



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2018 00387**

(22) Data de depozit: **02/02/2016**

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

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. **US 2016/016195 02/02/2016**

(87) Publicare internațională:  
Nr. **WO 2017/135934 10/08/2017**

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

(72) Inventatori:  
• **FRIPP MICHAEL LINLEY, 3826**  
**CEMETERY HILL ROAD., 75007,**  
**CARROLLTON, TEXAS, US;**  
• **WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204**  
**SOUTHERN CT., 75006, CARROLLTON,**  
**TEXAS, US**

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

(54) **INSTRUMENTE PENTRU PUȚUL DE SONDĂ, DEGRADABILE GALVANIC, CARE CONȚIN ALIAJE DE ALUMINIU DOPATE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un instrument pentru puțul de sondă care include un aliaj de aluminiu dopat, care se poate degrada ca urmare a unui mecanism galvanic. Instrumentul conform invenției poate cuprinde cel puțin o componentă fabricată dintr-un aliaj de aluminiu dopat, care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei cu salinitate mărită de aproximativ 10 ppm, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde aluminiu, o cantitate de dopant cuprinsă între 0,05...25%, maximum 0,5% galiu, maximum 0,5% mercur, toate exprimate în procente în greutate din aliajul de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul următoarelor elemente: fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.

Revendicări: 20  
Figuri: 3

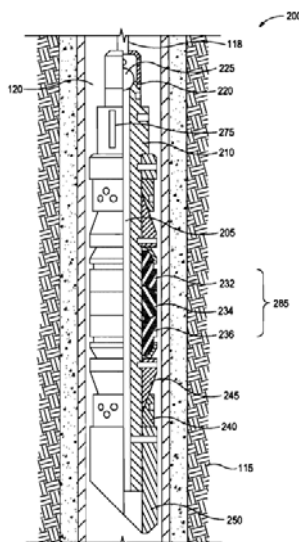


Fig. 2

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).



<b>OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI</b> Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2018 00387
Data depozit	02.02.2016

**INSTRUMENTE PENTRU PUȚUL DE SONDĂ, DEGRADABILE GALVANIC, CARE  
CONTIN ALIAJE DE ALUMINIU DOPATE**

**BAZA**

**[0001]** Prezenta invenție se referă la instrumente degradabile pentru puțul de sondă și la componente ale acestora, utilizate în industria de petrol și gaze.

**[0002]** În industria petrolului și a gazelor, se utilizează o mare varietate de instrumente pentru puțul de sondă într-o gaură de sondă în scopul producerii de hidrocarburi sau pentru finisarea unui puț de foraj care se extinde într-o formațiune subterană de producere a hidrocarburilor. De exemplu, pot fi utilizate anumite instrumente pentru puțul de sondă, cum ar fi obturatoare de fracturare (cum ar fi obturatoare "frac"), obturatoare punte și pachere, pentru a etanșa o componentă față de coloana de tubaj de-a lungul unui perete de sondă sau pentru a izola o zonă de presiune a formațiunii, de altă zonă similară.

**[0003]** După ce operațiunea de extracție sau de finisare este terminată, instrumentul pentru puțul de sondă trebuie îndepărtat din gaura de sondă, astfel încât să permită continuarea extracției sau a altor operații, fără ca desfășurarea acestora să fie împiedicată de prezența instrumentului pentru gaura de sondă. Îndepărtarea instrumentului (instrumentelor) pentru gaura de sondă se efectuează, în mod tradițional, prin operații de recuperare complexe, care implică sfărâmarea sau perforarea instrumentului utilizat în gaura de sondă, pentru recuperarea mecanică a acestuia. Pentru a facilita astfel de operațiuni, instrumentele pentru puțul de foraj au fost realizate, în mod tradițional, din materiale metalice care pot fi perforate, cum ar fi fontă, alamă sau aluminiu. Aceste operațiuni pot fi costisitoare și consumatoare de timp, deoarece implică introducerea în gaura de foraj a unei garnituri de instrumente (de exemplu, o conexiune mecanică cu suprafața), măcinarea sau perforarea instrumentului utilizat în gaura de sondă (de exemplu, ruperea unei etanșări) pentru scoaterea acestuia și recuperarea mecanică a instrumentului pentru gaura de sondă sau a bucăților din acesta din gaura de sondă, pentru a le aduce la suprafață.

**SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR**

**[0004]** Următoarele figuri sunt incluse pentru a ilustra anumite aspecte ale prezentei

invenții și nu trebuie considerate ca făcând referire la exemple de realizare exclusive. Obiectul dezvăluit al invenției este susceptibil de considerabile modificări, schimbări, combinații și soluții echivalente în ceea ce privește forma și funcția, fără a se îndepărta de aria de protecție conferită de prezenta invenție.

**[0005]** Fig. 1 este un sistem de sonde de foraj care poate utiliza unul sau mai multe principii ale prezentei invenții, conform unuia sau mai multor exemple de realizare.

**[0006]** Fig. 2 ilustrează o vedere în secțiune transversală a unui instrument exemplificativ pentru puțul de sondă, care poate utiliza unul sau mai multe principii ale prezentei invenții, conform unuia sau mai multor exemple de realizare.

**[0007]** Fig. 3 ilustrează viteza de coroziune ( $v$ ) a aliajelor de aluminiu dopate cu fier, ca funcție de %Fe când sunt expuse la o soluție de 3% NaCl și 0,1%  $H_2O_2$ .

#### DESCRIERE DETALIATĂ

**[0008]** Prezenta dezvăluire se referă la instrumente degradabile pentru puțul de sondă și la componentele acestora, utilizate în industria de petrol și gaze. Mai precis, instrumentele degradabile pentru puțul de sondă conțin un aliaj de aluminiu dopat, care se degradează printr-un mecanism galvanic.

**[0009]** Instrumentele pentru puțul de sondă descrise aici includ una sau mai multe componente alcătuite din aliaje de aluminiu dopate într-o soluție solidă capabilă să se degradeze, cel puțin parțial, prin coroziune galvanică în prezența apei cu o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm, unde prezența agentului dopant accelerează viteza de coroziune, în comparație cu un aliaj similar fără dopant. Într-adevăr, degradarea în apă, astfel cum este descrisă aici, poate fi îmbunătățită prin includerea dopantului într-un singur aliaj și poate fi în continuare crescută prin mărirea concentrației de dopant din componența acestuia. Astfel cum se utilizează aici, sintagma "degradarea cel puțin parțială" sau "degradarea parțială" se referă la instrumentul sau componenta care se degradează cel puțin până la punctul în care aproximativ 20% sau mai mult din masa instrumentului sau a componentei acestuia se degradează.

**[0010]** Instrumentele pentru puțul de sondă din prezenta invenție pot include componente structurale multiple care pot fi compuse, fiecare, din aliajele de aluminiu dopate descrise aici. De exemplu, într-o variantă de realizare, un instrument pentru

puțul de sondă poate cuprinde cel puțin două componente, fiecare realizată din același aliaj de aluminiu dopat sau fiecare fiind confecționată din diferite aliaje de aluminiu dopate. În alte exemple de realizare, instrumentul pentru puțul de sondă poate cuprinde mai mult de două componente care pot fi realizate, fiecare, din același aliaj de aluminiu dopat sau din diferite astfel de aliaje. Mai mult decât atât, nu este necesar ca fiecare componentă a unui instrument pentru puțul de sondă să fie constituită dintr-un aliaj de aluminiu dopat, cu condiția ca instrumentul pentru puțul de sondă să fie capabil de o degradare suficientă pentru a fi utilizat într-o anumită operațiune efectuată în puțul de foraj. În consecință, una sau mai multe componente ale instrumentului pentru puțul de sondă pot avea viteze de degradare diferite, în funcție de tipul de aliaj de aluminiu dopat selectat.

**[0011]** Astfel cum se utilizează aici, termenul "degradabil" și toate variantele sale gramaticale (de exemplu, "a degrada", "degradare", "de degradare" și altele asemenea) se referă la dizolvarea, conversia galvanică sau conversia chimică a materialelor solide, astfel încât să rezulte o integritate structurală redusă. La degradarea completă se pierde forma structurală. Soluțiile solide de aliaje de aluminiu dopate descrise aici pot să se degradeze prin coroziune galvanică în prezența apei având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm. Termenul "coroziune galvanică" se referă la coroziunea care apare atunci când două metale diferite sau două aliaje metalice diferite sunt în conectivitate electrică una cu cealaltă și ambele sunt în contact cu un electrolit. Termenul "coroziune galvanică" include coroziunea micro-galvanică. Electrolitul din prezenta invenție este apa, astfel cum s-a definit anterior. Astfel cum se utilizează aici, expresia "conectivitate electrică" înseamnă că cele două metale diferite sau aliajele metalice diferite sunt fie în contact unul cu altul, fie unul în imediata apropiere a celuilalt, astfel încât atunci când sunt în contact cu un electrolit, electrolitul devine conductiv electric și are loc migrarea ionilor între unul dintre metale și celălalt metal.

**[0012]** În unele cazuri, degradarea aliajului de aluminiu dopat poate fi suficientă pentru ca proprietățile mecanice ale materialului să fie reduse la un punct în care materialul nu-și mai menține integritatea și, în esență, se dezintegrează sau se împrăștie. Condițiile de degradare sunt, în general, condiții existente în puțul de sondă într-un mediu de sondă în care un stimul extern poate fi utilizat pentru a iniția sau a influența viteza de degradare. De exemplu, apa care are o salinitate mai mare

de aproximativ 10 ppm poate fi introdusă într-o gaură de sondă pentru inițierea degradării sau poate fi utilizată pentru a efectua o altă operație (de exemplu, fracturarea hidraulică) astfel încât apa care are o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm inițiază degradarea suplimentar față de efectuarea operațiunii. Într-un alt exemplu, gaura de sondă poate produce în mod natural electrolitul care să fie suficient pentru inițierea degradării. Termenul "mediu de sondă" se referă la o locație subterană în interiorul unui puț de sondă și include atât mediile de sondă care se găsesc în mod natural aici, cât și materialele sau fluidele introduse în mediul de sondă. Degradarea materialelor degradabile identificate aici poate dura oricât între aproximativ 4 ore, până la aproximativ 4320 ore (sau de la aproximativ 4 ore până la aproximativ 180 de zile) de la primul contact cu apa având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm într-un mediu de sondă, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă în ceea ce privește obiectele prezentei invenții și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, aliajul selectat, dopantul selectat, cantitatea de dopant selectat și altele asemenea. În unele variante de realizare, viteza de degradare a aliajelor de aluminiu dopate descrise aici poate fi accelerată pe baza condițiilor din gaura de sondă sau a condițiilor specifice fluidelor de sondă (fie naturale, fie introduse), incluzând temperatura, pH-ul, salinitatea, presiunea și altele asemenea.

**[0013]** În unele exemple de realizare, electrolitul capabil să degradeze aliajele de aluminiu dopate descrise aici poate fi apă având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm. De exemplu, în unele exemple de realizare, salinitatea apei este cuprinsă în intervalul începând de la 10 ppm până la 1.000 ppm, denumită aici "apă dulce", cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, în unele variante de realizare, salinitatea apei este mai mare de 1.000 ppm până la 30.000 ppm, denumită aici "apă salmastră", care cuprinde orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, în unele exemple de realizare, salinitatea apei este mai mare de 30.000 ppm până la 50.000 ppm, denumită aici "apă sărată", cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, în unele variante de realizare, salinitatea apei este mai mare de 50.000 ppm (de exemplu, până la aproximativ 300.000 ppm), denumită aici "saramură", cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este critică pentru obiectele prezentei descrieri și poate depinde de un număr de factori care includ, dar nu se limitează la, viteza de degradare dorită,

disponibilitatea apei având un anumit ppm, tipul de ion sau sare din apă și altele asemenea.

