

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00997

(22) Data de depozit: 23.10.2009

(30) Prioritate:

24.10.2008 US 61/197, 169
23.10.2009 US 12/605, 241

(41) Data publicării cererii:

30.06.2011 BOPI nr. 6/2011

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. US 2009/061948 23.10.2009

(87) Publicare internațională:

Nr. WO 2010/048578 29.04.2010

(71) Solicitant:

• BABCOCK & WILCOX POWER
GENERATION GROUP, INC, 20 S. VAN
BUREN AVENUE, BARBERTON, OHIO, US

(72) Inventatori:

• IANNACCHIONE STEVEN P., 11265
TRITTS STREET NW, CANAL FULTON,
OHIO, US;
• SHIFFER DENNIS R., 11914 MILL RACE
STREET, NW, CANAL FULTON, OHIO, US;

• WASYLUK DAVID T., 2350 SESAME
STREET, NW, MOGADORE, OHIO, US;
• MARSHALL JASON M., 861 LONGBROOK
DRIVE, WADSWORTH, OHIO, US;
• KRAFT DAVID L., 5882 GREAT COURT
CIRCLE, NW, MASSILLON, US;
• GRANT GEORGE, 284 LAKE POINT
DRIVE, AKRON, OHIO, US;
• ALEXANDER KIPLIN C., 476 ROLLING
HILLS DRIVE, WADSWORTH, OHIO, US;
• WILSON RICKLEY A., 13252 FULTON
ROAD, MARSHALLVILLE, OHIO, US;
• PERSINGER JUSTIN A., 2161 LARCH
DRIVE, WOOSTER, OHIO, US;
• DEPIZZO ADAM N., 1063 EAGLE DRIVE,
APT.709, AKRON, OHIO, US;
• ALBRECHT MELVIN J., 3516 SOUTH 12
TH STREET, HOMEWORTH, OHIO, US

(74) Mandatar:

CABINET ENPORA SRL -
STR. GEORGE CĂLINESCU NR. 52A,
AP. 1, SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) SCHIMBĂTOR DE CĂLDURĂ ASAMBLAT ÎN FABRICĂ
PENTRU COLECTORUL SOLAR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un schimbător de căldură asamblat în fabrică, pentru un colector solar, destinat transferării energiei termice solare către un fluid de lucru, cum ar fi apa. Schimbătorul conform invenției cuprinde un ansamblu format din niște suprafețe (12 și 14) de transfer termic, de evaporare și, respectiv, de supraîncălzire, un separator (16) vertical de abur/apă și o structură (18) de sprijin, verticală, superioară, care susține separatorul (16) vertical de abur/apă și ansamblul de suprafețe (12 și 14) de transfer termic, structura (18) verticală fiind sprijinită de jos de o bază care este fixată de un turn, având prevăzuți niște stâlpi de sprijin, pentru a oferi suport lateral ansamblului de suprafețe (12 și 14) de transfer termic, care cuprind niște panouri având niște tuburi tangente, permițând în același timp dilatarea termică a panourilor cu tuburi atât pe orizontală, cât și pe verticală, eliminând astfel tensiunile suplimentare din tuburi.

Revendicări: 25

Figuri: 24

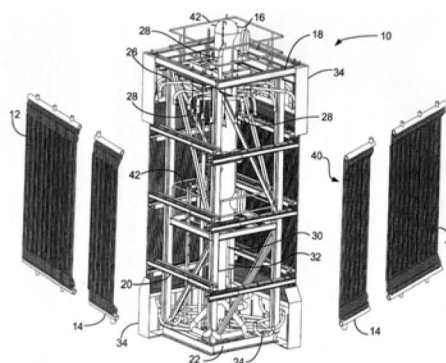
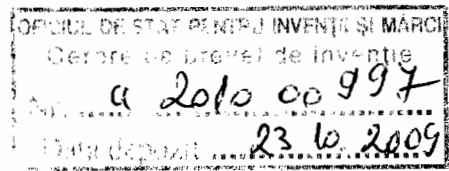


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





REFERINȚĂ LA APLICAȚIA ÎNRUDITĂ

[0001] Prezenta invenție revendică prioritate față de cererea provizorie de brevet SUA Nr. 61/197,169, depusă în 24.10.2008, al cărei text este inclus aici ca referință, ca și cele stabilite aici.

DOMENIUL ȘI CONTEXTUL INVENȚIEI

[0002] Invenția de față se referă, în general, la domeniul generării energiei electrice și la proiectarea cazanelor industriale, care include cazanele, generatoarele de abur și schimbătoarele de căldură folosite în producerea de abur, cum sunt cele folosite pentru a genera electricitate sau cele utilizate pentru aplicații industriale de abur și, mai ales, la un schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru un colector solar având o structură de sprijin integrată.

[0003] Un colector solar este o componentă principală a unui sistem solar de producere a energiei, prin care lumina soarelui este folosită ca o sursă de căldură pentru producerea de abur de înaltă calitate care este utilizat pentru a roti un turbogenerator și, în cele din urmă, pentru a genera electricitate. Colectorul este poziționat permanent în partea de sus a unui turn înalt de sprijin, care este poziționat strategic într-un câmp de heliostate sau oglinzi care colectează razele de lumină solară și reflectă aceste raze înapoi pe peretele (pereții) țintă ai colectorului. Un colector solar eficient și compact pentru astfel de sisteme, care să fie simplu în proiectare, robust în construcție și economic în fabricație ar fi salutată de către industrie.

REZUMATUL INVENȚIEI

[0004] Un aspect al invenției de față se referă la un schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru un colector solar pentru transferul energiei termice de la soare către un fluid de lucru, cum ar fi apa. Schimbătorul de căldură este folosit pentru a transforma cel puțin o parte din apă din faza lichidă în abur saturat sau supraîncălzit.

[0005] În mod special, un aspect al invenției de față se referă la un schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru un colector solar care cuprinde: un ansamblu de suprafețe de transfer termic, un separator vertical de abur/apă legat structural și pe fluid cu acesta; și o structură verticală superioară de sprijin care suportă separatorul vertical de abur/apă și suprafețele de transfer termic.

[0006] Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru un colector solar este plasat în partea de sus a unui turn și folosește energia soarelui pentru a încălzi fluidul de lucru. Un câmp heliostatic de oglinzi amplasate la sol urmărește automat soarele și reflectă și concentrează energia luminoasă spre schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar. Insolajia solară incidentă încălzește fluidul de lucru, de obicei apa, pentru a produce abur saturat sau supraîncălzit care poate fi furnizat la o turbină cu abur pentru a genera electricitate.

[0007] Un dispozitiv vertical de separare abur/apă, descris în brevetul US Nr. 6,336,429 al lui Wiener ș. a., este folosit pentru a separa aburul din amestecul abur-apă. Separatorul vertical

abur/apă este legat structural și pe fluid cu suprafețele de încălzire ale schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar, ca parte a unui concept asamblat în fabrică, așa cum este descris aici.

[0008] Structura de sprijin verticală este sprijinită de jos de o bază care este fixată de turn. Pe structura de suport verticală sunt prevăzuți stâlpi de sprijin pentru a oferi suport lateral pentru ansamblul suprafețelor de transfer termic, care cuprind în mod avantajos panouri libere cu tuburi tangente, permițând în același timp dilatarea termică neîngrădită a panourilor de tuburi atât pe orizontală cât și pe verticală, eliminând astfel tensiunile suplimentare în tuburi.

[0009] Structura verticală de suport și baza, stâlpii de sprijin și celelalte elemente structurale nu numai că oferă sprijin structural și rigiditate pentru schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar, dar constituie și un mijloc prin care schimbătorul de căldură poate fi luat și ridicat pentru plasarea într-o locație dorită. Structura permite ca întregul ansamblu format din schimbătorul de căldură, separatorul vertical de abur/apă și panourile cu tuburi tangente ale suprafeței de încălzire să fie asamblat în fabrică, transportat, și apoi ridicat și fixat pe un turn ca o unitate în timpul montajului. Structura de sprijin verticală rămâne cu schimbătorul de căldură pentru colectorul solar, facilitând astfel, (dacă este necesar), demontarea schimbătorului de căldură pentru colectorul solar de pe turn dacă acest lucru ar fi de dorit.

[0010] Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform invenției prezente este compus, în mod avantajos, dintr-un ansamblu de suprafețe de transfer termic și de conducte de transport pentru fluide, aranjate într-un mod special pentru a transfera o cantitate dorită de energie termică în apă. Suprafețele de transfer termic sunt realizate din tuburi avantajos aranjate în panouri cu tuburi tangente și sunt prevăzute cu racorduri de intrare și de ieșire, după caz. După cum este cunoscut de către cei calificați în domeniu, suprafețele de transfer de căldură care transportă amestecuri abur-apă sunt denumite, în general, suprafețe de evaporare sau de fierbere; suprafețele de transfer de căldură care transportă abur sunt menționate, în general, ca suprafețe de supraîncălzire (sau de reîncălzire, în funcție de configurația turbinei cu abur asociate). Indiferent de tipul suprafeței de încălzire, de dimensiunile țevilor, materialul, diametrul, grosimea peretelui, numărul și dispunerea acestora se bazează pe temperatura și presiunea de exploatare, în conformitate cu codurile de proiectare a cazanelor aplicabile, cum ar fi American Society of Mechanical Engineers (ASME) Boiler and Pressure Vessel Code, Section I, (Codul pentru Cazane și Recipienți sub Presiune al Societății Americane a Inginerilor Mecanici (ASME)), sau alte coduri echivalente cerute de lege. Caracteristicile obligatorii de transfer termic, pierderea de presiune, raporturile de circulație, ratele de absorbție la fața locului, debitele masice ale fluidului de lucru în interiorul țevilor etc. sunt, de asemenea, parametri importanți care trebuie să fie luați în considerare. În funcție de locația geografică în care schimbătorul de căldură urmează a fi instalat, sarcinile seismice aplicabile și codurile de proiectare sunt, de asemenea, luate în considerare.

[0011] Într-un alt aspect al invenției, asamblarea în fabrică, transportul și montajul pe șantier sunt facilitate de un dispozitiv de fixare pentru fabricare/ transport/ridicare care facilitează fabricarea, asamblarea, transportul și montajul schimbătorului de căldură de la procesul de fabricare în atelier până la montarea pe șantier. Dispozitivul de prindere comportă doi arbori atașați la structura de sprijin verticală a colectorului solar. La capătul superior al structurii de sprijin sunt prevăzute urechi de ridicare. La sosirea la locul de montaj, o macara ridică colectorul cu schimbătorul de căldură la verticală, pivotând pe arbori, iar apoi ridică schimbătorul de căldură al colectorului solar pentru a fi plasat într-o locație dorită.

[0012] Mai exact, un alt aspect al invenției de față se referă la un dispozitiv pentru facilitarea fabricării, asamblării, transportului și montajului unui schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar, cuprinzând: o bază; și montanți prevăzuți la unul dintre capetele bazei pentru angajarea arborilor pe schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar, montanții permițând rotirea schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar în jurul arborilor de pe montanți dintr-o poziție de transport pentru livrare într-o poziție esențial verticală în timpul unei părți din procesul de montare pe șantier a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar.

[0013] Diferitele elemente de noutate care caracterizează invenția sunt subliniate cu particularitate în revendicările anexate și care fac parte din această comunicare. Acestea și alte caracteristici ale invenției prezente vor fi mai bine înțelese și avantajele sale vor fi mai ușor de apreciat din descrierea care urmează, mai ales atunci când este citită cu trimitere la foile desenelor însoțitoare. Astfel, pentru o mai bună înțelegere a invenției de față și a avantajelor din exploatare realizate prin utilizarea acesteia, se face trimitere la desenele de însoțire și la materialul descriptiv care constituie o parte a acestei comunicări, în care este ilustrată o materializare preferată a invenției.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

[0014] FIG. 1 este o vedere izometrică explodată în perspectivă a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform invenției prezente, ilustrând ansamblul suprafețelor de transfer termic, un separator vertical de abur/apă legat structural și pe fluid la acestea; și o structură verticală de sprijin prevăzută pentru a sprijini în partea superioară separatorul vertical și suprafețele de transfer de căldură;

[0015] FIG. 2 este o altă vedere în perspectivă a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar ilustrat în fig. 1, cu unele dintre componentele acestuia omise din motive de claritate, ilustrând panourile schimbătoare de căldură, structura de sprijin verticală, precum și un ansamblu de stâlpi utilizat pentru a oferi sprijin pentru aceste panouri de către structura de sprijin verticală, conform invenției prezente;

- [0016] FIG. 2A este o vedere în perspectivă a unuia dintre panourile vaporizator ilustrate în figurile 1 și 2, conform invenției prezente;
- [0017] FIG. 2B este o vedere în perspectivă a unuia dintre panourile primare supraîncălzitoare multi-pass ilustrate în figurile 1 și 2, conform invenției prezente;
- [0018] FIG. 3 este o vedere în perspectivă a structurii verticale interne de sprijin a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar ilustrat în fig. 1, conform invenției de față, în care separatorul vertical, coloanele de abur și alimentarea cu apă, conductele de abur și scuturile termice au fost omise pentru claritate;
- [0019] FIG. 4 este o vedere în perspectivă a separatorului vertical de abur/ apă al schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar ilustrat în fig. 1, conform invenției prezente;
- [0020] FIG. 5 este o vedere în perspectivă a coloanelor de abur care transportă amestecul de apă-abur până la separatorul vertical, conform invenției prezente;
- [0021] FIG. 6 este o vedere în perspectivă a racordurilor saturate folosite pentru a transporta aburul la panourile supraîncălzitoare și atemperator și conductele asociate folosite pentru controlul temperaturii aburului, conform invenției prezente;
- [0022] FIG. 7 este o vedere în perspectivă a alimentărilor folosite pentru a transporta apa la panourile evaporator, conform invenției prezente;
- [0023] FIG. 8 și 9 sunt vederi în perspectivă ale scuturilor termice folosite pentru a proteja racordurile superioare și inferioare și tuburile panourilor de evaporator și supraîncălzitor, conform invenției prezente;
- [0024] FIG. 10 este o ilustrare a unui panou tipic cu suprafețe de evaporare sau de supraîncălzire cu o barieră de lumină și izolare;
- [0025] FIG. 11 este o altă vedere a separatorului vertical de abur/ apă conform invenției prezente, ilustrând diferitele racorduri ale acestuia, precum și nivelurile scăzute, normale și ridicate de apă pentru separatorul vertical de abur/ apă;
- [0026] FIG. 12 este o ilustrare a unei materializări a unui ansamblu de stâlpi utilizat pentru a furniza sprijin pentru panourile evaporator și supraîncălzitor de către structura de suport verticală conform invenției prezente;
- [0027] FIG. 13 și 14 ilustrează două vederi în perspectivă ale unui dispozitiv de fixare pentru fabricare/transport/ridicare conform invenției prezente, care facilitează fabricarea, asamblarea, transportul și montarea schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar de la fabrică până pe șantier, fig. 13 ilustrând schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar în poziția de asamblare și de livrare pentru transport, iar fig. 14 ilustrând schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar în poziție parțial verticalizată, în timpul procesului de montaj;

- [0028] FIG. 15, 16 și 17 ilustrează vederi de sus, frontale și în secțiune, respectiv, ale unei plăci de diafragmă divizate, conform invenției prezente, utilizată în colectoarele de intrare și ieșire ale supraîncălzitorului pentru a realiza trasee multiple de abur în panourile de supraîncălzire atunci când se utilizează tuburile tangente;
- [0029] FIG. 18 este o vedere în perspectivă a unei materializări alternative ale unui sistem de sprijin pentru tuburi tangente cu ansamblu de montanți conform invenției prezente;
- [0030] FIG. 19 și 20 sunt vederi de detaliu ale unor porțiuni din FIG. 18, și în care porțiuni ale sistemului de sprijin pentru tuburile tangente din FIG. 18 au fost omise din FIG. 20 pentru claritate;
- [0031] FIG. 21 este o vedere laterală a sistemului de sprijin pentru tuburile tangente din FIG. 19 văzute de-a lungul unui plan de perete al schimbătorului de căldură; și
- [0032] FIG. 22 este o vedere în plan a FIG. 21.

