

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2010年12月16日(16.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/143622 A1

- (51) 国際特許分類:  
F24J 2/24 (2006.01) F03G 6/00 (2006.01)  
F02C 1/05 (2006.01) F24J 2/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/059674
- (22) 国際出願日: 2010年6月8日(08.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2009-138576 2009年6月9日(09.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青山 邦明 (AOYAMA, Kuniaki) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内 Hyogo (JP). 井上 慶 (INOUE, Kei) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内 Hyogo (JP). 小林 一太 (KOBAYASHI, Kazuta) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県

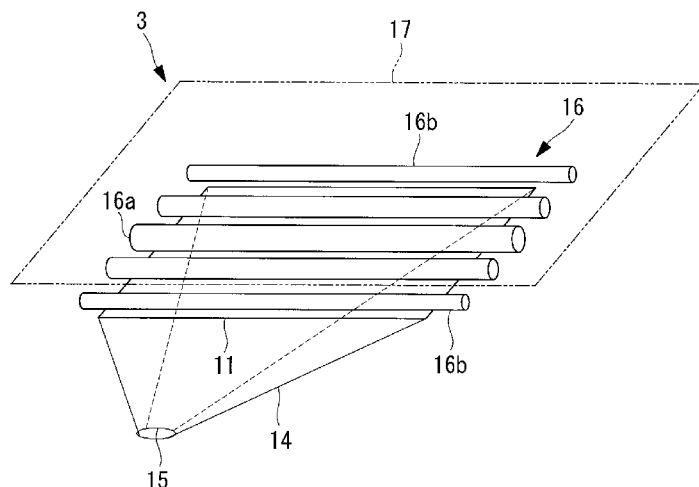
- 高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

[続葉有]

(54) Title: SOLAR HEAT RECEIVER

(54) 発明の名称: 太陽熱受熱器

[図4]



tional to the shortest distance from the solar heat inlet (15) to the center axis of each heat transfer tube (16) in the longitudinal direction thereof.

(57) 要約:

(57) Abstract: A solar heat receiver configured in such a manner that a compressive operation fluid passing through the insides of heat transfer tubes is heated uniformly, that the structure for supporting the heat transfer tubes is simplified, and that the solar heat receiver has reduced production cost. A solar heat receiver (3) is provided with heat transfer tubes (16) arranged in the north-south direction, and also with a casing (14) for containing the heat transfer tubes (16) and having formed therein a solar heat inlet (15) for introducing solar light, which is collected by light collectors disposed on the ground, into the casing from the lower surface side of the heat transfer tubes (16), and the solar heat receiver (3) is disposed at the top of a tower erected on the ground. The heat transfer tubes (16) are arranged at equal spacings in such a manner that the tubes (16) are located on a heat receiving surface (11) parallel to a mirror mounting surface having the light collectors mounted thereon, or are located on the heat receiving surface (11) tilted relative to the mirror mounting surface having the light collectors mounted thereon. The diameter of the heat transfer tubes (16) is set so as to be substantially inversely proportional to the shortest distance from the solar heat inlet (15) to the center axis of each heat transfer tube (16) in the longitudinal direction thereof.

[続葉有]

WO 2010/143622 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, 添付公開書類:  
SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱し、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図り、かつ、製造コストを低落させること。南北方向に沿って配列された複数本の伝熱管(16)と、これら伝熱管(16)を收容するとともに、地盤に配置された集光器で集められた太陽光を前記伝熱管(16)の下面側から導入する太陽熱入口(15)が形成されたケーシング(14)とを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器(3)であって、前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面(11)、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面(11)に、前記伝熱管(16)が等間隔に配置されており、前記伝熱管(16)の管径が、前記太陽熱入口(15)から各伝熱管(16)の長手方向に沿う中心軸線までの最短距離に概ね反比例するように設定されている。

## 明 細 書

**発明の名称**：太陽熱受熱器

### 技術分野

[0001] 本発明は、伝熱管の内部を通過する圧縮性作動流体を太陽光の熱により加熱して昇温させる太陽熱受熱器に関するものである。

### 背景技術

[0002] 伝熱管の内部を通過する圧縮性作動流体を太陽光の熱により加熱して昇温させる太陽熱受熱器（太陽熱集熱器）としては、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。

特許文献1：特開平2-52953号公報

### 発明の開示

[0003] しかしながら、上記特許文献1の第5図に開示された太陽熱受熱器（受蓄熱器）1では、複数の伝熱管（蓄熱材付伝熱管）14が、太陽熱入口（開口部）15の中心を通る中心軸まわりに円筒形に配置されている。そのため、太陽光が集中して当たる伝熱管14と太陽光が分散して当たる伝熱管14とで入熱量が異なり、伝熱管14内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができないといった問題点があった。

また、上記特許文献1の第5図に開示された太陽熱受熱器1では、複数の伝熱管14が円筒形に配置されることになるため、これら伝熱管14を支持する支持構造が複雑化し、製造コストが高騰するといった問題点もあった。

[0004] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱できるとともに、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる太陽熱受熱器を提供することを目的とする。

[0005] 本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明に係る太陽熱受熱器は、南北方向に沿って配列された複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、地盤に配置された集光器で集めら

れた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器であって、前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面に、前記伝熱管が等間隔に配置されており、前記伝熱管の管径が、前記太陽熱入口から各伝熱管の長手方向に沿う中心軸線までの最短距離に概ね反比例するように設定されている。

[0006] 本発明に係る太陽熱受熱器によれば、受熱面における配列方向（東西方向）の受熱分布に応じて伝熱管の管径が決定（設定）されることとなる。すなわち、受熱量の最も多い配列方向中央（中央部）には、管径の最も大きい伝熱管が配置され、受熱量の最も少ない配列方向両端（両端部）には、管径の最も小さい伝熱管が配置されることになる。

これにより、各伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

また、伝熱管は、ミラー配置面と平行な受熱面、すなわち、平坦面に沿って配列されることとなるので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

[0007] 本発明に係る太陽熱受熱器は、伝熱管が南北方向に沿って配列されるとともに、同一の管径を有する複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、地盤に配置された集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器であって、北半球においては南端を、南半球においては北端を形成する第1の辺、および北半球においては北端を、南半球においては南端を形成する第2の辺が、前記太陽熱入口と反対の側に向かって凹むとともに、前記太陽熱入口から前記第1の辺までの距離、および前記太陽熱入口から前記第2の辺までの距離がそれぞれ同じになるように設定された受熱面に、前記伝熱管が等間隔に配置されている。

[0008] 本発明に係る太陽熱受熱器によれば、受熱面における伝熱管配列方向（東西方向）の伝熱管ごとの受熱量が一様に（均一に）なるように受熱面が決定（設定）されることとなる。

これにより、各伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

また、伝熱管は、配列方向（東西方向）における中央部が太陽熱入口と反対の側に向かって突出する湾曲面に沿って配列されることとなるので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

さらに、伝熱管は、同一の管径を有するものだけですむ（同一の管径を有するものだけで構成されることとなる）ので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化をさらに図ることができ、製造コストをさらに低落させることができる。

