

ramped up to 100% capacity. This permits the formation of steam sufficient to fill the steam-cooled tubes. For the first two hours, the steam diversion path **100** is open, and afterwards is closed to permit steam to fill the walls of the convection pass. After four hours, the high-pressure turbine is fully loaded as well, and the fuel is switched to coal. The firing rate, steam flow, and throttle pressure are then increased to their steady-state operating values.

[0070] Advantageously, the supply of steam for start-up using this approach comes from the steam separator **54**. This allows the boiler **10** to be put in service without the use of auxiliary steam and/or an auxiliary steam boiler. It will again be appreciated that the disclosed approach for cooling membrane walls during start-up may be employed in a wide range of boilers besides the illustrative boiler **10** of **FIG. 1**.

[0071] The present disclosure as been described with reference to exemplary embodiments. Obviously, modifications and alterations will occur to others upon reading and understanding the preceding detailed description. It is intended that the present disclosure be construed as including all such modifications and alterations insofar as they come within the scope of the appended claims or the equivalents thereof.

CLAIMS:

We claim:

1. A boiler, comprising:
 - a lower furnace having water-cooled membrane walls;
 - an upper furnace having steam-cooled membrane walls;
 - a steam separator having a fluid inlet and a dry steam outlet;
 - a water-cooled circuit connected to the fluid inlet of the steam separator to deliver wet steam to the steam separator, the water-cooled circuit including the water-cooled membrane walls of the lower furnace; and
 - a steam-cooled circuit connected to the dry steam outlet of the steam separator to receive steam from the dry steam outlet, the steam-cooled circuit including the steam-cooled membrane walls of the upper furnace.
2. The boiler of claim 1, wherein
 - the water-cooled circuit including the water-cooled membrane walls of the lower furnace comprise carbon steel; and
 - the steam-cooled circuit including the steam-cooled membrane walls of the upper furnace comprise alloy steel.
3. The boiler of claim 2, wherein the pipes of the water-cooled membrane walls of the lower furnace have upper ends fluidly connected to the fluid inlet of the steam separator and have lower ends fluidly connected to a water outlet of the steam separator.
4. The boiler of claim 3, further comprising a transition section disposed between the upper furnace and the lower furnace, wherein the upper furnace is top-supported and the lower furnace is top-supported by the upper furnace.
5. The boiler of claim 4, wherein a horizontal cross-sectional area of the upper furnace is smaller than a horizontal cross-sectional area of the lower furnace.

6. The boiler of claim 5, wherein the upper furnace includes a slanted surface transitioning from the larger cross-sectional area of the lower furnace to the smaller cross-sectional area of the upper furnace.

7. The boiler of claim 6, further comprising at least one superheater disposed inside the upper furnace and comprising pipes without membrane, the steam-cooled circuit further including at least one superheater disposed inside the upper furnace.

8. The boiler of claim 7, further comprising a convection pass fluidly connected to the upper furnace, the convection pass having steam-cooled convection pass membrane walls comprising pipes sealed by membrane disposed between and connected to the pipes, the steam-cooled circuit further including the steam-cooled membrane convection pass walls of the convection pass.

9. The boiler of claim 8, further comprising at least one superheater disposed inside the convection pass and comprising pipes without membrane, the steam-cooled circuit further including at least one superheater disposed inside the convection pass.

10. The boiler of claim 9, wherein the water-cooled membrane walls of the lower furnace comprise water pipes, the steam-cooled membrane walls of the upper furnace comprise steam pipes, and the water pipes have a diameter greater than a diameter of the steam pipes.

11. The boiler of claim 10, wherein the boiler is a natural circulation boiler.

12. A method for generating superheated steam, comprising:
combusting a fuel in a lower furnace of a boiler;
generating wet steam from water in water-cooled membrane walls of the lower furnace;
separating the wet steam into dry stream and water in a steam separator;
sending dry stream to steam-cooled membrane walls of an upper furnace and the convection pass of the boiler to generate superheated steam.
13. The method of claim 12, further comprising top-supporting the lower furnace by suspension from the upper furnace through a transition casting.
14. The method of claims 13, further comprising accelerating a velocity of flue gas in the upper furnace by reducing a horizontal cross-sectional area of the upper furnace compared to a horizontal cross-sectional area of the lower furnace to increase heat transfer efficiency.
15. The method of claims 14, wherein the dry steam also passes through a superheater disposed inside the upper furnace.
16. The method of claim 15, wherein the superheated steam has a temperature of at least 900°F.
17. The method of claim 16, further comprising draining water separated from the wet steam by the steam separator into the lower furnace.
18. The method of claim 17, wherein the fuel that is combusted in the lower furnace is coal.

19. A boiler, comprising:

a lower furnace having water-cooled membrane walls that create a sealed enclosure, the water-cooled membrane walls comprising pipes sealed by membrane disposed between and connected to the pipes;

burners arranged to combust fuel to create a flue gas in the lower furnace;

an upper furnace having steam-cooled membrane walls that create a sealed enclosure, the steam-cooled membrane walls comprising pipes sealed by membrane disposed between and connected to the pipes, the upper furnace arranged to receive the flue gas flowing upward out of the lower furnace;

a steam separator having a wet steam inlet and a dry steam outlet;

a water-cooled circuit connected to the wet steam inlet of the steam separator, the water-cooled circuit including the pipes of the water-cooled membrane walls of the lower furnace; and

a steam-cooled circuit connected to the dry steam outlet of the steam separator, the steam-cooled circuit including the pipes of the steam-cooled membrane walls of the upper furnace.

**HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER
FURNACE**

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A boiler is disclosed in which the furnace is divided into a lower furnace and an upper furnace. The lower furnace uses water-cooled membrane walls, while the upper furnace uses steam-cooled membrane walls that act as superheating surfaces. A transition section is present between the lower furnace and the upper furnace. The boiler is a high temperature sub-critical natural circulation boiler which is completely top supported. The lower furnace is supported through the transition section by the upper furnace.

DECLARATION FOR UTILITY OR DESIGN PATENT APPLICATION
(37 CFR §1.63)

Rev. 06/2013 (ame)

Attorney Docket No. 7711

As below named inventor, I hereby declare that: My residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name. I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject, **HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE**, the specification of which:

Check one ☒ is attached hereto

☐ was filed on _____ as United States or PCT International application Serial No. _____ and was amended on _____ (if applicable).

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above. I acknowledge the duty to disclose to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) all information known to me to be material to patentability as defined in 37 CFR §1.56, including for continuation-in-part applications, material information which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of the continuation-in-part application.

I hereby claim foreign priority benefits under 35 USC §119(a)-(d) or (f) or §365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or under §365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT International application, having a filing date before that of the application on which priority is claimed.

Prior Foreign Application(s)

(Number) (Country) (Day/Month/Year Filed) Priority Claimed Yes ☐ No ☒

I hereby claim the benefit under 35 USC §119(e) of any United States provisional applications:

(Application Serial No.) (Month/Day/Year Filed)

I hereby claim the benefit under 35 USC §120 of any United States application(s), or under §365(c) of any PCT International application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of 35 USC §112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR §1.56 which become available between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of this application.

(Application Serial No.) (Filing Date) (Status--patented, pending, abandoned)

Address all telephone calls to **Michael J. Seymour** at telephone no. (330) 860-6710
Address all correspondence to **Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc.**
Patent Department - BVCB2K
20 South Van Buren Avenue
Barberton, OH 44203-0351

US PTO CUSTOMER NUMBER

**41669 -
BWPGG**

Authorization To Permit Access To Application by Participating Offices:

The undersigned hereby grants the USPTO authority to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the World Intellectual Property Office (WIPO), and any other intellectual property offices in which a foreign application claiming priority to the above-identified application is filed access to above-identified patent application. See 37 CFR §1.14(c) and (h).

In accordance with 37 CFR §1.14(h)(3), access will be provided to a copy of the above-identified with respect to: 1) the above-identified patent application-as-filed; 2) any foreign application to which the above-identified application claims priority under 35 USC 119(a)-(d) if a copy of the foreign application that satisfies the certified copy requirement of 37 CFR §1.55 has been filed in the above-identified patent application; and 3) any U.S. application from which benefit is sought in the above-identified application.

In accordance with 37 CFR §1.14(c), access may be provided to information concerning the date of filing the Authorization to Permit Access to Application by Participating Offices.

DECLARATION FOR UTILITY OR DESIGN PATENT APPLICATION
(37 CFR §1.63)

Rev. 06/2002/13 (ams)

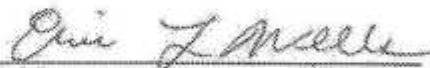
Attorney Docket No. 7711

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under §1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Full name of sole or first inventor

WELLS, ERIC L

Inventor's signature



Date 4/5/16 Citizenship US

Residence MASSILLON, OHIO

Post office address 9185 Hunters Chase Street NW
Massillon, OH 44648-9560

Full name of second inventor, if any

DETZEL, ROGER A

Inventor's signature



Date 4/5/2016 Citizenship US

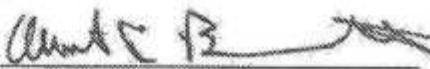
Residence UNIONTOWN, OHIO

Post office address 1785 Fairway Drive
Uniontown, OH 44685

Full name of third inventor, if any

BENNETT, ALBERT J

Inventor's signature



Date 4/5/2016 Citizenship US

Residence DOYLESTOWN, OHIO

Post office address 12539 Hollow Ridge Drive
Doylestown, OH 44230

Full name of fourth inventor, if any

THAYER, STEVEN D

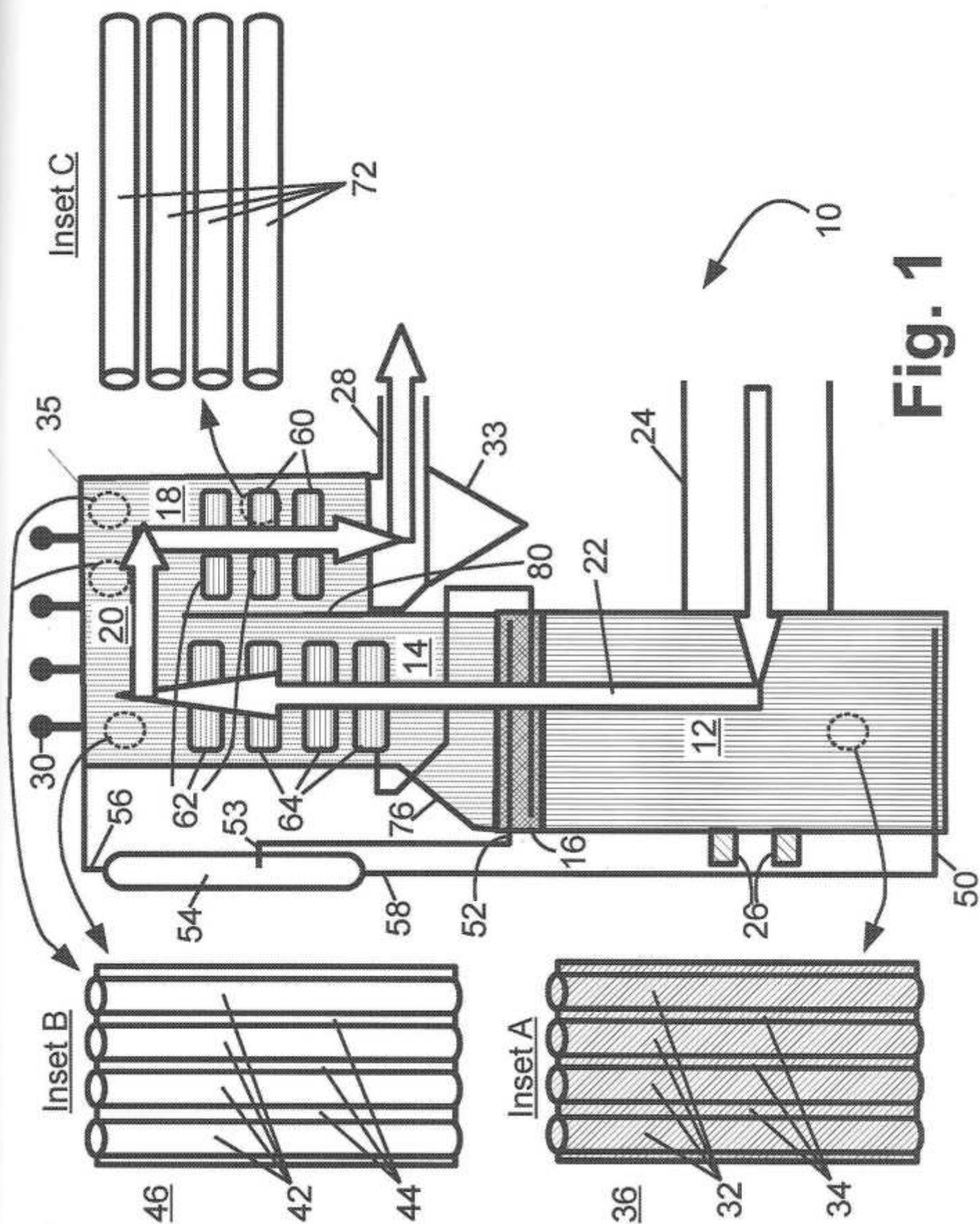
Inventor's signature



Date 4/5/2016 Citizenship

Residence MINERVA, OHIO 44657

Post office address 7195 Lowmiller Road
Minerva, OH 44657



Section A-A

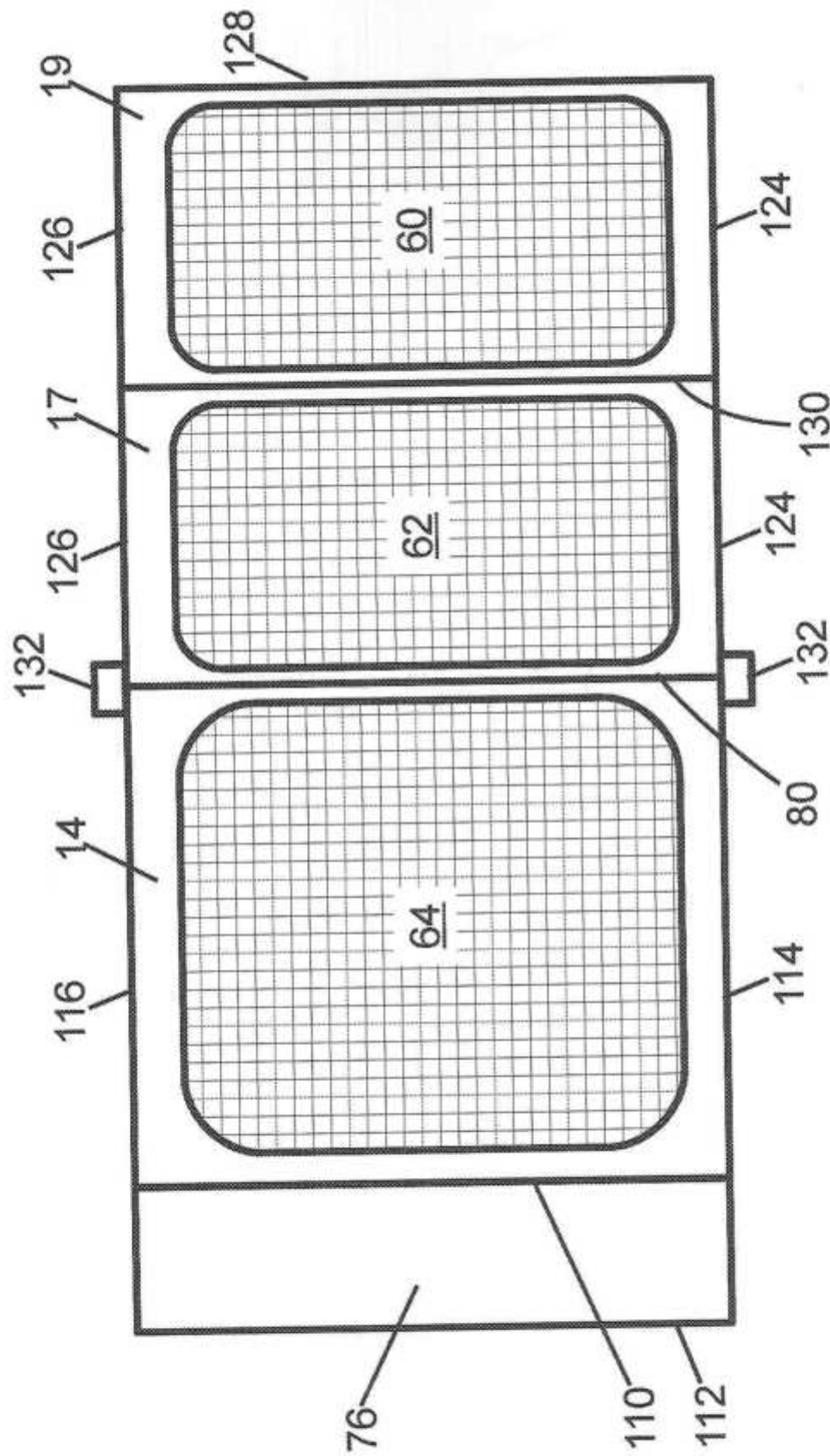


Fig. 2

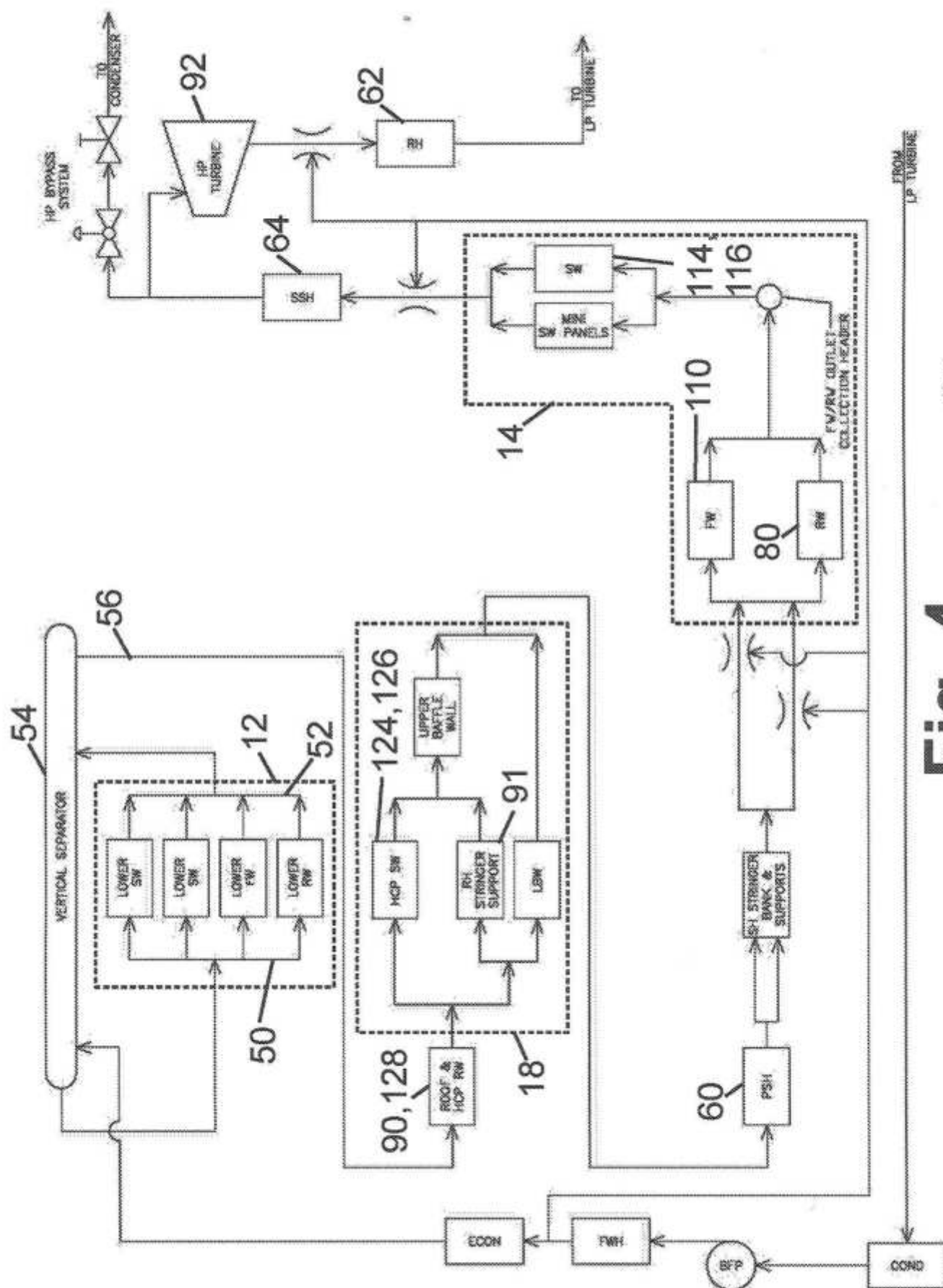


Fig. 4

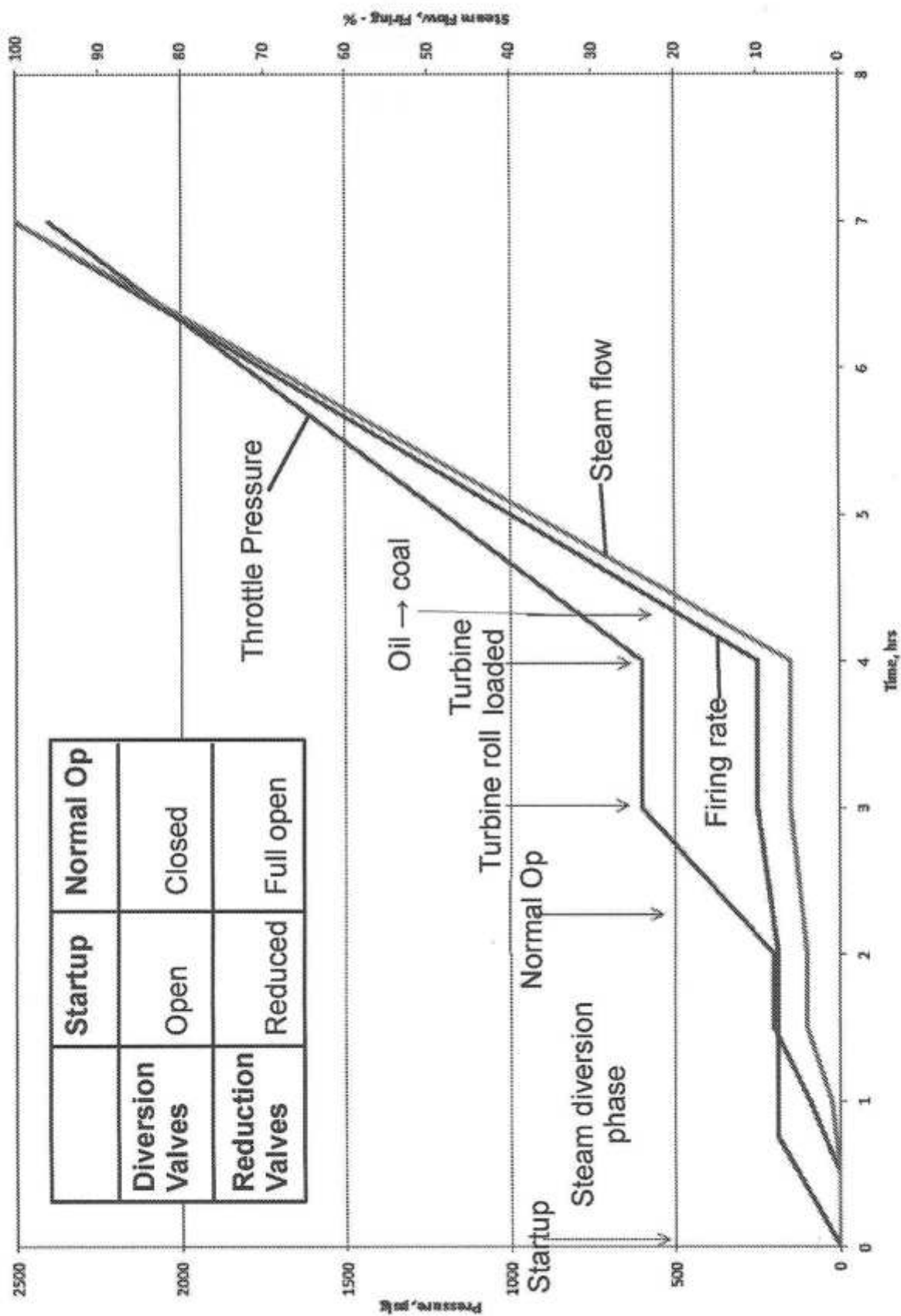


Fig. 6

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		
The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76. This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.			

Secrecy Order 37 CFR 5.2:

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Inventor Information:

Inventor	1				Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Eric	L	Wells		
Residence Information (Select One) ☒ US Residency ☐ Non US Residency ☐ Active US Military Service					
City	Massillon	State/Province	OH	Country of Residence	US
Mailing Address of Inventor:					
Address 1		9185 Hunters Chase Street NW			
Address 2					
City	Massillon	State/Province	OH		
Postal Code	44646-9560	Country	US		
Inventor	2				Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Roger	A	Detzel		
Residence Information (Select One) ☒ US Residency ☐ Non US Residency ☐ Active US Military Service					
City	Uniontown	State/Province	OH	Country of Residence	US
Mailing Address of Inventor:					
Address 1		1785 Fairway Drive			
Address 2					
City	Uniontown	State/Province	OH		
Postal Code	44685	Country	US		
Inventor	3				Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Albert	J	Bennett		
Residence Information (Select One) ☒ US Residency ☐ Non US Residency ☐ Active US Military Service					

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		

City	Doylestown	State/Province	OH	Country of Residence	US
------	------------	----------------	----	----------------------	----

Mailing Address of Inventor:

Address 1	12539 Hollow Ridge Drive				
Address 2					
City	Doylestown	State/Province	OH		
Postal Code	44230	Country	US		
Inventor	4				Remove
Legal Name					

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	Steven	D	Thayer	

Residence Information (Select One) ☒ US Residency ☐ Non US Residency ☐ Active US Military Service

City	Minerva	State/Province	OH	Country of Residence	US
------	---------	----------------	----	----------------------	----

Mailing Address of Inventor:

Address 1	7195 Lowmiller Road				
Address 2					
City	Minerva	State/Province	OH		
Postal Code	44657	Country	US		

All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button.