DESCRIEREA DETALIATĂ

[0033] În cele ce urmează, se va face referință la foile de însoțire ale desenelor în care aceleași poziții de referință desemnează elemente identice sau similare din punct de vedere funcțional în diferitele desene.

[0034] Prezenta invenție folosește un dispozitiv vertical de separare abur/apă, în conformitate cu cunoștințele din Brevetul SUA Nr. 6,336,429 al lui Wiener ș. a. pentru a separa aburul din amestecul abur-apă produs de schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform invenției prezente. Textul Brevetului SUA Nr. 6,336,429 al lui Wiener ș. a. menționat mai sus este încorporat aici pentru referință, introduse prin trimitere, așa cum este stabilit aici. Separatorul vertical abur/ apă este legat structural și pe fluid cu suprafețele de încălzire ale schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform invenției prezente, ca parte a conceptului de asamblare în fabrică, așa cum este descris aici.

[0035] În măsura în care explicațiile privind anumite terminologii sau principii din domeniul schimbătoarelor de căldură, al cazanelor și/sau al generatoarelor de abur pot fi necesare pentru a înțelege invenția de față, cititorul poate consulta capitolul "Aburul / generare și utilizare", ediția a 40-a, Stultz și Kitto, Eds., Copyright © 1992, The Babcock & Wilcox Company, și "Aburul / generare și utilizare", ediția a 41-a, Kitto și Stultz, Eds., Copyright © 2005, The Babcock & Wilcox Company, ale căror texte sunt încorporate aici prin trimitere, ca și cele stabilite aici.

[0036] Referindu-ne la figurile de la 1 la 11, este prezentat un schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru un colector solar 10 conform invenției prezente, și care este compus din următoarele componente majore:

[0037] Panourile cu tuburi evaporatoare sau fierbătoare 12;

[0038] Panourile cu tuburi pentru supraîncălzitorul primar (PSH) și supraîncălzitorul secundar (SSH) 14;

[0039] Un separator vertical de abur/apă 16;

[0040] Structura de sprijin verticală, internă 18, stâlpii 20 și legătura la turn 22;

[0041] Alimentările 24, coloanele ascendente 26 și conductele saturate de legătură 28;

[0042] Attemperatorul cu apă pulverizată 30 și conductele 32;

[0043] Scuturile termice ale colectorului 34;

[0044] Bariera de lumină 36 și izolația 38;

[0045] Aparatura de măsură 40 și

[0046] Platformele 42 și scări de acces

[0047] Mai precis și cu referire, în general, la figurile de la 1 la 11 în ordine, schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 are un ansamblu de suprafețe de transfer termic de evaporare 12 și de supraîncălzire 14, un separator vertical de apă/abur 16 legat structural și pe fluid la acestea; și o structură verticală internă de sprijin 18, prevăzută pentru a sprijini în partea de sus separatorul vertical de apă/abur 16 și ansamblul suprafețelor de transfer de căldură 12, 14. Structura verticală de sprijin 18 este interpusă între separatorul vertical de apă/abur 16 și ansamblul suprafețelor de transfer termic 12, 14. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 este complet asamblat în fabrică, exceptând scuturile termice 34 ale colectoarelor, supapele de siguranță, ventilele de aerisire, amortizoarele de zgomot și alte aparate delicate (nu sunt reprezentate). Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar poate fi golit complet.

[0048] Fiecare parte a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 cuprinde un panou cu tuburi evaporator 12 și un panou supraîncălzitor 14. Două panouri supraîncălzitor primar (PSH) 14 formează un colț al colectorului 10 și două panouri supraîncălzitor secundar (SSH) 14 formează colțul opus (nu este reprezentat). Panourile evaporator 12 și supraîncălzitor 14 panouri sunt construite din tuburi libere tangente apropiate (nu membrană), cu coturile țevilor în apropierea colectoarelor pentru flexibilitate suplimentară. Tuburile sunt din țevi de diametru mic cu pereți subțiri pentru a reduce diferențele de temperatură dintre peretele cald și cel rece al tuburilor. Legăturile tuburilor permit dilatarea termică neîngrădită a panourilor cu tuburi atât pe direcția orizontală cât și pe verticală, eliminând astfel tensiunile suplimentare în tuburi. Aceste caracteristici de proiectare maximizează flexibilitatea și minimizează tensiunile termice și potențialul de curbare a tuburilor. În timp ce ansamblul descris mai sus al panourilor cu tuburi evaporator 12 și supraîncălzitor 14 este o materializare preferată, alte aranjamente sunt în sfera de aplicare a invenției de față. De exemplu, panourile evaporator 12 și supraîncălzitor 14 pot să nu fie amplasate pe fiecare parte, sau panourile supraîncălzitor 14 pot să nu formeze un colț, sau ar putea

exista chiar configurații diferite, cu mai multe panouri evaporator 12 și panouri supraîncălzitor 14 prevăzute pe o anumită parte.

[0049] Schimbătorul de căldură pentru colectorul solar 10 este sprijinit în partea de sus de structura internă verticală de sprijin 18. Structura suport verticală 18 este fixată în șuruburi la o flanșă a turnului (nu este reprezentată) prin intermediul unei secțiuni de tranziție 22, parte integrantă a structurii de bază a colectorului solar 10. Există trei elemente verticale ale stâlpilor 20 pentru a transmite sarcinile din vânt și seismice de la panourile 12, 14 în structura de sprijin 18. Grinzile stâlpilor 20 sunt fixate de coloanele structurii verticale interne de sprijin 18.

[0050] Colectorul 10 este proiectat pentru circulația naturală și nu necesită o pompă de circulație. Apa de alimentare intră în separatorul vertical 16 aproximativ la mijlocul înălțimii colectorului 10. Apa subrăcită curge în jos, prin conducta descendentă 17, în partea de jos a separatorului vertical. Conductele de alimentare 24 transportă apa la colectoarele de jos ale panourilor evaporator 12. Căldura din câmpul de oglinzi este absorbită de apa care curge în sus, prin panourile cu tuburi 12, care are o densitate mai mică decât cea a apei care iese din separatorul vertical 16, rezultând un efect de pompare naturală. Amestecul apă-abur iese din colectoarele din partea de sus a panourilor evaporator 12. Coloanele ascendent 26 transportă amestecul apă-abur la separatorul vertical 16. Duzele de intrare ale racordurilor de coloană 27 la separatorul vertical 16 sunt dispuse tangențial și înclinate în jos pentru a imprima o rotire în jos, pentru a iniția eliminarea umidității. Aburul umed curge în sus printr-o placă perforată, un scruber și o tavă uscată pentru îndepărtarea finală a umidității. Apa eliminată curge în jos și se amestecă cu rezerva de apă în separatorul vertical 16 pentru recirculare. În timp ce conductele de alimentare 24 și coloanele 26 sunt ilustrate în figuri, ca fiind trasee relativ drepte de fluid, specialiștii în domeniu vor aprecia că proiectarea lor reală în ceea ce privește forma și lungimea va fi determinată de gradul de flexibilitate necesar pentru a prelua deplasările previzibile cauzate de dilatarea și contractia termică în timpul funcționării schimbătorului de căldură pentru colectorul solar. Prin urmare, este probabil că pot fi necesare curburi sau lungimi suplimentare care să ofere o astfel de flexibilitate.

[0051] Aburul saturat uscat părăsește partea de sus a separatorului vertical 16 și curge prin racordurile saturate 28 la colectoarele de intrare PSH 14 situate în partea de sus a panourilor 14. Ambele panouri PSH 14 au una sau mai multe (într-una dintre materializări - cinci) treceri de abur, cu mai multe (într-una dintre materializări - nouă (9)) tuburi pentru fiecare trecere, cu colectoarele diafragmă 58 cu un design special, datorită faptului că panourile sunt alcătuite din tuburi tangente la distanțe mici (a se vedea figurile 15 - 17). Aburul curge prin ambele panouri PSH 14 în paralel, pornind de la capetele alăturate panourilor evaporator 12 și curge spre centru. Această dispunere pune aburul mai rece aproape de panourile evaporator 12 pentru a proteja PSH 14 de scurgeri în timpul pornirii. Apoi, aburul iese prin colectoarele PSH din partea de jos, se amestecă și curge în sus, prin atemperatorul 30 și conductele asociate 32 (pentru atemperare este utilizată apa de

alimentare), apoi se desparte și intră în colectoarele SSH 14 prin partea de sus. Panourile SSH 14 sunt dispuse la fel ca și panourile PSH 14, dar sunt situate pe un colț opus al colectorului solar 10. Aburul părăsește colectorul 10 printr-o conductă principală de abur (nu este reprezentată) situată în partea de jos a colectorului 10.

[0052] Colectoarele superioare și inferioare și cotelile de țevă de pe vaporizatorul 12 și panourile PSH, SSH 14 sunt protejate de scurgeri și de energia luminoasă dispersată de scuturile termice 34, care se extind în jurul perimetrului colectorului 10, așa cum este reprezentat. În mod avantajos, scuturile termice 34 sunt compuse din table de oțel rigidizate care sunt susținute de structura 18 a colectorului. Partea expusă este vopsită în alb pentru a reduce temperaturile de funcționare. Partea din spate nu este izolată pentru a reduce temperaturile de funcționare. Există, de asemenea, o distanță între scutul termic 34 și tuburi care formează panourile 12, 14, pentru a permite fluxul de aer natural pentru o răcire suplimentară.

[0053] Partea din spate a panourilor 12, 14 va necesita o barieră de lumină 36 pentru a proteja izolația 38 și structura de ploaie și de expunerea la căldură, care pot pătrunde prin golurile dintre tuburile tangente libere. În mod avantajos, bariera 36, poate cuprinde o serie de foi de metal sprijinite de structura de fixare a tuburilor. Bariera 36 poate fi vopsită în alb pe partea tuburilor pentru a maximiza reflexia și a reduce temperaturile de funcționare. Bariera 36 va sprijini, de asemenea, izolația 38 a panourilor și căptușeala asociată.

[0054] Schimbătorul de căldură 10 va include aparatura 40 pentru a măsura temperatura pe fața caldă a tuburilor și temperatura fluidului, fluxul de căldură pe panouri și, eventual, deformarea și dilatarea termică a diferitelor componente ale colectorului, dacă se dorește. În toate figurile, locația acestor aparate 40 este indicată doar schematic, în loc să fie reprezentată și marcată în mod specific.

[0055] Sunt prevăzute două platforme 42 pentru accesul la golurile de vizitare superioare și inferioare sau de acces pe separatorul vertical de apă/abur 16, care sunt accesibile prin scări.

[0056] Deși colectorul cu schimbătorul de căldură 10 poate fi complet golit, golirea zilnică poate să nu fie economică sau de dorit, prin urmare, ar putea fi necesară urmărirea termică, acoperirile izolante sau alte mijloace pentru protecția împotriva înghețului, în special pentru panouri cu tuburi 12, care sunt expuse.

[0057] Separatorul vertical de apă/abur 16 este de tipul celor prezentate în brevetul SUA menționat mai sus Nr. 6,336,429 al Wiener ș. a. și funcționează într-un mod cunoscut pentru a separa aburul din amestecul de abur-apă. Separatorul vertical de apă/abur 16 de acest tip este adecvat în special pentru a trata oscilațiile tranzitorii mari ale aportului de căldură în schimbătorul de căldură 10, care pot provoca, la rândul lor, variații mari ale nivelurilor de apă în interiorul separatorului de abur/ apă 16. Apa separată din amestecul de abur-apă este transmisă într-o porțiune inferioară a

separatorului 16, amestecată cu apă de alimentare pentru completare și transmisă la suprafața de evaporare 12 pentru a relua procesul.

[0058] Separatorul vertical de apă/abur 16 a fost ales în locul unui tambur orizontal tradițional pentru următoarele motive: 1) se potrivește bine în interiorul colectorului; 2), se elimină posibilitatea de bombare a tamburului; 3) suprafața de separare a aburului a putut fi realizată cu separatorul vertical; și 4), dacă se dorește, separatorul vertical poate fi folosit pentru a sprijini panourile cu tuburi ale suprafeței de încălzire ale schimbătorului de căldură și poate fi sprijinit, ca alternativă, de jos.

[0059] Există și alte avantaje la utilizarea separatorului vertical de apă/abur 16 în schimbătorul de căldură pentru colectorul solar 10 conform prezentei invenții, în locul unui tambur tradițional orizontal de abur, în special în condițiile unei opriri. Aceste avantaje rezultă dintr-o combinație a structurii separatorului 16 și a racordurilor acestuia, precum și din relația fizică dintre locațiile acestor racorduri și cotele de nivel ale colectoarelor superioare ale panourilor evaporator 12. Referindu-ne la FIG. 11, relația dintre cota colectoarelor superioare ale panoului vaporizator superior 12 față de cota nivelului normal al apei (NWL), nivelul ridicat de apă (HWL) și racordurile sau pătrunderile 27 ale coloanelor ascendente în separatorul vertical 16 sunt stabilite în mod special pentru a menține temperatura și presiunea separatorului vertical de temperatură 16; în primul rând, această caracteristică este utilizată în timpul opririlor de peste noapte. HWL normal în timpul exploatarei este stabilit la o cotă care se potrivește cu cota colectoarelor panourilor vaporizator superioare 12, iar NWL normal în timpul exploatarei este undeva mai jos de HWL (fig. 11). Penetrările coloanei 27 în separatorul vertical 16 sunt deasupra HWL normal în timpul exploatarei și deasupra colectoarelor panourilor vaporizator superioare 12. După oprire, apa din panourile evaporator 12 se răcește și este mai densă decât apa din separatorul vertical 16, care este încă caldă și mai puțin densă. Din cauza acestei diferențe de densitate a apei în panourile evaporator 12 are tendința să curgă înapoi: în jos prin panourile evaporator 12, prin alimentările 24 și racordurile de alimentare 25 și în sus pe conducta descendentă 17 în separatorul vertical 16; dacă acest lucru a avut loc, apa rece din panourile evaporator 12 ar răci rapid separatorul vertical 16. Cu toate acestea, deoarece penetrările de coloană 27 în separatorul vertical 16 sunt deasupra HWL normal în timpul exploatarei, apa mai caldă aflată deja în separatorul vertical 16 nu este conectată la coloanele 26 și nu poate să se scurgă în coloanele 26 și în colectoarele panoului vaporizator superior 12, și astfel circulația inversă nu poate avea loc. Aceasta forțează apa rece din panourile evaporator 12 să rămână în panourile evaporator 12, permițând ca apa caldă să rămână în separatorul vertical 16, ceea ce ajută la menținerea temperaturii și presiunii din separatorul vertical 16 peste noapte. Ca rezultat, în dimineața următoare, separatorul vertical 16 este la o temperatură și o presiune ridicată, ceea ce permite ca schimbătorul de căldură 10 al colectorului solar să pornească mai rapid decât în cazul în care separatorul vertical 16 s-ar fi răcit complet la

temperatura ambiantă. Este important să rețineți că acest aranjament special sau stabilirea HWL, NWL și LWL pentru separatorul vertical 16 permite încă astfel sistemului de circulație să funcționeze într-un mod acceptabil când panourile vaporizator 12 primesc căldură; sistemul de circulație a fost optimizat să funcționeze în mod normal în condițiile regulate de generare a aburului și, totuși, prevede caracteristicile speciale descrise mai sus pentru a reduce la minim răcirea sistemului de circulație atunci când schimbătorul de căldură al colectorului solar 10 nu este în funcțiune. Acest concept este mult mai ușor de realizat cu separatorul vertical 16, în conformitate cu invenția de față, în comparație cu un cazan care utilizează un tambur tradițional orizontal de abur.

