

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4538981号  
(P4538981)

(45) 発行日 平成22年9月8日(2010.9.8)

(24) 登録日 平成22年7月2日(2010.7.2)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 R

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2001-124801 (P2001-124801)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成13年4月23日(2001.4.23)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2002-319693 (P2002-319693A)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(43) 公開日	平成14年10月31日(2002.10.31)		(74) 代理人 100092624 弁理士 鶴田 準一
審査請求日	平成20年4月7日(2008.4.7)		(74) 代理人 100100871 弁理士 土屋 繁
			(74) 代理人 100082898 弁理士 西山 雅也
		(72) 発明者	中山 英樹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱光発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料及びエアの供給を受けて燃料を燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器から発生する燃焼ガスが内部を通過することによって加熱される多孔質体エミッタと、前記エミッタからの輻射光を電力に変換する光電変換素子と、を備える熱光発電装置において、前記燃焼器の上側に前記エミッタを配置し、前記燃焼器の下側に前記光電変換素子を配置したことを特徴とする熱光発電装置。

【請求項2】

前記燃焼器に供給されるエアが、前記燃焼器による燃焼が起こる燃焼室に向かうように、前記エアを整流する整流部材を更に設けた、請求項1に記載の熱光発電装置。

【請求項3】

前記エミッタからの輻射光の波長を調整するフィルタを更に備え、前記フィルタを前記光電変換素子とともに前記燃焼器の下側に配置し、前記エアを前記フィルタに向けて積極的に流すように構成されている、請求項1に記載の熱光発電装置。

【請求項4】

前記エミッタを通過した燃焼ガスが装置の上部から排出されるように構成されている、請求項1に記載の熱光発電装置。

【請求項5】

前記燃料と前記エアとが予め混合される予混合室を更に設けた、請求項1に記載の熱光発電装置。

**【請求項 6】**

前記エミッタからの輻射光の波長を調整するフィルタを更に備え、前記エアを供給する配管を前記フィルタの近傍まで延長し、前記エアを直接にフィルタに当てるように構成されている、請求項 1 に記載の熱光発電装置。

**【請求項 7】**

前記エミッタからの輻射光の波長を調整するフィルタを更に備え、前記燃焼器による燃焼が起こる燃焼室内において前記燃料の配管と前記エアの配管とによる二重構造を設けた、請求項 1 に記載の熱光発電装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

10

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、熱源から輻射される赤外光（赤外線、熱線ともいう）を光電変換素子（光電変換セル）にて電力に変換する熱光起電力変換（thermophotovoltaic energy conversion）により発電を行う熱光発電装置（TPVシステム）に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

熱光発電装置では、輻射体（エミッタ）を加熱することにより、その輻射体から一定の波長の赤外光を輻射させ、その赤外光を光電変換素子に入射させて電力に変換する。熱光発電装置は、可動部分を持たないため、無騒音・無振動システムを実現することができる。

**【0003】**

20

次世代のエネルギー源として、熱光発電は、クリーン性、静粛性などの点で優れている。エミッタを加熱するために、燃焼熱、太陽熱、原子核崩壊熱などが利用可能であるが、一般的には、ブタンなどのガス燃料の燃焼により発生する燃焼ガスがエミッタ加熱用に利用される。

**【0004】**

例えば、特開昭 63 - 316486 号公報には、多孔質固体により製作されたエミッタと、燃焼ガスがそのエミッタ内を通過するように構成されたエミッタ加熱手段と、そのエミッタからの輻射エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換素子と、から構成される熱光発電装置が開示されている。

**【0005】**

30

**【発明が解決しようとする課題】**

このように、熱光発電装置は、主として、燃焼器、輻射体、光電変換素子から構成され、現在、実用段階へと入りつつあるが、それらの最適な配置については、十分な検討が何らなされていない状況にある。

**【0006】**

本発明は、上述した問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、構成要素を最適に配置した構造を採用することにより効率のよい発電を達成する熱光発電装置を提供することにある。

**【0007】****【課題を解決するための手段】**

40

上記目的を達成するために、本発明の第一の側面によれば、燃料及びエアの供給を受けて燃料を燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器から発生する燃焼ガスが内部を通過することによって加熱される多孔質体エミッタと、前記エミッタからの輻射光を電力に変換する光電変換素子と、を備える熱光発電装置において、前記燃焼器の上側に前記エミッタを配置し、前記燃焼器の下側に前記光電変換素子を配置したことを特徴とする熱光発電装置が提供される。

