



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2019 00194**

(22) Data de depozit: **31/10/2016**

(41) Data publicării cererii:
30/09/2019 BOPI nr. **9/2019**

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. **US 2016/059641 31/10/2016**

(87) Publicare internațională:
Nr. **WO 2018/080529 03/05/2018**

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

(72) Inventatori:
• **MERRON MATTHEW JAMES, 2353 N**
STREET, AP.342, 75201, DALLAS, TEXAS,
US;
• **WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204**
SOUTHERN COURT., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US;
• **FRIPP MICHAEL LINLEY, 3826**
CEMETERY HILL RD., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US

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

(54) **ACTIVAREA WIRELESS A ANSAMBLURILOR DE FINISARE
PENTRU UN PUȚ DE FORAJ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la activarea wireless a ansamblurilor de finisare pentru un puț de foraj. Activarea wireless a ansamblurilor de finisare, conform invenției, conține o secțiune de finisare care include o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, un orificiu de injectare de producție, iar un ansamblu de fracturare include un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent orificiului de injectare, un senzor care detectează un semnal wireless, un prim dispozitiv de acționare a fracturării acționabil ca răspuns la semnalul wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare și a expune orificiul de injectare, și un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării acționabil pe baza semnalului wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare pentru a închide orificiul de injectare; astfel, un ansamblu de producție este decalat axial față de ansamblul de fracturare și include un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent orificiului de producție, un

dispozitiv de filtrare poziționat în jurul conductei de bază și un dispozitiv de acționare a producției acționabil pe baza semnalului wireless sau a unui semnal wireless suplimentar pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care orificiile de producție sunt expuse.

Revendicări: 24

Figuri: 8

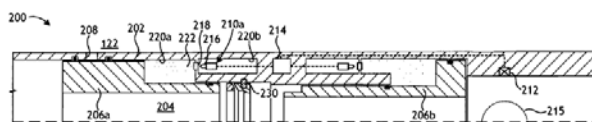


Fig. 2A

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).



ACTIVAREA WIRELESS A ANSAMBLURILOR DE FINISARE PENTRU UN PUȚ DE FORAJ

BAZE

[0001] Puțurile pentru producția de hidrocarburi sunt adesea stimulate prin operații de fracturare hidraulică pentru a spori producția de hidrocarburi prezente în formațiunile subterane. Pe durata unei operații de fracturare obișnuite, un fluid de întreținere (de exemplu, un fluid de fracturare sau un fluid de perforare) este introdus într-un puț de foraj care penetrează o formațiune subterană și este injectat în formațiunea subterană la o presiune hidraulică suficientă pentru a crea sau a spori o rețea de fracturi în interiorul acesteia. 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 în mod selectiv mai multe rețele de fracturi de-a lungul puțului de foraj la distanțe predeterminate una față de cealaltă, creându-se astfel multiple "zone productive" la anumite intervale în formațiunea subterană. Fiecare zonă productivă poate include un ansamblu de fracturare corespunzător utilizat pentru inițierea și efectuarea operației de fracturare hidraulică. În urma operației de fracturare hidraulică, ansamblurile de fracturare sunt închise, iar ansamblurile de producție corespunzătoare sunt inițiate și exploatate pentru extragerea hidrocarburilor din diferite zone productive. Hidrocarburile extrase sunt apoi transportate către suprafața puțului pentru colectare.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

[0003] Următoarele desene sunt incluse pentru a se ilustra anumite aspecte ale prezentei dezvoltări și nu ar trebui privite ca variante de realizare exclusive. Subiectul dezvoltat poate suporta modificări, schimbări, combinații și echivalente considerabile în ceea ce privește forma și funcția, fără a se îndepărta de la domeniul de aplicare al prezentei dezvoltări.

[0004] FIG. 1 reprezintă un sistem de puț care poate utiliza principiile prezentei dezvoltări.



[0005] FIG. 2A-2E reprezintă vederi laterale în secțiune transversală ale unui exemplu de ansamblu de fracturare.

[0006] FIG. 3A și 3B reprezintă vederi izometrice individuale ale unui exemplu de variantă de realizare a proiectilului magnetic din FIG. 2A.

[0007] FIG. 4A și 4B reprezintă vederi laterale în secțiune transversală ale unui exemplu de ansamblu de producție.

[0008] FIG. 5 reprezintă o vedere izometrică a unui exemplu de secțiune de finisare care poate face parte din ansamblul de finisare din FIG. 1, conform uneia sau mai multor variante de realizare.

[0009] FIG. 6A reprezintă o vedere laterală parțială în secțiune transversală a ansamblului de fracturare din FIG. 5.

[0010] FIG. 6B și 6C reprezintă vederi laterale mărite în secțiune transversală ale primului și respectiv celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării din FIG. 6A, astfel cum este indicat în casetele punctate din FIG. 6A.

[0011] FIG. 6D și 6E reprezintă vederi progresive ale ansamblului de fracturare din FIG. 6A pe durata unui exemplu de operație.

[0012] FIG. 7A reprezintă o vedere laterală parțială în secțiune transversală a ansamblului de producție din FIG. 5.

[0013] FIG. 7B reprezintă o vedere laterală mărită în secțiune transversală a dispozitivului de acționare a producției din FIG. 7A, astfel cum este indicat în caseta punctată din FIG. 7A.

[0014] FIG. 7C reprezintă o vedere laterală în secțiune transversală a ansamblului de producție din FIG. 7A cu manșonul de producție deplasat în poziția deschisă.

[0015] FIG. 8A și 8B reprezintă vederi laterale în secțiune transversală ale unei variante de realizare alternative a ansamblului de fracturare din FIG. 6A-6E.

DESCRIEREA DETALIATĂ

[0016] Prezenta dezvăluire se referă la ansamblurile de finisare pentru partea inferioară a puțului din industria petrolului și gazelor și, mai precis, la acționarea

ansamblurilor de fracturare și de producție cu ajutorul comunicației wireless pentru a întreprinde operații de fracturare hidraulică și de producție.

[0017] Variantele de realizare dezvoltate în prezentul document descriu acționarea (deplasarea între pozițiile deschisă și închisă) manșoanelor de fracturare și de producție utilizate în ansamblurile de fracturare și respectiv de producție asociate, prin mijloace wireless. Un exemplu de secțiune de finisare pentru un ansamblu de finisare pentru partea inferioară a puțului include o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție. Un ansamblu de fracturare este inclus în secțiunea de finisare și include un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent orificiilor de injectare, un senzor care detectează un semnal wireless, un prim dispozitiv de acționare a fracturării acționabil ca răspuns la semnalul wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare și pentru a expune orificiile de injectare și un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării acționabil pe baza semnalului wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare pentru a închide orificiile de injectare. Un ansamblu de producție este, de asemenea, inclus în secțiunea de finisare și este decalat axial față de ansamblul de fracturare. Ansamblul de fracturare include un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent orificiilor de producție, un dispozitiv de filtrare poziționat în jurul conductei de bază și un dispozitiv de acționare a producției acționabil pe baza semnalului wireless sau a unui semnal wireless suplimentar pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care orificiile de producție sunt expuse.

[0018] FIG. 1 reprezintă un sistem de puț 100 care poate utiliza principiile prezentei dezvoltări, conform uneia sau mai multor variante de realizare a dezvoltării. Astfel cum este reprezentat, sistemul de puț 100 include un puț de foraj 102 care se extinde prin mai multe straturi de pământ și are o secțiune substanțial verticală 104 care intră într-o secțiune substanțial orizontală 106. Porțiunea superioară a secțiunii verticale 104 poate fi căptușită cu o coloană de tubaj 108 cimentată în interiorul acesteia pentru a susține puțul de foraj 102, iar secțiunea orizontală 106 se poate extinde prin una sau mai multe formațiuni subterane 110 care conțin hidrocarburi. Astfel cum este ilustrat, în cel puțin o variantă de realizare, secțiunea orizontală 106 poate cuprinde o secțiune netubată a puțului de foraj 102. Totuși, în alte variante de



realizare, coloana de tubaj 108 se poate extinde și în secțiunea orizontală 106, fără a se îndepărta de la domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0019] O coloană de lucru 112 se extinde în puțul de foraj 102 de la suprafață, cum ar fi suprafața Pământului și poate fi utilizată pentru a transporta un ansamblu de finisare 114 pentru puțul de foraj în puțul de foraj 102. Astfel cum este ilustrat, ansamblul de finisare 114 poate fi cuplat la capătul coloanei de lucru 112 și poziționat, în general, în interiorul secțiunii orizontale 106. În cel puțin o variantă de realizare, ansamblul de finisare 114 divide puțul de foraj 102 în mai multe intervale de producție sau "zone productive" adiacente formațiunii subterane 110. Pentru a realiza acest lucru, astfel cum este ilustrat, ansamblul de finisare 114 include o pluralitate de pachere 116 pentru puțul de foraj distanțate axial unul față de celălalt pe toată lungimea ansamblului de finisare 114. Odată fixat în interiorul puțului de foraj 102, fiecare pachet 116 pentru puțul de foraj asigură o etanșare corespunzătoare a fluidului între ansamblul de finisare 114 și peretele interior al puțului de foraj 102 și astfel definește în mod eficient intervale de producție distincte în interiorul puțului de foraj 102. Secțiunile ansamblului de finisare 114 dintre pacherele 116 pentru puțul de foraj adiacente axial pot fi denumite în prezentul document "secțiuni de finisare", denumite în mod alternativ intervale de producție.

[0020] Trebuie remarcat faptul că, chiar dacă FIG. 1 reprezintă multiple secțiuni de finisare definite de pacherele 116 separatoare pentru puțul de foraj, ansamblul de finisare 114 poate asigura orice număr de secțiuni de finisare cu un număr corespunzător de pachere 116 pentru puțul de foraj poziționate în interiorul acestuia. De exemplu, în alte variante de realizare, pacherele 116 pentru puțul de foraj pot fi complet omise din ansamblul de finisare 114, iar sistemul 100 poate include în mod alternativ un singur pachet superior 117 pentru puțul de foraj care izolează întregul ansamblu de finisare 114 față de porțiunile superioare ale puțului de foraj 102.

[0021] În varianta de realizare ilustrată, fiecare secțiune de finisare poate include cel puțin un ansamblu de fracturare 118 și cel puțin un ansamblu de producție 120. Totuși, în alte variante de realizare, cum ar fi în variantele de realizare în care multiplele pachere 116 pentru puțul de foraj sunt înlocuite cu pachetul superior 117 pentru puțul de foraj, sistemul 100 poate include în mod alternativ un singur ansamblu de fracturare 118 și unul sau mai multe ansambluri de producție 120

utilizate pentru a întreține întregul ansamblu de finisare 114. Ansamblul(urile) de fracturare 118 pot fi acționate sau operate în alt mod pentru a injecta un fluid în fanta inelară 122 definită între ansamblul de finisare 114 și puțul de foraj 102. Fluidul injectat de ansamblurile de fracturare 118 poate cuprinde, de exemplu, un fluid de fracturare utilizat pentru a se crea o rețea de fracturi în formațiunea înconjurătoare 110. Fluidul poate, de asemenea sau în mod alternativ, cuprinde o pulbere de pietriș care umple fanta inelară 122 în urma creării rețelei de fracturi. În alte aplicații, fluidul injectat de ansamblurile de fracturare 118 poate cuprinde un fluid stimulator, un fluid tratament, un fluid de acidizare, un fluid de conformitate sau orice combinație a fluidelor menționate.

[0022] La închiderea ansamblului(urilor) de fracturare 118, un ansamblu de producție 120 corespunzător poate fi acționat sau operat ulterior în alt mod pentru a atrage fluide din formațiunea 110 care urmează să fie transportate la suprafața puțului pentru colectare. Fiecare ansamblu de producție 120 servește funcției primare de filtrare a particulelor în afara fluxului de fluid de producție provenit din formațiune 110, astfel încât particulele și alte elemente fine să nu fie produse la suprafață. Pentru a realiza acest lucru, ansamblurile de producție 120 pot include unul sau mai multe dispozitive de filtrare, cum ar fi ecrane pentru puț sau linere canelate, care permit fluidelor să curgă prin ele, dar în general împiedică trecerea particulelor cu o dimensiune predeterminată.

[0023] În timp ce FIG. 1 reprezintă ansamblul de finisare 114 ca fiind poziționat într-o secțiune, în general, orizontală 106 a puțului de foraj 102, ansamblul de finisare 114 este la fel de potrivit pentru utilizarea 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 reprezentate în desene, direcția în sus însemnând spre partea superioară a desenului corespunzător, iar direcția în jos însemnând spre partea inferioară a desenului corespunzător, direcția în partea superioară însemnând spre suprafața puțului, iar direcția în partea inferioară însemnând spre talpa puțului.

[0024] Acționarea sau operarea ansamblurilor de fracturare 118 și a ansamblurilor de producție 120 este întreprinsă în mod convențional prin



introducerea unui instrument de comutare în partea inferioară și angrenarea și deplasarea fizică a manșoanelor de fracturare și de producție corespunzătoare între pozițiile închisă și deschisă. Totuși, conform variantelor de realizare a prezentei dezvoltări, acționarea manșoanelor de fracturare și de producție corespunzătoare între pozițiile închisă și deschisă poate fi realizată prin mijloace wireless. De exemplu, în unele variante de realizare, semnale wireless predeterminate pot fi transportate și transmise în alt mod către unul dintre sau ambele ansambluri de fracturare și de producție 118, 120. La detectarea semnalelor wireless predeterminate, acționarea ansamblurilor de fracturare și de producție 118, 120 poate fi declanșată pentru efectuarea operațiunii. Totuși, în alte variante de realizare, un semnal wireless poate fi furnizat și detectat pentru a opera un anumit ansamblu de fracturare 118, iar un ansamblu de producție 120 corespunzător poate fi acționat ulterior pe baza unui cronometru declanșat de către semnalul wireless. Următoarea prezentare oferă câteva exemple referitoare la modul în care ansamblurile de fracturare și de producție 118, 120 pot fi operate wireless.

[0025] FIG. 2A-2E reprezintă vederi laterale în secțiune transversală ale unui exemplu de ansamblu de fracturare 200, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Ansamblul de fracturare 200 poate fi același sau similar cu oricare dintre ansamblurile de fracturare 118 din FIG. 1 și, prin urmare, poate fi inclus în ansamblul de finisare 114 (FIG. 1) și utilizat pentru a injecta un fluid în fanta inelară 122 definită între ansamblul de finisare 114 și puțul de foraj 102 (FIG. 1). FIG. 2A-2E reprezintă vederi progresive ale ansamblului de fracturare 200 pe durata unui exemplu de operație.

[0026] În FIG. 2A, ansamblul de fracturare 200 este reprezentat ca incluzând o conductă de bază 202 care definește un pasaj central de curgere 204. Conducta de bază 202 poate forma o parte integrantă a ansamblului de finisare 114 (FIG. 1) și ar putea fi cuplată între lungimile opuse ale ansamblului de finisare 114. Drept urmare, pasajul central de curgere 204 se poate afla în comunicare fluidică cu coloana de lucru 112 (FIG. 1) astfel încât fluidele și obiectele (de exemplu, proiectilele pentru puțul de foraj) transportate în puțul de foraj 102 (FIG. 1) prin coloana de lucru 112 să comunice cu (să curgă prin) pasajul central de curgere 204.

[0027] Ansamblul de fracturare 200 poate include în plus un manșon de fracturare 206a și un manșon de închidere 206b, fiecare fiind poziționat pentru

deplasarea longitudinală în interiorul pasajului central de curgere 204. Unul sau mai multe orificii de injectare 208 (unul singur reprezentat) sunt definite în peretele conductei de bază 202 și sunt blocate (închise) atunci când manșonul de fracturare 206a se află în prima poziție sau în poziția "închisă", împiedicând astfel comunicarea fluidică între fanta inelară 122 și pasajul central de curgere 204. Totuși, astfel cum este descris mai jos, manșonul de fracturare 206a este acționabil pentru a se deplasa (adică a se muta) în cea de-a doua poziție sau în poziția "deschisă" în care sunt expuse orificiile de injectare 208.

[0028] Pentru a deplasa manșonul de fracturare 206a în poziția deschisă, un prim dispozitiv de acționare a fracturării 210a este declanșat pe baza unui semnal wireless recepționat sau detectat în alt mod de către un senzor 212. În timp ce senzorul 212 este reprezentat ca fiind situat în partea inferioară față de manșonul de fracturare 206a, senzorul 212 ar putea fi situat, în mod alternativ, în partea superioară față de manșonul de fracturare 206a, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării. Senzorul 212 poate cuprinde o varietate de tipuri de senzori pentru partea inferioară configurați pentru a detecta sau a recepționa în alt mod o varietate de semnale wireless. În plus, semnalul wireless poate proveni dintr-o varietate de locuri, dispozitive sau altele furnizate printr-o varietate de mijloace. De exemplu, în unele aplicații, semnalul wireless poate fi transmis dintr-un loc de la suprafața puțului sau dintr-un puț de foraj adiacent. În alte aplicații, semnalul wireless poate fi transmis prin intermediul unui dispozitiv sau prin mijloace situate în sau transportate prin puțul de foraj 102 (FIG. 1). În astfel de variante de realizare, dispozitivul sau mijloacele pot cuprinde un element neatașat, dar ar putea fi atașate, în mod alternativ, la un mijloc de transport, cum ar fi o linie cablată sau un cablu de sârmă.

