202417733

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202417733 A

(43)公開日： 中華民國 113 (2024) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：112135252 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 09 月 15 日

(51)Int. Cl.： *F01K13/02 (2006.01)* *F22B35/04 (2006.01)*
*F22B7/00 (2006.01)*

(30)優先權：2022/10/19 世界智慧財產權組織 PCT/IB2022/060053

(71)申請人：瑞士商通用電氣技術公司 (瑞士) GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH (CH)
瑞士

(72)發明人：梅爾 羅夫 MAYER, RALPH (DE)；摩爾 沃夫剛 MOHR,WOLFGANG FRANZ DIETRICH (AT)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：6 共 72 頁

(54)名稱

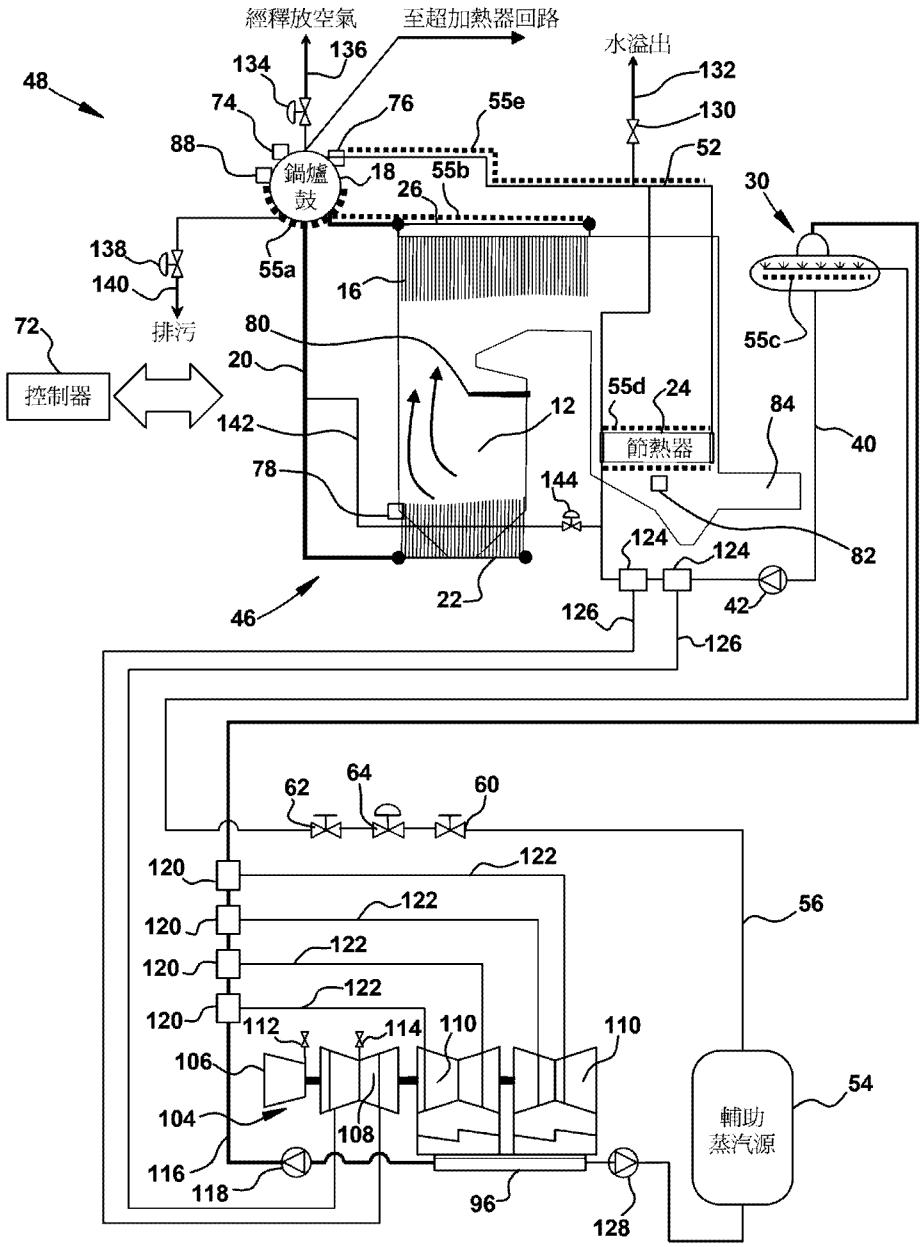
用於使次臨界及超臨界蒸汽產生器就緒之系統、次臨界及超臨界蒸汽產生器之保養方法以及次臨界及超臨界蒸汽產生器之操作方法

(57)摘要

提供一種用於使次臨界(48, 182, 186)及超臨界蒸汽產生器(190)就緒之系統、該次臨界及超臨界蒸汽產生器之保養方法以及次臨界及超臨界蒸汽產生器之操作方法。蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)包括第一輔助加熱裝置(55a)，其設置在至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)上以用於加熱該至少一個水-蒸汽分離器；及/或第二輔助加熱裝置(55b)，其至少設置在爐頂端配管(26)之一部分上以用於加熱該爐頂端配管。輔助加熱裝置係蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之加熱蒸汽產生組件，且因此允許將其保持在高於產生該蒸汽產生組件之材料係易碎的溫度。該方法包括通過蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)再循環水。

A system for readying sub-critical (48, 182, 186) and super-critical steam generator (190), a servicing method of said sub-critical and a super-critical steam generator and a method of operation of sub-critical and super-critical steam generator is provided. The steam generator (48, 182, 186, 190) includes a first auxiliary heating device (55a) disposed on at least one water-steam separator (18, 192) for heating said at least one water-steam separator, and / or a second auxiliary heating device (55b) disposed at least on a part of furnace top-end piping (26) for heating the furnace top-end piping. Said auxiliary heating devices are heating steam producing components of the steam generator (48, 182, 186, 190) and thus allowing to keep them above the temperature in which materials creating said steam producing components are brittle. The method includes recirculation of the water through the steam generator (48, 182, 186, 190).

指定代表圖：




【圖2】

符號簡單說明：

12:爐

16:爐水冷壁管

18:鍋爐鼓

20:鍋爐鼓降流管

22:入口管集箱

24:節熱器

26:爐頂端配管

30:除氣器加熱系統

40:給水供給配管

42:給水泵

46:系統

48:蒸汽產生器

52:節熱器出口給水配管

54:輔助蒸汽源

55a-e:輔助加熱裝置

56:除氣器加溫供應線

60:第一隔離閥

62:第二隔離閥

64:流控制閥

72:控制器

74:鍋爐鼓溫度感測器

76:噴嘴溫度感測器

78:水冷壁溫度感測器

80:爐出口氣體溫度感測器

82:氣流溫度感測器

84:煙道氣導管

88:鍋爐鼓壓力感測器

96:冷凝器

104:渦輪

106:高壓區段

108:中壓區段

110:低壓區段

112:入口停止閥

114:入口停止閥

116:冷凝液供應線

118:冷凝液泵

120:低壓加熱器

122:低壓排放線

124:高壓加熱器

126:中壓排放線

128:鍋爐鼓加溫返回線冷凝液泵

130:節熱器通氣閥

132:節熱器通氣管線

134:鍋爐鼓通氣閥

136:空氣釋放線

138:鍋爐排污閥

140:排污排放線

142:節熱器加溫輔助線

144:節熱器加溫輔助線控制閥

202417755

# 【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於使次臨界及超臨界蒸汽產生器就緒之系統、次臨界及超臨界蒸汽產生器之保養方法以及次臨界及超臨界蒸汽產生器之操作方法

【英文發明名稱】 SYSTEM FOR READYING SUB-CRITICAL AND SUPER-CRITICAL STEAM GENERATOR, SERVICING METHOD OF SAID SUB-CRITICAL AND SUPER-CRITICAL STEAM GENERATOR AND METHOD OF OPERATION OF SUB-CRITICAL AND SUPER-CRITICAL STEAM GENERATOR

【中文】

提供一種用於使次臨界(48, 182, 186)及超臨界蒸汽產生器(190)就緒之系統、該次臨界及超臨界蒸汽產生器之保養方法以及次臨界及超臨界蒸汽產生器之操作方法。蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)包括第一輔助加熱裝置(55a)，其設置在至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)上以用於加熱該至少一個水-蒸汽分離器；及/或第二輔助加熱裝置(55b)，其至少設置在爐頂端配管(26)之一部分上以用於加熱該爐頂端配管。輔助加熱裝置係蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之加熱蒸汽產生組件，且因此允許將其保持在高於產生該蒸汽產生組件之材料係易碎的溫度。該方法包括通過蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)再循環水。

【英文】

A system for readying sub-critical (48, 182, 186) and super-critical steam generator (190), a servicing method of said sub-critical and a super-critical steam generator and a method of operation of sub-critical and super-critical steam generator is provided. The steam generator (48, 182, 186, 190) includes a first auxiliary heating device (55a) disposed on at least one water-steam separator (18, 192) for heating said at least one water-steam separator, and / or a second auxiliary heating device (55b) disposed at least on a part of furnace top-end piping (26) for heating the furnace top-end piping. Said auxiliary heating devices are heating steam producing components of the steam generator (48, 182, 186, 190) and thus allowing to keep them above the temperature in which materials creating said steam producing components are brittle. The method includes recirculation of the water through the steam generator (48, 182, 186, 190).

【指定代表圖】圖2

【代表圖之符號簡單說明】

12:爐

16:爐水冷壁管

18:鍋爐鼓

20:鍋爐鼓降流管

22:入口管集箱

24:節熱器

26:爐頂端配管

30:除氣器加熱系統

40:給水供給配管

42:給水泵

46:系統

48:蒸汽產生器

52:節熱器出口給水配管

54:輔助蒸汽源

55a-e:輔助加熱裝置

56:除氣器加溫供應線

60:第一隔離閥

62:第二隔離閥

64:流控制閥

72:控制器

74:鍋爐鼓溫度感測器

76:噴嘴溫度感測器

78:水冷壁溫度感測器

80:爐出口氣體溫度感測器

82:氣流溫度感測器

84:煙道氣導管

88:鍋爐鼓壓力感測器

96:冷凝器

104:渦輪

106:高壓區段

108:中壓區段

110:低壓區段

112:入口停止閥

114:入口停止閥

116:冷凝液供應線

118:冷凝液泵

120:低壓加熱器

122:低壓排放線

124:高壓加熱器

126:中壓排放線

128:鍋爐鼓加溫返回線冷凝液泵

130:節熱器通氣閥

132:節熱器通氣管線

134:鍋爐鼓通氣閥

136:空氣釋放線

138:鍋爐排污閥

140:排污排放線

142節熱器加溫輔助線:

144:節熱器加溫輔助線控制閥

【特徵化學式】無

# 【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於使次臨界及超臨界蒸汽產生器就緒之系統、次臨界及超臨界蒸汽產生器之保養方法以及次臨界及超臨界蒸汽產生器之操作方法

【英文發明名稱】 SYSTEM FOR READYING SUB-CRITICAL AND SUPER-CRITICAL STEAM GENERATOR, SERVICING METHOD OF SAID SUB-CRITICAL AND SUPER-CRITICAL STEAM GENERATOR AND METHOD OF OPERATION OF SUB-CRITICAL AND SUPER-CRITICAL STEAM GENERATOR

【技術領域】

【0001】 本揭露之實施例大致上係關於用於蒸汽發電廠之蒸汽產生器，且更具體而言係關於用於使蒸汽產生器（諸如次臨界或超臨界蒸汽產生器）就緒之系統及方法，以用於具有立即輔助加熱及除氣水填充之快速起動，其與在熱待機中之蒸汽渦輪組合時最佳地作用。

【先前技術】

【0002】 蒸汽產生器（諸如次臨界或超臨界蒸汽產生器）一般包括燃料在其中燃燒以產生熱能或熱來產生蒸汽的爐。所產生的蒸汽可用在蒸汽渦輪中以驅動發電機產生電力或提供用於其他目的的熱。該蒸汽產生器之實例包括鍋爐。

【0003】　由於再生能源，間歇式電力市場已改變原始為了基本負載操作而製造之蒸汽產生器的需求。目前操作係具有低容量因數且以極短的通知時間。因此，起動時間及相關成本已變為併入該等蒸汽產生器之發電廠的收益性之重要因素。

【0004】　今日，在暖或熱待機中具有複循環燃氣渦輪(Combined Cycle Gas Turbines, CCGT)之發電廠允許顯著縮短的起動時間。應用於在鍋爐發電廠中操作之蒸汽渦輪的待機技術通常受到低的經濟上關注，因為組合式鍋爐-渦輪起動係強烈地受到從止轉至蒸汽渦輪釋放之鍋爐的過渡（下文亦稱為「鍋爐過渡」）所消耗的時間影響，且受到提供可接受品質之蒸汽至蒸汽渦輪的進一步鍋爐延遲影響。

【0005】　由於間歇性電力價格，從止轉至燒火操作模式（亦即，產生足夠品質的蒸汽且最終用來以蒸汽渦輪產生電力之模式）之時間係設施鍋爐發電廠在產生收益時的主要商業因素。已進行許多努力以縮短該時間，以便更能回應於電力需求。此等努力亦旨在降低起動成本以在電力市場中更具競爭力。

【0006】　在輔助燃料系統（亦稱為輔助燃料燃燒器）點火之前，鍋爐過渡以爐吹掃開始。輔助燃料系統包括輔助燃料。輔助燃料（亦稱為起動燃料）產生受控且有限量的熱以產生第一製程蒸汽，且用以安全地使鍋爐組件（諸如鍋爐鼓、分離器、或水冷壁）暖機。輔助燃料系統運行直到鍋爐就緒以安全地吸收主要燃料燃燒器的熱。安全暖機及安全吸收涉及該等鍋爐組件之可能的熱膨脹及疲乏。一旦點燃主要燃料，則輔助燃料系統之繼續燒火允許較佳的熱控制，而同時逐步增加在包括鍋爐之發電廠中的壓力。輔助燃料之淨使用係起動

成本的必要部分。此外，在起動期間減少輔助燃料之使用有助於減少環境衝擊。

【0007】　除上文所提及之安全組件暖機以外，鍋爐之暖機亦需要預防流加速腐蝕(flow-accelerated corrosion, FAC)、腐蝕疲乏、及其他惡化作用，如渦輪中之沉積物的形成。該等惡化作用源自水之性質，且其貢獻於包括蒸汽產生器及蒸汽渦輪之發電廠的組合起動時間。針對該等惡化作用之目前最佳技術解決方案包括獨立除氣器、或基於冷凝器的噴嘴，用以使水蒸汽循環(water steam cycle, WSC)除氣、及鍋爐鼓上之排放(blow down)，用以在次臨界鍋爐的情況下使WSC除鹽。

【0008】　縮短從止轉模式過渡至燒火模式所花費的時間之限制源自金屬塊體，該等金屬塊體必須在安全溫度升高基準內加熱以控制蒸汽產生器之組件上的熱應力疲乏。該等塊體限制，例如，溫度增加速率以及，例如，鍋爐及/或蒸汽渦輪之各組件之材料與水或蒸汽溫度之間的最大溫度差異。溫度增加速率及差異限制係材料等級相依的。實際上，材料厚度係最相關的限制。因此，厚壁組件判定安全地通過鍋爐之過渡所需的時間。厚壁組件之熟知實例包括次臨界蒸汽產生器中之鍋爐鼓或超臨界蒸汽產生器中之分離器。

【0009】　鍋爐材料在低溫下可係易碎的，亦即比在可延展狀態下具有更低的耐久性。以一些易碎組件開始之過渡進一步限制過渡時間的可能縮短。隨著組件的溫度增加，因為組件之金屬變為可延展，可容許較大的溫度差異。在易碎組件的情況下，加熱程序必須最初藉由小心地升高水冷壁中的給水溫度來控制。此控制係藉由降低輔助燃料燒火速率來實現，其產生較低的燃料流及明顯延長的燒火時間。此增加輔助燃料之淨使用。

【0010】　用以縮短到達足夠蒸汽品質來釋放蒸汽渦輪所需的時間之限制係延長從蒸汽產生器之止轉模式至燒火模式之過渡的另一因素。此涉及蒸汽產生器之水回路的填充，其需要大量的時間。在次臨界蒸汽產生器之情況下，在填充水冷壁管之前，水必須通過節熱器、鍋爐鼓、鍋爐鼓降流管、及水冷壁入口管集箱。在超臨界蒸汽產生器之情況下，進來的水必須通過節熱器、爐水冷壁、分離器、分離器排水管及鍋爐給水再循環系統。

【0011】　若使用污染水，則可額外地延長水之填充。此包括用以移除經溶解氣體（藉由透過冷凝器/除氣器/節熱器之水的再循環），及用以移除鹽水成分（透過鍋爐鼓吹除）以便達到可接受之水參數所需的時間。此在當鼓中之氣體透過降流管及水冷壁而再循環的情況下係顯著的。目前最佳技術解決方案不考慮蒸汽水循環純化所需的時間。此係因為蒸汽產生器與蒸汽渦輪的組合起動時間長於純化所需的時間。再者，使用經除氣導電性測量系統可允許蒸汽渦輪滾降(roll off)之較早釋放。

【0012】　因此，需要解決先前技術的問題。具體而言，為了減少用以將蒸汽產生器從止轉過渡至燒火操作模式所需的時間。另外，需要避免蒸汽產生器之組件的熱應力，特別是避免蒸汽產生器之關鍵組件的熱應力。此外，需要藉由減少在蒸汽產生器之起動期間的輔助燃料之使用來減少起動蒸汽產生器的環境衝擊。

