și combinații ale acestora. Particulele compozite adecvate pot conține un liant și un material de umplutură, în care

materialele de umplutură adecvate includ silice, alumină, carbon pirogenic, negru de fum, grafit, mică, dioxid de titan, barită, meta-silicat, silicat de calciu, caolin, talc, zirconiu, bor, cenușă zburătoare, microsferă din sticlă goală, sticlă solidă și combinații ale acestora.

**[0108]** Fibrele pentru utilizare ca agenți de întărire în polimerul degradabil pot fi de orice dimensiune și din orice material adecvat pentru a fi inclus în acesta. În unele exemple de realizare, fibrele pot avea o lungime mai mică de aproximativ 1,25 inch și o lățime mai mică de aproximativ 0,01 inch. În unele variante de realizare, poate fi utilizat un amestec de diferite dimensiuni de fibre. Fibrele adecvate pot fi formate din orice material adecvat pentru utilizare sub formă de particule, așa cum s-a descris anterior, precum și materiale care includ, dar nu se limitează la, fibre de carbon, nanotuburi de carbon, grafen, fulerenă, o fibră ceramică, o fibră de plastic, o fibră de sticlă, o fibră metalică și orice combinație a acestora. În unele exemple de realizare, fibrele pot fi țesute împreună pentru a forma o țesătură de fibre pentru utilizare în polimerul degradabil.

**[0109]** În unele exemple de realizare, agentul de întărire poate fi inclus în polimerul degradabil într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 1% până la aproximativ 91% în greutate din polimerul degradabil, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. De exemplu, agentul de întărire poate fi inclus într-o cantitate de aproximativ 1% până la aproximativ 25%, sau de aproximativ 25% până la aproximativ 50%, sau de aproximativ 50% până la aproximativ 75%, sau de aproximativ 75% până la aproximativ 91% în greutate din polimerul degradabil, cuprinzând orice valoare sau subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru exemplele de realizare ale prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, rigiditatea dorită a polimerului degradabil, rezistența dorită a polimerului degradabil, rezistența salină dorită la fluaj a polimerului degradabil, tipul de polimer degradabil selectat și altele asemenea și orice combinație a acestora.

**[0110]** Conform unei variante de realizare, fiecare dintre substanțele degradabile poate include unul sau mai mulți indicatori prezentați aici. Indicatorul (indicatorii) poate fi, fără limitare, radioactiv, chimic, electronic sau acustic. Un indicator poate fi util în ceea ce privește determinarea, în timp real, a informațiilor cu privire la viteza de dizolvare a substanței degradabile. Prin faptul că sunt capabili să monitorizeze

prezența indicatorului, lucrătorii de la suprafață pot lua decizii pe moment, care pot influența viteza de dizolvare a porțiunilor rămase din dispozitivul de izolare a puțului de foraj.

**[0111]** În unele variante de realizare, substanța degradabilă poate fi încapsulată, cel puțin parțial, într-un al doilea material, sau "manta", dispusă pe toată componenta sau doar pe o porțiune a componentei date a dispozitivului de izolare a puțului de foraj. Mantaua poate fi configurată pentru a ajuta la prelungirea degradării componentei date a dispozitivului de izolare a puțului de foraj. Mantaua poate servi, de asemenea, la a proteja componenta de abraziunea din interiorul puțului de foraj. Mantaua poate fi permeabilă, fragilă (de exemplu, după cum s-a discutat anterior cu privire la comprimarea elementul de pachet față de carcasa sau peretele puțului de foraj) sau cuprinde un material care este cel puțin parțial detașabil la o viteză dorită, în mediul din puțul de foraj. În oricare scenariu, mantaua poate fi proiectată astfel încât să nu interfereze cu capacitatea dispozitivului de izolare a puțului de foraj de a forma o etanșare la fluid în puțul de foraj.

