



(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 201736718 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 16 日

(21) 申請案號：105141849

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 16 日

(51) Int. Cl. : *F01K23/10 (2006.01)**F01K7/16 (2006.01)**F02C6/18 (2006.01)*

(30) 優先權：2015/12/24 日本

2015-251553

(71) 申請人：東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

日本

(72) 發明人：飯田貴之 IIDA, TAKAYUKI (JP)；当房昌幸 TOBO, MASAYUKI (JP)；明比豐博
AKEBI, TOYOHIRO (JP)

(74) 代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：9 共 48 頁

(54) 名稱

廠控制裝置、廠控制方法及發電廠

PLANT CONTROL APPARATUS, PLANT CONTROL METHOD AND POWER GENERATING
PLANT

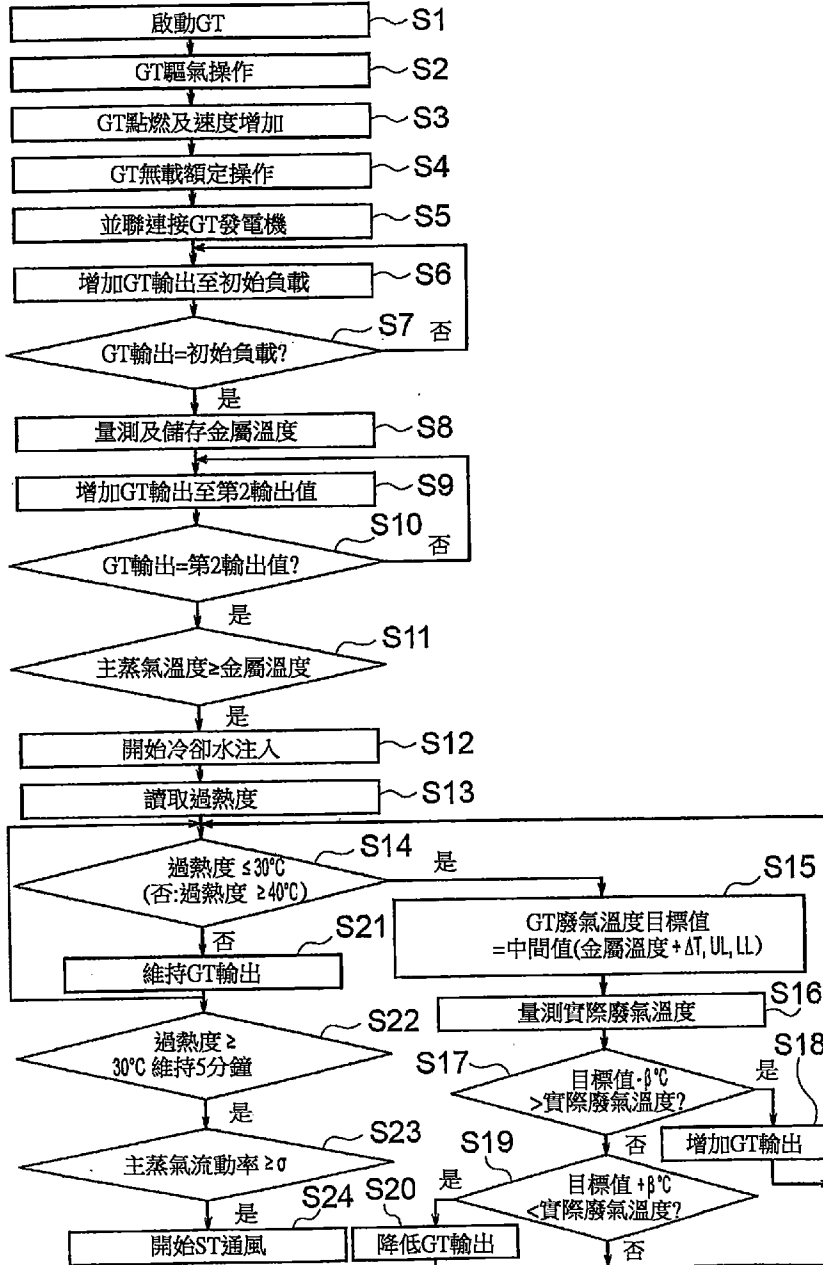
(57) 摘要

在一個實施例中，將一種廠控制裝置組態成控制發電廠，其包括：組態成由氣體驅動的氣體渦輪、組態成藉由使用來自該氣體渦輪之廢氣的熱產生蒸氣的廢熱回收鍋爐；組態成經由冷卻介質冷卻由該廢熱回收鍋爐產生之該蒸氣的降溫裝置；及組態成由該降溫裝置所冷卻的該蒸氣驅動的蒸氣渦輪。該廠控制裝置包括組態成控制該氣體渦輪之輸出的輸出控制器，及組態成在該輸出控制器控制該氣體渦輪之該輸出的同時，控制藉由該降溫裝置的該蒸氣之冷卻操作的降溫控制器。

In one embodiment, a plant control apparatus is configured to control a power generating plant that includes a gas turbine configured to be driven by a gas, an exhaust heat recovery boiler configured to generate steam by using heat of an exhaust gas from the gas turbine, a temperature reducing apparatus configured to cool, through a cooling medium, the steam generated by the exhaust heat recovery boiler, and a steam turbine configured to be driven by the steam cooled by the temperature reducing apparatus. The plant control apparatus includes an output controller configured to control output of the gas turbine, and a temperature reduction controller configured to control a cooling operation of the steam by the temperature reducing apparatus while the output controller controls the output of the gas turbine.

指定代表圖：

圖 5



發明摘要

※申請案號：105141849

※申請日：105 年 12 月 16 日

※IPC 分類： ***F01K 23/10*** (2006.01)

F01K 7/16 (2006.01)

F02C 6/18 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

廠控制裝置、廠控制方法及發電廠

Plant control apparatus, plant control method and power generating plant

【中文】

在一個實施例中，將一種廠控制裝置組態成控制發電廠，其包括：組態成由氣體驅動的氣體渦輪、組態成藉由使用來自該氣體渦輪之廢氣的熱產生蒸氣的廢熱回收鍋爐；組態成經由冷卻介質冷卻由該廢熱回收鍋爐產生之該蒸氣的降溫裝置；及組態成由該降溫裝置所冷卻的該蒸氣驅動的蒸氣渦輪。該廠控制裝置包括組態成控制該氣體渦輪之輸出的輸出控制器，及組態成在該輸出控制器控制該氣體渦輪之該輸出的同時，控制藉由該降溫裝置的該蒸氣之冷卻操作的降溫控制器。

【英文】

In one embodiment, a plant control apparatus is configured to control a power generating plant that includes a gas turbine configured to be driven by a gas, an exhaust heat recovery boiler configured to generate steam by using heat of an exhaust gas from the gas turbine, a temperature reducing apparatus configured to cool, through a cooling medium, the steam generated by the exhaust heat recovery boiler, and a steam turbine configured to be driven by the steam cooled by the temperature reducing apparatus. The plant control apparatus includes an output controller configured to control output of the gas turbine, and a temperature reduction controller configured to control a cooling operation of the steam by the temperature reducing apparatus while the output controller controls the output of the gas turbine.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

廠控制裝置、廠控制方法及發電廠

Plant control apparatus, plant control method and power generating plant

【技術領域】

本文描述的實施例相關於廠控制裝置、廠控制方法及發電廠。

【先前技術】

複循環發電廠通常包括氣體渦輪、廢熱回收鍋爐、及蒸氣渦輪。氣體渦輪係由從燃燒器供應的氣體驅動。廢熱回收鍋爐藉由使用從氣體渦輪排放之廢氣的熱產生蒸氣。蒸氣渦輪係由從該廢熱回收鍋爐供應的蒸氣驅動。

【圖式簡單說明】

圖 1 係描繪第一實施例的發電廠之組態的示意圖；

圖 2 係描繪第一實施例的蒸氣渦輪之結構的剖面圖；

圖 3 係示意地描繪第一實施例的廠控制裝置之組態的方塊圖；

圖 4 係第一實施例的廠控制裝置之組態的方塊圖；

圖 5 係第一實施例之廠控制方法的流程圖；

圖 6 係第一實施例的比較範例之廠控制方法的流程

圖；

圖 7 係第一實施例的修改之廠控制方法的流程圖；

圖 8 係用於描述第一實施例之廠控制方法的圖；及

圖 9 係用於描述第一實施例的比較範例之廠控制方法的圖。

【發明內容及實施方式】

現在將參考該等隨附圖式解釋實施例。

例如，如下文所描述地啟動複循環發電廠。首先，廢熱回收鍋爐在氣體渦輪輸出維持在其係較大值的第二輸出值的同時操作，以快速增加主蒸氣溫度。其次，當主蒸氣溫度已增加至適於蒸氣渦輪之啟動的溫度時，氣體渦輪切換至其係較小值的第一輸出值。此能實現縮短啟動發電廠的時間。

第一輸出值係用於將廢氣的溫度調整至基於蒸氣渦輪之第一級內表面的金屬溫度之預定溫度的輸出值。當氣體渦輪輸出繼續維持在第二輸出值時，主蒸氣溫度大幅超過第一級內表面的金屬溫度。此種主蒸氣溫度不適於蒸氣渦輪的啟動。因此，氣體渦輪輸出從第二輸出值切換至第一輸出值。因此，廢氣溫度下降，且得到適於蒸氣渦輪之啟動的主蒸氣溫度。

然而，當蒸氣渦輪輸出從第二輸出值下降至第一輸出值時，由廢氣保持的熱量減少。結果，每單位時間由廢熱回收鍋爐產生的蒸氣量減少，其導致主蒸氣流動率降低。

主蒸氣流動率的此降低在以下情形中導致問題。

(1) 複循環發電廠分類為將氣體渦輪及蒸氣渦輪設置在不同軸上的雙軸型，及將氣體渦輪及蒸氣渦輪設置在相同軸上的單軸型。在雙軸型中，蒸氣渦輪需要經由自啟動實施額定旋轉操作(全速無負載(FSNL)操作)。需要實現相對大的主蒸氣流動率以實施 FSNL 操作。雙軸型具有包括單氣體渦輪、單廢熱回收鍋爐、及單蒸氣渦輪的 1-1-1 組態、或包括複數個氣體渦輪、複數個廢熱回收鍋爐、及單蒸氣渦輪的 N-N-1 組態(N 係等於或大於二的整數)。

(2) 在複循環發電廠啟動前，已將發電廠停止長時間，並將氣體渦輪之第一級內表面的金屬溫度冷卻至低溫。因此，氣體渦輪需要以低溫的主蒸氣啟動，且因此需要低溫廢氣。此導致第一輸出值及主蒸氣流動率的減少。

因此，當氣體渦輪輸出從第二輸出值降低至第一輸出值時，用於驅動蒸氣渦輪的主蒸氣流動率在雙軸發電廠係不足的。當此蒸氣不足係在蒸氣渦輪通風開始之前產生時，蒸氣渦輪不能啟動。另一方面，當蒸氣不足係在蒸氣渦輪通風開始之後產生時，已在用於 FSNL 操作之速度增加狀態中的蒸氣渦輪的操作狀態變為速度減少狀態。

在一個實施例中，將一種廠控制裝置組態成控制發電廠，其包括組態成由氣體驅動的氣體渦輪、組態成藉由使

用來自該氣體渦輪之廢氣的熱產生蒸氣的廢熱回收鍋爐、組態成經由冷卻介質冷卻由該廢熱回收鍋爐產生之該蒸氣的降溫裝置、及組態成由該降溫裝置所冷卻的該蒸氣驅動的蒸氣渦輪。該廠控制裝置包括組態成控制該氣體渦輪之輸出的輸出控制器，及組態成在該輸出控制器控制該氣體渦輪之該輸出的同時控制藉由該降溫裝置的該蒸氣之冷卻操作的降溫控制器。