[0060] Schimbătorul de căldură al colectorului solar 10 trebuie să fie capabil de porniri rapide și de creșterea încărcării în urma trecerii unui nor, pentru a maximiza utilizarea căldurii disponibile și funcționarea la sarcină maximă și a reduce la minim defocalizarea oglinzilor. Un tambur tradițional de abur este sensibil la bombarea tamburului (descrisă mai jos) în cazul în care sarcina crește sau scade prea repede. În cazul în care trece un nor și căldura la colector scade cu supapa de strangulare a turbinei larg deschisă, presiunea în tambur va scădea din cauza scăderii producției de aburi. Acest lucru va supraîncălzi aburul în tambur, astfel încât jumătatea superioară a tamburului va avea o temperatură a metalului mai mare decât jumătatea inferioară, ceea ce, la rândul său, va provoca deformarea sau bombarea în sus a tamburului. În sens invers, se întâmplă la o creștere rapidă de încărcare, deoarece aburul condensează și se răcește jumătatea superioară a tamburului. În timp, aceasta ar putea duce la o deteriorare prin oboseală a tamburului de abur.

[0061] Diametrul interior al vasului separator vertical de apă/abur 16 este selectat pentru a oferi o suprafață suficientă pentru echipamentul de separare a aburului și o rezervă suficientă de apă pentru a permite cazanului să funcționeze la debitul de abur de vârf pentru câteva minute (aproximativ 1-1/2 minute) în cazul unei declanșări a apei de alimentare, chiar dacă nivelul apei în vas a fost la nivelul scăzut de apă (LWL) linie atunci când apare declanșarea.

[0062] Echipamentul de separare a aburului din interiorul vasului 16 cuprinde o placă perforată, un scruber și o tavă uscată, care sunt situate în apropierea părții superioare a separatorului vertical 16, așa cum se arată. Scopul acestor componente este acela de a elimina orice umiditate suplimentară din abur, înainte de ieșirea din vasul 16. Aceasta, la rândul său, reduce posibilitatea de antrenare a solidelor în supraîncălzitorul 14, care ar putea placa din interior peretele tuburilor și ar provoca puncte fierbinți.

[0063] Racordul de apă de alimentare la separatorul vertical apă/abur are un manșon termic. Această duză este înclinat în jos, astfel încât apa de alimentare nu afectează și nu provoacă un șoc termic al vasului 16, dacă apa este sub nivelul scăzut.

[0064] Golurile superioare și inferioare de acces sau ușile de acces (a se vedea figurile 1, 4 și 11) oferă acces pentru întreținerea echipamentului de separare a aburului și, respectiv, la inhibitorul de vortex. Vasul 16 este izolat și învelit pentru a reduce pierderile de căldură.

[0065] Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 este proiectat să funcționeze fără o pompă de circulație și cu caracteristici de circulație naturală. Aceasta înseamnă că circuitele care primesc mai multă căldură au un debit mai mare de abur apă, iar circuitele care primesc mai puțină căldură vor avea un debit mai mic. Deși nu este preferat, dacă se dorește, în scopul de a facilita circulația apei și a amestecului de apă-abur prin schimbătorul de căldură 10, se pot prevedea în mod avantajos una sau mai multe pompe de circulație la partea inferioară a separatorului 16, pe conducta descendentă 17, pentru pomparea apei înapoi la suprafața de evaporare pentru a asigura o exploatare prin circulație forțată sau circulație prin pompare.

[0066] Panourile schimbătoare de căldură ale colectorului solar 12, 14 sunt proiectate pentru o fiabilitate ridicată pentru a realiza o viață lungă în condiții de funcționare extrem de ciclice și să fie capabile să reziste la porniri și opriri zilnice și la trecerea norilor, fără a suferi deteriorări prin oboseală cu ciclu scurt. Suprafețele de transfer termic pentru evaporare 12 și supraîncălzire sunt alcătuite din panouri cu tuburi tangente libere; aceasta înseamnă că tuburile sunt la distanță mică între ele și nu sunt sudate împreună. În timpul funcționării, fiecare tub din panouri are tendința să se dilate termic la o lungime diferită de alte tuburi din cauza diferențelor de temperatură între tuburi, dar colectoarele inferioare se vor deplasa în jos aproximativ în raport cu temperatura medie a tuburilor și vor rămâne orizontale și, deoarece sunt mult mai rigide decât tuburile, nu se vor îndoi. Acest lucru va induce tensiuni în tuburi, în special la supraîncălzitor, deoarece fiecare trecere funcționează la o temperatură medie diferită. De aceea, coturile tuburilor la colectoarele de intrare și ieșirea asigură un element elastic, ca să spunem așa, pentru a reduce tensiunile din tuburi în apropierea racordurilor la colectoare și de a reduce potențialul de curbare a tuburilor. Sprijinirea panourilor în partea de sus asigură dilatarea termică liberă în jos. Tuburile au un diametru mic și pereți subțiri pentru a reduce la minim diferențele de temperatură de la fața caldă la fața rece, tensiunile termice și potențialul de curbare; într-una dintre materializări, panourile vaporizator 12 și supraîncălzitor 14 sunt realizate din tuburi cu diametrul exterior de 31/32 " și grosimea de perete 0.095", din material SA210A1 și SA213T22, respectiv. Pot fi utilizate și alte materiale și grosimi ale tuburilor, în funcție de temperatură, presiune și alte considerații.

[0067] Panourile suprafeței de încălzire pentru evaporare 12 sunt prevăzute cu colectoarele de intrare inferioare și colectoarele de ieșire superioare. Acest lucru facilitează proiectarea pentru circulația naturală a schimbătorului de căldură pentru colectorul solar 10. Amestecul de abur-apă generat în tuburile care formează panourile suprafeței de încălzire pentru evaporare 12 este colectat în colectoarele superioare de ieșire care servesc, de asemenea, ca un punct de amestec pentru a nivela dezechilibrele de temperatură care ar putea exista în amestecul de abur-apă. Ștuțurile de pe

colectoarele de ieșire sunt interconectate prin intermediul conductelor ascendente 26 la ștuțurile sau racordurile de coloană 27 în porțiunea superioară a separatorului vertical apă/abur 16. Separatorul vertical de apă/abur 16 funcționează într-un mod cunoscut (a se vedea brevetul SUA Nr. 6,336,429 al Wiener ș. a.), separând aburul din amestecul de abur-apă.

[0068] Dacă schimbătorul de căldură 10 este conceput doar pentru producția de abur saturat, fără supraîncălzire, toate panourile ar fi suprafețe de evaporare 12, iar racordurile de evacuare a aburului saturat 28 din partea de sus a separatorului 16 ar conduce aburul până în locația sa din aval și pentru utilizare.

[0069] În funcție de temperatura și presiunea inițială a aburului, precum și de temperatura dorită de ieșire a aburului supraîncălzit, panourile care compun suprafețele de supraîncălzire 14 pot fi supraîncălzitoare cu treceri multiple pentru a oferi debite masice adecvate în tuburile din suprafața supraîncălzitorului, și astfel de concepte se încadrează în sfera de aplicare a invenției de față. Astfel de modele cu treceri multiple iau în considerare nu numai temperaturile tuburilor din supraîncălzitorul 14, dar și temperatura tuburilor dintr-o structură adiacentă sau din panoul evaporator 12, pentru a răspunde preocupărilor privind dilatarea termică diferențială. În plus, pe tot parcursul prezentei specificații, referirea la supraîncălzitorul 14 se poate referi, în funcție de context, la oricare sau la ambele supraîncălzitoare primare (în amonte de un etaj de atemperare prin pulverizare pentru controlul temperaturii aburului) și la supraîncălzitorul secundar (în aval de un etaj de atemperare prin pulverizare pentru controlul temperaturii aburului).

[0070] Există trei elevații ale stâlpilor 20 pentru a transmite încărcările rezultate din vânt, cutremur, transport și dilatare termică etc. de la panourile 12, 14 la structura de sprijin 18, după cum se arată. Grinzile stâlpilor 20 sunt atașate la coloanele structurii interne de sprijin 18 și sunt la niveluri eșalonate pentru a permite stâlpilor să se dilate în colțuri. Stâlpii sunt, de asemenea, în afara izolației panourilor și sunt, deci, menționate în cele ce urmează ca un design cu stâlpi "reci". Un tirant 31 este aplicat la panourile evaporator 12, cu bara în zigzag 23 și bolțurile 33, iar la panourile supraîncălzitor 14, cu clipsurile de tub 29, așa cum se arată în Fig. 12 și este explicat mai jos. Jocurile din sistemul format de tirantul 31, stâlpul 20, bara în zigzag 23, bolțurile 33 și clipsurile de tub 29 permit ca panoul să alunece în raport cu tirantul fix 31, când panoul se dilată termic pe verticală și pe direcția axială a tirantului; aceasta permite dilatarea pe direcția axială a tirantului 31, dar nu permite dilatarea pe o direcție normală la un plan al panoului de tuburi. Suportii de tirant 21 sunt prinși de flanșa stâlpului 20. Acest sistem permite dilatarea termică neîngrădită a panourilor de tuburi pe direcția verticală și pe direcția axială a tirantului 31, eliminând astfel tensiunile suplimentare din tuburi.

[0071] Pentru a reduce costurile și a îmbunătăți rigiditatea panourilor pentru transport, tuburile vaporizator 12 sunt atașate cu barele în zigzag 23, tiranții 31 și bolțurile 33 la fiecare elevație a stâlpilor 20, după cum este arătat. Trei seturi de bare în zigzag 23 sunt aplicate pe lățimea panoului

12 în loc de a lega toate tuburile împreună cu o singură bară, pentru a reduce tensiunile în sudurile de fixare a tuburilor, în special între elevațiile stâlpilor 20, unde tuburile sunt drepte (fără coturi pentru reducerea tensiunilor din cauza dilatării termice diferențiale).

[0072] Un design mai flexibil de fixare a tuburilor este prevăzut pentru panourile supraîncălzitor 14, și anume, un sistem separat de stâlpi este prevăzut pentru panourile evaporator 12 față de panourile supraîncălzitor 14. Tuburile supraîncălzitor sunt fixate printr-un ansamblu de clipsuri pentru tuburi 29 și tiranți 35, așa cum se arată. Acest lucru va permite fiecărui tub să se dilate în mod independent, deoarece potențialul de diferență de temperatură de la tub la tub este mai mare la supraîncălzitorul 14 în comparație cu evaporatorul 12, în special pentru tuburi adiacente din treceri diferite.

[0073] De asemenea, panourile au fost proiectate pentru a reduce numărul de tipuri, pentru a reduce costurile. În ceea ce privește geometria de îndoire a tuburilor, există doar două modele sau configurații, una pentru evaporatorul 12 și una pentru supraîncălzitorul 14, cu singura diferență fiind partea pe care sunt fixările de pe tuburi. Acest lucru este ilustrat în fig. 2, unde se va vedea că colectoarele superioare și inferioare pe una dintre părțile schimbătorului de căldură pentru colectorul solar 10 sunt situate în afara planului panourilor de perete cu tuburi tangente, în timp ce colectoarele superioare și inferioare pe o latură adiacentă a schimbătorului de căldură pentru colectorul solar 10 sunt situate în interiorul planului panourilor de perete cu tuburi tangente.

[0074] Schimbătorul de căldură pentru colectorul solar 10 este susținut în partea superioară de structură de sprijin intern arătată în fig. 1, 2 și 3. Profilul de sus al structurii de sprijin verticale 18 sprijină panourile 12, 14 și separatorul vertical de apă/abur 16. Panourile 12, 14 sunt sprijinite de bare verticale atașate cadrului format din profile U așezate spate în spate care formează perimetrul profilului de sus. Acest concept permite dilatarea termică liberă în jos a panourilor și a separatorului vertical. Structura de sprijin utilizează profile standard din oțel și table groase din material oțel carbon tipic, cum ar fi A36 și A992, și este asamblată, în cea mai mare parte, prin șuruburi. Pot fi utilizate și alte materiale, în funcție de temperatură și de alte considerații. Poate fi folosită o structură din țevi, dar aceasta poate avea costuri mai ridicate și un timp mai îndelungat. De asemenea, poate complica proiectarea legăturilor la capete.

[0075] Referindu-ne la fig. 1 - 7, alimentările 24 furnizează apa de la conducta descendentă 17 a separatorului vertical apă/abur la colectoarele inferioare de intrare ale panourilor evaporator 12. Coloanele 26 transportă amestecul de abur-apă din colectoarele superioare ale panourilor vaporizator 12 înapoi la separatorul vertical de apă/abur. Numărul și dimensiunile alimentărilor 24 și ale coloanelor 26 sunt concepute pentru a satisface cerințele circulației naturale. Acestea sunt, de asemenea, concepute cu o anumită flexibilitate pentru a permite dilatarea termică diferențială între colectoarele panourilor 12 anteturi și separatorul vertical de apă/abur pentru a reduce la minim tensiunile din racorduri.

[0076] Racordurile saturate și conductele racordurilor saturate 28 furnizează abur saturat uscat din partea de sus a separatorului vertical abur/apă la colectoarele de intrare PSH situate în partea de sus a panourilor 14. Datorită colectoarelor de intrare înguste, sunt necesare doar două țevi de legătură saturate, câte una pe colector, așa cum este arătat. Această tubulatură este fabricată din oțel carbon și folosește dimensiuni de țevă și grosimi standard. Toate conductele sunt izolate și învelite pentru a reduce pierderile de căldură.

[0077] Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 are un etaj de atemperare prin pulverizare și conductele 32 pentru controlul temperaturii aburului, situate între PSH și SSH, așa cum se arată în figurile 1 și 6. O singură treaptă reduce costurile și simplifică conductele. Attemperatorul și conductele 32 se află în interiorul incintei colectorului, așa cum este arătat. Attemperatorul folosește apa de alimentare pentru atemperare. Attemperatorul și conductele vor fi susținute de către structura de sprijin a colectorului 18 și/sau de către colectoarele panourilor. Aceste componente sunt, de asemenea, izolate și învelite pentru a reduce pierderile de căldură.

[0078] Colectoarele superioare și inferioare și coturile tuburilor pentru panouri trebuie să fie protejate de scurgerile de lumină și de energia luminoasă dispersă. Acest lucru este realizat prin scuturile termice 34, care se extind în jurul perimetrului colectorului solar 10, așa cum se arată și în fig. 1, 8 și 9. Unul dintre capetele sau marginile scuturilor termice 34 este fixat prin șuruburi sau sudate pe structura de sprijin 18, iar celălalt capăt este liber. Scuturile termice 34 sunt realizate tablă subțire din oțel cu întărituri pe partea posterioară și de-a lungul marginii libere pentru a rezista încărcărilor eoliene și seismice. Scuturile termice 34 pot fi, de asemenea, fixate la colțuri pentru a oferi rigiditate suplimentară pentru a evita atașarea de tuburi. Sunt necesare măsuri privind dilatarea termică pentru a reduce sau a preveni flambarea. Scuturile termice 34 sunt vopsite în alb pe partea expusă și nu sunt izolate pe partea din spate pentru a reduce temperatura de funcționare. Este prevăzută o distanță între scuturile termice 34 și panourile cu tuburi 12, 14, pentru a permite circulația naturală a aerului pentru o răcire suplimentară. Pentru a reduce dimensiunile de transport, scuturile se montează pe șantier.