[0029] În unele variante de realizare, senzorul 212 poate cuprinde un senzor magnetic configurat pentru a detecta prezența unui câmp magnetic sau a unei proprietăți produse de către un proiectil pentru puțul de foraj transportat prin pasajul central de curgere 204. În astfel de variante de realizare, senzorul 212 poate cuprinde, fără limitare, un senzor magneto-rezistiv, 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 212 pentru a crea un câmp magnetic care este deranjat de către un proiectil pentru puțul de foraj (sau ceva

similar), iar o schimbare detectată în respectivul câmp magnetic poate indica prezența proiectilului pentru puțul de foraj.

[0030] Totuși, în alte variante de realizare, senzorul 212 poate fi configurat pentru a detecta alte tipuri de semnale wireless, cum ar fi, fără limitare, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic (de exemplu, un zgomot), un semnal de debit al fluidului, sau orice combinație a acestora. În consecință, senzorul 212 poate cuprinde, în mod alternativ, cel puțin unul(una) dintre o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru sau orice combinație a acestora.

[0031] Senzorul 212 este conectat în mod comunicabil la un modul electronic 214 care include circuite electronice configurate pentru a determina dacă senzorul 212 a detectat un semnal wireless specific sau predeterminat. Modulul electronic 214 poate include o sursă de alimentare, cum ar fi una sau mai multe baterii, o celulă de combustibil, un generator pentru partea inferioară, sau orice altă sursă de energie electrică utilizată pentru a alimenta operarea unuia sau mai multora dintre modulul electronic 214, senzorul 212 și primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a.

[0032] În variantele de realizare în care senzorul 212 este un senzor magnetic, circuitele electronice pot fi configurate pentru a determina dacă senzorul 212 a detectat un câmp magnetic predeterminat, un model sau o combinație de câmpuri magnetice sau o altă proprietate magnetică a unui proiectil magnetic 215 (reprezentat cu linie întreruptă) introdus în pasajul central de curgere 204. Proiectilul magnetic 215 poate fi pompat în sau peste senzor 212 pentru a transmite un semnal magnetic către primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a. Modulul electronic 214 poate include o memorie nevolatilă care are o bază de date programată cu un(mai multe) câmp(uri) magnetic(e) predeterminat(e) sau alte proprietăți magnetice pentru compararea cu câmpurile/proprietățile magnetice ale proiectilului magnetic 215 și detectate de către senzorul 212.

[0033] În varianta de realizare ilustrată, proiectilul magnetic 215 este reprezentat sub forma unei sfere sau a unei bile, cum ar fi o bilă de fracturare cunoscută specialiștilor în domeniu, dar ar putea să cuprindă, în mod alternativ, și



alte forme sau tipuri de proiectile pentru puțul de foraj, cum ar fi o clapetă sau un dop. În alte variante de realizare, proiectilul magnetic 215 poate cuprinde un fluid sau un gel, cum ar fi un fero-fluid, un fluid magnetoreologic, sau un alt tip de fluid care prezintă proprietăți magnetice detectabile de către senzor 212. În alte variante de realizare, proiectilul magnetic 215 ar putea cuprinde o pastilă sau o suspensie de particule magnetice pompată în pasajul central de curgere 204 care să fie detectată de către senzor 212. În alte variante de realizare, proiectilul magnetic 215 poate cuprinde un instrument pentru partea inferioară, cum ar fi o încărcătură de perforare cu un atașament magnetic adăugat la încărcătura de perforare.

[0034] În variantele de realizare în care senzorul 212 este un senzor de presiune, nivelele sau secvențele de presiune predeterminate pot fi programate în memoria modulului electronic 214 pentru compararea cu o presiune reală a fluidului sau o serie (un model) de modificări (fluctuații) de presiune detectate în pasajul central de curgere 204 de către senzor 212. În consecință, pentru a acționa primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a, un operator al puțului poate presuriza în mod selectiv pasajul central de curgere 204 pentru a se potrivi cu unul dintre nivelele sau secvențele de presiune programate.

[0035] În variantele de realizare în care senzorul 212 este un senzor de temperatură, un nivel sau o disparitate (fluctuație) de temperatură predeterminat(ă) poate fi programat(ă) în memoria modulului electronic 214 pentru compararea cu temperatura sau fluctuațiile de temperatură în timp real detectat(ă) în pasajul central de curgere 204 de către senzor 212.

[0036] În variantele de realizare în care senzorul 212 este un senzor acustic, semnături acustice sau secvențe acustice predeterminate pot fi programate în memoria modulului electronic 214 pentru compararea cu zgomotele sau o serie (un model) de modificări ale zgomotelor detectate de către senzor 212. Astfel de zgomote pot fi generate, de exemplu, prin mișcarea axială și/sau rotirea unei coloane de conducte sau a altui instrument pentru partea inferioară în interiorul puțului de foraj. Totuși, în alte variante de realizare, zgomotele pot cuprinde semnale acustice transmise către senzor 212 dintr-un loc îndepărtat, cum ar fi suprafața puțului. În alte variante de realizare, zgomotul poate fi generat de mișcarea fluidului.



[0037] Dacă modulul electronic 214 determină faptul că senzorul 212 a detectat afirmativ un semnal wireless predeterminat sau specific, circuitele electronice declanșează acționarea primului dispozitiv de acționare a fracturării 210a pentru a produce deplasarea manșonului de fracturare 206a spre poziția deschisă pentru a expune orificiile de injectare 208.

[0038] În exemplul ilustrat, primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a include un element de perforare 216 operabil pentru a perfora o barieră de presiune 218 care separă inițial o primă cameră 220a și o a doua cameră 220b, fiecare definită în conducta de bază 202. Primul dispozitiv acționare a fracturării 210a poate cuprinde orice tip de dispozitiv de acționare (de exemplu, electric, hidraulic, mecanic, exploziv, chimic, o combinație a acestora etc.) utilizat pentru a avansa elementul de perforare 216 spre bariera de presiune 218 după acționare. Atunci când senzorul 212 detectează semnalul wireless predeterminat, elementul de perforare 216 perforază bariera de presiune 218, iar un fluid de presiune 222 (de exemplu, ulei) curge din prima cameră 220a în cea de-a doua cameră 220b, care generează un diferențial de presiune peste manșonul de fracturare 206a. Diferențialul de presiune generat determină deplasarea (mutarea) manșonului de fracturare 206a spre poziția deschisă (adică spre dreapta în FIG. 2A).

[0039] În unele variante de realizare, diferențialul de presiune generat prin perforarea barierei de presiune 218 poate fi suficient pentru a deplasa complet manșonul de fracturare 206a în poziția sa deschisă. Totuși, în alte variante de realizare, poate fi necesară presurizarea pasajului central de curgere 204 pentru a deplasa complet manșonul de fracturare 206a în poziția sa deschisă, astfel cum este descris mai jos.

[0040] În FIG. 2B, primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a este reprezentat ca fiind acționat deoarece elementul de perforare 216 a perforat bariera de presiune 218 astfel încât o cantitate de fluid de presiune 222 din prima cameră 220a să poată curge în cea de-a doua cameră 220b. Fluidul de presiune 222 care intră în cea de-a doua cameră 220b generează un diferențial de presiune peste manșonul de fracturare 206a, care determină deplasarea manșonului de fracturare 206a în jos (adică spre dreapta în FIG. 2B) până când angrenează un ansamblu deflector 224 poziționat în pasajul central de curgere 204. Astfel cum este ilustrat,



ansamblul deflector 224 include un deflector retractabil 226 și un manșon de primire a deflectorului 228 fixat pe conducta de bază 202 cu unul sau mai multe elemente de forfecare 230. Pe măsură ce manșonul de fracturare 206a se deplasează spre poziția deschisă, acesta angrenează deflectorul retractabil 226 și forțează deflectorul retractabil 226 către manșonul de primire a deflectorului 228. Oponerea suprafețelor unghiulare pe deflectorul retractabil 226 și pe manșonul de primire a deflectorului 228 permit angrenarea prin culisare a deflectorului retractabil 226 și ajungerea acestuia până la manșonul de primire a deflectorului 228 și determinarea contractării radiale a deflectorului retractabil 226 în interiorul pasajului central de curgere 204 într-o poziție etanșă (adică un diametru interior mai mic).

[0041] În acest exemplu, deflectorul retractabil 226 este sub forma unui inel extensibil care este contractat radial spre interior în poziția sa de etanșare prin deplasarea în jos a manșonului de fracturare 206a. Totuși, în alte exemple, deflectorul retractabil 226 poate cuprinde un alt tip de dispozitiv sau mecanism contractibil radial, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării. În plus, în acest exemplu, deplasarea axială suplimentară a manșonului de fracturare 206a este împiedicată de către manșonul de primire a deflectorului 228, care este fixat pe conducta de bază 202 la elementul de forfecare 230.

[0042] În FIG. 2C, cu deflectorul retractabil 226 în poziția de etanșare, pasajul central de curgere 204 poate fi etanșat și izolat în alt mod cu un dispozitiv izolator 232 utilizat pentru a izola ansamblul de fracturare 200 față de porțiunile din partea inferioară. În varianta de realizare ilustrată, dispozitivul izolator 232 este sub forma unui proiectil pentru puțul de foraj care poate fi transportat în partea inferioară pentru a ajuta la deplasarea completă a manșonului de fracturare 206a în poziția deschisă. Mai precis, dispozitivul izolator 232 este transportat la ansamblul de fracturare 200 și în pasajul central de curgere 204 pentru a fi recepționat de către deflectorul retractabil 226. În timp ce este reprezentat în FIG. 2C ca un proiectil pentru puțul de foraj de tipul unei bile, dispozitivul izolator 232 poate cuprinde, în mod alternativ, o clapetă, un ștergător, un dop sau orice alt tip cunoscut de proiectil pentru puțul de foraj. Dispozitivul izolator 232 poate fi transportat la ansamblul de fracturare 200 prin orice tehnică cunoscută, cum ar fi prin cădere prin coloana de lucru 112 (FIG. 1), prin pompare prin pasajul central de curgere 204, prin autopropulsare, prin transportare cu ajutorul liniei cablate, cablului de sârmă, tubulaturii spiralate etc.

[0043] În variantele de realizare în care presiunea diferențială care acționează asupra manșonului de fracturare 206a nu este suficientă pentru depășirea limitei de forfecare a elementului de forfecare 230, dispozitivul izolator 232 poate fi utilizat pentru a etanșa pasajul central de curgere 204, astfel încât presiunea hidraulică să poată fi aplicată asupra dispozitivului izolator 232 pentru a elibera manșonul de primire a deflectorului 228. Dispozitivul izolator 232 poate fi dimensionat pentru a sta și a se așeza pe deflectorul retractabil 226 în poziția sa de etanșare și, prin urmare, a crea o interfață etanșă. Odată ce dispozitivul izolator 232 se așează pe deflectorul retractabil 226, presiunea fluidului din pasajul central de curgere 204 poate fi crescută pentru a depăși limita de forfecare a elementului de forfecare 230 și, prin urmare, a elibera manșonul de primire a deflectorului 228. Cu elementul de forfecare 230 forfecat, presiunea diferențială rămasă peste manșonul de fracturare 206a generată între prima și cea de-a doua cameră 220a,b poate determina manșonul de fracturare 206a să deplaseze manșonul de primire a deflectorului 228 și să se deplaseze în poziția deschisă. În caz contrar, presiunea hidraulică asupra dispozitivului izolator 232 poate ajuta la deplasarea manșonului de fracturare 206a în poziția complet deschisă.

[0044] În FIG. 2D, manșonul de fracturare 206a este reprezentat ca fiind complet deplasat în poziția deschisă, iar dispozitivul izolator 232 continuă să furnizeze o interfață etanșă opusă deflectorului retractabil 226. Un fluid 234 poate fi lăsat să curgă până la ansamblul de fracturare 200 și în pasajul central de curgere 204 la o presiune ridicată care urmează să fie injectată în fanta inelară 122 prin orificiile de injectare 208 expuse. Fluidul 234 poate cuprinde, de exemplu, un fluid de fracturare utilizat pentru a crea o rețea de fracturi în formațiunea înconjurătoare 110 (FIG. 1) pe durata unei operații de fracturare hidraulică. În mod alternativ, sau în plus, fluidul 234 poate cuprinde o pulbere de pietriș utilizată pentru a umple fanta inelară 122 pe durata unei operații de control al umplerii cu nisip.

[0045] După finalizarea operațiilor de fracturare hidraulică, poate fi dorită deplasarea manșonului de fracturare 206a înapoi în poziția închisă în vederea pregătirii pentru operațiile de producție sau, în mod alternativ, în vederea pregătirii pentru fracturarea hidraulică a unei alte zone din interiorul puțului de foraj. Pentru a realiza acest lucru, un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 210b inclus în ansamblul de fracturare 200 poate fi acționat sau operat în alt mod pentru a deplasa

(muta) manșonul de închidere 206b și, prin urmare, a deplasa manșonul de fracturare 206a înapoi în poziția închisă. Similar cu primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a, în exemplul ilustrat, cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 210b include un element de perforare 236 configurat pentru a perfora o barieră de presiune 238 care separă inițial o a treia cameră 210c și o a patra cameră 210d, fiecare definită în conducta de bază 202.

[0046] În unele variante de realizare, acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 210b pentru a deplasa manșonul de închidere 206b poate fi întârziată. Mai precis, circuitele electronice ale modului electronic 214 pot include un cronometru care poate fi declanșat (pornit) după detectarea semnalului wireless predeterminat utilizat pentru a acționa primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a. În alte aplicații, cronometrul poate fi declanșat după detectarea unei modificări a debitului prin pasajul central de curgere 204, a unei schimbări de temperatură de la debit etc. Cronometrul poate fi programat cu o perioadă de timp predeterminată pentru acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 206b și, după expirarea perioadei de timp predeterminate, modulul electronic 214 poate acționa (opera) cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 210b. Perioada de timp predeterminată poate fi programată pentru a oferi suficient timp pentru a realiza operațiile de fracturare hidraulică. De exemplu, perioada de timp predeterminată poate fi de aproximativ 6 ore, aproximativ 12 ore, aproximativ 24 de ore, aproximativ 48 de ore, mai mult de 48 de ore, sau orice interval de timp care se încadrează între acestea. Atunci când perioada de timp predeterminată expiră, elementul de perforare 236 este acționat pentru a perfora bariera de presiune 238, iar un fluid de presiune 242 (de exemplu, ulei) curge din cea de-a treia cameră 210c în cea de-a patra cameră 210d, care generează un diferențial de presiune peste manșonul de închidere 206b. Diferențialul de presiune generat determină deplasarea (mutarea) manșonului de închidere 206b în partea superioară (adică spre stânga în FIG. 2D) și spre manșonul de fracturare 206a și, prin urmare, deplasează manșonul de fracturare 206a înapoi în poziția închisă.

[0047] Totuși, în alte variante de realizare, senzorul 212 poate detecta un al doilea semnal wireless sau un semnal wireless suplimentar pentru a acționa cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 210b. În astfel de variante de realizare, senzorul 212 poate fi poziționat în partea superioară față de manșoanele de

fracturare și de închidere 206a,b și poate fi capabil în alt mod să detecteze semnalele din partea superioară față de dispozitivul izolator 232. Totuși, senzorul 212 nu trebuie să fie poziționat în partea superioară față de manșoanele de fracturare și de închidere 206a,b pentru a detecta semnalul wireless suplimentar.

[0048] În FIG. 2E, manșonul de fracturare 206a este reprezentat ca fiind deplasat înapoi în poziția închisă prin deplasarea manșonului de închidere 206b, care este cauzată de perforarea de către elementul de perforare 236 a barierei de presiune 238 pentru a permite fluidului de presiune 242 să curgă în cea de-a patra cameră 210d. Pe măsură ce se deplasează spre partea superioară, manșonul de închidere 206b angrenează axial manșonul de primire a deflectorului 228, care așează o sarcină axială în partea superioară pe manșonul de fracturare 206a spre poziția închisă. În unele variante de realizare, o extensie axială 240 a manșonului de închidere 206b poate angrena deflectorul retractabil 226 și poate permite deflectorului retractabil 226 să se extindă radial încă o dată pentru a se interpune între manșonul de fracturare 206a și manșonul de primire a deflectorului 228. În astfel de variante de realizare, dispozitivul izolator 232 (FIG. 2D) poate fi lăsat să cadă în partea inferioară pe măsură ce deflectorul retractabil 226 se extinde radial și, prin urmare, să elibereze pasajul central de curgere 204 pentru curgerea ulterioară a fluidului prin ansamblul de fracturare 200.