(第一實施例)

圖 1 係描繪第一實施例的發電廠 1 之組態的示意圖。本實施例的發電廠 1 包括控制發電廠 1 的廠控制裝置 2。本實施例的發電廠 1 係複循環發電廠。

本實施例的發電廠 1 更包括壓縮機 11、氣體渦輪 12、氣體渦輪 (GT) 發電機 13、燃燒器 14、燃料控制閥 15、廢熱回收鍋爐 16、供水泵 21、降溫裝置 22、汽鼓 23、蒸發器 24、主要過熱器 25、次級過熱器 26、蒸氣渦輪 31、蒸氣渦輪 (ST) 發電機 32、調整器閥 33、旁路控制閥 34、蒸氣冷凝器 35、及循環水泵 36。降溫裝置 22 包括降溫控制閥 22a 及降溫器 22b。本實施例的發電廠 1 更包括輸出感測器 OS、溫度感測器 TS1、TS2、及 TS3、及壓力感測器 PS。

將燃料控制閥 15 設置至燃料管線。當燃料控制閥 15 開啟時，燃料 A1 從燃料管線供應至燃燒器 14。壓縮機 11 供應壓縮空氣至燃燒器 14。燃燒器 14 燃燒燃料 A1 以及

壓縮空氣以產生高溫及高壓氣體。氣體渦輪 12 為此氣體所旋轉。GT 發電機 13 使用此旋轉產生電力。輸出感測器 OS 偵測氣體渦輪 12 的輸出並將輸出的偵測結果輸出至廠控制裝置 2。氣體渦輪 12 的輸出係與氣體渦輪 12 連接之 GT 發電機 13 的電輸出。將輸出感測器 OS 設置至 GT 發電機 13。

將從氣體渦輪 12 排放的廢氣 A2 轉移至廢熱回收鍋爐 16。如稍後描述的，廢熱回收鍋爐 16 使用廢氣 A2 的熱產生蒸氣。溫度感測器 TS1 偵測接近廢熱回收鍋爐 16 的廢氣入口之廢氣 A2 的溫度並將溫度量測結果輸出至廠控制裝置 2。

供水泵 21 將水轉移至供水管線。供水管線分叉為第一及第二管線。第一管線與降溫裝置 22 的降溫器 22b 連接，且第二管線與汽鼓 23 連接。將降溫裝置 22 的降溫控制閥 22a 設置至第一管線。當降溫控制閥 22a 開啟時，將第一管線中的水作為冷卻水 A3 供應至降溫器 22b。冷卻水 A3 係冷卻介質的範例。如稍後描述的，降溫器 22b 經由冷卻水 A3 冷卻由廢熱回收鍋爐 16 產生的蒸氣。

將蒸發器 24、主要過熱器 25、降溫器 22b、及次級過熱器 26 設置在廢熱回收鍋爐 16 內側，並作為廢熱回收鍋爐 16 的一部分使用。將汽鼓 23 中的水轉移至蒸發器 24 並藉由蒸發器 24 中的廢氣 A2 加熱而變為飽和蒸氣。飽和蒸氣藉由主要過熱器 25 中的廢氣 A2 過熱而變為主要過熱蒸氣 A4。主要過熱蒸氣 A4 藉由降溫器 22b 中的冷卻

水 A3 冷卻而變為次級過熱蒸氣 A5，然後經由次級過熱器 26 中的廢氣 A2 過熱。

降溫器 22b 混合冷卻水 A3 及主要過熱蒸氣 A4。結果，冷卻水 A3 蒸發，且主要過熱蒸氣 A4 藉由冷卻水 A3 的潛熱冷卻。部分冷卻水 A3 不蒸發並作為水滴從降溫器 22b 排放。次級過熱器 26 藉由過熱化將此等水滴改變為蒸氣。

在下文中，將次級過熱蒸氣 A5 稱為主蒸氣。溫度感測器 TS2 偵測接近廢熱回收鍋爐 16 的蒸氣出口之主蒸氣 A5 的溫度，並將溫度偵測結果輸出至廠控制裝置 2。壓力感測器 PS 偵測接近廢熱回收鍋爐 16 的蒸氣出口之主蒸氣 A5 的壓力，並將壓力偵測結果輸出至廠控制裝置 2。

將由廢熱回收鍋爐 16 產生的主蒸氣 A5 排放至蒸氣管線。該蒸氣管線分支為主管線及旁路管線。主管線與蒸氣渦輪 31 連接，且旁路管線與蒸氣冷凝器 35 連接。將調整器閥 33 設置至主管線。將旁路控制閥 34 設置至旁路管線。

當調整器閥 33 開啟時，將主管線中的主蒸氣 A5 供應至蒸氣渦輪 31。蒸氣渦輪 31 係藉由主蒸氣 A5 旋轉。ST 發電機 32 使用此旋轉產生電力。將從蒸氣渦輪 31 排放的主蒸氣 A6 轉移至蒸氣冷凝器 35。當旁路控制閥 34 開啟時，將旁路管線中的主蒸氣 A5 轉移至蒸氣冷凝器 35 而旁路蒸氣渦輪 31。溫度感測器 TS3 偵測蒸氣渦輪 31 之第一

級內表面的金屬溫度，並將溫度量測結果輸出至廠控制裝置 2。

循環水泵 36 將循環水 A7 供應至蒸氣冷凝器 35。循環水 A7 係，例如，海水。蒸氣冷凝器 35 經由循環水 A7 冷卻主蒸氣 A5 及 A6 並將主蒸氣 A5 及 A6 冷凝成水。當循環水 A7 係海水時，將從蒸氣冷凝器 35 排放的循環水 A7 流放回海中。

[降溫裝置 22]

如上文所述，蒸氣渦輪 31 係藉由降溫裝置 22 冷卻的蒸氣所驅動。更具體地說，蒸氣渦輪 31 係藉由蒸發器 24 產生、藉由主過熱器 25 過熱、藉由降溫器 22b 冷卻、並藉由次級過熱器 26 過熱的蒸氣所驅動。下文描述降溫裝置 22 在發電廠 1 的安裝背景。

當啟動發電廠 1 時，氣體渦輪 12 的輸出從初始負載通過中間輸出範圍到達最大輸出(基載)。典型地，廢氣 A2 在中間輸出範圍中的溫度高於廢氣 A2 在氣體渦輪 12 以最大輸出操作時的溫度。因此，主蒸氣 A5 在中間輸出範圍中的溫度傾向於高於主蒸氣 A5 在氣體渦輪 12 以最大輸出操作時的溫度。因此，將降溫裝置 22 安裝成將主要過熱蒸氣 A4 冷卻在中間輸出範圍中。

當降溫裝置 22 未安裝在發電廠 1 時，廢熱回收鍋爐 16 必需以耐中間輸出範圍中之高溫蒸氣的昂貴材料製造。此在經濟效率上不利。中間輸出範圍係廠啟動處理的

快速通過帶，且當將廠在商業運轉時的幾乎所有時間係以或接近最大輸出操作列入考慮時，針對此快速通過帶之廢熱回收鍋爐 16 的成本增加係不佳的。

因此，將降溫裝置 22 安裝在本實施例的發電廠 1。此係因為，當主要過熱蒸氣 A4 藉由降溫裝置 22 冷卻在中間輸出範圍中時，儘管熱效率降低，能實現廢熱回收鍋爐 16 的成本降低。

當主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率增加時，本實施例的降溫裝置 22 增加冷卻水 A3 的流動率，且當主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率減少時，降低冷卻水 A3 的流動率。此將主蒸氣 A5 的溫度維持固定。

圖 2 係描繪第一實施例的蒸氣渦輪 31 之結構的剖面圖。

本實施例的蒸氣渦輪 31 包括轉子 31a，其包括複數個轉子葉片、靜子 31b，其包括複數個靜子葉片、蒸氣入口 31c、及蒸氣出口 31d。參考符號 L 標示轉子 31a 的旋轉軸。主蒸氣 A5 係經由蒸氣入口 31c 引入並通過蒸氣渦輪 31 的內側從蒸氣出口 31d 排放為主蒸氣 A6。

圖 2 描繪溫度感測器 TS3 的安裝位置。溫度感測器 TS3 安裝成接近蒸氣渦輪 31 之第一級葉片的內表面。此組態允許溫度感測器 TS3 偵測此內表面的金屬溫度。

圖 3 係示意地描繪第一實施例的廠控制裝置 2 之組態的方塊圖。

本實施例的廠控制裝置 2 包括輸出控制器 2a、降溫

控制器 2b、及過熱度偵測器 2c。

輸出控制器 2a 控制氣體渦輪 12 的輸出。例如，輸出控制器 2a 能藉由控制燃料控制閥 15 的開啟度調整燃料 A1 的流動率而控制氣體渦輪 12 的輸出。

降溫控制器 2b 藉由降溫裝置 22 控制蒸氣冷卻操作。例如，降溫控制器 2b 能控制冷卻操作以藉由控制降溫控制閥 22a 的開啟度控制冷卻水 A3 的流動率而藉由降溫器 22b 冷卻主要過熱蒸氣 A4。

過熱度偵測器 2c 偵測藉由降溫裝置 22 冷卻之蒸氣的過熱度。蒸氣的過熱度係蒸氣的溫度及其飽和溫度之間的差(過熱度[$^{\circ}\text{C}$]=溫度[$^{\circ}\text{C}$]-飽和溫度[$^{\circ}\text{C}$])。過熱度係指示蒸氣之狀態的例示值。本實施例的過熱度偵測器 2c 偵測接近廢熱回收鍋爐 16 的蒸氣出口之主蒸氣 A5 的過熱度，並將過熱度偵測結果輸出至輸出控制器 2a 及降溫控制器 2b。

在輸出控制器 2a 控制氣體渦輪 12 之輸出的同時，降溫控制器 2b 控制降溫裝置 22 的冷卻操作。具體地說，降溫控制器 2b 基於藉由過熱度偵測器 2c 偵測的過熱度控制降溫裝置 22 的冷卻操作。另外，輸出控制器 2a 基於藉由過熱度偵測器 2c 偵測的過熱度控制氣體渦輪 12 的輸出。

當氣體渦輪 12 的輸出在中間輸出範圍中時，輸出控制器 2a 基於過熱度控制氣體渦輪 12 的輸出。因此，在輸出控制器 2a 將氣體渦輪 12 的輸出控制在中間輸出範圍中

的同時，降溫控制器 2b 基於過熱度控制降溫裝置 22 的冷卻操作。

將於稍後詳細地描述偵測過熱度的方法及其使用方法。輸出控制器 2a、降溫控制器 2b、及過熱度偵測器 2c 的組態及操作將於稍後詳細地描述。

圖 4 係第一實施例的廠控制裝置 2 之組態的方塊圖。

如圖 4 所描繪的，廠控制裝置 2 包括調節器 41、調節器 42、高值選擇器 43、切換器 44、減法器 45、比例-積分-微分(PID)控制器 46、低值選擇器 47、函數產生器 51、減法器 52、調節器 53、比較器 54、切換器 55、調節器 56、及取樣延遲單元 57。本實施例的降溫控制器 2b 及過熱度偵測器 2c 各者係藉由此等組件的方塊實現。

調節器 41 將作為主蒸氣 A5 的溫度(在下文稱為「主蒸氣溫度」)之設定值的 570°C 儲存於其中。此溫度係基於廢熱回收鍋爐 16 之耐熱性決定的目標溫度。在本實施例中，將主蒸氣溫度控制至 570°C 的目標溫度能防止由於中間輸出範圍中的高溫蒸氣而損壞廢熱回收鍋爐 16。當使用調節器 41 且主蒸氣溫度到達 570°C 時，將冷卻水 A3 注入降溫器 22b 中以將主蒸氣溫度降低至等於或低於 570°C。