[0079] O barieră de panou 36 este necesară pe partea posterioară a panourilor 12, 14 pentru a proteja izolația și structura de ploaie și de expunerea la căldură, care poate pătrunde prin golurile dintre tuburile tangente libere. Vezi Fig. 10, care ilustrează sistemul de bariere ale panourilor 36. Bariera de panou 36 cuprinde o serie de foi de metal sprijinite de structura de fixare a tuburilor. Unul dintre capete va fi fixat iar celălalt ghidat, pentru a permite dilatarea termică. Pentru evaporatorul 12, panoul de barieră va fi sprijinit de barele în zigzag, iar pentru supraîncălzitorul 14, de placa tirant. Bariera de panou 36 va fi vopsită în alb pe partea tuburilor pentru a maximiza puterea de reflexie și a reduce temperaturile de funcționare. Bariera de panou 36 va sprijini, de asemenea, izolația panoului și învelișul.

[0080] De asemenea, se vor prevedea aparatele 40 pentru a măsura temperaturile pe fața caldă a tuburilor, temperaturile fluidului și fluxul termic pe panouri. Pot fi prevăzute și instrumente suplimentare, mesdoze și senzori pentru a măsura deformările și dilatarea termică a diferitelor componente. Temperaturile aburului supraîncălzit vor fi măsurate prin intermediul termocuplurilor sudate situat pe partea rece (izolată) a ramurilor de ieșire a tuburilor, în apropierea colectoarelor.

[0081] Așa cum se arată în figurile 13 și 14, un alt aspect al invenției de față se referă la o platformă de transport sau la un dispozitiv de fixare pentru fabricare/transport/ridicare 50 care facilitează fabricarea, asamblarea, transportul și montarea schimbătorului de căldură din fabrică până pe șantier. Dispozitivul de fixare cuprinde o bază 52 și doi montanți 54 prevăzuți la un capăt al acesteia. Montanții 54 susțin doi arbori 56 atașați la structura de suport verticală 18 a colectorului solar. Arborii 56 angajează montanții 54 pe dispozitivul de prindere în timpul transportului schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 pentru a-l sprijini și pentru a permite rotirea schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10 pe montanții 54 dintr-o poziție de transport într-o poziție în esență verticală în timpul unei etape a montajului pe șantier al schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar. La capătul superior al structurii de sprijin 18 sunt prevăzute urechi de ridicare. La sosirea în locul de montaj, o macara ridică schimbătorul de căldură al colectorului solar 10 în poziția verticală, rotindu-l pe arborele 56, și apoi ridică schimbătorul de căldură al colectorului solar 10 pentru așezarea într-o locație dorită, cum ar fi pe partea de sus a turnului colectorului (nu este reprezentat).

[0082] Figurile de la 15 la 17 ilustrează vederi de sus, de capăt și secționate, respectiv, ale unei plăci de diafragmă divizate 58 utilizate la intrarea în colectoarele de intrare și de ieșire ale supraîncălzitorului 14 pentru a oferi multe trasee de abur în panourile de supraîncălzire 14, când se utilizează tuburi tangente. O diafragmă circulară tradițională este sudată în interiorul unui colector pentru a-l diviza în compartimente separate pe fluid pe lungimea colectorului. Atâta timp cât ștuțurile de racord ale tuburilor sunt distanțate suficient de mult pe lungimea colectorului, această abordare va funcționa. Însă în prezenta aplicație, cu tuburi tangente foarte apropiate între ele care formează panourile supraîncălzitoare 14, ștuțurile de racord ale tuburilor la colectoarele de intrare și de ieșire sunt eșalonate și apropiate între ele. O diafragmă circulară convențională ar interfera cu unele dintre ștuțurile de legătură a tuburilor atașate la colectoare. Pentru a depăși această problemă, placa diafragmei este o placă diafragmă divizată 58 alcătuită din două plăci diafragmă semicirculare A și B, așa cum se arată, care sunt inserate în colector și sudate una de alta pe un diametru și pe circumferința fiecărei plăci A și B, la suprafața interioară a colectorului.

[0083] Referindu-ne la figurile de la 18 la 22, este prezentată o materializare alternativă a unui sistem de sprijin al tuburilor tangente conform invenției prezente. Un exemplu tipic de sistem de sprijin pentru tuburile tangente care cuprinde un stâlp, montanți, tiranți și clipsuri pentru tuburi

(dacă se consideră panourile supraîncălzitoare 14 de tipul celor utilizate în prezentul schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar 10) nu oferă un sprijin adecvat sau nu impun în mod pozitiv o construcție "etanșă la lumină" pe direcția axială a colectorului. Deoarece colectorul solar 10 este asamblat în fabrică și va fi transportat în poziția orizontală și apoi montat într-o poziție verticală, este important să se prevadă o sprijinire adecvată a panourilor cu tuburi tangente 12 și 14, în timpul și între cele două stări. Mai precis, este necesar să se prevadă un nivel atipic de sprijinire care abordează problemele puse de transportul colectorului solar 10 și de amplasarea colectorului solar 10 într-o zonă cu seismicitate ridicată, rezolvă toate dilatățile termice previzibile, impune spațierea corespunzătoare a tuburilor pentru a asigura o construcție "etanșă la lumină, susține ușurința în fabricație și sprijină înlocuirea la fața locului în măsura în care aceasta devine necesară. Sistemul de sprijin al tuburilor tangente trebuie să ofere un sprijin adecvat panourilor cu tuburi de supraîncălzire primară și secundară 14, și panourilor cu tuburi de vaporizare 12.

[0084] Pentru a aborda aceste probleme, în prezenta materializare, fiecare tub dintr-un panou 12 sau 14 este prevăzut cu urechile 60 parțial sudate pe circumferință, iar fiecare ureche 60 este situată pe tuburile adiacente la altitudini decalate pentru a ține seama atât de considerentele de fabricație cât și de diferențele de temperatură de la tub la tub (o preocupare importantă atunci când este vorba de panouri de supraîncălzire cu tuburi 14). După cum se arată în Fig. 20, urechile 60 ale tuburilor sunt prevăzute fiecare cu două orificii care primesc bolțurile 62 pentru a oferi o fixare cu două bolțuri pe un ansamblu compus din grinzile de colector superioare și inferioare 64, care sunt, fiecare, prevăzute cu orificiile corespunzătoare 66 pentru a primi cele 62 de bolțuri, și plăcile de legătură 68. Ca urmare, această materializare sprijină un panou compus din n tuburi prin introducerea a $(n + 1)$ știfturi dispuse intermediar 62, în care n este un număr întreg care reprezintă numărul de tuburi într-un panou. Prin urmare, în timp ce este în multe privințe avantajos pentru conceptul unei locații de sprijin cu un singur știft (pe ureche), acest efect este încă realizat în mod similar prin implementarea unei singure urechi pentru fiecare tub și aproximativ un singur știft pentru fiecare tub (considerând cantitățile totale necesare pentru fabricație). Jocurile dintre urechile 60 ale tuburilor și ansamblul grinzii colector țin seama, din nou, atât de considerentele privind fabricarea cât și de diferențele de temperatură previzibile de la tub la tub.

[0085] Două plăci de legătură 68 pe panoul cu tuburi sprijinit acceptate sunt legate prin intermediul știfturilor 70 și barelor de legătură rotitoare la o ureche de sprijin 74 atașată la un element de sprijin la încovoiere 76, prin intermediul profilului din oțel 78 la coloanele care cuprind structura de suport verticală 18 (figurile 19, 21 și 22). Prin intermediul sistemului menționat anterior, forțele care acționează pe fiecare tub pe o direcție perpendiculară pe planul definit de panoul cu tuburi pot fi suportate în mod eficient de profilele din oțel. În plus, barele de legătură rotitoare 72 permit rotirea în mod intenționat și, prin urmare, țin seama de dilatarea termică medie a panourilor cu tuburi sprijinite ca un întreg; barele de legătură rotitoare 72, în această

materializare, vor fi de obicei presetate la $\frac{1}{2}$ pentru această dilatare termică. Două urechi de sprijin 80 ale ansamblului grinzilor de colector sunt dispuse pe fiecare panou de tub sprijinit, în locațiile adecvate, astfel încât ansamblul grinzii colector se deplasează cu dilatarea termică medie a panoului, oferind în același timp și o cale a încărcăturii, astfel încât sarcina moartă verticală formată din ansamblul panourilor, bariera de lumină, izolația și învelișul să fie sprijinite în mod eficient de profilele din oțel.

[0086] Așa cum este cel mai bine ilustrat în figurile 18 și 22, ghidurile de protecție 82 sunt aplicate în centrul (având în vedere direcția axială a colectorului) ansamblului grinzii colector, iar o bară de protecție în consolă 84 se este atașată la elementul de sprijin la încovoiere 76 care, la rândul său, este atașat prin intermediul profilelor din oțel 78, la coloanele structurii suport verticale 18. Prin intermediul sistemului menționat anterior, forțele care acționează pe fiecare tub pe direcția axială a colectorului pot fi suportate în mod eficient de profilele din oțel, permițând în același timp dilatățile termice corespunzătoare ale panourilor de tuburi. În plus, sistemul de bare de protecție oferă un punct de ancorare situat central pentru dilatarea termică pe direcția axială a colectorului. În timp ce funcția primară a acestei materializări este aceea de a sprijini în mod adecvat panourile cu tuburi tangente pentru toate condițiile de încărcare previzibile, permițând în același timp dilatățile termice adecvate, există o serie de alte avantaje realizate prin utilizarea acestei abordări:

[0087] 1. Ansamblul grinzilor colector oferă un suport convenabil pe care se poate așeza o barieră de lumină, izolația și învelișul.

[0088] 2. Ansamblul grinzilor colector reduce costurile și facilitează executarea în fabrică. Producerea și asamblarea urechilor pentru tuburi 60, a acelor 62, a grinzilor colector 64 și a plăcilor de legătură 68 rezultă într-un dispozitiv de fixare convenabil care ajută în procesul de fabricație. Dispozitivul este fixat temporar pe un ansamblu de panouri cu tuburi, la altitudinea corespunzătoare, iar urechile individuale pentru tuburi 60 sunt sudate în puncte la fața locului. După îndepărtarea dispozitivului de fixare, procesul de sudare a urechilor 60 este finalizat, rezultând un panou cu tuburi montat în ansamblul grinzii colector.

[0089] Sistemul format din bolțurile 70 și bara de legătură 72 susține înlocuirea la fața locului. Panourile cu tuburi pot fi complet detașate de structura de sprijin verticală (dacă se are în vedere un singur panou cu tuburi) prin îndepărtarea racordurilor aferente dintre colector și conducte, deconectarea celor două bare verticale de sprijin ale colectorului și demontarea celor două bolțuri 70 care sunt cele mai apropiate de structura de sprijin la fiecare nivel al suportului tuburilor tangente. Deoarece acestea sunt dispuse, probabil, în afara barierei de lumină, a izolației și a învelișului, invenția propusă oferă o metodă convenabilă pentru demontarea panourilor cu tuburi în vederea înlocuirii la fața locului.

[0090] Elementul acestei materializări care se menține indiferent de modelul menționat anterior este sistemul de urechi pentru tuburi parțial sudate pe circumferință 60 situat la nivelele decalate,

fiecare dintre acestea prevăzând două locații de sprijin cu bolțuri 62 care să permită (n + 1) bolțuri situate intermediar pentru a sprijini un panou cu tuburi tangente n.

[0091] Ansamblul grinzii colector ar putea fi compus din diferite profile, dacă se dorește. De exemplu, în loc de o pereche de bare lungi dreptunghiulare care formează fiecare dintre grinzile colector 64, care se pot încovoia sau flamba datorită greutateii, grinzile colector 64 ar putea fi compuse din corniere la 90 de grade, care sunt mai rigide. În acest caz, orificiile 66 prevăzute prin unul dintre picioarele fiecărui cornier unghi sunt apoi mult mai probabil să fie aliniat cu orificiile din urechile 60 urechi, facilitând instalarea bolțurilor 62. Celelalte picioare ale cornierelor ar fi orientat spre suportul vertical 18. Alternativ, se poate utiliza un singur profil T, a cărui inimă este situată între urechile 60 decalate ale tuburilor, iar orificiile 66 pentru primirea bolțurilor 62 de pini sunt practicate în aceasta, iar talpa profilului T este orientată spre suportul vertical 18.

[0092] Bara de protecție cavă în consolă 84 (HSS), și elementul de sprijin la încovoiere 76 HSS, după cum este ilustrat în figuri, ar putea fi realizat în mod similar folosind profile W sau alte profile structurale. Acest lucru ar permite atașări mai tipice la profilele din oțel și ar permite mai mult elementului de sprijin la încovoiere 76 să servească unor scopuri suplimentare în profilele din oțel. Diferitele componente pot fi fabricate din oțel carbon sau din alte materiale, cum ar fi oțelul inoxidabil sau alte oțeluri aliate.

[0093] Se va aprecia, de asemenea că, în timp ce sistemul de sprijin al tuburilor tangente descrisă mai sus are o aplicabilitate specială la un schimbător de căldură pentru un colector solar, el nu este limitat la această utilizare și că acest sistem poate fi folosit la orice schimbător de căldură în cazul în care trebuie să fie tratată dilatarea termică diferențială și cea medie a panourilor cu tuburi tangente libere, acordând în același timp un sprijin adecvat pentru toate condițiile de încărcare anticipate.

[0094] Astfel, se va aprecia că prezenta invenție oferă un model de schimbător de căldură pentru un colector solar, eficient din punct de vedere termic și al costurilor și care are proprietățile care urmează. Modelul este cu costuri scăzute și cu posibilitatea de a fi asamblat în fabrică, într-un mediu de producție în masă. Dimensiunea sa permite expedierea cu autocamionul în limite normale pentru transportul auto (camion cu lățimea <13 ft, înălțimea totală <12'6", lungimea totală <35 ft). Greutatea relativ scăzută reduce costurile de transport și montaj. Schimbătorul de căldură pentru colectorul solar este conceput pentru o fiabilitate și o durată de viață ridicată, în condiții de funcționare extrem de ciclice, și este capabil să reziste la porniri și opriri zilnice și la treceri de nori fără a suferi distrugerii prin oboseală cu ciclul scurt. Separatorul vertical de apă/abur este capabil de porniri și de creșteri rapide de încărcare după trecerea norilor, pentru a maximiza utilizarea căldurii disponibile și funcționarea la sarcină maximă. Sistemul de circulație naturală a aburului și a apei poate fi complet golit și elimină necesitatea unei pompe de circulație costisitoare, în același timp cu realizarea capacității necesare de abur și a performanțelor.

[0095] Deși prezenta invenție a fost descrisă mai sus cu referire la mijloace, materiale și realizări speciale, trebuie să se înțeleagă că această invenție poate fi modificată în mai multe moduri fără a se îndepărta de spiritul și domeniul de aplicare al acesteia. De exemplu, schimbătorul de căldură pentru colectorul solar pot fi scalate la o dimensiune mai mare, în funcție de debitul de abur dorit; cu toate acestea, ar putea să fie necesară luarea în considerare a limitărilor speciale de transport sau de livrare, pentru a profita la maximum de asamblarea în fabrică. De aceea, prezenta invenție nu este limitată la aceste date comunicate, dar se extinde în schimb la toate echivalentele care sunt în domeniul de aplicare a revendicărilor care urmează.

