



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00785**

(22) Data de depozit: **02/11/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/07/2019** BOPI nr. **7/2019**

(30) Prioritate:

03/11/2011 US US, 61/555 375

(41) Data publicării cererii:

30/06/2014 BOPI nr. **6/2014**

(73) Titular:

• **ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED,**
SP1, 3RD FLOOR, E358, 2251
SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, CA

(72) Inventatori:

• **JAROSLAW JAN GOSZCZYNSKI, 1482**
POSTMASTER DRIVE, ONTARIO,
OAKVILLE, CA

(74) Mandatar:

NESTOR NESTOR DICULESCU
KINGSTON PETERSEN - CONSILIERE ÎN
P.I. S.R.L., ȘOS.BUCUREȘTI PLOIEȘTI
NR. 1A, BUCHAREST BUSINESS PARK,
CORP A, ET.1, CAMERELE 9 ȘI 10,
BUCUREȘTI

(56) Documente din stadiul tehnicii:

RO 126167 A2; US 2007237283;
US 4613477 A

(54)

APARAT ȘI METODĂ PENTRU DETECTAREA POZIȚIEI UNUI DISTANȚIER INELAR DINTRE TUBURI CONCENTRICE



RO 129613 B1

1 Prezenta invenție se referă la canale de combustibil pentru reactoare nucleare. Mai
2 precis, invenția se referă la distanțiere inelare pentru utilizarea în canalele de combustibil având
3 tuburi concentrice (de exemplu, un tub calandria cu un tub de presiune interior) ale unui reactor
4 nuclear, din care un exemplu este reactorul CANDU („CANada Deuterium Uranium”). Doar cu
5 titlu de exemplu, reactorul CANDU este un reactor de fisiune moderat cu apă grea, sau cu apă
6 grea și răcit cu apă ușoară, capabil să utilizeze combustibili compuși din uraniu natural, alt
7 uraniu îmbogățit ușor, uraniu reciclat, oxizi micști, actinide fisibile sau fertile și combinații ale
8 acestora.

9 Distanțierile inelare (AS), prevăzute adesea sub forma arcurilor cu manșetă (GS), sunt
10 utilizate în reactoarele CANDU pentru menținerea unui spațiu inelar între două tuburi ale unui
11 ansamblu de canale de combustibil, cum ar fi un tub de presiune interior (TP) și un tub calandria
12 exterior (TC), așa cum a fost menționat mai sus. Tuburile TP sunt situate în interiorul tuburilor
13 TC ale reactorului care izolează tuburile TP de moderatorul de apă grea în calandria. Spațiul
14 inelar dintre tuburile TP și TC este umplut în mod obișnuit cu un gaz inelar. În unele cazuri, sunt
15 utilizate patru distanțiere inelare per ansamblu de canale de combustibil, fiecare într-o poziție
16 axială specifică de-a lungul lungimii canalului de combustibil. Este important ca distanțierile să
17 fie în pozițiile lor corecte, deoarece poziționarea incorectă poate conduce la contactul între TP
18 fierbinte și TC mai rece. Acest contact este inacceptabil.

19 În unele exemple de realizare, un ansamblu de canale de combustibil constă dintr-un
20 TP, două racorduri de capăt și echipamentul necesar, în care TP este conectat la cele două
21 racorduri de capăt printr-o articulație mecanică cu rolă expandată. Un ansamblu burduf roluit
22 în placa tubulară laterală a mașinii de alimentare cu combustibil și sudat la inelul de atașare a
23 burdufului poate fi utilizat pentru etanșarea spațiului inelar la ambele capete. Din acest motiv,
24 în unele exemple de realizare a ansamblului de canale de combustibil, nu există acces direct
25 la spațiul inelar dintre tuburile TP și TC.

26 Un tip cunoscut de distanțier inelar este arcul elicoidal înfășurat strâns. Spre exemplu,
27 un astfel de arc poate avea un diametru exterior de 4,83 mm (0,190 inch), poate fi format ca un
28 tor, utilizând o sârmă inelară Zircaloy-2, și poate fi format dintr-o sârmă de aliaj de zirconiu cu
29 secțiunea transversală pătrată (de exemplu, 1,02 x 1,02 mm (0,040 x 0,040 inch)). Distanțierile
30 pot preveni contactul direct între tuburile TP și TC, care ar fi nedorit datorită susceptibilității
31 crescute de formare a bulelor de aer, când concentrația locală de hidrogen crește datorită
32 pătrunderii deuteriului. În unele exemple de realizare, sunt prevăzute patru distanțiere în fiecare
33 ansamblu de canale distanțate aproximativ la 1,02 m (40 inch) și situate într-o manieră decalată
34 către capătul de evacuare al ansamblului de canale de combustibil. Poziția fiecăruia dintre
35 distanțierile inelare este importantă pentru a asigura faptul că acestea îndeplinesc o varietate de
36 cerințe funcționale, de performanță, siguranță, mediu și inter-dependență ale sistemului.

37 Unele distanțiere inelare sunt distanțiere cu fixare liberă, prevăzute cu un arc cu
38 manșetă și un fir inelar menținut într-o cavitate inelară formată de sârma elicoidală a arcului cu
39 manșetă. Sârma inelară poate permite detectarea unei poziții a distanțierului inelar de-a lungul
40 canalului de combustibil utilizând tehnicile de testare cu curenți turbionari (ECT) (și anume
41 bazate pe faptul că sârma inelară poate fi realizată dintr-un material care formează o buclă cu
42 conductivitate continuă). Alte distanțiere inelare sunt cu fixare strânsă și pot avea o forță de
43 arcuire care le trage strâns pe suprafața exterioară a TP.

44 În multe cazuri, tehnologia cu curenți turbionari nu poate localiza într-o manieră pozitivă
45 distanțierile cu fixare strânsă, deoarece designul distanțierelor cu montaj strâns nu include o
46 sârmă inelară sudată. Alte provocări există în cazul distanțierelor cu montaj liber sau strâns,
47 cum ar fi provocările de identificare a locațiilor acestor distanțiere de-a lungul lungimii axiale a
48 ansamblurilor de canale de combustibil.

RO 129613 B1

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în detectarea și localizarea distanțierelor inelare și a arcurilor cu manșetă utilizate în canalele de combustibil nuclear.	1
Aparatul pentru detectarea poziției unui distanțier inelar dintre tuburile interior și exterior, concentrice atunci când este prezent un gradient de temperatură între ele, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că este alcătuit din:	3
- un ansamblu cap de sondare mobil în tubul interior;	5
- cel puțin un senzor de temperatură cuplat la ansamblul cap de sondare și configurat să detecteze o temperatură a unei suprafețe interioare a tubului interior;	7
- un ansamblu de antrenare operabil să deplaseze ansamblul cap de sondare în raport cu tubul interior;	9
- un sistem de achiziție a datelor cuplat la cel puțin un senzor de temperatură și configurat să recepționeze o multitudine de măsurători de temperatură, în vederea identificării a cel puțin unei poziții de-a lungul suprafeței interioare, având o abatere de temperatură corespunzând unui gradient de temperatură redus.	11
Metoda pentru detectarea poziției a cel puțin unui distanțier inelar dintre tuburile interior și exterior, concentric, având între ele un gradient de temperatură, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că cuprinde următoarele etape:	13
- introducerea unui ansamblu cap de sondare, incluzând cel puțin un senzor de temperatură, în tubul interior;	15
- detectarea temperaturii unei suprafețe interioare a tubului interior într-o multitudine de poziții de-a lungul suprafeței interioare;	17
- identificarea a cel puțin unei poziții de-a lungul suprafeței interioare, având o abatere de temperatură corespunzând cu un gradient de temperatură redus.	19
Aparatul pentru detectarea poziției unui obiect adiacent unui tub având o suprafață interioară, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că este alcătuit din:	21
- un ansamblu cap de sondare susținând cel puțin o sondă de temperatură și mobil axial în interiorul tubului;	23
- ansamblul de centrare poziționând ansamblul cap de sondare în tub într-o poziție în care sonda de temperatură detectează o temperatură a suprafeței interioare a tubului;	25
- un schimbător de căldură cuplat la ansamblul cap de sondare și operabil să modifice temperatura suprafeței interioare a tubului, detectată de senzorul de temperatură.	27
Invenția prezintă următoarele avantaje:	29
- detectarea poziției distanțierelor inelare prin analiză și profilare termică asigură verificarea poziției distanțierelor și a faptului că acestea îndeplinesc o varietate de cerințe funcționale, de performanță, siguranță, mediu și interdependență a sistemului;	31
- locația unui arc cu manșetă montat etanș pe tubul de presiune poate fi realizată cu o toleranță de aproximativ 15 mm sau mai bună, fără utilizarea testării cu curenți turbionari;	33
- temperatura exterioară a tubului calandria poate fi citită și monitorizată din exterior;	35
- numărul de distanțiere care urmează a fi detectate nu trebuie cunoscut înainte de realizarea metodei de detecție, conform invenției, care poate determina eficient atât numărul, cât și poziția distanțierelor inelare;	37
- metoda de detecție, conform invenției, poate funcționa atât în modul "pasiv", fără implementarea unei surse artificiale de căldură și/sau un colector de căldură, cât și în modul "activ", cu utilizarea unei surse separate de căldură și/sau un colector de căldură;	39
- aparatul și metoda de detecție, conform invenției, pot fi utilizate și în alte aplicații, pentru detectarea locației unui obiect din exteriorul unui tub, obiect care nu trebuie neapărat să încercuiască tubul sau să aibă o formă inelară, și nu trebuie neapărat să se situeze într-un spațiu dintre tuburile concentrice.	41
	43
	45
	47

RO 129613 B1

1 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...25, care
reprezintă:

3 - fig. 1, o vedere în perspectivă a unui miez de reactor al unui reactor nuclear de tip
CANDU;

5 - fig. 2, o vedere în secțiune a ansamblului de canale de combustibil al unui reactor
nuclear de tip CANDU;

7 - fig. 3, o vedere în perspectivă a unui distanțier inelar instalat în canalul de combustibil
al unui reactor nuclear de tip CANDU;

9 - fig. 4, o vedere în perspectivă a unui aparat pentru localizarea distanțierelor inelare
dintre tubul de presiune și tubul calandria ale unui ansamblu de canale de combustibil utilizând
11 profilarea termică;

- fig. 5, o vedere în perspectivă a unui cablu de încălzire înfășurat în jurul exteriorului
13 unui tub calandria;

- fig. 6, o vedere frontală a unei casete de comandă a încălzitorului, cuplată funcțional
15 la cablul de încălzire din fig. 5;

- fig. 7, o vedere în perspectivă a unei secțiuni a unei izolații de țeava din fibră de sticlă
17 instalată pe tubul calandria înfășurat cu încălzitorul;

- fig. 8, o vedere în perspectivă a unui bec termostat ce se extinde prin instalație la
19 suprafața exterioară a tubului calandria;

- fig. 9, o vedere în perspectivă a unui termometru digital și de citit pentru monitorizarea
21 vizuală a temperaturii exterioare a tubului calandria;

- fig. 10, o vedere în perspectivă a unui indicator luminos cuplat la caseta de comandă
23 a încălzitorului, pentru a indica momentul în care încălzitorul este activ;

- fig. 11, o vedere în perspectivă a unui ansamblu cap de sondare într-o primă
25 configurație pentru obținerea unui profil de temperatură a interiorului tubului de presiune;

- fig. 12A, o vedere în perspectivă a unui ansamblu de centrare cu roți la o extremitate
27 a ansamblului cap de sondare din fig. 11;

- fig. 12B, o vedere în perspectivă a unui ansamblu de centrare cu roți la cealaltă
29 extremitate opusă a ansamblului cap de sondare din fig. 11;

- fig. 13, un prim șir de blocuri de sonde de temperatură ale ansamblului cap de sondare
31 din fig. 11, incluzând un șir orientat radial de sonde de temperatură;

- fig. 14, un al doilea șir de blocuri de sonde de temperatură ale ansamblului cap de
33 sondare din fig. 11, incluzând un șir orientat radial de sonde de temperatură;