當將發電廠 1 設計成使得在中間輸出範圍中之廢氣 A2 的溫度(在下文中稱為「廢氣溫度」)具有 600°C 至 650°C 的最高溫度時，將廢熱回收鍋爐 16 的耐熱性列入考慮，典型地將主蒸氣溫度降低至約 550°C 至 600°C。因

此，在本實施例中，將調節器 41 設定值設定成 570°C。

調節器 42 將作為主蒸氣溫度之設定值的 330°C 儲存於其中。高值選擇器 43 從調節器 42 取得「330°C」的此溫度，並從溫度感測器 TS3 取得蒸氣渦輪 31 之第一級內表面的金屬溫度(在下文中簡單地稱為「金屬溫度」)。然後，高值選擇器 43 選擇此等溫度的較高一者，並將選擇溫度輸出為啟動目標溫度 B1。因此，啟動目標溫度 B1 等於或高於 330°C。

當蒸氣渦輪 31 使用冷卻至金屬溫度的主蒸氣 A5 通風時，大幅降低在蒸氣渦輪 31 中產生的熱應力以將蒸氣渦輪 31 置於適於啟動的狀態。然而，蒸氣渦輪 31 不能用在極低溫度的主蒸氣 A5 操作。因此，主蒸氣溫度具有設定至調節器 42 的下限(330°C)，且當金屬溫度低於下限時，下限係係啟動目標溫度 B1。

切換器 44 從高值選擇器 43 取得啟動目標溫度 B1 並從調節器 41 取得「570°」的目標溫度。前一目標溫度係例示第一設定值。後一目標溫度係例示第二設定值。切換器 44 切換前一目標溫度及後一目標溫度，並將目標溫度的一者輸出為主蒸氣溫度的設定值(SV 值)B3。

切換器 44 依據切換信號 B2 操作。切換信號 B2 係用於切換注入冷卻水 A3 之方法的信號。當切換信號 B2 係導通時，切換器 44 將設定值 B3 切換至啟動目標溫度 B1。當切換信號 B2 係截止時，切換器 44 將設定值 B3 切換至「570°C」的目標溫度。

例如，當本實施例的發電廠 1 經由冷啟動啟動時，啟動目標溫度 B1 係 330°C。在此情形中，當切換信號 B2 係導通時，選擇啟動目標溫度 B1，且 SV 值因此係 330°C。典型的發電廠包括調節器 41，但不包括調節器 42、高值選擇器 43、及切換器 44。在此情形中，當開始注入冷卻水 A3 時，將 SV 值維持在 570°C。以此方式，在本實施例的冷卻啟動，使用顯著低於 570°C 之 330°C 的 SV 值控制主蒸氣溫度。

減法器 45 將來自溫度感測器 TS2 之主蒸氣溫度的量測值取得為處理值(PV 值)B4。然後，減法器 45 輸出主蒸氣溫度的 SV 值 B3 及 PV 值 B4 之間的偏差 B5(偏差=SV 值-PV 值)。

PID 控制器 46 從減法器 45 取得偏差 B5 並實施 PID 控制以將偏差 B5 降低至零。從 PID 控制器 46 輸出的操作量(MV 值)B6 係降溫控制閥 22a 的開啟度。當 MV 值 B6 為 PID 控制器 46 所改變時，降溫控制閥 22a 的開啟度改變，且冷卻水 A3 的流動率因此改變。結果，將主蒸氣溫度的 PV 值 B4 改變成更接近 SV 值 B3。

以此方式，PID 控制器 46 藉由反饋控制控制主蒸氣溫度。具體地說，PID 控制器 46 基於主蒸氣溫度的 SV 值 B3 及 PV 值 B4 之間的偏差 B5 計算 MV 值 B6，並經由 MV 值 B6 的控制控制主蒸氣溫度。

然而，在本實施例中，低值選擇器 47 取得由 PID 控制器 46 計算的 MV 值 B6 及藉由使用主蒸氣 A5 的過熱度

計算的 MV 值。然後，低值選擇器 47 選擇此等 MV 值的較低一者，並將選擇的 MV 值輸出為降溫控制閥 22a 的開啟度命令 X_N 。本實施例的廠控制裝置 2 基於主蒸氣 A5 的過熱度控制氣體渦輪 12 的輸出。

[主蒸氣 A5 的過熱度]

下文描述主蒸氣 A5 的過熱度。主蒸氣 A5 的過熱度係主蒸氣 A5 之溫度及其飽和溫度之間的差(過熱度[$^{\circ}\text{C}$]=溫度[$^{\circ}\text{C}$]-飽和溫度[$^{\circ}\text{C}$])。主蒸氣 A5 的飽和溫度取決於主蒸氣 A5 的壓力。如稍後描述的，主蒸氣 A5 的過熱度係由，例如，廠控制裝置 2 的函數產生器 51、減法器 52、調節器 53、比較器 54、切換器 55、調節器 56、及取樣延遲單元 57 偵測及使用。

下文首先描述 SV 值 B3 係 570°C 的情形。當將此情形中的廢氣 A2 及主要過熱蒸氣 A4 之間的溫度差假設係 20°C 時，主要過熱蒸氣 A4 的溫度從 580°C 改變至 630°C ，同時廢氣 A2 的溫度從 600°C 改變至 650°C 。在此情形中，降溫器 22b 藉由將主要過熱蒸氣 A4 冷卻在從 580°C 至 630°C 的溫度範圍中而產生的 570°C 主蒸氣 A5。因此，主要過熱蒸氣 A4 及主蒸氣 A5 在彼等之間具有 10°C 至 60°C 的小溫度差，且因此僅需要注入小量的冷卻水 A3。

下文接著描述 SV 值 B3 係啟動目標溫度 B1 的情形。當將此情形中的廢氣 A2 及主要過熱蒸氣 A4 之間的溫度差假設係 20°C 時，主要過熱蒸氣 A4 的溫度係 530°C ，同

時廢氣 A2 的溫度係 550°C。在此情形中，當啟動目標溫度 B1 係 330°C 時，降溫器 22b 藉由將主要過熱蒸氣 A4 冷卻在 530°C 而產生 330°C 的主蒸氣 A5。因此，主要過熱蒸氣 A4 及主蒸氣 A5 具有 200°C 的大溫度差，且因此需要注入大量的冷卻水 A3。

以此方式，當主要過熱蒸氣 A4 的溫度大幅降低時，冷卻水 A3 的注入量變得過度，使得大量水滴從降溫器 22b 排放。此等水滴在次級過熱器 26 過熱化，但部分殘留在主蒸氣 A5 中。結果，殘留的水滴流入蒸氣渦輪 31 中並可能損壞蒸氣渦輪 31。

當冷卻水 A3 過度注入時，甚至在到達此種狀態之前，具有顯著降低之過熱度的主蒸氣 A5 流入蒸氣渦輪 31 中並在蒸氣渦輪 31 中變為濕蒸氣。此濕蒸氣可能損壞蒸氣渦輪 31 的轉子葉片或靜子葉片。

因此，在本實施例的發電廠 1 中，決定主蒸氣 A5 的過熱度之高於其方允許驅動蒸氣渦輪 31 的下限。廠控制裝置 2 作為主蒸氣 A5 的過熱度之第一臨限的此下限儲存於其中。本實施例的第一臨限係 30°C。操作廠控制裝置 2 以在蒸氣渦輪 31 啟動前或啟動期間將主蒸氣 A5 的過熱度維持在 30°C 或更高。

具體地說，當主蒸氣渦輪 A5 的過熱度變為等於或低於 30°C 時，廠控制裝置 2 將降溫控制閥 22a 的開啟度命令 X_N 維持在等於或低於在主蒸氣 A5 的過熱度係 30°C 時的開啟度命令 X_N 的程度。因此，在主蒸氣 A5 的過熱度

等於或低於 30°C 的同時，降溫控制閥 22a 的開啟度命令 X_N 不增加且冷卻水 A3 的注入量不增加。如上文所述，本實施例的廠控制裝置 2 具有防止冷卻水 A3 過度注入的功能。

下文參考圖 4 描述實現此種功能的特定電路組態。

函數產生器 51 從壓力感測器 PS 取得主蒸氣 A5 的壓力 C1(在下文中稱為「主蒸氣壓力」)。函數產生器 51 將界定蒸氣壓力及其飽和溫度之間的關係的內建函數圖儲存於其中。因此，函數產生器 51 基於此函數圖輸出對應於主蒸氣壓力 C1 的飽和溫度 C2。

函數產生器 51 可從主蒸氣壓力 C1 以外的壓力計算飽和溫度 C2。此種壓力的範例包括汽鼓 23 的壓力及主要過熱蒸氣 A4 的壓力。雖然此等壓力由於輕微壓力損失而具有與主蒸氣壓力 C1 的差，飽和溫度 C2 能以足夠精準度從此等壓力計算。

減法器 52 從溫度感測器 TS2 取得主蒸氣溫度 B4(量測值)並從函數產生器 51 取得飽和溫度 C2(計算值)。然後，減法器 52 從主蒸氣溫度 B4 減去飽和溫度 C2，並輸出主蒸氣 A5 的過熱度 C3。此過熱度 C3 係用於控制降溫控制閥 22a 的開啟度，並也讀取其以控制氣體渦輪 12 的輸出。將於稍後描述使用過熱度 C3 控制氣體渦輪 12 的輸出。

調節器 53 將作為主蒸氣 A5 的過熱度之第一臨限的 30°C 儲存在其中。比較器 54 從減法器 52 取得過熱度 C3

並從調節器 53 取得第一臨限，並比較過熱度 C3 及第一臨限。然後，當過熱度 C3 高於 30°C 時，比較器 54 將切換信號 C4 設定成開啟。當過熱度 C3 等於或低於 30°C 時，比較器 54 將切換信號 C4 設定成截止。

切換器 55 依據切換信號 C4 切換降溫控制閥 22a 的開啟度命令 C5。調節器 56 將作為降溫控制閥 22a 的開啟度命令之設定值的 100% 儲存於其中。取樣延遲單元 57 具有將廠控制裝置 2 之中央處理單元 (CPU) 的計算取樣週期延遲一週期的功能。已接收用於第 N 個週期的參數，取樣延遲單元 57 輸出用於第 N 個週期 (N 係選擇性的整數) 之前一週期的第 (N-1) 個週期的參數。已取得用於第 N 個週期的開啟度命令 X_N ，本實施例的取樣延遲單元 57 輸出用於第 (N-1) 個週期的開啟度命令 X_{N-1} 。

當切換信號 C4 係導通時，切換器 55 將降溫控制閥 22a 的開啟度命令 C5 切換至 100%。因此，已從 PID 控制器 46 取得開啟度命令 (MV 值) B6 及從切換器 55 取得開啟度命令 C5，低值選擇器 47 選擇並輸出來自 PID 控制器 46 的開啟度命令 B6。以此方式，當主蒸氣 A5 的過熱度高於 30°C 時，開啟度命令 X_N 係由 PID 控制控制。

當切換信號 C4 係截止時，切換器 55 將降溫控制閥 22a 的開啟度命令 C5 切換至用於 (N-1) 週期的開啟度命令 X_{N-1} 。因此，已從 PID 控制器 46 取得開啟度命令 (MV 值) B6 及從切換器 55 取得開啟度命令 C5，低值選擇器 47 輸出等於或低於開啟度命令 X_{N-1} 的開啟度命令 X_N 。

