

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-79603

(P2013-79603A)

(43) 公開日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 1 K 9/00 (2006.01)	F 0 1 K 9/00 A	3 G 0 8 1
F 2 8 B 3/04 (2006.01)	F 2 8 B 3/04	
F 0 1 D 25/30 (2006.01)	F 0 1 D 25/30 A	
F 0 3 G 4/00 (2006.01)	F 0 1 D 25/30 B	
F 0 1 K 25/10 (2006.01)	F 0 3 G 4/00 5 2 1	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-219956 (P2011-219956)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成23年10月4日 (2011.10.4)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康
		(74) 代理人	100107582
			弁理士 関根 毅
		(74) 代理人	100118843
			弁理士 赤岡 明
		(74) 代理人	100096921
			弁理士 吉元 弘
最終頁に続く			

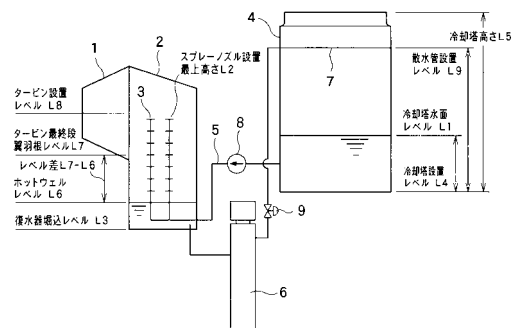
(54) 【発明の名称】 軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラント

(57) 【要約】

【課題】 ノズル要求圧力を確保すると共に、建設コストを低減することが可能な軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントを提供する。

【解決手段】 蒸気を与えられる蒸気タービン1、蒸気タービンで仕事をした蒸気にスプレーノズル3から冷却水を直接接触して復水する復水器2と、復水された水及び冷却水を蓄積し冷却水を生成する冷却塔4と、当該復水器2により復水された水を冷却塔に与える循環水管と、当該冷却塔4が生成した冷却水を復水器に戻す循環水管5を備え、当該戻り循環水管5にポンプ8が配置される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蒸気タービンから排気された蒸気に、スプレーノズルから冷却水を直接接触して復水する復水器と、

前記復水器により復水された水を与えられて蓄積し、前記冷却水を生成する冷却塔と、

前記復水器により復水された水を前記冷却塔に与える循環水管と、

前記冷却塔が生成した前記冷却水を前記復水器に与える戻り循環水管と、

を備え、

前記戻り循環水管にポンプが配置されたことを特徴とする軸流排気型蒸気タービン用復水装置。

10

【請求項 2】

前記ポンプは、前記冷却塔の内面圧から前記復水器の内圧を差し引いた圧力差から、前記復水器のスプレーノズルの設置最上高さから前記冷却塔の水面レベルを差し引いた静水頭差を差し引いた値が、前記スプレーノズルの要求圧力を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の軸流排気型蒸気タービン用復水装置。

【請求項 3】

前記戻り循環水管に、遮断可能な弁がさらに配置されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の軸流排気型蒸気タービン用復水装置。

【請求項 4】

前記戻り循環水管に、流量を調節するための第 1 の調節弁がさらに配置されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の軸流排気型蒸気タービン用復水装置。

20

【請求項 5】

前記循環水管に設けられ、前記復水器により復水された水を前記冷却塔に与えるための循環水ポンプと、前記復水器により復水された水の流量を調節する第 2 の調節弁と、

前記循環水ポンプ及び前記第 2 の調節弁のそれぞれの故障を検知する故障検知装置と、

前記故障検知装置により、前記循環水ポンプ又は前記第 2 の調節弁、あるいは前記循環水ポンプ及び前記第 2 の調節弁の故障が検知された場合、前記遮断可能な弁を遮断する制御装置と、

をさらに備えたことを特徴とする請求項 3 記載の軸流排気型蒸気タービン用復水装置。

【請求項 6】

前記循環水管に設けられ、前記復水器により復水された水を前記冷却塔に与えるための循環水ポンプと、前記復水器により復水された水の流量を調節する第 2 の調節弁と、

前記循環水ポンプ及び前記第 2 の調節弁のそれぞれの故障を検知する故障検知装置と、

前記故障検知装置により、前記循環水ポンプ又は前記第 2 の調節弁、あるいは前記循環水ポンプ及び前記第 2 の調節弁の故障が検知された場合、前記戻り循環水管の流量を前記第 1 の調節弁により調節する制御装置と、