**【0008】**

上述の如く構成された、本発明の第一の側面による熱光発電装置においては、燃焼ガスが燃焼室内に留まることなく、燃焼器上側に配置されたエミッタを通過するために、燃焼状態が安定するとともに、熱伝達によりエミッタが効率良く加熱されるため、エミッタ表面

50

からの輻射エネルギー（輻射光）が増大し、一層効率良く発電することができる。

【0009】

また、本発明の第二の側面によれば、上記本発明の第一の側面による熱光発電装置において、前記燃焼器に供給されるエアが、前記燃焼器による燃焼が起こる燃焼室に向かうように、前記エアを整流する整流部材が、更に設けられる。

【0010】

この本発明の第二の側面による熱光発電装置においては、整流部材によりエアが確実に燃焼器の燃焼室内に導入されることにより、燃焼ガスが効率良く燃焼室から排気されるので、燃焼状態が安定する。

【0011】

また、本発明の第三の側面によれば、上記本発明の第一の側面による熱光発電装置において、前記エミッタからの輻射光の波長を調整するフィルタを更に備え、前記フィルタを前記光電変換素子とともに前記燃焼器の下側に配置し、前記エアを前記フィルタに向けて積極的に流すように構成される。

【0012】

この本発明の第三の側面による熱光発電装置においては、フィルタが備えられるが、このフィルタが積極的に冷却されることにより、フィルタの過剰加熱が防止される。

【0013】

また、本発明の第四の側面によれば、上記本発明の第一の側面による熱光発電装置において、前記エミッタを通過した燃焼ガスが装置の上部から排出されるように構成される。

【0014】

この本発明の第四の側面による熱光発電装置においては、エミッタを通過した燃焼ガスが上部排気とされていることで、更に抵抗少なく外部に排出されるので、排気効率が向上する。したがって、エア供給用のコンプレッサ等が設けられる場合に、そのコンプレッサ等への給電を最小限に抑えることができる。

【0015】

また、本発明の第五の側面によれば、上記本発明の第一の側面による熱光発電装置において、前記燃料と前記エアとが予め混合される予混合室が更に設けられる。

【0016】

この本発明の第五の側面による熱光発電装置においては、予混合により常にエアが供給される状態にされることで、燃焼状態が安定化する。

【0017】

また、本発明の第六の側面によれば、上記本発明の第一の側面による熱光発電装置において、前記エミッタからの輻射光の波長を調整するフィルタを更に備え、前記エアを供給する配管を前記フィルタの近傍まで延長し、前記エアを直接にフィルタに当てるように構成される。

【0018】

この本発明の第六の側面による熱光発電装置においては、フィルタが備えられるが、フィルタの冷却効果が高められ、かつ、エアが確実に燃焼室に供給されることとなる。

【0019】

また、本発明の第七の側面によれば、上記本発明の第一の側面による熱光発電装置において、前記エミッタからの輻射光の波長を調整するフィルタを更に備え、前記燃焼器による燃焼が起こる燃焼室内において前記燃料の配管と前記エアの配管とによる二重構造が設けられる。

【0020】

この本発明の第七の側面による熱光発電装置においては、エア配管からフィルタの面内全域にエアを供給することができるため、フィルタ及び光電変換素子の面内温度が一層均一に冷却されることとなり、また、燃焼室内にエア配管が設けられるため、確実にエアを供給することができ、その結果、安定燃焼を実現することが可能となる。

【0021】

10

20

30

40

50

**【発明の実施の形態】**

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

**【0022】**

図1及び図2は、本発明の第一実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示で示す正面図及び平面図である。図1に示されるように、この熱光発電装置においては、上側から、排気管10、熱交換部12、多孔質体のエミッタ14、燃焼器(バーナ)16、波長選択フィルタ18及び複数の光電変換セル20が配置される構造とされている。燃焼器16が配置される、エミッタ14とフィルタ18との間の部分が、燃焼室となっている。

**【0023】**

そして、光電変換セル20の下側に符号22で示されるのは、半導体素子である光電変換セル20から熱を吸収して外部に放散させるためのヒートシンクである。また、符号24は、燃焼用のエアを導入するエア配管、符号26は、そのエア配管の途中に設けられたコンプレッサである。

