

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5774435号  
(P5774435)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int. Cl. F I  
 F 2 4 J 2/40 (2006.01) F 2 4 J 2/40 Z  
 F 2 4 J 2/42 (2006.01) F 2 4 J 2/42 A

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-219882 (P2011-219882)	(73) 特許権者	000220262
(22) 出願日	平成23年10月4日 (2011.10.4)		東京瓦斯株式会社
(65) 公開番号	特開2013-79759 (P2013-79759A)		東京都港区海岸1丁目5番20号
(43) 公開日	平成25年5月2日 (2013.5.2)	(74) 代理人	110000936
審査請求日	平成26年2月24日 (2014.2.24)		特許業務法人青海特許事務所
		(72) 発明者	梶山 啓輔
			東京都港区海岸一丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内
		審査官	杉山 豊博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集熱システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体が供給される流入ヘッダと、  
 前記流入ヘッダに接続され、前記流体が流通する複数の流入配管と、  
 前記複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、  
 前記複数の集熱部に接続され、前記流体が流通する複数の流出配管と、  
 前記複数の流出配管が接続され、該流出配管内を流通する前記流体を合流させる流出ヘッダと、  
 前記複数の集熱部のうち、いずれか1つの該集熱部について、内部もしくは近傍にある前記流体の温度を測定する温度測定手段と、  
 前記集熱部の上流側の流体の温度を測定する上流測定手段と、  
 以下の数式1を満たすと、前記流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする集熱システム。

【数1】

$$T_z > T_b + \frac{\beta \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式1)

ただし、

$T_z$  : 前記温度測定手段によって測定された集熱部の流体の温度の実測値

$T_b$  : 前記集熱部の上流側の流体の温度

: 定数

$Q_t$  : 前記流出ヘッダで合流した後の流体の流量

$M$  : 前記集熱部の数

$Q_x$  : 前記実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

【請求項 2】

流体が供給される流入ヘッダと、

前記流入ヘッダに接続され、前記流体が流通する複数の流入配管と、

前記複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、

前記複数の集熱部に接続され、前記流体が流通する複数の流出配管と、

前記複数の流出配管が接続され、該流出配管内を流通する前記流体を合流させる流出ヘッダと、

前記複数の集熱部のうち、いずれか 1 つの該集熱部について、内部もしくは近傍にある前記流体の温度を測定する温度測定手段と、

前記集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または該媒体近傍の温度を測定する下流測定手段と、

以下の数式 2 を満たすと、前記流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする集熱システム。

【数 2】

$$T_z > T_a + \varepsilon + \frac{(\alpha - \varepsilon) \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式 2)

ただし、

$T_z$  : 前記温度測定手段によって測定された集熱部の流体の温度の実測値

$T_a$  : 前記集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または該媒体近傍の温度

: 前記集熱部の上流側の流体の温度  $T_b$  と、前記集熱部の下流側の流体の温度  $T_a$  との差分と略等しい定数

: 定数

$Q_t$  : 前記流出ヘッダで合流した後の流体の流量

$M$  : 前記集熱部の数

$Q_x$  : 前記実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

【請求項 3】

流体が供給される流入ヘッダと、

前記流入ヘッダに接続され、前記流体が流通する複数の流入配管と、

前記複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、

前記複数の集熱部に接続され、前記流体が流通する複数の流出配管と、

前記複数の流出配管が接続され、該流出配管内を流通する前記流体を合流させる流出ヘッダと、

前記複数の集熱部のうち、少なくともいずれか 1 つを除く複数の該集熱部について、内部もしくは近傍にある前記流体の温度を測定する温度測定手段と、

前記集熱部の上流側の流体の温度を測定する上流測定手段と、

以下の数式 1 を満たすと、前記流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする集熱システム。

【数3】

$$T_z > T_b + \frac{\beta \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式1)

ただし、

$T_z$  : 前記温度測定手段によって測定された、複数の流体の温度の実測値の平均値、または、該複数の集熱部の流体の温度の実測値のうちのいずれかの実測値

$T_b$  : 前記集熱部の上流側の流体の温度

β : 定数

$Q_t$  : 前記流出ヘッダで合流した後の流体の流量

M : 前記集熱部の数

$Q_x$  : 前記実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

【請求項4】

流体が供給される流入ヘッダと、

前記流入ヘッダに接続され、前記流体が流通する複数の流入配管と、

前記複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、

前記複数の集熱部に接続され、前記流体が流通する複数の流出配管と、

前記複数の流出配管が接続され、該流出配管内を流通する前記流体を合流させる流出ヘッダと、

前記複数の集熱部のうち、少なくともいずれか1つを除く複数の該集熱部について、内部もしくは近傍にある前記流体の温度を測定する温度測定手段と、

前記集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または該媒体近傍の温度を測定する下流測定手段と、

以下の数式2を満たすと、前記流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする集熱システム。

【数4】

$$T_z > T_a + \varepsilon + \frac{(\alpha - \varepsilon) \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式2)

ただし、

$T_z$  : 前記温度測定手段によって測定された、複数の流体の温度の実測値の平均値、または、該複数の集熱部の流体の温度の実測値のうちのいずれかの実測値

$T_a$  : 前記集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または該媒体近傍の温度

ε : 前記集熱部の上流側の流体の温度  $T_b$  と、前記集熱部の下流側の流体の温度  $T_a$  との差分と略等しい定数

α : 定数

$Q_t$  : 前記流出ヘッダで合流した後の流体の流量

M : 前記集熱部の数

$Q_x$  : 前記実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽熱によって流体を加熱する集熱システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、太陽熱を利用して温水を生成する装置として、例えば、特許文献1に示されるように、1組の給水用ヘッダ(流入ヘッダ)と温水収集用ヘッダ(流出ヘッダ)それぞれに

