

(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2013-68392  
(P2013-68392A)

(43) 公開日 平成25年4月18日(2013.4.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 4 J 2/24 (2006.01)	F 2 4 J 2/24	Z
F 2 4 J 2/48 (2006.01)	F 2 4 J 2/48	A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-208992 (P2011-208992)  
(22) 出願日 平成23年9月26日 (2011.9.26)

(71) 出願人 000001258  
J F E スチール株式会社  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号  
(74) 代理人 100080159  
弁理士 渡辺 望穂  
(74) 代理人 100090217  
弁理士 三和 晴子  
(72) 発明者 佐志 一道  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J  
F E スチール株式会社内  
(72) 発明者 大重 貴彦  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J  
F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽光集熱管およびそれを用いた太陽光集熱器

(57) 【要約】

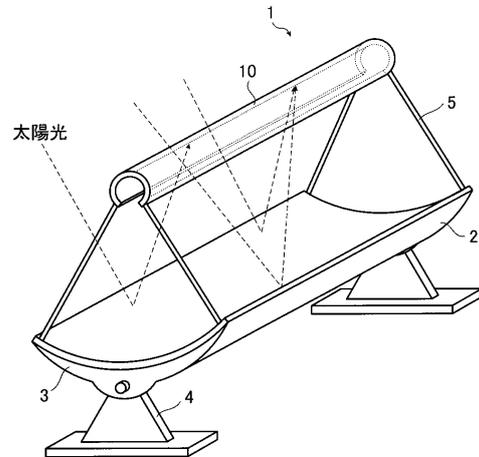
【課題】 集熱効率の高い太陽光集熱管およびそれを用いた太陽光集熱器の提供。

【解決手段】 太陽光を集光して熱媒体を加熱する太陽光集熱管であって、

前記太陽光集熱管の形状が、長軸方向の全域にスリット状の開口部を有する一部欠き筒形状であり、

内壁の面積と前記開口部の面積との比率（開口部/内壁）が、2.5～30.0%である太陽光集熱管。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

太陽光を集光して熱媒体を加熱する太陽光集熱管であって、  
前記太陽光集熱管の形状が、長軸方向の全域にスリット状の開口部を有する一部欠き筒形状であり、

内壁の面積と前記開口部の面積との比率（開口部 / 内壁）が、 $2.5 \sim 30.0\%$ である太陽光集熱管。

## 【請求項 2】

内壁表面に、前記太陽光の可視光線および近赤外線を透過し、前記熱媒体から輻射される遠赤外線を反射する選択吸収膜を有する請求項 1 に記載の太陽光集熱管。

10

## 【請求項 3】

前記太陽光集熱管を構成する基材がステンレス鋼および/または耐熱鋼である請求項 1 または 2 に記載の太陽光集熱管。

## 【請求項 4】

外壁表面に断熱層を有する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の太陽光集熱管。

## 【請求項 5】

外壁表面に、前記太陽光の可視光線および近赤外線を透過し、前記媒体から輻射される遠赤外線を反射する選択吸収膜を有する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の太陽光集熱管。

20

## 【請求項 6】

太陽光集熱管と集光反射板とを有する太陽光集熱器であって、  
前記太陽光集熱管が、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の太陽光集熱管であり、  
前記太陽光集熱管が、前記集光反射板の焦点に設けられる太陽光集熱器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、太陽光集熱管およびそれを用いた太陽光集熱器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

太陽光集熱管としては、従来、空気の対流による熱損失を抑制できる等の理由から、真空ガラス管が使われていた（例えば、特許文献 1 等参照）。

30

しかしながら、高温に曝される管内を長期にわたって真空に維持しなければならず、また、昼夜の熱膨張・収縮によるガラス材料の疲労や、ガラスの表面反射による集熱効率の低下などの問題点があった。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開平 5 - 172405 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0004】

そこで、本発明は、集熱効率の高い太陽光集熱管およびそれを用いた太陽光集熱器を提供することを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明者は、上記課題を解決するため鋭意検討した結果、スリット状の開口部が設けられた筒形状の集熱管を用いることにより、真空ガラス管を用いなくても集熱効率が高くなることを見出し、本発明を完成させた。すなわち、本発明は、下記（1）～（6）を提供するものである。