[0009] 本発明に係る太陽熱受熱器は、南北方向に沿って配列されるとともに、同一の管径を有する複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、地盤に配置された集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器であって、前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面に、前記伝熱管が配置されており、前記太陽熱入口を対称の中心として点対称の位置にある、北半球においては南端に、南半球においては北端に位置する前記ミラー配置面の一辺上に配置された前記集光器までの最短距離に概ね比例するように、前記伝熱管の間隔が設定されている。

[0010] 本発明に係る太陽熱受熱器によれば、受熱面における配列方向（東西方向）の受熱分布に応じて伝熱管の間隔（疎密）が決定（設定）されることとなる。すなわち、受熱量の最も多い配列方向中央（中央部）には、伝熱管が最

も密に配置され、受熱量の最も少ない配列方向両端（両端部）には、伝熱管が粗く配置されることになる。

これにより、各伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

また、伝熱管は、ミラー配置面と平行な受熱面、すなわち、平坦面に沿って配列されることとなるので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

さらに、伝熱管は、同一の管径を有するものだけですむ（同一の管径を有するものだけで構成されることとなる）ので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化をさらに図ることができ、製造コストをさらに低落させることができる。

[0011] 本発明に係る太陽熱ガスタービンは、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することができるとともに、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる太陽熱受熱器を具備している。

[0012] 本発明に係る太陽熱ガスタービンよれば、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することにより、太陽熱受熱器からタービンに送られる圧縮性作動流体の温度が従来よりも上昇することとなるので、タービン効率を従来よりも向上させることができる。

[0013] 本発明に係る太陽熱ガスタービンは、地盤に設定されたミラー配置面に配置されてなる集光器と、南北方向に沿って配列されるとともに、同一の管径を有する複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、前記集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器とを備えた太陽熱ガスタービンであって、前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面に、前記伝熱管が等間隔に配置されており

、前記太陽熱入口を対称の中心として点対称の位置にある、北半球においては南端に、南半球においては北端に位置する前記ミラー配置面の一辺上に配置された前記集光器までの最短距離に概ね反比例するように、前記集光器の東西方向の間隔が設定されている。

[0014] 本発明に係る太陽熱ガスタービンよれば、受熱面における配列方向（東西方向）のが受熱分布が一様に（均一に）なるように集光器の東西方向の間隔（疎密）が決定（設定）されることとなる。

これにより、各伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができ、太陽熱受熱器からタービンに送られる圧縮性作動流体の温度を従来よりも上昇させることができ、タービン効率を従来よりも向上させることができる。

また、伝熱管は、ミラー配置面と平行な受熱面、すなわち、平坦面に沿って配列されることとなるので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

さらに、伝熱管は、同一の管径を有するものだけですむ（同一の管径を有するものだけで構成されることとなる）ので、伝熱管を支持する支持構造の簡略化をさらに図ることができ、製造コストをさらに低落させることができる。

[0015] 本発明に係る太陽熱ガスタービン発電装置は、従来よりもタービン効率のよい太陽熱ガスタービンを具備している。

[0016] 本発明に係る太陽熱ガスタービン発電装置よれば、発電効率が従来よりも上昇することとなるので、エネルギー回収率を向上させることができ、その信頼性を向上させることができる。

[0017] 本発明に係る太陽熱受熱器によれば、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することができるとともに、伝熱管を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができるという効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第1実施形態に係る太陽熱受熱器を具備した太陽熱ガスタービンおよび太陽熱ガスタービン発電装置の概略構成図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る太陽熱受熱器と、この太陽熱受熱器に太陽光を集光させる集光器が配置されたミラー配置面との関係を説明するための図である。

[図3]集光器の概要を説明するための図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係る太陽熱受熱器の内部を示す概略構成図である。

[図5]本発明の第2実施形態に係る太陽熱受熱器と、この太陽熱受熱器に太陽光を集光させる集光器が配置されたミラー配置面との関係を説明するための図である。

[図6]本発明の第2実施形態に係る太陽熱受熱器の内部を示す概略構成図である。

[図7]本発明の第3実施形態に係る太陽熱受熱器の要部を示す断面図である。

[図8]本発明の第4実施形態に係る太陽熱受熱器の要部を示す断面図である。

[図9]本発明の第5実施形態に係る太陽熱受熱器と、この太陽熱受熱器に太陽光を集光させる集光器が配置されたミラー配置面との関係を説明するための図である。

## 符号の説明

- [0019]
- |     |           |
|-----|-----------|
| 1   | 太陽熱ガスタービン |
| 3   | 太陽熱受熱器    |
| 8   | 地盤        |
| 9   | タワー       |
| 10  | ミラー配置面    |
| 10a | 一辺        |
| 11  | 受熱面       |
| 12  | 集光器       |

- 1 4 ケーシング
- 1 5 太陽熱入口
- 1 6 伝熱管
- 1 6 a 伝熱管
- 1 6 b 伝熱管
- 2 1 太陽熱受熱器
- 2 2 受熱面
- 2 2 a 第 1 の辺
- 2 2 b 第 2 の辺
- 2 3 伝熱管
- 3 1 太陽熱受熱器
- 3 2 伝熱管
- 4 1 太陽熱受熱器
- 4 2 伝熱管
- 5 1 太陽熱受熱器
- 1 0 0 太陽熱ガスタービン発電装置

### 発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、本発明の第 1 実施形態に係る太陽熱受熱器について、図 1 から図 4 を参照しながら説明する。

図 1 は本実施形態に係る太陽熱受熱器を具備した太陽熱ガスタービンおよび太陽熱ガスタービン発電装置の概略構成図、図 2 は本実施形態に係る太陽熱受熱器と、この太陽熱受熱器に太陽光を集光させる集光器が配置されたミラー配置面との関係を説明するための図、図 3 は集光器の概要を説明するための図、図 4 は本実施形態に係る太陽熱受熱器の内部を示す概略構成図である。

[0021] 図 1 に示すように、太陽熱ガスタービン 1 は、圧縮性作動流体（空気等の作動流体）を圧縮して昇圧させる圧縮機 2 と、太陽光を変換した熱により圧縮性作動流体を加熱して昇温させる太陽熱受熱器 3 と、高温高圧の圧縮性作

動流体が保有する熱エネルギーを機械エネルギーに変換するタービン4とを主な構成要素とする装置である。すなわち、太陽熱ガスタービン1は、天然ガス等の燃料を燃焼させて高温高圧の燃焼ガスを生成する燃焼器に代えて、太陽光の熱エネルギーを利用して圧縮性作動流体を加熱昇温する太陽熱受熱器3を備えたものである。

[0022] また、発電機5を太陽熱ガスタービンと同軸に連結し、太陽熱ガスタービン1で発電機5を駆動するように構成すれば、太陽光を利用して発電する太陽熱ガスタービン発電装置100となる。

