



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00932

(22) Data de depozit: 22/06/2018

(30) Prioritate:

23/06/2017 US 62/524, 085

(41) Data publicării cererii:

30/06/2020 BOPI nr. 6/2020

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. CA 2018/050770 22/06/2018

(87) Publicare internațională:

Nr. WO 2018/232526 27/12/2018

(71) Solicitant:

• CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
L5K1B2, ONTARIO, CA

(72) Inventatori:

• RICHARD CRAIG,
C/O CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, L5K1B2, CA;
• SZCZEPAN ANDRZEJ PIOTR,
C/O CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, L5K1B2, CA;

• JAMIESON ROBERT WILLIAM,
73 BIRCHVIEW CRESCENT M6P 3H9,
TORONTO, ONTARIO, CA;
• PATTERSON CHUCK,
C/O CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, L5K1B2, CA;
• DEADMAN JASON,
C/O CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, L5K1B2, CA;
• SOLT GEORGE,
C/O CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, L5K1B2, CA;
• JACOBS CHRIS,
C/O CANDU ENERGY INC.,
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, L5K1B2, CA

(74) Mandatar:

ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) SCULĂ ȘI METODĂ DE ELIBERARE ȘI ÎNDEPĂRTARE A UNEI INSERȚII DE TUB CALANDRIA

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv și metodă pentru îndepărtarea unei inserții de îmbinare laminate dintre un tub calandria al unui ansamblu de canale de combustibil al unui reactor nuclear și o placă de tuburi a reactorului nuclear, inserția de îmbinare laminată securizând radial tubul calandria la placa de tuburi. Dispozitivul, conform invenției, include un corp, care se extinde axial de la un prim capăt la un al doilea capăt opus primului capăt, un încălzitor pentru încălzirea inserției de îmbinare laminate la o primă temperatură, un răcitor pentru răcirea inserției de îmbinare laminate la o a doua temperatură, o bordură pentru cuplarea axială a inserției de îmbinare laminate, și un dispozitiv pentru prinderea tubului calandria, în care încălzitorul, răcitorul, bordura și dispozitivul de prindere sunt în aliniament axial de-a lungul corpului.

Revendicări: 17

Figuri: 11

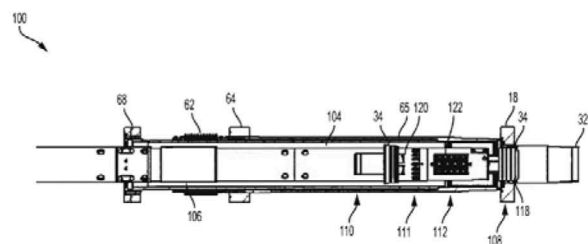


Fig. 9

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, 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).



111

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 2019 0932</u>
Data depozit <u>22-06-2018</u>

SCULĂ ȘI METODĂ DE ELIBERARE ȘI ÎNDEPĂRTARE A UNEI INSERȚII DE TUB CALANDRIA

REFERINȚĂ LA CERERI ASOCIATE

[0001] Această cerere revendică prioritatea din cererea provizorie de brevet US nr. 62/524.085 depusă la 23 iunie 2017, al cărei conținut este încorporat prin citare.

DOMENIUL

[0002] Aceasta se referă la domeniul ansamblurilor de canale de combustibil ale reactorului nuclear și, în particular, la îndepărtarea ansamblurilor de canale de combustibil ale reactorului nuclear la sfârșitul duratei de viață.

CONTEXTUL INVENȚIEI

[0003] Un reactor nuclear are o durată de viață operațională limitată. De exemplu, reactoarele tip CANDU™ ("CANada Deuterium Uranium") din a doua generație sunt proiectate să funcționeze aproximativ 25-30 de ani. După acest timp, canalele de combustibil existente pot fi eliminate și canale de combustibil noi pot fi instalate. Efectuarea acestui proces de „re-tubare” poate prelungi semnificativ viața unui reactor, ca o alternativă la dezafectarea reactorului. Procesele de re-tubare a reactorului nuclear includ îndepărtarea unui număr mare de componente ale reactorului și includ diferite alte activități, cum ar fi oprirea reactorului, pregătirea bolții și instalarea echipamentelor de manipulare a materialelor și a diferitelor platforme și suporturi de echipamente. Procesul de îndepărtare poate include, de asemenea, scoaterea dopurilor de închidere și poziționarea ansamblurilor de armături, deconectarea ansamblurilor de alimentare, tăierea burdufului, îndepărtarea fittingurilor de capăt, eliberarea și îndepărtarea inserțiilor tuburilor calandria, tăierea și îndepărtarea tuburilor de presiune și îndepărtarea tuburilor calandria.

[0004] După finalizarea procesului de îndepărtare, se efectuează, de obicei, un proces de inspecție și instalare. De exemplu, plăcile de tuburi poziționate la fiecare capăt al reactorului includ o multitudine de găuri. Fiecare din multitudinea de găuri susține un ansamblu de canale de combustibil care se întinde între plăcile de tuburi. Atunci când un ansamblu de canale de combustibil este îndepărtat, fiecare gaură de

placă de tuburi este inspectată pentru a se asigura că îndepărtarea ansamblului de canale de combustibil nu a deteriorat gaura plăcii de tuburi și că gaura plăcii de tuburi este gata pentru inserarea unui nou ansamblu de canale de combustibil.

[0005] După confirmarea că plăcile de tuburi sunt în stare adecvată, tuburile calandria, tuburile de presiune, fittingurile de capăt și alte componente pot fi reinstalate în găuri. Pentru fiecare ansamblu de canale de combustibil, o parte din acest proces implică laminarea capătului tubului calandria la placa de tuburi a calandria (de exemplu, folosind o inserție de calandria deformabilă), introducerea unui corp de fitting de capăt în gaură, laminarea capătului tubului de presiune în corpul fittingului de capăt și introducerea unei căptușeli de fitting de capăt în fittingul de capăt.

[0006] Recondiționarea unui reactor nuclear și procesul de re-tubare poate dura până la doi ani până la finalizare. O parte substanțială din acest timp poate fi consumată de procesul de îndepărtare, descris mai sus. În consecință, este nevoie de o îndepărtare îmbunătățită și mai rapidă a componentelor unui ansamblu de canale de combustibil, pentru a reduce timpul pentru recondiționarea unui reactor nuclear.

REZUMAT

[0007] Conform unui aspect, este prevăzut un dispozitiv pentru îndepărtarea unei inserții de îmbinare laminate dintre un tub calandria al unui ansamblu de canale de combustibil al unui reactor nuclear și o placă de tuburi a reactorului nuclear, inserția de îmbinare laminată fixând radial tubul calandria la placa de tuburi, dispozitivul cuprinzând: un corp care se extinde axial de la un prim capăt la un al doilea capăt, opus primului capăt; un încălzitor pentru încălzirea unei inserții de îmbinare laminate la o primă temperatură; un răcitor pentru răcirea inserției de îmbinare laminate la o a doua temperatură; o bordură pentru cuplarea axială a inserției de îmbinare laminate; și un dispozitiv de prindere pentru prinderea tubului calandria, în care încălzitorul, răcitorul, bordura și dispozitivul de prindere sunt în aliniament axial de-a lungul corpului.

[0008] Conform unui alt aspect, este prevăzută o metodă pentru îndepărtarea unei inserții de îmbinare laminate dintre un tub calandria al unui ansamblu de canale de combustibil al unui reactor nuclear și o placă de tuburi din reactorul nuclear, inserția

de îmbinare laminată fixând radial tubul calandria la placa de tuburi, metoda cuprinzând: încălzirea inserției de îmbinare laminate la o primă temperatură; după încălzire, răcirea inserției de îmbinare laminate la o a doua temperatură, a doua temperatură fiind mai mică decât prima temperatură; prinderea tubului calandria; și antrenarea axială a inserției de îmbinare laminate în timpul prinderii tubului calandria, în care încălzirea, răcirea, prinderea și cuplarea axială sunt realizate de un singur cap de scule în mișcare axială de-a lungul unei axe definite.

[0009] În unele exemple de realizare, este prevăzut o sculă pentru îndepărtarea unei inserții de tub calandria dintr-o placă de tuburi calandria, scula incluzând un cap de scule dimensionat pentru a fi primit într-o deschidere a plăcii de tuburi calandria. Capul sculei include o porțiune de răcire și o porțiune de prindere. În unele exemple de realizare, capul sculei include în plus o porțiune de încălzire, în timp ce în alte exemple de realizare, porțiunea de încălzire este poziționată pe o sculă separată. Porțiunea de încălzire este configurată pentru a cupla inserția de tub calandria și a încălzi rapid (sau șoc termic) inserția de tub calandria, ceea ce face ca inserția de tub calandria să se înmoaie și să se deformeze, deoarece inserția tubului calandria nu se poate extinde din cauza prezenței plăcii de tuburi calandria. Apoi, porțiunea de răcire este poziționată adiacentă sau rezemat de inserția tubului calandria pentru a răci inserția astfel încât inserția tubului calandria să se contracte și să se separe de placa de tuburi calandria. După răcire, porțiunea de prindere a capului sculei se cuplează pe inserția de tub calandria, iar apoi capul sculei și inserția sunt retrase din deschiderea plăcii de tuburi calandria.

[0010] În unele exemple de realizare, este prevăzută o metodă de îndepărtare a unei inserții de tub calandria dintr-o placă de tuburi calandria. Metoda include încălzirea inserției de tub calandria, fără a încălzi în mod substanțial placa de tuburi calandria. Metoda include în plus răcirea inserției de tub calandria prin cel puțin una din conducție și convecție. Metoda include suplimentar prinderea tubului calandria și retragerea inserției tubului calandria din placa de tuburi calandria. Metoda include în plus scoaterea unui dop de protecție de pe scutul de capăt și din tubul de grătar înainte de încălzirea inserției tubului calandria și introducerea dopului de protecție în scutul de capăt și tubul de grătar după retragerea inserției tubului calandria din placa de tuburi calandria. În unele exemple de realizare, etapele de încălzire și răcire sunt realizate de un singur cap de scule. În unele exemple de realizare, etapele de răcire și prindere sunt realizate de un singur cap de scule, iar capul unic de scule nu este

îndeprătat de pe placa de tuburi calandria până când etapele de încălzire, răcire și prindere nu sunt finalizate. În unele exemple de realizare, etapele de încălzire, răcire și prindere sunt realizate de un singur cap de scule. În unele exemple de realizare, etapele de încălzire, răcire și prindere sunt realizate de trei scule separate poziționate pe o masă de lucru comună.

[0011] Alte caracteristici vor deveni evidente din desene în legătură cu următoarea descriere.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

[0012] În figurile care ilustrează exemple de realizare:

[0013] FIG. 1 este o vedere în perspectivă a unui reactor tip CANDU™.

[0014] FIG. 2 este o vedere secționată a unui ansamblu de canale de combustibil pentru un reactor nuclear tip CANDU™.

[0015] FIG. 3 ilustrează o schemă de flux a unui proces de îndeprătare pentru re-tubarea unui reactor nuclear în conformitate cu unele exemple de realizare.

[0016] FIG. 4 este o vedere în perspectivă a unei mese de lucru și a unei scule de îndeprătare a tubului calandria adiacent unei fețe a reactorului tip CANDU™, conform unui exemplu de realizare.

[0017] FIG. 5A este o vedere în perspectivă din stânga a mesei de lucru, a sculei și feței reactorului din FIG. 4.

[0018] FIG. 5B este o vedere în perspectivă din dreapta a mesei de lucru, a sculei și a feței reactorului din FIG. 4.