**[0112]** Mantaua poate cuprinde orice material adecvat pentru utilizare într-un mediu de foraj și, în funcție de componenta pe care o încapsulează, mantaua poate fi sau nu elastică, astfel încât să se poată extinde odată cu expansiunea corespunzătoare a componentei. De exemplu, o manta friabilă se poate rupe pe măsură ce elementele de pachet **220** se extind pentru a forma o etanșare la fluid prin comprimarea pe o carcasă sau pe un perete a unei găuri de foraj, în timp ce o manta permeabilă poate rămâne pe poziție pe elementele de pachet **220** în timp ce acestea formează etanșarea la fluid. Așa cum este utilizat aici, termenul "permeabil" se referă la o structură care permite trecerea de fluide (inclusiv lichide și gaze) prin aceasta și nu se limitează la o anumită configurație.

**[0113]** Mantaua poate cuprinde oricare dintre substanțele degradabile menționate mai sus. În unele exemple de realizare, mantaua poate fi realizată dintr-o substanță degradabilă care se degradează la o viteză mai mare decât cea a substanței degradabile care formează componenta. Alte materiale adecvate pentru manta includ, dar nu se limitează la, o acoperire TEFLON®, o ceară, un ulei de uscare, un poliuretan, un epoxid, un poliacrilic reticulat parțial hidrolizat, un material silicat, o sticlă, un material anorganic durabil, un polimer, acid polilactic, alcool polivinilic, clorură de poliviniliden, o acoperire hidrofobă, vopsea și orice combinație a acestora.

**[0114]** În unele exemple de realizare, toată suprafața exterioară sau o porțiune a suprafeței exterioare a unei componente date a dispozitivului de izolare a puțului de foraj poate fi tratată pentru a împiedica degradarea. De exemplu, suprafața exterioară a unei componente date poate fi supusă unui tratament care ajută la prevenirea degradării substanței degradabile sau care ajută la reducerea vitezei de degradare. Tratamente adecvate pot include, dar nu se limitează la, un tratament de acoperire anodică, un tratament de oxidare, un tratament de conversie a sării de crom, un tratament dicromat, un tratament de acoperire anodică cu fluorură, un tratament de oxidare anodică dură și orice combinație a acestora. De exemplu, un tratament de anodizare poate duce la depunerea unui strat de anodizare de material, pe suprafața exterioară a unei componente date. Stratul de anodizare poate cuprinde materiale cum ar fi, dar fără a se limita la, ceramică, metale, polimeri, epoxizi, elastomeri, materiale plastice sau orice combinație a acestora și pot fi aplicate utilizând orice procedee adecvate cunoscute specialiștilor în domeniu. Exemple de procedee adecvate care au ca rezultat obținerea unui strat de anodizare includ, dar nu se limitează la, acoperire anodizată soft, acoperire anodizată, placare cu nichel fără alimentare electrică, acoperire prin oxidare anodică dură, acoperiri ceramice, acoperire cu bile de carbură, acoperire cu material plastic, acoperire prin pulverizare la cald, acoperire cu combustibil și oxigen, de mare viteză (HVOF), o acoperire nano HVOF, și o acoperire metalică.

**[0115]** În unele exemple de realizare, toată suprafața exterioară a unei componente date a dispozitivului de izolare a puțului de foraj sau o porțiune a acesteia poate fi tratată sau acoperită cu o substanță configurată pentru a spori degradarea materialului degradabil. De exemplu, un astfel de tratament sau acoperire poate fi configurat pentru a îndepărta o acoperire sau un tratament de protecție sau pentru a accelera în alt fel degradarea substanței degradabile a componentei date. Un exemplu este un material metalic degradabil acoperit cu un strat de acid poliglicolic (PGA). În acest exemplu, PGA este supus hidrolizei și face ca fluidul înconjurător să devină mai acid, ceea ce va accelera degradarea materialului metalic degradabil de dedesubt.