此係因為當開啟度命令 B6 低於開啟度命令 X_{N-1} 時，輸出開啟度命令 B6，且當開啟度命令 B6 高於開啟度命令 X_{N-1} 時，輸出開啟度命令 X_{N-1} 。以此方式，當主蒸氣 A5 的過熱度等於或低於 30°C 時，開啟度命令 X_N 不增加且冷卻水 A3 的注入量不增加，從而防止冷卻水 A3 的過度注入。

如上文所述，本實施例的廠控制裝置 2 在發電廠 1 啟動時藉由降溫裝置 22 控制主蒸氣溫度。然而，當主蒸氣溫度僅經由降溫裝置 22 控制時，過熱度 C3 從其啟動過度注入防止功能的 30°C 或更高的溫度到達 30°C ，且蒸氣渦輪 31 可能在高於適當溫度的主蒸氣溫度受驅動。在此情形中，發電廠 1 的啟動由於在蒸氣渦輪 31 中產生的大熱應力而可能係緩慢的。

本實施例的廠控制裝置 2 在發電廠 1 啟動時經由氣體渦輪 12 之輸出的控制及降溫裝置 22 之操作的控制二者控制主蒸氣溫度。氣體渦輪 12 之輸出的控制係藉由輸出控制器 2a 實施，且降溫裝置 22 之操作的控制係藉由降溫控制器 2b 實施(參考圖 3)。下文參考圖 5 詳細地描述此種控制。

圖 5 係第一實施例之廠控制方法的流程圖。圖 5 中的廠控制方法在發電廠 1 啟動時由廠控制裝置 2 執行。

當氣體渦輪 12 啟動時(步驟 S1)，實施氣體渦輪 12 的驅氣操作(步驟 S2)。在驅氣操作中，空氣流入氣體渦輪 12 中以排放累積在氣體渦輪 12 中的燃料 A1。其次，點燃

氣體渦輪 12 並增加其速度(步驟 S3)，使得氣體渦輪 12 到達無載額定操作(步驟 S4)。

其次，並聯連接 GT 發電機 13(步驟 S5)，然後廠控制裝置 2 從溫度感測器 TS3 取得金屬溫度的量測值並將量測值儲存於其中(步驟 S8)。緊接在並聯連接 GT 發電機 13 之後，廠控制裝置 2 逐步增加氣體渦輪 12 的輸出至初始負載以避免逆功率的擾動(步驟 S6 及 S7)。

在氣體渦輪 12 到達初始負載後，實施步驟 S9 及 S10 的處理以促進主蒸氣溫度的快速增加。具體地說，增加氣體渦輪 12 的輸出，使得氣體渦輪 12 的輸出值到達高於第一輸出值的第二輸出值(步驟 S9 及 S10)。第一輸出值係用於將廢氣溫度調整至基於金屬溫度之預定溫度的輸出值。

在氣體渦輪 12 到達第二輸出值後，將氣體渦輪 12 的輸出值維持在第二輸出值。在輸出值維持在第二輸出值的同時，廢熱回收鍋爐 16 能接收大量的高溫廢氣 A2 並實施主動熱回收。因此，主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率快速增加，且因此主蒸氣溫度快速增加。

其次，當主蒸氣溫度到達金屬溫度時(步驟 S11)，圖 4 中的切換信號 B2 從截止切換至導通。結果，主蒸氣溫度的 SV 值 B3 切換至啟動目標溫度 B1，且開始注入冷卻水 A3 以基於金屬溫度控制主蒸氣溫度(步驟 S12)。

然後，廠控制裝置 2 針對氣體渦輪 12 之輸出的控制讀取針對降溫裝置 22 之操作的控制計算的過熱度 C3(步驟 S13)。主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率在步驟 S13 的

處理後仍繼續增加。為處理此，廠控制裝置 2 開啟降溫控制閥 22a 以逐漸增加冷卻水 A3 的流動率。過熱度 C3 隨冷卻水 A3 之流動率的增加而逐漸減少。

[步驟 S14 的「是」]

其次，廠控制裝置 2 實施過熱度 C3 的旗標決定以決定過熱度 C3 是否已減少至第一臨限(30°C)(步驟 S14)。當過熱度 C3 等於或低於 30°C 時，處理前進至步驟 S15 至 S20 的主蒸氣溫度的匹配處理。此開始將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值下降的處理。

當過熱度 C3 等於或低於 30°C 時，不允許驅動蒸氣渦輪 31，且因此啟動在廠控制裝置 2 防止過度注入冷卻水 A3 的功能，以停止冷卻水 A3 之注入量的增加。換言之，蒸氣渦輪 31 到達操作極限點。同時，主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率繼續增加。因此，主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率繼續增加，使得主蒸氣溫度最終增加至高於金屬溫度的溫度。

因此，當過熱度 C3 等於或低於 30°C 時，本實施例的廠控制裝置 2 不增加冷卻水 A3 的注入量，而是將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值逐漸降低(步驟 S15 至 S20)。換言之，當蒸氣渦輪 31 到達操作極限點時，經由主蒸氣溫度的匹配處理降低氣體渦輪 12 之輸出的處理開始。因此，能降低主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率以降低降溫裝置 22 之冷卻操作上的負載。

下文詳細描述步驟 S15 至 S20。

首先，藉由使用在步驟 S8 儲存的金屬溫度計算廢氣溫度的目標值(廢氣 A2 的溫度)(步驟 S15)。本實施例之廢氣溫度的目標值係金屬溫度 $+\Delta T$ 。 ΔT 係假設係廢氣溫度及主蒸氣溫度之間的溫度差的值。將本實施例的 ΔT 設定為 30°C 。

然而，在本實施例的步驟 S15，藉由下限(LL 值)及上限(UL 值)限制廢氣溫度的目標值。具體地說，將廢氣溫度的目標值設定成金屬溫度 $+\Delta T$ 、LL 值、及 UL 值的中間值。

其次，在此級量測實際廢氣溫度(步驟 S16)。具體地說，廢氣溫度的量測值係從溫度感測器 TS1 取得。

其次，比較目標值 $-\beta$ (β 係預定值)與實際廢氣溫度(步驟 S17)。若目標值 $-\beta$ 高於實際廢氣溫度，氣體渦輪 12 的輸出逐漸增加(步驟 S18)且處理返回至步驟 S14。若目標值 $-\beta$ 低於實際廢氣溫度，處理前進至步驟 S19。

其次，比較目標值 $+\beta$ 與實際廢氣溫度(步驟 S19)。若目標值 $+\beta$ 低於實際廢氣溫度，氣體渦輪 12 的輸出逐漸降低(步驟 S20)且處理返回至步驟 S14。若目標值 $+\beta$ 高於實際廢氣溫度，氣體渦輪 12 的輸出不改變，且處理返回至步驟 S14。

β 係用於界定實際廢氣溫度之允許偏差範圍的常數。在步驟 S15 至 S20，控制氣體渦輪 12 的輸出以將實際廢氣溫度控制在目標值 $\pm\beta$ 的範圍中。在此控制中，因為在

第二輸出值的實際廢氣溫度高於目標值，氣體渦輪 12 的輸出經由重複步驟 S15 至 S20 的處理而逐漸下降。因此，逐漸地將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值降低。

[步驟 S14 的否]

當步驟 S15 至 S20 的匹配處理結束時，描繪於圖 5 中的處理返回至步驟 S14 之氣體渦輪 12 是否已到達第一輸出值的旗標決定。當氣體渦輪 12 的輸出已經由匹配處理減少時，廢氣溫度也已減少，且先前增加之主要過度蒸氣 A4 的溫度及流動率已開始減少。因此，即使在冷卻水 A3 的流動率下降時，廠控制裝置 2 能將主蒸氣溫度維持在金屬溫度。過熱度 C3 隨冷卻水 A3 之流動率的下降而逐漸增加。

當過熱度 C3 係 30°C 至 40°C 時，繼續在匹配處理控制氣體渦輪 12 的輸出(步驟 S14)。因為目標值+ β 常低於實際廢氣溫度，氣體渦輪 12 的輸出與步驟 S20 相似地繼續下降。40°C 的溫度係過熱度 C3 的第二臨限，並設定成高於第一臨限。與第一臨限相似，將第二臨限設定在廠控制裝置 2 中。

在步驟 S14 的旗標決定決定過熱度 C3 是否已增加至第二臨限(40°C)。當過熱度 C3 等於或高於 40°C 時，停止將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值下降的處理。然後，在過熱度 C3 等於或高於 40°C 的同時，

當過熱度 C3 係 40°C 時，廠控制裝置 2 控制氣體渦輪 12 的輸出以維持氣體渦輪 12 的輸出值(步驟 S21)。

步驟 S14 的旗標決定係基於第一臨限(30°C)及第二臨限(40°C)的二臨限實施。因此，旗標決定具有在溫度等於或低於 30°C 提供「是」及溫度等於或高於 40°C 提供「否」的此種差動。若藉由將第一臨限及第二臨限設定成等同值而將差動設定為零，「是」決定及「否」決定在短時間內頻繁地重複，其可能導致發電廠 1 的不穩定操作。為避免此不穩定操作，將本實施例的差動設定為非零(10°C)。

[步驟 S14 的「是」]

在步驟 S21，描繪於圖 5 的處理返回至步驟 S14 的旗標決定。雖然氣體渦輪 12 的輸出維持固定，主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率隨之後的時間流逝而增加。為處理此，廠控制裝置 2 藉由增加冷卻水 A3 的流動率而將主蒸氣溫度維持在金屬溫度。過熱度 C3 隨同冷卻水 A3 之流動率的增加而再度逐漸減少。

當過熱度 C3 係 30°C 至 40°C 時，繼續在步驟 S21 控制氣體渦輪 12 的輸出(步驟 S14)。換言之，氣體渦輪 12 的輸出維持固定。

然後，當過熱度 C3 等於或低於 30°C 時，本實施例的廠控制裝置 2 不增加冷卻水 A3 的注入量，而是恢復將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值降低的

處理(步驟 S15 至 S20)。因此，氣體渦輪 12 的輸出值逐漸地從維持值朝向第一輸出值降低。

以此方式，本實施例的廠控制裝置 2 交替地重複將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值降低的第一處理，及將第一處理中斷的同時，將氣體渦輪 12 的輸出值維持固定的第二處理。當過熱度 C3 已降低至 30°C (第一臨限)時，第一處理開始。之後，當過熱度 C3 已增加至 40°C (第二臨限)時，第一處理停止且第二處理開始。然後，當過熱度 C3 已再度減少至 30°C (第一臨限)時，第二處理停止且第一處理再度開始。之後，當過熱度 C3 已再度增加至 40°C (第二臨限)時，第一處理停止且第二處理再度開始。

在第一處理及第二處理重複數次後，在氣體渦輪 12 的輸出在步驟 S21 維持在特定值後，過熱度 C3 在一段長時間中不降低至 30°C 或更低。此係因為複循環的熱平衡已離開瞬態而到達穩態。當氣體渦輪 12 的輸出已到達該值時，例如，廢氣溫度，主要過熱蒸氣 A4 的溫度及流動率、冷卻水的流動率、及過熱度 C3 平衡。結果，主蒸氣溫度能維持在金屬溫度，同時將過熱度 C3 維持在 30°C 或更高。

當過熱度 C3 已等於或高於 30°C 達五分鐘時，廠控制裝置 2 決定複循環的熱平衡已到達穩態(步驟 S22)。當熱平衡已到達穩態，廠控制裝置 2 檢查主蒸氣的流動率是否已到達實施蒸氣渦輪 31 之 FSNL 操作所需要的值 σ (步驟