Correspondence Information:Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).☐ An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	41669		
Email Address	patent@babcock.com	Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		
Attorney Docket Number	Case 7711	Small Entity Status Claimed	☐
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	6	Suggested Figure for Publication (if any)	1

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	Case 7711
	Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE	

Filing By Reference:

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country

Publication Information:

☐ Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

☐ **Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not be** the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32). Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	☒ Customer Number	☐ US Patent Practitioner	☐ Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	41669		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, 365(c), or 386(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing benefit claim information in the Application Data Sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.

When referring to the current application, please leave the "Application Number" field blank.

Prior Application Status		Remove	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing or 371(c) Date (YYYY-MM-DD)
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55. When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX)ⁱ the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(i)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

Application Number	Country ⁱ	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code ⁱ (if applicable)

Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the **Add** button.

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications

☐ This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.

NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		

Authorization or Opt-Out of Authorization to Permit Access:

When this Application Data Sheet is properly signed and filed with the application, applicant has provided written authority to permit a participating foreign intellectual property (IP) office access to the instant application-as-filed (see paragraph A in subsection 1 below) and the European Patent Office (EPO) access to any search results from the instant application (see paragraph B in subsection 1 below).

Should applicant choose not to provide an authorization identified in subsection 1 below, applicant **must opt-out** of the authorization by checking the corresponding box A or B or both in subsection 2 below.

NOTE: This section of the Application Data Sheet is **ONLY** reviewed and processed with the **INITIAL** filing of an application. After the initial filing of an application, an Application Data Sheet cannot be used to provide or rescind authorization for access by a foreign IP office(s). Instead, Form PTO/SB/39 or PTO/SB/69 must be used as appropriate.

1. Authorization to Permit Access by a Foreign Intellectual Property Office(s)

A. Priority Document Exchange (PDX) - Unless box A in subsection 2 (opt-out of authorization) is checked, the undersigned hereby **grants the USPTO authority** to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the State Intellectual Property Office of the People's Republic of China (SIPO), the World Intellectual Property Organization (WIPO), and any other foreign intellectual property office participating with the USPTO in a bilateral or multilateral priority document exchange agreement in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed, access to: (1) the instant patent application-as-filed and its related bibliographic data, (2) any foreign or domestic application to which priority or benefit is claimed by the instant application and its related bibliographic data, and (3) the date of filing of this Authorization. See 37 CFR 1.14(h) (1).

B. Search Results from U.S. Application to EPO - Unless box B in subsection 2 (opt-out of authorization) is checked, the undersigned hereby **grants the USPTO authority** to provide the EPO access to the bibliographic data and search results from the instant patent application when a European patent application claiming priority to the instant patent application is filed. See 37 CFR 1.14(h)(2).

The applicant is reminded that the EPO's Rule 141(1) EPC (European Patent Convention) requires applicants to submit a copy of search results from the instant application without delay in a European patent application that claims priority to the instant application.

2. Opt-Out of Authorizations to Permit Access by a Foreign Intellectual Property Office(s)

☐ **A. Applicant DOES NOT** authorize the USPTO to permit a participating foreign IP office access to the instant application-as-filed. If this box is checked, the USPTO will not be providing a participating foreign IP office with any documents and information identified in subsection 1A above.

☐ **B. Applicant DOES NOT** authorize the USPTO to transmit to the EPO any search results from the instant patent application. If this box is checked, the USPTO will not be providing the EPO with search results from the instant application.

NOTE: Once the application has published or is otherwise publicly available, the USPTO may provide access to the application in accordance with 37 CFR 1.14.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		

Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Applicant 1

Remove

If the applicant is the inventor (or the remaining joint inventor or inventors under 37 CFR 1.45), this section should not be completed. The information to be provided in this section is the name and address of the legal representative who is the applicant under 37 CFR 1.43; or the name and address of the assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign the invention, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter who is the applicant under 37 CFR 1.46. If the applicant is an applicant under 37 CFR 1.46 (assignee, person to whom the inventor is obligated to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest) together with one or more joint inventors, then the joint inventor or inventors who are also the applicant should be identified in this section.

Clear

Assignee

Legal Representative under 35 U.S.C. 117

Joint Inventor

• Person to whom the inventor is obligated to assign.

Person who shows sufficient proprietary interest

If applicant is the legal representative, indicate the authority to file the patent application, the inventor is:

--	--

Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor:

--

If the Applicant is an Organization check here. ☒

Organization Name

The Babcock & Wilcox Company

Mailing Address Information For Applicant:

Address 1

20 S. Van Buren Avenue

Address 2

City

Barberton

State/Province

OH

Country

US

Postal Code

44203

Phone Number

Fax Number

Email Address

Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

Assignee Information including Non-Applicant Assignee Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		

Assignee 1
Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication. An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.

Remove

If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here. ☐

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix

Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:

Address 1			
Address 2			
City		State/Province	
Country ⁱ		Postal Code	
Phone Number		Fax Number	
Email Address			

Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

Signature:

Remove

NOTE: This Application Data Sheet must be signed in accordance with 37 CFR 1.33(b). However, if this Application Data Sheet is submitted with the **INITIAL** filing of the application and either box A or B is **not** checked in subsection 2 of the "Authorization or Opt-Out of Authorization to Permit Access" section, then this form must also be signed in accordance with 37 CFR 1.14(c).

This Application Data Sheet **must** be signed by a patent practitioner if one or more of the applicants is a juristic entity (e.g., corporation or association). If the applicant is two or more joint inventors, this form must be signed by a patent practitioner, **all** joint inventors who are the applicant, or one or more joint inventor-applicants who have been given power of attorney (e.g., see USPTO Form PTO/AIA/81) on behalf of **all** joint inventor-applicants.

See 37 CFR 1.4(d) for the manner of making signatures and certifications.

Signature	/mjseymour/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-04-05
First Name	Michael	Last Name	Seymour
Registration Number	54436		

Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	Case 7711
		Application Number	
Title of Invention	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE		

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

A 7627159

THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office

March 21, 2017

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED IS A TRUE COPY FROM THE
RECORDS OF THIS OFFICE OF A DOCUMENT RECORDED ON
APRIL 28, 2016.

By Authority of the
Under Secretary of Commerce for Intellectual Property
and Director of the United States Patent and Trademark Office




JOHN A BURSON
Certifying Officer

PATENT ASSIGNMENT COVER SHEET

Electronic Version v1.1
Stylesheet Version v1.2

EPAS ID: PAT3850392

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT

CONVEYING PARTY DATA

Name	Execution Date
ERIC L WELLS	04/05/2016
ROGER A DETZEL	04/05/2016
ALBERT J BENNETT	04/05/2016
STEVEN D THAYER	04/05/2016

RECEIVING PARTY DATA

Name:	The Babcock & Wilcox Company
Street Address:	20 South Van Buren Avenue
City:	Barberton
State/Country:	OHIO
Postal Code:	44203

PROPERTY NUMBERS Total: 1

Property Type	Number
Application Number:	15091236

CORRESPONDENCE DATA

Fax Number: (330)860-6609

Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent using a fax number, if provided; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.

Phone: 3308606710

Email: amsaus@babcock.com

Correspondent Name: AMY SAUS

Address Line 1: 20 SOUTH VAN BUREN AVENUE

Address Line 2: BVCB2K

Address Line 4: BARBERTON, OHIO 44203

ATTORNEY DOCKET NUMBER:	CASE 7711
NAME OF SUBMITTER:	AMY M SAUS
SIGNATURE:	/AMSAUS/
DATE SIGNED:	04/28/2016

Total Attachments: 3

source=Case_7711_Assignment_EXECUTED#page1.tif

source=Case_7711_Assignment_EXECUTED#page2.tif

ASSIGNMENT TO THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

7711
CASE ~~7748~~

THIS ASSIGNMENT made the 5th day of April, 2016, by Eric L. Wells residing at 9185 Hunters Chase Street NW, Massillon, Ohio 44646; and by Roger A. Detzel, residing at 1785 Fairway Drive, Uniontown, Ohio 44685; and by Albert J. Bennett, residing at 12539 Hollow Ridge Drive, Doylestown, Ohio 44230; and by Steven D. Thayer, residing at 7195 Lowmiller Road, Minerva, Ohio 44657; all citizens of the United States of America;

WITNESSETH: That

WHEREAS, we are the joint inventors of a certain new and useful improvement and invention in

**HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER
WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE**

for which we have prepared and executed an application for Letters Patent of the United States on the 5th day of April, 2016, and

WHEREAS, THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, a Corporation organized under the laws of the state of Delaware, U.S.A., and having its principal office at 20 S. Van Buren Ave., Barberton, Ohio, U.S.A., is desirous of acquiring the entire right, title, and interest in and to said improvement and invention, and any and all Letters Patent which shall be granted therefor;

NOW, THEREFORE, To All Whom It May Concern, be it known that for and in consideration of the sum of One Dollar (\$1.00) to us in hand paid, and other good and valuable considerations, the receipt of which is hereby acknowledged, we, Eric L. Wells, Roger A. Detzel, Albert J. Bennett and Steven D. Thayer, have sold, assigned, transferred and set over, and by these presents do sell, assign, transfer and set over, unto said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors and assigns, the entire right, title, and interest in and to the above-mentioned improvement, invention, and application for Letters Patent therefor, and in and to any and all Letters Patent of the United States which may hereinafter be granted therefor, and in and to any and all extensions, divisions, or reissues of said Letters Patent, the same to be held and enjoyed by said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, for its own use and behoof, and the use and behoof of its successors and assigns, to the full end of the term for which said Letters Patent may be granted, as fully and entirely as the same would have been held and enjoyed by us had this assignment and sale not been made;

ASSIGNMENT TO THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

7711
CASE 7710

AND, for the consideration aforesaid, we hereby covenant and agree with said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors and assigns, that at the time of the execution and delivery of these presents, we are the joint and lawful owners of the entire right, title, and interest in and to the above-mentioned improvement, invention, and application for Letters Patent above mentioned, and that the same are unencumbered, and that we have good right and lawful authority to sell and convey the same in the manner herein set forth;

AND, for the consideration aforesaid, we hereby covenant and agree with said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors and assigns, that we will, whenever its counsel or the counsel of its successors or assigns, learned in the law, shall advise that an amendment or division or any other proceeding in connection with said application, including interference proceedings, is lawful and desirable or that a reissue or extension of said Letters Patent is lawful and desirable, sign all papers and drawings, take all rightful oaths, and do all acts necessary or required to be done for the procurement of valid Letters Patent for said improvement and invention, or for the reissue or extension of same, without charge to said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, or its successors or assigns, but at its or their expense.

We hereby request the Honorable Commissioner of Patents and Trademarks of the United States to issue the Letters Patent in accordance with this instrument.

AND, for the consideration aforesaid, we have sold, assigned, transferred and set over, and by these presents do sell, assign, transfer and set over, unto said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors, assigns, or nominees, the entire right, title, and interest in and to any and all Letters Patent or other form of protection which may be granted in countries foreign to the United States, and in and to any and all applications for Letters Patent or other form of protection which may be filed for said improvement and invention in countries foreign to the United States, including all rights to claim priority, and in and to the invention described in said applications; and we hereby authorize and empower said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors, assigns, or nominees, to apply for Letters Patent, or other form of protection, on said improvement and invention, in its own name or in the name of its successors, assigns, or nominees, in any and all countries where it may desire to file

ASSIGNMENT TO THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

CASE 7711
7740

such applications and where such applications may be filed by another other than the inventors; and we hereby covenant and agree to sign all papers and drawings, take all rightful oaths, and do all acts necessary or required to be done for the procurement of valid Letters Patent, or other form of protection, for said improvement and invention in countries foreign to the United States, and for further investing or confirming the right and title thereto in said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors, assigns, or nominees, without charge to said THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, its successors, assigns, or nominees, but at its or their expense.

IN WITNESS WHEREOF, we have hereunto set our hands and seal on the day and year first above written.

Eric L. Wells
Eric L. Wells

Roger A. Detzel
Roger A. Detzel

Albert J. Bennett
Albert J. Bennett

Steven D. Thayer
Steven D. Thayer

WITNESSES: [Signature]

[Signature]

STATE OF OH)
COUNTY OF Summit) ss.

On this, the 5th day of April, 2016, before me personally appeared Eric L. Wells, Roger A. Detzel, Albert J. Bennett and Steven D. Thayer, me known and known to me to be the persons described in and who executed the foregoing instrument; and they acknowledged to me that they executed the same for the purpose therein stated.



MICHAEL J. SEYMOUR
NOTARY PUBLIC - OHIO
MY COMMISSION HAS NO EXPIRATION DATE
UNDER SECTION 147.03 R.C.

[Signature]

Señor Director

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No. NC2017/0003160

Asunto: Solicitud de patente para: ***“CALDERA SUBCRÍTICA A ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR”***

Solicitante: THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

Fecha de solicitud: 31 de marzo de 2017

RESPUESTA A EXAMEN PRELIMINAR

Yo, ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio No. 5054.

I. EN CUANTO A LA PRIORIDAD

Presento, junto con la respuesta a este Oficio, copia certificada de las solicitud cuya prioridad se invoca, conforme a los requisitos exigidos por el Artículo 9 de la Decisión 486/00.

II. EN CUANTO AL DOCUMENTO DE CESIÓN

Presento, junto con la respuesta a este Oficio, copia del documento en que consta la cesión del derecho a la Patente de Invención de los inventores al solicitante, conforme al literal k) del Artículo 26 de la Decisión 486/00.

III. EN CUANTO AL PAGO POR EXCEDENTES DE REIVINDICACIONES

Mi representado se reserva el derecho de realizar el pago por reivindicaciones adicionales más adelante en el trámite.

IV. MODIFICACIONES AL PLIEGO REIVINDICATORIO

Con el fin de atender las observaciones realizadas por la Examinadora de manera preliminar al examen de patentabilidad, el solicitante decide aportar un Capítulo Reivindicatorio Modificado conformado por 28 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

- Se colocaron entre paréntesis los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la invención de acuerdo a la numeración empleada en los dibujos en todo el Capítulo Reivindicatorio Modificado.

V. EN CUANTO A LAS OBJECIONES DE SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD

1. La Examinador señala que las reivindicaciones de la 1 a la 10 no son claras, en resumen, por las siguientes razones:

- Los términos *“un horno inferior”* (reiv. 1, 4), *“un horno superior”* (reiv. 1, 2, 4), *“un separador de vapor”* (reiv. 1), *“una entrada de fluidos”* (reiv. 1), *“una salida de vapor seco”* (reiv. 1), *“un circuito enfriado con agua”* (reiv. 1, 2), *“pared(es) de membrana enfriadas con vapor”* (reiv. 1, 2), *“acero de aleación”* (reiv. 2), *“los caños de las paredes de membrana”* (reiv. 3), *“extremos superiores”* (reiv. 3), *“extremos inferiores”* (reiv. 3), *“una sección de transición”* (reiv. 4), *“un área transversal horizontal”* (reiv. 5), *“una transición de superficie”* (reiv. 6), *“supercalentador”* (reiv. 7), *“tubos sin membrana”* (reiv. 7), *“tubos sellados por membrana”* (reiv. 9), *“caños de agua”* (reiv. 10), *“caños de vapor”* (reiv. 10), son generales y abarcan una extensa gama de posibilidades.

- Los términos *“fluidamente”* (reiv. 3, 8), *“es menor”* (reiv. 4), *“más grande”* (reiv. 6), *“más pequeña”* (reiv. 6), *“al menos”* (reiv. 7, 9), *“mayor que”* (reiv. 10) son imprecisos o relativos por lo que no permiten distinguir la invención del estado de la técnica.

- Las expresiones *“enfriadas con agua”* (reiv. 1, 3, 10), *“enfriadas con vapor”* (reiv. 1, 2, 8), *“para suministrar vapor húmedo al separador de vapor”* (reiv. 1), *“para recibir vapor de la salida de vapor seco”* (reiv. 1) son características funcionales que no definen la invención.

- Se solicita incluir entre paréntesis los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos.

2. Respecto a la objeción elevada frente a que los términos *“un horno inferior”* (reiv. 1, 4), *“un horno superior”* (reiv. 1, 2, 4), *“un separador de vapor”* (reiv. 1), *“una entrada de fluidos”* (reiv. 1), *“una salida de vapor seco”* (reiv. 1), *“un circuito enfriado con agua”* (reiv. 1, 2), *“pared(es) de membrana enfriadas con vapor”* (reiv. 1, 2), *“acero de aleación”* (reiv. 2), *“los caños de las paredes de membrana”* (reiv. 3), *“extremos superiores”* (reiv. 3), *“extremos inferiores”* (reiv. 3), *“una sección de transición”* (reiv. 4), *“un área transversal horizontal”* (reiv. 5), *“una transición de superficie”* (reiv. 6), *“supercalentador”* (reiv. 7), *“tubos sin membrana”* (reiv. 7), *“tubos sellados por membrana”* (reiv. 9), *“caños de agua”* (reiv. 10), *“caños de vapor”* (reiv. 10) son generales, mi representado se reserva el derecho de modificar una vez se haya realizada el examen de patentabilidad en aras de no limitar indebidamente la invención.

En este sentido, es importante resaltar que los términos cuestionados son ampliamente conocidos por personas versada en la materia e interpretándolos junto con la Descripción se definen con mayor precisión.

3. Respecto de la objeción elevada sobre los términos *“fluidamente”* (reiv. 3, 8), *“es menor”* (reiv. 4), *“más grande”* (reiv. 6), *“más pequeña”* (reiv. 6), *“al menos”* (reiv. 7, 9), *“mayor que”* (reiv. 10), mi representado se reserva el derecho de modificar una vez el examen de patentabilidad sea realizado en aras de no limitar la invención indebidamente.

Estos términos no son imprecisos o relativos dado que sientan un límite mínimo requerido para que la invención se pueda realizar exitosamente.

4. Respecto a la objeción elevada frente a que las expresiones Las expresiones *“enfriadas con agua”* (reiv. 1, 3, 10), *“enfriadas con vapor”* (reiv. 1, 2, 8), *“para suministrar*

vapor húmedo al separador de vapor” (reiv. 1), *“para recibir vapor de la salida de vapor seco”* (reiv. 1) corresponden a características funcionales, es de resaltar que la guía para examen de solicitudes de patente de invención y modelo de utilidad empleada en Colombia, este tipo de expresiones son aceptadas si también está definida por sus características estructurales.

En esta frase, las características funcionales, como aquellas citadas por el Examinador, describen la interacción que hay entre partes diferentes de la invención. Por ende consideramos que dicha expresión no solo es permitida y sino también hace más clara la invención reivindicada.

Por lo anterior, consideramos esta objeción superada.

4. Conforme a lo solicitado por el examinador, se han incluido entre parentesis los números de referencia de los elementos de la invención conforme a la numeración empleada en los dibujos.

Por todo lo anterior, considero que el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto cumple con todos los requisitos de claridad y concisión, ajustándose así a los lineamientos del Artículo 30 de la Decisión 486, ya que cualquier persona medianamente versada en la materia está en completa capacidad de reproducir la invención sin ambigüedad alguna.

III. PETICIÓN

Teniendo en cuenta que la presente solicitud cumple con los requisitos de los Artículos 26 y 27 de la Decisión 486 de 2000 y considerando que se ha dado respuesta a cada una de las observaciones de la Dirección de Nuevas Creaciones con respecto a otros aspectos que tienen que ver con la patentabilidad de la invención, solicito a su Despacho continuar con el trámite administrativo correspondiente.

IV. ANEXOS

- Copia certificada de documento de prioridad;
- Documento de cesión;
- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 19 reivindicaciones.

Señor Director,

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908

REIVINDICACIONES

1. Una caldera (10), caracterizada porque comprende:

un horno inferior (12) que tiene paredes de membrana (34) enfriadas con agua;

un horno superior (14) que tiene paredes de membrana (34) enfriadas con vapor;

un separador de vapor (54) que tiene una entrada de fluidos y una salida de vapor seco;

un circuito enfriado con agua conectado con la entrada de fluidos del separador de vapor (54) para suministrar vapor húmedo (52) al separador de vapor, el circuito enfriado con agua que incluye las paredes de membrana (34) enfriadas con agua del horno inferior (12); y

un circuito enfriado con vapor conectado con la salida de vapor seco del separador de vapor (54) para recibir vapor de la salida de vapor seco, donde el circuito enfriado con vapor incluye las paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) del horno superior (14).

2. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque

el circuito enfriado con agua que incluye las paredes de membrana (34) enfriadas con agua del horno inferior (12) comprenden acero al carbono; y

donde el circuito enfriado con vapor que incluye las paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) del horno superior (14) comprende acero de aleación.

3. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada

porque los caños de las paredes de membrana (34) enfriadas con agua del horno inferior (12) tienen extremos superiores conectados fluidamente con la entrada de fluidos del separador de vapor (54) y tienen extremos inferiores conectados fluidamente con una salida de agua (58) del separador de vapor.

4. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada

porque también comprende una sección de transición dispuesta entre el horno superior

(14) y el horno inferior (12), en donde el horno superior (14) es soportado desde arriba y el horno inferior (12) es soportado desde arriba por el horno superior (14).

5. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque un área transversal horizontal del horno superior (14) es menor que un área transversal horizontal del horno inferior (12).

6. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque el horno superior (14) incluye una transición de superficie inclinada del área transversal más grande del horno inferior (12) al área transversal más pequeña del horno superior (14).

7. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque también comprende al menos un supercalentador dispuesto dentro del horno superior (14) y que comprende tubos (32) sin membrana, donde el circuito enfriado con vapor también incluye al menos un supercalentador dispuesto dentro del horno superior (14).

8. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque también comprende un paso de convección (18) conectado fluidamente con el horno superior (14), donde el paso de convección (18) tiene paredes de membrana (34) de paso de convección (18) enfriadas con vapor (46) que comprende tubos (32) sellados por membrana (34) dispuestos y conectados con los caños, donde el circuito enfriado con vapor también incluye paredes del paso de convección (18) de membrana (34) enfriadas con vapor (46) del paso de convección (18).

9. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque también comprende al menos un supercalentador dispuesto dentro del paso de convección (18) y que comprende tubos (32) sin membrana (34), donde el circuito enfriado con vapor también incluye al menos un supercalentador dispuesto dentro del paso de convección (18).

10. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque las paredes de membrana (34) enfriadas con agua del horno inferior (12) comprenden caños de agua, las paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) del

horno superior (14) comprenden caños de vapor y los caños de agua tienen un diámetro mayor que un diámetro de los caños de vapor.

11. La caldera (10) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque la caldera (10) es una caldera (10) de circulación natural.

12. Un método para generar vapor supercalentado, caracterizado porque comprende:

quemar un combustible en un horno inferior (12) de una caldera (10);

generar vapor húmedo (52) a partir de agua en paredes de membrana (34) enfriadas con agua del horno inferior (12);

separar el vapor húmedo (52) en vapor seco y agua en un separador de vapor;

enviar vapor seco a paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) de un horno superior (14) y el paso de convección (18) de la caldera (10) para generar vapor supercalentado.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque también comprende el soporte superior del horno inferior (12) por suspensión del horno superior (14) a través de una fundición de transición.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque también comprende la aceleración de una velocidad de gas de combustión (22) en el horno superior (14) reduciendo un área transversal horizontal del horno superior (14) en comparación con un área transversal horizontal del horno inferior (12) para incrementar la eficacia de transferencia de calor.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque el vapor seco también pasa a través de un supercalentador dispuesto dentro del horno superior (14).

16. El método de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque el vapor supercalentado tiene una temperatura de al menos 900 °F.

17. El método de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque también comprende el drenaje de agua separada del vapor húmedo (52) por el separador

de vapor (54) en el horno inferior (12).

18. El método de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizado porque el combustible que se quema en el horno inferior (12) es carbón.

19. Una caldera (10), caracterizada porque comprende:

un horno inferior (12) que tiene paredes de membrana (34) enfriadas con agua que crean una envoltura sellada, donde las paredes de membrana (34) enfriadas con agua comprenden tubos (32) sellados por membrana (34) dispuestos y conectados con los caños;

quemadores (26) dispuestos para quemar combustible para crear un gas de combustión (22) en el horno inferior(12);

un horno superior (14) que tiene paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) que crean una envoltura sellada, donde las paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) comprenden tubos (32) sellados por membrana (34) dispuestos y conectados con los caños, el horno superior (14) dispuesto para recibir el gas de combustión (22) que fluye hacia arriba fuera del horno inferior (12);

un separador de vapor (54) que tiene una entrada de vapor húmedo (52) y una salida de vapor seco;

un circuito enfriado con agua conectado con la entrada de vapor húmedo (52) del separador de vapor (54), donde el circuito enfriado con agua incluye los caños de las paredes de membrana (34) enfriadas con agua del horno inferior (12); y

un circuito enfriado con vapor conectado con la salida de vapor seco del separador de vapor (54), donde el circuito enfriado con vapor incluye los caños de las paredes de membrana (34) enfriadas con vapor (46) del horno superior (14).