Revendicări

Revendicăm:

1. Un schimbător de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar care cuprinde: un ansamblu de suprafețe de transfer termic, un separator vertical de abur/apă legat structural și pe fluid cu acesta, precum și o structură verticală care sprijină de sus separatorul vertical de apă/abur și suprafețele de transfer de căldură.
2. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care ansamblul suprafețelor de transfer de căldură cuprinde suprafețe de evaporare și suprafețe de supraîncălzire.
3. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care structura de sprijin verticală este interpusă între separatorul vertical de apă/abur și ansamblul suprafețelor de transfer termic.
4. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care ansamblul suprafețelor de transfer de căldură cuprinde panouri cu tuburi tangente libere și sunt prevăzuți stâlpi reci pe structura de sprijin verticală pentru a oferi sprijin lateral pentru panourile cu tuburi permițând în același timp pentru dilatarea termică neîngrădită a panourilor cu tuburi atât pe direcția orizontală cât și pe cea verticală, eliminând astfel tensiunile suplimentare în tuburi.
5. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care ansamblul suprafețelor de transfer de căldură cuprinde panouri cu tuburi tangente libere prevăzute cu colectoare la capetele superioare și inferioare ale acestora.
6. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 5, care cuprinde scuturi termice prevăzute pentru a proteja capetele superioare și inferioare ale panourilor cu tuburi tangente și colectoarele asociate acestora.
7. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care fiecare parte a schimbătorului de căldură solar colector cuprinde cel puțin un panou tub evaporator și cel puțin un tub panou supraîncălzitor.

8. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 7 în care panourile cu tuburi pentru supraîncălzire se întâlnesc pe cel puțin două laturi ale schimbătorului de căldură pentru colectorul solar pentru a forma un prim colț.
9. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 8, în care panourile cu tuburi pentru supraîncălzitor formează un al doilea colț opus primului colț cuprinde panouri secundare pentru supraîncălzitor.
10. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 2, care cuprinde panouri multiple de suprafețe de evaporare, toate de o primă configurație, și panouri multiple de suprafețe de supraîncălzire, toate de o a doua configurație.
11. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care separatorul vertical de apă/abur cuprinde racorduri de intrare dispuse tangențial, înclinate în jos, la duzele coloanei de intrare pentru a realiza o mișcare de rotație descendentă amestecurilor de apă/abur la intrare, pentru a iniția eliminarea umidității, și o placă perforată internă, un scruber și o tavă uscată pentru îndepărtarea finală a umidității.
12. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 4, care cuprinde bare în zigzag, și bolțuri și clipsuri pentru tuburi care leagă între ele panourile cu tuburi și stâlpii reci pentru a reduce tensiunile cauzate de dilatarea termică diferențială.
13. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 7, în care cel puțin un panou de supraîncălzire cuprinde un colector superior și un colector inferior, fiecare colector având o placă diafragmă divizată alcătuită din două plăci diafragmă semicirculare pentru a realiza un panou de supraîncălzire cu treceri multiple.
14. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 5, în care panouri cu tuburi cuprind izolația și învelișul prevăzute în spatele panourilor cu tuburi și bariere de lumină interpusă între partea din spate a panourilor și izolație și înveliș pentru a proteja izolarea, învelișul și structura de sprijin de ploaie și de expunerea la lumina care poate trece prin golurile dintre tuburile tangente libere care constituie panourile cu tuburi.
15. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care schimbătorul de căldură este proiectat pentru circulația naturală și nu necesită o pompă de circulație.

16. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care schimbătorul de căldură este prevăzut cu cel puțin o pompă de circulație pentru a asigura circulația forțată sau circulația prin pompare.
17. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, care cuprinde arborii atașați la structura de suport verticală, arborii pentru angrenarea montanților cu un dispozitiv de fixare în timpul transferului schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar la suportul de sprijin și pentru a permite rotirea schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar pe montanți dintr-o poziție de livrare într-o poziție substanțial verticală în timpul unei etape din procesul de montaj pe șantier a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar.
18. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care ansamblul suprafețelor de transfer de căldură cuprind suprafețe de evaporare și în care separatorul vertical de abur/apă este prevăzut cu racorduri la duzele coloanei ascendente situate pentru a preveni curgerea inversă a apei de pe suprafețele de evaporare în separator vertical de abur/apă în timpul unei opriri.
19. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 1, în care suprafețele de transfer de căldură sunt alcătuite din panouri cu tuburi tangente libere conectate la colectoare și sprijinite de structura de suport verticală astfel încât să țină seama de diferențele de temperatură de la tub la tub, precum și de dilatarea termică medie a panourilor cu tuburi ca un întreg.
20. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 19, în care diferențele de temperatură de la tub la tub sunt preluate prin prevederea de urechi pentru tuburi sudate parțial de circumferința tuburilor, situate la nivele decalate, fiecare oferind două locații de sprijin cu bolțuri pentru un ansamblu de bare colector care să permită (n + 1) bolțuri situate intermediar pentru a sprijini un panou cu tuburi tangente cu n tuburi de la structura suport verticală.
21. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 19, în care dilatarea termică medie a panourilor cu tuburi ca un întreg este preluată de bare rotative de legătură atașate la ansamblul barelor colector și la structura de sprijin verticală.

22. Schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar conform revendicării 19, care cuprinde ghiduri de bare de protecție aplicate la un centru al ansamblului de bare colector și o bară de protecție în consolă atașată la structura de sprijin verticală, care oferă un punct de ancorare situat central pentru dilatarea termică și permite forțelor care acționează asupra fiecărui tub pe o direcție axială a colectorului pentru a fi sprijinit în mod eficient de către structura de sprijin verticală permițând în același timp dilatările termice ale panourilor cu tuburi.
23. În combinație cu un schimbător de căldură format din panouri cu tuburi tangente libere conectate la colectoare și susținută de o structură de sprijin, un sistem de suport pentru preluarea diferențelor de temperatură de la tub la tub, precum și dilatarea termică medie a panourilor cu tuburi ca un întreg, cuprinzând : urechi pentru tuburi parțial sudate pe circumferință tuburilor, situate la nivele decalate, fiecare oferind două locații de sprijin cu bolțuri pentru un ansamblu de bare colector care să permită (n +1) bolțuri situate intermediar pentru a sprijini un panou cu tuburi tangente cu n tuburi de la structura suport verticală și bare rotative de legătură atașate la ansamblul barelor colector și la structura de sprijin verticală.
24. Sistem de sprijin conform revendicării 23, care cuprinde ghiduri de bare de protecție aplicate la un centru al ansamblului de bare colector și o bară de protecție în consolă atașată la structura de sprijin verticală, care oferă un punct de ancorare situat central pentru dilatarea termică și permite forțelor care acționează asupra fiecărui tub pe o direcție axială a colectorului să fie suportate în mod eficient de către structura de sprijin verticală permițând în același timp dilatările termice ale panourilor cu tuburi.
25. Un dispozitiv de fixare pentru a facilita fabricarea, asamblarea, transportul și montarea unui schimbător de căldură asamblat în fabrică, cuprinzând: o bază; și montanții prevăzuți la un capăt al bazei pentru angrenarea arborilor de pe schimbătorul de căldură asamblat în fabrică, montanții permițând rotirea schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar în jurul arborilor, pe montanți, dintr-o poziție de livrare într-o poziție substanțial verticală în timpul unei etape din procesul de montaj pe șantier a schimbătorului de căldură asamblat în fabrică pentru schimbătorul de căldură asamblat în fabrică pentru colectorul solar.

