



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 01082

(22) Data de depozit: 15/07/2016

(41) Data publicării cererii:
30/06/2020 BOPI nr. 6/2020

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. US 2016/042468 15/07/2016

(87) Publicare internațională:
Nr. WO 2018/013131 18/01/2018

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

(72) Inventatori:
• WALTON ZACHARY WILLIAM,
2204 SOUTHERN COURT., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US;
• FRIPP MICHAEL LINLEY,
3826 CEMETERY HILL RD., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US;
• MERRON MATTHEW JAMES,
2705 CARMEL DRIVE, 75006,
CARROLLTON, TEXAS, US

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

(54) **ELIMINARE A PROCESULUI DE PERFORARE
ÎN OPERAȚIUNEA DE IZOLARE ȘI PERFORARE
CU MANȘOANE ELECTRONICE ÎNTR-UN PUȚ DE FORAJ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de eliminare a procesului de perforare în operațiunea de izolare și perforare cu manșoane electronice într-un puț de foraj. Procedeu conform invenției constă în poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, putând să furnizeze o ansamblu de fracturare și să transporte un dop de fracturare prin acest ansamblu, detectarea semnalului wireless furnizat de dopul de fracturare cu senzorul inclus în ansamblul de fracturare, acționarea unui manșon culisant al ansamblului de fracturare pe baza semnalului wireless și deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux, fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare, transportarea unui proiectil pentru puț de foraj prin ansamblul de finisare, recepționarea proiectilului pentru puț de foraj cu dopul de fracturare, ceea ce determină etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare, urmată de injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux.

Revendicări: 15

Figuri: 6

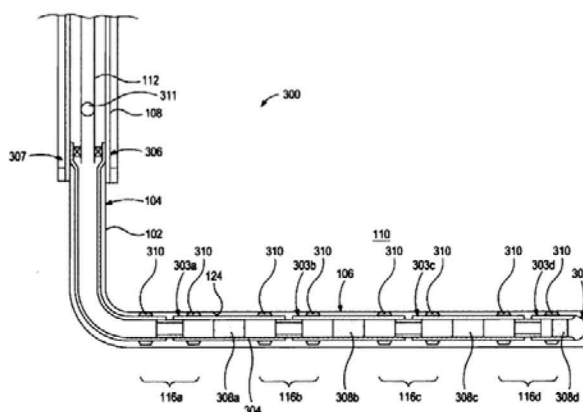


Fig. 3

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).



44

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 01082
Data depozit 15 -07- 2016

DESCRIERE

BAZELE INVENȚIEI

[0001] Puțurile pentru producția de hidrocarburi sunt stimulate adesea prin operațiuni de fracturare hidraulică pentru a spori producția de hidrocarburi prezente în formațiuni subterane. În timpul unei operațiuni de fracturare obișnuite, poate fi injectat un fluid de întreținere (*de exemplu*, un fluid de fracturare sau un fluid de perforare) într-o formațiune subterană penetrată de către un puț de foraj, la o presiune hidraulică suficientă pentru a se crea sau a spori o rețea de fracturi în interiorul formațiunii subterane. Fracturile rezultate servesc la creșterea potențialului de conductivitate pentru extragerea hidrocarburilor din formațiunea subterană.

[0002] În unele puțuri de foraj, poate fi de dorit să se genereze selectiv mai multe rețele de fracturi de-a lungul puțului de foraj la distanțe predeterminate între acestea, creându-se astfel multiple "zone productive" la anumite intervale în formațiunea subterană. Fiecare zonă productivă poate include un ansamblu de fracturare utilizat pentru inițierea și efectuarea operațiunii de fracturare hidraulică. În urma operațiunii de fracturare hidraulică, ansamblurile de fracturare sunt închise, iar ansamblurile de producție corespunzătoare sunt exploatate pentru extragerea hidrocarburilor din diferite zone productive și hidrocarburile sunt transportate către suprafața puțului în vederea colectării.

SCURTĂ DESCRIERE A FIGURILOR

[0003] Următoarele figuri sunt incluse pentru a ilustra anumite aspecte ale variantelor de realizare, și nu trebuie privite drept variante de realizare exclusive. Subiectul dezvăluit poate suporta modificări, alterări, combinații și echivalente considerabile în ceea ce privește forma și funcția, astfel cum vor descoperi specialiștii în domeniu care vor beneficia de această dezvăluire.

[0004] FIG. 1 este un sistem de puț care poate utiliza principiile prezentei dezvăluiri.

[0005] FIG. 2 ilustrează un ansamblu pentru partea inferioară a puțului (BHA) utilizat în mod obișnuit într-o operațiune de perforare și izolare.

[0006] FIG. 3 este o vedere laterală în secțiune transversală a sistemului de puț care include un ansamblu de finisare extinzându-se în secțiunea orizontală.

[0007] FIG. 4A, 4B și 4C sunt vederi laterale progresive în secțiune transversală a unui exemplu de ansamblu de fracturare.

[0008] FIG. 5 este o diagramă de flux a unui procedeu de efectuare a uneia sau mai multor operațiuni în puțul de foraj utilizând principiile prezentei dezvoltări.

[0009] FIG. 6 este o diagramă de flux a unui alt procedeu de efectuare a uneia sau mai multor operațiuni în puțul de foraj utilizând principiile prezentei dezvoltări.

DESCRIEREA DETALIATĂ

[0010] Prezenta dezvoltare se referă, în general, la eliminarea procesului de perforare într-o operațiune tradițională de "izolare și perforare". Astfel cum este dezvoltat în prezentul document, un ansamblu de finisare care include mai multe ansambluri de fracturare este instalat într-un puț de foraj pentru a crea mai multe intervale de producție. Fiecare ansamblu de fracturare include cel puțin un manșon culisant care este acționat pentru a se deplasa într-o poziție deschisă utilizând un semnal wireless sau un cod digital obținut de la un dop de fracturare ("frac") transportat în puțul de foraj.

[0011] FIG. 1 reprezintă un sistem de puț exemplificativ **100** care poate utiliza principiile prezentei dezvoltări, conform uneia sau mai multor variante de realizare a dezvoltării. Astfel cum este prezentat, sistemul de puț **100** include un puț de foraj **102** care se extinde prin diferite straturi de pământ și are o secțiune substanțial verticală **104** care intră într-o secțiune substanțial orizontală **106**. Secțiunea verticală **104** și secțiunea orizontală **106** sunt căptușite cu o coloană de tubaj **108** care este fixată în puțul de foraj **102** prin pomparea cimentului **122** în interiorul spațiului inelar **124** definit între coloana de tubaj **108** și puțul de foraj **102**. Secțiunea orizontală **106** poate să se extindă prin una sau mai multe formațiuni subterane **110** care conțin hidrocarburi.

[0012] Se pot executa mai multe operațiuni de izolare și perforare în secțiunea orizontală **106** a puțului de foraj **102** în procesul de finisare pentru operațiunile de fracturare hidraulică ulterioare. Pentru a se realiza acest lucru, poate fi instalată

secvențial o serie de dopuri de fracturare **118** în secțiunea orizontală **106** pornind de la partea inferioară sau "talpa" puțului de foraj **102** și continuând până în partea superioară pentru a defini mai multe intervale de producție **116** între dopurile de fracturare **118** adiacente axial. După instalarea fiecărui dop de fracturare **118**, puțul de foraj **102** va fi perforat în partea superioară la o distanță mică de dopul de fracturare **118** instalat.

[0013] FIG. 2 ilustrează schematic un ansamblu pentru partea inferioară a puțului (BHA) **200** utilizat într-o operațiune obișnuită de izolare și perforare. Astfel cum este ilustrat, BHA **200** poate include un conector **202** la capătul din partea superioară a acestuia pentru cuplarea BHA **200** la un mijloc de transport, cum ar fi tubulatură spiralată, conductă îmbinată, linie cablată și altele asemenea. De exemplu, conectorul **202** poate fi un conector tubular spiralat pentru cuplarea BHA la tubulatura spiralată pentru a fi transportat în puțul de foraj **102**. În partea inferioară față de conectorul **202**, BHA poate include o supapă cu clapetă **204**, un deconector hidraulic **206**, o bară de greutate excentrică sau substructură **208** și un tun de perforare **210**. Sub tunul de perforare **210**, BHA **200** poate include un dispozitiv de fixare **212** și un adaptor **214**. Dopul de fracturare **118** poate fi conectat la adaptorul **214**. Trebuie să se înțeleagă faptul că BHA **200** este doar un exemplu al tipului de instrumente și componente care pot fi combinate într-un BHA. Numărul și tipul instrumentelor și conectorilor de fracturare variază în mare măsură în funcție de puț și de natura operațiunilor care urmează a fi efectuate.

[0014] BHA **200** poate fi amplasat în puțul de foraj **102** (FIG. 1) până atunci când dopul de fracturare **118** este amplasat într-o poziție dorită în secțiunea orizontală **106**. Dispozitivul de fixare **212** este acționat pentru a fixa dopul de fracturare **118** în secțiunea orizontală **106**. De exemplu, dispozitivul de fixare **212** poate acționa unul sau mai multe dispozitive dilatabile, cum ar fi un pachet dilatabil pentru puțul de foraj pe suprafața exterioară a dopului de fracturare **118** pentru a se dilata radial spre exterior pentru a se etanșa față de peretele interior al coloanei de tubaj **108**. După ce dopul de fracturare **118** a fost poziționat, adaptorul **214** poate fi decuplat de la dopul de fracturare **118**, iar BHA **200** (cu excepția dopului de fracturare **118**) poate fi tras în sus la o distanță dorită de dopul de fracturare **118**. Tunul de perforare **210** este apoi declanșat să tragă încărcături care străpung coloana de tubaj **108** și pătrund la o

anumită distanță dincolo de coloana de tubaj **108** în spațiul inelar **124** și formațiunea **110**. Acestea creează perforații în coloana de tubaj **108** pentru a asigura o comunicare fluidică între formațiune **110** și interiorul coloanei de tubaj **108** prin intermediul spațiului inelar **124**. Odată ce formațiunea **110** este accesată, BHA **200** (cu excepția dopului de fracturare **118**) este îndepărtat din puțul de foraj **102**.

[0015] Un proiectil pentru puțul de foraj, cum ar fi o bilă, a clapetă, sau un dop, poate fi lăsat să cadă de la suprafața puțului și pompat la dopul de fracturare **118**. Proiectilul pentru puțul de foraj este primit de către dopul de fracturare **118** pentru a etanșa puțul de foraj **102** la dopul de fracturare **118** și, astfel, să izoleze porțiuni din partea inferioară a puțului de foraj **102** față de dopul de fracturare **118**. Proiectilul pentru puțul de foraj poate fi deplasat prin orice tehnică în secțiunea orizontală **106**. De exemplu, proiectilul pentru puțul de foraj poate fi lăsat să cadă prin coloana de tubaj **108** (FIG. 1), poate fi pompat de fluidul care curge prin coloana de tubaj **108**, autopropulsat, transportat prin intermediul unui linii cablate, cablu din sârmă, tubulatură spiralată, sau altele asemenea și orice combinație a acestora.

[0016] Odată ce proiectilul pentru puțul de foraj se etanșează față de dopul de fracturare **118**, un fluid de fracturare (de exemplu, un amestec de propant și fluid curat) este apoi pompat în partea inferioară a puțului la presiune înaltă și este injectat în formațiunea **110** înconjurătoare prin perforațiile create în coloana de tubaj **108**. Fluidul de fracturare cu presiune înaltă fracturează hidraulic formațiunea **110** înconjurătoare și generează fracturi **120** (FIG. 1) care se extind radial spre exterior din puțul de foraj **102**. Odată ce operațiunea de fracturare este finalizată, BHA **200** este asamblat cu un al doilea dop de fracturare **118** și este transportat în partea inferioară a puțului pentru a instala cel de-al doilea dop de fracturare **118** la o distanță dorită, în sus față de primul dop de fracturare **118** și, astfel, se definește un interval de producție **116** între cele două dopuri de fracturare **118** adiacente axial. Odată ce este instalat cel de-al doilea dop de fracturare **118**, procesul de fracturare hidraulică se repetă până când un număr dorit de intervale de producție **116** sunt fracturate și izolate cu dopuri de fracturare **118**.