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

March 17, 2017

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 15/091,236

FILING DATE: April 05, 2016

THE COUNTRY CODE AND NUMBER OF YOUR PRIORITY APPLICATION, TO BE USED FOR FILING ABROAD UNDER THE PARIS CONVENTION, IS US15/091,236

**By Authority of the
Under Secretary of Commerce for Intellectual Property
and Director of the United States Patent and Trademark Office**



[Handwritten signature in blue ink]
SYLVIA HOLLEY
Certifying Officer

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	25405370
Application Number:	15091236
International Application Number:	
Confirmation Number:	9467
Title of Invention:	HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric L WELLS
Customer Number:	41669
Filer:	Eric Marich/Amy Saus
Filer Authorized By:	Eric Marich
Attorney Docket Number:	Case 7711
Receipt Date:	05-APR-2016
Filing Date:	
Time Stamp:	16:42:07
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	\$ 1600
RAM confirmation Number	3302
Deposit Account	501813
Authorized User	SAUS, AMY

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:
Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Application Data Sheet	Case_7711_ADS_aia0014.pdf	1835967	no	9
			c0d5de7d3069e7cc2e4d57f0834d04c308d791		
Warnings:					
Information:					
2	Oath or Declaration filed	Case_7711_Declaration_EXECUTED.pdf	809902	no	2
			2a17425bb762298a1368db6d42eb095cd22b63		
Warnings:					
Information:					
3		Case_7711_Final.pdf	178628	yes	24
			9b81c392a52ff5b0e418e0bfc90b4ca41cc4f		
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start	End	
	Specification		1	19	
	Claims		20	23	
	Abstract		24	24	
Warnings:					
Information:					
4	Drawings-only black and white line drawings	Case_7711_Drawings.pdf	678461	no	6
			7881b49360cd7b20999cd45a291a5b38520fb28b		
Warnings:					
Information:					
5	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	35060	no	2
			77633a29010805141c9137a00ae6db095fa3401		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			3538018		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

HIGH TEMPERATURE SUB-CRITICAL BOILER WITH STEAM COOLED UPPER FURNACE

BACKGROUND

[0001] The present disclosure relates to the boiler arts, with illustrative embodiments including sub-critical boilers, sub-critical natural circulation boilers, coal-fired boilers, sub-critical coal-fired boilers, sub-critical natural circulation coal-fired boilers, and to methods of manufacturing and operating the same.

[0002] Small coal-fired boilers find application in diverse settings, such as where power requirements are relatively low (e.g. rural areas, underdeveloped regions), where coal is readily available, and so forth. Typical small coal-fired boilers for electric power generation employ a sub-critical natural circulation design. An example of such a boiler design is the Babcock & Wilcox Carolina-Type Radiant Boiler design. This design employs a furnace with membraned water-cooled furnace walls that feed one or more steam drums. Water passing through the furnace walls absorb heat energy, in effect cooling the tubes / pipes directly exposed to the combustion heat. The steam drum(s) feeds one or more primary superheaters located inside a convection pass, and one or more secondary pendant superheaters located inside the upper portion of the furnace. This superheated steam is used to run a high-pressure turbine. The steam exiting the high-pressure turbine is then sent through reheaters to increase the temperature again, so that the steam can then be used to run a low-pressure turbine.

[0003] Water-cooled pipes or tubes are designed to carry wet steam (i.e. a steam/water mixture, or equivalently, steam quality less than 100%). For a given operating pressure, the temperature of wet steam is thermodynamically limited to the boiling temperature of liquid water at the given operating pressure. In practice, water-cooled pipes are designed for an operating temperature of about 650°F-670°F, corresponding to an operating pressure of about 2200-2600 psig. In a sub-critical boiler, water-cooled pipes feed wet steam into the steam drum.

[0004] By contrast, steam-cooled pipes or tubes are designed to carry superheated steam having a steam quality of 100% (i.e., no liquid component). The temperature of superheated steam is not thermodynamically limited for a given pressure, and in

Carolina-Type designs the steam-cooled superheaters generally carry superheated steam at temperatures of about 1000°F-1050°F.

[0005] Because of the differences in temperature, water-cooled pipes can be made of lower cost carbon steel, whereas steam-cooled pipes are made of more costly steel compositions. A design such as the Carolina-Type Radiant Boiler advantageously leverages these factors by designing the entire furnace to be water-cooled, so that the membraned walls can use lower cost carbon steel pipes and connecting membranes. The higher alloy superheater components are located within the furnace and convection pass (i.e. inside the walls of the boiler), and are not membraned. In such designs, the membraned water-cooled walls are generally cooler than the flue gas to which the steam-cooled superheaters are exposed, due to more efficient heat transfer to the steam/water mixture carried by the water-cooled pipes.

[0006] In certain applications, it is desirable to obtain steam at high temperatures after superheating and after reheating, e.g. about 1050°F after both cycles. This can be difficult in small designs, and further designs and methods are needed to obtain such high temperatures.

BRIEF DESCRIPTION

[0007] The present disclosure thus relates to small high pressure sub-critical boilers that can have natural circulation and achieve high superheater temperatures of about 1050°F. Generally, the lower furnace of such boilers uses water-cooled tubes/pipes, and the upper furnace uses steam-cooled tubes/pipes. Put another way, the upper furnace of the boiler is made of superheater tubes/pipes.

[0008] Disclosed herein in various embodiments are boilers comprising: a lower furnace having water-cooled membrane walls; an upper furnace having steam-cooled membrane walls; a steam separator having a fluid inlet and a dry steam outlet; a water-cooled circuit connected to the fluid inlet of the steam separator to deliver wet steam to the steam separator, the water-cooled circuit including the water-cooled membrane walls of the lower furnace; and a steam-cooled circuit connected to the dry steam outlet of the steam separator to receive steam from the dry steam outlet, the steam-cooled circuit including the steam-cooled membrane walls of the upper furnace.

[0009] Also disclosed herein in various embodiments are boilers, comprising: a lower furnace having water-cooled membrane walls that create a sealed enclosure, the water-cooled membrane walls comprising pipes sealed by membrane disposed between and connected to the pipes; burners arranged to combust fuel to create a flue gas in the lower furnace; an upper furnace having steam-cooled membrane walls that create a sealed enclosure, the steam-cooled membrane walls comprising pipes sealed by membrane disposed between and connected to the pipes, the upper furnace arranged to receive the flue gas flowing upward out of the lower furnace; a steam separator having a wet steam inlet and a dry steam outlet; a water-cooled circuit connected to the wet steam inlet of the steam separator, the water-cooled circuit including the pipes of the water-cooled membrane walls of the lower furnace; and a steam-cooled circuit connected to the dry steam outlet of the steam separator, the steam-cooled circuit including the pipes of the steam-cooled membrane walls of the upper furnace.

[0010] Also disclosed herein in various embodiments is a method for generating superheated steam, comprising: combusting a fuel in a lower furnace of a boiler; generating wet steam from water in water-cooled membrane walls of the lower furnace; separating the wet steam into dry steam and water in a steam separator; sending dry steam to steam-cooled membrane walls of an upper furnace and the convection pass of the boiler to generate superheated steam.

[0011] These and other non-limiting aspects and/or objects of the disclosure are more particularly described below.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0012] The following is a brief description of the drawings, which are presented for the purposes of illustrating embodiments disclosed herein and not for the purposes of limiting the same.

[0013] **FIG. 1** diagrammatically shows a side-sectional view of an illustrative boiler. Insets A, B, and C illustrate portions of piping.

[0014] **FIG. 2** is a top cross-sectional view of the boiler of **FIG. 1** through the upper furnace along line A-A of **FIG. 3**.

[0015] FIG. 3 diagrammatically shows a more detailed side-sectional view of a portion of the boiler of FIG. 1 including an illustrative layout of superheaters.

[0016] FIG. 4 diagrammatically shows a cooling circuit of the boiler of FIG. 1 and FIG. 2.

[0017] FIG. 5 diagrammatically shows the cooling circuit of FIG. 4 with start-up control circuitry as described herein.

[0018] FIG. 6 diagrammatically plots a typical start-up sequence performed using the circuitry of FIG. 5. The inset table shows start-up circuitry valve settings for the start-up and normal operating modes. The x-axis is time in hours, and runs from 0 to 8 in intervals of 1. The left-hand y-axis is the pressure in psig, and runs from 0 to 2500 in intervals of 500. The right-hand y-axis is the steam flow and firing %, and runs from 0 to 100 in intervals of 10. There are three lines for throttle pressure, firing rate, and steam flow. The throttle pressure is read against the left-hand y-axis, and the firing rate and steam flow are read against the right-hand y-axis.

DETAILED DESCRIPTION

[0019] A more complete understanding of the processes and apparatuses disclosed herein can be obtained by reference to the accompanying drawings. These figures are merely schematic representations based on convenience and the ease of demonstrating the existing art and/or the present development, and are, therefore, not intended to indicate relative size and dimensions of the assemblies or components thereof.

[0020] Although specific terms are used in the following description for the sake of clarity, these terms are intended to refer only to the particular structure of the embodiments selected for illustration in the drawings, and are not intended to define or limit the scope of the disclosure. In the drawings and the following description below, it is to be understood that like numeric designations refer to components of like function.

[0021] The modifier "about" used in connection with a quantity is inclusive of the stated value and has the meaning dictated by the context (for example, it includes at least the degree of error associated with the measurement of the particular quantity). When used with a specific value, it should also be considered as disclosing that value.

For example, the term "about 2" also discloses the value "2" and the range "from about 2 to about 4" also discloses the range "from 2 to 4."

[0022] It should be noted that many of the terms used herein are relative terms. For example, the terms "inlet" and "outlet" are relative to a direction of flow, and should not be construed as requiring a particular orientation or location of the structure. The terms "upstream" and "downstream" are relative to the direction in which a fluid flows through various components, i.e. the fluid flows through an upstream component prior to flowing through the downstream component. It should be noted that in a loop, a first component can be described as being both upstream of and downstream of a second component. Similarly, the terms "upper" and "lower" are relative to each other in location, i.e. an upper component is located at a higher elevation than a lower component.

[0023] The terms "horizontal" and "vertical" are used to indicate direction relative to an absolute reference, i.e. ground level. However, these terms should not be construed to require structures to be absolutely parallel or absolutely perpendicular to each other. For example, a first vertical structure and a second vertical structure are not necessarily parallel to each other.

[0024] The terms "top" and "bottom" or the terms "roof" and "floor" are used to refer to locations/surfaces where the top/roof is always higher than the bottom/floor relative to an absolute reference, i.e. the surface of the earth. The terms "upwards" and "downwards" are also relative to an absolute reference; an upwards flow is always against the gravity of the earth.

[0025] The term "plane" is used herein to refer generally to a common level, and should be construed as referring to a volume, not as a flat surface.

[0026] A fluid at a temperature that is above its saturation temperature at a given pressure is considered to be "superheated." The temperature of a superheated fluid can be lowered (i.e. transfer energy) without changing the phase of the fluid. As used herein, the term "wet steam" refers to a saturated steam/water mixture (i.e., steam with less than 100% quality where quality is percent steam content by mass). As used herein, the term "dry steam" refers to steam having a quality equal to or about 100% (i.e., no liquid water is present).

[0027] The terms "pipes" and "tubes" are used interchangeably herein to refer to a hollow cylindrical shape, as is commonly understood.

[0028] The term "natural circulation", as used herein, refers to the circulation of water through the boiler due to differences in density as the water is heated. Water circulation can occur without the need for a mechanical pump in the water circuit between the furnace walls and the steam separator.

[0029] To the extent that explanations of certain terminology or principles of the boiler and/or steam generator arts may be necessary to understand the present disclosure, the reader is referred to *Steam/its generation and use*, 42nd Edition, edited by G.L. Tomei, Copyright 2015, The Babcock & Wilcox Company, ISBN 978-0-9634570-2-8, the text of which is hereby incorporated by reference as though fully set forth herein.

[0030] Higher wet steam pressures are not desired for many small boiler applications due to cost and safety issues (e.g. higher minimum pipe wall and membrane thicknesses). In a small boiler using only water-cooled furnace walls, it is difficult or impossible to achieve superheater and reheater outlet temperatures both at 1050°F for 150-300 MW net power generation, because it is not possible to provide sufficient superheater / reheater surface area for heat transfer to the dry steam to obtain such high temperatures.

[0031] One possible alternative is to employ a drumless once-through boiler design, such as one of the Babcock & Wilcox Universal Pressure boiler designs. However, these designs employ once-through steam generation. In a once-through design, the transition point from wet steam to superheated steam depends on operating conditions, rather than being defined using a steam separator (e.g. a steam drum). As a result, more expensive piping is typically used for all piping/tubing in such once-through designs for safety. This results in increased capital costs.

[0032] In the sub-critical boiler designs of the present disclosure, the furnace is divided into two sections: a lower furnace using water-cooled membrane walls that feeds into the steam separator, and an upper furnace using steam-cooled membrane walls that is fed (directly or indirectly) by the dry steam outlet of the steam separator. This approach advantageously enables lower cost carbon steel to be used for the lower

furnace walls, with more expensive piping being used only in the upper steam-cooled furnace (including the convection path walls in some embodiments). Cost is lowered by retaining the steam separator. A higher steam output temperature is attainable because the use of a steam-cooled upper furnace and convection pass walls provides additional surface area for heat transfer from combustion / flue gases to the dry steam within the steam-cooled walls, resulting in superheated steam of desired temperatures. Again, such high superheated steam temperatures cannot be obtained with conventional water-cooled walls in the upper furnace.

[0033] In some embodiments, further improvement is attained in such a design by reducing the cross-section of the upper steam-cooled furnace compared with the lower water-cooled furnace. This increases flue gas flow velocity in the upper steam-cooled furnace compared with the lower water-cooled furnace, which provides more efficient heat transfer in the high temperature gas path, and also reduces the amount of materials and manufacturing cost.

[0034] In Carolina-Type Radiant Boiler designs, the convection pass is spaced apart from the furnace by a horizontal convection pass whose horizontal length creates a spacing between the furnace and the convection pass. As a result, in the Carolina-Type Radiant Boiler design, the furnace includes a rear wall and the convection pass includes a front wall. In a folded design, these two walls are combined into one wall. In the present disclosure, a common membraned steam-cooled wall is used to separate the upper furnace up-pass and the adjacent convection pass. This eliminates the open pass between the furnace and the convection pass, providing improved compactness for the boiler and reduces the amount of materials and manufacturing cost.

[0035] These benefits set forth above are attained by replacing the conventional water-cooled furnace with a two-part design in which the upper furnace is steam-cooled. However, such a modification has certain potential disadvantages. Overall material cost is increased due to the higher-cost alloys used in the upper furnace, but this can be mitigated by approaches disclosed herein (e.g., reduced upper furnace cross-section, employing a common steam-cooled wall between the furnace and the convection pass). Another potential disadvantage is structural complications for the preferred top-supported arrangement. This potentially arises because the lower furnace pipes are

preferably carbon steel to reduce cost, while the upper furnace pipes are higher cost alloys for compatibility with steam cooling. Such a difficulty is also encountered in some once-through super-critical furnaces that employ carbon steel pipes in a lower furnace section to reduce cost. An example of such a design is the Babcock & Wilcox Spiral Wound Universal Pressure (SWUP) Boiler. In the SWUP once-through super-critical boiler design, the lower water-cooled furnace portion is top-supported via dedicated lower furnace support components that connect with the upper boiler support via an array of vertical tie rods and/or connections to the upper furnace water-cooled pipes. The resulting assembly is complicated as the lower furnace must be secured by installing its support components, followed by performing the pipe welding.

[0036] Such an approach employing dedicated lower furnace support components can also be employed in sub-critical boiler designs with an upper steam-cooled furnace and lower water-cooled furnace, as disclosed herein. However, in some embodiments disclosed herein, such dedicated support castings and concomitant complex pipe welding operations are eliminated, and in their place a transition section with integral transition piping is employed. In the transition section, at least some transition pipes are designed to be vertically oriented pipes, and lower furnace support is achieved by tensile support via welds to these vertically oriented transition pipes. The transition section can be made of a cast stainless steel material that is compatible with steam-cooling – it is therefore overdesigned for the water-cooled transition pipes, but the ability to maintain top support for the lower furnace outweighs the additional cost entailed by overdesigning these relatively short water-cooled transition pipes. The transition section ~~also~~also acts as a pressure seal between the furnace and the atmosphere.

[0037] Some illustrative embodiments of such sub-critical boilers are diagrammatically shown and described below. These are merely illustrative examples, and a given embodiment may include one, two, more, or all disclosed novel features described herein.

[0038] **FIG. 1** and **FIG. 2** show different views of an illustrative sub-critical natural circulation boiler of the present disclosure. **FIG. 1** is a side-sectional view of the entire boiler. **FIG. 2** is a top (plan) view that passes through the upper furnace of the boiler.

[0039] With reference to **FIG. 1**, a sub-critical boiler **10** is diagrammatically shown. The boiler **10** includes a lower furnace **12** which is water-cooled, an upper furnace **14** which is steam-cooled, and a transitional section **16** which in preferred embodiments is formed from a transition casting. The illustrative boiler **10** is a folded boiler design that further includes a convection pass **18** which is connected to the upper furnace **14** to form what might be considered a horizontal pass **20**. The walls of the lower furnace **12**, the transitional section **16**, the upper furnace **14**, and the convection pass **18** collectively define a boiler.

[0040] Combustion / flue gas **22** are diagrammatically indicated by arrows, and these gases flow through the boiler and heat the water / steam in the various walls of the boiler. More specifically, combustion air is blown into the lower furnace **12** through an air inlet **24**, where it is mixed with a combustible fuel such as coal, oil, or natural gas. In some preferred embodiments, the fuel is coal, which is pulverized by a pulverizer (not shown). A plurality of burners **26** combusts the fuel/air mixture, resulting in flue gas. The flue gas rises by natural convection through the up-pass formed by the lower furnace **12**, the transition section **16**, and the upper furnace **14**, then flows horizontally through the convection pass, which includes the convection pass **18** and finally exits through a flue gas outlet **28** for further downstream processing. Preferably, a hopper **33** is provided to capture ash or other contaminants in the exiting flue gas.

[0041] The sub-critical boiler **10** is top-supported to the building structure via suitable upper anchor points **30**. These are diagrammatically indicated in **FIG. 1**. The pipes of the upper furnace **14** and the convection pass **18** are vertically oriented and are directly supported from the anchor points **30**. The pipes of the lower furnace **12** are also vertically oriented and are directly supported via welds to the transition section **16**.

[0042] It is desirable to capture the heat energy present in the combustion / flue gas **22** for tasks such as driving an electrical power generation turbine (for example). To do so, the sub-critical boiler **10** includes cooling surfaces comprising pipes or tubes through which wet steam flows (these pipes or tubes are referred to herein as water-cooled) or through which superheated steam flows (these pipes or tubes are referred to herein as steam-cooled). More particularly, with reference to Inset A of **FIG. 1**, the lower furnace **12** includes water-cooled tubes **32** with membrane **34** disposed between and welded to

the tubes 32, so that the tubes 32 and membrane 34 collectively form a membrane wall 36, with the tubes 32 carrying flow of wet steam through the membrane wall 36. The membrane wall 36 forms the barrier that contains the flue gas 22, i.e. the membrane 34 is welded or otherwise connected to the tubes 32 to provide a seal against leakage of the flue gas 22. The water-cooled membrane wall 36 of the lower furnace 12 does not see highly elevated water temperatures; for example, if the sub-critical boiler 10 is designed for a maximum steam pressure of 2800 psig, then the saturated steam carried by the water-cooled tubes 32 is at about 685°F (corresponding to the boiling point of water at 2800 psig), though of course the combustion gas is at a much higher temperature.

[0043] The upper furnace 14 and convection pass 18 are analogously made of a steam-cooled membrane wall 46 comprising steam-cooled tubes 42 with membrane 44 disposed between and welded or otherwise connected to the tubes 42 (see Inset B of FIG. 1), with the tubes 42 and membrane 44 collectively forming the membrane wall 46. The tubes 42 carry a flow of superheated steam through the membrane wall 46. The steam-cooled membrane wall 46 carries steam at substantially higher steam temperatures than the water-cooled membrane wall 36. For example, the steam in the steam-cooled membrane walls 46 may be at a temperature of over 1000°F, e.g. up to 1100°F in some contemplated embodiments. It should be noted that the roof 35 of the furnace and the convection pass is also made of steam-cooled membrane wall. It should also be noted that the diameter of the tubes and the spacing between the tubes of the steam-cooled membrane walls may differ between the upper furnace and the convection pass.

[0044] The tubes 32 of the water-cooled membrane wall generally have a greater diameter than the tubes 42 of the steam-cooled membrane wall. In particular, embodiments, the inner diameter of the water-cooled tubes is at least 0.5 inches greater than the inner diameter of the steam-cooled tubes. The tubes of the water-cooled membrane wall have an inner diameter of about 1.5 inches to about 2.0 inches, while the tubes of the steam-cooled membrane wall have an inner diameter of about 1.0 inches to about 2.5 inches. The tubes of the water-cooled membrane wall have an outer diameter of about 2.0 inches to about 2.5 inches, while the tubes of the steam-

cooled membrane wall have an outer diameter of about 1.3 inches to about 2.3 inches. The tubes themselves may have a thickness of about 0.2 inches to about 0.5 inches.

[0045] In a typical steam flow circuit for the sub-critical boiler **10**, water is inputted to the lower ends of the water-cooled tubes **32** via a lower inlet header **50**. As the water travels upwards through these water-cooled tubes **32**, the water cools the tubes exposed to high-temperature flue gas in the lower furnace **12** and absorbs energy from the flue gas to become a steam-water mixture (i.e. wet steam) at subcritical pressure.

[0046] The wet steam exits the upper ends of the water-cooled tubes **32** and flows via a wet steam outlet header **52** into a fluid inlet **53** of a steam separator **54**. The wet steam outlet header **52** is preferably welded to water-cooled transition pipes within the transition section **16**. Preferably, the wet steam outlet header **52** facilitates venting of the tubes **32** as appropriate during start up, shut down, or maintenance, etc. Any type of steam separator may be used, e.g. employing cyclonic separation or so forth. In particular embodiments, a vertical steam separator is used, such as that described in U.S. Patent No. 6,336,429. A dry steam outlet **56** of the steam separator **54** at an upper end of the steam separator outputs substantially dry steam (i.e., steam with 100% quality). A drain or water outlet **58** near the lower end of the steam separator **54** collects water extracted from the wet steam for recycle back to the lower inlet header **50** feeding the lower furnace **12**.

[0047] The steam output from the dry steam outlet **56** flows to the convection pass **18** and then to the upper furnace **14**. To provide additional surface for heat transfer, one or more primary superheaters **60**, re-heaters **62**, and/or secondary superheaters **64** may be provided in the interior volume of the boiler, within the upper furnace **14** and the convection pass **18**. As illustrated here, one or more superheaters **60** disposed in the convection pass **18**; one or more re-heaters (or re-heating superheaters) **62** are disposed in the convection pass **18** and/or in the upper furnace **14**; and one or more secondary superheaters **64** are disposed in the upper furnace **14**. Again, the steam-cooled furnace walls **46** of the upper furnace **14** act as superheater surfaces as well. A more detailed illustrative steam circuit is described in later drawings. It is to be understood that the illustrative steam circuit is merely an example, and other steam

circuit configurations are contemplated, e.g. various superheater components may be omitted, and/or located elsewhere, etc.

[0048] Unlike the membrane walls **46** of the steam-cooled upper furnace **14** and the convection pass **18**, the superheaters **60**, **62**, **64** located within the boiler are formed from loose pipes/ tubes **72** without membranes joining the tubes together (see Inset C of **FIG. 1**). These superheaters **60**, **62**, **64** are disposed in the interior of the flue boiler, and desirably permit flue gas to pass through them, increasing the surface area through which heat transfer from the flue gas to the steam within the pipes can occur. The superheater pipes **72** are preferably made of aan alloy steel material. In some embodiments, the superheater pipes **72** and the steam-cooled membrane wall **46** are made of the same alloy steel material, although this is not required.

[0049] As seen in **FIG. 1**, the superheaters **60**, **62**, **64** are surrounded by the steam-cooled membrane walls **46**. Said another way, the superheaters **60**, **62**, **64** are contained within the upper furnace **14** and/or in the convection pass **18** as shown in the illustrative boiler **10** of **FIG. 1**. The steam within the steam-cooled membrane walls **46** may be at the same or higher temperature than in the superheaters **60**, **62**, **64**. Due to the additional surface area available for heat transfer from the flue gas to the superheated steam within the various superheating surfaces **46**, **60**, **62**, **64**, the boiler **10** can achieve higher superheated steam temperatures than would be achievable with a conventional water-cooled sub-critical boiler whose furnace walls are entirely cooled by wet steam flowing through water-cooled pipes. However, the sub-critical boiler **10** retains the general layout of a sub-critical boiler, including employing the steam separator **54** disposed (in a steam flow sense) between the wet steam sub-circuit and the superheated steam sub-circuit, thus retaining advantages such as the operational flexibility of a sub-critical boiler design.

[0050] The illustrative sub-critical boiler **10** employs certain features that enhance compactness and efficiency. One feature is a reduced cross-sectional area for the combustion / flue gas flow **22** through the upper furnace **14** compared with the lower furnace **12**. The referenced cross-sectional area is the horizontal cross-section in the illustrative design in which the flue gas **22** flows vertically upward. In the illustrative boiler **10**, the reduction in cross-sectional area of the upper furnace **14** relative to the

lower furnace 12 is obtained via a "arch" surface 76, which is slanted as the upper furnace continues upward from the transition section 16, to reduce turbulence at the transition to higher flow velocity. This has at least two benefits. First, the reduced cross-sectional area of the upper furnace 14 reduces the amount of material (e.g. total surface area of membrane wall 46) which reduces capital cost. Second, the higher velocity of the flue gas flow 22 due to the reduced cross-sectional area increases the efficiency of heat transfer to the steam-cooled pipes 42, 72. The transition section 16 is located below the arch surface 76. The arch 76 is part of the upper furnace, and is also a steam-cooled membrane wall.

[0051] FIG. 2 is a cross-sectional plan (top) view of the boiler 10 through the upper furnace 14, and provides another view of the various components. The front wall 110 of the upper furnace is shown in solid line, as is the front wall 112 of the lower furnace. The area between these two walls is the arch 76. The upper furnace includes a first side wall 114 and a second side wall 116 opposite the first side wall, both of which are made of steam-cooled membrane walls 42. The fourth side of the upper furnace is defined by a common steam-cooled membrane wall 80. The convection pass is defined by a first side wall 124, a second side wall 126 opposite the first side wall, and a rear wall 128. A baffle wall 130 divides the convection pass into a front convection pass 17 and a rear convection pass 19. A primary superheater 60 is seen in the rear convection pass 19, while a reheater 62 is seen in the front convection pass 17 and a secondary superheater 64 is seen within the upper furnace 14.

[0052] Another feature that enhances the compactness and efficiency of this boiler design is the use of a common steam-cooled membrane wall 80. The common steam-cooled membrane wall 80 is both a "rear" wall of the upper furnace 14 and a "front" wall of the convection pass 18. The upper furnace 14 and the convection pass 18 thus share the common steam-cooled membrane wall 80, which comprises a single layer of pipes sealed by a single layer of membrane disposed between and connected to the single layer of pipes. The use of the common steam-cooled membrane wall 80 has numerous advantages. The usual open pass between the furnace and the convection pass is eliminated, providing a more compact design and reducing capital costs due to lower surface area. The common steam-cooled membrane wall 80 is advantageously heated

both by flue gas flowing upward through the upper furnace **14** and by flue gas flowing downward through the convection pass **18**.

