

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4931021号  
(P4931021)

(45) 発行日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>CO2F</b>	<b>1/14</b>	<b>(2006.01)</b>	CO2F	1/14	A
<b>BO1D</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	1/00	Z
<b>BO1D</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	5/00	Z
<b>CO2F</b>	<b>1/28</b>	<b>(2006.01)</b>	CO2F	1/28	D

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-225970 (P2008-225970)	(73) 特許権者	000125347
(22) 出願日	平成20年9月3日 (2008.9.3)		学校法人近畿大学
(65) 公開番号	特開2010-58042 (P2010-58042A)		大阪府東大阪市小若江3丁目4番1号
(43) 公開日	平成22年3月18日 (2010.3.18)	(74) 代理人	100075258
審査請求日	平成23年8月2日 (2011.8.2)		弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	高見 晋一
			奈良県奈良市中町3327-204 学校 法人近畿大学農学部内
		審査官	山本 吾一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽熱蒸留装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水源に入れられる取水部と、  
前記取水部からの水を上方へ導く中空の導水管と、  
前記導水管の上端側を封止する太陽熱吸収部材であって、その外表面が蒸発面をなす蒸発キャップと、  
前記蒸発キャップの外表面で蒸発した水蒸気を凝結させて回収する凝結器と、  
を含み、  
少なくとも前記導水管の内部に保水空間が構成され、  
前記取水部には前記水源から前記保水空間内へ水を供給するための少なくとも1つの流  
路が形成され、  
前記導水管における少なくとも中間露出部分が透明部材により構成され、当該中間露出  
部分を介して太陽熱がその内部の加温部に与えられて、そこで前記保水空間内の水が温め  
られる、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、  
前記保水空間に入れられた多孔質部材を含み、  
前記加温部において前記多孔質部材が前記太陽熱を吸収する吸熱作用を発揮する、こと  
を特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項3】

請求項 2 記載の装置において、

前記多孔質部材は炭部材により構成され、当該炭部材が前記吸熱作用の他に浄水作用を発揮する、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の装置において、

前記炭部材は、前記保水空間内に充填された木炭粒子群により構成される、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の装置において、

前記蒸発キャップは、前記多孔質部材よりも空隙率の小さい部材によって構成される、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の装置において、

前記導水管は螺旋形態を有する、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の装置において、

前記保水空間に対して予め注水を行うための注水機構が設けられた、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の装置において、

前記導水管の内部には、前記流路として、前記取水部から前記保水空間の上部まで伸びた細管が設けられ、当該細管の上端開口から前記保水空間内へ水が供給される、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

20

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の装置において、

前記取水部は前記水源に設けられ、

前記凝結器は前記水源よりも上方で水平方向に変位した地上箇所に設けられた、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

【請求項 10】

互いに隙間をもって配列された複数の水柱形成ユニットと、

前記複数の水柱形成ユニットの上端部を包み込み、前記各水柱形成ユニットの上端部で生じた水蒸気を凝結させて回収する凝結器と、

を含み、

前記各水柱形成ユニットは、

下端部を構成し、水源に入れられる取水部と、

前記取水部からの水を上方へ導く中空の導水管と、

前記上端部を構成し、前記導水管の上端側を封止する中空の太陽熱吸収部材であって、その外表面が蒸発面をなす蒸発キャップと、

を有し、

前記各水柱形成ユニットにおいて、前記導水管の内部と前記蒸発キャップの内部とが連通して水柱が形成される保水空間が構成され、前記取水部には前記水源から前記保水空間内へ水を供給するための少なくとも 1 つの流路が形成され、

前記導水管における少なくとも中間露出部分が透明部材により構成され、当該中間露出部分を介して太陽熱がその内部の加温部に与えられて、そこで前記保水空間内の水が温められる、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

40

【請求項 11】

請求項 10 記載の装置において、

前記各水柱形成ユニットにおける各蒸発キャップが黒色部材により構成され、

前記各水柱形成ユニットにおける各保水空間に黒色粒子群が充填された、ことを特徴とする太陽熱蒸留装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は太陽熱蒸留装置に関し、特に、太陽エネルギーつまり太陽熱による水の蒸発を利用して、蒸留、及び、垂直方向・水平方向の水移動を行う装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

今日、地球環境保全の観点から、自然エネルギーを利用する装置の実用化及び普及が社会的に強く要請されている。そのような背景の中で、太陽熱を利用して揚水、蒸留等を行う各種の装置が提案されている。特許文献1乃至3に記載された装置は、いずれも太陽熱を利用して水を蒸発させ、それによる水蒸気を凝結させて回収する装置である。これらの装置においてはエネルギー効率を高めることが望まれている。

10

## 【0003】

特許文献3に記載された構成について具体的に説明すると、同文献には、取水部からの水を導水部を經由して蒸発部に導き、そこで日射による蒸発を促進させることにより、その蒸発エネルギーを利用して揚水、蒸留を行うことが記載されている。ここで、導水部及び蒸発部は一体化された多孔質部材で構成されているが、同文献には水柱形成用の閉空間を形成することまでは記載されていない。また、導水部はその多くの部分が水面下に位置しており、多孔質部材は円筒形状をもった補強部材の内部に収容されている。そのような部位において太陽熱を利用することは特に記載されていない。

