

(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
2015 年 11 月 19 日(19.11.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/174236 A1

- (51) 国際特許分類:
F24J 2/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062332
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 23 日(23.04.2015)
- (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 2014-099859 2014 年 5 月 13 日(13.05.2014) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人新潟大学(NIIGATA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9502181 新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8 0 5 0 番地 Niigata (JP).
- (72) 発明者: 兒玉 竜也(KODAMA, Tatsuya); 〒9502181 新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8 0 5 0 番地 国立大学法人新潟大学 工学部内 Niigata (JP). 松原 幸治(MATSUBARA, Koji); 〒9502181 新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8 0 5 0 番地 国立大学法人新潟大学 工学部内

Niigata (JP). 郷右近 展之(GOKON, Nobuyuki); 〒9502181 新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8 0 5 0 番地 国立大学法人新潟大学 工学部内 Niigata (JP).

- (74) 代理人: 牛木 護(USHIKI, Mamoru); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 4 番 1 号 郵政福祉琴平ビル 3 階 Tokyo (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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,

[続葉有]

(54) Title: CONCENTRATED SUNLIGHT HEAT RECEIVER, REACTOR, AND HEATER

(54) 発明の名称: 集光太陽光の受熱装置、反応装置及び加熱装置

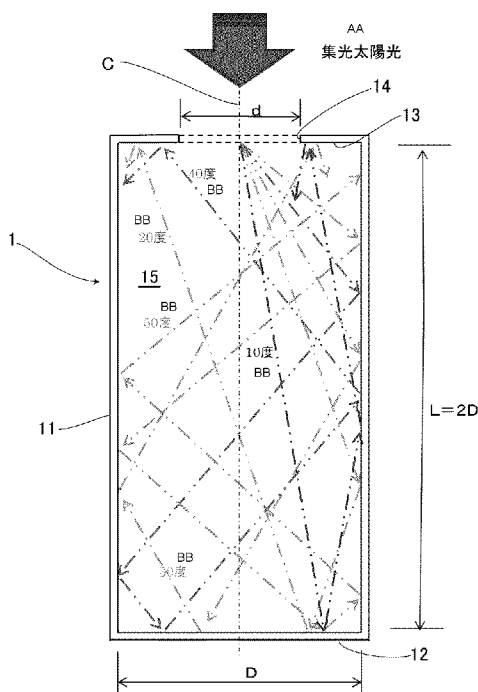


FIG. 3:
AA Concentrated sunlight
BB degrees

(57) Abstract: Provided are a heat receiver, a reactor, and a heater that can use sunlight heat obtained by concentrating sunlight, such that the thermo-lysis and/or chemical reaction of coal, etc., can be efficiently carried out. The heat receiver includes: a side portion (11) forming a substantially cylindrical side surface; a substantially circular bottom portion (12) forming a bottom surface connected to the lower edge of the side portion (11); and a ceiling portion (13) forming a ceiling surface connected to the upper edge of the side portion (11). A substantially circular opening portion (14) is formed at the center of the ceiling portion (13). The heat receiver has a substantially cylindrical cavity (15) while the opening portion (14) is open. When the cavity (15) has a diameter of D and a length of L and the opening portion (14) has a diameter of d, $d = D/2$ or less and $L = 2D$ or more. Concentrated sunlight that has come into the heat receiver (1) is contained in the heat receiver (1), so that the concentrated sunlight that has come into the heat receiver (1) can be effectively utilized.

(57) 要約: 太陽光を集光して得られる太陽熱を利用して石炭等の熱分解や化学反応を高効率で可能とする受熱装置、反応装置及び加熱装置を提供する。略円柱形の側面を形成する側部 11 と、側部 11 の下端に接続して底面を形成する略円形の底部 12 と、側部 11 の上端に接続して天井面を形成する天井部 13 から構成し、天井部 13 の中央に略円形の開口部 14 を形成した。開口部 14 が開口した略円柱形の空洞 15 を有する。空洞 15 の直径を D、空洞 15 の長さを L、開口部 14 の直径を d としたときに、 $d = D/2$ 以下、 $L = 2D$ 以上とした。受熱装置 1 に入射した集光太陽光を受熱装置 1 内に閉じ込めて、受熱装置 1 に入射した集光太陽光を有効に利用することができる。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：集光太陽光の受熱装置、反応装置及び加熱装置

技術分野

[0001] 本発明は、集光太陽光の受熱装置、反応装置及び加熱装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、エネルギー源として、石油、天然ガス、石炭（主に瀝青炭）、原子力エネルギー（化石燃料と言わない場合がある）等の化石燃料が利用されてきた。しかし、世界の人口の増加や産業の発展等により、エネルギーの消費は急増している。これらの化石燃料の中で石炭は可採埋蔵量が非常に豊富で最も安定供給性に優れている。これまで、石炭では瀝青炭が使用されてきた。今後は、石炭資源の約半分を占める低品位炭（輸送効率やエネルギー効率が悪い）である褐炭や亜瀝青炭の活用が重要となる。低品位炭は豪州、東南アジア、米国等のサンベルト地域にも大量に賦存する。また、将来、木材を始めとするバイオマスの利用も重要となる。これらの未利用エネルギー（低品位炭及びバイオマス）を有効に利用するため、集光太陽光（再生可能エネルギー）を利用して熱分解やガス化を行い、水素、一酸化炭素、メタン等を製造することは、新たなエネルギーを生み出すことになる。なお、製造された水素と一酸化炭素の混合ガスは炭化水素燃料（灯油、軽油、ディーゼル油、ガソリン、DME（ジメチルエーテル）、メタノール等）の原料となり、また、メタンはクリーンな燃料として一般に使用されている。

[0003] 太陽光を集光して得られる高温の太陽熱を利用して、水を分解し、水素等を製造する技術開発が積極的に進められている（例えば、特許文献1）が、この方法では、集光太陽光の入光口（窓）に透明石英板が使用されているので、タールや煤が発生する石炭などの熱分解反応に適用できない。

[0004] また、最近、集光太陽光によるコークスの熱分解に利用する技術開発が行われている（例えば、特許文献2）が、タールや煤が発生しない条件に限られている。

[0005] また、最近、集光太陽光により空気を加熱し、ガスタービンに利用する試みも行われている（例えば、非特許文献１）。しかし、受熱装置に入射した集光太陽光の反射や再輻射に対する放熱対策が施されていないし、また、受熱装置の周囲に設置された装置は発泡体で構成され、熱伝達や熱吸収が非常に悪い。

[0006] ここで、従来の反応装置の例を図１４～１７に示す。

[0007] 図１４に示す例は、太陽の移動に追従する多数のヘリオスタットとビームダウン式集光システムによって太陽光を集め、集光した太陽光を反応装置に導き、別途、水蒸気を反応装置に導入し、反応装置に充填された鉄酸化物等の金属酸化物による二段階水熱分解サイクルの水素製造反応を行わせるシステムである。二段階水熱分解サイクルでは、水蒸気と金属酸化物との化学反応によって、水素を製造する工程（水熱分解反応、反応温度は約９００℃）と窒素ガス等により金属酸化物の還元反応を行わせる工程（熱還元反応、反応温度は約１４００℃）を交互に繰り返す反応が行われる。

[0008] 図１５に示す例は、太陽の移動に追従する多数のヘリオスタットとタワー式集光システムによって太陽光を集め、集光した太陽光を反応装置に導き、別途、水蒸気を反応装置に導入し、反応装置に充填された鉄酸化物等の金属酸化物による二段階水熱分解サイクルの水素製造反応を行わせるシステムであり、図１４の反応装置を横置きにしたものである。

[0009] 図１６に示す例は、集光した太陽光を反応装置に導き、別途、反応器の上方側壁からコークスと砂を導入し、反応器の底部から水蒸気を導入し、熱分解反応により水素等を製造するシステムである。このシステムはコークスの熱分解に適用された例で、煤やタールが発生しない運転条件である。

[0010] 図１７（ａ）に示す例では、多数のヘリオスタット等で集光された太陽光は様々な角度で受熱装置に導かれる。受熱装置は耐熱材で、高温の条件の場合は、インコネル、アルミナ、炭化珪素等で製作され、低温の条件の場合はステンレス鋼等で製作される。集光太陽光の１部は反射や再輻射で受熱装置外に放出する。図は受熱装置の深さをその直径と約同じ長さにした時

で、集光された太陽光の入射角度について、受熱装置の中心線に対する仰角 (α) を 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度と仮定した場合の受熱装置内での光の反射状況を示す。受熱装置内での反射回数は 1 ～ 3 回で少なく、放熱損失が多い事が分かる。

[0011] 図 17 (b) は、受熱装置の深さをその直径の約 2 倍の長さにした時の例で、集光された太陽光の入射角度について、受熱装置中心線に対する仰角 (α) を 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度と仮定した場合に受熱装置内で反射する状況を示す。反射回数は 2 ～ 6 回で、放熱損失が多い事が分かる。

[0012] 図 18 には、従来の太陽光集光による蓄熱システムの例を示す。太陽光集光による蓄熱システムには、顕熱蓄熱（液体：オイル、固体：コンクリート、固体粒子等）、潜熱蓄熱（溶融塩等）と化学蓄熱がある。これらの蓄熱システムは太陽が照っている時と照っていない時（太陽が雲によって遮断された時と夜間時）の両方において定常運転可能なように構成されている。蓄熱システムの容量は太陽が照っていないときの運転時間によって決定される。なお、この従来例は、固体粒子の顕熱蓄熱システムと化学蓄熱システムに関連する。化学蓄熱の化学反応物質は粒子状であるため、固体粒子の顕熱蓄熱システムと化学蓄熱システムは同様のシステムとなる。ここで、受熱装置内は、ハニカム構造体（又は発泡体）で満たされている。これは太陽光が直接空気を加熱することが出来ないためである。したがって太陽光集光はまずハニカム構造体を加熱し、その後ハニカム構造体が空気を加熱することになる。ハニカム構造体の表面積が少なく、しかも流路は狭く、熱伝達率が小さくなるので、空気を急速に高温にすることは難しい。

[0013] 太陽が照っている時は、図 18 (a) に示すように、集光太陽光は石英板（窓）を透過して受熱装置に入射し、受熱装置に供給された低温の空気はハニカム構造体を經由して加熱されて高温になる。高温になった空気は、蒸気発生器と蓄熱槽に並列に流れる。蒸気発生器に流れた高温の空気は水を加熱し、蒸気を発生させて、低温になり、受熱装置に循環される。発生した蒸気

は、蒸気タービンと発電機によって電気を発生させる。一方、蓄熱槽に流れた高温の空気は、蓄熱層に収容された酸化金属粒子間の小さな隙間を流れるので、層流になり、熱伝達率は小さくなる。そして、高温の空気は、蓄熱粒子にゆっくりと熱を与え、低温になり、受熱装置に循環される。蓄熱槽で加熱された酸化金属粒子は化学反応によって酸素を放出し、化学反応熱を蓄える。すなわち、酸化金属粒子は、顕熱と化学反応熱の両方を蓄えた事になる。

[0014] 一方、太陽が照っていない時は、図18(b)に示すように、バルブを切り替えて受熱装置に空気が流れないようにして、蓄熱槽に空気を送ると蓄熱槽の酸化金属粒子は、化学反応によって空気中の酸素と反応して発熱し、空気が加熱される。蒸気発生器に流れた高温の空気は水を加熱し、蒸気を発生させて、低温になり、蓄熱槽に循環される。発生した蒸気は、蒸気タービンと発電機によって電気を発生させる。なお、この従来例においては、蓄熱槽が大きいと、蓄熱モードから放熱モードに切り替えるには多くの時間が必要である。したがって、曇り時の対応が困難である。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：国際公開第WO2011/068122号パンフレット

特許文献2：特願2013-222867号明細書

特許文献3：特表2008-523351号公報

特許文献4：特表2009-535599号公報

非特許文献

[0016] 非特許文献1：I. Hischer, P. Leumann, A. Steinfeld, “Experimental and Numerical Analyses of a Pressurized Air Receiver for Solar-Driven Gas Turbines”, Journal of Solar Energy Engineering, May 2012, Vol. 134 / P.021003.)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0017] 従来の反応装置では、上部に石英円板が取り付けられるため、以下の短所がある。
- [0018] (1) 光の透過率を高くするため、石英円板には高純度の石英板が使用され、高価である。
- [0019] (2) 多くのヘリオスタットで太陽光（又は、熱）を集光するシステムの場合、集光された太陽光を一点に集中させることは不可能で、実用化される集光システムの石英円板の直径は1 m以上にもなり、石英円板が高価になる。
- [0020] (3) このように直径が大きいので、石英円板の厚さにもよるが、反応装置内を高圧力にする事が出来ないで、低圧力の運転条件に制限される。
- [0021] (4) 太陽光が石英円板を通過するときに透過損失が発生し、石英円板内に温度分布が生じる。石英円板の周囲は冷却可能であるが、内部は冷却できないので、温度分布による熱応力が発生し、石英円板が破損する恐れがある。また、石英円板を冷却した場合、その分熱エネルギー損失が発生する。
- [0022] (5) 集光された太陽熱により反応装置内では化学反応が行われるが、炭素を含む物質（例えば、石炭や木材を含む物質）では、反応によって煤やタールが発生し、石英円板に付着するため、短時間で光の透過率が極端に低下する。したがって、現状では煤やタールが全く発生しない反応に制限される。
- [0023] 本発明は、太陽光を集光して得られる太陽熱を利用して石炭等（木材などのバイオマスを含む）の熱分解や化学反応を高効率で可能とする受熱装置、反応装置及び加熱装置の提供を目的とする。即ち、集光太陽光を受熱装置に導き、導かれた太陽光を反射や再輻射によって当該装置外に放出しないようにするとともに、受熱装置内の温度を均一、又は任意に設定可能とし、さらに、受熱装置の外周に設置された高圧・高温の条件で運転可能な反応装置や加熱装置と組み合わせる事により、石炭等の熱分解や化学反応を最適な条件で運転可能とする、集光太陽光の受熱装置、反応装置及び加熱装置を提供す

ることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0024] 本発明の集光太陽光の受熱装置は、側部と、この側部の下端に接続する底部と、前記側部の上端に接続する天井部とを備え、前記天井部に開口部を有し、前記側部、前記底部、前記天井部によって、前記開口部が開口した空洞と、太陽光を吸収する内壁とが形成されるとともに、前記側部又は前記底部の内壁には太陽光を前記内壁に向けて反射する反射体が設けられたことを特徴とする。
- [0025] また、前記空洞の内部における前記開口部を含む天井部の面積を S 、前記開口部の面積を s としたときに、 $s = S / 4$ 以下としたことを特徴とする。
- [0026] また、前記空洞は略円柱形、前記開口部は略円形であって、前記空洞の直径を D 、前記空洞の長さを L 、前記開口部の直径を d としたときに、 $d = D / 2$ 以下、 $L = 2 D$ 以上としたことを特徴とする。
- [0027] また、前記底部の中心部に円錐状の反射体が設けられるとともに、この反射体は、直径が d 以上の円錐であって、前記空洞の中心線からの仰角が 30 度～ 60 度であることを特徴とする。
- [0028] また、前記底部にさらに同心円上に配置された反射体が設けられたことを特徴とする。
- [0029] また、前記空洞の天井部と底部の直径を異ならせたことを特徴とする。
- [0030] また、インコネル、アルミナ、炭化珪素、ステンレス鋼のいずれかから構成されたことを特徴とする。
- [0031] また、黒い材質から構成され、又は内壁に黒色の塗装が施されたことを特徴とする。
- [0032] 本発明の反応装置は、上記いずれかの集光太陽光の受熱装置と、この受熱装置の周囲に前記受熱装置と所定の間隔をおいて前記受熱装置の側部と底部を覆うように設けられた反応器とからなることを特徴する。
- [0033] また、前記反応器の内部にドラフト管を設けたことを特徴とする。
- [0034] 本発明の加熱装置は、上記いずれかの集光太陽光の受熱装置と、この受熱

装置の周囲に前記受熱装置と所定の間隔をおいて前記受熱装置の側部と底部を覆うように設けられた加熱器とからなることを特徴する。

[0035] また、前記加熱器の内壁にフィンを設けたことを特徴とする。

[0036] また、前記加熱器の底部に整流体を設けたことを特徴とする。

発明の効果

[0037] 本発明の集光太陽光の受熱装置、反応装置及び加熱装置によれば、受熱装置に入射した集光太陽光を受熱装置内に閉じ込めて、受熱装置に入射した集光太陽光を有効に利用することができる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]実施例1における集光太陽光の受熱装置及び反応装置の全体構成を示す模式図である。

[図2]受熱装置の実施例の説明で用いる記号の説明図である。

[図3]実施例1における受熱装置内の集光太陽光の反射通路を示す説明図である。

[図4]実施例2における受熱装置内の集光太陽光の反射通路を示す説明図である。

[図5]実施例3における受熱装置内の集光太陽光の反射通路を示す説明図である。

[図6]実施例4における受熱装置の形状を示す説明図である。

[図7]実施例5における反応装置を示す模式図である。

[図8]実施例6における加熱装置を示す模式図である。

[図9]実施例7における加熱装置を示す模式図である。

[図10]実施例8における加熱装置を示す模式図である。

[図11]実施例9における加熱装置を固体粒子蓄熱システムに応用した例を示す模式図である。

[図12]実施例10における加熱装置を固体粒子蓄熱システムに応用した例を示す模式図である。

[図13]実施例11における反応装置を示す模式図である。

[0039]

[図14]従来の太陽光集光による水蒸気等2段階熱分解サイクルによる水素製造システム（ビームダウン式）の例を示す模式図である。

[図15]従来の太陽光集光による水蒸気等2段階熱分解サイクルによる水素製造システム（タワー式）の例を示す模式図である。

[図16]従来の太陽光集光によるコークスの熱分解システムの例を示す模式図である。

[図17]従来の受熱装置内の集光太陽光の通路を示す説明図であり、（a）は $L = 1D$ のとき、（b）は $L = 2D$ のときを示す。

[図18]従来の太陽光集光による蓄熱システムの例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、本発明の集光太陽光の受熱装置、反応装置及び加熱装置の実施例について、添付した図面を参照しながら説明する。

実施例 1

[0041] 図1に示す本実施例の集光太陽光の反応装置は、石炭の熱分解による水素等の製造システムであり、1は、太陽光の吸収率の高い耐熱材、例えば、インコネル、アルミナ、炭化珪素、ステンレス鋼などからなる受熱装置である。受熱装置1は、円柱形の側面を形成する側部11と、側部11の下端に接続して受熱装置1の底面を形成する円形の底部12と、側部11の上端に接続して受熱装置1の天井面を形成する天井部13から構成されている。また、天井部13の中央には、円形の開口部14が形成されている。すなわち、受熱装置1は、外形が円柱形であって、内側に開口部14が開いた円柱形の空洞15を有している。なお、開口部14には何も設けられておらず、空洞15は開口部14を通じて外部と連通している。

[0042] 受熱装置1の周囲には、受熱装置1と所定の間隔をおいて側部11のほとんどの部分と底部12を覆うように反応器2が設けられている。反応器2の底部には水蒸気を導入するための導入口21、側部には石炭等を導入するための導入口22、上部側面には反応によって生成した水素、一酸化炭素、メタン、二

酸化炭素等のガスを導出するための導出口23が形成されており、これら導入口21、22、導出口23が形成された部分を除き、反応器2は密閉されている。

[0043] 31はヘリオスタット、32はタワー（図示せず）に設置されたビームダウン式集光鏡であり、ヘリオスタット31とビームダウン式集光鏡32によりビームダウン型の集光システムが構成される。そして、このビームダウン型の集光システムにより太陽Sからの光が集光されて集光太陽光として開口部14から受熱装置1内に導かれるようになっている。なお、ヘリオスタット31は1つのみが図示されているが、実際には多数のヘリオスタット31が設置されている。

[0044] 以上の構成において、導入口22から石炭粒を反応器2内に導入し、導入口21から水蒸気を導入する。つぎに、ヘリオスタット31とビームダウン式集光鏡32により集光太陽光を開口部14から受熱装置1内に導く。受熱装置1内では、集光太陽光が受熱装置1の側部11、底部12、天井部13の内壁、すなわち空洞15側の面で反射を繰り返すことで、受熱装置1が加熱される。そして、加熱された受熱装置1により反応器2に収容された石炭粒が加熱される。反応器2内では石炭の熱分解反応が進み、生成した水素、一酸化炭素等のガスは導出口23から導出される。

[0045] なお、受熱装置1の内壁においては、太陽光の反射や再輻射による熱損失を少なくして、高速で太陽光の熱を吸熱させる必要がある。そのためには、受熱装置1を炭化珪素などの黒い材質で構成し、必要なら受熱装置1の内壁に黒色の塗装を施す方法も効果的である。

[0046] なお、太陽光の集光システムとしては、本実施例のビームダウン型の集光システムに限らず、集中タワー型やパラボリックディッシュ型の集光システムを適用することができる。

[0047] 以下、受熱装置1についてさらに詳細に説明する。

[0048] はじめに、以下で用いられる記号について、受熱装置1を示す図2に基づいて説明する。Dは受熱装置1の空洞15の直径、Lは受熱装置1の空洞15の長さ、dは受熱装置1の集光太陽光の入口となる開口部14の直径d、 α は受

熱装置 1 の空洞15の中心線Cからの仰角である。また、16は後述する円錐形の反射体であり、 θ は反射体16の空洞15の中心線Cからの仰角である。

[0049] 図3に示すように、受熱装置 1 の寸法は、 $d = 1/2 D$ 、 $L = 2 D$ となっている。集光太陽光は多数のヘリオスタット31で集光され、様々な入射角度で受熱装置 1 に導かれる。図3に受熱装置 1 内の集光太陽光の反射通路を示している。集光太陽光の入射角度を受熱装置 1 の中心線Cに対する仰角 α で表し、仰角 α を10度、20度、30度、40度、50度とした場合、集光太陽光の受熱装置 1 内壁での反射回数はいずれも5回以上である。このため、反射回数が入射角度に応じて2～6回と少ない従来技術（図17を参照）と比較して放熱損失が非常に少なくなる。

[0050] なお、受熱装置 1 に入射した集光太陽光を有効に利用するために、受熱装置 1 に入射した集光太陽光が反射や再輻射などによって外部に放出されないように、集光太陽光をできる限り受熱装置 1 内に閉じ込めておく必要がある。そのためには、受熱装置 1 に入射した光を受熱装置 1 内で複数回反射させるようにすることが好ましい。具体的には、受熱装置 1 の空洞15の寸法を適切に設定することにより、例えば、開口部14の中央から入射した仰角 α が10度以上の集光太陽光を受熱装置 1 の内壁に4回以上反射させることが望ましい。このため、受熱装置 1 の空洞15の寸法比を $d = D/2$ 以下、 $L = 2 D$ 以上とすることが好ましい。なお、この $d = D/2$ 以下の条件を満たすとき、空洞15の内部における開口部14を含む天井部13の面積を S 、開口部14の面積を s としたときに、 $s = S/4$ 以下となる。

[0051] なお、受熱装置 1 の内壁の太陽光が照射された部位は、太陽光の熱の大部分を吸収するが、吸収しきれなかった熱の一部は反射光として内壁の別の部位に達し、そこで吸収される。

[0052] 以上のように、本実施例の集光太陽光の受熱装置 1 は、略円柱形の側面を形成する側部11と、この側部11の下端に接続して底面を形成する略円形の底部12と、前記側部11の上端に接続して天井面を形成する天井部13から構成され、前記天井部13の中央には略円形の開口部14が形成され、前記開口部14が

開口した略円柱形の空洞15を有している。また、側部11、底部12、天井部13には、太陽光を吸収する内壁が形成されている。そして、前記空洞15の直径を D 、前記空洞15の長さを L 、前記開口部14の直径を d としたときに、 $d = D/2$ 以下、 $L = 2D$ 以上としたものである。したがって、受熱装置1に入射した集光太陽光を受熱装置1内に閉じ込めて、受熱装置1に入射した集光太陽光を有効に利用することができる。

[0053] なお、受熱装置1は略円柱形に限らず、断面が多角形の柱形としてもよく、開口部14を多角形としてもよい。受熱装置1が多角形の柱形、開口部14が多角形の場合であっても、空洞15の内部における開口部14を含む天井部13の面積を S 、開口部14の面積を s としたときに、 $s = S/4$ 以下の条件を満たすように構成することにより、開口部14の中央から入射した仰角 α が10度以上の集光太陽光を受熱装置1の内壁に4回以上反射させることが可能になり、受熱装置1に入射した集光太陽光を有効に利用することができる。

[0054] また、側部11又は底部12の内壁に太陽光を内壁に向けて反射する反射体を設けてもよい。反射体については、以下の実施例にて説明する。

実施例 2

[0055] 図3に示す実施例において、受熱装置1の中心線Cから小さい角度 α で入射した集光太陽光は、少ない反射回数で受熱装置1の外部に放出する。そこで、図4に示す実施例では、受熱装置1の底部12の中心部に、円錐状の反射体16を設置している。この反射体16は、直径が d 以上の円錐で、受熱装置1の中心線Cからの仰角 θ が30度～60度であることが好ましい。

[0056] 以上のように、前記底部12の中心部に円錐状の反射体16が設けられるとともに、この反射体16は、直径が d 以上の円錐であって、前記空洞15の中心線Cからの仰角 θ が30度～60度であるので、中心線Cから小さい角度 α で入射した集光太陽光が少ない反射回数で受熱装置1の外部に放出することを防止し、受熱装置1に入射した集光太陽光を有効に利用することができる。

実施例 3

[0057] 図5に示す実施例では、受熱装置1の内壁における太陽光の照射率を均一

にするため、受熱装置 1 の底部に、2つの円形で断面が三角形の反射体17を同心円上に配置している。反射体17の受熱装置 1 の中心線Cからの仰角 θ と個数を適切に設定し、反射体17を設置することによって、太陽光を受熱装置 1 の内壁へ均一に反射可能となる。

[0058] なお、実施例 2、3 において、反射体16, 17は凸状の外면을有しているが、凹状の外면을有する反射体を受熱装置 1 の底部12に設けてもよい。しかし、反射体の外面が凹状の場合は、側面に向かって太陽光を反射させるまでの反射回数が多くなるため、少ない反射回数で側面に向かって反射させるためには凸状の外면을有する反射体が好ましい。

[0059] また、表面に凹凸が形成された反射体、不規則な表面を有する反射体、或いは、微細な凹凸が形成されて表面がざらざらした反射体を受熱装置 1 の底部12に設けてもよい。

[0060] また、反射体は、受熱装置 1 の底部12の内壁に限らず、側部11の内壁に設けてもよい。なお、 $L = 2D$ 以上という条件下では、内壁の面積の大部分を側部11の内壁が占めることになるため、熱の吸収の寄与度に関し、側部11が最も高い一方、底部12は比較的低い。したがって、熱の吸収効率を考慮すると、反射体は、底部12に設ける方が望ましい。