- fig. 15, o vedere în perspectivă a unui bloc alternativ de sonde de temperatură pentru
35 utilizarea împreună cu ansamblul cap de sondare, incluzând un șir ce se extinde axial de sonde
de temperatură într-o singură poziție radială a ansamblului cap de sondare;

37 - fig. 16, o vedere în secțiune a unui bloc alternativ de sonde de temperatură pentru
utilizarea împreună cu ansamblul cap de sondare, incluzând un șir ce se extinde axial de sonde
39 de temperatură într-o singură poziție radială a ansamblului cap de sondare;

- fig. 17, o vedere din față a unei mantale cu apă pentru asigurarea răcirii locale în
41 interiorul tubului de presiune;

- fig. 18, o vedere din lateral a unei mantale cu apă pentru asigurarea răcirii locale în
43 interiorul tubului de presiune;

- fig. 19, o vedere în perspectivă a unui generator de aer rece cuplat la ansamblul cap
45 de sondare pentru a asigura o sursă de aer răcit la o temperatură predeterminată sub cea a
mediului ambiant;

47 - fig. 20, o vedere în perspectivă ilustrând un racord pentru introducerea tubului de
evacuare al generatorului de aer rece în interiorul ansamblului cap de sondare;

RO 129613 B1

- fig. 21, o vedere în perspectivă a unui corp tubular al ansamblului cap de sondare într-o configurație cu lungime redusă în care capătul depărtat al corpului tubular este închis; 1
- fig. 22, o vedere în perspectivă a unui corp tubular al ansamblului cap de sondare într-o configurație cu lungime mare în care capătul depărtat al corpului tubular este deschis; 3
- fig. 23, o vedere în perspectivă a unui sistem de antrenare pentru ghidarea ansamblului cap de sondare prin tubul de presiune; 5
- fig. 24, o vedere de detaliu a sistemului de antrenare din fig. 23; 7
- fig. 25, o vedere în perspectivă a unui sistem de antrenare comandat prin calculator pentru ghidarea ansamblului cap de sondare prin tubul de presiune, și sistemul de achiziție a datelor. 9

Înainte ca oricare dintre exemplele de realizare a invenției să fie explicate, trebuie înțeles faptul că invenția nu este limitată în aplicarea sa la detaliile constructive și aranjamentul componentelor prezentate în următoarea descriere și ilustrate în desenele anexate. Invenția este capabilă de alte implementări și de a fi utilizată sau de a fi pusă în practică în diferite moduri. Spre exemplu, dispozitivele și metodele dezvăluite în cadrul de față sunt introduse și descrise în contextul utilizării într-un canal de combustibil nuclear, și pentru a detecta arcuri cu manșetă sau alte distanțiere inelare. Totuși, dispozitivele și metodele dezvăluite în cadrul de față pot fi utilizate în alte aplicații și medii, și pentru detectarea altor obiecte în afară de distanțiere inelare. Doar cu titlu de exemplu, dispozitivele și metodele pot fi utilizate în aplicații de foraj a puțurilor, pentru a detecta obiecte adiacente sau din jurul echipamentului de foraj, în conducte pentru detectarea pozițiilor echipamentului adiacent, suporturi structurale, alte obiecte și în alte aplicații, așa cum se dorește. 11 13 15 17 19 21

Fig. 1 este o vedere în perspectivă a unui miez de reactor al unui reactor de tip CANDU, cunoscut drept CANDU 6, doar cu titlu de exemplu. Un vas în general cilindric, cunoscut drept calandria **10**, conține un moderator de apă grea. Calandria **10** are o carcasă inelară **14** și o placă de tuburi **18** la un prim capăt **22** și un al doilea capăt **24**. Un număr de ansambluri de canale de combustibil **28** trec prin calandria **10** de la primul capăt **22** la al doilea capăt **24**. 23 25 27

Așa cum este ilustrat în fig. 2, în fiecare ansamblu de canale de combustibil **28**, un tub calandria **32** formează o primă graniță între moderatorul de apă grea al calandria **10** și structura din interiorul TC **32**. Un tub de presiune (TP) **36** formează un perete interior al ansamblului canale de combustibil **28**. TP **36** asigură o conductă pentru ansamblurile agent de răcire și combustibil pentru reactor **40**. TC **32** și TP **36** formează un ansamblu de tuburi concentrice, iar un spațiu inelar **44** este definit drept un gol între TP **36** și TC **32**. TC **32** constituie un tub exterior al perechii de tuburi concentrice, iar TP **36** constituie un tub interior al perechii de tuburi concentrice. Spațiul inelar **44** este umplut în mod normal cu un gaz de circulare, cum ar fi dioxid de carbon uscat, azot, aer sau amestecuri ale acestora. Spațiul inelar **44** și gazul pot fi parte a unui sistem de gaz inelar. Sistemul de gaz inelar are două funcții principale. În primul rând, o limită de gaz între TC **32** și TP **36** asigură izolarea termică între agentul de răcire și combustibilul reactorului fierbinte din interiorul tuburilor TP **36** și tuburile TC **32** relativ reci. În al doilea rând, sistemul de gaz inelar asigură o indicație asupra scurgerii din tuburile calandria, tuburile de presiune **36**, sau conexiunile lor, prin prezența umidității în gazul inelar. 29 31 33 35 37 39 41

O serie de distanțiere inelare **48** este dispusă între TC **32** și TP **36** (și anume între o suprafață exterioară **36_E** a TP **36** și o suprafață interioară **32_I**, a TC **32**). Un astfel de distanțier este prezentat în fig. 3. Din punct de vedere funcțional, distanțierul inelar **48** mențin golul prescris între TP **36** și TC **32** corespondent, concomitent cu permiterea trecerii gazului inelar prin și în jurul distanțierului inelar **48**. Alte funcții ale distanțierului inelar **48** includ găzduirea mișcării axiale relative între TP **36** și TC **32**, concomitent cu limitarea uzurii, zgârieturilor, 43 45 47

RO 129613 B1

1 deformației sau deteriorării tuburilor TP **36** și TC **32**. Deși distanțierele inelare **48** sunt proiectate
în general să limiteze transferul de căldură de la TP **36** la moderatorul de apă grea în timpul
3 condițiilor de funcționare normală a reactorului, distanțierele inelare **48** asigură singurele puncte
de posibilă conducție directă între TP **36** și TC **32** între cele două extremități ale unui ansamblu
5 de canale de combustibil **28**. Deoarece distanțierul inelar **48** este situat în spațiul inelar **44** al
canalului de combustibil, temperatura acestuia poate fi influențată fie de TP **36** fierbinte
7 (aproximativ 300°C în timpul funcționării normale a reactorului în unele exemple de realizare)
sau de TC **32** mai rece (aproximativ 80°C în timpul funcționării normale a reactorului în unele
9 exemple de realizare), în funcție de ce componentă face contact cu distanțierul inelar **48**. Dacă
distanțierul inelar **48** este în contact cu ambele tuburi, acesta va fi supus în mod probabil la un
11 gradient de temperatură între temperaturile TP **36** și TC **32**.

Tot cu referire în continuare la fig. 3, distanțierul inelar **48** este primit în interiorul
13 spațiului inelar **44** între TP **36** și TC **32**, așa cum a fost discutat mai sus. Deși distanțierul inelar
48 este prezentat în fig. 3 ca un distanțier cu fixare liberă incluzând un arc cu manșetă **52** și un
15 fir inelar **56**, distanțierul inelar **48** poate fi un distanțier cu fixare strânsă fără fir inelar, sau poate
adopta un număr de alte forme pentru menținerea spațiului dorit între TP **36** și TC **32**. În unele
17 exemple de realizare, arcul cu manșetă **52** este format dintr-o lungime de sârmă elicoidală **60**.
Cele două extremități **64**, **68** ale sârmei elicoidale **60** pot fi conectate astfel încât arcul cu
19 manșetă **52** formează un toroid **72**. Dacă este prevăzut, firul inelar **56** poate fi menținut în
cavitatea inelară **80** formată de sârma elicoidală **60** a arcului cu manșetă **52**. Arcul cu manșetă
21 **52** poate fi dimensionat să se fixeze etanș în jurul TP **36**, iar în unele exemple de realizare, este
elastic, astfel încât acesta poate fi expandat la o dimensiune mai mare decât un diametru
23 exterior al TP **36** în timpul montajului, rămânând fixat etanș și în siguranță odată poziționat.
Arcul cu manșetă **52** poate fi format dintr-un aliaj pe bază de nichel-crom, cum ar fi INCONEL
25 X-750. În alte exemple de realizare, arcul cu manșetă **52** poate fi format din alte aliaje,
incluzând aliaj pe bază de zirconiu, cum ar fi aliajul ZIRCALOY sau un aliaj zirconiu-niobiu-
27 -cupru. În alte exemple de realizare, arcul cu manșetă **52** poate fi format dintr-un aliaj incluzând,
dar nelimitat la, o combinație de zirconiu, niobiu și cupru.

29 Detectarea poziției fiecărui distanțier inelar **48** este necesară în multe aplicații, în
vederea verificării poziției distanțierului inelar **48**, și astfel pentru a asigura faptul că distanțierul
31 inelar **48** îndeplinește o varietate de cerințe funcționale, de performanță, siguranță, mediu și
inter-dependență ale sistemului. Exemplele de realizare a prezentei invenții asigură un aparat
33 și o metodă pentru localizarea distanțierelor inelare **48** prin analiză și profilare termică a unuia
sau ambelor dintre TC **32** și TP **36** prin detectarea unui răspuns al fiecărui distanțier inelar **48**
35 la un gradient de temperatură prezent între TC **32** și TP **36**. În unele exemple de realizare
locația unui arc cu manșetă montat etanș pe TP **36** poate fi distinsă cu o toleranță de
37 aproximativ 15 mm sau mai bună fără utilizarea testării cu curenți turbionari.

Fig. 4...25 ilustrează un aparat de detecție din laborator **100** și metoda conform anumitor
39 exemple de realizare a prezentei invenții pentru identificarea poziției distanțierelor inelare **48**
între un TC **32** și un TP **36** în exteriorul unui calandria **10**. TC **32** este suspendat între locațiile
41 centrale ale unui grătar din două standuri cu 3x3 grătare **104** (fig. 4). Un prim capăt al aparatului
100 include un racord de capăt **108** complet cu manșon al tubului de presiune fixat cu joc. Acest
43 racord de capăt nu reprezintă un tub liniar. Un manșon de protecție a tubului liniar poate fi
utilizat în racordul primului capăt pentru reținerea tubului de presiune și pentru a asigura o
45 suprafață uniformă de livrare a sculei. Patru arcuri cu manșetă **52** sau alte distanțiere inelare
48 sunt prevăzute între TP **36** și TC **32**. Arcurile cu manșetă **52** pot fi montate etanș pe TP **36**

RO 129613 B1

în unele exemple de realizare. Ar trebui notat, de asemenea, că pot fi prevăzute mai mult sau 1
mai puțin de patru distanțiere inelare **48**, inclusiv niciunul, iar numărul necesar nu trebuie 2
cunoscut înainte de realizarea metodei de detecție, care poate determina eficient atât numărul, 3
cât și poziția distanțierelor inelare **48**.

Din nou cu referire la aparatul **100** din fig. 4, suprafața exterioară **32_E** a TC **32** este 5
înfășurată strâns de un încălzitor **112**, cum ar fi un cablu de încălzire BriskHeat FE (fig. 5) și 7
poate fi înfășurat într-o manieră elicoidală de-a lungul TC **32**. Mărimea pasului cablului de 7
încălzire înfășurat poate fi de aproximativ 2,5", spre exemplu. O casetă de comandă a 9
încălzitorului **116** (fig. 6) poate fi montată în primul capăt al TC **32**, sau în orice altă locație adec- 9
vată. Cablul de încălzire instalat **112** poate fi acoperit cu izolația **120**, cum ar fi o izolație pentru 11
țevi din fibră de sticlă cu grosimea de 2 inch, 6 inch diametru (Mărimea Țevii de Oțel) cu ASJ 11
(căptușeală pentru toate funcțiile), așa cum este prezentat în fig. 7. Izolația **120** poate fi 13
prevăzută în secțiuni cu lungimea de 3 picioare.

