



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2023 00286**

(22) Data de depozit: **03/02/2021**

(30) Prioritate:  
**29/01/2021 US 17/161, 902**

(41) Data publicării cererii:  
**29/12/2023** BOPI nr. **12/2023**

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. **US 2021/016371 03/02/2021**

(87) Publicare internațională:  
Nr. **WO 2022/164462 04/08/2022**

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

(72) Inventatori:  
• **LEAST BRANDON T., 2550 COUNTRY  
CLUB DRIVE, CARROLLTON, TEXAS,  
75006, US;**  
• **FRIPP MICHAEL L., 3826 CEMETERY  
HILL ROAD, 75007, CARROLLTON, TEXAS,  
US;**  
• **GLAESMAN CHAD W., 241 HANNA  
DRIVE, 75020, DENISON, TEXAS, US**

(74) Mandatar:  
**ROMINVENT S.A.,  
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,  
SECTOR 1, 011882, BUCUREȘTI, B**

(54) **SUBSTANȚĂ TERMOPLASTICĂ CU METAL EXTENSIBIL  
PENTRU ETANȘARE ÎMBUNĂTĂȚITĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o substanță termoplastică cu metal extensibil pentru etanșare îmbunătățită. Substanța, conform invenției, are niște ansambluri de metale extensibile, prevăzute cu un metal reactiv și un polimer, dispuse în jurul sau în interiorul unei țevi din câmpul petrolifer, țeava din câmpul petrolifer și ansamblul de metale extensibile putând fi puse la dispoziție într-o gaură de forare pentru a forma o etanșare acolo.

Revendicări: 15  
Figuri: 7

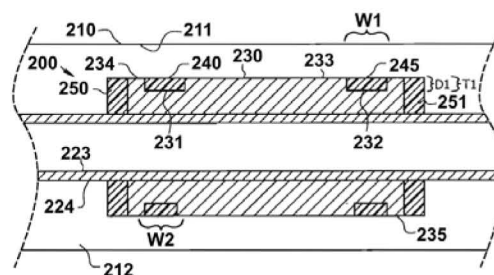
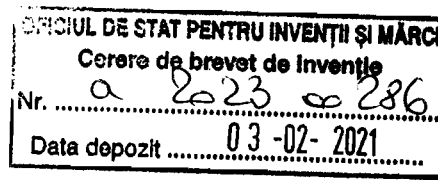


Fig. 2

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).





## SUBSTANȚĂ TERMOPLASTICĂ CU METAL EXTENSIBIL PENTRU ETANȘARE ÎMBUNĂTĂȚITĂ

### DOMENIUL TEHNIC

5

**[001]** Această prezentare se referă în general la etanșări formate de un metal extensibil într-o gaură de forare ce este realizată într-o formațiune subterană.

### STADIUL TEHNICII

10

**[002]** Când se realizează o gaură de forare într-o formațiune subterană cu scopul de recuperare a hidrocarburilor sau a altor fluide din formațiunea subterană se pot pune la dispoziție, pentru diverse scopuri, etanșări între inelul circular dintre țevile utilizate în câmpul petrolifer și gaura de forare sau coloana de tubaj. Etanșările pot fi de asemenea asigurate, pentru diverse scopuri, în interiorul țevilor utilizate în câmpul petrolifer.

15

**[003]** Coroziunea datorată unei salinități ridicate și/sau medii cu temperaturi ridicate reprezintă provocări constante la integritatea etanșării. Mai mult, operațiunile din gaura de forare pot fi afectate până la realizarea etanșării; astfel, formarea mai rapidă a etanșărilor poate îmbunătăți operațiunile din gaura de forare.

20

### DESCRIEREA PE SCURT A DESENELOR

**[004]** Pentru o mai deplină înțelegere a acestei prezentări se face acum referire la următoarea descriere pe scurt, corelată cu desenele aferente și descrierea detaliată, unde numerele identice de referință reprezintă componente identice.

25

**[005]** FIG. 1 este o vedere în secțiune transversală a unei găuri de forare printr-un mediu terestru al găurii de sondă.

30

**[006]** FIG. 2A până la 2D ilustrează într-o primă configurare vederi în secțiune transversală ale ansamblurilor de metale extensibile.

**[007]** FIG. 3A și 3B ilustrează într-o primă configurare vederi laterale ale ansamblurilor de metale extensibile.

35

**[008]** FIG. 4A până la 4C ilustrează într-o primă configurare vederi în perspectivă ale ansamblurilor de metale extensibile.

[009] FIG. 5A și 5B ilustrează într-o a doua configurare vederi în secțiune transversală ale ansamblurilor de metale extensibile.

[010] FIG. 6 ilustrează o diagramă de flux a unei metode în conformitate cu această prezentare.

- 5 [011] FIG. 7 ilustrează o vedere în secțiune transversală a ansamblului de metale extensibile și sistemului ce a fost realizat în Exemplul 1.

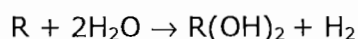
#### DESCRIEREA DETALIATĂ

10 [012] Trebuie înțeles de la început că deși mai jos este pusă la dispoziție o implementare ilustrativă a uneia sau mai multor forme de realizare, sistemele și/sau metodele prezentate pot fi implementate prin utilizarea oricărui număr de tehnici, cunoscute sau existente în momentul de față. Prezentarea nu trebuie în niciun fel limitată de implementările ilustrative, desenele și tehnicile ilustrate  
15 mai jos, ce includ proiectele exemplare și implementările ilustrate și descrise aici, fiind posibilă modificarea acestora în cadrul domeniului revendicărilor aferente împreună cu domeniul lor integral de elemente echivalente.

[013] Sunt prezentate aici metode, ansambluri și sisteme ce utilizează metal reactiv și polimeri, unde metalul reactiv se hidratează în fluidele din gaura de  
20 forare, adică, *in-situ*-ul unei găuri de forare, pentru a forma o etanșare cu polimerul și produsul rezultat de reacție. Metodele, ansamblurile și sistemele prezentate aici sunt în mod particular utile pentru utilizare în inelul circular format între țeava din câmpul petrolifer și peretele interior al găurii de forare sau coloanei de tubaj, precum și în interiorul țevii din câmpul petrolifer. Se  
25 presupune că ansamblurile de metale extensibile și sistemele și metodele ce utilizează un polimer în combinație cu metalul reactiv, așa cum s-a prezentat aici, pot asigura integritatea structurală a etanșării formate în gaura de forare, precum și a produsului de reacție în timpul formării etanșării în gaura de forare. Adică, încorporarea unui polimer în configurațiile prezentate aici conduce la  
30 realizarea unui pachet funcțional sau obturator mai repede decât în cazul ansamblurilor de metale reactive ce nu încorporează polimerul prezentat.

[014] În prezența fluidelor din gaura de forare ce conțin apă, atomii metalului reactiv reacționează cu moleculele de apă pentru a genera un produs cu un volum mai mare decât însuși volumul metalului reactiv. Reacția generală este:

35



unde R este atomul de metal reactiv, H<sub>2</sub>O este o moleculă de apă, H<sub>2</sub> este hidrogen și R(OH)<sub>2</sub> este un compus hidroxid ce conține metalul reactiv R. Reacția, la care se poate face referire ca o reacție de hidratare, produce hidroxid de metal; iar o particulă de hidroxid de metal are un volum mai mare decât particula de metal reactiv din care este creată. Metalele reactive prezentate aici se pot utiliza în ansambluri de metale extensibile ce sunt dispuse în jurul (pentru configurațiile de pachere) sau în interiorul (pentru configurațiile de obturatoare) unei țevi din câmpul petrolifer pusă la dispoziție în gaura de forare. Metalul reactiv poate fi realizat în orice formă sau configurare, cum ar fi un manșon circular (pentru un pachet), un corp solid cilindric (pentru un obturator) sau un corp sferic solid (pentru un obturator). Polimerul poate fi utilizat în ansamblurile de metale extensibile în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv. Polimerul poate fi realizat în orice formă sau configurare, cum ar fi un inel de polimeri, o bandă de polimeri, un manșon cu orificii formate acolo sau capace de capăt pentru piesa de metal reactiv. În aceste circumstanțe, metalul reactiv se poate utiliza în prezența unui fluid ce conține apă al găurii de forare pentru a crea particule de hidroxid de metal ce determină transformarea metalului reactiv într-un produs de reacție ce asigură o etanșare i) în inelul circular dintre țeava dintr-un câmp petrolifer și suprafața interioară a găurii de forare sau coloanei de tubaj sau ii) în interiorul unei țevi din câmpul petrolifer.

**[015]** FIG. 1 ilustrează un mediu al găurii de forare 100 în care ansamblurile de metale extensibile sunt utilizate în conformitate cu formele prezentate de realizare. Pentru a facilita explicația, mediul găurii de forare 100 este ilustrat în conjuncție cu o platformă terestră de petrol și gaze 10 de la suprafața 102 a Pământului; totuși, se înțelege că mediul găurii de forare 100 se poate utiliza și în conjuncție cu platformele din largul mării. Platforma de petrol și gaze 10 poate include un dispozitiv de ridicat 11, o turlă a sondei 12, un bloc mobil 13, un cârlig 14, un pivot 15 pentru ridicarea și coborârea țevelor din câmpul petrolifer în gaura de forare 110, și alte echipamente de suprafață 16 pentru pomparea fluidului în gaura de forare 110 (de exemplu, *via* o coloană de țevi de extracție 120, prezentată mai detaliat în continuare). Mediul găurii de forare 100 include în general o gaură de forare 110 realizată într-o formațiune subterană 101, atât gaura de forare 110 cât și formațiunea subterană 101 fiind ilustrate în vederea transversală din FIG. 1. Gaura de forare 100 are un perete

interior 111 ce poate fi în stare primară (gaură deschisă), poate avea o coloană de tubaj cimentată acolo, sau gaura de forare 100 poate include una sau mai multe porțiuni în care peretele interior 111 este o gaură deschisă și una sau mai multe alte porțiuni în care peretele interior 111 are o coloană de tubaj cimentată acolo. În timp ce gaura de forare 110 este prezentată ca având o porțiune ce se extinde în general vertical prin formațiunea subterană 101 (de exemplu, orientată vertical) și o altă porțiune ce se extinde în general orizontal prin formațiunea subterană 101 (de exemplu, orientată orizontal), această prezentare se poate de asemenea referi la găurile de forare având o secțiune ce se extinde în unghi prin formațiunea subterană 101, cum ar fi o secțiune înclinată a găurii de forare 110. Termenul "orientată vertical," așa cum este utilizat aici, se poate referi la o secțiune a găurii de forare 110 cu o axă longitudinală ce poate fi exact verticală sau se poate extinde într-un unghi raportat la direcția verticală de +/- 89°, iar în mod similar termenul "orientată orizontal," așa cum este utilizat aici, se poate referi la o secțiune a găurii de forare 110 cu o axă longitudinală ce poate fi exact orizontală sau se poate extinde într-un unghi raportat la direcția orizontală de +/- 89°.

**[016]** În FIG. 1 se poate vedea o coloană de țevi de extracție 120 ce se extinde de la platforma 10 prin gaura de forare 110. Coloana de țevi de extracție 120 poate include orice număr de țevi din câmpul petrolifer conectate în serie cap la cap. Așa cum se utilizează aici, termenul "țeavă din câmpul petrolifer" se referă la orice structură utilizată ce permite curgerea unui fluid pe acolo (de exemplu, un fluid de forare, un fluid de fracturare, un fluid de producție), fie printr-o gaură principală de forare (de exemplu, o gaură de forare orientată vertical sau o secțiune a găurii de forare) sau printr-o ramificație înclinată sau laterală (o secțiune orientată orizontal a unei găuri de forare). Segmentele de țeavă pot varia în raport cu materialele din care sunt realizate, grosimea, diametrul interior, diametrul exterior, categoria și/sau conectoarele de capăt, în industrie fiind cunoscute diverse tipuri de segmente de țeavă. Segmentele de țeavă sunt de multe ori îmbinate sau cuplate unele de celelalte pentru a forma o "coloană de țevi" (de exemplu coloana de țevi de extracție 120) ce îndeplinește o funcție în gaura de forare 110. În timp ce unele coloane de țevi pot fi suspendate de suprafața pământului 102 sau de o suprafață de pe platforma 10, alte coloane de țevi pot fi suspendate de altă țeavă sau coloane de țevi de extracție în adâncimea găurii de forare 110. Un inel circular 112 este format între peretele interior 111 (sau coloana de tubaj) a

găurii de forare 110 și o suprafață exterioară 122 a fiecărei țevi din câmpul petrolifer 121.

**[017]** În FIG. 1 se ilustrează, ca exemplu, ansambluri de metale extensibile 130 și 140. Ansamblul de metale extensibile 130 poate avea configurația unui pacher (de exemplu, un pacher extensibil), așa cum s-a prezentat aici, și poate fi dispus în jurul cel puțin unei porțiuni a unei țevi din câmpul petrolifer 123 a coloanei de țevi de extracție 120. Ansamblul de metale extensibile 140 poate avea configurația unui obturator (de exemplu, un obturator extensibil), așa cum s-a prezentat aici, și poate fi dispus într-o parte interioară a țevii din câmpul petrolifer 123. Ansamblul de metale extensibile 130 și ansamblul de metale extensibile 140 sunt prezentate în combinaire cu aceeași țeavă din câmpul petrolifer 123 numai în scop ilustrativ, prezentarea nefiind limitată la ansamblurile de metale extensibile 130 și 140 utilizate în aceeași țeavă din câmpul petrolifer 123 și nefiind limitată la utilizarea împreună a ansamblurilor de metale extensibile 130 și 140.