[0061] さらに、反射体は設けず、その代わりに受熱装置 1 の側部11や底部12の内壁の表面に微細な凹凸を形成することにより太陽光を乱反射させるようにしてもよい。

実施例 4

[0062] 図 6 には、受熱装置 1 の上部と底部の直径を変化させた例を示す。受熱装置 1 の上部と底部の直径を適切に変化させることにより、受熱装置 1 の内壁における太陽光の照射率を均一にすることが可能となる。

実施例 5

[0063] 受熱装置 1 の外周に流動層式の反応器 4 が設置された例を図 7 に示す。集光された太陽光は受熱装置 1 に入射し、底部12に設置された円錐状の反射体16や円形で断面が三角形の反射体17によって反射され、受熱装置 1 の内壁は均

一に加熱される。受熱装置 1 はインコネル、アルミナ、炭化珪素、ステンレス鋼等で製作されている。

[0064] 流動層41には、導入口42から石炭粒、導入口43から砂、導入口44から水蒸気と必要によっては流動用ガスが供給される。流動層41はガスと砂の流動による攪拌作用で、受熱装置 1 の外壁から急激に熱を吸収する。石炭と水蒸気は加熱されて、水素、一酸化炭素、メタンガス等に分解、反応し、流動層41の頂部から排出する。これらのガスには未分解の石炭、灰、砂等が同伴するので、サイクロン分離機45で粗い石炭粒子や砂が分離され、分離された粗い石炭粒子や砂は流動層41に再度供給される。また、サイクロン分離機45で分離できなかった細かい粒子はフィルター分離機46で除去され、別途回収される。

[0065] 図示されていないが、熱交換器によって、製造された高温の水素、一酸化炭素、メタンガス等の熱エネルギーを反応器 4 に供給される水蒸気や流動用ガスの加熱に利用するシステム構成とすればエネルギー効率は高くなることは言うまでもない。

[0066] また、反応装置は全て金属で構成することが可能なため、高温・高圧の化学反応条件にも適用可能である。

実施例 6

[0067] 受熱装置 1 の外周に加熱器 5 が設置された例を図 8 に示す。集光された太陽光は受熱装置 1 に入射し、底部12に設置された円錐状の反射体16や円形で断面が三角形の反射体17によって反射され、受熱装置 1 の内壁が均一に加熱される。受熱装置 1 はインコネル、アルミナ、炭化珪素、ステンレス鋼等で製作されている。

[0068] この加熱器 5 の内壁には多数の特殊形状のフィン51が取り付けられており、フィン51は受熱装置 1 の熱を急激に奪い空気の昇温に利用される。このように、フィン51により伝熱面積を増大した構造になっており、効果的に加熱器 5 内の空気が加熱されるようになっている。フィン51の先端の角度 $\theta 1$ は、加熱器 5 の形状と、運転条件にもよるが、好ましくは $10^\circ \sim 30^\circ$ であ

る。

[0069] また、加熱器 5 の底部に整流体 52 が設置されているが、これはガスの流れを整え渦の発生を少なくするためのものである。整流体 52 の斜面と受熱装置 1 の中心線 C がなす角度 $\theta 2$ は、加熱器 5 の形状と、運転条件にもよるが、好ましくは 20 度～60 度である。

[0070] 加熱器 5 の底部に設けられた導入口 53 から導入された低温ガスは、加熱器 5 内で加熱され、加熱器 5 の頂部に設けられた導出口 54 から高温ガスとして排出される。得られた高温のガスは高温ガスタービンによる発電（図示せず）や顕熱蓄熱、潜熱蓄熱、化学蓄熱等（図示せず）に利用される。

[0071] なお、加熱器 5 の内壁やフィン 51 にスケールが付着したときに、加熱器 5 に微細な砂を供給して流動させることによって、付着したスケール除去することも可能である。

実施例 7

[0072] 受熱装置 1 の外周に流動層式の加熱器 6 が設置された別の例を図 9 に示す。流動層 61 には、導入口 62 から低温ガスが供給され、受熱装置 1 の熱は流動層 61 においてガスにより急激に奪われる。ここで、流動層 61 は伝熱速度が高い熱交換機として作用する。そして、熱を奪ったガスは、高温ガスとして加熱器 6 の頂部に設けられた導出口 63 から排出される。なお、64 は、流動層 61 を構成する砂を加熱器 6 に導入するための導入口である。

実施例 8

[0073] 実施例 6 と実施例 7 を組み合わせた例を図 10 に示す。加熱器 7 の内壁には多数の特殊形状のフィン 71 が取り付けられており、受熱装置 1 の熱を急激に奪い空気の昇温に利用される。また、加熱器 5 の底部には整流体 72 が設置されている。

[0074] フィン 71 は、流動層 73 と流動層 73 を流動させるガスを攪拌する作用により、伝熱を促進する働きを果たす。また、フィン 71 に付着したスケールは、流動層 73 内の粒子のランダム運動により除去される。

[0075] 加熱器 7 の底部に設けられた導入口 74 から導入された低温ガスは、加熱器

7 内で加熱され、加熱器 7 の頂部に設けられた導出口75から高温ガスとして排出される。なお、76は、流動層73を構成する砂を加熱器 7 に導入するための導入口である。

実施例 9

[0076] 流動層式の加熱装置を固体粒子蓄熱システムに応用した例を図 1 1 に示す。太陽が照っている時は、図 1 1 (a) に示すように、集光太陽光は受熱装置 1 に入射する。受熱装置 1 の外周に流動層式の加熱器 8 が設置されており、受熱装置 1 により受熱された集光太陽光の熱のほとんどが、加熱器 8 に収容された流動層81に急速に熱伝達される。このとき、加熱器 8 には、加熱器 8 の底部に設けられた導入口82から低温度の空気が供給され、加熱器 8 の側部に設けられた導入口83からは、流動層81を構成する蓄熱粒子としての酸化金属粒子が供給される。そして、導入口82から供給される空気により流動層81が激しく流動することによって、急速に空気と酸化金属粒子が加熱されて高温となる。また、加熱された酸化金属粒子は化学反応によって酸素を放出し、熱を蓄える。すなわち、酸化金属粒子は、顕熱と反応熱の両方の熱を蓄えることになる。

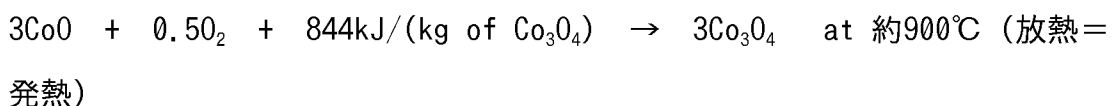
[0077] なお、酸化金属粒子としては、酸化バリウム (BaO_2)、酸化コバルト (Co_3O_4)、酸化マンガン (Mn_2O_3)、酸化銅 (CuO) などを用いることができる。また、酸化コバルトを用いた場合の反応式は、次のとおりである。



高温となった空気は、加熱器 8 の頂部からサイクロン分離機84へ導かれ、空気に含まれた微粉粒子は、サイクロン分離機84により除去され貯槽85に貯められる。その後、空気は、蒸気発生器86に流れ、蒸気発生器86で水を加熱して蒸気を発生させて低温になり、加熱器 8 に戻される。なお、以上の空気の循環は送風機87により行われる。蒸気発生器86で発生した蒸気は、蒸気タービン88を回し、その後、コンデンサー89、送風機90を経由して蒸気発生器86に戻される。発電機91は、蒸気タービン88の回転により電気を発生させる。

[0078] また、加熱器 8 中の高温の酸化金属粒子の大部分は、加熱器 8 の外側に配置された移送装置 92 によって蓄熱槽 93、94 のうちの一方の蓄熱槽 93 に移送され、貯蔵される。同時に、他方の蓄熱槽 94 からは、低温の酸化金属粒子が払い出し装置 96 により加熱器 8 に供給される。この加熱器 8 から一方の蓄熱槽 93 への酸化金属粒子の移送と、他方の蓄熱槽 94 から加熱器 8 への酸化金属粒子の供給が終了すると、次は、高温の酸化金属粒子が移送装置 92 によって加熱器 8 から他方の蓄熱槽 94 に移送され、同時に、低温の酸化金属粒子が払い出し装置 95 によって一方の蓄熱槽 93 から加熱器 8 に供給される。このように、以降、交替で蓄熱槽 93、94 への酸化金属粒子の移送が行われる。ここでは 2 つの蓄熱槽の例を示したが、多数の蓄熱槽を設置し、蓄熱量を増大することも可能である。

[0079] 太陽が照っていない時は、図 11 (b) に示すようにバルブを切り替えて、蓄熱槽 93、94 と蒸気発生器 86 との間のみで空気を循環させる。すなわち、加熱器 8 と蒸気発生器 86 との間での空気の循環を停止させる。また、払い出し装置 95、96 を停止させる。空気は、蓄熱槽 93、94 の底部から蓄熱槽 93、94 に供給され、蓄熱槽 93、94 に収容された酸化金属粒子の間をってから蓄熱槽 93、94 の上部から蒸気発生器 86 に送られる。蓄熱槽 93、94 の内部では、酸化金属粒子が酸素と反応して発熱し、空気が加熱される。なお、酸化金属粒子として酸化コバルトを用いた場合の反応式は、次のとおりである。



蓄熱槽 93、94 で加熱された空気は、蒸気発生器 86 に流れ、蒸気発生器 86 で水を加熱して蒸気を発生させて低温になり、蓄熱槽 93、94 に戻される。なお、以上の空気の循環も送風機 87 により行われる。蒸気発生器 86 で発生した蒸気は、蒸気タービン 88 を回し、その後、コンデンサー 89、送風機 90 を経由して蒸気発生器 86 に戻される。発電機 91 は、蒸気タービン 88 の回転により電気を発生させる。

実施例 10

[0080] 本実施例は、実施例9の変形例であり、粒子径の小さい酸化金属粒子を用いて、酸化金属粒子を気流に同伴させて加熱器8から蓄熱槽93、94に移送する構成となっている。

[0081] 太陽が照っている時は、図12(a)に示すように、集光太陽光は受熱装置1に入射する。受熱装置1の外周に流動層式の加熱器8が設置されており、受熱装置1により受熱された集光太陽光の熱のほとんどが、加熱器8に收容された流動層81に急速に熱伝達される。このとき、加熱器8には、加熱器8の底部に設けられた導入口82から低温度の空気が供給され、加熱器8の側部に設けられた導入口83からは、流動層81を構成する蓄熱粒子としての酸化金属粒子が供給される。そして、導入口82から供給される空気により流動層81が激しく流動することによって、急速に空気と酸化金属粒子が加熱されて高温となる。また、加熱された酸化金属粒子は化学反応によって酸素を放出し、熱を蓄える。すなわち、酸化金属粒子は、顕熱と反応熱の両方の熱を蓄えることになる。

[0082] 高温の空気と酸化金属粒子の混合物は、加熱器8の上部から一方のサイクロン分離機97へ導かれ、高温の酸化金属粒子は、サイクロン分離機97により空気から分離され、蓄熱槽93へ送られる。同時に、他方の蓄熱槽94からは、低温の酸化金属粒子が払い出し装置96により加熱器8に供給される。この加熱器8から一方の蓄熱槽93への酸化金属粒子の移送と、他方の蓄熱槽94から加熱器8への酸化金属粒子の供給が終了すると、次は、高温の酸化金属粒子が加熱器8から他方のサイクロン分離機98によって空気から分離されて他方の蓄熱槽94へ送られ、同時に、低温の酸化金属粒子が払い出し装置95によって一方の蓄熱槽93から加熱器8に供給される。このように、以降、交替で蓄熱槽93、94への酸化金属粒子の移送が行われる。

[0083] その後、サイクロン分離機97、98により酸化金属粒子が分離された空気は、蒸気発生器86に流れ、蒸気発生器86で水を加熱して蒸気を発生させて低温になり、加熱器8に戻される。なお、以上の空気の循環は送風機87により行われる。蒸気発生器86で発生した蒸気は、蒸気タービン88を回し、その後、

コンデンサー89、送風機90を経由して蒸気発生器86に戻される。発電機91は、蒸気タービン88の回転により電気を発生させる。

[0084] 太陽が照っていない時は、図12(b)に示すようにバルブを切り替えて、蓄熱槽93、94と蒸気発生器86との間のみで空気を循環させる。すなわち、加熱器8と蒸気発生器86との間の空気の循環を停止させる。また、払い出し装置95、96を停止させる。空気は、蓄熱槽93、94の底部から蓄熱槽93、94に供給され、蓄熱槽93、94に収容された酸化金属粒子の間をってから蓄熱槽93、94の上部から蒸気発生器86に送られる。蓄熱槽93、94の内部では、酸化金属粒子が酸素と反応して発熱し、空気が加熱される。

[0085] 蓄熱槽93、94で加熱された空気は、蒸気発生器86に流れ、蒸気発生器86で水を加熱して蒸気を発生させて低温になり、蓄熱槽93、94に戻される。なお、以上の空気の循環も送風機87により行われる。蒸気発生器86で発生した蒸気は、蒸気タービン88を回し、その後、コンデンサー89、送風機90を経由して蒸気発生器86に戻される。発電機91は、蒸気タービン88の回転により電気を発生させる。

実施例 11

[0086] 実施例5の変形例を図13に示す。本実施例は、反応器4の内部において、受熱装置1の側部11の外側にドラフト管47を設置し、内循環型流動層式の反応装置として構成したものである。