をさらに備えたことを特徴とする請求項 4 記載の軸流排気型蒸気タービン用復水装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の軸流排気型蒸気タービン用復水装置と、

蒸気を与えられ、仕事をした蒸気を前記復水器に排気する前記蒸気タービンと、

前記蒸気タービンにより回転エネルギーを与えられて電力を発生する発電機と、

を備えたことを特徴とする地熱発電プラント。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地熱発電プラント等において用いられる軸流排気型蒸気タービン用復水装置、並びにこのような復水装置を備えた地熱発電プラントに関する。

【背景技術】

【0002】

地熱発電プラントでは、地熱により生成された天然の蒸気を用いて蒸気タービンを回転

50

させた後、排気を冷却凝縮して復水を回収する復水装置が設けられている。復水装置には、蒸気タービンからの排気に対して冷却水を直接接触される直接接触式があり、さらに直接接触式復水器にはトレイを用いた方式と、冷却水をスプレーにより直接噴霧して排気に接触させるスプレーノズルを用いた方式とがある。

【0003】

スプレーノズル方式では、復水器内においてスプレーノズルにより循環水を噴霧をするために、復水器内における適切な位置に複数のノズルが設置されている。

【0004】

各ノズルには、噴霧のために必要な圧力が確保されることが必要であり、最上部に設置されたノズルにおいても圧力が確保されていなければならない。

【0005】

ここで、ノズルに要求される圧力は、以下の式(1)により表わされる。

$$\begin{aligned} \text{ノズル要求圧力} = & \text{圧力差 (冷却塔内面圧 (大気圧) - 復水器内圧 (大気圧より低圧))} \\ & - \text{圧力損失 (弁、配管)} \\ & - \text{静水頭差 (復水器のスプレーノズル設置最上高さ - 冷却塔の水面} \\ & \text{レベル)} \end{aligned} \quad (1)$$

【0006】

このように、復水器及び冷却塔の設置高さは、冷却塔内面圧と復水器内圧との圧力差、配管及び調節弁の圧力損失、スプレーノズルの高さ、冷却塔の水面レベルとの静水頭差を考慮する必要がある。

【0007】

上記式(1)において、システム設計により、冷却塔内面圧と復水器内圧との圧力差、配管及び調節弁の圧力損失が決定される。ノズル要求圧力を確保するためには、復水器のスプレーノズル設置最上高さ、冷却塔の水面レベルとの静水頭差を考慮するために、スプレーノズルの設置位置を下げる必要が生じる。この結果、復水器の掘り込みが深くなり、建設コストが増加するという課題があった。

【0008】

また、従来の地熱発電プラントでは、蒸気タービンから排気を下方に行う下方排気型を主に採用しており、戻り循環水管からの冷却水が蒸気タービンへ流入する現象、即ちウォーターインダクションが起こらないように考慮する必要はなかった。しかし下方排気型では、復水器を蒸気タービンより低い位置まで掘り込む必要があり建設コストの増加を招いていた。

【0009】

そこで近年では、建設コストを低減するため、さらに蒸気タービンの最終翼出口から復水器までの圧力損失を小さくするために、蒸気タービンに軸流排気型を適用し、蒸気タービンと同レベルに設置した復水器に、蒸気タービンの最終段翼後側から直接排気を導く軸流排気型を採用したものが増加している。

【0010】

このような軸流排気型を採用した場合、復水器内に蓄積された水のレベル、即ちホットウェルレベルを、循環水ポンプが非常停止した時に、戻り循環水管に設置された調節弁が全閉するまでに復水器に流入する冷却水によるタービンのウォーターインダクションが起こらないように考慮する必要がある。