【發明內容】

【0013】　以下呈現所揭示標的之簡化概述，以提供本文描述之各種實施例的一些態樣的基本理解。此概述不為各種實施例之廣泛概貌。其不意欲專斷

地指出申請專利範圍中所闡述之主張標的的關鍵特徵或必要特徵，亦不意欲助於判定所主張標的之範疇。其唯一目的係以精簡的形式呈現本揭露的一些概念作為稍後呈現之更詳細描述的導論。

【0014】　本發明之各種實施例係關於減少蒸汽產生器（諸如次臨界蒸汽產生器或超臨界蒸汽產生器）之總體「恢復使用(return to service)」時間。「恢復使用」時間包括從止轉操作模式至就緒以運行蒸汽渦輪之操作模式的過渡，其中渦輪較佳地保持在暖或熱待機。

【0015】　由各種實施例所提供之解決方案涉及安裝輔助加熱裝置且提供配管，其允許抽出或重導向經加熱的水以及輔助加熱裝置的安裝/升級。輔助加熱裝置可包括，但不限於，以來自輔助鍋爐、及/或輔助電加熱器（如浸沒式加熱器或加熱毯）之蒸汽操作的噴嘴。該解決方案亦包括將鍋爐保持在待機狀況中的方法，以及在安全溫度升高基準內加熱起動應力臨界蒸汽產生組件或應力臨界組件的方法。除非另有聲明，否則本文中所呈現之實施例可與次臨界及超臨界蒸汽產生器配合使用。同時，應注意，在所呈現之實施例中所包括的特徵及組件可在所呈現之實施例之間轉移，以便產生進一步實施例。

【0016】　在一個實施例中，一種用於使一蒸汽產生器就緒之系統包括一第一輔助加熱裝置、一第二輔助加熱裝置、一第三輔助加熱裝置、一第四輔助加熱裝置、及/或一第五輔助加熱裝置。該第一輔助加熱裝置設置在一水-蒸汽分離器上，用於加熱該水-蒸汽分離器。該水-蒸汽分離器可係一鍋爐鼓。水冷壁管連接至具有爐頂端配管之該水-蒸汽分離器。該第二輔助加熱裝置至少設置在該爐頂端配管的一部分上，以用於加熱該爐頂端配管。該第一及第二輔助加熱裝置係該蒸汽產生器之加熱蒸汽產生組件，且因此允許將其保持在高於產生

該蒸汽產生組件之材料係易碎的溫度。具體而言當接合一給水起動泵時，安裝該第三輔助加熱裝置以提供熱來將一除氣器保持在所需條件。該第四輔助加熱裝置設置在節熱器上以用於加該熱節熱器。此允許將該節熱器保持在所需操作條件，且具體而言預防該節熱器冷凍。同時，此允許將該節熱器保持在高於產生該節熱器之材料係易碎的溫度。一節熱器出口給水線包括該第五輔助加熱裝置，其加熱或（預）加熱由該節熱器所排放之水。此允許在該節熱器出口給水線下游之該蒸汽產生器的組件之加熱或保溫。

【0017】　在一個實施例中，包括一種蒸汽產生器之保養方法。該方法包含將如本文中所定義之用於使該蒸汽產生器就緒之系統安裝在該蒸汽產生器上。該蒸汽產生器可係一次臨界蒸汽產生器或一超臨界蒸汽產生器。

【0018】　在一個實施例中，包括一種蒸汽產生器之操作方法。該操作方法包括將如本文中所定義之用於使該蒸汽產生器就緒之系統安裝在該蒸汽產生器上。該蒸汽產生器可係一次臨界蒸汽產生器或一超臨界蒸汽產生器。大量輔助裝置之使用確保更快速地實現起動程序。同時，接通特定輔助裝置之經定義順序確保快速起動程序，同時保持蒸汽產生器高能量效率。在某一實施例中，蒸汽產生器之起動包括以下子步驟：以一第三輔助加熱裝置加溫一除氣器來將該除氣器中所含有之水至少部分地除氣；及使用一給水泵以在開始前將水泵送至一節熱器。此允許調速除氣器及節熱器且因此蒸汽產生器之起動。此實施例亦可包括：以該第五輔助加熱裝置加熱在一節熱器出口給水線中之水；及以在該節熱器出口給水線中加熱之水填充一水-蒸汽分離器（例如，一鍋爐鼓）。（多個）（預）加熱之水分離器將其填充，且用以沖洗在該蒸汽產生器內之循環中所收集的經除污水。進入該鍋爐鼓之（預）加熱的水經由（多個）鍋爐鼓

降流管及一水冷壁入口管集箱而流至水冷壁管。以此方式，在一爐經吹掃之前，該給水加熱該鍋爐鼓、該鍋爐鼓降流管、該水冷壁入口管集箱、及該等水冷壁管；且可點燃一輔助燃料燃燒器。此實施例亦可包括在該鍋爐鼓、該除氣器、與該節熱器之間的水之再循環，以便調速該加熱且因此調速該蒸汽產生器之開始。

【0019】　該操作方法可額外地或替代地包括關閉該蒸汽產生器。在一個實施例中，為了縮短以該蒸汽產生器開始產生蒸汽所需的時間，該方法包括保持該至少一個水-蒸汽分離器以水填充且以氮圍包該至少一個水-蒸汽分離器，或保持該除氣器與該第三輔助加熱裝置密封在一起，保持該節熱器與該第四輔助加熱裝置密封在一起，將該至少一個水-蒸汽分離器與該第一輔助加熱裝置保持至少在製造該至少一個水-蒸汽分離器之材料不再易碎的溫度，以及將該爐頂端配管與該第二輔助加熱裝置保持至少在製造該爐頂端配管之材料不再易碎的溫度。保持該除氣器及該節熱器密封包括限制氣體擴散至儲存在該除氣器及該節熱器中之水中。

【0020】　在一蒸汽產生器之一個實施例中，以給水填充該蒸汽產生器、以該第五輔助加熱裝置（預）加熱該經至少部分除氣的給水、以該第一輔助加熱裝置加溫該水-蒸汽分離器（例如，一鍋爐鼓）、及該輔助燃料燃燒器係基於關於該蒸汽產生器及該等輔助加熱裝置所獲得之測量（例如，溫度及/或壓力）來控制。在此情況下，一控制器可將該水-蒸汽給水之入口溫度及該水冷壁之出口溫度控制在一安全溫度升高速率，及控制如該水-蒸汽分離器（例如，鍋爐鼓）、該鍋爐鼓降流管、該水冷壁入口管集箱、及/或該等水冷壁管等組件之溫度差異。隨著將厚壁組件保溫在可延展條件，允許薄壁降流管及水冷壁之安全

溫度升高速率在短時間內將薄壁組件帶至可延展條件。使所有組件在可延展條件中，該等厚壁組件將確保蒸汽產生器之安全溫度升高速率。

【0021】 在一次臨界蒸汽產生器之一個實施例中，可將鍋爐鼓降流管及水冷壁入口管集箱中所含有的水萃取且再循環至與除氣器及輔助加熱源流體連通之冷凝器。在填充鍋爐鼓、鍋爐鼓降流管、水冷壁入口管集箱、及水冷壁管之後，將打開萃取線以將經冷卻且氣體污染的水再循環回至冷凝器，而該鼓繼續以經除氣且加熱的給水填充。

【0022】 在一次臨界蒸汽產生器之一個實施例中，一旦加熱程序到達鼓內部之沸點，則閉合鍋爐鼓通氣閥，且經蒸發蒸汽用以吹除在鍋爐鼓及超加熱器中所捕獲的空氣蒸汽混合物。將水冷壁中之經污染水排放或再循環。

【0023】 在一次臨界蒸汽產生器之一個實施例中，水冷壁中之自然循環將隨著輔助燃料燃燒器之燒火的釋放而開始。隨著自然循環就位，水冷壁之經氣體污染水將比節熱器之填充水更熱，使得其覆蓋鼓之水表面，而經除氣水優先地沉降且在降流管內建立流。如此一來，降流管、水冷壁、及其管集箱內之經污染水可由經除氣水快速地置換。

【0024】 在一超臨界蒸汽產生器之一個實施例中，以給水填充該蒸汽產生器、以該第二輔助加熱裝置（預）加熱該經至少部分除氣的給水、以該第一輔助加熱裝置加溫該水-蒸汽分離器、該鍋爐循環泵之質量流、及該輔助燃料燃燒器係基於關於該蒸汽產生器及該加熱裝置所獲得之溫度測量來控制。在此情況下，控制器可將該分離器給水之入口溫度及該水冷壁之出口溫度控制在一安全溫度升高速率，及控制如該分離器、該水冷壁入口管集箱、或該等水冷壁管等組件之溫度差異。隨著將厚壁組件保溫在可延展條件，允許如水冷壁等薄壁

組件之安全溫度升高速率在短時間內將所有組件帶至可延展條件。使所有組件在可延展條件中，該等厚壁組件將確保安全溫度升高速率。

【0025】 結合至少一個輔助加熱裝置之使用與水之再循環將有助於較快速地且在顯著較低的經溶解氧位準下通過流加速腐蝕之臨界溫度。以此方式，在可延展待機模式中之蒸汽產生器可較快速地從該蒸汽產生器之預操作就緒（亦即，水之填充）過渡至主要燃料燃燒器之起燃。結果，透過輔助燃料以再加熱此等組件的需求（由於安全溫度升高或水化學條件而經常如此）被降低至其最小值，且因此可降低設施之時間及費用。具體而言，此係藉由以下而達成：以第三輔助加熱裝置主動地將該給水除氣而同時以第五輔助加熱裝置升高給水溫度；及以第一及第二輔助加熱裝置加溫鍋爐鼓/（多個）水-蒸汽分離器以加熱蒸汽產生器之蒸汽產生組件，連同水至冷凝器（針對包括在水-蒸汽分離器/鍋爐鼓、除氣器、與節熱器之間的循環之次臨界單元）或者至再循環回路（針對包括（多個）水-蒸汽分離器與節熱器之間的循環之超臨界單元）的再循環。

【圖式簡單說明】

【0026】 由閱讀下列非限制性實施例之說明，參照本文中以下的隨附圖式，將更瞭解本發明：

〔圖1〕顯示根據先前技術之次臨界蒸汽產生器的示意圖；

〔圖2〕顯示根據本發明之一實施例的使用於快速起動之次臨界蒸汽產生器就緒的系統之示意圖；

〔圖3〕顯示根據本發明之另一實施例的使用於快速起動之次臨界蒸汽產生器就緒的系統之示意圖；

〔圖4〕顯示根據本發明之另一實施例之描述與圖3所描繪之系統相關聯之準備操作的流程圖；

〔圖5〕顯示其係圖3所描繪之系統的替代實施例的使用於快速起動之次臨界蒸汽產生器就緒的系統之示意圖；且

〔圖6〕顯示根據本發明之一實施例的使用於快速起動之超臨界蒸汽產生器就緒的系統之示意圖。

【實施方式】

【0027】　本發明之實例實施例將參照顯示一些但非所有實施例的隨附圖式於下文更完整地描述。實際上，本發明可以許多不同形式體現，且不應解讀為受限於本文所闡述之實施例；而是，提供這些實施例使得本揭露將滿足適用的法令要求。因為相似數字可通篇指稱相似元件。

【0028】　本揭露大致上係關於用於一蒸汽產生器之快速起動的經至少部分除氣且（預）加熱的水填充，該蒸汽產生器係在其中蒸汽產生器未點火且水冷壁經清空的止轉操作模式中。在本揭露中，在一些實施例中，經預熱的水係在填充之前預熱的水，而經加熱的水係在填充期間加熱的水。在其他實施例中，此等術語可互換使用。本揭露主要係相關於次臨界蒸汽產生器及超臨界蒸汽產生器而描述。然而，應理解，利用用於快速起動之經除氣且（預）加熱的水填充來使次臨界蒸汽產生器及超臨界蒸汽產生器就緒之各種實施例的系統及方法可應用於其他類型的蒸汽產生器。然而，如本文所用，蒸汽產生器之「保

溫」（亦已知為「保暖」）意謂在一未點火條件下之止轉操作模式中維持蒸汽產生器之組件於升高的溫度，而組件之「加溫」係藉由使用熱水來加熱組件，相反於在點火條件下所達成之組件的「加熱」，而「經除氣的水」或「經除氣的給水」意謂具有減少氧含量（例如，少於8至10 mg/l）及諸如二氧化碳和氮等其他經溶解氣體的蒸汽產生器給水，。在此背景下，「經除氣」可意謂「經至少部分除氣」。如本文所用，「上游(upstream)」及「下游(downstream)」係指示相對於流體流動的方向之用語。

【0029】　在此情況下，根據本文所描述之各種實施例的保溫、經除氣的水填充、及加溫可將次臨界蒸汽產生器或超臨界蒸汽產生器置於更有利的起動條件，其允許蒸汽產生器無延遲地從止轉操作模式過渡至燒火操作模式，以一種避免由於應力臨界蒸汽產生組件或應力臨界組件之易碎性所致的延遲且避免當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件之方式。結果，蒸汽產生器（例如，次臨界蒸汽產生器或超臨界蒸汽產生器）將更能回應於突然電網需求。

【0030】　促進次臨界蒸汽產生器或超臨界蒸汽產生器之任一者的快速起動而無蒸汽組件之過量熱應力的各種實施例之保溫及經至少部分除氣的水填充態樣係藉由以下而達成：在填充給水之入口位置處直接地將熱注入點引入至蒸汽產生器之應力臨界蒸汽產生組件或應力臨界組件，以控制直接相關於臨界蒸汽組件之可允許溫度限制的填充水溫度。如本文所用，「應力臨界蒸汽產生組件」或「應力臨界組件」意謂具有需在安全溫度升高基準內加熱以最小化易碎性條件及過量熱應力之金屬質量的次臨界蒸汽產生器或超臨界蒸汽產生器之組件。在一個實施例中，次臨界蒸汽產生器之應力臨界蒸汽產生組件可包括但不

限於鍋爐鼓及水冷壁管。其他應力臨界蒸汽產生組件可包括鍋爐鼓降流管及/或水冷壁入口管集箱。在一個實施例中，超臨界蒸汽產生器之應力臨界蒸汽產生組件可包括但不限於（多個）水-蒸汽分離器、水冷壁管、（多個）降流管及/或水冷壁入口管集箱。如本文中所使用，用語「流體連通(in fluid communication)」意指存在允許流體流動的通路。熟習此項技術者理解，介於任何蒸汽產生器中的元件之間的連接需具有允許流體流動的通路，而因此，此事實不會在本揭露中強調。

【0031】 在一個實施例中，複數個輔助加熱裝置可用以加溫應力臨界蒸汽產生組件及/或（預）加熱經至少部分除氣的給水，其在水填充回路之填充期間流至或自該等組件。水填充回路包括節熱器、水-蒸汽分離器（其可係鍋爐鼓）、及爐。此允許以符合針對應力臨界蒸汽產生組件所指定之可允許溫度限制的方式控制給水之溫度。此使應力臨界蒸汽產生遠離易碎性條件或可能導致在蒸汽產生器之起燃期間的過量熱應力之其他條件。

【0032】 各種實施例亦可需要提供具有過量水排放線之蒸汽產生器，該排放線可用以再循環回至蒸汽產生器中，以利用經預熱且至少部分除氣的給水來保溫且連續地再填充蒸汽產生器。例如，過量水排放線可連接至蒸汽渦輪冷凝器。冷凝器可將接收自過量水排放線之過量水供應至除氣器，以促進供應至蒸汽產生器之節熱器的給水中之氣體含量的減少。

【0033】 下文更詳細地描述各種實施例之進一步資訊。亦提供比較性先前技術實例。

## 比較性先前技術實例

【0034】　現轉向圖1，此圖式顯示根據先前技術之次臨界蒸汽產生器10的示意圖，其產生可用於電力產生或加熱目的的蒸汽。此實例引入與本發明相關的蒸汽產生器之各種元件的描述。再者，此實例說明先前技術解決方案之一些缺點。

【0035】　如圖1所示，次臨界蒸汽產生器10包括爐12，其燃燒提供給爐之燃料及空氣的混合物14。藉由粉碎機（未圖示）將可係經粉碎的固體燃料之燃料（諸如煤）提供給爐。雖然粉煤主要係用作燃料，爐12可經設計以實現油、生質、或副產物氣體的混燃。空氣可經由空氣源（未圖示）提供給爐12。燃料及空氣的混合物14在爐12的燃燒室中燃燒。燃料及空氣之燃燒產生熱能或熱，其係用以加熱內襯於爐12的壁中之爐水冷壁管16中的液體（諸如水），這些管亦可稱為爐12的蒸發器部分。爐水冷壁管16中之水的加熱產生飽和水，其在鍋爐鼓18中被分離成水及蒸汽。可使次臨界蒸汽產生器10中所產生的蒸汽流至蒸汽渦輪機（未圖示）以產生電力或提供用於其他目的的熱。

【0036】　次臨界蒸汽產生器10之其他組件包括一或多個鍋爐鼓降流管20（在本文中係鍋爐鼓降流管）、至爐水冷壁管16的（多個）入口管集箱22（在本文中係入口管集箱）、及節熱器24。鍋爐鼓18係在爐水冷壁管16之頂端處的水/蒸汽貯槽。除了經由爐頂端配管26從爐水冷壁管16的頂端接收蒸汽與水混合物以外，鍋爐鼓18可從經由節熱器出口給水配管28供應給節熱器24的給水接收水。供應給節熱器24的給水來自除氣器加熱系統30（除氣器），該除氣器加熱系統包括經由冷凝液泵34及冷凝液配管36得自冷凝液系統的水之儲槽32、用以加熱儲槽32的輔助蒸汽源38、及給水供給配管40或線40，其經由給水泵42供應經加熱除氣的給水給節熱器24。須理解，次臨界蒸汽產生器10可具有本文為了