1/16

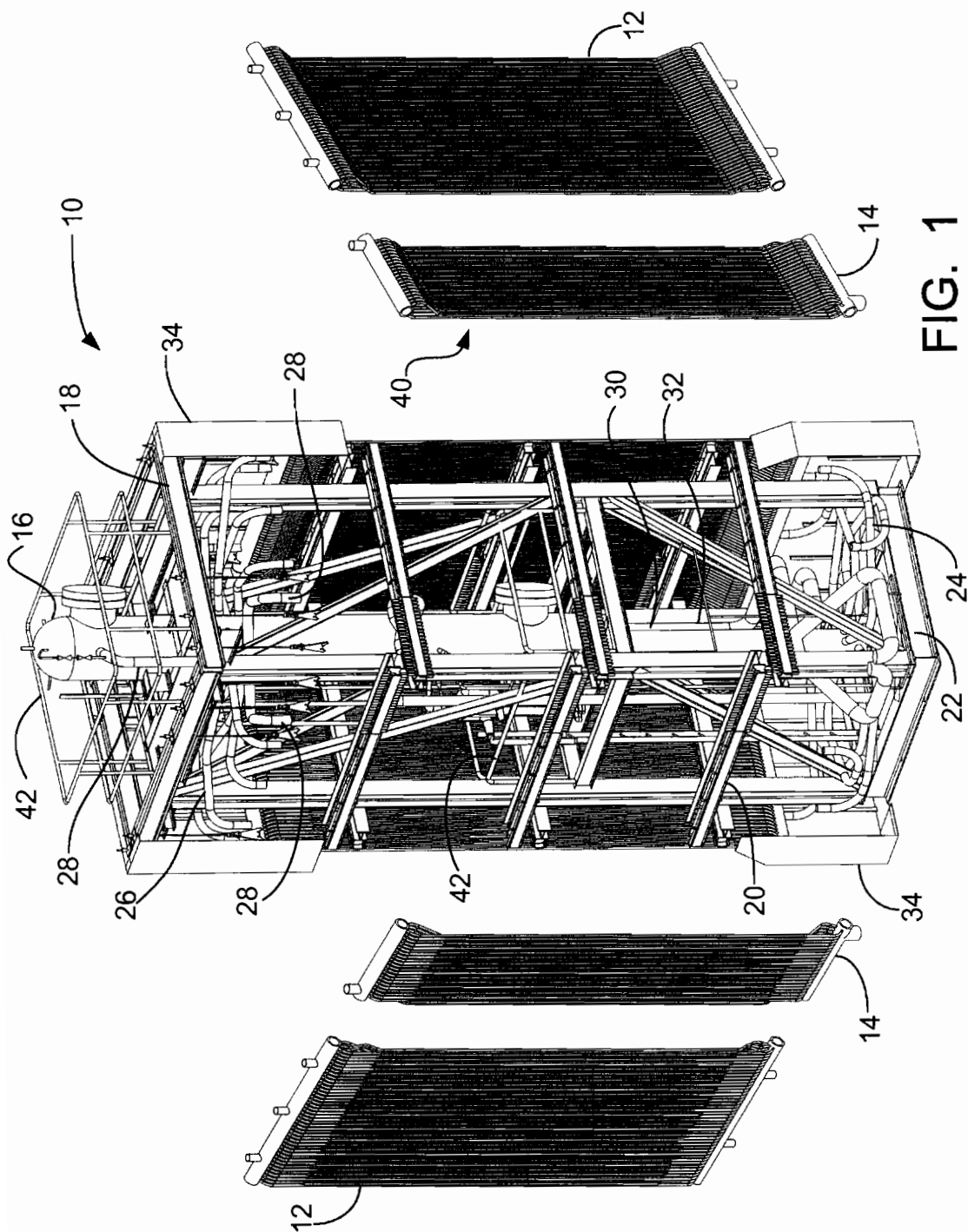


FIG. 1

2/16

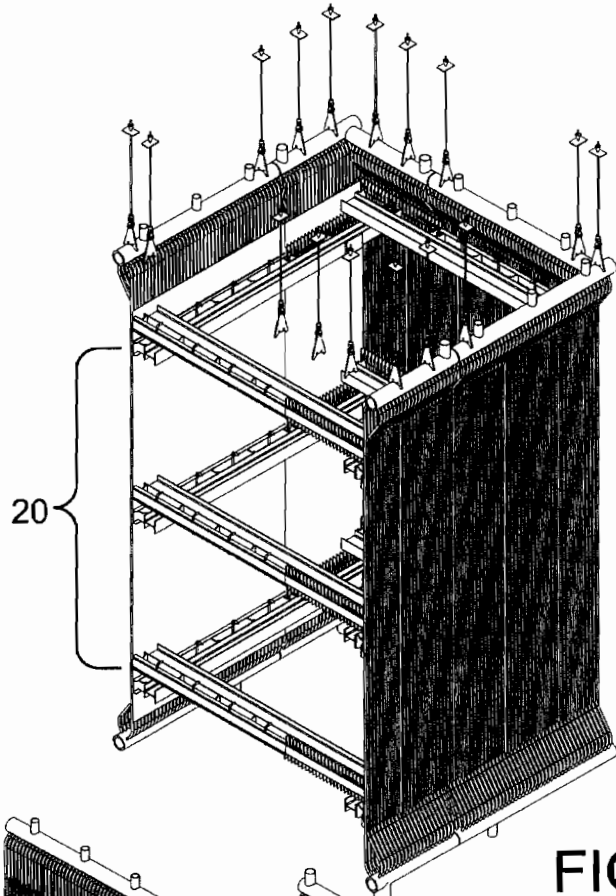


FIG. 2

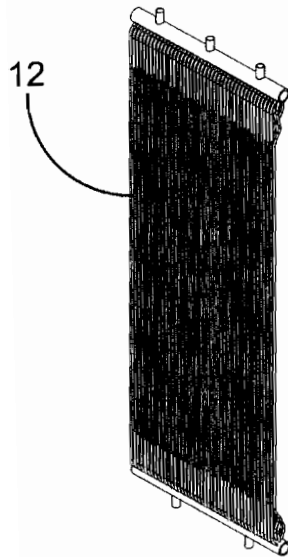


FIG. 2A

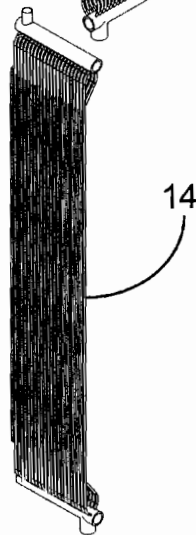


FIG. 2B

3/16

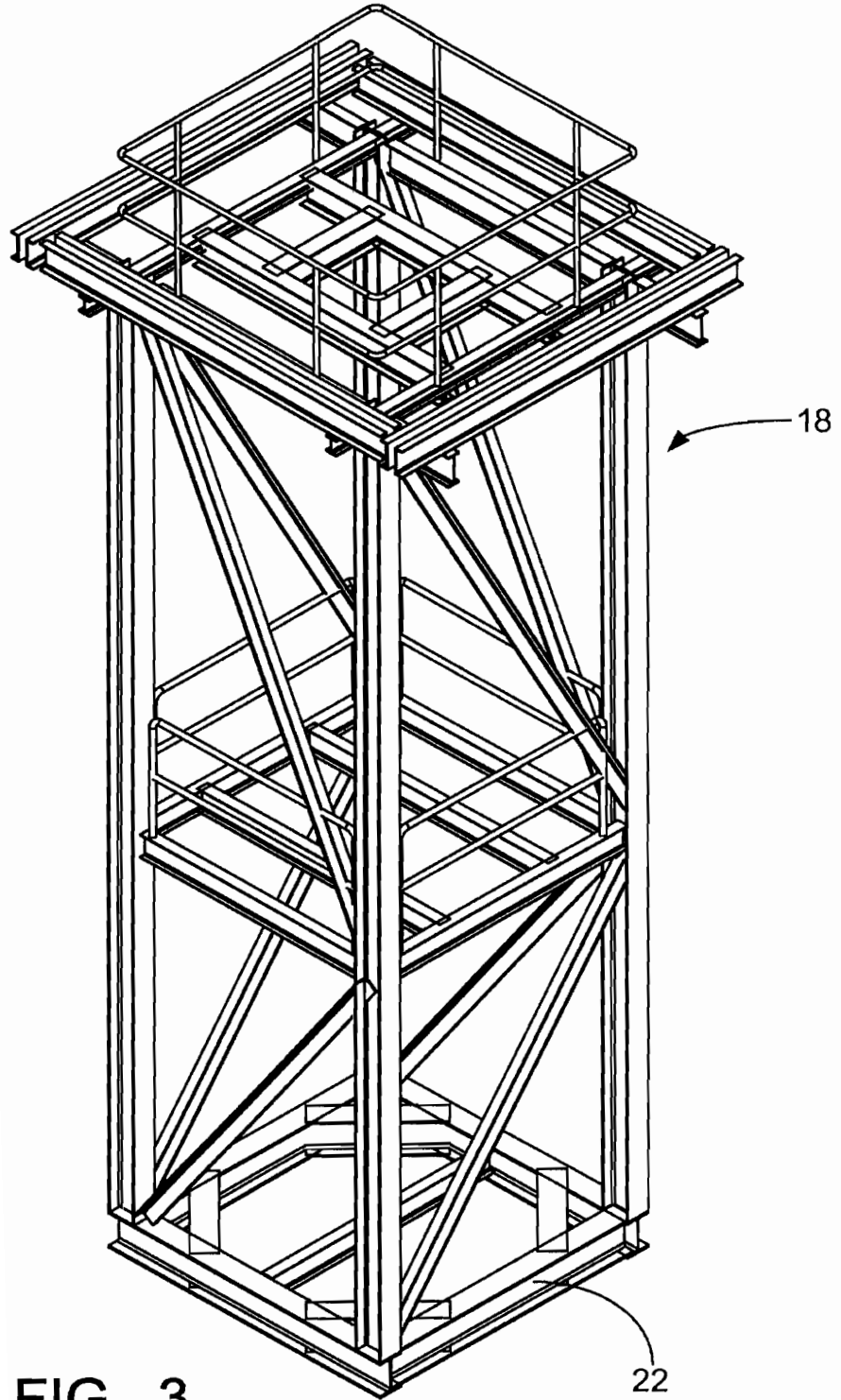


FIG. 3

4/16

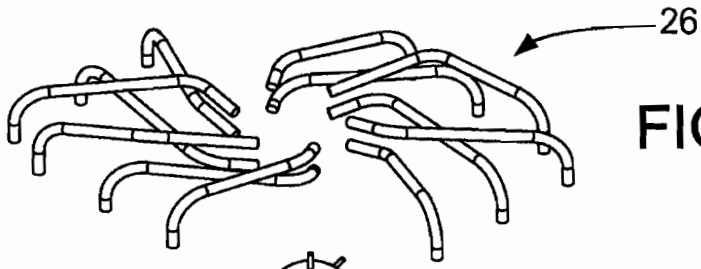


FIG. 5

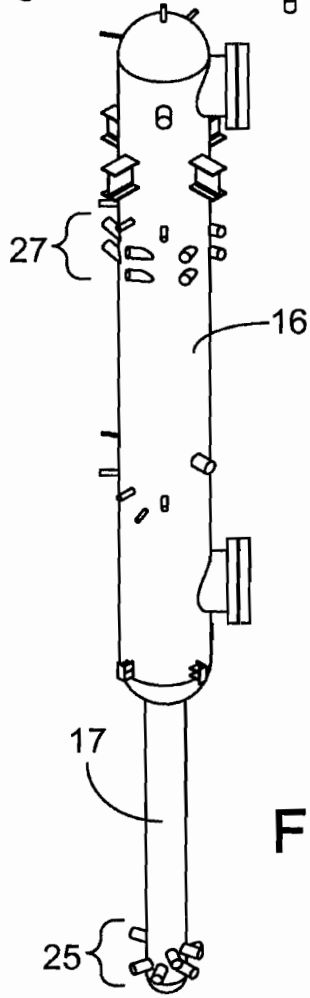


FIG. 4

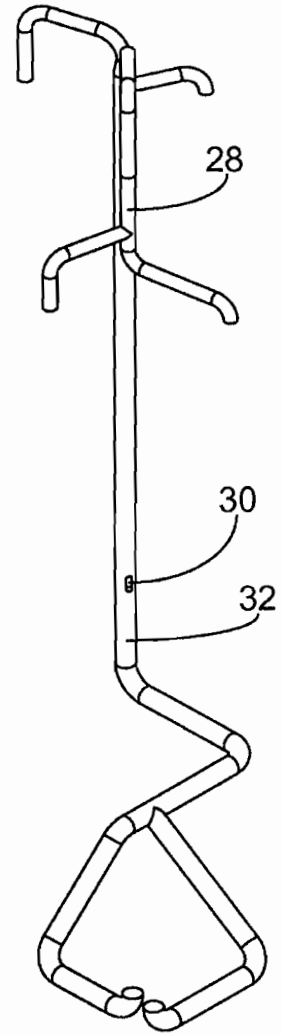


FIG. 6

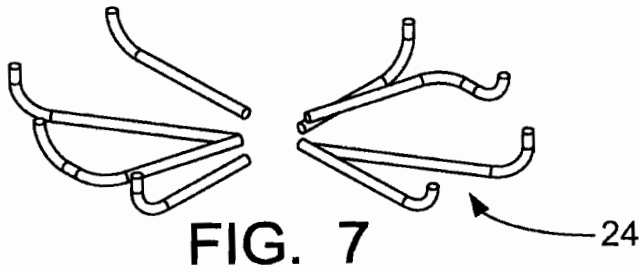


FIG. 7

5/16

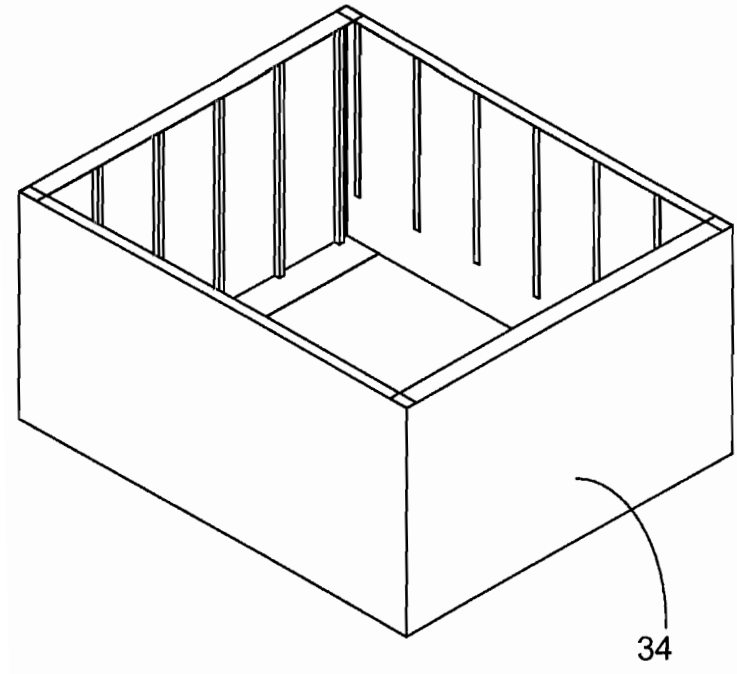


FIG. 8