**[0014]** Salinitatea apei depinde de prezența ionilor sau a sărurilor capabile să furnizeze astfel de ioni. În unele variante de realizare, salinitatea se poate datora prezenței unui anion de halogenură (de exemplu, fluorură, clorură, bromură, iodură și astatidă), o sare de halogenură, un oxoanion (inclusiv oxoanioni monomerici și polioxoanioni) și orice combinație a acestora. Exemple adecvate de săruri de halogenuri pentru utilizare ca electroliți conform prezentei invenții pot include, dar fără a se limita la, o fluorură de potasiu, o clorură de potasiu, o bromură de potasiu, o iodură de potasiu, o clorură de sodiu, o bromură de sodiu, o iodură de sodiu, o fluorură de sodiu, o fluorură de calciu, o clorură de calciu, o bromură de calciu, o iodură de calciu, o fluorură de zinc, o clorură de zinc, o bromură de zinc, o iodură de zinc, o fluorură de amoniu, o clorură de amoniu, o bromură de amoniu, o iodură de amoniu, o clorură de magneziu, carbonat de potasiu, azotat de potasiu, azotat de sodiu și orice combinație a acestora. Oxianionii utilizați ca electrolit conform prezentei invenții pot fi în general reprezentați prin formula  $A_xO_y^{z-}$ , în care A reprezintă un element chimic și O este un atom de oxigen; x, y și z sunt numere întregi cuprinse în intervalul de la aproximativ 1, la aproximativ 30 și pot fi, sau nu, același număr întreg. Exemple de oxoanioni adecvați pot include, dar nu se limitează la, carbonat, borat, nitrat, fosfat, sulfat, nitrit, clorit, hipoclorit, fosfit, sulfit, sulfat, hipofosfit, hiposulfit, trifosfat și orice combinație a acestora.

**[0015]** În anumite exemple de realizare, salinitatea apei descrise aici se datorează prezenței ionilor selectați din grupul constând din clorură, sodiu, azotat, calciu, potasiu, magneziu, bicarbonat, sulfat și orice combinație a acestora.

**[0016]** Cu referire în continuare la fig. 1, este ilustrat un sistem exemplificativ de puț de sondă **110** în care se utilizează un instrument pentru puțul de sondă **100**. Astfel cum este prezentat, pe suprafața solului **105** este poziționată o turlă de foraj **112** având o platformă de montaj **114**. O gaură de sondă **120** este poziționată sub turla de foraj **112** și sub platforma de montaj **114** și se extinde în formațiunea subterană **115**. Astfel cum este ilustrat, gaura de sondă poate fi căptușită cu coloana de tubaj **125** care este cimentată pe poziție cu cimentul **127**. Se va aprecia că, deși fig. 1 prezintă gaura de sondă **120** având o coloană de tubatură **125** care este cimentată

pe poziție cu cimentul **127**, gaura de sondă **120** poate fi casetată în întregime sau parțial și poate fi cimentată complet sau parțial (adică, coloana de tubaj se întinde de-a lungul întregii găuri de sondă sau parțial pe lungimea acesteia și poate fi sau nu complet sau parțial cimentată pe poziție), fără a se îndepărta de obiectul prezentei invenții. Mai mult, gaura de sondă **120** poate fi o gaură de sondă deschisă. O garnitură de instrumente de foraj **118** se extinde de la turla de foraj **112** și platforma de montaj **114**, în jos în gaura de sondă **120**. Garnitura de instrumente de foraj **118** poate consta în orice legătură mecanică cu suprafața, cum ar fi, de exemplu, cablu de oțel, cablu neted, țevă îmbinată sau tubulatură înfășurată. Astfel cum este prezentată, garnitura de instrumente de foraj **118** menține în suspensie instrumentul pentru puțul de sondă **100**, pentru plasarea acestuia în gaura de sondă **120** la o locație dorită, cu scopul de a efectua o operație specifică puțului de foraj. Exemple de astfel de operațiuni pot include, dar nu se limitează la acestea, o operațiune de stimulare, o operațiune de pompare de acid, o operațiune de fracturare cu acid, o operație de anti-migrare a nisipului, o operațiune de fracturare, o operațiune de etanșare în fracturare, o operațiune de întreținere, o operațiune de perforare, o operațiune de consolidare în apropierea puțului de sondă, o operațiune de forare, o operațiune de asamblare a tubulaturii și echipamentelor și orice combinație a acestora.

[0017] În unele exemple de realizare, instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate cuprinde una sau mai multe componente, una sau toate putând cuprinde sau, cu alte cuvinte, putând fi compuse dintr-un aliaj degradabil de aluminiu dopat (adică , tot sau cel puțin o parte a instrumentului pentru puțul de sondă **100** poate fi compusă dintr-un aliaj de aluminiu dopat, descris aici). În unele exemple de realizare, instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate fi orice tip de dispozitiv de izolare a puțului de sondă capabil să etanșeze la fluid două secțiuni ale puțului de sondă **120** una față de cealaltă și să mențină o presiune diferențială (adică, să izoleze o zonă de presiune, de alta). Dispozitivul de izolare a puțului de sondă poate fi utilizat în contact direct cu suprafața de formațiune a puțului de sondă, cu coloana de tubaj, cu o sită sau o plasă de sârmă și altele asemenea. Exemple de dispozitive adecvate de izolare a puțurilor de sondă pot include, fără a se limita la acestea, un obturator frac, o bilă frac, o bilă de fixare, un obturator punte, un pachet de sondă, un obturator ștergător, un obturator de ciment, un obturator pentru baza sondei, un obturator sită

de nisip, un obturator cu dispozitiv de control al afluxului (ICD), un obturator ICD autonom, o secțiune de tubulatură, o garnitură de tuburi și orice combinație a acestora. În unele exemple de realizare, instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate fi un dispozitiv de izolare a găurii de sondă, un instrument de perforare, o unealtă de cimentare, o coloană de tubaj sau un instrument de realizare a extracției. În alte variante de realizare, instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate fi o unealtă de perforare, un instrument de testare, un instrument aparținând cablului monofilar de intervenție, un instrument aparținând cablului de lucru, o unealtă autonomă, o unealtă de perforare acționată pe tubulatură și orice combinație a acestora. Instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate avea una sau mai multe componente fabricate din aliajul de aluminiu dopat, incluzând, dar fără a se limita la, dornul unui pachet sau al unui obturator, un inel distanțier, un element glisant, o pană, un inel de reținere, un limitator de extrudare sau un sabot de susținere, un sabot de ghidare, o bilă, o clapetă, un scaun cu bilă, un manșon, o carcasă pentru pistol de perforare, o lance de ciment, o lance ștergător, un element de etanșare, o pană, un bloc de alunecare (de exemplu, pentru a împiedica manșoanele culisante să translateze), un instrument de înregistrare a indicațiilor, o carcasă, un mecanism de deblocare, un instrument de pompare, un obturator de dispozitiv de control al afluxului, un obturator autonom de dispozitiv de control al afluxului, un cuplaj, un conector, un element suport, o armătură, o carcasă, un corp culisabil, un sabot conic, o secțiune de tubulatură sau orice alt instrument pentru puțul de sondă sau o componentă a acestuia.

**[0018]** În unele variante de realizare, aliajul de aluminiu dopat care formează cel puțin una dintre primele componente sau componentele secundare (sau orice alte componente suplimentare) ale unui instrument pentru puțul de sondă **100** poate cuprinde un aliaj de aluminiu dopat. Aluminiul din componența aliajului de aluminiu dopat este prezent într-o concentrație cuprinsă în intervalul începând de la aproximativ 50%, până la aproximativ 99%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De exemplu, aliajele de aluminiu adecvate pot avea concentrații de aluminiu de aproximativ 45% până la aproximativ 50%, sau de aproximativ 50% până la aproximativ 60%, de aproximativ 60% până la aproximativ 70%, sau de aproximativ 70% până la aproximativ 80%, sau de aproximativ 80% până la aproximativ 90%, sau de aproximativ 90% până la



aproximativ 99%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă în ceea ce privește obiectele prezentei invenții și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de aliaj de aluminiu, gradul dorit de degradare a aliajului de aluminiu și altele asemenea.

**[0019]** Aliajele de aluminiu dopate pentru utilizare la formarea unei prime componente sau a unei componente secundare (sau suplimentare) a instrumentului pentru puțul de sondă **100** pot fi sub formă de soluție solidă. Astfel cum se utilizează aici, termenul "soluție solidă" se referă la un aliaj care este format dintr-o singură topitură, în care toate componentele din aliajul de aluminiu sunt topite împreună pentru a obține o piesă turnată. Piesa turnată poate fi ulterior extrudată, forjată, prelucrată la rece, forfecată sau prelucrată. De preferință, materialul de aliaj primar (de exemplu, aluminiu) și cel puțin un alt ingredient (de exemplu, agent dopant, metale de pământuri rare sau alte materiale, după cum este prezentat mai jos) sunt distribuite uniform în aliajul de aluminiu dopat, cu toate că pot fi prezente incluziuni granulare, fără a se îndepărta astfel de obiectul prezentei invenții. Astfel cum se utilizează aici, termenul "incluziuni granulare" (sau pur și simplu "incluziuni") se referă atât la intra-incluziuni, cât și incluziuni inter-granulare. Astfel cum se utilizează aici, sintagma "material de aliaj primar" (sau "aliaj primar") și variantele gramaticale ale acesteia se referă la metalul aflat în cea mai mare proporție (> 50%) dintr-un aliaj (de exemplu, un aliaj de aluminiu dopat). Trebuie să se înțeleagă că pot să apară unele variațiuni minore în ceea ce privește distribuția particulelor aliajului primar și ale respectivului cel puțin un alt ingredient, dar că este de preferat ca distribuția să fie astfel încât să apară o soluție solidă a aliajului metalic. În unele variante de realizare, aliajul primar și cel puțin un alt ingredient din aliajele de aluminiu dopate descrise aici sunt într-o soluție solidă, în care adăugarea unui agent dopant are ca rezultat formarea de incluziuni granulare, faze intermetalice sau particule intermetalice.

**[0020]** Agentul dopant este în soluție cu aliajul pentru a forma aliajele de aluminiu dopate conform prezentei invenții. În timpul fabricării, dopantul poate fi adăugat ca parte a aliajului principal. De exemplu, dopantul poate fi adăugat la unul dintre elementele de aliere ca aliaj principal, înainte de amestecarea tuturor celorlalte aliaje cu aliajul primar. De exemplu, în timpul fabricării unui aliaj AZ, discutat în detaliu mai jos, dopantul (de exemplu, fierul) poate fi dizolvat în aluminiu (aliajul primar) pentru a

crea un aliaj principal al dopantului și al aliajului primar. Aliajul principal va fi urmat de amestecarea cu alte componente, dacă acestea sunt prezente. Cantități suplimentare de aluminiu pot fi adăugate după dizolvarea dopantului în aliajul principal, de asemenea, fără a se îndepărta de obiectul prezentei invenții, pentru a se obține compoziția dorită.

**[0021]** Fig. 3 ilustrează viteza de coroziune ( $v$ ) a aliajelor de aluminiu dopate cu fier ca funcție de %Fe când acestea sunt expuse la o soluție de 3% NaCl și 0,1%  $H_2O_2$ . Viteza de coroziune crește exponențial de la aproximativ 0,5% Fe, la aproximativ 1,5% Fe. Se consideră, de asemenea, că incluziunile granulare și particulele intermetalice ale fierului sau ale altor dopanți pot crește viteza de coroziune.