[0019] FIG. 6 este o vedere laterală a unei scule pentru îndeprătare a unei inserții de tub calandria din reactorul nuclear de tip CANDU™, conform unui exemplu de realizare.

[0020] FIG. 7 este o vedere de aproape a unui cap de sculă al sculei din FIG. 6.

[0021] FIG. 8A este o vedere laterală a unei scule de îndeprătare a inserției de calandria, conform unui exemplu de realizare.

[0022] FIG. 8B este vedere laterală a sculei de îndeprătare a inserției de calandria din FIG. 8A, cu un vas de depozitare omis.

[0023] FIG. 9 este o vedere laterală a unei scule pentru îndeprătare a unei inserții de tub calandria din reactorul nuclear de tip CANDU™, conform unui exemplu de realizare.

68

[0024] FIG. 10 o vedere de aproape a capului de sculă al sculei din FIG. 9.

[0025] FIG. 11 o vedere de aproape suplimentară a capului de sculă al sculei din FIG. 9.

DESCRIEREA DETALIATĂ

[0026] Înainte de explicarea detaliată a oricărui exemplu de realizare, trebuie înțeles că invenția nu este limitată în aplicarea sa la detaliile construcției și la aranjamentul componentelor prezentate în descrierea următoare sau ilustrate în desenele însoțitoare. Invenția este capabilă de alte realizări și de a fi practică sau de a fi realizată în diverse moduri.

[0027] FIG. 1 este o perspectivă a miezului unui reactor de tip CANDU™ 6. Miezul reactorului este conținut în mod tipic într-o boltă care este sigilată cu un blocaj de aer pentru controlul și protecția radiațiilor. Deși aspectele invenției sunt descrise cu referire specială la reactorul tip CANDU™ 6 pentru comoditate, invenția nu se limitează la reactoarele tip CANDU™ și poate fi utilă și în afara acestui domeniu particular. Un vas în general cilindric, cunoscut sub numele vas calandria 10 al reactorului tip CANDU™ 6, conține un moderator de apă grea. Vasul calandria 10 are o carcasă inelară 14 și o placă de tuburi 18 la un prim capăt 22 și la un al doilea capăt 24. Plăcile de tuburi 18 includ o multitudine de deschideri (denumite aici găurile 19) care acceptă fiecare un ansamblu de canale de combustibil 28. Așa cum se arată în FIG. 1, un număr de ansambluri de canale de combustibil 28 trec prin plăcile de tuburi 18 ale vasului calandria 10 de la primul capăt 22 la cel de-al doilea capăt 24.

[0028] La fel ca în exemplul de realizare ilustrat în FIG. 1 și 2, în unele exemple de realizare, miezul reactorului este prevăzut cu doi pereți la fiecare capăt 22, 24 al miezului de reactor: un perete interior definit de placa de tuburi 18 la fiecare capăt 22, 24 al miezului de reactor și un peretele exterior 64 (denumit adesea "scut de capăt") amplasat la o distanță în exteriorul plăcii de tuburi 18 la fiecare capăt 22, 24 al miezului de reactor. Un tub de grătar 65 se întinde pe distanța dintre placa de tuburi 18 și scutul de capăt 64 la fiecare pereche de găuri 19 (adică, în placa de tuburi 18 și respectiv scutul de capăt 64).

[0029] FIG. 2 este o vedere secționată a unui ansamblu de canale de combustibil 28 al miezului de reactor ilustrat în FIG. 1. După cum este ilustrat în FIG. 2, fiecare

ansamblu de canale de combustibil 28 include un tub calandria ("CT") 32 care înconjoară alte componente ale ansamblului de canale de combustibil 28. Tuburile CT 32 acoperă fiecare distanța dintre plăcile de tuburi 18. De asemenea, capetele opuse ale fiecărui CT 32 sunt primite în interior și sigilate la nivelul găurilor 19 respective din plăcile de tuburi 18. În unele exemple de realizare, se folosește o inserție de îmbinare laminată, de exemplu inserția de tub calandria 34 pentru a fixa CT 32 la placa de tuburi 18 în interiorul găurilor 19. Un tub de presiune ("PT") 36 formează un perete interior al ansamblului de canale de combustibil 28. PT 36 asigură o conductă pentru agentul de răcire al reactorului și fasciculele sau ansamblurile de combustibil 40. PT 36, de exemplu, susține în general două sau mai multe ansambluri de combustibil 40 și acționează ca o conductă pentru agentul de răcire al reactorului care trece prin fiecare ansamblu de combustibil 40. Un spațiu inelar 44 este definit de un gol între fiecare PT 36 și CT 32 corespunzător. Spațiul inelar 44 este umplut în mod normal cu un gaz circulant, cum ar fi dioxid de carbon uscat, heliu, azot, aer sau amestecuri ale acestora. Unul sau mai multe distanțiere inelare sau arcuri cu manșetă 48 sunt dispuse între CT 32 și PT 36. Distanțierele inelare 48 mențin golul dintre PT 36 și CT 32 corespunzător, permițând în același timp trecerea gazului inelar prin și în jurul distanțierelor inelare 48.

[0030] Așa cum se arată și în FIG. 2, fiecare capăt al fiecărui ansamblu de canale de combustibil 28 este prevăzut cu un ansamblu fitting de capăt 50 situat în afara plăcii de tuburi 18 corespunzătoare. Fiecare ansamblu fitting de capăt 50 include un corp de fitting de capăt 57 și o căptușeală de fitting de capăt 58. La capătul terminal al fiecărui ansamblu fitting de capăt 50 este prevăzut un dop de închidere 52. Fiecare ansamblu fitting de capăt 50 include de asemenea un ansamblu de alimentare 54. Ansamblurile de alimentare 54 alimentează agentul de răcire al reactorului în sau îndepărtează agentul de răcire al reactorului din tuburile PT 36 prin intermediul tuburilor de alimentare 59 (FIG. 1). În particular, pentru un singur ansamblu de canale de combustibil 28, ansamblul de alimentare 54 de la un capăt al ansamblului de canale de combustibil 28 acționează ca un alimentator de intrare, iar ansamblul de alimentare 54 de la capătul opus al ansamblului de canale de combustibil 28 acționează ca un alimentator de ieșire. Așa cum se arată în FIG. 2, ansamblurile de alimentare 54 pot fi atașate la ansamblurile de fittinguri de capăt 50 folosind un ansamblu de cuplare 56 care include un număr de șuruburi, șaibe, garnituri și/sau alte tipuri de conectori. Tubul de grătar 65 (descriș mai sus) înglobează conexiunea

dintre ansamblul fitting de capăt 50 și PT 36 care conține ansamblurile de combustibil 40. Rulmenții cu bile de protecție 66 și apa de răcire înconjoară exteriorul tuburilor de grătar 65, ceea ce oferă o protecție suplimentară împotriva radiațiilor.

[0031] Un ansamblu armătură de poziționare 60 și burduful 62 sunt de asemenea cuplate la fiecare ansamblu fitting de capăt 50. Burduful 62 lasă ansamblurile de canale de combustibil 28 să se miște axial - o capacitate care poate fi importantă atunci când ansamblurile de canale de combustibil 28 suferă modificări de lungime în timp, ceea ce este frecvent în multe reactoare. Ansamblurile de armături de poziționare 60 pot fi utilizate pentru a seta un capăt al unui ansamblu de canale de combustibil 28 fie într-o configurație blocată care fixează poziția axială, fie într-o configurație deblocată. Ansamblurile de armături de poziționare 60 sunt de asemenea cuplate la scutul de capăt 64. Ansamblurile de armături de poziționare 60 ilustrate includ fiecare o tijă având un capăt care este primit într-o gaură a scutului de capăt 64 respectiv. În unele exemple de realizare, capătul tijei și gaura din scutul de capăt 64 sunt filetate. Din nou, trebuie înțeles că, deși un reactor tip CANDU™ este ilustrat în FIG. 1-2, dezvăluirea se poate aplica și altor tipuri de reactoare, inclusiv reactoarelor care au componente similare cu cele ilustrate în FIG 1-2.

[0032] FIG. 3 ilustrează o schemă de flux a unui proces de îndepărtare pentru re-tubarea unui reactor nuclear, în conformitate cu unele exemple de realizare. Așa cum se arată în FIG. 3, procesul de îndepărtare începe cu închiderea reactorului 6 (în etapa S70) și pregătirea bolții pentru re-tubare (în etapa S72). Aceste etape pot include diferite activități, cum ar fi golirea combustibilului din reactorul 6, drenarea sistemului de transport al căldurii primare al reactorului, instalarea unui perete de izolare, instalarea și scoaterea unei platforme temporare pe o punte a zonei reactorului pentru a drena ansamblurile de canale de combustibil 28, îndepărtarea punții din zona reactorului, modernizarea uneia sau a mai multor macarale de boltă, uscarea cu vid a unuia sau mai multor sisteme de transport al căldurii ale reactorului și alte activități de drenare, uscare și ventilație. Trebuie înțeles că pașii necesari pentru oprirea reactorului 6 și pregătirea bolții pot varia în funcție de configurația specifică a reactorului.

[0033] În etapa S76, echipamentul de manipulare a materialelor, o platformă de echipamente de re-tubare („RTP”) și alte scule și echipamente sunt instalate. RTP este o platformă reglabilă pe care se efectuează o mare parte din operațiunile de eliminare a componentelor canalului de combustibil. În unele exemple de realizare,

RTP este o mașină de sine stătătoare care nu se bazează pe structurile instalației existente pentru poziționare sau mișcare. Prin urmare, este posibil să fie necesară o legătură minimă structurală la structurile existente ale instalațiilor pentru instalarea RTP, iar orice fixare utilizată este instalată doar temporar. În unele exemple de realizare, coloanele de punte pentru zona reactorului sunt utilizate pentru instalarea RTP. În alte realizări, sunt folosite patru coloane noi. Cele patru coloane noi pot fi amplasate cu precizie în interiorul bolții, în raport cu punctul central al vasului calandria 10, folosind tehnologia de urmărire cu laser. Prin poziționarea coloanelor în acest fel, RTP este poziționată în locația deja construită a vasului calandria 10 (incluzând tangajul și deriva), care pot reduce timpul consumat pentru fiecare tranziție la o nouă etapă sau o serie de îndepărtare pentru alinierea echipamentelor, și oferă o bază de echipamente de precizie care poate permite utilizarea indexării de înaltă precizie la fiecare locație de grătar.

[0034] Instalate și montate pe RTP și care servesc drept bază pentru livrarea sculelor în faza de îndepărtare, sunt una sau mai multe mese de lucru grele („HWT”). Mesele HWT oferă o platformă care susține echipamentele de re-tubare. La finalizarea procesului de îndepărtare, mesele HWT pot fi înlocuite cu mese de lucru de instalare („IWT”).

[0035] Pentru pregătirea înlăturării ansamblurilor de canale de combustibil 28, dopurile de închidere 52 și ansamblurile de armături de poziționare 60 sunt îndepărtate din ansamblurile de canale de combustibil 28 (la etapele S78, S80). De asemenea, la etapa S82, ansamblurile de alimentare 54 sunt deconectate de la fittingurile de capăt 50. Aceste îndepărtări pot fi efectuate folosind sculele instalate și operate manual. În unele exemple de realizare, două sau mai multe echipe pe fața reactorului pot fi utilizate pentru a efectua aceste îndepărtări și deconectări. Aceste serii pot fi serii complete ale feței; cu toate acestea, natura manuală și dimensiunea sculelor necesare pentru aceste serii permit suprapunerea între aceste serii.