[0049] În alte variante de realizare, deflectorul retractabil 226 nu se poate extinde radial pe măsură ce manșonul de închidere 206b angrenează deflectorul retractabil 226 și deplasează manșonul de fracturare 206a înapoi în poziția închisă. În astfel de variante de realizare, dispozitivul izolator 232 poate fi realizat, în mod alternativ, dintr-un material degradabil care permite dispozitivului izolator 232 să se dizolve în timp și astfel să elibereze pasajul central de curgere 204 pentru curgerea ulterioară a fluidului prin ansamblul de fracturare 200. Materialele degradabile adecvate pentru dispozitivul izolator 232 includ, fără limitare, un metal corodabil galvanic (de exemplu, argint și aliaje de argint, nichel și aliaje de nichel, aliaje de nichel-cupru, aliaje de nichel-crom, cupru și aliaje de cupru, crom și aliaje de crom, staniu și aliaje de staniu, aluminiu și aliaje de aluminiu, fier și aliaje de fier, zinc și aliaje de zinc, magneziu și aliaje de magneziu și beriliu și aliaje de beriliu), metale sau materiale micro-galvanice (de exemplu, materiale galvanice cu matrice nanostructurată, cum ar fi un aliaj de magneziu cu incluziuni cu peliculă de fier) și un

polimer degradabil (de exemplu, acid poliglicolic, acid polilactic și materiale plastice pe bază de tiol).

[0050] FIG. 3A și 3B reprezintă vederi izometrice individuale ale unui exemplu de variantă de realizare a proiectilului magnetic 215 din FIG. 2A. În varianta de realizare ilustrată, proiectilul magnetic 215 are forma generală a unei sfere 302, cum ar fi o bilă de fracturare cunoscută specialiștilor în domeniu. Sfera 302 poate include unul sau mai mulți magneți (nereprezențați în FIG. 3A și 3B) reținuți într-o pluralitate de cavități 304 definite pe suprafața exterioară a sferei 302. Totuși, în alte variante de realizare, magnetul(ții) proiectilul magnetic 215 poate(pot) fi dispus(și) în întregime în interiorul centrului sferei 302, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0051] În unele variante de realizare, cavitățile 304 pot fi aranjate într-un model, care, în acest caz, seamănă cu cel al cusăturii de pe minge de baseball. Mai precis, modelul reprezentat în FIG. 3A și 3B cuprinde poziții distanțate, distribuite de-a lungul unei traiectorii continue ondulate în jurul sferei 302. Totuși, trebuie să se înțeleagă clar că orice model de componente producătoare de câmp magnetic poate fi utilizat în proiectilul magnetic 215, în conformitate cu domeniul de aplicare al prezentei dezvoltări. Într-adevăr, magneții pot fi poziționați pentru a asigura un câmp magnetic care se extinde pe o distanță predeterminată față de proiectilul magnetic 215 și pentru a face acest lucru indiferent de orientarea sferei 302. Modelul reprezentat în FIG. 3A și 3B poate fi configurat pentru a proiecta câmpul(rile) magnetic(e) produs(e) în mod substanțial uniform în jurul sferei 302.

[0052] Primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a (FIG. 2A-2E) poate fi acționat pe baza detectării proiectilului magnetic 215 sau a unui model specific sau a unei secvențe al(a) proiectilelor magnetice 215 detectate de către senzor 212 (FIG. 2A-2E). De exemplu, primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a poate fi acționat atunci când un prim proiectil magnetic 215 este deplasat în ansamblul de fracturare 200, sau atunci când un număr predeterminat de proiectile magnetice 215 sunt detectate de către senzor 212. Un alt exemplu, primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a poate fi acționat ca răspuns la trecerea unei perioade de timp predeterminate după detectarea unui anumit proiectil magnetic 215, a unui interval de timp predeterminat între două sau mai multe proiectile magnetice 215, sau a unui interval de timp predeterminat între numere predeterminate de proiectile magnetice

215. Astfel, transportarea unui model de proiectile magnetice 215 în ansamblul de fracturare 200 poate fi utilizată pentru a transmite un semnal magnetic corespunzător către primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a.

[0053] FIG. 4A și 4B reprezintă vederi laterale în secțiune transversală ale unui exemplu de ansamblu de producție 400, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Ansamblul de producție 400 poate fi același sau similar cu oricare dintre ansamblurile de producție 120 din FIG. 1 și, prin urmare, poate fi inclus în ansamblul de finisare 114 și utilizat pentru a produce fluide din fanta inelară 122 și care provin din formațiunea subterană înconjurătoare 110 (FIG. 1). În plus, ansamblul de producție 400 poate fi utilizat împreună cu ansamblul de fracturare 200 descris anterior, din FIG. 2A-2E, cum ar fi poziționarea sa într-o secțiune de finisare comună a ansamblului de finisare 114. FIG. 4A-4B reprezintă vederi progresive ale ansamblului de producție 400 pe durata unui exemplu de operație.

[0054] În FIG. 4A, ansamblul de producție 400 este reprezentat ca incluzând o conductă de bază 402 care definește un pasaj central de curgere 404 și unul sau mai multe orificii de producție 406 care facilitează comunicarea fluidică dintre pasajul central de curgere 404 și fanta inelară 122. Conducta de bază 402 poate fi aceeași sau o extensie axială a conductei de bază 202 a ansamblului de fracturare 200 din FIG. 2A-2E. În consecință, pasajul central de curgere 404 poate comunica fluidic cu pasajul central de curgere 204 (FIG. 2A-2E) al ansamblului de fracturare 200 și orice fluide atrase în conducta de bază 402 pot fi transportate în coloana de lucru 112 (FIG. 1) și transportate la suprafață pentru colectare. Un dispozitiv de filtrare 408 este poziționat în jurul conductei de bază 402 și, într-o variantă de realizare, se poate extinde de la un inel terminal 410 poziționat în jurul conductei de bază 402 pentru a asigura o interfață mecanică între conducta de bază 402 și dispozitivul de filtrare 408. Totuși, în alte variante de realizare, inelul terminal 410 poate fi omis, iar dispozitivul de filtrare 408 poate fi cuplat în mod alternativ direct la conducta de bază 402.

[0055] Dispozitivul de filtrare 408 servește ca mediu de filtrare proiectat să permită fluidelor derivate din formațiune 110 (FIG. 1) să curgă prin acesta, dar să împiedice în mod substanțial afluxul de particule cu dimensiuni predeterminate. În unele variante de realizare, astfel cum este ilustrat, dispozitivul de filtrare 408 poate cuprinde unul sau mai multe ecrane pentru puț 412 poziționate în jurul conductei de

bază 402. Astfel cum este ilustrat, ecranul(ele) pentru puț 412 poate(pot) fi deplasat(e) radial la o distanță mică de conducta de bază 402 și astfel să definească un spațiu inelar de producție 414. Totuși, în alte variante de realizare, ecranul(ele) pentru puț 412 poate(pot) fi înlocuit(e) cu un liner canelat sau ceva asemănător, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0056] Ecranul(ele) pentru puț 412 poate(pot) fi fluid-poroase, dispozitive de limitare a particulelor, realizate dintr-o pluralitate de straturi de plasă de sârmă care sunt lipite prin difuzie sau sinterizate pentru a forma un ecran fluid poros de plasă de sârmă. Ecranul(ele) pentru puț 412 poate(pot) include, în mod alternativ, mai multe straturi de material cu țesătură de plasă de sârmă cu o structură poroasă uniformă și o dimensiune controlată a porilor care este determinată pe baza proprietăților formațiunii 110 (FIG. 1). Totuși, în alte aplicații, ecranul(ele) pentru puț 412 poate(pot) cuprinde un singur strat de plasă de sârmă, mai multe straturi de plasă de sârmă care nu sunt lipite între ele, un singur strat de folie de sârmă, mai multe straturi de folie de sârmă sau altele asemenea, care pot sau nu să funcționeze cu un strat de drenaj.

[0057] Ansamblul de producție 400 poate include, suplimentar, un manșon de producție 416 poziționat pentru deplasarea longitudinală în interiorul pasajului central de curgere 404. Orificiile de producție 406 (unul singur reprezentat) sunt blocate (închise) atunci când manșonul de producție 416 se află într-o primă poziție sau în poziția "închisă", împiedicând astfel comunicarea fluidică între fanta inelară 122 și pasajul central de curgere 404. Totuși, astfel cum este descris mai jos, manșonul de producție 416 este acționabil pentru a se deplasa (adică a se muta) într-o a doua poziție sau în poziția "deschisă" în care orificiile de producție 406 sunt expuse.

[0058] Pentru a deplasa manșonul de producție 416 în poziția deschisă, un dispozitiv de acționare a producției 418 este declanșat pe baza unui semnal wireless recepționat sau detectat în alt mod de către un senzor de producție 420. Senzorul de producție 420 poate fi similar cu senzorul 212 din FIG. 2A și, prin urmare, poate cuprinde cel puțin unul(una) dintre un senzor magnetic, o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru, sau orice combinație a acestora. În plus, senzorul de producție 420 este conectat în mod comunicabil la un

modul electronic 422 similar cu modulul electronic 214 din FIG. 2A-2D. În consecință, modulul electronic 422 poate include circuite electronice configurate pentru a determina dacă senzorul de producție 420 a detectat un anumit semnal wireless și poate include, de asemenea, o sursă de alimentare utilizată pentru alimentarea operării unuia sau mai multora dintre modulul electronic 422, senzorul de producție 420 și dispozitivul de acționare a producției 418.

[0059] În variantele de realizare în care senzorul de producție 420 este un senzor magnetic, circuitele electronice pot fi configurate pentru a determina dacă senzorul de producție 420 a detectat un câmp magnetic predeterminat, un model sau o combinație de câmpuri magnetice, sau o altă proprietate magnetică a proiectilului magnetic 215 introdus în pasajul central de curgere 404. Proiectilul magnetic 215 poate fi pompat către sau peste senzorul de producție 420 pentru a transmite un semnal magnetic către primul dispozitiv de acționare a fracturării 210a. Similar cu modulul electronic 214 din FIG. 2A-2D, modulul electronic 422 poate include o memorie nevolatilă care are o bază de date programată cu un(mai multe) câmp(uri) magnetic(e) predeterminat(e) sau alte proprietăți magnetice pentru compararea cu câmpurile/proprietățile magnetice ale proiectilului magnetic 215 și detectate de către senzorul de producție 420.

[0060] În variantele de realizare în care senzorul de producție 420 este un senzor de presiune, nivelele sau secvențele de presiune predeterminate pot fi programate în memoria modulului electronic 422 pentru compararea cu o presiune reală a fluidului sau o serie (un model) de modificări (fluctuații) de presiune detectate în pasajul central de curgere 404 de către senzorul de producție 420. În consecință, pentru a acționa dispozitivul de acționare a producției 418, un operator al puțului poate presuriza în mod selectiv pasajul central de curgere 404 pentru a se potrivi cu unul din nivelele sau secvențele de presiune programate.

[0061] În variantele de realizare în care senzorul de producție 420 este un senzor de temperatură, un nivel sau o disparitate (fluctuație) de temperatură predeterminat(ă) poate fi programat(ă) în memoria modulului electronic 422 pentru compararea cu temperatura sau fluctuațiile de temperatură în timp real detectat(ă) în pasajul central de curgere 404 de către senzorul de producție 420.

[0062] În variantele de realizare în care senzorul de producție 420 este un senzor acustic, semnături acustice sau secvențe acustice predeterminate pot fi programate în memoria modulului electronic 422 pentru compararea cu zgomotele sau o serie (un model) de modificări ale zgomotelor detectate de către senzorul de producție 420. Astfel de zgomote pot fi generate, de exemplu, prin mișcarea axială și/sau rotirea unei coloane de conducte sau a altui instrument pentru partea inferioară în interiorul puțului de foraj. Totuși, în alte variante de realizare, zgomotele pot cuprinde semnale acustice transmise senzorului de producție 420 dintr-un loc îndepărtat, cum ar fi suprafața puțului. În alte variante de realizare, zgomotul poate fi generat de mișcarea fluidului.

[0063] Dacă modulul electronic 422 determină faptul că senzorul de producție 420 a detectat un semnal wireless predeterminat, circuitele electronice declanșează acționarea dispozitivului de acționare a producției 418 pentru a deplasa manșonul de producție 416 spre poziția deschisă și, astfel, a expune orificiile de producție 406. În unele variante de realizare, astfel cum este ilustrat, dispozitivul de acționare a producției 418 poate fi similar cu unul sau ambele dintre primul și cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 210a,b din FIG. 2A-2E. Mai precis, dispozitivul de acționare a producției 418 include un element de perforare 424 configurat pentru a străpunge o barieră de presiune 426 care separă inițial o primă cameră 428a și o a doua cameră 428b definite de conducta de bază 402. Atunci când senzorul de producție 420 detectează semnalul wireless predeterminat, elementul de perforare 424 se declanșează pentru a perfora bariera de presiune 426, iar un fluid de presiune 430 (de exemplu, ulei) curge din prima cameră 428a în cea de-a doua cameră 428b, care generează un diferențial de presiune peste manșonul de producție 416. Diferențialul de presiune generat determină deplasarea (mutarea) manșonului de producție 416 spre poziția deschisă.

[0064] În FIG. 4B, dispozitivul de acționare a producției 418 este reprezentat ca fiind acționat, deoarece elementul de perforare 424 a perforat bariera de presiune 426 astfel încât fluidul de presiune 430 din prima cameră 428a să poată curge în cea de-a doua cameră 428b, iar diferențialul de presiune rezultat a deplasat manșonul de producție 416 în poziția deschisă. În poziția deschisă, un fluid 432 din fanta inelară 122 poate fi atras prin dispozitivul de filtrare 408 și în spațiul inelar de producție 414. Fluidul 432 poate traversa exteriorul conductei de bază 402 în interiorul spațiului

inelar de producție 414 până la localizarea orificiilor de producție 406, care permit fluidului 432 să pătrundă în pasajul central de curgere 404 pentru producție la suprafața puțului.

[0065] În unele variante de realizare, poate fi întârziată acționarea manșonului de producție 416. Mai precis, circuitele electronice ale modulului electronic 422 pot include un cronometru care poate fi declanșat (pornit) la detectarea semnalului wireless predeterminat cu senzorul de producție 420. Cronometrul poate fi programat cu o perioadă de timp predeterminată pentru acționarea dispozitivului de acționare a producției 418 și, la expirarea perioadei de timp predeterminate, modulul electronic 422 poate transmite un semnal care acționează (operează) dispozitivul de acționare a producției 418. Perioada de timp predeterminată poate oferi suficient timp pentru a realiza operațiile precedente de fracturare hidraulică descrise anterior cu referire la ansamblul de fracturare 200 din FIG 2A-2E. Perioada de timp predeterminată poate fi de aproximativ 6 ore, aproximativ 12 ore, aproximativ 24 de ore, aproximativ 48 de ore, mai mult de 48 de ore sau orice interval de timp care se încadrează între acestea.

[0066] FIG. 5 reprezintă o vedere izometrică a unui exemplu de secțiune de finisare 500 care poate face parte din ansamblul de finisare 114 din FIG. 1, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Secțiunea de finisare 500 poate fi situată, în general, între pacherele 116 pentru puțul de foraj adiacente axial (FIG. 1) și include un ansamblu de fracturare 118 și un ansamblu de producție 120 decalat axial față de ansamblul de fracturare 118. Ansamblul de producție 120 include o pluralitate de dispozitive de filtrare 502 utilizate pentru a preveni aflusul de particule de dimensiuni predeterminate. În varianta de realizare ilustrată, dispozitivul de filtrare 502 este sub forma unor linere canelate 502, dar ar putea să cuprindă în mod alternativ ecrane de nisip sau un alt tip de sistem de filtrare pentru partea inferioară a puțului, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0067] FIG. 6A reprezintă o vedere laterală parțială în secțiune transversală a ansamblului de fracturare 118 din FIG. 5, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Astfel cum s-a menționat anterior, ansamblul de fracturare 118 poate fi utilizat pentru a injecta un fluid în fanta inelară 122 definită între ansamblul de finisare 114 (FIG. 1) și puțul de foraj 102 (FIG. 1). Ansamblul de fracturare 118 include o

conductă de bază 602 care definește un pasaj central de curgere 604 în comunicare fluidică cu coloana de lucru 112 (FIG. 1) astfel încât fluidele și obiectele (de exemplu, proiectilele pentru puțul de foraj) transportate în puțul de foraj 102 prin coloana de lucru 112 să comunice cu (să curgă prin) pasajul central de curgere 604.

