

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6059824号
(P6059824)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int. Cl. F I
 F 2 4 J 2/12 (2006.01) F 2 4 J 2/12
 F 2 4 J 2/24 (2006.01) F 2 4 J 2/24 A

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-555576 (P2015-555576)	(73) 特許権者	515164848
(86) (22) 出願日	平成26年1月27日 (2014.1.27)		中盈▲長▼江国▲際▼新 能源投▲資▼有 限 公 司
(65) 公表番号	特表2016-505129 (P2016-505129A)		中 華 人 民 共 和 国 湖 北 省 武 漢 ▼ 市 ▲ 東 ▼ 湖 新 技 ▲ 術 ▼ ▲ 開 ▼ ▲ 発 ▼ 区 江 夏 大 道 特 1 号
(43) 公表日	平成28年2月18日 (2016.2.18)	(74) 代理人	100103207
(86) 国際出願番号	PCT/CN2014/071568		弁 理 士 尾 崎 隆 弘
(87) 国際公開番号	W02014/121711	(72) 発明者	▲ 陳 ▼ ▲ 義 ▼ ▲ 龍 ▼
(87) 国際公開日	平成26年8月14日 (2014.8.14)		中 華 人 民 共 和 国 湖 北 省 武 漢 ▼ 市 ▲ 東 ▼ 湖 新 技 ▲ 術 ▼ ▲ 開 ▼ ▲ 発 ▼ 区 江 夏 大 道 特 1 号
審査請求日	平成27年9月16日 (2015.9.16)		
(31) 優先権主張番号	201310045666.4		
(32) 優先日	平成25年2月5日 (2013.2.5)		
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱発電システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光熱補完発電による熱発電システムである熱発電システムであって、太陽エネルギー集光熱供給モジュールと、ボイラ熱供給モジュールと、タービン発電ユニットを含み、前記太陽エネルギー集光熱供給モジュールは連続して連結される予熱部および蒸気 - 水二相流蒸発部を含み、前記予熱部は太陽エネルギー真空集熱管を含み、前記二相流蒸発部は太陽エネルギー自動均熱集熱管を含む強制均熱式トラフ型モジュールを含み、前記太陽エネルギー自動均熱集熱管は、ガラス管と、その内部に載置されて熱吸収層によって被覆される吸収管を含み、前記ガラス管および吸収管の間の空間は真空であり、前記吸収管の内腔には、前記吸収管内の流体を上下へ交互に回転流動させる邪魔板が載置され、前記邪魔板は螺旋形状を備えて吸収管に固定され、前記太陽エネルギー自動均熱集熱管は、パラボラトラフ型反射鏡の焦点上に設けられており、前記二相流蒸発部の末端の出力管には連続して連結される少なくとも1個の蒸気 - 水分離器が設けられ、前記蒸気 - 水分離器の蒸気出力端はボイラ蒸気ドラムの出力端と合流し、合流した蒸気は前記ボイラ熱供給モジュールの過熱器を介してタービン発電ユニットへ運ばれ、前記蒸気 - 水分離器の分離水出力端は前記二相流蒸発部の強制均熱式トラフ型モジュールの太陽エネルギー自動均熱集熱管と連結され、前記タービン発電ユニットの凝縮器出力端は給水モジュールと連結され、前記給水モジュールは1個の水入口管および2個の水出口管を含み、第1水出口管は第1太陽エネルギー真空集熱管と連通し、第2水出口管はボイラ給水管と連通する、熱発電システム。

【請求項 2】

前記邪魔板は前記吸収管内に螺旋状に回転するように連続して配置されており、前記邪魔板の軸方向ピッチは同じであり、或いは、前記邪魔板は前記吸収管内に螺旋状に回転するように所定間隔で配置されており、前記邪魔板の異なる部分において軸方向ピッチは同じであり、前記吸収管の軸方向に沿って、前記邪魔板の一端は前記吸収管の内腔に固定され、前記邪魔板の他端は自由端であり、

或いは、前記邪魔板は軸方向ロッドに固定される複数の螺旋刃であり、該螺旋刃の一端は前記吸収管の内腔に固定され、前記螺旋刃の他端は自由端とされ、前記螺旋刃は均一に配置され、そのピッチは同じとされる、請求項 1 の熱発電システム。

【請求項 3】

最後の蒸気 - 水分離器の蒸気出力端は蒸気切替弁を介して、前記ボイラ蒸気ドラムの出力端と合流する、請求項 1 又は 2 の熱発電システム。

10

【請求項 4】

前記給水モジュールは連続して連結される脱気装置および給水ポンプを含み、軟水タンクが前記水入口管を介して前記脱気装置と連結され、前記タービン発電ユニットの凝縮器出力端は前記脱気装置と連結され、前記給水ポンプの出口は 2 個の水出口管と連結され、各水出口管には切替弁が設けられ、一方の水出口管には給水制御弁が設けられる、請求項 1 乃至 3 いずれか一項の熱発電システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の熱発電システムを利用する光熱補完熱発電方法であって、天候状況に応じて、ボイラ熱供給発電モードから光熱補完発電モードに切り替えて、発電を継続させるものであり、光熱補完発電モードでは、給水管により供給された給水を太陽エネルギー集光熱供給モジュールに導入し、予熱部の太陽エネルギー真空集熱管において太陽エネルギーによって予熱してから、二相流蒸発部の太陽エネルギー自動均熱集熱管において加熱し続けることにより、吸収管内で水 - 蒸気二相混合流を生成し、混合流を吸収管内で邪魔板の作用により螺旋状に回転させて、吸収管の温度を急速に均一にしてから、混合流を蒸気 - 水分離器へ導入して蒸気を水から分離させ、分離器で分離された水を蒸気 - 水二相流蒸発部へ戻して再度蒸発させ、分離された飽和蒸気をボイラ蒸気ドラムからの飽和蒸気と合流させ、混合蒸気をボイラ加熱モジュール内の過熱器で過熱して過熱蒸気を生成し、過熱蒸気をタービン発電ユニットへ送り光熱補完発電を行ない、