簡潔的目的而未討論的其他組件。此等組件之非窮盡性清單可包括超加熱器及/或再加熱器。

【0037】 爐水冷壁管16、鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、入口管集箱22、節熱器24、爐頂端配管26、節熱器出口給水配管28、給水供給配管40、給水泵42、以及除氣器30、及冷凝液系統的組件（例如，冷凝液泵34及冷凝液配管36）係可形成次臨界蒸汽產生器10之各種水填充回路的部分之組件。在這些水填充回路中，水從節熱器24及節熱器出口給水配管28進入鍋爐鼓18。進入鍋爐鼓18的水將前往入口管集箱22以用於在爐12的底端處供應給爐水冷壁管16。在爐水冷壁管16處進入爐12底部的水沿著內襯於爐壁中的管向上升起。燃燒燃料及空氣的混合物14將爐水冷壁管16中的水加熱成蒸汽及水混合物。鍋爐鼓18透過爐頂端配管26從爐水冷壁管16接收蒸汽及水混合物，且將在鼓中從水及蒸汽混合物分離飽和蒸汽。以此方式，次臨界蒸汽產生器10可將飽和蒸汽提供至蒸汽產生器中之其他部分以用於進一步加熱，且最終提供至蒸汽渦輪以產生電力或提供用於其他目的之熱。將水與來自鍋爐鼓18中之節熱器出口給水配管28的補充進來給水混合，且透過自然循環而將水供應至鍋爐鼓降流管20及爐12內之爐水冷壁管16。可接著將爐水冷壁管16中之水饋送回至鍋爐鼓18以用於進一步蒸汽產生。

【0038】 如上文所提及，次臨界蒸汽產生器（如次臨界蒸汽產生器10）一經要求恢復使用就緩慢地從未點火止轉操作模式過渡至燒火操作模式。例如，使次臨界蒸汽產生器10就緒始於以來自除氣器30及冷凝液系統的預循環乾淨水填充節熱器24、鍋爐鼓18、及爐水冷壁管16。雖然在圖1中未圖示，冷凝液系統可包括冷凝器，其冷卻來自渦輪機的排放蒸汽、收集蒸汽的潛熱、及使

蒸汽凝結成水。冷凝液泵34可加壓凝結水以用於經由冷凝液配管36供應給除氣器30。

【0039】　除氣器30之儲槽32可接收來自冷凝液配管36之冷凝水，或替代地如由圖1中之虛線所示，配管36可將冷凝水供應至旁路除氣器之節熱器。儲槽32可包括包括給水儲存槽及經連接除氣器槽之槽組合。通常，此槽組合的目的在於透過在將水存量饋送至次臨界蒸汽產生器10的節熱器24之前預暖水存量而將水儲存且除氣成經至少部分除氣的給水。預暖儲槽32中的水係藉由可係外部熱源之輔助蒸汽源38來達成。此預暖儲槽32中的水可在次臨界蒸汽產生器10未使用時發生。

【0040】　此預暖或預加熱的水接著係作為經加熱除氣的給水（亦即，經至少部分除氣的給水）經由給水供給配管40及給水泵42從儲槽32轉送至次臨界蒸汽產生器10之節熱器24的管束區段中。給水穿過節熱器24以經由節熱器出口給水配管28填充鍋爐鼓18。隨著水到達鍋爐鼓18，鍋爐鼓降流管20亦將充滿。此經由入口管集箱22建立至爐水冷壁管16的填充連接。隨著更多水饋送通過節熱器24，爐水冷壁管16將填充至頂板位準或爐12的頂端。此允許鍋爐鼓位準上升至接近或稍微低於鍋爐鼓中心線44的起動位準。

【0041】　此時，次臨界蒸汽產生器10之準備程序的操作前填充部分完成。隨著操作前填充部分的完成，次臨界蒸汽產生器10的準備程序可繼續進行至點燃爐12中的火以進一步加熱水及開始蒸汽之產生。

【0042】　若次臨界蒸汽產生器10經受次臨界蒸汽產生器10之準備程序的預操作填充部分，則包括金屬且正接收水之組件（例如，鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、入口管集箱22、及爐水冷壁管16）中的溫度衰減。因此，預操作填充

降低產生例如上文所提及之問題（隨著組件之材料變為易碎）的組件之溫度。結果，該預操作填充使得從止轉至燒火操作模式之過渡對於此等組件之設計壽命及/或操作裕度有害。當次臨界蒸汽產生器10起燃時，所得之管金屬溫度的增加可導致與熱衝擊相關聯的管應力。此惡化了設施鍋爐發電廠在從止轉至燒火模式之過渡期間所招致的時間及費用。

【0043】　圖2顯示用於使次臨界蒸汽產生器48就緒之系統46的示意圖，利用保溫及（可選地）經至少部分除氣的水填充以將蒸汽產生器置於更有利的起動條件，其促進快速起動而不會使應力臨界蒸汽產生組件經受易碎性條件及當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件。

【0044】　在一個實施例中，系統46包含次臨界蒸汽產生器，其包含鍋爐鼓18及爐12、節熱器24、入口管集箱22及水冷壁管16。節熱器24係藉由節熱器出口給水配管52而連接至鍋爐鼓18。水冷壁管16係利用爐頂端配管26而連接至鍋爐鼓18。入口管集箱22係利用鍋爐鼓降流管20而與鍋爐鼓18連接。

【0045】　如圖2所示，系統46可包括加熱系統30，諸如例如除氣器（下文中係「除氣器30」），以經由給水供應配管40及給水泵42而提供經至少部分除氣的給水至節熱器24。應理解，雖然圖2及圖3、圖5和圖6中所描繪的除氣器30揭示蒸汽注入管，但可實施其他加熱元件以用於除氣器30中來促進本文所描述之各種實施例。

【0046】　系統46可包括一個、兩個、三個、四個、五個或更多個（複數個）輔助加熱裝置55a-e，其係用於加溫應力臨界蒸汽產生組件及/或（預）加熱經至少部分除氣的給水，其在水填充回路之填充期間流至或自該等組件。如圖2所示，第一輔助加熱裝置55a可設置在鍋爐鼓18上，且第二輔助加熱裝置

55b可設置在爐頂端配管26（亦即，水冷壁出口管集箱）上。在鍋爐鼓18之入口前（例如，在節熱器出口給水線52處），第五輔助加熱裝置55e（預）加熱（例如，經至少部分除氣的給水）由節熱器24所排放的水。第三輔助加熱裝置55c可經組態以提供熱至除氣器30，以將除氣器保持在如由給水泵42所提供之質量流處的所需條件。第四輔助加熱裝置55d可設置在節熱器24周圍，以保護節熱器免於溫度應力或甚至免於冷凍。

【0047】　複數個輔助加熱裝置55a-e可包括數個加熱裝置中之任一者。舉例而言，輔助加熱裝置55a-e可包括，但不限於，以來自輔助鍋爐、及/或輔助電加熱器（如浸沒式加熱器或加熱毯）之蒸汽操作的噴嘴。在一個實施例中，如圖2所示，用以提供熱至除氣器30之前述第三輔助加熱裝置可包括輔助蒸汽源54，該輔助蒸汽源54亦可在本文中稱為輔助加熱源54。

【0048】　利用使次臨界蒸汽產生器48就緒之系統46，可應用以下方法。

【0049】　舉例而言，在次臨界蒸汽產生器48之關閉期間，鍋爐鼓18係保持以水填充且以氮圍包，及/或除氣器30係與第三輔助加熱裝置密封在一起，及/或節熱器24係與第四輔助加熱裝置密封在一起，使得當經密封水維持除氣時氣體擴散係限制於水-空氣界面。額外地或可選地，透過第一輔助加熱裝置及第二輔助加熱裝置以將鍋爐鼓18及水冷壁出口管集箱保溫在其易碎性條件之上。以氮之圍包可涉及分離的閥控(valving)配置（圖式中未顯示）。針對此配置，可能的氮源可包括具有經壓縮氮氣的鋼柱之瓶架。一般而言，圍包係使用溢出或通氣管線來完成。

【0050】　在次臨界蒸汽產生器48的起動時，可利用第三輔助加熱裝置55c以將除氣器30加熱至操作條件，以減少在給水泵42起動且開始將給水提供至節

熱器24之前的經溶解氣體。該等操作條件包括在大氣條件下使水到達100°C (212°F)及，可選地，加壓除氣器30。第五輔助加熱裝置55e可用於（預）加熱從節熱器24排放的經排放（例如，經除氣）給水，在將該給水填充至鍋爐鼓18中之前。進入鍋爐鼓18之（預）加熱的水將經由鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22而流至水冷壁管16。以此方式，在爐12經吹掃之前，該給水加熱鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22及水冷壁管16；且可點燃輔助燃料燃燒器。

【0051】　在一個實施例中，以給水填充次臨界蒸汽產生器48、以第五輔助加熱裝置（預）加熱（例如，經至少部分除氣的）給水、以第一輔助加熱裝置55a加溫鍋爐鼓18、及輔助燃料燃燒器係由控制器72基於有關蒸汽產生器及輔助加熱裝置所獲得之溫度測量來控制。在此情況下，控制器72可控制鼓給水之入口溫度及水冷壁之出口溫度，以一安全溫度升高速率及如鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22、或水冷壁管16等組件之溫度差異。隨著將厚壁組件經保溫在可延展條件，允許薄壁降流管20及水冷壁管16之安全溫度升高速率在短時間內將薄壁組件帶至可延展條件。使所有組件在可延展條件中，該等厚壁組件將限制安全溫度升高速率。

【0052】　在一個實施例中，可將鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22中所含有的水萃取且再循環至與除氣器30及輔助加熱源54流體連通之冷凝器96。在填充鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22及水冷壁管16之後，可打開在圖3（參考元件90）中所描繪之萃取線以將經冷卻且氣體污染的水再循環回至冷凝器96，而該鼓繼續以經除氣且加熱的給水填充。

【0053】　在一個實施例中，一旦加熱程序到達鍋爐鼓18內部之沸點，則可閉合（多個）鍋爐鼓通氣閥134，且經蒸發蒸汽可用以吹除在鍋爐鼓及超加熱器（未圖示）中所捕獲的空氣蒸汽混合物。可接著將水冷壁管16中之經污染水排放或再循環。舉例而言，水冷壁管16中之經污染水可經由排放線而排放或經由再循環線而再循環，如圖3中所示者（排放線94及返回線90）。

【0054】　在一個實施例中，水冷壁中之自然循環將隨著輔助燃料燃燒室之燒火的釋放而開始。隨著自然循環就位，水冷壁之經氣體污染水將比節熱器24之填充水更熱，使得其覆蓋鍋爐鼓18之水表面，而經除氣水優先地沉降且在降流管20內建立流。如此一來，降流管20、水冷壁及其管集箱內之經污染水可由經除氣水所快速地置換。

【0055】　圖3顯示根據本發明之另一實施例的使用於快速起動之次臨界蒸汽產生器182就緒的系統180之示意圖。在此實施例中，噴嘴50係使用為第五輔助加熱裝置(55e)，用以（預）加熱在鍋爐鼓18之入口前由節熱器24所排放之經至少部分除氣的給水。如圖3所示，噴嘴50可與節熱器24及鍋爐鼓18流體連通，以加溫從節熱器24經由節熱器出口給水線52而流至鍋爐鼓18之經至少部分除氣的給水。

【0056】　利用在此位置中之噴嘴50，可在進入鍋爐鼓18之前加溫經至少部分除氣的給水，其繼而將加熱鍋爐鼓、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22及水冷壁管16。此消除利用經至少部分除氣的給水之熱損失，其一般而言伴隨圖1之次臨界蒸汽產生器10而發生，隨著給水從除氣器30移動通過節熱器24、接著至鍋爐鼓18，且經由鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22以填充水

冷壁管16。再者，以此方式使用噴嘴50可使諸如鍋爐鼓18等厚重壁組件遠離易碎性條件且在高溫範圍彈性窗中。

【0057】 雖然圖3中所描繪之實施例（及圖5所示之實施例）使用噴嘴以（預）加熱在鍋爐鼓18之入口前由節熱器24所排放的水，但應理解噴嘴50僅代表可用以預暖由節熱器24所排放之一種類型的加熱元件。可使用其他類型的加熱元件（諸如例如電加熱器，如浸沒式加熱器或加熱毯）以取代此等實施例中之噴嘴。舉例而言，如在本揭露中之上文所討論，圖2顯示一實施例，其中輔助加熱裝置55e及55a係部署在節熱器出口給水線52及鍋爐鼓18上，且用於替代噴嘴以預加熱從節熱器24排放的水。因此，使用噴嘴以預加熱從節熱器24排放的水之圖3及圖5中所描述的實施例係僅說明可部署之一種類型的加熱元件，且不意欲限制於此等實施例、以及其他實施例。

【0058】 一般可能伴隨圖1中所描述之方法而發生的熱損失係藉由上覆水冷壁管16之箭頭來表示在圖3及諸如圖5和圖6等其他圖式中。在此實施例中係藉由噴嘴50所提供至經至少部分除氣的給水之升壓來消除此熱損失，該給水加熱次臨界蒸汽產生器182中之蒸汽產生組件，諸如鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22及水冷壁管16。

【0059】 為了促進藉由產生經至少部分除氣的給水之除氣器30的主動除氣以及藉由噴嘴50之次臨界蒸汽產生器182的溫度臨界組件之加溫，可將輔助加熱源54置於與除氣器30及噴嘴50流體連通以加熱除氣器及（經由噴嘴50）溫度臨界組件。在一個實施例中，如圖3所示，輔助加熱源54可包括輔助蒸汽源。在此組態中，輔助蒸汽源54可經由除氣器加溫供應線56以供應蒸汽至除氣器30及經由鍋爐鼓加溫供應線58以供應蒸汽至噴嘴50。因為噴嘴50將循環水加

熱且除氣器30將水除氣，所以其組合使用加速了針對燒火條件之蒸汽產生器的就緒。雖然圖3僅顯示一個輔助蒸汽源，但應理解，可利用多於一個蒸汽源。

【0060】　可與輔助蒸汽源54及除氣器30流體連通之除氣器加溫供應線56將來自輔助蒸汽源54之蒸汽供應至除氣器30。以此方式，除氣器30可加溫在除氣器中所產生之經至少部分除氣的給水，在經由給水供應配管40及給水泵42而遞送至節熱器24之前。

【0061】　在一個實施例中，除氣器加溫供應線56包含除氣器加溫供應線隔離及控制閥總成，用以控制從輔助蒸汽源54至除氣器30之蒸汽流。舉例而言，如圖3所示之除氣器加溫供應線隔離及控制閥總成可包括第一隔離閥60、第二隔離閥62、及將第一隔離閥60自第二隔離閥62分離的流控制閥64。第一隔離閥60係與輔助蒸汽源54流體連通，第二隔離閥62係與除氣器30流體連通，且流控制閥64可控制經由除氣器加溫供應線56而從輔助蒸汽源54至除氣器30之蒸汽供應流，當第一隔離閥及第二隔離閥處於打開狀態時。

【0062】　可與輔助蒸汽源54及噴嘴50流體連通之鍋爐鼓加溫供應線58將來自輔助蒸汽源54之蒸汽供應至噴嘴50。在此情況下，噴嘴50將加溫節熱器出口給水線52中之經至少部分除氣的給水，在遞送至鍋爐鼓18之前。

【0063】　在一個實施例中，鍋爐鼓加溫供應線58包含鍋爐鼓加溫供應線隔離及控制閥總成，用以控制從輔助蒸汽源54至噴嘴50之蒸汽流。舉例而言，如圖3所示之鼓加溫供應線隔離及控制閥總成可包括第一隔離閥66、第二隔離閥68、及將第一隔離閥自第二隔離閥分離的流控制閥70。第一隔離閥66係與輔助蒸汽源54流體連通，第二隔離閥68係與噴嘴50流體連通，且流控制閥70可控

制經由鍋爐鼓加溫供應線58而從輔助蒸汽源54至噴嘴50之蒸汽供應流，當第一隔離閥及第二隔離閥處於打開狀態時。

【0064】 圖3之系統180可進一步包括操作地耦接至次臨界蒸汽產生器182、除氣器30、噴嘴50及輔助蒸汽源54之控制器72。在一個實施例中，控制器72可控制：以經至少部分除氣的給水填充次臨界蒸汽產生器182、及從輔助蒸汽源54供應蒸汽至除氣器30及噴嘴50，隨有關蒸汽產生器182及噴嘴50所獲得之複數個溫度及（可選地）壓力測量而變動。具體而言，控制器72可控制從輔助蒸汽源54至除氣器30及噴嘴50之蒸汽供應以加溫經至少部分除氣的給水，使得以預定的梯度溫度升高位準加熱鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22、及水冷壁管16；保持次臨界蒸汽產生器之操作遠離導致此等蒸汽產生組件之脆化的易碎性條件、以及遠離對該等組件有害的過量熱應力條件。