[0036] Așa cum se arată în FIG. 3, pentru a îndepărta ansamblurile 28 de canale de combustibil, burdufurile 62 sunt de asemenea tăiate (în etapa S84). Pentru a tăia burdufurile 62, pe HWT poate fi instalată o sculă de tăiere a burdufului inelar al canalului de combustibil (de exemplu, susținută de RTP). Burdufurile 62 sunt tăiate în mod obișnuit dintr-un atașament de fitting de capăt la flanșa burdufului. Tuburile PT 36 sunt, de asemenea, tăiate (în etapa S86) folosind o sculă de separare a PT. Tuburile PT 36 sunt de obicei separate la limita fittingului de capăt 50 care înconjoară

PT 36. Cu toate acestea, tuburile PT 36 pot fi separate în diferite poziții, inclusiv în centrul PT 36. Poziția sculei de tăiere a PT poate fi modificată după cum este necesar pentru a tăia tuburile PT 36 în locația(iile) dorită(e).

[0037] Așa cum am menționat mai sus, sistemul paletă de îndepărtare este utilizat pentru a îndepărta fittingurile de capăt 50 (în etapa S88). Pentru a efectua acest proces de îndepărtare, în unele exemple de realizare, paleta începe cu un dispozitiv de prindere a fittingului de capăt montat pe capătul unei acționări cu lanț. Un vas de primire este încărcat pe paletă de sus, folosind un pod rulant. Sistemul de lanț rigid avansează prin centrul vasului de primire pentru a prinde fittingul de capăt 50, apoi trage fittingul de capăt 50 în vasul de primire. În unele exemple de realizare, nu sunt necesari operatori pe RTP în timpul îndepărtării fittingului de capăt. Cu toate acestea, echipamentul poate fi protejat și controlul local poate fi susținut, astfel încât să poată exista contact vizual direct cu echipamentul. Înlăturarea vaselor pline și instalarea de vase goale poate avea loc în timp ce RTP este în poziția „acasă”, care este la nivel cu podeaua bolții. Odată pregătit sistemul de îndepărtare, RTP poate fi ridicată la rândul necesar, iar echipamentele pot fi acționate pentru a îndepărta fittingurile de capăt.

[0038] Odată ce fittingurile de capăt 50 sunt îndepărtate și plasate într-un vas de primire, ele pot fi transportate pentru eliminare. De exemplu, așa cum s-a descris mai sus, un sistem de cărucior sau un vehicul ghidat automat poate fi instalat în bolta reactorului care se extinde prin blocajul de aer și este utilizat pentru a transfera componentele eliminate în afara bolții. Sistemele pot elimina sau reduce multe transferuri periculoase implicate în transferurile operate manual.

[0039] După cum este ilustrat în FIG. 3, după îndepărtarea fittingului de capăt, tuburile PT 36 sunt îndepărtate (în etapa S90) prin împingerea pe PT 36 de la un capăt al reactorului cu o sculă de împingere montată pe paleta de îndepărtare din partea opusă a reactorului. Pe aceeași paletă este montat un vas de depozitare utilizat ca și fittinguri de capăt 50. Depozitarea poate fi utilizată pentru a reduce la minimum răspândirea contaminării de la PT 36 și pentru a captura orice fragmente din distanțierele inelare 48. Vasul de depozitare este împins în tubul de grătar 65 până la CT 32. Împingerea PT 36 poate fi realizată din partea opusă a reactorului cu un cep posterior care baleiează fragmentele de distanțier inelar 48 depozitate. Curățarea fragmentelor de distanțier inelar 48 din zona evazată a CT 32 poate fi, de asemenea, efectuată prin această baleiere.

[0040] Fie înainte, fie după îndepărtarea PT, inserțiile de tub calandria 34 pot fi eliberate și îndepărtate (în etapa S92). Eliberarea și îndepărtarea inserțiilor de CT este descrisă mai detaliat mai jos. După ce inserțiile de tub calandria 34 și PT 36 sunt îndepărtate, tuburile CT 32 sunt îndepărtate (în etapa S94) și procesul de îndepărtare este complet.

[0041] FIG. 4 ilustrează un exemplu de realizare a unei mese de lucru grea („HWT”) 96 instalată pe o platformă de echipamente de re-tubare („RTP”) 95 adiacentă la capătul 24 al reactorului nuclear. O masă HWT similară poate fi instalată în vecinătatea capătului 22 al reactorului nuclear. HWT 96 și orice echipamente montate pe HWT sunt controlate de o stație de control (nu este prezentată).

[0042] O sculă de îndepărtare a inserției tubului calandria, sculă de îndepărtare CTI 100, este montată pe HWT 96 și este poziționată pentru a îndepărta inserțiile de tub calandria 34 din placa de tuburi 18 la capătul 24. Controlul unei poziții a sculei de îndepărtare CTI 100 în raport cu scutul de capăt 64 și funcționarea sculei 100 poate avea loc de la stația de control. În mod specific, operatorul poate controla înălțimea RTP 95 de-a lungul axei Y, locația sculei de îndepărtare CTI 100 pe HWT 96 de-a lungul axei X și pasul în raport cu scutul de capăt 64 pentru a orienta axa Z să fie perpendiculară pe scutul de capăt 64. În unele exemple de realizare, înălțimea RTP 95 poate fi reglată cu șuruburi cu bilă, de exemplu, printr-un șurub cu bilă la fiecare colț al RTP 95.

[0043] Atunci când scula de îndepărtare CTI 100 este aliniată cu deschiderea selectată din scutul de capăt 64, operatorul poate introduce scula de îndepărtare CTI 100 în canalul de combustibil corespunzător de-a lungul axei Z. Scula de îndepărtare CTI 100 poate include orice număr de senzori adecvați și/sau camere de luat vederi pentru a verifica dacă scula de îndepărtare CTI 100 este aliniată corespunzător cu deschiderea respectivă din scutul de capăt 64.

[0044] O sursă de energie de încălzire prin inducție și un sistem de control 98 prezentate în FIG. 4, pot fi utilizate pentru a controla secțiunea de încălzire 108, și mai precis, elementul de încălzire 118 al sculei de îndepărtare CTI 100, descris mai detaliat mai jos.

[0045] FIG. 5A este o vedere în perspectivă din stânga a HWT 96 și a sculei de îndepărtare CTI 100. FIG. 5B este o vedere în perspectivă din dreapta a HWT 96, a sculei de îndepărtare CTI 100 și a scutului de capăt 64 la capătul 24 al reactorului nuclear 6. După cum se va înțelege, scula de îndepărtare CTI 100 poate funcționa

pe o HWT la capătul opus 22 al reactorului nuclear 6. După dopurile de închidere 52, poziționarea ansamblurilor de armături 60, ansamblurile de alimentare 54, și după ce fittingurile de capăt au fost îndepărtate, un dop de protecție temporar (neprezentată) este introdus prin scutul de capăt 64 în tubul de grătar 65. În unele exemple de realizare, dopul de protecție temporar poate fi conținut cu un ansamblu manșon de grătar („LSA”), denumit și „cep” 68. În unele exemple de realizare, cepul 68 poate include un manșon, un dop de protecție temporar în interiorul manșonului și o flanșă. În unele exemple de realizare, burduful 62 poate fi de asemenea îndepărtat fie înainte, fie după ce dopul de protecție temporar este introdus prin scutul de capăt 64 în tubul de grătar 65.

[0046] În unele exemple de realizare, scula de îndepărtare CTI 100 este aliniată cu scutul de capăt 64 prin intermediul cepului 68. Dopul de protecție temporar al cepului 68 poate fi îndepărtat înainte de introducerea sculei de îndepărtare CTI 100. Cepul 68 poate rămâne și acționează ca un manșon care poate proteja burduful 62.

[0047] Scula de îndepărtare CTI 100 poate fi apoi mutat pe direcția săgeții 102 pentru a fi introdusă în scutul de capăt 64. Orice mijloc adecvat poate fi utilizat pentru a muta scula de îndepărtare CTI 100 în și în afara plăcii de tuburi 18, cum ar fi un lanț de împingere-tragere rigid sau un servomotor cu cremalieră. Poziția sculei de îndepărtare CTI 100 pe HWT 96 poate fi controlată de un operator prin intermediul stației de control. Scula de îndepărtare CTI 100 poate fi introdusă cu precizie la adâncimea dorită, așa cum este discutat în detaliu mai jos.

[0048] FIG. 6 ilustrează scula de îndepărtare CTI 100, într-un exemplu de realizare, mai detaliat. FIG. 7 este o vedere de aproape a unui cap de sculă al sculei de îndepărtare CTI 100 din FIG. 6. Scula de îndepărtare CTI 100 include un cap de sculă 104 și un corp de sculă 106 cuplat la capul sculei 104. Scula de îndepărtare CTI 100 ilustrată este introdusă în tubul de grătar 65. CT 32 poate fi îndepărtat înainte sau după ce scula de îndepărtare CTI 100 eliberează și îndepărtează inserția de tub calandria 34 din placa de tuburi 18. Sculă de îndepărtare CTI 100 este introdusă pe direcția de inserare (săgeata 102) până când întregul cap de sculă 104 trece prin placa de tuburi 18.

[0049] Așa cum se arată în FIG. 6 și 7, capul sculei de îndepărtare CTI 104 ilustrat include trei secțiuni distincte: o secțiune de încălzire 108, o secțiune de îndepărtare CTI 110, secțiune de răcire (nu este prezentată) și o secțiune de prindere CT 112. În alte exemple de realizare, secțiunea de încălzire 108 poate fi poziționată pe o sculă

separată. În unele exemple de realizare, secțiunea de prindere CT 112 poate fi omisă din scula de îndepărtare CTI 100. În unele exemple de realizare, o secțiune de răcire poate fi omisă din scula de îndepărtare CTI 100.

[0050] În unele exemple de realizare, secțiunea de încălzire 108 include un încălzitor, cum ar fi un element de încălzire 118, care se poate rezema pe inserția de tub calandria 34 pentru a încălzi inserția de tub calandria 34 fără a încălzi substanțial placa de tuburi de calandria. În unele exemple de realizare, un încălzitor cu inducție este poziționat în secțiunea de încălzire 108. În unele exemple de realizare, elementul de încălzire 118 poate include bobine, așa cum se arată în FIG. 6 și 7 efectuează încălzirea prin cel puțin una dintre inducție electromagnetică (creând curenți turbionari și, astfel, încălzește interiorul inserției tubului calandria 34), conducție sau convenție.

[0051] În unele exemple de realizare, secțiunea 110 de îndepărtare a CTI include gheare 120 care pot fi utilizate pentru a îndepărta inserția 34 a tubului calandria. În unele exemple de realizare, ghearele 120 pot include trei seturi de gheare poziționate la 120 de grade una de alta, patru seturi de gheare poziționate la 90 de grade una de alta sau două seturi de gheare poziționate la 180 de grade una de alta. În unele exemple de realizare, secțiunea de prindere 110 include o caracteristică de umăr cu o rolă care permite mișcarea de-a lungul CT 32 atunci când inserția de tub calandria 34 este tras. Caracteristica de umăr poate include o bordură sau o muchie care poate permite ghearelor 120 să se cupleze cu inserția de tub calandria 34 și să permită mișcarea axială a sculei de îndepărtare CTI 100 și, prin urmare, gheara 120, pentru a îndepărta inserția de tub calandria 34 din ansamblul de canale de combustibil 28. Gheara 120 poate fi acționată de o tijă de tracțiune sau de rotație și apoi de tragere. În unele exemple de realizare, ghearele 120 pot acționa radial sau axial, independent de scula de îndepărtare CTI 100. În unele exemple de realizare, ghearele 120 pot fi înlocuite de o bordură care se poate mișca axial și radial în raport cu scula de îndepărtare CTI 100 și formată pentru a se cupla cu inserția de tub calandria 34 după răcire.