[0053] One issue with employing the common steam-cooled membrane wall **80** is the large temperature variation between the flue gas temperature in the upper furnace **14**, on the one hand, and the flue gas temperature in the convection pass **18** on the other hand. This differential between the two flue gas temperatures will be felt by the common steam-cooled membrane wall **80**. Using transient modeling and finite element analysis to determine the resulting stress in the walls of the boiler, it was found that maximum thermal differential stress occurs during start-up, and more particularly occurs in a small area about the bottom of the common steam-cooled membrane wall **80** adjacent walls **114**, **124** on one side and walls **116**, **126** on the other. Intuitively, this can be understood since this bottommost part of the common steam-cooled membrane wall **80** is where there is the greatest temperature differential between the upward flue gas flow in the upper furnace **14** and the downward flue gas flow in the convection pass **18**. This stress can cause boiler bowing/tearing, and is accommodated by providing seals at the junction of the bottom of the common steam-cooled membrane wall **80**, the furnace side walls **114**, **116**, and the convection pass side walls **124**, **126**, as analysis showed that the overstressed area does not extend significantly up the common steam-cooled membrane wall **80**. These seals are illustrated in **FIG. 2** with reference numeral **132**.

[0054] It should be noted that the various improvements disclosed herein can be used to advantage individually or in various combinations, and/or in various types of boilers. For example, the disclosed common steam-cooled membrane wall **80** can also be used to advantage in a once-through boiler design having a convection pass, or in other types of boilers having two neighboring steam-cooled membrane walls.

[0055] With reference now to **FIGS. 2-4**, an illustrative steam-cooled circuit is described that may be used in the boiler **10** of **FIG. 1**. **FIG. 3** shows a side-sectional view of the upper furnace **14**, the convection pass **18**, and the horizontal pass **20** connecting them. Also shown are more detailed renderings of the primary superheaters **60**, reheaters **62**, and secondary superheaters **64**. In **FIG. 3** and **FIG. 4**, the primary superheaters **60** are labeled using the prefix "PSH"; the reheaters (i.e. re-heating superheaters) are labeled using the prefix "RSH"; and the secondary superheaters

are labeled using the prefix "SSH". Additionally, economizers are shown, indicated by the prefix "ECON". Inlet headers are indicated by the suffix "IN" while outlet headers are indicated by the suffix "OUT".

[0056] As shown in **FIG. 3**, there are four primary superheaters disposed in the rear convection pass **19**. Three of these employ horizontal tubes, and from lowest to highest elevation are indicated as PSH1, PSH2, and PSH3. The fourth primary superheater PSH4 is at the highest elevation and employs vertical pipes. Flow through the primary superheaters is in sequential order by number, upward through the convection pass, and the superheated steam exits at the PSH OUT header at the roof of the boiler.

[0057] Four reheaters RSH1, RSH2, RSH3, and RSH4 are also employed. Three of these (RSH1, RSH2, and RSH3) are disposed in the front convection pass **17**, while the fourth reheater RSH4 is disposed near the top of the upper furnace **14**. Cross-over piping labeled RSH XOVER conveys steam from RSH3 in the convection pass **18** to RSH4 in the upper furnace **14**. Steam flow is from a lower inlet header RSH IN, through the reheaters in sequential order, to an outlet header RSH OUT shown to the left of the upper furnace **14** in **FIG. 3**.

[0058] Four secondary superheaters SSH1, SSH2, SSH3, and SSH4 are disposed in the upper furnace **14** below the fourth re-heater RSH4. Superheated steam flows from the PSH OUT header to the SSH IN header shown to the left of the upper furnace **14**, then upwards successively through SSH1, SSH2, SSH3, and SSH4 and to the SSH OUT header again shown to the left of the upper furnace **14** above the SSH IN header.

[0059] The steam-cooled circuit further includes superheater stringers denoted SH STRINGER in **FIG. 3**, which are fed from SH STRINGER IN headers at the top of the upper furnace and subsequently flow to the SH STRINGER OUT outlet header. These stringers support the secondary superheaters. Similarly, reheater stringers are visible which support the reheaters in the front convection pass.

[0060] Referring now to **FIG. 4**, a more detailed illustration of the components that form the steam-cooled circuit and their interconnections is shown. The steam-cooled circuit starts at the dry steam outlet **56** of the steam separator **54**. Going downstream from the steam separator, dry steam running downstream first flows from the dry steam outlet **56** across the roof **90** of the boiler **10**. Dry steam also flows down the rear wall

128 of the convection pass **18**. The dry steam that flowed down the rear wall **128** then flows up the convection pass side walls **124**, **126** and the reheater stringer supports **91**, and then back down the upper baffle wall. The dry steam from the roof **90** of the boiler flows up the lower baffle wall.

[0061] The two dry superheated steam streams from the upper baffle wall and the lower baffle wall are then combined and flow into the primary superheaters **60** (i.e. PSH1, PSH2, PSH3, PSH4 in **FIG. 3**). Please note the superheated steam travels through all four primary superheaters; the steam is not divided so that only a portion flows through each primary superheater. The superheated steam travels upwards to the PSH OUT header (see **FIG. 3**). The superheated stream then travels downwards through the superheater stringers (labeled SH STRINGER) in the upper furnace. From there, the superheated stream travels upwards through the upper furnace front wall **110** and the common steam-cooled membrane wall **80** (acting as the upper furnace rear wall). The superheated steam then travels upwards through the upper furnace side walls **114**, **116**. Next, the superheated steam travels upwards through the secondary superheaters **64**. Again, the superheated steam passes through all four secondary superheaters (SSH1, SSH2, SSH3, ~~SSH4~~and ~~SSH4~~). After passing through the secondary superheaters, the superheated steam has a pressure of 2000 psig or greater, and in some cases 2500 psig or greater, such as about 2600 psig. The superheated steam also has a temperature of 1000°F or greater, such as about 1050°F. The superheated steam is then sent to a high-pressure turbine **92** where the heat energy is used for electrical power generation. The superheated steam loses both temperature and pressure within the high-pressure turbine **92**. The output from the high-pressure turbine is then sent back to the boiler **10** and sent through the reheaters **62**. After passing through the reheaters, the steam has a pressure of 500 psig or greater, such as about 600 psig, and also has a temperature of 1000°F or greater, such as about 1050°F. This superheated steam can then be used to run a low-pressure turbine.

[0062] Referring back to **FIG. 4**, water is returned from the low-pressure turbine. This water passes through a condenser (COND), a boiler feed pump (BFP), and a feedwater heater (FWH) before being sent to the economizer (ECON) to absorb

residual heat energy from the flue gas exiting the convection pass. From there, the heated water from the economizer is sent to the steam separator **54**. In the water-cooled circuit, water is sent from the steam separator to lower furnace inlet header **50**, which feeds the water-cooled membrane walls of the lower furnace **12**. Wet steam is collected from lower furnace outlet header **52** and sent to the steam separator **54** for separation into water and dry steam.

[0063] The steam-cooled circuit of **FIG. 3** and **FIG. 4** is merely an illustrative example, and in other embodiments the number and locations of superheaters may be different, as well as the arrangement of the various steam-cooled membrane wall and superheater components in the steam-cooled circuit. The illustrative furnace of **FIG. 1** with the illustrative steam-cooled steam circuit of **FIG. 3** and **FIG. 4** has been modeled using 3D solid modeling software, and was determined from this analysis to provide improved performance including a 1050°F/2600 psig superheater temperature/pressure and a 1050°F/600 psig reheater temperature/pressure, for a boiler designed to provide 150 MW to 300 MW of net power.

[0064] One potential issue with the furnace design of **FIG. 1** is that during start-up, there is no steam passing through the steam-cooled membrane walls of the upper furnace. When the boiler **10** is first fired, the hot flue gas flows across these steam-cooled membrane walls. During steady-state operation, the dry steam within the membrane walls would absorb heat energy, thus reducing the temperature of the pipes and membrane of the membrane wall, as well as reducing the temperature of the flue gas. During start-up, though, there is very little steam throughout the boiler. As a result, the thermal stresses on the steam-cooled membrane walls of the upper furnace are greater than during steady-state operation.

[0065] **FIG. 5** illustrates a steam circuit that provides a solution to this start-up thermal stressing problem, which leverages the dry steam output at the dry steam outlet **56** of the steam separator **54**. This dry steam is not yet superheated. As seen in **FIG. 5**, the start-up circuitry of the steam circuit includes a valved diversion path **100** that connects the dry steam outlet **56** of the steam separator **54** more directly to the steam-cooled membrane walls of the upper furnace **14**. The valved diversion path **100** is valved with one or more diversion valves **102** (four are shown here). The diversion

path **100** diverts flow from the dry steam outlet **56** of the steam separator **54** to the steam-cooled membrane walls of the upper furnace **14**. The start-up circuitry further includes one or more reduction valves **104** (two are shown here) located in the steam-cooled circuit downstream of the primary superheaters **60**. A startup controller **106**, e.g. a computer or other electronic control device, operates the valves **102**, **104** to establish: (1) a start-up mode in which diversion valves **102** are opened to open the diversion path **100** and reduction valves **104** are closed (fully or partially as desired) to reduce flow through the partially bypassed primary superheaters **60** and convection pass **18**; or (2) a normal operating mode in which diversion valves **102** are closed to shut off the diversion path **100** and reduction valves **104** are open to allow full flow through the primary superheaters **60** and the convection pass **18**.

[0066] When the diversion valves **102** are open and reduction valves **104** are partially closed, because the upper furnace walls provide the lowest path of resistance to flow,, the dry steam will tend to flow through the upper furnace walls instead of through the roof and convection pass. The presence of the dry steam in the upper furnace walls will protect the tubes of the upper furnace from excessive temperature differential, and will also cool the flue gas. As a result, the passage of flue gas through the convection pass **18** will not excessively stress the walls of the convection pass, even though dry steam is not present in large amounts in these steam-cooled walls during startup.

[0067] Heated flue gas also flows over the steam-cooled membrane walls of the convection pass **18**; however, the flue gas will have cooled substantially by this point, so the primary start-up thermal stresses arise in the upper furnace **14**.

[0068] With continuing reference to **FIG. 5** and with further reference to **FIG. 6**, a typical startup sequence is shown. The diversion valves **102** may in some embodiments be adjusted based on a thermocouple temperature reading at the outlet headers of the upper furnace walls, so that a temperature limit for the walls is not exceeded. For typical membrane walls, the use limit is about 1000°F, so the dry steam from the separator outlet **56** is sufficient to cool the membrane walls.

[0069] In **FIG. 6**, the firing rate indicates the relative amount of heat being generated by the boiler. The boiler is run at about 10% for four hours using oil before the boiler is

TRADUCCIÓN SIMPLE AL ESPAÑOL REALIZADA POR MELISSA AGUDELO
MAGALHÃES DEL SIGUIENTE DOCUMENTO, ESCRITO ORIGINALMENTE EN INGLÉS.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

A TODOS LOS QUE LA PRESENTE VIEREN, SABED:

DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE ESTADOS UNIDOS

Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos

21 de marzo de 2017

POR MEDIO DE LA PRESENTE SE CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE
FIGURA EN ANEXO ES UNA COPIA FIEL TOMADA DE LOS ARCHIVOS DE ESTA
OFICINA, CORRESPONDIENTE A UN DOCUMENTO RADICADO EL 28 DE ABRIL
DE 2016.

Con autorización del

Subsecretario de Comercio para la Propiedad Intelectual y
Director de la Oficina de Marcas y Patentes de Estados
Unidos

(Firmado)

JOHN A. BURSON

Oficial de Registro

SELLO: OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE ESTADOS UNIDOS.
DEPARTAMENTO DE COMERCIO

503803745 28/04/2016

CESIÓN DE PATENTE	
Versión electrónica v1.1 Versión hoja de estilo v1.1	
EPAS ID: PAT3850392	
TIPO DE COMUNICACIÓN:	NUEVA CESIÓN
NATURALEZA DE LA TRANSMISIÓN:	CESIÓN
DATOS DEL CEDENTE	
Nombre	Fecha de ejecución
ERIC L WELLS	05/04/2016
ROGER A DETZEL	05/04/2016
ALBERT J BENNETT	05/04/2016
STEVEN D THAYER	05/04/2016
DATOS DEL CESIONARIO	
Nombre	The Babcock & Wilcox Company
Dirección:	20 South van Buren Avenue
Ciudad:	Barberton
Estado/País:	OHIO
Código postal:	44203
NÚMERO TOTAL DE PROPIEDADES: 1	
Tipo de Propiedad	Número
Número de Solicitud:	15091236
INFORMACIÓN DE CORRESPONDENCIA	
Número de fax: (330)860-6609	
<i>La correspondencia se enviará primero al correo electrónico; si no funciona, se enviará al fax, de haberlo; si no funciona, se enviará por Correo de los EE.UU.</i>	
Teléfono:	3308606710
E-mail:	amsaus@babcock.com
Nombre de corresponsal:	AMY SAUS
Línea de dirección 1:	20 SOUTH VAN BUREN AVENUE
Línea de dirección 2:	BVCB2K
Línea de dirección 4:	BARBERTON, OHIO 44203
NÚMERO DE EXPEDIENTE DE ABOGADO:	CASO 7711

NOMBRE DEL REMITENTE	AMY S SAUS
FIRMA:	/AMSAUS/
FECHA DE FIRMA	28/04/2016
Anexos totales: 3 source=Case_7711_Assignment_EXECUTED#page1.tif source=Case_7711_Assignment_EXECUTED#page2.tif source=Case_7711_Assignment_EXECUTED#page3.tif	

CESIÓN A FAVOR DE BABCOCK & WILCOX COMPANY

CASO 7711

POR MEDIO DE LA PRESENTE CESIÓN, realizada el día 05 de abril de 2016, por parte de Eric L. Wells, domiciliado en 9185 Hunters Chase Street NW, Massillon, Ohio 44646; y por Roger A. Detzel, domiciliado en 1785 Fairway Drive, Uniontown, Ohio 44685; y por Albert J. Bennett, domiciliado en 12539 Hollow Ridge Drive, Doylestown, Ohio 44230; y por Steven D. Thayer, domiciliado en 7195 Lowmiller Road, Minerva, Ohio 44657; todos ciudadanos de Estados Unidos de América;

DECLARA: Que

CONSIDERANDO QUE somos los coinventores de cierta nueva y útil mejoría e invención en

CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR

para la cual hemos preparado y presentado una Solicitud Provisional de Patente Estadounidense el 5 de abril de 2016, y

CONSIDERANDO QUE BABCOCK & WILCOX COMPANY., una Compañía constituida bajo las leyes del estado de Delaware, EE.UU., cuyas oficinas principales se encuentran ubicadas en 20 S. Van Buren Ave., Barberton, Ohio 44203, EE.UU., desea adquirir la totalidad de los derechos, títulos e intereses en y para dicha mejoría e invención, y todo y cualquier Título de Patente que sea concedida para la misma;

AHORA BIEN, a quien pueda interesar, sépase que por y en consideración de la suma de Un Dólar (\$1,00), a nosotros pagada en efectivo y en mano, y demás contraprestaciones a título oneroso, cuyo recibo se reconoce por la presente, nosotros, Eric L. Wells, Roger A. Detzel, Albert J. Bennet, y Steven D. Thayer, hemos vendido, cedido, transferido y traspasado, y por medio de la presente vendemos, cedemos, transferimos y traspasamos a THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios, la totalidad de los derechos, títulos e intereses en y para la mejoría, invención y solicitud de patente antes mencionadas, y en y para todas las Patentes de Estados Unidos que puedan ser concedidas para las mismas a partir de este momento, y en y para

toda y cualquier extensión, división o reemisión de dichas Patentes, las mismas que tendrá y de las que gozará THE BABCOCK & WILCOX COMPANY para su propio uso y beneficio, y para el uso y beneficio de sus sucesores y cesionarios, por todo el tiempo por el cual sea concedida dicha Patente, tan plena y completamente como lo hubiéramos tenido y gozado nosotros si no hubiesen ocurrido la presente venta y cesión;

Y, por la consideración antes mencionada, convenimos y acordamos con THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios, que, en el momento de ejecución y entrega de la presente, somos los copropietarios legítimos de la totalidad de los derechos, títulos e intereses en y para la mejoría, invención, solicitud y patente antes mencionadas, y que las mismas se encuentran libres de gravamen, y que tenemos derecho y autoridad legal para vender y transferir a las mismas de la manera especificada en la presente;

Y, por la consideración antes mencionada, convenimos y acordamos con THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios, que, siempre que su abogado o el abogado de sus sucesores y cesionarios considere que una modificación o división o cualquier otro procedimiento relacionado con dicha solicitud, incluyendo procedimientos de interferencia, es legítimo y deseable, o que una reemisión o extensión de dicha Patente es legítima y deseable, firmaremos todos los documentos y dibujos, prestaremos todos los juramentos correspondientes, y realizaremos todas las acciones necesarias o requeridas para la obtención de patentes válidas para dicha mejoría e invención, o para la reemisión o extensión de las mismas, sin cargos a THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, o a sus sucesores y cesionarios, pero a costas de los mismos.

Por medio de la presente solicitamos al Honorable Comisionado de Marcas y Patentes de Estados Unidos que emita las Patentes conforme al presente instrumento.

Y, por la anterior consideración, hemos vendido, cedido, transferido y traspasado, y por medio de la presente vendemos, cedemos, transferimos y traspasamos a THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios o personas designadas, la totalidad de los derechos, títulos e intereses en y para todas las Patentes u otras formas de protección que puedan ser otorgadas en países fuera de los Estados Unidos, u otras formas de protección que puedan ser otorgadas y en y para todas y cualquiera de las solicitudes de Patentes o demás formas de protección que puedan ser presentadas para dicha mejoría e invención en países fuera de los Estados Unidos, incluyendo todos los derechos a reivindicar prioridad, y en y para la invención descrita en dichas solicitudes; y por medio de la presente autorizamos y habilitamos a THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios o personas designadas para que soliciten las Patentes o demás formas de protección sobre dicha mejoría e invención, en su nombre o en nombre de sus sucesores, cesionarios o personas designadas, en todos y cualquiera de los países en donde desee presentar dichas solicitudes y donde dichas solicitudes puedan ser presentadas por cualquier persona diferente a los inventores; y por medio de la presente convenimos y aceptamos firmar todos los documentos y dibujos, prestar todos los juramentos correspondientes, y realizar todas las acciones necesarias o requeridas para la obtención de patentes válidas u otras formas de protección para dicha mejoría e invención en países fuera de los Estados Unidos, y para verter o confirmar el derecho y título de las mismas sobre THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios o personas designadas, sin cargo a THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sus sucesores y cesionarios o personas designadas pero a sus expensas.

EN FE DE LO ANTERIOR, estampamos nuestra firma y sello en el día y año escritos arriba.

(Firma ilegible)

Eric L. Wells

(Firma ilegible)

Roger A. Detzel

(Firma ilegible)

Albert J. Bennet

(Firma ilegible)

Steven D. Thayer

TESTIGOS:

(Firma ilegible)

(Firma ilegible)

ESTADO DE OH)

) ss.

CONDADO DE SUMMIT)

En este día 5 de abril de 2016 comparecieron personalmente ante mí Eric L. Wells, Roger A. Detzel, Albert J. Bennet, y Steven D. Thayer, a quienes conozco como las personas descritas en y quienes ejecutaron el anterior instrumento, y quienes reconocieron haber ejecutado el mismo para los fines establecidos en el mismo.

SELLO SELLO NOTARIAL DEL ESTADO DE OHIO

(Firma ilegible)

MICHAEL J. SEYMOUR

NOTARIO PÚBLICO – OHIO

MI COMISIÓN NO TIENE FECHA DE
VENCIMIENTO

BAJO LA SECCIÓN 147.03 R.C.

TRADUCCIÓN SIMPLE AL ESPAÑOL REALIZADA POR MELISSA AGUDELO
MAGALHÃES DEL SIGUIENTE DOCUMENTO, ESCRITO ORIGINALMENTE EN INGLÉS.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA
A TODOS LOS QUE LA PRESENTE VIEREN, SABED:
DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS
Oficina de Marcas y Patentes de los Estados Unidos

17 de marzo de 2017

POR MEDIO DE LA PRESENTE SE CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE FIGURA EN ANEXO ES UNA COPIA FIEL TOMADA DE LOS ARCHIVOS DE LA OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE ESTADOS UNIDOS, CORRESPONDIENTE A LA SOLICITUD DE PATENTE IDENTIFICADA A CONTINUACIÓN, LA CUAL CUMPLIÓ CON LOS REQUISITOS PARA LA CONCESIÓN DE FECHA DE SOLICITUD CONFORME A 35 USC 111.

SOLICITUD DE MARCA: *15/091,236*

FECHA DE SOLICITUD: *05 de abril de 2016*

EL CÓDIGO DE PAÍS Y EL NÚMERO DE SU SOLICITUD DE PRIORIDAD QUE SE VAN A USAR PARA PRESENTAR LA SOLICITUD EN EL EXTERIOR BAJO EL CONVENIO DE PARÍS ES *15/091,236*

Con autorización del

Subsecretario de Comercio para la Propiedad Intelectual y Director de la Oficina de Marcas y Patentes de los Estados Unidos

(Firmado)

SYLVIA HOLLEY

Oficial de Registro

Acuse de recibo electrónico	
Número/identificador único en el Sistema de Presentación Electrónica (EFS):	25405370
Número de solicitud:	15091236
Número de solicitud internacional:	
Número de confirmación:	9467
Título de la invención:	CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR
Primer inventor nombrado/nombre del solicitante:	Eric L WELLS
Número del cliente:	41669
Declarante:	Eric Marich/Amy Saus
Declarante autorizado por:	Eric Marich
Número de expediente:	Caso 7711
Fecha de recepción:	05 de abril de 2016
Fecha de presentación:	
Marca de tiempo:	16:42:07
Tipo de solicitud:	Utilidad según el 35 USC 111(a)

Información de pago:

Presentado con pago	Sí
Tipo de pago	Cuenta de depósito
Pago recibido exitosamente en RAM (contabilidad y gestión de ingresos)	\$ 1600
Número de confirmación RAM	3302
Cuenta de depósito	501813

Usuario autorizado				SAUS, AMY	
Por medio de la presente se autoriza al Director de la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos a cobrar las tarifas indicadas y a acreditar cualquier sobrecargo de la siguiente manera: Cobrar cualquier honorario adicional bajo 37 CFR 1.16 (presentación de solicitud nacional, búsqueda y tarifas de examen)					
Lista de archivos:					
Número de Documento	Descripción del documento	Nombre del archivo	Tamaño archivo (bytes)/Resumen del mensaje	Partes múltiples / .zip	Páginas (si aplica)
1	Hoja de datos de la solicitud	Case_7711_ADS_ala0014.pdf	1835967	no	9
			(texto ilegible)		
Advertencias:					
Información:					
2	Juramento o declaración presentada	Case_7711_Declaration_EX ECUTED.pdf	809902	no	2
			(texto ilegible)		
Advertencias:					
Información:					
3		Case_7711_Final.pdf	178628	sí	24
			(texto ilegible)		
	Descripción de las diferentes partes/archivos en PDF en descripción de formato.zip				
	Descripción del documento		Inicio	Fin	
	Especificaciones		1	19	
	Reivindicaciones		20	23	
	Resumen		24	24	
Advertencias:					
Información:					
4	Dibujos-solo dibujos de líneas en	Case_7711_Drawings.pdf	678461	no	6
			(texto ilegible)		

	blanco y negro				
Advertencias:					
Información:					
5	Hoja de cálculo de tarifas	fee-info.pdf	35060	no	2
			(texto ilegible)		
Advertencias:					
Información:					
Tamaño total de archivos (en bytes):			3538018		
Este Acuse de Recibo demuestra el recibo, por parte de la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos (USPTO), de los documentos indicados en la fecha señalada, caracterizados por el solicitante e incluyendo los números de página, si aplica. Sirve como evidencia de recibo similar a una postal, tal y como se describe en MPEP 503. <u>Nuevas solicitudes conforme a 35 U.S.C.111</u> Si se está presentando una nueva solicitud y la solicitud incluye los componentes necesarios para una fecha de solicitud (véase 37 CFR 1.53(b)-(d) y MPEP 506), se emitirá un Recibo de Presentación (37 CFR 1.54) a su debido tiempo y la fecha que figura en este Acuse de Recibo determinará la fecha de presentación de la solicitud. <u>Etapas nacionales de una solicitud internacional conforme a 35 U.S.C. 371</u> Si la presentación oportuna de una solicitud internacional que va a entrar a una etapa nacional cumple con las condiciones de 35 U.S.C.371 y con los demás requisitos aplicables, se emitirá un Formato PCT/DO/EO/903 indicando que se ha admitido la solicitud en la etapa nacional conforme a 35 U.S.C.371, además del Acuse de Recibo, a su debido tiempo. <u>Nueva solicitud internacional presentada ante la USPTO como Oficina Receptora</u> Si se está presentando una solicitud internacional nueva y la solicitud internacional incluye los componentes necesarios para obtener una fecha de presentación internacional (ver Artículo 11 del PCT y MPEP 1810), se emitirá una Notificación de Número de Solicitud Internacional y de Fecha de Presentación Internacional (Formato PCT/RO/105) a su debido tiempo, sujeto a las normas establecidas respecto a la seguridad nacional, y la fecha que figura en el presente Acuse de Recibo establecerá la fecha de presentación internacional de la solicitud.					

CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR

ANTECEDENTES

[0001] La presente divulgación está relacionada con el arte de las calderas, con modalidades ilustrativas que incluyen calderas subcríticas, calderas subcríticas de circulación natural, calderas a carbón, calderas subcríticas a carbón, calderas subcríticas a carbón de circulación natural, y también con métodos de manufactura y operación de las anteriores.