[0017] Apoi, un ansamblu de foraj care include o sapă de foraj la capătul distal al acestuia, este amplasat în partea inferioară a puțului pentru a forța toate dopurile de fracturare **118**, permițând astfel accesul complet la formațiunea înconjurătoare **110**.

Trebuie remarcat faptul că, chiar dacă FIG. 1 prezintă mai multe intervale de producție **116** separate de dopurile de fracturare **118**, secțiunea orizontală **106** poate furniza orice număr de intervale de producție **116** cu un număr corespunzător de dopuri de fracturare **118** dispuse în respectivele intervale. De asemenea, trebuie remarcat faptul că, deși intervalele de producție **116** sunt prezentate în aceeași formațiune **110**, unele dintre intervalele de producție **116** se pot afla într-o altă formațiune.

[0018] Pentru a se reduce numărul de intervenții în puț necesare pentru a plasa dopurile de fracturare **118** utilizând operațiunea tradițională de izolare și perforare și, prin urmare, a reduce costurile și timpul necesar pregătirii puțului pentru operațiunile de fracturare hidraulică, variantele de realizare dezvăluite în prezentul document sunt direcționate spre evaluarea formațiunii **110** înconjurătoare fără a efectua procesul de perforare inclus în operațiunea tradițională de izolare și perforare. În plus, eliminarea procesului de perforare creează un mediu de operare mai sigur, deoarece nu mai sunt utilizați explozivi. În acest document, un ansamblu de finisare care include mai multe manșoane alunecătoare este instalat în secțiunea orizontală **106** și manșoanele culisante pot fi poziționate în porțiunile adiacente ansamblului de finisare al formațiunii **110** care urmează a fi fracturate hidraulic. În loc de transportarea tunurilor de perforare în partea inferioară a puțului pentru a penetra coloana de tubaj **108**, manșoanele culisante pot fi acționate wireless utilizând dopuri de fracturare pentru a expune orificiile de curgere definite în ansamblul de finisare. În unele variante de realizare, manșoanele culisante pot include componente electronice create pentru a citi semnalele wireless care trec prin ele și, de fiecare dată când este detectat un semnal, hardware-ul/firmware-ul inclus în componentele electronice va înregistra un număr. După atingerea numărului programat, manșonul culisant va acționa și se va deschide pentru a expune orificiile de curgere în vederea pregătirii pentru operațiunile de fracturare hidraulică.

[0019] FIG. 3 reprezintă o vedere laterală în secțiune transversală a unui alt exemplu de sistem de puț **300** care poate utiliza principiile prezentei dezvăluiri, conform uneia sau mai multor variante de realizare a dezvăluirii. Sistemul de puț **300** poate fi asemănător în unele privințe cu sistemul de puț **100** din FIG. 1 și, prin urmare, poate fi înțeles mai bine cu referire la acesta, unde numerele asemănătoare

desemnează componente asemănătoare care nu sunt descrise din nou în detaliu. În sistemul de puț **300**, porțiunea superioară a secțiunii verticale **104** poate fi căptușită cu coloana de tubaj **108** cimentată în aceasta pentru a susține puțul de foraj **102**, în timp ce restul puțului de foraj **102** poate fi un "puț netubat". Coloana de tubaj **108** se poate extinde de la suprafață, cum ar fi suprafața pământului sau dintr-un punct intermediar între suprafață și formațiunea **110**.

[0020] Un ansamblu de finisare **302** se poate extinde în secțiunea orizontală **106** și poate include un liner **304** fixat pe, sau în alt mod, "prins" de coloana de tubaj **108**. Mai precis, linerul **304** poate include un dispozitiv de fixare a linerului **306** cuplat la un capăt distal **307** al coloanei de tubaj **108**. Dispozitivul de fixare a linerului **306** poate include diverse garnituri sau pachere (nereprezentate) configurate pentru a se etanșa față de peretele interior al coloanei de tubaj **108** și astfel a asigura o interfață de etanșare care extinde efectiv lungimea axială a coloanei tubaj **108** în secțiunea orizontală **106**. La capătul său din partea superioară, ansamblul de finisare **302** poate fi cuplat la capătul unei coloane de lucru **112** care se extinde de la suprafață în interiorul puțului de foraj **102**.

[0021] Ansamblul de finisare **302** poate include, de asemenea, diferite instrumente și dispozitive pentru partea inferioară a puțului utilizate pentru a pregăti secțiunea orizontală **106** pentru extragerea ulterioară a hidrocarburilor din formațiunea **110** înconjurătoare. De exemplu, ansamblul de finisare **302** poate include o pluralitate de dispozitive izolatoare **310** pentru puțul de foraj (denumite în mod alternativ "pachere") care izolează diferitele intervale de producție **116** (prezentate în mod individual ca intervale de producție **116a-d**) din secțiunea orizontală **106**. Mai precis, fiecare interval de producție **116a-d** include dispozitive izolatoare **310** pentru puțul de foraj superior și inferior configurate pentru a etanșa față de peretele interior al secțiunii orizontale **106** și astfel a asigura o izolare a fluidului între intervalele de producție **116a-d** adiacente axial.

[0022] Fiecare interval de producție **116a-d** poate include în plus cel puțin un ansamblu de fracturare, ilustrat ca ansambluri de fracturare **303a-d** (denumite în mod colectiv ansambluri de fracturare **303**), poziționat în interiorul linerului **304**. Fiecare ansamblu de fracturare **303a-d** poate fi acționabil sau în alt mod operabil pentru a facilita injectarea unui fluid (de exemplu, un fluid de fracturare) în interiorul

spațiului inelar **124** definită între ansamblul de finisare **302** și puțul de foraj **102** și astfel a crea rețeaua de fracturi **120** (FIG. 1) în formațiunea **110** înconjurătoare. Fluidul poate cuprinde, de asemenea sau în mod alternativ, o pulbere de pietriș care umple spațiul inelar **124** după crearea fracturilor **120**. În alte aplicații, fluidul injectat la ansamblurile de fracturare **303** pot cuprinde un fluid de stimulare, un fluid de tratare, un fluid de acidizare, un fluid de conformitate, sau orice combinație a fluidelor menționate anterior.

[0023] Astfel cum este ilustrat, ansamblul de finisare **302** poate include în plus unul sau mai mulți dopuri de fracturare **308a-d** (denumiți în mod colectiv dopuri de fracturare **308**), fiecare instalat (sau fixat) în linerul **304** din partea inferioară a unui interval de producție **116a-d** corespunzător. Dopurile de fracturare **308** pot fi transportați în interiorul puțului de foraj **102** cu un mijloc de transport care nu include un tun de perforare sau un dispozitiv asemănător utilizat pentru perforarea coloanei de tubaj **108**. Odată ajuns într-o poziție predeterminată din interiorul puțului de foraj **102**, fiecare dop de fracturare **308** poate fi fixat în interiorul puțului de foraj **102** utilizând tehnici convenționale de fixare. Astfel cum este descris mai jos, dopurile de fracturare **308a-d** pot fi utilizați pentru a acționa sau opera în alt mod unul sau mai multe dintre ansamblurile de fracturare **303** pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux definite în ansamblul de finisare **302**.

[0024] În unele variante de realizare, dopurile de fracturare **308** pot avea un corp cilindric care include o mandrină care definește un pasaj longitudinal central de curgere. Unul sau mai multe seturi de pene de alunecare sunt poziționate circumferențial în jurul mandrinei, iar un ansamblu de pacher, care constă din unul sau mai multe elemente de pacher dilatabile sau expandabile, poate fi dispus (interpus axial) între penele de alunecare. Odată ce dopul de fracturare **308** ajunge în poziția țintă, se poate utiliza un dispozitiv de fixare (de exemplu, dispozitivul de fixare **212** al BHA **200** din FIG. 2) pentru a deplasa dopul de fracturare **308** din poziția sa nefixată într-o poziție fixată. Dispozitivul de fixare poate funcționa prin diverse mecanisme pentru ancorarea dopului de fracturare **308** în puțul de foraj **102** inclusiv, dar fără a se limita la, fixarea hidraulică, fixarea mecanică, fixarea prin dilatare, fixarea prin gonflare și altele asemenea. În poziția fixată, elementele de alunecare și elementele de pacher se dilată și cuplează pereții interiori ai

ansamblului de finisare **302** pentru a ancora dopul de fracturare **308** în interiorul puțului de foraj **102**.

[0025] Un proiectil pentru puțul de foraj **311** (de exemplu, o bilă, o clapetă, un conector etc.) poate fi apoi transportat în partea inferioară față de suprafața puțului după instalarea fiecărui dop de fracturare **308**. Proiectilul pentru puțul de foraj **311** poate fi dimensionat și în alt mod configurat pentru a fi recepționat de către un conector corespunzător dintre dopurile de fracturare **308** și astfel a izola porțiuni ale puțului de foraj **102** în partea inferioară față de dopul de fracturare **308** dat.

[0026] Trebuie remarcat faptul că, deși FIG. 3 prezintă ansamblul de finisare **302** ca fiind amenajat într-o porțiune cu orificiu deschis a puțului de foraj **102**, sunt avute în vedere variante de realizare în care cel puțin o porțiune a ansamblului de finisare **302** este amenajată într-o porțiune captușită a puțului de foraj **102**. În plus, chiar dacă FIG. 3 prezintă mai multe intervale de producție **116** separate prin pacherele pentru puțul de foraj **310**, ansamblul de finisare **302** poate furniza orice număr de intervale de producție **116** cu un număr corespunzător de pachere pentru puțul de foraj **310** amenajate în interiorul acestuia. În alte variante de realizare, pacherele pentru puțul de foraj **310** pot fi complet omise din ansamblul de finisare **302**, iar cimentul se poate utiliza în schimb pentru a izola diferitele intervale de producție **116**, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0027] În plus, în timp ce FIG. 3 prezintă ansamblul de finisare **302** ca fiind amenajat într-o secțiune în general orizontală **106** a puțului de foraj **102**, ansamblul de finisare **302** este la fel de bine adecvat pentru utilizare în alte configurații direcționale, inclusiv verticale, deviate, înclinate sau orice combinație a acestora. Utilizarea termenilor direcționali în prezentul document cum ar fi peste, sub, partea superioară, partea inferioară, în sus, în jos, la stânga, la dreapta, în partea superioară, în partea inferioară și altele asemenea sunt utilizate în legătură cu variantele de realizare ilustrative astfel cum sunt prezentate în figuri, în sus însemnând spre partea superioară a figurii corespunzătoare, iar în jos însemnând spre partea inferioară a figurii corespunzătoare, în partea superioară însemnând spre suprafața puțului, iar în partea inferioară însemnând spre vârful puțului.

[0028] FIG. 4A, 4B și 4C reprezintă vederi laterale progresive în secțiune transversală a unui exemplu de ansamblu de fracturare **303d** în timpul unei operațiuni cu titlu de exemplu, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Deși descrise cu referire la ansamblul de fracturare **303d**, ansamblurile de fracturare **303a-c** pot fi asemănătoare sau să se identifice cu ansamblul de fracturare **303d**. Cu referire la FIG. 4A, ansamblul de fracturare **303d** este prezentat ca incluzând o carcasă **301** care definește un pasaj central de curgere **312**. Carcasa **301** poate forma o parte integrantă a ansamblului de finisare **302** (FIG.3), cum ar fi, cuplat între lungimile opuse ale linerului **304** (FIG.3). Prin urmare, pasajul central de curgere **312** poate fi în comunicare fluidică cu coloana de lucru **112** (FIG.3) astfel încât fluidele și obiectele transportate în puțul de foraj **102** (FIG.1) prin coloana de lucru **112** să curgă, în final, în linerul **304** și pasajul central de curgere **312**.