[0052] În unele exemple de realizare, secțiunea de răcire a sculei de îndepărtare CTI 100 include cel puțin un element de răcire care răcește inserția de tub calandria 34 cu cel puțin una din conducție și convecție. În unele exemple de realizare, elementul de răcire poate include un mediu de răcire, cum ar fi azot lichid, jet de aer rece, serpentine de răcire, baie de alcool, plumb lichid, heliu sau gheață uscată, etc.,

care contactează inserția de tub calandria 34 direct, de exemplu, direcționate prin duze pe scula de îndepărtare CTI 100 sau printr-o barieră. În unele exemple de realizare, elementul de răcire poate include o conductă de căldură. De exemplu, mediul de răcire poate circula pe conducta de căldură a elementului de răcire și este înconjurat de un material conductiv termic, cum ar fi metal, iar materialul conductiv termic al conductei de căldură poate contacta inserția de tub calandria 34 pentru a răci activ inserția de tub calandria 34. În unele exemple de realizare, secțiunea de răcire poate include un radiator pentru a absorbi energia termică din inserția de tub calandria 34, de exemplu, ca un radiator cu corp negru.

[0053] În unele exemple de realizare, ghearele 120 includ o carcasă care se poate extinde pentru a susține inserția de tub calandria 34 pentru a realiza răcirea. În unele exemple de realizare, ghearele contactează inserția de tub calandria 34 în jurul a cel puțin unei porțiuni a diametrului interior al inserției de tub calandria 34. În unele exemple de realizare, ghearele contactează o majoritate a diametrului interior al inserției de tub calandria 34.

[0054] În unele exemple de realizare, secțiunea de prindere CT 12 include graifere 122 care pot include graifere cu acțiune dublă sau două seturi separate de graifere care pot fi utilizate pentru a menține CT 32 staționar în timp ce inserția de tub calandria 34 este îndepărtată. În unele exemple de realizare, graiferele 122 pot prinde separat tubul CT 32 și pot prinde inserția de tub calandria 34, de exemplu, pentru a reseta tubul calandria 34 dacă este aliniat greșit. În unele exemple de realizare, graiferele 122 pot include trei seturi de graifere poziționate, de exemplu, la 160 de grade distanță, la 120 de grade distanță, patru seturi de graifere la 90 de grade distanță sau două seturi de graifere la 180 de grade distanță. Graiferele 122 pot folosi frecarea pentru a prinde CT 32 sau inserția de tub calandria 34 și pot fi acționate de o tijă de tracțiune sau de rotație.

[0055] FIG. 9 ilustrează scula de îndepărtare CTI 100, într-o altă realizare, incluzând o secțiune de răcire, așa cum este descris mai sus, ilustrată ca secțiunea de răcire 111 cu un răcitor, respectiv elementele de răcire 121. FIG. 10 este o vedere de aproape a capului de sculă al sculei de îndepărtare CTI 100 din FIG. 9, și FIG. 11 este o altă vedere de aproape a capului de sculă.

[0056] În alte realizări, elementul de încălzire 118, ghearele 120 și elementul de prindere 122 pot fi poziționate în diferite locații pe capul sculei 104 de îndepărtare CTI.

[0057] În uz, scula de îndepărtare CTI 100 și componentele sale pot fi utilizate pentru a efectua încălzirea inserției de tub calandria 34, răcirea inserției de tub calandria 34, prinderea CT 32 și prinderea inserției de tub calandria 34 înainte de a îndepărta axial inserția de tub calandria 34 din ansamblul de canale de combustibil 28. Scula de îndepărtare CTI 100 se poate deplasa axial în interiorul ansamblului de canale de combustibil 28 pentru a permite accesul la componentele sculei de îndepărtare CTI 100 care sunt utilizate pentru a efectua aceste operațiuni. Aceste operațiuni sunt discutate în detaliu, mai jos.

[0058] Capul 104 al sculei de îndepărtare CTI ilustra în FIG. 6 și 7 este complet introdus în placa de tuburi calandria 18 (de-a lungul direcției săgeții 102) astfel încât secțiunea de încălzire 108 este în mod substanțial aliniată cu inserția de tub calandria 34. În unele exemple de realizare, elementul de încălzire 118 este poziționat rezemat sau adiacent inserției de tub calandria 34. În unele exemple de realizare, elementul de încălzire 118 este poziționat în diametrul interior al inserției de tub calandria 34.

[0059] În unele exemple de realizare, inserțiile de tub calandria 34 sunt separate de placa de tuburi calandria 18 prin încălzire prin inducție. În unele exemple de realizare, inserția de tub calandria 34 este încălzită cu cel puțin una dintre conducție sau convecție.

[0060] În unele exemple de realizare, inserția de tub calandria 34 este încălzită pentru o perioadă stabilită și/sau la o temperatură stabilită. În unele exemple de realizare, încălzirea poate avea loc pe o durată cuprinsă între 1 și 10 secunde, într-un exemplu, 1 și 4 secunde, iar în alte exemple de realizare mai mult de 10 secunde. În unele exemple de realizare, încălzirea poate avea loc pentru a atinge o temperatură țintă cuprinsă între 800 și 1500 de grade Celsius a inserției de tub calandria 34. Într-un exemplu, inserția de tub calandria 34 este încălzită la 1300 grade Celsius în 1,8 la la 2,2 secunde. Unul sau mai mulți senzori, cum ar fi un senzor optic, un termocuplu sau un alt senzor adecvat, pot fi utilizați pentru a măsura diferite caracteristici ale inserției de tub calandria 34.

[0061] În unele exemple de realizare, parametrii electromagnetici ai elementului de încălzire 118 pot fi monitorizați, într-o variantă de inducție electromagnetică a elementului de încălzire 118. În unele exemple de realizare, o perioadă și o temperatură setate pot fi controlate de un sistem de control, cum ar fi sistemul de control 98. Sistemul de control 98 poate fi calibrat pentru a detecta câtă energie este

distribuită inserției de tub calandria 34. Acest lucru poate oferi feedback în timpul unui proces de încălzire pentru a cunoaște modul în care se încălzește inserția de tub calandria 34, de exemplu, prin determinarea cât de mult curent sau tensiune este aplicată sistemului de inducție pentru a realiza încălzirea. Parametrii electromagnetici ai elementului de încălzire 118 pot fi monitorizați, astfel încât să se considere o „trecere” sau „eșec” al unui ciclu de căldură. De exemplu, un ciclu de căldură „trece” sau „eșec” poate fi marcat dacă o anumită cantitate de energie a fost transmisă elementului de încălzire.

[0062] În unele exemple de realizare, diametrul interior al inserției de tub calandria 34 poate fi măsurat, de exemplu, cu un calibru, după încălzire și/sau răcire, pentru a confirma că un diametru interior dorit este atins. Acest lucru se poate face în timpul testării sau în locațiile inițiale. În unele exemple de realizare, aceasta poate permite efectuarea unei a doua încălziri, care poate fi realizată de un element de încălzire de pe aceeași sculă care este utilizată pentru măsurarea diametrului interior. În unele exemple de realizare, ghearele 120 sau graiferele 122 pot oferi feedback cu privire la poziționarea lor și pot oferi detectarea pozițiilor componentelor în cadrul ansamblului de combustibil 28.

[0063] În unele exemple de realizare, inserția de tub calandria 34 este "încălzită la prin șoc termic", de exemplu, folosind încălzirea prin inducție, pentru un anumit profil de timp și energie. Operatorul poate utiliza un cronometru sau un control prin calculator pentru a acționa elementul de încălzire 118 pentru o perioadă de timp stabilită. În unele exemple de realizare, logica de control poate fi utilizată pentru a acționa automat elementul de încălzire 118 până la trecerea unei perioade de timp specifice și/sau până când inserția de tub calandria 34 atinge o temperatură setată sau a fost transmis un nivel dorit de energie.

[0064] După ce inserția de tub calandria 34 a fost încălzită de elementul de încălzire 118, capul sculei de îndepărtare CTI 104 este retras parțial de pe placa de tuburi calandria 18, într-un exemplu, pe direcția săgeții 114, pentru a alinia secțiunea de răcire cu inserția de tub calandria 34.

[0065] Cel puțin un element de răcire al secțiunii de răcire răcește inserția de tub calandria 34 cel puțin prin una dintre conducție și convecție. Răcirea poate fi efectuată imediat ce secțiunea de răcire este poziționată pentru a efectua răcirea.

[0066] În unele exemple de realizare, elementul de răcire răcește inserția de tub calandria 34 pentru o perioadă de timp stabilită și/sau până când inserția de tub

calandria 34 atinge o temperatură setată, de exemplu, între temperatura camerei (de aproximativ 20 de grade Celsius) și 500 de grade Celsius, în exemple, 200 de grade Celsius, 180 de grade Celsius sau 100 de grade Celsius. În unele exemple de realizare, durata de răcire poate fi între câteva secunde (de exemplu, între 3 și 5 secunde) și câteva minute (de exemplu, între 3 și 5 minute) sau mai mult.

[0067] Unul sau mai mulți senzori, cum ar fi un senzor optic, un termocuplu sau un alt senzor adecvat pot fi folosiți pentru a măsura temperatura inserției de tub calandria 34. Operatorul poate utiliza un cronometru pentru a acționa elementul de răcire pentru un timp stabilit. În unele exemple de realizare, logica de control poate fi utilizată pentru a acționa automat elementul de răcire până când a trecut o perioadă specifică de timp și/sau până când inserția de tub calandria 34 atinge o temperatură setată. Această răcire activă se realizează în plus față de orice răcire care apare prin radiație, conducție sau convecție naturală, deoarece căldura se disipează după ce secțiunea de încălzire 108 este îndepărtată de pe inserția de tub calandria 34.

[0068] Inserția de tub calandria 34 este deformată în timpul încălzirii, ceea ce poate duce la reducerea diametrului inserției de tub calandria 34 la răcire. Încălzirea inserției de tub calandria 34 poate provoca deformare plastică și o răcire adecvată poate asigura că inserția de tub calandria 34 este suficient de mică pentru a fi îndepărtată.

[0069] În timpul încălzirii, inserția de tub calandria 34 încearcă să se dilate termic, cu toate acestea, poate fi limitată de diametrul interior al găurilor 19 ale plăcii de tuburi 18, astfel încât materialul încălzit al inserției de tub calandria 34 este împins în fața și în spatele găurii 19. Atunci când inserția de tub calandria 34 este apoi răcită, aceasta se răcește la o formă diferită și un diametru exterior mai mic, datorită deformării plastice a inserției de tub calandria 34 în etapa de încălzire, iar răcirea poate preveni ca excesul de material al inserției de tub calandria 34 deformată plastic să reintre în gaura 19.

[0070] În unele exemple de realizare, poate fi avantajoasă îndepărtarea mai rapidă a inserției de tub calandria 34, de exemplu, atunci când inserția de tub calandria 34 este mai fierbinte și fără răcire, ceea ce poate avea efecte secundare, cum ar fi încălzirea sculei de îndepărtare CTI 100.