**[018]** Se ia în considerare posibilitatea utilizării ansamblurilor prezentate de metale extensibile 130 și 140 într-o diversitate de aplicații, cum ar fi cimentarea unui coloane de tubaj într-o porțiune a găurii de forare 110, fracturarea unei porțiuni a formațiunii subterane 101 adiacente unei porțiuni a găurii de forare 110 și extragerea fluidelor de formațiune (de exemplu, petrol și gaze) din formațiunea subterană 101. Introducerea fluidelor în și retragerea fluidelor din gaura de forare 110 (de exemplu, introducerea fluidului în coloana de țevi de extracție 120 sau în inelul circular; retragerea fluidului din coloana de țevi de extracție 120 sau inelul circular 112) se poate efectua în conformitate cu orice tehnică cunoscută în acest domeniu, cum ar fi prin pomparea fluidelor descendent prin interiorul țevilor din câmpul petrolifer aflate în coloana de țevi de extracție 120 iar după aceea ascendent prin inelul circular 112, pomparea fluidelor descendent prin inelul circular 112 iar după aceea ascendent prin interiorul țevilor din câmpul petrolifer (de exemplu, prin tehnici de circulare inversă), introducerea fluidelor în una sau mai multe țevi din câmpul petrolifer aflate în formațiunea subterană (de exemplu, via găuri, site sau perforații din țeava (țevile) din câmpul petrolifer), sau pomparea unuia sau mai multor fluide descendent prin țevile din câmpul petrolifer și în interiorul formațiunii subterane 101 (de exemplu, fracturare).

**[019]** Ansamblului de metale extensibile 130 sau 140 i se poate permite extensia și formarea unei etanșări adecvate în inelul circular 112 sau în

interiorul unei țevi din câmpul petrolifer (de exemplu țeava 123) a coloanei de țevi de extracție 120 înaintea unor aplicații sau după alte aplicații. De exemplu, ansamblului de metale extensibile 130 având configurația unui pachet i se poate permite extensia și etanșarea inelului circular 112 dintre o țeavă din câmpul petrolifer (de exemplu țeava din câmpul petrolifer 123) și peretele interior 111 sau coloana de tubaj a găurii de forare 110 înainte de introducerea unui fluid de fracturare în formațiune subterană 101 *via* coloana de țevi de extracție 120, astfel încât fluidul de fracturare să nu curgă ascendent prin gaura de forare 110 *via* inelul circular 112. Ansamblul de metale extensibile 130 poate avea suplimentar funcția de izolare a zonei de producție unde se formează fracturile în raport cu altă zonă de producție sau o zonă de non-producție. În alt exemplu, ansamblului de metale extensibile 140 având o configurație de obturator i se poate permite extensia și etanșarea interiorului unei țevi din câmpul petrolifer 123 în apropierea capătului 124 al coloanei de țevi de extracție 120 înainte de pomparea cimentului în inelul circular 112, astfel încât cimentul să nu curgă prin interiorul coloanei de țevi de extracție 120. Ansamblul de metale extensibile 140 poate fi după aceea îndepărtat prin pomparea unui fluid sub presiune adecvată descendent prin interiorul țevelor din câmpul petrolifer ale coloanei de țevi de extracție 120 pentru a exercita o forță de îndepărtare asupra ansamblului de metale extensibile 140.

**[020]** În FIG. 2A-2D, 3A-3B, 4A-4C și 5A-5B se ilustrează forme de realizare a ansamblurilor de metale extensibile prezentate aici. Ansamblurile de metale extensibile prezentate aici sunt dispuse în jurul (configurație pachet) sau în interiorul (configurație obturator) unei țevi din câmpul petrolifer, și sunt prevăzute cu un metal reactiv și un polimer aflat în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv. La ansamblurile de metale reactive în combinație cu țevile din câmpul petrolifer se face aici referire ca sisteme de metale extensibile.

**[021]** Metalul reactiv utilizat în ansamblurile de metale extensibile prezentate aici este configurat pentru a reacționa cu fluidul unei găuri de forare și a forma un hidroxid de metal *in-situ*-ul unei găuri de forare. Metalul (metalele) reactive destinate utilizării în oricare dintre formele de realizare prezentate poate fi orice metal sau aliaj de metal capabil să treacă printr-o reacție de hidratare pentru a forma un hidroxid de metal cu volum mai mare decât metalul de bază sau aliajul reactant de metal. Exemple de metale reactive includ magneziul, un aliaj de magneziu, calciul, un aliaj de calciu, aluminiul, un aliaj de aluminiu, staniul,

un aliaj de staniu, zincul, un aliaj de zinc, berilul, un aliaj de beriliu, bariul, un aliaj de bariu, manganul, un aliaj de mangan sau orice combinație a acestora. Metalele reactive preferate includ magneziul, un aliaj de magneziu, calciul, un aliaj de calciu, aluminiul, un aliaj de aluminiu sau orice combinație a acestora.

5 Aliajele metalice specific reactive le includ pe cele de magneziu-zinc, magneziu-aluminiu, calciu-magneziu și aluminiu-cupru. În cazul unei aplicații, metalul reactiv este un aliaj de magneziu ce include aliaje de magneziu aliate cu Al, Zn, Mn, Zr, Y, Nd, Gd, Ag, Ca, Sn, RE sau combinații ale acestora. În unele aplicații, aliajul este aliat suplimentar cu un dopant ce facilitează reacția galvanică, cum  
10 ar fi Ni, Fe, Cu, Co, Ir, Au, Pd sau combinații ale acestora.

**[022]** În cazul formelor de realizare unde metalul (metalele) reactive sunt incluse într-un aliaj metalic, aliajul metalic poate fi realizat printr-un procedeu tip soluție solidă sau un procedeu metalurgic cu pulberi. Aliajul metalic se poate realiza fie printr-un procedeu de producere a aliajelor metalice sau prin  
15 prelucrarea ulterioară a aliajului metalic.

**[023]** Așa cum se utilizează aici, termenul "soluție solidă" se referă la un aliaj realizat printr-o singură topire, unde toate componentele din aliaj (de exemplu, aliajul de magneziu) sunt topite împreună într-o piesă turnată. Piesa turnată poate fi ulterior extrudată, forjată, presată la temperaturi ridicate sau  
20 prelucrată pentru a constitui configurația dorită necesară metalului (metalelor) reactive. Preferabil, componentele de aliere sunt uniform distribuite peste tot în aliajul de metal, deși pot fi prezente incluziuni intra-granulare, fără îndepărtarea de la domeniul prezentării de față. Trebuie asumată posibilitatea de apariție a unor variații minore în distribuția particulelor de aliere, dar se  
25 preferă ca distribuția să fie astfel încât să fie posibilă realizarea unei soluții solide omogene a aliajului de metal. O soluție solidă este un amestec omogen a două tipuri diferite de atomi ai unuia sau mai multor solvați dintr-un solvent. Un asemenea amestec este considerat o soluție mai degrabă decât un compus când structura cristalină a solventului rămâne nemodificată prin adăugarea de  
30 solvați, și când amestecul rămâne într-o singură fază omogenă.

**[024]** Prin procedeul metalurgic cu pulberi se obține sau se produce în general o matrice de aliaj fuzibil sub formă de pulbere. Matricea de aliaj fuzibil sub formă de pulbere este după aceea dispusă într-o formă sau amestecată cu cel puțin un alt tip de particule iar după aceea dispusă într-o formă. Presiunea este  
35 exercitată asupra formei pentru a compacta împreună particulele de pulbere,



fuzionându-le pentru a forma un material solid ce se poate utiliza ca particule de metal reactiv sau strat solid de metal reactiv.

**[025]** În cazul unor forme de realizare, metalul (metalele) reactive sunt sau includ un oxid de metal. Exemple de oxizi de metal includ oxizii oricăror metale prezentate aici ce includ, dar nu sunt limitate la magneziu, calciu, aluminiu, fier, nichel, cupru, crom, staniu, zinc, plumb, beriliu, bariu, galiu, indiu, bismut, titan, mangan, cobalt sau orice combinație a acestora. Oxizii de metal pot de asemenea reacționa cu apa pentru a forma un hidroxid de metal cu un volum mai mare decât volumul oxidului de metal. Ca exemplu, oxidul de calciu reacționează cu apa într-o reacție energetică pentru a produce hidroxid de calciu. 1 mol de oxid de calciu ocupă  $9,5 \text{ cm}^3$ ; în timp ce 1 mol de hidroxid de calciu ocupă  $34,4 \text{ cm}^3$ , ce reprezintă o expansiune volumetrică de 260%.

**[026]** În cazul formelor de realizare, metalul (metalele) reactive nu se degradează (de exemplu, sunt insolubile în apă) într-un fluid al găurii de forare ce este sau include o soluție salină. De exemplu, hidroxidul de magneziu și hidroxidul de calciu au o solubilitate redusă în apă.

**[027]** Așa cum s-a discutat mai sus, metalul (metalele) reactive prezentate aici reacționează odată cu trecerea prin reacții de hidratare în prezența apei conținută în fluidul din gaura de forare (de exemplu, soluții saline) pentru a forma hidroxizi de metal. Aceste reacții sunt exotermice (generează căldură) iar la căldura generată de metalul reactiv cu apa din fluidul unei găuri de forare se face aici referire sub denumirea de căldură a reacției. O particulă de hidroxid de metal ocupă mai mult spațiu decât particulele metalului reactiv de bază. Această modificare de volum le permite particulelor de hidroxid de metal reactiv umplerea crăpăturilor, fantelor și micro-inelelor circulare ce se pot forma i) într-o compoziție prezentată de ciment dispusă într-un inel circular între peretele interior al găurii de forare și o suprafață exterioară a țevii din câmpul petrolifer, ii) în formațiunea subterană și care se extind spre peretele interior al găurii de forare, sau iii) în țeava din câmpul petrolifer. De exemplu, un mol de magneziu are o masă molară de  $24 \text{ g/mol}$  și o densitate de  $1,74 \text{ g/cm}^3$ , ce rezultă într-un volum de  $13,8 \text{ cm}^3/\text{mol}$ . Hidroxidul de magneziu are o masă molară de  $60 \text{ g/mol}$  și o densitate de  $2,34 \text{ g/cm}^3$ , ce rezultă într-un volum de  $25,6 \text{ cm}^3/\text{mol}$ .  $25,6 \text{ cm}^3/\text{mol}$  reprezintă un volum cu 85% mai mare decât  $13,8 \text{ cm}^3/\text{mol}$ . Ca alt exemplu, un mol de calciu are o masă molară de  $40 \text{ g/mol}$  și o densitate de  $1,54 \text{ g/cm}^3$ , ce rezultă într-un volum de  $26,0 \text{ cm}^3/\text{mol}$ . Hidroxidul de calciu are o masă molară de  $76 \text{ g/mol}$  și

o densitate de  $2,21 \text{ g/cm}^3$ , ce rezultă într-un volum de  $34,4 \text{ cm}^3/\text{mol}$ .  $34,4 \text{ cm}^3/\text{mol}$  reprezintă un volum cu 32% mai mare decât  $26,0 \text{ cm}^3/\text{mol}$ . Ca un alt exemplu, un mol de aluminiu are o masă molară de  $27 \text{ g/mol}$  și o densitate de  $2,7 \text{ g/cm}^3$ , ce rezultă într-un volum de  $10,0 \text{ cm}^3/\text{mol}$ . Hidroxidul de aluminiu are  
5 o masă molară de  $63 \text{ g/mol}$  și o densitate de  $2,42 \text{ g/cm}^3$ , ce rezultă într-un volum de  $26 \text{ cm}^3/\text{mol}$ .  $26 \text{ cm}^3/\text{mol}$  reprezintă un volum cu 160% mai mare decât  $10 \text{ cm}^3/\text{mol}$ .

**[028]** În cazul formelor de realizare, volumul inelului circular 112 în care metalul (metalele) reactive sunt dispuse este mai redus decât volumul  
10 particulelor de hidroxid de metal ce pot fi potențial formate prin reacția dintre atomii sau particulele de metal reactiv și fluidul din gaura de forare. În unele exemple, volumul inelului circular 112 este mai redus cu până la 50% din volumul particulelor de hidroxid de metal. În plus sau alternativ, volumul inelului circular 112 în care atomii/particulele de metal reactiv urmează a fi  
15 dispuse poate fi mai redus de 90%, mai redus de 80%, mai redus de 70% sau mai redus de 60% din volumul particulelor de hidroxid de metal.

**[029]** În cazul formelor de realizare, volumul interior al țevii din câmpul petrolifer 123 în care metalul (metalele) reactive sunt dispuse este mai redus decât volumul particulelor de hidroxid de metal ce pot fi potențial formate prin  
20 reacția dintre atomii sau particulele de metal reactiv și fluidul din gaura de forare. În unele exemple, volumul interior este mai redus cu până la 50% din volumul particulelor de hidroxid de metal. În plus sau alternativ, volumul interior în care atomii/particulele de metal reactiv urmează a fi dispuse poate fi  
25 mai redus cu 90%, mai redus cu 80%, mai redus cu 70% sau mai redus cu 60% din volumul particulelor de hidroxid de metal.