10

20

30

40

50

複数の集熱器を並列接続する構成の集熱システムが特に家庭用として普及している。

【0003】

また、太陽熱によって加熱された温水や水蒸気の熱を空調等に利用する業務用の集熱システムは、直列に接続された複数の集熱器の列（以下「集熱部」と称する）をさらに並列接続することで、屋上面や屋根面の形状に合わせた設置方法としている。

【0004】

こうした業務用の集熱システムでは、日射量が少ないとき等は集熱部内の水の十分な加熱が困難なため、システムを停止し、十分な日射量が確保可能になるとシステムを稼働させるのが一般的である。具体的には、集熱部によって加熱された温水の温度を温度センサによって測定するとともに、測定された温水の温度が要求される温度よりも高い場合には、集熱システムを稼働して集熱部に温水を循環させ、温度センサによって測定された温水の温度が要求される温度よりも低い場合には、集熱システムの稼働を停止するようにしている。

10

【0005】

空調等で利用されるのは流出ヘッダで合流した後の温水であるため、システムの稼働可否の判断は、本来、各集熱部を流通した温水の合流後の温度に基づいて行われることが望ましい。したがって、各集熱部内の温水の温度を測定し、その測定温度から合流後の温水の温度を推定する構成が考えられるが、すべての集熱部に温度センサを設置することとなれば、コストが上昇してしまう。

【0006】

20

そこで、温度センサを合流後の配管に設置することが考えられるが、この場合、システムの稼働可否の判断のため、一時的にポンプを駆動して、各集熱部で加熱された温水を、温度センサが設置された合流後の配管まで送水しなければならない。そして、合流後の温水の温度がシステムの稼働条件に対して高い場合には、そのままポンプの駆動を継続してシステムを稼働し、合流後の温水の温度がシステムの稼働条件に対して低い場合には、ポンプの駆動を停止させることとなる。このように、システムの稼働可否の判断のためだけにポンプを駆動させることとなれば、システム全体のエネルギー効率の低下要因となる。

【0007】

上述した理由から、一般に、業務用の集熱システムでは、並列に配された各集熱部に温水を流通させる流路の長さ、配管の太さ、材質等を均一化することで、流量のばらつきを抑える構成が用いられている。このような従来の集熱システムの一例を図5に示す。

30

【0008】

この図に示す従来の集熱システム100では、集熱器101aを直列に接続した集熱部101を並列に接続し、流体を流通させる流路の長さ、配管の太さ、材質等を均一化している。具体的に、図5におけるアルファベットを用いて流路を示すと、a、b、e、hを通る流路、a、c、f、hを通る流路、a、d、g、hを通る流路は、それぞれ流路の長さ、配管の太さ、材質等が等しい。こうして、流量のばらつきを抑える構成が用いられている。

【0009】

そして、温度センサ102によって、複数の集熱部101のうち、いずれかの集熱部101内の流体の温度 $T_1$ を測定し、温度センサ103によって、加熱された流体を利用する外部装置104における熱媒体等の温度 $T_a$ を測定し、温度センサ105によって、集熱部101の上流側の流体の温度 $T_b$ を測定する。

40

【0010】

この構成によれば、各流路の熱量や流通する流体の流量がほとんど等しいため、他の集熱部101の流体の温度もほとんど同じ温度と推定できる。したがって、1つの集熱部101内の流体の温度 $T_1$ を測定することにより、合流後の流体の温度、すなわち、外部装置104に供給される流体の温度を推定することが可能となる。そして、集熱システム100では、温度センサ102によって測定される温度 $T_1$ と、温度センサ103、105によって測定される温度 $T_a$ 、 $T_b$ との温度差がそれぞれ予め定められた値を超えたとき

50

に、システムが稼働するように制御されることとなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開平8-219557号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、上記のように流路の長さ、配管の太さ、材質等を均一化して施工することになると、例えば、a、b間の流量は直列に接続された各集熱部の流量の合計値となり、配管の減肉防止の目的として、配管口径を大きくする必要があるのであるため、配管部材の切断、配管の接合等施工作业が煩雑化してしまい、コストの上昇に繋がるおそれがある。また、この構成では、最も長い流路に合わせて、他の流路も長くしなければならぬため、施工する配管が無駄に長くなることもコストの上昇要因であった。

10

【0013】

そこで、本発明は、施工作业が容易な比較的口径の小さな配管を用いることで低コスト化を図るとともに、並列に配された集熱部内を流れる流体の流量がばらつくような配管の配置であっても、集熱部内の流体を送水せずにシステムの稼働可否の判断を可能とすることで、コストを低減することができる集熱システムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

20

【0014】

上記課題を解決するために、本発明の集熱システムは、流体が供給される流入ヘッダと、流入ヘッダに接続され、流体が流通する複数の流入配管と、複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、複数の集熱部に接続され、流体が流通する複数の流出配管と、複数の流出配管が接続され、流出配管内を流通する流体を合流させる流出ヘッダと、複数の集熱部のうち、いずれか1つの集熱部について、内部もしくは近傍にある流体の温度を測定する温度測定手段と、集熱部の上流側の流体の温度を測定する上流測定手段と、以下の数式1を満たすと、流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする。

【数1】

30

$$T_z > T_b + \frac{\beta \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式1)

ただし、

T z : 温度測定手段によって測定された集熱部の流体の温度の実測値

T b : 集熱部の上流側の流体の温度

: 定数

Q t : 流出ヘッダで合流した後の流体の流量

M : 集熱部の数

40

Q x : 実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

【0015】

上記課題を解決するために、本発明の他の集熱システムは、流体が供給される流入ヘッダと、流入ヘッダに接続され、流体が流通する複数の流入配管と、複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、複数の集熱部に接続され、流体が流通する複数の流出配管と、複数の流出配管が接続され、流出配管内を流通する流体を合流させる流出ヘッダと、複数の集熱部のうち、いずれか1つの集熱部について、内部もしくは近傍にある流体の温度を測定する温度測定手段と、集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または媒体近傍の温度を測定する下流測定手段と、以下の数式2を満たすと、流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたこと

50

を特徴とする。

【数 2】

$$T_z > T_a + \varepsilon + \frac{(\alpha - \varepsilon) \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式 2)

ただし、

$T_z$  : 温度測定手段によって測定された集熱部の流体の温度の実測値

$T_a$  : 集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または媒体近傍の温度

: 集熱部の上流側の流体の温度  $T_b$  と、集熱部の下流側の流体の温度  $T_a$  との差分と略等しい定数 10

: 定数

$Q_t$  : 流出ヘッダで合流した後の流体の流量

$M$  : 集熱部の数

$Q_x$  : 実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

上記課題を解決するために、本発明の他の集熱システムは、流体が供給される流入ヘッダと、流入ヘッダに接続され、流体が流通する複数の流入配管と、複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、複数の集熱部に接続され、流体が流通する複数の流出配管と、複数の流出配管が接続され、流出配管内を流通する流体を合流させる流出ヘッダと、複数の集熱部のうち、少なくともいずれか 1 つを除く複数の集熱部について、内部もしくは近傍にある流体の温度を測定する温度測定手段と、集熱部の上流側の流体の温度を測定する上流測定手段と、以下の数式 1 を満たすと、流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする。 20

【数 3】

$$T_z > T_b + \frac{\beta \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式 1)

ただし、

$T_z$  : 温度測定手段によって測定された、複数の流体の温度の実測値の平均値、または、複数の集熱部の流体の温度の実測値のうちのいずれかの実測値 30

$T_b$  : 集熱部の上流側の流体の温度

: 定数

$Q_t$  : 流出ヘッダで合流した後の流体の流量

$M$  : 集熱部の数

$Q_x$  : 実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

上記課題を解決するために、本発明の他の集熱システムは、流体が供給される流入ヘッダと、流入ヘッダに接続され、流体が流通する複数の流入配管と、複数の流入配管のそれぞれに接続され、内部を流通する流体を太陽熱によって加熱する複数の集熱部と、複数の集熱部に接続され、流体が流通する複数の流出配管と、複数の流出配管が接続され、流出配管内を流通する流体を合流させる流出ヘッダと、複数の集熱部のうち、少なくともいずれか 1 つを除く複数の集熱部について、内部もしくは近傍にある流体の温度を測定する温度測定手段と、集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または媒体近傍の温度を測定する下流測定手段と、以下の数式 2 を満たすと、流体の流量を増加させる供給制御部と、を備えたことを特徴とする。 40

【数 4】

$$T_z > T_a + \varepsilon + \frac{(\alpha - \varepsilon) \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式 2)

ただし、

$T_z$  : 温度測定手段によって測定された、複数の流体の温度の実測値の平均値、または、  
複数の集熱部の流体の温度の実測値のうちのいずれかの実測値

$T_a$  : 集熱部の下流側から流入した流体と熱交換する媒体、または媒体近傍の温度

: 集熱部の上流側の流体の温度  $T_b$  と、集熱部の下流側の流体の温度  $T_a$  との差分と略  
等しい定数

: 定数

$Q_t$  : 流出ヘッダで合流した後の流体の流量

$M$  : 集熱部の数

$Q_x$  : 実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量

10

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、並列に配された集熱部内を流れる流体の流量がばらつくような配管の配置であっても、集熱部内の流体を送水せずにシステムの稼働可否の判断をすることができる。したがって、配管長を短くしたり、口径を小さくしたりして部材コストの低減や、敷設作業の簡素化を実現しつつ、エネルギー効率を低下させることなくシステムの稼働を適切に判断することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第1の実施形態の集熱システムを示す。

20

【図2】第1の実施形態の集熱システムの制御を説明するためのブロック図である。

【図3】第2の実施形態の集熱システムを示す。

【図4】第2の実施形態の集熱システムの制御を説明するためのブロック図である。

【図5】従来の集熱システムを示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付

30

【0021】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の集熱システム1を示す。本実施形態の集熱システム1は、例えば、建屋の屋上等に設置されるものである。この図に示すように、集熱システム1は、複数の集熱器2a、3a、4aを備える。ここでは、集熱器2a、3a、4aがそれぞれ複数(ここでは4つ)直列に接続されたものを集熱部2、3、4と称する。そして、本実施形態の集熱システム1は、集熱部2、3、4が3列並列に配されている。なお、集熱部2、3、4の数や、集熱部2、3、4の1列当たりの集熱器2a、3a、4aの数は特に限定されるものではない。

40

【0022】

集熱器2a、3a、4aについては、周知の構成であるため詳細な説明は省略するが、集熱器2a、3a、4aは、太陽からの輻射熱(太陽熱)で流体(本実施形態においては水および温水とする)を加熱する装置である。

【0023】

また、集熱システム1は、太陽熱を利用する外部装置5と接続されている。外部装置5は、例えば、熱を利用して冷却を行うことができる吸収式冷凍機や吸着式冷凍機等であり、空調システム等の一部を構成する。なお、外部装置5は、熱を蓄熱する蓄熱タンクであってもよく、太陽熱によって昇温された流体を利用する装置であれば、その構成や装置の用途等は限定されるものではない。吸収式冷凍機、吸着式冷凍機および蓄熱タンクは、周