**[0089]** Variantele de realizare descrise aici includ, dar nu se limitează la, variantele de realizare A-D.

**[0090]** Varianta de realizare A este o metodă care cuprinde: introducerea unui dispozitiv de izolare a puțului de foraj într-o poziție nefixată într-o gaură de foraj care penetrează o formațiune subterană, dispozitivul de izolare a puțului de foraj cuprinzând un dorn, elemente glisante dispuse circumferențial în jurul dornului și într-o primă poziție de-a lungul dornului, și cel puțin un element de pacher dispus într-o a doua poziție de-a lungul dornului, în care elementele glisante cuprind particule cuplate la acestea alcătuind o suprafață modificată, și în care particulele cuprind proeminente ascuțite; acționarea dispozitivului de izolare a puțului de foraj din poziția nefixată într-o poziție fixată în interiorul puțului de foraj; antrenarea prin fricțiune a suprafeței modificate a elementelor glisante cu o suprafață a puțului de foraj atunci când dispozitivul de izolare a puțului de foraj se află în poziția fixată; și comprimarea respectivului cel puțin un element de pacher contra suprafeței puțului de foraj atunci când dispozitivul de izolare a puțului de foraj se află în poziția fixată.

**[0091]** Varianta de realizare B este un dispozitiv de izolare a puțului de foraj care cuprinde: un dorn, elemente glisante dispuse circumferențial în jurul dornului și aflate într-o primă poziție în jurul dornului, în care elementele glisante cuprind particule cuplate la acestea alcătuind o suprafață modificată, și în care particulele cuprind cel puțin niște proeminente ascuțite; și cel puțin un element de pacher dispus de-a lungul dornului și într-o a doua poziție de-a lungul dornului.

**[0092]** Variantele de realizare A și B pot include opțional cel puțin unul dintre următoarele: Elementul 1: în care elementele glisante cuprind un buton, și în care particulele sunt cuplate la buton; Elementul 2: Elementul 1 și în care butonul cuprinde un material degradabil; Elementul 3: în care particulele sunt cuplate direct la elementele glisante; Elementul 4: în care elementele glisante sunt cel puțin parțial degradabile; Elementul 5: în care suprafața modificată este o primă suprafață modificată și particulele sunt o primă serie de particule, în care dispozitivul de izolare a puțului de foraj mai cuprinde un sabot fixat de dorn la un capăt terminal al dispozitivului de izolare a puțului de foraj, în care sabotul cuprinde o a doua serie de particule cuplate la acesta, alcătuind o a doua suprafață modificată, și în care a doua serie de particule cuprinde particule netede substanțial lipsite de proeminente ascuțite; Elementul 6: Elementul 5 și în care a doua serie de particule sunt cuplate direct la sabot; Elementul 7: Elementul 5 și în care sabotul cuprinde o bandă de uzură având a doua serie de particule cuplate la aceasta; Elementul 8: Elementul 7 și

în care butonul este un prim buton, în care banda de uzură este formată din o a doua serie de butoane cuplate la sabot, și în care a doua serie de particule sunt cuplate la a doua serie de butoane; Elementul 9: Elementul 7 și în care banda de uzură încercuiește sabotul și a doua serie de particule sunt cuplate direct la banda de uzură; și Elementul 10: Elementul 7 și în care cel puțin o porțiune a benzii de uzură cuprinde un material degradabil. Combinațiile exemplificative includ, dar nu se limitează la, Elementul 3 în combinație cu Elementul 1 și, opțional, Element 2; Element 4 în combinație cu Elementul 3; Elementul 4 în combinație cu Elementul 1 și, opțional, Elementul 3; încă unul dintre Elementele 1-4 în combinație cu Elementul 5 și, opțional, încă unul dintre Elementele 6-10; Elementul 5 în combinație cu Elementele 6 și 7; Elementul 5 în combinație cu încă unul dintre Elementele 7-10; și altele asemenea.

**[0093]** Varianta de realizare C este un dispozitiv de izolare a puțului de foraj care cuprinde: un dorn; elemente glisante dispuse circumferențial în jurul dornului și aflate într-o primă poziție în jurul dornului; cel puțin un element de pachet dispus de-a lungul dornului și aflat într-o a doua poziție de-a lungul dornului; și un sabot fixat pe dorn la un capăt inferior al dispozitivului de izolare a puțului de foraj, în care sabotul cuprinde particule cuplate la acesta care alcătuiesc o a doua suprafață modificată, și în care particulele cuprind suprafețe netede substanțial lipsite de proeminențe ascuțite.