[0029] Ansamblul de fracturare **303d** poate include în plus un manșon culisant **314** poziționat pentru mișcarea longitudinală (axială) în interiorul pasajului central de curgere **312**. Unul sau mai multe orificii de flux **316** (nereprezentate) sunt definite în peretele carcasei **301** și sunt blocate (astupate) atunci când manșonul culisant **314** se află într-o primă poziție sau o poziție "închis". Cu manșonul culisant **314** în poziția închis, astfel cum este prezentat în FIG. 4A, comunicarea fluidică este oprită între spațiul inelar **124** exterioară față de ansamblul de fracturare **303d** și pasajul central de curgere **312**. Astfel cum este descris mai jos, totuși, manșonul culisant **314** este acționabil pentru a se mișca (adică a se deplasa) într-o a doua poziție sau o poziție "deschis" acolo unde orificiile de curgere **316** sunt expuse.

[0030] Pentru a deplasa manșonul culisant **314** în poziția deschis, un dispozitiv de acționare **317** este declanșat pe baza unui semnal wireless recepționat sau în alt mod detectat de un senzor **320**. Senzorul **320** poate cuprinde o varietate de tipuri de senzori pentru partea inferioară a puțului configurați pentru a detecta sau a recepționa în alt mod o varietate de semnale wireless. În unele variante de realizare, senzorul **320** poate cuprinde un senzor magnetic configurat pentru a detecta prezența unui câmp magnetic sau a unei proprietăți produse de unul sau mai multe instrumente pentru partea inferioară a puțului transportate prin pasajul central de curgere **312** în ansamblul de finisare **302**. De exemplu, instrumentele pentru partea inferioară a puțului pot cuprinde unul sau mai mulți dopuri de fracturare **308a-d**

(FIG.3) care sunt transportați prin pasajul central de curgere **312** în timpul instalării, iar dopurile de fracturare **308a-d** pot prezenta sau emite un câmp magnetic sau o proprietate detectabilă de către senzorul **320**. În mod alternativ, în alte exemple, instrumentele pentru partea inferioară a puțului pot prezenta sau emite câmpul magnetic sau proprietatea detectabilă de către senzorul **320**. În astfel de variante de realizare, senzorul **320** poate cuprinde un senzor magnetorezistiv, un senzor cu efect Hall, o bobină conductivă sau orice combinație a acestora. În unele variante de realizare, unul sau mai mulți magneți permanenți pot fi combinați cu senzorul **320** pentru a crea un câmp magnetic care este deranjat de un dop de fracturare, iar o schimbare detectată în câmpul magnetic poate fi o indicație a prezenței dopului de fracturare.

[0031] Cu toate acestea, senzorul **320** poate fi configurat pentru a detecta alte tipuri de semnale wireless furnizate de către dopurile de fracturare **308a-d** (FIG.3) cum ar fi, dar fără limitare, un semnal, o temperatură sau un zgomot electromagnetic (acustice). În consecință, senzorul **320** poate cuprinde cel puțin unul/una dintre: o antenă, un senzor de temperatură, un senzor acustic sau un cititor de identificare a frecvenței radio (RFID). Atunci când cuprinde un cititor RFID, senzorul **320** detectează semnale (sau câmpuri) electromagnetice generate de marcajele RFID atașate la dopurile de fracturare **308a-d** transportați prin pasajul central de curgere **312**. În mod alternativ, senzorul **320** poate cuprinde un dispozitiv cu tehnologie de tip comunicare în câmp apropiat (NFC) care comunică cu alte dispozitive NFC cuplate la dopurile de fracturare **308a-d** utilizând protocolul de comunicație NFC.

[0032] Senzorul **320** este conectat comunicabil la un modul electronic **318** care include circuite electronice configurate pentru a determina dacă senzorul **320** a detectat un semnal wireless specific (sau unic). Modulul electronic **318** poate include, de asemenea, un contor electronic **319** configurat să înregistreze un număr de fiecare dată când senzorul **320** detectează un semnal wireless specific. De exemplu, contorul electronic **319** poate crește sau reduce numărul cu 1 (sau cu orice interval dorit) de fiecare dată când senzorul **320** detectează prezența unui câmp magnetic sau a unei proprietăți produse de către dopurile de fracturare **308a-d** transportați prin pasajul central de curgere **312**. În mod alternativ, în alte variante de

realizare, senzorul **320** poate fi absent, iar semnalul wireless specific poate fi detectat direct de către circuitele electronice.

[0033] Modulul electronic **318** poate include, de asemenea, o sursă de alimentare, cum ar fi una sau mai multe baterii, o celulă de combustibil, un generator pentru partea inferioară a puțului, sau orice altă sursă de energie electrică. Sursa de alimentare se poate utiliza pentru funcționarea pe curent a unuia sau mai multora dintre: modulul electronic **318**, senzorul **320** și dispozitivul de acționare **317**. Deși acest lucru nu este ilustrat în mod explicit, circuitele electronice pot include un controlor configurat pentru a controla una sau mai multe operațiuni ale modulului electronic **318**. Controlorul poate funcționa pe baza instrucțiunilor stocate într-un dispozitiv de memorie conectat comunicabil la acesta.

[0034] În variantele de realizare în care senzorul **320** este un senzor magnetic, circuitele electronice pot fi configurate pentru a determina dacă senzorul **320** detectează un câmp magnetic predeterminat, un model sau o combinație de câmpuri magnetice sau o altă proprietate magnetică a dopurilor de fracturare **308a- d**. Contorul electronic **319** poate fi configurat să înregistreze numărul de fiecare dată când senzorul **320** detectează pozitiv câmpul magnetic predeterminat, modelul sau combinația de câmpuri magnetice sau o altă proprietate magnetică. În unele variante de realizare, modulul electronic **318** poate include unul sau mai multe câmpuri magnetice predeterminate sau alte proprietăți magnetice programate într-o memorie nevolatilă **321** pentru compararea față de câmpurile/proprietățile magnetice detectate de senzorul **320**.

[0035] În variantele de realizare în care senzorul **320** este un senzor de temperatură, modulul electronic **318** poate include un nivel de temperatură predeterminat programat în memoria **321** pentru compararea față de schimbările de temperatură în timp real detectate de senzorul **320**. În acest caz, contorul electronic **319** poate înregistra numărul de fiecare dată când senzorul **320** detectează schimbări de temperatură. În variantele de realizare în care senzorul **320** este un senzor acustic, modulul electronic **318** poate include semnături acustice predeterminate sau secvențe acustice programate în memoria **321** pentru compararea față de zgomote sau o serie (un model) de modificări ale zgomotului detectate de către senzorul **320**. În acest caz, contorul electronic **319** poate

înregistra numărul de fiecare dată când senzorul **320** detectează zgomotele sau seria (modelul) de modificări ale zgomotului.

[0036] În variantele de realizare în care senzorul **320** este un cititor RFID, circuitele electronice pot fi configurate pentru a detecta semnale (sau câmpuri) electromagnetice pentru a identifica și marcajele RFID atașate la dopurile de fracturare **308a-d**, iar contorul electronic **319** poate fi configurat pentru a înregistra numărul de fiecare dată când senzorul **320** detectează semnalul electromagnetic de la un marcaj RFID. În acest caz, modulul electronic **318** poate include informații care identifică dopurile de fracturare **308a-d** (sau diferențiază dopurile de fracturare **308a-d** de alte instrumente pentru puțul de foraj) prezente în pasajul central de curgere **312**.

[0037] În variantele de realizare în care senzorul **320** este un dispozitiv NFC, circuitele electronice pot fi configurate pentru a detecta semnale NFC transmise de alte dispozitive NFC atașate la dopurile de fracturare **308a-d**, iar contorul electronic **319** poate fi configurat pentru a înregistra numărul de fiecare dată când senzorul **320** detectează un semnalul NFC de la un dispozitiv NFC atașat la un dop de fracturare **308a-d**. În acest caz, modulul electronic **318** poate include informații care identifică dopurile de fracturare **308a-d** (sau diferențiază dopurile de fracturare **308a-d** de alte instrumente pentru puțul de foraj) prezente în pasajul central de curgere **312**.

[0038] Modulul electronic **318** poate include, de asemenea, un număr predeterminat programat în memoria **321** pentru comparare față de contorizarea înregistrată de către contorul electronic **319**. Astfel cum este descris în detaliu mai jos, numărul programat în memoria **321** poate depinde de localizarea ansamblului de fracturare **303a-d** în puțul de foraj **102**.

[0039] Procesul de acționare a manșonului culisant **314** al celui de-al patrulea ansamblu de fracturare **303d** în poziția deschis este acum descris cu referire la FIG. 3 și 4A. Trebuie să se înțeleagă faptul că manșoanele culisante **314** ale primului, celui de-al doilea și celui de-al treilea ansamblu de fracturare **303a-c** pot fi activate, de asemenea, prin utilizarea unui proces asemănător. Pentru a activa manșonul culisant **314** al celui de-al patrulea ansamblu de fracturare **303d**, dopul de fracturare **308d** (FIG. 4B) poate fi transportat în puțul de foraj **102** pentru a fi instalat într-un

punct inferior față de ansamblul de fracturare **303d**. Dopul de fracturare **308d** poate fi transportat în puțul de foraj **102** utilizând orice mijloc de transport adecvat care nu include un tun de perforare (sau un dispozitiv asemănător) pentru a crea perforații în coloana de tubaj **108** pentru a accesa formațiunea înconjurătoare **110**. Pe măsură ce dopul de fracturare **308d** traversează pasajul central de curgere **312** al ansamblului de fracturare **303d**, senzorul **320** detectează un semnal wireless generat de către dopul de fracturare **308d**. Atunci când senzorul **320** detectează semnalul wireless, contorul electronic **319** din modulul electronic **318** al ansamblului de fracturare **303d** înregistrează un număr. De exemplu, contorul electronic **319** poate arăta inițial zero și, atunci când senzorul **320** detectează semnalul wireless, contorul electronic **319** poate să mărească numărul cu unu.

[0040] O contorizare este, de asemenea, programată în memoria **321** modulului electronic **318** al ansamblului de fracturare **303d**. Contorizarea programată se bazează pe numărul de dopuri de fracturare **308** care traversează un anumit ansamblu de fracturare **303a-d**. De exemplu, deoarece cel de-al patrulea ansamblu de fracturare **303d** este cel situat cel mai jos în puțul de foraj **102**, numai dopul de fracturare **308d** îl traversează pe acesta și, prin urmare, memoria **321** din modulul electronic **318** al ansamblului de fracturare **303d** poate fi programată să arate unu. În mod asemănător, cel de-al treilea ansamblu de fracturare **303c** va fi programat să arate doi, deoarece doi dopuri de fracturare **308d** și **308c** îl traversează pe acesta. Din motive asemănătoare, cel de-al doilea ansamblu de fracturare **303b** va fi programat să arate trei, deoarece trei dopuri de fracturare **308d**, **308c** și **308b** îl traversează pe acesta, iar primul ansamblu de fracturare **303a** va fi programat să arate patru, deoarece patru dopuri de fracturare **308d**, **308c**, **308b** și **308a** îl traversează pe acesta.