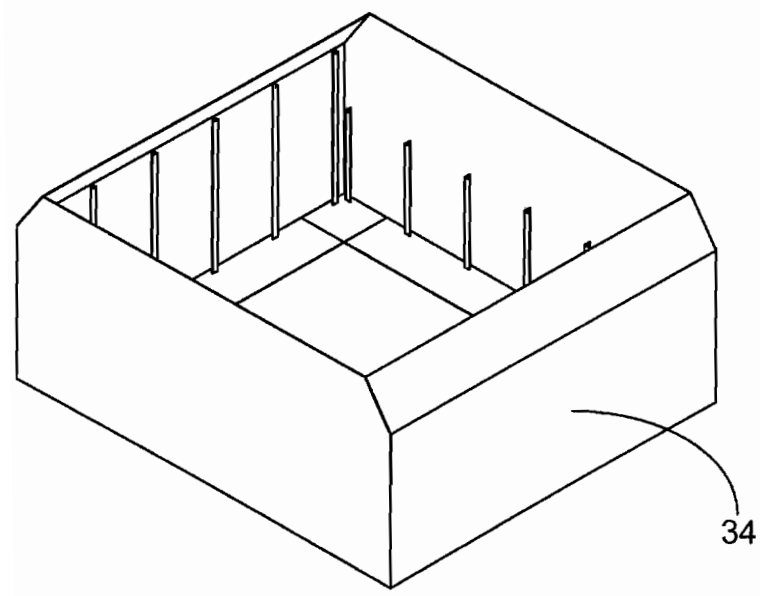


FIG. 9

6/16

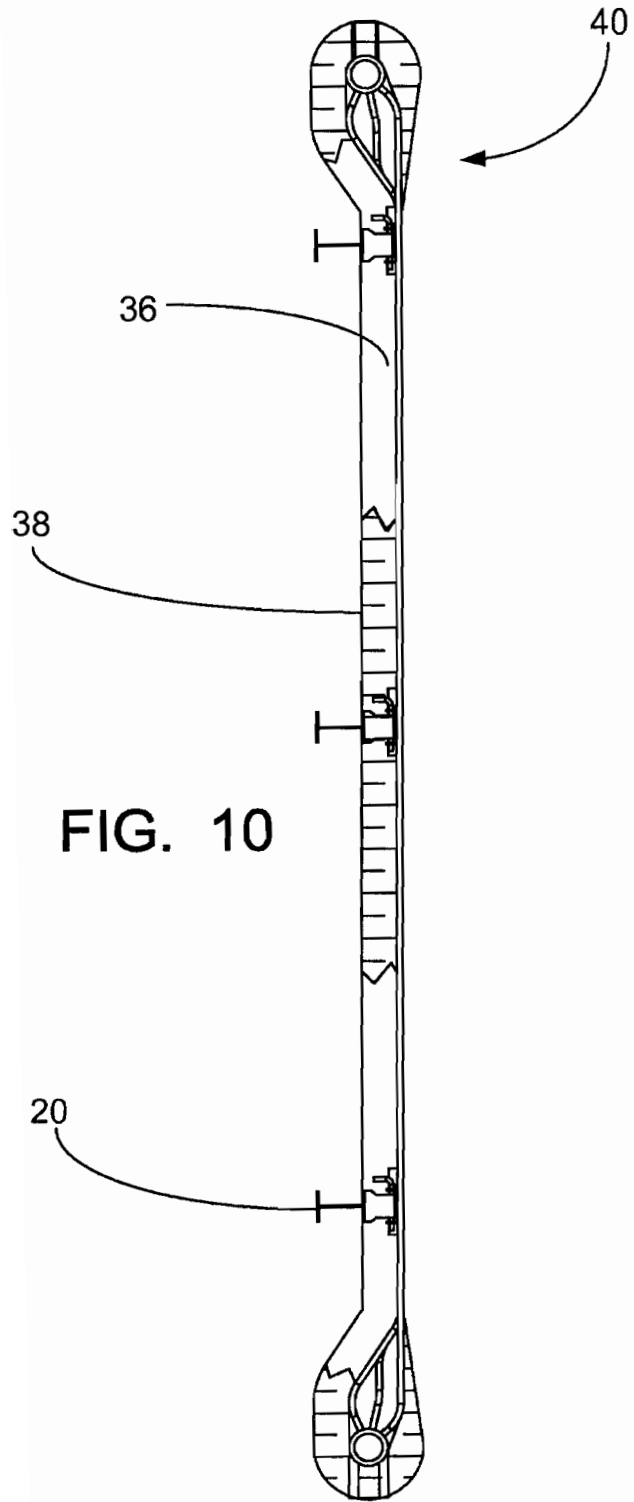


FIG. 10

7/16

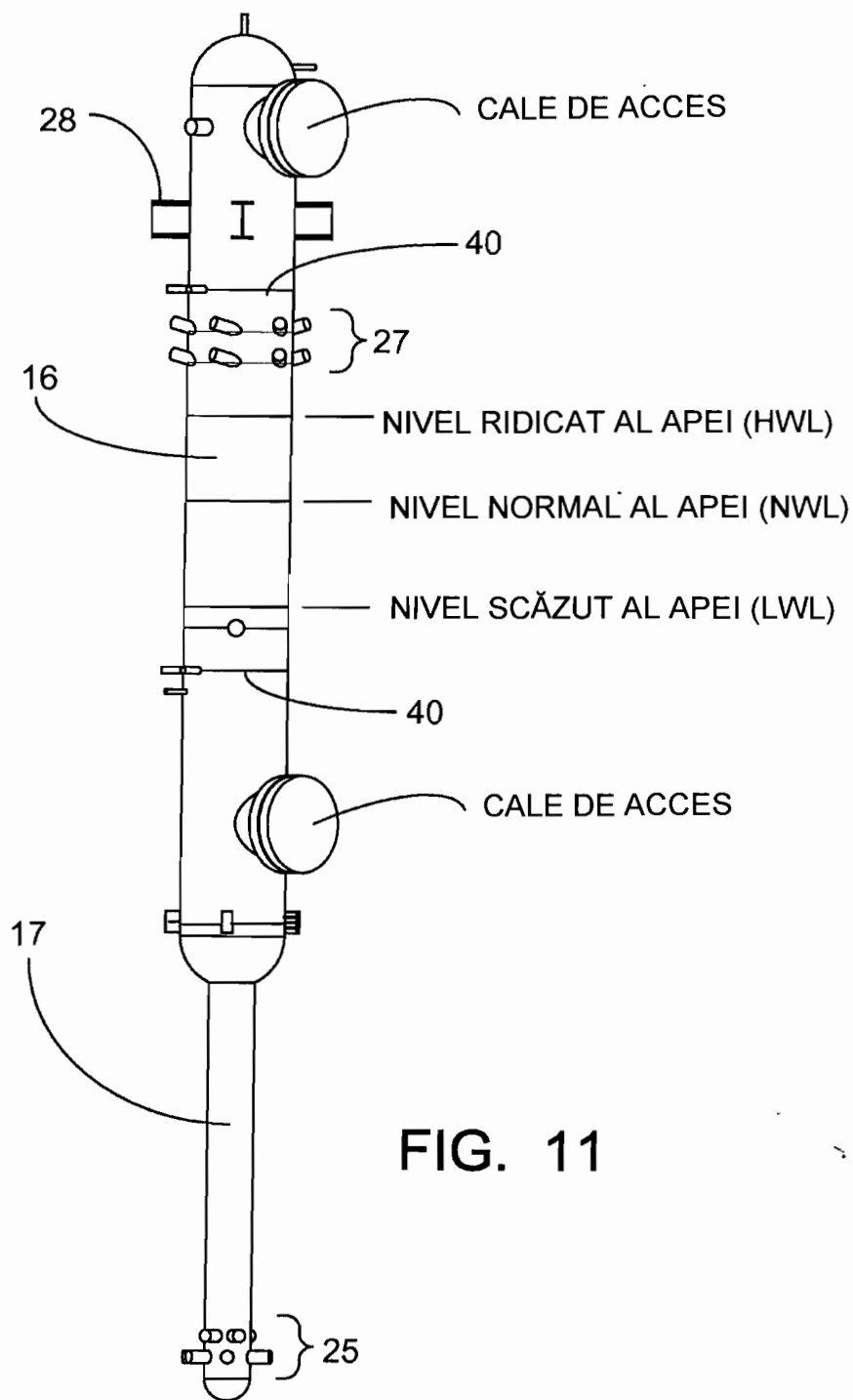


FIG. 11

8/16

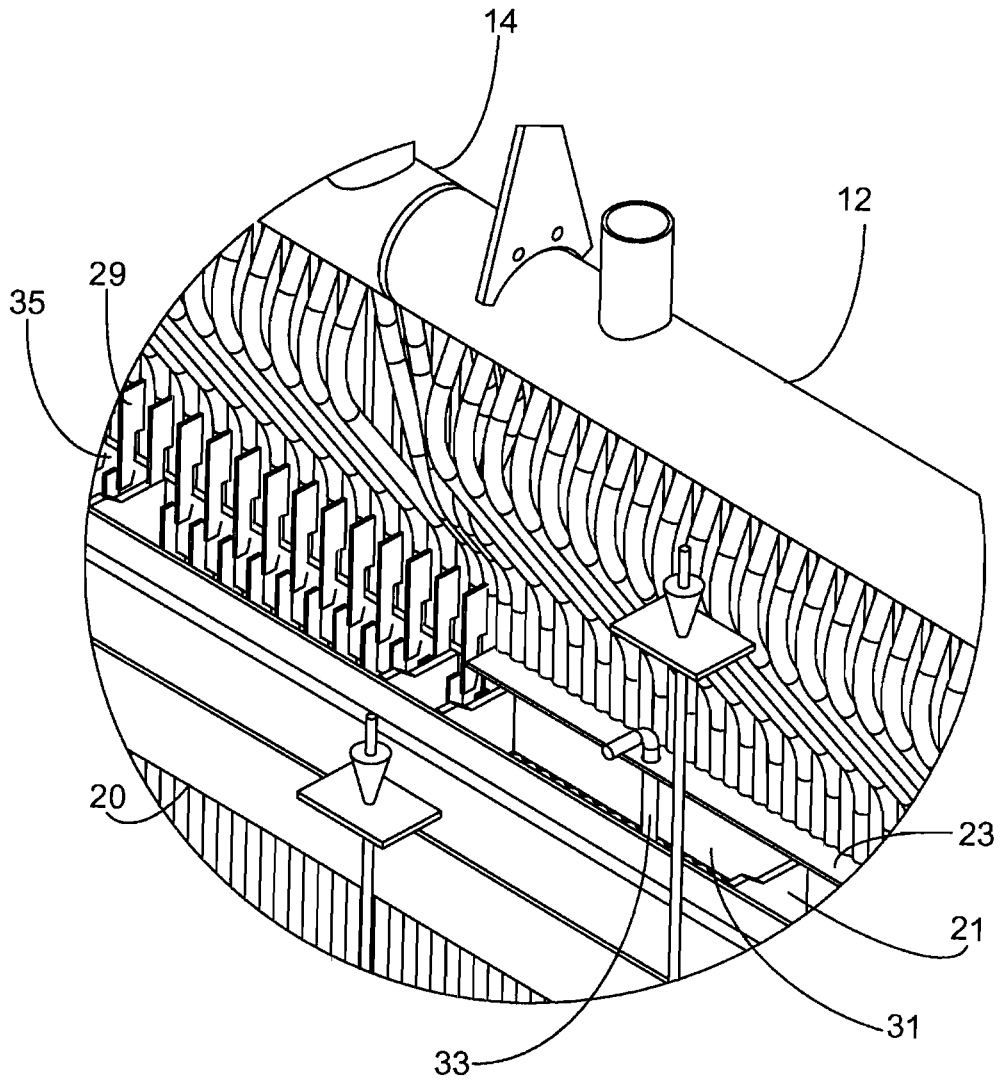


FIG. 12

9/16

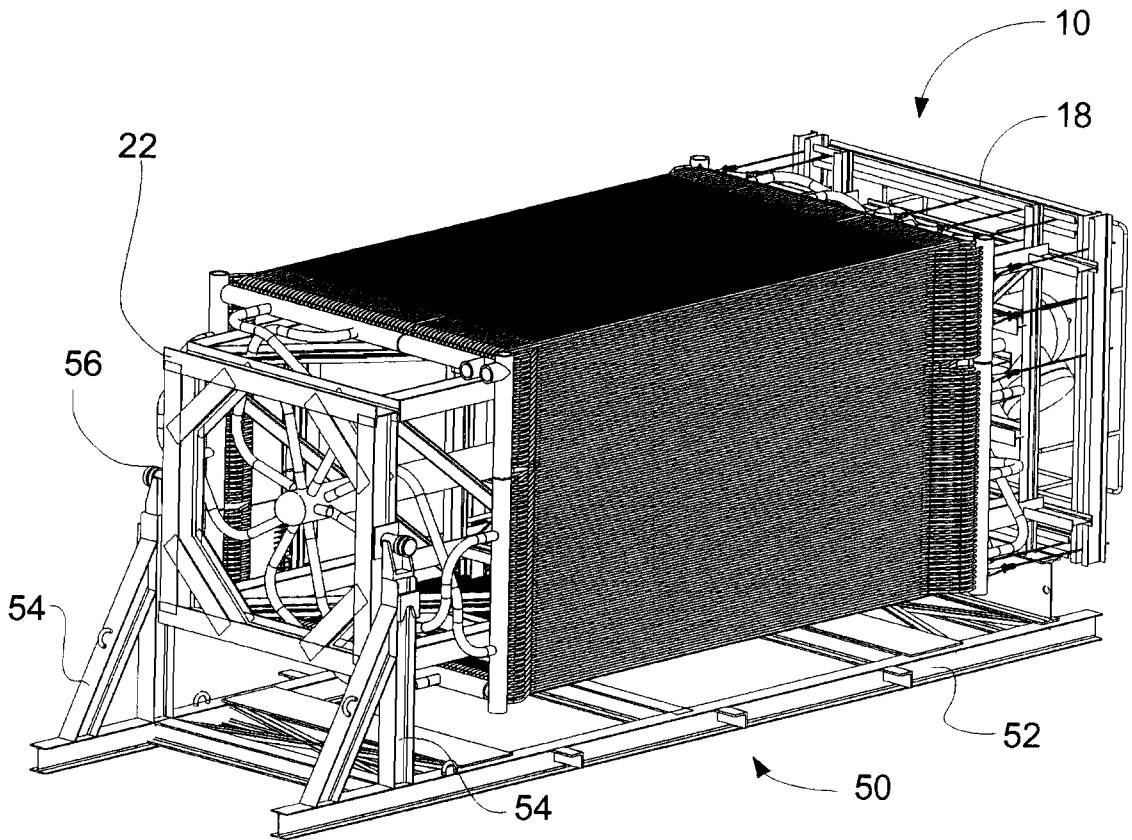


FIG. 13

10/16

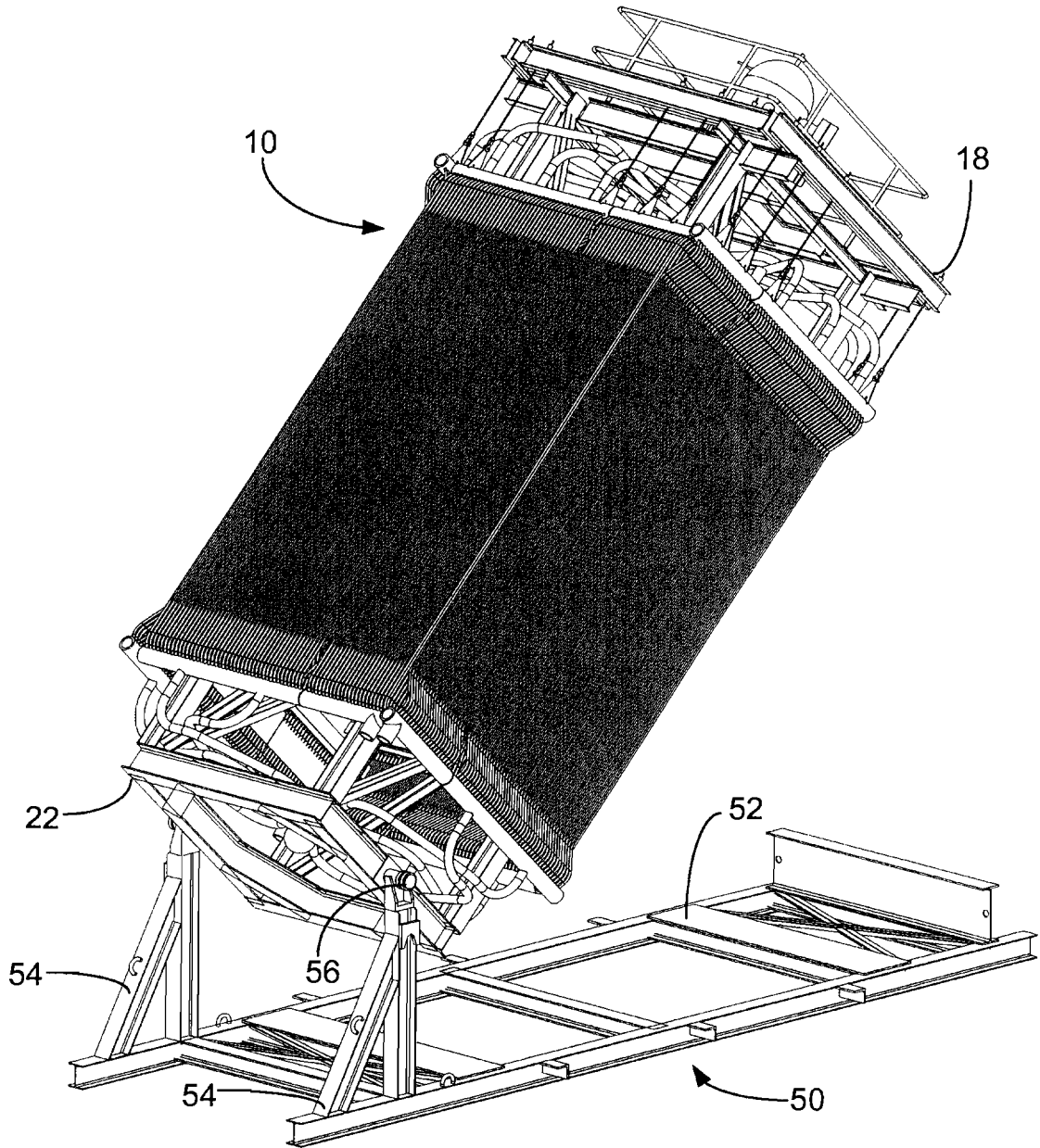


FIG. 14

11/16

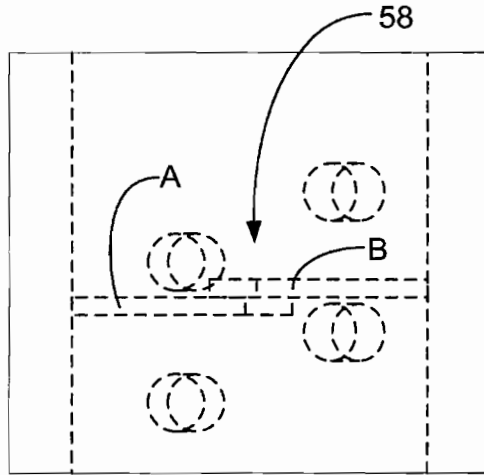


FIG. 15

FIG. 16

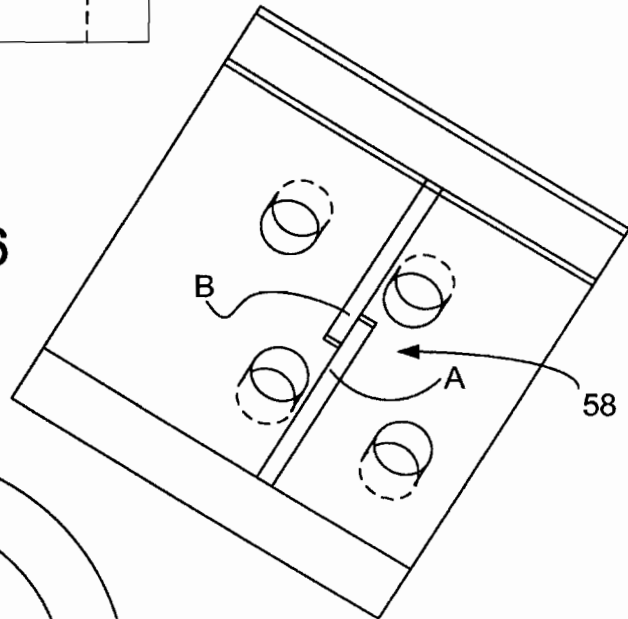
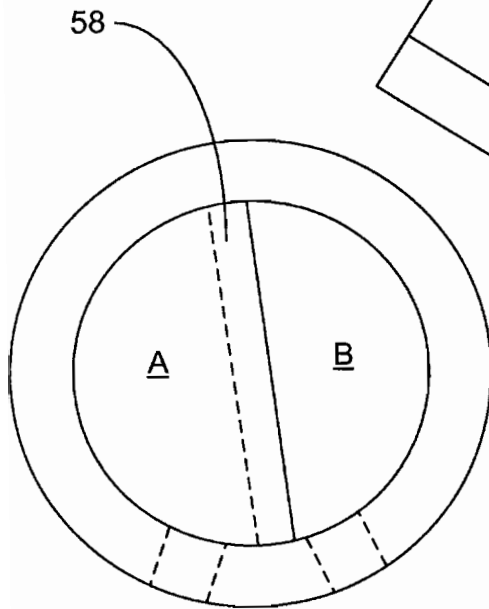
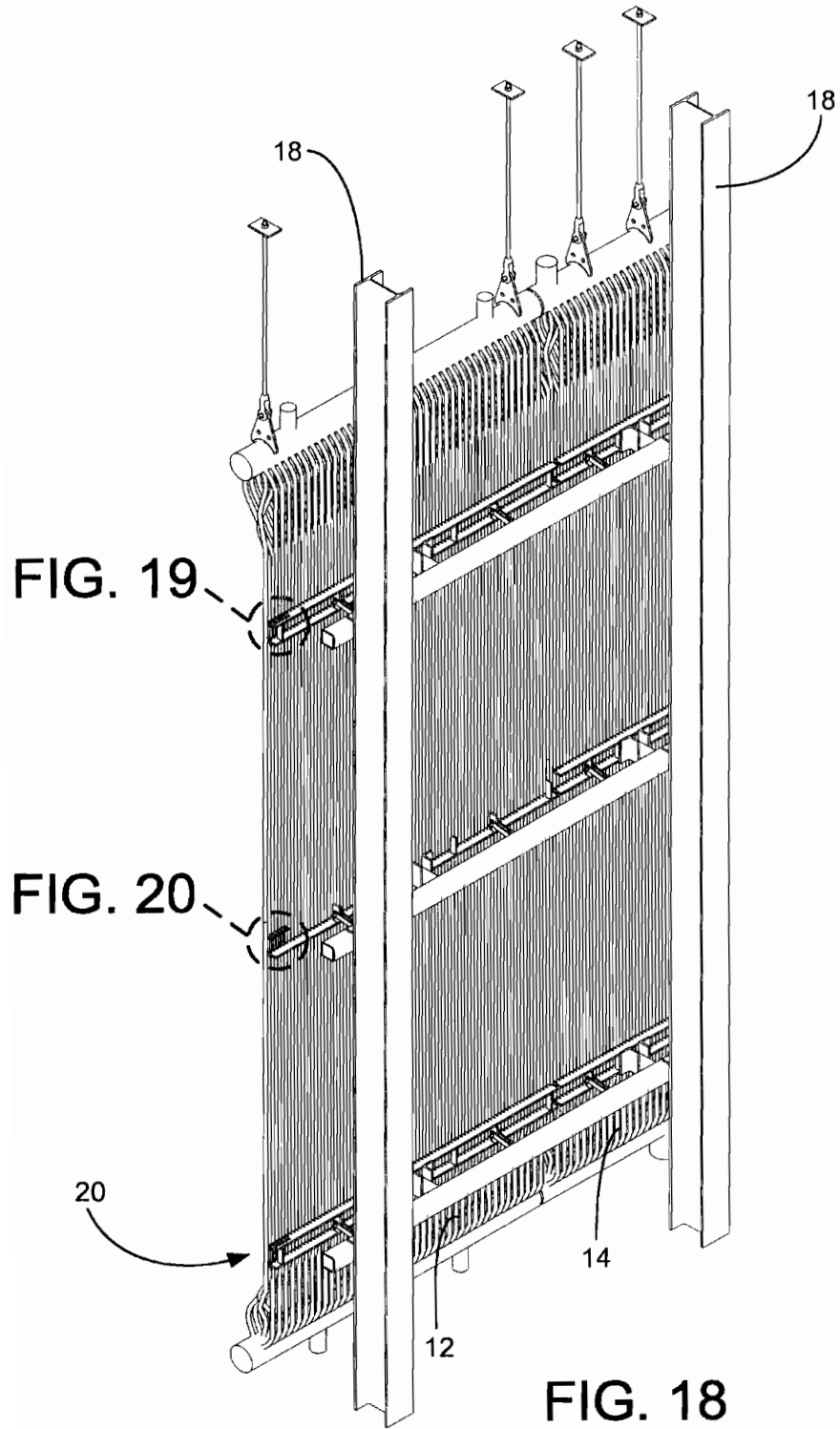