20

## 【0004】

なお、特許文献4は、管部材の内部に水柱を形成する蒸発計を開示するものである。管部材上端の蒸発部はセラミックあるいは素焼き管によって構成されている。但し、蒸発した水蒸気を凝結、回収することは同文献には記載されていない。

## 【0005】

【特許文献1】特開昭60-220182号公報

【特許文献2】実開昭57-70492号公報

【特許文献3】特開2001-129538号公報

【特許文献4】特許第3644623号公報

## 【発明の開示】

30

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

以上のように、太陽エネルギーはクリーンなエネルギーであるから、その効率的な利用が求められており、それは太陽熱蒸留装置の分野においても同様に指摘されているが、従来の太陽熱蒸留装置においては、必ずしもエネルギー効率を高められないという問題がある。なお、水源から離れた所で、その水源の水を利用するためには、水の輸送コストが大きくなってしまいう問題も指摘されている。

## 【0007】

本発明の目的は、エネルギー効率の良い太陽熱蒸留装置を提供することにある。

## 【0008】

40

本発明の他の目的は、高い揚水作用及び高い浄水作用を有する太陽熱蒸留装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、水平方向への水の輸送作用を発揮させることができる太陽熱蒸留装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明に係る太陽熱蒸留装置は、水源に入れられる取水部と、前記取水部からの水を上方へ導く中空の導水管と、前記導水管の上端側を封止する太陽熱吸収部材であって、その外表面が蒸発面をなす蒸発キャップと、前記蒸発キャップの外表面で蒸発した水蒸気を凝結させて回収する凝結器と、を含み、少なくとも前記導水管の内部に保水空間が構成され

50

、前記取水部には前記水源から前記保水空間内へ水を供給するための少なくとも1つの流路が形成され、前記導水管における少なくとも中間露出部分が透明部材により構成され、当該中間露出部分を介して太陽熱がその内部の加温部に与えられて、そこで前記保水空間内の水が温められる、ことを特徴とする。

【0010】

上記構成によれば、導水管の上端部に設けられた蒸発キャップにて、太陽熱（日射作用）により水が蒸発する。それにより生じた水蒸気が凝結器において凝結し、それが水滴となって回収される。蒸発キャップでの水の蒸発は導水管内における水の移動を生じさせる。一方、導水管の少なくとも中間露出部分が透明部材により構成され、太陽熱が導水管内部の保水空間（加温部）にも注がれる。これにより直接的にあるいは間接的に加温部に存在する水が温められて、水の上昇等の水運動が促進される。それには水の対流が含まれることもある。いずれにしても、加温された水が蒸発キャップに達するならば、そこでの蒸発作用を促進できる。このように、蒸発キャップにおける太陽熱による蒸発作用（同時に揚水作用）に加えて、中間露出部分内の加温部における水温上昇作用が相乗的に発揮され、蒸発効率（蒸留効率、造水効率）を著しく高めることができる。但し、そのためには、一般に、保水空間に水柱が常時保持されるように構成しておくのが望ましく、つまり導水管内部に保持された水がその下部から自然に流れ出さないように、蒸発キャップを構成するのが望ましい。同じ理由から、取水用の流路を細孔あるいは細管としておくのが望ましい。細管を取水部から保水空間の上部まで導けば、細管における毛細管現象を使って容易に水の供給を行え、かつ、下部からの水の流出を容易に制限できる。その場合でも加温部による水の加温作用が発揮される。また、保水空間内に吸水性部材あるいは多孔性部材を投入あるいは充填しておき、保水性を高めるのが望ましい。細管を設ける場合、更に導水管内に多孔性部材を入れるのが望ましいが、入れなくてもよい。

【0011】

以上のように、本発明によれば、従来においては、専ら導水だけの機能をもった部分を積極的に太陽熱吸収部分として活用し、蒸発の促進、及び、揚水等の水移動の促進を図るものであり、結果として造水効率を高めることが可能となる。よって、本発明は、水輸送システム、浄水システム等にも応用可能である。

【0012】

上記において、蒸発部は必ずしも取水部の鉛直上方に位置している必要はなく、斜め上方に位置していてもよい。例えば、水源と大地とに跨って本発明に係る装置が設置されてもよい。蒸発部は、蒸発キャップを包み込むものとして構成するのが望ましいが、それについては様々な形態が考えられる。同様に、蒸発キャップについても円筒形、球形等の形態が考えられ、それは基本的には中空部材として構成するのが望ましいが（その場合には蒸発キャップ内部も保水空間の一部となる）、その機能を発揮できる限りにおいて湿潤性をもった中実部材として構成することも可能である。導水管の全体が透明部材で構成されてもよいが、少なくとも水面レベルよりも高い位置において透明部分が構成され、当該部分（の内部）が加温部として機能する。