【0065】 由控制器72用來控制以經至少部分除氣的給水填充次臨界蒸汽產生器182及從輔助蒸汽源54至除氣器30和噴嘴50之蒸汽供應的溫度及壓力測量可藉由位於蒸汽產生器周圍之複數個溫度及壓力感測器來獲得。可獲得溫度及壓力測量且將該等測量提供至控制器72之感測器的實例係顯示在圖3中。具體而言，鍋爐鼓溫度感測器74可獲得在鍋爐鼓18之外壁周圍的溫度。噴嘴溫度感測器76可獲得從噴氣50排放之經至少部分除氣的給水之溫度。水冷壁溫度感測器78可獲得爐水冷壁管16之溫度。爐出口氣體溫度感測器80可獲得爐12中之排放氣體溫度。氣流(air draft)溫度感測器82可獲得在次臨界蒸汽產生器182之煙道氣導管(flue gas duct)84中的氣流溫度。鍋爐鼓壓力感測器88可獲得鍋爐鼓18之壓力。下文討論控制器72可如何使用此等測量以控制從輔助蒸汽源54至除氣

器30及噴嘴50之蒸汽供應來經由文中所揭示的各種閥控以加溫經至少部分除氣的給水之細節。

【0066】 溫度及壓力感測器之上述清單不意欲為窮盡性的，因為已設想可利用其他感測器。舉例而言，溫度感測器可位於鍋爐鼓降流管20、入口管集箱22、節熱器24、除氣器30、及本文所揭示之各種配管和管線中之一或多者周圍。除了溫度感測器之外，可部署與控制器72連通之其他類型的感測器以偵測數個條件之任一者。例如，可適於與系統180及次臨界蒸汽產生器182併用之其他感測器的非限制列表可包括額外壓力感測器、流動感測器、及濕度感測器。

【0067】 系統180之保溫態樣可藉由以下方式來促進：萃取待供應至水冷壁管16之經除氣的給水且轉送經萃取給水以用於回收並再循環回至除氣器30及隨後至次臨界蒸汽產生器182之節熱器24、以及至輔助蒸汽源54以用於再加熱除氣器30及/或噴嘴50。如圖3所示，鍋爐鼓加溫返回線90可從鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22中之一或多者萃取水。在一個實施例中，來自鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22之過量水可經由對應對隔離閥93而獲得。具體而言，可控制該對隔離閥93，以允許在鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22中之過量經至少部分除氣的給水流至鍋爐鼓加溫返回線90以用於回收及再循環。替代地，若不希望使用經除氣的給水於回收及再循環，則可控制隔離閥92以允許過量給水通過排放線94而排放。

【0068】 圖3顯示冷凝器96可接收鍋爐鼓加溫返回線90中之回收的經至少部分除氣的給水。具體而言，與鍋爐鼓加溫返回線90及冷凝器96流體連通之鍋爐鼓加溫返回線隔離及控制閥總成可控制經至少部分除氣的給水至冷凝器96之流動。鍋爐鼓加溫返回線隔離及控制閥總成可包括第一隔離閥98、第二隔離閥

100、及將第一隔離閥自第二隔離閥分離的流控制閥102。如圖3所示，第一隔離閥98係經由該對隔離閥93（當在打開狀態中時）而與鍋爐鼓降流管20及水冷壁入口管集箱22流體連通，第二隔離閥100與冷凝器96流體連通，且當第一隔離閥98和第二隔離閥100及該對隔離閥93在打開狀態中時，流控制閥102控制鍋爐鼓加溫返回線90中之經萃取水的流動至冷凝器96。應注意，圖3中之隔離閥93對於鍋爐鼓加溫返回線90中之第一隔離閥98係多餘的，且僅用於隔離返回線90之目的。

【0069】　冷凝器可冷卻來自渦輪104之排放蒸汽。如圖3所示，渦輪可包括高壓區段106、中壓區段108、及低壓區段110。在操作中，高壓區段106可經由入口停止閥112以接收來自次臨界蒸汽產生器182中之超加熱器（未圖示）的經超加熱蒸汽。高壓區段106膨脹並冷卻蒸汽以驅動用以驅動發電機（未圖示）之旋轉軸（未圖示）來產生電力或提供用於其他目的之熱。來自渦輪104之高壓區段106的經膨脹蒸氣可接著返回至超加熱器下游之次臨界蒸汽產生器182中的再加熱器（未圖示）以再加熱蒸汽。接著經由入口停止閥114以將經再加熱蒸汽引導至渦輪104之中壓區段108。中壓區段108膨脹並冷卻經再加熱蒸汽且將其引導至低壓區段110，其中蒸汽經連續地膨脹並冷卻以進一步驅動旋轉軸。應理解，為了清楚的目的，渦輪104之此描述不含有所有操作細節。此外，應理解，參照圖3所描繪且描述之渦輪104僅說明一個可能的渦輪組態而不意欲限制於本發明之各種實施例。

【0070】　將討論轉回至系統180，冷凝器96可冷卻來自渦輪104之低壓區段110的排放蒸汽、收集蒸汽的潛熱、及使蒸汽凝結成水。在一個實施例中，冷凝器96係與除氣器30、輔助蒸汽源54、及鍋爐鼓加溫返回線90流體連通。以

此方式，冷凝器96可將鍋爐鼓加溫返回線90中的經萃取水供應至除氣器30及輔助蒸汽源54中之一或多者。此外，冷凝器96可將來自低壓區段110（一旦渦輪104起動且運行）之冷凝水供應至除氣器30及輔助蒸汽源54中之一或多者。

【0071】 圖3顯示冷凝液供應線116可與除氣器30及冷凝器96流體連通的實施例。以此方式，冷凝液供應線116可將由冷凝器96從鍋爐鼓加溫返回線90所接收之回收的經至少部分除氣的給水供應至除氣器30、以及來自低壓區段110（一旦渦輪104起動且運行）之冷凝水。在一個實施例中，冷凝液供應線116可包含冷凝液泵118，用以將來自冷凝器96之萃取的經至少部分除氣的水及冷凝水供應至除氣器30。

【0072】 在一個實施例中，如熟習此項技術者將理解，當渦輪104起動並運行時，從冷凝器96至除氣器30之水供應可在進入除氣器之前由低壓加熱器120預加熱。舉例而言，低壓加熱器120可接收由對應低壓排放線122攜載之來自渦輪的低壓區段110之排放蒸汽。以此方式，低壓加熱器120可使用沿著低壓排放線122所攜載之低壓排放蒸汽以加熱低壓加熱器120，使得可將熱施加至冷凝液供應線116中的水，使得水在除氣器30中的除氣之前預熱。

【0073】 如所屬技術領域中具有通常知識者可認清，可使用來自渦輪104之其他區段的排放以加熱系統180之其他組件，一旦渦輪起動並且運行。在一個實施例中，供應至次臨界蒸汽產生器182之節熱器24的經至少部分除氣的給水可藉由高壓加熱器124來加熱。在一個實施例中，高壓加熱器124可位於給水泵42之下游及節熱器24之上游的給水供應配管40周圍。高壓加熱器124可接收由對應中壓排放線126攜載之來自渦輪104的中壓區段108之排放蒸汽。以此方式，沿著中壓排氣線126所攜帶之排放蒸汽可加熱高壓加熱器124，使得可將熱

施加至給水供應配管40中之經至少部分除氣的給水，使得經除氣的給水在進入節熱器24之前預加熱。

【0074】　如上文所提及，冷凝器96可將鍋爐鼓加溫返回線90中的經萃取水及來自渦輪104的冷凝水供應至輔助蒸汽源54。在一個實施例中，鍋爐鼓加溫返回線冷凝液泵128可沿著鍋爐鼓加溫返回線90而將冷凝器96中的經萃取水及冷凝水中之一或多者轉送至輔助蒸汽源54。在此情況下，輔助蒸汽源54可使用由冷凝器96所提供之流體以產生蒸汽。如上文所提及，輔助蒸汽源54可經由除氣器加溫供應線隔離及控制閥總成（閥60、62、64）以沿著除氣器加溫供應線56將蒸汽引導至除氣器30，及/或經由鼓加溫供應線隔離及控制閥總成（閥66、68、70）以沿著鍋爐鼓加溫供應線58將蒸汽引導至噴嘴50。

【0075】　系統180可包括用以促進保溫及經至少部分除氣的水填充操作之額外組件，以便促進次臨界蒸汽產生器48之快速起動。舉例而言，如圖3所示，節熱器通氣閥130可經組態以在節熱器24之經至少部分除氣的水填充期間置換任何氧，或者經由節熱器通氣管線132以從節熱器24溢出過量的經至少部分除氣的水。在一個實施例中，節熱器通氣閥130及節熱器通氣管線132可與節熱器出口給水線52及噴氣50流體連通。以此方式，節熱器通氣閥130及節熱器通氣管線132可在節熱器24之經至少部分除氣的水填充期間置換任何氧，或者移除溢出節熱器24之任何過量的經至少部分除氣的給水。在實施例中，節熱器通氣閥130可用以預防由於水之流出而造成節熱器管中之真空。

【0076】　圖3顯示系統180可進一步包括鍋爐鼓通氣閥134，用以經由空氣釋放線136而從鍋爐鼓18釋放空氣。在一個實施例中，鍋爐鼓通氣閥134及空氣釋放線136可與鍋爐鼓18流體連通。在此情況下，鍋爐鼓通氣閥134可經組態以

經由空氣釋放線136而從鍋爐鼓18釋放空氣，在以經至少部分除氣的給水填充次臨界蒸汽產生器182期間。在實施例中，鍋爐鼓通氣閥134可用以預防由於水之流出而造成水冷壁管中之真空。

【0077】 如所屬技術領域中具有通常知識者可認清，系統180可進一步包括鍋爐排污閥138，用以經由排污排放線140而從鍋爐鼓18釋放非所要的沉積物。必須將非所要的沉積物（諸如例如鹽）移除自經至少部分除氣的給水，以便達成渦輪104所需的以及用於操作蒸汽產生器182所需的蒸汽純度之預定位準。在一個實施例中，鍋爐鼓排污閥138及排污排放線140係與鍋爐鼓18流體連通。在此情況下，鍋爐鼓排污閥138及排污排放線140可在次臨界蒸汽產生器182之填充期間排放鍋爐鼓18中之經至少部分除氣的給水中之非所要的沉積物。透過在水填充程序中早期在鍋爐周圍執行的除鹽程序連同藉由第二輔助加熱裝置55b（具體而言係噴嘴50）之給水的加熱以從經至少部分除氣的給水移除諸如鹽等非所要的沉積物係作用以促進各種實施例中所達到的快速起動。

【0078】 圖3亦顯示系統180可包括節熱器暖機輔助線142，用以加速在次臨界蒸汽產生器182的填充期間之經至少部分除氣的給水之加溫。在一個實施例中，節熱器暖機輔助線142可經由節熱器暖機輔助線控制閥144而與鍋爐鼓降流管20及節熱器24流體連通。以此方式，若判定該給水太冷，則節熱器暖機輔助線142及節熱器暖機輔助線控制閥144可用以再循環鍋爐鼓降流管20中之經至少部分除氣的給水來暖機該給水以及節熱器24。

【0079】 為了利用用於快速起動之系統180以促進次臨界蒸汽產生器182中之保溫及經至少部分除氣的水填充，而不會使臨界蒸汽產生組件經受易碎性條件及當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件，控制器72必須

與許多前述組件互動且管理該等組件，諸如例如閥、感測器、泵等。因此，控制器72可包括必要的電子設備、軟體、記憶體、儲存、資料庫、韌體、邏輯/狀態機器、微處理器、通訊鏈路、顯示器或其他視覺或聽覺使用者界面、列印裝置、及用以執行文中所描述之功能及/或用以達成文中所描述之結果的任何其他輸入/輸出界面，其可即時地完成。舉例而言，控制器72可包括至少一個處理器及系統記憶體/資料儲存結構，其可包括隨機存取記憶體(andom access memory, RAM)及唯讀記憶體(read-only memory, ROM)。控制器72的至少一個處理器可包括一或多個習知微處理器及一或多個附加的協同處理器（諸如數學協同處理器或類似者）。資料儲存結構可包括磁性、光學、及/或半導體記憶體的適當組合並可包括例如RAM、ROM、隨身碟、光學磁碟（諸如光碟）、及/或硬式磁碟或硬碟。

【0080】　此外，可從電腦可讀媒體將調適控制器72以實行本文所揭示之操作的軟體應用程式讀取到至少一處理器的主記憶體中。如本文中所使用，用語「電腦可讀媒體(computer-readable medium)」係指提供或參與提供指令給控制器72之至少一處理器（或本文所述之裝置的任何其他處理器）以供執行之任何媒體。此一媒體可採取許多形式，包括但不限於非揮發性媒體及揮發性媒體。非揮發性媒體包括例如光學、磁性、或光磁的磁碟，諸如記憶體。揮發性媒體包括動態隨機存取記憶體(dynamic random-access memory, DRAM)，其一般構成主記憶體。電腦可讀媒體的常見形式包括（例如）軟碟(floppy disk)、軟性磁碟(flexible disk)、硬碟、磁帶、任何其他磁性媒體、CD-ROM、DVD、任何其他光學媒體、RAM、PROM、EPROM或EEPROM（電子抹除式可程式化唯

讀記憶體）、FLASH-EEPROM、任何其他記憶體晶片或記憶卡匣、或任何其他電腦可自其讀取的媒體。

【0081】 雖然在實施例中，在該軟體應用程式中執行指令序列使至少一個處理器執行本文所述之方法/程序，但可使用硬佈線電路系統(hard-wired circuitry)取代或結合軟體指令，以執行本發明之方法/程序。因此，本發明之實施例不限於硬體及/或軟體的任何特定組合。

【0082】 如上文所提及，系統180之控制器72經組態以控制保溫及經至少部分除氣的水填充來無延遲地促進次臨界蒸汽產生器182之快速起動，使得蒸汽產生組件不會在易碎性條件或當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件中操作。

【0083】 若填充期間的水溫度低於某一臨限值，則鍋爐鼓18外部之溫度必須超過最小所需溫度，以保持遠離易碎區域且在無限制填充速率區域中。隨著給水的溫度在填充期間增加，鍋爐鼓18之溫度必須以逐漸速率增加，以保持遠離易碎區域且在無限制填充速率區域中。

【0084】 利用水填充溫度之於金屬表面溫度的已知溫度關係，控制器72可經組態以將次臨界蒸汽產生器48之經至少部分除氣的水填充及保溫控制至快速起動，其使應力臨界蒸汽產生組件遠離易碎性條件或當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件。圖4繪示使用系統180之次臨界蒸汽產生器182的起動序列。具體而言，圖4顯示描述與圖3中所描繪之系統180相關聯的準備操作以及作為用以控制該等操作來避免易碎性及過量熱應力條件之基礎的溫度關係之流程圖146。

【0085】 通常，此時之次臨界蒸汽產生器182係處於未點火狀態下之冷待機模式，使得蒸汽產生器幾乎在環境溫度下。舉例而言，若溫度接近冷凍，則在未點火狀態下之次臨界蒸汽產生器182中的填充水之溫度可在易碎區域內。由圖4之準備程序所實施之經至少部分除氣的水填充及保溫操作使次臨界蒸汽產生器182遠離易碎區域且在可允許熱應力區域內，隨著蒸汽產生器從未點火待機模式過渡至燒火模式。

【0086】 在圖4之流程圖146中所描繪的起動之操作開始於148，其中開始吹掃蒸汽至除氣器。具體而言，控制器72可調整除氣器加溫供應線隔離及控制閥總成蒸汽之閥(60, 62, 64)，以經由除氣器加溫供應線56而使來自輔助蒸汽源54之蒸汽經引導至除氣器30。

【0087】 為了以由輔助蒸汽源54所提供之蒸汽來補充除氣器30之加熱，開始冷凝液泵118於150。以此方式，冷凝液泵118將經由冷凝液供應線116以將來自冷凝器96之冷凝水供應至除氣器30。除氣器30之水位準可藉由在冷凝液泵118處洩漏冷凝水之供應來控制（洩漏未顯示）。

【0088】 除氣器30中所產生之經至少部分除氣的給水可引導至次臨界蒸汽產生器182之節熱器24，於152。具體而言，開始給水泵42，且在除氣器30中之經至少部分除氣的給水可經由給水供應配管40而供應至節熱器24。在此情況下，在節熱器24處，可係約21°C (70°F)之經至少部分除氣的給水將開始填充且加溫節熱器24。節熱器24之水位準可藉由在給水泵42處洩漏經至少部分除氣的給水之供應來控制（洩漏未顯示）。

【0089】 在節熱器24中之經至少部分除氣的給水之填充繼續，直到給水溢出節熱器24之頂部，如在154中所述。通常，節熱器24不被視為經受易碎性

條件及過量熱應力條件之應力臨界組件，且因此可以無限制填充速率將經至少部分除氣的給水填充在節熱器中。當經至少部分除氣的給水溢出節熱器24之頂部時，過量給水將經由節熱器通氣閥130而朝向節熱器通氣管線132流動。

【0090】　此時，次臨界蒸汽產生器182之蒸汽產生組件的金屬之溫度係相對冷的。為了使次臨界蒸汽產生器182以無限制填充速率且遠離易碎性條件來操作，必須維持介於鍋爐鼓18之外壁的溫度與填充水的溫度之間的合適溫度差異。結果，流程圖操作將加溫引導至次臨界蒸汽產生器182之蒸汽產生組件，諸如鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22及水冷壁管16。具體而言，來自輔助蒸汽源54之蒸汽係引導至噴嘴50，於156。在此情況下，控制器72可調整鼓加溫供應線隔離及控制閥總成之閥(66, 68, 70)，以經由鍋爐鼓加溫供應線58而使來自輔助蒸汽源54之蒸汽經引導至噴嘴50。