【0011】

具体的には、復水器のホットウェルレベルは、蒸気タービンの最終段翼の最低羽根レベルから復水器の冷却水流入量により上昇するレベルを考慮して設定しなければならない。

【0012】

ここで、冷却塔の水位レベルが高い程、復水器のホットウェルレベルとの静水頭差が大きくなり、調節弁が全閉するまでの時間に復水器へ流入する冷却水量が増える。これに伴い、冷却水貯留に必要な高さが増加し、ホットウェルレベルを下げる必要が生じて、復水器の掘り込みが深くなり建設コストが増加するという課題があった。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

従来の軸流排気型の蒸気タービン用直接接触式復水装置として、以下の特許文献 1 に記載されたものがある。この装置は、戻り循環水管に立ち上がり部を形成し、この立ち上がり部の頂部近傍に枝管と弁とからなるサイフンブレーカを接続することにより、循環水ポンプ停止時における冷却塔から復水器への冷却水の流入を防ぎ、ウォータインダクションを防止するというものである。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 1 9 3 4 1 7 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 5 】

しかし、上記特許文献 1 に記載されたものは、軸流排気型の蒸気タービン用直接接触式復水装置におけるウォータインダクションを防止するものであって、ノズル要求圧力を確保するために復水器の掘り込みが深くなり建設コストが増加するという課題を解決することはできなかった。

【 0 0 1 6 】

本発明は上記事情に鑑み、軸流排気型蒸気タービン用復水装置において、ノズル要求圧力を確保すると共に建設コストを低減し、さらにウォータインダクションを防止することが可能な軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントを提供することを目的とする。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 7 】

本発明の一態様による軸流排気型蒸気タービン用復水装置は、蒸気タービンから排気された蒸気に、スプレーノズルから冷却水を直接接触して復水する復水器と、前記復水器により復水された水を与えられて蓄積し、前記冷却水を生成する冷却塔と、前記復水器により復水された水を前記冷却塔に与える循環水管と、前記冷却塔が生成した前記冷却水を前記復水器に与える戻り循環水管と、を備え、前記戻り循環水管にポンプが配置され、前記ポンプは、前記冷却塔の内面圧から前記復水器の内圧を差し引いた圧力差から、前記復水器のスプレーノズルの設置最上高さから前記冷却塔の水面レベルを差し引いた静水頭差を差し引いた値が、スプレーノズルの要求圧力を満たすように動作することを特徴とする。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明の軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントによれば、ノズル要求圧力を確保すると共に建設コストを低減し、かつウォータインダクションを防止することが可能である。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 による軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントの構成を示した配置図である。

【 図 2 】 同実施の形態 1 による軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントにおいて、循環水ポンプの吊り上げ高さタービン建屋の高さとの関係を示す説明図である。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 2 による軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントの構成を示した配置図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態 3 による軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プ

50

ラントの構成を示した配置図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態による軸流排気型蒸気タービン用復水装置及び地熱発電プラントについて、図面を参照して説明する。

【0021】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1による軸流排気型蒸気タービン用復水装置、及びこれを含む地熱発電プラントについて、その構成を示した図1を用いて説明する。

【0022】

図示されていない蒸気配管から蒸気が蒸気タービン1に流入し、蒸気タービン1で仕事をした後排気されて、スプレー式直接接触式の復水器2へ流入する。

【0023】

復水器2の内部にはスプレーノズル3が配置されており、冷却塔4から戻り循環水管5を介して供給された冷却水が噴霧され、蒸気と直接接触する。これにより、蒸気タービン1から排気された蒸気が凝縮され、復水となり冷却水と共に復水器2の下部に蓄積する。

【0024】

蓄積した水は、循環水ポンプ6により昇圧され、調節弁9により流量が調節されつつ、冷却塔4の上部に設置された冷却塔散水管7へ送られ散水されて空冷により冷却され、冷却塔4の下部に蓄積する。

【0025】

冷却塔4に蓄積した水は、戻り循環水管5における、後述するようにポンプ8を介してスプレー式直接接触式復水器2へ冷却水として戻る。

【0026】

ここで、図1に示されたように、それぞれの要素のレベルを以下のように表すものとする。

- L1：冷却塔4の水面レベル
- L2：復水器2内部におけるスプレーノズル3の設置最上高さ
- L3：復水器2の設置レベル（掘込レベル）
- L4：冷却塔4の設置レベル
- L5：冷却塔4の最高高さ
- L6：復水器2のホットウェルレベル
- L7：蒸気タービン1の最終段翼羽根レベル
- L8：蒸気タービン1の設置レベル（回転軸の高さ）
- L9：冷却塔4の散水管設置レベル