[0041] În unele variante de realizare, atunci când modulul electronic **318** determină că contorizarea înregistrată de către contorul electronic **319** să fie egal cu numărul programat în memoria **321**, modulul electronic **318** poate trimite un semnal de comandă pentru a acționa (a opera) dispozitivul de acționare **317** și, prin urmare, a determina deplasarea manșonului culisant **314** în poziția deschisă și a expune astfel orificiile de curgere **316**. În exemplul ilustrat, dispozitivul de acționare **317** include un element de perforare **322** configurat să perforeze o barieră de presiune **324** care

separă inițial o primă cameră **326a** și o a doua cameră **326b** definite în carcasa **301**. Elementul de perforare **322** poate fi acționat prin orice mijloace, cum ar fi un dispozitiv de acționare electric, hidraulic, mecanic, exploziv, chimic sau alt tip de dispozitiv de acționare. Atunci când semnalul de comandă este recepționat de dispozitivul de acționare **317**, elementul de perforare **322** perforează bariera de presiune **324** și un fluid de susținere **328** (de exemplu, petrol) curge din prima cameră **326a** în cea de-a doua cameră **326b**, care generează un diferențial de presiune peste manșonul culisant **314**. Diferențialul de presiune generat determină mișcarea (deplasarea) manșonului culisant **314** către poziția deschisă. În unele variante de realizare, diferențialul de presiune poate fi suficient pentru a deplasa complet manșonul culisant **314** în jos (adică spre dreapta în FIG.4A) în poziția deschisă. În alte variante de realizare, totuși, poate fi necesară presurizarea pasajului central de curgere **312** pentru a deplasa complet manșonul culisant **314** în poziția deschisă.

[0042] În FIG. 4B, dispozitivul de acționare **317** este prezentat acționat deoarece elementul de perforare **324** a perforat bariera de presiune **324** astfel încât o parte din fluidul de susținere **328** din prima cameră **326a** să poată ieși în cea de-a doua cameră **326b**. Fluidul de susținere **328** care intră în cea de-a doua cameră **326b** generează un diferențial de presiune peste manșonul culisant **314** care determină deplasarea manșonului culisant **314** în jos (spre dreapta în FIG.4B) și expunerea orificiilor de curgere **316** pentru a stabili comunicarea fluidică între spațiul inelar **124** și pasajul central de curgere **312**.

[0043] După trecerea prin ansamblul de fracturare **303d**, dopul de fracturare **308d** va fi deplasat într-o localizare predeterminată și setat și ancorat în interiorul puțului de foraj, astfel cum este descris anterior la modul general. Un proiectil pentru puț de foraj (care nu este prezentat) poate fi ulterior pompat în interiorul puțului de foraj **102** și recepționat de către dopul de fracturare **308d** pentru a permite presurizarea pasajului central de curgere **312**.

[0044] FIG. 4C ilustrează proiectilul pentru puț de foraj **311** care este transportat (pompat) în partea inferioară a puțului prin pasajul central de curgere **312** și prin ansamblul de fracturare **303d** pentru a localiza și a fi recepționat de către dopul de fracturare **308d** (FIG. 4B). În timp ce este prezentat în FIG. 4C ca o bilă, proiectilul

pentru puțul de foraj **311** poate cuprinde, în mod alternativ, o clapetă, un conector sau orice alt dispozitiv creat pentru a fi recepționat de către dopul de fracturare **308d**. După ce este recepționat de către dopul de fracturare **308d**, proiectilul pentru puțul de foraj **311** furnizează o interfață etanșă care izolează porțiuni din partea inferioară a puțului de foraj **102** față de dopul de fracturare **308d** fixat. În acest moment, pasajul central de curgere **312** poate fi presurizat cu un fluid **330** care urmează să fie injectat la o presiune ridicată în interiorul spațiului inelar **124** prin orificiile de curgere **316** expuse. Fluidul **330** poate cuprinde, de exemplu, un fluid de fracturare utilizat pentru a crea o rețea de fracturi **120** (FIG. 1) în formațiunea înconjurătoare **110** (FIG. 1) în timpul unei operațiuni de fracturare hidraulică. În mod alternativ sau în plus, fluidul **330** poate cuprinde o pulbere de pietriș utilizată pentru a umple spațiul inelar **124** (FIG. 3) în timpul unei operațiuni de control al umplerii cu nisip.

[0045] În unele variante de realizare, modulul electronic **318** poate include un cronometru **323**. Cronometrul **323** poate fi un cronometru în ordine crescătoare sau un cronometru în ordine descrescătoare și poate fi programat cu o perioadă de timp predeterminată pentru acționarea dispozitivului de acționare **317**. Perioada de timp indică întârzierea dintre determinarea faptului dacă contorizarea înregistrată și contorizarea stocată coincid și acționarea dispozitivului de acționare **317**. La expirarea perioadei de timp predeterminate, modulul electronic **318** poate trimite semnalul de comandă pentru a acționa (a opera) dispozitivul de acționare **317** și a deplasa manșonul culisant **314** în poziția deschis și a expune orificiile de curgere **316**.

[0046] Perioada de timp predeterminată poate fi suficientă pentru a fixa dopul de fracturare **308d** într-o localizare predeterminată situată mai jos (în partea inferioară față de) ansamblul de fracturare **303d**. Perioada de timp predeterminată poate fi suficientă, de asemenea, pentru a detașa și a recupera mijlocul de transport utilizat pentru transportarea dopului de fracturare **308d** la suprafață și apoi a pompa proiectilul pentru puțul de foraj **311** în interiorul puțului de foraj **102** și a plasa proiectilul pentru puțul de foraj în dopul de fracturare **308d**. Perioada de timp predeterminată poate fi de aproximativ 30 de minute, aproximativ 1 oră, aproximativ 2 ore sau orice altă perioadă de timp dorită. Cu toate acestea, în alte variante de

realizare, perioada de timp predeterminată poate fi zero, iar dispozitivul de acționare **317** poate fi acționat fără întârziere. Se va aprecia că, deși perioada de timp poate fi zero, va exista o anumită întârziere înainte ca dispozitivul de acționare **317** să fie acționat. Această întârziere se poate datora latenței circuitului, întârzierilor de procesare a semnalului, întârzierii în acționarea componentelor asociate cu dispozitivul de acționare **317** etc.

[0047] Astfel, trebuie să se înțeleagă faptul că instalarea dopului de fracturare **308d** este urmată imediat de operațiunile de fracturare hidraulică în formațiunea înconjurătoare **110**. În prezentul document, „imediat” înseamnă faptul că un proces de perforare (sau asemănător) utilizat în operațiunea tradițională de „izolare și perforare” nu este efectuată înainte de efectuarea operațiunilor de fracturare hidraulică. Totuși, „imediat” nu trebuie înțeles ca însemnând că nu există nicio întârziere între fixarea dopului de fracturare **308d** și operațiunile de fracturare hidraulică. În mod asemănător, „imediat” nu trebuie înțeles ca însemnând că nu se efectuează nicio altă operațiune în puțul de foraj după instalarea dopului de fracturare **308d**. Una sau mai multe alte operațiuni, cu excepția procesului de perforare (sau asemănător), pot fi efectuate în puțul de foraj. De exemplu, după instalarea dopului de fracturare **308d** pot fi efectuate una sau mai multe operațiuni de plasare a proiectilului pentru puțul de foraj pe dopul de fracturare **308d**.

[0048] Într-o variantă de realizare, senzorul **320** poate cuprinde un senzor magnetic, iar unul sau mai mulți magneți (nereprezențați) pot fi plasați într-o pluralitate de cavități **309** (FIG.4B) definite în suprafața exterioară a dopului de fracturare **308d**. Cavități asemănătoare pot fi definite în suprafețele exterioare ale dopuri de fracturare **308a-c**. În alte variante de realizare, totuși, magnetul(ții) dopuri de fracturare **308a-d** pot fi dispuși în întregime în interiorul dopuri de fracturare **308a-d**, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare a dezvăluirii. În unele variante de realizare, cavitățile **309** pot fi aranjate în modul dorit. Într-adevăr, magneții pot fi aranjați pentru a furniza un câmp magnetic care să se extindă pe o distanță predeterminată față de dopurile de fracturare **308a-d** și să facă acest lucru indiferent de orientarea dopuri de fracturare **308a-d**. Modul poate fi configurat să proiecteze câmpul (câmpurile) magnetic(e) produs(e) în mod substanțial și uniform în jurul dopuri de fracturare **308a-d**.

[0049] Dacă senzorul **320** cuprinde orice alt senzor, cum ar fi un senzor de temperatură sau un senzor acustic, atunci pot fi incluse în dopurile de fracturare **308a-d** componente cu o temperatură corespunzătoare sau care produc zgomote corespunzătoare. De exemplu, dacă senzorul **320** este un senzor de temperatură, un element de încălzire poate fi inclus în dopurile de fracturare **308a-d** pentru a crește temperatura în jurul dopuri de fracturare **308a-d** la un nivel predeterminat care poate fi detectat de senzorul **320**. În mod alternativ, dacă senzorul **320** este un senzor de temperatură, atunci fluidul utilizat pentru a pompa dopurile de fracturare **308a-d** în poziție se poate utiliza pentru a reduce temperatura în jurul dopuri de fracturare **308a-d** printr-o diferență predeterminată care poate fi detectată de senzorul **320**. În mod asemănător, dacă senzorul **320** este un senzor acustic, un generator de zgomot poate fi inclus în dopurile de fracturare **308a-d** pentru a genera o semnătură acustică predeterminată care poate fi detectată de senzorul **320**. Altfel, dopurile de fracturare **308a-d** pot fi amplasați în interiorul puțului de foraj și fixați pe peretele interior al linerului **304** (FIG. 3), care poate produce zgomot sau vibrații. Deplasarea strategică a dopuri de fracturare **308a-d** astfel încât să se fixeze pe peretele interior al linerului **304** poate avea ca rezultat semnale acustice sau de vibrație predeterminate care pot fi detectate cu ajutorul senzorului **320**.

[0050] În variantele de realizare dezvăluite anterior, se presupune că un singur ansamblu de fracturare **303** este inclus într-un interval de producție **116a-d**. Totuși, în alte variante de realizare, două sau mai multe ansambluri de fracturare **303** pot fi incluse într-unul sau mai multe intervale de producție **116**. Astfel, două sau mai multe manșoane alunecătoare **314** pot fi incluse în intervalele de producție **116**. În astfel de variante de realizare, „ansamblul” sau grupul de manșoane alunecătoare **314** (care include două sau mai multe manșoane alunecătoare **314**) dintr-un interval de producție **116** poate fi acționat pentru a trece în poziția deschis, utilizând procesul descris anterior. Într-un exemplu, toate manșoanele culisante **314** dintr-un ansamblu pot fi mutate simultan la acționarea de către semnalul wireless. Într-un alt exemplu, unul sau mai multe manșoane alunecătoare **314** dintr-un ansamblu pot fi deplasate în momente diferite față de celelalte manșoane alunecătoare **314** din ansamblu. Cu toate acestea, toate manșoanele culisante **314** pot fi acționate cu același semnal wireless. Manșoanele culisante **314** pot fi acționate pentru a se deplasa simultan sau în momente diferite prin controlarea unuia sau mai multora dintre: numărul

programat în memoria **321**, perioada de timp a cronometrelor **323** și intervalele de numărare ale contoarelor electronice **319**. În scopul discuției din prezentul document, simultan poate însemna că manșoanele culisante **314** sunt deplasate "în același timp" sau cu o întârziere scurtă unul față de celălalt. Întârzierea se poate datora latenței circuitului, întârzierilor de acționare, întârzierilor de procesare a semnalului și altora asemănătoare.

[0051] În alte variante de realizare, într-un interval de producție **116**, se poate utiliza o operațiune tradițională de "izolare și perforare" pentru a crea orificiul de curgere **316** situat cel mai jos din cadrul ansamblului de orificii de flux **316** din intervalul de producție **116**. Orificiile de curgere **316** situate superior față de orificiul de curgere **316** situat cel mai jos pot fi expuse prin declanșarea manșoanelor culisante **314** respective utilizând semnalul wireless, astfel cum s-a menționat mai anterior. Un astfel de aranjament permite orificiilor de curgere superioare **316** să fie expuse într-un moment diferit față de orificiul de curgere **316** situat cel mai jos.