50

知の構成であるため詳細な説明は省略する。

【0024】

集熱システム1のうち、外部装置5と接続され、外部装置5で利用(放熱)した後の流体が流入するのが流入ヘッダ6である。流入ヘッダ6には、複数の流入配管7が接続され、流入ヘッダ6から流体が流入配管7に流入する。各流入配管7は、それぞれ集熱部2、3、4に接続されており、流入配管7から集熱部2、3、4に流体が流入するようになっている。

【0025】

集熱部2、3、4を通過して加熱された流体(ここでは、温水)は、各集熱部2、3、4に接続された流出配管8内部を流れる。そして、流出配管8内を流通する流体は、流出配管8が接続された流出ヘッダ9で合流して外部装置5に導かれる。

10

【0026】

流出ヘッダ9には膨張タンク10が接続されており、日照条件や設置条件、稼働条件等からシステムが停止した場合に、集熱部2、3、4内で滞留した流体が太陽熱によって加熱されて生じる水蒸気を、膨張タンク10側に流入させるようにしている。そして、膨張タンク10側に流入した水蒸気は、当該膨張タンク10および(もしくは)図示しない放熱器によって冷却されて液化することとなる。なお、集熱器2a、3a、4aの種類や、集熱システム1の配管設計によって、蒸気発生の有無や、蒸気の通過する経路は異なる。

【0027】

ここで、本実施形態においては、流入配管7および流出配管8が、フレキシブル管によって構成されており、各流入配管7や各流出配管8の配管長がそれぞれ異なっている。ここでは、各配管7、8の径や材質は同一のものを利用するものとするが、各配管7、8の径や材質が異なるものであってもよい。ただし、流出配管8、流出ヘッダ9および膨張タンク10は、上述したように水蒸気が通過することがあるため、耐熱性の高い部材で構成することが望ましい。以下では、流入ヘッダ6から流出ヘッダ9まで流体が流通する3つの流路を、図示のように、それぞれ流路L1、L2、L3として説明する。

20

【0028】

また、流出ヘッダ9と外部装置5とを接続する配管には、流出ヘッダ9で合流した流体を外部装置5に送水するポンプ11が設けられている。

【0029】

第1温度センサ12(温度測定手段)は、複数の集熱部2、3、4のうちの1つの集熱部2内にある流体の温度(以下、第1温度センサ12によって測定される温度を「実測値T1」と称す)を測定する。

30

【0030】

なお、第1温度センサ12は、集熱部2の近傍にある流体の温度を測定してもよい。ここで、集熱部2の近傍とは、流入配管7や流出配管8の内部のうち、集熱部2の出入口近傍であって、これら両配管7、8内部に滞留または流通する流体の温度が、集熱部2内に滞留または流通している流体の温度と許容範囲内の温度差にある位置である。

【0031】

第2温度センサ(下流測定手段)13は、外部装置5内または外部装置5近傍に配され、集熱部2、3、4の下流側から流入した流体と熱交換する媒体やその媒体の近傍(容器等)の温度Taを測定する。かかる温度Taは、例えば、外部装置5が、吸収式冷凍機であれば吸収溶液温度であり、吸着式冷凍機であれば吸着材温度であり、蓄熱タンクであれば蓄熱タンク温度である。

40

【0032】

第3温度センサ(上流測定手段)14は、流入ヘッダ6と外部装置5とを接続する配管6a内の流体の温度Tbを測定する。すなわち、温度Tbは、集熱部2、3、4の上流側の流体の温度となる。

【0033】

本実施形態では、集熱システム1は、複数の集熱部2、3、4のうち1つの集熱部2に

50

のみ第 1 温度センサ 1 2 が設けられている。そして、後述する供給制御部が、第 1 温度センサ 1 2 の実測値 T 1 と、温度 T a、T b と、演算部が導出した判定定数とに基づいて、システムの稼働の可否を判断する。

【 0 0 3 4 】

以下、まず、判定定数の導出の根拠となる数式を示し、続いて、演算部による判定定数の導出処理、および供給制御部によるポンプ 1 1 の制御処理について詳述する。

【 0 0 3 5 】

(判定定数の導出の根拠：ポンプ 1 1 の駆動条件 1 )

集熱システム 1 の稼働の可否は、集熱部 2、3、4 で加温された後に流出ヘッダ 9 で合流した流体の温度によって判断すべきである。したがって、流出ヘッダ 9 の下流側の温度に基づいて集熱システム 1 の稼働の可否を判断することが考えられるが、この場合、集熱システム 1 の稼働停止状態では、集熱部 2、3、4 と流出ヘッダ 9 が離れているため自然対流や熱伝導によって集熱部 2、3、4 内の流体の温度が均一化することもなく、集熱部 2、3、4 で加温された流体が合流したときの温度を把握することができない。そこで、集熱部 2、3、4 で加温された流体が合流したときの温度を合流推定値 T h とした場合に、この合流推定値 T h を根拠として集熱システム 1 の稼働の可否を判断することが考えられる。具体的には、ポンプ 1 1 の駆動条件を、以下の数式 3 を満たすこととする。

【数 3】

$$Th > Tb + \beta$$

... (数式 3)

ただし、

T h : 合流推定値 [ ]

T b : 集熱部 2、3、4 の上流側の流体の温度

: 定数

【 0 0 3 6 】

合流推定値 T h は、以下の数式 4 に基づいて導出される。なお、Q t は設計時にシステム設計者が集熱効率や集熱器設置面積等から決定する、システム毎のある固有値である。

【数 4】

$$Th = \frac{\sum_{i=1}^M (Ti \times Qi)}{Qt}$$

... (数式 4)

ただし、

M : 集熱部 2、3、4 の数 (本実施形態においては 3)

T i : 複数の流路のうち i 番目の流路を流通する流体の温度 (実測値 T 1、推定値 T 2、T 3) [ ]

Q i : 複数の流路のうち i 番目の流路を流通する流体の流量 [k g / h]

