

(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2017-48943

(P2017-48943A)

(43) 公開日 平成29年3月9日(2017.3.9)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>F 2 8 D</b>	<b>20/02</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 8 D	20/02		D		
<b>C 0 9 K</b>	<b>5/06</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 9 K	5/06		Z		
<b>F 0 3 G</b>	<b>6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 3 G	6/00	5 2 1			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2015-170571 (P2015-170571)  
 (22) 出願日 平成27年8月31日 (2015.8.31)

(71) 出願人 000000158  
 イビデン株式会社  
 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地  
 (74) 代理人 110002000  
 特許業務法人栄光特許事務所  
 (72) 発明者 桐木 裕昭  
 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ  
 ン株式会社大垣北事業場内

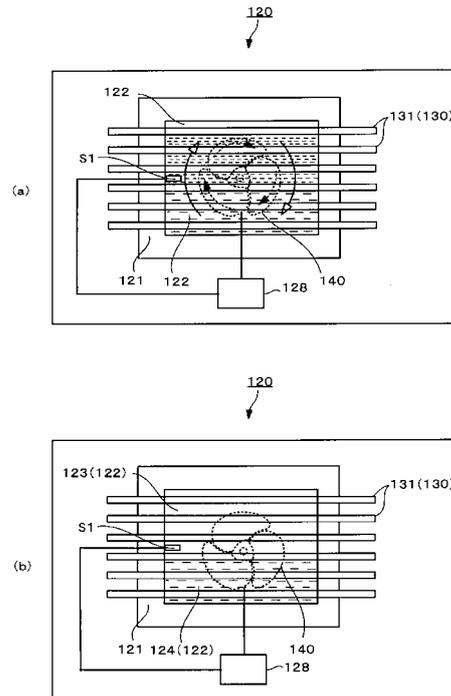
(54) 【発明の名称】 蓄熱器および太陽熱発電システム

(57) 【要約】

【課題】 太陽熱発電システムにおいて、急激な天候変化があっても安定した熱エネルギーの供給を図る。

【解決手段】 蓄熱器120は、筐体121と、筐体121の内部に封入された液化した蓄熱材料122と、筐体121の内部を貫くように配置された伝熱管131と、筐体121の内部に配置され蓄熱材料を攪拌する攪拌装置140とを備える。液化した蓄熱材料122は、相変化材料と黒鉛粒子とSiC粒子とを含む。攪拌装置140を駆動させ蓄熱材料122を攪拌させることにより、熱伝導率の良い黒鉛粒子とSiC粒子が移動して相変化材料への熱の移動を促進させ、伝熱管131からの熱の移動が素早く蓄熱材料122に伝わり熱変換効率が向上する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

筐体と、  
前記筐体の内部に封入され、相変化材料と、黒鉛粒子と、SiC粒子を含む蓄熱材料と

、  
前記筐体を貫くように配置された伝熱管と、  
液化した前記蓄熱材料を攪拌する攪拌装置と、  
を備える蓄熱器。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の蓄熱器であって、  
前記相変化材料が、硝酸ナトリウムまたは硝酸カリウムの少なくともいずれか一つを含む、蓄熱器。

10

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の蓄熱器であって、  
前記攪拌装置が、前記筐体の内部に配置されたプロペラである蓄熱器。

## 【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の蓄熱器であって、  
前記蓄熱材料の使用温度範囲が 150 ~ 550 である蓄熱器。

## 【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の蓄熱器を用いた太陽熱発電システム。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、蓄熱器および当該蓄熱器を用いた太陽熱発電システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、化石燃料の枯渇、環境破壊への対策が大きな課題となっている。このような課題を解決するために、水力、風力、潮力、波力、地熱、太陽光、太陽熱などの自然エネルギーの検討、利用が進められている。中でも太陽熱を利用した太陽熱発電は、比較的安価な設備で大きなエネルギーを得ることができること、蓄熱器を利用することにより夜間でも発電が可能になることから、自然エネルギーを利用した大規模発電として、注目されている。