【0027】

スプレーノズル3の要求圧力 P_1 は、上記式(1)に基づき以下の式(2)のように表される。

$$P_1 = \text{圧力差 (冷却塔内面圧 (大気圧) - 復水器内圧 (大気圧より低圧))} \\ - \text{圧力損失 (弁、配管)} \\ - \text{静水頭差 } P_2 \text{ (復水器のスプレーノズル設置最上高さ } L_2 \text{ - 冷却塔の水面レベル } L_1 \text{)} \quad (2)$$

【0028】

この式(2)において、スプレーノズル3の要求圧力 P_1 の確保を補助するために、本実施の形態1では戻り循環水管5にポンプ8を設置している点に特徴がある。これにより、静水頭差 P_2 により要求圧力 P_1 を満たす必要が無くなり、以下のような効果が得られる。

【0029】

i) 静水頭差 P_2 を考慮するために、復水器2のスプレーノズル設置高さ L_2 を低くし、それに伴い復水器2の設置レベル（掘り込みレベル） L_3 を深くする必要性が排除さ

10

20

30

40

50

れ、建設コストを低減することができる。

【0030】

あるいは、静水頭差 P2 を考慮するために、冷却塔4の水面レベルL1を高くするために、冷却塔4の設置レベルL4もしくは冷却塔4の高さL5を高くする必要性が排除され、静水頭差 P2 による制約がなくなり建設コストが低減される。

【0031】

i i) 静水頭差 P2 を下げることが可能となる。このため、調節弁9が全閉するまでに冷却塔4から復水器2に流入する冷却水流量が減少する。この結果、復水器2のホットウェルレベルL6と蒸気タービン1の最終段翼羽根レベルL7とのレベル差(L7 - L6)を小さく設定してもウォータインダクションを防止することが可能である。

10

【0032】

これにより、復水器2の設置レベル(掘り込みレベル)L3を高くする、即ち掘り込み量を小さくするか、あるいは蒸気タービン1の設置レベルL8を下げる事が可能となり、以下のような効果が得られる。

【0033】

a) 復水器2のホットウェルレベルL6を上げて、復水器2の掘り込みレベルL3を小さくすることができるので、建設コストを低減する効果が得られる。

【0034】

b) 図2に、タービン建屋20内に蒸気タービン1、復水器2、循環水ポンプ6が設置された状態を示す。循環水ポンプ6が故障した場合には、クレーン等によりタービン建屋20内を吊り上げて搬送する必要がある。このように、循環水ポンプ6が蒸気タービン1と共に屋内に設置されている場合には、タービン建屋20の高さを、循環水ポンプ6が故障した時に吊り上げる高さ、タービン建屋20内に最高の高さとして存在する機器の上方を通過する搬出ルートの特容高さHを考慮して決定する必要がある。

20

【0035】

図2のように、タービン建屋20内における最高高さとなる機器が、例えば蒸気タービン1と復水器2とを一体化して覆うタービンケーシングや、図示されていない発電機と蒸気タービン1との間の相分離母線等、蒸気タービン1に付属するものである場合、蒸気タービン1の設置レベルL8を下げる事により、建屋全体の高さを低くし、建設コストを低減する効果が得られる。

30

【0036】

戻り循環水管5にポンプ8を設置したことにより、上記a)において述べたように、復水器2のホットウェルレベルL6を上げることができる。

【0037】

このため、冷却塔4の上部に設置された冷却塔散水管7との静水頭差が小さくなり、循環水ポンプ6の揚程を小さくすることが可能である。また上記i)において述べたように、冷却塔4の高さL5を高くする必要があるため、これに伴い冷却塔散水管7の設置レベルL9が高くならず、循環水ポンプ6の揚程を小さくすることができるため、建設コストの低減が可能である。

【0038】

40

(実施の形態2)

本発明の実施の形態2による軸流排気型蒸気タービン用復水装置、及びこれを含む地熱発電プラントについて、その構成を示した図3を用いて説明する。尚、図1に示された上記実施の形態1における構成要素と同一のものには同一符号で付して重複する説明は省略する。