なお、図中の符号6は、タービン4で仕事をした後に煙突7から大気へ排出される圧縮性作動流体の排熱を用い、圧縮機2で昇圧された高圧の圧縮性作動流体を予熱するための再熱器である。

[0023] 太陽熱受熱器3は、太陽光を熱エネルギーに変換するための装置であり、図2に示すように、地盤8に立設されたタワー9の頂部（例えば、高さ100mのタワー9の先端部）に配置されている。地盤8には、例えば、平面視（略）正形状を呈するミラー配置面10が設定されており、このミラー配置面10には、太陽熱受熱器3の内部に設定された平面視（略）正形状を呈する受熱面11に、太陽光を効率よく反射させる集光器（ヘリオスタット）12（図3参照）が複数基（例えば、400基）配置されている。集光器12で集められた（反射された）太陽光（図示せず）は、太陽熱受熱器3を構成するケーシング14（図4参照）の底部に形成された（設けられた）太陽熱入口15を介して太陽熱受熱器3の内部に進入し、受熱面11に（略）等間隔で（隣り合う伝熱管16の長手方向に沿う中心軸線間の距離が（略）等しくなるように）配列された複数本（例えば、500本）の伝熱管（配管）16（図4参照）に到達し、伝熱管16の内部を通過する高圧のガス状圧縮性作動流体を加熱して昇温させる。

[0024] ここで、タワー9は、北半球においてはミラー配置面10の南端を形成する一辺10aの中央（または南端）に位置し、南半球においてはミラー配置面10の北端を形成する一辺10aの中央（または北端）に位置している。

また、伝熱管 16 は、その長手方向が南北方向（図 2 において左右方向）に沿うとともに、その配列方向が東西方向（図 2 において上下方向）に沿うようにして配置されている。

[0025] 一方、太陽熱入口 15 は、例えば、平面視円形状を呈する開口である。また、受熱面 11 は、ミラー配置面 10 と平行になるように設定されている。すなわち、伝熱管 16 は、ミラー配置面 10 と平行になるように配置されている。

なお、図 4 中の符号 17 は、伝熱管 16 の背後（太陽熱入口 15 と反対の側）で、ケーシング 14 の頂部内面に配置された断熱材である。

[0026] さて、図 4 に示すように、本実施形態に係る伝熱管 16 は、その断面における外形が円形状を呈する筒状の部材であり、その配列方向における中央（中央部）には、管径の最も大きい伝熱管 16 a が配置され、その配列方向における両端（両端部）には、管径の最も小さい伝熱管 16 b が配置されている。すなわち、各伝熱管 16 の管径（外径および内径：流路断面積）は、太陽熱入口 15 から各伝熱管 16 の長手方向に沿う中心軸線までの最短距離に概ね反比例するように設定されている。

これにより、各伝熱管 16 内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管 16 から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

[0027] 本実施形態に係る太陽熱受熱器 3 によれば、受熱面 11 における配列方向（東西方向）の受熱分布に応じて伝熱管 16 の管径が決定（設定）されることとなる。すなわち、受熱量の最も多い配列方向中央（中央部）には、管径の最も大きい伝熱管 16 a が配置され、受熱量の最も少ない配列方向両端（両端部）には、管径の最も小さい伝熱管 16 b が配置されることになる。

これにより、各伝熱管 16 内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管 16 から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

また、伝熱管 16 は、ミラー配置面 10 と平行な受熱面 11、すなわち、

平坦面に沿って配列されることとなるので、伝熱管 16 を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

[0028] 本実施形態に係る太陽熱受熱器 3 を具備した太陽熱ガスタービン 1 によれば、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することにより、太陽熱受熱器 3 からタービン 4 に送られる圧縮性作動流体の温度が従来よりも上昇することとなるので、タービン効率を従来よりも向上させることができる。

[0029] 太陽熱ガスタービン発電装置 100 によれば、従来よりもタービン効率のよい太陽熱ガスタービン 1 を具備しており、発電効率が従来よりも上昇することとなるので、エネルギー回収率を向上させることができ、その信頼性を向上させることができる。

[0030] 本発明の第 2 実施形態に係る太陽熱受熱器について、図 5 および図 6 を参照しながら説明する。

図 5 は本実施形態に係る太陽熱受熱器と、この太陽熱受熱器に太陽光を集光させる集光器が配置されたミラー配置面との関係を説明するための図、図 6 は本実施形態に係る太陽熱受熱器の内部を示す概略構成図である。

[0031] 図 5 に示すように、本実施形態に係る太陽熱受熱器 21 の内部には、受熱面 11 の代わりに受熱面 22 が設定され、図 6 に示すように、本実施形態に係る太陽熱受熱器 21 は、伝熱管 16 の代わりに伝熱管 23 が設けられているという点で上述した第 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

[0032] 図 5 に示すように、受熱面 22 は、例えば、平面視（略）正形状を呈する面であって、北半球においては南端を、南半球においては北端を形成する第 1 の辺 22 a、および北半球においては北端を、南半球においては南端を形成する第 2 の辺 22 b が、太陽熱入口 15 と反対の側に向かって凹む（窪む）湾曲面（凹面）である。また、第 1 の辺 22 a は、太陽熱入口 15 を中心とする半径 R1 上（太陽熱入口 15 から（略）等しく離れたところ）に形

成されており、第2の辺22bは、太陽熱入口15を中心とする半径R2上（太陽熱入口15から（略）等しく離れたところ）に形成されている。

なお、第1の辺22aの一端と第2の辺22bの一端とは、直線からなる第3の辺22cで結ばれており、第1の辺22aの他端と第2の辺22bの他端とは、直線からなる第4の辺22d（図6参照）で結ばれている。

[0033] また、図6に示すように、受熱面22には、その断面における外形が円形状を呈し、かつ、同一の外径および内径を有する複数本（例えば、500本）の伝熱管（配管）23が（略）等間隔で（隣り合う伝熱管23の長手方向に沿う中心軸線間の距離が（略）等しくなるように）配列されている。

[0034] 本実施形態に係る太陽熱受熱器21によれば、受熱面22における配列方向（東西方向）の受熱分布が一様に（均一に）なるように受熱面22が決定（設定）されることとなる。

これにより、各伝熱管23内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管23から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

また、伝熱管23は、配列方向（東西方向）における中央部が太陽熱入口15と反対の側に向かって突出する湾曲面に沿って配列されることとなるので、伝熱管23を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

さらに、伝熱管23は、同一の管径を有するものだけですむ（同一の管径を有するものだけで構成されることとなる）ので、伝熱管23を支持する支持構造の簡略化をさらに図ることができ、製造コストをさらに低落させることができる。

[0035] 本実施形態に係る太陽熱受熱器21を具備した太陽熱ガスタービンによれば、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することにより、太陽熱受熱器21からタービン4に送られる圧縮性作動流体の温度が従来よりも上昇することとなるので、タービン効率を従来よりも向上させることができる。

[0036] 太陽熱ガスタービン発電装置によれば、従来よりもタービン効率のよい太陽熱ガスタービンを具備しており、発電効率が従来よりも上昇することとなるので、エネルギー回収率を向上させることができ、その信頼性を向上させることができる。