【0091】　為了確保次臨界蒸汽產生器182可以無限制填充速率操作，控制器72可根據預定的指定限制來控制應力臨界蒸汽產生組件（諸如鍋爐鼓18及水冷壁管16）之溫度，於158。舉例而言，控制器可經由噴嘴溫度感測器76以獲得來自噴嘴50之排放處的溫度、經由鍋爐鼓溫度感測器74以獲得鍋爐鼓18之外壁的溫度、及經由水冷壁溫度感測器78以獲得水冷壁管16的溫度。藉由得知介於填充水溫度與鍋爐鼓外表面溫度之間的可接受溫度差異，控制器72可接著藉由噴嘴50或任何其他類似的加熱元件來控制經至少部分除氣的給水之加溫，隨著該給水進入鍋爐鼓18，以便避免使應力臨界組件（諸如鍋爐鼓及水冷壁管16）經受太多應力。具體而言，控制器72可調節從輔助蒸汽源54所引導的蒸汽量以獲得所欲的溫度差異。

【0092】　流程圖146可繼續於160，其中已加溫之經至少部分除氣的給水從鍋爐鼓18通過以填充鍋爐鼓降流管20。如先前所提及，雖然圖3顯示鍋爐鼓降流管20為單一降流管，但應理解降流管可包括多於一個。無論如何，在鍋爐鼓降流管20之填充期間，控制器72可監測鍋爐鼓18之外壁的溫度，且若有必要，鼓加溫供應線隔離及控制閥總成之流控制閥70可經調節以達到所欲溫度。在鍋爐鼓降流管20之填充期間，次臨界蒸汽產生器182之水冷壁管16係經由水冷壁入口管集箱22而填充以已加溫之經至少部分除氣的給水，於162。

【0093】　經至少部分除氣的給水將最終填滿水冷壁管16及降流管20。接著，鍋爐鼓18中之水位準將上升，且將最終達到標稱位準，隨著水經由頂端配管26及鍋爐鼓加溫供應線58及節熱器出口給水線52而流回至鍋爐鼓中。控制器72可接著獲得鍋爐鼓18之外壁及水冷壁管16的溫度測量，以獲取有關其在填充程序中朝向使次臨界蒸汽產生器48就緒以開始燒火以供起燃有多遠的理解。一旦水冷壁管16之填充完成且鍋爐鼓18中之標稱水位準中已達到，則控制器72可以鍋爐鼓壓力感測器88監測鍋爐鼓18之壓力，且經由鍋爐鼓通氣閥134以限制從鍋爐鼓18至空氣釋放線136之空氣釋放。在一個實施例中，控制器72可監測鍋爐鼓壓力來以一方式控制，使得該壓力不超過輔助蒸汽熱源54之出口壓力的大約80%。此外，在此時間期間，來自已加溫之經至少部分除氣的給水之沉積物（諸如鹽）可經由鍋爐鼓排污閥138而移除自排污排放線140上之鍋爐鼓18，以達到離開鍋爐鼓18之蒸汽中的預定蒸汽純度。

【0094】　利用在節熱器24、鍋爐鼓18及水冷壁管16中之標稱位準的給水，可回收且再循環過量水（於164），假設該水被視為處於供回收及再循環之良好條件。否則，過量水將被排放排放線94或通過排污排放線140。無論如

何，將經由鍋爐鼓加溫返回線隔離及控制閥總成之鍋爐鼓加溫返回線90及閥(98, 100, 102)以將經回收且再循環的水引導至冷凝器96及輔助蒸汽源54。輔助蒸汽源54可使用回收水以產生蒸汽，其經由鍋爐鼓加溫供應線58而被引導至噴嘴50，於166。以此方式，噴嘴50將加溫進入鍋爐鼓18之經至少部分除氣的給水，且因此進一步加熱蒸汽產生組件，諸如鍋爐鼓18、鍋爐鼓降流管20、水冷壁入口管集箱22及水冷壁管16。具體而言，控制器72可獲得前述溫度及壓力測量以確保混合溫度與經指定的鍋爐鼓溫度限制相符。

【0095】 雖然提高混合溫度並與使其與經指定的鍋爐鼓溫度限制相符，但控制器72亦將控制混合溫度，以保持低於透過從鍋爐鼓壓力感測器88獲得之測得鍋爐鼓壓力所計算的飽和溫度。若水位準在標稱位準處穩定且判定在噴嘴50之出口處的排放溫度已達到從鍋爐鼓壓力所計算的飽和溫度，則控制器72可閉合鍋爐鼓通氣閥134。

【0096】 於168繼續進行給水之回收及再循環回至次臨界蒸汽產生器182中，直到在鍋爐鼓18及水冷壁管16處達到所欲溫度。一旦鍋爐鼓18及水冷壁管16已達到所欲溫度，則可移除對噴嘴50之控制且可開始起燃，於170。實質上，已達到起動條件，且因此可點燃次臨界蒸汽產生器182之燒火。

【0097】 利用起燃，鍋爐吹掃將開始。在鍋爐吹掃期間，控制器72將降低且最終關閉給水之回收及再循環，於172。具體而言，控制器72將調整閥(98, 100, 102)，使得沒有沿著鍋爐鼓加溫返回線90之流動。此外，在此時間期間，控制器72將降低且最終停止從輔助蒸汽源54至噴嘴之蒸汽供應，於174，與先前所達到或所欲的鍋爐鼓外壁溫度。具體而言，控制器72將調整閥(66, 68, 70)，使得沒有沿著鍋爐鼓加溫供應線58之流動。輔助蒸汽源54將繼續進行以沿

著除氣器加溫供應線56於176供應蒸汽至除氣器。以此方式，除氣器30可繼續進行以除氣且加溫給水至節熱器24。

【0098】 在鍋爐燒火期間，控制器72將監測由爐出口氣體溫度感測器80所獲得的爐氣體出口溫度，因為此時沒有離開次臨界蒸汽產生器182中之超加熱器及再加熱器的流動。若爐出口氣體低於預定溫度，則控制器72可允許水冷壁管16之溫度及鍋爐鼓壓力增加顯著的量，以允許待帶至超加熱器之蒸汽的排放，使得通至渦輪104，且具體而言，高壓區段106及中壓區段108之配管可加溫。在此情況下，可將蒸汽流引導至高壓區段106且帶回至再加熱器，以供隨後的流動至渦輪104之中壓區段108。起動程序現在完成且所有必要的是等待所有各種組件之金屬加熱，在允許蒸汽從次臨界蒸汽產生器182至渦輪104之前，於178。

【0099】 雖然出於易於解釋之目的，圖4所示之操作係描述為一系列動作。須理解及瞭解，與圖4相關聯之本標的創新不受動作的順序所限制，因為一些動作可據此以不同的順序發生及/或與來自本文所示及描述者的其他動作同時發生。例如，所屬技術領域中具有通常知識者將理解及瞭解，圖4所描繪之方法論或操作可替代地在諸如一狀態圖中表示為一系列之相關狀態或事件。此外，不需要所有經繪示動作以實施根據本創新的方法論。再者，當不同實體制定方法論的不同部分時，（多個）互動圖可代表根據本揭露之方法論或方法。又進一步，所揭示之實例方法的二或更多者可彼此組合實施，以完成本文所述之一或多個特徵或優點。

【0100】 雖然已相關於圖3中所描繪之系統180的前述組件來描述流程圖146，但應理解，可利用其他組態，其提供經至少部分除氣的填充及保溫以達

到次臨界蒸汽產生器之快速起動，而同時確保蒸汽產生組件不會經受易碎性條件及當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件。

【0101】 應理解，相關於圖3所示之次臨界蒸汽產生器182所描繪及描述的組態並未窮盡用於使次臨界蒸汽產生器就緒之所有可能系統且不意欲為限制性的。舉例而言，圖5顯示根據本發明之另一實施例的使用於快速起動之次臨界蒸汽產生器186就緒的系統184之示意圖。在此實施例中，系統184不含有如圖3之系統180中所利用的回收及再循環迴路。在此情況下，系統184將以與系統180類似的方式操作，除了從次臨界蒸汽產生器的給水之回收及再循環以外。

【0102】 如上文所提及，超臨界蒸汽產生器係另一類型的蒸汽產生器之實例，使得利用用於快速起動之經除氣且（預）加熱的水填充來使蒸汽產生器就緒之前述態樣具有可應用性。圖6顯示用於使用於快速起動之超臨界蒸汽產生器190就緒的系統188之示意圖，其包括高壓起動系統191及低壓起動系統193。替代鍋爐鼓，超臨界蒸汽產生器190使用一或多個分離器192（下文稱為「分離器192」）以將水冷壁管16中所產生的飽和水分離成水及蒸汽。分離器儲存槽(SST) 194儲存由分離器192所分離的水。經由最小節熱器流返回線196而與節熱器24流體連通的隔離及控制閥總成可將來自分離器儲存槽194的水供應至節熱器24。此隔離及控制閥總成可包括第一隔離閥198、第二隔離閥200、及設置在隔離閥198與200之間的最小節熱器流控制閥202。

【0103】 在一個實施例中，鍋爐水循環泵(BWCP) 204可經由由閥198、200、202形成的隔離及控制閥總成以及最小節熱器流返回線196而將來自分離器儲存槽194的水供應至節熱器24。此水及由除氣器30所提供之經至少部分除

氣的給水係由節熱器24加溫。經加溫的水及經至少部分除氣的給水係經由節熱器出口給水線52、一或多個降流管206（統稱為「降流管206」）及水冷壁入口管集箱22以從節熱器24通過而至水冷壁管16中。

【0104】 系統188亦可包括保溫態樣，其涉及萃取待供應至水冷壁管16之經除氣的給水且轉送經萃取給水以用於回收並再循環回至除氣器30及隨後至超臨界蒸汽產生器190之節熱器24、以及至輔助蒸汽源54以用於再加熱除氣器30。如圖6所示，鍋爐擴容器(boiler flash tank, BFT) 208可經由包括隔離閥210和高水位準控制閥212之隔離及控制閥總成以接收來自分離器儲存槽(SST) 194的水。在一個實施例中，來自鍋爐擴容器208的過量水可經由冷凝液返回線216而提供至擴容器疏水槽(FTDT) 214。鍋爐擴容器(BFT)可用作容器，其中任何壓力之蒸汽或水可在大氣壓力下膨脹至液體且形成冷凝液。鍋爐擴容器(BFT)亦可用以儲存來自SST之過量的水。

【0105】 如圖6所示，鍋爐冷凝液泵218可沿著冷凝液返回線216而將擴容器疏水槽214中之經萃取給水供應至冷凝器96。在一個實施例中，由第一隔離閥220、第二隔離閥222、及設置在隔離閥之間的控制閥224形成的隔離及控制閥總成可用以促進沿著冷凝液返回線216而從擴容器疏水槽214至冷凝器96之給水的萃取。冷凝器96可經由冷凝液泵118及低壓加熱器120或經由輔助蒸汽源54及除氣器加溫供應線56以將此經萃取給水供應回至除氣器30。

【0106】 若不希望將經除氣的給水使用於回收及再循環，則鍋爐擴容器208中之過量水可從超臨界蒸汽產生器190排放。舉例而言，在一個實施例中，可由控制器72引導過量水，以經由鍋爐擴容器疏水線226及一或多個鍋爐擴容器排放隔離閥228來排放水。

【0107】　作為一選項，圖6顯示其系統188可經由最小節熱器流返回線196以轉向其將被供應至節熱器24之來自分離器192的一些或全部水，以直接去至水冷壁入口管集箱22以供應至水冷壁管16。例如，最小水冷壁流返回線230可經由包括第一隔離閥232、第二隔離閥234、及與該等隔離閥流體連通之旁路流控制閥236的隔離及控制閥總成以將來自最小節熱器流返回線196之經轉向水提供至水冷壁入口管集箱22。藉由引入旁路線230，分離器192的暖機可透過以下方式來加速：使經加熱的液體直接通過至水冷壁而不損失熱且僅在臨界點之下操作水冷壁，藉此避免「無效」效應，即避免在選定管中的水蒸發掉。

【0108】　系統188可包括用以促進保溫及經至少部分除氣的水填充操作之額外組件，以便促進超臨界蒸汽產生器190之快速起動。例如，如圖6所示，水冷壁通氣閥238及水冷壁通器管線240可從水冷壁管之出口管集箱（亦即，爐頂端配管26）釋放空氣。水冷壁通氣閥238及水冷壁通氣管線240允許系統188在以經至少部分除氣的給水填充超臨界蒸汽產生器190期間從水冷壁管16釋放空氣。

【0109】　如上文所述之次臨界蒸汽產生器，與超臨界蒸汽產生器190相關聯的系統188可包括複數個輔助加熱裝置55（例如，55a-55d），用於加溫應力臨界蒸汽產生組件及/或（預）加熱經至少部分除氣的給水，其在水填充回路之填充期間流至或自該等組件。如圖6所示，例如，第一輔助加熱裝置55a可設置在一或多個水-蒸汽分離器192上。第二輔助加熱裝置55b可經組態以在分離器192之入口前（預）加熱由水冷壁所排放之經至少部分除氣的給水水。在一個實施例中，第二輔助加熱裝置55b可設置在水冷壁出口管集箱（例如，爐頂端配管26）周圍。第三輔助加熱裝置55c可經組態以提供熱至除氣器30，以將除

氣器保持在如由給水泵42所提供之質量流處的所需條件。第四輔助加熱裝置55d可設置在節熱器24周圍以保護節熱器免於冷凍。第一、第二、第三及第四輔助加熱裝置55可包括任何前述加熱裝置。

【0110】 利用使超臨界蒸汽產生器190就緒之系統188，可應用以下方法。舉例而言，在超臨界蒸汽產生器190之關閉期間，分離器192係保持以水填充且以氮圍包，及/或除氣器30係與第三輔助加熱裝置55c密封在一起，且節熱器24係與第四輔助加熱裝置55d密封在一起，使得當經密封水維持除氣時氣體擴散係限制於水-空氣界面。再者，分離器192及水冷壁出口管集箱透過第一輔助加熱裝置55a及第二輔助加熱裝置55b而保溫在其易碎性條件之上。

【0111】 在超臨界蒸汽產生器190的起動時，可將除氣器30加熱至操作條件，以在給水泵42起動且開始將給水提供至節熱器24之前至少部分地移除經溶解氣體。第二輔助加熱裝置55b可用於（預）加熱從冷水壁排放之經排放、經除氣的給水，在將該給水填充至分離器192中之前。進入分離器192之經（預）加熱水將填充分離器。此經（預）加熱水可用以沖洗在鍋爐再循環系統中的經污染水。當分離器192以經除氣的給水填充時，可開始質量流調控鍋爐再循環泵218以加熱水冷壁，早在爐12被吹掃以及輔助燃料燃燒器被點燃之前。

【0112】 在一個實施例中，以給水填充超臨界蒸汽產生器190、以第五輔助加熱裝置55b（預）加熱經至少部分除氣的給水、以第一輔助加熱裝置55a加溫分離器、及輔助燃料燃燒器係由控制器72基於有關蒸汽產生器及輔助加熱裝置55所獲得之溫度測量來控制。在此情況下，控制器72可控制該分離器給水之入口溫度及該水冷壁之出口溫度，以一安全溫度升高速率及如該分離器192、該水冷壁入口管集箱22、或該等水冷壁管16等組件之溫度差異。隨著將厚壁組

件保溫在可延展條件，允許如水冷壁等薄壁組件之安全溫度升高速率在短時間內將所有組件帶至可延展條件。使所有組件在可延展條件中，該等厚壁組件將限制安全溫度升高速率。

【0113】 超臨界蒸汽產生器190之上述方法可實施以在產生器的起動操作期間操作。通常，在冷起動條件下之超臨界蒸汽產生器190的起動操作可描述如下。在超臨界蒸汽產生器190的起燃之前，完成以下驗證步驟：

- 除氣器30係操作的且在預定溫度下之經除氣的給水在其中係可用的。
- 已檢查鍋爐水再循環泵(BWCP) 204，隔離閥198、200係打開的，且所有泵儀器可供使用。
- 超臨界蒸汽產生器起動系統閥就緒用於操作(202, 212)，其中隔離閥198、200、及210打開。已檢查使用HWL閥212之SST 194位準控制且可用供使用。
- 包含鍋爐擴容器(BFT) 208、擴容器疏水槽(FTDT) 214、及（多個）疏水轉移泵218之起動系統疏水轉移系統。
- 輔助蒸汽54可得自另一操作鍋爐或共同系統，用於供應除氣器30、及給水槽。
- 用於測量爐氣體出口溫度之溫度探針80或其他裝置係依工作順序且可供使用。

【0114】 針對超臨界蒸汽產生器之溫水填充，整個節熱器24、水冷壁管16、及分離器192必須以溫除氣水（例如104°C (219°F)）且不含空氣來填充。為確保水系統不含空氣，可進行以下程序：