S23)。若主蒸氣的流動率已到達值 σ ，廠控制裝置 2 開始蒸氣渦輪 31 的通風，換言之，蒸氣渦輪 31 的啟動(步驟 S24)。

如上文所述，在步驟 S14 或後續步驟，描繪於圖 5 中的廠控制方法交替地重複將氣體渦輪 12 的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值降低的第一處理，及在中斷第一處理的同時，將氣體渦輪 12 的輸出值維持固定的第二處理。在執行第一及第二處理的同時，本實施例的廠控制裝置 2 不僅控制氣體渦輪 12 的輸出，也控制降溫裝置 22 的冷卻操作。換言之，本實施例的廠控制裝置 2 經由氣體渦輪 12 之輸出的控制及降溫裝置 22 之操作的控制二者控制主蒸氣溫度。

因此，根據本實施例，可能在步驟 S14 及後續步驟抑制主蒸氣溫度的過度增加及主蒸氣之流動率的過度減少。此效果將於稍後詳細描述。

圖 6 係第一實施例的比較範例之廠控制方法的流程圖。

描繪於圖 6 之比較範例的步驟 S1 至 S11 係以與描繪於圖 5 之廠控制方法相似的方式實施。然而，在本比較範例中，實施步驟 S14 至 S20 的匹配處理而未執行步驟 S12(開始注入冷卻水)及步驟 S13(讀取過熱度)。本比較範例之氣體渦輪 12 的輸出值經由重複匹配處理而從第二輸出值逐漸下降至第一輸出值。然後，當主蒸氣溫度及金屬溫度之間的偏差的絕對值等於或小於 ε 時(步驟 S25)，蒸

氣渦輪 31 的通風開始(步驟 S24)。

將於稍後描述描繪於圖 5 中之第一實施例的處理及描繪於圖 6 中之比較範例的處理之間的效果的任何不同。

圖 7 係第一實施例的修改之廠控制方法的流程圖。

在描繪於圖 5 的處理中，蒸氣渦輪 31 的通風在複循環的熱平衡已到達穩態後開始(步驟 S22 至 S24)。然而，當期望發電廠 1 快速啟動時，蒸氣渦輪 31 的通風可在較早階段開始。

在描繪於圖 7 之修改的處理中，蒸氣渦輪 31 的通風緊接在步驟 S12(開始注入冷卻水)及步驟 S13(讀取過熱度)之後開始(步驟 S24)。此係因為主蒸氣溫度已在步驟 S11 到達金屬溫度。

然而，將複循環的熱平衡已到達時稍後到達的平衡在步驟 S13 仍不清楚。因此，在本修改中，不保證主蒸氣的流動率變得等於或大於實施蒸氣渦輪 31 之 FSNL 操作所需要的值 σ 。

此等優點及缺點的考慮指示描繪於圖 5 之第一實施例的處理具有高操作可靠性，且因此更適於雙軸複循環。另一方面，描繪於圖 7 之修改的處理能實現快速啟動，且因此更適於單軸複循環。

圖 8 係用於描述第一實施例之廠控制方法的圖。描繪於圖 8 之廠控制方法的執行在發電廠 1 啟動時遵循圖 5 描繪之藉由廠控制裝置 2 的處理。

如波形 W1 所描繪的，氣體渦輪 12 的輸出在時間 T1

開始從零增加，增加至初始負載，然後增加至第二輸出值 p_1 。因此，如波形 W3 所描繪的，廢氣溫度增加至其係高溫的廢氣溫度 t_1 。廢熱回收鍋爐 16 回收溫度 t_1 之廢氣 A2 的熱，並產生主蒸氣 A5。因此，如波形 W5 所描繪的，主蒸氣的流動率快速增加，且在已到達實施蒸氣渦輪 31 之 FSNL 操作所需要的值 σ 之後繼續增加。代表主蒸氣溫度的波形 W4 迅速地增加以接近代表金屬溫度的波形 W2。此等處理片段在持續時間 R1 中實施。

當主蒸氣溫度(波形 W4)已在時間 T2 到達金屬溫度(波形 W2)時，步驟 S12 之冷卻水 A3 的注入開始且代表冷卻水之流動率的波形 W6 開始增加。因為主蒸氣的流動率(波形 W5)及主要過熱蒸氣 A4 的溫度隨時間經過繼續增加，代表冷卻水之流動率的波形 W6 繼續增加。同時，代表主蒸氣 A5 之過熱度的波形 W7 繼續減少。此等處理片段在持續時間 R2 中實施。

當代表過熱度的波形 W7 已減少至 30°C (第一臨限)時，代表氣體渦輪 12 之輸出的波形 W1 開始從第二輸出值 p_1 朝向第一輸出值 p_4 減少。同時，代表廢氣溫度的波形 W3 減少。因此，由廢熱回收鍋爐 16 回收的熱量減少，且主蒸氣的流動率(波形 W5)及主要過熱蒸氣 A4 的溫度減少。結果，代表冷卻水之流動率的波形 W6 減少，且代表過熱度的波形 W7 開始增加。此等處理片段在持續時間 R3 中實施。氣體渦輪 12 之輸出在持續時間 R3 中的控制對應於上述第一處理。

當代表過熱度的波形 W7 已增加至 40°C (第二臨限) 時，代表氣體渦輪 12 之輸出的波形 W1 停止朝向第一輸出值 p4 減少並維持在 40°C 的輸出值 p2。輸出值 p2 低於第一輸出值 p1 並高於第二輸出值 p4。將代表廢氣溫度的波形 W3 維持在低於溫度 t1 的溫度 t2。在溫度 t2 的操作期間，由廢熱回收鍋爐 16 回收的熱量暫時減少，且主蒸氣的流動率(波形 W5)及主要過熱蒸氣 A4 的溫度暫時減少。然而，主蒸氣的流動率(波形 W5)及主要過熱蒸氣的溫度隨時間經過再度開始增加。結果，代表冷卻水之流動率的波形 W6 開始增加，且代表過熱度的波形 W7 開始減少。此等處理片段在持續時間 R4 中實施。氣體渦輪 12 之輸出在持續時間 R4 中的控制對應於上述第二處理。

當代表過熱度的波形 W7 已減少至 30°C (第一臨限) 時，代表氣體渦輪 12 之輸出的波形 W1 再度開始朝向第一輸出值 p4 減少。同時，代表廢氣溫度的波形 W3 減少。因此，由廢熱回收鍋爐 16 回收的熱量減少，且主蒸氣的流動率(波形 W5)及主要過熱蒸氣 A4 的溫度減少。結果，代表冷卻水之流動率的波形 W6 減少，且代表過熱度的波形 W7 開始增加。此等處理片段在持續時間 R5 中實施。氣體渦輪 12 之輸出在持續時間 R5 中的控制對應於上述第一處理。

當代表過熱度的波形 W7 已再度增加至 40°C (第二臨限) 時，代表氣體渦輪 12 之輸出的波形 W1 停止朝向第一輸出值減少並維持在 40°C 的輸出值 p3。輸出值 p3 低於輸

出值 p_2 並高於第二輸出值 p_4 。將代表廢氣溫度的波形 W_3 維持在低於溫度 t_2 的溫度 t_3 。在溫度 t_3 的操作期間，廢氣溫度 t_3 、主蒸氣的流動率 f_3 、冷卻水的流動率 v_3 、過熱度 q_3 、及主要過熱蒸氣的溫度(未描繪)係平衡的。結果，主蒸氣溫度能維持在金屬溫度，同時將過熱度維持在 30°C 或更高。用於實現此種狀態的輸出值 p_3 係藉由迄今描述的廠控制方法得到。此等處理片段在持續時間 R_6 中實施。氣體渦輪 12 之輸出在持續時間 R_6 中的控制對應於上述第二處理。

當過熱度 C_3 已繼續等於或高於 30°C 達五分鐘(時間 T_3)時，蒸氣渦輪 31 的通風開始。在描繪於圖 8 的處理中，將第一及第二處理重複二次，但可重複三或更多次。

圖 9 係用於描述第一實施例的比較範例之廠控制方法的圖。描繪於圖 9 之廠控制方法的執行遵循描繪於圖 6 的處理。

在圖 8 中，當主蒸氣溫度(波形 W_4)已在時間 T_2 到達金屬溫度(波形 W_2)時，步驟 S_{12} 之冷卻水 A_3 的注入開始(持續時間 R_2)。然後，第一處理及第二處理交替地重複，使得代表氣體渦輪 12 之輸出的波形 W_1 從第二輸出值 p_1 逐漸朝向第一輸出值 p_4 減少(持續時間 R_3 至 R_6)。

然而，在圖 9 中，當主蒸氣溫度(波形 W_4)已在時間 T_2 到達金屬溫度(波形 W_2)時，代表氣體渦輪 12 之輸出的波形 W_1 從第二輸出值 p_1 減少至第一輸出值 p_4 而不開始步驟 S_{12} 之冷卻水 A_3 的注入(持續時間 R_7)。

在描繪於圖 9 的比較範例中，主蒸氣溫度的控制係經由氣體渦輪 12 之輸出的控制而實施，且因此氣體渦輪 12 的輸出必需下降至第一輸出值 p_4 。因此，廢氣溫度減少至溫度 $t_4(=\text{金屬溫度}+\Delta T)$ 。結果，由廢氣 A2 保持的熱量減少，且主蒸氣的流動率減少至 f_4 。然而，當主蒸氣的此流動率 f_4 低於實施蒸氣渦輪 31 之 FSNL 操作所需的值 σ 時，已針對 FSNL 操作增加之蒸氣渦輪 31 的速度開始不利地減少。在圖 9 中，主蒸氣的流動率在藉由參考符號 Z 指示的時間已減少至值 σ 。

然而，在描繪於圖 8 的本實施例中，主蒸氣溫度的控制係經由氣體渦輪 12 之輸出的控制及降溫裝置 22 之操作的控制而實施，且因此氣體渦輪 12 的輸出不必降低至第一輸出值 p_4 。在圖 9 中，氣體渦輪 12 的輸出已降低至 $p_3(>p_4)$ ，且主蒸氣的流動率已降低至 $f_3(>\sigma>f_4)$ 。因此，根據描繪於圖 8 的實施例，能實施氣體渦輪 31 的 FSNL 操作而沒有任何問題。

如上文所述，在本實施例中，主蒸氣溫度係經由氣體渦輪 12 之輸出的控制及降溫裝置 22 之操作的控制二者而控制。例如，在本實施例中，廢氣溫度經由氣體渦輪 12 之輸出的控制而大致降低，且主蒸氣溫度因此大致受控制，然後經由降溫裝置 22 之操作的控制受精細控制。

在與氣體渦輪 12 之輸出的控制有關之本實施例的評估中，氣體渦輪 12 之輸出的控制及降溫裝置 22 之操作的控制二者的使用具有下列優點。當降溫裝置 22 注入冷

卻水 A3 時，經由氣體渦輪 12 之輸出的控制因此輔助主蒸氣溫度的控制。此實現較高的廢氣溫度，換言之，更高的氣體渦輪輸出。因此，此降低用於減少主蒸氣溫度之氣體渦輪輸出中的降低量。或者，此消除降低氣體渦輪輸出以降低主蒸氣溫度的需求。因此，本實施例能解決或減少主蒸氣的產生量過度減少的問題，例如，在發電廠 1 啟動時。

在與降溫裝置 22 之操作的控制有關之本實施例的評估中，使用降溫裝置 22 之操作的控制及氣體渦輪 12 之輸出的控制二者具有下列優點。當控制氣體渦輪 12 的輸出以從第二輸出值朝向第一輸出值減少時，主要過熱蒸氣 A4 的溫度減少，當冷卻主要過熱蒸氣 A4 時，其降低降溫裝置 22 上的負載。因此，本實施例能藉由使用此種相對小量的冷卻水實現能將過熱度維持在 30°C 或更高的目標主蒸氣溫度。