[0037] 本発明の第3実施形態に係る太陽熱受熱器について、図7を参照しながら説明する。

図7は本実施形態に係る太陽熱受熱器の要部を示す断面図である。

図7に示すように、本実施形態に係る太陽熱受熱器31は、伝熱管16の代わりに伝熱管32が設けられているという点で上述した第1実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第1実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

[0038] 本実施形態において、受熱面11（図2または図4参照）には、その断面における外形が円形状を呈し、かつ、同一の外径および内径を有する複数本（例えば、500本）の伝熱管（配管）32が、その配列方向における中央（中央部）において最も密になり、中央（中央部）から両端（両端部）に向かって徐々に疎になって、両端（両端部）において最も疎になるように配置されている。すなわち、伝熱管32の間隔（ピッチ：隣り合う伝熱管32の長手方向に沿う中心軸線間の距離）は、太陽熱入口15（図2または図4参照）を対称の中心として点対称の位置にある、一辺10a（図2参照）上に配置された集光器12（図3参照）までの最短距離に概ね比例するように設定されている。

[0039] 本実施形態に係る太陽熱受熱器31によれば、受熱面11における配列方向（東西方向）の受熱分布に応じて伝熱管32の間隔（疎密）が決定（設定）されることとなる。すなわち、受熱量の最も多い配列方向中央（中央部）には、伝熱管32が最も多く配置され、受熱量の最も少ない配列方向両端（両端部）には、伝熱管32が最も少なく配置されることになる。

これにより、各伝熱管32内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管32から流出する圧縮性作動流体の温度を

一様に（均一に）する（揃える）ことができる。

また、伝熱管 3 2 は、ミラー配置面 1 0 と平行な受熱面 1 1、すなわち、平坦面に沿って配列されることとなるので、伝熱管 3 2 を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

さらに、伝熱管 3 2 は、同一の管径を有するものだけですむ（同一の管径を有するものだけで構成されることとなる）ので、伝熱管 3 2 を支持する支持構造の簡略化をさらに図ることができ、製造コストをさらに低落させることができる。

[0040] 本実施形態に係る太陽熱受熱器 3 1 を具備した太陽熱ガスタービンによれば、太陽熱受熱器 3 1 からタービン 4 に送られる圧縮性作動流体の温度が従来よりも上昇することとなるので、タービン効率を従来よりも向上させることができる。

[0041] 太陽熱ガスタービン発電装置によれば、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することにより、従来よりもタービン効率のよい太陽熱ガスタービンを具備しており、発電効率が従来よりも上昇することとなるので、エネルギー回収率を向上させることができ、その信頼性を向上させることができる。

[0042] 本発明の第 4 実施形態に係る太陽熱受熱器について、図 8 を参照しながら説明する。

図 8 は本実施形態に係る太陽熱受熱器の要部を示す断面図である。

図 8 に示すように、本実施形態に係る太陽熱受熱器 4 1 は、伝熱管 1 6 の代わりに伝熱管 4 2 が設けられているという点で上述した第 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

[0043] 本実施形態において、受熱面 1 1（図 2 または図 4 参照）には、その断面における外形が円形状を呈し、かつ、同一の外径および内径を有する複数本（例えば、500 本）の伝熱管（配管）4 2 が（略）等間隔で（隣り合う伝熱管 4 2 の長手方向に沿う中心軸線間の距離が（略）等しくなるように）配

列されている。

[0044] 本実施形態に係る太陽熱受熱器 4 1 によれば、伝熱管 4 2 は、ミラー配置面 1 0 と平行な受熱面 1 1、すなわち、平坦面に沿って等間隔に配列されることとなるので、伝熱管 4 2 を支持する支持構造の簡略化を図ることができ、製造コストを低落させることができる。

また、伝熱管 4 2 は、同一の管径を有するものだけですむ（同一の管径を有するものだけで構成されることとなる）ので、伝熱管 4 2 を支持する支持構造の簡略化をさらに図ることができ、製造コストをさらに低落させることができる。

[0045] 本実施形態に係る太陽熱受熱器 4 1 を具備した太陽熱ガスタービンによれば、受熱面 1 1 における配列方向（東西方向）の受熱分布が一様に（均一に）なるように集光器 1 2 の東西方向の間隔（疎密）が決定（設定）されることとなる。

これにより、各伝熱管 4 2 内を通過する圧縮性作動流体を一様に（均一に）加熱することができ、各伝熱管 4 2 から流出する圧縮性作動流体の温度を一様に（均一に）する（揃える）ことができ、太陽熱受熱器 4 1 からタービン 4 に送られる圧縮性作動流体の温度を従来よりも上昇させることができ、タービン効率を従来よりも向上させることができる。

[0046] 本実施形態に係る太陽熱受熱器 4 1 を具備した太陽熱ガスタービン発電装置によれば、従来よりもタービン効率のよい太陽熱ガスタービンを具備しており、伝熱管内を通過する圧縮性作動流体を一様に加熱することにより、発電効率が従来よりも上昇することとなるので、エネルギー回収率を向上させることができ、その信頼性を向上させることができる。

[0047] 本発明の第 5 実施形態に係る太陽熱受熱器について、図 9 を参照しながら説明する。

図 9 は本実施形態に係る太陽熱受熱器と、この太陽熱受熱器に太陽光を集光させる集光器が配置されたミラー配置面との関係を説明するための図である。

[0048] 図9に示すように、本実施形態に係る太陽熱受熱器51は、受熱面11が、平面視（略）台形状（本実施形態では等脚台形状）とされたミラー配置面10の平面視形状に合わせて傾けられている（傾斜させられている）という点で上述した第1実施形態から第4実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第1実施形態から第4実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

[0049] 本実施形態に係る太陽熱受熱器51によれば、ミラー配置面10として平面視（略）正形状の地盤が確保できないような場合でも、受熱面11をミラー配置面10の平面視形状に合わせて傾げるだけで、太陽熱受熱器51に太陽光を集光させることができる。

その他の作用効果は、上述した第1実施形態から第4実施形態のものと同じであるので、ここではその説明は省略する。

[0050] なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で各種変更・変形が可能である。

## 請求の範囲

[請求項1] 南北方向に沿って配列された複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、地盤に配置された集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器であって、

前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面に、前記伝熱管が等間隔に配置されており、前記伝熱管の管径が、前記太陽熱入口から各伝熱管の長手方向に沿う中心軸線までの最短距離に概ね反比例するように設定されていることを特徴とする太陽熱受熱器。

[請求項2] 南北方向に沿って配列されるとともに、同一の管径を有する複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、地盤に配置された集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器であって、

北半球においては南端を、南半球においては北端を形成する第1の辺、および北半球においては北端を、南半球においては南端を形成する第2の辺が、前記太陽熱入口と反対の側に向かって凹むとともに、前記太陽熱入口から前記第1の辺までの距離、および前記太陽熱入口から前記第2の辺までの距離がそれぞれ同じになるように設定された受熱面に、前記伝熱管が等間隔に配置されていることを特徴とする太陽熱受熱器。