[0052] În unele variante de realizare, se poate utiliza un cod digital pentru a indica ansamblul de manșoane alunecătoare care trebuie deplasate în poziția deschis. Într-un exemplu, codul digital poate include un antet, o adresă de localizare și o comandă. Codul digital poate fi o modulare de frecvență, o modulare de amplitudine sau o modulare de fază a unui semnal transmis. Codul digital poate fi transmis prin oricare dintre modurile de telemetrie wireless menționate anterior, care includ unde acustice, vibraționale, magnetice, electrice și electromagnetice. Codul digital poate fi stocat într-un dispozitiv de comunicație electronică, cum ar fi un dispozitiv RFID sau un dispozitiv NFC cuplat la dopurile de fracturare **308**, iar codul digital poate fi citit de către senzorul **320** (de exemplu, un cititor RFID sau un dispozitiv NFC) fiecărui ansamblu de fracturare **303**. Memoria **321** unuia sau mai multor ansambluri de fracturare **303** dintr-un interval de producție **116** poate fi programată cu codul digital. Atunci când codul digital citit de către senzorul **320** se potrivește cu codul din memoria **321**, cronometrul **323** al ansamblului de fracturare **303** corespunzător poate fi declanșat. La expirarea perioadei de timp predeterminate în cronometru, dispozitivul de acționare **317** determină deplasarea manșonului culisant **314** în poziția deschis. Perioada de timp poate fi zero sau orice valoare dorită.

[0053] În unele exemple, toate manșoanele culisante **314** din cadrul ansamblului pot fi deschise simultan ca răspuns la codul digital, prin programarea aceleiași perioade de timp în toate cronometrele **323** manșoanelor culisante **314** dintr-un ansamblu. În alte exemple, poate fi deschis doar un grup selectat de manșoane alunecătoare **314** dintr-un anumit ansamblu. Grupul poate include un singur manșon culisant. În alte exemple, manșoanele culisante **314** dintr-un ansamblu pot fi acționate pentru a se deschide în momente diferite. De exemplu, un prim manșon culisant din ansamblu se poate deschide la momentul T1 după ce a fost recepționat codul digital, iar un al doilea manșon culisant din ansamblu se poate deschide după ce un timp T2 a trecut de la deschiderea primului manșon. În alte cazuri, un prim manșon din ansamblu se poate deschide la un moment T1 după recepționarea codului digital, iar un al doilea manșon culisant din ansamblu se poate deschide la un moment T2 după producerea unui eveniment predeterminat (de exemplu, temperatura din puțul de foraj **102** se schimbă cu 150 F) sau la un moment T3 dacă nu se produce niciun eveniment. Evenimentul predeterminat poate fi detectat utilizând senzorul **320** sau utilizând alt(e) dispozitiv(e) inclus(e) în ansamblul de fracturare.

[0054] Se poate observa că, atunci când un cod digital este utilizat pentru a acționa manșoanele culisante **314**, poate să nu fie necesar contorul electronic **319** și, astfel, poate să fie omis din ansamblul de fracturare **303**.

[0055] În unele variante de realizare, ansamblul de fracturare **303** poate furniza un semnal de confirmare care poate recunoaște că semnalul wireless a fost recepționat de la dopul de fracturare **308a-d**. Semnalul de confirmare poate fi recepționat de către mijlocul de transport utilizat pentru instalarea dopului de fracturare **308a-d** și poate fi un semnal acustic, un semnal electromagnetic, un semnal RFID, un semnal NFC sau o combinație a acestora și poate fi generat de către modulul electronic **318**. Semnalul de confirmare poate fi recepționat de către un receptor corespunzător (nereprezentat) al dispozitivului de fixare **212**.

[0056] După finalizarea operațiunilor de fracturare hidraulică, dopurile de fracturare **308** pot fi înlăturați. De exemplu, un ansamblu de foraj care include un sapă de foraj la capătul distal al acestuia este amplasat în partea inferioară a puțului pentru a înlătura toți dopurile de fracturare **308**, permițând astfel accesul complet la



formațiunea înconjurătoare **110**. În mod alternativ, proiectilele pentru puțul de foraj plasate în interiorul acestuia și dopurile de fracturare **308** pot fi realizați dintr-un material degradabil care permite dizolvarea dopului de fracturare **308** și, prin urmare, eliberarea ansamblului de finisare **302** pentru curgerea ulterioară a fluidului prin ansamblul de finisare **302**. Materiale degradabile adecvate pentru dopurile de fracturare pot fi: un metal corodabil galvanic (de exemplu, aur, aliaje aur-platină, argint, nichel, aliaje nichel-cupru, aliaje nichel-crom, cupru, aliaje de cupru, crom, staniu, aluminiu, fier, zinc, magneziu și beriliu), metale sau materiale micro-galvanice (de exemplu, materiale galvanice cu matrice nanostructurată, cum ar fi un aliaj de magneziu cu incluziuni acoperite cu fier) și un polimer degradabil (de exemplu, acid poliglicolic , acid polilactic și materiale plastice pe bază de tiol).

[0057] FIG. 5 reprezintă o diagramă a unui procedeu **500**, conform uneia sau mai multor variante de realizare dezvoltate. Astfel cum este ilustrat, procedeul **500** poate include poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, precum la **502**, și transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare, precum la **504**. Ansamblul de finisare poate furniza un ansamblu de fracturare. Procedeul **500** poate include, în plus, detectarea unui semnal wireless furnizat de către dopul de fracturare cu ajutorul unui senzor inclus în ansamblul de fracturare, precum la **506**, acționarea unui manșon culisant al ansamblului de fracturare pe baza detectării semnalului wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux, precum la **508**, fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare, precum la **510**, transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare, precum la **512**, recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, astfel, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare, precum la **514** și injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux, precum la **516**.

[0058] FIG. 6 reprezintă o diagramă a unui procedeu **600**, conform uneia sau mai multor variante de realizare dezvoltate. Astfel cum este ilustrat, procedeul **600** poate include poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând o pluralitate de ansambluri de fracturare, precum la **602**, transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de

finisare, precum la **604**, detectarea unui semnal digital furnizat de către dopul de fracturare cu ajutorul unui senzor inclus în fiecare ansamblu de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare, precum la **606**, compararea codului digital detectat cu un cod digital stocat în fiecare ansamblu de fracturare corespunzător, precum la **608**, acționarea unui manșon culisant al cel puțin unui ansamblu de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid, precum la **610**, fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de cel puțin un ansamblu de fracturare, precum la **612**, transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare, precum la **614**, recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, prin urmare, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare, precum la **616** și injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux, precum la **618**.

[0059] Variantele de realizare dezvăluite în prezentul document includ:

[0060] A. Un procedeu, care cuprinde poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând un ansamblu de fracturare; transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare; detectarea unui semnal wireless furnizat de către dopul de fracturare cu ajutorul unui senzor inclus în ansamblul de fracturare; acționarea unui manșon culisant al ansamblului de fracturare pe baza detectării semnalului wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux; fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare; transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare; recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, astfel, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare; și injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux.

[0061] B. Un procedeu, care cuprinde poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând o pluralitate de ansambluri de fracturare; transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare; detectarea unui semnal digital furnizat de către

dopul de fracturare cu ajutorul unui senzor inclus în fiecare ansamblu de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare; compararea codului digital detectat cu un cod digital stocat în fiecare ansamblu de fracturare corespunzător; acționarea unui manșon culisant al cel puțin unui ansamblu de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid; fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de cel puțin un ansamblu de fracturare; transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare; recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, prin urmare, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare; și injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux.

[0062]C. Un sistem care cuprinde un ansamblu de finisare poziționat într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană; o ansamblu de fracturare furnizat de ansamblul de finisare, ansamblul de fracturare cuprinzând un manșon culisant care este acționat pentru a se deplasa într-o poziție deschisă pe baza unui semnal wireless detectat în puțul de foraj; un senzor care detectează semnalul wireless; un contor care înregistrează un număr atunci când semnalul wireless este detectat; și un modul electronic care compară contorizarea înregistrată cu un număr stocat în ansamblul de fracturare; un dop de fracturare care comunică semnalul wireless și este fixat în partea inferioară a puțului față de ansamblul de fracturare; și un proiectil pentru puțul de foraj care poate fi recepționat de către dopul de fracturare pentru a etanșa puțul de foraj la dopul de fracturare și, astfel, a izola porțiuni din partea inferioară a puțului față de dopul de fracturare.

[0063] Fiecare dintre variantele de realizare A, B și C poate avea unul sau mai multe dintre următoarele elemente suplimentare în orice combinație: Elementul 1: în care acționarea manșonului culisant cuprinde înregistrarea unui număr în ansamblul de fracturare atunci când semnalul wireless este detectat; compararea numărului înregistrat cu un număr stocat în ansamblul de fracturare; și deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când contorizarea înregistrată și contorizarea stocată coincid.

[0064] Elementul 2: în care ansamblul de fracturare include un cronometru programat cu o perioadă de timp predeterminată și în care acționarea manșonului culisant cuprinde: declanșarea funcționării cronometrului la detectarea semnalului wireless; și acționarea manșonului culisant la expirarea perioadei de timp predeterminate. Elementul 3: în care injectarea sub presiune a fluidului în interiorul formațiunii subterane cuprinde în plus injectarea fluidului imediat după fixarea dopului de fracturare. Elementul 4: în care semnalul wireless cuprinde un cod digital, ansamblul de finisare furnizează cel puțin două ansambluri de fracturare, iar procedeul cuprinde în plus: detectarea codului digital furnizat de către dopul de fracturare cu cele cel puțin două ansambluri de fracturare; compararea codului digital detectat cu cele cel puțin două ansambluri de fracturare cu ajutorul unui cod digital stocat într-un ansamblu de fracturare corespunzător dintre cele cel puțin două ansambluri de fracturare; acționarea manșoanelor culisante ale celor cel puțin două ansambluri de fracturare și, prin urmare, expunerea unuia sau mai multor orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid; fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de cele cel puțin două ansambluri de fracturare; și injectarea sub presiune a fluidului în interiorul formațiunii subterane prin unul sau mai multe orificii de flux. Elementul 5: în care acționarea manșoanelor culisante cuprinde în plus deplasarea simultană a manșoanelor culisante pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux. Elementul 6: în care acționarea manșoanelor culisante cuprinde în plus deplasarea în momente diferite a manșoanelor culisante pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux. Elementul 7: care cuprinde în plus transmiterea unui semnal de confirmare cu ansamblul de fracturare pentru a indica recepționarea semnalului wireless de la dopul de fracturare. Elementul 8: care cuprinde în plus înlăturarea dopului de fracturare după finalizarea uneia sau mai multor operațiuni din puțul de foraj. Elementul 9: în care dopul de fracturare este realizat dintr-un material degradabil, procedeul cuprinzând în plus permiterea degradării dopului de fracturare după una sau mai multe operațiuni din puțul de foraj. Elementul 10: în care semnalul wireless este unul dintre: un semnal magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal termic și un semnal acustic.

[0065] Elementul 11: în care ansamblul de finisare definește cel puțin un interval de producție în puțul de foraj și cel puțin două ansambluri de fracturare din multitudinea

de ansambluri de fracturare sunt poziționate în acel cel puțin un interval de producție, iar procedeul cuprinde în plus acționarea simultană a manșoanelor culisante ale celor cel puțin două ansambluri de fracturare. Elementul 12: în care ansamblul de finisare definește cel puțin un interval de producție în puțul de foraj și cel puțin două ansambluri de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare sunt poziționate în acel cel puțin un interval de producție, iar procedeul cuprinde în plus acționarea în momente diferite a manșoanelor culisante ale celor cel puțin două ansambluri de fracturare. Elementul 13: în care transmiterea unui cod digital cuprinde transmiterea unui cod digital utilizând cel puțin unul dintre: un dispozitiv RFID și un dispozitiv NFC. Elementul 14: în care injectarea sub presiune a fluidului în interiorul formațiunii subterane cuprinde în plus injectarea fluidului imediat după fixarea dopului de fracturare.