【0039】

本実施の形態2は上記実施の形態1の構成に加えて、戻り循環水管5においてポンプ8のみならず油圧式あるいは空気式の遮断弁10をさらに備えている点が相違する。この遮断弁10と関連し、故障検知装置31、制御装置32が設けられている。

【0040】

50

故障検知装置 3 1 は、循環水ポンプ 6 又は調節弁 9、あるいは循環水ポンプ 6 及び調節弁 9 が故障した場合に、この故障を検知する。故障検知装置 3 1 が故障を検知すると、制御装置 3 2 が遮断弁 1 0 を遮断するように制御する。

【 0 0 4 1 】

これにより、循環水ポンプ 6 が故障した場合又は調節弁 9 による流量の調節が不能となった場合、あるいは循環水ポンプ 6 及び調節弁 9 が故障してホットウェルレベル L 6 が上昇した場合に、戻り循環水管 5 に設置した遮断弁 1 0 を閉めることで、冷却塔 4 から復水器 2 への循環水の流入を即座に遮断することができる。これにより、復水器 2 への循環水の流入量により制約されるホットウェルレベル L 6 と蒸気タービン 1 の設置レベル L 8 との差を小さく設定してもウォータインダクションを防止することが可能である。これにより、上記実施の形態 1 において述べたように、ホットウェルレベル L 6 を上げて復水器 2 の掘込レベル L 3 を小さくし、建設コストを低減することができる。

10

【 0 0 4 2 】

(実施の形態 3)

本発明の実施の形態 3 による軸流排気型蒸気タービン用復水装置、及びこれを含む地熱発電プラントについて、その構成を示した図 4 を用いて説明する。尚、図 1 に示された上記実施の形態 1 における構成要素と同一のものには同一符号で付して重複する説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態 3 が上記実施の形態 2 と異なる点は、戻り循環水管 5 において遮断弁 1 0 の代わりに調節弁 1 1 を有していることである。この調節弁 1 1 と関連し、故障検知装置 3 1、制御装置 3 2 が設けられている。

20

【 0 0 4 4 】

故障検知装置 3 1 は、循環水ポンプ 6 又は調節弁 9、あるいは循環水ポンプ 6 及び調節弁 9 が故障した場合に、この故障を検知する。故障検知装置 3 1 が故障を検知すると、制御装置 3 2 が調節弁 1 1 における流量の調節を制御する。

【 0 0 4 5 】

循環水ポンプ 6 が故障した場合、あるいは調節弁 9 による流量の調節が不能となりホットウェルレベル L 6 が高くなった場合に、戻り循環水管 5 に遮断弁 1 0 の代わりに設置した調節弁 1 1 における流量の調節を制御することで、復水器 2 への循環水の流入量を制限することができる。これにより、復水器 2 への循環水流入量により制約されるホットウェルレベル L 6 と蒸気タービン 1 の設置レベル L 8 との差、即ち、冷却水の貯蔵に必要な高さが減少し、レベル L 6 と L 8 との差を小さく設定してもウォータインダクションを防止することが可能となる。

30

【 0 0 4 6 】

これにより、ホットウェルレベル L 6 を下げる必要がなくなり、復水器 2 の掘込レベル L 3 を下げなくともよいため建設コストが低減される。

【 0 0 4 7 】

本発明のいくつかの実施の形態について説明したが、これらの実施の形態は、例として提示したものであり、発明の技術的範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施の形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施の形態やその変形は、発明の技術的範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