[請求項3] 南北方向に沿って配列されるとともに、同一の管径を有する複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、地盤に配置された集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器であって、

前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面に、前記伝熱管が配置されており、前記太陽熱入口を対称の中心として点対称の位置にある、北半球においては南端に、南半球においては北端に位置する前記ミラー配置面の一辺上に配置された前記集光器までの最短距離に概ね比例するように、前記伝熱管の間隔が設定されていることを特徴とする太陽熱受熱器。

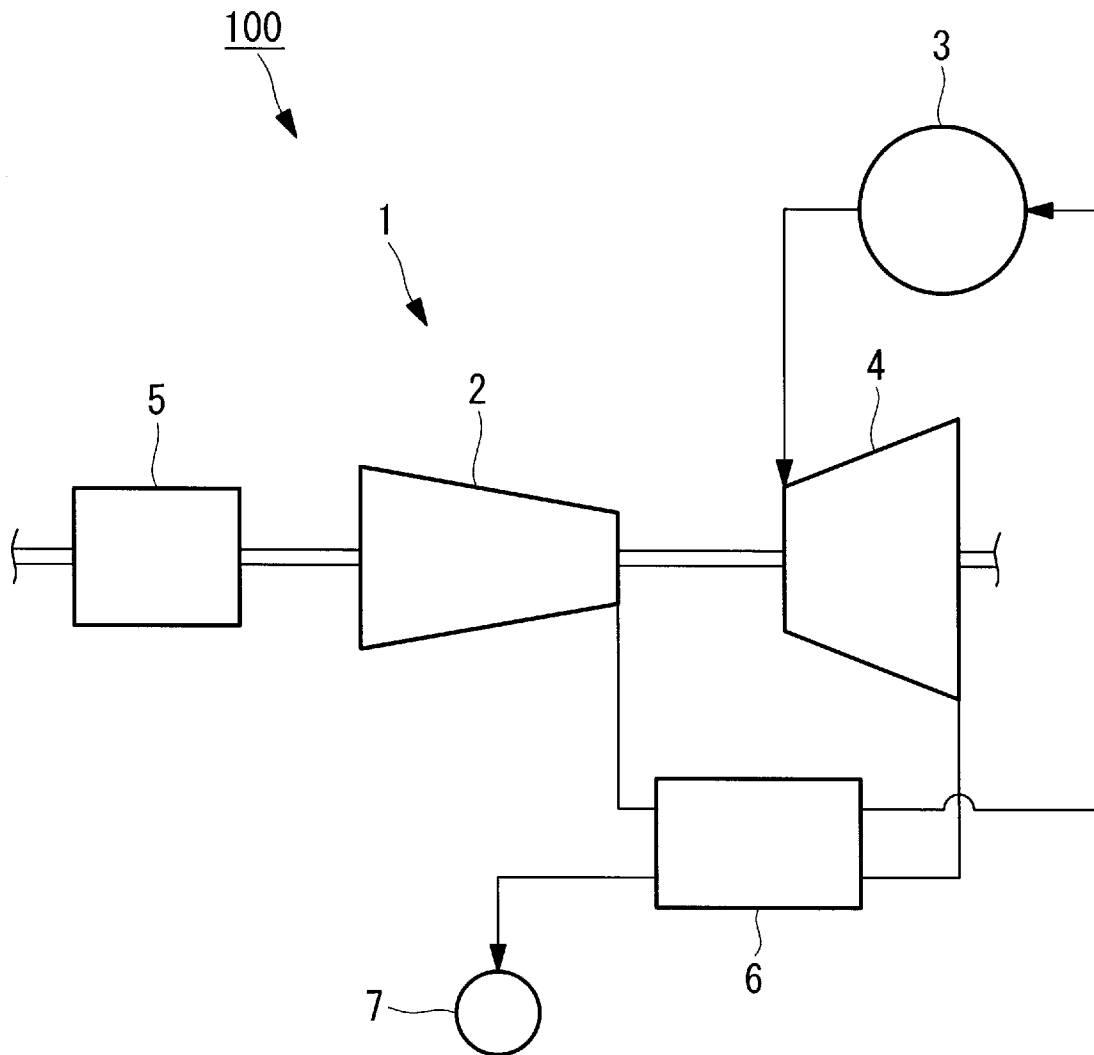
[請求項4] 請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の太陽熱受熱器を具備してなることを特徴とする太陽熱ガスタービン。

[請求項5] 地盤に設定されたミラー配置面に配置されてなる集光器と、南北方向に沿って配列されるとともに、同一の管径を有する複数本の伝熱管と、これら伝熱管を収容するとともに、前記集光器で集められた太陽光を前記伝熱管の下面側から導入する太陽熱入口が形成されたケーシングとを備え、前記地盤に立設されたタワーの頂部に配置されてなる太陽熱受熱器とを備えた太陽熱ガスタービンであって、

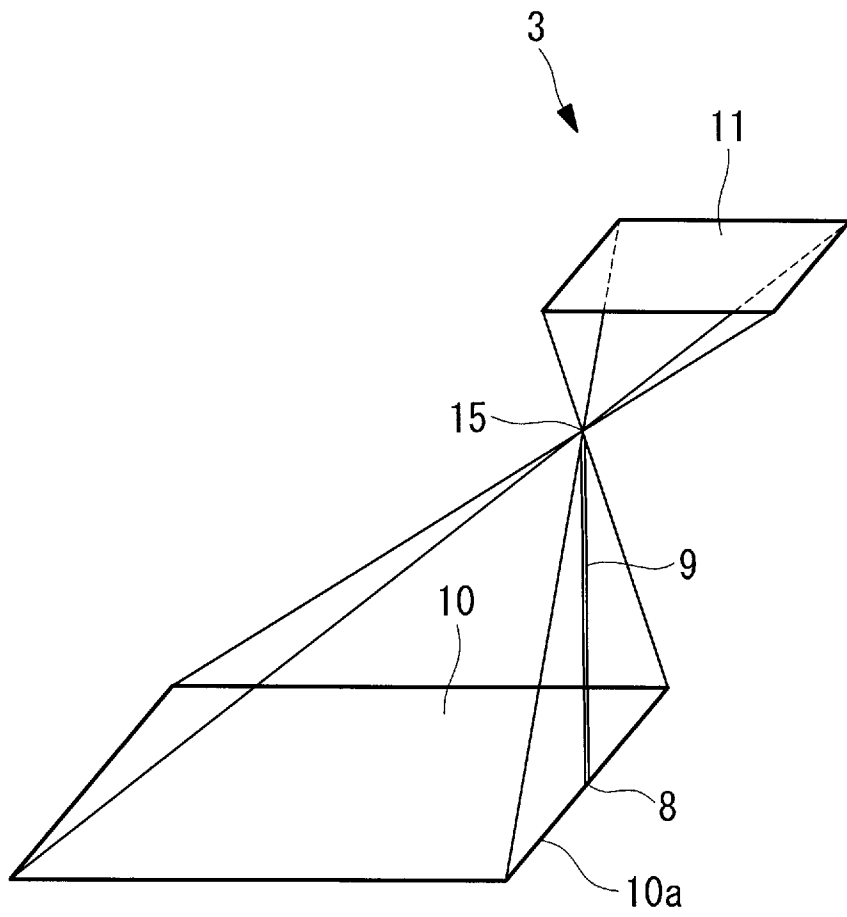
前記集光器が配置されたミラー配置面と平行な受熱面、または前記集光器が配置されたミラー配置面に対して傾斜した受熱面に、前記伝熱管が等間隔に配置されており、前記太陽熱入口を対称の中心として点対称の位置にある、北半球においては南端に、南半球においては北端に位置する前記ミラー配置面の一辺上に配置された前記集光器までの最短距離に概ね反比例するように、前記集光器の東西方向の間隔が設定されていることを特徴とする太陽熱ガスタービン。