[0066] Elementul 15: în care manșonul culisant este acționat pentru a se deplasa în poziția deschis atunci când contORIZAREA înregistrată și contORIZAREA stocată coincid. Elementul 16: care cuprinde în plus un cronometru programat cu o perioadă de timp predeterminată, în care funcționarea cronometrului este declanșată la detectarea semnalului wireless, iar manșonul culisant este acționat la expirarea perioadei de timp predeterminate. Elementul 17: care cuprinde în plus două sau mai multe ansambluri de fracturare, în care manșoanele culisante ale celor două sau mai multe ansambluri de fracturare sunt acționate simultan. Elementul 18: care cuprinde în plus două sau mai multe ansambluri de fracturare, în care manșoanele culisante ale celor două sau mai multe ansambluri de fracturare sunt acționate în momente diferite.

[0067] Ca un exemplu nelimitativ, combinațiile aplicabile variantei de realizare A includ: Elementul 4 cu Elementul 5 și Elementul 4 cu Elementul 6.

[0068] Prin urmare, prezenta dezvăluire este bine adaptată pentru a atinge scopurile și avantajele menționate, precum și cele care sunt inerente. Variantele de realizare dezvăluite anterior sunt doar ilustrative, deoarece prezenta dezvăluire poate fi modificată și practică în moduri diferite, dar echivalente, evidente pentru specialiștii în domeniu care beneficiază de informațiile din prezentul document. În plus, nu se intenționează limitarea la detaliile de construcție sau proiectare prezentate în prezentul document, altfel decât este descris în revendicările de mai jos. Prin urmare, este evident că variantele de realizare ilustrative specifice

dezvăluite anterior pot fi schimbate, combinate sau modificate și toate aceste variații sunt considerate ca încadrându-se în domeniul de aplicare și spiritul prezentei dezvăluiri. Variantele de realizare dezvăluite ilustrativ în prezentul document poate fi practicate în mod corespunzător în absența oricărui element care nu este dezvăluit în mod specific în prezentul document și/sau a oricărui element opțional dezvăluit în prezentul document. În timp ce compozițiile și procedeele sunt descrise în termeni de "cuprinzând", "conținând" sau "incluzând" diverse componente sau etape, compozițiile și procedeele pot, de asemenea, "consta în primul rând din" sau "consta din" diversele componente și etape. Toate numerele și intervalele dezvăluite anterior pot varia cu o anumită marjă. Ori de câte ori este dezvăluit un interval numeric cu o limită inferioară și o limită superioară, orice număr și orice interval cuprins în acel interval este dezvăluit în mod specific. În special, fiecare interval de valori (de forma "de la circa a la circa b", sau, în mod echivalent, "de la aproximativ a la b", sau, în mod echivalent, "de la aproximativ a-b") dezvăluit în prezentul document trebuie înțeles ca prezentând fiecare număr și interval cuprins în intervalul mai larg de valori. De asemenea, termenii din revendicări au înțelesul lor simplu, obișnuit, cu excepția cazului în care aceștia sunt definiți altfel în mod explicit și clar de către posesorul brevetului. În plus, articolele nehotărâte "un" sau "o", utilizate în revendicări, sunt definite în prezentul document ca desemnând unul sau mai multe dintre elementele pe care le introduc.

REVEDICĂRI

Se revendică următoarele:

1. Procedeu, care cuprinde:

poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând un ansamblu de fracturare;

transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare;

detectarea unui semnal wireless furnizat de către dopul de fracturare cu un senzor inclus în ansamblul de fracturare;

acționarea unui manșon culisant al ansamblului de fracturare pe baza detectării semnalului wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux;

fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare;

transportarea unui proiectil pentru puț de foraj prin ansamblul de finisare;

recepționarea proiectilului pentru puț de foraj cu dopul de fracturare și, prin urmare, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare; și

injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux.

2. Procedeu conform revendicării 1, în care acționarea manșonului culisant cuprinde:

înregistrarea unei contorizări în ansamblul de fracturare atunci când este detectat semnalul wireless;

compararea contorizării înregistrate cu o contorizare stocată în ansamblul de fracturare; și

deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când contorizarea înregistrată și contorizarea stocată coincid.

3. Procedeu conform revendicării 1, în care ansamblul de fracturare include un cronometru programat cu o perioadă de timp predeterminată, și în care acționarea manșonului culisant cuprinde:

declanșarea funcționării cronometrului la detectarea semnalului wireless; și

acționarea manșonului culisant la expirarea perioadei de timp predeterminate.

4. Procedeu conform revendicării 1, în care injectarea fluidului sub presiune în interiorul formațiunii subterane cuprinde în plus injectarea fluidului imediat după fixarea dopului de fracturare.
5. Procedeu conform revendicării 1, în care semnalul wireless cuprinde un cod digital, ansamblul de finisare furnizează cel puțin două ansambluri de fracturare, iar procedeul cuprinde în plus:
 - detectarea codului digital furnizat de către dopul de fracturare cu respectivele cel puțin două ansambluri de fracturare;
 - compararea codului digital detectat cu respectivele cel puțin două ansambluri de fracturare cu un cod digital stocat într-un ansamblu de fracturare corespunzător al respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare;
 - acționarea manșoanelor culisante ale respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare și, prin urmare, expunerea unuia sau mai multor orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid;
 - fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de respectivele cel puțin două ansambluri de fracturare; și
 - injectarea sub presiune a fluidului în interiorul formațiunii subterane prin unul sau mai multe orificii de flux.
6. Procedeu conform revendicării 5, în care acționarea manșoanelor culisante cuprinde în plus deplasarea simultană a manșoanelor culisante pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux.
7. Procedeu conform revendicării 5, în care acționarea manșoanelor culisante cuprinde în plus deplasarea în momente diferite a manșoanelor culisante pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux.
8. Procedeu conform revendicării 1, care cuprinde în plus transmiterea unui semnal de confirmare cu ansamblul de fracturare pentru a indica recepționarea semnalului wireless de la dopul de fracturare.
9. Procedeu conform revendicării 1, care cuprinde în plus înlăturarea dopului de fracturare după finalizarea uneia sau mai multor operațiuni din puțul de foraj.

10. Procedeu conform revendicării 1, în care dopul de fracturare este realizat dintr-un material degradabil, procedeul cuprinzând în plus permiterea degradării dopului de fracturare după una sau mai multe operațiuni din puțul de foraj.

11. Procedeu conform revendicării 1, în care semnalul wireless este unul dintre un semnal magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal termic și un semnal acustic.

12. Procedeu care cuprinde:

poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând o multitudine de ansambluri de fracturare;

transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare;

detectarea unui cod digital furnizat de către dopul de fracturare cu un senzor inclus în fiecare ansamblu de fracturare din multitudine de ansambluri de fracturare;

compararea codului digital detectat cu un cod digital stocat în fiecare ansamblu de fracturare corespunzător;

acționarea unui manșon culisant al cel puțin unui ansamblu de fracturare din multitudine de ansambluri de fracturare și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid;

fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de respectivul cel puțin un ansamblu de fracturare;

transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare;

recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, prin urmare, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare; și

injecția unui fluid sub presiune în interiorul formațiunii subterane prin unul sau mai multe orificii de flux.

13. Procedeu conform revendicării 12, în care ansamblul de finisare definește cel puțin un interval de producție în puțul de foraj, și cel puțin două ansambluri de fracturare din multitudine de ansambluri de fracturare sunt poziționate în respectivul cel puțin un interval de producție, iar procedeul cuprinde în plus acționarea simultană a manșoanelor culisante ale respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare.

14. Procedeu conform revendicării 12, în care ansamblul de finisare definește cel puțin un interval de producție în puțul de foraj, și cel puțin două ansambluri de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare sunt poziționate în respectivul cel puțin un interval de producție, iar procedeul cuprinde în plus acționarea în momente diferite a manșoanelor culisante ale respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare.

15. Procedeu conform revendicării 12, în care transmiterea unui cod digital cuprinde transmiterea unui cod digital utilizând cel puțin unul dintre un dispozitiv RFID și un dispozitiv NFC.

16. Procedeu conform revendicării 12, în care injectarea fluidului sub presiune în interiorul formațiunii subterane cuprinde în plus injectarea fluidului imediat după fixarea dopului de fracturare.

17. Sistem care cuprinde:

- un ansamblu de finisare poziționat într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană;

- un ansamblu de fracturare furnizat de către ansamblul de finisare, ansamblul de fracturare cuprinzând:

- un manșon culisant care este acționat pentru a se deplasa într-o poziție deschisă pe baza unui semnal wireless detectat în puțul de foraj;

- un senzor care detectează semnalul wireless;

- un contor care înregistrează un număr atunci când semnalul wireless este detectat; și

- un modul electronic care compară contorizarea înregistrată cu o contorizare stocată în ansamblul de fracturare;

- un dop de fracturare care transmite semnalul wireless și este fixat în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare; și

- un proiectil pentru puțul de foraj care poate fi recepționat de către dopul de fracturare pentru a etanșa puțul de foraj la dopul de fracturare și, prin urmare,

a izola porțiuni din partea inferioară a puțului de foraj față de dopul de fracturare.

18. Sistem conform revendicării 17, în care manșonul culisant este acționat pentru a se deplasa în poziția deschisă atunci când contorizarea înregistrată și contorizarea stocată coincid.

19. Sistem conform revendicării 17, care cuprinde în plus un cronometru programat cu o perioadă de timp predeterminată, în care funcționarea cronometrului este declanșată la detectarea semnalului wireless, iar manșonul culisant este acționat la expirarea perioadei de timp predeterminate.

20. Sistem conform revendicării 17, care cuprinde în plus două sau mai multe ansambluri de fracturare, în care manșoanele culisante ale respectivelor două sau mai multe ansambluri de fracturare sunt acționate simultan.

21. Sistem conform revendicării 17, care cuprinde în plus două sau mai multe ansambluri de fracturare, în care manșoanele culisante ale respectivelor două sau mai multe ansambluri de fracturare sunt acționate în momente diferite.

SET DE REVENDICĂRI REDUSE (15 REVENDICĂRI)

Se revendică următoarele:

1. Procedeu, care cuprinde:

poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând un ansamblu de fracturare;

transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare;

detectarea unui semnal wireless furnizat de către dopul de fracturare cu un senzor inclus în ansamblul de fracturare;

acționarea unui manșon culisant al ansamblului de fracturare pe baza detectării semnalului wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux;

fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare;

transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare;

recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, prin urmare, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare; și

injectarea unui fluid sub presiune în formațiunea subterană prin unul sau mai multe orificii de flux.

2. Procedeu conform revendicării 1, în care acționarea manșonului culisant cuprinde:

înregistrarea unei contorizări în ansamblul de fracturare atunci când este detectat semnalul wireless;

compararea contorizării înregistrate cu o contorizare stocată în ansamblul de fracturare; și

deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când contorizarea înregistrată și contorizarea stocată coincid.

3. Procedeu conform revendicării 1, în care ansamblul de fracturare include un cronometru programat cu o perioadă de timp predeterminată, și în care acționarea manșonului culisant cuprinde:

declanșarea funcționării cronometrului la detectarea semnalului wireless; și

acționarea manșonului culisant la expirarea perioadei de timp predeterminate.

4. Procedeu conform revendicării 1, în care injectarea fluidului sub presiune în interiorul formațiunii subterane cuprinde în plus injectarea fluidului imediat după fixarea dopului de fracturare.