[0068] Ansamblul de fracturare 118 include în plus un manșon de fracturare 606 poziționat pentru deplasarea longitudinală în interiorul pasajului central de curgere 604. Unul sau mai multe orificii de injectare 608 (două reprezentate) sunt definite în peretele conductei de bază 602 200 și sunt blocate (închise) atunci când manșonul de fracturare 606 se află într-o primă poziție sau în poziția "închisă", împiedicând astfel comunicarea fluidică între fanta inelară 122 și pasajul central de curgere 604. Astfel cum se discută mai jos, manșonul de fracturare 606 este acționabil pentru a se deplasa (adică a se muta) într-o a doua poziție sau în poziția "deschisă", unde comunicarea fluidică între fanta inelară 122 și pasajul central de curgere 604 este facilitată. În varianta de realizare ilustrată, comunicarea fluidică este facilitată prin alinierea unuia sau mai multor orificii de fracturare 610 definite în manșonul de fracturare 606 cu orificii de injectare 608.

[0069] În unele variante de realizare, astfel cum este ilustrat, manșonul de fracturare 606 poate cuprinde două secțiuni de manșon, reprezentate ca o secțiune de manșon superioară 612a și o secțiune de manșon inferioară 612b. Astfel cum este ilustrat, orificiile de fracturare 610 sunt definite în secțiunea de manșon inferioară 612b. În plus, astfel cum este descris mai jos, secțiunile de manșon superioară și inferioară 612a,b pot fi capabile să se miște pe o distanță scurtă una față de cealaltă în interiorul pasajului central de curgere 604.

[0070] Ansamblul de fracturare 118 include în plus un prim dispozitiv de acționare a fracturării 614a și un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b. Pentru a deplasa manșonul de fracturare 606 în poziția deschisă, se declanșează primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a, iar pentru a muta manșonul de fracturare 606 înapoi în poziția închisă, se declanșează cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b. Primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a poate fi declanșat pe baza unui semnal wireless detectat de un prim senzor 616a cuplat la peretele conductei de bază 602. Primul senzor 616a poate fi similar cu senzorul 212 din FIG. 2A și, prin urmare, poate cuprinde cel puțin unul(una) dintre un senzor

magnetic, o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru sau orice combinație a acestora. În timp ce primul senzor 616a este reprezentat ca fiind situat în partea inferioară față de manșonul de fracturare 606, primul senzor 616a ar putea fi situat, în mod alternativ, în partea superioară față de manșonul de fracturare 606, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0071] Primul senzor 616a poate fi conectat în mod comunicabil la un modul electronic 618 similar cu modulul electronic 214 din FIG. 2A-2D. Prin urmare, modulul electronic 618 poate include circuite electronice configurate pentru a determina dacă primul senzor 616a a detectat un anumit semnal wireless și poate include, de asemenea, o sursă de alimentare utilizată pentru a alimenta operarea unuia sau mai multora dintre modulul electronic 618, primul senzor 616a și primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a.

[0072] În variantele de realizare în care primul senzor 616a este un senzor magnetic, circuitele electronice pot fi configurate pentru a determina dacă primul senzor 616a a detectat un câmp magnetic predeterminat, un model sau o combinație de câmpuri magnetice, sau o altă proprietate magnetică a unui proiectil magnetic 620 introdus în pasajul central de curgere 404. Proiectilul magnetic 620 poate fi același sau similar cu proiectilul magnetic 215 din FIG. 2A și 4A și, astfel, poate cuprinde o bilă, o clapetă, un dop, un fluid, un gel, o pastilă sau o suspensie de particule magnetice, sau orice alt dispozitiv sau substanță care are o proprietate magnetică detectabilă de către primul senzor 616a. Modulul electronic 618 poate include, de asemenea, o memorie nevolatilă care are o bază de date programată cu un(mai multe) câmp(uri) magnetic(e) predeterminat(e) sau alte proprietăți magnetice pentru compararea cu câmpurile/proprietățile magnetice ale proiectilului magnetic 620 și detectate de către primul senzor 616a.

[0073] În variantele de realizare în care primul senzor 616a este un senzor de presiune, un senzor de temperatură, sau un senzor acustic, acționarea primului dispozitiv de acționare a fracturării 614a poate fi declanșată și întreprinsă în alt mod astfel cum este descris anterior în linii generale cu referire la operarea senzorului 212 din FIG. 2A și, prin urmare, nu va mai fi descrisă încă o dată.

[0074] FIG. 6B și 6C reprezintă vederi laterale mărite în secțiune transversală ale primului și respectiv celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614a,b, astfel cum este indicat în casetele punctate din FIG. 6A. Similar cu dispozitivele de acționare discutate anterior, primul și cel de-al doilea dispozitiv acționare a fracturării 614a,b poate cuprinde fiecare orice tip de dispozitiv de acționare (de exemplu, electric, hidraulic, mecanic, exploziv, chimic, o combinație a acestora etc.) utilizat pentru a avansa elementul de perforare spre bariera de presiune la acționare. De exemplu, în FIG. 6B, primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a include un element de perforare 622 operabile pentru a perfora o barieră de presiune 624 care separă inițial o primă cameră 626a și o a doua cameră 626b, fiecare definită în conducta de bază 602. Atunci când primul senzor 616a detectează semnalul wireless predeterminat, un semnal de comandă poate fi transmis către primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a pentru a perfora bariera de presiune 624 cu elementul de perforare 622, care permite curgerea unui fluid de presiune (de exemplu, ulei) din prima cameră 626a în cea de-a doua cameră 626b și generează un diferențial de presiune peste manșonul de fracturare 606. Diferențialul de presiune generat determină deplasarea (mutarea) manșonului de fracturare 606 spre poziția deschisă (adică spre dreapta în FIG. 6A și 6B).

[0075] În FIG. 6C, cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b include, de asemenea, un element de perforare 628 operabil pentru a perfora o barieră de presiune 630 care separă inițial o a treia cameră 626c și o a patra cameră 626d, fiecare definită în conducta de bază 602. În unele variante de realizare, cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b poate fi acționat atunci când un al doilea senzor 616b detectează un semnal wireless predeterminat. Cel de-al doilea senzor 616b poate fi similar cu primul senzor 616a și, prin urmare, poate cuprinde cel puțin unul(una) dintre un senzor magnetic, o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru, sau orice combinație a acestora. În plus, cel de-al doilea senzor 616b poate fi cuplat în mod comunicabil cu un modul electronic (nereprezentat) asociat cu cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b.

[0076] Totuși, în unele variante de realizare, cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b poate fi cuplat în mod comunicabil cu modulul electronic

618 (FIG. 6A și 6B) al primului dispozitiv de acționare a fracturării 614a (FIG. 6A și 6B) și poate opera cu o anumită întârziere. Mai precis, circuitele electronice ale modulului electronic 618 pot include un cronometru care poate fi declanșat (pornit) la detectarea semnalului wireless predeterminat utilizat pentru a acționa primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a. Cronometrul poate fi programat cu o perioadă de timp predeterminată pentru acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b și, la expirarea perioadei de timp predeterminate, modulul electronic 618 poate transmite un semnal de comandă pentru a acționa (opera) cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b. Perioada de timp predeterminată poate fi programată pentru a oferi suficient timp pentru a realiza operațiile de fracturare hidraulică. De exemplu, perioada de timp predeterminată poate fi de aproximativ 6 ore, aproximativ 12 ore, aproximativ 24 de ore, aproximativ 48 de ore, mai mult de 48 de ore, sau orice interval de timp care se încadrează între acestea. Atunci când perioada de timp predeterminată expiră, elementul de perforare 628 este acționat pentru a perfora bariera de presiune 630, iar un fluid de presiune (de exemplu, ulei) curge din cea de-a treia cameră 626c în cea de-a patra cameră 626d, care generează un diferențial de presiune peste manșonul de fracturare 606. Diferențialul de presiune generat determină deplasarea (mutarea) manșonului de fracturare 606 în partea superioară (adică spre stânga în FIG. 6 și 6B) și, astfel, înapoi în poziția închisă.

[0077] Operarea ansamblului de fracturare 118 va fi acum descrisă cu referire la FIG. 6A, 6D și 6E, care reprezintă vederi progresive ale ansamblului de fracturare 118 pe durata unui exemplu de operație. În FIG. 6A, ansamblul de fracturare 118 este reprezentat în poziția închisă, unde manșonul de fracturare 606 închide orificiile de injectare 608 și, astfel, împiedică comunicarea fluidică între fanta inelară 122 și pasajul central de curgere 604. Totuși, odată ce semnalul wireless predeterminat este detectat de către primul senzor 616a, primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a poate fi declanșat pentru a deplasa manșonul de fracturare 606 spre poziția deschisă (adică spre dreapta în FIG. 6A).

[0078] Astfel cum este ilustrat, în unele variante de realizare, ansamblul de fracturare 118 poate include în plus un dispozitiv izolator 632 poziționat în interiorul pasajului central de curgere 604 și utilizat pentru a izola ansamblul de fracturare 118 față de porțiunile din partea inferioară a secțiunii de finisare 500 (FIG. 5). În varianta

de realizare ilustrată, dispozitivul izolator 632 este sub forma unei capcane de nisip pliabile sau a unui dispozitiv de deviere cuplat la capătul distal al manșonului de fracturare 606. Dispozitivul de deviere a nisipului este reprezentat în FIG. 6A într-o poziție deschisă care permite comunicarea fluidică prin pasajul central de curgere 604. Totuși, după deplasarea manșonului de fracturare 606 în poziția închisă, dispozitivul de deviere a nisipului poate fi configurat să se plieze radial și să etanșeze cel puțin parțial pasajul central de curgere 606, astfel cum este descris mai jos.

[0079] În FIG. 6D, primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a este reprezentat ca fiind acționat, astfel cum s-a descris anterior, iar diferențialul de presiune rezultat peste manșonului de fracturare 606 a deplasat manșonul de fracturare 606 în poziția deschisă unde orificiile de injectare 608 sunt expuse prin orificiile de fracturare 610 definite în manșoanele de fracturare 606. În varianta de realizare ilustrată, deplasarea manșonului de fracturare 606 în poziția deschisă deplasează secțiunea de manșon inferioară 612b, în timp ce secțiunea de manșon superioară 612a rămâne relativ staționară. Totuși, în alte variante de realizare, manșonul de fracturare 606 poate cuprinde o structură monolitică ce se deplasează ca o construcție de manșon unitară, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0080] Deplasarea manșonului de fracturare 606 în poziția deschisă poate, de asemenea, să conducă la izolarea totală sau parțială a pasajului central de curgere 604 sub orificiile de injectare 608, pe măsură ce dispozitivul izolator 632 se pliază în poziția sa închisă. Astfel cum s-a indicat anterior, dispozitivul izolator 632 poate cuprinde un dispozitiv de deviere a nisipului. Pe măsură ce manșonul de fracturare 606 se deplasează spre dreapta în FIG. 6D și spre poziția deschisă, dispozitivul de deviere a nisipului va angrena în cele din urmă un picior radial 634 configurat să deflekteze și să plieze dispozitivul de deviere a nisipului. În unele variante de realizare, dispozitivul de deviere a nisipului poate asigura o etanșare în interiorul pasajului central de curgere 604. Totuși, în alte variante de realizare, dispozitivul de deviere a nisipului poate împiedica pur și simplu trecerea particulelor. Dispozitivul de deviere a nisipului se poate dovedi avantajos, de exemplu, în puțurile verticale unde nisipul, propanolul și particulele de pietriș provenind dintr-o pulbere de pietriș sau dintr-un fluid de fracturare pot migra în partea inferioară dincolo de ansamblul de

fracturare 118 pe durata unei operații de fracturare hidraulică. Dispozitivul de deviere a nisipului poate servi la prevenirea migrării unor astfel de particule.

[0081] Cu manșonul de fracturare 606 în poziția deschisă, un fluid (de exemplu, un fluid de fracturare, o pulbere de pietriș etc.) poate fi lăsat să curgă în ansamblul de fracturare 118 și în pasajul central de curgere 604 la o presiune ridicată care urmează să fie injectată în fanta inelară 122 prin orificiile de injectare 608 expuse.

[0082] După finalizarea operațiilor de fracturare hidraulică, poate fi dorită deplasarea manșonului de fracturare 606 înapoi în poziția închisă în vederea pregătirii pentru operațiile de producție întreprinse de ansamblul de producție 120 (FIG. 5) sau în vederea pregătirii pentru operațiile de fracturare a unei alte zone din puțul de foraj. Pentru a realiza acest lucru, cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b poate fi acționat astfel cum este descris anterior în linii generale. În unele variante de realizare, astfel cum s-a discutat anterior, acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b poate fi întârziată după detectarea primului semnal wireless de către primul senzor 612a. În alte variante de realizare, acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b poate fi declanșată după detectarea unui al doilea semnal wireless sau a unui semnal wireless suplimentar detectat de cel de-al doilea senzor 616b. În alte variante de realizare, acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b poate fi declanșată după detectarea celui de-al doilea semnal wireless detectat de cel de-al doilea senzor 616b și după o întârziere predeterminată suficientă pentru a permite finalizarea operației de fracturare.

[0083] În FIG. 6E, manșonul de fracturare 606 este reprezentat ca fiind mutat înapoi în poziția închisă după acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614b, astfel cum este descris anterior în linii generale. În varianta de realizare ilustrată, deplasarea manșonului de fracturare 606 în poziția închisă deplasează mai întâi secțiunea de manșon superioară 612a, care în cele din urmă angrenează o porțiune a secțiunii de manșon inferioare 612b la un picior radial 636 și apoi trage și secțiunea de manșon inferioară 612b. În alte variante de realizare, manșonul de fracturare 606 poate cuprinde o structură monolitică ce se deplasează

ca o construcție de manșon unitară, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0084] Pe măsură ce manșonul de fracturare 606 se deplasează înapoi în poziția închisă, dispozitivul izolator 632 se deplasează în afara angrenajului cu piciorul radial 634 și permite dispozitivului izolator 632 să se extindă radial încă o dată în poziția deschisă. Extinderea radială a dispozitivului izolator 632 poate fi facilitată prin unul sau mai multe arcuri de torsiune asociate cu dispozitivul izolator 632. Totuși, în alte variante de realizare, dispozitivul izolator 232 poate fi realizat în mod alternativ dintr-un material degradabil (de exemplu, oricare dintre materialele degradabile menționate anterior) care să permită dispozitivului izolator 232 să se dizolve în timp și astfel să elibereze pasajul central de curgere 604 pentru curgerea ulterioară a fluidului prin ansamblul de fracturare 118.

[0085] FIG. 7A reprezintă o vedere laterală parțială în secțiune transversală a ansamblului de producție 120 din FIG. 5, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Astfel cum s-a menționat anterior, ansamblul de producție 120 poate fi utilizat pentru a produce fluide din fanta inelară 122 și care provin din formațiunea subterană înconjurătoare 110 (FIG. 1). Ansamblul de producție 120 este reprezentat ca incluzând o conductă de bază 702 care definește un pasaj central de curgere 704 și unul sau mai multe orificii de producție 706 care facilitează comunicarea fluidică dintre pasajul central de curgere 704 și fanta inelară 122. Conducta de bază 702 poate fi aceeași sau o extensie axială a conductei de bază 602 a ansamblului de fracturare 118 din FIG. 6A-6E. În consecință, pasajul central de curgere 704 poate comunica fluidic cu pasajul central de curgere 604 (FIG. 2A-2E) al ansamblului de fracturare 118 și orice fluide atrase în conducta de bază 702 pot fi transportate în coloana de lucru 112 (FIG. 1) și transportate la suprafață pentru colectare.

[0086] Unul dintre dispozitivele de filtrare 502 din FIG. 5 este reprezentat în FIG. 7A ca fiind poziționat în jurul conductei de bază 702. Dispozitivul de filtrare 502 servește ca mediu de filtrare proiectat să permită fluidelor derivate din formațiunea înconjurătoare 110 (FIG. 1) să curgă prin acesta, dar să împiedice în mod substanțial aflusul de particule cu dimensiuni predeterminate. Astfel cum este ilustrat, dispozitivul de filtrare 502 poate fi deplasat radial la o distanță mică de conducta de bază 702 și astfel să definească un spațiu inelar de producție.

[0087] Ansamblul de producție 120 poate include în plus un manșon de producție 708 poziționat pentru deplasarea longitudinală în interiorul pasajului central de curgere 704. Orificiile de producție 706 (unul singur reprezentat) sunt blocate (închise) atunci când manșonul de producție 708 se află într-o primă poziție sau în poziția "închisă", împiedicând astfel comunicarea fluidică între fanta inelară 122 și pasajul central de curgere 704. Totuși, manșonul de producție 708 este acționabil pentru a se deplasa (adică a se muta) într-o a doua poziție sau în poziția "deschisă" în care orificiile de producție 706 sunt expuse prin unul sau mai multe orificii de aflux 710 definite în manșonul de producție 708.