20

夜間または太陽光が出ていない時には、ボイラ熱供給発電モードとして、ボイラ熱供給発電モードでは、給水モジュールからの給水をボイラ加熱モジュールだけに送って過熱蒸気を生成し、過熱器を介してタービン発電ユニットへ送り発電を行ない、太陽エネルギー熱供給モジュールはボイラ熱供給発電モードでは作動を停止し、前記太陽エネルギー自動均熱集熱管内の水の流動を停止させて、保温状態とする、発電方法。

30

【請求項 6】

光熱補完発電による熱発電システムである熱発電システムであって、太陽エネルギー集光熱供給モジュールと、ボイラ熱供給モジュールと、タービン発電ユニットを含み、太陽エネルギー集光熱供給モジュールは連続して連結される予熱部と、二相流蒸発部と、過熱部とを含み、前記予熱部は太陽エネルギー真空集熱管を含み、前記二相流蒸発部および過熱部は太陽エネルギー自動均熱集熱管を含む強制均熱式トラフ型モジュールを含み、前記太陽エネルギー自動均熱集熱管は、ガラス管と、その内部に載置されて熱吸収層によって被覆される吸収管を含み、前記ガラス管および吸収管の間の空間は真空であり、前記吸収管の内腔には、前記吸収管内の流体を上下へ交互に回転流動させる邪魔板が載置され、前記邪魔板は螺旋形状を備えて吸収管に固定され、前記太陽エネルギー自動均熱集熱管は、パラボラトラフ型反射鏡の焦点上に設けられており、前記二相流蒸発部の末端の出力管には少なくとも 1 個の蒸気 - 水分離器が連続して連結され、前記蒸気 - 水分離器の蒸気出力端は前記過熱部の第 1 強制均熱式トラフ型モジュールの太陽エネルギー自動均熱集熱管に連結され、前記過熱部の最後の太陽エネルギー自動均熱集熱管は前記タービン発電ユニットの蒸気入口に連結され、前記蒸気 - 水分離器の分離水出力端は前記二相流蒸発部のいずれかの太陽エネルギー自動均熱集熱管に連結され、前記ボイラ熱供給モジュールでは、ボイラ蒸気ドラムの出

40

50

力端は過熱器を介してタービン発電ユニットの蒸気入口に連結され、前記タービン発電ユニットの凝縮器出力端は給水モジュールに連結され、前記給水モジュールは1個の水入口管と2個の水出口管を含み、第1水出口管は予熱部の第1太陽エネルギー真空集熱管と連通し、第2水出口管はボイラ給水管と連通する、熱発電システム。

【請求項7】

前記邪魔板は前記吸収管内に螺旋状に回転するように連続して配置されており、前記邪魔板の軸方向ピッチは同じであり、或いは、前記邪魔板は前記吸収管内に螺旋状に回転するように所定間隔で配置されており、前記邪魔板の異なる部分において軸方向ピッチは同じであり、前記吸収管の軸方向に沿って、前記邪魔板の一端は前記吸収管の内腔に固定され、前記邪魔板の他端は自由端であり、

10

或いは、前記邪魔板は軸方向ロッドに固定される複数の螺旋刃であり、該螺旋刃の一端は前記吸収管の内腔に固定され、前記螺旋刃の他端は自由端とされ、前記螺旋刃は均一に配置され、そのピッチは同じとされる、請求項6の熱発電システム

【請求項8】

前記過熱部の最後の太陽エネルギー自動均熱集熱管の出力端は、蒸気切替弁を介して前記ボイラの過熱器出力端と合流し、合流した管は前記タービン発電ユニットの蒸気入口に連結され、合流に先立ち、前記ボイラの過熱器出力端に蒸気切替弁および蒸気流量制御弁が設けられる、請求項6又は7の熱発電システム。

【請求項9】

前記給水モジュールは連続して連結される脱気装置および給水ポンプを含み、軟水タンクは前記水入口管を介して前記脱気装置に連結され、前記タービン発電ユニットの凝縮器出力端は前記脱気装置に連結され、前記給水ポンプの出口は2個の水出口管に連結され、各水出口管には切替弁が設けられ、一方の水出口管には給水制御弁が設けられる、請求項6乃至8いずれか一項の熱発電システム。

20

【請求項10】

請求項6乃至9のいずれか一項に記載の熱発電システムを利用する光熱補完発電方法であって、天候状況に応じて、ボイラ熱供給発電モード、太陽エネルギー発電モードならびに光熱補完発電モードを切り替えて発電を継続して行なうものであり、光熱補完発電モードでは、給水管により供給された給水を太陽エネルギー熱供給モジュールに導入し、給水を予熱部の太陽エネルギー真空集熱管内において太陽エネルギーによって予熱してから、二相流蒸発部の太陽エネルギー自動均熱集熱管内で継続して加熱することにより、吸収管内で水-蒸気二相混合流を生成し、混合流を吸収管内で邪魔板の作用により螺旋状に回転させて、吸収管の温度を急速に均一にしてから、混合流を蒸気-水分離器へ導入して蒸気と水を分離させ、分離器で分離された水を蒸気-水二相流蒸発部へ戻して再度蒸発させ、分離器で分離された飽和蒸気を前記過熱部の太陽エネルギー自動集熱均熱管へ送り過熱蒸気を生成し、過熱蒸気を吸収管内で螺旋状に回転流動させて吸収管の温度を急速に均一にし、過熱蒸気をボイラ過熱器からの過熱蒸気と合流させて、混合蒸気をタービン発電ユニットへ送り発電を行ない、