**[030]** În cazul unor forme de realizare, hidroxidul de metal format din metalul (metalele) reactive poate fi deshidratat sub o presiune suficientă. De exemplu, dacă hidroxidul de metal rezistă tendinței de formare suplimentară de hidroxid, este posibilă realizarea unei presiune ridicate ce poate duce la deshidratarea  
30 unora dintre particulele de hidroxid de metal pentru a forma un oxid de metal reactiv sau metalul reactiv. Ca un exemplu, hidroxidul de magneziu poate fi deshidratat sub o presiune suficientă pentru a forma oxid de magneziu și apă. Ca alt exemplu, hidroxidul de calciu poate fi deshidratat sub o presiune suficientă pentru a forma oxid de calciu și apă. Ca un alt exemplu, hidroxidul de  
35 aluminiu poate fi deshidratat sub o presiune suficientă pentru a forma oxid de aluminiu și apă. În cazul unor forme de realizare, deshidratarea hidroxidului de

metal în metal reactiv îi poate permite metalului reactiv să reacționeze din nou pentru a forma un hidroxid de metal (adică, deshidratarea este reversibilă odată ce presiunea este redusă, și în prezența apei).

**[031]** În unele aspecte, polimerul are o asemenea temperatură de modificare a fazei astfel încât polimerul este configurat pentru a-și modifica faza odată cu expunerea la căldură în cazul reacției metalului reactiv cu fluidul dintr-o gaură de forare sau la încetarea emisiei de căldură a reacției. "Schimbarea de fază," așa cum este prezentată aici, poate include o schimbare a fazei sau stării polimerului, o modificare a caracteristicilor fizice ale polimerului, sau atât o schimbare a fazei sau stării cât și a caracteristicilor fizice. Schimbarea de fază poate include modificarea dintr-un polimer solid într-un polimer plastifiat, dintr-un polimer plastifiat într-un polimer lichid, dintr-un polimer lichid într-un polimer plastifiat, dintr-un polimer plastifiat într-un polimer solid, sau orice combinații ale acestora. Caracteristicile fizice pot include vulcanizarea și cristalizarea. În unele aspecte, una sau mai multe dintre caracteristicile fizice pot apărea înainte, în timpul sau după schimbarea de fază, cum ar fi vulcanizarea polimerului, cristalizarea polimerului sau ambele.

**[032]** Temperatura de schimbare a fazei poate include o temperatură de plastifiere, o temperatură de topire sau atât temperatura de plastifiere cât și temperatura de topire.

**[033]** În unele aspecte, polimerul are o asemenea temperatură de plastifiere încât polimerul este configurat pentru a se plastifia odată cu expunerea la căldură în cazul reacției metalului reactiv cu fluidul dintr-o gaură de forare. În unele aspecte polimerul se poate plastifia, dar nu topi, odată cu expunerea la căldura reacției, de exemplu, schimbarea de fază dintr-un polimer solid într-un polimer plastifiat. În alte aspecte, polimerul se poate plastifia iar după aceea topi odată cu expunerea la căldura reacției, de exemplu, schimbarea de fază dintr-un polimer solid într-un polimer plastifiat iar după aceea dintr-un polimer plastifiat într-un polimer lichid. În unele aspecte, când polimerul se topește, la încetarea emisiei de căldură a reacției, polimerul își poate schimba faza dintr-un polimer lichid într-un polimer plastifiat, și pe măsură ce polimerul continuă să se răcească, de la polimerul plastifiat faza se poate schimba într-un polimer solid. În unele aspecte, când polimerul nu se topește, la încetarea emisiei de căldură a reacției, polimerul își poate schimba faza de la un polimer plastifiat la un polimer solid. În unele aspecte, polimerul poate fi un polimer plastifiat în

condițiile din partea inferioară a sondei și își poate schimba faza numai între polimerul plastifiat și polimerul lichid.

**[034]** Temperatura de plastifiere a polimerului poate fi mai mare decât o temperatură din partea inferioară a sondei. Termenul "temperatură de plastifiere," așa cum se utilizează aici, se referă la o temperatură sau un interval de temperaturi la care polimerul unui ansamblu de metale extensibile prezentat aici formează un polimer plastifiat. Temperatura de plastifiere poate include orice temperatură sau interval de temperaturi dintre prima temperatură la care polimerul începe să se plastificeze și a doua temperatură la care polimerul începe să se topească. Temperatura de plastifiere poate de asemenea include orice temperatură sau interval de temperaturi din temperatura de tranziție de la starea solidă la starea de plastifiere sau invers, Tg. Valorile de temperatură asociate temperaturii de plastifiere se pot măsura în conformitate cu ASTM D1525-17e1 sau ISO 306 (pentru temperaturile de plastifiere), ASTM E1545-11 sau ISO 11359-2 (pentru temperaturile de tranziție de la starea solidă la starea de plastifiere sau invers, prin analize termomecanice), ASTM E1356-08 sau ISO 11357-2 (pentru temperaturile de tranziție de la starea solidă la starea de plastifiere sau invers, prin calorimetrie de scanare diferențială), sau printr-o combinație a acestora.

**[035]** Valorile de temperatură asociate temperaturii de topire se pot măsura în conformitate cu ASTM D3418-15 sau ISO 11357-3.

**[036]** Cantitatea de polimer relativă la cantitatea de metal reactiv dintr-un ansamblu de metale extensibile este astfel încât căldura unei reacții asigurată polimerului plastică, dar nu topește, polimerul. Pentru a asigura echilibrul căldurii de reacție cu plastifierea polimerului se crede că ansamblul de metale extensibile poate include 1-49 vol.% polimer și 51-99 vol.% metal reactiv.

**[037]** În unele aspecte, polimerul poate include un poliuretan termoplast, un vulcanizat termoplast sau o combinație a acestora. În cazul unor aspecte suplimentare sau alternative, polimerul poate include un material acrilic, ABS, nailon, PLA, polibenzimidazol, policarbonat, sulfonă de polieter, polioximetilen, polieter cetonă, polieterimidă, polietilen, oxid de polifenilen, sulfură de polifenilen, polipropilen, polistiren, clorură de polivinil, fluorură de poliviniliden, politetrafluoretilen sau o combinație a acestora. În cazul unor aspecte suplimentare sau alternative, polimerul poate include un elastomer nevulcanizat.

**[038]** În unele aspecte, polimerul nu este poros. În cazul unor aspecte suplimentare sau alternative, polimerul este inert și nereactiv cu metalul reactiv și fluidul din gaura de forare.

**[039]** Fluidul descris aici din gaura de forare include în general apă ca parte a compoziției fluidului. În cazul unor forme de realizare, fluidul din gaura de forare poate fi un ciment cu posibilitatea de pompare, un fluid de forare, un fluid de fracturare sau un fluid de producție. În cazul unor forme de realizare, fluidul din gaura de forare include o soluție salină. Soluția salină poate include apă sărată (de exemplu, apă ce conține una sau mai multe săruri dizolvate acolo), apă sărată saturată (de exemplu, apă sărată extrasă dintr-o formațiune subterană), apă de mare, apă dulce sau orice combinație a acestora. În general, soluția salină poate proveni din orice sursă. Soluția salină poate fi o soluție salină monovalentă sau o soluție salină divalentă. Soluțiile saline monovalente adecvate pot include, de exemplu, soluțiile saline din clorură de sodiu, soluțiile saline din bromură de sodiu, soluțiile saline din clorură de potasiu, soluțiile saline din bromură de potasiu și altele similare. Soluțiile saline divalente adecvate pot include, de exemplu, soluții saline din clorură de magneziu, soluții saline din clorură de calciu, soluții saline din bromură de calciu și altele similare. În cazul unor exemple, salinitatea soluției saline poate depăși 10%. În exemplele anterior menționate, utilizarea materialelor elastomerice de legare poate fi influențată. În mod avantajos, metalul (metalele) reactive din prezentarea de față nu sunt influențate de contactul cu soluțiile saline având o salinitate ridicată.

**[040]** În FIG. 2A la 2D se ilustrează vederi în secțiune transversală ale ansamblurilor de metale extensibile 200, 201, 202 și 203 într-o primă configurare, adică înainte de extensia sau expansiunea metalului reactiv determinată de contactul cu un fluid pentru gaura de forare din gaura de forare sau coloana de tubaj 210. Fiecare dintre ansamblurile 200, 201, 202 și 203 are o configurație de pacher. Fiecare dintre ansamblurile 200, 201, 202 și 203 este prevăzut cu un metal reactiv sub forma unui manșon circular 230. Manșonul circular 230 se potrivește în jurul și intră în contact cu suprafața exterioară 224 a țevii din câmpul petrolifer 223, metalul reactiv fiind o piesă solidă de metal reactiv constituită sub forma unei structuri tubulare. Piesa solidă de metal reactiv poate fi una sau o combinație a tipurilor de metale reactive prezentate aici. Polimerul din fiecare ansamblu 200, 201, 202 și 203 este realizat sub forma unuia sau mai multor inele de polimer, ce sunt descrise mai detaliat în

continuare pentru fiecare din FIG. 2A la 2D. Polimerul din fiecare ansamblu 200, 201, 202 și 203 poate fi unul sau o combinație de tipuri ale polimerului prezentat aici.

**[041]** Ansamblul de metale extensibile 200 din FIG. 2A are canelurile 231 și 232 formate pe o suprafață exterioară 233 a manșonului circular 230. Canelurile 231 și 232 se extind în jurul circumferinței manșonului circular 230 și pot fi de orice dimensiuni (de exemplu, adâncimea, lățimea și forma) pentru a menține polimerul acolo. De exemplu, adâncimea D1 a fiecărei caneluri 231 și 232 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm) iar lățimea W1 a fiecărei caneluri 231 și 232 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm). Polimerul din ansamblul de metale extensibile 200 poate fi realizat sub formă de inele 240 și 245. Inelul de polimeri 240 poate fi dispus în canelura 231 iar inelul de polimeri 245 poate fi dispus în canelura 232. Grosimea T1 a fiecărui inel de polimeri 240 și 245 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm) iar în ansamblul de metale extensibile 200 din FIG. 2A adâncimea D1 a canelurilor 231 și 232 este identică grosimii T1 a inelelor de polimeri 240 și 245. Lățimea W2 a inelelor de polimeri 240 și 245 poate fi egală cu sau mai redusă decât lățimea W1 a canelurilor 231 și 232. De exemplu, lățimea W2 a fiecăruia dintre inelele de polimeri 240 și 241 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm).

**[042]** În timp ce două caneluri 231 și 232 și două inele de polimeri 240 și 245 sunt ilustrate în FIG. 2A, se consideră posibilitatea ca ansamblul de metale extensibile 200 din FIG. 2A să fie prevăzut cu o canelură 231 sau 232 și un inel de polimeri 240 sau 245, sau cu mai mult de două caneluri 231 și 232 și mai mult de două inele de polimeri 240 și 245.

**[043]** În FIG. 2A se prezintă de asemenea ansamblul de metale extensibile 200 cu capacele de capăt 250 și 251 de la capetele 234, 235. Capacele de capăt 250 și 251 pot proteja metalul reactiv la capetele 234 și 235 ale manșonului circular 230 de contactul cu materialele corozive în timpul montării și când sunt poziționate în gaura de forare sau coloana de tubaj 210. Mai mult, capacele de capăt 250 și 251 pot determina expansiunea radială spre exterior a manșonului circular 230 din țeava câmpului petrolifer 223. Capacele de capăt 250 și 251 pot de asemenea forma o barieră ce previne compromiterea, de orice presiune exercitată în inelul circular 212 al găurii de forare sau coloanei de tubaj 210

asupra ansamblului de metale extensibile 200, etanșării formate de ansamblul de metale extensibile 200 (după expansiune și etanșare) pe direcția de exercitare a presiunii. Capacele de capăt 250 și 251 pot fi realizate dintr-un polimer, de exemplu, dintr-un tip de polimer identic celui utilizat în inelele de polimeri 240 și 245, sau de un tip diferit.

5 **[044]** Trebuie înțeles că aceste capace de capăt 250 și 251 se pot utiliza cu orice ansamblul de metale extensibile prezentat aici, ilustrarea capacelor de capăt 250 și 251 în combinație cu ansamblul de metale extensibile 200 având numai un rol descriptiv. Trebuie de asemenea înțeles că aceste capace de capăt  
10 250 și 251 sunt componente opționale în toate exemplele prezentate aici.

**[045]** Ansamblul de metale extensibile 201 din FIG. 2B are canelurile 231 și 232 formate pe o suprafață exterioară 233 a manșonului circular 230. Canelurile 231 și 232 se extind în jurul circumferinței manșonului circular 230 și pot fi de orice dimensiuni (de exemplu, adâncimea, lățimea și forma) pentru a  
15 menține polimerul acolo. De exemplu, adâncimea D2 a fiecărei caneluri 231 și 232 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm) iar lățimea W3 a fiecărei caneluri 231 și 232 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm). Polimerul din ansamblul de metale extensibile 201 poate fi  
20 realizat sub formă de inele 241 și 246. Inelul de polimeri 241 poate fi dispus în canelura 231 iar inelul de polimeri 246 poate fi dispus în canelura 232. Grosimea T2 a fiecărui inel de polimeri 241 și 246 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm) iar în ansamblul de metale extensibile 201 din FIG. 2B adâncimea D2 a canelurilor 231 și 232 este mai  
25 redusă decât grosimea T2 a inelelor de polimeri 241 și 246. Astfel, inelele de polimeri 241 și 246 se extind radial spre exterior dincolo de suprafața exterioară 233 a manșonului circular 230 al ansamblului de metale extensibile 201 din FIG. 2B. Lățimea W4 a inelelor de polimeri 241 și 246 poate fi egală cu sau mai redusă decât lățimea W3 a canelurilor 231 și 232. De exemplu, lățimea  
30 W4 a fiecăruia dintre inelele de polimeri 241 și 246 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm).