- 節熱器通氣閥130及水冷壁通氣閥238係打開的。

- 鍋爐給水泵(BFP) 42係根據預定的饋送泵操作程序而以最小設定及流開始。
- 介於擴容器疏水槽(FTDT) 214與冷凝器96之間的（多個）疏水轉移泵被切換至起動位置之自動控制。
- 若鍋爐之水系統係空的（節熱器、爐壁、分離器），則該系統將以大約10% BMCR給水流（BMCR =鍋爐最大能力評等）填充。給水流較佳地使用具有10% BMCR之設定點的自動給水控制來控制。
- 一旦清澈的水蒸汽排放或者位準聚積在分離器儲存槽(SST) 194中，便閉合節熱器通氣閥130及水冷壁通氣閥238。
- 當SST 194中之位準達到高水位準設定點時，HWL閥212將開始打開。增加鍋爐給水流至等同30% BMCR給水流且確保HWL閥212達到>30%打開超過二分鐘。水系統被視為完整的，當：

  a. SST水位準維持穩定2分鐘，以30% BMCR給水流之給水流；且

  b. HWL閥212已主動限制SST 194位準在高於2分鐘期間。
- 在填充水系統之後，可將給水流至鍋爐降低至0%（BFP 42可保持在最小流再循環上，再循環線未顯示）。在鍋爐填充期間，必須維持除氣器30中之水位準及104°C (219°F)之水溫度。

【0115】 在超臨界蒸汽產生器190之一個實施例中，可發生用於清理階段之預鍋爐水再循環。用於清理階段之預鍋爐水再循環涉及進行以下程序：

- 當在除氣器30及高壓加熱器124之出口處的給水品質不在所需限制內（基於樣本分析）時，預鍋爐清理再循環係必要的。
- 在此時間期間，維持10% BMCR給水流或更多之恆定給水流量。

- 以來自輔助蒸汽源54之輔助蒸汽加壓除氣器30，建立冷凝器真空，並將冷凝液磨光器（未顯示於圖式中）投入使用。
- 水通過整個預鍋爐系統而循環，從冷凝器96熱井通過最後高壓加熱器124，包括冷凝液磨光器（此處未顯示），並經由專用再循環線（此處未顯示）而返回至冷凝器。
- 再循環繼續進行直到水品質在指定限制內，基於在除氣器30及高壓加熱器124處取得的樣本。

【0116】 在超臨界蒸汽產生器190之一個實施例中，可發生用於清理階段之經由鍋爐的水再循環。用於清理階段之經由鍋爐的水再循環涉及進行以下程序：

- 當SST 194之出口處的給水品質不在所需限制內（基於樣本分析）時，需要經由鍋爐的給水清理再循環。
- 在高壓加熱器124出口處已滿足控制限制之後，閉合預鍋爐再循環控制閥，且建立通過節熱器24、水冷壁（蒸發器）、分離器192、及SST 194之流，並從鍋爐排放通過HWL 212而至鍋爐擴容器208、擴容器疏水槽214和冷凝液疏水泵218以及隔離及控制閥總成（閥220、222、224）回至冷凝器96。
- 水流循環繼續進行通過整個冷凝液系統，包括冷凝液磨光器（此處未顯示）、給水系統及鍋爐水系統以移除雜質。
- 在此時間期間，維持10% BMCR給水流或更多之恆定給水流量。
- 再循環繼續進行直到水品質在指定限制內，基於在SST 194排放處取得的樣本。

【0117】 在超臨界蒸汽產生器190之一個實施例中，可發生鍋爐再循環泵階段的開始。鍋爐再循環泵階段的開始涉及進行以下程序：

- 假設已完成以下製備工作：
  a. 給水品質在指定限制內。
  b. 給水流設定點在10% BMCR給水流處。
  c. SST 194水位準穩定以HWL閥212在穩定開口處。
  d. 隔離閥198及排放閥200係打開的。
- 將最小節熱器流控制閥(MEFCV) 202設定在最小（泵開始）位置處，選擇MEFCV至自動，及透過泵操作指令而開始BWCP 204。
- 一旦BWCP 204運行中，SST 194位準將隨著填充上回路而減少。維持10% BMCR鍋爐給水流直到SST 194位準顯示持續的增加。監測MEFCV 202自動動作以建立在標稱流設定點之節熱器入口流（大約35% BMCR流）。隨著SST 194位準達到正常操作設定點，將通至鍋爐之給水流減至零且選擇自動。
- 以BWCP 204操作中，通過節熱器24及水冷壁管16之流實質上增加。此時，可重新檢查在分離器192處之水品質。若需要，繼續經由包括磨光廠之清理迴路以循環水，直到在初始燒火之前在分離器192出口處滿足控制限制。

【0118】 超臨界蒸汽產生器190此時通常就緒用於起燃。然而，為了確保在起動期間之最大安全裕度，應維持全負載氣流之至少30%以產生以下初始燒火預防條件：

- 富含空氣的爐大氣。此預防在燃料引入至爐之後由於不良或延遲點燃所致的爆炸混合物之累積。
- 通過空氣加熱器之高過量空氣。此最小化由於空氣加熱器轉子攜帶之惰性氣體所致的燃燒空氣之稀釋。

【0119】 超臨界蒸汽產生器190通常將使用HP及LP旁路系統（未圖示）而自渦輪起動解耦，其提供通過超加熱器之蒸汽流路徑，至再加熱器、及至冷凝器96。此提供用於調整蒸汽溫度以匹配起動時之渦輪需求的額外彈性。用於控制蒸汽溫度之主要方法將係燒火速率及氣流調整。

【0120】 隨著前述程序之完成，超臨界蒸汽產生器190使起燃就緒。超臨界蒸汽產生器190之起燃可包括以下操作：

- 開始空氣加熱器（此處未顯示）。
- 開始第一氣流群組（此處未顯示）。
- 開始第二氣流群組（此處未顯示）。
- 調整風扇以允許預定量的吹掃氣流及預定量的爐通風。
- 檢查所有其他吹掃許可皆滿足。
- 將溫度探針80（例如，熱探針）投入使用以測量爐出口氣體溫度。
- 爐壓控制係自動的。
- 單位氣流係在自動維持30%之最小單位氣流。
- 起動系統（BWCP 204及MEFCV閥202）係在自動維持水冷壁流於最小流設定點。
- 起始爐吹掃。

- 在吹掃循環之完成後，檢查所有燒火先決條件皆滿足，包括以下控制設定：

  a. 鍋爐給水控制設定點係維持在5%至10% BMCR流，以HWL閥212作用且限制SST 194位準來連續地吹掃在起動期間可能集中在分離器儲存槽194中之固體，且藉此連續地清潔爐壁中之流體。若水品質已確認，則此設定點可減至零以減少水損失。

  b. SST 194位準控制係自動（給水流係控制SST 194位準於正常設定點），且（多個）HWL閥212均係自動。

- 當起燃第一高度的氣體或任何其他起動燃料時，將風箱中之次要空氣風門選擇為輔助空氣或燃料空氣控制，自動地基於使用中燃料，且係自動地定位。一旦建立主要燃料之點燃，便正比於燃料高度燒火速率來打開燃料-空氣風門。
- 將高壓旁路閥置於自動操作。
- 將低壓旁路閥置於操作。
- 開始一個密封空氣風扇。
- 打開在各粉碎機上之個別密封空氣閥。
- 當通至粉碎機下方壓差之密封空氣足夠時，則打開空氣閘以提供通過粉碎機之吹掃空氣流路徑。
- 開始用於粉碎機空氣流之至少一個風扇。當請求開始（多個）風扇時，粉碎機冷空氣風門將定位至5%打開。

- 在開始（多個）風扇之後，打開風扇出口風門。藉由手動調整風扇流控制裝置以將主要熱空氣導管壓力向上帶至設定點。接著，轉移至自動控制。

【0121】 雖然將用於超臨界蒸汽產生器190之上述程序的操作描述為一系列動作。須理解及瞭解，與此等操作相關聯之本標的創新不受動作的順序所限制，因為一些動作可據此以不同的順序發生及/或與來自本文所描述者的其他動作同時發生。舉例而言，所屬技術領域中具有通常知識者將理解及瞭解，超臨界蒸汽產生器190之方法論或操作可替代地表示為一系列之相關狀態或事件。此外，不需要所有動作以實施根據各種實施例之本創新的方法論。又進一步，所揭示之實例方法的二或更多者可彼此組合實施，以完成本文所述之一或多個特徵或優點。

【0122】 從本文所呈現之說明實施例的描述，應顯而易見的是，本標的揭示闡述一種有效解決方案，用於達到次臨界蒸汽產生器及超臨界蒸汽產生器之快速起動，其提供經至少部分除氣的水填充連同保溫，而同時確保蒸汽產生組件不會經受易碎性條件及當蒸汽產生器起燃時可導致過量熱應力的其他不利條件，在處於未點火待機操作模式之後。實施例描述許多新穎及獨特的特徵。此等特徵包括但不限於：在最大水冷壁填充溫度下保持蒸汽產生器高於易碎性條件、除氣器之就緒、蒸汽產生器填充之開始、在蒸汽產生器之最大應力臨界組件上游的填充水之加熱、透過閉合迴路耦接之連續加溫流、在蒸汽產生器之高壓超加熱器區段中的經截留空氣之早期燒火及蒸汽吹出、透過排放之給水中的沉積物（例如鹽）含量之早期減少、及通過高壓渦輪區段旁路系統之輔助蒸汽的取代。

【0123】 此等特徵為本發明之各種實施例提供了許多技術及商業優點。舉例而言，將存在次臨界蒸汽產生器及超臨界蒸汽產生器之應力受限的起動。此包括用以克服可能對蒸汽產生器（例如，次臨界蒸汽產生器或超臨界蒸汽產生器）之蒸汽產生組件的應力臨界組件造成問題之易碎性條件的最小等待時間，隨著蒸汽產生器從待機、未點火操作模式過渡至燒火操作模式。低的可能輔助燃料消耗及增加的壽命使用係與應力受限的起動相關聯。各種實施例之其他優點可包括較早的蒸汽渦輪釋放，及因此較少的起動燃料消耗。針對不具有旁路的渦輪系統，將有減少的沉澱物/維修。

【0124】 本揭露之說明實施例的上文描述（包括在摘要中所描述者）不意欲係全面性的、或將所揭示之實施例限制成所揭示之精確形式。儘管本文中描述之具體實施例及實例係出於說明性目的，但，如所屬技術領域中具有通常知識者可意識到，被視為在此類實施例及實例之範疇內的各種修改例係可能的。例如，即使未描述於本揭露中或未描繪於圖式中，來自不同實施例的部件、組件、步驟、及態樣可在其他實施例中組合或適合在其他實施例中使用。因此，由於可對上述發明進行某些改變，而不背離本文中所涉及的本發明之精神及範圍，因此所意欲的是，顯示於隨附圖式中上述描述之全部標的，應僅被解讀為繪示本文中之本發明概念的實例，且不應作為對本發明之限制。

【0125】 就此而言，儘管所揭示之標的已針對各種實施例及對應的圖式描述，但在可應用的情況下，應理解可使用其他類似的實施例，或者可對所描述之實施例作出修改例及添加例，以用於執行所揭示之標的之相同、類似、替代或替換功能，而不自其背離。因此，所揭示之標的不應受本文所述之任何單一實施例限制，而是應根據下文隨附申請專利範圍之幅度及範疇解讀。例如，

對於本發明之「一個實施例(one embodiment)」的參照並非意圖被解讀為排除亦合併所引述之特徵的額外實施例之存在。

【0126】 在隨附申請專利範圍中，用語「包括(including)」及「其中(in which)」係用來作為相對用語「包含(comprising)」與「其中(comprise)」之簡明英語(plain-English)等效詞。此外，在下列申請專利範圍中，用語諸如「第一(first)」、「第二(second)」、「第三(third)」、「上(upper)」、「下(lower)」、「底部(bottom)」、「頂部(top)」等僅用作標示，且並非意欲對其等客體賦予數字或位置要求。用語「實質上(substantially)」、「大致上(generally)」、及「約(about)」指示相對於適用於達成組件或總成之功能性目的之理想所欲條件，而在可合理達成的製造及組裝公差內之條件。再者，下列申請專利範圍的限制並非以手段加上功能形式書寫且不意欲被如此解讀，除非以及直到此類申請專利範圍限制明確使用用語「用於…的手段(means for)」接著為功能之敘述而無進一步結構。

【0127】 已於上文描述者係包括說明所揭示之標的之系統及方法的實例。當然，不可能在此處描述組件或方法論的每一組合。所屬技術領域中具有通常知識者可意識到，所主張之標的的許多進一步組合及排列組合係可能的。再者，在用語「包括(include)」、「具有(has)」、「擁有(possess)」、及類似者用於實施方式、申請專利範圍、附錄、及圖式中的情況下，此類用語係意欲以類似於用語「包含(comprising)」如在申請專利範圍中採用「包含」作為一過渡詞時所解釋之方式而為包含性。亦即，除非有明確相反說明，否則「包含(comprising)」、「包括(including)」、或「具有(having)」具有一特定性質的一元件或複數個元件之實施例，可包括不具有彼性質的額外此類元件。此外，如

本說明書及附屬圖式中所用之物品「一(a)」及「一(an)」大致上應被解讀為意指「一或多個(one or more)」，除非另外指定或由上下文澄清係關於一單數形式。

【0128】 此書面描述使用實例來揭示本發明之數個實施例（包括最佳模式），並亦使所屬技術領域中具有通常知識者能夠實施本發明之實施例，包括製造及使用任何裝置或系統及執行任何合併的方法。本發明之可專利範圍係由申請專利範圍所定義，且可包括所屬技術領域中具有通常知識者設想到的其他實例。若此類其他實例不具有不同於申請專利範圍之字面用語的結構元件，或若此類其他實例包括與申請專利範圍之字面用語無實質差異的等效結構元件，則其等係意欲位在申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

【0129】

10:次臨界蒸汽產生器

12:爐

14:混合物

16:爐水冷壁管

18:鍋爐鼓

20:鍋爐鼓降流管

22:入口管集箱

24:節熱器

26:爐頂端配管

28:節熱器出口給水配管

30:除氣器加熱系統

32:儲槽

34:冷凝液泵

36:冷凝液配管

38:輔助蒸汽源

40:給水供給配管

42:給水泵

44:鍋爐鼓中心線

46, 180, 184, 188:系統

48, 182, 186, 190:蒸汽產生器

50:噴嘴

52:節熱器出口給水配管

54:輔助蒸汽源

55a-e:輔助加熱裝置

56:除氣器加溫供應線

58:鍋爐鼓加溫供應線

60:第一隔離閥

62:第二隔離閥

64:流控制閥

66:第一隔離閥

68:第二隔離閥

70:流控制閥

72:控制器

74:鍋爐鼓溫度感測器

76:噴嘴溫度感測器

78:水冷壁溫度感測器

80:爐出口氣體溫度感測器

82:氣流溫度感測器

84:煙道氣導管

88:鍋爐鼓壓力感測器

90:返回線

92:隔離閥

94:排放線

96:冷凝器

98:第一隔離閥

100:第二隔離閥

102:流控制閥

104:渦輪

106:高壓區段

108:中壓區段

110:低壓區段

112:入口停止閥

114:入口停止閥

116:冷凝液供應線

118:冷凝液泵

120:低壓加熱器

122:低壓排放線

124:高壓加熱器

126:中壓排放線

128:鍋爐鼓加溫返回線冷凝液泵

130:節熱器通氣閥

132:節熱器通氣管線

134:鍋爐鼓通氣閥

136:空氣釋放線

138:鍋爐排污閥

140:排污排放線

142節熱器加溫輔助線:

144:節熱器加溫輔助線控制閥

146:流程圖

191:高壓起動系統

192:分離器

193:低壓起動系統

194:分離器儲存槽(SST)

196:最小節熱器流返回線

198:第一隔離閥

200:第二隔離閥

202:最小節熱器流控制閥

204:鍋爐水循環泵(BWCP)

206:降流管

208:鍋爐擴容器

210:隔離閥

212:高水位準控制閥

214:擴容器疏水槽(FTDT)

216:冷凝液返回線

218:鍋爐冷凝液疏水泵

220:第一隔離閥

222:第二隔離閥

224:控制閥

226:鍋爐擴容器疏水線

228:鍋爐擴容器排放隔離閥

230:最小水冷壁流返回線

232:第一隔離閥

234:第二隔離閥

236:旁路流控制閥

238:水冷壁通氣閥

240:水冷壁通器管線

# 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於使一蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)就緒之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)包含：

- 至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，
- 一節熱器(24)，
- 一輔助燃料燃燒器，其用於使用輔助燃料使該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)暖機，
- 一水冷壁入口管集箱(22)，及
- 一爐(12)，其中該爐(12)包括水冷壁管(16)，且

其中該等水冷壁管(16)利用爐頂端配管(26)而連接至該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，且

其中該系統(46, 180, 184, 188)包含：

- 一第一輔助加熱裝置(55a)，其設置在該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)上以用於加熱該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，及/或
- 一第二輔助加熱裝置(55b)，其至少設置在該爐頂端配管(26)之一部分上以用於加熱該爐頂端配管(26)，且

其中該系統(46, 180, 184, 188)進一步包含：

- 一控制器(72)，其用於控制該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)及該等輔助加熱裝置(55)，及
- 一測量系統，其包括用於提供壓力及/或溫度測量之壓力及/或溫度感測器，其中該測量系統經組態以提供該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)

之壓力及/或溫度測量以及用於使該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)就緒的該系統(46, 180, 184, 188)之壓力及/或溫度測量至該控制器(72)。

【請求項2】 如請求項1之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)進一步包含：

- 一加熱系統(30)，其用於提供經至少部分除氣的水至該節熱器(24)，及
- 一冷凝器(96)，其利用用於提供冷凝液至該加熱系統(30)之一冷凝液供應線(116)而連接至該加熱系統(30)，

其中該加熱系統(30)利用給水供應配管(40)而連接至該節熱器(24)。

【請求項3】 如請求項2之系統(46, 180, 184, 188)，其中該加熱系統(30)係一除氣器(30)，其用於提供經至少部分除氣的水，其中該系統(46, 180, 184, 188)進一步包括：