30

夜間または太陽光が出ていない時には、ボイラ熱供給発電モードとし、ボイラ熱供給発電モードでは、給水モジュールからの給水をボイラ加熱モジュールへ導入してボイラで過熱蒸気を生成し、過熱器からタービン発電ユニットへ送り発電を行ない、太陽エネルギー熱供給モジュールはボイラ熱供給発電モードでは作動を停止し、前記太陽エネルギー真空集熱管および太陽エネルギー自動均熱集熱管内の水流が止められて、保温状態とされ、

40

太陽光が十分にある時には太陽エネルギー発電モードとして、太陽エネルギー加熱モジュールの予熱部および二相流蒸発部によって水-蒸気二相混合流を生成し、混合流の分離器により分離された飽和蒸気を過熱部において太陽エネルギーにより継続して加熱して過熱蒸気を生成し、過熱蒸気を直接タービン発電ユニットへ送り熱発電を行ない、夜間にはボイラを作動させる必要があり、該ボイラの始動時間を短縮させるために、当該モードでは少量の水がボイラ加熱モジュールへ送られて、ボイラを低負荷で作動させる、発電方法。

【請求項11】

50

前記給水は前記予熱部の太陽エネルギー真空集熱管で約90 に予熱される、請求項5の方法。

【請求項12】

前記給水は前記予熱部の太陽エネルギー真空集熱管で約90 に予熱される、請求項10の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽エネルギートラフ型集熱管に水を直接充填する熱発電方法及び装置/システムおよび方法に関し、太陽エネルギー光熱発電の技術領域に属する。

10

【背景技術】

【0002】

太陽エネルギーは広く分布し、貯蔵量が無限であり、回収利用がクリーンに行われ、CO₂の排出量がゼロであることから、人々の注目を集めている。長い間、太陽エネルギー光熱発電の技術領域では、三種類の発電方式、即ち塔型、皿型、トラフ型（パラボラトラフ反射鏡およびフラネルトラフ反射鏡を含む）が存在している。

【0003】

一般的なトラフ型太陽エネルギー熱発電システムでは、モータを駆動して発電させるのにタービンを使用するとともに、作動媒体として蒸気を利用する。しかし、従来技術では、トラフ型太陽エネルギー熱発電システムの真空集熱管では、熱媒油（又は熔融塩）を媒体として使用して太陽エネルギー光熱を回収し、加熱された熱媒油（又は熔融塩）を使用して水を加熱することにより、蒸気を生成してタービンを駆動し発電する。図1は、上述の太陽エネルギー真空集熱管を利用する太陽エネルギー真空集熱管モジュールを示しており、パラボラトラフ型反射鏡1b1と、その焦点に載置される太陽エネルギー真空集熱管モジュールを含む。太陽エネルギー真空集熱管はガラス管1b2と、その内部に入れられる感光性熱吸収層で被覆された吸収管1b3を含む。ガラス管1b2および吸収管1b3の間は真空にされる。

20

【0004】

上述のトラフ型太陽エネルギー熱発電方法には、2つの原因がある。第1に、太陽光熱は天気の影響を大きく受け、曇天時にはエネルギーの回収が不安定、不連続である。熱媒油（又は熔融塩）を使用して、蓄熱効果を備えることにより、天気の変化による影響を相殺することができる。第2に、トラフ型発電では真空集熱管を使用することから、水冷媒の物理的性質に適合せず、太陽光により水が一定温度に加熱されて圧縮させられると、管の爆発事故が発生する可能性がある。

30

【0005】

トラフ型システムの反射鏡により集中させられた強度の太陽光は常に、反射鏡1b1に近接する真空集熱管の側部（図1の太陽エネルギー真空集熱管の横断面図に示すように、ガラス管1b2の下側部分）を加熱する一方、反対側、即ち、図1の上側部分には、集中させられた強度の光は達せず、その収束比は80:1である。その結果、吸収管1b3の上側部分と下側部分の瞬間的な温度差は300 以上に達する。ガラス管1b2と吸収管1b3の間の空間は真空である。吸収管1b3に熱媒油（または熔融塩）が充填されているならば、液状媒体の良好な伝熱性は、吸収管1b3の温度を急速に均一にするので、大きな温度差が生じたり、内部応力が形成されることはない。吸収管1b3に水が充填されているならば、水温が100 を超えると水蒸気が生成され、トラフ型システムの真空集熱管は長く、水平に配置されるので、真空集熱管の横断面を見ると、吸収管1b3の上側部分に蒸気はたまり、その下側部分が水となって二相流状態となる。水蒸気と液状水の伝熱率の差は大きく、真空吸収管の上側部分と下側部分の温度差は必然的に大きくなり、管の熱膨張と冷収縮に起因して、大きな内部応力が生成され、真空収縮管の破裂事故が生じやすくなる。

40

【0006】

したがって、従来のトラフ型太陽エネルギー熱発電技術と異なる装置、モジュールおよびその使用方法によって、従来の太陽エネルギー真空集熱管に存在する問題を解決する技術的

50

手法を見つける必要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、直接水充填を利用する太陽エネルギー自動均熱集熱管と、トラフ型集熱モジュールを提供する。太陽エネルギー自動均熱集熱管への直接水充填を利用して加熱するので、管が破裂することがない。また、自動均熱集熱管およびトラフ型モジュールを利用して光熱補完発電を行なう熱発電システムおよび方法を提供する。得られた太陽エネルギー光熱補完発電では、天気の影響を受けることがなく、夜間或いは太陽光が不足する時であっても、安定した発電を継続させることができ、また、環境にやさしい。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の技術課題を解決するために、本発明は以下の技術的解決策を採用する。

【0009】

本発明は太陽エネルギー自動均熱集熱管であって、ガラス管およびその中に載置される熱吸収層が被覆された吸収管を含む。ガラス管および吸収管の間は真空にされる。吸収管の内腔には、吸収管内の流体を上下へ交互に回転流動させるように構成される邪魔板が設けられる。邪魔板は螺旋状をなして、吸収管内に固定される。