**[0022]** În timp ce mai sus este descris fierul ca agent dopant, alți dopanți adecvați pentru utilizarea la formarea aliajelor de aluminiu dopate descrise aici pot include, dar nu se limitează la, cupru, nichel, mercur, staniu, crom, cobalt, calciu, carbon, litiu, mangan, magneziu, calciu, sulf, siliciu, argint, aur, paladiu, galiu, indiu, staniu, zinc și orice combinație a acestora. În unele variante de realizare, dopanții preferați includ cupru, fier, nichel, staniu, cobalt, crom, argint, aur, siliciu, calciu și carbon și orice combinație a acestora. Agentul dopant poate fi inclus în aliajele de aluminiu dopate descrise aici, într-o cantitate cuprinsă de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 25%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre acestea. De exemplu, agentul dopant poate fi prezent într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 0,05% până la aproximativ 3%, sau de la aproximativ 3% până la aproximativ 6%, sau de la aproximativ 6% până la aproximativ 9%, sau de la aproximativ 9% până la aproximativ 12%, sau de la aproximativ 12% până la aproximativ 15%, sau de la aproximativ 15% până la aproximativ 18%, sau de la aproximativ 18% până la aproximativ 21%, sau de la aproximativ 21% până la aproximativ 25%, sau de la aproximativ 0,5% până la aproximativ 15%, sau de la aproximativ 0,5% până la aproximativ 25%, sau de la aproximativ 0,5% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu dopat, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre acestea. Alte exemple includ un dopant într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 1% până la aproximativ 10%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat, cuprinzând fiecare valoare și subset dintre acestea. Fiecare dintre aceste valori este importantă pentru obiectele prezentei invenții și poate depinde de un număr de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de aliaj de aluminiu selectat, viteza dorită de

degradare, mediul existent în puțul de sondă și altele asemenea, precum și orice combinație a acestora.

**[0023]** În variantele de realizare preferate, aliajul de aluminiu dopat poate conține următorii dopanți într-o pondere cuprinsă între aproximativ 0,05% până la aproximativ 25% din greutatea aliajului de aluminiu dopat, mai puțin de aproximativ 0,5% galiu (incluzând 0%) din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur (incluzând 0%) din greutatea aliajului de aluminiu dopat, în care dopantul este selectat din grupul constând din fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora. În unele cazuri, aluminiul poate fi cel puțin 64% din aliajul de aluminiu dopat, în greutate. În unele exemple de realizare, concentrațiile de dopant pot fi, de preferință, de la 0,5% la 15%. În unele exemple de realizare, agentul dopant poate fi, de preferință, cupru, nichel, cobalt sau o combinație a acestora, într-o proporție de la aproximativ 2%, până la aproximativ 25%.

**[0024]** Exemple de aliaje specifice de aluminiu, dopate, pentru utilizare conform variantelor de realizare ale prezentei invenții pot include, dar nu se limitează la, un aliaj de aluminiu silumin dopat (simplu denumit, de asemenea, "aliaj silumin dopat"), un aliaj de aluminiu Al-Mg dopat, un aliaj de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, un aliaj de aluminiu Al-Zn dopat, un aliaj de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și orice combinație a acestora. Astfel cum este definit aici, un "aliaj de aluminiu silumin dopat" este un aliaj care conține cel puțin siliciu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, astfel cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Mg dopat" este un aliaj care conține cel puțin magneziu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, astfel cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Mg-Mn dopat" este un aliaj care conține cel puțin magneziu, mangan, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, astfel cum este definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, astfel cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Mg dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, magneziu, aluminiu, dopant și material suplimentar opțional, astfel cum s-a definit aici; un "aliaj de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat" este un aliaj care conține cel puțin cupru, mangan, siliciu, aluminiu, dopant și material suplimentar

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

**[0025]** În consecință, oricare dintre, sau toate dintre: aliajul de aluminiu silumin dopat, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, aliajul de aluminiu Al-Cu dopat, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, aliajul de aluminiu Al-Zn dopat și/sau aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, pot cuprinde un material suplimentar sau pot să nu aibă în componență nici un material suplimentar, fără a se îndepărta astfel de obiectul prezentei invenții. Aliajele specifice de aluminiu, dopate, sunt discutate mai detaliat mai jos.

**[0026]** Aliajele de aluminiu dopate pot fi aliaje de aluminiu forjate sau turnate (denumite în continuare "aliaje de aluminiu forjate dopate" sau "aliaje de aluminiu turnate dopate") și cuprind cel puțin un alt ingredient în afară de aluminiu. Cu excepția cazului în care se specifică altfel, expresia "aliaj de aluminiu dopat" cuprinde atât "aliajele de aluminiu forjate dopate", cât și "aliajele din aluminiu turnate dopate".

**[0027]** Exemple de aliaje de aluminiu forjate care pot include în plus dopanți se pot referi la, dar fără a se limita la acestea, un aliaj de aluminiu forjat, cu 99.000% aluminiu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 1xxx dopat), aluminiu forjat aliat cu cupru (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 2xxx dopat), aluminiu aliat cu mangan (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 3xxx dopat), aluminiu aliat cu siliciu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 4xxx dopat), aluminiu aliat cu magneziu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 5xxx dopat), aluminiu aliat cu magneziu și siliciu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 6xxx dopat), aluminiu aliat cu zinc (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminiu forjat 7xxx dopat) și

aluminii aliat cu alte elemente, cum ar fi litiul (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii forjat 8xxx dopat). Exemple specifice pot include, dar nu se limitează la, aliaj de aluminii forjat 1100 dopat, aliaj de aluminii forjat 2014 dopat, aliaj de aluminii forjat 2024 dopat, aliaj de aluminii forjat 4032 dopat, aliaj de aluminii forjat 5052 dopat și aliaj de aluminii forjat 7075 dopat.

**[0028]** Exemple de aliaje de aluminii turnate, care pot include în plus dopanți, pot include, dar nu se limitează la, un aliaj turnat din aluminii cu 99% aluminii (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 1xx.x dopat) aluminii turnat aliat cu cupru (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 2xx.x dopat), aluminii turnat aliat cu cupru (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 3xx.x dopat), aluminii turnat aliat cu siliciu, cupru și/sau magneziu (de exemplu, pentru a produce un aliaj turnat de aluminii 4xx.x dopat), aluminii turnat aliat cu siliciu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 5xx.x dopat), aluminii turnat aliat cu magneziu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 6xx.x dopat), aluminii turnat aliat cu zinc (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 7xx.x dopat), aluminii turnat aliat cu staniu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 8xx.x dopat) și aluminii turnat aliat cu alte elemente cum ar fi litiu (de exemplu, pentru a produce un aliaj de aluminii turnat 9xx.x dopat).

**[0029]** Aliajele de aluminii dopate descrise aici pot cuprinde în plus o cantitate de material, denumită "material suplimentar", care nu este definită nici ca aliaj primar, nici ca alte materiale de aliere specifice care formează aliajul de aluminii dopat sau ca dopant. Acest material suplimentar poate include, dar fără a se limita la, materiale necunoscute, impurități, aditivi (de exemplu, acei aditivi incluși pentru a favoriza proprietățile mecanice) și orice combinație a acestora. Dacă există, materialul suplimentar influențează într-o măsură minimă accelerarea vitezei de coroziune a aliajelor de aluminii dopate. În consecință, materialul suplimentar poate, de exemplu, să inhibe viteza de coroziune sau să nu aibă nici un efect asupra acesteia. Astfel cum s-a definit aici, termenul "minim", cu referire la efectul vitezei de accelerare, se referă la un efect care influențează nu mai mult de aproximativ 5% acest parametru, în comparație cu situația în care este vorba de absența unui material suplimentar. Acest material suplimentar, astfel cum este discutat mai în detaliu mai jos, poate pătrunde în componența aliajelor de aluminii dopate, conform prezentei invenții, ca

urmare a transferului natural al acestuia odată cu materiile prime, ca urmare a oxidării aliajelor sau a altor elemente, a proceselor de fabricație (de exemplu, procese de topire, procese de turnare, procesul de aliere și altele asemenea) sau altele asemenea, precum și orice combinație a acestora. În mod alternativ, materialul suplimentar poate fi inclus în mod intenționat în aditivii introduși în aliajul de aluminiu dopat, pentru a conferi aliajului o caracteristică benefică, după cum se discută mai jos. În general, materialul suplimentar este prezent în aliajele de aluminiu dopate descrise în cadrul prezentei documentații într-o cantitate mai mică de aproximativ 10%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat care nu prezintă nici un material suplimentar (adică, 0%).

**[0030]** În unele exemple de realizare, densitatea componentei instrumentului pentru puțul de sondă **100** constituită dintr-un aliaj de aluminiu dopat, astfel cum este descris aici, poate avea o valoare relativ scăzută. Densitatea scăzută se poate dovedi avantajoasă pentru a se asigura că instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate fi plasat în găuri de sondă cu extinderi prelungite, cum ar fi găuri de sondă cu extinderi prelungite laterale. Astfel cum se va aprecia, cu cât mai multe componente ale instrumentului pentru puțul de sondă **100** sunt compuse dintr-un aliaj de aluminiu dopat având o densitate scăzută, cu atât este mai mică densitatea instrumentului pentru puțul de sondă **100** ca întreg. În unele variante de realizare, aliajul de aluminiu dopat poate avea o densitate mai mică de aproximativ  $5 \text{ g/cm}^3$ , sau mai mică de aproximativ  $4 \text{ g/cm}^3$ , sau mai mică de aproximativ  $3 \text{ g/cm}^3$ , sau mai mică de aproximativ  $2 \text{ g/cm}^3$ , sau mai mică de aproximativ  $1 \text{ g/cm}^3$ . De exemplu, în unele variante de realizare, aliajul de aluminiu dopat cuprinde unul sau mai multe elemente de aliere care sunt mai ușoare decât oțelul, densitatea putând fi mai mică de aproximativ  $5 \text{ g/cm}^3$ . Cu titlu de exemplu, includerea litiului într-un aliaj de aluminiu poate reduce densitatea aliajului.

**[0031]** După cum se va discuta mai detaliat cu referire la un instrument exemplificativ pentru puțul de sondă **100** din fig. 2, una sau mai multe componente ale instrumentului pentru puțul de sondă **100** pot fi realizate dintr-un tip de aliaj de aluminiu dopat sau din diferite tipuri de aliaje de aluminiu dopate. De exemplu, unele componente pot fi fabricate dintr-un aliaj de aluminiu dopat având o viteză de degradare întârziată, în comparație cu o altă componentă realizată dintr-un aliaj diferit de aluminiu dopat, pentru a se asigura că anumite porțiuni ale instrumentului

pentru puțul de sondă **100** se degradează înaintea altor porțiuni.

**[0032]** Aliajele de aluminiu dopate descrise aici prezintă o viteză de degradare mai mare, comparativ cu aliajul de aluminiu ne-dopat, datorită compoziției lor specifice, prezenței dopantului, prezenței incluziunilor granulare și altora asemănătoare, sau ambelor. Agentul dopant intensifică degradarea sau accelerează degradarea aliajelor de aluminiu dopate prin crearea unei variații a tensiunii electrochimice în interiorul aliajului, care poate să conștie în incluziuni de granulație între granule și altele asemenea. O astfel de variație are ca rezultat formarea unui circuit micro-galvanic în aliajul de aluminiu dopat, care conduce la degradarea acestuia. De exemplu, concentrația de fier a unui aliaj de aluminiu dopat cu fier poate varia de la granulă la granulă în cadrul aliajului, ceea ce produce o variație granulară în potențialul galvanic. Aceste variații ale potențialului galvanic pot duce la o coroziune crescută (de exemplu, astfel cum este ilustrat în fig. 3 descrisă mai sus).

**[0033]** Mai mult decât atât, comportamentul aliajelor de aluminiu dopate descrise aici este diferit în apă dulce, astfel cum este definit aici, față de comportamentul în apă având salinitate ridicată utilizată adesea ca electrolit, pentru a iniția sau a accelera degradarea acestora. De exemplu, un aliaj de aluminiu dopat cu 1,4% fier se degradează diferit în apă dulce și în apă sărăturată. Dopantul de fier se separă înspre marginea granulelor datorită migrației de spațiu gol direcționate spre aceste margini, și formează faze  $Al_3Fe$ . În apă dulce, fierul prezent în faza  $Al_3Fe$  se dizolvă, formând ioni care se sedimentează ca fier pur în cavitățile de corodare. Acest fier pur facilitează reacția catodică din cadrul reacției de coroziune galvanică. Ionii de fier din afara cavităților de corodare sunt oxidați în hidroxid ferros și apoi în hidroxid feric. În mod diferit, în apa cu salinitate ridicată (în comparație cu apa dulce, astfel cum este definită aici), fierul rămâne în faza  $Al_3Fe$  și reacția catodică este reducerea oxigenului în particulele de  $Al_3Fe$ .