**[0094]** Varianta de realizare C poate include opțional cel puțin unul dintre următoarele: Elementul 11: în care particulele sunt cuplate direct la sabot; Elementul 12: în care sabotul cuprinde o bandă de uzură având particulele cuplate la aceasta; Elementul 13: în care cel puțin o porțiune a benzii de uzură cuprinde un material degradabil; și Elementul 14: în care banda de uzură este formată din butoane cuplate la sabot, și în care particulele sunt cuplate la butoane. Combinațiile exemplificative include dar nu se limitează la, Elementele 12 și 13 în combinație; Elementele 11 și 12 în combinație; Elementele 11, 12, și 14 în combinație și, opțional, în combinație suplimentară cu Elementul 13; și altele asemenea.

**[0095]** Varianta de realizare D este un sistem de puț care cuprinde un mijloc de transport care se extinde într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană cu instrumentul de izolare a puțului de foraj din Varianta de realizare B sau C cuplat la acesta la un capăt distal (*adică*, capătul din puțul de foraj) al mijlocului de

transport. Varianta de realizare D poate include opțional Elementele din Variantele de realizare B sau C descrise în prezenta.

**[0096]** Prin urmare, prezenta invenție este adaptată în bună măsură pentru a atinge finalitatea și avantajele menționate, precum și obiectivele care sunt inerente în consecință. Exemplele de realizare particulare dezvăluite mai sus sunt doar ilustrative, deoarece prezenta invenție poate fi modificată și practică în moduri diferite, dar echivalente, evidente pentru specialiștii în domeniu care au avantajul cunoștințelor cuprinse aici. Mai mult decât atât, nu sunt prevăzute limite în ceea ce privește detaliile de construcție sau de proiectare prezentate aici, altele decât cele descrise în revendicările de mai jos. Prin urmare, este evident că exemplele concrete ilustrative descrise mai sus pot fi schimbate, combinate sau modificate și toate aceste variante sunt considerate ca fiind conform obiectului și spiritului prezentei invenții. Invenția prezentată corespunzător în mod ilustrativ poate fi practică în absența oricărui element care nu este dezvăluit în mod specific aici și/sau orice element opțional dezvăluit aici. În timp ce compozițiile și metodele sunt descrise în termeni de "cuprinzând", "conținând" sau "incluzând" diverse componente sau etape, compozițiile și metodele pot de asemenea să "constea în esență din" sau "constau" în diferite componente și etape. Toate numerele și intervalele descrise mai sus pot varia în funcție de o anumită pondere. Ori de câte ori este prezentat un interval numeric cu o limită inferioară și o limită superioară, orice număr și orice interval cuprins în intervalul respectiv este dezvăluit în mod specific. În particular, fiecare domeniu de valori (de forma "de la aproximativ a, la aproximativ b", sau, echivalent, "de la aproximativ a la b", sau, echivalent, "de la aproximativ a-b") dezvăluit aici trebuie înțeles că menționează fiecare număr și interval cuprins în cadrul gamei mai largi de valori. De asemenea, termenii din revendicări au semnificația lor simplă, obișnuită, cu excepția cazului în care sunt definiți altfel, explicit și clar, de către solicitant. Mai mult, articolele nehotărâte "o" sau "un", așa cum sunt utilizate în revendicări, sunt definite aici ca însemnând unul sau mai mult de unul dintre elementele pe care le introduce.

## REVENDICĂRI

Invenția revendicată este:

**1. Metodă care cuprinde:**

introducerea unui dispozitiv de izolare a puțului de foraj într-o poziție nefixată într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, dispozitivul de izolare a puțului de foraj cuprinzând un dorn, elemente glisante dispuse circumferențial în jurul dornului și într-o primă poziție de-a lungul dornului, și cel puțin un element de pachet dispus într-o a doua poziție în jurul dornului, în care elementele glisante cuprind particule cuplate la acestea alcătuind o suprafață modificată, și în care particulele cuprind proeminente ascuțite;

acționarea dispozitivului de izolare a puțului de foraj din poziția nefixată într-o poziție fixată în interiorul puțului de foraj;

antrenarea prin fricțiune a suprafeței modificate a elementelor glisante cu o suprafață a puțului de foraj atunci când dispozitivul de izolare a puțului de foraj se află în poziția fixată; și

comprimarea respectivului cel puțin un element de pachet contra suprafeței puțului de foraj atunci când dispozitivul de izolare a puțului de foraj se află în poziția fixată.