[請求項6] 請求項 4 または 5 に記載の太陽熱ガスタービンを具備してなることを特徴とする太陽熱ガスタービン発電装置。

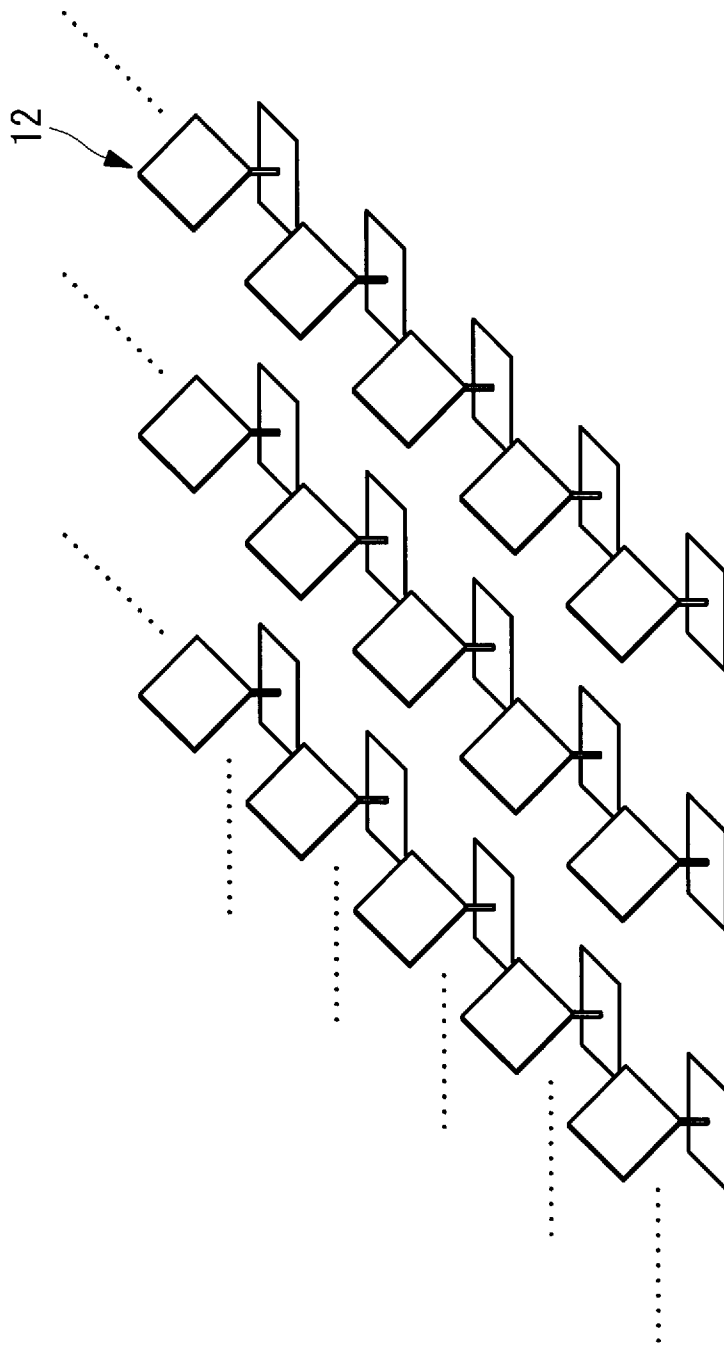
[図1]



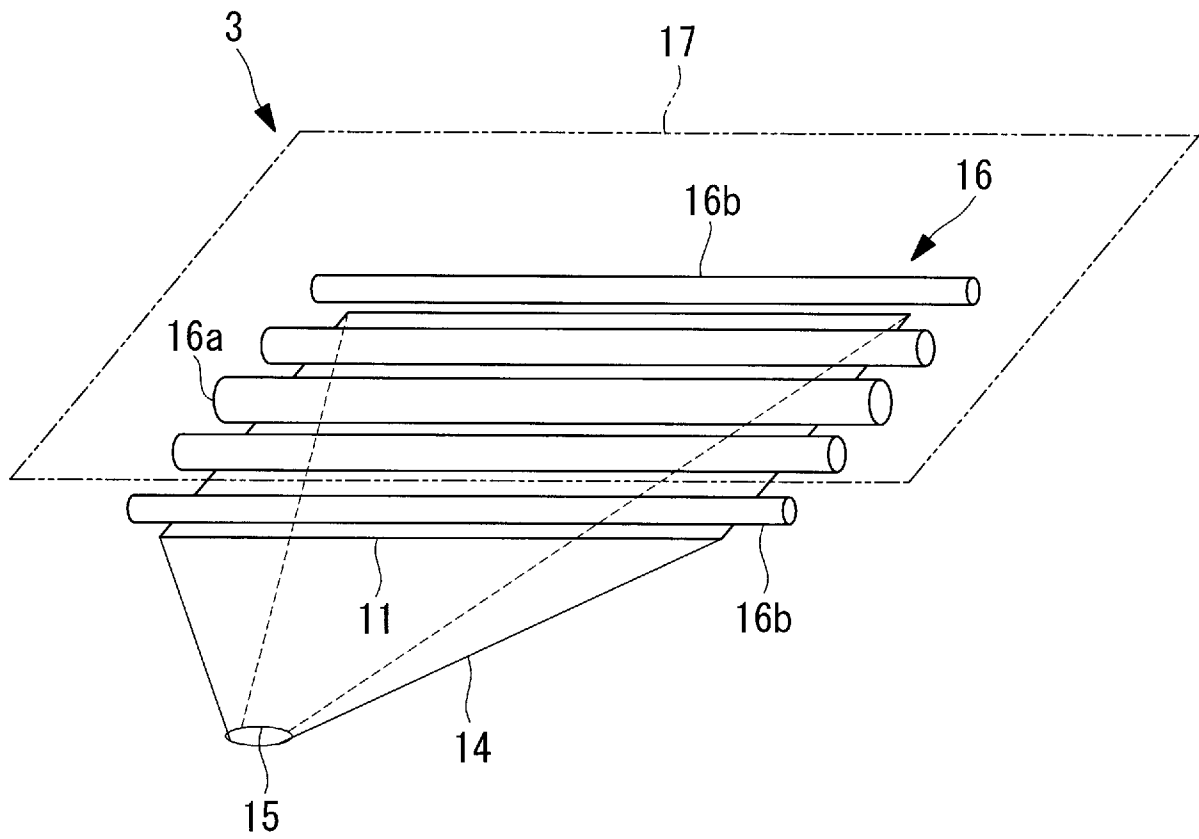
[図2]