**[046]** În timp ce două caneluri 231 și 232 și două inele de polimeri 241 și 246 sunt ilustrate în FIG. 2B, se consideră posibilitatea ca ansamblul de metale  
35 extensibile 201 din FIG. 2B să fie prevăzut cu o canelură 231 sau 232 și un inel de polimeri 241 sau 246, sau cu mai mult de două caneluri 231 și 232 și mai

mult de două inele de polimeri 241 și 246. În unele aspecte, ansamblul de metale extensibile 201 din FIG. 2B poate opțional include capacele de capăt 250 și 251 din FIG. 2A.

**[047]** Ansamblul de metale extensibile 202 din FIG. 2C are canelurile 231 și 232 formate pe o suprafață exterioară 233 a manșonului circular 230. Canelurile 231 și 232 se extind în jurul circumferinței manșonului circular 230 și pot fi de orice dimensiuni (de exemplu, adâncimea, lățimea și forma) pentru a menține polimerul acolo. De exemplu, adâncimea D3 a fiecărei caneluri 231 și 232 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm) iar lățimea W5 a fiecărei caneluri 231 și 232 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm). Polimerul din ansamblul de metale extensibile 202 poate fi realizat sub formă de inele 242 și 247. Inelul de polimeri 242 poate fi dispus în canelura 231 iar inelul de polimeri 247 poate fi dispus în canelura 232. Grosimea T3 a fiecărui inel de polimeri 242 și 247 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm) iar în ansamblul de metale extensibile 202 din FIG. 2C adâncimea D3 a canelurilor 231 și 232 este mai mare decât grosimea T3 a inelelor de polimeri 241 și 246. Astfel, inelele de polimeri 242 și 247 se extind radial spre exterior dar nu trec pe o direcție radială dincolo de suprafața exterioară 233 a manșonului circular 230 al ansamblului de metale reactive 202 din FIG. 2C. Lățimea W6 a inelelor de polimeri 242 și 247 poate fi egală cu sau mai redusă decât lățimea W5 a canelurilor 231 și 232. De exemplu, lățimea W6 a fiecăruia dintre inelele de polimeri 242 și 247 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm).

**[048]** În timp ce două caneluri 231 și 232 și două inele de polimeri 242 și 247 sunt ilustrate în FIG. 2C, se consideră posibilitatea ca ansamblul de metale extensibile 202 din FIG. 2C să fie prevăzut cu o canelură 231 sau 232 și un inel de polimeri 242 sau 247, sau cu mai mult de două caneluri 231 și 232 și mai mult de două inele de polimeri 242 și 247. În unele aspecte, ansamblul de metale extensibile 202 din FIG. 2C poate opțional include capacele de capăt 250 și 251 din FIG. 2A.

**[049]** Ansamblul de metale extensibile 203 din FIG. 2D nu are caneluri. Polimerul din ansamblul de metale extensibile 203 poate fi realizat sub formă de inele 243 și 248. Inelele de polimeri 243 și 248 pot fi dispuse în jurul circumferinței suprafeței exterioare 233 a manșonului circular 230. Grosimea T4



a fiecărui inel de polimeri 243 și 248 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm). Lățimea W7 a fiecăruia dintre inelele de polimeri 243 și 248 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm).

5 **[050]** În timp ce două inele de polimeri 243 și 248 sunt ilustrate în FIG. 2D, se consideră posibilitatea ca ansamblul de metale extensibile 203 din FIG. 2D să fie prevăzut cu un inel de polimeri 243 sau 248, sau cu mai mult de două inele de polimeri 243 și 248. În unele aspecte, ansamblul de metale extensibile 203 din FIG. 2D poate opțional include capacele de capăt 250 și 251 din FIG. 2A.

10 **[051]** În timp ce secțiunea transversală a fiecărui inel de polimeri 240-248 din FIG. 2A la 2D este prezentată ca având o formă rectangulară, secțiunea transversală a inelelor de polimeri 240-248 poate avea orice formă, cum ar fi de pătrat, cerc, triunghi sau orice altă secțiune transversală poligonală. La fel, în timp ce secțiunea transversală a canelurilor 231 și 232 din manșonul circular  
15 230 din FIG. 2A la 2D este prezentată ca având o formă rectangulară, secțiunea transversală a canelurilor 231 și 232 poate avea orice formă, cum ar fi de pătrat, cerc, triunghi sau orice altă secțiune transversală poligonală.

**[052]** Când fluidul dintr-o gaură de forare intră în contact cu manșonul circular 230 din FIG. 2A la 2D, volumul manșonului circular 230 crește. Căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a inelelor de polimeri 240-248 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), iar grosimea și lățimea inelelor de polimeri 240-248 scade în timp ce crește diametrul inelului pe măsură ce manșonul circular 230 se extinde. Manșonul circular 230 se poate extinde până când  
20 inelele de polimeri 240-248 cuplează etanș peretele interior 211 al găurii de forare sau coloanei de tubaj 210.

**[053]** În FIG. 3A la 3B se ilustrează într-o primă configurare vederi laterale ale ansamblurilor de metale extensibile 301 și 302, adică înainte de extensia sau expansiunea metalului reactiv determinată de contactul cu fluidul găurii de forare din gaura de forare sau coloana de tubaj 310. Fiecare dintre ansamblurile 301 și 302 are o configurație pachet. Fiecare dintre ansamblurile 301 și 302 este prevăzut cu un metal reactiv sub forma unui manșon circular 330. Manșonul circular 330 se potrivește în jurul și intră în contact cu suprafața  
30 exterioară 324 a țevii din câmpul petrolifer 323, metalul reactiv fiind o piesă solidă de metal reactiv constituită sub forma manșonului circular 330. Piesa solidă de metal reactiv poate fi una sau o combinație a tipurilor de metale  
35

reactive prezentate aici. Polimerul ansamblului 301 este realizat ca un manșon 340 în FIG. 3A și ca o bandă 350 în FIG. 3B. Polimerul din fiecare ansamblu 301 și 302 poate fi unul sau o combinație de tipuri ale polimerului prezentat aici.

**[054]** Ansamblul de metale extensibile 301 din FIG. 3A este prevăzut cu un  
5 manșon din polimeri 340 în jurul suprafeței exterioare 333 a manșonului  
circular 330. Manșonul din polimeri 340 este prevăzut cu orificii 341 formate  
acolo prin care un fluid al găurii de forare poate intra în contact cu metalul  
reactiv al manșonului circular 330. În timp ce orificiile 341 sunt prezentate ca  
având o formă pătrată, orificiile 341 pot avea orice formă sau combinație de  
10 forme. Mai mult, dimensiunea orificiilor 341 nu este limitată la dimensiunea  
prezentată în FIG. 3A, fiind posibil ca aceasta să fie mai mare sau mai redusă.  
Încă și mai mult, orificiile 341 pot avea orice combinație de forme și orice  
combinație de dimensiuni. În cazul unor forme de realizare, orificiile 341 din  
manșonul 340 au o configurare de plasă sau sită pentru a-i permite fluidului din  
15 gaura de forare să intre în contact cu metalul reactiv prin orificiile 341 ale  
manșonului din polimeri 340. Manșonul din polimeri 340 poate fi montat pe  
suprafața exterioară 333 a manșonului circular 330 prin culisarea manșonului  
340 peste manșonul circular 330. Grosimea manșonului din polimeri 340 poate  
fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm). În unele  
20 aspecte, ansamblul de metale extensibile 301 din FIG. 3A poate opțional include  
capacele de capăt 250 și 251 din FIG. 2A.

**[055]** Când un fluid din gaura de forare intră în contact cu manșonul circular  
330 din FIG. 3A, volumul manșonului circular 330 crește. Căldura de reacție a  
metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a  
25 manșonului din polimeri 340 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere  
iar după aceea topire), fiind posibilă o reducere a grosimii manșonului din  
polimeri 340 și o creștere a dimensiunii orificiilor 341 pe măsură ce manșonul  
circular 330 se extinde. Manșonul circular 330 se poate extinde până când  
manșonul din polimeri 340 se cuplează etanș cu peretele interior 311 al găurii  
30 de forare sau coloanei de tubaj 310.

**[056]** Ansamblul de metale extensibile 303 din FIG. 3B este prevăzut cu o  
bandă din polimeri 350 în jurul suprafeței exterioare 333 a manșonului circular  
330. Grosimea benzii 350 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7,  
19,05 sau 25,4 mm). Banda din polimeri 350 are adeziv pe o parte iar adezivul  
35 poate atașa banda din polimeri 350 de suprafața exterioară 333 a manșonului  
circular 330. Banda 350 poate fi înfășurată în jurul manșonului circular 330 în

orice mod, cum ar fi în forma de spirală prezentată în FIG. 3B. În unele aspecte, banda din polimeri 350 este astfel înfășurată încât spațiul 360 să fie între înfășurările benzii 350. Spațiul 360 expune suprafața exterioară 333 a manșonului circular 330 astfel încât metalul reactiv să poată intra în contact cu fluidul din gaura de forare. Banda din polimeri 350 poate fi montată pe suprafața exterioară 333 a manșonului circular 330 prin înfășurarea benzii 350 în jurul suprafeței exterioare 333 a manșonului circular 330. În unele aspecte, ansamblul de metale extensibile 302 din FIG. 3B poate opțional include capacele de capăt 250 și 251 din FIG. 2A.

5  
10 **[057]** Când un fluid din gaura de forare intră în contact cu manșonul circular 330 din FIG. 3B, volumul manșonului circular 330 crește. Căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a benzii din polimeri 350 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), fiind posibilă o reducere a grosimii și lățimii benzii din polimeri 350 și o creștere a diametrului acesteia pe măsură ce manșonul circular 330 se extinde. Manșonul circular 330 se poate extinde până când banda din polimeri 350 se cuplează etanș cu peretele interior 311 al găurii de forare sau coloanei de tubaj 310.

15  
20 **[058]** În FIG. 4A la 4C se ilustrează într-o primă configurare vederi în perspectivă ale ansamblurilor de metale extensibile 401, 402 și 403, adică înainte de extinderea sau expansiunea metalului reactiv datorită contactului cu un fluid al găurii de forare în interiorul unei țevi din câmpul petrolifer. Fiecare dintre ansamblurile 401, 402 și 403 are o configurație tip obturator. Diametrele exterioare OD1, OD2 și OD3 (diametrul total exterior al metalului reactiv și a polimerului combinate) sunt mai reduse decât diametrul interior al unei țevi din câmpul petrolifer, de exemplu, țeava din câmpul petrolifer 123 a coloanei de țevi de extracție 120 ilustrată în FIG. 1, țeava din câmpul petrolifer 223 din FIG. 2A la 2D sau țeava din câmpul petrolifer 323 din FIG. 3A la 3B.

25  
30 **[059]** Ansamblul de metale extensibile 401 din FIG. 4A este prevăzut cu un corp cilindric solid 430 al metalului reactiv. Polimerul este realizat sub forma unor inele de polimeri 421 și 422 ce sunt dispuse în jurul circumferinței suprafeței exterioare 433 a corpului cilindric solid 430 similar dispunerii inelelor de polimeri 243 și 248 prezentate în și descrise pentru FIG. 2D. Alternativ, inelele de polimeri 421 și 422 pot fi dispuse în caneluri formate în corpul cilindric 430, similare canelurilor 231 și 232 prezentate în și descrise pentru  
35 FIG. 2A la 2C.

**[060]** Grosimea fiecărui inel de polimeri 421 și 422 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm). Lățimea fiecărui inel de polimeri 421 și 422 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm).

5 Adâncimea oricărei caneluri prezente în ansamblul 401 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm), iar lățimea oricărei caneluri prezente în ansamblul 401 poate fi de aproximativ 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 sau 5 inci (aproximativ 2,54, 3,81, 5,08, 6,35, 7,62, 8,89, 10,16, 11,43, 12,7 cm). În unele aspecte ale ansamblului 401 unde sunt prezente caneluri,  
10 adâncimea canelurilor poate fi mai redusă decât, egală cu sau mai mare decât grosimea inelelor de polimeri 421 și 422, iar lățimea inelelor de polimeri 421 și 422 poate fi egală cu sau mai redusă decât lățimea canelurilor.

**[061]** Când un fluid din gaura de forare intră în contact cu corpul cilindric solid 430 din FIG. 4A, volumul corpului 430 crește. Căldura de reacție a metalului  
15 reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a inelelor de polimeri 421 și 422 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), fiind posibilă o reducere a grosimii și lățimii inelelor de polimeri 421 și 422 și o creștere a diametrului inelelor pe măsură ce corpul 430 se extinde. Corpul 430 se poate extinde până când inelele de polimeri 421 și 422  
20 se cuplează etanș cu peretele interior al unei țevi din câmpul petrolifer.

**[062]** Ansamblul de metale extensibile 402 din FIG. 4B este prevăzut cu un corp cilindric solid 431 al metalului reactiv. Polimerul este realizat sub forma unui manșon din polimeri 423 ce este dispus în jurul circumferinței suprafeței  
25 exterioare 434 a corpului cilindric solid 431. Manșonul din polimeri 423 este prevăzut cu orificii 424 formate acolo prin care un fluid al găurii de forare poate intra în contact cu metalul reactiv al corpului cilindric solid 431. În timp ce orificiile 424 sunt prezentate ca având o formă pătrată, orificiile 424 pot avea orice formă sau combinație de forme. Mai mult, dimensiunea orificiilor 424 nu este limitată la dimensiunea prezentată în FIG. 4B, fiind posibil ca aceasta să fie  
30 mai mare sau mai redusă. Încă și mai mult, orificiile 424 pot avea orice combinație de forme și orice combinație de dimensiuni. În cazul unor forme de realizare, orificiile 424 din manșonul 423 au o configurare de plasă sau sită pentru a-i permite fluidului din gaura de forare să intre în contact cu metalul reactiv prin orificiile 424 ale manșonului din polimeri 423. Manșonul din polimeri  
35 423 poate fi montat pe suprafața exterioară 434 a corpului 431 prin culisarea

manșonului 423 peste corpul 431. Grosimea manșonului din polimeri 423 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm).