[0088] Pentru a deplasa manșonul de producție 708 în poziția deschisă, un dispozitiv de acționare a producției 712 este declanșat pe baza unui semnal wireless. În unele variante de realizare, semnalul wireless poate fi același semnal wireless utilizat pentru a acționa primul dispozitiv de acționare a fracturării 614a din FIG. 6A-6E, iar acționarea dispozitivului de acționare a producției 712 se poate baza pe o întârziere suficientă pentru a permite finalizarea operațiilor de fracturare hidraulică. În astfel de variante de realizare, dispozitivul de acționare a producției 712 poate fi cuplat în mod comunicabil cu modulul electronic 618 (FIG. 6A și 6B). Totuși, în alte variante de realizare, semnalul wireless poate cuprinde un al doilea semnal wireless sau un semnal wireless suplimentar recepționat sau detectat în alt mod de către un senzor de producție 714. Senzorul de producție 714 poate fi similar cu senzorul 212 din FIG. 2A și, prin urmare, poate cuprinde cel puțin unul(una) dintre un senzor magnetic, o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru, sau orice combinație a acestora. În timp ce senzorul de producție 714 este reprezentat ca fiind situat în partea inferioară față de manșonul de producție 708, senzorul de producție 714 poate fi situat în mod alternativ în partea superioară față de manșonul de producție 708, fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0089] Senzorul de producție 714 poate fi conectat în mod comunicabil la un modul electronic 716 similar cu modulul electronic 214 din FIG. 2A-2D. În consecință, modulul electronic 716 poate include circuite electronice configurate pentru a determina dacă senzorul de producție 714 a detectat un anumit semnal wireless și poate include, de asemenea, o sursă de alimentare utilizată pentru a alimenta

operarea unuia sau mai multora dintre modulul electronic 716, senzorul de producție 714 și dispozitivul de acționare a producției 712.

[0090] În variantele de realizare în care senzorul de producție 714 este un senzor magnetic, circuitele electronice pot fi configurate pentru a determina dacă senzorul de producție 714 a detectat un câmp magnetic predeterminat, un model sau o combinație de câmpuri magnetice, sau o altă proprietate magnetică a unui proiectil magnetic 718 introdus în pasajul central de curgere 704. Proiectilul magnetic 718 poate fi același sau similar cu proiectilul magnetic 620 din FIG. 6A și, prin urmare, nu va mai fi descris încă o dată. Modulul electronic 716 poate include, de asemenea, o memorie nevolatilă care are o bază de date programată cu un(mai multe) câmp(uri) magnetic(e) predeterminat(e) sau alte proprietăți magnetice pentru compararea cu câmpurile/proprietățile magnetice ale proiectilului magnetic 718 și detectate de către senzorul de producție 714.

[0091] În variantele de realizare în care senzorul de producție 714 este un senzor de presiune, un senzor de temperatură, sau un senzor acustic, acționarea dispozitivului de acționare a producției 712 poate fi declanșată și întreprinsă în alt mod astfel cum este descris anterior în linii generale cu referire la operarea senzorului 212 din FIG. 2A și, prin urmare, nu va mai fi descrisă încă o dată.

[0092] Dacă modulul electronic 716 determină faptul că senzorul de producție 714 a detectat un semnal wireless predeterminat, circuitele electronice declanșează acționarea dispozitivului de acționare a producției 712 pentru a deplasa manșonul de producție 708 spre poziția deschisă și, astfel, a expune orificiile de producție 706.

[0093] FIG. 7B reprezintă o vedere laterală mărită în secțiune transversală a dispozitivului de acționare a producției 712, conform uneia sau mai multor variante de realizare. Astfel cum este ilustrat, dispozitivul de acționare a producției 712 include un element de perforare 720 configurat pentru a perfora o barieră de presiune 722 care separă inițial o primă cameră 724a și o a doua cameră 724b definite de conducta de bază 702. Atunci când senzorul de producție 714 detectează semnalul wireless predeterminat (sau atunci când un semnal de comandă este transmis către dispozitivul de acționare a producției 712 de la modulul electronic 618 din FIG. 6A și 6B), dispozitivul de acționare a producției 712 este acționat pentru a perfora bariera de presiune 722 cu elementul de perforare 720. Perforarea barierei de presiune 722

permite curgerea unui fluid de presiune (de exemplu, ulei) din prima cameră 724a în cea de-a doua cameră 724b, care generează un diferențial de presiune peste manșonul de producție 708, iar diferențialul de presiune generat determină deplasarea (mutarea) manșonului de producție 708 spre poziția deschisă.

[0094] FIG. 7C reprezintă a vedere laterală în secțiune transversală a ansamblului de producție 120 cu manșonul de producție 708 deplasat în poziția deschisă. Dispozitivul de acționare a producției 712 este reprezentat ca fiind acționat în FIG 7C, iar manșonul de producție 708 s-a deplasat în interiorul pasajului central de curgere 704 în poziția deschisă unde orificiile de aflux 710 se aliniază cu orificiile de producție 706. În poziția deschisă, fluidele din fanta inelară 122 pot fi atrase prin dispozitivul de filtrare 502 și în spațiul inelar de producție până la localizarea orificiilor de producție 706, care permit fluidului să pătrundă în pasajul central de curgere 704 prin orificiile de aflux 710 pentru producție la suprafața puțului.

[0095] FIG. 8A și 8B reprezintă vederi laterale în secțiune transversală ale unei variante de realizare alternative a ansamblului de fracturare 118 din FIG. 6A-6E. Similar cu varianta de realizare din FIG. 6A-6E, ansamblul de fracturare 118 include manșonul de fracturare 606, primul și cel de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării 614a,b și cel puțin primul senzor 616a (și incluzând în mod alternativ și cel de-al doilea senzor 616b). Totuși, spre deosebire de varianta de realizare a FIG. 6A-6E, ansamblul de fracturare 118 poate include în plus un dispozitiv izolator 802 sub forma unei clapete sau a unei supape cu clapetă. Dispozitivul izolator 802 este poziționat în interiorul pasajului central de curgere 604 și utilizat pentru a izola ansamblul de fracturare 118 față de porțiunile din partea inferioară a secțiunii de finisare 500 (FIG. 5). În unele variante de realizare, dispozitivul izolator 802 poate fi cuplat la capătul distal al manșonului de fracturare 606 la un punct de pivotare 804, cum ar fi un arc de torsiune. Totuși, în alte variante de realizare, dispozitivul izolator 802 poate fi cuplat la sau transportat în alt mod de către conducta de bază 602 fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al dezvoltării.

[0096] În FIG. 8A, dispozitivul izolator 802 este reprezentat într-o poziție deschisă care permite comunicarea fluidică prin pasajul central de curgere 604. Totuși, după deplasarea manșonului de fracturare 606 în poziția închisă, dispozitivul izolator sub formă de clapetă 802 poate fi configurat să pivezeze la punctul de

pivotare 804 într-o poziție închisă și să etanșeze cel puțin parțial pasajul central de curgere 606.

[0097] În FIG. 8B, manșonul de fracturare 606 s-a deplasat în poziția deschisă în care orificiile de injecție 608 sunt expuse prin orificiile de fracturare 610 definite în manșonul de fracturare 606. Deplasarea manșonului de fracturare 606 în poziția deschisă are ca rezultat, de asemenea, izolarea parțială a pasajului central de curgere 604 sub orificiile de injecție 608, pe măsură ce dispozitivul izolator 802 pivotează în poziția închisă. Mai precis, pe măsură ce manșonul de fracturare 606 se deplasează spre dreapta în FIG. 8D și spre poziția deschisă, capătul distal al dispozitivului izolator sub formă de clapetă 802 va angrena în cele din urmă piciorul radial 634, care deflectează clapeta în poziția sa închisă. După deplasarea manșonului de fracturare 606 înapoi în poziția închisă, astfel cum s-a descris anterior, dispozitivul izolator sub formă de clapetă 802 poate fi configurat pentru a pivot înapoi în poziția deschisă. În astfel de variante de realizare, arcul de torsiune la punctul de pivotare 804 poate asigura forța necesară pentru a pivota dispozitivul izolator 802 în poziția deschisă.

[0098] Variantele de realizare sunt prevăzute, de asemenea, în prezentul document, și pentru cazul în care dispozitivul izolator 802 (sub orice formă) este complet omis din ansamblul de fracturare 118. În astfel de variante de realizare, ansamblurile de fracturare și de producție 118, 120 pot opera astfel cum este descris în prezentul document în linii generale, o fracturare hidrolică la ansamblul de fracturare 118 poate fi întreprinsă din moment ce ansamblurile de fracturare rămase în coloana de finisare 114 (FIG. 1) vor fi închise, iar capătul distal al coloanei de finisare 114 va fi de asemenea închis. În consecință, presiunea hidrolică necesară pentru operația de fracturare poate să apară fără a fi nevoie de un dispozitiv izolator 802 (sub orice formă) utilizat pentru a izola ansamblul de fracturare 118 față de porțiunile din partea inferioară a coloanei de finisare 114. În astfel de variante de realizare, un operator al puțului poate fi capabil să fractureze și să producă porțiunile dorite dintr-o formațiune subterană înconjurătoare 110 (FIG. 1) prin acționarea selectivă a ansamblurilor de fracturare și de finisare 118, 120 dorite.

[0099] Variantele de realizare sunt prevăzute, de asemenea, în prezentul document, și pentru cazul în care o intervenție sau un instrument de comutare poate

fi utilizat pentru a comuta manual (fizic) unul dintre sau ambele manșoane de fracturare și de producție între pozițiile deschisă și închisă. Acest lucru poate fi necesar în cazul în care un dispozitiv de acționare asociat eșuează sau este incapabil în alt mod să acționeze în mod corespunzător manșoanele de fracturare și de producție, cum ar fi atunci când resturile sau alte obstacole din partea inferioară împiedică acționarea corectă. În astfel de variante de realizare, manșoanele de fracturare și de producție descrise în prezentul document vor avea profile de comutare corespunzătoare configurate pentru a recepționa un profil al instrumentului de comutare. Odată ce profilele se unesc, pot fi aplicate sarcini axiale pe manșoanele de fracturare și de producție pentru a se deplasa între pozițiile deschisă și închisă.

[0100] Se remarcă faptul că dispozitivele de acționare a fracturării și a producției descrise în prezentul document nu se limitează la utilizarea elementelor de perforare configurate pentru a perfora sau a penetra o barieră de presiune. Mai degrabă, este prevăzută, de asemenea, în prezentul document, înlocuirea elementelor de perforare descrise cu o supapă. În astfel de variante de realizare, supapa poate include o tijă similară elementelor de perforare, dar care include una sau mai multe garnituri (de exemplu, garnituri inelare) dispuse în jurul tijei. Tija se poate extinde într-o conductă pentru a genera o etanșare între camerele de fluid adiacente. Pentru a permite comunicarea fluidică între camerele de fluid adiacente și, prin urmare, pentru a acționa un manșon de fracturare sau un manșon de producție, dispozitivul de acționare a fracturării sau a producției poate fi acționat. În mod alternativ, forța necesară pentru împingerea tijei afară din conductă (adică, retragerea acesteia) poate fi asigurată prin presiunea fluidului care împinge în capătul tijei.

[0101] Hardware-ul utilizat pentru a implementa diferitele blocuri ilustrative, modulele, elementele, componentele, procedeele și algoritmi descriși(se) în prezentul document poate include un procesor configurat pentru a executa una sau mai multe secvențe de instrucțiuni, poziții de programare, sau coduri stocate pe un mediu non-tranzitoriu, care poate fi citit de computer. De exemplu, procesorul poate fi un microprocesor cu scop general, un microcontroler, un procesor cu semnal digital, un circuit integrat specific aplicației, o arie de porți programabile, un dispozitiv logic programabil, un controler, o mașină de statusuri, o poartă logică, componente

hardware distincte, o rețea neurală artificială, sau orice entitate asemănătoare adecvată care poate efectua calcule sau alte manipulări de date. În unele variante de realizare, hardware-ul poate include în plus elemente cum ar fi, de exemplu, o memorie (de exemplu, memorie cu acces aleatoriu (RAM), memorie flash, memorie doar pentru citire (ROM), memorie doar pentru citire programabilă (PROM), memorie doar pentru citire care poate fi ștearsă (EPROM)), registre, hard-discuri, discuri detașabile, CD-ROM-uri, DVD-uri sau orice alt dispozitiv sau mediu de stocare asemănător adecvat.

[0102] Secvențele executabile descrise în prezentul document pot fi implementate cu una sau mai multe secvențe de cod conținute într-o memorie. În unele variante de realizare, un astfel de cod poate fi citit în memorie dintr-un alt mediu care poate fi citit de computer. Executarea secvențelor de instrucțiuni conținute în memorie poate determina un procesor să efectueze etapele de proces descrise în prezentul document. Unul sau mai multe procesoare dintr-un aranjament de multi-procesare poate(pot) fi, de asemenea utilizat(ți) pentru a executa secvențe de instrucțiuni în memorie. În plus, se pot utiliza circuite cablate în loc de sau în combinație cu instrucțiuni software pentru implementarea diferitelor variante de realizare descrise în prezentul document. Astfel, prezentele variante de realizare nu se limitează la o combinație specifică de hardware și/sau software.

[0103] Astfel cum se utilizează în prezentul document, un mediu care poate fi citit de computer se referă la orice mediu care, în mod direct sau indirect, furnizează instrucțiuni unui procesor pentru execuție. Un mediu care poate fi citit de computer poate lua mai multe forme, inclusiv, de exemplu, medii nevolatile, medii volatile și medii de transmisie. Mediile nevolatile pot include, de exemplu, discuri optice și magnetice. Mediile volatile pot include, de exemplu, memoria dinamică. Mediile de transmisie pot include, de exemplu, cabluri coaxiale, sârmă, fibră optică și fire care formează o magistrală. Formele uzuale de medii care pot fi citite de computer pot include, de exemplu, dischete, discuri flexibile, hard-disk-uri, benzi magnetice, alte medii magnetice asemănătoare, CD-ROM-uri, DVD-uri, alte medii optice asemănătoare, cartele perforate, benzi de hârtie, și medii fizice asemănătoare cu modele de perforații, RAM, ROM, PROM, EPROM și EPROM flash.

[0104] Prin urmare, sistemele și procedeele dezvăluite sunt bine adaptate pentru a atinge scopurile și avantajele menționate, precum și cele care sunt inerente. Variantele de realizare specifice dezvăluite anterior sunt doar ilustrative, deoarece informațiile din prezenta dezvăluire pot fi modificate și practicate 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 al prezentei dezvăluiri. Sistemele și procedeele dezvăluite ilustrativ în prezentul document pot fi practicate 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 cifrele 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 cifră și orice interval cuprins în acel interval este dezvăluit/ă 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 cifră și interval cuprins/ă 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. Dacă există vreun conflict în utilizarea unui cuvânt sau a unui termen din această specificație și unul sau mai multe brevete sau alte documente care pot fi încorporate în prezentul document prin referință, ar trebui adoptate definițiile conforme cu această specificație.

[0105] Astfel cum se utilizează în prezentul document, expresia "cel puțin unul dintre" care precede o serie de elemente, cu termenii "și" ori "sau" care separă

oricare dintre elemente, modifică lista ca întreg, și nu fiecare membru din listă (adică, fiecare element). Expresia "cel puțin unul dintre" permite o semnificație care include cel puțin unul dintre oricare dintre elementele și/sau cel puțin una dintre orice combinații de elemente și/sau cel puțin unul dintre elementele respective. De exemplu, expresiile "cel puțin unul dintre A, B și C" sau "cel puțin unul dintre A, B sau C" se referă fiecare la numai A, numai B, sau numai C; orice combinație de A, B și C; și/sau cel puțin unul dintre A, B și C.

REVENDICĂRI

Se revendică:

1. Secțiune de finisare pentru un ansamblu de finisare pentru partea inferioară a unui puț, care cuprinde:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include:

un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare;

un senzor care detectează un semnal wireless;

un prim actuator de fracturare acționabil ca răspuns la semnalul wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare către o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse; și

un al doilea actuator de fracturare acționabil pe baza semnalului wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare într-o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include:

un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție; și

un actuator de producție acționabil pe baza semnalului wireless pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse.

2. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care semnalul wireless este selectat din grupul care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora și opțional, în care senzorul este selectat din grupul care constă din un senzor magnetic, o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru și orice combinație a

acestora; sau în care senzorul este selectat din grupul care constă din un senzor magnetic, o antenă, un senzor de presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru și orice combinație a acestora.

3. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care semnalul wireless cuprinde un câmp magnetic generat de către un proiectil magnetic introdus în pasajul central de curgere și, opțional, în care acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare se declanșează în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea unui semnal wireless; sau în care acționarea celui de-al doilea actuator de fracționare se declanșează în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless.

4. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care acționarea actuatorului de producție este declanșată în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless sau după detectarea semnalului wireless suplimentar și, opțional, în care ansamblul de fracturare include în plus un manșon de închidere poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent axial manșonului de fracturare și în care acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare determină mișcarea manșonului de închidere în interiorul pasajului central de curgere și deplasarea manșonului de fracturare în poziția închisă; sau în care ansamblul de fracturare include în plus un manșon de închidere poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent axial manșonului de fracturare și în care acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare determină mișcarea manșonului de închidere în interiorul pasajului central de curgere și deplasarea manșonului de fracturare în poziția închisă.

5. Secțiune de finisare conform revendicării 1, care cuprinde în plus un dispozitiv de izolare poziționat în interiorul pasajului de curgere central pentru a izola ansamblu de fracturare de porțiunile din puț ale secțiunii de finisare atunci când manșonul de fracturare se deplasează în poziția deschisă.

6. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție care detectează semnalul wireless suplimentar pentru a acționa actuatorul de producție, semnalul wireless suplimentar fiind selectat din grup care constă din un câmp magnetic, un semnal

electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora.

7. Procedeu care cuprinde:

poziționarea unei finisări în partea inferioară a puțului de foraj, finisarea pentru partea inferioară incluzând cel puțin o secțiune de finisare care include:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare, un senzor, un prim actuator de fracturare și un al doilea actuator de fracturare; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție și un actuator de producție;

detectarea unui semnal wireless cu ajutorul senzorului;

acționarea primului actuator de fracturare ca răspuns la semnalul wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului de fracturare spre o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse;

acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare pe baza semnalului wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului de fracturare într-o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

acționarea actuatorului de producție pe baza semnalului wireless sau ca răspuns la detectarea unui semnal wireless suplimentar pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse.

8. Procedeu conform revendicării 7, în care detectarea semnalului wireless cu ajutorul senzorului cuprinde:

introducerea unui proiectil magnetic în pasajul central de curgere; și

detectarea unui câmp magnetic generat de către proiectilul magnetic cu ajutorul senzorului.

9. Procedeu conform revendicării 7, în care acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare pe baza semnalului wireless cuprinde declanșarea acționării celui de-al doilea actuator de fracturare după expirarea unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless și, opțional, în care acționarea actuatorului de producție cuprinde declanșarea acționării actuatorului de producție la expirarea unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless sau a semnalului wireless suplimentar; sau, în care acționarea actuatorului de producție cuprinde declanșarea acționării actuatorului de producție după expirarea unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless sau a semnalului wireless suplimentar.

10. Procedeu conform revendicării 7, care cuprinde în plus izolarea ansamblului de fracturare din porțiunile din partea inferioară a secțiunii de finisare cu ajutorul unui dispozitiv izolator poziționat în interiorul pasajului central de curgere.

11. Procedeu conform revendicării 7, în care ansamblul de fracturare include în plus un manșon de închidere poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent axial manșonului de fracturare și în care acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare cuprinde provocarea mișcării manșonului de închidere în interiorul pasajului central de curgere și deplasarea manșonului de fracturare în poziția închisă și, opțional, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție, procedeul cuprinzând suplimentar: detectarea semnalului wireless suplimentar cu ajutorul senzorului de producție; și acționarea actuatorului de producție ca răspuns la semnalul wireless suplimentar, și astfel deplasarea manșonului de producție în poziția deschisă; sau în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție, procedeul cuprinzând în plus:

detectarea semnalului wireless suplimentar cu ajutorul senzorului de producție; și acționarea actuatorului de producție ca răspuns la semnalul wireless suplimentar și, prin urmare, deplasarea manșonului de producție în poziția deschisă.

12. Secțiune de finisare pentru un ansamblu de finisare pentru partea inferioară, care cuprinde:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include:

un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare;

un prim senzor care detectează un prim semnal wireless;

un prim actuator de fracturare acționabil ca răspuns la primul semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare spre o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse;

un al doilea senzor care detectează un doilea semnal wireless; și

un al doilea actuator de fracturare acționabil ca răspuns la cel de-al doilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare într-o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include:

un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție; și

un actuator de producție acționabil pe baza unuia dintre primul semnal wireless, al doilea semnal wireless, sau al treilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse; și opțional,

în care primul, al doilea și al treilea semnal wireless sunt selectate din grup care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora; și opțional,

în care acționarea actuatorului de producție este declanșată în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea primului semnal wireless sau a celui de-al doilea semnal wireless; și opțional,

în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție care detectează cel de-al treilea semnal wireless pentru a acționa actuatorul de producție.

13. Procedeu care cuprinde:

poziționarea unei finisări în partea inferioară a puțului de foraj, finisarea pentru partea inferioară incluzând cel puțin o secțiune de finisare care include:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare, un prim senzor, un prim actuator de fracturare, un al doilea senzor și un al doilea actuator de fracturare; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție și un actuator de producție;

detectarea unui prim semnal wireless cu ajutorul primului senzor și acționarea primului actuator de fracturare ca răspuns la primul semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare spre o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse;

detectarea unui al doilea semnal wireless cu ajutorul celui de-al doilea senzor și acționarea celui de-al doilea actuator de fracturare ca răspuns la cel de-al doilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare spre o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

acționarea actuatorului de producție pe baza unuia dintre primul semnal wireless, al doilea semnal wireless, sau ca răspuns la detectarea unui al treilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse.

14. Procedeu conform revendicării 13, în care primul, al doilea și al treilea semnal wireless sunt selectate din grup care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora și, opțional, în care acționarea actuatorului de producție cuprinde declanșarea acționării actuatorului de producție în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea primului semnal wireless sau a celui de-al doilea semnal wireless; sau în care acționarea actuatorului de producție cuprinde declanșarea acționării

actuatoarei de producție la expirarea unei perioade de timp predeterminate după detectarea primului semnal wireless sau a celui de-al doilea semnal wireless.

15. Procedeu conform revendicării 13, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție, procedeul cuprinzând în plus:

detectarea celui de-al treilea semnal wireless cu ajutorul senzorului de producție; și acționarea actuatoarei de producție ca răspuns la cel de-al treilea semnal wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului de producție în poziția deschisă.

REVEDICĂRI

Se revendică:

1. Secțiune de finisare pentru un ansamblu de finisare pentru partea inferioară a unui puț, care cuprinde:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include:

un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare;

un senzor care detectează un semnal wireless;

un prim dispozitiv de acționare a fracturării acționabil ca răspuns la semnalul wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare către o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse; și

un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării acționabil pe baza semnalului wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare într-o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include:

un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție; și

un dispozitiv de acționare a producției acționabil pe baza semnalului wireless pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse.

2. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care semnalul wireless este selectat din grupul care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora.

3. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care senzorul este selectat din grupul care constă din un senzor magnetic, o antenă, un senzor de

presiune, un senzor de temperatură, un senzor acustic, un senzor de vibrație, un senzor de tensiune, un accelerometru, un debitmetru și orice combinație a acestora.

4. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care semnalul wireless cuprinde un câmp magnetic generat de către un proiectil magnetic introdus în pasajul central de curgere.

5. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării este declanșată în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless.

6. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care acționarea dispozitivului de acționare a producției este declanșată în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless sau după detectarea semnalului wireless suplimentar.

7. Secțiune de finisare conform revendicării 1, care cuprinde în plus un dispozitiv izolator poziționat în interiorul pasajului central de curgere pentru a izola ansamblul de fracturare din porțiunile din partea inferioară a secțiunii de finisare atunci când manșonul de fracturare este deplasat în poziția deschisă.

8. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care ansamblul de fracturare include în plus un manșon de închidere poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent axial manșonului de fracturare și în care acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării cauzează mișcarea manșonului de închidere în interiorul pasajului central de curgere și deplasarea manșonului de fracturare în poziția închisă.

9. Secțiune de finisare conform revendicării 1, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție care detectează semnalul wireless suplimentar pentru a acționa dispozitivul de acționare a producției, semnalul wireless suplimentar fiind selectat din grup care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora.

10. Procedeu care cuprinde:

poziționarea unei finisări în partea inferioară a puțului de foraj, finisarea pentru partea inferioară incluzând cel puțin o secțiune de finisare care include:



o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare, un senzor, un prim dispozitiv de acționare a fracturării și un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție și un dispozitiv de acționare a producției;

detectarea unui semnal wireless cu ajutorul senzorului;

acționarea primului dispozitiv de acționare a fracturării ca răspuns la semnalul wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului de fracturare spre o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse;

acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării pe baza semnalului wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului de fracturare într-o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

acționarea dispozitivului de acționare a producției pe baza semnalului wireless sau ca răspuns la detectarea unui semnal wireless suplimentar pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse.

11. Procedeu conform revendicării 10, în care detectarea semnalului wireless cu ajutorul senzorului cuprinde:

introducerea unui proiectil magnetic în pasajul central de curgere; și

detectarea unui câmp magnetic generat de către proiectilul magnetic cu ajutorul senzorului.

12. Procedeu conform revendicării 10, în care acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării pe baza semnalului wireless cuprinde declanșarea acționării celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării după expirarea unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless.

13. Procedeu conform revendicării 10, în care acționarea dispozitivului de acționare a producției cuprinde declanșarea acționării dispozitivului de acționare a producției după expirarea unei perioade de timp predeterminate după detectarea semnalului wireless sau a semnalului wireless suplimentar.

14. Procedeu conform revendicării 10, care cuprinde în plus izolarea ansamblului de fracturare din porțiunile din partea inferioară a secțiunii de finisare cu ajutorul unui dispozitiv izolator poziționat în interiorul pasajului central de curgere.

15. Procedeu conform revendicării 10, în care ansamblul de fracturare include în plus un manșon de închidere poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent axial manșonului de fracturare și în care acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării cuprinde provocarea mișcării manșonului de închidere în interiorul pasajului central de curgere și deplasarea manșonului de fracturare în poziția închisă.

16. Procedeu conform revendicării 10, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție, procedeul cuprinzând în plus:

detectarea semnalului wireless suplimentar cu ajutorul senzorului de producție; și

acționarea dispozitivului de acționare a producției ca răspuns la semnalul wireless suplimentar și, prin urmare, deplasarea manșonului de producție în poziția deschisă.

17. Secțiune de finisare pentru un ansamblu de finisare pentru partea inferioară, care cuprinde:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include:

un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de injectare;

un prim senzor care detectează un prim semnal wireless;

un prim dispozitiv de acționare a fracturării acționabil ca răspuns la primul semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare spre o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse;

un al doilea senzor care detectează un doilea semnal wireless; și

un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării acționabil ca răspuns la cel de-al doilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare într-o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include:

un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție; și

un dispozitiv de acționare a producției acționabil pe baza unuia dintre primul semnal wireless, al doilea semnal wireless, sau al treilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse

18. Secțiune de finisare conform revendicării 17, în care primul, al doilea și al treilea semnal wireless sunt selectate din grup care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora.

19. Secțiune de finisare conform revendicării 17, în care acționarea dispozitivului de acționare a producției este declanșată în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea primului semnal wireless sau a celui de-al doilea semnal wireless.

20. Secțiune de finisare conform revendicării 17, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție care detectează cel de-al treilea semnal wireless pentru a acționa dispozitivul de acționare a producției.

21. Procedeu care cuprinde:

poziționarea unei finisări în partea inferioară a puțului de foraj, finisarea pentru partea inferioară incluzând cel puțin o secțiune de finisare care include:

o conductă de bază care definește un pasaj central de curgere, unul sau mai multe orificii de injectare și unul sau mai multe orificii de producție;

un ansamblu de fracturare care include un manșon de fracturare poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai

multor orificii de injectare, un prim senzor, un prim dispozitiv de acționare a fracturării, un al doilea senzor și un al doilea dispozitiv de acționare a fracturării; și

un ansamblu de producție decalat axial față de ansamblul de fracturare și care include un manșon de producție poziționat în interiorul pasajului central de curgere adiacent unuia sau mai multor orificii de producție și un dispozitiv de acționare a producției;

detectarea unui prim semnal wireless cu ajutorul primului senzor și acționarea primului dispozitiv de acționare a fracturării ca răspuns la primul semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare spre o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de injectare sunt expuse;

detectarea unui al doilea semnal wireless cu ajutorul celui de-al doilea senzor și acționarea celui de-al doilea dispozitiv de acționare a fracturării ca răspuns la cel de-al doilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de fracturare spre o poziție închisă în care manșonul de fracturare închide unul sau mai multe orificii de injectare; și

acționarea dispozitivului de acționare a producției pe baza unuia dintre primul semnal wireless, al doilea semnal wireless, sau ca răspuns la detectarea unui al treilea semnal wireless pentru a deplasa manșonul de producție într-o poziție deschisă în care unul sau mai multe orificii de producție sunt expuse.

22. Procedeu conform revendicării 21, în care primul, al doilea și al treilea semnal wireless sunt selectate din grup care constă din un câmp magnetic, un semnal electromagnetic, un semnal de presiune, un semnal de temperatură, un semnal acustic, un semnal de debit al fluidului și orice combinație a acestora.

23. Procedeu conform revendicării 21, în care acționarea dispozitivului de acționare a producției cuprinde declanșarea acționării dispozitivului de acționare a producției în urma expirării unei perioade de timp predeterminate după detectarea primului semnal wireless sau a celui de-al doilea semnal wireless.

24. Procedeu conform revendicării 21, în care ansamblul de producție include în plus un senzor de producție, procedeul cuprinzând în plus:

detectarea celui de-al treilea semnal wireless cu ajutorul senzorului de producție; și

acționarea dispozitivului de acționare a producției ca răspuns la cel de-al treilea semnal wireless și, prin urmare, deplasarea manșonului de producție în poziția deschisă.