[0087] ドラフト管47は、直径が受熱装置1よりも大きい円筒からなり、導入口44は、上方から見て受熱装置1の側部11よりも外側、かつ、ドラフト管47よりも内側に配置されている。また、ドラフト管47は、流動層41に埋没して配置されている。これにより、導入口44から導入された水蒸気と流動用ガスが受熱装置1とドラフト管47の間に流入し、導入口44から導入された水蒸気と流動用ガスの流れに伴って、流動層41がドラフト管47の内側を上昇する。そして、流動層41がドラフト管47の内側を上昇した後にドラフト管47の外側を下降し、再びドラフト管47の内側を上昇する、いわゆる内循環型の流動が形成される。

[0088] ここで、集光太陽光のエネルギーは、受熱装置 1 の内壁に吸収され、この内壁が最も高い温度になる。したがって、反応器 4 内で効率よく反応を進行させるためには、この内壁から反応器 4 内へ急速に熱を取り込む必要がある。

[0089] 本実施例で採用した内循環型流動層式の反応器 4 は、流動層 41 の粒子が組織的に流動するため、反応器 4 内における熱伝導効率が極めて高い。このため、受熱装置 1 の熱が反応器 4 内に速やかに取り込まれる。また、流動によって、流動層 41 の温度分布は、ほぼ一様となる。したがって、流動層 41 の全体において、効率よく反応を進行させることができる。

符号の説明

- [0090] 1 受熱装置
2, 4 反応器
5, 6, 7, 8 加熱器
11 側部
12 底部
13 天井部
14 開口部
15 空洞
16 反射体
17 反射体
47 ドラフト管
51, 71 フィン
52, 72 整流体
C 空洞 15 の中心線
D 空洞 15 の直径
d 開口部 14 の直径
L 空洞 15 の長さ
 θ 空洞 15 の中心線 C からの仰角

α 集光太陽の入射角度で、空洞15の中心線Cからの仰角

請求の範囲

- [請求項1] 側部と、この側部の下端に接続する底部と、前記側部の上端に接続する天井部とを備え、前記天井部に開口部を有し、前記側部、前記底部、前記天井部によって、前記開口部が開いた空洞と、太陽光を吸収する内壁とが形成されるとともに、前記側部又は前記底部の内壁には太陽光を前記内壁に向けて反射する反射体が設けられたことを特徴とする集光太陽光の受熱装置。
- [請求項2] 前記空洞の内部における前記開口部を含む天井部の面積を S 、前記開口部の面積を s としたときに、 $s = S / 4$ 以下としたことを特徴とする請求項 1 記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項3] 前記空洞は略円柱形、前記開口部は略円形であって、前記空洞の直径を D 、前記空洞の長さを L 、前記開口部の直径を d としたときに、 $d = D / 2$ 以下、 $L = 2 D$ 以上としたことを特徴とする請求項 1 記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項4] 前記底部の中心部に円錐状の反射体が設けられるとともに、この反射体は、直径が d 以上の円錐であって、前記空洞の中心線からの仰角が 30 度～ 60 度であることを特徴とする請求項 3 記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項5] 前記底部にさらに同心円上に配置された反射体が設けられたことを特徴とする請求項 4 記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項6] 前記空洞の天井部と底部の直径を異ならせたことを特徴とする請求項 3～5 のいずれかに記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項7] インコネル、アルミナ、炭化珪素、ステンレス鋼のいずれかから構成されたことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項8] 黒い材質から構成され、又は内壁に黒色の塗装が施されたことを特徴とする請求項 7 記載の集光太陽光の受熱装置。
- [請求項9] 請求項 1～8 のいずれかに記載の集光太陽光の受熱装置と、この受熱

装置の周囲に前記受熱装置と所定の間隔をおいて前記受熱装置の側部と底部を覆うように設けられた反応器とからなることを特徴する反応装置。

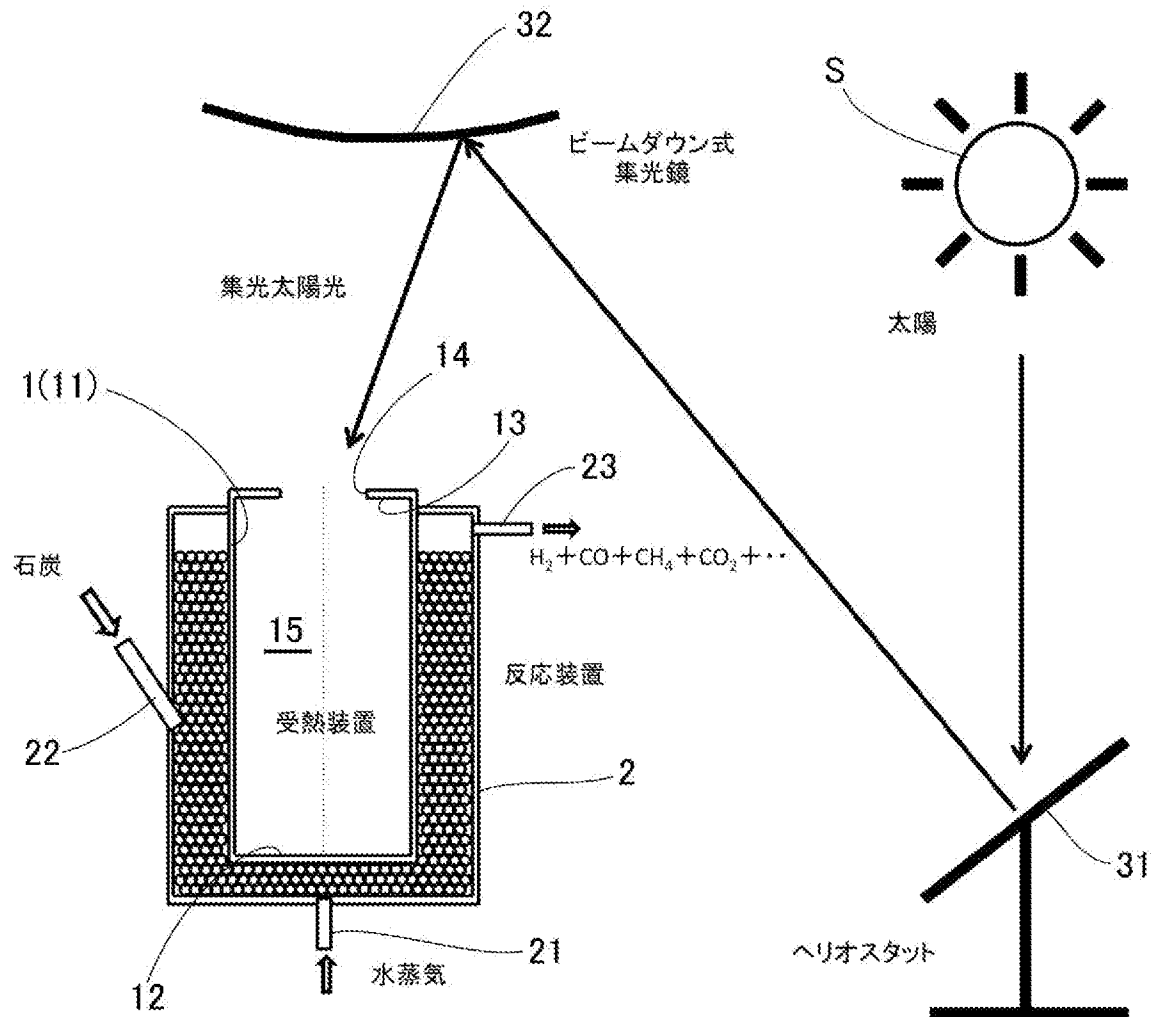
[請求項10] 前記反応器の内部にドラフト管を設けたことを特徴とする請求項9記載の反応装置。

[請求項11] 請求項1～8のいずれかに記載の集光太陽光の受熱装置と、この受熱装置の周囲に前記受熱装置と所定の間隔をおいて前記受熱装置の側部と底部を覆うように設けられた加熱器とからなることを特徴する加熱装置。

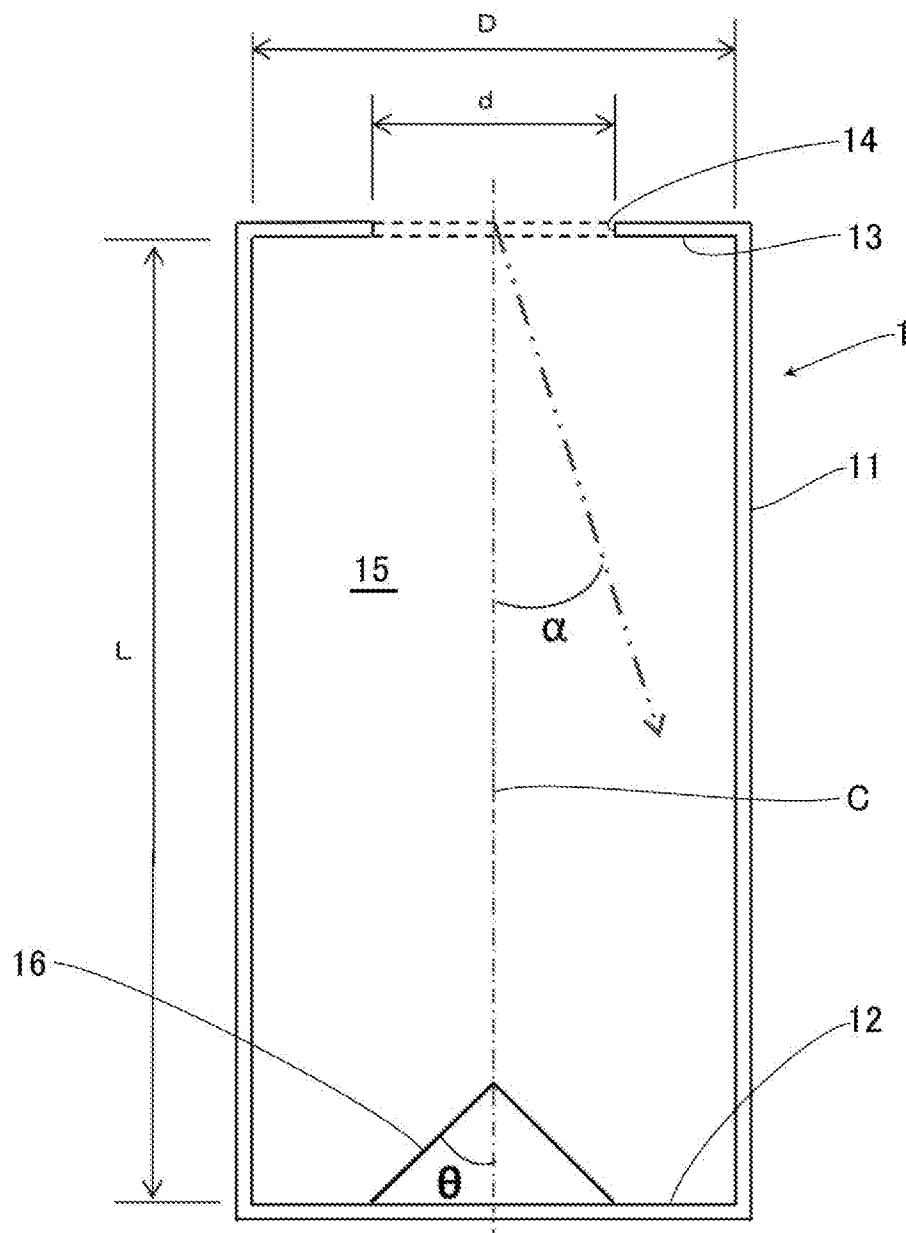
[請求項12] 前記加熱器の内壁にフィンを設けたことを特徴とする請求項11記載の加熱装置。

[請求項13] 前記加熱器の底部に整流体を設けたことを特徴とする請求項12記載の加熱装置。

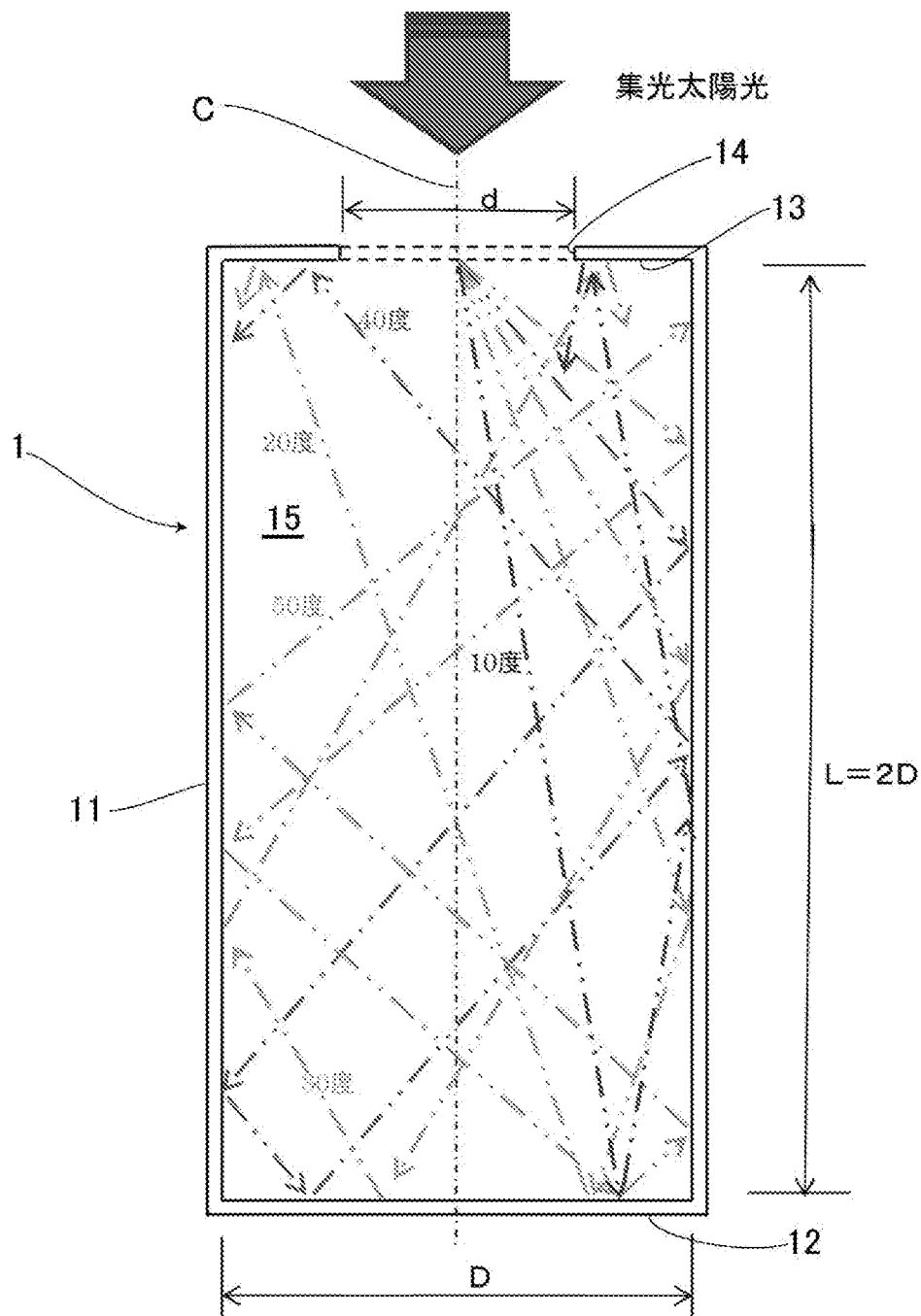
[図1]