**[0034]** Astfel cum s-a descris mai sus, granulele, fazele intermetalice sau particulele intermetalice pot fi formate la prepararea aliajului de aluminiu dopat. În unele cazuri, acestea pot facilita reacția catodică. De exemplu, fazele sau particule intermetalice pot cuprinde  $Cu_2FeAl_7$ ,  $Al_6Fe$ ,  $Al_3Fe$ ,  $AlFeSi$  sau o combinație a acestora, care ar fi catodice și ar accelera coroziunea.

**[0035]** Concentrațiile de aluminiu în fiecare dintre aliajele de aluminiu dopate

descrise aici pot varia în funcție de proprietățile dorite ale aliajului. În plus, tipul aliajului de aluminiu dopat (de exemplu, silumin, Al-Mg, Al-Mg-Mn, Al-Cu, Al-Cu-Mg, Al-Cu-Mn-Si, Al-Cu-Mn-Mg, Al-Cu-Mg-Si-Mn, Al-Zn și Al-Cu-Zn) influențează cantitatea dorită de aluminiu. În plus, cantitatea de aluminiu, precum și alte metale, dopanți și/sau alte materiale pot afecta rezistența la tracțiune, rezistența la alunecare, alungirea, proprietățile termice, caracteristicile de fabricație, proprietățile de coroziune, densitățile și altele asemenea.

**[0036]** Aliajele de aluminiu silumin dopat conform prezentei descrieri pot cuprinde aluminiu într-o cantitate cuprinsă în intervalul începând de la aproximativ 62% până la aproximativ 96,95%, în greutate, din aliajul de aluminiu silumin dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajul de aluminiu silumin dopat poate cuprinde suplimentar siliciu într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 3%, până la aproximativ 13%, în greutate, din aliajul de aluminiu silumin dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu silumin dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05%, până la aproximativ 15%, în greutate, din aliajul de aluminiu silumin dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În cele din urmă, aliajele de aluminiu silumin dopat conform prezentei invenții pot cuprinde material suplimentar, astfel cum s-a precizat mai sus și cum se detaliază mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10%, în greutate, din aliajul de aluminiu silumin dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre aceste valori. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu silumin dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0037]** În unele variante de realizare, aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde de la 62% până la 96,95% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 3% până la 13% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 0,05% până la 15% dopant din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat și de la 0% la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat. În alte variante de realizare, aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde de la 67% până la 96% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 3% până la 13% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 1% până la 10% dopant din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat și de la 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat.



**[0038]** Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde de la 62% până la 89% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 3% până la 13% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 8% până la 15% dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat și de la 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat. Într-o altă variantă de realizare, aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde între 73% până la 96,8% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 3% până la 13% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 0,2% până la 4% dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat și de la 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde între 70% până la 96% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 3% până la 13% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 1% până la 7% dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat și între 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat. Într-o altă variantă de realizare, aliajul de aluminiu silumin dopat cuprinde între 70% până la 95% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, de la 3% până la 13% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat, 2% până la 7% dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat și între 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu silumin dopat.

**[0039]** În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu în intervalul de la 0,2% până la 4% și/sau un dopant de nichel în intervalul de la 1 % până la 7% și/sau un dopant de fier în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizat la formarea aliajului de aluminiu silumin dopat descris aici.

**[0040]** Aliajele de aluminiu Al-Mg dopate din prezenta descriere pot conține aluminiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 62% și aproximativ 99,45% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajul de aluminiu Al-Mg dopat poate conține în plus magneziu, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,5% până la aproximativ 13% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul începând de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din

greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Mg dopate din prezenta descriere pot conține material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul începând de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0041]** Aliajul de aluminiu Al-Mg dopat cuprinde, în unele exemple de realizare, 62% până la 99,45% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,5% până la 13% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,05% până la 15% dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat cuprinde, în unele variante de realizare, 67% până la 98,5% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,5% până la 13% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 1% până la 10% dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat.

**[0042]** În anumite variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat cuprinde, în unele exemple de realizare, 62% până la 91,5% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,5% până la 13% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 8% până la 15% dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat. În alte variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat cuprinde, în unele exemple de realizare, 73% până la 99,3% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,5% până la 13% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,2% până la 4% un dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat. Ca un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat cuprinde, în unele variante de realizare, 70% până la 98,5% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,5% până la 13% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 1% până la 7% un dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Mg dopat cuprinde,

în unele variante de realizare, 67% până la 98,5% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 0,5% până la 13% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat, 2% până la 7% un dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat.

**[0043]** În alte variante de realizare, o combinație a unui dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizat la formarea aliajului de aluminiu Al-Mg dopat descris aici.

**[0044]** Aliajele de aluminiu Al-Mg-Mn dopate din prezenta invenție pot conține aluminiu într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 67% până la aproximativ 99,2% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat poate conține suplimentar magneziu într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,5% până la aproximativ 7% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Mai mult, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat poate cuprinde mangan într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,25% până la aproximativ 1% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Mg-Mn dopat conform prezentei invenții pot conține material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat nu conține material suplimentar.

**[0045]** În unele variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn cuprinde de la 67% până la 99,2% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,5% până la 7% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de

la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,05% până la 15% dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat și de la 0% la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat. În alte variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn cuprinde de la 72% până la 98,25% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,5% până la 7% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 1% până la 10% dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, și de la 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat. Ca un alt exemplu specific de aliaje de aluminiu Al-Mg-Mn conform prezentei descrieri, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn cuprinde de la 67% până la 91,25% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,5% până la 7% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 8% până la 15% dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, și de la 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat.

**[0046]** Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn cuprinde de la 78% până la 99,05% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,5% până la 7% magneziu, în greutate, din aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,2% până la 4% agent dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, și de la 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat. Într-o altă variantă de realizare, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn cuprinde de la 75% până la 98,25% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,5% până la 7% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 1% până la 7% dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, și de la 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat. Ca un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Mg-Mn cuprinde de la 72% până la 98,25% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,5% până la 7% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Mg-Mn dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de

aluminiiu Al-Mg-Mn dopat, de la 2% până la 7% dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Mg-Mn dopat și de la 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Mg-Mn dopat.

**[0047]** În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% până la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizată la formarea aliajului de aluminiiu Al-Mg-Mn dopat descris aici.

**[0048]** Aliajele de aluminiiu Al-Cu dopate conform prezentei descrieri pot conține aluminiiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 64% și aproximativ 99,85% din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajele de aluminiiu Al-Cu dopate pot conține în plus cupru, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,1% până la aproximativ 11% din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiiu Al-Cu dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiiu Al-Cu dopate conform prezentei descrieri pot conține material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiiu Al-Cu dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0049]** În consecință, ca un exemplu, aliajul de aluminiiu Al-Cu descris aici cuprinde de la 96% până la 98,9% aluminiiu din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, de la 0,1% până la 11% cupru din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, de la 0,05% până la 15% dopant din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat și de la 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiiu Al-Cu descris aici conține de la 64% până la 99,85% aluminiiu din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, de la 0,1% până la 11% cupru din greutatea aliajului de aluminiiu Al-Cu dopat, de la 1% până la

10% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat și între 0% și 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat.

**[0050]** Ca un alt exemplu specific, aliajul de aluminiu Al-Cu descris aici cuprinde de la 64% până la 91,9% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 0,1% până la 11% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 8% până la 15% dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat. Se va aprecia că, deși aliajul de aluminiu Al-Cu și alte aliaje de aluminiu având cupru discutate aici, au o compoziție de aliaj de bază. Cuprul suplimentar adăugat la acesta acționează ca un dopant descris aici. În anumite variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu descris aici cuprinde de la 75% până la 99,7% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 0,1% până la 11% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 0,2% până la 4% agent dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat. În alte exemple, aliajele de aluminiu Al-Cu descrise aici cuprind între 72% și 98,9% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 0,1% până la 11% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 1% până la 7% agent dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat. Într-un alt exemplu, aliajele de aluminiu Al-Cu descrise aici cuprind între 72% și 97,9% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 0,1% până la 11% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, de la 2% până la 7% dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat.

**[0051]** În alte exemple de realizare, o combinație a unui dopant de cupru din intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu din domeniul cuprins între 0,2% și 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier din domeniul cuprins între aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizată la formarea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat descris aici.

**[0052]** Aliajele de aluminiu Al-Cu-Mg dopate conform prezentei invenții pot cuprinde

aluminii într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 61% până la aproximativ 99,6% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu dopat Al-Cu-Mg poate conține cupru în intervalul de la aproximativ 0,1% până la aproximativ 13% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. De asemenea, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat poate cuprinde magneziu în domeniul cuprins între aproximativ 0,25% și aproximativ 1% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mg dopate conform prezentei invenții pot cuprinde material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, care cuprinde orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0053]** Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde între 61% și 99,6% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,1% până la 13% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,25% până la 1% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde între 66% și 98,65% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,1% până la 13% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,25% până la 1% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 1% până la 10% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat.

**[0054]** Într-un exemplu specific, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde între 61% și 91,65% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,1% până la 13% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,25% până la 1% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de

la 8% până la 15% un dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat. Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde între 72% și 99,45% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,1% până la 13% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,25% până la 1% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,2% până la 4% un dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat. Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde între 69% și 98,65% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,1% până la 13% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,25% până la 1% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 1% până la 7% un dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat. Într-un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg dopat cuprinde între 69% și 97,65% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,1% până la 13% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 0,25% până la 1% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat, de la 2% până la 7% un dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat.

**[0055]** În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru inclus în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu în cuprins în intervalul de la 0,2% până la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% la aproximativ 7% poate fi utilizată la formarea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg dopat descris aici.

**[0056]** Aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Si din prezenta descriere pot conține aluminiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 68,25% până la aproximativ 99,35% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Si pot conține cupru într-o cantitate cuprinsă între 0,1% și 5% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Si pot conține mangan într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ



0,25% până la aproximativ 1% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Siliciul poate fi inclus în continuare în aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,25% până la aproximativ 0,75% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat din prezenta descriere pot conține material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, care cuprinde orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0057]** Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si cuprinde între 68,25% și 99,35% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 0,75% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si cuprinde între 73,25% și 98,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, între 0,1 și 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 0,75% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 1% până la 10% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat.

**[0058]** Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si cuprinde între 68,25% și 91,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la

0,25% până la 0,75% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 8% până la 15% un dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat. Într-o variantă de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si cuprinde între 79,25% și 99,2% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,1 la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 0,75% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,2% până la 4% un agent dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat.

**[0059]** În alte variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si cuprinde între 76,25% și 98,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 0,75% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 1% până la 7% un dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat. Ca un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Si cuprinde între 76,25% și 97,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 1% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 0,25% până la 0,75% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat, de la 2% până la 7% un dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat.

**[0060]** În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul dintre aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizată pentru formarea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Si dopat descris aici.

**[0061]** Aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg conform prezentei invenții pot cuprinde aluminiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 70,5% și aproximativ 99,35% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg pot conține cupru într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,1% până la aproximativ 3% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg pot conține mangan într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,25% până la aproximativ 0,75% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Suplimentar, magneziul poate fi inclus în aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,25% până la aproximativ 0,75% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopate din prezenta dezvăluire pot cuprinde un material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0062]** Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg cuprinde între 70,5% și 99,35% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,1% până la 3% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg cuprinde între 75,5% și 98,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,1% până la 3% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-

Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat.

**[0063]** Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg cuprinde între 70,5% și 91,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,1% până la 3% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 8% până la 15% un dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat. Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg cuprinde între 81,5% până la 99,2% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,1% până la 3% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,2% până la 4% un dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat.