[0071] În unele exemple de realizare, poate fi de dorit să se răcească mai repede inserția de tub calandria 34, pentru a obține o deformare plastică mai bună, ceea ce poate duce la o reducere a diametrului interior al inserției de tub calandria 34. Dacă

inserția de tub calandria 34 este răcită lent cu răcire ambiantă, inserția de tub calandria 34 se poate relaxa plastic pentru a se apropia de forma inițială (preîncălzire). În unele exemple de realizare, acest lucru poate fi evitată prin deformarea inserției de tub calandria 34 la o temperatură ridicată și răcirea rapidă a acesteia.

[0072] În unele exemple de realizare, după răcire, ghearele 120 ale secțiunii de îndepărtare a CTI 110 cuplează axial inserția de tub calandria 34 pentru îndepărtare, de exemplu, printr-o bordură sau margine a caracteristicii de umăr a ghearelor 120 care se cuplează cu inserția de tub calandria 34. Ghearele 122 ale secțiunii de prindere CT 112 pot prinde separat CT 32. Apoi, porțiunile de gheare 120 se mișcă axial în raport cu capul sculei 104 pentru a separa inserția de tub calandria 34 de placa de tuburi 18. Exemplele de realizare care au trei seturi de gheare 120 poziționate la 120 de grade între ele pot asigura că inserția de tub calandria 34 este îndepărtată corect.

[0073] În unele exemple de realizare, ghearele 120 pot răci, de asemenea, inserția de tub calandria 34.

[0074] Ghearele 120 sunt utilizate pentru a trage inserția de tub calandria 34 din placa de tuburi 18, în timp ce graiferele 122 țin CT 32 staționar pe poziție. În unele exemple de realizare, umărul cu o caracteristică de rolă se poate deplasa de-a lungul CT 32 atunci când inserția de tub calandria 34 este tras. Apoi, ghearele 120 și/sau o caracteristică de umăr de pe scula de îndepărtare CTI 100 rămân cuplate la o față posterioară a inserției de tub calandria 34 pentru a trage inserția de tub calandria 34 în afară axial, pe măsură ce scula de îndepărtare CTI 100 este retrasă. Capul sculei de îndepărtare CTI 104 și inserția de tub calandria 34 pot fi îndepărtate complet de pe placa de tuburi 18 pe direcția săgeții 114.

[0075] După îndepărtarea inserției de tub calandria 34, un dop de protecție poate fi introdus în deschizătura din tubul de grătar 65 pentru a asigura o protecție împotriva radiațiilor, de exemplu, prin intermediul cepului 68.

[0076] Un proces similar poate fi efectuat pe fiecare capăt 22, 24 al calandria 6 pentru a îndepărta inserția de tub calandria 34 din cealaltă placă de tuburi 18. În unele exemple de realizare, procesele sunt coordonate astfel încât ambele inserții de tub calandria 34 sunt îndepărtate din același canal de combustibil în același timp. Cu toate acestea, o astfel de coordonare nu este necesară.

[0077] Scula ilustrată de îndepărtare CTI 100 poate îndeplini trei funcții distincte: încălzire, răcire și îndepărtare. În unele exemple de realizare, un dop de protecție temporar poate fi îndepărtat de pe manșonul de grătar 65 înainte ca scula de îndepărtare CTI 100 să fie introdusă în manșonul de grătar 65 și să nu fie înlocuit decât după ce inserția de tub calandria 34 este îndepărtată de pe placa de tuburi 18.

[0078] În alte exemple de realizare, două sau mai multe scule pot fi utilizate pentru a îndeplini aceste trei funcții distincte. Sculele pot fi poziționate pe aceeași HWT 96 și pot fi introduse și eliminate în succesiune relativ rapidă, astfel încât dopul de protecție nu trebuie să fie introdus între scule. Prin urmare, după scoaterea dopului de protecție, inserția de tub calandria 34 poate fi încălzită, răcită și îndepărtată înainte de reinstalarea dopului de protecție. Dacă se dorește, se poate utiliza un scut pentru a asigura o protecție parțială între operațiile diferitelor scule și apoi poate fi înlocuit cu un dop de protecție după ce inserția tubului calandria 34 a fost îndepărtată.

[0079] Cu referire la FIG. 8A și 8B, scula de îndepărtare CTI 100 este prezentată pe HWT 96. FIG. 8A este o vedere laterală a unei scule de îndepărtare a inserției de calandria în conformitate cu unele exemple de realizare, incluzând un vas de stocare, vasul 124. FIG. 8B este vederea laterală a sculei de îndepărtare CTI 100 din FIG. 8A, cu vasul 124 omis.

[0080] Așa cum se arată în FIG. 8A, vasul 124 este poziționat pe HWT 96 și scula de îndepărtare CTI 100 se extinde prin vasul 124 și în tubul de grătar 65 al reactorului nuclear. Vasul 124 poate fi format din plumb încorporat în oțel sau dintr-un material adecvat dens, cum ar fi betonul, oțelul sau tungstenul. Inserțiile de tub calandria 34 îndepărtate sunt păstrate în vasul 124 pentru a minimiza expunerea la radiații.

[0081] Inserțiile de tub calandria 34 pot fi colectate axial de-a lungul sculei de îndepărtare CTI 100 (de exemplu, așa cum se arată în FIG. 9 și 11), pe măsură ce scula de îndepărtare CTI 100 îndepărtează inserțiile de tub calandria din locațiile de găuri 19 următoare ale plăcii de tuburi 18. În fiecare locație, inserția de tub calandria 34 este împinsă înapoi axial pe scula de îndepărtare CTI 100. Într-un exemplu, până la zece inserții de tub calandria 34 pot fi colectate pe scula de îndepărtare CTI 100, înainte ca inserțiile de tub calandria 34 să fie depuse în vasul 124.

[0082] În unele exemple de realizare, mai multe inserții de tub calandria 34 (de exemplu, zece) sunt îndepărtate de capul sculei de îndepărtare CTI 104 și apoi trase

în vasul 124 înainte ca vasul 124 să fie îndepărtat de pe RTP 95 și înlocuit cu un vas 124 descărcat.

[0083] În unele exemple de realizare, vasul 124 poate fi omis, iar inserțiile de tub calandria 34 pot fi reținute de un set de graifere sau poate fi realizat un transfer, de exemplu, pe o macara suspendată.

[0084] În unele exemple de realizare, o macara x-y, având un dispozitiv de prindere a două tuburi semi-cilindrice, asemănătoare cu o gheară, pentru a înfășura o sculă de îndepărtare CTI 100. Macaraua poate coborî și ridica articole. Scula de îndepărtare CTI 100 se poate deplasa pentru a depune inserțiile de tub calandria 34 la dispozitivul de prindere al macaralei, iar o macara poate transporta inserțiile de tub calandria 34 îndepărtate într-o zonă de deșeuri.

[0085] Un transformator de încălzitor cu inducție 126 este de asemenea ilustrat în FIG. 8A și 8B și pot fi utilizate pentru a furniza energie sculei de îndepărtare CTI 100 pentru a transforma curentul și tensiunea la parametri necesari pentru a sprijini bobina de încălzire.

[0086] Într-un proces convențional de re-tubare, îndepărtarea unei inserții de tub calandria dintr-o placă de tuburi calandria include, la fiecare canal de combustibil, eliberarea tubului calandria urmată de îndepărtarea inserției de tub calandria. Eliberarea inserției de tub calandria include: scoaterea unui dop de protecție din scutul de capăt și a tubului de grătar, introducerea unei scule de încălzire în scutul de capăt și tubul de grătar pentru a ajunge la placa de tuburi, eliberarea inserțiilor de tub calandria (de exemplu prin încălzire), îndepărtarea sculei de încălzire și înlocuirea dopului de protecție. Procesul de îndepărtare a tubului calandria include apoi: scoaterea dopului de protecție, introducerea unei scule de îndepărtare în scutul de capăt și tubul de grătar pentru a ajunge la placa de tuburi, achiziționarea inserției de tub calandria eliberate cu scula de îndepărtare, îndepărtarea sculei de îndepărtare și a inserției de tub calandria și înlocuirea dopului de protecție.

[0087] După cum se va aprecia, operațiile de eliberare și îndepărtare a inserției de tub calandria, menționate mai sus, efectuate în fiecare locație a inserției (adică fiecare gaură din placa de tuburi), pot fi un proces care consumă timp.

[0088] Așa cum s-a detaliat mai sus, în unele exemple de realizare, cele două operații (eliberarea și îndepărtarea inserției de tub calandria) pot fi combinate într-o singură vizită și o singură introducere a sculei, de exemplu, folosind scula de îndepărtare CTI 100: scoaterea unui dop de protecție, introducerea sculei de

îndepărtare CTI 100, efectuarea eliberării inserției de tub calandria (de exemplu, încălzirea prin inducție) și îndepărtarea inserției tubului calandria (de exemplu, cuplarea inserției tubului calandria și prinderea tubului calandria) și îndepărtarea sculei de îndepărtare CTI 100 și a inserției de tub calandria înainte de înlocuirea dopului de protecție în scutul de capăt și tubul de grătar. Astfel, pot exista economii în timpul de tranziție a echipamentelor și, mai ales, se poate economisi ceva timp în procesului de re-tubare.

[0089] Mai mult, într-un proces de re-tubare convențional, toate inserțiile de tub calandria de pe o singură parte a reactorului ar fi mai întâi eliberate, de exemplu, folosind un sistem de eliberare a inserției de tub calandria folosind un sistem convențional de încălzire prin inducție. Echipamentul ar fi apoi înlocuit cu o sculă convențională de îndepărtare a inserției de tub calandria, utilizată pentru îndepărtarea inserției tubului calandria pentru a scoate toate inserțiile de tub calandria. În unele cazuri, întâlnirea unei inserții de tub calandria nedetașate sau insuficient eliberate ar perturba întregul flux de lucru. Dacă în timpul îndepărtării se întâlnește o inserție de tub calandria cu eliberare insuficientă, sistemul de eliberare a inserției tubului calandria ar trebui să fie reinstalat, iar inserția tubului calandria ar trebui să fie eliberată folosind sistemul de încălzire prin inducție. Aceasta ar consuma probabil un timp semnificativ (de exemplu, câteva zile).

[0090] Prin eliberarea și îndepărtarea inserției de tub calandria 34 cu scula de îndepărtare CTI 100, ca o sculă unică, riscul de a întâlni o inserție de tub calandria 34 care nu este detașată sau este insuficient eliberată, atunci când se încearcă eliminarea inserției de tub calandria 34, poate fi redus. Având funcții atât pentru eliberarea inserției tubului calandria, cât și pentru îndepărtarea inserției tubului calandria într-o singură sculă, se poate efectua rapid o eliberare suplimentară, de exemplu, dacă se întâlnește o inserție de tub calandria cu eliberare insuficientă, fără a ieși din canal sau a instala vreo sculă suplimentară. Astfel, timpul poate fi economisit pe parcursul re-tubării și recondiționării reactorului nuclear.

[0091] Desigur, exemplele de realizare descrise mai sus sunt destinate a fi doar ilustrative și în niciun fel limitative. Exemplele de realizare descrise sunt susceptibile la multe modificări ale formei, aranjamentului pieselor, detaliilor și ordinii de funcționare. Dezvăluirea este destinată să cuprindă toate aceste modificări situate în interiorul scopului, așa cum este definit de revendicări.