【0013】

望ましくは、前記保水空間に入れられた多孔質部材を含み、前記加温部において前記多孔質部材が前記太陽熱を吸収する吸熱作用を発揮する。この構成によれば、保水空間における保水作用を高めることができ、同時に、熱伝達による加温作用を高められる。

【0014】

望ましくは、前記多孔質部材は炭部材により構成され、当該炭部材が前記吸熱作用の他に浄水作用を発揮する。この構成によれば、蒸発促進のみならず浄水作用も得られるので、実用性を向上できる。炭部材が劣化した場合にそれを交換可能とする構成を採用するのが望ましい。望ましくは、前記炭部材は、前記保水空間内に充填された木炭粒子群により構成される。木炭は黒色多孔質部材であり、吸熱性に優れ、且つ、浄水性に優れる。比較的安価であり、交換も容易でもある。木炭と等価な性質をもった他の材料を利用することも勿論可能である。

10

20

30

40

50

## 【0015】

望ましくは、前記蒸発キャップは、前記多孔質部材よりも空隙率の小さい部材によって構成される。蒸発キャップの空隙率は、保水空間において水柱が維持されるように定められるが、いずれにしてもそれは多孔質部材の空隙率よりも小さく設定されるのが通常である。なお、水蒸気は通すが水を通さない材料で蒸発キャップを構成することもできる。

## 【0016】

望ましくは、前記導水管は螺旋形態を有する。この構成によれば、日射を浴びる表面積を増大して、加温作用を増大させることができる。ジグザグ形態、渦巻き形態といった表面積を増大する形態もその本質において螺旋形態と同様である。

## 【0017】

望ましくは、前記保水空間に対して予め注水を行うための注水機構が設けられる。装置稼働に先立って、つまり蒸発キャップでの蒸発作用を発揮させる前に、保水空間に水柱を形成しておくことが必要となる。その場合、導水管を逆さにした状態で、上向きの底部開口から水を注入して、底部開口に栓を装着した上で、導水管の下端部を水源に差し込みつつ導水管を正立させることも可能であるが、その作業は一般に煩雑である。そこで、注水機構を利用して保水空間を満水状態にできるように構成するのが望ましい。つまり、正立状態で例えば蒸発キャップの天井壁側から注水を行って満水状態を形成できるように構成するのが望ましい。その際、上部から空気を追い出すための空気抜き路を別途形成してもよい。保水空間内に水柱が形成された後においては、注水路や空気抜き路は閉鎖される。

望ましくは、前記導水管の内部には、前記流路として、前記取水部から前記保水空間の上部まで伸びた細管が設けられ、当該細管の上端開口から前記保水空間内へ水が供給される。細管において毛細管現象が発揮されて、蒸発の促進に伴って水が自然に保水空間へ供給される。細管を利用すれば、保水空間の底面側を完全に封止することもでき、その場合にはその底面における水の流出を防止できる。細管としては、毛細管現象が生じる程度の直径を有する管を用いるのが望ましく、複数の細管を設けるようにしてもよい。

望ましくは、前記取水部は前記水源に設けられ、前記凝結器は前記水源よりも上方で水平方向に変位した地上箇所設けられる。この構成によれば大規模な水輸送システムも実現可能である。特に中間露出部に多くの日射が当たるようにするのが望ましい。

## 【0018】

本発明に係る太陽熱蒸留装置は、互いに隙間をもって配列された複数の水柱形成ユニットと、前記複数の水柱形成ユニットの上端部を包み込み、前記各水柱形成ユニットの上端部で生じた水蒸気を凝結させて回収する凝結器と、を含み、前記各水柱形成ユニットは、下端部を構成し、水源に入れられる取水部と、前記取水部からの水を上方へ導く中空の導水管と、前記上端部を構成し、前記導水管の上端側を封止する中空の太陽熱吸収部材であって、その外表面が蒸発面をなす蒸発キャップと、を有し、前記各水柱形成ユニットにおいて、前記導水管の内部と前記蒸発キャップの内部とが連通して水柱が形成される保水空間が構成され、前記取水部には前記水源から前記保水空間内へ水を供給するための少なくとも1つの流路が形成され、前記導水管における少なくとも中間露出部分が透明部材により構成され、当該中間露出部分を介して太陽熱がその内部の加温部に与えられて、そこで前記保水空間内の水が温められる、ことを特徴とする。

## 【0019】

上記構成によれば、複数の水柱形成ユニットのそれぞれにおいて蒸発作用を発揮させて、蒸留効率を高めることができる。各水柱形成ユニットでは、その中間部分において太陽熱による加温作用が生じるので、蒸発や揚水等の水移動が促進される。

## 【0020】

望ましくは、前記各水柱形成ユニットにおける各蒸発キャップが黒色部材により構成され、前記各水柱形成ユニットにおける各保水空間に黒色粒子群が充填される。日射吸収部分を黒色あるいは黒色系で構成すれば、熱吸収効率を高められる。