**2. Metodă conform revendicării 1, în care elementele glisante cuprind un buton, și în care particulele sunt cuplate la buton.**

**3. Metodă conform revendicării 2, în care butonul cuprinde un material degradabil.**

**4. Metodă conform revendicării 1, în care particulele sunt cuplate direct la elementele glisante.**

**5. Metodă conform revendicării 1, în care elementele glisante sunt cel puțin parțial degradabile.**

**6. Metodă conform revendicării 1, în care suprafața modificată este o primă suprafață modificată și particulele sunt o primă serie de particule, în care dispozitivul**

de izolare a puțului de foraj mai cuprinde un sabot fixat de dorn la un capăt terminal al dispozitivului de izolare a puțului de foraj, în care sabotul cuprinde o a doua serie de particule cuplate la acesta, alcătuind o a doua suprafață modificată, și în care a doua serie de particule cuprind suprafețe netede substanțial lipsite de proeminențe ascuțite.

7. Metodă conform revendicării 6, în care a doua serie de particule sunt cuplate direct la sabot.

8. Metodă conform revendicării 6, în care sabotul cuprinde o bandă de uzură având a doua serie de particule cuplate la aceasta.

9. Metodă conform revendicării 8, în care butonul este un prim buton, în care banda de uzură este formată de o a doua serie de butoane cuplate la sabot, și în care al doilea set de particule sunt cuplate la a doua serie de butoane.

10. Metodă conform revendicării 8, în care banda de uzură încercuiește sabotul și al doilea set de particule sunt cuplate direct la banda de uzură.

11. Metodă conform revendicării 8, în care cel puțin o porțiune a benzii de uzură cuprinde un material degradabil.

12. Dispozitiv de izolare a puțului de foraj cuprinzând:

un dorn;

elemente glisante dispuse circumferențial în jurul dornului și într-o primă poziție de-a lungul dornului, în care elementele glisante cuprind particule cuplate la acestea alcătuind o suprafață modificată, și în care particulele cuprind cel puțin niște proeminențe ascuțite; și

cel puțin un element de pachet dispus de-a lungul dornului și într-o a doua poziție de-a lungul dornului.

13. Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 12, în care elementele glisante cuprind un buton care cuprinde un material degradabil, și în care particulele sunt cuplate la buton.

**14.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 12, în care particulele sunt cuplate direct la elementele glisante.

**15.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 12, în care suprafața modificată este o primă suprafață modificată și particulele sunt o primă serie de particule, în care dispozitivul de izolare a puțului de foraj mai cuprinde un sabot fixat de dorn la un capăt inferior al dispozitivului de izolare a puțului de foraj, în care sabotul cuprinde o a doua serie de particule cuplate la acesta alcătuind o a doua suprafață modificată, și în care a doua serie de particule cuprind suprafețe netede substanțial lipsite de proeminente ascuțite.

**16.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 15, în care a doua serie de particule sunt cuplate direct la sabot.

**17.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 15, în care sabotul cuprinde o bandă de uzură având a doua serie de particule cuplate la aceasta, și în care cel puțin o porțiune a benzii de uzură cuprinde un material degradabil.

**18.** Sistem de puț care cuprinde:

un mijloc de transport care se extinde într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană; și

dispozitivul de izolare a puțului de foraj conform revendicării 12 cuplat la un capăt distal al mijlocului de transport.