30

## 【0003】

太陽電池を用いた太陽光発電は、発電パネルの面積が発電量および設備コストと相関が高い。これに対しミラーを用い集熱する太陽熱発電では、ミラーの面積と発電量との相関はあるが、ミラーはコストの高い設備ではないため、ミラーの面積と発電コストとの相関は高くない。このため、発電設備が大規模になるほど電力コストが安くなる特徴があり、大規模発電に向いている。

## 【0004】

しかしながら、太陽熱発電では大規模になるほど、発電量の変動が電力系統に与える影響が大きくなる。例えば、太陽熱発電においては、曇等により急激に発電量が低下することがある。このような問題を解決するために、特許文献 1 には、夜間の発電のための蓄熱器とは別に短時間の変動に対応する蓄熱器が提案されている。

40

## 【0005】

具体的には、相変化媒体が担持され、熱媒体が流通する複数の第 1 蓄熱タンクと、相変化媒体を含まない第 2 蓄熱タンクがソーラーフィールドに対し並列に接続されている。このようなシステムを用いることにより、曇等により太陽光が急に得られなくなったときには、成層化タンク（第 1 蓄熱タンク）への熱媒体の供給を止め、代わりに、成層化タンク（第 2 蓄熱タンク）に貯蔵されている熱媒体を外部へ放出する。即ち、急に十分な太陽光が得られなくなった場合には、成層化タンク（第 2 蓄熱タンク）に貯蔵されていた熱媒体

50

を太陽熱放熱部に供給する。成層化タンク（第2蓄熱タンク）には、直前まで高温の熱媒体が供給されていたため、ほとんど温度が低下していない高温の熱媒体を太陽熱放熱部に供給することができる。このようにすることにより、応答性をより良好なものにすることができる。即ち、雲等により十分な太陽光が得られない時に、発電システムが冷却されることを防止することができる。これにより、気象変化による発電量の低下を抑制することができることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-47992号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、太陽熱発電が、大規模になるに従って電力システムに与える影響は大きくなる。曇天時に蓄熱器の応答性が悪いと、十分な熱エネルギーを供給できず発電量の低下をきたし、電圧変動、周波数変動の原因となる。

【0008】

このような課題を鑑み、本発明では安定して熱エネルギーが供給できる蓄熱器、太陽熱発電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

本発明の蓄熱器は、筐体と、前記筐体の内部に封入され、相変化材料と、黒鉛粒子と、SiC粒子を含む蓄熱材料と、前記筐体を貫くように配置された伝熱管と、液化した前記蓄熱材料を攪拌する攪拌装置と、を備える。

【0010】

また、本発明の太陽熱発電システムは上記蓄熱器を用いるものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明の蓄熱器によれば、攪拌装置を駆動させると、筐体の内部において、沈殿している黒鉛粒子とSiC粒子が相変化材料と混合され、相変化材料へ熱が効率良く移動でき、黒鉛粒子とSiC粒子の温度が下がり、温度差による伝熱が促進され、熱交換効率が向上する。熱交換効率が向上するため、伝熱管の本数が少なくても済み、熱媒体オイルの制御装置等も不要となるため、低コストで蓄熱器および太陽熱発電システムを提供できる。そして、日照量の変化のような天候変化が生じて、太陽熱発電システムの電圧変動、周波数変動の如き事象を抑制することが可能なため、安定した熱エネルギーの供給が可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態の太陽熱発電システムの一例を示す構成図。

【図2】実施形態の太陽熱発電システムに用いられる蓄熱器を示し、(a)は攪拌装置が回転駆動している状態を示す概念図、(b)は攪拌装置が停止している状態を示す概念図

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の蓄熱器および太陽熱発電システムについて説明する。

【0014】

蓄熱器は、筐体と、前記筐体の内部に封入され、相変化材料と、黒鉛粒子と、SiC粒子を含む蓄熱材料と、前記筐体を貫くように配置された伝熱管と、液化した前記蓄熱材料を攪拌する攪拌装置と、を備える。