[0002] Las calderas a carbón pequeñas hallan aplicación en diversas configuraciones, como cuando los requerimientos de energía son relativamente bajos (p. ej., áreas rurales, regiones subdesarrolladas), donde el carbón es fácil de adquirir, etc. Las calderas a carbón pequeñas comunes para generación de energía eléctrica emplean un diseño de circulación natural subcrítico. Un ejemplo de tal diseño de caldera es el diseño de caldera radiante de tipo Carolina de Babcock & Wilcox. Este diseño emplea un horno con paredes de horno enfriadas con agua de membrana que alimenta uno o varios tambores de vapor. El agua que pasa a través de las paredes del horno absorbe energía térmica, que enfrían en efecto los tubos/caños directamente expuestos al calor de combustión. El o los tambores de vapor alimentan uno o varios supercalentadores primarios ubicados dentro de un paso de convección y uno o varios supercalentadores colgantes secundarios ubicados dentro de la porción superior del horno. Este vapor supercalentado se usa para hacer funcionar una turbina de alta presión. El vapor que sale de la turbina de alta presión se envía luego a través de recalentadores para incrementar nuevamente la temperatura de modo que el vapor se pueda usar luego para hacer funcionar una turbina de baja presión.

[0003] Los caños o tubos enfriados con agua se diseñan para transportar vapor húmedo (es decir, una mezcla de vapor/agua o de forma equivalente, calidad de vapor menor al 100%). Para una presión operativa dada, la temperatura de vapor húmedo se limita termodinámicamente hasta la temperatura de ebullición de agua líquida a la presión operativa dada. En la práctica, los caños enfriados con agua se diseñan para una temperatura operativa de aproximadamente 650°F - 670°F, correspondiente a una presión operativa de aproximadamente 2200-2600 psig. En una caldera subcrítica, los caños enfriados con agua alimentan vapor húmedo al tambor de vapor.

[0004] Por el contrario, los caños o tubos enfriados con vapor se diseñan para transportar vapor supercalentado que tiene una calidad de vapor del 100% (es decir, ningún componente líquido). La temperatura de vapor supercalentado no se limita termodinámicamente para una presión dada y en los diseños de tipo Carolina, los supercalentadores enfriados con vapor en general transportan vapor supercalentado a temperaturas de aproximadamente 1000°F - 1050°F.

[0005] Debido a las diferencias en la temperatura, los caños enfriados con agua se pueden hacer de acero al carbono de bajo costo, mientras que los caños enfriados con vapor se hacen de composiciones de acero más costosas. Un diseño como el de la caldera radiante de tipo Carolina aprovecha ventajosamente estos factores diseñando todo el horno para que se enfríe con agua, de modo que las paredes de membrana puedan usar caños de acero al carbono de bajo costo y membranas de conexión. Los componentes supercalentadores de aleaciones superiores se localizan dentro del horno y el paso de convección (es decir, dentro de las paredes de la caldera) y no tienen membrana. En estos diseños, las paredes enfriadas con agua de membrana son generalmente más

frías que el gas combustible al que se exponen los supercalentadores enfriados con vapor, debido a una transferencia de calor más eficaz a la mezcla de vapor/agua transportada por los caños enfriados con agua.

[0006] En ciertas aplicaciones, se busca obtener vapor a altas temperaturas después del supercalentamiento y después del recalentamiento, por ejemplo, aproximadamente 1050°F después de ambos ciclos. Esto puede ser difícil en diseños pequeños, y diseños y métodos adicionales son necesarios para obtener tales altas temperaturas.

BREVE DESCRIPCIÓN

[0007] Así, la presente divulgación está relacionada con calderas pequeñas subcríticas de alta presión que tienen circulación natural y alcanzan temperaturas altas de supercalentado de aproximadamente 1050°F. Generalmente, el horno inferior de dichas calderas utiliza tubos/caños de enfriado con agua, y el horno superior utiliza tubos/caños de enfriado con vapor. En otras palabras, el horno superior de la caldera está fabricado con tubos/caños supercalentadores.

[0008] En el presente documento se divulgan calderas en diversas modalidades, las cuales comprenden: un horno inferior de paredes de membrana enfriadas con agua; un horno superior de paredes de membrana enfriadas con vapor; un separador de vapor con entrada de fluido y un sistema de salida de vapor seco; un circuito enfriado con agua conectado a la entrada de fluido del separador de vapor, para suministrar vapor líquido al separador de vapor, el circuito enfriado con separador que incluye las paredes de membrana enfriadas con agua del horno inferior; y un circuito enfriado con vapor conectado a la salida de vapor seco del separador de vapor, para recibir vapor de la salida de vapor seco, el circuito enfriado con vapor incluye las paredes de membrana enfriadas con agua del horno superior.

[0009] También se divulgan en el presente documento calderas en diversas modalidades, que comprenden: un horno inferior de paredes de membrana enfriadas con agua que crea una cámara sellada, las paredes enfriadas con agua de membrana comprenden caños sellados por la membrana dispuesta en medio y que está conectada a los caños; quemadores dispuestos para quemar el combustible y crear gas combustible en el horno inferior; un horno superior de paredes enfriadas con vapor de membrana que crea una cámara sellada, las paredes enfriadas con vapor de membrana comprenden caños sellados por la membrana dispuesta en medio y que está conectada a los caños, el horno superior está dispuesto para recibir el gas combustible que fluye hacia arriba y afuera del horno inferior; un separador de vapor con una entrada de vapor húmedo y una salida de vapor seco; un circuito enfriado con agua conectado a la entrada de vapor húmedo del separador de vapor, el circuito enfriado con agua incluye los caños de las paredes enfriadas con agua de membrana del horno inferior; y un circuito enfriado con vapor conectado a la salida de vapor seco del separador de vapor, el circuito enfriado con vapor incluye los caños de las paredes enfriadas con agua de membrana del horno superior.

[0010] También se divulga en el presente documento, en diversas modalidades, un método para generar vapor supercalentado, el cual comprende: la quema de combustible en un horno inferior de una caldera; la generación de vapor húmedo a partir de agua en paredes de membrana enfriadas con agua del horno inferior; la separación del vapor húmedo en vapor seco y agua en un separador de

vapor; el suministro de vapor seco a las paredes enfriadas con agua de membrana de un horno superior y el paso de convección de la caldera para generar vapor supercalentado.

[0011] Estos y otros aspectos no limitativos y/u objetos de la divulgación se describen con mayor detalle a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0012] Lo siguiente es una breve descripción de los dibujos, que se presentan con el propósito de ilustrar las modalidades divulgadas en el presente documento y no con fines de limitarlas.

[0013] La figura 1 muestra esquemáticamente una vista sagital lateral de una caldera ilustrativa. Las inserciones A, B y C ilustran porciones del sistema de caños.

[0014] La figura 2 es una vista superior en sección transversal de la caldera que se muestra en la figura 1 a través del horno superior a lo largo de la línea A-A de la figura 3.

[0015] La figura 3 muestra esquemáticamente una vista en sección lateral más detallada de una parte de la caldera de la figura 1 que incluye una disposición ilustrativa de los supercalentadores.

[0016] La figura 4 muestra esquemáticamente un circuito de refrigeración de la caldera de la figura 1 y la figura 2.

[0017] La figura 5 muestra esquemáticamente el circuito de refrigeración de la figura 4 con un circuito de control de encendido como se describe en el presente documento.

[0018] La figura 6 traza esquemáticamente la ejecución de una secuencia de encendido típica que usa el circuito de la figura 5. La tabla insertada muestra los ajustes de las válvulas del circuito de encendido para el encendido y funciones de operación normal. El eje-x es el tiempo en horas, y va desde 0 hasta 8 en intervalos de 1. El eje-y a la izquierda es la presión en psig, y va desde 0 hasta 2500 en intervalos de 500. El eje-y a la derecha es el flujo de vapor y porcentaje de combustión, y va desde 0 hasta 100 en intervalos de 10. Hay tres líneas para la presión acelerada, el porcentaje de combustión y el flujo de vapor. La presión acelerada se lee contra el eje-y a la izquierda, y el porcentaje de combustión y flujo de vapor se leen contra el eje-x a la derecha.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0019] Se puede obtener una compresión más completa de los procesos y aparatos divulgados en el presente documento por referencia a los dibujos adjuntos. Estas figuras son representaciones meramente esquemáticas por conveniencia y la facilidad de demostrar la técnica existente y/o el presente desarrollo y, en consecuencia, no pretenden indicar el tamaño relativo y las dimensiones de los ensamblajes o sus componentes.

[0020] A pesar de que en la siguiente divulgación se utilizan términos específicos con fines de claridad, estos términos pretenden referirse sólo a la estructura particular de las modalidades seleccionadas para ilustración en los dibujos y no pretenden definir o limitar el alcance de la divulgación. En los dibujos y la siguiente descripción a continuación, se ha de entender que iguales designaciones numéricas se refieren a componentes de función similar.

[0021] El modificador “aproximadamente” usado en conexión con una cantidad incluye el valor establecido y tiene el significado dictaminado por el contexto (por ejemplo, incluye al menos el grado de error asociado con la medición de la cantidad particular). Cuando se usa con un valor específico, también se debe considerar como revelador de ese valor. Por ejemplo, la expresión “aproximadamente 2” también divulga el valor “2” y el rango “de aproximadamente 2 a aproximadamente 4” también divulga el rango “de 2 a 4”.

[0022] Se ha de notar que muchos de los términos usados en el presente documento son términos relativos. Por ejemplo, los términos “entrada” y “salida” son relativos a una dirección de flujo y no se han de interpretar como que requieren una orientación o ubicación particular de la estructura. Las expresiones “corriente arriba” y “corriente abajo” se refieren a la dirección en la que un fluido fluye a través de varios componentes, es decir, el fluido fluye a través de un componente corriente arriba antes de fluir a través del componente corriente abajo. Se ha de notar que, en un bucle, un primer componente se puede describir tanto como corriente arriba como corriente abajo de un segundo componente. De modo similar, los términos “superior” e “inferior” se refieren uno respecto del otro a la ubicación, es decir, un componente superior se encuentra ubicado en una elevación más alta que un componente inferior.

[0023] Los términos “horizontal” y “vertical” se usan para indicar la dirección respecto a una referencia absoluta, es decir, el nivel del suelo. Sin embargo, no debería interpretarse que estos términos requieren estructuras que sean absolutamente paralelas o absolutamente perpendiculares entre sí. Por ejemplo, una primera estructura vertical y una segunda estructura vertical no son necesariamente paralelas entre sí.

[0024] Los términos “arriba” y “abajo” o los términos “techo” y “piso” se usan para referirse a ubicaciones/superficies en las que la parte superior/techo siempre se encuentra más alta que la parte inferior/piso respecto a una referencia absoluta, es decir, la superficie de la Tierra. Las expresiones “hacia arriba” y “hacia abajo” también se refieren a una referencia absoluta; un flujo hacia arriba siempre se encuentra contra la gravedad de la Tierra.

[0025] La expresión “plano” se usa en el presente documento para referirse en general a un nivel común y debe interpretarse como referencia a un volumen, no a una superficie plana.

[0026] Un fluido que se encuentra a una temperatura por encima de su temperatura de saturación a una presión dada se considera “supercalentado”. La temperatura de un fluido supercalentado se puede reducir (es decir, energía de transferencia) sin cambiar la fase del fluido. Como se usa en el presente documento, la expresión “vapor húmedo” hace referencia a una mezcla saturada de vapor/agua (es decir, vapor con menos del 100 % de calidad donde la calidad es el contenido de vapor en porcentaje en masa). Como se usa en la presente, la expresión “vapor seco” se refiere a vapor que tiene una calidad igual a o de aproximadamente 100 % (es decir, no hay agua líquida presente).

[0027] Los términos “caños” y “tubos” se usan indistintamente en el presente documento para referirse a una forma cilíndrica hueca, tal como se entiende comúnmente.

[0028] La expresión “circulación natural”, tal como se usa en el presente documento, se refiere a la circulación de agua a través de la caldera debido a diferencias en la densidad cuando el agua se

calienta. La circulación de agua puede ocurrir sin necesitar una bomba mecánica en el circuito de agua, entre las paredes del horno y el separador de vapor.

[0029] En la medida en que las explicaciones de cierta terminología o principios de la caldera y/o el arte del generador de vapor sean necesarias para entender el presente documento, se refiere al lector a *Steam/its generation and use*, Edición 42, editado por G.L. Tomei, Copyright 2015, The Babcock & Wilcox Company, ISBN 978-0- 9634570-2-8, el texto que se incorpora por la presente como referencia tal como se describe en su totalidad en el presente documento.

[0030] No se desean temperaturas de vapor húmedo más altas para diversas aplicaciones en calderas pequeñas debido a cuestiones de seguridad y costos, como por ejemplo, el mínimo más alto de pared de tubería y de grosor de membrana. En una caldera pequeña que utiliza sólo paredes de horno enfriadas con agua, es difícil o imposible lograr temperaturas de salida del supercalentador y recalentador a 1050°F para 150-300 MW de generación de energía neta, porque no es posible proporcionar suficiente área superficial de supercalentador/recalentador para la transferencia de calor al vapor seco para obtener estas altas temperaturas.

[0031] Una posible alternativa consiste en emplear un diseño de caldera de un paso sin tambor, así como un diseño de calderas Babcock & Wilcox Universal Pressure. Sin embargo, estos diseños emplean la generación de vapor de un paso. En un diseño de un paso, el punto de transición del vapor húmedo a vapor supercalentado depende de condiciones operativas, más que el definido usando un separador de vapor (por ejemplo, un tambor de vapor). Como resultado, usualmente se utiliza una cañería más cara para todas las cañerías/tuberías en tales diseños de un paso para seguridad. Esto resulta en mayores costos de capital.

[0032] En el diseño de calderas subcríticas de la presente divulgación, el horno se divide en dos secciones: un horno inferior usando paredes de membrana enfriadas con agua que alimenta un separador de vapor y un horno superior usando paredes de membrana enfriadas con vapor que se alimenta (directa o indirectamente) por la salida de vapor seco del separador de vapor. Este enfoque permite de manera ventajosa usar acero al carbón de bajo costo para las paredes del horno inferior, usando tuberías más caras sólo en el horno superior enfriado con vapor (incluyendo las paredes de vías de convección en algunas modalidades) El costo se disminuye al retener el separador de vapor. Se puede obtener una mayor temperatura de salida de vapor porque el uso de un horno superior enfriado con vapor y paredes de paso de convección proporciona un área superficial adicional para la transferencia de calor de los gases de salida al vapor seco dentro de las paredes enfriadas con vapor, dando como resultado vapor supercalentado de temperaturas deseadas. Nuevamente, estas temperaturas altas de vapor supercalentado no se pueden obtener con paredes convencionales enfriadas con agua en el horno superior.

[0033] En algunas modalidades, se logra una mejora adicional en tal diseño reduciendo la sección transversal del horno superior enfriado con vapor en comparación con el horno inferior enfriado con agua. Esto aumenta la velocidad del flujo de gas de salida en el horno superior enfriado con vapor en comparación con el horno inferior enfriado con agua, el cual proporciona una transferencia de calor más eficaz en la vía de gas de temperatura alta y también reduce la cantidad de materiales y el costo de fabricación.

[0034] En diseños de calderas radiantes de tipo Carolina, el paso de convección se separa del horno por un paso de convección horizontal cuya longitud horizontal crea un espacio entre el horno y el paso de convección. Como resultado, en el diseño de caldera radiante de tipo Carolina, el horno incluye una pared trasera y el paso de convección incluye una pared frontal. En un diseño plegado, estas dos paredes se combinan en una pared. En la presente divulgación, se usa una pared de membrana común enfriada con vapor para separar el horno superior de paso superior y el paso de convección adyacente. Esto elimina el paso abierto entre el horno y el paso de convección, proporcionando compactibilidad mejorada para la caldera y reduce la cantidad de materiales y costo de fabricación.

[0035] Estos beneficios establecidos con anterioridad se logran al reemplazar el horno convencional enfriado con agua con un diseño de dos partes en donde el horno superior se enfría con vapor. Sin embargo, dicha modificación tiene ciertas desventajas potenciales. El costo de material general se incrementa debido a aleaciones de mayor costo usadas en el horno superior, pero esto se puede mitigar por enfoques divulgados en el presente documento (p. ej., sección transversal de horno superior reducido, empleando una pared enfriada con vapor común entre el horno y el paso de convección). Otra desventaja potencial es las complicaciones estructurales para la disposición preferida soportada en la parte superior. Esto surge potencialmente porque los tubos del horno inferior son preferentemente de acero al carbono para reducir costos, mientras que los caños del horno superior son aleaciones de mayor costo para la compatibilidad con el enfriamiento con vapor. Esta dificultad también se halla en algunos hornos supercríticos de un solo paso que emplean caños de acero al carbono en una sección de horno inferior para reducir costos. Un ejemplo de tal diseño es la caldera Babcock & Wilcox Spiral Wound Universal Pressure (SWUP). En el diseño de la caldera supercrítica de un solo paso SWUP, la porción del horno inferior enfriado con agua es soportada desde arriba por medio de componentes de soporte del horno inferior dedicados que se conectan con el soporte de la caldera superior a través de un dispositivo de varillas de sujeción verticales y/o conexiones con los caños enfriados con agua del horno superior. El ensamblaje resultante se complica porque el horno inferior debe ser asegurado al instalar sus componentes de soporte, seguido por modalidad de una soldadura de caños.

[0036] Este enfoque que emplea componentes de soporte de horno inferior exclusivos también se pueden usar en diseño de calderas subcríticas con un horno superior enfriado con vapor y horno inferior enfriado con agua, tal como se divulga en el presente documento. Sin embargo, en algunas modalidades divulgadas en el presente documento, estas fundiciones de soportes exclusivos y operaciones concomitantes de soldadura de caños compleja se eliminan y en su lugar, se emplea una sección de transición con tuberías de transición integrales. En la sección de transición, al menos algunos caños de transición se diseñan para ser caños orientados de forma vertical y se logra un soporte de horno inferior por soporte de tracción por medio de soldaduras en estos caños de transición orientados verticalmente. La sección de transición se puede hacer de un material de fundición de acero inoxidable que es compatible con enfriamiento con vapor – por lo tanto, se sobre diseña para los caños de transición enfriados con agua, pero la capacidad de mantener el soporte superior para el horno inferior excede el costo adicional implicado por el sobre diseño de estos caños de transición enfriados con agua relativamente cortos. La sección de transición también actúa como un sello a presión entre el horno y la atmósfera.

[0037] Algunas modalidades ilustrativas de estas calderas subcríticas se muestran en diagramas y se describen más abajo. Estas son meramente ejemplos ilustrativos y una modalidad dada puede incluir una, dos, varias o todas las características nuevas divulgadas que se describen en el presente documento.

[0038] La figura 1 y la figura 2 muestran diferentes vistas de una caldera de circulación natural subcrítica ilustrativa de la presente divulgación. La figura 1 es una vista de sección lateral de toda la caldera. La figura 2 es una vista superior (en planta) que pasa a través del horno superior de la caldera.

[0039] Con referencia a la figura 1, en un diagrama, se muestra una caldera subcrítica 10. La caldera 10 incluye un horno inferior 12 que se enfría con agua, un horno superior 14 que se enfría con vapor y una sección de transición 16 que en modalidades preferidas se forma a partir de una fundición de transición. La caldera ilustrativa 10 es un diseño de caldera plegado que además incluye un paso de convección 18 que se conecta con el horno superior 14 para formar lo que podría considerarse un paso horizontal 20. Las paredes del horno inferior 12, la sección de transición 16, el horno superior 14 y el paso de convección 18 definen colectivamente una caldera.

[0040] El gas combustible/de combustión 22 se indica en un diagrama por medio de flechas y estos gases fluyen a través de la caldera y calientan el agua/vapor en las diversas paredes de la caldera. Más específicamente, el aire de combustión se sopla dentro del horno inferior 12 a través de una entrada de aire 24, donde se mezcla con un combustible tal como carbón, petróleo o gas natural. En algunas modalidades preferidas, el combustible es carbón, que se pulveriza por medio de un pulverizador (no se muestra). Una pluralidad de quemadores 26 combustionan la mezcla de combustible/aire, dando como resultado un gas combustible. El gas combustible sube por convección natural a través de un paso superior formado por el horno inferior 12, la sección de transición 16 y el horno superior 14, luego fluye horizontalmente a través del paso de convección, el cual incluye el paso de convección 18 y finalmente sale a través de una salida de gas combustible 28 para un posterior procesamiento corriente abajo. Preferiblemente, se proporciona una tolva 33 para capturar ceniza u otros contaminantes en el gas combustible saliente.

[0041] La caldera subcrítica 10 es soportada desde arriba para la estructura de construcción por medio de puntos de anclaje superiores apropiados 30. Estos se indican en un diagrama en la figura 1. Los caños del horno superior 14 y el paso de convección 18 se orientan verticalmente y se soportan directamente desde los puntos de anclaje 30. Los caños del horno inferior 12 también se orientan verticalmente y se soportan directamente por medio de soldaduras a la sección de transición 16.

[0042] Es deseable capturar la energía térmica presente en el gas combustible/de combustión 22 para tareas tales como la conducción de una turbina de generación de energía eléctrica (por ejemplo). Para hacerlo, la caldera subcrítica 10 incluye enfriamiento de superficies que comprende caños o tubos a través de los cuales, el vapor húmedo fluye (estos caños o tubos se mencionan en el presente documento como enfriados con agua) o a través de los cuales fluye el vapor supercalentado (estos caños o tubos se mencionan en el presente documento como enfriados con vapor). Más particularmente, con referencia al inserto A de la figura 1, el horno inferior 12 incluye tubos enfriados con agua 32 con membrana 34 dispuestos y soldados a los tubos 32, de modo que los

tubos 32 y la membrana 34 forman colectivamente una pared de membrana 36, con los tubos 32 que transportan el flujo de vapor húmedo a través de la pared de membrana 36. La pared de membrana 36 forma la barrera que contiene el gas combustible 22, es decir, la membrana 34 se suelda o si no se conecta con los tubos 32 para proporcionar un sello contra la fuga del gas combustible 22. La pared de membrana enfriada con agua 36 del horno inferior 12 no denota temperaturas muy elevadas del agua; por ejemplo, si la caldera subcrítica 10 se diseña para una presión de vapor máxima de 2800 psig, entonces el vapor saturado transportado por los tubos enfriados con agua 32 se encuentra a aproximadamente 685°F (correspondiente al punto de ebullición del agua a 2800 psig), a pesar de que, de hecho, el gas combustible se encuentra a una temperatura mucho mayor.

[0043] El horno superior 14 y el paso de convección 18 se hacen análogamente de una pared de membrana enfriada con vapor 46 que comprende tubos enfriados con vapor 42 con membrana 44 dispuesto y soldado o conectado de otro modo a los tubos 42 (véase el inserto B de la figura 1), con los tubos 42 y la membrana 44 que forman colectivamente la pared de membrana 46. Los tubos 42 transportan un flujo de vapor supercalentado a través de la pared de membrana 46. La pared de membrana enfriada con vapor 46 transporta vapor a una temperatura del vapor sustancialmente mayor que la pared de membrana enfriada con agua 36. Por ejemplo, el vapor en las paredes de membrana enfriadas con vapor 46 puede estar a una temperatura de más de 1000°F, por ejemplo, de hasta 1100°F en algunas modalidades contempladas. Debería notarse que el techo 35 del horno y el paso de convección también se hacen de una pared de membrana enfriada con vapor. También debería notarse que el diámetro de los tubos y el espaciado entre los tubos de las paredes de membrana enfriadas con vapor pueden diferir entre el horno superior y el paso de convección.

[0044] Los tubos 32 de la pared de membrana enfriada con agua generalmente tienen un mayor diámetro que los tubos 42 de la pared de membrana enfriada con vapor. En modalidades particulares, el diámetro interno de los tubos enfriados con agua es al menos de 0,5 pulgadas mayor que el diámetro interno de los tubos enfriados con vapor. Los tubos de la pared de membrana enfriada con agua tienen un diámetro interno de aproximadamente 1,5 pulgadas a aproximadamente 2,0 pulgadas, mientras que los tubos de la pared de membrana enfriada con vapor tienen un diámetro interno de aproximadamente 1,0 pulgada a aproximadamente 2,5 pulgadas. Los tubos de la pared de membrana enfriada con agua tienen un diámetro externo de aproximadamente 2,0 pulgadas a aproximadamente 2,5 pulgadas, mientras que los tubos de la pared de membrana enfriada con vapor tienen un diámetro externo de aproximadamente 1,3 pulgadas a aproximadamente 2,3 pulgadas. Los tubos propiamente dichos pueden tener un espesor de aproximadamente 0,2 pulgadas a aproximadamente 0,5 pulgadas.

[0045] En un circuito de flujo de vapor común para la caldera subcrítica 10, el agua se ingresa en los extremos inferiores de los tubos enfriados con agua 32 a través de un cabezal de entrada inferior 50. A medida que el agua viaja hacia arriba a través de estos tubos enfriados con agua 32, el agua enfría los tubos expuestos al gas combustible a alta temperatura en el horno inferior 12 y absorbe energía del gas combustible para volverse una mezcla de vapor-agua (es decir, vapor húmedo) a presión subcrítica.

[0046] El vapor húmedo sale de los extremos superiores de los tubos enfriados con agua 32 y fluye por medio de un cabezal de salida de vapor húmedo 52 en una entrada 53 de un separador de vapor 54. El cabezal de salida del vapor húmedo 52 se suelda preferentemente a los caños de transición

enfriados con agua dentro de la sección de transición 16. Con preferencia, el cabezal de salida de vapor húmedo 52 facilita la ventilación de los tubos 32, de ser apropiado, durante la puesta en marcha, la detención o el mantenimiento, etc.

Se puede usar cualquier tipo de separador de vapor, p.ej., empleando la separación ciclónica, etc. En modalidades particulares, se usa un separador de vapor vertical, tal como el que se describe en la Patente US6.336.429. Una salida de vapor seco 56 del separador de vapor 54 en un extremo superior del separador de vapor produce sustancialmente vapor seco (es decir, vapor con 100% de calidad). Un drenaje o salida de agua 58 cerca del extremo inferior del separador de vapor 54 recolecta el agua extraída del vapor húmedo para reciclar de regreso al cabezal de entrada inferior 50 que alimenta el horno inferior 12.