## 【発明の効果】

## 【0021】

以上説明したように、本発明によれば、太陽熱蒸留装置においてエネルギー効率を高められる。あるいは、同装置において、揚水等の水移動作用及び浄水作用の両者を発揮させることができる。本発明に係る装置を応用すれば自然エネルギーによる水の輸送装置を構成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0023】

図1には、太陽熱（ソーラーエネルギー）を利用した蒸留装置の一例が示されている。この蒸留装置は、揚水装置（水輸送装置）、浄水装置（淡水化装置）等としても機能するものである。対象となる水源としては、地下水、貯留水、湖沼水、河川、海水、等があげられる。

10

【0024】

図1において、蒸留装置は、図示の例において、起立配置されたパイプとしての導水管10を有する。導水管10は、この例において、それ全体が透明な円筒形の容器であり、それは例えば樹脂、ガラス等により構成される。導水管10の外形（直径）R1は例えば18mmであり、その内径R2は例えば15mmである。その場合、肉厚は1.5mmである。導水管10の長さH1は例えば1000mmである。導水管10の起立状態を保持する機構については図示省略されている。

【0025】

20

蒸発キャップ12は、導水管10の上端側に設けられた蒸発部材あるいは蒸発容器である。蒸発キャップ12は多孔質部材により構成され、その外面は黒色をもった蒸発面を構成している。本装置稼働状態において蒸発キャップ12は湿潤状態におかれる。蒸発キャップ12は図示の例では円筒形状を有し、その外径は例えば18mmであり、その内径は例えば15mmである。その場合、肉厚は3mmである。蒸発キャップ12の長さH2は例えば60mmである。蒸発キャップ12は、例えばセラミック材料で構成され、特許文献4に記載された蒸発部を構成する素焼き部材を利用することも可能である。後述するように、蒸発キャップ12と導水管10の両者に連通する内部として保水空間22が構成され、そこにおいては水源19から供給される水が水柱を構成する。その水柱が維持されるように、つまり、導水管10の下部から自然に水が流れ出ないように、蒸発キャップ12を構成するのが望ましい。具体的には、水柱が維持されるように、蒸発キャップ12の空隙率を調整し、あるいは、それを構成する材料を選択するのが望ましい。蒸発キャップ12の形態は円筒形には限られず、中空の球形等であってもよい。その機能が発揮される限りにおいて、蒸発キャップ12を中空部材ではなく中実部材として構成することも可能である。導水管10の上端10B内に蒸発キャップ12の下端部12Aが嵌め込まれており、その構造により密着性シール部が構成される。

30

【0026】

中空の凝結器16は、蒸発キャップ12の全体を取り囲んでいる。凝結器16は、この例では、実質的に球形を有し、それは例えば透明なガラス製である。透明な樹脂製であってもよい。その外形R3は例えば135mmであり、肉厚は例えば3.5mmである。凝結器16の容積はおよそ1.2Lである。凝結器16は、具体的には、球形を有する本体16Aと、その底部をなす底壁16Bとからなるものである。底壁16Bは、ドレイン16Dが設けられている側へ下がって傾斜しているが、水滴を捕集、回収できる限りにおいて、各種の構造を採用できる。ドレイン16Dは、凝結器16の内面つまり凝結面30での水蒸気の結露により生じた水滴を外部へ排出する配水管である。底壁16Bの中央部には開口16Cが形成されており、そこを導水管10が貫通している。開口16Cと導水管10との接触部分には必要に応じてシール部材が設けられる。

40

本体16Aの頂部（外表面における頂点を中心とした凸面状の部分領域）には遮光コーティング28が施されている。この遮光コーティング16は必要に応じて設けられるものであるが、それによれば凝結器16自体の日射による温度上昇を抑制できる。凝結作用を

50

高めるためには、凝結器 16 と水蒸気との温度差ができるだけ大きい方が望ましいからである。但し、遮光コーティング 16 をあまり広範囲に形成すると、蒸発キャップ 12 への日射到達量が必要以上に低減してしまうため、それとの関係において、遮光コーティング 16 の大きさを定めるのが望ましい。符号 30A は遮光コーティング 30A の裏側に相当する凝結面部分を示している。そこでの凝結効率が他の部分よりも高められている。遮光コーティング 16 は例えばアルミニウム膜（反射膜）によって構成される。そのようなコーティングによらず、凝結器 16 の直上に傘部材を設けてもよい。あるいは、コーティングが単に白色塗料の塗布層によって構成されてもよい。凝結器 16 に多数のフィン等の空冷設備を設けるようにしてもよい。凝結器 16 の形態は図示のものには限られない。

#### 【0027】

導水管 10 は、その下部だけが水源 19 内に浸漬した状態で配置されている。導水管の下端 10A には封止栓 26 が設けられている。具体的には、下端 10A 内に封止栓 26 の一部が挿入されている。封止栓 26 は例えばゴム材により構成される。それは着脱可能なものである。封止栓 26 には少なくとも 1 つの取水孔 26a が設けられている。その直径は例えば 1mm である。複数個の取水孔を設けるようにしてもよいが、水柱が維持されることが前提となる。なお、取水部 18 にフィルタを設けるようにしてもよい。例えば、海水中の塩を除くフィルタを利用することもできる。それが半透膜で構成されてもよい。