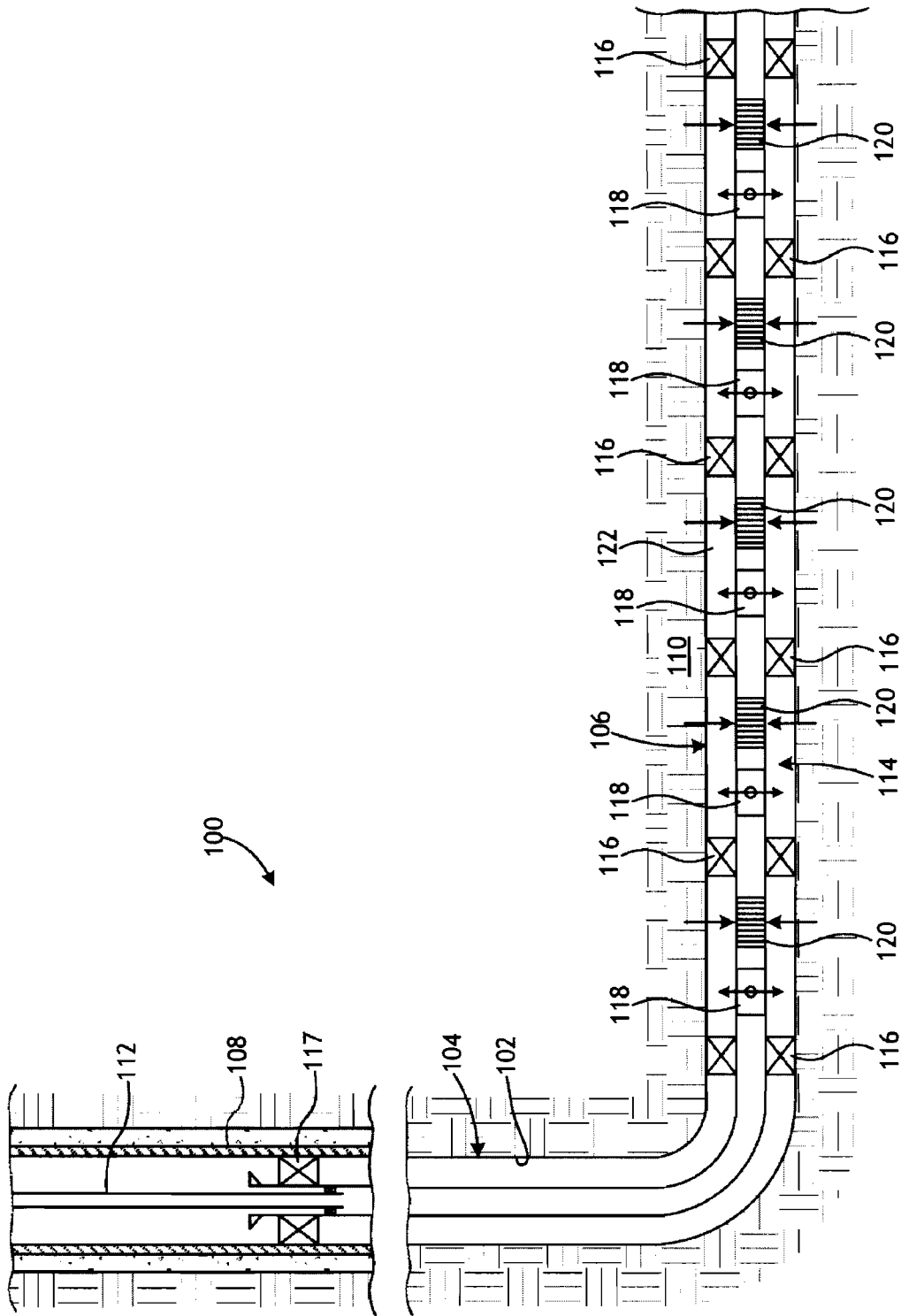


FIG. 1

18

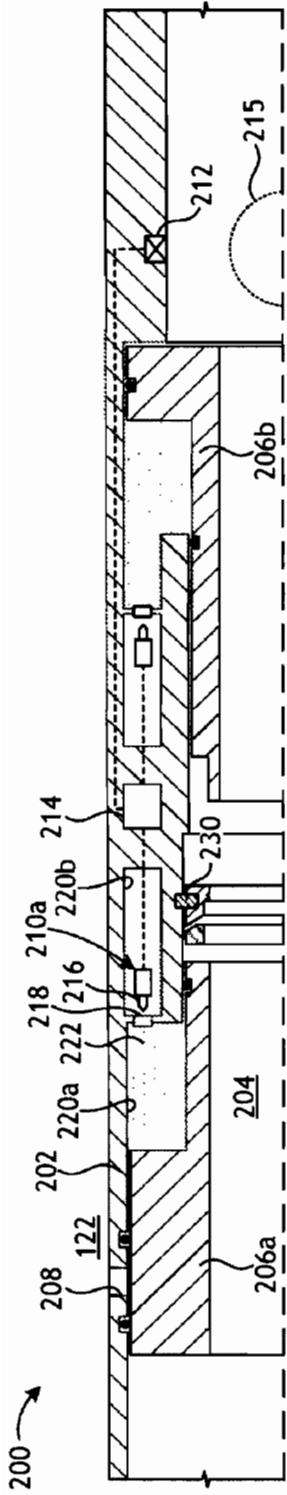


FIG. 2A

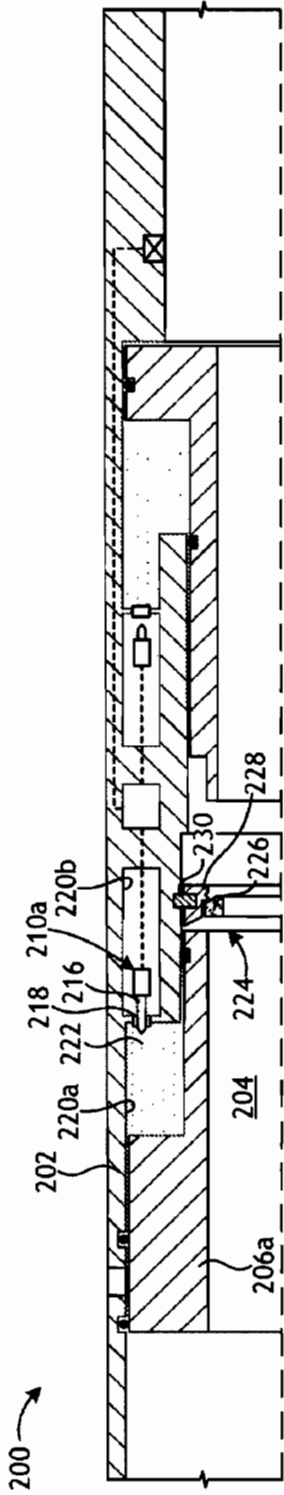


FIG. 2B

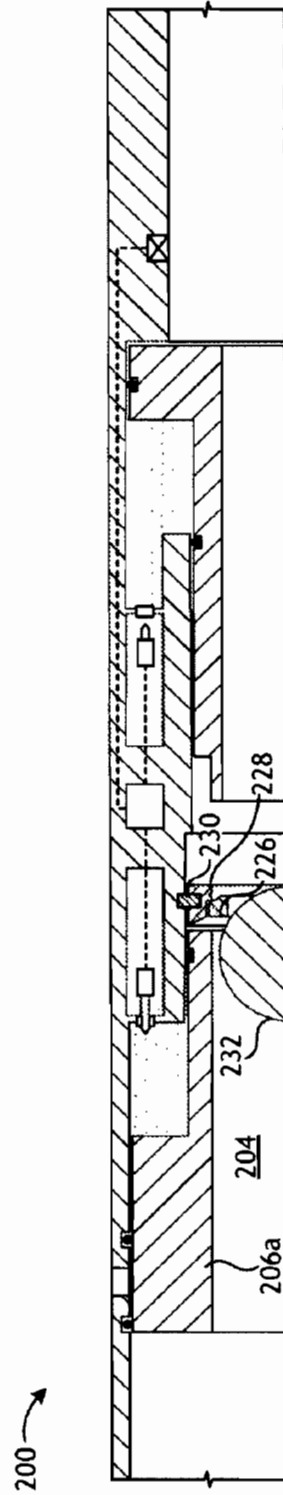


FIG. 2C

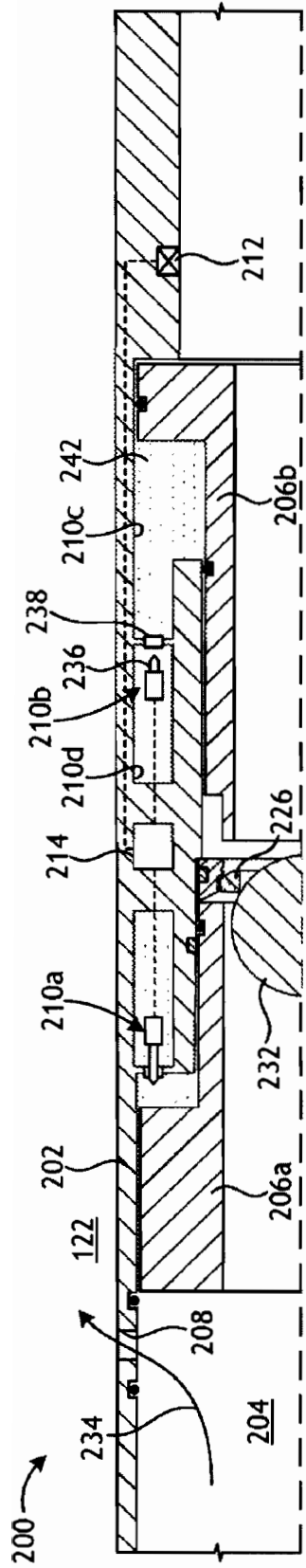


FIG. 2D

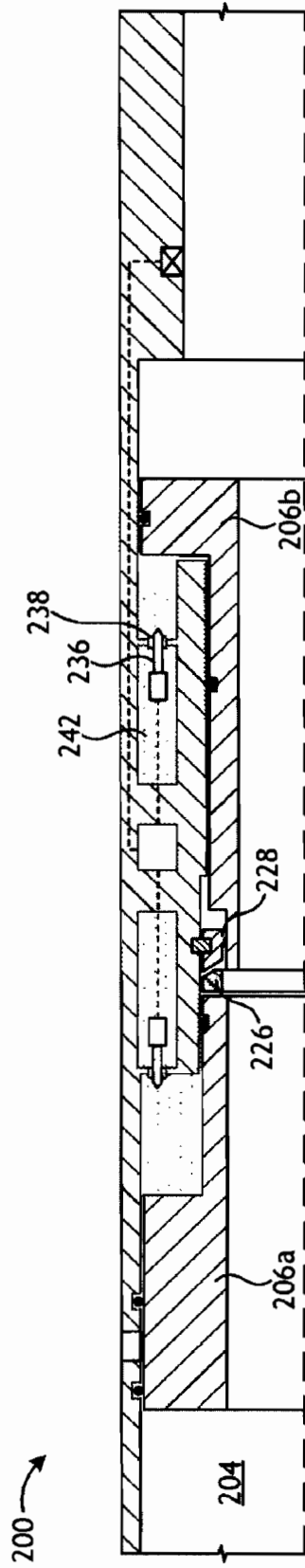


FIG. 2E

16

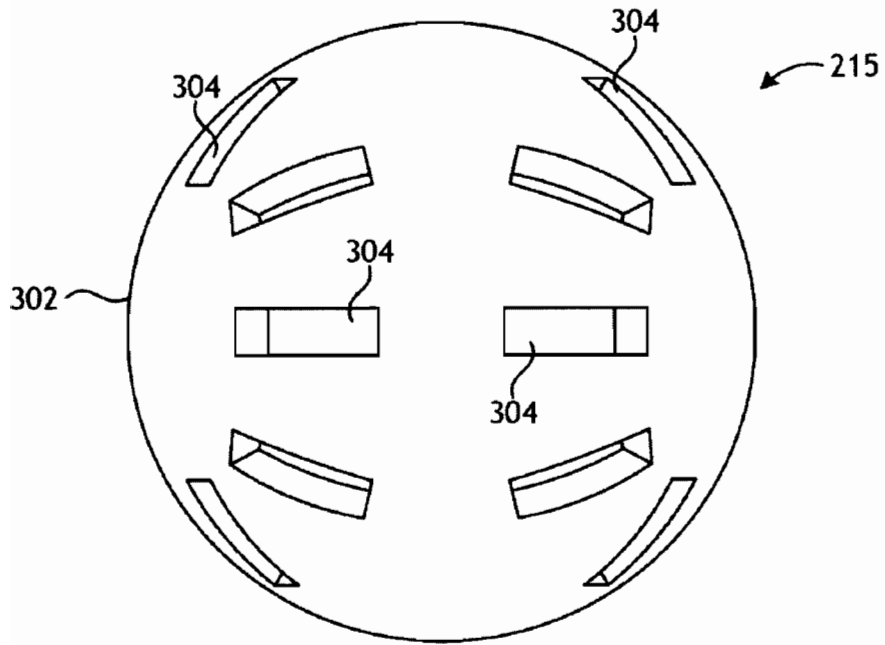


FIG. 3A

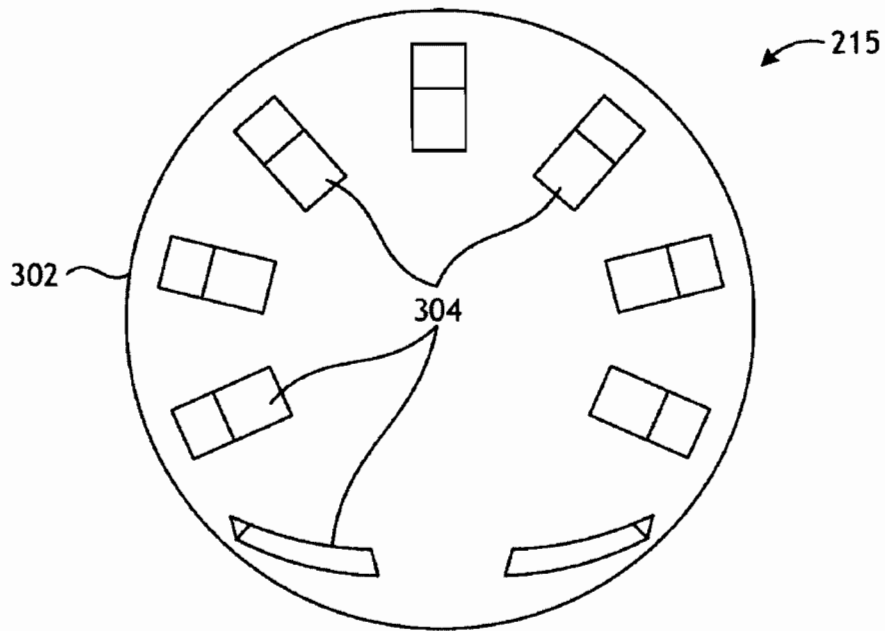


FIG. 3B

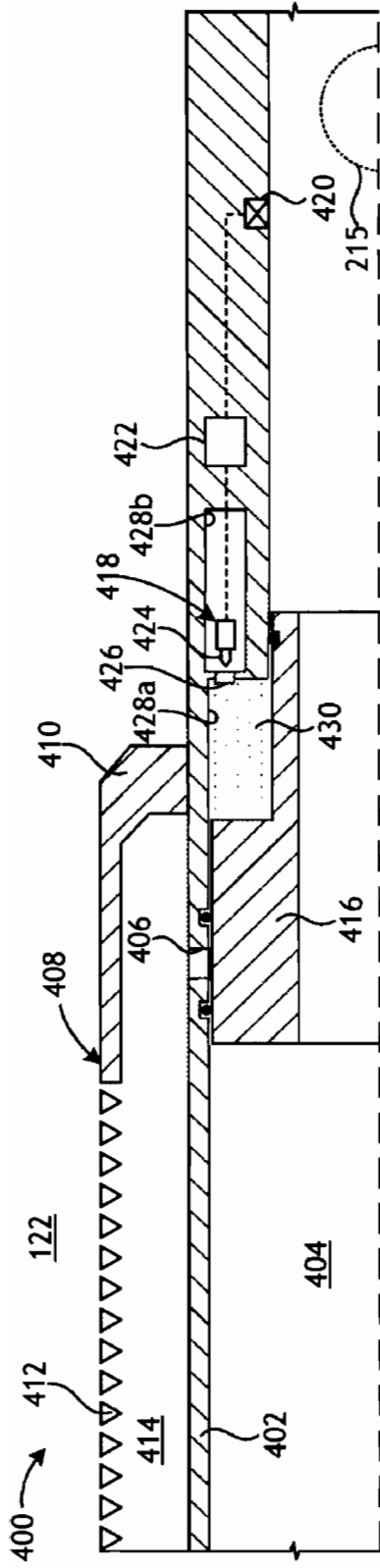


FIG. 4A

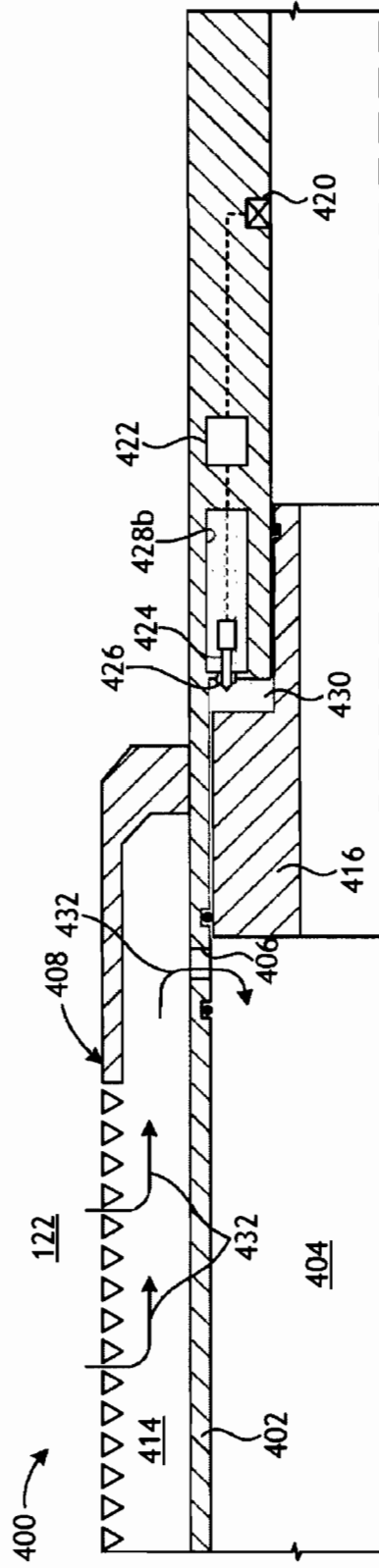


FIG. 4B

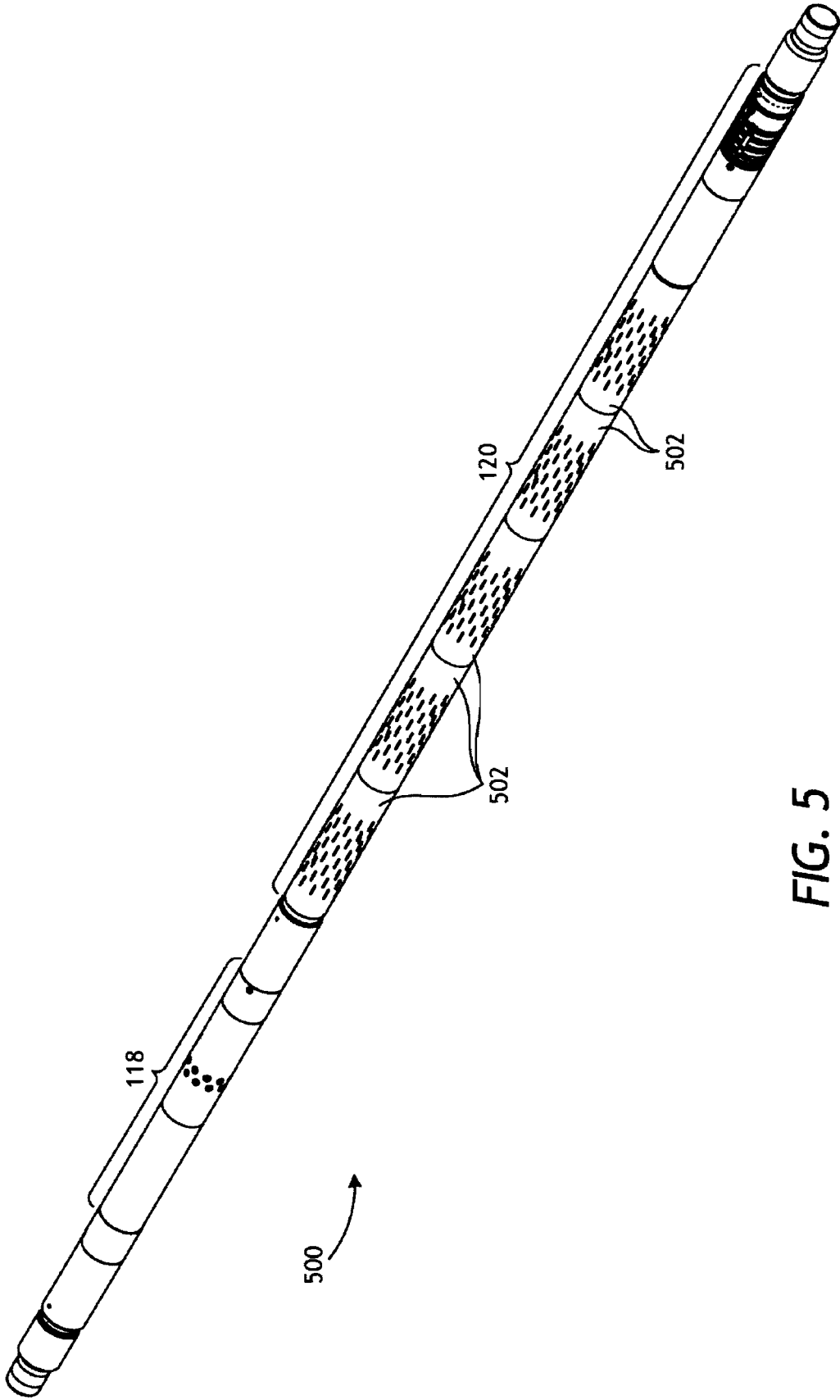