5. Procedeu conform revendicării 1, în care semnalul wireless cuprinde un cod digital, ansamblul de finisare furnizează cel puțin două ansambluri de fracturare, iar procedeul cuprinde în plus:

detectarea codului digital furnizat de către dopul de fracturare cu respectivele cel puțin două ansambluri de fracturare;

compararea codului digital detectat cu respectivele cel puțin două ansambluri de fracturare cu un cod digital stocat într-un ansamblu de fracturare corespunzător al respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare;

acționarea manșoanelor culisante ale respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare și, prin urmare, expunerea unuia sau mai multor orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid;

fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de respectivele cel puțin două ansambluri de fracturare; și

injectarea sub presiune a fluidului în interiorul formațiunii subterane prin respectivele unul sau mai multe orificii de flux și, opțional;

acționarea manșoanelor culisante cuprinde în plus deplasarea manșoanelor culisante simultan pentru a expune respectivele unul sau mai multe orificii de flux, și, opțional;

acționarea manșoanelor culisante cuprinde în plus deplasarea manșoanelor culisante simultan pentru a expune respectivele unul sau mai multe orificii de flux.

6. Procedeu conform revendicării 1, care cuprinde în plus transmiterea unui semnal de confirmare cu ansamblul de fracturare pentru a indica recepționarea semnalului wireless de la dopul de fracturare.

7. Procedeu conform revendicării 1, care cuprinde în plus înlăturarea dopului de fracturare după finalizarea uneia sau mai multor operațiuni din puțul de foraj.

8. Procedeu conform revendicării 1, în care dopul de fracturare este realizat dintr-un material degradabil, procedeul cuprinzând în plus permiterea degradării dopului de fracturare după una sau mai multe operațiuni din puțul de foraj.

9. Procedeu conform revendicării 1, în care semnalul wireless este unul dintre un semnal magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal termic și un semnal acustic.

10. Procedeu care cuprinde:

poziționarea unui ansamblu de finisare într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană, ansamblul de finisare furnizând o multitudine de ansambluri de fracturare;

transportarea unui dop de fracturare prin ansamblul de finisare;

detectarea unui cod digital furnizat de către dopul de fracturare cu un senzor inclus în fiecare ansamblu de fracturare din multitudine de ansambluri de fracturare;

compararea codului digital detectat cu un cod digital stocat în fiecare ansamblu de fracturare corespunzător;

acționarea unui manșon culisant al cel puțin unui ansamblu de fracturare din multitudine de ansambluri de fracturare și, prin urmare, deplasarea manșonului culisant pentru a expune unul sau mai multe orificii de flux atunci când codul digital detectat și codul digital stocat coincid;

fixarea dopului de fracturare în partea inferioară a puțului de foraj față de respectivul cel puțin un ansamblu de fracturare;

transportarea unui proiectil pentru puțul de foraj prin ansamblul de finisare;

recepționarea proiectilului pentru puțul de foraj cu dopul de fracturare și, prin urmare, etanșarea puțului de foraj la dopul de fracturare; și

injectarea unui fluid sub presiune în interiorul formațiunii subterane prin unul sau mai multe orificii de flux; și, opțional;

ansamblul de finisare definește cel puțin un interval de producție în puțul de foraj, și cel puțin două ansambluri de fracturare din multitudine de ansambluri de fracturare sunt poziționate în respectivul cel puțin un interval de producție, iar procedeul cuprinde în plus acționarea simultană a manșoanelor culisante ale respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare; și, opțional;

ansamblul de finisare definește cel puțin un interval de producție în puțul de foraj, și cel puțin două ansambluri de fracturare din multitudinea de ansambluri de fracturare sunt poziționate în respectivul cel puțin un interval de producție, iar procedeul cuprinde în plus acționarea în momente diferite a manșoanelor culisante ale respectivelor cel puțin două ansambluri de fracturare.

11. Procedeul conform revendicării 10, în care transmiterea unui cod digital cuprinde transmiterea unui cod digital utilizând cel puțin unul dintre un dispozitiv RFID și un dispozitiv NFC.

12. Procedeul conform revendicării 10, în care injectarea fluidului sub presiune în interiorul formațiunii subterane cuprinde în plus injectarea fluidului imediat după fixarea dopului de fracturare.

13. Sistem care cuprinde:

un ansamblu de finisare poziționat într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană;

un ansamblu de fracturare furnizat de către ansamblul de finisare, ansamblul de fracturare cuprinzând:

un manșon culisant care este acționat pentru a se deplasa într-o poziție deschisă pe baza unui semnal wireless detectat în puțul de foraj;

un senzor care detectează semnalul wireless;

un contor care înregistrează un număr atunci când semnalul wireless este detectat; și

un modul electronic care compară contorizarea înregistrată cu o contorizare stocată în ansamblul de fracturare;

un dop de fracturare care transmite semnalul wireless și este fixat în partea inferioară a puțului de foraj față de ansamblul de fracturare; și

un proiectil pentru puțul de foraj care poate fi recepționat de către dopul de fracturare pentru a etanșa puțul de foraj la dopul de fracturare și, prin urmare, a izola porțiuni din partea inferioară a puțului de foraj față de dopul de fracturare; și, opțional;

manșonul culisant este acționat pentru a se deplasa în poziția deschisă atunci când contorizarea înregistrată și contorizarea stocată coincid și, opțional;

un cronometru programat cu o perioadă de timp predeterminată, în care funcționarea cronometrului este declanșată la detectarea semnalului wireless, iar manșonul culisant este acționat la expirarea perioadei de timp predeterminate.

14. Sistem conform revendicării 13, care cuprinde în plus două sau mai multe ansambluri de fracturare, în care manșoanele culisante ale respectivelor două sau mai multe ansambluri de fracturare sunt acționate simultan.

15. Sistem conform revendicării 13, care cuprinde în plus două sau mai multe ansambluri de fracturare, în care manșoanele culisante ale respectivelor două sau mai multe ansambluri de fracturare sunt acționate în momente diferite.