**[063]** Când un fluid din gaura de forare intră în contact cu corpul cilindric solid 431 din FIG. 4B, volumul corpului 431 crește. Căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a manșonului din polimeri 423 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), fiind posibilă o reducere a grosimii manșonului din polimeri 423 ce duce la creșterea diametrului manșonului din polimeri 423 pe măsură ce corpul 431 se extinde. Corpul 431 se poate extinde până când manșonul din polimeri 423 se cuplează etanș cu peretele interior al unei țevi din câmpul petrolifer.

**[064]** Ansamblul de metale extensibile 403 din FIG. 4C este prevăzut cu un corp sferic solid 432 al metalului reactiv. Polimerul este realizat sub forma unui manșon sferic din polimeri 425 ce este dispus în jurul suprafeței exterioare 435 a corpului sferic solid 432. Manșonul din polimeri 425 este prevăzut cu orificii 426 formate acolo prin care un fluid al găurii de forare poate intra în contact cu metalul reactiv al corpului sferic solid 432. În timp ce orificiile 426 sunt prezentate ca având o formă pătrată, orificiile 426 pot avea orice formă sau combinație de forme. Mai mult, dimensiunea orificiilor 426 nu este limitată la dimensiunea prezentată în FIG. 4C, fiind posibil ca aceasta să fie mai mare sau mai redusă. Încă și mai mult, orificiile 426 pot avea orice combinație de forme și orice combinație de dimensiuni. În cazul unor forme de realizare, orificiile 426 din manșonul 425 au o configurare de plasă sau sită pentru a-i permite fluidului din gaura de forare să intre în contact cu metalul reactiv prin orificiile 426 ale manșonului din polimeri 425. Grosimea manșonului din polimeri 425 poate fi de 0,25, 0,5, 0,75 sau 1 inci (6,35, 12,7, 19,05 sau 25,4 mm). Manșonul din polimeri 425 poate fi montat pe suprafața exterioară 435 a corpului 432 prin culisarea manșonului 425 peste corpul 432.

**[065]** Când un fluid din gaura de forare intră în contact cu corpul sferic solid 432 din FIG. 4C, volumul corpului 432 crește. Căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a manșonului din polimeri 425 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), fiind posibilă o reducere a grosimii manșonului din polimeri 425 ce duce la creșterea diametrului manșonului din polimeri 425 pe măsură ce corpul 432 se extinde. Corpul 432 se poate extinde până când o

porțiune a manșonul din polimeri 425 se cuplează etanș cu peretele interior al unei țevi din câmpul petrolifer.

5 **[066]** În unele aspecte ale ansamblurilor 200-203, 301-302 și 401-403 ilustrate în FIG. 2A-2D, 3A-3B și 4A-4C, polimerul (de exemplu, realizat sub formă de inel, manșon sau bandă) poate fi atașat de metalul reactiv cu un adeziv.

10 **[067]** În FIG. 5A se prezintă o vedere în secțiune transversală a ansamblului de metale extensibile 200 din FIG. 2A, într-o a doua configurare, adică după extensia sau expansiunea metalului reactiv determinată de contactul cu fluidul găurii de forare din gaura de forare sau coloana de tubaj 210. Metalul reactiv al manșonului circular 230 a intrat în contact cu fluidul găurii de forare din inelul circular dispus între peretele interior 211 al găurii de forare sau coloanei de tubaj 310 și suprafața exterioară 224 a țevii din câmpul petrolifer 223, și a reacționat pentru a determina astfel creșterea volumului manșonului circular

15 230. Căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a inelelor de polimeri 240 și 245 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), iar diametrul inelelor de polimeri 240 și 245 crește până când inelele 240 și 245 intră în contact cu peretele interior 211 al al găurii de forare sau coloanei de tubaj 210.

20 Metalul reactiv din manșonul circular 230 continuă să reacționeze cu fluidul găurii de forare până când inelele de polimeri 240 și 245, precum și produsele de reacție ale porțiunilor manșonului circular 230 care nu au fost acoperite de inelele de polimeri 240 și 245, realizează o cuplare etanșă cu peretele interior 211 al al găurii de forare sau coloanei de tubaj 210. După ce reacția a încetat,

25 inelele de polimeri 240 și 245 s-au răcit sub temperatura de fază (de exemplu, temperatura de topire, temperatura de plastifiere sau ambele) și au format o etanșare polimerică față de peretele interior 211 al al găurii de forare sau coloanei de tubaj 210. Etanșarea polimerică în combinație cu etanșarea asigurată de produsul de reacție al metalului reactiv asigură, în conformitate cu

30 această prezentare, o etanșare îmbunătățită. Extensia, expansiunea și etanșarea, așa cum sunt explicate în FIG. 5A, se pot aplica la ansamblurile de metale extensibile 201, 202 și 203 din FIG. 2B la 2D și la ansamblurile de metale extensibile 301 și 302 din FIG. 3A și 3B.

35 **[068]** În FIG. 5B se prezintă o vedere în secțiune transversală a ansamblului de metale extensibile 401, configurat ca obturator și într-o a doua configurare, adică după extensia sau expansiunea metalului reactiv determinată de contactul

cu fluidul unei găuri de forare din interiorul unei țevi din câmpul petrolifer 223. Metalul reactiv al corpului cilindric solid 430 a intrat în contact cu fluidul găurii de forare din interiorul țevii câmpului petrolifer 223, și a reacționat pentru a determina astfel creșterea volumului corpului 430. Căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare determină schimbarea de fază a inelelor de polimeri 421 și 422 (de exemplu, plastifiere fără topire sau plastifiere iar după aceea topire), iar diametrul inelelor de polimeri 421 și 422 crește până când inelele 421 și 422 au intrat în contact cu peretele interior 225 al țevii din câmpul petrolifer 223. Metalul reactiv din corpul 430 continuă să reacționeze cu fluidul găurii de forare până când inelele de polimeri 421 și 422, precum și produsele de reacție ale porțiunilor corpului 430 care nu au fost acoperite de inelele de polimeri 421 și 422, realizează o cuplare etanșă cu peretele interior 225 al țevii din câmpul petrolifer 223. După ce reacția a încetat, inelele de polimeri 421 și 422 s-au răcit sub temperatura de fază (de exemplu, temperatura de topire, temperatura de plastifiere sau ambele) și au format o etanșare polimerică față de peretele interior 225 al țevii din câmpul petrolifer 223. Etanșarea polimerică în combinație cu etanșarea asigurată de produsul de reacție al metalului reactiv asigură, în conformitate cu această prezentare, o etanșare îmbunătățită. Extensia, expansiunea și etanșarea, așa cum sunt explicate în FIG. 5B, se pot aplica pentru ansamblurile de metale extensibile 402 și 403 din FIG. 4B la 4C.

**[069]** O metodă este descrisă în FIG. 6 cu referire în continuare la FIG. 2A la 2D, 3A la 3B și 4A la 4C. În FIG. 6 se ilustrează o metodă 600 de formare a unei etanșări într-o gaură de forare.

**[070]** În etapa 605, metoda 600 poate include punerea la dispoziție a unei țevi din câmpul petrolifer 223 sau 323 și a unui ansamblu de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 ce cuprinde metalul reactiv și polimerul, în gaura de forare 210 sau 310. Gaura de forare 210 sau 310 poate fi căptușită cu o coloană de tubaj sau poate fi o gaură deschisă (fără coloană de tubaj). Așa cum s-a prezentat aici, ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 include un metal reactiv și un polimer, unde polimerul este în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv. Ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301 sau 302 poate fi dispus în jurul cel puțin unei porțiuni a țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323. Ansamblul de metale extensibile 401, 402 sau 403 poate fi dispus în interiorul cel puțin unei porțiuni a țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323.

**[071]** Punerea la dispoziție a țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323 și a ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301 sau 302 poate include dispunerea ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301 sau 302 pe țeava din câmpul petrolifer 223 sau 323 și deplasarea țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323 prin gaura de forare 210 sau 310 (gaură deschisă sau căptușită cu o coloană de tubaj). Alternativ, punerea la dispoziție a țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323 și a ansamblului de metale extensibile 401, 402 sau 403 poate include dispunerea ansamblului de metale extensibile 401, 402 sau 403 în interiorul țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323 și deplasarea țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323 prin gaura de forare 210 sau 310 (gaură deschisă sau căptușită cu o coloană de tubaj).

**[072]** În general, ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 este pus la dispoziție în gaura de forare 210 sau 310 când ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 este în prima configurare (de exemplu, înainte de extensia sau expansiunea determinate de contactul cu fluidul din gaura de forare).

**[073]** În etapa 610, metoda 600 poate include intrarea în contact a metalului reactiv din ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 cu un fluid dintr-o gaură de forare. De exemplu, fluidul din gaura de forare intră în contact cu porțiuni ale manșonului circular 230 sau 330 ce nu sunt acoperite cu polimer (de exemplu, între inelele de polimeri, prin orificiile unui manșon din polimeri sau între fâșiile benzii). Intrarea în contact a metalului reactiv din ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301 sau 302 poate include extensia ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301 sau 302 (*via* reacția metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare pentru a forma un produs de reacție cu un volum mai mare decât acela al metalului reactiv ce nu a intrat în reacție) în interiorul inelului circular 212, într-o a doua configurare, pentru a forma o etanșare între țeava din câmpul petrolifer 223 sau 323 și gaura de forare sau coloana de tubaj 210 sau 310. Intrarea în contact a metalului reactiv din ansamblul de metale extensibile 401, 402 sau 403 poate include extensia ansamblului de metale extensibile 401, 402 sau 403 (*via* reacția metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare pentru a forma un produs de reacție cu un volum mai mare decât acela al metalului reactiv ce nu a intrat în reacție) în interiorul țevii din câmpul petrolifer 223 sau 323, într-o a doua configurare, pentru a forma o etanșare între țeava din câmpul petrolifer 223 sau 323 ce este suficientă pentru a preveni curgerea în țeava din câmpul



petrolifer 223 sau 323 pe lângă ansamblul de metale extensibile 401, 402 sau 403. În general, intrarea în contact a metalului reactiv din ansamblul de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 determină transformarea ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 din prima configurare (de exemplu, înainte de contactul cu fluidul din gaura de forare) în a doua configurare (de exemplu, după contactul cu fluidul din gaura de forare și reacția cu acesta pentru a forma produsul de reacție).

**[074]** În unele aspecte opționale, metoda 600 poate include îndepărtarea ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 după efectuarea unei sarcini în gaura de forare (de exemplu, examinarea unei zone din gaura de forare, fracturarea unei zone din gaura de forare, etc.). Îndepărtarea ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 poate include exercitarea unei presiuni asupra ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 pentru a transforma produsul de reacție (de exemplu, hidroxidul de metal) din nou în metalul reactiv, prin aceasta fiind redus volumul ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 și distrusă etanșarea creată. Îndepărtarea ansamblului de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 poate include suplimentar pomparea, cu un fluid al găurii de forare, a ansamblului îndepărtat de metale extensibile 200, 201, 202, 203, 301, 302, 401, 402 sau 403 într-o locație dorită (de exemplu, spre suprafață sau spre un punct mort din gaura de forare 210 sau 310).

25

## EXEMPLE

**[075]** Exemplul 1 este descris cu referire la FIG. 7. FIG. 7 este fotografia unei secțiuni transversale a unui ansamblu de metale extensibile 700 având configurația de pachet. Ansamblul de metale extensibile 700 este în a doua configurare, după ce a fost dispus în țeava exterioară 701 utilizată pentru a simula peretele interior al unei găuri de forare sau coloane de tubaj, și după ce metalul reactiv al ansamblului de metale extensibile 700 a intrat în contact cu apa în timp ce se afla în interiorul țevii exterioare 701. Așa cum se poate vedea, ansamblul de metale extensibile 700 din a doua configurare are inelul de polimeri 702 etanșat în raport cu suprafața interioară a țevii exterioare 701,

35

manșonul circular 703 al produsului de reacție al metalului reactiv fiind etanșat între polimerul 701 și țeava din câmpul petrolifer 704.

**[076]** Pentru a forma ansamblul de metale extensibile 700 din Exemplul 1, manșonul circular 703 al metalului reactiv a fost dispus în jurul unei secțiuni a țevii din câmpul petrolifer 704. Țeava din câmpul petrolifer 704 are un diametru exterior de 4,5 inci. Manșonul circular 703 are o lungime de 12,000 inci, un diametru interior de 4,565 inci și un diametru exterior de 5,465 inci, ce duce la o grosime de 0,9 inci a manșonului circular 703. În jurul circumferinței manșonului circular 703 a fost formată o canelură cu o adâncime de 0,25 inci și o lățime de 3,063 inci. Un inel de polimeri 702 cu o lățime de 3 inci și o grosime de 0,25 inci a fost dispus în, și lipit în interiorul canelurii manșonului circular 703. Capace de capăt au fost dispuse la capetele manșonului circular 703. Metalul reactiv din Exemplul 1 a fost un aliaj de magneziu iar polimerul din Exemplul 1 a fost o substanță termoplastică vulcanizată cunoscută sub denumirea comercială de SANTOPRENE™.