REVENDICĂRI

1. Dispozitiv pentru îndepărtarea unei inserții de îmbinare laminată dintre un tub calandria al unui ansamblu de canale de combustibil al unui reactor nuclear și o placă de tuburi a reactorului nuclear, inserția de îmbinare laminată securizând radial tubul calandria la placa de tuburi, dispozitivul cuprinzând:

corp care se extinde axial de la un prim capăt la un al doilea capăt, opus primului capăt;

un încălzitor pentru încălzirea unei inserții de îmbinare laminată la o primă temperatură;

un răcitor pentru răcirea inserției de îmbinare laminată la a doua temperatură;

o bordură pentru cuplarea axială a inserției de îmbinare laminată; și

un dispozitiv de prindere pentru prinderea tubului calandria,

în care încălzitorul, răcitorul, bordura și dispozitivul de prindere sunt în aliniament axial de-a lungul corpului.

2. Dispozitiv conform revendicării 1, în care bordura este extensibilă și retractabilă radial.

3. Dispozitiv conform revendicării 1, în care încălzitorul este poziționat pentru a defini o regiune fără încălzire în care placa de tuburi nu este încălzită atunci când inserția de îmbinare laminată este încălzită.

4. Dispozitiv conform revendicării 1, în care prima temperatură este cuprinsă între 800 °C și 1500 °C.

5. Dispozitiv conform revendicării 1, în care încălzitorul încălzește inserția de îmbinare laminată la prima temperatură în 1,8 la 2,2 secunde.

6. Dispozitiv conform revendicării 1, în care a doua temperatură este cuprinsă între 20 °C și 180 °C.

7. Dispozitiv conform revendicării 1, în care dispozitivul de prindere are rolul de prindere a tubului calandria într-o poziție staționară.

8. O metodă de îndepărtare a unei inserții de îmbinare laminată dintre un tub calandria al unui ansamblu de canale de combustibil al unui reactor nuclear și o placă de tuburi a reactorului nuclear, inserția de îmbinare laminată securizând radial tubul calandria de placa de tuburi, metoda cuprinzând:

încălzirea inserției de îmbinare laminată la o primă temperatură;

după încălzire, răcirea inserției de îmbinare laminată la o a doua temperatură, a doua temperatură fiind mai mică decât prima temperatură;

prinderea tubului calandria; și

cuplarea axială a inserției de îmbinare laminată în timpul prinderii tubului calandria,

în care încălzirea, răcirea, prinderea și cuplarea axială sunt realizate de un singur cap de scule în mișcare axială de-a lungul unei axe definite.

9. Metodă conform revendicării 8, care cuprinde în plus retragerea axială a inserției de îmbinare laminate din placa de tuburi.

10. Metodă conform revendicării 8, în care cuplarea axială a inserției de îmbinare laminate cuprinde extinderea radială a unei borduri pentru a se cupla cu inserția de îmbinare laminată.

11. Metodă conform revendicării 8, în care prima temperatură este cuprinsă între 800 °C și 1500 °C.

12. Metodă conform revendicării 8, în care inserția de îmbinare laminată atinge prima temperatură în 1,8 până la 2,2 secunde.

13. Metodă conform revendicării 8, în care a doua temperatură este cuprinsă între 20 °C și 180 °C.

14. Metodă conform revendicării 8, în care încălzirea definește o regiune de încălzire în care placa de tuburi nu este încălzită atunci când inserția de îmbinare laminată este încălzită.

15. Metodă conform revendicării 8, în care încălzirea are loc prin cel puțin una din inducție, conducție și convecție.

16. Metodă conform revendicării 8, în care răcirea are loc prin cel puțin una din conducție și convecție.

17. Metodă conform revendicării 9, care cuprinde în plus depunerea inserției de îmbinare laminate extrasă într-un flacon de depozitare.