FIG. 17

12/16



13/16

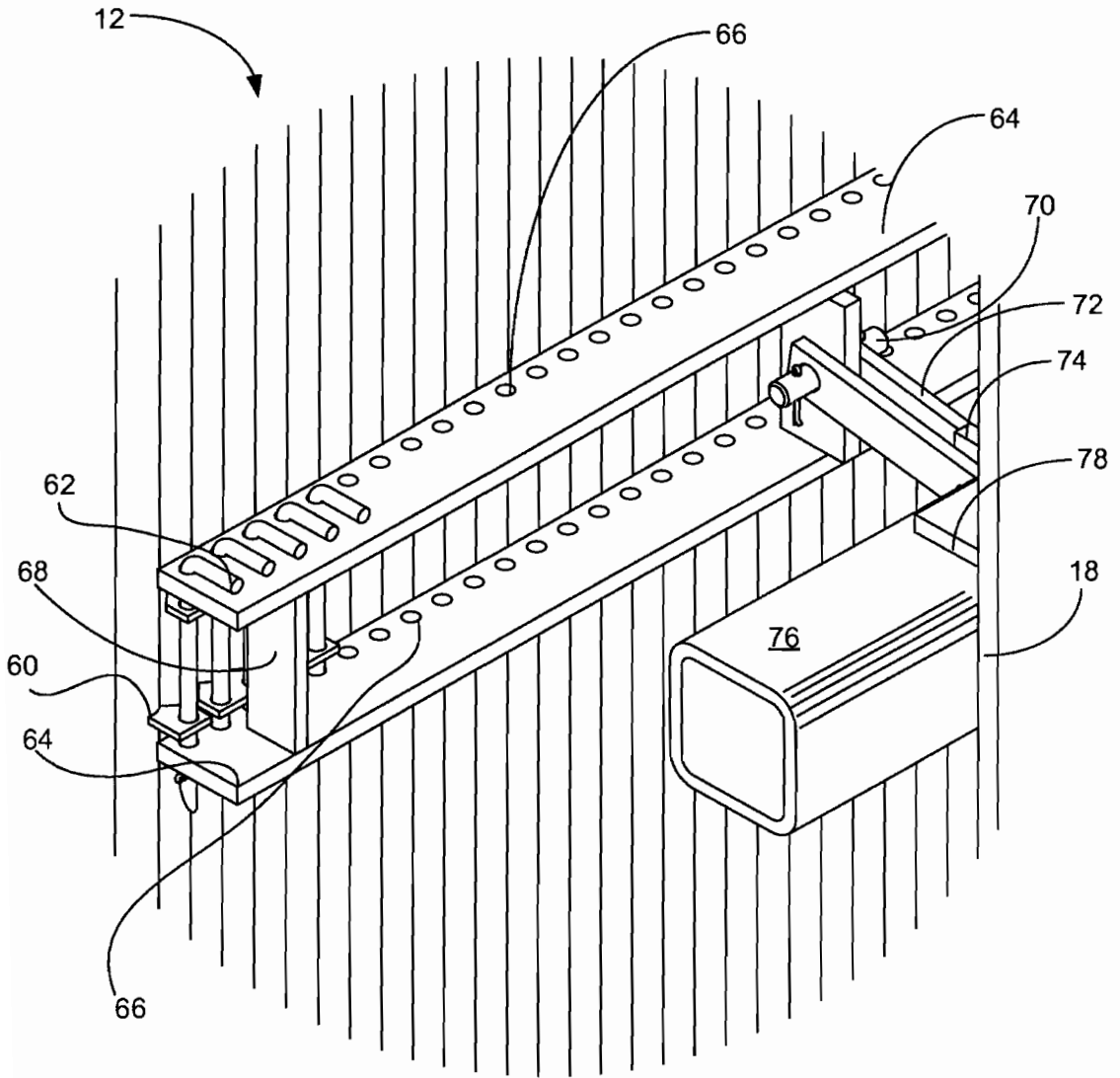


FIG. 19

14/16

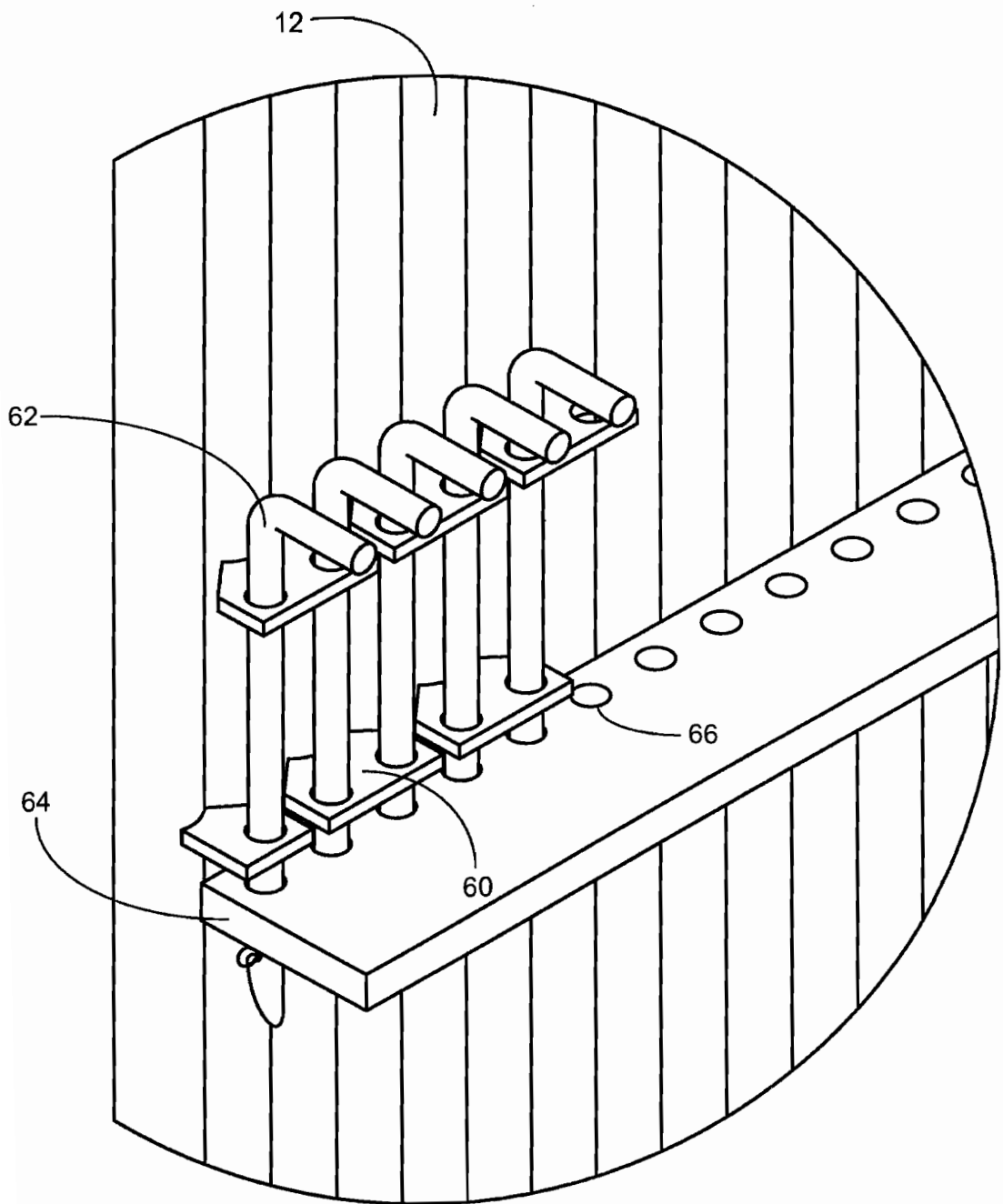


FIG. 20

15/16

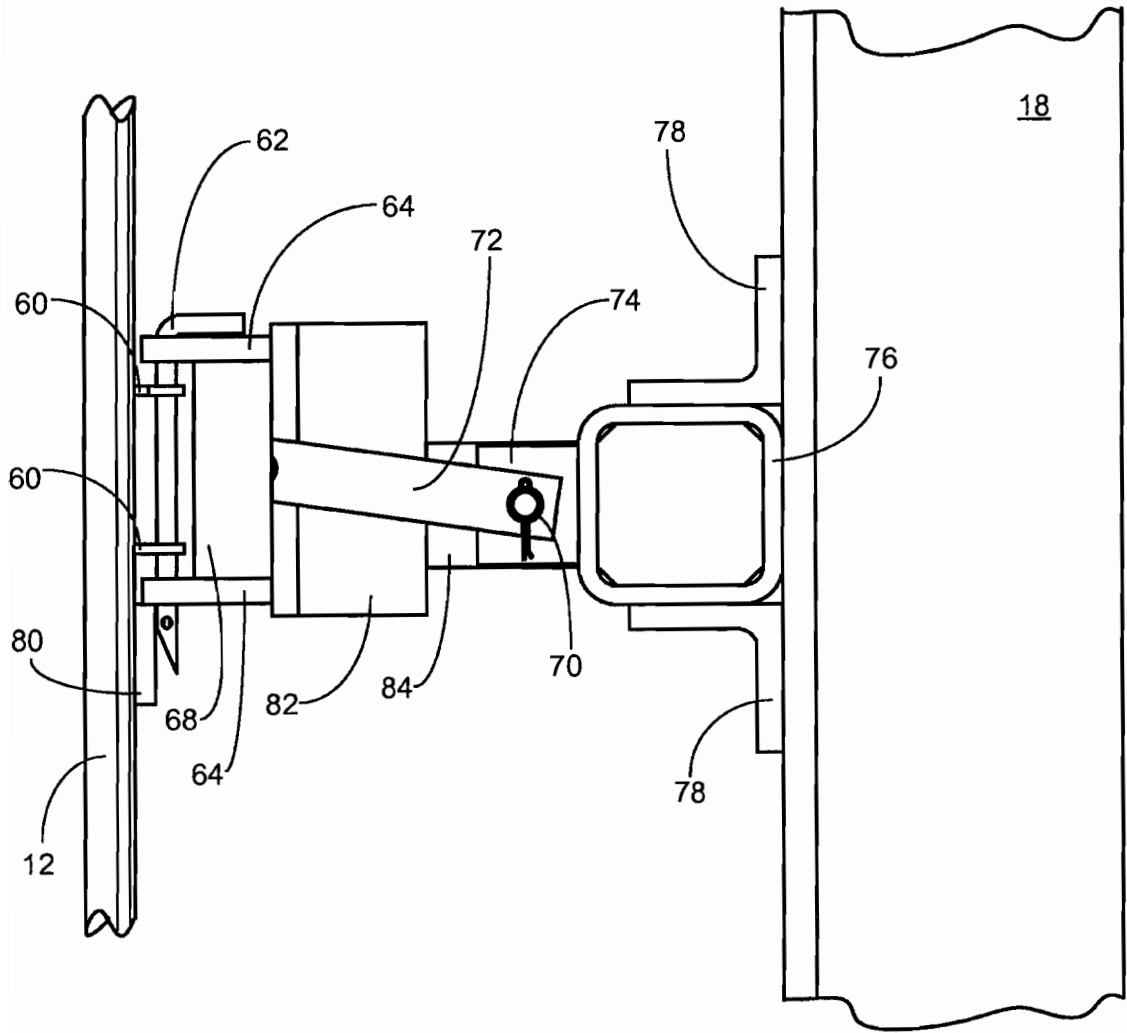


FIG. 21

16/16

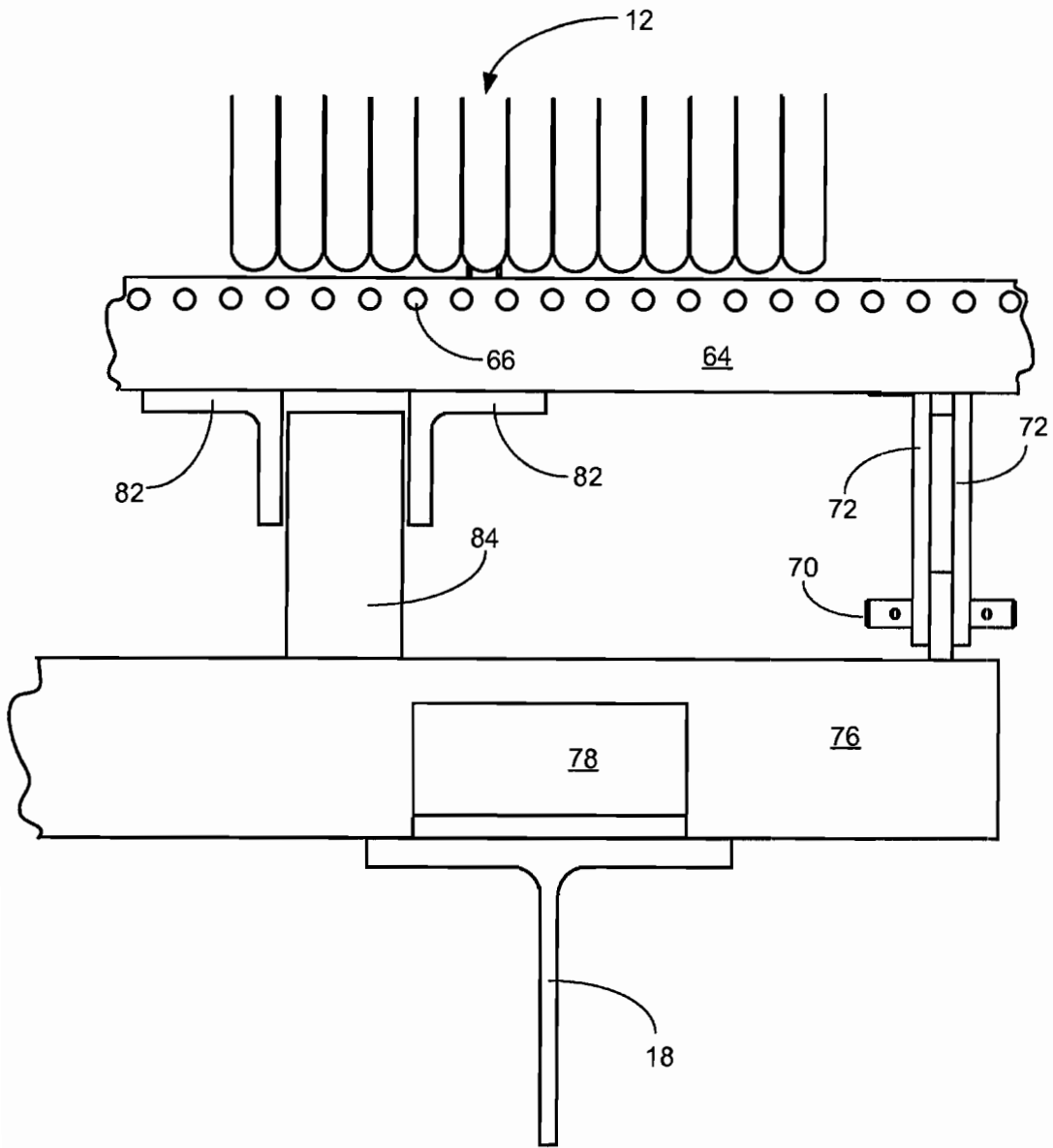


FIG. 22