【0010】

上記技術的解決策によれば、邪魔板は吸収管内全体において、螺旋状に連続分布し、軸方向ピッチは同一である。或いは、邪魔板は吸収管内において、螺旋状に所定間隔で分布し、邪魔板の異なる部分での軸方向ピッチは同一である。吸収管の軸方向に沿って、邪魔板の一端は吸収管の内腔管壁に固定され、他端は自由端である。

20

【0011】

或いは、邪魔板は軸ロッドに固定される複数の螺旋刃を含み、螺旋刃の一端は吸収管内腔に固定され、螺旋刃の他端は自由端である。螺旋刃は均等に分布されており、そのピッチは同一である。

【0012】

本発明は強制均熱式トラフ型モジュールであって、上述の太陽エネルギー自動均熱集熱管を利用するものであり、太陽エネルギー自動均熱集熱管はパラボラトラフ型反射鏡の焦点上に位置する。

30

【0013】

本発明は熱発電システムであって、光熱補完発電を利用する熱発電システムである。本システムは太陽エネルギー集光熱供給モジュールと、ボイラ熱供給モジュールと、タービン発電ユニットを含む。太陽エネルギー集光熱供給モジュールは予熱部および蒸気 - 水二相流蒸発部を含み、これらは連続して連結される。予熱部は太陽エネルギー真空集熱管を含み、二相流蒸発部と過熱部は強制均熱式トラフ型モジュール構成を含む。二相流蒸発部では、その末端の出力管と連続して少なくとも1個の蒸気 - 水分離器が連結される。蒸気 - 水分離器の蒸気出力端はボイラ蒸気ドラムの出力端と合流し、合流後にボイラ熱供給モジュールの過熱器を介してタービン発電ユニットに連結される。蒸気 - 水分離器の分離水出力端は二相流蒸発部の1個の強制均熱式トラフ型モジュールの太陽エネルギー自動均熱集熱管と連結される。タービン発電ユニットのタービン凝縮器の出力端は給水モジュールと連通する。給水モジュールは1個の水入口管と2個の水出口管を含み、第1水出口管は予熱部の第1太陽エネルギー真空集熱管と連通し、第2水出口管はボイラ給水システムと連通する。

40

【0014】

上述の技術的解決策では、最後の蒸気 - 水分離器の蒸気出力端は蒸気切替弁を介して、ボイラ蒸気ドラム出力端と合流する。

【0015】

上述の熱発電システムを利用する光熱補完発電方法であって、天候状況に応じて、ボイラ熱供給発電モードから、光熱補完発電モードへ切り替えることにより発電を継続し、光

50

熱補完発電モードにおいて、給水管からの給水を太陽エネルギー集光熱供給モジュールへ送り、予熱部の太陽エネルギー真空集熱管において太陽エネルギーで予熱した後、二相流蒸発部の太陽エネルギー自動均熱集熱管において連続加熱することにより、吸収管において水および蒸気の二相混合流を生成し、混合流を吸収管の邪魔板の作用により強制的に螺旋状に回転させて、吸収管の温度を急速に均一にし、二相混合流を蒸気 - 水分離器へ送り水と蒸気を分離させ、分離器で分離された水を蒸気 - 水二相流蒸発部へ流入させて再蒸発させ、分離器で分離された飽和蒸気をボイラ蒸気ドラムからの飽和蒸気と合流させてから、ボイラ加熱モジュールの過熱器で加熱して過熱蒸気を生成し、タービン発電ユニットへ送り光熱補完発電を行う。

【 0 0 1 6 】

夜間或いは太陽光がない時には、ボイラによる熱供給発電モードを採用し、ボイラ熱供給発電モードでは、給水モジュールからボイラ加熱モジュールへ給水を行い、ボイラを経て過熱蒸気が生成され、過熱器からタービン発電ユニットへ流入させて発電を行う。しかし、太陽エネルギー熱供給モジュールがボイラ熱供給発電モードで作動停止した場合には、太陽エネルギー自動均熱集熱管中の水流は停止し、保温状態とされる。

【 0 0 1 7 】

本発明は熱発電システムであって、光熱補完発電を利用する熱発電システムである。本システムは太陽エネルギー集光熱供給モジュールと、ボイラ熱供給モジュールと、タービン発電ユニットを含む。太陽エネルギー集光熱供給モジュールは予熱部と、二相流蒸発部と、過熱部を含み、これらは連続して連結される。予熱部は太陽エネルギー真空集熱管を含み、二相流蒸発部と過熱部は強制均熱式トラフ型モジュール構成を含む。二相流蒸発部では、その末端の出力端と連続して少なくとも1個の蒸気 - 水分離器が連結される。蒸気 - 水分離器の蒸気出力端は過熱部の第1強制均熱式トラフ型モジュールの太陽エネルギー自動均熱集熱管と連結され、過熱部の末端にある最後の太陽エネルギー自動均熱集熱管はタービン発電ユニットの蒸気入口と連通する。蒸気 - 水分離器の分離水出力端は二相流蒸発部の太陽エネルギー自動均熱集熱管と連結される。ボイラ熱供給モジュールでは、ボイラ蒸気ドラムの出力端は過熱器を介してタービン発電ユニットの蒸気入口と連通する。タービン発電ユニットのタービン凝縮器の出力端は給水モジュールと連通する。給水モジュールは1個の水入口管と2個の水出口管を含み、第1水出口管は予熱部の第1太陽エネルギー真空集熱管と連通し、第2水出口管はボイラ給水システムと連通する。