**[077]** Țeava din câmpul petrolifer 704 având în jurul ei ansamblul de metale extensibile a fost dispusă în țeava exterioară 701 cu un diametru interior de 6,125 inci. Apa a fost introdusă în inelul circular dintre peretele interior al țevii cu un diametru mai mare 701 și suprafața exterioară a țevii din câmpul petrolifer 704 și ansamblul de metale extensibile 700. Ansamblul de metale extensibile 700 s-a extins din prima configurare (neexpandată) în a doua configurare (expandată), cu inelul de polimeri 702 în stare plastifiată și cu diametrul în creștere pe măsură ce metalul reactiv s-a transformat într-un produs de reacție cu un volum crescut. Diametrul inelului de polimeri 702 a crescut până la contactul cu peretele interior al țevii exterioare 701. După reacția metalului reactiv, ansamblul de metale extensibile 700 s-a răcit în a doua configurare prezentată în FIG. 7. O presiune diferențială de 10.000 psi (68,9 MPa) a fost exercitată asupra ansamblului de metale extensibile 700, iar această diferență de presiune a fost menținută timp de 48 de ore, prin aceasta dovedindu-se că etanșarea îmbunătățită realizată prin combinarea metalului reactiv și a polimerului dintr-un ansamblu de metale extensibile 700 a fost eficientă pentru asigurarea etanșării în mediul unei găuri de forare.

#### PREZENTARE SUPLIMENTARĂ

**[078]** Următoarele forme de realizare sunt nelimitative, specifice, în conformitate cu prezentarea de față:

**[079]** O primă formă de realizare, ce reprezintă o metodă de formare a unei etanșări într-o gaură de forare, metodă ce constă în punerea la dispoziție a unei țevi din câmpul petrolifer și a unui ansamblu de metale extensibile în gaura de forare, unde ansamblul de metale extensibile este dispus în jurul sau în interiorul cel puțin unei porțiuni a țevii din câmpul petrolifer, unde ansamblul de metale extensibile cuprinde un metal reactiv și un polimer, unde polimerul este în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv.

5  
10  
15  
**[080]** A doua formă de realizare, ce reprezintă metoda primei forme de realizare, unde metalul reactiv este configurat pentru a reacționa cu fluidul dintr-o gaură de forare pentru a forma un hidroxid de metal *in-situ*-ul găurii de forare, și unde polimerul are o temperatură de schimbare a fazei astfel încât polimerul să fie configurat pentru a-și schimba faza odată cu expunerea la căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare.

**[081]** A treia formă de realizare, ce reprezintă metoda celei de-a doua forme de realizare, unde temperatura de schimbare a fazei polimerului este mai mare decât o temperatură din partea inferioară a sondei.

20  
**[082]** A patra formă de realizare, ce reprezintă metoda oricăreia dintre prima până la a treia formă de realizare, unde metalul reactiv este selectat dintre magneziu, un aliaj de magneziu, calciu, un aliaj de calciu, aluminiu, un aliaj de aluminiu sau o combinație a acestora.

25  
**[083]** A cincia formă de realizare, ce reprezintă metoda oricăreia dintre prima până la a patra formă de realizare, unde polimerul cuprinde un poliuretan termoplastic, un vulcanizat termoplastic sau o combinație a acestora.

30  
**[084]** A șasea formă de realizare, ce reprezintă metoda oricăreia dintre prima până la a cincia formă de realizare, unde polimerul cuprinde un material acrilic, ABS, nailon, PLA, polibenzimidazol, policarbonat, sulfonă de polieter, polioximetilen, polieter cetonă, polieterimidă, polietilen, oxid de polifenilen, sulfură de polifenilen, polipropilen, polistiren, clorură de polivinil, fluorură de poliviniliden, politetrafluororetilen sau o combinație a acestora.

**[085]** A șaptea formă de realizare, ce reprezintă metoda oricăreia dintre prima până la a șasea formă de realizare, unde polimerul cuprinde un elastomer nevulcanizat.

35  
**[086]** A opta formă de realizare, ce reprezintă metoda oricăreia dintre prima până la a șaptea formă de realizare, unde metalul reactiv este un manșon

circular astfel configurat încât o suprafață interioară a metalului reactiv să fie orientată spre o suprafață exterioară a țevii din câmpul petrolifer, și unde polimerul i) este un inel de polimeri dispus într-o canelură a manșonului circular, ii) este un capac de capăt dispus pe un capăt al manșonului circular, iii) este un manșon din polimeri prevăzut cu orificii formate acolo, unde manșonul din polimeri este dispus în jurul manșonului circular, sau iv) este o bandă aplicată pe manșonul circular.

5  
10 **[087]** A noua formă de realizare, ce reprezintă metoda oricăreia dintre prima până la a opta formă de realizare, ce implică suplimentar intrarea în contact a metalului reactiv cu fluidul dintr-o gaură de forare.

**[088]** A zecea formă de realizare, ce reprezintă un ansamblu de metale extensibile pentru țeava dintr-un câmp petrolifer, ce cuprinde un metal reactiv configurat pentru a fi dispus în jurul sau în interiorul țevii din câmpul petrolifer, și un polimer în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv, unde polimerul are o temperatură de schimbare a fazei astfel încât polimerul să fie configurat pentru a-și schimba faza odată cu expunerea la căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare.

15  
20 **[089]** A unsprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al celei de-a zecea forme de realizare, unde metalul reactiv este configurat pentru a reacționa cu fluidul dintr-o gaură de forare pentru a forma un hidroxid de metal *in-situ*-ul unei găuri de forare.

**[090]** A douăsprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al celei de-a unsprezecea forme de realizare, unde temperatura de schimbare a fazei polimerului este mai mare decât o temperatură din partea inferioară a sondei.

25  
30 **[091]** A treisprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al oricăreia dintre a zecea până la a douăsprezecea formă de realizare, unde metalul reactiv este selectat dintre magneziu, un aliaj de magneziu, calciu, un aliaj de calciu, aluminiu, un aliaj de aluminiu sau o combinație a acestora.

**[092]** A patrusprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al oricăreia dintre a zecea până la a treisprezecea formă de realizare, unde polimerul cuprinde un poliuretan termoplastic, un vulcanizat termoplastic sau o combinație a acestora.

35 **[093]** A cincisprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al oricăreia dintre a zecea până la a patrusprezecea formă de

realizare, unde polimerul cuprinde un material acrilic, ABS, nailon, PLA, polibenzimidazol, policarbonat, sulfonă de polieter, polioximetilen, polieter cetonă, polieterimidă, polietilen, oxid de polifenilen, sulfură de polifenilen, polipropilen, polistiren, clorură de polivinil, fluorură de poliviniliden, politetrafluoroetilen sau o combinație a acestora.

**[094]** A șaisprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al oricăreia dintre a zecea până la a cincisprezecea formă de realizare, unde polimerul cuprinde un elastomer nevulcanizat.

**[095]** A șaptesprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al oricăreia dintre a zecea până la a șaisprezecea formă de realizare, unde metalul reactiv este un manșon circular astfel configurat încât o suprafață interioară a metalului reactiv să fie orientată spre o suprafață exterioară a țevii din câmpul petrolifer, și unde polimerul i) este un inel de polimeri dispus într-o canelură a manșonului circular, ii) este un capac de capăt dispus pe un capăt al manșonului circular, iii) este un manșon din polimeri prevăzut cu orificii formate acolo, unde manșonul din polimeri este dispus în jurul manșonului circular, sau iv) este o bandă aplicată pe manșonul circular.

**[096]** A optsprezecea formă de realizare, ce reprezintă ansamblul de metale extensibile al oricăreia dintre a zecea până la a șaptesprezecea formă de realizare, unde metalul reactiv este un corp solid cilindric sau sferic având un diametru exterior mai redus decât un diametru interior al țevii din câmpul petrolifer.

**[097]** A nouăsprezecea formă de realizare, ce reprezintă un sistem de metale extensibile pentru utilizare într-o gaură de forare, ce cuprinde o țeavă din câmpul petrolifer și un ansamblu de metale extensibile dispus în jurul sau în interiorul țevii din câmpul petrolifer, unde ansamblul de metale extensibile cuprinde un metal reactiv și un polimer în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv.

**[098]** A douăzecea formă de realizare, ce reprezintă sistemul de metale extensibile din a nouăsprezecea formă de realizare, unde metalul reactiv este configurat pentru a reacționa cu fluidul dintr-o gaură de forare pentru a forma un hidroxid de metal *in-situ*-ul găurii de forare și unde polimerul are o temperatură de schimbare a fazei astfel încât polimerul să fie configurat pentru a-și modifica faza în momentul expunerii la căldura de reacție a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare.

**[099]** În timp ce formele de realizare au fost prezentate și descrise, se pot face modificări ale acestora de un specialist în domeniu fără îndepărtarea de la spiritul prezentării și informațiile cuprinse în aceasta. Formele de realizare descrise aici au exclusiv rol de exemplu, și nu se intenționează ca acestea să fie limitative. Sunt posibile multe variații și modificări ale formelor de realizare prezentate aici, ce se află în domeniul acestei prezentări. Unde intervalele numerice sau limitările sunt exact precizate, asemenea intervale sau limitări exacte trebuie înțelese ca incluzând intervale sau limitări iterative de o asemenea magnitudine încât să se încadreze în intervalele sau limitările exact precizate (de exemplu, de la aproximativ 1 la aproximativ 10 include 2, 3, 4, etc.; mai mare de 0,10 inci include 0,11, 0,12, 0,13, etc.). De exemplu, oricând este prezentat un interval numeric cu o limită inferioară  $R_1$  și o limită superioară  $R_u$ , orice număr ce se încadrează în interval este specific prezentat. În particular, următoarele numere din interval sunt specific prezentate:  $R = R_1 + k^* (R_u - R_1)$ , unde  $k$  este o variabilă ce se modifică într-un interval de la 1 procent la 100 de procente cu o creștere de 1 procent, adică  $k$  este 1 procent, 2 procente, 3 procente, 4 procente, 5 procente, ..., 50 de procente, 51 de procente, 52 de procente, ..., 95 de procente, 96 de procente, 97 de procente, 98 de procente, 99 de procente sau 100 de procente. Mai mult, orice interval numeric definit de două numere  $R$ , așa cum sunt definite mai sus, este de asemenea specific prezentat. Utilizarea termenului "opțional" relativ la orice element al unei revendicări se intenționează a semnifica posibila prezență a elementului subiect în unele forme de realizare și absența acestuia din alte forme de realizare. Se intenționează ca ambele alternative să se încadreze în domeniul revendicării. Utilizarea unor termeni cu semnificații mai largi cum ar fi cuprinde, include, având, etc. trebuie înțeleasă ca suport pentru termenii cu semnificații mai restrânse cum ar fi constând din, constând esențial din, alcătuit substanțial din, etc.

**[100]** Prin urmare, domeniul protecției nu este limitat la descrierea prezentată mai sus, fiind limitat exclusiv de revendicările următoare, domeniul incluzând toate echivalențele conținutului revendicărilor. Absolut fiecare revendicare este încorporată în specificație ca o formă de realizare a acestei prezentări. Astfel, revendicările reprezintă o descriere suplimentară și o completare a formelor de realizare a acestei prezentări. Discutarea aici a unei referințe nu reprezintă o admitere a acesteia ca fiind un stadiu tehnic anterior, în special orice referință ce poate avea o dată de publicare ulterioară datei prioritare a acestei

solicitări. Prezentările tuturor brevetelor, solicitărilor de brevet și publicațiilor citate aici sunt astfel încorporate prin referință în măsura în care acestea pun la dispoziție detalii exemplare, procedurale sau alte detalii suplimentare celor expuse aici.

5

10

15

20

25

30

35

SET REDUS DE REVENDICĂRI

1. O metodă de formare a unei etanșări într-o gaură de forare, metodă ce  
5 presupune:  
punerea la dispoziție a unei țevi din câmpul petrolifer și a unui ansamblu  
de metale extensibile în gaura de forare, unde ansamblul de metale extensibile  
este dispus în jurul sau în interiorul cel puțin unei porțiuni a țevii din câmpul  
petrolifer,  
10 unde ansamblul de metale extensibile cuprinde un metal reactiv și un  
polimer, unde polimerul este în contact cu cel puțin o porțiune a metalului  
reactiv.
2. Metodă în conformitate cu revendicarea 1, unde metalul reactiv este  
15 configurat pentru a reacționa cu fluidul dintr-o gaură de forare pentru a forma  
un hidroxid de metal *in-situ*-ul găurii de forare, și unde polimerul are o  
temperatură de schimbare a fazei astfel încât polimerul să fie configurat pentru  
a-și modifica faza odată cu expunerea la căldura unei reacții a metalului reactiv  
cu fluidul din gaura de forare.  
20
3. Metodă în conformitate cu revendicarea 2, unde temperatura de schimbare a  
fazei polimerului este mai mare decât o temperatură din partea inferioară a  
sondei.
- 25 4. Metodă în conformitate cu revendicarea 1, unde metalul reactiv este selectat  
dintre magneziu, un aliaj de magneziu, calciu, un aliaj de calciu, aluminiu, un  
aliaj de aluminiu sau o combinație a acestora.
5. Metodă în conformitate cu revendicarea 1, unde polimerul include:  
30 un poliuretan termoplastic, un vulcanizat termoplastic sau o combinație a  
acestora;  
un material acrilic, ABS, nailon, PLA, polibenzimidazol, policarbonat,  
sulfonă de polieter, polioximetilen, polieter cetonă, polieterimidă, polietilen, oxid  
de polifenilen, sulfură de polifenilen, polipropilen, polistiren, clorură de polivinil,  
35 fluorură de poliviniliden, politetrafluoroetilen sau o combinație a acestora; sau  
un elastomer nevulcanizat.