Q t : 流出ヘッダ 9 で合流した後の流体の流量 [k g / h]

【 0 0 3 7 】

数式 4 の T i のうち、T 1 は実測値である。T 2、T 3 は、集熱部 2、3、4 毎の時間当たりの集熱量 E の関係式から導出される。本実施形態では、それぞれの集熱部 2、3、4 の日照条件等がほとんど等しく、集熱部 2、3、4 毎の時間当たりの集熱量 E が等しいものとする。すなわち、集熱部 2 における時間当たりの集熱量 E = 集熱部 3 における時間当たりの集熱量 E = 集熱部 4 における時間当たりの集熱量 E とすると、以下の数式 5 が成立する。

【数 5】

$$E = \frac{(T1 - Tb) \times Q1}{0.86} = \frac{(T2 - Tb) \times Q2}{0.86} = \frac{(T3 - Tb) \times Q3}{0.86}$$

... (数式 5)

10

20

30

40

50

ただし、

E：それぞれの集熱部 2、3、4 における時間当たりの集熱量[kW]

Q1：第 1 温度センサ 12 が配された流路 L1 の流量[kg/h]

T1：第 1 温度センサ 12 によって測定された流体の温度の実測値[ ]

T2：流路 L2 を流通する流体の温度の推定値[ ]

T3：流路 L3 を流通する流体の温度の推定値[ ]

【0038】

上述した数式 5 から、数式 6 が導かれる。以下の数式 6 に示すように、流路 L2 を流通する流体の流量 Q2 と、第 1 温度センサ 12 が配された流路 L1 を流通する流体の温度 T1 および流量 Q1 とに基づいて、推定値 T2 が導出される。

【数 6】

$$T2 = \frac{Q1 \times (T1 - Tb)}{Q2} + Tb$$

... (数式 6)

【0039】

また、上述した数式 5 から、数式 7 が導かれる。同様に、流路 L3 を流通する流体の温度の推定値 T3 も、例えば、以下の数式 7 に基づいて導出できる。

【数 7】

$$T3 = \frac{Q1 \times (T1 - Tb)}{Q3} + Tb$$

... (数式 7)

【0040】

数式 6、数式 7 を数式 4 に代入すると、合流推定値 Th は以下の数式 8 で表わされる。

【数 8】

$$Th = \frac{M \times Q1}{Qt} (T1 - Tb) + Tb$$

... (数式 8)

【0041】

上述したポンプ 11 の駆動条件の数式 3 は、数式 8 に示す合流推定値 Th を代入すると、以下の数式 1 で表わされる。

【数 9】

$$Tz > Tb + \frac{\beta \times Qt}{M \times Qx}$$

... (数式 1)

ただし、

Tz：温度測定手段によって測定された流体の温度の実測値であって、本実施形態においては T1 [ ]

：定数

Qx：実測値の測定対象となる集熱部を流通する流体の流量(ここでは Q1) [kg/h]

【0042】

数式 1 における右辺第 2 項は、判定定数である。この判定定数は、システムの稼働、非稼働といった状態によっては変化せず、システムの稼働の判定に用いられる定数となる。続いて、かかる判定定数を導出する演算部の処理について説明する。

【0043】

(演算部による判定定数の導出処理)

図 2 は、第 1 の実施形態の集熱システム 1 の制御を説明するためのブロック図である。

10

20

30

40

50

この図に示すように、集熱システム 1 は、演算部 15、記憶部 16、供給制御部 17 およびタイマ 18 を備えている。

【0044】

演算部 15 には、ポンプ 11 によって送出される流量  $Q_t$ 、流路を構成する配管長、配管径、配管の材質、集熱部 2、3、4 等の圧力損失特性等から、流路  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  を流れる流量  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  を算出する流量算出式が予め記憶されている。この流量算出式は、例えば、配管長や配管径等が入力可能となっており、各数値の入力によって、流量  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  が算出されるように構成されている。そして、設置現場で配管等の敷設が完了した後、集熱システム 1 の運用を開始する前に、流量  $Q_t$ 、流路を構成する配管長、配管径、配管の材質、集熱部 2、3、4 等の圧力損失特性等の各数値を入力すると、流

10

【0045】

なお、ここでは、流量算出式を演算部 15 に記憶しておき、配管長等を入力することによって、流量  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  が算出されることとしたが、例えば、流量  $Q_1$  の演算を別途に行い、別途算出した流量  $Q_1$  を、単に記憶部に記憶することとしてもよい。いずれにしても、演算部 15 は、流量  $Q_1$  を特定することができる構成であればよい。ただし、本実施形態のように、演算部 15 に流量算出式を記憶しておき、配管長等の各種条件を入力することで流量  $Q_1$  を算出するにすれば、配管を交換した場合等、各種の条件が変更された場合にも、正確な流量  $Q_1$  に即座に変更することが可能となる。

20

【0046】

そして、演算部 15 は、数式 1 の右辺第 2 項に、流量  $Q_t$ 、 $Q_1$ 、予め設定された定数、集熱部 2、3、4 の数である 3 を代入し、判定定数を導出し、記憶部 16 に記憶する。記憶部 16 は、RAM、フラッシュメモリ、HDD 等で構成される。

【0047】

上述した演算部 15 による判定定数の導出は、例えば、当該集熱システム 1 の施工後に 1 度だけ行い、導出した判定定数を記憶部 16 に記憶させておけばよい。後述する供給制御部 17 は、判定の都度、記憶部 16 に記憶されている判定定数を参照する。

【0048】

(供給制御部 17 によるポンプ 11 の制御処理)