在本實施例中，氣體渦輪輸出及冷卻水的流動率係基於主蒸氣 A5 的過熱度受控制。在本實施例中，氣體渦輪輸出及冷卻水的流動率係參考過熱度的第一臨限(30°C)及第二臨限(40°C)而受控制。因此，本實施例能抑制氣體渦輪輸出的過度降低，並因此抑制主蒸氣之流動率的過度降低。

在描繪於圖 8 的第一實施例及描繪於圖 9 之比較範例的比較中，蒸氣渦輪 31 的通風開始之前所需要的時間典型地比比較範例短。然而，本實施例能啟動發電廠 1，同

時抑制主蒸氣溫度的過度增加及主蒸氣之流動率的過度降低。

當已然描述特定實施例時，此等實施例僅已藉由例示方式呈現，且未企圖限制本發明的範圍。實際上，本文描述的新穎裝置、方法、及廠可用各種其他形式具現；此外，可能無須脫離本發明的精神而以本文描述之該等裝置、方法、及廠的形式產生各種省略、替代、及改變。隨附之申請專利範圍及彼等的等效範圍意圖涵蓋落在本發明之範圍及精神內的此種形式或修改。

【符號說明】

- 1：發電廠
- 2：廠控制裝置
- 2a：輸出控制器
- 2b：降溫控制器
- 2c：過熱度偵測器
- 11：壓縮機
- 12：氣體渦輪
- 13：氣體渦輪(GT)發電機
- 14：燃燒器
- 15：燃料控制閥
- 16：廢熱回收鍋爐
- 21：供水泵
- 22：降溫裝置

- 22a : 降溫控制閥
- 22b : 降溫器
- 23 : 汽鼓
- 24 : 蒸發器
- 25 : 主要過熱器
- 26 : 次級過熱器
- 31 : 蒸氣渦輪
- 31a : 轉子
- 31b : 靜子
- 31c : 蒸氣入口
- 31d : 蒸氣出口
- 32 : 蒸氣渦輪 (ST) 發電機
- 33 : 調整器閥
- 34 : 旁路控制閥
- 35 : 蒸氣冷凝器
- 36 : 循環水泵
- 41、42、53、56 : 調節器
- 43 : 高值選擇器
- 44、55 : 切換器
- 45、52 : 減法器
- 46 : 比例-積分-微分 (PID) 控制器
- 47 : 低值選擇器
- 51 : 函數產生器
- 54 : 比較器

- 57：取樣延遲單元
- A1：燃料
- A2：廢氣
- A3：冷卻水
- A4：主要過熱蒸氣
- A5：次級過熱蒸氣
- A6：主蒸氣
- A7：循環水
- B1：啟動目標溫度
- B2、C4：切換信號
- B3：設定值(SV 值)
- B4：處理值(PV 值)
- B5：偏差
- B6：操作量(MV 值)
- C1：主蒸氣壓力
- C2：飽和溫度
- C3、q3：過熱度
- C5、 X_N 、 X_{N-1} ：開啟度命令
- f3、f4、v3：流動率
- L：旋轉軸
- OS：輸出感測器
- p1：第二輸出值
- p2、p3：輸出值
- p4：第一輸出值

PS：壓力感測器

R1、R2、R3、R4、R5、R6、R7：持續時間

t1：廢氣溫度

t2、t3、t4：溫度

T1、T2、T3、Z：時間

TS1、TS2、TS3：溫度感測器

W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7：波形

ΔT 、 σ ：值

申請專利範圍

1.一種組態成控制發電廠的廠控制裝置，該發電廠包含：

氣體渦輪，組態成由氣體驅動；

廢熱回收鍋爐，組態成藉由使用來自該氣體渦輪之廢氣的熱產生蒸氣；

降溫裝置，組態成經由冷卻介質冷卻由該廢熱回收鍋爐產生的該蒸氣；及

蒸氣渦輪，組態成由該降溫裝置所冷卻的該蒸氣驅動，

該廠控制裝置包含：

輸出控制器，組態成控制該氣體渦輪的輸出；及

降溫控制器，組態成在該輸出控制器控制該氣體渦輪之該輸出的同時，控制藉由該降溫裝置的該蒸氣的冷卻操作。

2.如申請專利範圍第 1 項的廠控制裝置，其中在該輸出控制器將該氣體渦輪的輸出值從第二輸出值朝向第一輸出值降低的同時，該降溫控制器控制藉由該降溫裝置的該蒸氣的該冷卻操作。

3.如申請專利範圍第 2 項的廠控制裝置，其中該第一輸出值係基於該廢氣的溫度及該蒸氣渦輪的金屬溫度決定。

4.如申請專利範圍第 1 項的廠控制裝置，其中

該降溫控制器基於代表該蒸氣之狀態的值，控制藉由

該降溫裝置的該蒸氣的該冷卻操作，及

該輸出控制器基於代表該蒸氣之該狀態的該值，控制該氣體渦輪的該輸出。

5.如申請專利範圍第 4 項的廠控制裝置，更包含過熱度偵測器，該過熱度偵測器組態成偵測藉由該降溫裝置冷卻之該蒸氣的過熱度，

其中代表該蒸氣之該狀態的該值係藉由該過熱度偵測器偵測的該過熱度。

6.如申請專利範圍第 5 項的廠控制裝置，其中當該過熱度已減少至第一臨限時，該輸出控制器開始降低該氣體渦輪的該輸出。

7.如申請專利範圍第 6 項的廠控制裝置，其中該第一臨限係允許該蒸氣渦輪的驅動之該過熱度的下限。

8.如申請專利範圍第 6 項的廠控制裝置，其中當該過熱度已增加至高於該第一臨限的第二臨限時，該輸出控制器停止降低該氣體渦輪的該輸出。

9.如申請專利範圍第 8 項的廠控制裝置，其中該輸出控制器在該過熱度高於該第二臨限的同時，控制該氣體渦輪的該輸出，以維持在當該過熱度到達該第二臨限時該氣體渦輪的該輸出值。

10.如申請專利範圍第 1 項的廠控制裝置，其中該降溫控制器包括切換模組，組態成在基於該蒸氣渦輪之金屬溫度決定的第一設定值及與該第一設定值不同的第二設定值之間切換該蒸氣之該溫度的設定值。