- 一第三輔助加熱裝置(55c)，其設置在該除氣器(30)上以用於加熱該除氣器(30)，及/或
- 一第四輔助加熱裝置(55d)，其設置在該節熱器(24)上以用於加熱該節熱器(24)。

【請求項4】 如請求項3之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)進一步包括：

- 至少一個輔助加熱源(54)，其利用一除氣器加溫供應線(56)而連接至該除氣器(30)，

且其中該至少一個輔助加熱源(54)包含一蒸汽源。

【請求項5】 如請求項4之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)進一步包含：

- 一蒸汽渦輪(104)，其包含至少一個低壓區段(110)，

其中該冷凝器(96)與該至少一輔助熱源(54)連接，

其中該冷凝器(96)與該至少一個低壓區段(110)連接，以用於冷凝來自該至少一個低壓區段(110)之該蒸汽排放，以獲得該冷凝液，且

其中該至少一個低壓區段(110)與設置在該冷凝液供應線(116)上之至少一個低壓加熱器(120)連接，以用於加熱該冷凝液供應線(116)中的水。

【請求項6】 如請求項5之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽渦輪(104)進一步包含：

- 至少一個中壓區段(108)，

其中該至少一個中壓區段(108)與設置在該給水供應配管(40)上之至少一個高壓加熱器(124)連接，以用於加熱該給水供應配管(40)中的水。

【請求項7】 如請求項4至6中任一項之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽產生器(48, 182, 190)係一次臨界蒸汽產生器(48, 182, 186)，且該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)係一鍋爐鼓(18)，且其中該蒸汽產生器(48, 182, 186)進一步包含：

- 一節熱器出口給水線(52)，其連接該節熱器(24)與該鍋爐鼓(18)，及
- 至少一個降流管(20)，其連接該鍋爐鼓(18)與該水冷壁入口管集箱(22)，且

其中該系統(46, 180, 184)包含：

- 一第五輔助加熱裝置(55e)，其至少設置在該節熱器出口給水線(52)之一部分上以用於加熱該節熱器出口給水線(52)。

【請求項8】 如請求項7之系統(46, 180, 184)，其中該第五輔助加熱裝置(55e)係一噴嘴(50)，且其中該噴嘴(50)係藉由一鍋爐鼓加溫供應線(58)而與該至少一個輔助熱源(54)連接。

【請求項9】 如請求項7至8中任一項之系統(46, 180, 184)，

其中該水冷壁入口管集箱(22)利用至少一個降流管(20)與該至少一個水-蒸汽分離器(18)連接，且

其中該系統(46, 180, 184)包含：

- 一鍋爐鼓加溫返回線(90)，其連接該至少一個降流管(20)與該冷凝器(96)及/或連接該水冷壁入口管集箱(22)與該冷凝器(96)，及/或
- 一節熱器暖機輔助線(142)，其連接該至少一個降流管(20)與該節熱器(24)。

【請求項10】如請求項2至6中任一項之系統(46, 180, 184, 188)，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)係一超臨界蒸汽產生器(190)，且其中該至少一個水-蒸汽分離器(192)包括：

- 一分離器儲存槽(194)，其連接在該至少一個水-蒸汽分離器(192)之該出口處，

且其中該系統(188)進一步包含：

- 一最小節熱器流返回線(196)，其連接該分離器儲存槽(194)與該節熱器(24)，及/或
- 一冷凝液返回線(216)，其連接該分離器儲存槽(194)與該冷凝器(96)。

【請求項11】如請求項10之系統(188)，其中該冷凝液返回線(216)包括：

- 一鍋爐擴容器(208)，其用於在將來自該分離器儲存槽(194)的水傳輸至該冷凝器(96)之前接收該水，及/或

其中該最小節熱器流返回線(196)包括：

- 一最小水冷壁流返回線(230)，其連接該最小節熱器流返回線(196)與該水冷壁入口管集箱(22)。

【請求項12】一種保養一蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之方法，其中該方法包括將如請求項1至11中任一項之用於使該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)就緒之系統(46, 180, 184, 188)安裝在該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)上。

【請求項13】一種操作一蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之方法，

其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)包括：

- 至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，
- 一節熱器(24)，
- 一輔助燃料燃燒器，其用於使用輔助燃料使該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)暖機，
- 一水冷壁入口管集箱(22)，
- 一除氣器(30)，其連接至該節熱器(24)以用於提供經至少部分除氣的水至該節熱器(24)，及
- 一爐(12)，其中該爐(12)包括水冷壁管(16)，且

其中該等水冷壁管(16)利用爐頂端配管(26)而連接至該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，且

其中該方法包括：

- 安裝如請求項 12 之用於使該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)就緒之系統，且其中該系統(46, 180, 184, 188)包含：
  - 一第一輔助加熱裝置(55a)，其設置在該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)上以用於加熱該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，
  - 一第二輔助加熱裝置(55b)，其至少設置在該爐頂端配管(26)之一部分上以用於加熱該爐頂端配管(26)，
  - 一第三輔助加熱裝置(55c)，其設置在該除氣器(30)上以用於加熱該除氣器(30)，
  - 一第四輔助加熱裝置(55d)，其設置在該節熱器(24)上以用於加熱該節熱器(24)，
  - 一控制器(72)，其用於控制該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)及該等輔助加熱裝置(55)，及
  - 一測量系統，其包括壓力及/或溫度感測器，其中該測量系統提供該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之壓力及溫度測量以及用於使該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)就緒的該系統(46, 180, 184, 188)之溫度測量至該控制器(72)，及
- 起動該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)及/或關閉該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)，

其中起動該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之該步驟包括以下子步驟：

- 使用該第一輔助加熱裝置(55b)、該第二輔助加熱裝置(55b)、該第三輔助加熱裝置(55c)、該第三輔助加熱裝置(55c)、及該第四輔助加熱裝置(55d)之至少一者以開始加熱該蒸汽產生器(48,

182, 186, 190)，而同時通過該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)再循環該水，及

其中關閉該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之該步驟包括：

- 保持該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)以水填充且以氮圍包該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)，或保持該除氣器(30)與該第三輔助加熱裝置(55c)密封在一起，
- 保持該節熱器(24)與該第四輔助加熱裝置(55d)密封在一起，
- 將該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)與該第一輔助加熱裝置(55a)保持至少在製造該至少一個水-蒸汽分離器(18, 192)之材料不再易碎的溫度，及
- 將該爐頂端配管(26)與該第二輔助加熱裝置(55b)保持至少在製造該爐頂端配管(26)之材料不再易碎的溫度，且

其中保持該除氣器(30)及該節熱器(24)密封包括限制氣體擴散至儲存在該除氣器(30)及該節熱器(24)中之該水中。

【請求項14】如請求項13的操作該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之方法，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)係一次臨界蒸汽產生器(48, 182, 186)，且該至少一個水-蒸汽分離器(192)係一鍋爐鼓(18)，且其中該蒸汽產生器(190)進一步包含：

- 一節熱器出口給水線(52)，其連接該節熱器(24)與該鍋爐鼓(18)，
- 至少一個輔助加熱源(54)，其利用一除氣器加溫供應線(56)而連接至該除氣器(30)，

- 至少一個降流管(20)，其連接該鍋爐鼓(18)與該水冷壁入口管集箱(22)，
- 一冷凝器(96)，其利用用於提供冷凝液至該加熱系統(30)之一冷凝液供應線(116)而連接至該加熱系統(30)，且

其中該冷凝器(96)與該至少一個輔助熱源(54)連接，且

其中該加熱系統(30)利用給水供應配管(40)連接至該節熱器(24)，其中該至少一個輔助加熱源(54)包含一蒸汽源，且

其中該系統(188)進一步包含：

- 一第五輔助加熱裝置(55e)，其至少設置在該節熱器出口給水線(52)之一部分上以用於加熱該節熱器出口給水線(52)，及
- 一鍋爐鼓加溫返回線(90)，其連接該至少一個降流管(20)與該冷凝器(96)及/或連接該水冷壁入口管集箱(22)與該冷凝器(96)，且

其中該第五輔助加熱裝置(55e)利用一鍋爐鼓加溫供應線(58)而連接至該至少一個輔助加熱源(54)，且

其中起動該蒸汽產生器(190)之該步驟進一步包括：

- 利用該第五輔助加熱裝置(55e)加熱該節熱器出口給水線(52)中的水，

其中再循環該水之該子步驟包括使用該鍋爐鼓加溫返回線(90)、該冷凝液供應線(116)、及該給水供應配管(40)在該鍋爐鼓(18)、該除氣器(30)、與該節熱器(24)之間再循環。

【請求項15】如請求項13的操作該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)之方法，其中該蒸汽產生器(48, 182, 186, 190)係一超臨界蒸汽產生器(190)，且

且其中該至少一個水-蒸汽分離器(192)包括：

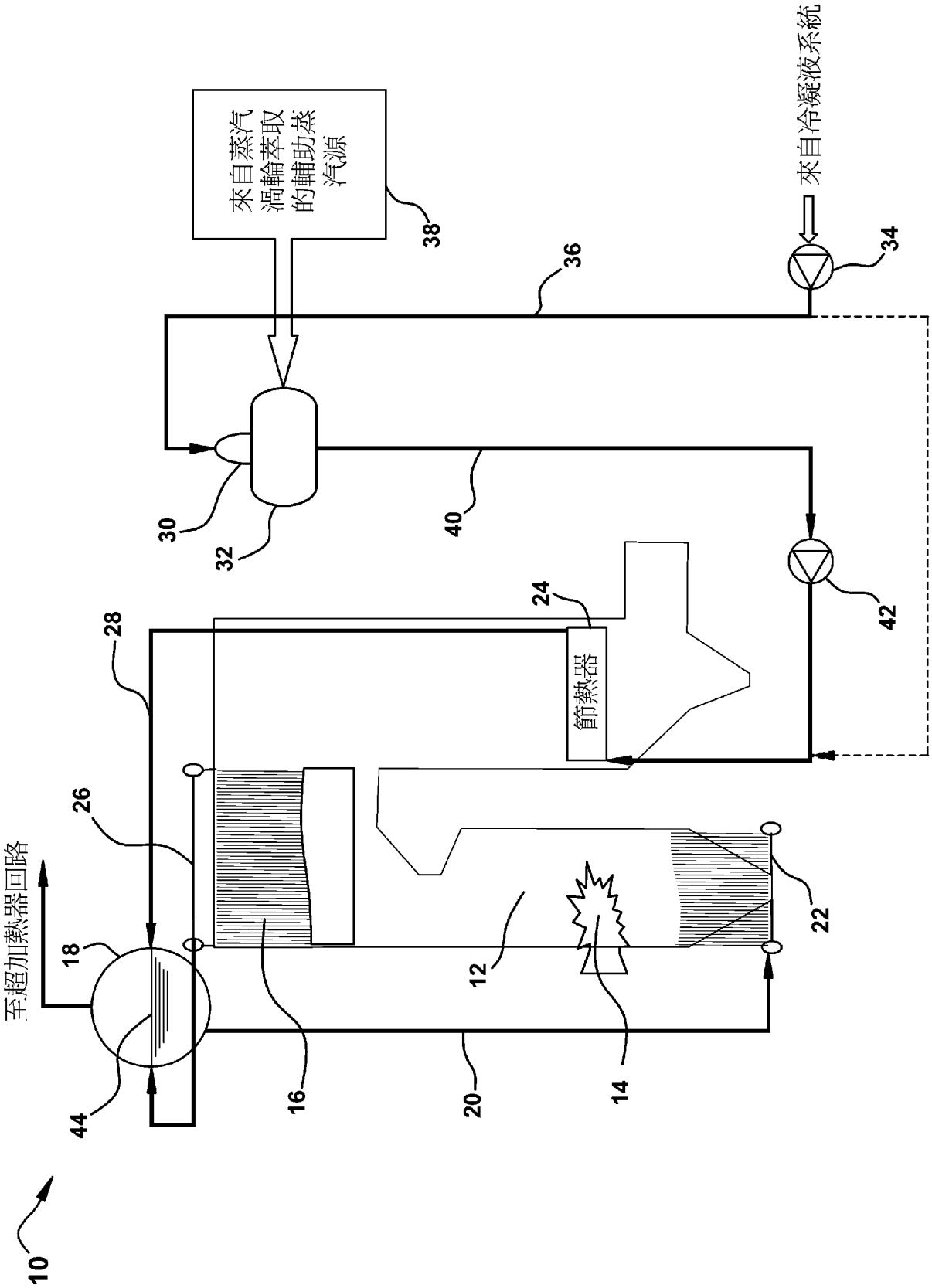
- 一分離器儲存槽(194)，其連接在該至少一個水-蒸汽分離器(192)之該出口處，

且其中該系統(188)進一步包含：

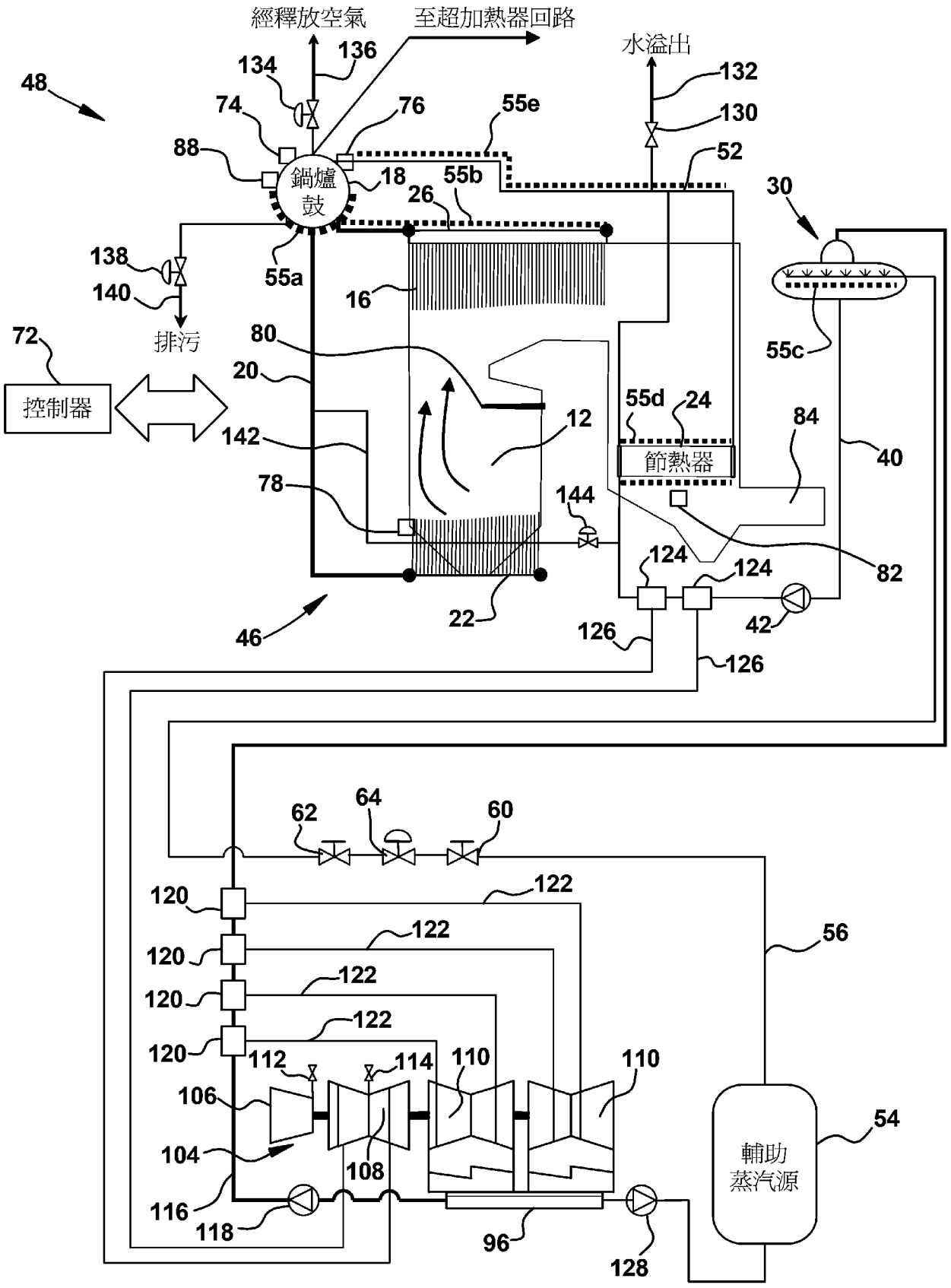
- 一最小節熱器流返回線(196)，其連接該分離器儲存槽(194)與該節熱器(24)，