**[0064]** Într-o variantă de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg cuprinde între 78,5% și 98,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,1% până la 3% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 1% până la 7% un dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat. Ca un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg cuprinde între 78,5% și 97,4% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,1% până la 3% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% mangan din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 0,25% până la 0,75% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat, de la 2% până la 7% un dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat și 0% până la 10% un

material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat.

**[0065]** În alte exemple de realizare, o combinație a unui dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizată pentru formarea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mn-Mg dopat descris aici.

**[0066]** Aliajele de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopate descrise aici pot cuprinde aluminiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 67,5% și aproximativ 99,49% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopate pot conține cupru într-o cantitate cuprinsă între 0,5% și 5% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Magneziul poate fi inclus în aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,25% până la aproximativ 2% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat poate cuprinde suplimentar siliciu, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,1% până la aproximativ 0,4% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Magneziul poate fi inclus, suplimentar, în aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,01% până la aproximativ 0,1% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopate din prezenta dezvoltare pot cuprinde material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0067]** În consecință, în unele variante de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde între 67,5% și 99,49% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, între 0,1% și 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,25% până la 2% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 0,4% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,01% până la 0,1% mangan, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar. În alte exemple de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde între 72,5% și 98,54% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 5% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,25% până la 2% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 0,4% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,01% până la 0,1% mangan, de la 1% până la 10% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar.

**[0068]** Ca un exemplu specific, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde între 67,5% și 91,54% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,25% până la 2% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 0,4% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,01% până la 0,1% mangan, de la 8% până la 15% un dopant cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar. Ca alt exemplu specific, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde între 78,5% și 99,34% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,25% până la 2% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 0,4% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,01% până la 0,1% mangan, de la 0,2% până la 4% un dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar.

**[0069]** În unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde între 75,5% și 98,54% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn

dopat, de la 0,25% până la 2% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 0,4% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,01% până la 0,1% mangan, de la 1% până la 7% un dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar. Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat cuprinde între 75,5% și 97,54% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% până la 5% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,25% până la 2% magneziu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,1% la 0,4% siliciu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat, de la 0,01% până la 0,1% mangan, de la 2% până la 7% un dopant de fier din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar.

**[0070]** În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% până la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizată la formarea aliajului de aluminiu Al-Cu-Mg-Si-Mn dopat descris aici.

**[0071]** Aliajele de aluminiu Al-Zn conform prezentei dezvăluiri pot cuprinde aluminiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 45% și aproximativ 84,95% din greutatea aliajului Al-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajele de aluminiu Al-Zn conțin zinc într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 15% până la aproximativ 30% din greutatea aliajului Al-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Zn dopat poate conține un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Zn dopate din prezenta invenție pot cuprinde material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Zn dopat nu conține niciun material suplimentar.

[0072] Astfel, într-un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Zn cuprinde între 45% și 84,95% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 15% până la 30% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat și 0% până la 10% un material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Zn cuprinde între 50% și 84% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 15% până la 30% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 1% până la 10% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat.

[0073] Ca un exemplu specific, aliajul de aluminiu Al-Zn cuprinde între 45% și 77% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 15% până la 30% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 8% până la 15% un dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat. Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Zn cuprinde între 56% și 84,8% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 15% până la 30% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, între 0,2% și 4% un dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat. Într-o variantă de realizare, aliajul de aluminiu Al-Zn cuprinde între 53% și 84% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 15% până la 30% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 1% până la 7% dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat. Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu Al-Zn cuprinde între 53% și 83% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, de la 15% până la 30% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat, între 2% și 7% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat.

[0074] În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ



7% poate fi utilizată la formarea aliajului de aluminiu Al-Zn dopat descris aici.

**[0075]** Aliajul de aluminiu dopat Al-Cu-Zn descris aici poate cuprinde aluminiu într-o cantitate cuprinsă între aproximativ 63% și aproximativ 99,75% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat poate conține cupru într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,1% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Zincul poate fi inclus în aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,1% până la aproximativ 2% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În plus, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat poate cuprinde un dopant într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0,05% până la aproximativ 15% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. În final, aliajele de aluminiu Al-Cu-Zn dopate din prezenta ț invenție pot cuprinde material suplimentar, astfel cum s-a definit mai sus și discutat mai jos, într-o cantitate cuprinsă în intervalul de la aproximativ 0% până la aproximativ 10% din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea. Aceasta înseamnă că, în unele cazuri, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat nu conține niciun material suplimentar.

**[0076]** Ca un exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde între 63% și 99,75% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 10% cupru, din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 2% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,05% până la 15% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat. Ca un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde între 68% și 98,8% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 10% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 2% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 1% până la 10% un dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat.

**[0077]** Într-un exemplu specific, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde între

63% și 91,8% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 10% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 2% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 8% până la 15% un dopant de cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat. Într-o variantă de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde între 74% și 99,6% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, între 0,1% și 10% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 2% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,2% până la 4% un dopant de galiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat. Într-un alt exemplu de realizare, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde între 71% și 98,8% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 10% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 2% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 1% până la 7% un dopant de nichel din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat. Într-un alt exemplu, aliajul de aluminiu Al-Cu-Zn dopat cuprinde între 71% și 97,8% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 10% cupru din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 0,1% până la 2% zinc din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat, de la 2% până la 7% un agent dopant din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat și 0% până la 10% material suplimentar din greutatea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat.

**[0078]** În alte exemple de realizare, o combinație dintre un dopant de cupru cuprins în intervalul de la 8% până la 15% și/sau un dopant de galiu cuprins în intervalul de la 0,2% până la 4% și/sau un dopant de nichel cuprins în intervalul de la 1% până la 7% și/sau un dopant de fier cuprins în intervalul de la aproximativ 2% până la aproximativ 7% poate fi utilizată la formarea aliajului de aluminiu Al-Cu-Zn dopat descris aici.

**[0079]** Diferitele materiale suplimentare care pot fi incluse în aliajele de aluminiu dopate descrise aici pot fi produse de reacție naturală sau purtători de materii prime. Exemple de astfel de materiale naturale suplimentare pot include, dar nu se limitează la, oxizi (de exemplu, oxid de magneziu), nitruri (de exemplu, nitrură de magneziu),

sodiu, potasiu, hidrogen și altele asemenea, precum și orice combinație a acestora. În alte exemple de realizare, materialele suplimentare pot fi incluse în mod intenționat în aliajele de aluminiu dopate descrise aici pentru a conferi o calitate dorită. De exemplu, în unele variante de realizare, materialele suplimentare incluse intenționat pot include, dar nu se limitează la, un agent de întărire, un inhibitor de coroziune, un accelerator de coroziune, un agent de întărire (adică pentru a crește rezistența sau rigiditatea, incluzând, dar fără a se limita la, o fibră, o particulă, o țesătură de fibre și altele asemenea și combinații ale acestora), siliciu, calciu, litiu, mangan, staniu, plumb, toriu, zirconiu, beriliu, ceriu, praseodim, ytriu și altele asemenea și orice combinație a acestora. Deși unele dintre aceste materiale suplimentare se suprapun peste elementele primare ale unui anumit aliaj de aluminiu dopat (cum ar fi unii dopanți), acestea nu sunt considerate materiale suplimentare decât dacă ele nu sunt un element primar al aliajului de aluminiu dopat în care sunt incluse, astfel cum s-a descris mai sus. Aceste materiale suplimentare introduse în mod intenționat pot, printre altele, să sporească proprietățile mecanice ale aliajului de aluminiu dopat în care sunt incluse.

**[0080]** Fiecare valoare în ceea ce privește elementele primare ale aliajelor de aluminiu dopate, dopantul și materialul suplimentar descris mai sus, este importantă pentru utilizarea în cadrul variantelor de realizare ale prezentei invenții și poate depinde de o serie de factori incluzând, dar fără a se limita la, tipul de instrument pentru puțul de sondă și a componentei (componentelor) formate din aliajul de aluminiu dopat, tipul și cantitatea de dopant selectat, incluziunea și tipul materialului suplimentar, cantitatea de material suplimentar, viteza de degradare dorită, condițiile din formațiunea subterană în care este folosit instrumentul pentru puțul de sondă și altele asemenea.

**[0081]** În unele variante de realizare, viteza de degradare a aliajelor de aluminiu dopate descrise aici poate fi cuprinsă în intervalul de la aproximativ 1% până la aproximativ 100% din masa lor totală, în aproximativ 24 ore, într-o soluție de apă dulce (de exemplu, clorură de potasiu într-un fluid apos), la aproximativ 93° C (200° F). În alte exemple de realizare, viteza de dizolvare a aliajului de aluminiu dopat poate fi mai mare de aproximativ 0,01 miligrame pe centimetru pătrat, cum ar fi în intervalul de la aproximativ 0,01 mg / cm<sup>2</sup> până la aproximativ 2000 mg / cm<sup>2</sup>, în aproximativ o oră, într-o soluție de apă dulce (de exemplu, o sare de halogenură,

cum ar fi clorura de potasiu sau clorura de sodiu, într-un fluid apos) la aproximativ 93° C (200° F), cuprinzând orice valoare și subset dintre acestea.

**[0082]** Un specialist în domeniu va aprecia faptul că sistemul pentru puț de sondă **110** din fig. 1 este doar un exemplu dintr-o mare varietate de sisteme pentru puț de sondă în care pot fi utilizate principiile prezentei dezvăluiri. În consecință, se va aprecia că principiile prezentei invenții nu se limitează neapărat la oricare dintre detaliile sistemului pentru puț de sondă **110** ilustrat sau la diferitele componente ale acestuia, prezentate în desene sau descrise în cele ce urmează. De exemplu, nu este necesar, conform principiilor acestei descrieri, ca gaura de sondă **120** să includă o secțiune în general verticală. Sistemul pentru puțul de sondă **110** poate fi utilizat în egală măsură în puțuri verticale și/sau deviate, fără a se îndepărta de scopul prezentei dezvăluiri. În plus, nu reprezintă o condiție necesară ca un singur instrument pentru puțul de sondă **100** să fie suspendat de garnitura de instrumente de lucru **118**.

**[0083]** În plus, nu este necesar ca instrumentul pentru puțul de sondă **100** să fie coborât în gaura de sondă **120** folosind turla de foraj **112**. În schimb, poate fi utilizat orice alt tip de dispozitiv adecvat pentru coborârea instrumentului pentru puțul de sondă **100** în gaura de sondă **120**, pentru amplasarea acestuia într-o poziție dorită sau pentru a fi utilizat în cadrul acesteia la efectuarea unei operațiuni în puțul de sondă, fără a se îndepărta de domeniul de aplicare a prezentei invenții, cum ar fi, de exemplu, instalațiile mobile de lucru, unitățile de întreținere a puțurilor și altele asemenea. Deși nu este ilustrat, alternativ, instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate fi deplasat în interiorul puțului de sondă sub acțiunea unei pompe hidraulice și, prin urmare, nu este nevoie de garnitura de instrumente de lucru **118** pentru livrarea în gaura de sondă **120**.

**[0084]** Cu referire acum la fig. 2, în continuare cu referire la fig. 1, un tip specific de instrument pentru puțul de sondă **100** descris aici este un dispozitiv de izolare a puțului de sondă tip obturator frac, pentru utilizarea în timpul unei operații de stimulare / fracturare a sondei. Fig. 2 ilustrează o vedere în secțiune transversală a unui obturator frac **200** exemplificativ, care este coborât într-o gaură de sondă **120** pe o garnitură de instrumente de lucru **118**. Astfel cum s-a menționat mai înainte, obturatorul frac **200** cuprinde în general un corp **210** și un element de etanșare **285**.

Elementul de etanșare **285** cuprinde, astfel cum este ilustrat, un element de etanșare superior **232**, un element de etanșare central **234** și un element de etanșare inferior **236**. Se va aprecia că, deși elementul de etanșare **285** este prezentat ca având trei porțiuni (adică elementul de etanșare superior **232**, elementul de etanșare central **234** și elementul de etanșare inferior **236**), orice alt număr de porțiuni sau o singură porțiune pot fi, de asemenea, utilizate, fără a se îndepărta de obiectul prezentei dezvăluiri.