11.一種控制發電廠的廠控制方法，該發電廠包含：

氣體渦輪，組態成由氣體驅動；

廢熱回收鍋爐，組態成藉由使用來自該氣體渦輪之廢氣的熱產生蒸氣；

降溫裝置，組態成經由冷卻介質冷卻由該廢熱回收鍋爐產生的該蒸氣；及

蒸氣渦輪，組態成由該降溫裝置所冷卻的該蒸氣驅動，

該方法包含：

由輸出控制器控制該氣體渦輪的輸出；及

在該輸出控制器控制該氣體渦輪之該輸出的同時，由降溫控制器控制藉由該降溫裝置的該蒸氣的冷卻操作。

12.一種發電廠，包含：

氣體渦輪，組態成由氣體驅動；

廢熱回收鍋爐，組態成藉由使用來自該氣體渦輪之廢氣的熱產生蒸氣；

降溫裝置，組態成經由冷卻介質冷卻由該廢熱回收鍋爐產生的該蒸氣；

蒸氣渦輪，組態成由該降溫裝置所冷卻的該蒸氣驅動；

輸出控制器，組態成控制該氣體渦輪的輸出；及

降溫控制器，組態成在該輸出控制器控制該氣體渦輪之該輸出的同時，控制藉由該降溫裝置的該蒸氣的冷卻操作。