【 0 0 1 8 】

上述の技術的解決策では、過熱器の最後の太陽エネルギー自動均熱集熱管の出力端は蒸気切替弁を介してボイラの過熱器出力端と合流し、合流した管はタービン発電ユニットの蒸気入口と連結される。合流に先立ち、ボイラの過熱器出力端の管には蒸気切替弁と蒸気流量制御弁が設けられる。

【 0 0 1 9 】

上述の技術的解決策では、給水モジュールは連続して連結される脱気装置および給水ポンプを含み、軟水タンクが水入口管を介して脱気装置と連結され、タービン発電ユニットの凝縮器出力端は脱気装置と連結され、給水ポンプの出口は2個の水出口管と連結され、各水出口管には切替弁が設けられ、一方の水出口管には給水制御弁が設けられる。

【 0 0 2 0 】

上述の熱発電システムを利用する光熱補完発電方法であって、天候状況に応じて、ボイラ熱供給発電モード、太陽エネルギー発電モードならびに光熱補完発電モードを切り替えることにより発電を継続し、光熱補完発電モードにおいて、給水管からの給水を太陽エネルギー熱供給モジュールへ送り、予熱部の太陽エネルギー真空集熱管において太陽エネルギーで予熱した後、二相流蒸発部の太陽エネルギー自動均熱集熱管において連続加熱することにより、水および蒸気の二相混合流を生成し、混合流を吸収管の邪魔板により強制的に螺旋状に回転させて、吸収管の温度を急速に均一にし、混合流を蒸気 - 水分離器中で水と蒸気を分離させ、分離器で分離された水を蒸気 - 水二相流蒸発部へ流入させて再度蒸発させ、分離器で分離された飽和蒸気を過熱部の太陽エネルギー自動均熱集熱管へ送り、加熱を継続して

10

20

30

40

50

過熱蒸気を生成し、過熱蒸気を吸収管内で螺旋状に回転流動させて吸収管内の温度を急速に均一にし、出力させられた過熱蒸気とボイラ過熱器からの過熱蒸気を合流させ、タービン発電ユニットへ送り発電を行なう。

【0021】

夜間或いは太陽光が出ていない時には、ボイラ熱供給発電モードを採用し、ボイラ熱供給発電モードでは、給水モジュールからボイラ過熱モジュールのみに給水を行い、ボイラを経て過熱蒸気が生成され、過熱器からタービン発電ユニットへ流入させて発電を行なう。しかし、太陽エネルギー熱供給モジュールがボイラ熱供給発電モードで作動を停止した場合には、太陽エネルギー真空集熱管および太陽エネルギー自動均熱集熱管中の水流は停止し、保温状態とされる。

10

【0022】

太陽光が十分な時には太陽エネルギー発電モードを利用し、この太陽エネルギー発電モードでは、太陽エネルギー加熱モジュールからの給水を予熱部および二相流蒸発部を経て水-蒸気二相混合流を生成し、混合流を分離器によって分離し、分離された飽和蒸気を過熱部において太陽エネルギーによって加熱し続けることにより過熱蒸気を生成し、過熱蒸気を直接タービン発電ユニットへ送り熱発電を行なう。夜間にボイラを作動させる際には、ボイラの始動時間を短縮させるために、少量の水のみがボイラへ送られて、ボイラの低負荷(約10%)での作動が維持される。

【0023】

上述の技術解決策の一態様において、給水は、予熱部の太陽エネルギー真空集熱管において太陽エネルギーにより約90℃に予熱される。

20

【0024】

本発明において、ボイラ加熱モジュールのボイラは一般的なボイラでよく、石炭焼きボイラ、油焼きボイラ、バイオマス直接燃焼ボイラ、天然ガスボイラ、または石炭ガスボイラであり、好適には、バイオマスガス化ガスボイラまたはバイオマス直接燃焼ボイラである。

【0025】

本発明のトラフ型太陽エネルギー集熱モジュールでは、蒸気-水二相流蒸発部の後に少なくとも1個の蒸気-水分離器が設けられる。分離された飽和蒸気は直接タービン発電ユニットへ運ばれて発電が行われ、或いはボイラによって生成された飽和蒸気と合流し、次にボイラの過熱器へ送られてそこで加熱され、過熱蒸気が生成されてタービン発電ユニットへ送られる。或いは、分離された飽和蒸気は過熱部の太陽エネルギー集熱光領域によって加熱され続け、ボイラによって生成された飽和蒸気と合流してから、タービン発電ユニットへ送られて発電を行なう。蒸気-水分離器で分離された高温の水は、逆流ポンプを介して、二相流蒸発部へ戻り、再度蒸発させられる。天候および太陽光の過不足に応じて、様々な発電モードを作動させるので、省エネであり、また、環境にやさしい。

30

【0026】

本発明の太陽エネルギー自動均熱集熱管の吸収管内腔には、吸収管内の流体を上下へ交互に回転させる邪魔板が設けられる。したがって、二相流の流体は吸収管内腔において層状に流動し、流体は吸収管内で強制的に上下に交互に回転させられることにより、自動攪拌効果が得られ、吸収管の上側部分と下側部分の熱エネルギーが均一にされて、管の破裂が阻止される。

40

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】従来技術の太陽エネルギー真空集熱管モジュールにおける太陽エネルギー真空集熱管の管構造図。

【図2】本発明の太陽エネルギー自動均熱集熱管の第1実施例を示す概略図。

【図3】本発明の太陽エネルギー自動均熱集熱管の第2実施例を示す概略図。

【図4】図2または図3の太陽エネルギー自動均熱集熱管構造における強制均熱式トラフ型モジュールの横断面概略図(図中、太陽エネルギー自動均熱集熱管の横断面部分は、図2ま

50

たは図3のA-A線視断面である)。

【図5】本発明の太陽エネルギー自動均熱集熱管の第3実施例を示す概略図。

【図6】本発明の熱発電システムの第1実施例を示す概略図。

【図7】本発明の熱発電システムの第2実施例を示す概略図。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明の実施例を添付の図面と併せて詳細に説明する。