Un bec termostat **124** poate fi instalat într-o locație (de exemplu, punctul median de-a 15
lungul TC **32**) pe suprafața exterioară **32_E** a TC **32**, prin izolația **120**, așa cum este prezentat în 15
fig. 8. Becul termostat **124** poate fi cuplat cu caseta de comandă a încălzitorului **116** din fig. 6 17
pentru a menține suprafața exterioară **32_E** a TC **32** la o temperatură cu valoare constantă, 17
pre-determinată, deasupra temperaturii ambiante. Un termometru digital **128** poate fi utilizat, 19
de asemenea, pentru a permite unui operator să monitorizeze vizual temperatura suprafeței 19
exterioare **32_E** a TC **32**, așa cum este prezentat în fig. 9. Indiferent de construcția sa, termo- 21
metrul **128** confirmă faptul că suprafața exterioară **32_E** a TC **32** este încălzită la o temperatură 21
predeterminată deasupra temperaturii mediului ambiant. Acest lucru poate fi realizat ca o etapă 23
inițială într-o metodă de localizare a unui distanțier inelar într-un cadru de laborator, și, mai mult 23
decât atât, poate simula încălzirea suprafeței exterioare **32_E** a TC **32** (de exemplu, din lichidul 25
moderator într-un reactor funcțional). Un indicator luminos **132** poate fi instalat pe caseta de 25
comandă a încălzitorului **116**, așa cum este prezentat în fig. 10, pentru a asigura o indicație 27
vizuală a momentului în care încălzitorul **112** este pornit și oprit.

Un ansamblu cap de sondare **136**, în conformitate cu un exemplu de realizare a 31
prezentei invenții, este ilustrat în fig. 11. Așa cum este prezentat în fig. 12A și fig. 12B (vederi 31
în detaliu ale fig. 11), unele exemple de realizare a ansamblului cap de sondare **136** includ 33
ansambluri de centrare interioare și exterioare **140**, deși un singur ansamblu de centrare poate 31
fi utilizat în alte exemple de realizare.

Oricare sau toate ansamblurile de centrare **140** ale ansamblului cap de sondare **136** pot 33
fi prevăzute cu una, două sau mai multe roți **142** care fac contact și rulează de-a lungul 35
suprafeței interioare **36**, a TP **36** pentru a ajuta la deplasarea lină și ghidarea ansamblului cap 35
de sondare **136** pe măsură ce acesta se deplasează axial în interiorul TP **36**. Exemple de astfel 37
de roți **142** sunt prezentate în fig. 12A și fig. 12B.

Într-o configurație, denumită drept configurația circumferențiară (absolută) a ansamblului 39
cap de sondare **136**, este prevăzut cel puțin un șir radial de senzori de temperatură **144**. O 39
multitudine de blocuri de ghidare tensionate elastic (de exemplu, presate radial către exterior) 41
146 sunt prevăzute în jurul circumferinței ansamblului cap de sondare **136** într-o multitudine de 41
poziții axiale (de exemplu, 2 poziții în construcția ilustrată). Fiecare dintre blocurile de ghidare 43
146 poate susține una sau mai multe sonde de temperatură **150**. În construcția ilustrată, fiecare 43
șir radial de blocuri de ghidare **146** este prevăzut cu o singură sondă de temperatură **150**, astfel 45
că, în total, blocurile de ghidare **146** din fiecare poziție axială asigură un șir radial de sonde de 45
temperatură **150**. Sondele de temperatură **150** pot fi sonde termistor sau termocuplă în orice 47
configurație (de exemplu, sonde termistor pe un ansamblu, sonde termocuplă pe un altul, o 47

RO 129613 B1

1 combinație de sonde termistor și termocuple pe fiecare sau ambele ansambluri, și așa mai
2 departe). În unele exemple de realizare, cu titlu de exemplu, fiecare sondă de temperatură **150**
3 este setată la 0,002 inch peste suprafața exterioară a blocului de ghidare corespunzător **146**
4 pentru a asigura contactul sondei de temperatură **150** cu suprafața interioară **36**, a TP **36** (vezi
5 fig. 13 și fig. 14). Suprafața exterioară a blocurilor de ghidare **146** poate fi, în general, plată, așa
6 cum este prezentată în fig. 13, sau curbată în jurul axei centrale, așa cum este prezentată în
7 fig. 14. Blocurile de ghidare **146** includ suprafețele de capăt conice către exterior **146A** pentru
8 a facilita inserarea mai ușoară în interiorul TP **36**.

9 În cadrul aparatului ilustrat, ansamblul cap de sondare **136** este prevăzut cu o primă și
10 o a doua multitudine de blocuri de ghidare tensionate elastic **146**, fiecare fiind asociat cu un
11 ansamblu de centrare **140**. În acest aranjament, cele două seturi de blocuri de ghidare **146** (și
12 sondele corespondente **150**) sunt distanțate axial unele de altele. Așa cum a fost indicat mai
13 sus, aparatul poate fi prevăzut un singur șir de sonde de temperatură **150** în alte exemple de
14 realizare a prezentei invenții. Așa cum este descris mai în detaliu mai jos, șirul(le) radial(e) de
15 sonde de temperatură **150**, în unele exemple de realizare poate(pot) fi transportat(e) sau
16 antrenat(e) axial la secțiunea(le) suplimentară(e) a TP **36**, pentru a obține date despre profilul
17 de temperatură al secțiunii(lor) suplimentare, sau a întregii suprafețe interioare **36**, a TP **36**.

18 Fig. 15 și fig. 16 ilustrează un ansamblul cap de sondare **236** conform unei construcții
19 alternative a prezentei invenții, denumit ansamblu cap de sondare axial. În această construcție,
20 sunt prevăzute mai multe sonde de temperatură **250** într-un șir axial, cu fiecare sondă de
21 temperatură **250** situată într-o poziție axială unică. În construcția ilustrată, toate sondele de
22 temperatură **250** sunt prevăzute în aliniament într-o poziție radială comună într-un șir. Toate
23 sondele de temperatură **250** din exemplul de realizare ilustrat în fig. 15 și fig. 16 sunt montate
24 pe o bară suport **252** (de exemplu o bară de plexiglas), care este cuplată într-o manieră
25 tensionată elastic (de exemplu, presată radial către exterior) la un corp tubular perforat **254** al
26 ansamblului cap de sondare **236**. În construcția ilustrată, bara suport **252** este cuplată securizat
27 între o pereche de blocuri de ghidare **246**, care sunt presate elastic în raport cu corpul tubular
28 **254**. Blocurile de ghidare **246**, asemenea blocurilor de ghidare **146** din fig. 13 și fig. 14, includ
29 suprafețele de capăt conice către exterior **246A**. Sondele de temperatură **250** pot fi securizate
30 la bara suport **252** individual cu mijloace de fixare corespunzătoare **256** (de exemplu șuruburi
31 de fixare). Fiecare sondă de temperatură poate fi poziționată pentru a face contact cu suprafața
32 interioară **36**, a TP **36** atunci când ansamblul cap de sondare **236** este introdus în TP **36**. Cele
33 două șiruri de sonde de temperatură **250** pot conține termocuple, termistori sau o combinație
34 a ambelor în orice aranjament dorit. Așa cum este descris suplimentar mai jos, șirul de sonde
35 de temperatură **250** poate fi rotit în jurul axei TP **36** pentru a obține date despre profilul de
36 temperatură al suprafeței interioare **36**, a TP **36**, sau cel puțin o secțiune în lungime a acestuia.
37 Ansamblul cap de sondare **236** poate fi transportat sau antrenat axial la secțiunea(le)
38 suplimentară a TP **36** pentru a obține date despre profilul de temperatură al secțiunii(lor)
39 suplimentare, sau a întregii suprafețe interioare **36**, a TP **36**.

40 În mod alternativ sau suplimentar, sistemul și metoda pot utiliza unul sau mai mulți
41 senzori de temperatură fără contact **800**, sau „dispozitive de imagistică termică”, pentru a
42 colecta date reprezentative despre temperatura din diferitele locații de pe suprafața interioară
43 **36**, a TP **36**. Spre exemplu, una sau mai multe camere cu infraroșu **800** poate fi prevăzută pe
44 ansamblul cap de sondare **136**, **236** și introduse în TP **36**, și operate să detecteze profilul
45 temperaturii acestuia și să furnizeze un semnal electric corespunzător, reprezentativ al acestuia.
46 Ansamblul cap de sondare **236** din fig. 19 este ilustrat cu un senzor de temperatură fără contact
47 **800** în scopuri ilustrative.

RO 129613 B1

Fig. 17 și fig. 18 ilustrează o manta cu apă **300** pentru utilizarea împreună cu oricare 1
dintre ansamblurile cap de sondare din fig. 11...16. Mantaua cu apă **300** ilustrată include o 3
bobină suport centrală **302** și o serpentină **304** de tubulatură de apă pentru transportul apei de 3
răcire între un orificiu de intrare **306** și un orificiu de ieșire **308** al mantalei cu apă **300**. Mantaua 5
cu apă **300** poate avea un diametru exterior aproximativ de aceeași mărime cu, sau ușor mai 5
mare decât diametrul interior al TP **36**, astfel că serpentina **304** de tubulatură de apă este 7
presată pe suprafața interioară **36**, a TP **36**. Mantaua cu apă **300** poate fi alimentată cu apă 7
răcită (de exemplu, livrată axial în josul centrului tubului de presiune) pentru a produce un efect 9
de răcire localizat la sau adiacent ansamblului cap de sondare **136**, **236**. Astfel, mantaua cu apă 9
300 poate acționa ca un colector de căldură activ pentru creșterea gradientului de temperatură 11
între suprafața interioară **36**, a TP **36** și suprafața exterioară **32E** a TC **32** (care poate fi 11
încălzită), așa cum a fost descris mai sus, imediat înainte sau în timpul detectării temperaturii 13
TP **36**. Spre exemplu, dacă mantaua cu apă **300** este atașată la un capăt depărtat al ansamblu- 13
lui cap de sondare **136**, apa răcită ce se deplasează prin serpentina **304** de tubulatură de apă 15
poate răci suprafața interioară **36**, a TP **36** în locația mantalei cu apă **300**, timp după care 15
ansamblul cap de sondare **136** poate fi deplasat axial de-a lungul TP **36**, pentru a aduce 17
sondele de temperatură **150** ale unuia din șiruri într-o poziție axială adiacentă secțiunii răcite 17
a TP **36**, în vederea realizării măsurătorilor de temperatură ale suprafeței interioare **36**, a TP **36** 19
în secțiunea răcită. În mod alternativ, mantaua cu apă **300** poate fi situată suficient de aproape 19
(de exemplu, imediat adiacent uneia sau mai multor sonde de temperatură **150**) pentru a genera 21
un efect de răcire similar a TP **36** fără deplasarea ulterioară a ansamblului cap de sondare **136**, 21
pentru a lua măsurătorile de temperatură descrise mai sus. Bineînțeles, mantaua cu apă **300** 23
poate fi utilizată cu efect similar cu ansamblul cap de sondare **236** din fig. 15 și fig. 16. Ar trebui 23
înțeles faptul că mantaua cu apă **300** poate transporta apă sau orice alt fluid schimbător de 25
căldură adecvat. 25

Fig. 19 ilustrează un aparat alternativ pentru răcirea activă a suprafeței interioare **36**, a 27
TP **36**. Un generator de aer rece **400** (de exemplu un „ColdGun” disponibil de la EXAIR 27
Corporation) poate fi utilizat pentru a furniza o sursă de aer răcit la o temperatură prede- 29
terminată sub temperatura ambiantă. Aerul răcit poate fi suflat în interiorul TP **36** în jurul și/sau 29
prin ansamblul cap de sondare **136**, **236**. Spre exemplu, fig. 20 ilustrează un racord **404** pentru 31
introducerea unui tub de evacuare **408** al generatorului de aer rece **400** în interiorul ansamblului 31
cap de sondare **236** din fig. 15 și fig. 16. Corpul tubular **254** al ansamblului cap de sondare **236** 33
este perforat prin lateral, prin deschiderile **259**, și include un capăt depărtat deschis **254A** 33
pentru a permite trecere aerului răcit în contact cu suprafața interioară **36**, a TP **36**.