## 【0006】

50

(1) 太陽光を集光して熱媒体を加熱する太陽光集熱管であって、  
上記太陽光集熱管の形状が、長軸方向の全域にスリット状の開口部を有する一部欠き筒形状であり、

内壁の面積と上記開口部の面積との比率（開口部／内壁）が、 $2.5 \sim 30.0\%$ である太陽光集熱管。

【0007】

(2) 内壁表面に、上記太陽光の可視光線および近赤外線を透過し、上記熱媒体から輻射される遠赤外線を反射する選択吸収膜を有する上記(1)に記載の太陽光集熱管。

【0008】

(3) 上記太陽光集熱管を構成する基材がステンレス鋼および/または耐熱鋼である上記(1)または(2)に記載の太陽光集熱管。

10

【0009】

(4) 外壁表面に断熱層を有する上記(1)～(3)のいずれかに記載の太陽光集熱管。

【0010】

(5) 外壁表面に、上記太陽光の可視光線および近赤外線を透過し、上記媒体から輻射される遠赤外線を反射する選択吸収膜を有する上記(1)～(3)のいずれかに記載の太陽光集熱管。

【0011】

(6) 太陽光集熱管と集光反射板とを有する太陽光集熱器であって、  
上記太陽光集熱管が、上記(1)～(5)のいずれかに記載の太陽光集熱管であり、  
上記太陽光集熱管が、上記集光反射板の焦点に設けられる太陽光集熱器。

20

【発明の効果】

【0012】

以下に示すように、本発明によれば、集熱効率の高い太陽光集熱管およびそれを用いた太陽光集熱器を提供することができる。

また、本発明の太陽光集熱管は、ステンレス鋼、耐熱鋼等の金属基材を用いて形成することができるため、真空ガラス管よりも長期の信頼性に優れ、製造も容易となるため、非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

30

【0013】

【図1】本発明の太陽光集熱器の好適な実施形態の一例を示す模式的な斜視図である。

【図2】本発明の太陽光集熱管の断面形状を説明する模式的な断面図である。

【図3】本発明の太陽光集熱管の好適な実施形態の一例を示す模式的な断面図である。

【図4】本発明の太陽光集熱管の他の好適な実施形態の一例を示す模式的な断面図である。

【図5】実施例で作製した太陽光集熱管の作製手順を説明するための模式的な断面図である。

【図6】実施例で作製した太陽光集熱管の開口率と集熱効率（相対値）の関係を示すグラフである。

40

【発明を実施するための形態】

【0014】

〔太陽光集熱管〕

本発明の太陽光集熱管は、太陽光を集光して熱媒体を加熱する太陽光集熱管であって、上記太陽光集熱管の形状が長軸方向の全域にスリット状の開口部を有する一部欠き筒形状であり、内壁の面積と上記開口部の面積との比率（開口部／内壁）が $2.5 \sim 30.0\%$ である太陽光集熱管である。

次に、本発明の太陽光集熱管の構成について、図面を用いて説明する。

【0015】

<全体形状>

50

図 1 に示す通り、本発明の太陽光集熱管 10 は、本発明の太陽光集熱器 1 が具備する集熱管であって、集光反射板 2 によって反射した太陽光を集光し、熱媒体を加熱するための集熱管である。

また、図 1 および図 2 に示す通り、本発明の太陽光集熱管 10 の形状は、スリット状の開口部 11 が設けられた筒形状であり、具体的には、図 2 (A) に示すように円(楕円を含む)筒形状であるのが好ましいが、図 2 (B) および (C) に示すように多角筒形状であってもよい。

#### 【0016】

##### < 開口部 >

本発明においては、太陽光集熱管の内壁の面積と開口部の面積との比率(開口部/内壁)が 2.5 ~ 30.0 % である。

ここで、開口部の面積とは、開口部の短辺と長辺(すなわち太陽光集熱管の長軸方向の長さ)との積から算出される値をいう。なお、短辺については、図 2 (A) に示すように太陽光集熱管の厚みによって異なる場合は、最も短い辺の長さをいう。

そして、上記比率が 2.5 ~ 30.0 % の範囲であると、太陽光集熱管の集熱効率が高くなる。これは、上記開口部から入射した太陽光(反射光)が、太陽光集熱管の筒形状に閉じ込められ、図 2 (A) に示すように太陽光集熱管の内壁で反射を繰り返すためであると考えられる。