10

**【0024】**

コンプレッサ26にて圧縮されたエアは、ヒートシンク22の部分を通り、さらに光電変換セル20の表面部分を通り、光電変換セル20の冷却に利用される。

**【0025】**

次いで、エアは、装置の側面に設けられた配管を通して熱交換部12に導かれ、その中の配管を通ることにより、後述の如くエミッタを加熱した後の燃焼ガスとの間で熱交換を行う。この熱交換により加熱されたエアは、燃焼器16が配置された燃焼室に導入されるとともに、フィルタ18に向けて積極的に流される。

20

**【0026】**

一方、燃料ガスは、燃料配管28から燃焼器16へと供給される。燃焼器16は、円筒形の配管が長方形の各辺を形成する形状とされている。そして、燃焼器16には、内側水平方向に燃料ガスを噴出するための噴出口が所定間隔ごとに設けられている。燃焼室には前述の如くエアが導入されており、各噴出口にて点火せしめられた燃料ガスは、燃焼してほぼ水平方向の火炎を形成する。

**【0027】**

燃料の燃焼により発生した燃焼ガスは、上昇して多孔質体エミッタ14の内部を通り、エミッタ14は、その通過する高温の燃焼ガスによって加熱され、その下面から赤外光を輻射する。輻射された赤外光は、フィルタ18に到達する。

30

**【0028】**

フィルタ18は、光電変換に寄与する波長成分のみを選択して透過せしめる一方、光電変換に寄与しない成分をエミッタ14の側へ反射してエミッタ14の加熱に利用する。フィルタ18を透過した赤外光は、光電変換セル20に入射して電力に変換される。

**【0029】**

エミッタ14の内部を通り、エミッタを加熱した後の燃焼ガスは、熱交換部12にて前述のようにエアを加熱した後、装置の上部に取り付けられた排気管10から排出される。

**【0030】**

上述のように、本実施形態においては、燃焼用のエアは、光電変換セル20の冷却のために利用される。したがって、光電変換セル20の温度上昇による光電変換効率低下が回避される。

40

**【0031】**

また、エミッタ14を加熱した後の燃焼ガスは、燃焼に必要なエアの予熱に利用される。この予熱されたエアと燃料とにより燃焼が起こるため、燃焼ガスの温度が上昇し、それに伴ってエミッタ14の温度も上昇する。その結果、エミッタ14からの輻射強度が増大し、かくして、光電変換セル20で発生する電力が増大することとなる。

**【0032】**

ところで、図1及び図2に示される熱光発電装置においては、上側から、排気管10、熱交換部12、エミッタ14、燃焼器16、フィルタ18及び光電変換セル20が配置され

50

ているが、その逆に、図 3 に示されるように、装置の下側から、排気管 10、熱交換部 12、エミッタ 14、燃焼器 16、フィルタ 18 及び光電変換セル 20 を配置する構造も考えられる。

【0033】

しかしながら、図 3 に示されるように燃焼器 16 の下側にエミッタ 14 を配置し燃焼器 16 の上側にフィルタ 18 及び光電変換セル 20 を配置する構造の場合、高温燃焼ガス (CO<sub>2</sub>、未燃ガス) が燃焼室内に残り、燃焼ガスが効率良く排出されないため、燃焼状態が不安定になる。

【0034】

図 3 に示される構造で、燃焼ガスを燃焼室から排出するために、エア供給量を増大させたり、あるいは排気管側から強制的にガスを吸引するなどの方法が考えられる。しかし、エア供給量を増大させる場合には、燃焼ガス温度が下がるという問題があり、また、排気管側から強制的にガスを吸引する場合には、そのためのポンプが必要になるという問題がある。

10

【0035】

また、図 3 に示されるように、燃焼器 16 の上側にフィルタ 18 及びセル 20 を配置すると、高温燃焼ガスによりフィルタ及びセルが過剰加熱されてしまい、発電性能が低下するという問題も生ずる。

【0036】

一方、図 1 に示されるように燃焼器 16 の上側にエミッタ 14 を配置し燃焼器 16 の下側にフィルタ 18 及び光電変換セル 20 を配置する構造によれば、高温燃焼ガスは、燃焼室内に留まることなく、上側に配置された多孔質体エミッタ 14 を通過して排出されていく。

20

【0037】

そのため、燃焼状態が安定化し、その熱伝達によりエミッタが高温に加熱されるので、エミッタ表面からの輻射エネルギーが増大する。結果として、セル表面での発電量が增加し、発電性能が向上する。