30

供給制御部 17 は、集熱システム 1 の運用中、タイマ 18 によって所定時間(数ミリ秒～数分)が計時されるたびに、第 1 温度センサ 12 によって測定された流体の温度の実測値  $T_1$  と、第 2 温度センサ 13 によって測定された外部装置 5 やその内部の媒体の温度  $T_a$  と、第 3 温度センサ 14 によって測定された流体の温度  $T_b$  を取得する。

【0049】

そして、供給制御部 17 は、取得した実測値  $T_1$  と温度  $T_a$ 、 $T_b$  と、記憶部 16 に記憶された判定定数とから、上述した数式 1 による判定処理を行う。具体的に、供給制御部 17 は、数式 1 を満たす場合が、ポンプ 11 を駆動させる条件のひとつとなる。

【0050】

(ポンプ 11 の駆動条件 2)

40

また、本実施形態では、上記の駆動条件 1 を満たすと判定した場合に、以下の駆動条件 2 を満たすかを判定し、駆動条件 1、2 の双方もしくは片方を満たすと判定した場合に、ポンプ 11 を駆動することとしている。ポンプ 11 の駆動条件 2 は、以下の数式 9 を満たすこととする。

【数 10】

$$T_h > T_a + \alpha$$

… (数式 9)

ただし、

$T_a$  : 集熱部 2、3、4 の下流側の流体の温度 [ ]

: 定数

50

## 【 0 0 5 1 】

この数式 9 についても、上述した数式 3 と同様、判定定数と実測値  $T_1$  と、 $T_a$  からなる数式に置き換えられる。集熱部 2、3、4 の上流側の流体の温度  $T_b$  と下流側の流体の温度  $T_a$  とは、大凡変化しない温度差に維持される。ここで、温度  $T_a$  と温度  $T_b$  との温度差（差分）と略等しい値を とする。ただし、略等しいとは、実際の温度  $T_a$  と温度  $T_b$  との温度差の変化の幅の範囲内に収まることを示す。 $T_b - T_a$  であることから、ここでは、 $T_b - T_a =$  と見なすと、数式 9 は、以下の数式 2 に置き換えられる。ただし、数式 2 においては、右辺第 2 項および第 3 項の和が判定定数となる。

## 【数 1 1】

$$T_z > T_a + \varepsilon + \frac{(\alpha - \varepsilon) \times Q_t}{M \times Q_x}$$

10

... (数式 2)

ただし、

：集熱部 2、3、4 の上流側の流体の温度  $T_b$  と、集熱部 2、3、4 の下流側の流体の温度  $T_a$  との差分と略等しい定数

## 【 0 0 5 2 】

以上のように、本実施形態では、供給制御部 17 が、数式 1 および（もしくは）数式 2 に基づいてポンプ 11 の駆動の可否を判定する。そして、数式 1 および（もしくは）数式 2 の双方を満たすと判定した場合、すなわち、駆動条件 1、2 の双方もしくは片方を満たすと判定した場合に限り、ポンプ 11 を駆動制御することとなる。

20

## 【 0 0 5 3 】

(ポンプ 11 の停止条件 1)

また、ポンプ 11 の停止条件は、以下の数式 10 を満たすことである。

## 【数 1 2】

$$T_h < T_b + \delta$$

... (数式 10)

ただし、

：定数

## 【 0 0 5 4 】

同様に、数式 10 は、以下の数式 11 に置き換えられる。

30

## 【数 1 3】

$$T_z < T_b + \frac{\delta \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式 11)

## 【 0 0 5 5 】

(ポンプ 11 の停止条件 2)

また、本実施形態では、上記の停止条件 1 を満たすと判定した場合に、以下の停止条件 2 を満たすかを判定し、停止条件 1、2 の双方を満たすと判定した場合に、ポンプ 11 を停止することとしている。ポンプ 11 の停止条件 2 は、以下の数式 12 を満たすこととする。

40

## 【数 1 4】

$$T_h < T_a + \gamma$$

... (数式 12)

ただし、

：定数

## 【 0 0 5 6 】

同様に、数式 12 は、以下の数式 13 に置き換えられる。

## 【数 1 5】

$$T_z < T_a + \varepsilon + \frac{(\gamma - \varepsilon) \times Q_t}{M \times Q_x}$$

... (数式 1 3)

## 【0 0 5 7】

仮に、数式 1、2、1 1、1 3 ではなく、単に実測値 T 1 を数式 3、9、1 0、1 2 の合流推定値 T h として代入してシステムの稼働可否の判断を行う場合、T 1 > T a + であっても、温度を測定していない他の集熱部 3、4 で加熱された流体の温度が低く、実際には T h < T a + となる場合がある。同様に、T 1 > T b + であっても、T h < T b +

となる場合がある。これらの場合、合流後の流体の温度が低過ぎて外部装置 5 による熱利用ができないまま、集熱システム 1 が稼働して逆放熱となってしまうこととなる。供給制御部 1 7 は、合流推定値 T h を勘案して導出された数式 1 ~ 4 に基づいてシステムの稼働の可否を判断するため、このような事態を回避できる。

## 【0 0 5 8】

上述したように、本実施形態の集熱システム 1 は、1 つの集熱部 2 に配された第 1 温度センサ 1 2 のみでシステムの稼働の可否を判定でき、第 1 温度センサ 1 2 の数を最小に抑えてコストを低減することができる。また、ポンプ 1 1 を稼働させて集熱部 2、3、4 内の流体を送水させずとも、集熱システム 1 の稼働の判断を遂行できる。上述した判定定数は、複数の流入配管 7 それぞれの内部を流通する流体の流量 Q 1、Q 2、Q 3 の比率に基づいて、合流推定値 T h を勘案して導出されるため、集熱システム 1 は、流量 Q 1、Q 2、Q 3 を均一化するために、流量調整用のバルブを設けたり、流入ヘッダ 6 から流出ヘッダ 9 への複数の流路 L 1、L 2、L 3 の長さ、配管の太さ、材質等を均一化する必要がなく、部品の調達コストや施工コストを低減できる。