[0047] La salida de vapor de la salida de vapor seco 56 fluye al paso de convección 18 y luego al horno superior 14. Para proporcionar una superficie adicional para transferencia de calor, uno o varios supercalentadores primarios 60, recalentadores 62 y/o supercalentadores secundarios 64 se pueden proporcionar en el volumen interior de la caldera, dentro del horno superior 14 y el paso de convección 18. Como se ilustra aquí, uno o más supercalentadores 60 dispuestos en el paso de convección 18; uno o más recalentadores (o supercalentadores de recalentamiento) 62 se disponen en el paso de convección 18 y/o en el horno superior 14; y uno o más supercalentadores secundarios 64 se disponen en el horno superior 14. Nuevamente, las paredes del horno enfriadas con vapor 46 del horno superior 14 también actúan como superficies supercalentadoras. Un circuito de vapor ilustrativo más detallado se describe en los dibujos posteriores. Se ha de entender que el circuito de vapor ilustrativo es simplemente un ejemplo y se contemplan otras configuraciones de circuitos de vapor, p. ej., varios componentes supercalentadores pueden omitirse y/o se pueden ubicar en otra parte, etc.

[0048] A diferencia de las paredes de membrana 46 del horno superior enfriado con vapor 14 y el paso de convección 18, los supercalentadores 60, 62, 64 ubicados dentro de la caldera se forman a partir de caños/tubos sueltos 72 sin que las membranas unan los tubos (ver el Inserto C de la figura 1). Estos supercalentadores 60, 62, 64 se disponen en el interior de la caldera de combustible y permiten deseablemente que el gas combustible pase a través de ellos, incrementando el área superficial, a través de lo cual se puede producir la transferencia de calor desde el gas combustible hasta el vapor dentro de los caños. Los caños supercalentadores 72 se hacen preferentemente de un material de aleación de acero. En algunas modalidades, los caños supercalentadores 72 y la pared de membrana enfriada con vapor 46 se hacen del mismo material de aleación de acero, a pesar de que esto no se requiera.

[0049] Como se ve en la figura 1, los supercalentadores 60, 62, 64 se encuentran rodeados por las paredes de membrana enfriadas con vapor 46. En otras palabras, los supercalentadores 60, 62, 64 se encuentran contenidos dentro del horno superior 14 y/o en el paso de convección 18 como se muestra en la caldera ilustrativa 10 de la figura 1. El vapor dentro de las paredes de membrana enfriadas con vapor 46 puede estar a la misma temperatura o una temperatura mayor que en los supercalentadores 60, 62, 64. Debido al área superficial adicional disponible para la transferencia de calor del gas combustible al vapor supercalentado dentro de las diversas superficies de supercalentamiento 46, 60, 62, 64, la caldera 10 puede lograr mayores temperaturas de vapor supercalentado de lo que se lograría con una caldera subcrítica enfriada con agua convencional

cuyas paredes del horno se encuentran enteramente enfriadas con vapor húmedo que fluye a través de los caños enfriados con agua. Sin embargo, la caldera subcrítica 10 retiene el diseño general de una caldera subcrítica, que incluye el empleo del separador de vapor 54 dispuesto (en un sentido de flujo de vapor) entre el subcircuito de vapor húmedo y el subcircuito de vapor supercalentado, reteniendo así las ventajas tales como la flexibilidad operacional de un diseño de caldera subcrítica.

[0050] La caldera subcrítica 10 ilustrativa emplea ciertas características que mejoran la compactibilidad y la eficiencia. Una característica es un área transversal reducida para la combustión/flujo de gas combustible 22 a través del horno superior 14 en comparación con el horno inferior 12. El área transversal mencionada es la sección transversal horizontal en el diseño ilustrativo en donde el gas combustible 22 fluye verticalmente hacia arriba. En la caldera 10 ilustrativa, la reducción en el área transversal del horno superior 14 respecto del horno inferior 12 se obtiene por medio de una superficie de “arco” 76, el cual se inclina a medida que el horno superior continúa hacia arriba desde la sección de transición 16 para reducir la turbulencia en la transición a mayor velocidad de flujo. Esto tiene al menos dos beneficios. Primero, el área transversal reducida del horno superior 14 reduce la cantidad de material (p. ej., el área superficial total de pared de membrana 46), lo que reduce el costo de capital. En segundo lugar, la mayor velocidad del flujo de gas combustible 22 debido al área transversal reducida aumenta la eficiencia de transferencia de calor a los caños enfriados con vapor 42, 72. La sección de transición 16 se encuentra ubicada por debajo de la superficie del arco 76. El arco 76 es parte del horno superior y también es una pared de membrana enfriada con vapor.

[0051] La figura 2 es una vista en planta transversal (superior) de la caldera 10 a través del horno superior 14 y proporciona otra vista de los diversos componentes. La pared frontal 110 del horno superior se muestra en línea continua, porque es la pared frontal 112 del horno inferior. El área entre estas dos paredes es el arco 76. El horno superior incluye una primera pared lateral 114 y una segunda pared lateral 116 opuesta a la primera pared lateral, ambas hechas de paredes de membrana enfriadas con vapor 42. El cuarto lado del horno superior se define por una pared de membrana enfriada con vapor común 80. El paso de convección se define por una primera pared lateral 124, una segunda pared lateral 126 opuesta a la primera pared lateral y una pared trasera 128. Una pared deflectora 130 divide el paso de convección en un paso de convección frontal 17 y un paso de convección trasero 19. Un supercalentador primario 60 se observa en el paso de convección trasero 19, mientras que un recalentador 62 se observa en el paso de convección frontal 17 y un supercalentador secundario 64 se observa dentro del horno superior 14.

[0052] Otra característica que mejora la compactibilidad y la eficiencia de este diseño de caldera es el uso de una pared de membrana enfriada con vapor común 80. La pared de membrana enfriada con vapor común 80 es tanto una pared “trasera” del horno superior 14 como una pared “frontal” del paso de convección 18. Por consiguiente, el horno superior 14 y el paso de convección 18 comparten la pared de membrana enfriada con vapor común 80, la cual comprende a única capa de caños sellados con una única capa de la membrana dispuesta y conectada a la única capa de caños. El uso de la pared de membrana enfriada con vapor común 80 tiene numerosas ventajas. El paso abierto usual entre el horno y el paso de convección se elimina, y proporciona un diseño más compacto y reduce los costos de capital gracias a un área de superficie menor. La pared de membrana enfriada con vapor común 80 se calienta ventajosamente tanto por gas combustible que

fluye hacia arriba a través del horno superior 14 como por gas combustible que fluye hacia abajo a través del paso de convección 18.

[0053] Un problema con el empleo de la pared de membrana enfriada con vapor común 80 es la amplia variación de temperatura entre la temperatura del gas combustible en el horno superior 14, por un lado, y la temperatura del gas combustible en el paso de convección 18, por el otro. Esta diferencia entre las dos temperaturas de gas combustible será sentida por la pared de membrana enfriada con vapor común 80. Usando modelación transitoria y análisis finito de elementos para determinar el estrés resultante en las paredes de la caldera, se encontró que la máxima diferencia de estrés térmico ocurre durante la puesta en marcha y más en particular, ocurre en un área pequeña alrededor de la parte inferior de la pared de membrana enfriada con vapor común 80 de las paredes adyacentes 114, 124 en un lado, y las paredes 116, 126 en el otro. Intuitivamente, esto se puede entender ya que esta parte más inferior de la pared de membrana enfriada con vapor común 80 es donde se encuentra la mayor diferencia de temperatura entre el flujo de gas combustible hacia arriba en el horno superior 14 y el flujo de gas combustible hacia abajo en el paso de convección 18. Este estrés puede causar la curvatura/desgaste de la caldera y se acomoda proporcionando sellos en la unión de la parte inferior de la pared de membrana enfriada con vapor común 80, las paredes laterales del horno 114, 116 y las paredes laterales del paso de convección 124, 126, ya que el análisis mostró que el área sobreestresada no se extiende significativamente arriba de la pared de membrana enfriada con vapor común 80. Estos sellos se ilustran en la figura 2 con numeral de referencia 132.

[0054] Debería notarse que las varias mejoras divulgadas en el presente documento se pueden usar para sacar ventaja individualmente o en varias combinaciones y/o en varios tipos de calderas. Por ejemplo, la pared de membrana enfriada con vapor común 80 divulgada también se puede usar para sacar ventaja de un diseño de caldera de un paso que tiene un paso de convección u otros tipos de calderas que tienen dos paredes de membrana lindantes enfriadas con vapor.

[0055] Con referencia a las figuras 2-4, se describe un circuito enfriado con vapor ilustrativo que se puede usar en la caldera 10 de la figura 1. La figura 3 muestra una vista de sección lateral del horno superior 14, el paso de convección 18 y el paso horizontal 20 que los conecta. Además, se muestra con mayor detalle representaciones de los supercalentadores primarios 60, recalentadores 62 y supercalentadores secundarios 64. En la figura 3 y la figura 4, los supercalentadores primarios 60 se marcan usando el prefijo “PSH”; los recalentadores (es decir, los supercalentadores de recalentamiento) se marcan usando el prefijo “RSH”; y los supercalentadores secundarios se marcan usando el prefijo “SSH”. Adicionalmente, se muestran economizadores, indicados por el prefijo “ECON”. Los cabezales de entrada se indican por el sufijo “IN” mientras que los cabezales de salida se indican por el sufijo “OUT”.

[0056] Como se ve en la figura 3, hay cuatro supercalentadores primarios dispuestos en el paso de convección trasero 19. Tres de ellos emplean tubos horizontales y de la más baja a la más alta elevación se indican como PSH1, PSH2 y PSH3. El cuarto supercalentador primario PSH4 se encuentra en la máxima elevación y emplea caños verticales. El flujo a través de los supercalentadores primarios se encuentra en orden secuencial por número, hacia arriba a través del paso de convección y el vapor supercalentado sale en el cabezal PSH OUT en el techo de la caldera.

[0057] También se emplean cuatro recalentadores RSH1, RSH2, RSH3 y RSH4. Tres de ellos (RSH1, RSH2 y RSH3) se disponen en el paso de convección frontal 17, mientras que el cuarto recalentador RSH4 se dispone cerca de la parte superior del horno superior 14. La tubería transversal marcada con RSH XOVER transporta vapor desde RSH3 en el paso de convección 18 a RSH4 en el horno superior 14. El flujo de vapor va de un cabezal de entrada inferior RSH IN, a través de los recalentadores en orden secuencial a un cabezal de salida RSH OUT que se muestra en la izquierda del horno superior 14 en la figura 3.

[0058] Cuatro supercalentadores secundarios SSH1, SSH2, SSH3 y SSH4 se disponen en el horno superior 14 por debajo del cuarto recalentador RSH4. El vapor supercalentado fluye del cabezal PSH OUT al cabezal SSH IN que se muestra a la izquierda del horno superior 14, luego hacia arriba sucesivamente a través de SSH1, SSH2, SSH3 y SSH4 y al cabezal SSH OUT nuevamente que se muestra a la izquierda del horno superior 14 por encima del cabezal SSH IN.

[0059] El circuito enfriado con vapor además incluye largueros supercalentadores denotados como SH STRINGER en la figura 3, los cuales son alimentados de cabezales SH STRINGER IN en la parte superior del horno superior y posteriormente fluyen al cabezal de salida SH STRINGER OUT. Estos largueros soportan los supercalentadores secundarios. De modo similar, los largueros recalentadores son visibles, los cuales soportan los recalentadores en el paso de convección frontal.

[0060] Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra una ilustración más detallada de los componentes que forman el circuito enfriado con vapor y sus interconexiones. El circuito enfriado con vapor comienza en la salida de vapor seco 56 del separador de vapor 54. Al ir corriente abajo desde el separador de vapor, el vapor seco que corre corriente abajo fluye primero desde la salida de vapor seco 56 a través del techo 90 de la caldera 10. El vapor seco también fluye hacia abajo de la pared trasera 128 del paso de convección 18. El vapor seco que fluía hacia abajo de la pared trasera 128 fluye luego hasta las paredes laterales del paso de convección 124, 126 y los soportes del larguero del recalentador 91 y luego de regreso por la pared deflectora superior. El vapor seco del techo 90 de la caldera fluye arriba por la pared deflectora inferior.

[0061] Las dos corrientes de vapor supercalentado seco de la pared deflectora superior y la pared deflectora inferior se combinan luego y fluyen a los supercalentadores primarios 60 (es decir PSH1, PSH2, PSH3, PSH4 en la figura 3). Sírvase observar que el vapor supercalentado viaja a través de todos los cuatro supercalentadores primarios; el vapor no se divide, de modo tal que sólo una porción fluye a través de cada supercalentador primario. El vapor supercalentado viaja hacia arriba al cabezal PSH OUT (véase figura 3). El vapor supercalentado luego viaja hacia abajo a través de los largueros supercalentadores (marcados SH STRINGER) en el horno superior. Desde allí, la corriente supercalentada viaja hacia arriba a través de la pared frontal del horno superior 110 y la pared de membrana enfriada con vapor común 80 (que actúa como la pared trasera del horno superior). El vapor supercalentado luego viaja hacia arriba a través de las paredes laterales 114, 116 del horno superior. A continuación, el vapor supercalentado viaja hacia arriba a través de los supercalentadores secundarios 64. Nuevamente, el vapor supercalentado pasa a través de todos los cuatro supercalentadores secundarios (SSH1, SSH2, SSH3 y SSH4). Después de pasar a través de los supercalentadores secundarios, el vapor supercalentado tiene una presión de 2000 psig o mayor y, en algunos casos, 2500 psig o mayor, como por ejemplo, aproximadamente 2600 psig. El vapor supercalentado también tiene una temperatura de 1000°F o mayor, como por ejemplo, de

aproximadamente 1050°F. El vapor supercalentado se envía luego a una turbina de alta presión 92, donde la energía térmica se usa para la generación de energía eléctrica. El vapor supercalentado pierde tanto temperatura como presión dentro de la turbina de alta presión 92. El resultado de la turbina de alta presión se envía luego de regreso a la caldera 10 y se envía a través de los recalentadores 62. Después de pasar a través de los recalentadores, el vapor tiene una presión de 500 psig o mayor, como por ejemplo, de aproximadamente 600 psig y también tiene una temperatura de 1000°F o mayor, como por ejemplo, de aproximadamente 1050°F. Este vapor supercalentado se puede usar luego para hacer funcionar una turbina de baja presión.

[0062] Haciendo referencia ahora a la figura 4, el agua regresa desde la turbina de baja presión. Esta agua pasa a través de un condensador (COND), una bomba de alimentación de la caldera (BFP) y un calentador de agua de alimentación (FWH) antes de enviarse al economizador (ECON) para absorber energía de calor residual del gas combustible que sale del paso de convección. Desde allí, el agua calentada desde el economizador se envía al separador de vapor 54. En el circuito enfriado con agua, el agua se envía desde el separador de vapor hasta el cabezal de entrada del horno inferior 50, el cual alimenta las paredes de membrana enfriadas con agua del horno inferior 12. El vapor húmedo se recolecta del cabezal de salida del horno inferior 52 y se envía al separador de vapor 54 para la separación en agua y vapor seco.

[0063] El circuito enfriado con vapor de la figura 3 y la figura 4 es simplemente un ejemplo ilustrativo y en otras modalidades, la cantidad y las ubicaciones de los supercalentadores pueden ser diferentes, así como la disposición de las diversas paredes de membrana enfriadas con vapor y componentes supercalentadores en el circuito enfriado con vapor. El horno ilustrativo de la figura 1 con el circuito de vapor enfriado con vapor ilustrativo de la figura 3 y la figura 4 ha sido modelado usando software de modelación sólida 3D y se determinó a partir de este análisis para proporcionar mayor rendimiento que incluye una temperatura/presión del supercalentador de 1050°F/2600 psig y una temperatura/presión del recalentador de 1050°F/600 psig, para una caldera diseñada para proporcionar 150 MW a 300 MW de potencia neta.

[0064] Un problema potencial con el diseño del horno de la figura 1 es que durante el encendido no hay vapor que pase a través de las paredes de membrana enfriadas con vapor del horno superior. Cuando la caldera 10 se enciende, el gas combustible caliente fluye a través de estas paredes de membrana con agua. Durante el funcionamiento en estado estable, el vapor seco dentro de las paredes de membrana absorbería energía térmica, reduciendo así la temperatura de los caños y la membrana de la pared de membrana, así como también, reduciendo la temperatura del gas combustible. Sin embargo, hay muy poco vapor en el interior de la caldera durante el encendido. Como resultado, los esfuerzos térmicos en las paredes de membrana enfriadas con agua del horno superior son mayores a los de funcionamiento en estado estable.

[0065] La figura 5 ilustra un circuito de vapor que proporciona una solución a este problema de estrés térmico de encendido, el cual apalanca el vapor seco que sale hacia la salida de vapor seco 56 del separador de vapor 54. Este vapor seco aún no está supercalentado. Como se ve en la figura 5, la circuitería de encendido del circuito de vapor incluye una ruta de desviación 100 con válvula que conecta la salida de vapor seco 56 del separador de vapor 54 de manera más directa a las paredes de membrana enfriadas con agua del horno superior 14. El canal de desviación 100 con válvula tiene una o más válvulas de desviación 102 (cuatro de ellas se muestran aquí). El canal de desviación 100

con válvula desvía el flujo desde la salida de vapor seco 56 del separador de vapor 54 hacia las paredes de membrana enfriadas con agua del horno superior 14. La circuitería de encendido incluye una o más válvulas de reducción 104 (dos se muestran aquí) que se localizan en el circuito enfriado con vapor corriente abajo de los supercalentadores primarios 60. Un controlador de encendido 106, p. ej. un computador u otro aparato de control electrónico, opera las válvulas 102, 104 para establecer: (1) un modo de encendido en la cual las válvulas de desviación 102 se abran para abrir el canal de desviación 100 y las válvulas de reducción 104 se cierran (total o parcialmente según lo deseado) para reducir el flujo a través de los supercalentadores primarios 60 parcialmente bordeados y el paso de convección 18; o (2) un modo de funcionamiento normal en el cual las válvulas de desviación 102 se cierran para cortar el suministro de el canal de desviación 100, y las válvulas de reducción 104 se abran para permitir el flujo completo a través de los supercalentadores primarios 60 y el paso de convección 18.

[0066] Cuando las válvulas de desviación 102 están abiertas y las válvulas de reducción 104 están parcialmente cerradas, debido a que las paredes del horno superior proveen el camino más bajo de resistencia al flujo, el sistema de secado tenderá a fluir a través de las paredes del horno superior en vez de a través del techo y el paso de convección. La presencia del vapor seco en las paredes del horno superior protegerá los tubos del horno superior de un diferencial excesivo en la temperatura y, también enfriará los gases de escape. Como resultado, el paso de los gases de escape a través del paso de convección 18 no forzará de forma excesiva las paredes del paso de convección, incluso si el vapor seco no está presente en grandes cantidades en estas paredes enfriadas por vapor durante el inicio.

[0067] Los gases de escape calientes también fluyen por encima de las paredes de membrana enfriadas con vapor del paso de convección 18; sin embargo, los gases de escape se habrán enfriado sustancialmente para este punto, de tal forma que los esfuerzos térmicos primarios del arranque surjan en el horno superior 14.

[0068] Se continua la referenciación de la figura 5, y con referencia adicional de la figura 6, se muestra una secuencia típica de inicio. Las válvulas de desviación 102 pueden, en algunas modalidades, ser ajustadas con base en una lectura de la temperatura termopar en la salida de cabecera de las paredes del horno superior, de tal forma que no se exceda un límite de temperatura para las paredes. Para las paredes de membrana típicas, el límite de uso está cerca de los 1000°F, de tal forma que el vapor seco de la salida de separación 56 sea suficiente para enfriar las paredes de membrana.

[0069] En la figura 6, el ritmo de combustión indica la cantidad relativa de calor que es generada por la caldera. La caldera funciona en un 10% por cuatro horas usando aceite antes de que la caldera aumente a una capacidad del 100%. Esto permite la formación de suficiente vapor para llenar los tubos enfriados por vapor. Por las primeras dos horas, el canal de desviación de vapor 100 está abierto y, posteriormente es cerrado para permitir que el vapor llene las paredes del paso de convección. Después de dos horas, la turbina de alta presión está cargada por completo también y se cambia el combustible por carbón. El porcentaje de combustión, el flujo de vapor y la presión de aceleración son incrementados hasta sus valores de operación en un estado estable.

[0070] De forma ventajosa, el suministro de vapor para el arranque cuando se usa este método viene del separador de vapores 54. Esto permite que la caldera 10 sea puesta en servicio sin el uso de vapor auxiliar y/o una caldera de vapor auxiliar. Una vez más se apreciará que el planteamiento divulgado para enfriar las paredes de membrana durante el arranque sea empleado en una amplia variedad de calderas además de la caldera ilustrativa 10 de la FIG. 1.

[0071] La presente descripción se describió con referencia a las modalidades de ejemplo. Obviamente, se producirán modificaciones y alteraciones después de leer y comprender la descripción detallada precedente. Se pretende que la presente divulgación se interprete como inclusiva de todas estas modificaciones y alteraciones, siempre y cuando estén dentro del alcance de las reivindicaciones anexas o sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

Lo que se reivindica:

1. Una caldera, que comprende:
una caldera inferior que tiene paredes de membrana enfriadas por agua;
un horno superior que tiene paredes de membrana enfriadas por vapor;
un separador de vapores que tiene una entrada de fluidos y una salida de vapores secos;
un circuito enfriado por agua conectado a la entrada de fluidos del separador de vapores para proveer vapor húmedo al separador de vapores, el circuito enfriado por agua que incluye las paredes de membrana enfriadas por agua del horno inferior; y
un circuito enfriado por vapor conectado a la salida de vapores secos del separador de vapores para recibir vapor de la salida de vapor seco, el circuito enfriado por vapor que incluye las paredes de membrana enfriadas por vapor del horno superior.
2. La caldera de la reivindicación 1, en la que
el circuito enfriado por agua que incluye las paredes de membrana enfriadas por agua del horno inferior abarca acero al carbono; y
el circuito enfriado por vapor que incluye las paredes de membrana enfriadas por vapor del horno superior que abarca acero aleado.
3. La caldera de la reivindicación 2, en la que los caños de las paredes de membrana enfriadas por agua del horno inferior tienen finales superiores conectados por líquido a la entrada de líquido del separador de vapor y tienen finales inferiores conectados de forma líquida a una salida de agua del separador de vapores.
4. La caldera de la reivindicación 3, adicionalmente abarca una sección de transición dispuesta entre el horno superior y el horno inferior, en la que el horno superior está soportado por la parte superior y el horno inferior está soportado por el horno superior.
5. La caldera de la reivindicación 4, en la que el área horizontal transversal del horno superior es más pequeña que el área horizontal transversal del horno inferior.
6. La caldera de la reivindicación 5, en la que el horno superior incluye una superficie inclinada que se encuentra en transición desde el área transversal más grande del horno inferior hacia el área transversal más pequeña del horno superior.
7. La caldera de la reivindicación 6, adicionalmente abarca al menos un supercalentador dispuesto dentro del horno superior y que comprende caños sin membrana, el circuito enfriado por vapor adicionalmente incluye por lo menos un supercalentador dispuesto dentro del horno superior.

8. La caldera de la reivindicación 7, adicionalmente abarca un paso de convección conectado por medio de líquidos al horno superior, el paso de convección cuenta con paredes de membrana y pasos de convección enfriados por vapor que abarcan caños sellados por membrana dispuestos y conectados entre los caños, el circuito de enfriado por vapor adicionalmente incluye paredes de membrana de paso de convección enfriadas por vapor del paso de convección.

9. La caldera de la reivindicación 8, adicionalmente abarca al menos un supercalentador dispuesto dentro del paso de convección y comprende caños sin membrana, el circuito enfriado por vapor adicionalmente incluye al menos un supercalentador dispuesto dentro del paso de convección.

10. La caldera de la reivindicación 9, en la que las paredes de membrana enfriadas por agua del horno inferior abarcan caños de agua, las paredes de membrana enfriadas por vapor del horno superior abarca caños de vapor, y los caños de agua tienen un diámetro mayor que el diámetro de los caños de vapor.

11. La caldera de la reivindicación 10, en donde la caldera es una caldera de circulación natural.

12. Un método para generar vapor súper caliente que incluye:

la combustión de un combustible en un horno inferior de una caldera;

generar vapor húmedo a partir de agua en paredes de membrana enfriadas por agua del horno inferior;

separar el vapor húmedo en vapor seco y agua en el separador de vapores;

enviar vapor seco hacia las paredes de membrana enfriadas por vapor de un horno superior

y el paso de convección de la caldera para generar vapor supercalentado.

13. El método de la reivindicación 12, adicionalmente comprende el soporte superior del horno inferior por medio de suspensión de un horno superior a través de una fundición de transición.

14. El método de la reivindicación 13, adicionalmente comprende la aceleración de la velocidad de los gases de escape en el horno superior mediante la reducción del área horizontal transversal del horno superior en comparación con el área horizontal transversal del horno inferior para incrementar la eficiencia en la transferencia de calor.

15. El método de la reivindicación 14, en la que el vapor seco también pasa a través del supercalentador dispuesto dentro del horno superior.

16. El método de la reivindicación 15, en la que el vapor súper calentado tiene una temperatura de al menos 900°F.

17. El método de la reivindicación 16, adicionalmente abarca agua drenada que fue separada del vapor húmedo por el separador de vapores dentro del horno inferior.

18. El método de la reivindicación 17, en la que el combustible que es quemado en el horno inferior es carbón.

19. Una caldera, que comprende:

un horno inferior que tiene paredes de membrana enfriadas por agua que crea una cámara de sellado, las paredes de membrana enfriadas por agua que abarcan caños sellados mediante membranas dispuestas y conectadas entre los caños;

hornillas organizadas para quemar combustible y crear gases de escape en el horno inferior;

un horno superior que tiene paredes de membrana enfriadas por vapor que crean una cámara sellada, las paredes de membrana enfriadas por vapor que abarcan caños sellados por membrana dispuestos y conectados entre los caños, el horno superior organizado para recibir los gases de escape que fluyen de forma ascendente fuera del horno inferior;

un separador de vapores que cuenta con una entrada de vapor húmedo y una salida de vapor seco;

un circuito enfriado por agua conectado a la entrada de vapor húmedo del separador de vapores, el circuito enfriado por agua que incluye los caños de las paredes de membrana enfriadas por agua del horno inferior; y

un circuito enfriado por vapor conectado a la salida de vapor seco del separador de vapores, el circuito enfriado por vapor que incluye los caños de las paredes de membrana enfriadas por vapor del horno superior.

CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR

RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN

Se divulga una caldera en la que el horno está dividido entre un horno inferior y un horno superior. El horno inferior utiliza paredes de membrana enfriadas con agua, mientras que el horno superior utiliza paredes de membrana enfriadas con vapor que actúan como superficies de supercalentado. Está presente una sección de transición entre el horno inferior y el horno superior. La caldera es una de circulación natural subcrítica de altas temperaturas que está soportada por completo en la parte superior. El horno inferior está soportada a través de la sección de transición del horno superior.

**DECLARACIÓN PARA SOLICITUD DE PATENTE DE UTILIDAD O DE DISEÑO
(37 CFR §1.63)**

Expediente de Abogado No. 7711

Declaro por medio del presente, como inventor nombrado abajo, que: el domicilio, la dirección postal y la ciudadanía son los que se exponen más adelante junto a mi nombre; y me considero el inventor original, primero y único (en caso que figure solo un nombre) o un co-inventor primero y original, (en caso de figurar varios nombres) de la materia de una **CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR**, especificación de la cual:

Marque una de las siguientes opciones:

☒ Se acompaña a este documento

☐ Se presentó el (DÍA/MES/AÑO) _____ como la Solicitud de los Estados Unidos o solicitud internacional PCT número _____ y se enmendó el _____ (si aplica).

Presenté o autoricé que la solicitud arriba identificada fuera presentada por mí.

Por el presente documento declaro que he revisado la solicitud antes descrita y comprendo el contenido de dicha solicitud, incluso las reivindicaciones, según modificadas por cualquier enmienda que se haya mencionado anteriormente de manera expresa. Reconozco el deber de divulgar ante la Oficina de Marcas y Patentes de los Estados Unidos (USPTO) toda aquella información que sea relevante para la determinación de patentabilidad según se define en 37 CFR §1.56, incluso para las solicitudes de continuación en parte, información relevante que haya surgido entre la fecha de presentación de la solicitud anterior y la fecha de presentación nacional o internacional PCT de la solicitud de continuación en parte.

Por el presente documento reivindico beneficios de prioridad extranjera de conformidad con 35 U.S.C. §119(a)-(d) o (f), o §365(b) de cualquier solicitud(es) extranjera(s) de certificados de derecho de patente o de inventor, o de conformidad con §365(a) de cualquier solicitud internacional PCT que haya designado por lo menos un país que no sea los Estados Unidos de América, que se lista a continuación y que también se ha identificado a continuación, cualquier solicitud extranjera de certificado(s) de derechos de patente, inventor, o cualquier solicitud internacional PCT cuya fecha de presentación sea anterior a la de la solicitud sobre la cual se reivindique prioridad.

Solicitud(es) Extranjera(s) Anterior(es)

(Número) (País) (Presentado el Día/Mes/Año) Prioridad reivindicada SI ☐ NO ☐

Por medio del presente documento reivindico el beneficio de conformidad con 35 U.S.C. §119(e), de cualquier solicitud provisional de los Estados Unidos:

(Solicitud No. de Serie)

(Presentado el Día/Mes/Año)

Por medio del presente documento reivindico el beneficio de conformidad con 35 U.S.C. §120 de cualquier solicitud(es) de los Estados Unidos, o de conformidad con §365(c) de cualquier solicitud internacional PCT que designe los Estados Unidos, listado abajo, en la medida en que el objeto de cada reivindicación de la presente solicitud no se divulgue en la solicitud anterior de Estados Unidos o Internacional PCT en la manera como se encuentra provisto en el párrafo primero del 35 U.S.C. §112. Reconozco el deber de divulgar información que sea relevante para la determinación de patentabilidad tal como se define en 37 CFR §1.56 que haya surgido entre la fecha de presentación de la solicitud anterior y la fecha de presentación nacional o internacional PCT de la presente solicitud.

(Solicitud No. de Serie)

(Fecha de presentación)

[Texto ilegible]

Dirija todas las llamadas telefónicas a: **Michael J. Seymour** al No. de teléfono **(330)860-6710**
Dirija toda la correspondencia a: Babcock & Wilcox Power Generation Group, INC
Patent Department – BCV82K
20 South Van Buren Avenue
Barberton, OH 44203-0351

NÚMERO DE CLIENTE USPTO

**41669-
BWPGG**

Autorización para permitir el acceso a la solicitud de los oficiales participantes

El suscrito por medio del presente documento, le otorga autoridad a la USPTO para darle a la Oficina Europea de Patentes (OEP), la Oficina de Propiedad Industrial de Japón (JPO), la Oficina de Propiedad Industrial de Corea (KIPO), la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI) y a cualquier otra oficina de propiedad intelectual en la que se presente una solicitud extranjera que reivindique prioridad sobre la solicitud identificada anteriormente, acceso a la solicitud de patente identificada anteriormente. Véase 37 CFR §1.14(c) y (h).

De conformidad con 37 CFR §1.14 (h) (3), se dará acceso a una copia del documento identificado anteriormente con respecto a: 1) la solicitud de patente identificada anteriormente tal como se presentó; 2) cualquier solicitud extranjera a la que la solicitud identificada anteriormente reivindique prioridad conforme a 35 U.S.C. 119(a)-(d) si se hubiese presentado en la solicitud de

patente identificada anteriormente, una copia de la solicitud extranjera que satisfaga el requerimiento de copia certificada según 37 CFR §1.55; y 3) cualquier solicitud de EE.UU. de la cual se pretende el beneficio en la solicitud identificada anteriormente.

De acuerdo con 37 CFR §1.14(c), se podrá dar acceso a la información concerniente a la fecha de presentación de la Autorización para permitir acceso a la solicitud de los oficiales participantes.

Declaro por medio de la presente que todas las declaraciones hechas en este documento son de mi propio conocimiento y son ciertas, y entiendo que todas las declaraciones hechas a mi leal saber y entender son ciertas; y más aún, que estas declaraciones se han hecho con el conocimiento de que las declaraciones falsas intencionales y otras de naturaleza similar son punibles por multa o encarcelamiento, o ambos, de conformidad con 18 U.S.C §1001, y que tales declaraciones falsas intencionales podrían poner en riesgo la validez de la solicitud o de cualquier patente que se haya otorgado al respecto.

Nombre completo del único o primer inventor

WELLS, ERIC L

Firma del Inventor: [Firma ilegible]

Fecha: 5/4/16 Ciudadanía EE.UU.

Residencia: MASSILLON, OHIO

Dirección postal: 9185 Hunters Chase Street NW
Massillon, OH, 44646-9560

Nombre completo del segundo inventor

DETZEL, ROGER A

Firma del Inventor: [Firma ilegible]

Fecha: 5/4/16 Ciudadanía EE.UU.

Residencia: UNIONTOWN, OHIO

Dirección postal: 1785 Fairway Drive
Uniontown, OH, 44685

Nombre completo del tercer inventor

BENNETT, ALBERT J

Firma del Inventor: [Firma ilegible]

Fecha: 5/4/16 Ciudadanía EE.UU.

Residencia: DOYLESTOWN, OHIO

Dirección postal: 12539 Hollow Ridge Drive
Doylestown, OH, 44230

Nombre completo del cuarto inventor

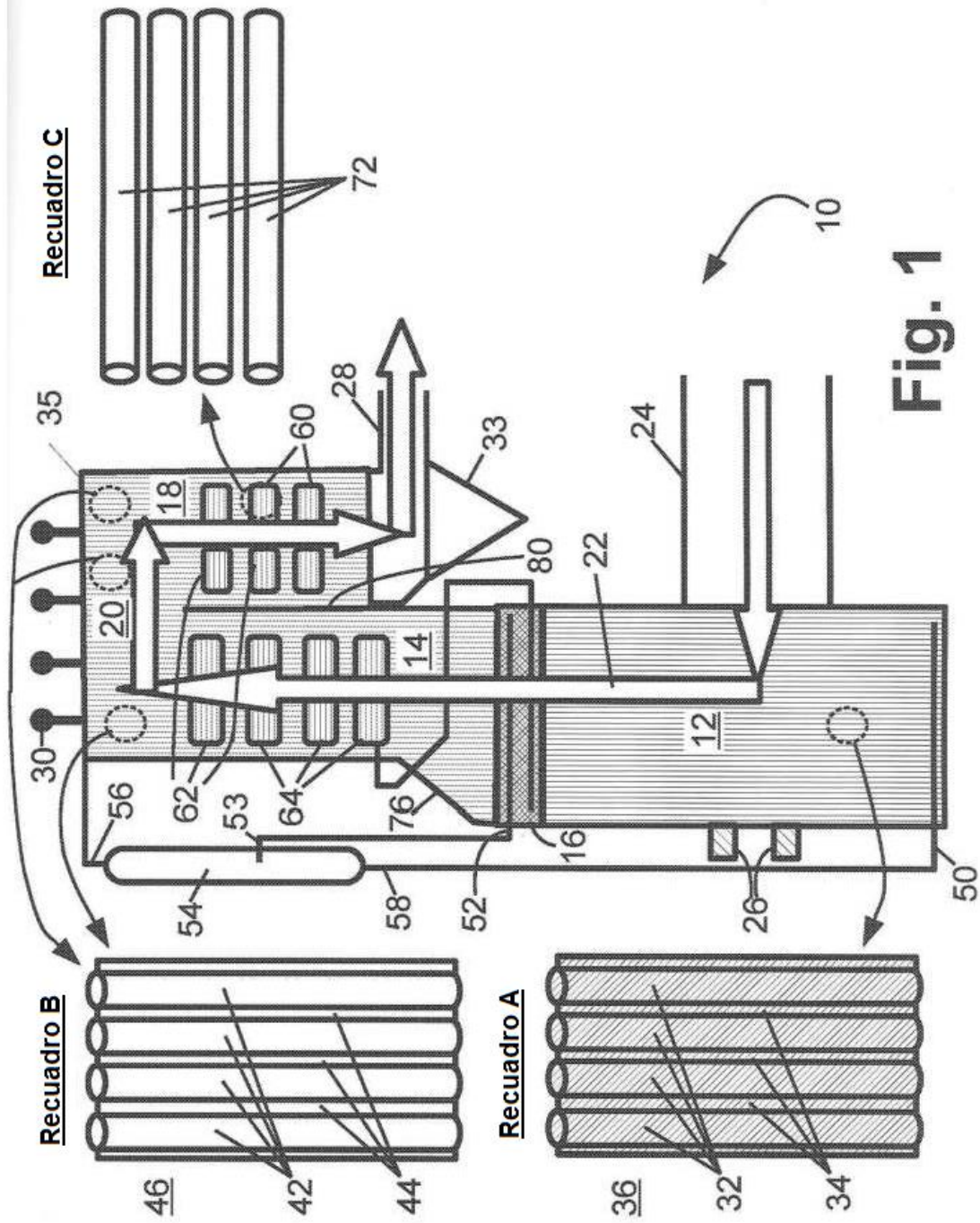
THAYER, STEVEN D

Firma del Inventor: [Firma ilegible]

Fecha: 5/4/16 Ciudadanía EE.UU.