40

【符号の説明】

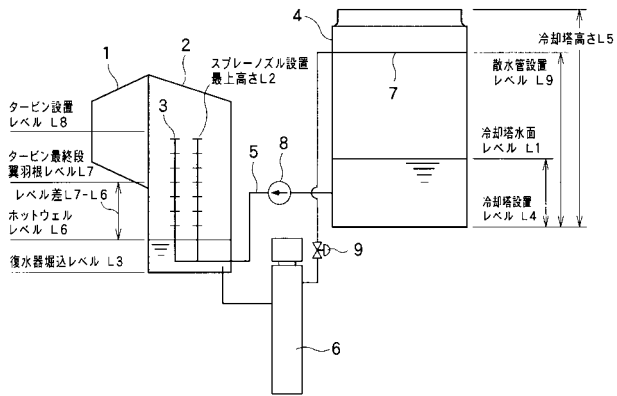
【 0 0 4 8 】

- 1 蒸気タービン
- 2 スプレー式直接接触式復水器
- 3 スプレーノズル
- 4 冷却塔

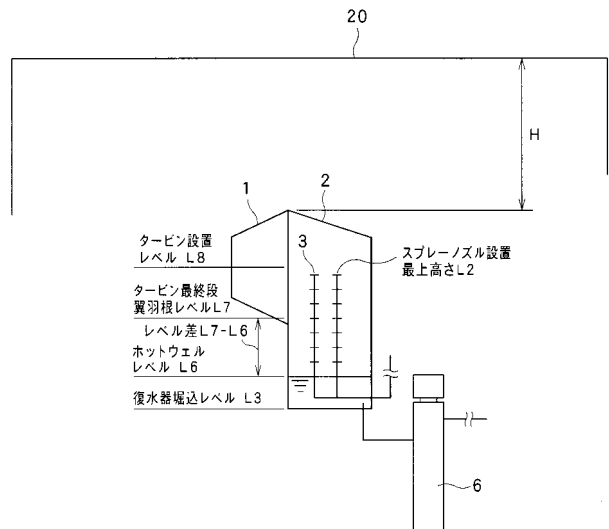
50

- 5 戻り循環水管
- 6 循環水ポンプ
- 7 冷却塔散水管
- 8 ポンプ
- 9、11 調節弁
- 10 遮断弁
- 20 タービン建屋
- 31 故障検知装置
- 32 制御装置

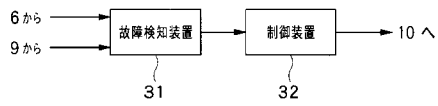
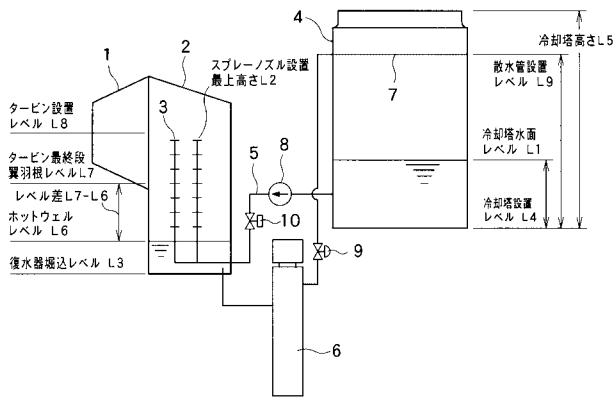
【図1】



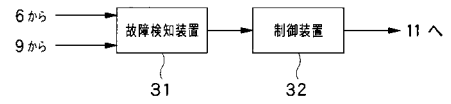
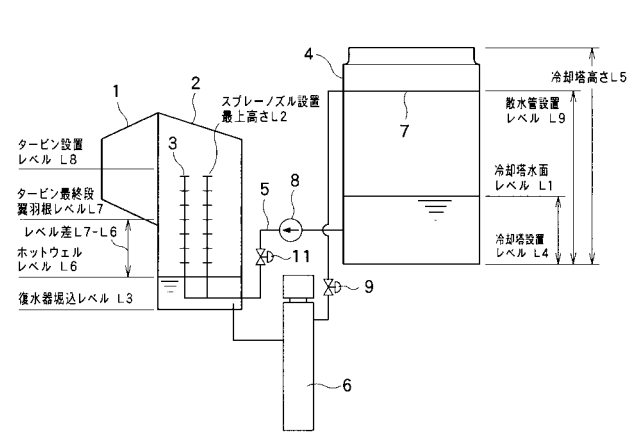
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
F 0 1 K	9/02	(2006.01)	F 0 1 K 25/10	Z
			F 0 1 K 9/02	

(72)発明者 上 橋 祐 子
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 杉 森 洋 一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 3G081 BA01 BA02 BC15 DA07