【0038】

また、図 1 に示される実施形態においては、エミッタ 14 と燃焼室との間には、エアが燃焼室に向かうようにエアを整流する整流部材としての整流板 30 が設けられている。このように整流板 30 を介してエアを確実に燃焼室内に導入することで、燃焼ガスが効率良く燃焼室から排出され、燃焼状態が安定化する。

30

【0039】

更に、整流板 30 の存在により、エアがフィルタ 18 に到達してフィルタを冷却するため、フィルタの過剰加熱を防止することができる。一方、図 3 に示される構造では、フィルタが滞留燃焼ガスにより加熱されて高温となるため、燃焼室側に誘電多層膜をコーティングすることができず、石英基板を燃焼室側に配置してフィルタ膜をセル側に配置したフィルタ構造とする必要がある。この構造では、石英基板で光が吸収されてしまい、フィルタ膜の反射再吸収率が低下し、発電性能が落ちる。これに対し、図 1 に示される構造では、フィルタが低温となるため、燃焼室側にフィルタ膜を蒸着することができ、その結果、石英基板での吸収を抑えることができ、発電性能が向上する。

40

【0040】

また、図 1 に示されるように燃焼器 16 の上側にエミッタ 14 を配置して装置の上部から排気する構造では、排気効率が上がるため、エア供給用のコンプレッサ 26 への給電量を低減することができる。この面からも、TPV システムの性能が向上する。

【0041】

図 4 は、本発明の第二実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示で示す正面図である。図 4 については、図 1 における要素と同一の要素には同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。この実施形態においては、エアと燃料ガスとが予め混合される予混合室 40 が設けられている。こうして常にエアが供給される状態にされることで、燃焼

50

状態が安定化する。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、本発明の第三実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示で示す正面図である。図 5 については、図 1 における要素と同一の要素には同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。この実施形態においては、エア配管 5 0 がフィルタ 1 8 の近傍まで延長せしめられており、エアが直接にフィルタ 1 8 に当てられるようになっている。かくして、フィルタの冷却効果が高められ、かつ、エアが確実に燃焼室に供給されることとなる。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、本発明の第四実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示で示す正面図である。図 6 については、図 1 における要素と同一の要素には同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。この実施形態においては、エア配管 6 0 が燃焼室内のフィルタ 1 8 の上側に配置され、燃料ガス配管とエア配管とによる二重構造とされている。

【 0 0 4 4 】

かくして、エア配管 6 0 の開口部からフィルタ 1 8 の面内全域にエアを供給することができるため、フィルタ 1 8 及び光電変換セル 2 0 の面内温度が一層均一に冷却されることとなる。また、燃焼室内にエア配管が設けられるため、確実にエアを供給することができ、その結果、安定燃焼を実現することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、熱光発電装置においてその構成要素が最適に配置された構造とされることにより、効率のよい発電が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示として示す正面図である。