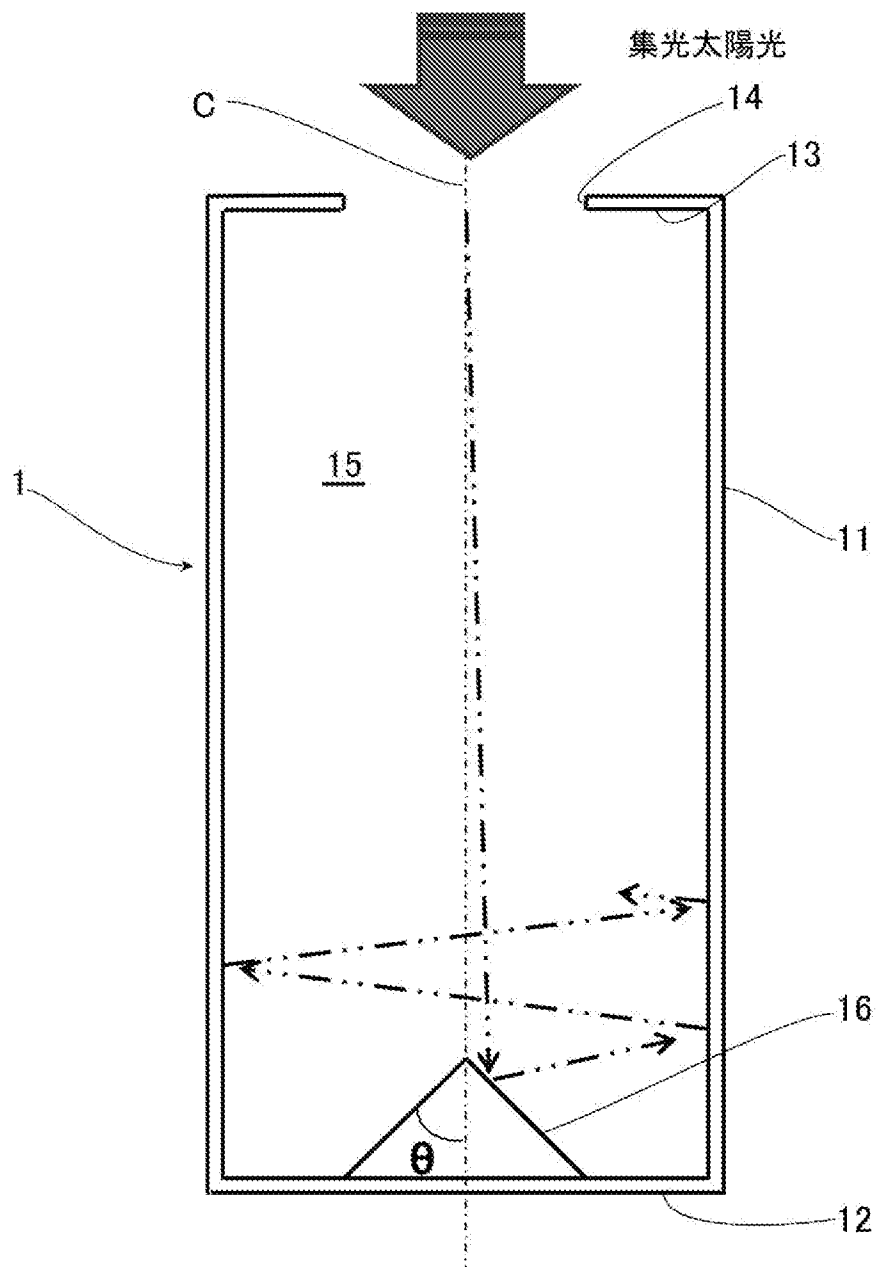
[図2]



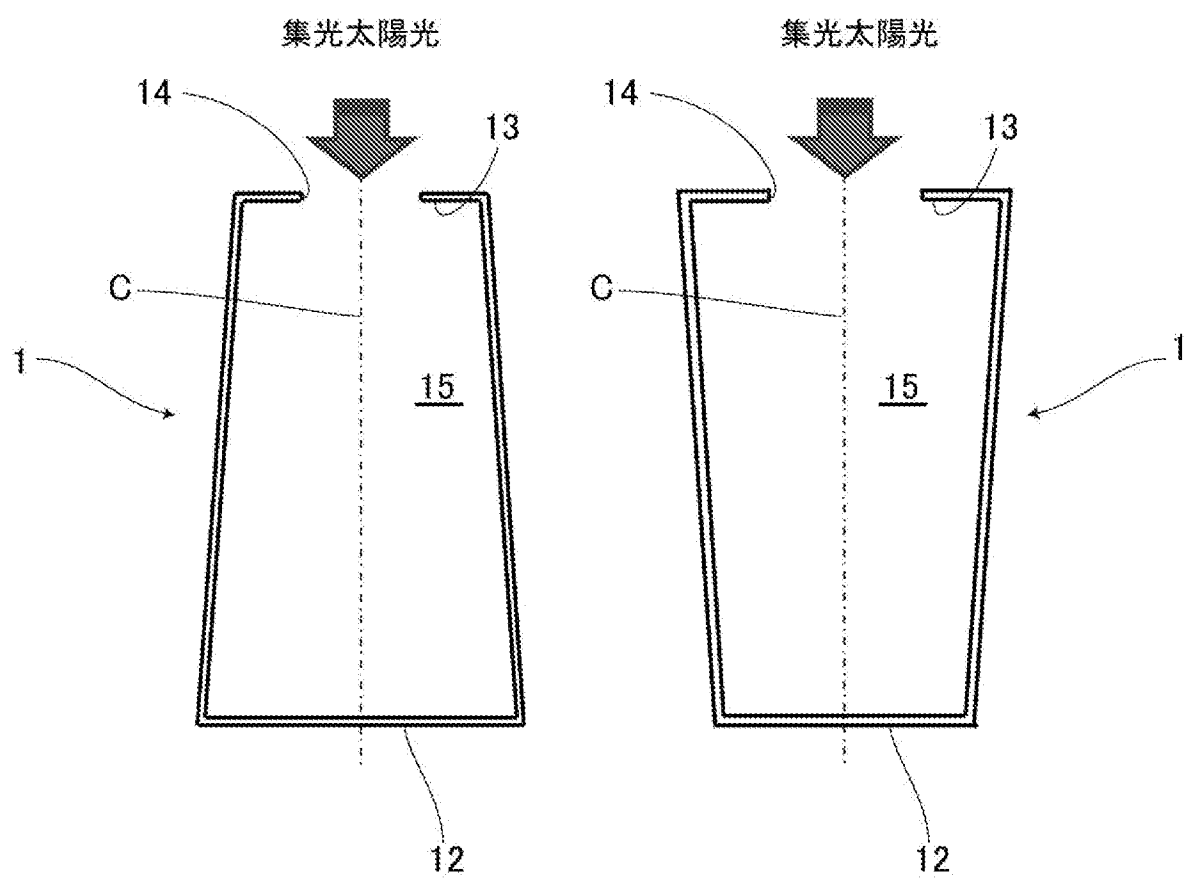
[図3]



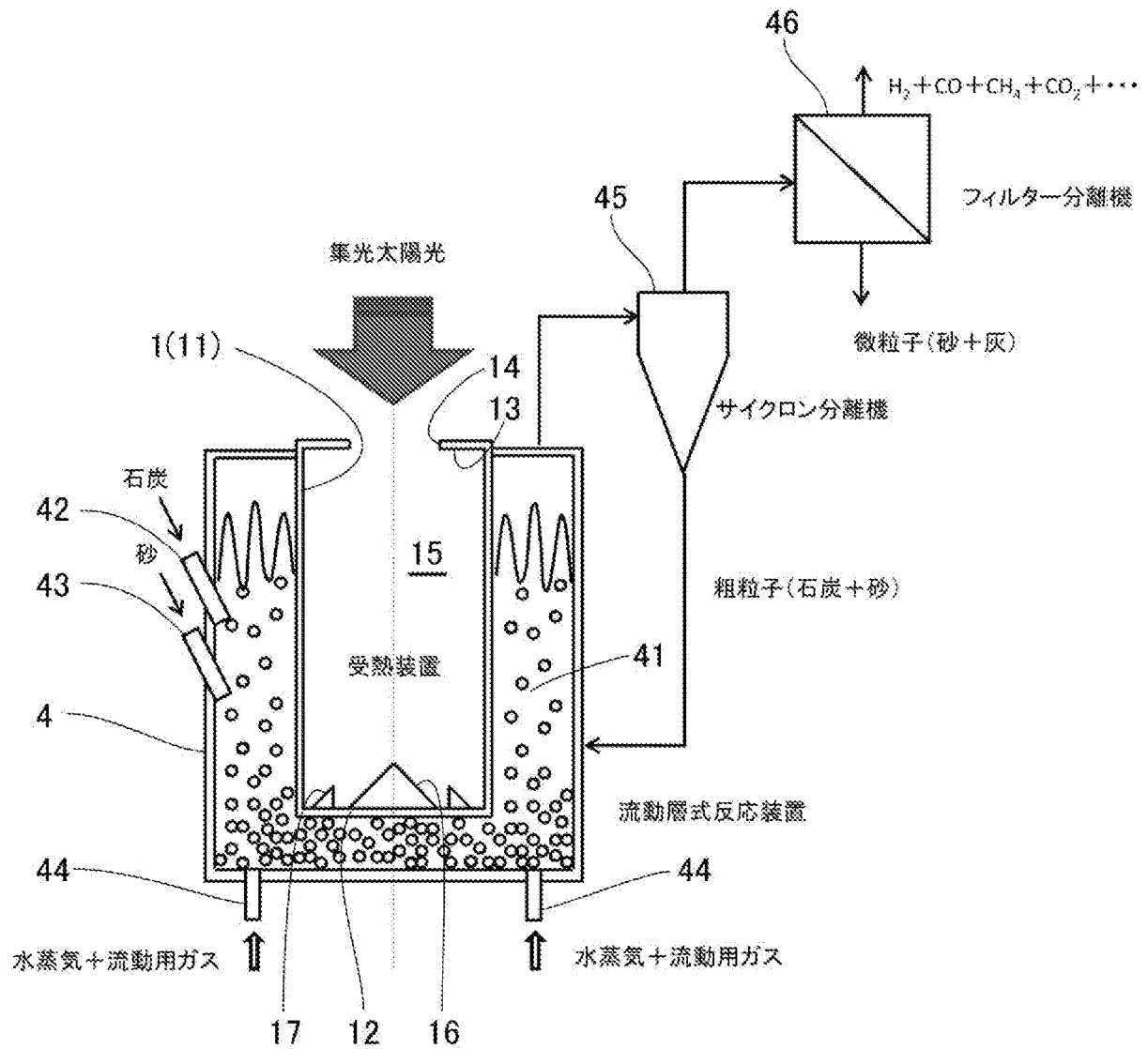
[図4]