Residencia: MINERVA, OHIO

Dirección postal: 7195 Lowmiller Road
Minerva, OH, 44657



Sección A-A

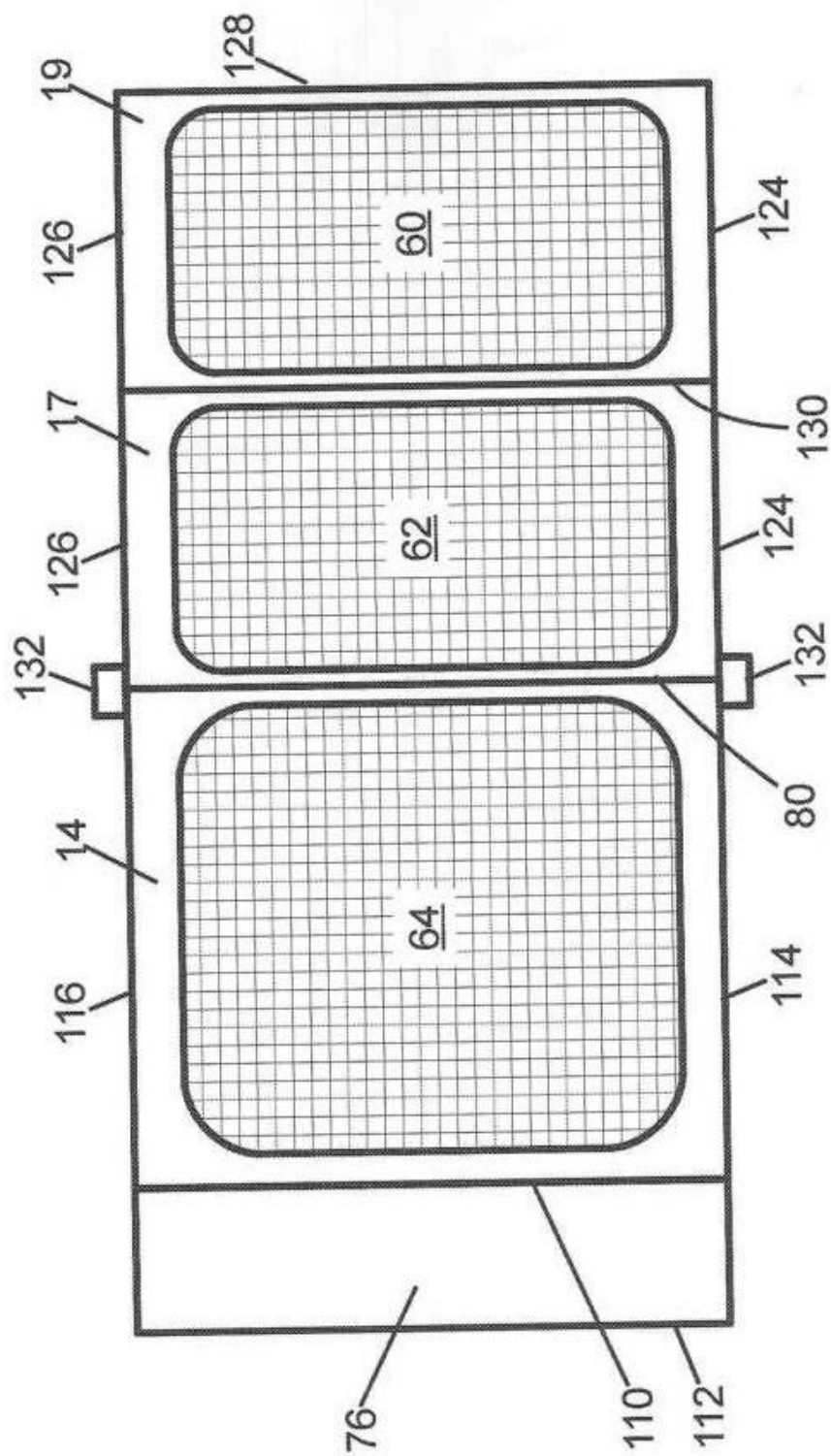


Fig. 2

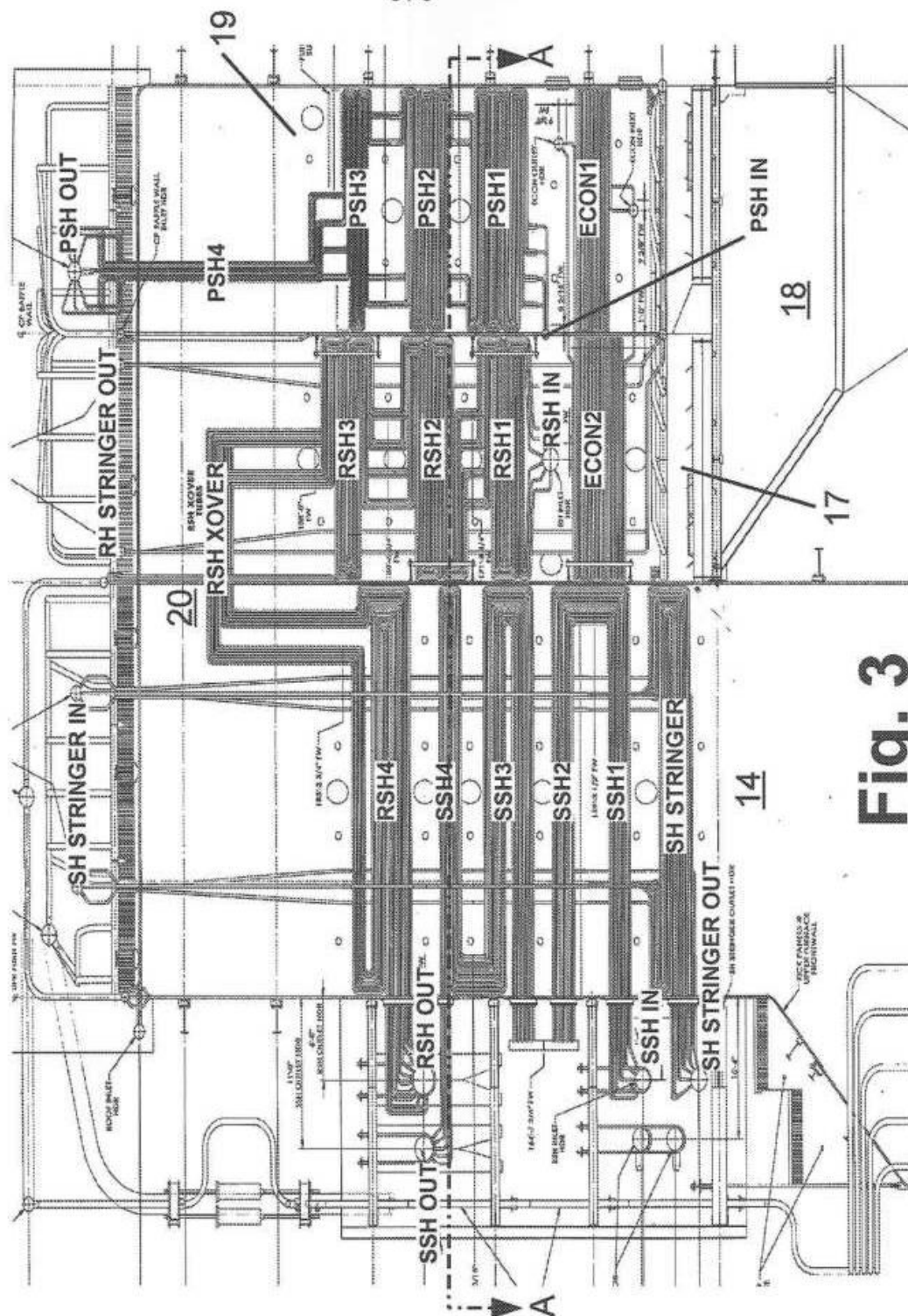


Fig. 3

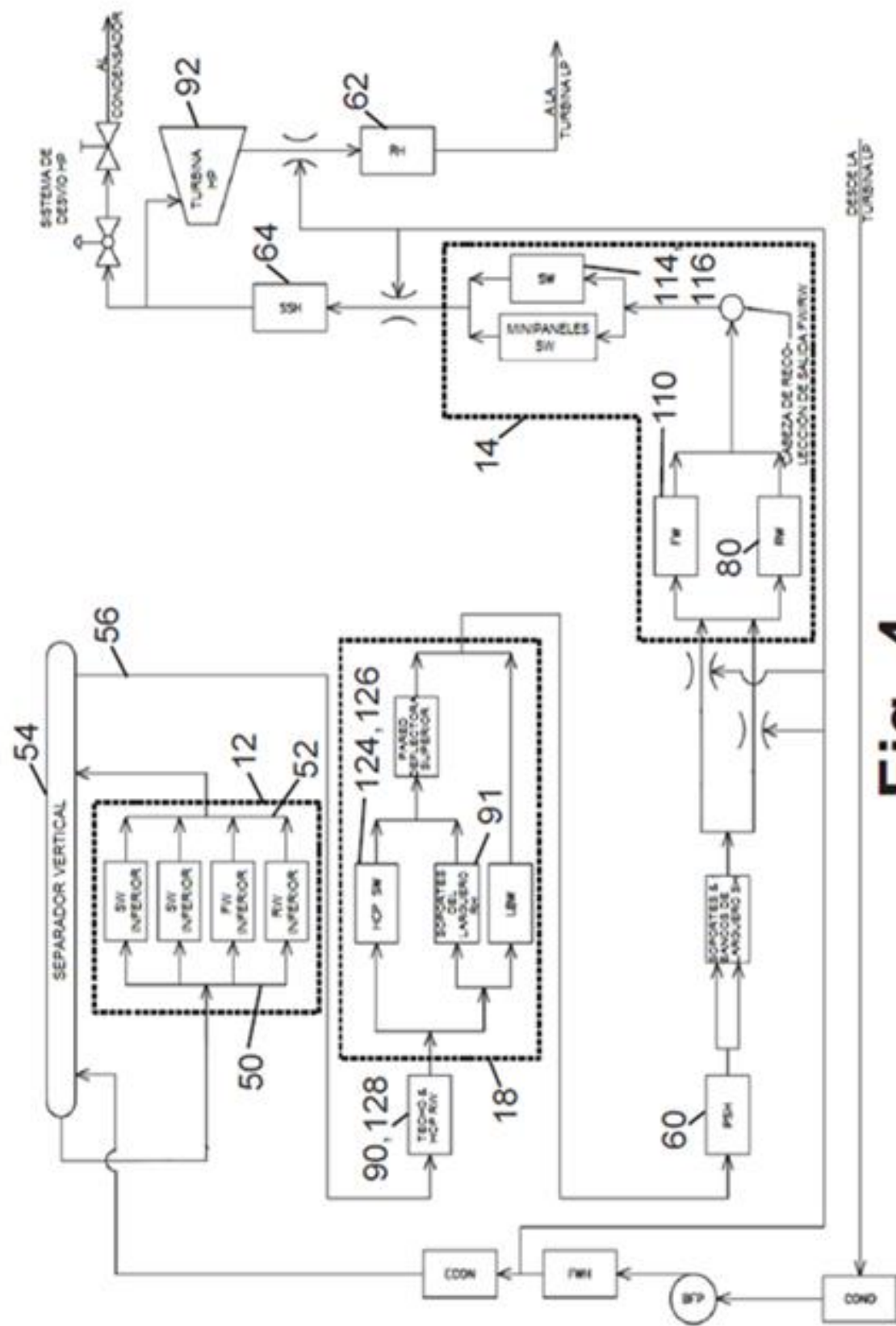


Fig. 4

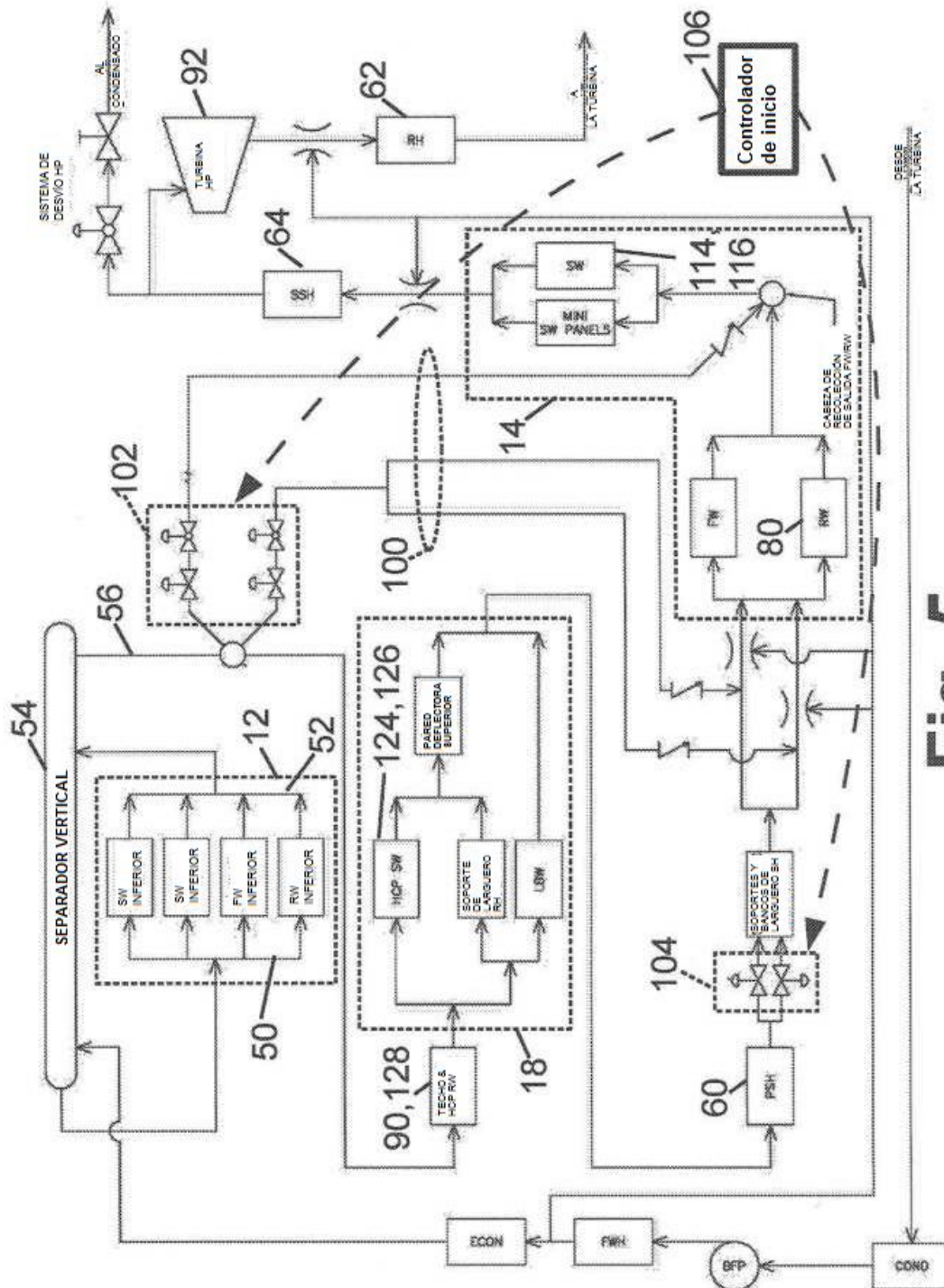


Fig. 5

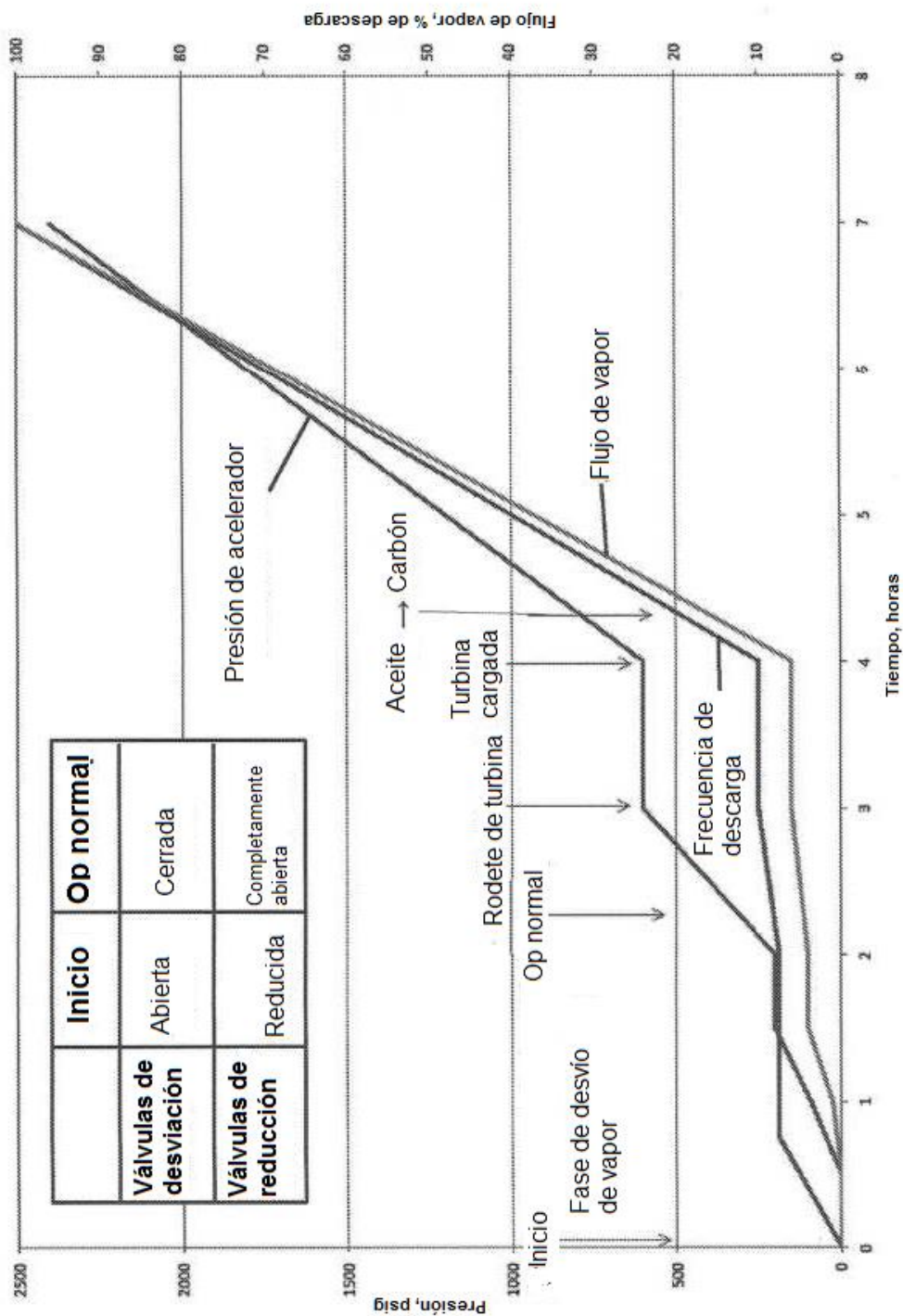


Fig. 6

Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos; DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE EE.UU.
Conforme a la Ley de Reducción de Trámites de 1995, nadie está obligado a responder a una solicitud de información a menos que incluya un número de control de la OMB válido.

Ficha técnica de la solicitud 37 CFR 1.76		Número de expediente de abogado	Caso 7711
		Número de solicitud	
Título de la invención	CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR		
La ficha de datos de solicitud es parte de la solicitud provisional o no provisional para la que se está presentando. El siguiente formato contiene los datos bibliográficos dispuestos en un formato especificado por la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos, según indicado en 37 CFR 1.76. Este documento se puede diligenciar por vía electrónica y presentar a la Oficina en formato electrónico usando el Sistema Electrónico de Presentación de Solicitudes (EFS) o se puede imprimir el documento e incluirlo en una solicitud presentada en físico.			

Orden de confidencialidad 37 CFR 5.2:

☐ Algunas partes o la totalidad de la solicitud relacionada con esta Ficha Técnica pueden estar cubiertas por una Orden de Confidencialidad conforme a 37 CFR 5.2 (únicamente solicitudes impresas. Las solicitudes supeditadas a la Orden de Confidencialidad no pueden ser presentadas por vía electrónica).

Datos del inventor:

Inventor	1					Elimi
Nombre legal						
Prefijo	Primer Nombre	Segundo nombre	Apellido	Sufijo		
	Eric	L.	Wells			
Información de residencia (seleccione uno)	☒ Residencia estadounidense		Residencia no estadounidense		Servicio militar de E.E.U.U. activo	
Ciudad	Massillon	Estado/Provincia	OH	País de residencia	E.E.U.U.	
Dirección de correspondencia del inventor:						
Dirección 1	9185 Hunters Chase Street NW					
Dirección 2						
Ciudad	Massillon	Estado/Provincia	OH			
Código postal	44646-9560	País	E.E.U.U.			
Inventor	2					Elimi
Nombre legal						
Prefijo	Primer Nombre	Segundo nombre	Apellido	Sufijo		
	Roger	A.	Detzel			
Información de residencia (seleccione uno)	☒ Residencia estadounidense		Residencia no estadounidense		Servicio militar de E.E.U.U. activo	

Ciudad	Uniontown	Estado/Provincia	OH	País de residencia	E.E.U.U.
Dirección de correspondencia del inventor:					
Dirección 1	1785 Fairway Drive				
Dirección 2					
Ciudad	Uniontown	Estado/Provincia	OH		
Código postal	44685	País	E.E.U.U.		
Inventor	3	Elimi			
Nombre legal					
Prefijo	Primer Nombre	Segundo nombre	Apellido	Sufijo	
	Albert	J.	Bennett		
Información de residencia (seleccione uno)	☒ Residencia estadounidense		Residencia no estadounidense		Servicio militar de E.E.U.U. activo
Ciudad	Doylestown	Estado/Provincia	OH	País de residencia	E.E.U.U.
Dirección de correspondencia del inventor:					
Dirección 1	12539 Hollow Ridge Drive				
Dirección 2					
Ciudad	Doylestown	Estado/Provincia	OH		

Código postal	44230	País	E.E.U.U.		
Inventor	4	Elimi			
Nombre legal					
Prefijo	Primer Nombre	Segundo nombre	Apellido	Sufijo	
	Steven	D.	Thayer		
Información de residencia (seleccione uno)	☒ Residencia estadounidense		Residencia no estadounidense		Servicio militar de E.E.U.U. activo
Ciudad	Minerva	Estado/Provincia	OH	País de residencia	E.E.U.U.
Dirección de correspondencia del inventor:					
Dirección 1	7195 Lowmiller Road				
Dirección 2					
Ciudad	Minerva	Estado/Provincia	OH		
Código postal	44657	País	E.E.U.U.		
Se debe incluir a todos los inventores – Se pueden generar bloques para inventores adicionales en este formato seleccionando el botón Agregar .				Agrega	

Información de correspondencia:

Ingrese el Número de Cliente o complete la sección de Información de Correspondencia a continuación.

Para más información, véase 37 CFR 1.33(a).

☐ Se proporciona una dirección para la información de correspondencia de esta solicitud.

Número de cliente 41669

Correo electrónico

patent@babcock.com

Agregar e-

Eliminar e-

Información de la solicitud:

Título de la invención	CALDERA SUBCRÍTICA DE ALTA TEMPERATURA CON HORNO SUPERIOR ENFRIADO CON VAPOR		
Número de expediente de abogado	Caso 7711	Se declara estado de entidad pequeña ☐	
Tipo de solicitud	No provisional		
Objeto de la solicitud	Utilidad		
Número total de hojas de dibujos (si aplica)	6	Figura sugerida para publicación (si aplica)	1
Presentación de solicitud por referencia:			
Solo complete esta sección cuando realice una solicitud por referencia conforme a 35 U.S.C. 111(c) y 37 CFR 1.57(a). No complete esta sección si se van a presentar documentos de solicitud que incluyan una descripción y dibujos. Toda información sobre beneficios nacionales o de prioridad extranjera se debe incluir en la o las secciones adecuadas a continuación (a saber, “Información sobre beneficios nacionales/etapa nacional” e “Información de prioridad extranjera”).			
Para fines de fecha de presentación de solicitud conforme a 37 CFR 1.53(b), la descripción y cualquier dibujo de la presente solicitud son reemplazados por esta referencia a la solicitud presentada anteriormente, sujeta a las condiciones y los requisitos de 37 CFR 1.57(a).			
Número de solicitud de la solicitud presentada anteriormente	Fecha de solicitud (DD-MM-AAAA)	Autoridad o país de la propiedad intelectual	

Información de publicación:

☐	Solicitud de publicación adelantada (tarifa establecida en el momento de la solicitud 37 CFR 1.219)
☐	Solicitud de no publicación. Por medio de la presente solicito que la solicitud adjunta no sea publicada, conforme a 35 U.S.C. 122 (b) y certifico que la invención descrita en la solicitud adjunta no ha sido, ni será objeto de una solicitud presentada en otro país, o bajo un acuerdo internacional multilateral que requiera publicación dieciocho meses después de su presentación.

Información del representante

Se debe proporcionar la información del representante para todos los abogados a quienes se les haya concedido un poder con respecto a la solicitud. El suministro de esta información en la Ficha técnica de la solicitud no constituye un poder sobre la solicitud (véase 37 CFR 1.32). Ingrese el Número de Cliente o complete la sección del Nombre del Representante abajo. Si se completan ambas secciones, se utilizará el número de cliente usado para la Información del Representante durante el trámite.			
Por favor seleccione una opción:	☒ Número de cliente	Abogado de patentes de E.E.U.U.	☐ Reconocimiento limitado (37 CFR 11.9)
Número de cliente	41669		

Información sobre beneficios nacionales/etapa nacional:

Esta sección le permite al solicitante reclamar beneficios conforme a 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, 365(c) o 386(c) o indicar el ingreso a Etapa Nacional de una solicitud PCT. El suministro de información de reclamo de beneficios en la Ficha técnica de la solicitud constituye la referencia específica requerida conforme a 35 U.S.C. 119(e) o 120, y 37 CFR 1.78. Cuando se refiera a la solicitud actual, por favor deje el campo de “Número de solicitud” en blanco.

Estado de la solicitud anterior	Pendiente	Elimin	
Número de solicitud	Tipo de continuidad	Número de solicitud anterior	Fecha de solicitud o 371(c) (DD-MM-AAAA)
Se pueden generar más datos sobre beneficios nacionales/etapa nacional en este formato seleccionando el botón Agregar .			Agrega

Información sobre prioridad extranjera:

Esta sección le permite al solicitante reivindicar prioridad sobre una solicitud extranjera. El suministro de esta información en la Ficha técnica de la solicitud constituye la reivindicación de prioridad conforme a 35 U.S.C. 119(b) o 37 CFR 1.55. Cuando se reivindica prioridad sobre una solicitud extranjera apta para recuperación bajo el programa de intercambio de documentos de prioridad (PDX)ⁱ, la información será usada por la Oficina para intentar la recuperación automática conforme a 37 CFR 1.55(i)(1) y (2). Con el programa PDX, el solicitante tiene la responsabilidad de asegurar la Oficina reciba una copia de la solicitud extranjera de parte de la oficina de propiedad intelectual extranjera participante, o de presentar una copia certificada de la solicitud de prioridad extranjera dentro del plazo establecido en 37 CFR 1.55(g)(1).

			Elimin
Número de solicitud	País	Fecha de presentación de solicitud (DD-MM-AAAA)	Código de acceso ⁱ (si aplica)
Se pueden generar más datos sobre prioridades extranjeras en este formato seleccionando el botón Agregar .			Agrega

Declaración conforme a 37 CFR 1.55 o 1.78 para solicitudes de transición de la Ley Americana de Patentes (primer inventor en presentar la solicitud)

☐ Esta solicitud (1) reivindica prioridad sobre o beneficios sobre una solicitud presentada antes del 16 de marzo de 2013, y (2) también contiene o en algún momento contuvo una reivindicación sobre una invención reivindicada con fecha efectiva de presentación del o después del 16 de marzo de 2013.

NOTA: Con esta declaración, conforme a 37 CFR 1.55 o 1.78, esta solicitud, con fecha de presentación del o después del 16 de marzo de 2013, se examinará conforme a las disposiciones de la Ley Americana de Patentes (AIA) respecto al primer inventor en presentar la solicitud.

Autorización u opción de exclusión de autorización para permitir el acceso:

Una vez esta Ficha Técnica de la Solicitud haya sido adecuadamente firmada y presentada con la solicitud, el solicitante ha concedido autorización por escrito para que las oficinas extranjeras de propiedad intelectual (PI) participantes tenga acceso inmediato a la solicitud presentada (véase el párrafo A, apartado 1 a continuación) y para que la Oficina Europea de Patentes (OEP) tenga acceso a todos los resultados de búsqueda de la solicitud (véase párrafo B, apartado 1 a continuación).

Si el solicitante escoge no conceder una autorización identificada en el apartado 1 a continuación, el solicitante **debe escoger excluir** la autorización, seleccionando la casilla correspondiente A o B, o ambas en el apartado 2 a continuación.

NOTA: Esta sección de la Ficha Técnica de Solicitud **SOLO** se revisa y tramita con la presentación **INICIAL** de una solicitud. Luego de la presentación inicial de una solicitud, no se puede utilizar una Ficha Técnica de Solicitud para conceder o revocar una autorización de acceso a una oficina internacional de PI. Para tales efectos, debe usarse el formato PTO/SB/39 o PTO/SB/69, según proceda.

1. Autorización para permitir acceso a Oficina(s) Extranjera(s) de Propiedad Intelectual

A. Intercambio de documentos de prioridad (PDX) – A menos que la casilla A del apartado 2 (opción de exclusión de autorización) esté seleccionada, por medio de la presente el suscrito **autoriza a las autoridades de la USPTO** a concederle a la Oficina Europea de Patentes (OEP), a la Oficina Japonesa de Patentes (JPO), a la Oficina Coreana de Propiedad Intelectual (KIPO), a la Oficina Nacional de Propiedad Intelectual e Industrial de la República Popular China (SIPO), a la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) y demás oficinas de propiedad intelectual extranjeras que participen con la USPTO en un acuerdo bilateral o multilateral de intercambio de documentos de prioridad en el que se presente una solicitud extranjera que reivindique prioridad sobre esta solicitud de patente, acceso a: (1) la solicitud de patente presentada y la información bibliográfica relacionada, (2) cualquier solicitud extranjera o nacional sobre la que la presente solicitud y su información bibliográfica relacionada reivindiquen prioridad o beneficios, y (3) la fecha de presentación de esta Autorización. Véase 37 CFR 1.14(h)(1).

B. Resultados de búsqueda de la Solicitud Estadounidense para la OEP – A menos que la casilla B del apartado 2 (opción de exclusión de autorización) esté seleccionada, por medio de la presente el suscrito **autoriza a las autoridades de la USPTO** a concederle a la OEP acceso a la información bibliográfica y a los resultados de búsqueda de la presente solicitud de patente cuando se presente una solicitud europea de patentes que reivindique prioridad sobre esta solicitud de patente. Véase 37 CFR 1.14(h)(2).

Se le recuerda al solicitante que la Norma EPC (Convención Europea de Patentes) 141(1) de la OEP exige que los solicitantes presenten, a la mayor brevedad, una copia de los resultados de búsqueda de la presente solicitud en una solicitud europea de patente que reivindique prioridad

sobre la presente solicitud.

2. Opción de exclusión de autorización para permitir el acceso a Oficina(s) Extranjera(s) de Propiedad Intelectual

☐ A. El solicitante **NO** autoriza a la USPTO a conceder acceso a esta solicitud a las oficinas extranjeras de PI participante. Si se selecciona esta casilla, la USPTO no le proporcionará a ninguna oficina extranjera de PI participante ningún documento o información identificada en el apartado 1A arriba.

☐ B. El solicitante **NO** autoriza a la USPTO a transmitir a la OEP ningún resultado de búsqueda de la presente solicitud. Si se selecciona esta casilla, la USPTO no le proporcionará a la OEP resultados de búsqueda de la presente solicitud.

NOTA: Una vez la solicitud haya sido publicada o esté disponible, la USPTO podrá conceder acceso a la solicitud, conforme a 37 CFR 1.14

Información del solicitante:

El suministro de información de cesión en esta sección no sustituye el cumplimiento de los requisitos establecidos en la parte 3 del Título 37 del CFR para registrar una cesión ante la Oficina.

Solicitante	1	Elimin
--------------------	----------	---------------

Si el solicitante es el inventor (o el o los co-inventor(es) restante(s) conforme a 37 CFR 1.45), no se debe completar esta sección. La información que se debe proporcionar en esta sección es el nombre y dirección del representante legal solicitante conforme a 37 CFR 1.43; o el nombre y dirección del cesionario, persona a quien el inventor está obligado a ceder la invención, o la persona que de otra manera demuestre suficiente interés propietario en el objeto de la invención, solicitante conforme a 37 CFR 1.46. Si el solicitante es un solicitante conforme a 37 CFR 1.46 (cesionario, persona a quien el inventor está obligado a ceder, o persona que de otra manera demuestre suficiente interés propietario) junto con uno o más co-inventores, entonces el o los co-inventores que también son solicitantes deben ser identificados en esta sección.

Borrar

Cesionario	Representante legal conforme a 35 U.S.C. 117	Co-inventor
------------	--	-------------

☒ Persona a quien el inventor está obligado a ceder. ☐ Persona que demuestra suficiente interés propietario.

Si el solicitante es el representante legal, indique la autoridad para presentar la solicitud de patente, el inventor es:

Nombre del inventor difunto o legalmente incapacitado:

Si el solicitante es una organización, seleccione esta casilla. ☒

Nombre de la organización	The Babcock & Wilcox Company
---------------------------	------------------------------

Información de dirección de correspondencia del solicitante:			
Dirección 1		20 S. Van Buren Avenue	
Dirección 2			
Ciudad		Barberton	Estado/Provincia OH
País	E.E.U.U.	Código de área	44203
Teléfono		Fax	
Correo electrónico			
Se puede generar más Información del Solicitante en este formato seleccionando el botón Agregar .			Agrega

Información del cesionario, incluyendo la información del cesionario no solicitante:

El suministro de información de cesión en esta sección no sustituye el cumplimiento de los requisitos establecidos en la parte 3 del Título 37 del CFR para registrar una cesión ante la Oficina.				
Cesionario	1			
Complete esta sección si se desea incluir la información del cesionario, incluyendo la información del cesionario no solicitante, en la publicación de la solicitud de patente. Un cesionario-solicitante identificado en la "Información del solicitante" aparecerá en la publicación de la solicitud de patente como un solicitante. En el caso de un cesionario-solicitante, complete esta sección solo si también se desea incluir la información como cesionario en la publicación de la solicitud de patente.				
				Elimin
Si el cesionario o cesionario no solicitante es una organización, seleccione esta casilla. ☐				
Prefijo	Primer Nombre	Segundo nombre	Apellido	Sufijo
Información de dirección de correspondencia para el Cesionario, incluyendo el Cesionario No Solicitante:				
Dirección 1				
Dirección 2				
Ciudad		Estado/Provincia		
País		Código de área		
Teléfono		Fax		

Correo electrónico			
Se puede generar más Información del Cesionario o Cesionario No Solicitante en este formato seleccionando el botón Agregar .			Agrega

Firma:

Elimin

NOTA: Esta Ficha técnica de solicitud debe ser firmada conforme a 37 CFR 1.33(b). **Sin embargo, si esta Ficha técnica de solicitud se presenta junto con la solicitud INICIAL, y la casilla A o B no están seleccionadas en el apartado 2 de la sección “Autorización u opción de exclusión de autorización para permitir el acceso”, entonces este formato también debe ser firmado conforme a 37 CFR 1.14(c).**

Esta Ficha técnica de solicitud **debe** ser firmada por un abogado de patentes si uno o más de los solicitantes es una **persona jurídica** (p. Ej. una sociedad anónima o una asociación). Si el solicitante está constituido por do o más coinventores, este formato debe ser firmado por un abogado de patentes, **todos** los coinventores que constituyen al solicitante, uno o más coinventores-solicitantes a quienes se ha concedido un poder (p. Ej. véase Formato PTO/AIA/81 de la USPTO) en nombre de **todos** los coinventores-solicitantes.

Véase 37 CFR 1.14(d) sobre cómo realizar firmas y certificados.

Firma	/mjseymour/			Fecha (DD-MM-AAAA)	5-4-2016
Primer nombre	Michael	Segundo nombre	Seymour	Número de registro	54436
Se pueden generar más firmas en este formato seleccionando el botón Agregar .				Agrega	

Este formulario de solicitud de información es requerido por 37 CFR 1.76. La información es necesaria para obtener o conservar un beneficio del público, el cual es presentar (y para la USPTO de tramitar) una solicitud. La confidencialidad está regida por 35 U.S.C. y 37 CFR 1.11 y 1.14. El tiempo estimado para completar este formulario es de 23 minutos, incluyendo la recopilación, elaboración y presentación de la solicitud completa a la USPTO. El tiempo variará dependiendo de cada caso individual. Cualquier comentario respecto al tiempo necesario para completar este formato y/o sugerencias para reducir esta carga se debe enviar al Director de Información del Departamento de Comercio de E.E.U.U. de la Oficina de Marcas y Patentes de E.E.U.U., P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. FAVOR NO ENVIAR HONORARIOS O FORMATOS DILIGENCIADOS A ESTA DIRECCIÓN. **ENVIAR A: Comisionado de Patentes, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Declaración de Ley de Privacidad

La Ley de Privacidad de 1974 (P.L. 93-579) exige que se le dé cierta información en relación con su presentación del formato adjunto relacionado con una solicitud de patente o patente. En consecuencia, de conformidad con los requerimientos de la Ley, por favor tenga en cuenta que: (1) la autoridad general para la recolección de esta información es 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) la entrega de la información solicitada es voluntaria; y (3) el propósito principal para el cual se usa la información por parte de la Oficina de Marcas y Patentes de los EE.UU. es procesar y/o examinar su comunicación relacionada a una solicitud de patente o patente. Si usted no suministra la información solicitada, la Oficina de Marcas y Patentes de los EE.UU. no podrá procesar y/o examinar su comunicación, lo que puede resultar en la finalización de las actuaciones o el abandono de la solicitud o el vencimiento de la patente.

La información proporcionada por usted en el presente formato estará sujeta a los siguientes usos de rutina:

1. La información en este formato será tratada confidencialmente en la medida permitida bajo la Ley de Libertad de Información (5 U.S.C. 552) y la Ley de Privacidad (5 U.S.C. 552a). Registros de este sistema de registros pueden revelarse al Departamento de Justicia para determinar si se necesita revelar estos registros por la Ley de Libertad de Información.
2. Se puede revelar un registro de este Sistema de registros, como uso de rutina, en el curso de presentación de evidencia a un tribunal, magistrado, o tribunal administrativo, incluyendo divulgaciones al abogado opositor en el curso de negociaciones de conciliación.
3. Se puede revelar un registro en este Sistema de registros, como uso de rutina, a un Miembro del Congreso enviándole una solicitud relativa a un individuo, a quien le corresponde el registro, cuando el individuo ha solicitado ayuda del Miembro con respecto a la materia del registro.
4. Se puede revelar un registro en este sistema de registros, como uso de rutina, a un contratista de la Agencia que necesite la información con el fin de realizar un contrato. Los receptores de la información estarán obligados a cumplir con los requerimientos de la Ley de Privacidad de 1974, en su versión modificada, conforme a 5 U.S.C. 552a(m).

5. Se puede revelar un registro relacionado con una Solicitud Internacional presentada bajo el Tratado de Cooperación de Patente en este sistema de registros, como uso de rutina, a la Oficina Internacional de la Organización de Propiedad Intelectual, conforme al Tratado de Cooperación de Patente.
6. Se puede revelar un registro en este sistema de registros, como uso de rutina, a otra agencia federal para fines de revisión de Seguridad Nacional (35 U.S.C. 181) y para revisión conforme a la Ley de Energía Atómica (42 U.S.C. 218(c)).
7. Se puede revelar un registro de este sistema de registros, como uso de rutina, al Administrador, Servicios Generales, o su designado, durante una inspección de registros realizado por la GSA como parte de la responsabilidad de esa agencia para recomendar mejoras en la práctica del manejo de los registros y programas, bajo la autoridad de 44 U.S.C. 2904 y 2906. Tal revelación debe realizarse de acuerdo con las regulaciones de la GSA que rigen la inspección de registros para este propósito, y cualquier otro directivo (i.e. GSA o de Comercio) relevante. Tal revelación no se usará para hacer determinaciones sobre individuos.
8. Se puede revelar un registro de este sistema de registros, como uso de rutina, al público después de cada publicación de la solicitud conforme a 35 U.S.C. 122(b) o la expedición de una patente conforme a 35 U.S.C. 151. Adicionalmente, un registro puede revelarse, sujeto a las limitaciones de 37 CFR 1.14, como uso de rutina, al público si el registro fue presentado en una solicitud que se abandonó o en donde los trámites terminaron y cuya aplicación se referencia tanto por una solicitud publicada, una solicitud abierta a la inspección pública o una patente expedida.
9. Se puede revelar un registro de este sistema de registros, como uso de rutina, a una agencia del orden público Federal, Estatal, o local, si la USPTO se da cuenta de una violación o violación potencial de la ley o reglamento.