FIG. 5

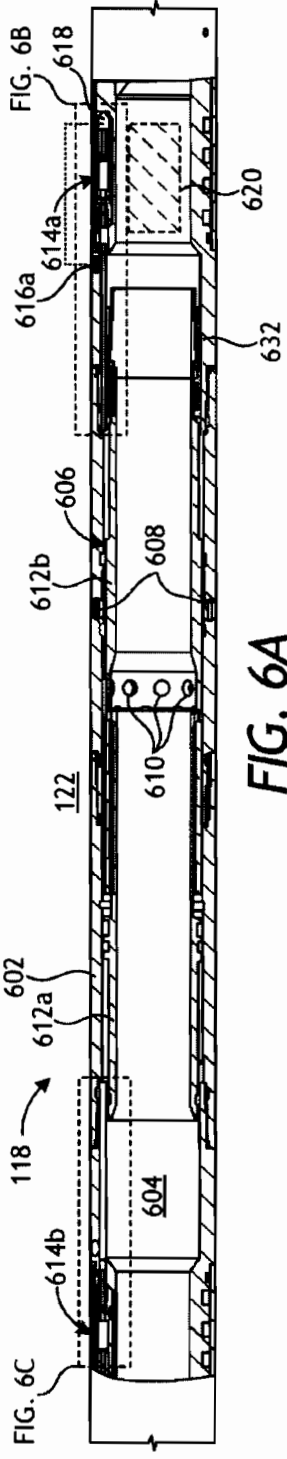


FIG. 6A

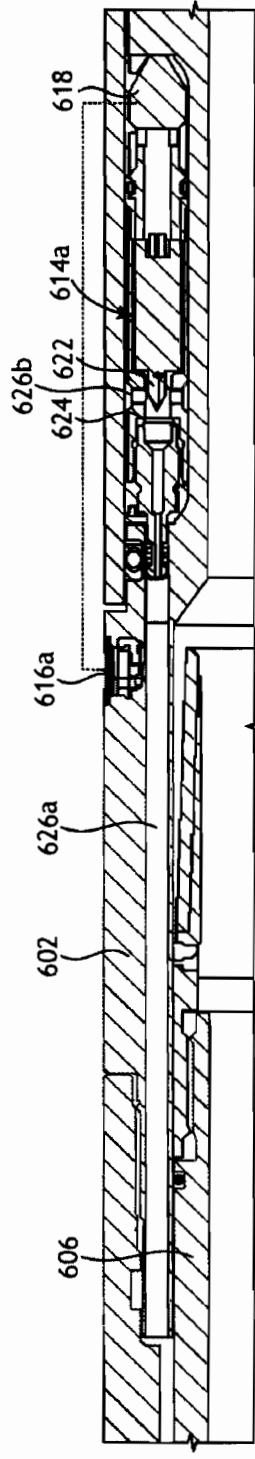


FIG. 6B

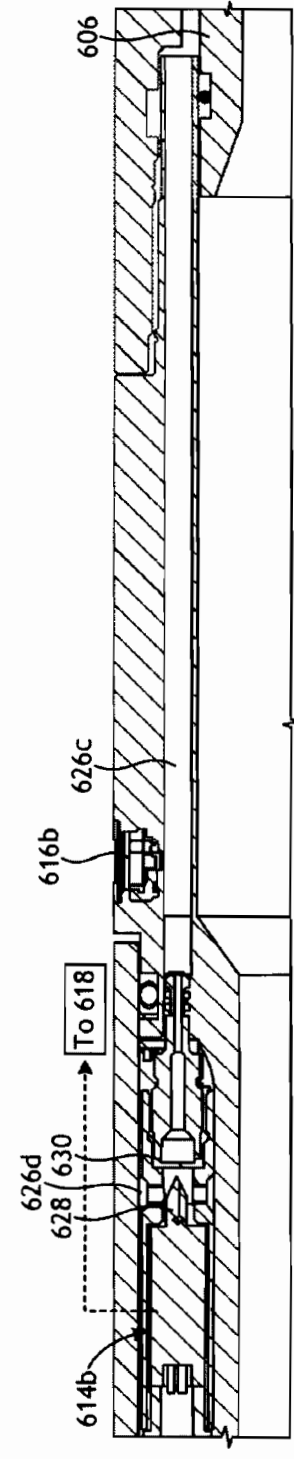


FIG. 6C

11-

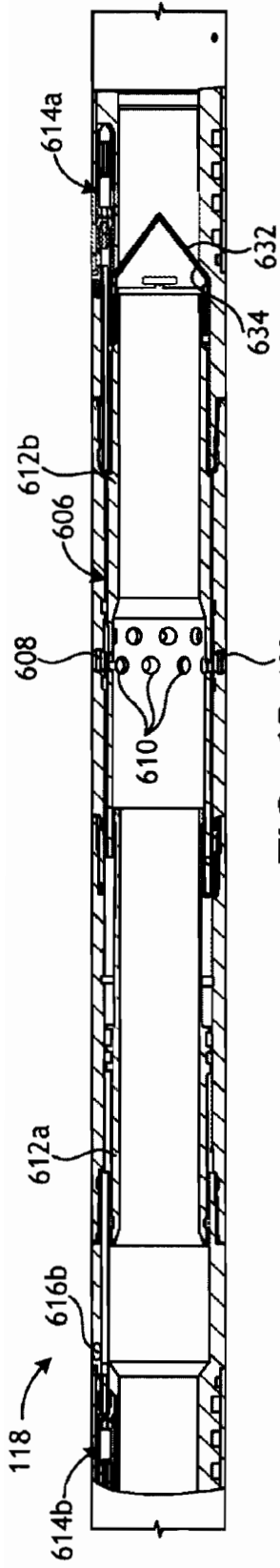


FIG. 6D

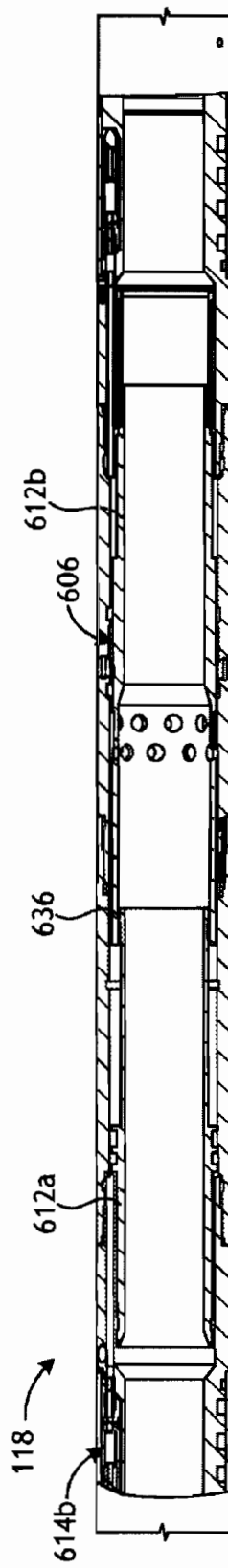


FIG. 6E

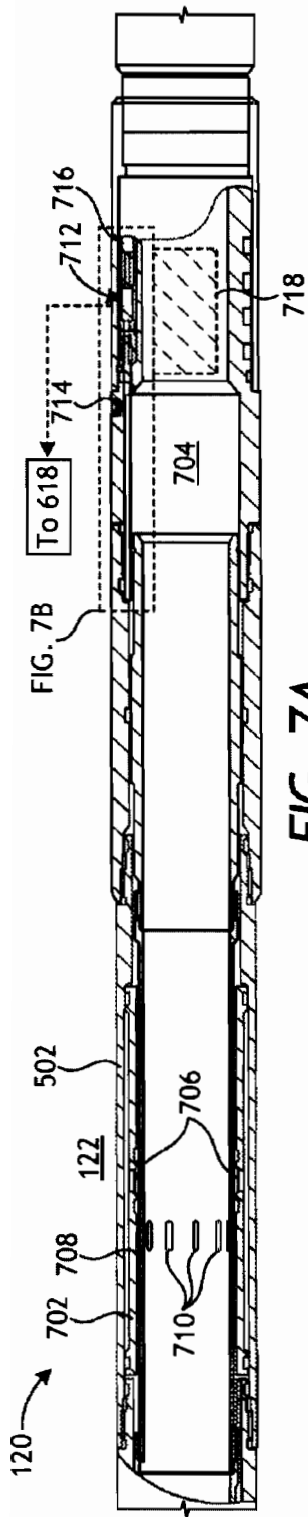


FIG. 7A

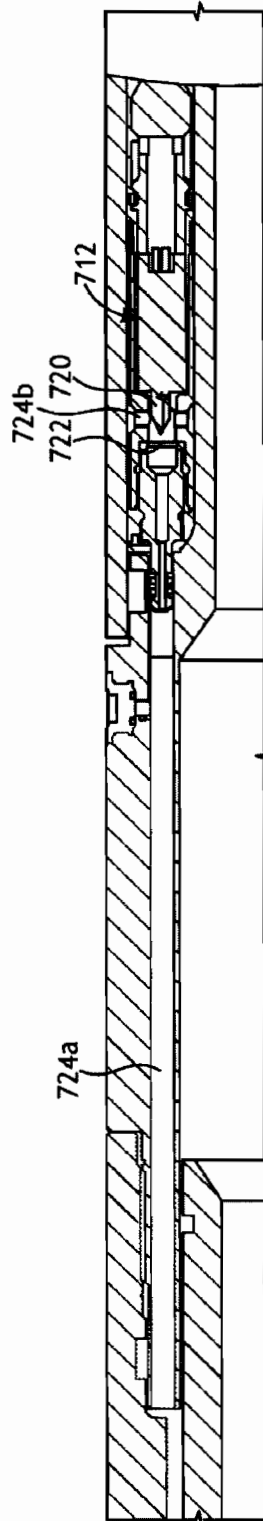


FIG. 7B

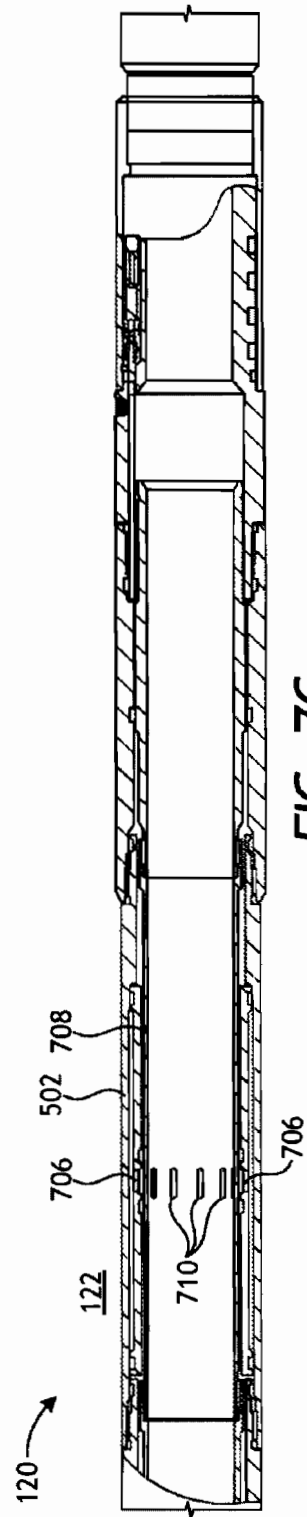


FIG. 7C

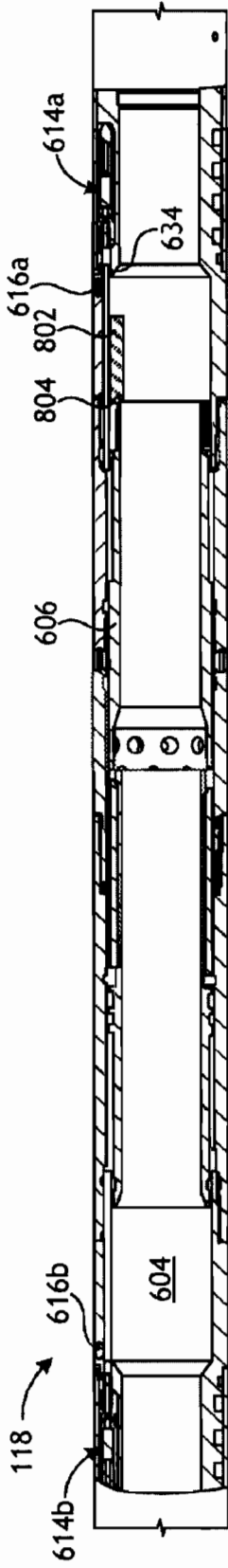


FIG. 8A

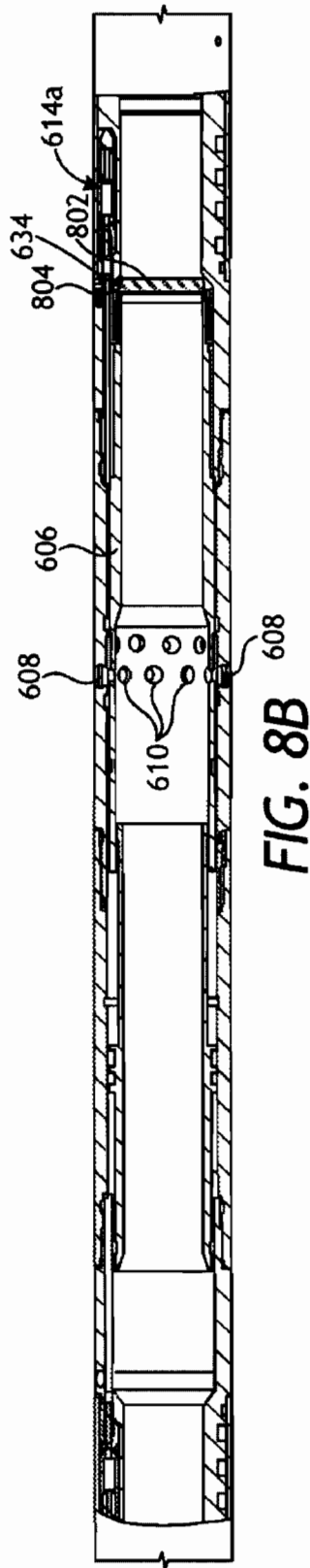


FIG. 8B