#### 【0028】

保水空間 22 には、本実施形態において、多孔質部材が収容されている。その多孔質部材は図示の例において木炭粒子群 24 であり、それが保水空間 22 に充填されている。木炭粒子 24 の粒径（平均粒径）は例えば 3 - 5mm である。木炭粒子 24 は、複数の機能を発揮する。第 1 の機能は毛細管現象等による保水作用である。これにより水柱の形成、維持が容易となる。第 2 の機能は、後述するように、太陽熱を吸収してその熱を水に伝達する伝熱作用である。木炭粒子は黒色を有するので、熱吸収効率が非常によい。第 3 の機能は、浄水作用あるいはフィルタ作用である。多孔質粒子群を利用すれば、それを様々な形態をもった保水空間に容易に配置でき、しかも交換自在であるという利点を得られる。保水空間 22 の全部に木炭粒子を配置するのではなく、例えば以下に説明する加温部 20A だけに木炭粒子を配置するようにしてもよい。その場合には一对のネット等によって木炭粒子群を挟み込むのが望ましい。なお、木炭粒子を高密度配置するのではなく、水柱に分散配置するようにしてもよい。木炭粒子に代えて、他の多孔質部材を利用することができ、また、多孔質部材と吸熱部材とを併用することも可能である。

#### 【0029】

本実施形態においては、導水管 10 における中間部 20 が水面上に位置して外部に露出しており、そこに日射が注がれる。中間部 20 は上記の通り透明体であるために、太陽光がその内部にまで容易に達する。これにより、加温部 20A に存在する水が直接的に温められ、あるいは、太陽光により温度上昇した木炭粒子を介して温められる。すると、水の上昇運動が促進され、また、蒸発部（つまり蒸発キャップ 12）に加温後の水が達することになるので、そこでの蒸発作用が促進される。蒸発作用の促進は同時に揚水作用の増大として現れる。従来の蒸留装置においては、導水管が単に水を運ぶ部分としてしか機能していなかったが、本実施形態によれば、導水管の一部に導水以外の機能を発揮させることができ、特に太陽熱を利用する加温部分としての機能（ソーラーチムニー効果）を発揮させることができる。よって、太陽エネルギー摂取効率がよい。

#### 【0030】

注水機構 32 は、導水管 10 の設置状態において、その上部から水を流し込んで、初期状態を形成するためのものである。すなわち、本蒸留装置が稼働するためには、基本的に、導水管 10 と蒸発キャップ 12 の内部である保水空間 22 に水が満たされている必要があり、つまり常に水柱が形成されている必要がある。その当初において、導水管 10 を逆さの状態にして封止栓 26 を外して注水を行うことも可能であるが、それは煩雑である。そのようは煩雑さを回避するために注水機構 32 を設けるのが望ましい。注水機構 32 は、この例では、注水管 34 と、注水器 38 と、バルブ 36 と、で構成されている。注水管

10

20

30

40

50

34の一端は、蒸発キャップ12の天井壁に形成された小孔を介してその内部に差し込まれている。注水管34は、蒸発キャップ12から凝結器16に形成された貫通孔を抜けて外部に引き出されている。その他端34bには注水器38が接続されている。バルブ36が開状態のときに注水器38から注水管34に水を送り込めば、保水空間22に水を満たして初期の水柱を形成できる。満水後、バルブ36が閉状態に切り替えられる。必要に応じて、保水空間22の上部に溜まる空気を逃がす空気路を形成するようにしてもよい。それにもバルブを設け、その通路を開閉できるように構成するのが望ましい。注水器38は自動ポンプであってもよいが、手動ポンプでも足りる。バルブ36の開閉も自動的に行うことが可能であるが、手動操作でも足りる。蒸留により回収された水を注水に再利用することも可能である。

10

#### 【0031】

図1の構成において、蒸発装置の全長の中で、水源内に浸漬された部分の長さH3は例えば、10～30cmである。但し、取水部18が水面下にある条件が満たされる限りにおいて、中間部20つまり露出部をできるだけ水面上に露出させるのが望ましい。水面より突き出た部分の長さH4は例えば80～100cmである。但し、本願明細書に記載した数値はいずれも例示に過ぎず、目的、用途、設置場所等に応じて各数値を適宜定めるのが望ましい。例えば、導水管10を数mの長さあるいはそれ以上の長さとする 것도可能である。加温部による上昇促進作用が発揮されるので、従来品よりも導水管を長くすることが可能である。

#### 【0032】

20

次に図1に示した蒸留装置の動作について説明する。まず、最初に注水機構32が利用され、保水空間22内への注水が行われ、そこに初期水柱が形成される。導水管10の上端を封止する蒸発キャップ12の空隙率は非常に小さく、しかも導水管10の下端は実質的に封止されているので、水柱の崩壊は無視できる程度である。仮に長期間放置すれば水柱崩壊の可能性があるとしても、稼働状態では蒸発作用による揚水作用がそれに優るので、水柱はその後基本的に維持される。特に、本実施形態では、多孔質部材が保水空間に入れているので、保水性を向上可能である。