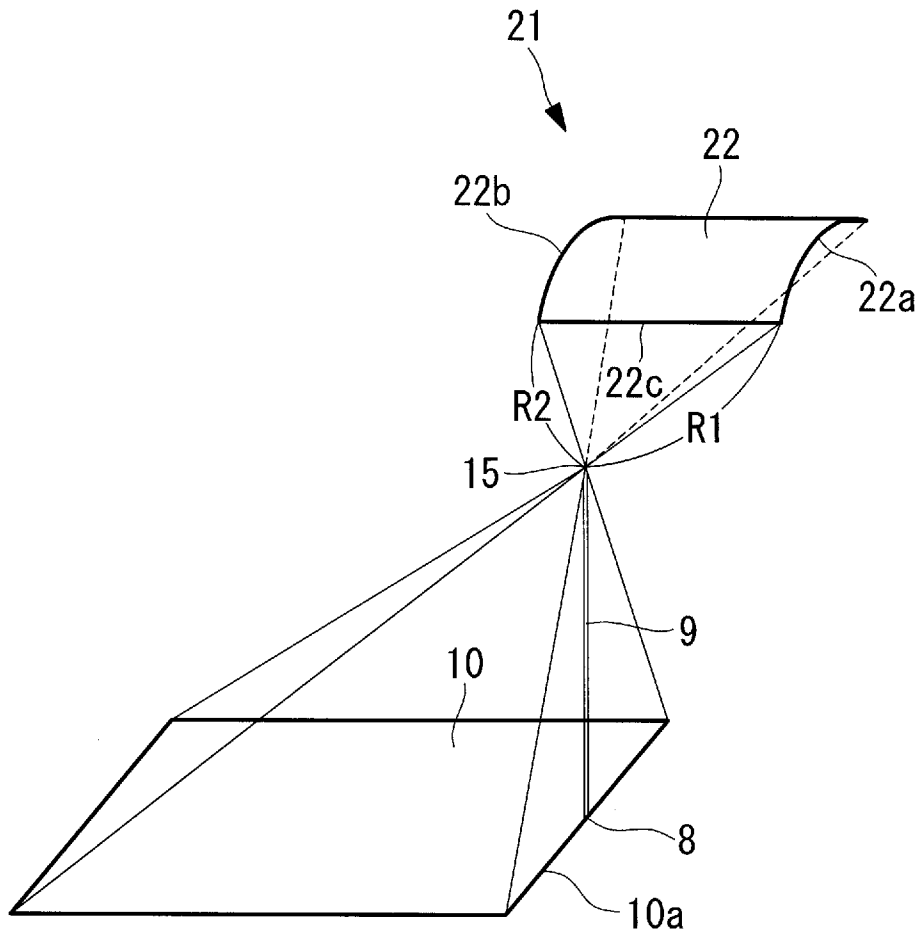
[図3]



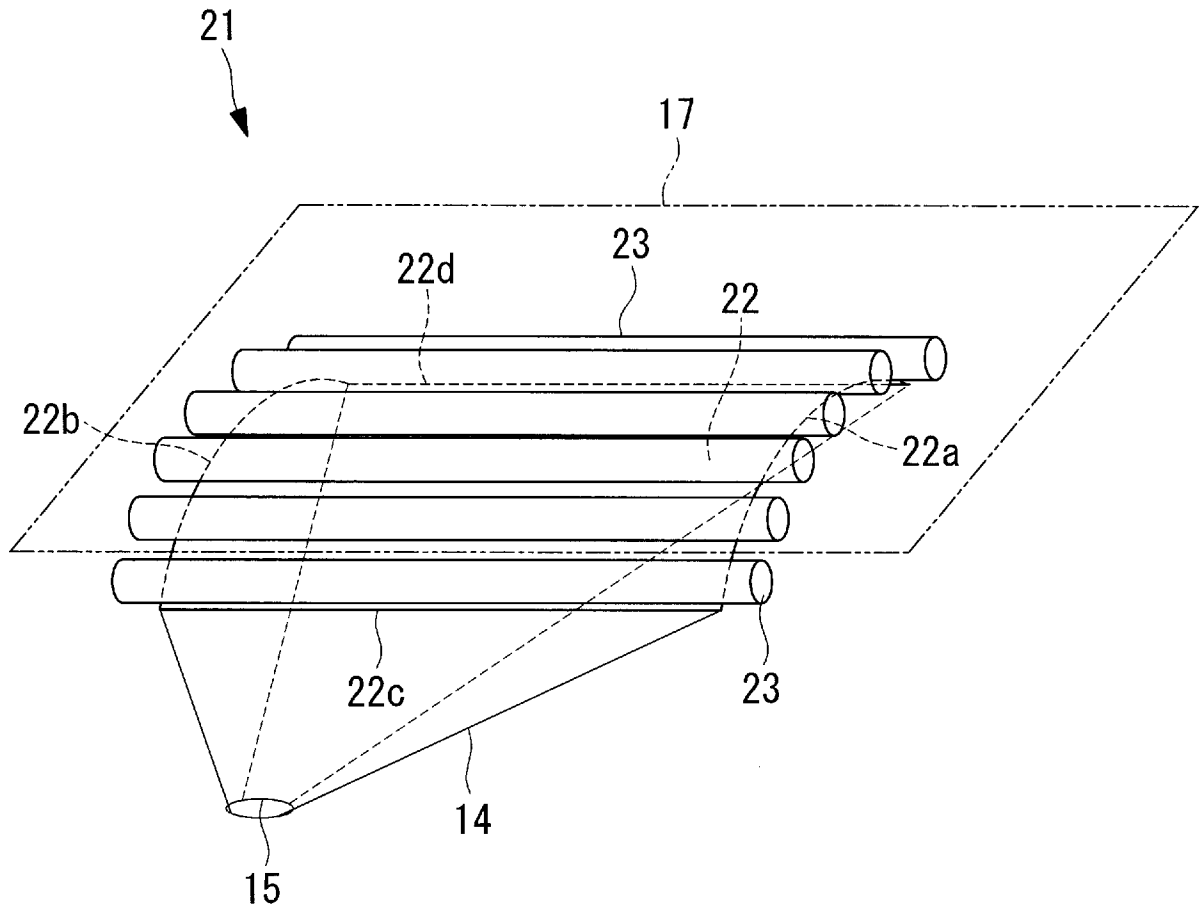
[図4]