6. Metodă în conformitate cu revendicarea 1, unde metalul reactiv este un manșon circular astfel configurat încât o suprafață interioară a metalului reactiv să fie orientată spre o suprafață exterioară a țevii din câmpul petrolifer, și unde polimerul i) este un inel de polimeri dispus într-o canelură a manșonului circular, ii) este un capac de capăt dispus pe un capăt al manșonului circular, iii) este un manșon din polimeri prevăzut cu orificii formate acolo, unde manșonul din polimeri este dispus în jurul manșonului circular, sau iv) este o bandă aplicată pe manșonul circular.
7. Metodă în conformitate cu revendicarea 1, ce presupune suplimentar:  
intrarea în contact a metalului reactiv cu un fluid din gaura de forare.
8. Un ansamblu de metale extensibile pentru o țevă din câmpul petrolifer, ce cuprinde:  
un metal reactiv configurat pentru a fi dispus în jurul sau în interiorul țevii din câmpul petrolifer; și  
un polimer în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv, unde polimerul are o temperatură de schimbare a fazei astfel încât polimerul să fie configurat pentru a-și modifica faza odată cu expunerea la căldura unei reacții a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare.
9. Ansamblul de metale extensibile în conformitate cu revendicarea 8, unde metalul reactiv este configurat pentru a reacționa cu un fluid dintr-o gaură de forare pentru a forma un hidroxid de metal *in-situ*-ul unei găuri de forare.
10. Ansamblul de metale extensibile în conformitate cu revendicarea 9, unde temperatura de schimbare a fazei polimerului este mai mare decât o temperatură din partea inferioară a sondei.
11. Ansamblul de metale extensibile în conformitate cu revendicarea 8, unde metalul reactiv este selectat dintre magneziu, un aliaj de magneziu, calciu, un aliaj de calciu, aluminiu, un aliaj de aluminiu sau o combinație a acestora.
12. Ansamblul de metale extensibile în conformitate cu revendicarea 10, unde polimerul include:

un poliuretan termoplastic, un vulcanizat termoplastic sau o combinație a acestora;

un material acrilic, ABS, nailon, PLA, polibenzimidazol, policarbonat, sulfonă de polieter, polioximetilen, polieter cetonă, polieterimidă, polietilen, oxid de polifenilen, sulfură de polifenilen, polipropilen, polistiren, clorură de polivinil, fluorură de poliviniliden, politetrafluoroetilen sau o combinație a acestora; sau un elastomer nevulcanizat.

13. Ansamblul de metale extensibile în conformitate cu revendicarea 8, unde metalul reactiv este:

1) un manșon circular astfel configurat încât o suprafață interioară a metalului reactiv să fie orientată spre o suprafață exterioară a țevii din câmpul petrolifer, și unde polimerul i) este un inel de polimeri dispus într-o canelură a manșonului circular, ii) este un capac de capăt dispus pe un capăt al manșonului circular, iii) este un manșon din polimeri prevăzut cu orificii formate acolo, unde manșonul din polimeri este dispus în jurul manșonului circular, sau iv) este o bandă aplicată pe manșonul circular; sau

2) un corp solid cilindric sau sferic cu un diametru exterior mai redus decât un diametru interior al țevii din câmpul petrolifer.

20

14. Un sistem de metale extensibile pentru utilizare într-o gaură de forare, ce cuprinde:

o țevă din câmpul petrolifer; și

un ansamblu de metale extensibile dispus în jurul sau în interiorul țevii din câmpul petrolifer,

unde ansamblul de metale extensibile cuprinde:

un metal reactiv, și

un polimer în contact cu cel puțin o porțiune a metalului reactiv.

15. Sistemul de metale extensibile în conformitate cu revendicarea 14, unde metalul reactiv este configurat pentru a reacționa cu un fluid dintr-o gaură de forare pentru a forma un hidroxid de metal *in-situ*-ul găurii de forare, și unde polimerul are o temperatură de schimbare a fazei astfel încât polimerul să fie configurat pentru a-și modifica faza odată cu expunerea la căldura unei reacții a metalului reactiv cu fluidul din gaura de forare.