【0015】

上記構成によれば、日照量の変化のような天候変化が生じて、太陽熱発電システムの

50

電圧変動、周波数変動の如き事象を抑制することが可能なため、安定した熱エネルギーの供給が可能となる。

【0016】

前記相変化材料は、例えば、硝酸ナトリウムまたは硝酸カリウムの少なくともいずれか一つを含む。

【0017】

上記構成によれば、取り扱いが容易で蓄熱性能の高い蓄熱材料を提供することが可能となる。

【0018】

前記蓄熱材料の使用温度範囲は、例えば、150 ~ 550 である。

10

【0019】

上記構成によれば、実際の使用温度に適した蓄熱器を提供することが可能となる。

【0020】

太陽熱発電システムは、上述の蓄熱器を用いて構成され得る。

【0021】

次に本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態の蓄熱器を用いた太陽熱発電システムの構成図を示す。太陽熱発電システム200は、ミラー10と、太陽熱蓄熱システム100と、発電機30とを含む。本実施形態では、太陽熱蓄熱システム100と発電機30を媒介するエネルギー変換部Eは熱交換器により構成されている。

20

【0022】

ミラー10はヘリオスタットのような反射鏡等により構成され、太陽Sからの太陽光を反射して太陽熱蓄熱システム100の受熱部110に導く役割を果たす。例えば、多数のミラー10が受熱部110の周囲に放射状に配置され、図示せぬ制御装置が時間の経過に伴う太陽Sの位置に合わせて各ミラー10の向きを最適な位置に設定する。ミラー10の種類、配置される数、配置形態などは特に限定はされない。

【0023】

すなわち、本実施形態の太陽熱発電システム200は、太陽光を集光し、熱した熱媒体（空気、水、オイル、熔融塩など）を発電に利用する集光型太陽熱発電システム、特にタワー式太陽熱発電システムに属するものである。しかしながら、ここでの太陽熱発電システムの種類は特に限定されず、本発明は太陽熱を利用する種々の発電システムに利用することが可能である。

30

【0024】

本実施形態の太陽熱蓄熱システム100は、ミラー10により導かれた太陽光の太陽熱を吸収する受熱部110と、熱媒体の熱を蓄積するとともに放出可能な蓄熱器120と、エネルギー変換部Eとを含む。さらに太陽熱蓄熱システム100は、受熱部110と、蓄熱器120と、エネルギー変換部Eとを接続し、熱媒体が流通する熱媒体パイプである流路配管130を含む。

【0025】

受熱部110はレシーバとも呼ばれ、例えば太陽光の太陽熱を吸収しつつ、高温に耐え得るセラミック構造体などにより構成される。受熱部110は、例えばタワーの如き高い建物の頂上に設けられ、ミラー10により導かれた太陽光の太陽熱を吸収する。受熱部110は流路配管130に接続されており、流路配管130を流通する熱媒体を熱することにより熱交換を行う。受熱部110の配置位置、種類も特に限定はされない。

40

【0026】

蓄熱器120は、流路配管130を流通する熱媒体の熱を蓄積するとともに放出可能であり、その詳細については後に説明する。エネルギー変換部Eは、太陽熱蓄熱システム100と発電機30との間で熱交換（エネルギー交換）を行う熱交換器により構成されているが、その種類は特に限定はされない。

【0027】

50

流路配管 130 は、受熱部 110 と、蓄熱器 120 と、エネルギー変換部 E とを接続し、閉じた流路を形成する。熱媒体は、流路配管 130 中を受熱部 110 蓄熱器 120 エネルギー変換部 E 受熱部 110 の経路に沿って流通する。流路配管 130 を流通する熱媒体としては、空気、水、オイル、熔融塩など種々のものが用いられるが特に限定はされない。