【0029】

図2は、本発明の第1実施例の太陽エネルギー自動均熱集熱管の概略図である。図中、1b2は太陽エネルギー自動均熱集熱管の外層となるガラス管を表し、1b3は太陽エネルギー自動均熱集熱管の内層となる熱吸収層が被覆された吸収管を表す(1b3は通常ステンレス鋼、ベリリウム合金(例えばベリリウム銅)などの耐高温金属材料から作られ、1b2と1b3の間の空間は真空である)。1b4は吸収管1b3の内腔に載置される邪魔板を示す。1b4は、1b3と同じ、または熱的性質が類似する材料から作られる。A-Aは強制均熱式トラフ型モジュールの横断面の位置と目視方向を表す(即ち、A-Aで切断し、右側から見たときの太陽エネルギー自動均熱集熱管を図4の中心部分に示す)。

10

【0030】

邪魔板1b4は適当なピッチを備えた螺旋状である。螺旋の外径は1b3の内径と均しいか、それよりも小さくされることにより、邪魔板は吸収管1b3の内腔に連続して配置され得る。吸収管内での流体の均一な回転速度を保証するために、邪魔板の軸方向ピッチは好適には同じにされる。吸収管の軸方向に沿って、邪魔板1b4の一端は太陽エネルギー真空集熱管の吸収管1b3の内腔に固定され、邪魔板の他端は自由端とされる。

20

【0031】

図3は、本発明の第2実施例の太陽エネルギー自動均熱集熱管の概略図である。図中、1b2は外層となるガラス管であり、1b3は内層となる熱吸収層が被覆された吸収管を表す(1b3は通常ステンレス鋼、ベリリウム合金などの耐高温金属材料から作られ、)1b2と1b3の間の空間は真空である。1b4は、吸収管の内腔に設けられる2個の邪魔板である(実際のところ、邪魔板は複数個であってもよい)。邪魔板1b4は、適当なピッチを備えた螺旋である(螺旋の外径は1b3の内径と等しく、或いはそれよりも小さいので、邪魔板は吸収管1b3の内腔に配置され得る)。吸収管内での流体の均一な回転速度を保証するために、邪魔板の軸方向ピッチは好適には同じである。1b4は、1b3と同じまたは熱的性質が類似する材料から作られる。A-Aは強制均熱式トラフ型モジュールの横断面の位置と目視方向を表す(即ち、A-Aで切断し、右側から見たときの太陽エネルギー自動均熱集熱管を図4の中心部分に示す)。吸収管の軸方向に沿って、邪魔板の一端は吸収管に固定され、邪魔板の他端は自由端である。

30

【0032】

図4は、図2または図3の太陽エネルギー自動均熱集熱管構成の強制均熱式トラフ型モジュールの断面図である。図中、太陽エネルギー自動均熱集熱管の断面部分は、図2または図3のA-A線視断面である。太陽エネルギー自動均熱集熱管はパラボラトラフ反射鏡の焦点中心に載置される。1b1はパラボラトラフ反射鏡であり、1b2は太陽エネルギー自動均熱集熱管の外層となるガラス管を表し、1b3は太陽エネルギー自動均熱吸収管の内層となる熱吸収層が被覆された吸収管を表す(1b3は通常ステンレス鋼、ベリリウム合金などの耐高温金属材料から作られ、1b2と1b3の間の空間は真空である)。1b4は、吸収管の内腔に設けられる邪魔板を表す。1b4は1b3と同じ、または熱的性質が類似する材料から作られる。図の矢印は太陽光の光路を表しており、焦点は太陽エネルギー自動均熱集熱管に集まる。

40

【0033】

図5は、本発明の第3実施例の太陽エネルギー自動均熱吸収管の構造概略図である。図5は太陽エネルギー自動均熱集熱管を軸方向にガラス管と吸収管を切断し、その部分の観察が見える邪魔な線を削除することにより得られる吸収管内腔における邪魔板の構造概略図である。1b2はガラス管を表す。1b3は吸収管を表す。1b2と1b3の間の空間は真空である。

50

1b5は軸ロッドを表す。1b4は溶接又は他の固定方法によって軸に固定される螺旋刃を表す。刃の間の距離は等しく、2、3、4、またはN個の刃が各螺旋サイクルに設けられる。図では、螺旋毎に2個が示されている。太陽エネルギー自動均熱集熱管構造の強制均熱式トラフ型モジュールは、図4のものと同じ構成を有する。

【0034】

図6および図7に示すように、1aは連続して連結される複数の一般的な(図1に示すような)太陽エネルギー真空集熱管を含む予熱部を表す。1bは本発明に特有の連続して連結される複数の強制均熱式トラフ型モジュールを含む蒸気-水二相流蒸発部を表す。1cは蒸気-水分離器を表し、1dは逆流ポンプを表し、1eは連続して連結される複数の強制均熱式トラフ型モジュールを含む過熱部を表し(図7のみに図示)、1fは蒸気切替弁を表す。2は一般的なボイラ構成であるボイラ加熱モジュールを表し(一般的なボイラは周知の石炭焚きボイラ、油焚きボイラ、天然ガスボイラ、バイオマス直接燃焼ボイラ、または石炭ガスボイラであり、好適にはバイオマスガス化ガスボイラまたはバイオマス直接燃焼ボイラである)、2aはボイラの過熱器であり、2bはボイラ蒸気ドラムであり、3はタービン発電ユニットであり、3aはタービン発電ユニットの凝縮器であり、3bおよび3cは切替弁である。3dは蒸気流制御弁である。4は脱気装置であり、5は給水ポンプであり、5aおよび5bは切替弁であり、5cは給水制御弁であり、6は軟水タンクである(軟水は化学的水処理プラントからのものである)。