#### 【0033】

蒸発キャップ12において日射42の吸収が始まると、そこで水蒸気が発生し、同時に、保水空間22から蒸発キャップ12への水の補給がなされる。つまり、揚水作用（吸い上げ作用）が生じる。蒸発キャップ12は多孔質部材で構成されており、そこは一定の含水率をもって湿潤状態におかれるから、日射42により蒸発すればするほど、下から上へ水が補給される。蒸発した水蒸気は、凝結器12の内面である凝結面30で結露し、水滴となって凝結器16の底面に溜まる。それがドレイン16Dに導かれ、流路44を介して蒸留水タンク46へ送られる。蒸留水を貯留するのではなく他に利用することもできる。

30

#### 【0034】

一方、透明な中間部20を通過して日射40がその内部である加温部20Aに到達し、そこで直接的に水が加温され、あるいは、温度上昇した木炭粒子（日射熱吸収体）からの熱伝導として間接的に水が加温される。この水温上昇は、水の上方への運動を促進させると共に、蒸発キャップ12での蒸発作用の促進という結果をもたらす。ここではそれをソーラーチムニー効果（広義）と称する。このように、蒸発作用と加温作用により、揚水作用が増大され、つまり造水量の増大という結果が得られる。

40

#### 【0035】

日射が注がれる限りにおいて、上記の一連の作用が継続され、蒸留が進行する。夜間においては、水柱を維持するために、導水管10の下部を完全に封止するようにしてもよいし、そのまま放置して必要に応じて水柱を再度形成するようにしてもよい。本実施形態では、保水空間内に木炭粒子を封入しているため、そこでの浄水作用（濾過作用）をも得られるという利点がある。併せて蒸発キャップ12の目詰まりや塩の析出を防止できるという利点も得られる。必要に応じて、取水孔26aあるいは導水管10にフィルタを設けて

50

もよい。

【 0 0 3 6 】

図 2 は、太陽熱蒸留装置の他の実施形態が示されている。この実施形態においては、1 つの凝結器 5 0 に対して複数の水柱形成ユニットからなるアレイ 5 2 が設けられている。各水柱形成ユニットは、図 1 に示した実施形態と同様に、導水管 5 4 とその上端側に設けられた蒸発キャップ 5 6 とを有するものである。凝結器 1 6 の内部には複数の蒸発キャップ 5 6 が配置されることになるので、それら全体として蒸発作用を高めることができる。また、導水管における太陽熱の吸収効率を高めることができる。図 3 には、複数の水柱形成ユニットの配置構造が示されている。図示されるアレイ 5 8 は円形に配列された例を示している。もちろん、格子状に配列することも可能である。できる限り各水柱形成ユニットに対して太陽日射が十分に注がれるように相互に一定間隔をもって複数のユニットを配置するのが望ましい。

10

【 0 0 3 7 】

図 4 には、蒸発キャップの変形例が示されている。凝結器 6 6 の内部には、中空で球形をもった蒸発キャップ 6 0 が配置されている。その蒸発キャップ 6 0 は導水管 6 2 の上端部に連結されるものであり、その内部である保水空間 6 4 には図 1 に示した実施形態と同様に木炭粒子が充填されている。この図 4 に示す実施形態によれば、蒸発部における表面積を増大させてその蒸発作用を増大できるという利点がある。

【 0 0 3 8 】

図 5 には、導水管についての変形例が示されている。導水管 7 0、特にその中間部は螺旋状の形態を有しており、すなわち日射を受ける表面積が増大されている。符号 7 2 は取水部を表しており、符号 7 4 は蒸発部を表している。導水管の形態としてジグザグ形状、渦巻形態等を採用することができ、いずれにしても中間部における経路を長くして日射をより受ける形態とすれば、そこでの加温作用を増大させることが可能である。図 1 に示した実施形態では、中間部が垂直方向に沿ったストレートな形態を有していたため、そこでの日射吸収作用を高められない可能性があるが、図 5 に示す実施形態によれば、上方から見た表面積を著しく増大できるので、中間部における吸熱作用を増大できるという利点が見られる。

20

図 6 には応用例として水輸送装置が開示されている。水源 8 0 は例えば海や湖等であり、そこには導水管 7 6 の下部である取水部 7 8 が入れられている。図 6 に示す太陽熱蒸留装置の基本構成は図 1 に示した実施形態と同様である。但し、導水管 7 6 が屈曲しており、その中間部分 8 8 が水平方向に伸長している。その端部には凝結器 8 4 が設けられ、凝結器 8 4 は陸（大地）8 2 上に位置している。凝結器 8 4 で生じた蒸留水はタンク 8 6 に貯留される。このように、凝結器 8 4 は、取水部 7 8 よりも上方かつ水平方向に変位した位置に設置されている。この構成によれば、自然エネルギーを使って水を遠方へ運ぶことができる。特に、中間部分 8 8 に対して多くの日射を当てるのが可能であるので、そこでの加温作用をより高められる。