35

34

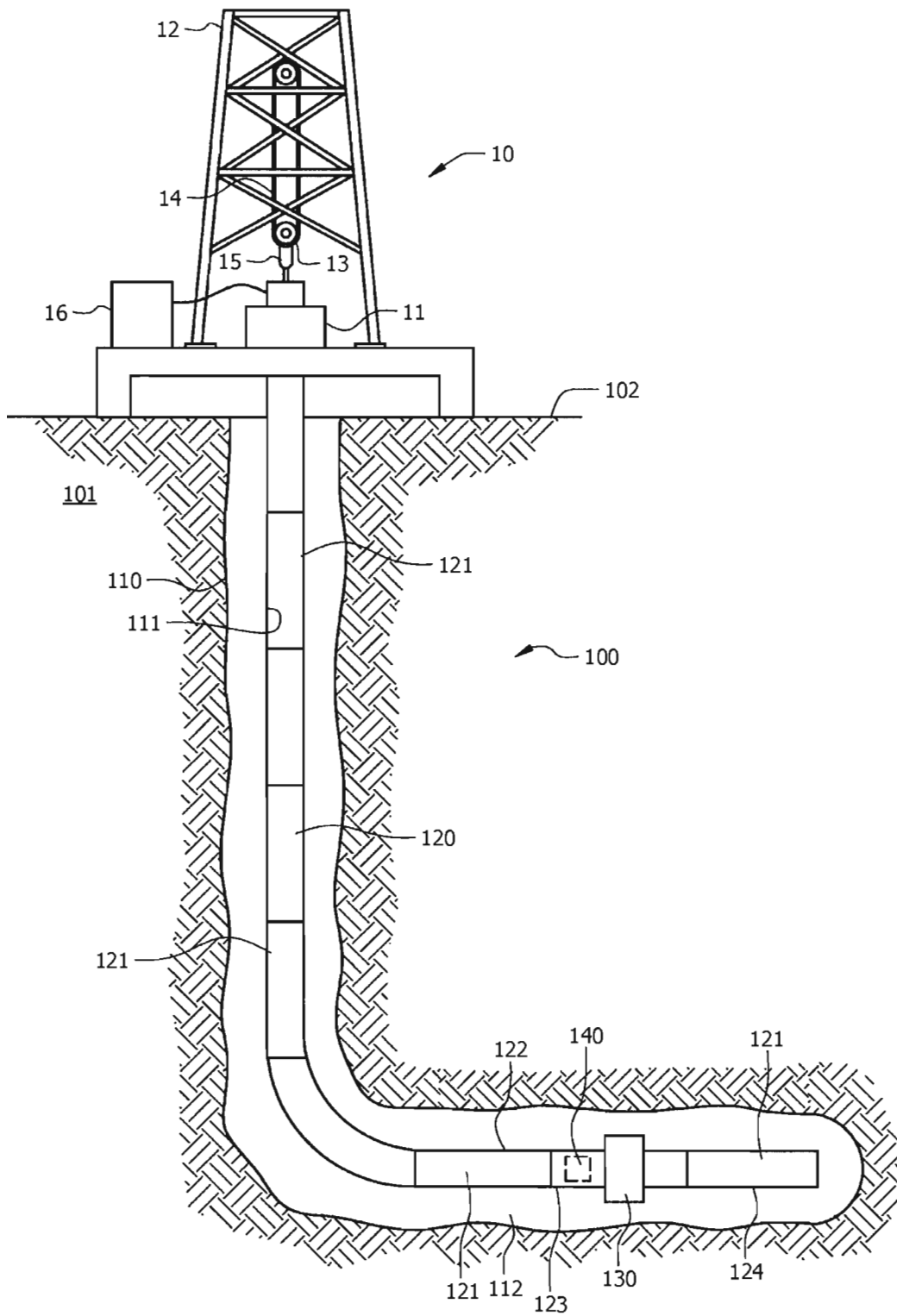


FIG. 1

35

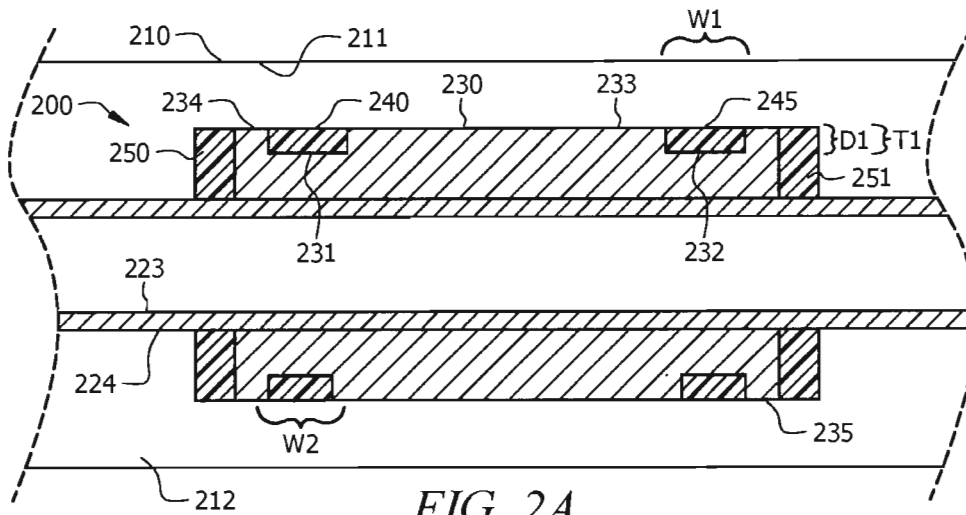


FIG. 2A

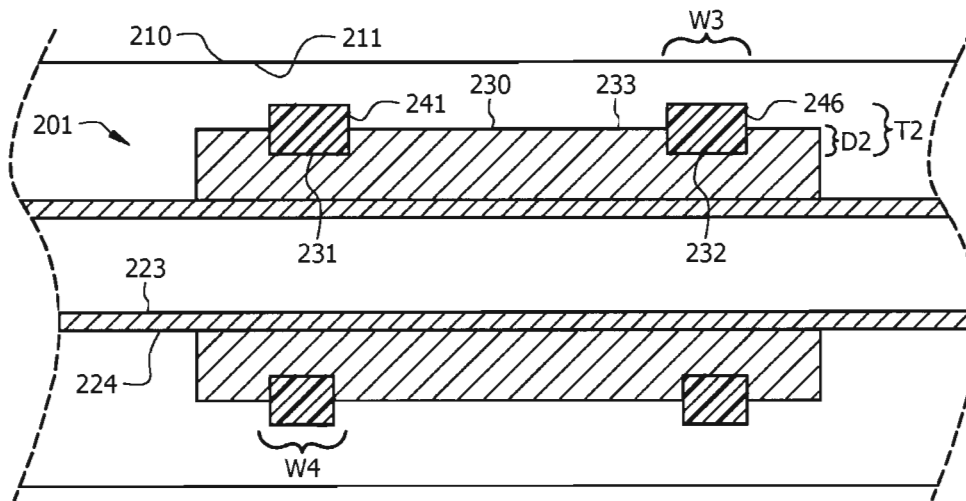


FIG. 2B

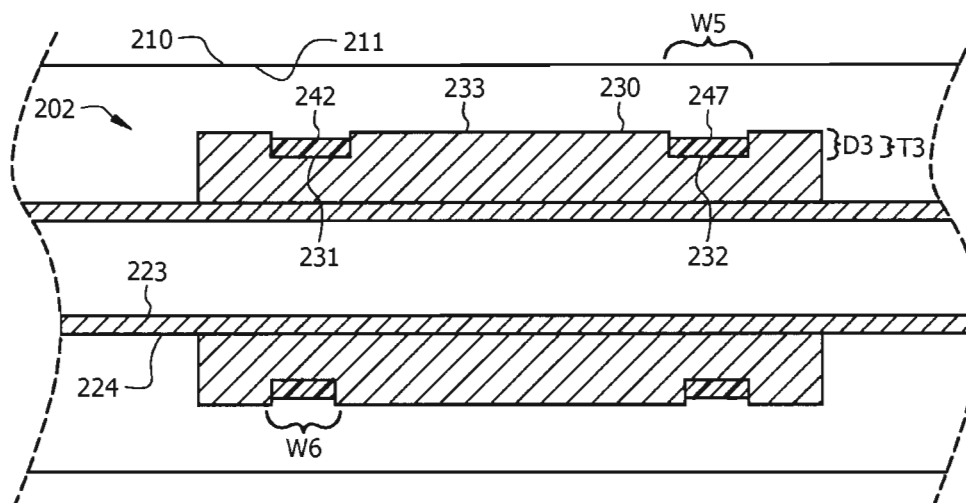


FIG. 2C

36

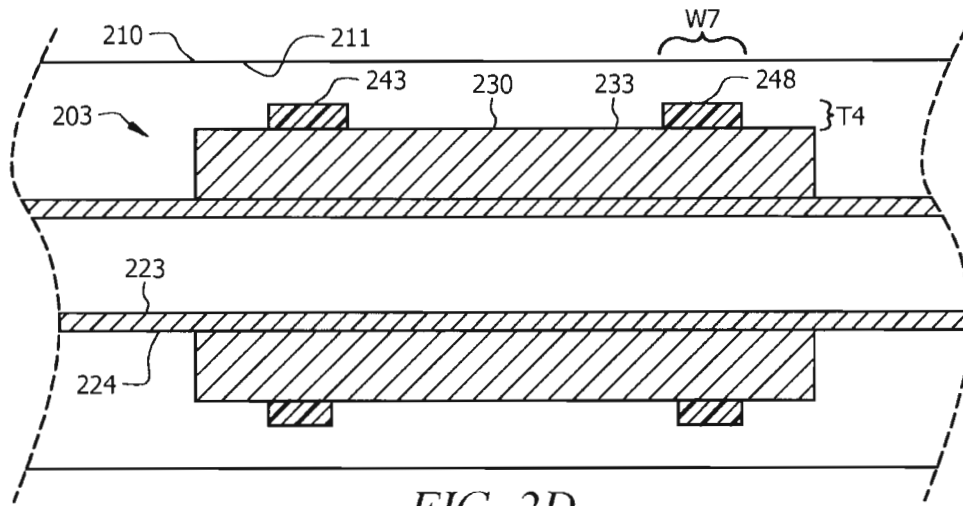


FIG. 2D

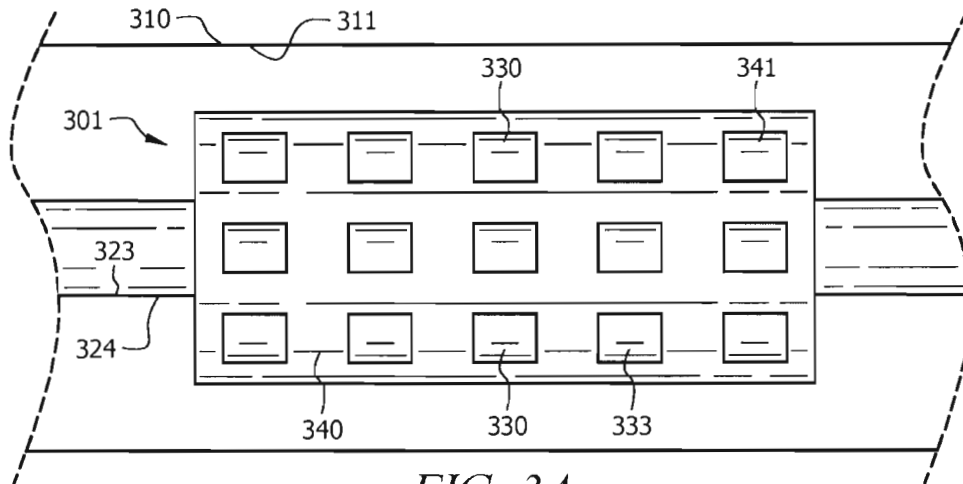


FIG. 3A

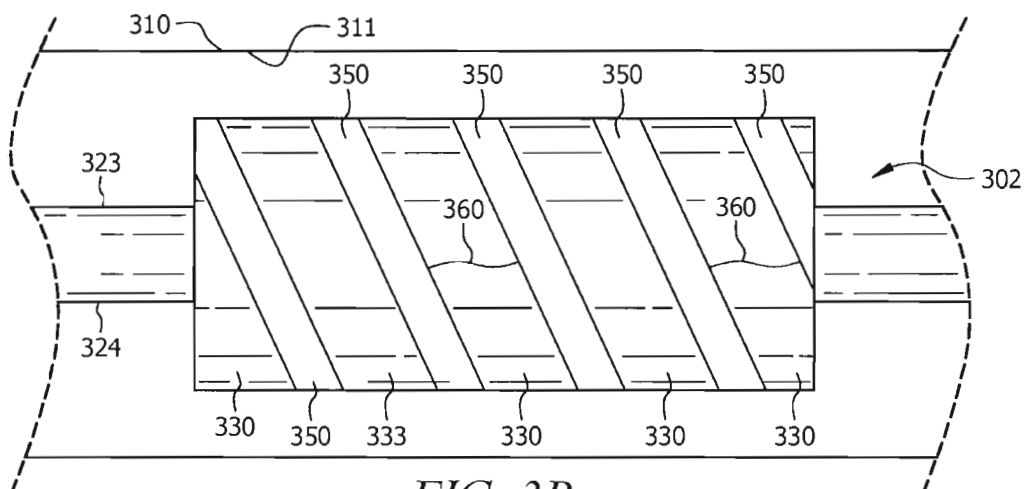
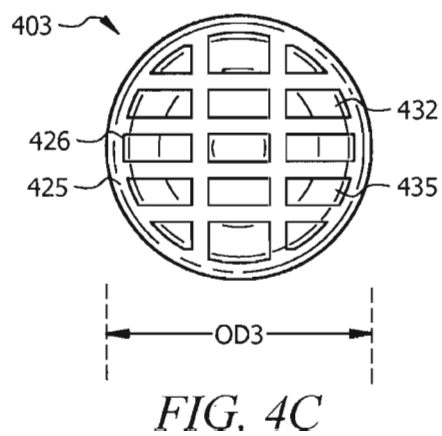
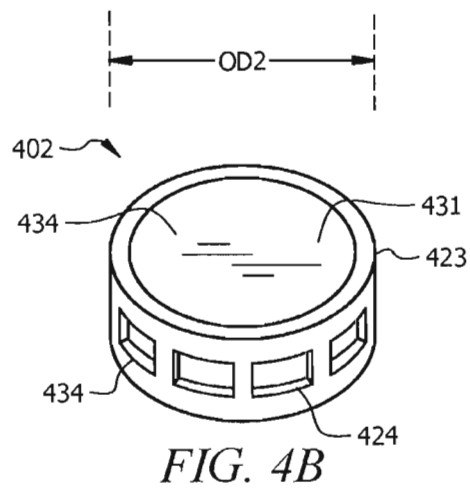
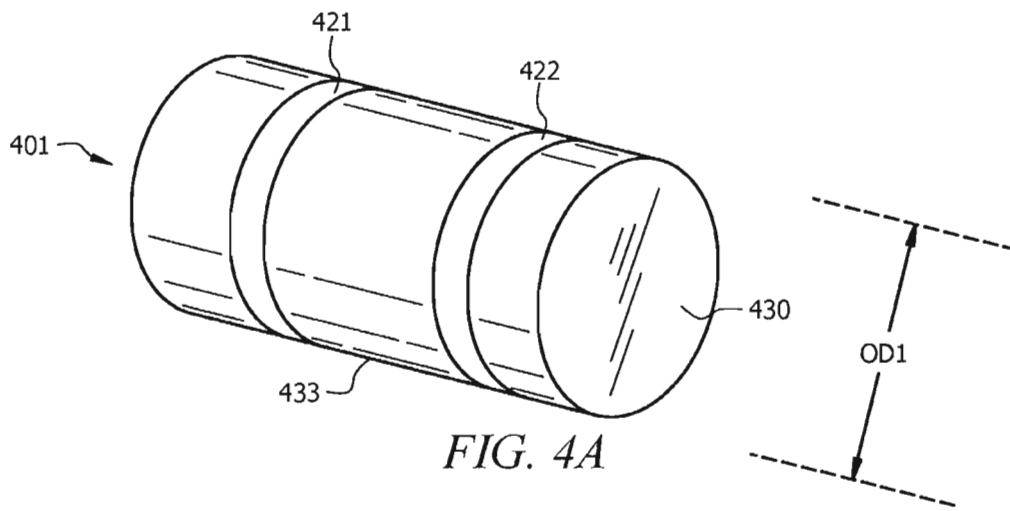


FIG. 3B

37



38

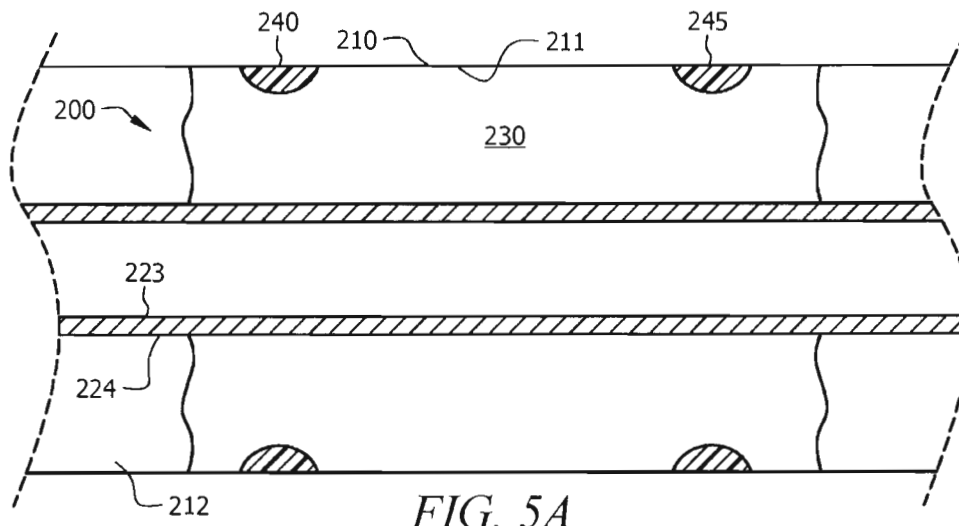


FIG. 5A

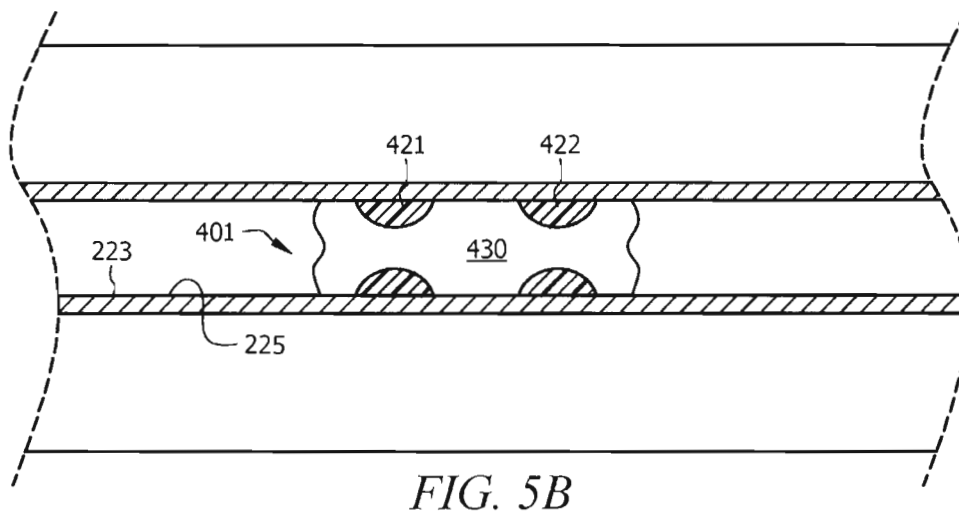


FIG. 5B

600

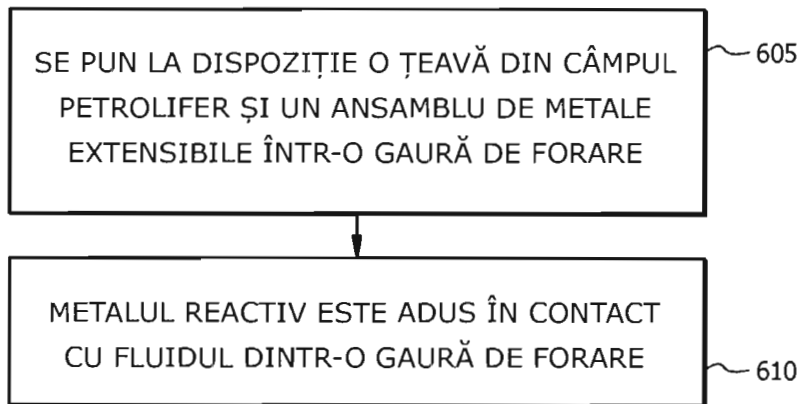


FIG. 6

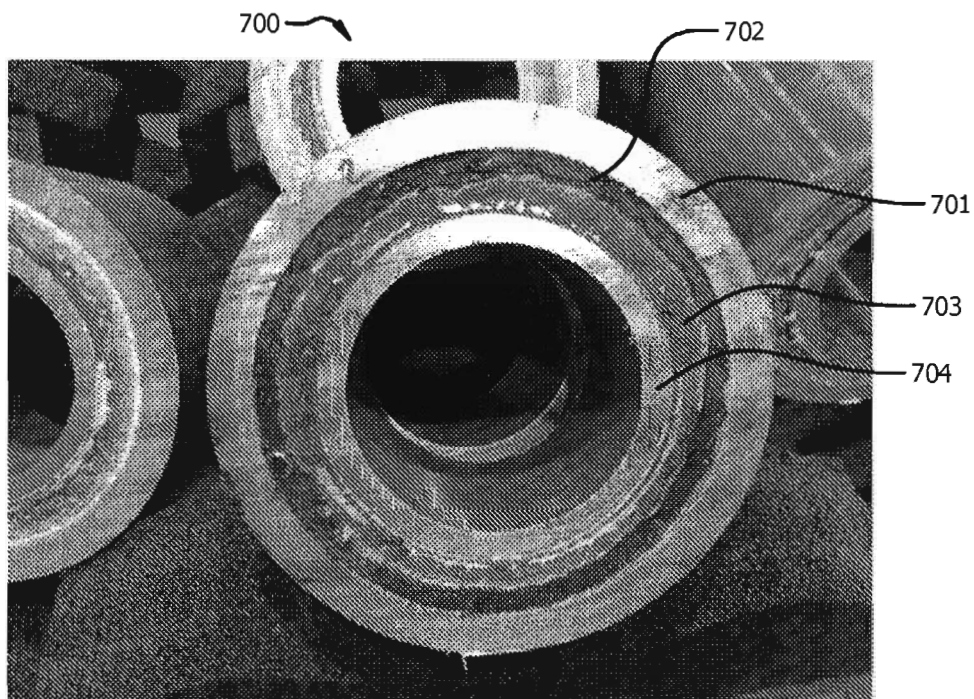


FIG. 7