10

【0035】

図6のシステムの作動は以下のとおりである。

20

【0036】

太陽光が十分な昼間、切替弁5a、5bおよび1fが開放状態とされ、また逆流ポンプ1dが開放される。脱気装置からの水は給水ポンプ5によって送り出され、その殆どが太陽エネルギー光領域の予熱部1aへと流れ、そこで水は太陽光により約90℃に加熱される。水は引き続き二相流蒸発部1bに流入して加熱されることにより、水-蒸気二相混合流が生成される。混合流は、邪魔板の作用により強制的に螺旋状に回転流動し、蒸気-水分離器1cに流入する。分離された飽和蒸気はボイラ蒸気ドラム2bからの飽和蒸気と合流してからボイラ2の過熱器2aに流入し、生成された過熱蒸気はタービン発電ユニット3に運ばれて発電が行われる。分離器1cで分離された水は、逆流ポンプ1dを介して、蒸気-水二相流蒸発部1bに戻り、再度蒸発が行われる。

30

【0037】

二相流蒸発部1bでは、太陽エネルギー自動均熱集熱管1b3の内腔に螺旋状の邪魔板1b4が設けられるので、二相混合流体が給水ポンプ5によって送られて、吸収管1b3内において螺旋状に上下に回転しながら前進する。水は良好な伝熱特性を有する。太陽エネルギー自動均熱集熱管は常に吸収管1b3の下側部分で熱エネルギーを吸収するが、水の上下回転流動により熱は急速に吸収管1b3の上側部分に伝達され、太陽エネルギー吸収管1b3の上側部分と下側部分は直ちに熱平衡状態に達するので、太陽エネルギー真空集熱管に直接水を充填した場合の管の破裂が阻止される。

【0038】

昼間、雲がかかって太陽光が減少する時には、給水ポンプ5の出口にある制御弁5cの開口が小さくされることにより、太陽エネルギー集熱領域へ流れる水の量が減少する一方、切替弁5bを介してボイラ2へ流れる水の量は増加する。ボイラの負荷は増大し、より多くの蒸気が生成されて、タービン発電ユニットの出力効率が確実に変わらないようにされる。

40

【0039】

夜間には、切替弁5aおよび1fが閉じられるとともに、逆流ポンプ1dが閉じられる。脱気装置4からの水は給水ポンプ5によって送られ、ボイラ2へ流れることにより、過熱蒸気が生成され、タービン発電ユニットへ運ばれて発電が行われる。太陽エネルギー光領域の作動は停止し、媒体の流動が停止して保温状態が保たれる。

【0040】

図7のシステムの作動は以下のとおりである。

50

【0041】

太陽光が十分な昼間には、切替弁5a、5b、1fが開放状態にされるとともに、逆流ポンプ1dが開放する。脱気装置からの水は給水ポンプ5によって送られ、その殆どが太陽エネルギー光領域の予熱部1aへと流れ、そこで太陽光によって約90℃に予熱される。水は二相流蒸発部1bへ流れ続け、加熱されて、水 - 蒸気二相混合流が生成される。混合流は邪魔板の作用により螺旋状に回転流動しつつ蒸気 - 水分離器1cへと流れる。分離器1cで分離された水は、逆流ポンプ1dを介して、二相流蒸発部1bへと戻り、再度蒸発が行われる。

【0042】

分離器1cで分離された飽和蒸気は、連続して連結されたトラフ型太陽エネルギー光領域の強制均熱式トラフ型モジュール構成である過熱部1eへと流れ、そこで飽和蒸気は過熱部1eで加熱され続け、過熱蒸気が生成される。過熱蒸気は、ボイラの過熱器2aからの過熱蒸気と合流した後、タービン発電ユニット3へ運ばれて、発電が行われる。

10

【0043】

二相流蒸発部1bにおいて、太陽エネルギー自動均熱集熱管の吸管内腔に螺旋状邪魔板は載置されるので、二相混合流体は給水ポンプ5によって送られ、螺旋状に上下に回転しつつ前進する。水は良好な伝熱特性を備えている。真空集熱管では常に吸水管の下側部分で熱エネルギーを吸収するが、水の上下回転流動により熱は吸水管の上側部分へと急速に伝達されるので、太陽エネルギー吸水管1b3の上側部分と下側部分は直ちに熱平衡状態となり、太陽エネルギー真空集熱管の吸水管1b3に直接水が充填された場合でも、管が破裂することはない。

20

【0044】

過熱部1eでは、太陽エネルギー自動均熱集熱管の吸水管1b3内に邪魔板1b4が載置される。過熱蒸気は吸水管1b3内で螺旋状に回転流動する。単一の流体を螺旋状に回転流動させると、強力な上下攪拌作用が生じるが、管では加熱蒸気は熱伝達特性が悪く、強く攪拌すると、蒸気は急速に均一になるので、吸水管1b3を使用することにより比較的良好的に温度が均一にされ、大きな内部応力は存在しないため、管が破裂することはない。

【0045】

昼間、雲が出て太陽光が減少する時には、給水ポンプ5の出口にある制御弁5cの開口が小さくされることにより、太陽集熱領域へと流れる水の量が減少する一方、切替弁5bを介してボイラへ2と流れる水の量が増加する。ボイラの負荷は増加し、より多くの蒸気が生成されて、タービン発電ユニットの出力効率が変わらないようにされる。

30

【0046】

夜間には、切替弁5aおよび1fが閉じられるとともに、逆流ポンプ1dの作動が停止させられる。脱気装置からの水は給水ポンプ5によって送られ、ボイラ2へ流れることにより、過熱蒸気が生成され、タービン発電ユニットへ運ばれて発電が行われる。太陽エネルギー集熱光領域の作動は夜間には停止し、媒体の流動が停止して、保温状態とされる。