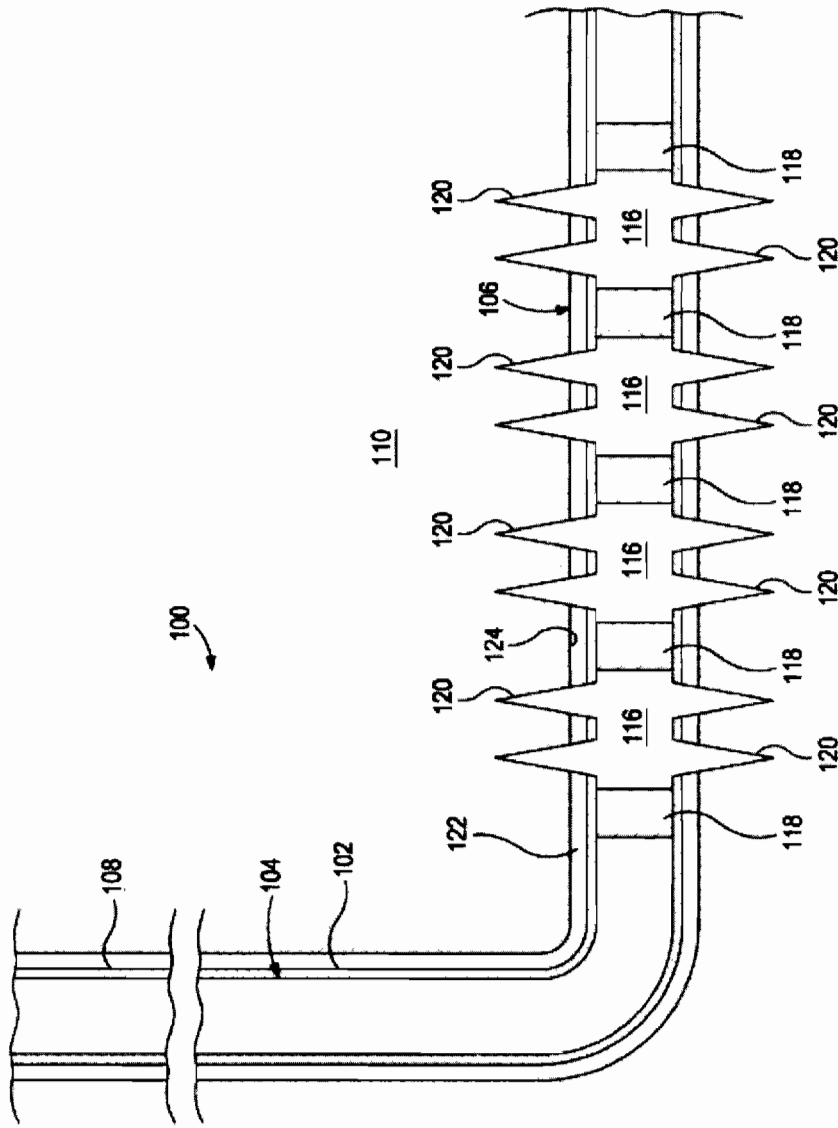


FIG. 1

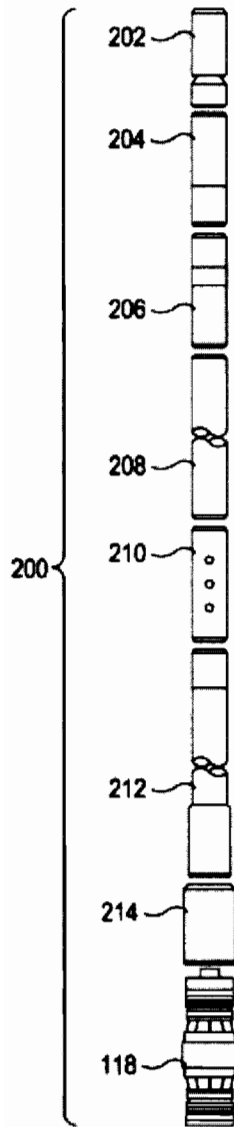


FIG. 2

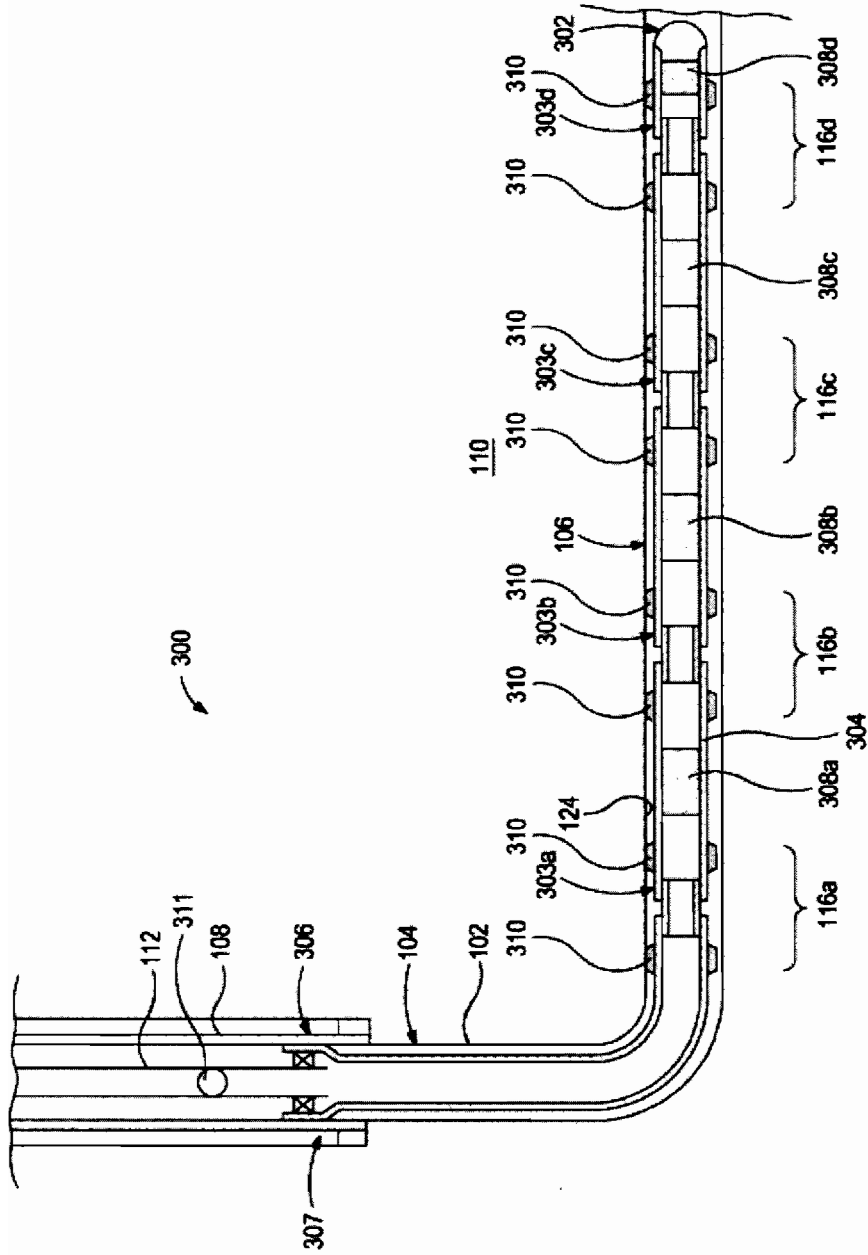


FIG. 3

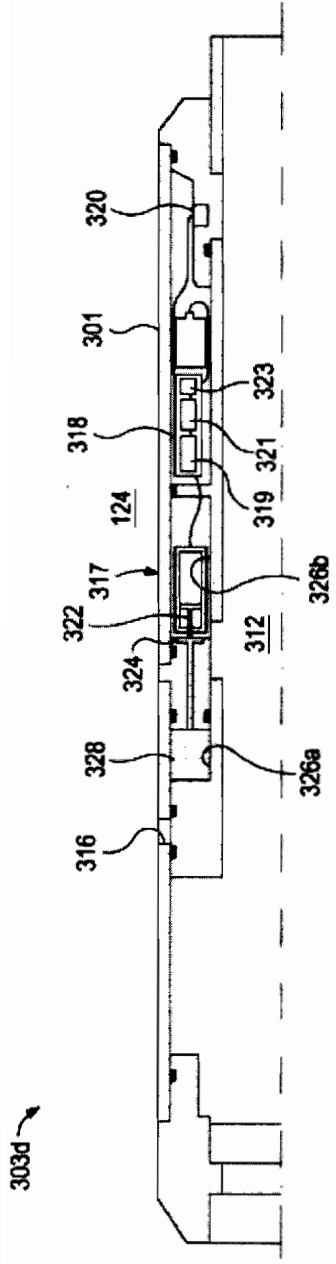


FIG. 4A

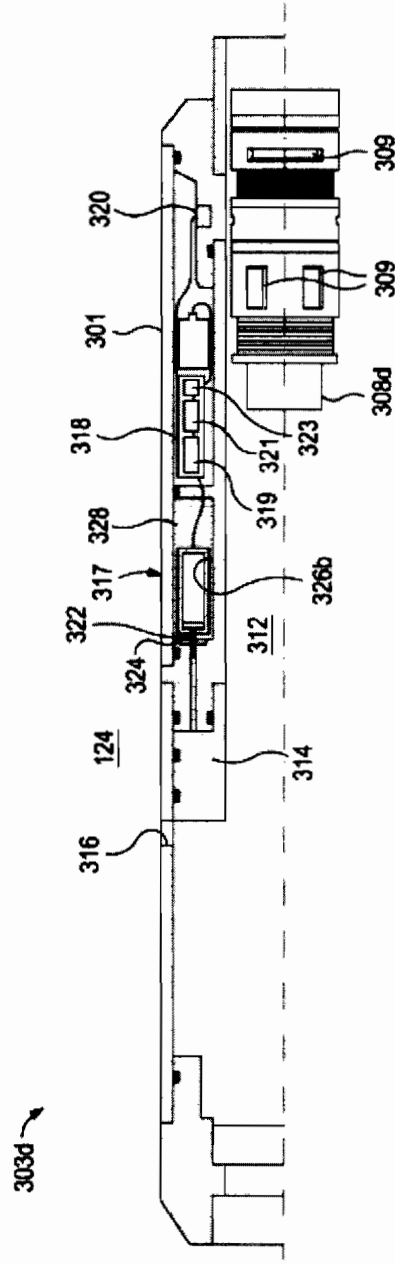


FIG. 4B

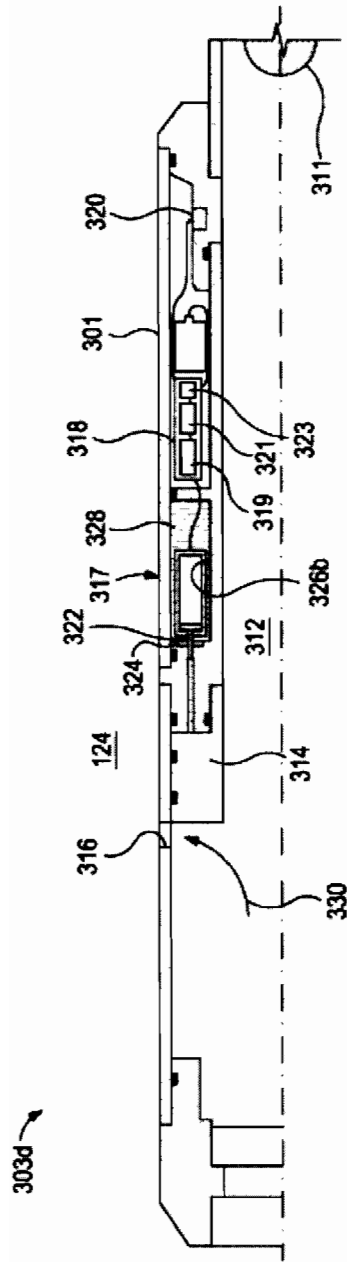


FIG. 4C

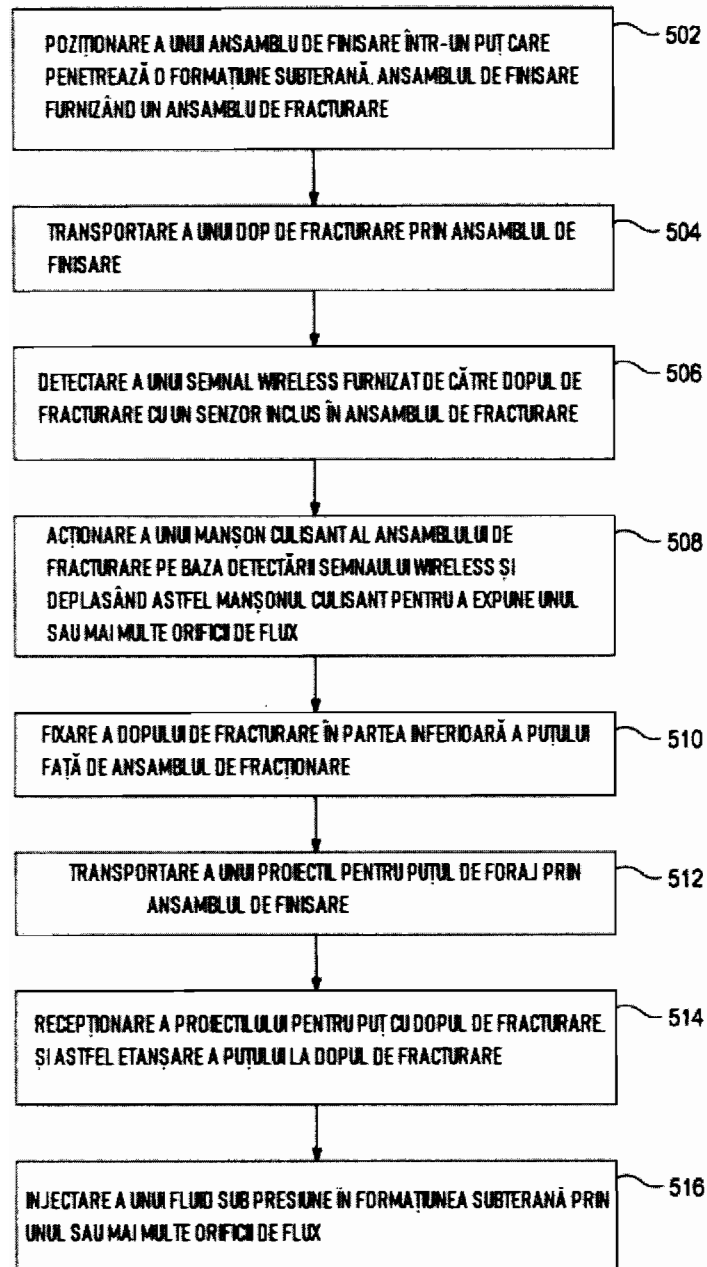


FIG. 5

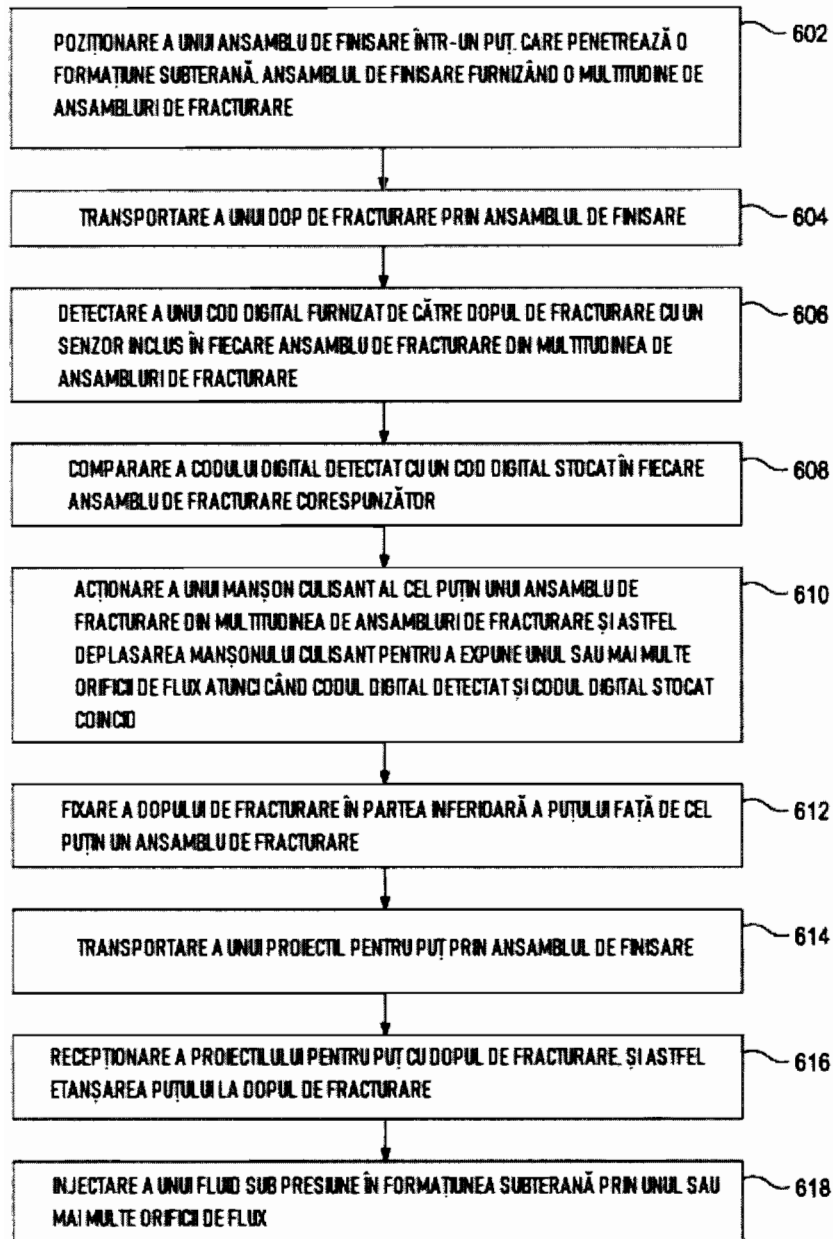


FIG. 6