30

図 7 には、図 1 に示した構成の変形例が示されている。なお、図 1 に示した構成と同様の構成には同一符号が付されている。導水管 1 0 の内部、つまり保水空間 2 2 の中央軸線上には細管 9 0 が配置されている。細管の下端部は封止栓 2 6 に突き通されて、下端開口が取水口を構成している。その上端開口は、上部に存在する蒸発キャップ 1 2 の内部にまで達しており、そこから（つまり上部から）水が保水空間 2 2 内に供給される。保水空間 2 2 には、多孔質部材としての木炭粒子 2 4 が充填されているが、それを入れない構成も採用しうる。水の蒸発が生じると、ポテンシャルエネルギーが変化し、また細管 9 0 の毛細管作用により、水源 1 9 から水が引き上げられ、それが保水空間 2 2 内に補充される。毛細管作用を利用するので、かなり高い所（例えば 4 m の高さ）まで水を上げることが容易となる。また、保水空間 2 2 の底面が封止されているので、そこでの水圧による水の流出を防止できる。よって、長期間にわたって水柱を安定的に形成できるという利点が見られる。加温部 2 0 A においては日射により水が温められ、それにより保水空間 2 2 内で水が対流する結果、熱せられた水が蒸発部へ供給され、あるいは、蒸発部に存在する水温が

40

50

上昇する。よって、図 1 に示した実施形態と同様に蒸発促進等の利点を得られる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】本発明に係る太陽熱を利用した蒸留装置の好適な実施形態を示す断面図である。

【図 2】複数の水柱形成ユニットを備えた実施形態を示す図である。

【図 3】複数の水柱形成ユニットのレイアウトを示す図である。

【図 4】蒸発キャップの変形例を示す図である。

【図 5】導水管の変形例を示す図である。

【図 6】水輸送装置の構成例である。

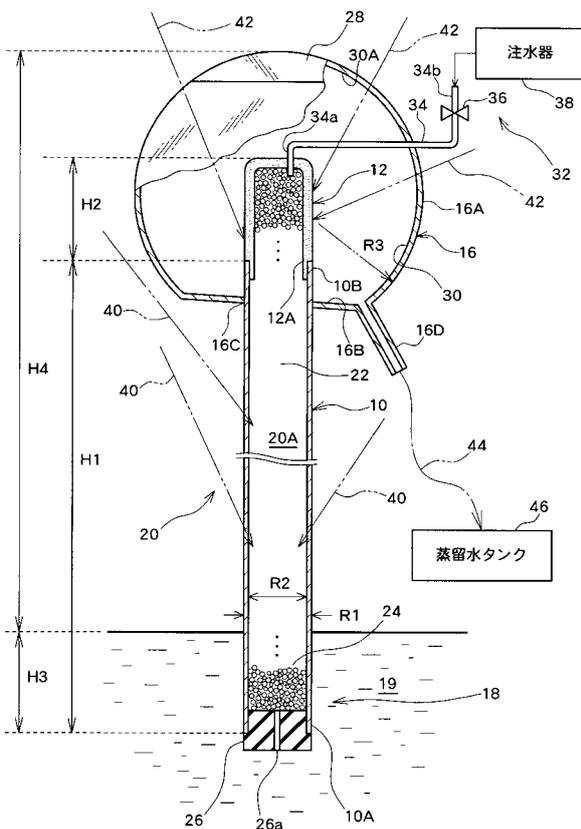
【図 7】細管を有する他の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

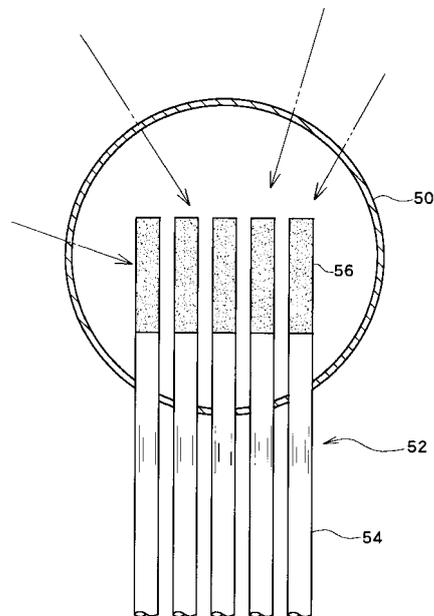
【0040】

10 導水管、12 蒸発キャップ、16 凝結器、18 取水部、19 水源、20 中間部（露出部）、20A 加温部、22 保水空間、24 木炭粒子（多孔質部材）、26 封止栓、30 凝結面（内面）、32 注水機構、40、42 日射（太陽光）。