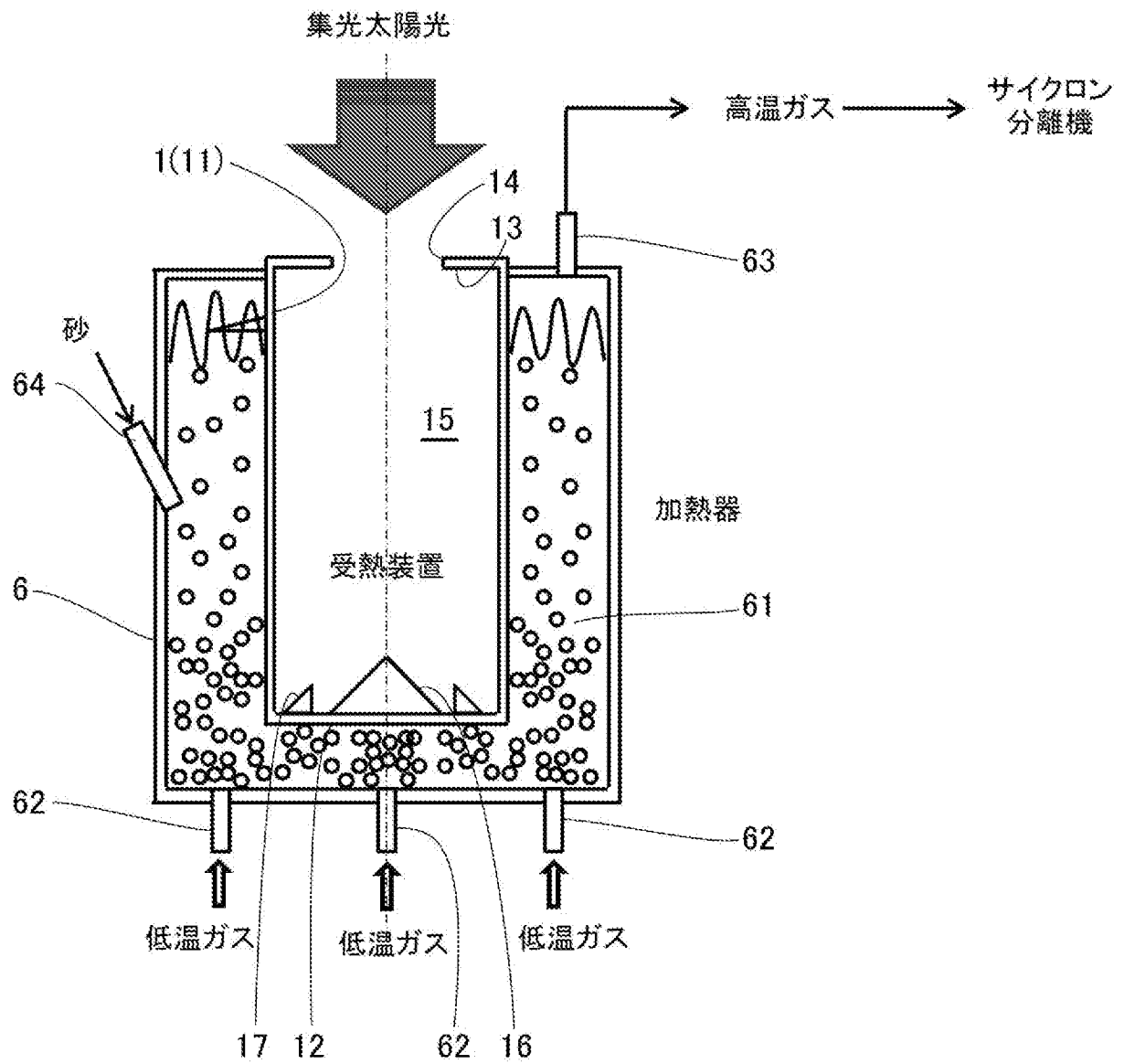
[図6]



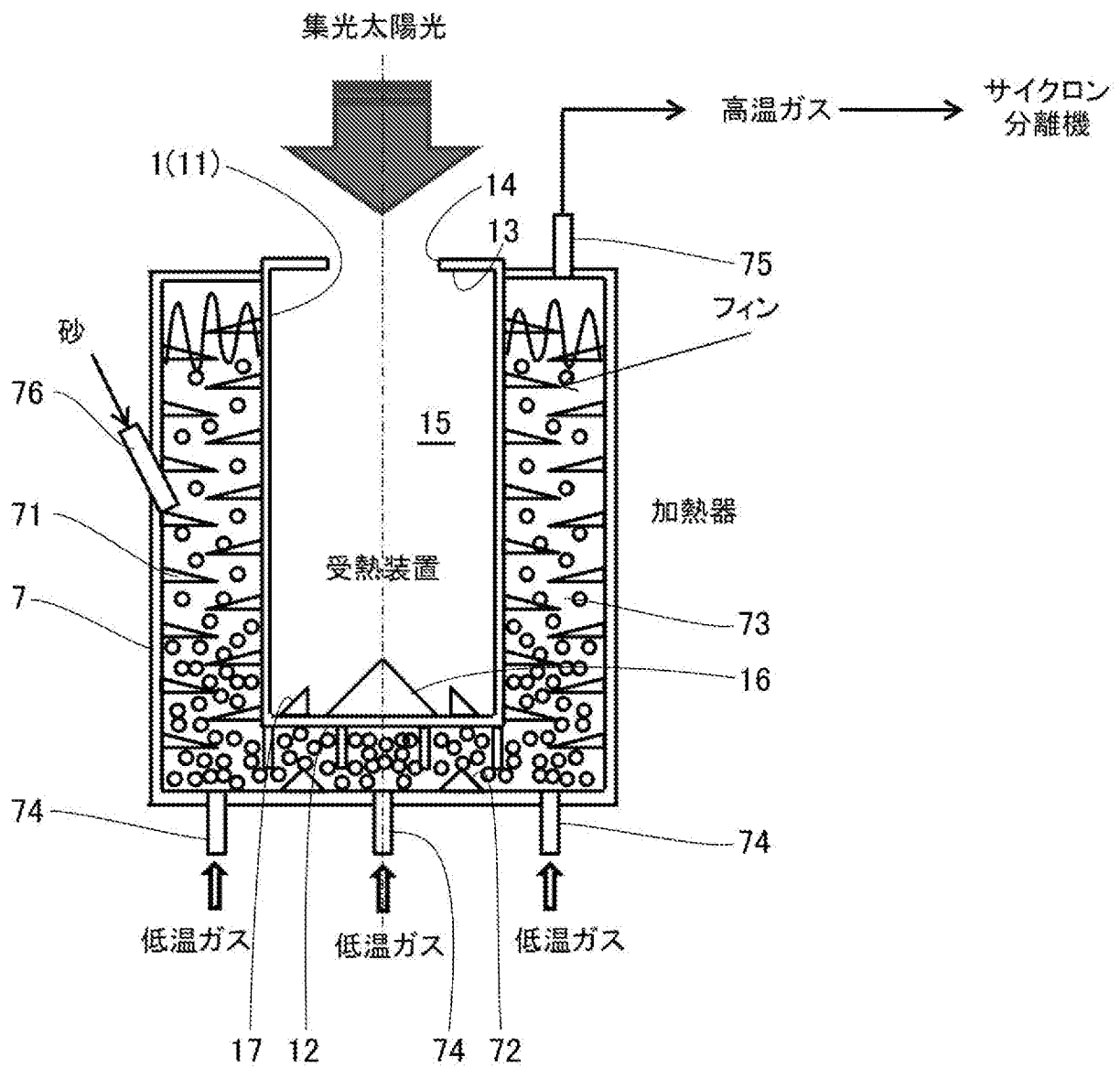
[図7]



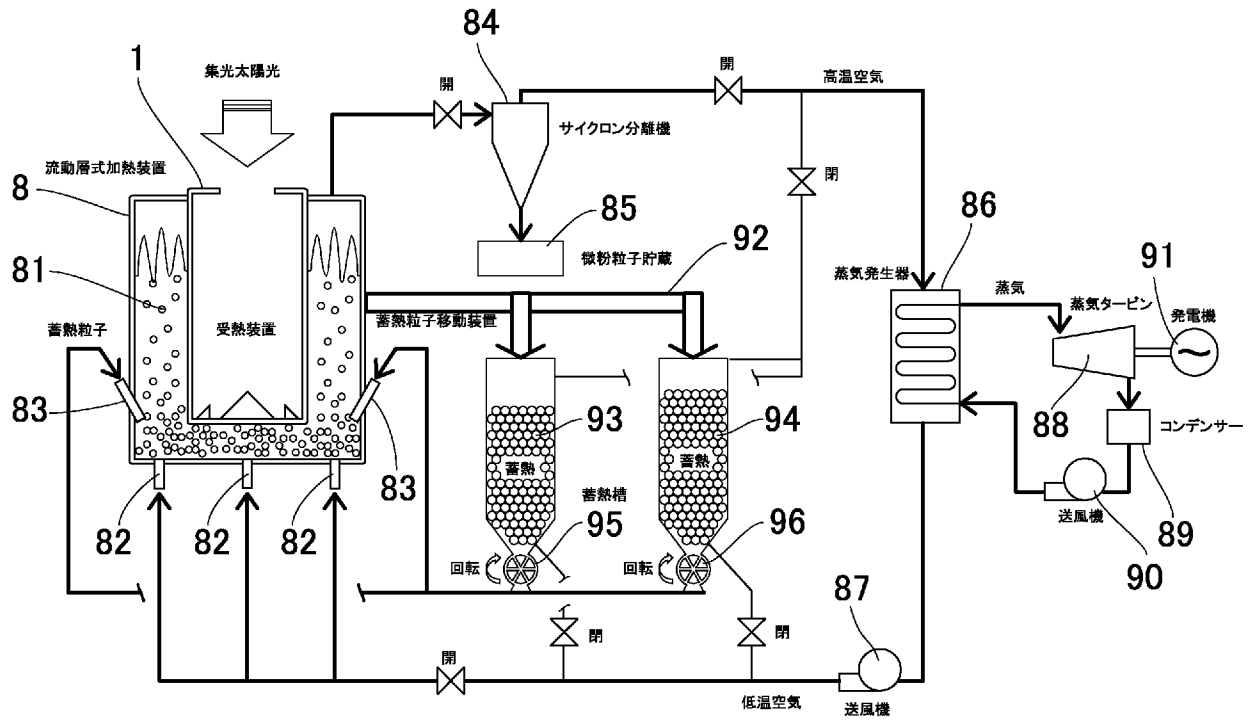
[図9]



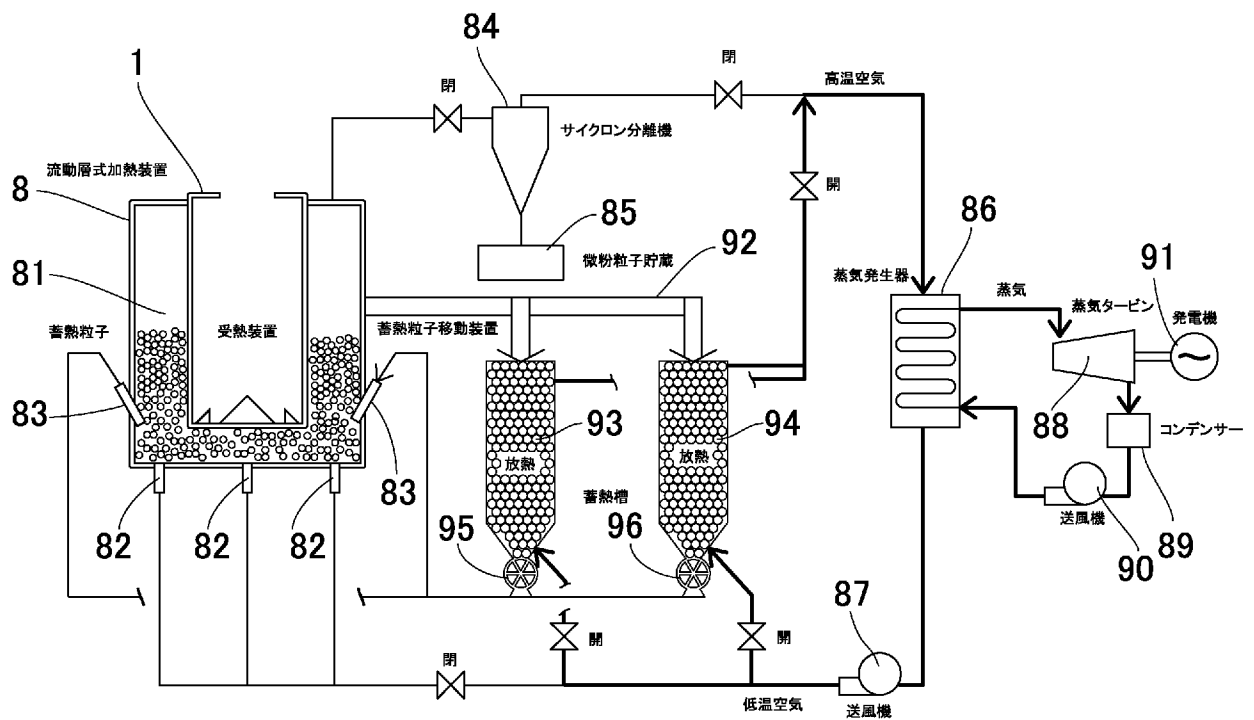
[図10]



[図11]