其中再循環該水之該子步驟包括使用該最小節熱器流返回線(196)在該至少一個水-蒸汽分離器(192)、該分離器儲存槽(194)、與該節熱器(24)之間再循環該水。

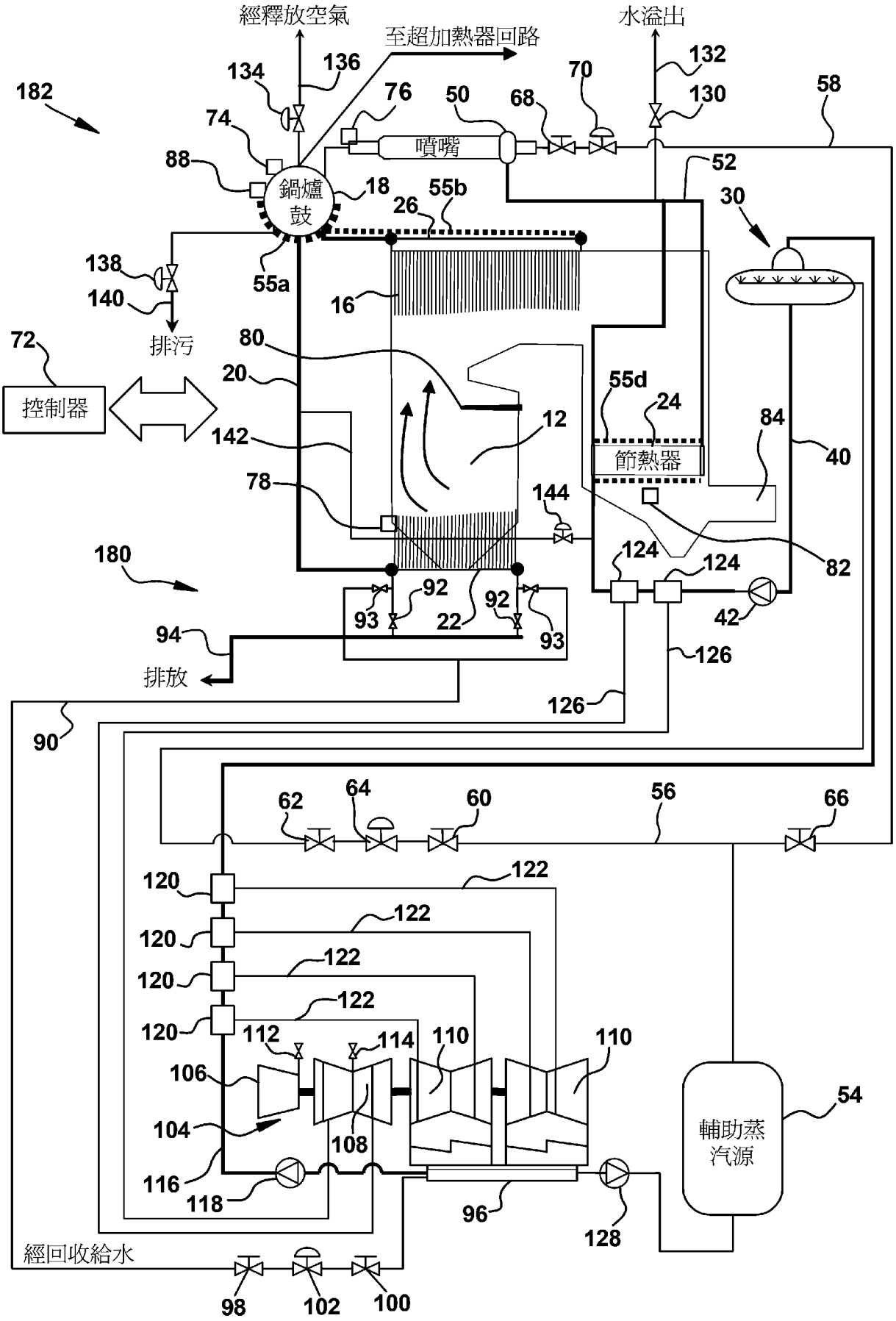
# 【發明圖式】


來自蒸汽渦輪萃取的輔助蒸汽源
38
來自冷凝液系統
34
36
30
32
40
42
24
28
節熱器
26
至超加熱器回路
18
12
22
16
20
14
44
10

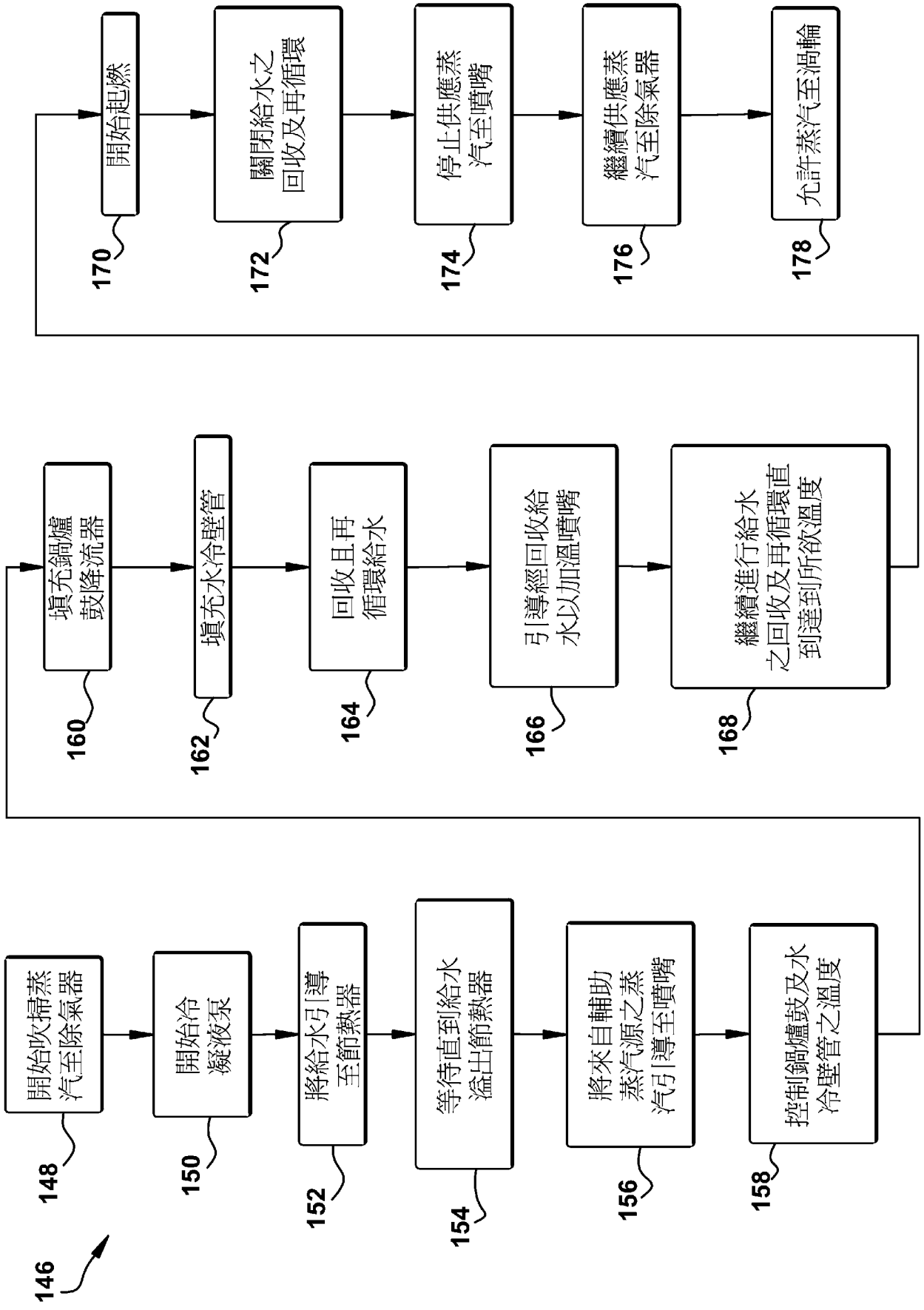
【圖1】


經釋放空氣
至超加熱器回路
水溢出
48
136
134
132
130
74
76
55e
88
52
鍋爐
鼓
18
55b
26
30
138
55a
16
140
排污
80
72
55c
20
控制器
55d
24
84
142
12
節熱器
40
78
144
82
124
124
22
42
46
126
126
62
64
60
120
122
122
56
120
120
122
120
122
112
114
110
110
106
54
104
108
輔助
蒸汽源
116
118
96
128

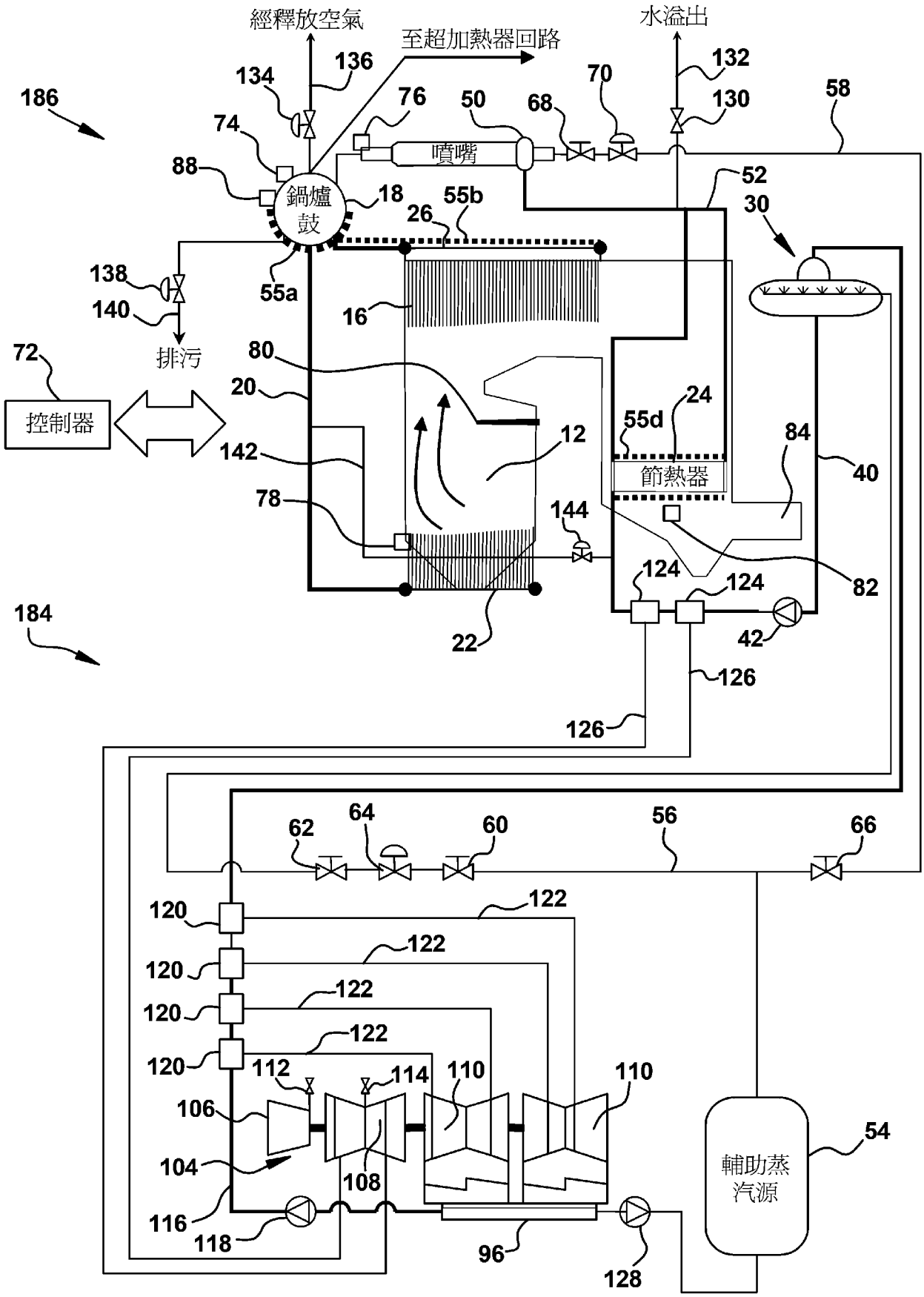
【圖2】


經釋放空氣
至超加熱器回路
水溢出
182
134
136
76
50
68
70
132
130
58
74
噴嘴
88
鍋爐鼓
18
55b
26
52
30
138
140
55a
16
排污
72
控制器
80
20
142
12
55d
24
84
40
節熱器
78
144
82
180
92
93
22
92
93
124
124
42
94
排放
126
126
90
62
64
60
56
66
120
122
112
114
110
106
104
108
116
118
96
128
54
輔助蒸汽源
經回收給水
98
102
100

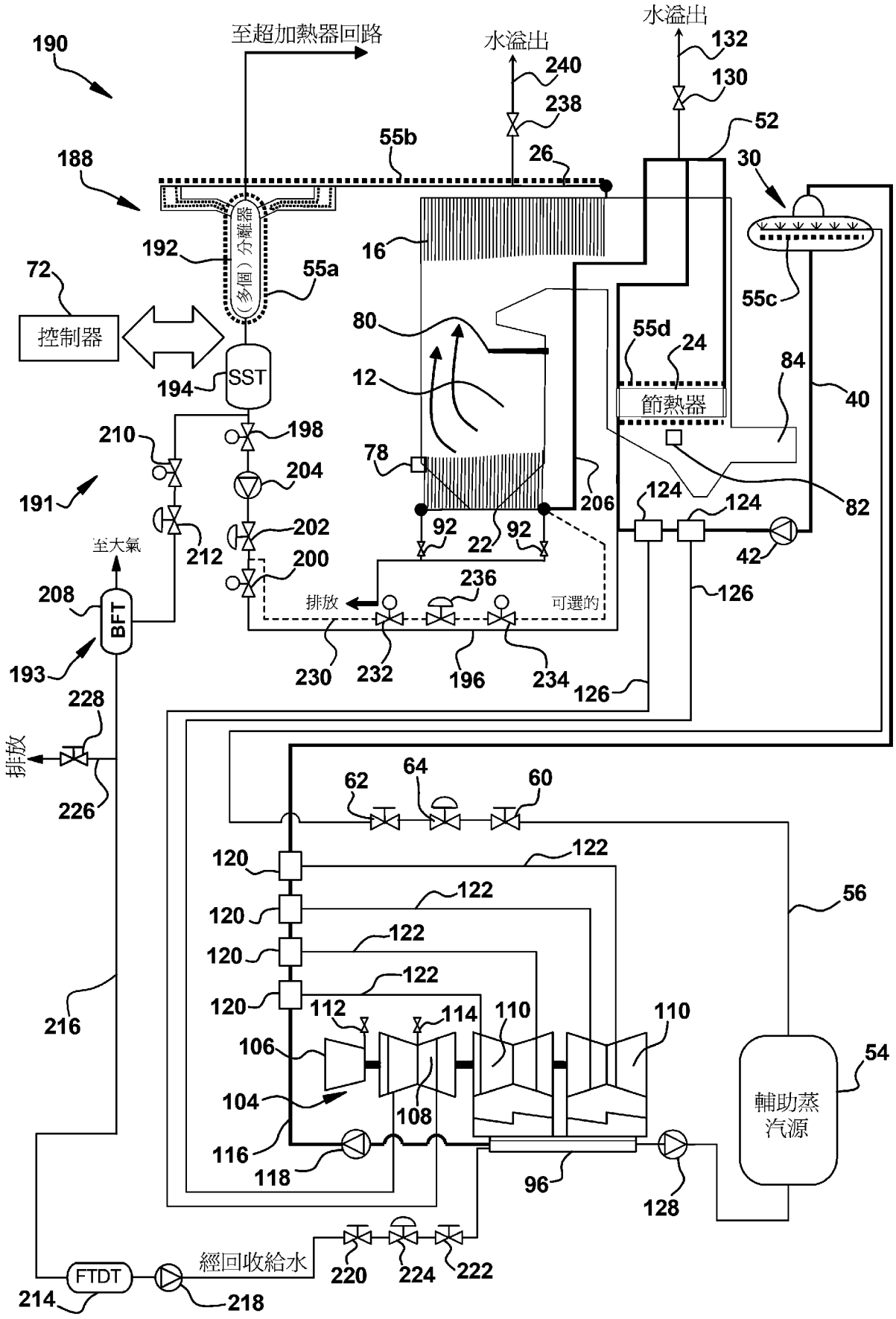
【圖3】


開始吹掃蒸汽至除氣器
148
開始冷凝液泵
150
將給水引導至節熱器
152
等待直到給水溢出節熱器
154
將來自輔助蒸汽源之蒸汽引導至噴嘴
156
控制鍋爐鼓及水冷壁管之溫度
158
146
填充鍋爐鼓降流器
160
填充水冷壁管
162
回收且再循環給水
164
引導經回收給水以加溫噴嘴
166
繼續進行給水之回收及再循環直到達到所欲溫度
168
開始起燃
170
關閉給水之回收及再循環
172
停止供應蒸汽至噴嘴
174
繼續供應蒸汽至除氣器
176
允許蒸汽至渦輪
178

【圖4】


經釋放空氣
至超加熱器回路
水溢出
186
134
136
132
130
58
76
50
68
70
74
噴嘴
88
鍋爐
鼓
18
55b
26
52
30
138
140
55a
16
排污
72
80
20
控制器
24
55d
84
142
12
節熱器
40
78
144
82
124
124
184
22
42
126
126
62
64
60
56
66
120
122
120
122
120
122
120
122
112
114
110
110
106
104
108
116
118
96
128
54
輔助蒸
汽源

【圖5】


190
至超加熱器回路
水溢出
水溢出
132
130
240
238
52
55b
26
30
188
192
(多個)分離器
16
55a
55c
72
控制器
80
55d
24
84
SST
194
12
節熱器
40
210
198
78
206
124
124
82
204
191
92
92
22
42
212
202
至大氣
200
236
208
BFT
排放
可選的
126
193
230
232
196
234
126
228
排放
62
64
60
226
120
122
122
56
120
122
120
122
120
112
114
110
110
216
106
54
104
108
116
118
96
128
輔助蒸汽源
經回收給水
220
224
222
FTDT
214
218

【圖6】