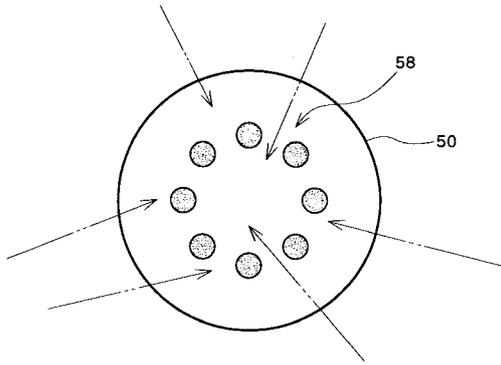
【図 1】



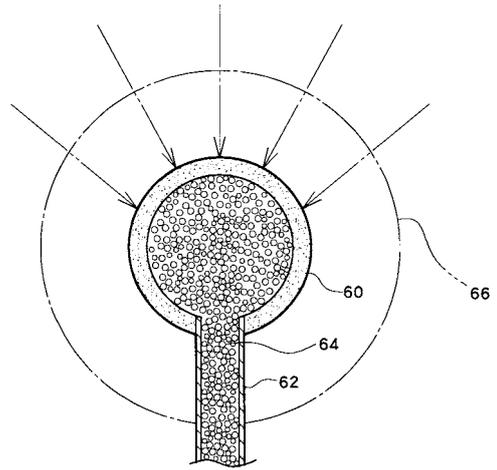
【図 2】



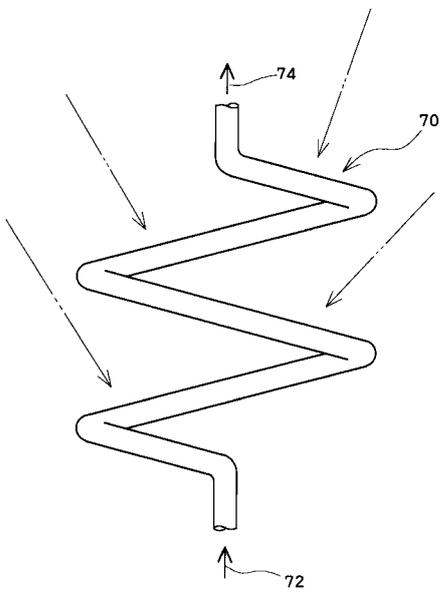
【 図 3 】



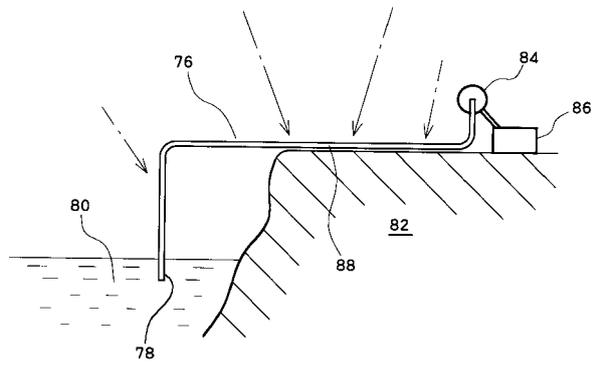
【 図 4 】



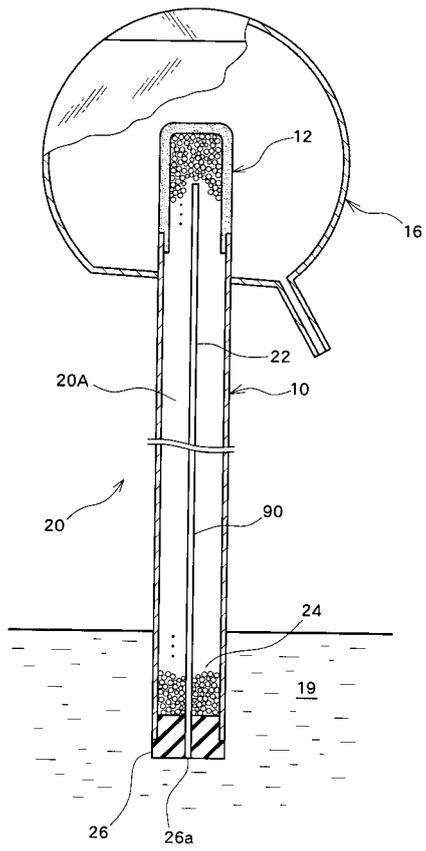
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭50-060473(JP,A)  
実開昭62-035691(JP,U)  
特開2001-129538(JP,A)  
特開昭58-156391(JP,A)  
実開昭55-122888(JP,U)  
実開昭56-118782(JP,U)  
関平和ら, 太陽熱を利用した多孔質媒体による水輸送に関する理論的検討, 日本農業気象学会春季大会講演要旨, 日本, 日本農業気象学会, 2007年 3月28日, pp.36, 講演番号A26  
高見晋一ら, 多孔質媒体による水輸送, 日本農業気象学会春季大会講演要旨, 日本, 日本農業気象学会, 2007年 3月28日, pp.35, 講演番号A25

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/00  
B01D 1/00 - 5/00  
JSTPlus(JDreamII)