1/13

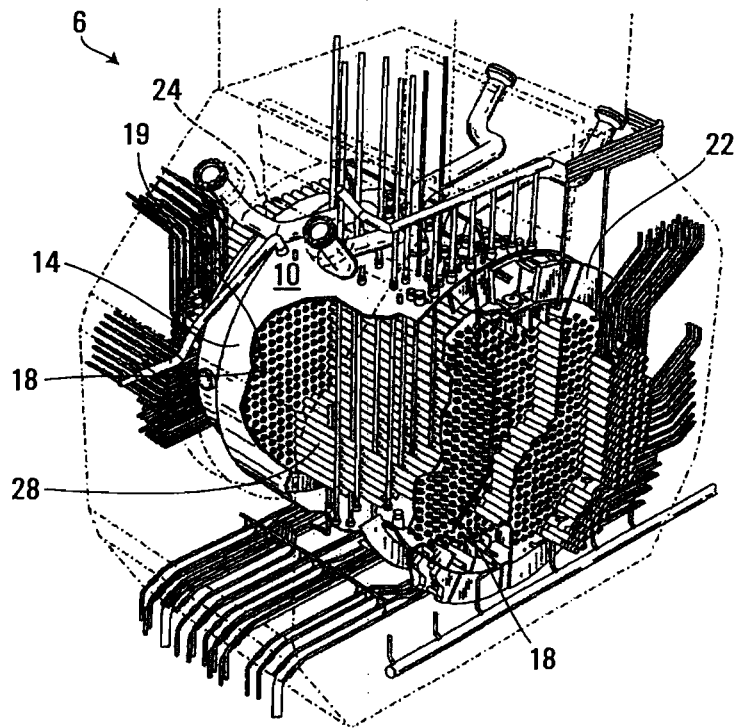


FIG. 1

2/13

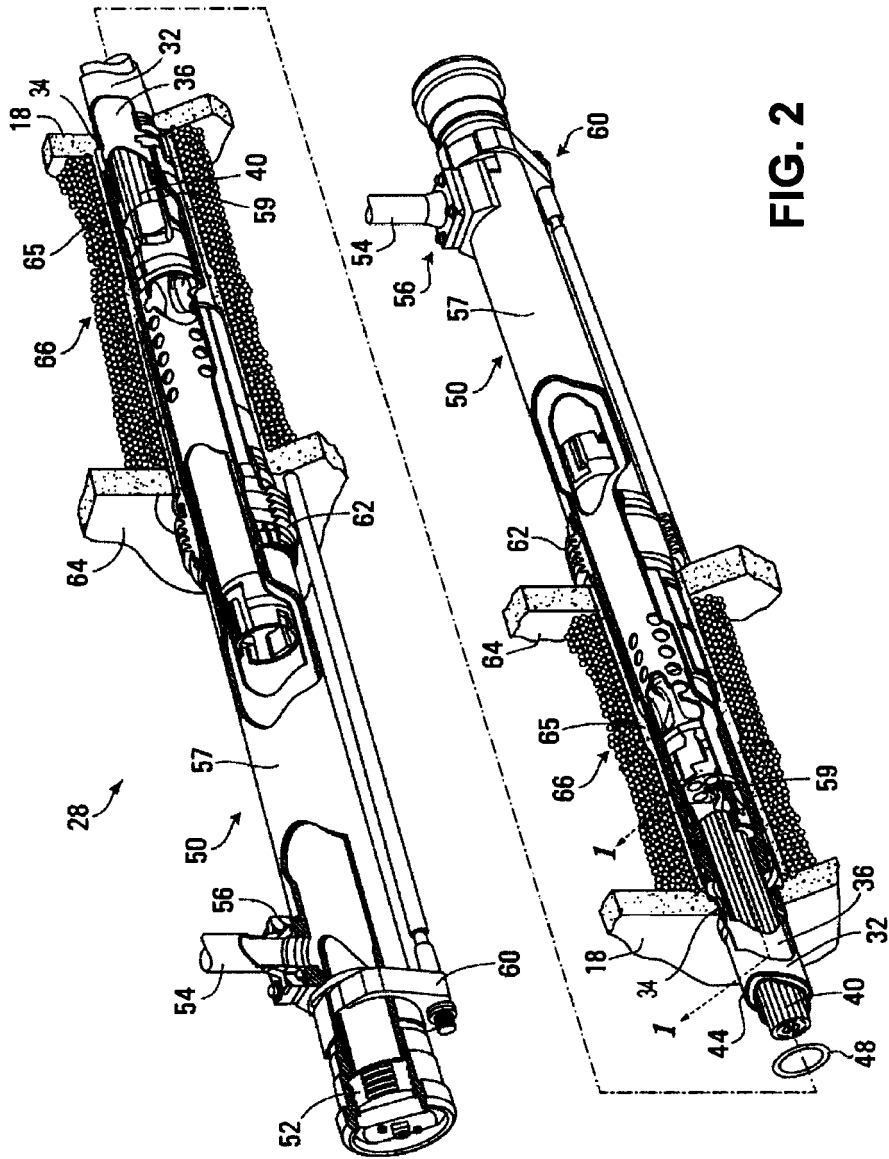


FIG. 2

3/13

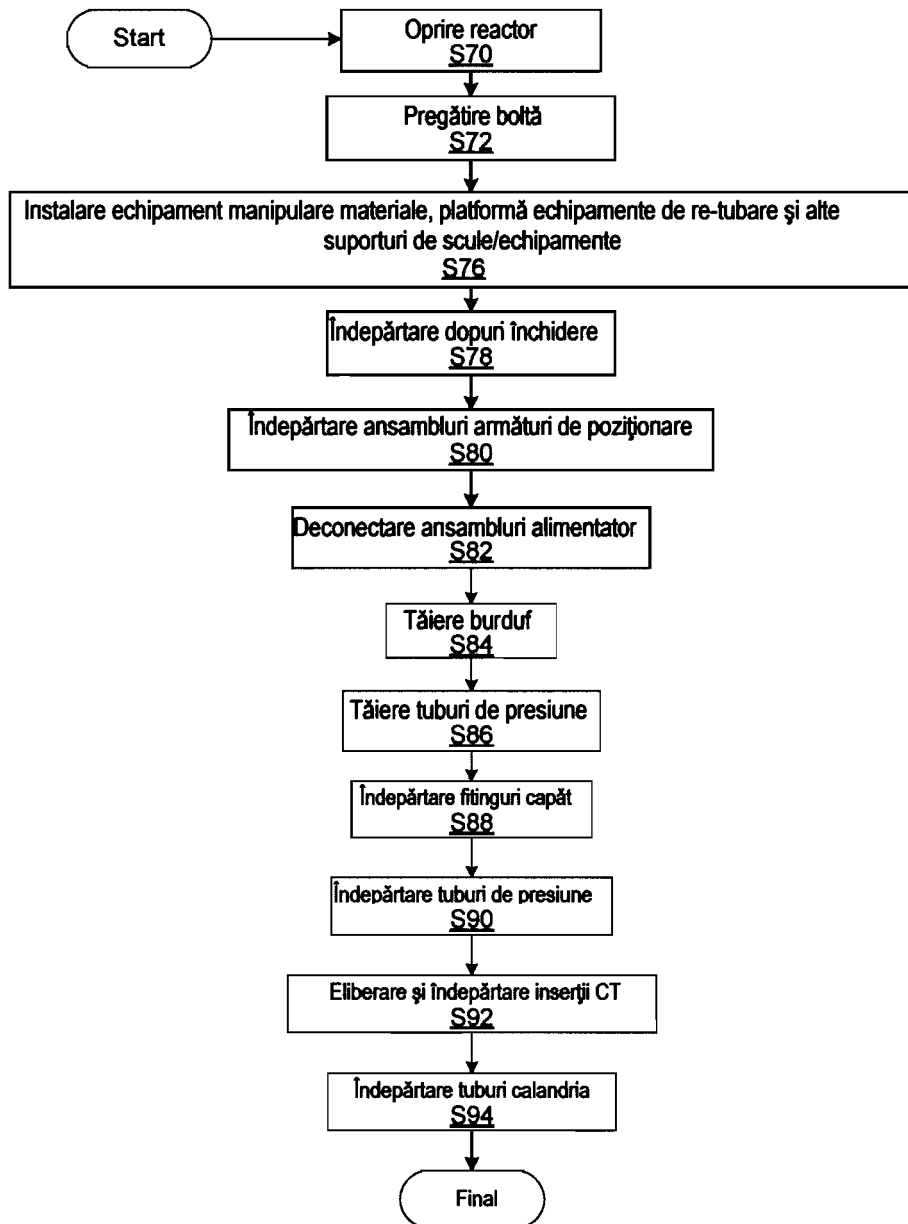


FIG. 3

4/13

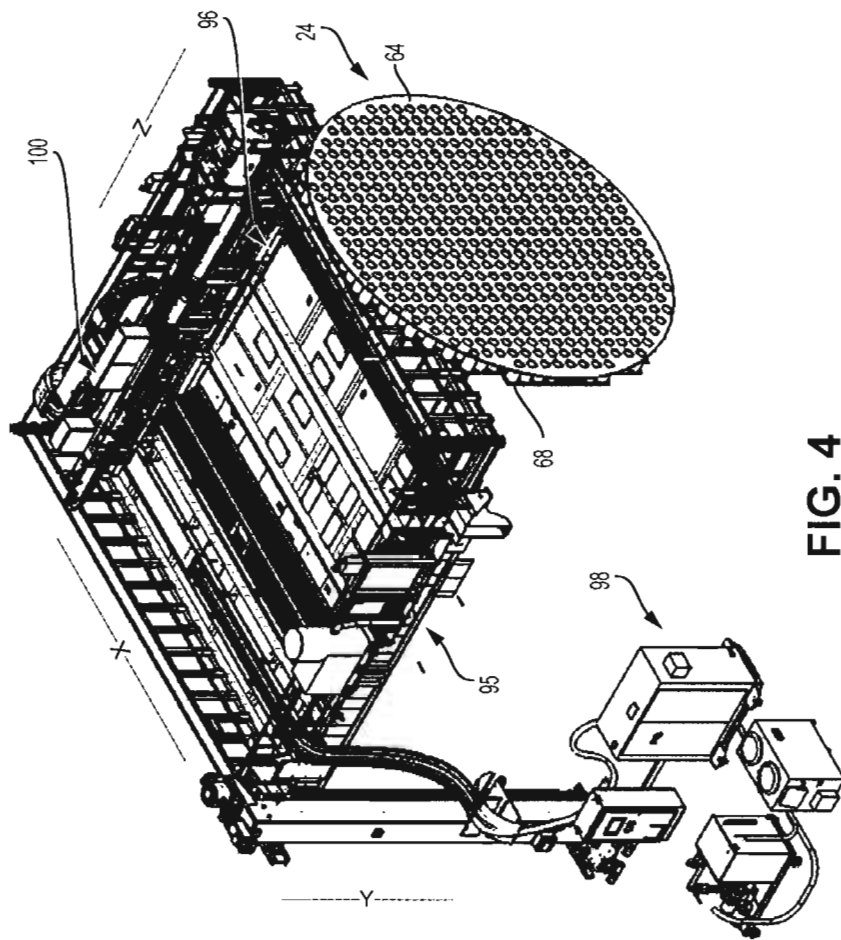


FIG. 4

5/13

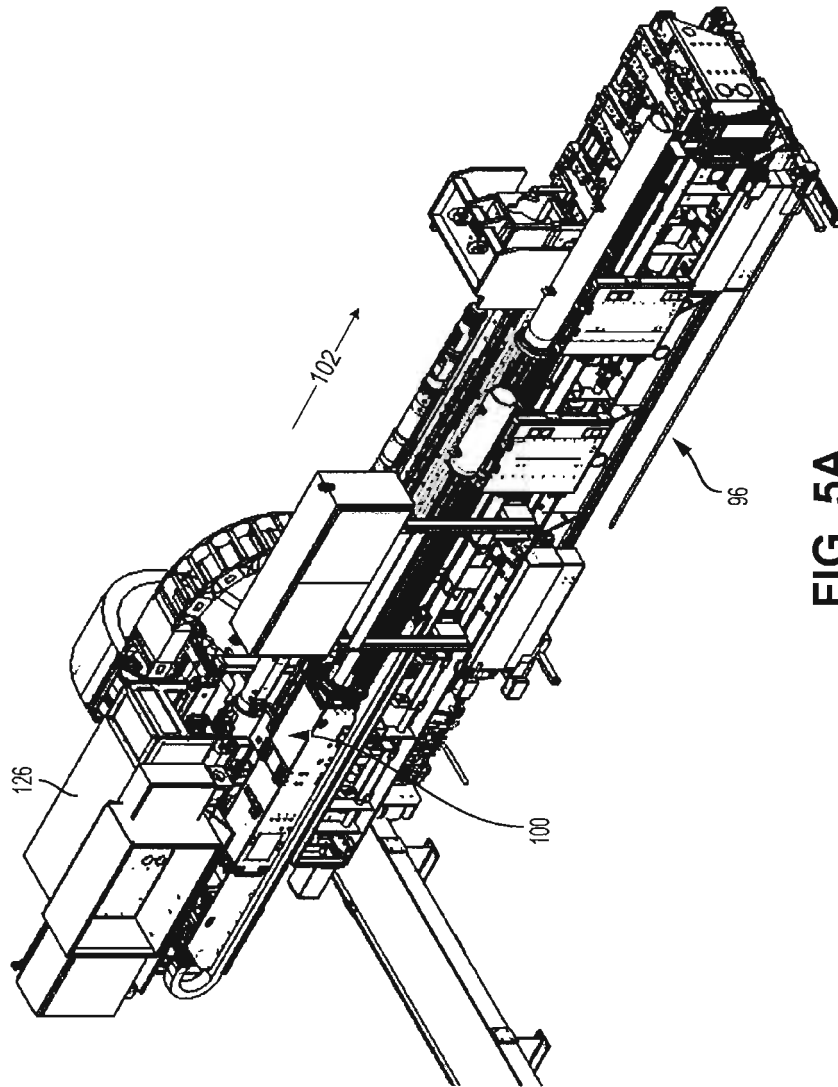


FIG. 5A

6/13

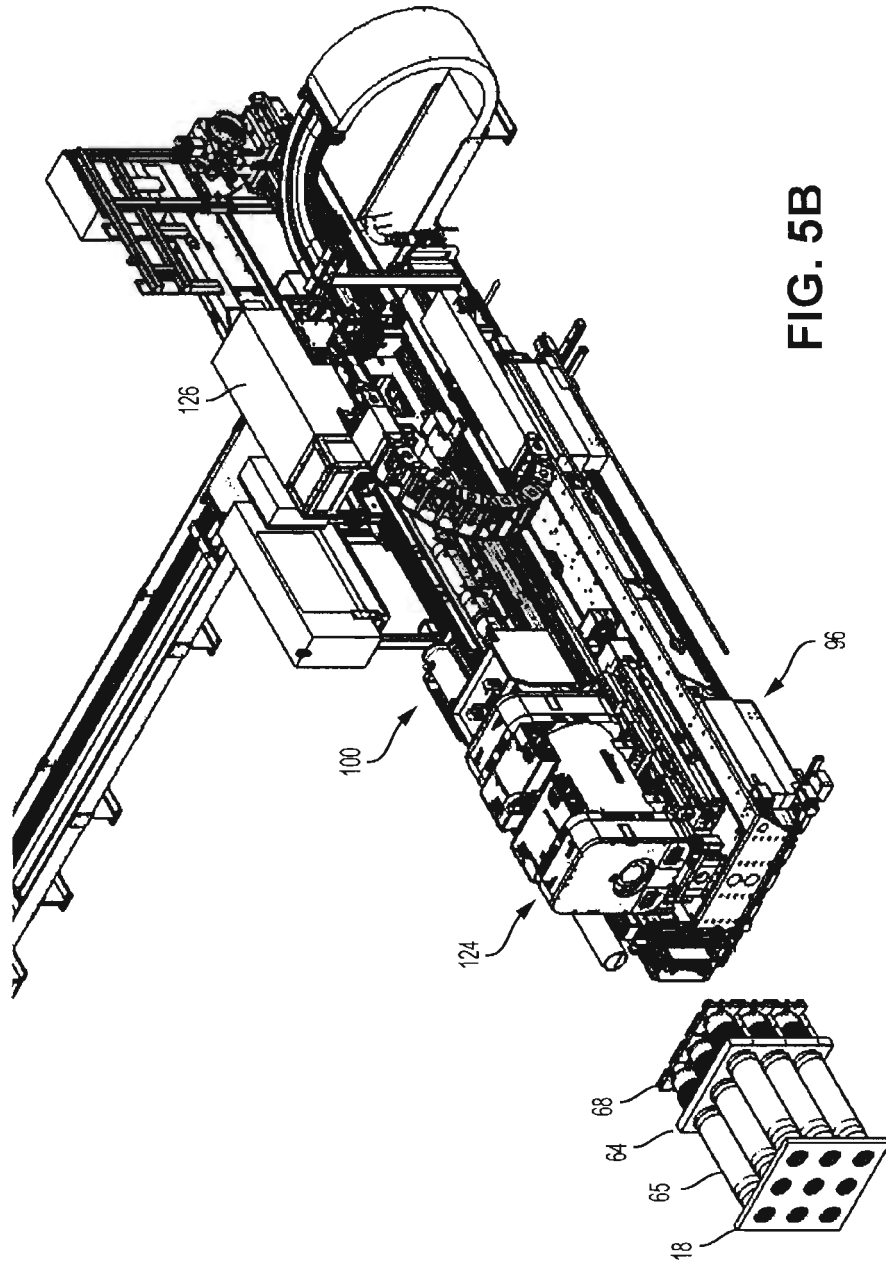


FIG. 5B

82 ✓