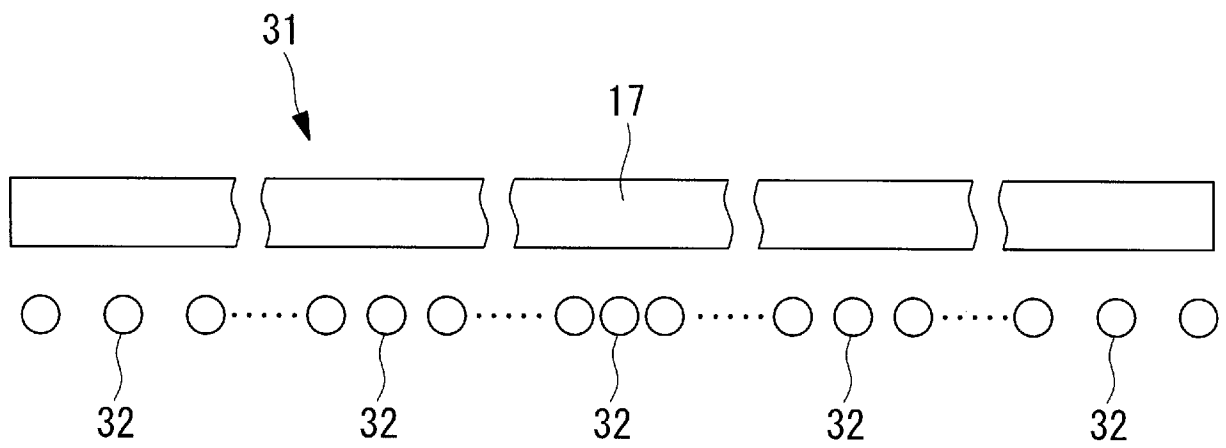
[図5]



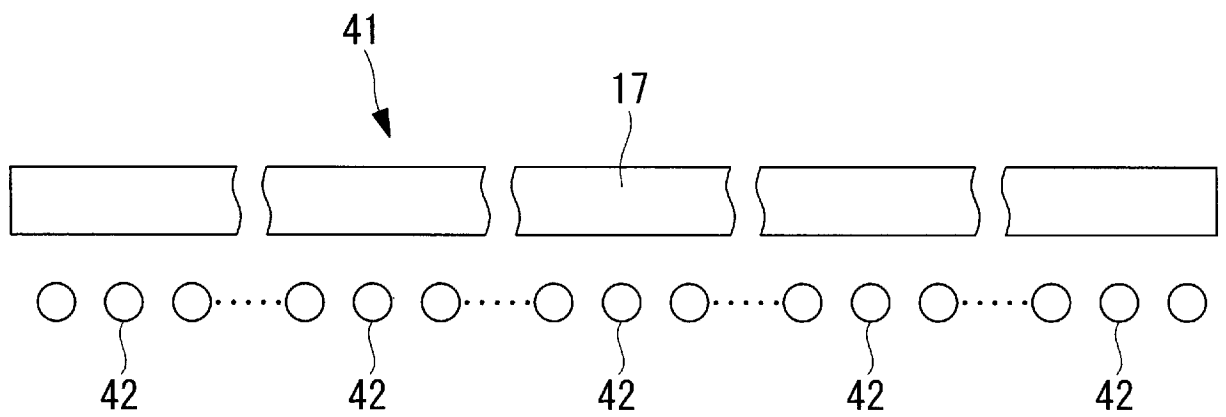
[図6]



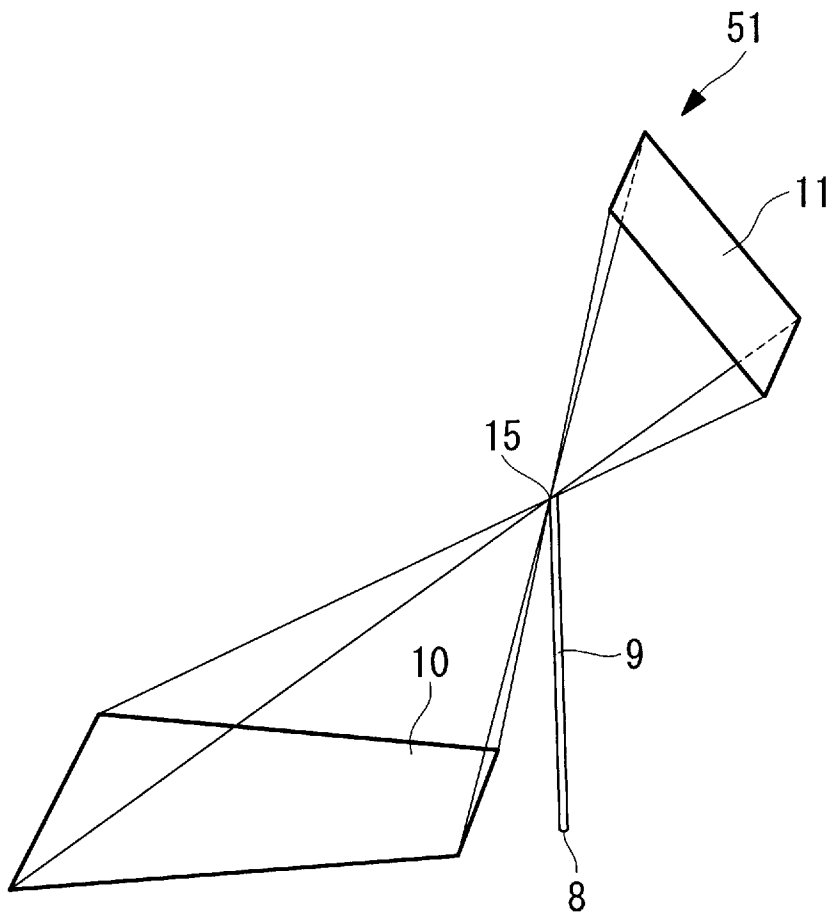
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/059674

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*F24J2/24*(2006.01) i, *F02C1/05*(2006.01) i, *F03G6/00*(2006.01) i, *F24J2/10*(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

*F24J2/04-2/34*, *F02C1/05*, *F03G6/00*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/029277 A2 (AUSRA INC.), 05 March 2009 (05.03.2009), entire text; all drawings & US 2009/0047403 A1	1-6
A	JP 2-52953 A (Toshiba Corp.), 22 February 1990 (22.02.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
10 August, 2010 (10.08.10)

Date of mailing of the international search report  
24 August, 2010 (24.08.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F24J2/24(2006.01)i, F02C1/05(2006.01)i, F03G6/00(2006.01)i, F24J2/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F24J2/04-2/34, F02C1/05, F03G6/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2009/029277 A2 (AUSRA INC.) 2009.03.05, 全文, 全図 & US 2009/0047403 A1	1-6
A	JP 2-52953 A (株式会社東芝) 1990.02.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
10.08.2010

国際調査報告の発送日  
24.08.2010

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 一ノ瀬 覚  
 電話番号 03-3581-1101 内線 3337