【図 2】本発明の第一実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示として示す平面図である。

【図 3】かかる第一実施形態に係る熱光発電装置に対する比較例を一部断面表示として示す正面図である。

【図 4】本発明の第二実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示として示す正面図である。

【図 5】本発明の第三実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示として示す正面図である。

【図 6】本発明の第四実施形態に係る熱光発電装置の構成を一部断面表示として示す正面図である。

【符号の説明】

1 0 ... 排気管

1 2 ... 熱交換部

1 4 ... 多孔質体エミッタ

1 6 ... 燃焼器（バーナ）

1 8 ... 波長選択フィルタ

2 0 ... 光電変換セル

2 2 ... ヒートシンク

2 4 ... エア配管

2 6 ... コンプレッサ

2 8 ... 燃料配管

3 0 ... エア整流板

4 0 ... 予混合室

5 0 ... エア配管

6 0 ... エア配管

10

20

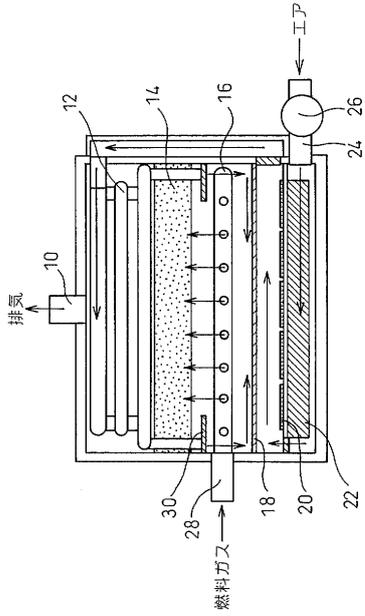
30

40

50

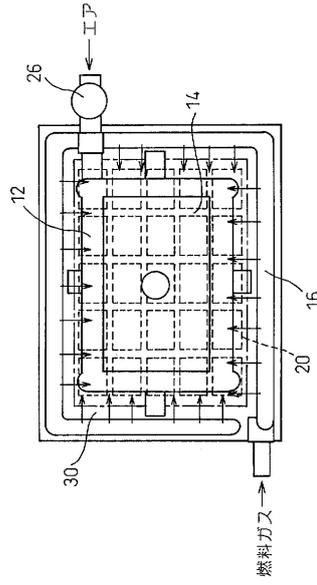
【図1】

図1



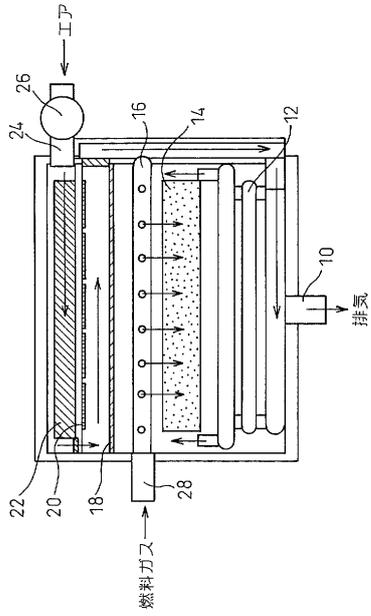
【図2】

図2



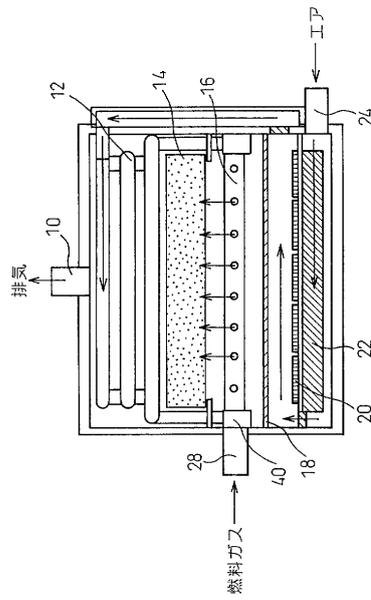
【図3】

図3



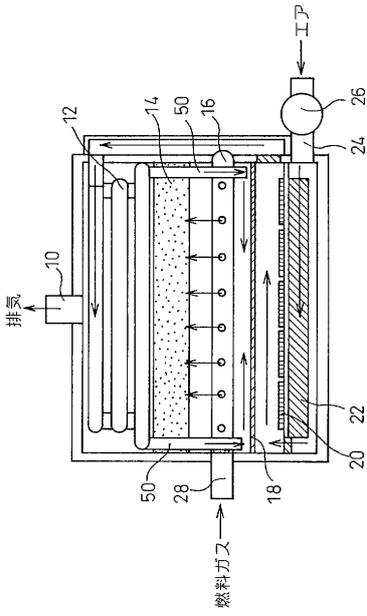
【図4】

図4



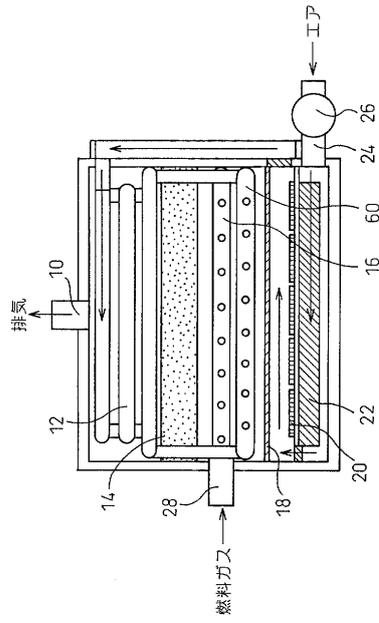
【図5】

図5



【図6】

図6



---

フロントページの続き

(72)発明者 村田 清仁  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 加藤 昌伸

(56)参考文献 米国特許第6065418(US,A)  
米国特許第3331707(US,A)  
米国特許第5044939(US,A)  
米国特許第5360490(US,A)  
国際公開第00/049339(WO,A1)  
特開昭63-316486(JP,A)  
特表平02-502692(JP,A)  
特開平08-042815(JP,A)  
特開2000-068545(JP,A)  
特開2000-106001(JP,A)  
特開2001-082167(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
H01L 31/042