[0085] După cum se arată, elementul de etanșare **285** se extinde în jurul corpului **210**; totuși, acesta poate fi dispus în orice altă configurație adecvată, pentru a permite elementului de etanșare **285** să formeze o etanșare la fluid în gaura de sondă **120**, fără a se îndepărta de obiectul prezentei invenții. De exemplu, în unele variante de realizare, corpul poate cuprinde două porțiuni conectate între ele prin elementul de etanșare, astfel încât cele două porțiuni ale corpului se comprimă pentru a permite elementului de etanșare să realizeze o etanșare la fluidă în gaura de sondă **120**. Alte asemenea configurații sunt, de asemenea, adecvate pentru utilizare în cadrul exemplurilor de realizare descrise aici. Mai mult decât atât, deși elementul de etanșare **285** este prezentat ca fiind situat într-o secțiune centrală a corpului **210**, se va aprecia că acesta poate fi poziționat în orice locație de-a lungul lungimii corpului **210**, fără a se îndepărta de obiectul prezentei dezvăluiri.

[0086] Corpul **210** al obturatorului frac **200** cuprinde un orificiu de curgere axial **205** care se extinde prin acesta. O cușcă **220** este formată la capătul superior al corpului **210** pentru a reține o bilă **225** care acționează ca o supapă de reținere cu sens unic. În particular, bila **225** etanșează orificiul de curgere **205** pentru a împiedica curgerea pe direcție descendentă prin acesta, dar permite curgerea ascendentă prin orificiul de curgere **205**. Unul sau mai multe elemente glisante **240** sunt montate în jurul corpului **210** sub elementul de etanșare **285**. Elementele glisante **240** sunt ghidate de un corp de alunecare mecanică **245**. Un sabot conic **250** este prevăzut la capătul inferior al corpului **210** pentru a ghida și a proteja obturatorul frac **200** pe măsură ce este coborât în gaura de sondă **120**. O incintă opțională **275** pentru stocarea unei soluții chimice poate fi montată, de asemenea, pe corpul **210** sau poate fi realizată ca parte integrantă a acestuia. Într-o variantă de realizare, incinta **275** este formată dintr-un material friabil.

[0087] Fiecare sau ambele dintre corpul **210** și elementul de etanșare **285** pot fi compuse cel puțin parțial dintr-un aliaj de aluminiu dopat descris pe parcursul acestei documentații. Mai mult decât atât, componente fiecăruia sau ambelor dintre corpul **210** și elementul de etanșare **285** pot fi compuse din unul sau mai multe aliaje de aluminiu dopate. De exemplu, unul sau mai multe dintre elementele: cușca **220**, bila **225**, elementele glisante **240**, corpul de alunecare mecanică **245**, sabotul conic **250** sau incinta **275** pot fi formate din același tip sau din tipuri diferite de aliaj de aluminiu dopat, fără a se depărta de obiectul prezentei invenții. Mai mult decât atât, deși componentele unui instrument pentru puțul de sondă **100** (fig. 1) sunt explicate aici cu referire la un obturator frac **200**, alte instrumente pentru puțul de sondă și componente ale acestora pot fi formate dintr-un aliaj de aluminiu dopat care are compozițiile descrise aici, fără a se îndepărta de scopul prezentei dezvăluiri.

[0088] În unele variante de realizare, aliajele de aluminiu dopate care formează o porțiune a instrumentului pentru puțul de sondă **100** (fig. 1) pot fi cel puțin parțial încapsulate într-un al doilea material (de exemplu, o "manta") format dintr-un material de încapsulare capabil să protejeze sau să prelungească degradarea aliajului de aluminiu dopat (de exemplu, întârzierea contactului cu un electrolit). Mantaua poate servi, de asemenea, la a proteja instrumentul pentru puțul de sondă **100** de abraziune în interiorul puțului de sondă **120**. Structura mantalei poate fi permeabilă, fragilă sau realizată dintr-un material care este cel puțin parțial detașabil, la o viteză dorită, în mediul din puțul de sondă. Materialul de încapsulare care formează mantaua poate fi orice material adecvat pentru a fi utilizat într-un mediu din puțul de sondă și în funcție de structura mantalei. De exemplu, o manta casantă se poate deteriora pe măsură ce instrumentul pentru puțul de sondă **100** este plasat într-o locație dorită din gaura de sondă **120** sau când instrumentul pentru puțul de sondă **100** este acționat, dacă este cazul, în timp ce o manta permeabilă poate rămâne pe poziție pe elementul de etanșare **285**, în condițiile în care formează etanșarea la fluid. Astfel cum se utilizează aici, termenul "permeabil" se referă la o structură care permite fluidelor (incluzând lichide și gaze) prin acestea și care nu este limitată de nici o configurație particulară. Materialele de încapsulare adecvate pot include, dar nu se limitează la, o ceară, un ulei de uscare, un poliuretan, un material poliacrilic reticulat parțial hidrolizat, un material silicat, un material din sticlă, un material rezistent anorganic, un polimer, un acid polilactic, un alcool polivinil, o clorură de

poliviniliden, un elastomer, un metal, un material termoplastic și orice combinație a acestora.

**[0089]** Cu referire din nou la fig. 1, scoaterea instrumentului pentru puțul de sondă **100**, descris aici, din gaura de sondă **120** este mai eficientă din punct de vedere al costurilor și mai puțin consumatoare de timp decât îndepărtarea convențională a instrumentelor pentru puțul de sondă, care necesită efectuarea uneia sau mai multor deplasări în gaura de sondă **120** cu o freză sau un burghiu pentru măcinarea sau tăierea treptată a instrumentului în vederea îndepărtării acestuia. În schimb, instrumentele pentru puțul de sondă **100** descrise aici sunt detașabile prin simpla expunere a instrumentelor **100** la un fluid electrolitic introdus sau la un fluid electrolitic produs (adică, care există în mod natural prin exploatarea formațiunii) în mediul din puțul de sondă. Descrierile de mai sus ale unor exemple de realizare specifice ale instrumentului pentru puțul de sondă **100**, precum și sistemele și metodele de îndepărtare a instrumentului biodegradabil **100** din gaura de sondă **120** au fost prezentate în scopuri de ilustrare și descriere și nu sunt menite să fie exhaustive sau să limiteze această invenție la variantele concrete dezvăluite. Multe alte modificări și variante de realizare sunt posibile. În particular, tipul de instrument pentru puțul de sondă **100** sau componentele particulare care alcătuiesc instrumentul pentru puțul de sondă **100** (de exemplu, corpul și elementul de etanșare) pot fi variate. De exemplu, în locul unui obturator frac **200** (fig. 2), instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate cuprinde un obturator punte, care este proiectat să etanșeze gaura de sondă **120** și să izoleze zonele de deasupra și de dedesubtul obturatorului punte, împiedicând trecerea fluidului în orice direcție. În mod alternativ, instrumentul degradabil pentru puțul de sondă **100** poate cuprinde un pachet care include o supapă schimbabilă, astfel încât pachetul să poată funcționa ca un obturator punte pentru a izola două zone ale formațiunii, sau supapa schimbabilă poate fi deschisă pentru a permite trecerea fluidelor prin aceasta. În mod similar, instrumentul pentru puțul de sondă **100** ar putea cuprinde un obturator ștergător sau un obturator de ciment sau orice alt instrument pentru puțul de sondă care să aibă o varietate de componente. În plus, instrumentul pentru puțul de sondă **100** poate fi o secțiune a unei tubulaturi filetate, o carcasă a unui blindaj de pistol sau orice altă tubulatură pentru câmp petrolifer.

**[0090]** Variantele de realizare conform invenției descrise aici includ varianta de realizare A, varianta de realizare B și varianta de realizare C.

[0091] Varianta de realizare A se referă la un instrument pentru puțul de sondă care cuprinde: cel puțin o componentă a instrumentului pentru puțul de sondă realizată dintr-un aliaj de aluminiu dopat, care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei cu o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde aluminiu, de la 0,05% până la aproximativ 25% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.

[0092] Varianta de realizare B se referă la o metodă care cuprinde: introducerea unui instrument pentru puțul de sondă într-o formațiune subterană, instrumentul pentru puțul de sondă cuprinzând cel puțin o componentă fabricată dintr-un aliaj de aluminiu dopat care conține aluminiu, de la 0,05% până la aproximativ 25% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat și în care dopantul este selectat din grupul constând din fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora; efectuarea unei operațiuni în gaura de sondă; și degradarea prin coroziune micro-galvanică a cel puțin unei porțiuni a aliajului de aluminiu dopat din formația subterană prin punerea în contact a aliajului de aluminiu dopat cu apă având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm.

[0093] Varianta de realizare C este un sistem care cuprinde: o garnitură de instrumente de lucru conectat la o turlă de foraj a sondei și care se extinde printr-o suprafață într-o gaură de sondă dintr-o formațiune subterană; și un instrument pentru puțul de sondă conectat la garnitura de instrumente de lucru și plasat în gaura de sondă, instrumentul pentru puțul de sondă cuprinzând cel puțin o componentă realizată dintr-un aliaj de aluminiu dopat care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde aluminiu, de la 0,05% până la aproximativ 25% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul



constând din fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.

**[0094]** Opțional, variantele de realizare A - C pot include în plus unul sau mai multe dintre următoarele: Elementul 1: în care salinitatea este de 30.000 ppm până la 50.000 ppm; Elementul 2: în care salinitatea este mai mare de 50.000 ppm; Elementul 3: în care salinitatea apei se datorează ionilor selectați din grupul constând din clorură, sodiu, azotat, calciu, potasiu, magneziu, bicarbonat, sulfat și orice combinație a acestora; Elementul 4: în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde între 0,05% până la aproximativ 15% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat; Elementul 5: Elementul 4 și în care dopantul este fierul; Elementul 6: în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde între 2% până la aproximativ 25% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat și în care dopantul este selectat din grupul constând din cupru, nichel, cobalt și orice combinație a acestora; Elementul 7: în care aliajul de aluminiu dopat conține cel puțin 64% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat; Elementul 8: în care aliajul de aluminiu dopat este un aliaj de aluminiu dopat forjat; Elementul 9: în care aliajul de aluminiu dopat este un aliaj de aluminiu dopat turnat; Elementul 10: în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde în plus particule intermetalice formate cel puțin în parte de dopant și de aluminiu; Elementul 11: Elementul 10 și în care particulele intermetalice cuprind un element selectat din grupul constând din:  $Cu_2FeAl_7$ ,  $Al_6Fe$ ,  $Al_3Fe$ ,  $AlFeSi$  și orice combinație a acestora; Elementul 12: în care instrumentul pentru puțul de sondă este selectat din grupul constând din: un dispozitiv de izolare a puțului de sondă, un instrument de perforare, o unealtă de cimentare, un instrument de exploatare și orice combinație a acestora; Elementul 13: în care instrumentul pentru puțul de sondă este un dispozitiv de izolare a puțului de sondă selectat din grupul constând din: un obturator frac, o bilă frac, o bilă de reglare, un obturator punte, un pachet pentru gaura de sondă, un obturator ștergător, un obturator de ciment, un obturator pentru baza sondei, un obturator pentru filtrul de nisip, un obturator pentru dispozitivul de control al afluxului (ICD), un obturator ICD autonom, o secțiune tubulară, o coloană de tubaj și orice combinație a acestora; și Elementul 14: în care cel puțin o componentă este selectată dintr-un grup constând din: un dorn al unui pachet sau obturator, un inel distanțier, un element glisant, o pană, un inel de reținere, un limitator de extrudare sau un sabot de susținere, un sabot de ghidare, o bilă, o clapetă, un scaun cu bilă, un manșon, o

carcasă pentru pistol de perforare, o lance de ciment, o lance ștergător, un element de etanșare, o pană, un bloc de alunecare, un instrument de înregistrare a indicațiilor, o carcasă, un mecanism de deblocare, un instrument de pompare, un obturator de dispozitiv de control al afluxului, un obturator autonom de dispozitiv de control al afluxului, un cuplaj, un conector, un element de sprijin, o armătură, o carcasă, un corp culisabil, un sabot conic, sau orice combinație a acestora. Combinații exemplificative de ale celor de mai sus includ, dar nu sunt limitate la, Elemente 1 și 3 în combinație și, opțional, în combinație suplimentară cu Elementul 4 sau 6; Elementele 2 și 3 în combinație și, opțional, în combinație suplimentară cu Elementul 4 sau 6; Elementul 7 în combinație cu Elementul 4 sau 6 și, opțional, în combinație ulterioară cu unul sau mai multe dintre Elementele 1-3 și 5; Elementul 7 în combinație cu Elementul 8 sau 9 și, opțional, în combinație ulterioară cu unul sau mai multe dintre Elementele 1-3; Elementul 7 în combinație cu Elementul 10 și, opțional, cu Elementul 11 și, opțional, în combinație suplimentară cu unul sau mai multe dintre Elementele 1-3; unul dintre Elementele 12-14 în combinație cu oricare dintre cele de mai sus; și unul dintre Elementele 12-14 în combinație cu unul sau mai multe dintre Elementele 1-11.