上記比率は、太陽光集熱管の集熱効率がより高くなる理由から、5 ~ 25 % であるのが好ましく、10 ~ 20 % であるのがより好ましい。

#### 【0017】

##### < 基材 >

本発明の太陽光集熱管の基材は特に限定されず、鉄系材料(例えば、ステンレス鋼、耐熱鋼、合金鋼、炭素鋼等)、アルミニウム系材料等の耐熱性のある金属基材を用いることができる。

これらのうち、使用環境の観点、例えば、太陽光集熱管が 500 程度まで加熱され、また、溶融塩等の熱媒体を使用しうることを考慮すると、ステンレス鋼、耐熱鋼であるのが好ましい。

ここで、ステンレス鋼の材料は特に限定されず、例えば、Cr を 5 ~ 40 % 含有し、Mo を 5 % 以下含有する材料が挙げられる、また、Ti, Nb, Cu 等の任意成分を 5 % 程度添加した材料を用いることもできる。

また、耐熱鋼は特に限定されず、例えば、数%以上の Cr のほか、Ni、Co、W、Mo、Nb、その他の合金元素を含む材料が挙げられ、その組織はマルテンサイト系、フェライト系、オーステナイト系および析出硬化系のものが挙げられる。

#### 【0018】

##### < 選択吸収膜, 断熱層 >

図 3 に示す通り、本発明の太陽光集熱管 10 は、太陽光集熱管の集熱効率がより高くなる理由から、内壁表面に選択吸収膜 12 を有するのが好ましい。

ここで、上記選択吸収膜は、太陽光の可視光線および近赤外線を透過し、上記熱媒体から輻射される遠赤外線を反射する膜であり、このような膜を設けることにより、本発明の太陽光集熱管は、効率よく太陽光のエネルギーを吸収すると共に、熱媒体からの輻射熱を抑えることができる。

また、上記選択吸収膜としては、例えば、太陽光(エアマス 1)のおよその強度ピークとなる波長 0.5  $\mu\text{m}$  での吸収が 60 % 以上、好ましくは 80 % 以上の膜で、600 K の黒体放射のおよその強度ピークとなる波長 5  $\mu\text{m}$  での吸収が 70 % 以下、好ましくは 50 % 以下(反射が 50 % 未満)の膜が挙げられ、具体的には、例えば、黒色クロムめっき膜、黒色ニッケルめっき膜、無電解ニッケル黒化処理膜、四三酸化鉄皮膜等を好適に用いることができる。

#### 【0019】

また、図 3 に示す通り、本発明の太陽光集熱管 10 は、太陽光集熱管の集熱効率がより

高くなる理由から、外壁表面に断熱層 13 または上記と同様の選択吸収膜（図示せず）有するのが好ましい。

ここで、上記断熱層としては、例えば、無機系の耐熱断熱材を用いるのが好ましく、具体的には、グラスウール、スラグウール、セラミックファイバー、無機発泡材等を好適に用いることができる。

また、上記断熱層の厚みは特に限定されず、10cm 程度までのものが適用できる。

#### 【0020】

##### 〔太陽光集熱器〕

本発明の太陽光集熱器は、上述した本発明の太陽光集熱管と集光反射板とを有する太陽光集熱器であって、上記太陽光集熱管が上記集光反射板の焦点に設けられる太陽光集熱器である。

10

次に、本発明の太陽光集熱器の構成について、図面を用いて説明する。

#### 【0021】

##### <全体形状>

図1に示す通り、本発明の太陽光集熱器1は、上述した本発明の太陽光集熱管10と集光反射板2とを有する。

ここで、集光反射板2は、追尾機構3と共に支持台4に載せられており、太陽光集熱管10は、集光反射板2の焦点（集光部）に位置するように、支持部材5によって集光反射板2に支持固定されている。

また、集光反射板2の太陽光集熱管10に対面する面は、湾曲したトラフ型の鏡面になっており、集光反射板2に入射した太陽光は反射して太陽光集熱管10に集光するようになっている。