**19.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj cuprinzând:

un dorn;

elemente glisante dispuse circumferențial în jurul dornului și într-o primă poziție de-a lungul dornului;

cel puțin un element de pachet dispus de-a lungul dornului și într-o a doua poziție de-a lungul dornului; și

un sabot fixat de dorn la un capăt inferior al dispozitivului de izolare a puțului de foraj, în care sabotul cuprinde o a doua serie de particule cuplate la acesta alcătuind

o a doua suprafață modificată, și în care a doua serie de particule cuprind suprafețe netede substanțial lipsite de proeminențe ascuțite.

**20.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 19, în care a doua serie de particule sunt cuplate direct la sabot.

**21.** Dispozitiv de izolare a puțului de foraj conform revendicării 19, în care sabotul cuprinde o bandă de uzură având a doua serie de particule cuplate la aceasta, și în care cel puțin o porțiune a benzii de uzură cuprinde un material degradabil.

**22.** Sistem de puț cuprinzând:

un mijloc de transport care se extinde într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană; și

dispozitivul de izolare a puțului de foraj conform revendicării 19 cuplat la un capăt distal al mijlocului de transport.

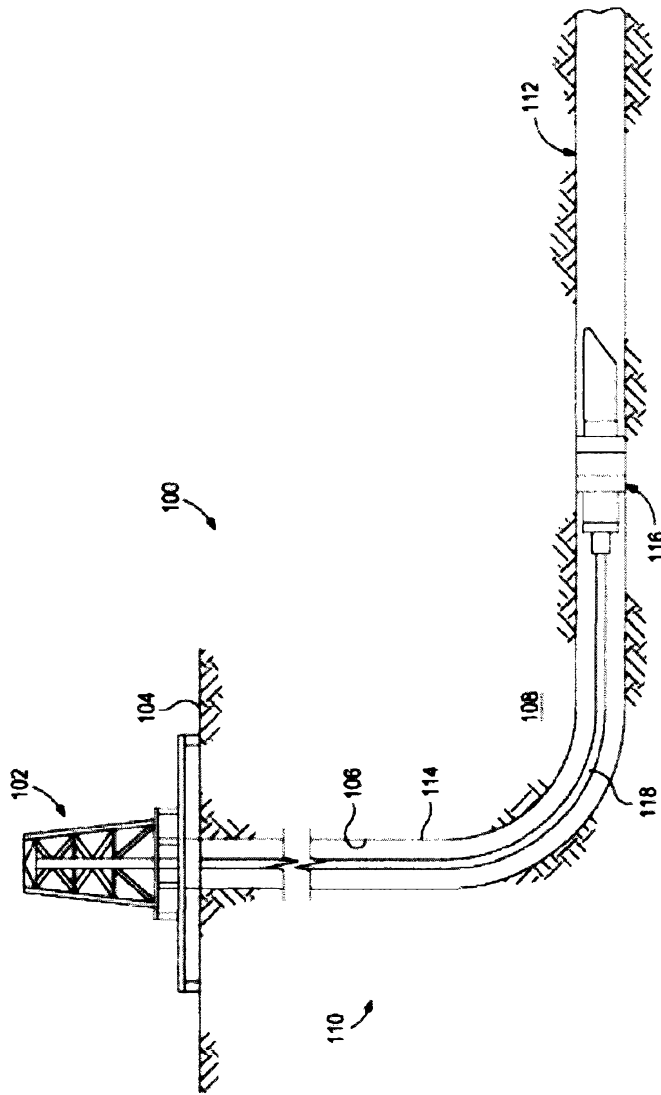


FIG. 1

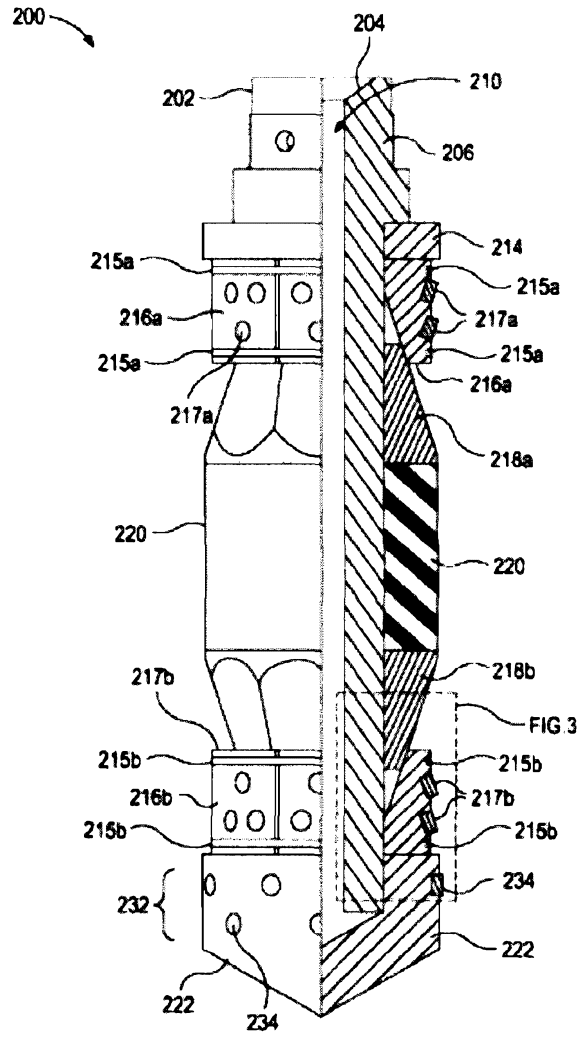


FIG. 2

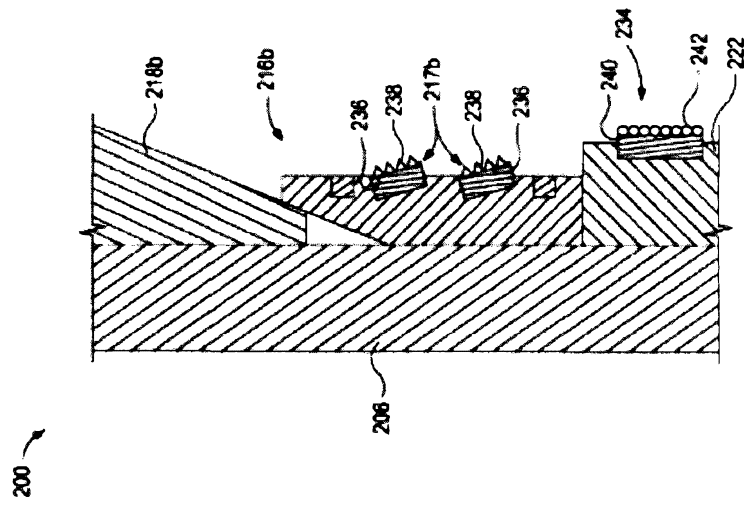


FIG. 3

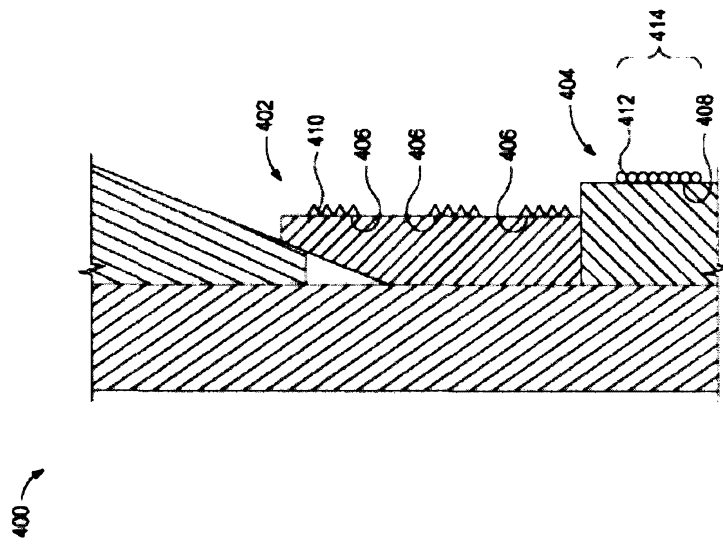


FIG. 4