Așa cum este prezentat în fig. 21 și fig. 22, corpul tubular **254** al ansamblului cap de 35
sondare **236** poate fi configurat pentru diferite lungimi axiale corespunzătoare unor construcții 35
de sonde de temperatură cu lungime axială diferită. Sondele de temperatură **250** sau 37
senzorul(ii) de temperatură fără contact **800** nu sunt prezentate aici din motive de simplificare. 37
Când este prevăzut într-o configurație cu lungime redusă, capătul corpului tubular **254** poate 39
fi închis (de exemplu, un capac de capăt **258** este prevăzut peste capătul depărtat **254A**), astfel 39
că este asigurată răcirea localizată prin intermediul deschiderilor **259**. Când este prevăzut în 41
configurația cu lungime mare, capătul depărtat **254A** al corpului tubular **254** poate fi deschis (de 43
exemplu, capacul de capăt **258** este îndepărtat) pentru răcirea tubului de presiune pe o arie 43
largă. Aerul răcit poate fi prevăzut prin capătul depărtat **254A** în locul sau suplimentar 45
deschiderilor **259**. 45

RO 129613 B1

1 Așa cum este prezentat în fig. 23, o tijă de împingere **504** pentru ghidarea ansamblului
cap de sondare **136, 236** prin TP **36** poate include secțiuni de tubulatură (de exemplu, patru
3 tuburi din ABS cu lungimi de 7 picioare). Poate fi prevăzut, de asemenea, un sistem de
antrenare **500** pentru antrenarea ansamblului cap de sondare **136, 236** prin TP **36** (prin
5 intermediul tijei de împingere **504**). Într-o construcție, sistemul de antrenare **500** poate include
două tije de antrenare filetate **508** (de exemplu 3/8-16) împreună cu un cadru asociat **512** și
7 clemele **516** (fig. 24). Într-o configurație de bază, ansamblul cap de sondare **136, 236** poate fi
antrenat manual (cu mâna prin intermediul manivelor **520** cuplate la tijele de antrenare **508**)
9 sau cu o cheie de mână, cum ar fi o mașină de găurit fără fir, iar ansamblul cap de sondare **136,**
236 poate fi antrenat la o viteză relativ stabilă prin TP **36** între măsurătorile de temperatură sau
11 pe măsură ce sondele de temperatură **150, 250** măsoară temperatura suprafeței interioare **36,**
a TP **36**. Totuși, în alte exemple de realizare, ansamblul cap de sondare **136, 236** poate fi
13 antrenat cu un sistem de antrenare comandat prin calculator **500'** (incluzând unul sau mai multe
motoare electrice **524**) pentru a asigura o viteză de antrenare programabilă, predictibilă. În
15 acest fel, datele de poziție pot fi furnizate la un sistem de achiziție a datelor (SAD) împreună cu
datele de temperatură de la sondele de temperatură **150, 250** pentru a genera o valoare de
17 ieșire coordonată, reprezentând profilul temperaturii suprafeței interioare **36,** a TP **36**. Așa cum
este prezentat în fig. 25, semnalele reprezentative ale temperaturilor măsurate pot fi
19 direcționate, prin cablurile sondelor de temperatură **528** printr-o cutie de joncțiune GEC **532,** la
un calculator (de exemplu un laptop **536**) utilizat pentru capturarea, stocarea, procesarea și
21 afișarea datelor achiziționate. Semnalele reprezentative ale datelor de poziție (de exemplu, de
la un codificator al motorului) pot fi direcționate înapoi la calculatorul **536** direct sau indirect prin
23 cablurile motorului **540**. Datele despre temperatură și/sau poziție pot fi afișate în timp real în
unele configurații.

25 Prin crearea unui gradient de temperatură între suprafața exterioară **32_E** a TC și
suprafața interioară **36_I** a TP **36,** și prin obținerea unui profil de temperatură al suprafeței
27 interioare **36_I** a TP **36,** poate fi detectată poziția fiecărui distanțier inelar **48**. Acest lucru poate
fi realizat în exemplele de realizare a prezentei invenții descrise mai sus, prin observarea
29 variațiilor localizate de temperatură din zona fiecărui distanțier inelar **48**. Aranjamentul de
testare descris mai sus prezintă mai multe structuri și metode specifice pentru determinarea
31 pozițiilor distanțierelor inelare **48** într-un aranjament de laborator particular, însă invenția nu este
limitată la aceste construcții, ci poate fi realizată într-o varietate de moduri cu o varietate de
33 echipamente. Formarea profilurilor de temperatură poate fi utilizată pentru detectarea poziției
unui distanțier inelar **48** într-un ansamblu de canale de combustibil, care poate fi adaptat la alte
35 ansambluri de scule specifice, aranjamente de testare și/sau procese fie pentru o setare de
laborator (de exemplu înainte de asamblarea unui ansamblu de canale de combustibil într-un
37 reactor) a unui reactor funcțional, un reactor oprit sau un reactor demontat. În cazul lucrului pe
un reactor funcțional sau un reactor oprit, gradientul de temperatură dintre suprafața exterioară
39 **32_E** a TC **32** și suprafața interioară **36_I** a TP **36** poate fi generat de lichidul moderator încălzit
în exteriorul TC **32** și/sau, opțional, prin răcirea suprafeței interioare **36_I** a TP **36** (de exemplu,
41 în orice manieră descrisă mai sus sau în altă manieră), când combustibilul **40** a fost îndepărtat
din TP **36**.

43 În unele exemple de realizare, gradientul termic detectat de aparatul și metodele
descrise și ilustrate în cadrul de față poate fi generat de lichidul moderator, care este mai rece
45 decât suprafața interioară **36_I** a TP **36** - o stare care poate fi obținută prin permiterea
moderatorului să se răcească suficient (sau chiar răcirea activă a lichidului moderator) și/sau
47 prin încălzirea suprafeței interioare **36_I** a TP **36** într-o manieră similară, așa cum a fost descris
mai sus, în legătură cu dispozitivele de răcire.

RO 129613 B1

Ar trebui să fie clar faptul că prezenta invenție are în vedere atât o metodă de localizare „pasivă”, care nu necesită implementarea unei surse artificiale de căldură sau colector de căldură pentru a mări gradientul termic între TP 36 și TC 32, cât și o metodă de localizare “activă”, care beneficiază de avantajul unei surse separate de căldură și/sau un colector de căldură pentru a genera sau mări un gradient de temperatură și din acest motiv pentru a îmbunătăți capacitatea de detectare a locațiilor distanțierelor inelare 48 (și anume doar în scopul localizării distanțierelor inelare 48). În cadrul metodei pasive, instrumentele de citire (înregistrare)/mapare a temperaturii transpun variația temperaturii (modificările) pe suprafața interioară 36, a TP 36 pentru a identifica, prin anomalia sau abaterea localizată de temperatură (unde temperatura suprafeței interioare 36, a TP 36 este mai apropiată de temperatura suprafeței exterioare 32_E a TC 32; cu alte cuvinte, un gradient de temperatură redus), efectul „scurgerii de căldură” între diferitele piese ale ansamblului de canale de combustibil. Metodele active pot include implementarea „sursei de căldură” continuu sau cu impulsuri specifice, sau a „colectorului de căldură” continuu sau cu impulsuri specifice în interiorul TP 36, înainte de realizarea înregistrării/mapării temperaturii. Ca și în cazul metodei pasive, instrumentele de citire (înregistrare)/mapare a temperaturii transpun variația temperaturii (modificările) pe suprafața interioară 36, a TP 36 pentru a identifica, prin temperatura localizată, efectul „scurgerii de căldură” între diferitele piese ale ansamblului de canale de combustibil. Totuși, într-o metodă activă, „scurgerea de căldură” este îmbunătățită prin pre-încălzirea sau pre-răcirea localizată a suprafeței interioare 36, a TP 36. O locație de contact sau din apropierea contactului dintre TP 36 și TC 32 printr-un distanțier inelar 48 va fi prezentată drept gradientul de temperatură localizat, detectat cu una sau mai multe sonde de temperatură 150, 250 (sau senzori de temperatură fără contact) descrise mai sus, cum ar fi în diferite poziții circumferențiale (de exemplu, în poziția orei 6 sau o poziție din apropiere) sau într-o manieră continuă, în jurul circumferinței lui TP 36.

Ar trebui înțeles și faptul că acest concept de mapare termică pentru localizarea distanțierelor inelare 48 poate fi eficient indiferent care dintre partea interioară și partea exterioară este considerată fața „fierbinte”. Cu alte cuvinte, este posibil să se obțină rezultate bune prin încălzirea suprafeței interioare 36, a TP 36 la o temperatură mai mare decât temperatura suprafeței exterioare 32_E a TC 32.

Mai mult, orice metodă de mapare termică dezvăluită în cadrul de față poate fi complementată prin monitorizarea modificării vitezei (forfecare și/sau longitudinală) în cadrul testului cu ultrasunete (TU) în zona „scurgerii de căldură”, care (modificare a vitezei ultrasonice) va fi un efect al diferenței de temperatură localizată corespunzătoare cu locația contactului între distanțierul inelar 48 și TP 36.

Deși descrierea de mai sus este în legătură cu detectarea distanțierelor inelare dintre tuburile concentrice ale unui ansamblu de canale de combustibil dintr-un reactor nuclear, va fi apreciat faptul că prezenta invenție poate fi utilizată în alte aplicații pentru detectarea locației unui obiect din exteriorul unui tub (și capabilă de detectarea termică printr-un gradient termic în raport cu tubul). Aceste obiecte nu trebuie neapărat să încercuiască tubul sau altfel să aibă o formă inelară și nu trebuie situate neapărat într-un spațiu dintre tuburi concentrice. În consecință, aspectele prezentei invenții își găsesc aplicație în repararea și întreținerea conductelor, sistemelor de foraj și altele asemănătoare.

RO 129613 B1

Revendicări

1
3 1. Aparat pentru detectarea poziției unui distanțier inelar dintre tuburile interior (36) și
5 exterior (32), concentrice atunci când este prezent un gradient de temperatură
între ele, aparatul cuprinzând:

- un ansamblu cap de sondare (136) mobil în tubul interior (36);

7 - cel puțin un senzor de temperatură (144) cuplat la ansamblul cap de sondare (136) și
configurat să detecteze o temperatură a unei suprafețe interioare (36_i) a tubului interior (36);

9 - un ansamblu de antrenare (500) operabil să deplaseze ansamblul cap de sondare
(136) în raport cu tubul interior (36);

11 - un sistem de achiziție a datelor (528, 532, 536, 540) cuplat la cel puțin un senzor de
temperatură (144) și configurat să recepționeze o multitudine de măsurători de temperatură în
13 vederea identificării a cel puțin o poziție de-a lungul suprafeței interioare având o abatere de
temperatură corespunzând unui gradient de temperatură redus.

15 2. Aparat conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acel cel puțin un senzor
de temperatură (144) include o multitudine de sonde (150) poziționabile în contact cu suprafața
17 interioară (36_i) a tubului interior (36), atunci când ansamblul cap de sondare (136) este
poziționat înăuntrul tubului interior (36).

19 3. Aparat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** multitudine de sonde de
temperatură (150) sunt aranjate într-un șir circular într-o primă poziție axială.

21 4. Aparat conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că** mai cuprinde, suplimentar,
o a doua multitudine de sonde de temperatură (150), aranjate într-un șir circular într-o a doua
23 poziție axială.

25 5. Aparat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** multitudine de sonde de
temperatură (150) sunt aranjate într-un șir axial.

27 6. Aparat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** multitudine de sonde de
temperatură (150) sunt cuplate la ansamblul cap de sondare (136) pentru a fi împinse într-o
direcție radială către exterior.

29 7. Aparat conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mai cuprinde, suplimentar,
un un aparat de încălzire activă sau un aparat de răcire activă, configurat să stabilească sau
31 să mărească un gradient termic între suprafața interioară (36_i) a tubului interior și un mediu
exterior (32_E) tubului exterior.

33 8. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de răcire activă
este cuplat la ansamblul cap de sondare (136) și configurat să răcească suprafața interioară.