#### 【0028】

発電機 30 は例えばスチームガスタービン発電機などにより構成され、太陽熱蓄熱システム 100 との間でエネルギー変換部（熱交換器）E を介して熱交換を行い、温められ媒体（蒸気、オイルなど）により内蔵されたタービンを回転させて発電を行うものである。もちろん発電機 30 の種類は特に限定されず、太陽熱蓄熱システム 100 との間で熱交換の可能な種々のタイプの発電機を適用することが可能である。

10

#### 【0029】

太陽熱蓄熱システム 100 は流路配管 130 を流通する熱媒体の熱を、適宜蓄積可能な蓄熱器 120 を備えており、太陽 S から得られる太陽熱（太陽光）の変動に伴う出力変動を吸収することができる。すなわち、急激な天候変化により太陽 S から得られる太陽熱の量（日照量）が変動しても、蓄熱器 120 の作用により、出力変動を抑制することが可能である。

#### 【0030】

図 2 は蓄熱器 120 の実施形態の一例を示す概念図である。

#### 【0031】

蓄熱器 120 は流路配管 130 における、受熱部 110 とエネルギー変換部 E との間の位置に設けられている。蓄熱器 120 は、筐体 121 で画定され、筐体 121 の内部には液化した蓄熱材料 122 が封入され、筐体 121 を貫くように流路配管 130 の一部である複数の伝熱管 131 が配置されている。また、筐体 121 の内部には、液化した蓄熱材料 122 を攪拌する、例えばプロペラ等の攪拌装置 140 が設けられている。攪拌装置 140 は筐体 121 の内部に設けられたプロペラに限定されず、筐体 121 の外側から振動を加える装置などであってもよい。

20

#### 【0032】

筐体 121 は金属、コンクリートなどの材料により形成され、箱形の形状を呈するが材料の種類や形状は特に限定はされない。筐体 121 の壁は一枚の部材で形成してもよいし、二枚以上の部材で形成することもできる。この壁の外側層を金属などにより形成し、外側層の内側に保温性を有する部材を配置してもよい。

30

#### 【0033】

蓄熱材料 122 として種々の材料を利用することが可能であるが、一例として蓄熱材料 122 は潜熱蓄熱材である相変化材料（PCM；Phase Change Material）と黒鉛粒子と SiC（炭化珪素）粒子との混合物であってもよい。この混合物は、取り扱いが容易で蓄熱性能の高い蓄熱材料 122 を提供することが可能となる。相変化材料（PCM）と黒鉛（C）と SiC とを混合する際の質量比は、たとえば PCM が 40～70 質量%、C が 20～40 質量%、SiC が 5～20 質量% の範囲であってもよい。この混合質量比の一例として、例えば PCM：C：SiC = 50 質量%：39 質量%：11 質量% といった比を採用することができる。

40

#### 【0034】

そして、液化した蓄熱材料 122 は、攪拌装置 140 が静止状態において、黒鉛粒子や SiC 粒子は重いため、相変化材料の上層 123 と黒鉛粒子や SiC 粒子が沈殿した相変化材料との混合層である下層 124 が形成される（図 2（b）参照）。

#### 【0035】

攪拌装置 140 が駆動すると、筐体 121 の内部において、沈殿している黒鉛粒子および SiC 粒子が相変化材料内で攪拌され、筐体 121 内部は相変化材料と混合状態になる（図 2（a）参照）。攪拌装置 140 を停止すると、再び黒鉛粒子および SiC 粒子が筐体 121 の下部に沈殿し、筐体 121 内部は、相変化材料の上層 123 と、黒鉛粒子