**[0095]** În timp ce pe parcursul acestei documentații au fost prezentate și descrise diferite variante de realizare, pot fi făcute modificări de către un specialist în domeniu, fără a se îndepărta de obiectul prezentei invenții. Variantele de realizare descrise aici sunt doar cu titlu exemplificativ și nu au menirea de a fi limitative. Sunt posibile multe variații, combinații și modificări ale variantelor de realizare conform invențiilor descrise aici și intră în sfera de cuprindere a dezvăluirii. În consecință, întinderea protecției nu este limitată de descrierea prezentată mai sus, ci este definită prin revendicările care urmează, această arie de protecție cuprinzând toate variantele echivalente ale obiectelor revendicărilor.

**[0096]** Unele sau mai multe exemple de realizare ilustrative descrise aici sunt prezentate mai jos. Nu toate caracteristicile unei implementări reale sunt descrise sau prezentate în această aplicație, din motive de claritate. Se înțelege că, la punerea în practică a unei variante concrete care încorporează variantele de realizare conform invenției descrise aici, trebuie adoptate numeroase decizii specifice implementării, pentru a obține obiectivele dezvoltatorului, cum ar fi respectarea constrângerilor legate de sistem, legate de litologie, de afaceri, legate de prevederi guvernamentale

și a altor constrângeri, care variază în funcție de implementare și de la un moment la altul. Deși munca de implementare a unui dezvoltator ar putea fi complexă și consumatoare de timp, astfel de eforturi ar constitui, totuși, o întreprindere de rutină pentru cei cu pregătire obișnuită în domeniu, având la dispoziție această dezvoltare.

**[0097]** Trebuie notat faptul că atunci când termenul "aproximativ" este folosit aici la începutul unei liste numerice, termenul modifică fiecare număr al listei numerice. În unele listări numerice de intervale, unele limite inferioare enumerate pot fi mai mari decât unele limite superioare enumerate. Un specialist în domeniu va recunoaște că subsetul selectat va necesita selectarea unei limite superioare care să depășească limita inferioară selectată. Dacă nu se indică altfel, toate numerele care exprimă cantități de ingrediente, proprietăți cum ar fi greutatea moleculară, condițiile de reacție și așa mai departe, utilizate în descrierea de față și în revendicările asociate, trebuie înțelese ca fiind modificate în toate cazurile de termenul "aproximativ". Astfel cum se utilizează aici, termenul "aproximativ" cuprinde +/- 5% din fiecare valoare numerică. De exemplu, dacă valoarea numerică este "aproximativ 80%", atunci acesta poate fi de 80% +/- 5%, echivalentul a 76% până la 84%. În consecință, dacă nu este indicat contrariul, parametrii numerici stabiliți în următoarea descriere și în revendicările atașate sunt aproximări care pot varia în funcție de proprietățile dorite care trebuie obținute prin variantele de realizare exemplificative descrise aici. Cel puțin, și nu ca o încercare de limitare a aplicării doctrinei echivalențelor asupra obiectului revendicării, fiecare parametru numeric ar trebui interpretat cel puțin în contextul numărului de cifre semnificative raportate și prin aplicarea tehnicilor obișnuite de rotunjire.

**[0098]** În timp ce compozițiile și metodele sunt descrise aici în termeni de "cuprinzând" diferite componente sau etape, compozițiile și metodele pot, de asemenea, "consta în esență din" sau "constau din" diferite componente și etape. Când termenul "cuprinzând" se utilizează într-o revendicare, acesta implică o multitudine de variante.

**[0099]** Astfel cum se utilizează aici, expresia "în mod substanțial" înseamnă în mare măsură, dar nu neapărat, în întregime.

**[0100]** Utilizarea termenilor direcționali, cum ar fi deasupra, dedesubt, în partea superioară, în partea inferioară, în sus, în jos, stânga, dreapta, ascendent în gaură,

descendent în gaură și altele asemenea, este făcută în legătură cu variantele de realizare ilustrative, astfel cum sunt reprezentate în figuri; direcția în sus fiind orientată către partea superioară a figurii corespunzătoare și direcția descendentă fiind îndreptată spre partea inferioară a figurii corespunzătoare; direcția ascendentă în gaură fiind orientată spre suprafața puțului, iar direcția descendentă în gaură fiind orientată spre baza puțului.

**[0101]** Prin urmare, sistemele și metodele dezvăluite sunt bine adaptate pentru a atinge obiectivele și avantajele menționate, precum și pe cele care derivă din acestea. Variantele de realizare particulare dezvăluite mai sus sunt doar ilustrative, în condițiile în care cunoștințele aferente prezentei invenții pot fi modificate și practicate în moduri diferite, dar echivalente, evidente pentru specialiștii în domeniu, care au avantajul învățăturilor de aici. Mai mult, nu se impun limitări la detaliile de construcție sau de proiectare prezentate aici, altele decât cele cuprinse în revendicările de mai jos. Prin urmare, este evident că variantele de realizare ilustrative descrise mai sus pot fi modificate, combinate sau transformate și toate aceste variații sunt considerate a fi cuprinse în aria de protecție a prezentei invenții. Sistemele și metodele descrise în mod ilustrativ aici pot fi practicate în mod adecvat în absența oricărui element care nu este dezvăluit în mod specific aici și/sau orice element opțional dezvăluit aici. În timp ce compozițiile și metodele sunt descrise în termeni de "cuprinzând", "conținând" sau "incluzând" diferite componente sau etape, compozițiile și metodele pot, de asemenea, "consta în esență din" sau "constau" în diferite componente și etape. Toate numerele și intervalele descrise mai sus pot varia într-o anumită măsură. Ori de câte ori este prezentat un interval numeric cu o limită inferioară și o limită superioară, orice număr și orice interval cuprins în intervalul menționat este dezvăluit în mod specific. În particular, fiecare interval de valori (de forma, "de la aproximativ a la aproximativ b", sau, echivalent, "de la aproximativ a la b" sau, în mod echivalent, "de la aproximativ a-b ") dezvăluit aici trebuie să se înțeleagă că stabilește fiecare număr și interval cuprins în intervalul mai larg de valori. De asemenea, termenii din revendicări au semnificația lor obișnuită, comună, dacă nu se definește diferit în mod explicit și clar de către solicitant. Mai mult decât atât, articolele nehotărâte "o" sau "un", astfel cum sunt utilizate în revendicări, sunt definite aici ca referindu-se la unul sau mai multe dintre elementele pe care le introduce. 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 incluse aici prin referință, ar trebui adoptate definițiile care sunt conforme cu această documentație.

## REVEDICĂRI

Revedicările sunt următoarele:

**1. Instrument pentru puțul de sondă care cuprinde:**

cel puțin o componentă a instrumentului pentru puțul de sondă fabricată dintr-un aliaj de aluminiu dopat, care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde:

aluminiu,

dopant, între 0,05% și aproximativ 25% din greutatea aliajului de aluminiu dopat,

galiu, mai puțin de 0,5% din greutatea aliajului de aluminiu dopat și

mercur, mai puțin de 0,5% din greutatea aliajului de aluminiu dopat,

și,

în care dopantul este selectat din grupul constând din: fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.

- 2. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care salinitatea este cuprinsă între 30.000 ppm și 50.000 ppm.**
- 3. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care salinitatea este mai mare de 50.000 ppm.**
- 4. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care salinitatea apei se datorează ionilor selectați din grupul constând din clorură, sodiu, azotat, calciu, potasiu, magneziu, bicarbonat, sulfat și orice combinație a acestora.**
- 5. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde dopant, având o greutate cuprinsă între 0,05% și aproximativ 15% din aliajul de aluminiu dopat.**

6. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 5, în care dopantul este fier.
7. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde dopant, între 2% până la aproximativ 25% din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din cupru, nichel, cobalt și orice combinație a acestora.
8. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde cel puțin 64% aluminiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat.
9. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat este un aliaj de aluminiu forjat dopat.
10. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat este un aliaj de aluminiu turnat dopat.
11. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat mai conține particule intermetalice formate cel puțin parțial de agentul dopant și de aluminiu.
12. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 11, în care particulele intermetalice cuprind un element selectat din grupul constând din  $\text{Cu}_2\text{FeAl}_7$ ,  $\text{Al}_6\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_3\text{Fe}$ ,  $\text{AlFeSi}$  și orice combinație a acestora.
13. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care instrumentul pentru puțul de sondă este selectat din grupul constând din: un dispozitiv de izolare a puțului de sondă, un instrument de perforare, o unealtă de cimentare, un instrument de extracție și orice combinație a acestora.
14. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care instrumentul pentru puțul de sondă este un dispozitiv de izolare pentru puțul de sondă selectat din grupul constând din: un obturator frac, o bilă frac, o bilă de fixare, un obturator punte, un pachet de sondă, un obturator ștergător, un obturator de ciment, un obturator pentru baza sondei, un obturator sită de nisip, un obturator cu dispozitiv de control al afluxului (ICD), un obturator ICD autonom, o secțiune de tubulatură, o garnitură de tubaj și orice combinație a acestora.

15. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care cel puțin o componentă este selectată din grupul constând din: un dorn al unui pachet sau obturator, un inel distanțier, un element glisant, o pană, un inel de reținere, un limitator de extrudare sau un sabot de susținere, un sabot de ghidare, o bilă, o clapetă, un scaun cu bilă, un manșon, o carcasă pentru pistol de perforare, o lance de ciment, o lance ștergător, un element de etanșare, o pană, un bloc de alunecare, un instrument de înregistrare a indicațiilor, o carcasă, un mecanism de deblocare, un instrument de pompare, un obturator de dispozitiv de control al afluxului, un obturator autonom de dispozitiv de control al afluxului, un cuplaj, un conector, un element suport, o armătură, o carcasă, un corp culisabil, un sabot conic și orice combinație a acestora.

16. Metodă care cuprinde:

introducerea unui instrument pentru puțul de foraj într-o formațiune subterană, instrumentul pentru puțul de foraj având în alcătuire cel puțin o componentă realizată dintr-un aliaj de aluminiu dopat care conține aluminiu, dopant între 0,05% până la aproximativ 25%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din: fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora;

efectuarea unei operațiuni în puțul de sondă; și

degradarea prin coroziune micro-galvanică a cel puțin unei porțiuni a aliajului de aluminiu dopat, în formațiunea subterană, prin contactul dintre aliajul de aluminiu dopat cu apa având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm.

17. Metodă conform revendicării 16, în care aliajul de aluminiu dopat este un aliaj de aluminiu dopat forjat.

18. Metodă conform revendicării 16, în care aliajul de aluminiu dopat mai cuprinde particule intermetalice care cuprind unul dintre elementele selectate din grupul constând din  $\text{Cu}_2\text{FeAl}_7$ ,  $\text{Al}_6\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_3\text{Fe}$ ,  $\text{AlFeSi}$  și orice combinație a acestora.