20

#### 【0022】

##### <集光反射板>

上記集光反射板は、圧延加工されたものであれば特に限定されず、その材料としては、例えば、鋼板、アルミニウム板、プラスチック板等が挙げられる。鋼板としては、通常の鋼板であれば特に限定されないが、耐光性、耐候性、経済性の観点から、冷延鋼板、ステンレス鋼板が好ましく、裏面の耐食性に優れるという理由から、表面処理鋼板やステンレス鋼板がより好ましい。

また、上記集光反射板の板厚は特に限定されないが、湾曲加工を容易にする観点から薄い方が好ましく、具体的には、0.5mm以下が好ましく、0.15mm以下がより好ましい。

30

#### 【0023】

##### <反射膜>

本発明においては、上記集光反射板は、その表面に反射膜を有しているのが好ましい。

上記反射膜は、金属を含有する膜であるのが好ましく、この金属としては、反射率の高い銀（Ag）、アルミニウム（Al）が好適に用いられ、経済的な観点からは、アルミニウムが好ましい。

#### 【0024】

##### <保護膜>

また、本発明においては、上記集光反射板は、その表面（上記反射膜を有している場合は上記反射膜の表面）に保護膜を有しているのが好ましい。

上記保護膜は、屋外侵食に耐えるための透明な従来公知の保護膜であり、例えば、酸化ケイ素（SiO、SiO<sub>2</sub>）を主成分とした保護膜、酸化アルミニウム（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を主成分とした保護膜などが挙げられる。

40

#### 【0025】

本発明の太陽光集熱器が太陽熱発電に用いられる場合においては、例えば、図3に示す通り、太陽光集熱管10の内部に熱媒体（例えば、オイル、溶融塩等）14が流れており、熱媒体はポンプ（図示せず）によって循環されている。

そして、上記集光反射板で反射した太陽光により太陽光集熱管10が加熱されることで

50

、太陽光集熱管 10 の内部に流れる熱媒体 14 も加熱され、加熱された熱媒体 14 が蒸気タービン（図示せず）に送られて水を蒸発させ、この蒸気タービンを回すことにより、発電が行われる。

ここで、熱媒体 14 は、太陽光集熱管 10 の内部に流れる態様に限定されず、例えば、図 4（A）に示すように、太陽光集熱管 10 の内壁近傍に設けられる熱媒パイプ 15 中を流れる態様であってもよく、図 4（B）に示すように、太陽光集熱管 10 の内壁と外壁との間に設けられる熱媒パイプ 15 中を流れる態様（二重壁構造）であってもよい。

【実施例】

【0026】

< 参考例（基準例） >

太陽光集熱管として真空ガラス管（寺田鉄工所社製）を用い、集光反射板として湾曲させたステンレス鋼板（SUS430、板厚：0.1mm、JFEスチール社製）に真空蒸着によりアルミニウム金属膜を成膜したトラフ型の基板を用いた太陽光集熱器を作製した。

【0027】

< 実施例 1～11、比較例 1～12 >

太陽光集熱管として、下記第 1 表に示す開口部の比率（以下、「開口率」という。）となる中空のステンレス鋼に対して、内壁表面に選択吸収膜を設け、外壁表面に断熱層を設けた以外は、参考例と同様の方法で太陽光集熱器を作製した。

具体的には、まず、UプレスおよびOプレス等を用いて、所望の開口率となるように、ステンレス鋼（SUS447J1、板厚：3.0mm）を湾曲させ、図 5 に示す符号 10a で示される部分を作製した。

次いで、同様に、UプレスおよびOプレス等を用いて、ステンレス鋼（SUS447J1、板厚：3.0mm）を湾曲させ、図 5 に示す符号 10b で示される部分を作製した。