50

やSiC粒子が沈殿した相変化材料との混合層である下層124とに分離された分離状態になる(図2(b)参照)。

【0036】

相変化材料は、例えば、硝酸ナトリウム( $\text{NaNO}_3$ )または硝酸カリウム( $\text{KNO}_3$ )の少なくともいずれか一つを含む。このような成分の相変化材料は、取り扱いが容易で蓄熱性能が高い。また、相変化材料は、硝酸ナトリウムおよび硝酸カリウムの共融塩であってもよい。また、相変化材料は、硝酸ナトリウムおよび硝酸カリウムの共融塩と、硝酸ナトリウムとの混合物であってもよい。

【0037】

蓄熱材料122が液化可能な温度範囲は、例えば150 ~ 550 に設定される。この温度範囲であれば、実際の使用温度に適しているため、蓄熱器120の稼働が容易であり、上述した蓄熱材料122が液化した状態を保持することも容易である。

【0038】

また、蓄熱器120(または攪拌装置140)の運転を制御する制御装置128が、攪拌装置140の運転状態を制御する。制御装置128は一般的なプロセッサ、メモリなどを備えるコンピュータである。そして、制御装置128は蓄熱材料122内に設けられた温度センサS1と接続されており、温度センサS1からの蓄熱材料122の温度信号を受信し、当該温度信号に基づく制御信号を攪拌装置140に送り、攪拌装置140の運転制御を行う。

【0039】

図2に示すように、流路配管130は蓄熱器120の内部の空間を貫通しており、本例では流路配管130は、複数の伝熱管131から構成されている。伝熱管131に対する蓄熱材料122の接触面積を増加させるため、伝熱管131は蓄熱器120の内部を含む蓄熱器120の周辺領域で、例えば本実施形態に示す通り複数(6本)に分かれている。しかしながら伝熱管131の数は特に限定されない。

【0040】

また、伝熱管131の配置位置の一例として、図2に示すように総ての伝熱管131が蓄熱材料122に接しながら配置される。このような配置により、伝熱管131から熱が逃げるのを防止し、受熱部110からエネルギー変換部Eへ効率的に熱を運ぶことができる。もちろん、伝熱管131の位置も特に限定されない。

【0041】

次に、蓄熱器120の動作の一例を説明する。ただしここで述べる蓄熱器120の動作はあくまで一例であって、状況に応じて種々の運転動作が可能である。

【0042】

まず、太陽熱発電システム200の運転開始時において、蓄熱材料122の温度が十分に上がっていない状況を想定する。すなわち、受熱部110からの熱が流路配管130を流れる熱媒体を介して伝わり始めた状態(運転開始状態)であり、蓄熱材料122が十分に温められていない。

【0043】

この状態で、受熱部110からの熱が流路配管130の伝熱管131を流れる熱媒体を介して伝えられると、蓄熱材料122の温度が上昇するとともに、さらにエネルギー変換部Eにも熱が伝えられる。

【0044】

特に太陽Sによる日照量が多く、さらに流路配管130の移動熱量が増加すると、その熱は、エネルギー変換部Eのみならず、伝熱管131と直接接触する蓄熱材料122にも移動し、蓄熱材料122の温度が上昇し、蓄熱材料122への蓄熱が開始する。

【0045】

図2(a)に示す通り、制御装置128が、蓄熱材料122内に設けられた温度センサS1からの蓄熱材料122の温度信号をトリガとして攪拌装置140に制御信号を送り、攪拌装置140が稼働を開始する。攪拌装置140は回転駆動し(図中矢印参照)、筐体

10

20

30

40

50

121の内部の液化した蓄熱材料122を流動させ、沈殿していた黒鉛粒子およびSiC粒子と相変化材料とを混合させる。熱伝導率の高い黒鉛粒子およびSiC粒子の移動により、素早く熱が伝わって温度の立上げが早くなり蓄熱材料122に効率よく蓄熱される。そして、迅速な相変化材料への熱の移動ができ、同時に黒鉛粒子およびSiC粒子の温度が下がるため、温度差が生じて伝熱が促進され熱交換効率が向上して、蓄熱材料122への蓄熱が効率よく行われる。