**19. Sistem care cuprinde:**

o garnitură de instrumente de lucru conectată la o turlă de foraj și care se extinde printr-o suprafață într-o gaură de sondă dintr-o formațiune subterană; și

un instrument pentru puțul de sondă conectat la garnitura de instrumente de lucru și plasat în gaura de sondă, instrumentul pentru puțul de sondă cuprinzând cel puțin o componentă realizată dintr-un aliaj de aluminiu dopat care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm,

în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde aluminiu, de la 0,05% până la aproximativ 25% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.

**20. Sistem conform revendicării 19, în care aliajul de aluminiu dopat mai conține particule intermetalice care cuprind unul dintre elementele selectate din grupul constând din  $\text{Cu}_2\text{FeAl}_7$ ,  $\text{Al}_6\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_3\text{Fe}$ ,  $\text{AlFeSi}$  și orice combinație a acestora.**

**SET DE REVENDICĂRI REDUSE (10 REVENDICĂRI)**

1. Instrument pentru puțul de sondă care cuprinde:  
cel puțin o componentă a instrumentului pentru puțul de sondă fabricată dintr-un aliaj de aluminiu dopat, care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde:  
aluminiu,  
dopant, între 0,05% și aproximativ 25% din greutatea aliajului de aluminiu dopat,  
galiu, mai puțin de 0,5% din greutatea aliajului de aluminiu dopat și  
mercur, mai puțin de 0,5% din greutatea aliajului de aluminiu dopat,  
și,  
în care dopantul este selectat din grupul constând din: fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.
2. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care salinitatea este cel puțin una dintre: de la 30.000 ppm la 50.000 ppm, sau mai mare de 50.000 ppm.
3. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care salinitatea apei se datorează ionilor selectați din grupul constând din clorură, sodiu, azotat, calciu, potasiu, magneziu, bicarbonat, sulfat și orice combinație a acestora.
4. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde cel puțin unul dintre: (i) dopant, având o greutate cuprinsă între 0,05% și aproximativ 15% din aliajul de aluminiu dopat, (ii) dopant, având o greutate cuprinsă între 2% și circa 25% din aliajul de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din cupru, nichel, cobalt și orice combinație a acestora, sau (iii) aluminiu, având o greutate de cel puțin 64% din aliajul de aluminiu dopat.

5. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat este cel puțin unul dintre: un aliaj de aluminiu forjat dopat, sau un aliaj de aluminiu turnat.

6. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care aliajul de aluminiu dopat mai conține particule intermetalice formate cel puțin parțial de agentul dopant și de aluminiu, în care particulele intermetalice cuprind un element selectat din grupul constând din  $\text{Cu}_2\text{FeAl}_7$ ,  $\text{Al}_6\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_3\text{Fe}$ ,  $\text{AlFeSi}$  și orice combinație a acestora.

7. Instrument pentru puțul de sondă conform revendicării 1, în care instrumentul pentru puțul de sondă este un dispozitiv de izolare pentru puțul de sondă selectat din grupul constând din: un obturator frac, o bilă frac, o bilă de fixare, un obturator punte, un pachet de sondă, un obturator ștergător, un obturator de ciment, un obturator pentru baza sondei, un obturator sită de nisip, un obturator cu dispozitiv de control al afluxului (ICD), un obturator ICD autonom, o secțiune de tubulatură, o garnitură de tubaj și orice combinație a acestora.

8. Metodă care cuprinde:

introducerea unui instrument pentru puțul de foraj într-o formațiune subterană, instrumentul pentru puțul de foraj având în alcătuire cel puțin o componentă realizată dintr-un aliaj de aluminiu dopat care conține aluminiu, dopant între 0,05% până la aproximativ 25%, în greutate, din aliajul de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din: fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora;

efectuarea unei operațiuni în puțul de sondă; și

degradarea prin coroziune micro-galvanică a cel puțin unei porțiuni a aliajului de aluminiu dopat, în formațiunea subterană, prin contactul dintre aliajul de aluminiu dopat cu apa având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm.

9. Metodă conform revendicării 16, în care aliajul de aluminiu dopat este cel puțin unul dintre: un aliaj de aluminiu dopat forjat, sau cuprinde suplimentar particule

intermetalice care cuprind unul dintre elementele selectate din grupul constând din  $\text{Cu}_2\text{FeAl}_7$ ,  $\text{Al}_6\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_3\text{Fe}$ ,  $\text{AlFeSi}$  și orice combinație a acestora.

**10.** Sistem care cuprinde:

o garnitură de instrumente de lucru conectată la o turlă de foraj și care se extinde printr-o suprafață într-o gaură de sondă dintr-o formațiune subterană; și un instrument pentru puțul de sondă conectat la garnitura de instrumente de lucru și plasat în gaura de sondă, instrumentul pentru puțul de sondă cuprinzând cel puțin o componentă realizată dintr-un aliaj de aluminiu dopat care se degradează cel puțin parțial prin coroziune micro-galvanică în prezența apei având o salinitate mai mare de aproximativ 10 ppm, în care aliajul de aluminiu dopat cuprinde aluminiu, de la 0,05% până la aproximativ 25% dopant din greutatea aliajului de aluminiu dopat, mai puțin de 0,5% galiu din greutatea aliajului de aluminiu dopat și mai puțin de 0,5% mercur din greutatea aliajului de aluminiu dopat, și în care dopantul este selectat din grupul constând din fier, cupru, nichel, staniu, crom, argint, aur, paladiu, carbon și orice combinație a acestora.

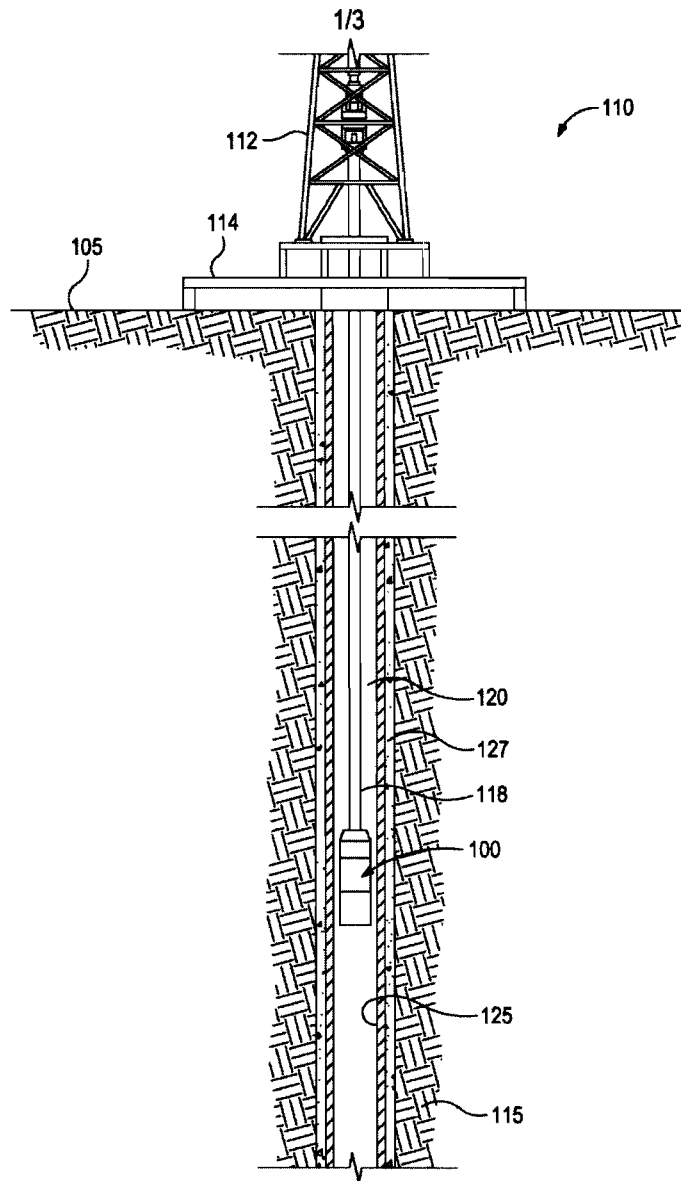


FIG. 1

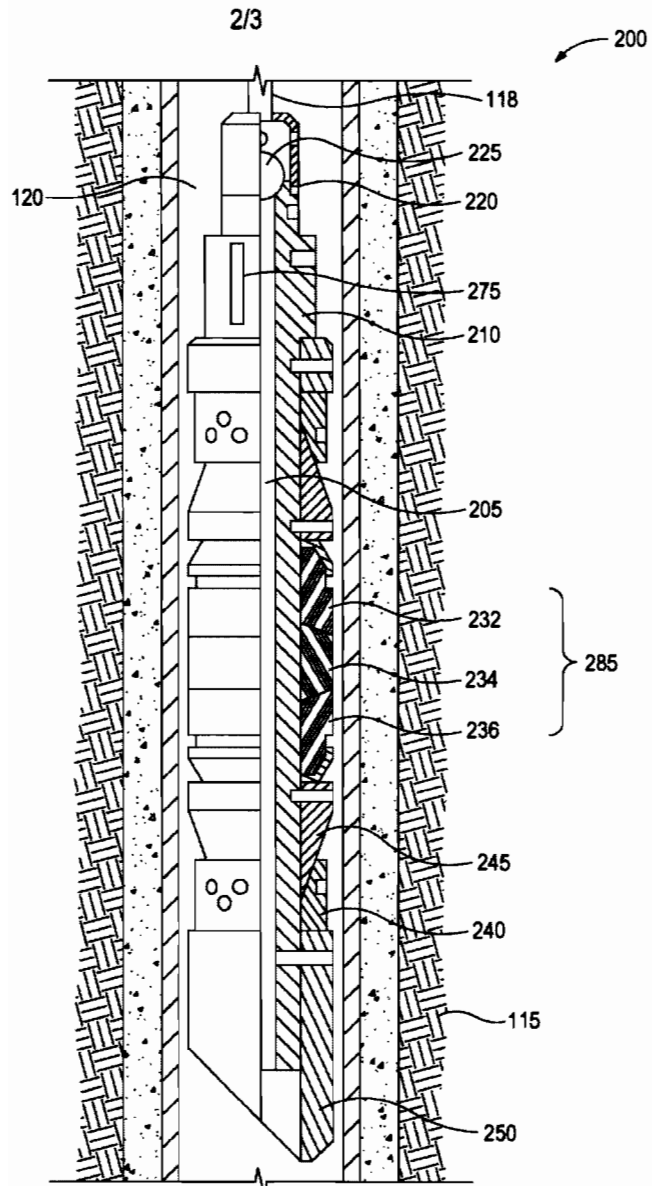


FIG. 2

3/3

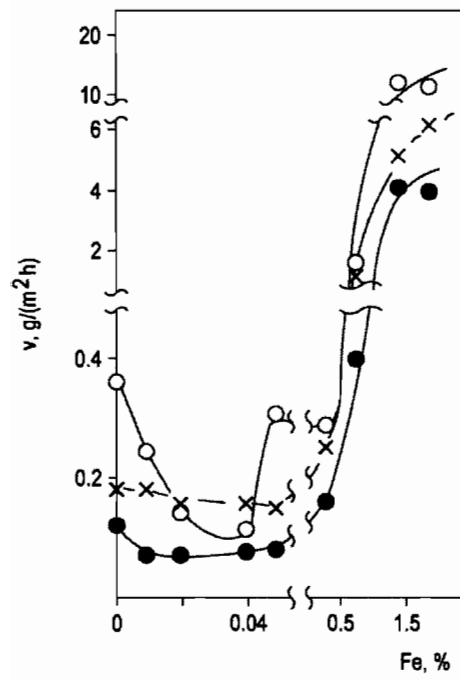


FIG. 3