## 【0 0 5 9】

また、長尺（一般に 2 0 m 程度）のフレキシブル管は、口径が大きくなる（一般に 2 0 m m 以上）と施工性が低下することから、口径の小さなもののみ販売されているため、従来では流入配管および流出配管にフレキシブル管を用いることができなかつた。本実施形態の集熱システム 1 は、上記のように、複数の流路 L 1、L 2、L 3 の流量を均一化する必要がなく、さらに、図 5 の a、b 間のように流量が多くなる箇所がないことから、配管の口径を大きくする必要もないため、流入配管 7 および流出配管 8 をフレキシブル管で構成することができる。

## 【0 0 6 0】

可撓性を有するフレキシブル管を用いれば、配管の配置の自由度が向上し、施工先の環境に応じて変形可能となる。そして、耐熱温度の高い長尺のフレキシブル管を用いることにより、特に、上述した水蒸気が通過する流出配管 8 等の接合部分に耐熱性の高いシール材を用いる箇所の数を低減でき、また、水蒸気の通過しない箇所についても、熱伸縮吸収部や配管支持金具の設置が不要となること等から、さらなる施工コストの低減が可能となる。

## 【0 0 6 1】

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態における集熱システム 2 0 について説明する。第 2 の実施形態では、上記第 1 の実施形態と第 1 温度センサ 1 2 a、1 2 b の数および演算部 2 1、供給制御部 2 2 の処理が異なるので、ここでは、上記第 1 の実施形態と同じ構成については説明を省略し、構成が異なる第 1 温度センサ 1 2 a、1 2 b の数および演算部 2 1、供給制御部 2 2 についてのみ説明する。

## 【0 0 6 2】

図 3 は、第 2 の実施形態における集熱システム 2 0 を示し、図 4 は、第 2 の実施形態の集熱システム 2 0 の制御を説明するためのブロック図である。第 2 の実施形態では、第 1 温度センサ 1 2 a、1 2 b が 2 つの集熱部 2、3 にそれぞれ配されている。

## 【 0 0 6 3 】

演算部 2 1 は、流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  を導出し、その流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  を用いて、第 1 温度センサ 1 2 a、1 2 b が配された集熱部 2、3 それぞれについての判定定数を導出する。

## 【 0 0 6 4 】

供給制御部 2 2 は、第 1 温度センサ 1 2 a によって測定された実測値  $T_{1a}$  および第 1 温度センサ 1 2 b によって測定された実測値  $T_{1b}$  それぞれに基づいて、システムの稼働の可否を判断する。供給制御部 2 2 は、演算部 2 1 が導出した、集熱部 2、3 それぞれについての判定定数の平均値と、実測値  $T_{1a}$ 、 $T_{1b}$  の平均値について、上述した判定を行う。このように、温度センサの数を増やすことで、供給制御部 2 2 は、システムの稼働の可否をより高精度に判定できる。

10

## 【 0 0 6 5 】

また、供給制御部 2 2 は、測定した実測値  $T_{1a}$ 、 $T_{1b}$  のうち、いずれか低温の方に基づいて、システムの稼働の可否を判断してもよいし、いずれか高温の方に基づいて、システムの稼働の可否を判断してもよい。

## 【 0 0 6 6 】

また、複数の集熱部 2、3、4 のいずれかが、季節や時間帯等によっては日陰になり易い等、日照条件にばらつきがある場合もあり得る。この場合、供給制御部 2 2 が、例えば、季節や時間帯等に応じて、第 1 温度センサ 1 2 a、1 2 b のうち、他の集熱部 4 の日照条件とより等しい集熱部の流体の温度を測定していると考えられる方の実測値を用いてもよい。かかる構成により、供給制御部 2 2 は、外部環境の変化による影響を排除し、より適切にシステムの稼働の可否を判断可能となる。

20

## 【 0 0 6 7 】

なお、上述した実施形態では、3 つの流路  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  それぞれの流量が異なったが、いずれか 1 つの流路のみが、他の流路と流量が異なる構成も含まれる。また、上述した実施形態では、流入配管 7 および流出配管 8 すべてがフレキシブル管である構成を例に挙げたが、いずれか一本のみがフレキシブル管であってもよいし、流入配管 7 および流出配管 8 の全てが固定配管であっても構わない。

## 【 0 0 6 8 】

また、上述した実施形態では、複数の流路  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  が 3 つである例を挙げたが、流路の数は 2 つであっても 4 つ以上であってもよい。また、第 1 温度センサ 1 2 は、流路が 4 つ以上の場合において、複数の流路のうち、少なくともいずれか 1 つを除く流路に配されればよい。つまり、複数の集熱部が設けられた場合において、1 つの集熱部を除く他の全ての集熱部に第 1 温度センサ 1 2 を設けることとしてもよい。

30

## 【 0 0 6 9 】

また、上述した実施形態では、流体として水（温水）を例に挙げたが、水に限らず、熱伝達可能な流体であればよい。

## 【 0 0 7 0 】

また、上述した実施形態では、第 1 温度センサ 1 2、1 2 a、1 2 b は、集熱部 2 内の出口付近（下流側）に配されるが、例えば、入口付近（上流側）に配されてもよい。また、第 1 温度センサ 1 2、1 2 a、1 2 b は、直接流体の温度を測定する構成に限らず、集熱器 2 a、3 a、4 a の集熱パネルや配管の温度を測定して間接的に流体の温度を検出してもよい。