35 9. Aparat conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de răcire activă
este o manta de răcire cu lichid (300), incluzând o bobină suport centrală (302) și o spiră (304)
37 de tubulatură pentru transportul unui fluid schimbător de căldură răcit.

39 10. Aparat conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de răcire
activă este un generator de aer rece (400).

41 11. Aparat conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** ansamblul de antrenare
include un mijloc de antrenare comandat prin calculator (500').

43 12. Aparat conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** ansamblul de antrenare
(500') este configurat să asigure date de poziție la sistemul de achiziție a datelor destinate a
45 fi corelate cu măsurătorile de temperatură pentru a dezvolta o hartă a temperaturilor de pe
suprafața interioară (36_i) a tubului interior (36).

RO 129613 B1

13. Aparat conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** mai cuprinde, suplimentar, un dispozitiv de afișare (**536**), configurat să afișeze harta temperaturilor în timp real. 1
14. Aparat conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** ansamblul cap de sondare (**136**) include un ansamblu de centrare (**140**) cu roți. 3
15. Aparat conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** ansamblul de antrenare (**500**) include cel puțin o tijă filetată (**508**), configurată să culiseze axial ansamblul cap de sondare (**136**) prin tubul interior (**36**) când este rotit. 5
7
16. Aparat conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acel cel puțin un senzor de temperatură (**144**) include un dispozitiv de imagistică termică fără contact (**800**). 9
17. Metodă pentru detectarea poziției a cel puțin unui distanțier inelar dintre tuburile interior (**36**) și exterior (**32**), concentrice, având între ele un gradient de temperatură, metoda cuprinzând: 11
- introducerea unui ansamblu cap de sondare (**136**), incluzând cel puțin un senzor de temperatură (**144**), în tubul interior (**36**); 13
 - detectarea temperaturii unei suprafețe interioare (**36_i**) a tubului interior (**36**) într-o multitudine de poziții de-a lungul suprafeței interioare (**36_i**); 15
 - identificarea a cel puțin unei poziții de-a lungul suprafeței interioare având o abatere de temperatură corespunzând cu un gradient de temperatură redus. 17
18. Metodă conform revendicării 17, **caracterizată prin aceea că** detectarea temperaturii unei suprafețe interioare (**36_i**) a tubului interior (**36**) într-o multitudine de poziții de-a lungul suprafeței interioare (**36_i**) include asigurarea unei multitudini de sonde (**150**) în contact cu suprafața interioară (**36_i**). 19
21
19. Metodă conform revendicării 18, **caracterizată prin aceea că** detectarea temperaturii unei suprafețe interioare (**36_i**) a tubului interior (**36**) într-o multitudine de poziții de-a lungul suprafeței interioare (**36_i**) include detectarea unei multitudini de temperaturi într-o primă poziție axială de-a lungul suprafeței interioare cu multitudine de sonde (**150**), deplasând multitudine de sonde (**150**) într-o a doua poziție axială de-a lungul suprafeței interioare (**36_i**) cu un ansamblu de antrenare (**500**) cuplat la ansamblul cap de sondare (**136**), și detectarea unei multitudini de temperaturi într-o a doua poziție axială. 23
25
27
29
20. Metodă conform revendicării 18, **caracterizată prin aceea că** detectarea temperaturii unei suprafețe interioare (**36_i**) a tubului interior (**36**) într-o multitudine de poziții de-a lungul suprafeței interioare include detectarea temperaturii suprafeței interioare într-o multitudine de poziții distanțate axial cu ansamblul cap de sondare (**136**) într-o primă poziție. 31
33
21. Metodă conform revendicării 20, **caracterizată prin aceea că** mai cuprinde, suplimentar, deplasarea ansamblului cap de sondare (**136**) într-o a doua poziție și detectarea temperaturii suprafeței interioare (**36_i**) într-o multitudine de poziții suplimentare distanțate axial. 35
22. Metodă conform revendicării 17, **caracterizată prin aceea că** detectarea temperaturii unei suprafețe interioare (**36_i**) a tubului interior (**36**) într-o multitudine de poziții de-a lungul suprafeței interioare (**36_i**) include detectarea temperaturii cu un dispozitiv de imagistică termică fără contact (**800**). 37
39
23. Metodă conform revendicării 17, **caracterizată prin aceea că** mai cuprinde, suplimentar, stabilirea unuia dintre tuburile interior (**36**) și exterior (**32**) drept partea fierbinte și a celuilalt dintre tuburile interior (**36**) și exterior (**32**) drept partea rece, și cel puțin una dintre încălzirea activă a părții fierbinți și răcirea activă a părții reci pentru a stabili sau mări un gradient termic între tuburile interior (**36**) și exterior (**32**). 41
43
45

RO 129613 B1

1 24. Metodă conform revendicării 23, **caracterizată prin aceea că** suprafața interioară
(36₁) este răcită activ prin suflarea de aer răcit dintr-un generator de aer rece (400) pe suprafața
3 interioară (36₁).

5 25. Metodă conform revendicării 23, **caracterizată prin aceea că** suprafața interioară
(36₁) este răcită activ prin asigurarea unei mantale de răcire cu lichid (300) pe ansamblul cap
7 de sondare (136) și circularea unui fluid schimbător de căldură răcit prin mantaua de răcire cu
lichid (300).

9 26. Metodă conform revendicării 17, **caracterizată prin aceea că** o multitudine de
distanțiere inelare (48) dintre tuburile interior (36) și exterior (32) este detectată prin identificarea
11 unei multitudini de poziții de-a lungul suprafeței interioare (36₁), fiecare având o abatere de
temperatură corespunzând cu un gradient de temperatură redus.

13 27. Metodă conform revendicării 17, **caracterizată prin aceea că** mai cuprinde,
suplimentar:

15 - antrenarea ansamblului cap de sondare (136) într-o multitudine de poziții din interiorul
tubului interior (36);

17 - colectarea datelor de poziție corespunzătoare poziției a cel puțin unui senzor de
temperatură (144);

19 - corelarea datelor de temperatură și a datelor de poziție pentru a dezvolta o hartă a
temperaturilor suprafeței interioare.

21 28. Metodă conform revendicării 27, **caracterizată prin aceea că** mai cuprinde,
suplimentar, afișarea hărții cu temperaturi în timp real.

23 29. Aparat pentru detectarea poziției unui obiect adiacent unui tub (36) având o
suprafață interioară (36₁), aparatul cuprinzând:

25 - un ansamblu cap de sondare (136, 236) susținând cel puțin o sondă de temperatură
(150, 250) și mobil axial în interiorul tubului;

27 - un ansamblu de centrare (140) cuplat la ansamblul cap de sondare (136, 236),
ansamblul de centrare (140) poziționând ansamblul cap de sondare (136, 236) în tub într-o
29 poziție în care sonda de temperatură (150, 250) detectează o temperatură a suprafeței
interioare (36₁) a tubului;

31 - un schimbător de căldură cuplat la ansamblul cap de sondare (136) și operabil să
modifice temperatura suprafeței interioare (36₁) a tubului, detectată de senzorul de temperatură
(150, 250).

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

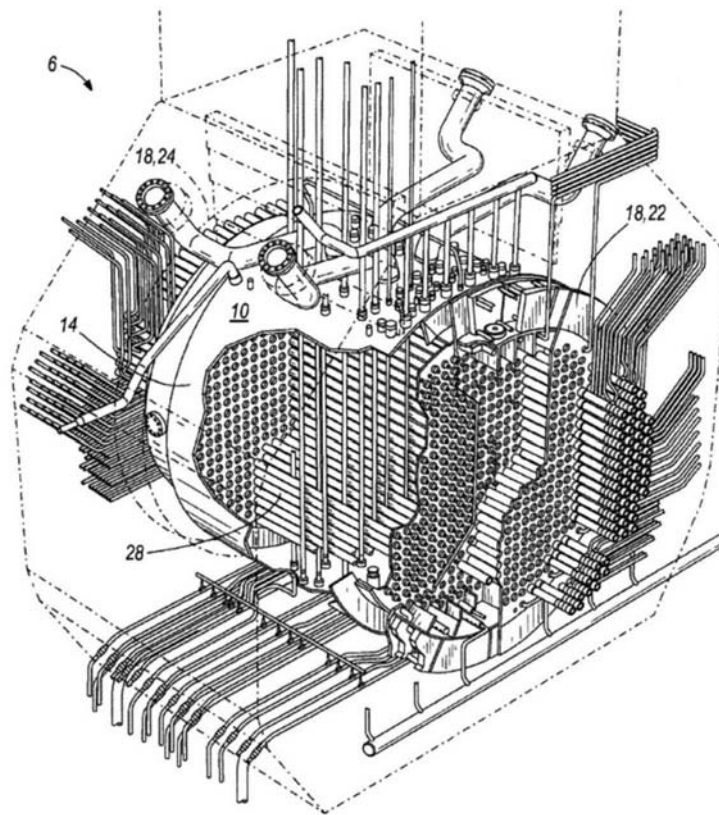


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

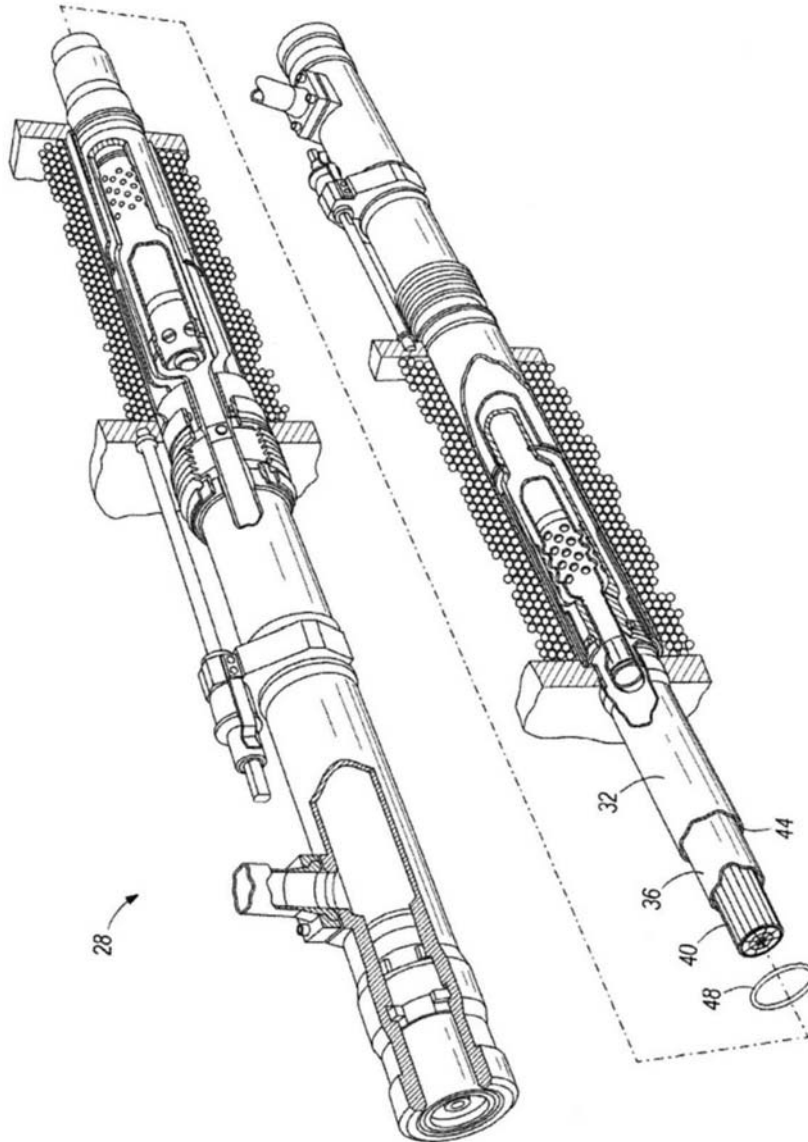


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G21C 17/017^(2006.01),

G21C 17/112^(2006.01),

G01N 25/18^(2006.01)