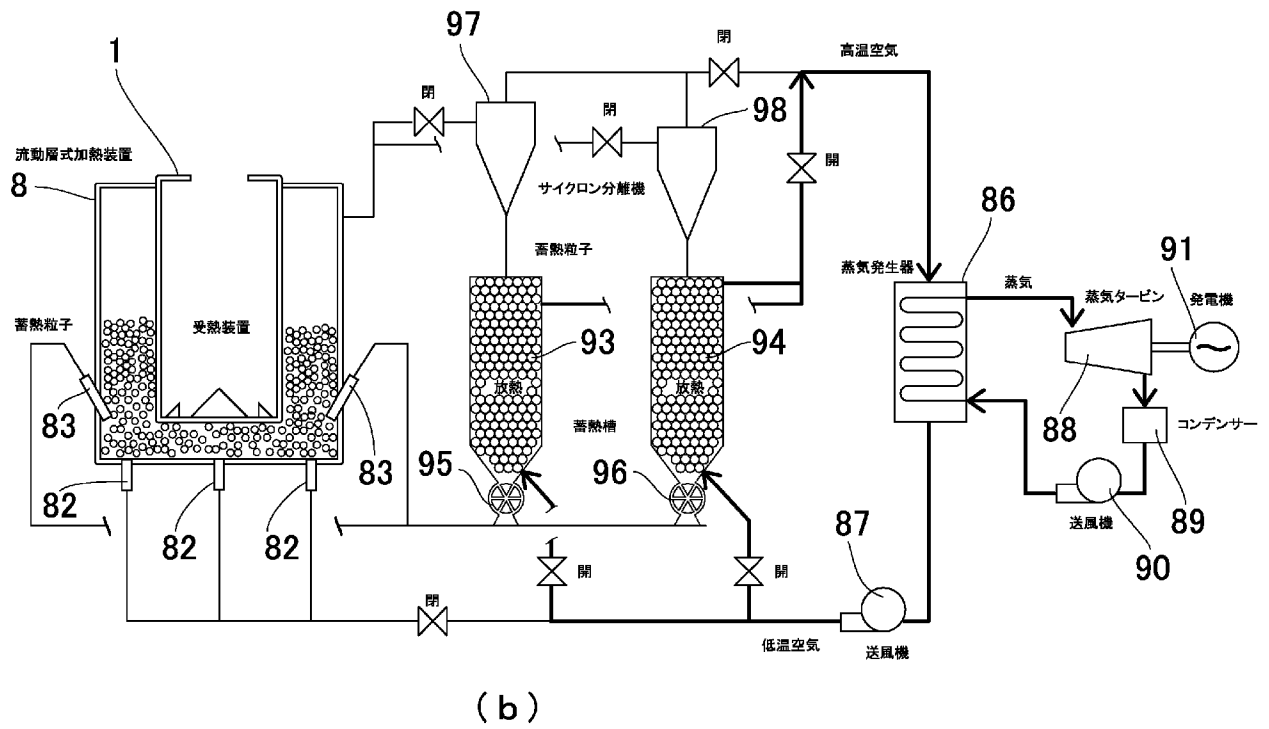
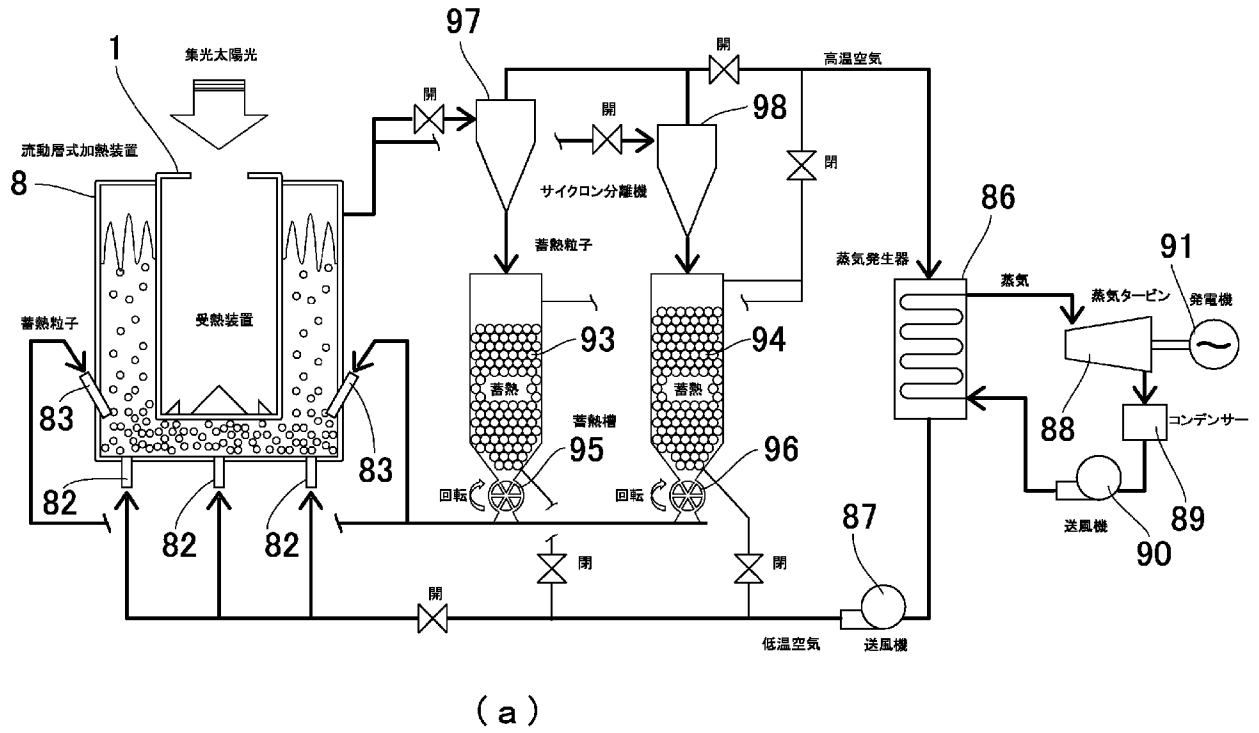


(a)

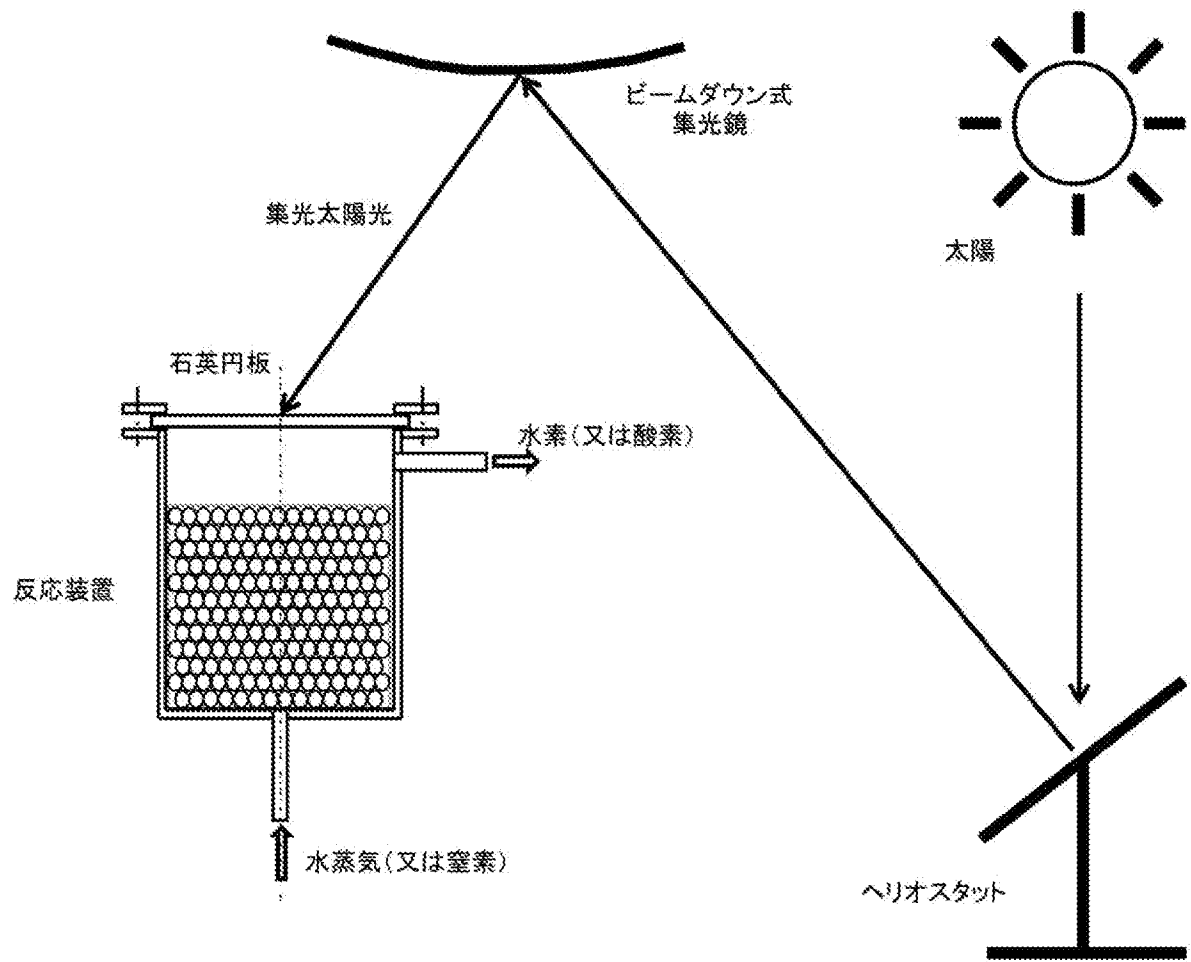


(b)

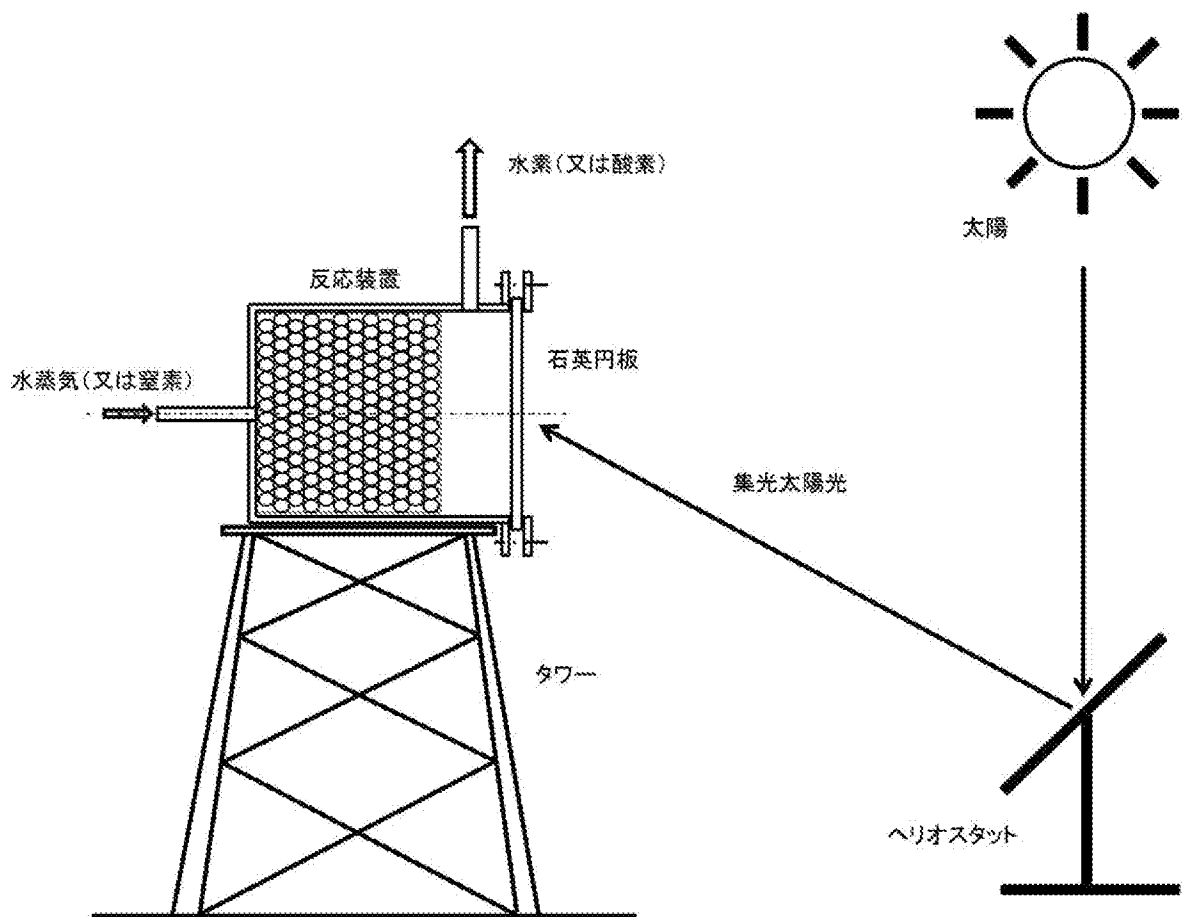
[図12]



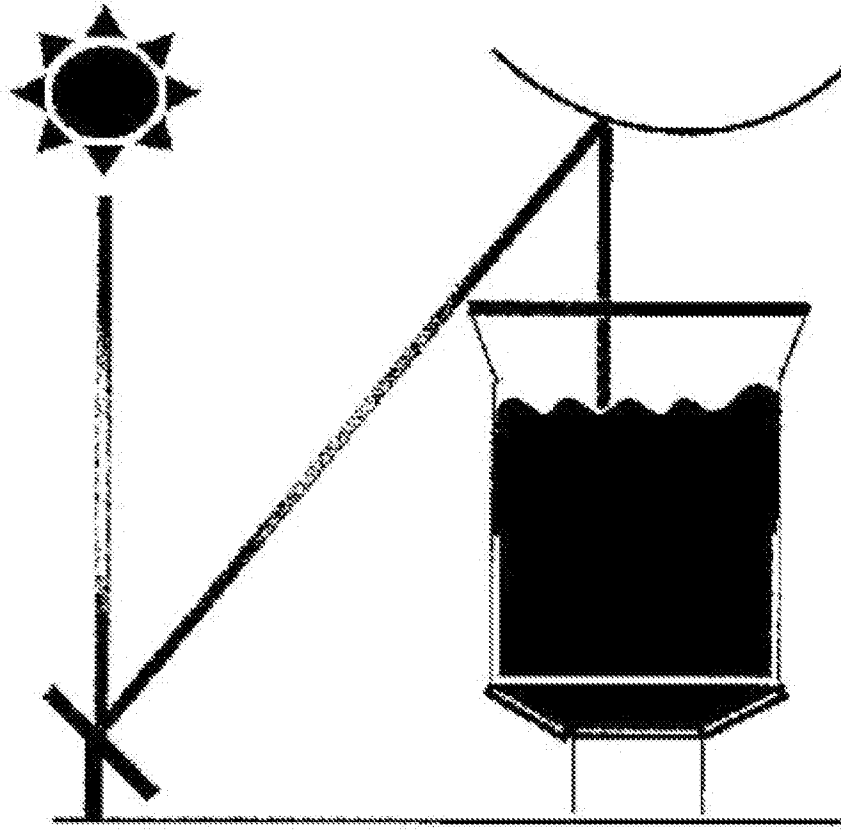
[図14]