【0047】

本発明のトラフ型太陽エネルギー集熱光領域では、太陽エネルギー集熱モジュール構造が予熱部と、蒸気 - 水二相流蒸発部を含む（或いは、予熱部と、蒸気 - 水二相流蒸発部と、過熱部を含む）。蒸気 - 水二相流蒸発部および過熱部はいずれも、本発明に特有の太陽エネルギー自動均熱集熱管と、強制均熱式トラフ型モジュールを含み、蒸気 - 水二相流蒸発部に少なくとも1個の蒸気 - 水分離器が設けられることにより、太陽エネルギーを直接水に通すことにより生成される蒸気とボイラから生成される蒸気の補完および合流に有利に働く。その結果、太陽エネルギーは天候状況の影響を受け、不安定であり、夜間は発電が不可能であるという問題が良好に解決される。特に、本発明の太陽エネルギー自動均熱集熱管および強制均熱式トラフ型モジュールにより、直接水が充填されるパラボラトラフ型太陽エネルギー光熱発電において、新しい技術方策が得られる。

40

【符号の説明】

【0048】

1a 予熱部

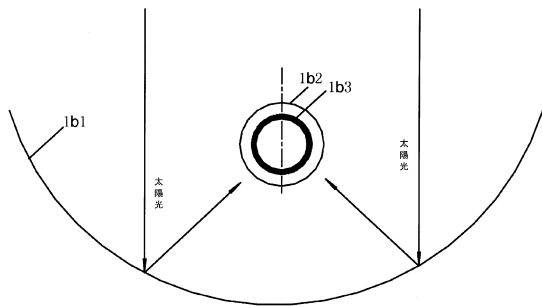
50

- 1b 蒸気 - 水二相流蒸発部
- 1b1 パラボラトラフ型反射鏡
- 1b2 ガラス管
- 1b3 吸尿管
- 1b4 邪魔板
- 1b5 軸ロッド
- 1c 蒸気 - 水分離器
- 1d 逆流ポンプ
- 1e 過熱部
- 1f 蒸気切替弁
- 2 ボイラ加熱モジュール
- 2a 過熱器
- 2b ボイラ蒸気ドラム
- 3 タービン発電ユニット
- 3a 凝縮器
- 3b 切替弁
- 3c 切替弁
- 3d 蒸気流制御弁
- 4 脱気装置
- 5 給水ポンプ
- 5a 切替弁
- 5b 切替弁
- 5c 給水制御弁
- 6 軟水タンク

10

20

【 図 1 】



【 図 2 】

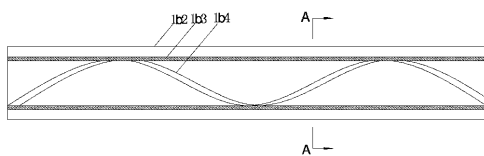


図 2

【 図 3 】

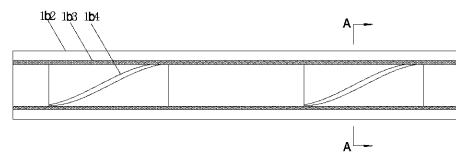


図 3

【 図 4 】

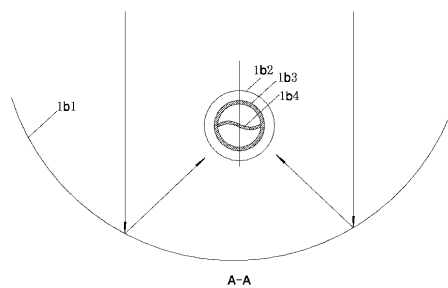


図 4

【 図 5 】

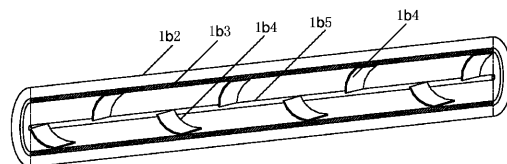


図 5

【 図 6 】

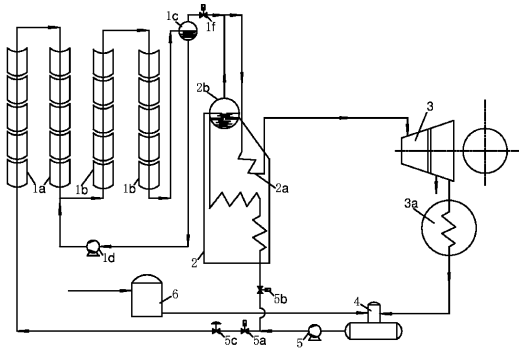


图 6

【 图 7 】

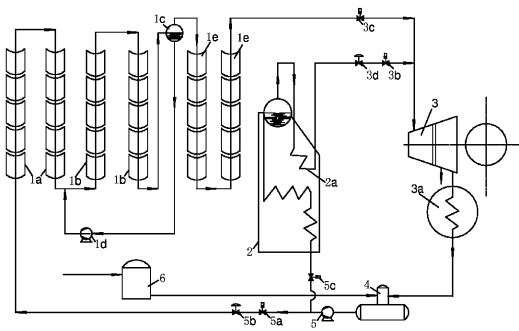


图 7

フロントページの続き

- (72)発明者 楊 清萍
中華人民共和国 湖北省武漢市東湖新技術開発区江夏大道特1号
- (72)発明者 張 岩 豊
中華人民共和国 湖北省武漢市東湖新技術開発区江夏大道特1号

審査官 磯部 賢

- (56)参考文献 独国特許出願公開第102009047944 (DE, A1)
中国特許出願公開第101126553 (CN, A)
特開2012-122693 (JP, A)
中国特許出願公開第1851350 (CN, A)
欧州特許出願公開第02112441 (EP, A2)
中国特許出願公開第101968041 (CN, A)
国際公開第2013/002054 (WO, A1)
特開2012-093005 (JP, A)
仏国特許出願公開第02501846 (FR, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F24J 2/06 - 2/26