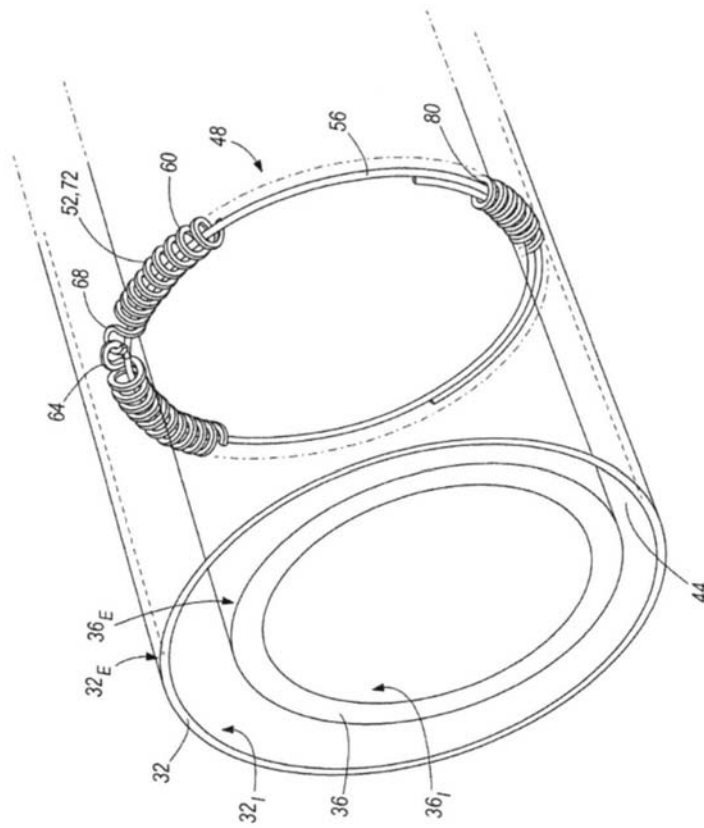


Fig. 3

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

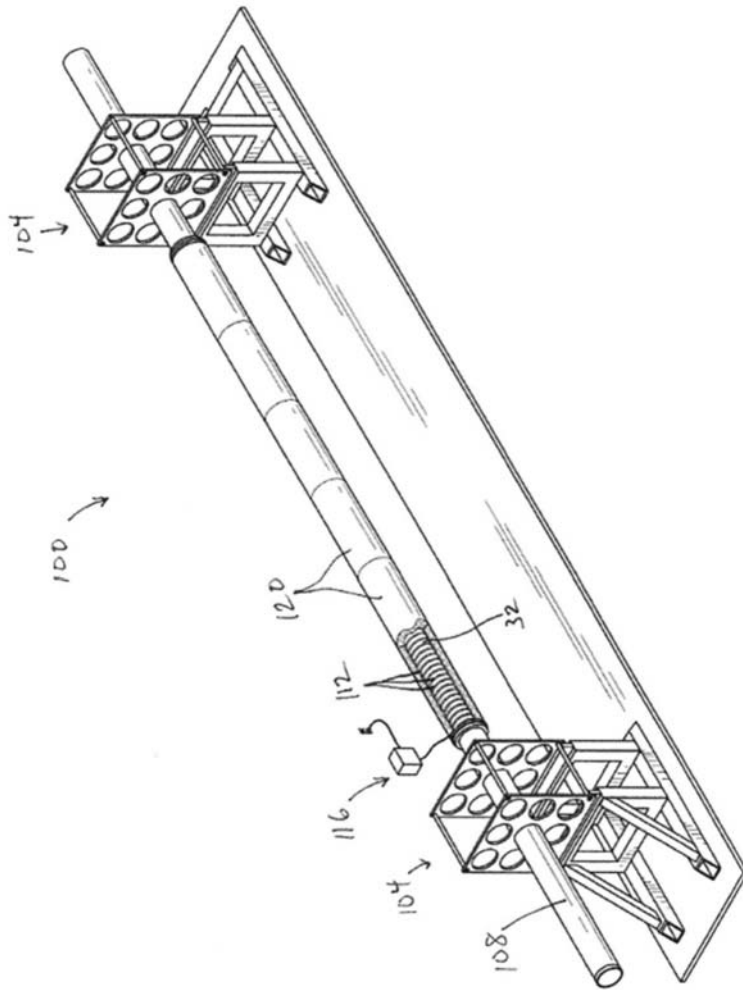


Fig. 4

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

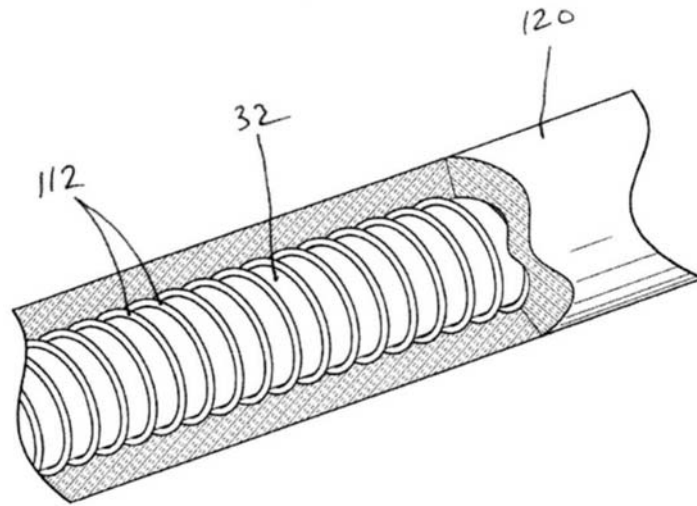


Fig. 5

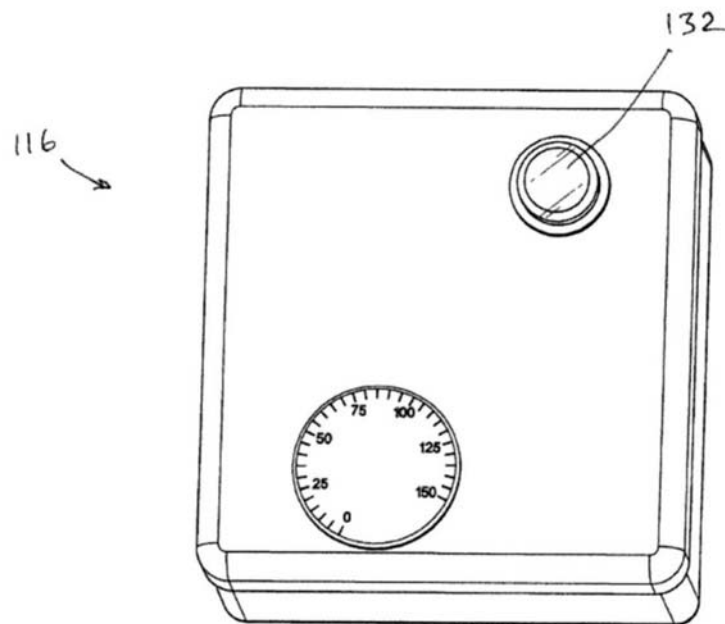


Fig. 6

(51) Int.Cl.

G21C 17/017^(2006.01);

G21C 17/112^(2006.01);

G01N 25/18^(2006.01)

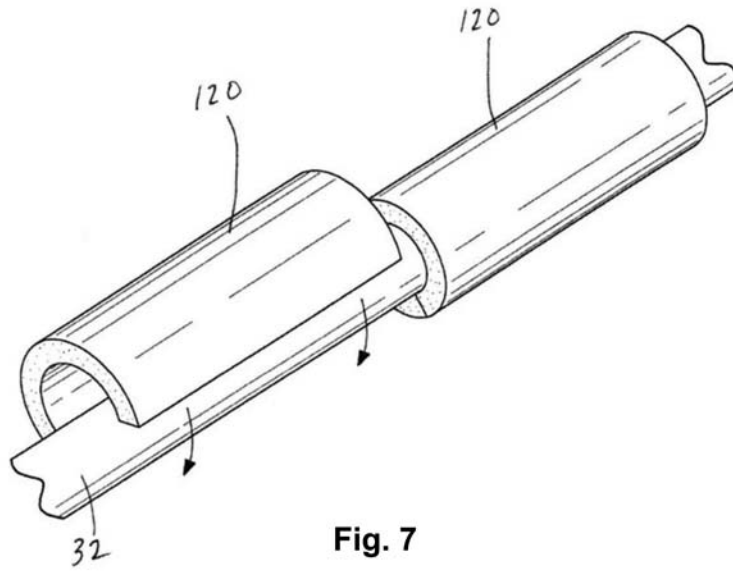


Fig. 7

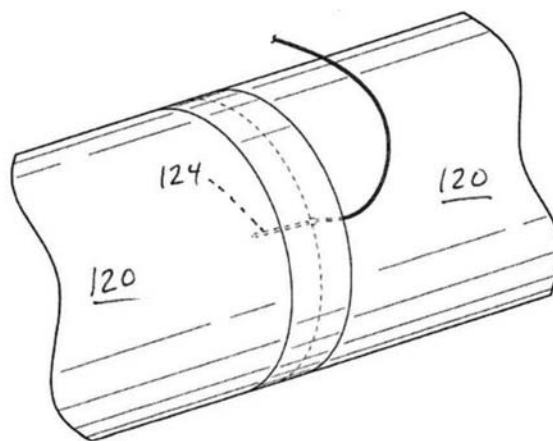


Fig. 8

(51) Int.Cl.

G21C 17/017^(2006.01);

G21C 17/112^(2006.01);

G01N 25/18^(2006.01)