【0046】

そして、所定の熱量が蓄熱されると、省エネや熱交換効率等により、制御装置128の指令で攪拌装置140の回転を停止させる。

【0047】

攪拌装置140が駆動していない状態では、筐体121の内部において、相変化材料のみの上層123と、相変化材料と黒鉛粒子およびSiC粒子の混合された下層124とが形成されている(図2(b)参照)。

【0048】

上層123は、相変化材料の融解潜熱を用いることで高い蓄熱量が確保でき、また、夜間等の相変化時には放熱温度を維持できるため、夜間の発電効率の平滑化が可能となる。また、下層124では、熱伝導率の高い黒鉛粒子およびSiC粒子の作用により高熱伝導率による高速応答性が維持でき、悪天候時の温度変化にも対応が可能である。

【0049】

また、太陽Sが雲に隠れた場合のように日照量が減少し、受熱部110からエネルギー変換部Eへ十分な熱が得られなくなった場合、攪拌装置140を駆動させ、相変化材料と黒鉛粒子およびSiC粒子の混合状態にして、熱を素早く伝えて熱交換効率を向上させ、十分な熱を迅速にエネルギー変換部Eに伝えることが可能となる。

【0050】

上述した蓄熱器120の動作により、日照量の変化のような天候変化が生じても、エネルギー変換部Eから発電機30へ伝えられるエネルギー(熱)の変動を抑制することが可能となる。すなわち、太陽熱発電システム200の電圧変動、周波数変動の如き事象を抑制することが可能となり、安定した熱エネルギーの供給が可能となる。

【0051】

また、相変化材料と黒鉛粒子およびSiC粒子の混合状態により高熱変換効率が得られるため、伝熱管131を余分に配管する必要が無くそのまま配置でき、熱媒体オイルの制御装置等が不要になり、低コストで蓄熱器120および蓄熱器120を用いた太陽熱発電システム200を提供できる。

【0052】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態において示された事項に限定されず、特許請求の範囲及び明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者がその変更又は応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明によれば、急激な天候変化があっても安定した熱エネルギーの供給を可能とする太陽熱発電システムが提供されるため、自然エネルギーの利用が促進され得る。

【符号の説明】

【0054】

- 10 ミラー
- 30 発電機
- 100 太陽熱蓄熱システム
- 110 受熱部
- 120 蓄熱器
- 121 筐体

10

20

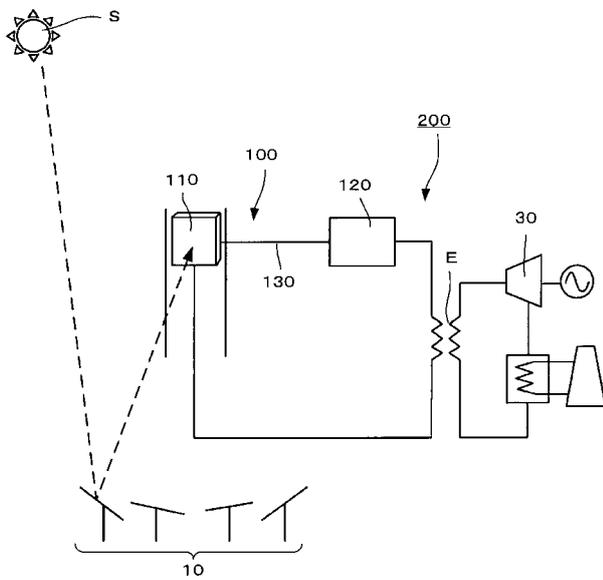
30

40

50

- 1 2 2 蓄熱材料
- 1 2 3 上層
- 1 2 4 下層
- 1 2 8 制御装置
- 1 3 1 伝熱管
- 1 4 0 攪拌装置 (プロペラ)
- 2 0 0 太陽熱発電システム
- E エネルギー変換部
- S 太陽
- S 1 温度センサ

【 図 1 】



【 図 2 】