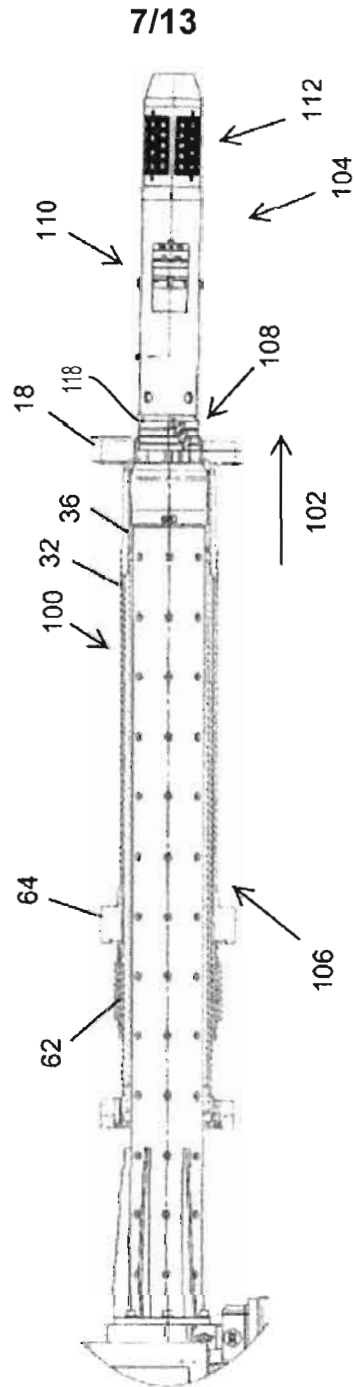


FIG. 6

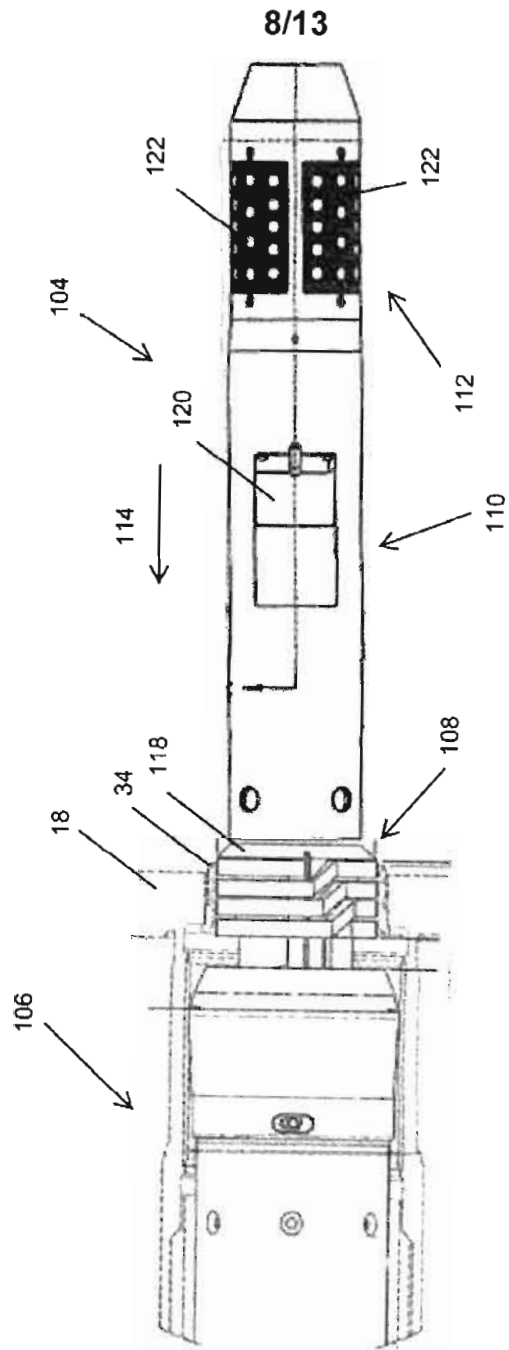


FIG. 7

9/13

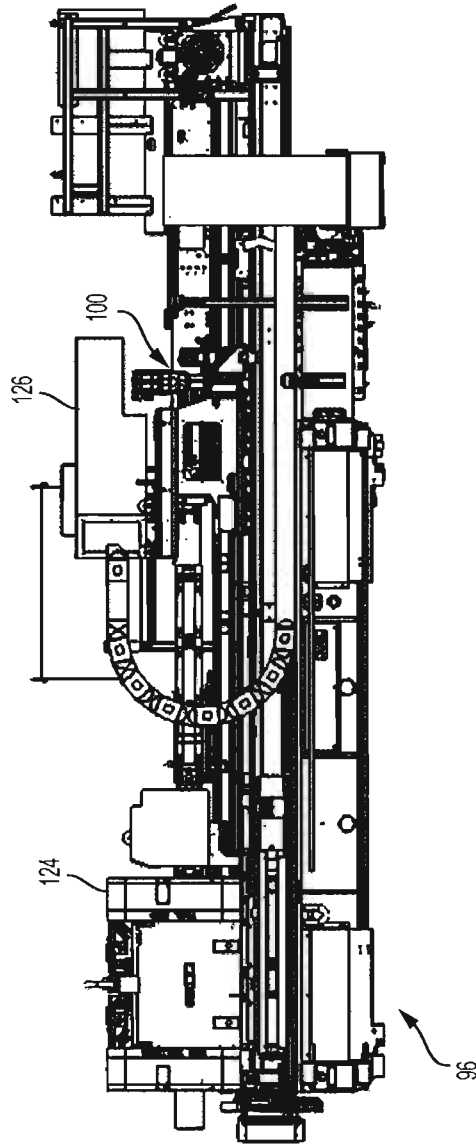


FIG. 8A

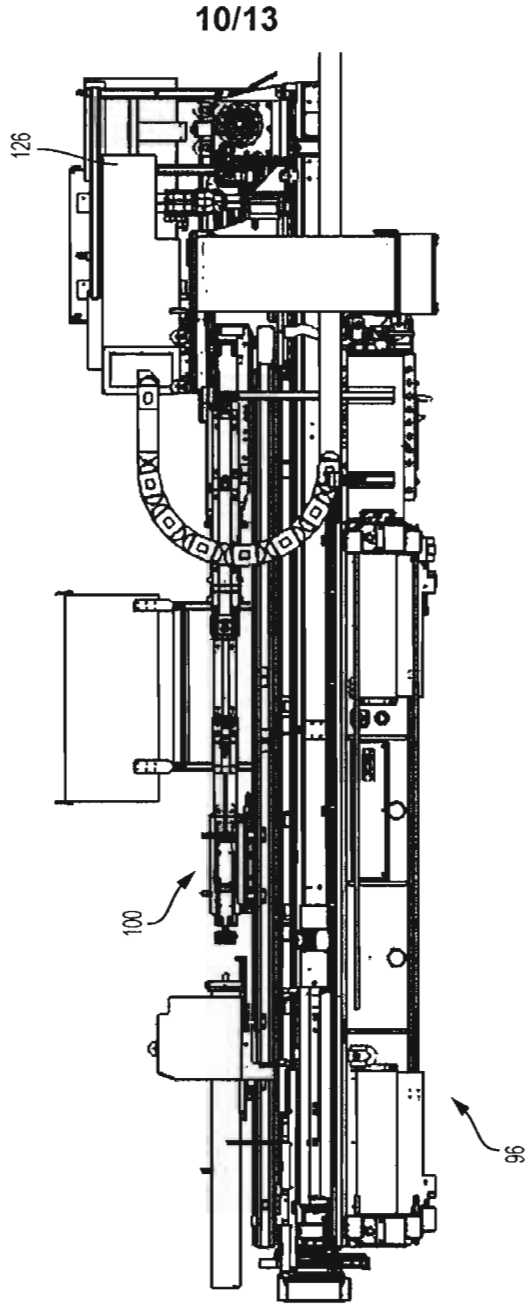


FIG. 8B

11/13

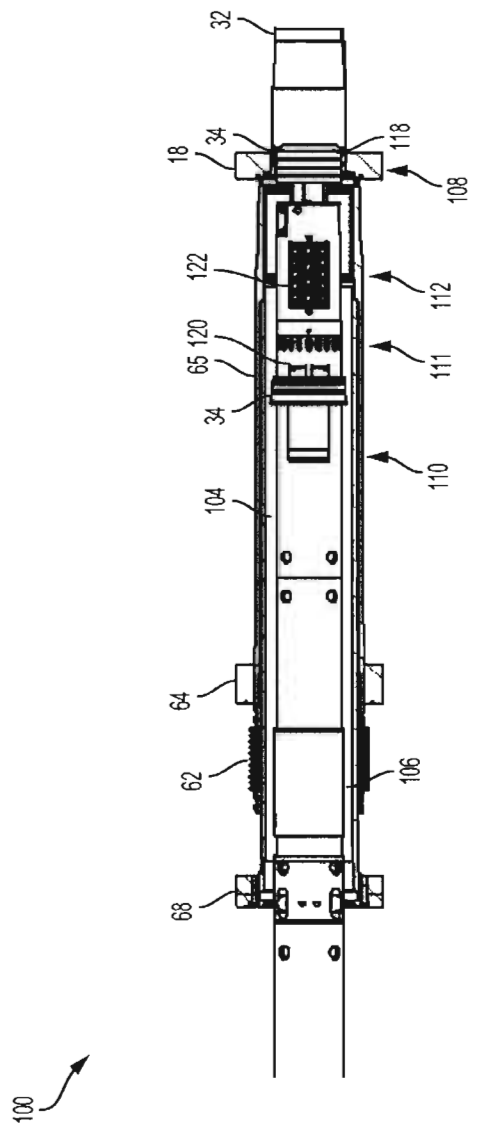


FIG. 9

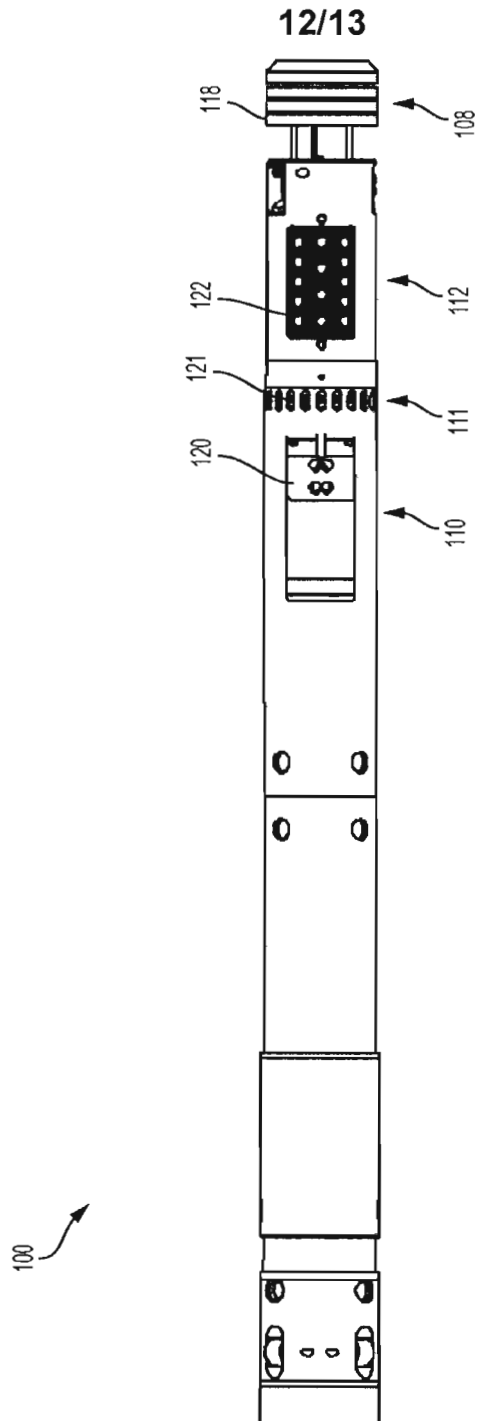


FIG. 10

13/13

100 ↗

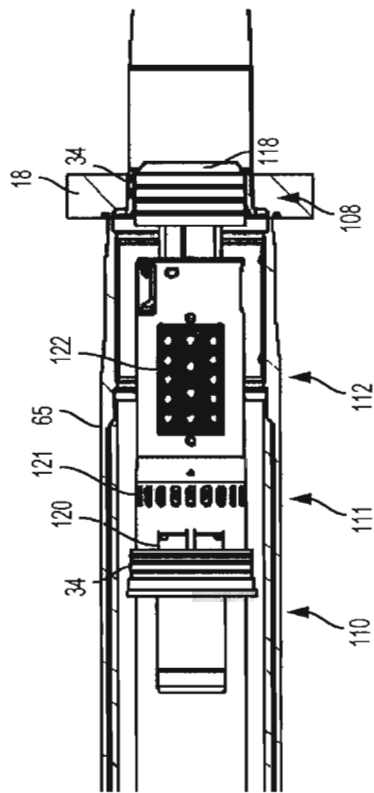


FIG. 11