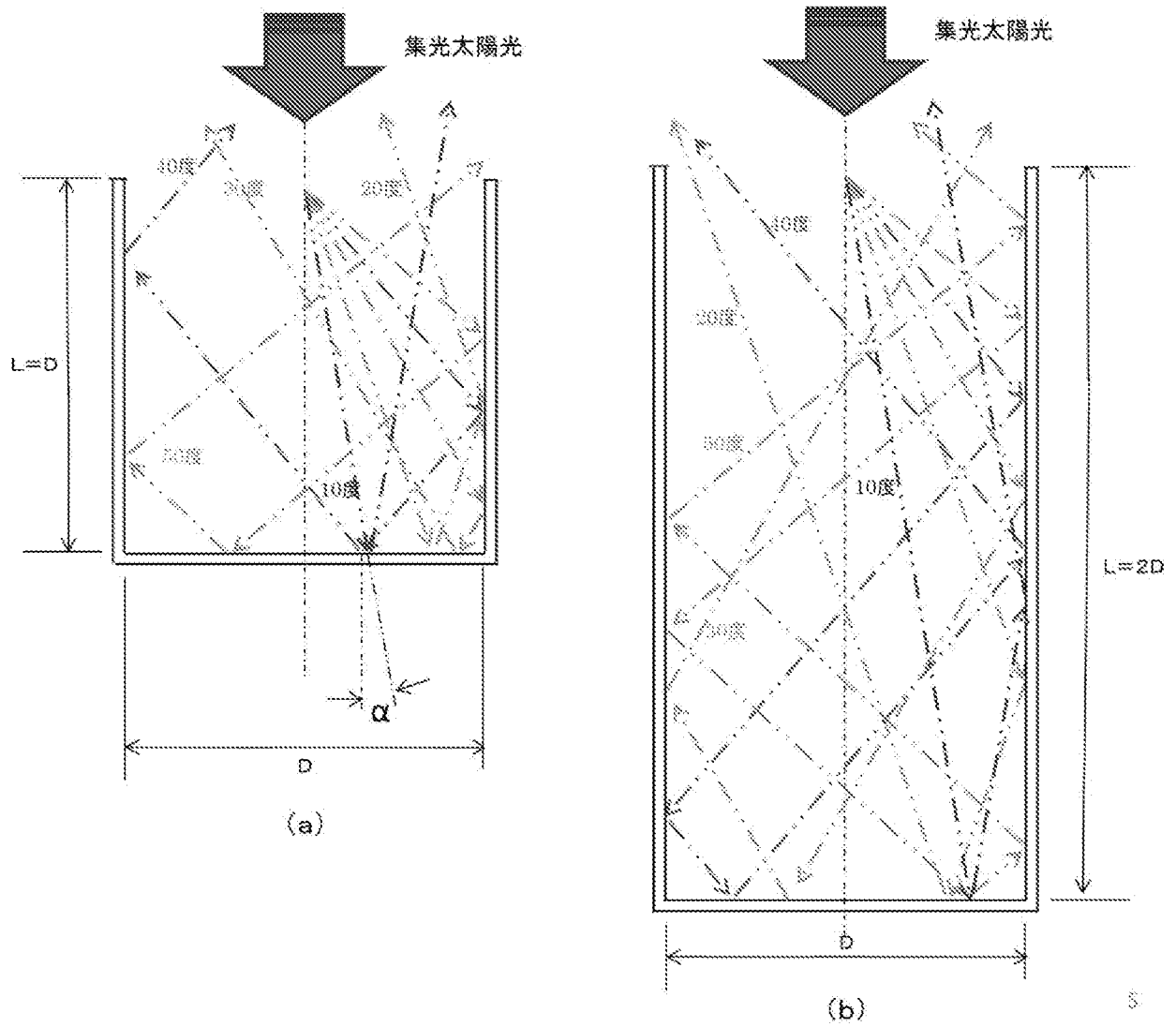
[図15]



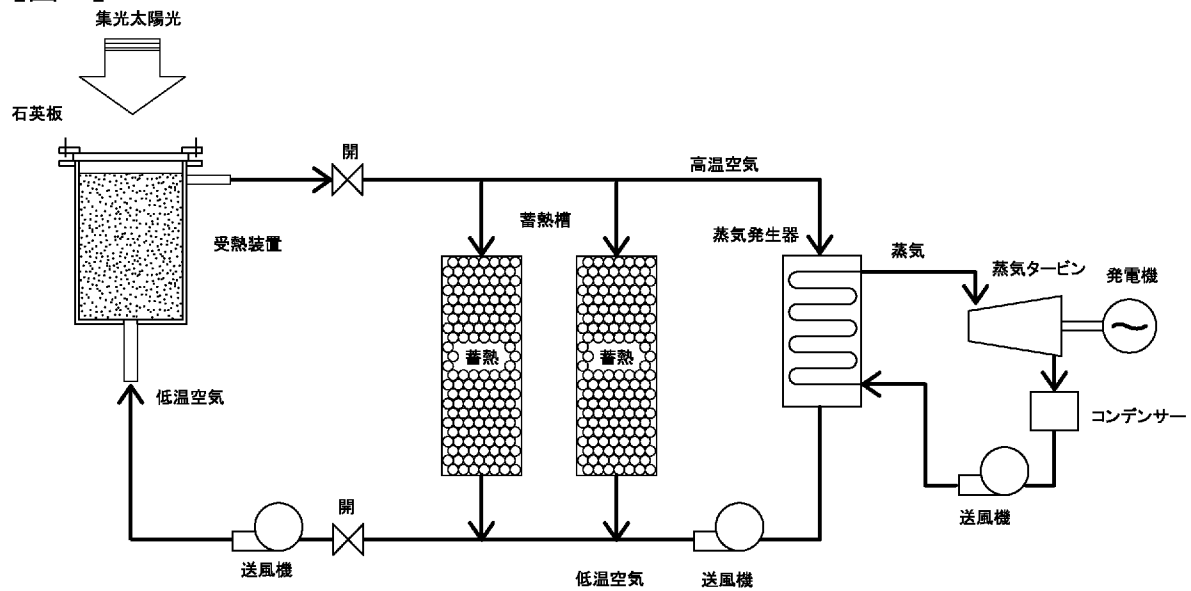
[図16]



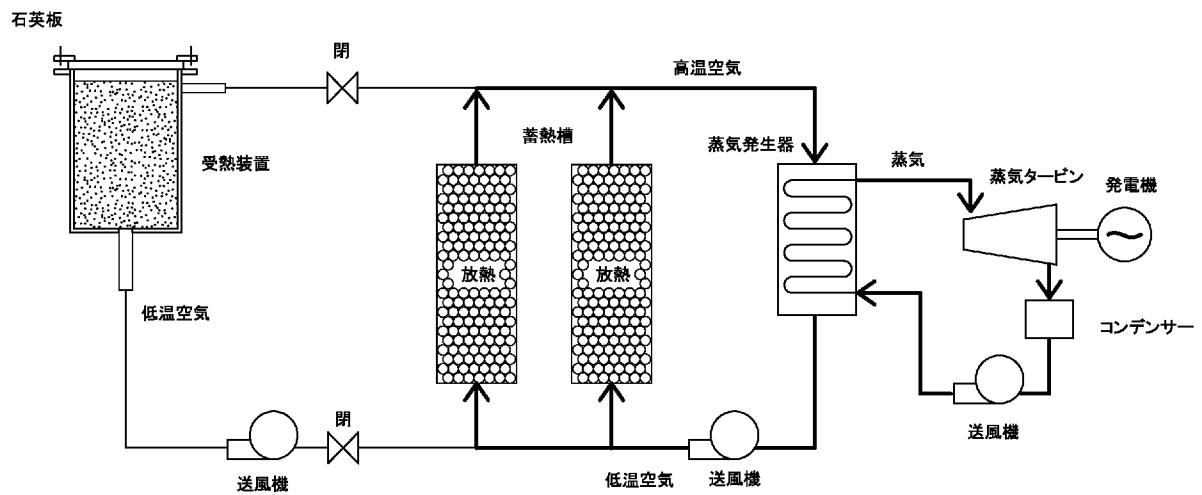
[図17]



[図18]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24J2/02 (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)

F24J2/02

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 54-108944 A (Kaname YAMAZOE), 27 August 1979 (27.08.1979), page 1, lower left column, line 19 to page 2, upper left column, line 17; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4, 6-9, 11 5, 10, 12, 13
Y	JP 2009-535599 A (Jiwen, ZHANG), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraphs [0020] to [0026]; fig. 1, 2 & JP 4955757 B & US 2009/0293939 A1 & WO 2007/124654 A1 & CN 1844794 A	1-4, 6-9, 11
Y	WO 2014/026746 A1 (SOLAR TOWER TECHNOLOGIES AG), 20 February 2014 (20.02.2014), page 15, lines 7 to 13; fig. 7 & WO 2014/026703 A1	1-4, 6-9, 11

☒ 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
07 July 2015 (07.07.15)

Date of mailing of the international search report
14 July 2015 (14.07.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062332

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-163593 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraphs [0019] to [0023]; fig. 3(b) & US 2012/0291772 A1 & WO 2011/096339 A1 & EP 2532984 A1	2, 7-9, 11
Y	JP 2008-523351 A (SHEC Labs-Solar Hydrogen Energy Corp.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraph [0043]; fig. 8 & JP 4729584 B & US 2008/0184990 A1 & WO 2006/063450 A1 & EP 1834135 A & CA 2490207 A & CA 2590323 A	3, 4, 6-9, 11
Y	US 4033118 A (William R. POWELL), 05 July 1977 (05.07.1977), column 3, line 48 to column 4, line 48; fig. 1 (Family: none)	3, 4, 6-9, 11
A	US 2012/0186251 A1 (YEDA RESEARCH AND DEVELOPMENT CO., LTD.), 26 July 2012 (26.07.2012), entire text; all drawings & WO 2011/030331 A2 & EP 2475884 A	1-13
A	US 2009/0205638 A1 (Peter CORCORAN), 20 August 2009 (20.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	US 8378280 B2 (AREVA SOLAR, INC.), 19 February 2013 (19.02.2013), entire text; all drawings & WO 2008/153922 A1 & WO 2008/153946 A2 & EP 2171367 A & EP 2492609 A1 & EP 2331792 A	1-13
A	US 1661473 A (R.H.GODDARD), 10 June 1924 (10.06.1924), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 55-144091 A (David W. Gregg), 10 November 1980 (10.11.1980), entire text; all drawings & US 4229184 A & FR 2453887 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F24J2/02(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（I P C））

Int.Cl. F24J2/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y A	JP 54-108944 A（山添 要）1979.08.27, 第1頁左下欄第19行－第2頁左上欄第17行, 第1－3図（ファミリーなし）	1－4, 6－9, 11 5, 10, 12, 13
Y	JP 2009-535599 A（張 紀文）2009.10.01, 段落 [0020]－[0026], 図1, 2 & JP 4955757 B & US 2009/0293939 A1 & WO 2007/124654 A1 & CN 1844794 A	1－4, 6－9, 11
Y	WO 2014/026746 A1（SOLAR TOWER TECHNOLOG	1－4, 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

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

藤原 弘

3 L

3 9 2 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

C (続き) . 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
	I E S A G) 2014.02.20, 第15頁第7-13行, F i g . 7 & W O 2014/026703 A1	9, 11
Y	JP 2011-163593 A (三菱重工業株式会社) 2011.08.25, 段落 [0019] - [0023], 図3 (b) & US 2012/0291772 A1 & W O 2011/096339 A1 & EP 2532984 A1	2, 7-9, 11
Y	JP 2008-523351 A (シェク ラボズーソーラー ハイドロゲン エナジー コーポレイション) 2008.07.03, 段落 [0043], 図8 & JP 4729584 B & US 2008/0184990 A1 & W O 2006/063450 A1 & EP 1834135 A & CA 2490207 A & CA 2590323 A	3, 4, 6-9, 11
Y	US 4033118 A (W i l l i a m R. P O W E L L) 1977.07.05, 第3欄第48行-第4欄第48行, F I G . 1 (ファミリーなし)	3, 4, 6-9, 11
A	US 2012/0186251 A1 (Y E D A R E S E A R C H A N D D E V E L O P M E N T C O . L T D .) 2012.07.26, 全文, 全図 & W O 2011/030331 A2 & EP 2475884 A	1-13
A	US 2009/0205638 A1 (P e t e r C O R C O R A N) 2009.08.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	US 8378280 B2 (A R E V A S O L A R , I N C .) 2013.02.19, 全文, 全図 & W O 2008/153922 A1 & W O 2008/153946 A2 & EP 2171367 A & EP 2492609 A1 & EP 2331792 A	1-13
A	US 1661473 A (R. H. G O D D A R D) 1924.06.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 55-144091 A (デビッド・タブリユ・グレッツグ) 1980.11.10, 全文, 全図 & US 4229184 A & FR 2453887 A	1-13