圖式

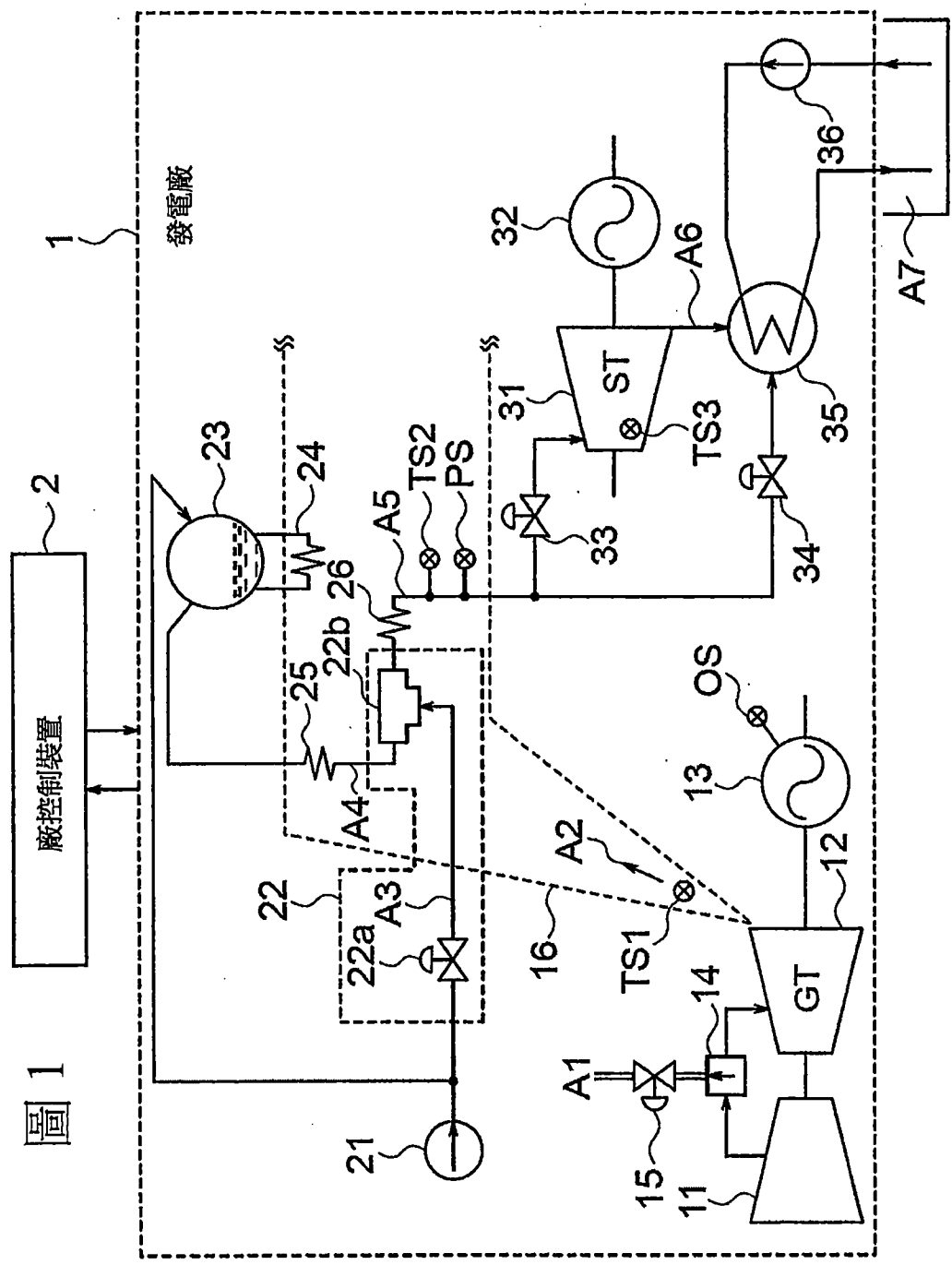


圖 1

圖 2

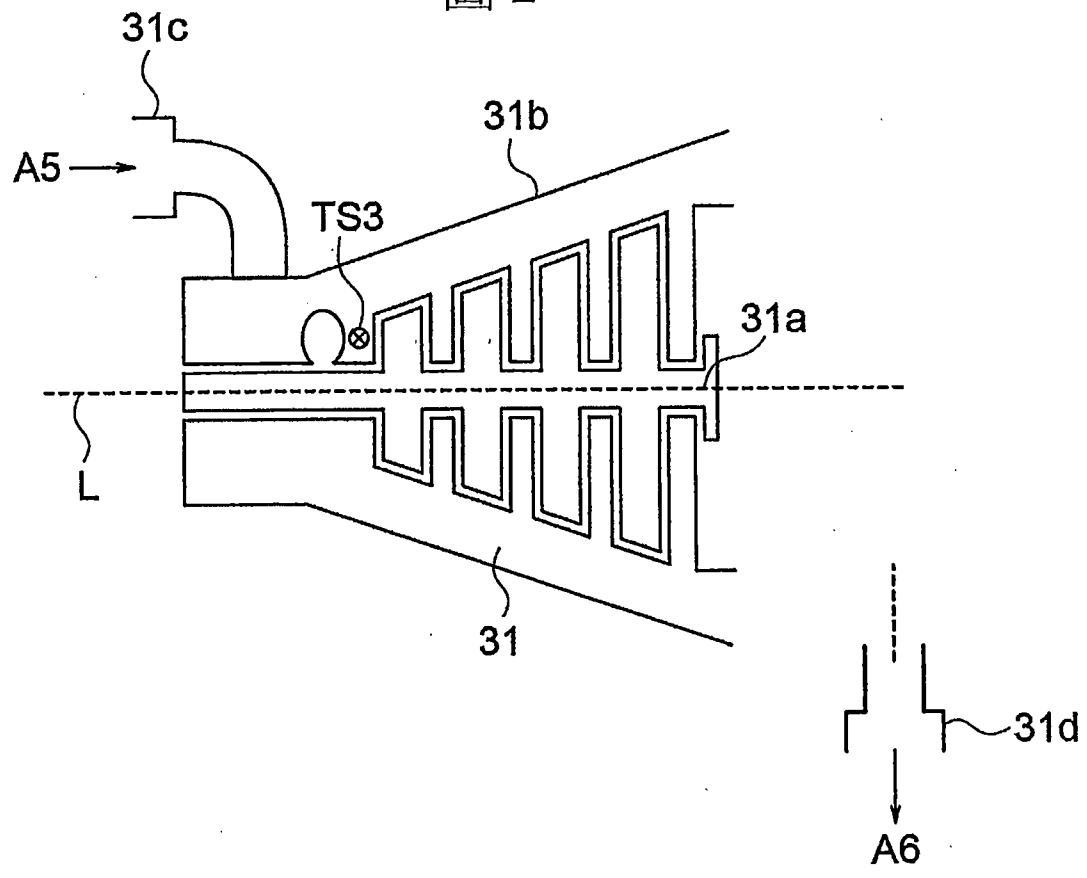


圖 3

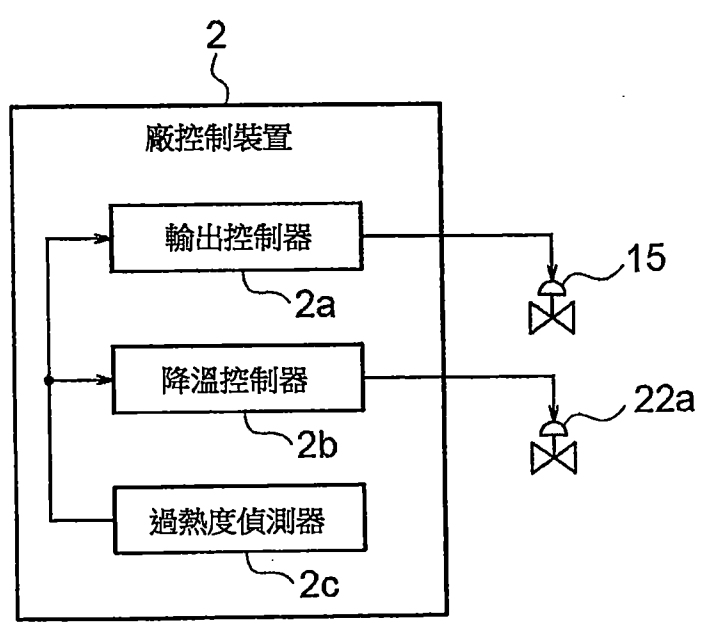


圖 4 2

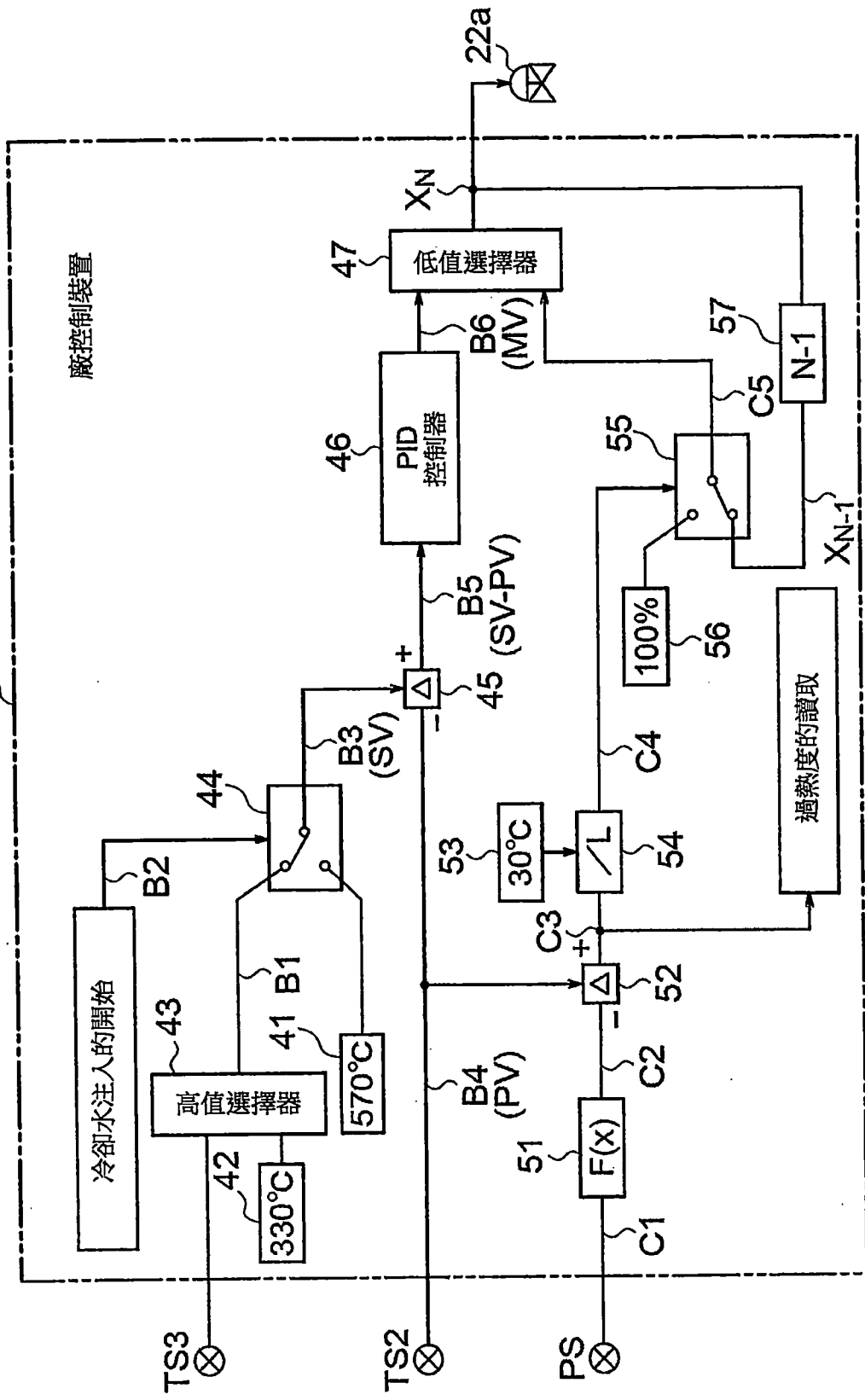


圖 5

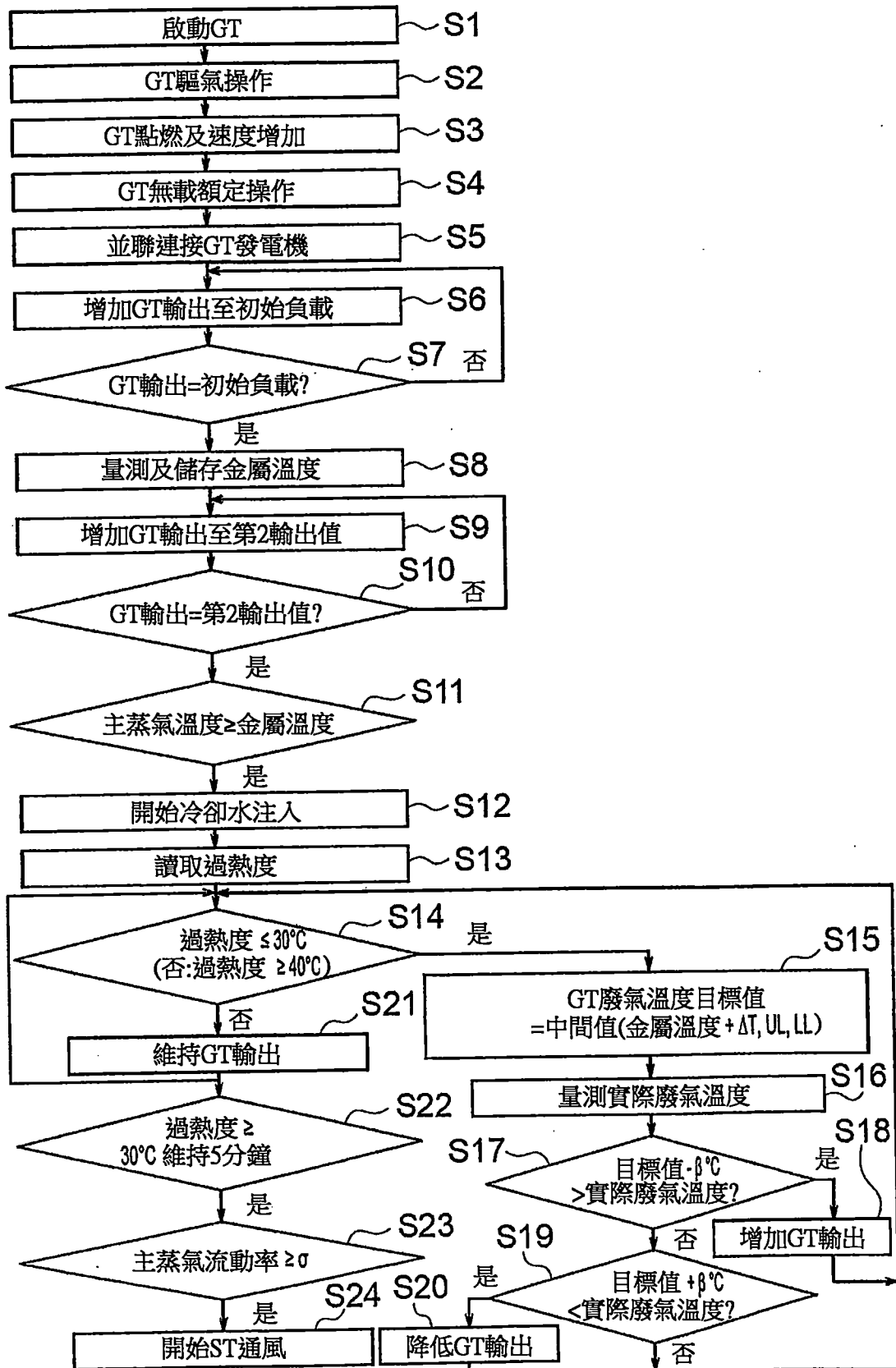


圖 6

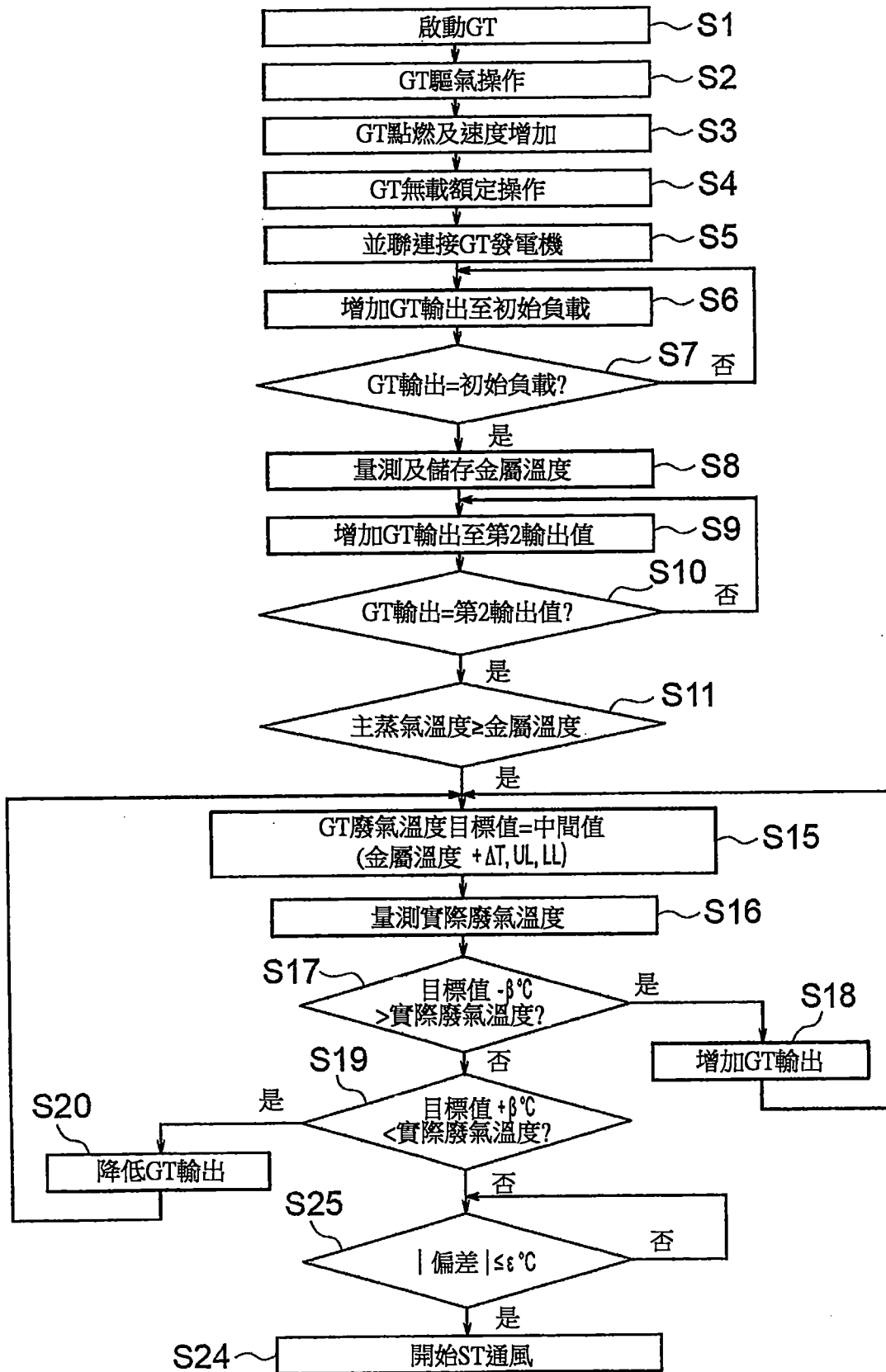


圖 7

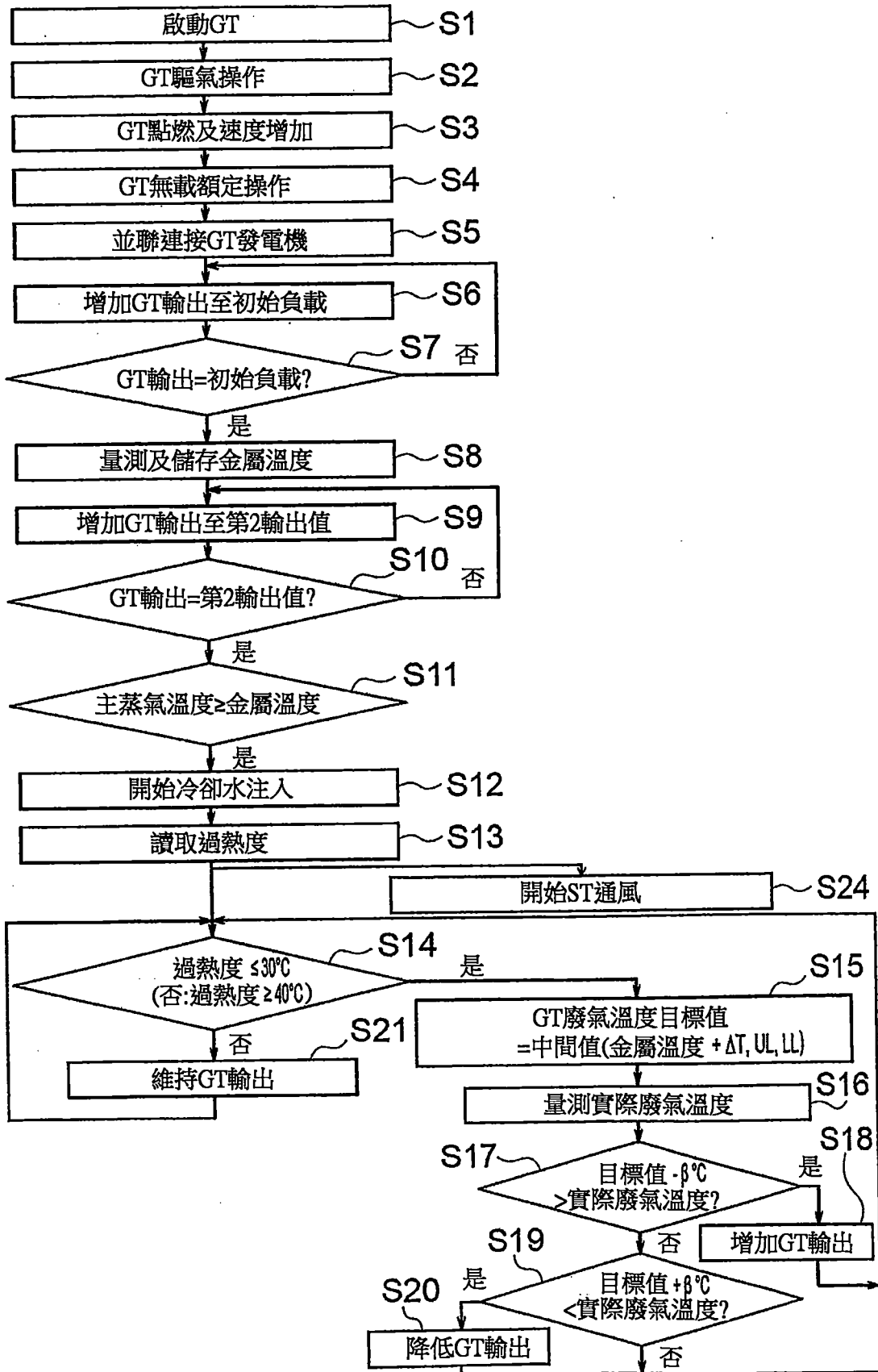


圖 8

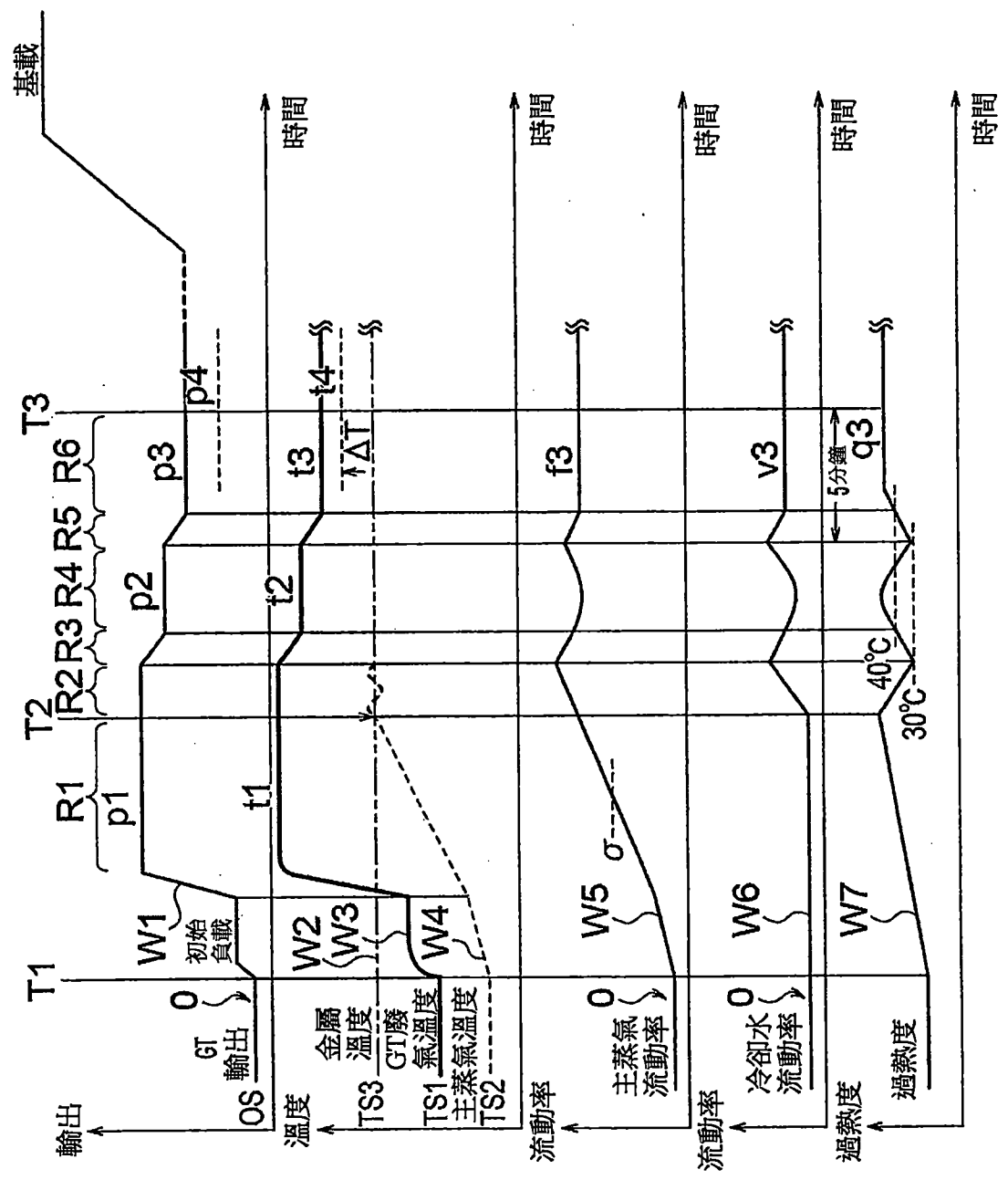


圖 9