40

## 【 0 0 7 1 】

なお、上述した実施形態では、集熱部 2、3、4 それぞれの時間当たりの集熱量  $E$  は等しいものとしたが、実際には、季節や時間帯等によって日陰になる等、集熱部 2、3、4 ごとに集熱量  $E$  が変化する場合がある。そこで、予め、集熱部 2、3、4 ごとの時間当たりの集熱量  $E$  の変化を測定したり、予測したりして、季節や時間帯等の条件に応じて所定の補正係数を考慮したうえで判定定数を導出してよい。

## 【 0 0 7 2 】

また、上述した実施形態では、演算部 1 5、2 1 が判定定数を導出して記憶する構成を

50

例に挙げた。しかし、集熱システム 1、20 は、必ずしも演算部 15、21 を備える必要はなく、例えば、予め、外部装置等で導出した判定定数を、供給制御部 17、22 の記憶部 16 に記憶させておき、供給制御部 17、22 は、この記憶部 16 に記憶された判定定数を用いて、システムの稼働の可否を判断してもよい。かかる構成により、集熱システム 1、20 を、演算処理能力の低い簡易な構成で実現できる。

【0073】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

10

【産業上の利用可能性】

【0074】

本発明は、太陽熱によって流体を加熱する集熱システムに利用することができる。

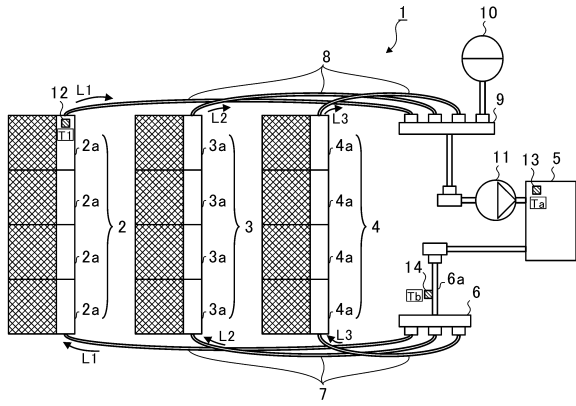
【符号の説明】

【0075】

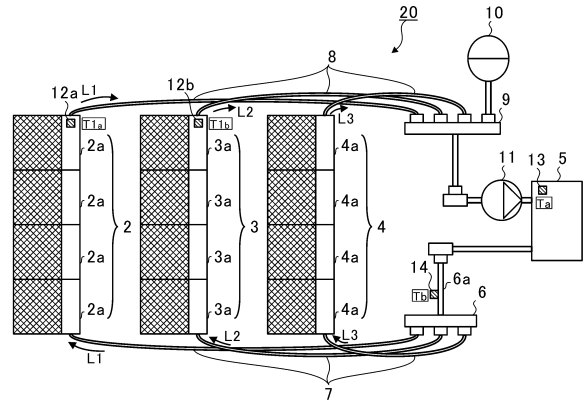
- 1、20 集熱システム
- 2、3、4 集熱部
- 6 流入ヘッダ
- 7 流入配管
- 8 流出配管
- 9 流出ヘッダ
- 12、12a、12b 第1温度センサ(温度測定手段)
- 13 第2温度センサ(下流測定手段)
- 14 第3温度センサ(上流測定手段)
- 15、21 演算部
- 17、22 供給制御部

20

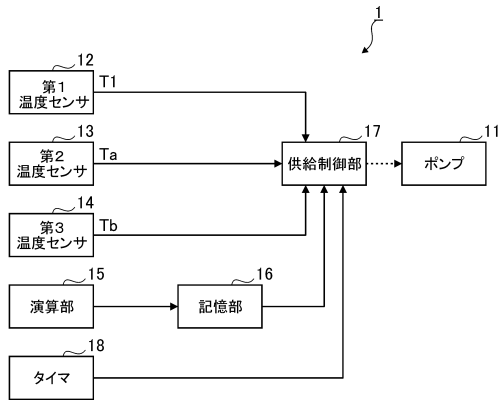
【図1】



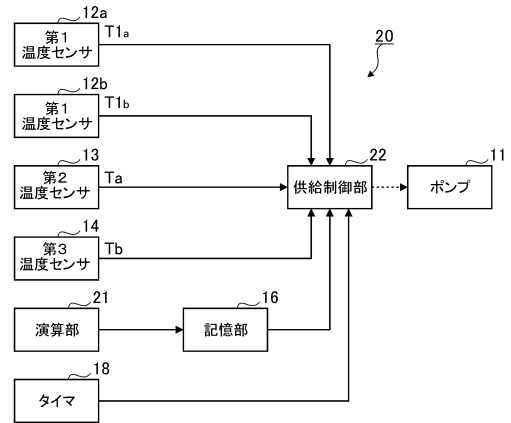
【図3】



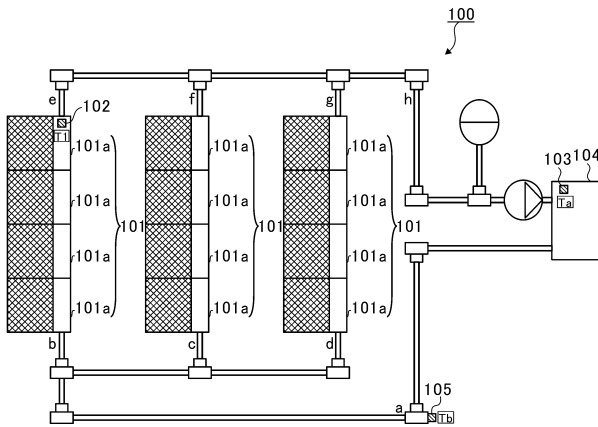
【図2】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-219557(JP,A)  
特開昭60-044763(JP,A)  
実開昭55-022021(JP,U)  
国際公開第2007/072591(WO,A1)  
米国特許第04474169(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F24J 2/40

F24J 2/42