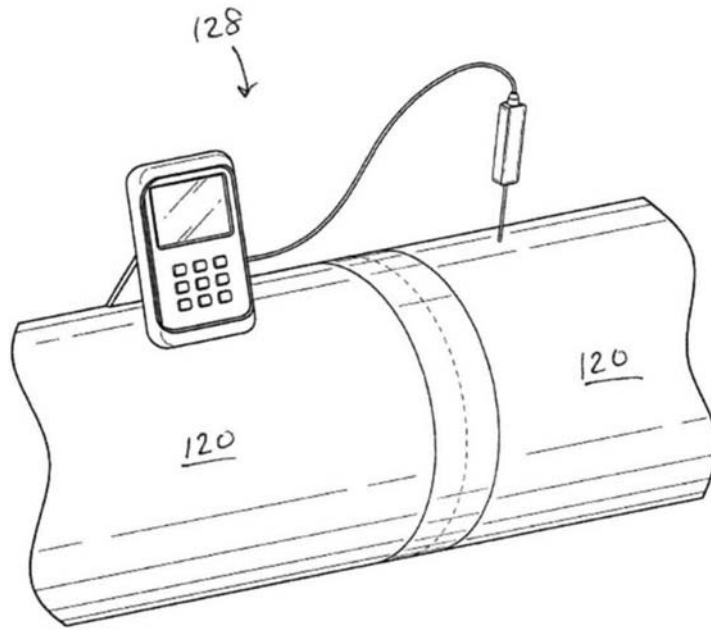


Fig. 9

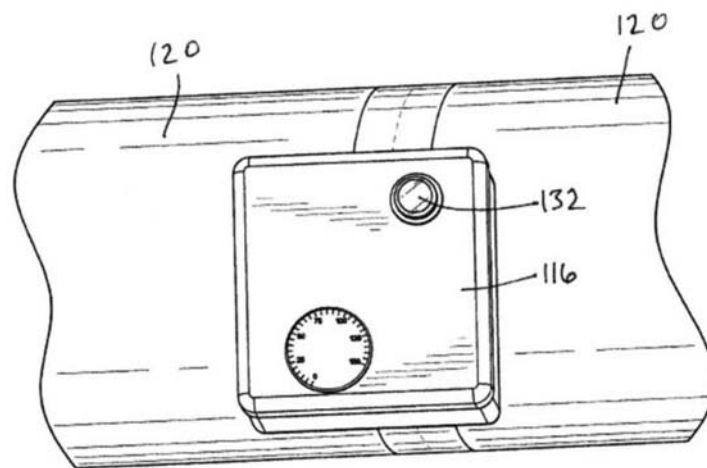


Fig. 10

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

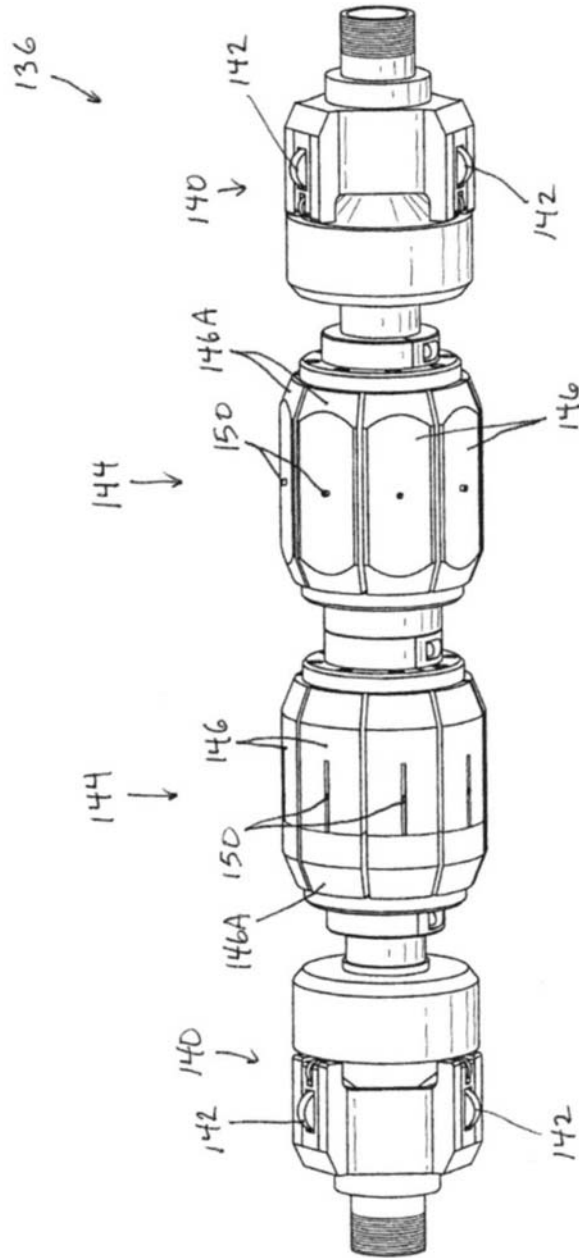


Fig. 11

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

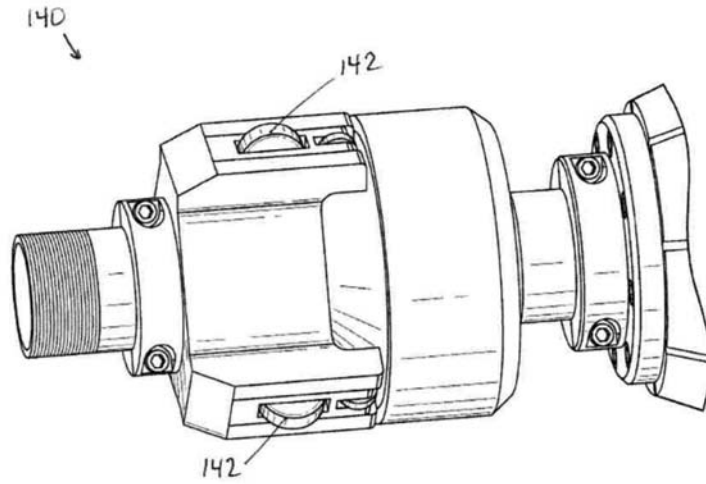


Fig. 12A

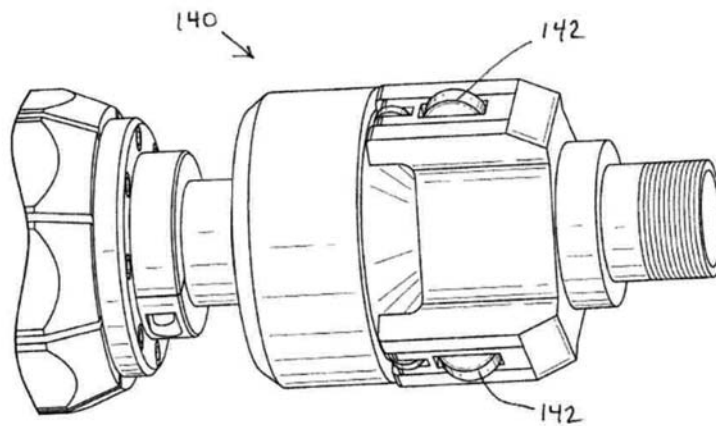


Fig. 12B

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

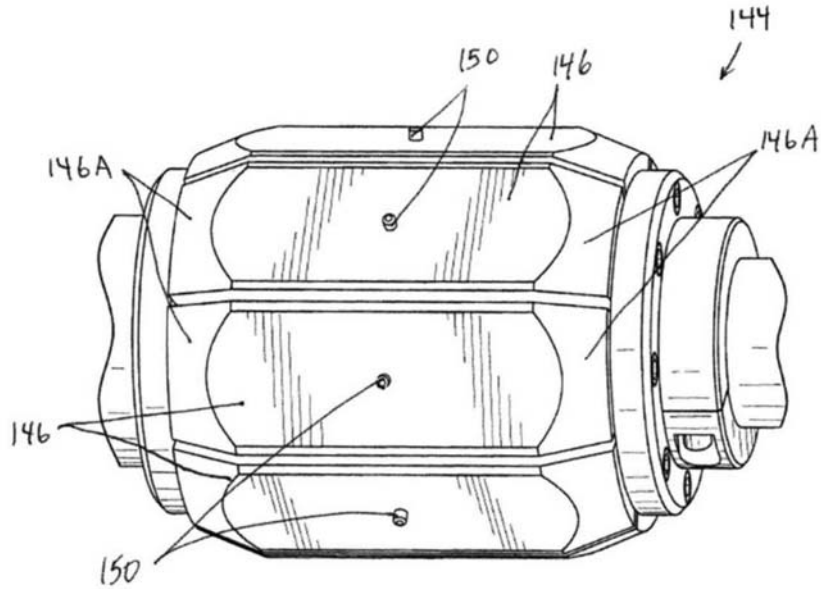


Fig. 13

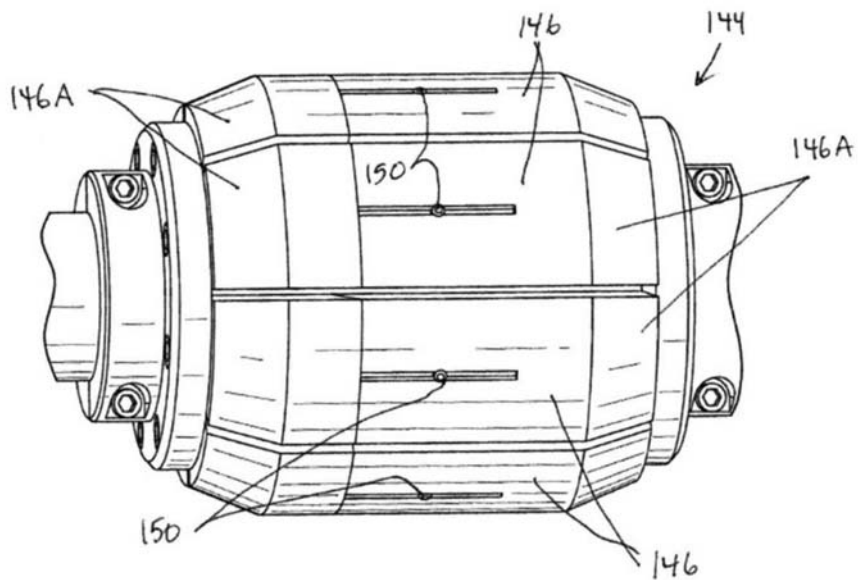


Fig. 14

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

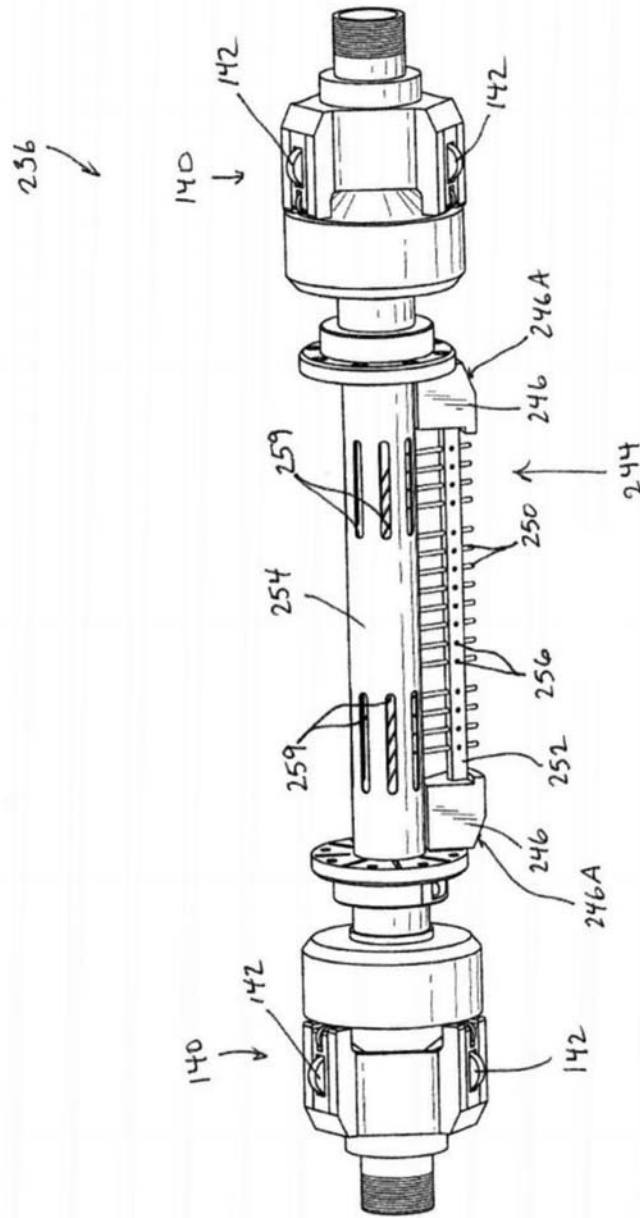


Fig. 15

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

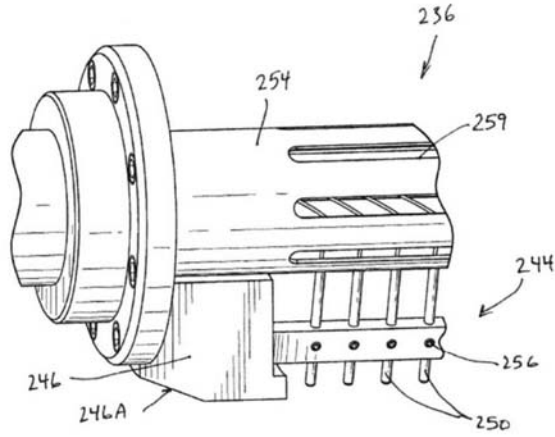


Fig. 16

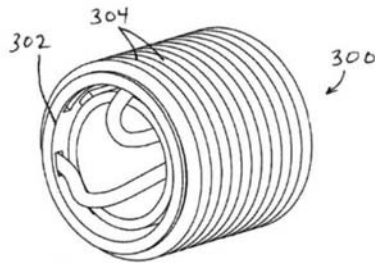