これらの各部分を図 5 に示す符号 10c の部分で溶接し、一部欠き略円筒形状の基材を作製した。

次いで、基材の内壁表面に、電気めっきにより黒色クロムめっきを施し、選択吸収膜（膜厚：1μm）を形成した。

次いで、基材の外壁表面に、発泡セラミックスを吹き付け、断熱層を形成した。

【0028】

< 実施例 12 >

ステンレス鋼に代えて耐熱鋼（SUH660、板厚：3.0mm）を使用した以外は、実施例 7 と同様の方法により、太陽光集熱器を作製した。

【0029】

作製した各太陽光集熱器について、JIS A 4112:2011 に規定された測定方法に従って、集熱効率を測定した。結果を下記第 1 表および図 6 に示す。

なお、下記第 1 表および図 6 中の集熱効率（%）は、参考例の集光効率を 100 とした時の相対値である。

【0030】

10

20

30

【表 1】

第1表		
	開口率 (%)	集熱効率 (%) (相対値)
比較例 1	0.0	39
比較例 2	1.4	76
比較例 3	2.0	93
実施例 1	2.9	103
実施例 2	4.3	109
実施例 3	5.9	113
実施例 4	7.4	116
実施例 5	10.6	119
実施例 6	13.9	119
実施例 7	16.7	119
実施例 8	19.1	118
実施例 9	22.7	115
実施例 10	26.3	109
実施例 11	30.0	101
比較例 4	33.8	91
比較例 5	37.6	76
比較例 6	41.4	66
比較例 7	45.2	57
比較例 8	49.0	51
比較例 9	52.7	46
比較例 10	56.5	43
比較例 11	60.1	42
比較例 12	63.7	40
実施例 12	16.7	119

10

20

## 【0031】

第1表および図6に示す通り、開口率が2.5～30.0%となる所定のスリットを有する筒形状の太陽光集熱管を用いると、真空ガラス管を用いた参考例よりも集熱効率が高くなることが分かった。

30

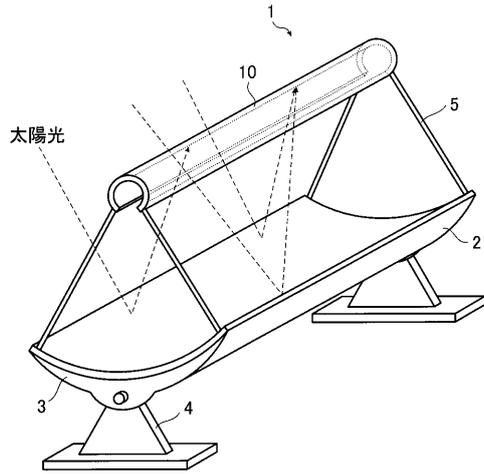
## 【符号の説明】

## 【0032】

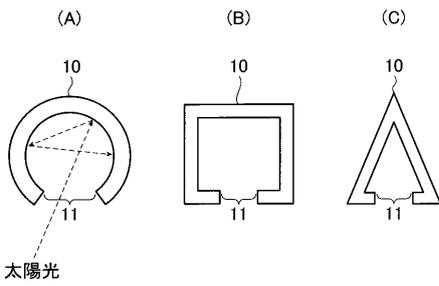
- 1 太陽光集熱器
- 2 集光反射板
- 3 追尾機構
- 4 支持台
- 5 支持部材
- 10 太陽光集熱管
- 11 開口部
- 12 選択吸収膜
- 13 断熱層
- 14 熱媒体
- 15 熱媒パイプ

40

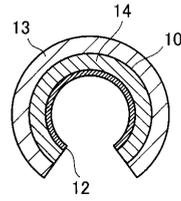
【 図 1 】



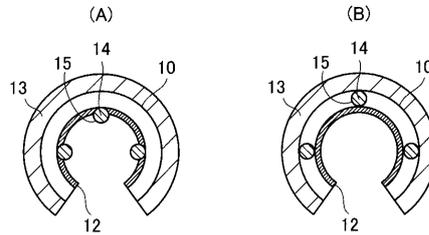
【 図 2 】



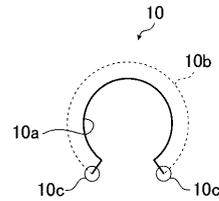
【 図 3 】



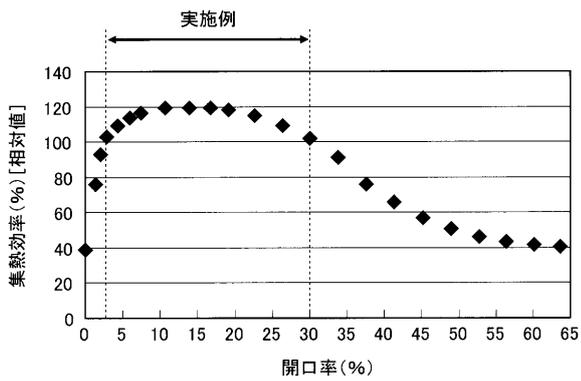
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 西山 直樹  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 坂本 義仁  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内