Fig. 17

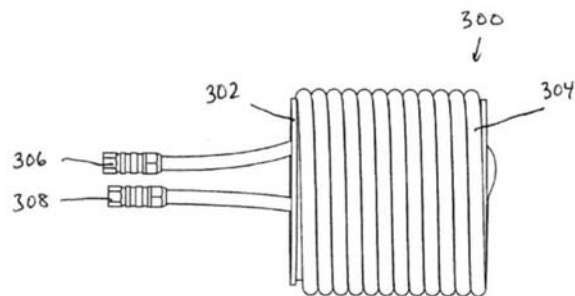


Fig. 18

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

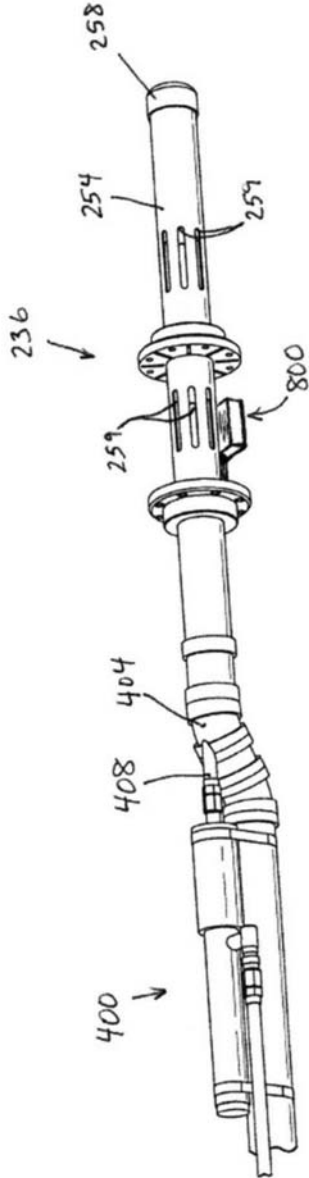


Fig. 19

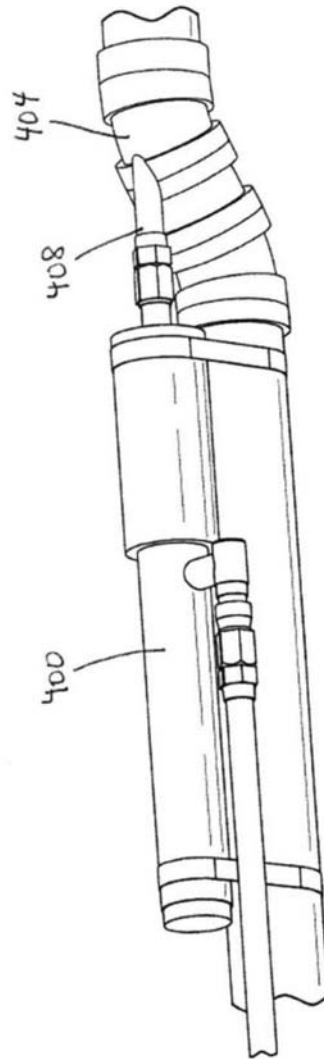


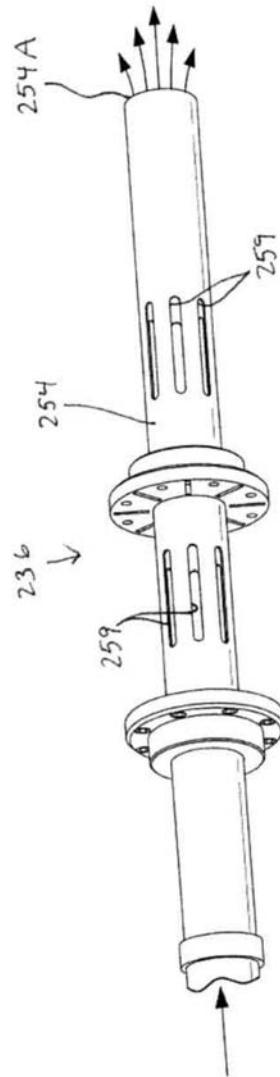
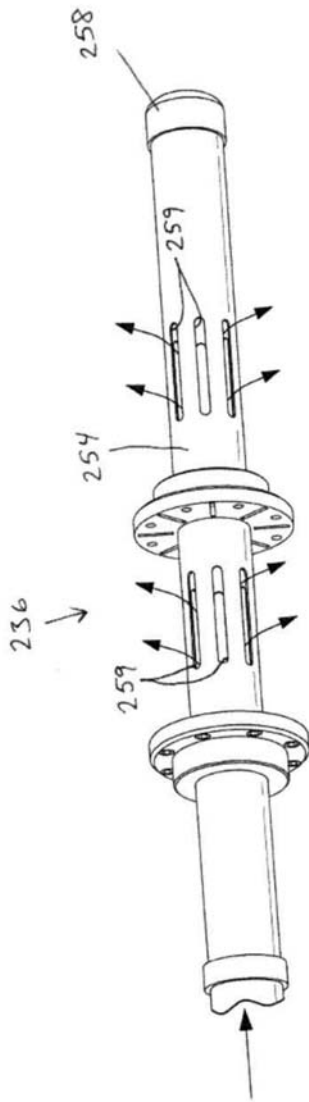
Fig. 20

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)



(51) Int.Cl.

G21C 17/017^(2006.01),

G21C 17/112^(2006.01),

G01N 25/18^(2006.01)

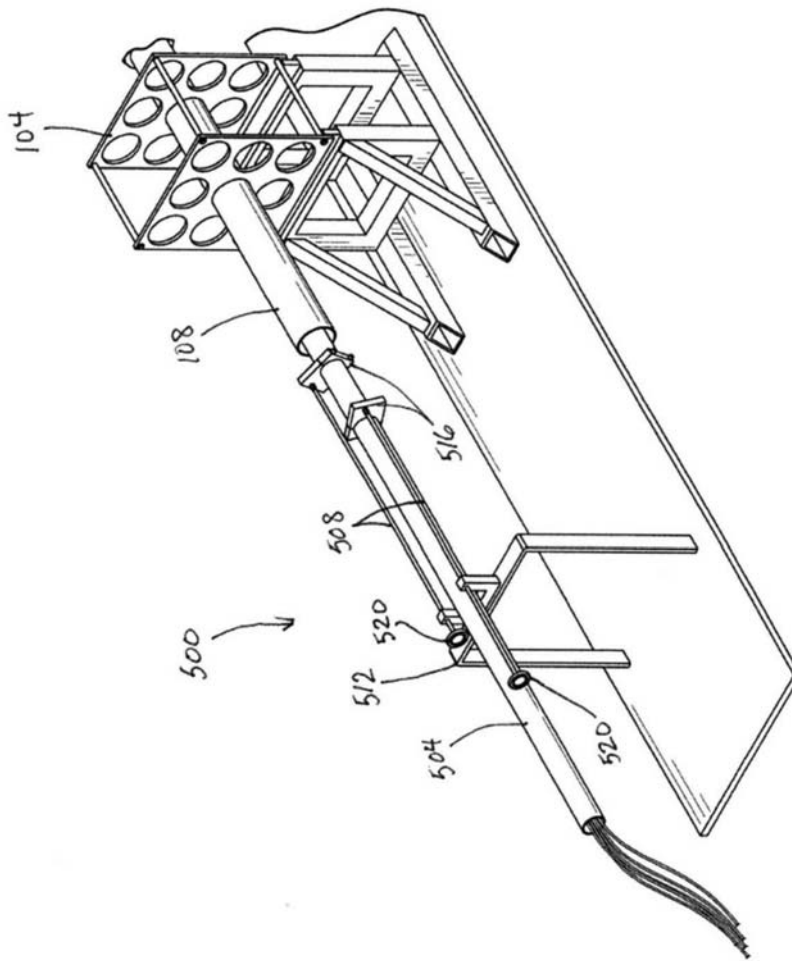


Fig. 23

(51) Int.Cl.

G21C 17/017^(2006.01),

G21C 17/112^(2006.01),

G01N 25/18^(2006.01)

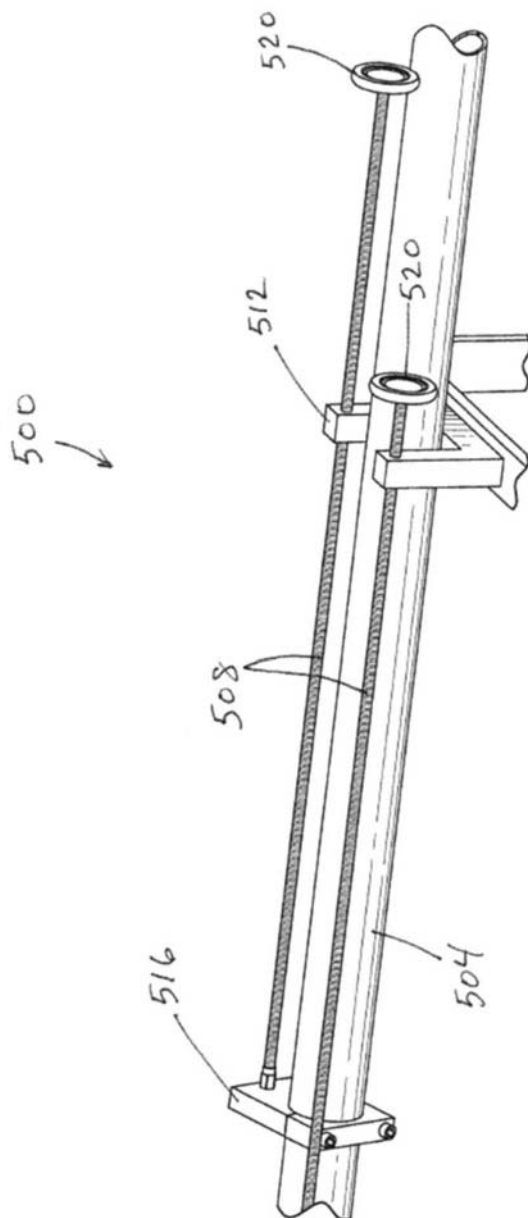


Fig. 24

(51) Int.Cl.

G21C 17/017 (2006.01);

G21C 17/112 (2006.01);

G01N 25/18 (2006.01)

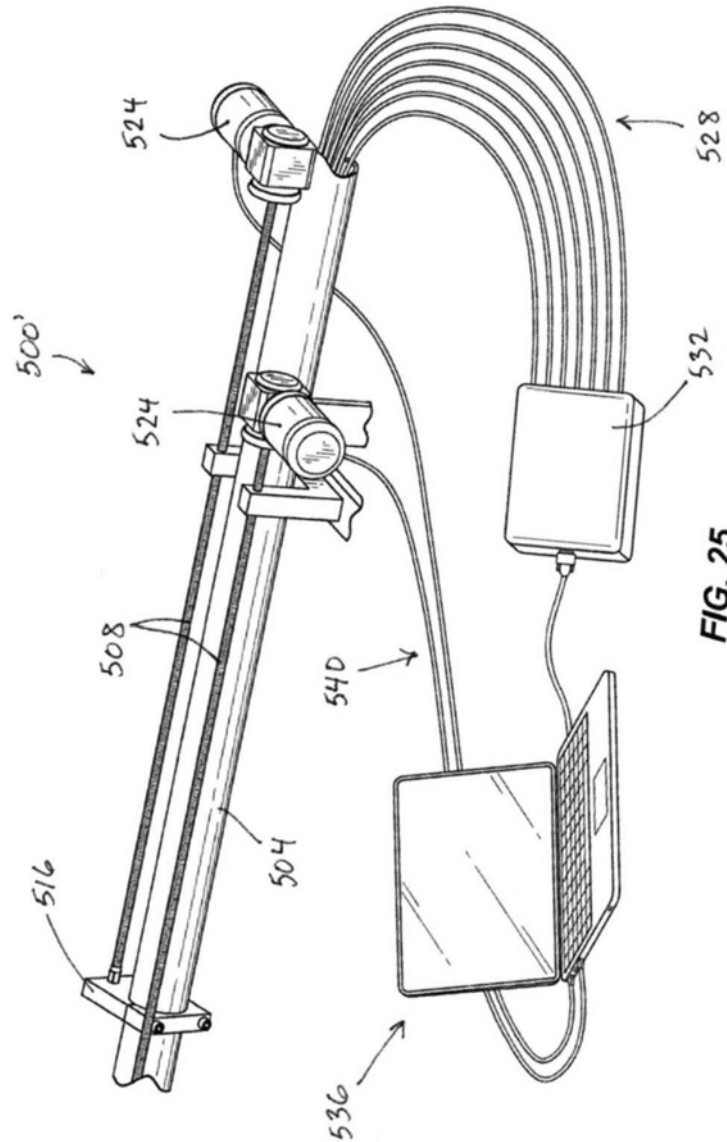


FIG. 25

